ＩＳＳＮ　１８８０－０１１４
国総研プロジェクト研究報告第 42 号
平　成　２５　年　　３　　月

国土技術政策総合研究所
プロジェクト研究報告

PROJECT RESEARCH REPORT of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.42　　March 2013

多世代利用型超長期住宅及び宅地の形成・管理技術の開発

Development of Planning and Management Technologies for the Ultra-long-life Houses

国土交通省　国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure,Transport and Tourism,Japan

国土技術政策総合研究所プロジェクト研究報告　Project Research Report of NILIM
第 42 号　2013 年 3 月　No.42 March 2013

多世代利用型超長期住宅及び宅地の形成・管理技術の開発

松本　浩（2008 年 4 月～2009 年 7 月）*
大竹　亮（2009 年 8 月～2011 年 3 月）**

Development of Planning and Management Technologies for the Ultra-long-life Houses

Hiroshi MATSUMOTO （2008.4～2009.7）*
Ryo OOTAKE （2009.8～2011.33）**

概要

成熟社会の到来を迎え、国民負担の軽減や環境負荷・廃棄物の低減等の要請を背景として、ストック型社会への転換のために、住宅の長寿命化の推進が求められている。

このため、本研究では、住宅の長寿命化を図るための高度な耐震性・耐久性・可変性・更新性と優れた維持管理性能を備え、多世代にわたって利用可能な住宅像を「多世代利用型超長期住宅（多世代利用住宅）」と定義し、多世代利用住宅とそれを支える宅地レベルでの目標性能水準を明らかにするとともに、多世代利用住宅の実現に向けた計画及び管理に係る技術開発をハード及びソフト両面から実施した。また、既存住宅についても、その保有性能に応じた改修・流通等により、長寿命化を促進するための研究を実施した。

ｷｰﾜｰﾄﾞ：　住宅の長寿命化、計画手法、管理手法、改修手法、宅地の安全性

Synopsis

It is necessary to promote the longevity of newly-built and existing houses, not only to alleviate the financial burden of the residents bat also to reduce industrial wastes.

In this study, we developed the Planning and management technologies for ultra-long-life housing throughout following researches and developments; 1) Target performance level of newly-built ultra-long-life houses from the viewpoints of comprehensive criteria (e.g., earthquake protection, mutability of housing units, maintenance and management, locality and residential environment) .2) Planning and management methods to embody the target performance level of ultra-long-life housing. 3) Techniques to assess the soundness of housing and maintenance technologies using health monitoring system. 4) Advanced technologies to improve seismic safety of housing sites by conducting some experiments injecting micro-bubble water into the liquefiable deposit.

Key Words　: long-life houses, planning method, management method, renovation, safety of housing site

*　前　住宅研究部長　Former Director of Housing Department
**　住宅研究部長　Director of Housing Department

執筆担当者一覧

担当部門	氏名	所属・役職
序論	長谷川　洋	住宅研究部住環境計画研究室　室長
Ⅰ．形成・管理システム部門	長谷川　洋	住宅研究部住環境計画研究室　室長
Ⅱ．診断・改修技術部門	長谷川　洋	住宅研究部住環境計画研究室　室長
Ⅲ．管理技術部門	高橋　暁	住宅研究部　住宅瑕疵研究官
Ⅳ．戸建て木造技術部門	森　正志	住宅研究部住宅計画研究室　室長
Ⅴ．宅地技術部門	明石　達生	都市研究部都市計画研究室　室長
	大橋　征幹	都市研究部都市計画研究室　主任研究官

目　次

序論　住宅の長寿命化に向けた基本認識と研究開発の枠組み

序－１　住宅の長寿命化に向けた課題と研究実施方針 …… 3
１．住宅の寿命が短い要因 …… 3
２．最近における平均住宅寿命の伸び …… 4
３．住宅の長寿命化に向けた取組みの視点 …… 5
４．研究課題の設定 …… 6

序－２　「多世代利用総プロ」の研究開発の内容 …… 27
１．研究開発の概要 …… 27
２．研究開発のポイント …… 27
３．研究開発の実施体制 …… 29

序－３　主な研究成果 …… 33
１．主な研究成果一覧 …… 33
２．多世代利用住宅の新築（形成）及び管理に係る研究成果 …… 35
３．既存住宅の改修及び管理（流通）に係る研究成果 …… 37

Ⅰ．形成・管理システム部門

Ⅰ－１．「形成・管理システム部門」の研究内容と研究成果の概要 …… Ⅰ-3
１．研究の目的 …… Ⅰ-3
２．研究内容と成果の概要 …… Ⅰ-3

Ⅰ－２．住戸区画の規模の可変性レベルの評価手法及び評価基準の検討 …… Ⅰ-7
１．研究の目的と方法 …… Ⅰ-7
２．住戸区画の可変性の評価手法 …… Ⅰ-9
2.1　評価の枠組み …… Ⅰ-9
2.2　各用語の定義 …… Ⅰ-10
2.3　住戸区画の可変性を評価する視点ごとの評価手法 …… Ⅰ-12
2.4　スケルトン面積等の算定方法の考え方 …… Ⅰ-27
2.5　住戸区画の可変性の総合評価フロー …… Ⅰ-35
３．住戸区画の可変性を確保するためのスケルトン空間の評価基準の提案 …… Ⅰ-36
４．住戸区画の変更を実現するための設計上の配慮事項 …… Ⅰ-37
4.1　水回りの可変性を担保する床懐寸法の確保 …… Ⅰ-37
4.2　共用配管スペースの確保 …… Ⅰ-39
4.3　間取りの可変性を担保する耐力壁の開口位置の確保 …… Ⅰ-40
4.4　住戸アクセスの確保 …… Ⅰ-41
4.5　法的対応性の確保 …… Ⅰ-42
５．マンションの場合の区分所有法等に係る法的手続き …… Ⅰ-44

Ⅰ－３.「長期マネジメント計画」の計画体系及び計画内容の提案 ····· Ⅰ-47
１．研究の目的と方法 ····· Ⅰ-47
２.「長期マネジメント計画」の基本的考え方 ····· Ⅰ-49
2.1 長期修繕計画と比較した長期マネジメント計画の特徴 ····· Ⅰ-49
2.2 長期マネジメント計画の適用 ····· Ⅰ-53
３．長期マネジメント計画の計画体系 ····· Ⅰ-54
４．長期マネジメント計画の計画内容及び様式 ····· Ⅰ-57
4.1 部位別ハード計画の記載項目・内容及び標準様式 ····· Ⅰ-57
4.2 運営計画の記載項目・内容及び標準様式 ····· Ⅰ-63
4.3 住宅履歴情報シート ····· Ⅰ-75
4.4 長期マネジメント計画概要シート ····· Ⅰ-76
Ⅰ－４．多世代利用住宅の良好な住環境を安定的に確保するための敷地条件及び建築協調ルールの検討 ····· Ⅰ-79
１．研究の目的と方法 ····· Ⅰ-79
２．多世代利用住宅の建築に適した日照を安定的に確保できる敷地条件の検討 ····· Ⅰ-82
2.1 対象地区において確保できる日照時間の分析 ····· Ⅰ-82
2.2 「４時間日照」を確保できる敷地条件のシミュレーション ····· Ⅰ-85
2.3 検討モデルの設定に基づく敷地規模・形状のシミュレーション ····· Ⅰ-90
2.4 日照を安定的に確保できる敷地条件の分析結果 ····· Ⅰ-95
３．多世代利用住宅の良好な住環境を安定的に確保する建築協調ルールの内容とその効果分析 ····· Ⅰ-99
3.1 建築協調ルールの基本的考え方 ····· Ⅰ-99
3.2 モデル街区における建築協調ルールの展開パターン ····· Ⅰ-101
3.3 モデル街区において建築協調ルールを適用した場合の敷地条件別の「日照要確保空地の形状・規模、日照時間及び実現容積率」の関係についての定量的分析 ····· Ⅰ-107
４．多世代利用住宅の建築に適した敷地条件及び建築協調ルールの実現方策の提案 ··· Ⅰ-115
4.1 敷地条件の基準化に向けて得られた成果 ····· Ⅰ-115
4.2 建築協調ルールの検討を通じた住環境マネジメント方策の方向性の提案 ····· Ⅰ-117

Ⅱ．診断・改修技術部門
Ⅱ－１.「診断・改修技術部門」の研究内容と研究成果の概要 ····· Ⅱ-3
１．研究の目的と概要 ····· Ⅱ-3
２．研究内容と成果の概要 ····· Ⅱ-3
Ⅱ－２．既存共同住宅の躯体性能の評価基準及び多世代利用に向けた目標性能水準の検討 ····· Ⅱ-7
１．既存共同住宅の躯体性能の評価基準及び目標性能水準の検討方法 ····· Ⅱ-7
２．既存共同住宅の躯体性能の評価基準（案）の作成 ····· Ⅱ-10
３．既存共同住宅の目標性能水準（案）の作成 ····· Ⅱ-10

Ⅱ－３．既存共同住宅の多世代利用に向けた改修の計画手法の検討 ・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-15
１．既存共同住宅の保有性能に応じた診断・改修技術の適用手法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-15
２．多世代利用改修に向けた計画立案手法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-20
2.1 多世代利用改修に係る改修計画の立案の基本的手順及び考え方 ・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-20
2.2 多世代利用化に向けた段階的改修の必要性 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-23
2.3 多世代利用化に向けた改修を位置付けた維持管理計画への転換の考え方 ・・・・・・・ Ⅱ-25
2.4 既存共同住宅の多世代利用改修に必要な住宅履歴情報の生成及び管理手法 ・・・・・ Ⅱ-26
Ⅱ－４．既存の中層ＲＣ造壁式共同住宅（マンション）の２戸１改修手法の検討 ・・・・・・ Ⅱ-29
１．検討の目的と視点 ・・ Ⅱ-29
２．２戸１改修の実施ルールの提案 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-32
2.1 ２戸１改修を実施することができる建物条件 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-32
2.2 開口の条件 ・・・ Ⅱ-34
３．マンションの２戸１改修に伴う開口形成部分の権利の扱いに関する提案 ・・・・・・・・・ Ⅱ-36
【参考資料】 既存共同住宅の躯体性能の評価手法及び評価基準の技術解説（案） ・・・・ Ⅱ-39
１．既存共同住宅の躯体性能の評価基準の設定の考え方 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-39
２．「劣化の有無とその対策」の評価基準（案） ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-45
２．１ 躯体の劣化 ・・・ Ⅱ-47
2.1.1 評価基準の設定の基本的考え方 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-47
2.1.2 評価基準（グレード判定） ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-55
2.1.3 解説 ・・・ Ⅱ-59
２．２ 仕上げ材の劣化 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-77
2.2.1 評価基準の設定の基本的考え方 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-77
2.2.2 評価基準（グレード判定） ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-79
2.2.3 解説 ・・・ Ⅱ-79
２．３ 設備の劣化 ・・・ Ⅱ-83
2.3.1 評価基準の設定の基本的考え方 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-83
2.3.2 評価基準（グレード判定） ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-84
2.3.3 解説 ・・・ Ⅱ-85
３．「耐震性」の評価基準（案） ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-89
3.1 評価基準の設定の基本的考え方 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-89
3.2 評価基準（グレード判定） ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-91
3.3 解説 ・・ Ⅱ-92
４．「避難安全性」の評価基準（案） ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-120
4.1 評価基準の設定の基本的考え方 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-120
4.2 評価基準（グレード判定） ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-122
4.3 解説 ・・・ Ⅱ-123
５．「省エネルギー性」の評価基準（案） ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-136
5.1 評価基準の設定の基本的考え方 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-136
5.2 評価基準（グレード判定） ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Ⅱ-137

5.3 解説 ····· Ⅱ-138
6.「維持管理・更新の容易性」の評価基準（案） ····· Ⅱ-149
6.1 評価基準の設定の基本的考え方 ····· Ⅱ-149
6.2 評価基準（グレード判定） ····· Ⅱ-149
6.3 解説 ····· Ⅱ-150
7.「空間のゆとり」の評価基準（案） ····· Ⅱ-155
7.1 評価基準の設定の基本的考え方 ····· Ⅱ-155
7.2 評価基準（グレード判定） ····· Ⅱ-155
7.3 解説 ····· Ⅱ-156
8.「バリアフリー性」の評価基準（案） ····· Ⅱ-157
8.1 評価基準の設定の基本的考え方 ····· Ⅱ-157
8.2 評価基準（グレード判定） ····· Ⅱ-157
8.3 解説 ····· Ⅱ-158

Ⅲ. 管理技術部門

Ⅲ－１.「管理技術部門」の研究内容と研究成果の概要 ····· Ⅲ-3
1. 研究の目的と概要 ····· Ⅲ-3
2. 研究成果の概要 ····· Ⅲ-3
3. 主な研究成果 ····· Ⅲ-7
多世代利用住宅の管理・流通を支える構造ヘルスモニタリング技術の利用ガイドライン目次構成 ····· Ⅲ-7
実大建物の加振実験を通じた技術の有効性検証 ····· Ⅲ-9

Ⅲ－２. 住宅の管理流通における SHM 技術の利用等に関する検討 ····· Ⅲ-15
1. 継続的な SHM システム運用に関する課題等の調査 ····· Ⅲ-15
1.1 多世代利用住宅の維持管理・流通における SHM 情報の利用場面 ····· Ⅲ-16
1.2 SHM サービスの形態及び項目・内容 ····· Ⅲ-22
1.3 住宅の維持管理等に係る既往のシステムの調査・分析 ····· Ⅲ-36
1.4 継続的な SHM システム運用のための要件 ····· Ⅲ-43
2. SHM による診断結果の表現・提供方法等に係る課題 ····· Ⅲ-47
2.1 SHM サービスの事例調査 ····· Ⅲ-47
2.2 診断結果の提供先として考えられる関係主体 ····· Ⅲ-52
2.3 情報の受け手に応じた情報提供の考え方 ····· Ⅲ-53
2.4 SHM による診断結果の表現・提供方法の例 ····· Ⅲ-54
3. SHM 利活用に向けた論点整理 ····· Ⅲ-57

Ⅲ－３. 実大建物の加振実験を通じた技術の有効性検証 ····· Ⅲ-61
1. 平成 20、21 年度実験における逆解析等の結果の概要 ····· Ⅲ-61
1.1 試験体の概要 ····· Ⅲ-61
1.2 センサの概要 ····· Ⅲ-64
1.3 加振波の概要 ····· Ⅲ-65

1.4　平成 20 年度逆解析の成果の概要 ····· Ⅲ-68
1.5　平成 21 年度逆解析の成果の概要 ····· Ⅲ-69
2．平成 22 年度実験及び SHM 技術検証の概要 ····· Ⅲ-74
3．管理技術 WG センサシステムの実装 ····· Ⅲ-77
3.1　検証の目的・ねらい ····· Ⅲ-77
3.2　SHM システムの設計・構築 ····· Ⅲ-79
3.3　SHM システムによる計測・評価の実施 ····· Ⅲ-85
4．管理技術 WG センサシステムによる計測データ及び評価結果の検証 ····· Ⅲ-87
4.1　データ取得に係る検証 ····· Ⅲ-87
4.2　逆解析に係る検証 ····· Ⅲ-89
4.3　管理技術 WG センサシステムの検証結果の総括 ····· Ⅲ-92
5．防災科研センサデータに基づく簡易な逆解析 ····· Ⅲ-93
5.1　簡易な逆解析の実施手順 ····· Ⅲ-93
5.2　ランダム加振データに基づく振動特性の変化 ····· Ⅲ-101
5.3　地震波加振データに基づく健全性判定 ····· Ⅲ-102
6．防災科研センサデータに基づく詳細な逆解析 ····· Ⅲ-111
6.1　簡易な逆解析結果の検証 ····· Ⅲ-111
6.2　詳細な逆解析の実施手順 ····· Ⅲ-115
7．SHM システムの技術的な到達点と課題 ····· Ⅲ-124
8．一般向け Q&A 集の作成 ····· Ⅲ-126
9．まとめ ····· Ⅲ-135

Ⅳ．戸建て木造技術部門

Ⅳ－１　「戸建て木造技術部門」の研究内容と研究成果の概要 ····· Ⅳ-3
1．戸建て木造住宅の多世代利用の意義・目的 ····· Ⅳ-3
2．研究内容と成果の概要 ····· Ⅳ-3

Ⅳ－２．戸建て木造住宅の多世代利用に向けた設計施工指針（案）の検討 ····· Ⅳ-5
1．指針（案）の目的・位置付け ····· Ⅳ-5
2．本指針（案）の基本的な考え方 ····· Ⅳ-6
2.1　性能項目等の設定 ····· Ⅳ-6
2.2　長寿命化のための性能確保の方法 ····· Ⅳ-8
2.3　各性能項目に関する具体的な措置項目 ····· Ⅳ-14
2.4　指針項目の全体構成 ····· Ⅳ-15
3．戸建て木造住宅の多世代利用に向けた設計施工指針（試案） ····· Ⅳ-16
3.1　本指針（試案）の目的 ····· Ⅳ-16
3.2　適用範囲等 ····· Ⅳ-16
3.3　初期性能水準(設定)の考え方 ····· Ⅳ-16
3.4　初期性能水準を実現するために設計施工上配慮すべき措置等 ····· Ⅳ-18
4．設定初期性能実現のための措置の例 ····· Ⅳ-23

5　本指針（試案）適用の例示 ····· Ⅳ-26

Ⅳ－３．「戸建て木造住宅の長寿命化のための維持管理指針（案）」の検討 ····· Ⅳ-33

１．維持管理指針(案)の目的・対象範囲等 ····· Ⅳ-33

1.1　目的・位置づけ ····· Ⅳ-33

1.2　本指針（案）における維持管理とその範囲 ····· Ⅳ-35

1.3　その他指針の前提となる事項について ····· Ⅳ-37

２．戸建て木造住宅の維持管理業務に関する指針（案） ····· Ⅳ-46

2.1　基本事項 ····· Ⅳ-46

2.2　戸建て木造住宅の維持管理に関するつくり手等行動指針（案）・同解説 ····· Ⅳ-54

2.3　維持管理方法に関係する諸要素 ····· Ⅳ-60

Ⅳ－４．既存戸建て木造住宅の多世代利用に向けた住み継ぎ・住み替え時における対応指針(案)の検討 ····· Ⅳ-61

１．「住み継ぎ等対応指針(案)」の目的・位置付け ····· Ⅳ-61

２．戸建て木造住宅の建築時期別の性能・品質とストック対応の考え方 ····· Ⅳ-61

３．「既存戸建て木造住宅の多世代利用に向けた住み継ぎ・住み替え時における対応指針(案)」及び「同解説」について ····· Ⅳ-65

3.1　住み継ぎ等対応指針（案）及び同解説の見方・使い方 ····· Ⅳ-65

3.2　既存戸建て木造住宅の多世代利用に向けた住み継ぎ・住み替え時における対応指針（案） ····· Ⅳ-67

４．既存戸建て木造住宅の技術的水準向上のための対応方策 ····· Ⅳ-78

4.1　技術的水準向上のためのつくり手等の対応フロー ····· Ⅳ-78

4.2　現況把握（インスペクション）の実施上の配慮事項 ····· Ⅳ-79

4.3　改修等の計画上の配慮事項 ····· Ⅳ-81

Ⅴ．宅地技術部門

Ⅴ－１．「宅地技術部門」の研究内容と研究成果の概要 ····· Ⅴ-3

１．研究の目的と概要 ····· Ⅴ-3

２．研究成果の概要 ····· Ⅴ-3

Ⅴ－２．既存造成宅地擁壁の耐久性実態調査 ····· Ⅴ-6

１．目的と方法 ····· Ⅴ-6

２．目視調査 ····· Ⅴ-6

2.1　目視調査の方法 ····· Ⅴ-6

2.2　目視調査の結果のポイント ····· Ⅴ-6

３．表面波探査 ····· Ⅴ-8

3.1　表面波探査の方法 ····· Ⅴ-8

3.2　表面波探査の結果のポイント ····· Ⅴ-8

４．目視点検調査要領 ····· Ⅴ-9

4.1　擁壁の種類 ····· Ⅴ-9

4.2　基礎点（環境条件・障害状況） ····· Ⅴ-10

4.3　排水施設の障害　…… V-13
4.4　変状点　…… V-15
4.5　平面図・横断図（スケッチ）記入シートの作成例　…… V-23

Ⅴ－３．住宅が建ったまま行える宅地地盤の液状化対策技術の開発　…… V-28
１．目的　…… V-28
２．技術開発の緊急性　…… V-28
３．実証実験のステップと成果のポイント　…… V-29
3.1　大型せん断土層を用いた実験　…… V-29
3.2　遠心力裁可試験装置を用いた実験　…… V-31
3.3　実証実験　…… V-67

Ⅴ－４．住宅価値の持続性のための相隣環境規範について　…… V-71
１．観点と目的　…… V-71
２．実験方法の概要　…… V-71
３．質問項目と分析結果　…… V-71
４．被験者実験の内容　…… V-73
５．被験者実験の結果　…… V-82
5.1　隣接共同住宅の階数による影響　…… V-82
5.2　隣接敷地の住宅との距離　…… V-84
5.3　敷地細分化とワンルームアパート化　…… V-86

序論　住宅の長寿命化に向けた基本認識と研究開発の枠組み

序－１．住宅の長寿命化に向けた課題と研究実施方針

１．住宅の寿命が短い要因

住宅の寿命は、住まい手の住居観や長持ちさせる意欲によるところが大きいが、そうした住まい手の意思に影響を及ぼし住宅が短命となる要因としては、次のようなものが考えられる。

①住宅の初期性能が低い

マスハウジング期に建設された住宅（持ち家）を中心に、これまでの住宅は、量的な確保が優先されてきたため、長期耐用性に乏しく、建替え等により短期間で取り壊されてきた。

②生活様式の変化・住宅ニーズの急激な向上や住宅の構工法の多様化

高度経済成長期以降の生活水準の急速な向上を背景に、国民の住宅に求める社会的水準が著しく向上し、住宅設備等もめざましく進歩してきた。こうした生活様式や住宅ニーズの変化に対して、初期性能の低い住宅等では改修による対応が期待できないことから、短期間で取り壊され、建て替え等により住宅水準の向上が図られてきた。また、住宅の構工法が多様化する中で、それらに対応した改修技術等が発展してこなかったことなども、寿命の短い要因として挙げられる。

③中古住宅市場・住宅流通市場の未発達

上記②と関連するが、中古住宅市場や住宅流通市場が発達してこなかったため、改修や住み替えではなく、建替えにより居住水準を向上させることが一般的に行われてきた。

【中古住宅市場が発達してこなかった要因】

中古住宅市場が発達してこなかった要因として、①前述したように住宅の質が低いため市場に出回る良質な住宅が少なかったこと、②売り手と買い手の情報の非対称性により市場がうまく機能してこなかっこと（経済学でいう「レモンの定理」）、③中古住宅の質が適切に評価されてこなかったこと（築年数と立地による評価で、築後20～30年程度で不動産評価上の価値がなくなる）、④中古住宅の質が適切に評価されない結果、中古住宅を対象とした住宅金融が整備されてこなかったこと（金融機関は土地担保力を主に評価、新築に比べて中古住宅を対象とした融資が少なく、融資条件も厳しいため、融資を受けるためには新築の取得が有利）、などが考えられる。

④土地ポテンシャルの変化による住宅としての利用価値の低下

わが国では土地と住宅が別々の資産と評価されるが、一般に高い土地評価と低い住宅（上物）評価の下で、土地ポテンシャルの変化によって上物の寿命が規定されがちであった。こうしたことから、物理的価値はあっても、社会・経済的要因で取り壊されることがあった。

⑤賃貸住宅市場の特異性

住宅市場の１／３を占める民間賃貸住宅の寿命が非常に短い。持ち家を上がりとする「住宅双六」において借家は腰掛け的住宅として位置づけられ、相対的に低家賃で居住できる水準の住宅が求められてきたことや、供給も零細個人土地所有者による短期間で投資を回収できる小規模世帯向けの賃貸住宅供給が中心であったことによる。

⑥長寿命な住宅の供給や保有へのインセンティブとなりにくい制度インフラ

上記のような要因を背景として、これまでの制度インフラ（税制、金融、減価償却制度等）は、良質な住宅を供給し、それを長期に保有、利用するインセンティブとなりにくかった。

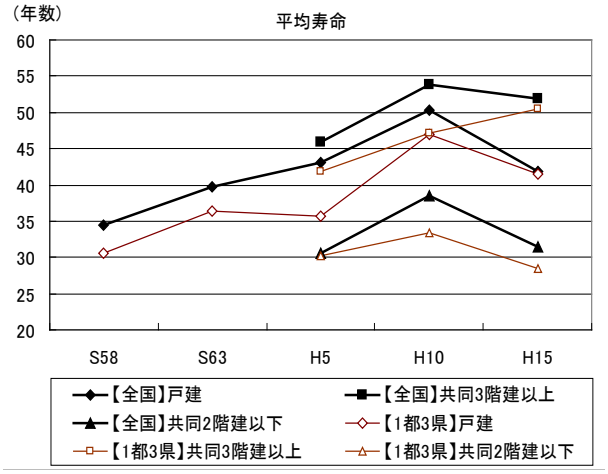
２．最近における平均住宅寿命の伸び

我が国の住宅寿命は約 30 年程度で、これは先進諸国の中で著しく短い数値であると言われている。これは、前述１．のとおり、マスハウジング期に建てられた初期性能の低かった住宅が、築後30 年程度で建て替えられてきたことに大きく起因しているものと考えられる。

一方で、マスハウジング期以降に建てられた住宅は、次第に初期性能も良くなり、最近建てられている住宅は寿命が伸びるものと予想される。ちなみに、昭和 58 年、63 年、平成 5 年、10 年、15 年の住宅・土地統計調査を用いて、住宅の建築時期別の経過年数別残存率と平均寿命、寿命中位値（残存率 50%になる経過年数）を推計すると（図序.1)、寿命は着実に延伸傾向にあることが分かる（なお、住宅建て方別にみると、３階建て以上共同住宅の寿命が最も長く、ついで、戸建て住宅、２階建て以下共同住宅の順になる)。

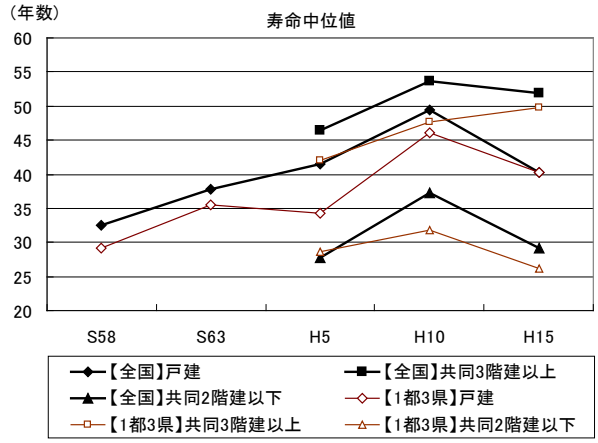
住宅・土地統計調査を用いた推計によれば、最近建てられている住宅は、平均的には 50 年程度以上の寿命を有するものと推定できるが（図序.1)、「多世代利用総プロ」の目的は、社会的資産となりうる多世代利用型住宅（100 年超の寿命を有する住宅）の建設や既存住宅の改修の促進等を通じて、この平均寿命をさらに延伸していくことにあると言える。

①平均住宅寿命



	【全国】戸建	【全国】共同3階建以上	【全国】共同2階建以下	【1都3県】戸建	【1都3県】共同3階建以上	【1都3県】共同2階建以下
S58	34.4			30.5		
S63	39.8			36.4		
H5	43.1	45.9	30.6	35.7	41.9	30.2
H10	50.3	53.9	38.6	47.0	47.1	33.5
H15	41.9	51.9	31.4	41.6	50.5	28.5

②住宅寿命中位値（残存率 50%となる経過年数）



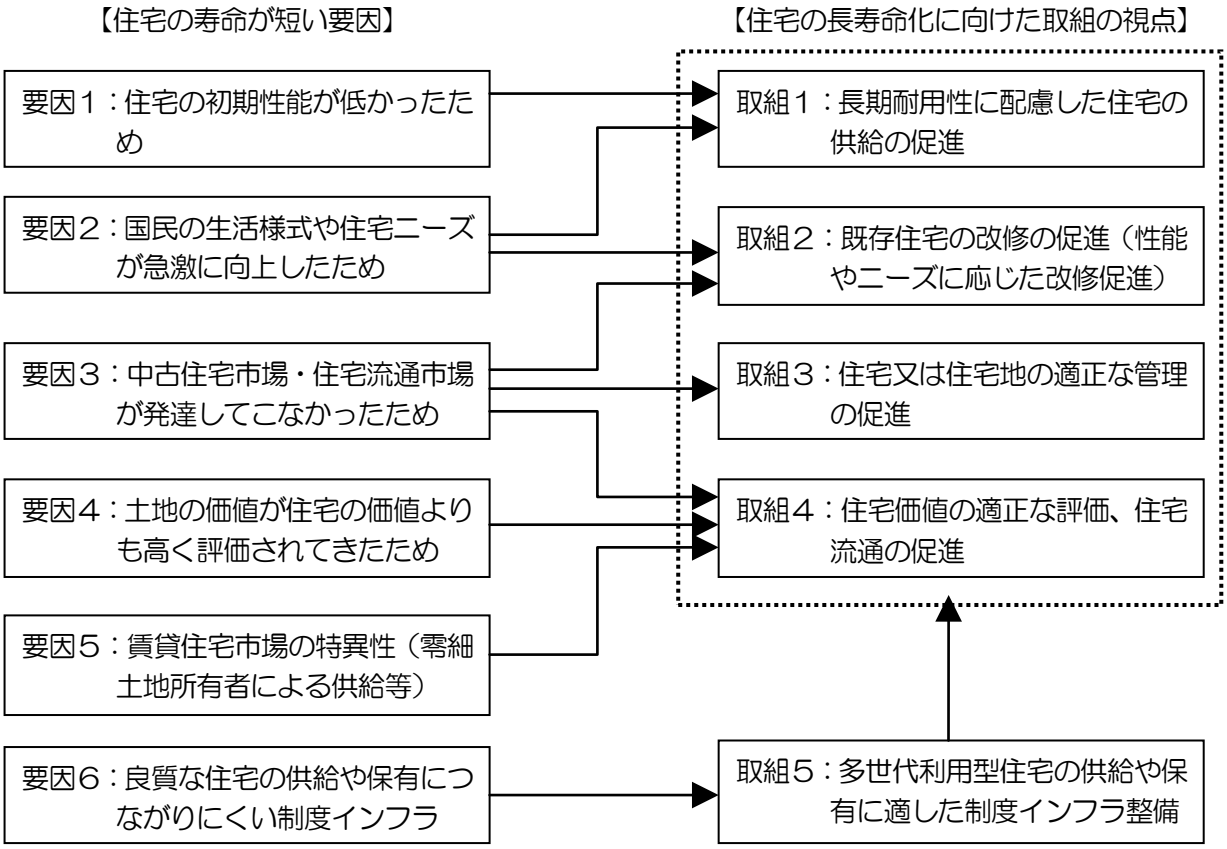
	【全国】戸建	【全国】共同3階建以上	【全国】共同2階建以下	【1都3県】戸建	【1都3県】共同3階建以上	【1都3県】共同2階建以下
S58	32.6			29.1		
S63	37.7			35.5		
H5	41.5	46.5	27.8	34.2	42.0	28.6
H10	49.3	53.7	37.2	46.0	47.7	31.8
H15	40.2	51.9	29.1	40.2	49.8	26.2

出典：住宅・土地統計調査（総務省）を用いた推計

図序.１　住宅の建築時期別の平均寿命及び寿命中位値の推計結果

３．住宅の長寿命化に向けた取組みの視点

上記１．で述べた住宅の寿命を短くしている要因を解決し、住宅の長寿命を図っていくためには、図序.2 及び表序.1 に示すような点についての取組みが求められると考える。



図序.２　住宅の寿命が短い要因に対応した長寿命化に向けた取組みの視点

表序.１　住宅の長寿命化に向けた取組みの概要

必要な取組み		概要
取組み１	長期耐用性に配慮した住宅の供給の促進	今後新築される住宅については、高度な耐震性・耐久性・可変性・更新性等を備え、多世代にわたって長期に利用されていく住宅（以下、多世代利用型住宅という。）の供給を促進していく。
取組み２	既存住宅の改修の促進	多世代利用型住宅については、経年に伴うニーズの変化に応じた改修を促進し、長く使い続けられていくようにする。 その他の既存住宅についても、その保有性能や仕様、居住者のニーズ等に応じた改修の促進を図り、長寿命化を図っていく。
取組み３	住宅又は住宅地の適正な維持管理の促進	長期間にわたって住宅の質や価値が維持されるよう、適正な管理を促進していく。また、住宅地や相隣関係における良質な住環境の形成とその持続的なマネジメントを促進していく。
取組み４	住宅流通（住み替え）の促進	住宅の質や価値が適正に評価される仕組みを整備していく。また、住み替えによって居住水準を改善できるよう、住宅の流通を促進していく。
取組み５	制度インフラの整備	良質な住宅の供給や保有が有利となるような、住宅の長寿命化に適した制度インフラを整備していく。

なお、上記の取組みは、これまで住宅の寿命を短くしてきた要因に対応するものであり、こうした現時点での住宅の長寿命化の阻害要因に的確に対応することが、今後、住宅を 100 年、200 年と超長期にわたって維持し、利用していく上で有効な解であるかどうかは検討の要するところである。

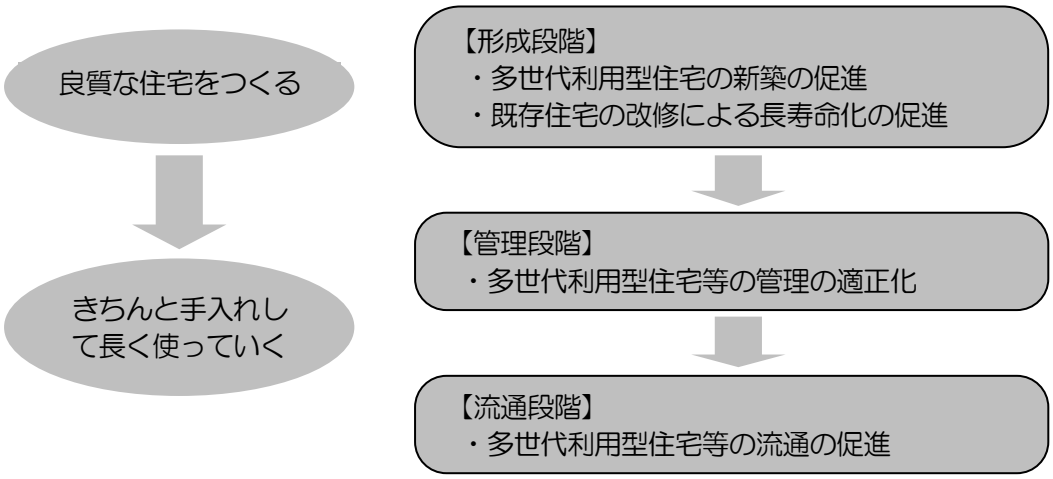
しかしながら、上記１～５の取組みを普及させていくことは、少なくともスクラップ&ビルト型からストック型のハウジングの構造に変えていくことには効果的であり、現時点においては、住宅の長寿命化に大きく資するものと考えられる。また、今後 100 年、200 年の間には、住宅を取り巻く社会・経済状況が大きく変化し、国民の住宅に対する意識や住まい方等も変化することが考えられるが、遠い将来のそれらの変化を的確に予想することは困難であり、また、一定の予測に基づいて将来発生しうる住宅の長寿命化に係る課題を設定して研究を実施するという方法は現実的でないと考えられる。

こうしたことから、本研究の基本的スタンスとしては、今後、短中期的に予想される（また長期的に発生する蓋然性の高い）社会経済状況の変化等への対応を視野に入れつつ、住宅の寿命をこれまで短くしてきた要因を解決することにより、現時点において社会的資産になりうると想定する住宅の形成技術とその管理技術を開発することに主眼を置くこととする。

４．研究課題の設定

上記３．に示した住宅の長寿命化に向けた取組みの視点を踏まえ、住宅の寿命が長いストック型社会においては、「良質な住宅をつくり、きちんと手入れをして長く使っていく」ことが目標となる。

すなわち、図序.3 に示すように、①良質な住宅をつくる段階として、社会的資産となりうる多世代利用型住宅の新築や既存住宅の改修による長寿命化の促進、②きちんと手入れをして長く使っていく段階として、長期にわたる維持管理の適正化や流通の促進が挙げられる。



図序.3　住宅の長寿命化に向けた段階と研究課題の設定の考え方

こうした観点から、形成、管理、流通という３つの段階について、「住宅の長寿命化に向けた施策」、「主な既往の研究や実践」、各段階の目標を実現する上での「社会的課題・研究課題」の関係を整理したうえで、多世代利用総プロにおいて研究対象とするテーマを抽出した。

その結果を次頁以降の表序.2 に示す。ハード・ソフト両面にわたって検討すべき様々なテーマがあるが、既往の研究や実践等との役割分担を踏まえつつ、本研究で扱うべきテーマを絞り込んでいる。

表序.2　住宅の長寿命化に向けた取組み・研究課題と「多世代利用総プロ」の研究テーマの関連（その１）

○超長期間における社会・経済状況の変化

対象		住宅の長寿命化に向けた取組み		到達点と研究課題	多世代利用総プロでの研究テーマ
		住宅の長寿命化に向けた現在の取組み	関連する既往施策・研究・実践		
住宅を取り巻く経済状況	所得の変化（住宅価格の対所得比の変化）		○日本の100年後の経済・財政状況の予測 ・日本経済調査協議会　等	□到達点 ・100年後の日本の経済状況や財政状況（将来のGDPや財務残高等）の予測が行われ始めている（100年後にGDPは1/3、100年後の財務残高が現在を上回る破綻確率6割など） ■課題 【住宅購買力の予測】 ・100年超後を見据えた日本国民の住宅購買力が予測されていない。	（100年超後の住宅購買力の変化まで現時点で想定することには限界があり、本総プロでは検討しない。）
住宅を取り巻く社会状況	人口・ 世帯数・ 世帯構成		○日本の将来推計人口 ・国勢調査（平成17年）の第一次基本集計結果・人口動態統計（同年）を踏まえ、出生率・出生性比、生残率、国際人口移動率を仮定し、全国の将来の人口を推計（国立社会保障・人口問題研究所、平成18年）。	□到達点 ・100年後の総人口は推計されている（約100年後の2015年に4,459万人に減少）。 ■課題 【世帯の予測と住宅の需要予測】 ・100年超後を見据えた世帯数が推計されていない。 ・100年超後を見据えた世帯構成の変化（今後も核家族世帯が主流を占めるか、単身世帯がさらに増加するか、家族ではない多様な世帯構成が主流となるか等）	（100年超後の世帯構成の変化まで現時点で想定することには限界があり、本総プロでは検討しない。）
	高齢者・ 障害者等		○高齢者の居住の安定確保に関する法律 ○シルバーハウジングプロジェクト ○介護保険制度 ○看護師・介護福祉士 ・経済上の連携に関する日本国とインドネシア共和国との間の協定に基づく看護及び介護分野におけるインドネシア人看護師等の受入れの実施に関する指針、経済上の連携に関する日本国とフィリピン共和国との間の協定に基づく看護及び介護分野におけるフィリピン人看護師等の受入れの実施に関する指針（厚生労働省、平成20年） ・外国人看護師・介護福祉士受入れ支援事業（（社）国際厚生事業団、平成20年） ○ホームアシスタントロボット（東京大学、トヨタ自動車等、平成20年）	□到達点 ・法律等の制度的整備。 ・外国人看護師・介護福祉士の受入れについては、日本語研修・看護導入研修が始まったところ。 ■課題 【ノーマライゼーションの実現】 ・介護保険制度の変化（施設から在宅への加速、住宅・施設・病院の関係等）に応じて、どのような性能の住宅が求められるのかの整理が必要。 ・高齢社会に対応した住宅供給を推進するに当たって、今後の高齢社会に対応できるだけの高齢者向け住宅が質・量ともに不足している。	○多世代利用住宅の目標性能水準について、バリアフリー性能（高齢者にとっての住みやすさ、介護のしやすさ等）の観点から検討 ○多世代利用住宅の目標性能水準について、住宅から施設への転用を可能とするよう、「区画の面積や階高の変更の容易性」の観点から検討 --- （ただし、高齢者向け住宅の供給の促進や福祉施策と連携した高齢者や障害者の居住の安定の確保については、他の施策で実施されているため、本総プロでは検討しない。）
	外国人		○あんしん賃貸住宅制度	□到達点 ・あんしん賃貸住宅制度など、外国人の居住の安定に向けた取組みが始まったところ。 ■課題 【外国人居住】 ・外国人の増加に応じて、身長や体格の変化等に応じた住宅が求められるのか。 ・外国人の住宅確保の選択肢が狭められている。	（100年超後の外国人の割合や体格の変化まで現時点で想定することには限界があり、また、外国人の居住の安定については他の施策で実施されているため、本総プロでは検討しない。）
住宅像・住まい方	日本人の 住宅に対する意識		○「住教育ガイドライン」の公表 ○住教育に関する研究、小中学校の家庭科教科書の整備（日本建築学会）	■課題 【住宅を長く使う意識の醸成】 ・日本人の住居観には、「日頃から手入れをし、長く使っていく」という発想が希薄だると言われている（日本「家は3回建ててやっと自分の思い通りのものになる。米国「人生で持ち家の住み替えを平均3回行う。」）。 ・住宅消費者の意識を変えていくことが必要であり、住教育、社会教育のいっそうの推進が求められる。	（住宅を長く使う意識を醸成していくためには、官民の多様な取組みや、社会教育等の蓄積によって実現されていくものと考えられることから、本総プロでは直接の検討テーマとしない。） --- ただし、住宅の長寿命化を促進し、結果的に国民の意識の変化に資するするための課題についてはテーマを設定して検討
	ライフスタイル			■課題 【ライフスタイルの変化の予測】 ・100年超後を見据え、国民のライフスタイルがどう変化するか予測されていない。 ・「住宅双六」が今後どう変化していくか予測されていない。	（100年超後のライフスタイルの変化まで現時点で想定することには限界があり、本総プロでは直接の検討テーマとしない。） --- ただし、所有よりも「利用価値」を重視した住宅の供給事業手法については検討
	多様な住まい方		○コーポラティブ住宅 ○コレクティブ住宅 ○グループリビング ○コウハウジング ○ふれあい型老人ホーム、ふれあい型グループホーム　等	□到達点 ・様々な共生型の住まいの事例が現れ始めている。 ■課題 【共生の住まいの予測】 ・個生型住まい（従来の1世帯1住宅）や施設居住に代わる「共生型の住まい」が今後どれくらい増加するか予測できない。 ・どのような多様な住まい方が今後出現するか予測できない。	（100年超後の多様な住まい方の変化まで現時点で想定することには限界があり、本総プロでは直接の検討テーマとしない。）
	新しい居住場所 （宇宙居住等）		○宇宙ステーション（（独）宇宙航空研究開発機構） ○海中居住学（ジェームズ・W．ミラー、イアン・G．コブリック ○大深度地下の公共的使用に関する特別措置法	□到達点 ・1998年から、国際宇宙ステーションの建設が開始されている。	（宇宙居住・水中居住・大深度地下居住については、関連する既往研究で対応しているため、本総プロでは検討しない。）
	住宅生産体制			■課題 【生産体制の持続】 ・100年超後を見据えた生産体制の維持（鉄・コンクリート・木材等の資材の持続的確保、労働力の確保、技術・技能の継承等）が課題	（関連する既往研究で対応しているため、本総プロでは検討しない。）
	都市構造 （居住地立地）			■課題 【都市構造の予測】 ・100年超後を見据え、人口が大幅に減少する中で都市構造（居住地の立地）がどう変化するかが予測されていない、また予測手法の確立が課題。	（関連する既往研究で対応しているため、本総プロでは検討しない。） --- ただし、多世代利用住宅の要求性能水準について、立地環境の観点から検討
政策の枠組み	住宅政策の枠組み		○住生活基本法・住生活基本計画、住宅マスタープラン ○地域住宅計画（地域住宅交付金） ○都市再生整備計画（まちづくり交付金）	■課題 【住宅計画等の策定及び当該計画に基づく事業の推進】 ・良好な住環境を持続的に確保していくうえで、100年超後など遠い将来の住宅や都市像を見据えた計画が策定されていない。	（長期間を見据えた住宅計画等については、臨機応変に対応することも必要であり、本総プロでは検討しない。）

表序.2　住宅の長寿命化に向けた取組み・研究課題と「多世代利用総プロ」の研究テーマの関連（その２）

〇目標：良好なストックを形成する（良好な住環境を有する優良な住宅をつくる）

〇段階：形成段階・多世代利用住宅の新築

<table>
<tr><th colspan="3" rowspan="2">対象</th><th colspan="2">住宅の長寿命化に向けた取組み</th><th rowspan="2">到達点と研究課題</th><th rowspan="2">多世代利用総プロでの研究テーマ</th></tr>
<tr><th>住宅の長寿命化に向けた現在の取組み</th><th>関連する既往施策・研究・実践</th></tr>
<tr><td rowspan="4">計画思想
基準・
目標水準</td><td rowspan="4">住宅</td><td>共同住宅
（マンション）</td><td rowspan="3">〇長期優良住宅の普及の促進に関する法律
・長期優良住宅建築等計画の認定基準：一定以上の住宅の性能（耐久性、耐震性、可変性、維持保全の容易性等）
・記録（住宅履歴書）の作成及び保存（認定時の計画書類）
・建築確認の特例

・長期優良住宅認定基準の解説書の作成・公表

・住宅履歴書の活用（デファクトスタンダードとして、最低限必要な共通の仕組みの検討）</td><td>〇長期耐用を志向した先駆的住宅プロジェクト
・1980年代～：公団晴海高層アパート等
・1990年代～：NEXT21（大阪ガス）、ふれっくすコート吉田（大阪府住宅供給公社）等
〇二段階供給方式
・1970年代中頃より二段階供給方式（第一段階：社会的資本としてのスケルトン建設、第二段階：私的空間としてのインフィル設置）の研究開発スタート。
・二段階供給を具体的に事業化した事例として、泉北桃山台B団地（1982年）等
〇CHS認定事業
・1980年代よりCHS認定事業がスタート。事例として、ひょうご100年住宅（サンライフ三田・1997）等
〇KSI（公団型スケルトン・インフィル住宅）の開発</td><td>□到達点
・長期耐用性を有する共同住宅の計画概念として、SI住宅（スケルトンとインフィルを分離し、スケルトンには100年超の長期耐用性を、インフィルには可変性を持たせる）の考え方が定着している
・長期優良住宅の普及の促進に関する法律に基づき、長期優良住宅（共同住宅）の認定基準（案）が定められた。

■研究課題
【近年のSI住宅等の性能の実態】
・近年、民間事業者によりSI住宅等と称して供給されている住宅の保有性能・仕様等の実態（長期耐用性が十分に確保されているのか）が明らかでない。
【多世代利用住宅の目標性能水準】
・住戸内の間取り等の可変性については長期優良住宅認定基準に含まれているが、建物を超長期わたって利用していく過程で将来起こりうる空間規模（面積・階高）や用途の可変ニーズへの対応が考慮されていない。</td><td>【近年のSI住宅等の性能の実態】
〇近年のSI住宅等の保有性能・仕様に関する調査の実施

【住宅の目標性能水準と計画】
〇長期優良住宅の認定基準に基づき、多世代利用住宅（共同住宅）の目標性能水準について、空間規模（面積・階高）や用途の可変性の観点から検討
〇専用部分の規模や用途の可変性を確保する設計基準、クラディング部分の設計基準及び維持管理基準等の検討</td></tr>
<tr><td>〇マンション総プロ（H9～13）
・SI住宅の技術指針（案）の作成
〇アーバンスケルトン研究（H14～16）
・SI住宅の概念を都市建築物に拡大。アーバンスケルトン（都市基盤・人工地盤）・アーバンインフィル（住宅・商業施設・広場・人工地盤上の二次構造物等）の提案</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>〇SI住宅の供給
・2000年頃～：民間高層マンション等でSI住宅の供給</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>戸建住宅
（木造住宅）</td><td>〇整備指針
・長寿命木造住宅整備指針（国交省・H14）

〇長寿命化に配慮した木造住宅の供給
・民間による長寿命化に配慮した戸建木造住宅の供給</td><td>□到達点
・長期優良住宅の普及の促進に関する法律に基づき、長期優良住宅（戸建木造住宅等）の認定基準（案）が定められた。

■研究課題
【長期耐用性を有する戸建て木造住宅像の確立】
・かつて（江戸～戦前）は確立・普及していた長期耐用性を有する戸建て木造住宅の現代的な計画概念が確立していないのではないか。
【長期耐用性を持つ木造住宅の実態】
・近年、長寿命化に配慮した木造住宅等の供給が進んでいるが、その保有性能・仕様等の実態が明らかでない。
・既に長期間にわたって利用されてきている木造住宅や伝統工法があるが、その理由や長持ちの知恵等が十分に明らかになっていない。</td><td>〇近年の長寿命化に配慮した戸建て木造住宅と現存する長寿命住宅の保有性能・仕様に関する調査や作り手及び住まい手に対するヒアリングの実施

〇長期優良住宅の認定基準に基づき、多世代利用住宅（戸建て木造住宅）の目標性能水準について検討（住まい手の維持管理等への参加、作り手→住まい手の情報提供、住まいの地域性、社会性についても検討）</td></tr>
<tr><td>〇木造住宅用接合金物
・Zマーク表示金物
・Cマーク表示金物
・Mマーク表示金物</td><td>□到達点
・「Zマーク表示金物」等の認定が行われている（（財）日本住宅・木材技術センター）。
■研究課題
【木造住宅用接合金物】
・接合金物の保有性能の実態が明らかでない。</td><td>（接合金物の保有性能については、（財）日本住宅・木材技術センターで検討しているため、本総プロでは検討しない。）</td></tr>
<tr><td>共同住宅と戸建住宅に共通</td><td></td><td>〇修繕積立金の仕組み（マンション）
〇労働安全衛生法・石綿障害予防規則・大気汚染防止法・建設リサイクル法・廃棄物処理法</td><td>□到達点
・マンションでは維持修繕費については、積立制度が普及している。

■研究課題
【解体積立金】
・100年超の耐用年数を経たときの解体に係る費用を最後の住まい手が一時金として用意すると、最後の住まい手に費用負担がしわ寄せされるおそれがある。
・解体しやすい構法・材料でないと、解体が困難になるおそれがある。</td><td>（住宅の長寿命化の観点から、解体時を想定した検討は本総プロでは実施しない。今後の長期間における解体技術の発展に期待する。）</td></tr>
</table>

表序.2　住宅の長寿命化に向けた取組み・研究課題と「多世代利用総プロ」の研究テーマの関連（その３）

対象		住宅の長寿命化に向けた取組み		到達点と研究課題	多世代利用総プロでの研究テーマ
		住宅の長寿命化に向けた現在の取組み	関連する既往施策・研究・実践		
計画思想 基準・目標水準	住環境	・超長期住宅推進環境整備事業	○居住環境指標 ・第八期住宅建設五箇年計画における居住環境水準（H13） ・「住環境～評価方法と理論～」における住環境指標(H13） ・住生活基本計画における居住環境水準（H18） ・「まちなみ景観評価の提案」の評価項目（H20） ・敷地細分化抑制のための評価指標マニュアル」におけるミニ開発の評価指標（H20） ・「居住環境に配慮した住宅団地の供給と情報提供のためのガイドライン」における居住環境に係る項目（H19～）	□到達点 ・地域単位でマクロ的に実現すべき住環境指標については設定されている。また、戸建住宅地を中心とした計画開発団地の住環境指標等については検討されてきている。 ・環境負荷の低減という観点からの環境性能評価指標が設定されている。 ■研究課題 【多世代利用住宅を支える街区・宅地レベルでの目標性能水準】 ・長期優良住宅の認定基準（案）では、実現すべき住環境の基準が具体的に設定されていない。 ・ 多世代利用住宅が社会的資産として持続的に維持、利用されていくためには、住宅そのものが高い長期耐用性を有することに加え、立地の安全性や利便性、良好な相隣環境等が確保される必要がある。 ・周辺の土地利用の変化により、多世代利用住宅の居住環境が悪化する場合があるが、良好な居住環境を安定的に持続する仕組みが十分に確立していない	○多世代利用住宅とそれを支える宅地・街区レベルでの目標性能水準について総合的に検討 ○「住宅の長寿命化」推進の観点から、多世代利用住宅の立地の安全性や利便性、多世代利用住宅を支える宅地等基盤や相隣環境の要求性能水準について検討 ○良好な居住環境を安定的に持続する仕組みについて検討 ○周辺建築物の変化が住環境の持続安定性に及ぼす影響程度を視覚的側面から計測し、数量的な基準設定に向けた基礎データを取得するため、視覚的環境の変化にかかる被験者実験を実施
			○CASBBにおける環境性能評価指標 ・まちづくり(H19)、すまい（戸建て）(H19)、新築(H20)		
			○エリアマネジメント ・計画開発戸建住宅地等を対象としたエリアマネジメント推進マニュアル（国交省・2008）		
			○景観法・景観計画 ・「横長マンション」の規制の条例化の検討（西宮市） ○ハイパービルディング研究会	□到達点 ・住宅の横幅に上限を定める条例が一部の自治体で検討されている。 ■研究課題 【住宅の規模】 ・大規模な共同住宅が建設されると、景観的な圧迫感や日照、通風風等に支障がでる場合があるが、相隣関係において良好な住環境を確保するという観点からみた、住宅の規模や配置等に関する目標水準が明らかでない。	○多世代利用住宅の相隣関係に関する要求性能水準について検討
			○緑被率標準調査マニュアル（東京都環境保全局） ○建築物の敷地等における緑化促進制度（大阪府環境農林水産部） ○薄層屋上・壁面緑化技術（大成建設） ○涼空間再生プロジェクト「COOL CUBE」（大林組）	□到達点 ・良好な住環境の整備や（特に都市部において）ヒートアイランド現象への対策として、緑被率の算出方法や緑化計画の作成等を義務付ける条例が制定されている。	（緑化については、関連する既往施策で対応しているため、本総プロでは直接の検討対象とはしないが、宅地レベルでの目標性能水準として位置づける。）
	宅地等基盤	・超長期住宅先導的モデル事業（プロジェクトの公募・選定）：住宅の新築部門、技術の検証部門	○宅地等の最低基準 ・宅地造成等規制法、都市計画法による開発許可 ・宅地性能の評価・表示に関する調査 ○ 持続可能性の観点からの宅地の立地基準 ・ 土地利用交通モデル等の研究課題として別途検討中	□到達点 ・宅地等の水準については、最低限の基準が設けられている。 ■研究課題 ・多世代利用住宅を支える宅地等基盤というの観点から、宅地やライフライン等の整備や維持管理の水準について一体的に扱った水準は設定されていない。	○多世代利用住宅とそれを支える宅地レベルでの目標性能水準について総合的に検討（再掲） ○「住宅の長寿命化」推進の観点から、多世代利用住宅の立地の安全性や利便性、多世代利用住宅を支える宅地等基盤や街区レベルでの相隣環境の目標性能水準について検討（再掲） ○周辺建築物の変化が住環境の持続安定性に及ぼす影響程度を視覚的側面から計測し、数量的な基準設定に向けた基礎データを取得するため、視覚的環境の変化にかかる被験者実験を実施（再掲）
			○土地条件図の数値データを使用した簡便な災害危険性評価手法（国土交通省国土地理院、平成１９年） ○ハザードマップポータルサイト（国土交通省国土地理院） ○水防法、土砂災害防止法 ○緊急地震速報（国土交通省気象庁） ○三次元液状化解析システム「HiPER」、沿岸施設の津波避難シミュレーションシステム（清水建設）	□到達点 ・一部の市町村においてハザードマップが作成され、ポータルサイトで一元的に確認することが出来るようになっている。 ■研究課題 【ハザードマップ・防災マップの作成・公表の推進】 ・ハザードマップ・防災マップの作成・公表が一部の市町村にとどまるため、それらがない地域で、立地条件が適切に評価できない。	（ハザードマップ・防災マップの作成・公表については、関連する既往施策で対応しているため、本総プロでは検討しない。）
			○建築基準法	□到達点 ・最低基準として、（幅員4m以上の）道路に2m以上接することが義務付けられている。 ■研究課題 ・建築物の敷地が道路に十分に接していないと、敷地形状が旗竿型になったり、良好な住環境や防災性が確保されなかったりするおそれがある。	（接道については、関連する既往施策で対応しているため、本総プロでは検討しない。）
実現技術	共同住宅と戸建住宅に共通		○三次元免震システム「ハイパーエアサスペンション」（清水建設等） ○免震構造システム「パーシャルフロート」、塔頂免震（清水建設） ○ＩＡＵ型免震システム（アイエーユー） ○エアー免震構法（ツーバイ免震住宅）	□到達点 ・積層ゴムを用いた初期の免震システムは、横揺れには強いものの、直下型地震による縦揺れには弱いおそれがあったが、縦揺れにも対応する免震技術の開発がされている。	（耐震性を高める技術については、関連する既往研究で対応しているため、本総プロでは検討しない。）
			○JASS5（（社）日本建築学会JASS 5改定小委員会、平成２１年２月予定） ○超高耐久性コンクリート（５００年コンクリート）（竹中工務店）	□到達点 ・JASS5の改訂案が平成20年6月に公表された。 ■研究課題 【SI住宅のスケルトン部分の耐用年数】 ・SI住宅のスケルトン部分に用いられる建築材料の耐用年数が、100年超ではないおそれがある。	（耐用期間が100年超のコンクリートについては、既往研究・実践で対応しているため、本総プロでは検討しない。）

表序.2　住宅の長寿命化に向けた取組み・研究課題と「多世代利用総プロ」の研究テーマの関連（その４）

対象		住宅の長寿命化に向けた取組み		到達点と研究課題	多世代利用総プロでの研究テーマ
		住宅の長寿命化に向けた現在の取組み	関連する既往施策・研究・実践		
実現技術	共同住宅（マンション）	・超長期住宅先導的モデル事業（プロジェクトの公募・選定）：住宅の新築部門、技術の検証部門	○長期耐用性を持つ共同住宅の計画・建設技術 ・高強度コンクリート等による構造造躯体 ・コンクリート充填鋼管造（CFT造）による構造躯体 ・高強度鋼等の革新技術による構造躯体 ・民間事業者における独自の構造システムの技術開発 ・地震による被害を軽減するための免震工法、制震工法の採用等	□到達点 ・民間（高層マンション等）等による長期耐用性を有するSI住宅が供給されている（長期耐用性を確保するための一定の計画・建設技術の確立） ・民間事業者における独自の品質管理の取組みが行われつつある。	（建設に係るハード技術については民間ベースで様々な技術開発が実施されているため、本総プロでは検討しない）
			○避難用エレベーター ・エレベーターの避難時利用に関する検討委員会（（財）日本建築設備・昇降機センター、平成１６年） ・火災時のエレベーターを利用した避難計画指針（（社）日本建築学会エレベータ利用避難に関する計画手法研究開発特別研究委員会） ○高層集合住宅防災計画システム（大成建設）	□到達点 ・避難用エレベーターに係る基礎的な知見は集積されつつある。 ■研究課題 【避難用エレベーター】 ・全館避難安全検証法では、避難用エレベーターの利用が想定されていないため、地震や火災が発生した際に、地上まで下りることが困難な者がいる。	（避難用エレベーターについては、関連する既往研究で対応しているため、本総プロでは検討しない。）
			○リニアモーター式エレベーター（（社）日本エレベータ協会） ○建築基準法	□到達点 ・長周期地震によって、ワイヤロープが引っ掛からないように、ガイドレールに設置するブラケットに係る技術が開発されている。 ・つり合おもり側に駆動力を持たせるリニアモーター式エレベーターに係る技術は、開発されている。 ■研究課題 【次世代型リニアモーター式エレベーター】 ・かご側に駆動力を持たせていないため、ワイヤロープがなくなっていない。	（次世代型リニアモーター式エレベーターについては、（社）日本エレベータ協会で検討しているため、本総プロでは検討しない。）
			○超高層フリープランハウジング（鹿島建設） ・スーパーRCフレーム構法・ニューRCダブルチューブ構造 ○制震システム「間柱・せん断パネルダンパー」（清水建設） ○配管・配線システム「サークルライフライン」、SI住宅計画技術、可動間仕切家具（大成建設）	□到達点 可変性を確保するための技術が開発されている。	（可変性を実現するハード技術については、本総プロでは検討しない。）
			○建物のLCAツール「GEM－21」（清水建設） ○LCC評価手法「O･LCC」（大林組）	□到達点 ・建物のライフサイクルマネジメントに関する技術が開発されている。	（LCA・LCC・LCMについては、関連する実践で対応しているため、本総プロでは検討しない。）
			○建築基準法 ○JIS A4201	□到達点 ・JIS A4201において、雷保護レベルに応じた設計基準が示されている。 ■研究課題 【雷保護レベル】 ・住宅におけるIT化が進む中、雷保護レベルに関する基準が明らかでない。	（雷保護レベルについては、建築物の避雷設備に関する規定等のあり方検討委員会で検討しているため、本総プロでは検討しない。）
	戸建住宅（木造住宅）	・超長期住宅先導的モデル事業（プロジェクトの公募・選定）：住宅の新築部門、技術の検証部門	○品質の確保 ・特定住宅瑕疵担保責任の履行の確保等に関する法律 ・民間事業者における独自の長期保証、住宅品質管理システムの導入　等 ○長寿命化に配慮した木造住宅の建設技術 ・大手プレハブメーカー等による独自の技術開発	□到達点 ・民間による長期耐用性を有する木造住宅が供給されており、長寿命化のための個別の要素技術（建設ハード技術）は成熟しつつある。 ・民間事業者における独自の品質管理の取組みが行われつつある。 ■研究課題 【長寿命化のための設計・施工指針の確立】 ・長寿命化のための個別の要素技術は成熟しつつあるが、地域の工務店等が担う伝統的な軸組工法やツーバイフォー工法（オープン工法）において、施工の品質確保や適切な維持管理の前提となる設計施工上の配慮や情報提供が重要となる。住宅の長寿命化を担保する設計、施工、品質確保技術の体系化とその普及が求められている。	○木造住宅の特性を踏まえ、維持管理や補修・交換がしやすい戸建て木造住宅の設計・仕様等の開発（普遍的デザイン、SI分離、点検（補修交換）口の設置、空間ボリュームの確保、天井床懐の確保等）
	宅地等基盤（安全対策、ライフライン）		○宅地の安全対策 ・宅造法改正（国交省・H18） ・宅地防災マニュアル改正（国交省・H19） ・大規模盛土造成地の変動予測調査ガイドライン改定（国交省・H19）	□到達点 ・宅地の安全対策に関して、活動崩落対策については一定の取組みが行われている。 ■研究課題 【宅地の液状化対策】 ・宅地の安全対策に関して、液状化対策については、「環境にやさしい」対策技術が実用化されていない。	○土壌への空気注入による液状化対策技術に焦点を当て、実大レベルの実験を行って有効性を検証するとともに、実用化に向けた技術開発を実施
			○幹線道路下の電線類共同溝等 ・UR、民間等における幹線道路下の電線類共同溝等の技術開発	□到達点 ・ライフライン（電線類・設備配管）の共同収容システムについて、幹線道路地下や建築物内の技術開発は行われている。 ■研究課題 【地下埋設ライフラインの設計技術（維持管理のしやすさ）】 ・地下埋設のライフラインについて、掘り返し工事が頻繁に行われるなど、超長期のメンテナンスの観点からみて現状は必ずしも合理的ではない。電線類・設備配管の共同収容システムについて、幹線道路地下と建築物内の間に技術開発のエアポケット領域が存在する。	（幹線道路地下と建築物内をつなぐエアポケット領域については、ライフライン共同埋設収容設備の標準設計の検討）

表序.2　住宅の長寿命化に向けた取組み・研究課題と「多世代利用総プロ」の研究テーマの関連（その５）

対象		住宅の長寿命化に向けた取組み		到達点と研究課題	多世代利用総プロでの研究テーマ
		住宅の長寿命化に向けた現在の取組み	関連する既往施策・研究・実践		
実現技術	宅地等基盤（安全対策、ライフライン）		○五団体合同安全公害対策本部・地下埋設物対策部会 ○表面波（レイリー波）探査法 ○電磁誘導法 ○地中探査レーダー	□到達点 ・地下埋設物を調査するための技術は開発されている。 ■研究課題 【地下埋設物係るデータベースの構築】 ・地下埋設物に係るデータベースがないために、工事のたびに、地下埋設物について調査する必要がある。	（地下埋設物については、関連する既往研究で対応しているため、本総プロでは検討しない。）
普及方策	公的住宅賃貸住宅		○公営住宅法、公的賃貸住宅家賃対策調整補助金 ○公的住宅賃貸住宅の長寿命化の取組み ・ひょうご100年住宅（兵庫県） ・Houseやまぐち2001（山口県長期耐用型住宅）（山口県）　等	□到達点 ・法律等の制度的整備 ・長寿命化（100年住宅）を目指した公営住宅の供給実践が行われている。	（公的賃貸住宅の長寿命化については、関連する既往施策で対応しているため、本総プロでは検討しない。）
	民間共同住宅（マンション）	・住宅の長寿命化促進税制：登録免許税率を一般住宅特例より引下げ、不動産取得税の課税標準からの控除額を一般住宅特例より拡大、新築住宅に係る固定資産税の減額特例の適用期間を一般住宅より長期間設定 ・現行の住宅ローン減税制度の適用期間を5年間延長するとともに、拡充 ・現行の住宅ローン減税制度の適用期間を5年間延長するとともに、拡充（H21要望） ・長期優良住宅の建設を促進するための緊急措置（通常の住宅よりも上乗せされる住宅取得費用分を所得税額から控除。H21要望）	○SI住宅の普及に向けた制度整備 ・スケルトン状態の住戸を含む共同住宅の一棟の建物について建物表示登記の申請が可能に。未完成住戸については、スケルトン状態の住戸であることが認定できれば、「居宅（未内装）」として表示登記が可能に。（マンション総プロ・H9～13） ・消防用設備等の設置検査についての運用の改正（H12） ○SI住宅のコストアップへの対策 ・スケルトン賃貸 ・定期借地権制度の活用 ・つくば方式（建物譲渡特約付借地権＋SI住宅）　等 ○良質な住宅の供給や保有にインセンティブが働く税制・金融等の制度提案 ・固定資産税・都市計画税の建物課税を廃止し土地課税に一本化する、または、立体課税土地制度に転換。 ・減価償却制度において、建物構造によらない一律の減価償却、物価変動率を加味する。 ・金利が上昇すると効果が薄れる長期ローンに代わり、一部凍結型融資（住宅ローンの一定割合部分を当初一定年数の間返済を凍結し、期間後に一括返済）等の採用 ・超長期住宅に対応した住宅ローン（住宅金融支援機構の証券化支援事業の対象を拡充。35年→最長50年）	□到達点 ・SI住宅の普及に向けて、建築、登記等の制度が整いつつある（建物1棟単位ではなく、住戸ごとに作り上げていくことが可能に）。 ・スケルトン定借（定期借地権を活用したSI住宅）等の実践が行われている。 ・長期優良住宅の普及に向けて、補助、税制、長期ローン等による支援制度が整いつつある。 ・良質な住宅の供給や保有にインセンティブが働く税制・金融等の制度提案が行われている。 ■研究課題 【事業拡大に向けた支援】 ・SI住宅の計画・設計技術や建設技術は成熟しつつあるが、まだまだ普及しているとは言い難い。ゼネコン等を対象とした「SI住宅アンケート調査」（(社)新都市ハウジング協会・2006年）によると、SI住宅の供給の阻害要因として、コスト割高、高階高による事業面積の減少、消費者のニーズが小さいことなど事業環境面が大きな研究課題に挙げられている。 【初期取得コストの低減】 ・多世代利用住宅は初期コスト（建設コスト）がやや割高となってしまうため、普及を図るためには、ライフサイクルコストの低減に加え、初期取得者の取得費用の低減が必要である。 ・多世代利用住宅の普及に向けては、初期コストの上昇をカバーする多様な供給手法の開発・実用化が求められている。 【定期借地権の普及拡大】 ・定期借地権の普及をさらに図っていく必要がある。 ■研究課題 【ライフサイクルにおけるコストと環境負荷の低減効果の評価】 ・住宅の長寿命化の効果について、ライフサイクルでのコストや環境負荷の低減効果等を定量的にわかりやすく示すことが必要である。	○多世代利用住宅における初期コスト（建設コスト）のアップ率の推定及び多様な供給手法による事業シミュレーションの実施 ○初期コストの上昇をカバーする多様な供給手法の検討。利用権型の共同住宅（土地・共用部分と専有部分の所有と利用の分離）の実現化に向けた手法の検討 （良質な住宅の供給や保有にインセンティブが働く税制・金融等については、施策の取組みに加え、魅力的な提案が既になされているため、本総プロでは検討しない。） ○既存の評価ツールを改良し、住宅長寿命化によるライフサイクルでのコストと環境負荷（資源消費量によるCO2発生量と廃棄量）の効果を試算
	民間戸建住宅（木造住宅）		○長寿命木造住宅のコストアップへの対策 ・定期借地権制度の活用　等	□到達点 ・定期借地権を活用した戸建て住宅の供給が行われている。 ・良質な住宅の供給や保有にインセンティブが働く税制・金融等の制度提案が行われている。	（共同住宅に比べて、長期耐用化がコストアップ要因につながりにくく、また、対策技術も限られるため、本総プロでは検討しない。） （良質な住宅の供給や保有にインセンティブが働く税制・金融等については、施策の取組みに加え、魅力的な提案が既になされているため、本総プロでは検討しない。）

表序.2　住宅の長寿命化に向けた取組み・研究課題と「多世代利用総プロ」の研究テーマの関連（その６）

○目標：良好なストックを形成する（既存住宅を良い住宅につくり替える）

○段階：形成段階・既存住宅の改修

対象			住宅の長寿命化に向けた取組み		到達点と研究課題	多世代利用総プロでの研究テーマ
			住宅の長寿命化に向けた現在の取組み	関連する既往施策・研究・実践		
基準・目標水準	住宅	共同住宅（マンション）			■研究課題 【改修で達成すべき目標性能水準（社会全体の達成目標水準）】 ・長期優良住宅の認定基準は、改修時を対象としていない。 ・既存住宅の改修により、社会全体として形成すべき住宅ストック像、住宅ストックの目標性能水準が明確でない。 【改修で達成すべき目標性能水準】 ・新築時と改修時とで目標性能水準に差を設けることを十分に説明できる根拠が明らかでない。	○既存住宅の建築時期や構造形式等の住宅類型別の標準的な保有性能及び仕様の調査・整理 ○既存住宅について、保有性能に応じて長寿命化改修を促進するための改修時の目標性能水準の検討 （戸建て木造については、その改修容易性という特徴を活かしたフルリフォームに重点を置いた検討を行いたい。）
		戸建住宅（木造住宅）				
実現技術（ハード）	共同住宅			○階段室型共同住宅用エレベーター ○居ながら制震・免震改修工事、ライフ・サイクル・エンジニアリング「カジマ・サステナブルデザイン」（鹿島建設） ○耐震補強技術「シミズCSB工法」（清水建設）	□到達点 ・階段室型共同住宅用エレベーターが実用化されている。 ■研究課題 【バリアフリー化の促進】 ・階段室型でも片廊下型でもない（縦動線が建物の外周に位置していない）共同住宅や、建蔽率・容積率が上限に近い住宅にエレベーターを増築することができない。	（既存住宅の改修の普及方策の一環として、バリアフリー化の促進も視野に入れて検討する。）
	共同住宅（マンション）		○建設技術研究開発助成制度による研究開発 ・集合住宅の劣化診断及び蘇生技術適用に資するナレッジベースの研究開発（基礎・応用研究開発公募・H19～20） ・鉄筋コンクリート造建築物の補修後の性能解析技術の開発と性的補修戦略の策定（基礎・応用研究開発公募・H20～22） ・既存構造体の撤去・補強を核としたWPC構造住宅ストック高度利用促進技術の開発（政策課題解決型技術開発公募・H20～21） ・住宅履歴書の活用（デファクトスタンダードとして、最低限必要な共通の仕組みの検討） ・超長期住宅先導的モデル事業（プロジェクトの公募・選定）：既存住宅等の改修部門、技術の検証部門	○共同住宅の改修技術技術技術 ・公営住宅のトータルリモデリング事業（住戸の2戸1化、エレベーター設置、耐震改修、バリアフリー改修等） ・民間マンションにおける大規模修繕（グレードアップ工事）や耐震改修等の実施 ・民間企業における独自の改修・改造の技術開発　等	□到達点 ・公営住宅等の公的住宅では、１棟全体の改修など様々な改修が実施されている。 ・民間事業者により、様々な改修の要素技術の開発が行われている。 ■研究課題 【改修のための診断基準】 ・長期修繕計画を補正するような予防的に措置を講じるための調査・診断の判定基準が十分ではない。 ・対象とする建物の築年や劣化の度合いに応じて、適切かつ合理的な診断項目が十分に整備されていない。 ・検討に着手する初期の段階で、対象となる建物が改修に適する建築物かの判断材料が少ない。 【住みながら改修技術】 ・民間住宅への改修の普及を図る上では、住宅を利用しながら改修する技術（仮住まい期間を短縮できる技術）が必要であるが、熟度が低い。 【区画割りの改変技術】 ・建物内での専用部分の区画割りの改変（空間のキャパシティの改善）のための技術の確立が必要である。 ・共同住宅の場合、将来必要となる区画割りの改変を想定した設計及び管理ルールを定めておく必要がある。 【既存住宅の改修・改善技術の統合化・総合化】 ・ライフスタイルやニーズに応じて住宅の性能を総合的に改善し長寿命化を図っていくためには、個々の改修・改善の要素技術の統合化・総合化が必要。	【予防措置のための診断基準】 ○劣化現象の進行と劣化状態の回復に適用する技術とを併せたシナリオの整理・検討 ○劣化現象を調査の段階に応じて許容される費用で、精度良く計測できる調査・診断技術の検討 【住みながら改修技術】 ○居住しながら改修できる既存技術の調査及び開発技術目標の提示 【区画割りの改変技術】 ○多世代利用住宅の性能や社会ニーズ等に応じた改変モデルの提示 ○可変性を考慮した設計計画技術及び改変ルールの検討 【既存住宅の改修・改善技術の統合化・総合化】 ○既存住宅の保有性能に応じた改修時の目標性能水準を実現する改修・改善技術のパッケージ化
					■研究課題 【既存住宅の改修・改善技術の発展】 ・公営住宅等の公的住宅では様々な改修が実施されており、また、民間マンションでも適用できる様々な改修技術は存在しているが、より建物の諸条件に対応した実践的な技術や低コスト化が普及の鍵となる。	（改修に係るハード技術開発そのものについては民間ベースで様々な技術開発が実施されているため、本総プロでは検討しない）
	戸建住宅（木造住宅）			○住宅の改修・再生 ・積水ハウスの再生住宅「エバーループ」（積水ハウス） ・民間事業者における独自の取組み（一棟まるごとリフォーム等） ○町家の再生再生 ・「町家等再生・活用ガイドライン」（国土交通省、平成16年）	□到達点 ・民間事業者により、様々な改修の要素技術の開発が行われている。	（木造住宅の改修に係るハード技術については民間ベースで様々な技術開発や実践が行われているため、本総プロでは検討しない）
	宅地等基盤の安全対策			○既存宅地の安全対策 ・宅造法改正（国交省・H18） ・宅地防災マニュアル改正（国交省・H19） ・大規模盛土造成地の変動予測調査ガイドライン改定（国交省・H19） ・滑動崩落の恐れのある宅地など、課題のある宅地の抽出（減災総プロ・H15～17） ○民間企業による液状化対策技術の開発 ・浸透固化処理工法（清水建設）	□到達点 ・宅地の安全対策に関して、滑動崩落対策については一定の取組みが行われている。 ■研究課題 【既存宅地の液状化対策】 ・ 既存宅地の安全対策に関して、既存の宅地にも適用が容易で、かつ、環境にやさしい液状化対策技術が実用化されていない。 【盛土造成地の滑動崩落対策】 ・ 滑動崩落に恐れのある宅地など、研究課題のある宅地の抽出（スクリーニング）は行われているが、既存宅地におけるその対策技術が確立していない。一団の宅地内おける道路等の公共施設空間を活用した実用的な対策工法の開発など、盛土造成地の滑動崩落対策の確立が必要である。	【既存宅地の液状化対策】 ○土壌への空気注入による液状化対策技術に焦点を当て、実大レベルの実験を行って有効性を検証するとともに、実用化に向けた技術開発を実施 【盛土造成地の滑動崩落対策】 （既存の盛土造成地の滑動崩落対策液状化対策の技術開発の進展をみながら、必要に応じて検討する） （造成宅地の管理主体の法的位置づけ等ソフトの課題についても必要に応じて検討する）
					【気候変動への対策】 ・地球温暖化の進行による海水面の上昇など、気候変動に対応（アダプテーション）した宅地の安全対策が必要である。	（本総プロでは検討しない）

表序.2　住宅の長寿命化に向けた取組み・研究課題と「多世代利用総プロ」の研究テーマの関連（その７）

対象		住宅の長寿命化に向けた取組み		到達点と研究課題	多世代利用総プロでの研究テーマ
		住宅の長寿命化に向けた現在の取組み	関連する既往施策・研究・実践		
普及方策（ソフト）	共同住宅と戸建住宅に共通		○建築物の耐震改修の促進に関する法律 ○住宅の省エネ改修促進税制 ○住宅のバリアフリー改修促進税制 ○民間企業による様々な改修技術の開発 ○木造住宅等の耐震改修工法・装置・アイデア等の募集・選定・公表（東京都、静岡県等）	□到達点 ・法律等の制度的整備。 ■研究課題 ・耐震改修のいっそうの普及促進のため仕組みが求められている。	（既存住宅の改修の普及方策の一環として、耐震改修の促進も視野に入れて検討する。）
		・「既存住宅の簡易な評価手法の開発」（国交省住宅局、h20-21）	○既存住宅性能表示制度 ○専門家向けの技術情報の提供 ・不動産鑑定評価基準（国土交通省・H14） 等 ○民間検査会社による取組み	■研究課題 【性能を適切に反映した不動産評価手法】 ・改修の効果が売買時に適切な不動産評価に結びつく鑑定評価手法が十分に確立していない。 ・売買時に住宅の性能が適切に評価され、適正な評価額に反映される仕組みが必要である。	（不動産鑑定評価手法の在り方については実務的側面が強く、住宅局で関連する検討が行われているため、本総プロでは検討しない）
	共同住宅（マンション）	・マンション等安心居住推進事業：管理組合によるマンション再生計画や長寿命化計画の策定に対する支援（H21予算要求） ・優良建築物等整備事業によるマンションのバリアフリー化・耐震化等の支援（H21予算要求）	○区分所有法の整備 ・区分所有法の改正（H14）により、大規模修繕工事など共用部分の形状や効用の著しい変更を伴わない工事は1/2以上の普通決議で実施することが可能に。共用部分の形状や効用の著しい変更を伴う改修は3/4以上の特別多数決議が必要。	□到達点 ・マンションにおいて、大規模修繕や改修（共用部分の変更）を行う際の決議要件について区分所有法の整備が行われた（H14年）。また、改修に関する情報提供や、一定の支援制度が行われている。 ■研究課題 【既存マンションにおける改修の普及方策】 ・マンションでは、次のような理由で大規模な改修が普及していない。 ①マンションの場合、区分所有法「共用部分の変更」を超える大規模な改修行為を円滑に進める法制度が未整備（民法の原則による全員一致が必要等）。 ②建築基準関係規定上の既存不適格への対応が必要な場合、改修コストが上昇し大規模な改修が普及しにくい。 ③既存住宅を改修することへの個々の所有者にとってのメリットが不明確であり、意志決定が困難。 ④「この建物は何年持つのか？　改修をする価値があるだけの躯体（材料劣化面等）なのか」という所有者の問いに対する分かりやすい説明の手段がない。	【既存マンションにおける改修の普及方策】 ○多様な改修を円滑に実施するための法制度（区分所有法の改正や事業制度の整備等の多様な改修の円滑化制度）の検討 ○改修の便益（ライフサイクル管理コストの低減、経済的価値の上昇等）の評価手法の検討 ○既存住宅の耐久性能（材料劣化レベル等）の評価手法の検討
		・住宅に係る各種改修を促進するための緊急措置（既存住宅の質の向上に資するリフォームを行った場合、工事費用の10%に相当する額を当該年度の所得税額から控除。H21要望）	○専門家や管理組合向けの技術情報の提供 ・マンションの建替えか改修かを判断するためのマニュアル（国土交通省・H14） ・改修によるマンションの再生手法に関するマニュアル（国土交通省・H16） ・マンション耐震化マニュアル（国土交通省・H19）	【SI住宅の改修に対応した建築確認制度の整備】 ・現行の建築基準法は新築時中心で改修に十分に対応していない。また、SI分離にも対応していない。このため、SI分離建設に対応できるとともに長期にわたる改修を合理的に審査する「二段階建築確認制度」の導入が必要。 【長期にわたる建物の用途変更に対応した建築基準法・都市計画法制度の整備】 ・建物用途ごとに細かい規定を設けている建築基準法・都市計画法体系は、建物の用途転用等のニーズが生じるストック社会に適していない（転用よりも建替えを誘導しやすい）。	【SI住宅の改修に対応した建築確認制度の整備】 【長期にわたる建物の用途変更に対応した建築基準法・都市計画法制度の整備】 （SI住宅等の改修に対応した建築基準法・都市計画法制度については、魅力的な提案が既になされているため、本総プロでは検討しない。）
			○ストック型社会に対応した建築基準法・都市計画法制度の提案 ・SI住宅の供給や改修に適した「二段階建築制度」の提案：スケルトンは主に集団規定や構造安全性に関わる部分を審査し、インフィルは主に単体規定について審査。改修時に一定要件以上スケルトンを変更しない場合は、インフィルの確認申請のみで対応。 ・用途ごとに規定を設けている現体系に代わる「地域レベルの環境性能規制」の提案：スケルトンは用途のない建築として集団規定及び構造安全性・避難安全性を審査。インフィル建築時の周辺環境への影響については、環境性能を地域ごとに明示しコントロールする。		
	戸建住宅（木造住宅）			■研究課題 【戸建住宅における改修の普及方策】 ・世代から世代に、戸建て木造住宅が管理、改修されて継承されていく仕組みづくりが必要である。 ・既存住宅を大規模改修し、構造や環境等性能等を向上させれば、新築とほぼ同等の住宅性能が得られる仕組みを広く普及させる必要がある。	○不動産流通と連携した既存住宅リノベーションビジネスを支える住宅検査（ハウスインスペクション）等の仕組みの検討 ○既存木造戸建住宅の大規模改修の標準的な進め方の指針の検討
	宅地等基盤の安全対策			■研究課題 【既存宅地の安全対策の普及方策】 ・盛土造成地の滑動崩落対策のように、画地分割された宅地における権利者が共同で対策を講じなければならない事象について、マンションや団地のような意志決定の法的仕組みがない。	（戸建て住宅地の管理システムの検討とあわせて、必要に応じて検討する）
			○小規模住宅地区等改良事業制度 ○地方公共団体による支援 ・宅地や擁壁の耐震補強に対する補助	□到達点 ・法律等の制度的整備。 ■研究課題 【小規模改良住宅】 ・不良住宅が集合していると、住環境・防災上支障が生じるおそれがある。	（小規模改良住宅については、関連する既往施策で対応しているため、本総プロでは検討しない。）

表序.2　住宅の長寿命化に向けた取組み・研究課題と「多世代利用総プロ」の研究テーマの関連（その８）

○目標：きちんと手入れをして、長く使っていく（住宅を適正に管理する）

○段階：管理段階

対象			住宅の長寿命化に向けた取組み		到達点と研究課題	多世代利用総プロでの研究テーマ
			住宅の長寿命化に向けた現在の取組み	関連する既往施策・研究・実践		
建物・宅地の管理技術（ハード）	平時	共同住宅（マンション）	○長期優良住宅の普及の促進に関する法律 ・長期優良住宅建築等計画の認定基準：一定以上の住宅の性能（維持保全に関する計画の作成） ・記録（住宅履歴書）の作成及び保存（実施した点検、調査及び修繕等の内容、実施日、施行者等） ・認定長期優良住宅の維持保全に関する地方住宅供給公社の業務の特例 ・維持管理に関する工事に必要な資金の貸付に係る債務の保全に関する高齢者居住支援センターの業務の特例	○材料・部材の劣化診断 ・既存建築物に係る劣化診断・補修交換の技術指針（耐久性総プロ・S55～59） ・建築物の修繕措置判定手法（官庁営繕部・H5改訂） ・建築設備の維持保全と劣化診断（国土交通省・H7） ○民間事業者による業務サービス ・マンション、事務所ビルを対象とした建物劣化診断 ・独自技術、DB等による診断・評価（大手ゼネコン、設計事務所の保全部門）	□到達点 ・技術者の目視等による診断手法と、その結果に基づく性能評価の手法については概ね確立している。 ■研究課題 【適正な管理に向けた建物診断の高度化】 ・技術者の目視等による診断が困難な見え隠れ部分や部材内部の施工品質の影響を、既存住宅の性能評価に反映することができない。 ・センサを多数用いれば、建物全体の振動特性の把握のみならず、部位・部材レベルの損傷を把握できる技術は確立されつつあるが、実用化のためにはシステムの簡略化が必要。大学、大手ゼネコン等で個々の技術システムの研究開発が進められているが、性能評価手法として技術の共通化・オープン化がなされていない。	○建設された建物の振動特性等を直接計測し耐震性能を診断するヘルスモニタリング技術に着目し、評価精度等の検証 ○ヘルスモニタリング技術について、実大建物の加振実験データを用い、センサ・モニタの感度解析、時刻歴データの伝達・収録・解析に係る処理技術等の検証を行い、健全性評価のためのシステム技術要件の明確化。建物全体から部位・部材等、評価対象と評価の目的に応じた診断技術適用のガイドラインの作成 ○ヘルスモニタリング技術を活用した診断手法と大規模修繕工事の合理的実施の標準型の検討
		共同住宅と戸建住宅に共通		○設備等の監視サービス ・エレベータ、ガス等の遠隔監視システム	□到達点 ・民間の有償サービスとして、技術開発、事業展開されている。 ■研究課題 ・システム・データ等の扱いがブラックボックス化している。	（ブラックボックス化の課題は、エレベーター総プロでの検討に委ねる。） ○運用システムの検討にあたり、サービス提供のモデルとして調査する
		戸建住宅（木造住宅）			■研究課題 【木材質の長寿命化のための管理技術】 ・雨水対策、白蟻対策など木材質を長持ちさせるための管理技術が必要とされているが、一方、異常を早期発見し、早めに補修等を行う定期点検の励行も必要。	（定期的な点検が重要であるため、ソフト管理技術の一環として、一体的に実施する。）
		宅地等基盤		○宅地耐震化に向けた取組み ・宅地擁壁老朽化判定マニュアル（案）（国交省） ・我が家の擁壁チェックシート（案）（国交省）	□到達点 ・老朽化の判定手法については一定のマニュアルが示され、また、老朽化した擁壁の改修が実務的に行われている。 ■研究課題 ・宅地等基盤の耐久性に関する評価技術が必要とされている。	○既存造成宅地擁壁の耐久性に関する実態調査を実施する。 （宅地擁壁老朽化判定マニュアルが既に公表されていることから、本総プロでは検討しない。また、宅地擁壁の改修は、既に実践されていることから、本総プロでは技術的な検討は行わない。）
	被災時	共同住宅（マンション）		○大規模地震の震後対策 ・被災建物応急危険度判定マニュアル（建防協・H10） ・震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針（各種構造）（国交省・H13） ・震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針（木造編）（国交省・H15）	□到達点 ・マニュアル等が整備されており、技術者の人海戦術による診断の仕組みが確立している。 ■研究課題 【地震時の建物健全性評価の高度化】 ・大規模な地震発生時等における健全性評価を担う技術者の確保の問題や、詳細な建物調査、実測の時間・費用の問題から、技術者による評価を代替・補完する診断・評価技術の開発が求められている。	○定常的なデータの計測により、異常の発生感知、劣化・損傷部位の特定にかかる調査・診断を代替・補完するシンプルかつ一定の精度を有するモニタリング技術を開発
		戸建住宅（木造住宅）				
ヘルスモニタリング技術の普及方策				○X線配管劣化診断技術（清水建設） ○建物健康診断システム「たてもの診たろう」（大林組） ・オフィス・商業施設・病院・学校・ホテル・電算センターの機能性、老朽度、安全性、環境保全性、意匠・アメニティ、経済性の６つについて診断。	□到達点 ・ヘルスモニタリング（センサ）を用いた建物診断手法の技術は確立されつつあるが、まだ一般に普及していない。 ■研究課題 【健全性評価へのヘルスモニタリング技術の適用】 ・健全性評価へのヘルスモニタリング技術の普及を図るためには、ヘルスモニタリングによる診断・評価の精度確認、システム導入の効果検証を行う必要がある。 【高度な建物診断手法の普及方策】 ・建物の健全性評価が、住宅の価値評価につながるインセンティブが明確でないため、ヘルスモニタリング技術等の高度な診断技術の普及につながらない。	【健全性評価へのヘルスモニタリング技術の適用】 ○実大建物の加振実験におけるヘルスモニタリングと診断技術者による評価実験の実施、実際の建物へのヘルスモニタリングシステム適用実験による計測精度の検証の実施 ○建物事例における診断技術者のアクセシビリティ改善、システム導入による省力化効果等の試算及び応急危険度判定に係る診断業務の効率化効果の試算 【高度な建物診断手法の普及方策】 ○活用場面に対応したヘルスモニタリングのシステム構成と運用モデル、防災・居住支援サービス等と連携した運用モデル等の検討（「ヘルスモニタリング技術の利用と運営モデル」の提案）

表序.2　住宅の長寿命化に向けた取組み・研究課題と「多世代利用総プロ」の研究テーマの関連（その９）

対象		住宅の長寿命化に向けた取組み		到達点と研究課題	多世代利用総プロでの研究テーマ
		住宅の長寿命化に向けた現在の取組み	関連する既往施策・研究・実践		
管理システム（ソフト）	共同住宅と戸建住宅に共通	・住宅履歴書の活用（デファクトスタンダードとして、最低限必要な共通の仕組みの検討）		□到達点 ・管理段階における住宅履歴書の活用（維持管理の実施状況、修繕・改修の実施状況や設計図書等の記録等）の仕組みについて行政レベルで検討が行われている。	（住宅履歴書の作成と活用の仕組みについては、行政レベルでの検討が進められているため、本総プロでは検討しない）
			○施主のメンテナンス容易化を目的とした電子タグ活用（(財)住宅産業情報サービス　住宅関連業界トレーサビリティ研究会）。 ○標準企業コード((財)日本情報処理開発協会　電子商取引推進センター） ○ダイワファミリー倶楽部（大和ハウス工業）	□到達点 ・企業名をICタグに記録する際の標準的なコードは決まっている。 ・一部の企業間や、売り手と住まい手の間のトレーサビリティは確保されている。 ■研究課題 【トレーサビリティ】 ・建築設備・住宅設備等の利用者をメーカーが直接把握していないと、住まい手に情報が届くのが遅れたり、必要な情報が届かないおそれがある。	（トレーサビリティの確保については、別途研究しているため、本総プロでは検討しない。）
	共同住宅（マンション）	・超長期住宅先導的モデル事業（プロジェクトの公募・選定）：維持管理のシステムの整備部門、情報提供・普及部門	○マンションの管理の適正化に向けた取組み ・マンション（区分所有建物）の管理の適正化（マンショ管理適正化法、マンション管理適正化指針、マンション標準管理規約及び同コメント、長期修繕計画標準様式、長期修繕計画作成ガイドライン及び同コメント ○マンションの新たな管理制度 ・マンション（区分所有建物）の管理制度（区分所有者以外の第三者を管理者とする方式等）の検討	□到達点 ・区分所有型マンションの管理の適正化については、様々な取組みが実施されてきており、適正な管理規約の整備や長期修繕計画に基づく修繕積立金の適正な積立など、一定の管理の適正化の仕組みが普及している。 ・管理放棄マンション対策として、技術・専門的知識を有する第三者を管理者とする制度等の検討が行われている。 ■研究課題 【マンションにおける適正な管理の持続化方策】 ・管理システムに加えて、多世代利用住宅としての機能を果たす上で必要な適正な管理が多世代にわたって確実に継承されていく仕組みを確立していく必要がある。 【適正な管理の持続化を担保する所有権・利用権制度】 ・区分所有制度以外に、適正な管理が持続されること担保する多様な所有権・利用権制度の選択肢を広げていく必要がある（組合所有、リースホールド等）。	（区分所有マンションの管理制度については、行政レベルでの検討が進められているため、本総プロでは検討しない） （法定点検の拡充や「住宅検査システム（住検システム）」の制度化など適正な管理の持続化手法については、必要に応じて検討する） ○適正な管理の持続を担保する多様な所有権・利用権システムの検討 ○所有権・利用権システムに対応した管理手法（供給手法に対応した管理制度、標準管理規約等の管理ルール、管理の適正化手法等）の検討 ○超長期住宅（長期優良住宅）先導的モデル事業の提案事例等の分析
	戸建住宅（木造住宅）		○床下点検ロボット（三洋電機） ○遠隔現場管理システム「信頼くん」（フジプランニング）、「目視録」（エー・エス・ディ）	□到達点 ・床下に人が入らなくても点検することが出来る。 ・施工状況を自宅のパソコンや携帯電話でいつでも確認できるほか、工事終了後に電子媒体で提供している。 ■研究課題 【戸建住宅における適正な管理の持続化方策】 ・居住者自らが木造戸建て住宅の定期点検・手入れ等に取り組むことが重要であるが、適正な維持管理を担保し、継承していく仕組みがない。	（床下点検ロボット等については、関連する実践で対応しているため、本総プロでは検討しない。） ○維持管理しやすい戸建て木造住宅像の検討・提示 ○住まい手自身による維持管理を担保し、支える作り手からの情報提供等の仕組みの検討（「改修→流通・継承」を可能とする長期マネジメント） ○超長期住宅（長期優良住宅）先導的モデル事業の提案事例等の分析
	住宅地・住宅市街地		○エリアマネジメント ・計画開発戸建住宅地等を対象としたエリアマネジメント推進マニュアル（国交省・2008）	□到達点 ・新規の計画開発団地（戸建住宅団地）等において、エリアマネジメントの仕組みを導入する事例が現れ始めている。 ・計画開発団地（戸建住宅団地）等において、エリアマネジメントの仕組みを導入するためのマニュアル作成・公表 ■研究課題 【既成の住宅市街地や住宅団地等におけるエリアマネジメントの普及方策】 ・住宅を長期にわたって利用していくためには、地域の良好な住環境が持続的に維持されていく必要がある。このため、既成の住宅市街地や住宅団地等において住民が主体となって住環境をマネジメントしていく仕組みや法的根拠を確立し、普及させていく必要がある。	○多世代利用住宅を支える相隣環境の要求性能水準を実現し、持続的にマネジメントしていく手法について検討
	宅地等基盤			■研究課題 【既存宅地の安全対策の普及方策】 ・盛土造成地の滑動崩落対策のように、画地分割された宅地における権利者が共同で対策を講じなければならない事象について、マンションや団地のような意志決定の法的仕組みがない。	（戸建て住宅地の管理システムの検討とあわせて、必要に応じて検討する）

表序.2　住宅の長寿命化に向けた取組み・研究課題と「多世代利用総プロ」の研究テーマの関連（その 10）

○目標:きちんと手入れをして、長く使っていく（流通をさせながら多世代にわたって住宅を利用していく）

○段階:流通段階

対象			住宅の長寿命化に向けた取組み		到達点と研究課題	多世代利用総プロでの研究テーマ
			住宅の長寿命化に向けた現在の取組み	関連する既往施策・研究・実践		
住宅の流通の円滑化（ハード）	土地			○官民境界確定 ・各境界について、官民境界査定願を受付け、対応（国土交通省）	□到達点 ・官民の境界の確定については、制度化がされている。 ■研究課題 【境界確定】 ・公図等と土地利用の実態が一致していない場合が多く、まちづくりや流通に支障を及ぼしている。	（境界確定については、関連する既往施策で対応しているため、本総プロでは検討しない。）
住宅の流通の円滑化システム（ソフト）	住宅	共同住宅と戸建住宅に共通	○長期優良住宅の普及の促進に関する法律 ・作成及び保存した記録（住宅履歴書）の活用 ・既存住宅の構造躯体等の性能評価の特例 （みなし契約） ・住宅履歴書の活用（デファクトスタンダードとして、最低限必要な共通の仕組みの検討） ・超長期住宅先導的モデル事業（プロジェクトの公募・選定）：流通のシステムの整備部門、情報提供・普及部門 ・「既存住宅の簡易な評価手法の開発」（国交省住宅局、h20-21）	○住宅履歴書の活用の取組み ・民間事業者における独自の住宅履歴書の実践 ・地方公共団体における住宅履歴情報の蓄積の取組み（北方型住宅制度等） ○改修と連携した住宅流通の民間事業者における取組み ・アライエ（(株)東急電鉄） ・ストックヘーベルハウス（(株)旭化成不動産） ○住宅の流通システムの取組み ・リハウスサポート（(株)三井不動産販売） ・住み替えの情報提供（有限責任中間法人「移住・住みかえ支援機構」、福岡県あんしん住替え情報バンク等） ・地方公共団体における既存住宅の流通支援（北海道中古住宅流通促進プロジェクト等）	□到達点 ・民間事業者等における独自の住宅履歴書の実践が行われているが、まだ普及していない。 ・流通段階における住宅履歴書の活用の仕組みについて行政レベルでの検討が行われている。 ■研究課題 【住宅の売買（流通時）の買い手に対する適正な情報提供の仕組みの確立】 ・現在の中古住宅流通市場においては、買い手に必要な情報が十分に与えておらず、このことが住宅流通を阻害している大きな要因の一つであるといわれている。このため、中古住宅の買い手にとって、住宅の質を評価できる仕組みや情報提供のあり方について整備していく必要がある。 【住戸の質の評価の仕組みの確立】 ・消費者が将来的な売買を見据えて、良質な住宅を建設し、適切に維持管理していくインセンティブとなるよう、売買時に住宅の質や価値が適正に評価される仕組みを確立する必要がある。 【持ち家の賃貸化等の住宅テニュアの流動化の促進】 ・持ち家の賃貸化、賃貸住宅の持ち家化など、住宅の利用価値を重視した活用の仕組み、住宅資産の流動化の仕組みの確立	（住宅履歴書の作成と活用の仕組みについては、行政レベルでの検討が進められているため、本総プロでは検討しない） ○超長期住宅（長期優良住宅）先導的モデル事業の提案事例等の分析 【住宅の売買（流通時）の買い手に対する適正な情報提供の仕組みの確立】 ○売買時の住宅の質等の情報提供のあり方について検討 （既往の関連検討の成果をふまえつつ、必要に応じて課題設定して検討。住宅流通場面におけるヘルスモニタリング計測結果の情報提供のあり方についても、必要に応じて検討する） 【住戸の質の評価の仕組みの確立】 ○日本型ホームインスペクションのあり方と普及方策について検討 （既往の関連検討の成果をふまえつつ、必要に応じて課題設定して検討） 【持ち家の賃貸化等の住宅テニュアの流動化の促進】 ○所有権・利用権システムの検討と一体的に、住宅の利用価値を重視した住宅テニュアの流動化の仕組みについて検討
				○超長期住宅ローン（民間金融機関） ○親子リレーローン（（独）住宅金融支援機構） ○セキスイハイム長期保証制度・60年長期サポートシステム（セキスイハイム）	□到達点 ・償還期間が50年のローンについては、制約が多いものの商品化されている。 ■研究課題 【住宅金融】 ・住宅の長期使用化を図った場合、住宅のライフサイクルでみると、社会的便益は増えるものの、建設業者等は事業が減り、最初の入居者の財政的負担は増加するおそれがある。 ・住宅の保証期間が住宅ローンの償還期間よりも長いと、住まい手が二重に負債を抱えるおそれがある。	（住宅金融については、関連する既往施策で対応しているため、本総プロでは検討しない。）
				○トレーサビリティの確保 ・施主への情報提供を目的としたトレーサビリティ（（財）住宅産業情報サービス 住宅関連業界トレーサビリティ研究会） ・企業間・業界間の連携による各種標準化・運用ルール化への取組み（同上） ・工場出荷時に、建築部材（サッシ等）に管理番号を振ることで、出荷場所・出荷時期を確かめられる（旭化成ホームズ） ・輸入木材の調達先まで遡ることで、違法に伐採された木材ではないか確認（住友林業）	□到達点 ・トレーサビリティの確保に向けた各種標準化・ルール化の取組みが進められている。 ■研究課題 【トレーサビリティ】 ・設計者・施工者等の「顔」が見えないと、住まい手に不安感を与えるおそれがある。	（トレーサビリティの確保については、関連する既往研究で対応しているため、本総プロでは検討しない。）
				○引越しれんらく帳（東京電力等） ・引越しの際に、電気・ガス・水道、NHK、クレジットカード、損害保険等の事業者ごとに住所変更の手続きをしなくても、「引越れんらく帳」で24時間・無料で手続きが出来る。 ○住宅の品質確保の促進等に関する法律・住宅性能表示制度 ○不動産格付システム ○土地の所有権移転登記等に係る登録免許税の税率引き下げ	□到達点 ・公共サービスに係る住所変更は、ワンストップ化が進んでいる。 ・不動産格付けシステムでは、「駅近」「買い物（食品）の便利さ」等も評価している。 ■研究課題 【住宅性能表示制度の拡充】 ・住宅の収納スペースの容量等のほか、玄関から各室まで搬出入ができる家具等の寸法が不十分だと、住まい手の引っ越さないことへのインセンティブとなる。	（引越ししやすい環境については、関連する実践で対応しているため、本総プロでは検討しない。）

序－２．　「多世代利用総プロ」の研究開発の内容

１．研究開発の概要

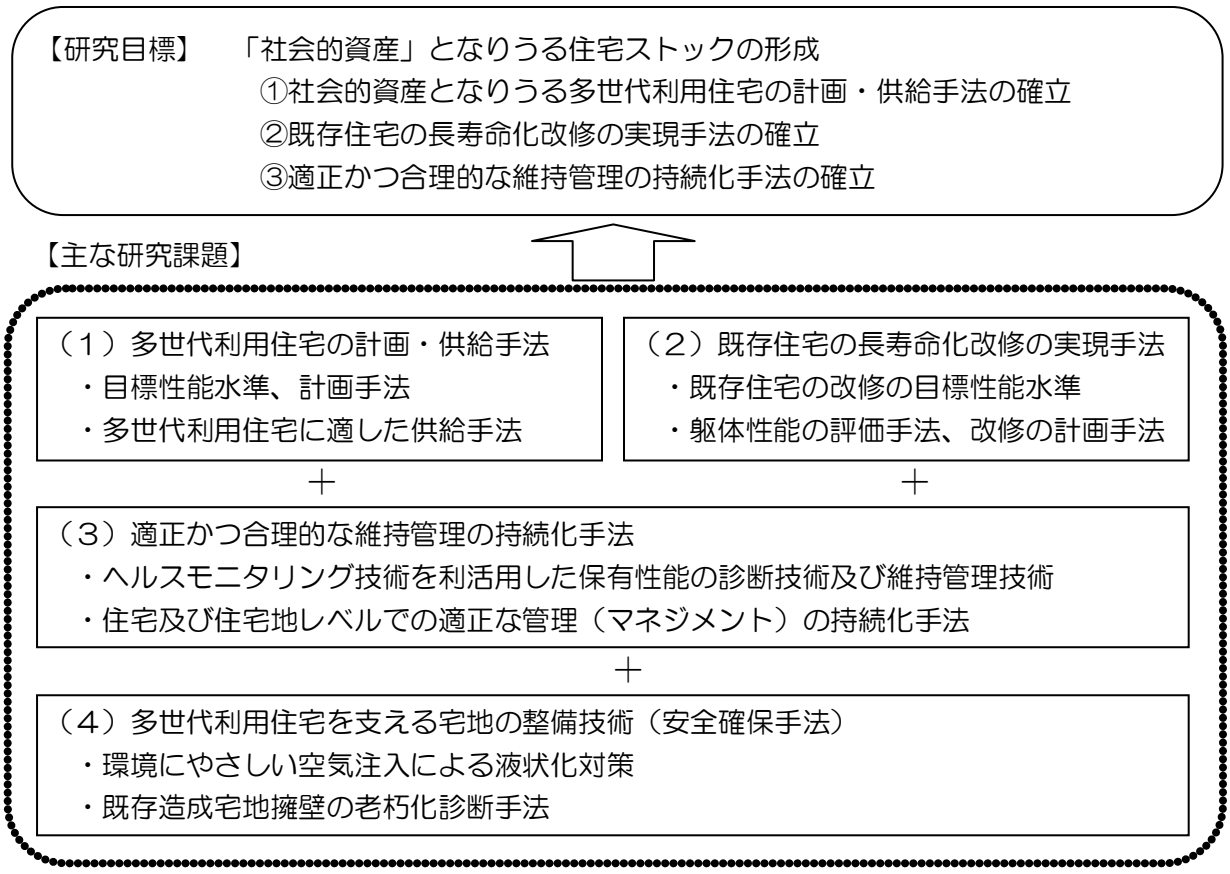
上記の研究実施方針を踏まえ、住宅の長寿命化の推進のために、国土交通省総合技術開発プロジェクトして、平成 20 年度より３カ年の計画で「多世代利用型超長期住宅及び宅地の形成・管理技術の開発（通称：多世代利用総プロ）」を実施する。

本研究においては、住宅の長寿命化を図るための高度な耐震性・耐久性・可変性・更新性と優れた維持管理性能を備え、多世代にわたって利用可能な社会的資産となりうる新しい住宅像を「多世代利用型超長期住宅」（以下、「多世代利用住宅」という。）と定義し、多世代利用住宅（共同住宅及び戸建住宅）とそれを支える宅地レベル、街区レベルでの目標性能水準を明らかにするとともに、多世代利用住宅の実現に向けて、新築時の設計・計画及び管理に係る技術開発をハード及びソフト両面から実施する。

また、既存住宅については、その保有性能に応じて長寿命化改修を実施する際の目標性能水準を明らかにするとともに、長寿命化改修を促進するための技術開発をハード及びソフト両面から実施する。

２．研究開発のポイント

図序.4 に示すような観点から、研究目標の実現に向けた研究開発を行う。



図序.4　研究目標と主な研究課題

多世代利用型超長期住宅及び宅地の形成・管理技術の開発

新たな技術開発目標　超長期にわたる維持管理の仕組みが内在されている新しい住宅像の確立

【新築住宅】



保全性の向上

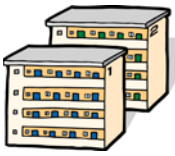
耐久性の向上　可変性の付与

耐震性の向上　更新性の付与

【既存住宅】

保有性能※に応じた改修・改変

※それぞれの住宅の建築時期、構造等に応じた、標準的な仕様や性能等





新築時の新しい供給手法　改修の普及促進方策　宅地の安全性向上



多世代利用住宅の成立要件

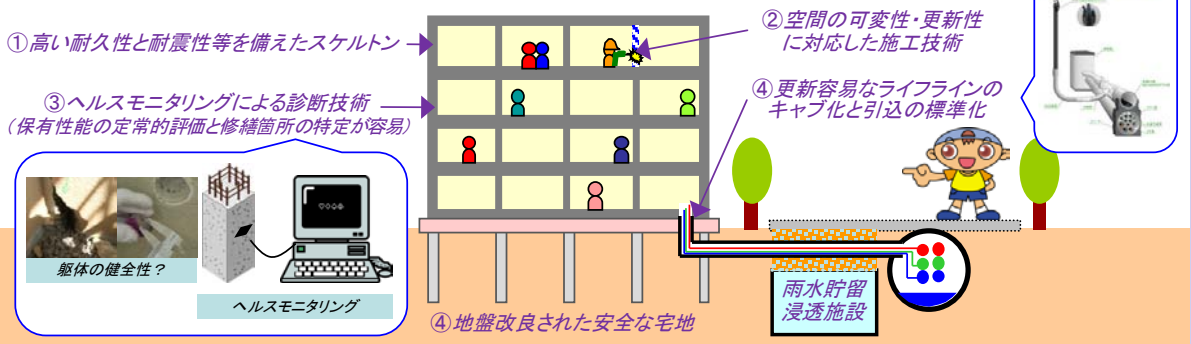
1 自然災害リスクに対応できる高い耐久性、耐震性等



2 ライフスタイルや生活ニーズ等の変化に応じた高い空間の可変性、設備の更新性



多世代利用住宅とそれを支える宅地等基盤のイメージ



3 超長期にわたる高い維持管理水準



4 超長期にわたって安全に住宅が支えられる高水準の宅地等基盤



多世代利用住宅に係る研究開発課題

1 形成技術の開発
- 多世代利用住宅の目標性能水準の開発
- 目標性能水準を具体化する設計・施工・管理技術の開発
- 多世代利用住宅に適した供給手法の開発

2 改修・改変技術の開発
- 目標性能水準を具体化する改修時の設計・施工・管理技術の開発
- 既存住宅の診断・耐久性評価の高度化手法の開発
- 改修の費用便益評価手法の開発

3 管理技術の開発
- 住宅の健全性評価のためのモニタリング技術の調査
- ヘルスモニタリングシステムを活用した保有性能の診断技術および維持管理技術の開発
- 劣化躯体・損傷部位の機能回復技術の開発

4 宅地等基盤の整備技術の開発
- 多世代利用住宅を支える宅地等基盤の目標性能水準の設定
- 宅地の安全性評価・向上技術の開発
- 超長期利用のライフラインの設計基準及び管理・更新技術の開発

研究成果

多世代利用住宅の形成の技術基準　多世代利用住宅を支える宅地等基盤の安全対策技術

多世代利用住宅の維持管理技術　既存住宅の耐久性評価手法　等の確立

研究効果

「社会的資産」としての安全で良質な住宅ストックの形成・整備

住宅に対する費用負担の低減　循環型社会形成、環境負荷低減への寄与



図序. 5　研究開発の概要

３．研究開発の実施体制

（１）研究部門の設置

本研究の実施にあたっては、次の５つの研究部門を設置する。

Ⅰ．形成・管理システム部門　（主査：小林秀樹教授（千葉大学）　国総研担当：長谷川洋）

社会的資産となりうる多世代利用住宅（共同住宅及び戸建住宅）が確保すべき目標性能水準について、住宅とそれを支える宅地レベル、相隣関係や街区レベル等の多様な視点から検討するとともに、多世代利用住宅（共同住宅）の実現に向けて、多世代利用住宅に適した設計・供給手法や管理手法、多世代利用住宅の立地する地区において良好な居住環境を形成し安定的に持続させるためのマネジメント手法等のソフト面での研究開発を行う。

（当部門が研究全体の取りまとめ、技術開発検討会の事務局等を担う。）

Ⅱ．診断・改修技術部門　（主査：小松幸夫教授（早稲田大学）　国総研担当：長谷川洋）

既存住宅の改修時の目標性能水準について検討するとともに、既存共同住宅の改修の促進に向けて、既存建物の劣化診断技術の評価及び躯体の健全性・耐久性の評価手法の開発、改修時の目標性能水準を具体化する改修技術の評価等のハード面での研究開発を行う。

また、形成・管理システムと連携し、既存住宅の改修時を契機とした履歴情報の整備や維持管理計画の作成、保有性能に応じた性能向上改修の普及促進方策に係る研究開発を行う。

Ⅲ．管理技術部門　（主査：三田彰教授（慶應義塾大学）　国総研担当：高橋暁）

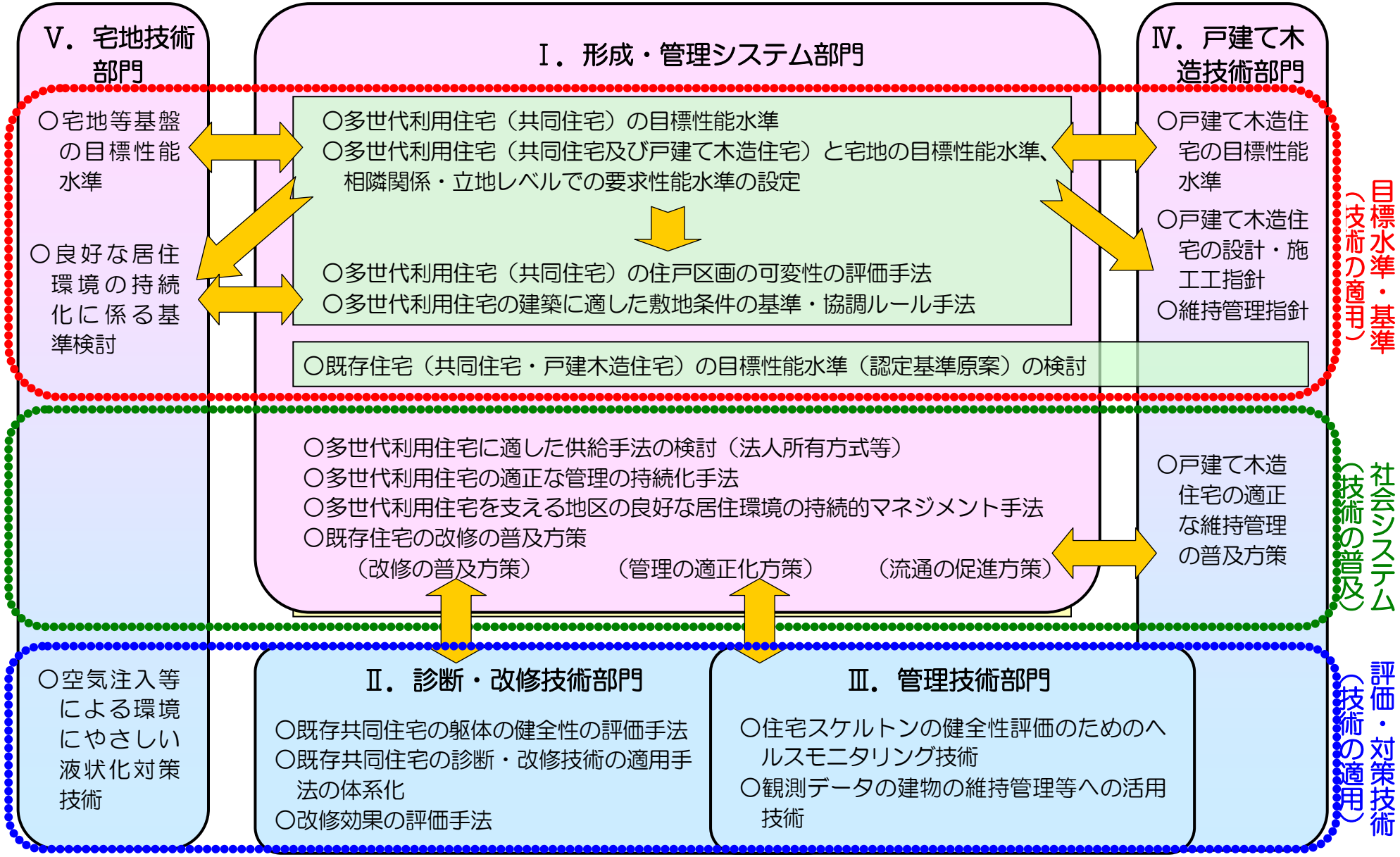
技術者の目視等に基づく点検、診断方法を代替又は補完する新たな建物診断技術として、情報通信技術を利用したヘルスモニタリング技術に着目し、住宅スケルトン（構造・共用設備）の健全性評価に適用するヘルスモニタリングシステム、及びモニタリングにより得られたデータの建物管理への活用手法を開発する。

Ⅳ．戸建て木造技術部門　（主査：大橋好光教授（東京都市大学）　国総研担当：森正志）

戸建て木造住宅について、当該住宅の固有の長寿命化の意義と効果の整理や、長寿命化の実現のための条件・要点を明確にしたうえで、多世代利用住宅としての新築住宅及び既存住宅の実現のための設計・施工・管理等指針（改修・流通を含む）の開発を行う。

Ⅴ．宅地技術部門　（主査：末政直晃教授（東京都市大学）　国総研担当：明石達生）

多世代利用住宅を支える宅地等基盤の安全性の確保のため、環境にやさしい耐震対策技術として、空気注入による液状化抑制技術の開発を行う。また、住宅の長寿命化を支える宅地・相隣関係レベルでの目標性能水準を具体化する基準として、適切な居住環境の持続化に係る基準等の検討を行う。



図序6.　各部門における研究の関連

（２）技術開発検討会の設置

５つの研究部門間の連絡調整を緊密に行いながら研究を遂行するため、下記の委員（敬称略・順不同）で構成される技術開発検討会を設置した。

①学識者委員

深尾　精一	首都大学東京大学院都市環境科学研究科　教授　（座長）
五十嵐　健	早稲田大学理工学術院総合研究所　客員教授
大橋　好光	東京都市大学工学部建築学科　教授
小林　秀樹	千葉大学大学院工学研究科建築・都市科学専攻　教授
小松　幸夫	早稲田大学理工学術院創造理工学部建築学専攻　教授
齊藤　広子	明海大学不動産学部不動産学科　教授
末政　直晃	東京都市大学工学部都市工学科　教授
松村　秀一	東京大学大学院工学系研究科 建築学専攻　教授
三田　彰	慶應義塾大学理工学部システムデザイン工学科　教授
南　一誠	芝浦工業大学工学部建築学科　教授
野城　智也	東京大学生産技術研究所 教授

②国土交通本省

溝口　宏樹	国土交通省大臣官房技術調査課　環境安全・地理空間情報技術調整官
勝又　賢人	国土交通省大臣官房技術調査課　技術開発官
越海　興一	国土交通省住宅局住宅生産課木造住宅振興室　室長（前任）
藤本　俊樹	国土交通省住宅局住宅生産課木造住宅振興室　室長（後任）
伊藤　明子	国土交通省住宅局市街地建築課市街地住宅整備室　室長（前任）
真鍋　純	国土交通省住宅局市街地建築課市街地住宅整備室　室長（後任）
平松　幹朗	国土交通省住宅局住宅政策課　企画専門官（前任）
澁谷　浩一	国土交通省住宅局住宅政策課　企画専門官（後任）
楢橋　康英	国土交通省住宅局住宅生産課　企画専門官（前任）
宿本　尚吾	国土交通省住宅局住宅生産課　企画専門官（後任）
高見　真二	国土交通省住宅局住宅生産課　企画専門官（後任）
深井　敦夫	国土交通省住宅局建築指導課　企画専門官
山崎　房長	国土交通省住宅局市街地建築課マンション政策室　室長（前任）
上野　純一	国土交通省住宅局市街地建築課マンション政策室　室長（後任）
大坂　剛	国土交通省都市・地域整備局都市・地域安全課　企画専門官（前任）
藤平　大	国土交通省都市・地域整備局都市・地域安全課　企画専門官（後任）
加古貴一郎	国土交通省土地・水資源局土地政策課　宅地整備調整官（前任）
中村　哲也	国土交通省土地・水資源局土地政策課　宅地整備調整官（後任）

③国土技術政策総合研究所

村岸　明　　国土技術政策総合研究所　副所長（前任）
高井　憲司　　国土技術政策総合研究所　副所長（後任）
松本　浩　　国土技術政策総合研究所住宅研究部　部長（前任）
大竹　亮　　国土技術政策総合研究所住宅研究部　部長（後任）
長崎　卓　　国土技術政策総合研究所都市研究部　部長（前任）
山下　浩一　　国土技術政策総合研究所都市研究部　部長（後任）
高橋　暁　　国土技術政策総合研究所住宅研究部住宅瑕疵研究官
長谷川　洋　　国土技術政策総合研究所住宅研究部住環境計画研究室　室長
左海　冬彦　　国土技術政策総合研究所住宅研究部住宅計画研究室　室長（前任）
森　正志　　国土技術政策総合研究所住宅研究部住宅計画研究室　室長（後任）
明石　達生　　国土技術政策総合研究所都市研究部都市計画研究室　室長

（３）研究担当者（国土技術政策総合研究所）

担当部門	氏名	所属・役職	担当期間
序論	長谷川 洋	住宅研究部住環境計画研究室　室長	全期間
Ⅰ．形成・管理システム部門	長谷川 洋	住宅研究部住環境計画研究室　室長	全期間
Ⅱ．診断・改修技術部門	長谷川 洋	住宅研究部住環境計画研究室　室長	全期間
	武藤 正樹	住宅研究部住宅ストック高度化研究室主任研究官	平成 20 年度
Ⅲ．管理技術部門	高橋 暁	住宅研究部　住宅瑕疵研究官	全期間
	有川 智	住宅研究部住宅生産研究室　室長	平成 20 年度
	眞方山 美穂	住宅研究部住宅生産研究室　室長	平成 21～22 年度
Ⅳ．戸建て木造技術部門	左海 冬彦	住宅研究部住宅計画研究室　室長	平成 20 年度
	森 正志	住宅研究部住宅計画研究室　室長	平成 21～22 年度
	角倉 英明	住宅研究部住宅生産研究室　研究官	全期間
Ⅴ．宅地技術部門	明石 達生	都市研究部都市計画研究室　室長	全期間
	岩見 達也	都市研究部都市計画研究室　主任研究官	平成 20 年度
	大橋 征幹	都市研究部都市計画研究室　主任研究官	平成 21～22 年度

序－３．主な研究成果

１．主な研究成果一覧

１）社会的資産となりうる「多世代利用住宅の新築及び管理の適正化」に向けた成果

（１）多世代利用住宅の新築時の設計等の基準の提示

①多世代利用住宅（共同住宅）の住戸区画の可変性の評価手法（基準）の提示

【形成・管理システム部門】

②多世代利用住宅（戸建て木造住宅）の設計・施工に関する指針の提示

【戸建て木造技術部門】

（２）多世代利用住宅の管理に係る技術指針の提示

③多世代利用住宅（共同住宅）の適正な運営管理に関する指針の提示

【形成・管理システム部門】

④住宅の構造ヘルスモニタリングの利用に関する指針の提示

（システム構築編・システム運用編）　【管理技術部門】

⑤多世代利用住宅（戸建て木造住宅）の維持管理に関する指針の提示

【戸建て木造技術部門】

２）改修による「既存住宅の長寿命化」に向けた成果

⑥既存共同住宅の確保すべき目標性能水準と躯体性能の評価手法（基準）の提示

⑦既存共同住宅の多世代利用に向けた改修及び管理手法に関する技術指針の提示

⑧既存マンション（ＲＣ造中層壁式住棟）における２戸１改修の実施手法の提示

以上【診断・改修技術部門】

⑨既存戸建て木造住宅の改修・流通促進のための対応指針の提示

【戸建て木造技術部門】

３）多世代利用住宅等を支える「良好な住環境の安定的確保」に向けた成果

⑩多世代利用住宅の住環境の要件並びに良好な住環境を安定的に持続するための敷地条件の基準及び建築協調ルール・手法の提示

【形成・管理システム部門】【宅地技術部門】

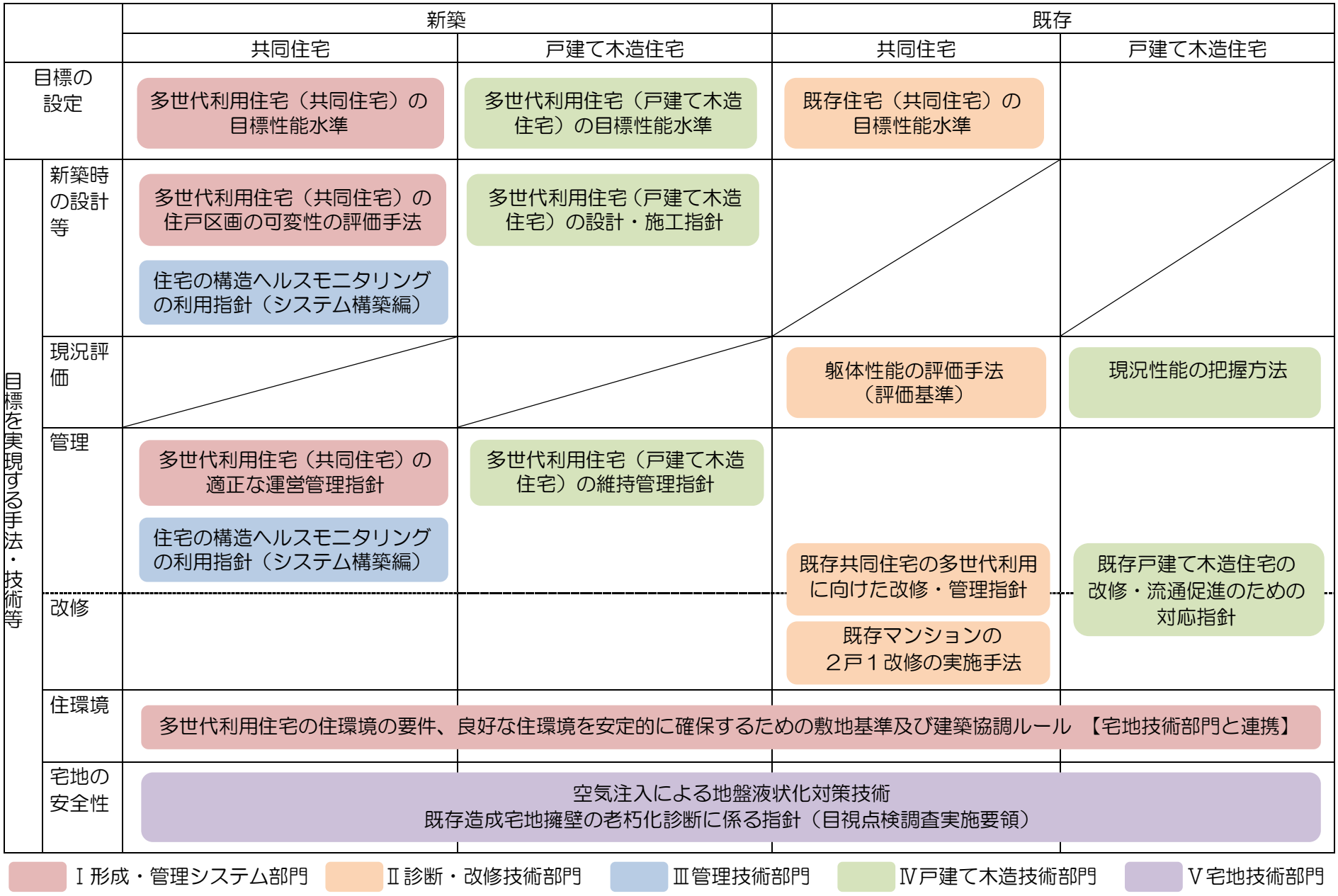
４）多世代利用住宅等を支える「宅地の安全性の確保」に向けた成果

⑪空気注入による地盤液状化対策技術の提示

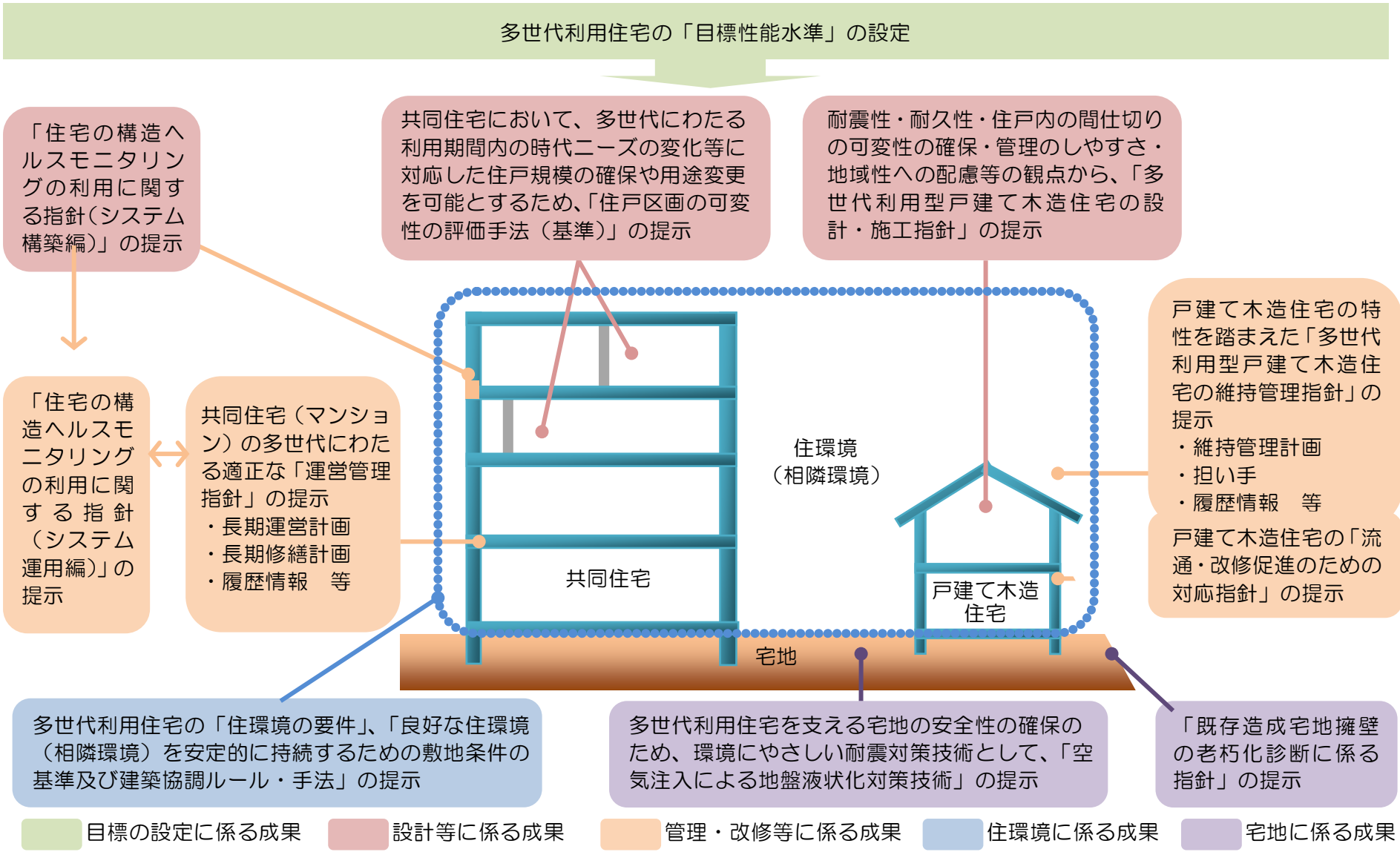
⑫既存造成宅地擁壁の老朽化診断に関する指針（目視点検調査実施要領）の提示

以上【宅地技術部門】

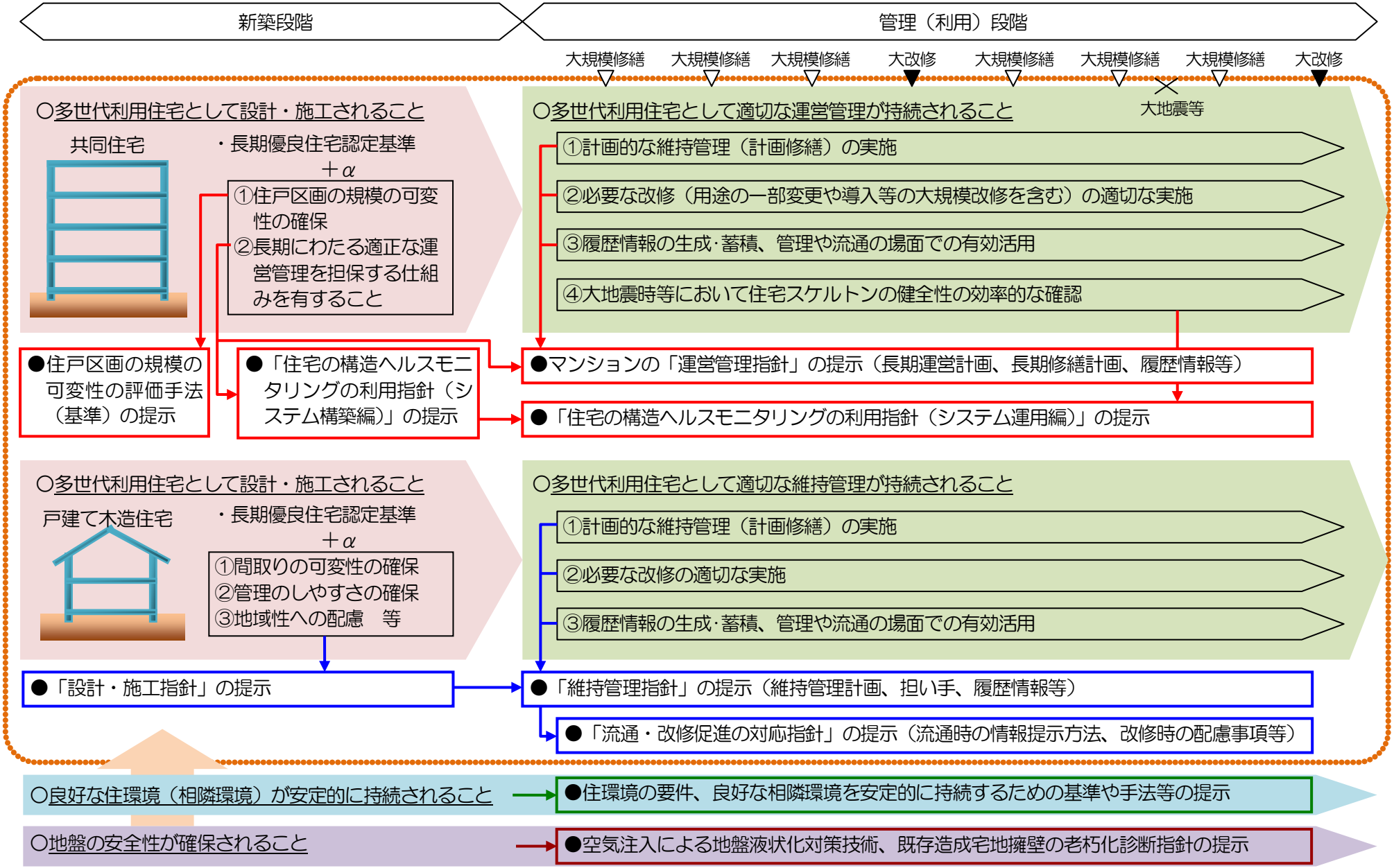
表序.3　多世代利用総プロにおける研究成果の全体構成



２．多世代利用住宅の新築（形成）及び管理に係る研究成果

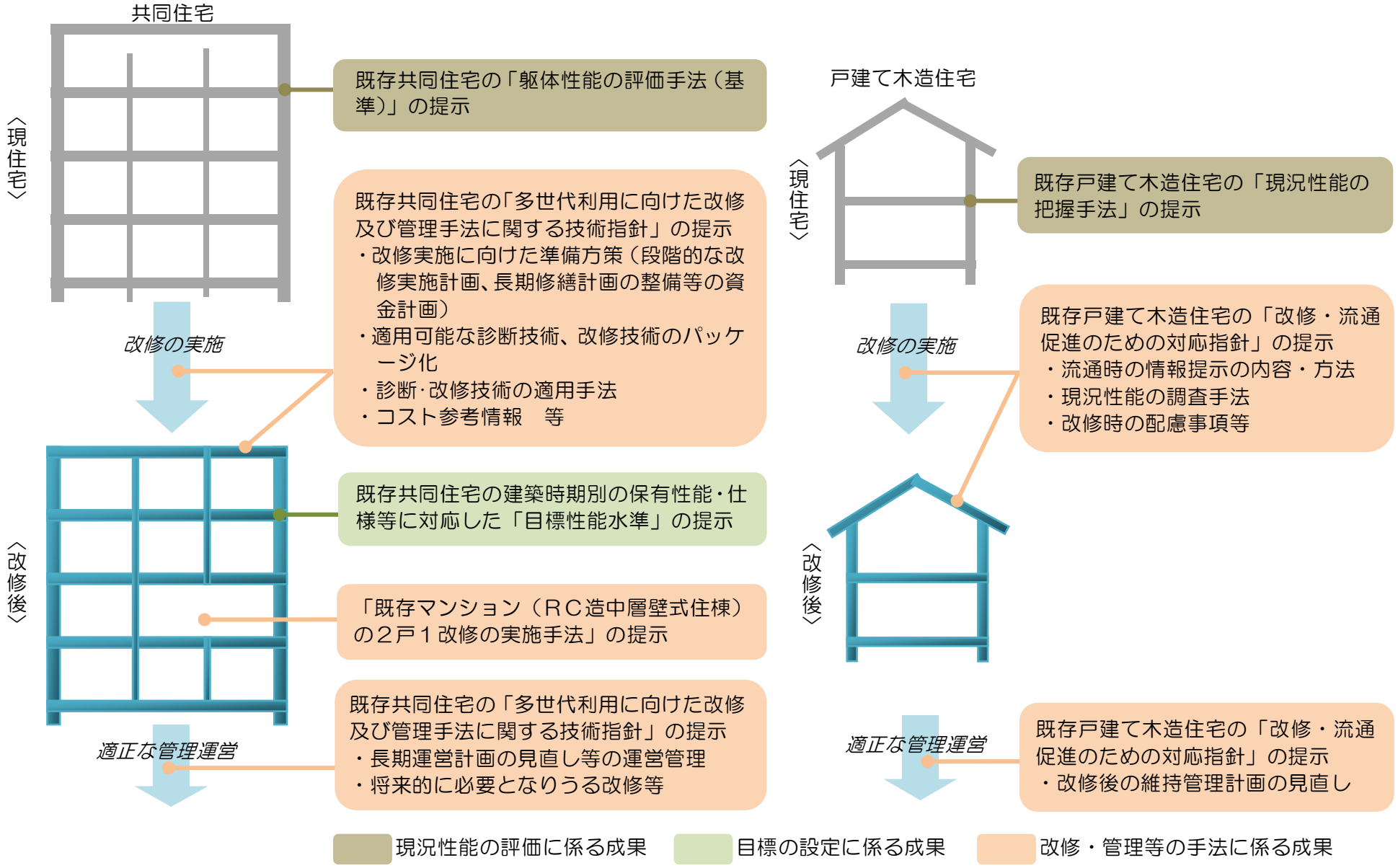


図序.７　多世代利用住宅の新築及び管理に係る研究成果の関連

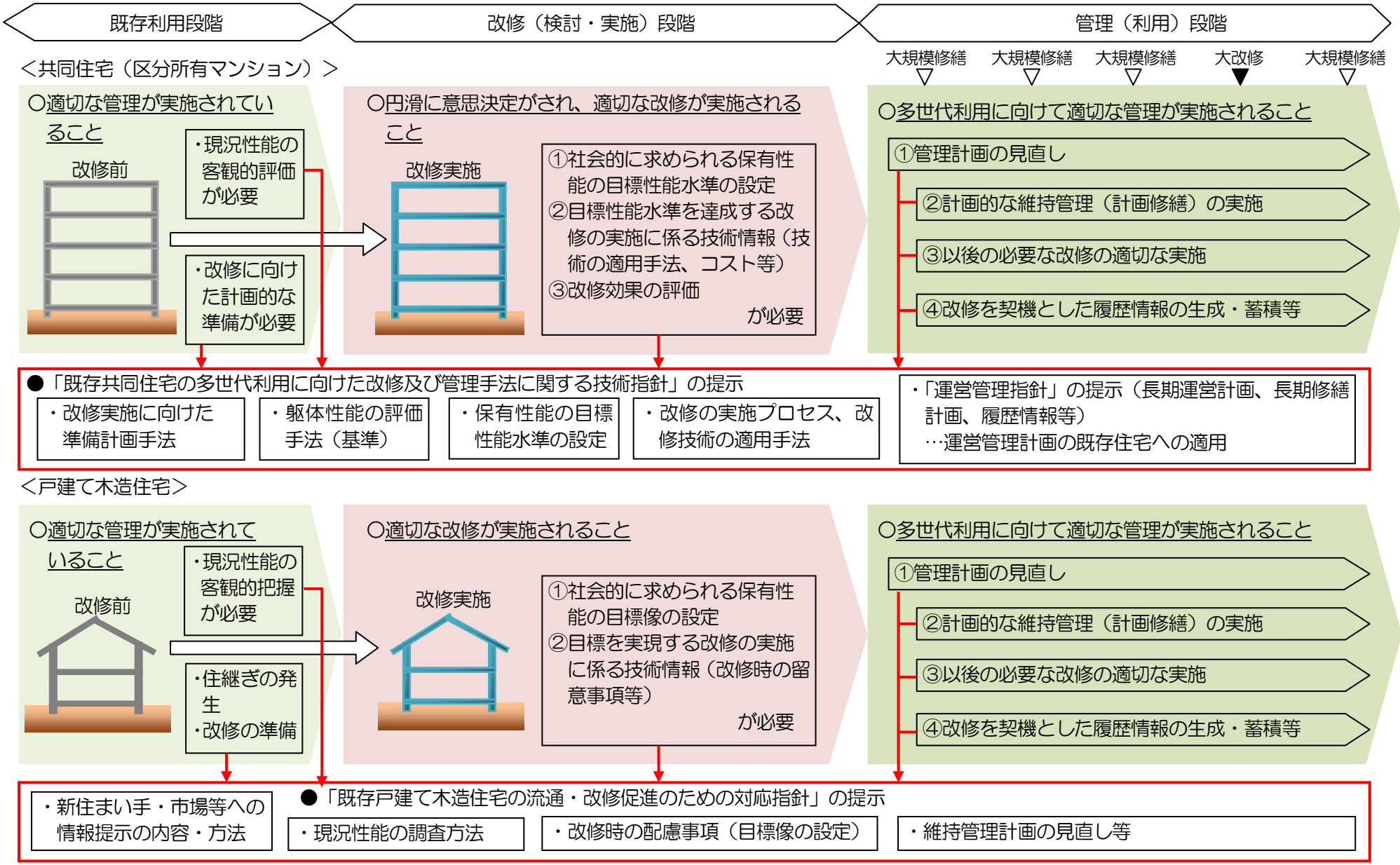


図序. 8　多世代利用住宅の新築（形成）及び管理に求められる要件と研究成果

３．既存住宅の改修及び管理（流通）に係る研究成果



図序.９　既存住宅の改修及び管理（流通）に係る研究成果の関連



図序. 10　既存住宅の改修及び管理（流通）に求められる要件と「研究成果」の対応

Ⅰ．形成・管理システム部門

Ⅰ－１．「形成・管理システム部門」の研究内容と研究成果の概要

１．研究の目的

「形成・管理システム部門」では、社会的資産となりうる多世代利用住宅（共同住宅）について、長期利用に係るマネジメントの観点から新築時に確保しておくべき目標性能水準を設定するとともに、目標性能水準を具体的に実現するためのソフト面での対策技術（計画手法、マネジメント手法等）に関する研究開発を行う。

２．研究内容と成果の概要

長期優良住宅の認定基準を前提とし、多世代利用住宅の長期利用に係るマネジメントの観点から、現行の認定基準の改善に資する技術的知見や、認定基準が求める水準をより適切に実現する手法に関する知見を得ることを目的とし、下記の２つの視点から研究テーマを絞り込んだ。

視点①：技術的根拠や手法が十分整備されていなかったため長期優良住宅の認定基準には盛り込まれなかった基準のうち、多世代利用住宅として確保することが望まれる水準（基準）を実現するための手法、基準案についての研究。
視点②：長期優良住宅の認定基準をより適切に実現するための手法についての研究。

具体的には、次の３つの研究を実施し、成果を得た。

１）多世代利用住宅（共同住宅）の住戸区画の可変性の評価手法　（上記①の視点）

多世代利用住宅が社会的資産として多世代にわたって利用され続けるためには、既存の長期耐用住宅に求められるライフスタイルやライフステージの変化に対応できる住戸内の間取りの可変性の確保に加えて、多世代利用の間における時代や立地する地域（地区）のニーズ又は世帯の住み継ぎ・ライフステージの変化等に応じて、住戸区画の規模や形状を変更したり、一部の階を住宅から施設（福祉施設、商業施設等）に転用したりすることなどが必要になると考えられる。

このため、住戸区画の規模の可変性のレベルの評価手法について、可変性のレベルの違いが持つ意味合いやその技術的根拠、事例における実態等を整理しつつ検討を行い、可変性を評価する技術的手法を提案した。また、多世代利用住宅に適した水準としての住戸区画の可変性を確保するためのスケルトン空間の評価基準案を提案した。

【研究成果】
①住戸区画の規模の可変性レベルの評価手法の提案
②住戸区画の規模の可変性を有していると評価できるスケルトン空間の基準案の提案
【成果の活用】
○長期優良住宅の認定基準に反映
（共同住宅についての現基準の「住戸面積」の代替の考え方として、「住戸区画の可変性の確保」を追加）
○住宅性能表示制度に反映（共同住宅における「住戸区画の可変性」を追加）

2）多世代利用住宅（マンション）の適正なマネジメントのための計画手法　（上記②の視点）

多世代利用住宅は、社会的資産として多世代に住み継がれていく住宅であり、その機能を発揮するためには、適正なマネジメントが将来にわたって持続されていく必要がある。特に多世代利用住宅（区分所有マンション）の長期の利用期間内においては、マネジメントに影響を及ぼすマンション内部の内的要因（専有部分の利用状況、区分所有者の年齢・世帯構成等）やマンションを取り巻く外的要因（立地特性、市場性等）の変化が予想され、こうした経年に伴い生じる課題に的確に対応したマネジメントの実施により、居住環境や資産価値を維持･向上させていくことが必要となる。

このため、区分所有マンションを対象に、適正なマネジメントを持続的に実施するための新たな計画手法として「長期マネジメント計画」という概念を提示し、具体のマンションにおける作成ケーススタディを通して、その計画内容（計画体系、記載内容、様式等）について検討し、提案した。

【研究成果】
①マンションの適正なマネジメントを実施するための新たな計画手法として「長期マネジメント計画」の計画内容（計画体系、記載内容、様式等）の提案
【成果の活用】
〇長期優良住宅（共同住宅のうち特に区分所有マンション）の認定基準に位置づけられている「維持保全計画」（→マネジメント）の計画手法として実用化・普及を図る

3）多世代利用住宅の良好な住環境を安定的に確保するための敷地条件の基準及び協調ルール等の住環境マネジメント手法の提案　（上記①又は②の視点）

多世代利用住宅が社会的資産として持続的に利用されていくためには、住宅そのものの物理的価値が短期間で失われないための長期耐用性に加え、住宅・住宅地としての社会的・経済的価値が失われることがないよう、相隣関係において良好な居住環境が確保され、それが（周辺での様々な建築行為にかかわらず）安定的に持続されていく必要がある。

このため、多世代利用住宅に求められる良好な居住環境の性能水準として「日照」に着目し、必要な水準の日照を安定的に確保できる敷地条件の基準について分析し、定量的知見を得た。また、単独の敷地では必要な水準の日照を安定的に確保できない敷地については、多世代利用住宅の建築にあたって協調ルールを導入することとし、日照を安定的に確保するための協調ルールの考え方について定量的知見を得ることができ、協調ルールの作成手法を提案した。

【研究成果】
①多世代利用住宅に求められる良好な居住環境の性能水準（一定水準の日照等）を安定的に確保できる敷地条件の基準の提案
②多世代利用住宅に求められる良好な居住環境の性能水準（一定水準の日照等）を安定的に確保するための相隣レベルでの協調ルール等の住環境マネジメント手法の提案
【成果の活用】
〇長期優良住宅の認定基準への将来的な反映
（現基準の「良好な景観の形成その他の地域における居住環境の維持及び向上に配慮されたものであること」の具体的内容として追加等）
〇長期優良住宅に係る住環境のマネジメント手法として普及を図る

新築　　多世代利用住宅（共同住宅等）のマネジメント　　経年

■多世代利用住宅の目標性能水準：　（○:長期優良住宅認定基準　●:多世代利用住宅の追加目標）
長期利用に係るマネジメントの観点から新築時に確保しておくべき目標となる性能水準

＜共同住宅・単体レベル＞

■多世代利用住宅（共同住宅）の目標性能水準

項目	目標性能水準
劣化対策	○長期優良住宅の認定基準:数世代にわたり住宅の構造躯体が使用できること
耐震性	○長期優良住宅の認定基準:極めて稀に発生する地震に対し、継続利用のための改修の容易化を図るため、損傷のレベルの低減を図ること
維持管理・更新の容易性	○長期優良住宅の認定基準:構造躯体に比べて耐用年数が短い内装・設備について、維持管理(清掃・点検・補修)・更新を容易に行うために必要な措置が講じられていること
可変性	○長期優良住宅の認定基準:居住者のライフスタイルの変化等に応じて間取りの変更が可能な措置が講じられていること ●＋α:「区画の規模の変更(水平方向及び垂直方向)が可能な措置が講じられていること」
住戸面積	○長期優良住宅の認定基準:良好な居住水準を確保するために必要な規模を有すること ●＋α:代替の考え方:「区画の規模の変更が可能な措置が講じられていること」
バリアフリー性	○長期優良住宅の認定基準:将来のバリアフリー改修に対応できるよう共用廊下等に必要なスペースが確保されていること
省エネルギー性	○長期優良住宅の認定基準:断熱性能等の省エネルギー性能が確保されていること
維持保全計画	○長期優良住宅の認定基準:建築時から将来を見据えて、定期的な点検・修繕等に関する計画が策されていること（＋住宅の履歴情報が作成され、蓄積・活用されていくこと） ●＋α:「適正なマネジメント(初期設定の課題や経年に伴う課題に対するハード・ソフトの取組み)の実施に係る措置が講じられていること」

＋

＜地区レベル＞

■多世代利用住宅（住環境）の目標性能水準

項目	目標性能水準
住環境	○良好な景観の形成その他の地域における住環境の維持及び向上に配慮されたものであること(まちなみ等の計画・協定等の区域内にある場合は、その内容と調和していること) ●＋α:「相隣関係において良好な住環境が確保されており、かつ安定的に持続されること」

＋

＜宅地(地盤)レベル＞

■多世代利用住宅（宅地）の目標性能水準

項目	目標性能水準
宅地	●＋α:「極めて稀に発生する地震に対し、住宅の継続利用のための宅地の安全性が確保されていること」

長期の利用期間内における大規模な地震(極めて稀に発生する地震)の発生

●多世代利用住宅が物理的に長期に利用されていくためには、
・高度な耐震性の確保に加えて、大規模な地震の発生時等において住宅スケルトンの健全性を効率的に確認できる仕組み　が必要
⇒(研究)　住宅の構造ヘルスモニタリングの利用のためのシステム構築・運用手法について検討　(「管理技術部門」)

長期の利用期間内におけるライフステージやライフスタイルの変化、立地環境や市場性による床利用ニーズの変化等

1. 多世代利用住宅(共同住宅)の住戸区画の規模の可変性の評価手法及び評価基準の提案

●多世代利用住宅(共同住宅)が物理的のみならず、社会的かつ機能的に長期に利用されていくためには、
・居住者のライフステージやライフスタイルの変化に応じて住戸面積を容易に変更できること、
・立地環境や市場性による床利用ニーズの変化に応じて住戸区画の規模再編や用途の変更が容易にできること、　が必要

⇒(研究)　住戸区画の規模変更の実現手法、可変性レベルの評価手法について検討し、可変性を有していると評価できる基準案を提示
→(成果の活用)　・長期優良住宅の認定基準に反映(共同住宅における「住戸区画の可変性の確保」を追加)
・住宅性能表示制度に反映(共同住宅における「住戸区画の可変性」を追加)

■多世代利用住宅の利用期間内におけるマネジメントの実施

長期の利用期間内における住宅(マンション)を取り巻く内的要因・外的要因の変化、マネジメント上の課題の変化等

2. 多世代利用住宅(マンション)の適正なマネジメントのための計画手法の提案

●多世代利用住宅(マンション)が物理的のみならず、社会的かつ機能的に長期に利用されていくためには、
・経年に伴う課題に対応したマネジメント(居住環境や資産価値を維持・向上させるための取組み)が実施されていくこと、　が必要

⇒(研究)　マンションの適正なマネジメントを実施するための新たな計画手法「長期マネジメント計画」について検討し提案
→(成果の活用)　・長期優良住宅に係る維持保全(→マネジメント)の計画手法として普及を図る

長期の利用期間内における周辺での様々な建築行為の発生、土地利用の変化等

3. 多世代利用住宅の良好な住環境を安定的に確保するための敷地条件の基準及び協調ルール等の住環境マネジメント手法の提案

●多世代利用住宅が物理的のみならず、社会的かつ機能的に長期に利用されていくためには、
・相隣関係において良好な住環境が確保されており、かつ(周辺の建築行為にかかわらず)安定的に持続されること、　が必要

⇒(研究)　良好な住環境を安定的に確保するための敷地条件の基準及び協調ルール等の住環境マネジメント手法について検討し提案
→(成果の活用)　・長期優良住宅に係る住環境のマネジメント手法として普及を図る

長期の利用期間内における大規模な地震(極めて稀に発生する地震)の発生

●多世代利用住宅が物理的に長期に利用されていくためには、
・多世代利用住宅を支える宅地(地盤)自体の安全性が確保されていること　が必要
⇒(研究)　環境にやさしい耐震対策技術として、空気注入による地盤液状化対策技術について検討　(「宅地技術部門」)

図 1.1　マネジメントの観点からみた多世代利用住宅（共同住宅等）の目標性能水準と研究課題

Ⅰ－２．住戸区画の規模の可変性レベルの評価手法及び評価基準の検討

１．研究の目的と方法

１）研究の目的

多世代利用住宅が社会的資産として多世代にわたって利用され続けるためには、既存の長期耐用住宅に求められるライフスタイルやライフステージの変化に対応できる住戸内の間取りの可変性の確保に加えて、多世代利用の間における時代や立地する地域（地区）のニーズ又は世帯の住み継ぎ・ライフステージの変化等に応じて、住戸区画の規模や形状を変更したり、一部の階を住宅から施設（福祉施設、商業施設等）に転用したりすることなどが必要になると考えられる（表 2.1）。

表 2.1　共同住宅（賃貸住宅及び区分所有マンション）における住戸区画の可変性を持つ必要性

	社会から見た必要性	居住者から見た必要性	事業者又は管理組合から見た必要性
賃貸	○ストック型社会に転換する中で、長期にわたり社会的ニーズに応じた適切な住宅(もしくは施設等)を供給し続けることができる ○住棟内に多様な広さ・間取りの住戸を設定できることから、多様な世代が居住できる持続可能な住宅とすることができる。	○居住環境を大きく変えることなく、ライフステージに合わせた住み替え・住み継ぎができる	○賃貸経営の視点から、市場における需要構造の変化に柔軟に対応した、住戸区画の再編を行うことができる ○福祉事業主体等に対し、まとめて床を貸すことにより、事業性と社会性の維持・存続が可能である
マンション		○世帯の住み継ぎ等の過程で、居住者のライフステージの変化や多様化するライフスタイルに柔軟に対応することができる	○マンションの資産価値の維持・向上や居住性の向上、社会ニーズ等に対応したマンションの再生の必要性に柔軟に対応することができる（子育て世帯の誘導、高齢者施設の導入等）

このため、住戸区画の規模の可変性のレベルの評価手法について検討し、住戸区画の規模の可変性を有していると評価できる基準案を提示することを目的とする。

検討成果については、住戸区画の可変性を考慮した多世代利用住宅の普及を図るため、長期優良住宅の認定基準への反映（将来的見直し時。現基準の「住戸面積」の代替の考え方として、「住戸区画の可変性の確保」を追加）も想定しつつ取りまとめることとする。

２）研究の視点

住戸区画の変更は、構造壁等で規定されるある一定の空間の中で行われることになるため、本検討では、住戸区画の可変性を担保するものとして、構造壁等で規定されるある一定の空間を「スケルトン空間」と定義づけ、住戸区画を含むスケルトン空間で可変性を評価することとする。

具体的には、表 2.2 に示すスケルトン空間の「高さ」「面積」「間口」という３つの視点から住戸区画の可変性を評価し、全ての視点について、可変性が確保されていると評価された場合に、多世代利用住宅水準としての住戸区画の可変性を有していると評価することとする。

【多世代利用住宅水準としての住戸区画の可変性が確保されている】
＝【スケルトン空間の「高さ」「面積」「間口」が一定以上確保されている】

表 2.2　多世代利用住宅に求められる住戸区画の可変性を評価するための視点

評価の視点	可変性を有すると評価できるための条件
①スケルトン空間の高さ（住戸としての基本性能の確保）	スケルトン空間の中で設定した住戸区画が、住宅として有効に機能するためには、設備等の配管スペースを確保しながら、居室の有効天井高さが確保できる必要がある。したがって、それを可能とするスケルトン空間の高さ（躯体天井高）が有効に確保されていることが、住戸区画の可変性を確保するうえでの条件となる。
②スケルトン空間の面積（水平に連続する空間の確保）	上記と同様に、スケルトン空間の中で設定した住戸区画が、住宅として有効に機能するための面積を持ち、また単一のスケルトン空間を複数の住戸区画に分割した際にも、各々が住宅として有効に機能する面積を備える必要がある。したがって、スケルトン空間には住宅が成立するために自ずと必要となる最低面積があり、住戸区画の可変性を確保するうえでの条件となる。
③スケルトン空間の間口（住戸区画各々の居住性の確保）	住戸区画が変更された場合においても、各々の住戸区画の居住性が担保されるためには、通風や採光などの居住性を決定する外接面＝間口の確保が重要となる。したがって、スケルトン空間の中で複数の住宅が成立するための最低間口が、住戸区画の可変性を確保するうえでの条件となる。

3）研究の枠組み

住戸区画の規模や形状の変更を実現するためには、上記のようなスケルトン空間の「高さ」「面積」「間口」が一定以上確保されることに加え、変更を実現するためのその他の設計上の配慮や、法的対応性の確保などが求められる。そこで、本検討では、図 2.1 に示すような枠組みで多世代利用住宅に求められる住戸区画の可変性の評価について検討することとする。

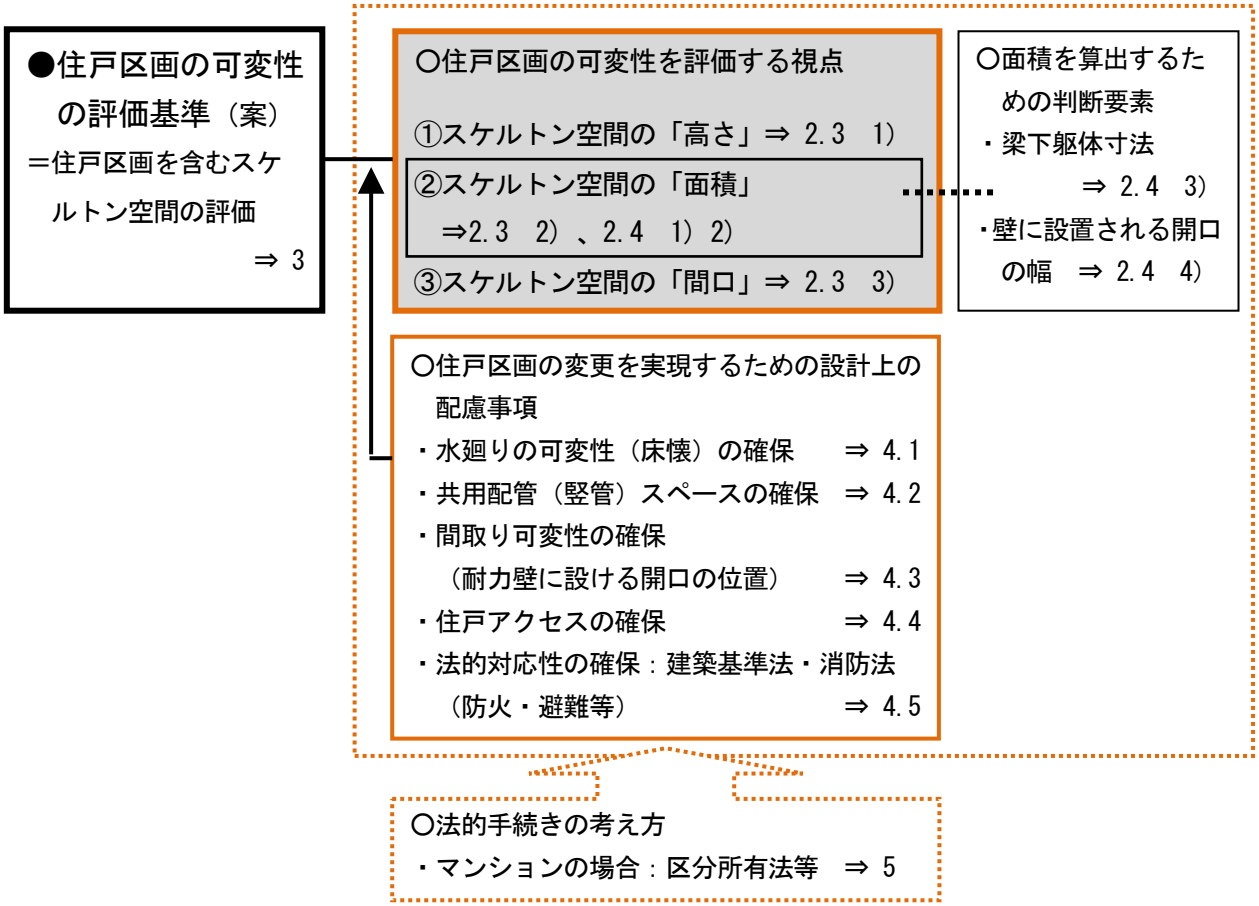


図 2.1　住戸区画の可変性の評価と検討の枠組み

２．住戸区画の可変性の評価手法

2.1　評価の枠組み

住戸区画の規模の可変性が確保されるためには、①スケルトン空間が十分な空間的な拡がり（一定以上の「高さ」「面積」「間口」）を有していることが必要であるが、②スケルトン空間は十分な空間的拡がりを有していない場合は、スケルトン空間の連結（以下、連結スケルトンという。）によって可変性が担保されることが必要となる。（表 2.3）

表 2.3　住戸区画の規模の可変性を確保する方法と要件

可変性確保の方法	要件
①スケルトン空間の拡がりの確保による可変性の担保	スケルトン空間が十分な垂直方向の高さを有し、かつ有効な空間的拡がり（水平方向の面積（広さ）、平面形状等）を有しており、空間の範囲内において一つの住戸を一定の規模を有する複数の住戸区画に分割して利用したり、複数の住戸区画を再編して一つの住戸として利用したりすることができることが必要。
②スケルトン空間の連結による可変性の担保	スケルトン空間が十分な垂直方向の高さを有するが、単独のスケルトン空間では、十分な空間的拡がりを確保できない場合は、スケルトン空間相互を連結して一定の空間的広がりを有する住戸として利用可能な措置が講じられていることが必要。

上記の観点から、住戸区画の規模の可変性を図 2.2 に示すフローで評価することとする。

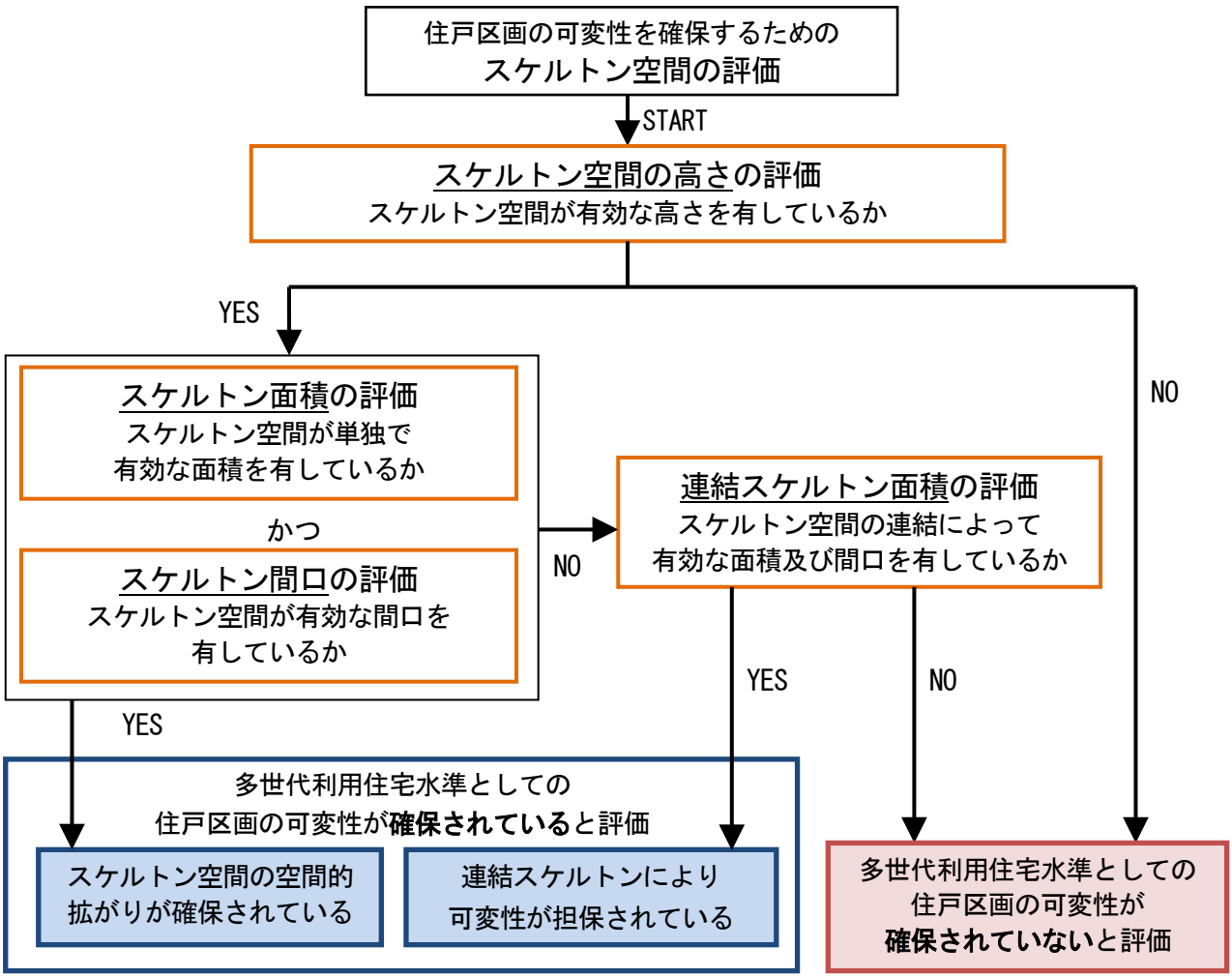


図 2.2　住戸区画の規模の可変性の評価フロー

2.2　各用語の定義

1）スケルトン空間の高さの定義

○「スケルトン空間の高さ」とは、**「構造躯体（床及び天井を構成する構造体の連続面）で囲まれた高さ＝躯体天井高」**とする。

2）スケルトン空間の面積の定義

・「スケルトン面積」とは、**「構造構面（構造壁等により構成される構造の連続面）で囲まれた一体空間の面積」**とする。

・ただし、一定規模以上の開口が可能な構造壁等については、スケルトン面積の算定上、構造構面と見なさないものとする。

■スケルトン面積として評価できる範囲の捉え方（水平方向の場合）

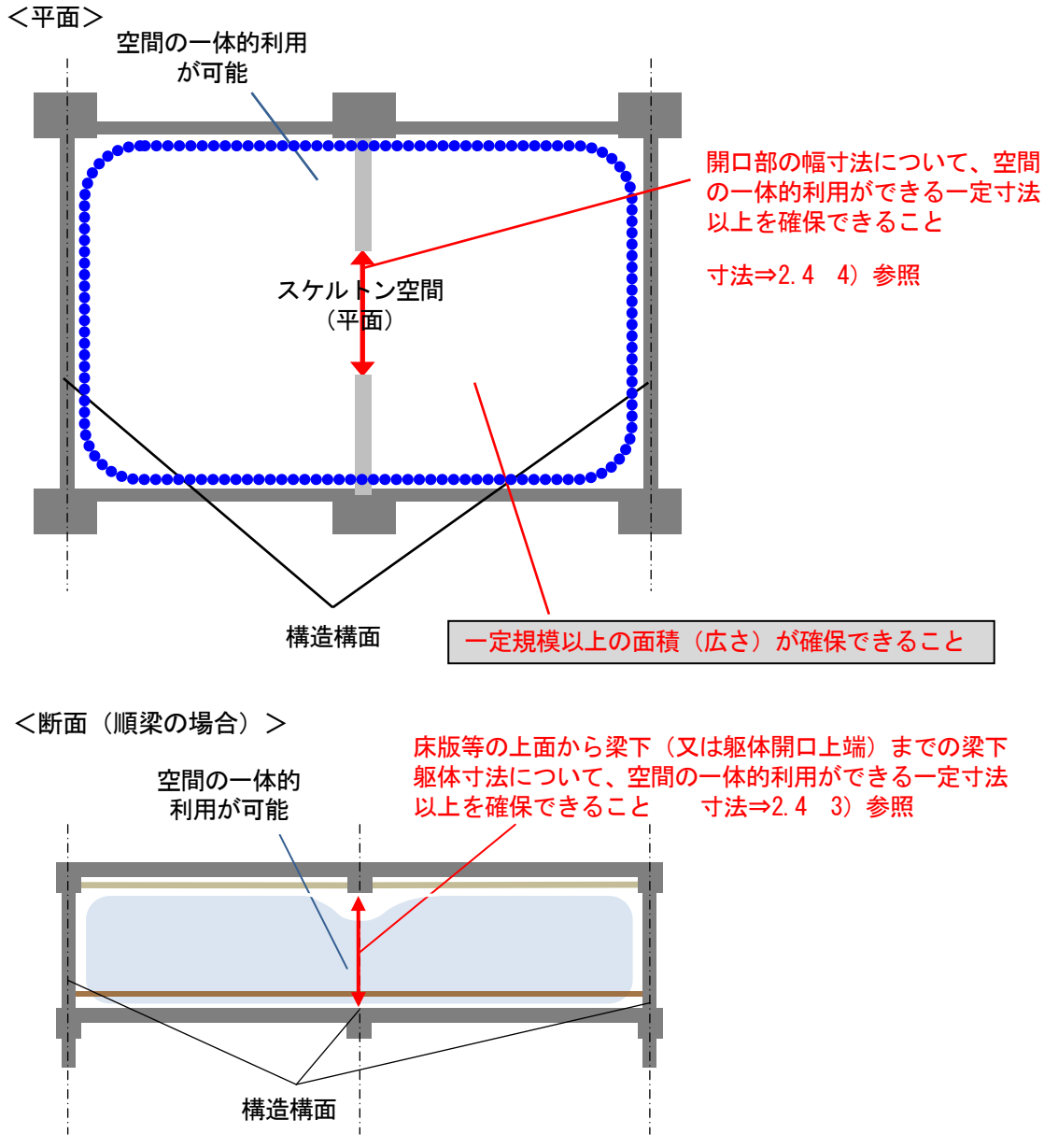
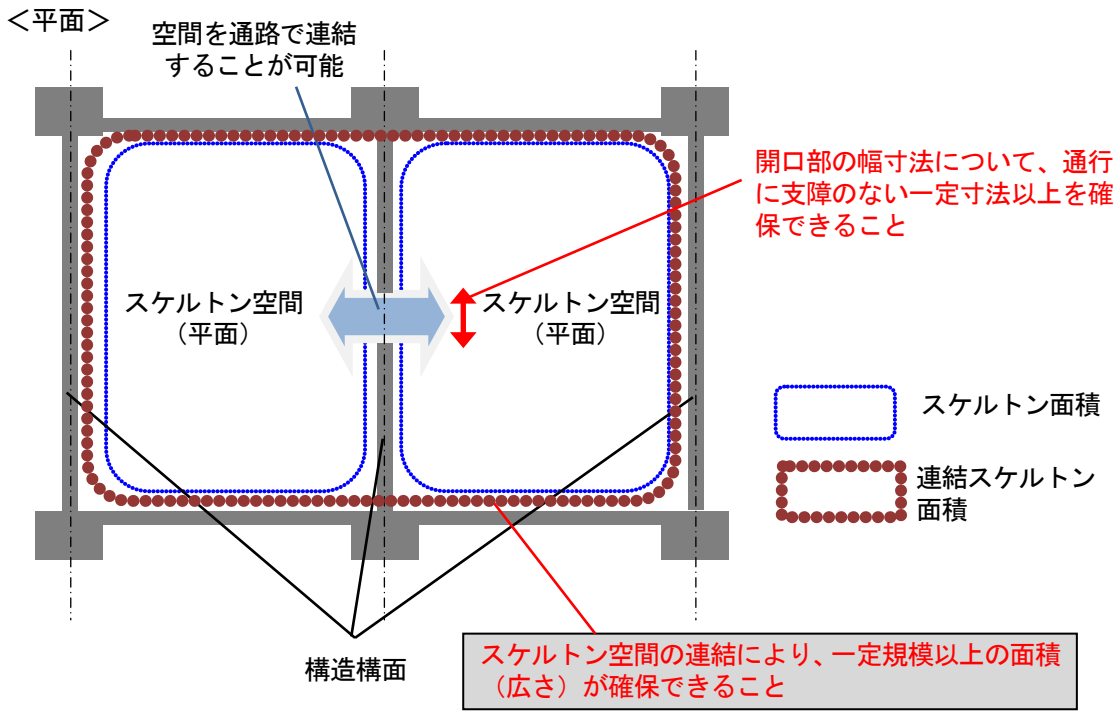


図 2.3　スケルトン空間の面積の定義

3）連結スケルトン面積の定義

・「連結スケルトン面積」とは、**「一定規模以下の人の行き来が可能な壁開口または床開口により連結できる最大面積」**とする。

■連結スケルトン面積として評価できる範囲の捉え方（水平方向の場合）



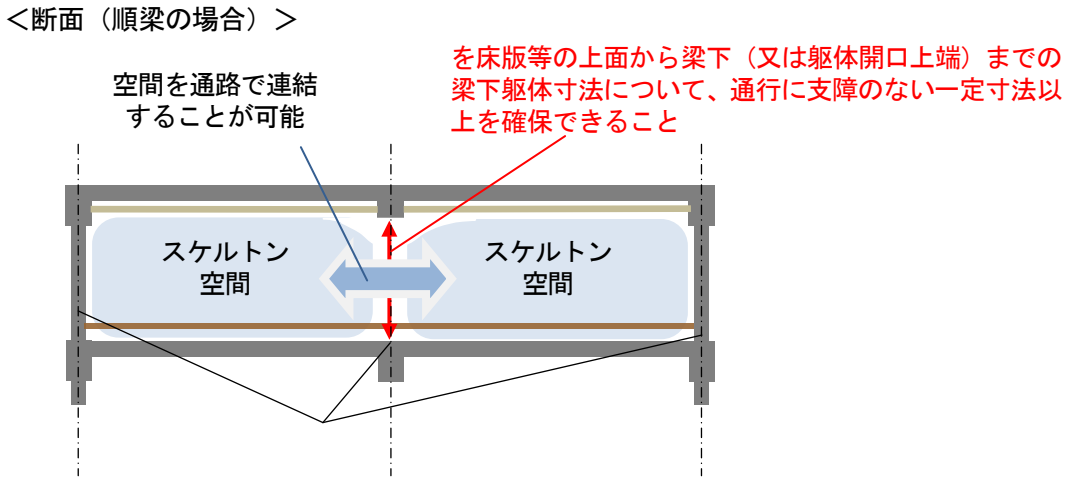


図 2.4　連結スケルトン空間の面積の定義

4）スケルトン空間の間口の定義

○「スケルトン間口」とは、スケルトン空間の**「桁行き方向の間口の長さのうち、主たる採光・通風を確保する面の間口長さ」**とする。

2.3　住戸区画の可変性を評価する視点ごとの評価手法

ここでは、住戸区画の可変性を評価するためのスケルトン空間の「高さ」「面積」「間口」という３つの視点ごとに、住戸区画の可変性を評価するための手法の整理を行う。

評価の視点と評価の考え方の概略を最初に示すと、表 2.4 のようになる。

表 2.4　評価の視点ごとの評価方法　一覧

<table>
<tr><th>評価の視点</th><th colspan="2">評価の考え方</th></tr>
<tr><td>スケルトン空間の高さ
（躯体天井高）</td><td colspan="2">①躯体天井高さが 2,750㎜ 以上あること（フラットスラブの場合）
②躯体天井高さが 2,650㎜ 以上あること（段差スラブの場合）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">スケルトン空間の面積
（スケルトン面積／連結スケルトン面積）</td><td>〔スケルトン空間の空間的拡がりが確保されている〕
・スケルトン面積が 80 ㎡以上確保されていること

〔連結により可変性が担保されている〕
・単独のスケルトン空間で上記の面積を確保できない場合は、スケルトン空間を連結することにより、連結スケルトン面積 80 ㎡以上が確保されていること</td><td rowspan="2">〔スケルトン空間の空間的拡がりが確保されている〕
■住戸区画の可変性を有するためのスケルトン空間が確保されていると評価できるためには、以下の条件を満たすことが必要である。
①スケルトン空間の面積が 80 ㎡以上
②スケルトン間口が 6.6m以上
■この条件を満たすスケルトンについて、その間口により、次のようなレベルを設定する。
〇レベルＳ：8.3m以上の間口を有する広フロンテージのスケルトン
〇レベルＡ：6.6m以上 8.3m未満の間口を有するスケルトン</td></tr>
<tr><td>スケルトン空間の間口
（スケルトン間口）</td><td>〇スケルトン間口が 6.6m以上確保されていること</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>〔スケルトン空間の連結により可変性が担保されている〕
■２戸１連結により、住戸区画の可変性を有するスケルトンと評価できるためには、以下の条件を満たすことが必要である。
①連結前の各スケルトンの面積が 40 ㎡以上
②連結前の各スケルトンの間口が 3.3m以上
■３戸２連結により、住戸区画の可変性を有するスケルトンと評価できるためには、以下の条件を満たすことが必要である。
①連結前の各スケルトンの面積が 53.4 ㎡以上
②連結前の各スケルトンの間口が 4.4m以上</td></tr>
</table>

1）スケルトン空間の高さ（躯体天井高さ）

・　躯体天井高は、次のとおり確保されていること ①　2,750㎜ 以上あること（フラットスラブの場合） ②　2,650㎜ 以上あること（段差スラブの場合）

【根拠】

スケルトン空間の中で設定した住戸区画が、住宅として有効に機能するためには、多様な間取りの住戸を実現する必要がある。そのため、居室としての天井高さに加え、水廻り位置の将来の可変性を担保するための設備スペースを十分確保できていることが求められる。

マンション総プロ（平成 9～13 年度）では、フルフラットスラブを前提に、居室の天井高さ：2,400mm 以上、設備配管・配線スペース：350mm 以上（床懐（同 250mm 以上）、天井懐（同 100mm 以上））を確保することを想定し、躯体天井高は 2,750mm 以上となるように計画されていることを求めている。

また、やむを得ず住戸内のスペースを居住ゾーンと設備ゾーンに分け、設備ゾーンの床スラブを下げる（段差スラブを採用する）場合には、躯体天井高さは 2,650mm 以上となるように計画されていることが求められている。この場合には、間取りの多様性はやや制限されることになるため、間取りの多様性に十分配慮したゾーンわけを行う必要がある、とされている。

長期優良住宅認定基準の躯体天井高は、上記の 2,650mm の値を用いて定められている。

多世代にわたって利用されるスケルトンにおいては、水廻り位置の制限がなく、住戸区画の変更やそれに伴う間取りの変更が自由にできるつくりとなっていることが求められることから、躯体天井高さは、マンション総プロでの提案と同様、フラットスラブの場合は 2,750mm 以上（段差スラブの場合は 2,650 ㎜以上）となるように計画されている必要があるものとする（図 2.5）。

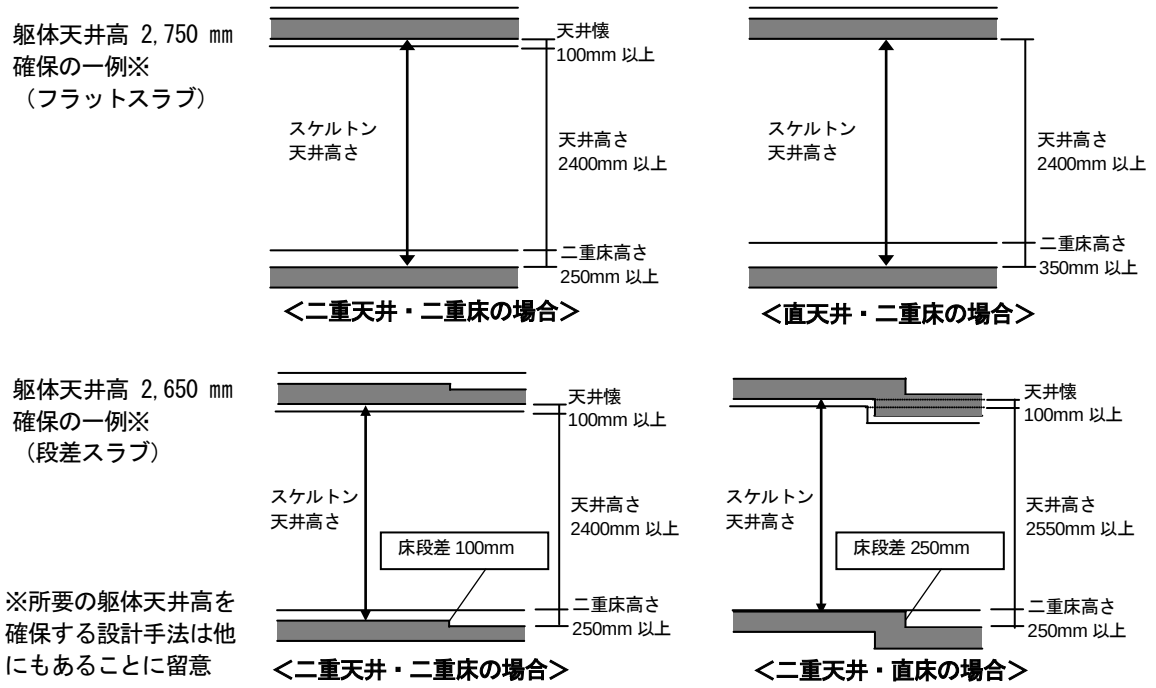


図 2.5　スケルトン空間の高さ（躯体天井高さ）の考え方

【算定方法】

① 躯体天井高は、構造躯体である床版等の上面から上階の構造躯体等である床版等の下面までの空間の内法高さ（㎜）とする。

② 異なる躯体天井高さが存する場合は、原則として床面積の 1/2 以上が該当する空間の内法高さを躯体天井高とする（住宅性能表示制度の評価基準に準ずる）。

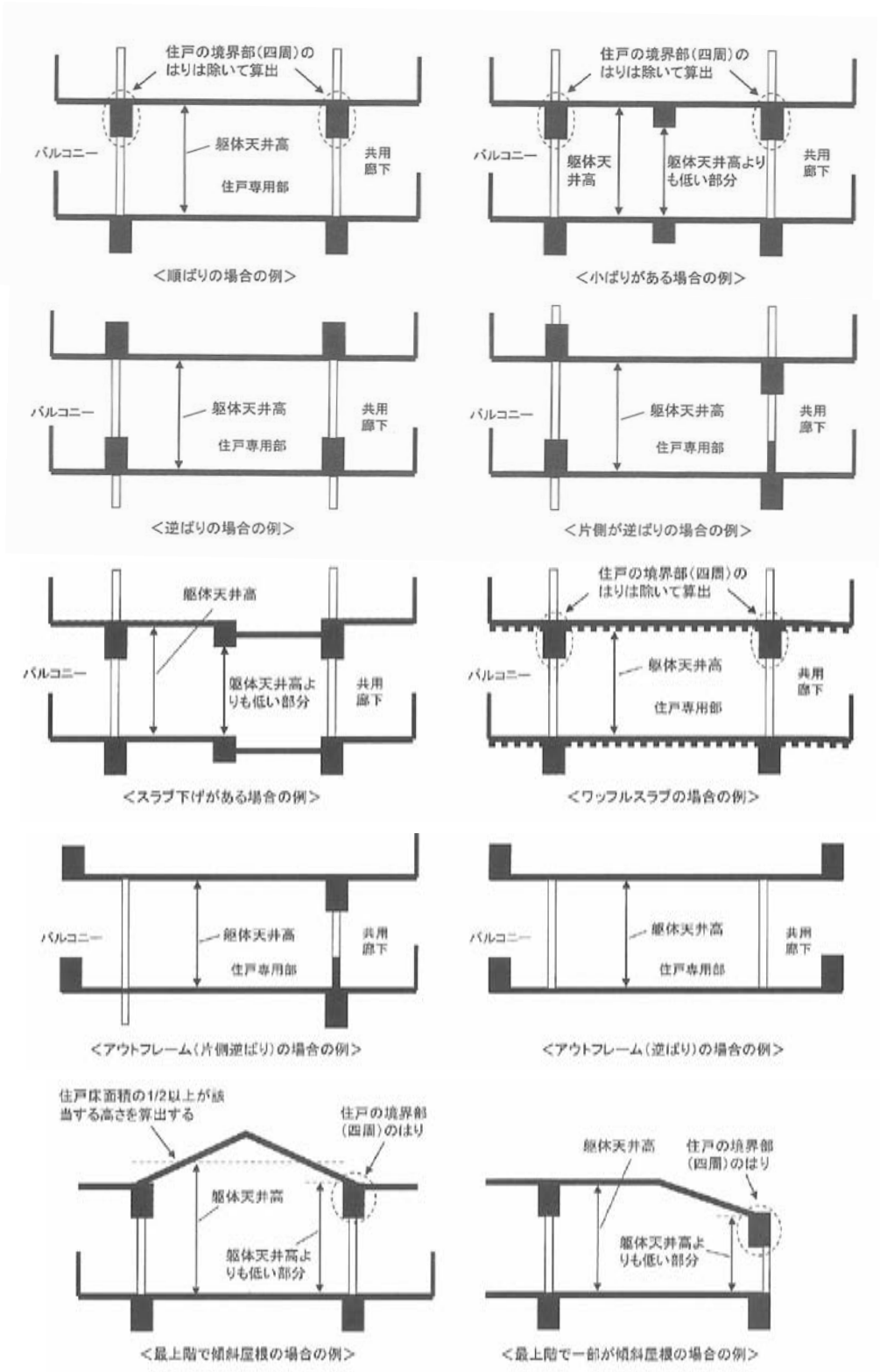


図 2.6　躯体天井高さの算定方法　　出典：日本住宅性能表示基準・評価方法基準技術解説 2009

2）スケルトン空間の面積（スケルトン面積・連結スケルトン面積）

〔スケルトン空間が確保されている〕
- スケルトン面積が 80 ㎡以上確保されていること（40 ㎡以上の住戸区画に分割して利用するために必要な面積）

〔連結により可変性が担保されている〕
- 単独のスケルトン空間で上記の面積を確保できない場合は、スケルトン空間を連結することにより、連結スケルトン面積 80 ㎡以上が確保されていること

【根拠】

スケルトン空間の中で設定した住戸区画が、住宅として有効に機能するための面積が必要となる。

ここでは、多世代利用住宅の最小単位として、単身世帯の場合の都市居住型誘導居住水準にあたる面積 40 ㎡を想定※し、スケルトン空間を分割した場合に 40 ㎡が確保できるために必要な面積として、スケルトン面積が 80 ㎡以上確保されていることを評価することとした。

また、スケルトン面積を 80 ㎡以上確保できない場合には、戸境壁の開口の設置などの措置を行い、スケルトン空間を連結することで一定の空間的拡がりを有する住戸として利用可能な対応を行うこととしている。そこで、連結スケルトン面積が 80 ㎡以上確保されていることで、住戸区画の可変性が担保されていると評価することとした。

※現行の長期優良住宅認定基準の住戸面積（共同住宅の場合）は、２人世帯の都市居住型誘導居住面積水準にあたる 55 ㎡以上（少なくとも１の階の床面積が 40 ㎡以上（階段部分を除く面積））とされているが、この水準は地域の実情に応じて引上げ・引下げが可能であり、その場合の下限は１人世帯の誘導居住面積水準である 40 ㎡とされている。

参考表　住生活基本計画における都市居住型居住面積水準

	都市居住型誘導居住面積水準	最低居住水準
単身世帯	**40 ㎡（認定基準・引き下げ下限値）**	25 ㎡
２人世帯	**55 ㎡（認定基準）**	30 ㎡
３人世帯	75 ㎡	40 ㎡
４人世帯	95 ㎡	50 ㎡
５人世帯	115 ㎡	60 ㎡

参考　長期優良住宅認定基準＜住戸面積＞

○良好な居住水準を確保するために必要な規模を有すること。
〔一戸建ての住宅〕75 ㎡以上（2 人世帯の一般型誘導居住面積水準）
〔共同住宅等〕　55 ㎡以上（２人世帯の都市居住型誘導居住面積水準）
※一戸建ての住宅、共同住宅等とも、少なくとも１の階の床面積が 40 ㎡以上(階段部分を除く面積)
※一戸建ての住宅、共同住宅等とも、**地域の実情に応じて引上げ・引下げを可能**とする。ただし、一戸建ての住宅 55 ㎡、**共同住宅等 40 ㎡(いずれも１人世帯の誘導居住面積水準)を下限**とする。

【算定方法】

2.4 を参照。

３）スケルトン空間の間口（スケルトン間口）

・　スケルトン間口が 6.6m以上確保されていること

【根拠】

スケルトン空間の中で設定した住戸区画で、通風や採光など住宅としての居住性を確保できるための間口が必要となる。

住戸区画ユニットの最小単位を検討することにより算出された間口 6.6mを確保する必要がある。詳細は後述の４）を参照。

【算定方法】

① 「スケルトン間口」は、スケルトン空間の「桁行き方向の間口長さのうち、主たる採光・通風を確保する面の間口の芯芯の長さ」とする。

② 塔状住棟など、桁行き・梁間方向の設定が困難な場合には、主たる採光・通風を確保する面の間口の芯芯の長さのうち、大きいものをスケルトン間口とする。

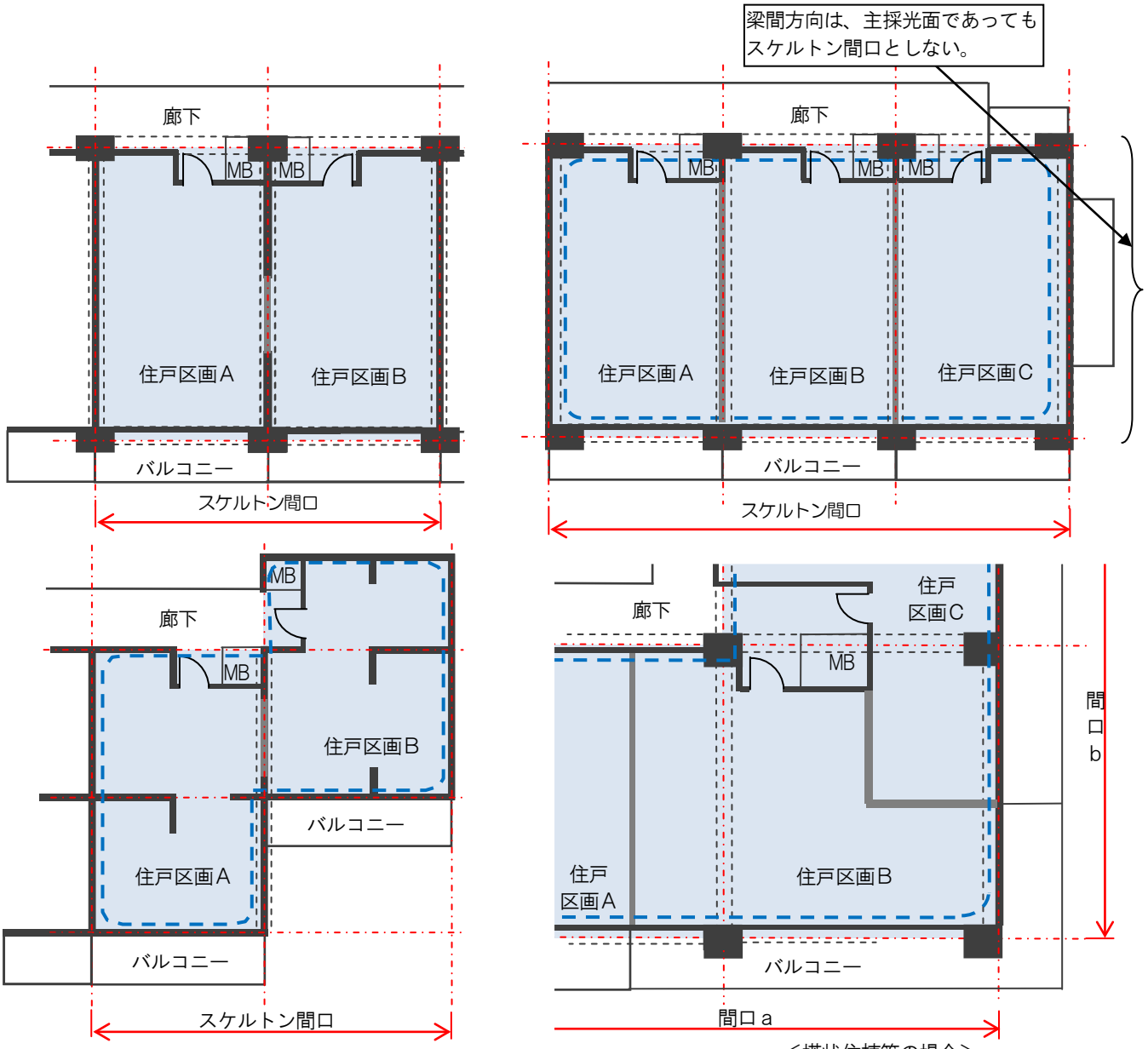


図 2.7　スケルトン間口の算定方法

＜塔状住棟等の場合＞
間口ａとｂのうち大きい方が
スケルトン間口

4）スケルトン空間の「面積」「間口」から見た評価手法の整理

（1）基本的考え方

住戸区画の変更においては、「面積」と「間口」は相互に関係し合う要素であるため、ここでは、「面積」と「間口」を軸に多世代利用にふさわしいスケルトンの条件の整理を行う。

（2）基本とする住戸区画ユニット

住戸区画の分割を可能とするためには、分割後の住宅としての利用性や間取りの合理性等を考慮し、分割された住戸面積が最小住戸面積以上であること、かつ最小住戸間口以上であることが必要である。

ここでは廊下型の集合住宅を想定し、水平方向（同一階）で、住戸区画の分割により最小規模の住戸区画ユニットを確保するための要件を検討する。前述のとおり、最小規模を 40 ㎡としている。

なお、集合住宅において最小規模の住戸区画ユニットを検討する場合、間口×奥行きによってプランニングが制約を受けるため、玄関と水廻りの配列パターンにより、いくつかの最小住戸規模のタイプが想定される。

ここでは、A、B、Cの３タイプを想定し、標準的な住宅設計の考え方や採用されている寸法等をベースに、最小住戸規模を達成するための住戸区画（間口×奥行き）タイプの検討を行った。結果は図 2.8 に示すとおりである。

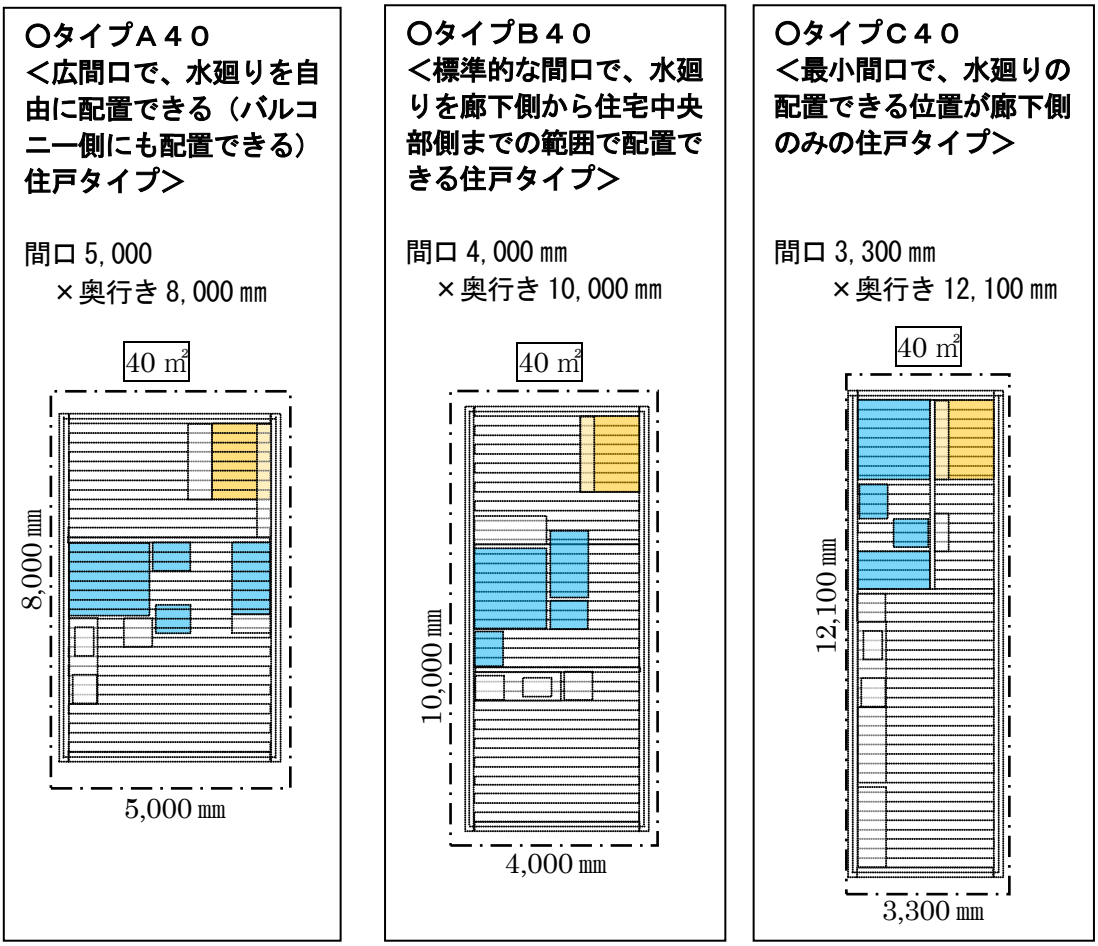


図 2.8　最小規模（40 ㎡：単身世帯の都市居住型誘導居住面積）の住戸区画ユニットのタイプ

（３）多世代利用型住宅に適したスケルトンの評価

・　住戸区画の可変性を有するためのスケルトン空間が確保されていると評価できるためには、以下の条件を満たすことが必要である。

①スケルトン空間の面積が 80 ㎡以上

②スケルトン間口が 6.6m以上

【根拠】

- スケルトン面積が８０㎡以上あれば、単身世帯の都市居住型誘導居住面積水準４０㎡を満たす２住戸に分割することが可能（もしくは、単身世帯の誘導居住面積水準４０㎡の２住戸を一体化することで得られるスケルトン面積とみることもできる）。
- スケルトン間口が 6.6m以上あれば、２住戸に分割した場合の各住戸の間口を 3.3m以上確保でき、最低限の合理的なプランの担保が可能となる。

＜評価ダイアグラムの設定＞

上記、多世代利用型スケルトンの条件を、スケルトン間口と面積のグラフ上にダイアグラムとしてプロットすると図 2.9 のように位置づけられる。プロットした３タイプの住戸は前項にて設定した最小限ユニットである。

■多世代利用型と評価できるスケルトンの条件

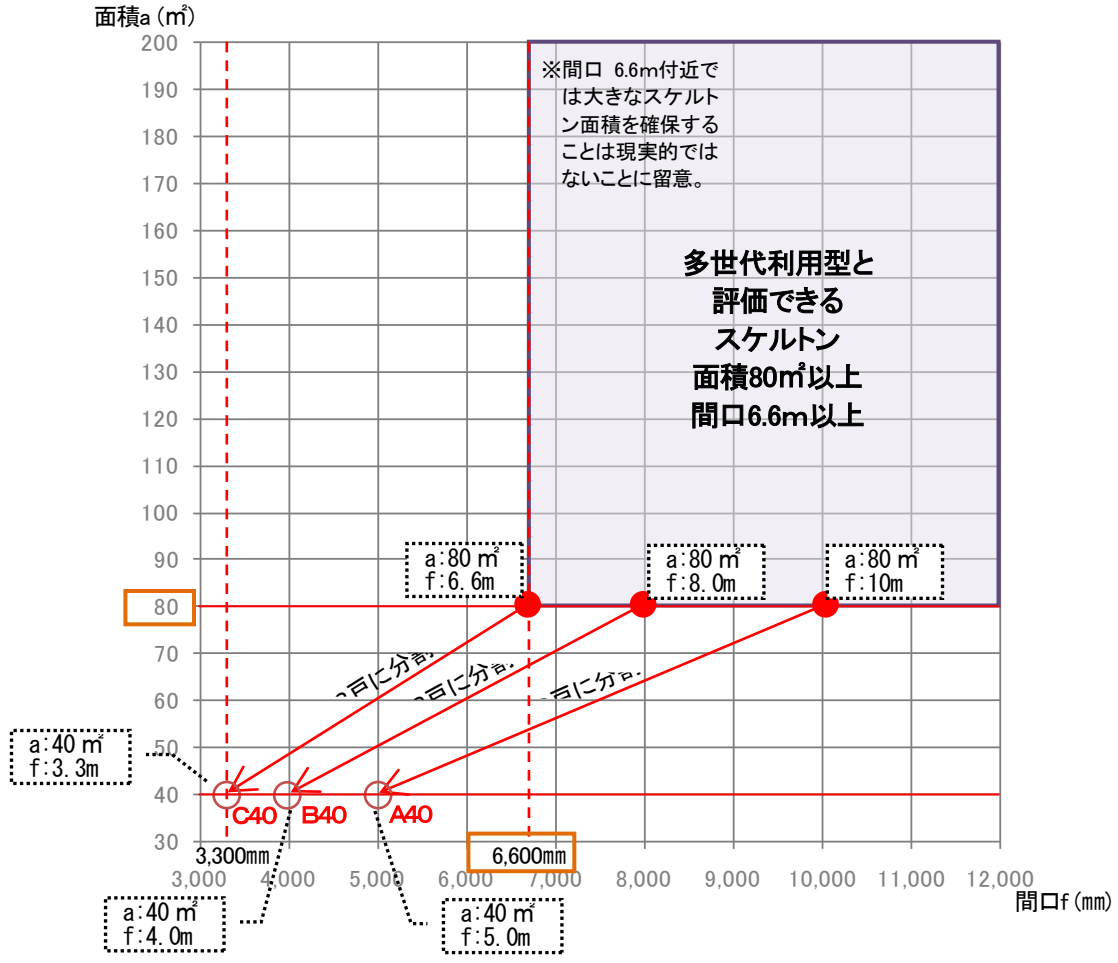


図 2.9　多世代利用型と評価できるスケルトンの条件

さらに、多世代型住宅に適したスケルトンを、その性能によってグレーディングし、レベル設定する。一般的に間口が広いスケルトンの方が、多様なプランに対応できる他、居住性を担保しやすいと考えられるため、間口により、性能を区分することとした（図 2.10）。

・　前項の条件を満たすスケルトンについて、その間口により、次のようなレベルを設定する。
　〇レベルＳ：8.3m以上の間口を有する広フロンテージのスケルトン
　　居住性を確保するための間口が広く、特に優良と考えられるスケルトン
　〇レベルＡ：6.6m以上 8.3m未満の間口を有するスケルトン
　　多世代型スケルトンとして問題のないレベルのスケルトン

【根拠】

- 間口が 8.3m以上あれば、南面三室を確保することが可能。
- 南面三室：主寝室 3.0m＋居間 2.7m＋その他の個室 2.4m＋壁厚 0.2m＝8.3m（「住宅・都市整備公団設計関係内規集」で定められている居住室の短辺標準寸法）

※在来工法の場合、一般的には間口９m以上を１スパンで実現するためには、構造的に特殊な対応（大梁背の拡大＝階高の確保、プレストレス梁の採用等）が必要となるが、ここではスケルトンの形状のみによる評価とした。

■多世代利用型住宅に適したスケルトンのレベル設定

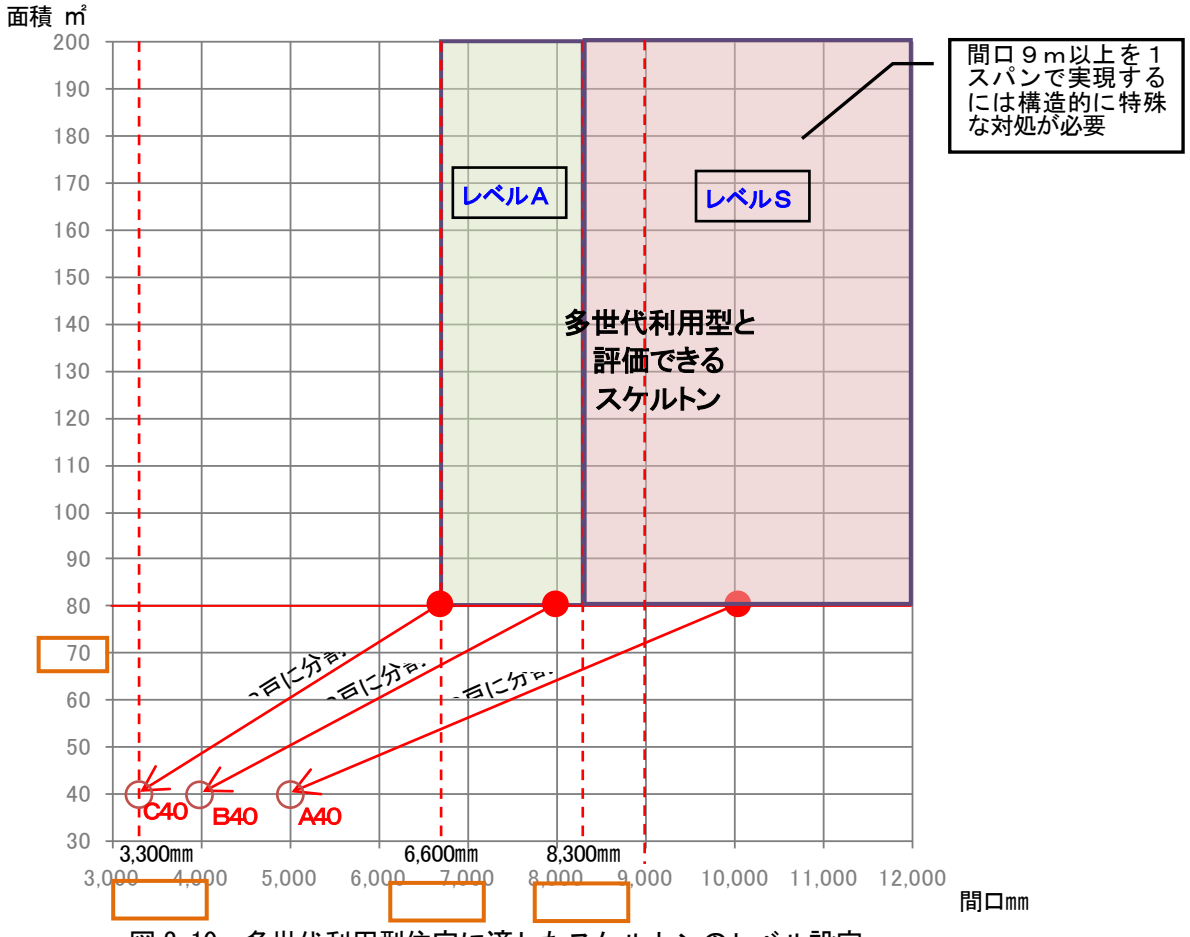


図 2.10　多世代利用型住宅に適したスケルトンのレベル設定

①レベルＳのイメージ

・8.3m以上の間口を有するスケルトンは、水廻りの配置がバルコニー側まで可能となる広フロンテージのタイプＡ４０の住戸２戸に分割できる。また、タイプＡ４０の住戸２戸を一体化することで得られる広フロンテージ 80 ㎡のスケルトンである。（図 2.11）

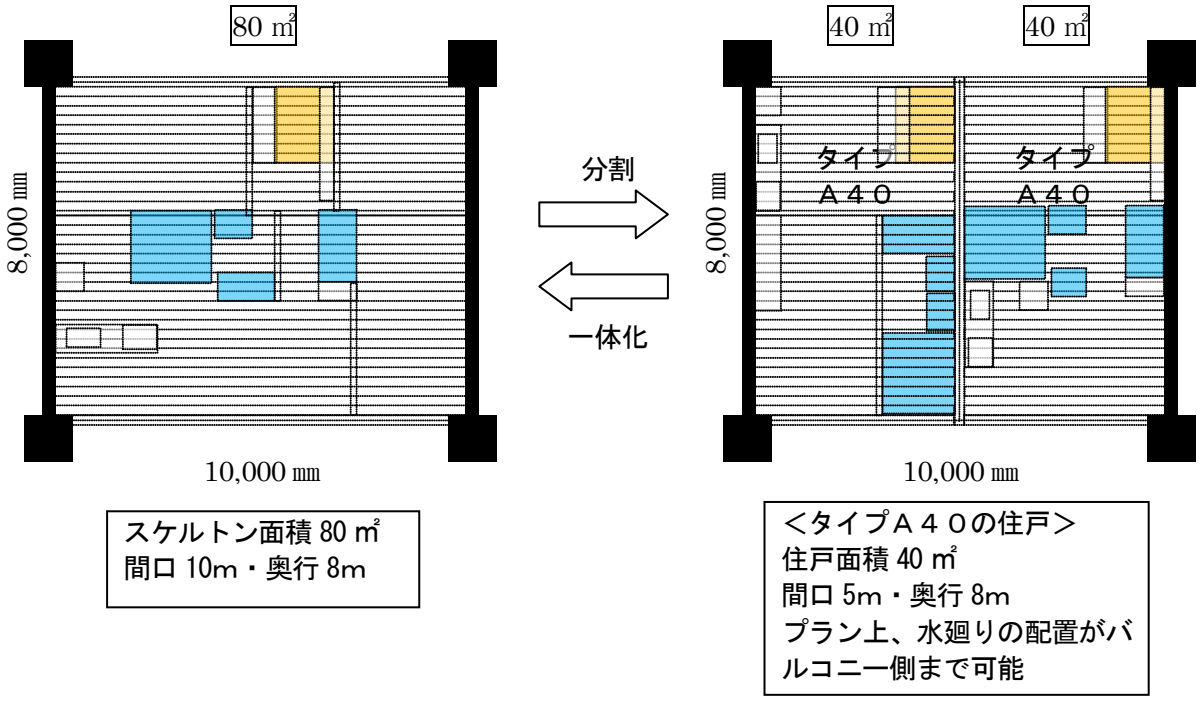


図 2.11　レベルＳのスケルトン空間における住戸区画の可変性のイメージ

・レベルＳのスケルトンでは、下図のように南面三室を確保することが可能であり、十分な居住性が確保できる（図 2.12）。

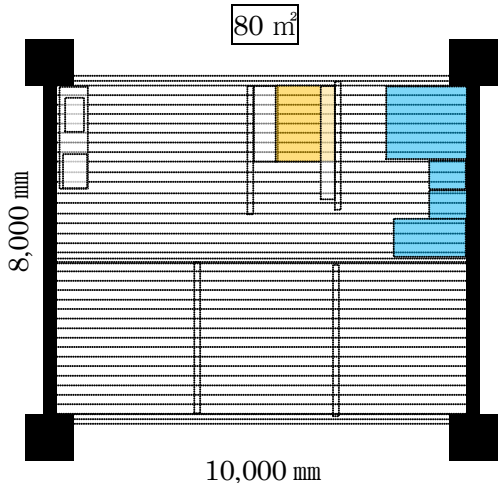


図 2.12　レベルＳのスケルトン空間における南面三室の確保

（４）連結によるスケルトンの評価

前項（３）の条件を満たさないスケルトンのうち、一定の条件を満たすスケルトンであり、かつ隣接するスケルトンと一定の条件を満たしつつ連結することが可能なものについては、多世代利用型のスケルトンとして評価する。

ここでは、２住戸の連結（２戸１連結）と３住戸の連結（３戸２連結）を想定し、多世代利用型のスケルトンとして評価できる条件の整理を行う。

多世代利用型のスケルトンと評価できる連結のパターンは、次の【ケース①】（２戸１連結）と、【ケース②】（３戸２連結）の２通りがあると考えられる。いずれも連結した結果として 80 ㎡以上のスケルトンを構成する必要があることから、図 2.13 に示すように、【ケース①】の場合で 40 ㎡以上、【ケース②】の場合で 53.4 ㎡以上（80 ㎡×2/3）のスケルトンの連結であることが条件となる。

■連結により多世代利用型と評価できるスケルトンの条件

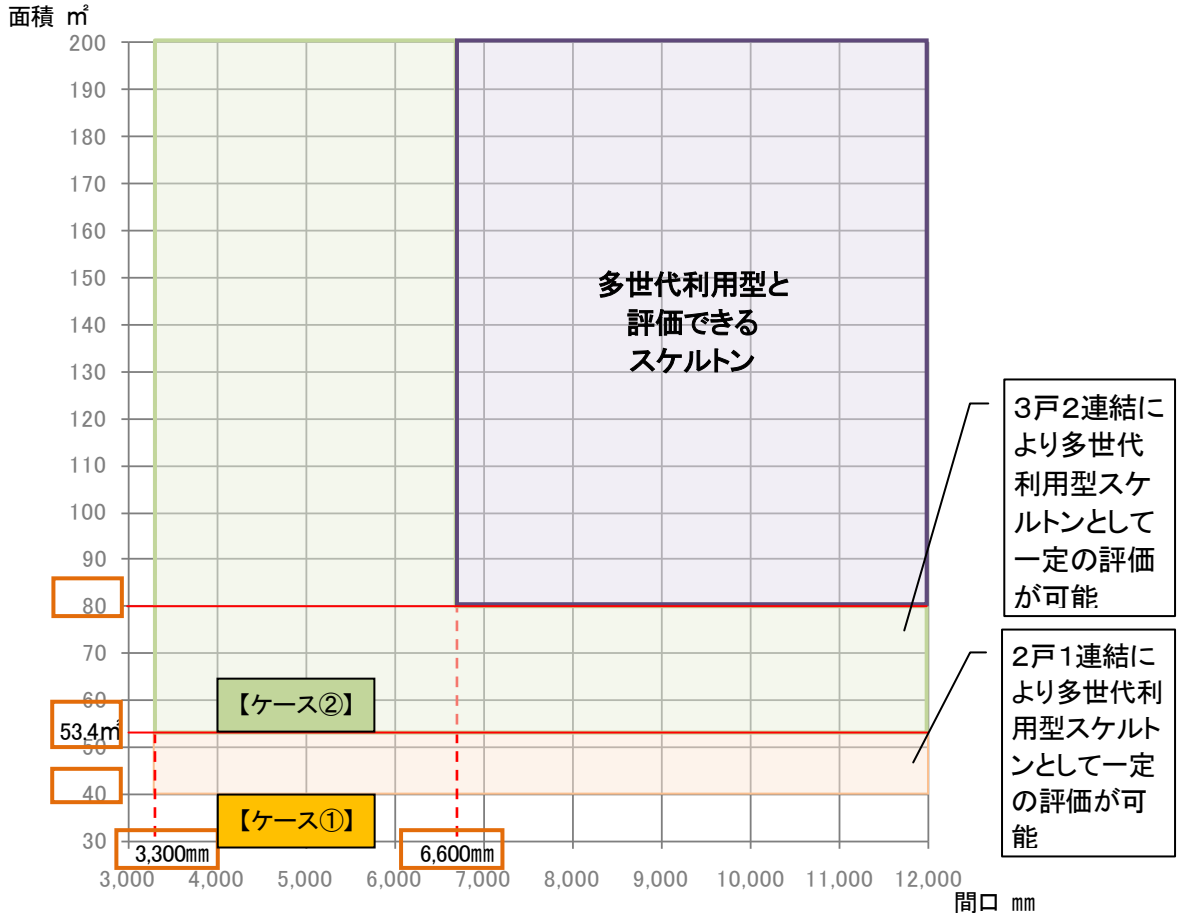


図 2.13　連結により多世代利用型と評価できるスケルトンの条件

【ケース①】２戸１連結により多世代利用スケルトンとして評価する条件

・　２戸１連結により、住戸区画の可変性を有するスケルトンと評価できるためには、以下の条件を満たすことが必要である。

①連結前の各スケルトンの面積が 40 ㎡以上

②連結前の各スケルトンの間口が 3.3m以上

【根拠】

- ２住戸の連結により、連結スケルトン面積 80 ㎡の住戸が１戸実現可能な間口である。
- ２住戸の連結により、間口 6.6mが１戸実現可能な間口である。

〇２戸１連結により多世代利用型として一定の評価が可能なスケルトンの条件（図 2.14）

〇タイプＡ４０：住戸（スケルトン）面積 40 ㎡：間口 5m×奥行 8m
→２戸１連結により面積 80 ㎡：間口 10m×奥行 8m
〇タイプＢ４０：住戸（スケルトン）面積 40 ㎡：間口 4m×奥行 10m
→２戸１連結により面積 80 ㎡：間口 8m×奥行 10m
〇タイプＣ４０：住戸（スケルトン）面積 40 ㎡：間口 3.3m×奥行 12.1m
→２戸１連結により面積 80 ㎡：間口 6.6m×奥行 12.1m

■２戸１連結により評価可能なスケルトンの条件

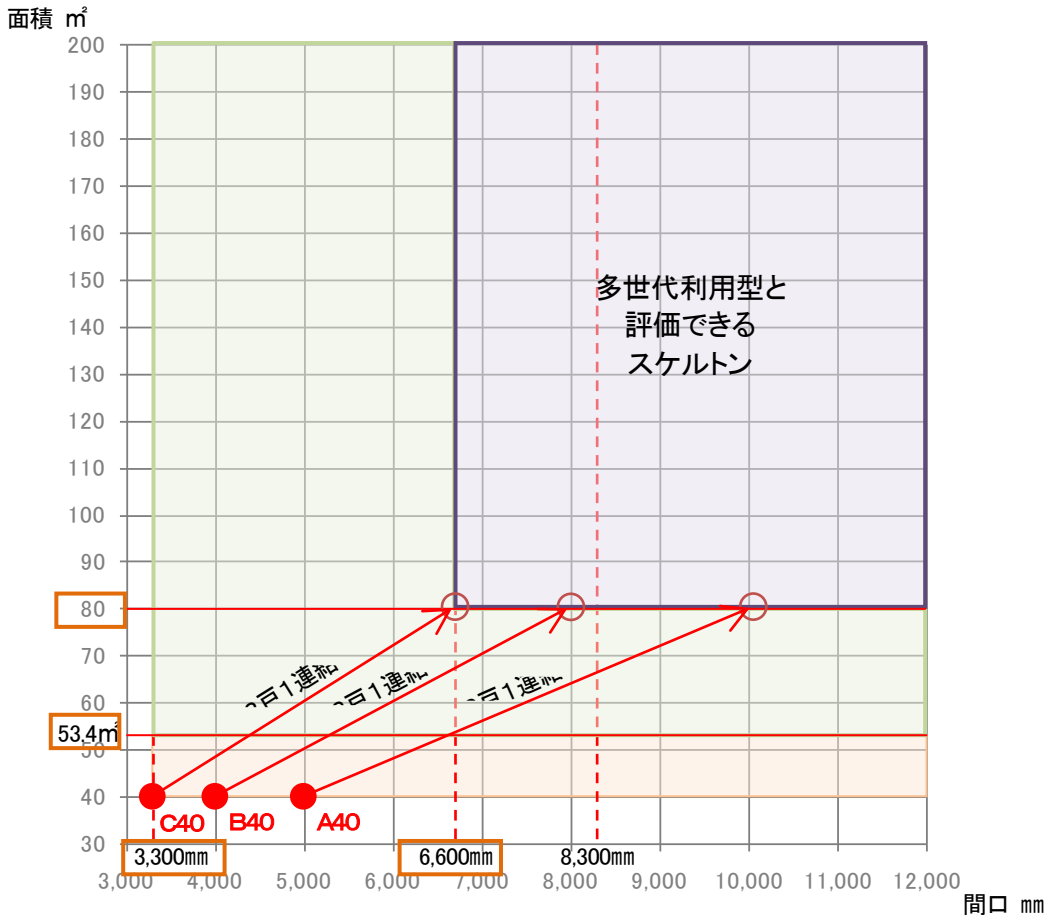
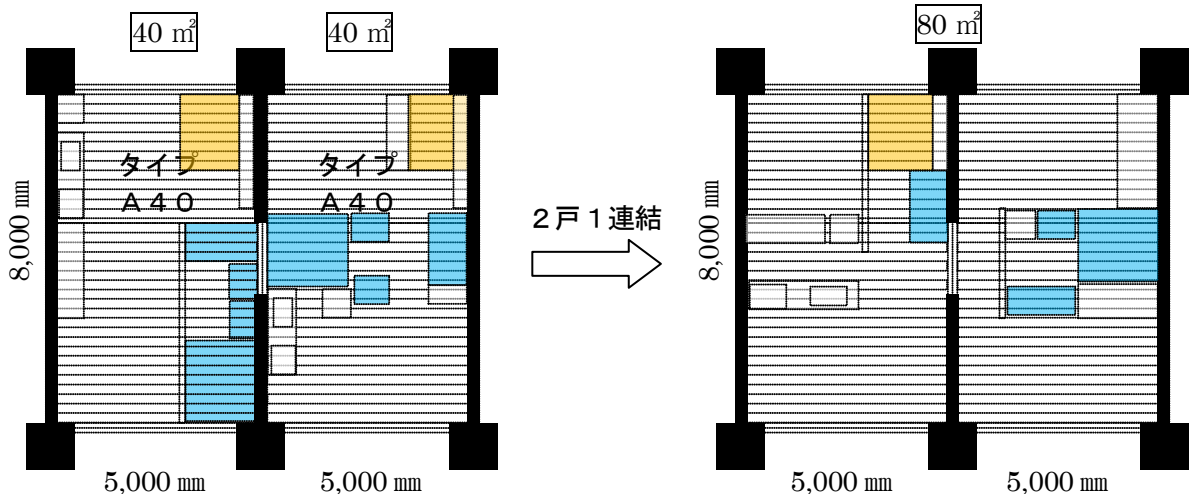


図 2.14　２戸１連結により評価可能なスケルトンの条件

①タイプＡ４０の２戸１連結のイメージ

・水廻りの配置がバルコニー側まで可能なタイプＡ４０を、２戸１連結することにより確保可能な住戸区画は、トータルの間口が 10mの広フロンテージの住戸、80 ㎡１戸となる（図 2.15）。



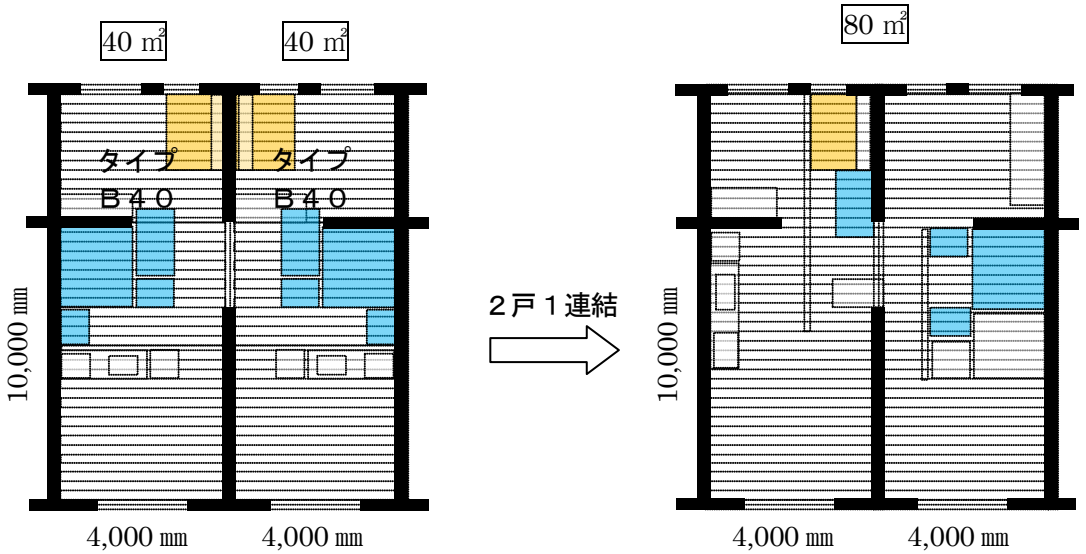
＜タイプＡ４０の住戸＞
住戸面積 40 ㎡　間口 5m・奥行 8m
プラン上、水廻りの配置がバルコニー側まで可能

連結スケルトン面積 80 ㎡
間口 10m・奥行 8m

図 2.15　タイプＡ４０の２戸１連結のイメージ

②タイプＢ４０の２戸１連結のイメージ

・標準的な間口で奥行きの中央付近まで水廻りが配置可能なタイプＢ４０を、２戸１連結することにより確保可能な住戸区画は、トータルの間口が８ｍの標準的なフロンテージの住戸、80 ㎡１戸となる（図 2.16）。



＜タイプＢ４０の住戸＞
住戸面積 40 ㎡　間口 4m・奥行 10m
プラン上、水廻りの配置が奥行きの中央付近まで可能

連結スケルトン面積 80 ㎡
間口 8m・奥行 10m

図 2.16　タイプＢ４０の２戸１連結のイメージ

【ケース②】３戸２連結により多世代利用スケルトンとして評価する条件

・　３戸２連結により、住戸区画の可変性を有するスケルトンと評価できるためには、以下の条件を満たすことが必要である。

①連結前の各スケルトンの面積が 53.4 ㎡以上

②連結前の各スケルトンの間口が 4.4m以上

【根拠】

- ３住戸の連結により、連結スケルトン面積 80 ㎡の住戸が２戸実現可能な面積である。
- ３住戸の連結により、間口 6.6mの住戸が２戸実現可能な間口である。

〇３戸２連結により多世代利用型として一定の評価が可能なスケルトンのタイプ（図 2.17）

〇タイプＡ５４：住戸（スケルトン）面積 54 ㎡：間口 6m×奥行 9m
→２戸１連結により面積 80 ㎡：間口 12m×奥行 9m
〇タイプＢ５４：住戸（スケルトン）面積 54 ㎡：間口 4.9m×奥行 11m
→２戸１連結により面積 80 ㎡：間口 9.8m×奥行 11m

■３戸２連結により評価可能なスケルトンの条件

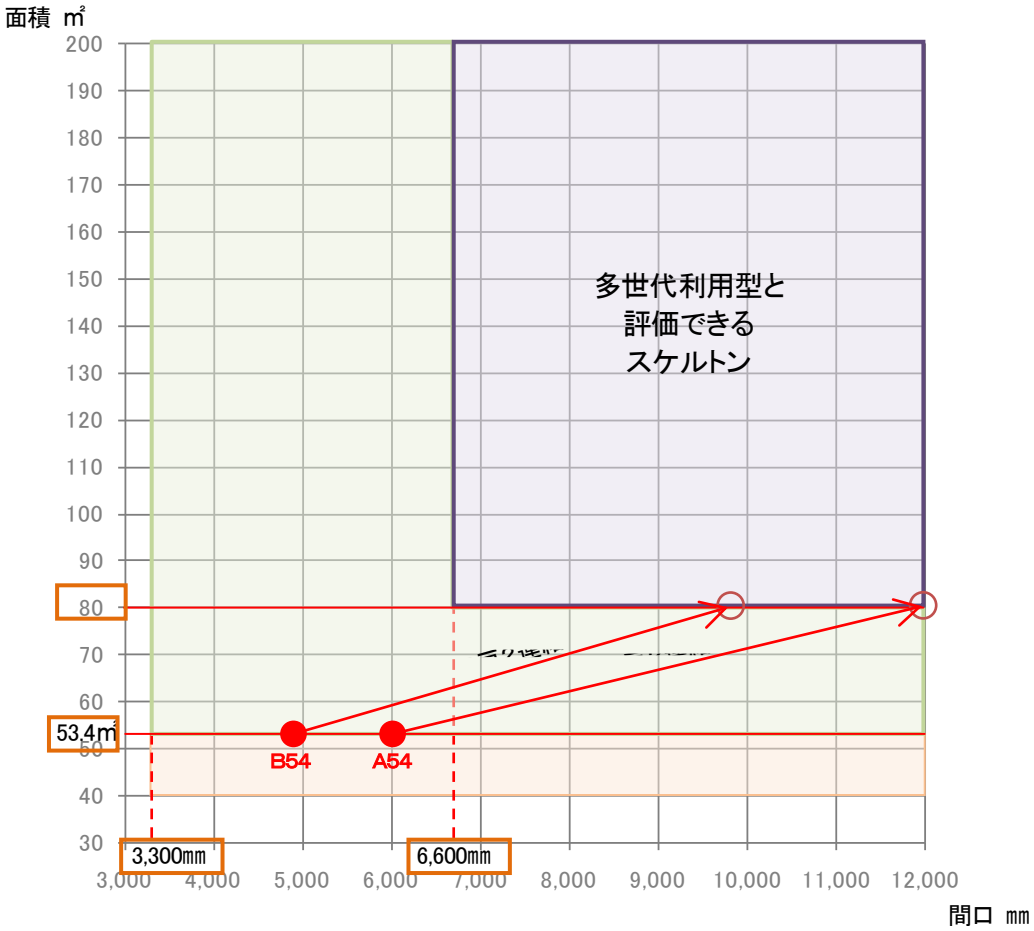


図 2.17　３戸２連結により評価可能なスケルトンの条件

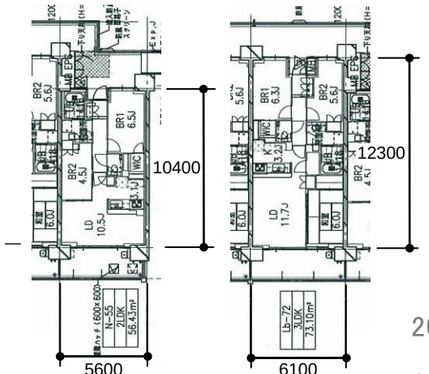
（５）具体事例にみるスケルトン空間の面積及び間口の分布状況と住戸プランのイメージ

凡例：

公営住宅事例	○
ＵＲ都市機構事例	□
民間事例	△

※図面縮尺は 1/400

面積：73.1 ㎡
ﾌﾛﾝﾃｰｼﾞ：5.6m
ﾃﾞﾌﾟｽ：13.1m

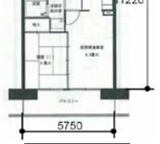


▲B-1

面積：79.6 ㎡
ﾌﾛﾝﾃｰｼﾞ：6.1m
ﾃﾞﾌﾟｽ：13.1m

▲B-2

面積：64.5 ㎡
ﾌﾛﾝﾃｰｼﾞ：5.8m
ﾃﾞﾌﾟｽ：11.2m



■B-3

面積：69.6 ㎡
ﾌﾛﾝﾃｰｼﾞ：6.2m
ﾃﾞﾌﾟｽ：11.2m



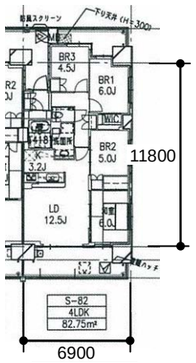
■B-4

面積：52.7 ㎡
ﾌﾛﾝﾃｰｼﾞ：4.7m
ﾃﾞﾌﾟｽ：11.2m



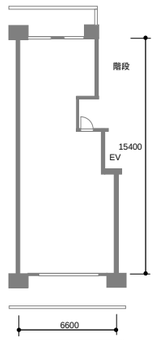
■A-1

面積：87.3 ㎡
ﾌﾛﾝﾃｰｼﾞ：6.9m
ﾃﾞﾌﾟｽ：12.7m



▲C-1

面積：111.0 ㎡
ﾌﾛﾝﾃｰｼﾞ：7.5m
ﾃﾞﾌﾟｽ：16.2m



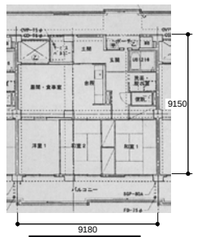
▲C-2

面積：91.1 ㎡
ﾌﾛﾝﾃｰｼﾞ：8.1m
ﾃﾞﾌﾟｽ：11.2m



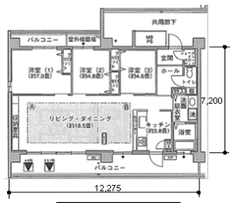
■C-3

面積：81.1 ㎡
ﾌﾛﾝﾃｰｼﾞ：9.2m
ﾃﾞﾌﾟｽ：9.2m



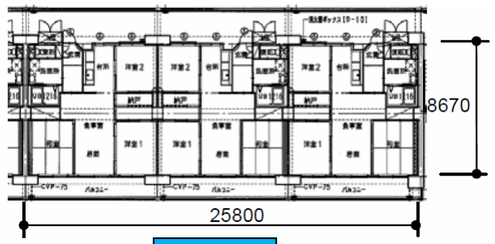
●C-4

面積：95.1 ㎡
ﾌﾛﾝﾃｰｼﾞ：12.3m
ﾃﾞﾌﾟｽ：7.8m



(■C-5)

面積：235.3 ㎡
ﾌﾛﾝﾃｰｼﾞ：25.8m
ﾃﾞﾌﾟｽ：9.1m

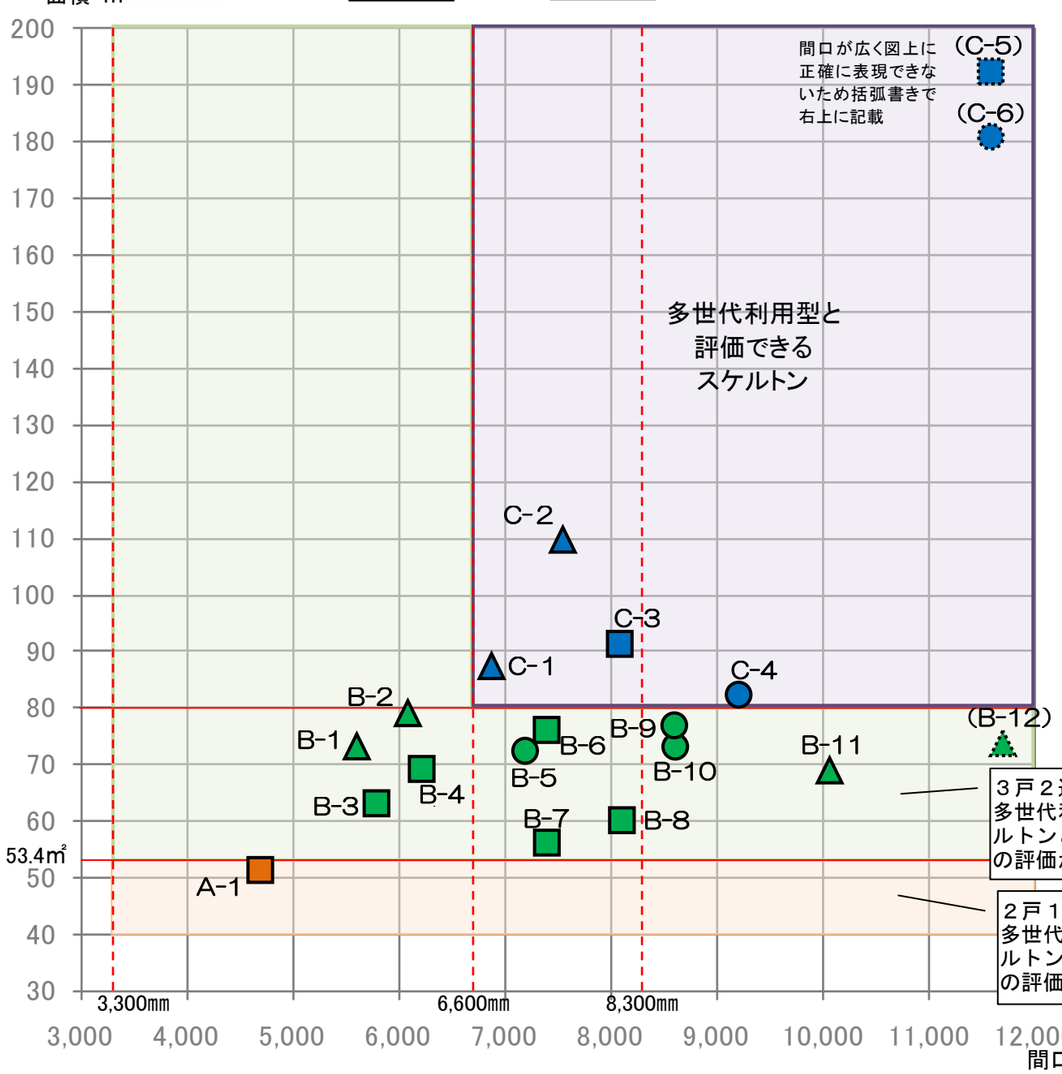


(●C-6)

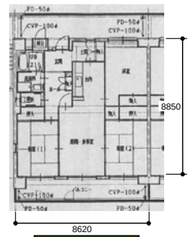
面積：79.4 ㎡
ﾌﾛﾝﾃｰｼﾞ：13.5m
ﾃﾞﾌﾟｽ：5.9m



(▲B-12)

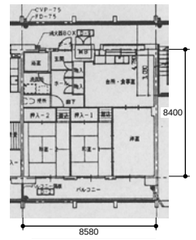


面積：76.3 ㎡
ﾌﾛﾝﾃｰｼﾞ：8.6m
ﾃﾞﾌﾟｽ：8.9m



●B-9

面積：74.0 ㎡
ﾌﾛﾝﾃｰｼﾞ：8.6m
ﾃﾞﾌﾟｽ：8.6m



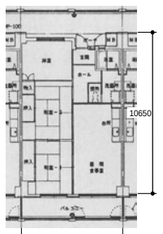
●B-10

面積：69.12 ㎡
ﾌﾛﾝﾃｰｼﾞ：10.8m
ﾃﾞﾌﾟｽ：6.4m



▲B-11

面積：73.0 ㎡
ﾌﾛﾝﾃｰｼﾞ：7.2m
ﾃﾞﾌﾟｽ：10.1m



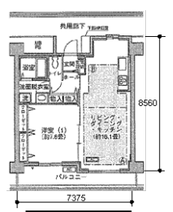
●B-5

面積：76.4 ㎡
ﾌﾛﾝﾃｰｼﾞ：7.4m
ﾃﾞﾌﾟｽ：10.3m



■B-6

面積：55.1 ㎡
ﾌﾛﾝﾃｰｼﾞ：7.4m
ﾃﾞﾌﾟｽ：7.5m



■B-7

面積：60.8 ㎡
ﾌﾛﾝﾃｰｼﾞ：8.1m
ﾃﾞﾌﾟｽ：7.6m



■B-8

事例の出典：

○ミラリオ大師河原
○ハートアイランド新田二番街
○ハートアイランド新田四番街
（上記いずれも UR 都市機構募集パンフレット）
○山口県柳井・大屋団地
○長崎県深堀団地
○山口県三本松団地
○山口県宇部琴芝団地
○ソルフェージュ武蔵小杉（㈱リビタ）
○デュオライフプラン（㈱レボリューション）
等

図 2.18　具体事例にみるスケルトン空間の面積及び間口の分布状況

2.4　スケルトン面積等の算定方法の考え方

1）スケルトン面積の算定方法

① 「スケルトン面積」とは、「構造構面（柱・梁、耐力壁、床版により構成される構造の連続面）で囲まれた一体空間の面積」とする※。

※面積の算定にあたっては、間口は壁芯、奥行きは柱芯で計測する。

② ただし、次の条件を満たす場合には、スケルトン面積の算定上の構造構面と見なさないものとする。

・梁（外周部を除く）にあっては、梁下躯体寸法が 2,350㎜ 以上確保できること。

・耐力壁（外周部を除く）にあっては、幅 1,800㎜ 以上の開口が 1 箇所以上設けられていること。

③ スケルトン面積には、共用廊下・共用階段等の避難施設、エレベーター等の部分の面積は含めないものとする。

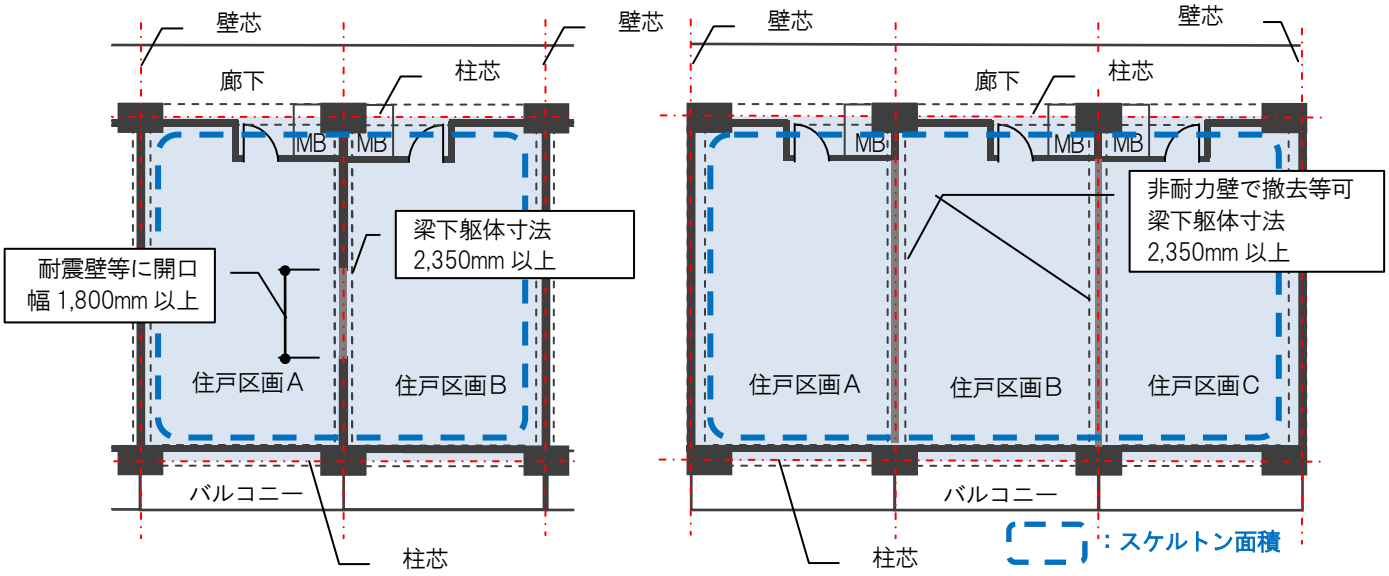


図 2.19　スケルトン面積の算定上構造構面と見なさない耐力壁・梁等の例

・図 2.20 のように梁下仕上がり寸法や耐震壁等の開口幅が十分に確保されていない場合は、構造構面とみなされる。

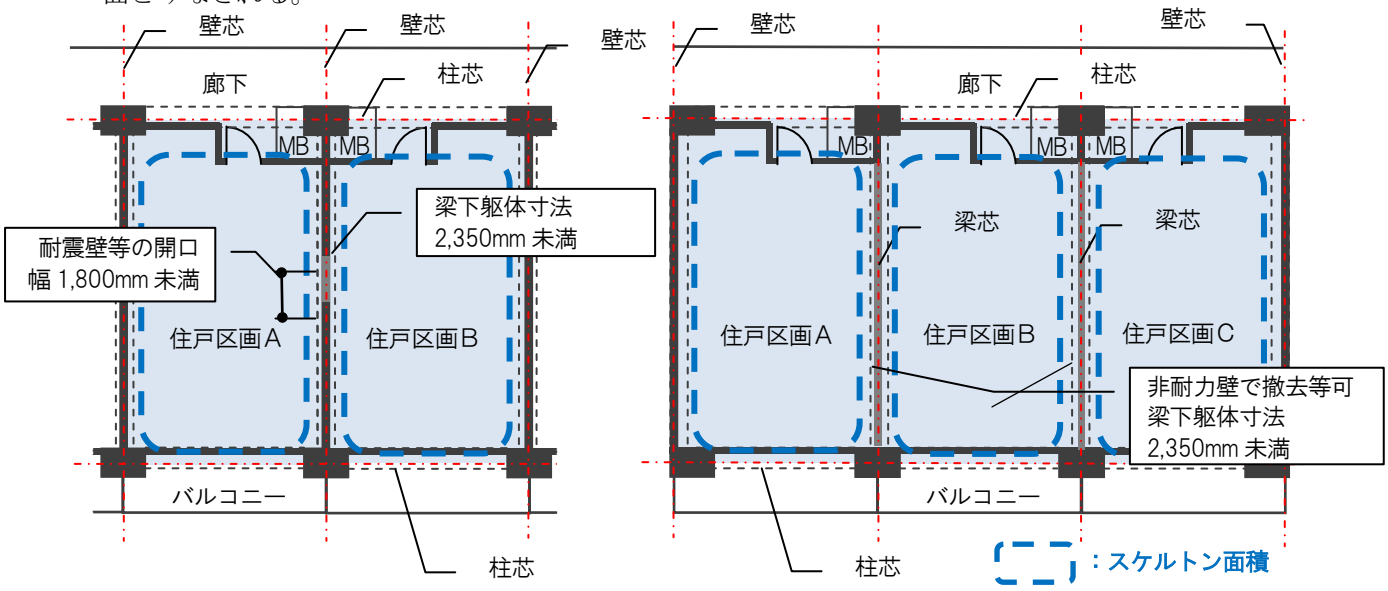


図 2.20　構造構面となる耐力壁・梁等の例

2）連結スケルトン面積の算定方法

○「連結スケルトン面積」とは、以下の条件を満たす連結部を有するスケルトン面積の合計の最大面積とする※。

※面積の算定にあたっては、間口は壁芯、奥行きは柱芯で計測する。

＜水平方向＞

・梁（外周部を除く）にあっては、梁下躯体寸法が 2,100㎜ 以上 2,350 ㎜未満を確保できること。

・耐力壁（外周部を除く）にあっては、1 枚の壁に対して幅 900㎜ 以上 1,800 ㎜未満の開口が 1 箇所以上設けられていること。

＜垂直方向＞

・上下階の通行が可能な階段が設けられていること。若しくは、床版に将来上下階の通行が可能な階段が設けられるように配慮された躯体開口（3 ㎡以上）が設置されていること※。

・スラブ・梁等が階段等の荷重に耐えうるような措置が予め行われていること。

※ただし、当初から床版に躯体開口が設置されている場合で、その開口に床を張ることができるような構造上の措置があらかじめ講じられていない場合は、上下階が連結により可変性を有しているとは見なさない（上下階の床面積の合計を連結スケルトン面積としては見ない）。

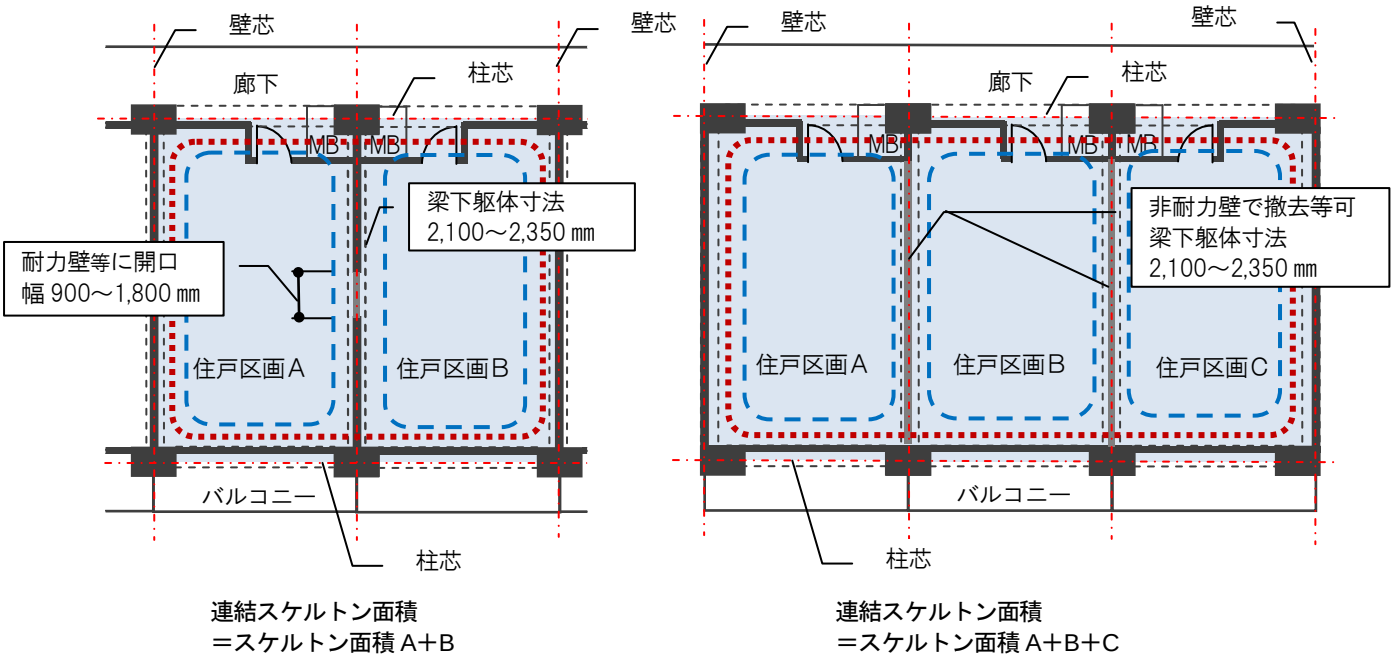


図 2.21　連結スケルトン面積の例

３）梁下躯体寸法の考え方

躯体天井高とともに、スケルトン空間がプランニング等の自由度をもって住戸区画としての性能を発揮するためには、梁、小梁等スラブ下に突出する躯体部分の下の有効高さ寸法も重要な要素となる。

そこで、外壁を構成する部分以外の梁（住戸内に突出する可能性のある梁）を対象に、床版等の上面から梁下（もしくは躯体開口上端）までの躯体高さの寸法（梁下躯体寸法）を評価する（図 2.22）。

＜梁下躯体寸法の基本イメージ＞

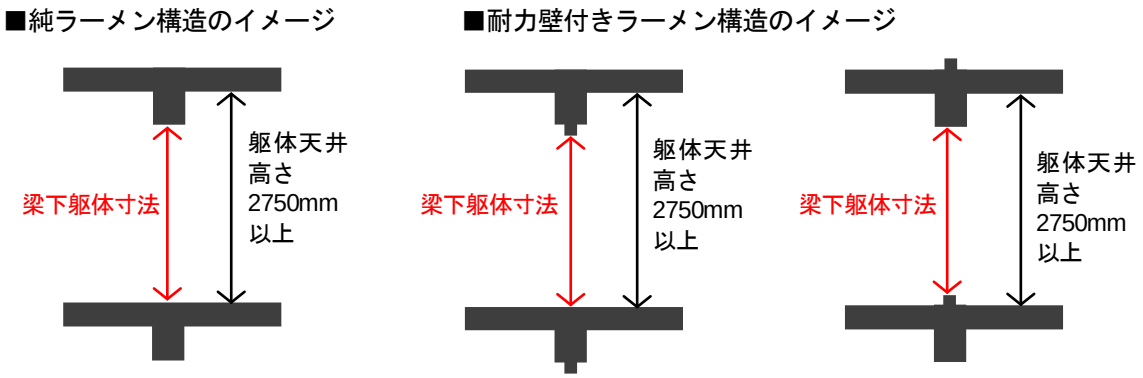


図 2.22　梁下躯体寸法のイメージ

（フラットスラブの場合について表記している。段差スラブの場合は躯体天井高さ 2650 ㎜以上）

住戸区画の構造構面内を小梁のないフラットスラブとしたスケルトン空間内は、非常に一体性が強く、また、プランニングに際して突出部の影響は受けないため、また自由度が高い空間であるといえる（図 2.23）。

一方、構造構面内に梁状に突出する部分（小梁・大梁）が存在する場合、一定以上の「梁下躯体高さ」が確保されていなければ、床が設置された場合の「梁下仕上がり寸法」（梁下又は躯体開口上端～床仕上がりまでの高さ寸法）が空間の一体性を確保する上での障害となり、同一住戸区画にあっても単体のスケルトンとして見ることができない場合がある（図 2.23）。

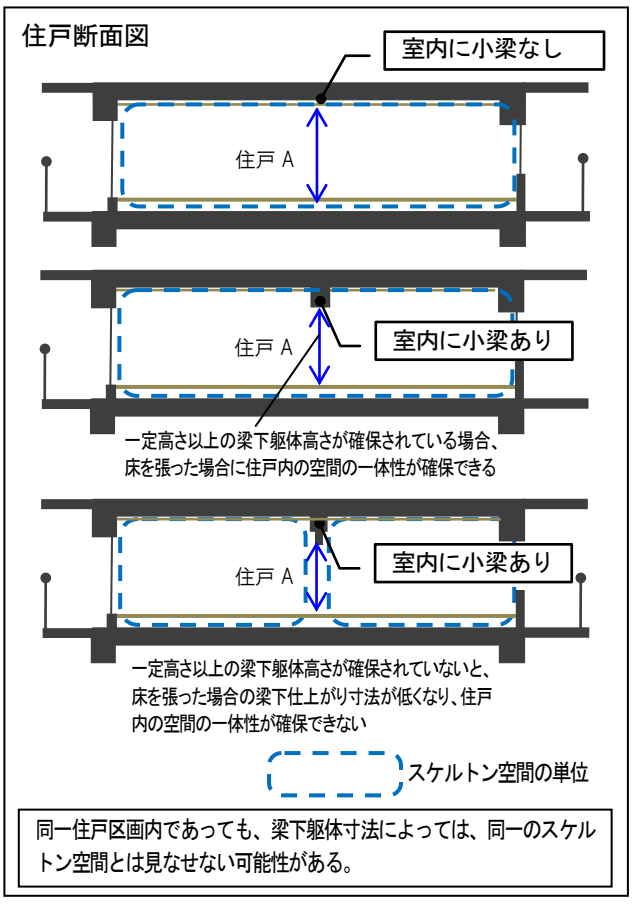


図 2.23　小梁の有無とスケルトン空間の捉え方

一方、住戸区画を変更する場合も同様に、区画変更後に室内に突出する梁状部分の梁下仕上がり寸法によっては、床が設置された場合の住戸空間の一体性確保の障害となることが予想される（図 2.24）。

こうしたことから、**床が設置された場合の梁下又は躯体開口上端における空間の一体性の確保の観点から、フラットスラブの場合※の「梁下躯体寸法」を下記の（1）から（3）のようなグレードに区分**する。

※段差スラブの場合は、各基準値から 100 ㎜を引いた数値でこれを適用することとする。

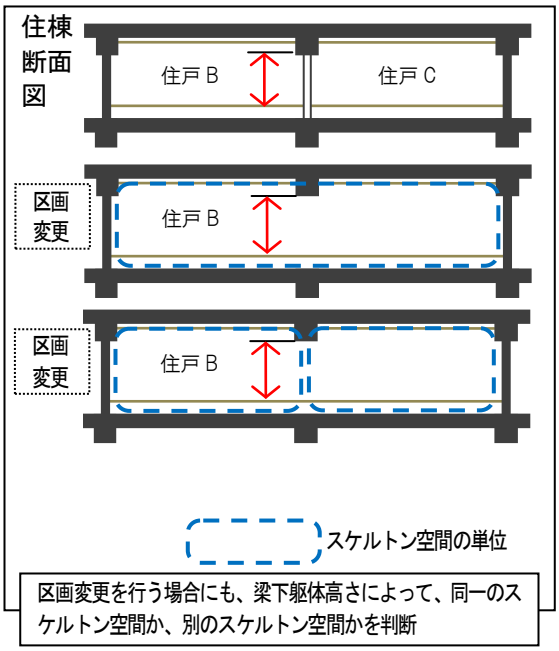


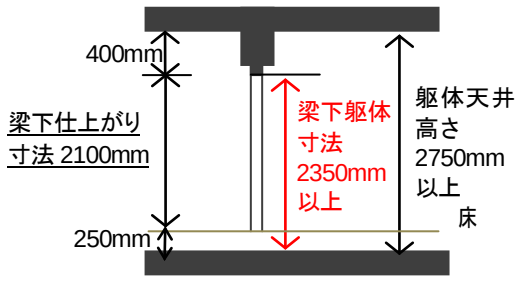
図 2.24　梁下躯体高さとスケルトン空間の単位

（1）梁下躯体寸法 2,350 ㎜以上
：通行及び空間の一体性に支障がない場合

梁下躯体寸法が 2,350mm 以上の場合、床懐を 250 ㎜とした場合に、梁下仕上がり寸法（梁下又は躯体開口上端～床仕上がりまでの高さ寸法）を 2,100mm（建築基準法に規定される居室の最低天井高さ）以上確保することができる（図 2.25）。

このため、梁下躯体寸法が 2,350 ㎜以上の場合は通行及び空間の一体性に支障を来さないとみることができ、高さ方向としては**一体のスケルトン空間**としての取り扱いが可能と考えられる（図 2.26）。

※天井懐や床懐の取り方について、空間の一体性を確保できるような様々な設計上の工夫がありうる。いずれの場合も梁下躯体寸法が 2,350 ㎜確保されていることに加えて、梁下仕上がり寸法（空間の有効高さ寸法）が 2,100 ㎜以上確保できるような設計上の対応を行う必要がある。



＜直天井・二重床の場合＞

躯体天井高さ 2,750mm 以上、梁下躯体寸法 2,350 ㎜以上の場合、床懐 250mm、スラブ下端～開口上端 400mm であれば、梁下仕上がり寸法 2,100mm の確保が可能。

図 2.25　梁下躯体寸法 2350 ㎜・梁下仕上がり寸法 2,100 ㎜確保の例

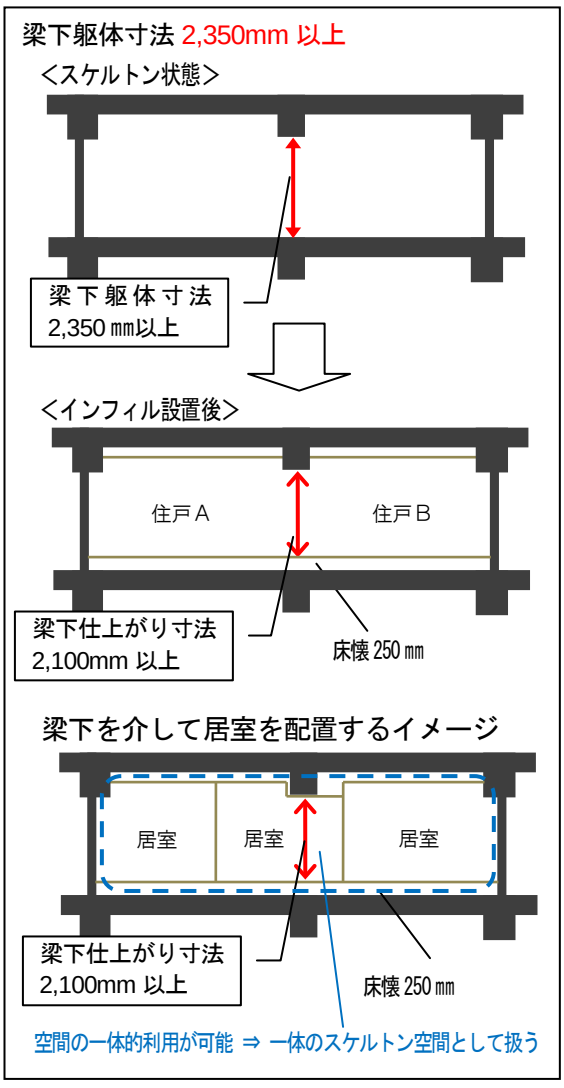


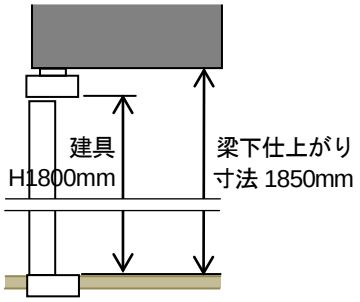
図 2.26　梁下躯体寸法 2350 ㎜・梁下仕上がり寸法 2,100 ㎜で空間の一体性の確保に支障がない場合の例

（２）梁下躯体寸法 2,100 ㎜以上 2,350 ㎜未満

：通行は可能だが空間の一体性に支障がある場合

梁下躯体寸法 2,350mm 以上が確保できない場合は、**梁下躯体寸法が 2,100 ㎜以上が確保**されていれば、床懐を 250 ㎜として、梁下仕上がり寸法を 1,850mm 以上（「公共住宅建設工事共通仕様書（公共住宅事業者等連絡協議会）」で定める内装建具呼び寸法の最小である 1,800mm を梁下に直接設置できる高さ）確保することができる（図 2.27）。

この場合、上記（１）の場合と同じレベルの空間の一体性を確保できるスケルトン空間として取り扱うことは難しいが、梁下の通行には支障がないと考えられることから、**スケルトン空間が連結**されているものとして取り扱うこととする（図 2.28）。



公共住宅建設工事共通仕様書で定める開口部呼び寸法の最小値が 1,800 ㎜。
また、ふすまの基本寸法も 1,800 ㎜（6 尺）である。

図 2. 27　梁下に建具（ドア・襖）を配置する場合のイメージ

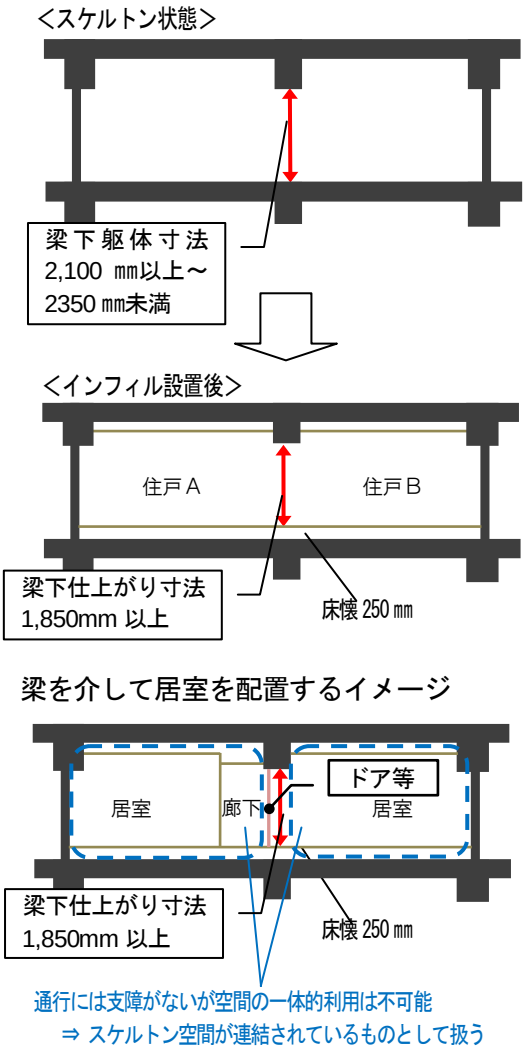


図 2. 28　梁下躯体寸法 2100 ㎜・梁下仕上がり寸法 1, 850 ㎜で、通行は可能だが空間の一体性に支障がある場合の例

（３）梁下躯体寸法 2, 100 ㎜未満

：通行に支障がある場合

梁下躯体寸法が 2,100 ㎜未満であり、梁下仕上がり寸法が 1,850mm を確保できない場合や、逆梁など、足元に床基準面を超える立ち上がりがある場合などは、通行に支障があるため、梁下を介してスケルトン空間が連結されているとはいえないものと取り扱う（図 2.29）。

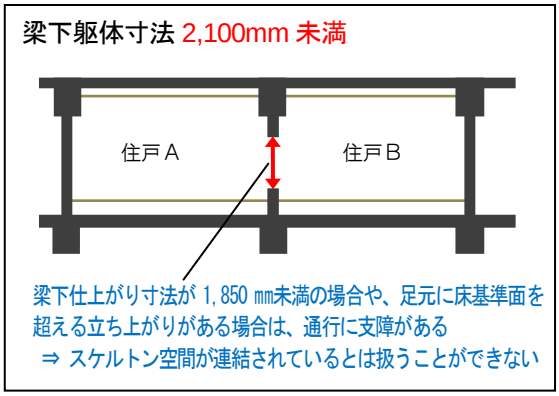


図 2. 29　梁下躯体寸法 2100 ㎜未満で、通行に支障がある場合の例

４）耐力壁に設置される開口の規模（幅）の考え方

耐力壁に開口が設置される場合の空間の一体性の確保の観点から、「耐力壁に設置される開口の規模（幅）」を次の（１）、（２）のようなグレードに区分する。

（１）開口幅 1800 ㎜以上

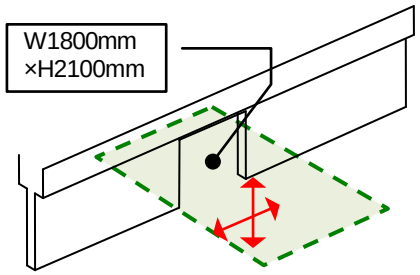
：通行及び空間の一体性に支障がない場合（耐力壁の撤去は困難だが、当初に開口の設置が可能）

耐力壁はその撤去は困難であるが、当初から一定の開口を設けておき（容易に開口形成が可能なつくりとしておき）、必要に応じてその開口を用いて、スケルトンを一体化あるいは連結することが可能である。

１枚の耐力壁に対して構造計画上可能な開口の大きさ（幅×高さ、垂れ壁状部分の必要性等）は、建築基準法施行令に基づく告示（平成 19 年国土交通省告示第 594 号）により決められており、告示で示される基準を超えて大きな開口を設ける場合には、開口の両脇にポスト柱を立てる等の配慮が必要となる。

ここでは、**開口幅が 1,800mm（2 室採光が可能であると考えられる幅、ふすま等の幅の目安）以上**確保されている場合、前後の空間の一体性に支障を来さないとみることができ、**一体のスケルトン空間**として取り扱うことが可能と考える（図 2.30）。

ただし、梁下躯体寸法が 2,350 ㎜以上であり、梁下仕上がり高さ 2,100mm 以上を確保できることを前提とする（前掲 3）（２）参照）。



採光上二室を一室とみなす場合は、引き違いふすま等の基本寸法である幅 1,800 ㎜（900 ㎜・3 尺×2）以上が確保されていることが一つの条件となることから、開口幅 1,800 ㎜が確保されている場合は空間の一体性があるものと評価できると考えられる。

図 2.30　空間の一体性に支障がない耐力壁の開口規模（幅 1800 ㎜以上）

なお、一般的な寸法による構造躯体を次頁のように想定したうえで、一枚の耐力壁として取り扱うことが可能な開口の大きさを告示に基づき試算すると、構造計画上可能な開口幅は約 1.6～2.2m であり、上記の開口幅 1,800 ㎜を確保することは、一定の想定範囲内で可能と考えられる。

一方で、これはあくまでも一枚の耐力壁を対象とした試算であり、実際の構造計画においては、開口を設けた事による低減率を反映する等、耐震性を確保するための住棟全体の開口の配置計画に関する構造的な検討が必要である（既往事例においては、開口を千鳥に配置・1 層置きに配置・構造計画上有利な上層階（最上階等）のみに配置する等のケースが見られる）。

また、開口を設ける壁を１枚の耐力壁としては取り扱わず、間にポスト柱を立てて２枚以上の耐力壁として取り扱うことなどにより開口幅を確保する手法もある。

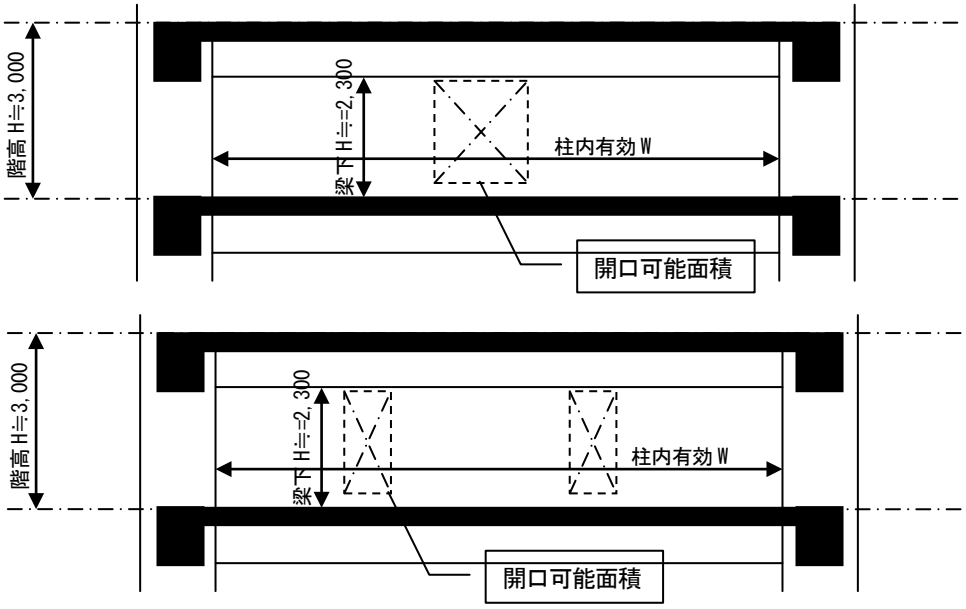
なお、壁式構造の場合には、壁式鉄筋コンクリート造の構造方法に関する告示（平成 13 年国土交通省告示第 1026 号）を満たす壁量を確保しつつ適切に開口を配置することで、幅 1,800mm の開口を確保することは可能と考えられる。

【１枚の耐力壁に構造計画上可能な開口の大きさの試算（一般的な奥行き×階高の場合）】

表 2.5　１枚の耐力壁への開口可能面積と開口可能幅

単位：m

柱内有効寸法		9.500	10.000	10.500	11.000	11.500	12.000	12.500
開口可能面積		3.490	3.680	3.860	4.040	4.230	4.410	4.600
開口幅	H2.1mの開口1箇所	1.660	1.750	1.830	1.920	2.010	2.100	2.190
	H2.1mの開口2箇所	0.830	0.875	0.915	0.960	1.005	1.050	1.095
開口幅	H1.85mの開口1箇所	1.880	1.980	2.080	2.180	2.280	2.380	2.550
	H1.85mの開口2箇所	0.940	0.990	1.040	1.090	1.140	1.190	1.275



上図のような一般的な奥行き×階高、梁せいの架構の場合、

開口可能面積；A＝梁下有効 H×柱内有効 W×16%

＝2,300 ㎜×10,000 ㎜×0.16＝3.86 ㎡　となる。

したがって、開口 H=2,100 ㎜の場合、最大開口幅 W＝1,830 ㎜となる。

また、この規定は、複数開口の場合には合算して用いられるため、開口 H=2,100 ㎜の場合、W＝915 ㎜の開口を 2 ヶ所開けることも可能である。

（２）開口幅 900 ㎜以上 1800 ㎜未満

：通行は可能だが空間の一体性に支障がある場合

（耐力壁の撤去は困難だが、当初に開口の設置が可能）

躯体開口幅が、900mm（高齢者対策等級 3（専用部分）における日常生活空間内の出入口：有効 750mm を確保できる幅）以上、かつ 1,800 ㎜未満の場合、通行やドア等の設置は可能であるが、前後の空間は一体的とはいえないため、上記の場合よりも、一体のスケルトン空間としての性能は低く、スケルトン空間が連結されているものと判断する（図 2.31）。

なお、躯体開口幅が 900mm 以上あれば、同等級 3 の通路幅 780mm を確保することも可能である。

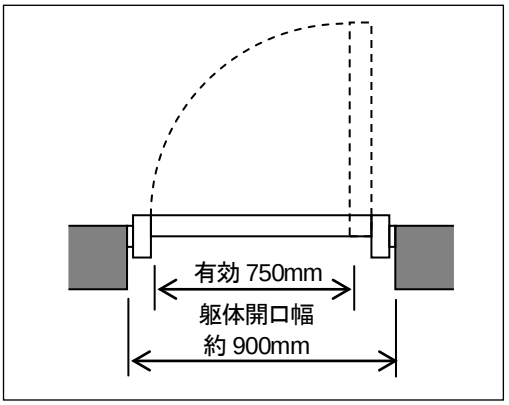


図 2.31　通行は可能な躯体開口幅の考え方

５）床版に設置する躯体開口寸法の考え方

上下階が連結していると判断するためには、床版に設置された躯体開口寸法が、将来上下階の通行が可能な階段が設置できる一定以上でなければならない。

ここでは、階段等の標準的なサイズより（表 2.6）、上下階が連結しているとみなす躯体開口寸法の下限を 3.0 ㎡と設定する。

表 2.6　階段等の標準的なサイズ

	種別	標準的な面積	標準的な寸法
階段	直階段	約 3.1 ㎡	約 4,080 ㎜×770 ㎜
	廻り階段	約 4.0 ㎡	約 2,000 ㎜×2,000 ㎜
	折れ階段	約 3.6 ㎡	約 2,210×1,620 ㎜
昇降路	ホームエレベーター	約 1.4 ㎡	約 1,200×1,200 ㎜

＊階段は踏み面 24 ㎝、18 段を想定。また、階段有効幅に手すり等の幅 20 ㎜を加えている。

2.5　住戸区画の可変性の総合評価フロー

以上の検討結果を総括すると、住戸区画の可変性の評価フローは、図 2.32 に示すとおりとなる。

■住戸の可変性の評価フロー

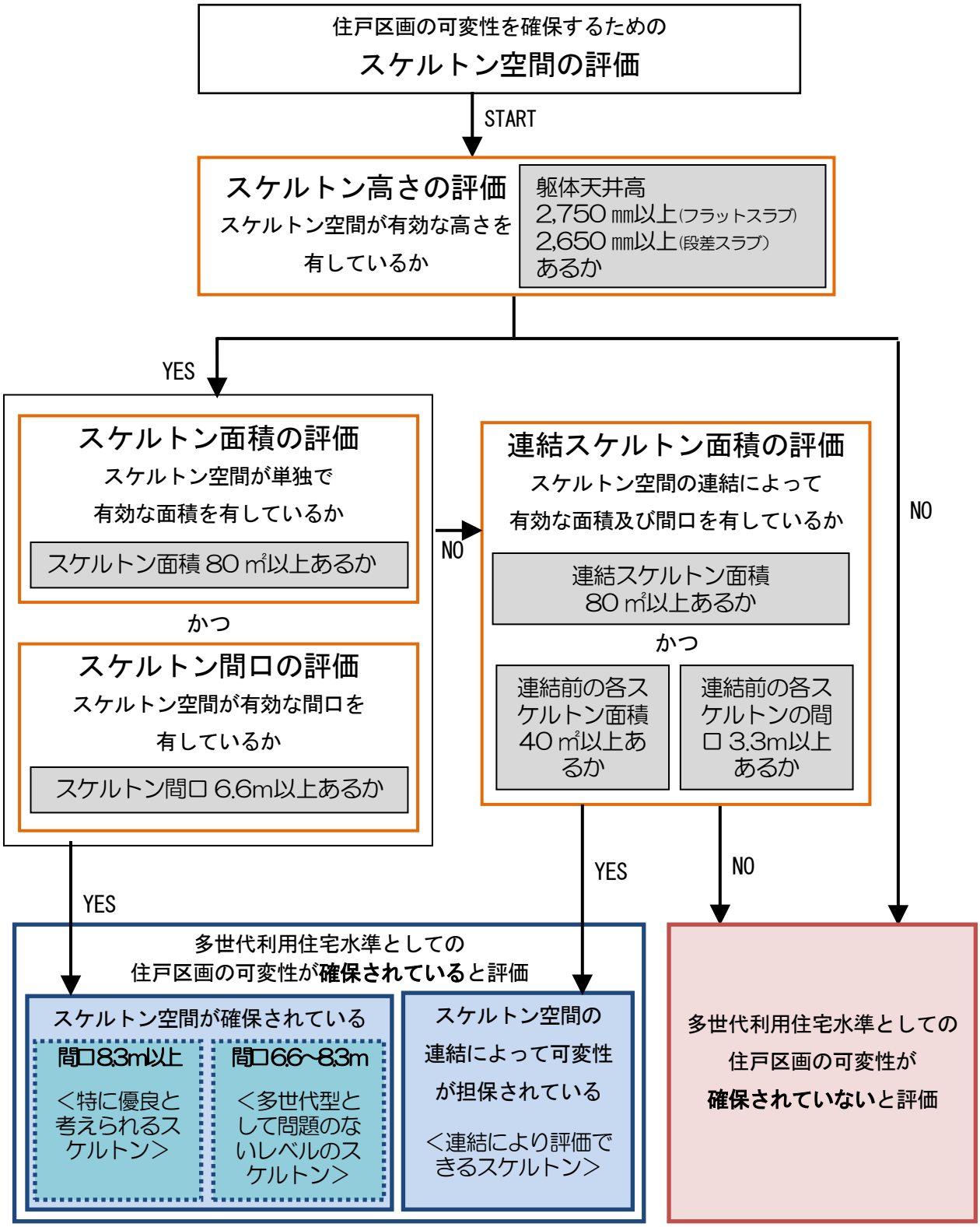


図 2.32　住戸区画の可変性の評価フロー

３．住戸区画の可変性を確保するためのスケルトン空間の評価基準の提案

前記２．の検討結果を踏まえ、多世代利用住宅に適した水準としての住戸区画の可変性を確保（担保）するためのスケルトン空間の評価基準を提案する。住戸区画の可変性を確保するためのスケルトン空間の評価基準案について、スケルトン面積による評価の場合の基準案を表 2.7 に、「連結スケルトン面積」による評価の場合の基準案を表 2.8 に示している。

図 2.17 に示した住戸区画の可変性の評価フローをベースに、「特に優良と考えられるスケルトン」を「レベルＳ」、「多世代型として問題のないレベルのスケルトン」を「レベルＡ」と評価し、また、「連結により評価できるスケルトン」を「レベルＢ」とした。

さらに、各スケルトン空間内の可変性の自由度の観点から、スケルトン空間内の耐力壁の有無によりレベル分け（「＋」「－」）を行っている。

表 2.7　住戸区画の可変性を確保するためのスケルトン空間の評価基準案
：「スケルトン面積」による評価の場合

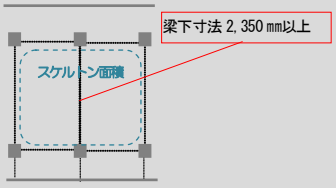
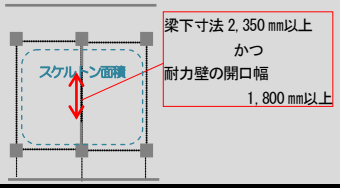
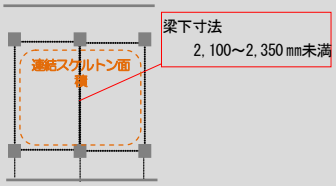
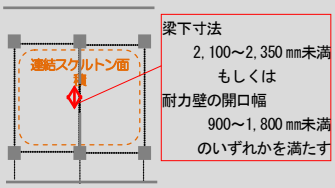
スケルトン空間内の耐力壁の有無			耐力壁がない	耐力壁はあるが、開口が設置可能
				
特に優良と考えられるスケルトン	○躯体天井高 2, 750 ㎜以上 ○スケルトン面積 80 ㎡以上	間口 8. 3m 以上	Ｓ＋	Ｓ－
多世代型として問題のないレベルのスケルトン		間口 6. 6～8. 3m	Ａ＋	Ａ－

表 2.8　住戸区画の可変性を確保するためのスケルトン空間の評価基準案
：「連結スケルトン面積」による評価の場合

スケルトン空間内の耐力壁の有無		耐力壁がない	耐力壁であるが、開口が設置可能
			
連結により評価できるスケルトン	○躯体天井高 2, 750 ㎜以上 ○連結スケルトン面積 80 ㎡以上 ○連結前のスケルトン面積 40 ㎡以上 ○連結前のスケルトン間口 3. 3m	Ｂ＋	Ｂ－

４．住戸区画の変更を実現するための設計上の配慮事項

住戸区画の変更を実現するには、躯体天井高さ、スケルトン空間の面積・間口等の「住戸規模を変更するためにスケルトンに必要な要素・性能」を満たすだけでは不十分であり、当初の計画・設計時点において将来の区画変更を想定し、あらかじめ適切な配慮がなされている必要がある。

ここでは、住戸区画の変更を実現するために設計上配慮しておくべき事項を整理する。

4.1　水回りの可変性を担保する床懐寸法の確保

住戸の間取りの自由度や可変性を左右する大きな要素として、水回りの配置の可能範囲（可動範囲）が挙げられる（表 2.9）。キッチンや水回り（便所、洗面所、浴室）の設置位置は、共用排水竪管までの距離と、排水勾配を確保するための床懐の有効寸法により決定されるため、結果的に床懐寸法の確保が水回り位置等の間取りの可変性を決定する要因となる（図 2.33）。

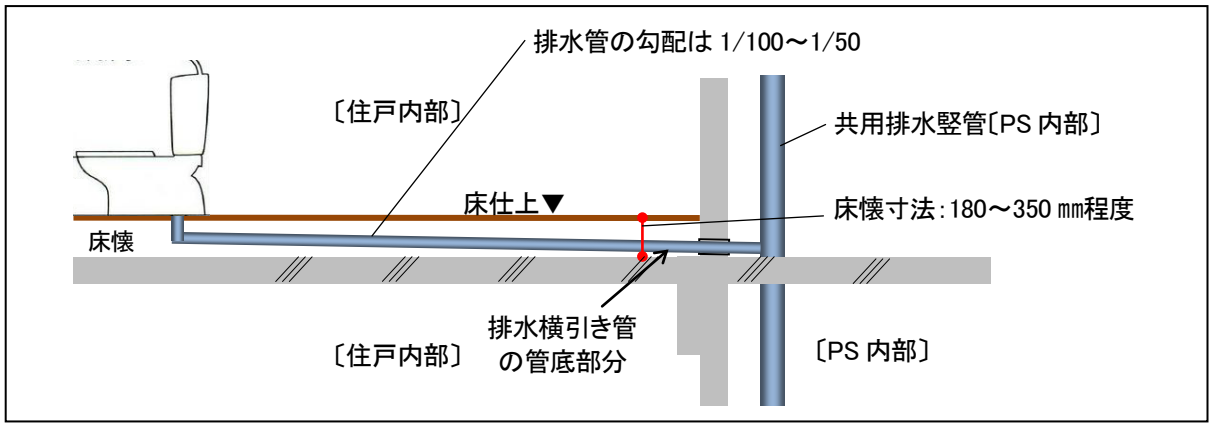


図 2.33　水回りの配置の可能性のための床懐寸法の確保

上記のように、必要となる床懐寸法は、水回りを設置することが可能な範囲（可動範囲）の設定により左右される最大配管長及び勾配寸法によって決まる。図 2.34 に示すように、床仕上げ＋下地厚、管径（通常は 50φ）＋勾配寸法（配管長×勾配）、余裕しろ等が合算されて必要な床懐寸法となる。

必要な床懐寸法を確保するためには、単純に床下に空間を確保する方法の他に、階高の増加を抑えるために、スラブを部分的に薄くして下げる、段差スラブとする等の手法がある。

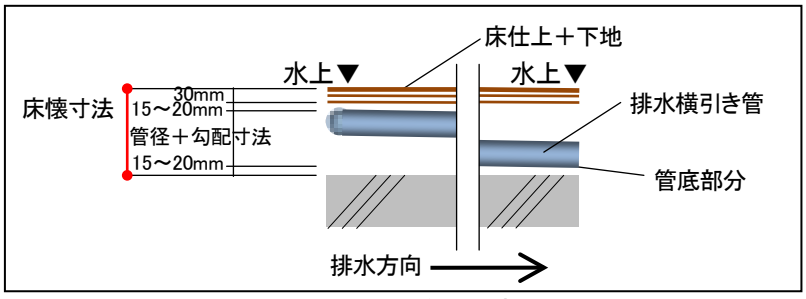


図 2.34　床懐寸法の確保の考え方

※ 逆梁構造の場合、水廻りの可変性を確保するための床懐は、横引き管の管底部分から床仕上げの高さでは決まらず、梁を床仕上げの中に納めるために、梁背で決まる場合が多い。

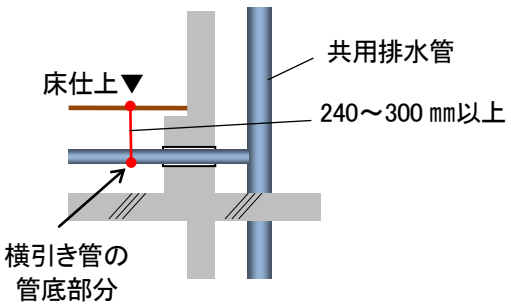
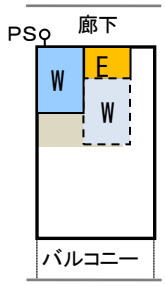
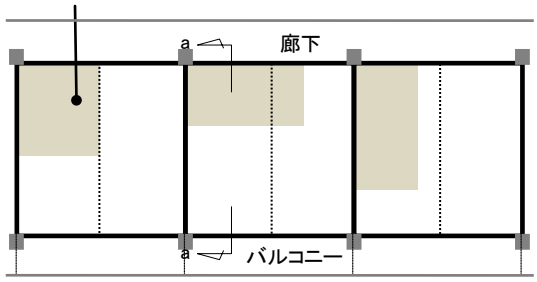
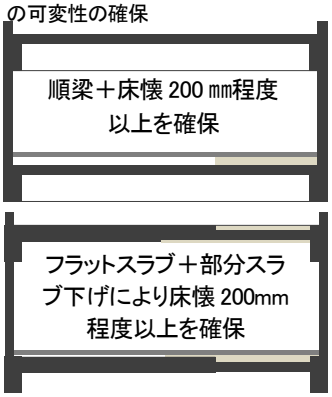
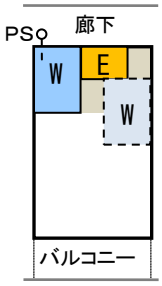
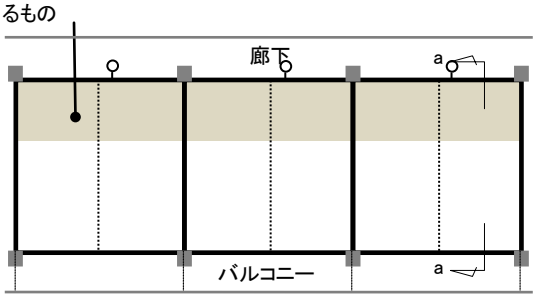
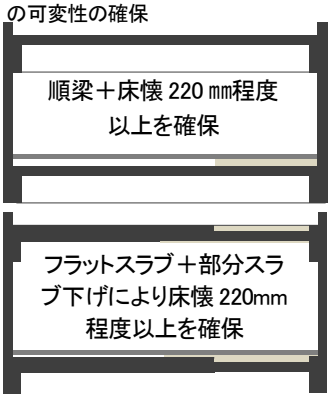
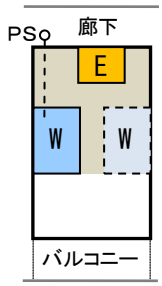
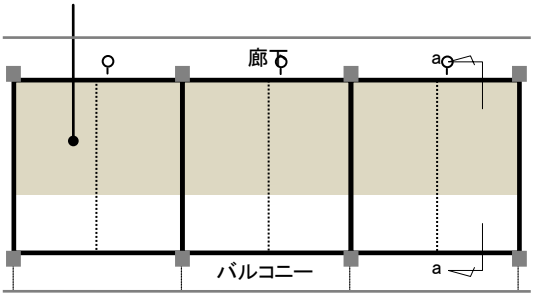
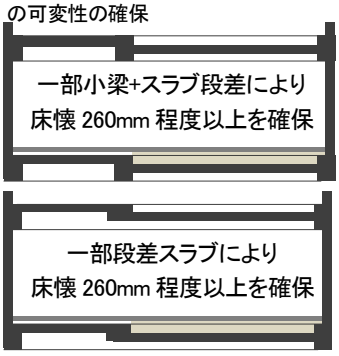
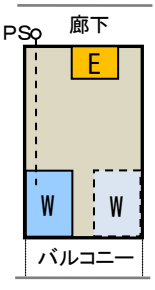
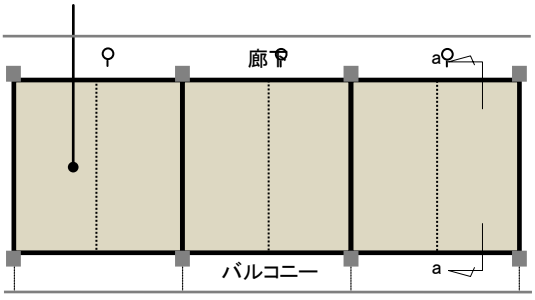
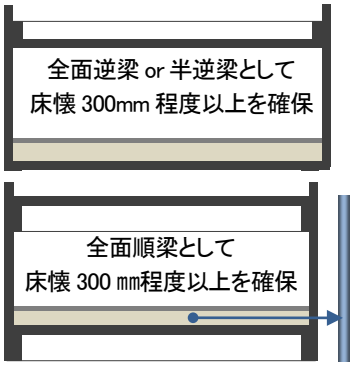


図 2.35　逆梁構造の場合の床懐寸法の確保

表 2.9　水廻りの可動範囲からみた可変性レベルと水廻りの可変性を確保するための手法

	住戸平面	住棟平面と水回りの可動範囲の関係	水廻りの可変性を確保するための手法(a-a 断面)
レベル1		水廻りの可動範囲が、スパン面積の概ね1／4程度であるもの 	・スパンの一部の範囲に限定した水廻りの可変性の確保 
レベル2		水廻りの可動範囲が、概ね奥行き方向の1／3をカバーするもの 	・住棟の廊下側の一定の範囲での水廻りの可変性の確保 
レベル3		水廻りの可動範囲が、概ね奥行き方向の2／3をカバーするもの 	・住棟の廊下側の一定の範囲での水廻りの可変性の確保 
レベル4		ほぼ全体をカバーする範囲に、水回りが移設可能 	・住棟全域で水廻りの可変性を確保 

※凡例：　水廻りの可動範囲

4.2　共用配管スペースの確保

共用配管（竪管）は将来容易に増設できるものではないため、間取り（水廻り位置）や住戸区画の変更を実現するためには、当初より設置位置や数を工夫しておくことが重要となる（図 2.36）。

特に住戸を分割する場合においては、住戸数（水廻りの設置必要数）も増加するため、当初より分割後の住戸を想定し、十分な竪管設置スペース（既存の共用配管に接続するためのスペースや新たに共用配管を設置するためのスペース）を確保しておくことが望ましい。

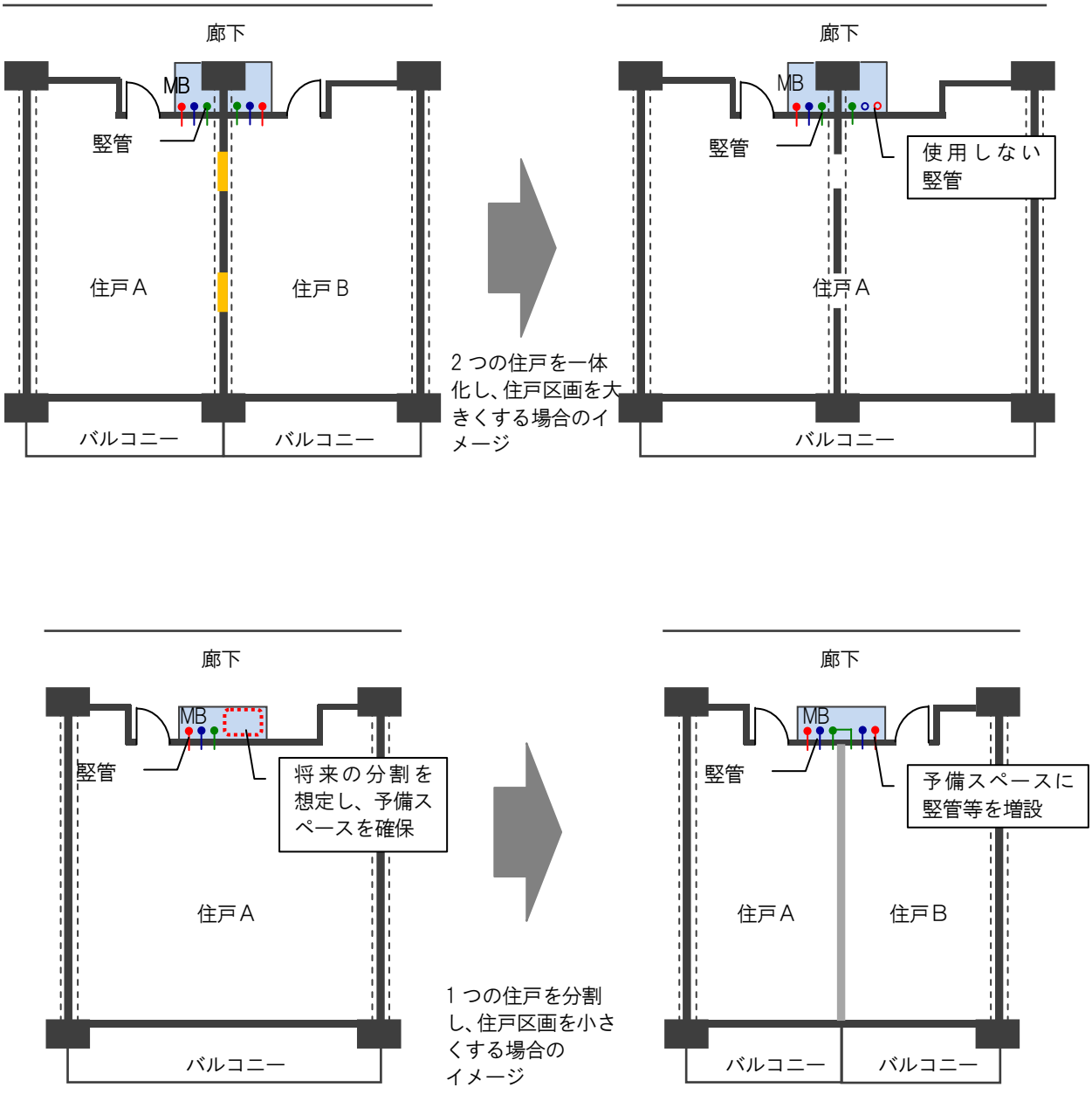
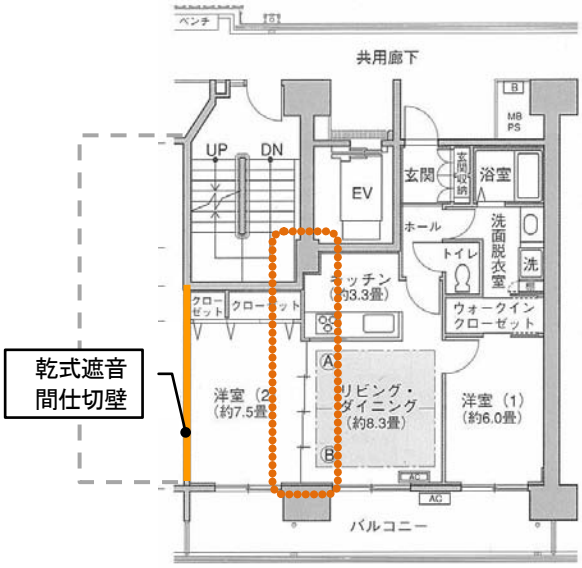


図 2.36　住戸区画の可変性のための共用配管（竪管）スペースの確保

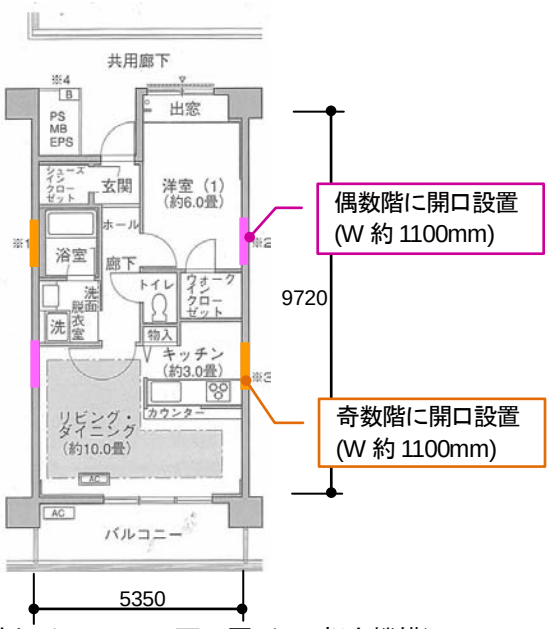
4.3　間取りの可変性を担保する耐力壁の開口位置の確保

耐力壁構造の場合においては、壁を挟んだ室の一体性の確保やアクセスの確保するための、耐力壁の開口位置が重要となる（図 2.37）。構造上の条件からみると、開口は耐震壁の中央付近にあることが望ましいが、中央部分には採光等を要しない収納や水廻り室を配置する可能性も高い。

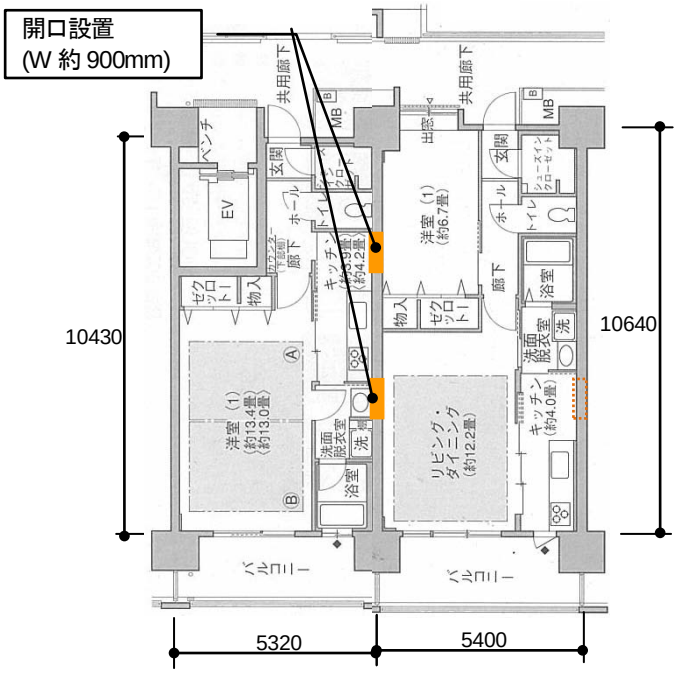
耐力壁中央付近に柱を設けること等により、大きな開口と空間の一体性を確保する、あるいは一定距離を確保した開口を 2 箇所設け、バルコニー側／共用廊下側の室にアクセス可能なようにする等の配慮がなされることが望ましい。



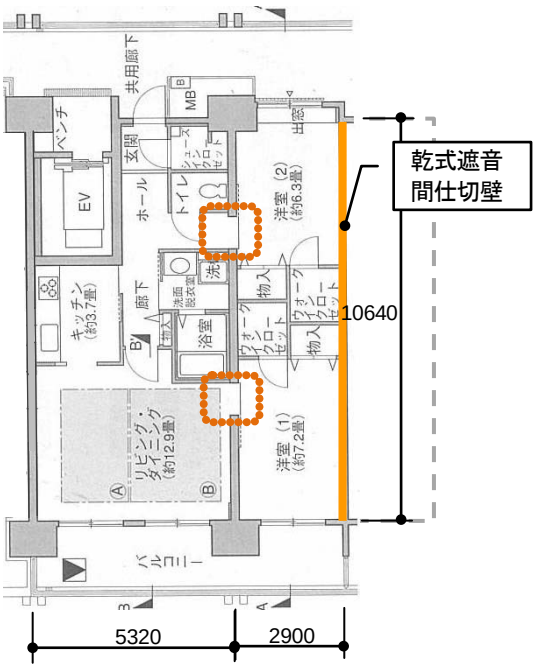
事例　ヌーヴェル赤羽台（UR 都市機構）
スケルトン面積約 100 ㎡



事例　シャレール西ヶ原（UR 都市機構）
スケルトン面積約 49 ㎡
連結スケルトン面積約 153 ㎡



事例　ハートアイランド新田三番街
（UR 都市機構）
スケルトン面積約 47 ㎡、57 ㎡
連結スケルトン面積約 104 ㎡



住戸面積約 79 ㎡
※事例では、最上階のみ当初から耐力壁に
開口をあけ、大型住戸を供給している。

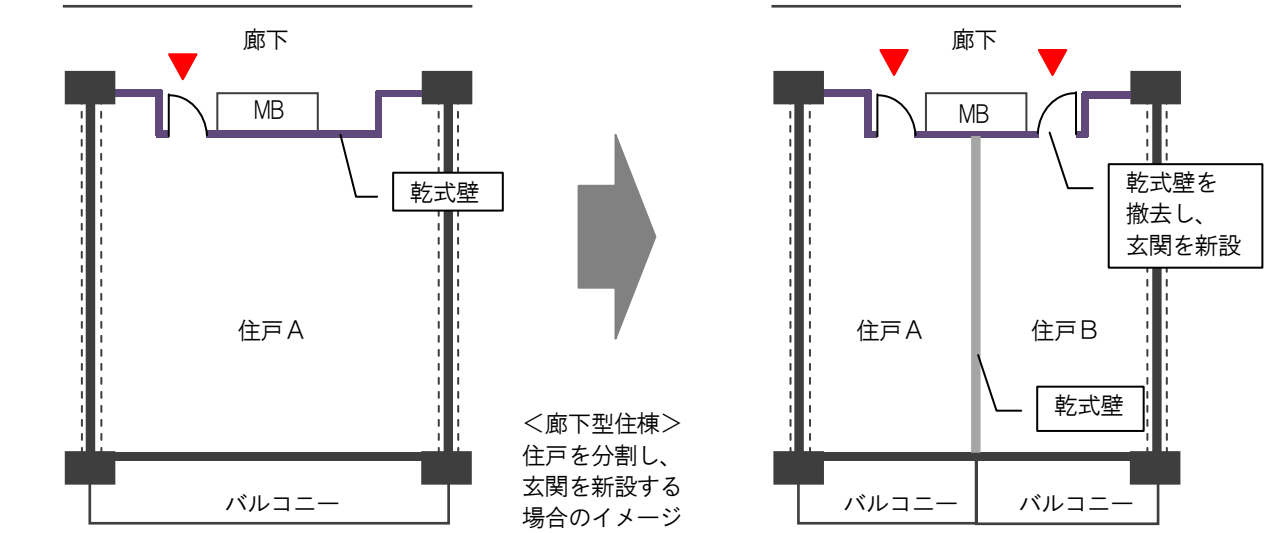
図 2.37　住戸区画の可変性のための開口可能位置の考え方

4.4　住戸アクセスの確保

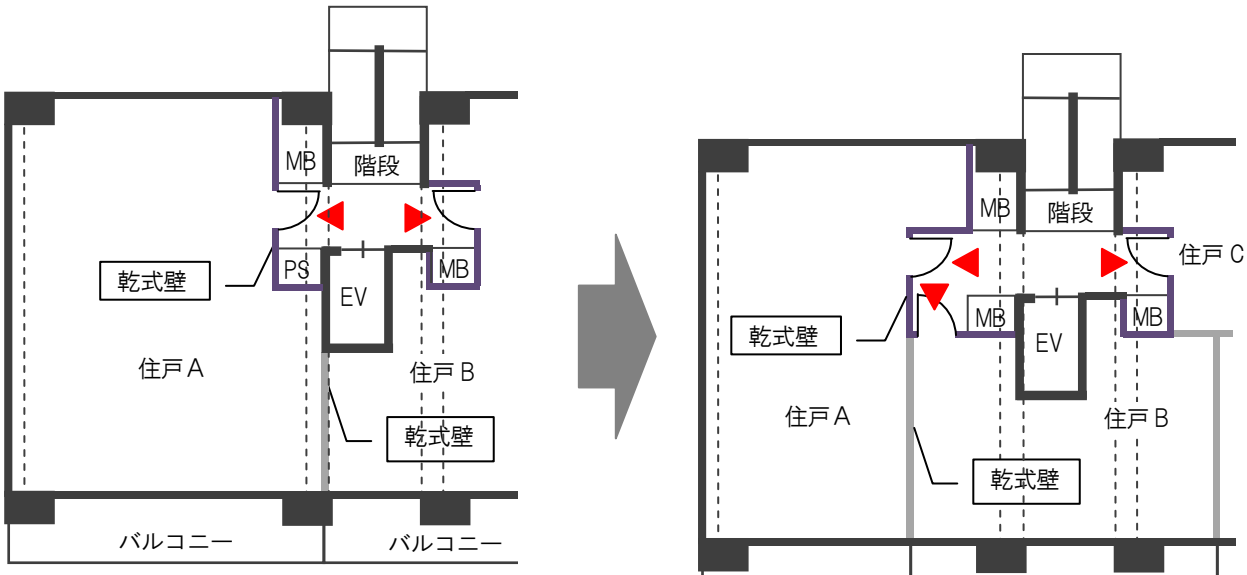
住戸区画の変更が行われる場合には、住戸の平面形状（間取り）の変化とあわせて、住戸アクセス（玄関等）の位置変更が行われる可能性が高い。また住戸区画を分割することにより住戸数を増加する場合には、住戸アクセス（玄関等）の新設が必要となる（図 2.38）。

玄関の位置変更や新設等を容易にするためには、あらかじめ廊下側・階段室側の外壁を鉄筋コンクリート造ではなく乾式壁とする等の設計上の配慮を行うことが考えられる。特に階段室型の住棟では、玄関の新設のために廊下を設置できるようにしておく等、予めの配慮が重要となる。

また、片廊下型住棟等で連結していた上下階の分割等を考える場合には、玄関の新設だけでなく、適切なアクセスが可能となるような措置を行っておく必要がある。



＜廊下型住棟＞
住戸を分割し、
玄関を新設する
場合のイメージ



＜階段室型住棟＞
住戸を分割し、
玄関を新設する
場合のイメージ

図 2.38　住戸区画の可変性のための住戸アクセスの確保

4.5　法的対応性の確保

住戸区画の変更が行われた際の法適合性を担保することを目的に、将来対応が困難な項目については、当初計画時において対応措置を行っておくことが重要となる。また将来、住戸区画の変更を行う際には建築基準法の他、必要に応じて申請や届け出等を行う必要がある。

以下に住戸区画変更に伴う主要な課題について整理する。

1）建築基準法への対応

（1）防火区画や居室の面積等との関係

避難階段・特別避難階段の設置や非常用エレベーター等の設置等について、住戸の防火区画面積による緩和を受けている場合、住戸区画の変更に伴い、防火区画面積が規定の範囲を超過することが想定される。このため、当初から必要な避難階段等の施設を計画しておくことや、区画面積を変更する場合は規定内に防火区画面積を抑えるよう留意しつつ計画することが必要となる（表 2.10）。

表 2.10　避難階段及び非常用エレベーターの設置基準（抄）

避難階段の設置（建築基準法施行令第 122 条）	建築物の５階以上の階又は地下２階以下の階（その主要構造部が準耐火構造であるか、又は不燃材料で造られている建築物で地下２階以下の階の床面積の合計が 100 ㎡以下である場合を除く。）に通ずる直通階段は次条の規定による避難階段又は特別避難階段とし、建築物の 15 階以上の階又は地下３階以下の階に通ずる直通階段は同条第３項の規定による特別避難階段としなければならない。ただし、主要構造部が耐火構造である建築物で床面積の合計 100 ㎡（共同住宅の住戸にあっては、200 ㎡）以内ごとに耐火構造の床若しくは壁又は特定防火設備（直接外気に開放されている階段室に面する換気のための窓で開口面積が 0.2 ㎡以下のものに設けられる法第２条第９号の２ロに規定する防火設備を含む。）で区画されている場合においては、この限りでない。
非常用の昇降機の設置を要しない建築物（建築基準法施行令第 129 条の 13 の２）	法第 34 条第２項の規定により政令で定める建築物は、次の各号のいずれかに該当するものとする。 1. 高さ 31 メートルを超える部分を階段室、昇降機その他の建築設備の機械室、装飾塔、物見塔、屋窓その他これらに類する用途に供する建築物 2. 高さ 31 メートルを超える部分の各階の床面積の合計が 500 ㎡以下の建築物 3. 高さ 31 メートルを超える部分の階数が４以下の主要構造部を耐火構造とした建築物で、当該部分が床面積の合計 100 ㎡以内ごとに耐火構造の床若しくは壁又は特定防火設備でその構造が第 112 条第 14 項第１号イ、ロ及びニに掲げる要件を満たすものとして、国土交通大臣が定めた構造方法を用いるもの又は国土交通大臣の認定を受けたもの（廊下に面する窓で開口面積が１㎡以内のものに設けられる法第２条第９号の２ロに規定する防火設備を含む。）で区画されているもの 4. 高さ 31 メートルを超える部分を機械製作工場、不燃性の物品を保管する倉庫その他これらに類する用途に供する建築物で主要構造部が不燃材料で造られたものその他これと同等以上に火災の発生のおそれの少ない構造のもの

また、直通階段を一つで計画した共同住宅において、当該階の居室面積の合計が規定の範囲を超えることにより、直通階段の追加が求められることも想定される。このため、当初から直通階段を 2 つ以上設けることや、規定内に当該階の居室合計面積を抑えるよう留意しながら区画変更を計画することが必要である。

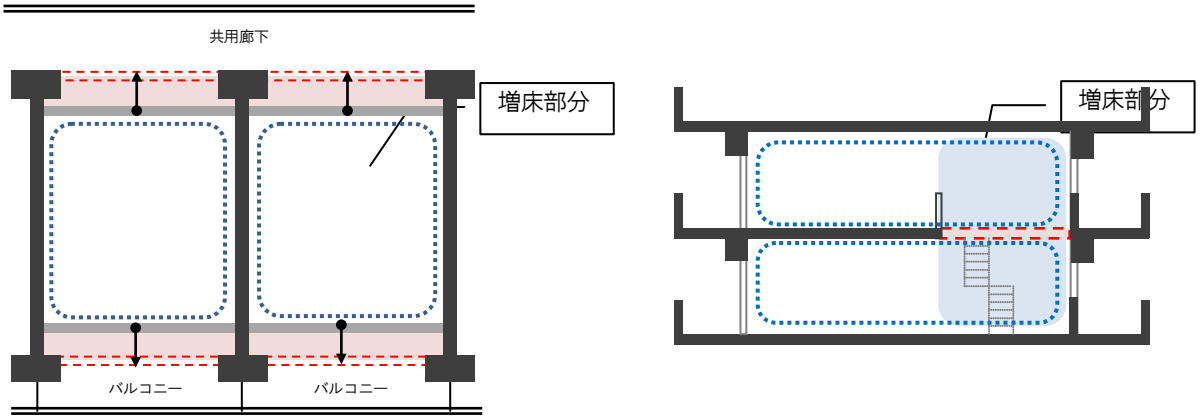
〇二以上の直通階段を設ける場合（建築基準法施行令第 121 条）
①６階以上の階でその階に居室を有するもの（その階の居室の床面積の合計が㎡を超えず、かつ、その階に避難上有効なバルコニー、屋外通路その他これらに類するもの及びその階から避難階又は地上に通ずる直通階段が設けられているものを除く。）
②５階以下の階でその階における居室の床面積の合計が避難階の直上階にあつては 200 ㎡、その他の階にあっては 100 ㎡を超えるもの

さらに、採光・換気等の居室面積と関連する規定についても、同様に留意しながら区画変更を計画することが必要である。

〇採光有効面積：居室面積の 1/7 以上（建築基準法第 28 条第２項）
〇換気：居室面積の 1/20 以上（政令で定める技術的基準に従つて換気設備を設けた場合においては、この限りでない。（建築基準法施行令第 19 条第３項）

（２）延床面積等との関係

床面積の増加が生じる住戸区画の変更の場合には、建築基準法上の増築として取り扱われることとなる。床面積の増加が生じるケースとしては、「増築型」の住戸区画の変更（バルコニー、共用廊下側への外壁移動、屋上等への増築）、住戸アクセスの位置変更・新設やパイプスペース（PS）の新設等に伴う外壁位置の変更、メゾネット住戸の床開口を塞ぐ等が考えられるが（図 2.39）、床面積が増加した場合にも形態規制（容積率や高さ制限等）を遵守し、既存不適格建築物にならないように留意しながら計画することが必要である。



■ 外壁移動に伴う規模増があるタイプ
当初に設定しているスケルトン面積
（ ）からバルコニー側もしくは共用廊下側に外壁を移動すれば床面積増

■ 垂直方向に空間連結があるタイプ
当初はメゾネット住戸として設定するが、階段や吹抜けの開口部分を床でふさいで上下階に別住戸として使う場合とすれば床面積増

図 2.39　床面積の増加が生じる住戸区画の変更の例

２）消防関係規定への対応

（１）二方向避難確保との関係

「特定共同住宅等における必要とされる防火安全性能を有する消防の用に供する設備等に関する省令（平成 17 年総務省令第 40 号）」に基づく特定共同住宅のうち、「二方向避難開放型」及び「二方向避難型」の構造上の要件を満たしたものとして消防用設備の計画を行う場合には、避難経路として避難上支障のない幅員として、バルコニーが 60 ㎝以上の幅員を有していることが条件の一つとなる。

将来の住戸区画の変更に伴う外壁移動の際には、バルコニーの幅員が避難経路の必要有効幅員（600 ㎜）に満たなくなる可能性があることから、上記の構造上の要件を維持するためには、当初計画時から最大外壁線までの外壁移動を想定してバルコニー幅員を計画しておく必要がある。

（２）共用部分に面する開口部面積との関係

「特定共同住宅等における必要とされる防火安全性能を有する消防の用に供する設備等に関する省令（平成 17 年総務省令第 40 号）」に基づく特定共同住宅等のうち、「二方向避難型」及び「その他の特定共同住宅等」の構造上の要件を満たしたものとして消防用設備の計画を行う場合には、住戸等と共用部分との間の開口部（窓・出入口等）面積を 4 ㎡以下（共用室は 8 ㎡以下）、かつ 1 つの開口部が 2 ㎡以下として計画することが条件の一つとなる。

将来の住戸区画の変更に伴う間取り変更等の際に、上記の構造上の要件を維持するためには、新設する開口部等の面積に留意して計画することが必要となる。

５．マンションの場合の区分所有法等に係る法的手続き

上記４．に示した住戸区画の変更を実現するための設計上の配慮事項については、一般的に共同住宅全般について共通する事項であるが、区分所有マンションにおいて住戸区画の可変性を確保するためには、さらに区分所有法や登記法等（以下、「区分所有法等」という。）に係る法的手続きの扱いを明確にしておく必要がある。

区分所有法等上の具体の検討事項や手続きについては、住戸区画の変更パターンによって異なるため、住棟の架構上の特徴や設計上の特徴を踏まえて想定される変更パターンごとに、具体的なルールを定め、管理規約（細則）を整備しておくとともに、「ルールに従うことで、住戸区画の規模や形状を変更できる住宅」であることを区分所有者に事前に周知しておくことが重要となる。

区分所有法等上の手続きに関して、住戸区画の規模の変更を実際上できる限り円滑に行うために特に留意すべき点は次のようになる。

１）戸境壁等の可変部分の権利関係について

戸境壁が構造耐力要素でない場合は、隣接する区分所有者の一部共用部分として扱うこととする。

一方、戸境壁が構造耐力要素である場合は、全体共用部分となるが、壁の一部が開口形成可能な部分としてあらかじめ準備がされている場合については、当該部分については隣接する区分所有者の一部共用部分として扱うことが可能と考えられる（床スラブも同様）。

戸境壁の撤去や増設、開口形成（床スラブの開口形成も同様。以下、「戸境壁の撤去等」という。）は、その両隣の住戸が単独の区分所有者に帰属した後に又は帰属している状態で実施されるのが通常であることから、上記のような権利関係上の扱いをすることで、当該区分所有者の単独意思で実施が可能となる。

２）戸境壁の撤去等の実施後の一つの専有部分の範囲について

戸境壁の撤去等の実施後の一つの専有部分の範囲については、区分所有法上「構造上及び利用上の独立性を有している範囲」を一つの専有部分の範囲として扱われる。一般的に、建物の部分が「構造上の独立性」を有しているとは、その部分が壁･天井･床・扉等で遮断されていることをいう。また、「利用上の独立性」を有しているとは、その部分に独立の出入口があり、直接外部に通じていることが必要とされている。ただし、構造上の独立性については、「必ずしも周囲すべてが完全に遮断されていることを要しないものと解するのが相当である。」とする最高裁判決が示されているなど、機械的な区別が難しい場合もあり、事例ごとに個別に判断をする必要がある。

また、専有部分の範囲については、実際上は、分譲時の設定、すなわち区分所有者が当初に取得する建物部分の範囲による影響を受ける側面もあると考えられる。例えば、当初から世帯のライフステージに応じて住戸の一部を賃貸することなどを明確に意図（宣伝）して設計されている事例では、一つの専有部分の範囲を大きく設定し、一つの専有部分内を２世帯が使う２住戸に分割する場合もある。これに対し、戸境壁の撤去等が構造上可能であっても、当初の分譲時にそのニーズが明らかではない場合は、一つの専有部分の範囲を最小範囲で設定される場合が通常であり、このようなケースで将来戸境壁の撤去等を行うためには、隣接する住戸を取得する必要があり、戸境壁の撤去パターン等によって専有部分の範囲を検討する必要が生じる。

３）管理規約の扱いと整備について

（１）共用部分及び専有部分の持分割合について

区分所有法上、専有部分の床面積は壁の内法で計算を行い（区分所有法第 14 条 3 項)、専有部分の床面積は共用部分の持分に影響を及ぼすことになる。例えば、戸境壁の撤去により複数の住戸を一つの住戸として一体化した場合、一体となった専有部分の床面積は、壁が無くなった分だけ、従前の各専有部分の床面積の合計よりも大きくなり、建物全体の床面積が大きくなるため、各専有部分の持分割合に影響を及ぼすことになる。また逆に、大きな一つの住戸内に戸境壁を新設して住戸を区分した場合、専有部分の床面積の合計は、壁が増設された分だけ、従前の各専有部分の床面積の合計よりも大きくなる。

区分所有法上、各区分所有者の共有部分の持分の割合は原則専有部分の床面積の割合によるとされているが（区分所有法第 14 条 1 項)、この原則に従い、戸境壁の撤去又は新設等を行った専有部分の持分割合を増加又は減少させ、それに伴い、他の全ての専有部分の持分割合を増加又は減少させる内容の規約の変更を行うのは、他の専有部分の区分所有者の合意を得ることが難しい場合が想定される。

こうした場合、共用部分の持分割合は、規約で（専有部分の床面積の割合で定める方法とは）別段の定めをすることができる（区分所有法第 14 条 4 項）とされていることから、戸境壁の撤去又は新設等を行った後の専有部分の共有持分割合は、従前の対応する各専有部分の共有持分割合の合計と同じとすることを、規約であらかじめ定めておくことが一つの方法として考えられる。

なお、専有部分の数や面積が変化したことに伴い、規約における「対象物件の表示」等の専有部分の戸数に影響を及ぼす部分の修正が必要となるが、この点については、他の区分所有者の利益を害するものでないことから、あらかじめ住戸区画の規模の変更を規約やルール等で明らかにしておくことで、規約変更に必要な所定の同意（区分所有者及び議決権の各４分の３以上）を得ることは比較的容易であると考えられる。

（２）議決権について

戸境壁の撤去又は新設等による住戸の統合・分割等により専有部分の床面積が変化することになるが、これにより各区分所有者の議決権にも影響が及ぶことになる。

区分所有法上、各区分所有者の議決権は原則専有部分の床面積の割合によるとされているが、上記（１）の場合と同様、戸境壁の撤去又は新設等を行ったことによる専有部分の床面積の増減に応じて、他の全ての専有部分の区分所有者の議決権を変更する規約の変更を行うのは、他の区分所有者の合意を得ることが難しいことも想定される。

こうした場合、各区分所有者の議決権は、規約で（専有部分の床面積の割合で定める方法とは）別段の定めをすることができる（区分所有法第 38 条）とされていることから、戸境壁の撤去又は新設を行った後の専有部分の各区分所有者の議決権は、従前の対応する各専有部分の議決権の合計と同じとすることを、規約であらかじめ定めておくことが一つの方法として考えられる。

（３）管理組合費について

戸境壁の撤去又は新設等により専有部分の床面積が変化した場合、管理費及び修繕積立金の額にも影響を及ぼすことになる。通常、管理費や修繕積立金の額は専有部分の床面積に応じて設定され

ているため、変更後の床面積に応じた管理費や修繕積立金の額の見直しが必要となるが、壁の撤去や新設等に伴う専有部分の床面積のわずかな増減分を考慮することは煩雑となる。このため、戸境壁の撤去又は新設を行った後の専有部分の管理費及び修繕積立金は、従前の対応する専有部分の管理費及び修繕積立金の合計額と同じとすることを、規約であらかじめ定めておくことが一つの方法として考えられる。

（４）工事実施ルールについて

住戸区画の規模の変更を実際に円滑に行うためには、管理組合内において工事実施ルールを定めるとともに、このルールを遵守する形で変更を行うようにする必要がある。

住棟の架構上の特徴や設計上の特徴を踏まえて想定される変更パターンに応じて、規約の条文に可変工事の実施可能性を明記するとともに、管理規約に基づく細則などとして、変更パターン別の工事仕様（例えば、戸境壁を設置する場合の壁の仕様、壁の開口を塞ぐ場合の仕様、玄関を新設する場合の仕様等）、工事上の配慮事項、工事実施に係る管理組合の承認手続き、工事内容の妥当性のチェック方法等についての工事実施ルールを定めておく必要がある。

４）登記上の扱いについて

住戸区画の規模の変更後の実態に即した登記の変更が必要となる。専有部分の数や建物の区画割りの変化、床面積の変化等があった場合は、一棟の建物全体の表題部の変更登記及び該当する専有部分の表題部の変更登記が必要となる。また、住戸区画の規模の変更等に伴い、専有部分の売買をした場合には、所有権移転登記が必要となる。

Ⅰ－３．「長期マネジメント計画」の計画体系及び計画内容の提案

１．研究の目的と方法

１）研究の目的

多世代利用住宅は、社会的資産として多世代に住み継がれていく住宅であり、その機能を発揮するためには、適正なマネジメントが将来にわたって持続されていく必要がある。特に多世代利用住宅（区分所有マンション）の長期の利用期間内においては、マネジメントに影響を及ぼすマンション内部の内的・外的要因の変化が予想され、こうした経年に伴い生じる課題に的確に対応したマネジメントの実施により、居住環境や資産価値を維持・向上させていくことが必要となる※1。

このため、区分所有マンション（以下、マンションという。）を対象に、適正なマネジメントを持続的に実施するための新たな計画手法のあり方について検討する。

※1　長期優良住宅の認定基準「維持保全計画」との関係：
長期優良住宅の認定基準として「建築時から将来を見据えて、定期的な点検・補修等に関する計画が策定されていること。」が位置付けられているが、マンションの多世代利用に向けては、こうした維持保全計画に加えて、多世代利用の過程で生じる様々な課題に対応したダイナミックなマネジメントのための計画が必要となる。

２）研究の視点

マンションの管理については、管理規約による組合運営ルールの確立と長期修繕計画の作成及びこれに基づく修繕積立金の積立がこれまでの標準とされてきている。これらの管理の仕組みは、マンションを安定的に維持管理していく上では優れた態勢であり、従来の長期修繕計画は、修繕費用の積立を通じて、計画的な修繕工事を行うことには有効に機能してきていると言える。

しかし、こうした長期修繕計画を中心とする従来の仕組みで、マンションを長期にわたって適正に「マネジメント」※2していく上では、次のような課題があると考えられる（図 3.1）。

① 長期修繕計画は、計画期間が一般的には当面見通しうる 25～30 年程度の中長期的期間に限定されており、計画期間を超えて発生しうる修繕や改修等をあらかじめ見込んだ計画となっていない。また、一般的には修繕費用の積立計画としての側面が強く、建物及び設備の性能・機能を新築時と同水準に維持・回復させることに重点が置かれたものであるため、マンションの質及び価値（生活価値及び資産価値）を維持・向上させるための大規模な改修や用途変更等の性能・機能の大幅グレードアップ工事の実施のための計画としては機能しにくい傾向がある。

② 長期修繕計画は、修繕費用の積立のためのハード計画としての側面が強いため、当該マンションのマネジメント上のハード及びソフト面での課題を発見・把握し、それを踏まえたマネジメントの方針やビジョン等を提示し、課題を解決するための取組みを総合的に実施するための計画として機能しにくい。

③ マンションの生活環境のビジョン、マネジメントの方針等を総合的に検討し、区分所有者が共有する計画としては機能しにくい。また、適正な組合運営を促すとともに、区分所有者個々が生活設計を考える材料としてのマスタープランとしては機能しにくい。

※2　マネジメント：マンションの管理や運営（経営）上の課題を発見・把握し、それを解消するための方向性を提示し、それに基づき、マンションでの生活環境の改善やマンションの質及び価値を維持・向上させるためのハード・ソフトの取組みを行うことを、ここではマネジメントと称する。

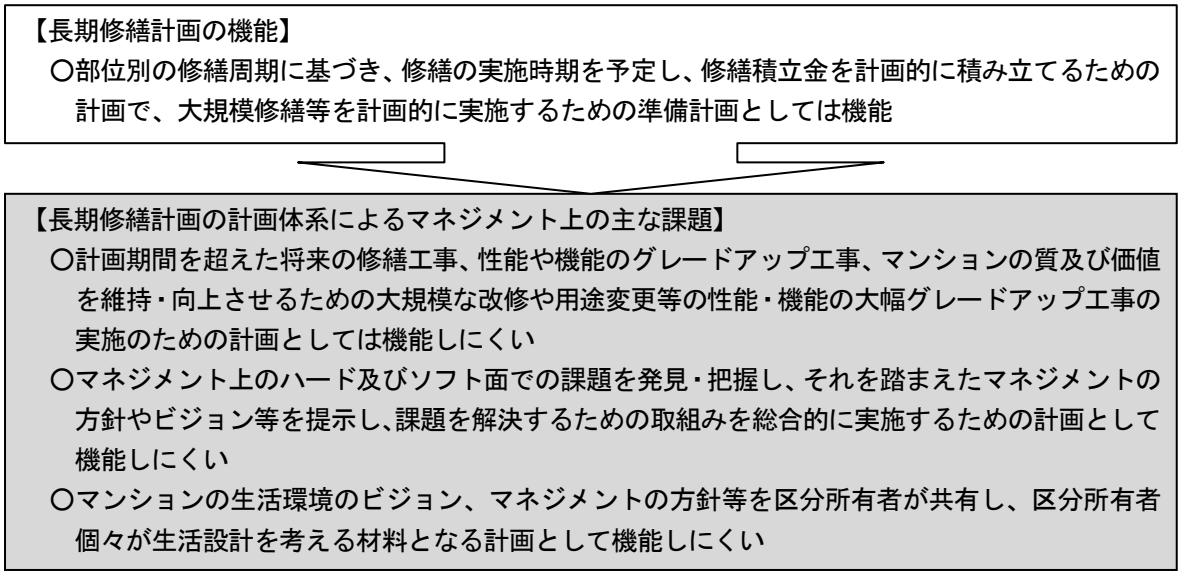


図 3.1　長期修繕計画の機能と長期修繕計画に基づくマネジメント実施上の主な課題

多世代利用住宅（マンション）は、社会的資産として超長期にわたって利用されていくことを予定した住宅であり、その機能を存分に発揮するためには、適正なマネジメントが持続されていく必要がある。

このためには、従来の長期修繕計画の仕組みに加え、マネジメントに係る方針を区分所有者が共有し、それに基づき、適切な長期修繕計画の作成と見直し、マンションの質及び価値を維持・向上させるためのハード及びソフトの取組み等が計画的に実施されるような仕組みが必要であると考えられる。

こうした認識に基づき、マンションにおける適切なマネジメントの持続性を担保する管理システムとして、「長期マネジメント計画」という新たな計画概念を提案し、その計画体系や計画内容について検討・提示する。

2.「長期マネジメント計画」の基本的考え方

2.1 長期修繕計画と比較した長期マネジメント計画の特徴

「長期マネジメント計画」とは、マンションが抱えるハード及びソフト両面の課題認識を踏まえ、将来にわたるマネジメントの方針を定め、それを区分所有者間で共有することにより、住宅の質及び価値を維持･向上させるためのハード及びソフトの取組みが持続的に実施されることを担保するための計画として提案するものである。また、従来の長期修繕計画に基づく計画修繕の仕組みをより適正かつ実効的に機能させるために、長期修繕計画の上位計画（マスタープラン）として機能する計画システムとして提案している。

長期マネジメント計画の基本的考え方を、従来の長期修繕計画と比較すると表 3.1 のようになる。

表 3.1 従来の長期修繕計画と長期マネジメント計画の考え方の比較（その１）

	長期修繕計画	長期マネジメント計画
計画の基本的性格	・計画修繕工事を適切に実施するため、修繕対象部位や工事項目、修繕費用、修繕周期等を設定し、修繕積立金を計画的に積み立てるための計画（ハード計画)。 ・計画策定を通じて、計画修繕工事を適正に実施するための区分所有者間の合意形成ツールとして機能する。	・マネジメントに係るハード面及びソフト面での課題を発見・把握し、それを解消するためのマネジメントの方針や方向性(マンションでの生活環境の水準、確保すべき物的水準と修繕積立金等の資金確保の水準等）を設定し、区分所有者がゆるやかに共有するための計画。 ・マネジメント方針に基づき、マンションの質及び価値を維持・向上させるためのハード・ソフト両面での対策を行うための計画（ハード及びソフト計画)。 ・性能向上工事を含む長期修繕計画を適切に作成し、見直していくための「上位計画（マスタープラン)」として機能する。
計画の考え方	・修繕対象部位や工事項目別の修繕周期や修繕費用の設定により、修繕積立金を計画的な積立額の根拠を明らかにする。 ・ハード計画としての性格が強く、性能向上工事も位置付けることとされているが、新築時の性能を前提とした既存性能・仕様の修繕及び更新（取替）が中心となる。	・マネジメント上のハード及びソフト両面の課題、マネジメントの方針に影響を及ぼすマンション内部の内的要因､マンションを取り巻く外的要因を把握し、これらを踏まえたマネジメントの方針や方向性を明らかにする。 ・マネジメントの方針を踏まえ、ハード面での取組み（将来必要な修繕・改修工事等の内容や実施時期・検討を開始する状況等）及びソフト面での取組みを予定する。 ・計画は定めること自体が目的ではなく、その内容を区分所有者間でゆるやかに共有することが重要。
計画期間	・25 年又は 30 年程度が一般的であり、5 年程度毎に見直しをすることが望ましい。	・長期修繕計画よりも長期の計画期間を想定する（長期修繕計画の期間を超えて必要となる修繕・改修等を見通せる範囲で設定する)。 ・長期修繕計画の見直し時や、また、当該マンションの内的要因や外的要因等のマネジメントの前提条件の変化が見込まれる場合に、適宜見直しを行う。

表 3.1　従来の長期修繕計画と長期マネジメント計画の考え方の比較（その２）

	長期修繕計画	長期マネジメント計画
計画の特徴	**①修繕の予定計画とそれに基づく修繕積立金の積立計画** ・マンションの建物や外構等の修繕周期に基づくハード面での修繕予定計画と、修繕予定に基づく修繕積立金の積立が中心。 ・修繕工事は、計画期間に必要となる工事に限定され、また、計画対象となる修繕工事は、計画策定当初のマンションの保有性能・仕様を前提に設定され、既存性能の修繕が中心となる（このため、性能・機能の大幅な改善や追加等をあらかじめ見込んだ計画にはなりにくい）。	**①マネジメントの方針や方向性等を示す** ・マネジメントの方針（確保すべき物的水準、生活環境の水準、資金確保の水準等）について、ハード及びソフト両面から検討し、提示する。 ・マネジメントの方針を区分所有者がゆるやかに共有することで、組合運営の適正化を図るとともに、区分所有者個々が生活設計を考える材料として機能させる。 **②マネジメントに係る条件や課題を発見・把握する** ・マネジメントの方針を定めるために、ハード及びソフト両面の課題を発見・把握する。 ・特に、方針を左右するソフト面の事項（管理の状況・権利設定の状況・専有部分及び共用部分の利用の状況・区分所有者の事情・マネジメントに係るニーズ等の内的要因、立地特性・相隣環境・市場性等のマンションを取り巻く外的要因）について、現状を定期的に把握し、想定される将来動向を見定める。 **③住宅履歴情報を適切に蓄積・活用する** ・また、将来のマネジメント方針を見定める上では、その前提として修繕履歴・組合運営履歴等の住宅履歴情報を適切に蓄積・保管し、それを有効に活用していく必要がある。 **④ハード面での取組み（将来必要な修繕・改修等）をゆるやかに予定する** ・マネジメントの方針に基づき、長期修繕計画に相当する当面見通しうる期間の計画修繕工事に加えて、長期修繕計画の計画期間を超えて必要となる修繕工事や、住宅の質及び価値を維持・向上させるための改修工事や取組み等も計画の対象とし、検討や実施が必要な時期や必要となる状況等を仮設定する。 ・また、将来的に予定される修繕・改修工事に基づく必要な修繕積立金等を長期スパンで見通すことができるようにする（これにより、修繕積立金の見直しについての実効性を与える）。 **⑤ソフト面での課題に対応した取組みを予定する** ・権利設定や規約等の初期設定の課題や、経年に伴う人的・物的事情の変化などマネジメントに係るソフト面での課題に対応した取組みの実施を予定する。 **⑥現マンションの利用中止検討時期をゆるやかに予定する（高経年時）** ・高経年時には、当該マンションの利用を中止する時期等を予定しながら、再生（建替えや区分所有関係の解消等）の方向性を示す。

表 3.1 に示すような性格を有する「長期マネジメント計画」の計画概念を図化するすると、図 3.2 のようになる。従来の長期修繕計画と比較した場合の具体的な特徴を下記に詳述する。

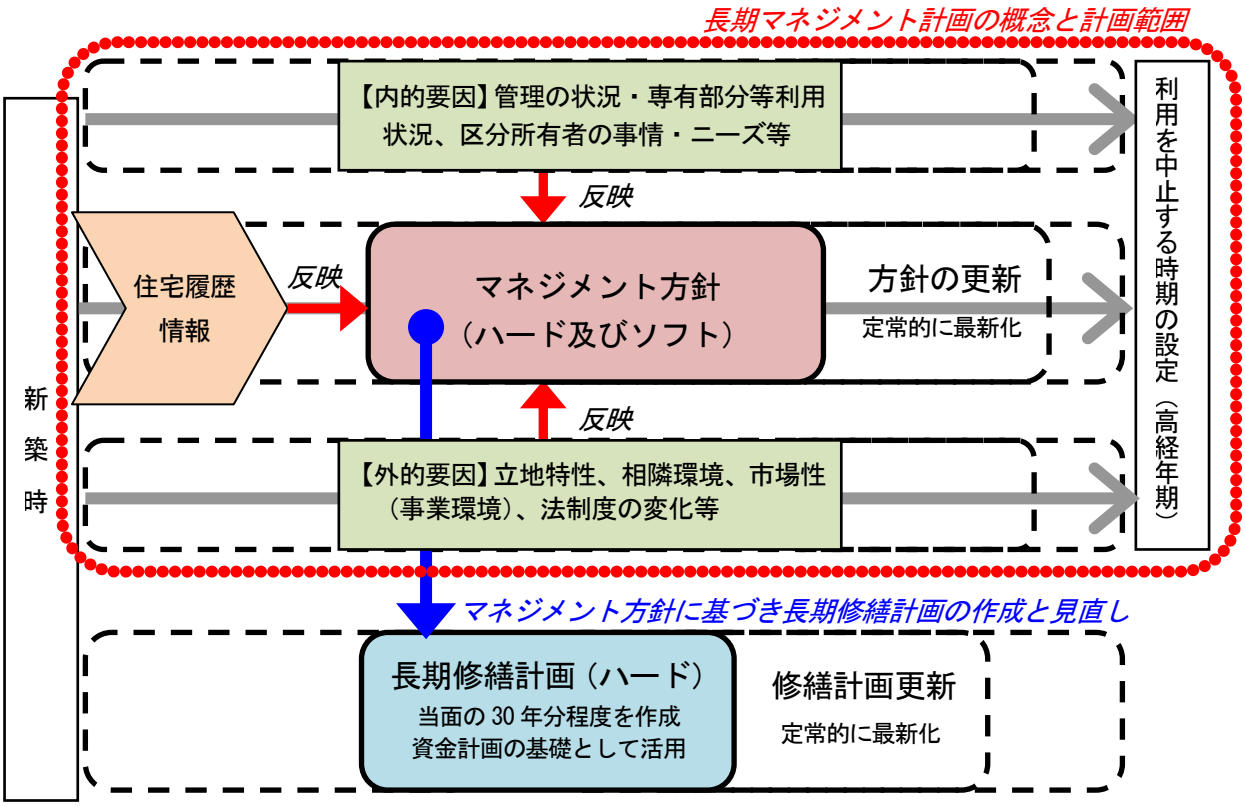


図 3.2　長期マネジメント計画の概念と長期修繕計画との関係

（1）計画の時間軸の延長

従来の長期修繕計画は、基本的な工事項目の修繕周期に基づく修繕積立金の積立計画としての性格が強いため、住宅の質や価値の性能向上に係る工事を予定する計画として十分に機能していない。これに対し、長期マネジメント計画では、マンションの将来にわたるマネジメント方針、すなわちマンションで望む生活環境のビジョン、長期間にわたって維持し確保すべき建物の水準とそれに要する修繕積立金等の資金確保の水準等を定めることが重要となる。

このマネジメントに関する方針やビジョンに基づき、25～30 年程度を対象とした長期修繕計画の期間を超えて確実に必要になる修繕・更新工事項目や、住宅を長期にわたって利用していく上で必要になると予想される様々な改修工事、さらには住宅の質及び価値を維持・向上させていく上で将来的に必要になることも考えられるハード及びソフトの取組みの内容、その検討を開始する時期や建物の状態等を大まかに予定することが重要となる。

長期マネジメント計画の期間については一律的に定められるものではなく、計画期間は管理組合で自由に定めることが望ましい。ただし、長期マネジメント計画では、マネジメントの方針を設定し、それを具現化した修繕・改修等の実施予定を見通せる範囲で設定し、長期修繕計画の適切な見直しに反映されていくことが重要である。こうした計画の趣旨に照らせば、一般的には、長期修繕計画の計画期間よりも長期の期間を設定する必要がある。例えば、新築段階では最も修繕周期が長い部位・工事項目に計画期間をあわせることや、高経年段階では現建物の利用中止の検討を予定する時期までを計画期間とすることなどが考えられる。

（２）計画対象の拡張

従来の長期修繕計画は、修繕周期に基づき修繕工事を予定し、修繕積立金を積み立てる根拠を与えるハード計画としての側面が強いものであるため、マネジメント上のソフト面の対策や、マンションの質及び価値（生活価値や資産価値等）を維持・向上させるためのソフト面での対策を取り扱うことは基本的に予定していない。

これに対し、長期マネジメント計画では、マネジメント上の課題に対応したハード面の対策だけでなく、ソフト面での対策についても検討し、計画に位置付けることが重要となる。

（３）運営条件の拡張

従来の長期修繕計画は、マネジメントに影響を及ぼすソフト面の事情や課題を運営条件として取り扱うことは少ない。

これに対し、長期マネジメント計画では、マネジメントに影響を及ぼしうるマンション内部の「内的要因」及びマンションを取り巻く周辺環境等の「外的要因」を適宜把握し、その変化や将来動向の見通し等を踏まえつつ、当該マンションのマネジメントの方針や方向性を定めることが重要となる。

なお、多世代利用住宅では、特に、外的要因のうち「市場性」の変化により、住宅からより収益性の高い施設への用途変更が必要になることや、求められる住戸規模が大きく変化することが考えられ、また、長期間の利用の間の区分所有者の年齢やニーズの変化等に応じて、福祉施設や利便施設の導入が必要になることなども考えられる。さらに、内的要因の変化からも、個人のライフスタイルや世代の変化等により、住戸規模の変更や用途変更等が必要となる場合も想定される。こうした内的及び外的要因の変化を踏まえて、住戸規模の変更や住戸規模の変更や床の一部の用途変更等が必要となりうることを想定することで、その円滑な実施に向けて、管理規約の整備や変更ルールの作成、変更に伴う生活ルールの見直しなどの準備を計画的に進めることも可能となる。

2.2　長期マネジメント計画の適用

長期マネジメント計画は、マンションのマネジメントの方針を区分所有者が共有し、マネジメント方針に基づく適切な長期修繕計画の作成と見直しや、適切な長期修繕計画に基づく修繕や大規模改修工事等の計画的な実施などを誘導するためのマスタープランとして機能しうるものであり、従来の長期修繕計画に基づく計画修繕の仕組みをより適正かつ実効的に機能させることを大きなねらいとしている。

また、多世代利用住宅は、社会的資産として超長期にわたって利用されていくことを予定した住宅であり、適切な長期修繕計画に基づき、必要な修繕工事や改修工事を実施しながら、住宅の性能や機能の維持及び向上が図られていく必要がある。

このため、多世代利用住宅においては、「マンション管理適正化指針」等で規定している水準の管理よりも高い水準の管理レベルを実現することが望まれることから、長期マネジメント計画は、多世代利用住宅に適用されるマネジメントツールとして提案している（図 3.3）。

一方、既存マンションに対しては、長期マネジメント計画は、マンション管理適正化指針等で規定している一定水準の管理を実現できている管理組合（レベル１）について、大規模改修や再生等の事業の円滑な実施や適切なマンションマネジメントに際して円滑な意思決定が期待できるよりレベルの高い水準の管理組合（レベル２）に誘導するための支援方策（計画体系）として適用することができるものと考えられている（図 3.3）。

なお、必要とされる一定の管理水準に達していない管理組合（レベル０）に対しては、マンション管理適正化指針等に基づき、従来どおり、管理組合の基礎機能を強化するための対策がまずは必要となる（長期マネジメント計画は、こうした管理上の問題のある管理組合に対して直接的に働きかけるツールとしては想定していない）。

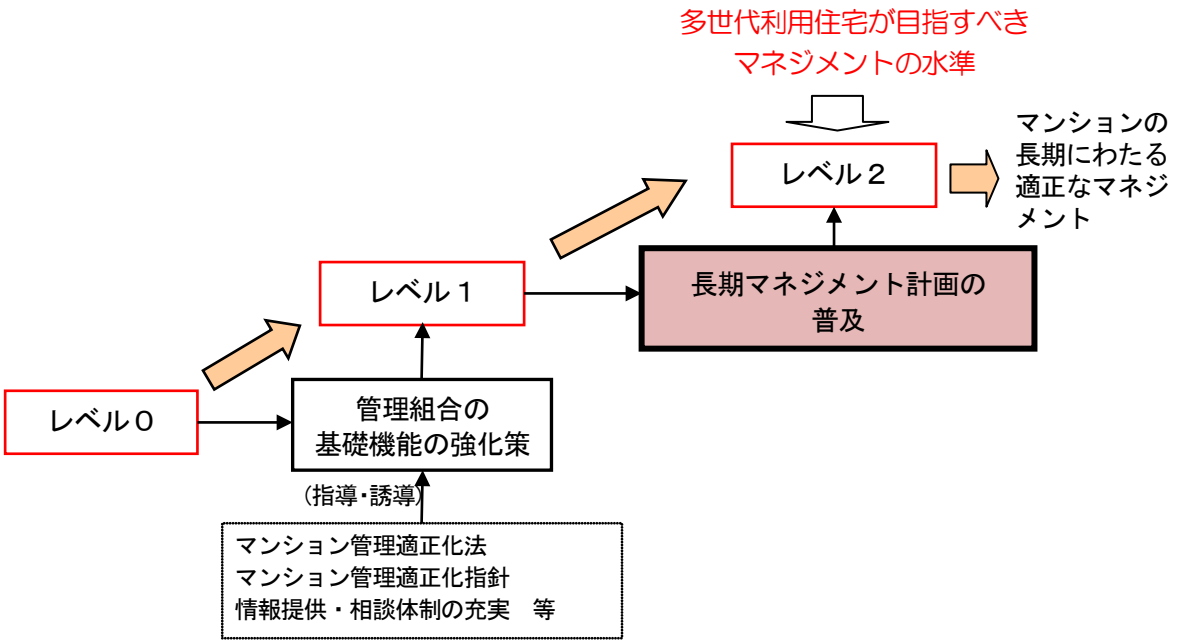


図 3.3　長期マネジメント計画の適用イメージ

３．長期マネジメント計画の計画体系

長期マネジメント計画は、将来にわたるマネジメントの方針等を定め、従来の長期修繕計画に基づく計画修繕の仕組みをより適正かつ実効的に機能させるとともに、マンションの質及び価値を維持・向上させるハード及びソフト対策の適確な実施を担保するための計画システムとしての特徴を有する。

このため、長期マネジメント計画は、既に普及している長期修繕計画の仕組みに取って代わる新たな計画システムではなく、従来から目標とされていた管理の領域に、新たに目標とする領域を追加した「機能拡充型の計画システム」である（図 3.4）。

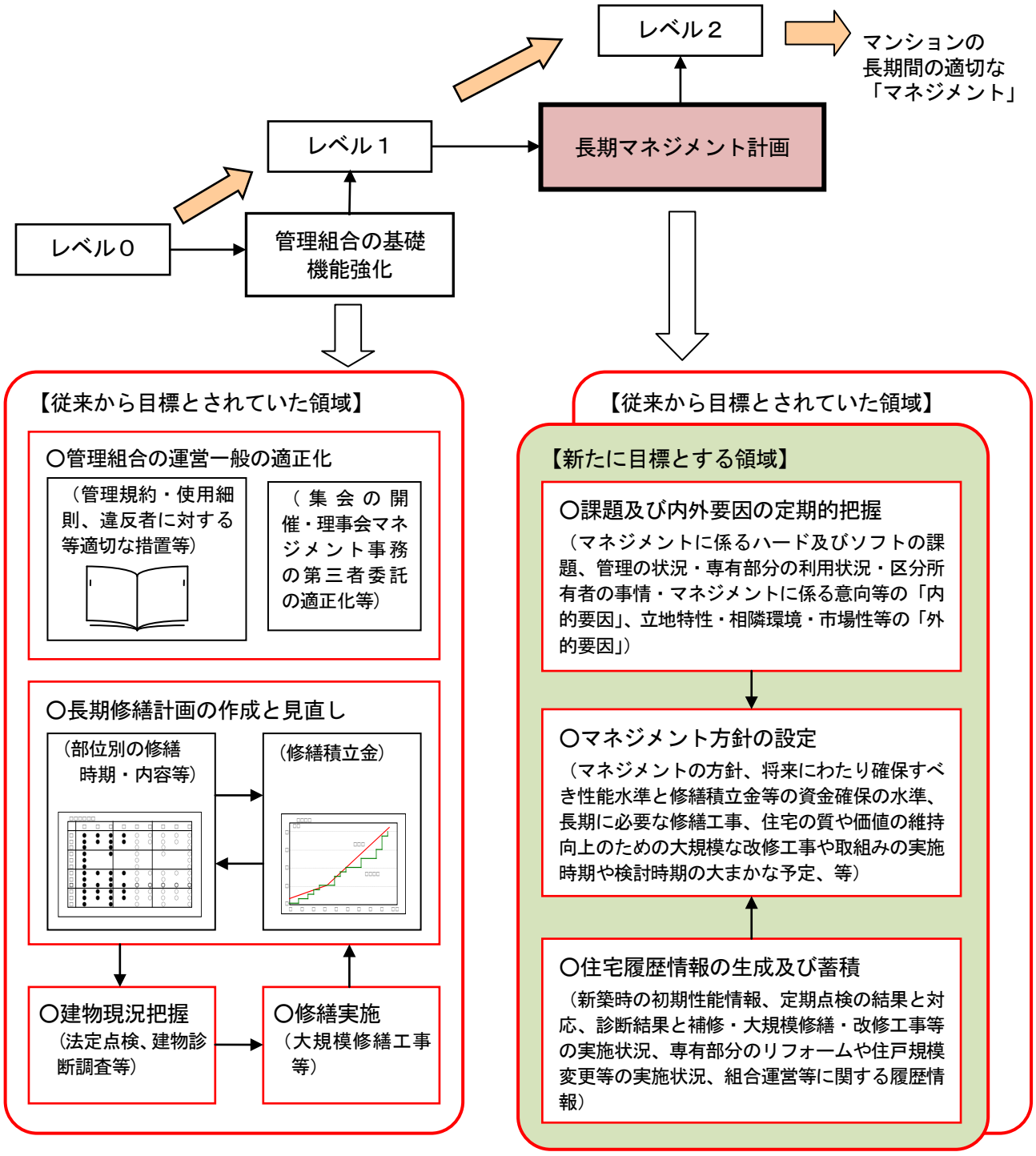


図 3.4　長期マネジメント計画の計画体系イメージ

長期修繕計画に基づく修繕積立金の積立と計画修繕の実施等の従来から目標とされていた管理の領域に加え、「長期マネジメント計画」で新たに目標とするマネジメントの領域は次のとおりである。

①マネジメントに係る内的・外的要因の把握及び課題認識

・マネジメントの方針等の設定の条件として、マンションの物的な固有条件のほか、マンション内部の内的要因（管理の状況、権利設定の状況、専有部分の利用状況、共用部分の利用状況、区分所有者の年齢や世帯状況、マネジメントに対するニーズ等）及びマンションを取り巻く外的要因（立地特性、相隣環境、市場性等）の実態と将来動向の見通し等の把握

・上記を通じて、マネジメントに係る建物ハード面及び管理組合運営や権利設定等のソフト面での課題の認識

②マネジメントの方針の設定

・上記の課題認識を踏まえ、マネジメントの方針やビジョン、方針に基づき将来にわたり確保する性能水準と修繕積立金等の資金確保の水準、長期的に必要な修繕工事、大規模な改修工事（または高経年マンションの場合は建替え等を含む再生工事やソフト面での取組み等）の実施時期や検討時期等の大まかな予定等の設定

③住宅履歴情報の生成・蓄積

・上記の方針設定の前提として、新築時の初期性能情報、定期点検の結果と対応、診断結果と補修・大規模修繕・改修工事等の実施状況、専有部分のリフォームや住戸規模変更等の実施状況、組合運営等に関する住宅履歴情報の生成・蓄積とその有効活用

また、上記の長期マネジメント計画に求められる計画機能を踏まえると、長期マネジメント計画の計画（資料）体系として次のようなものが必要であると考えられる（図 3.5）。

■管理組合で保存する閲覧用資料

［部位別ハード計画］：

マンションを構成するハード要素に特化した部位別の修繕・改修等の履歴と計画について、工事内容や費用等を表示する。

当面の 30 年程度の期間の計画を取りだした詳細計画が、従来の「長期修繕計画」に相当する。

［運営計画］：

マネジメントに係るハード・ソフト両面の課題及び内外要因を示すとともに、マネジメントの方針・ビジョン等を表示する。また、敷地・建物の諸元等のマンションの固有データについても常に最新の状態として整理しておく。

［住宅履歴情報］：

新築段階の初期性能情報、維持管理段階の点検、修繕・改修等の実施に係る住宅履歴情報、専有部分のリフォーム・住戸規模変更等の履歴情報の更新内容を種別ごとに整理し表示する。

■各区分所有者への配布用資料

［マネジメント計画概要］：

マネジメントの方針等を区分所有者に分かりやすく伝え、共有化を図るため、保存閲覧用資料の［部位別ハード計画］と［運営計画］のポイントを一覧的に表示する。

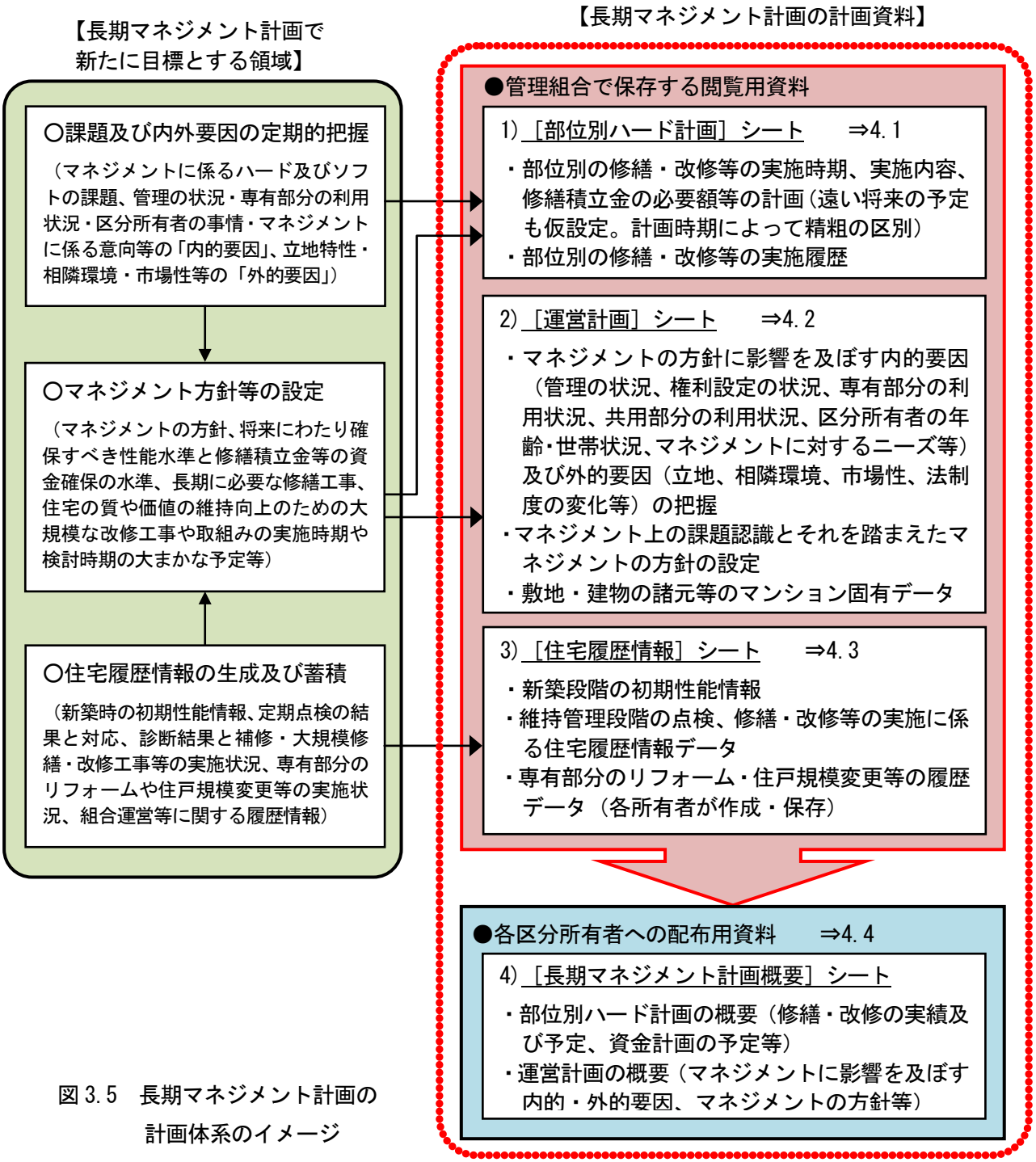


図 3.5　長期マネジメント計画の計画体系のイメージ

なお、長期マネジメント計画の資料は、管理組合で保存する【閲覧用資料】と各区分所有者への【配布用資料】に大別される。

閲覧用資料は、管理組合の安定したマネジメントを行うための基本資料で、［部位別ハード計画］シート、［運営計画］シート、［住宅履歴情報］シート（台帳）で構成される。理事会や検討委員会等の役員が交替した場合であっても過去の計画の蓄積と意図を正確に継承するために、管理事務室等に保存蓄積され閲覧できるフルセットの資料である。一方、配布用資料の［マネジメント計画概要］シートは、長期マネジメント計画の作成の大きな目的が、マネジメントの方針やビジョンを区分所有者がゆるやかに共有することであることから、保存閲覧用資料の［部位別ハード計画］と［運営計画］のポイントを一覧的に分かりやすく表示し、全区分所有者に配布されることを想定する資料である。

４．長期マネジメント計画の計画内容及び様式

長期マネジメント計画の書式は、当該マンションの個別条件に対応して記入しやすい書式を構成すればよく、必ずしも限定された書式で作成する必要はないが、ここでは、長期マネジメント計画のモデル的な標準様式と記載事項を示すこととする。

4.1　部位別ハード計画の記載項目・内容及び標準様式

［部位別ハード計画］は、マンションを構成するハード各要素について、部位・種目別の修繕実績・今後の方針を記述したうえで、マンションの長期のマネジメント期間を表す年表に、過去の修繕実績及び今後の修繕･改修計画等の大まかな予定される実施時期と概算費用とをプロットしたものである。従来の長期修繕計画と類似した様式となる。

また、部位・種目別の概算費用のプロットを集計して、修繕・改修工事等の修繕費用の履歴及び計画を一望できる。これを修繕積立金の実績及び計画とあわせてグラフ化して示すことで、わかりやすい資料となる。

１）記載事項

（１）管理対象の各部位・種目別の修繕工事項目

管理組合の管理対象となる共有部分を主対象とし、部位・工事種目別に修繕工事項目を立てる。一般的には長期修繕計画の標準様式等に基づき、表 3.2 に示すような項目立てが考えられる。

なお、管理対象の事情に応じて、棟別・区域別・竣工年別等の分割記述や採用工法別の項目の細分化、また逆に、工事項目をまとめて表示するなどの工夫を適宜行ってよい。

表 3.2　部位・種目別の修繕工事項目（例）（その１）

大区分	中区分	小区分	
建物	屋根防水	屋根防水（保護）	屋上、塔屋、ルーフバルコニー
		屋根防水（露出）	屋上、塔屋
		傾斜屋根	屋根
		庇・笠木等防水	庇天端、笠木天端、パラペット天端・アゴ、架台天端等
	床防水	バルコニー床防水	バルコニーの床（側溝、幅木を含む）
		開放廊下・階段室等床防水	開放廊下・階段の床（側溝、幅木を含む）
	外壁塗装等	コンクリート補修	外壁、屋根、床、手すり壁、軒天（上げ裏）、庇等（コンクリート、モルタル部分）
		外壁塗装	外壁、手すり壁等
		軒天塗装	開放廊下・階段、バルコニー等の軒天（上げ裏）部分
		タイル張り補修	外壁、手すり壁等
		シーリング	外壁目地、建具周り、スリーブ周り、部材接合部等
	鉄部塗装等	鉄部塗装（雨掛かり部分）	（鋼製）開放廊下・階段、バルコニーの手すり
			（鋼製）屋上フェンス、設備機器、立て樋・支持金物、架台、避難ハッチ、マンホール蓋、隔て板枠、物干金物等
			屋外鉄骨階段、自転車置場、遊具、フェンス
		鉄部塗装（非雨掛かり部分）	（鋼製）住戸玄関ドア
			（鋼製）共用部分ドア、メーターボックス等、手すり、照明器具、設備機器、配電盤類、屋内消火栓箱等

表 3.2　部位・種目別の修繕工事項目（例）（その２）

大区分	中区分	小区分	
建物		非鉄部塗装	（アルミ製・ステンレス製等）サッシ、面格子、ドア、手すり、避難ハッチ、換気口等
			（ボード・樹脂・木製等）隔て板、エアコンスリーブ、雨樋等
	建具･金物等	建具関係	住戸玄関ドア、共用部分ドア、自動ドア
			窓サッシ、面格子、網戸、シャッター
		手すり	開放廊下・階段、バルコニーの手すり、防風スクリーン
		屋外鉄骨階段	屋外鉄骨階段
		金物類	集合郵便受け、掲示板、宅配ロッカー等
			笠木、架台、マンホール蓋、階段ノンスリップ、避難ハッチ、タラップ、排水金物、室名札、立て樋・支持金物、隔て板、物干金物、スリーブキャップ等
			屋上フェンス等
			メーターボックスの扉、パイプスペースの扉等
	共用内部	共用内部	管理員室、集会室、内部廊下、内部階段等の壁、床、天井
設備	給水設備	給水管	屋内共用給水管、屋外共用給水管
		貯水槽	受水槽、高置水槽
		給水ポンプ	揚水ポンプ、加圧給水ポンプ、直結増圧ポンプ
	排水設備	排水管	屋内共用排水管、汚水管、雨水管
		排水ポンプ	排水ポンプ
	ガス設備	ガス管	屋内埋設部ガス管、屋内共用ガス管
	空調･換気設備	空調設備	管理室、集会室等のエアコン
		換気設備	管理員室、集会室、機械室、電気室等の換気扇、ダクト類、換気口、換気ガラリ
	電灯設備等	電灯設備	共用廊下・エントランスホール等の照明器具、配線器具、非常照明、避難口・通路誘導灯、街灯等
		配電設備	配電盤、プルボックス等
		幹線設備	引込開閉器、幹線（電灯・動力）等
		避雷針設備	避雷突針・ポール・支持金物・導線・接地極等
		自家発電設備	発電設備
	情報･通信設備	電話設備	電話配線盤（MDF 盤）、中間端子盤（IDF 盤）
		テレビ共聴設備	アンテナ、増幅器、分配器等
		インターネット設備	住棟内ネットワーク
		インターホン設備	インターホン設備、オートロック設備、住宅情報盤、防犯設備、配線等
	消防用設備	屋内消火栓設備	消火栓ポンプ、消火管、ホース類、屋内消火栓箱
		自動火災報知設備	感知器、発信器、表示灯、音響装置、中継器、受信器等
		連結送水管設備	送水口、放水口、消火管、消火隊専用栓箱等
	昇降機設備	昇降機	カゴ内装、扉、三方枠、全構成機器等
	立体駐車場設備	自走式駐車場	プレハブ造（鉄骨造＋ALC）
		機械式駐車場	二段方式、多段方式（昇降式、横行昇降式、ピット式）、垂直循環方式等
外構等	外構付属施設	外構・工作物	平面駐車場、車路・歩道等の舗装、側溝、排水溝
			埋設排水管、排水枡等
			囲障（塀、フェンス）、サイン（案内板）、遊具、ベンチ等
		附属設備	集会所、自転車置場、ゴミ集積所等
		植栽	樹木、緑化

（２）改修工事（性能向上工事）項目

マネジメントの方針等に基づき、将来的に必要とされる改修工事（性能向上工事）を計画に位置づける。

実施時期が概ね確定されている工事だけではなく、実施時期が未定のものについても将来的にいずれ必要と認識される工事については項目として立てておくことが重要である。また、社会ニーズの変化によっては、将来的に必要となるかもしれないと想像される工事についても、可能な範囲で計画に示しておくことが望ましい。

具体的には、次のような実施時期等の確定レベルに応じた段階別の項目立てが考えられる。

□実施時期が概ね確定されている改修工事

→　現行の長期修繕計画等に基づき、実施予定の改修工事等

□実施時期は立たないが、将来的にいずれ必要と認識される改修工事等

→　現行の長期修繕計画では実施時期は予定されないが、将来的に実施する必要があると考えられる改修工事等

□現時点では確定できないが、将来的に必要となるかもしれない対策

→　現時点では実施の必要性を確定できないが、社会ニーズの変化等に応じて、将来的に必要となるかもしれない改修工事等

実施時期等の確定レベルに応じた予定･想定される改修工事の一例を示すと表 3.3 のようになる。

表 3.3　実施時期等の確定レベルに応じた予定又は想定される改修工事の例（その１）

改修工事の項目	想定される改修工事の例	
実施時期が概ね確定されている改修工事（長期修繕計画等に基づき実施予定の改修工事等）	建築工事	○免震装置（支承：積層ゴム支承・すべり支承・転がり支承、ダンパー：鉛・鋼材・オイル）の更新工事 ○制震ダンパー（ダンパー：オイルダンパー、鋼材ダンパー、フレーム）の更新工事 ○ヘルスモニタリング装置（加速度センサー等）の更新工事 ○金属・金物等（バルコニー手すり、住戸玄関ドア、アルミサッシ、メーターボックス等）の更新工事
	設備工事	○給水管（ステンレス管・屋内消火栓・連結送水管等）の更新工事 ○排水管（鋳鉄管、硬質塩化ビニル管等）の更新工事 ○電気設備（避雷針、配電盤・プルボックス等） ○エレベーター（本体更新）　　等
具体の実施時期は立たないが、将来的にいずれ必要と認識される改修工事等	建築工事	○省エネ改修工事 ○防犯改修工事 ○情報・通信設備改修 ○外観デザイン・外観色彩の変更工事 ○建物内共用施設の変更・改修工事 ○住戸規模の変更工事 ○用途変更工事（住宅から福祉施設・商業施設等） ○駐車場の変更工事（機械式駐車場の廃止・平面駐車場への変更工事） ○その他社会ニーズの変化に対応した改修工事　　等
	設備工事	○社会ニーズの変化に対応した改修工事

表 3.3　実施時期等の確定レベルに応じた予定又は想定される改修工事の例（その２）

改修工事の項目	想定される改修工事の例	
	外構等工事	○外構工事：平面駐車場の舗装、車路・歩道等の舗装、側溝・排水溝、埋設配水管、排水桝等囲障（塀、フェンス等）、サイン（案内板）、遊具、パーゴラ・ベンチ等の改修工事 ○樹木の生長管理・緑化工事 ○付属施設等工事：集会所、立体駐車場、自転車置場、ゴミ集積所（上屋）、プレイロット・小公園　等の改修工事 ○その他社会ニーズの変化に対応した改修工事　　等
現時点では確定できないが、将来的に必要となるかもしれない対策等	建築工事	○住戸規模の変更工事 ○用途変更工事（住宅から福祉施設・商業施設等）　等

なお、必要に応じて、修繕工事項目で整理した「建物」、「設備」、「外構等」の区分別に、想定される改修工事を記述することも考えられる。

２）記載内容

（１）修繕・改修工事の実績及び今後の方針・計画

上記１）で記載項目として設定した修繕工事項目及び改修工事項目について、工事の実績及び今後の計画等の実施時期をプロットする。

修繕工事（修繕･補修、取替え等）の計画については、想定される修繕周期に基づいて遠い将来まで見通しておくことが望ましい。計画期間は通常の長期修繕計画の期間を超えて、少なくとも最も修繕周期の長い工事項目の修繕（取替）が含まれる期間とし、全ての推定修繕工事項目の修繕を俯瞰的に見通すことができるようにすることが望ましい。

また、改修工事についても、マネジメント方針等に基づき、実施時期が概ね確定されている改修工事については予定時期を示す。その他、将来的にいずれ必要と認識される改修工事等については、実施に向けた検討を開始する建物状況など、検討･実施についての考え方などを記載する。さらに、現時点では確定できないが、将来的に必要となるかもしれない対策については、その可能性を明示しておくだけでもよい。

なお、新築間もない時点などで将来の改修計画を具体的に立てることが難しい場合は、当初は修繕工事の計画のみを示しておき、改修の計画（予定）については、内的・外的要因の変化等により対応すべき課題が把握できた場合に、マネジメントの方針の見直しと併せて設定することでよい。

（２）費用の実績及び計画

（１）で設定した修繕・改修工事の実績及び今後の計画に基づき、工事の費用実績及び今後の概算費用の予定を示す。今後の費用については、できる限り遠い将来までを見通すことのできる設定期間における実施時期が確定されている修繕工事及び概ね確定（予定）されている改修工事が主対象となる。また、修繕積立金の実績及び必要額の概算についても表示する。工事費用は、工事発生年度ごとの費用とその累積額の２通りで表示し、グラフ化をすると分かりやすい。

上記を踏まえ、［部位別ハード計画］の標準様式としてのフォーマットを示したのが表 3.4 である。

表 3.4　長期マネジメント計画［部位別ハード計画］シートの標準様式

□□□マンション管理組合　第□□次長期マネジメント計画　［部位別計画］シート

【閲覧用】

【記号凡例】
●：全面的補修　○：部分補修
レ：点検のみ　△：発生都度部分補修　×：交換

【記入要領】
上段：補修履歴・計画修繕予定
下段：費用実績・費用想定（千円／戸）

承認年月日：2011年○月○日

現在時点　これまで ◀▶ これから

修繕区分		工事部位・仕様等	実績等	今後の方針	備考
建物共用部分	Ⅰ 建築工事	1．屋根防水			
		屋上防水（保護）			
		庇・笠木等防水			
		2．床防水			
		バルコニー床防水			
		開放廊下・階段室等防水			
		3．外壁塗装等			
		コンクリート補修			
		タイル張り補修			
		シーリング			
		4．鉄部・アルミ部等塗装	定期的に再塗装を実施	10数年毎の大規模修繕時等に定期的な再塗装を継続。30年程度で交換部材あり	
		バルコニー手すり	3年毎にクリーニング実施。大規模修繕時にあわせ再塗装	3年毎にクリーニング実施を予定 30年程度で交換が必要か	
		サッシ・面格子	大規模修繕時にクリーニング、再塗装を実施済み	大規模修繕の際にクリーニング、塗装塗替えを実施予定	
		住戸玄関ドア	大規模修繕時に再塗装を実施済み	大規模修繕の際にクリーニング、塗装塗替えを実施予定	
		5．建具・金物等			
		建具関係			
		手すり			
		屋外鉄骨階段			
Ⅲ 外構その他		16．外構・付属施設			
		外構			
		付属施設			
Ⅳ 改修工事		外観デザイン、外観色彩の変更工事	実施していない	地域にふさわしい景観を維持するため、外壁塗装の再塗装時にデザイン、色彩の変更を予定	
		社会ニーズの変化に対応した改修工事	実施していない	居住者ニーズを定期的に把握し、ニーズの高い改修工事は、長期修繕計画に位置づけ検討する予定	
		用途変更工事	実施していない	数十年後、居住者の高齢化が進行した場合、福祉施設の導入を検討する予定	
修繕費用　計					
修繕費用　累積					
修繕積立基金					
修繕積立金　入金					
修繕積立金　累積					

修繕履歴　初 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57

今後の予定　10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66

修繕費用　累積　0 0 1 1 1 6 6 6 6 81 83 83 86 87 87 87 97 97 97 102 104 189 189 190 195 195 195 198 198 298 298 298 301 301 302 307 307 307 310 310 310 430 430 430 440 440 440 460 460 462 472 472 472 592 594 599 62

修繕積立基金　20

修繕積立金　入金　6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 12 12 12

4.2　運営計画の記載項目・内容及び標準様式

［運営計画］は、［部位別ハード計画］に記載された建物状況についての情報の概観も含めて、マンションのこれまでの管理の実績や現状、マネジメントに影響を及ぼしうる内的要因及び外的要因の現状と予測等の整理を踏まえて、今後のマネジメントの方針等を一覧整理する資料となる。マネジメントの方針を定めるにあたっては、マネジメントに影響を及ぼす当該マンションの管理状況や区分所有者の事情等の「内的要因」、立地特性や市場性等の当該マンションを取り巻く「外的要因」等のソフト領域の情報を適切に把握・認識し、共有することが重要となる。また、これらの要因の今後の推移を見通し、マネジメント上の課題を認識する必要がある。

こうした［運営計画］におけるソフト領域の内容は、従来のハード中心の長期修繕計画の計画体系では情報化されにくかった要素である。

［運営計画］の記載事項は次のとおりである。

1）記載事項

（1）建物の総合的状況

［運営計画］は、マネジメントの方針を定めるために、主としてソフト領域の内容を一覧整理する資料構成となるが、建物の物的な状況もマネジメントの方針を定める上での重要な要素となる。そこで、［部位別ハード計画］に記載された部位・工事種目別の修繕実績・今後の方針を総括して、ハードとしての修繕工事の実績、建築物の状況、今後のマネジメントの方針等を記述する。

なお、部位・工事種目別の詳細については［部位別ハード計画］に示されるので、共用部分全体として特にポイントとなる方針を総括的に整理して示すことでよい。また、共用部分の管理と不可分の専有部分についても特記すべき事項があれば示すことが望ましい。

○建物の総合的状況：修繕工事の実績、建築物の状況、今後のマネジメントの方針等を記述
- 共用部分　　：共用部分全体として特にポイントとなる方針等を記述
- 専有部分　　：共用部分の管理と不可分の専有部分についての特記事項を記述
- その他の事情等：建物ハード上、特記すべき事情等があれば記述

（2）内的要因

マネジメントの方針の設定に影響を及ぼしうるマンション内部の「内的要因」を把握・整理する。

内的要因としては、例えば、管理の状況、権利設定の状況、専有部分の利用状況、共用部分の利用状況、区分所有者の属性（年齢・世帯構成等）、マネジメントに対するニーズ・意見等の項目が挙げられる。

また、マネジメントの直接の対象ではないが、マネジメントの方針設定に大きく関わる専有部分の状況（住戸面積、設備等の仕様・型式、リフォームの実施状況等）についても把握・整理しておくことが望ましい。

内部要因として把握・整理すべき各項目の詳細については、例えば次のようなものが考えられる。ただし、実際はマンションの立地や建築後年数等の状況、マンションの固有状況等に応じて、把握・整理する内容を判断すればよい。

【内的要因の各項目の詳細（例）】

□管理の状況

・管理体制（全部委託管理、一部委託管理、自主管理）、理事会の構成・理事の選出方法
・総会の開催状況・出席率（委任状率）、理事会の開催状況
・管理費・修繕積立金の支払い状況
・管理規約
・管理上のトラブルや日常生活のマナー上のトラブルの有無（組合費の滞納、ペット飼育、騒音、ゴミ出し、違法駐車等）
・管理会社のサービスの評価　等

□権利設定の状況

・権利（区分所有権及び敷地利用権）設定上の特徴
・区分所有者の議決権割合　等

□専有部分の利用状況

・居住用住戸である専有部分の数（割合）
・居住用住戸のうち事務所利用等の非居住用住戸の数（割合）
・区分所有者の自己居住住戸・賃貸化住戸・空き住戸の数（割合）
・商業・業務施設等として利用されている専有部分の数（割合）　等

□共用部分の利用状況

・共用部分として設定されている施設用途（フィットネスルーム、ラウンジ等）の有無
・規約共用部分として設定されている用途の有無
・駐車場の総台数、駐車場の利用台数（空き駐車場数）　等

□区分所有者の属性（年齢・世帯構成の特徴等）

・区分所有者の年齢構成、居住者の年齢構成
・世帯型、世帯人数
・区分所有者の就業状況
・要支援・要介護度の高い高齢者のいる世帯　等

□マネジメントに対するニーズ・意見

・住宅及び敷地内の屋外環境に対する満足度、周辺の立地環境に対する満足度
・共用部分及び敷地内の屋外環境の改善ニーズ
・共用施設・付属施設等の整備ニーズ
・定住意向　等

□専有部分の状況

・住戸面積、設備等の仕様・型式、リフォームの実施状況　等

（３）外的要因

マネジメントに影響を及ぼす当該マンションを取り巻く「外部要因」を把握・整理する。

外部要因として把握・整理すべき各項目の詳細については、例えば次のようなものが考えられる。ただし、マンションの状況やマネジメント上の課題等を踏まえて、把握・整理する内容を判断すればよい。

【外的要因の各項目の詳細（例）】

□立地特性

- 都心までのアクセス、最寄り駅までの徒歩時間、最寄り駅までのバス便
- 地域の人口増減（社会増減）の状況
- 日常生活の利便性（生活利便施設、公共公益施設、医療機関、教育機関、子育て施設、高齢者施設、文化・スポーツ施設等）への近接性
- 周辺の街なみ、公園・緑地への近接性
- 迷惑施設（嫌悪施設）の有無、立地の可能性
- 災害の危険度（地震、洪水、土砂災害等への危険度）
- 交通事故の危険度（周辺の道路状況、歩道の有無）
- 犯罪の発生状況　等

□相隣環境

- 現在の日照・採光、眺望等の相隣環境
- 隣接地に日照や通風、眺望を阻害する建築物の立地する可能性　等

□市場性

- 周辺の新築マンションの供給状況、分譲価格、販売状況（売れ行き）
- 当該マンションの中古価格、売却住戸の販売容易性
- 賃貸住戸の家賃水準、賃貸の容易性　等

（４）その他運営上の考慮要素

計画修繕等の実績、区分所有者・居住者等からの意見、関係する法制度の改正、行政からの指導や依頼、その他のソフト事情等の運営上の考慮要素があれば整理し列挙しておく。

また、高経年マンションで、建替え等による再生が検討対象となる場合は、建替えの事業性に影響を及ぼす次のような事項についても把握・整理しておく必要がある。

- 建築基準法や都市計画法等の公法規制
- 周囲の住宅や施設の開発動向
- 将来の都市計画施設の計画周辺開発（再開発等）の予定
- 鉄道・幹線道路等の基幹インフラの整備予定
- 地域の人口増減（社会増減）の状況　等

２）記載内容

上記で記載事項として設定した４つの各領域について、次のような内容について記載する。

（１）当初の状況、現在までの履歴

建設・分譲当時の状況、それ以後の現在までの事情の変化や履歴について管理者（理事会）として認識している点を記述する。

（２）現状認識

各領域の現状について、管理者（理事会）として認識している点を記述する。

（３）今後の予想・課題、予定等

各領域について、現状が今後どのような見通しであるかについても予測や判断を記述し、また、それを踏まえたマネジメント上の課題、それに対する今後の予定等を記述することが重要である。

［運営計画］で特に重要となるソフト面領域の課題とその対策の考え方について、一例を挙げれば、次のような事項が想定される。

【マネジメント上のソフト面での課題と対策の考え方（例）】

□権利（区分所有権及び敷地利用権）の設定について

・部分的に特殊な権利（分譲業者が敷地の権利を保有したまま等）が設定されていないか。

→　特殊な権利設定がなされている場合は、増築工事や改修工事等の実施に支障を来さないよう、権利設定の適正化についての検討が課題となる。

・議決権が適切に設定されているか。

→　議決権が専有部分の面積割合と大きく異なる場合等、合理的な理由なしに適切に設定されていない場合、修繕・改修や再生工事の合意を進める上での支障になることもある。合理的な見直しの検討が課題となる。

・構造上及び利用上独立した建物が連結している連担棟マンションにおいて一棟の範囲がどう設定されているか。

→　全体で一棟として設定されている場合は、改修工事や被災時の復旧工事等の実施時に支障を来さないよう、あらかじめ意思決定ルール等を定め、区分所有者間で共有化しておくことが課題となる。

□規約の設定について

・マンションの形態に応じた適切な規約設定がなされているか。

→　標準管理規約を参考に、設定されていない場合は、マンションの固有事情や形態に応じた適切な内容の規約へと見直しをしておくことが課題となる。

□日常管理の問題について

・管理費や修繕積立金の滞納が問題となっていないか

→　滞納が問題となっている場合、管理運営（マネジメント）に支障を来さないよう、その解消に向けて法的対応も視野に入れた検討が課題となる。

・犬猫等のペット飼育でトラブルが生じていないか

→　高齢者の癒し、子育て世帯の入居促進等とも併せ、一方で犬猫飼育禁止という状況も含め、総合的な観点からペット飼育の是非、あり方についての検討が課題となる。

・その他生活ルール上のトラブルが生じていないか

→　トラブルの内容に応じてその解消に向けた取組みが課題となる。

□駐車場問題について

・駐車場が不足していないか

→ 居住者の年齢構成や車の所有状況等を踏まえて対策を検討することが課題となる。敷地内に増設する場合やマンション周辺に土地を借りて駐車場とする場合、近い将来に空き駐車場の問題が発生しないよう、将来の需要予測を前提とする必要がある。場合によってはカーシェアリングなども検討事項となる。

・空き駐車場の増加による駐車場の管理経営に支障を来していないか。

→ 高齢者世帯の増加により、自動車の利用台数が減少し、空き駐車場が増加してきた場合、駐車場台数の見直し、駐車場の経営方法の見直しが課題となる。また、機械式駐車場の場合、管理コストの安い平面式駐車場への更新等も課題となる。

□用途複合型マンション等について

・住宅部分と施設部分が連結されている用途複合マンションにおける全体共用部分、住宅一部共用部分、施設一部共用部分の管理区分の扱いが適切であるか。

→ 適切に設定されていない場合は、改修工事の合意形成に支障を及ぼすおそれがあるため、管理区分の見直しについて検討することが課題となる。

・専有部分に商業・業務等の施設用途がある場合、その用途が管理規約等で適切にコントロールされているか。

→ 専有部分に施設用途があり、その用途が管理規約等で適切に定められていない場合、マンションの生活環境や資産価値を損なうような用途に入れ替わる可能性があるため、対策を講じることが課題となる。

・共用部分（規約共用部分）として設定されている施設等があるか。

→ 施設等の利用が低下した場合、組合が負担すべき管理コストに無駄が生じることになり、市場性や区分所有者のニーズ等を踏まえた用途の見直し検討が課題となる。

□少子高齢化の進んでいる高経年マンション等について

・子育て世帯が定住しづらいマンションとなっていないか。

→ 画一的な小規模住戸しか供給されていないマンションの場合、子育て世帯が定住しづらいため、２戸１改修の実施ルールを管理規約に定めるなど、子育て世帯の受け皿となる住戸の整備方法についての検討が課題となる。

→ また、子育て世帯の転入を促進するためには、子供の一時預かりや家事のサポートなど、子育てを地域でサポートする仕組みについて、管理組合と自治会などが連携しつつ検討することも課題となる。

・高齢者が生活しづらいマンションとなっていないか。

→ 建物のバリアフリー化（エレベーターの設置）や敷地内の段差の解消などのハード面での取組みに加えて、自家用車を利用できない高齢者のモビリティの向上や買い物の支援など、高齢者の生活を地域でトータルにサポートする仕組みについて検討することが課題となる。場合によっては、管理組合と自治会などが連携しつつ検討することも必要となる。

□コミュニティの活性化等について

・マンション内に豊かなコミュニティが育まれているか。

→ コミュニティの活力に問題が生じている場合、活性化に向けた様々な取組みの検討が課題となる。サークル活動やお祭りなど、管理組合と自治会が連携して取り組むことも課題となる。

なお、当初の状況、現在までの履歴、現状認識、今後の予想・課題等を区分して記述することが難しければ、一括して、建設・分譲時以来の事情、今後のマネジメントの方針等の前提となる現状の課題、内的要因及び外的要因（条件・事情）の現状と今後の見通し、事情等を総括し、管理者（理事会）としての現実認識や判断を記述してよい。

（4）マネジメントの方針等

各領域についての現状認識、今後の予測・課題や予定等を総括して、管理者（理事会）として必要と考える今後のマネジメントの方針やビジョン、マネジメントにより確保すべき水準（将来にわたり確保すべき建物の性能水準、マンションでの生活水準）及び水準を確保するための修繕積立金等の資金確保の水準等について記述していく。

なお、方針については、今後一定の期間内におけるマネジメントの実施方針を記述することになるが、より短期的方針である今年度の具体の実施方針なども記述されて良い。

また、マネジメントを進めていくうえでのその他必要事項についても適宜記載する。例えば、次のような項目が考えられる。

□運営上の考慮要素等への対応（マネジメントを進める上で特に重要となる考慮要素とその対応の考え方等）
□資金計画など計画実現への対策（修繕積立金・管理費等のマネジメントの資金調達事情、合意形成の制度上の要件や考え方等）
□検討組織等（定常的な運営を行う理事会のほか、専門委員会の設置や検討部会の開催など、特段の組織を置く場合等）の設置方針等

3）マンション固有データ

運営計画においてマネジメント方針を設定するための課題や内的・外的要因の整理の一環として、マンションの敷地、建築物、公法規制等に関する固有データを整理しておく必要がある。

例えば、次のような事項について、常に最新のデータとして更新・整理しておくことが重要である。これは運営計画シートとは別に整理されてよい。

□敷　　地：所在地、敷地面積、所有形態　等
□建 築 物：棟数、総戸数、階数、構造、建築面積、延べ床面積、専有面積　等
□駐 車 場：駐車場形式（平面式、機械式等）、平面駐車場台数、立体駐車場台数　等
□公法規制：地域地区、法定容積率・利用容積率、法定建蔽率・利用建蔽率、建築協定・地区計画　等
□供 給 等：竣工年・供給年、分譲会社、建設会社、分譲価格　等
□住宅性能：耐震性能、省エネ性能、スケルトン性能（スラブ厚、階高・躯体天井高さ、住戸面積等）、バリアフリー性能、設備性能　等
□管理費等：管理費、修繕積立金、駐車場使用料　等

上記の一連の内容を踏まえ、[運営計画] シートで記載すべき内容を整理して示したのが表 3.5、[固有データカルテ] として整理しておくべき内容を示したのが表 3.6 である。

また、[運営計画] シートの標準様式としてフォーマットを示したのが表 3.7 である。

表 3.5 [運営計画] シートにおいて把握・記載すべき内容（その１）

方針項目		記載の考え方	記載の具体例
建物の総合的状況		下記のような建物各部分の状況を総括して、ハードとしての修繕工事の実績、建築物の状況、今後のマネジメントの方針等を記述する。	建築物としての評価、劣化の進行状況の所見、改善策の内容及び実施時期等の概要を記載していく。
建物各部分の状況	**共用部分**	管理対象となる共用部分について記述する。建物の［部位別ハード計画］について詳細な記述が別途あり、そのポイントを総括的に整理して示す。	建物躯体（外壁・屋根防水・床防水・外壁塗装・鉄部塗装・建具・金物等）、設備（給水設備、排水設備、ガス設備、空調・換気設備、電灯設備、情報・通信設備、消防用設備、昇降機設備、立体駐車場設備等）、外構・工作物・付属施設等の大区分の部位別の履歴、現状、今後の予想・課題・予定等
	専有部分	共用部分の管理と不可分の専有部分について特記すべき事項があれば示す。特に設備など共用部分工事と一体的に扱う必要がある事項について記述することが重要。	給排水管や電気設備等の共用部分と一体的に維持管理するのが好ましい要素、給湯設備等のマンション全体で使用する機器の仕様を定めておくことが管理上望ましい要素についての今後の課題・予定等
	その他の事情等	その他、建物ハード上、特記すべき事情等があれば記述する。	
内的要因		下記のような諸要因を総括してマネジメントに影響を及ぼす可能性があるマンション内部の「内的要因」を列挙する。	管理の状況、専有部分の利用状況、共用部分の利用状況、区分所有者の属性（年齢・世帯構成の特徴等）、マネジメントに対する区分所有者のニーズ・意見等を把握している範囲で記載していく。また、マネジメントに大きく関わる専有部分における事情等についても把握している範囲で記載していく。
内的要因	**管理の状況**	管理の取組み状況、現状認識等について整理しておく。	管理体制、総会の開催状況・出席率・理事会の開催状況、管理費・修繕積立金の支払い状況、管理上のトラブルや日常生活のマナー上のトラブルの有無、管理会社のサービスの評価等についての当初の状況、現状、今後の課題・予定等
	権利設定の状況	権利設定の状況についての概観を把握しておく。	権利（区分所有権及び敷地利用権）設定上の特徴、区分所有者の議決権割合等についての当初の状況、現状、今後の課題・予定等
	専有部分の利用状況	現状での専有部分の利用状況についての概観を把握しておく。調査等の実施があればふれておく。	居住用住戸・事務所利用等の非居住用住戸の数（割合）、区分所有者の自己居住住戸・賃貸化住戸・空き住戸の数（割合）、商業・業務施設等として利用されている専有部分の数（割合）等についての当初の状況、現状、今後の予想・課題・予定等

表 3.5　［運営計画］シートにおいて把握・記載すべき内容（その２）

共用部分の利用状況		現状での共用部分や共用施設の利用状況についての概観を把握しておく。調査等の実施があればふれておく。	共用部分として設定されている施設用途の有無、規約共用部分として設定されている用途の有無、駐車場の総台数、駐車場の利用台数（空き駐車場数）等についての当初の状況、現状、今後の予想・課題・予定等
区分所有者の年齢世帯状況		マネジメント方針に影響を及ぼす区分所有者の年齢や世帯状況等の基礎的な人的要素を把握しておく。調査等の実施があればふれておく。	区分所有者の年齢構成・居住者の年齢構成、世帯型・世帯人数、区分所有者の就業状況、要支援・要介護度の高い高齢者のいる世帯の数（割合）等についての当初の状況、現状、今後の予想・課題・予定等
マネジメントに対するニーズ・意見		マネジメントに影響を及ぼす区分所有者の意向や改善ニーズ等を把握しておく。調査等の実施があればふれておく。	住宅及び敷地内の屋外環境に対する満足度、周辺の立地環境に対する満足度、共用部分及び敷地内の屋外環境の改善ニーズ、共用施設・付属施設等の整備ニーズ、定住意向等
専有部分の状況		直接の管理対象ではないが、マネジメントに大きく関わる専有部分の状況等を把握しておく。	住戸面積、設備等の仕様・型式、リフォームの実施状況等
外的要因		下記のような諸要因を総括してマネジメントに影響を及ぼす可能性がある当該マンションを取り巻く「外的要因」を列挙する。	マンションの立地特性（立地環境）、相隣環境、市場性等の現状及び今後の事情変化の見通し等について把握している範囲で記載していく。
外的要因	**立地特性**	マネジメントに影響を及ぼす可能性のあるマンションの立地特性についての概観を把握しておく。	都心までのアクセス・最寄り駅までの徒歩時間・最寄り駅までのバス便、地域の人口増減（社会増減）の状況、日常の生活利便施設・公共公益施設・文化施設・スポーツ施設・医療機関・教育機関・子育て施設・高齢者施設までの距離、周辺の街なみ・公園・緑地までの距離、迷惑施設（嫌悪施設）の有無・立地の可能性、災害の危険度、交通事故の危険度、犯罪の発生状況等についての当初の状況、現状、今後の予想・課題・予定等
	相隣環境	マネジメントに影響を及ぼす可能性のあるマンション周辺の相隣環境についての概観を把握しておく。	現在の日照・採光・眺望等の相隣環境、隣接地に日照や通風・眺望を阻害する建築物の立地する可能性等についての当初の状況、現状、今後の予想・課題・予定等
	市場性	マネジメントに影響を及ぼす可能性のある当該地域及び当該マンションの市場性についての概観を把握しておく。	周辺の新築マンションの供給状況・分譲価格・販売状況（売れ行き）、当該マンションの中古価格・売却住戸の販売容易性、賃貸住戸の家賃水準・賃貸の容易性等についての当初の状況、現状、今後の予想・課題・予定等

表 3.5　［運営計画］シートにおいて把握・記載すべき内容（その３）

その他運営上の考慮要素	区分所有者等からの意見、マネジメントに係る法その他のソフト事情等の運営上の考慮要素があれば整理し列挙しておく。また、高経年マンションで、建替え等による再生が検討対象となる場合は、建替えの事業性に影響を及ぼす事項についても把握・整理しておく。	区分所有者からの意見、マネジメントに係る法制度の改正、行政からの指導や依頼等の運営上の考慮要素があれば列挙しておく。 また、高経年マンションで、建替え等による再生が検討対象となる場合は、建築基準法や都市計画法等の公法規制、周囲の住宅や施設の開発動向、将来の都市計画施設の計画周辺での開発予定、鉄道・幹線道路等の基幹インフラの整備予定、地域の人口増減の状況等についても分かる範囲で把握しておく。
マンション固有データ	マンションの敷地、建築物、公法規制等に関する固有データを常に最新のデータとして把握しておく。	敷地、建築物、駐車場、公法規制、供給等、住宅性能、管理費等の当該マンションの固有条件を整理していく。 **⇒表 3.6 参照**
マネジメントの方針等	上記の内的要因・外的要因や、当該マンションの固有条件の整理・把握を踏まえて、マネジメント上の課題を整理する。整理する。 それに基づき、今後のマネジメントの方針やビジョンについて、理事会としての認識や考えなどを記述する。区分所有者・居住者のニーズが把握できていればそれについても記述しておく。	マネジメント上の課題については、ハード面の課題にとどまらず、ソフト面で対策を講じるべき課題についても幅広く把握し記述する。 マネジメントの方針や方向性については、課題への対策の考え方、マンションでの生活環境の水準、確保すべき物的水準と修繕積立金等の予算確保の水準等の内容、長期修繕計画の計画期間を超えて必要となる修繕工事や、住宅の質及び価値を維持・向上させるための改修工事やソフト面での取組み等の内容や実施を予定する大まかな時期や検討を開始する状況等について記載していく。管理費・修繕積立金の現状や将来課題についても触れる。
全体計画（まとめ）	全体の記述を総括して、マンション全体でのマネジメントに係る課題や事情等についての認識、マネジメントの方針等を記述する。管理者や理事会の認識の記述であるが、一定の主観的判断は、管理組合内での議論の活性化のために必要となる。	現状認識、今後の予想・課題・予定、マネジメントの方針等について総括する。 総会議案に前年度の活動の総括や本年度の管理方針等を記載して説明しているマンションであれば、その内容がマネジメント方針に基づく当該年度の具体の実施方針に相当する。

表 3.6　固有データカルテ

項目		主要表記内容	備考
敷地	所在地	地番および住居表示	
	敷地面積 　建築可能敷地面積 　分筆状況等	保有総敷地面積 傾斜地等を除いた建築可能敷地面積 　(複数の筆に分かれる場合)	
	所有形態等 　権利の設定等	所有・借地等／共有・部分専有等 　(地役権等の設定がある場合)	
建築物	総戸数 　特殊持分の存在等	専用住宅戸数 　賃貸部分・店舗等	必要によりタイプ別・棟別戸数
	階数 　住棟別階数・戸数	地上地下階数・別棟の状況 　(団地等では一覧表化が必要)	
	建築面積	建築基準法上の建築面積	
	延床面積 　容積対象面積 　同　容積率	建築基準法上の延床面積 　(当面建設時の表示) (　同　上　)	
	専有面積	専有面積の総計 タイプ別専有面積（別表）	
	所有形態等 　権利の設定等	区分所有等 　部分的に特殊な権利設定があるか	権利者数・特殊な権利者の存在等
駐車場	平面駐車場 　敷地内、敷地外別台数	平面駐車場の台数 　敷地内・敷地外別の台数	
	立体駐車場 　構造・階数等、台数	立体駐車場の構造・階数等 立体駐車場の台数	
公法規制	地域地区指定	用途地域・防火地域・高度地区等 日影規制指定等	またがる場合は比率等表記
	法定容積率	法定上限(充足率等)	加重平均の場合は算出値
	法定建蔽率	法定上限	加重平均の場合は算出値
	建築協定・地区計画等	あれば規制内容等	
供給等	竣工年・供給年	年月日	建築確認日付等も有効
	分譲主体	企業名	
	建設主体	企業名	
	分譲価格	分譲価格、最多価格帯	
住宅性能	耐震性能	性能等級、耐震診断結果等	
	省エネ性能	性能等級、断熱材	
	スケルトン性能	スラブ厚、階高・躯体天井高さ、住戸面積等の評価・数値	
	バリアフリー性能	エレベーターの有無、段差の有無	
	設備性能	設備の状況	
管理費等	管理費	戸当たり管理費	
	修繕積立金	戸当たり修繕積立金費	
	駐車場使用料	駐車場使用料	

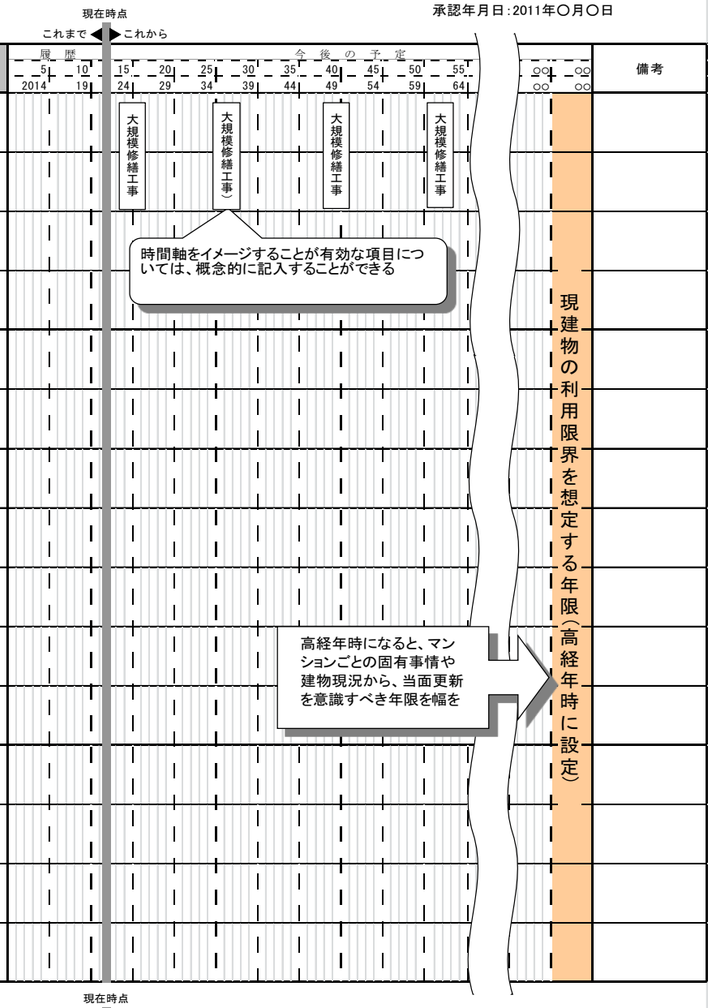
表 3.7　長期マネジメント計画［部位別ハード計画］シートの標準様式

□□□マンション管理組合　第□□次長期マネジメント計画　［運営計画］シート

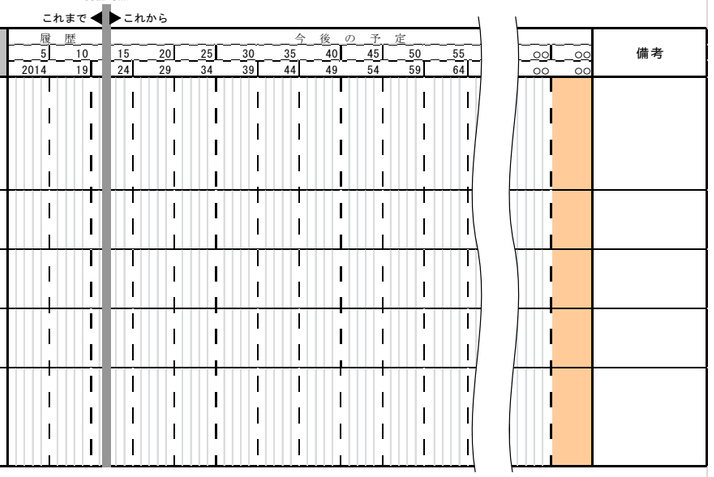
【閲覧用】

承認年月日：2011年○月○日

方針項目		当初の状況、現在までの履歴	現状認識	今後の予想・課題、予定等
建物の総合的状況		当初の設定、現在までの履歴や変化について項目ごとの概要を記述する	項目ごとに現状の認識について項目ごとの概要を記述する	現状認識を踏まえ、今後の予想や課題、今後考えられる予定や将来の構想等について項目ごとの概要を記述する
建物の状況	共用部分			
	専有部分			
	その他事情等			
内的要因				
内的要因	管理の状況			
	権利設定の状況			
	専有部分の利用状況			
	共用部分の利用状況		認識、方針検討等の根拠となった資料があればこの欄に記入。記号は住宅履歴情報シートに記載する情報整理番号とする	
	区分所有者の年齢世帯状況			
	運営管理に対するニーズ・意見			
外的要因				
外的要因	立地環境	マンションにおけるソフト事情について、部位・項目ごとに記述していく。 大区分ごとの個別要素についてまず記述しておき、総合的所見や特に重要な内容を小区分表題欄に総括する。		
	相隣環境			
	市場性			



方針項目		今後のマネジメントの方針・ビジョン等
マネジメント方針		建物の状況、内的要因及び外的容易について、これめあでの履歴、現状認識、今後の予想・課題、予定等を踏まえ、今後のマネジメントの方針や方向性等のビジョンを記述する。
方針	運営上の考慮要素等	
	検討組織等	マネジメント方針を実現する上での考慮要素、検討組織、資金計画等についての考えや方針があれば記述する。
	資金計画等（管理費修繕積立金含む）	
全体計画（まとめ）		最後に全体の総括を記述する。管理組合としての運営方針に相当する



4.3　住宅履歴情報シート

多世代利用住宅を長期にわたって適切な状態で利用していくうえでは、適切な点検、修繕等維持管理や様々改修工事を継続的に行うことが必要であり、そのためには、住宅履歴情報（住宅の設計、施工、維持管理、権利及び資産等に関する情報）を生成・蓄積し、それを有効に活用すするとともに、次の所有者に引き継いでいくことが重要となる。

長期マネジメント計画の体系においては、この履歴情報を踏まえ、さらにマネジメントに影響を及ぼしうる内的･外的要因に基づき、マネジメントの方針等を定め、それを具体の修繕・改修工事等の実施に反映させていく必要がある。

この際、履歴情報をマネジメントの方針づくりに活用するためには、[住宅履歴情報シート]には、次のような機能が求められることになる。

■［住宅履歴情報シート］に求められる機能

機能①：蓄積する履歴情報の索引機能（情報源・根拠資料の検索性）

マネジメントの履歴情報は経年に伴い大量となるので、資料の検索性を高め、蓄積した履歴情報のインデックスとして機能させる必要がある。

機能②：マンション長期マネジメント計画の作成作業の継承機能（判断根拠・原典の明示）

担当役員や責任者が交代していくために資料情報が散逸しやすい管理組合組織では、既往方針を継承しつつ新たな判断を加えるために、検討経緯や判断理由が記録文書として残され一元的にファイリング管理されることが重要である。新たに加わる長期マネジメント計画の作成にも、内外資料の読み取りや判断が付帯するので、公開・閲覧の表現とは別に、次期担当者に継承しうる作業資料の蓄積機能も必要となる。

こうした機能を踏まえると、[住宅履歴情報] シートには、国の住宅履歴情報整備検討委員会の資料でも「住宅履歴台帳」として示されているように、住宅履歴情報の更新の内容を一覧的に把握でき、また、情報の在処を時系列で見出し的に把握できる様式が求められる（図 3.6）。

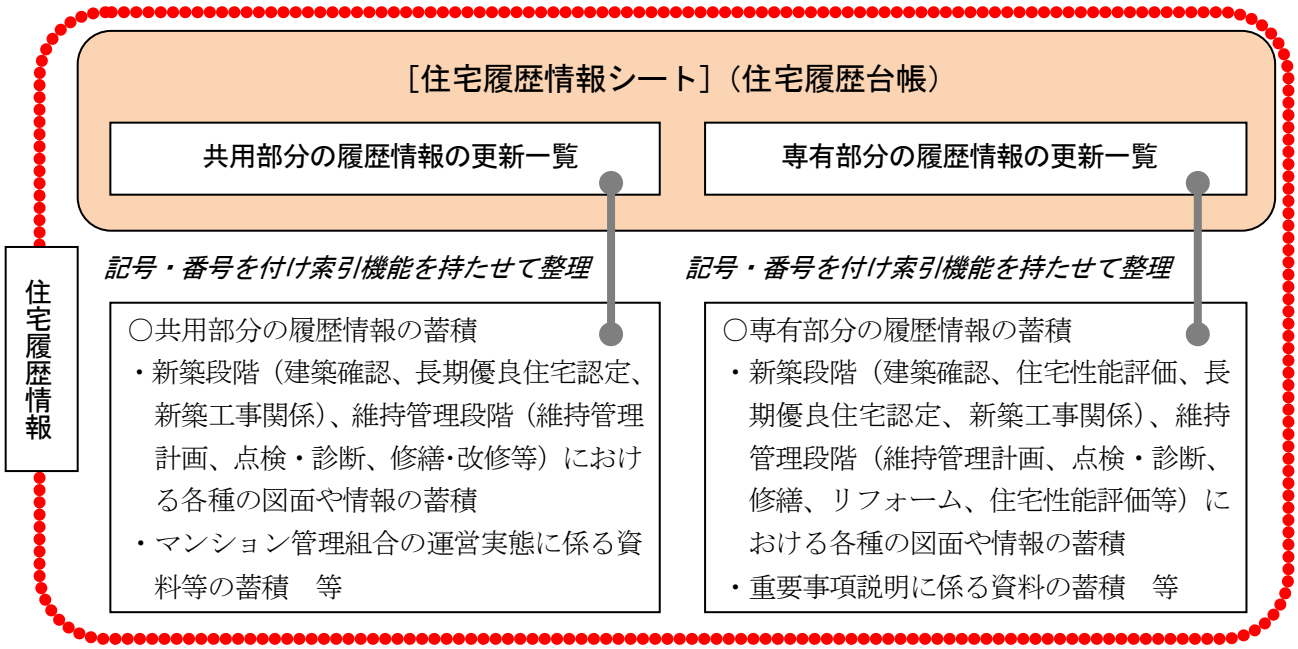


図 3.6　［住宅履歴情報］シートの様式の考え方

4.4　長期マネジメント計画概要シート

長期マネジメント計画の作成の大きな目的は、マネジメントの方針やビジョンを区分所有者がゆるやかに共有することにある。このため、［長期マネジメント計画概要］シートは、保存閲覧用資料のポイントを一覧的に分かりやすく要約して表示して、区分所有者に配布するための資料となる（このため、ボリュームはＡ３サイズで１～２枚程度が望ましい）。

共有すべき情報は、マネジメントに影響を及ぼす課題や内的・外的要因、これらを踏まえたマネジメントの方針であるが、適正なマネジメントのためには、長期修繕計画やそれを支える資金計画への認識も重要である。このため、配布用の［長期マネジメント計画概要］シートについては、［部位別ハード計画］及び［運営計画］の内容を要約して表示するのが適切であると考えられる（図 3.7）。

なお、保存閲覧用資料の内容を要約して配布用の［長期マネジメント計画概要］シートを作成する上では、できる限り作業の二度手間が生じないような仕組みが望ましい。配布用資料は、閲覧用資料の特定欄を抜粋して構成するシステムが求められ、これを実現するには、［部位別ハード計画］及び［運営計画］にあらかじめ総括の欄を用意するなどし、この部分を機械的に転載すれば、配布用の［長期マネジメント計画概要］シートが完成するようなシステムが望ましい。

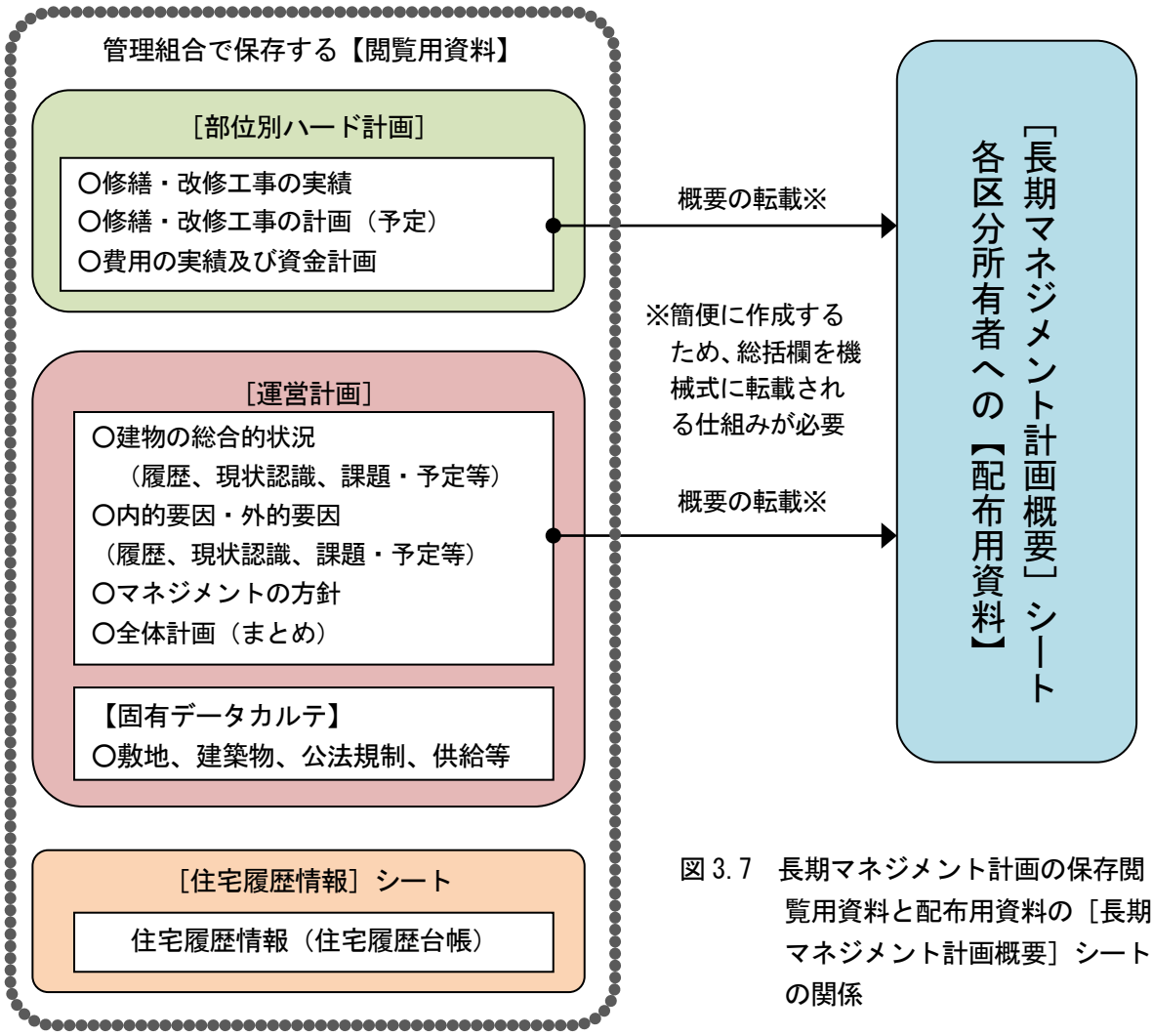


図 3.7　長期マネジメント計画の保存閲覧用資料と配布用資料の［長期マネジメント計画概要］シートの関係

［長期マネジメント計画概要シート］の標準様式を示したのが表 3.8 である。

表 3.8　配布用の［長期マネジメント計画概要］シートの標準様式

□□□マンション管理組合　第□□次［長期マネジメント計画概要］シート

【配布用】

［部位別計画概要］

【記号凡例】
●：全面的補修　○：部分補修
レ：点検のみ　△：発生都度部分補修　×：交換

【記入要領】
上段：補修履歴・計画修繕予定
下段：費用実績・費用想定（千円／戸）

現在時点　これまで ◀▶ これから

承認年月日：2011年○月○日

工事区分等		実績等	今後の方針
Ⅰ 建築工事	屋根防水		
	床防水		
	外壁塗装等		
	鉄部・アルミ部等塗装	定期的に再塗装を実施	10数年毎の大規模修繕時等に定期的な再塗装を継続。30年程度で交換部材あり
	建具・金物等		
	内部		
Ⅱ 設備工事	給水設備		
	排水設備		
	電気設備		
	情報・通信設備		
	昇降機設備		
Ⅲ 外構その他	外構		
	附属施設		
Ⅳ 改修工事	外観デザイン、外観色彩の変更工事	実施していない	地域にふさわしい景観を維持するため、外壁塗装の再塗装時にデザイン、色彩の変更を予定
	社会ニーズの変化に対応した改修工事	実施していない	居住者ニーズを定期的に把握し、ニーズの高い改修工事は、長期修繕計画に位置づけ検討する予定
	用途変更工事	実施していない	数十年後、居住者の高齢化が進行した場合、現在の規約共用部分に福祉施設の導入を検討する予定
修繕費用　計　（万円）			
修繕費用　累積　（万円）			
修繕積立基金　（万円）			
修繕積立金　入金　（万円）			
修繕積立金　累積　（万円）			

部位別計画から、修繕区分の大項目単位で、情報が自動的に転記される

部位別の修繕費用を最下段に集計し資金計画と照合する（単位変更に注意）

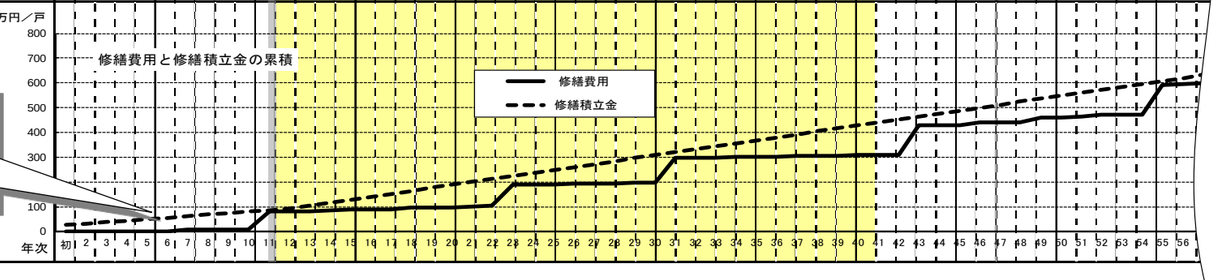
高経年時になると、マンションごとの固有事情や建物現況から、当面更新を意識すべき年限を幅をもって設定する

現建物の利用限界を想定する年限（高経年時に設定）

［運営計画概要］

運営計画シートから、各項目の総括的欄の単位で、情報が自動的に転記される

修繕費用と修繕積立金それぞれの累積をグラフ表示するスペース
部位別計画から、自動的に転記される



□□□マンション管理組合　第□□次長期マネジメント計画　［運営計画シート］

［運営計画概要］

現在時点　これまで ◀▶ これから

承認年月日：2011年○月○日

項目	当初の状況・現在までの履歴	現状認識	今後の予想・課題、予定等
建物の総合的状況			
内的要因			
外的要因			
方針項目	今後のマネジメントの方針・ビジョン等		
マネジメント方針			
全体計画（まとめ）			

現建物の利用限界を想定する年限

Ⅰ－４．多世代利用住宅の良好な住環境を安定的に確保するための敷地条件及び建築協調ルールの検討

１．研究の目的と方法

１）研究の目的

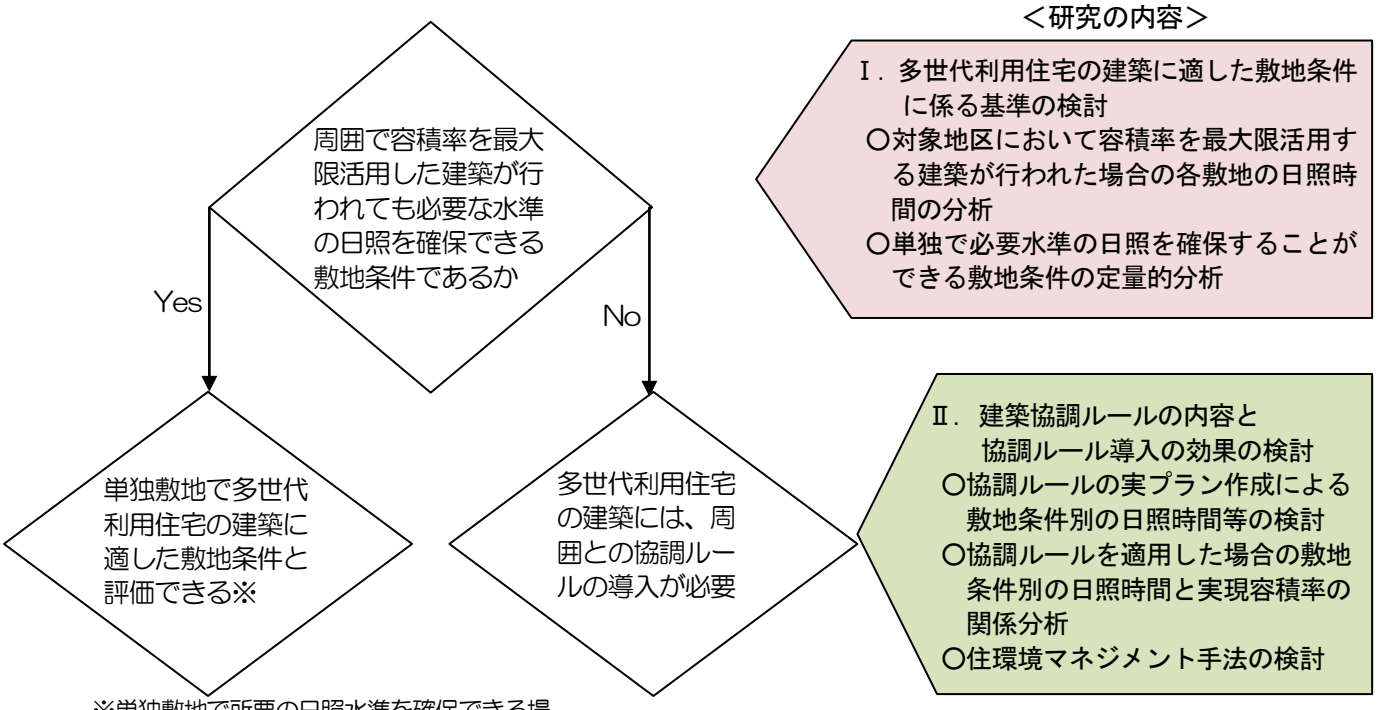
多世代利用住宅が社会的資産として持続的に利用されていくためには、住宅そのものの物理的価値が短期間で失われないための長期耐用性に加え、住宅・住宅地としての社会的・経済的価値が失われることがないよう、相隣関係において良好な居住環境が確保され、それが安定的に持続されていく必要がある。このため、多世代利用住宅に求められる良好な住環境の性能水準を安定的に確保するための敷地条件の基準及び建築協調ルール等の住環境マネジメント手法について検討する。

２）研究の視点と枠組み

検討にあたっては、多世代利用住宅に求められる良好な住環境を代表する性能項目を設定し、またその性能水準を定量的に設定した上で検討することが求められる。

本研究では、住環境の総合指標であり、定量的な測定が可能である「日照」に着目し、「多世代利用住宅は、周囲の敷地において容積率を最大限活用した建築行為が行われた場合であっても、敷地内で必要な水準の日照※が安定的に確保される必要がある」との観点に立って検討を行う。

すなわち、多世代利用住宅の建築に適した必要な水準の日照（例えば４時間日照）が単独で確保できる敷地条件について定量的に分析する。また、単独では必要な水準の日照が得られない敷地において多世代利用住宅を建築しようとする場合は、「建築協調ルール」の導入を促すこととし、その協調ルールの内容や効果について、日照を足がかりに検討する（図 4.1）。



※単独敷地で所要の日照水準を確保できる場合であっても、周辺の住環境への貢献の観点からは協調ルールの導入が望まれる。

図 4.1　研究の視点と枠組み

３）研究対象のモデル地区

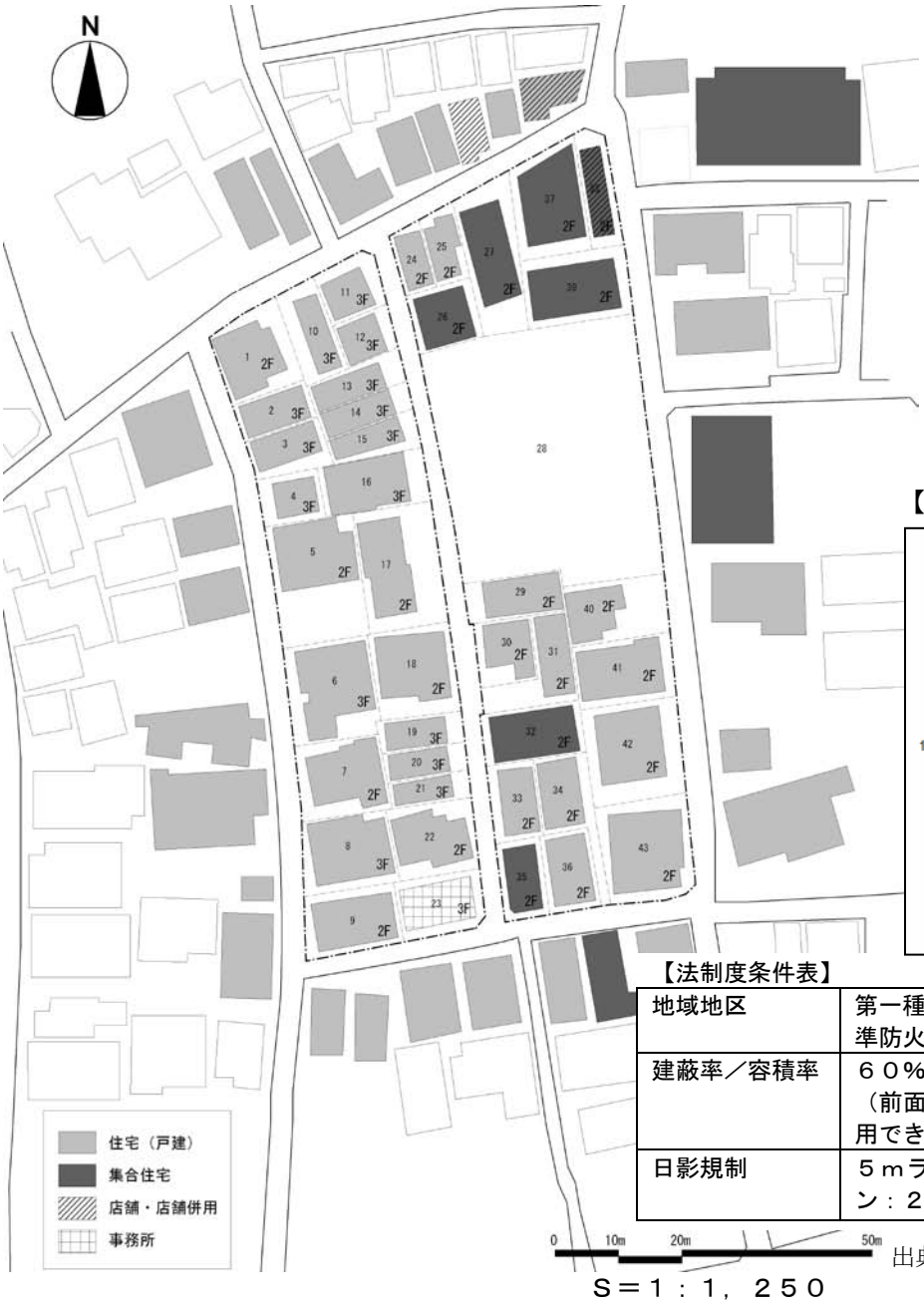
東京 23 区内の具体の地区（街区）をモデルとして検討を行う。第一種中高層専用地域の既成住宅市街地を対象とし、南北に細長い街区である杉並区Ａ地区（図 4.2）、東西に細長い街区である大田区Ｉ地区（図 4.3）をモデル地区として選定した。

（１）杉並区Ａ地区（南北細長街区）

【街区諸元表】　※ＣＡＤによる図上計測値

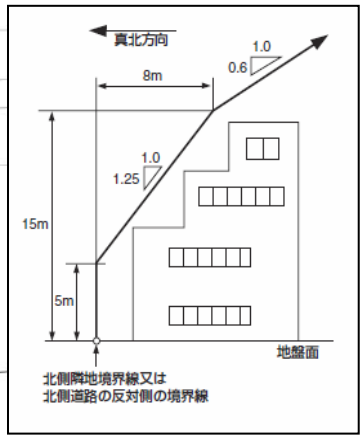
街区面積（道路除く）	敷地数	平均敷地規模	建築面積	平均階数	延べ面積	建ぺい率	容積率	容積充足率*	空地率
6,417.0	43	149.2	2,875.3	2.38	6,373.2	44.8%	99.3%	62.1%	55.2%

*容積充足率＝容積率／用途地域で定められた法定容積率（160%）



Ｓ＝１：１，２５０

【第２種高度地区の斜線制限】



【法制度条件表】

地域地区	第一種中高層住居専用地域 準防火地域　第二種高度地区
建蔽率／容積率	６０%／２００% （前面道路幅員 4mの影響で最大利用できる容積率は 160%）
日影規制	５ｍライン：３時間／１０ｍライン：２時間、測定面４ｍ

出典：東京都測量による地形図をもとに地区現況図を作成

図 4.2　杉並区Ａ地区（南北細長街区）の現況

（２）大田区Ｉ地区（東西細長街区）

【街区諸元表】　※ＣＡＤによる図上計測値

街区面積（㎡）（道路除く）	敷地数	平均敷地規模（㎡）	建築面積（㎡）	平均階数	延べ面積（㎡）	建ぺい率	容積率	容積充足率*	空地率
10,328.9	57	181.2	4,857.6	2.54	13,094.0	47.0%	126.8%	63.4%	53.0%

*容積充足率＝容積率／用途地域で定められた法定容積率（200%）

【参考：現況写真】



【第２種高度地区の斜線制限】

【法制度条件表】

地域地区	第一種中高層住居専用地域 準防火地域　第二種高度地区
建蔽率／容積率	６０％／２００％
日影規制	５ｍライン：３時間／１０ｍライン：２時間、測定面４ｍ

出典：東京都測量による地形図をもとに地区現況図を作成

図 4.3　大田区Ｉ地区（東西細長街区）の現況

２．多世代利用住宅の建築に適した日照を安定的に確保できる敷地条件の検討

2.1　対象地区において確保できる日照時間の分析

１）日照の分析・評価方法

検討対象とする杉並区Ａ地区（南北細長街区）、大田区Ｉ地区（東西細長街区）において、現行制度下で、容積率を最大限活用した建築行為が各敷地内で行われた場合を想定し、各敷地において確保可能な日照時間の水準について分析する。

（１）日照時間の測定条件

日照時間の分析・評価方法は表 4.1 のとおりである。

表 4.1　日照時間の測定条件

地区名	地域地区	日影規制	測定面	日照時間の評価※
杉 並 区 Ａ地区	第一種中高層住居専用地域 第二種高度地区	5ｍライン：3 時間 10ｍライン：2 時間	4.0m	○：4 時間以上 △：3 時間以上 4 時間未満
大 田 区 Ｉ地区	第一種中高層住居専用地域 第二種高度地区	5ｍライン：3 時間 10ｍライン：2 時間	4.0m	▲：2 時間以上 3 時間未満 ×：2 時間未満

（２）日照の分析

日照時間の評価にあたっては、前述のとおり、各地区の用途地域について定められている日影に係る規制時間を用い、原則、次の時間が確保されるかどうかを評価することとする。

日照時間 ＝ 8 時間（8 時から 16 時）－ 規制の日影時間

ただし、第一種中高層住居専用地域である杉並区Ａ地区の日影規制時間は、５ｍラインにおいて３時間（８時から 16 時の間：冬至日）である。日照時間の評価の原則に基づけば、（８時間－３時間）＝５時間の日照時間が確保すべき水準となるが、住宅が密集した既成市街地において複合日影を考慮して５時間の日照時間を確保することは現実的に困難であることから、４時間を超える時間が必要となる場合については、「４時間」を確保すべき最大の目標水準（評価の基準）として設定した。

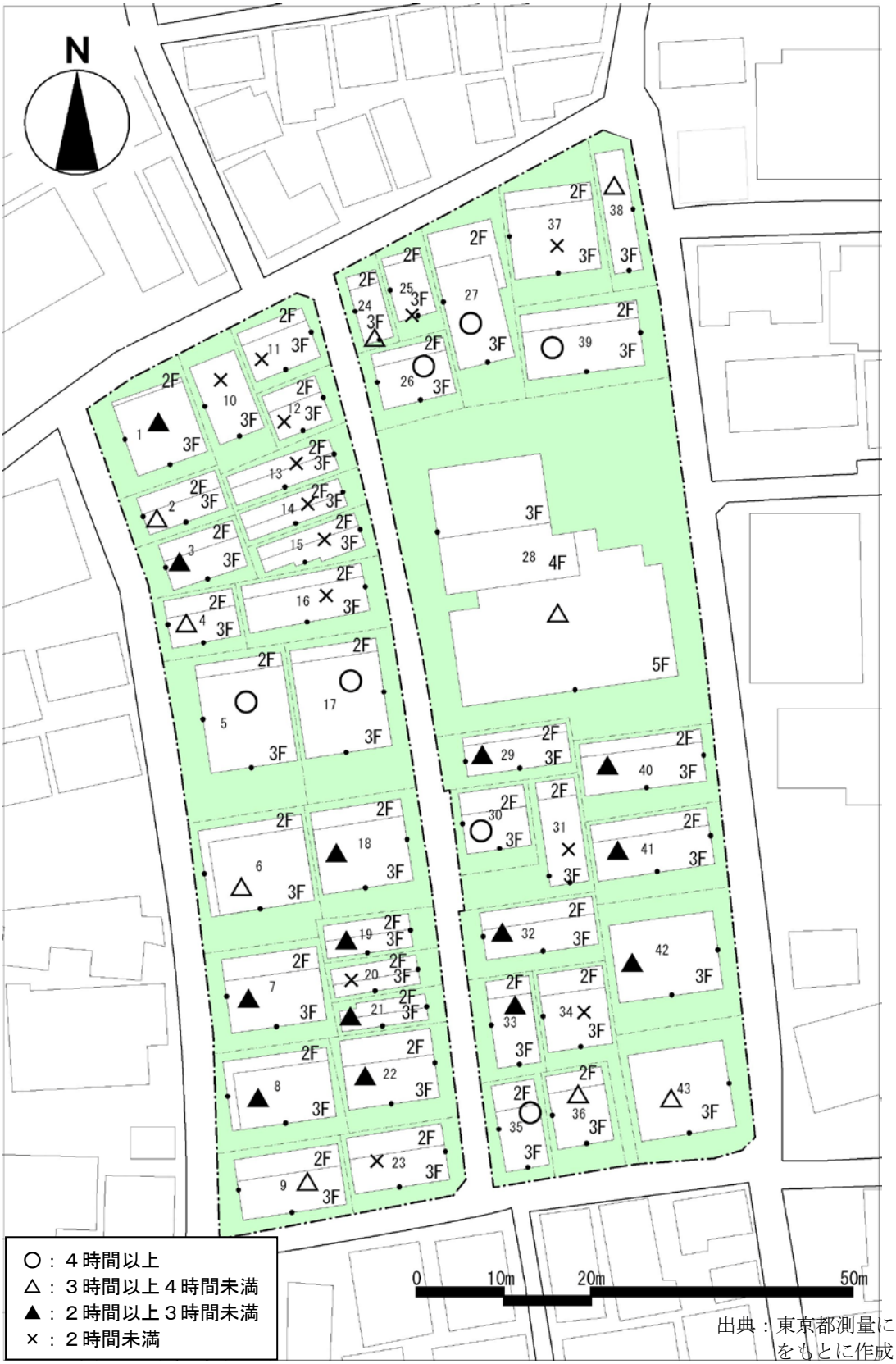
（３）日照時間の測定方法

各地区（街区）について、敷地内において容積を最大限活用した建築行為が行われたと仮定した場合の街区プランを作成し。これに基づき、各建物において確保できる日照時間を測定（シミュレーション）した。日照は、建物の南側壁面の中央部と、南側以外のその他壁面の中央部において測定することとし、日照の測定ライン及び測定面は、モデルスタディ対象地区の用途地域別の基準によるものとする。なお、地区外の建築物は、地区内の住宅等への日照確保に関して、当然に影響を及ぼすことになる。このため、地区外の敷地については、道路から１ｍセットバックした位置に（第一種中高層住居専用地域であるため）総３階建の建築物の壁面が連続して建築されるものと仮想して、測定を行った。

２）測定結果

上記の方法により日照時間を測定した結果が図 4.4 及び図 4.5 である。

（１）杉並区Ａ地区（南北細長街区）



出典：東京都測量による地形図ををもとに作成

図 4.4　杉並区Ａ地区（南北細長街区）の日照時間の測定結果

南北細長街区の杉並区Ａ地区では、南側に空地や道路等が確保できる敷地を除いて、大半の敷地では４時間日照を得ることは困難であることが示される。

（２）大田区Ｉ地区（東西細長街区）



図 4.5　大田区Ｉ地区（東西細長街区）の日照時間の測定結果

東西細長街区の大田区Ｉ地区では、街区背割り線の北側敷地と南側敷地とで日照条件が大きく異なる。
街区背割線より南側で南面に道路を抱える敷地では４時間日照を確保できるのに対し、背割線の北側敷地では４時間日照の確保はほとんど難しい状況である。

2.2　「４時間日照」を確保できる敷地条件のシミュレーション

2.1 に示した実際の地区でのモデルスタディ結果を踏まえて、日照確保の観点からみた、多世代利用住宅の建築に適した敷地条件の検討を行う。

具体的には、杉並区Ａ地区及び大田区Ｉ地区の街区及び敷地条件を用いて、具体の検討モデル（壁面後退モデル）を設定して、単独の敷地で安定的に４時間日照の確保が可能な敷地規模・敷地形状について定量的に分析を行うこととする。

１）日照を確保するためのモデルの設定

本検討は建築基準法の日影規制を考慮しながら実施しており、これによると８時から 16 時の間に４時間日照を確保できるかがポイントとなる。具体的には、日照を確保する点（測定面：高さ 4m）において、8 時から 16 時の８時間の間（太陽が移動する角度 120 度）に、周辺敷地の建物配置・形状等に応じた一定の日照を確保できるよう、必要なまとまった空地（以下、「日照確保要空地」という。）を確保することが求められる（図 4.6）。

ここでは、日照確保要空地を設けるモデルを想定し、そのための敷地内におけるの壁面後退距離はどうあればよいかといった観点から検討を進める。

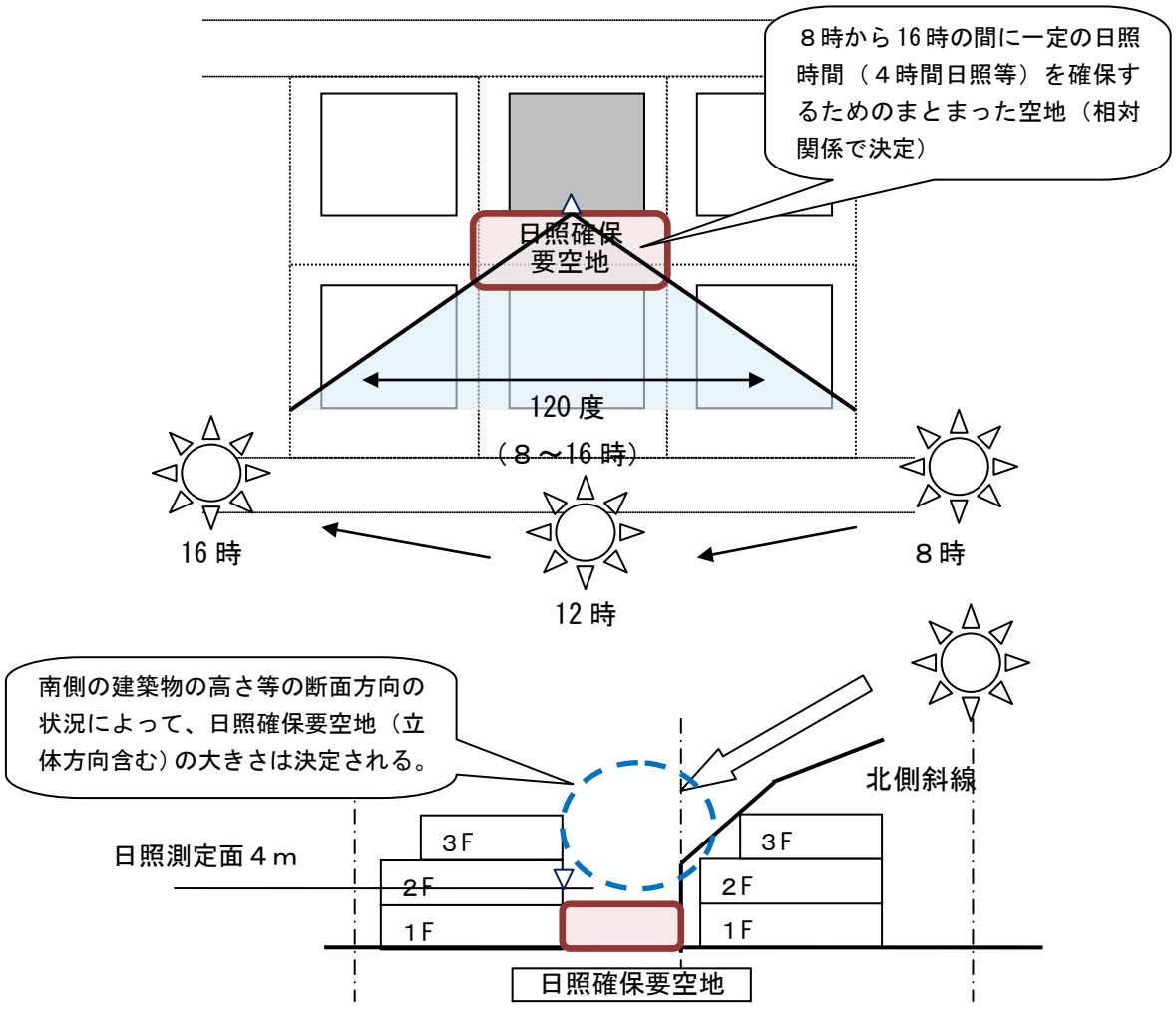


図 4.6　日照を確保するための「日照確保要空地」

２）モデル敷地において容積率を最大限活用した建築行為が行われる場合の想定プラン

（１）杉並区Ａ地区（南北細長街区）

南北細長街区は合計４時間以上の日照を「南面から２時間以上＋道路面から２時間以上」で確保することとする。そのためには、南面から２時間日照を確保するために、住宅南側壁面を南側敷地境界線から全体的に後退させ、敷地南側に全面的に日照確保要空地を設けるとともに、また道路側からも２時間日照を確保するために道路境界から壁面後退し日照確保要空地を設けるモデルを設定している（図 4.7）。

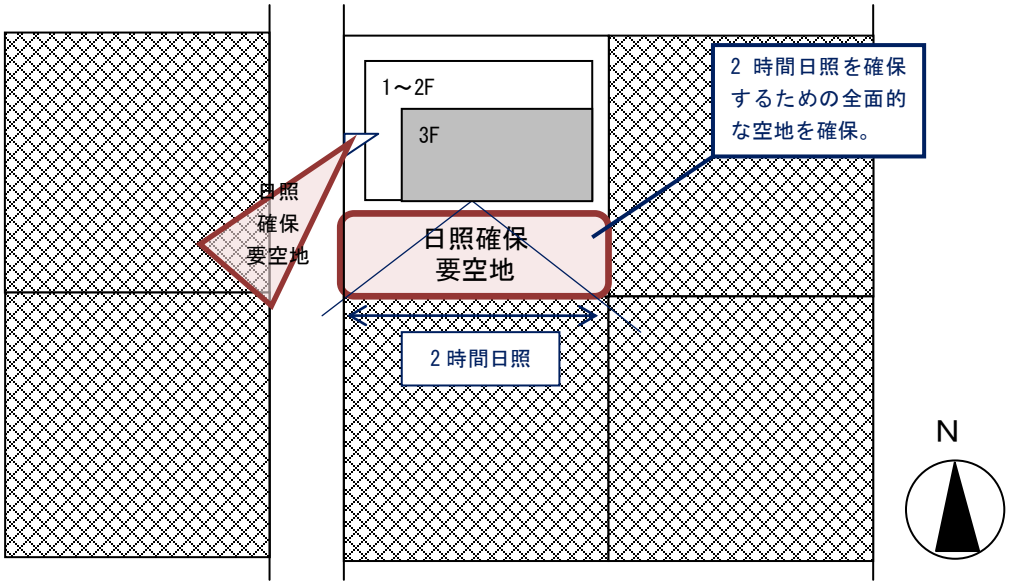


図 4.7　杉並区Ａ地区（南北細長街区）における日照確保要空地の考え方

次に、杉並区Ａ地区の物的状況等を考慮し、表 4.2 に示す諸元のモデル敷地とそこでの容積率を最大限活用した場合の建築形態を設定した。民法上の最低壁面後退を前提に、現行規制を遵守した建築形態を設定している。

表 4.2　モデル敷地において容積率を最大限活用した建築行為が行われる場合の想定プラン設定

街区形状	南北細長型
接道条件	街区の西（・東）において幅員４ｍの道路に接道
用途地域	第一種中高層住居専用地域（建蔽率/容積率＝60/200※） ※前面道路幅員により 160％
モデル敷地の敷地形状	東西 13.5ｍ×南北 9m
モデル敷地において容積率を最大限活用した建築行為が行われる場合の想定プラン（壁面後退の考え方）	北側隣地境界線より　⇒1.0ｍの壁面後退を前提に、現行の北側斜線（高度地区）制限を遵守した建築形態を想定する。 東側隣地境界線より　⇒0.5ｍの壁面後退（民法）を前提に、現行の隣地斜線制限を遵守した建築形態を想定する。 西側道路境界線より　⇒一定の壁面後退を前提に、現行の道路斜線制限を遵守した建築形態を想定する。

次に、表 4.2 で設定した容積率（160%）を最大限活用した建築形態モデルが建ち並ぶ地区において、特定の敷地を想定した場合、その敷地内において、二面で４時間日照を確保するための道路境界及び南側敷地境界からの壁面後退距離（西側道路幅員 4m）について検討した。

なお、参考までに、前面走路幅員が 6m、9mの場合加えて、西側道路幅員が 9mの場合において、二面で 5 時間の日照を確保できるための条件について検討した。

その結果は表 4.3 のとおりである。

表 4.3　壁面後退距離等の検討結果

容積率	日照時間	西側道路幅員	日照確保面	壁面後退距離等
160%	４時間日照（二面日照の合計）	４m	南面より（２H）	南側隣地境界から<u>５m程度</u>の離隔距離を確保した場合、<u>南面で２時間以上</u>の日照を確保可能
			西側道路面より（２H）	道路境界から１mの壁面後退（１、２階）を行った場合、<u>西面で２時間以上</u>の日照を確保可能（道路斜線を考慮すれば、３階は 2.5mの壁面後退）
		６m（参考）	南面より（1.5H）	南側隣地境界から <u>4.5m程度</u>の離隔距離を確保した場合、<u>南面で 1.5 時間以上</u>の日照を確保可能。
			西側道路面より（2.5H）	道路境界から１mの壁面後退（１、２階）を行った場合、<u>西面で 2.5 時間以上</u>の日照を確保可能（道路斜線を考慮すれば、３階は 2.5mの壁面後退）
		９m（参考）	南面より（１H）	南側隣地境界から<u>４m程度</u>の離隔距離を確保した場合、<u>南面で１時間以上</u>の日照を確保可能
			西側道路面より（３H）	道路境界から１mの壁面後退（１、２階）を行った場合、<u>西面で３時間以上</u>の日照を確保可能（道路斜線を考慮すれば、３階は 2.5mの壁面後退）。
	５時間日照（二面日照の合計）	９m（参考）	南面より（２H）	南側隣地境界から<u>５m程度</u>の離隔距離を確保した場合、<u>南面で２時間以上</u>の日照を確保可能
			西側道路面より（３H）	道路境界から１mの壁面後退（１、２階）を行った場合、<u>西面で３時間以上</u>の日照を確保可能（道路斜線を考慮すれば、３階は 2.5mの壁面後退）

その結果、南北細長地区の杉並区Ａ地区の敷地条件において、南面から２時間、東又は西面（道路面）から２時間の日照を確保するためには、次の壁面後退が必要であることが分かった。

①南面から２時間の日照を確保するためには、南側隣地境界から５m程度の壁面後退が必要である（北側斜線（高度地区制限）を考慮）。（図 4.9）

②東又は西面（道路面）から２時間の日照を確保するためには、１階及び２階部分は路境界から１mの壁面後退、３階部分は 2.5mの壁面後退が必要である。（図 4.9）

（２）大田区Ｉ地区（東西細長街区）

東西細長街区については、「南面から４時間以上」を確保する。そのためには、住宅南側壁面を南側敷地境界線から全体的に後退させ、敷地南側に全面的に日照確保要空地を設けるモデルを設定する（図 4.8）。

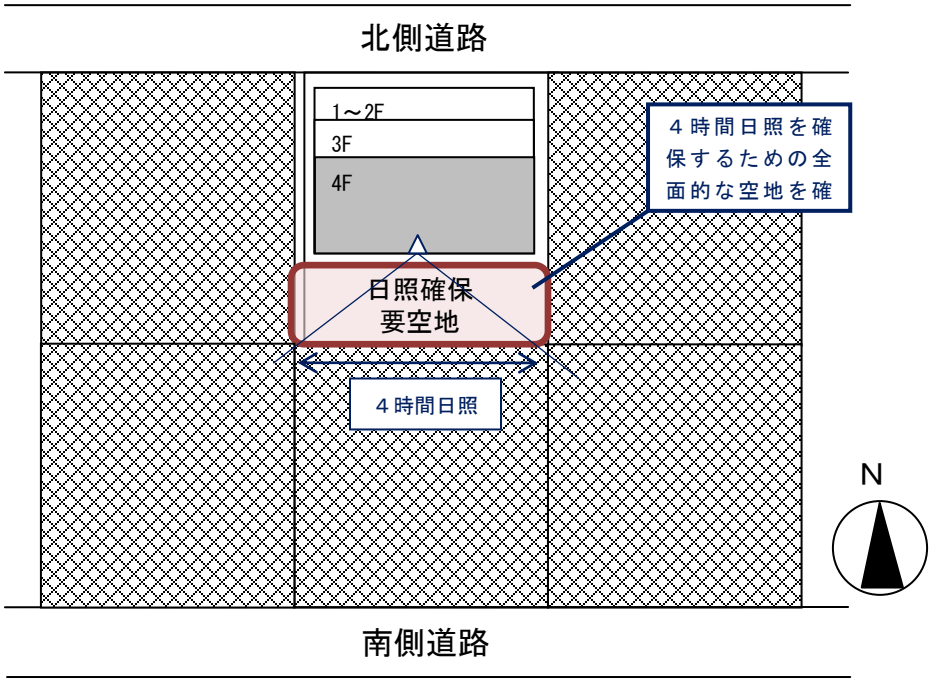


図 4.8　大田区Ｉ地区（東西細長街区）における日照確保要空地の考え方

次に、大田区Ｉ地区の物的状況等を考慮し、表 4.4 に示す諸元のモデル敷地とそこでの容積率を最大限活用した場合の建築形態を設定した。民法上の最低壁面後退を前提に、現行規制を遵守した建築形態を設定している。

表 4.4　モデル敷地において容積率を最大限活用した建築行為が行われる場合の想定プラン設定

	東西細長型
接道条件	街区の南において幅員 5.5m、北において幅員９mの道路に接道
用途地域	第一種中高層住居専用地域（建蔽率/容積率＝60/200）
モデル敷地の敷地形状	東西 10.0m×南北 19.0m
モデル敷地において容積率を最大限活用した建築行為が行われる場合の想定プラン（壁面後退の考え方）	北側隣地境界線より　⇒1.0mの壁面後退を前提に、現行の北側斜線（高度地区）制限を遵守した建築形態を想定する 西・東側隣地境界線より　⇒0.5mの壁面後退（民法）を前提に、現行の隣地斜線制限を遵守した建築形態を想定する。 北側道路境界線より　⇒1.0mの壁面後退を前提に、現行の道路斜線制限を遵守した建築形態を想定する。

次に、上記で設定した容積率（200%）を最大限活用した建築形態モデルが建ち並ぶ地区において、特定の敷地を想定した場合、その敷地内において、南からの一面で４時間日照を確保するための南側境界（隣地境界線、道路境界線）からの壁面後退距離について検討した。

既述のように、背割線より南側の敷地と北側の敷地については、条件が異なることから、ケースを区分して検討を行うこととした。また参考までに、容積率を 160%に低減した場合の影響を考察するために、同様の検討を実施した。

その結果は表 4.5 のとおりである。

表 4.5　壁面後退距離等の検討結果

容積率	日照時間	敷地	日照確保面	壁面後退距離等
200% ※原則４階建て	４時間日照（南からの一面日照）	背割線北側敷地	南面より	南側隣地境界から９ｍ程度の離隔距離を確保した場合、南面で４時間以上の日照を確保可能
		背割線南側敷地	南面より	南側隣道路境界から 3.5m程度の離隔距離を確保した場合、南面で４時間以上の日照を確保可能
160% ※原則３階建て		背割線北側敷地	南面より	南側隣地境界から６ｍ程度の離隔距離を確保した場合、南面で４時間以上の日照を確保可能
		背割線南側敷地	南面より	南側道路境界から 0.5m程度の離隔距離を確保した場合、南面で４時間以上の日照を確保可能

その結果、東西細長地区の大田区Ｉ地区の敷地条件において、南面から４時間の日照を確保するためには、次の壁面後退が必要であることが分かった。

①街区背割り線北側の敷地では、南面から４時間の日照を確保するためには、南側隣地境界から９ｍ程度の壁面後退が必要である。（図 4.11）

②背割り線南側の敷地では、南側に道路を抱えているため、南面から４時間の日照を確保するためには、道路境界から 3.5m程度の壁面後退でよい。（図 4.12）

2.3　検討モデルの設定に基づく敷地規模・形状のシミュレーション

１）杉並区Ａ地区（南北細長街区）

（１）道路幅員４ｍの場合の敷地面積別判定グラフ（南側２時間＋西（東）側２時間）

①検討モデルの設定

上記の検討結果を踏まえ、南面から２時間及び道路面から２時間、合計４時間以上の日照の確保が可能な敷地条件の検討モデルとして、図 4.9 のような「壁面後退モデル」を設定した。

②検討の方法

壁面後退モデルにおいて、「１階部分の壁面後退内面積」、「容積率をフル活用した場合の１階床面積」、「法定建ぺい率に応じた１階床面積」の関係に着目して検討する。

この場合、容積率（建ぺい率）をフル活用した場合に、周辺敷地の建築状況にかかわらず、安定的に４時間以上の日照が確保できる敷地では、次の関係が成り立つ。

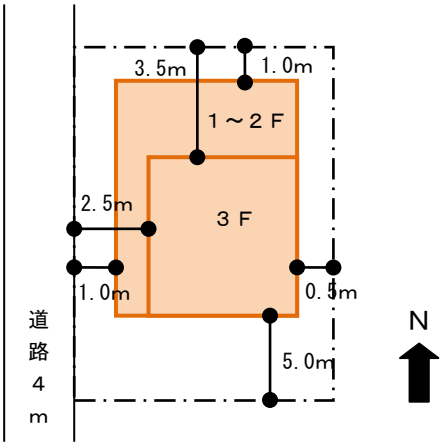


図 4.9　壁面後退モデル

【４時間日照が確保できる敷地の条件】

ｉ）「１階部分の壁面後退内面積」≧「容積率をフル活用した場合の１階床面積」

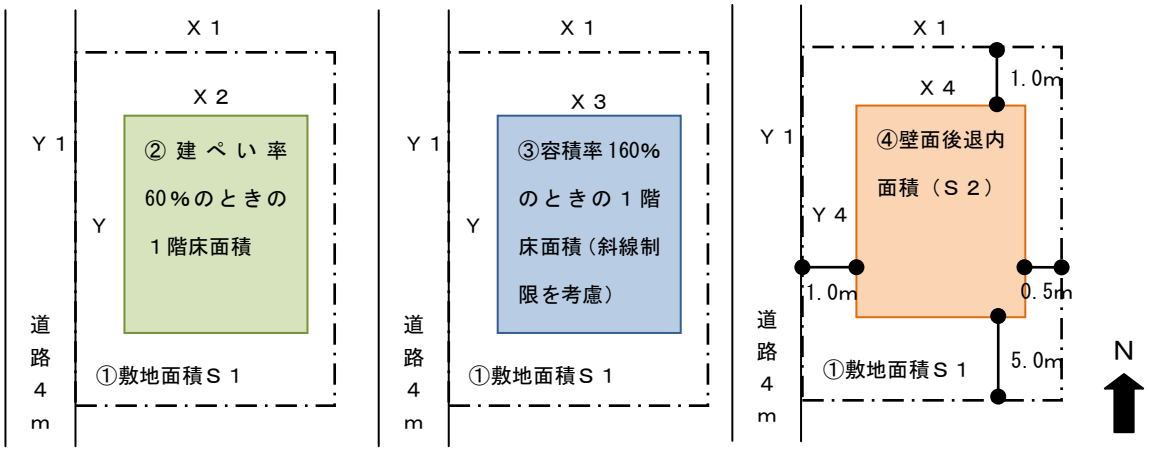
ⅱ）「１階部分の壁面後退内面積」≧「法定建ぺい率に応じた１階床面積」

本検討では、杉並区Ａ地区の街区条件（フル活用した場合の容積率 160%、法定建ぺい率 160%）において、上記の関係が成り立つ敷地規模とその場合の敷地形状について定量的に分析する。まず、敷地面積 250 ㎡のケースで、分析方法を説明する。

■杉並区Ａ地区の街区条件での検討モデルに基づく各種変数の整理と関数式
（敷地面積 250 ㎡・容積率 160%をフル活用した場合）

表 4.6　各変数項目の定義と各変数項目の関数式

項目	関数式
①敷地面積（Ｓ１）	Ｘ１×Ｙ１＝250【Ｓ１】
②建ぺい率 60%のときの１階床面積	Ｘ２×Ｙ２＝250【Ｓ１】×0.6
③容積率 160%のときの１階床面積（斜線制限を考慮）	［１階床面積］＋［２階床面積］＋［３階床面積］＝［Ｘ３×Ｙ３］＋［Ｘ３×Ｙ３］＋［（Ｘ３－1.5）×（Ｙ３－2.5）］＝250【Ｓ１】×1.6
④壁面後退内面積（Ｓ２＝Ｘ４×Ｙ４）	（Ｘ４＋1.0＋0.5）×（Ｙ４＋1.0＋5.0）＝250【Ｓ１】



敷地面積 250 ㎡の場合について、前ページに示した変数を用いて各項目の関数式を立てて、４時間日照が確保できる敷地条件について分析する。

この場合、４時間日照が確保できる敷地であるためには、下記のⅰ）からⅲ）を全て満たす敷地である必要がある。

■４時間日照が確保できる敷地の判定条件（敷地面積 250 ㎡の場合）

ⅰ）敷地の東西方向幅（Ｘ１）7.0m以上、かつ敷地の南北方向幅（Ｙ１）11m以上 ※
※住宅の最少間口・奥行を 5.5mにした場合、東西方向幅 7.0m以上、南北方向幅 11m以上が必要
ⅱ）壁面後退内面積Ｓ２（＝Ｘ４×Ｙ４）≧ Ｘ２×Ｙ２（建ぺい率 60%のときの１階床面積）
ⅲ）壁面後退内面積Ｓ２（＝Ｘ４×Ｙ４）≧ Ｘ３×Ｙ３（容積率 160%のときの１階床面積＝150 ㎡）

次ページの図 4.10 に示す判定グラフは、縦軸が「Ｙ：南北方向の幅」すなわち、前ページの各種変数の整理に示した、敷地の南北方向幅、建ぺい率 60%のときの１階床面積の南北方向幅、容積率 160%のときの１階床面積の南北方向幅、南面及び道路面から合計４時間以上の日照の確保が可能な場合の壁面後退内面積の南北方向幅を示している。同様に、横軸が「Ｘ：東西方向の幅」すなわち、各種変数の整理に示した、敷地の東西方向幅、建ぺい率 60%のときの１階床面積の東西方向幅、容積率 160%のときの１階床面積の東西方向幅、南面及び道路面から合計４時間以上の日照の確保が可能な場合の壁面後退内面積の東西方向幅を示している。

判定グラフにおいては、①敷地面積、②建ぺい率 60%のときの１階床面積、③容積率 160%のときの１階床面積、④南面及び道路面から合計４時間以上の日照の確保が可能な場合の壁面後退内面積を示す４つの曲線を一括して示している。それぞれの曲線上の点に対応するＹ軸の数字が「南北方向の幅」、Ｘ軸の数字が「東西方向の幅」を示しており、このＹ軸上の数字とＸ軸の数字を掛け合わせるとそれぞれの面積が求められる。

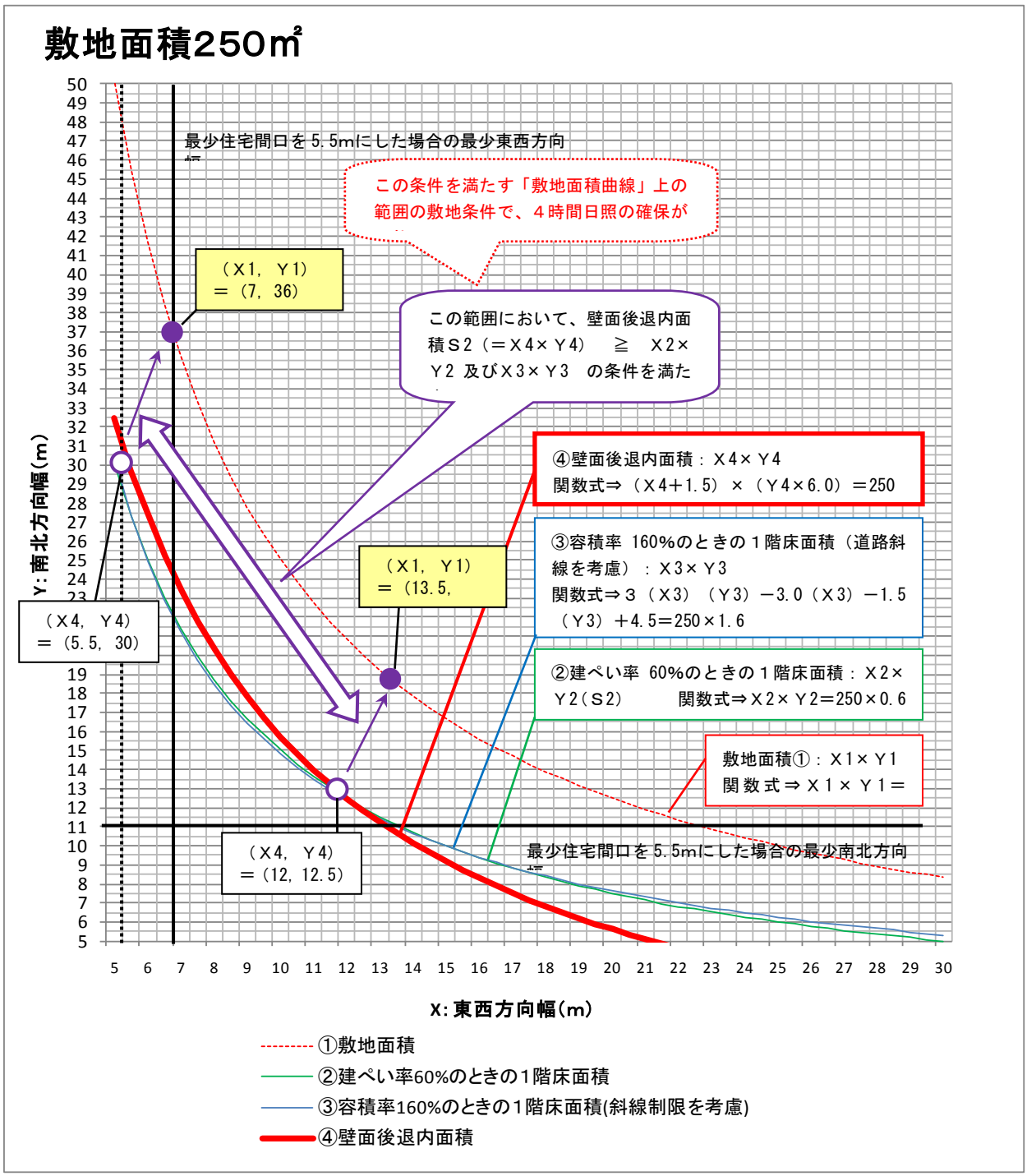
この場合、上記の４時間日照が確保できる敷地の判定条件ⅰ）～ⅲ）が満たす敷地であるためには、敷地の東西方向幅 7.0m以上・南北方向幅 11m以上の範囲において、「④壁面後退内面積」（赤い太線）が「②建ぺい率 60%のときの１階床面積」（青い細線）と「③容積率 160%のときの１階床面積（斜線制限を考慮）」（緑の細線）を上回る範囲に相当する敷地であることが条件となる。図を見ると、壁面後退内面積を示す曲線（赤い太線）上の（X4,Y4）＝（5.5, 30）、（X4,Y4）＝（12, 12.5）の範囲で、この条件を満たすことが認められる。

そこで次に、この４時間日照が確保できる壁面後退内面積の南北方向幅及び東西方向幅に対応する敷地形状を求める。

壁面後退モデルに示したように、壁面後退内面積は、当該敷地の道路境界線及び隣地境界線からそれぞれ一定の後退をした面積であることから、壁面後退内面積の南北方向幅及び東西方向幅にそれぞれの後退距離を加えることで、敷地の南北方向幅及び東西方向幅が求められる。図をみると、上記の壁面後退内面積を示す曲線上の時間日照が確保できる範囲に対応した敷地面積上の範囲は、（X1,Y1）＝（7, 36）、（X4,Y4）＝（13.5, 18）の範囲となり、設定した杉並区Ａ地区の条件においては、敷地面積 250 ㎡の場合、この範囲の敷地形状であれば、周辺敷地が容積率 160%をフル活用した場合でも、４時間日照を確保できることになる。

＜例　敷地面積 250 ㎡の場合＞

【西（東）側道路幅員４ｍ；二面で４時間日照（南２時間＋西（東）２時間】



X1：敷地の東西方向幅（奥行）
Y1：敷地の南北方向幅（間口）
X4：壁面後退内面積の東西方向幅（奥行）
Y4：壁面後退内面積の南北方向幅（間口）

図 4.10　敷地面積 250 ㎡の場合の判定グラフ（容積率 160%をフル活用した場合）

２）大田区Ｉ地区（東西細長街区）

（１）背割線北側敷地における敷地面積別判定グラフ（南側４時間、容積率 200%）

背割線北側敷地において、容積率 200%をフル活用した場合に合計４時間（南側から４時間）以上の日照を安定的に確保できる敷地条件の検討モデルを示すと、図 4.11 のような「壁面後退モデル」となる。

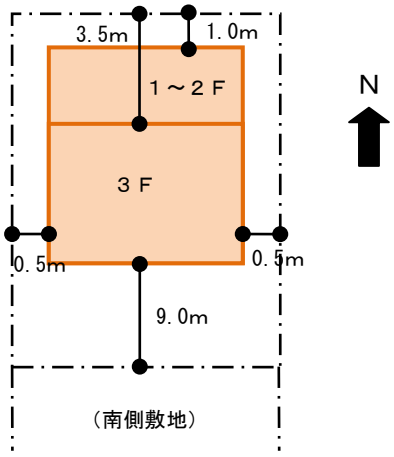


図 4.11　壁面後退モデル

■４時間日照が確保できる敷地の判定条件

ⅰ）敷地の東西方向幅（Ｘ１）6.5m以上、かつ敷地の南北方向幅（Ｙ１）15.5m以上 ※

※住宅の最少間口・奥行を 5.5mにした場合、東西方向幅 7.0m以上、南北方向幅 15.5m以上が必要

ⅱ）壁面後退内面積Ｓ２（＝Ｘ４×Ｙ４）≧ Ｘ２×Ｙ２（建ぺい率 60%のときの１階床面積）

ⅲ）壁面後退内面積Ｓ２（＝Ｘ４×Ｙ４）≧ Ｘ３×Ｙ３

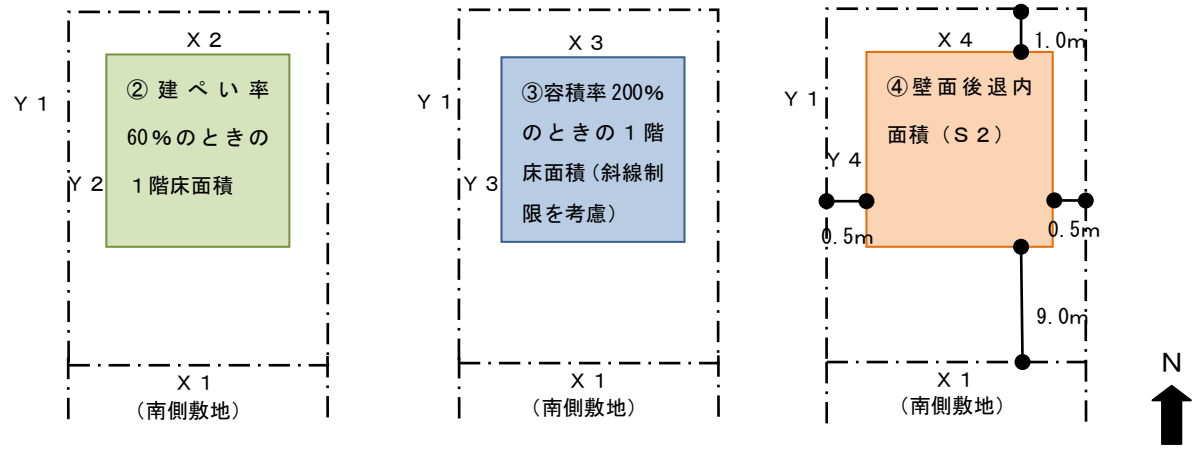
■大田区Ｉ地区の街区条件で検討モデルをベースとした各種変数の整理と関数式

（敷地面積 250 ㎡、容積率 200%をフル活用した場合の場合）

【背割線北側敷地；一面で４時間日照（南４時間）】

表 4.7　各変数項目の定義と各変数項目の関数式

項目	関数式
①敷地面積（Ｓ１）	Ｘ１×Ｙ１＝250【Ｓ１】
②建ぺい率 60%のときの１階床面積	Ｘ２×Ｙ２＝250【Ｓ１】×0.6
③容積率 200%のときの１階床面積（斜線制限を考慮）	［１階床面積］＋［２階床面積］＋［３階床面積］＝［Ｘ３×Ｙ３］＋［Ｘ３×Ｙ３］＋［Ｘ３×（Ｙ３－2.5）］＝250【Ｓ１】×2.0
④壁面後退内面積（Ｓ２＝Ｘ４×Ｙ４）	（Ｘ４＋0.5＋0.5）×（Ｙ４＋1.0＋9.0）＝250【Ｓ１】



（２）背割線南側敷地における敷地面積別判定グラフ（南側４時間、容積率 200%）

次に、背割線南側敷地について検討する。容積率 200％をフル活用した場合に合計４時間（南側から４時間）以上の日照を安定的に確保できる敷地条件の検討モデルを示すと、図 4.12 のような「壁面後退モデル」となる。

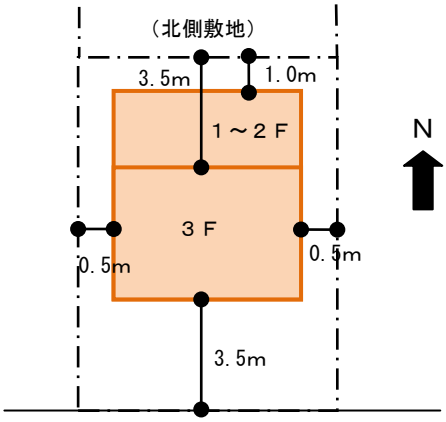


図 4.12　壁面後退モデル

■４時間日照が確保できる敷地の判定条件

ⅰ）敷地の東西方向幅（Ｘ１）6.5m以上、かつ敷地の南北方向幅（Ｙ１）10.0m以上 ※

※住宅の最少間口・奥行を 5.5mにした場合、東西方向幅 7.0m以上、南北方向幅 10.0m以上が必要

ⅱ）壁面後退内面積Ｓ２（＝Ｘ４×Ｙ４）≧ Ｘ２×Ｙ２（建ぺい率 60%のときの１階床面積）

ⅲ）壁面後退内面積Ｓ２（＝Ｘ４×Ｙ４）≧ Ｘ３×Ｙ３

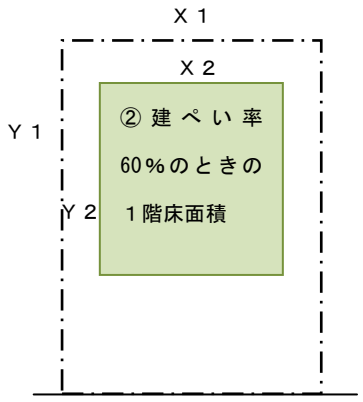
■大田区Ｉ地区の街区条件で検討モデルをベースとした各種変数の整理と関数式

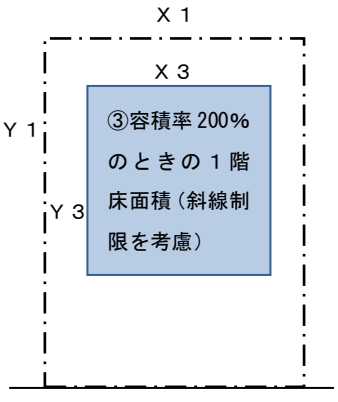
（敷地面積 250 ㎡、容積率 200%をフル活用した場合）

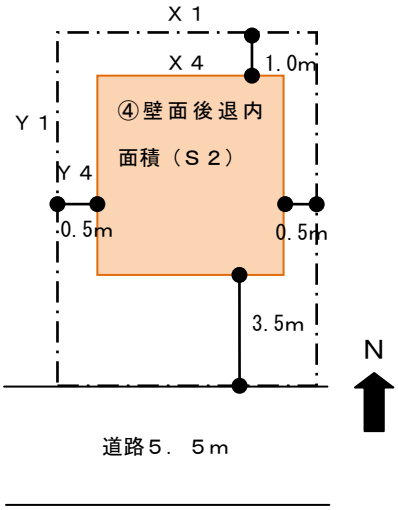
【背割線南側敷地；一面で４時間日照（南４時間）】

表 4.8　各変数項目の定義と各変数項目の関数式

項目	関数式
①敷地面積（Ｓ１）	Ｘ１×Ｙ１＝250【Ｓ１】
②建ぺい率 60%のときの１階床面積	Ｘ２×Ｙ２＝250【Ｓ１】×0.6
③容積率 200%のときの１階床面積（斜線制限を考慮）	［１階床面積］＋［２階床面積］＋［３階床面積］＝［Ｘ３×Ｙ３］＋［Ｘ３×Ｙ３］＋［Ｘ３×（Ｙ３－2.5）］＝250【Ｓ１】×2.0
④壁面後退内面積（Ｓ２＝Ｘ４×Ｙ４）	（Ｘ４＋0.5＋0.5）×（Ｙ４＋1.0＋3.5）＝250【Ｓ１】







凡例
外枠：敷地の形状
グレー部分：日照確保要空地の形状
＊数値は東西幅と南北幅を示す



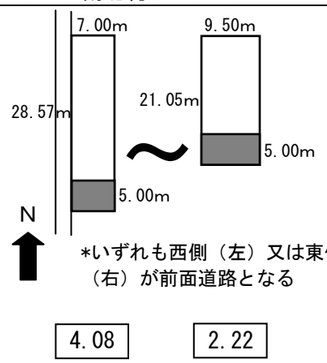
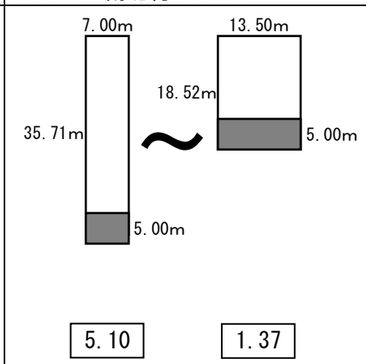
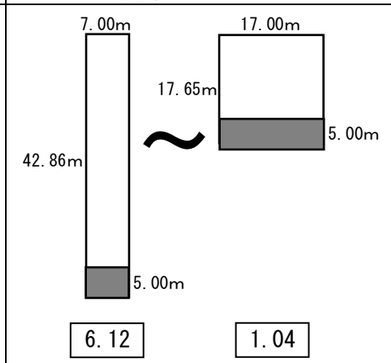
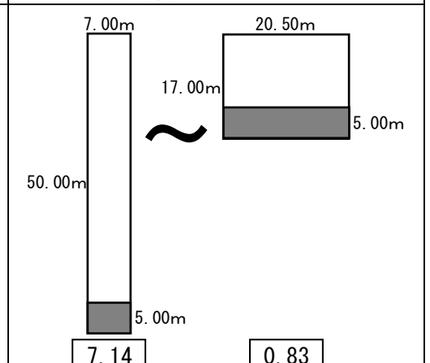
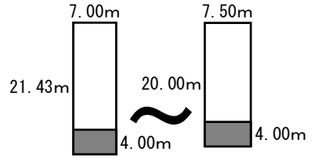
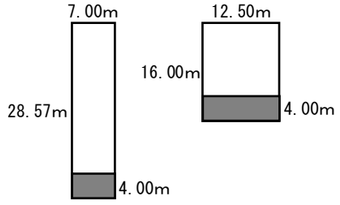
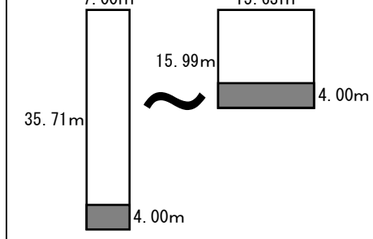
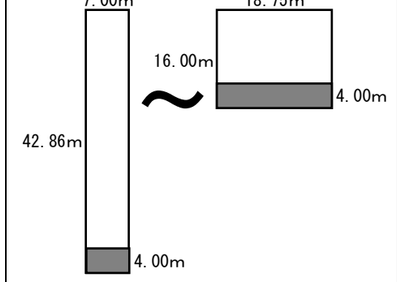
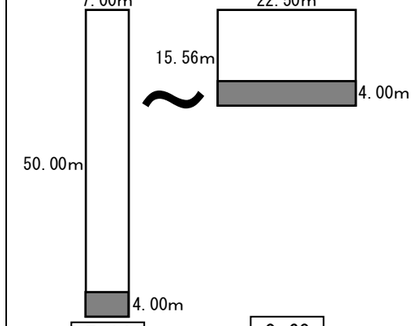
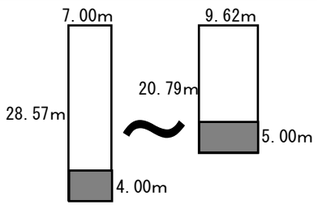
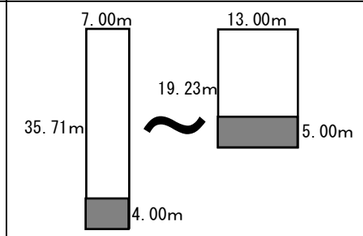
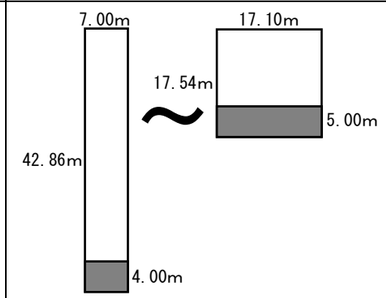
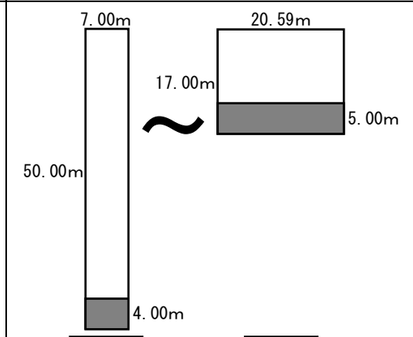
2.4　日照を安定的に確保できる敷地条件の分析結果

以上の検討を総括すると、杉並区A地区、大田区Ｉ地区の敷地条件の街区において、周囲の建築状況にかかわらず４時間日照（二面日照）を確保することができる敷地規模と敷地形状は以下のようになる。

表 4.9　杉並区Ａ地区において単独で４時間日照（二面日照）が確保できる敷地条件

【街区形状】南北細長型　　【接道条件】街区の東・西において幅員４ｍの道路に接道　　【用途地域】第一種中高層住居専用地域（建蔽率/容積率＝60/200※）※前面道路幅員により 160%

【その他検討条件】〇敷地の西（東）側及び南側から２時間程度の日照を確保、あるいは敷地の西（東）側から３時間程度及び南側から１時間程度の日照を確保（二面日照で合計４時間）　〇日照時間測定面：４ｍ

合計日照時間	道路幅員/日照時間	150㎡	200㎡	250㎡	300㎡	350㎡
４時間日照	４ｍ 南側２時間日照 西(東)側２時間日照 合計４時間日照	（150㎡の敷地規模では、容積率160%をフル活用した場合は条件を満たせない）	東西約 7.00m×南北約 28.57m～東西約 9.50m×南北約 21.05m 	東西約 7.00m×南北約 35.71m～東西約 13.50m×南北約 18.52m 	東西約 7.00m×南北約 42.86m～東西約 17.00m×南北約 17.65m 	東西約 7.00m×南北約 50.00m～東西約 20.50m×南北約 17.00m 
	９ｍ 南側１時間日照 西(東)側３時間日照 合計４時間日照	東西約 7.00m×南北約 21.43m～東西約 7.50m×南北約 20.00m 	東西約 7.00m×南北約 28.57m～東西約 12.50m×南北約 16.00m 	東西約 7.00m×南北約 35.71m～東西約 15.63m×南北約 15.99m 	東西約 7.00m×南北約 42.86m～東西約 18.75m×南北約 16.00m 	東西約 7.00m×南北約 50.00m～東西約 22.50m×南北約 15.56m 
参考 ５時間日照	９ｍ 南側２時間日照 西(東)側３時間日照 合計５時間日照	（150㎡の敷地規模では、容積率160%をフル活用した場合は条件を満たせない）	東西約 7.00m×南北約 28.57m～東西約 9.62m×南北約 20.79m 	東西約 7.00m×南北約 35.71m～東西約 13.00m×南北約 19.23m 	東西約 7.00m×南北約 42.86m～東西約 17.10m×南北約 17.54m 	東西約 7.00m×南北約 50.00m～東西約 20.59m×南北約 17.00m 

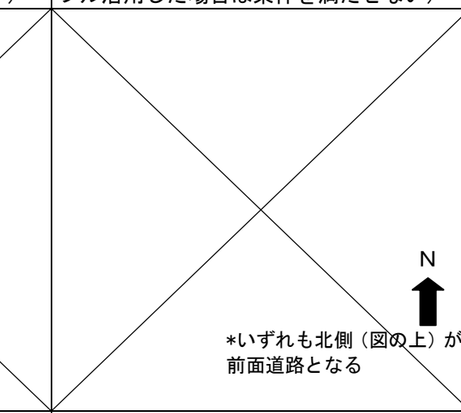
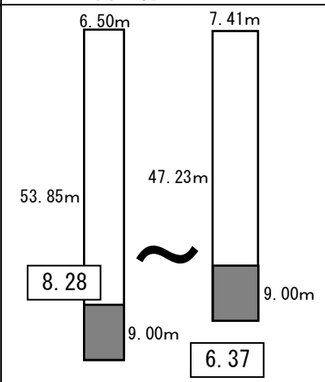
※□の数字は細長比（敷地の東西方向幅と南北方向幅の比）を示す。

凡例
外枠：敷地の形状
グレー部分：日照確保要空地の形状
＊数値は東西幅と南北幅を示す

表 4.10　大田区Ｉ地区において単独で４時間日照（一面日照）が確保できる敷地条件

【街区形状】東西細長型　　【接道条件】街区の南・北において幅員８～９ｍの道路（街区中央の道路は幅員５．５ｍ）に接道　　【用途地域】第一種中高層住居専用地域（建蔽率/容積率＝60/200）

【その他検討条件】〇敷地の南側から４時間程度の日照（一面日照）を確保　〇日照時間測定面：４ｍ

敷地		150 ㎡	200 ㎡	250 ㎡	300 ㎡	350 ㎡
容積200%フル活用	背割線北側敷地	（150 ㎡の敷地規模では、容積率 200%をフル活用した場合は条件を満たせない）	（200 ㎡の敷地規模では、容積率 200%をフル活用した場合は条件を満たせない）	（250 ㎡の敷地規模では、容積率 200%をフル活用した場合は条件を満たせない）	（300 ㎡の敷地規模では、容積率 200%をフル活用した場合は条件を満たせない）	東西約 6.50m×南北約 53.85m～東西約 7.41m×南北約 47.23m
						
	背割線南側敷地	（150 ㎡の敷地規模では、容積率 200%をフル活用した場合は条件を満たせない）	東西約 6.50m×南北約 30.77m～東西約 9.59m×南北約 20.86m	東西約 6.50m×南北約 38.46m～東西約 13.02m×南北約 19.20m	東西約 6.50m×南北約 46.15m～東西約 16.26m×南北約 18.45m	東西約 6.50m×南北約 53.85m～東西約 19.50m×南北約 17.95m
利用容積160%にコントロール	背割線北側敷地	（150 ㎡の敷地規模では、容積率 160%を活用した場合は条件を満たせない）	東西約 6.50m×南北約 30.77m～東西約 9.39m×南北約 21.30m	東西約 6.50m×南北約 38.46m～東西約 12.42m×南北約 20.13m	東西約 6.50m×南北約 46.15m～東西約 15.35m×南北約 19.54m	東西約 6.50m×南北約 53.85m～東西約 18.26m×南北約 19.17m

※□の数字は細長比（敷地の東西方向幅と南北方向幅の比）を示す。

３．多世代利用住宅の良好な住環境を安定的に確保する建築協調ルールの内容とその効果分析

２．の検討の結果、杉並区Ａ地区のような条件の街区において、各敷地で４時間日照を安定的に確保するためには、敷地規模 200 ㎡以上で、一定の敷地形状が必要であることが明らかとなった。また、大田区Ｉ地区のような条件の街区においては、各敷地で南面から４時間日照を安定的に確保するためには、背割線より北側敷地においては、敷地規模 350 ㎡以上であっても、細長比６を超えるような形状でなければならないこと、一方で、背割線より南側敷地においては敷地規模 200 ㎡でも一定の敷地形状であれば４時間日照を可能であること等が明らかとなった。

しかし、実際の杉並区Ａ地区や大田区Ｉ地区においては、上記のような条件を満たす敷地は非常に少なく、大半の敷地は単独では多世代利用住宅の建築に適した（必要な水準の日照を安定的に確保できる）敷地条件を有していないということになる。

このため、次のステップとして、地区内の各敷地で４時間日照を安定的に確保するための建築協調ルールのあり方について検討する。

3.1　建築協調ルールの基本的考え方

１）建築協調ルールの導入の目的

本検討において検討する協調ルールは、単独では必要な水準の日照が得られない条件の敷地において、必要な水準の日照を安定的に確保できるようにするためのものであるため、扱うのは次のような敷地内の建物配置やその建築ボリュームを規定する事項についてである。

①敷地内の壁面線の位置
②敷地内の建物の各部分の高さ
③敷地内で確保するまとまった空地の場所や大きさ　等

なお、日照は住環境の総合指標であるため、必要な水準の日照を確保できる協調ルールに基づいて建築された建物では、①隣接建物と一定の離隔距離が確保されることにより一定のプライバシーも確保される、②前面道路から一定の壁面後退が行われることにより、道路側空間の景観の統一性や植栽等のスペースを確保することができる、③まとまった空地を確保することで、敷地内に一定量の緑や庭を確保することができる、等の副次的効果も得られることが期待できる。

２）日照確保要空地の確保手法と建築協調ルール検討の方向性について

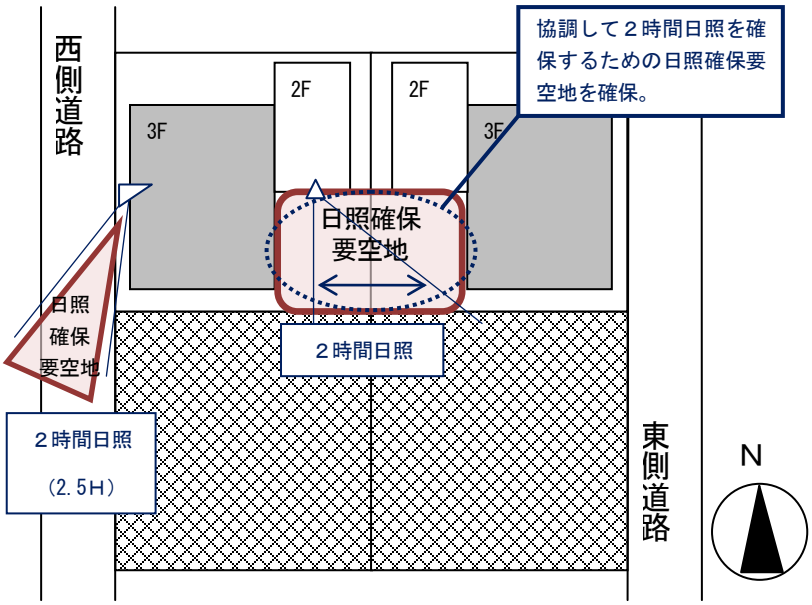
第２章においては、住宅南側壁面を南側敷地境界線から全体的に後退させ、敷地南側に「全面的な日照確保要空地」を確保する壁面後退モデルを用いて検討を行っている。この結果、敷地南側に「全面的な日照確保要空地」を確保することを条件とする場合、南庭に面する全ての居室に一定の日照を確保できるという利点がある一方で、そのためには例えば 200 ㎡以上であることなど、より広い敷地規模を必要とすることになる。

一方、図 4.13 に示すように、敷地内における日照確保要空地の大きさを限定的に考えることで、比較的小さな敷地であっても必要な水準の日照が確保することが可能になると考えられる。この場合、日照確保要空地に面した特定の居室にしか一定の日照が確保できないという課題が生じることにはなるが、相対的に小さな敷地であっても、建築可能な範囲を拡大し、所要の容積率を確保する

ことを可能としつつ、一定の日照の確保も可能となる。こうしたことから、敷地内の「限られた日照確保要空地」を協調により連担させてまとめて確保するルールの適用により、必要な水準の日照を確保するための敷地条件、建物の建築ボリューム、日照確保要空地の条件等について検討し、協調ルールの効果を明らかにする。

○杉並区Ａ地区をイメージした街区における日照確保要空地（例）

⇒東西２敷地の中央の背割線南側に、２敷地が協調して日照確保要空地を確保することで所要の日照時間を南側及び西（東）側から確保することが考えられる。



○大田区Ｉ地区をイメージした街区における日照確保要空地（例）

⇒東西２敷地（北＋北タイプ）の中央の背割線南側に、２敷地が協調して日照確保要空地を確保することで所要の日照時間を南側から確保することが考えられる。

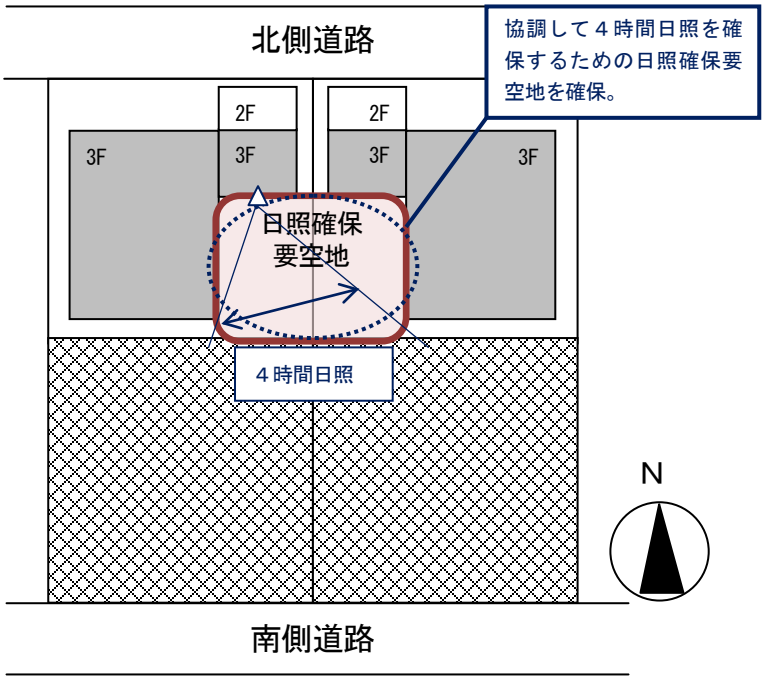


図 4.13　敷地内に日照要確保空地を限定的にとり、２敷地が協調して空地を連担拡大させる考え方

3.2　モデル街区における建築協調ルールの展開パターン

杉並区Ａ地区（南北細長街区）及び大田区Ｉ地区（東西細長街区）を想定しつつ、南北細長街区及び東西細長街区のモデル街区を設定し、協調ルールの考え方を整理する。

１）モデル街区における協調ルールの展開パターン

（１）南北細長街区における協調ルール

①東西２敷地の協調ルール

表 4.11　東西２敷地の協調ルール（西面からは２時間（2.5H）日照の確保を前提）（その１）

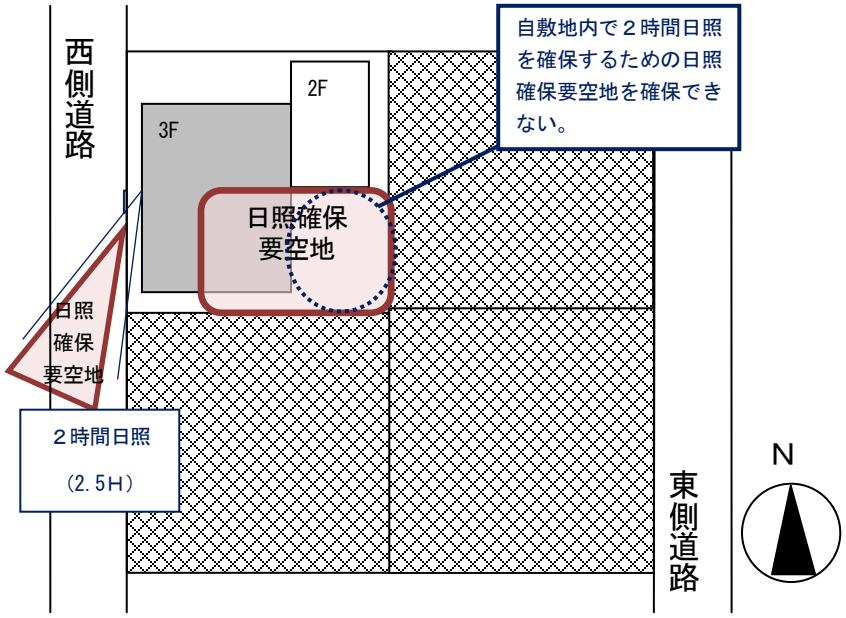
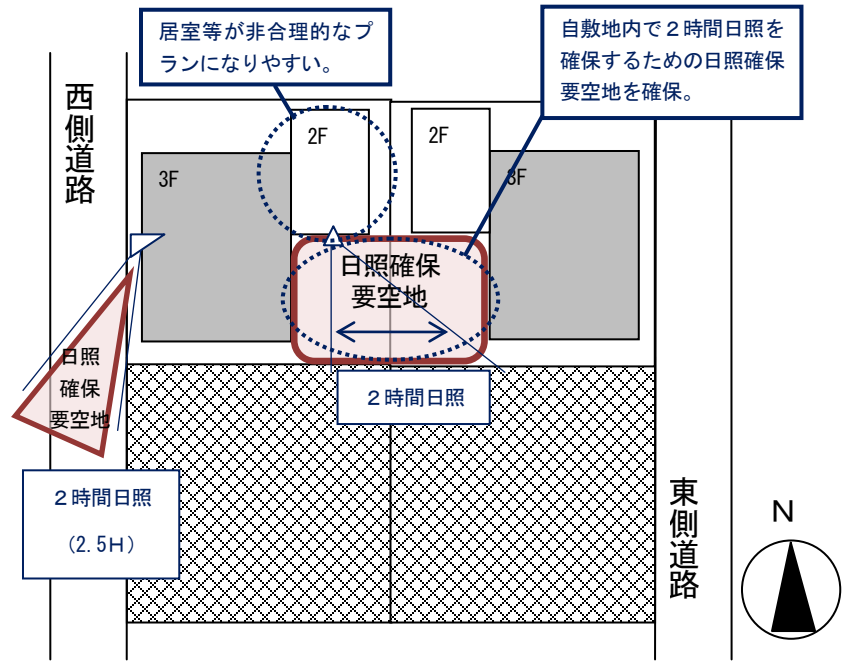
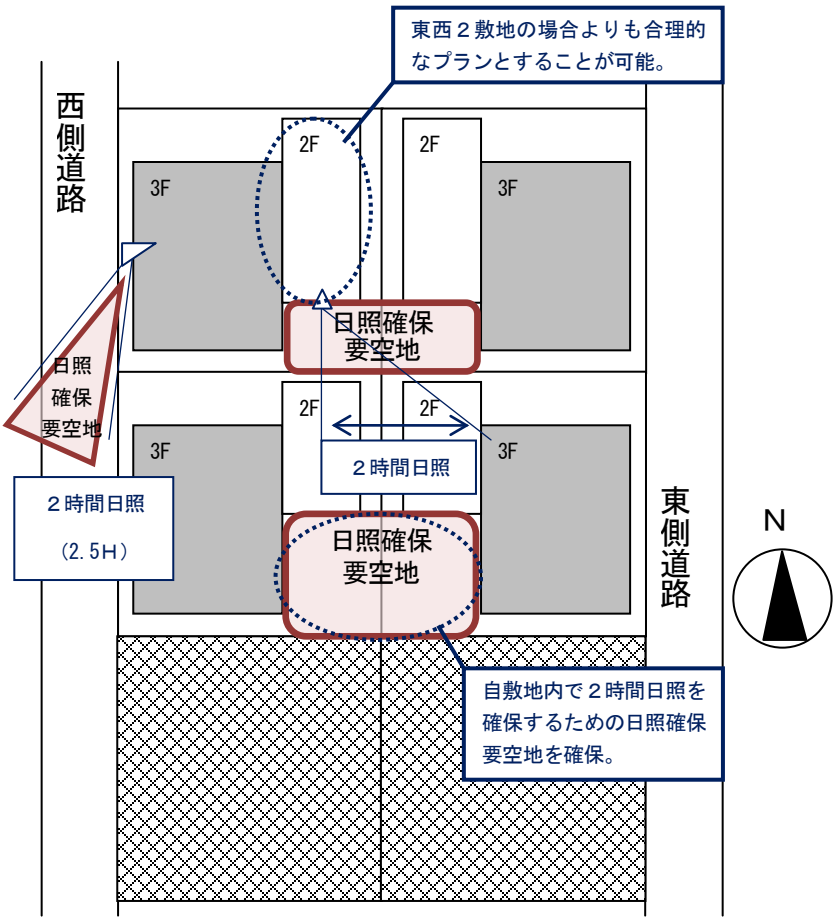
協調ルールの必要性と考え方	
単独敷地 【課題】 ○一定の敷地規模・形状を満たさない敷地においては、現行の形態制限下で指定容積率をフル活用しながら、自敷地内で南側から２時間日照に必要な日照確保要空地を確保することが不可能。	
東西２敷地協調 **＊協調ルール適用** ○東西２敷地が、中央の敷地境界線南側付近に協調して日照確保要空地を確保することで、指定容積率をフル活用しながら２時間日照を確保することが可能となる（二面で４時間日照を確保）。	

表 4.11　東西２敷地の協調ルール（西面からは２時間（2.5H）日照の確保を前提）（その２）

【課題】 ⇒一定の敷地規模・形状を満たさない敷地においては、日照確保要空地に面する居室等が非合理的なプランになりやすく、建築計画の自由度が低いと考えられる。	【備考】 道路側を３階建て、街区背割り線側を２階建てとし、背割り線側に日照確保用空地を確保するルールは、最もまとまった空地を確保しながら日照時間を確保でき、合理的に容積率を充足することが容易であるルールであることが判明している。 また、背割線側の建物を３階建てにして、より効率的に容積率を消化することは現行制度上、可能であるが、さらなる連鎖的な協調が図られることを想定して、北側に位置する隣地への日影の影響をできるだけ軽減できるよう、背割線側を２階建てにしている。

②４敷地の協調ルール

表 4.12　４敷地の協調ルール（西面からは２時間（2.5H）日照の確保を前提）

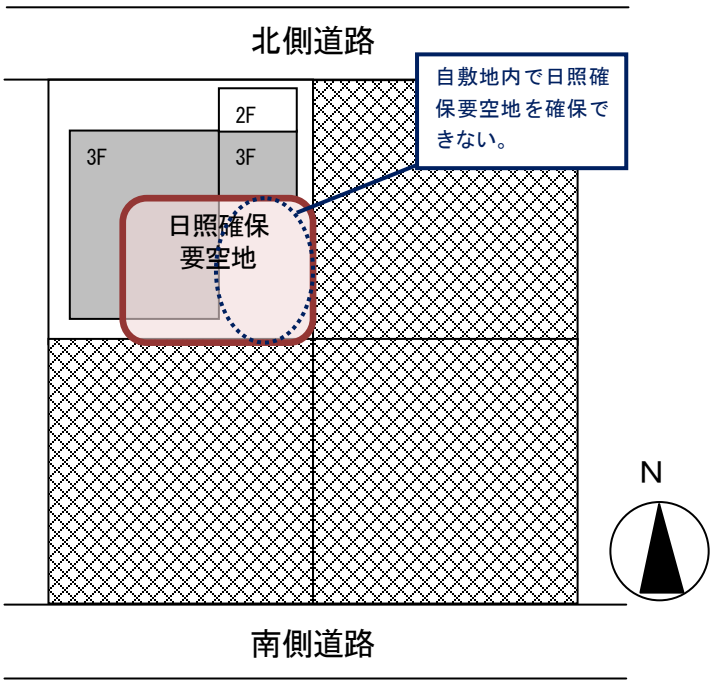
協調ルールの必要性と考え方	
４敷地協調 ＊協調ルール適用 ○南側の２敷地が、中央の敷地境界線南側付近の一定の範囲で２階建とすることで、２敷地の場合よりも小さな日照確保要空地で、指定容積率をフル活用しながら２時間日照を確保することが可能となる（二面で４時間日照を確保）。 【課題】 ⇒４敷地協調によるメリットの享受は北側２敷地の敷地のみで、南側２敷地にはないため、協力を得られにくい（南側敷地に対する何らかのインセンティブが必要）。	

（２）東西細長街区における協調ルール

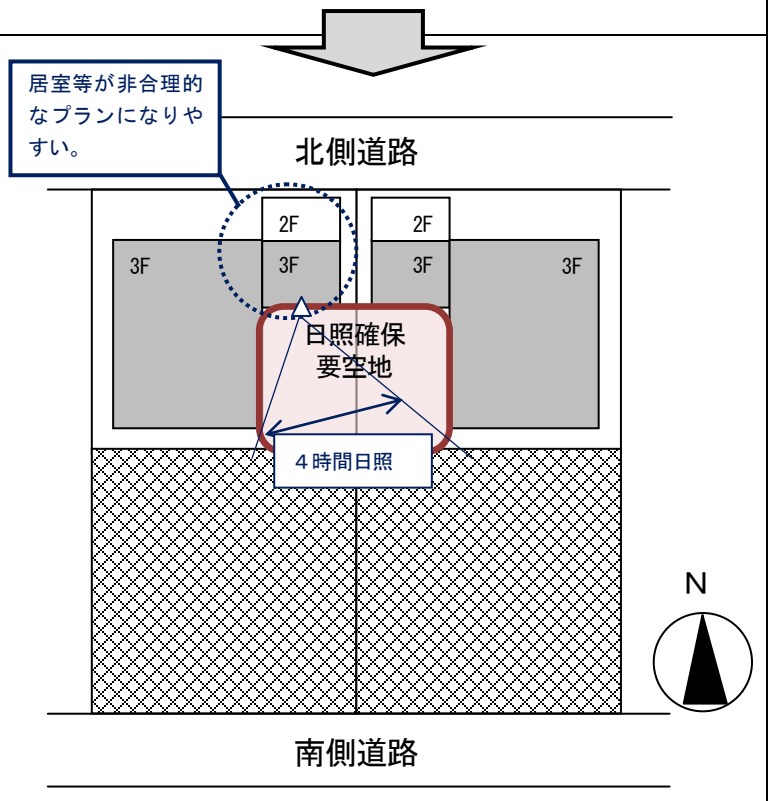
①東西２敷地の協調ルール（北＋北協調タイプ）

表 4.13　東西２敷地の協調ルール（北＋北タイプ）

<table>
<tr><th colspan="2">協調ルールの必要性と考え方</th></tr>
<tr><td>単独敷地（北タイプ）

【課題】
⇒一定の敷地規模・形状を満たさない敷地においては、現行の形態制限下で指定容積率をフル活用しながら、自敷地内で４時間日照に必要な日照確保要空地を確保することが不可能。</td><td>
</td></tr>
<tr><td>東西２敷地協調（北＋北タイプ）
＊協調ルール適用

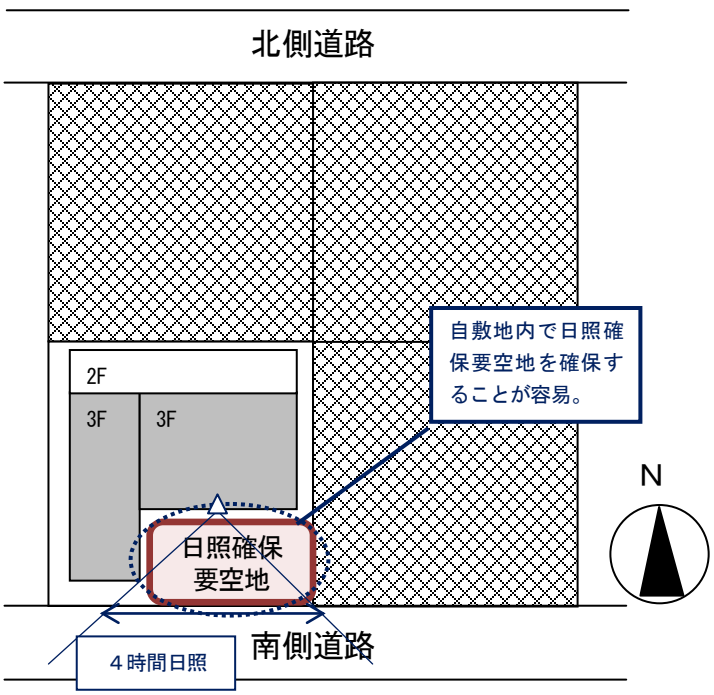
○東西２敷地が、中央の敷地境界線南側付近に協調して日照確保要空地を確保することで、容積率を活用しながら４時間日照を確保することが可能となる。

【課題】
⇒一定の敷地規模・形状を満たさない敷地においては、日照確保要空地に面する居室等が非合理的なプランになりやすい等、建築計画上の課題がある。</td><td>
</td></tr>
</table>

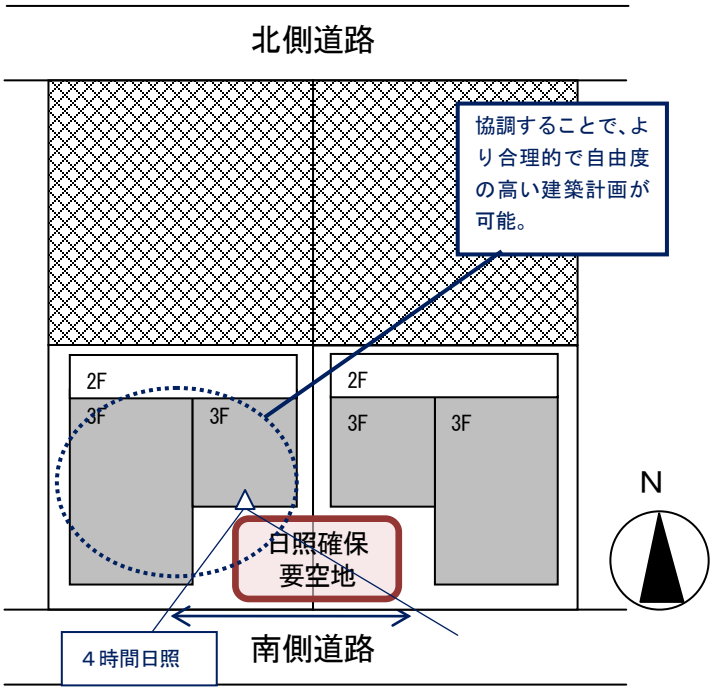
②東西２敷地の協調ルール（南＋南タイプ）

表 4.14　東西２敷地の協調ルール（南＋南タイプ）

<table>
<tr><th colspan="2">協調ルールの必要性と考え方</th></tr>
<tr><td>単独敷地（南タイプ）

○南側に道路が配置されているため、単独敷地（北タイプ）に比べて、現行の形態制限下で指定容積率をフル活用しながら、自敷地内で日照確保要空地を確保することが容易である。
○建築計画の自由度も高い。</td><td>
</td></tr>
<tr><td>東西２敷地協調（南＋南タイプ）
＊ただし、協調ルールを適用する必然性はない。

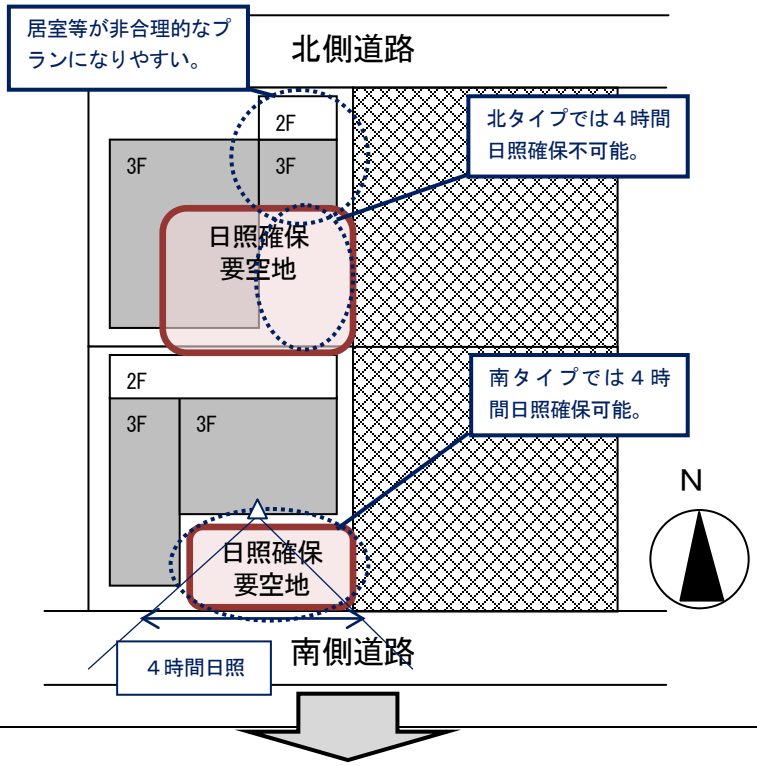
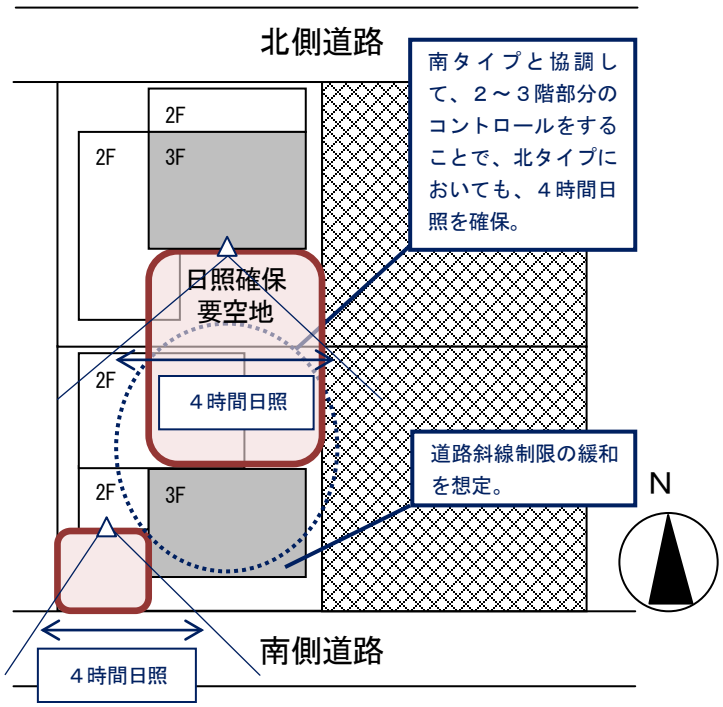
○東西２敷地が、中央の敷地境界線南側付近に協調して日照確保要空地を確保することで、４時間日照を確保しながら、より合理的で自由度の高い建築計画が可能。

【課題】
⇒単独敷地で比較的容易に日照確保要空地を確保できるため、協調するインセンティブが少ない。</td><td>
</td></tr>
</table>

③南北２敷地の協調ルール

表 4.15　南北２敷地の協調ルール

<table>
<tr><th colspan="2">協調ルールの必要性と考え方</th></tr>
<tr><td>南北２敷地
＊協調ルール非適用

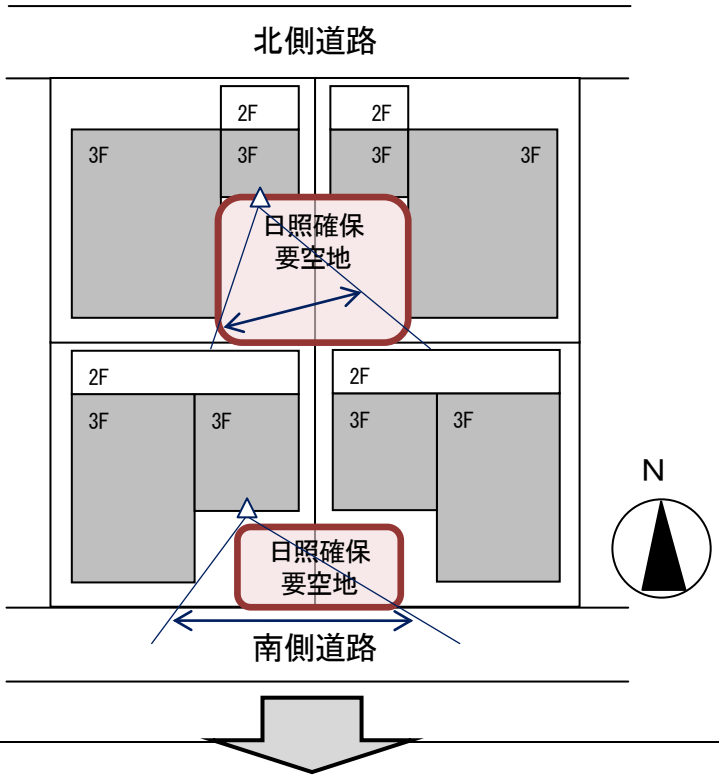
【課題】
⇒協調ルールを適用しない場合、一定の敷地規模・形状を満たさない北タイプの敷地においては、現行の形態制限下で指定容積率をフル活用しながら、自敷地内で４時間日照に必要な日照確保要空地を確保することが不可能</td><td>
</td></tr>
<tr><td>南北２敷地協調
＊協調ルール適用
○南タイプの敷地と協調して、２～３階部分のコントロール（日照確保要空地の確保）をすることで、北タイプにおいても、４時間日照を確保。
○北タイプの敷地における建築計画の自由度が高まる。
【課題】
⇒南北敷地協調によるメリットの享受は北タイプの敷地のみで、南タイプにはないため、協力を得られにくい。
⇒南・北敷地間の日照確保要空地を確保するために、南敷地の３階建部分は南に寄るため、道路斜線制限の緩和を受ける必要がある。</td><td>
</td></tr>
</table>

④４敷地の協調ルール

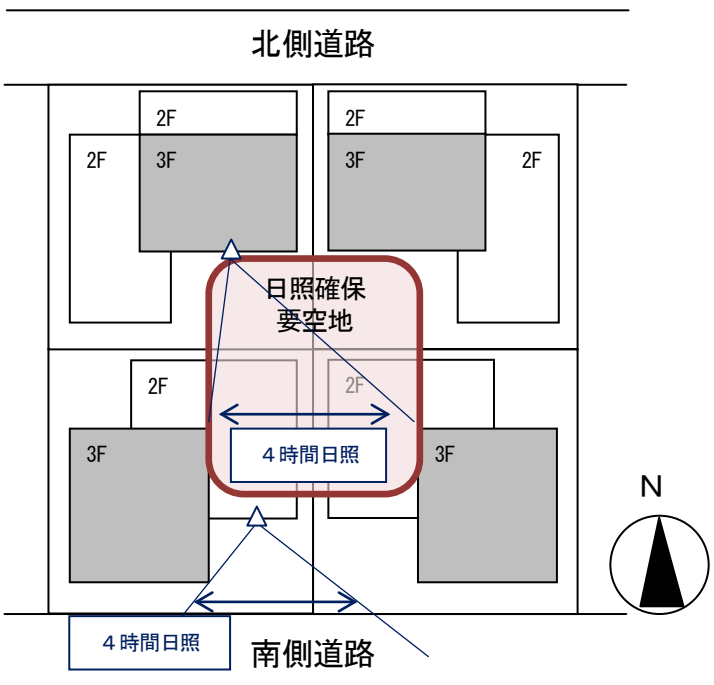
表 4.16　４敷地の協調ルール

<table>
<tr><th colspan="2">協調ルールの必要性と考え方</th></tr>
<tr><td>４敷地（２敷地協調＋２敷地協調）
＊４敷地全体における協調ルールは非適用

○２敷地の協調ルール（「北＋北タイプ」及び「南＋南タイプ」）は適用

【課題】
⇒「北＋北タイプ」の場合、一定の敷地規模・形状を満たさない敷地においては、日照確保要空地に面する居室等が非合理的なプランになりやすい等、建築計画上の課題がある。</td><td rowspan="2">
</td></tr>
<tr><td>４敷地協調
＊４敷地における協調ルール適用

○南タイプの敷地と協調して、２～３階部分のコントロール（日照確保要空地の確保）をすることで、北タイプにおいても、合理的なプランを実現しつつ４時間日照を確保。

【課題】
⇒４敷地協調によるメリットの享受は北タイプの敷地のみで、南タイプにはないため、協力を得られにくい。
⇒４つの敷地において、建築物の高さや空地の配置等にきめ細やかな取り決めが必要。</td></tr>
<tr><td colspan="2">
</td></tr>
</table>

3.3　モデル街区において建築協調ルールを適用した場合の敷地条件別の「日照要確保空地の形状・規模、日照時間及び実現容積率」の関係についての定量的分析

3.2 で示した協調ルールの適用の展開を踏まえ、協調ルールの効果を具体的に明らかにし、協調ルールの設定の根拠となる知見を得ることを目的として、一定の水準の日照を確保するために敷地条件と日照確保要空地の形状・規模について、実現容積率との関係から定量的に分析をする。

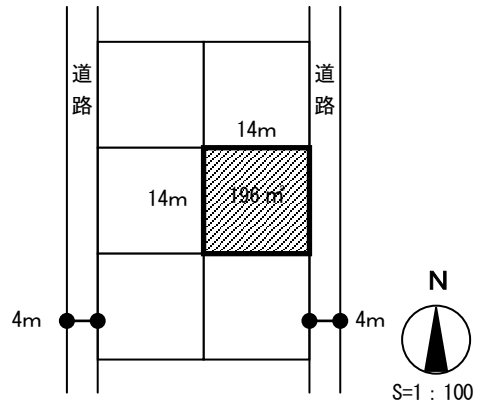
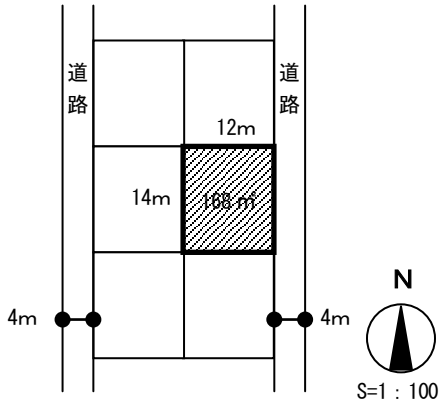
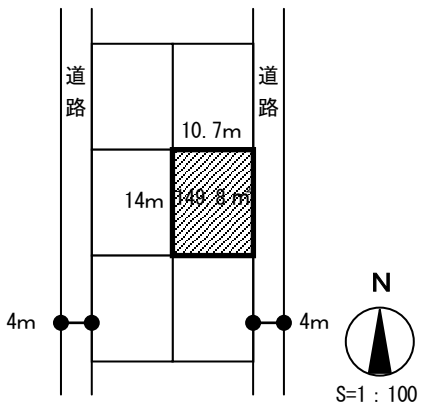
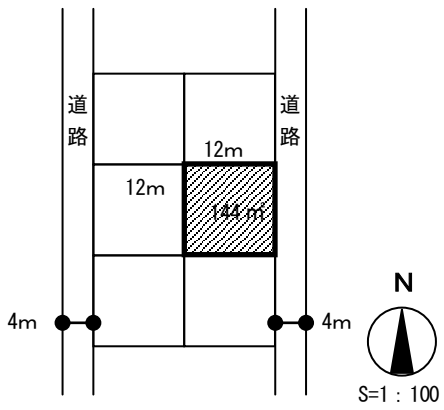
なお、ここでは、南北細長街区である杉並区A地区をイメージした街区・敷地条件でモデル的な検討を行う。また、協調については、最も合意範囲の小さい２敷地協調をベースに検討する。

１）検討条件

（１）敷地規模・形状

１章の分析により、杉並区A地区のような条件の地区では、容積率を最大限活用した建築が行われた場合、敷地規模 200 ㎡程度未満では単独敷地で４時間日照を確保することが難しいことが明らかとなっている。ここでは、東西に隣接する２敷地による協調ルールを適用するものとし、その場合に敷地規模約が 150 ㎡～200 ㎡程度でどのような効果が得られるかについて、次の４つのモデル敷地を設定して検討を進める（表 4.17）。

表 4.17　モデル敷地の設定

モデル敷地 196 ㎡（東西 14m×南北 14m）	モデル敷地 168 ㎡（東西 12m×南北 14m）
	
モデル敷地 149.8 ㎡（東西 10.7m×南北 14m）	**モデル敷地 144 ㎡（東西 12m×南北 12m）**
	

（２）計画条件

南北細長街区の杉並区Ａ地区をイメージしたモデル敷地において、ボリュームスタディを行う際の計画条件は次のとおりである。

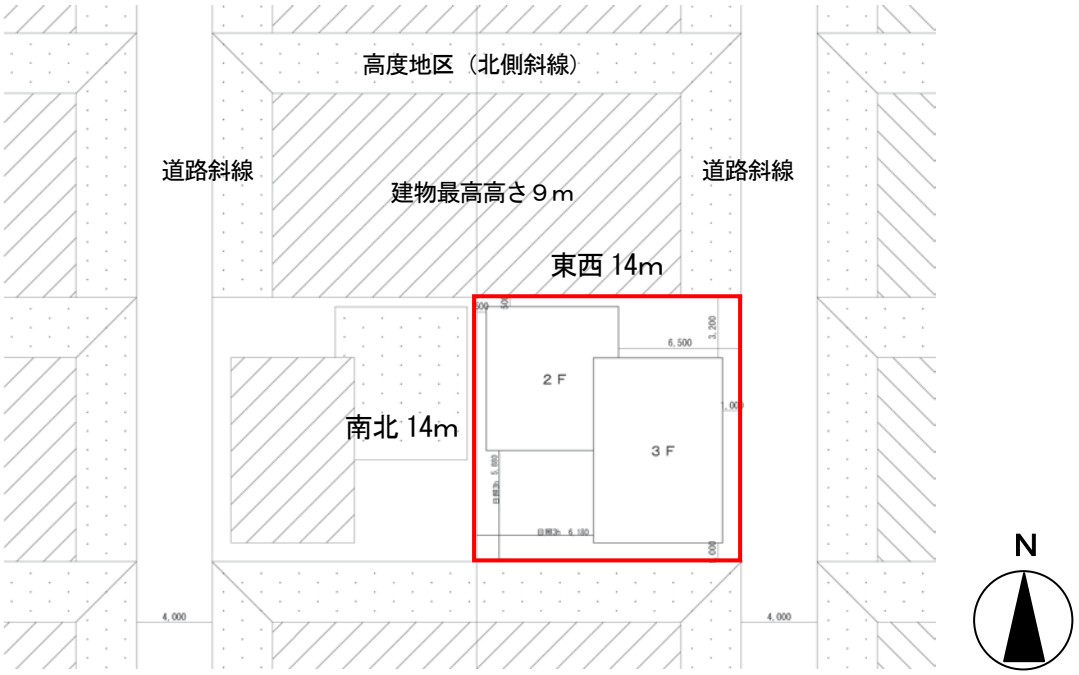
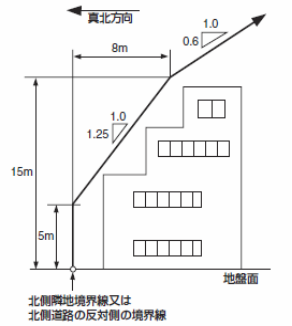


図 4.14　モデル敷地における計画条件（196 ㎡＝東西 14m×南北 14mのモデル敷地を例にして）

表 4.18　計画条件一覧

街区形状／接道条件	南北細長型／街区の西・東において幅員４ｍの道路に接道
用途地域	第一種中高層住居専用地域（建ぺい率／容積率＝60%／200%）
周辺建築条件	○モデル敷地の周辺においては、高度地区及び道路斜線の形態規制いっぱいに建築物が計画されるものとする。 ○建物最高高さは９ｍとする。  **第２種高度地区制限**
モデル敷地における建築条件（＊）	○杉並区Ａ地区における協調ルール検討の結果を考慮して、背割線側を２階建て、道路側を３階建てとする（建物最高高さは９ｍ　道路斜線の緩和を想定）。（＊） ○背割側南側にまとまった空地（日照確保要空地）を確保する。 ○北側に駐車場と採光を確保するためのスペース（6.5m×3.2m）を確保する。その他の北側隣地及び背割線からは 0.5mの壁面後退距離を確保する。 ○道路からは、１ｍの壁面後退距離を確保する。
日照時間の測定	○測定面４ｍで測定を行う。 ○立地：東京都（北緯 36 度、東経 139 度 45 分）として測定。

＊敷地は高低差のないものと想定。

２）日照要確保空地の形状・規模、日照時間及び実現容積率の関係グラフの作図方法

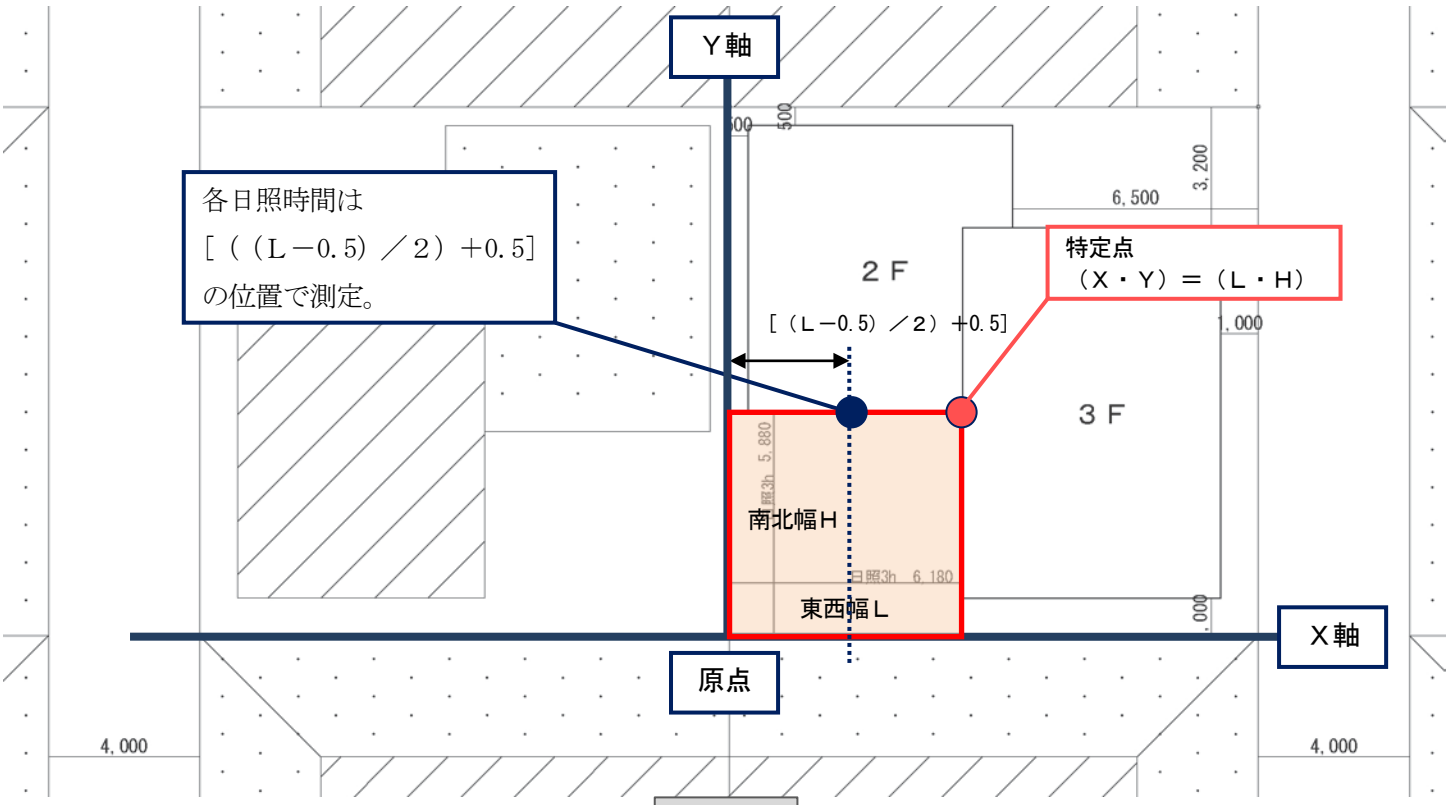
（１）２敷地協調の場合の「関係グラフ」の具体的な作図方法

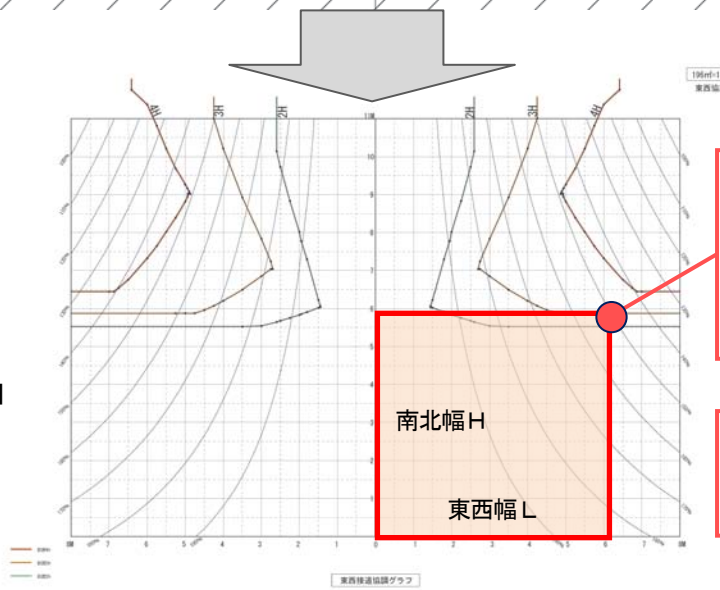
２敷地協調の場合を例にとり、「日照要確保空地の形状・規模、日照時間及び実現容積率の関係を分析するグラフの作図方法を示す（図 4.15）。

基本的には、一定の日照時間（４H、３H、２H、1.5H）を確保するための日照確保要空地の形状（下図の東西幅Ｌ×南北幅H）を、日照時間測定ソフトによって明らかにし、敷地をＸ・Ｙ座標として想定したうえで下図のような特定点をそれぞれ連続させて作成している。

具体的には、東西幅Ｌを 1.5mから 0.5mピッチで 8.0mまで設定したうえで、それぞれ、一定の日照時間を得るための南北幅Hを算定し、得られた特定点を「日照時間と実現容積率の関係グラフ」に落とし込みを行っている。なお、日照時間はまとまった空地に面した南側壁面の背割線から[（（Ｌ－背割線からの壁面後退距離 0.5m）／２）＋0.5]の距離において測定している。

■196 ㎡（14m×14m）の場合（Ｓ＝1：200）





東西幅Ｌを 1.5mから 0.5mピッチ 8.0mまで設定し、それぞれ一定の日照時間を得るための南北幅Ｈを測定し、（Ｘ・Ｙ）＝（Ｌ・Ｈ）としてグラフに落とし込む。

（Ｘ・Ｙ）＝（Ｌ・Ｈ）の特定点を連続的に結んでグラフを作成。

図 4.15　日照要確保空地の形状・規模、日照時間及び実現容積率の関係グラフの作図方法

（２）「日照要確保空地の形状・規模、日照時間及び実現容積率の関係グラフ」の見方

「日照要確保空地の形状・規模、日照時間及び実現容積率の関係グラフ」の見方について示す（図4.16）。

①Ｘ・Ｙ座標

Ｘ座標が日照確保要空地の東西幅（間口）、Ｙ座標が日照確保要空地の南北幅（奥行き）を示す。

②日照時間ライン

３つの折れ線が日照時間ラインである。赤色が４時間、オレンジ色が３時間、緑色が２時間を示す。後に述べるように、モデル敷地が異なっても、同じ折れ線となるという特徴がある。

③実現容積率ライン

Ｘ・Ｙ座標を斜めに横切る斜め線が実現容積率ラインである。モデル敷地によって、実現容積率ラインは異なる。

④一定の日照時間を確保するための日照確保要空地の形状の見方

日照時間ラインと実現容積率ラインの交点（Ｘ・Ｙ）が日照確保要空地の形状（東西幅・南北幅＝Ｘ・Ｙ）を示す。

下図においては、３時間日照ライン（オレンジ折れ線）を例に、実現容積率 160%を確保可能な日照確保要空地を図示したダイアグラムを示している。

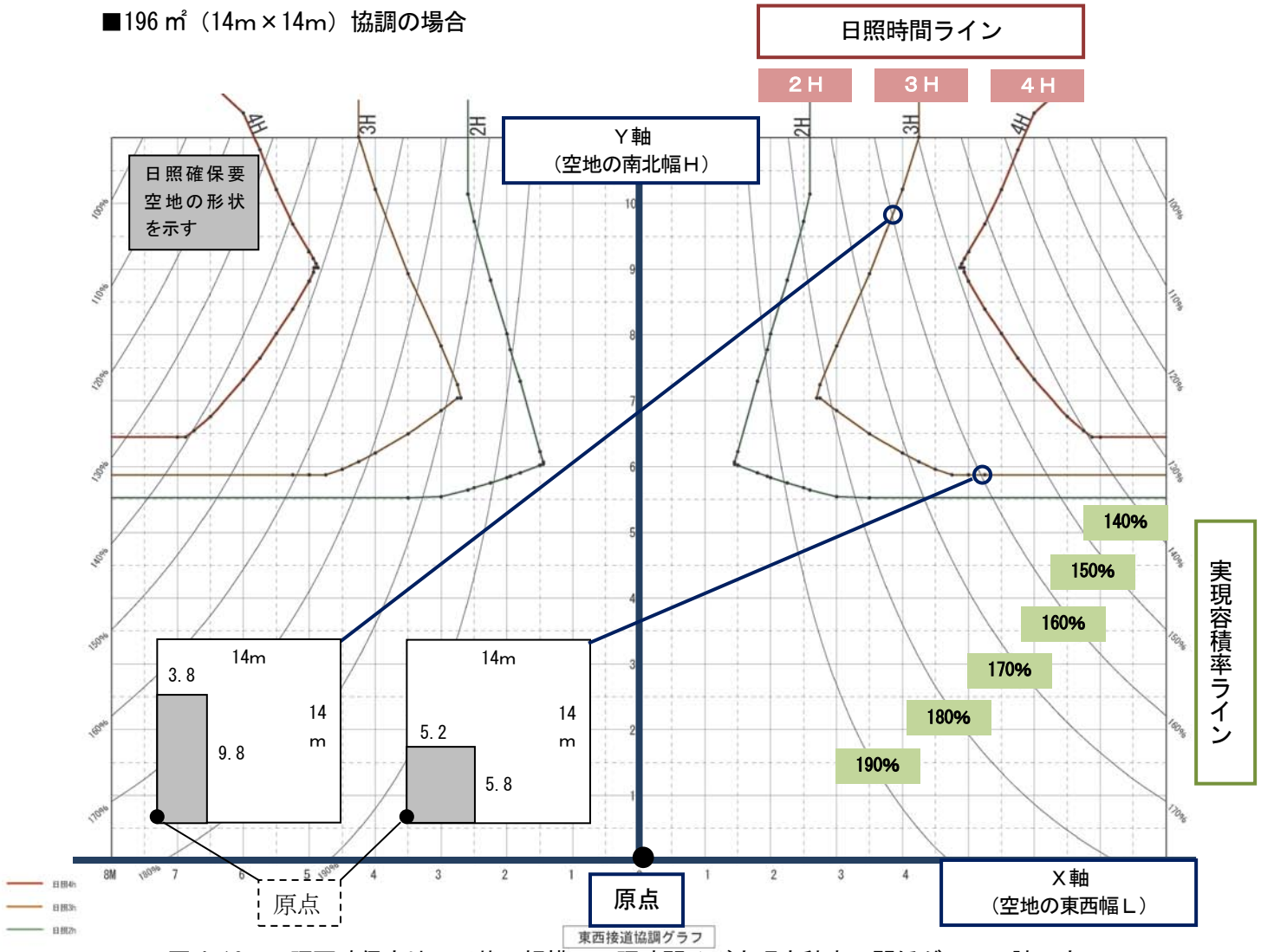
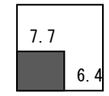


図 4.16　日照要確保空地の形状・規模、日照時間及び実現容積率の関係グラフの読み方

凡例
外枠：モデル敷地の形状
グレー部分：日照確保要空地の形状
＊数値は東西幅と南北幅を示す（単位：m）


S＝1:100

表 4.19【南北細長街区】　敷地条件別の「日照要確保空地の規模・形状、日照時間及び実現容積率」総括表　その１
（○：所要の日照確保可能　×：所要の日照確保不能）

２）分析結果

日照	容積率	196㎡（14m×14m）		168㎡（12m×14m）		149.8㎡（10.7m×14m）		144㎡（12m×12m）	
		単独敷地	２敷地協調	単独敷地	２敷地協調	単独敷地	２敷地協調	単独敷地	２敷地協調
南から４時間以上	110%	○（＊）	○ 4H～(＊) 8.0 8.8 ～4H以上 4H～(＊) 7.3 10	○ 4H 7.5 6.9 ～4H以上 4H 7.8 6.5	○ 4H 7.8 6.5 ～4H以上 4H～(＊) 5.9 10	×	○ 4H 6.2 7.1 ～4H以上 4H 5.2 9.5	×	○ 4H 6.2 7.1 ～4H以上 4H～(＊) 5.8 8.0
	120%	○（＊）	○ 4H～(＊) 8.0 7.5 ～4H以上 4H～(＊) 6.6 10	○ 4H 7.0 6.5	○ 4H 7.0 6.5 ～4H以上 4H 5.3 9.9	×	×	×	×
	130%	○ 4H 7.7 6.4 ～4H以上 4H 7.4 6.8	○ 4H 7.8 6.4 ～4H以上 4H～(＊) 5.9 10	×	○ 4H 5.3 8.4 ～4H以上 4H 5.0 9.2	×	×	×	×
	140%	×	○ 4H 6.8 7.5 ～4H以上 4H 5.3 9.8	×	×	×	×	×	×
	150%	×	×	×	×	×	×	×	×
南から３時間以上４時間未満	130%	○ 3H～(＊) 8.0 6.2 ～3－4H 3H 6.6 8.2	○ 3H～(＊) 8.0 6.2 ～3－4H 3H～(＊) 5.9 10	○ 3H 6.5 5.9 ～3－4H 3H 5.8 7.2	○ 3H 6.5 5.8 ～3－4H 3H～(＊) 4.7 10	○ 3H 5.4 5.9 ～3－4H 3H 5.1 6.4	○ 3H 5.4 5.8 ～3－4H 3H～(＊) 4.0 9.8	○ 3H 5.4 5.9 ～3－4H 3H 5.1 6.4	○ 3H 5.4 5.8 ～3－4H 3H～(＊) 4.4 8.0
	140%	○ 3H 7.2 5.9 ～3－4H 3H 6.2 7.6	○ 3H 7.2 5.8 ～3－4H 3H～(＊) 5.2 10	○ 3H 5.6 5.9 ～3－4H 3H 5.3 6.6	○ 3H 5.7 5.8 ～3－4H 3H～(＊) 4.1 10	×	○ 3H 4.6 5.9 ～3－4H 3H～(＊) 4.0 7.6	×	○ 3H 4.5 6.0 ～3－4H 3H～(＊) 4.0 7.3
	150%	○ 3H 6.2 5.9 ～3－4H 3H 5.6 7.0	○ 3H 6.2 5.8 ～3－4H 3H～(＊) 4.5 10	○ 3H 4.8 5.9	○ 3H 4.7 5.8 ～3－4H 3H～(＊) 4.0 8.0	×	×	×	×
	160%	○ 3H 5.2 5.9 ～3－4H 3H 5.0 6.2	○ 3H 5.2 5.8 ～3－4H 3H～(＊) 4.0 9.2	×	×	×	×	×	×

＊日照時間と実現容積率の関係グラフで日照確保要空地の形状把握不能。
注：日照確保要空地の間口が小さい場合や奥行きが長い場合は、日照確保要空地に面して適切な居室を確保できないことを考慮し、日照確保要空地に面して、間口４m×奥行き４mのスペース（隣地境界からの離隔距離も考慮した最少居室）を確保できないケースを除外したものである。

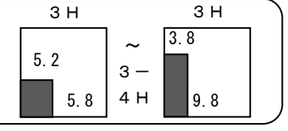
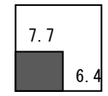
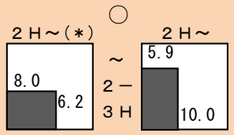
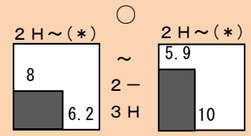
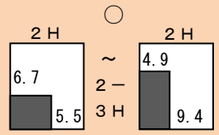
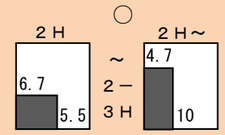
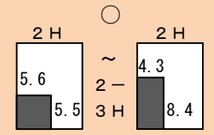
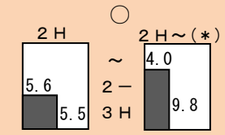
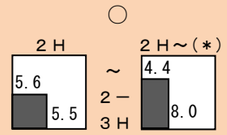
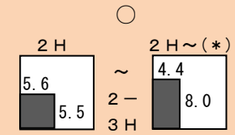
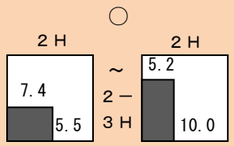
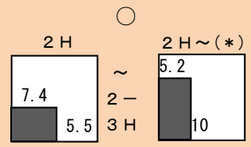
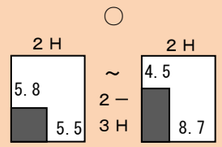
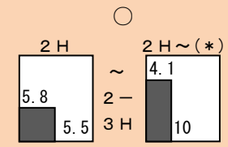
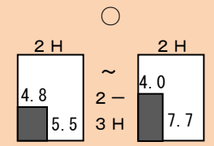
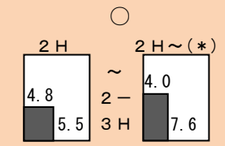
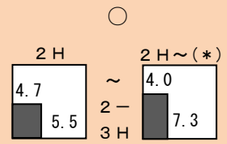
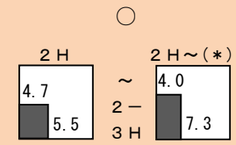
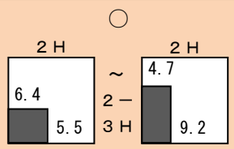
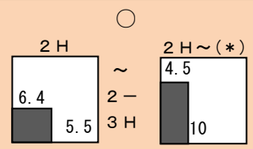
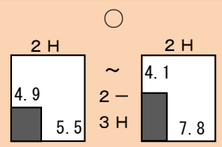
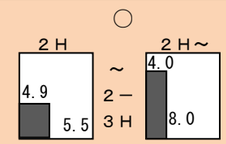
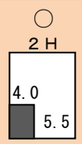
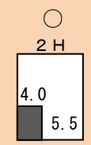
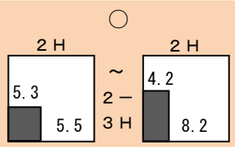
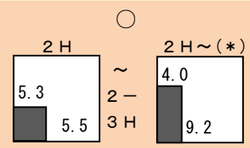
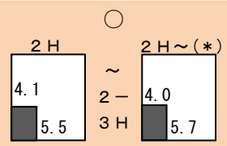
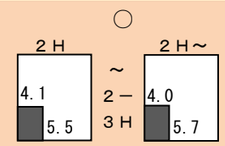
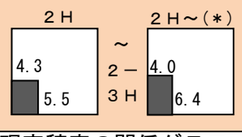
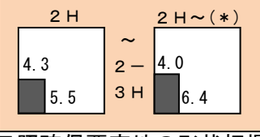
右記は、5.2m×5.8m及び 3.8m×9.8mの形状の空地の際にジャスト３時間日照を確保、5.2m×5.8m～3.8m×9.8mの形状の際に、３～４時間の間の日照を確保できることを示す。


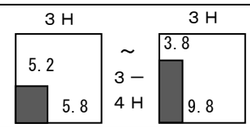
表 4.19【南北細長街区】　敷地条件別の「日照要確保空地の規模・形状、日照時間及び実現容積率」総括表　その２
（○：所要の日照確保可能　×：所要の日照確保不能）

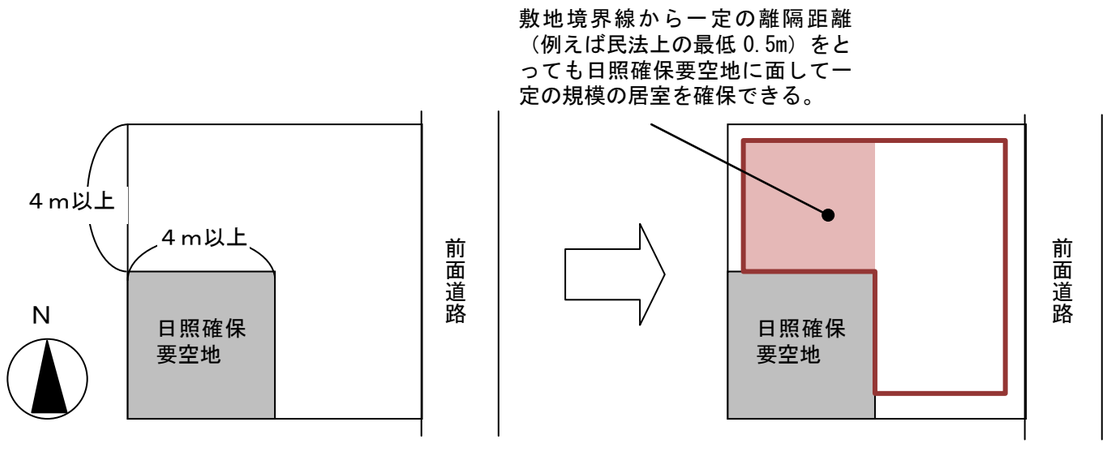
凡例
外枠：モデル敷地の形状
グレー部分：日照確保要空地の形状
＊数値は東西幅と南北幅を示す（単位：m）


S＝1:100

日照	容積率	196㎡（14m×14m）		168㎡（12m×14m）		149.8㎡（10.7m×14m）		144㎡（12m×12m）	
		単独敷地	２敷地協調	単独敷地	２敷地協調	単独敷地	２敷地協調	単独敷地	２敷地協調
南から２時間以上３時間未満	130%	○ 	○ 	○ 	○ 	○ 	○ 	○ 	○ 
	140%	○ 	○ 	○ 	○ 	○ 	○ 	○ 	○ 
	150%	○ 	○ 	○ 	○ 	○ 	○ 	×	×
	160%	○ 	○ 	○ 	○ 	×	×	×	×
	170%	○ 	○ 	×	×	×	×	×	×

＊日照時間と実現容積率の関係グラフで日照確保要空地の形状把握不能。
注：日照確保要空地の間口が小さい場合や奥行きが長い場合は、日照確保要空地に面して適切な居室を確保できないことを考慮し、日照確保要空地に面して、間口４m×奥行き４mのスペース（隣地境界からの離隔距離も考慮した最少居室）を確保できないケースを除外したものである。

右記は、5.2m×5.8m及び 3.8m×9.8mの形状の空地の際にジャスト３時間日照を確保、5.2m×5.8m～3.8m×9.8mの形状の際に、３～４時間の間の日照を確保できることを示す。




４．多世代利用住宅の建築に適した敷地条件及び建築協調ルールの実現方策の提案

4.1　敷地条件の基準化に向けて得られた成果

１）単独で日照を安定的に確保できるための敷地条件

現行制度下で容積率を最大限活用した建築行為が各敷地内で行われた場合において、各敷地単独で安定的に４時間日照が確保できる敷地規模及び敷地形状について定量的に分析を行い、次のような知見を得た。

①杉並区Ａ地区のような条件の南北細長街区において、単独で４時間日照（南面又は東・西面いずれかの二面日照）を安定的に確保するためには、敷地規模 200 ㎡以上で、かつ、敷地間口が敷地奥行きに比べて長い形状の敷地条件が必要である。

②大田区Ｉ地区のような条件の東西細長街区において、単独で４時間以上（南面からの一面日照）を安定的に確保するためには、街区背割線より南側敷地では敷地規模 200 ㎡で可能である。これに対して、背割線より北側敷地においては、敷地規模 350 ㎡以上であっても、敷地間口に対して敷地奥行きが６倍を超えるような形状でなければならない。

実際の杉並区Ａ地区や大田区Ｉ地区においては、上記のような条件を満たす敷地は非常に少なく、既成住宅市街地において、単独の敷地で４時間日照を安定的に確保することは難しい。

２）日照を安定的に確保できるための建築協調ルール

単独で安定的に４時間日照が確保できない条件の敷地においては、多世代利用住宅の建築にあたって「協調ルール」を導入することとし、その効果的なルールについて検討した。その結果、次のような知見を得た。

①杉並区Ａ地区のような条件の南北細長街区においては、街区背割線を挟む東西２敷地が協調して背割線南側に日照確保用空地をとることで、必要な水準の日照を南側から確保することが可能となる。

②大田区Ｉ地区のような条件の東西細長街区においては、街区背割線の北側敷地の２敷地が協調する場合、阿佐ヶ谷の場場合と同様になる。一方、街区背割線を挟む南北２敷地が協調する場合は、南側敷地の３階部分を背割線から一定の距離を確保し、北側敷地で背割線南側に日照確保用空地をとることで４時間日照を確保することが可能となる。

３）建築協調ルールにより日照を安定的に確保できるための敷地条件等

協調ルールの効果を明らかにし、また協調ルール設定の根拠となる知見を得ることを目的とし、杉並区Ａ地区を想定した条件の南北細長街区を対象に、一定の水準の日照を確保するために敷地条件と日照確保要空地の形状・規模について、実現容積率との関係から定量的に分析した。

その結果、日照確保要空地を設ける協調ルールを適用して、目標とする日照時間を確保するために必要となる最小の敷地規模・形状を定量的に提示した。

杉並区Ａ地区を想定した条件のモデルでは、150％の実現容積率の確保を条件とする場合、２敷地協調によっても４時間日照の確保は不能であるが、実現容積率を 140％以下に低減させることの合意ができた場合、２敷地協調によって次の敷地規模・形状で４時間日照の確保が可能となり、その敷地規模は単独敷地で日照を確保する場合よりも小規模な敷地で可能となることが明ら

かとなった。また、その場合に必要となる日照要確保空地の形状・規模も定量的に示すことができた（表 4.20）。

表 4.20　４時間日照を確保する場合の実現容積率と敷地規模・形状の関係

実現 容積率	単独敷地で４時間日照を確保できる 最小の敷地規模・形状	２敷地協調で４時間日照を確保できる 最小の敷地規模・形状
110%	168 ㎡（12m×14m）	144 ㎡（12m×12m）
120%	168 ㎡（12m×14m）	168 ㎡（12m×14m）
130%	196 ㎡（14m×14m）	168 ㎡（12m×14m）
140%	－（確保不能）	196 ㎡（14m×14m）
150%	－（確保不能）	－（確保不能）

さらに、杉並区A地区を想定した条件のモデルでは、道路境界から１mの壁面後退で、東又は西側（道路側）から２時間日照を確保できるため、南面からの日照は３時間でよい（合計５時間日照）とした場合、敷地面積が 150 ㎡あれば容積率 160%を実現して所要の水準の日照を得ることが可能となることが明らかとなった（表 4.21）。

表 4.21　３時間日照を確保する場合の実現容積率と敷地規模・形状の関係

実現 容積率	単独敷地で４時間日照を確保できる 最小の敷地規模・形状	２敷地協調で４時間日照を確保できる 最小の敷地規模・形状
130%	144 ㎡（12m×12m）	144 ㎡（12m×12m）
140%	168 ㎡（12m×14m）	144 ㎡（12m×12m）
150%	168 ㎡（12m×14m）	144 ㎡（12m×12m）
160%	196 ㎡（14m×14m）	149.8 ㎡（10.7m×12m）

4.2　建築協調ルールの検討を通じた住環境マネジメント方策の方向性の提案

以上の定量的知見を踏まえ、多世代利用住宅に求められる良好な住環境の持続的なマネジメント（協調ルールの担保手法）の方向性について、杉並区A地区を例に提示する。

1）杉並区A地区を例にした協調ルールの整理

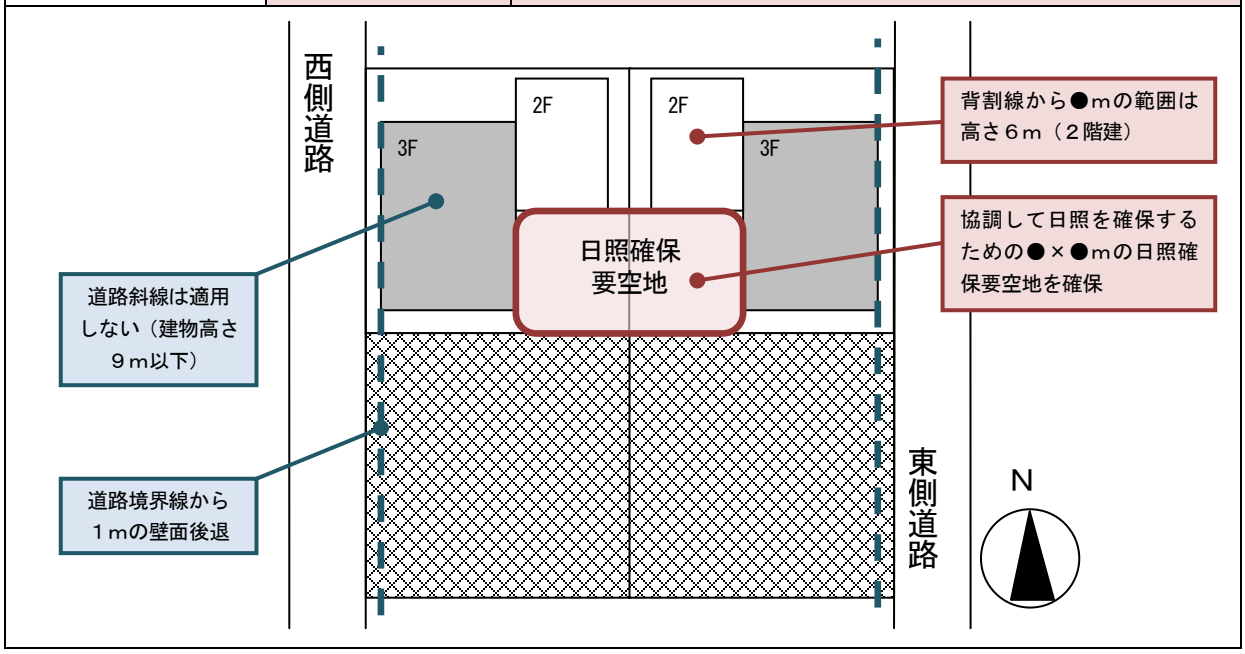
杉並区A地区のような南北細長街区においては、南面だけから日照を確保することは難しく、西・東に接道する道路からの日照確保が重要となり、そのためには、道路境界線からの壁面後退や道路沿いの建物高さについて、全体的なコントロールをしないと、効力を発揮しない。また、南側からの日照確保という大きな観点からみれば、南側をはじめ地区全体の建物ボリュームをコントロールすることが望ましい。

一方、杉並区A地区の協調ルールの特徴である中央の隣地境界線（背割線）にそった日照確保要空地の確保については、２．３で示したように、隣接する敷地の規模・形状とともに目標とする日照時間や実現容積率によって、日照確保要空地の規模・形状も様々なものとなる。一律的にコントロールできる要素とは言い難く、むしろ、協調する単位ごとの個別条件に応じて、柔軟に定めていくことが適切と考えられる。

以上より、杉並区A地区を対象とした協調ルールには、大きく「全体的なルール」と「協調単位の個別ルール」があるものと考えられる（表 4.22）。

表 4.22　主要な協調ルールの整理（杉並区Ａ地区）

全体的なルール ⇒街区＊全体で適用することで効力を発揮するルール	建物高さ	○最高建物高さ９ｍ（３階建）を原則。 （９ｍを超える場合は、厳しい北側斜線を課す必要あり）
	道路沿いの壁面後退及び建物高さ	○道路からの壁面後退距離：１ｍ ○道路沿いの道路斜線は適用しない（高さ９ｍ）
協調単位の個別ルール	背割線沿いのコントロール	○背割線から●ｍの範囲は最高建物高さ６ｍ（２階建）。 ○背割線沿い南側に●×●ｍの日照確保要空地を確保。他
	その他	○北側に採光確保のための一定の空地を確保。他



＊当該街区の敷地の日照確保に影響を与える街区周辺の敷地も含む。

2）住環境マネジメント（協調ルールの担保手法）の考え方

杉並区A地区を例にした協調ルールの整理を踏まえると、多世代利用住宅にふさわしい良好な住環境を持続させるための協調ルールのあり方として、「街区全体の協調ルール」及び「協調単位（数戸程度）の個別的な協調ルール」の組み合わせによる、二層的な考え方があると考えられる（図4.17）。

「街区全体の協調ルール」については、当該街区内の全ての土地所有者・建物所有者による建築行為がその協調ルールを遵守して、全ての敷地が公平にそのルールによるメリット（日照確保）を享受できる性格のものである。面的な担保手法である、地区計画制度や建築協定制度等、公法によることが適切と考えられる（表4.23）。

「協調単位（数戸程度）の個別的な協調ルール」については、協調単位の敷地の土地所有者・建物所有者が合意することで効力を発揮する。協調する単位ごとの個別条件に応じて、柔軟に定めていく性格のものである。したがって、関係者の取り決め事項（協調ルール等）に関する協定等に基づくことで、協調ルールを担保することが基本となるものと考えられる（表4.23）。

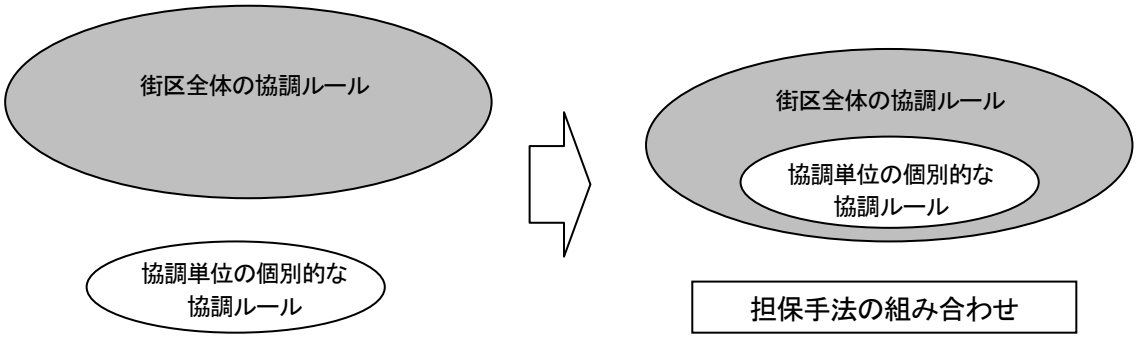


図4.17　二層的な協調ルールの考え方

表4.23　二層的な協調ルールの担保手法

街区全体の協調ルール	地区計画制度や景観協定制度、建築協定制度等の法的拘束力を持った公法による担保
協調単位（数戸程度）の個別的な協調ルール	協調単位における土地・建物所有者（関係権利者）の取り決め事項（協調ルール等）に関する協定等の取り交わしによる担保

Ⅱ. 診断・改修技術部門

Ⅱ－１．「診断・改修技術部門」の研究内容と研究成果の概要

１．研究の目的と概要

「診断・改修技術部門」は、既存共同住宅（特に区分所有マンションを想定）の改修等による多世代利用化に向けたマネジメント手法に関する研究開発を行う。

既存共同住宅の躯体性能の評価手法を開発するとともに、建築時期別の保有性能・仕様等に対応した目標性能水準を設定する。また、現状の躯体性能を踏まえ、目標性能水準を達成するための改修を実現するための改修技術の適用手法、改修の実施に係る計画策定と合意形成のプロセス、改修後の持続的なマネジメント手法等に関する研究を行う。

２．研究内容と成果の概要

既存共同住宅（特に区分所有マンションを想定）の改修等による多世代利用化に向けたマネジメントに着目し、①現況の躯体性能の評価、②多世代化に向けた改修の計画及び改修の実施、③改修後の持続的なマネジメントの実施、という多世代利用に向けた各段階の現行の課題に対応した研究テーマを設定して研究を実施した。

具体的には、次の３つの研究を実施し、成果を得た。

１）既存共同住宅の躯体性能の評価手法（基準）及び改修時の目標性能水準

良質なストックを形成しつつ既存共同住宅の多世代利用を図っていくためには、既存共同住宅の現在の躯体性能を客観的に評価する手法や基準の確立・普及と、既存共同住宅を多世代利用していく上で確保すべき水準としての「目標性能水準」の設定が必要となる。

このため、多世代利用の観点からみた既存共同住宅の躯体性能の評価手法及び評価基準について検討するとともに、多世代利用を図っていく上での既存共同住宅の目標性能水準について検討し、これらの案を提案した。

【研究成果】
①多世代利用の観点からみた既存共同住宅の躯体性能の評価手法と評価基準の提案
②多世代利用を図っていく上での既存共同住宅の目標性能水準の提案
【成果の活用】
〇既存住宅（共同住宅）の長期優良住宅の認定に係る基準に反映
〇既存共同住宅の多世代利用のための躯体性能の評価基準として普及を図る

２）既存共同住宅の多世代利用に向けた改修及びマネジメント手法に関する技術指針案の作成

既存共同住宅（マンション）の目標性能水準を達成する多世代利用化に向けた改修（多世代利用化改修）を促進するためには、躯体性能の評価結果に応じた改修技術の適用手法、改修の実施に至る計画策定手法を確立することが必要となる。

このため、既存共同住宅の躯体性能の評価結果に応じた改修技術の適用選択手法、改修の実施に向けた合意形成プロセス、改修の実施に向けた計画策定手法、改修実施に必要な情報生成方法等に関する検討を行い、知見を得た。

また、既存共同住宅の多世代利用に向けては、多世代利用化改修の実施後についても持続的なマネジメントが重要となる。

このため、形成・管理システム部門と連携しつつ、改修の実施後の持続的なマネジメントのための長期修繕計画（長期マネジメント計画）の作成・見直しの考え方、改修後の住宅履歴情報の管理の考え方について検討した。さらに、多世代利用に向けたマネジメントの過程では、将来的に様々な改修を繰り返し実施する必要があることから、多世代利用に資する個別改修技術、一棟まるごと再生等のダイナミックな改修事例の収集整理を行った。

【研究成果】

①既存共同住宅の多世代利用に向けた化改修の促進のため、躯体性能の評価結果に応じた改修技術の適用選択手法を体系的に整理するとともに、改修の実施に向けた合意形成プロセス、改修の実施に向けた計画策定手法、改修実施に必要な情報生成方法等について整理した

②改修の実施後の長期修繕計画（長期マネジメント計画）の作成・見直し、改修後の住宅履歴情報の管理手法、将来的に必要と考えられる改修の考え方等について整理した

【成果の活用】

○既存住宅（共同住宅）の長期優良住宅の認定に係る基準化に併せて、既存マンションについて改修工事の実施により、長寿命化（長期優良住宅化）を図るための計画手法として、現場への普及を図る

３）既存共同住宅（マンション）の２戸１改修手法の提案

既存共同住宅（マンション等）の再生において、空き住戸を活用した２戸１改修による規模増改善に対するニーズが高まっている。

このため、マンションにおいて、住戸単位で２戸１改修を行う場合の（構造安全性の観点からみた）開口形成ルールの設定方法、２戸１改修等を実現するうえでの区分所有法及び登記法上の手続きについて検討し、手法を提案した。

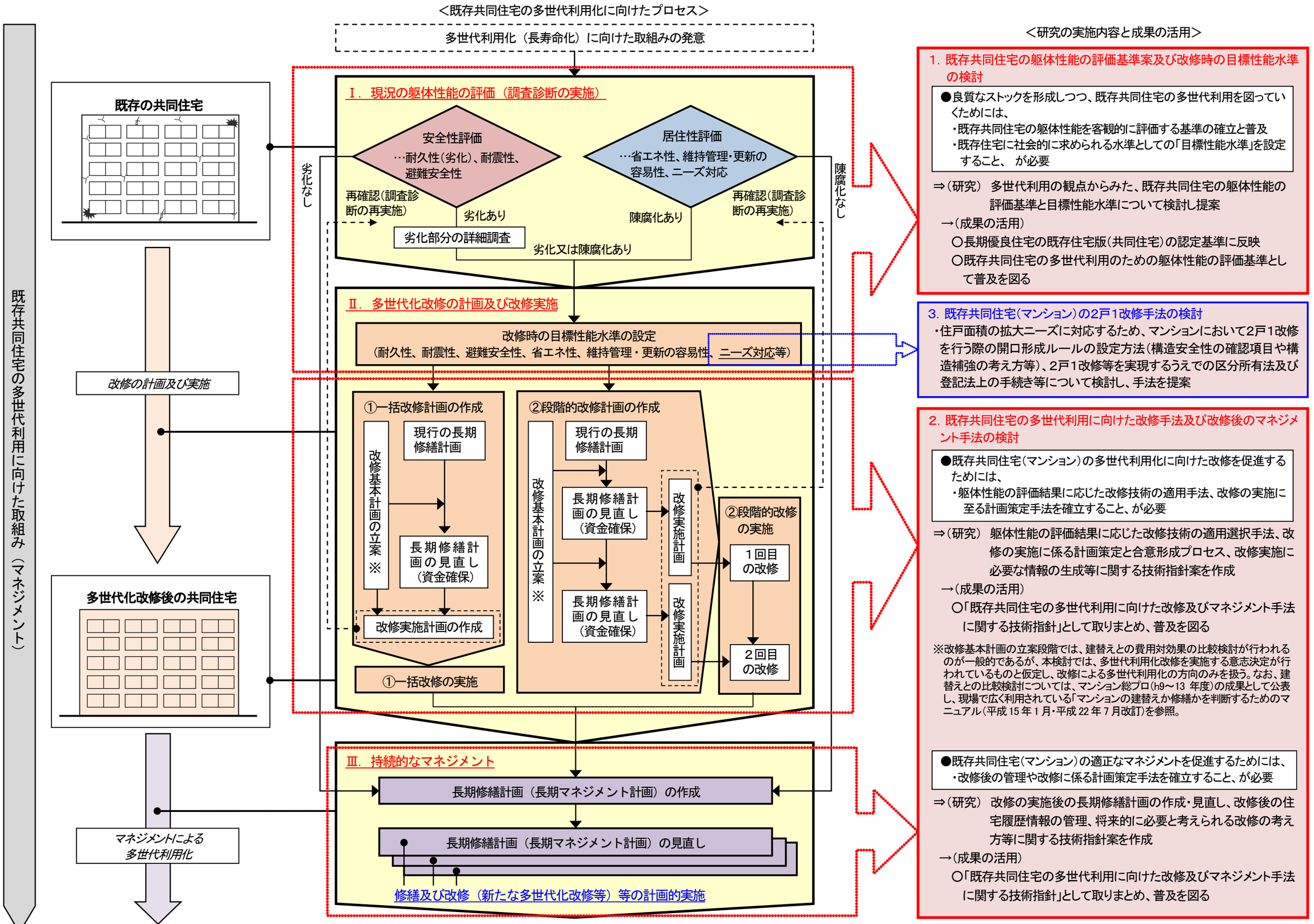
【研究成果】

①住戸単位で２戸１改修を行う際の開口形成ルールの設定方法（構造安全性の確認項目や構造補強の考え方等）の提案

②２戸１改修等を実現するうえでの区分所有法及び登記法上の手続きの提案

【成果の活用】

○現行関連制度の整備等につなげ、マンション（中層ＲＣ造壁式構造）の２戸１改修の実施手法として普及につなげていく



＜研究の実施内容と成果の活用＞

1．既存共同住宅の躯体性能の評価基準案及び改修時の目標性能水準の検討

●良質なストックを形成しつつ、既存共同住宅の多世代利用を図っていくためには、
・既存共同住宅の躯体性能を客観的に評価する基準の確立と普及
・既存住宅に社会的に求められる水準としての「目標性能水準」を設定すること、 が必要

⇒（研究） 多世代利用の観点からみた、既存共同住宅の躯体性能の評価基準と目標性能水準について検討し提案

→（成果の活用）
○長期優良住宅の既存住宅版（共同住宅）の認定基準に反映
○既存共同住宅の多世代利用のための躯体性能の評価基準として普及を図る

3．既存共同住宅（マンション）の2戸1改修手法の検討

・住戸面積の拡大ニーズに対応するため、マンションにおいて2戸1改修を行う際の開口形成ルールの設定方法（構造安全性の確認項目や構造補強の考え方等）、2戸1改修等を実現するうえでの区分所有法及び登記法上の手続き等について検討し、手法を提案

2．既存共同住宅の多世代利用に向けた改修手法及び改修後のマネジメント手法の検討

●既存共同住宅（マンション）の多世代利用化に向けた改修を促進するためには、
・躯体性能の評価結果に応じた改修技術の適用手法、改修の実施に至る計画策定手法を確立すること、が必要

⇒（研究） 躯体性能の評価結果に応じた改修技術の適用選択手法、改修の実施に係る計画策定と合意形成プロセス、改修実施に必要な情報の生成等に関する技術指針案を作成

→（成果の活用）
○「既存共同住宅の多世代利用に向けた改修及びマネジメント手法に関する技術指針」として取りまとめ、普及を図る

※改修基本計画の立案段階では、建替えとの費用対効果の比較検討が行われるのが一般的であるが、本検討では、多世代利用化改修を実施する意志決定が行われているものと仮定し、改修による多世代利用化の方向のみを扱う。なお、建替えとの比較検討については、マンション総プロ（h9～13 年度）の成果として公表し、現場で広く利用されている「マンションの建替えか修繕かを判断するためのマニュアル（平成 15 年 1 月・平成 22 年 7 月改訂）を参照。

●既存共同住宅（マンション）の適正なマネジメントを促進するためには、
・改修後の管理や改修に係る計画策定手法を確立すること、が必要

⇒（研究） 改修の実施後の長期修繕計画の作成・見直し、改修後の住宅履歴情報の管理、将来的に必要と考えられる改修の考え方等に関する技術指針案を作成

→（成果の活用）
○「既存共同住宅の多世代利用に向けた改修及びマネジメント手法に関する技術指針」として取りまとめ、普及を図る

図 1.1　既存共同住宅の多世代利用化に向けたプロセスと研究課題

Ⅱ－２．既存共同住宅の躯体性能の評価基準及び多世代利用に向けた目標性能水準の検討

良質なストックを形成しつつ既存共同住宅の多世代利用を図っていくためには、躯体性能を客観的に評価する手法や基準の確立・普及と、既存住宅に社会的に求められる水準としての「目標性能水準」の設定が必要となる。

このため、多世代利用の観点からみた既存共同住宅の躯体性能の評価手法（基準）及び多世代利用を図っていく上での既存共同住宅の目標性能水準を検討し、提案した。

１．既存共同住宅の躯体性能の評価基準及び目標性能水準の検討方法

１）検討整理の基本的考え方

既存共同住宅の躯体性能の評価基準を次のようなフローで検討整理する（表 2.1）。

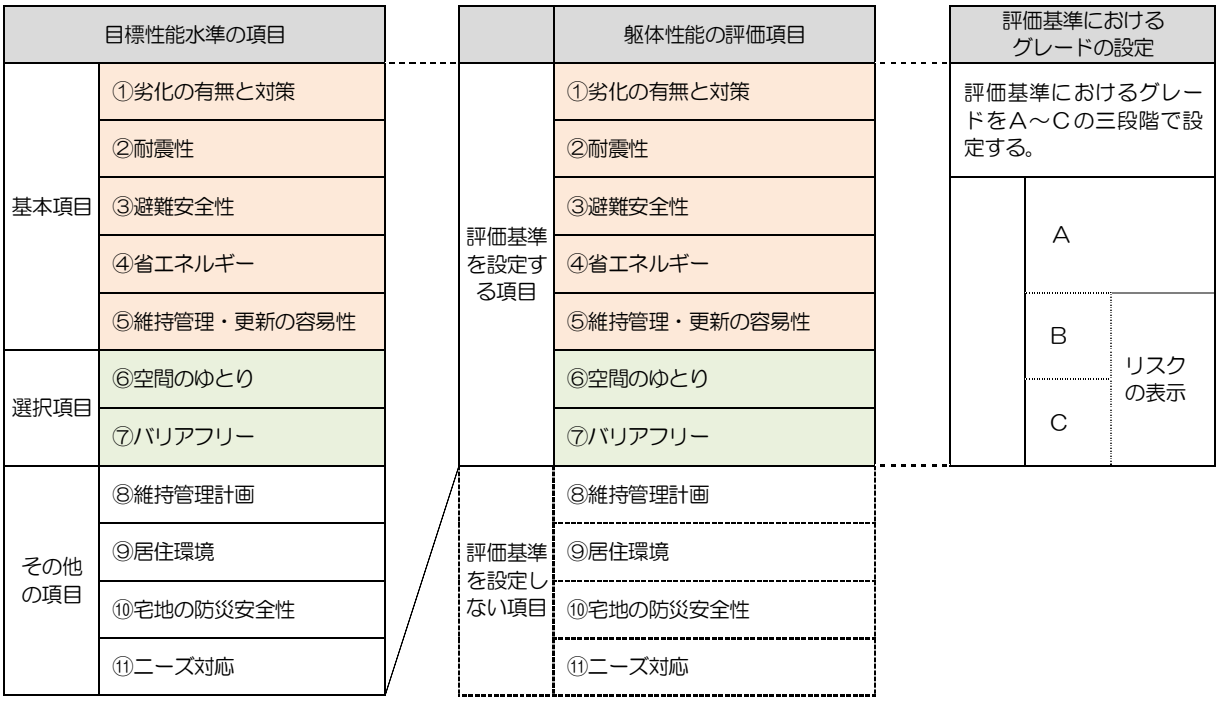
ⅰ）既存共同住宅の目標性能水準の評価項目として設定した項目から、躯体性能を評価する項目（以下、「躯体性能の評価項目」という。）を抽出する。

ⅱ）抽出した躯体性能の評価項目のそれぞれについて、評価すべき具体の部位や劣化事象などを整理する。

ⅲ）躯体性能の状態を評価するための評価基準を設定し、多世代利用を図っていくのに適切な水準を達成しているか否かによって、達成していない場合においては、多世代利用を図る上で必要な水準（＝目標性能水準）からの乖離の程度に応じて、細分することを考える。

ⅳ）目標性能水準を達成していない項目については、所有者に適切な改善を促すため、想定されるリスク（現時点で生じているリスクや現状を放置した場合に生じるリスク等）を整理し表示する。

表 2.1　躯体性能の評価基準の整理フロー



2）躯体性能の評価項目におけるグレードの考え方と目標性能水準との関連について

対象とする既存共同住宅の躯体性能が、多世代利用を図っていく上で適切な水準にあるかどうかに応じてグレードを判定する。

多世代利用を図る上で安全性及び居住性の点で問題のないものを「グレードA」として判定する。これは、既存共同住宅の多世代利用を図る上で、現時点において求められる「目標性能水準」が確保されている状態であり、適切な管理（マネジメント）をしながら多世代利用を図っていくべきストックであると位置づける。

一方、目標性能水準を達成していない場合は、当該建物の躯体性能が多世代利用をする上では問題を抱えている状態であり、多世代利用を図っていくためには、その躯体性能の程度に応じた対処をする必要がある。ここでは、グレードA以下の躯体性能の程度に応じて、次のようにグレードB、Cに分類することを考える。

「グレードB」は、多世代利用を図る上で安全性又は居住性の点で問題のあるもので、多世代利用を図るためには、安全性又は居住性に関わる問題点を解消することが必要なストックと位置づける。

「グレードC」は、多世代利用を図る上で安全性の点で著しい問題のあるもので、多世代利用を図るためには、安全性に関わる著しい問題を解消することが必要なストックと位置づける。

躯体性能の目標性能水準の達成の適否と、各評価項目におけるグレードの意味、求められる対応の考え方を表 2.2 に示す。

表 2.2　既存共同住宅の躯体性能の評価グレードの考え方

目標性能水準※の達成の適否	グレード	グレードの意味	求められる対応
達成	グレードA	・多世代利用を図る上で安全性及び居住性の点で問題のないもの	・多世代利用を図る上で、現時点において求められている性能水準が確保されているため、**適切な管理をしながら多世代利用を図っていく**べきストック
未達成	グレードB	・多世代利用を図る上で安全性又は居住性の点で問題のあるもの	・多世代利用を図るためには、**安全性又は居住性に関わる問題点を解消することが必要**なストック
	グレードC	・多世代利用を図る上で安全性の点で著しい問題のあるもの	・多世代利用を図るためには、**安全性に関わる著しい問題を解消することが必要**なストック （グレードBよりも問題の解消にコストを要する蓋然性が高いと考えられる。）

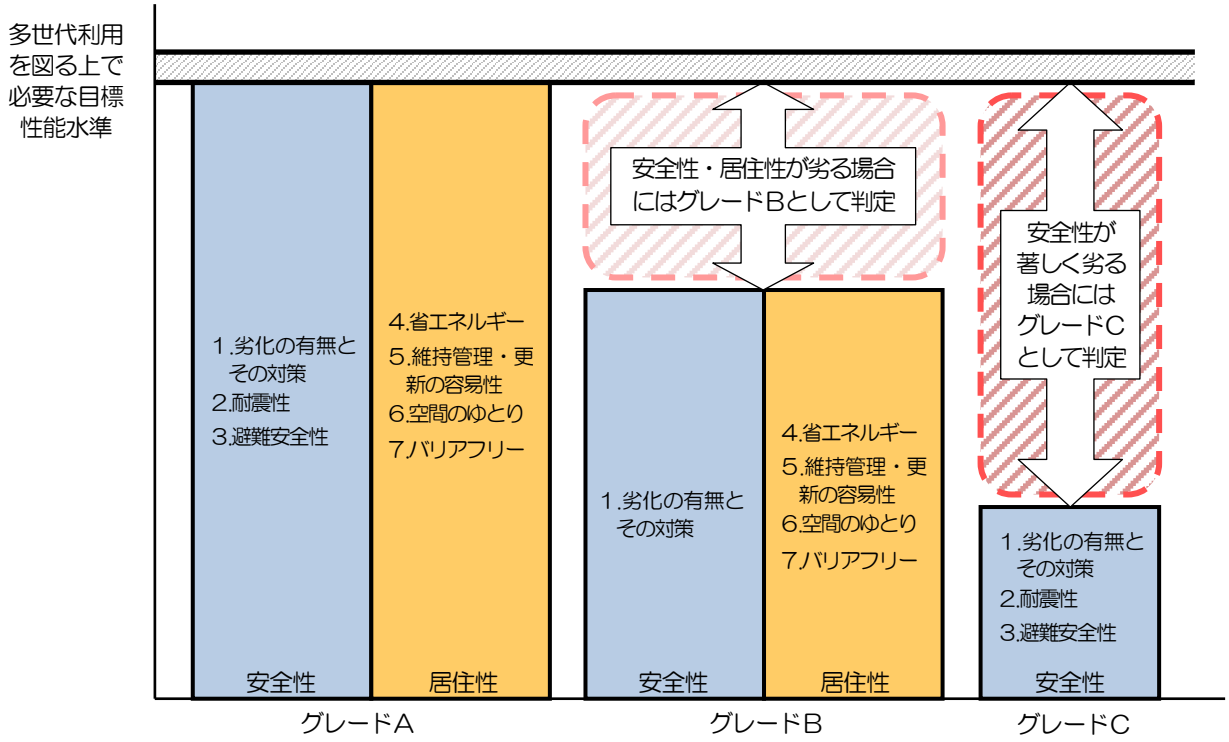
※目標性能水準：既存共同住宅の多世代利用を図っていく上で、現時点において有することが望まれる性能水準

3）各躯体性能の評価項目における目標性能水準達成の考え方

既存共同住宅の躯体性能のグレードに応じた、多世代利用を図るための目標性能水準の達成イメージを図 2.1 に示す。

グレードAは、安全性と居住性の水準が多世代利用を図る上で必要となる目標性能水準を達成していることとなる。グレードBは、安全性又は居住性についての水準が劣っており、多世代利用を図るにあたっては、相応の性能向上が求められる。一方、グレードCは、安全性の水準が著しく低い状態であり、多世代利用を図るにあたっては、大幅な性能向上が求められる。

以上のように、目標性能水準を達成していないグレードB及びグレードCは、どちらも多世代利用を図る上では、問題を抱えたストックであると言える。しかし、グレードBに比べて、グレードCの状態は安全性に係る性能が著しく劣っており、目標性能水準を達成するためには、技術的難易度やコストの高い手段を用いることが必要な場合が多いことが想定される。



		グレードA		グレードB		グレードC
		安全性	居住性	安全性	居住性	安全性
1.劣化の有無と対策	①躯体	○	―	○	―	○
	②仕上げ材	○	―	○	―	―
	③設備	○	―	○	―	―
2.耐震性		○	―	―	―	―
3.避難安全性		○	―	―	―	○
4.省エネルギー性		―	○	―	○	―
5.維持管理・更新の容易性		―	○	―	○	―
6.空間のゆとり		―	○	―	○	―
7.バリアフリー		―	○	―	○	―

○：グレードの設定をするもの　　―：グレードの設定をしないもの

図 2.1　躯体性能の評価項目におけるグレードと目標性能水準との関連

なお、グレードの設定にあたっては、グレードCは基本的には「安全性に係る項目」についてのみ設定することとし、「居住性に係る項目」はグレードA、Bの２段階で評価することとする。

各項目のグレードの考え方は表3のとおりである。

4）躯体性能の評価基準の設定の考え方

前項までの考え方の整理を踏まえ、躯体性能の各評価項目ごとに性能の評価基準を検討し、設定する。設定にあたっては、各評価項目を構成する要素ごとにグレード区分を設定するのではなく、要素間の関連性等を構造的に把握・整理し、各要素の一定のまとまりの中で躯体性能の評価基準を設定することを基本とする。

そのため、評価基準を構成する各要素を集約化・総合化し、それに応じて評価基準を定性的な表現により設定することとする。

一方で、評価基準の各グレード区分を判断するための考え方について、評価基準の「解説」を作成し、その中で各グレード区分に該当すると考えられる躯体の状態や判断根拠となる数値基準等を示すこととする。

以上を踏まえ、躯体性能の評価基準の設定における基本方針は以下のとおりとなる。下記の基本方針に従い、評価項目ごとの基準の設定の考え方を示す。

■躯体性能の評価基準の設定における基本方針

①評価基準は項目ごとの要素の総合的なまとまりの中でグレーディングする
⇒要素の集約化・総合化
②上記①の要素の集約化・総合化を踏まえ、定性的な表現により評価基準を設定する
⇒定性的表現による評価基準の設定
③評価基準の考え方（状態、数値基準等）を「解説」で示す
⇒評価基準の考え方（グレード判定の根拠となる数値基準や建物の状態イメージ等）やグレード判定のための調査・診断手法等についての解説の作成

２．既存共同住宅の躯体性能の評価基準（案）の作成

上記の考え方に基づき、既存共同住宅の躯体性能の評価基準（案）を作成した。その概要を示すと表 2.3 のようになる。なお、前述のとおり、評価基準案は定性的な表現にとどめており、具体的な評価・判定にあたっては、本編末に**【参考資料】**として収録している技術解説案を参照して行う。

３．既存共同住宅の目標性能水準（案）の作成

また、既存共同住宅の多世代利用を図っていく上で、現時点において有することが望まれる目標性能水準を設定すると表 2.4 のようになる。

目標性能水準は、表 2.3 に示す具体の既存共同住宅の躯体性能の評価基準（案）のグレードAに相当するものであるため、目標性能水準の達成状況を具体的に確認する上でも、本編末に**【参考資料】**として収録している技術解説案を参照して行う。

表 2.3　既存共同住宅の躯体性能の評価基準（案）

（表 2.4 に示す目標性能水準に相当）

			グレードA			グレードB				グレードC	
			A⁺（誘導水準）	A（必要水準）	A※	B⁺	B	B⁻	リスク		リスク
基本項目	1. 劣化の有無と対策	躯体	劣化していないこと （全ての劣化事象が生じていない（軽度である）こと） ※ここでの劣化事象とは以下のものを示す。 顕在化している重度の劣化事象 ・明らかに中性化又は塩害に起因するひび割れ（錆汁を伴う）や鉄筋腐食 ・明らかに凍害又はアルカリ骨材反応に起因するひび割れやコンクリートの欠損・剥落 潜在的な劣化事象 ・中性化 ・塩害 ・ひび割れ		－	中度の中性化・塩化物イオン量の増大のうち１つ以上が生じていること ※グレードBを細分する場合には、下記のように顕在化している重大な劣化事象の発生範囲及び進行性のないひび割れの有無に応じてB⁻～B⁺に区分することも想定される。 重大な劣化事象は顕在化していないが、中度の中性化・塩化物イオン量の増大のうちいずれか一方が生じているもの	重大な劣化事象は顕在化していないが、中度の中性化・塩化物イオン量の増大のうちいずれか一方と、進行性のないひび割れが生じているもの	次の①～②のいずれかに該当するもの ①重大な劣化事象が局所的に顕在化しており、かつ中度の中性化・塩化物イオン量の増大のうち１つ以上が生じている ②重大な劣化事象は顕在化していないが、中度の中性化・塩化物イオン量の増大が併発している	⇒放置した場合に、外壁の剥落等に至る可能性がある	次の①～③のいずれかに該当するもの ①重大な劣化事象が比較的広い範囲に渡って顕在化している ②重度の中性化又は塩化物イオン量の増大が生じている ③重大な劣化事象が局所的に発生しており、かつ、中度の中性化・塩化物イオン量の増大及び進行性のないひび割れが併発している	⇒外壁の剥落等の危険性がある
		仕上げ材	劣化していないこと		－	躯体の劣化を要因としない仕上げ材の劣化が生じていること			⇒放置した場合に、仕上げ材の落下等の危険性あり ⇒放置した場合に、躯体の劣化を促進する危険性あり	【要因の解消】 仕上げ材の劣化の要因となる躯体の劣化を解消することが求められる。	⇒仕上げ材の落下当の危険性あり ⇒躯体の劣化を促進する危険性あり
		設備	物理的な劣化がないこと		－	設備の物理的な劣化に対して補修・更生により回復することが可能であるもの	－	設備の物理的な劣化に対して更新により回復することが可能であるもの	－	－	－
	2. 耐震性		極めて稀に発生する地震に対し、継続利用のための改修の容易性を確保するため、損傷のレベルの低減が図られていること	極めて稀に発生する地震に対して倒壊、崩壊等しないこと	建築モデルAについて、現行耐震基準全てを満たさないもの	－			－	今日並みの耐震性を有していないもの	・構造骨組が大損害を被り落床、倒壊の恐れがある。倒壊に至らない場合も、復旧は困難になる恐れがある。 ・仕上げ材等も広範に損傷・脱落の恐れがある。
	3. 避難安全性		建築基準法及び消防法の基準に適合しているもの		建築基準法及び消防法の既存遡及適用を受けない事項を除く基準に適合しているもの	－			－	建築基準法及び消防法の両方の基準に適合していないもの	⇒火災時に避難できない危険性あり ⇒火災時に延焼の危険性あり ※消防用設備についてはその設置の有無をチェックリストにより表示
	4. 省エネルギー		既存住宅の省エネルギー対策を踏まえて、特に大きなエネルギー削減のための対策が講じられているもの※１	既存住宅の省エネルギー対策を踏まえて、大きなエネルギーの削減のための対策が講じられているもの※２	建築モデルＡ～Ｃについて、外壁・開口部のみ基準を達成しているもの	既存住宅の省エネルギー対策を踏まえて、一定程度のエネルギー削減のための対策が講じられているもの	－	エネルギー削減のための対策が講じられていないもの			
	5. 維持管理・更新の容易性		維持管理や更新を容易に行うための特別の措置が講じられていること（維持管理対策等級３、更新対策等級３相当）	維持管理や更新を行うための基本的な措置が講じられていること（維持管理対策等級２、更新対策等級２相当）	共用排水立管の位置が住戸内にあるもの	将来的な改修・更新に向けて一定の空間キャパシティが確保されていないこと					
選択項目	6. 空間のゆとり		将来的な改修・更新に向けて一定の空間キャパシティが確保されていること		－	将来的な改修・更新に向けて一定の空間キャパシティが確保されていないもの					
	7. バリアフリー		一定のバリアフリー性（共用廊下等に必要なスペース、ＥＶの設置等）が確保されていること（高齢者等配慮対策等級３以上）		－	一定のバリアフリー性（共用廊下等に必要なスペース、ＥＶの設置等）が確保されていないもの					

※1「省エネルギー」の建築モデルごとのグレードA⁺（誘導水準）について　：　〇建築モデルA～C　：　次世代省エネ基準が確保されているもの　〇建築モデルD　：　次世代省エネ基準が確保され、かつ、省エネ・高効率設備を備えているもの

※2「省エネルギー」の建築モデルごとのグレードA（必要水準）について　：　〇建築モデルA～B：新省エネ基準が確保されているもの（外壁・開口部のみでも可）　〇建築モデルC：新省エネ基準が確保されているもの　〇建築モデルD：次世代省エネ基準が確保されているもの

表 2.4　既存共同住宅の多世代利用に向けた目標性能水準（案）の設定

項目		事項		既存共同住宅の目標性能水準	新築共同住宅の長期優良住宅認定基準
				建築年次：旧 (S35) 1960▼ / 建築モデルA1、A2 (S45) 1970▼ / 建築モデルB (S55) 1980▼ / 建築モデルC (H2) 1990▼ / 建築モデルD (H12) 2000▼ / (H22) 2010▼ 新	
4躯体性能の評価項目	基本項目	1. 劣化の有無と対策		躯体及び仕上げ材が劣化していないこと、かつ、設備の物理的な劣化がないこと	●数世代にわたり住宅の構造躯体が使用できること
		2. 耐震性	誘導水準	極めて稀に発生する地震に対し、継続利用のための改修の容易性を確保するため、損傷のレベルの低減が図られていること 〔耐震等級２以上、限界耐力計算法による変形防止、免震構造の採用等〕	●極めて稀に発生する地震に対し、継続利用のための改修の容易性を図るため、損傷のレベルの低減を図ること
			必要水準	極めて稀に発生する地震に対して倒壊、崩壊等しないこと〔耐震等級１（建築基準法）〕 耐震診断法による場合、建築基準法の仕様規定を満足しないもの	
		3. 避難安全性		建築基準法及び消防法の基準に適合しているもの 建築基準法及び消防法の既存遡及適用を受けない事項を除く基準に適合しているもの	（現行の建築基準法及び消防法の基準を遵守）
		4. 省エネルギー性	誘導水準	既存住宅の省エネルギー対策を踏まえて、特に大きなエネルギー削減のための対策が講じられていること 次世代省エネ基準が確保されているもの / 次世代省エネ基準が確保され、かつ、省エネ・高効率設備を備えているもの	●断熱性能等の省エネルギー性能が確保されていること
			必要水準	既存住宅の省エネルギー対策を踏まえて、大きなエネルギーの削減のための対策が講じられているもの 新省エネ基準が確保されているもの 外壁・開口部のみ基準を達成しているもの / 次世代省エネ基準が確保されている〔省エネ等級４相当〕	
		5. 維持管理・更新の容易性	誘導水準	維持管理や更新を容易に行うための特別の措置が講じられていること〔維持管理対策等級３、更新対策等級３相当〕	●内装・設備について、構造躯体等に影響を与えることなく、維持管理・更新を行うための措置が講じられていること
			必要水準	維持管理や更新を行うための基本的な措置が講じられていること〔維持管理対策等級２、更新対策等級２相当〕 共用排水立管の位置が住戸内にあるもの	
	選択項目	6. 空間のゆとり		将来的な改修・更新に向けて一定の空間キャパシティが確保されていること	●居住者のライフスタイルの変化等に応じて間取りの変更が可能な措置が講じられている
		7. バリアフリー性		一定のバリアフリー性（共用廊下等に必要なスペース、ＥＶの設置等）が確保されていること〔高齢者等配慮対策等級３以上〕	●将来のバリアフリー改修に対応できるよう共用廊下等に必要なスペースが確保されている
その他の項目		8. 維持管理計画		定期的な点検・補修等に関する「維持管理計画」（構造耐力上主要な部分・給排水設備等の点検の時期、内容、資金計画等が定められた計画）を有し、かつ、履歴情報が生成･蓄積されていること	●建築時から将来を見据えて、定期的な点検・補修等に関する計画が策定されていること
		9. 居住環境		良好な景観の形成その他の地域における居住環境の維持及び向上に配慮されたものであること	●良好な計画の形成その他の地域における居住環境の維持及び向上に配慮されていること
		10. 宅地の防災安全性		地盤や擁壁の基本的な安全性が確保されていること	（現行の建築基準法の基準を遵守）
		11. ニーズ対応		社会的ニーズや居住者ニーズに対応した水準が確保されていること	（新築時の基準のため規定なし）

Ⅱ－３．既存共同住宅の多世代利用に向けた改修の計画手法の検討

既存共同住宅のうち区分所有のマンション（以下、「マンション」という。）においては、これまで長期修繕計画の作成に基づき修繕積立金を準備し、計画修繕を行う仕組みは広く普及してきているが、「改修」はまだ十分に普及しているとは言い難い状況にある。また、改修を実際に行う上では、改修工事内容・改修工法の妥当性が分からない、改修工事の進め方が分からない、改修コストの妥当性が分からないといった課題が指摘されている。

このため、特にマンションを想定し、目標性能水準を達成する多世代利用化改修を促進するために、躯体性能の評価結果に応じた改修技術の適用手法、改修に向けた合意形成の進め方や計画立案の考え方、改修に係る参考コスト等の技術情報を体系的に整理した。

１．既存共同住宅の保有性能に応じた診断・改修技術の適用手法

既存共同住宅の多世代利用化改修に向けて、「劣化対策（建築工事関係・設備工事関係）」、「耐震性」、「省エネルギー性」、「設備性能」について、劣化事象等の「改修技術（工法）」とその適用条件や技術的効果について体系的に整理する。

整理にあたっては、老朽化を「物理的老朽化」と「社会的・機能的老朽化（陳腐化）」の２つとして捉え、それぞれに対応する診断・改修技術の項目を図 3.1 のように設定した。すなわち、建築工事部分及び設備工事部分においては、時間経過や繰り返し使用されることにより伴う科学的・物理変化による品質や性能の物理的老朽化に対し、劣化対策を実施することが求められる。一方、耐震性、省エネ性、設備性能においては、住宅が建設された後の、住宅に関する要求性能の向上、法制度に基づく基準の強化、技術革新等により、機能や性能が相対的に低下する社会的・機能的老朽化（陳腐化）に対し劣化対策を実施することが求められる。

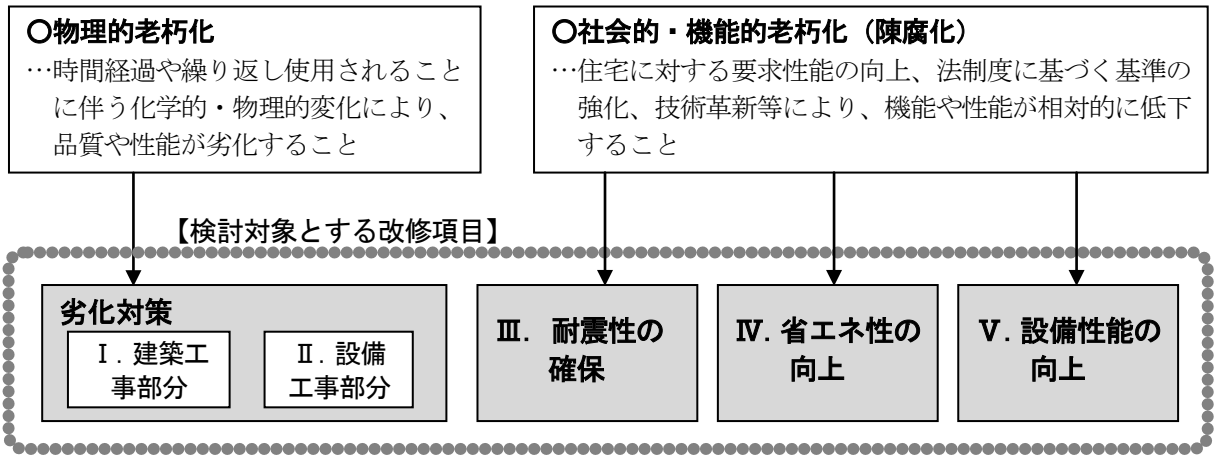


図 3.1　老朽化の考え方と検討対象項目

上記のような老朽化の発生要因を踏まえたうえで、劣化事象に対応した、適用可能な診断・改修技術とその適用条件の関係を整理した。なお、一般論として適用可能な技術を網羅的に整理しているが、改修技術の適用条件の整理にあたっては、劣化要因とその解消等に資する改修の考え方等に加え、技術の適用頻度等についても、可能な範囲で記述することとした。

1）劣化対策

劣化対策については、建築工事関係（躯体、仕上げ、内装等）と設備工事関係（給排水施設等）に区分し整理した。

建築工事関係のうち、コンクリート躯体や外壁の仕上げの改修技術については、劣化事象の程度や要因等の具体な適用条件に応じて劣化要因の解消を含めた改修技術が体系的に整理されているものもある。このため、本整理の中では、典型的な仕上げ別劣化事象について、推定される劣化要因とその解消方法を踏まえた改修技術の考え方を体系的に整理した。その一例を示したのが次頁の表 3.1 である。

また特に、既存住宅を長期にわたって利用していく上では、基本的な躯体性能である躯体の材料劣化について、発生した劣化事象の要因を推定し、その劣化要因を解消する対策を講じた上で、劣化事象の回復を図ることが重要となることから、発生する劣化事象とその要因に対して、劣化要因の解消に係る適用技術と、劣化事象の回復に係る適用技術とを区分しつつ、改修技術とその適用条件の関係をパッケージ的に整理して示した（図 3.2）。

2）耐震性

耐震改修においては、耐震性の評価の結果を踏まえ、現行の基準を満たしていないものについては、様々な耐震改修技術を適用して耐震性を向上させることとなる。

マンションの耐震改修技術の選択にあたっては、工学的見地に基づく判断の他に、工事中や工事後の居住性への影響（専有部分の使用への影響）、コスト等の合意形成の円滑化の観点にも配慮する必要がある。このため、本検討では、耐震改修技術を工学的見地に基づき抽出・分類したのち、共同住宅における実施のしやすさを視点に再分類し、各技術ごとの適用条件等を整理した。

3）省エネルギー性

省エネルギー性については、省エネ改修の対象となる部位別に、省エネ性の診断方法、適用可能な改修技術とその適用条件を整理した。

4）設備性能の向上

築後、一定期間を経過したマンションでは、経年に伴う物理的老朽化による改修ニーズの他に社会的・機能的老朽化（陳腐化）によるものもある。特に設備については、これまでの技術開発や生活水準の向上に伴い、情報や防犯などこれまで設置されていなかった新たな分野の機器の導入ニーズも多い。このため、本整理では、設備の劣化対策とは別に社会的・機能的老朽化（陳腐化）への対策について、改修技術とその適用条件を整理している（表 3.2）。

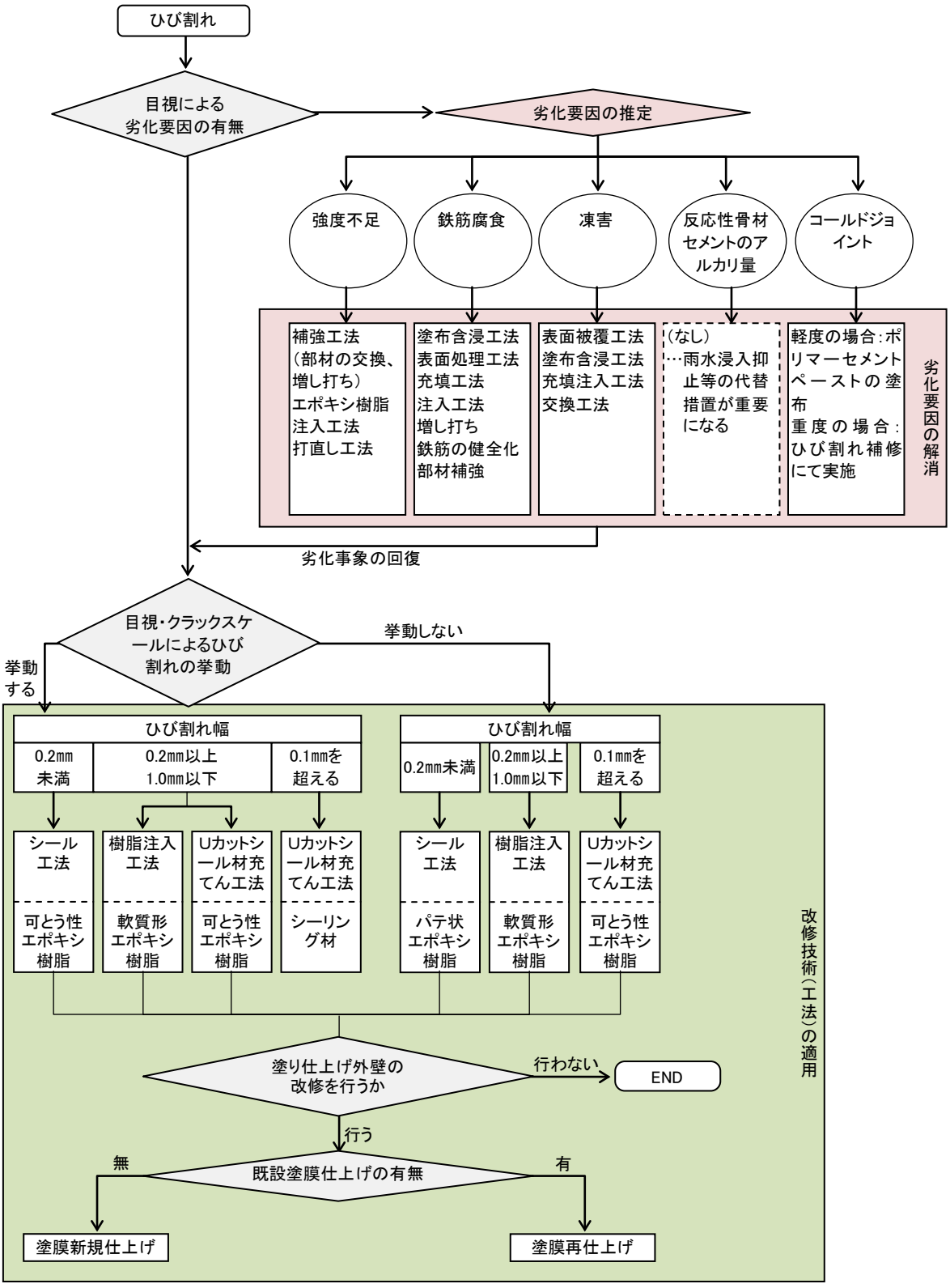
表 3.2　設備における「劣化対策」と「性能の向上」の概念の違い

設備の劣化対策工事	○住宅の基本性能の維持･向上として改修時に必ず対応を検討する必要のある項目 ○物理的に劣化した既存性能の維持･向上、すなわち物理的老朽化への対策（注）
設備性能の向上	○居住者ニーズに対応して検討すべき項目 ○新たな性能を付け加える等のグレードアップ。社会的･機能的老朽化（陳腐化）への対策（注）

（注）物理的老朽化への対策と社会的・機能的老朽化（陳腐化）への対策は、実務的には一体的に行われることになるが、理論的整理は個別に行う。

表 3.1　劣化対策（建築工事部分・躯体）の改修技術と適用条件の整理表の一例

対象		部位・仕上げ等	診断技術	事象（内容）	適用条件（要因・施工条件・事象の程度※等）	改修技術		備考：改修による技術的効用等	全面更新への適用
						一般的技術に○	技術名（空白の場合は同左）		
1 建築工事	1. 躯体	a.外壁コンクリート躯体（外壁、外壁周り、バルコニー、屋外に面した共用廊下・階段周り、屋上周り） b.内壁コンクリート躯体（内部階段・廊下、管理事務室や集会室の壁・床・天井等）	目視・クラックスケール	ひび割れ	幅 0.2mm 未満のひび割れ	○	フィラー処理による補修	・不具合部分の補修技術	
					幅 0.2～0.5mm のひび割れ	○	エポキシ樹脂・自動低圧注入処理による補修	・不具合部分の補修技術	
					幅 0.6mm 以上のひび割れ	○	エポキシ樹脂・手動式注入処理による補修	・不具合部分の補修技術	
					幅 0.2mm 以上で挙動性のあるひび割れ	○	Uカットシール処理による補修	・不具合部分の補修技術	
					漏水を伴う又は漏水の恐れのあるひび割れ	○	浸透性止水処理又はUカットシール処理による補修	・不具合部分の補修技術 ・構造体の改修により劣化要因が解消され機能回復に繋がる	
					構造耐力上、補強が必要なひび割れ		構造補強	・不具合部分の補修技術 ・構造体の改修により劣化要因が解消され機能回復に繋がる	
					その他		シール工法	・不具合部分の補修技術	
			目視・テストハンマー	欠損	補修箇所、大きさ等により適宜選択（補修箇所が比較的小さい場合や天井面等の補修や劣化の要因がない（単純な欠損部充填）の場合にはエポキシ樹脂モルタルが使用される場合が多い）	○	ポリマーセメントモルタル充填工法	・不具合部分の補修技術	
						○	エポキシ樹脂モルタル充填工法	・不具合部分の補修技術	
					欠損が広範にわたって著しい場合	○	（モルタル）塗替え工法	・不具合部分の補修技術	可能
					鉄筋腐食を伴う場合	○	欠損部の充填（上記）に加え、鉄筋の錆落とし等	・不具合部分の補修技術 ・鉄筋の錆落とし等により劣化要因が解消され機能回復に繋がる	
					鉄筋腐食を伴う場合（中性化が主な要因）	○	上記（欠損部充填、錆落とし）に加え、アルカリ性付加（回復）のための処理（亜硝酸リチウム等による防せい処理）	・不具合部分の補修技術 ・防せい処理等により劣化要因が解消され機能回復・今後の劣化進行抑止に繋がる	
					鉄筋腐食を伴う場合（塩害が主な要因）	○	上記（欠損部充填、錆落とし）に加え、防せい処理（亜硝酸リチウム等による防せい処理）	・不具合部分の補修技術 ・防せい処理等により劣化要因が解消され機能回復・今後の劣化進行抑止に繋がる	
			フェノールフタレイン法	中性化	中性化の程度が大きく、劣化現象が生じている場合（劣化現象の補修とあわせて実施（部分的な補修に適用））	○	アルカリ性の付与による中性化抑止	・アルカリ性の付与によりにより劣化要因が解消され機能回復・今後の劣化進行抑止に繋がる	
					鉄筋位置まで中性化が進行している場合、中性化による劣化現象が生じている場合（比較的大規模・面的な改修）		電気化学的再アルカリ工法	・不具合部分の補修技術 ・再アルカリ化によりにより劣化要因が解消され機能回復・今後の劣化進行抑止に繋がる	可能
					中性化の程度は大きくなく、劣化現象（鉄筋腐食に伴う欠損・ひび割れ等）も生じていない場合	○	タイル等高耐久性仕上げの付加・変更	・タイル等により雨水の浸入が遮断され　、今後の劣化進行抑止に繋がるほか、耐久性向上にも繋がる	可能
					一定程度の中性化は進んでいるが、劣化現象を生じていない場合	○	表面処理剤の塗布	・雨水の浸入が遮断され、今後の劣化進行抑止に繋がる	
					かぶり厚さが不足している場合や供用期間の延伸（耐久性の向上）等を期待する場合		かぶり厚の増し打ち	・モルタル等により雨水の浸入が遮断され　、今後の劣化進行抑止に繋がるほか、耐久性向上にも繋がる	可能
			目視、ドリル粉末法、コア採取等	塩害（塩化物イオン含有量の平均値）	塩害が懸念されるが、劣化現象を生じていない場合（予防的措置）	○	表面被覆工法（透水性の小さい塗材等による被覆）		
					飛来塩分による塩害で、劣化現象が生じている場合	○	脱塩工法	・脱塩により劣化要因が解消され機能回復・今後の劣化進行抑止に繋がる	
					内在塩分による塩害で、劣化現象が生じている場合		最適な技術がない（現実的には表面被覆の頻度を上げる等で対応）	・雨水の浸入が遮断され、今後の劣化進行抑止に繋がる	
			目視、はつり調査、自然電位法等	鉄筋の発錆・露出（ポップアウト）	基本的には欠損部の補修と同様		詳細な仕様（防せい処理剤の種類・量、材料の組み合わせ、はつりの程度等）については、劣化の要因、程度によって決定		
			目視	コールドジョイント	ひび割れの程度（幅等）、挙動、漏水の有無により適宜選択（基本的にはひび割れ補修と同様）	○	ポリマーセメントモルタル充填工法	・不具合部分の補修技術	
						○	エポキシ樹脂注入工法	・不具合部分の補修技術	
						○	止水材の注入	・不具合部分の補修技術 ・雨水の浸入が遮断され、今後の劣化進行抑止に繋がる	
						○	Uカットシール材充填工法	・不具合部分の補修技術	
			目視	ジャンカ	コールドジョイント周りでのジャンカの発生の場合	○	中性化抑止材を塗布・浸透させた後、無収縮モルタル圧入	・不具合部分の補修技術 ・劣化要因が解消され機能回復・今後の劣化進行抑止に繋がる	
					上記以外		無収縮モルタル圧入工法	・不具合部分の補修技術	
							ポリマーセメントモルタル圧入工法	・不具合部分の補修技術	
							充填工法とする場合、エポキシ樹脂モルタルを使用する場合等もあり	・不具合部分の補修技術	



既存住宅を長期にわたって利用していく上では、基本的な躯体性能である躯体の材料劣化について、発生した劣化事象の要因を推定し、その劣化要因を解消する対策を講じた上で、劣化事象の回復を図ることが重要となる。このため、診断・改修技術パッケージでは、改修技術の整理を踏まえ、既存建築物において発生する劣化事象とその要因に対して、劣化要因の解消に係るものと、劣化事象の回復に係るものに分類しながら、改修技術とその適用条件の関係を整理している。

図 3.2　コンクリート躯体（打放し仕上げ外壁）の診断・改修技術適用のパッケージ（ひび割れ）

２．多世代利用改修に向けた計画立案手法

2.1　多世代利用改修に係る改修計画の立案の基本的手順及び考え方

多世代利用改修に係る改修計画の立案の基本的手順及び考え方について、「劣化対策」改修を事例に説明する。

既存共同住宅の多世代利用化に向けては、劣化対策改修を実施する際に、劣化事象の要因を推定し、その要因の解消を含む劣化の回復を図ることが必要となる。また、修繕による性能回復に加えて、現在の居住水準・生活水準に見合うように機能・性能を向上させる改良工事を併せて実施することが求められる。さらに、劣化対策に併せて、省エネ性能を向上させる仕様とするとすることが重要となる。

そこで、図 3.3 は劣化対策改修のケース（省エネ改修を併せて実施すると想定）について、改修の実施に向けてまず「調査･診断段階」で行うべき基本的なワークフローを整理したものである。

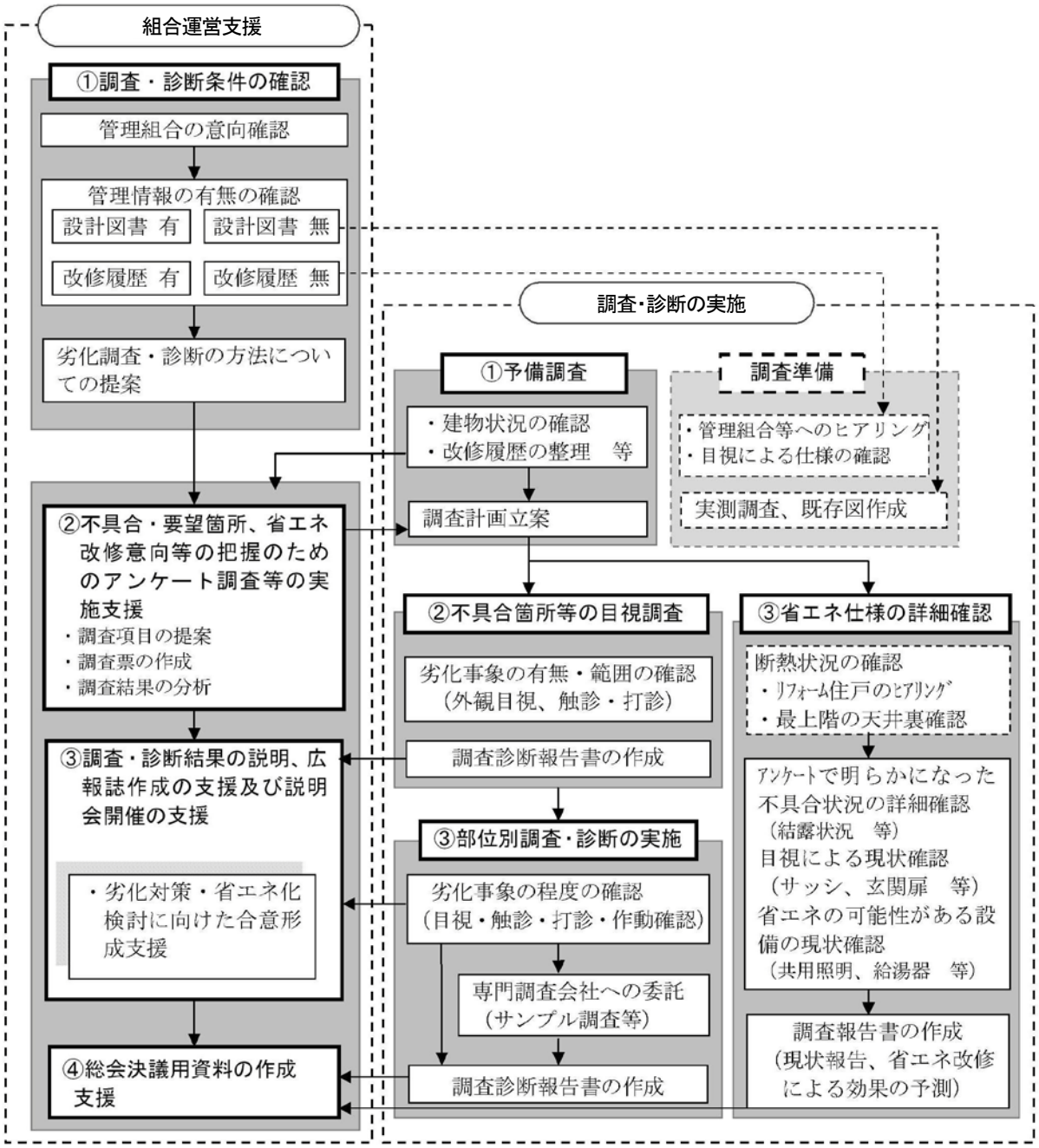


図 3.3　「劣化対策」改修（「省エネ」改修を併せて実施）の調査・診断段階のワークフロー

図 3.4 は、調査･診断の結果を踏まえ、次の「改修計画の立案段階」で行うべき基本的なワークフローを整理したものである。

以下では、図 3.4 に基づき、劣化対策改修・省エネ改修に向けた調査・診断の基本的な手順や考え方について説明する。

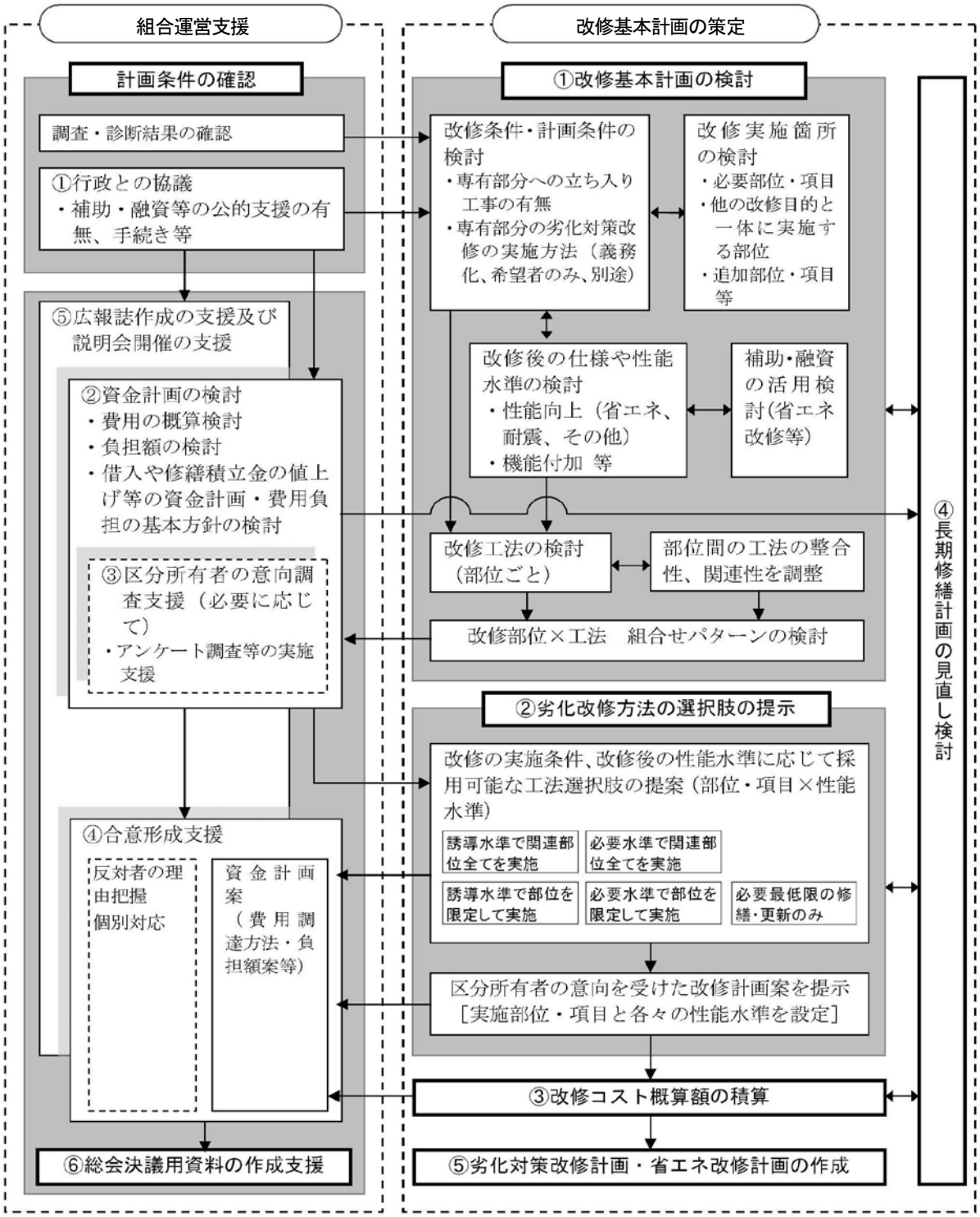


図 3.4　「劣化対策」改修（「省エネ」改修を併せて実施）の計画段階のワークフロー

１）長期修繕計画の見直し検討

診断結果により必要とされる工事項目や改修すべき項目・改修内容と、既存の長期修繕計画内容が大幅に異なる場合は、改修実施個所の検討と合わせて長期修繕計画の見直しを行う必要がある。

なお、マンションの大規模修繕は、12 年程度の周期が一般的とされている。これらのサイクルに工事を集約することは、居住者の負担軽減や共通仮設の合理化などのメリットがある。しかし、建築や設備の部材は、それぞれ耐用年数が異なる上、清掃等の維持管理や使用状況等によっても修繕周期は違ってくるため、劣化状況に比して早いタイミングでの修繕工事になったり、先送りした部位が次の周期の前に破損して緊急修繕が必要になる恐れもある。

このような事態を避けるためには、主要な部位（例えば、足場が必要となる外壁仕上げ等）の耐用年数をもとに次の修繕時期の目標を設定して、まとめて工事を行う方が合理的なもの（外壁シーリング　等）は周期を合わせることに配慮して仕様を設定する必要がある。そうすると、耐久性の高い材料を使用して修繕周期を延ばし、建物の耐用期間中の修繕回数を減らすことも考えられる。また、清掃やトップコートのみの塗り替え等の補修によっても更新までの期間が異なってくるため、計画的に行うことが望ましい。

改修計画策定にあたっては、建物の残りの使用期間を想定して、その間で何回大規模改修を実施するか、設備管線等耐用年数が長い主要な部位をどのタイミングで更新するか、更新時期まで耐用するにはどのような保全（点検・清掃・修繕等）が必要かという長期的な視点で長期修繕計画の見直しを行い、それと整合するように工事内容や仕様設定を行うことが望ましい。

２）改修条件・計画条件の確認、計画検討

大規模改修の対象は、基本的に共有部分であるが、住戸内にある排水立て管や外部建具のように住戸内に立ち入らないと工事ができない場合もある。その場合、在宅してもらう必要があるなど住民の協力が不可欠である。改修工事の実施項目や工法・仕様の選定にあたっては、専有部分への立ち入りの可否が判断基準となることもある。また、在来工法の浴室改修など、専有部分であるが共用部配管の改修と合わせて行うと合理的なものもある。このような専有部分への立ち入りや改修は、居住者や区分所有者の合意を得て行う必要があるため、工法の配布や説明会の開催等で十分な説明を行い、どのような方針での改修を検討するかの意向調査を行うなど、計画の早い段階で確認しながら計画検討を進めていく必要がある。

また、そのような改修条件の確認とあわせて、どの部位の改修が必要か、改修後にどの程度の性能水準を確保するかなどの情報提供を行い、理解を深めてもらうことも重要である。

３）改修方法の選択肢の提示

各部の調査・診断結果や、調査・診断段階でのアンケート調査や計画段階での改修条件や資金計画の方針等についての意向調査結果を参考に改修計画案を検討し、検討委員会や理事会と協議を重ねて計画案を詰めた上で、管理組合に提示し、合意を得る必要がある。

その際、工事の実施箇所（必要最低限の部分におさえるか、望ましい部位を全て実施するか）、改修後の性能水準をどのランクに設定するか等の選択肢をわかりやすく整理して説明することが重要となる。

2.2　多世代利用化に向けた段階的改修の必要性

多世代利用に向けた改修は、可能な限り１回で対応することが望ましいが、診断結果に基づき必要となる改修工事内容や改修コストは、既存共同住宅の現況の躯体性能によって大きく異なり、またマンション管理組合の資金負担力によっても改修の実施の難易度は異なる。この結果、適切な時期に改修が実施されないとなると、資金積み立てや合意形成に長期の時間を費やすさらなる劣化・陳腐化の進行に繋がってしまう場合も生じることが想定される。

こうしたことから、多世代利用化改修の現実的な対応としては、長期修繕計画に改修の実施を段階的に位置付け、資金確保を含めて計画的に対応していくことも必要になると考えられる。

工事内容の段階区分の設定にあたっては、劣化程度・進行状況等に基づき、早期の着手が求められるものや、実施にあたって資金・合意の形成に時間を要するものなど、工事の喫緊度や実施可能性等の視点で工事の優先順位を整理していくことが必要となる。概ね２段階にわたる改修工事を想定し、段階別の工事内容の設定の考え方を整理すると表 3.3 のようになる。

また、多世代利用に向けた段階的改修の段階設定の考え方をフローとして整理すると図 3.5 のようになる。

表 3.3　段階的改修における工事内容の設定の視点

視点		対応の考え方
工事の喫緊度	①早期の着手の必要性 ・安全性確保の面から早期に実施が必要か ・劣化進行抑止の観点から早期に実施が必要か（今以上に劣化が進行した場合に将来の対応がより困難になる、改修で不可能となる等） ・ニーズ対応として待てないもの（管理組合として改善ニーズが特に強いもの、区分所有者の属性等から今すぐ改善するニーズが特に強いもの）	⇒基本的に、１回目に実施する必要がある
	②着手時期を選ばないか ・安全性や居住性に大きな支障を及ぼさないため後回しにしても大きな影響はないもの	⇒工事の効率性等の観点から、１回目に行う工事内容を踏まえて判断する
工事の実施可能性・容易性	③早期実施の可能性 ・専有部分に立ち入らずに実施できる、資金的にも早期に実施が可能なもの	⇒工事の効率性等の観点から、１回目に行う工事内容を踏まえて判断する
	④実施にあたっての合意形成 ・専有部分に立ち入る必要がある、相応のコストを要し計画的な積立や資金借入れ（返済のための修繕積立金の増額等）が必要であるなど、改修に向けて合意形成や資金準備に時間を要するもの	⇒基本的に、計画的な準備を行い、後の回で実施する（ただし、安全性等の点で特に問題がある箇所については、早期に着手する必要がある）
工事の効率性	⑤仮設工事の必要性 ・工事の際には仮設工事（足場の設置）が必要なもの	⇒足場の設置が必要な工事はまとめて実施する
	⑥次回改修の効率的実施の可能性 ・先行して行うと後に大規模な道連れ工事が生じる可能性があるもの	⇒大規模な道連れ工事が生じない工事範囲を想定して工事内容を判断する

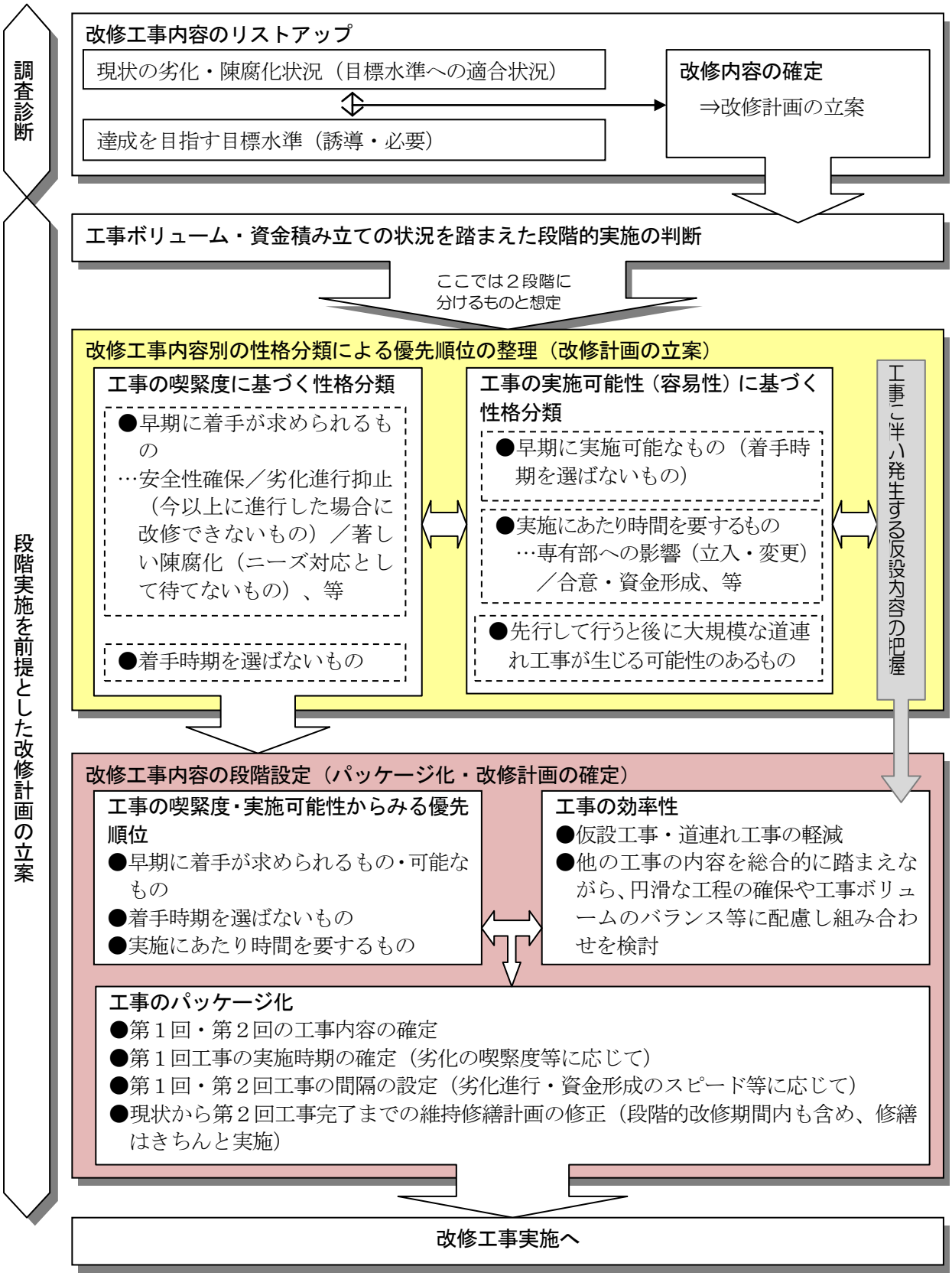


図 3.5　多世代利用に向けた段階的改修の段階設定の考え方のフロー

2.3　多世代利用化に向けた改修を位置付けた維持管理計画への転換の考え方

多世代利用化に向けた改修を実現するためには、改修をきちんと位置付けた維持管理計画（長期修繕計画）の作成が求められる。その基本的考え方を下記に整理する（図 3.6）。

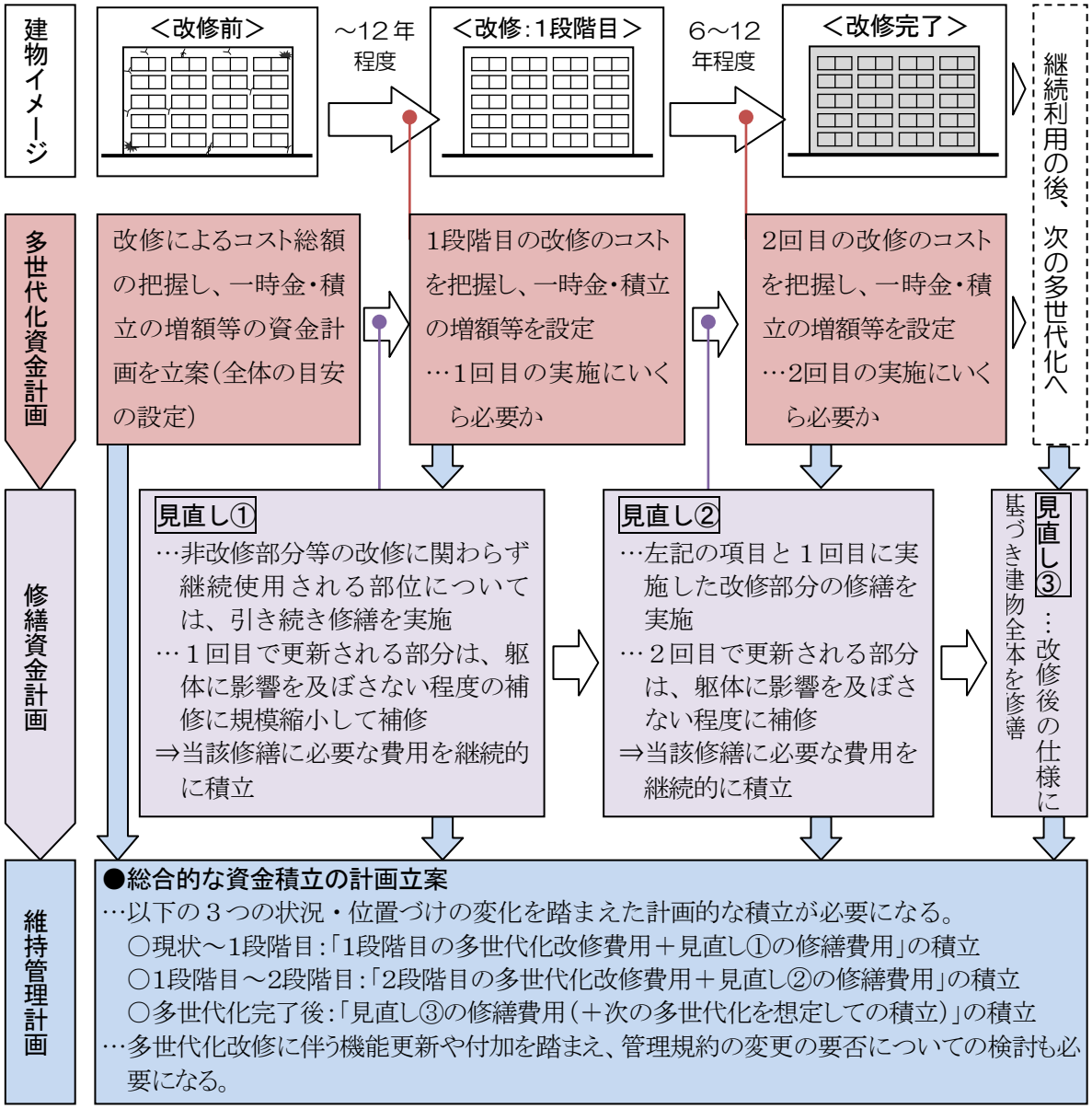


図 3.6　多世代利用化にむけた維持管理計画への転換の考え方

1）多世代化改修のための資金計画の立案

多世代化改修の実現に向けては、改修に要する資金を確保する必要がある。通常のマンションの場合では、現状建物の維持管理のための長期修繕計画に基づく、資金積立は行われているが、多世代化改修の費用は、積立・一時金等により新たに準備する必要がある。

段階的に多世代化改修を実施していく場合においては、はじめに多世代化改修全体で要する費用の目安をつけながら、各段階で必要となる費用の内訳を整理し、各段階施工の実施時期までに必要な費用を確保していくための積立の増額・一時金の徴収等の「改修資金計画」の立案が求められる。

２）段階的な多世代化改修を契機とした修繕計画の見直し

多世代化改修の実施は、工事着手までの資金積立の期間や段階的な工事実施期間などを含め、長期にわたることが想定される。

このため、多世代化改修にあたっては、改修期間内においても、建物の基本的な性能の低下を防ぐ維持修繕が求められ、段階的に実施していく場合には各修繕工事の進捗に応じた修繕計画の見直しが重要になる。具体的に整理すると、１段階目の改修工事までの期間においては、非改修部分等の改修に関わらず継続使用される部位について引き続き修繕を実施していくことが求められるほか、１回目で更新される部分は、躯体に影響を及ぼさない程度の補修に規模縮小していくことが有効になる。また、１段階目完了から２段階目にかけての期間については、非改修部分及び１段階目で実施した部位の継続的な修繕を実施していきながら、２回目で更新される部分の修繕を規模縮小していくことが有効になる。

さらに、多世代化改修が完了した段階においては、改修後の仕様に基づき建物全体を修繕していくと共に、将来訪れる次の多世代化のための資金積立を行っていくことが重要になる。

このような段階的な修繕の考え方を踏まえながら、当該修繕に必要な費用を継続的に積立ていくことが重要になる。

３）総合的な維持管理計画の立案

最終的な資金積立の計画については、上記①、②で整理した各段階で必要となる費用を総合的に組み合わせ、改修及び改修期間中に必要な資金を計画的に積み立てていくことが求められる。

また、多世代化後の円滑な維持管理の実現のためには、多世代化改修に伴う機能更新や付加を踏まえ、管理規約の変更の要否についての検討も必要になる。

2.4　既存共同住宅の多世代利用改修に必要な住宅履歴情報の生成及び管理手法

既存共同住宅の適正な改修及び管理による多世代利用化に向けては、建物性能の把握や、調査診断を踏まえた多世代利用化の改修計画の確からしさを審査・評価するのに複雑多様な情報・書類が必要となる。また、改修実施後の持続的な管理の段階においても、膨大な情報・書類が生成され、適正なマネジメントに向けて情報の活用が必要となる。

このため、既存共同住宅の適正な改修及び管理による多世代利用化に必要となる住宅履歴情報の明確化及びその情報蓄積方法の確立に向けた基礎データを得ることを目的とし､①多世代化利用に向けた改修計画の評価に必要な情報の整理②住宅履歴情報の継続的な管理の考え方の整理、を行った。

まず、1970 年代に建設された一般的な共同住宅の多世代化改修工事をモデルとし、次のような観点から、多世代利用化に向けた改修計画の評価に必要な情報の抽出整理を行った。

ア）改修に向けた調査診断時点で建物性能を把握するのに必要な情報・書類の抽出整理

イ）調査診断を踏まえ、多世代利用化に向けた改修計画の立案時点で計画内容の確からしさを審査・評価するのに必要な情報・書類の抽出整理

ウ）改修計画を踏まえた維持管理計画の内容の確からしさを審査・評価するのに必要な情報・書類の抽出整理

一定の改修工事を実施すると仮定し、改修の計画を立案し、改修工事を実施するにあたり、必要又は蓄積されていれば有効と考えられる情報・書類、及び計画立案・改修実施時点で生成される情報書類について抽出整理した。その結果を表 3.4 に示す。

表 3.4　多世代利用改修の想定改修工事内容と改修計画立案段階・改修実施段階における生成情報等の整理

項目		想定する改修工事の内容	改修計画立案段階		改修実施段階
			必要な情報・書類 （●必ず必要なもの、あれば有効なもの等）	生成される情報・書類	生成される情報・書類
劣化対策関連工事	屋根	既存防水及び保護層を撤去の上、露出アスファルト防水（断熱ブロック押え工法）	・竣工図一式 ●完了検査申請書、検査済証一式 ・確認申請書類、図面一式 ・工事請負契約書 ・劣化診断結果報告書 ・定期調査報告書 ・工事監理報告書関連書類等 ・補修工事関連記録等 ●長期修繕計画書 ●管理規約	・劣化診断結果報告書（躯体劣化対策関連） ・改修工事計画書（躯体劣化対策関連） ・改修計画に伴う自治体への各種申請・届出書等（躯体劣化対策関連） ・見積・入札関連情報（躯体劣化対策関連）	・改修工事竣工図（躯体劣化対策関連） ・改修工事監理報告書（躯体劣化対策関連） ・改修工事請負契約書（躯体劣化対策関連） ・保証書 ・改修工事に伴う自治体への各種申請・交付書等 ・改修工事に伴う関連制度・補助活用の際の各種申請・交付書等（躯体劣化対策関連） ・管理規約
	モルタル下地躯体補修（共通）	高圧洗浄による既存塗膜・モルタル浮き等の撤去／鉄筋腐食部補修・欠損部補修：腐食部鉄筋をはつりだして浮錆をケレン・防錆処理の上、モリタル充填（エポキシ樹脂モルタル）／コンクリートのひび割れ補修：Uカットシール工法／ﾊﾞﾙｺﾆｰ腰壁のモルタル下地：浮き部を除去、ｺﾝｸﾘｰﾄのひび割れ補修のうえ、モルタル塗り替え／			
	外壁仕上げ	防水型複層仕上塗料　RE／			
		GRC複合断熱パネル工法（外断熱改修と併せた外壁仕上げ）／			
	バルコニー等	防水型複層仕上塗料　RE／			
耐震改修関連工事	ピロティ両妻側	鉄骨ブレース	・地盤調査報告書 ・高低測量図 ・竣工図一式（構造関係図面、計算書等） ●完了検査申請書、検査済証一式 ・確認申請書類、図面一式 ・工事請負契約書 ・耐震診断結果報告書 ・劣化診断結果報告書 ・工事監理報告書関連書類等 ・補修工事関連記録等 ●長期修繕計画書 ●管理規約	・耐震診断結果報告書 ・劣化診断結果報告書（耐震改修関連） ・耐震改修計画書 ・改修計画に伴う自治体への各種申請・届出書等（耐震改修関連） ・見積・入札関連情報（耐震改修関連）	・改修工事竣工図（耐震改修関連） ・改修工事監理報告書（耐震改修関連） ・改修工事請負契約書（耐震改修関連） ・改修工事に伴う自治体への各種申請・届出書等（耐震改修関連） ・改修工事に伴う関連制度・補助活用の際の各種申請・交付書等（耐震改修関連） ・管理規約
	1～7階南面	格子状フレームの増設			
	ピロティ柱	シート貼り			
省エネ対策関連工事	屋根	既存防水及び保護層を撤去の上、露出アスファルト防水（断熱ブロック押え工法）	・竣工図一式 ●完了検査申請書、検査済証一式 ・確認申請書類、図面一式 ・工事請負契約書 ・劣化診断結果報告書 ・補修工事関連資料等（共用部分、専有部分） ・専有部分における調査報告書 ●長期修繕計画書 ●管理規約	・改修工事計画書（省エネ関連） ・改修工事に伴う自治体への各種申請・届出書等（省エネ関連） ・見積・入札関連情報（省エネ関連）	・改修工事竣工図（省エネ関連） ・改修工事監理報告書（省エネ関連） ・改修工事請負契約書（省エネ関連） ・改修工事に伴う自治体への各種申請・届出書等（省エネ関連） ・改修工事に伴う関連制度・補助活用の際の各種申請・交付書等（省エネ関連） ・管理規約
	外壁仕上げ	GRC複合断熱パネル工法			
	外部建具	外付断熱サッシへの取替え（GRAF 工法・防犯ｱｶﾞﾗｽ）／ 断熱材入り両面フラッシュの玄関ドアへ取替え（防犯・建物変形対応）			
避難関連工事	バルコニー	ﾊﾞﾙｺﾆｰ用避難ハッチ設置	・竣工図一式 ●完了検査申請書、検査済証一式 ・確認申請書類、図面一式 ・工事請負契約書 ・消防関係申請書類一式 ・定期調査報告書 ●長期修繕計画書 ●管理規約	・改修工事計画書（避難関連） ・改修工事に伴う自治体、消防への各種申請・届出書等（避難関連） ・見積・入札関連情報（避難関連）	・改修工事竣工図（避難関連） ・工事監理報告書（避難関連） ・工事請負契約書（工事金額内訳書） ・保証書、メンテナンス契約書等（避難関連） ・改修工事に伴う自治体、消防への各種申請・届出書等（避難関連） ・改修工事に伴う関連制度・補助活用の際の各種申請・交付書等（避難関連） ・管理規約
	非常警報設備	インターホン＋住戸用自火報設置			
維持管理対策関連工事	給排水設備等 給水システム、給水管（共通）	給水システムを増圧直結給水方式に変更／地下式受水槽及び高置水槽の廃止（地下受水槽は防火水槽として残置）／共用給水管をステンレス管に取替え／共用ガス管更新	・竣工図一式 ●完了検査申請書、検査済証一式 ・確認申請書類、図面一式 ・工事請負契約書 ・工事監理報告書一式（維持管理対　策関連） ・インフラ調査資料 ・消防関係申請書類一式 ・劣化診断結果報告書 ・定期調査報告書 ・サービス点検調査報告書 ・清掃記録等 ・補修工事関連資料等（共用部分、専有部分） ・専有部分における調査報告書 ●長期修繕計画書 ●管理規約	・改修工事計画書（維持管理対策関連等） ・改修工事に伴う自治体、消防への各種申請・届出書等（維持管理対策関連等） ・見積・入札関連情報（維持管理対策関連）	・改修工事竣工図（維持管理対策関連） ・改修工事監理報告書（維持管理対策関連） ・改修工事請負契約書（維持管理対策関連） ・保証書、メンテナンス契約書等 ・改修工事に伴う自治体、消防への各種申請・届出書等（維持管理対策関連） ・改修工事に伴う関連制度・補助活用の際の各種申請・交付書等（維持管理対策関連） ・専有部分における工事記録一式 ・管理規約 ・長期修繕計画書
	排水設備	汚水・雑排水立て管更新（住戸内 PS、集合管に改修、横枝管接続位置をスラブ上に変更）			
	住戸内の配管改修	スラブ上排水に改修（一斉施工）／給水管、給湯管、ガス管更新（一斉施工）			
	浴室改修	在来工法の押えコンクリートを一部撤去してユニットバスに取替え。／スラブ上ころがし配管に変更（一斉施工）			
	給湯設備	バランス釜からガス給湯器に改修（一斉施工）			
	換気・空調設備	スリーブ設置（一斉施工）※エアコン用、換気扇増設用、給気ユニット用／ 便所・浴室への換気扇設置（一斉施工）			
	台所換気（共通）	台所換気扇用縦ダクトの廃止／台所換気扇をレンジフードファンに改修（バルコニー側に排気、一斉施工）			
	連結送水管	土中埋設管の更新を行う			
	電気設備等 電気引込容量増量（共通）	トランス容量の増量（全住戸の契約容量 60Aまで対応可能に増量）／幹線サイズの増量更新（高圧引込、電気室の場合）			
	共用部照明	省エネ性能を重視して、LED を採用、人感センサーで点灯制御（タイマー＋人感センサー）			
	防犯設備	オートロック＋インターホン＋住戸用自動火災報知設備を一斉施工			
	情報設備	光ｹｰﾌﾞﾙ導入（供給者選択可能。配線は電気幹線改修で新設する EPS、階段・共用廊下天井内を利用）			

Ⅱ－４．既存の中層ＲＣ造壁式共同住宅(マンション)の２戸１改修手法の検討

１．検討の目的と視点

１）検討の目的

マスハウジング期に大量に供給された中層ＲＣ造壁式共同住宅の再生の一環として、２戸１改修による住戸規模の拡大ニーズがあると考えられる。

本検討では、中層ＲＣ造壁式共同住宅のうち、開口形成に伴う構造安全性の確認や適用する構造補強技術等が、管理組合における合意形成の円滑化というソフト的な視点からも規定される区分所有マンション（以下、「マンション」という。）を対象とし、「２戸１改修」による住戸面積の拡大を円滑に実施するための手法についての検討を行う。

２）検討の視点

（１）管理組合で定めたルールに基づき希望する区分所有者が個別に２戸１改修できる仕組みが必要

住戸の２戸１改修は、エレベーターの設置や設備の更新等とともに、住棟全体を計画的に再生する中で実施されることが理想的であり、公営住宅等の公的賃貸住宅では、一棟全体の再生の中に２戸１改修が位置づけられている。しかし、マンションにおいては、一棟全体の計画的再生は合意形成の点やそれを担保する法制度（建築基準法や区分所有法等）に係る制約もある。

このため、「管理組合がまず２戸１改修の実施に関するルールを設けた上で、隣接する複数の住戸を取得した区分所有者が希望する場合には、ルールに基づき管理組合の承認を得て、個人の負担で個別に２戸１改修を行う」という方法が現実的であると考える。

（２）全員合意を必要とせず「共用部分の変更に係る決議」として扱える仕組みが必要

区分所有者が（管理組合の承認を得た上で）個別に２戸１改修を実施することを想定しているが、マンションにおける合意形成の円滑化という観点を踏まえると、全員合意がなければ実施できない方法は現実的ではない。「共用部分の変更」に係る決議として４分の３以上の特別多数決議で２戸１改修の実施を決議（承認）できる仕組みが必要であり、そのためには、次の要件が必要となる。

要件①：原則どの住戸でも将来的に２戸１改修が行える可能性があること

- マンションにおける合意形成の円滑化という観点からみると、住棟内の住戸位置にかかわらず（一定の範囲内で）２戸１改修が実施できる可能性があることが基本になると考えられる。最初の２戸１改修の実施が以後の２戸１改修の実施に構造上影響を及ぼしてしまう場合は、一般に合意形成は困難になると考えられる。
- このため、建物全体として２戸１改修が一定の自由度（最初の２戸１改修の実施がその後の２戸１改修の実施の制約とならないこと）を持って実施できるだけの構造的余力があることこと、すなわち、すべての住戸が２戸１改修をした場合であっても、建物全体の構造安全性（耐震性）を確保できることを確認することが必要になると考えられる。

要件②：原則開口形成部分の補強が２戸１改修を行う当該住戸の範囲内で完結すること

- 特定の住戸の２戸１改修（開口形成）に伴い構造補強が必要な場合、その範囲が建物全体や他の特定の住戸（専有部分）にも及ぶ場合は、全区分所有者の同意や当該専有部分の所有者の同意が必要となり（区分所有法第17条２項）、合意形成の点でハードルが高くなる。また、改修コストも高くなり個別に２戸１改修を実施するインセンティブが生じにくくなるおそれがある。
- このため、開口形成部分の補強が２戸１改修を行う当該専有部分又は共用部分の範囲内で完結することが必要となる。

上記の観点から、マンションにいて隣接する住戸を取得した区分所有者が、管理組合の定めた「２戸１改修実施ルール」に基づき、個別に２戸１改修を実施することとし、図 4.1 に示す区分所有法上の手続きを想定している。

なお、２戸１改修に伴う区分所有法上の扱い等の法的考え方については、後述の３．を参照。

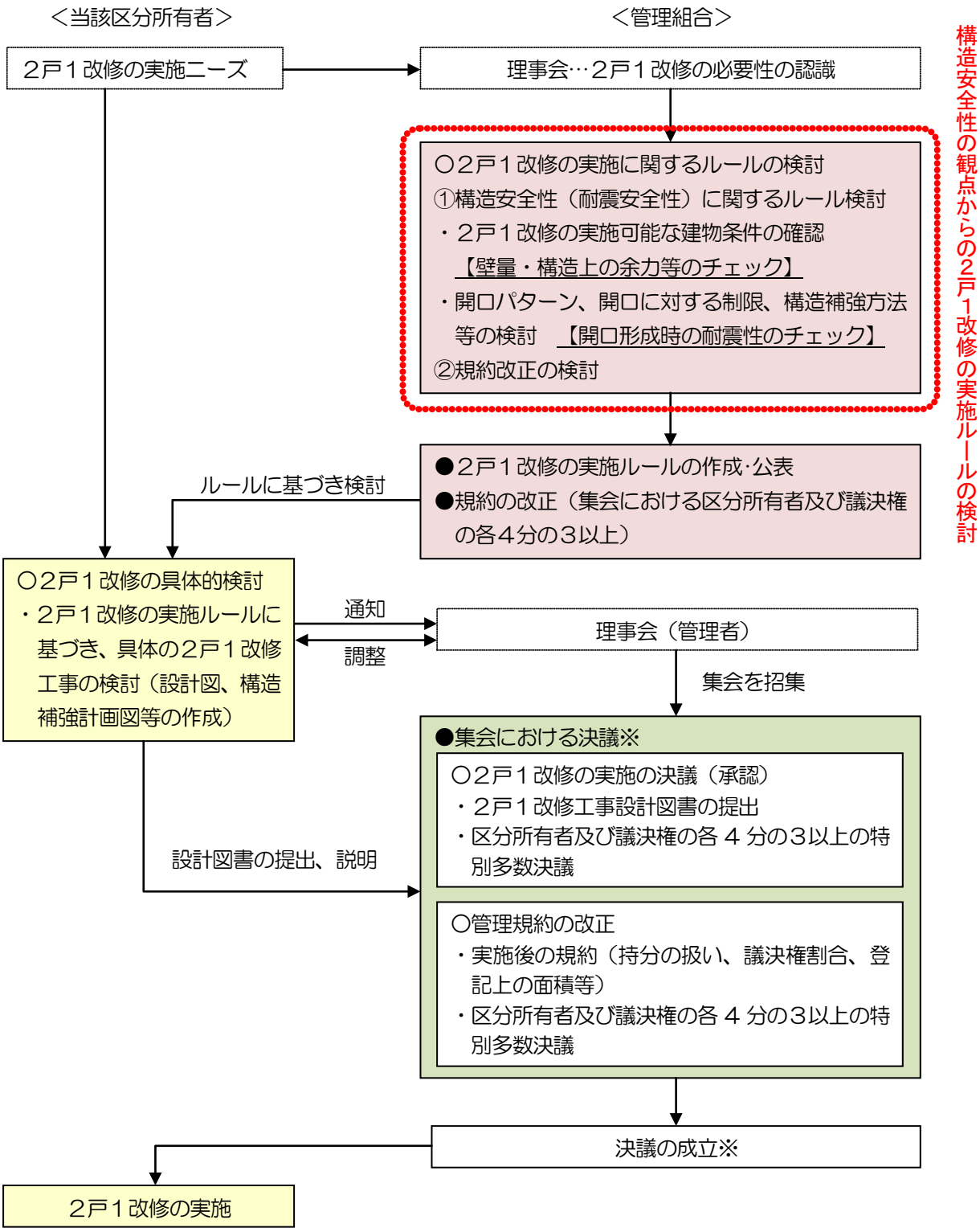


図 4.1　マンションにおける２戸１改修の実施手続きの提案

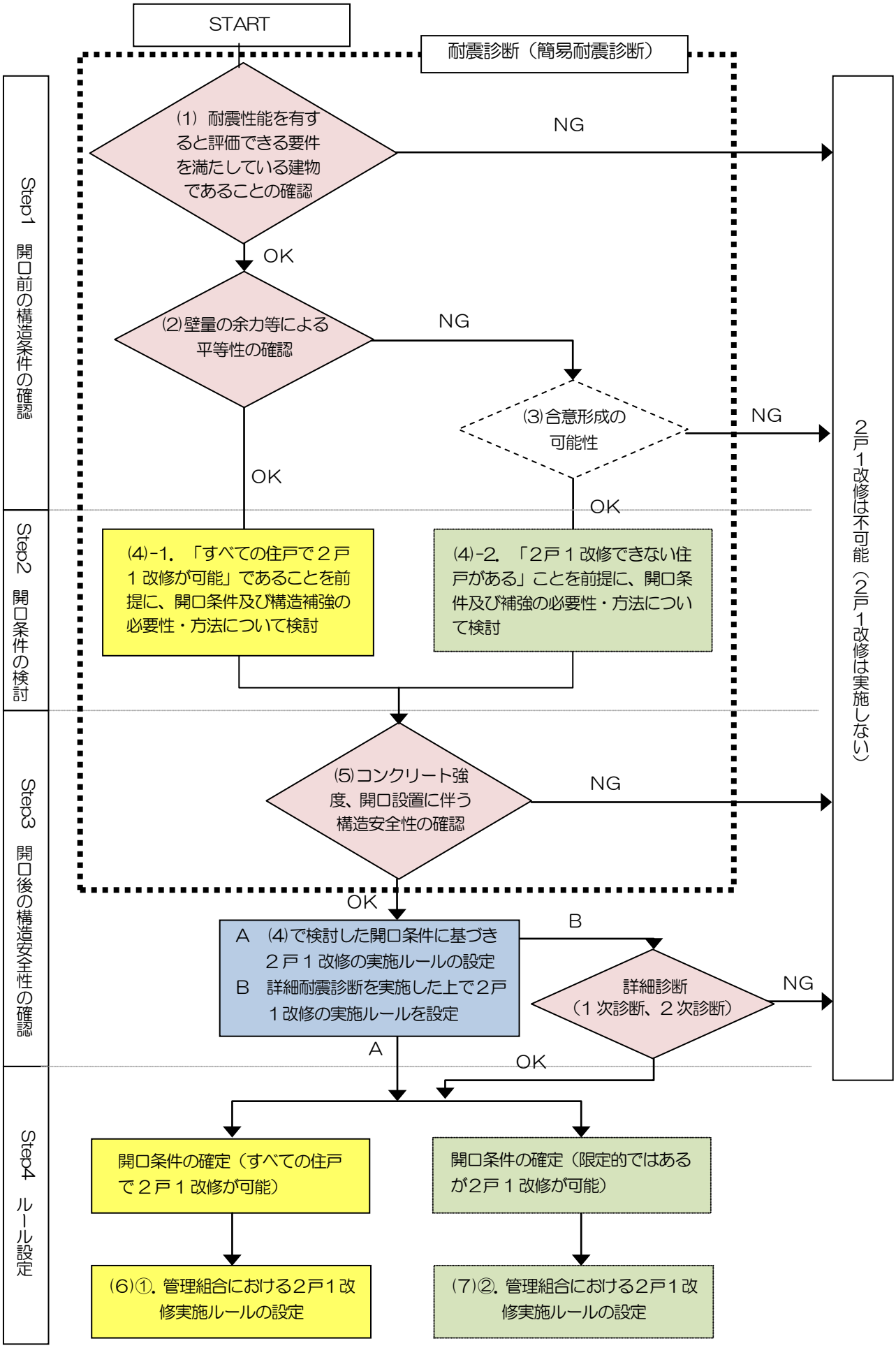


図 4.2　水平２戸１改修の実施可能性に関する判定フローの提案

２．２戸１改修の実施ルールの提案

構造安全性の確保の観点から、２戸１改修（水平）の実施可能性に関する判定は、前頁の図 4.2 のフローによるものとする。構造安全性の確保の観点から重要となるのは次の２点である。

①耐力壁（戸境壁）に開口形成をする前の状態において、耐震性能が確保された建物であること（開口前の構造条件の確認）
②一定の開口条件で開口形成をした場合に、耐震性能が確保された建物であること（開口後の構造安全性の確認）

2.1　２戸１改修を実施することができる建物条件

２戸１改修を実施するためには、構造安全性の観点から、まず耐震性能を有すると評価できる要件を満たしている建物であることの確認が必要である。表 4.1 に示す建物条件の確認が必要である。

表 4.1　２戸１改修を実施することができる建物に対する条件（その１）

①簡易耐震診断法で耐震性能を有すると評価できる要件を満たしていること。

・２戸１改修の実施を検討するにあたっては、当該建物が建設当時の基準を遵守して設計されていることが前提となる。壁式鉄筋コンクリート造の建築物の建築物は、建設省告示第 1319 号（昭和 58 年 7 月）が公布される以前は、日本建築学会刊行の「壁式鉄筋コンクリート造設計基準」や日本住宅公団（現、都市再生機構）「壁式構造５階建共同住宅設計要領」に従って設計されていた。このため、簡易耐震診断法では、壁式鉄筋コンクリート造建物について、当時の設計図及び構造計算書の確認、壁量やコンクリート強度等の確認を行い、建設当時の基準を遵守して設計・建設された建物であるかどうかの判定を行うこととなっている。
・したがって、簡易耐震診断法で規定する耐震性能を有すると評価できる要件を満たしているかどうかの確認を行い、２戸１改修を実施できるためには、耐震性能を有すると評価できる建物であることが必要となる。
・具体的には、既存壁式鉄筋コンクリート造等の建築物の簡易耐震診断法（国土交通省住宅局建築指導課監修）では、「次の１から６のすべての要件を満たす場合は、耐震性能を有すると評価できる」としている。

1. 規模及び構造
   一　地階を除く階数が５以下で、かつ軒の高さが 16m以下であること。
   二　建築物の構造部分を有する階の階高（床版の上面からその直上階の床版の上面（最上階又は階数が一の建築物にあっては、構造耐力上主要な壁と屋根版が接して設けられる部分のうち最も低い部分における屋根版の上面）までの高さをいう。）は、3.0m以下であること。
   三　耐力壁の長さは、450 ㎜以上であること。
   四　地階を除く階数が３以上の建築にあっては、耐力壁の厚さが最上階では 150 ㎜、その他の階では 180 ㎜以上であること。
   五　壁ばりのせいは、450 ㎜以上であること
   六　基礎ばり（べた基礎及び布基礎の立ち上がり部分を含む。）は、一体の鉄筋コンクリート造（二以上の部材を組み合わせたもので、部材相互を緊結したものを含む。）であること。
   七　構造耐力上主要な部分である床版及び屋根版は鉄筋コンクリート造とし、かつ、水平力によって生ずる力を構造耐力上有効に耐力壁及び壁ばり（最下階の床版にあっては、基礎ばり）につたえることができる剛性及び耐力を有する構造であること。）
2. 立地・敷地
3. 平面形状に関する判定項目
4. 立面形状に関する判定項目
5. コンクリート強度（いずれかの条件を満たすものであること）
   一　建築物から３以上の箇所より採取したコンクリートコアの圧縮強度試験結果の値がすべて 13.5N/㎟以上であること、及び平均の値ならびに 1/2 を超える箇所の値がすべて 18N/㎟以上であること。
   二　建築物の躯体コンクリートの 3 以上の箇所において実施したりバウンドハンマー法による試験結果の反発度 R の値が 30 以上であること。
6. 経年劣化

表 4.1　２戸１改修を実施することができる建物に対する条件（その２）

②１階床が鉄筋コンクリート造でない場合は、設計時の構造耐力に問題がないこと。また、１階開口下の地中梁の強度が確認されていること。

・平成 13 年 6 月 12 日国土交通省告示第 1026 号（「壁式鉄筋コンクリート造の建築物又は建築物の構造部分の構造方法に関する安全上必要な技術的基準を定める件」）第 5 の規定によると、構造耐力上主要な部分である床版及び屋根版は、鉄筋コンクリート造とし、かつ、水平力によって生ずる力を構造耐力上有効に耐力壁及び壁ばり（最下階の床版にあっては、基礎ばり）に伝えることができる剛性及び耐力をもった構造としなければならない。」と記述されており、１階床が鉄筋コンクリート造であることが必要とされている。

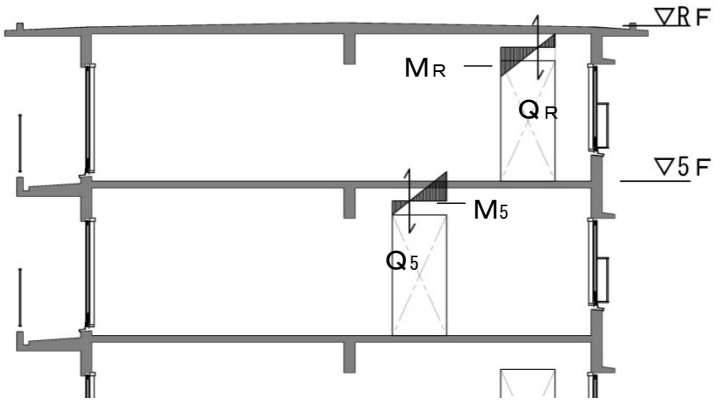
・しかし、昭和 40 年代の壁式構造については、１階床を鉄筋コンクリート造ではなく、木造としている建物が多くみられる。

・このため、設計当時の基準に照らして、基礎の部分を含め構造耐力に問題がないかどうかの確認を行い、２戸１改修を実施できるためには、設計時の構造耐力上の安全性が確保されている建物であることを必要とする。また、杭基礎の建物は地中梁に応力が集中すると思われる開口廻りの安全性についても検討することが必要と考えられ、２戸１改修を実施できるためには、１階開口下の地中梁の強度が確保された建物であることを必要とする。

③最上階の梁部分の断面強度が確保されていること。

・最上階に開口部を設ける場合、下階と異なり開口上部に壁がないため、下図のように発生する応力ＭＲとＱＲは、開口上部の梁部分で受ける事になる。最上階であるため応力そのものは過大ではないが、後から開口を設けるため、開口上部は梁配筋ではなく通常の壁配筋となっている。

・このため、断面強度が足りていることの確認を行い、２戸１改修を実施できるためには、最上階の梁部分の断面強度が確保されていることを必要とする。なお、耐力に不足がある場合は、補強を必要とする。



④開口設置後の壁量が国土交通省告示による基準値を確保できること。

・開口形成が実施できるだけの壁量の余裕があるかどうかの確認が必要となる。具体的には、簡易耐震診断で確認した壁量が、国土交通省告示第 1026 号第 6（平成 13 年 6 月 12 日）の規定に比べ、どれだけの余裕があるかの確認を行う。国土交通省告示第 1026 号第 6 の規定によると、壁式鉄筋コンクリート造の建築物における壁量は、最上階から数えた階数が 4 及び 5 の階では 150 ㎜/㎡、その他の階では 120 ㎜/㎡が基準値とされている（下表）。

・全ての住戸で一定Ｎお開口形成をしたとした場合であっても基準量を上回る壁量が確保できていることが望ましい。なお、全ての住戸で一定の開口形成をしたとした場合の壁量が基準量を下回る場合は、2 戸１改修の実施できる範囲（階数や住戸位置等）を限定することなどについての合意形成を必要とする。

基準壁量

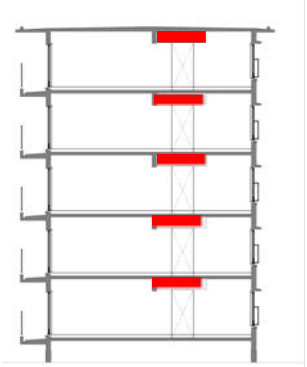
階		基準値（単位㎜/㎡）
地上階	最上階から数えた階数が 4 及び 5 の階	150
	その他の階	120

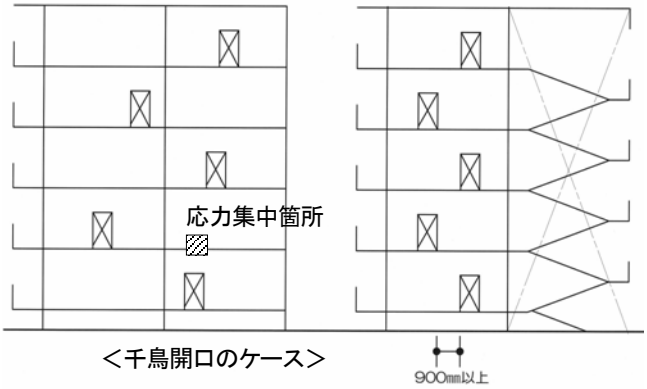
2.2　開口の条件

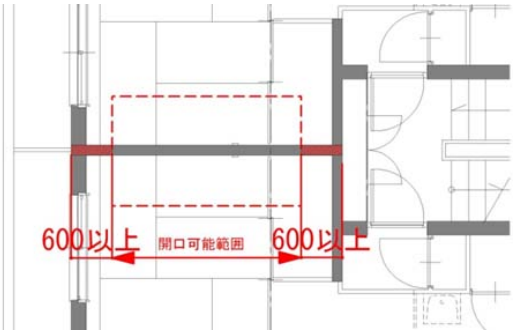
壁やスラブに開口を設けることで、配筋の定着長さが不足したり、建物全体のバランスを崩したりすることがないよう、開口部の配置については、建築基準関係規定で定められている基準等に基づき、構造上無理のない配置となるよう検討し、開口可能な範囲を限定する必要がある。

こうした構造安全上の観点を重視し、開口できる場所、開口の開け方、開口形成部分の補強の考え方等のルールについては表 4.2 に示す事項を原則とする。

表 4.2　２戸１改修に伴う耐力壁の開口条件（その 1）

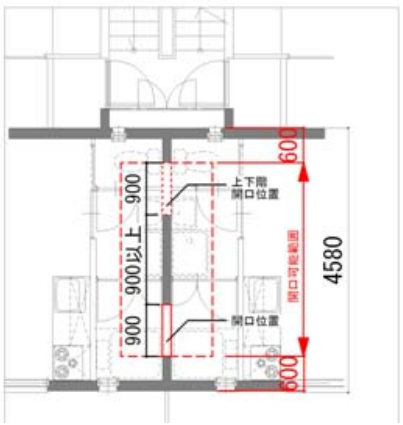
<table>
<tr>
<td>開口の位置</td>
<td>
①直上下階における開口の場所は、原則、「千鳥配置」とし、直上下階の開口の間は、900 ㎜以上の間隔を設けることとする。
・開口部の位置を直上下階で同じ位置とする「連層開口」とすると、開口部の上部が「壁ばり構造」となり、国土交通省告示第 1026 号（平成 13 年 6 月 12 日）第 7 の規定に基づき、「450 ㎜以上の壁ばり」を設ける必要がある。また、開口上部を壁ばりとするためには、梁補強する必要が生じるが、この場合、壁とスラブの接合部をはつりだし、梁配筋をしてコンクリートを打ち直すという上階に影響を与える大がかりな工事する必要があり、区分所有者が個々に２戸１改修を行ううえで、当該住戸の範囲内で工事が完結しない場合や、改修コストがかさむ場合が想定される。
・このため、希望する区分所有者が個々に水平２戸１改修を実施することを想定する場合は、原則、「壁ばり」を設ける必要のない「上下千鳥状」に開口を設けることとする。
・また、直上下階における開口部と開口部の間は 900 ㎜以上の間隔を設けることとする。開口上部の梁状となる部分を 450 ㎜と想定した場合、開口間を 900 ㎜程度離隔させることで、その間の応力集中を大幅に緩和することができる。


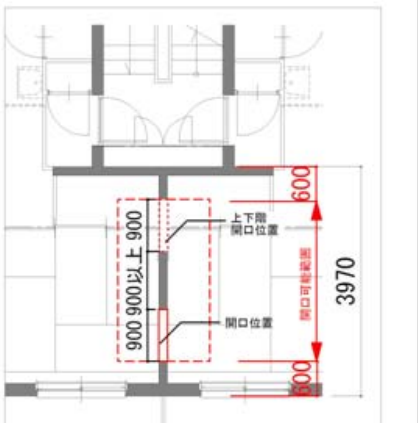
＜連層開口のケース＞


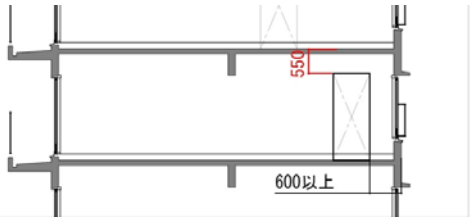
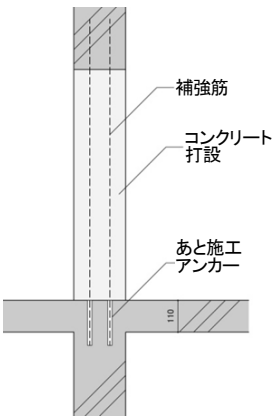
＜千鳥開口のケース＞
②戸境壁に設ける開口の場所は、外壁から 600 ㎜以上を耐力壁として残した場所とする。
・建築基準法施行令 78 の 2 の規定に基づき、耐力壁の長さは 450 ㎜以上とする必要がある。これに、開口部の処理等の幅として 150 ㎜程度を見込むと、戸境壁に設けることのできる開口の場所は、壁の両端から 600 ㎜以上を耐力壁として残す必要がある。また、「壁式鉄筋コンクリート造設計施工指針」によると、耐力壁の長さは同一長さを有する部分の高さの 30%以上とするとされているため、高さ 2000 ㎜の開口を設けた場合、600 ㎜の壁が必要になる。


・このため、戸境壁に設けることのできる開口の場所は、壁の両端から 600 ㎜以上を耐力壁と残した部分（範囲）とすることとする。
</td>
</tr>
</table>

表 4.2　２戸１改修に伴う耐力壁の開口条件（その２）

<table>
<tr><td>開口の位置</td><td>・なお、千鳥開口を採用する場合、階段室のある構面は戸境壁の壁長が短く、構造安全上の基準に照らして、上下階で千鳥開口ができない場合があるので確認が必要である。開口位置を壁面から耐力壁 600 ㎜を残した場所とし、開口間に 900 ㎜の間隔を設け、上下階で千鳥に 900 ㎜の開口を設けるためには、階段室部分に、3900 ㎜の壁面長が必要となる。



</td></tr>
<tr><td>開口の大きさと形状</td><td>③開口の幅は、構造的に余裕がある場合であっても、原則 900 ㎜程度とする。
・開口の幅は、壁量に余裕があり、一枚の壁に 900 ㎜以上の開口を設けることが可能である場合であっても、上下階の開口部への影響を考慮し、開口の幅は 900 ㎜程度（ドア１枚程度）とする。
・ただし、２戸１改修をする場所を上階だけに限定し、上階の壁量に余裕がある場合については、この限りではない。

④開口部分の上部には 550 ㎜程度の垂壁を残すこととする。
・国土交通省告示第 1026 号（平成 13 年 6 月 12 日）第 7 の規定によると、壁ばりの構造については、「丈は 450 ㎜以上とすること」が必要とされている。この基準に加え、スラブと耐力壁の定着長さを確保すること、開口上部の応力集中に対抗するための補強筋を設置する必要があることなどから、余裕をみて 550 ㎜程度の垂壁を残すこととする。

</td></tr>
<tr><td>開口部の補強</td><td>⑤開口部分の周囲は 12 ㎜以上の鉄筋で補強することとする。
・建築基準法施行令 78 条の 2 の規定によると、開口部分の周囲には径 12 ㎜以上の補強筋を配置する必要がある。方法としては、開口部を大きめにはつり出し、補強筋を配置し「あと施工アンカー」などで定着させ、既存鉄筋の端部処理を行い、コンクリートを打設することが考えられる。
・1970 年代の建物はスラブ厚が薄く 110～120 ㎜程度のものが多い。あと施工アンカーに必要な定着長さは 12da と規定されており、D13 のアンカーを使用する場合、156 ㎜以上の埋め込み長さが必要になる。開口補強筋は共用部である下階との壁内で処理することができるため、下階の専有部分にあと施工アンカーが貫通することはない。このため、物理的な工事範囲や工事後の他の専有部分への影響という点からは、当他の専有部分の使用について特別の影響を及ぼすことはないと考えられる。
・あと施工アンカーの使用については、原則H18.5.8 付国住指第 501 号別添「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針」の範囲内で行う必要がある。指針では、長期荷重を負担するような補強に用いることを適用対象外としている。今回使用を検討している開口補強筋の定着部分は長期荷重を負担しないため、使用できる可能性は十分あり得ると考えられるが、その使用については特定行政庁の判断によるものとする。

</td></tr>
</table>

３．マンションの２戸１改修に伴う開口形成部分の権利の扱いに関する提案

１）　問題の所在

本研究が対象とする中層ＲＣ造壁式住棟では、隔壁や床スラブは構造躯体であることから、２戸１改修による開口形成は「共用部分の変更」行為として扱うことが妥当と考える。

ところで、２戸１改修は、隔壁の一部を開口して、そこを通路として利用することで、従前の２住戸を一体的に利用しようとするねらいで実施されるのが一般的である。この場合、開口形成により、「空隙」部分が生じるが、この空隙部分の所有関係をどのように扱うかが検討課題となる。

この空隙部分は、２戸１戸化された専有部分内にあって、専有部分と専有部分を接続する空間であることから、当然に「専有部分」であると解釈すると、開口形成という行為は、従前は共用部分であった隔壁の一部を専有部分化する行為となる。この場合、区分所有法第 17 条の共用部分の変更とは異なり、民法上の「共有物の変更（共用部分の処分）」と見なされ、全員の同意が必要となってしまう。こうした法的解釈に立てば、２戸１改修による開口形成を「共用部分の変更」として扱うことは無理となってしまうため、法的な扱いについての工夫が必要となる。

２）　区分所有法等の手続き上の考え方の提案

２戸１改修の開口形成により生じる空隙部分の扱いについて、区分所有権の対象となる専有部分の成立要件についての最高裁の判例や法務省見解を参考にしつつ検討する。

区分所有法上、区分所有権の対象となる専有部分が成立する要件として、「構造上の独立性」と「利用上の独立性」を備えることが必要であると言われている。

この「構造上の独立性」とは、１棟の建物が構造上数個の部分に区分されていることであり、その部分が壁、天井、床、扉などによって他の部分から遮断されている必要があるが、他の部分から「完全」に遮断される必要は必ずしもないと解されている。例えば、「建物の構成部分である隔壁、階層等により独立した物件支配に適する程度に他の部分と遮断され、その範囲が明確であることをもって足り、必ずしも周囲すべてが完全に遮断されていることを要しないものと解するのが相当である。」とする最高裁判決が示されている（昭和 56 年 6 月 18 日民集 35-4-78）。この案件では、建物の１階にあり、周囲の三面が壁で、他の一面は角柱だけで壁がない駐車場の場合について、構造上の独立性が認められるとしている。

また、障子や襖など開閉して往来することを目的とする間仕切りによって遮断されている部分は、構造上の独立性が認められないとされるが、構造上の独立は、常時他の部分と遮断されて独立性が確保される必要はなく、店舗がオープンに置かれているマーケット式の建物において、閉店時間だけ各店舗を遮断するシャッター設備の存在だけで、各店舗について独立性を有する区分所有権の存在を認める法務省回答（昭和 42 年 9 月 25 日付）がある。

これらの意味するところは、一部に隔壁がないとしても、周囲の状況を総合的に斟酌し、ある種の隔壁の代替物又は隔壁の延長としての遮蔽物の存在が推定される場合は、それにより区分が隔てられることになるという前提に立っているものと理解される。

一方、「利用上の独立性」とは、建物の各部分が独立して住居・店舗・事務所又は倉庫その他の建物としての用途に供することができることを意味する。利用上の独立性が認められるためには、建物の部分が他の建物の部分（隣室）を通行することなく、直接外部へ出入りすることができることが必要であるとされている（最判昭和 44 年 7 月 25 日）。

こうした考えに立てば、２戸１改修により隔壁の一部を開口形成した場合であっても、その開口部分が小規模な範囲（通常はドア１枚分の 900 ㎜程度）の場合は、開口部の左右には隔壁が存在していることから、開口部分についても元々あった隔壁の存在を推定することができ、開口形成後も従前の各住戸はそれぞれ構造上の独立性を有していると考えられる。また、２戸１改修後も、従前の各住戸の玄関ドアをそのまま利用する限り、従前の各住戸には利用上の独立性も備わっていると考えることができる。すなわち、２戸１改修により隔壁の一部を開口形成した場合であっても、従前の各住戸はそれぞれ一つの専有部分として扱うことが可能であり、それら専有部分の接続部分である開口形成により生じた空隙（実態としては開口幅と壁の厚さにより生み出される床面積部分）を、共用部分として扱うことが可能ではないかと考える（図 4.3）。

このように、２戸１改修後の開口形成部分を引き続き共用部分として扱うことにより、２戸１改修を共用部分の変更として、区分所有者及び議決権の各４分の３以上の特別多数決で実施することが可能になると考えられる。

また、開口形成により生じた空隙部分の使用については、２戸１改修を実施した当該区分所有者に対し、バルコニーと同様の「専用使用権」を与えることが考えられる。これにより、２戸１改修を実施した当該区分所有者は、この空隙部分を排他的に利用することができ、結果として、接続した２戸を一体的に利用することが可能となる（図 4.3）。

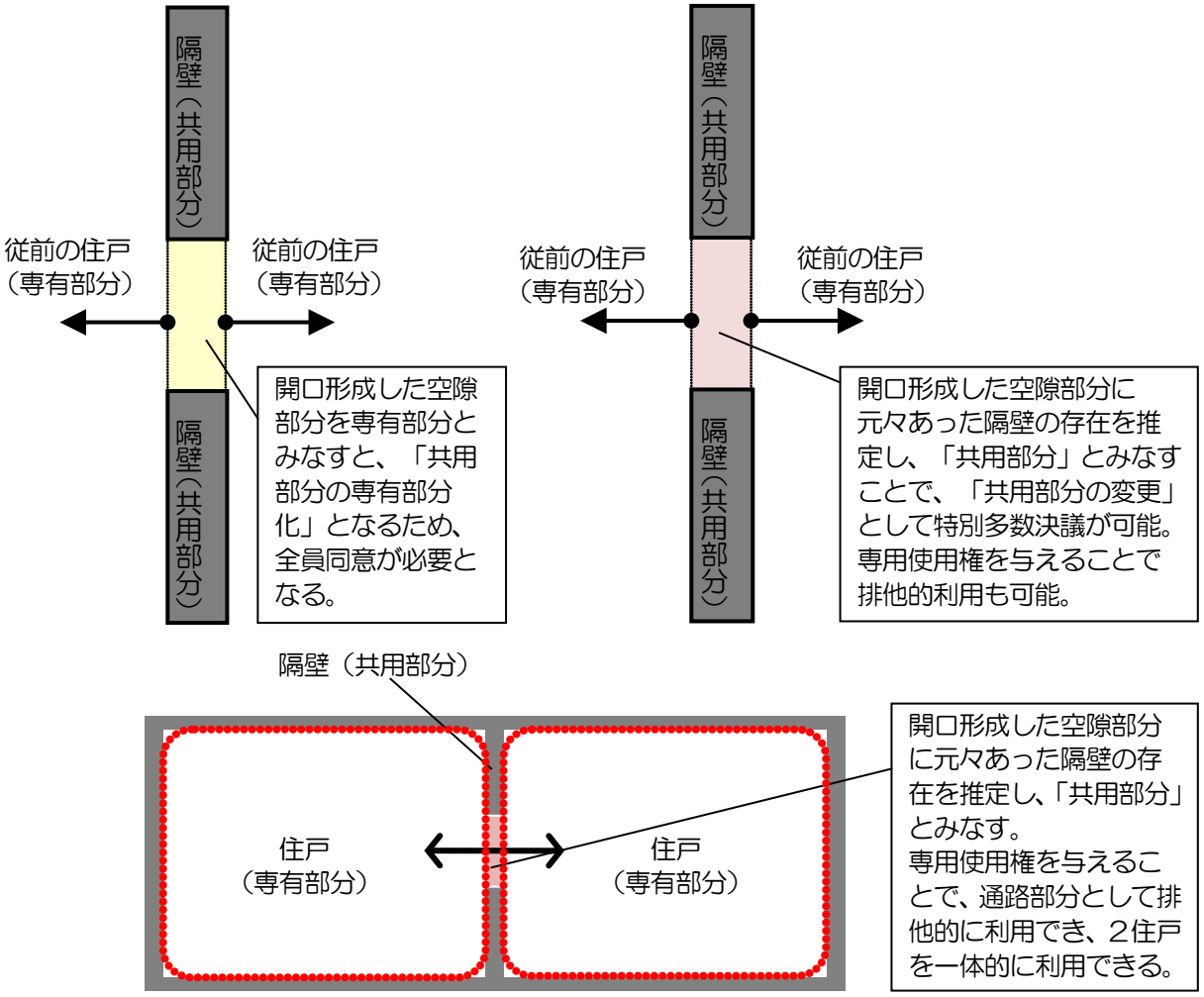


図 4.3　住戸の水平２戸１戸化における区分所有法上の手続き（法解釈）の提案

【参考資料】　既存共同住宅の躯体性能の評価手法及び評価基準の技術解説（案）

良質なストックを形成しつつ既存共同住宅の多世代利用を図っていくためには、躯体性能を客観的に評価する手法や基準の確立・普及と、既存住宅に社会的に求められる水準としての「目標性能水準」の設定に加えて、躯体性能の評価手法及び評価基準の確立が必要となる。このため、既存共同住宅の躯体性能の評価手法及び評価基準についての技術的解説（案）を作成した。

本解説を活用することで、既存共同住宅の躯体性能を客観的に評価することが可能となるとともに、建物現況の保有性能に応じた多世代利用に向けた目標性能水準の達成の適否を判断することができるようになり、多世代利用化に向けた改修内容の判断や改修に向けた合意形成（特にマンションの場合）が円滑に行われることが期待される。

１．既存共同住宅の躯体性能の評価基準の設定の考え方

既存共同住宅の躯体性能の評価基準を次のようなフローで検討整理する（参考表 1.1）。

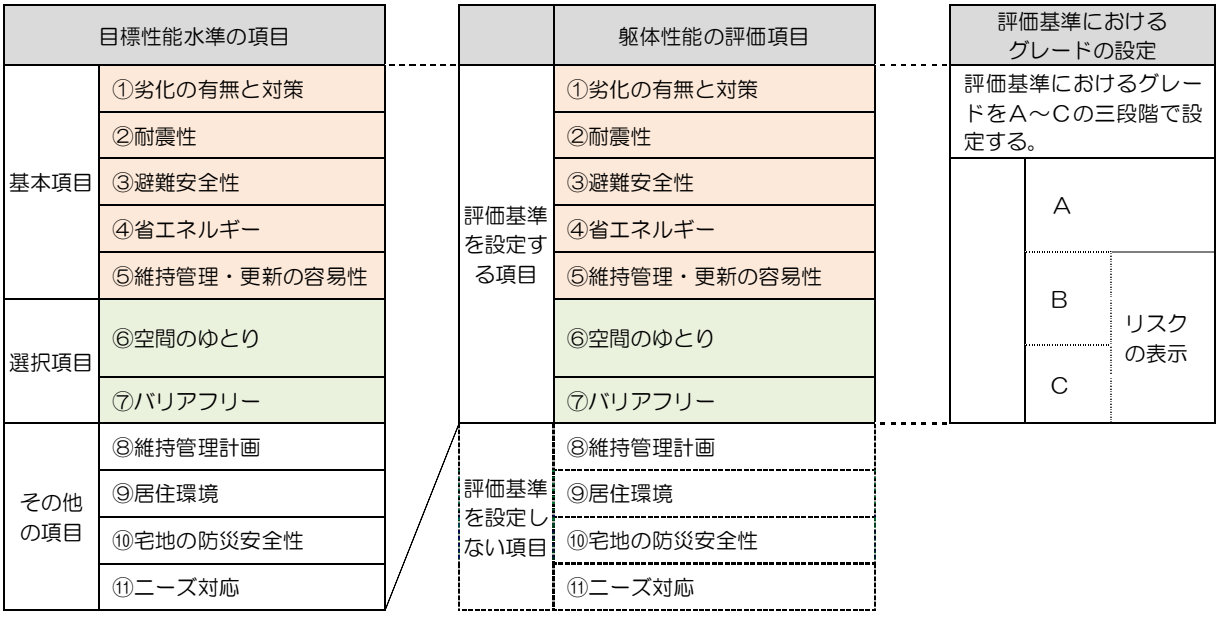
ⅰ）既存共同住宅の目標性能水準の評価項目として設定した項目から、躯体性能を評価する項目（以下、躯体性能の評価項目という。）を抽出する。

ⅱ）抽出した躯体性能の評価項目のそれぞれについて、評価すべき具体の部位や劣化事象などを整理する。

ⅲ）躯体性能の状態を評価するための評価基準を設定し、それに応じたグレードを判定する。グレードは、目標性能水準を達成している場合をＡとして判定する。一方、達成していない場合においては、目標性能水準からの乖離の程度に応じて、細分することを考える。

ⅳ）目標性能水準を達成していない項目については、所有者に適切な改善を促すため、想定されるリスク（現時点で生じているリスクや現状を放置した場合に生じるリスク等）を整理し表示する。

参考表 1.1　躯体性能の評価基準の整理フロー



１）躯体性能の評価項目の整理について

目標性能水準の項目から、躯体性能との関連が強い「劣化の有無と対策」、「耐震性」、「避難安全性」、「省エネルギー」、「維持管理・更新の容易性」、「空間のゆとり」、「バリアフリー」の７項目を躯体性能の評価項目として抽出する（参考表 1.2）。

「劣化の有無と対策」、「耐震性」、「避難安全性」は「安全性に係る項目」として位置づける。このうち、劣化の有無と対策については、躯体、仕上げ材等、設備では、経年による物理的な性能の老朽化の傾向や、それに伴う改修の在り方が異なる（下図参照）。そのため、評価基準の設定にあたっては、躯体の劣化、仕上げ材の劣化、設備の劣化に分類して整理する。

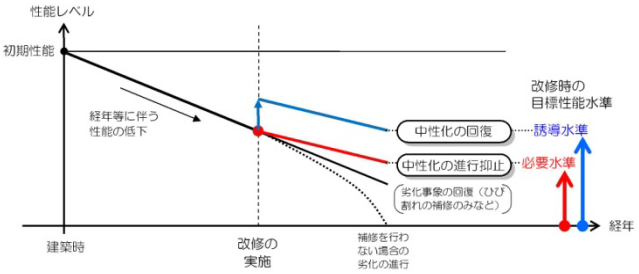
一方、「省エネルギー」、「維持管理・更新の容易性」、「空間のゆとり」、「バリアフリー」は、居住水準に関する社会的ニーズ等に対応した「居住性に係る項目」として位置づける。

参考表 1.2　躯体性能の評価項目の位置付け

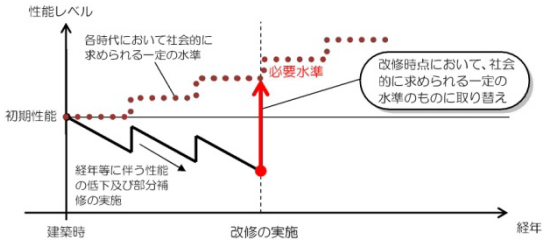
目標性能水準の項目		躯体性能の評価項目		
基本項目	①劣化の有無と対策	安全性に係る項目	１．劣化の有無と対策	①躯体の劣化
				②仕上げ材の劣化
				③設備の劣化
	②耐震性		２．耐震性	
	③避難安全性		３．避難安全性	
	④省エネルギー	居住性に係る項目	４．省エネルギー	
	⑤維持管理・更新の容易性		５．維持管理・更新の容易性	
選択項目	⑥空間のゆとり		６．空間のゆとり	
	⑦バリアフリー		７．バリアフリー	
その他の項目	⑧維持管理計画			
	⑨居住環境			
	⑩宅地の防災安全性			
	⑪ニーズ対応			

【参考】目標性能水準における躯体・仕上げ材・設備の物理的老朽化の回復のイメージ

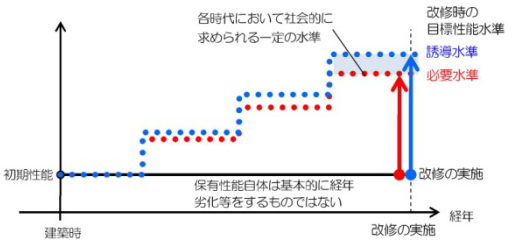
○躯体



○仕上げ材



○設備



２）躯体性能の評価項目におけるグレードの考え方と目標性能水準との関連について

対象とする既存共同住宅の躯体性能が、多世代利用を図っていく上で適切な水準にあるかどうかに応じてグレードを判定する。

多世代利用を図る上で安全性及び居住性の点で問題のないものを「グレードA」として判定する。これは、既存共同住宅の多世代利用を図る上で、現時点において求められる「目標性能水準」が確保されている状態であり、適切な管理（マネジメント）をしながら多世代利用を図っていくべきストックであると位置づける。

一方、目標性能水準を達成していない場合は、当該建物の躯体性能が多世代利用をする上では問題を抱えている状態であり、多世代利用を図っていくためには、その躯体性能の程度に応じた対処をする必要がある。ここでは、グレードA以下の躯体性能の程度に応じて、次のようにグレードB、Cに分類することを考える。

「グレードB」は、多世代利用を図る上で安全性又は居住性の点で問題のあるもので、多世代利用を図るためには、安全性又は居住性に関わる問題点を解消することが必要なストックと位置づける。

「グレードC」は、多世代利用を図る上で安全性の点で著しい問題のあるもので、多世代利用を図るためには、安全性に関わる著しい問題を解消することが必要なストックと位置づける。

躯体性能の目標性能水準の達成の適否と、各評価項目におけるグレードの意味、求められる対応の考え方を参考表 1.3 に示す。

参考表 1.3　既存共同住宅の躯体性能の評価グレードの考え方

目標性能水準※の達成の適否	グレード	グレードの意味	求められる対応
達成	グレードA	・多世代利用を図る上で安全性及び居住性の点で問題のないもの	・多世代利用を図る上で、現時点において求められている性能水準が確保されているため、**適切な管理をしながら多世代利用を図っていく**べきストック
未達成	グレードB	・多世代利用を図る上で安全性又は居住性の点で問題のあるもの	・多世代利用を図るためには、**安全性又は居住性に関わる問題点を解消することが必要**なストック
	グレードC	・多世代利用を図る上で安全性の点で著しい問題のあるもの	・多世代利用を図るためには、**安全性に関わる著しい問題を解消することが必要**なストック （グレードBよりも問題の解消にコストを要する蓋然性が高いと考えられる。）

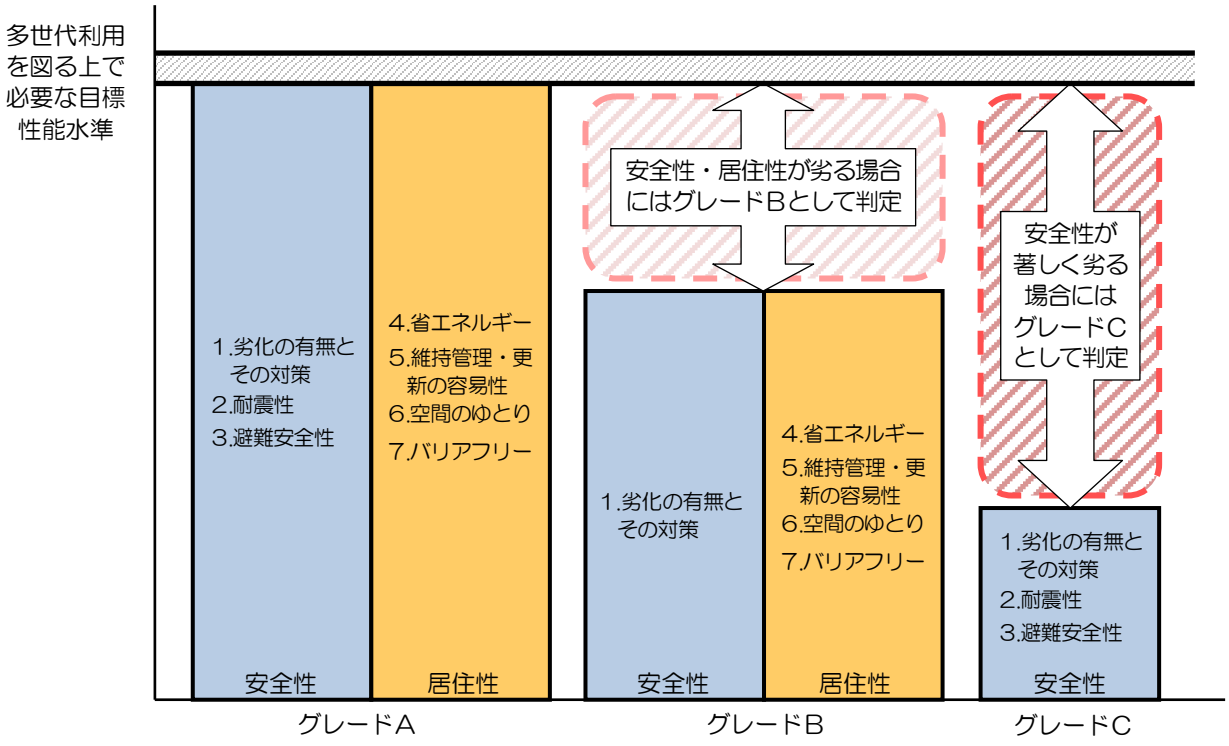
※目標性能水準：既存共同住宅の多世代利用を図っていく上で、現時点において有することが望まれる性能水準

3）各躯体性能の評価項目における目標性能水準達成の考え方

既存共同住宅の躯体性能のグレードに応じた、多世代利用を図るための目標性能水準の達成イメージを参考図 1.1 に示す。

グレードAは、安全性と居住性の水準が多世代利用を図る上で必要となる目標性能水準を達成していることとなる。グレードBは、安全性又は居住性についての水準が劣っており、多世代利用を図るにあたっては、相応の性能向上が求められる。一方、グレードCは、安全性の水準が著しく低い状態であり、多世代利用を図るにあたっては、大幅な性能向上が求められる。

以上のように、目標性能水準を達成していないグレードB及びグレードCは、どちらも多世代利用を図る上では、問題を抱えたストックであると言える。しかし、グレードBに比べて、グレードCの状態は安全性に係る性能が著しく劣っており、目標性能水準を達成するためには、技術的難易度やコストの高い手段を用いることが必要な場合が多いことが想定される。



		グレードA		グレードB		グレードC
		安全性	居住性	安全性	居住性	安全性
1.劣化の有無と対策	①躯体	○	－	○	－	○
	②仕上げ材	○	－	○	－	－
	③設備	○	－	○	－	－
2.耐震性		○	－	－	－	○
3.避難安全性		○	－	－	－	○
4.省エネルギー性		－	○	－	○	－
5.維持管理・更新の容易性		－	○	－	○	－
6.空間のゆとり		－	○	－	○	－
7.バリアフリー		－	○	－	○	－

○：グレードの設定をするもの　　－：グレードの設定をしないもの

参考図 1.1　躯体性能の評価項目におけるグレードと目標性能水準との関連

なお、グレードの設定にあたっては、グレードＣは基本的には「安全性に係る項目」についてのみ設定することとし、「居住性に係る項目」はグレードＡ、Ｂの２段階で評価することとする。

各項目のグレードの考え方は参考表 1.4 のとおりである。

参考表 1.4　各項目のグレード設定の考え方

項目		考え方
安全性に係る項目	１．劣化の有無と対策	「躯体」の劣化の有無と対策は、躯体の耐久性を評価する上で特に重要な項目と考えられ、また、顕在化している劣化事象とその要因となる潜在的な劣化事象が関係し合っていることから、劣化の程度に応じて、グレードＡ、Ｂ、Ｃの３段階で評価することとする。 これに対し、「仕上げ材」及び「設備」は更新が容易な二次部材であり、その劣化状態のみをもって安全性に係る著しい劣化が生じている状態と判断することはできないことから、グレードＣは設けず、グレードＡ、Ｂの２段階で評価することとする。
	２．耐震性	現行の耐震基準を満たしているか（今日並の耐震性を有しているか）どうかにより判定することを基本としており、現行の耐震基準を満たしていない建物は、多世代利用を図る上で問題のあるストックであると考えられることから、グレードＢは設けず、グレードＡ、Ｃの２段階で評価することとする。
	３．避難安全性	現行の避難安全に係る基準を満たしているかどうかにより判定することを基本としており、現行基準を満たしていない建物は、多世代利用を図る上で問題のあるストックであると考えられることから、グレードＢは設けず、グレードＡ、Ｃの２段階で評価することとする。
居住性に係る項目	４．省エネルギー性	居住性に係る項目であることから、グレードＣは設けず、グレードＡ、Ｂの２段階で評価することとする。
	５．維持管理・更新の容易性	居住性に係る項目であることから、グレードＣは設けず、グレードＡ、Ｂの２段階で評価することとする。
	６．空間のゆとり	居住性に係る項目であることから、グレードＣは設けず、グレードＡ、Ｂの２段階で評価することとする。
	７．バリアフリー性	居住性に係る項目であることから、グレードＣは設けず、グレードＡ、Ｂの２段階で評価することとする。

４）各グレードにおけるリスク表示について

前述のように、安全性に係る項目である「劣化の有無とその対策」、「耐震性」、「避難安全性」はグレードＡ～Ｃ、居住性に係る項目である「省エネルギー」、「維持管理・更新の容易性」、「空間のゆとり」、「バリアフリー」はグレードＡ、Ｂにより躯体性能を評価する。

安全性に係る項目のうち、目標性能水準を達成していないグレードＢ、グレードＣと評価されたものについては、多世代利用を図っていく上での一定の「リスク」を抱えた状態であると考えられる。

このため、グレードＣにおける現時点で生じているリスクや、グレードＢにおける現状を放

置すれば将来的に生じる可能性のあるリスク等を整理し、エンドユーザー（マンション管理組合や区分所有者等）向けに表示することを想定する。

なお、居住性に係る項目は、躯体の安全性に関係するものではないことから、リスクの表示は安全性に係る項目についてのみ行うこととする。

これにより、安全性に問題のあるストックについて、マンション管理組合や区分所有者等による適正な改善（改修又は建替え等の更新）の検討を促すとともに、特に合理的な内容の改修によって目標性能水準を達成することが可能なグレードＢと評価されたものについては、改修による多世代利用化の促進が図られることを期待するものである。

５）躯体性能の評価基準の設定の考え方

前項までの考え方の整理を踏まえ、躯体性能の各評価項目ごとに性能の評価基準を検討し、設定する。

設定にあたっては、各評価項目を構成する要素ごとにグレード区分を設定するのではなく、要素間の関連性等を構造的に把握・整理し、各要素の一定のまとまりの中で躯体性能の評価基準を設定することを基本とする。

そのため、評価基準を構成する各要素を集約化・総合化し、それに応じて評価基準を定性的な表現により設定することとする。

一方で、評価基準の各グレード区分を判断するための考え方について、評価基準の「解説」を作成し、その中で各グレード区分に該当すると考えられる躯体の状態や判断根拠となる数値基準等を示すこととする。

以上を踏まえ、躯体性能の評価基準の設定における基本方針は以下のとおりとなる。下記の基本方針に従い、評価項目ごとの基準の設定の考え方を示す。

■躯体性能の評価基準の設定における基本方針

①評価基準は項目ごとの要素の総合的なまとまりの中でグレーディングする
⇒要素の集約化・総合化

②上記①の要素の集約化・総合化を踏まえ、定性的な表現により評価基準を設定する
⇒定性的表現による評価基準の設定

③評価基準の考え方（状態、数値基準等）を「解説」で示す
⇒評価基準の考え方（グレード判定の根拠となる数値基準や建物の状態イメージ等）やグレード判定のための調査・診断手法等についての解説の作成

２.「劣化の有無とその対策」の評価基準（案）

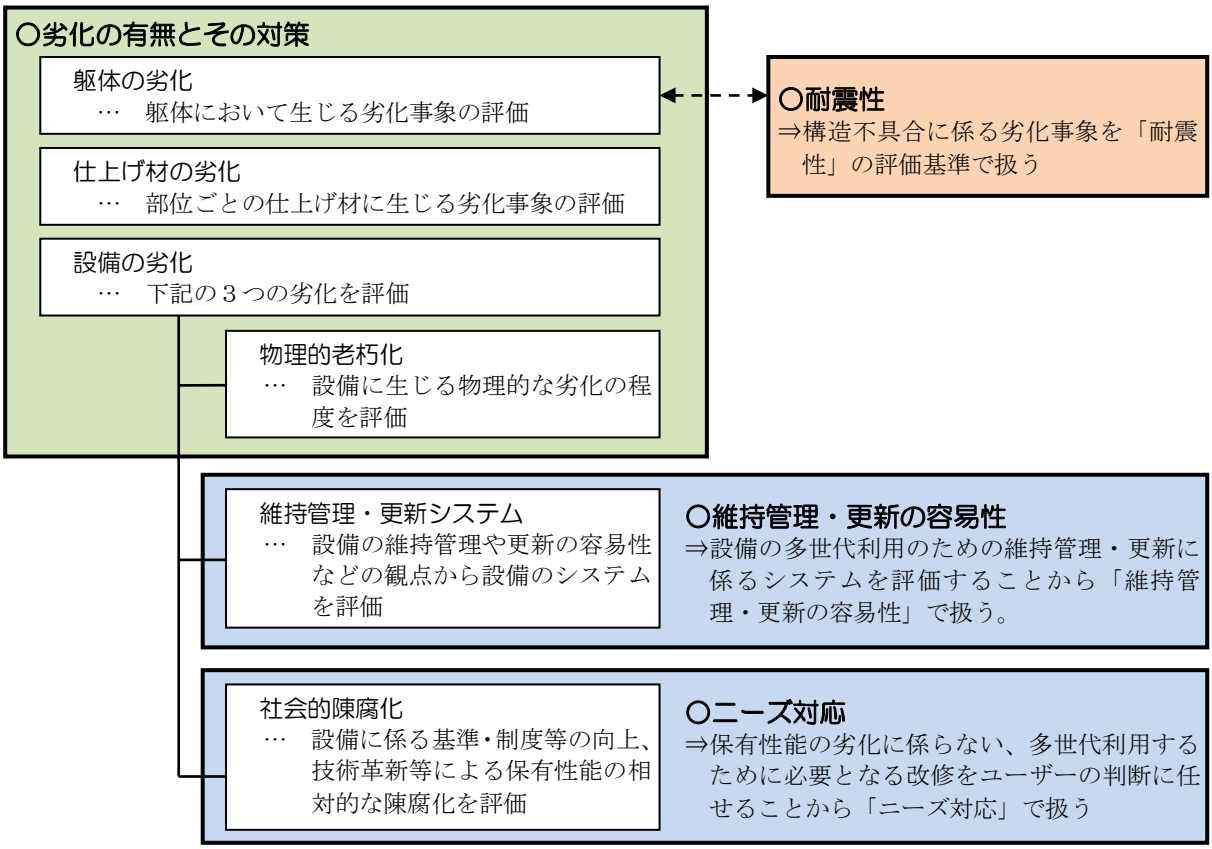
１）劣化の有無とその対策における対象項目の整理

「劣化の有無とその対策（以下、「劣化対策」）」においては、躯体、仕上げ材、設備の劣化が想定され、これらの各劣化は、経年による物理的な性能の老朽化の傾向や、それに伴う改修のあり方が異なる。このため、評価基準の設定にあたっては、「躯体の劣化」、「仕上げ材の劣化」、「設備の劣化」の３区分に分類して整理することとする。

躯体の劣化では、当該共同住宅の躯体において生じることが想定される劣化事象（中性化、塩害、ひび割れやそれらを要因とする重大な劣化事象など）を評価とする。なお、躯体の劣化における構造不具合に係る基礎の沈下や壁・柱・床等の傾斜による劣化については、特にその劣化事象が躯体性能との関係が強いと考えられることから「耐震性」の評価基準との相互の設定を行う。

仕上げ材の劣化では、部位ごとの仕上げ材に生じる劣化事象を評価する。

設備の劣化では、設備の経年による老朽化、機能・性能の相対的な陳腐化、設備更新に係るシステムの３つを評価することを想定する。なお、設備の劣化について、『維持管理・更新システムの評価』は、設備を多世代に渡り利用する視点から、その設備性能の評価を「維持管理・更新の容易性」の評価基準で扱うことを想定する。一方、『社会的陳腐化』は、保有性能自体は劣化しておらず、その改修の採否をユーザーによる判断に任せることが妥当と考えられることから「ニーズ対応」で扱うことを想定する。



参考図 2.1　劣化の有無とその対策とのその他の評価基準の関係整理

2）劣化の有無とその対策における総合的な調査・診断及びグレード判定の考え方

前述のように、「劣化の有無とその対策」では、躯体の劣化、仕上げ材の劣化、設備の劣化に分類してグレードの評価基準を設定することとしており、ここでは、躯体、仕上げ材、設備の劣化に対する判定の関係、手順を示す。

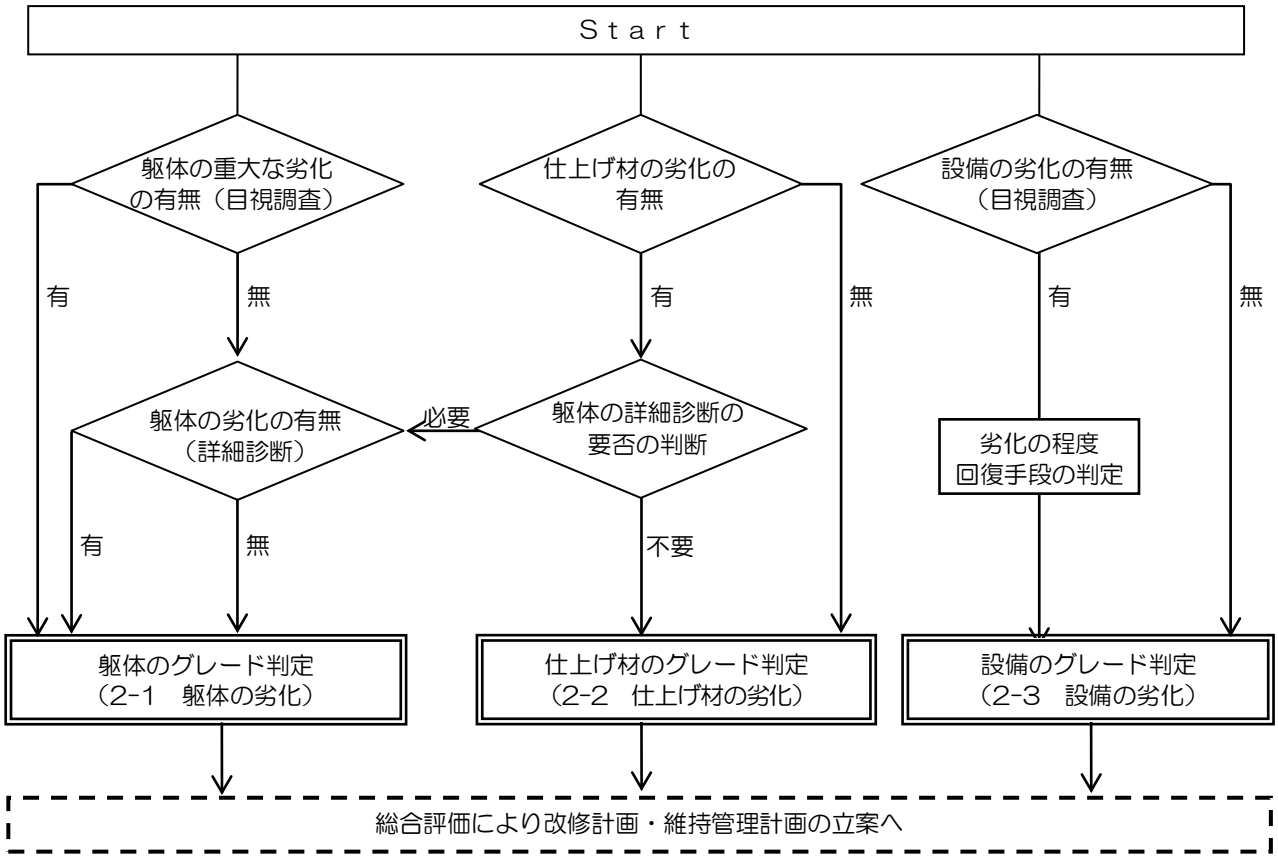
図 2.2 に示すように、躯体の劣化の判定と仕上げ材の劣化の判定は密接な関係がある。

躯体については、まず顕在化している重度の劣化の有無を判定し、重度の劣化がある場合はこれによりグレードを判定する。一方、重度の劣化が顕在化していない場合は、潜在的な劣化要因の有無についての詳細診断を行い、総合的にグレード判定を行う。

仕上げ材については、第一に、仕上げ材に対する目視調査により、劣化の有無を確認する。仕上げ材に劣化が認められる場合には、その要因を推定するための躯体の詳細調査の要否を判断する。詳細調査が不要と判断された場合には、劣化の程度に応じて仕上げ材のグレードを判定する。一方、詳細調査が必要と判断された場合については、躯体の詳細調査により劣化の有無・程度を確認し、詳細調査の結果に応じて躯体のグレードを判定する。

また、設備については、躯体・仕上げ材の評価とは別に、目視調査により劣化の程度を確認し、劣化の程度に応じてグレードを判定する。

なお、躯体、仕上げ材、設備の劣化に対するグレード判定の結果は総合的に捉えつつ、多世代利用化に向けた改修計画の立案や、その後長期にわたり既存共同住宅を利用し続けるための維持管理計画（マネジメント計画）の立案に役立てるものとする。



参考図 2.2　劣化の有無とその対策における調査・診断及び評価の手順フロー

2.1 躯体の劣化

2.1.1 評価基準の設定の基本的考え方

１）想定される劣化事象の整理

劣化の有無とその対策においては、既存共同住宅で発生することが想定される劣化事象を把握し、それらの劣化事象を顕在化している重大な劣化事象と、潜在的な劣化事象に整理し、評価基準の設定の基本的な視点を示す。

（１）想定される劣化事象の把握

建物の躯体に生じる劣化について、『鉄筋コンクリート造建築物の耐久性調査・診断及び補修指針（案）・同解説』（日本建築学会）においては、参考表 2.1 に示すように、コンクリートの劣化と鉄筋の劣化に大別されており、その劣化事象と劣化原因に整理されている。コンクリートの劣化としては、強度不足、ひび割れ、表面劣化、鉄筋の劣化としては、鉄筋腐食が挙げられており、各劣化現象とそれに対する要因の関係性が整理されている。

本評価基準では、下記に整理されている劣化事象を、顕在化している劣化事象と、その要因となる潜在的な劣化事象に再分類し、その関係性を整理する。

なお、本評価基準においては、劣化の生じる部位を、柱、梁、外壁、スラブなど、建物の主要構造部分とする。

参考表 2.1　一般的な劣化事象の関係整理

劣化事象		劣化原因	
コンクリートの劣化	強度劣化	強度不足	
	ひび割れ	乾燥収縮 温度変化の繰り返し アルカリ骨材反応 凍結融解作用の繰り返し 施工不良 水和熱 鉄筋腐食 火災ひび割れ 構造ひび割れ（曲げ・せん断） 過荷重 地盤・基礎（不同沈下）	
	表面劣化		
鉄筋の劣化	鉄筋腐食	ひび割れ	
		中性化	水セメント比 かぶり厚さ不足
		塩化物イオン量の増大	初期内在塩化物 外来塩化物

『鉄筋コンクリート造建築物の耐久性調査・診断及び補修指針（案）・同解説』（日本建築学会）による分類整理

「顕在化している劣化事象」と「潜在的な劣化事象」に分類しその関係性を整理

（２）「顕在化している重大な劣化事象」と「潜在的な劣化事象」による分類

参考表 2.1 で挙げた劣化事象について、躯体に生じていること自体が建物にとってクリティカルな状態であると考えられる重大な劣化事象が顕在化している場合と、それらの劣化事象が顕在化していない状態においても重大な劣化事象を発生させる要因又は促進する要因となる劣化事象が潜在化している状態、とに分類することを考える。

評価基準においては、これらの「顕在化している重大な劣化事象」と「潜在的な劣化事象」を評価軸とすることを想定する。

なお、前項で示されている劣化事象の強度不足・施工不良は建設時の施工に係る劣化であると考えられることから本評価基準においては対象外とし、過荷重や不同沈下は構造躯体を要因とする劣化であることから評価基準「耐震性」にて扱うこととする。

ⅰ）**「顕在化している重大な劣化事象」**
⇒躯体に生じていること自体が建物にとってクリティカルな状態であると考えられる劣化事象

ⅱ）**「潜在的な劣化事象」**
⇒「顕在化している劣化事象」を生じさせる要因又は促進する要因となる劣化事象

（３）「顕在化している重大な劣化事象」と「潜在的な劣化事象」の関係整理

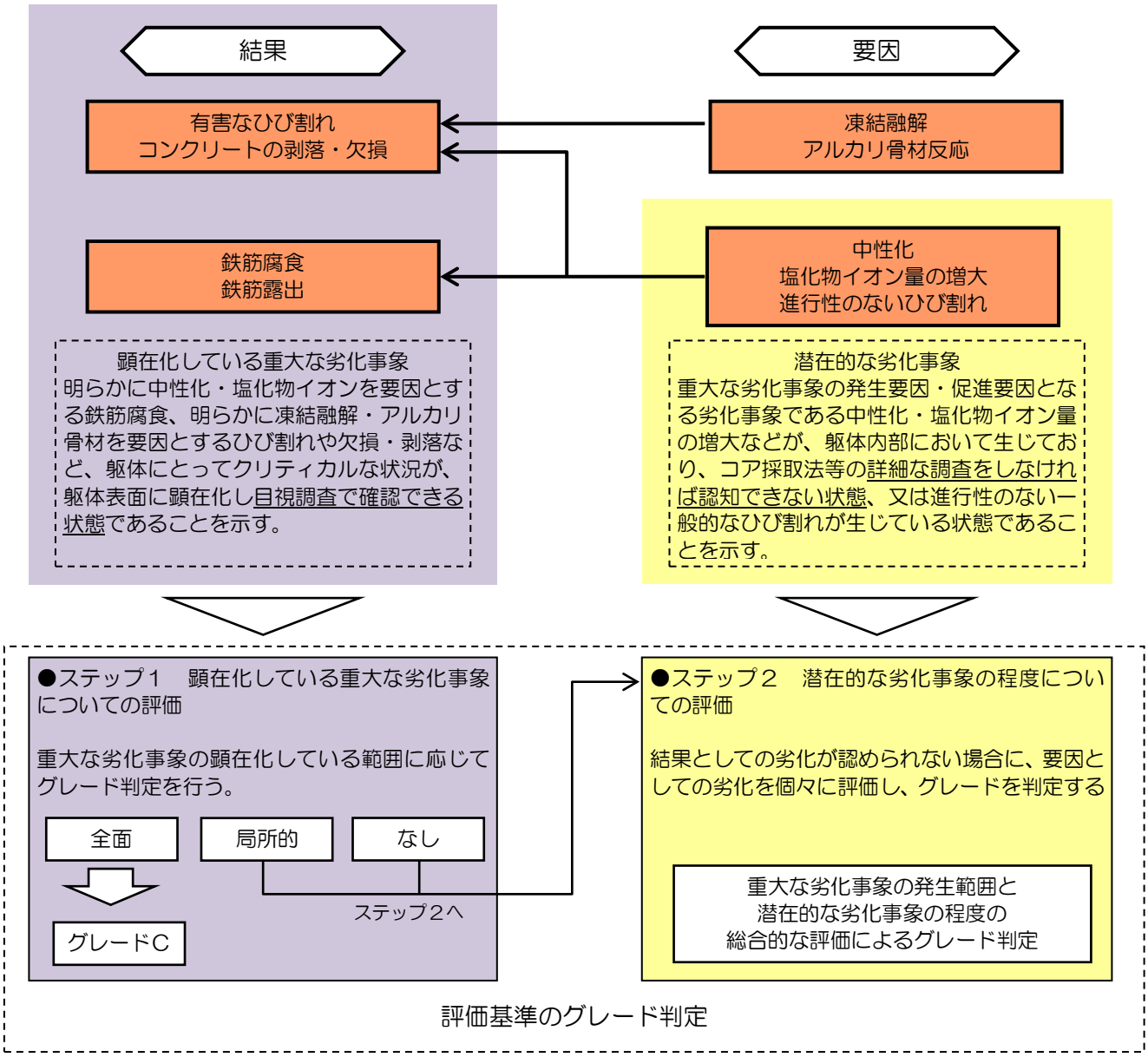
前項で示した「顕在化している重大な劣化事象」と「潜在的な劣化事象」に該当する具体の劣化事象を整理するとともに、劣化事象の程度に応じたグレード判定の考え方を整理する。

「顕在化している重大な劣化事象」としては、既に生じている鉄筋腐食のほか、明らかに中性化や塩化物イオン量の増大を要因として発生・促進されるひび割れ、明らかに凍結融解やアルカリ骨材反応を要因とするひび割れ・コンクリートの欠損・剥落など、特定の劣化事象を要因とし、結果として重大な劣化事象が顕在化している状態を想定する。

また、「潜在的な劣化事象」としては、放置しておけば重大な劣化事象を顕在化させる要因となる中性化や塩害が躯体内部で生じている状態や、顕在化している重大な劣化事象であるひび割れ以外の進行性のないひび割れが称している状態などが該当すると考えられる。

「顕在化している重大な劣化事象」と「潜在的な劣化事象」の関係を整理すると参考図 2.3 のようになる。

この参考図 2.3 に示す基本的考え方に基づき、グレード判定においては、ステップ１で顕在化している重大な劣化事象を評価し、ステップ２で潜在的な劣化事象を評価することとする。



参考図 2.3　劣化事象の体系的イメージと評価の基本的な考え方

２）評価基準におけるグレード判定の考え方

（１）評価基準のグレード判定の手順

①グレード判定の手順の考え方

前項で整理した顕在化している重大な劣化事象及び潜在的な劣化事象の整理を踏まえ、評価基準におけるグレード判定の手順を示す。グレード判定は、ステップ１、２により行う。

ステップ１では、顕在化している重大な劣化事象の発生範囲を評価する。評価の結果、比較的広い範囲に発生している場合をグレードＣとし、局所的に発生している場合又は発生していない場合はステップ２に進む。ステップ２では、「潜在的な劣化事象」の発生の有無・程度と、「顕在化している重大な劣化事象」の発生範囲を総合的に評価する。

なお、ステップ１で評価するひび割れは、中性化・塩化物イオン、凍結融解・アルカリ骨材反応のいずれかに起因することが明らかに見て取れる重大な劣化事象としての有害なひび割れである。一方、ステップ２で評価するひび割れは、ステップ１のひび割れに該当しない、すなわち、現状では重大な劣化とは言えないが、放置しておくと他の劣化事象の発生要因又は促進要因となる進行性のないひび割れである。

②グレード判定手法

実際の既存共同住宅の改修の現場においては、ステップ１、２によるグレード判定に際して、適宜調査・診断を行うこととなる。

ステップ１では、重大な劣化事象が顕在化していることを目視調査により確認し、その発生の有無及び範囲により評価する。

ステップ２では、主として目視調査等では確認することができない中性化や塩化物イオン量の増大など、潜在的な劣化事象を対象として評価する。そのため、コア採取法等の詳細な調査・診断を行うこととなる。なお、進行性のないひび割れは、目視調査によりその発生の有無の確認を行う。

以下に、グレード判定のステップ１、２において対象とする劣化事象とその判定のための調査・診断方法及び判定の考え方を示す。

ステップ１　顕在化している重大な劣化事象についての評価

評価時点において既存共同住宅の躯体に顕在化している重大な劣化事象の有無を判断し、その顕在化している範囲に応じてグレード判定を行う。

顕在化している重大な劣化事象の具体的内容及びグレード判定の考え方は参考表 2.2 に示すとおりであり、当該劣化事象の評価は目視調査等の簡便に行うことのできる調査方法によるものを想定する。

なお、重大な劣化事象の顕在化している範囲の考え方については、目視調査で把握できる範囲の柱・梁・壁等の総部材数や面積に占める劣化している部材数や面積の概ねの割合で判断することが考えられる。詳細は解説の「(ｉ)重大な劣化事象の顕在化している範囲の調査・診断方法」を参照のこと。

参考表 2.2　ステップ１のグレード判定の考え方

評価対象となる劣化事象	①鉄筋腐食 ②明らかに中性化又は塩化物イオン量の増大に起因する錆汁を伴うひび割れ ③明らかに凍害・アルカリ骨材反応に起因する有害なひび割れやコンクリートの欠損・剥落
劣化事象の調査・診断手法	○目視調査により、上記の重大な劣化事象が顕在化していることを確認し、認められる場合には、その発生範囲により下記の考え方に基づいてグレードを判定する。
グレード判定の考え方	○上記の劣化事象について、その顕在化している範囲に応じて以下のようにグレード判定を行う。 ■比較的広い範囲に渡って顕在化している場合 ⇒グレードＣ ■局所的に顕在化している場合又は顕在化していない場合 ⇒ステップ２へ進む ※劣化事象の発生範囲の基準は、解説の「(3)-1　重大な劣化事象の顕在化している範囲の調査・診断方法」を参照のこと。

ステップ２　潜在的な劣化事象の程度についての評価

「顕在化している重大な劣化事象」の発生範囲と、「潜在的な劣化事象」である「中性化」、「塩化物イオン量の増大」、の程度や「進行性のないひび割れ」の有無を総合的に評価し、グレード判定を行う。

グレード判定の考え方は参考表 2.3 に示すとおりである。

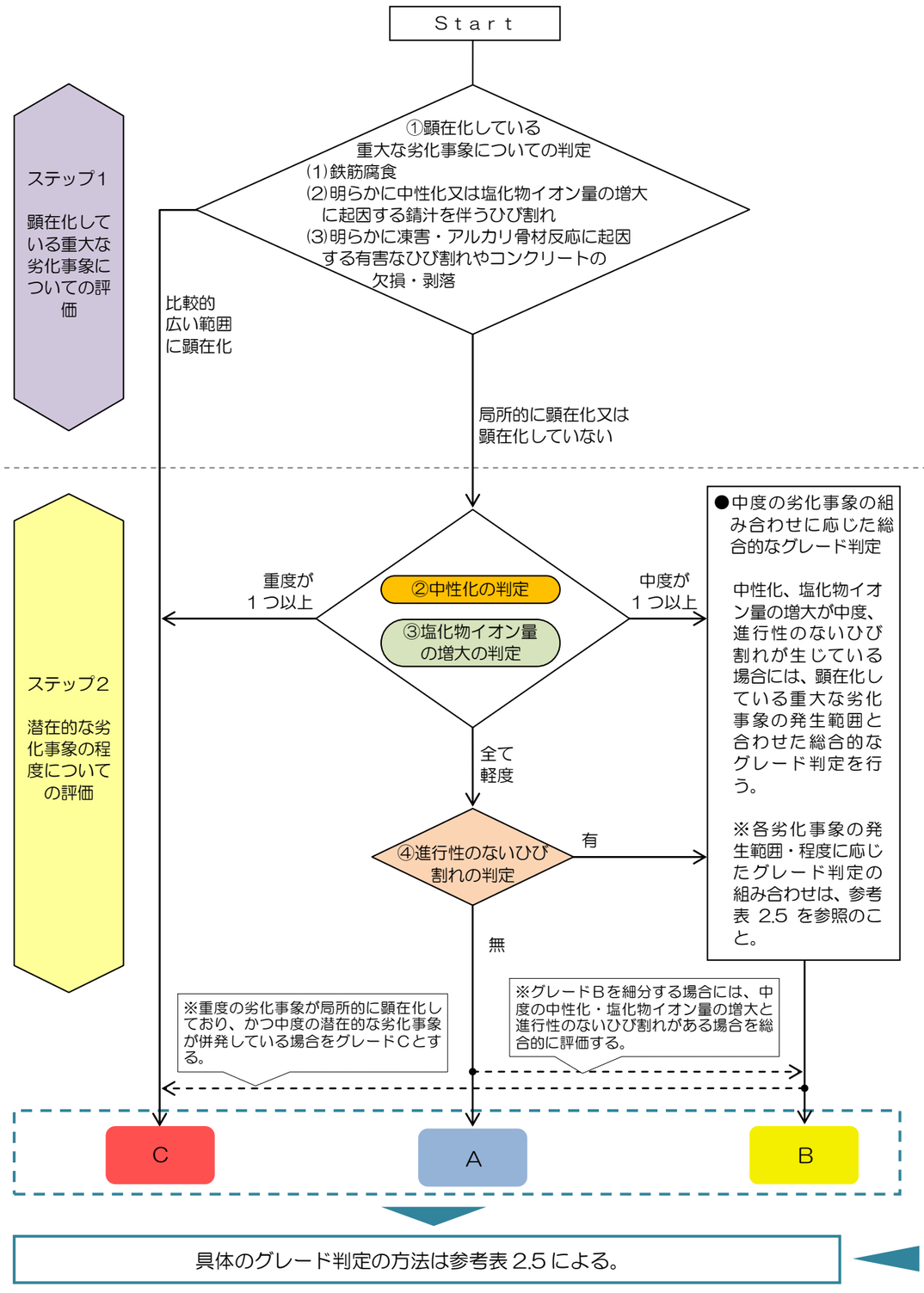
また、ステップ２では、主として躯体内部における中性化の程度や塩化物イオン量など、潜在的な劣化事象を評価することとなる。そのため、コア採取法、小径コア採取法、ドリル削孔法、はつりによる方法などの破壊検査による判定を行う。

一方、放置した場合の劣化の促進要因である進行性のないひび割れは、躯体表面の発生の有無のみを判定することから、ステップ①と同様、目視調査による判定を行う。

参考表 2.3　ステップ２のグレード判定の考え方

評価対象となる劣化事象	①中性化 ②塩化物イオン量の増大 ③進行性のないひび割れ
劣化事象の調査・診断手法	○中性化、塩化物イオン量の増大 ⇒コア採取法、小径コア採取法、ドリル削孔法、はつりによる方法により発生の有無と程度を評価 ○進行性のないひび割れ ⇒目視調査により発生の有無を評価
グレード判定の考え方	○重大な劣化事象の発生範囲と、上記の中性化・塩化物イオン量の増大の程度及び進行性のないひび割れの有無の総合的な評価によりグレード判定を行う。 ■重度の中性化・塩化物イオン量の増大が１つ以上生じている ⇒グレードＣ （なお、この場合には、重大な劣化事象の発生範囲を問わない） ■中度の中性化・塩化物イオン量の増大が１つ以上生じている ⇒グレードＢ （なお、グレードＢについては、重大な劣化事象の発生範囲と、潜在的な劣化事象の生じている数により、グレードをＢ$^{-}$～Ｂ$^{+}$に分類することを想定する。） ■全ての劣化事象が生じていない（軽度である）場合 ⇒グレードＡ ※中性化・塩化物イオン量の具体の基準は、解説の「(3) -2　中性化の数値基準及び調査・診断方法」を参照のこと。

参考図 2.4　「躯体の劣化」の評価基準のグレード判定フロー



評価基準のグレード判定方法

ステップ1　顕在化している重大な劣化事象についての評価

【グレード判定の考え方】

○評価基準のグレード判定においては、ステップ１として以下の２つの重大な劣化事象の顕在化の有無を評価する。

①重大な劣化事象

(1) 鉄筋腐食

(2) 明らかに中性化又は塩化物イオン量の増大に起因する錆汁を伴うひび割れ

(3) 明らかに凍害・アルカリ骨材反応に起因する有害なひび割れやコンクリートの欠損・剥落

○重大な劣化事象は、その発生範囲により以下のとおりグレード判定を行う。

比較的広い範囲に顕在化している場合　⇒　グレードC

局所的に顕在化している場合　⇒　ステップ２に進む

顕在化していない場合　⇒　ステップ２に進む

○重大な劣化事象が比較的広い範囲に顕在化している場合は、躯体がクリティカルな状態であると考えグレードCとして判定し、局所的に顕在化している場合又は顕在化していない場合は、ステップ２に進み、潜在的な劣化事象との総合的な評価を行う。

【調査・診断手法】

○目視調査により、重大な劣化事象の顕在化の有無を評価する。

○顕在化が認められる場合には、その発生の範囲に応じて、グレードを評価する。

ステップ2　潜在的な劣化事象の程度についての評価

【グレード判定の考え方】

○ステップ２は、ステップ１で顕在化している重大な劣化事象が局所的に発生してる場合又は発生していない場合に評価することを考える。「顕在化している重大な劣化事象」の発生範囲と「潜在的な劣化事象」の程度に応じた総合的な評価を行い、グレードを判定する。

○「潜在的な劣化事象」として、以下のものを対象とする。

②中性化

③塩化物イオン量の増大

④進行性のないひび割れ

○グレード判定の基本的な考え方を以下に示す。

重度の中性化又は塩化物イオン量の増大が生じている	グレードC
中度の中性化・塩化物イオン量の増大が１つ以上が生じている	グレードB
下記のいずれかに該当する場合 ・重大な劣化事象が局所的に顕在化しており、かつ中度の中性化・塩化物イオン量の増大のうち１つ以上が生じている ・重大な劣化事象は顕在化していないが、中度の中性化・塩化物イオン量の増大、進行性のないひび割れが全て生じている	グレードB^{-}
・重大な劣化事象は顕在化していないが、中度の中性化・塩化物イオン量の増大うちいずれか一方と、進行性のないひび割れが生じている	グレードB
・重大な劣化事象は顕在化していないが、中度の中性化・塩化物イオン量の増大うちいずれか一方が生じている	グレードB^{+}
全ての劣化事象が軽度である（生じていない）場合	グレードA

【調査・診断手法】

○中性化・塩化物イオン量の増大

⇒コア採取法

小径コア採取法

ドリル削孔法

はつり調査法

○進行性のないひび割れ

⇒目視調査

○各劣化事象における具体の判定基準や、調査・診断部位、箇所数等は、解説の「(ｉ)重大な劣化事象の顕在化している範囲の調査・診断方法」を参照。

2.1.2　評価基準（グレード判定）

前項でのグレード判定の考え方を踏まえて、「躯体の劣化」についての評価基準を参考表 2.4 のとおり設定する。
なお、グレードA、B、Cの判定の考え方は、後述の「３）解説」によるものとする。

参考表 2.4　「躯体の劣化」の評価基準（グレード判定）

	グレードA	グレードB					グレードC	
			B^+	B	B^-	リスク		リスク
劣化の有無とその対策（躯体）	劣化していないこと（全ての劣化事象が生じていない（軽度である）こと）	中度の中性化・塩化物イオン量の増大のうち1つ以上が生じていること ※グレードBを細分する場合には、右記のように、顕在化している重大な劣化事象の発生範囲及び進行性のないひび割れの有無に応じてB^-～B^+に区分することも想定される。	重大な劣化事象は顕在化していないが、中度の中性化・塩化物イオン量の増大のうちいずれか一方が生じているもの	重大な劣化事象は顕在化していないが、中度の中性化・塩化物イオン量の増大のうちいずれか一方と、進行性のないひび割れが生じているもの	次の①～②のいずれかに該当するもの ①重大な劣化事象が局所的に顕在化しており、かつ中度の中性化・塩化物イオン量の増大のうち1つ以上が生じている ②重大な劣化事象は顕在化していないが、中度の中性化・塩化物イオン量の増大が併発している	⇒放置した場合に、外壁の剥落等に至る可能性がある	次の①～③のいずれかに該当するもの ①重大な劣化事象が比較的広い範囲に渡って顕在化している ②重度の中性化又は塩化物イオン量の増大が生じている ③重大な劣化事象が局所的に発生しており、かつ、中度の中性化・塩化物イオン量の増大及び進行性のないひび割れが併発している	⇒外壁の剥落等の危険性がある

目標性能水準

「３）解説」でグレード判定の考え方を整理

１）総合評価における劣化事象の組み合わせ

評価基準の設定根拠となる、各劣化事象の設定表を参考表 2.5 に示す。総合評価においては、重大な劣化事象の顕在化している範囲、潜在的な劣化事象の有無・程度を総合的に評価することとなる。

参考表 2.5　評価基準のグレードの設定表（案）

ステップ	劣化事象	グレードC			グレードB⁻		グレードB		グレードB⁺			グレードA
ステップ１ 顕在化している重大な劣化事象についての評価	(1)鉄筋腐食 (2)明らかに中性化又は塩化物イオン量の増大に起因する錆汁を伴うひび割れ (3)明らかに凍害・アルカリ骨材反応に起因する有害なひび割れやコンクリートの欠損・剥落	比較的広い範囲に顕在化	－	局所的に顕在化	局所的に顕在化	無	無		無			無
ステップ２ 潜在的な劣化事象の程度についての評価	中性化	－	Ⅲ	－	Ⅱ	－	Ⅱ	Ⅱ	－	Ⅱ	－	Ⅰ	Ⅰ
	塩化物イオン量の増大	－	－	Ⅲ	Ⅱ	－	Ⅱ	Ⅱ	－	Ⅱ	－	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ
	進行性のないひび割れ	－	－	－	有	－	－	－	有	有	無	無	有	無
グレード判定の考え方		○重大な劣化事象が比較的広い範囲に発生している場合はグレードC	○重度（劣化度Ⅲ）の中性化又は塩化物イオン量の増大のうち、１つでも生じている場合はグレードC	○重大な劣化事象が局所的に発生しており、かつ、中度（劣化度Ⅱ）の中性化・塩化物イオン量の増大及び進行性のないひび割れが併発している場合はグレードC	○重大な劣化事象が局所的に生じており、かつ中度（劣化度Ⅱ）の中性化・塩化物イオン量の増大が１つ以上生じている場合はグレードB⁻	○中度（劣化度Ⅱ）の中性化・塩化物イオン量の増大が併発している場合はグレードB⁻	○中度（劣化度Ⅱ）の中性化・塩化物イオン量の増大のうち、いずれか一方と、進行性のないひび割れが併発している場合はグレードB		○中度（劣化度Ⅱ）の中性化・塩化物イオン量の増大のうち、いずれか一方のみが生じている場合、又は、進行性のないひび割れのみが生じている場合はグレードB⁺			○全ての劣化事象が生じてない場合はグレードA

グレーの網掛け：グレードの総合判定において考慮する劣化事象
太字：他の劣化事象の状況に係らずにグレード判定することのできる決定打となる劣化の程度。
－：劣化事象の有無や程度を問わないもの

２）潜在的な劣化事象のグレード判定に資する劣化度の区分

潜在的な劣化事象である中性化、塩害、進行性のないひび割れの劣化度とその劣化度の概要を以下に示す。

以下のように、各劣化事象においては、既往の文献等を参考として、中性化、塩害を参考表 2.5 に示すように３段階で分類する。なお、ひび割れについては発生範囲やひび割れ幅等により劣化度を設定せずに、その発生の有無を判定材料とすることを検討する。

参考表 2.6　潜在的な劣化事象のグレード判定に資する劣化度の区分

潜在的な劣化事象	劣化度の区分		具体の数値基準の参照先
中性化	Ⅰ　：　中性化深さ、中性化速度のいずれもが軽度の状態 Ⅱ　：　中性化深さ、中性化速度のいずれもが中度の状態のもの、または中性化深さは軽度であるが、中性化速度が重度（速い）の状態 Ⅲ　：　中性化深さ、中性化速度のいずれもが重度の状態のもの、または中性化深さ、中性化速度が重度の状態		３）解説の「(2)グレード判定にあたっての数値基準及び調査・診断方法の解説」－②中性化の数値基準及び調査・診断方法を参照
塩化物イオン量の増大	Ⅰ　：　塩化物イオン量が 0.6 kg/ m³ 未満である。※ Ⅱ　：　塩化物イオン量が 0.6 kg/ m³ 以上 1.2 kg/ m³ 未満である。※ Ⅲ　：　限界塩化物イオン量 1.2 kg/ m³ 以上である。	※上記グレード区分は「内在塩分」の評価の場合。塩害地域の場合については、飛来塩分による塩化物の増加のおそれがあるため、グレードⅠ・Ⅱの場合でも継続的な診断が必要。	３）解説の「(2)グレード判定にあたっての数値基準及び調査・診断方法の解説」－③塩化物イオン量の数値基準及び調査・診断方法を参照
進行性のないひび割れ	※進行性のないひび割れについては、その発生部位・発生範囲・程度等の状況が、直接グレード判定に影響を及ぼすことがないと考えられることから、進行性のないひび割れについては個別の劣化度を設定しないことを考える。		３）解説の「(2)グレード判定にあたっての数値基準及び調査・診断方法の解説」－④ひび割れの分類を参照

2.1.3　解説

解説では、前項で示した評価基準の各グレードで想定される当該既存共同住宅のイメージ、グレード判定の根拠となる数値基準及びグレード判定のための調査・診断手法を示す。

１）グレードの考え方と想定する当該既存共同住宅のイメージ

（１）グレードＡの考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードＡを以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードＡの評価基準（グレード判定）

Ａ	**劣化していないこと （全ての劣化事象が生じていない（軽度である）こと）**

上記の評価基準（グレード判定）においてグレードＡは、当該共同住宅において①劣化していない状態であることを示す。

既存住宅を長期にわたって利用していく上では、重大な劣化事象である「鉄筋腐食」、「明らかに中性化又は塩化物イオン量の増大に起因する錆汁を伴うひび割れ」、「明らかに凍害・アルカリ骨材反応に起因する有害なひび割れやコンクリートの欠損・剥落」などを初め、躯体内部の潜在的な劣化事象である中性化・塩化物イオン量の増大の他、進行性のないひび割れのあらゆる劣化事象が生じていない状態であることが条件であると考えられ、この場合をグレードＡとして判定することを想定している。

【解説】

①劣化していない状態

・「劣化していない状態」とは、重大な劣化事象が顕在化していない状態及び、潜在的な劣化事象である中性化、塩害、進行性のないひび割れが生じていない状態を示す。

②重大な劣化事象が顕在化していない状態

・「重大な劣化事象が顕在化してない状態」とは、「鉄筋腐食」、「明らかに中性化又は塩化物イオン量の増大に起因する錆汁を伴うひび割れ」、「明らかに凍害・アルカリ骨材反応に起因する有害なひび割れやコンクリートの欠損・剥落」の全てが顕在化していない状態を示す。

③中性化が生じていない状態

・「中性化が生じていない状態」とは、中性化が劣化度Ⅰの状態であることを示し、中性化深さ、中性化速度のいずれもが軽度の状態のものを想定している。後述(3)①を参照のこと。

④塩化物イオン量の増大が生じていない状態

・「塩化物イオン量の増大が生じていない状態」とは、塩害が劣化度Ⅰの状態であることを示し、

塩化物イオン量が 0.6 kg/ ㎥未満の状態のものを想定している。後述(3)②を参照のこと。

⑤進行性のないひび割れが生じていない状態

・進行性のないひび割れが生じていない状態とは、後述のひび割れの分類において「進行性のないひび割れ」に分類されるひび割れが生じていないことを想定している。

（２）グレードＢの考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードＢを以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードＢの評価基準（グレード判定）

Ｂ	**中度の中性化・塩害のうち１つ以上が生じているもの**

上記の評価基準（グレード判定）においてグレードＢは、①中度の中性化・塩害が１つ以上生じている状態であることを示す。

①中度の中性化・塩害のうち１つ以上が生じている場合においては、比較的な容易な改修が可能であると考え、グレードＢとして判定することを想定している。中性化又は塩化物イオン量の増大が中度である場合においては、重大な劣化事象が局所的に顕在化している場合又は顕在化していない場合が該当するが、その範囲に関わらずグレードＢとなる。なお、重大な劣化事象の顕在化の範囲とともに、潜在的な劣化事象の程度を総合的に評価し、グレードをＢ$^{+}$～Ｂ$^{-}$の３段階に細分することも考えられる。

【解説】

①中度の中性化・塩化物イオン量の増大が１つ以上生じている状態

・中度の中性化又は塩化物イオン量の増大の状態とは、②-1 劣化度Ⅱの中性化が生じている状態、又は②-2 劣化度Ⅱの塩化物イオン量の増大が生じている状態のいずれか一方の状態であることを示す。

①-1　劣化度Ⅱの中性化が生じている状態

・劣化度Ⅱの中性化が生じている状態とは、中性化深さ、中性化速度のいずれもが中度の状態のもの、または中性化深さは軽度であるが、中性化速度が重度（速い）の状態のものを想定している。中性化の区分の具体の判定方法等については、後述(3)①を参照のこと。

①-2　劣化度Ⅱの塩化物イオン量の増大が生じている状態

・劣化度Ⅱの塩化物イオン量の増大が生じている状態とは、塩化物イオン量が 0.6 kg/ ㎥以上 1.2 kg/ ㎥未満である状態のものを想定している。後述(3)②を参照のこと。

・なお、上記の劣化度Ⅱの基準は「内在塩分」の評価の場合を示しており、評価対象建築物が塩害地域にある場合においては、飛来塩分による塩化物の増加のおそれがあるため、継続的に診断を行うことが重要となる。

（３）グレードＢを細分する場合の考え方

グレードＢにおいては、重大な劣化事象の発生範囲や潜在的な劣化事象である中性化・塩化物イオン量の増大の程度や、進行性のないひび割れの有無に応じて、総合的にグレードをB^{+}～B^{-}の３段階に細分することを考える。

グレードＢを細分する場合のグレード判定の考え方は、次のようなものを想定する。

参考表 2.7　グレードＢの細分の考え方

B^{+}	重大な劣化事象は顕在化していないが、中度の中性化・塩化物イオン量の増大のうちいずれか一方が生じているもの
Ｂ	重大な劣化事象は顕在化していないが、中度の中性化・塩害のうちいずれか一方と、進行性のないひび割れが生じているもの
B^{-}	次の①～②のいずれかに該当するもの ①重大な劣化事象が局所的に顕在化しており、かつ中度の中性化・塩化物イオン量の増大のうち１つ以上が生じている ②重大な劣化事象は顕在化していないが、中度の中性化・塩化物イオン量の増大が併発している

グレードB^{+}～B^{-}の具体の解説は下記のとおりである。

（３）－１　グレードB^{+}の考え方

B^{+}	重大な劣化事象は顕在化していないが、中度の中性化・塩化物イオン量の増大のうちいずれか一方が生じているもの

上記の評価基準（グレード判定）においては、グレードB^{+}は、①重大な劣化事象が顕在化していない状態、②中度の中性化・塩化物イオン量の増大のうちいずれか一方が生じている状態、③進行性のないひび割れが生じていない状態である場合を示す。

上記の劣化事象が単一的に生じている場合においては、比較的容易な改修により回復を図ることが可能であると判断し、グレードB^{+}として判定することを想定している。

【解説】

①重大な劣化事象が顕在化していない状態

・「重大な劣化事象が顕在化してない状態」とは、「鉄筋腐食」、「明らかに中性化又は塩化物イオン量の増大に起因する錆汁を伴うひび割れ」、「明らかに凍害・アルカリ骨材反応に起因す

る有害なひび割れやコンクリートの欠損・剥落」の全てが顕在化していない状態を示す。

②中度の中性化・塩化物イオン量の増大のうちいずれか一方が生じている状態

・中度の中性化・塩化物イオン量の増大のうちいずれか一方が生じている状態とは、②-1 劣化度Ⅱの中性化が生じている状態、又は②-2 劣化度Ⅱの塩害が生じている状態のいずれか一方の状態であることを示す。

②-1　劣化度Ⅱの中性化が生じている状態

・劣化度Ⅱの中性化が生じている状態とは、中性化深さ、中性化速度のいずれもが中度の状態のもの、または中性化深さは軽度であるが、中性化速度が重度（速い）の状態のものを想定している。中性化の区分の具体の判定方法等については、後述(3)①を参照のこと。

②-2　劣化度Ⅱの塩化物イオン量の増大が生じている状態

・劣化度Ⅱの塩化物イオン量の増大が生じている状態とは、塩化物イオン量が 0.6 kg/ ㎥以上 1.2 kg/ ㎥未満である状態のものを想定している。後述(3)②を参照のこと。

・なお、上記の劣化度Ⅱの基準は「内在塩分」の評価の場合を示しており、評価対象建築物が塩害地域にある場合においては、飛来塩分による塩化物イオン量の増大のおそれがあるため、継続的に診断を行うことが重要となる。

③進行性のないひび割れが生じていない状態

・進行性のないひび割れが生じていない状態とは、後述のひび割れの分類において「進行性のないひび割れ」に分類されるひび割れが生じていないことを想定している。

（３）－２　グレードＢを想定する場合の考え方

Ｂ	**重大な劣化事象は顕在化していないが、中度の中性化・塩化物イオン量の増大のうちいずれか一方と、進行性のないひび割れが生じているもの**

上記の評価基準（グレード判定）においては、グレードＢは、①重大な劣化事象が顕在化していない状態、②中度の中性化・塩化物イオン量の増大のうちいずれか一方が生じている状態、③進行性のないひび割れが生じている状態である場合を示す。

上記の劣化事象が単一的に生じている場合においては、改修により回復を図ることが可能であると判断し、グレードＢとして判定することを想定している。

【解説】

①重大な劣化事象が顕在化していない状態

・「重大な劣化事象が顕在化してない状態」とは、「鉄筋腐食」、「明らかに中性化又は塩化物イオン量の増大に起因する錆汁を伴うひび割れ」、「明らかに凍害・アルカリ骨材反応に起因す

る有害なひび割れやコンクリートの欠損・剥落」の全てが顕在化していない状態を示す。

②中度の中性化・塩化物イオン量の増大のうちいずれか一方が生じている状態

・中度の中性化・塩化物イオン量の増大のうちいずれか一方が生じている状態とは、②-1 劣化度Ⅱの中性化が生じている状態、又は②-2 劣化度Ⅱの塩化物イオン量の増大が生じている状態のいずれか一方の状態であることを示す。

②-1　劣化度Ⅱの中性化が生じている状態

・劣化度Ⅱの中性化が生じている状態とは、中性化深さ、中性化速度のいずれもが中度の状態のもの、または中性化深さは軽度であるが、中性化速度が重度（速い）の状態のものを想定している。中性化の区分の具体の判定方法等については、後述(3)①を参照のこと。

②-2　劣化度Ⅱの塩化物イオン量の増大が生じている状態

・劣化度Ⅱの塩化物イオン量の増大が生じている状態とは、塩化物イオン量が 0.6 kg/ ㎥以上 1.2 kg/ ㎥未満である状態のものを想定している。後述(3)②を参照のこと。

・なお、上記の劣化度Ⅱの基準は「内在塩分」の評価の場合を示しており、評価対象建築物が塩害地域にある場合においては、飛来塩分による塩化物の増加のおそれがあるため、継続的に診断を行うことが重要となる。

③進行性のないひび割れが生じている状態

・進行性のないひび割れが生じている状態とは、後述のひび割れの分類において「進行性のないひび割れ」に分類されるひび割れが生じていることを想定している。

（３）－３　グレードＢ⁻を想定する場合の考え方

Ｂ⁻	**次の①～②のいずれかに該当するもの** **①重大な劣化事象が局所的に顕在化しており、かつ中度の中性化・塩化物イオン量の増大のうち１つ以上が生じている** **②重大な劣化事象は顕在化していないが、中度の中性化・塩化物イオン量の増大が併発している**

上記の評価基準（グレード判定）においては、グレードＢ⁻は、①重大な劣化事象が局所的に顕在化しており、かつ中度の中性化・塩化物イオン量の増大のうち１つ以上が生じている状態、②重大な劣化事象は顕在化していないが、中度の中性化・塩化物イオン量の増大が併発している状態のいずれかである場合を想定している。これらの場合においては、グレードＣに至る可能性が高いと考えられると判断し、グレードＢ⁻とし判定することを想定してる。なお、グレードＢ⁻においては、そのグレード判定において、進行性のないひび割れの程度を問わずに、重度の劣化事象、中性化、塩害の状況によるものとする。

【解説】

①重大な劣化事象が局所的に顕在化しており、かつ中度の中性化・塩化物イオン量の増大のうち１つ以上が生じている状態

・①-1 重大な劣化事象が局所的に顕在化している状態、①-2 中度の中性化又は塩化物イオン量の増大のうち１つ以上が生じている状態を示す。

①-1　重大な劣化事象が局所的に顕在化している状態

・「重大な劣化事象が局所的に顕在化している状態」とは、「鉄筋腐食」、「明らかに中性化又は塩化物イオン量の増大に起因する錆汁を伴うひび割れ」、「明らかに凍害・アルカリ骨材反応に起因する有害なひび割れやコンクリートの欠損・剥落」のいずれかが、局所的に顕在化している状態を示す。

①-2　中度の中性化又は塩化物イオン量の増大のうち１つ以上が生じている状態

・中度の中性化又は塩化物イオン量の増大の状態とは、劣化度Ⅱの中性化が生じている状態、又は劣化度Ⅱの塩化物イオン量の増大が生じている状態のうち１つ以上が生じている状態であることを示す。

・具体の判定基準については、前述「ⅲ）-2 グレードＢ＋の考え方」を参照のこと。

②重大な劣化事象は顕在化していないが、中度の中性化・塩化物イオン量の増大が併発している状態

・②-1 重大な劣化事象が顕在化していない状態、②-2 中度の中性化・塩化物イオン量の増大が併発している状態を示す。

②-1　重大な劣化事象が顕在化してない状態

・「重大な劣化事象が顕在化していない状態」とは、躯体内部の潜在的な劣化事象である中性化や塩化物イオン量の増大が要因であることが明らかである、錆汁を伴うひび割れや鉄筋腐食、コンクリートの欠損・剥落が顕在化してない状態を示す。

②-2　中度の中性化・塩化物イオン量の増大が生じている状態

・中度の中性化・塩化物イオン量の増大が併発している状態とは、劣化度Ⅱ中性化・塩化物イオン量の増大が併発している状態であることを示す。

・具体の判定基準については、前述「ⅲ）-2 グレードＢ＋の考え方」を参照のこと。

（4）グレードCの考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードCを以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードCの評価基準（グレード判定）

C	**次の①～②のいずれかに該当するもの** **①重大な劣化事象が比較的広い範囲に渡って顕在化している** **②重度の中性化又は塩化物イオン量の増大が生じている** **③重大な劣化事象が局所的に発生しており、かつ、中度の中性化・塩化物イオン量の増大及び進行性のないひび割れが併発している**

上記の評価基準（グレード判定）においてグレードCは、①重大な劣化事象が比較的広い範囲に渡って顕在化している状態、②重度の中性化又は塩化物イオン量の増大が生じている状態など、その他の劣化事象の状態に係らず特定の劣化事象の程度のみで判定するものと、③重大な劣化事象が局所的に発生しており、かつ、中度の中性化・塩化物イオン量の増大及び進行性のないひび割れが併発している状態といったように、複数の劣化事象の程度を総合的に判定するものの２つがある。

①の重大な劣化事象が比較的広い範囲に渡って顕在化している状態においては、当該劣化事象が生じていること自体が躯体のクリティカルな状態であることが考えられることから、グレードCとして判定することを想定している。

②の重度の中性化又は塩化物イオン量の増大が生じている状態においては、重大な劣化事象が評価時点においては局所的に顕在化している又は顕在化していない状態ではあるが、躯体内部の潜在的な劣化事象としての中性化又は塩化物イオン量の増大が重度の状態であることから、躯体がクリティカルな状態に至る危険性が極めて高いことからグレードCとして判定することを想定している。

③重大な劣化事象が局所的に発生しており、かつ、中度の中性化・塩化物イオン量の増大及び進行性のないひび割れが併発している状態においては、潜在的な劣化事象である中性化塩が及び進行性のないひび割れが併発しており、かつ、重大な劣化事象が将来的に広い範囲で顕在化する可能性が高いことからグレードCとして判定することを想定している。

なお、グレードCにおいては、そのグレード判定において、進行性のないひび割れの程度を問わずに、重度の劣化事象、中性化、塩化物イオン量の増大の状況によるものとする。

【解説】

①重大な劣化事象が比較的広い範囲に渡って顕在化している状態

・「重大な劣化事象が比較的広い範囲に渡って顕在化している状態」とは、「鉄筋腐食」、「明らかに中性化又は塩化物イオン量の増大に起因する錆汁を伴うひび割れ」、「明らかに凍害・アルカリ骨材反応に起因する有害なひび割れやコンクリートの欠損・剥落」のいずれかが、比較的広い範囲に渡って顕在化している状態を示す。

②重大な劣化事象が局所的に顕在化している状態

・「重大な劣化事象が局所的に顕在化している状態」とは、「明らかに中性化又は塩害に起因するひび割れ（錆汁を伴う）や鉄筋腐食」又は、「明らかに凍害又はアルカリ骨材反応に起因するひび割れやコンクリートの欠損・剥落」のいずれかが、局所的に顕在化している状態を示す。

③重度の中性化又は塩化物イオン量の増大が生じている状態

・重度の中性化又は塩化物イオン量の増大の状態とは、③-1 劣化度Ⅲの中性化が生じている状態、又は③-2 劣化度Ⅲの塩化物イオン量の増大が生じている状態を示す。

③-1　劣化度Ⅲの中性化が生じている状態

・劣化度Ⅲの中性化が生じている状態とは、中性化深さ、中性化速度のいずれもが重度の状態のもの、または中性化深さ、中性化速度が重度の状態のものを想定している。中性化の区分の具体の判定方法等については、後述(3)①を参照のこと。

③-2　劣化度Ⅲの塩化物イオン量の増大が生じている状態

・劣化度Ⅲの塩化物イオン量の増大が生じている状態とは、限界塩化物イオン量 1.2 kg/ ㎥以上である状態のものを想定している。後述(3)②を参照のこと。

④中度の中性化又は塩化物イオン量の増大が生じている状態

・中度の中性化又は塩害の状態とは、④-1 劣化度Ⅱの中性化が生じている状態、又は④-2 劣化度Ⅱの塩害が生じている状態を示す。

④-1　劣化度Ⅱの中性化が生じている状態

・劣化度Ⅱの中性化が生じている状態とは、中性化深さ、中性化速度のいずれもが中度の状態のもの、または中性化深さは軽度であるが、中性化速度が重度（速い）の状態のものを想定している。中性化の区分の具体の判定方法等については、後述(3)①を参照のこと。

④-2　劣化度Ⅱの塩化物イオン量の増大が生じている状態

・劣化度Ⅱの塩化物イオン量の増大が生じている状態とは、塩化物イオン量が 0.6 kg/ ㎥以上 1.2 kg/ ㎥未満である状態のものを想定している。後述(3)②を参照のこと。
・なお、上記の劣化度Ⅱの基準は「内在塩分」の評価の場合を示しており、評価対象建築物が塩害地域にある場合においては、飛来塩分による塩化物の増加のおそれがあるため、継続的に診断を行うことが重要となる。

２）グレード判定にあたっての数値基準及び調査・診断方法の解説

（１）重大な劣化事象の顕在化している範囲の調査・診断方法

重大な劣化事象の顕在化している範囲は、目視調査によることを原則とする。調査の基本的な方法は参考表 2.8 のとおりである。

参考表 2.8　重大な劣化事象の調査・診断方法

〇調査方法	・目視調査
〇調査対象部位・範囲	・目視で確認できる範囲内の柱、梁、外壁、スラブなどの建物の主要構造部分を対象とする。 ・原則として共用部分とし、専有部分については依頼のある場合にのみ行う。
〇その他	・調査は原則として仕上げ材を撤去しない範囲で行う。

なお、重大な劣化事象の顕在化している範囲の具体的な基準については、第２次耐震診断法における、躯体の部位ごとに生じている構造ひび割れ・変形及び変質・老朽化の発生範囲による、建物評価における点数表示の仕組みを参考とすることを想定する。ここで示されている点数表示の仕組みを参考として、本評価基準における重大な劣化事象の発生範囲の３段階の区分の具体の基準を設定することを検討する。

①第２次耐震診断法における建物の点数表示について

第２次耐震診断法においては、発生している劣化事象ごとに、その生じている部位とその発生範囲により減点数を設定している。

②劣化事象の発生部位・発生範囲ごとのレベル設定

前項で示している劣化事象の発生部位・発生範囲ごとの減点数を、劣化事象のレベルとして以下のとおりに換算し、そのレベルごとに発生部位・発生範囲を再整理し、各レベルのどの段階が、評価基準における重大な劣化事象の発生範囲の３段階に該当するかを検討する。

参考表 2.9　構造ひび割れ・変形及び変質・老朽化の発生部位と発生範囲によるレベルの設定

発生部位	発生範囲	レベル
床・小梁	総床数の 1/3 以上	4
	総床数の 1/3～1/9	3
	総床数の 1/9 未満	2
	0※	1
大梁	建物 1 方向につき総部材数の 1/3 以上	5
	建物 1 方向につき総部材数の 1/3～1/9	4
	建物 1 方向につき総部材数の 1/9 未満	3
	0※	1
柱・壁	総部材数の 1/3 以上	6
	総部材数の 1/3～1/9	5
	総部材数の 1/9 未満	4
	0※	1

※面積・総部材が 0 のもので、建物の保全状態が極めて良好と認められるもの

レベルごとに発生部位、範囲を整理

レベル	発生部位※	発生範囲
6	柱・壁	総部材数の 1/3 以上
5	大梁	建物 1 方向につき総部材数の 1/3 以上
	柱・壁	総部材数の 1/3～1/9
4	床・小梁	総床数の 1/3 以上
	大梁	建物 1 方向につき総部材数の 1/3～1/9
	柱・壁	総部材数の 1/9 未満
3	床・小梁	総床数の 1/3～1/9
	大梁	建物 1 方向につき総部材数の 1/9 未満
2	床・小梁	総床数の 1/9 未満
1	－	0

比較的広い範囲に顕在化している

局所的に顕在化している

顕在化していない

（２）中性化の数値基準及び調査・診断方法

①中性化の数値基準

コンクリートが中性化すると、鉄筋が腐食してコンクリートにひび割れや剥離、剥落が生じ、さらに構造耐力の低下につながるおそれがある。中性化深さの測定は、「コア採取法」、「小径コア採取法」、「ドリル削孔法」、「はつりによる方法」があるが、中性化深さの調査のみを行う場合は「ドリル削孔法」を標準とする。

中性化による劣化度については、「既存マンション躯体の劣化度調査・診断技術マニュアル、独立行政法人建築研究所、(財)住宅リフォーム・紛争処理支援センター、平成 14 年 3 月」に基準が示されている。

これによると、中性化深さの調査結果は、参考表 2.10 に示す中性化深さの測定値による区分及び参考表 2.11 に示す中性化速度の区分を組み合わせて、参考表 2.12 に示す３段階の区分で評価することとする。

参考表 2.10　中性化深さの測定値による区分

測定値による区分	区分の基準（中性化深さ（㎜））	
	屋外･土に接する部分	屋内
Ａ１	測定値＜0.5D	測定値＜0.7D
Ａ２	0.5D≦測定値＜0.7D	0.7D≦測定値＜D＋20
Ａ３	0.7D≦測定値	D+20≦測定値

D：測定したかぶり厚さの最小値、あるいは設計時の最小かぶり厚さ（設計図書に示されていない場合は日本建築学会 JASS5 による）

参考表 2.11　中性化速度による区分

中性化速度による区分	区分の規準（A:中性化速度係数（㎜/√年））注)
Ｂ１	A＜1.0（A＜2.0）
Ｂ２	1.0≦A＜2.0（2.0≦A＜4.0）
Ｂ３	A≧2.0　（A≧4.0）

A：中性化速度係数（㎜/√年）
注）ただし、雨がかりのない部位の場合は、カッコ内の値を参考とする

$$A=\frac{C}{\sqrt{t}}$$

C：測定した中性化深さの平均値（㎜）
t：建築後の経過年数（年）

参考表 2.12　中性化による劣化度の区分

中性化速度による区分 ＼ 中性化深さの測定値による区分	Ａ１	Ａ２	Ａ３
Ｂ１	Ⅰ	Ⅰ	Ⅲ
Ｂ２	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
Ｂ３	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ

劣化度の区分：Ⅰ･･･軽度、Ⅱ･･･中度、Ⅲ･･･重度

【参考】既存マンション躯体の劣化度調査・診断技術マニュアル、独立行政法人建築研究所、(財)住宅リフォーム・紛争処理支援センター、平成 14 年 3 月

②中性化の調査・診断方法

具体の中性化の調査・診断方法としては、前述のように「ドリル削孔法」、「コア採取法」、「小径コア採取法」、「はつり調査法」があり、その調査対象部位、及び調査範囲は参考表 2.13 のとおりである。

参考表 2.13　中性化の調査・診断方法

○調査方法	・コア採取法 ・はつり調査法 ⇒コンクリートの中性化深さの測定方法（JIS A 1152）に基づくこと
○調査対象部位・範囲	・柱、梁、外壁、スラブなど、建物の主要構造部分を対象 ・外壁において、対象建物を代表する仕上げの箇所 ・最も劣化が進行していると予想される箇所 ・原則として共用部分とし、専有部分については依頼のある場合にのみ行う。
○サンプル数	・理想は、コンクリート強度が変わる箇所ごとに３本程度 （高層の場合、上層階ほど Fc が小さく、水セメント比が大きい傾向があるため）
○備考	・中性化深さとその経年変化（中性化速度）により診断を行う。

（３）塩化物イオン量の数値基準及び調査・診断方法

①塩化物イオン量の数値基準

コンクリート中の塩化物イオンは、鉄筋を腐食させ、コンクリート構造物を劣化させる要因となる。

塩化物イオン量の分析には、「コア採取法」で採取したサンプルを微粉砕した試料や、「ドリル削孔法」で採取した試料を、希硝酸を用いて分解し全塩化物イオン量を測定することが基本である。分析方法は、日本コンクリート工学協会：「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法（JIS A 1154）」に従う。

塩害の評価にあったては、躯体コンクリート中の塩化物イオン量によって、参考表 2.14 に示す評価を行う。

参考表 2.14　塩害（躯体コンクリート中の塩化物イオン量）の劣化度の区分

劣化度	評価
Ⅰ	塩化物イオン量が 0.6 kg/ m^3 未満
Ⅱ	塩化物イオン量が 0.6 kg/m^3 以上 1.2 kg/m^3 未満
Ⅲ	限界塩化物イオン量 1.2 kg/m^3 以上である。

【参考】既存マンション躯体の劣化度調査・診断技術マニュアル、独立行政法人建築研究所、(財)住宅リフォーム・紛争処理支援センター、平成 14 年 3 月

なお、上表の劣化度の区分は「内在塩分」の評価を主に想定している。このため、飛来塩分による塩化物の増加のおそれがある塩害地域の場合については、現状において劣化度Ⅰ・Ⅱの場合でも継続的な診断が必要となることに留意する必要がある。

②塩化物イオン量の調査・診断方法

具体の塩化物イオン量の調査・診断方法としては、前述のように「コア採取法」、「ドリル削孔法」があり、その調査対象部位、及び調査範囲は参考表 2.15 のとおりである。

参考表 2.15　重大な劣化事象の調査・診断方法

○調査方法	・コア採取法 ・ドリル削孔法 ⇒硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法（JIS A 1154）に基づくこと
○調査対象部位・範囲	・共用部分を対象とする。 ・コンクリート中に塩化物が含まれている可能性がある場合は、雨水の当たらない箇所、飛来塩分による塩化物の増加の可能性がある場合は、塩化物が最も飛来する箇所とする。
○サンプル数	・調査対象の既存共同住宅を代表し、最も塩化物イオンの影響を受けていると考えられる１箇所を選択する。 ・鉄筋に沿ったひび割れや錆汁等の劣化症状が見られる場合には、その周辺よりサンプルを採取することが望ましい
○採取する深さ	・サンプルを採取する深さは、設計かぶり厚さから１cm 程度深い位置、又は実測の鉄筋かぶり厚さとする。
○備考	・塩化物イオン量：0.6kg/ m^3 を基準とする。

（４）ひび割れの分類

評価基準のグレード判定フローに示すように、重大な劣化事象に含まれる進行性のある有害なひび割れと、その発生要因又は促進要因となる潜在的な劣化事象となる進行性のないひび割れに分類される。ここでは、ひび割れをその発生要因・発生パターンから、「有害なひび割れ」と「進行性のないひび割れ」に分類する。

ひび割れの発生要因を整理すると参考表 2.16 のようになる。これをもとに、顕在化している重大な劣化事象に分類される「有害なひび割れ」の発生要因と発生パターンを整理したのが参考表 2.17、潜在的な劣化事象に分類される「進行性のないひび割れ」の発生要因と発生パターンを整理したのが参考表 2.18 である。

参考表 2.16　ひび割れの発生要因の一覧

大項目	中項目	小項目	ひび割れの発生要因
Ａ．材料によるもの	使用材料	セメント	セメントの異常凝結
			セメントの水和熱
			セメントの異常膨張
		骨材	骨材に含まれている泥分
			低品質な骨材
			反応性骨材
	コンクリート		コンクリートの中の塩化物
			コンクリートの沈下・ブリージング
			コンクリートの乾燥収縮
Ｂ．施工不良によるもの	コンクリート	練りまぜ	混和材料の不均一な分散
			長時間の練り混ぜ
		運搬	ポンプ圧送時の配合の変更
		打込み	不適当な打込み順序
			急速な打込み
		締固め	不十分な締固め
		養生	硬化前の振動や積荷
			初期養生中の急激な乾燥
			初期凍害
		打継ぎ	不適当な打継ぎ処理
	鉄筋	配筋	配筋の乱れ
			かぶり厚さの不足
	型わく	型わく	型わくのはらみ
			漏水（型わくからの、路盤への）
			型わくの早期除去
		支保工	支保工の沈下
Ｃ．使用・環境によるもの	物理的	温度・湿度	環境温度・湿度の変化
			部材両面の温度・湿度の差
			凍結融解の繰り返し
			火災
			表面加熱
	化学的	化学作用	酸・塩類の化学作用
			中性化による内部鉄筋の錆
			侵入塩化物による内部鉄筋の錆
Ｄ．構造・外力によるもの	荷重	永久荷重・長期荷重	設計荷重以内の永久荷重・長期荷重
			設計荷重を超える永久荷重・長期荷重
		動的荷重・短期荷重	設計荷重以内の動的荷重・短期荷重
			設計荷重を超える動的荷重・短期荷重
	構造設計		断面・鉄筋量不足
	支持条件		構造物の不同沈下
			凍上

【参考】コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針／日本コンクリート工学協会／1997 年 5 月　をもとに作成

参考表 2.17　顕在化している重大な劣化事象に分類される「有害なひび割れ」

A．材料によるもの

ひび割れの発生要因			発生パターン
使用材料	骨材	反応性骨材	・柱・梁などで軸方向鉄筋の位置にあまり関係なく、材軸方向にほぼ平行にひび割れ（柱野中心部に縦方向に卓越したひび割れ、梁中心部に水平方向に卓越したひび割れ）が発生する。 ・壁・擁壁などでは方向性のないマップ状に現れる。
コンクリート		コンクリートの中の塩化物	－

B．施工不良によるもの

ひび割れの発生要因			発生パターン
コンクリート	養生	初期凍害	－
鉄筋	配筋	配筋の乱れ	－
		かぶり厚さの不足	－

C．使用・環境によるもの

ひび割れの発生要因			発生パターン
物理的	温度・湿度	凍結融解の繰り返し	・隅角部や水平ジョイント部の斜めひびわれや長手方向のひび割れ、スケーリング等が特徴。 ・外部に面した柱や梁等の部材に亀甲状のひび割れが生じる。 ・笠木の長手方向（水平方向）に直線上のひび割れが現れることもある。
		火災・表面加熱	・急激な温度上昇と乾燥により網目状の細かなひび割れが生じる。 ・柱、梁にはほぼ等間隔の太めのひび割れが生じる。 ・部分的に爆裂して剥落することもある。
化学的	化学作用	酸･塩類の化学作用	・コンクリート表面が酸・塩類の化学作用で侵され、鉄筋位置にひび割れが発生し、コンクリート表面が剥落することもある。 ・露出した鉄筋のさび方がはなはだしい。
		中性化による内部鉄筋の錆	・かぶり厚さ不足が原因の場合、柱では帯筋に沿って水平方向に、梁にはあばら筋に沿って垂直方向にひび割れ、剥離が生じる。 ・鉄筋腐食によるひび割れは、かぶり厚さが小さい部分では、コンクリートの剥離、鉄筋の露出を伴うことが多い。 ・柱頭部や柱脚部で、鉄筋が片寄ってかぶり厚さ不足となった場合は、柱頭部や柱脚部にひび割れ、剥離が生じる。 ・コンクリート中に塩化物を多量に含んでいる場合、柱や梁の主筋に沿って、柱では垂直方向に、梁では水平方向にひび割れが生じる。 ・スラブの下端筋のかぶり厚さが小さい場合や塩化物を含む場合は、スラブ下面に下端筋に沿ってひび割れが生じる。 ・バルコニーや庇の下端は水切り部分でかぶり厚さ不足になりやすいため、鉄筋腐食によるひび割れが生じ、浮きを伴うことも多い。
		侵入塩化物による内部鉄筋の錆	

D．構造・外力によるもの

ひび割れの発生要因			発生パターン
荷重	永久荷重・長期荷重	設計荷重以内の永久荷重・長期荷重	・通常、曲げモーメントを受ける部分には微細なひび割れ（幅 0.1 ㎜～0.2 ㎜）は発生するが、0.2 ㎜を超えるひび割れ幅の場合や、せん断力に起因するひび割れの場合は異常であり、詳細な検討が必要。 ・地震時には、柱に柱頭部の曲げひび割れ、斜め方向にせん断ひび割れ、主筋に沿った付着ひび割れが生じることが多く見られる。 ・曲げモーメントを受ける梁では、微細なひび割れは許容されているが、不同沈下や地震時にせん断力を受けた場合は、梁に斜めに大きな幅のひび割れが生じることがある。 ・スラブの大たわみによる曲げひび割れの場合は、スラブ上面では梁に接する四周部に円弧状にひび割れが、スラブ下面では対角線状にひび割れが生じる。
		設計荷重を超える永久荷重･長期荷重	
	動的荷重・短期荷重	設計荷重以内の動的荷重・短期荷重	
		設計荷重を超える動的荷重･短期荷重	
構造設計		断面・鉄筋量不足	・材軸方向にほぼ平行にひび割れが発生する。 ・設計図書等から、断面・鉄筋量不足によるものなのか、荷重によるものなのかの検討判断が必要となる。
支持条件		構造物の不同沈下	・ラーメン等の不静定構造物では、支持の不同沈下により、柱と梁の接合部分付近に材軸方向に垂直のひび割れが生じることがある。 ・不同沈下により、大きな壁では逆八形のひび割れが生じることがある。
		凍上	－

【参考】コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針（日本コンクリート工学協会、1997 年 5 月）をもとに類型・整理

参考表 2.18　潜在的な劣化事象に分類される「進行性のないひび割れ」

A．材料によるもの

ひび割れの発生要因			発生パターン
使用材料	セメント	セメントの異常凝結	・短くて、不規則なひび割れが比較的早期に発生する。
		セメントの水和熱	・大きな断面（一辺が 80 ㎝以上）の地中梁、厚い地下壁等に発生しやすい。
		セメントの異常膨張	－
	骨材	骨材に含まれている泥分	・コンクリートの乾燥に伴い、不規則な網目状のひび割れが発生する。
		低品質な骨材	・風化岩や低品質な骨材の場合、ポップアウト状にひび割れが発生する。
コンクリート		コンクリートの沈下・ブリージング	・上端鉄筋上部に発生する。 ・コンクリート打設後１～２時間で鉄筋に沿って発生する。
		コンクリートの乾燥収縮	・材軸に直行する方向にひび割れが発生する。柱の場合は、角に横方向のひび割れが生じる。梁の場合は縦方向にひび割れが生じ、床スラブまで貫通する。 ・柱・梁で周囲を拘束された壁に開口部があると、入隅部に斜めにひび割れが入りやすい。 ・腰壁や垂れ壁には垂直方向のひび割れが入りやすい。 ・大きい壁では、縦に引っ張りひび割れが生じる。また、基礎が固定され上部構造が収縮する大きい壁では、端部に斜めにひび割れが発生する。 ・スラブの場合、乾燥収縮ひび割れは短辺方向と平行方向に入る。

B．施工不良によるもの

ひび割れの発生要因			発生パターン
コンクリート	練りまぜ	混和材料の不均一な分散	・膨張性のものと収縮性のものとがあり、部分的に発生する。
		長時間の練り混ぜ	・運搬時間が長すぎた時などに発生するひび割れで、全面網目状となる。
	運搬	ポンプ圧送時の配合の変更	－
	打込み	不適当な打込み順序	・先に打ったコンクリートと後から打ったコンクリートが十分に一体化しない場合、その部分にひび割れが生じる。
		急速な打込み	・コンクリートの沈降により、沈降部分に発生する。
	締固め	不十分な締固め	－
	養生	硬化前の振動や積荷	－
		初期養生中の急激な乾燥	－
	打継ぎ	不適当な打継ぎ処理	・施工が手際よく進まなかった場合、先に打ったコンクリートがすでに凍結をはじめ、後から打ったコンクリートとの間にひび割れが生じる。 ・施工の不手際でコンクリートの打設時間に間隔があいた場合、コールドジョイントができ、ひび割れが生じる。
型わく	型わく	型わくのはらみ	・型枠のはらみによりひび割れが生じる。
		漏水（型わくからの路盤への）	・柱脚部分にはじゃんかができやすいが、その部分にひび割れが生じる。
		型わくの早期除去	－
	支保工	支保工の沈下	・支保工の沈下により、ひび割れが生じる。

C．使用・環境によるもの

ひび割れの発生要因			発生パターン
物理的	温度・湿度	環境温度・湿度の変化	・屋上部が高温又は高温になり膨張した場合、建物外壁全体としてみた場合、八の字形にひび割れが生じる。 ・屋上部が低温又は乾燥状態になり収縮した場合、建物外壁全体としてみた場合、逆八の字形にひび割れが生じる。 ・屋上の押さえコンリーと熱膨張により、パラペット下に水平方向にひび割れが生じる。
		部材両面の温度・湿度の差	・柱・壁の外側が高温又は高湿、内側が低温又は乾燥の場合、拘束部材間のほぼ中央、または拘束部材隣接部付近の低温又は乾燥側に発生する。 ・繰り返し作用により時間の経過につれて、ひび割れが柱や壁を垂直に貫通することがある。
		表面加熱	－

【参考】コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針（日本コンクリート工学協会、1997 年 5 月）をもとに類型・整理

3）躯体の劣化事象の種別に応じた改修技術

各劣化事象の種別に応じた改修技術を参考表 2.19～参考表 2.25 に示す。

参考表 2.19　鉄筋腐食の改修技術

適用条件	改修技術	備考:改修による技術的効用等
基本的には欠損部の補修と同様	塗布含浸工法	詳細な仕様（防せい処理剤の種類・量、材料の組み合わせ、はつりの程度等）については、劣化の要因、程度によって決定
	表面処理工法	
	充填工法	
	注入工法	
	増し打ち	
	鉄筋の健全化	
	部材補強	

参考表 2.20　ひび割れの改修技術

適用条件	改修技術	備考:改修による技術的効用等
幅 0.2㎜未満のひび割れ	フィラー処理による補修	・不具合部分の補修技術
幅 0.2～0.5㎜のひび割れ	エポキシ樹脂・自動低圧注入処理による補修	・不具合部分の補修技術
幅 0.6㎜以上のひび割れ	エポキシ樹脂・手動式注入処理による補修	・不具合部分の補修技術
幅0.2㎜以上で挙動性のあるひび割れ	Ｕカットシール処理による補修	・不具合部分の補修技術
漏水を伴う又は漏水の恐れのあるひび割れ	浸透性止水処理又はＵカットシール処理による補修	・不具合部分の補修技術 ・構造体の改修により劣化要因が解消され機能回復に繋がる
構造耐力上、補強が必要なひび割れ	構造補強	・不具合部分の補修技術 ・構造体の改修により劣化要因が解消され機能回復に繋がる
その他	シール工法	・不具合部分の補修技術

参考表 2.21　コールドジョイントの改修技術

適用条件	改修技術	備考:改修による技術的効用等
ひび割れの程度（幅等）、挙動、漏水の有無により適宜選択（基本的にはひび割れ補修と同様）	ポリマーセメントモルタル充填工法	・不具合部分の補修技術
	エポキシ樹脂注入工法	・不具合部分の補修技術
	止水材の注入	・不具合部分の補修技術 ・雨水の浸入が遮断され、今後の劣化進行抑止に繋がる
	Ｕカットシール材充填工法	・不具合部分の補修技術

参考表 2.22　ジャンカの改修技術

適用条件	改修技術	備考:改修による技術的効用等
コールドジョイント周りでのジャンカの発生の場合	中性化抑止材を塗布・浸透させた後、無収縮モルタル圧入	・不具合部分の補修技術 ・劣化要因が解消され機能回復 ・今後の劣化進行抑止に繋がる
上記以外	無収縮モルタル圧入工法	・不具合部分の補修技術

参考表 2.23　中性化の改修技術

適用条件	改修技術	備考:改修による技術的効用等
中性化の程度が大きく、劣化現象が生じている場合（劣化現象の補修とあわせて実施（部分的な補修に適用））	アルカリ性の付与による中性化抑止	・アルカリ性の付与によりにより劣化要因が解消され機能回復 ・今後の劣化進行抑止に繋がる
鉄筋位置まで中性化が進行している場合、中性化による劣化現象が生じている場合（比較的大規模・面的な改修）	電気化学的再アルカリ工法	・不具合部分の補修技術 ・再アルカリ化によりにより劣化要因が解消され機能回復 ・今後の劣化進行抑止に繋がる
中性化の程度は大きくなく、劣化現象（鉄筋腐食に伴う欠損・ひび割れ等）も生じていない場合	タイル等高耐久性仕上げの付加・変更	・タイル等により雨水の浸入が遮断され、今後の劣化進行抑止に繋がるほか、耐久性向上にも繋がる
一定程度の中性化は進んでいるが、劣化現象を生じていない場合	表面処理剤の塗布	・雨水の浸入が遮断され、今後の劣化進行抑止に繋がる
かぶり厚さが不足している場合や供用期間の延伸（耐久性の向上）等を期待する場合	かぶり厚の増し打ち	・モルタル等により雨水の浸入が遮断され、今後の劣化進行抑止に繋がるほか、耐久性向上にも繋がる

参考表 2.24　塩害の改修技術

適用条件	改修技術	備考:改修による技術的効用等
塩害が懸念されるが、劣化現象を生じていない場合（予防的措置）	表面被覆工法（透水性の小さい塗材等による被覆）	
飛来塩分による塩害で、劣化現象が生じている場合	脱塩工法	・脱塩により劣化要因が解消され機能回復 ・今後の劣化進行抑止に繋がる
内在塩分による塩害で、劣化現象が生じている場合	最適な技術がない（現実的には表面被覆の頻度を上げる等で対応）	・雨水の浸入が遮断され、今後の劣化進行抑止に繋がる

参考表 2.25　欠損の改修技術

適用条件	改修技術	備考:改修による技術的効用等
補修箇所、大きさ等により適宜選択（補修箇所が比較的小さい場合や天井面等の補修や劣化の要因がない（単純な欠損部充填）の場合にはエポキシ樹脂モルタルが使用される場合が多い）	ポリマーセメントモルタル充填工法	・不具合部分の補修技術
	エポキシ樹脂モルタル充填工法	・不具合部分の補修技術
欠損が広範にわたって著しい場合	（モルタル）塗替え工法	・不具合部分の補修技術
鉄筋腐食を伴う場合	欠損部の充填（上記）に加え、鉄筋の錆落とし等	・不具合部分の補修技術 ・鉄筋の錆落とし等により劣化要因が解消され機能回復に繋がる
鉄筋腐食を伴う場合（中性化が主な要因）	上記（欠損部充填、錆落とし）に加え、アルカリ性付加（回復）のための処理（亜硝酸リチウム等による防せい処理）	・不具合部分の補修技術 ・防せい処理等により劣化要因が解消され機能回復・今後の劣化進行抑止に繋がる
鉄筋腐食を伴う場合（塩害が主な要因）	上記（欠損部充填、錆落とし）に加え、防せい処理（亜硝酸リチウム等による防せい処理）	・不具合部分の補修技術 ・防せい処理等により劣化要因が解消され機能回復・今後の劣化進行抑止に繋がる

2.2　仕上げ材の劣化

2.2.1　評価基準の設定の基本的考え方

1）評価すべき仕上げ材の劣化の部位の整理

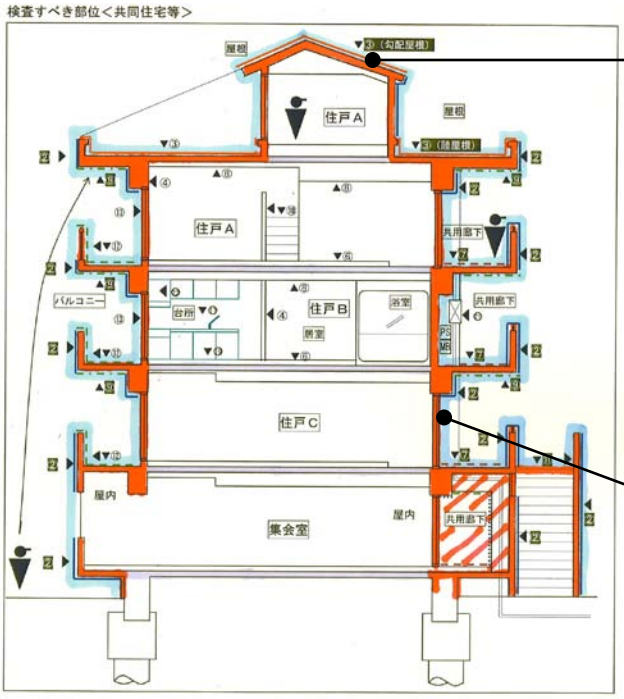
仕上げ材の劣化の評価基準は、特に既存の住宅性能表示制度の現況検査で確認する特定劣化事象の部位に、その劣化事象等の有無を確認することが考えられる。

当評価基準における既存共同住宅における検査部位は、参考表 2.26 及び参考図 2.5 に示すように、①基礎のうち屋外に面する部分、②壁、柱、梁及び基礎のうち屋外に面する部分、③屋根、④壁、柱及び梁のうちは区内に面する部分、⑤床、⑥天井及び軒裏、⑦階段などの共用部分を対象とする。

なお、参考図 2.5 に示す検査すべき部位ごとに生じている仕上げ材の劣化に対しては、その程度に応じた改修技術を適用する必要があり、これについては、昨年度整理した診断・改修技術のパッケージ化による整理によるものとする。

参考表 2.26　共同住宅等における検査すべき部位等

○調査方法	・目視調査
○調査対象部位・範囲	①基礎のうち屋外に面する部分 ②壁、柱、梁及び基礎のうち屋外に面する部分 ③屋根 ④壁、柱、梁のうち屋内に面する部分（共用部分） ⑤床（共用部分） ⑥天井及び軒裏（共用部分） ⑦階段（共用部分）
○その他	・調査は原則として仕上げ材を撤去しない範囲で行う。



参考図 2.5　検査すべき部位

①屋根における調査・診断、改修技術のパッケージ一覧



②外壁における調査・診断、改修技術のパッケージ一覧

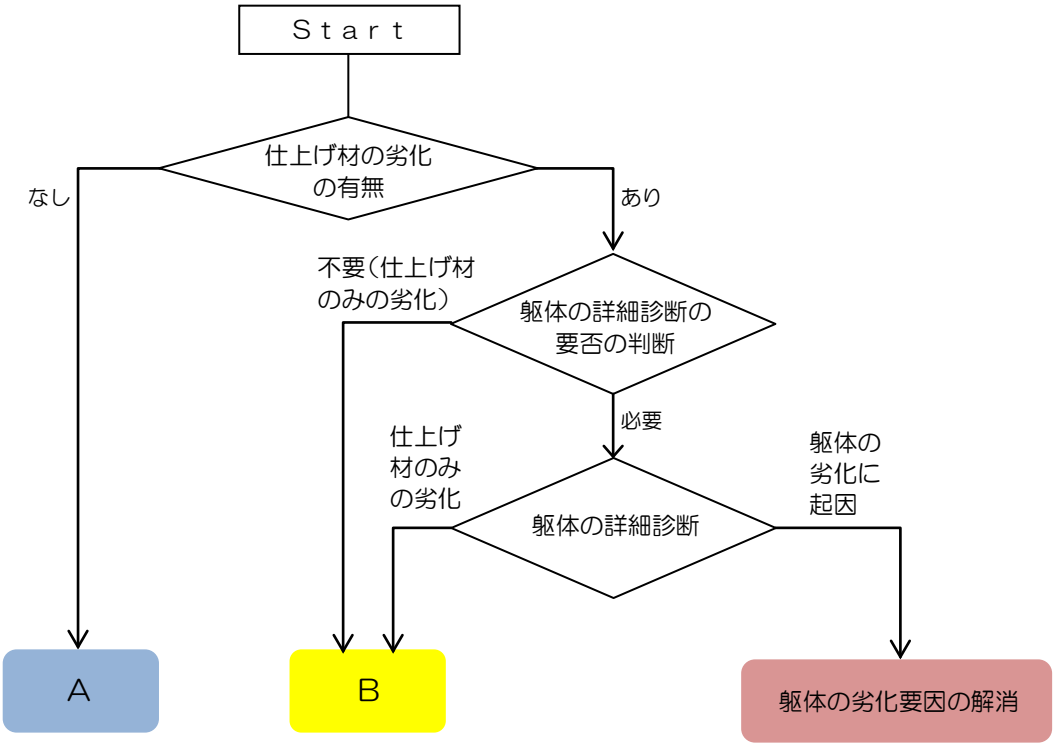


2）評価基準におけるグレード判定の考え方

仕上げ材の劣化の評価基準におけるグレード判定の考え方を参考図 2.6 に示す。

仕上げ材は躯体と異なり、生じている劣化が直接的に躯体性能を低減させることはないが、仕上げ材の劣化が躯体の劣化の進行を促進する等の影響を及ぼすことが考えられる。また、仕上げ材については、劣化している場合にその補修・改修をすることにより、その性能自体は回復すると考えられる。一方で、仕上げ材の劣化においては、その要因が躯体に起因することも考えられ、その場合は躯体の劣化要因の解消を図った上で、仕上げ材の補修・改修をすることが重要となる。

そのため、仕上げ材の劣化においては、まず劣化の有無を判断し、劣化がない状態をグレードＡとし、劣化が生じている場合においては、躯体の詳細診断の要否の判断を行い、その要因が躯体に起因するものであるかの判定をする。仕上げ材の劣化が、躯体に起因するものでない場合をグレードＢ、躯体に起因する場合は、躯体の詳細調査を行うこととする。



参考図 2.6　「仕上げ材の劣化」の評価基準のグレード判定フロー

2.2.2　評価基準（グレード判定）

前項でのグレード判定の考え方を踏まえて、「仕上げ材の劣化」についての評価基準を参考表2.27のとおり設定する。グレードA、B、Cの具体の基準は、次項の「2.2.3　解説」によるものとする。

なお、仕上げ材の劣化が認められる場合は詳細調査を行い、その要因が躯体である場合にはその解消を図ることとする。

参考表 2.27　「仕上げ材の劣化」の評価基準（グレード判定）

	グレードA	グレードB		要因の解消	
			リスク		リスク
劣化の有無とその対策(仕上げ材)	仕上げ材が劣化していないこと	躯体の劣化を要因としない仕上げ材の劣化が生じていること	⇒放置した場合に、仕上げ材の落下等の危険性あり ⇒放置した場合に、躯体の劣化を促進する危険性あり	仕上げ材の劣化の要因となる躯体の劣化を解消することが求められる。	⇒仕上げ材の落下当の危険性あり ⇒躯体の劣化を促進する危険性あり

2.2.3　解説

解説では、前項で示した評価基準の各グレードで想定される当該既存共同住宅のイメージ、グレード判定の根拠となる数値基準及びグレード判定のための調査・診断手法を示す。

1）グレードの考え方と想定する当該既存共同住宅のイメージ

（1）グレードAの考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードAを以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードAの評価基準（グレード判定）

A	仕上げ材が劣化していないこと

上記の評価基準（グレード判定）においてグレードAは、当該共同住宅において①仕上げ材が劣化していない状態であることを示す。

【解説】

①仕上げ材が劣化していない状態

・「仕上げ材が劣化していない状態」とは、参考表2.28で示すような仕上げ材における劣化事象が生じていない状態を示す。

（２）グレードＢの考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードＢを以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードＢの評価基準（グレード判定）

Ｂ	躯体の劣化を要因としない仕上げ材の劣化が生じていること

上記の評価基準（グレード判定）においてグレードＢは、当該共同住宅の仕上げ材の劣化においては、躯体の劣化を要因とする場合が想定される。そのため、仕上げ材の劣化が認められた場合においては、その劣化が単純な仕上げ材の劣化であることを明らかにする必要がある。以上より、ここではグレードＢは、①躯体の劣化を要因としない仕上げ材の劣化が生じている状態を示す。

【解説】

①躯体の劣化を要因としない仕上げ材の劣化が生じている状態

・「躯体の劣化を要因としない仕上げ材の劣化が生じている状態」とは、参考表 2.4 で示すような仕上げ材における劣化事象が生じている状態を示す。

・なお、調査・診断においては、原則とし目視による調査を原則とするが、その調査の結果が以下のような場合においては、躯体性能の評価を「2.1　躯体の劣化」の評価基準の中でグレードを判定することとする。

〇以下のような著しい劣化事象が生じている場合

・鉄筋腐食

・明らかに中性化又は　塩化物イオン量の増大に起因する錆汁を伴うひび割れ

・明らかに凍害・アルカリ骨材反応に起因する有害なひび割れやコンクリートの欠損・剥落

〇仕上げ材の劣化が躯体に起因するものであると判断される場合

２）グレード判定にあたっての数値基準及び調査・診断方法の解説

仕上げ材の劣化事象の一覧と、それに応じた調査･診断方法の対応関係を参考表 2.28 に示す。

参考表 2.28　仕上げ材の劣化事象と診断技術の一覧

部位・仕上げ等		診断技術	劣化事象	劣化の程度	劣化の程度による改修の範囲の考え方（■：躯体の詳細診断が必要　○：仕上げ材のみの補修・改修が必要）	改修の考え方
塗り仕上げ	モルタル等	目視・クラックスケール	ひび割れ	・ひび割れ幅 0.2 ㎜以上でひび割れからの漏水有り又は周辺モルタルに一箇所あたり浮き面積 0.25 ㎡以上の浮きがある場合	■	・構造体の改修により劣化要因を解消することが必要
				・ひび割れ幅 0.2 ㎜以上で漏水無しかつ周辺モルタルの浮きが無い場合	○	
				・ひび割れ幅 0.2 ㎜未満の場合	○	・ひび割れの挙動の有無によって材料選択に注意が求められる場合あり
		目視・テストハンマー	欠損	・構造耐力に関しない程度の構造体のコンクリートの劣化を含む剥落欠損で浅い欠損の場合 ・モルタルの構造体のコンクリート面からの欠損（漏水の有無は問わず） ・モルタル表面のはがれが切片状に生じた浅い欠損 ・欠損が広範にわたって著しい場合	○	
				・構造体のコンクリートの劣化を含む剥落欠損で構造耐力に関するコンクリートの劣化がみられる場合	■	・構造体の改修により劣化要因を解消することが必要
		目視、はつり調査、自然電位法等	鉄筋の発錆・露出（ポップアウト）	―	■	・構造体の改修・鉄筋の防錆処理により劣化要因を解消することが必要
		目視	浮き、剥落、剥がれ	・通常レベルの打撃力によって剥落するおそれのあるモルタルの浮き（浮き面積問わず） ・通常レベルの打撃力によって剥落するおそれのないモルタルの浮きが一箇所の面積 0.25 ㎡以上でみられ、剥落防止及び耐久性確保が求められる場合で、かつ浮き代 1.0 ㎜超の場合 ・通常レベルの打撃力によって剥落するおそれのないモルタルの浮きが一箇所の面積 0.25 ㎡以上でみられ、かつ浮き代 1.0 ㎜超の場合 ・通常レベルの打撃力によって剥落するおそれのないモルタルの浮きが一箇所の面積 0.25 ㎡以上でみられ、剥落防止のみが求められる場合 ・通常レベルの打撃力によって剥落するおそれのないモルタルの浮きが一箇所の面積 0.25 ㎡未満でみられる場合、もしくは一箇所の面積 0.25 ㎡以上でみられ、かつ浮き代 1.0 ㎜以下の場合	○	
				・構造体のコンクリートの劣化を含めての浮き	■	・構造体の改修により劣化要因を解消することが必要
貼り仕上げ	塗装仕上げ	目視	割れ、ふくれ、はがれ、汚れ、変退色、光沢度低下、摩耗（下地の露出）、白亜化（粉状物）	・塗膜表面のみの劣化の場合（汚れ、変退色、光沢度低下、白亜化、摩耗、エフロレッセンス） ・塗膜の層内部からの劣化の場合（単層：ふくれ・はがれ、割れ／複層：主材・トップコートのふくれ・はがれ、割れ）	○	・全面再塗装を行えば雨水等の劣化要因の進行抑止に繋がる ・既存よりも塗装材のグレードアップを行えば、耐久性等の機能向上に繋がる
	タイル	目視、打診法等	タイルの全般的な劣化・損傷	・劣化・損傷が広範囲にわたって著しい場合	○	・タイルの改修により止水機能を回復させることが必要
			タイルの欠損	・構造耐力に関しない構造体のコンクリートの劣化を含む剥落欠損で下地モルタルを含む欠損 ・タイル陶片の剥落欠損、タイル張り仕上げの剥落欠損で下地モルタルの補修を要する欠損	○	・タイルの改修により止水機能を回復させることが必要 ・下地モルタルの改修により雨水浸入等の抑止をすることが必要
				・構造耐力に関しない構造体のコンクリートの劣化を含む剥落欠損で下地モルタルの補修を要しない場合 ・（型枠先付け工法の場合：構造耐力に関連しないコンクリートの劣化を含む剥落欠損の場合） ・タイル陶片の剥落欠損、タイル張り仕上げの剥落欠損で下地モルタル等がある場合 ・（型枠先付け工法の場合：タイル陶片の剥落欠損）	○	・タイルの改修により止水機能を回復させることが必要
				・構造耐力に関する構造体のコンクリートの劣化を含む剥落欠損の場合	■	・構造体の改修により劣化要因を解消することが必要
		目視、打診法等	タイルの浮き、剥落、剥がれ	・通常レベルの打撃力により剥落するおそれのあるタイル陶片及びタイル張りの浮きで下地モルタルの補修を要する欠損	○	・タイルの改修により止水機能を回復させることが必要 ・下地モルタルの改修により雨水浸入等の抑止をすることが必要
				・通常レベルの打撃力により剥落するおそれのあるタイル陶片及びタイル張りの浮きで下地モルタル等の補修を要しない場合 ・（型枠先付け工法の場合：通常レベルの打撃力によって剥落するおそれのあるタイル陶片の浮き） ・タイル張り仕上げ層の構造体コンクリートとモルタル間に一箇所あたり浮き面積 0.25 ㎡以上かつ浮き代 1.0 ㎜超の浮きで、剥落防止及び耐久性確保が求められる場合	○	・タイルの改修により止水機能を回復させることが必要 ・耐久性等の機能回復に繋がる
				・タイル張り仕上げ層の構造体コンクリートとモルタル間に一箇所あたり浮き面積 0.25 ㎡以上の浮きで、剥落防止のみが求められる場合 ・タイル張り仕上げ層の構造体コンクリートとモルタル間に一箇所あたり浮き面積 0.25 ㎡未満の浮きの場合 ・タイル張り仕上げ層のタイル陶片のみの浮きの場合 ・（型枠先付け工法の場合：上記以外のタイル陶片の浮き）	○	・タイルの改修により止水機能を回復させることが必要
				・構造体のコンクリートの劣化を含めての浮きの場合 ・タイルの浮きが全面的な場合で長期的な剥落防止効果を期待する場合	■	・構造体の改修により劣化要因を解消することが必要
			タイルのひび割れ	・構造体のコンクリートに達するひび割れを含むタイル陶片のひび割れ（ひび割れ幅は問わず） ・（型枠先付け工法の場合：構造体のコンクリートのひび割れがある場合（ひび割れ幅は問わず） ・構造体のコンクリートに達するひび割れを含まないタイル陶片のひび割れで、ひび割れ幅 0.2 ㎜以上の場合 ・（型枠先付け工法の場合：構造体のコンクリートに達するひび割れを含まない場合でタイル陶片のひび割れ幅 0.2 ㎜以上）	■	・構造体の改修により劣化要因を解消することが必要
	タイル目地	目視	ひび割れ等	・目地のひび割れ幅が 0.2 ㎜以上又は目地の剥落	○	・目地の改修により止水機能を回復させることが必要
	サイディングボード等	目視	割れ、欠損、剥がれ、腐食（金属に限る）	・（交換が必要なぐらい損傷等があった場合）	○	
	石こうボード等	目視	割れ、欠損、剥がれ	・（交換が必要なぐらい損傷等があった場合）	○	
	壁紙等	目視	ひび割れ、欠損	・（交換が必要なぐらい損傷等があった場合）	○	

2.3 設備の劣化

2.3.1 評価基準の設定の基本的考え方

1） 設備の劣化の考え方

設備の劣化の評価基準の基本的な考え方は、仕上げ材の劣化と同様に、劣化の有無を判断し、劣化が認められている場合には、その回復をすることとなる。

ただし、設備の劣化の回復の考え方については、①経年により生じる物理的な老朽化の程度から評価する考え方（物理的老朽化の評価）、②設備更新の観点から評価する考え方（維持管理・更新システムの評価）、③建設時からの物理的な劣化にかかわらず、新たな制度・基準の制定や技術的革新により経年により、保有性能が相対的に陳腐化する性能を評価する考え方（社会的陳腐化の評価）の３つに分類されるものと考えられる。

これらの３つの評価分類を扱う評価基準の項目を参考表 2.29 のとおり整理する。

参考表 2.29 設備の劣化の回復の考え方と対応する目標性能水準の事項

設備の劣化の回復の考え方	対応する目標性能水準の事項
①物理的老朽化の評価 建設時からの経年により生じる設備の物理的な劣化を評価する。	**⇒「劣化の有無とその対策（設備の劣化）」で扱う**
②維持管理・更新システムの評価 設備の維持管理や更新の容易性などの観点から設備のシステムを評価する。	**⇒「維持管理・更新の容易性」で扱う**
③社会的陳腐化の評価 設備においては、①の物理的な老朽化の程度に係らず、各時代における住宅に対する要求性能の向上、法制度に基づく基準の強化、技術革新等により機能・性能が相対的に低下することが考えられる。このように、設備の保有性能の社会的陳腐化を評価する。	**⇒「ニーズ対応」で扱う**

また、設備劣化の回復手段としては、以下のように(ⅰ)補修・更生、(ⅱ)更新（現地取替え）、(ⅲ)新設（再設置を含む）の３種類が考えられる。このうち(ⅰ)及び(ⅱ)については前述の物理的老朽化に係る回復手段と位置付けられると考えられ、一方、(ⅲ)については前述の社会的陳腐化に対する回復の手段として位置付けられると考えられる。

(ⅰ)補修・更生

設備の維持管理レベルでの回復を図るもの

(ⅱ)更新（現地取替え）

設備の維持管理レベルでの回復を図る手段として、設備の更新を行うもの

(ⅲ)新設（再設置を含む）:

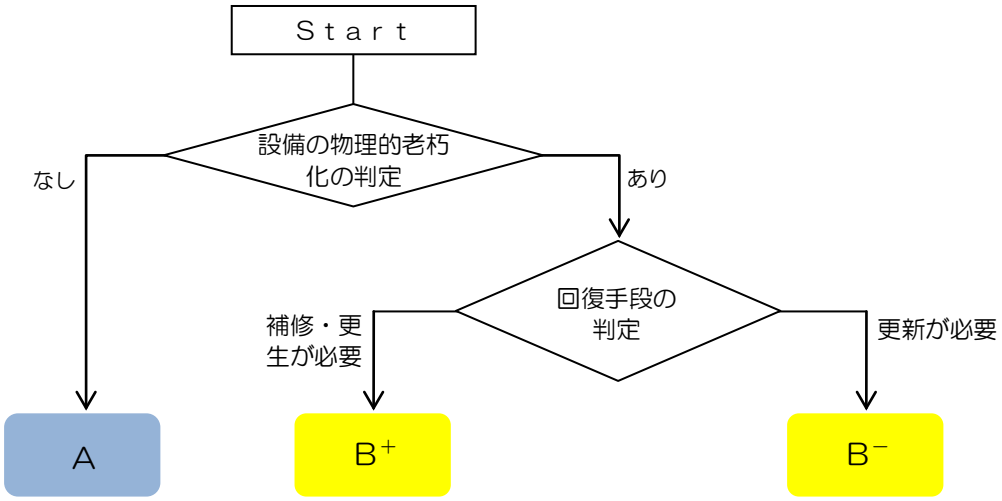
従前にはなかった設備を新たに設置することの他、専用立管の共用部への移設を含む

２）評価基準におけるグレード判定の考え方

ここでは、設備の劣化の評価基準におけるグレードの判定の考え方を参考図 2.7 に示す。

設備の劣化は、仕上げ材の劣化と同様に劣化の有無を判定し、劣化が認められない場合をグレードＡとし、劣化が認められる場合には、回復手段の判定を行うこととする。

回復手段の判定においては、補修・更生といった通常の維持管理レベルでの回復を図ることが可能である場合をグレードＢ$^{+}$、更新をしなければ回復を図ることが不可能である場合をグレードＢ$^{-}$とすることを考えている。なお、設備の劣化においては、基本的に劣化した設備を取り替えることが可能であると考えられることからグレードＣを設定しないものとする。



参考図 2.7　「設備の劣化」の評価基準のグレード判定フロー

2.3.2　評価基準（グレード判定）

前項でのグレード判定の考え方を踏まえて、「設備の劣化」についての評価基準を参考表 2.30 のとおり設定する。なお、グレードＡ、Ｂの具体の基準は、次項の「2.3.3　解説」によるものとする。

参考表 2.30　「設備の劣化」の評価基準（グレード判定）

	グレードA	グレードB		
		B＋	B^{-}	リスク
劣化の有無とその対策（設備）	設備の物理的な劣化がないこと	設備の物理的な劣化に対して補修･更生により回復することが可能であるもの	設備の物理的な劣化に対して更新により回復することが可能であるもの	－

2.3.3　解説

解説では、前項で示した評価基準の各グレードで想定される当該既存共同住宅のイメージ、グレード判定の根拠となる数値基準及びグレード判定のための調査・診断手法を示す。

１）グレードの考え方と想定する当該既存共同住宅のイメージ

（１）グレードＡの考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードＡを以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードＡの評価基準（グレード判定）

Ａ	**設備の物理的な劣化がないこと**

上記の評価基準（グレード判定）においてグレードＡは、当該共同住宅において①設備の物理的な劣化がない状態であることを示す。

【解説】

①設備の物理的な劣化がない状態

・「設備の物理的な劣化がない状態」とは、給水管や排水管の老朽化や赤水、漏水といった参考表 2.31 で示すような物理的な老朽化が生じていない状態を示す。

（２）グレードＢ$^{+}$の考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードＢ$^{+}$を以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードＢ$^{+}$の評価基準（グレード判定）

Ｂ$^{+}$	**設備の物理的な劣化に対して補修・更生により回復することが可能であるもの**

上記の評価基準（グレード判定）においてグレードＢ$^{+}$は、当該共同住宅において、設備の物理的老朽化の程度が比較的軽微であり、①補修・更生により回復することが可能である状態であることを示す。

【解説】

①補修・更生により回復することが可能である状態

・「補修・更生により回復することが可能である状態」とは、参考表 2.32 の各設備の部位ごとに生じる劣化事象が補修・更生として整理されているものを示す。

（3）グレードB⁻の考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードB⁻を以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードB⁻の評価基準（グレード判定）

B⁻	設備の物理的な劣化に対して更新により回復することが可能であるもの

上記の評価基準（グレード判定）においてグレードB⁻は、当該共同住宅において、設備の物理的老朽化の程度が比較的重く、①更新により回復することが求められる状態であることを示す。

【解説】

①更新により回復することが求められる状態

・「更新により回復することが求められる状態」とは、参考表 2.31 で示す各設備の部位ごとに生じる劣化事象が補修・更生として再利されているものを示す。

2）グレード判定にあたっての数値基準及び調査・診断方法の解説

設備の物理的な劣化事象の一覧と、それに応じた調査・診断方法の対応関係を参考表 2.31 に示す。

参考表 2.31　設備の物理的な劣化事象と診断技術の一覧

部位・仕上げ等			診断技術	劣化事象	劣化の程度	劣化の程度による改修の範囲の考え方（■：更新が必要　○：補修・更生が必要）	
							改修の考え方
1. 給水設備	配管類	給水管	目視、非破壊検査、抜管調査	腐食、破損、赤水、漏水	軽微な腐食の場合	○	一定期間の延命が図られる
					経年しているもので赤水・漏水が発生している場合	■	更新による機能回復が求められる。
		管継手周り	目視、非破壊検査、抜管調査	各戸メーター廻り部分の腐食、漏水	異種金属接触腐食（鉛管が使用されている場合）	■	更新による機能回復が求められる
				水栓持ち出し部分の腐食	異種金属接触腐食	○■	更新による機能回復が求められる
				流量障害、水圧障害、機能障害、制御不良	減圧弁、逆止弁、仕切弁等の故障	■	更新による機能回復が求められる
					定水位弁、ボールタップ、電磁弁の故障の場合	■	更新による機能回復が求められる
		配管付属品	目視	外装材の劣化	保温ラッキング材の腐食、破損、欠損	○	
				管の脱落、固定不良	支持金物の腐食	○	
	機器類	受水槽 高置水槽	目視	パネル接合部の強度不足、アンカーの強度不足		○■	更新による機能回復が求められる
				FRP 水槽の劣化、ボルトの腐食、漏水	FRP水槽本体の紫外線による劣化、接合ボルトの腐食、パネル接合部からの漏水	○■	更新による機能回復が求められる
				鋼製架台の腐食	軽微な場合※	○	
				防虫網の破損、電極棒の腐食、通気口の破損		○	
		ポンプ	目視、計測	陳腐化（非省エネ等）	加圧給水ポンプの陳腐化	■	グレードアップ
				給水不良、断水	経年劣化しているものの故障の場合	■	更新による機能回復が求められる
				運転異常（騒音、発熱等）	ベアリング、軸受け、モーター等の摩耗	■	更新による機能回復が求められる
				ポンプ本体、鋼製架台の鉄部の腐食	軽微な場合※	○	
				アンカー不良	アンカーボルトの腐食、強度不足	○	
2. 排水設備	排水管		目視等	詰まり・飲み込み不良	内部腐食、勾配不良等による場合	○	
				ゴボゴボ音	通気不良、破封、詰まり、勾配不良	○	更新による機能回復が求められる
			目視、非破壊検査、抜管調査	腐食	腐食劣化が比較的軽微な場合	○	一定期間の延命が図られる
				腐食、破損、漏水	経年しているもので漏水が発生している場合	■	更新による機能回復が求められる
				管の脱落、固定不良	支持金物の腐食	○	不具合部分の補修技術
				外装の塗装の剥がれ		○	不具合部分の補修技術
				合流継手の削れ	排水管高圧洗浄時のステンレスワイヤーメッシュによる継手部の削れの場合	○■	更新による機能回復が求められる
	排水装置・施設（雑排水槽、汚水ポンプ・汚水槽、雨水槽等）		目視	本体部分の損傷・腐食	軽微な場合※	○■	更新による機能回復が求められる
				システムの作動不良	故障の場合	■	更新による機能回復が求められる
3. 消火設備	屋内消火栓設備・連結送水管		目視	ホース、ノズルの破損、ボックスの腐食	軽微な場合※	○■	更新による機能回復が求められる
			耐圧検査	腐食、漏水	配管の腐食・漏水、弁類の機能不全がみられる場合	○	
4. ガス設備	ガス管		目視	腐食	土中埋設管の腐食	■	更新による機能回復が求められる
5. 給湯設備	給湯管		目視、非破壊検査、抜管調査	腐食、破損、赤水、漏水	経年しているもので赤水・漏水が発生している場合	■	更新による機能回復が求められる
				管の脱落、固定不良	支持金物の腐食	○	
	配管付属品		目視	外装材の劣化	保温ラッキング材の腐食、破損、欠損	○	
				脱落、固定不良	支持金物の腐食	○	
	給湯器（熱源装置）		目視	湯温異常、機能不全、漏水	修理可能な場合	○	
					修理不可能な場合	■	更新による機能回復が求められる
6. 換気設備	換気扇、ダクト、換気口キャップ、ファイヤーダンパー、U・SEダクト		目視	作動不良	換気扇の故障	○	
				ダクトの腐食	修理不可能な場合	■	更新による機能回復が求められる
				脱落、固定不良	支持金物の腐食	○	
				換気口の腐食	腐食が著しい場合、閉塞している場合	■	更新による機能回復が求められる
7. 電灯幹線	電灯幹線ケーブル・電線、電灯分電盤、引込開閉器		目視・計測	損傷、作動不良	ブレーカー類の劣化	○	
					変圧器の劣化	■	今日並みの部品に交換することにより性能向上・グレードアップに繋がる

※劣化状況が著しい場合は、設備の交換を行う。

3.「耐震性」の評価基準（案）

3.1　評価基準の設定の基本的考え方

１）想定される耐震性の考え方

既存共同住宅を多世代利用するにあたっては、利用する期間の長さに比例して、建築物に大きな被害を及ぼすような大規模地震に遭遇する可能性が高くなることが想定されることから、建物にはより高いレベルの耐震性を保有することが求められる。

しかし当然、建築物の耐震性を向上させる補強工事には多額の費用が必要になることが多く、補強を実施するかどうかの判断は、費用対効果等を勘案して最終的には建築物の所有者が判断すべきこととなる。ここでは、こうした前提のもと、建築物所有者の判断に供することも含めて、技術的な側面から耐震性の評価を行う基準について整理する。

既存建築物の耐震基準は、過去の大規模地震により建築物等に大きな被害が発生するたびに、建築基準法が改正されてきたため、段階的に向上が図られて現在に至っている。主な改正の時期と内容を参考表 3.1 に示す。

参考表 3.1　建築基準法（耐震関係規定）の改正時期と主な改正内容

建築基準法改正時期	主な改正内容
昭和 46 年(1971)	昭和 43 年(1968)十勝沖地震の教訓から、鉄筋コンクリート造建築物の柱せん断補強筋規定の強化
昭和 56 年(1981)	昭和 53 年(1978)宮城県沖地震の教訓から、耐震設計法の抜本的な見直し、新耐震設計法が導入された。

昭和 56 年の建築基準法改正による新耐震設計法の導入により、建築物に要求される耐震性能が大きく向上したため、建築（建築確認申請）の時期が昭和 56 年 6 月 1 日以降の建築物は、基本的には今日並の耐震性を有しているものと想定することができるが、多世代利用をするうえでは、建築時の設計図書（構造計算書等）をもとに、現行基準で求められる耐震性を満たしているかどうかを確認する必要がある。

一方、昭和 56 年以前に建築された建築物の中には、耐震性が現行の基準に満たないものも多く存在すると考えられるため、建築時の図面や建築物の現況等をもとに耐震性を評価することが必要となる。この評価にあたっては、建築基準法の他、平成 7 年(1995)に制定された耐震改修促進法において、耐震診断法が定められており、この診断法を用いて既存の建築物における耐震性能を診断することができる。

さらに、平成 12 年に設けられた住宅性能表示制度（平成 14 年より既存住宅にも適用）において、極めて稀に発生する大規模な地震による力に対する倒壊、崩壊等のしにくさを評価・表示する耐震等級が設けられており、この耐震等級を用いれば、建築基準法の水準より大きな地震に対する倒壊等のしにくさを評価・表示することができる。

したがって、ここでは、建築基準法に基づく耐震基準をベースにしつつ、耐震改修促進法による耐震診断法、性能表示制度による耐震等級の３つの基準を用いて評価基準を設定することとする。

２）評価基準における評価の対象

評価の対象は建築物全体を対象とする。

エレベーター棟の増築等、新たにエキスパンションジョイントを設けて、構造上分離される場合にあっても、増築部分と既存部分の各々について評価し、建築物全体を対象とする。

３）耐震性の評価にあたっての留意点

建物が立地する地盤は建物の耐震に少なからず影響を及ぼすため、注意が必要である。

特に、①軟弱地盤（シルトや粘土分の多い沖積層からなる地盤等)、②地下水位が高い砂質地盤等（液状化を起こしやすい旧河道、旧沼地、湿地、砂泥質の河原、砂丘、人口海浜、埋立地等)、③異種地盤（切土と盛土で構成される地盤等)、④盛土地盤、⑤山地斜面、などに建っている住宅には注意が必要である。

なお、建築物の地上部分の地震力の計算にあたって、地盤の種類等に応じて建築物の振動特性を考慮することになるが、その際に地盤が著しく軟弱な区域を定める基準は、参考表 3.2 に掲げる第三種地盤に該当する区域であるものとされている。

参考表 3.2　地盤が著しく軟弱な区域として特定行政庁が指定する基準

（昭和 55 年 11 月 27 日建告第 1793 号（最終改正　昭和 62 年 11 月 13 日建告第 1918 号））

第一種地盤	岩盤､硬質砂れさ層その他主として第三紀以前の地層によつて構成されているもの又は地盤周期等についての調査若しくは研究の結果に基づさ､これと同程度の地盤周期を有すると認められるもの
第二種種地盤	第一種地盤及び第三種地盤以外のもの
第三種地盤	腐葉土､泥土その他これらに類するもので大部分が構成されている沖積層（盛土がある場合においてはこれを含む。）で、その深さがおおむね 30m 以上のもの、沼沢、泥海等を埋め立てた地盤の深さがおおむね 3m 以上であり、かつ、これらで埋め立てられてからおおむね 30 年経過していないもの又は地盤周期等についての調査若しくは研究の結果に基づき､これらと同程度の地盤周期を有すると認められるもの

3.2　評価基準（グレード判定）

前項でのグレード判定の考え方を踏まえて、「耐震性」についての評価基準を参考表 3.3 のとおり設定する。

なお、グレードA、Cの判定の考え方は次項の「3.3　解説」によるものとする。

参考表 3.3　「耐震性」の評価基準（グレード判定）

	グレードA		グレードB	グレードC	
	A⁺（誘導水準）	A（必要水準）			リスク
耐震性	極めて稀に発生する地震に対し、継続利用のための改修の容易性を確保するため、損傷のレベルの低減が図られていること	極めて稀に発生する地震に対して倒壊、崩壊等しないこと （A※:1980年以前建築の建築モデルAについて、耐震診断法による場合、建築基準法の仕様規定を満足しないもの）	―	今日並みの耐震性を有していないもの	・構造骨組が大損害を被り落床、倒壊の恐れがある。倒壊に至らない場合も、復旧は困難になる恐れがある。 ・仕上げ材等も広範に損傷・脱落の恐れがある。

評価基準の設定の考え方として、今日並の耐震性が確保されているものを、その程度に応じてグレードA⁺及びグレードAとに区分する。

グレードA⁺は、極めて稀に発生する地震に対し、継続利用のための改修の容易性を確保するため、損傷のレベルの低減が図られているものであり、新築の長期優良住宅の認定基準に相当するレベルである。

グレードAは、極めて稀に発生する地震に対して倒壊、崩壊等しないものであり、現行の耐震基準を満たしているものである。

一方、グレードAの水準が確保されていないものについては、今日並みの耐震性を有していないものであり、多世代利用を図っていく上では安全上著しい問題のあるものと考えられるため、グレードBは想定せず、グレードCと評価することとする。

なお、実際には、グレードCの中においても、保有している耐震性の程度は様々であり、また耐震性の程度によって耐震補強の難易度や要するコスト等が異なることになる※と考えられるが、多世代利用を図っていくためには耐震性能の改善が図られるべきストックである。

※耐震性が現行基準に照らして劣るものであった場合でも耐震補強を行うことは技術的には可能であると考えられるが、耐震性の程度や耐震上の弱点の箇所、敷地条件などにより、耐震診断や耐震補強の難易度やコストが異なることが考えられる。

建築年代によるモデル（以下、「建築モデル」という。）に応じて、参考表 3.4 のように、多世代利用を図る上での目標性能水準（誘導水準及び必要水準）を設定する。

参考表 3.4　建築モデル別の目標性能水準

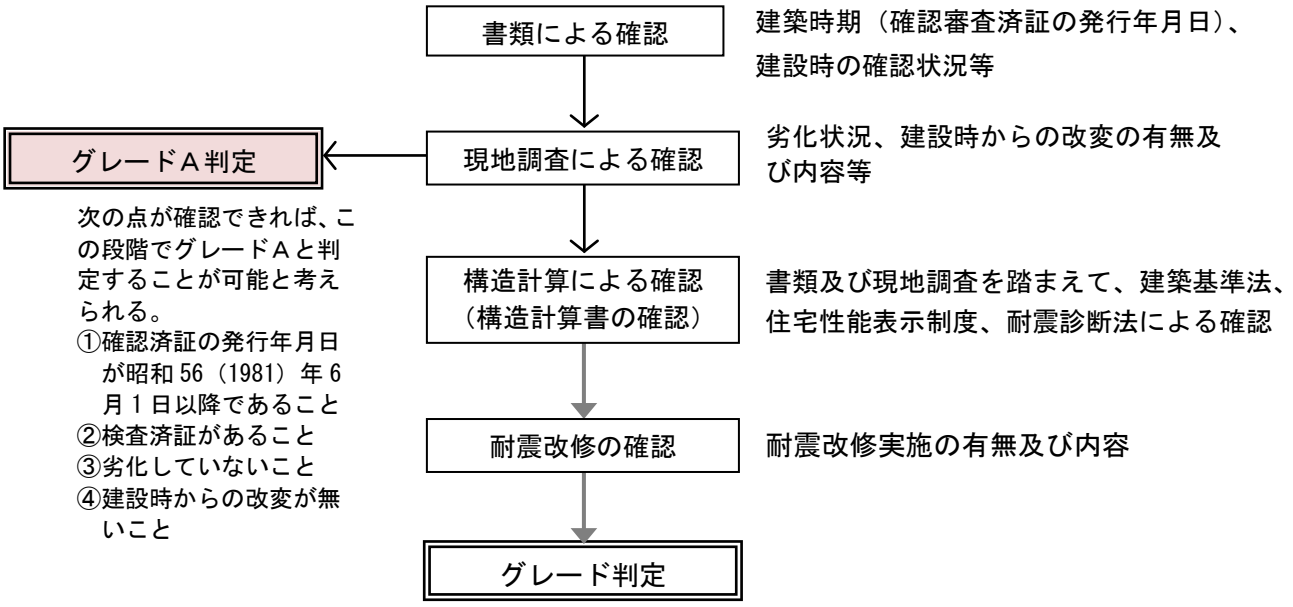
<table>
<tr><th>水準</th><th>建築モデルA
（1980 年以前建築）</th><th>建築モデルB
（1981～1990 年建築）</th><th>建築モデルC
（1991～2000 年建築）</th><th>建築モデルD
（2001 年以降建築）</th></tr>
<tr><td>グレードA+
誘導水準</td><td colspan="4">極めて稀に発生する地震に対し、継続利用のための改修の容易性を図るため、損傷のレベルの低減が図られていること
【耐震等級2以上、限界耐力計算法による変形防止、免震構造の採用等】</td></tr>
<tr><td rowspan="2">グレードA
必要水準</td><td colspan="4">極めて稀に発生する地震に対して倒壊、崩壊等しない水準
【耐震等級1（建築基準法）】</td></tr>
<tr><td>耐震診断法による場合、建築基準法の仕様規定を満足しなければグレードA※</td><td colspan="3"></td></tr>
</table>

※グレードAのうち、建築モデルA（1980 年以前）については、耐震診断法等により耐震性を確認し、建築基準法の仕様規定を満足しないものはグレードA※とする（後述）。

3.3　解説

1）グレード判定の考え方

グレードの判定は、参考図 3.1 のフローによって行う。



参考図 3.1　耐震性における調査・診断及び評価の手順フロー

建築時期によって、現行の建築基準法への適合状況が異なることから、建築当時の書類により、建築時期を特定、現地調査で建設当時からの改変の有無、及び劣化の有無を確認した上で、建築基準法又は、住宅性能表示制度、耐震診断法による構造計算・構造計算書の確認を行い、さらに耐震改修の有無とその内容を踏まえて、グレードの判定を行う。

なお、確認済証の発行年月日が昭和 56（1981）年 6 月 1 日以降であり、新耐震基準への適合を確認できる建築物については、現地調査による劣化状況や建築時以降の改変の有無の結果のみによって、グレードAと判定することが可能であると考えられる。

2）グレードの考え方とその設定根拠の解説

解説では、前項で示した評価基準の各グレード判定の根拠となる数値基準、想定される建物のイメージ及びグレード判定のための調査・診断手法を示す。

（1）各グレードの評価方法

各グレードに対応する評価方法を参考表 3.5 に整理して示す。

参考表 3.5　各グレードに対応する評価方法

<table>
<tr><th></th><th>グレードの説明</th><th>評価方法</th><th>評価基準</th></tr>
<tr><td rowspan="3">グレード
A^+</td><td rowspan="3">極めて稀に発生する地震に対し、継続利用のための改修の容易可を図るため、損傷のレベルの低減を図ること</td><td>住宅性能表示制度（既存）</td><td>耐震等級（構造躯体の倒壊等防止）等級2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">建築基準法</td><td>限界耐力計算により安全限界時の変形を小さくするもの</td></tr>
<tr><td>免震建築物であること</td></tr>
<tr><td rowspan="3">グレード
A</td><td rowspan="3">極めて稀に発生する地震による力に対して倒壊、崩壊等しないこと</td><td>住宅性能表示制度（既存）</td><td>耐震等級（構造躯体の倒壊等防止）等級1</td></tr>
<tr><td>建築基準法</td><td>仕様規定＋構造計算</td></tr>
<tr><td>耐震診断法</td><td>Is 値が 0.6 以上かつq値 1.0 以上 ※1</td></tr>
<tr><td>グレードB</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">グレードC</td><td rowspan="3">地震の震動及び衝撃に対して倒壊し、又は崩壊する危険性があり、耐震補強により耐震性の確保が困難なもの</td><td>住宅性能表示制度（既存）</td><td>耐震等級（構造躯体の倒壊等防止）等級0</td></tr>
<tr><td>建築基準法</td><td>仕様規定又は構造計算を満たさないもの</td></tr>
<tr><td>耐震診断法</td><td>Is 値が 0.6 未満又はq値 1.0 未満</td></tr>
</table>

※1 耐震診断法のみによる評価の場合は、一般に建築基準法の仕様規定への適合を確認しないことが一般的であるため、既存住宅性能表示制度又は建築基準法評価方法に基づいて耐震性能が現行基準並みと確認されるものと全く同じグレードにあると表記することは、混乱を招くおそれがあると考えられるため、耐震診断法による評価の場合は、グレード$A^{※}$と表記する。

※2　建築基準法第 86 条の 7 による緩和規定により増築、改築等を行い、既存不適格状態であることを認められている建築物については、既存不適格となっている条項が、耐震性能に関連する項目であれば、グレードA^{*}と表記し、そうでない場合には、グレードAと同等の判断とする。

既存共同住宅の耐震性を評価する方法としては、①既存住宅における住宅性能表示制度（以下、既存住宅性能表示制度）による評価、②建築基準法による評価、③耐震診断法による評価の３つがある。①、③は、既存住宅の耐震性を評価する基準として用いられている考え方であり、②は新築の長期優良住宅認定基準において採用されている考え方である。

各評価基準のグレード判定にあたっては、グレードA^+を「極めて稀に発生する地震に対し、継続利用のための改修の容易可を図るため、損傷のレベルの低減を図ることができる」水準にあるものとしており、これは、新築の長期優良住宅の認定基準に基づいている。

グレードA^+であることの評価は、既存住宅性能表示制度、建築基準法により評価することとし、耐震診断法による評価は適用不可としている。これは、既存住宅性能表示制度において、耐震改修促進法に基づく耐震診断法（Is 値・q 値の割増）と建築基準法に基づく許容応力度等計算及び仕様規定を満たすことにより耐震等級２と評価しており、耐震診断法のみで Is 値等を

割り増してもグレードA⁺と評価することができないと考えられるためである。

また、グレードAは、グレードA⁺に準じて、極めて稀に発生する地震に対する耐震性を確認することができるものとしている。その評価にあたっては、既存住宅性能表示制度、建築基準法、耐震改修促進法に基づく耐震診断法の３通りの方法により評価することができるものとする。

ただし、耐震診断法のみによる評価の場合は、一般に建築基準法の仕様規定への適合を確認しないことが一般的であるため、既存住宅性能表示制度又は建築基準法評価方法に基づいて耐震性能が現行基準並みと確認されるものと全く同じグレードにあると表記することは、混乱を招くおそれがあると考えられるため、耐震診断法による評価の場合は、グレードA※と表記する。

この表記は、一定の範囲の増改築時に適用される建築基準法緩和規定（第 86 条の 7）により、建築物の既存部分について、仕様規定の適用を免れる場合も同様の考え方とする。

（２）グレードA⁺の考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードA⁺を以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードA⁺の評価基準（グレード判定）

A⁺ （誘導水準）	**極めて稀に発生する地震に対し、継続利用のための改修の容易性を図るため、損傷のレベルの低減が図られていること 〔耐震等級２以上、限界耐力計算による変形防止、免震構造の採用〕**

上記の評価基準（グレード判定）においてグレードA⁺は、長期優良住宅の認定基準（新築）と同様に、極めて稀に発生する地震に対し、継続的な利用を図るために改修を容易に行えるように、損傷のレベル低減が図られている場合を示している。

これは、既存共同住宅を多世代にわたって利用していくためには、大規模な地震時に単に倒壊・崩壊等しないだけでなく、継続的に建築物を利用するためには、損傷のレベルを低減させることが望ましいという考え方によるものである。

グレードA⁺が確保されていると判定するための基準としては、次の３通りが考えられる。

①既存住宅性能表示制度による耐震等級２以上が確保されているもの

②限界耐力計算によって変形が小さくなることが確認されているもの

③建設省告示に定められた基準を満たす免震構造が採用されているもの

グレードA⁺では建築モデルにより水準を変更することは想定せず、新築と同等の水準を満たすことを想定する。

それぞれの方法の詳細については、後掲(3)を参照のこと。

（３）グレードＡの考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードＡを以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードＡの評価基準（グレード判定）

Ａ （必要水準）	**極めて稀に発生する地震に対して倒壊、崩壊等しないこと 〔建築基準法による構造規定、及び緩和規定、耐震診断法〕**
Ａ※ （必要水準）	**耐震改修促進法に定められている耐震診断法により、極めて稀に発生する地震に対して倒壊、崩壊等しないことが確認されているもののうち、建築基準法仕様規定を満たさない部分のあるもの 〔建築基準法による構造規定、及び緩和規定、耐震診断法〕**

上記の評価基準（グレード判定）においてグレードＡは、極めて稀に発生する地震に対し、倒壊・崩壊等をしないレベルの耐震性の確保が図られている場合を示している。

これは、建築物の多世代利用にあたっては、大規模な地震時に最低限、倒壊・崩壊等しないことが最低限必要であるという考え方によるものである。

グレードＡが確保されていると判定するための方法と基準としては、次の４通りが考えられる。それぞれの方法の詳細については、後掲３）を参照のこと。

【グレードＡが確保されていると判定するための方法と基準】

①既存住宅性能表示制度による耐震等級１が確保されているもの

②建築基準法の現行規定が適用されていることが確認されているもの

③一定の範囲の増改築を行っている場合には、建築基準法に定められている緩和規定に基づいて、耐震性を確認されているもの（建築基準法仕様規定を満たさない部分のあるものを含む）

④耐震改修促進法に定められている耐震診断法により、極めて稀に発生する地震に対して倒壊、崩壊等しないことが確認されているもので、建築基準法仕様規定を満たさない部分のあるもの

なお、グレードＡが確保されていると判定するための方法と基準については、建築モデルに応じて、次のような考え方が想定される。

①建築モデルＡ（1980 年以前）について

建築当時の建築基準法に定められた仕様基準の一部は現行の仕様基準に合致していない部分があるものの、個々の建築物では、現行の仕様基準を満たしているものもあると考えられることから、建築モデルＡにおいても、現行基準を全て満たすものをグレードＡとする。

ただし、現行基準のうち、一部の仕様基準（開口補強筋の設置等）を満たさないものが多いと考えられることから、建築基準法の緩和規定、又は、耐震改修促進法による耐震診断法に基づき耐震性を確認した上で、建築基準法の仕様基準を満たしていることを確認できないものについてはグレードＡ※と、区別して表示することとする。

②建築モデルＢ(1981 年～1990 年)～建築モデルＤ（2000 年以降）について

建設時の基準を満たしていれば、現行規定を満たしていると考えられるため、評価基準としては現行法への適用により判断することになり、グレードＡへの適合については、構造計算を改めて行うことは不要である。

ただし、建設後の構造躯体の劣化や、増改築等により耐震性が損なわれていないことを確認する必要があるため、「劣化の有無とその対策」において、構造躯体の劣化の状況がみられたり、確認・検査を受けていない構造躯体の改変を伴う増改築等が行われたりしている場合には、状況に応じた補修・耐震補強を行う必要がある。

（4）グレードCの考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードCを以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードCの評価基準（グレード判定）

C	今日並みの耐震性を有していないもの

上記の評価基準（グレード判定）においてグレードCは、極めて稀に発生する地震に対し、現行の建築基準法において求められている倒壊・崩壊等をしないレベルの耐震性が確保されていない状態を示している。

ただし、グレードCの中にも、比較的グレードAに近く耐震補強によってグレードAの水準に改善することが容易と考えられるものと、そうでないものがあることに留意する必要がある。

なお、グレードAの水準への耐震補強が相対的に「容易」であるか否かについては、現場において個別に判断される必要があるが、その基本的な考え方を参考表 3.6 に例示する。

参考表 3.6　グレードAの水準への耐震補強の相対的難易度の考え方（その１）

項目	グレードAの水準への耐震補強が相対的に「容易」と考えられる状態	グレードAの水準への耐震補強が相対的に「困難」と考えられる状態
①耐震診断の技術的難易度	○コンクリート強度が極端に低くないなど、耐震診断法の適用にあたって特別な考慮を要しないもの	○構造躯体のコンクリートの強度が著しく低い場合（例えば、13.5N/mm2 以下）など、耐震診断法での診断の精度が低くなり、特別な調査・診断を実施しないと精確な診断を下すことができない場合
②建物の構造的不具合の程度	○著しい不同沈下が見られず、構造躯体のたわみ等の大変形も確認されず、大規模な修理が不要である場合	○次に掲げるような構造的不具合が特に著しいことにより、耐震性の低下が認められる場合 ・不同沈下が著しい（目視により確認できる不同沈下が生じている状態、又は 1/100 以上の傾斜がある）場合 ・構造躯体のたわみ等の大変形が目視で確認でき、その改善に部材全体の交換等大規模な修理が必要な場合
③耐震補強技術の適用の容易性	○耐震補強が必要な箇所に対し、敷地条件や建物条件等に照らして、適切な耐震補強技術・工法の適用が応対的に容易である場合	○耐震補強が必要な箇所に対し、敷地条件や建物条件等に照らして、適切な耐震補強技術・工法の適用が困難である場合や、施工が著しく困難となる場合
④耐震補強工事の範囲	○補強工事の範囲が比較的小規模ですむ場合や、次のような専有部分に影響を及ぼさない共用部分の範囲の耐震補強工事のみにより建築物全体の耐震性を確保することができる場合など	-1　耐震補強工事の範囲が広範囲にわたらざるを得ない場合 ○耐震診断法において判定される構造耐震指標（Is 値）が必要な水準の半分未満(Is 値 0.3 未満)であるなど、特に耐震性が低いことにより、耐震補強工事の範囲が広範囲にわたる場合

参考表 3.6　グレードＡの水準への耐震補強の相対的難易度の考え方（その２）

項目	グレードＡの水準への耐震補強が相対的に「容易」と考えられる状態	グレードＡの水準への耐震補強が相対的に「困難」と考えられる状態
④耐震補強工事の範囲（つづき）	・ピロティの独立柱の補強、ピロティへの壁の新設・増打ち、ブレース等による補強工事 ・共用廊下や階段等に面した柱や壁の補強工事 ・既存建物の外側（妻側）へのバットレス補強工事　等	-2　特定の専有部分の使用に影響を及ぼす耐震補強工事が必要となる場合 ○建物全体の耐震性を確保するためには、次のような特定の専有部分の使用に影響を及ぼす耐震補強工事が必要となる場合 ・特定の専有部分の開口部へのブレース等による補強工事 ・特定の専有部分内又は専有部分に面する柱・梁や壁の増打ち等の補強工事 ・特定の専有部分の内部への壁やブレースの新設による補強工事 ・建物全体への大がかりなフレーム設置等による補強工事　等
⑤所有者・居住者間の合意形成の容易性	○次のような観点から、工事の実施にあたって所有者や居住者の合意を得ることが相対的に容易と考えられる場合 ・耐震補強の費用が相対的に少額で済む場合 ・耐震補強の施工にあたって騒音や振動など住戸の使用への影響が大きくない場合 ・施工後の住戸（専有部分）の面積が小さくなることや住戸内に壁やブレースが設けられることがない、バルコニーへの開口部にブレースが設けられることがないなど、施工後の住戸の居住性や使い勝手を損なうことがない場合　等	○次のような観点から、工事の実施にあたって所有者や居住者の合意を得ることが相対的に困難と考えられる場合 ・耐震診断・補強の期間が長くなる場合 ・耐震補強費用が建替えに匹敵する程度に高額となる場合 ・耐震補強の施工にあたって騒音や振動など住戸の使用への影響が大きく、長い期間の仮住居への転居が必要となる場合 ・敷地条件や建物条件から技術の必要な補強技術の適用が難しい場合 ・施工後の住戸面積が小さくなる場合、住戸内に壁やブレースが設けられる場合、バルコニーへの開口部にブレースが設けられる場合など、施工後の居住性や住戸の使い勝手が大きく低下する場合　等

なお、建築モデルに応じて、「グレードＡの水準に改善することが比較的容易である状態」とは、次のような考え方が想定される。

①モデルＡ（1980 年以前）について

建築基準法、耐震診断法のいずれに基づいても耐震性を確認することができないが、耐震診断・耐震補強によってグレードＡ以上の水準に耐震性の向上を図ることが可能であるもの。

具体的には１階のピロティ部分の補強や、極端柱となっている共用部分に存する腰壁付き柱へのスリット設置等により耐震性を確保できる場合などが想定される。

②モデルＢ（1981 年以降）～Ｄ（2000 年以降）について

建設時には現行規定を満たしていたと考えられるが、その後の構造躯体の劣化や、増改築等により耐震性が損なわれていないことを確認する必要があるため、「劣化の有無とその対策」において、構造躯体の劣化の状況を確認する他、確認・検査を受けていない構造躯体の改変を伴う増改築等が行われていないことを確認し、改変が行われている場合には、建築基準法に基づく耐震性の確認を行い、耐震性の状況によっては耐震補強を行う必要がある。

3）グレード判定にあたっての数値基準等の解説

評価基準の根拠となる建築基準法及び耐震診断基準について解説する。評価基準の根拠となる諸基準とグレードの関係を整理すると参考表 3.7 のようになる。

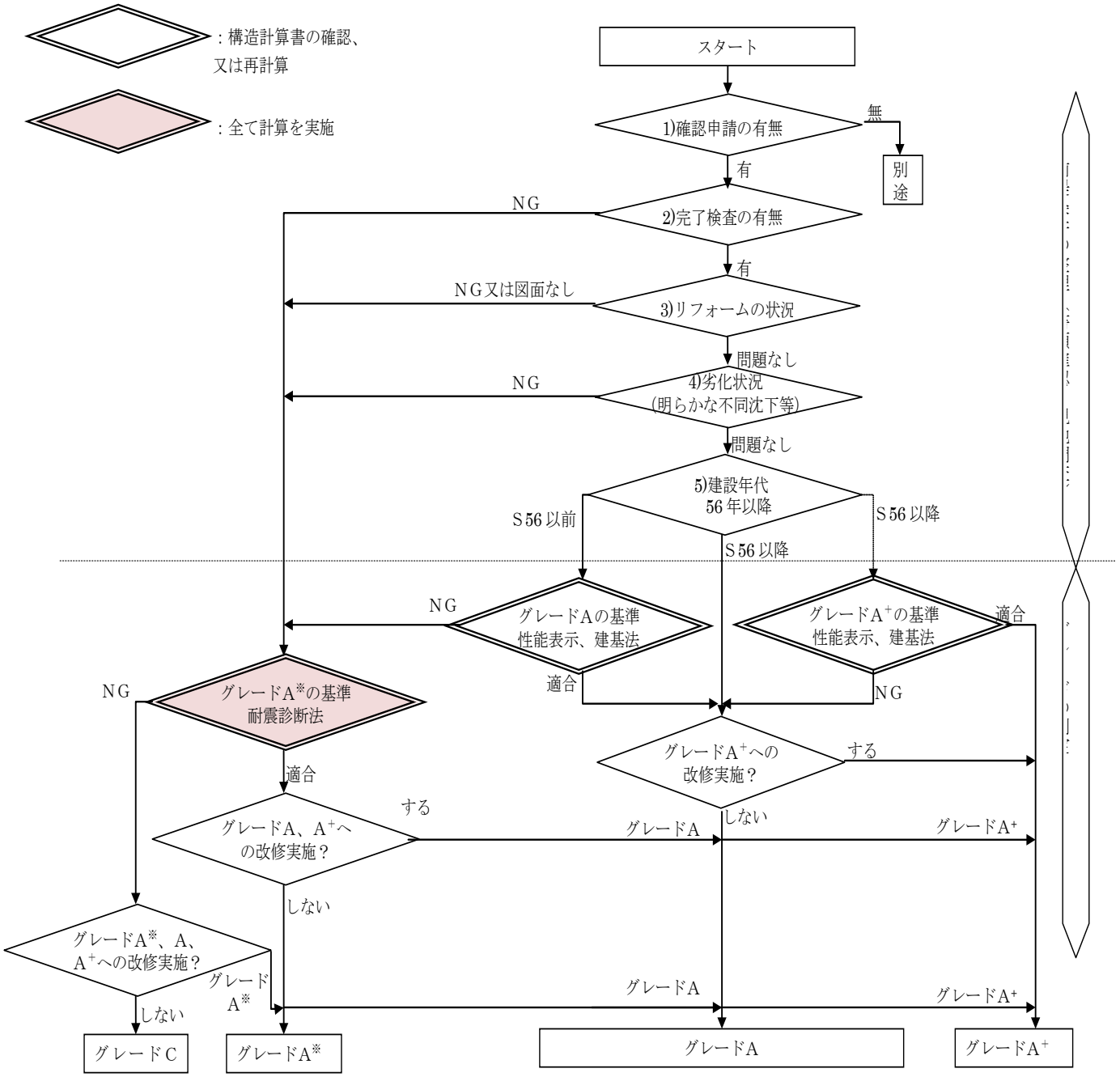
参考表 3.7　評価基準別グレード別の確認内容

<table>
<tr><th></th><th colspan="4">住宅性能表示制度（既存住宅）</th><th colspan="2">建築基準法</th><th>耐震診断法</th></tr>
<tr><td rowspan="2">グレードA</td><td rowspan="2">耐震等級（構造躯体の倒壊等防止）等級2</td><td colspan="3">A 既存住宅用の基準
⇒ A-1
・耐震改修促進法告示による耐震診断法への適合
（Is 値・q値を 1.25 倍に割増）
・建築基準法に基づく保有水平耐力計算等による耐震性の確認
・建築基準法仕様規定への適合確認</td><td>B 新築住宅同等の基準
⇒ B-1
・地震力を 1.25 倍に割り増した上で限界耐力計算、保有水平耐力計算等による耐震性の確認
・限界耐力計算による場合は耐久性等関係規定、保有水平耐力計算等の場合は仕様規定全てへの適合確認</td><td>C 限界耐力計算等による基準
⇒ C-1
・限界耐力計算により安全限界変形時の層間変形角が 1/100 以下
・限界耐力計算法により耐震性の確認を行うこと（建築基準法レベル）
・限界耐力計算法により地上部分の各階の安全限界変形の当該階の高さに対する割合が 1/100 以下</td><td>⇒ d
・免震建築物であること
・免震告示（H12 年建告 2009 号）に該当すること
・免震材料等の維持管理計画が定められていること
・免震建築物の敷地の管理に関する計画が定められていること</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="4">・目視・計測により確認された現況について、部材又は接合部の著しい割れ、火災の跡、壁、柱、床等の著しい傾斜その他の構造耐力に関連する劣化事象等が認められないこと</td></tr>
<tr><td rowspan="2">グレードA※</td><td rowspan="2">耐震等級（構造躯体の倒壊等防止）等級1</td><td>⇒ A-2
・建築基準法に基づく保有水平耐力計算等による耐震性の確認
・建築基準法仕様規定への適合確認
・目視・計測により確認された現況について、部材又は接合部の著しい割れ、火災の跡、壁、柱、床等の著しい傾斜その他の構造耐力に関連する劣化事象等が認められないこと</td><td>⇒ B-2
・限界耐力計算、保有水平耐力計算等による耐震性の確認
・限界耐力計算による場合は耐久性等関係規定、保有水平耐力計算等の場合は仕様規定全てへの適合確認</td><td>⇒ C-2
仕様規定＋構造計算
・限界耐力計算、保有水平耐力計算等による耐震性の確認
・限界耐力計算による場合は耐久性等関係規定、保有水平耐力計算等の場合は仕様規定全てへの適合確認</td><td>⇒e（耐震性能に関する緩和を受ける場合）
法 86 条の 7 による緩和規定
・増改築等部分の床面積が延べ面積の 1/2 以下、構造上一体
・保有水平耐力計算等により建築物全体の耐震性の確認
・既存部分は耐久性等関係規定、増改築等部分は仕様規定全てへの適合確認</td><td>構造耐震指標 Is 値 0.6 以上
保有水平耐力指標 q 値 1.0 以上
⇒ f</td></tr>
<tr><td colspan="4">・目視・計測により確認された現況について、部材又は接合部の著しい割れ、火災の跡、壁、柱、床等の著しい傾斜その他の構造耐力に関連する劣化事象等が認められないこと</td></tr>
<tr><td>グレードC</td><td>耐震等級（構造躯体の倒壊等防止）等級0</td><td colspan="2">既存住宅用の場合のみ適用
・建築基準法に基づく保有水平耐力計算等による耐震性が確認できない
・建築基準法仕様規定への適合を確認できない
・目視・計測により確認された現況について、部材又は接合部の著しい割れ、火災の跡、壁、柱、床等の著しい傾斜その他の構造耐力に関連する劣化事象等が認められること</td><td>仕様規定＋構造計算
・上の基準のいずれによっても耐震性を確認できないもの</td><td>次のいずれか
・限界耐力計算、保有水平耐力計算等により耐震性を確認できないもの
・仕様規定を満たさないもの
・劣化が著しい
・法86条の7による緩和規定に該当しないもの</td><td>構造耐震指標 Is 値 0.6 未満、又は保有水平耐力指標 q 値 1.0 未満</td></tr>
</table>

具体的な判定は参考図 3.2 に示すフローに基づいて行う。

このフローでは、前提条件の整理部分で、確認・検査の有無、リフォーム、劣化状況等、比較的簡易に確認できる事項、及び他の性能項目との関係で必ず確認する必要のあるもの、既存住宅の評価を行う際には避けては通れない事項等の確認を行うことにより、評価対象建築物の整理を行い、耐震性能の確認すべき内容を絞り込んでいる。

この考え方により、比較的新しい建築物（年代モデルＢ～Ｄ）におけるグレードＡへの適合については、前提条件の確認のみによって、構造計算の確認を省略することを可能としている。確認・審査時に確認していないグレードＡ$^{+}$への適合確認、前提条件部分でＮＧがあり、詳細の確認を行うことが必要と判断されたものについてのみ、構造計算書の確認又は再計算、耐震診断を行うこととしている。



参考図 3.2　適用する判定基準とグレード判定のフロー

（１）前提条件の確認

具体的な耐震性の確認を行う前提となる事項についての確認を先ず行う。

①確認申請の有無

建設時に確認申請段階のチェックが行われているかどうかをみる。

管理組合・管理会社に確認申請図書が残されている場合の他、特定行政庁に確認申請の台帳があるので、この台帳により確認済みであることが確認できればこの事項については問題ないものとするが、台帳によっても確認の有無が確認できない場合は、別途検討ルートをとるものとする。

②完了検査の有無

建設時に竣工段階のチェックが行われているかどうかをみる。

管理組合・管理会社に完了検査図書が残されている場合の他、特定行政庁に完了検査台帳があるので、この台帳により検査済みであることが確認できればこの事項については問題ないものとするが、台帳によっても検査済かどうか確認できない場合は、実現されている耐震性について担保が取れないので、耐震性の確認を必須として実施する。

③リフォームの実施状況

竣工時に実現された耐震性がその後のリフォーム等により損なわれていないかどうかをみる。

従って構造計算で考慮されている柱、梁、耐力壁等の構造要素が、改変されていないか、未確認の増改築が無いか、をみる。この際、竣工時の図面が無ければ、その後のリフォームの状況も確認することができないので、リフォームされた可能性があるものと同様に取り扱う。

④劣化状況の確認

ここで確認する劣化状況は、目視により確認できる範囲の不同沈下のような致命的なものが無いかをみることとし、コンクリートのひび割れ、鉄筋腐食等については「劣化の有無とその対策」において評価する。

ここでの判断は、第１次耐震診断法に用いる経年指標Ｔが 0.8 を下回らないことを確認するものとする。

⑤建築時期の確認

確認済書の発行日が昭和 56 年 6 月 1 日以降であるかどうかを確認する。

公式の書類によって確認することを原則とし、確認方法（確認する書類）は次の４通りが考えられるが、ア）又はイ）の方法により確認することが最も望ましい（参考表 3.8)。

参考表 3.8　建築時期の確認方法

確認方法（確認する書類）	根拠となる法律・制度
ア）確認済証、検査済証、中間検査合格証	建築基準法
イ）新築工事の請負契約書の日付	品確法告示　平成 14 年国交省告示 731 号「住宅性能評価を行った住宅に関する基本的な事項及びその確認の方法を定める等の件」
ウ）住宅金融公庫が行う資金の貸し付けに係る工事の審査を受けた図書の日付	
エ）表示登記による新築時期が昭和 58 年 4 月 1 日以降かどうか	住宅金融支援機構の融資基準

（２）グレードの判定

＜住宅性能表示制度（既存）による基準＞

A-1　既存住宅用の基準による耐震等級２以上【グレードA⁺】

既存住宅の性能表示制度により耐震改修促進法に定められた耐震診断法を用いる場合には以下の基準を満たすことが求められる。

＜評価方法基準＞　次のイ及びロに適合すること

イ　目視又は計測（仕上げ材等により隠蔽されている部分に係るものを含む。）により確認された評価対象建築物の現況又は評価対象建築物の図書等に記載された内容が、次のいずれかに掲げる基準に適合していること。

①次のａ又はｂに掲げる基準に適合していること。

ａ　略（木造建築物の基準）

ｂ 木造の構造部分を有しない評価対象建築物又は木造と鉄骨造その他の構造を併用する評価対象建築物の木造以外の構造部分にあっては告示[i]別添第１第２号に適合し、かつ、(3) ロの②[iii]及び③[iv]又はニ[v]の③[vi]及び④[vii]（壁式ラーメン鉄筋コンクリート造の評価対象建築物及びプレストレストコンクリート造の評価対象建築物に限る。）に掲げる基準（極めて稀に発生する暴風及び積雪による力の作用に対する構造躯体の倒壊、崩壊等並びに稀に発生する暴風及び積雪による力の作用に対する構造躯体の損傷に関するものを除く。）に適合していること。この場合において、同号本文中、「これらの指標に応じ別表第１により構造耐力上主要な部分の地震に対する安全性を評価した結果、地震の震動及び衝撃に対して倒壊し、又は崩壊する危険性が低いと判断されること。」とあるのは、「ＩＳが0.6 に評価方法基準に規定する耐震等級（倒壊等防止）に応じた倍率を乗じた値以上、かつ、ｑが1.0 に評価方法基準に規定する耐震等級（倒壊等防止）に応じた倍率を乗じた値以上となること。」とする。

②　略（新築に関する基準）

ロ　目視又は計測により確認された評価対象建築物の現況について、木造の構造部分にあっては①、鉄骨造の構造部分にあっては②、鉄筋コンクリート造等の構造部分にあっては③にそれぞれ掲げる劣化事象等が認められないこと。

①、②　略

③ 部材又は接合部の著しいひび割れ、火災の跡、壁、柱、床等の著しい傾斜その他の構造耐力に関連する劣化事象等

i　平成 18 年国土交通省告示第 184 号（耐震改修促進法告示）参照

ii　新築の耐震等級（倒壊等防止）の基準の内、ロ. 保有水平耐力計算等による場合を指す

iii　建築基準法施行令第３章第 8 節に定める構造計算によって確かめられる安全性を有すること

iv　建築基準法施行令第３章第 1～7 節の２までの規定に適合していること

v　新築の耐震等級（倒壊等防止）の基準の内、二. 令第 81 条第 2 項第 1 号イ、同項第２ 号イ又は第３ 項に規定する国土交通大臣が定める基準に従った構造計算による場合を指す

vi　建築基準法施行令第３章第 8 節に定める構造計算によって確かめられる安全性を有すること

vii　建築基準法施行令第３章第 1～2 節までの規定に適合していること等

住宅性能表示制度の評価方法基準では、耐震改修促進法告示により定められる耐震診断法を基に、建築基準法に基づく極めて稀に発生する地震に対する構造計算の基準及び建築基準法に定められる仕様規定（構造計算により除外されるものを除く）への適合を確認すること、及び構造耐力に大きく影響すると見込まれる劣化事象等が認められないことを確認することが求められている。

具体的には、次の４点について確認する必要がある。

①耐震改修促進法告示による耐震診断法において、Ｉｓ値及びｑ値を 1.25 倍以上に割り増して耐震診断（建防協等のいわゆる同等認定の耐震診断法を用いる場合、特別評価方法認定が必要）

⇒保有水平耐力計算相当の構造計算

②建築基準法施行令３章第８節に定められた構造計算で、許容応力度計算による安全性の確認（稀地震、長期荷重）を行うことが要求されているが、暴風、積雪により発生する力の作用に対する構造計算を除く他、以下の内容も除かれる。

- 保有水平耐力の計算（耐震改修促進法告示に基づいて同等の計算を実施済み）
- 82 条第 4 号（使用性に関する検証）
- 82 条の 4（非構造部材に関する検証）
- 82 条の 5（限界耐力計算）
- 規模により該当しない構造計算

⇒ただし、新築時に確認・検査を行った住宅で、増改築、用途変更等の改変が行われたことが確認されなければ、改めて詳細の確認を行うことは要しない。この場合、新耐震設計法の導入により、地震力の算定方法が震度法から、層せん断力による方法に変更されているが、稀地震の地震力については、基本的に同レベルの地震力を規定していることから、新耐震設計法以前のものを含めて、改めてその詳細を確認することは必要ない。

③建築基準法施行令３章第１節～第７節の２までの規定（仕様規定）に適合すること

建築基準法に定められた仕様規定については、鉄筋コンクリート造の場合施行令３章第６節に規定されている。これについても新築時に確認申請・検査を受けた建築物であれば、改変等がなければ以下の２点のみ確認できれば、その他の規定については改めて確認することは不要と考えられる。

- S45 年 12 月 31 日以前に着工した建築物：柱の帯筋間隔（30cm から 15cm に強化された）
- S56 年 5 月 31 日以前に着工した建築物：耐力壁の開口補強筋の配置

壁式ラーメン鉄筋コンクリート造の建築物の場合、仕様規定については建築基準法施行令第３章第１，２節（令３９条を除く）、第６節の他、平成 13 年国土交通省告示第 1025 号（壁式ラーメン鉄筋コンクリート造の建築物又は建築物の構造部分の構造方法に関する安全上必要な技術的基準を定める等の件）の第１から第７までに定められているコンクリート、鉄筋の材質等に関する規定に適合していることが定められている。

プレストレストコンクリート造の建築物の場合、仕様規定については第１、２節（令 39 条を除く）の他、昭和 58 年建設省告示第 1320 号（プレストレストコンクリート造の建築物又は建築物の構造部分の構造方法に関する安全上必要な技術的基準を定める等の件）の第１～第 12 までに定められているコンクリート、緊張材の材質等に関する規定に適合していることが定められている。

④部材又は接合部に著しいひび割れ、火災の跡、壁、柱、床等の著しい傾斜その他の構造耐力に関連する劣化事象がみられないこと。

（詳細は後掲の**参考資料２**を参照）

耐震改修促進法告示には、詳細は劣化事象についての記述はないが、日本住宅性能表示基準・評価方法基準技術解説（既存住宅・個別性能）において、具体的な判断基準として、㈶日本建築防災協会　2001 年改訂版　既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・改修設計指針・同解説（以下、「建防協ＲＣ診断基準」と略す。）の「1.2　予備調査と本基準適用の可否」と実質的に同じ考え方によることとされている。

建防協ＲＣ診断基準では、以下に示す著しい劣化事象がみられないことを確認することとされている。

＜著しい劣化事象の例＞

・普通コンクリート供試体の圧縮強度が平均値で 13.5N/mm2 を下回る。
・不同沈下が激しく、構造亀裂が生じている。
・火害を受け、亀裂、剥落等の痕跡が残っている。
・竣工後 30 年以上経過したもので、老朽化が著しい。
・塩害やアルカリ骨材反応の影響により鉄筋の腐食が著しい。
・凍害などによりコンクリートの断面欠損が著しい。

具体的には同基準に定められる第１次耐震診断法又は第２次耐震診断法において、経年指標 T の値が 0.8 以上であれば告示の基準ロに定められた著しい劣化事象がみられないことに該当すると判断して良いこととされている。

この④の基準については、引用元の基準において、同様の基準が定められていない場合であっても、構造躯体に影響を及ぼす著しい劣化事象のないことが建築物の多世代利用において重要であると考えられることから、全ての評価基準において確認することが求められる。

したがって、この基準を満たしていない場合には、グレードＣに該当すると判断することが適当と考えられる。

Ａ-2　既存住宅用の基準による耐震等級１【グレードＡ】

Ａ-1 に定めた耐震性の確認において、Ｉｓ値・ｑ値に乗ずる 1.25 を 1.0 として耐震診断を行い、建築基準法に基づく構造計算及び仕様規定を満たすことを確認すること

B－1　新築住宅同等基準による耐震等級２以上【グレードA⁺】

既存住宅の性能表示制度により新築住宅と同等の評価方法基準を用いる場合には以下の基準を満たすことが求められる。

＜評価方法基準＞　次のイ及びロに適合すること

イ 目視又は計測（仕上げ材等により隠蔽されている部分に係るものを含む。）により確認された評価対象建築物の現況又は評価対象建築物の図書等に記載された内容が、次のいずれかに掲げる基準に適合していること。

①次のａ又はｂに掲げる基準に適合していること。

ａ、ｂ　略（木造建築物及び非木造の基準）

② (3)に掲げる基準（極めて稀に発生する暴風及び積雪による力の作用に対する構造く躯体の倒壊、崩壊等並びに稀に発生する暴風及び積雪による力の作用に対する構造く躯体の損傷に関するものを除く。）に適合していること。

ロ　目視又は計測により確認された評価対象建築物の現況について、木造の構造部分にあっては①、鉄骨造の構造部分にあっては②、鉄筋コンクリート造等の構造部分にあっては③にそれぞれ掲げる劣化事象等が認められないこと。

①、②　略

③ 部材又は接合部の著しいひび割れ、火災の跡、壁、柱、床等の著しい傾斜その他の構造耐力に関連する劣化事象等

ⅰ 新築住宅に関する評価基準

具体的には、建築基準法に基づく構造計算規定のうち、下記のイ～ニに示すいずれかにより、極めて稀に発生する地震による力を 1.25 倍に割り増した力の作用に対して、構造躯体が倒壊、崩壊等しないことを確認する。(新築と共通の基準)

イ　限界耐力計算による場合
ロ　保有水平耐力計算等による場合
ハ　施行令 81 条第 2 項第 1 号ロに規定する構造計算による場合（限界耐力計算と同等の計算）
ニ　施行令 81 条第 2 項第 1 号イ、同項第 2 号イ又は第 3 項による計算（保有水平耐力計算等と同等の計算）

各構造計算方法において、極めて稀に発生する地震による力を 1.25 倍に割り増す。

この基準は、主として新築時に住宅性能表示制度の建設住宅性能評価を受けているものについて適用されるものとして想定されており、その場合、評価内容の詳細について改めて確認することは要しない。

B－2　新築住宅同等基準による耐震等級１【グレードA】

B－1 に定めた耐震性の確認において、極めて稀に発生する地震による力の作用に対して、地震に乗ずる 1.25 を 1.0 として構造躯体が倒壊、崩壊等しないことを確認する。(新築と共通の基準)

＜建築基準法による基準＞

C-1　限界耐力計算法による変形防止【グレードA⁺】

新築の長期優良住宅の認定基準として極めて稀に発生する地震に対し、損傷のレベルの低減を図り、継続利用のための改修の容易化を図るため、大規模地震力に対する変形を一定以下に抑制する措置を講じることとして、定められている方法のひとつであり、以下の基準を満たすことが求められている。

評価方法基準第５の１の１－１(3)イ[i]の基準に適合すること。ただし、地上部分の各階の安全限界変形（建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）第82条の５第５号イに規定する安全限界変形をいう。以下同じ。）の当該階の高さに対する割合がそれぞれ1/100（木造である階にあっては、1/40）以下であること。	ⅰ 新築の耐震等級（倒壊等防止の基準の内､イ限界耐力計算法による場合を指す

評価方法基準第５の１の１－１(3)イ イ 限界耐力計算による場合 次の①から③まで（等級１への適合判定にあっては②及び③）に掲げる基準に適合していること。 ①令第 82 条の５第５号[ii]に定めるところによりする構造計算によって確かめられる安全性を有すること。この場合において、同号中「当該地震力」とあるのは「当該地震力に評価方法基準に規定する耐震等級（倒壊等防止）に応じた倍率を乗じた地震力」とし、平成 12 年建設省告示第 1457 号第 7 第 4 項第 1 号中「0.3」とあるのは「0.3 に評価方法基準に規定する耐震等級（倒壊等防止）に応じた倍率を乗じた数値」とする。 ②令第 82 条の５第１号から第５号まで（①に基づく構造計算によって同条第５号に基づく構造計算と同等の安全さが確かめられた場合にあっては、同条第１号から第４号まで）に定めるところによりする構造計算によって確かめられる安全性を有すること。 ③令第 36 条第１項に規定する耐久性等関係規定（令第 39 条第１項及び第 70 条の規定を除く。以下単に「耐久性等関係規定」という。）に適合していること。	ⅱ 建築基準法施行令に定める限界耐力計算法の内、安全限界変形時の確認

具体的には、限界耐力計算法に基づき、極めて稀に発生する地震による力に対して、安全であることを確認すること。その際、地上部分各階の安全限界変形の当該階の高さに対する割合が、建築基準法レベルの場合 1/75 に対して、1/100 以下であることが求められる他、以下の５項目について確認することが求められている。

- 地震時以外の荷重・外力についての許容応力度計算
- 極めて稀に発生する積雪・暴風に対し生ずる力が耐力を超えないことを確認

- 稀に発生するレベルの地震力に対し、各階の水平力及び層間変位がそれぞれ損傷限界耐力及び 1/200 を超えないことを確認
- 地下部分の地震力についての許容応力度計算
- 極めて稀に発生するレベルの地震力に対し、各階の水平力が保有水平耐力を超えないことを確認

さらに、耐久性等関係規定への適合が求められているが、耐久性等関係規定は、S46 年以降既存不適格となる改正等は行われていないので、新築時に建築確認・検査を受けた建築物であれば特に確認することは要しない。

C-2　仕様規定＋構造計算【グレードA】

現行の建築基準法への適合を確認する場合、建築物の規模に応じて、適用可能な計算方法が異なる（参考図 3.3）。鉄筋コンクリート造建築物の場合、各号に該当する規模は次のとおりである。

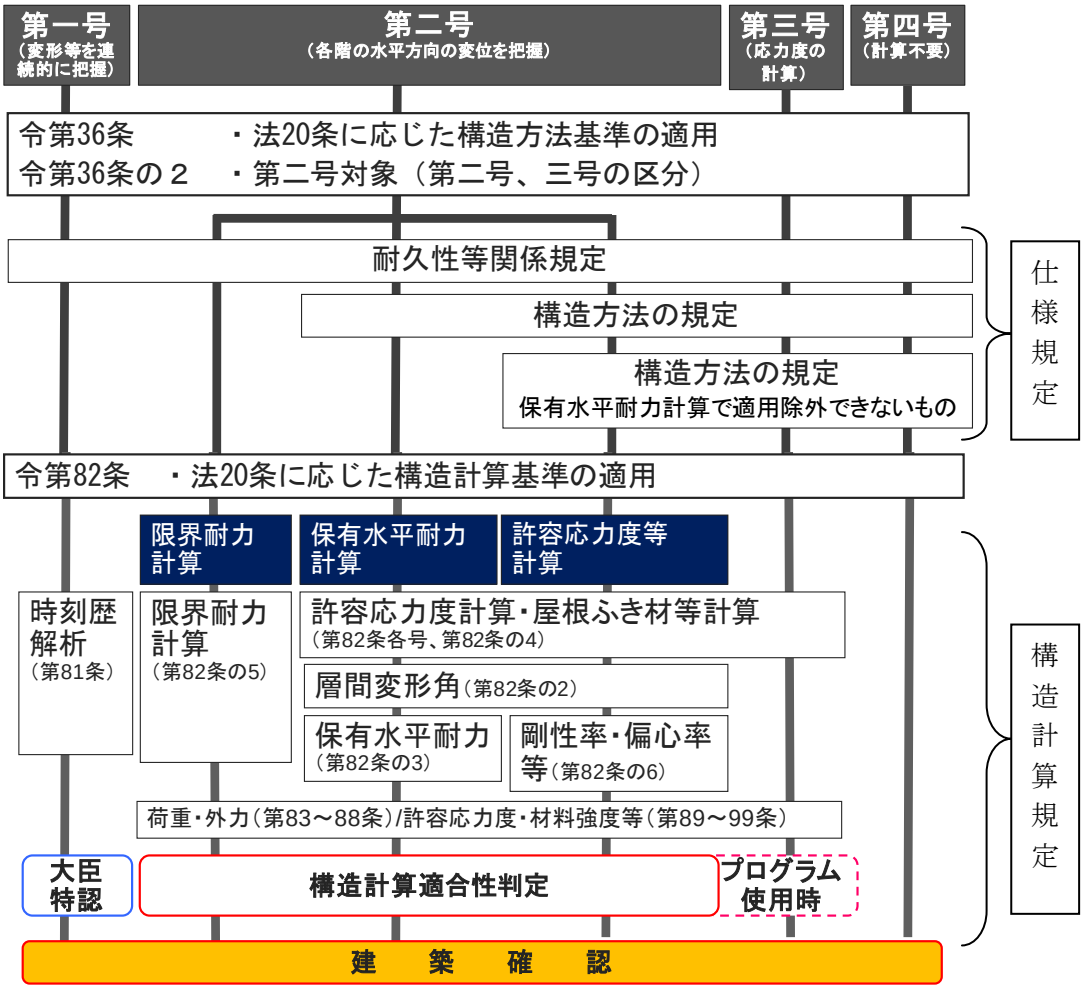
第一号　建築物の高さ 60m 超のいわゆる超高層建築物

第二号　高さが 60m 以下、20m 超のもの

（高さが 31m 超の場合、保有水平耐力計算又は限界耐力計算が必要）

第三号　高さが 20m 以下で、2 以上の階数を有し、又は延べ面積が 200 ㎡を超えるもの

第四号　上記のいずれにも該当しないもの：高さが 20m 以下、平屋かつ延べ面積が 200 ㎡以下



参考図 3.3　建築物の規模に応じた仕様規定と構造計算規定の適用関係

d　免震建築物であること【グレードA⁺】

新築の長期優良住宅の認定基準として極めて稀に発生する地震に対し、損傷のレベルの低減を図り、継続利用のための改修の容易化を図るため、大規模地震力に対する変形を一定以下に抑制する措置を講じることとして、定められている方法のひとつであり、以下の基準を満たすことが求められている。

評価方法基準第５の１の１－３(3)の免震建築物の基準に適合すること。

ⅰ　新築住宅の性能表示制度におけるその他(地震に対する構造躯体の倒壊等防止及び損傷防止)の基準で、免震建築物の基準を指す

評価方法基準第５の１の１－３(3)
評価対象建築物が次のイ及びロに掲げる基準に適合しているかによること
イ 評価対象建築物が免震建築物（平成12年建設省告示第2009号（以下１－３において「告示」という。）第１第３号に規定する免震建築物をいう。以下同じ。）であって、告示第２各号に規定する構造方法によるものであること。
ロ 当該免震建築物の免震層（告示第１第２号に規定する免震層をいう。以下同じ。）及び免震材料（告示第１第１号に規定する免震材料をいう。以下同じ。）の維持管理に関し、次に掲げる事項が明示された図書が作成されていること。
① 免震材料及び告示第４第１号ロただし書の規定によって設置された暴風により生ずる免震層の著しい変位を防止するための措置に必要な部材（以下１－３において「免震材料等」という。）の維持管理に関する計画（定期点検及び臨時点検として、その頻度及び項目並びにそれぞれ基準となる数値等が記載されているものに限る。）。
② 免震建築物の実況に応じた敷地の管理に関する計画（定期点検及び臨時点検として、その頻度及び項目並びにそれぞれ基準となる数値等が記載されているものに限る。）。

ⅱ　H12 年建設省告示2009号　第２免震構造物の構造方法の規定を指す

住宅性能表示制度における免震建築物であることの基準を引用して定められており、H12 年建設省告示第 2009 号（いわゆる免震告示）だけでなく、免震層等の維持管理に関する基準が設けられており、具体的には、以下の３つの基準を満たすことが求められる。

・建設省告示 H12 年 10 月 2009 号に定められた基準を満たすこと。
　⇒告示 2009 号における第 2 免震構造物の構造方法で、次のいずれか
　　♦仕様規定によるもの
　　♦耐久性等関係規定＋限界耐力計算と同等の構造計算によるもの
　　♦耐久性等関係規定＋時刻歴応答解析と同等の構造計算によるもののいずれか
・建築物の免震材料及び免震層の著しい変位を防止するための措置に必要な部材（ダンパー）の維持管理に関する計画が定められていること。

⇒定期点検及び臨時点検としてその頻度及び項目並びにそれぞれ基準となる数値等が記載されているもの

・建築物の実況に応じて敷地の管理に関する計画が定められていること。

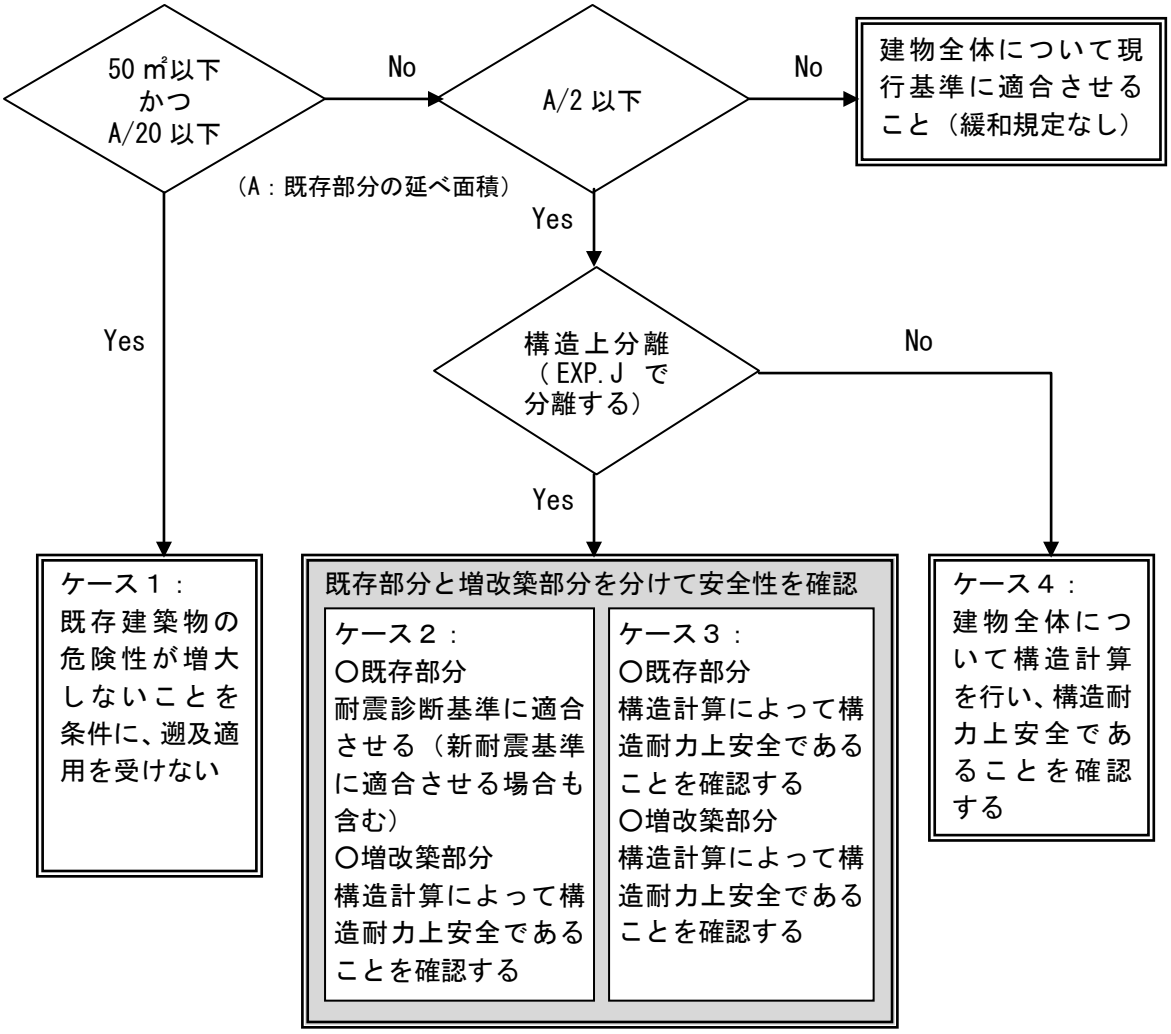
⇒定期点検及び臨時点検としてその頻度及び項目並びにそれぞれ基準となる数値等が記載されているものに限る。

e　建築基準法第８７条の６による緩和規定【グレードＡ又はＡ※】

既存建築物に一定範囲の増改築等を行う場合については、大規模の地震で倒壊するおそれがない水準を確保する耐震改修の実施を容易にするため、現行基準の適用に関して、建築基準法第 86 条の 7 に一定の緩和規定が設けられている。

増改築部分の床面積が 50 ㎡以下かつ既存部分の延べ面積に対して 1/20 以下であるかどうか、増改築部分の床面積が既存部分の延べ面積に対して 1/2 以下であるかどうか、増改築部分と既存部分とが構造上分離されているかどうかにより、適用を受ける構造関係規定が異なる。

既存建築物に増改築等を行う場合の耐震基準に係る緩和規定の適用関係を整理すると、参考図 3.4 のようになる。



参考図 3.4　既存建築物に増改築等を行う場合の耐震基準に係る緩和規定の適用関係

参考図 3.4 に示した評価方法による場合、建築物全体として、建築基準法上の仕様規定を含めて現行の耐震性能を有すると判断されるものはグレードＡ、仕様規定を満たすことを確認できない場合はグレードA※と判定する。

各ケースの判定の考え方と、グレード区分の考え方を参考表 3.9 に解説する。

参考表 3.9　既存建築物に増改築等を行う場合の耐震基準に係る緩和規定の適用とグレード判定の考え方（その１）

ケース１	適用条件	規模：増改築部分の床面積が既存部分の延べ面積の 1/20 以下かつ 50 ㎡以下。 構造上の扱い：構造上一体となるか、又は、分離されるかを問わない。
	耐震性の確認	[既存部分]：構造耐力上の危険性が増大しないことが必要。 [増改築部分]：現行の基準に適合させることが必要。
	グレード判定の考え方	・増改築等を行う部分の荷重を既存部分で支える場合には、既存部分において構造耐力上の危険性が増大しないことを確認する必要がある。 ・しかしこのケースでは、既存部分の耐震性能についての確認は行われないため、建築物全体の耐震安全性についてのグレード判定を行うことはできない。よって、他の方法によって建物全体の安全性を確認してグレード判定を行う必要がある。
ケース２	適用条件	規模：増改築部分の床面積が既存部分の延べ面積の 1/2 以下 構造上の扱い：増改築部分と既存部分が構造上分離
	耐震性の確認	[既存部分]：耐震基準に適合させる（新耐震基準に適合させる場合も含む）。 [増改築部分]：構造計算によって構造耐力上安全であることを確認する。 **○構造耐力上主要な部分** ・増改築等を行う部分　：現行の仕様規定に適合させることが必要。 ・既存部分　　：耐久性等関係規定に適合させることが必要。 ・構造上分離された既存部分：耐震診断基準又は新耐震基準に適合し、かつ、地震以外に係る許容応力度計算による安全確認が必要。 ・構造上分離された増築部分：地震に係る構造計算（建築物の規模により建築基準法第 20 条第二号イ、又は第 20 条第三号イ）及び地震以外に係る許容応力度計算による安全確認が必要。 **○建築設備及び屋根ふき材等** ・屋上から突出する水槽、煙突その他これらに類するもの：国土交通大臣が定める基準に従った構造計算により風圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して構造耐力上安全であることを確かめること。 ・構造耐力上主要な部分を貫通して配管する場合においては、建築物の構造耐力上支障を生じないようにすること。 ・昇降機について、建築基準法施行令第 129 条の 4 及び令第 129 条の 5（これらの規定を令第 129 条の 12 第 2 項において準用する場合を含む。）、令第 129 条の 6 第一号並びに令第 129 条の 8 第 1 項の規定に適合すること。 ・屋根ふき材は、次に定めるところによらなければならない。 ：荷重又は外力により、脱落又は浮き上がりを起こさないように、たるき、梁、けた、野地板、その他これらに類する構造部材に取り付けるものとすること。 ：屋根ふき材及び緊結金物その他これらに類するものが、腐食又は腐朽するおそれがある場合には、有効なさび止め又は防腐のための措置をすること。 ：屋根瓦は軒及びけらばから 2 枚とおりまでを 1 枚ごとに、その他の部分のうちむねにあっては 1 枚おきごとに、銅線、鉄線、くぎ等で下地に緊結し又はこれと同等以上の効力を有する方法ではがれ落ちないようにふくこと。

参考表 3.9　既存建築物に増改築等を行う場合の耐震基準に係る緩和規定の適用とグレード判定の考え方（その２）

<table>
<tr><td rowspan="1">ケース２</td><td>グレード判定の考え方</td><td>・増改築を行う部分の耐震性は構造計算により現行規定に適合していること、既存部分の耐震性は耐震診断基準又は新耐震基準に適合し、かつ、地震以外に係る許容応力度計算により安全性が確保されていることを確認する必要がある。これらの方法により、安全性が確保されていることが確認される場合は、グレードＡとなる。
・しかし、仕様規定については、既存部分は耐久性等関係規定のみを満たせば良いルートであるため、耐久性等関係規定以外の仕様規定について確認することができない場合はグレードＡ※と判定する。全ての仕様規定を満足する場合については、グレードＡと判定する。

耐久性等関係規定
建築基準法施行令第 36 条に定められた規定で、建築物の建設時の基準と状態に関する基準がある。鉄筋コンクリート造建築物の状態に関する基準は以下のとおり。
第 37 条（構造部材の耐久）
第 38 条（基礎）第 1, 5, 6 項
第 39 条（屋根ふき材等の緊結）
第 74 条（コンクリートの強度）
第 79 条（鉄筋のかぶり厚さ）</td></tr>
<tr><td rowspan="3">ケース３</td><td>適用条件</td><td>規模：増改築部分の床面積が既存部分の延べ面積の 1/2 以下。
構造上の扱い：増改築部分と既存部分が構造上分離。</td></tr>
<tr><td>耐震性の確認</td><td>［既存部分］：構造計算によって構造耐力上安全であることを確認する。
［増改築部分］：構造計算によって構造耐力上安全であることを確認する。
〇構造耐力上主要な部分
・増改築等を行う部分　：現行の仕様規定に適合させることが必要。
・既存部分　　：耐久性等関係規定に適合させることが必要。
・構造上分離された既存部分：地震に係る構造計算（建築物の規模により建築基準法第 20 条第二号イ、又は第 20 条第三号イ）及び地震以外に係る許容応力度計算による安全確認が必要。
〇建築設備及び屋根ふき材等
・ケース２と同じ。</td></tr>
<tr><td>グレード判定の考え方</td><td>・増改築部分、既存部分ともに、耐震性は耐震診断基準又は新耐震基準に適合し、かつ、地震以外に係る許容応力度計算により安全性が確保されていることを確認する必要がある。これらの方法により、安全性が確保されていることが確認される場合は、グレードＡとなる。
・しかし、仕様規定については、ケース２と同様、既存部分は耐久性等関係規定のみを満たせば良いルートであるため、耐久性等関係規定以外の仕様規定について確認することができない場合はグレードＡ※と判定する。全ての仕様規定を満足する場合については、グレードＡと判定する。</td></tr>
</table>

参考表 3.9　既存建築物に増改築等を行う場合の耐震基準に係る緩和規定の適用とグレード判定の考え方（その３）

ケース４	**適用条件**	規模：増改築部分の床面積が既存部分の延べ面積の 1/2 以下。 構造上の扱い：増改築部分と既存部分が構造上一体。
	耐震性の確認	**[建物全体]**：構造計算によって、構造耐力上安全であることを確認する。 **○構造耐力上主要な部分** ・増改築等を行う部分　：現行の仕様規定に適合させることが必要。 ・既存部分　：耐久性等関係規定に適合させることが必要。 ・建築物全体　：地震に係る構造計算：建築物の規模により建築基準法第 20 条第二号イ、又は第三号イ ：地震以外に係る構造計算：建築基準法施行令 82 条第一号から第三号までに定められた構造計算（＝許容応力度計算） **○建築設備及び屋根ふき材等** ・ケース２と同じ。
	グレード判定の考え方	・建築物全体の構造計算については、建築物の規模により構造計算方法が定められており、中層共同住宅においては、許容応力度計算を行うことが必要とされている。これらの方法により、安全性が確保されていることが確認される場合は、グレードＡとなる。 ・建築物全体の耐震性能について、計算により確認をとることが求められているが、仕様規定については、ケース２、３と同様、既存部分は耐久性等関係規定のみを満たせば良いルートであるため、耐久性等関係規定以外の仕様規定について確認することができない場合はグレードＡ※と判定する。全ての仕様規定を満足する場合については、グレードＡと判定する。おり、それにより安全性が確保されているかどうかが確認される。

f　耐震診断法による診断　【グレードA※】

耐震診断法は、耐震改修促進法・告示により定められた方法の他、(財)日本建築防災協会等が定めたものがあり、同法の告示と同等以上の効力をもつものについては耐震改修促進法に基づいて認定されている。

以下は、認定された耐震診断法のうち、RC造共同住宅に用いられる耐震診断法である（財）日本建築防災協会「2001年改訂版　既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説」に基づいて記述する。

①耐震診断法の適用の考え方

耐震診断法には、第１次診断法、第２次診断法、第３次診断法がある（参考表 3.10）。

第１次診断法は、最も簡便な方法で、壁が多い建築物の診断に適するので、中層壁式鉄筋コンクリート造の建築物等に適する。配筋の情報等を用いず、柱・壁の断面寸法を元に診断を行うので、簡便である反面、鉛直部材の靭性を評価することができない。

第２次診断法は、梁・床が、柱・壁より強いと仮定した上で、柱や壁の強度及び靭性を考慮するので、靭性が大きな建築物であっても、異なる剛性、強度、靭性をもつ柱、壁等の部材を累積評価でき、第１次診断法より精度高く評価することができる。

第３次診断法は、梁の破壊や壁の回転についても考慮するため、連層耐震壁を有する高層建築物等でも精度の高い評価を行うことができるが、構造計算の難易度は最も高い。

参考表 3.10　耐震診断法の概要

耐震診断法	概　　要
第１次診断法	比較的耐震壁が多く配された建築物の耐震性能を簡略的に評価することを目的とした診断法。対象建物の柱・壁の断面積から構造耐震指標を評価する。
第２次診断法	梁よりも、柱、壁などの鉛直部材の破壊が先行する建築物の耐震性能を簡略的に評価することを目的とした診断法。対象建物の柱・壁の断面積に加え、鉄筋の影響も考慮し、構造耐震指標を評価する。第１次診断法よりも計算精度の改善を図っており、一般的なマンションの構造特性に適した、最も適用性の高い診断法である。
第３次診断法	柱、壁よりも、梁の破壊や壁の回転による建物の崩壊が想定される建築物の耐震性能を簡略的に評価することを目的とした診断法。対象建物の柱・壁（断面積・鉄筋）に加えて、梁の影響を考慮し、構造耐震指標を評価するものである。第３次診断法は、計算量が最も多く、解析においてモデル化の良否の影響を大きく受けるため、高度な知識と慎重な判断を要する診断法である。

それぞれの診断法の適用にあたっては、診断の目的、建築物の構造特性等に応じて、適切な診断法を選定する必要がある。

なお、第１次診断法はきわめて簡易な診断法であるため、耐震性能があると判定するための構造耐震判定指標 *Iso* の値が、第２次診断法・第３次診断法よりも高く設定されている。

したがって、壁式構造を除き、第１次診断法で耐震性能があると評価される例は少なく、第２次診断法または第３次診断法により耐震性能の評価を行うことが一般的である。

②評価の方法

建物の保有する耐震性能は、構造耐震指標 Is という数値を算出し、構造耐震判定指標 *Iso* と比較することにより評価する。

建物の耐震性の判定では、構造耐震指標 Is が構造耐震判定指標 *Iso* 値以上であれば、「安全（想定する地震動に対して所要の耐震性を確保している)」とし、そうでなければ耐震性に「疑問あり」とすることによって、耐震化の必要性を確認する。

Is ≧ *Iso* ……「安全（想定する地震動に対して所要の耐震性を確保している)」
Is ＜ *Iso* ……「疑問あり」

Is：構造耐震指標（耐震診断を行った建物の耐震性能を表す指標）
Iso：構造耐震判定指標（現行の建築基準法等により設計される建物とほぼ同程度の耐震性能を表す指標）

なお、これらの構造耐震指標の評価は、建物の方向（水平面の X 方向、Y 方向）及び階別に算定する必要がある。その結果、全方向及び全階で「*Is* ≧*Iso* 」という判定条件を満足している場合には「安全（想定する地震動に対して所要の耐震性を確保している)」と判断し、そうでない場合は耐震化が必要と判断される。

また、建築物のビルディングタイプ（強度重視と靭性重視等）により、構造耐震指標の計算方法が変わるので、ビルディングタイプに応じた計算を行うことが重要である。

参考表 3.11　構造耐震指標等と耐震性能の判定との関係

	構造耐震指標 *Is*	累積強度指標 $C_{TU}\times S_D$	判定
第 1 次診断	*Is* ≧0.8	－	「安全」(想定する地震動に対して所要の耐震性を確保している)
	Is ＜0.8	－	「疑問あり」
第 2 次・第 3 次診断	*Is* ≧0.6　かつ	$C_{TU}\times S_D$ ≧0.3※ ：RC造の場合	「安全」(想定する地震動に対して所要の耐震性を確保している)
	Is ＜0.6　または	$C_{TU}\times S_D$ ＜0.3※ ：RC造の場合	「疑問あり」

※表中の累積強度指標の数値はRC造の場合を示し､S造･SRC造の場合 0.25 または 0.28 となる。
※上記については、一般的な数値を示しており、地域、地盤の状況等により数値は異なる
出典：「マンション耐震化マニュアル」、国土交通省、平成 19 年 6 月

累積強度指標 $C_{TU}\times S_D$：第２次、第３次診断においては、靭性を考慮した判定を行う。その際、靭性が大きな建築物では、構造耐震指標が判定基準を満たしても建築基準法に定められた耐震性を下回る可能性がある。これを避けるため、累積強度指標の基準を満たしておくことが前提となっている。

③構造耐震指標 Is の計算

構造耐震指標 Is は、次のように算定される。下式に示す保有性能基本指標 Eo と形状指標 S_D と経年指標 T により算定されるものである。

Is ＝ 建物の強さと粘りの指標（保有性能基本指標 Eo）
×建物の形状、バランスの良さの指標（形状指標 S_D）
×建物の経年劣化の指標（経年指標 T）

算定される形状指標 S_D および経年指標 T の値は 1.0 を最大値とし、建物形状や経年劣化の度合いが耐震性能に与える影響が大きい場合は、それぞれ 1.0 未満となり構造耐震指標 Is が低減することとなる。

④構造耐震判定指標 Iso

現行の建築基準法等により設計される建物とほぼ同程度の耐震性能を表す指標であり、一般的には第 1 次診断法の場合は「0.8」、第 2 次診断法及び第 3 次診断法の場合は「0.6」となる。ただし、地域や地盤の状況により、この数値を適切に補正（低減又は増幅）してよい。

⑤累積強度指標

第 2 次診断法・第 3 次診断法では、建物の耐震安全性を確保するために、Is 指標による判定に加えて、最低限必要な建物の頑丈さを満たしているか否かの判定を行うこととしている。

「累積強度指標」と呼ばれる指標を用いて判定を行い、$C_{TU} \times S_D$ という算式で示され、一般的には、0.3 以上であることが必要である。ただし、地域や地盤の状況により、この数値を適切に補正（低減又は増幅）してよい。

＜参考＞　構造耐震指標 Is と地震被害との関係

一般的なマンション等の建築物で採用される第 2 次診断で、構造耐震判定指標 Iso=0.6 の場合の構造耐震指標 Is と地震被害との関連は以下のように想定される。

参考表 3.12　構造耐震指標及び保有水平耐力に係る指標関係からみた地震安全性の考え方

構造耐震指標及び保有水平耐力に係る指標		構造耐力上主要な部分の地震に対する安全性
（一）	Is が 0.3 未満の場合又は q が 0.5 未満の場合	地震の震動及び衝撃に対して倒壊し、又は崩壊する危険性が高い。
（二）	（一）および（三）以外の場合	地震の震動及び衝撃に対して倒壊し、又は崩壊する危険性がある。
（三）	Is が 0.6 以上の場合で、かつ q が 1.0 以上の場合	地震の震動及び衝撃に対して倒壊し、又は崩壊する危険性が低い。

注 1：上表は、建築物の耐震診断及び耐震改修の促進を図るための基本的な方針（平成 18 年国土交通省告示第 184 号）別添「建築物の耐震診断及び耐震改修の実施について技術上の指針となるべき事項」の別表 6 として位置づけられている。

注 2：上記表中の q 値は、各階の保有水平耐力に係る指標で、耐震診断基準における累積強度指標 C_{TU}×形状指標　S_D との関係は以下のとおりである。
$q = C_{TU} \times S_D$ ／（鉄筋コンクリート造：0.3、鉄骨造および鉄骨鉄筋コンクリート造：0.25 または 0.28）

注 3：上記表中における地震は、大規模地震を想定している。

参考表 3.13　鉄筋コンクリート造に関する現行の仕様規定（その１）

条項		現行基準
第七十一条	適用の範囲	1　この節の規定は、鉄筋コンクリート造の建築物又は鉄筋コンクリート造と鉄骨造その他の構造とを併用する建築物の鉄筋コンクリート造の構造部分に適用する。 2　高さが四メートル以下で、かつ、延べ面積が三十平方メートル以内の建築物又は高さが三メートル以下のへいについては、この節の規定中第七十二条、第七十五条及び第七十九条の規定に限り適用する。
第七十二条	コンクリートの材料	1　鉄筋コンクリート造に使用するコンクリートの材料は、次の各号に定めるところによらなければならない。 一　骨材、水及び混和材料は、鉄筋をさびさせ、又はコンクリートの凝結及び硬化を妨げるような酸、塩、有機物又は泥土を含まないこと。 二　骨材は、鉄筋相互間及び鉄筋とせき板との間を容易に通る大きさであること。 三　骨材は、適切な粒度及び粒形のもので、かつ、当該コンクリートに必要な強度、耐久性及び耐火性が得られるものであること。
第七十三条	鉄筋の継手及び定着	1　鉄筋の末端は、かぎ状に折り曲げて、コンクリートから抜け出ないように定着しなければならない。ただし、次の各号に掲げる部分以外の部分に使用する異形鉄筋にあつては、その末端を折り曲げないことができる。 一　柱及びはり（基礎ばりを除く。）の出すみ部分 二　煙突 2　主筋又は耐力壁の鉄筋（以下この項において「主筋等」という。）の継手の重ね長さは、継手を構造部材における引張力の最も小さい部分に設ける場合にあつては、主筋等の径（径の異なる主筋等をつなぐ場合にあつては、細い主筋等の径。以下この条において同じ。）の二十五倍以上とし、継手を引張り力の最も小さい部分以外の部分に設ける場合にあつては、主筋等の径の四十倍以上としなければならない。ただし、国土交通大臣が定めた構造方法を用いる継手にあつては、この限りでない。 3　柱に取り付けるはりの引張り鉄筋は、柱の主筋に溶接する場合を除き、柱に定着される部分の長さをその径の四十倍以上としなければならない。 4　軽量骨材を使用する鉄筋コンクリート造について前二項の規定を適用する場合には、これらの項中「二十五倍」とあるのは「三十倍」と、「四十倍」とあるのは「五十倍」とする。
第七十四条	コンクリートの強度	1　鉄筋コンクリート造に使用するコンクリートの強度は、次に定めるものでなければならない。 一　四週圧縮強度は、一平方ミリメートルにつき十二ニュートン（軽量骨材を使用する場合においては、九ニュートン）以上であること。 二　設計基準強度（設計に際し採用する圧縮強度をいう。以下同じ。）との関係において国土交通大臣が安全上必要であると認めて定める基準に適合するものであること。 2　前項に規定するコンクリートの強度を求める場合においては、国土交通大臣が指定する強度試験によらなければならない。 3　コンクリートは、打上りが均質で密実になり、かつ、必要な強度が得られるようにその調合を定めなければならない。
第七十五条	コンクリートの養生	1　コンクリート打込み中及び打込み後五日間は、コンクリートの温度が二度を下らないようにし、かつ、乾燥、震動等によつてコンクリートの凝結及び硬化が妨げられないように養生しなければならない。ただし、コンクリートの凝結及び硬化を促進するための特別の措置を講ずる場合においては、この限りでない。
第七十六条	型わく及び支柱の除去	1　構造耐力上主要な部分に係る型わく及び支柱は、コンクリートが自重及び工事の施工中の荷重によつて著しい変形又はひび割れその他の損傷を受けない強度になるまでは、取りはずしてはならない。 2　前項の型わく及び支柱の取りはずしに関し必要な技術的基準は、国土交通大臣が定める。

参考表 3.13　鉄筋コンクリート造に関する現行の仕様規定（その２）

条項		現行基準
第七十七条	柱の構造	1　構造耐力上主要な部分である柱は、次に定める構造としなければならない。 一　主筋は、四本以上とすること。 二　主筋は、帯筋と緊結すること。
		三　帯筋の径は、六ミリメートル以上とし、その間隔は、十五センチメートル（柱に接着する壁、はりその他の横架材から上方又は下方に柱の小径の二倍以内の距離にある部分においては、十センチメートル）以下で、かつ、最も細い主筋の径の十五倍以下とすること。
		四　帯筋比（柱の軸を含むコンクリートの断面の面積に対する帯筋の断面積の和の割合として国土交通大臣が定める方法により算出した数値をいう。）は、０．２パーセント以上とすること。
		五　柱の小径は、その構造耐力上主要な支点間の距離の十五分の一以上とすること。
		六　主筋の断面積の和は、コンクリートの断面積の０．８パーセント以上とすること。
第七十七条の二	床版の構造	1　構造耐力上主要な部分である床版は、次に定める構造としなければならない。ただし、第八十二条第四号に掲げる構造計算によつて振動又は変形による使用上の支障が起こらないことが確かめられた場合においては、この限りでない。 一　厚さは、八センチメートル以上とし、かつ、短辺方向における有効張り間長さの四十分の一以上とすること。 二　最大曲げモーメントを受ける部分における引張鉄筋の間隔は、短辺方向において二十センチメートル以下、長辺方向において三十センチメートル以下で、かつ、床版の厚さの三倍以下とすること。 2　前項の床版のうちプレキャスト鉄筋コンクリートで造られた床版は、同項の規定によるほか、次に定める構造としなければならない。 一　周囲のはり等との接合部は、その部分の存在応力を伝えることができるものとすること。 二　二以上の部材を組み合わせるものにあつては、これらの部材相互を緊結すること。
第七十八条	はりの構造	1　構造耐力上主要な部分であるはりは、複筋ばりとし、これにあばら筋をはりの丈の四分の三（臥梁にあつては、三十センチメートル）以下の間隔で配置しなければならない。
第七十八条の二	耐力壁	1　耐力壁は、次に定める構造としなければならない。 一　厚さは、十二センチメートル以上とすること。 二　開口部周囲に径十二ミリメートル以上の補強筋を配置すること。
		三　径九ミリメートル以上の鉄筋を縦横に三十センチメートル（複配筋として配置する場合においては、四十五センチメートル）以下の間隔で配置すること。ただし、平家建ての建築物にあつては、その間隔を三十五センチメートル（複配筋として配置する場合においては、五十センチメートル）以下とすることができる。
		四　周囲の柱及びはりとの接合部は、その部分の存在応力を伝えることができるものとすること。
		2　壁式構造の耐力壁は、前項の規定によるほか、次に定める構造としなければならない。 一　長さは、四十五センチメートル以上とすること。
		二　その端部及び隅角部に径十二ミリメートル以上の鉄筋を縦に配置すること。
		三　各階の耐力壁は、その頂部及び脚部を当該耐力壁の厚さ以上の幅の壁ばり（最下階の耐力壁の脚部にあつては、布基礎又は基礎ばり）に緊結し、耐力壁の存在応力を相互に伝えることができるようにすること。

参考表 3.13　鉄筋コンクリート造に関する現行の仕様規定（その３）

条項		現行基準
第七十九条	鉄筋のかぶり厚さ	1　鉄筋に対するコンクリートのかぶり厚さは、耐力壁以外の壁又は床にあつては二センチメートル以上、耐力壁、柱又ははりにあつては三センチメートル以上、直接土に接する壁、柱、床若しくははり又は布基礎の立上り部分にあつては四センチメートル以上、基礎（布基礎の立上り部分を除く。）にあつては捨コンクリートの部分を除いて六センチメートル以上としなければならない。 2　前項の規定は、水、空気、酸又は塩による鉄筋の腐食を防止し、かつ、鉄筋とコンクリートとを有効に付着させることにより、同項に規定するかぶり厚さとした場合と同等以上の耐久性及び強度を有するものとして、国土交通大臣が定めた構造方法を用いる部材及び国土交通大臣の認定を受けた部材については、適用しない。

※　耐久性等関係規定　　既存不適格が生じるおそれのある関係条文

4.「避難安全性」の評価基準（案）

4.1　評価基準の設定の基本的考え方

１）想定される避難安全性の関係整理

既存共同住宅の避難安全性については、そのベースとなる満たすべき基準として建築基準法と消防法が考えられる。

ここでは、避難安全性において考慮すべき、建築基準法及び消防法の項目を整理すると参考表 4.1 のようになる。建築基準法においては、外壁・開口等、防火区画・界壁等、階段、廊下、その他の項目、消防法においては、共住区画、二方向避難、消防用設備の項目について、評価基準を設定する。

なお、建築基準法の防火区画・界壁等は内部延焼に対する防火性についての項目であるが、階段、廊下、その他の避難経路の移動容易性に係るものと考えられることから、「避難安全性」の評価基準の中で扱うものとする。

参考表 4.1　建築基準法・消防法で判定すべき項目の一覧

建築基準法	防火区画・界壁等	小屋裏及び天井裏の界壁	
		面積区画	
		竪穴区画	
	階段	幅員	
		直通階段の数	
	廊下	幅員	
	その他	歩行距離	直通階段までの歩行距離
			屋外への出口
		排煙設備	
		内装制限	
消防法	共住区画		
	２方向避難	避難経路の防炎性	階段室型住棟の共用階段の防炎性
			廊下型住棟の共用廊下の防炎性
		バルコニーの形式・仕切り板構造・垂直避難設備	独立バルコニー
			連続バルコニー
		避難設備について	
	消防用設備	設置の有無	
		消火管の経年劣化	

２）評価基準におけるグレード判定の考え方

避難安全性においては、参考表 4.2 に示すように、各基準（建築基準法及び消防法）への適否の組み合わせに基づいてグレード判定することを考える。

なお、消防法については、前述のように、共住区画、二方向避難、消防用設備の３指標を判定基準としており、そのうちの消防用設備については、改修等の際に既存遡及が適用される事項と適用されない事項に分類される。

避難安全性では、建築基準法と消防法の両基準について、全てに適合している場合をグレードＡとして判定する。また、消防用設備の既存遡及が適用されない事項のみが適合していない場合においては、対象建築物を多世代利用化することが十分に可能であると判断し、それをグ

レードA※として判定することを考える。

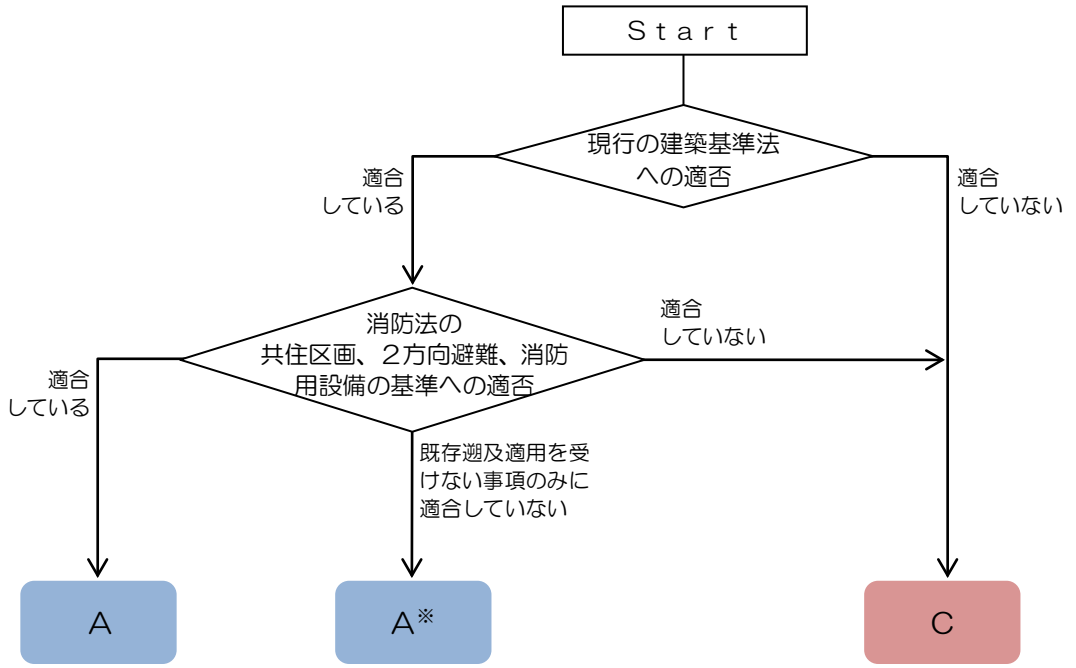
一方、建築基準法と消防法の両方が非適合である場合をグレードCとして判定する。

なお、具体的な既存遡及適用を受ける消防用設備と、受けない消防用設備の分類は、「4.3 解説」の「2）(2) ②消防用設備の既存遡及適用の考え方」を参照のこと。

参考表 4.2　グレードと基準達成の適否

			グレードA		グレードB	グレードC
				A※		
建築基準法			○	○	－	×
消防法	共住区画		○	○	－	×
	二方向避難		○	○	－	×
	消防用設備	既存遡及適用	○	○	－	×
		既存遡及非適用	○	×	－	×

上記の考え方を踏まえ、「避難安全性」の評価基準のグレード判定のフローを示すと参考図4.1のようになる。



参考図 4.1　「避難安全性」の評価基準のグレード判定フロー

4.2　評価基準（グレード判定）

前項でのグレード判定の考え方を踏まえて、「避難安全性」についての評価基準を参考表 4.3 のとおり設定する。

なお、グレードA、B、Cの判定の考え方は次項の「4.3　解説」によるものとする。

参考表 4.3　「避難安全性」の評価基準（グレード判定）

	グレードA		グレードB	グレードC	
	A	A※			リスク
避難安全性	建築基準法及び消防法の基準に適合しているもの	建築基準法及び消防法の既存遡及適用を受けない事項を除く基準に適合しているもの	―	建築基準法及び消防法の両方の基準に適合していないもの	⇒火災時に避難できない危険性あり ⇒火災時に延焼の危険性あり ※消防用設備についてはその設置の有無をチェックリストにより表示

4.3　解説

前項で示した評価基準におけるグレードの判定方法及びその根拠となる数値基準等を示す。

１）グレードの考え方とその設定根拠の解説

（１）グレードＡの考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードＡを以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードＡの評価基準（グレード判定）

Ａ	**建築基準法及び消防法の基準に適合しているもの**
Ａ※	**建築基準法及び消防法の既存遡及適用を受けない事項を除く基準に適合しているもの**

上記の評価基準（グレード判定）においてグレードＡは、①建築基準法の基準を満たしている状態、②消防法の基準を満たしている状態を示す。

また、対象となる既存共同住宅の多世代利用を図るにあたっては、上記の①及び②に適合していることが求められるが、消防法の一部の基準においては、改修や修繕等を実施しても、従前の規定に適合していればよい事項、即ち、既存遡及適用を受けない事項がある。このように、対象建築物において、③適合していない事項が既存遡及適用を受けないものに限定されている場合においては、最低限の安全性が確保されていると捉え、グレードＡ※として判定する。

【解説】

①建築基準法の基準を満たしている状態

・「建築基準法に適合している状態」とは、建築基準法において防火区画・界壁等、階段、廊下、その他の基準に適合している場合を示す。
・適合すべき建築基準法の具体の内容は、後掲(2)を参照のこと。

②消防法の基準に適合している状態

・「消防法の基準に適合している状態」とは、消防法において、共住区画、二方向避難、消防用設備等の全ての基準に適合している場合を示す。
・適合すべき消防法の具体の内容は、後掲(2)を参照のこと。

③適合していない事項が既存遡及適用を受けないものに限定されている場合

・本評価基準においては、消防法について、特に共住区画、２方向避難、消防用設備の基準への適否を判定の指標としている。このうち、消防用設備については、改修等を実施した際に、既存遡及適用を受ける設備と、受けない設備に分類される。

・「適合していない事項が既存遡及適用を受けないものに限定されている場合」とは、共住区画及び２方向避難と、既存遡及遡適用を受ける設備は従後の基準を満たしているが、既存遡及適用を受けない消防用設備は従後の基準を満たしていない状態を示す。ただし、既存遡及適用を受けない消防用設備は、従前の基準に適合していることが求められる。
・なお、適合すべき消防法の具体の内容、既存遡及適用がされる場合の条件及び対象となる消防用設備は、後掲⑵を参照のこと。

（２）グレードＣの考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードＣを以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードＣの評価基準（グレード判定）

Ｃ	**建築基準法及び消防法の両方の基準に適合していないもの**

上記の評価基準（グレード判定）においてグレードＣは、①建築基準法と消防法の両方の基準に適合していない状態を示す。このような場合においては、対象となる既存共同住宅の多世代利用を図るにあたって、満たしていない基準を達成するための性能向上を図ることが求められる。

【解説】

①建築基準法と消防法の両方の基準に適合していない状態

・「建築基準法と消防法の両方の基準に適合していない状態」とは、後掲⑵において規定されている建築基準法及び消防法の基準の両方を満たしていない状態を示す。

2）グレード判定にあたっての数値基準等の解説

（1）建築基準法に係る解説

避難安全性の評価基準において満たすべき建築基準法の基準は参考表 4.4 のとおりである。

参考表 4.4　建築基準法・消防法で判定すべき項目の一覧（大項目）

防火区画・界壁等	小屋裏及び天井裏の界壁	
	面積区画	
	竪穴区画	
階段	幅員	
	直通階段の数	
廊下	幅員	
その他	歩行距離	直通階段までの歩行距離
		屋外への出口
	排煙設備	
	内装制限	

①防火区画・界壁等の基準

ⅰ）小屋裏及び天井裏の界壁

耐火構造、準耐火構造又は防火構造の界壁が小屋裏及び天井裏に達していること

ⅱ）防火区画（令第 112 条）

参考表 4.5　防火区画の基準一覧

	対象建築物	区画面積等	区画の構造	
			床・壁	防火設備
面積区画	主要構造部を耐火構造とした建築物	床面積≧1,500 ㎡	準耐火構造（1 時間≦）	特定防火設備
竪穴区画	主要構造部が準耐火構造で、地階又は 3 階以上に居室のある建築物	メゾネット住戸・吹抜き・階段・EV 昇降路・ダクトスペース・その他縦穴を形成する部分の周囲を区画	準耐火構造	防火設備

②階段の基準

ⅰ）幅員（令第 23 条～第 25 条）

参考表 4.6　階段の幅員の基準一覧

階段の種類	屋内階段（階段幅・踊り場幅）	屋外階段（階段幅・踊り場幅）
直上階の居室の床面積合計＞200 ㎡	≧1200	≧900
直上階の居室の床面積合計≦200 ㎡	≧750	

ⅱ）直通階段の数（令第 121 条）

以下の場合には２以上の直通階段の設置が必要となる。

参考表 4.7　直通階段の数の基準一覧

主要構造部の種類	居室の床面積の合計
準耐火構造不燃材料以上	＞200 ㎡
その他	＞100 ㎡

③廊下の基準

ⅰ)幅員（令第 119 条）

参考表 4.8　廊下の幅員の基準一覧

廊下の幅	
両側に居室がある場合（中廊下型）	その他の場合（片廊下型）
≧1.6m	≧1.2m

④その他の基準

ⅰ)歩行距離

直通階段までの歩行距離（令第 120 条、第 123 条の 2)、屋外への出口（令第 125 条第 1 項、第 125 条の 2)

参考表 4.9　歩行距離の基準一覧

		主要構造部が準耐火構造又は不燃材料の場合
14 階以下	居室及び避難路の内装を準不燃材料としたもの	60m 以下
15 階以上	居室及び避難路の内装が上記に該当しないもの	40m 以下
	居室及び避難路の内装を準不燃材料としたもの	50m 以下
1 住戸が２～３階のメゾネット式共同住宅（主要構造部が準耐火構造であるものに限る）		各住戸の出入り口のない階の居室の一番奥から直通階段までの歩行距離は 40m 以下

ⅱ)排煙設備（令第 126 条の 2、令第 126 条の 3)

排煙設備の設置義務のある建物は次の 1～4 に該当するものである。

参考表 4.10　排煙設備の基準一覧

1	延べ床面積 500 ㎡を超える共同住宅
2	階数が 3 以下（地下階数も含む）で延べ床面積 500 ㎡を超える建物。(高さ 31m 以下の居室で、床面積 100 ㎡以内ごとに防煙区画された居室を除く)
3	居室で天井または壁の上部 80cm 以内の開放できる部分の面積が、その床面積の 1/50 未満のもの（排煙上の無窓居室）
4	延べ床面積 1,000 ㎡を超える建築物で床面積が 200 ㎡を超える居室。(高さ 31m 以下の部分にある居室で、延べ床 100 ㎡以内ごとに防煙区画されたものを除く)

ⅲ)内装制限（令第 128 条の 3 の 2～第 129 条）

参考表 4.11　内装制限の基準一覧

		内装制限の有無
10 階以下	200 ㎡以内の区画あり	内装制限なし
	200 ㎡以内の区画なし	居室　⇒　難燃材料 通路・階段など　⇒　準不燃材料
11 階以上		

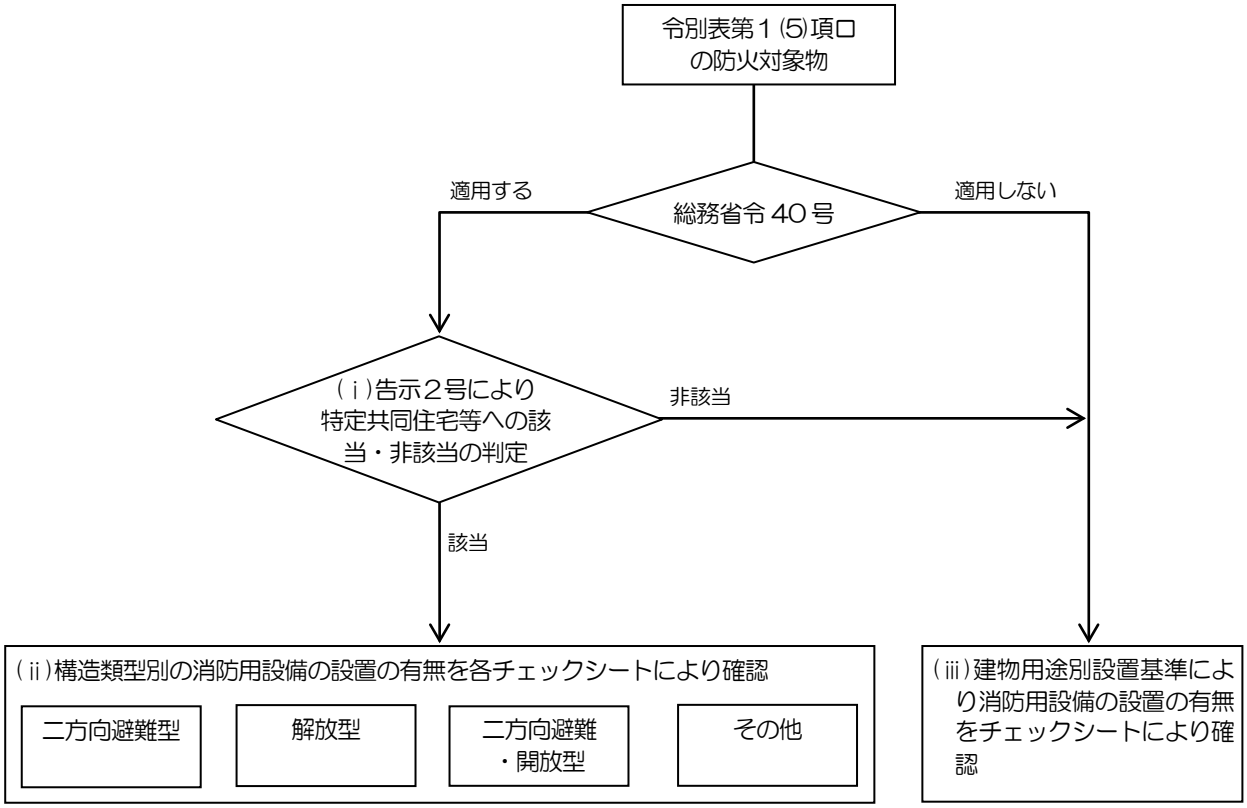
（２）消防法に係る解説

①消防法の適合判定の考え方

避難安全性の評価基準において満たすべき消防法の基準は、参考図 4.2 のフローに基づくものとする。令別表第１(5)項ロの防火対象物に対して、総務省令 40 号への適否を判断する。適用する場合には、告示 2 号の特定共同住宅等への該当・非該当の判定を行い、該当する場合には、構造類型別の消防用設備の設置の有無をチェックシートにより確認する。

一方、総務省令 40 号を適用しない場合、及び、告示 2 号の特定共同住宅等に非該当である場合には、建物用途別設置基準により消防用設備の設置の有無を確認する。

なお、消防用設備の設置の有無においては、改修等を実施する際に既存遡及適用を受ける設備と受けない設備の別に確認することが求められる。



参考図 4.2　消防法の適合判定フロー

②消防用設備の既存遡及適用の考え方

消防用設備については、消防法施行令第 34 条により、参考表 4.12 に揚げる消防用設備については、改修等を実施する際に既存遡及適用を受けるものとして規定されている。一方、下記に挙げられている消防用設備以外（参考表 4.13）は、既存遡及適用を受けない。

参考表 4.12　共同住宅において既存遡及適用を受ける消防用設備の一覧

既存遡及適用を受ける消防用設備
１．消火器
２．避難器具
３．簡易消火用具
４．漏電火災警報器
５．非常警報器具及び非常警報設備
６．誘導灯及び誘導標識
７．必要とされる防火安全性能を有する消防の用に供する設備等であって、消火器、避難器具及び１～6 に掲げる消防用設備等に類するものとして消防庁長官が定めるもの

参考表 4.13　共同住宅において既存遡及適用を受けない消防用設備の一覧

既存遡及適用を受ける消防用設備	
消火設備	１．スプリンクラー設備
	２．水噴霧消火設備
	３．泡消火設備
	４．不活性ガス消火設備
	５．ハロゲン化物消火設備
	６．粉末消火設備
	７．屋外消火栓設備
	８．動力消防ポンプ設備
警報設備	９．自動火災報知設備（ガス漏れ火災警報設備）
	10．消防機関へ通報する火災報知設備

※地階又は、5000 ㎡を超える場合に必要となる消防用設備を除く

また、上記の消防用設備以外の既存遡及適用を受けない消防用設備であっても、消防法第 17 条の２の５に規定されるように、参考表 4.14 に該当する場合においては、現行の規定が適用されることになる。

参考表 4.14　既存遡及適用を受ける状況の整理表

既存遡及適用を受ける状況
１．改正後の基準法令に適合しておらず、かつ、従前の規定にも違反しているもの。
２．基準法令の規定の施工又は、適用の後に ●床面積 1,000 ㎡以上又は ●基準法令の規定の施工又は適用の前の延面積の 1/2 以上に及ぶ増改築・改築・大規模の修繕・模様替えの工事が着手されているもの
３．基準法令の規定に適合するに至ったもの （市町村等の定める条例により基準法令の規定に適合するに至ったもの）

③告示２号による特定共同住宅等への該当・非該当の判定

参考表 4.15 に示す１～５を基に、告示 2 号の特定共同住宅への該当・非該当の判定を行う。下記の項目を基に、共住区画、二方向非難の基準への適合性を判断する。

参考表 4.15　告示２号により特定共同住宅等への該当・非該当の判定事項

１．主要構造部が耐火構造であること。

２．共用部分の壁・天井の内装が準不燃材料であること。

３．住戸等と住戸等とは、開口部のない耐火構造の床又は壁で防火区画されていること。
（共住区画）

４．住戸等と共用部分とは，原則として開口部のない耐火構造の床又は壁で防火区画されていること。

●開口部を設ける場合は次の防火措置をすること。

（１）出入口・窓等の開口部…防火設備である防火戸（主たる出入口は自動閉鎖装置付（次に掲げる換気口は除かれる））

ア．直径 0.15m 未満の換気口等（開放性のある共用部分に画するものに限る。）

イ．直径 0.15m 以上の換気口等であって，かつ，防火設備が設けられているもの

ウ．ア及びイに掲げるもののほか、開放性のある共用部分以外の共用部分に面し、かつ、防火設備が設けられている換気口等

（２）出入口・窓等の開口部の面積制限

二方向避難型	開放型	二方向避難･開放型	その他
●一の住戸等≦４㎡ ●一の共用室≦８㎡ （いずれも 一の開口部≦２㎡）	面積制限なし	面積制限なし	●一の住戸等≦４㎡ ●一の共用室≦８㎡ （いずれも 一の開口部≦２㎡）

５．特定光庭に面する開口部には防火措置をすること。

④構造類型別の消防用設備の設置の有無をチェックシートにより確認

総務省令 40 号に基づく、構造類型別の消防用設備の設置の有無を参考表 4.16 のチェックシートにより確認する。チェックシートは、二方向非難型、開放型、二方向非難・開放型、その他に分類される。

参考表 4.16　構造類型別の消防用設備の設置の有無のチェックシート（その１）

■二方向避難型

消防用設備等		階数	設備等	チェック
初期拡大抑制性能	通常用いられる消防用設備等	□ 10 階建以下	消火器具	
			自火報設備	
			屋外消火栓設備	
			動力消防ポンプ設備	
		□ 11 階建以上	消火器具	
			スプリンクラー	
			自火報設備	
			屋外消火栓設備	
			動力消防ポンプ設備	
			屋内消火栓設備（11 階以上）	
	必要とされる防火安全性能を有する消防の用に供する設備等	□ 5 階建以下	住宅用消火器及び消火器具	
			共同住宅用自火報設備又は住戸用自火報設備及び共同住宅用非常警報設備	
		□ 10 階建以下	住宅用消火器及び消火器具	
			共同住宅用自火報設備	
		□ 11 階建以上	住宅用消火器及び消火器具	
			共同住宅用自火報設備	
			共同住宅用スプリンクラー（11 階以上）	
避難安全支援性能	通常用いられる消防用設備等		自火報設備	
			非常警報器具又は非常警報設備	
			避難器具	
	必要とされる防火安全性能を有する消防の用に供する設備等	□ 5 階建以下	共同住宅用自火報設備又は住戸用自火報設備及び共同住宅用非常警報設備	
		□ 6 階建以上	共同住宅用自火報設備	
			共同住宅用スプリンクラー（11 階以上）	

参考表 4.16 構造類型別の消防用設備の設置の有無のチェックシート（その2）

■開放型

消防用設備等		階数	設備等	チェック
初期拡大抑制性能	通常用いられる消防用設備等	☐ 10 階建以下	消火器具	
			屋内消火栓設備	
			自火報設備	
			屋外消火栓設備	
			動力消防ポンプ設備	
		☐ 11 階建以上	消火器具	
			屋内消火栓設備	
			スプリンクラー	
			自火報設備	
			屋外消火栓設備	
			動力消防ポンプ設備	
	必要とされる防火安全性能を有する消防の用に供する設備等	☐ 5 階建以下	住宅用消火器及び消火器具	
			共同住宅用自火報設備又は住戸用自火報設備及び共同住宅用非常警報設備	
		☐ 10 階建以下	住宅用消火器及び消火器具	
			共同住宅用自火報設備	
		☐ 11 階建以上	住宅用消火器及び消火器具	
			共同住宅用自火報設備	
			共同住宅用スプリンクラー（11 階以上）	
			11 階以上 14 階以下の部分に限り，内装制限等の条件を満たせば、スプリンクラー設置免除	
避難安全支援性能	通常用いられる消防用設備等		自火報設備	
			非常警報器具又は非常警報設備	
			避難器具	
			誘導灯及び誘導標識	
	必要とされる防火安全性能を有する消防の用に供する設備等	☐ 5 階建以下	共同住宅用自火報設備又は住戸用自火報設備及び共同住宅用非常警報設備	
		☐ 6 階建以上	共同住宅用自火報設備	
			共同住宅用スプリンクラー（11 階以上）	

参考表 4.16 構造類型別の消防用設備の設置の有無のチェックシート（その3）

■二方向避難型・開放型

消防用設備等		階数	設備等	チェック
初期拡大抑制性能	通常用いられる消防用設備等	☐ 10 階建以下	消火器具	
			屋内消火栓設備	
			自火報設備	
			屋外消火栓設備	
			動力消防ポンプ設備	
		☐ 11 階建以上	消火器具	
			屋内消火栓設備	
			スプリンクラー	
			自火報設備	
			屋外消火栓設備	
			動力消防ポンプ設備	
	必要とされる防火安全性能を有する消防の用に供する設備等	☐ 10 階建以下	住宅用消火器及び消火器具	
			共同住宅用自火報設備又は住戸用自火報設備及び共同住宅用非常警報設備	
		☐ 11 階建以上	住宅用消火器及び消火器具	
			共同住宅用自火報設備	
			共同住宅用スプリンクラー（11 階以上）	
			内装制限等の条件を満たせば、スプリンクラー設置免除	
避難安全支援性能	通常用いられる消防用設備等		自火報設備	
			非常警報器具又は非常警報設備	
			避難器具	
			誘導灯及び誘導標識	
	必要とされる防火安全性能を有する消防の用に供する設備等	☐ 10 階建以下	共同住宅用自火報設備又は住戸用自火報設備及び共同住宅用非常警報設備	
		☐ 11 階建以上	共同住宅用自火報設備	
			共同住宅用スプリンクラー（11 階以上）	

参考表 4.16 構造類型別の消防用設備の設置の有無のチェックシート（その4）

■その他

消防用設備等		階数	設備等	チェック
初期拡大抑制性能	通常用いられる消防用設備等	□ 10 階建以下	消火器具	
			自火報設備	
			屋外消火栓設備	
			動力消防ポンプ設備	
		□ 11 階建以上	消火器具	
			スプリンクラー	
			自火報設備	
			屋外消火栓設備	
			動力消防ポンプ設備	
			屋内消火栓設備（11 階以上）	
	必要とされる防火安全性能を有する消防の用に供する設備等	□ 10 階建以下	住宅用消火器及び消火器具	
			共同住宅用自火報設備	
		□ 11 階建以上	住宅用消火器及び消火器具	
			共同住宅用自火報設備	
			共同住宅用スプリンクラー（11 階以上）	
避難安全支援性能	通常用いられる消防用設備等		自火報設備	
			非常警報器具又は非常警報設備	
			避難器具	
	必要とされる防火安全性能を有する消防の用に供する設備等		共同住宅用自火報設備	
			共同住宅用スプリンクラー（11 階以上）	

⑤建物用途別設置基準により消防用設備の設置の有無を確認

参考表 4.17 に示す(5)項ロの共同住宅・寄宿舎等における建物用途別設置基準により消防用設備の設置の有無を確認する。

参考表 4.17　対象物条件別の設置すべき消防用設備等（その１）

対象物条件		設置すべき消防用設備等(細部条件)	チェック
延べ面積	全部	誘導標識	
	150 ㎡	消火器具	
		漏電火災警報器(ラスモルタルのみ)※4	
	500 ㎡	自動火災報知設備	
	700 ㎡	屋内消火栓設備(準耐火≧1,400 ㎡, 耐火≧2,100 ㎡)	
		動力消防ポンプ設備(準耐火≧1,400 ㎡, 耐火≧2,100 ㎡)※1	
	1,000 ㎡	消防機関へ通報する火災報知設備	
	3,000 ㎡	屋外消火栓設備〔準耐火建築物≧6,000 ㎡, 耐火建築物≧9,000 ㎡(1～2F のみ)〕	
		動力消防ポンプ設備〔準耐火建築物≧6,000 ㎡, 耐火建築物≧9,000 ㎡(1～2F のみ)〕※2	
	5,000 ㎡	消防用水〔積地面積≧20,000 ㎡, 準耐火≧10,000 ㎡, 耐火≧15,000 ㎡(1～2F のみ)〕	
	25,000 ㎡	消防用水(高さ＞31m, 地階を除く)	
	50,000 ㎡	総合操作盤	
地階・無窓階床面積	全部	誘導灯	
	50 ㎡	消火器具	
	150 ㎡	屋内消火栓設備(準耐火≧300 ㎡, 耐火≧450 ㎡)	
		動力消防ポンプ設備(準耐火≧300 ㎡, 耐火≧450 ㎡)※1	
	300 ㎡	自動火災報知設備	
	700 ㎡	連結散水設備(地階のみ)	
	5,000 ㎡	総合操作盤(地階のみ)(消防長等が必要と認めるもののみ)	
階の規模	地下 3 階	非常警報設備(放送設備付加)	
	地上 3 階	消火器具(床面積≧50 ㎡の階)	
		自動火災報知設備(300 ㎡以上の階)	
	4 階	屋内消火栓設備(一般≧150 ㎡, 準耐火≧300 ㎡, 耐火≧450 ㎡の階)	
		動力消防ポンプ設備(一般≧150 ㎡, 準耐火≧300 ㎡, 耐火≧450 ㎡の階)※3	
	(地階以外)5 階	連結送水管(延面積≧6,000 ㎡のみ)	
	(地階以外)7 階	連結送水管(延面積≧6,000 ㎡のみ)	
	11 階	スプリンクラー設備(11 階以上のみ)	
		自動火災報知設備(11 階以上のみ)	
		誘導灯(11 階以上のみ)	
	(地階以外)11 階	非常コンセント設備	
		非常警報設備(放送設備付加)	
		総合操作盤(延面積≧10,000 ㎡で消防長が必要と認めるもののみ)	
	(地階以外)15 階	総合操作盤(延面積≧30,000 ㎡)	
	高さ 31mをこえるものはすべて	カーテン等の防炎措置	

参考表 4.17　対象物条件別の設置すべき消防用設備等（その２）

対象物条件		設置すべき消防用設備等(細部条件)		チェック
特殊条件	回転翼航空機又は垂直離着陸航空機の発着場	水噴霧消火設備等	※5	
	600 ㎡		(屋外)(道路部分床面積)	
	400 ㎡		(上記以外)(道路部分床面積)	
	200 ㎡		(地階，2 階以上)(駐車場・自動車設備部分床面積)	
	500 ㎡		(1 階)(駐車場・自動車設備部分床面積)	
	300 ㎡		(屋上)(駐車場床面積)	
	10 台		(機械装置駐車台数)	
	200 ㎡		(電気設備室・ボイラー室床面積)	
	500 ㎡		(通信機器室床面積)	
	200 ㎡	自動火災報知設備	(地階，2 階以上)(駐車場床面積)	
	600 ㎡		(屋上)(道路部分床面積)	
	400 ㎡		(上記以外)(道路部分床面積)	
	50A	漏電火災警報器(ラスモルタルのみ)(契約電流容量)※4		
収容人数	(階)10 人	避難器具〔3 階以上で直通階段 1 のみの階及び下階に(1)～(4)，(9)，(12)イ，(13)イ，(14)又は(15)の各項の防火対象物があるもの〕		
	20 人	非常警報設備(地階，無窓階)		
	(階)30 人	避難器具(避難階段は不要)		
	50 人	防火管理者の選任		
		非常警報設備(一般階)		
	800 人	非常警報設備(放送設備付加)		
	(備考)	収容人員＝居住者数		
貯蔵・取扱		〔指定可燃物の貯蔵・取扱(指定数量)〕		
	全部	消火器具(少量危険物についても同じ)		
	500 倍	自動火災報知設備		
	750 倍	屋内消火栓設備(可燃性液体類に係るものを除く)		
	1,000 倍	スプリンクラー設備(可燃性液体類に係るものを除く)		
		水噴霧消火設備等※5		

※１　動力消防ポンプ設備は、屋内消火栓設備の設置を要する防火対象物について、その設置を要するが、屋内消火栓設備が設置されているその有効範囲内は動力消防ポンプ設備が免除される。

※２　動力消防ポンプ設備は、屋外消火栓設備の設置を要する防火対象物についても、その設置が義務付けられているが、※１と同様に屋外消火栓設備の有効範囲内は免除されている。しかしながら、工場等の存する広大敷地の場合は、その有効性から両方の設備を併置することも考えられる。

※３　「階の規模」により屋内消火栓設備の設置を要するものは、当然的に動力消防ポンプ設備の設置を要することとなるが、動力消防ポンプ設備は設備の性格上、地上１～２階程度の火災に効果があることから、※１で記載のように屋内消火栓設備で代替するのが通常である。

※４　漏電火災警報器で（ラスモルタルのみ）とは、ラスモルタル仕上の壁、床又は天井を有するものに適用があることを示す。（ただし、下地を準不燃材料としたものには設置を要しない。）

※５　水噴霧消火設備等は、令 13 条の規定に適用した消火設備を設置する。

5.「省エネルギー性」の評価基準（案）

5.1　評価基準の設定の基本的考え方

1）想定される省エネルギー対策の考え方

住宅の躯体・開口部の省エネルギー対策については、昭和 55 年に制定された省エネ法により「省エネ基準」が定められ、参考表 5.1 に示すとおり、次第に高断熱化、気密化が図られてきた。

したがって、各年代の省エネ基準を用いることにより、住宅の省エネルギー性能を客観的に測ることが可能になる。

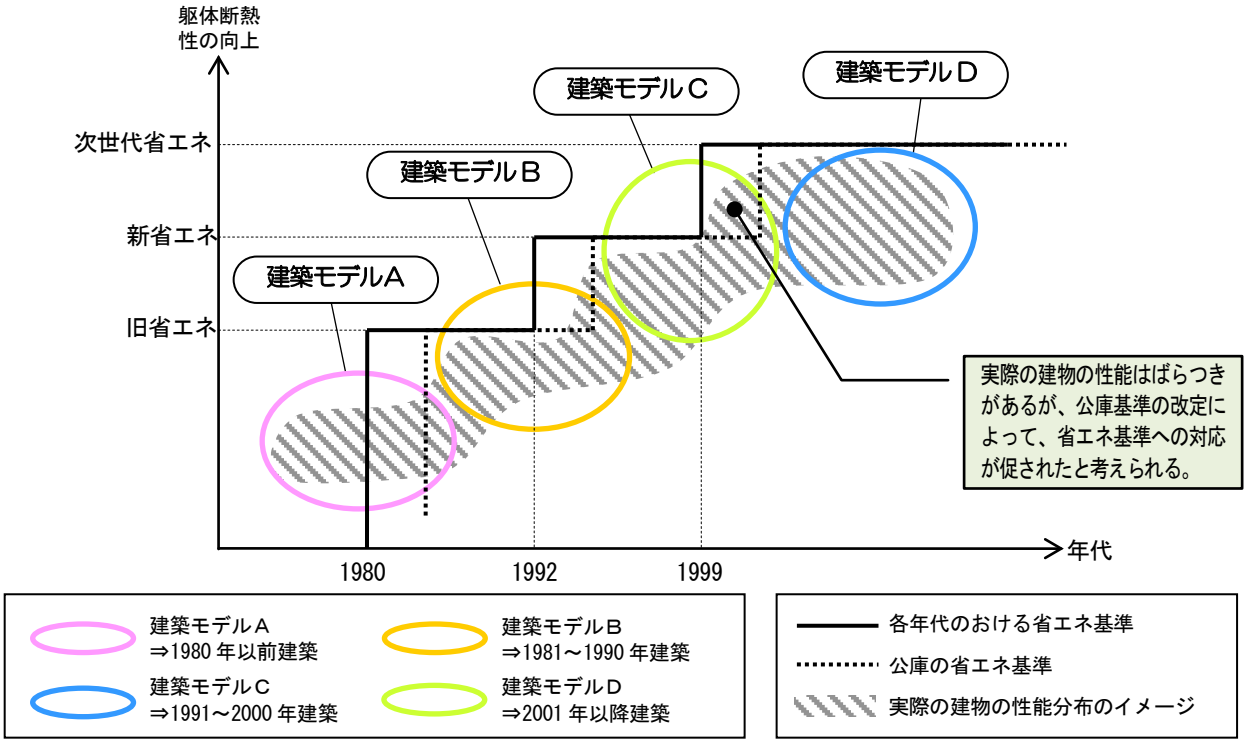
参考表 5.1　省エネ基準の変遷

制定年	基準の通称	備考
昭和 55 年(1980)	旧省エネルギー基準	我が国で最初の省エネに関する基準
平成 4 年(1992)	新省エネルギー基準	寒冷地で気密住宅化
平成 11 年(1999)	次世代省エネルギー基準	全国的に気密住宅化

これらの省エネ基準は適用を義務付けられてきたわけではないため、住宅の年代により必ずしもその当時の省エネ基準を確実には反映してはいない。

しかし、住宅金融公庫の融資基準がこの省エネ基準に準ずる形で改訂されてきたこともあり、住宅の省エネルギー対策の程度は、年代により徐々に向上してきている。したがって、年代により設定された各モデルに対してそれぞれ誘導水準・必要水準のグレードを設定することにより、現状を踏まえた省エネルギー性能を評価することになると考えられる。

なお、本検討において、既存共同住宅の建設年度の区分により建築モデルをＡ～Ｄで設定している。各建築モデルの現時点における省エネ基準への適合イメージを参考図 5.1 に示す。



参考図 5.1　各年代における省エネ基準に対する建築モデルごとの適合イメージ

5.2　評価基準（グレード判定）

前項でのグレード判定の考え方を踏まえて、「省エネルギー性」についての評価基準を参考表5.2のとおり設定する。

なお、グレードA、B、Cの判定の考え方は次項の「5.3　解説」によるものとする。

参考表 5.2　「省エネルギー性」の評価基準（グレード判定）

	グレードA		グレードB			グレードC
	A+ （誘導水準）	A （必要水準）	B＋	B－	リスク	
省エネルギー	既存住宅の省エネルギー対策を踏まえて、特に大きなエネルギー削減のための対策が講じられているもの ○建築モデルA～C 次世代省エネ基準が確保されているもの ○建築モデルD 次世代省エネ基準が確保され、かつ、省エネ・高効率設備を備えているもの	既存住宅の省エネルギー対策を踏まえて、大きなエネルギーの削減のための対策が講じられているもの ○建築モデルA～C 新省エネ基準が確保されているもの （ただし、建築モデルA、Bにおいては、外壁・開口部のみ基準を達成している場合をA*として判定する） ○建築モデルD 次世代省エネ基準が確保されているもの	既存住宅の省エネルギー対策を踏まえて、一定程度のエネルギー削減のための対策が講じられているもの	エネルギー削減のための対策が講じられていないもの	※	－

※省エネルギーについては、躯体性能としてのリスクはないが、居住環境（温熱環境等）の低下や冷暖房の負荷が増大する可能性が高いといったような居住する上でのデメリットがある。

■評価基準におけるグレード判定の考え方

建築年代によるモデル（以下、建築モデルという）に応じて、次のように目標性能水準（誘導水準及び必要水準）を参考表5.3のとおりに設定する。

参考表 5.3　建築モデル別の目標性能水準の設定

水準	建築モデルA （1980年以前建築）	建築モデルB （1981～1990年建築）	建築モデルC （1991～2000年建築）	建築モデルD （2001年以降建築）
A+ 誘導水準	「次世代省エネ基準」の確保			「次世代省エネ基準＋省エネ・高効率設備」の確保
A 必要水準	「新省エネ基準」の確保			「次世代省エネ基準」の確保
A※	外壁・開口部のみでも可			

5.3 解説

前項で示した評価基準におけるグレードの判定方法及びその根拠となる数値基準等を示す。

基本的には省エネ基準に基づくものとするが、建築モデルに応じてグレード判定の考え方を変えている。

1）グレードの考え方とその設定根拠の解説

（1）グレードA^{+}の考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードA＋を以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードA^{+}の評価基準（グレード判定）

A^{+} （誘導水準）	**既存住宅の省エネルギー対策を踏まえて、特に大きなエネルギー削減のための対策が講じられているもの**

上記の評価基準（グレード判定）において、グレードA＋は次世代省エネルギー基準相当以上の省エネルギー性能を確保することとし、建築モデル年代に応じて次のような考え方とする。

①建築モデルA（1980 年以前）～建築モデルC（2000 年まで）について

当該建築モデルについては、次世代省エネルギー基準（省エネルギー対策等級４相当）の施行以前に建築されたストックであるため、次世代省エネルギー基準（省エネルギー対策等級４相当）が確保された状態のものをグレードA＋と評価する。

②建築モデルD（2000 年以降）について

当該建築モデルについては、次世代省エネルギー基準（省エネルギー対策等級４相当）の施行以降に建築されたストックであるため、次世代省エネルギー基準の確保に加えて、省エネルギー・高効率設備等を備えたものをグレードA＋と評価する。

省エネルギー・高効率設備を備えたものとは、トップランナー基準相当（共同住宅等の場合、エコポイント対象住宅基準（共同住宅等）に適合すること）、または、省エネラベリング制度に基づき省エネ性能が表示された設備等を備えたものを想定している。

（２）グレードＡの考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードＡを以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードＡの評価基準（グレード判定）

Ａ （必要水準）	**既存住宅の省エネルギー対策を踏まえて、大きなエネルギー削減のための対策が講じられているもの**
Ａ※ （必要水準）	**上記評価基準について、外壁・開口部のみの対応がされているもの**

上記の評価基準（グレード判定）において、グレードＡは次世代省エネルギー基準相当以上の省エネルギー性能を確保されているものとし、建築モデルに応じて次のような考え方とする。

①建築モデルＡ（1980 年以前）～建築モデルＢ（1990 年まで）について

当該建築モデルについては、新省エネルギー基準（省エネルギー対策等級３相当）の施行以前に建築されたストックであるため、新省エネルギー基準（省エネルギー対策等級３相当）が確保された状態のものをグレードＡと評価する。また、新省エネルギー基準（建築主の判断の基準）に基づき熱損失、日射遮蔽、結露防止対策に係る外壁・開口部のみの対応がなされている場合をグレードＡ※と評価することとする。

②建築モデルＣ（1991～2000 年まで）について

当該建築モデルについては、新省エネルギー基準（省エネルギー対策等級３相当）の施行以降に建築されたストックであるため、新省エネルギー基準（省エネルギー対策等級３相当）が既に確保されているものと考えられ、その状態のものをグレードＡと評価する。

③建築モデルＤ（2001 年以降）について

当該建築モデルについては、次世代省エネルギー基準（省エネルギー対策等級４相当）の施行以降に建築されたストックであるため、次世代省エネルギー基準（省エネルギー対策等級４相当）が既に確保されているものと考えられる。

（3）グレードB⁺の考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードB⁺を以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードB⁺の評価基準（グレード判定）

B＋	**既存住宅の省エネルギー対策を踏まえて、一定程度のエネルギー削減のための対策が講じられているもの**

上記の評価基準（グレード判定）においてグレードB⁺は、旧省エネルギー基準相当の省エネルギー性能が確保されているものとする。

（4）グレードB⁻の考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードB⁻を以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードB⁻の評価基準（グレード判定）

B⁻	**エネルギー削減のための対策が講じられていないもの**

上記の評価基準（グレード判定）においてグレードB⁻は、旧省エネルギー基準を満たしていないものする。

（5）グレードCについて

省エネ対策は、居住性に係る項目なので、グレードCは設定しない。

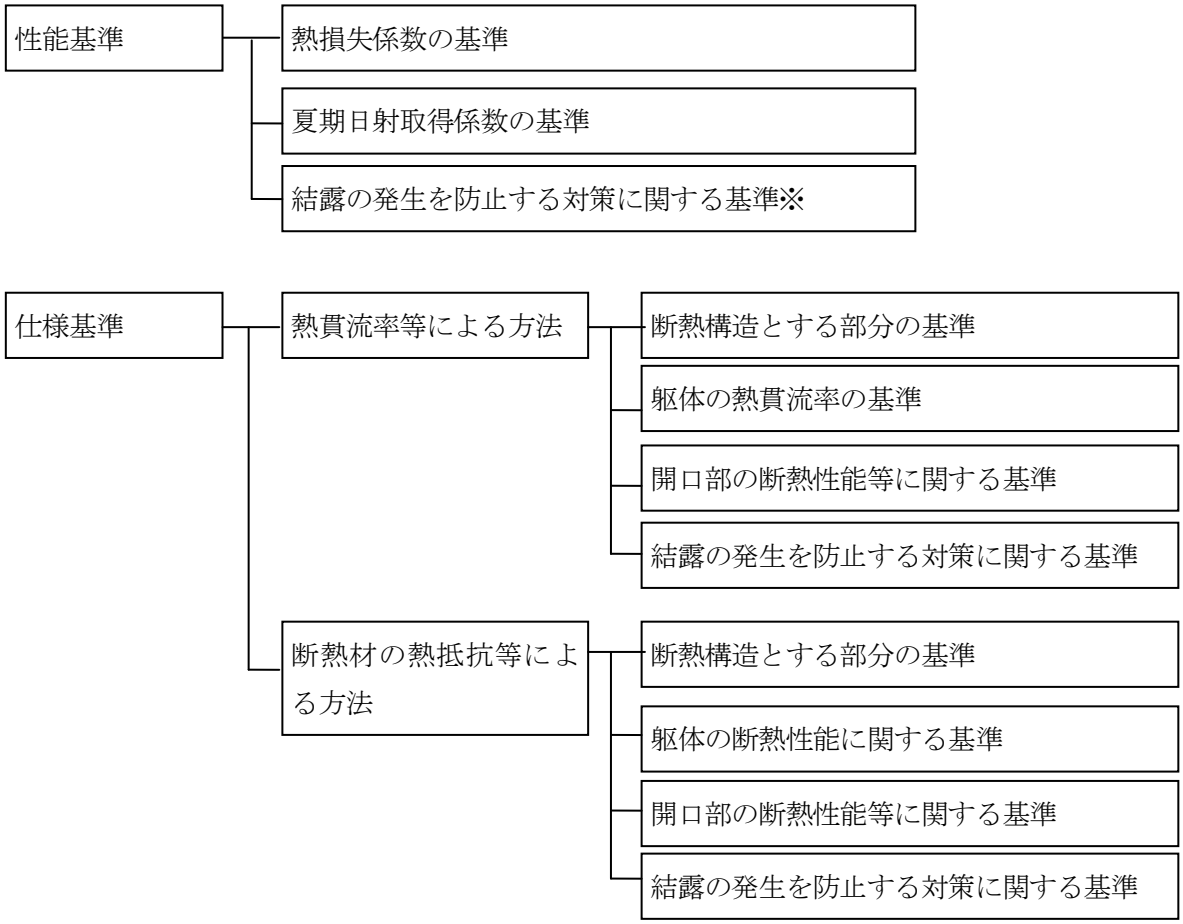
２）グレード判定にあたっての数値基準等の解説

（１）省エネルギー基準に係る解説

評価基準の根拠となる省エネルギー基準について以下に解説する。

①省エネルギー基準の構成

省エネルギー基準（以下、「省エネ基準」と略す。）は、参考図 5.2 に示すように、省エネ性能を直接評価する性能基準と、仕様により判断する仕様基準に分かれる。仕様基準はさらに、簡易な計算による方法（熱貫流率）と、具体的に定められた仕様への照合により判断する方法に分かれ、各々確認すべき内容が定められている。



※結露の発生を防止する対策に関する基準は性能基準･仕様基準共通

参考図 5.2　省エネ基準における性能基準と使用基準の分類イメージ

②地域区分

住宅に求められる省エネ性能はその立地の気候等により異なるので、省エネ基準は、日本列島を6つに区分した地域区分に基づいて定められている(地域区分は市町村単位で定められている)。

Ⅰ地域　北海道　　Ⅱ地域　北東北等　　Ⅲ地域　南東北等

Ⅳ地域　関東、東海、近畿、中国、四国、北部九州等　　Ⅴ地域　南九州等　　Ⅵ地域　沖縄

③省エネ基準の水準

省エネ基準の水準は、一定の条件の下で計算された、1年間における暖房負荷と冷房負荷の合計を住宅の床面積で除した年間冷暖房負荷という数値で表現される。この数値は、冷暖房負荷の絶対値を表すものではないが、この値が小さいほど、省エネルギー性能の良い住宅であるということができる。

参考表 5.4　年間冷暖房負荷に基づく省エネ基準の水準

	年間冷暖房負荷　単位　MJ／㎡・年					
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
次世代省エネ基準	390 以下	390 以下	460 以下	460 以下	350 以下	290 以下
新省エネ基準	470 以下	610 以下	640 以下	660 以下	510 以下	420 以下

さらに壁体内の結露の発生を防止するために必要な対策が講じられていることが求められる。

④性能基準における水準

・熱損失係数及び日射取得係数

③に定められた年間冷暖房負荷の基準を基に、住宅全体の断熱性の指標である「熱損失係数」と、夏期の日射による取得熱量の程度を示す「日射取得係数」が、性能基準として定められている。

参考表 5.5　熱損失係数及び日射取得係数に基づく省エネ基準の水準

	熱損失係数　単位　W／㎡・K					
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
次世代省エネ基準	1.6 以下	1.9 以下	2.4 以下	2.7 以下	2.7 以下	3.7 以下
新省エネ基準	1.8 以下	2.7 以下	3.1 以下	3.6 以下	3.9 以下	6.2 以下

	夏期日射取得係数					
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
次世代省エネ基準	0.08 以下	0.08 以下	0.07 以下	0.07 以下	0.07 以下	0.06 以下
新省エネ基準	－	－	0.10 以下	0.10 以下	0.10 以下	0.08 以下

・結露の発生を防止する対策に関する基準

参考表 5.6　結露の発生を防止する対策に関する基準

	次世代省エネ基準	新省エネ基準
原則として断熱層の室内側に防湿層を設置すること。	原則として適用	原則として適用
構造熱橋部の形状に応じた断熱補強がなされること。	適用（Ⅰ地域～Ⅳｂ地域）	－
断熱材がコンクリート躯体に密着させること。	適用	適用

⑤仕様基準における水準

ア）熱貫流率等による方法

a　断熱構造とする部分の基準

断熱構造とする部分は、次のとおりである。

・屋根又は天井

・壁

・床（外気に接する部分、その他の部分）

・土間床等の外周（中央部以外の部分、外気に接する部分）

b　躯体の熱貫流率に関する基準

住宅はその部位に応じて、参考表 5.7 及び参考表 5.8 に示す数値以下の熱貫流率とすることが求められる。

参考表 5.7　次世代省エネ基準の場合の躯体の熱貫流率に関する基準

住宅の種類	断熱材の施工法	部位		熱貫流率の基準値 地域の区分					
				Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
鉄筋コンクリート造等の住宅	内断熱工法	屋根又は天井		0.27	0.35	0.37	0.37	0.37	0.37
		壁		0.39	0.49	0.75	0.75	0.75	1.59
		床	外気に接する部分	0.27	0.32	0.37	0.37	0.37	
			その他の部分	0.38	0.46	0.53	0.53	0.53	
		土間床等の外周	外気に接する部分	0.47	0.51	0.58	0.58	0.58	
			その他の部分	0.67	0.73	0.83	0.83	0.83	

参考表 5.8　新省エネ基準の場合の躯体の熱貫流率に関する基準

部位		熱貫流率の基準値 (単位　W/㎡・K) 地域の区分					
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
屋根又は天井		0.24	0.52	0.67	0.67	0.67	0.67
壁		0.45	1.03	1.03	1.11	1.63	
床	外気に接する部分	0.30	0.54	0.54	0.83	1.00	
	その他の部分	0.43	0.83	0.83	1.26	1.51	
土間床等の外周	外気に接する部分	0.43	0.78	0.78			
	その他の部分	0.62					

c　開口部の熱貫流率に関する基準

住宅の開口部の熱貫流率が、参考表 5.9 及び参考表 5.10 に示す数値以下であることが求められる。

参考表 5.9　次世代省エネ基準の場合の住宅の開口部の熱貫流率

地域の区分	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
熱貫流率の基準値（単位　1 平方メートル 1 度につきワット）	2.33		3.49	4.65		6.51

参考表 5.10　新省エネ基準の住宅の開口部の熱貫流率

地域の区分	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
熱貫流率の基準値（単位　W/㎡・K）	2.33	3.49	4.65	6.51		

さらに、窓の夏期日射侵入率を面積によって加重平均した値が、参考表 5.11 及び参考表 5.12 に示す下表の数値以下であることが求められる。

参考表 5.11　次世代省エネ基準の場合

窓が面する方位	地域の区分					
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
真北±30 度の方位	0.52		0.55			0.60
上記以外の方位	0.52		0.45			0.40

参考表 5.12　新省エネ基準の場合

窓が面する方位	地域の区分					
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
真南±112.5 度の方位			0.60			

イ）断熱材の熱抵抗等による方法

a　断熱構造とする部分の基準

前掲の熱貫流率等による方法と同様に住宅をすっぽりとおおうことが求められる。

b　躯体の断熱性能に関する基準

住宅はその部位に応じて、下表の数値以上の熱抵抗の値とすることが求められる。

参考表 5.13　次世代省エネ基準の場合の断熱材の熱抵抗等による基準

住宅の種類	断熱材の施工法	部位		断熱材の熱抵抗の基準値（単位１ワットにつき平方メートル・度） 地域の区分 Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
鉄筋コンクリート造等の住宅	内断熱工法	屋根又は天井		3.6	2.7	2.5	2.5	2.5	2.5
		壁		2.3	1.8	1.1	1.1	1.1	0.3
		床	外気に接する部分	3.2	2.6	2.1	2.1	2.1	
			その他の部分	2.2	1.8	1.5	1.5	1.5	
		土間床等の外周	外気に接する部分	1.7	1.4	0.8	0.8	0.8	
			その他の部分	0.5	0.4	0.2	0.2	0.2	

参考表 5.14　新省エネ基準の場合の断熱材の熱抵抗等による基準

住宅の種類	部位		断熱材の熱抵抗の基準値（単位　㎡・K／W） 地域の区分 Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
鉄筋コンクリート造及び組石造の住宅その他これらに類する住宅	屋根又は天井		2.9	1.6	1.1	1.1	1.1	1.1
	壁		1.7	0.9	0.9	0.7	0.5	
	床	外気に接する部分	2.9	1.8	1.8	1.0	0.6	
		その他の部分	2.1	1.0	1.0	0.5	0.3	
	土間床等の外周	外気に接する部分	2.1	0.1	0.1			
		その他の部分	0.6					

c　開口部の断熱性能等に関する基準

開口部の建具が地域区分に応じて、参考表 5.15 及び参考表 5.16 に掲げる建具とガラスの組合せに該当するもの又はそれと同等以上の性能を有するものであることが求められる。

参考表 5.15　次世代省エネ基準の場合の開口部の断熱性能等に関する基準

地域の区分	建具の種類又は組合せ		代表的なガラスの組合せ
Ⅰ及びⅡ	窓又は引戸	次のイ、ロ又はハに該当するもの イ　三重構造のガラス入り建具で、ガラス中央部の熱貫流率(単位　1 平方メートル 1 度につきワット。以下同じ。)が 1.91 以下であるもの ロ　二重構造のガラス入り建具で、ガラス中央部の熱貫流率が 1.51 以下であるもの ハ　二重構造のガラス入り建具で、少なくとも一方の建具が木製又はプラスチック製であり、ガラス中央部の熱貫流率が 1.91 以下であるもの	イの場合、ガラス単板入り建具の三重構造であるもの ロの場合、ガラス単板入り建具と低放射複層ガラス(空気層 12 ミリメートルのもの)入り建具との二重構造であるもの ハの場合、ガラス単板入り建具と複層ガラス（空気層 12 ミリメートルのもの）入り建具との二重構造であるもの
	窓、引戸又は框ドア	次のイ又はロに該当するもの イ　一重構造のガラス入り建具で、木製又はプラスチック製であり、ガラス中央部の熱貫流率が 2.08 以下であるもの ロ　一重構造のガラス入り建具で、木又はプラスチックと金属との複合材料製であり、ガラス中央部の熱貫流率が 2.08 以下であるもの	低放射複層ガラス（空気層 12 ミリメートルのもの）又は三層複層ガラス（空気層各 12 ミリメートルのもの）入り建具であるもの

参考表 5.16　新省エネ基準の場合の開口部の断熱性能等に関する基準

地域の区分	建具の種類又は組合せ		代表的なガラスの組合せ
Ⅰ	窓又は引戸	次のイ、ロ又はハに該当するもの イ　三重構造のガラス入り建具で、ガラス中央部の熱貫流率(単位　1 平方メートル 1 度につきワット。以下同じ。)が 1.91 以下であるもの ロ　二重構造のガラス入り建具で、ガラス中央部の熱貫流率が 1.51 以下であるもの ハ　二重構造のガラス入り建具で、少なくとも一方の建具が木製又はプラスチック製であり、ガラス中央部の熱貫流率が 1.91 以下であるもの	イの場合、ガラス単板入り建具の三重構造であるもの ロの場合、ガラス単板入り建具と低放射複層ガラス(空気層 12 ミリメートルのもの)入り建具との二重構造であるもの ハの場合、ガラス単板入り建具と複層ガラス(空気層 12 ミリメートルのもの）入り建具との二重構造であるもの
	窓、引戸又は框ドア	次のイ又はロに該当するもの イ　一重構造のガラス入り建具で、木製又はプラスチック製であり、ガラス中央部の熱貫流率が 2.08 以下であるもの ロ　一重構造のガラス入り建具で、木又はプラスチックと金属との複合材料製であり、ガラス中央部の熱貫流率が 2.08 以下であるもの	低放射複層ガラス(空気層 12 ミリメートルのもの）又は三層複層ガラス（空気層各 12 ミリメートルのもの）入り建具であるもの
	ドア	次のイ又はロに該当するもの イ　木製建具で扉が断熱積層構造であるもの。ただし、ガラス部分を有するものにあっては、ガラス中央部の熱貫流率が 2.08 以下であるもの ロ　金属製熱遮断構造又は木若しくはプラスチックと金属との複合材料製の枠及び断熱フラッシュ構造扉で構成されるもの。 ただし、ガラス部分を有するものにあっては、ガラス中央部の熱貫流率が 2.08 以下であるもの	低放射複層ガラス(空気層 12 ミリメートルのもの）又は三層複層ガラス（空気層各 12 ミリメートルのもの）入り建具であるもの

（２）高効率・省エネルギー設備に係る解説

グレードA＋におけるモデルDでは、省エネルギー・高効率設備等を備えたものを位置付けている。以下に、トップランナー基準相当（共同住宅等の場合、「エコポイント対象住宅基準（共同住宅等)」に適合すること)、及び省エネラベリング制度に基づき省エネ性能が表示された設備などの内容を示す。

①トップランナー基準相当について

トップランナー基準で求める水準は、省エネ基準（いわゆる「平成 11 年基準」。）を満たす外壁、窓等を有する住宅に、平成 20 年時点での一般的な設備を備えた場合の一次エネルギー消費量と比べ、概ね 10%の削減に相当し、例えば、

（１）省エネ基準を満たす外壁、窓等と高効率給湯設備（併せて節湯器具を設置）

（２）省エネ基準を満たす外壁、窓等と熱交換型換気設備や高効率空気調和設備

（３）省エネ基準を満たす外壁、窓等と太陽光発電設備

（４）省エネ基準を超える高い断熱性能を有する外壁、窓等

を備えた住宅などが、考えられる。

共同住宅等の場合、トップランナー基準相当とは、エコポイント対象住宅基準（共同住宅等）が該当することになり、参考表 5.17 にⅣ地域を対象とした要件を示す。

参考表 5.17　エコポイント対象住宅基準（Ⅳ・Ⅴ地域のみ抜粋）

地域区分	断熱性能要件 (評価方法基準による省エネルギー対策等級など)	断熱性能以外の要件
Ⅳ地域 (Ⅳa, Ⅳb 地域) Ⅴ地域	等級４	以下の①～③のいずれかの仕様を満たすもの ①　高効率給湯器※1 及び節湯器具※2 を採用する場合 ②　燃料電池※6 及び節湯器具※2 を採用する場合 ③　開口部において高断熱仕様の窓※4 を有する場合
	等級３（躯体）＋開口部において等級４仕様の窓	以下の①～②のいずれかの仕様を満たすもの ①　主たる居室※8 にルームエアコンディショナー※5 を設置し、高効率給湯器※1 及び節湯器具※2 を採用する場合 ②　主たる居室※8 にルームエアコンディショナー※5 を設置し、燃料電池※6 及び節湯器具※2 を採用する場合
	等級３（躯体）＋開口部において高断熱仕様の窓	以下の①～②のいずれかの仕様を満たすもの ①　高効率給湯器※1 及び節湯器具※2 を採用する場合 ②　燃料電池※6 及び節湯器具※2 を採用する場合

※1：高効率給湯器とは以下のどれかに該当するものをいう。

・ガス瞬間式（潜熱回収型）給湯器

・石油瞬間式（潜熱回収型）給湯器

・電気温水器（ヒートポンプ式）で年間給湯効率（APF）3.0 以上を満たすもの。

※2：節湯器具を採用とは以下の条件をすべて満たす場合である。

・台所において「節湯 A（手元止水機能)」「節湯 B（小流量吐水)」「節湯 AB（手元止水機能＋小流量吐水)」のいずれかを採用する。

・シャワーにおいて「節湯 AB（手元止水機能＋小流量吐水）」を採用する。

※3：熱交換換気とは、顕熱交換効率 65%以上を満たす換気システムをいう。

※4：開口部（玄関・勝手口ドアを除く。）の熱貫流率がⅠ及びⅡ地域あっては 1.9 以下、Ⅲ地域にあっては 2.91 以下、Ⅳ及びⅤ地域にあっては 4.07 以下とする。

※5：省エネ法で定めた「家庭用の直吹き形で壁掛け型のもの」で、目標年度 2010 年度の省エネ基準値達成率が 100%以上の機器をいう。

※6：燃料電池については、低位発熱量（LHV）基準の総合効率が 80%を満たすもの。

※7：ガスエンジン・コージェネレーションについては、低位発熱量（LHV）基準の総合効率が 80%以上をみたすもの。

※8：主たる居室とは、居間を含むダイニングや台所との一体空間をいう。

②省エネラベリング制度について

高効率・省エネルギー設備については、省エネ法に基づく、省エネラベリング制度に基づき、省エネ性能が表示された、エアコン、蛍光灯器具、石油・ガス温水機器とする。

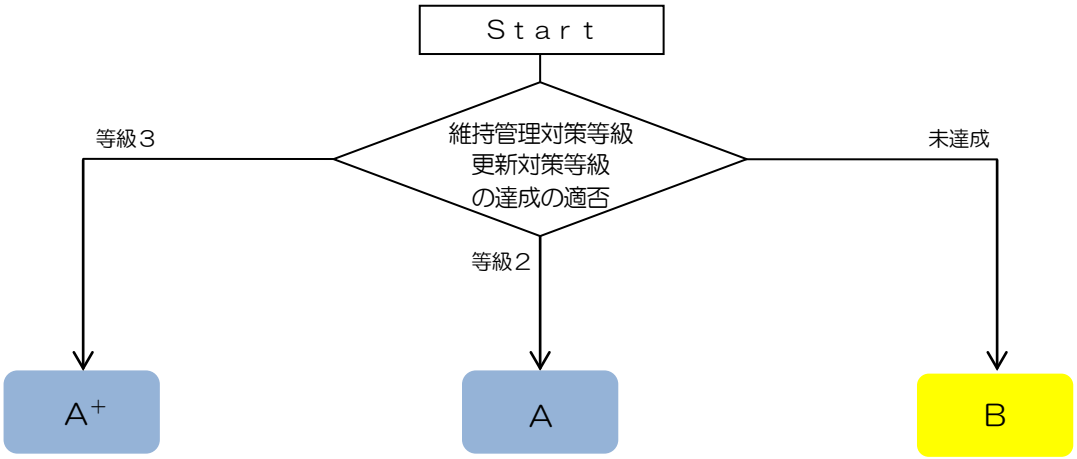
省エネラベリング制度では、その他、テレビや冷蔵庫等の家電やストーブ、ガス調理機器、パソコン等についてもラベリングを行うことができるが、ここでは、住宅に設置されており、容易に取替を行うことができない製品に限定して適用することが考えられる。

6.「維持管理・更新の容易性」の評価基準（案）

6.1　評価基準の設定の基本的考え方

「維持管理・更新の容易性」については、そのベースとなる満たすべき基準として既存共同住宅の住宅性能表示制度が考えられる。このため、評価基準の基本的な考え方としては、維持管理対策等級、更新対策等級への適否を判断し、その等級に応じたグレードを設定することを考える。

基本的な評価基準の考え方は、「避難安全性」と同様であり、基準を満たしている場合、その等級に応じてグレードA^{+}とAを設定する。一方、満たしていない場合をグレードBとする（参考図 6.1）。



参考図 6.1　「維持管理・更新の容易性」の評価基準のグレード判定フロー

6.2　評価基準（グレード判定）

前項でのグレード判定の考え方を踏まえて、「維持管理・更新の容易性」についての評価基準を参考表 6.1 のとおり設定する。

なお、グレードA、Bの判定の考え方は次項の「6.3　解説」によるものとする。

参考表 6.1　「維持管理・更新の容易性」の評価基準（グレード判定）

	グレードA		グレードB		グレードC	
	A^{+}（誘導水準）	A（必要水準）		リスク		リスク
維持管理・更新の容易性	維持管理や更新を容易に行うための特別の措置が講じられていること（維持管理対策等級3、更新対策等級3相当）	維持管理や更新を行うための基本的な措置が講じられていること（維持管理対策等級2、更新対策等級2相当） （共用排水立管の位置が住戸内にある場合をグレードA※とする）	維持管理や更新を行うための基本的な措置が講じられていないこと	―	―（設定しない）	―

6.3　解説

前項で示した評価基準におけるグレードの判定方法及びその根拠となる数値基準等を示す。

１）グレードの考え方とその設定根拠の解説

（１）グレードＡ$^{+}$の考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードＡ＋を以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードＡ＋の評価基準（グレード判定）

Ａ＋ （誘導水準）	維持管理や更新を容易に行うための特別の措置が講じられていること （維持管理対策等級３、更新対策等級３相当）

上記の評価基準（グレード判定）においてグレードＡ＋は、維持管理や更新を容易に行うための特別の措置が講じられていることとして、①維持管理対策等級３を満たしている状態、②更新対策等級３を満たしている状態を示す。

【解説】

①維持管理対策等級３を満たしている状態

・「維持管理対策等級３を満たしている状態」とは、住宅性能表示基準において規定されているように、掃除口及び点検口が設けられているなど、維持管理を容易にすることに特に配慮した措置が講じられていることを示す。

・維持管理対策等級３の具体的内容は、後掲(2)を参照のこと。

②更新対策等級３を満たしている状態

・「維持管理対策等級３を満たしている状態」とは、住宅性能表示基準において規定されているように、配管が共用部分に配置されており、かつ、更新を容易にすることに特に配慮した措置が講じられていることを示す。

・維持管理対策等級３の具体的内容は、後掲(2)を参照のこと。

（2）グレードAの考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードAを以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードAの評価基準（グレード判定）

A （必要水準）	維持管理や更新を行うための基本的な措置が講じられていること （維持管理対策等級２、更新対策等級２相当）
A※ （必要水準）	維持管理や更新を行うための基本的な措置が講じられているが、共用排水立管の位置が住戸内にある場合

上記の評価基準（グレード判定）においてグレードAは、維持管理や更新を容易に行うための特別の措置が講じられていることとして、①維持管理対策等級２を満たしている状態、②更新対策等級２を満たしている状態を示す。ただし、上記の等級２においては、共用排水立管が専用部分に立ち入らないで更新できる位置にあること等を規定しているが、既存共同住宅の改修においてそれを達成することが困難であると考えられる。そのため、③維持管理や更新を行うための基本的な措置が講じられているが、共用排水立管の位置が住戸内にある場合においては、グレードA※として判定することとする。

【解説】

①維持管理対策等級２を満たしている状態

・「維持管理対策等級２を満たしている状態」とは、住宅性能表示基準において規定されているように、配管をコンクリートに埋め込まない等、維持管理を行うための基本的な措置が講じられていることを示す。

・維持管理対策等級２の具体的内容は、後掲(2)を参照のこと。

②更新対策等級２を満たしている状態

・「維持管理対策等級２を満たしている状態」とは、住宅性能表示基準において規定されているように、配管が共用部に設置されている等、更新を行うための基本的な措置が講じられていることを示す。

・維持管理対策等級２の具体的内容は、後掲(2)を参照のこと。

③維持管理や更新を行うための基本的な措置が講じられているが、共用排水立管の位置が住戸内にある場合

・「維持管理や更新を行うための基本的な措置が講じられているが、共用排水立管の位置が住戸内にある場合」とは、住宅性能表示基準の維持管理対策等級２及び更新対策等級２に準じた基準を達成しているが、共用排水立管の位置が住戸内である場合を示す。ただし、このような場合においては、点検や更新の際には専用部分に立ち入ることを認める旨を管理組合にて合意し、

その旨を管理規約に規定するなど、改修や更新を容易にするための対応を図ることが重要となる。

・維持管理対策等級２の具体的内容は、後掲(2)を参照のこと。

（３）グレードＢの考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードＢを以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードＢの評価基準（グレード判定）

Ｂ	**維持管理や更新を行うための基本的な措置が講じられていないこと**

上記の評価基準（グレード判定）においてグレードＢは、①維持管理や更新を行うための基本的な措置が講じられていない状態を示す。このような場合においては、対象となる既存共同住宅を多世代利用を図るにあたって、満たしていない基準を達成するための性能向上を図ることが求められる。

【解説】

①維持管理や更新を行うための基本的な措置が講じられていない状態

・「維持管理や更新を行うための基本的な措置が講じられていない状態」とは、前述のグレードＡに満たないものを想定している。

２）グレード判定にあたっての数値基準等の解説

（１）維持管理対策等級（共用配管）に係る解説

日本住宅性能表示基準における維持管理対策等級の具体的な基準は以下のとおりである。

①等級３

ａ）共用配管が、壁、床、柱、はり又は基礎の立ち上がり部分を貫通する場合を除き、コンクリート内に埋め込まれていないこと。

ｂ）共用の地中埋設管の上にコンクリートが打設されていないこと。ただし、当該コンクリートが評価対象建築物の外部に存する土間床コンクリートその他構造躯体に影響を及ぼすことが想定されていないものである場合及び他の法令（条例を含む）の規定により、凍結のおそれがあるとして配管を地中に埋設する場合についてはこの限りでない。

ｃ）共用の配管には、共用立管にあっては最上階又は屋上、最下階及び３階以内おきの中間階又は15m以内ごとに、横主管にあっては10m以内ごとに掃除口が設けられていること。

ｄ）専用配管と共用配管の接合部及び共用配管のバルブ（以下、「主要接合部」）又は排水管の掃除口が仕上げ材等により隠蔽されている場合には、主要接合部等を点検するために必要な開口又は掃除口による清掃を行うために必要な開口が設けられていること。

ｅ）共用の排水管（継ぎ手及びヘッダーを含む）の内面が、清掃に支障を及ぼさないように平滑であり、かつ、当該排水管が清掃に支障を及ぼすようなたわみ、抜けその他変形が生じないように設置されていること。

ｆ）横主管が設置されている場合においては、当該配管がピット若しくは１階床下空間内またはピロティ等の共用部分に設けられ、かつ、人通孔その他当該配管に人が到達できる経路（専用部分に立ち入らないで到達できるものに限る）が設けられていること

ｇ）共用配管が、専用部分に立ち入らないで補修できる位置（共用部分、住棟外周部、バルコニーその他これに類する部分）に露出しているか、又は専用部分に立ち入らないで補修が行える開口を持つパイプスペース内に設けられていること。

②等級２

①のａ）～ｅ）までに掲げる基準に適合していること。

（２）更新対策等級に係る解説

日本住宅性能表示基準における更新対策等級（共用排水管）の具体的な基準は以下のとおりである。

①等級３

次のａ）～ｄ）の基準に適合し、かつ、ｅ）又はｆ）の基準に適合していること。

ａ）共用排水管が、壁、床、柱、はり、又は基礎の立ち上がり部分を貫通する場合を除き、コンクリート内に埋め込まれていないこと。

ｂ）地中に埋設された共用排水管の上にコンクリートが打設されていないこと。ただし、当該コンクリートが評価対象建築物の外部に存する土間床コンクリートその他構造躯体に影響を及ぼすことが想定されないものである場合及び他の法令（条例を含む）の規定により、凍結のおそれがあるとして配管を地中に埋設する場合においては、この限りではない。

ｃ）共用排水管の横主管が設置されている場合においては、当該配管がピット若しくは１階床下空間内又はピロティ等の共用部分に設けられ、かつ、人通孔その他当該配管に人が到達できる経路（専用部分に立ち入らないで到達できるものに限り、共用部分の仕上げ材等の軽微な除去を伴い到達できるものを含む）が設けられていること。

ｄ）共用排水管が、専用部分に立ち入らないで更新できる位置（共用部分、住棟外周部、バルコニーその他これに類する部分をいう）に露出しているか、又は専用部分に立ち入らないで更新が行える開口を持つパイプスペース内に設けられていること（共用部分の仕上げ材等の軽微な除去を伴い、更新できる場合を含む）。

ｅ）次に掲げる基準に適合していること。

ⅰ）共用排水管の切断工事を軽減する措置が講じられており、かつ、共用排水管がコンクリートの床等を貫通する部分に、共用排水管の撤去の際のはつり工事を軽減する措置が講じられていること。

ⅱ）排水管の接続替えを容易に行うための措置が講じられていること。

ⅲ）共用排水管の撤去、接続替えその他更新のための空間が確保されていること。

ｆ）次に掲げる基準に適合していること。

・共用排水管の近傍等に、別に新たな共用排水管を設置することができる空間、スリーブ等が設けられていること。

・ｅ）のⅱ）及びⅲ）に掲げる基準に適合していること。

②等級２

①のａ）～ｄ）までに掲げる基準に適合していること。

7.「空間のゆとり」の評価基準（案）

7.1　評価基準の設定の基本的考え方

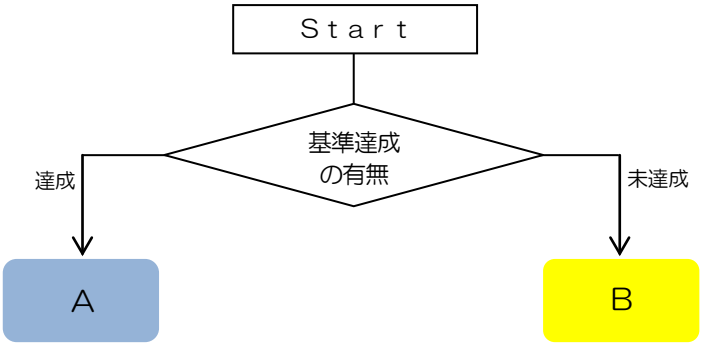
１）空間のゆとりの評価項目について

「空間のゆとり」については、目標性能水準では「将来的な改修・更新に向けて一定の空間キャパシティが確保されていること」とあり、具体の評価基準としては、躯体天井高が 2,650㎜ 以上であることを規定されている。

２）評価基準におけるグレード判定の考え方

空間のゆとりの評価基準においては、各評価項目の基準の達成の適否を判定し、基準を満たしている場合をグレードA、満たしていない場合をグレードBとする（参考図 7.1）。

なお、「空間のゆとり」に関する基準である躯体天井高は設計段階に決まるものであり、基準を達成していない場合に多世代利用化することに適さないと判定することが妥当ではないと考えられるため、グレードCではなく、グレードBとして判定している。



参考図 7.1　「空間のゆとり」の評価基準のグレード判定フロー

7.2　評価基準（グレード判定）

前項でのグレード判定の考え方を踏まえて、「空間のゆとり」についての評価基準を参考表 7.1 のとおり設定する。

なお、グレードA、Bの判定の考え方は次項の「7.3　解説」によるものとする。

参考表 7.1　「空間のゆとり」の評価基準（グレード判定）

	グレードA	グレードB		グレードC	
			リスク		リスク
空間のゆとり	将来的な改修・更新に向けて一定の空間キャパシティが確保されていること	将来的な改修・更新に向けて一定の空間キャパシティが確保されていないこと	－	－	－

7.3　解説

前項で示した評価基準におけるグレードの判定方法及びその根拠となる数値基準等を示す。

１）グレードの考え方とその設定根拠の解説

（１）グレードＡの考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードＡを以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードＡの評価基準（グレード判定）

Ａ	**将来的な改修・更新に向けて一定の空間キャパシティが確保されていること**

存共同住宅を多世代利用するにあたっては、将来的に用途変更等を伴う大規模な改修や更新を行うことも考えられる。上記の評価基準（グレード判定）においてグレードＡは、①将来的な改修・更新に向けた一定の空間キャパシティが確保されている状態を示す。

【解説】

①将来的な改修・更新に向けた一定の空間キャパシティが確保されている状態

・「将来的な改修・更新に向けた一定の空間キャパシティが確保されている状態」とは、躯体天井高が、2,650㎜以上確保されている状態を想定している。

（２）グレードＢの考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードＢを以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードＢの評価基準（グレード判定）

Ｂ	**将来的な改修・更新に向けて一定の空間キャパシティが確保されていないこと**

上記の評価基準（グレード判定）においてグレードＢは、①将来的な改修・更新に向けた一定の空間キャパシティが確保されていない状態を示す。

【解説】

①将来的な改修・更新に向けた一定の空間キャパシティが確保されていない状態

・「将来的な改修・更新に向けた一定の空間キャパシティが確保されていない状態」とは、前述のグレードＡに満たないものを想定している。

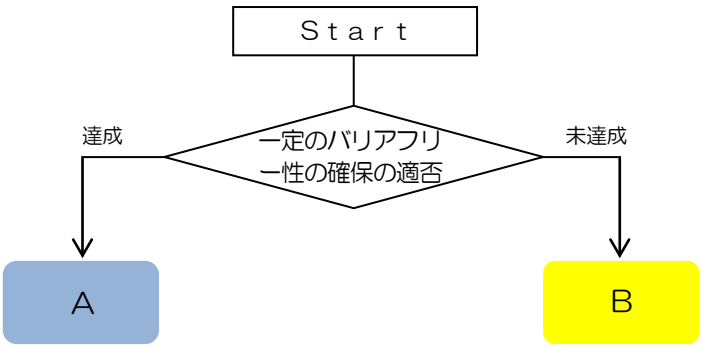
8.「バリアフリー性」の評価基準（案）

8.1　評価基準の設定の基本的考え方

「バリアフリー性」については、そのベースとなる満たすべき基準として既存共同住宅の住宅性能表示制度が考えられる。そのため、評価基準では、高齢者等配慮対策等級への適否を判断し、その等級に応じたグレードを設定することを考える。

基本的な評価基準の考え方は、「避難安全性」と同様であり、基準を満たしている場合をグレードＡとする。一方、満たしていない場合をグレードＢとする（参考図 8.1）。

なお、「バリアフリー性」のグレード判定について、基準を達成していない場合に、当該建築物を多世代利用化することに適さないと判定することが、妥当ではないと考えられるため、グレードＣではなく、グレードＢとして判定している。



参考図 8.1　「バリアフリー性」の評価基準のグレード判定フロー

8.2　評価基準（グレード判定）

前項でのグレード判定の考え方を踏まえて、「バリアフリー性」についての評価基準を参考表 8.1 のとおり設定する。

なお、グレードＡ、Ｂの判定の考え方は次項の「8.3　解説」によるものとする。

参考表 8.1　「バリアフリー性」の評価基準（グレード判定）

	グレードA	グレードB		グレードC	
			リスク		リスク
バリアフリー性	一定のバリアフリー性（共用廊下等に必要なスペース、EVの設置等）が確保されていること（高齢者等配慮対策等級３以上）	一定のバリアフリー性（共用廊下等に必要なスペース、EVの設置等）が確保されていないもの	※	―	―

※バリアフリーについては、躯体性能としてのリスクはないが、高齢者の移動の際に危険性や介助に対して不具合等、居住性に係るデメリットがあると考えられる。

8.3　解説

前項で示した評価基準におけるグレードの判定方法及びその根拠となる数値基準等を示す。

１）グレードの考え方とその設定根拠の解説

（１）グレードＡ$^{+}$の考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードＡを以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードＡの評価基準（グレード判定）

Ａ	**一定のバリアフリー性（共用廊下等に必要なスペース、ＥＶの設置等）が確保されていること（高齢者等配慮対策等級３以上）**

上記の評価基準（グレード判定）においてグレードＡは、共用廊下等の必要なスペースやＥＶの設置等、一定のバリアフリー性が確保されていることとして、住宅性能表示基準の①高齢者等配慮対策等級３を満たしている状態を示す。

【解説】

①高齢者等配慮対策等級３を満たしている状態

・「高齢者等配慮対策等級３を満たしている状態」とは、住宅性能表示基準において規定されているように、高齢者等が安全に移動するための基本的な措置が講じられており、自走式車いす使用者と介助者が住戸の玄関まで容易に到達するための基本的な措置が講じられていることを示す。

・高齢者等配慮対策等級３の具体的内容は、後掲(2)を参照のこと。

（２）グレードＢの考え方

前項では評価基準（グレード判定）においてグレードＢを以下のとおり設定しており、ここではその考え方と設定根拠を解説する。

■グレードＢの評価基準（グレード判定）

Ｂ	**一定のバリアフリー性（共用廊下等に必要なスペース、ＥＶの設置等）が確保されていないもの**

上記の評価基準（グレード判定）においてグレードＢは、①一定のバリアフリー性（共用廊下等に必要なスペース、ＥＶの設置等）が確保されていない状態を示す。このような場合においては、対象となる既存共同住宅を多世代利用を図るにあたって、満たしていない基準を達成するための性能向上を図ることが求められる。

【解説】

①一定のバリアフリー性（共用廊下等に必要なスペース、ＥＶの設置等）が確保されていない状態

・「一定のバリアフリー性（共用廊下等に必要なスペース、ＥＶの設置等）が確保されていない状態」とは、前述のグレードＡに満たないものを想定している。

2）グレード判定にあたっての数値基準等の解説

（1）高齢者等配慮対策等級に係る解説

日本住宅性能表示基準における高齢者等配慮対策等級３の具体的な基準は以下のとおりである。

①共用廊下

評価対象住戸から、建物で入り口、共用施設、他住戸等その他の日常的に利用する空間に至る少なくとも一の経路上に存する共用廊下が、次に掲げる基準に適合していること。

A）共用廊下の床が、段差のない構造であること。

B）共用廊下の床に高低差が生じる場合にあっては、次に掲げる基準に適合していること

ａ）勾配が 1/12 以下（高低差が 80㎜ 以下の場合にあっては 1/8 以下）の傾斜路が設けられているか、又は、当該傾斜路及び段が併設されていること。

ｂ）段が設けられている場合にあっては、当該段が「(ⅱ)共用階段」A）のａ）～ｃ）までに掲げる基準に適合していること。

C）手すりが共用廊下（次のａ）～ｂ）に掲げる部分を除く）の少なくとも片側に、かつ、床面からの高さが 700㎜ から 900㎜ の位置に設けられていること。

ａ）住戸その他の室の出入口、交差する動線がある部分その他やむを得ず手すりを設けることのできない部分

ｂ）エントランスホールその他手すりに沿って通行することが動線を著しく延長させる部分

D）直接外部に開放されている共用廊下（１階に存するものを除く）にあっては、次の基準に適合していること。

ａ）転落防止のための手すりが、腰壁等の高さが 650㎜ 以上 1,100㎜ 未満の場合にあっては踏面の先端から 1,100㎜ 以上の高さに、腰壁等の高さが 650㎜ 未満の場合にあっては腰壁等から 1,100㎜ 以上の高さに設けられていること。

ｂ）転落防止のための手すりの手すり子で床面及び腰壁等（腰壁等の高さが 650㎜ 未満の場合に限る）からの高さが 800㎜ 以内の部分に存するものの相互の間隔が内法寸法で 110㎜ 以内であること。

E）令第 119 条及び第 126 条第１項に定める基準に適合していること。

②共用階段

各階を連絡する共用階段のうち少なくとも一つが、次に掲げる基準に適合していること

A）次のａ）～ｃ）まで（評価対象住戸の樽回においてエレベーターを利用できる場合にあっては、ｃ））に掲げる基準に適合していること.

ａ）踏面が 240 ㎜以上であり、かつ、けあげの寸法の２倍と踏面の寸法の和が 550 ㎜以上 650 ㎜以下であること。

ｂ）蹴込みが 30 ㎜以下であること。

ｃ）次に掲げる基準に適合していること。

・最上段の通路等への食い込み部分及び最下段の通路等への突出部分が設けられていること。

・手すりが、少なくとも片側に、かつ、踏面の先端からの高さが 700 ㎜から 900 ㎜の位置に設けられていること。

B）直接外部に開放されている共用階段にあっては、次の基準に適合していること。ただし、高さ 1m 以下の階段の部分については、この限りでない。

ａ）転落防止のための手すりが、腰壁等の高さが 650㎜ 以上 1,100㎜ 未満の場合にあっては床面から 1,100㎜ 以上の高さに、腰壁等の高さが 650㎜ 未満の場合にあっては腰壁等から 1,100㎜ 以上の高さに設けられていること。

ｂ）転落防止のための手すりの手すり子で踏面の先端及び腰壁等（腰壁等の高さが 650㎜ 未満の場合に限る）からの高さが 800㎜ 以内の部分に存するものの相互の間隔が内法寸法で 110㎜ 以内であること。

C）令第 23 条から第 27 条まで及び第 126 条第１項に定める基準に適合していること。

③エレベーター

評価対象住戸が建物出入口の存する階にある場合を除き、評価対象住戸かエレベーター又は共用階段（１階部の移動に限る）を利用し、建物出入口の存する階まで到達でき、かつ、エレベーターを利用せずに評価対象住戸から建物出入口に到達できる場合を除き、評価対象住戸からエレベーターを経て建物出入口に至る少なくとも一の経路上に存するエレベーター及びエレベーターホールが次に掲げる基準に適合していること。

A）エレベーター及びエレベーターホールの寸法が次に掲げる基準に適合していること。

ａ）エレベーターホールの出入口の有効な幅員が 800 ㎜以上であること。

ｂ）エレベーターホールに一辺を 1,500 ㎜とする正方形の空間を確保できるものであること。

B）建物出入口からエレベーターホールまでの経路上の床が、段差のない構造であること。

C）建物出入口とエレベーターホールに高低差が生じる場合にあっては、次に掲げる基準に適合していること。

ａ）次に掲げる基準に適合していること。

・勾配が 1/12 以下の傾斜路及び段名併設されており、かつ、それぞれの有効な幅員が 900 ㎜以上であるか、又は、高低差が 80 ㎜以下で勾配が 1/8 以下の傾斜路若しくは勾配が 1/15 以下の傾斜路が設けられており、かつ、その有効な幅員が 1,200 ㎜以上であること。

・手すりが、傾斜路の少なくとも片側に、かつ、床面からの高さが 700 ㎜から 900 ㎜の位置に設けられていること。

ｂ）段が設けられている場合にあっては、当該段が「(ⅱ)共用階段」A）のａ）～ｃ）の基準に適合していること。

④共用階段の幅員

評価対象住戸のある階においてエレベーターを利用できない場合にあっては、当該階から建物出入口のある階又はエレベーター停止階に至る一の共用階段の有効幅員が 900 ㎜以上であること。

Ⅲ. 管理技術部門

Ⅲ－１．「管理技術部門」の研究内容と研究成果の概要

１．研究の目的と概要

「管理技術部門」では、長期利用する住宅スケルトンの健全性を効率的に確認するための診断技術と情報活用手法に関する研究開発を行う。新たな診断技術として構造ヘルスモニタリング（SHM：Structural Health Monitoring）に着目し、住宅における技術利用に向けて、技術システムの有効性に関する実験検証及び履歴情報として活用する手法等に関する研究開発を行う。

２．研究成果の概要

長期利用の住宅スケルトンに関しては住宅履歴情報の蓄積・管理と活用が図られることを前提とする。既に蓄積すべき住宅履歴情報項目に位置付けられている“技術者の目視等による劣化現象等”の「診断の記録」に加えて、“建築物の振動等の動的な特性”も経年による「状態変化の記録」として蓄積・管理・活用されるべきものとの立場から、構造ヘルスモニタリングに着目する。こうした観点から、長期の利用期間内における大規模な地震（極めて稀に発生する地震）の際に診断技術として利用するための技術的知見や、長期に渡って技術システムを運用し情報を蓄積・管理・活用するための知見を得ることを目的とし、下記の２つの視点から研究テーマを設定した。

①建築分野では、実際の建物で強振動時の有効性を示した例は未だ極めて少ないため、実大建物の加振実験を通じて技術の有効性を検証。
②長期の利用期間における管理・流通の場面を想定して、診断結果等の蓄積・管理や情報を活用する手法について研究。

研究成果を以下に取りまとめた。

１）構造ヘルスモニタリング技術の利用ガイドラインの提示

構造ヘルスモニタリング（SHM）は、情報通信技術および信号処理技術を利用することにより、構造物の損傷・劣化の状況を推定し健全性を診断する技術である。構造物の強振動（大規模地震・強風）や微小振動（風・中小地震・常時微動）の計測データから「振動特性」を推定し、その経時・経年変化等を踏まえ、構造物の損傷・劣化の有無・箇所・度合い等を把握するものである。部位に現れる現象（変形やひび割れ、中性化の進行等）を診断・把握し構造物全体への影響を推定する従来の手法とは逆のアプローチから、健全性の評価を効率化・高度化する診断技術として期待されている。

建築物への適用に関しては、基礎・応用研究から実用化・事業化の研究技術開発の段階にあり、建築会社や住宅メーカー等の一部において SHM システムの運用やサービス提供の事例がみられる。一方で、技術利用の目的、SHM システムにおけるセンサの種類・数、推定の精度、診断結果の表示方法など内容は様々であり、建築主が診断技術・情報提供サービスとして利用する手法が明確でない。

このため、長期利用の住宅スケルトンの健全性を効率的に確認する新たな診断技術として期待される構造ヘルスモニタリング技術の効果的な利用に向けて、関係主体の技術利用の効果等に関する共通

理解とシステム運用にあたっての留意点等の認識共有を目的として、「多世代利用住宅の管理・流通を支える構造ヘルスモニタリング技術の利用ガイドライン」を提示した。

ガイドラインの作成にあたっては、実大建物の加振実験を通じて確認された解析手法の有効性、センシング技術等の実用性、技術システムを実装した際の課題等を踏まえ、記述に反映した。

【研究成果】
「多世代利用住宅の維持管理・流通を支える構造ヘルスモニタリング技術の利用ガイドライン」の提示
【成果の活用】
所有者・管理者の建物管理におけるスケルトンの状況把握
診断・情報提供サービス事業者のサービス内容説明
蓄積すべき住宅履歴情報項目への追記（技術の普及状況に応じて）

２）一般向け技術解説資料の提示

建物管理への技術普及のために、建築の専門家でない一般の住宅所有者、建物管理者にも分かりやすく技術内容を伝える技術解説資料として、「Ｑ＆Ａ形式」で、主要用語、SHM 技術の概要、SHM 技術の住宅所有者等への効果等に関する解説を作成する。

情情報通信技術および信号処理技術に専門知識を持たない建築技術者を想定した「構造ヘルスモニタリング技術の用語集」を作成する（本報告書では掲載を省略）。

【成果】
「住宅における SHM 技術活用に関する一般向けＱ＆Ａ集」の公開
「構造ヘルスモニタリング技術の用語集」
【成果の活用】
一般の所有者・管理者への新たな診断技術に関する情報提供
診断・情報提供サービスを受用する際の「サービス内容」に関するリファレンス
蓄積すべき住宅履歴情報項目としての蓄積・活用の推奨

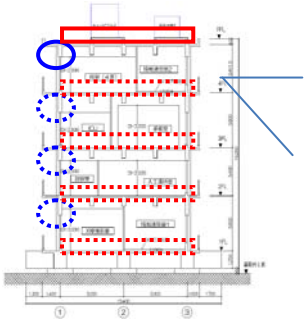
注)

ガイドラインの作成等にあたっては、次の先行研究、既往文献を参考にした。

〇ヘルスモニタリング技術利用ガイドライン、日米共同構造実験研究、H15.3
〇コンクリート構造物のヘルスモニタリング技術、土木学会、H19.4
〇モニタリングによる橋梁の性能評価指針（案）、土木学会、H18.3
〇橋梁振動モニタリングのガイドライン、土木学会、H12.10

■住宅の管理・流通における構造ヘルスモニタリング技術の利活用に関する検討

技術の実用化に向けた技術開発

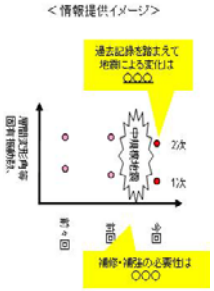


＜検討の視点＞
・実構造物で技術の有効性を示した例が極めて少ないことに着目
・実大建物の加振実験データを用いて、加振前後の振動特性の変化や、損傷部位の推定に対する技術の有効性を検証。

＜検討内容＞
・実大建物の加振実験における加振ケース（複数回の加振）を、建物の管理・流通段階における大小の地震を受けた場合と想定し、
①実験実施機関（防災科研）が計測した加速度波形データを用いて、固有振動数の算定や損傷部位の推定について検討。
②加速度波形データに加え、層間変位計のデータや構造設計の情報を含めた詳細な解析により、①で行った簡易な計測・解析の精度を検討。
・22 年度は、同じ試験体の加振実験において、計測・解析システムを独自に設置し、技術の有効性を検証。

＜ポイント＞
・建物の完成後における、構造（スケルトン）の振動特性の経年変化と地震時や構造補強時の特性変化を把握する計測・解析技術の要件を検討。

管理段階における技術利活用



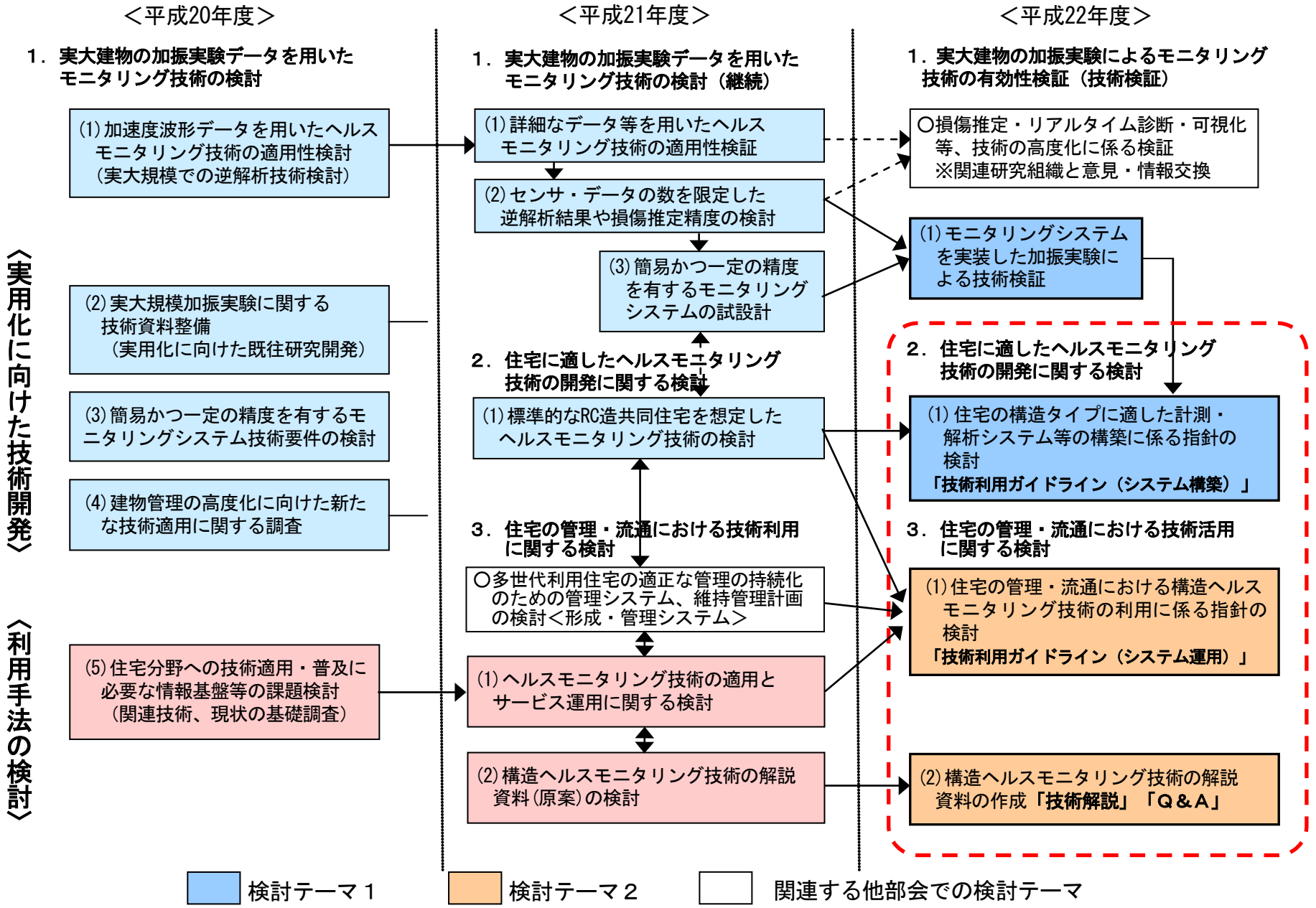
＜検討の視点＞
・経年における振動特性等の変化を、管理・流通時の情報活用に着目
・建物の所有者や利用者など、一般にも分かりやすい情報提供の方法と事業として成立しうるサービス提供の仕組みを検討。

＜検討内容＞
・住宅の管理・流通段階において、構造（スケルトン）の振動特性等の変化を定期的に診断・把握し、診断結果を建物管理や売買における履歴情報として利活用する手法を検討。
①モニタリングの対象・目的と計測・解析システムの構成、情報提供の方法等について、適切な組合せを検討。
②新たな技術である構造ヘルスモニタリングについて、一般にも分かりやすい技術資料を作成。

＜ポイント＞
・構造（スケルトン）の健全性把握と情報提供の高度化に向けて、定期的な計測・解析結果の情報利活用を検討。

○地震時を想定した実大建物の加振実験による技術検証を踏まえ、経年と地震による振動特性等の変化を把握し、分かりやすく情報提供する構造ヘルスモニタリング技術利活用に係る指針・基準、実現手法を示し、ガイドラインとして公表。

■「管理技術部門」の研究年次計画・研究テーマの関連



３．主な研究成果

多世代利用住宅の管理・流通を支える構造ヘルスモニタリング技術の利用ガイドライン目次構成

１）目的

長期利用の住宅スケルトンの健全性を効率的に確認する新たな診断技術として期待される構造ヘルスモニタリング技術の効果的な利用に向けて、関係主体の技術利用の効果等に関する共通理解とシステム運用にあたっての留意点等の認識共有を目的として、「多世代利用住宅の管理・流通を支える構造ヘルスモニタリング技術の利用ガイドライン」を作成し、公表する。

○目　的：
技術利用の効果等に関する共通理解とシステム運用にあたっての留意点等の認識共有

○対　象：
建物の上部構造（基礎構造は対象外）。主に RC 造共同住宅と木造戸建て住宅を想定

○利用者：
所有者・管理者（第１章、第２章）
建築技術者（3 章全て）

２）目次構成

第１章、第２章は、構造ヘルスモニタリング技術（以下、「SHM」という。）の共通理解のため、概要、基礎的事項を記述している。

第３章は、目的に即して具体的な技術システムを構築・運用するにあたっての機能要件、留意点等を記述している。主に、診断・情報提供サービスを担う主体を想定している。

多世代利用住宅の管理・流通を支える構造ヘルスモニタリング技術の利用ガイドライン（目次）

第１章　総則
1.1　本書の適用範囲　1
1.2　本書で取り扱う SHM の対象範囲　1
1.3　本書の構成　6
1.4　関連用語　7
第２章　構造ヘルスモニタリングに関する基礎的事項
2.1　構造ヘルスモニタリング（SHM）の概要　13
2.2　SHM の特徴
2.2.1　SHM のメリット　18
2.2.2　建物ライフサイクルにおける SHM 利用場面　19
2.3　SHM によるデータ計測と評価の考え方
2.3.1　データ計測のタイミング　22
2.3.2　推定のレベル　23
2.3.3　損傷指標とセンサ計測量の関係　24
2.4　建物管理における SHM サービスの利用
2.4.1　SHM サービスの形態の明確化　25
2.4.2　サービスの項目と内容　30
2.5　SHM の設計　39
第３章　ＳHMの構築・運用
3.1　データの取得
3.1.1　センサの種類の選定　45
3.1.2　センサの性能の設定　47
3.1.3　センサの設置箇所・数の決定　47
3.1.4　センサデータの伝送方法の決定　49
3.1.5　センサの実装　49
3.1.6　計測条件の設定　50
3.2　状態の推定
3.2.1　データの前処理　51
3.2.2　推定手法の選定　51
3.2.3　モデル構造の選択　53
3.2.4　モデルパラメータの推定　54
3.2.5　モデルの妥当性検証　55
3.2.6　損傷指標の推定　55
3.3　診断
3.3.1　診断の考え方の整理　57
3.3.2　管理指標の設定　58
3.4　診断情報の提供　61
3.5　SHM 情報の蓄積・管理
3.5.1　システム概念図の整理　65
3.5.2　サーバ構成　66
3.5.3　データモデル　67
3.5.4　アクセス制御　72
3.5.5　セキュリティ対策　73
3.5.6　情報の保管・継承・削除等の基本ルール　73

3）ガイドラインのとりまとめにあたっての主な論点

（1）対象範囲の設定について

①使用性（サービサビリティ）の評価

・ガイドラインでの記述

本書で取り扱うSHMは、建築分野の中でも特に住宅を対象とし、長期利用する住宅の維持管理・流通を支える技術として位置づけている。そのため、構造性能としては「安全性」「耐久性」に加え、「使用性（サービサビリティ）」の評価に資する技術として記述している。　（1.2本文）

・考え方

住宅の長期利用に伴い、災害発生の有無に関らず、建物のたわみ・傾斜・破損・床面の凹凸等が発生し、使用性（サービサビリティ）が低下する。こうした現象は、微小振動（風・中小地震・常時微動）に対する建物応答性状にも影響してくることが考えられる。形状等の静的な変化は、既存の検査技術によって捉えることができるが、振動特性の動的な変化については、SHMによって計測・評価が可能となる。（同、解説）

従来の診断では検知されにくい変化を、計測を続ける中で検知できることから、SHMの特徴として、「使用性（サービサビリティ）」の評価を扱うこととした。

②S造・木造等、及び、基礎構造の扱い

・ガイドラインでの記述

一般に「構造」ヘルスモニタリングは、建築物の主要構造部を対象とした損傷・劣化の診断技術であり、建築設備の分野で行われているモニタリングとは区別される。適用対象とする構造種別（RC造・S造・木造等）やシステムの導入時期（新築・既存）は問わない。

本書で取り扱うSHMは、基礎杭等の下部構造ではなく、上部構造の損傷・劣化の評価を目的としている。また、戸建て木造住宅やRC造共同住宅を主な適用対象として想定している。（1.2本文）

・考え方

一般に、SHMは、構造物の計測データから「動的な変化」を捉え、その経時・経年変化から、構造物の損傷・劣化の有無、箇所、度合い等を評価する技術であり、長期利用の中で、振動特性の動的な変化を計測・評価する。時間軸で初期状態からの特性変化を自己比較する観点では、構造種別や導入時期を問わず適用できる共通する技術とした。

基礎杭等の下部構造については、研究レベルでは有効性がいわれているものの、実際の建物ではシステムの運用が困難なため、本書の対象から除外している。

また、本書は、別途実施した中層RC造実大建物の加振実験を通じて得られた技術知見に即して記述しているが、戸建て木造住宅についても、実際に診断等のサービスを提供している事業者が存在すること、木造住宅を対象とする研究報告も多数発表されていることから、これらを調査・参照し、対象に含めている。

実大建物の加振実験を通じた技術の有効性検証

１）研究の目的

新たな診断技術として期待されるヘルスモニタリング技術については、実際の建物で強振動時の有効性を示した例が極めて少ない。本研究では、実大建物の加振実験を通じて、多世代利用住宅がその長期の利用期間内において大規模な地震（極めて稀に発生する地震）に遭遇した際の、建物の強振動時（強い地震動等が入力された場合）における診断技術としての有効性を実験検証する。

実験検証を通じて得られた技術的知見に基づいて構造ヘルスモニタリング技術の利用に関するシステム構築、運用における機能要件、留意事項等を整理し、技術利用のためのガイドラインに反映する。

なお、本研究は、国土技術政策総合研究所と独立行政法人防災科学技術研究所（防災科研）が、共同研究「建築物スケルトンの健全性評価へのモニタリング技術適用に関する共同研究」（平成 20～22 年度）を締結し実施するものである。加振実験は、防災科研 兵庫耐震工学研究センター（E-ディフェンス）が実施した。

２）研究内容と成果の概要

実大建物の加振実験は、中層 RC 造建物の実大規模構造物を用いた一連の加振実験のうち、平成 20 年度、平成 22 年度の耐震実験（基礎を震動台に固定した実験）における大規模地震波加振を対象とする。

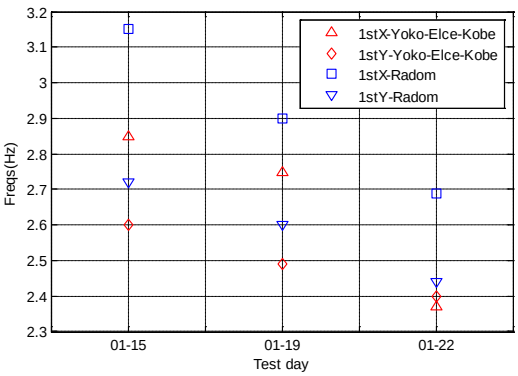
平成 20 年度は、構造ヘルスモニタリングのプロセスの内、データ取得は防災科研が設置したセンサの記録とし、損傷状態の推定と診断に関する逆解析手法の有効性の検証を行った（図 1.3）。平成 22 年度は、データ取得から逆解析、診断結果の提供、履歴管理にいたるプロセスの全てを通して行う、一連の技術システムの有効性・実用性を検証した（図 1.4）。

（１）平成 20 年実験を通じた技術検証

建物全体のグローバルな損傷推定を目的として、計測データから固有振動数を推定する逆解析について、３つの解析手法により振動特性を検討し、固有振動数の変化の状態が把握されることを確認した。部分空間法に基づく加振日別の 1 次固有振動数（薛委員による推定結果）を表 1.1 に示す。並進 X・Y の両方向とも実験日程の経過に伴い固有振動数が低下したのは、地震動入力を受け、建物内部の損傷が進行したことを示している。

表 1.1　複数の方法による逆解析検討の概要

手法概要	検討主体
フーリエ進行スペクトルに基づく卓越周期の算定	国土技術政策総合研究所
ARX モデルに基づく固有振動数の推定	(株)三菱総合研究所
部分空間法に基づく固有振動数の推定	近畿大学･薛准教授



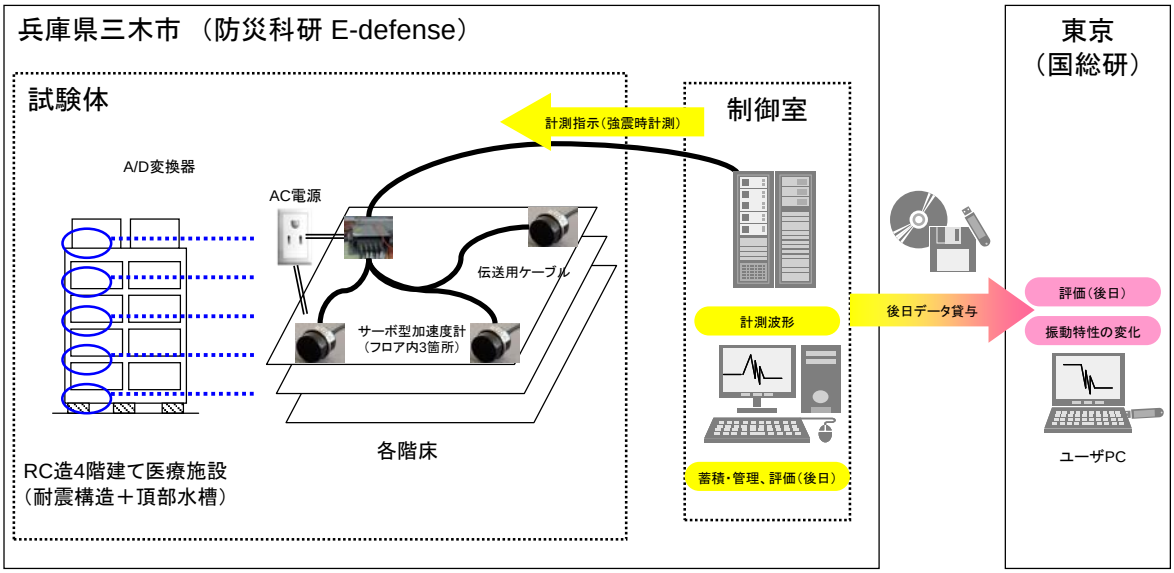


図 1.3　平成 20 年度に行われた防災科研 E-defense 実験における
国総研との共同研究に基づく検証の枠組み

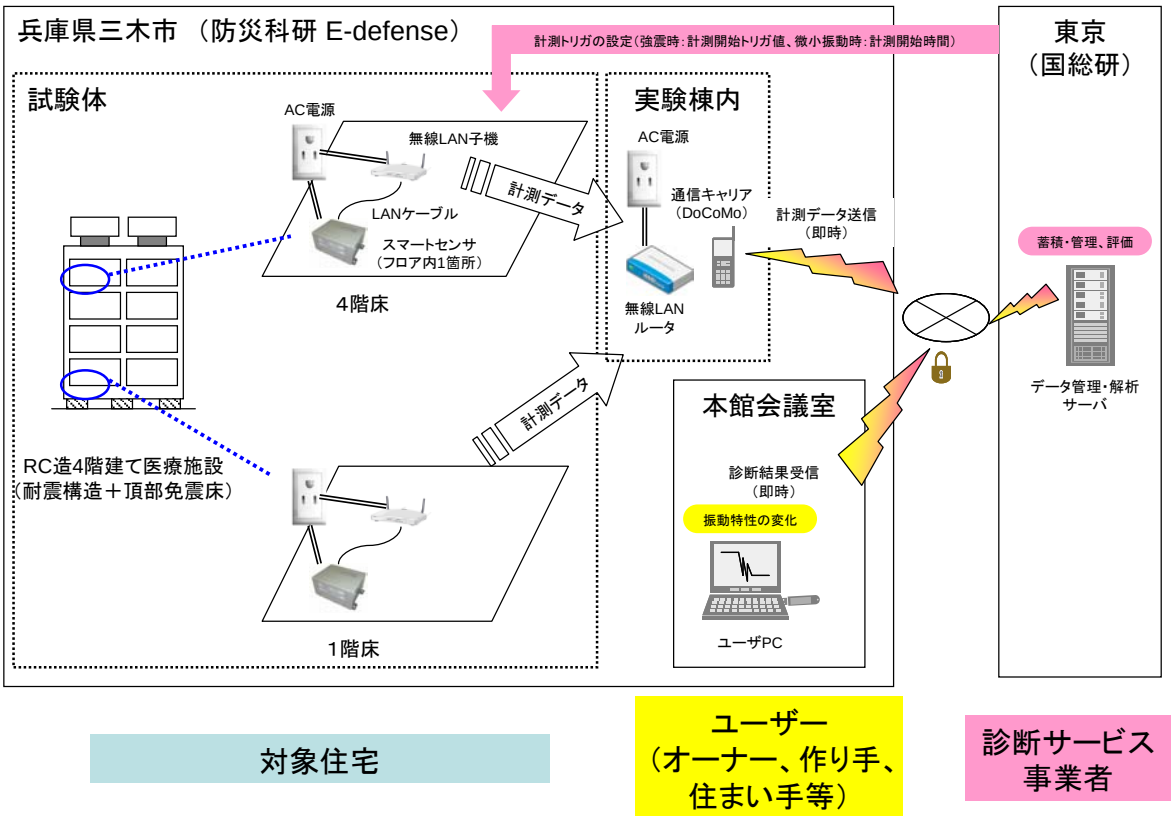


図 1.4　平成 22 年度に行われた防災科研 E-defense 実験における
国総研との共同研究に基づく検証の枠組み

（2）平成 22 年実験を通じた技術検証

平成 22 年度実験では、防災科研が加振実験のために設置したセンサによらず、国総研が仮想的な診断・情報提供サービスの提供者の立場で、一般にも利用可能なSHMシステムを実装し、技術システムとして実用性を検証した。

①仮想 SHM サービスの形態

「計測のタイミング」及び「推定のレベル」の２つの観点から、SHM サービスの形態を模擬し、検証を行った。サービスの項目と内容は、「多世代利用住宅の管理・流通を支える構造ヘルスモニタリング技術の利用ガイドライン（素案）」の、SHM サービスの項目・内容に基づく表現としている。今回の技術検証の位置づけを確認した（表 1.2）。

【強振動時】　強振動の把握　に基づき　全体レベル　の評価を行う SHM サービス
【平時】　微小振動の把握　に基づき　全体レベル　の評価を行う SHM サービス

表 1.2　SHM サービスの項目・内容と本検証の位置づけ

サービスの項目		サービスの内容
A データの取得	データはいつ計測するのか？	☑被災時計測 ☑定期計測 ☑被災後計測
B 状態の推定	対象建物のモデル特性について どのレベルまで推定できるのか？	☑全体 □層 □部材
C 診断	推定結果をどのような考え方に 基づき解釈するのか？	☑自己評価 □相対評価
D 診断結果の提供	ユーザに対してどのような情報を 提供するのか？	☑基本情報 ☑被災直後の安全行動の支援情報 □被災後の安心情報 □判断・対応の支援情報 □使用性に係る情報 □その他
E SHM 情報の蓄積・管理	記録として管理するための データ項目やアクセス権限は どうなっているか？	

A　センサの計測開始条件をサーバ側で設定することにより、強振動及び微小振動の双方の計測を可能とするため「被災時計測」「定期計測」「被災後計測」を対象とした。

B　推定のレベルとしては、必要最低限のセンサを用いて「全体系」を対象とした。

C　診断の考え方は、強震・強風を受ける前後で推定結果を比較する「自己評価」を基本とした。

D　情報提供内容としては、スマートセンサによる計測データ、伝達関数等の「基本情報」に加え、被災直後に固有振動数等の指標の推定結果を迅速に情報提供可能であるかどうかを検証した。

実験を通じ、大きな地震入力を受けた建物の全体系の損傷評価、及び２地点間の迅速な情報提供が成立しうることが確認された。以下、実験結果の一部を示す。

②データ計測の検証

ｉ）強振動時におけるデータ計測の検証

強振動時（JMA 神戸波入力時）は、1 階床のスマートセンサで、X,Y,Z 方向のいずれかで 50gal を超えた場合に計測を開始し、その 10 秒前から 3 分間のデータをセンサゲートウェイへ伝送する仕組みとした。JMA 神戸波入力時、図 1.5 に示す通り、1 階 Y 方向でトリガ値を超えた 10 秒前からのデータが正常に計測・収録されており、4 階床のセンサも含め、センサゲートウェイに伝送されたことを確認した。

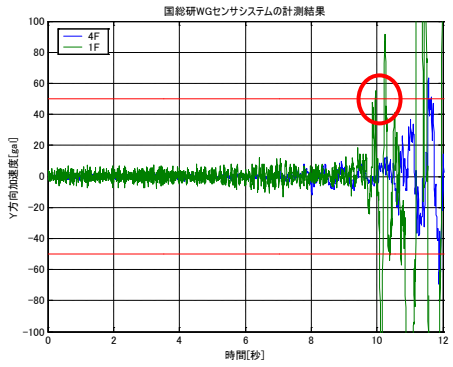


図 1.5　強振動時におけるデータ計測の検証結果

ｉｉ）微小振動時におけるデータ計測の検証

微小振動時（JMA 神戸波入力の前後、E-defense 施設の油圧印加・非加振状態）については、時刻指定による計測開始トリガをかける仕組みとした。センサゲートウェイ側で NTP サーバとの時刻合わせを 10 分おきに行っており、この場合においても、指定日時に併せて正常に計測が行われることを確認した（図 1.6）。

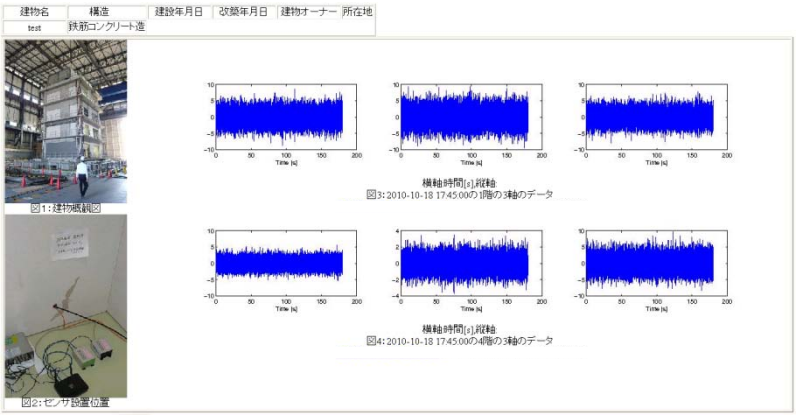


図 1.6　微小振動時におけるデータ計測の検証結果

③強振動時におけるデータ解析の検証

スマートセンサにより計測された JMA 神戸波加振時の 1 階 X 方向（入力）・4 階 X 方向（出力）加速度データに基づく、伝達関数の算出結果を示す。1.7Hz 付近に 1 次のピークが認められる。（図 1.7 は、10.805[s]ー45.805[s]の主要動約 35 秒間のデータを全て使用したもの）

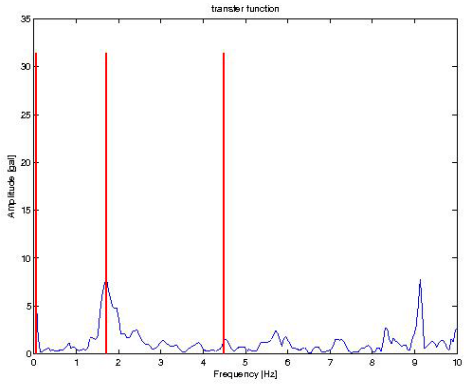


図 1.7　10/18 JMA 神戸波 100%入力時における X 方向伝達関数

部分空間法によるモーダルパラメータの推定結果を図 1.8 に示す。推定された極情報からモードを自動推定するシステムのため、表に掲載されたパラメータは必ずしも正しく抽出されていない。グラフ上は 1.7Hz 付近に 1 次のピークが認められる。

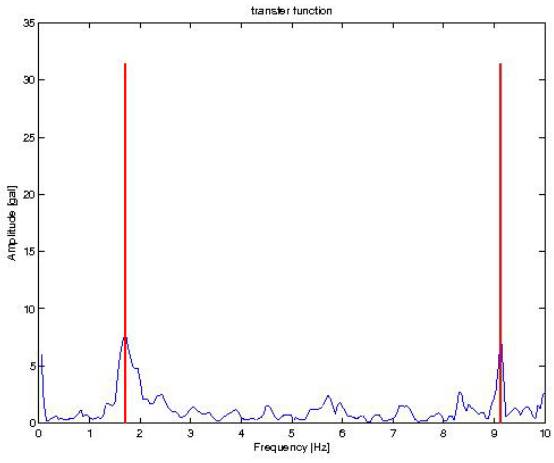


表3:モーダルパラメータ

	固有振動数	減衰定数
○	2.159	0.030915
●	9.6732	0.036603
○	13.232	0.028029
○	16.937	0.011653
○	20.048	0.018373
○	26.464	0.0095601
○	47.56	0.012043
○	49.905	0.015492
○	59.77	0.032344
○	63.684	0.042233
○	69.913	0.0037364
○	77.088	0.010664
◉	削除の場合はこちら	

変更

:データベースに登録されている固有振動数

図 1.8　部分空間法によるモーダルパラメータの推定結果

３）実大建物の加振実験を通じた SHM 技術の到達点と課題

構造ヘルスモニタリング技術の利用に関するシステム構築、運用における機能要件、留意事項等に関して、実験検証を通じて得られた知見を以下に示す。

凡例：SHM の技術的な到達点（●）と課題（▼）

（１）強振動時（大規模地震、強風等）

●応急危険度判定に代わるサービスとして提供できること

→実験において、遠隔地での診断、結果のフィードバックが実現可能なことを実証。また、診断技術者による被災度判定のためのひび割れ等の計測・診断との結果の整合性を確認。

▼確実な稼動を担保すること

→人命に係るサービスを提供することになるため、センサを多数設置して冗長性を確保すること、通信環境の確認、センサの稼動状況の確認、キャリブレーション等について定期的に行う仕組みが重要。

（２）微小振動時（中小規模地震、風、常時微動）

●動的な変化を捉えるパラメータを高い精度で推定できること

▼推定結果の解釈の仕方を明確にすること

→固有振動数等のモーダルパラメータがどの程度低下した場合に、補修・補強等を検討すべきかについて、実測データに基づく知見が不足している。

→SHM による記録は、センサデータだけでなく、技術者の目視による結果も併せて蓄積・管理し、実現象と照らし合わせて効果的な知見が蓄積されるような仕組みが必要。

→データは所有者のものであることが基本だが、情報を匿名化し、二次活用者も含めて限定的に閲覧できるような共通基盤の構築も検討を要する。

▼推定結果の位置づけを明確にすること

→自ら設計・施工した建物の確認を目的とした、微小振動時の SHM 利用のニーズがある。

→一般ユーザを含めて広く SHM が普及していくには、微小振動時の評価結果が建築構造物の要求性能の中でどのように位置づけられ、建物の管理・流通段階において自らの建物の状態を説明するパラメータとして活用できるか、明確にする必要がある。

（例）固有振動数等のモーダルパラメータと使用性（サービサビリティ）

（３）強振動時・微小振動時に拠らず共通

●小型で高精度なセンサ、高精度な推定手法、大容量のデータ管理等の技術は成熟しつつある

▼センサシステムの初期コスト・運用コスト

▼利用目的やニーズに即したサービスの項目・内容の考え方が曖昧

▼一般の利用者向けの分かりやすい情報提供

▼データベース構造の標準化、共通基盤の整備

Ⅲ－２．　住宅の管理流通における SHM 技術の利用等に関する検討

構造ヘルスモニタリング（以下、「SHM」という。）技術を多世代利用住宅の維持管理・流通に有効利用していくうえで必要となる方策について、継続的なシステム運用、診断結果の表現・提供方法という２つの側面から検討した。

検討結果に基づいて、長期利用の住宅スケルトンの健全性を効率的に確認する新たな診断技術として期待される構造ヘルスモニタリング技術の効果的な利用に向けて、関係主体の技術利用の効果等に関する共通理解とシステム運用にあたっての留意点等の認識共有を目的として、「多世代利用住宅の管理・流通を支える構造ヘルスモニタリング技術の利用ガイドライン」（案）をとりまとめた。

１．継続的な SHM システム運用に関する課題等の調査

長期に渡る住宅の管理・流通における技術利用に向けて、継続的な SHM システムの運用が成立するための要件・課題等を検討した。

手順としては、まず、多世代利用住宅の維持管理や流通における SHM 情報の利用場面を想定し（1.1）、より具体化するために SHM サービスの考え方を整理した（1.2）。

次に、SHM による計測の目的及び情報利活用のタイミングと関係が深いと考えられる既往管理システムについて分析し、その一部について、対象とする情報の項目及び管理方法、当該システムが成立している背景要件あるいは普及の阻害要因となっている事項を整理した（1.3）。これらを援用する形で、継続的な SHM システムの運用が成立するための要件・課題等について検討した（1.4）。

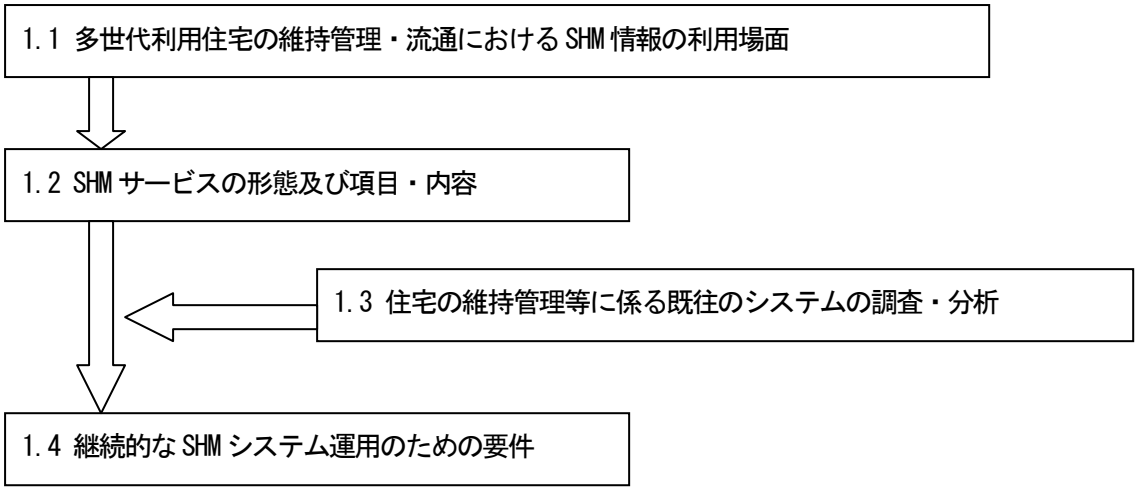


図 2.1　継続的な SHM システム運用に関する課題等の調査フロー

1.1　多世代利用住宅の維持管理・流通における SHM 情報の利用場面

本項では、1）建物ライフサイクル、2）SHM のメリット、3）関係主体の整理を踏まえて、4）多世代利用住宅の維持管理や流通における SHM 情報の利用場面を検討した。

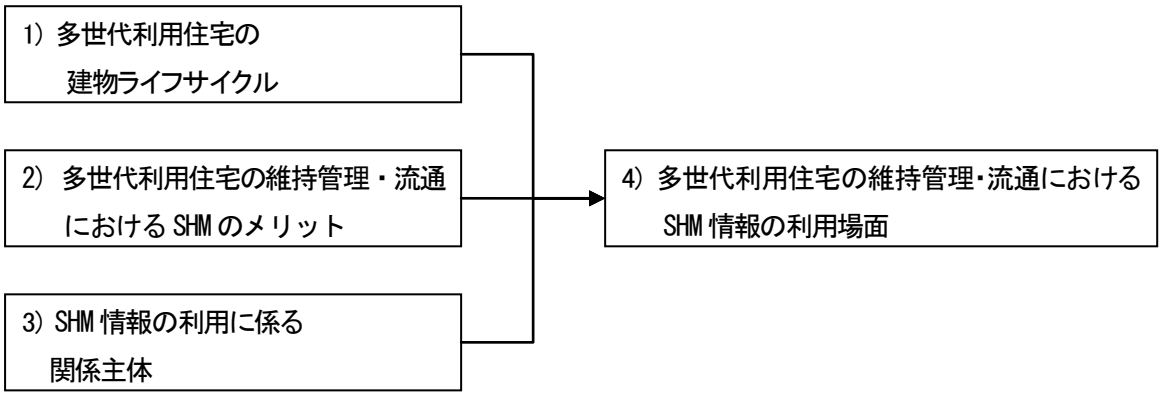


図 2.2　SHM 情報の利用場面に係る検討フロー

1）多世代利用住宅の建物ライフサイクル

多世代利用住宅の建物ライフサイクルに関しては、過年度の管理技術 WG における検討経緯を踏まえ、表 2.1 の通り整理した。

住宅の利用期間が長くなることによる特徴的な部分としては、特に F 災害、G 売買、H 用途変更等といった場面が多く発生する点にある。

表 2.1　建物ライフサイクル

区分	説明
A 設計	住宅を企画し設計すること。
B 施工・引渡し	設計に基づき住宅を施工し、所有者に引き渡すこと。
C 販売	分譲住宅であればディベロッパーが区分所有者に販売すること。 賃貸人が賃借人に部屋を賃貸すること。
D 建物管理	住宅を所有者が維持管理・利用すること。 あるいは所有者からの委託を受けて管理会社が建物を維持管理すること。
E 修繕・補強	長期修繕計画に従って住宅を修繕する、または補強すること。
F 災害	住宅が強振動(大規模地震・強風等)を受け災害に遭うこと。 住宅を長期利用する中で、災害に遭遇する確率は中規模、大規模の2パターンが想定される。
G 売買	所有者が別の所有者に譲渡すること。 住宅を長期利用する中で、所有者が変わる場面が想定される。
H 用途変更等	住宅を長期利用する中で、変化するニーズに合わせて用途変更・増築等を行うこと。
I 使用中止・建替え	所有者が住宅の使用中止を決定し、建替えを行うこと。

2）多世代利用住宅の維持管理・流通における SHM のメリット

まず、SHM 技術の普及・利用が進むことによって多世代利用住宅の維持管理・流通にどのようなメリットが考えられるか、平時（建物管理）、災害時、流通段階の３つに分けて、以下の通り整理した。

（1） 建物の維持管理の高度化・効率化

建物には、使用期間中において健康状態を把握し、適切な時期・方法により補修や補強を実施することが求められる。現状では、技術者による定期的な目視点検が行われているが、例えばひび割れや亀裂が被覆材等により視認できない場合等では評価が困難であり、自動化、高精度化、コスト削減等の要求が大きくなってきている。

SHM によって微小振動（風・中小地震・常時微動）のデータを計測・評価することで、ひび割れや亀裂が被覆材等により視認できない場合においても、建物内部に発生・進展している損傷を推定可能である。また、ひび割れや亀裂が外観から確認できる場合においても、それが構造上どの程度の影響を有しているかについて、評価することができる。

このように、SHM によって目視点検を代替あるいは併用することで、維持管理の高度化・効率化が図られるといった利点がある。

（2） 災害時における建物の継続使用可否の迅速な判断、安心情報の提供

所有者や居住者にとっては、大規模地震等の災害発生時において建物が継続して使用可能であるか、避難の必要性があるかどうかが関心事となる。技術者が被災後点検や応急危険度判定を行う現状の仕組みでは、大規模地震が発生した場合には、こうした技術者のリソースが不足し、情報が得られるまでに時間がかかる可能性がある。

災害時に加力状態にある建物の振動を計測・評価することで、技術者による応急危険度判定に代わり、迅速な情報提供が可能である。また、災害発生前後の微小振動（風・中小地震・常時微動）のデータを計測・評価することで、大きな変化がないことが分かれば、所有者にとって安心情報としての価値がある。

このように、SHM の利用によって、建物の継続使用可否の判断や情報提供が迅速に行われるといった利点がある。

（3） 建物の動的な性能の評価結果が蓄積・管理されることによる健全で合理的な流通への寄与

住宅を長期利用していく中で、所有者同士の取引が行われる機会が想定される。

実測データに基づく建物の性能（安全性、耐久性、使用性（サービサビリティ））の評価結果が継続的に蓄積・管理されていることは、流通の場面において、買い手にとっての判断材料となるとともに、データに基づく納得性の高い価格形成が可能となることや、売り手にとっては優位性につながるといったメリットがある。

例えば住宅履歴情報の項目の１つとして、SHM による動的な評価結果が継続的に蓄積・管理されるようになれば、健全で合理的な流通市場の形成に寄与すると考えられる。

３）SHM 情報の利用に係る関係主体

SHM 情報の利用に係る関係主体は、「SHM 情報は所有者のもの」という基本的な方針の下、複数の関係者層を意識しながら、表 2.2 の通り整理した。

所有者によるSHM情報の管理を支援する主体としては、SHMサービス事業者や管理会社が考えられる。また、SHM 情報の二次利活用者として、設計会社、施工会社、生活関連サービス事業者、公的機関等が考えられる。

表 2.2　SHM 情報の利用に係る関係主体

区分	説明
所有者 （オーナー）	住宅の所有権を有する者。分譲住宅であれば管理組合、持家であれば個人、賃貸住宅であれば賃貸人が該当する。引渡し前の段階におけるディベロッパー等もこれに該当することとした。
SHM サービス 事業者	SHM ステムの構築・運用を通じて、所有者による SHM 情報の管理を支援する事業者。一部の企業で既に SHM に係るサービスの提供が開始されているが、今後の可能性として、様々な関係者において新たにサービスを開始することが考えられる。例えばセンサ会社、建設会社、建物診断事業者、システムインテグレータ、Web サービス事業者等。
管理会社	所有者の資産管理を支援する者。今後の可能性として、対象建物内で SHM システムの運用を担う事業者として関係することも考えられる。 例えばアフターサポートを行う建物管理会社、不動産仲介事業者等。
設計者	住宅の設計業務に携わる者。 例えば設計会社、総合不動産会社の企画・開発部門等。
施工者	住宅の施工業務に携わる者。例えば工務店、建設会社等。
生活関連サービス 事業者	居住者の安心・快適な生活環境を確保するためのサービスを提供する事業者。今後、SHM 情報の二次利活用者として関係する可能性が考えられる。 例えば家電機器メーカー、電力・ガス・水道等のライフライン事業者、警備会社、保険会社等。
公的機関	SHM 情報の利用に中立的な立場から関係する。 例えば官公庁、自治体、研究機関等。

4）建物ライフサイクルにおける SHM 情報の利用場面

1）～3）で整理した内容を援用し、建物ライフサイクル、関係主体、メリットのそれぞれの対応関係を明らかにするため、まず下図に示す通り、建物ライフサイクルの中で SHM 情報が利用される場面を、①新築フェーズ、②維持管理フェーズ、③災害フェーズ、④流通フェーズに区分した。

そして、４つのフェーズごとに、関係主体の立場からみた SHM 情報の利用場面を整理した。

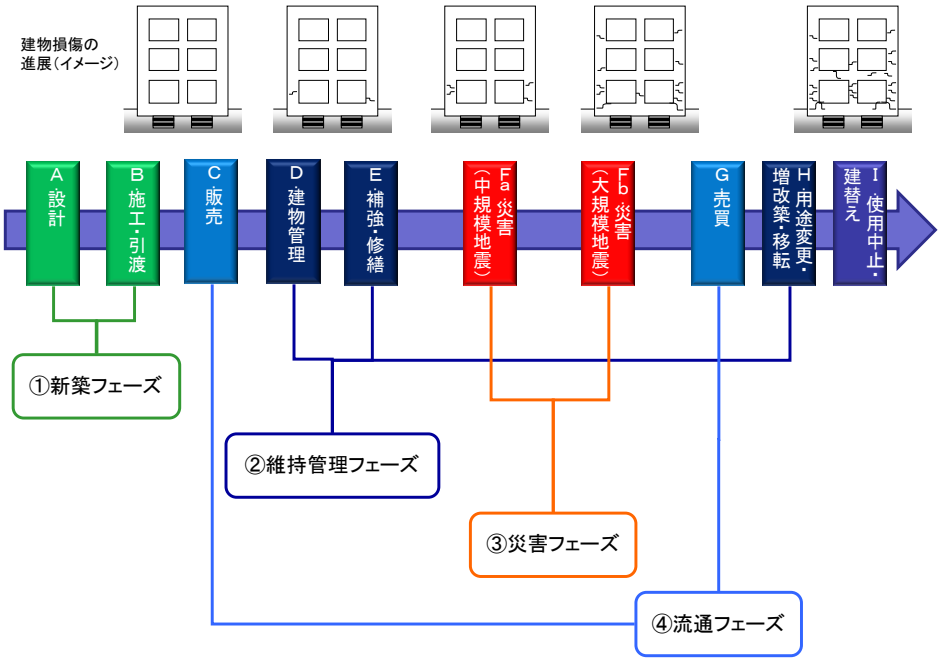


図 2.3　建物ライフサイクルにおける SHM 利用場面の区分

①新築フェーズ：Ａ設計、Ｂ施工・引渡し

○ 設計通りにできているかの確認に活用できる。
○ 竣工後検査において、目視だけでなく実測データで大丈夫と言えれば価値になる。
○ 実測データに基づく評価を示すことで、構造性能の説明において透明性が向上する。

②維持管理フェーズ：Ｄ建物管理、Ｅ補強・修繕、Ｈ用途変更

○ 構造性能の経年変化を把握する新しい仕組みとしての普及が期待される。
○ 修繕時期の予測、積立金の説明等への活用が期待される。
○ 従来の目視情報を代替・補完し、維持管理の高度化・コスト削減が実現する。
○ 図面情報等が存在しない建物モデルの構築が可能となる。
○ 住戸内（専用部分）に立ち入ることなく劣化診断を行うことができる。
○ 室内の環境振動の原因特定において活用が期待できる。
○ 免制振デバイスの適切な時期による点検・交換が可能となる。
○ 計測・評価データの共通的基盤があれば劣化メカニズムの解明に役立つ。
○ 用途変更等の際にそれが構造上問題のない範囲であるかの確認に活用できる。

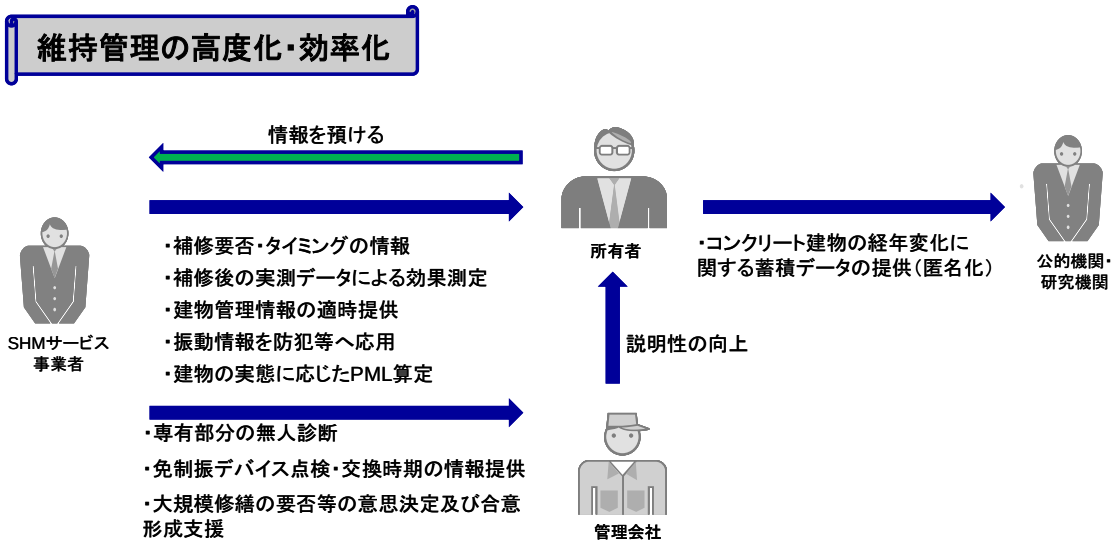


図 2.4　「維持管理フェーズ」における SHM 利用場面

③災害フェーズ：Fa 中規模地震、Fb 大規模地震

○ 建物の継続使用可否について即時の情報提供が可能となる。
○ 被災時または被災後の評価で構造上変化がないと分かれば、安心情報を提供できる。
○ また、高層階居住者にとっては避難する手間が省ける。
○ 一旦避難を行った後、建物内に戻ってよいかどうかの判断に役立つ。
○ 被災後の補強・修繕の要否の説明や、その後の効果測定に活用できる。
○ 応急危険度判定に係る人員不足の解消につながる情報を提供する。
○ 災害時の面的な被害状況を迅速に把握でき、迅速な復旧支援につながる。
○ 評価結果を踏まえ、被災影響を考慮した建物モデルの更新が可能となる。
○ 災害時の実測データ及び評価結果を踏まえ、地震保険の料率算出の精度向上や見直しに役立てられる可能性がある。

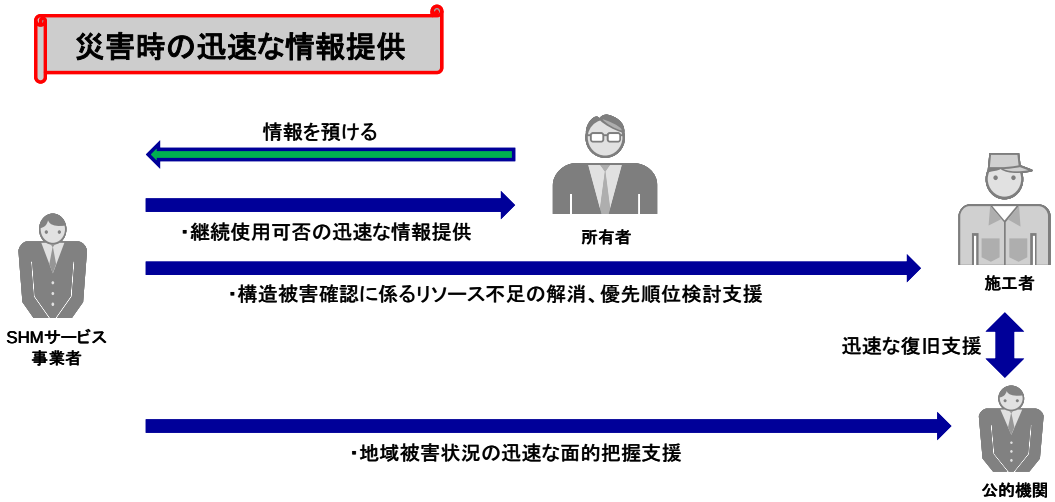


図 2.5　「災害フェーズ」における SHM 利用場面

④流通フェーズ：C販売、G売買

○　取引時の判断材料として、構造性能の経年変化が得られていることが価値になる。

○　安全性や耐久性だけではなく使用性（サービサビリティ）に関する情報提供を通じて、所有者にとっての情報価値を高めることができる。

○　防犯・省エネ等を目的としたセンシングや、そのデータを活用した様々な生活関連サービスと組合せることにより、建物の付加価値を高めることができる。

○　構造性能に関する情報の非対称性を解消し、建物価値を適正に評価する市場の形成に役立つ可能性がある。

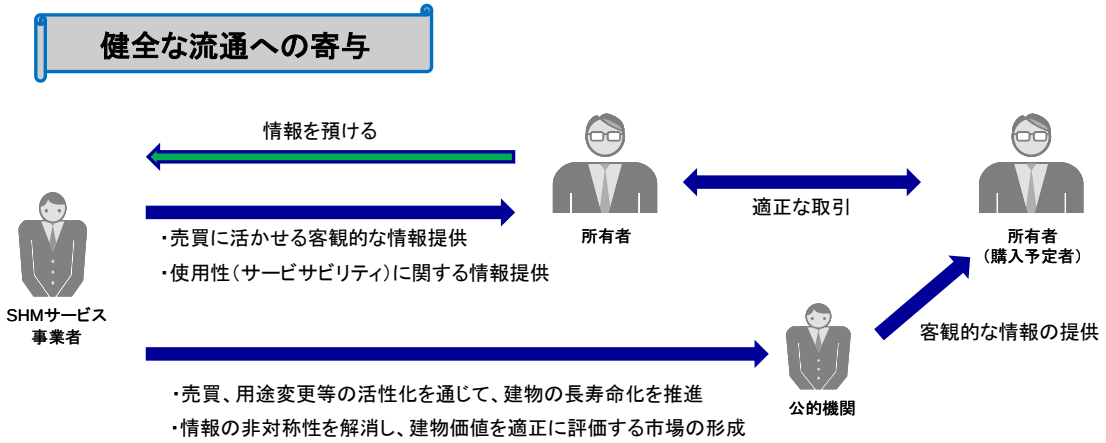


図 2.6　「流通フェーズ」における SHM 利用場面

⑤　その他：I 使用中止・建替

○　耐用年数が過ぎた建物も「まだ使える」ことが分かればそれが価値となる。

1.2 SHMサービスの形態及び項目・内容

前項では、多世代利用住宅の維持管理・流通における SHM 情報の利用場面を整理したが、ユーザに提供するサービスは、SHM の利用目的によって大きく異なるため、利用目的に即した SHM サービスの考え方をより具体化しておく必要がある。

そこで本項では、1）2）で SHM による計測及び評価の基本的考え方を示した後、3）利用目的に応える SHM サービスの形態、4）当該サービスを構成する項目・内容について整理する。

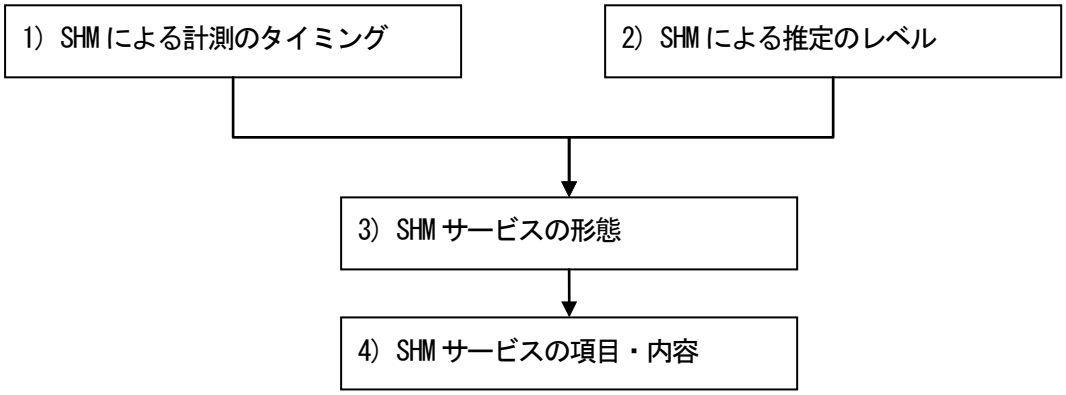


図 2.7 SHM サービスの形態及び項目・内容に係る検討フロー

1）SHM による計測のタイミング

SHM では、建物の性能を長期にわたり維持していくために、以下のような３つのうち何れかのタイミングにおける計測が行われる。

○定期計測： 損傷・劣化の発生や進展状況を定期的に捉える
○被災時計測： 災害時の損傷進行過程を追跡する
○被災後計測： 災害直後に計測し損傷状況を捉える

竣工後の建物の安全性能や耐久性能は、経年劣化により徐々に低下すると考えられる。また、大規模地震を受けるとそれらが急激に低下するとともに、被災後は、経年劣化の進行速度が促進されることが考えられる。

建物の構造性能を長期にわたり維持していくためには、損傷・劣化の進行を定期的に追跡する「定期計測」、災害時の損傷進行過程における「被災時計測」、および災害発生後の「被災後計測」を適切に組み合わせ、建物の状態の推移を継続的にモニタリングすることが必要になる。その結果、もし許容性能レベルに近づくか下回るようなことがあれば、即座に補修や補強などを行い、要求性能を維持し続けるための対策を講じることが要求される。

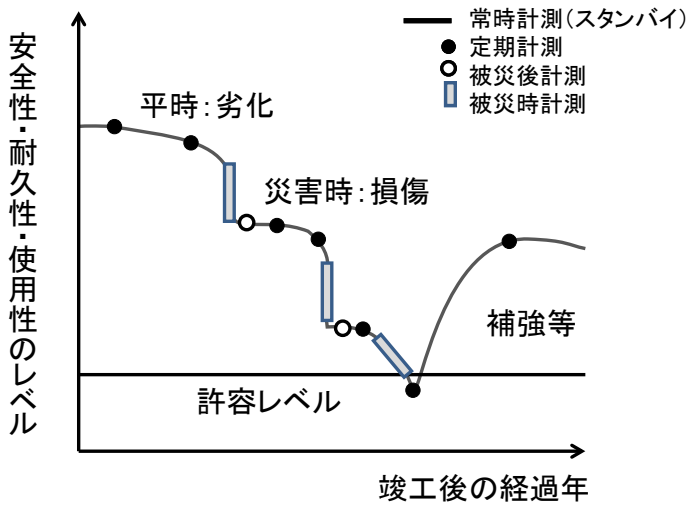


図 2.8　データ計測のタイミングに関する３つの考え方（イメージ）

※日米共同構造実験研究「ヘルスモニタリング技術利用ガイドライン」P41（H15.3）に基づき作成

定期計測と被災後計測は、微小振動（風・中小地震・常時微動）から、災害前後の変化を踏まえて間接的に災害による損傷を評価する。そのため、建物の定常的な線形振動を計測することになる。センサは常時設置しておく必要はなく、小型軽量のポータブルタイプの計測器を建物内に持ち込み、計測を行うことが可能である。

これに対し、被災時計測は、強振動（大規模地震・強風）という振幅レベルの大きな振動データから、災害時の損傷進行を直接計測することになる。センサを常時設置しておかねばならず、小型で、安値なセンサの開発が不可欠である。

表 2.3　定期計測・被災後計測、被災時計測の特徴

	定期計測、被災後計測	被災時計測
目的	前回結果との比較に基づく評価	災害時の損傷進行過程の追跡
データの振幅レベル	小（風・中小地震・常時微動等）	大（大規模地震・強風等）
建物の振動特性	線形領域	非線形領域
センサ設置	臨時設置も可能	常設が前提

このように、計測のタイミングには一長一短があり、いずれかの計測のみで損傷検出を行うことは得策ではない。計測を行う時期をユーザ側でその都度指定せずとも、センサを「常時計測スタンバイ」状態にして判断機能を持たせておくことによって、様々なタイミングにおける計測を可能とする仕組みも実用段階にある。それぞれの利点を生かし、かつ欠点を補う組み合わせを考えることが必要になる。

2）SHMによる推定のレベル

SHMにより建物の損傷推定を行うレベルとしては、「全体系」「層レベル」「部材レベル」といった複数の階層が存在する。

○全体系：　　建物全体の損傷・劣化の有無や程度について評価する

○層レベル：　損傷・劣化が発生している層やその程度について評価する

○部材レベル：　損傷・劣化が発生している部材やその程度について評価する

部材レベルなどローカル（局所的）な損傷を検出することを目的としたモニタリングは、建物の規模が大きく構造上複雑で損傷位置を絞り込むことが容易ではない場合や、仕上げ材や防火材により被覆され直に計測（視認）できない場合には、コスト・精度の面から限界がある。

これに対し、全体系や層レベルなどグローバル（広範囲）な損傷推定を目的としたモニタリングは、建物内に比較的少数の振動センサを設置し、その入出力関係等を説明するモデルを構築し「モデルに基づく損傷推定」を行う。構造物の被覆の有無に関わらず、労力をかけずに低コストで推定できる。

どちらが良いといった絶対的な基準は存在しないが、今後、グローバルな損傷推定により損傷の位置と程度を大まかに評価した上で、ローカルな損傷検出によって特定の損傷位置における詳細な調査を行うといった、総合的なSHM技術の開発が望まれる。

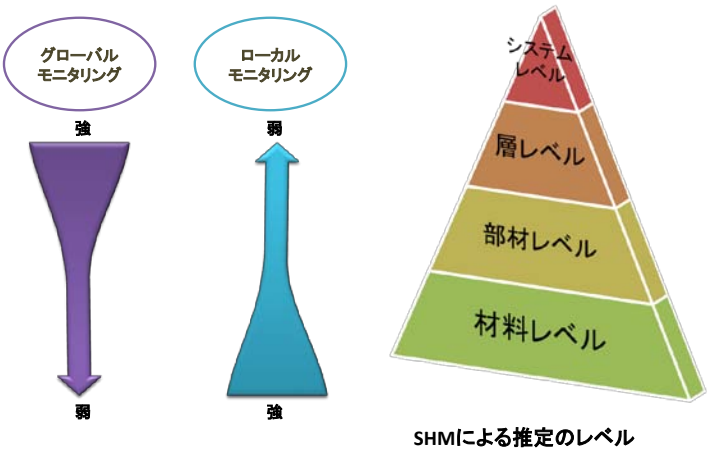


図 2.9　推定のレベルとグローバル／ローカルモニタリングの考え方

3）SHM サービスの形態

ユーザに提供するサービスは、SHM の利用目的によって大きく異なるため、利用目的に即した SHM サービスの形態について明確化する必要がある。

利用目的に応える SHM サービスには様々な形態が考えられるが、代表的な例としては、データ計測のタイミング 1）及び推定のレベル 2）の組合せから、以下の３つが挙げられる。

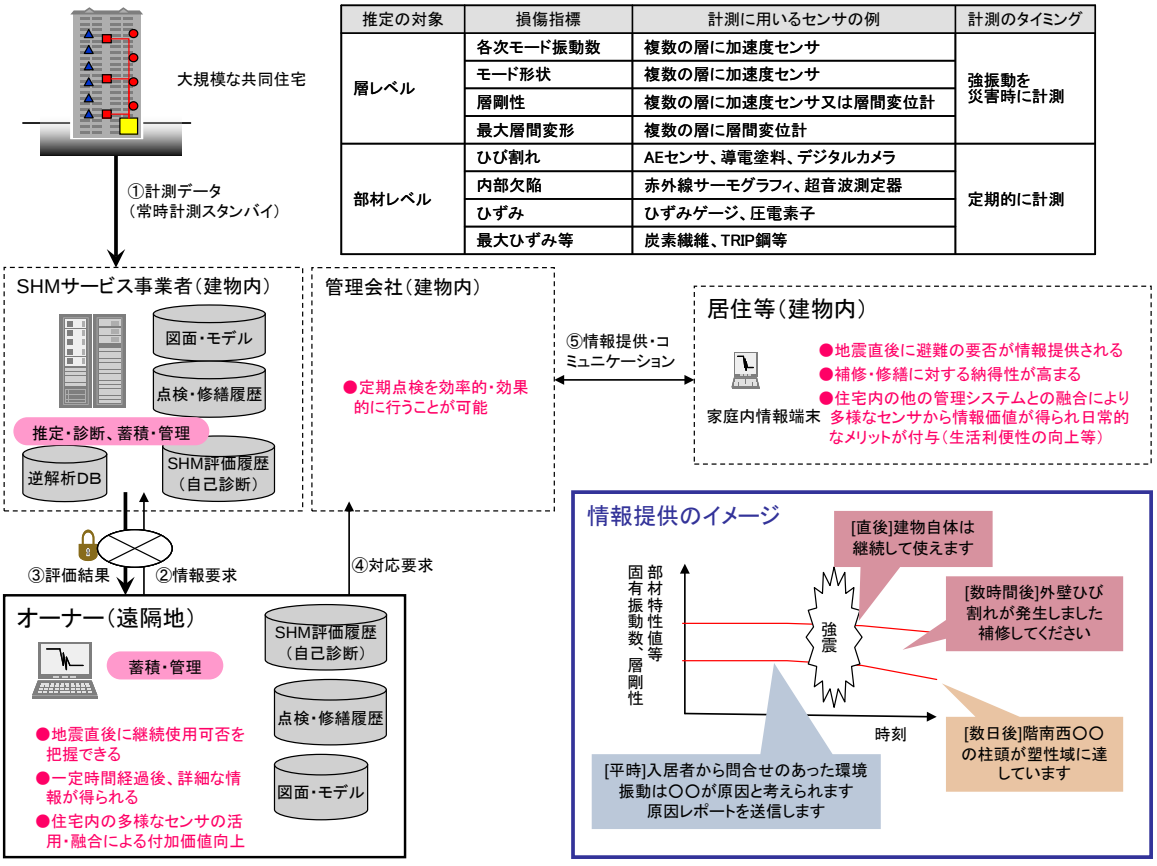
【災害時】 強振動 に基づき 部材レベル の評価を行う SHM サービス
【平時①】 微小振動 に基づき 層レベル の評価を行う SHM サービス
【平時②】 微小振動 に基づき 全体レベル の評価を行う SHM サービス

【災害時】強振動に基づき部材レベルの評価を行う SHM サービス

被災時計測により、予め設定した閾値を強振動の最中（大規模地震・強風）に超過したか否かを捉え、避難の要否、建物の継続使用可否について迅速に情報提供するサービスである。さらに、一定時間経過後、損傷の発生箇所・度合い、技術者による詳細診断や補修・補強の要否について、部材レベルの詳細な情報提供を可能とする。

いつ起こるか分からない災害時の挙動を計測するため、センサは常設とし、かつ、グローバル・ローカル双方の推定を行うため、多くの種類・数のセンサが必要となる。

システムの設置・運用コストから、対象建物の規模によっては経済合理性に欠ける場合が考えられるため、本サービスに関しては、大規模な共同住宅が主な適用対象となる。



推定の対象	損傷指標	計測に用いるセンサの例	計測のタイミング
層レベル	各次モード振動数	複数の層に加速度センサ	強振動を災害時に計測
	モード形状	複数の層に加速度センサ	
	層剛性	複数の層に加速度センサ又は層間変位計	
	最大層間変形	複数の層に層間変位計	
部材レベル	ひび割れ	AEセンサ、導電塗料、デジタルカメラ	定期的に計測
	内部欠陥	赤外線サーモグラフィ、超音波測定器	
	ひずみ	ひずみゲージ、圧電素子	
	最大ひずみ等	炭素繊維、TRIP鋼等	

図 2.10 強振動に基づき部材レベルの評価を行う SHM サービスの利用イメージ

【平時①】微小振動に基づき層レベルの評価を行う SHM サービス

定期計測または被災後計測により微小振動（風・中小地震・常時微動）データを計測し、住宅の長期利用に伴う使用性（サービサビリティ）の変化、被災前後の安全性や耐久性に係る構造特性の変化について情報提供するサービスである。特に被災後計測の結果を踏まえ、一定時間経過後、損傷の発生箇所・度合い、技術者による詳細診断や補修・補強の要否について、層レベルの情報提供を行う。補修・補強の効果を測定するといった活用方法も考えられる。

センサは必ずしも常設とする必要はなく、計測時期に併せて臨時設置とすることも可能であり、基本的には各層に１個以上のセンサ配置が必要となる。

主な適用対象として、中層ＲＣ造共同住宅が考えられる。

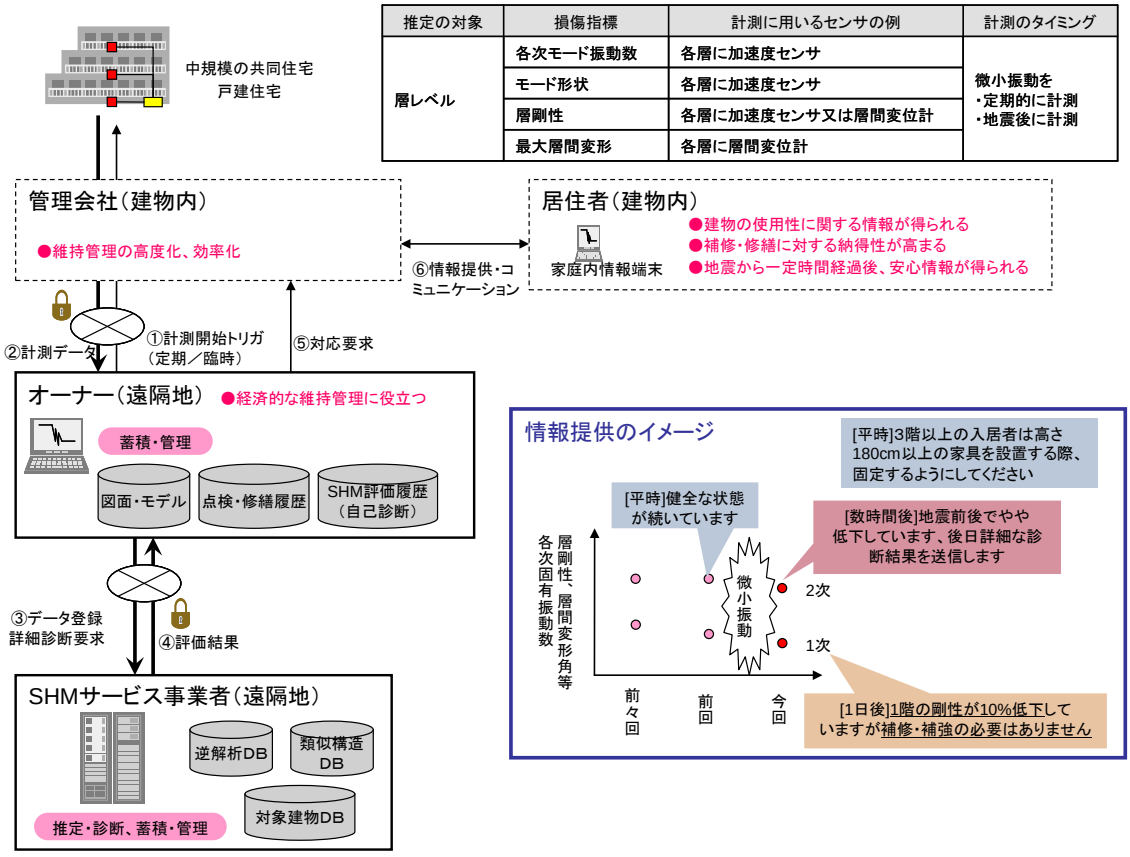


図 2.11　微小振動に基づき層レベルの評価を行う SHM サービスの利用イメージ

【平時②】微小振動に基づき全体レベルの評価を行う SHM サービス

平時①サービスと基本的に同じであるが、推定のレベルに違いがある。全体系の推定には、建物全体で最小限１個のセンサがあればよい。

主な適用対象として、戸建木造住宅が考えられる。

戸建木造住宅に関しては、非線形性や不整形、温湿度依存性等の理由から、加速度のみの計測では構造特性の詳細な推定そのものが困難であるため推定のレベルは全体系にとどまる。評価精度を補完する必要があることから、付加的に、類似構造物群のデータベースに基づくベンチマーク評価等を行うことも考えられる。

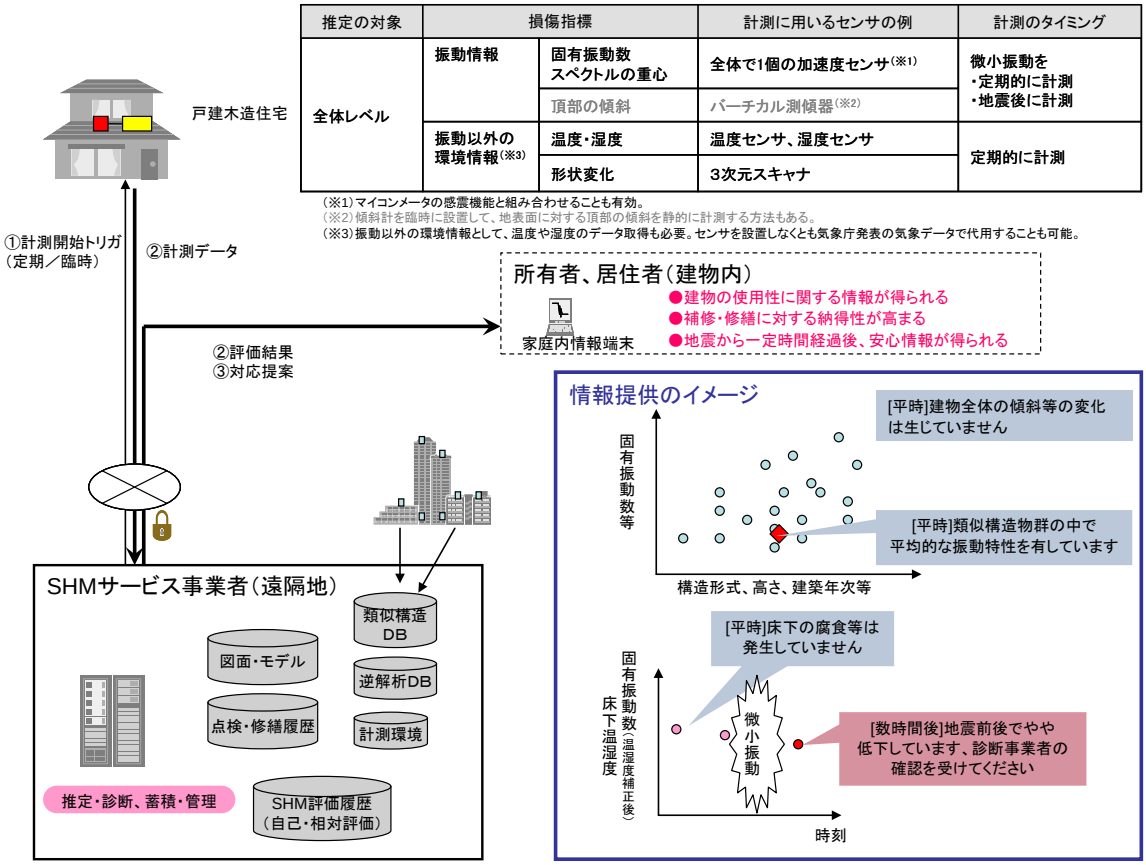


図 2.12　微小振動に基づき部材レベルの評価を行う SHM サービスの利用イメージ

（参考）戸建木造住宅に SHM を適用する場合の留意点

戸建木造住宅に関しては、S 造・RC 造などの他の構造形式と比較して、以下の理由から、加速度のみの計測では構造特性の詳細な推定そのものが困難である。そのため、計測時の温度・湿度、建物全体の形状の変化等も組み合わせたサービスや、類似構造物群のデータベースに基づくベンチマーク評価等を付加的に行うサービス等について、検討する必要がある。

○　常時微動による揺れのレベルが比較的大きい。

○　非線形の影響が強い。

○　不整形であり、固有振動数は階段等の位置により大きく左右される。

○　RC造等と異なり構造体として一体化されておらず、柱と梁を完全に剛に接合することは難しい。小梁を除去した場合に固有振動数が逆に増加したという過去の実験研究もあり、質量減少による影響の可能性もあるが、実態は複雑である。

○　剛床の仮定が成り立たないことが多い。

○　湿度や温度に対する固有振動数の感度が高い。逆にいえば、外断熱や結露防止などによって使用環境を高めることが、構造上有利となる可能性も考えられる。

4）SHM サービスの項目・内容

SHM 技術は、以下の通り５つの手順により構成される。

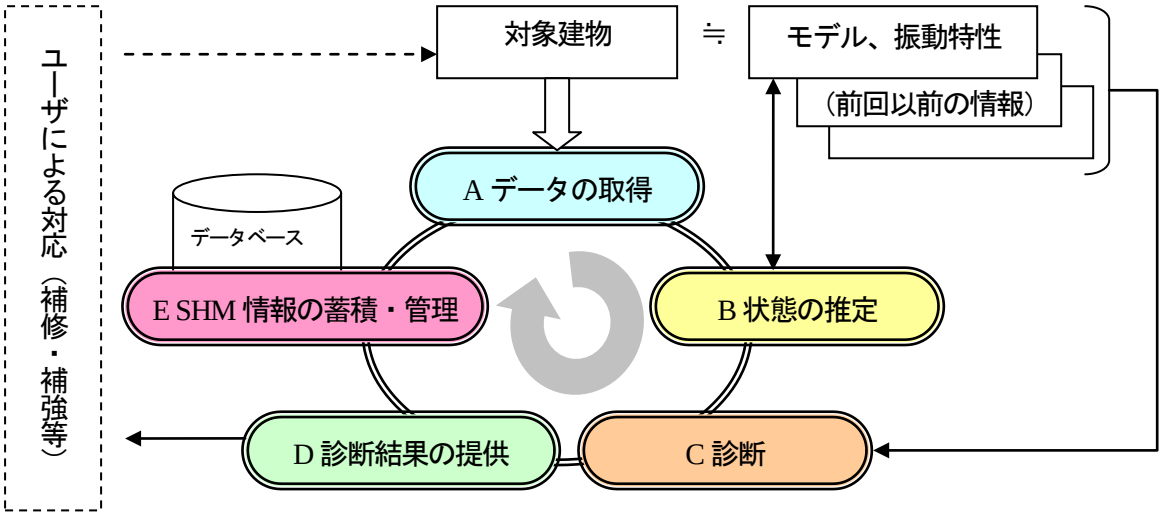


図 2.13　SHM 技術を構成する５つのステップ

A　データの取得

対象建物にセンサを設置して振動等の物理量を観測する。

従来から代表的に用いられてきたサーボ型加速度計、変位計、ひずみゲージをはじめ、近年では多数のセンサが開発され、実用に供されている。

B　状態の推定

様々な信号処理手法を駆使して、対象建物のモデル及び振動特性を推定する。

代表的な逆解析技術として、モード特性を同定する手法、物理パラメータを直接同定する手法等がある。

C　診断

推定結果（過去の情報を含む）を踏まえ、対象建物に蓄積された損傷や劣化の発生箇所及び度合いが現在どのような状態にあるか、今後の進展予測を含めて診断する。

推定結果が対象建物にとってどのような意味を持つのか、管理指標の確立が必要である。

D　診断結果の提供

WEB 等を通じて診断結果を提供し、ユーザが行う補修・補強等の意思決定を支援する。

E　SHM 情報の蓄積・管理

推定・診断された結果を継続的に蓄積・管理する。

SHM サービス全体を構成する項目は、技術を構成する手順 A-E に則り、以下の通り５つの分類整理が可能である。サービス内容に関しては、 3）で特徴付けした SHM のサービス形態に応じて、適切な選択

をすることが必要である。

そこで以下、サービス項目ごとにその考え方を整理する中で、災害時／平時①／平時②という３つのサービス形態に係る分類フラグを立て、いずれの要件に適しているかの対応付けを枠囲いで示した。

表 2.4　SHM サービスの項目・内容

サービスの項目		サービスの内容
A データの取得	データはいつ計測するのか？	□被災時計測 □定期計測 □被災後計測
B 状態の推定	対象建物のモデル特性について どのレベルまで推定できるのか？	□全体 □層 □部材
C 診断	推定結果をどのような考え方に 基づき解釈するのか？	□自己評価 □相対評価
D 診断結果の提供	ユーザに対してどのような情報を 提供するのか？	□基本情報 □被災直後の安全行動の支援情報 □被災後の安心情報 □判断・対応の支援情報 □使用性に係る情報 □その他
E SHM 情報の蓄積・管理	記録として管理するための データ項目やアクセス権限は どうなっているか？	※項目Eの説明文を参照

項目 A：データの取得

センサによって対象建物の実測データをいつ取得することができるかという項目。

サービスの内容としては、被災時計測、定期計測、被災後計測がある。

①被災時計測　災害時／平時①／平時②

強振動（大規模地震・強風）の発生時期を事前に予測することは困難であるため、センサは常設とし、一定以上の振動を検知した場合に計測を開始するトリガ機能が必要となる。

②定期計測　　災害時／平時①／平時②

定期点検時と併せて、或いは１ヶ月に１回等の予め指定するタイミングにより、微小振動（風・中小地震・常時微動）データを計測する。センサは必ずしも常設とする必要はなく、臨時設置とすることも考えられる、

③被災後計測　災害時／平時①／平時②

被災後の臨時点検と併せて、微小振動（風・中小地震・常時微動）データを計測する。センサは必ずしも常設とする必要はなく、臨時設置とすることも考えられる。

表 2.5　項目 A「データの取得」に関するサービス内容

サービス内容	概要	サービス形態との対応	
		災害時	平時①②
被災時計測	構造物に予め判断機構を持つセンサを組み込む 不意に発生する災害時にもデータ計測が可能	●	
定期計測	定期点検時に微小振動データの計測が可能 センサを予め組み込むか臨機に設置するかは任意		●
被災後計測	被災後のデータ計測が可能 センサを予め組み込むか臨機に設置するかは任意		●

項目 B：状態の推定

建物の損傷や経年変化についてどのレベルまで推定できるかという項目。

サービスの内容としては、建物の全体、層、部材といった推定のレベルが考えられ、詳細な推定を行うシステムほどその分多くの種類・数のセンサを必要とする。

なお、本項目に係るサービス内容は、サービス形態の別に拠らない整理となる。

①全体系

建物全体系で損傷・劣化の有無や度合いを推定する場合、推定の対象範囲が広いため、詳細な推定を行うことは難しい。しかしごく少数のセンサによって、コストや労力をかけずに行うことができる。

②層レベル

建物の層レベルで損傷・劣化の有無や度合いを推定する場合、全体レベルと部材レベルが持つ特徴の中間的な位置づけにある。

建物の構造や規模に応じて異なるが、基本的には、各階に 1 個の加速度センサが必要である。損傷が集中しやすい層が予め把握できる場合は、当該層の直上・直下にセンサが配置されていれば十分である。

③部材レベル

建物の部材レベルで損傷・劣化の有無や度合いを推定する場合、詳細な推定を行うことが可能である。しかし、センサを高密度に設置する必要があることに加え、建物の規模が大きく複雑で損傷位置を特定することが容易ではない場合や、仕上材や防火材により被覆され直に計測（視認）できない場合には、損傷推定上の限界がある。そのため、部材レベルに特化することなく、全体→層→部材と段階的に推定できるトータルなシステムであることが望ましい。

また、例えばひび割れ等が視認できる場合においてそれが構造上どの程度の影響を及ぼすものなのかを把握するニーズが考えられるように、部材レベルの損傷が、層レベルや全体系にどの程度の影響があるかを把握できるシステムであることが望ましい。

表 2.6　項目 B「推定」に関するサービス内容

サービス内容	概要
全体	全体レベルの推定のみ可能 最小限の数のセンサでよく、経済的なシステムを構築できる
層	層レベルの推定が可能
部材	部材レベルの推定が可能 多数のセンサ配置が必要となりコスト面の考慮が必要

項目 C：診断方法

推定結果を踏まえ、どのような考え方に基づき解釈（診断）するかという項目。

サービスの内容として自己評価、相対評価がある。

①自己評価　　災害時／平時①／平時②

対象建物の状態の推定結果を蓄積・管理し、予め設定した閾値を超過したか否か、あるいは前回以前の診断結果からの経年変化に基づき、評価（自己評価）を行う。サービス形態の別に拠らず、SHM技術が基本としている評価の考え方である。

なお初回測定時には、直接的な比較対象が存在しないものの、初期値を獲得するという重要な位置づけがある。当初の設計上のパラメータと比較して、構造物が実物としてどの程度の性能を発揮しているかを確認するといった考え方で評価を行うことも可能である。なお現状では多くの場合、建物にセンサが設置される背景に、設計へのフィードバックという作り手側のニーズに基づく技術利用がある。

②相対評価　　災害時／平時①／平時②

建物単体だけでなく、構造・高さ・規模・平面形状等の観点から類似する構造物群で蓄積・管理されたデータベースに基づき、当該建物の相対的な位置づけを捉えるためのベンチマーク評価（相対評価）を行う。

道路橋では桁間等の指標により構造物群で相対評価を行った先行研究が存在するが、建築分野では、実データの蓄積が不足していること、特に規模の大きな建物は類似建物群の生成が難しいこと等から、その有効性を含めまだ研究途上にある。

いずれにせよ、SHM システムは、対象建物の推定結果の時系列推移に基づく評価（自己評価）を行うことが基本であり、相対評価の結果は、追加的な参考値としてユーザへ提供されることが望ましい。

表 2.7　項目 C「診断」に関するサービス内容

サービス内容	概要	サービス形態との対応		
		災害時	平時①	平時②
自己評価	災害時の構造特性の時間変化または前回以前の結果との比較に基づく評価 初回測定時には初期値を得るか、設計との比較検証を行う	●	●	●
相対評価	類似構造物群のデータベースに基づく相対的な評価を行う 当該建物の相対的な参考値を把握できる			●

項目 D：診断情報の提供

ユーザに対してどのような診断情報を提供するかという項目。

基本情報（計測データやモード特性等）、被災直後の安全行動を支援するための情報（避難の要否、建物の継続使用可否等）、判断・対応を支援するための情報（損傷や劣化の発生箇所・度合い、補修・補強の要否等）といったサービスの内容が考えられる。

①基本情報　災害時／平時①／平時②

加速度時刻歴波形や層間変位、モード特性（モード振動数、モード形状等）等、建物の揺れ等の計測データ及び簡易な評価結果をほぼそのまま提示する。

②被災直後の安全行動の支援情報　災害時／平時①／平時②

被災時計測の結果を評価・分析し、ユーザに対して避難の要否、建物の継続使用可否等に関する情報を迅速に提供する。ユーザにとっては応急危険度判定に代わる情報価値がある。特に高層共同住宅において、高層階に居住する高齢者等は、災害直後に建物が安全であることが分かれば、避難する手間が省けることのメリットが大きい。

③被災前後の比較情報　災害時／平時①／平時②

被災後の微小振動（風・中小地震・常時微動）データを評価・分析し、被災前の微小振動による評価結果と比較した結果を提示する。例えば大きな変化が生じていないことが分かれば、ユーザにとって安心情報としての情報価値がある。

④判断・対応に係る支援情報　災害時／平時①／平時②

災害発生から一定期間が経過すると、損傷・劣化の発生箇所や度合い、構造技術者による詳細な診断の要否、補修・補強の要否等に関する情報ニーズが高まってくると考えられる。診断結果の提供には、迅速性よりも、多少時間を要しても高信頼性が要求される。

⑤使用性に係る情報　災害時／平時①／平時②

微小振動（風・中小地震・常時微動）下での定期計測の結果から、振動特性の経年変化を捉え、使用性（サービサビリティ）の評価を行い、情報提供する。

表 2.8　項目 D「診断情報の提供」に関するサービス内容

サービス内容	概要	サービス形態との対応	
		災害時	平時①②
基本情報	建物の計測データやモード解析結果等を提示	●	●
被災直後の安全行動の支援情報	避難の要否、建物の継続使用可否等に関する情報を迅速に提供	●	
被災前後の比較情報	被災後の微小振動データを評価・分析し、被災前の微小振動による評価結果と比較して情報提供		●
判断・対応に係る支援情報	損傷・劣化の発生箇所や度合い、構造技術者による詳細な診断の要否、補修・補強の要否等に関して、多少時間を要しても高信頼な情報提供	●	●
使用性に係る情報	微小振動下での振動特性の経年変化を捉え、使用性（サービサビリティ）について情報提供		●

項目 E：SHM 情報の蓄積・管理

SHM による評価結果等を記録として管理するためのデータ項目やアクセス権限に関する項目。なお、本項目に係るサービス内容は、サービス形態の別に拠らない整理となる。

①データ項目

記録として管理するためのデータ項目の一例を整理した。

サービスに応じて取捨選択するデータ項目が一部含まれるが、４つの区分（基本設定／計測情報／解析情報／共通基盤）によって整理することができる。

ここで「共通基盤」とは、SHM システムのユーザ及び管理者以外で、SHM 情報を活用しようとする者（設計者、施工者、公的機関、生活関連サービス事業者、研究者等）向けのデータ項目である。SHM 情報を匿名化し、SHM の技術的な改善や幅広い技術利用を促すために、設定しておくことが望ましい。

表 2.1　項目 E「SHM 情報の蓄積・管理」に関するデータ項目（例）

大分類	中分類	データ項目（例）
（1） 基本設定	①ユーザ情報	新規追加、権限変更、一覧、メール配信設定　等
	②建物情報	名称、建設年月日、オーナー、構造、所在地、階数　等
	③センサ情報	ID、計測物理量、メーカー、機種、サンプリング、設置箇所　等
	④サーバ情報	IPアドレス、OS、住所等
	⑤センサの計測トリガ	地震時（計測開始するトリガ値） 定期（計測の頻度、時間帯等） 臨時（計測開始する日時）
（2） 計測情報	①計測時のセンサ状態	状態：安定／通信異常／再起動中
	②計測時の環境条件	日時、温湿度、地震イベントとの対応　等
	③生データ（時刻歴波形）	加速度、速度、層間変形、AE　等
（3） 解析情報	①損傷・劣化の対象指標	固有振動数、モード形状、層剛性、層間変形、AE頻度　等
	②推定に用いる手法	ARXモデル、部分空間法、直接計測等
	③指標の推定結果	全体系（1次固有振動数　等） 層レベル（層剛性、層間変形　等） 部材レベル（AE頻度　等）
	④診断結果	被災直後の安全行動支援情報（継続使用可否、避難の要否　等） 被災前後の比較情報（被災前後の構造特性の変化　等） 判断・対応の支援情報（詳細診断や補修・補強の要否　等） 使用性に係る情報（微小振動下での振動特性の経年変化　等） その他（補修・補強後の効果、類似構造群との比較結果　等）
（4） 共通基盤	①匿名化した基本設定	築後経過年数、構造種別・規模、センサの種類・性能　等
	②計測関係情報	計測時の環境条件、生データ　等
	③解析関係情報	推定手法、推定結果　等

②アクセス権限

所有者による情報の管理を支援するために、SHM サービス事業者、管理会社、設計者、施工者等の関係主体がどこまでの閲覧・編集権限を有しているかといった点は、ユーザに提供するサービスの内容として重要な要素となる。

ここではシステムのユーザとして３つの区分（所有者／システム管理者／二次利活用者）を想定し、それぞれのアクセス権限の設定方法の一例を整理した。ただし、情報は基本的には所有者のものであり、権限の付与は所有者の了解の下に設定する必要がある。

表 2.2　項目 E「SHM 情報の蓄積・管理」に関するアクセス権限（例）

○:閲覧・編集ともに可
△:閲覧可、編集不可
×:閲覧・編集ともに不可

データ項目（大分類）	データ項目（中分類）	オーナー	システム管理者（オーナーサポート、SHM情報サービス等）	二次利活用者（設計者、施工者、公的機関等）
（1）基本設定	①ユーザ情報	○	○	×
	②建物情報	○	○	×
	③センサ情報	○	○	×
	④サーバ情報	○	○	×
	⑤センサの計測トリガ	○	○	×
（2）計測情報	①計測時のセンサ状態	○	○	×
	②計測時の環境条件	○	○	×
	③生データ（時刻歴波形）	○	○	×
（3）解析情報	①損傷・劣化の対象指標	○	○	×
	②推定に用いる手法	○	○	×
	③指標の推定結果	○	○	×
	④診断結果	○	○	×
（4）共通基盤	①匿名化した基本設定	○	○	△
	②計測関係情報	○	○	△
	③解析関係情報	○	○	△

オーナーの了解の下で設定

本項で整理したサービスの項目・内容について、３つのサービス形態（前項）との対応関係を表 2.11～表 2.13 に示す。

表 2.3　強振動に基づき部材レベルまでの評価を行うＳＨＭサービスの項目・内容

サービスの項目		サービスの内容	サービスの内容の考え方
A データの取得	データはいつ計測するのか？	☑被災時計測 □定期計測 □被災後計測	いつ起こるか分からない地震時の挙動を計測するため、センサは常設が前提。
B 状態の推定	対象物の状態（モデル特性）についてどのレベルまで推定できるのか？	☑全体 ☑層 ☑部材	グローバル・ローカル双方の推定を行うため、多くの種類・数のセンサが必要。
C 診断	推定結果をどのような考え方に基づき解釈するのか？	☑自己評価 □相対評価	予め設定した最大層間変形角等の閾値を超過したか否かによる診断が基本となる。
D 診断結果の提供	ユーザに対しどのような情報を提供するのか？	☑基本情報 ☑被災直後の安全行動の支援情報 □被災前後の比較情報 ☑判断・対応の支援情報 □使用性に係る情報	被災直後に、避難の要否、建物の継続使用可否に関する迅速な情報提供を行う。 また、一定時間経過後に、損傷の発生箇所・度合い、技術者による詳細診断や補修・補強の要否についても情報提供を行う。
E SHM情報の蓄積・管理	記録として管理するためのデータ項目やアクセス権限はどうなっているか？	※別紙「データモデルとアクセス権限（例）」参照	オーナーによる情報の管理を、SHMサービス事業者や管理会社等が建物内で支援する形が考えられる。

表 2.4　微小振動に基づき層レベルまでの評価を行う SHM サービスの項目・内容

サービスの項目		サービスの内容	サービスの内容の考え方
A データの取得	データはいつ計測するのか？	□被災時計測 ☑定期計測 ☑被災後計測	センサは必ずしも常設とする必要はなく、計測時期に併せて臨時設置とすることも可能。
B 状態の推定	対象物の状態(モデル特性)についてどのレベルまで推定できるのか？	☑全体 ☑層 □部材	基本的には各層に1個以上のセンサ配置が必要。
C 診断	推定結果をどのような考え方に基づき解釈するのか？	☑自己評価 □相対評価	被災前後における固有振動数の評価結果等に基づき、その推移に基づく診断が基本となる。 初回計測時は初期値を取得することや、設計・施工の検証といった目的に用いることも可能。
D 診断結果の提供	ユーザに対しどのような情報を提供するのか？	☑基本情報 □被災直後の安全行動の支援情報 ☑被災後の安心情報 ☑判断・対応の支援情報 ☑使用性に係る情報	被災後に、被災前後の構造特性の変化から情報提供を行う。 また、一定時間経過後に、損傷の発生箇所・度合い、技術者による詳細診断や補修・補強の要否についても情報提供を行う。 微小振動下での振動特性の経年変化を捉え、使用性(サービサビリティ)について情報提供する。 その他として、補修・補強の効果についての情報提供も考えられる。
E SHM情報の蓄積・管理	記録として管理するためのデータ項目やアクセス権限はどうなっているか？	※別紙「データモデルとアクセス権限(例)」参照	オーナーによる情報の管理を、SHM情報サービス機関が遠隔地で、あるいはオーナーサポート等が建物内で支援する形が考えられる。

表 2.5　微小振動に基づき全体レベルの評価を行う SHM サービスの項目・内容

サービスの項目		サービスの内容	サービスの内容の考え方
A データの取得	データはいつ計測するのか？	□被災時計測 ☑定期計測 ☑被災後計測	センサは必ずしも常設とする必要はなく、計測時期に併せて臨時設置とすることも可能。
B 状態の推定	対象物の状態(モデル特性)についてどのレベルまで推定できるのか？	☑全体 □層 □部材	建物によっては、建物全体で最小限1個のセンサがあれば推定可能。
C 診断	推定結果をどのような考え方に基づき解釈するのか？	☑自己評価 ☑相対評価	前回以前の履歴の推移による診断が基本となる。 初回は初期値を取得することとなるが、設計の検証といった目的に用いることも可能。 付加的な診断として、類似構造物群との比較も考えられる。
D 診断結果の提供	ユーザに対しどのような情報を提供するのか？	☑基本情報 □被災直後の安全行動の支援情報 ☑被災後の安心情報 □判断・対応の支援情報 ☑使用性に係る情報	被災後に、被災前後の構造特性の変化から情報提供を行う。 微小振動下での振動特性の経年変化を捉え、使用性(サービサビリティ)について情報提供する。 その他として、類似構造物群との比較結果についての情報提供も考えられる。
E SHM情報の蓄積・管理	記録として管理するためのデータ項目やアクセス権限はどうなっているか？	※別紙「データモデルとアクセス権限(例)」参照	オーナーによる情報の管理を、SHM情報サービス機関が遠隔地で支援する形が考えられる。

1.3　住宅の維持管理等に係る既往のシステムの調査・分析

本項では、SHM による計測の目的及び情報利活用のタイミングと関係が深いと考えられる既往管理システムに着目した文献調査及びヒアリング調査を行い、対象とする情報の項目及び管理方法、当該システムが成立している背景要件或いは普及の阻害要因となっている事項を整理した。

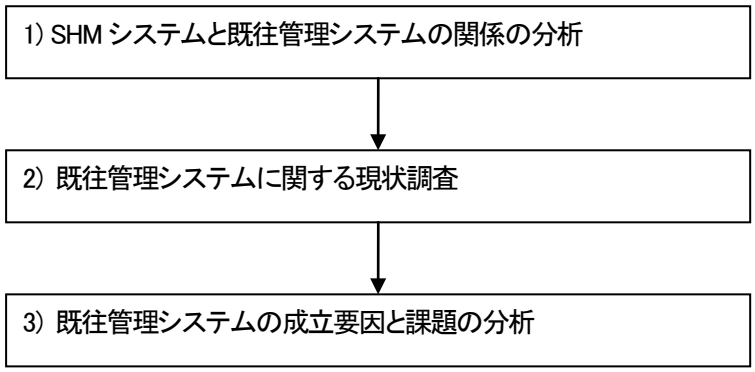


図 2.1　住宅の維持管理等に係る既往管理システムの調査・分析に係る検討フロー

1）SHM システムと既往管理システムの関係の分析

前項で整理した SHM サービスの項目のうち「項目 A データの取得」「項目 D 診断情報の提供」の２項目を抽出し、サービス形態【災害時】【平時①】【平時②】の対応関係を整理すると次の通り。

表 2.6　SHM のサービス形態とサービス項目 A・D の関係

		A　データの取得	
		A-1 定期計測、A-2 被災後計測	A-3 被災時計測
D 診断情報の提供	D-1 基本情報	【平時①】【平時②】	【災害時】
	D-2 被災直後の安全行動の支援情報		【災害時】
	D-3 被災前後の比較情報	【平時①】【平時②】	
	D-4 判断・対応に係る支援情報	【平時①】	【災害時】
	D-5 使用性に係る情報	【平時①】【平時②】	

凡例：【災害時】強振動に基づき部材レベルの評価を行うＳHMサービス（大規模共同住宅向け）

【平時①】微小振動に基づき層レベルの評価を行うＳHMサービス（中層 RC 造共同住宅向け）

【平時②】微小振動に基づき全体レベルの評価を行うＳHMサービス（戸建木造住宅向け）

SHM のサービス形態と既往管理システムの親和性を考察するため、このマトリクス上に、住宅の維持管理及び居住者生活支援に係る既往管理システムをマッピングする。マッピングの対象とする既往管理システムの分野・例、それぞれのデータ取得時期、情報提供内容／目的を併せて整理すると以下の通り。

表 2.7　マッピングの対象とする既往管理システムとその特徴

分野	既往管理システムの例	データ取得時期	情報提供内容／目的
住宅の維持管理	○住宅履歴情報管理	スポット的 （ユーザ任意）	基本情報 （ユーザ任意）
	○不動産情報管理		
	○配管漏水検知	定期的	異常発生の原因特定
	○温湿度計測		日常利用
	○共用設備運転監視 （エレベータ、給水設備等）	常時スタンバイ	基本情報（状態監視）
防犯・防災	○防犯カメラ（タイマー記録）	定期的	異常発生の原因特定
	○防犯カメラ（常時記録）	常時スタンバイ	アラート情報
	○緊急地震速報		
	○火災警報器		
	○ホームセキュリティ		人的支援（緊急時駆付）
省エネ、 安定供給	○ライフライン検針	定期的	日常利用 業務効率化
	○建物エネルギー管理 （BEMS,HEMS）	定期的	故障診断・予測 建物付加価値の向上
	○スマートメータ	常時スタンバイ	最適制御
居住者生活支援 その他分野	○健康情報管理	スポット的 （ユーザ任意、 定点通過時等）	日常利用 ベンチマーク評価結果
	○子供・高齢者の見守り		アラート情報
	○ホームネットワーク （スマート家電、端末等）	常時スタンバイ	日常利用 生活利便性向上
	○フライトレコーダ		異常発生の原因特定

前表より、既往管理システムを SHM サービス項目 A・D のマトリクス上にマッピングする際、SHM のサービス内容を次のように一般化する必要があることが分かる。

表 2.8　項目 A「データの取得」に係るサービス内容の一般化

SHM	既往管理システム
A-1 定期計測、A-2 被災後計測	定期的、スポット的（ユーザ任意）
A-3 被災時計測	常時スタンバイ

表 2.9　項目 D「診断情報の提供」に係るサービス内容の一般化

SHM	既往管理システム
D-1 基本情報	基本情報（ユーザ任意）
D-2 被災直後の安全行動の支援情報	アラート情報（迅速に発信）
D-3 被災前後の比較情報	原因特定情報
D-4 判断・対応に係る支援情報	故障診断・予測情報、付加サービス
D-5 使用性に係る情報	日常的な情報、ベンチマーク評価結果

SHM サービス項目 A・D の内容表現を、既往管理システムに即して一般化した上で、SHM サービスのマトリクス上にマッピングした結果を以下に示す。

表 2.10　住宅の維持管理等に係る既往管理システムと SHM サービスの対応

		A　データの取得	
		A-1 定期計測、A-2 被災後計測 ⇔定期的、スポット的（ユーザ任意）	A-3 被災時計測 ⇔常時スタンバイ
D 診断情報の提供	D-1 基本情報 ⇔基本情報（ユーザ任意）	○住宅履歴情報管理 ○不動産情報管理	○共用設備運転監視（状態監視）
	D-2 被災直後の安全行動の支援情報 ⇔アラート情報（迅速に発信）	○子供・高齢者の見守り（駅等通過時に居場所を自動配信）	○緊急地震速報 ○火災警報器 ○マイコンメータ ○防犯カメラ（常時記録）
	D-3 被災前後の比較情報 ⇔原因特定情報	○防犯カメラ（タイマー記録） ○配管漏水検知	○フライトレコーダ
	D-4 判断・対応に係る支援情報 ⇔故障診断・予測情報、付加サービス	○BEMS,HEMS（故障診断・予測）	○スマートメータ（供給最適化） ○ホームセキュリティ（緊急時駆けつけ）
	D-5 使用性に係る情報 ⇔日常的な情報 ベンチマーク評価等	○健康情報管理 ○温湿度計測 ○ライフライン検針	○ホームネットワーク（スマート家電、スマート端末等）

前表より、SHM システムと既往管理システムの関係について、以下の考察が得られる。

＜SHM サービス【平時①】及び【平時②】と親和性のある既往管理システム＞

○住宅履歴情報管理
○不動産情報管理
○防犯カメラ（タイマー記録）
○配管漏水検知
○BEMS,HEMS（故障診断・予測）
○健康情報管理
○温湿度計測
○ライフライン検針　等

＜SHM サービス【災害時】と親和性のある既往管理システム＞

○共用設備運転監視（状態監視）
○緊急地震速報
○火災警報器
○マイコンメータ
○防犯カメラ（常時記録）
○スマートメータ（供給最適化）
○ホームセキュリティ（緊急時駆けつけ）　等

これらのシステムで用いられるセンサ及びサーバ等の情報機器を、SHM による計測・評価、情報の蓄積・管理、情報提供等の手段として相互に連携して活用できるようになると、経済合理性が高く、かつユーザにとっての情報価値がより高められると考えられる。

2）既往管理システムに関する現状調査及び課題等の分析

前記(1)の分析結果から、SHM サービスと親和性があると考えられる既往管理システムについて、現状を把握するためヒアリング調査及び文献調査を行った。

調査対象とした既往管理システムは以下の通り。

表 2.11　調査対象とした既往管理システムと調査方法

調査対象システム	事業者	調査方法	
		ヒアリング	文献等調査
①住宅履歴管理システム 「SMILE ASP」	(株)構造計画研究所	22 年度に実施	補足的に実施
②総合不動産管理システム 「@プロパティ」	プロパティデータバンク(株)	21 年度に実施	補足的に実施
③公有資産の保全情報システム 「BIMMS」	(財)建築保全センター	22 年度に実施	補足的に実施
④ホームセキュリティシステム	セコム(株)	22 年度に実施	補足的に実施
⑤ビルエネルギー管理システム 「エコカルテ」	鹿島建設(株)	―	主として実施
⑥大規模無線自動検針システム	東京ガス(株)	―	主として実施
⑦日常行動解析サービス 「見守りゲイト」	三菱化学(株)	―	主として実施

主な調査項目は以下の通り。

■システム運用上の課題

■情報の蓄積・管理におけるルール

■SHM システムに対する考え方・接点　等

ヒアリング調査の結果に基づき、既往管理システムの成立要因と課題を分析した。

■システムの成立要因

〇ユーザ及び情報二次活用者の意識啓発

- ユーザ側の意識が低く、データを蓄積・管理していくためにも費用がかかることの認識が低い。
- サービス開始直後は認知度が低く、住宅所有者は「プロ（工務店）が情報を持っているから自分で持つ必要がない。」といった反応であった。
- 工務店やハウスメーカーは「情報を所有者に渡すことはできない。」との反応であった。顧客を囲い込もうとする背景があると考えられる。

↓

「今後もずっと工務店がそのまま残っているとは限らない。」「人の健康管理については医療機関間でカルテの共有化が進んでおり、住宅についても同様。」というロジックでようやく理解促進が進みつつある。また、情報を活用した二次的なサービスについても理解が進みつつある。

〇日常的なメリット

- システムの利用頻度の低さを理由に短期間で退会するユーザもある。
- 災害や犯罪が発生したときのみ役立つサービスでは、普及は困難と考えられる。

↓

災害時だけでなく、平時のメリットが重要。例えば人感センサは省エネ、画像センサは人数把握等の実ニーズに即した活用も可能である。

【SHM との接点について寄せられた主な意見】

- SHMが、住宅履歴情報管理のサービスにアドオンできる可能性は考えられる。
- SHMで加速度を計測することが、日常的なメリットにどう結びつくかを検討するとよいのではないか。「地震が来ないとありがたみがない」のではなく、平常時のデータの蓄積によってメンテナンス計画に活かすことが考えられるのではないか。
- ロボット技術と建築を融合させ、建物の高知能化を図ることで、さらに多くの価値を生み出すことができるのではないか。
- 不要な資産の圧縮を行いたい所有者が多いので、SHMは使用期間を過ぎた建物の振り分けにおいて有効なのではないか。「まだ使えるのであれば売る」こともできる。
- 当初は、設計と実測の差についての研究目的の利用となるのではないか。ある程度の余裕を見込んだ設計に対して、どのように価値を提供していくかが重要だろう。
- 機械監視システムの履歴情報を防犯環境設計等に反映することがあり、BIM の世界でも行われている。SHM をコンサルティングに応用するというサービスも考えられる。
- 一方で、SHMで対象としている主要構造部は保全計画において使用期間中は「保つ」ことを前提としているため、動的なデータを蓄積管理することの意味を説明できなければ普及は難しい。

〇情報の蓄積・管理におけるルール

- 住宅所有者自身によるデータの更新が基本。
- 登録ユーザは契約 ID・ユーザ ID・パスワードの３点セットで管理している。
- 個人情報の取扱いに細心の注意を払っている。
- 契約先との間を結ぶ回線が断たれた場合、断線監視機能により検出可能。
- 断線した場合に備え、無線通信（バックアップ回線）で冗長性を確保している。
- 情報・データを蓄積・管理する際のルールやガイドラインがある（機械監視システム）。
- 15 分間隔で全データをバックアップしている。テープによるバックアップも月に１回行っている。
- 情報のバックアップを２地点（関東と九州）で行っている。

■システム運用上の課題

〇データの質・量の確保

- データが十分に集まっていないこと、また、ユーザ側のミス・漏れ等により有意なデータ入力がなされていないことから、ユーザ間ベンチマーク評価を行うのが難しい状況。

〇評価手法及び評価結果の位置づけ

- 現在行われている建物診断の指標は定性的であり、ユーザ側の主観によるところが大きい。これは、診断において、オーソライズされた客観的かつ定量的な手法が存在しないことの裏返しともいえる。施設運営の最適化はユーザ側に任されているのが現状であり、マネジメントできているとは言い難い。

〇サービスの提供体制

- システムの運用保守ならびにベンチマーク評価は２名体制で行っている。

〇関係主体の利害関係

- 建物の中には、省エネ、設備関連、防犯関連の情報など様々なサブシステムが存在する。お客様企業や設計事務所からは、BCMの観点からこうしたサブシステムを一元的に管理したいというニーズが強い。
- センサフュージョンが進めば、より多くの情報価値を社会に提供できるはずであるが、業界の壁（各社がイニシアティブを取りたがる傾向）がそれを阻んでいる。

1.4　継続的なSHMシステム運用のための要件

これまでの検討結果を踏まえ「継続的な SHM システム運用のための 10 の要件」を、以下に整理する。また、別途作成した「多世代利用住宅の維持管理・流通を支える構造ヘルスモニタリング技術の利用ガイドライン（案)」（以下「SHM ガイドライン」とする。）において、これらの要件を踏まえどのような形で反映したかについても、併せて整理する。

1）ユーザへ提供される情報価値の位置づけが明確であること

SHM によって建物の動的な情報が蓄積・管理されることが、ユーザにとってどのような情報価値をもたらすのかを明確にしておく必要がある。

特に、微小振動時の計測・評価は、ユーザにとって補修・補強等の判断材料となることだけでなく、使用性（サービサビリティ）に係る情報として、流通段階で優位な条件となることについて法制度上で位置づける等、社会的な仕組みが必要となる。

↓

【SHM ガイドラインへの反映】

「2.2.1 SHM のメリット」では、上記のような社会的仕組みの必要性に対する提言も込めて、SHM 技術の普及・利用が進むことによるユーザのメリットを示した。

2）SHM システムの利用目的に即したサービスが提供されること

SHM システムの構築・運用に関しては既に、大手建設会社をはじめ、一部の住宅メーカーやセンサ会社において、サービス提供が開始されている。しかし、センサの種類・数、推定の精度、ユーザへ提供する情報価値等は事業者によって様々である。

また今後、建物の設計・施工に携わる事業者が顧客サービスの一環として SHM を展開していく可能性や、情報サービス事業者が SHM に係るデータ管理を手がけていく可能性等、既に十分な技術的ノウハウが蓄積された事業者以外においても、SHM のサービスの担い手が多様化していくことが考えられる。

このような状況を踏まえると、多様なサービス提供方法が考えられる SHM システムの位置づけを明確にすることと、安易にセンサを設置して解析するようなサービスに対しては警鐘を鳴らすことの双方が必要となる。

↓

【SHM ガイドラインへの反映】

「2.4 建物管理における SHM サービスの利用」では、システムの利用目的に即したサービスの形態、項目・内容について明記した。

3）SHM システムの設計において対象建物の規模・構造や経済合理性を踏まえること

SHM システムの設計は、前述したシステムの利用目的はもとより、対象建物、経済合理性等、様々な観点から適切な考え方に基づき行う必要がある。

例えば、設置するセンサ数を増やすほど、より詳細な推定レベルが確保されるが、対象とする住宅の規模によっては、その運用コストを考慮すると適用困難な場合がある。また、住宅の構造に応じたセンサの種類・設置箇所等を選定する必要がある。

安価かつ高精度なセンサ等の流通も、普及に向けての大きな課題と考えられる。さらに SHM サービス事業者においては、センサシステムに関していわゆる「センサ部」と「スマート部」を切り分け、ユーザニーズに合わせて SHM システムのグレードを選択できるような備えも今後必要と考えられる。

↓

【SHM ガイドラインへの反映】

「2.5 SHM の設計」では、ユーザニーズに即したサービスの設計の考え方を整理した。

また「3.1 データの取得」では、システムの利用目的に即した損傷指標とセンサの対応、対象建物の構造・規模に応じたセンサの設置箇所等を整理した。

4）日常的な利用を促進する仕組みを備えていること

事業者ヒアリングを通じて「災害時だけでなく平時のメリット及びユーザ自らの利用を促進するような仕組みが重要」といった意見が多数挙げられた。

一部の住宅履歴情報サービス事業者では、住宅所有者自らによる平時のシステム利用を促進するための情報項目として、住宅内部の家具・家電の配置や日々のエネルギー消費量等を設けている。主要構造部の状態の計測・評価を目的とした SHM だけでは、ユーザ自らの平時の利用を促進するような仕組みとしてはやや弱い部分がある。そこで、住宅内の既往管理システムとの連携が有効と考えられる。

↓

【SHM ガイドラインへの反映】

「1.2 本書で取り扱う SHM の対象範囲」では、SHM による実測データに基づく建物の動的な性能の評価結果が、住宅の長期利用において住宅履歴情報の項目の１つとして重要な位置づけとなること、また、省エネや防犯等を目的としたセンシングとの連携（センサフュージョン）が進んでくると、SHM の普及はより現実性を増すとともに、ユーザに提供する情報価値はさらに幅広く展開していく可能性があることについて記述した。

※本報告書の中でも、SHM と親和性の高い既往管理システムの分析を行った。

５）データ計測・伝送において確実なセンサの稼動を担保すること

特に災害時に迅速な情報提供を行う SHM システムの提供事業者は、人命の安全に係るサービスを提供しているという認識が必要である。不意に発生する強振動（大規模地震・強風等）をデータ計測し、サーバへ伝送し、ユーザへ情報提供するという一連のサイクルにおいて、平時の SHM サービスよりも、より確実な稼動が求められる。

↓

【SHM ガイドラインへの反映】

「3.1 データの取得」では、センサの停電対策、万一のデータ欠損に備えてセンサ自身に内部記憶機能を持たせておくこと、強振動時に計測トリガが確実に起動するようセンサの稼働状況を平時から定期的（1日１回等）に確認する仕組みが必要であること等について記述した。

６）建物の構造・規模を踏まえて適切な手法により客観的かつ定量的な評価を行うこと

事業者ヒアリングを通じて「オーソライズされた客観的かつ定量的な手法が存在しない」との意見が多数挙げられた。SHM 技術のお墨付きを与えるような社会的仕組みも必要と考えられる。

現状の SHM サービスでは、層間変位が閾値を超えたかどうかの判定や、モード特性を推定する技術に関しては既に実用段階にある。一方で、建物の構造・規模に応じて決め手となるような損傷指標及び逆解析技術について、体系的な整理がなされていない。特に戸建木造住宅への適用に関しては、今後一層の知見を必要とする。

↓

【SHM ガイドラインへの反映】

「2.1 SHM の概要」では、SHM を構成するステップの１つとして「状態の推定」に関して、現状の技術的な到達点と今後の課題について記述する中で、上記について触れた。

また「3.2 状態の推定」では代表的な逆解析手法を整理するとともに、「2.3.2 推定のレベル」では推定のレベルに応じた損傷指標を整理した。

７）評価結果を分かりやすく提供すること

現状の SHM サービスでは、設計者や施工者向けに、WEB を通じて情報提供する仕組みは実用段階にある。一方で、所有者や居住者向けの分かりやすい情報提供方策についての知見が不足している。SHM による診断情報を分かりやすく提供するための内容・方法の検討とともに、住宅所有者に対する建物の動的な計測・評価の必要性についての普及啓発が必要と考えられる。

↓

【SHM ガイドラインへの反映】

「2.1 SHM の概要」では、SHM を構成するステップの１つとして「診断情報の提供」に関して、現状の技術的な到達点と今後の課題について記述する中で、上記について触れた。

また「3.4 診断情報の提供」では、リスクコミュニケーションの考え方に基づく所有者や居住者向けの情報提供のイメージを整理した。

８）共通的なデータモデルに基づきデータを蓄積・管理すること

推定結果をどのように解釈するかは、ユーザの判断に委ねられている場合が多い。未だ実建物への適用事例が少ないことから、推定結果が対象建物にとってどのような意味を持つかの診断・解釈に資する知見が不足している。推定結果を踏まえて補修・補強等の対策に活用していくためには、SHM 情報の記録を一定のデータベース構造の下に蓄積・管理していく仕組みが必要である。

↓

【SHM ガイドラインへの反映】

「2.1 SHM の概要」では、SHM を構成するステップの１つとして「診断」に関して、現状の技術的な到達点と今後の課題について記述する中で、上記について触れた。

また「3.3 診断」では、SHM の実測データに基づく評価結果を外観目視情報との間でキャリブレーションしたり、住宅履歴情報や定期点検項目の１つとしての活用、一定の匿名化処理を行った共通基盤には情報の二次活用者が広くアクセスできる等、新しい社会的仕組みの検討も必要となることに言及した。さらに「3.5 SHM 情報の蓄積・管理」では、SHM 情報の活用者（設計者、施工者、公的機関、生活関連サービス事業者、研究者等）が、広くアクセスできるような共通基盤の情報項目についても示した。

９）二次活用者に対するアクセス権限を設定していること

情報は基本的には所有者のものである。所有者による情報管理を支援するために、SHM サービス事業者、管理会社、設計・施工会社等の関係主体がどこまでの閲覧・編集権限を有しているか、アクセス制御について検討しておく必要がある。

↓

【SHM ガイドラインへの反映】

「3.5 SHM 情報の蓄積・管理」では、システムのユーザとして３つの区分（所有者／システム管理者／二次利活用者）を想定し、それぞれのアクセス権限の設定方法の一例を整理した。また居住者の立場からは分譲・賃貸の別により、分譲住宅の場合は管理組合の合意が、賃貸住宅の場合は管理会社間での手続きが必要となることを触れた。

１０） 情報やデータのバックアップシステムを備えていること

SHM 情報への不正アクセスの防止や個人情報保護の観点から、情報アクセス時の個人認証等を定めておくなど、一定のセキュリティ対策が求められる。特に多世代利用住宅においては、住宅の所有者、設計者、施工者、SHM サービス事業者のいずれかが変更になる可能性が高いことから、SHM 情報が失われたり漏洩しないよう情報の管理を適切に行う必要がある。

↓

【SHM ガイドラインへの反映】

「3.5 SHM 情報の蓄積・管理」では、住宅履歴情報の蓄積・活用を支援する情報サービス提供機関向けに定められている基本ルールになぞらえて、SHM 情報のセキュリティ管理や所有者間の承継等について示した。

２．SHMによる診断結果の表現・提供方法等に係る課題

本節では、SHMによる診断結果について、情報の受け手のリテラシーに応じて分かりやすい表現や提供方法等について課題等を検討した。

既に一部の建設会社等でSHMサービスの提供を開始している事例を調査し、計測物理量、診断方法、診断結果の表現・提供方法等の現状を把握した。次に、SHM による診断結果の提供先としてどのような関係主体が考えられるかを整理し、リスクコミュニケーションの観点から、情報の受け手の区分に応じた情報提供のあるべき考え方を示した。それらを踏まえて、診断結果の表現・提供方法の例を具体的に記述した。

2.1　SHMサービスの事例調査

SHMサービスの提供を開始している事例において、どのような形で診断結果の表現・提供が行われているかを把握する目的から、ヒアリング調査及び文献調査を行った。

表2.12　調査対象としたSHMシステムと調査方法

調査対象システム	事業者	調査方法	
		ヒアリング	文献等調査
①無線ネットワークによるSHMシステム	(株)大林組	21年度、22年度	（補足）
②振動・変位モニタリングによる健全性診断	清水建設(株)	21年度	（補足）
③IT強震計を用いた常時監視システム	百年住宅(株)	—	実施
④漏水センサ等を活用した床下の点検・管理	東京家づくり工務店の会	—	実施
⑤ロボットやセンサを活用した点検・管理	三洋ホームズ(株)	—	実施

主な調査項目

■システム概要、機器構成
■計測物理量、診断方法
■診断結果の表現、情報提供の方法・タイミング
■SHMサービス事業者としての課題意識　等

このうち、①のヒアリング調査の内容と結果を以下に示す。

①無線ネットワークによるSHMシステム（㈱大林組）

［調査日］2010年12月8日

■システムの概要

○目的・導入効果

- 地震後の健全性確認が重要となる施設における、発災直後の迅速な被災度判定に焦点を絞っている。長期的な劣化等については現時点では対象外。
- 適用対象となる建物は、原子力分野（原子炉周辺建屋・補助建屋・事務本館等）、地震後の避難所になり得る建物（学校・病院・自治体等）、BCPが重要となる建物（工場・事務所ビル）等。住宅等への拡大については見通しは不明。
- 適用対象となる構造種別はRC造。鉄骨造や木造等への適用については、現時点では対象外。

○主な機能

- 建物ごとに予め設定した閾値に対し、地震時においてどの段階に該当したかを瞬時に判定し、ＰＣの画面を通じてセンサユニットごとに３段階の判定結果を表示する。

○全体構成

- センサユニット、無線ルータ、コーディネータ、モニタリング用PC

■要素技術

○センサ技術

- センサの種類：AEセンサ、廉価な加速度センサ
- センサの設置箇所：

  AEセンサ：事前のFEM解析を通じて損傷が発生しうるRC躯体面に設置（柱・梁）。

  加速度センサ：建屋内の代表的な階に設置（1階・最上階等）。
- 設置センサ数：建物の規模によるが比較的多数を想定（１棟あたり数十個以上）。

  例えば3階建RC造、長辺48m×短辺24mの規模の建物では、加速度センサを１階・3階にそれぞれ2個、AEセンサを１階に6個設置した研究論文を発表している。
- センサにおける計測物理量の１次処理：

  センサからのデータの通信負荷や電力消費の軽減を目的として、センサ内部のCPUで計測物理量の１次処理を行う点が、本システムの特徴の１つ。

  AEセンサ：閾値ごとのAE頻度

  加速度センサ：単位時間当たりのゼロクロス数、加速度最大値、加速度絶対値和
- センサの計測トリガ：一定の加速度を検知した場合に計測を開始する。

  平常時においてセンサは休止状態。

  無線ルータとコーディネータ間のネットワークは常時接続されている。
- センサの生死判断：１日１回行っている。

  地震時に一部のセンサが起動しない場合に備え、比較的多数のセンサを設置することで冗長性を持たせている。センサ間の主従関係等は特に存在しない。

〇通信技術

- 省電力無線ネットワーク（Zigbee）を用いている。
- 通信速度やデータ伝送量に限りがある。これがセンサにおいて１次処理を行っている理由。
- 電波強度やノイズ干渉の問題から、センサ及び中継器としての無線ルータをどこに設置すべきかの通信試験を行っている。上述した３階建RC造の建物の場合、無線ルータは１階に５台、２階に２台、３階に２台設置した。

〇推定技術

- ローカルな損傷判定：AE頻度に基づきコンクリートのクラックを検知。
- グローバルな損傷判定：加速度振幅の絶対値和とゼロクロス回数の関係に基づき判定。
- 閾値の設定：事前のFEM解析を通じて複数の段階を設定する。
- これらの損傷判定は、コーディネータ側で行う。
- 評価結果を踏まえた補修の要否までは言及しない。それはユーザ側で判断すること。

■サービスの項目・水準

〇提供するサービスの位置づけ

- Ａ　情報の取得：地震時
- Ｂ　推定：部材・層（AEセンサデータから）、全体（加速度センサデータから）
- Ｃ　診断：自己評価（測定結果に基づく絶対評価）
- Ｄ　診断結果の提供：発災直後（センサユニットごとに赤・黄・青で色分け）
- Ｅ　履歴情報の管理：原則として建物内。但しリモート管理も可能。

〇全体的な考え方

- サービスの項目・水準は、様々なSHMシステムの位置づけを明確にする意味で効果的。
- しかしこの分類をもって絶対的な良否判定基準（水準）とするのはあまりよくない。SHMのようにシステムごとに対象とする現象、施設、ユーザの求めるサービスの内容が極めて広範に及ぶ可能性のあるものを、無理にランク付けする必要はあるのだろうか。
- サービスの項目として、サービスの継続性、コスト等の観点も必要ではないか。
- サービス項目Aで、例えば地震時被害の評価を目的としているシステムにおいて「常時微動」は意味を持たない。システムで取り扱おうとする事象に応じて、情報の取得タイミングは異なる。
- サービス項目Cで、「相対評価」が望ましいような表現になっているが、個別の建物損傷を評価するシステムにおいては、類似建物群のデータベースは意味を持たない。ハウスメーカーの中で供給戸数の多い商品であれば考えられるが、そもそも個別の設計が原則である建築において、類似建物群のデータベースにどのような意味があるのか、別に議論が必要と思われる。
- サービス項目Eで、「遠隔地」よりも「建物内」の方が、水準が低いとされている。地震直後の緊急判定に用いるシステムは「遠隔地」であることよりも、例え通信手段が途絶しても即座に判定できる方が高機能であることは確実。これも、システムが狙う事象に応じて水準が異なってくる。

■情報の蓄積・管理

- 情報の蓄積・管理に関するルールやガイドラインは無い。
- 本システムでは劣化を対象外としており、長期的に蓄積したデータに基づき何らかの評価を行うこと

を想定していない。

・ データや判定結果は、建物内で表示することを原則としており、ネットワーク等を通じて外部（ステークホルダー外）に情報を送ることは想定していない。

■診断結果の表現

・ 診断結果は、建物内に設置されたＰＣの画面を通じて、最終的な判定に用いたグラフ上で 3 段階の判定結果として示される。

・ ただし、現時点のシステムは外販を目的としたものではなく、診断結果の表示についてはプロトタイプとしての暫定版である。

■今後の課題等

〇損傷指標の検証

・ 振動台試験や実建物における地震観測記録等を通じて、提案する損傷指標の効果について一定の知見は得られている。

・ これは全ての SHM システムに共通と考えられるが、それでもまだ、システムをより確実に提供していくためには知見が十分とはいえない。

〇コスト

・ 低コスト化を目指してシステムの開発を進めてきたが、ユーザが要望するコストは限りなく低いのが現状。

・ 普及が進んでいない現段階では、センサ等のデバイス単価に量産効果が期待できず、コストが下がらないために普及が進まないという悪循環を招いてしまう。

・ 普及に耐える製品・サービスを提供するためには、基盤の設計、製造ラインの検討、完成品の検査、商品機能の保証、販売とアフターケア等、膨大なコストがかかる。

〇システムの物理的寿命と維持管理

・ 建物の寿命は短くても数十年であるが、SHMシステムに用いられる電子デバイスの寿命はせいぜい 10 年である。このギャップが、システムの長期的なランニングコストの増加と維持管理の難しさを生み出している。

・ SHMシステムは基本的に「安全」に係わる装置であるため、本来機能を発揮すべき状況下で万一動作しなかったり、誤動作することは避けなければならない。普及が進むにつれ、このあたりが大きな課題になると考えられる。

■その他の意見

・ 地震時の応急危険度判定の代わりに、スクリーニングを迅速に行い、詳細に調査すべき対象を割り出すことが重要と考えている。

・ 日常的なメリットの付与よりも、地震時のBCPの面から訴求していきたい。例えば、本震を受けて一旦避難した従業員に対し、責任者が業務再開を指示する際の判断材料の１つとして、SHMの活用が考えられる。

・ 原子力分野では、モニタリングしていること自体が PA に寄与すると考えられるが、やはり、技術利用の面からのメリットで訴求していく必要がある。

・ 土木分野では、建築分野と比較すると「維持管理」の面からのモニタリングの取組みが進んでいる。地震動による損傷よりは通常使用下における劣化を主なモニタリング対象としていることや、公共サービスでありひとたび損傷すると社会的影響が大きいこと等が要因として考えられる。

なお、平成21年度のヒアリング調査の概要は以下の通り。

《取組み内容》

○ 電力会社や一般建物向けに、モニタリングサービスの提供を行っている。

○ グローバルモニタリングを目的とした振動センサと、ローカルモニタリングを目的としたAEセンサを組み合わせたシステムを開発中である。

《技術的課題》

○ 地震時の診断のみで劣化は対象としていない。固有振動数が急激に変化した場合は別だが、微妙な低下だけでは何とも結論付けられないため、劣化を対象外としている。

○ 閾値の設定と、ユーザーにとって分かりやすい情報提供が課題。

○ 常時計測しているとデータ量が膨大となるため、データの蓄積・管理が課題。

○ 無線センサシステムを開発しているが、センサへの安定的な電力供給やセキュリティの確保が課題。

《社会的課題》

○ 電力会社の担当者の間では、モニタリングの重要性は認識されているものの、必要不可欠とまでいくための切り札に欠けるため普及していない。システムを導入したからには社会的に説明責任が問われる可能性があることが障壁の１つとなっている。

《課題解決方策》

○ データの最終的な活用方法を明確にし、かつ、それが社会的に認知されれば、建物の性能保証ツールとして、また、被災時の診断の優先順位設定に役立つ技術と考えている。

○ 診断のためにわざわざ稼働停止すると経済的損害を被る原子炉等では、稼働中に診断するニーズがあり、本技術がマッチする。

○ 配管減肉に対する適用ニーズは考えられる。

○ CO2、温度などのセンシングとの組合せで普及させるのが現実的。

○ 防犯分野において、警備会社が急激に業績を伸ばしてきた経緯などを参考にすると、普及の糸口が見えてくるかもしれない。

○ 普及啓発、法制度化を含め、社会的に機運が高まってくれば追い風となる。

2.2　診断結果の提供先として考えられる関係主体

SHM システムの概念図を整理し、建物所有者、システム管理者、SHM 情報の二次利活用者という 3 者の位置づけを明確にする。

建物の設計図面等とともに定期的な点検・診断結果等の記録を残す取り組みとして、政策的には「住宅履歴情報」の整備・普及が進みつつある。こうした点検・診断の記録に、SHM による建物の動的な性能の評価結果を付加することで、住宅の維持管理・流通がより高度化していくことが期待される。そこで SHM システムの概念図は、住宅履歴情報になぞらえると、例えば次のような形で整理できる。

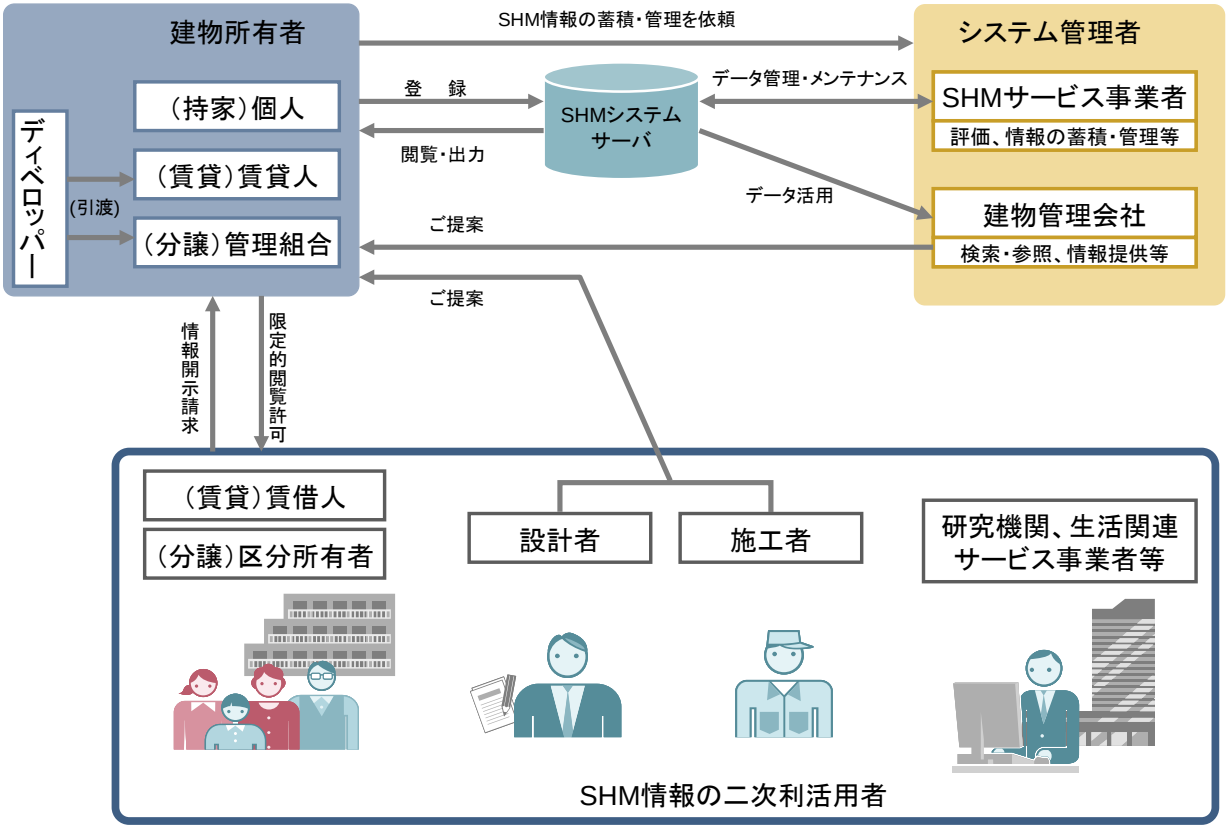


図 2.15　SHM システムの概念図

このように、SHMによる診断情報の提供先は、所有者や居住者（ノンプロフェッショナル）、設計者・施工者等（プロフェッショナル）という２つの区分が存在することが分かる。

2.3　情報の受け手に応じた情報提供の考え方

SHM による診断結果の提供に際しては、情報の受け手の特性に応じて、その内容・方法・タイミング等を検討する必要がある。

例えば所有者や居住者等の関係主体に対しては、対象者のリテラシーレベルに応じて診断結果を分かりやすく伝えることが必要となる。設計者・施工者等の関係主体に対しては、自ら解析・評価を行うニーズも考えられることから、情報やデータを適時かつ正確に提示することが必要となる。

1）プロフェッショナル向け情報提供

設計者・施工者等の関係主体にとっては、竣工後の一定期間、建物の実物性能を確認するニーズが考えられる。こうしたプロフェッショナル向け情報提供においては、高信頼なシステム運用とともに、ニーズを踏まえた内容・方法により適時に情報提供していくことで、基本的には要求が満たされる場合が多い。

また、ユーザ自身が自ら解析・評価を行う目的から、計測された生データをそのままダウンロード可能とするようなニーズにも応えていく必要がある。

2）　ノンプロフェッショナル向け情報提供

所有者や居住者等の関係主体にとっては、診断結果を分かりやすく伝えることや、災害時に適切な対処行動を引き起こさせることが最終目標となる。

リスクコミュニケーションの過程を表すCAUSEモデル等の既往の研究を踏まえ、対象者の階層ごとに情報提供の方針（コミュニケーション目標）を立案する。CAUSEモデルとは、リスクコミュニケーションの過程を示す考え方であり、関係者間の信頼の確立（Credibility）、リスクに気付かせる（Awareness）、リスクの理解を深める（Understanding）、対処行動の理解を得る（Solution）、対処行動を引き起こす（Enactment）の各段階の頭文字である。

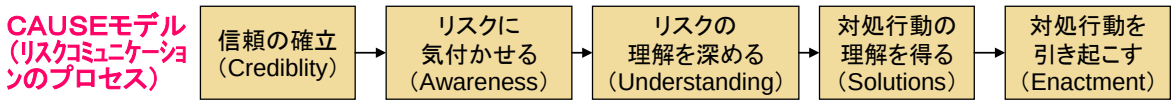


図 2.16　リスクコミュニケーションの過程を示すＣＡＵＳＥモデル

①簡単に説明しようとすると不信感を招き、詳細に説明するほど誘導している印象を持つ。そのため、受け手の理解度に応じて情報を階層化して提供することが望ましい。

②特に居住者に対しては、診断結果を分かりやすく情報提供する。確率などの連続値よりも、等級などの形でクラス分けして伝達することが望ましい。

③他の類似建築物との比較など、相対的な安全性のレベルを併せて示すとよい。

④診断結果の不確実性についても示すことが望ましい（データ量の問題、モデリングの問題、手法の問題等）。

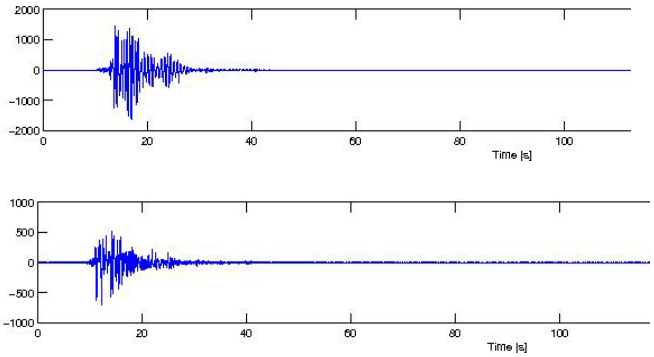
⑤居住者向けの情報提供手段として、例えば共同住宅であれば、各戸に設置された情報端末等を活用することが有効である。

2.4　SHMによる診断結果の表現・提供方法の例

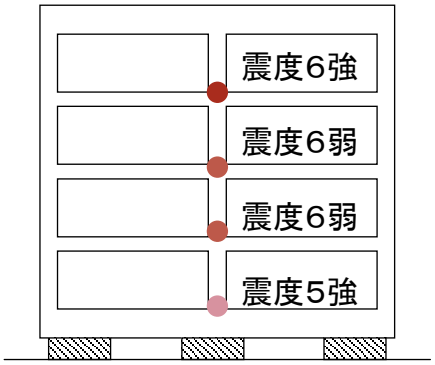
ユーザへ情報提供する内容の例を示す。

1）基本情報　【サービス形態によらず共通】

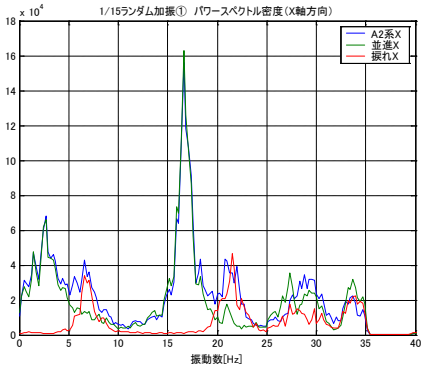
加速度や層間変位の時刻歴波形、モード振動数やモード形状等のモード特性等、計測された建物の計測・評価結果をそのまま提示する。



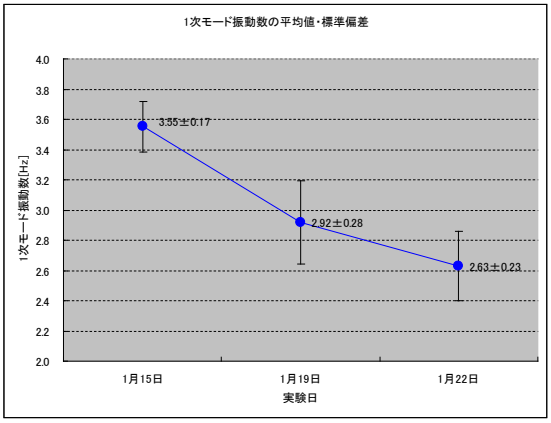
加速度時刻歴波形



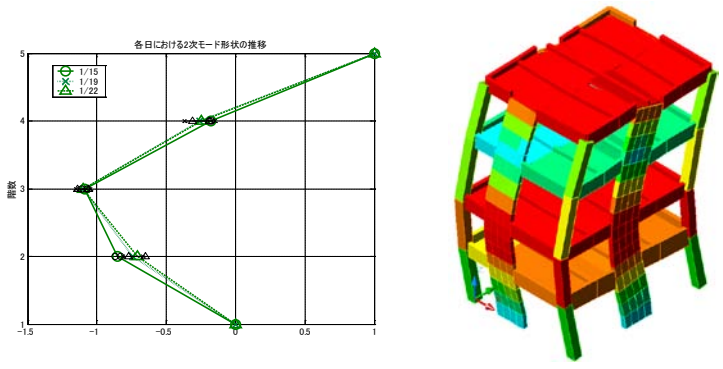
各階の震度情報



スペクトル情報



固有振動数の算出結果



モード形

図 2.17　「基本情報」の提供イメージ

2）被災直後の安全行動の支援情報【災害時システム】

被災時計測の結果を評価・分析し、ユーザに対して避難の要否、建物の継続使用可否等に関する情報を迅速に提供する。ユーザにとっては応急危険度判定に代わる情報価値がある。

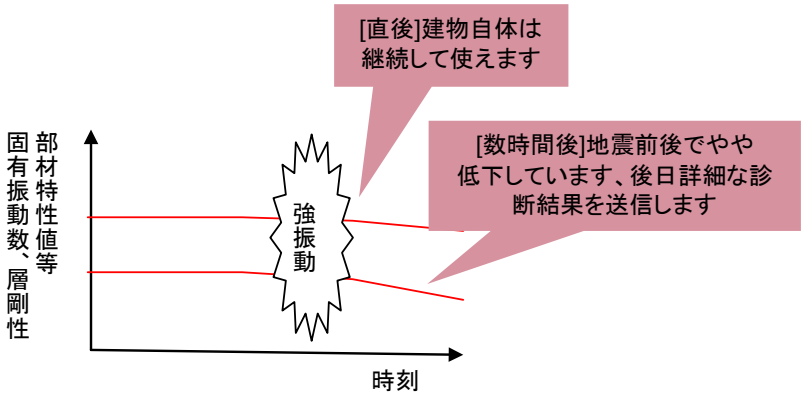


図 2.18　災害時システムによる「被災直後の安全行動の支援情報」の提供イメージ

3）判断・対応に係る支援情報【サービス形態によらず共通】

災害発生から一定期間が経過すると、或いは平時において、損傷・劣化の発生箇所や度合い、構造技術者による詳細な診断の要否、補修・補強の要否等に関する情報ニーズが高まってくると考えられる。診断結果の提供には、迅速性よりも、多少時間を要しても高信頼性が要求される。

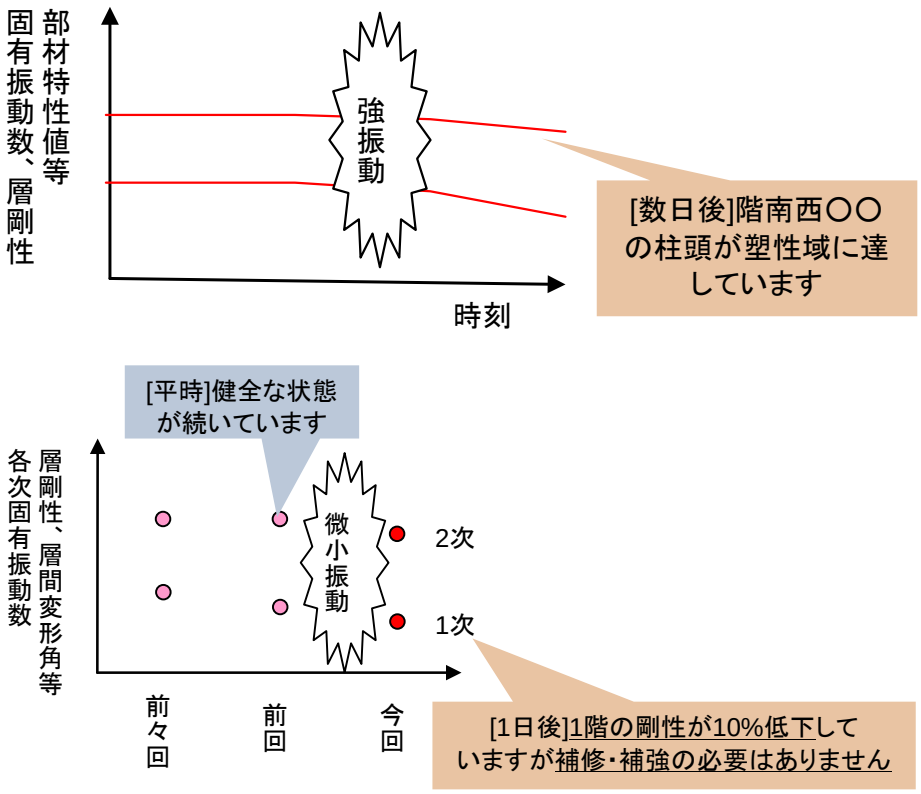


図 2.19　「判断・対応に係る支援情報」の提供イメージ

4）被災前後の比較情報【平時①システム】【平時②システム】

被災後の微小振動（風・中小地震・常時微動）データを評価・分析し、被災前の微小振動による評価結果と比較することにより、大きな変化が生じていないという情報が判明・提供されれば、ユーザにとって安心情報としての価値がある。

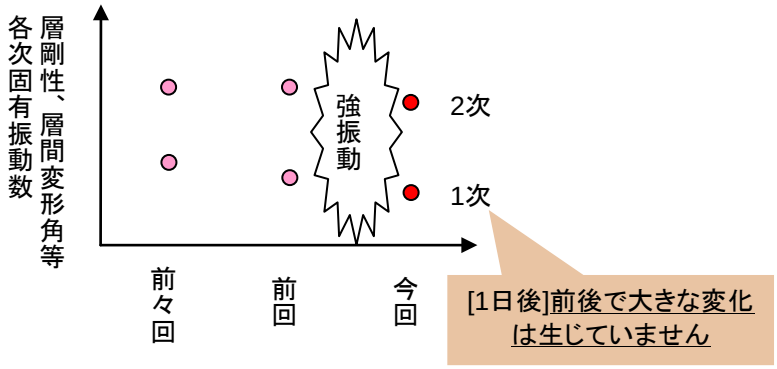


図 2.20　平時システムを通じた「被災前後の比較情報」の提供イメージ

5）使用性に係る情報【平時①システム】【平時②システム】

微小振動（風・中小地震・常時微動）下での定期計測の結果から、振動特性の経年変化を捉え、使用性（サービサビリティ）の評価を行い、情報提供する。

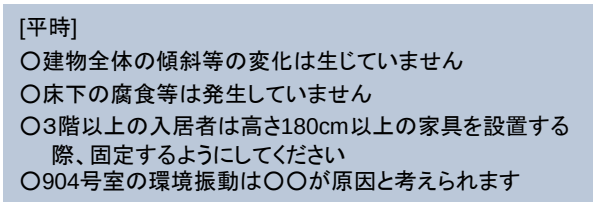


図 2.21　平時システムを通じた「使用性に係る情報」の提供イメージ

6）その他の情報【サービス形態によらず共通】

上記１）～５）以外に、例えば、次のような情報提供も考えられる。

類似構造物群のデータベースに基づく建物性能の相対評価結果や、逆解析結果を正解析のための建物モデルに反映し、予測地震動による被害のシミュレーション結果を示すこと等が一例として考えられる。

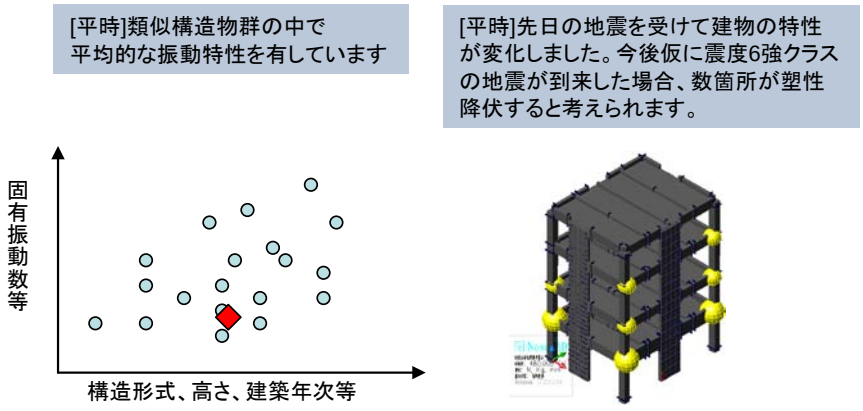


図 2.22　その他の情報の提供イメージ

３．SHM利活用に向けた論点整理

継続的なシステム運用のための要件（2.1）及びSHMによる診断結果の表現・提供方法（2.2）に係る検討結果を踏まえ、技術／制度／サービスという３つの側面から、SHMの利活用に向けた論点整理を行った。

１）技術の面から見た論点整理

SHM技術は、①データの取得、②状態の推定、③診断、④診断結果の提供、⑤SHM情報の蓄積・管理という５つの手順により構成される。①～⑤のそれぞれについて、現状の技術的な到達点と課題を整理する。

表2.13　SHMの技術的な到達点と今後の課題

	現状の技術的な到達点	今後の課題
① データの取得	高精度な計測が可能なセンサが多数開発されている。	初期コストが高く普及が進みにくい状況。また電子デバイスの寿命が10年程度と短く、ランニングコストがかかる。 建物の規模によっては、センサの設置・運用が経済合理性に欠ける場合がある。
② 状態の推定	層間変位が閾値を超えたかどうかの判定や、モード特性を推定する技術に関しては、既に実用段階にある。	建物の構造・規模に応じて決め手となるような損傷指標及び逆解析技術について、体系的な整理がなされていない。 特に戸建木造住宅への適用に関しては、今後一層の知見を必要とする。
③ 診断	推定結果をどのように解釈するかは、ユーザの判断に委ねられている場合が多い。	未だ実建物への適用事例が少ないことから、推定結果が対象建物にとってどのような意味を持つかの診断・解釈に資する知見が不足している。
④ 診断結果の提供	設計者や施工者向けに、WEBを通じて情報提供する仕組みは実用段階にある。	所有者や居住者向けの分かりやすい情報提供方策についての知見が不足している。
⑤ SHM情報の 蓄積・管理	大容量のデータを安定的に蓄積・管理するシステムは実用段階にある。	運用コストが高い、大電力を必要とする等の課題がある。 データベース構造の標準化が今後必要。

SHM は未だ確立された技術とはいえず課題が残されているが、今後、実測データの蓄積と共有が進むにつれて、解決が期待される部分が大きい。

特に「診断」を行うための管理指標の設定については、標準的なデータベース構造の下で情報を管理・活用していく仕組みが不可欠である。情報は所有者のものであるという原則は存在する一方で、今後の技術的な改善や技術利用の促進のためには、SHM情報の二次利活用者（設計者、施工者、公的機関、生活関連サービス事業者、研究者等）が、広くアクセスできるような環境の整備も必要となる。そのため次のようなデータに関しては匿名化処理を行い、共通基盤として設定しておくことが望ましい。

①建物情報（建物規模、構造種別、築後経過年数、地盤条件）

②センサ情報（センサの種類、分解能等の性能）

③計測情報（計測データ、日時、温湿度、災害イベントとの対応等）

③解析情報（固有振動数等の指標の推定結果）

2）制度の面から見た論点整理

SHMによって建物の動的な情報が蓄積・管理されることが、ユーザにとってどのような情報価値をもたらすのか、さらには、SHMによる動的データの計測評価を、既存の安全性能・耐久性能・使用性能の評価の枠組みの中でどう位置づけるのかを明確にしておく必要がある。

具体的には微小振動時の計測・評価は、ユーザにとって補修・補強等の判断材料となることだけでなく、使用性（サービサビリティ）に係る情報として流通段階で優位な条件となることについて法制度上で位置づける等が考えられる。また、SHMの実測データに基づく評価を定期点検項目の１つに位置づけることや、住宅履歴情報項目の１つとしての活用等が考えられる。

上記の対応が、SHM 技術に対するお墨付きを与え、センサ活用を政策的に後押しすることにつながる。センサの活用に対する住宅所有者の理解を得るための普及啓発も重要である。

3）サービスの面から見た論点整理

SHMシステムの設計は、システムの利用目的、対象建物、経済合理性等、様々な観点から適切な考え方に基づき行う必要がある。例えば、設置するセンサ数を増やすほど、より詳細な推定レベルが確保されるが、対象とする住宅の規模によっては、その運用コストを考慮すると適用困難な場合がある。また、住宅の構造に応じたセンサの種類・設置箇所等を選定する必要がある。センサシステムを「センサ部」と「スマート部」を切り分け、ユーザニーズに合わせてSHMシステムのグレードを選択できるような備えも今後必要と考えられる。

また、SHMによる情報提供内容に応じて、親和性が高いと考えられる既往管理システムについては、次のような検討結果が得られた。どこまでの深さの情報提供を行うかに応じて、親和性のある既往管理システムとの間で、センサ及び情報提供ツール等の共有を図ることが有効と考えられる。

こうした省エネや防犯等を目的としたセンシングとの連携（センサフュージョン）が進んでくると、SHM の普及はより現実性を増すとともに、ユーザに提供する情報価値はさらに幅広く展開していく可能性が考えられる。

表 2.22　SHM サービス【平時①】【平時②】と親和性のある既往管理システム
（SHM 情報の提供内容別）

SHM システムによる情報提供内容	親和性のある既往管理システム
基本情報	○住宅履歴情報管理 ○不動産情報管理
被災前後の比較情報	○防犯カメラ（タイマー記録） ○配管漏水検知
判断・対応に係る支援情報	○BEMS（故障診断・予測）
使用性に係る情報	○健康情報管理 ○温湿度計測 ○ライフライン検針　等

表 2.23　SHM サービス【災害時】と親和性のある既往管理システム
（SHM 情報の提供内容別）

SHM システムによる情報提供内容	親和性のある既往管理システム
基本情報	○共用設備運転監視（状態監視）
被災直後の安全行動の支援情報	○緊急地震速報 ○火災警報器 ○マイコンメータ ○防犯カメラ（常時記録）
判断・対応に係る支援情報	○スマートメータ（供給最適化） ○ホームセキュリティ（緊急時駆けつけ）

Ⅲ－３．　実大建物の加振実験を通じた技術の有効性検証

本章では、防災科学技術研究所と国土技術政策総合研究所の共同研究の一環として防災科研 E-defense が実施した中層 RC 造の実大規模建築構造物の震動台加振実験において、多世代利用総プロ管理技術 WG として行った SHM システムの実装、実用性の検証について述べる。

※本研究は、国土技術政策総合研究所と独立行政法人防災科学技術研究所との共同研究「建築物スケルトンの健全性評価へのモニタリング技術適用に関する共同研究」に基づいて実施した。

１．平成 20、21 年度実験における逆解析等の結果の概要

管理技術 WG では、(独)防災科研 兵庫耐震工学研究センター（E-defense）で行われた中層 RC 造構造物の実大建物加振実験（平成 21 年 1 月実施）において計測・記録されたデータを用いて、平成 20、21 年度に、構造特性の変化や損傷の有無・箇所の推定に関する構造ヘルスモニタリング（以下、「SHM」という。）技術の適用性を検証した。

1.1　試験体の概要

文部科学省「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」において、病院を模擬した RC 造 4 階建ての実大試験体（高さ約 18m、各階床面積 80 ㎡（8m×10m））を用いて、機能保持性能を評価するための E-defense による振動台実験が行われた。

試験体は、内部に撮影室、診察室、人工透析室、スタッフステーション、手術室、ICU 室、病室、情報通信室があり、それぞれの室内に撮影装置、手術室内精密機器、人工透析装置、医療棚、情報通信機器等が設置されている。また屋上階には高架水槽及び室内に給水配管、スプリンクラー等の設備があり、本格的な医療施設を再現している。

各階高は 1 層から順に 3.9m、3.4m、3.9m、3.4m であり、振動台に設置した部分（基礎）の高さは 1.25m で、枠組みのコンクリート柱の規格は 600×600mm、柱間距離はそれぞれ 10m(短軸方向)と 12m(長軸方向)である。その枠柱の間に四枚の耐力壁があり、壁の厚さは 300mm、長さは 2000mm である。

試験体の写真及び断面図は図 3.1 のとおりである。また、試験体の平面図及び防災科研センサの設置箇所は図 3.2 のとおりである。

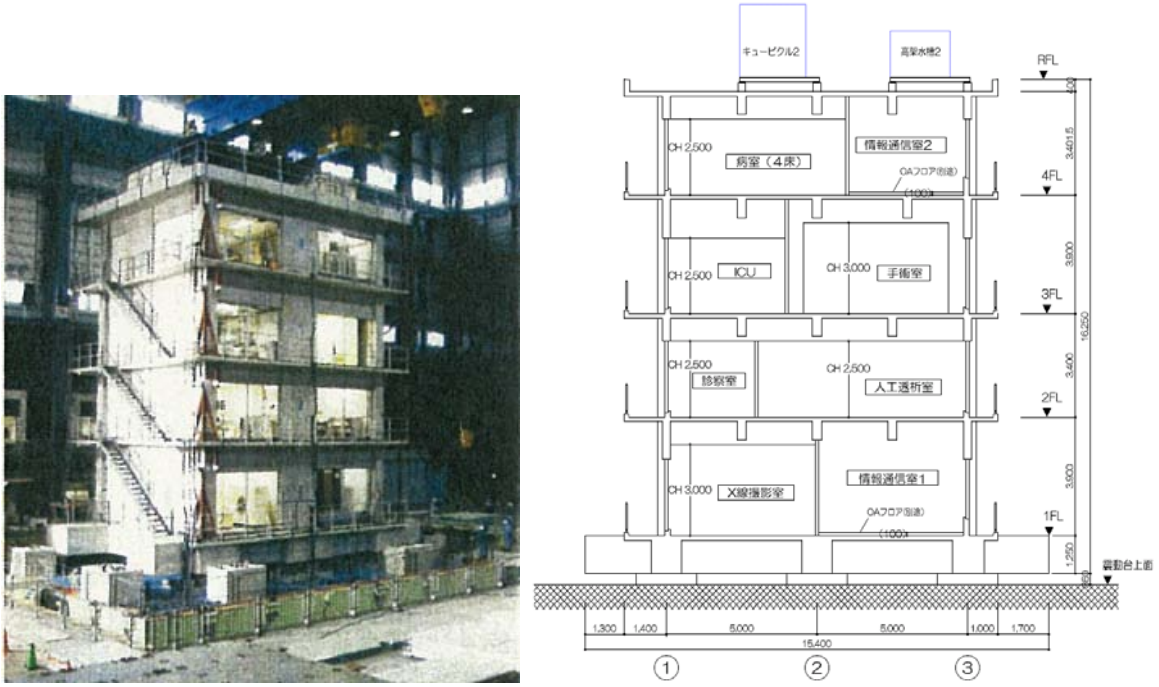


図 3.1　試験体の外観（左）と断面図（右）

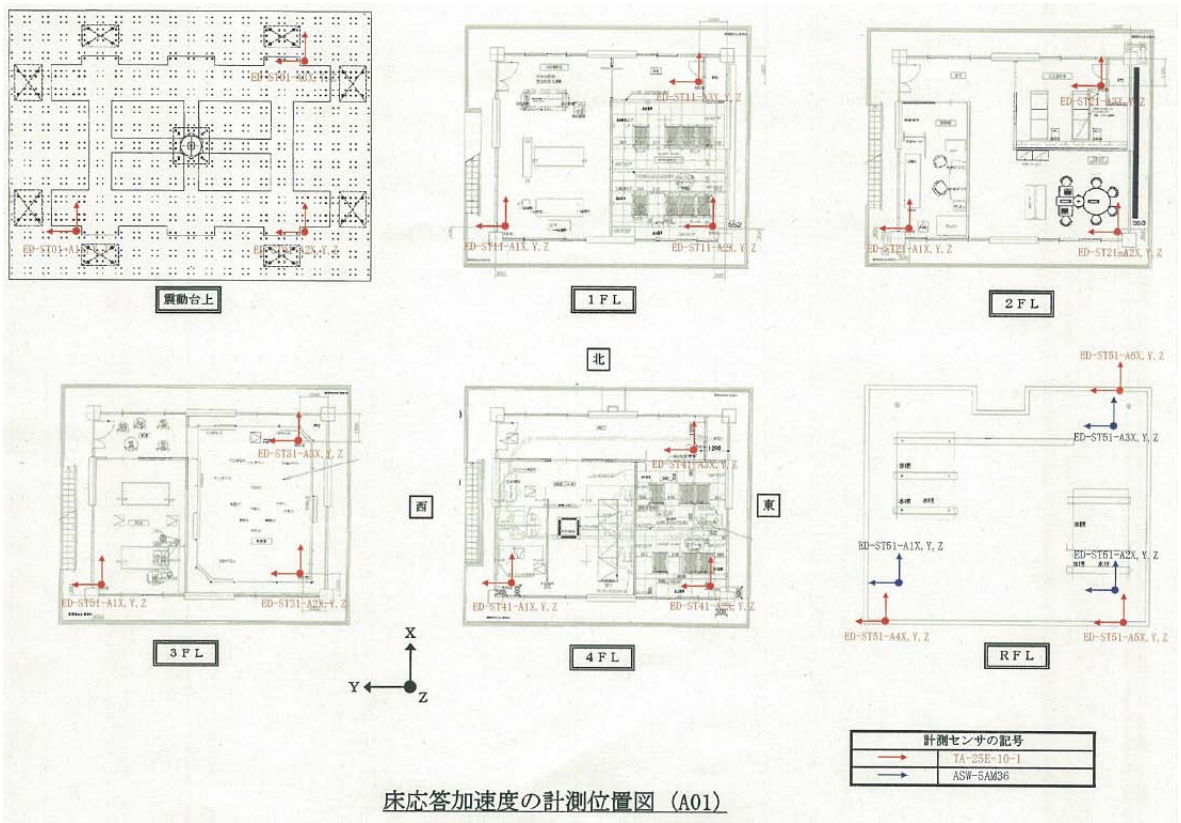


図 3.2　試験体の平面図及び防災科研センサの設置箇所

１）各層質量、層せん断力

試験体の各層質量、層せん断力は以下のとおり。

表 3.1　試験体の質量及び層せん断力の分布

	質量[ton]	層せん断力[kN]
RF	109	344
4F	124	598
3F	124	795
2F	128	947
1F	307	1248

２）モード特性

耐震設計用モデルの固有値解析結果について、3 次までのモード情報は以下のとおり。

建物全体としてみれば、１次が 3.802Hz（長軸Y方向）、２次が 3.92Hz（短軸X方向）、３次が 4.8Hz（ねじれ）である。

表 3.2　耐震設計用モデルの固有値解析結果

次数	固有周期(s)		
	X 方向	Y 方向	ねじれ
1 次	0.255	0.263	0.207

1.2　センサの概要

試験体の各階床には、防災科研 E-defense において、３軸加速度計が３個、各階層に層間変位計が２個設置された。

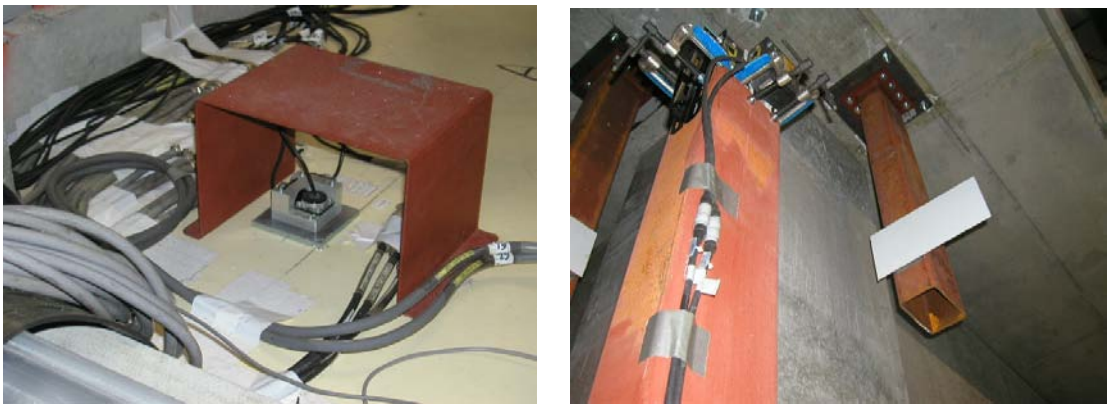


図 3.3　センサの外観（左：加速度計、右：層間変位計）

管理技術WGにおいては、防災科研と国総研との間の共同研究契約により、実験データの一部の提供を受け、逆解析手法の適用性の検証に用いた。変位データについては、実建物への設置が大掛かりで困難となることが考えられるため、SHM技術の適用性を検証する目的からは対象外とし、加速度データを中心に用いることとした。

各階床に設置された加速度計は、トキメック社製のサーボ型加速度計 TA-25E を使用しており、その性能諸元を示す。

表 3.3　サーボ型加速度計の性能諸元

型式名	TA-25E-05-10
測定範囲	±39．24m/s^2（±4G）
分解能	9．8×10^{-6}m/s^2(DC)以下　(1μGal)
直線性	±0．1%F.S 以下
出力感度	0．194V/(m/s^2)　[1．9V/G]
クロストーク	1%以下
周波数応答	200Hz（±3dB）
ゼロ温度係数	±2．94×10^{-3}（m/s^2/℃）
感度温度係数	200ppm/℃以下
温度範囲	−20～＋70℃（保存温度　−40～＋80℃）
振動	JIS　A　8101準拠
衝撃	1000m/s^2 5ms
電源	±12VDC～±13VDC
消費電流	±25mA 以下
外形寸法	Φ28．4×24．5
質量	46g（含むケーブル10g）

1.3　加振波の概要

試験体から免震装置を取り除いた状態で、耐震構造の医療施設として平成 20 年 1 月 15 日、19 日、22 日に加振が行われた。

表 3.4　各日における加振スケジュール

	加振波	加振方向	振動数	継続時間	加振レベル			備考
					X	Y	Z	
一月十五日	ランダム波①	3	0.1−35Hz	40 秒	100gal	100gal	100gal	回転　5deg/s^3
	ランダム波②	3	0.1−35Hz	40 秒	100gal	100gal	100gal	
	ランダム波③	3	0.1−35Hz	40 秒	100gal	100gal	100gal	
	三の丸波	2	—	328 秒	186gal	166gal	—	X:EW、Y:NS
	横浜波	2	—	164 秒	479gal	499gal	—	X:EW、Y:NS
一月十九日	ランダム波①	3	0.1−35Hz	40 秒	100gal	100gal	100gal	
	ランダム波②	3	0.1−35Hz	40 秒	100gal	100gal	100gal	
	ランダム波③	3	0.1−35Hz	40 秒	100gal	100gal	100gal	
	エルセントロ波	2	—		293gal	483gal	—	最大 50kine で基準化
一月二十二日	ランダム波①	3	0.1−35Hz	40 秒	100gal	100gal	100gal	
	ランダム波②	3	0.1−35Hz	40 秒	100gal	100gal	100gal	
	ランダム波③	3	0.1−35Hz	40 秒	100gal	100gal	100gal	
	JMA 神戸波	3	—		617gal	578gal	332gal	80%で調整

1）ランダム波

0.1-35Hz までの振動数成分を有する、X,Y,Z 方向最大 100gal の 6 軸ランダム波である。上記の実験日程の各日において、地震波による加振を行う前に 40 秒間のランダム波加振がそれぞれ 3 回行われている。

例えば 1 月 15 日の 1 回目の 6 軸ランダム波加振における各層 Y 軸観測波形は次のとおり。

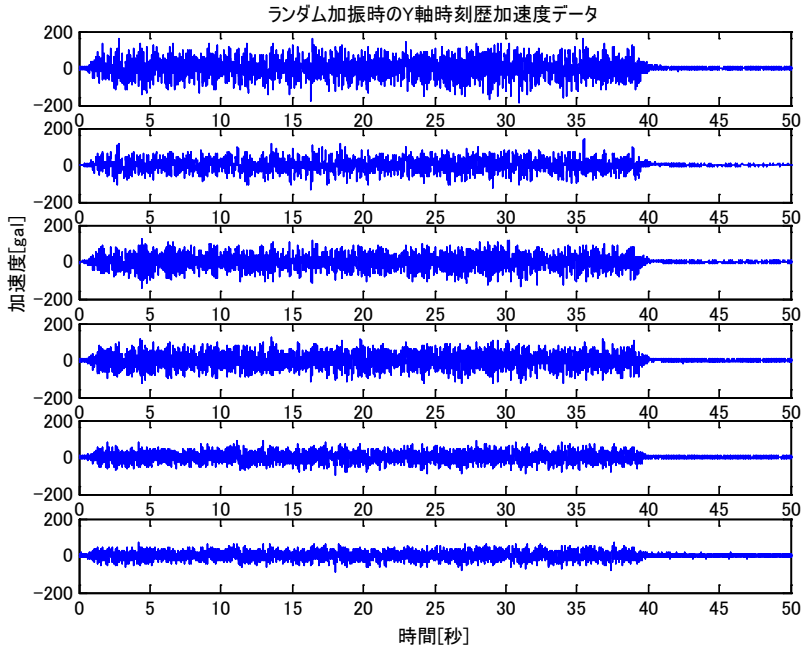


図 3.4　ランダム加振時の各層観測波形

２）地震波

各日においてランダム波加振終了後、1 月 15 日は三の丸波及び横浜波、19 日はエルセントロ波、22 日は JMA 神戸波による加振が行われた。

（１）三の丸波

東海・東南海地震を想定した名古屋市での長周期地震動（震度 5 強）で、水平方向成分のみの加振が行われた。

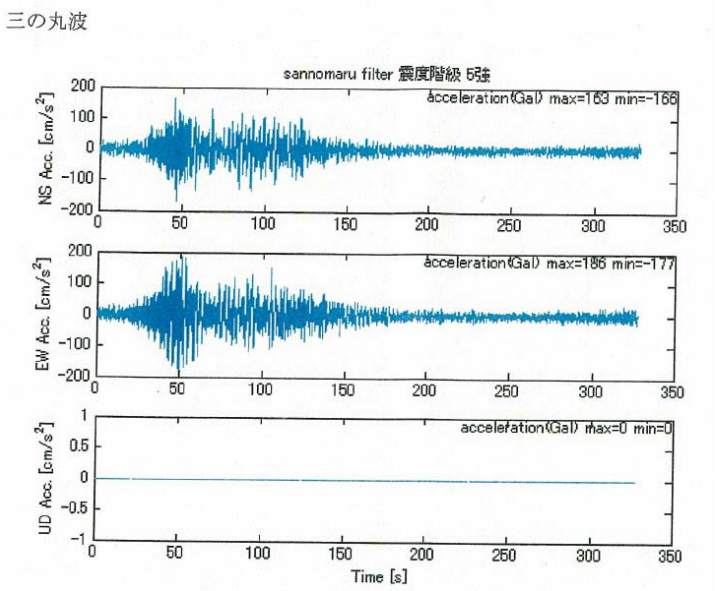


図 3.5　三の丸波加振（2008/1/15）の入力波形

（２）横浜波

首都直下地震を想定した横浜市湾岸地域での地震動（震度 6 弱）で、水平方向成分のみの加振が行われた。

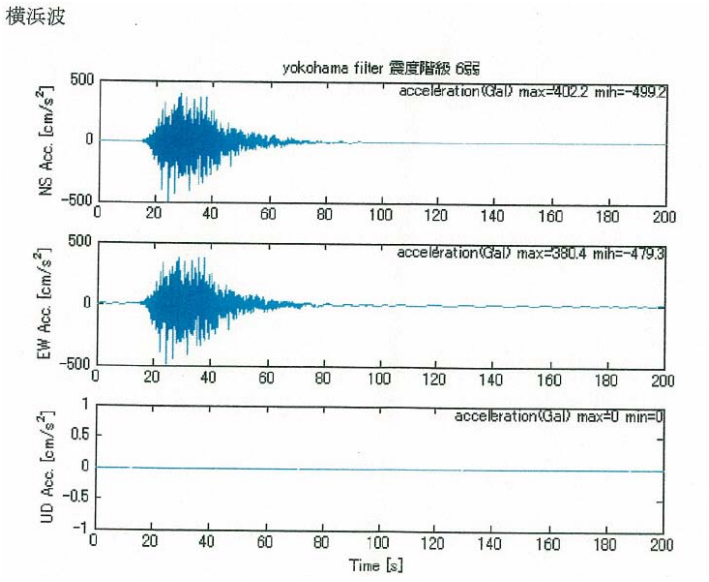


図 3.6　横浜波加振（2008/1/15）の入力波形

（３）エルセントロ波

1940 年 5 月 18 日にアメリカのエルセントロで記録されたインペリアル・バレー地震波（震度 6 弱）について、最大速度 50kine で基準化し、水平方向成分のみの加振が行われた。

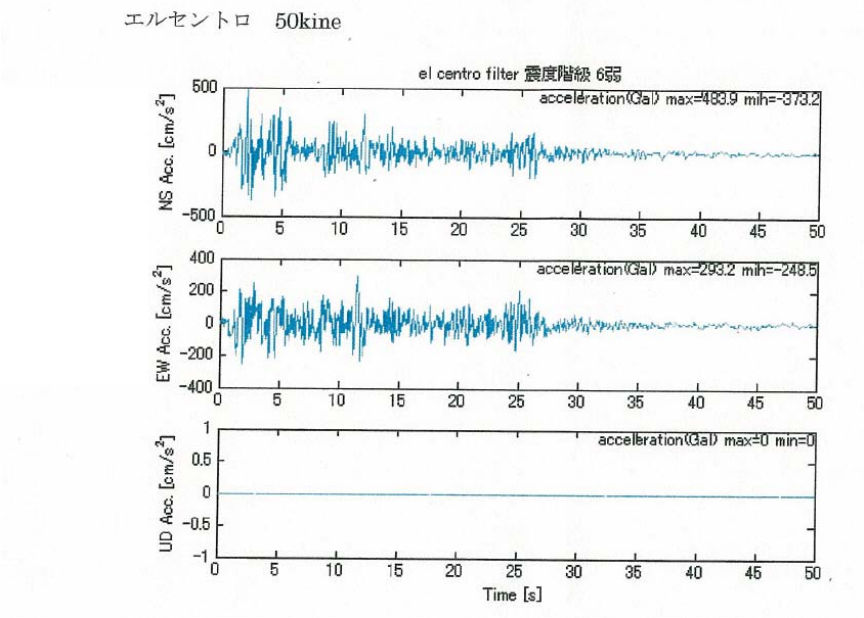


図 3.7　エルセントロ波加振（2008/1/19）の入力波形

（４）JMA 神戸波

1995 年 1 月 17 日に発生した兵庫県南部地震における神戸海洋気象台波（震度 6 強）を振幅レベルで 80%に調整し、水平・上下方向の加振が行われた。

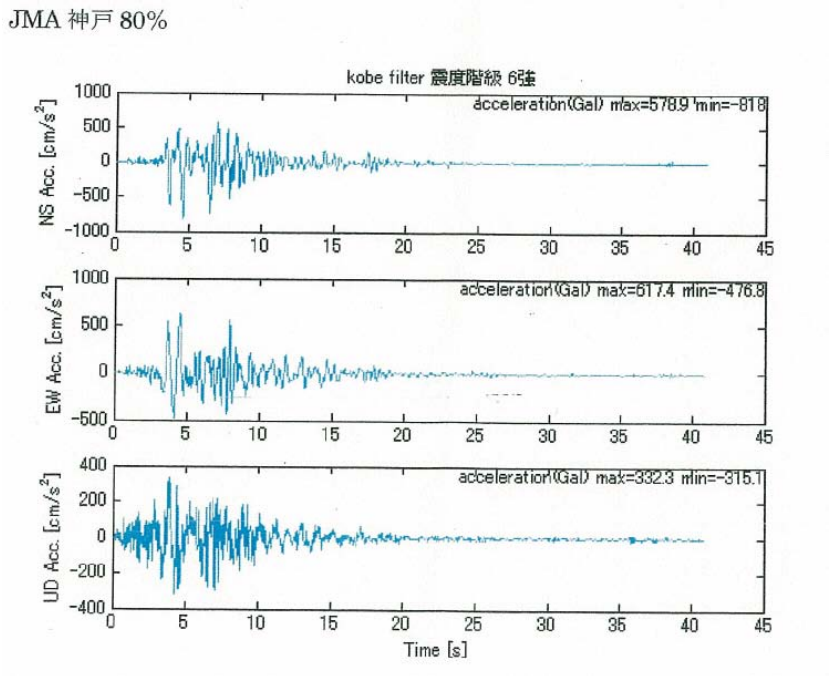


図 3.8　JMA 神戸波加振（2008/1/22）の入力波形

1.4　平成 20 年度逆解析の成果の概要

平成 20 年度は、建物全体のグローバルな損傷推定を目的として、建物の 1 階及び頂部の加速度データを基本として、固有振動数を推定する逆解析について、以下 3 者の立場からそれぞれ検討を行った。

表 3.5　複数の方法による平成 20 年度逆解析

手法概要	検討主体
フーリエ進行スペクトルに基づく卓越周期の算定	国総研
ARX モデルに基づく固有振動数の推定	三菱総研
部分空間法に基づく固有振動数の推定	近畿大学薛准教授

部分空間法に基づく加振日別の 1 次固有振動数（薛委員による推定結果）を示す。

並進 X・Y の両方向とも実験日程の経過に伴い固有振動数が低下したのは、地震動入力を受け、建物内部の損傷が進行したことを示している。

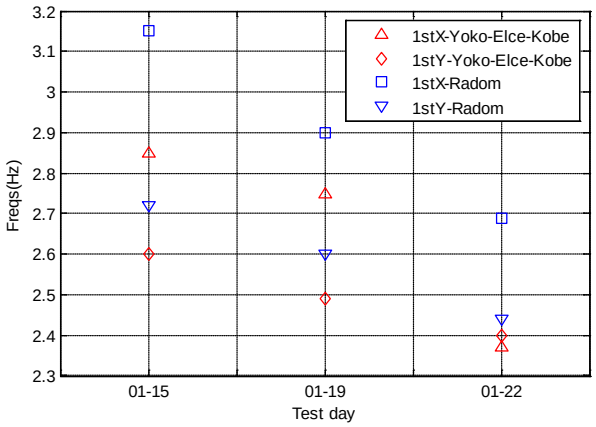


図 3.9　加振日別の 1 次固有振動数の推定結果

平成 20 年度における逆解析の成果と課題は、次のとおり整理できる。

構造物全体のグローバルな損傷推定を目的とした場合は、最低 2 個の加速度センサに基づき評価可能である一方、層や部材単位のローカルな損傷推定のためには、より多くのセンサ等情報が必要となる。また、推定結果をどのように解釈するかにおいて、先験情報の活用、長期のデータ収集が不可欠であることが示された。

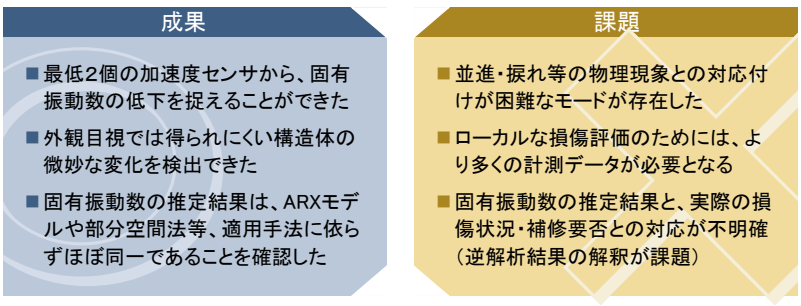


図 3.10　平成 20 年度逆解析の成果と課題

1.5　平成 21 年度逆解析の成果の概要

平成 21 年度は、建物の層レベルの損傷推定を行うことを目的とした。

管理技術 WG の下にシステム開発 SWG を設置し、平成 20 年度に取り扱った最低 2 個の加速度計のデータ以外に、各層に設置された計１８台の加速度計、計 8 台の層間変位計、設計情報等、様々なデータや事前情報を広く活用して逆解析を行った。

次に、実構造物への SHM 技術の適用を睨み、広範囲にわたる情報の入手や膨大な数のセンサを設置・運用することが困難な場合に備えて、限定されたデータからどこまでの損傷推定が行えるかを検証した。

検討結果は、平成 22 年度に行われる防災科研 E-defense 実験において、管理技術 WG として実装する SHM システムプロトタイプの設計に反映する方針とした。

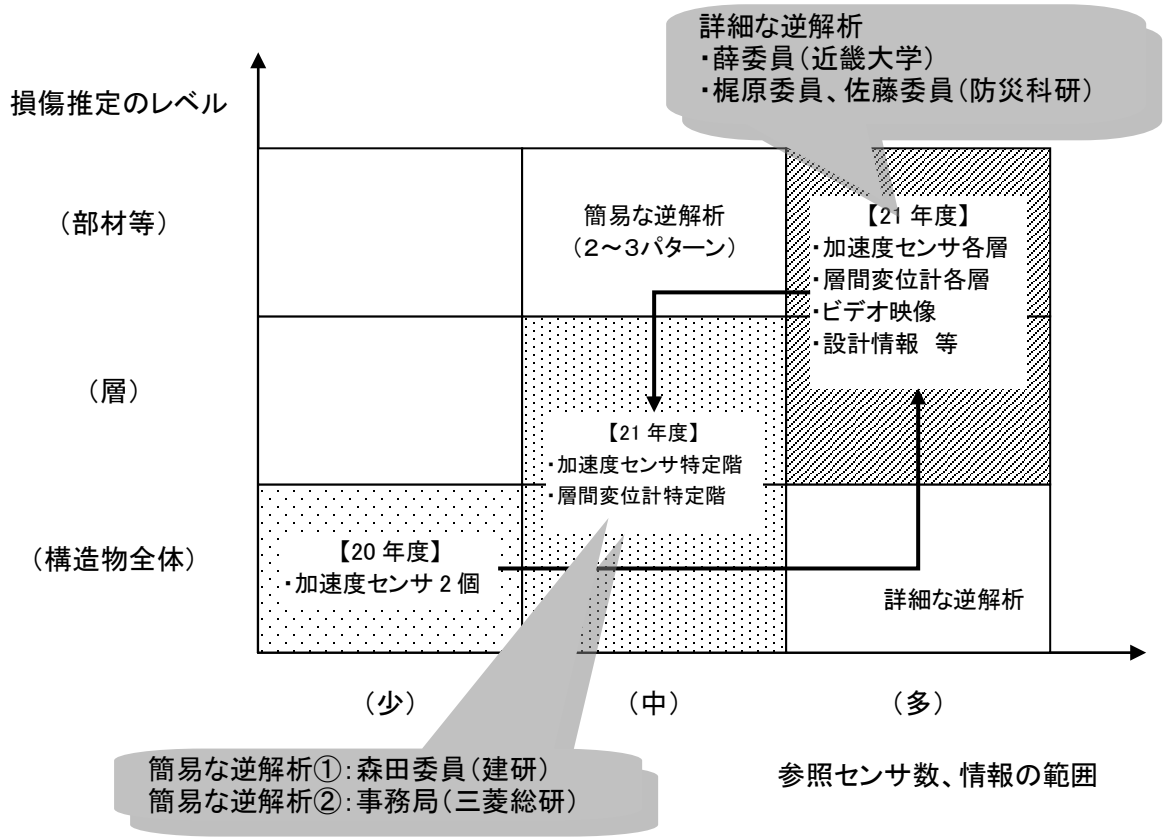


図 3.11　平成 21 年度の取り組みのイメージ

表 3.6　複数の方法による平成 21 年度逆解析

狙い	手法概要	検討主体
詳細な逆解析	・PSO 法による層レベルの損傷推定 ・設計情報等との比較検証による耐震性評価	近畿大学　薛委員 防災科研　梶原委員、佐藤委員
簡易な逆解析①	ARX モデルに基づく層レベルの損傷推定	建研　森田委員
簡易な逆解析②	部分空間法等による層レベルの損傷推定	事務局（三菱総研）

1）ランダム波加振データの逆解析

ランダム加振データを用いた逆解析の結果は以下のとおり。

○　簡易な逆解析によるモード情報は、ARXモデルに基づく場合と、部分空間法に基づく場合を比較すると、ほぼ同様の推定結果が得られた。モード振動数を損傷指標とした場合、全体系で約 2 割の固有振動数の低下を伴う損傷の存在を、確認することができた。特に 1/15 に行われた地震波加振（三の丸波、横浜波）によって損傷が発生し、その後も徐々に損傷が進行したと考えられる。

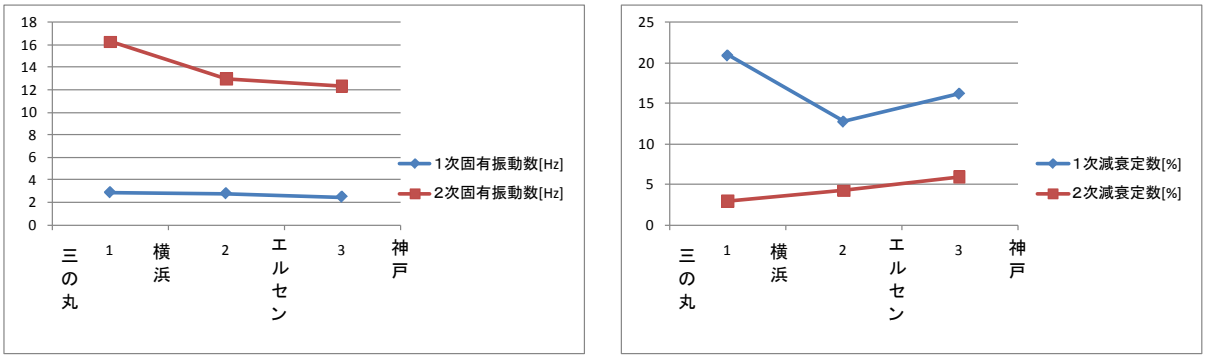


図 3.12　ARX モデルに基づくモード情報の推定結果（左：固有振動数、右：減衰定数）

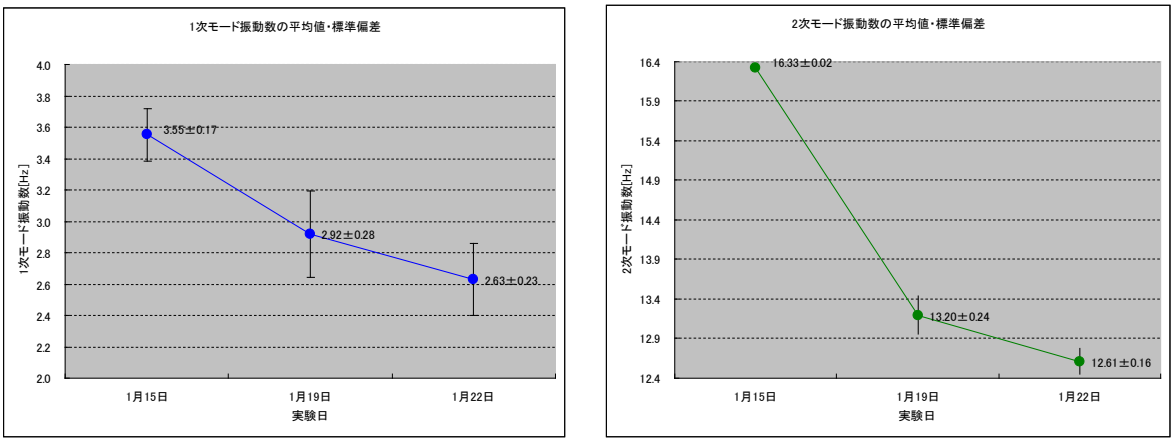


図 3.13　部分空間法に基づくモード振動数の推移（標準偏差付、並進 X 方向 1 次・2 次）

○　詳細な逆解析結果では、各層の剛性について、1/15 を基準とした場合に各日で 4 割程度の低下を捉えることに成功した。

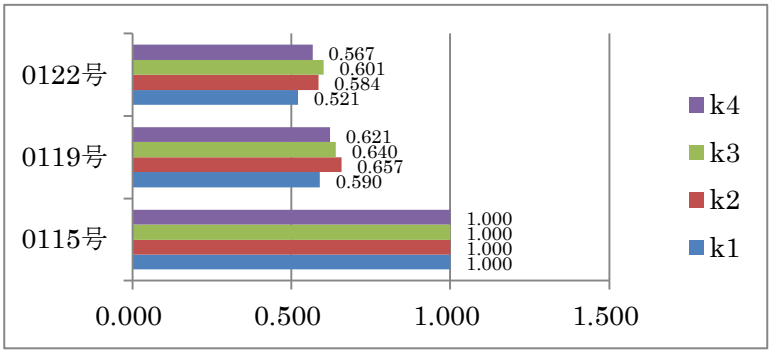
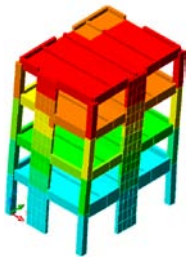
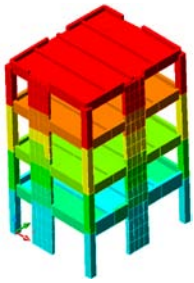
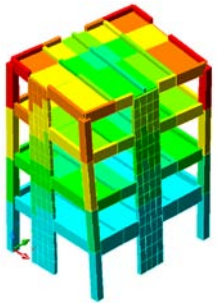
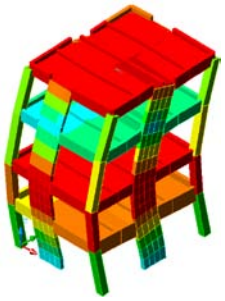
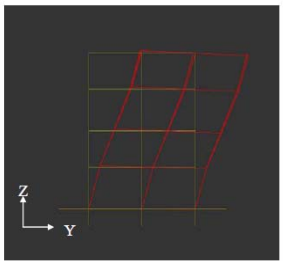


図 3.14　1 月 15 日を基準とした剛性推定値の比

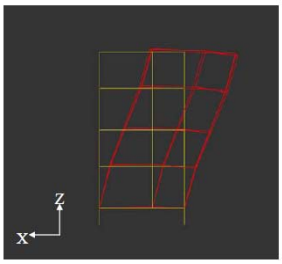
○　さらに、詳細な逆解析では、推定された剛性等のパラメータを活用して、柱・主梁・スラブなどの材料特性の仮定に基づき、有限要素法による正解析モデルを構築したところ、モード特性は、設計上の解析モデルとほぼ整合した。これは研究段階ではあるが、将来的なSHMの技術的な到達点として、構造図面等の設計情報の履歴が残されていない既存住宅への適用の可能性を示すものと考えられる。

表 3.7　有限要素モデルのモード特性（第４モードまで）

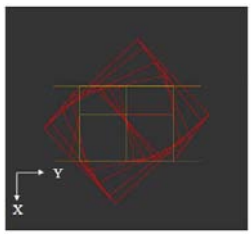
第 1 モード（ｙ），振動数：3.91373	第２モード（ｘ），振動数：3.92661
	
第３モード（ねじれ），振動数：5.62464	第 4 モード（ｙ），振動数：13.5068
	



第 1 モード：Y 方向、3.802Hz



第 2 モード：X 方向、3.92Hz



第 3 モード：ねじれ、4.8Hz

図 3.15　設計上の解析モデルのモード特性

２）地震波加振データの逆解析

地震波加振データを用いた逆解析の結果については以下のとおり。

○　簡易な逆解析において、計測データを 2 秒ごとに区切り、モード情報の区間推定を行った結果、三の丸波（1 次モード振動数が 17%低下）、横浜波（1 次モード振動数が 25%、2 次モード振動数が 18%）ともに加振中の構造特性の変化が見られた。地震波の入力振幅が大きくなるほど固有振動数が低下する傾向が見られた。

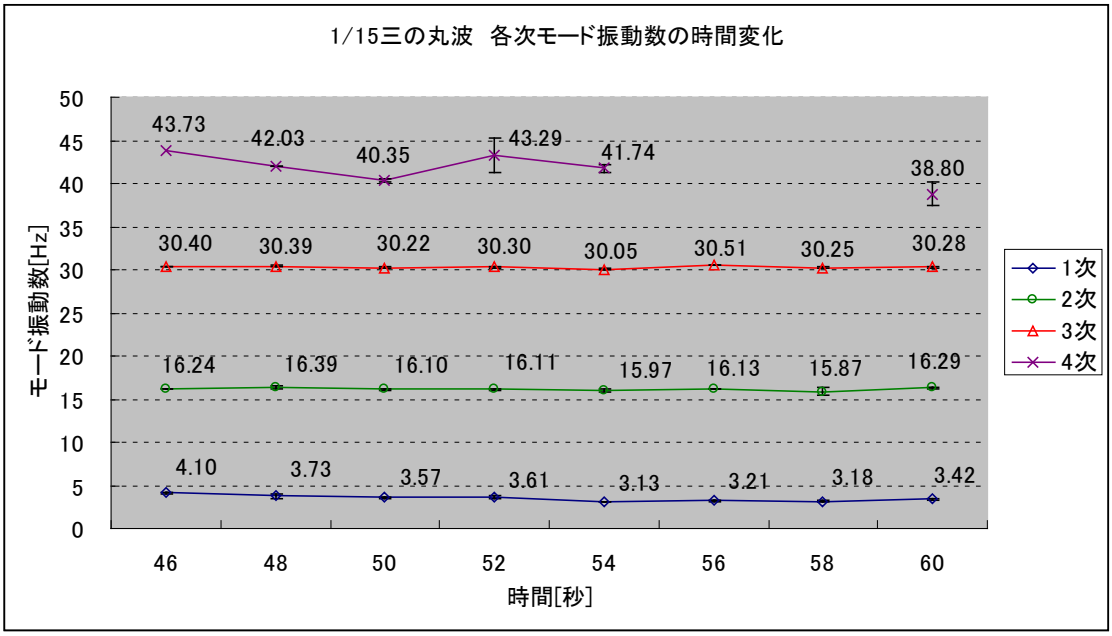


図 3.16　1/15 三の丸波加振時の各次モード振動数の時間変化

○　詳細な逆解析において、各層の剛性値及び減衰比を算出した。例えば 1/15 の横浜波においては各層剛性が約 3×10^5kN/m となった。これは、前述の荷重増分解析結果のグラフを比較して、ほぼ整合することが分かった。なお荷重増分解析における保有耐力は「層間変形角が 1/100[rad]を超えた時点」としており、これに達するのは 2 階が最も早い。しかし今回の加振はいずれもこの範囲に収まるもので、JMA神戸波加振の場合でも 1/350 程度であった。

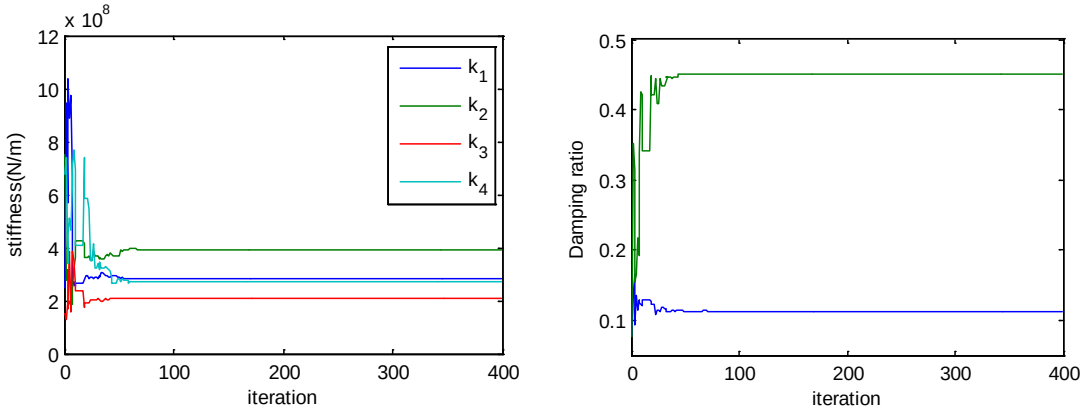


図 3.17　1/15 横浜波加振後のパラメータ推定結果（左：剛性、右：減衰比）

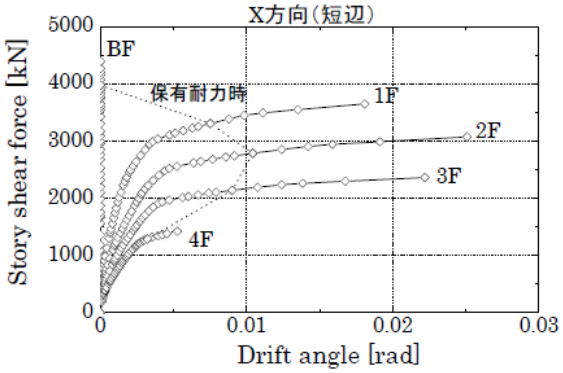


図 3.18　耐震設計用モデルの荷重増分解析結果（左：X 方向、右：Y 方向）

○　さらに、詳細な逆解析によって推定したパラメータを活用して、柱・主梁・スラブなどの材料特性の仮定に基づき、有限要素法による正解析モデルを構築し、地震波加振時におけるひび割れや鉄筋の塑性降伏状況等について可視化した結果は以下のとおり。研究段階ではあるが、将来的なSHMの技術的な到達点として、大きな入力を受けた建物の設計モデルをアップデートすることや、予測地震動による高精度な建物被害想定の可能性が示された。

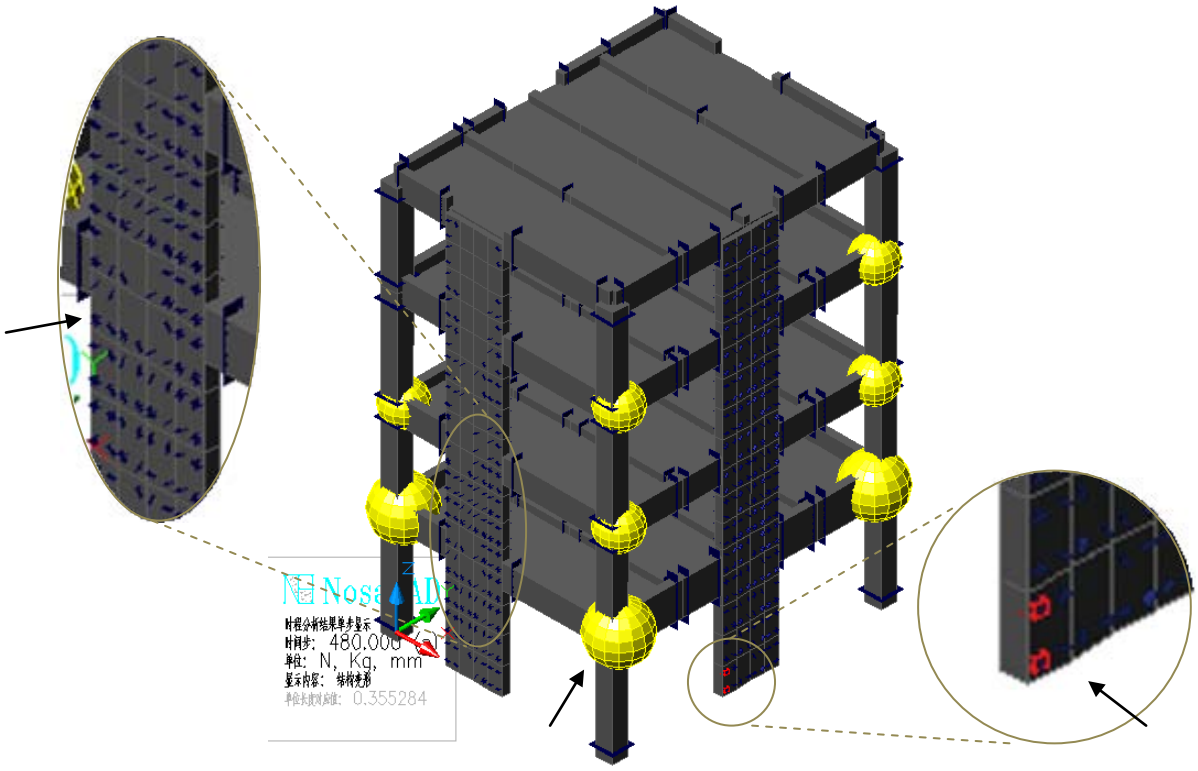


図 3.19　JMA 神戸波入力時の構造状態の予測

※1/22 の JMA 神戸波加振を FEM モデルに入力した結果の構造状態を示している。亀裂が増え（青）、一階のコンクリートが極限に達した（赤）。更に、1,2,3 層の梁、柱の接点に塑性ヒンジが発生した（黄）。

２．平成２２年度実験及び SHM 技術検証の概要

平成 22 年 10 月、防災科研 E-defense において、中層 RC 造の実大規模建築構造物の震動台加振実験が実施された。実験の概要を以下に整理する。

１）試験体の概要

平成 20 年度に実施された実験と同じく、病院を模擬した RC 造 4 階建ての実大試験体（高さ約 18m、各階床面積 80 ㎡（8m×10m））が用いられた。

平成 22 年度は、平成 20 年度試験体の屋上階に設置されていた２つの高架水槽が撤去され、新たにサーバールーム（免震床）が設置された。ただし試験体の総重量に対して非常に軽量であり、これに伴う各層重量の変化は生じないものとした。

２）センサの概要

平成 20 年度に実施された実験と同様、試験体の各階床には、３軸加速度計が３個、各階層に層間変位計が２個設置された（防災科研センサ）。センサの性能諸元も同様である。

平成 22 年度は、多世代利用総プロ管理技術 WG としての SHM システムを実装しており、スマートセンサを 1 階床及び 4 階床にそれぞれ 1 箇所設置した（3.3 参照）。

３）加振スケジュールの概要

平成 22 年 10 月 12 日、15 日、18 日、21 日の各日で、ランダム波及び地震波を用いた加振が行われた。以下、加振順序のイメージ及び詳細なスケジュールについて示す。

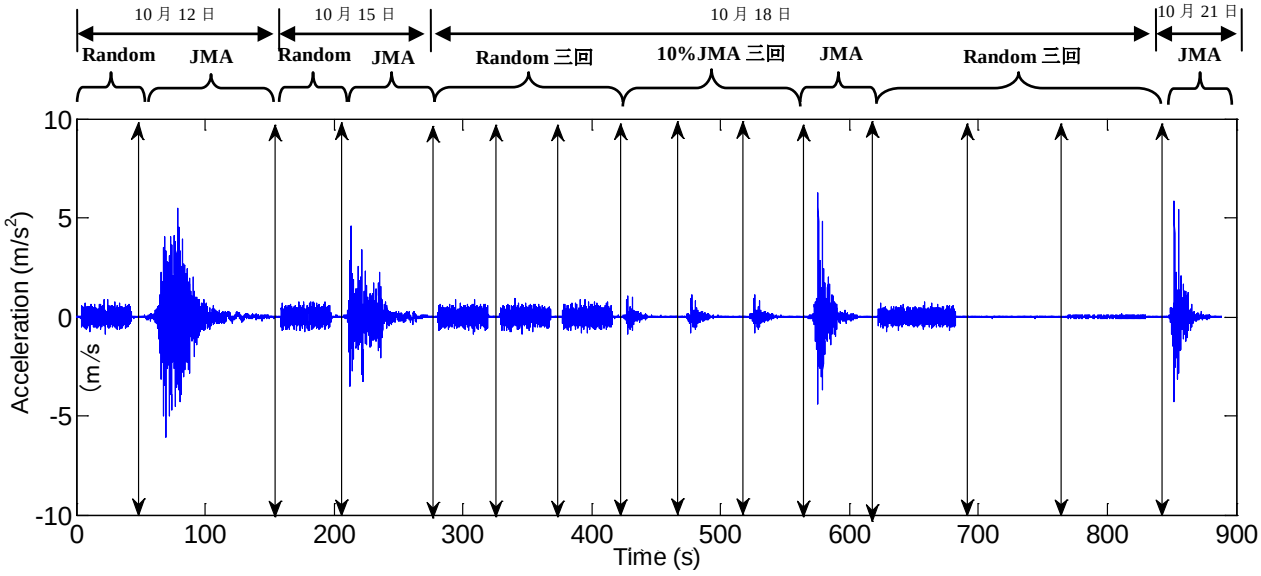


図 3.20　平成 22 年度実験における加振波とその順序（イメージ）

表 3.8　各日における加振スケジュール

日付	加振波	加振方向
10月12日	ランダム波	X
	ランダム波	Y
	ランダム波	Z
	三の丸	XY
	ランダム波	X
	ランダム波	Y
	ランダム波	Z
	プロジェクト1の波形	?
	ランダム波	X
	ランダム波	Y
	ランダム波	Z
	入力補償ランダム1	6軸
	入力補償ランダム2	6軸
	入力補償ランダム3	6軸
	補償作成（横浜波，X,Y）1回目	XY
	補償作成（横浜波，X,Y）2回目	XY
	補償作成（横浜波，X,Y）3回目	XY
	補償作成（横浜波，X,Y）4回目	XY
	横浜波100%	XY
	ランダム波	X
	ランダム波	Y
	ランダム波	Z
10月15日	入力補償ランダム1	6軸
	入力補償ランダム2	6軸
	入力補償ランダム3	6軸
	補償作成（エルセントロ，X,Y）1回目	XY
	補償作成（エルセントロ，X,Y）2回目	XY
	補償作成（エルセントロ，X,Y）3回目	XY
	補償作成（エルセントロ，X,Y）4回目	XY
	エルセントロ50kine	XY
	ランダム波	X
	ランダム波	Y
	ランダム波	Z
	入力補償ランダム1	6軸
	入力補償ランダム2	6軸
	入力補償ランダム3	6軸
	補償作成（エルセントロ，X,Y,Z）1回目	XYZ
	補償作成（エルセントロ，X,Y,Z）2回目	XYZ
	補償作成（エルセントロ，X,Y,Z）3回目	XYZ
	補償作成（エルセントロ，X,Y,Z）4回目	XYZ
	エルセントロ50kine	XYZ
	ランダム波	X
	ランダム波	Y
	ランダム波	Z

日付	加振波	加振方向
10月18日	入力補償ランダム1	6軸
	入力補償ランダム2	6軸
	入力補償ランダム3	6軸
	補償作成（JMA，X,Y,Z）1回目	XYZ
	補償作成（JMA，X,Y,Z）2回目	XYZ
	補償作成（JMA，X,Y,Z）3回目	XYZ
	JMA神戸波100%	XYZ
	ランダム波	X
	ランダム波	Y
	ランダム波	Z
10月21日	入力補償ランダム1	6軸
	入力補償ランダム2	6軸
	入力補償ランダム3	6軸
	補償作成（JMA，X,Y,Z）1回目	XYZ
	補償作成（JMA，X,Y,Z）2回目	XYZ
	補償作成（JMA，X,Y,Z）3回目	XYZ
	補償作成（JMA，X,Y,Z）4回目	XYZ
	JMA神戸波80%	XY
	ランダム波	X
	ランダム波	Y
	ランダム波	Z

注）国土技術政策総合研究所と独立行政法人防災科学技術研究所との共同研究「建築物スケルトンの健全性評価へのモニタリング技術適用に関する共同研究」に基づき、防災科研よりデータを貸与頂いた実験ケースについて、黄色の網掛けで示した。

4）検証事項

（1）管理技術 WG センサシステムの実装

多世代利用総プロ管理技術 WG としての SHM システムを実装し、平成 22 年 10 月 18 日の JMA 神戸波入力時及びその前後の常時微動の計測・評価を通じて、技術の適用性、サービスの成立可能性を検証する（3.3 及び 3.4 参照）。

（2）技術者の目視等に基づく調査結果との対応の確認

SHM による計測・評価結果と実際の損傷状態との対応を検証するための材料の 1 つとして、技術者の目視等によるのひび割れ等の比較データを整備する（3.5 参照）。

（3）繰り返し入力を受けた建物の損傷推定

以下の日程及び防災科研センサを対象とした逆解析を行い、繰り返し地震動入力を受けた建物の全体系及び層レベルの損傷推定を行う。WG 事務局による簡易な逆解析（3.6 参照）と薛委員による詳細な逆解析（3.7 参照）を実施する。

〇対象日：平成 22 年 10 月 12 日・15 日・18 日・21 日の 4 日程

〇対象センサ：各層 3 箇所の加速度計

今回の検証について、仮想時間軸を用いて説明し直すと次のとおり。

2010 年 1 月（平成 20 年度実験）、2012 年（平成 22 年 10 月 12 日）、2015 年（同 15 日）、2018 年（同 18 日）、2021 年（同 21 日）と繰り返し地震動入力を受けた建物の全体系及び層レベルの損傷推定を行うという問題設定である。

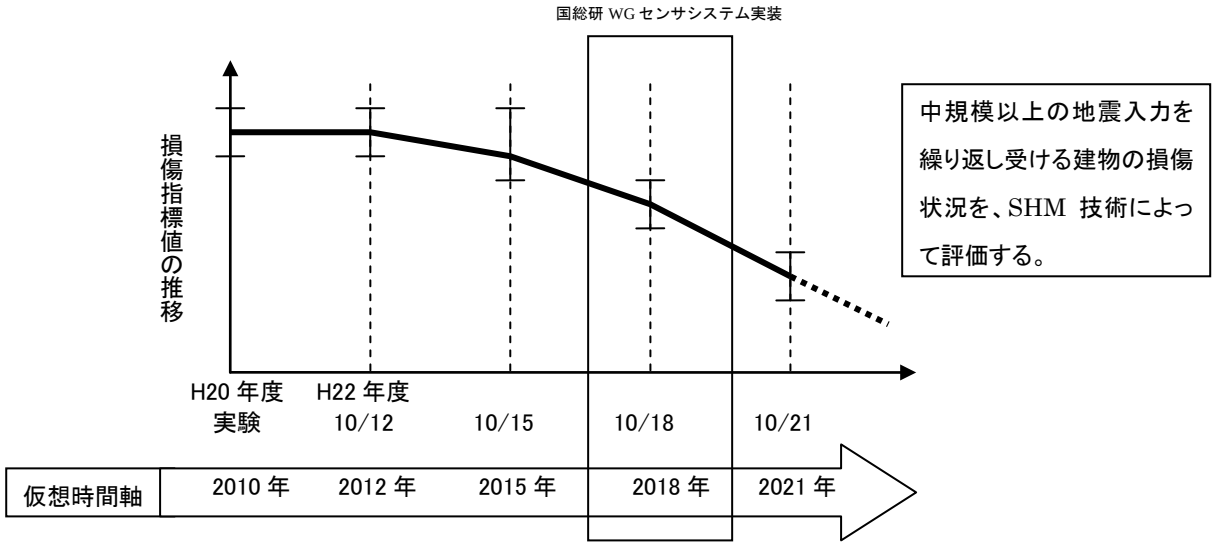


図 3.21　複数日程のデータに基づく逆解析の実施イメージ

３．管理技術 WG センサシステムの実装

平成 22 年度は、防災科学技術研究所と国土技術政策総合研究所の共同研究の一環として、防災科研E-defenseが実施する中層RC造の実大規模建築構造物の震動台加振実験において、多世代利用総プロ管理技術WGとしてのSHMシステムを実装し実用性を検証するため、10 月 18 日（月）のJMA神戸波入力時、また、その前後の常時微動の計測を行った。

3.1　検証の目的・ねらい

管理技術 WG として実装する SHM システムの特徴及び検証の目的は、次のとおり。

１）実装する SHM システムの特徴

○国総研発注業務の受託者（三菱総合研究所：MRI）が、実用性の実証の具体例として既存センサ・解析システムを借用し、カスタマイズして構築。

○ベースシステムは、産学連携の K-SHM プロジェクト（慶應義塾大学、設計事務所や建設会社等の民間各社により構成）が、常時微動及び中小地震時の実建物の計測データに基づく構造特性の評価の目的で、プロトタイプシステムとして構築し試験運用しているもの。

○SHM システムの基本構成は、①スマートセンサと、２台のサーバ（②センサゲートウェイ、③データ管理・解析サーバ）である。この他、設置環境に応じて①⇔②間のデータ通信に必要となる機器が存在する。

○上記、SHM システムは、計測・通信・解析の情報インフラとして利用するものであり、計測されたデータ、解析結果等の情報コンテンツは、国総研（管理技術 WG）の検討の目的に限り、利用・管理する。

２）検証のポイント

○管理技術 WG として今回実装したセンサによる計測データに基づき、ほぼリアルタイムで逆解析を行い、大規模な地震入力を受けた建物の損傷評価を行えるかどうか

○対象住宅、遠隔地 A（ユーザ）、遠隔地 B（診断サービス事業者）の異なる地点間で仮想 SHM サービスが成立するかどうか

【平成 20 年度・21 年度管理技術 WG の取組みとの相違点】

平成 20 年度には、防災科学技術研究所と国土技術政策総合研究所の共同研究の一環として防災科研 E-defense で実験が行われ、20 年度・21 年度と引き続き、防災科研のセンサデータに基づき、大規模な地震入力を受けた建物の損傷評価を行えるかどうかについて検証した。

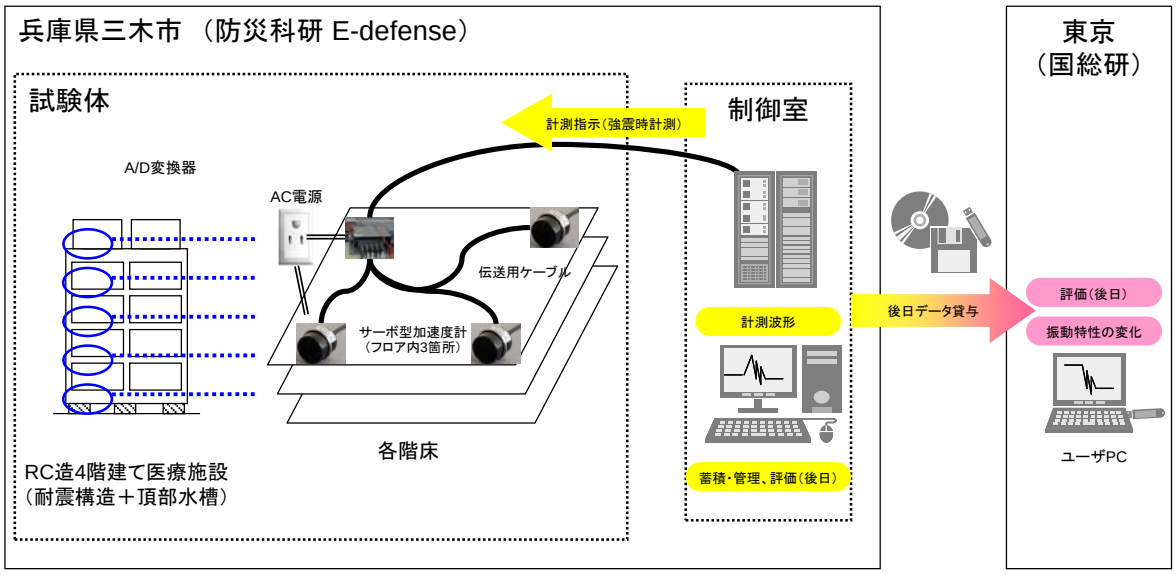


図 3.22　平成 20 年度における検証の枠組み

これに対して平成 22 年度は、多世代利用総プロ管理技術 WG の３ヵ年の技術的な検討の総まとめとして、SHM 技術の到達点と今後の課題を明らかにする目的から、独自の SHM システムを実装した点が、新しい取組みである。

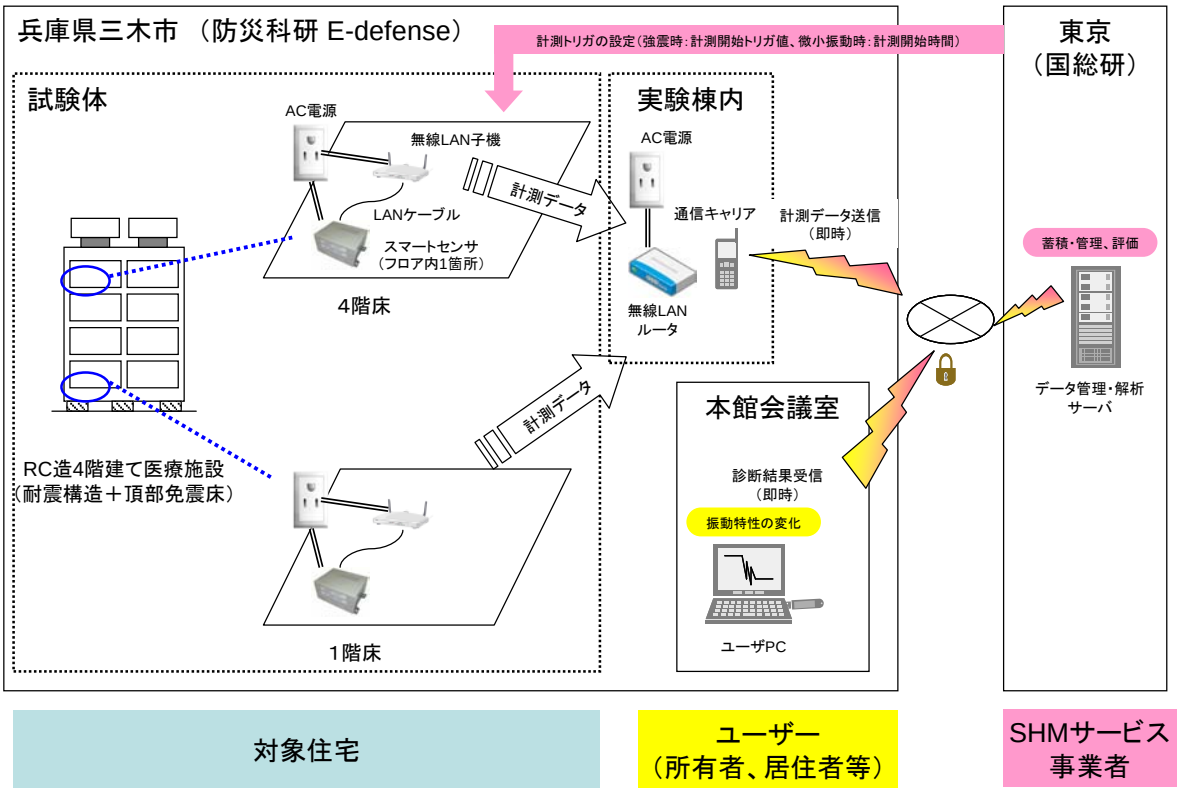


図 3.23　平成 22 年度における検証の枠組み

3.2 SHM システムの設計・構築

SHM システムの設計・構築の考え方を以下に示す。

1）仮想 SHM サービスの形態

平成 22 年度 E-defense 実験では「計測のタイミング」及び「推定のレベル」の２つの観点から、次のような SHM サービスの形態を模擬し、検証することとした。

【強振動時】　強振動の把握　に基づき　全体レベル　の評価を行う SHM サービス
【平時】　微小振動の把握　に基づき　全体レベル　の評価を行う SHM サービス

3.1 で整理した SHM サービスの項目・内容に対して、本検証がどのような位置づけにあるかを示す。

表 3.9　SHM サービスの項目・内容と本検証の位置づけ

サービスの項目		サービスの内容
①データの取得	データはいつ計測するのか？	☑被災時計測 ☑定期計測 ☑被災後計測
②状態の推定	対象建物のモデル特性について どのレベルまで推定できるのか？	☑全体 □層 □部材
③診断	推定結果をどのような考え方に 基づき解釈するのか？	☑自己評価 □相対評価
④診断結果の提供	ユーザに対してどのような情報を 提供するのか？	☑基本情報 ☑被災直後の安全行動の支援情報 □被災後の安心情報 □判断・対応の支援情報 □使用性に係る情報 □その他
⑤SHM 情報の蓄積・管理	記録として管理するための データ項目やアクセス権限は どうなっているか？	※表 3.10 参照

① センサの計測開始条件をサーバ側で設定することにより、強振動及び微小振動の双方の計測を可能とするため「被災時計測」「定期計測」「被災後計測」を対象とした。
② 推定のレベルとしては、必要最低限のセンサを用いて「全体系」を対象とした。
③ 診断の考え方は、強震・強風を受ける前後で推定結果を比較する「自己評価」を基本とした。

④　情報提供内容としては、スマートセンサによる計測データ、伝達関数等の「基本情報」に加え、被災直後に固有振動数等の指標の推定結果を迅速に情報提供可能であるかどうかを検証した。

⑤　SHM 情報の蓄積・管理に関しては、別表にデータ項目とアクセス権限を示す。

表 3.10　データ項目・アクセス権限

ユーザ権限					システム管理者	建物管理者	一般ユーザ
ユーザ情報	ユーザ追加				○	×	×
	ユーザ権限変更				○	×	×
	ユーザー覧				○	×	×
サーバ情報	サーバ情報閲覧				○	×	×
イベント情報	イベント情報閲覧	イベント追加			○	×	×
建物情報	建物情報閲覧	建物追加			○	○	×
		建物編集			○	○	×
センサ情報	センサ初回利用登録				○	○	×
	センサ情報閲覧	センサ情報編集			○	○	×
解析情報	建物選択	日時選択		解析結果閲覧	○	○	○
即時トリガ	建物選択	トリガ			○	○	○
一時利用	建物情報	建物情報閲覧	建物追加		○	○	×
			建物編集		○	○	×
	センサ情報	センサ初回利用登録			○	○	×
		センサ情報閲覧	センサ情報編集		○	○	×
	アップロード	建物選択	ファイルアップロード		○	○	○
	解析情報	建物選択	日時選択	解析結果閲覧	○	○	○
プロフィール					○	○	○

出典：「K-SHM プロジェクト 2009 年度報告書」、慶應義塾大学三田研究室

２）機器構成

前１）に示したSHMサービスを実現するために必要な機器構成は、①スマートセンサと、２台のサーバ（②センサゲートウェイ、③データ管理・解析サーバ）である。この他、設置環境に応じて①⇔②間のデータ通信に必要となる機器が存在する。

①スマートセンサ

E-defense試験体内部に設置。寸法は84mm(W)*120mm(D)*56mm(H)。

サーボ型加速度計、AD コンバータ、プロセッサボードの３つの要素から構成される。

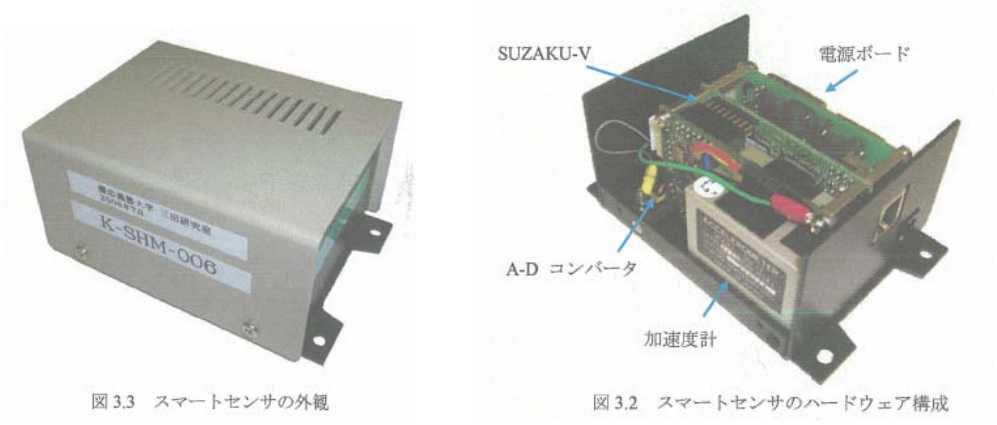


図 3.3　スマートセンサの外観　　図 3.2　スマートセンサのハードウェア構成

図 3.24　スマートセンサの外観（左）とハードウェア構成（右）

出典：「K-SHM プロジェクト 2009 年度報告書」、慶應義塾大学三田研究室

表 3.11　スマートセンサの仕様

表 3.1　スマートセンサの仕様

インターフェイス部	イーサネット	10Base-T／100Base-TX(RJ-45)
	プロトコル	TCP／IP(ポート 80 番使用)
	波形転送	計測データを 3 軸リアルタイム出力
センサ部	加速度計	小型サーボ型加速度計(SQ-32)
	成分数	3 軸(X 軸 Y 軸 Z 軸の 3 成分)
	測定範囲	±2000gal
	周波数特性	DC～100Hz
	分解能	0.004gal 以下
データ部	A/D 変換分解能	∑⊿、24bit
	サンプリング周波数	200Hz
地震記録	記録容量	合計 7 時間(180 秒×3ch×50 波)
	トリガレベル	2000gal まで設定可能
	プレトリガ	10 秒
	ポストトリガ	30 秒
時刻部	内部時計	10ppm カレンダー時計
	時刻同期	センサゲートウェイから 10 分間隔で NTP 情報を取得
連動起動	マスタセンサとスレーブセンサは連動計測可	
電源部	DC6V～9V(専用 AC アダプタ付属)	
寸法	84mm(W)×120mm(D)×56mm(H)	
重量	約 750g	
データ転送容量	メタデータ	2,220～2,260byte(オフセット・最大加速度で変化)
	計測データ	324,000byte(3 分間)
	センサ情報	553byte

出典：「K-SHM プロジェクト 2009 年度報告書」、慶應義塾大学三田研究室

センサ設置数、設置場所等は以下のとおり。

設置数：　試験体全体で２箇所（１階床・４階床）

設置場所：　フロア内の計測に適した位置（防災科研センサ A3 系近傍）※下図★印

固定方法：　試験体床⇔固定用板を接着剤、固定用板⇔センサ底板をビス留め

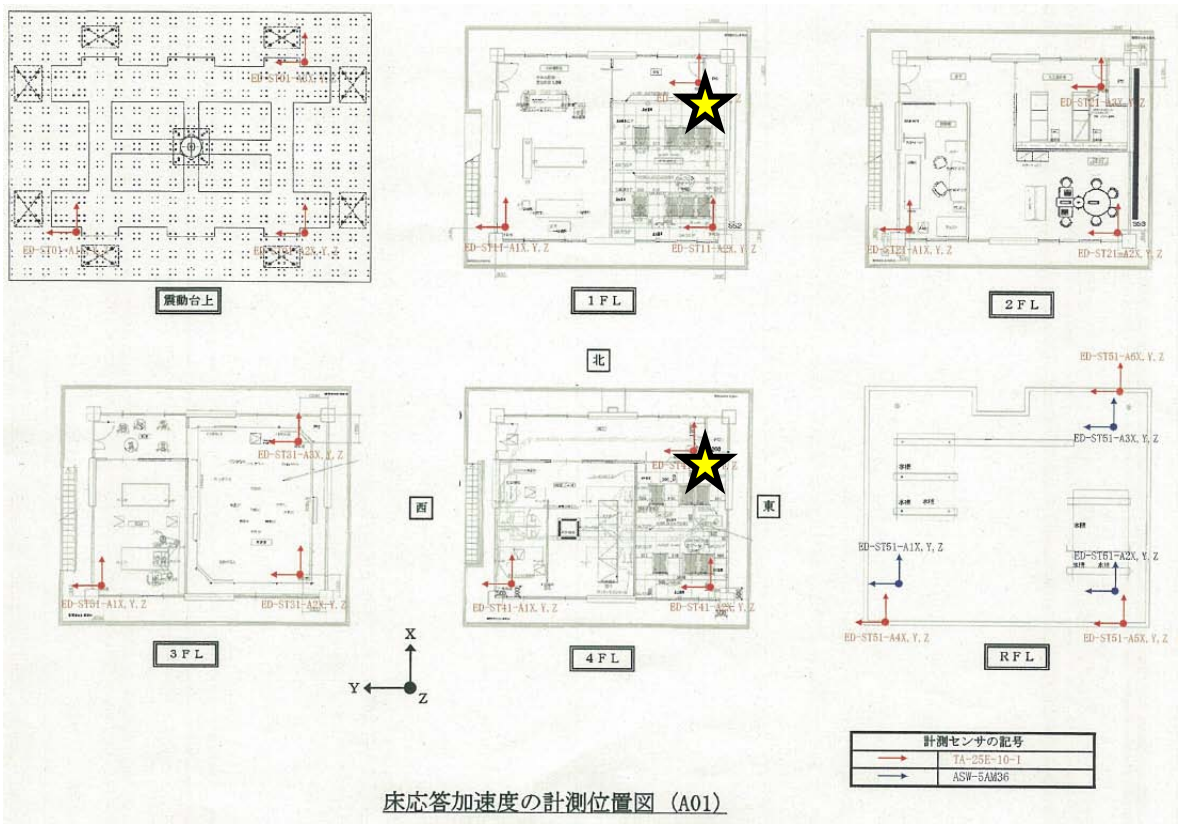


図 3.25　試験体の平面図及びスマートセンサの設置箇所

②センサゲートウェイ

設置場所は東京。

センサユニットから送信される計測データを受信し、データ管理サーバにあるデータベースに格納する。

③データ管理・解析サーバ

設置場所は東京。

DB を管理しており、権限付与されたユーザに対してインターネットで情報を公開している。

ユーザがインターネットを通じて解析要求を行った場合、センサゲートウェイと同期しているフォルダ内にある計測データを使用し、逆解析を行う。そして、解析結果はデータサーバ内にある DB に格納される。

３）SHM システムの構築・実装

国総研ＷＧとして SHM システムを実装する際は、E-defense の施設側の条件を踏まえ、防災科研のセンサに影響の無い範囲で構築する必要がある。

そこで次の３つのシステム案を検討し、実験前のプレテストの結果を踏まえて、どのシステム案で構成するかを検討することとした。

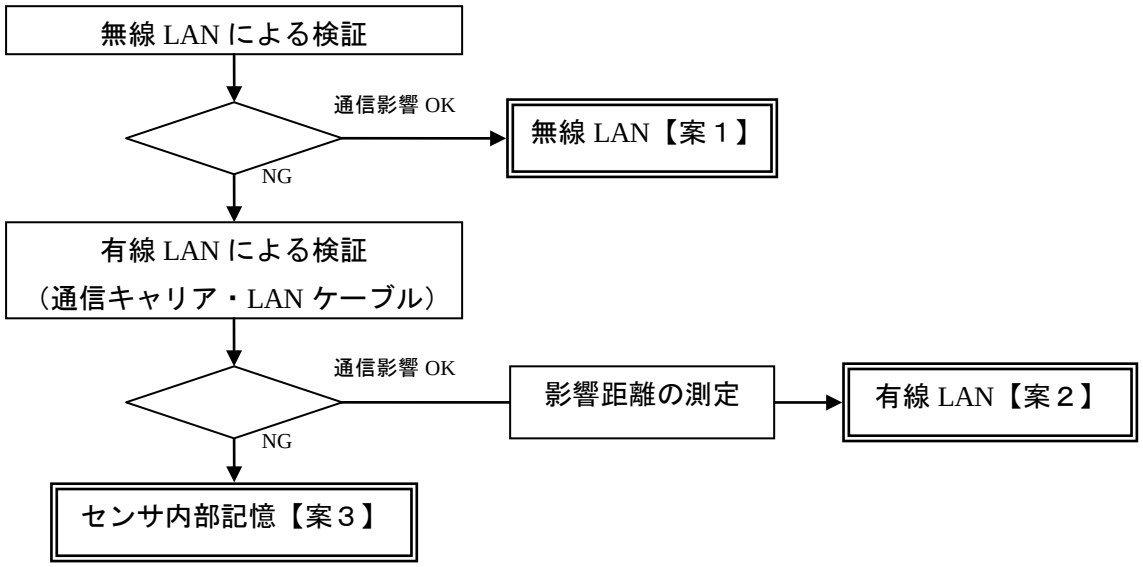


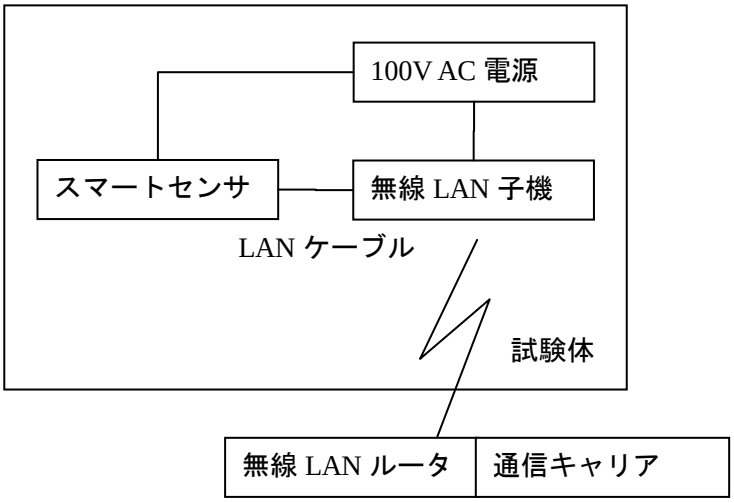
図 3.26　SHM システムの構成機器の決定のためのプレテスト手順

プレテストの結果、無線LANシステムを構築できることが判明したことから、案１の無線LANシステムを構築する方針とした。想定していた３つのシステムの概要は以下のとおり。

【案１】無線 LAN システムによる即時評価サービスの検証

《試験体内部》スマートセンサ＋LAN ケーブル＋無線 LAN 子機を２式（１階床・４階床）

《試験体外部》無線 LAN ルータ＋通信キャリア

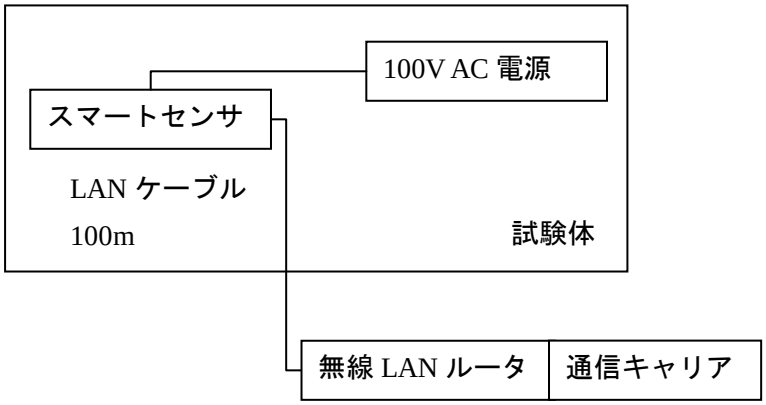


試験体内及び実験棟内における無線通信の周波数帯について、防災科研のセンサへの影響の有無を確認する。

影響がある場合、案２を検討することとした。

図 3.27　【案１】無線 LAN システムの構成

【案２】影響距離に配慮した有線 LAN システムによる即時評価サービスの検証
《試験体内部》スマートセンサ＋長距離 LAN ケーブルを２式（１階床・４階床）
《試験体外部》無線 LAN ルータ＋通信キャリア

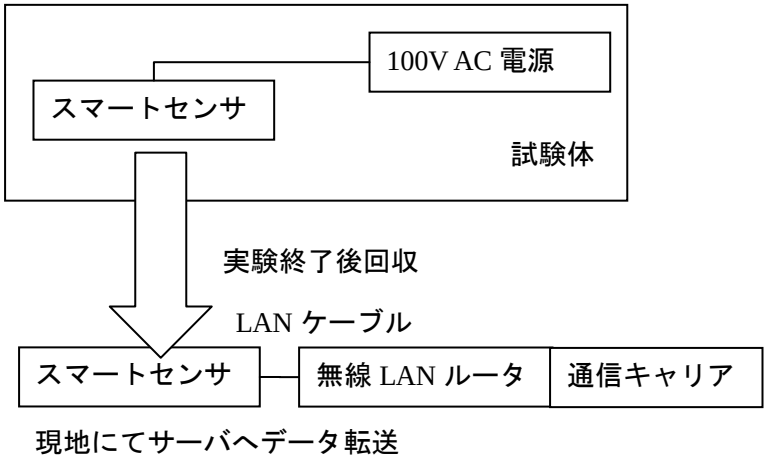


試験体内の LAN ケーブルがノイズ源として作用するかどうか、また、実験棟内における無線通信の周波数帯が防災科研のセンサへの影響の有無を確認する。

影響がある場合、できるだけ無線の発信元を離す方針とした。それでもＮＧであれば、案３を検討することとした。

図 3.28　【案２】有線 LAN システムの構成

【案３】センサの内部記憶装置を活用した事後評価サービスの検証
《試験体内部》スマートセンサ２式（１階床・４階床）
《試験体外部》スマートセンサ２式＋無線 LAN ルータ＋通信キャリア



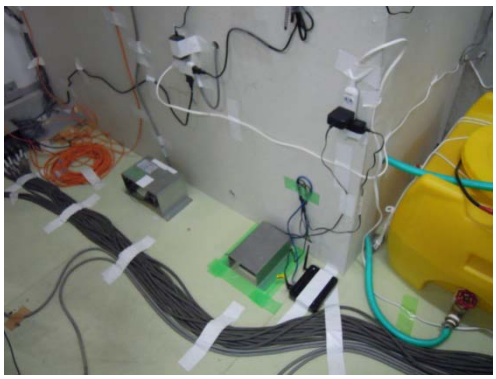
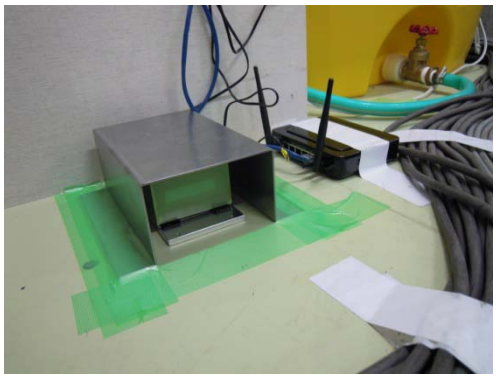
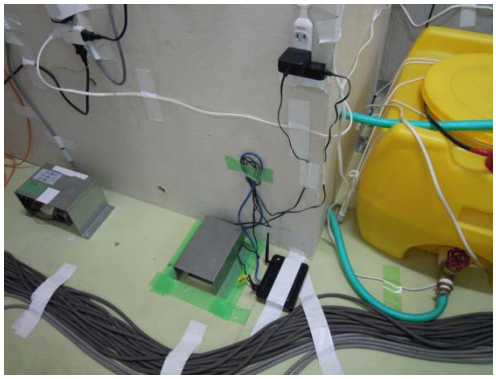
案１・案２のいずれも採用困難な場合は、内部記憶装置を活用して後日の評価を行うこととした。

図 3.29　【案３】センサ内部記憶システムの構成

3.3　SHM システムによる計測・評価の実施

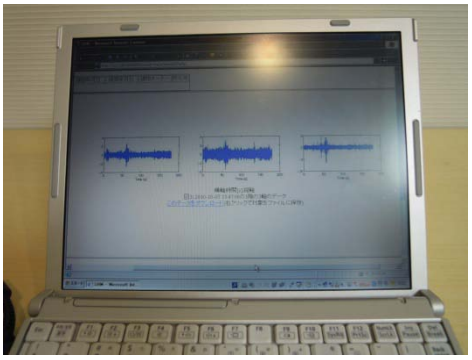
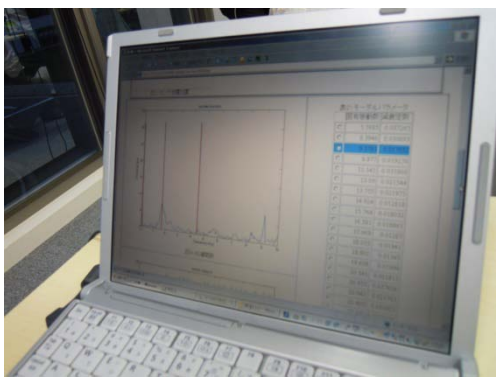
防災科研E-defenseが10 月 18 日（月）に実施した中層RC造の実大規模建築構造物の震動台加振実験における、多世代利用総プロ管理技術WGとしてのSHMシステムの検証実験の状況を以下に示す。

<table>
<tr>
<td></td>
<td>試験体の全景

制御室から見て右側（西側）から撮影</td>
</tr>
<tr>
<td>

</td>
<td>１階床のスマートセンサ

【加振前】（上２枚）
スマートセンサと無線 LAN 子機を、制御室から見て左側の部屋の左手前スペース（防災科研センサの隣）に設置。
センサと子機は LAN ケーブルで接続し、それぞれ AC 電源から電力供給。
フロア上にベースを両面テープと接着剤で固定し、センサを載せ、保護カバーを被せている。

【加振後】（下）
正常にデータを計測することができた。
加振前に固定した位置から、特にずれ等は発生していない。</td>
</tr>
</table>

 	４階床のスマートセンサ 【加振前】（上） 1 階床でトリガ値 50gal を超えた場合あるいは時刻指定があった場合に、4 階床でも自動的に計測を開始する仕組みとした。 【加振後】（下） 補償波加振の際、ここ4 階の無線LAN子機から 1 階の親機に向けての通信に障害が生じ、一部でデータ欠落が生じた。 加振前に固定した位置から、特にずれ等は発生していない。
	実験棟内の無線 LAN ルータ 【加振前】 実験棟内の窓際の一角を間借りし、無線 LAN ルータを設置。1 階・4 階における計測データは、ここから東京にある SHM サーバへと送信される仕組み。
 	本館会議室内のユーザＰＣ 【加振前】（上） 東京にある SHM サーバで解析された結果が、遠隔地の会議室にあるユーザＰＣから閲覧可能。 【加振後】（下） JMA神戸波本加振後のARX同定結果。この画面が出てくるまでに加振後、数分を要した。 以下の実験ケースにおいて、東京との間でのデータの計測・評価に成功した。 ・JMA 神戸本加振 ・JMA 神戸本加振前後の常時微動（油圧印加状態）

４．管理技術 WG センサシステムによる計測データ及び評価結果の検証

国総研ＷＧセンサシステムによって計測された平成 22 年 10 月 18 日のデータより、大きな地震入力を受けた建物の全体系の損傷評価ならびに２地点間の迅速な情報提供が成立するかを検証した。

4.1　データ取得に係る検証

１）強振動時のデータ取得

強振動時（JMA 神戸波入力時）は、1 階床のスマートセンサで、X,Y,Z 方向のいずれかで 50gal を超えた場合に計測を開始し、その 10 秒前から 3 分間のデータをセンサゲートウェイへ伝送する仕組みとした。

JMA 神戸波入力時、下図に示すとおり、1 階 Y 方向でトリガ値を超えた 10 秒前からのデータが正常に計測・収録されており、4 階床のセンサも含め、センサゲートウェイに伝送されたことを確認した。

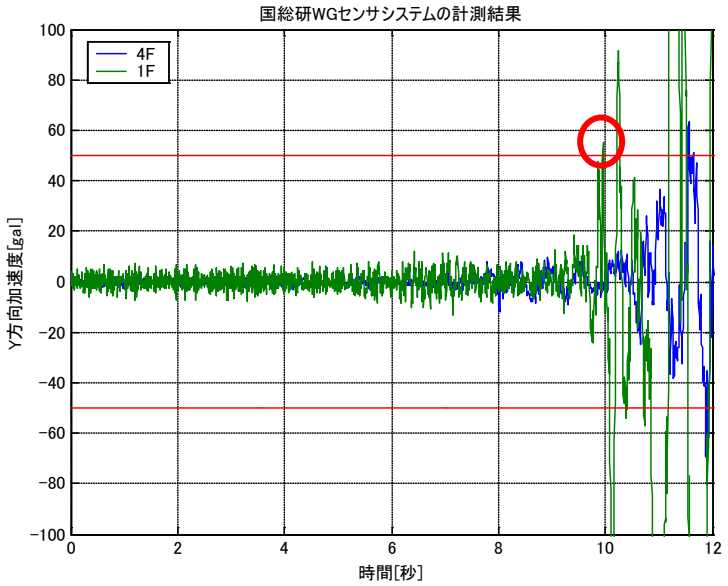


図 3.30　スマートセンサによる強振動時のデータ計測の検証結果

２）微小振動時のデータ取得

微小振動時（JMA 神戸波入力の前後、E-defense 施設の油圧印加・非加振状態）については、時刻指定による計測開始トリガをかける仕組みとした。センサゲートウェイ側で NTP サーバとの時刻合わせを 10 分おきに行っており、この場合においても、指定日時に併せて正常に計測が行われることを確認した。

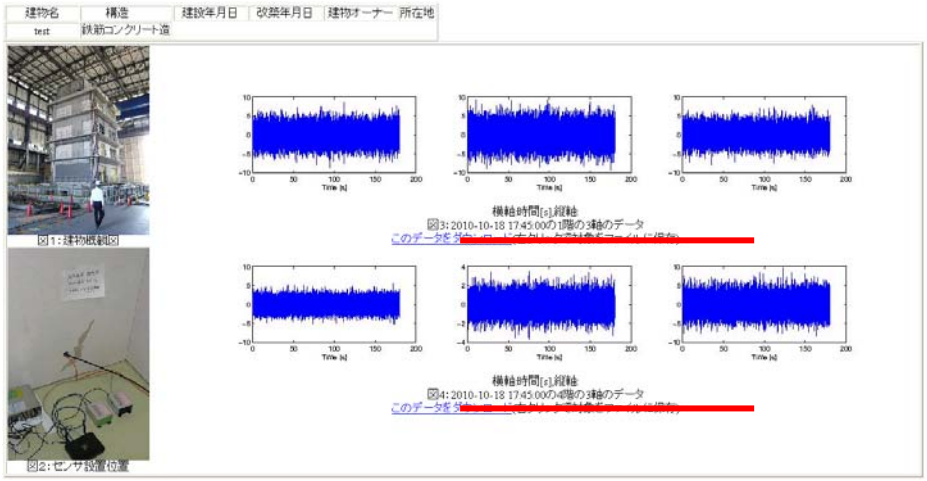


図 3.31　スマートセンサによる微小振動時のデータ計測の検証結果

4.2　逆解析に係る検証

データ管理・解析サーバにおけるデータの逆解析が正常に行われたかどうかについて、強震時・微小振動時の双方について検証する。

なお、実装した SHM システムは、ユーザ側で適用する逆解析手法を選択するとともに、推定した指標の経年変化についても参照できる仕組みとなっている。



図 3.32　国総研 WG センサシステムによる解析手法の選択画面

1）強振動時の逆解析

スマートセンサにより計測された JMA 神戸波加振時の 1 階 X 方向（入力）・4 階 X 方向（出力）加速度データに基づく、伝達関数の算出結果を示す。

1.7Hz 付近に 1 次のピークが認められる。ただし本来は、強震時の計測結果は短い区間長のデータに区切って推定を行う必要があるが、ここでは 10.805[s]ー45.805[s]の主要動約 35 秒間のデータを全て使用している。

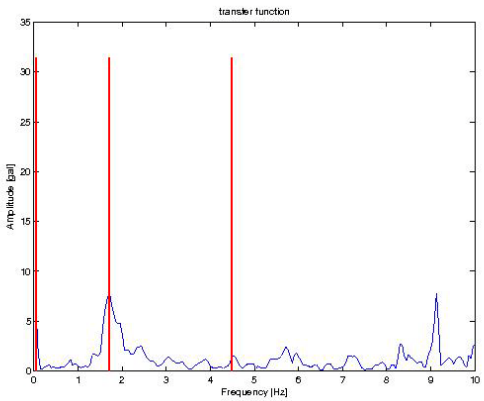


図 3.33　10/18 JMA 神戸波加振時の X 方向伝達関数

部分空間法によるモーダルパラメータの推定結果は以下のとおり。

推定された極情報からモードを自動推定している関係上、表に掲載されたパラメータは必ずしも正しく抽出されていないが、グラフ上は 1.7Hz 付近に 1 次のピークが認められる。

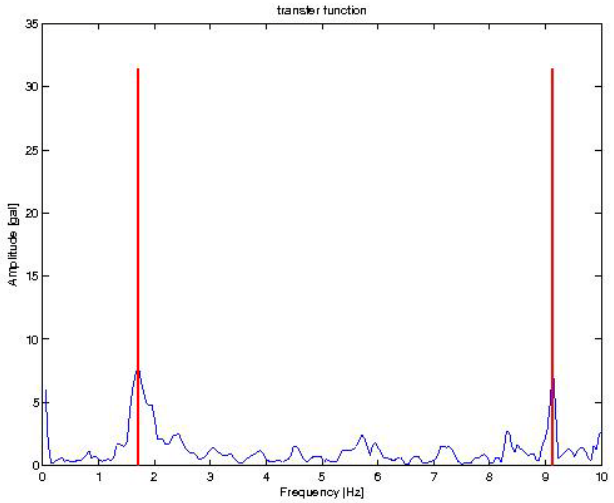


表3:モーダルパラメータ

	固有振動数	減衰定数
○	2.159	0.030915
○	9.6732	0.036603
○	13.232	0.028029
○	16.937	0.011653
○	20.048	0.018373
○	26.464	0.0095601
○	47.56	0.012043
○	49.905	0.015492
○	59.77	0.032344
○	63.684	0.042233
○	69.913	0.0037364
○	77.088	0.010664
◉	削除の場合はこちら	

変更

:データベースに登録されている固有振動数

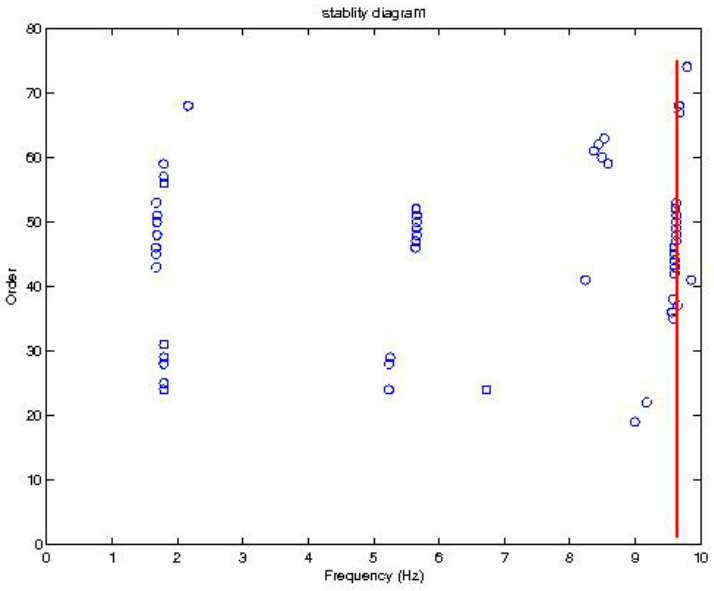


図 3.34　10/18 JMA 神戸波加振時の X 方向のモーダルパラメータ推定結果
（伝達関数、固有振動数、減衰定数、モード安定性）

２）微小振動時の逆解析

スマートセンサにより計測された JMA 神戸波加振後の微小振動時（E-defense 施設の油圧印加・非加振状態）の 1 階 X 方向（入力）・4 階 X 方向（出力）加速度データに基づく、伝達関数の算出結果を示す。

ＡＲＸモデル、部分空間法の双方とも、2.2Hz 付近に 1 次のピークが認められる。

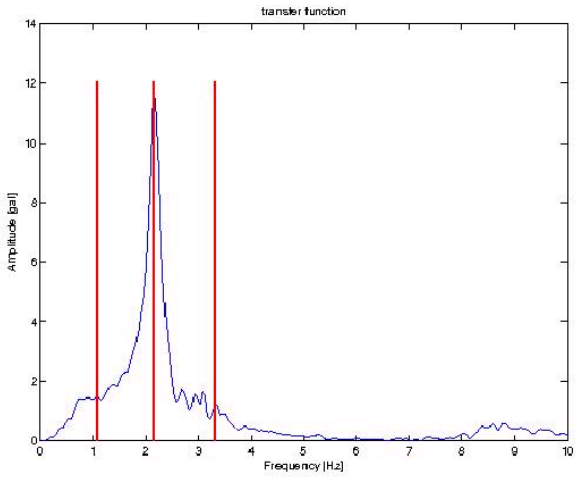


図4:伝達関数

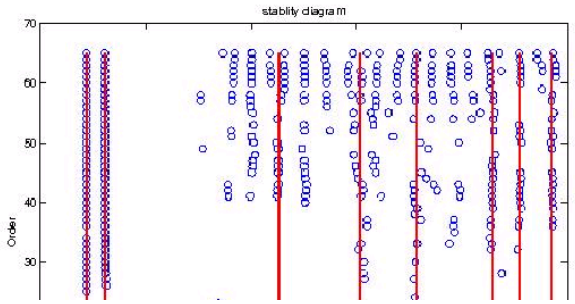


表2:モーダルパラメータ

	固有振動数	減衰定数
●	2.1731	0.024708
○	3.0491	0.036715
○	8.6456	0.049601
○	9.2219	0.036018
○	10.041	0.029192
○	10.9	0.0372
○	11.564	0.031704
○	12.512	0.024337
○	13.486	0.037853
○	14.845	0.035465
○	15.508	0.035309
○	16.125	0.033318
○	17.056	0.028475
○	17.839	0.019121
○	18.607	0.019865
○	19.479	0.018658
○	20.277	0.022247
○	21.233	0.020238
○	21.797	0.021362
○	22.733	0.01653
○	23.557	0.027528
○	24.35	0.019131
◉	削除の場合はこちら	

変更

:データベースに登録されている固有振動数

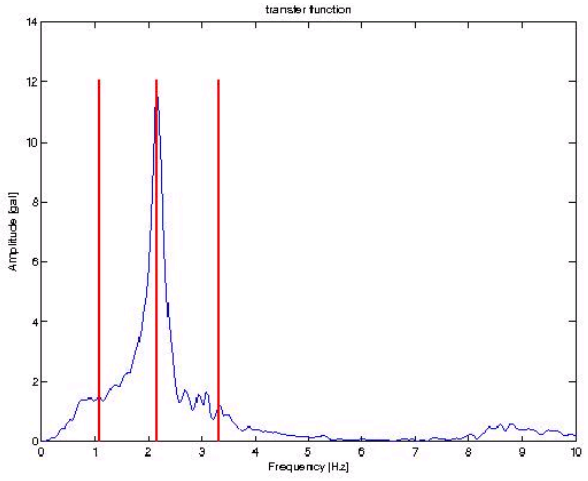


図4: 伝達関数

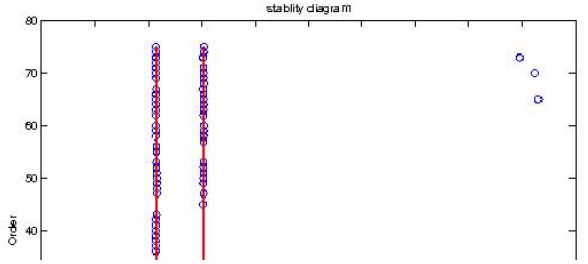


表3:モーダルパラメータ

	固有振動数	減衰定数
○	2.1463	0.031689
●	3.0328	0.033144
○	15.258	0.038228
○	17.735	0.035003
○	26.503	0.022245
○	34.063	0.030462
○	43.205	0.026415
○	47.368	0.021767
○	52.155	0.021133
○	52.946	0.015635
○	55.422	0.0091895
○	58.125	0.013645
○	61.14	0.015954
○	63.183	0.013982
○	64.566	0.0043855
○	66.093	0.024328
○	70.407	0.0049754
○	72.193	0.0019859
○	76.906	0.0093442
○	78.915	0.0035515
○	83.068	0.01203
○	83.544	0.022117
○	86.964	0.020677

図 3.35　10/18 微小振動時（E-defense 施設の油圧印加・非加振状態）の X 方向のモーダルパラメータ推定結果（上から ARX モデル、部分空間法）

4.3　管理技術WGセンサシステムの検証結果の総括

管理技術 WG センサシステムによる検証結果を、以下にまとめる。

●異なる地点間で、計測データや評価結果のやりとりが正常に行われた。

当初の検証目的にあった「仮想 SHM サービス」が成立し得ることを確認した。

人がセンサ・ＰＣを持ち込みその場で計測し、後日報告書を送付するといったサービスは一部の事業者が既に提供しているが、それよりも高いサービス水準に該当すると考えられる。

●強振動時・微小振動時の双方でデータ計測を行うことができた。

遠隔地からスマートセンサの計測トリガを設定することによって、いつ起こるか分からない強振動時の計測が可能であること、ユーザの任意のタイミングで微小振動時の計測が可能であることを、確認した。

●無線 LAN による実用性の高いセンサシステムの実用可能性が示された。

無線 LAN を構築し、従来多く用いられてきた有線によるデータ伝送に伴うケーブリングの手間やコストを抑えるとともに、実建物で配線困難な状況にも対応できる可能性の高いセンサシステムを構築した。

●少数のセンサから汎用的な手法を用いて建物全体系の評価を行えることが示された。

センサ 2 個の計測データから建物全体の固有振動数を評価することができ、その結果から、損傷を受けた建物の固有振動数が低下している傾向を捉えることができた。

また、複数の逆解析手法を適用したところ、手法による違いは殆ど見られず、比較的安定した推定結果が得られることが分かった。

▼一部で運用上の課題が見られた。

計測・評価を行う場合において、次のような運用上の課題が確認された。ただしこれらは SHM サービス事業者側で十分な開発・テストの期間をとれば改善が見込まれる課題でもあり、当初の検証目的からはやや外れる。

・計測開始トリガが正常に作動しない場合があった
　→センサの稼動状況を定期的に確認する仕組みが必要であった。
・無線通信が不安定となる場合があった
　→多段型中継器等、対象建物の通信環境に即した機器を準備する必要があった。
・モード情報の自動抽出が困難であった
　→専門家が評価結果を検証する体制、自動推定ロジックの見直し等が必要であった。

５．防災科研センサデータに基づく簡易な逆解析

繰り返し地震動入力を受けた建物の振動特性等の変化を捉え、主要構造部の健全性評価に SHM 技術を利活用するための実験データを整備するために、一連の加振実験（10 月 12 日、15 日、18 日、21 日）において防災科研センサによって計測されたデータに基づき、管理技術 WG 事務局（三菱総研）が、簡易な逆解析を行った。

5.1　簡易な逆解析の実施手順

ここでは逆解析の代表的な手順（SHM ガイドライン 3.2 で整理）に沿った「簡易な逆解析」の進め方について、ランダム波に基づく解析例を含めた形で示す。

１）データの前処理

以下３つの方法による前処理を行った。

①計測データのリサンプル

1000Hz でサンプリングされた計測データを 100Hz にリサンプルした。

②データの切り出し及びトレンドの除去

振幅レベルの大きな時間帯の切り出し、低振動数領域の外乱（トレンド）の除去を行った。

③並進 XY 及びねじれ成分の加速度データセットの生成

各階床に配置された加速度計の水平方向成分のデータを用いて、建物の並進成分とねじれ成分の同定用データセットを生成した。並進成分に注目する場合はなるべくねじれの影響をキャンセルするよう、2 箇所のセンサ情報の平均化処理を行う。逆にねじれ成分に注目する場合は、対角上に配置された 2 箇所のセンサ情報の差分をとることにより対応した。

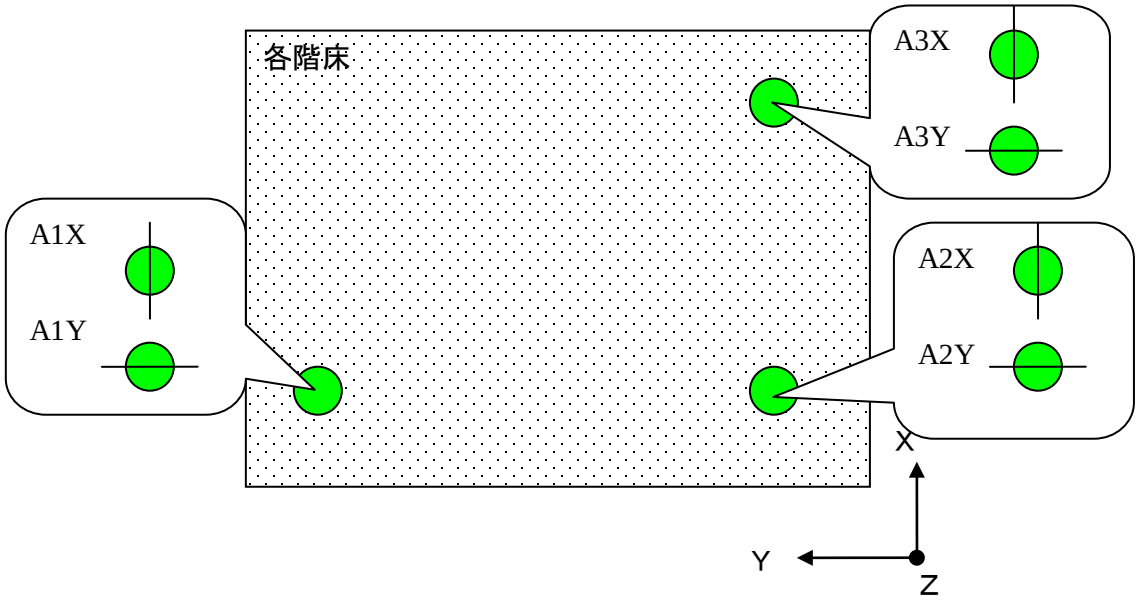
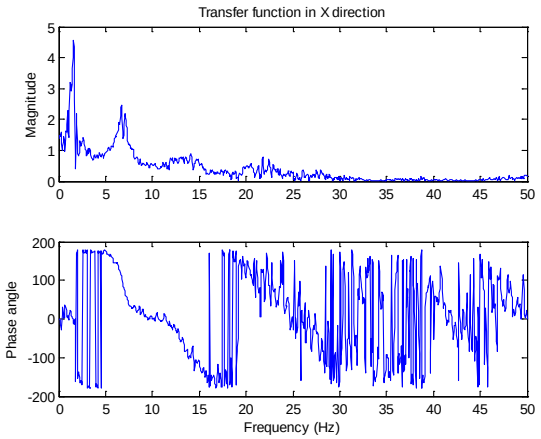


図 3.36　各階床の水平方向成分の加速度計の設置状況

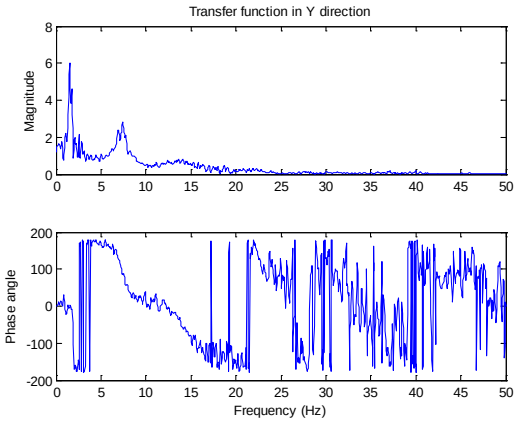
表 3.12　逆解析に用いる並進及びねじれ成分のデータセットの定義

	入力データ	出力データ
並進X成分 （短軸）	1 階床 $1F-Trans.X:\frac{[A1X]+[A2X]}{2}$	R 階（2階～4 階までも同様）: $RF-Trans.X:\frac{[A1X]+[A2X]}{2}$
並進Y成分 （長軸）	1 階床: $1F-Trans.Y:\frac{[A2Y]+[A3Y]}{2}$	R 階（2階～4 階までも同様）: $RF-Trans.Y:\frac{[A2Y]+[A3Y]}{2}$
ねじれ成分	1 階床: $1F-Tors.:\frac{[A3X]-[A1X]}{2}$	R 階（2階～4 階までも同様）: $RF-Tors.:\frac{[A3X]-[A1X]}{2}$

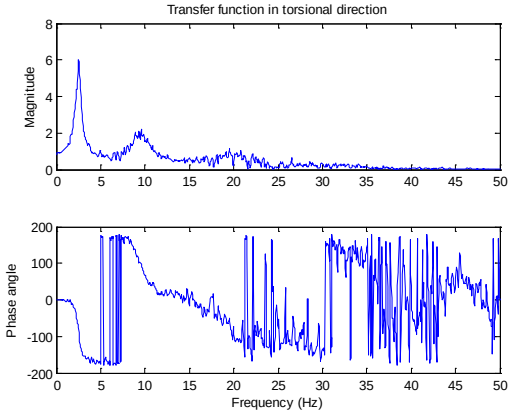
R 階床応答加速度を出力、１階床応答加速度を入力として、並進 X 成分（短軸）、並進 Y 成分（長軸）、ねじれ成分のそれぞれについて伝達関数の振幅及び位相を算出した結果を示す。上記のデータセットを生成したことにより、３つの方向成分が程良く分離されていることが確認できる。



並進 X 方向（短軸）



並進 Y 方向（長軸）



ねじれ方向

図 3.37　ランダム波加振時の R 階/1 階の伝達関数の振幅及び位相

２）推定手法の選定

建物の各階で観測されているデータを活用して逆解析を行うため、参照する入出力データを単純にベクトル表記することにより多入力多出力（MIMO）モデルへ容易に拡張可能であり、技術者による設定を必要とするパラメータ数が少なく、数値的に安定なアルゴリズムを採用している、部分空間法を用いる方針とした。部分空間法は、計測されたデータを信号部分空間と雑音部分空間に分解する手法で、通信・制御など多くの分野で用いられている。

各日におけるランダム加振あるいは地震波加振の際に各階で観測された短軸 X 方向加速度データから、部分空間法を用いてモデルパラメータを推定した後、固有振動数、減衰定数、モード形状を求めることとした。

３）モデル構造の選択

部分空間法を用いる場合は、対象建物の振動特性を状態空間モデルに置き換えて、同定問題を解く。システムの次数が n_{states} である n_{in} 入力 n_{out} 出力モデルの離散時間システムの状態空間表現は、次式で与えられる。

$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{A}\mathbf{x}_k + \mathbf{B}\mathbf{u}_k$$
$$\mathbf{y}_k = \mathbf{C}\mathbf{x}_k + \mathbf{D}\mathbf{u}_k$$

但し、$\mathbf{x}_k \in \Re^{n_{states}}$ は状態ベクトル、$\mathbf{u}_k \in \Re^{n_{in}}$ 及び $\mathbf{y}_k \in \Re^{n_{out}}$ は入出力ベクトル、

$\mathbf{A} \in \Re^{n_{states} \times n_{states}}$、$\mathbf{B} \in \Re^{n_{states} \times n_{in}}$、$\mathbf{C} \in \Re^{n_{out} \times n_{states}}$、$\mathbf{D} \in \Re^{n_{out} \times n_{in}}$ は定数行列。

入出力データから構成されるハンケル行列の特異値分解を行い、モデル次数が増えるにつれて特異値の減少傾向が著しいと考えられる次数を、状態空間モデルのモデル次数として選択する。これは、構造特性を表現する有意な信号成分と雑音成分が張る部分空間を分離し、低次元化を行うプロセスである。

例えば 10/18 のランダム加振データの並進 X 方向加速度を対象として、計測データ 1000 個を 200 行 800 列のサイズのハンケル行列（100Hz でリサンプルしているため 10 秒分のデータにあたる）に格納し、特異値分解を行った結果は次のとおり。

建物は 4 自由度系としているため最低 8 以上のモデル次数が必要となるが、通常、その 2 倍以上の次数が選択されることが多いことから次数を 16 と設定した。ここではさらに、モデル切り詰めによる推定結果の変動があることを考慮し、もう 1 つのケースとして、モデル次数 20 を選択しておく。

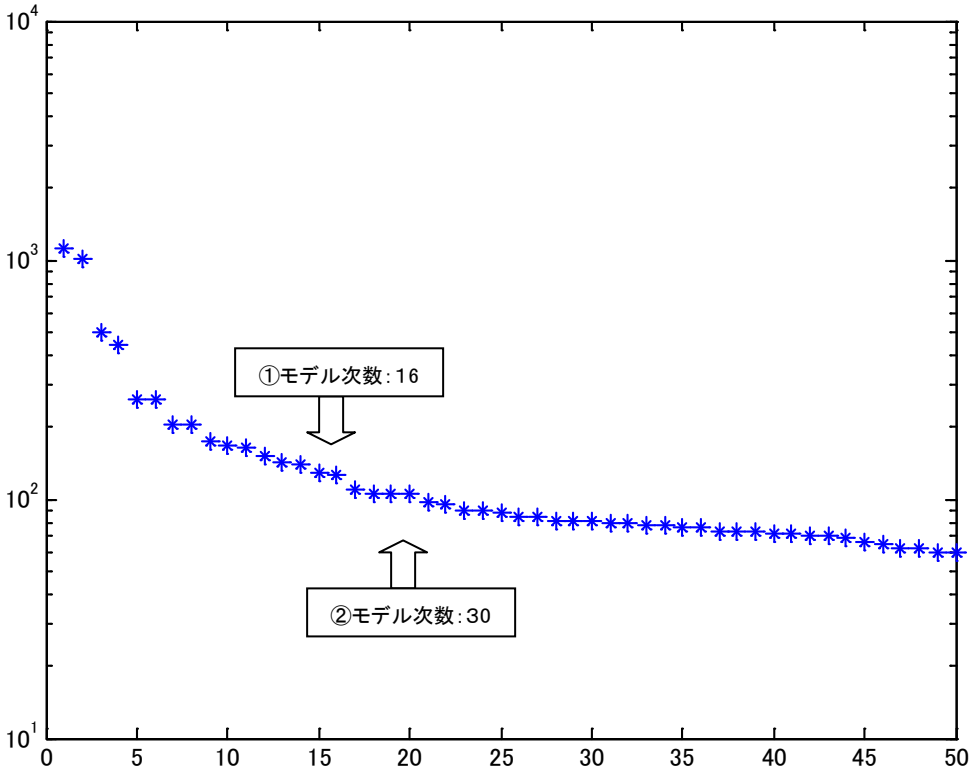


図 3.38　特異値分解のプロットとモデル次数の選択

４）モデルパラメータの推定

状態空間モデルのパラメータ推定問題は、「入力信号 uk 及び出力信号 yk からシステム特性行列 A,B,C,D を推定する」こととして定義され、部分空間法が適用できる。

部分空間法は、自由振動などの出力データのみからパラメータを推定する手法と、入出力データを参照してパラメータ推定する手法に分かれ、提案されているアルゴリズムも多岐にわたるが、今回は MOESP アルゴリズムを用いることとした。

例えば 10/18 のランダム加振データの並進 X 方向加速度を対象として、前項でモデル次数 16 を選択した場合の行列Ａの推定結果は以下のとおり。なお、前項で決定したモデル次数 16 は、この特性行列Ａのサイズに影響するもので、未知パラメータの数に相当する。

行列Ａ＝

0.9909	0.1109	0.0009	0.0099	0.0006	−0.0005	−0.0009	0.0002	−0.0001	0.002	0.0013	−0.0022	0	−0.0012	−0.0006	0
−0.1116	0.9811	0.0053	0.0186	0.0011	−0.0009	−0.001	−0.0002	0.0002	−0.0033	−0.0053	−0.0051	0.0007	−0.0038	−0.0003	0.0002
−0.012	−0.034	0.8905	0.4043	0.0118	−0.0074	−0.0097	0.0034	0.0014	−0.0005	0.0009	−0.0282	−0.0016	−0.0161	−0.0059	0.0021
−0.0123	−0.0312	−0.4115	0.8721	−0.0247	0.0044	0.0109	−0.0136	−0.0014	−0.0007	0.0024	−0.0039	0.0155	−0.0234	0.0182	−0.0109
0	0	−0.0082	0.011	0.8987	0.436	0.006	0.006	−0.0023	−0.0028	0.002	0.0131	0.0055	−0.0002	0.0114	0.001
0.0016	0.0042	0.0142	0.0056	−0.4341	0.8991	−0.0057	0.0068	−0.0014	0.0014	−0.0014	0.0051	−0.0045	0.0106	−0.0054	0.0051
0.0026	0.0068	0.0127	0.0163	−0.0079	−0.0051	0.8843	0.4615	−0.0049	−0.005	0.0033	0.0214	−0.0019	0.0318	−0.0069	0.0024
−0.0014	−0.003	−0.0099	−0.005	−0.0027	−0.0054	−0.4569	0.8855	0.0162	−0.0105	0.0078	−0.0173	0.0165	−0.0291	0.0177	−0.0016
0.0136	0.0354	0.0508	0.103	0.0002	−0.0221	−0.0523	0.0075	0.6478	0.0248	−0.0495	0.5091	−0.0198	0.3468	−0.0309	0.0214
−0.0032	−0.0086	−0.0112	−0.0255	0.0047	0.0068	0.0183	0.0069	0.2002	0.9525	−0.112	−0.1544	0.0074	−0.0751	0.0037	−0.0126
0.0007	0.0041	0.0042	0.0096	−0.0016	−0.0026	−0.008	−0.0043	−0.0582	0.1459	0.9812	0.0939	−0.0109	0.0269	0.0028	0.0086
0.0049	0.0123	0.0219	0.0364	−0.0019	−0.0108	−0.0303	0.0159	−0.5847	0.2329	−0.1454	0.6839	−0.09	−0.1049	0.0026	0.0121
−0.0029	−0.0083	−0.0073	−0.0291	−0.0055	0.0058	0.022	−0.0135	0.1163	−0.0338	0.0158	0.2366	0.8823	−0.3473	−0.0096	0.0306
0.0027	0.0074	0.0081	0.0308	0.0028	−0.0085	−0.0327	−0.0003	−0.2988	0.0964	−0.0339	−0.2491	0.4513	0.7474	0.0729	−0.0085
0.0006	0.0013	0.0051	−0.0027	−0.0067	−0.0009	0.0103	−0.0054	0.035	−0.0047	−0.0048	0.0273	−0.0353	−0.0343	0.8948	0.4513
0.0008	0.0011	−0.0007	0.0102	0.0072	−0.0022	−0.0079	0.0054	−0.0325	0.0158	−0.0065	−0.0687	0.0073	−0.0117	−0.4353	0.889

５）モデルの妥当性検証

モデル構造、モデル次数、モデルパラメータの推定結果が妥当であるかどうかを検証し、必要に応じてこれまでのステップを繰り返す。例えば実際の出力（計測データ）と、前項で推定したモデルに基づくシミュレーション応答との差異を検証したり、同定残差の白色性を確認したりすること等の方法がある。

６）損傷指標の推定

部分空間法により得られる状態空間モデルのモード情報は、状態遷移行列Ａに格納されている。そこで行列Ａの固有値問題を解くことにより、モデル次数分の極 pi を得ることができる。しかしこの中には不安定な極も含まれているため、数ある極の中から、以下の考え方に基づいて対象建物の振動モードに該当する極を選定する。

- ○　複素共役として現れる極を選定する。
- ○　減衰定数の小さい極を選定する。
- ○　実験的に求めた伝達関数、設計固有周期などの先験情報が得られている場合は、それらと照らし合わせながら選定する。
- ○　極ごとのモード形状を算出し、正負の符号の反転回数などから、妥当なモードであるかどうかを判断する。

伝達関数の極 pi の中からモードに該当する極を抽出した後は、次式により、対象建物の i 次の固有振動数ωi 及び減衰定数 hi を推定する。

$$\omega_i = \frac{|\log p_i|}{\Delta t} = \frac{\sqrt{(\log|p_i|)^2 + (\arg p_i)^2}}{\Delta t}$$

$$h_j = -\frac{\log|p_i|}{\omega_i \Delta t}$$

以下に、10/18 のランダム加振データの並進 X 方向加速度を対象として、モデル次数 16 の場合の算出結果を示す。ここでは 1・2 番目の極が 1 次モード、7・8 番目の極が 2 次モード、15・16 番目の極が 3 次モードに相当すると考えられる。

表 3.13　部分空間法の適用によって得られる極情報とモード選定（モデル次数 16 の場合）

極No.	固有振動数[Hz]	減衰定数	モード形状				
			RF	4F	3F	2F	1F
1	1.7893	0.0673	1	0.8169	0.5488	0.2658	0
2	1.7893	0.0673	1	0.8169	0.5488	0.2658	0
3	2.1082	−0.0075	1	0.9594	0.5449	0.2846	0
4	2.1082	−0.0075	1	0.9594	0.5449	0.2846	0
5	6.4214	0.0216	1	−0.3755	−0.7257	−0.9976	0
6	6.4214	0.0216	1	−0.3755	−0.7257	−0.9976	0
7	6.8508	0.0495	1	−0.0961	−1.1762	−1.2178	0
8	6.8508	0.0495	1	−0.0961	−1.1762	−1.2178	0
9	7.1204	0.0063	1	−0.0542	−1.2479	−1.305	0
10	7.1204	0.0063	1	−0.0542	−1.2479	−1.305	0
11	7.5275	0.0043	1	−0.1633	−1.1167	−1.1717	0
12	7.5275	0.0043	1	−0.1633	−1.1167	−1.1717	0
13	7.9347	0.0017	1	−0.0537	−1.3109	−1.385	0
14	7.9347	0.0017	1	−0.0537	−1.3109	−1.385	0
15	14.6659	0.1211	1	−1.4698	−0.5666	1.4489	0
16	14.6659	0.1211	1	−1.4698	−0.5666	1.4489	0

並進 X 方向の 1 次～3 次モード形状を図示すると以下のとおり。

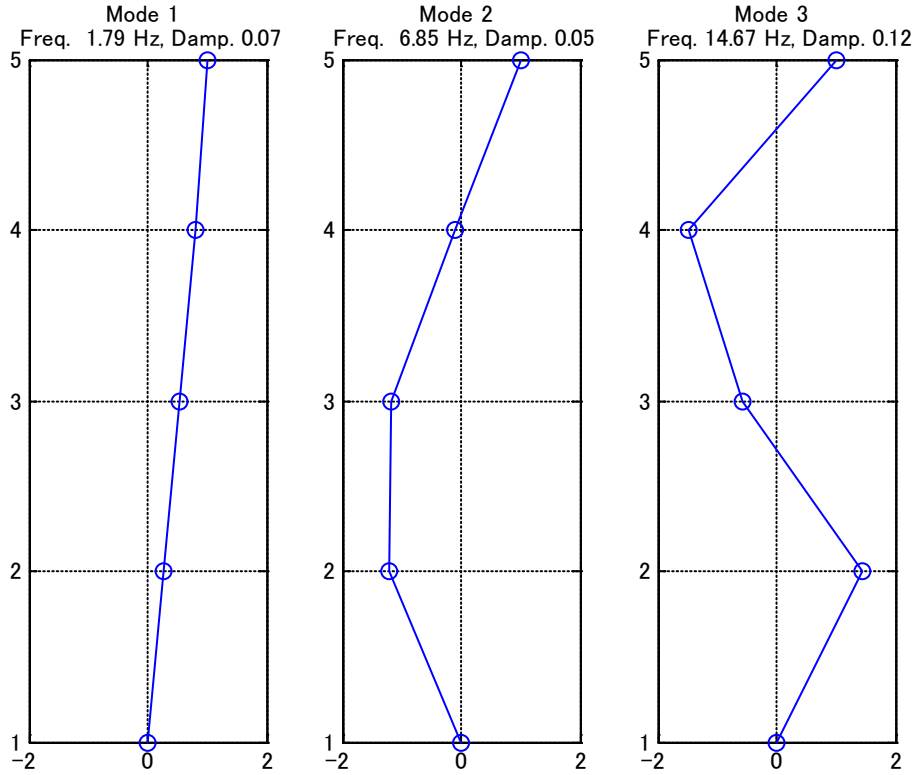


図 3.39　並進 X 方向 1 次～3 次モード（モデル次数 16 の場合）

モデル次数 20 の場合の極情報とモード形状は次のとおり。モデル次数 16 では抽出できなかった 4 次モードの抽出に成功している。ただしモデル次数を増やすほど、より多くの極の中から該当するモードを見分ける必要性が生じることに留意する。

表 3.14　部分空間法の適用によって得られる極情報とモード選定（モデル次数 20 の場合）

極No.	固有振動数[Hz]	減衰定数	モード形状				
			RF	4F	3F	2F	1F
1	1.7937	0.0669	1	0.8216	0.5448	0.2642	0
2	1.7937	0.0669	1	0.8216	0.5448	0.2642	0
3	2.1039	−0.0088	1	0.86	0.5315	0.2507	0
4	2.1039	−0.0088	1	0.86	0.5315	0.2507	0
5	6.2776	0.002	1	−0.0883	−0.9178	−1.146	0
6	6.2776	0.002	1	−0.0883	−0.9178	−1.146	0
7	6.8169	0.0522	1	−0.0617	−1.1878	−1.2885	0
8	6.8169	0.0522	1	−0.0617	−1.1878	−1.2885	0
9	7.1955	−0.0155	1	−0.0759	−1.0936	−1.0512	0
10	7.1955	−0.0155	1	−0.0759	−1.0936	−1.0512	0
11	7.3894	0.0275	1	−0.138	−1.1611	−1.0885	0
12	7.3894	0.0275	1	−0.138	−1.1611	−1.0885	0
13	7.8743	−0.0022	1	−0.1629	−1.1307	−0.9306	0
14	7.8743	−0.0022	1	−0.1629	−1.1307	−0.9306	0
15	8.4509	0.0039	1	−0.2797	−0.9396	−0.8964	0
16	8.4509	0.0039	1	−0.2797	−0.9396	−0.8964	0
17	13.9498	0.083	1	−1.3805	−0.9228	1.8017	0
18	13.9498	0.083	1	−1.3805	−0.9228	1.8017	0
19	20.1144	0.0422	1	−1.8485	1.8903	−1.1341	0
20	20.1144	0.0422	1	−1.8485	1.8903	−1.1341	0

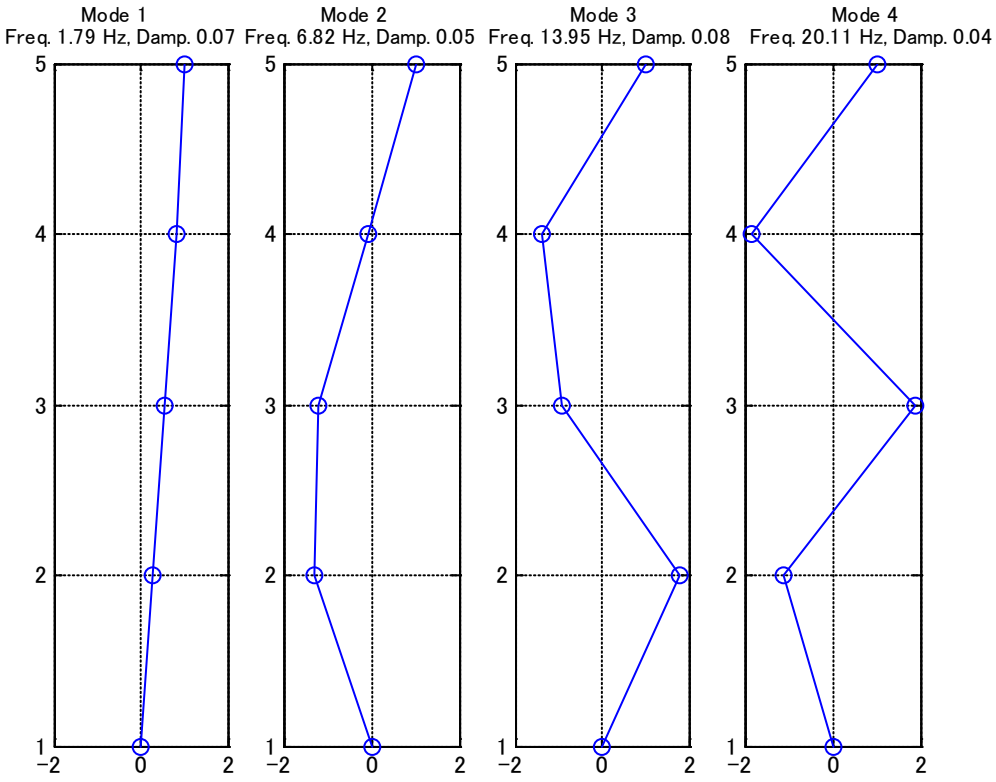


図 3.40　並進 X 方向 1 次～3 次モード（モデル次数 20 の場合）

次に、選定したモードが妥当かどうかを複数の手法により確認する。

1 階床加速度を入力､各階床加速度を出力とし､実験的な伝達関数を 1 フレームのデータ数 2048、1/4 オーバーラップにより算出すると以下のとおり。

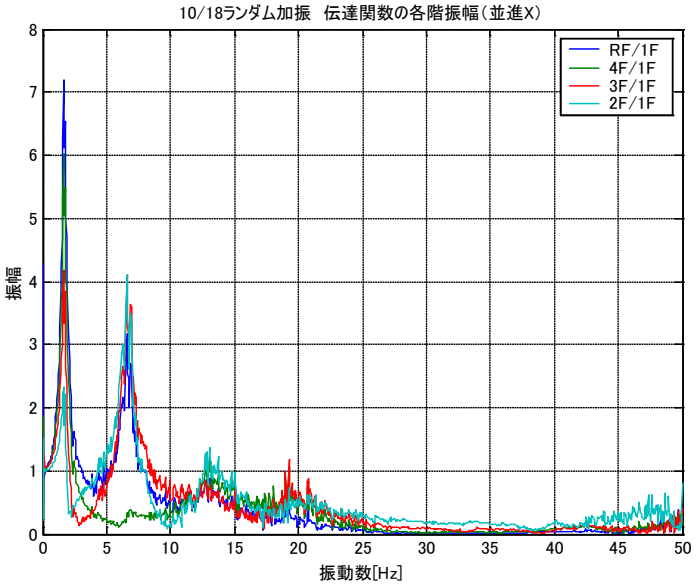


図 3.41　並進 X 方向の伝達関数

次に、モデル次数を 1～50 と変化させた場合に得られる極をプロットする。モデル次数を増減させても安定的に出現するかどうかが判断材料の 1 つとなる。

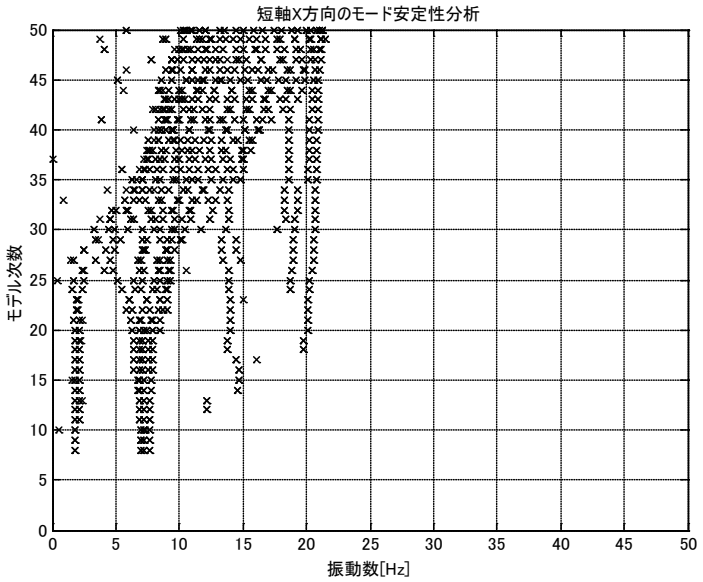


図 3.42　並進 X 方向のモード安定性分析

上記を照らし合わせると、並進 X 方向のモードは、1 次が 2Hz 周辺、2 次が 7Hz 周辺、3 次が 14Hz 周辺、4 次が 20Hz 周辺に存在することが分かり、先ほどのモードの推定結果と整合する。

5.2　ランダム加振データに基づく振動特性の変化

前項の手順にしたがって、平成 20 年度に実施された実験を含め、平成 22 年度の実験各日で行われたランダム加振の並進 X 方向の各階加速度データに基づき、１次～４次のモード情報を推定した結果を以下に示す。

過年度の実験検証でも明らかになったとおり、加振を繰り返すにつれて、各次モード振動数が低下している。特に平成 22 年度は 10/18①（JMA 神戸波加振前）から 10/18②（JMA 神戸波加振後）にかけての 1 次モード振動数の低下が顕著であった。

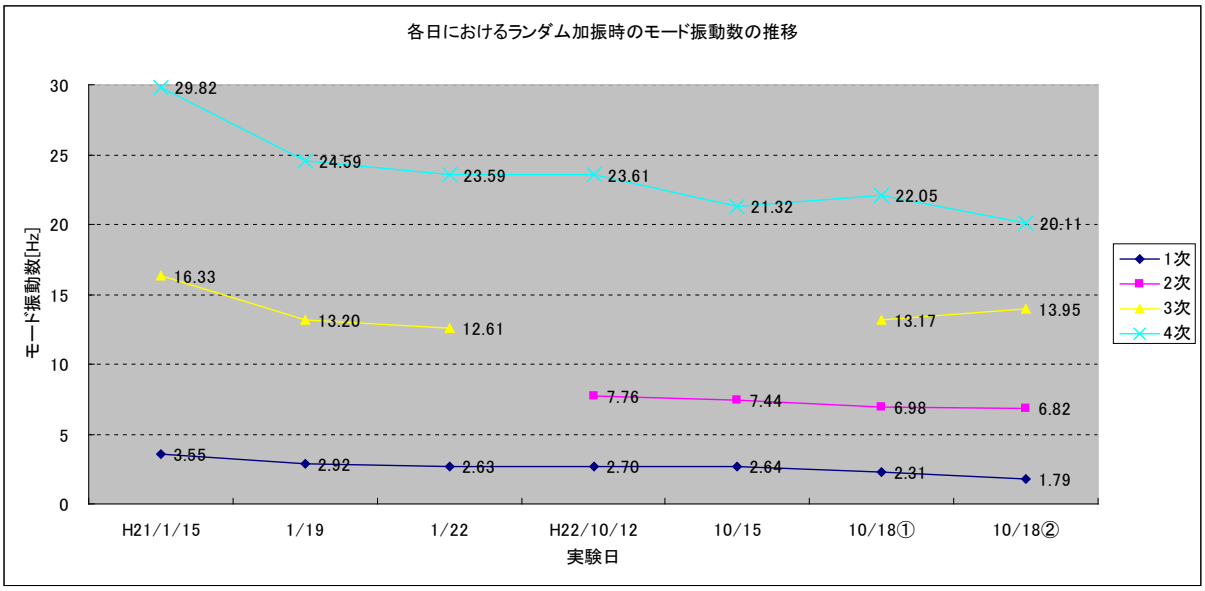


図 3.43　並進 X 方向のモード振動数の経年変化

（注）H22/10/18①は JMA 神戸波加振前、同②は JMA 神戸波加振後を意味する。

（注）1 次及び 4 次に関しては全日程で推定結果が得られているが、2 次モードに関しては平成 20 年度の初期値が、3 次モードに関しては平成 22 年度の実験の一部が欠落している。これはランダム加振で各次モードが励起される度合いが異なるためと考えられる。

各次モード振動数の低下率は以下のとおりである。1 次モードの低下が相対的に顕著であることから損傷が 1 層に集中したと考えられ、これは技術者の目視等による調査結果（1 階において外壁のひび割れや剥落等の被害が顕著）と整合する。

○1 次モード：50%（H22/10/18②時点の H21/1/15 時点に対する割合）

○2 次モード：12%（H22/10/18②時点の H22/10/12 時点に対する割合）

○3 次モード：15%（H22/10/18②時点の H21/1/15 時点に対する割合）

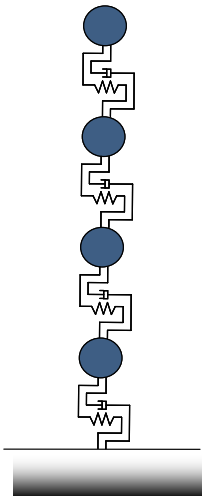
○4 次モード：23%（H22/10/18②時点の H21/1/15 時点に対する割合）

微小振動下における固有振動数に関しては、どの程度の変化をもって補修・補強等の判断基準とするかの知見が不足している。しかし上記の推定結果と、例えば被災度判定区分判定に基づく耐震性能残存率R（約 2 割低下）とを併せて蓄積・管理していくことで、今後、従来手法を代替・補完する技術としての位置づけと、平時における技術利用の可能性が見えてくる。

5.3　地震波加振データに基づく健全性判定

平成 22 年度の実験各日で行われた地震波加振の並進 X 方向の各階加速度データに基づき、層せん断力と最大層間変形量の関係から、層レベルの損傷推定を行った。考え方は以下のとおりである。

ある階層床に作用する慣性力（A）は、上階からの質量と加速度の線形結合から算出することができ、それは当該層におけるばね力・ダンパ力（B）と力学的に釣り合う。



(A)　$f_j = -\sum_{k=j}^{N} m_k \cdot \ddot{x}_k = c_j\left(\dot{x}_j - \dot{x}_{j-1}\right) + k_j\left(x_j - x_{j-1}\right)$　(B)

(A)は、各層質量と、各層で計測された加速度データから算出可能である。

(B)は、ここでは剛性と比較して減衰が十分に小さいものと仮定して無視すると、各階加速度の 2 回積分により得られる層間変位データで除することによって、各層剛性 k を簡易に算出することができる。

なお、ここで推定された層せん断力―層間変位の関係は、防災科研による荷重増分解析の結果（平成 21 年度時点の情報）と比較することができる。

下記グラフによると、荷重増分解析における保有耐力は、層間変形角が 0.01 [rad]すなわち層間変形量で言えば 4cm程度を超えた時点である。

解析モデル上、これに達するのは２階が最も早いとされている。

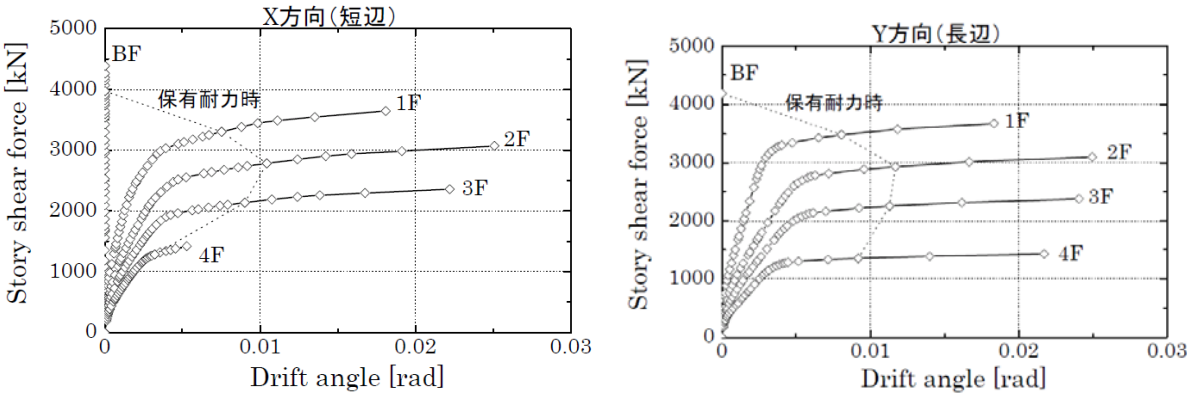


図 3.44　防災科研による荷重増分解析の結果

１）地震波の概要

まず、各地震波の時刻歴波形を示す。

次に、時刻歴波形から入力レベルの大きな時間帯を切り出して伝達関数を算出する。

（１）10/12 横浜波（加振方向 XY）

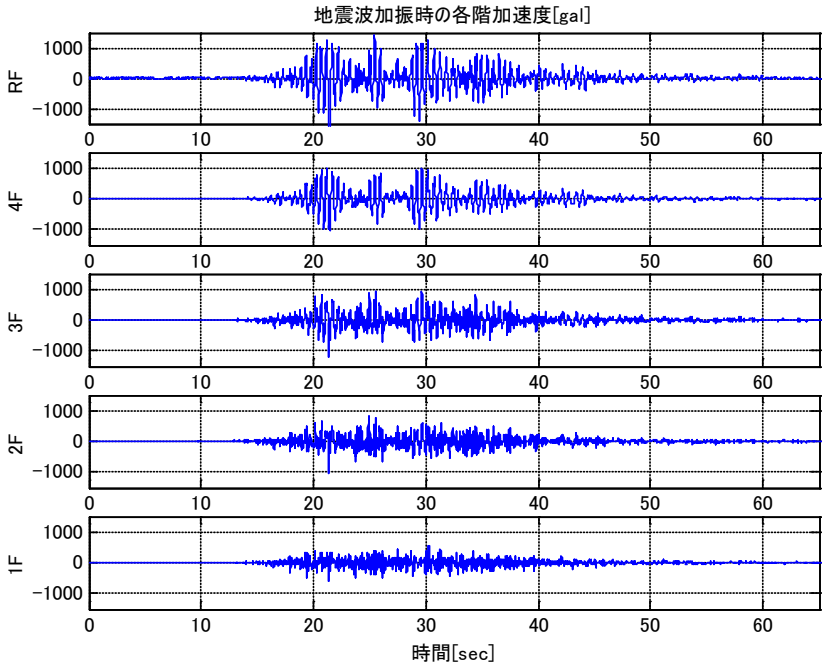


図 3.45　10/12 横浜波加振時の並進 X 方向の各階加速度

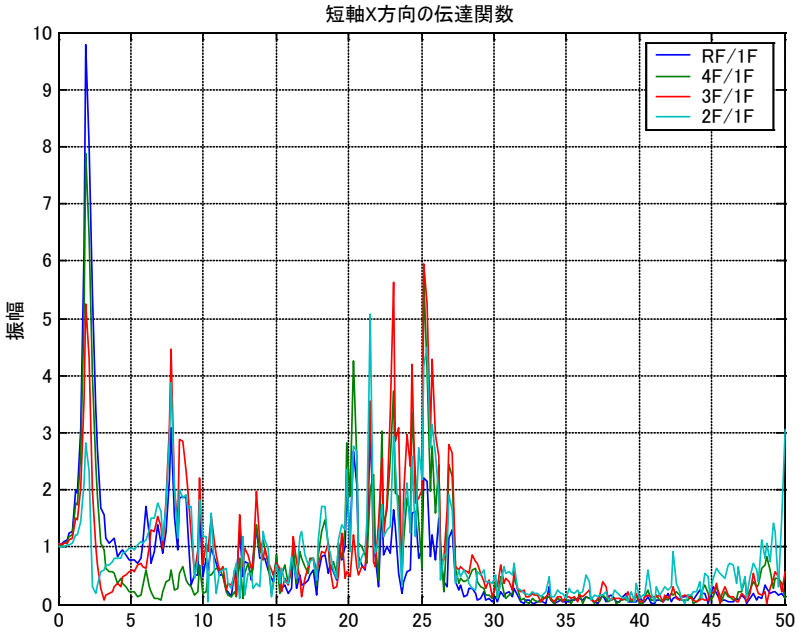


図 3.46　10/12 横浜波加振時の並進 X 方向の各階伝達関数（20-40 秒区間）

（２）10/15 エルセントロ波（50kine で基準化）

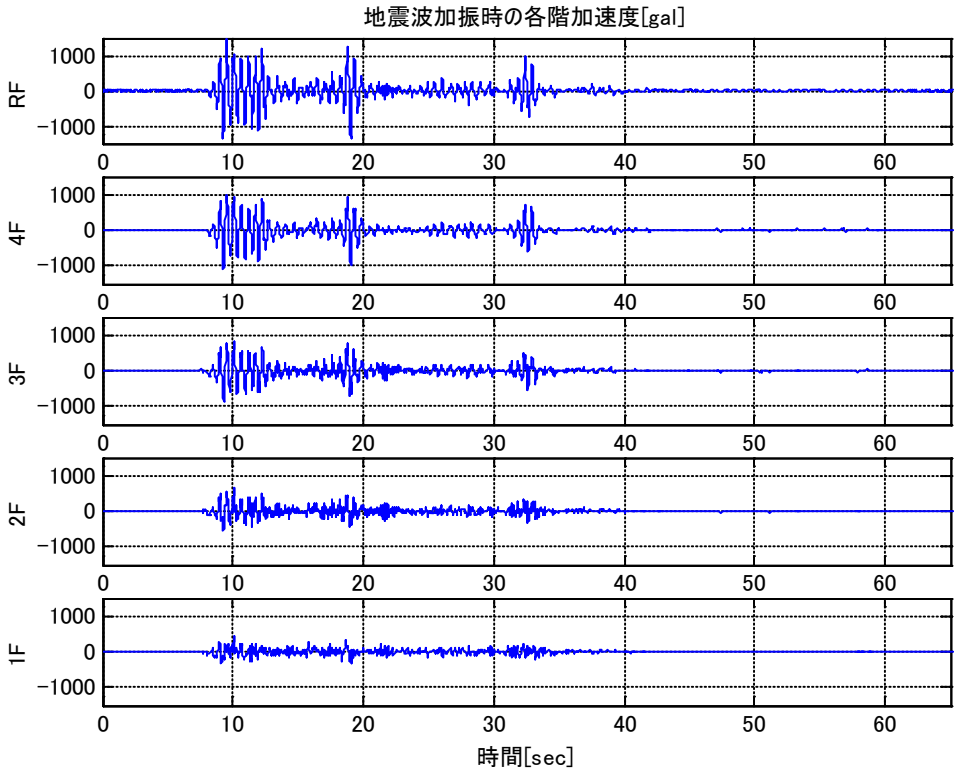


図 3.47　10/15 エルセントロ波加振時の並進 X 方向の各階加速度

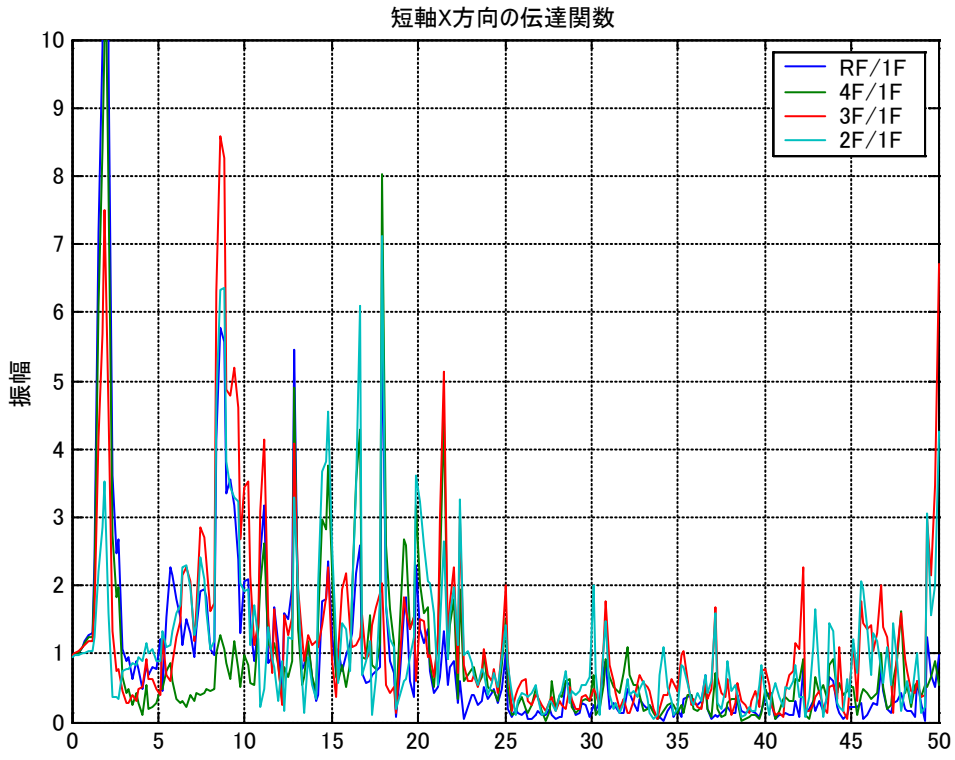


図 3.48　10/15 エルセントロ波加振時の並進 X 方向の各階伝達関数（10-20 秒区間）

（３）10/18 JMA 神戸波（100%）

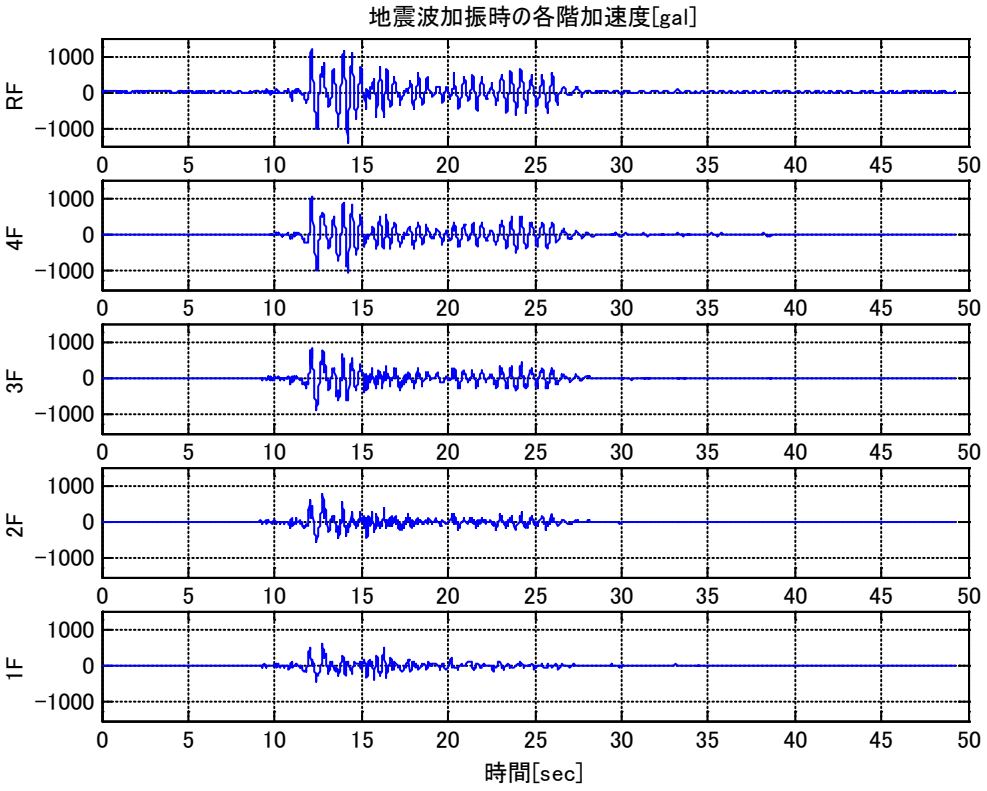


図 3.49　10/18JMA 神戸波加振時の並進 X 方向の各階加速度

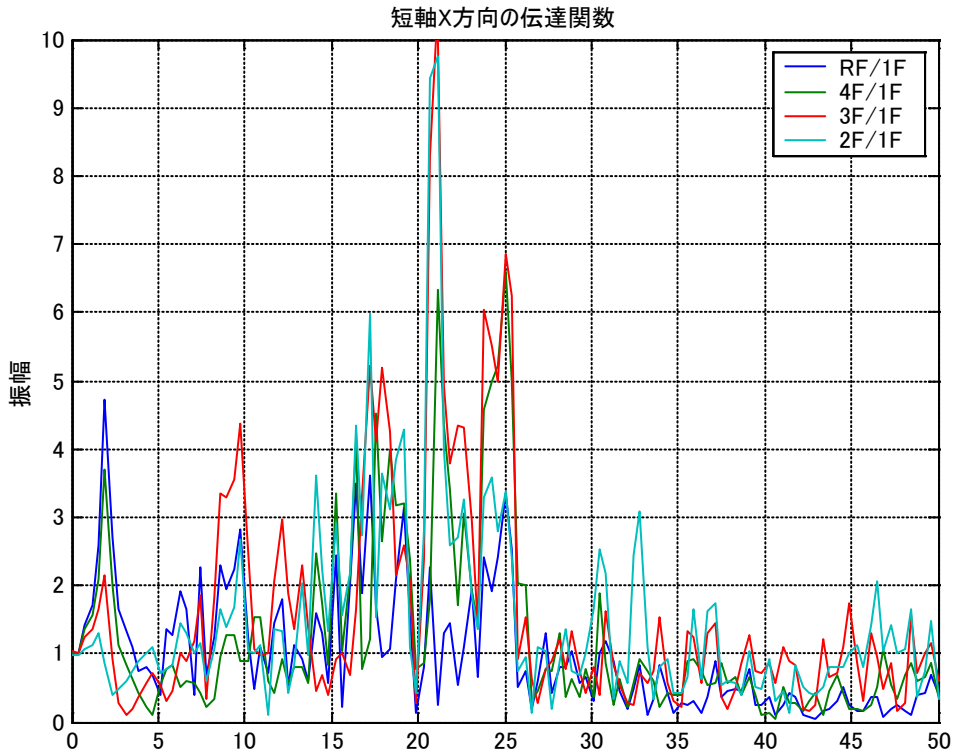


図 3.50　10/18JMA 神戸波加振時の並進 X 方向の各階伝達関数（13-25 秒区間）

（４）10/21 JMA 神戸波（80%、加振方向 XY）

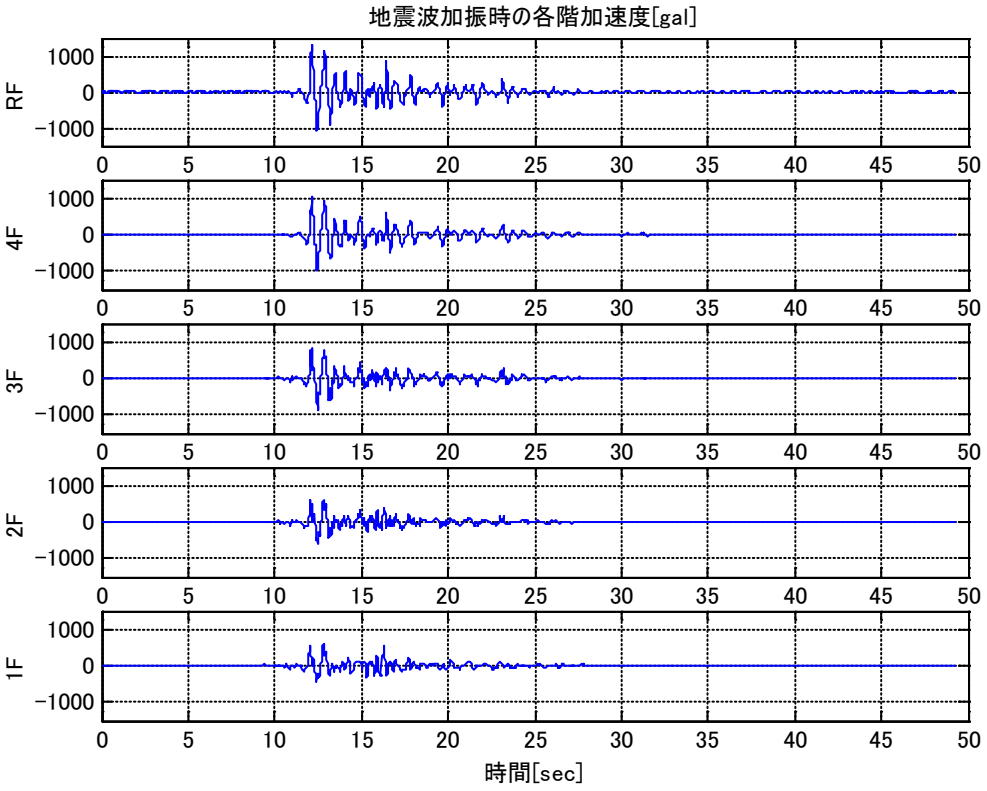


図 3.51　10/21JMA 神戸波加振時の並進 X 方向の各階加速度

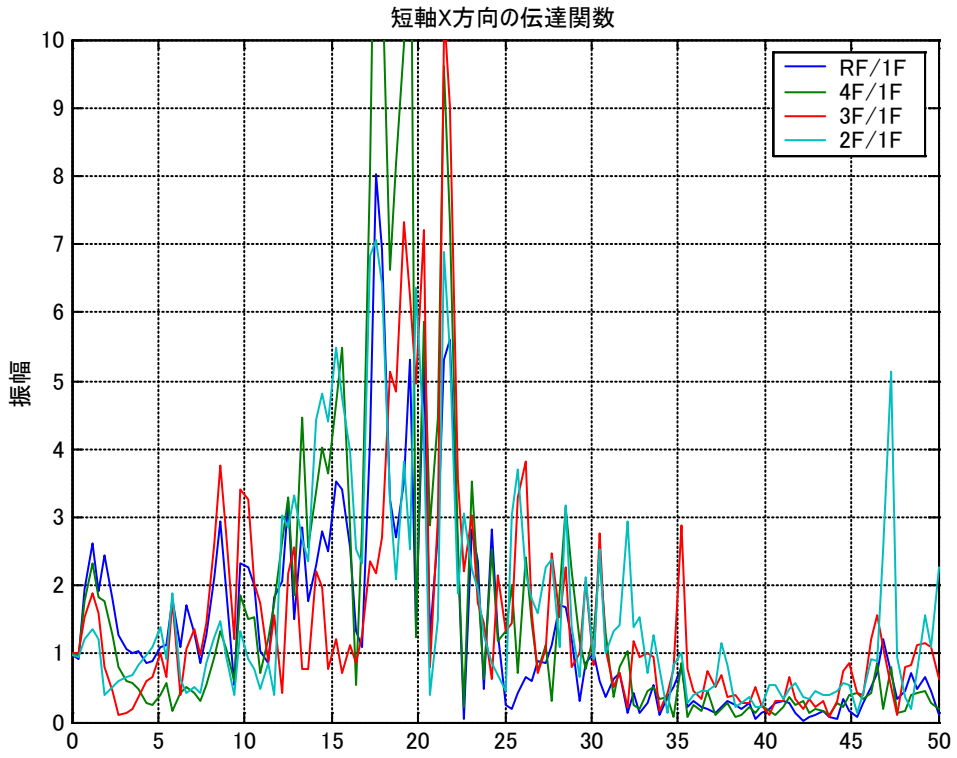


図 3.52　10/21JMA 神戸波加振時の並進 X 方向の各階伝達関数（13-25 秒区間）

２）各階加速度の 2 回積分による層間変形量の算出

各階で計測された加速度データから、2 回積分することにより各層の層間変形量を求めた。

層間変形量を算出する手順は以下のとおり。

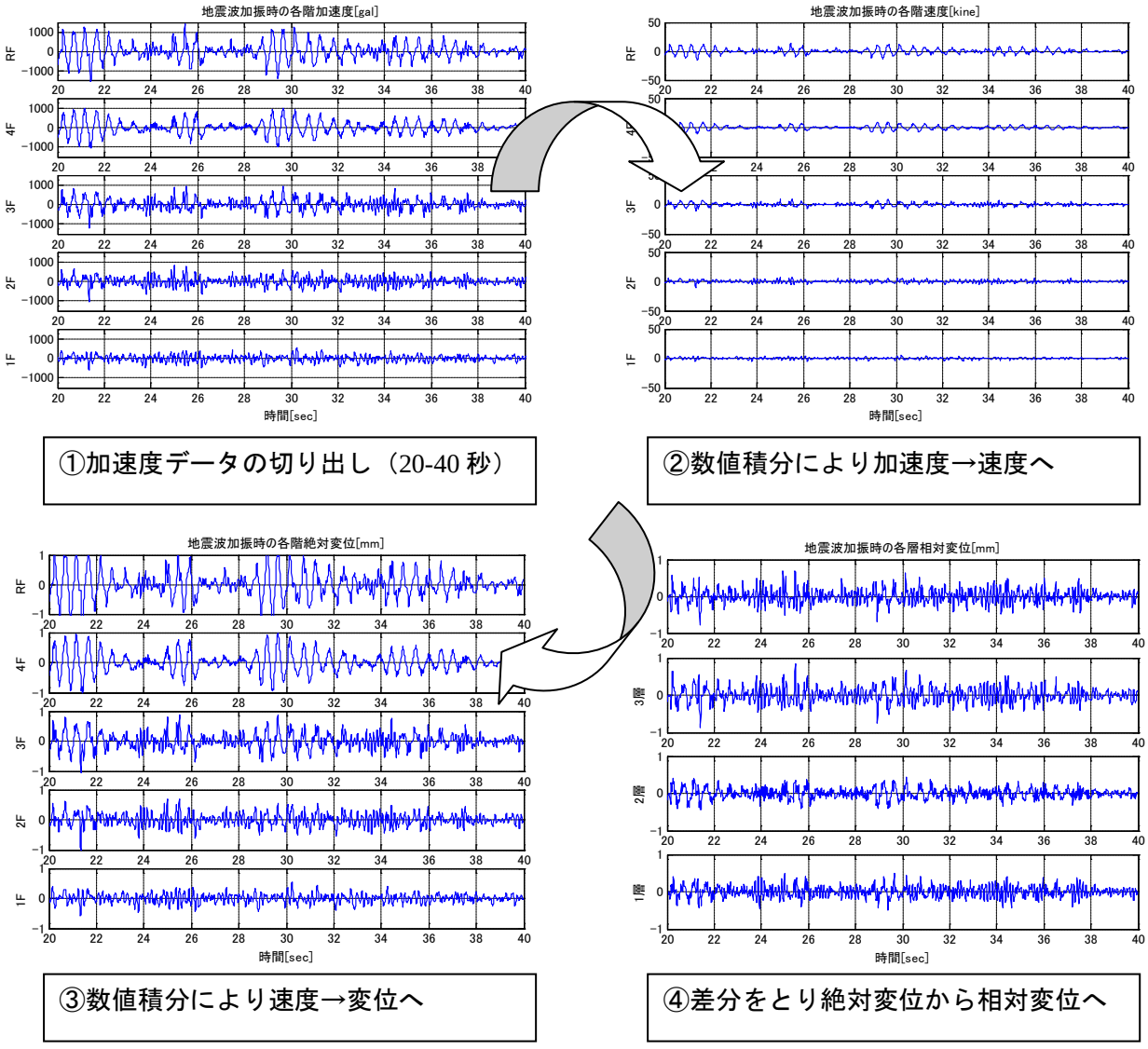


図 3.53　層間変形量の算出手順（10/12 横浜波加振時の例）

３）層せん断力と層間変形量の関係の分析

前(2)から各層の最大層間変形量とその記録時間をピックアップする。

次に、当該時刻における各階の質量及び加速度データの線形結合により層せん断力を算出し、その釣合いの関係から、模擬的に各層剛性を算出することが可能である。

荷重変形関係を描いてみると、その傾きが概ね各層剛性を現している。

（１）10/12 横浜波（加振方向 XY）

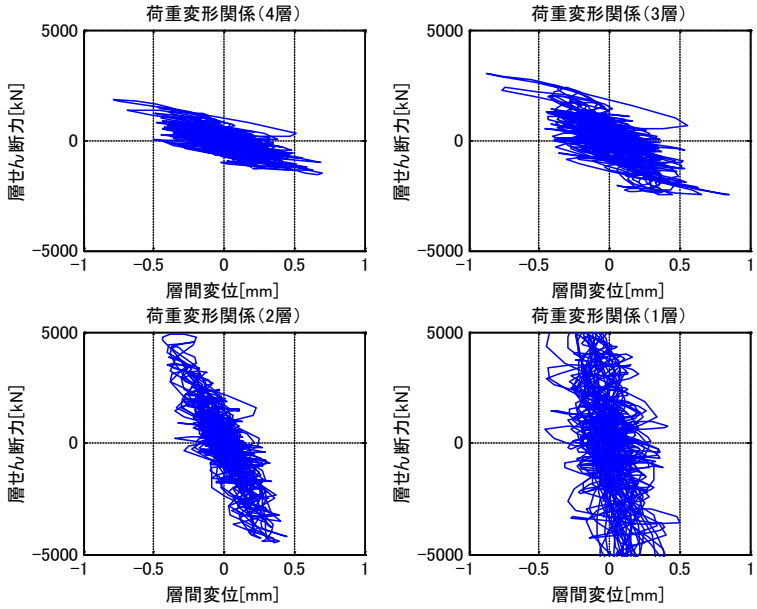


図 3.54　10/12 横浜波加振時の並進 X 方向の各層の荷重変形関係

表 3.15　10/12 横浜波加振時の並進 X 方向の各層剛性等の推定結果

	階高[mm]	最大層間変形の計測時				
		時間[秒]	変位[mm]	変形角[rad]	層せん断力[kN]	剛性[kN/mm]
4層	3401.5	21.40	0.78	2.30E-04	1.77E+03	2.27E+03
3層	3900.0	21.41	0.87	2.24E-04	2.91E+03	3.33E+03
2層	3400.0	30.15	0.44	1.30E-04	3.95E+03	8.92E+03
1層	3900.0	24.98	0.50	1.29E-04	3.63E+03	7.23E+03

（２）10/15 エルセントロ波（50kine で基準化）

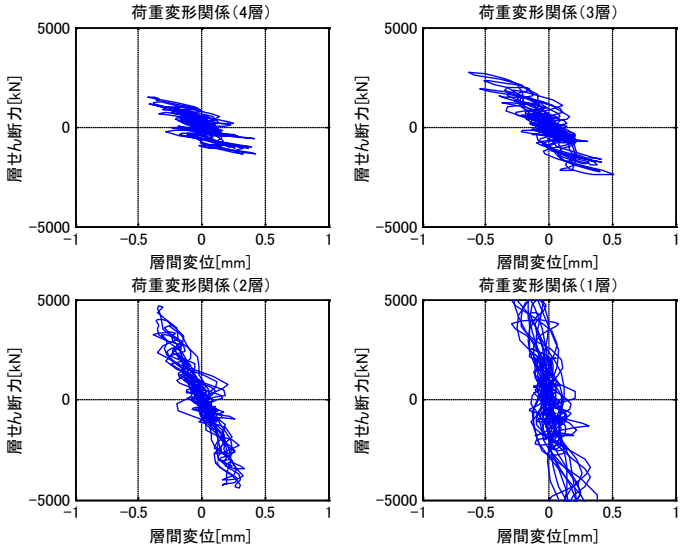


図 3.55　10/15 エルセントロ波加振時の並進 X 方向の各層の荷重変形関係

表 3.16　10/15 エルセントロ波加振時の並進 X 方向の各層剛性等の推定結果

	階高[mm]	最大層間変形の計測時				
		時間[秒]	変位[mm]	変形角[rad]	層せん断力[kN]	剛性[kN/mm]
4層	3401.5	12.23	0.42	1.25E−04	1.28E+03	3.01E+03
3層	3900.0	19.03	0.63	1.62E−04	2.64E+03	4.16E+03
2層	3400.0	10.32	0.39	1.14E−04	2.98E+03	7.70E+03
1層	3900.0	12.17	0.39	9.92E−05	3.96E+03	1.02E+04

（３）10/18 JMA 神戸波（100%）

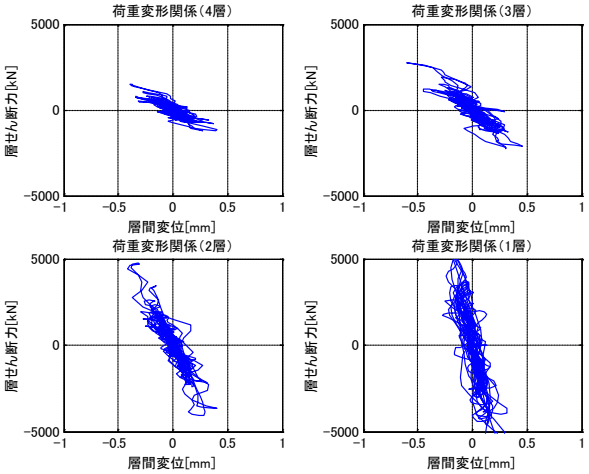


図 3.56　10/18JMA 神戸波加振時の並進 X 方向の各層の荷重変形関係

表 3.17　10/18JMA 神戸波加振時の並進 X 方向の各層剛性等の推定結果

	階高[mm]	最大層間変形の計測時				
		時間[秒]	変位[mm]	変形角[rad]	層せん断力[kN]	剛性[kN/mm]
4層	3401.5	14.47	0.402	1.18E−04	1.19E+03	2.96E+03
3層	3900.0	14.19	0.5961	1.53E−04	2.58E+03	4.33E+03
2層	3400.0	14.17	0.4105	1.21E−04	4.08E+03	9.94E+03
1層	3900.0	14.41	0.4405	1.13E−04	5.61E+03	1.27E+04

（４）10/21 JMA 神戸波（80%、加振方向 XY）

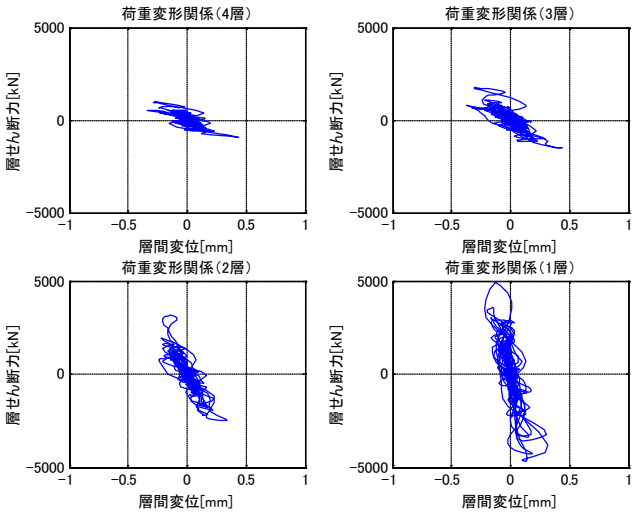


図 3.57　10/21JMA 神戸波加振時の並進 X 方向の各層の荷重変形関係

表 3.18　10/21JMA 神戸波加振時の並進 X 方向の各層剛性等の推定結果

	階高[mm]	最大層間変形の計測時				
		時間[秒]	変位[mm]	変形角[rad]	層せん断力[kN]	剛性[kN/mm]
4層	3401.5	16.41	0.44	1.29E−04	8.14E+02	1.86E+03
3層	3900.0	16.43	0.43	1.11E−04	1.47E+03	3.38E+03
2層	3400.0	16.44	0.34	1.01E−04	2.48E+03	7.20E+03
1層	3900.0	16.47	0.31	8.04E−05	4.19E+03	1.34E+04

各パラメータの最大値を整理すると以下のとおり。

○相対変位：10/12 の横浜波加振における 3 層（0.87[mm]）

○層間変形角：10/12 の横浜波加振における 4 層（0.00023[rad]）

○層せん断力：10/18 JMA 波加振における 1 層（5610[kN]）

○剛性：10/18 JMA 波加振における 1 層（13400[kN/mm]）

強振動下ではその入力レベルによって建物のパラメータが変化するため（入力依存性）、微小振動下のようにその推移に基づく判定が困難であることから、予め定められた基準値との比較によって層レベルの損傷推定を行うことが基本となる。

建物の静的な状態における損傷状況の判定基準としては、応急危険危険度判定における残留傾斜角（1/30 以上で全壊、1/60 未満で問題無し）、被災度区分判定における残留傾斜角の基準（1/75 以上で大破、1/100 以上で中破、1/200 以上で小破）が存在する。技術者の目視等による調査でもこれらを 1 つの基準として「上部構造は小破」といったような判定が行われた。

これに対して、動的な状態における判定基準としては、建築基準法施行令第 82 条の 2 に定められる二次設計における層間変形角（1/200 以下）があるが、建物固有のパラメータとして存在する。今回の実験では先験情報として試験体の荷重増分解析結果が得られており、保有耐力は、層間変形角が 0.01 [rad]すなわち層間変形量で言えば 4cm程度を超えた時点である。これらに照らしても、躯体の被害は問題のない範囲であったと考えられる。

SHM 技術を建物に適用すると、このように、応急危険度判定等を迅速に行うことができるため、住宅所有者や居住者にとっては災害時における大きなメリットとなる。

静的な状態で基準をクリアしていても、動的に見れば設計上の想定値を超えている場合は、災害後に振動特性が大きく変化し、再び大きな地震等に見舞われた際に被害を受ける可能性も考えられる。SHM技術は、詳細な調査を要する建物を早期に見分け、早期の補修・補強等の対策につなげていくことに適用上のメリットがある。また、その判定結果の説得性を高めるツールとして、普及することが期待される。

６．防災科研センサデータに基づく詳細な逆解析

管理技術 WG 事務局（(株)三菱総合研究所）による逆解析結果をチェックするとともに、より高精度な推定を行うことを目的として、薛委員（東北工業大学）が詳細な逆解析を行った。

なお逆解析用のデータとしては 3.6.1 で示した手順で前処理を実施しており、事務局と同一のデータセットを用いた。

6.1　簡易な逆解析結果の検証

近年、雑音に埋もれた正弦波を検出する際に、観測データを信号部分空間と雑音部分空間に分解して解析する部分空間法(Subspace method)が、信号処理及びシステム同定の分野で注目されている。

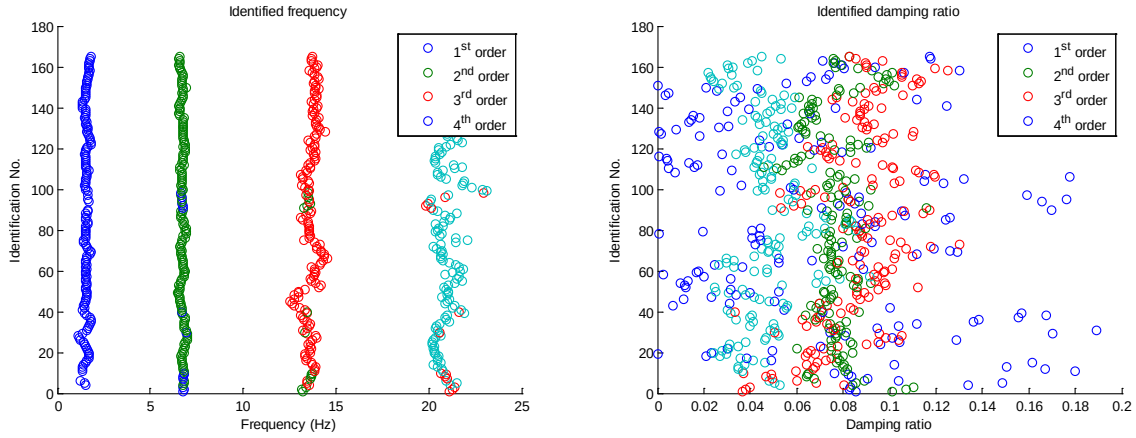
部分空間法とは、インパルス応答や差分方程式などの入出力表現を介さずに、入出力データから直接に状態空間モデルの特性行列を同定する手法である。伝達関数などの外部記述表現とは異なり、内部記述である状態空間表現をシステム同定モデルとして利用する。通常の入出力データから、QR 分解や特異値分解を用いて、状態空間モデルを同定する。

部分空間法の特徴は以下のとおりである。

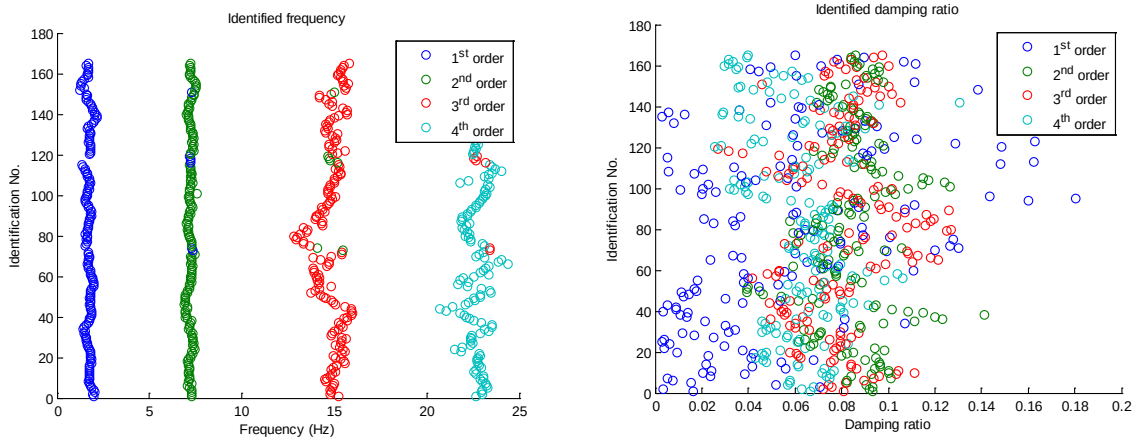
- ○MIMO モデルへの拡張容易性：部分空間法では状態空間表現を基にしているため、様々な次元に対応するモデル化が可能である。
- ○パラメトリゼーション：通常のシステム同定問題のような、パラメータ設定問題が少ない。部分空間法で設定するパラメータは主に，ハンケル行列サイズ、モデル次数のみである。
- ○収束性：予測誤差法のような従来の古典的なシステム同定手法に比べ、反復計算を行わないため、非常に高速なアルゴリズムである。また、QR 分解や特異値分解といった数値的に安定なアルゴリズムを採用しているため、計算精度、安定性が高い。

10/18 のランダム加振時のデータを用いて、部分空間法に基づき固有振動数と減衰比を同定した結果を次頁に示す。

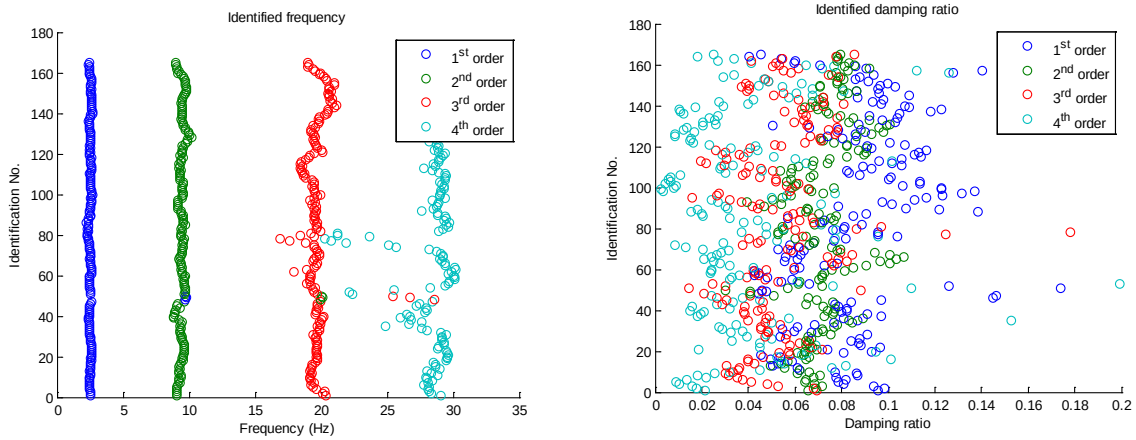
部分空間法はモード振動数の推定において安定した結果が得られるが、減衰定数の推定結果は非常に不安定になるため、減衰定数を損傷指標として用いるような場合は、他の手法を適用する必要があることが分かる。



並進 X 方向



並進 Y 方向



ねじれ方向

図 3.58　10/18 ランダム加振時の固有振動数及び減衰定数

同様の手順により、各日のランダム加振及び地震波入力時の固有振動数及び減衰定数を推定した結果を時系列で比較する。

1－3 次モード振動数は時間が経過するごとに低下している傾向が伺える。しかし加振の回数が増えると、徐々に構造物の非線形が現われ、パラメータの不確定性が高くなり、安定的な結果が得られにくくなる傾向がある。解析結果は事務局の簡易な逆解析結果とほぼ整合する。

表 3.19　各日における固有振動数及び減衰定数（並進 X 方向）

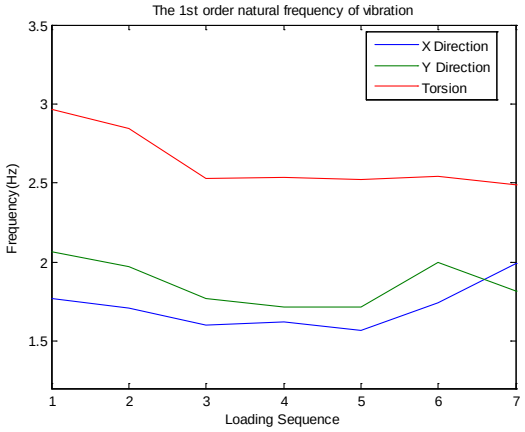
加振ケース	固有振動数			減衰比		
	1 次	2 次	3 次	1 次	2 次	3 次
10/12 ランダム 6 軸	1.771045	7.71338	15.97643	0.067287	0.079916	0.096975
10/12 横浜	2.019603	8.025524	12.20032	0.055434	0.060614	0.050186
10/15 ランダム 6 軸	1.569825	6.730673	13.87752	0.073209	0.069724	0.055089
10/15 エルセントロ	1.75675	6.713821	10.61589	0.088597	0.081853	0.050537
10/18 ランダム 6 軸①	1.5974	6.792112	13.78728	0.07529	0.087841	0.076815
10/18 ランダム 6 軸②	1.61705	6.746406	13.93364	0.060348	0.082469	0.086639
10/18 ランダム 6 軸③	1.569825	6.730673	13.87752	0.070295	0.076867	0.08586
10/18 JMA 神戸(補償)	1.917543	7.180318	13.52383	0.074355	0.055127	0.054072
10/18 JMA 神戸(補償)	1.792583	6.879444	13.99711	0.07506	0.052804	0.04776
10/18 JMA 神戸(100%)	1.806793	6.866046	13.51363	0.070574	0.057271	0.053805
10/18 ランダム X	1.724786	6.235268	11.08711	0.088597	0.081853	0.050537
10/18 ランダム Y	1.740219	6.713898	13.21374	0.084541	0.068027	0.092129
10/18 ランダム Z	1.987443	7.182291	14.66406	0.060007	0.055383	0.037554
10/21 JMA 神戸(80%)	1.609156	6.013596	10.43484	0.088896	0.070883	0.051713

表 3.20　各日における固有振動数及び減衰定数（並進 Y 方向）

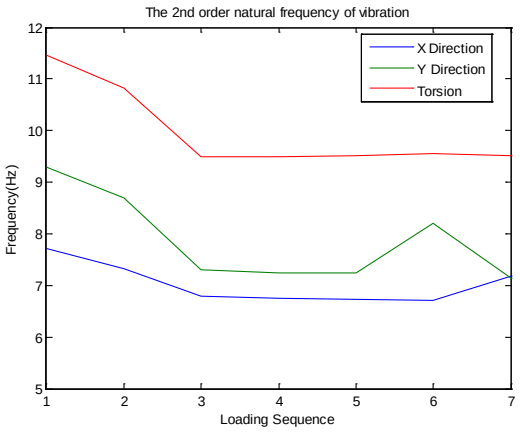
加振ケース	固有振動数			減衰比		
	1 次	2 次	3 次	1 次	2 次	3 次
10/12 横浜	2.135191	8.446419	12.97841	0.068703	0.060382	0.061319
10/15 ランダム 6 軸	1.970765	8.696974	17.16913	0.057035	0.07867	0.094541
10/15 エルセントロ	1.852887	6.945236	10.35754	0.076391	0.065668	0.048789
10/18 ランダム 6 軸①	1.76668	7.295169	15.09382	0.060871	0.081848	0.076877
10/18 ランダム 6 軸②	1.714367	7.237285	15.16928	0.059855	0.086721	0.076551
10/18 ランダム 6 軸③	1.715455	7.235889	14.62933	0.062593	0.084619	0.080297
10/18 JMA 神戸(補償)	1.974356	7.201967	13.17098	0.052858	0.070618	0.051449
10/18 JMA 神戸(補償)	1.887226	6.796533	11.16354	0.064731	0.067282	0.047574
10/18 JMA 神戸(100%)	1.859816	6.657519	10.10375	0.060246	0.067467	0.05077
10/18 ランダム X	1.734173	6.038434	9.901087	0.070176	0.069232	0.045291
10/18 ランダム Y	1.99442	8.196687	16.50457	0.054788	0.054584	0.075838
10/18 ランダム Z	1.81584	7.14191	14.52436	0.075959	0.076735	0.111389
10/21 JMA 神戸(80%)	1.639213	5.781242	9.122563	0.070244	0.065141	0.058202

表 3.21　各日における固有振動数及び減衰定数（ねじれ方向）

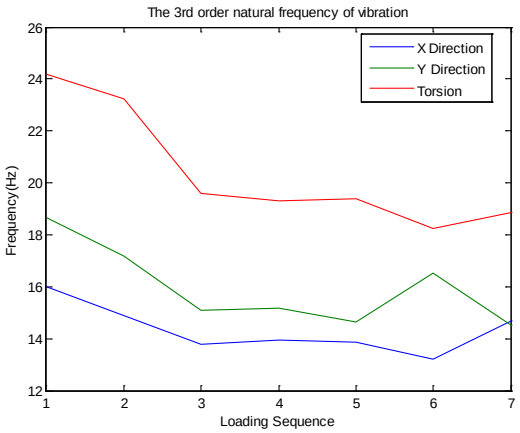
加振ケース	固有振動数			減衰比		
	1 次	2 次	3 次	1 次	2 次	3 次
10/12 横浜	2.966701	11.4612	24.16435	0.055294	0.06841	0.032623
10/15 ランダム 6 軸	2.779603	9.497085	12.98252	0.05287	0.044996	0.031164
10/15 エルセントロ	2.842426	10.81632	23.22541	0.072544	0.068858	0.052152
10/18 ランダム 6 軸①	2.405266	7.679761	11.66493	0.051283	0.055191	0.029169
10/18 ランダム 6 軸②	2.527837	9.48397	19.61054	0.096268	0.072376	0.051781
10/18 ランダム 6 軸③	2.531625	9.492525	19.30884	0.084785	0.073453	0.051668
10/18 JMA 神戸(補償)	2.519481	9.516405	19.40159	0.085775	0.071945	0.053334
10/18 JMA 神戸(補償)	2.684452	9.048534	14.6362	0.03745	0.045426	0.044868
10/18 JMA 神戸(100%)	2.490662	8.72512	13.53287	0.048168	0.053217	0.041072
10/18 ランダム X	2.429274	7.934358	12.17687	0.051588	0.049448	0.038638
10/18 ランダム Y	2.334607	8.574503	12.39092	0.067405	0.060097	0.041182
10/18 ランダム Z	2.542958	9.558129	18.25696	0.035812	0.066396	0.031463
10/21 JMA 神戸(80%)	2.489476	9.513854	18.86421	0.073879	0.042038	0.04184



並進 X 方向（短軸）



並進 Y 方向（長軸）



ねじれ方向

図 3.59　1 次～3 次モード振動数の推移

6.2　詳細な逆解析の実施手順

１）パラメータ同定の基本的な考え方

構造物の応答(振動数、モード、変位、加速度、速度および変化など)は、構造パラメータ(質量、減衰比、剛性)及び入力の関数である。構造パラメータの変化は構造物の応答の変化によって現れ、逆に、応答（変化）を用いて構造パラメータを推定することは逆解析の過程であり、同定問題として考えられる。一般的には同定問題は最適化問題と考えられ、応答から構造パラメータを分析し、さらに、構造パラメータの変化によって構造物の損傷を推定する。したがって、構造物の健康状態を評価することができる。簡単にいえば、パラメータの同定とは入力及び出力の観測の上で、実際にシステムと同等のシステムを確立することである。

この基本的な概念は以下の図のとおり。実構造物のモデルは図 3.1(a)で表し、解析モデルは 3.1(b)で表す。$u(t)$、$e(t)$はそれぞれ入力、出力であり、nは雑音、$y(t)$は雑音を含む出力である。

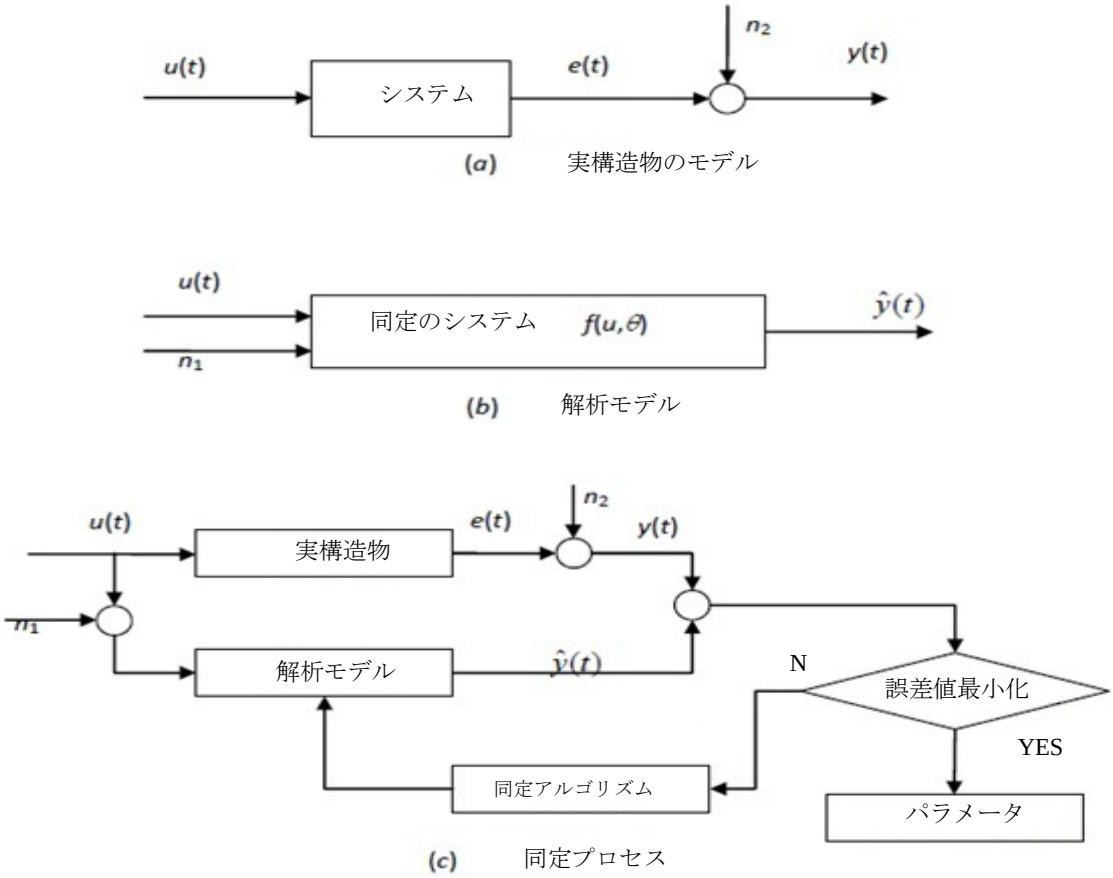


図 3.60　パラメータ同定のプロセス

２）問題設定

１）に示したパラメータ同定の基本原理を基にすると、構造パラメータ同定問題は最適化問題と考えられ、即ち、実構造物の実測応答データと予測構造シミュレーション値の応答データとの誤差値を最小化することである。

構造システムを一般化すると下式で表現される。

$$\boldsymbol{y}(k|\boldsymbol{\theta}) = f\left(\boldsymbol{u}(k),\ \right) \tag{3.7.1}$$

$\boldsymbol{y} \in R^q$ はシステム出力、$\boldsymbol{u} \in R^p$ はシステム入力、θ=(θ_1,θ_2,$\cdots\theta_n$)は推定のシステムパラメータ、k はシステム離散時間点、$k = 0,1,2,\cdots,T$ 。T はサンプリング時間終点である。

正確なシステムパラメータを得るために、同定モデルシステム(3.7.1)は任意の入力に正確に出力データを生成することができる。従って、実測実構造物の出力と同定モデル出力との誤差ノルムの最小化問題に纏めている。

$$F(\boldsymbol{\theta}) = \frac{1}{T}\sum_{k=1}^{T}\left\| \ (k) - \hat{}(k)\right\|^2 \tag{3.7.2}$$

$\hat{\boldsymbol{y}}(k|\boldsymbol{\theta}) = f(\boldsymbol{u}(k), \hat{})$ は同定モデルの出力、$\|\square\|$ はベクトルのユークリッドノルムである。

形式的には、ある基準を満たし、誤差ノルム $F(\bullet)$ を最小化するために、ベクトル $\boldsymbol{\theta} \in R^n$ を見つける必要がある。$F(\bullet)$ は目的函数または評価関数と称されている。最適化アルゴリズム（PSO 及び DE）のうちに、普通は結果の良し悪しは適切関数で反映される。そして、同定問題を(3.7.3)で示されたような非線形多自由度最適問題となり。

$$\begin{aligned} &\min F(\boldsymbol{\theta}), \quad = (\theta_1, \theta_2, \cdots, \theta_n) \\ &s.t. \ \ \boldsymbol{\theta} \in R^n \left| \theta_{\min,i} \le \theta_i \le \theta_{\max,i} \right. \qquad i = 1,2,\cdots,n \end{aligned} \tag{3.7.3}$$

$\theta_{\max}$、$\theta_{\min}$ はそれぞれ n 個のパラメータ値の上限と下限である。PSO 及び DE という二つの最適化アルゴリズムは最適化モデルを解き、構造パラメータ同定目的を達成する。

① DE 法

上記の振動方程式より、物理用同定は、構造力学の逆問題として取り扱う。適切なモデルを作成して、実測と解析の最小化で実物のパラメータを推定するという最適問題となる。そこで微分法の (DE)の最適性について相当有利であると考えられる。DE 法に関する説明はここで省略するが、次のような式だけ並べる。尚、今までに使ってきた PSO については、これから応用する予定である。

$$\boldsymbol{v}_i^{(G+1)} = \boldsymbol{x}_i^{(G)} + F_1\left(\boldsymbol{x}_{best}^{(G)} - \boldsymbol{x}_i^{(G)}\right) + F\left(\boldsymbol{x}_{r1}^{(G)} - \boldsymbol{x}_{r2}^{(G)}\right) \tag{3.7.4}$$

$$u_{ij}^{(G+1)} = \begin{cases} v_{ij}^{(G+1)} & \text{if } (rand(j) \le CR) \text{ or } (j = randn(i)) \\ x_{ij}^{(G+1)} & \text{if } (rand(j) > CR) \text{ or } (j \ne randn(i)) \end{cases} \tag{3.7.5}$$

$$\boldsymbol{x}_i^{(G+1)} = \begin{cases} \boldsymbol{u}_i^{(G+1)} & \text{if } (f(\boldsymbol{u}_i^{(G+1)}) < f(\boldsymbol{x}_i^{(G)})) \\ \boldsymbol{x}_i^{(G+1)} & \text{if } (f(\boldsymbol{u}_i^{(G+1)}) \ge f(\boldsymbol{x}_i^{(G)})) \end{cases} \tag{3.7.6}$$

② PSO 法

PSO 法は、粒子群を操作し、最適問題を解決しようとするものである。群の中の各粒子は最適問題の潜在解答とし、S はその群の大きさ(規模、粒子群の中の粒子数)を表している。各粒子は自身の自由度及び属性を持っているとし、次の記号を用いて表せる。

$\boldsymbol{x}_i = (x_i^1, x_i^2, \cdots, x_i^D)$：第 i 個粒子の現在位置を表す。

$\boldsymbol{v}_i = (v_i^1, v_i^2, \cdots, v_i^D)$：第 i 個粒子の現在速度を表す。

$\boldsymbol{p}_i = (p_i^1, p_i^2, \cdots, p_i^D)$：第 i 個粒子の現在までに経験した最適位置を表す。

粒子$\boldsymbol{i}$は「飛翔」過程に経験した最適位置、あるいは粒子$\boldsymbol{i}$が自身の経歴でその位置で最適な値を有することで、その位置を粒子最適位置と称し、個体自身の最適経験も含め称する。最小化問題として、目標関数値が小さければ対応する値も最適である。便宜を図るため、$f(x)$を用いて最小化問題の目標関数値とする。そこで、粒子i、の現在の最適位置は次の式で更新されるのは分かる。

$$\boldsymbol{p}_i(t+1) = \begin{cases} \boldsymbol{p}_i(t) & \text{if} \quad f(\boldsymbol{x}_i(t+1)) \geq f(\boldsymbol{p}_i(t)) \\ \boldsymbol{x}_i(t+1) & \text{if} \quad f(\boldsymbol{x}_i(t+1)) < f(\boldsymbol{p}_i(t)) \end{cases} \tag{3.7.7}$$

式の中の$\boldsymbol{t}$は、繰り返しの長さとする。粒子群の中のすべての粒子が経験した最適位置を、グループ最適位置と称し、群の最適経験も含む。次式のような$\boldsymbol{p}_g(t)$を持って表す。

$$\begin{aligned} \boldsymbol{p}_g(t) \in \left\{ \boldsymbol{p}_1(t), \boldsymbol{p}_2(t), \cdots, \boldsymbol{p}_s(t) \right\} \Big| f\left(\boldsymbol{p}_g(t)\right) \\ = \min\left\{ f\left(\boldsymbol{p}_1(t)\right), f\left(\boldsymbol{p}_2(t)\right), \cdots, f\left(\boldsymbol{p}_n(t)\right) \right\} \end{aligned} \tag{3.7.8}$$

以上のような粒子最適位置及びグループ最適位置を見つけ、各粒子は次の式で自分自身の最適速度及び最適位置を更新することができる。

$$v_i^d(t+1) = v_i^d(t) + c_1 r_1^d(t)\left(p_i^d(t) - x_i^d(t)\right) + c_2 r_2^d(t)\left(p_g^d(t) - x_i^d(t)\right) \tag{3.7.9}$$

$$x_i^d(t+1) = x_i^d(t) + v_i^d(t+1) \tag{3.7.10}$$

その内、上付きの$\boldsymbol{d}$は粒子の第$\boldsymbol{d}$次元を表し、今回の設問をＤ元最小化問題とすると、$d \in 1, 2, \cdots, D$となる。“i”は第i個粒子を表し、$i \in 1, 2, \cdots, S$なる。tは、繰り返しの長さである。式の中には、お互い独立しているランダム変数列、$r_1 \sim U(0,1)$および$r_2 \sim U(0,1)$を採用し、両方とも$U(0,1) = [0,1]$で均等分布のランダム変数を取る。c_1、c_2は学習要素(加速要素、加速常数)と称し、0~2 の間に値をとる。式(3.7.9)から分かるように、c_1は粒子自身の最適位置へ飛翔する歩調(長さ)を調整し、c_2はグループ最適位置へ飛翔する歩調(長さ)を調整する役割である。最適位置捜査範囲から飛ばないようにしたいので、速度v_i^dの値はよくある空間$[v_{\min}^d, v_{\max}^d]$の中に制限されている。もし、捜査空間を$[x_{\min}^d, x_{\max}^d]$内に制限するなら、よく、$v_{\max}^d = k \times (x_{\max}^d - x_{\min}^d)$と設定する。その内$0.1 \leq k \leq 1.0$である。

式(3.7.9)を常に更新捜査し、粒子が最適解を見つけることができ、問題解決につながる。

3）モデリング

構造物の振動方程式は次となる：

$$\boldsymbol{M}\ddot{\boldsymbol{x}}+\boldsymbol{C}\dot{\boldsymbol{x}}+\boldsymbol{K}\boldsymbol{x}=\boldsymbol{u}(t) \tag{3.7.11}$$

$$\boldsymbol{C}=\alpha\boldsymbol{M}+\beta\boldsymbol{K}\ ;\ \varsigma_r=\frac{\alpha}{2\omega_r}+\frac{\beta\omega_r}{2} \tag{3.7.12}$$

その内の $\boldsymbol{M}$、$\boldsymbol{C}$、$\boldsymbol{K}$ は、質量、減衰そして剛性マトリックスであり、$\boldsymbol{x}$ は変位ベクトル、$u(t)$ は入力ベクトルである。質量マトリックスは先験情報（4 階から 1 階までの質量をそれぞれ 109, 124, 124, 128 トン）に基づき形成される。減衰マトリックスは Rayleigh 減衰と仮定し、α と β は Rayleigh 減衰の質量及び剛性マトリックスの比例係数である。ς_r は第 r 階モードの減衰比であり、ω_r は構造物の第 r 回固有振動数である。よって、同定する予定のパラメータは下記になる。

$$\theta=(m_1,m_2,m_3,m_4;k_1,k_2,k_3,k_4;\zeta_1,\zeta_2) \tag{3.7.13}$$

6.3 層レベルの損傷推定結果

1）DE 法及び PSO 法に基づくパラメータ同定結果

モデルパラメータの同定結果を示す。DE 及び PSO という二つ異なるアルゴリズムの同定結果を比較すると、双方とも各階剛性値を安定的な結果に収斂させることができた。

表 3.22　10/12 横浜波加振時の DE 法及び PSO 法に基づく各層剛性

2010 年 10 月 12 日 横浜波		データ区間(s)	データ名称	4 階剛性 K4(N·m)	3 階剛性 K3(N·m)	2 階剛性 K2(N·m)	1 階剛性 K1(N·m)	α	β
X 方向	DE	24-26	2010-1012-026	6.58E+08	2.59E+08	7.73E+07	2.82E+08	0.82	0.0026
		26-28	2010-1012-026	5.95E+08	2.32E+08	8.12E+07	2.40E+08	0.53	0.0051
		28-30	2010-1012-026	5.31E+08	1.98E+08	7.57E+07	2.43E+08	0.49	0.0055
	PSO	24-26	2010-1012-026	6.53E+08	2.63E+08	7.89E+07	2.85E+08	0.66	0.0100
		26-28	2010-1012-026	5.98E+08	2.28E+08	8.15E+07	2.81E+08	0.53	0.0100
		28-30	2010-1012-026	5.43E+08	2.06E+08	7.66E+07	2.20E+08	0.19	0.0100
Y 方向	DE	24-26	2010-1012-026	7.25E+08	2.86E+08	8.04E+07	3.05E+08	0.95	0.0031
		26-28	2010-1012-026	5.38E+08	2.82E+08	8.29E+07	2.63E+08	0.98	0.0058
		28-30	2010-1012-026	7.37E+08	2.59E+08	7.60E+07	2.60E+08	1.17	0.0047
	PSO	24-26	2010-1012-026	6.35E+08	2.60E+08	9.32E+07	3.16E+08	0.67	0.0070
		26-28	2010-1012-026	5.35E+08	2.76E+08	8.17E+07	2.69E+08	0.18	0.0083
		28-30	2010-1012-026	7.39E+08	2.54E+08	7.36E+07	2.69E+08	0.58	0.0045
ねじれ	DE	24-26	2010-1012-026	4.14E+08	2.64E+08	2.63E+08	2.57E+09	0.93	0.0013
		26-28	2010-1012-026	4.65E+08	1.61E+08	6.02E+08	6.63E+08	3.65	0.0024
		28-30	2010-1012-026	4.67E+08	8.82E+08	3.02E+08	2.37E+08	0.76	0.0007
	PSO	24-26	2010-1012-026	4.29E+08	2.74E+08	2.61E+08	2.66E+09	0.39	0.0011
		26-28	2010-1012-026	4.58E+08	1.70E+08	5.85E+08	6.48E+08	3.65	0.0002
		28-30	2010-1012-026	4.78E+08	8.80E+08	2.85E+08	2.28E+08	3.65	0.0002

表 3.23　10/15 エルセントロ波加振時の DE 法及び PSO 法に基づく各層剛性

2010 年 10 月 15 日 エルセントロ波		データ区間(s)	データ名称	4 階剛性 K4(N·m)	3 階剛性 K3(N·m)	2 階剛性 K2(N·m)	1 階剛性 K1(N·m)	α	β
X 方向	DE	29-31	2010-1015-012	4.69E+08	1.78E+08	6.14E+07	1.93E+08	1.50	0.0033
		31-33	2010-1015-012	4.45E+08	1.59E+08	1.00E+08	1.80E+08	3.10	0.0024
		33-35	2010-1015-012	3.09E+08	1.15E+08	5.68E+07	3.26E+08	0.67	0.0095
	PSO	29-31	2010-1015-012	4.58E+08	1.82E+08	5.90E+07	1.98E+08	0.73	0.0100
		31-33	2010-1015-012	4.24E+08	1.61E+08	9.53E+07	2.01E+08	0.45	0.0100
		33-35	2010-1015-012	3.05E+08	1.16E+08	7.28E+07	3.16E+08	0.73	0.0000
Y 方向	DE	29-31	2010-1015-012	4.38E+08	1.73E+08	6.74E+07	2.01E+08	1.14	0.0055
		31-33	2010-1015-012	5.51E+08	2.23E+08	7.80E+07	2.18E+08	1.47	0.0030
		33-35	2010-1015-012	3.94E+08	1.48E+08	7.09E+07	1.99E+08	1.15	0.0055
	PSO	29-31	2010-1015-012	3.88E+08	1.60E+08	6.78E+07	2.18E+08	1.04	0.0035
		31-33	2010-1015-012	5.56E+08	2.32E+08	7.74E+07	2.14E+08	1.36	0.0060
		33-35	2010-1015-012	4.00E+08	1.52E+08	6.80E+07	2.00E+08	0.69	0.0051
ねじれ	DE	29-31	2010-1015-012	5.13E+08	3.12E+08	1.27E+08	2.89E+08	0.27	0.0035
		31-33	2010-1015-012	1.34E+08	1.46E+08	9.88E+07	3.74E+08	0.34	0.0047
		33-35	2010-1015-012	6.34E+08	2.01E+08	1.66E+08	3.00E+08	2.54	0.0021
	PSO	29-31	2010-1015-012	5.33E+08	3.31E+08	1.25E+08	3.01E+08	1.43	0.0009
		31-33	2010-1015-012	1.31E+08	1.44E+08	9.43E+07	3.66E+08	3.56	0.0016
		33-35	2010-1015-012	6.31E+08	1.94E+08	1.64E+08	3.16E+08	3.56	0.0016

表 3.24　10/18 JMA 神戸波加振時の DE 法及び PSO 法に基づく各層剛性

2010 年 10 月 18 日 JMA 神戸波		データ区間(s)	データ名称	4 階剛性 K4(N·m)	3 階剛性 K3(N·m)	2 階剛性 K2(N·m)	1 階剛性 K1(N·m)	α	β
X 方向	DE	19-21	2010-1018-009	2.29E+08	1.10E+08	7.03E+07	1.43E+08	0.21	0.0153
			2010-1018-010	4.65E+08	1.64E+08	5.66E+07	1.83E+08	1.39	0.0038
			2010-1018-012	1.65E+08	9.42E+07	7.26E+07	1.56E+08	0.30	0.0130
		21-23	2010-1018-009	1.31E+08	1.08E+08	8.93E+07	1.51E+08	0.94	0.0130
			2010-1018-010	5.31E+07	1.19E+08	9.12E+07	1.31E+08	1.01	0.0087
			2010-1018-012	5.32E+07	1.30E+08	8.52E+07	1.38E+08	1.25	0.0046
		23-25	2010-1018-009	1.53E+08	1.02E+08	9.23E+07	1.51E+08	0.63	0.0130
			2010-1018-010	1.15E+08	8.58E+07	8.46E+07	1.39E+08	0.54	0.0130
			2010-1018-012	8.36E+07	8.90E+07	8.94E+07	1.36E+08	0.42	0.0116
	PSO	19-21	2010-1018-009	2.21E+08	1.07E+08	6.62E+07	1.38E+08	1.39	0.0038
			2010-1018-010	4.77E+08	1.63E+08	5.66E+07	1.84E+08	1.39	0.0038
			2010-1018-012	1.60E+08	9.69E+07	6.95E+07	1.54E+08	2.47	0.0389
		21-23	2010-1018-009	8.67E+07	1.34E+08	8.47E+07	1.52E+08	1.27	0.0104
			2010-1018-010	8.04E+07	8.31E+07	1.00E+08	1.32E+08	0.08	0.0166
			2010-1018-012	5.27E+07	1.27E+08	8.66E+07	1.38E+08	1.13	0.0054

		23-25	2010-1018-009	1.57E+08	1.04E+08	9.11E+07	1.56E+08	1.08	0.0095
			2010-1018-010	1.08E+08	9.09E+07	7.90E+07	1.38E+08	0.73	0.0119
			2010-1018-012	8.78E+07	9.26E+07	8.81E+07	1.37E+08	1.07	0.0058
Y 方向	DE	19-21	2010-1018-009	7.42E+07	1.47E+08	8.92E+07	1.45E+08	0.42	0.0101
			2010-1018-010	8.98E+07	1.14E+08	9.44E+07	1.48E+08	0.42	0.0073
			2010-1018-012	7.24E+07	1.42E+08	8.34E+07	1.68E+08	0.42	0.0067
		21-23	2010-1018-009	7.74E+07	1.36E+08	9.03E+07	1.46E+08	0.21	0.0115
			2010-1018-010	1.11E+08	1.35E+08	9.33E+07	1.41E+08	0.42	0.0089
			2010-1018-012	1.84E+08	1.03E+08	9.62E+07	1.45E+08	0.65	0.0065
		23-25	2010-1018-009	6.79E+07	1.54E+08	1.11E+08	1.50E+08	0.42	0.0074
			2010-1018-010	7.72E+07	9.30E+07	1.18E+08	1.44E+08	0.42	0.0090
			2010-1018-012	9.10E+07	8.96E+07	1.11E+08	1.51E+08	0.42	0.0079
	PSO	19-21	2010-1018-009	7.44E+07	1.44E+08	8.39E+07	1.40E+08	0.51	0.0087
			2010-1018-010	8.80E+07	1.20E+08	9.90E+07	1.56E+08	-1.94	0.0265
			2010-1018-012	7.61E+07	1.46E+08	8.00E+07	1.75E+08	0.71	0.0043
		21-23	2010-1018-009	7.97E+07	1.42E+08	9.17E+07	1.50E+08	1.79	0.0028
			2010-1018-010	1.07E+08	1.43E+08	9.38E+08	1.44E+08	0.43	0.0090
			2010-1018-012	1.71E+08	1.09E+08	9.53E+07	1.43E+08	0.89	0.0046
		23-25	2010-1018-009	6.57E+07	1.75E+08	1.06E+08	1.52E+08	0.61	0.0060
			2010-1018-010	6.42E+07	1.05E+08	1.14E+08	1.43E+08	0.50	0.0085
			2010-1018-012	8.13E+07	8.24E+07	1.22E+08	1.49E+08	-0.78	0.0173
ねじれ	DE	19-21	2010-1018-009	7.82E+08	3.62E+08	1.13E+08	3.56E+08	0.53	0.0022
			2010-1018-010	7.65E+08	1.81E+08	5.23E+08	7.62E+08	0.53	0.0022
			2010-1018-012	1.12E+09	6.60E+08	2.13E+08	1.58E+08	0.53	0.0022
		21-23	2010-1018-009	9.07E+08	4.15E+08	1.38E+08	3.95E+08	0.53	0.0022
			2010-1018-010	1.20E+09	3.69E+08	7.94E+07	3.79E+08	1.47	0.0039
			2010-1018-012	2.46E+08	7.36E+07	7.82E+08	9.56E+08	0.53	0.0022
		23-25	2010-1018-009	1.11E+09	4.00E+08	1.53E+08	3.79E+08	1.55	0.0022
			2010-1018-010	9.85E+08	3.80E+08	1.53E+08	3.59E+08	1.03	0.0022
			2010-1018-012	2.51E+08	6.64E+07	7.93E+08	1.32E+09	0.53	0.0057
	PSO	19-21	2010-1018-009	6.95E+08	3.62E+08	1.12E+08	3.63E+08	0.56	0.0017
			2010-1018-010	7.46E+08	1.84E+08	5.04E+08	7.50E+08	1.39	0.0004
			2010-1018-012	1.15E+08	5.62E+08	2.07E+08	1.47E+08	0.08	0.0011
		21-23	2010-1018-009	9.20E+08	4.03E+08	1.38E+08	3.95E+08	0.14	0.0021
			2010-1018-010	1.14E+09	3.65E+08	8.54E+07	3.69E+08	0.92	0.0044
			2010-1018-012	4.02E+08	7.22E+07	7.90E+08	9.23E+08	0.07	0.0026
		23-25	2010-1018-009	1.14E+09	3.84E+08	1.53E+08	3.93E+08	1.86	0.0011
			2010-1018-010	9.80E+08	3.66E+08	1.59E+08	3.56E+08	0.26	0.0066
			2010-1018-012	2.84E+08	6.66E+07	8.39E+08	1.26E+09	0.26	0.0066

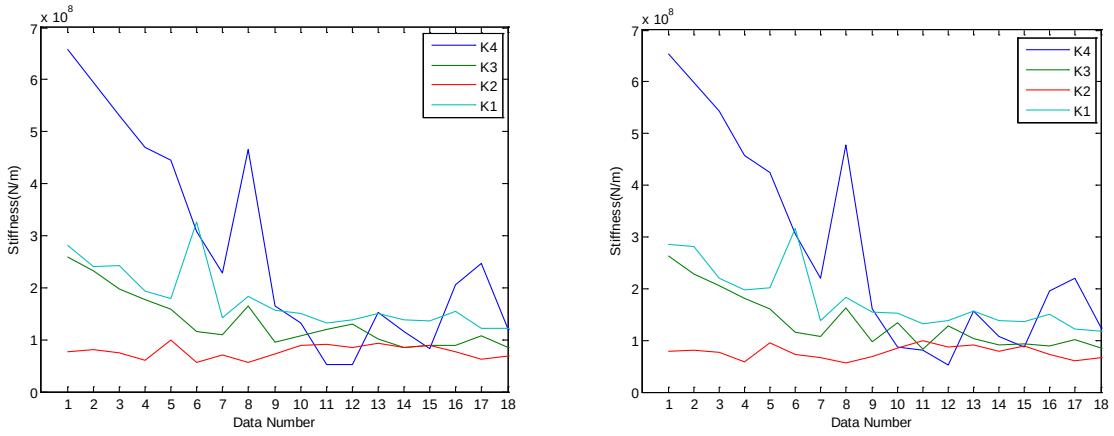
表 3.25　10/21 JMA 神戸波加振時の DE 法及び PSO 法に基づく各層剛性

2010 年 10 月 21 日 JMA 神戸波		データ区間(s)	データ名称	4 階剛性 K4(N·m)	3 階剛性 K3(N·m)	2 階剛性 K2(N·m)	1 階剛性 K1(N·m)	α	β
X 方向	DE	19-21	2010-1021-009	2.06E+08	8.83E+07	7.70E+07	1.55E+08	0.27	0.0083
		21-23	2010-1021-009	2.46E+08	1.07E+08	6.18E+07	1.22E+08	1.26	0.0092
		23-25	2010-1021-009	1.19E+08	8.50E+07	6.77E+07	1.21E+08	0.20	0.0137
	PSO	19-21	2010-1021-009	1.96E+08	8.86E+07	7.34E+07	1.51E+08	0.74	0.0046
		21-23	2010-1021-009	2.21E+08	1.01E+08	6.08E+07	1.21E+08	0.15	0.0199
		23-25	2010-1021-009	1.23E+08	8.47E+07	6.70E+07	1.18E+08	0.05	0.0163
Y 方向	DE	19-21	2010-1021-009	1.48E+08	8.85E+07	7.15E+07	1.35E+08	1.03	0.0011
		21-23	2010-1021-009	2.49E+08	1.17E+08	6.22E+07	1.27E+08	0.27	0.0095
		23-25	2010-1021-009	1.21E+08	9.05E+07	7.52E+07	1.33E+08	0.99	0.0013
	PSO	19-21	2010-1021-009	1.41E+08	9.46E+07	7.21E+07	1.43E+08	0.61	0.0058
		21-23	2010-1021-009	2.28E+08	1.21E+08	5.89E+07	1.34E+08	0.95	0.0045
		23-25	2010-1021-009	1.28E+08	8.61E+07	7.68E+07	1.33E+08	0.76	0.0034
ねじれ	DE	19-21	2010-1021-009	1.84E+08	8.23E+08	6.78E+07	2.59E+08	0.54	0.0008
		21-23	2010-1021-009	7.21E+08	2.76E+08	6.38E+07	1.42E+09	0.84	0.0005
		23-25	2010-1021-009	2.44E+08	7.17E+07	1.93E+09	7.13E+08	0.47	0.0008
	PSO	19-21	2010-1021-009	1.90E+08	8.33E+08	6.79E+07	2.44E+08	0.58	0.0008
		21-23	2010-1021-009	7.38E+08	2.89E+08	6.46E+07	1.37E+09	0.86	0.0015
		23-25	2010-1021-009	2.54E+08	7.12E+07	2.00E+09	7.11E+08	0.06	0.0011

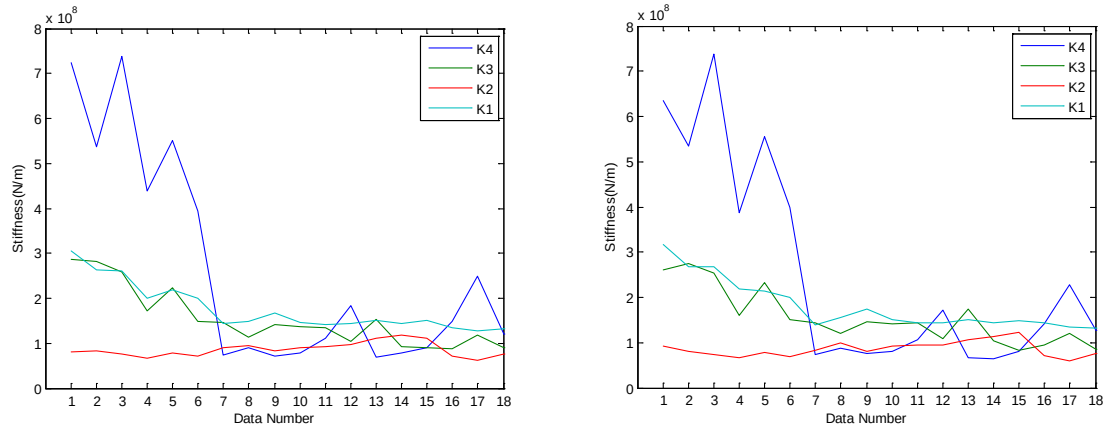
各層剛性の同定結果の推移をグラフ化したものを次頁に示す。

実験の進行に従って、構造物の各階の剛性が落ちて来ることが分かった。特にそのうちの 4 階、3 階と 1 階のほうが割とはっきりとしているが、2 階の剛性は明らかな変化が見当たらない結果となった。

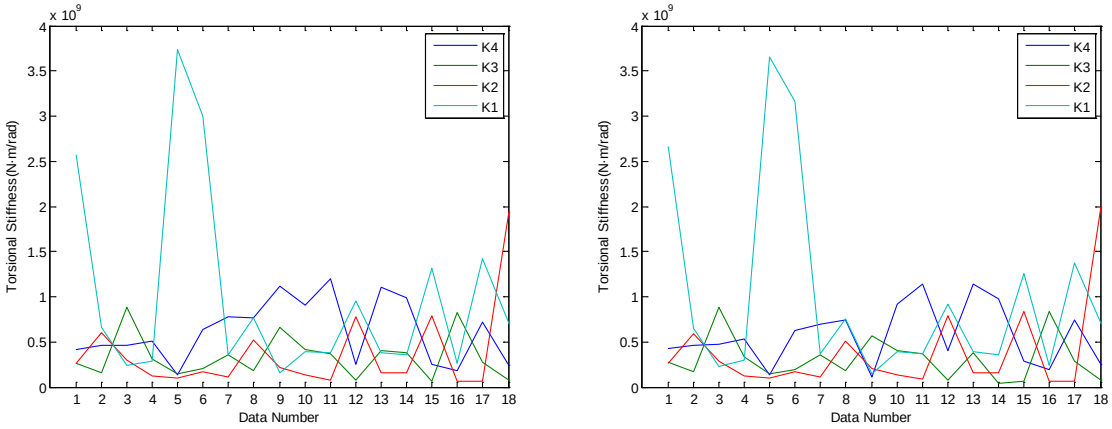
また、最初の加振時の剛性の減少は割とわかりやすく、その後だんだん緩やかになる。これは地震波の入力によって、構造物は徐々に線形領域から非線形領域に進行し、線形の計算モデルの適用上の限界と考えられる。元の構造物は RC 構造のフレームと耐震壁の組み合わせを使用し、簡略化モデルは剛性の梁と弾性の柱で構成された構造であるため、同定結果は実構造物応答と完全に合致することが現時点では難しい。しかし、構造物の剛性変化の傾向を大まかに把握できたといえる。



並進 X 方向



並進 Y 方向



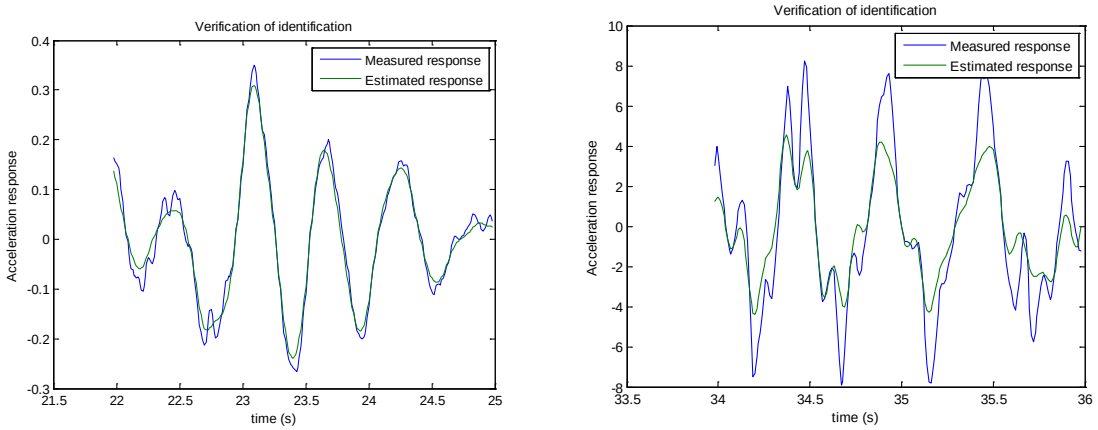
ねじれ方向

図 3.61　各日の DE 法及び PSO 法に基づく各層剛性の推移

２）パラメータ同定結果の妥当性検証

10/18 に行われた JMA 神戸波加振時（補償波/100%加振）の実測応答と、逆解析の結果として得られたモデルの出力を比較した結果を以下に示す。

補償波の際は構造物が線形領域に留まり、同定結果と実測結果とのかなり一致しており優れた方法だと考えられる。しかし、100%加振時には入力の振幅レベルが大きくなるにつれて、同定結果と実測結果との間に違いが生じた。



補償波入力時　　100%入力時

図 3.62　10/18 JMA 神戸波補償波の際の実測応答とモデル出力の比較

３）　詳細な逆解析のまとめ

DE 法及び PSO 法を用いて、構造物の各層剛性と減衰定数を同定し、その変化を踏まえて層レベルの損傷推定を行うことができた。

今回の実構造は RC 造のフレームと耐震壁との組み合わせであるため、構造物を剛性の梁と弾性の柱で構成された構造に簡略化するモデリングの過程が、同定結果に差異が生じる要因となることが分かった。

７．SHM システムの技術的な到達点と課題

管理技術 WG として３ヵ年行ってきた実験的検証を通じて、SHM システムの技術的な到達点（●）と課題（▼）を、以下に整理する。

１）災害時・平時に拠らず共通

●小型で高精度なセンサ、高精度な推定手法、大容量のデータ管理技術

▼センサシステムの初期コスト・運用コスト

▼利用目的やニーズに即したサービスの項目・内容の考え方が曖昧

▼一般ユーザ向けの分かりやすい情報提供

▼データベース構造の標準化、共通基盤の整備

２）災害時の SHM システム（大規模地震、強風等）

●応急危険度判定に代わるサービスとして提供できること

技術者による応急危険度判定及び被災度区分判定は延べ 45 時間（9 名×5 時間）要したのに対し、管理技術 WG システムは加振終了から 5 分後に推定結果が現地へ送られてきた。後日の逆解析も同様に、解析プログラム作成を除けば、演算及び推定結果の収斂は 5 分～10 分程度で迅速に完了する。

大規模地震発生時には、、SHM システムを予め備えておくことにより、継続使用可否について居住者等へ迅速に情報提供できる。また、応急危険度判定等の要員が不足することが想定されるが、要員派遣先の優先順位や詳細調査の要否を判断することが可能である。

▼確実な稼動を担保すること

人命に係るサービスを提供することになるため、センサを多数設置して冗長性を確保すること、通信環境の確認、センサの稼動状況の確認、キャリブレーション等について定期的に行う仕組みが重要である。

３）平時の SHM システム（中小規模地震、風、常時微動等）

●動的な変化を捉えるパラメータを高い精度で推定できること

▼推定結果の解釈の仕方を明確にすること

固有振動数等のモーダルパラメータがどの程度低下した場合に、補修・補強等を検討すべきかについて、実測データに基づく知見が不足している。センサデータだけでなく、技術者の目視による結果も併せて蓄積・管理し、実現象と照らし合わせて効果的な知見が蓄積されるような仕組みが必要と考えられる。

情報は所有者のものであることが基本だが、情報を匿名化し、二次利活用者も含めて限定的に閲覧できるような共通基盤の構築も検討を要する。

▼推定結果の位置づけを明確にすること

現状では、設計者・施工者の間で、自ら設計・施工した建物の確認を目的とした、微小振動時の SHM 利用のニーズがある。

しかし一般ユーザを含めて広く SHM が普及していくには、微小振動時の評価結果が建築構造物の要求性能の中でどのように位置づけられ、建物の維持管理・流通段階において自らの建物の状態を説明するパラメータとして活用できるか、明確にする必要がある。

（例）固有振動数等のモーダルパラメータと使用性（サービサビリティ）

８．　一般向けＱ&Ａ集の作成

平成 21 年度に作成した SHM 技術に関する関連用語の整理・解説資料に基づいて、建築の専門家でない一般にも分かりやすく技術内容を伝える技術解説書の取り纏めに向けて、主要用語、SHM 技術の概要、SHM 技術のユーザへの効果等に関する解説文案・図案等の作成を行う。

別途作成した SHM ガイドラインは、SHM サービス事業者等を対象としているのに対し、ここでは住宅の所有者や居住者者等を対象として想定している。

Ｑ１	SHM（構造ヘルスモニタリング）とは何ですか？

Ａ１：

センサから揺れの状況を計測し、建物の健康診断を行う技術です。

【解説】

大きな地震が発生したときの建物の揺れの状況を計測し、建物の損傷や劣化の位置や度合いを評価します。ユーザにとっては、災害発生直後の対応（安全な避難、事業継続等）や、建物の維持管理や流通の段階で、役立つ情報となります。

センサで計測するタイミングは、必ずしも、不意に発生する地震時だけとは限りません。私たちは普段、建物の中で過ごしているときに揺れを感じることはありませんが、ごく小さな地震、風、また自動車や鉄道等の影響によって、建物は常にわずかに揺れているのです。SHM では、こうした小さな揺れを捉えて、建物の健康状態を評価することもできます。

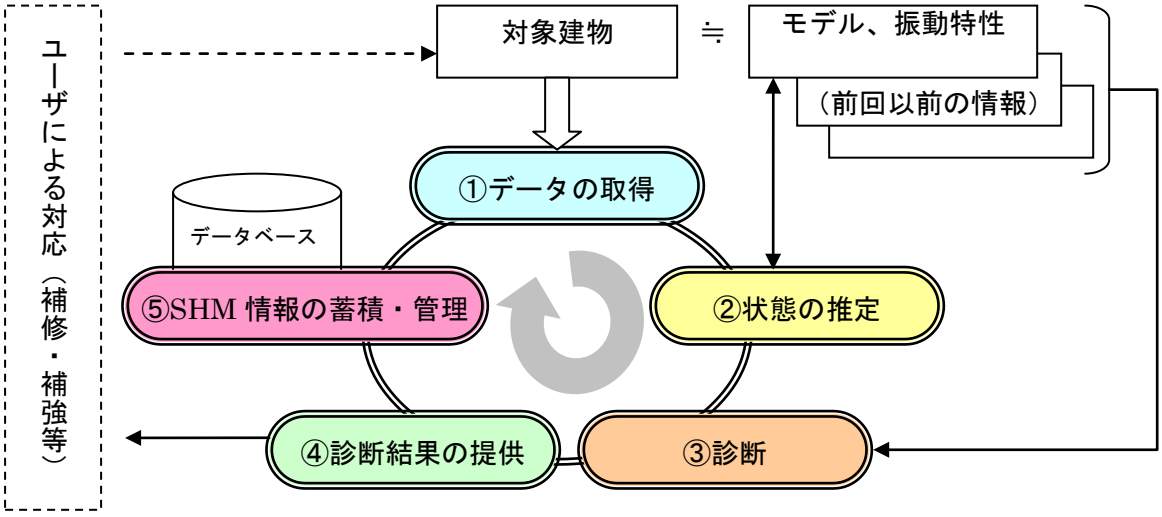


図 3.63　SHM 技術を構成する５つのステップ

Q２	建物の健康診断はなぜ必要なのですか？

Ａ２：

私たちが毎年受診する健康診断や定期的に行う車検制度等と同様に、人間が一生の中で多くの時間を過ごす建物に関しても、建物の使用期間を通じて目標とする性能が確保されているかどうか確認する仕組みが必要です。SHM は、それを実現するための技術の１つです。

【解説】

建物は、地震や風を受けると力が加わり、建設された直後の状態から、時間が経つにつれて徐々に変化してきます。またこうした力を受けなくとも、変形・ひび割れ等の現象として現れてきたり、リフォーム・増改築等によって建物に変化が現れてきたりといったことが考えられます。

多世代利用住宅は、多世代に住み継がれていく住宅であり、そのためには、建物に生ずる変化（機能・性能）が適切に把握でき、維持されていく仕組みが必要です。それが、中古住宅の流通の場面において、判断材料や優位な条件となります。

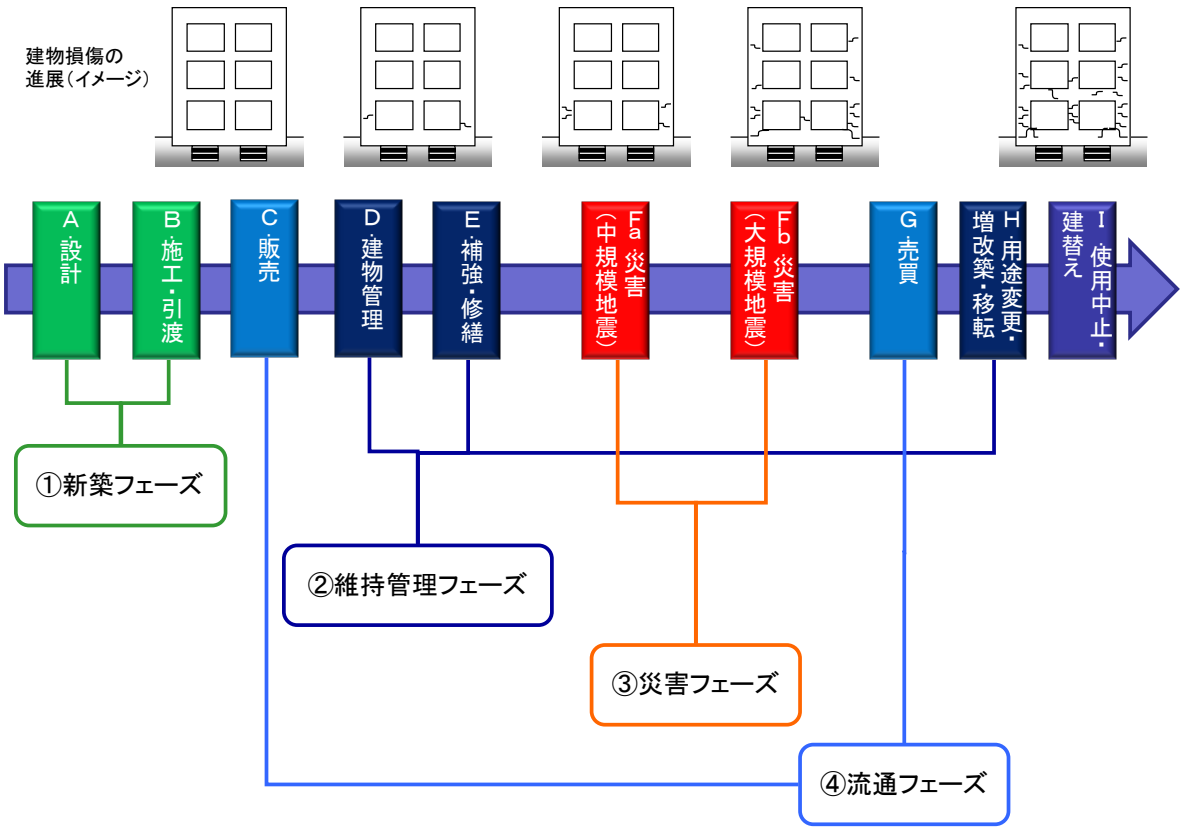


図 3.64　建物ライフサイクルにおける SHM 利用場面の区分

Q３	技術者による定期点検と比べて、どのような点で異なるのですか。

Ａ３：

両者とも、建物の健康状態を評価する仕組みである点で共通しています。

定期点検が、建物の変形・ひび割れ等の現象として現れる「静的な変化」を捉えるのに対して、SHM は、振動特性（揺れ方）として現れる「動的な変化」を捉えることができます。

【解説】

定期点検では、建物が建設されてから 5 年後、10 年後等のタイミングで、主に技術者の目視により、ひび割れの有無等の調査が行われます。しかし、点検時期の間に一定の空白期間があることに加え、ひび割れや亀裂が被覆材等で覆われている場合には検知が難しいこと、ひび割れが建物全体にどのような影響を及ぼすのか（言い換えると、建物全体で見た場合にそのひび割れは補修するに値するかどうか）の評価が難しいとされています。

これに対して SHM は、建物の健康状態を「動的な変化」から捉えます。例えば、揺れ方の違いから、建物内部に発生・進展している損傷を推定し、何階のどの辺りに損傷が発生しているかを評価できます。また、コンクリートがひび割れを起こすときに発生する音をセンサで捉えて、深刻な状態になる前の段階で補修等の対策をとることができます。このように SHM は、技術者による目視点検を代替あるいは補完しあう新しい診断技術として期待されています。

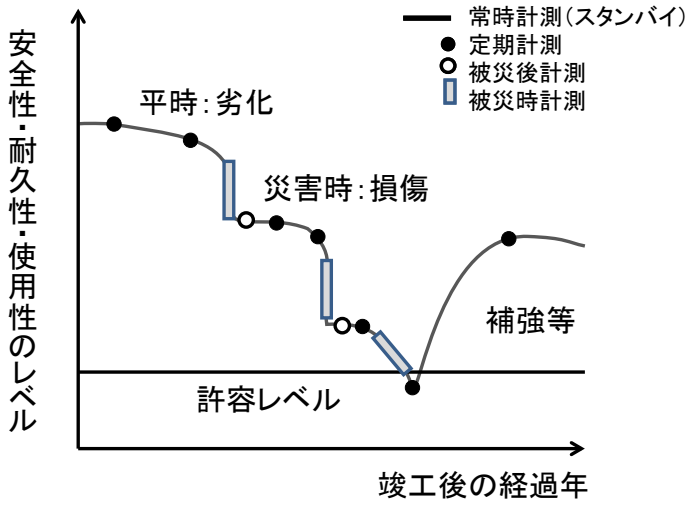


図 3.65　データ計測のタイミングに関する３つの考え方（イメージ）

Q４	SHM を導入すると、どのようなメリットがありますか？

Ａ４：

①効果的・経済的な維持管理につながる

②地震直後に建物内に居続けてよいか、避難すべきかを把握できる

③取引の際には重要な判断材料の１つとして活用できる

【解説】

１点目は、建物の維持管理におけるメリットです。SHM によって目視点検を代替あるいは併用することで、維持管理のための評価の精度が向上すること、時間や手間がかからず効率的に行えることといった利点があります。

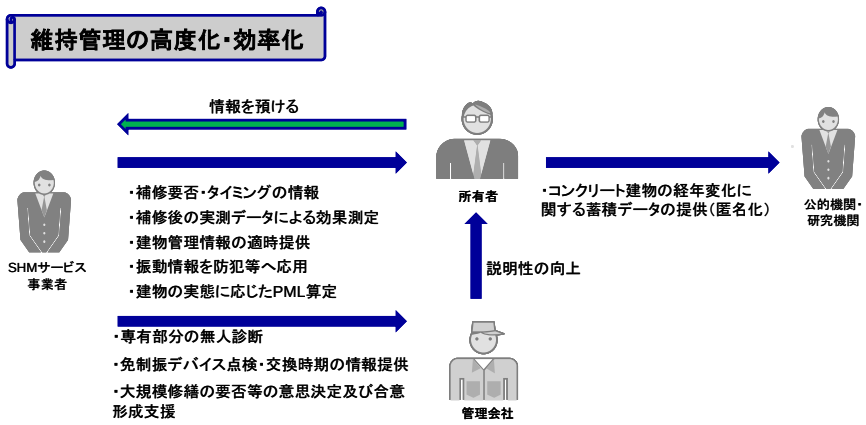


図 3.66　「維持管理フェーズ」における SHM 利用場面

２点目は、災害時のメリットです。大きな地震が発生した場合には、応急危険度判定や被災度判定のための人員が不足し、情報が得られるまでに時間がかかる可能性があります。SHM を導入すれば、建物をそのまま継続して使用可能であるかどうか、迅速な情報提供が可能です。大きな変化がないことがすぐに分かれば、オーナーや入居者は安心できますし、特に高層階に住んでいるお年寄りにとっては避難の手間が省けます。

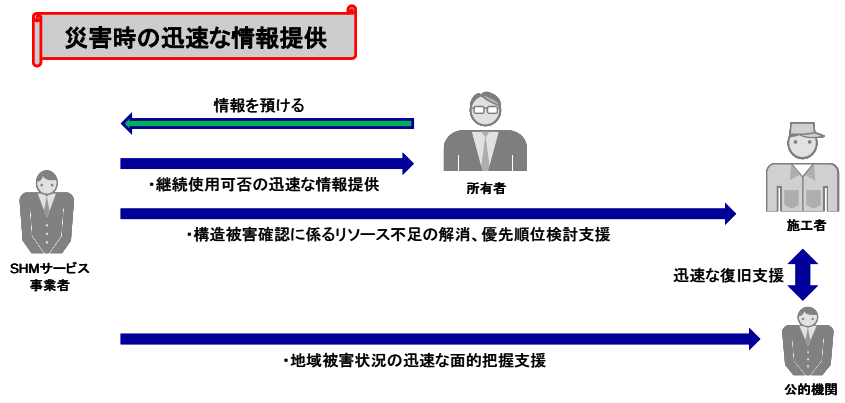


図 3.67　「災害フェーズ」における SHM 利用場面

３点目は、流通段階のメリットです。建物の健康状態を評価した結果が長期にわたって蓄積・管理されていると、流通の場面で買い手にとっての判断材料となるとともに、優位性につながります。例えば住宅履歴情報システムで蓄積管理する情報項目の１つとして、SHM による動的な変化が記録しておくといった仕組みが考えられます。

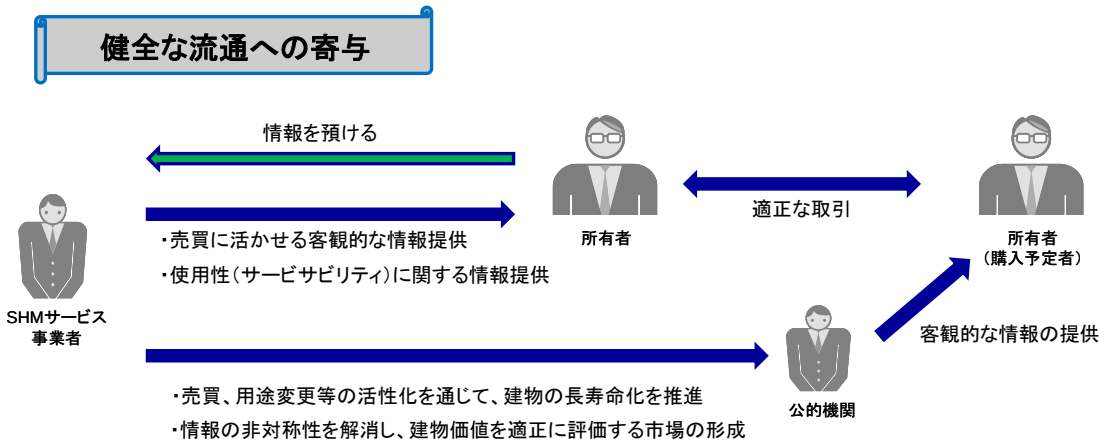


図 3.68　「流通フェーズ」における SHM 利用場面

Ｑ５	建物の健康診断はどのようにして行い、どの程度まで正確なことが分かるのですか？

Ａ５：

建物の柱・梁・床等に設置したセンサから得られたデータを解析して、振動特性（揺れ方）を推定します。その結果を前回以前の推定結果と比較することで、建物の健康診断を行います。

振動特性（揺れ方）の推定に関しては数多くの研究が行われ、高い精度で推定できるようになってきました。ただしそれが補修・補強を必要とするレベルかどうかを示すためには、より多くの建物で計測と評価を積み重ねながら、診断の精度を高めていく必要があります。

【解説】

建物に損傷や劣化が生じると、その位置や度合いに応じて、振動特性（揺れ方）に「動的な変化」が現れます。例えば、既に一部の事業者が、地震時に最大層間変形角（上下階の変位量の差の最大値から算出）が閾値を越えたどうかを計測するといったサービスを提供していますが、この方式であればかなり正確に推定できるといえます。また、戸建住宅等であれば最低 1 個の加速度センサを設置しておけば、固有値（その建物固有の揺れやすい周波数領域）を高い精度で推定して、動的な変化を捉えることができます。

ただし現時点の技術レベルでは、それらが本当に補修・補強を必要とするレベルなのかどうかの最終的な判断基準が不足しています。人間の体の健康診断に関しては、ＢＭＩやメタボリックシンドロームなど、病気のサインとなる症例を積み重ねて、その診断基準が確立されてきました。SHM も同様に、今後普及が進み、より多くの建物で計測と評価を積み重ねながら、進歩していく部分が大きいと考えられます。

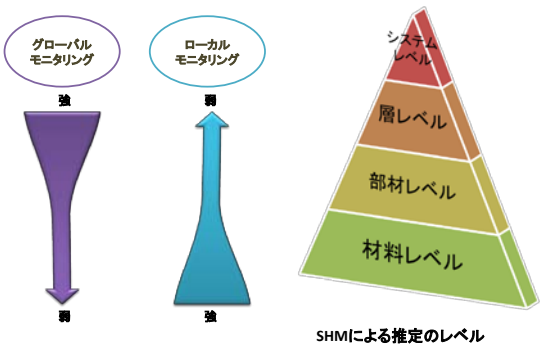
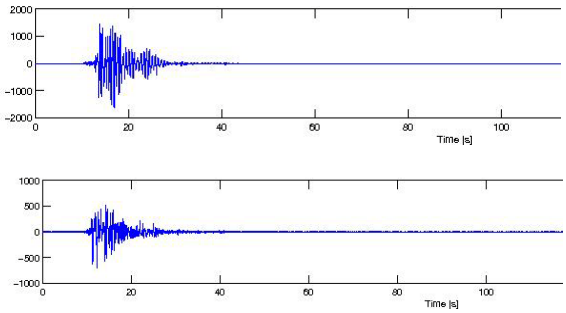
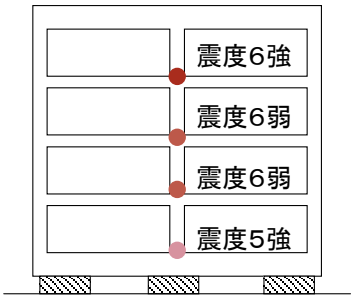


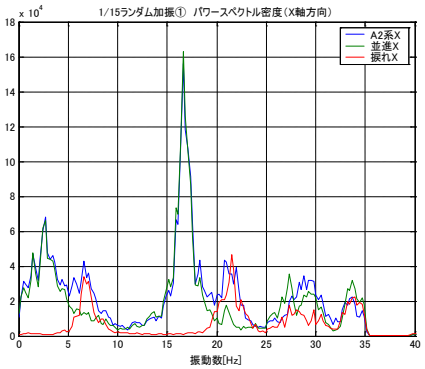
図 3.69　推定のレベルとグローバル／ローカルモニタリングの考え方（イメージ）



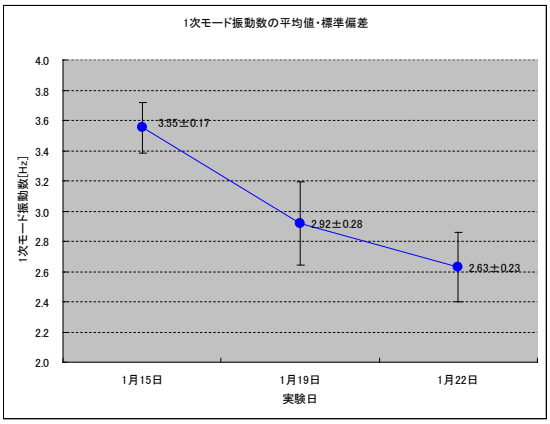
加速度時刻歴波形



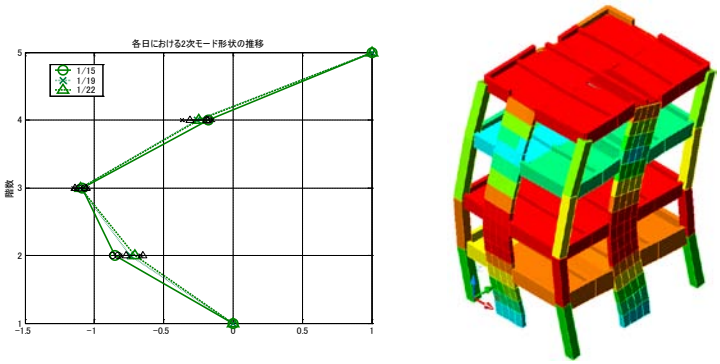
各階の震度情報



スペクトル情報



固有振動数の算出結果



モード形

図 3.70　SHM システムを通じた「基本情報」の提供イメージ

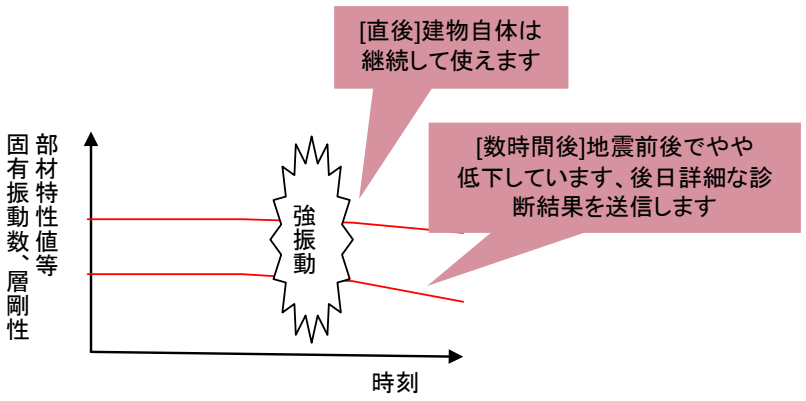


図 3.71　SHM システムを通じた「被災直後の安全行動の支援情報」の提供イメージ

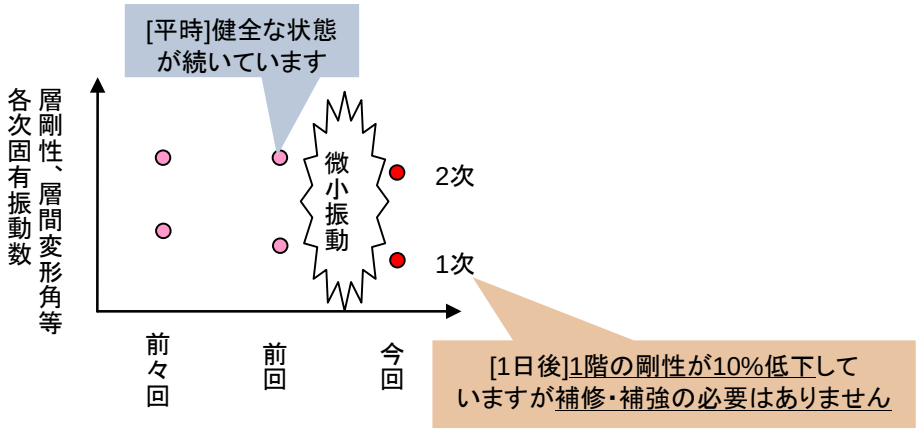


図 3.72　SHM システムを通じた「判断・対応に係る支援情報」の提供イメージ

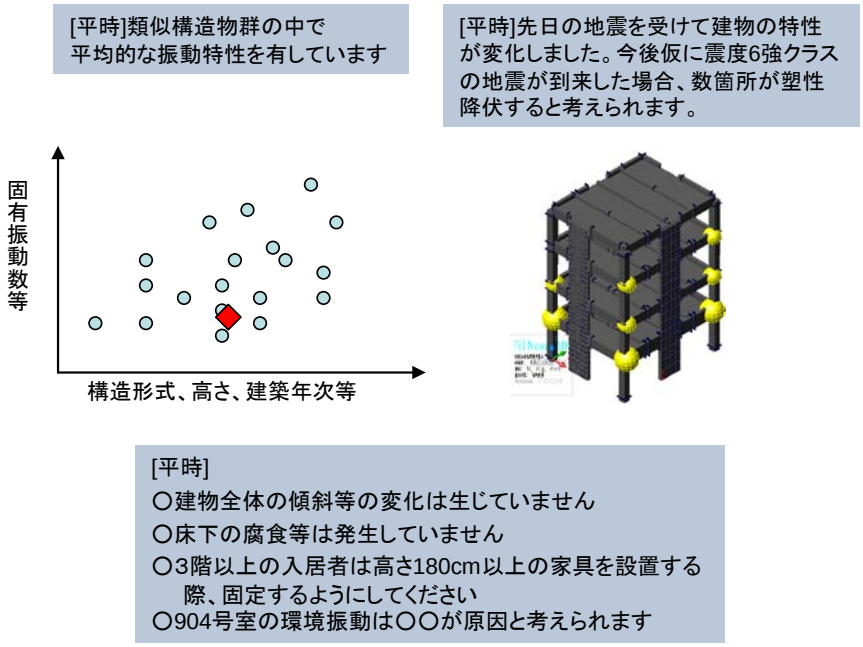


図 3.73　SHM システムを通じたその他の情報の提供イメージ

Q６	SHM で取得された情報は、どこに保管され、誰がどのように活用するのですか？

Ａ６：

SHM で取得された情報は、セキュリティの施されたネットワークを介して SHM の情報管理者と認定された事業者の管理下にあるサーバに保管されます。このサーバに保管されたデータは、情報を預けているオーナーが ID とパスワードを用いることでいつでも閲覧することができます。一方で、不正アクセスやデータの改ざんがないよう厳重に管理されます。

このデータの活用方法としては、建物の売買時に、買主へ説明する資料にすることなどが挙げられ、建物の健全性を客観的に示すこともできます。

また大規模地震の発生時には、あらかじめサービス事業者と契約することで、データを解析して建物の応急危険度を判定・通知してもらうことにも活用できます。SHM で取得された情報を蓄積して同一建物の構造の状況変化を把握することにも活用できます。

また保管されたデータは、あらかじめサービス事業者と契約することで、Q5 に記載されているように、建物の健康状態の推定精度を上げるために研究用に利用されることがあります。利用されるときは、匿名化されてどの建物のデータか特定できないように配慮されます。

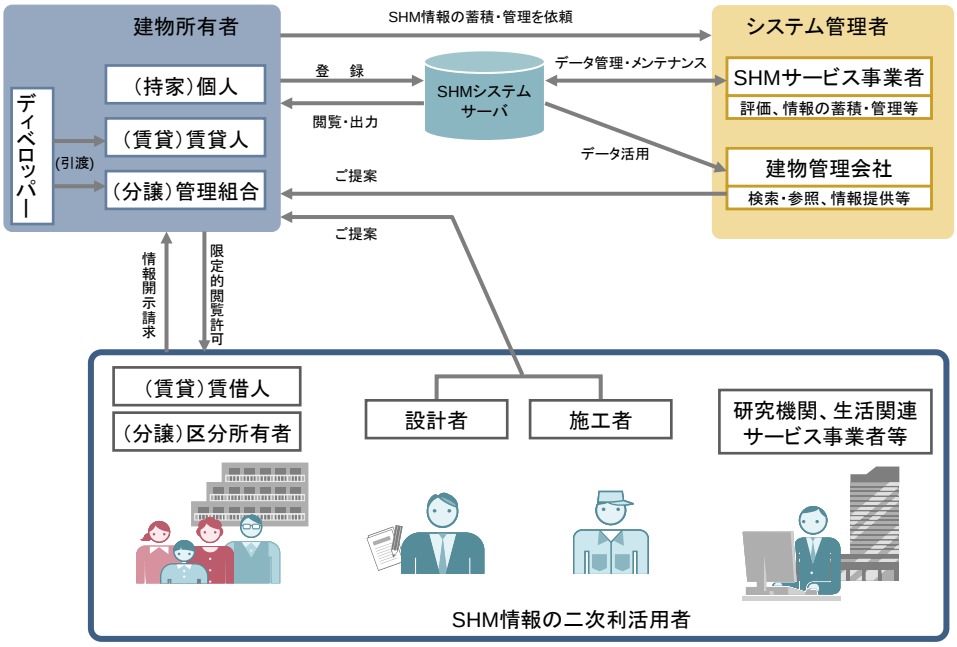


図 3.74　SHM システムの概念図（例）

Q７	SHM の導入を検討してみたいのですが、費用はどの程度かかるのですか？

Ａ７：

SHM の利用目的や建物の構造・規模等に応じて、センサの種類・性能・個数、サーバ及び周辺機器等は異なってきます。

あくまで参考ですが、一部の事業者では、比較的規模の大きな共同住宅やオフィスビルを対象として、1 棟あたり数百万円で設置するサービスを提供しています。

Ｑ８	SHM を導入したいのですが、どこに相談すればよいのですか？

Ａ８：

大手不動産会社、ゼネコンなどでサービス提供が開始されていますので、これらの会社にお問い合わせいただければ情報が得られます。ただし、分譲タイプの共同住宅にお住まいの方は、マンション管理組合とご相談ください。

Ｑ９	今後、SHM の導入は義務化されるのでしょうか？

Ａ９：

事業者による先導的な取組みとしての普及が期待される技術であり、現時点では義務化までは予定されていません。しかし将来的には、住まいの履歴書と言われる住宅履歴情報（いえかるて）の中に「動的な変化」を捉えるための情報項目の１つとして、SHM による計測・評価結果を位置づけることが検討されています。

９． まとめ

平成 20 年度から 3 年間かけて、住宅のスケルトンの健全性評価に構造ヘルスモニタリング技術を適用し、住宅の多世代利用に向けてハード面の管理の高度化を図るため、技術開発と活用手法の両面から調査検討を行った。

第 1 章では、SHM の継続的なシステム運用と情報提供のあり方について両面から検討した。住宅の維持管理に係る既往管理システムの提供事業者へのヒアリング等を通じて、システムが成立している背景要因や今後の課題等を整理するとともに、データ収集や情報提供内容の面から SHM システムと親和性が高いと考えられる既往管理システムについて考察し、これらと組合せによる SHM サービスが提供されることによって、SHM の普及可能性が高まることを示した。また、SHM による診断結果をユーザに分かりやすく提供するための内容・方法等に関して検討した。

第 2 章では、防災科研 E-defense で行われた実験を通じて、SHM の技術的な検証を行った。管理技術 WG としての SHM システムをアドオンした。平成 20 年度・21 年度と防災科研 E-defense における実験データを後日貸与頂き SHM の技術的検証を行ってきたが、平成 22 年度は管理技術 WG 独自の SHM システムをアドオンし、大きな地震入力を受けた建物のデータの計測・評価を行い、遠隔地に情報配信するといった仮想 SHM サービスが成立しうることを示した点が、新しい取組みであった。

また、SHM の技術的な到達レベルを明らかにするため、平成 20 年度及び平成 22 年度に実施された E-defense 実験データ（2 ヵ年分）の逆解析を実施した。微小振動下における SHM サービスを想定した逆解析では、平成 20 年度からの固有振動数等の経年変化を捉え、試験体の 1 層に損傷が集中していることを示した。今後の課題として、ユーザによる補修・補強等の判断につなげていくため、実構造物の測定データ及び技術者による目視等の調査結果を併せて蓄積・管理するためのデータ構造や、それらを匿名化した上で二次的な情報活用者がアクセスできる社会的仕組みの整備の必要性を示した。また、強振動下における SHM サービスを想定した逆解析では、各階加速度データに基づき層せん断力と層間変形角の関係を分析し、層レベルの損傷推定を行い、応急危険度判定に代わるサービスとしての技術レベルは既に実現可能な状況にあることを示した。しかし人命に係るサービスであることから、地震時におけるデータ計測・伝送や評価が確実に稼動するような仕組みは、今後のシステム運用上の課題であるとした。

第 3 章では、平成 21 年度に作成した SHM 技術に関する関連用語の整理・解説資料に基づき、主要用語、SHM 技術の概要、SHM 技術のユーザへの効果等に関する解説文案・図案等を作成した。建築の専門家でない一般にも分かりやすく技術内容を伝える技術解説書（一般向け Q&A 集）として取り纏めた。

多世代利用総プロにおける SHM の技術利用に係る検討の取りまとめとして、「多世代利用住宅の維持管理・流通を支える構造ヘルスモニタリング技術の利用ガイドライン（案）」を作成した。当該ガイドラインは、システムの利用目的等を踏まえたサービスの形態、項目・内容等を整理し、システムの利用目的を達成するための事業者側の備えを確認できるような内容とした。今後、SHM の利用及びサービス提供を検討している設計者・施工者・SHM サービス事業者等に是非活用していただきたい。

現段階で SHM は、応急危険度判定に代わるサービスとしては実用段階にあり、実際に大手建設会社をはじめとして、災害時利用を目的としたサービス提供を開始している。特に多世代利用住宅では、住宅の長期利用に伴い災害に遭遇する確率が相対的に高まることが考えられるため、SHM の備えが一層重要と考えられる。しかし、災害時にのみ有効利用されるシステムは費用対効果の面でユーザに訴求するのが難しいという点が、事業者ヒアリングを通じて多く挙げられた。SHM 技術が今後普及していくためには、災害時の確実な稼動を担保することと、平時のメリットを兼ね備えることが不可欠と考えられる。

平時の技術利用としては、現状では、設計者・施工者の間で、自ら設計・施工した建物の確認を目的とした、微小振動時の SHM 利用のニーズがある。しかし一般ユーザを含めて広く SHM が普及していくには、微小振動時の評価結果が建築構造物の要求性能（安全性能、使用性能、耐久性能等）の中でどのように位置づけられ、建物の維持管理・流通段階において自らの建物の状態を説明するパラメータとして活用できるかを明確にし、センサの利用を社会的に後押しする政策が必要である。

また、固有振動数等のモーダルパラメータがどの程度低下した場合に、補修・補強等を検討すべきかについて、実測データに基づく知見が不足している点が課題である。センサデータだけでなく、技術者の目視による結果も併せて蓄積・管理し、実現象と照らし合わせて効果的な知見が蓄積されるような仕組みが必要である。情報は住宅所有者のものであるが、その情報を匿名化することで、二次利活用者も含めて限定的に閲覧できるような共通基盤の構築も検討を要する。

平成 23 年 3 月 11 日、東北地方太平洋沖地震が発生し、仙台市内の SRC 造建物が、東北地方太平洋沖地震を受けて大破した。この建物は、1978 年の宮城県沖地震で鉄筋が切れていたことに気付かぬままに補強され今回被災したという経緯がある。このように構造体として外見上は大きな変化が無くとも、建物のコアな部分は被覆材におおわれて深刻なダメージが蓄積されていることに気付かないことが多い。

建物にセンサを設置し健康状態を把握する「構造ヘルスモニタリング」を、特に防災上重要な拠点となる建物へ実装し、有用性を十分に検証した後、一般の建物へも徐々に普及させていく必要がある。センサを搭載した建物が増えれば増えるほど、面的な状況把握と対策リソースの配分を迅速かつ合理的に行うことができる。

また、建物が安全であることが迅速に分かれば、地震直後の大量の帰宅困難者等の発生を抑制することや、応急危険度判定要員の不足を解消することにもつながる。建物の継続使用可否について実測データに基づいて判定する仕組みや、地震酔いなどに代表される「使用性」を性能項目の１つに位置づける必要がある。

今後の展開としては、実建物を対象とした実証や、具体的な制度設計が考えられ、産官学の連携が一層重要と考えられる。

Ⅳ. 戸建て木造技術部門

Ⅳ－１　「戸建て木造技術部門」の研究内容と研究成果の概要

１．戸建て木造住宅の多世代利用の意義・目的

木造の建築・住宅は、我が国固有の住環境を長らく形成し、豊かな地域性を育んできた。

戸建て木造住宅は、日本人の住む新築・既存住宅の中で最もシェアの大きい住宅の構造・形式であり、各地域固有の自然、文化、産業等とも親和性が高い。このような木造住宅を多世代にわたって継続的に利用（長寿命化）していくことは、少子高齢化などの社会経済状況を踏まえた居住機能、居住環境の形成・維持、廃棄物やCO_2排出量削減などの地球環境の観点から、現在、強力に推進していくべき重要課題となっている。

木材は、その弱点である水(雨漏りや結露等による)に対する備えや、適切な維持管理等に十分配慮すれば、耐震性・耐久性ともに大変優れた再生可能な天然材料であり、戸建て木造住宅は、住宅全体の長寿命化にあたり、フロー及びストックの両面において、重要な役割を担っている。また、多世代利用に向けた対応に関しては、住まい手個人や、つくり手である中小工務店等の判断・行動が重要であること、地域や住まい手等の状況に応じた比較的柔軟な対応が可能であることなどの特徴を有している。

以上を踏まえ、木造住宅の、長寿命化・多世代利用の推進ために、木造住宅のつくり手や維持管理等の担い手が配慮・実施すべき事項を検討・整理して提示することが本研究の目的である。

２．　研究内容と成果の概要

（１）研究内容

以上の認識のもと、戸建て木造技術部門においては、オープン工法（在来工法・ツーバイフォー）を主対象とし、戸建て木造住宅固有の長寿命化の意義と効果や、その実現のための条件を明確にしたうえで、多世代利用住宅としての戸建て木造住宅（新築及び既存）の設計・施工・管理等指針の検討を、以下に掲げる観点に十分配慮しながら実施することとした。

① 木材の長所を生かす長寿命化、
② 豊富な既往の知見等の活用、
③ 新築住宅と既存住宅双方の長寿命化、
④ 生産組織の持続可能性の確保配慮、
⑤ 地域性の重視や「住まい手」の参加等

（２）研究成果の概要

戸建て木造住宅の長寿命化を実現するためには、長寿命化に配慮した設計・施工を行い、その特性を踏まえ、適時・的確、きめ細かな維持管理を行うとともに、さらに必要に応じて適切な改修や維持保全計画の見直しを行いつつ多世代にわたる住継ぎ・住み替えが継続していく仕組みを構築することが必要である。

以上の考え方に基づき、戸建て木造技術部門においては、上記の各段階に対応した指針(案)について次の年次計画により検討を行い、成果を得た。

１．「戸建て木造住宅（新築）の長寿命化のための設計・施工指針（案）」（平成 20 年度）
２．「戸建て木造住宅の長寿命化のための維持管理指針（案）」（平成 21 年度）
３．「戸建て木造住宅の多世代利用に向けた住み継ぎ等対応指針（案）」（平成 22 年度）

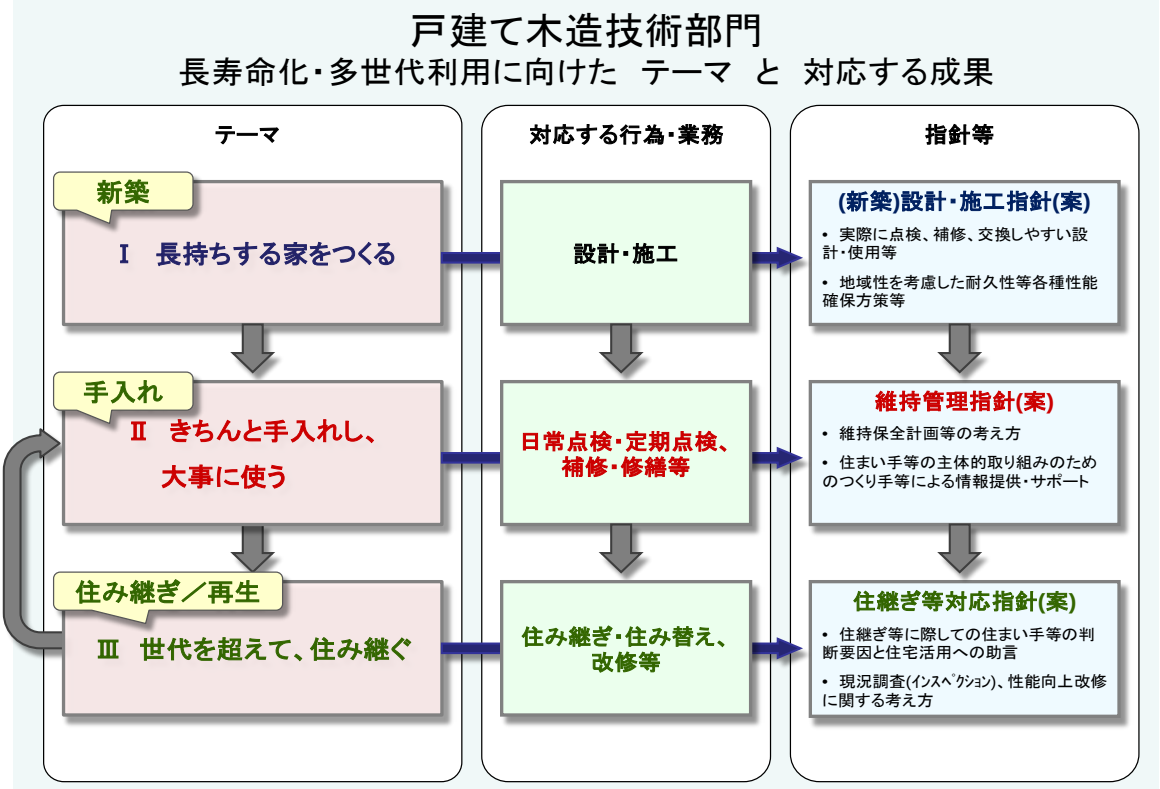


図 1.1　戸建て木造住宅の長寿命化・多世代利用に向けた研究課題

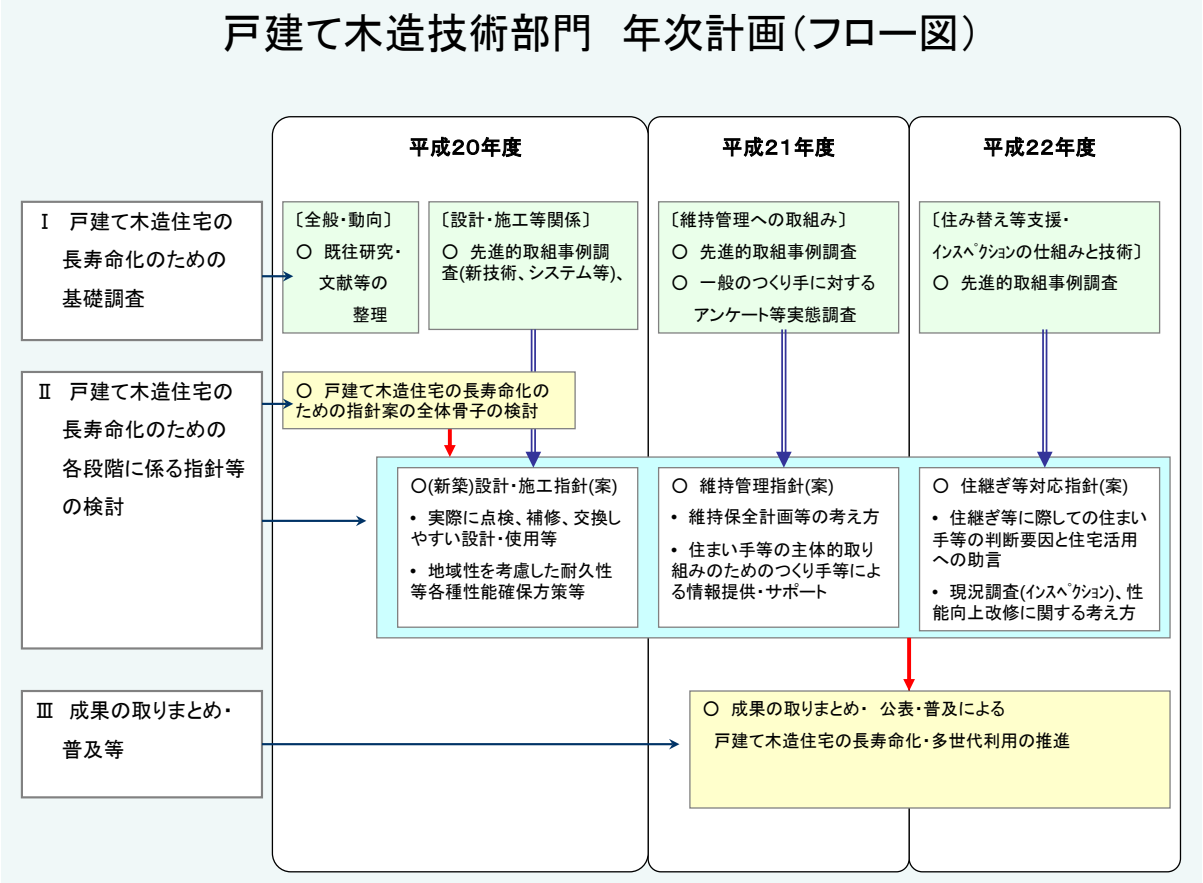


図 1.2　戸建て木造技術部門の年次研究計画

Ⅳ－２．戸建て木造住宅の多世代利用に向けた設計施工指針（案）の検討

１．指針（案）の目的・位置付け

本指針(案)は、現行（2011 年時点）の法令・制度を前提に、住宅の「つくり手等」（設計者、生産者等)に対して、戸建て木造住宅の適切な設計施工を実現・継続するために行うべき事項を示し、その業務等を実施する上で参考にできる資料として提示するものである。

具体的には、本指針（案）は、新たに建設しようとする敷地の条件や個々の住まい手の要件等に基づいて、基本計画等の策定や、具体的な設計施工業務などを進めていくに際して、「つくり手等」にとって、参考資料となるものとして構成しており、「つくり手等」や「住まい手」に対する義務付けや、何らかの規制を行うための基準等とすることを前提とはしていない。

また、本指針（案）は、長期優良住宅認定基準で定められている性能項目等をもとに構成しているが、現行の認定基準とは異なる方策についても、技術的な(参考となる)提案として記述している。これらの方策は、現行制度上は基準を満たさない場合もあるので留意を要する。

１）設計施工指針（案）において想定する利用者

本指針（案）の利用者は、主として新築戸建て住宅の設計、施工に関する判断や実施を担う者(次の①または②)を想定している。(つくり手等が、住まい手へのわかりやすい説明のために活用することも想定している。)

①つくり手等　：　工務店・設計者等（住宅の設計・施工業務を担う工務店・設計者等）

②住まい手　　：　住宅の新築を検討している住まい手。

２）対象となる住宅等（想定される条件・範囲）

（１）立地条件・地域

①気候条件：気候条件については、北海道、沖縄を除く地域（省エネルギー基準による地域区分のⅡ地域、Ⅲ地域、Ⅳ地域、Ⅴ地域）を対象として想定している。

②市街化・密度：過度に密集していない、大都市部近郊～郊外部、及び地方都市に立地する住宅を主な対象とする。（大都市中心部等に近年見られるいわゆる「ミニ戸建て」等の住宅については、「多世代利用」を実現するためには設計施工上特別な仕様・作業や配慮が必要と想定されるため、本指針（案）の対象外としている。）

（２）工法・構法：　本指針(案)においては、特定の供給者に限定されないオープン工法（在来(大壁・真壁)工法による木造戸建て住宅を主たる対象とする。ただし、これら以外の各種の工法・構法の住宅についても、個々に特性等を考慮した上で、部分的に参照することは可能と考えられる。

２．本指針（案）の基本的な考え方

2.1　性能項目等の設定

本指針（案）では、多世代利用住宅を実現するために必要と考えられる、住宅の性能、規模、居住環境、意匠性等に関する項目（以下、「性能項目等」と言う。）を設定している。

本指針（案）において対象とする性能項目等を設定するにあたっては、「長期優良住宅の普及の促進に関する法律」（平成 21 年 6 月 4 日施行）に基づく、「長期使用構造等とするための措置及び維持管理の方法の基準」（長期優良住宅認定基準・平成 21 年国土交通省告示第 209 号）を参考にした。長期優良住宅認定基準は、以下の内容を規定している（「長期優良住宅に係る認定基準 技術解説」（一般社団法人　住宅性能評価･表示協会)による)。

①住宅の構造及び設備が長期使用構造等であること。
②住宅の規模が国土交通省令で定める規模以上であること。
③住宅が良好な景観の形成その他の地域における居住環境の維持及び向上に配慮されたものであること。
④維持管理の方法が建築後の住宅を長期にわたって良好な状態で使用できる基準に適合するものであること。
⑤維持管理の期間が 30 年以上であること。
⑥資金計画が当該住宅の建築を確実に遂行するために適切なものであること。

本指針（案）は、上記のうち主として設計施工に係る①～③の内容について、性能項目等を設定した。④～⑥は、維持管理に係る内容であり、別途「木造住宅の長寿命化のための維持管理等指針にかかる調査検討業務」において取り扱うこととしている。

住宅を長期に使用するために住宅やその部材等が、物理面及び機能面で一定の期間にわたり、使用に耐える性能を有していることが必要となる。長期優良住宅認定基準の①(上記)では、建物としての基本的な性能(物理的耐久性等)を高める観点から「構造躯体等の劣化対策」、「耐震性」、ニーズの変化に柔軟に対応していく観点から「可変性」(間取り関係)、「バリアフリー性(共同住宅関係)」を求めている。「維持管理・更新の容易性」（内装・設備・配管等）はこれら両方の観点からの基準項目と言える。このほか、関連重要施策推進の観点から「省エネルギー対策」を求めている。

また、上記②においては「住戸規模」（一戸建てで 75 ㎡以上)を、③においては「居住環境」（景観形成、地域の居住環境への配慮)を求めている。

長期優良住宅認定基準の内容は全国の住宅に対して一律に規定しているものであるが、本指針（案）では、認定基準の内容に加えて戸建て木造住宅の長寿命化のために考慮することが望ましい、地域固有の気候条件や地理的条件に応じた対策等にも着目している。また、地域において長期間にわたり使い続けられる住宅とするための「デザイン」（地域の風土等と調和したしつらえ)、及び、地域生産システムの構築を求める「地域循環性」も重視している。

以上から、本指針（案）では、「1.構造躯体等の劣化対策」、「2.構造安全性」、「3.維持管理・

更新の容易性」、「4. 省エネルギー対策」、「5. 居住環境」、「6. 住戸規模」、「7. バリアフリー性」、「8. デザイン」、「9. 可変性」、「10. 地域循環性」の 10 種類の性能項目等を設定した。

これらの項目は、以下の 4 項目に分類して整理を行った。

1）構造安全性、耐久性など物理的に備えておく必要がある性能

2）居住空間の機能や快適性を高める性能

3）社会的な変化に対応できる性能

4）その他

なお、本指針（案）では、長期優良住宅認定基準の内容に留まらず、前述した地域固有の条件等を踏まえた上乗せまたは代替的な内容も盛り込んでいる。

表 2.1　本指針（案）で取り上げる性能項目等

備えるべき性能	性能項目等	長期優良住宅認定基準（一戸建ての住宅）で扱っている項目等	本指針（案）で追加した項目等	備考
1）構造安全性や耐久性など、物理的に備えておく必要がある性能	1.構造躯体等の劣化対策	○		地域固有の条件に基づく対策や個別性に基づく対策を追加
	2.構造安全性	○		地域固有の条件に基づく対策を追加
	3.維持管理・更新の容易性	○		個別性に基づく設備や内装の更新容易性を追加
2）居住空間の機能や快適性を高める性能	4.省エネルギー対策	○		地域固有の条件に基づく対策や個別性に基づく対策を追加
	5.居住環境	○		地域固有の条件に基づく対策を追加
	6.住戸規模	○		認定基準の通り
	7.バリアフリー性		○	戸建て木造住宅特有の可変性を追加
	8.デザイン		○	地域固有の条件に基づく対策を追加
3）社会的な変化に対応できる性能	9.可変性		○	戸建て木造住宅特有の可変性を追加
4）その他	10.地域循環性		○	地域固有の条件に基づく対策を追加

〔＊参考〕

「長寿命な住宅をつくる技術～長期優良住宅制度の概要と役割～」（建築技術 2009 年 10 月号、大橋好光）では、備えるべき性能を、1）物理的に備えておく必要がある性能、2）資産価値を高める性能、3）社会的な変化に対応できる性能、4）その他　の４つに分類整理している。

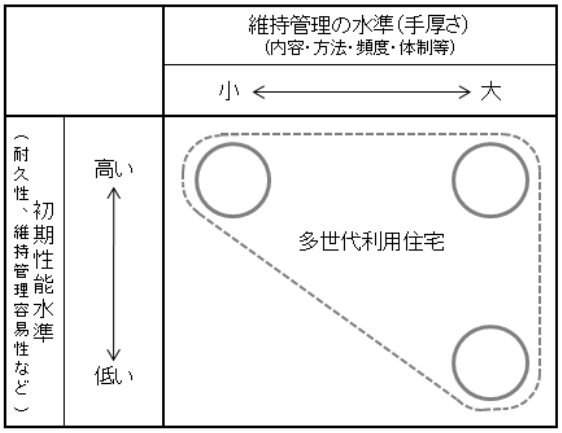
ここでは、上記を参考に 1）、2）、の分類名を一部変更して項目整理を行っている。

2.2　長寿命化のための性能確保の方法

１）基本的な考え方

多世代利用住宅を実現するためには、まず建設初期の性能水準の向上が必要であるとともに、住宅の性能水準を長期にわたって維持するために完成後(居住開始後)に適切な維持管理を継続して実施することが不可欠である。特に、表 2.1 で示した性能項目等のうち、「物理的に備えておく必要がある性能」（特に 1.構造躯体等の劣化対策・2.構造安全性）については、劣化外力の影響を直接受けるものであることから、一定の維持管理が必要不可欠である。

こうしたことを踏まえ本指針（案）では、住宅の初期における性能水準（その状態）とその後の維持管理の水準(手厚さ)を合理的に組み合わせることにより、多世代利用に資する住宅の性能を担保していくという考え方を基本に構成している。この多世代利用のための維持管理の内容（内容、方法、頻度等）は、住宅が初期に保有する性能水準とその基になる仕様等に応じて行われるべきであり、その内容・頻度等は一律でなくてもよいと考えられる。つまり、長期耐用性を担保していくためには、初期に保有している性能(特に耐久性や維持管理の容易性など)の水準が高い住宅についても一定程度の維持管理が求められるが、耐久性等に関する初期保有性能の水準が低い(基準を満たさない等)住宅であっても、維持管理をその内容に応じて、より手厚くすることにより、長期の利用が可能となる場合があると考えられる。以上を図 2.1 に整理する。



(注)耐久性等外の性能項目については、初期性能の水準と維持管理の水準との関係は必ずしも左図のようにはならないと考えられる。たとえば、初期において、省エネルギー性能等の水準が高くても、耐久性が不足、施工精度が低いなどの場合には短期間に性能が低下してしまう場合があることに注意。

図 2.1　耐久性等に関する初期性能水準と維持管理の水準との相関関係

２）性能水準の設定

多世代利用住宅の設計施工は、住宅が建設される地域や場所における気候条件（温度、湿度、降雨・降雪量、風速、日射量等)、立地条件（敷地に対する住宅の密集度等)、社会的条件（維持管理の担い手の有無、地域特有の慣習、住まい方等）等の諸条件を考慮することが必要である。なぜならば、これらの条件に基づき、劣化外力の度合い、維持管理の容易性等が異なるために住宅の長寿命化のための適切な対策が変わってくるからである。

本指針（案）では、こうした諸条件に応じて住宅の設計施工を行うため、以下の３段階の性能水準を設定している。

a. 長期優良水準　　：　全国一律の内容で構成されている長期優良住宅認定基準の運用に即した水準をいう。

a’. 地域・個別水準：　積雪寒冷地や強風蒸暑地等、一般地域に比べて劣化外力が大きいと想定される地域に建てられる住宅や、敷地面積に対する住宅の規模が大きく建物周囲に空地が少ないために維持管理が困難な住宅等は、長期使用に対応しうるために地域性や個別性に配慮した対策(設計・施工)を講じることが必要である。長期優良住宅認定基準に基づく対策に追加する措置(仕様等)、または、別の代替的な措置により、「a. 長期優良水準」と同等の性能が担保される水準をいう。

b. 必要水準　　：　手厚い維持管理や居住段階での住まい方に関する手厚い配慮を前提として設定する必要最小限の初期性能水準。ここでは建築基準法への適合及び普及が進んでいる既往の技術的基準に適合する程度の水準とする（表 2.2)。

表 2.2　初期性能水準の設定区分

a. 長期優良水準	・ 長期優良住宅認定基準により担保される水準 （基本的に全国一律の内容で構成されている）
a´. 地域・個別水準	・ 地域性や個別性に基づく劣化外力等に配慮した(特別の)対策を講じることにより、長期優良住宅認定基準相当以上の水準を確保し、長期使用に対応しうると認められる水準。 ・ 長期優良住宅認定基準同等以上の性能を確保するための代替的な対策を講じるも含む。
b. 必要水準	・ 建築基準法への適合および普及が進んでいる既往の技術的基準(※)に適合する程度の水準。（(※)住宅金融支援機構　木造住宅工事仕様書、瑕疵担保責任保険法人　設計施工基準など） ・「a. 」「a.'」のような長期利用のための特別な仕様・初期性能は有しない。長期利用に向けては居住、維持管理の段階における特別な配慮(水準の高い・手厚い維持管理等)が必要と考えられる。

３）初期性能水準に対応した維持管理の内容

表 2.1 で示した性能項目等のうち、「物理的に備えておく必要がある性能」（1.構造躯体等の劣化対策・2.構造安全性・3.維持管理・更新の容易性）を担保するためには、水分や湿気等の影響を受けやすい木質材料を健全な状態に保ち、内外装や設備機器等に求められる機能を維持するために、個々の状況に応じた適切な維持管理が必要不可欠である。

ここでは、これら長期利用のために求められる性能を担保する上で必要な維持管理の内容について整理を行う。

図 2.1 で示した通り、住宅の長寿命化に際しては、②で設定した各段階の性能水準に応じた維持管理の実施が必要である。

「a.長期優良水準」で建設された住宅の長期耐用性を担保するためには、長期優良住宅認定基準に基づく(一般的な)維持管理を実施することが必要であり、「a’.地域・個別水準」で建設された住宅の長期耐用性を担保するためには、地域性や個別性に配慮した維持管理が求められる。また、「b.必要水準」では、建設初期の性能は必要最低限の水準であるため、長期耐用性を担保するためには、強化した維持管理を実施することが求められる。

これらの維持管理の設定内容を表 2.3 に例示する。

表 2.3　維持管理内容の例

	一般的な維持管理	地域性や個別性に配慮した維持管理	強化した維持管理
基本的考え方	・長期優良住宅認定基準相当の維持管理内容 建築時から将来を見据えて、定期的な点検・補修等に関する計画が策定されていること。	・長期優良住宅認定基準相当の維持保全内容に加え、地域性や個別性に配慮し、上乗せもしくは代替の対策を講じている部分等についても維持保全を実施。 (維持保全対象部位の拡大)	・長期優良住宅認定基準相当の維持管理内容をさらに強化した維持管理の実施。 (対象部位の拡大と、点検・修繕等の実施頻度を高くする、実施内容・方法の充実、これらを担保する体制の強化など) 〔H21維持管理指針(案)参照〕
維持保全の対象とする部位	①構造耐力上主要な部分 ②雨水の浸入を防止する部分 ③給水又は排水の設備	①構造耐力上主要な部分 ②雨水の浸入を防止する部分 ③給水又は排水の設備 ④地域性や個別性に基づき上乗せもしくは代替の対策を講じている部分(特に注意・配慮が必要)	①構造耐力上主要な部分 ②雨水の浸入を防止する部分 ③給水又は排水の設備 ④その他、住宅の長期利用のために、特に維持保全の実施が必要と考えられる部分
実施体制	①住まい手及びつくり手等	①住まい手及びつくり手等 （当該住宅に係る地域性、個別性をよく理解していることが重要）	①住まい手及びつくり手等 ②検査等の専門事業者 ③複数の関係者や専門家の連携体制、全体を円滑に運用するための支援体制の構築なども考えられる。
定期点検の頻度	・5年ごとを基本とする。 (ただし、竣工後2年程度までは1年ごと。)	・地域性や個別性に配慮し、適宜設定する。 <注>以下のような条件の場合には点検の頻度を上げることを検討する。 ・降水量の多い台風常襲地に存する住宅の雨水の浸入を防止する部分 ・強風地域に存する住宅の屋根廻り　等	・基本的には1～2年ごと (ただし、竣工後2年程度までは1年ごと。)
その他	以下についても実施することが望ましい。 ・点検や保守及び修繕等の費用に関する情報の提供 ・保証(瑕疵担保責任、自社保険、メーカー保証等)内容の盛り込み		

以上を踏まえて、住宅の長期耐用性を担保するために「物理的に備えておく必要がある初期の性能」（「1.構造躯体等の劣化対策」、「2.構造安全性」、「3.維持管理・更新の容易性」）と、各初期の性能水準に対応した維持管理の内容を表 2.4 に整理した。

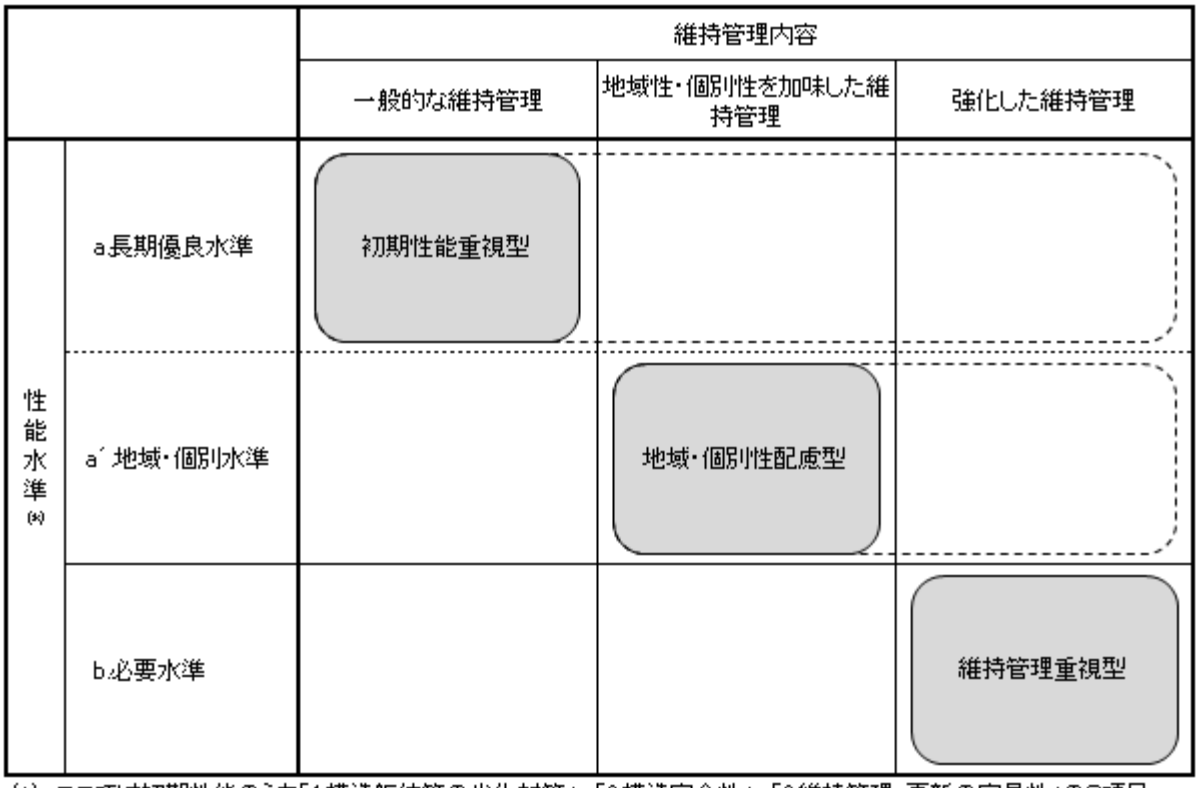
多世代利用住宅の典型的な実現方法として、気候条件、地域的条件、立地条件、社会的条件等に応じて以下の３つのタイプを設定し、これらの中から最適なものを選択するものとする。

初期性能重視型　：「a.長期優良水準」の所期性能を確保した上で、一般的な維持管理（状況に応じて強化した維持管理）等を実施し、長期耐用性を担保する場合。

地域・個別性配慮型：「a’.地域・個別水準」の所期性能を確保した上で、地域性や個別性に配慮した維持管理（状況に応じて強化した維持管理）等を実施し、長期耐用性を担保する場合。

維持管理重視型　：「b.必要水準」の所期性能を確保した上で、「a」、「a’」よりも強化した一定の維持管理を実施し、長期耐用性を担保する場合。

表 2.4　初期性能水準とそれぞれに対応する維持管理の水準のイメージ



(*) ここでは初期性能のうち「1.構造躯体等の劣化対策」、「2.構造安全性」、「3.維持管理・更新の容易性」の3項目

４）性能項目等ごとの性能の確保(性能水準の設定)

（１）基本項目と選択項目の設定

多世代利用住宅を実現するための性能項目については、基本的に確保すべき「基本項目」と、状況に応じて確保の要否を判断する「選択項目」とを設定する。「基本項目」は、長期優良住宅認定基準で規定されており、確保の必要性が高い性能項目として、「1. 構造躯体等の劣化対策」、「2. 構造安全性」、「3. 維持管理・更新の容易性」、「4. 省エネルギー対策」、「5. 居住環境」、「6. 住戸規模」を設定。また、「選択項目」は、長期優良住宅認定基準では、戸建て木造住宅に係る規定はないが、多世代利用住宅においては状況に応じて確保が望まれる性能項目として、「7. バリアフリー性」、「8. デザイン」、「9. 可変性」、「10. 地域循環性」を「選択項目」を設定する。

（２）基本項目の性能項目等の性能水準の設定

「基本項目」のうち、劣化外力の影響を受けやすく、一定の維持管理が必要不可欠な性能項目等である「1. 構造躯体等の劣化対策」、「2. 構造安全性」、「3. 維持管理・更新の容易性」については、「a. 長期優良水準」、「a’. 地域・個別水準」、「b. 必要水準」の３つの性能水準を設定する。これらの性能項目等は、適切な維持管理を前提に建設初期の性能が決定されるため、建設初期の性能水準とその水準に対応した維持管理の水準の組み合わせによるパターン（表 2.5 参照）の中から最適な手法を選択する。

「4. 省エネルギー対策」、「5. 居住環境」については、「a. 長期優良水準」及び「a’. 地域・個別水準」のみの初期性能水準設定としている。これは、初期の性能を維持するためには施工精度の確保や適切な維持管理が重要であるが、これらの項目については初期の性能を低くして維持管理で補うという方策が一般的には考えられないためである。（省エネルギーについては、「住まい方の工夫」などにより実現していく場合が考えられるが、これは通常の「維持管理」とは異なるため、本指針(案)では考慮していない。）

また、「6. 住戸規模」は、建築基準法等による規定は存在せず、また特に地域性や個別性に関わる性能ではなく、維持管理とも関係しないため、水準の段階区分は行っていない（初期の性能水準で「a. 長期優良水準」のみの設定)。

（３）選択項目の性能項目等の性能水準の設定

「選択項目」は、地域性や個別性に係る内容であり、また戸建て住宅に係る長期優良住宅認定基準や建築基準法等による規定等は存在しないため、「a’. 地域・個別水準」のみを設定した。

以上により、性能項目等ごとに設計条件（気候条件等の地域的な条件や、維持管理内容等の社会的な条件等）に応じて適切な水準設定を選択することにより、多様な方法で多世代利用住宅を実現できるようにしている。次頁表 2.5 に性能項目等ごとに性能水準設定の選択肢を示す。

表 2.5　性能項目等ごとの性能水準の設定

性能項目等		性能水準	
基本項目	1. 構造躯体等の劣化対策	a. 長期優良水準	一定の維持管理を前提とする性能項目等
		a´. 地域・個別水準	
		b. 必要水準	
	2. 構造安全性	a. 長期優良水準	
		a´. 地域・個別水準	
		b. 必要水準	
	3. 維持管理・更新の容易性	a. 長期優良水準	
		a´. 地域・個別水準	
		b. 必要水準	
	4. 省エネルギー対策	a. 長期優良水準	
		a´. 地域・個別水準	
	5. 居住環境	a. 長期優良水準	
		a´. 地域・個別水準	
	6. 住戸規模	a. 長期優良水準	
選択項目	7. バリアフリー性	a´. 地域・個別水準	
	8. デザイン	a´. 地域・個別水準	
	9. 可変性	a´. 地域・個別水準	
	10. 地域循環性	a´. 地域・個別水準	

2.3　各性能項目に関する具体的な措置項目

指針（案）の内容は、は、大きく 1～10 の性能項目等で構成し、それぞれについて多世代利用住宅を実現するためのより具体的な対策を指針項目として設定することとした。

表 2.6　各性能項目等の対策

性能項目等		指針項目
基本項目	1.　構造躯体等の劣化対策	1.1　防腐防蟻の措置を講じる。
		1.2　防湿換気の措置を講じる。
		1.3　雨水浸入防止の措置を講じる。
		1.4　点検容易性を確保する。
		1.5　特定の地域において部位･部材の強度を確保する。
	2.　構造安全性	2.1　耐震性を確保する。
		2.2　耐風性を確保する。
		2.3　耐積雪性を確保する。
		2.4　軟弱地盤に対し、適切な基礎構造とする。
	3.　維持管理･更新の容易性	3.1　設備配管の維持管理容易性を確保する。
		3.2　各種設備の維持管理･更新容易性に配慮した措置を講じる。
		3.3　部材･部品の維持管理･更新容易性に配慮した措置を講じる。
	4.　省エネルギー対策	4.1　断熱性を確保し、断冷房エネルギーの削減や結露の発生を防止する。
		4.2　日射の遮蔽により冷房エネルギーを削減する。
		4.3　自然エネルギーの活用により暖冷房及び照明エネルギーを削減する。
		4.4　計画(建物形状、平面計画等)の工夫により消費エネルギーを削減する。
		4.5　資源の有効活用により消費エネルギーを削減する。
	5.　居住環境	5.1　地域固有のまちなみや集落景観との調和に配慮する。
		5.2　当該住宅及び近隣の住宅における日照、採光、通風等の確保に配慮する。
	6.　住戸規模	6.1　適切な規模の居住空間を確保する。
選択項目	7.　バリアフリー性	7.1　高齢者等の移動の容易性を確保するための措置を講じる。
		7.2　高齢者等の介助の容易性を確保するための措置を講じる。
	8.　デザイン	8.1　地域の気候風土や育まれてきた住文化と調和したデザインに配慮する。
	9.　可変性	9.1　将来、増改築を容易にするための事前措置を講じる。
		9.2　将来、改修を容易にするための事前措置を講じる。
	10.　地域循環性	10.1　地域の作り手等を活用する。
		10.2　地域の材料を効率的に活用する。

2.4　指針項目の全体構成

性能項目等ごとに設定した性能水準を達成するための設計方針を表 2.7 のように整理した。

表 2.7　各性能項目等の性能水準ごとの設計方針

項目		性能水準ごとの設計方針		
		a. 長期優良水準 全国一律の内容で構成されている長期優良住宅認定基準相当の水準。	a´. 地域・個別水準 ・地域性や個別性に基づく劣化外力等に配慮した対策を講じることにより、原則として長期優良住宅認定基準相当の水準を担保し、長期使用に対応しうると認められる程度の水準。 ・長期優良住宅認定基準同等の性能を担保するための対策を講じることにより、代替する場合も含む。	b. 必要水準 建築基準法への適合および普及が進んでいる既往の技術的基準(※)に適合する程度の水準。
基本項目	1. 劣化対策	数世代(3世代)にわたり構造躯体が使用できる対策が講じられていること ・劣化対策等級3＋追加措置	地域の気候、地形等に即した、劣化軽減のための対策が講じられていることにより、長期耐用性の確保に資すること	建築基準法に定める対策　その他の措置
	2. 構造安全性	極めて稀に発生する地震に対し、継続利用のための改修の容易化を図るため、損傷のレベルの低減を図ること ・耐震等級2(構造躯体の倒壊等防止)または免震建築物	地域の気候、地形、地質等に即した構造安全性確保のための対策が講じられていること	極めて稀に発生する地震に対し、倒壊、崩壊等しないこと ・耐震等級1(構造躯体の倒壊等防止)
	3. 維持管理・更新の容易性	構造躯体と仕上げ材に影響を及ぼすことなく専用配管(給水管、給湯管及び排水管)の点検及び清掃を行うことができ、構造躯体に影響を及ぼすことなく専用配管の補修を行うことができること ・維持管理対策等級3(ガス管を除く専用配管)	設備、内装及び構造躯体の維持管理(清掃、点検、補修及び交換)に配慮した対策が講じられていること	構造躯体に影響を及ぼすことなく専用配管(給水管、給湯管及び排水管)の点検及び補修を行うことができること ・維持管理対策等級2(ガス管を除く専用配管)
	4. 省エネルギー性	エネルギーの大きな削減のための措置が講じられていること ・省エネルギー対策等級4(平成11年基準)	地域の気候や立地条件等に即した、エネルギー削減のための措置が講じられていること	
	5. 居住環境	良好な景観の形成その他の地域における居住環境の維持及び向上に配慮されたものであること	地域の伝統的なまちなみや集落景観と調和した外観・外構としていること	
	6. 住戸規模	良好な居住水準を確保するために必要な規模を有すること		
選択項目	7. バリアフリー性		加齢等に伴う身体機能の低下した際の住宅内の移動の安全性及び介助の容易性を確保すること ・高齢者等配慮対策等級3	
	8. デザイン		地域において長期間にわたり使い続けられる住宅とするため、地域の風土の文脈と調和したしつらえ等を採用すること	
	9. 可変性		家族構成やライフスタイルの変化等に対応した住宅の増改築や間取りの変更が可能な措置が講じられていること。	
	10. 地域循環性		地域において長期間にわたり使い続けられる住宅とするため、地域の風土の文脈と調和した生産システム等を採用すること	

３．戸建て木造住宅の多世代利用に向けた設計施工指針（試案）

以上の検討を踏まえ、「戸建て木造住宅の多世代利用に向けた設計施工指針の案を作成した。今回の検討は、多世代利用型住宅の設計施工に関する指針は、今後さらに具体的かつ実践的な検討が望まれることから、設計施工指針（試案）としている。以下に試案の本文を記す。

戸建て木造住宅の多世代利用に向けた設計施工指針（試案）

3.1　本指針（試案）の目的

戸建て木造住宅をめぐる昨今の状況や、戸建て木造住宅が有する特徴を踏まえつつ、多世代にわたって利用可能な戸建て木造住宅に求められる初期性能水準を実現するための設計施工に係る基本的留意点を整理・抽出し、実際の業務や関連する各種の取り組みのために有効な資料として提示することが、本設計施工指針(試案)の目的である。これにより多世代にわたって利用可能な戸建て木造住宅（以下、「多世代利用住宅」と言う。）の社会への普及と定着に資することを目指している。

3.2　適用範囲等

主として新築戸建て木造住宅における多世代利用住宅の設計及び施工の措置を対象とする。本指針(試案)は、現行（2011 年時点）の法令・制度を前提に、住宅の「つくり手等」(設計者、生産者等)に対して、戸建て木造住宅の適切な設計施工を実現・継続するために行うべき事項を示し、その行為等を実施する上で参考にできる資料として提示するものとする。なお、本指針（試案）は社会状況の変化や技術の伸長等を踏まえ、必要に応じて見直すものとする。

3.3　初期性能水準(設定)の考え方

本指針(試案)においては、住宅の長期利用を実現していく上では、設計・施工により確保される初期性能の水準と、これに応じた適切な水準の維持管理を継続的に実施することが必要であることにかんがみ、性能項目ごとの初期性能水準とこれに応じた維持管理の水準を設定する。

表 2.8 の左欄に掲げた性能項目ごとに、同表右欄の「ａ.」、「a’.」または「ｂ.」のいずれかの「初期性能水準」を選択し、設定するとともに、設定した初期性能水準に対応した、「実施すべき維持管理の水準」を表 2.9 及び表 2.10 に基づいて選択し、設定するものとする。

表 2.8　初期性能項目に関して設定すべき性能水準

初期性能項目等		選択・設定する性能水準		
基本項目	1．構造躯体等の劣化対策 2．構造安全性 3．維持管理・更新の容易性	a.長期優良水準	a’.地域･個別水準	b.必要水準
	4．省エネルギー対策 5．居住環境	a.長期優良水準	a’.地域･個別水準	
	6．住戸規模	a.長期優良水準		
選択項目	7．バリアフリー性、　8．デザイン 9．可変性、　10．地域循環性		a’.地域･個別水準	

表 2.9　選択・設定する初期性能水準と対応して実施すべき維持管理の水準

性能項目ごとに設定する初期性能水準	各水準の位置づけ	実施すべき維持管理の水準（以下から選択）
a.長期優良水準	長期優良住宅認定基準相当の水準(基本的に全国一律)	(i)　一般的な維持管理」 (ii) 地域性・個別性に配慮した維持管理 (iii)強化した維持管理
a’地域・個別水準	長期優良住宅認定基準相当の水準を各住宅の個別性や立地の地域性に配慮した対策により実現するための水準(長期優良住宅認定基準と同等の性能を別の対策(仕様等)により代替して実現する場合を含む)	(ii) 地域性・個別性に配慮した維持管理 (iii)強化した維持管理
b.必要水準	建築基準法のほか、一般に普及が進んでいる既往の技術基準等に適合する程度の水準	(iii)強化した維持管理

表 2.10　維持管理の各水準の内容等

維持管理の水準	各水準の位置づけ	定期点検の頻度等
(i)　一般的な維持管理	長期優良住宅認定基準相当の維持管理内容と頻度 建築時から、将来を見据え、定期的な点検・補修等に関する計画が策定されていることが必要。	５年ごと（竣工後２年間程度は１年ごと）を基本とする。
(ii) 地域性・個別性に配慮した維持管理	「(i)一般的な維持管理」の内容に加え、地域性や個別性に配慮し、上乗せ又は代替の対策を講じるもの。特に初期性能について地域性・個別性を踏まえた設定を行った部分・事項について配慮が必要。	５年ごと（竣工後２年間程度は１年ごと）を基本とし、地域性・個別性を踏まえて設定。
(iii)強化した維持管理	「(i)一般的な維持管理」に比べ、方法・体制等を強化	１～２年ごとを基本として設定

3.4　初期性能水準を実現するために設計施工上配慮すべき措置等

多世代利用に供する住宅に求められる初期性能水準（性能項目ごとに 3. で設定した各水準を含む）を確保するため、住宅の設計・施工に際しては、性能項目ごとに設定した初期性能水準を踏まえ、次の措置を講ずるよう配慮するものとする。

１）構造躯体等の劣化対策

（１）事項

構造躯体等の劣化の軽減や早期に劣化を発見し適切な対処を行うために、次の措置を講じること。

①　防腐防蟻の措置
②　防湿換気の措置
③　雨水浸入防止の措置
④　点検容易性の確保
⑤　地域の状況に応じた部材の強度強化の措置

（２）概要・例示

・地域の気候、地形や住宅の敷地条件等に基づく積雪、雨水、結露、地盤からの湿気、シロアリ等に起因する木材の腐朽・蟻害・金物の錆等による構造躯体等の劣化を軽減するため、住宅の多世代利用に資する間取り、工法、材料、防蟻措置、防水措置等を選択すること。
・木材の腐朽・蟻害等による劣化を早期に発見・対処を可能とするために、腐朽・蟻害の影響を受けやすい床下、小屋裏、壁面等に点検を容易にするための措置を講じること。

（３）設定した初期性能に応じた設計の考え方

・ａ．長期優良水準に設定する場合
　数世代にわたり構造躯体が使用できる対策を講じること（劣化対策等級３＋追加措置）
・ａ’．地域・個別水準に設定する場合
　ａ．の内容を基本に、地域の気候、地形等に即した劣化軽減のための対策を講じ、長期耐用性を確保すること。
・ｂ．必要基準
　建築基準法に定める対策、その他、社会への普及が進んでいる基準、指針、仕様書等に基づく措置を講じること。

２）構造安全性

（１）事項

地震、風、積雪等による影響や地盤の性状に対する構造安全性を向上させるために、次の措置を講じること。

①　耐震性の確保
②　耐風性の確保
③　耐積雪性の確保

④　軟弱地盤における基礎構造に関する措置

（２）概要・例示

・　地震、風圧力、積雪荷重等に対する住宅の構造安全性を確保するため、住宅の多世代利用に資する間取り、工法の選択や、壁の量や配置、屋根や床の剛性、接合部強度、基礎強度、横架材強度等の確保につとめること。

・　軟弱な地盤の地域においては、不同沈下を防ぐための適切な基礎構造の確保、地盤改良、杭の設置等を行うこと。

（３）設定した初期性能に応じた設計の考え方

・ａ．長期優良水準に設定する場合

極めてまれに発生する地震に対する損傷のレベルを低減し、継続利用のための改修の容易化を図ること（耐震等級２(構造躯体の倒壊等防止)）または有効な免震構造等の採用)。

・ａ’.地域・個別水準に設定する場合

ａ．の内容を基本に、地域の気候、地形、地質等に即した構造安全性確保のための対策を講じること。

・ｂ．必要基準

極めて稀に発生する地震に対して、倒壊、崩壊等しないこと。(耐震等級１(構造躯体の倒壊等防止))

３）維持管理・更新の容易性

（１）事項

住宅の設備機器や部材・部品は、構造躯体に影響を及ぼすことなく容易に維持管理を行えるようにするために、次の措置を講じること。

①　設備配管の維持管理の容易性の確保

②　各種設備の維持管理・更新容易性の確保

③　各種部材及び部品の維持管理･更新容易性の確保

（２）概要・例示

・　設備配管等の点検・清掃・補修・交換が容易に行えるように、事前に配管の敷設方法、配管形状、配線方式、設備容量設定等に関して工夫を図ること。

・　増改築への対応を容易にするためにプランニングのルール化や、部材・部品の点検・修繕・更新を容易にするための内装の事前措置や納まりの工夫を図ること。

（３）設定した初期性能に応じた設計の考え方

・ａ．長期優良水準に設定する場合

構造躯体及び仕上げ材に影響を及ぼすことなく、専用配管(給水管、給湯管及び排水管)の点検及び清掃を行うことができ、かつ、構造躯体に影響を及ぼすことなく専用配管の補修を行うことができるよう対策を講じること(維持管理対策等級３(ガス管を除く専用配管))。

・ａ’.地域・個別水準に設定する場合

ａ.の内容を基本に、地域の気候、立地条件等を踏まえた設備、内装及び構造躯体の維持管理(清掃、点検、補修及び交換)の実施に配慮した対策を講じること。

・ｂ．必要基準

構造躯体に影響を及ぼすことなく、専用配管(給水管、給湯管及び排水管)の点検及び補修を行うことができるよう、対策を講じること。

４）省エネルギー対策

（１）事項

長期に使用される住宅が有すべき、消費エネルギーを抑制するための性能を確保するために、次の措置を講じること。

① 断熱性の確保の措置（暖冷房エネルギーの削減、結露発生の防止）
② 日射遮蔽の措置（冷房エネルギーの削減）
③ 自然エネルギーの活用等の措置(暖冷房・照明エネルギーの削減)
④ 計画(建物形状、平面計画等)上の工夫(消費エネルギーの削減)
⑤ 資源の有効活用(消費エネルギーの削減)

（２）概要・例示

・ 適切な設計施工方法等に基づき効率良く断熱性を確保し、断冷房エネルギーの削減や木部の劣化の原因となる結露の発生を防止すること。
・ 個々の敷地条件や生活スタイル等のもとで極力自然エネルギー（自然風、太陽光、太陽熱等）を活用することや建物形状や間取りの工夫により、エネルギー消費量を削減する方法を検討すること。
・リサイクル材や雨水等の有効活用により消費エネルギーを削減すること。

（３）設定した初期性能に応じた設計の考え方

・ａ．長期優良水準に設定する場合

消費エネルギーの大きな削減のための措置を講じること(省エネルギー対策等級４(平成 11 年基準))。

・a’.地域・個別水準に設定する場合

ａ．の内容を基本に、地域の気候、立地条件等に即した消費エネルギー削減のための措置を講ずること。

５）居住環境

（１）事項

当該住宅（及びその近隣）の良好な居住環境の確保・形成を図るため、次の措置を講じること。

① 地域固有のまちなみや集落景観との調和に配慮した計画とすること
② 当該住宅及び近隣の住宅における良好な居住環境形成に必要な日照・採光・通風等の確保に配慮した計画とすること。

（２）概要・例示

・　地域の気候、景観、生産体制、生活慣習等と調和し、住宅が良好な景観の形成や居住環境の維持及び向上に配慮されたものとするために、屋根、外壁、開口部、外構等のまちなみを形成する住宅の要素は、形状、材料、色等に配慮するとともに、配置計画や建物形状等について隣接住宅等における良好な居住環境の確保に配慮したものとし、地域固有のまちなみや集落景観等と調和するように努めること。

（３）設定した初期性能に応じた設計の考え方

・ａ．長期優良水準に設定する場合

良好な景観の形成及び居住環境の維持及び向上に配慮すること。

・ａ’.地域・個別水準に設定する場合

ａ．の内容を基本に、特に地域の気候、風土、地形等や集落景観との調和に配慮した計画とすること。

６）住戸規模

（１）事項

長期の利用を考慮し、適切な規模の居住空間を確保すること。

（２）概要・例示

地域の実情、住まい手の家族構成や住まい方等に応じて、必要と考えられる規模を、設計者の判断のもと住まい手と協議を行い適切に設定するように努めること。

（３）設定した初期性能に応じた設計の考え方

・ａ．長期優良水準

長期の利用も考慮し、良好な居住水準を確保するために必要な規模とすること。

７）バリアフリー性

（１）事項及び設計の考え方

将来の住まい手の加齢等に伴う身体機能の低下を考慮し、次の措置を講じること（高齢者等配慮対策等級３(専用部分)）。

①　高齢者等の移動の容易性を確保するための措置

②　高齢者等の介助の容易性を確保するための措置

（２）概要・例示

将来の住まい手の加齢等に伴う身体機能の低下を見込んで、安全で快適に住み続けられるよう、通路、階段、水廻り等の安全性の確保や、介助の容易性に配慮した部屋の配置、通路出入り口の幅員、寝室・水廻り等の形状・寸法とすること。

８）デザイン

（１）事項及び設計の考え方

住宅が長期にわたり快適に住み継がれていくために、地域の気候風土や地域に育まれてきた住文化と調和した住宅の配置、間取り、しつらえ、外構計画等を積極的に活用すること。

９）可変性

（１）事項及び設計の考え方

将来、家族の構成や住まい方等に変化が生じた際にも快適に居住し続けることが可能となる住宅の間取り等の可変性を担保しておくために、将来における増改築、改修等を容易にするための事前措置を講じること。

（２）概要・例示

- 敷地内の住宅の配置や室内の間取りにゆとりのある空間を確保しておき、増改築を容易にできるようにしておくこと。
- 間取りを変更しやすくするための架構方法や壁配置の工夫、高階高や吹き抜けを活用した立体的な空間利用、床荷重の増大を見込んだ構造計画等により改修を容易にできるようにしておくこと。

１０）地域循環性

（１）事項及び設計の考え方

地域において風土と調和した生産システム等を採用し、長期間にわたり住み続けられる住宅とするために、次の措置に配慮すること。

① 地域のつくり手の活用

② 地域の材料等の効率的な活用

（２）概要・例示

- 地域のつくり手等や住まい手への情報提供の仕組みとその状況、地域の住宅づくりを支える技能者の育成の仕組みとその状況を考慮して、地域型の住宅建設について検討すること。
- 地域産業の持続性や、地域材料の安定供給等を確保するための仕組みとその状況を考慮して、地域材料の積極的な活用を検討すること。

４．設定初期性能実現のための措置の例

ここでは、指針(試案)の「４．初期性能水準を実現するために設計施工上配慮すべき措置等」に掲げた各性能項目のうち、「1.構造躯体等の劣化対策」、「2.構造安全性」、「3.維持管理・更新の容易性」、「4.省エネルギー対策」について、性能項目ごとに考えられる措置の具体的内容の例を示す。

以下は、参考として例示するものであるがここに掲げた以外の方策や技術の活用も考えられ、また、内容的には不十分な場合もあると考えられる。実際の検討にあたっては、個々の場合や地域の状況等を十分に勘案して具体的な対応方策を設定すべきである。

１）構造躯体の劣化対策

表 2.11　構造躯体の劣化対策として考えられる措置の例

指針項目	性能水準	性能水準を確保するための設計手法
1.1 防腐防蟻の措置を講じる。	a. 長期優良水準	①外壁の軸組等の防腐防蟻 ②土台 ③地盤の防蟻
	a´. 地域・個別水準	①構造材の防腐防蟻対策強化(範囲・樹種・仕様) ②防腐措置の強化(水廻りの間取り等) ③地盤の防蟻措置の強化・代替(基礎の仕様・薬剤不使用)
	b. 必要水準	①令第37条(構造部材の耐久) ②令第41条(木材) ③令第49条(防腐防蟻措置等) ④令第80条の2(補則) ⑤地盤の防蟻
1.2 防湿換気の措置を講じる。	a. 長期優良水準	①浴室・脱衣室の防水 ②基礎の高さ ③床下の防湿・換気 ④小屋裏の換気
	a´. 地域・個別水準	①地域固有の劣化環境に対する配慮 ②防湿・換気の強化(床下・壁体・水廻り・小屋裏・屋根等)
	b. 必要水準	①床下の防湿・換気、小屋裏換気
1.3 雨水浸入防止の措置を講じる。	a´. 地域・個別水準	①地域固有の劣化環境に対する配慮 ②止水処理の強化(屋根・外壁・開口部・足元等) ③排水処理の強化(屋根・外壁・足元等)
	b. 必要水準	①屋根の防水 ②バルコニー及び陸屋根の防水 ③外壁の防水 ④乾式及び湿式の外壁の仕上
1.4 点検容易性を確保する。	a. 長期優良水準	①床下・小屋裏の点検口 ②床下空間の高さ確保
	a´. 地域・個別水準	①点検容易性の強化
1.5 特定の地域において部位・部材の強度を確保する。	a´. 地域・個別水準	①地域固有の劣化環境に対する配慮

２）構造安全性

表 2.12　構造安全性確保のために考えられる措置の例

指針項目	性能水準	性能水準を確保するための設計手法
2.1 耐震性を確保する。	a. 長期優良水準	①壁量の確保 ②バランスの良い壁配置 ③床や屋根の剛性の確保 ④接合部の強度の確保 ⑤基礎強度の確保 ⑥横架材の強度の確保
	b. 必要水準	①壁量の確保 ②バランスの良い壁配置 ④接合部の強度の確保 ⑤基礎強度の確保
2.2 耐風性を確保する。	a´. 地域・個別水準	①地域固有の条件に対する配慮
2.3 耐積雪性を確保する。	a´. 地域・個別水準	①地域固有の条件に対する配慮
2.4 軟弱地盤に対し、適切な基礎構造とする。	a´. 地域・個別水準	①地域固有の条件に対する配慮

３）維持管理・更新の容易性

表 2.13　維持管理・更新の容易性確保のために考えられる措置の例

指針項目	性能水準	性能水準を確保するための設計手法
3.1 設備配管の維持管理・更新容易性を確保する。	a. 長期優良水準	①配管方法 ②地中埋設管敷設方法 ③排水管の構造 ④排水管の清掃のための措置 ⑤配管点検口の設置
	b. 必要水準	①配管方法 ②地中埋設管敷設方法 ③排水管の構造
3.2 短期的な設備の維持管理・更新容易性に配慮した措置を講じる。	a´. 地域・個別水準	①点検・交換・清掃を容易にするための設備の事前措置 ②変化への対応を容易にするための設備の事前措置
3.3 中期的な部材・部品の維持管理・更新容易性に配慮した措置を講じる。	a´. 地域・個別水準	①増改築への対応を容易にするための構造躯体の事前措置 ②点検・修繕等を容易にするための内装の事前措置 ③部材・部品の更新を容易にするための材料の選択や納まりの事前措置

4）省エネルギー対策

表 2.14　省エネルギー対策のために考えられる措置の例

指針項目	性能水準	性能水準を確保するための設計手法
4.1　断熱性を確保し、断冷房エネルギーの削減や結露の発生を防止する。	a. 長期優良水準	①断熱構造とする部分 ②躯体の断熱性能等 ③結露の発生防止 ④開口部の断熱性能等
4.2　日射の遮蔽により冷房エネルギーを削減する。	a. 長期優良水準 a´. 地域・個別水準	①開口部の日射遮蔽措置 ①開口部の工夫 ②壁面の工夫 ③屋根面の工夫 ④外構廻りの工夫
4.3　自然エネルギーの活用により暖冷房及び照明エネルギーを削減する。	a´. 地域・個別水準	①自然風の活用によるエネルギー削減 ②昼光の活用によるエネルギー削減 ③日射熱の活用によるエネルギー削減
4.4　平面計画の工夫により暖冷房エネルギーを削減する。	a´. 地域・個別水準	①建物形状の工夫 ②間取りの工夫
4.5　資源の有効活用により消費エネルギーを削減する。	a´. 地域・個別水準	①リサイクル材の活用 ②雨水活用（節水、利用、熱環境緩和） ③その他（風力発電）

５．本指針（試案）適用の例示

ここでは、３．で示した指針(試案)を具体の住宅事例への適用を試みた。

１）設計条件の試設定

住宅を長寿命化させるために、保有すべき住宅性能等を検討する場合において、耐久性確保への影響が大きいと考えられる設計条件として、①気候、②立地、③敷地、④工法、⑤住まい手のライフスタイル、⑥維持管理の手厚さ、の６項目を例示的に設定した。また、設計条件それぞれについて選択肢を設定し、その特徴を表 2.15 に整理した。

なお、この設計条件の設定は、あくまで住宅のタイプごとの性能水準選択の例示を行うものであり、実際の設計においては、具体の多様な状況を踏まえ、よりきめ細かな条件設定を検討すべきである。

表 2.15　設計条件の選択肢とそれぞれの特徴

設計条件	選択肢	特徴
①気候	イ. 一般地	主にⅣ地域に存し、積雪寒冷地、強風蒸暑地に比べて生物劣化進行の因子が少ないと想定される地域。
	ロ. 積雪寒冷地	冬季の気温が低く、積雪に伴い湿度も高い寒冷地であり、他の地域に比べて生物劣化進行の因子が多く存在すると想定される地域。
	ハ. 強風蒸暑地	気温・湿度共に高い蒸暑地に存し、雨等の劣化外力も多く、他の地域に比べて生物劣化進行の因子が多く存在すると想定される地域。
②立地	イ. 都心部	主に大都市圏の都心部を想定
	ロ. 大都市郊外部	主に大都市圏の通勤圏域を想定
	ハ. 地方部	主に上記イ、ロ以外の圏域を想定
③敷地	イ. 住宅の周囲に余裕あり	敷地に対して住宅がゆとりをもって建てられているため風通しや日当たりが良く、軒の出の確保も容易である。構造躯体の乾燥が促進されやすく、雨がかりも小さくしやすいことから、住宅の健全性が担保されやすいと想定される。また、住宅の周囲に余地が多いことから、維持管理・増改築も実施しやすいと想定される敷地。
	ロ. 住宅の周囲に余裕なし	住宅が密集して建てられているため風通しや日当たりが悪く、軒の出の確保も困難である。構造躯体の乾燥がされにくく雨がかりとなりやすいことから、生物劣化が進行する可能性が高いと想定される。また、住宅の周囲に余地が少ないことから、維持管理・増改築等も困難であると想定される敷地。
④工法	イ. 軸組工法(大壁)	一般的に、構造躯体が外壁材等により被覆されているため、漏水等の不具合があった場合に乾燥がされにくく劣化が進行することがある。 また、構造躯体が被覆されているが故に、その劣化の状態が認識されにくく、ある程度劣化が進行した後に認識されることがある。 一方、気密性・断熱性の確保は比較的容易である。
	ロ. 伝統的構法(真壁)	一般的に構造躯体が現しになっているため、庇等により適切に保護がされていれば、躯体の乾燥がされやすく劣化しにくい。 また、劣化が発生した場合にも現しになっているため、状態が認識されやすく早期に手立てしやすい。 一方、気密性・断熱性を確保するには納まり上の工夫が必要。
⑤住まい手のライフスタイル	イ. 伝統的自然生活指向	自然にこだわり、自然エネルギーを主として利用して快適さを達成。主に郊外型の立地で利用可能。
	ロ. 自然生活指向	自然を活用しながら、省エネルギー設備利用と両立させて快適さを達成。郊外域と都市域の中間的な立地で利用可能。
	ハ. 安定的生活指向	省エネルギー設備を主として利用して快適さを達成。自然エネルギー利用に工夫を必要とする(あるいは利用が困難な)立地で利用可能。
⑥維持管理の手厚さ	イ. 大	住まい手と主につくり手等(主に工務店)にに加え、点検、情報管理、保険・金融等の専門事業者も携わり、手厚い維持管理を実施。主に都市部において実施が可能。
	ロ. 小	住まい手と主につくり手等(主に工務店)により維持管理を実施。

2）性能項目等と設計条件の関連の度合いの整理

各性能項目等と設計条件との関連性の例を表 2.16 に整理した。関連性が大きいほど各性能項目等の性能水準選択の際に重要度が高いことを意味する。（下表もあくまで例示であり、具体には、ここに示した関連性とは異なる状況になる場合もある。）

表 2.16　各性能項目等と各設計条件の関連の度合い

性能項目等		設計条件					
		①気候	②立地	③敷地	④工法	⑤住まい手のライフスタイル	⑥維持管理の手厚さ
基本項目	1. 構造躯体等の劣化対策	◎	○	◎	◎	－	◎
	2. 構造安全性	◎	○	○	－	－	◎
	3. 維持管理・更新の容易性	－	○	◎	○	－	◎
	4. 省エネルギー対策	○	－	◎	－	◎	－
	5. 居住環境	－					
	6. 住戸規模	－					
選択項目	7. バリアフリー性	－					
	8. デザイン	◎	－	－	－	－	－
	9. 可変性	－					
	10. 地域循環性	－					

◎：関連性大　○：関連性小　－：関連性なし

：性能水準検討にあたり、特に影響が大きいと想定される設計条件

3）設計条件に基づく性能水準の実現容易性の整理

ここでは、表 2.15 を基に、特に性能検討への影響が大きいと想定される①気候、③敷地、⑥維持管理の手厚さの３つの設計条件に着目し、性能水準の実現容易性について検討・整理した。その結果が表 2.17 である（表はあくまで例示であり、具体には、ここに示した整理とは状況が異なる場合もある）。

表 2.17　設計条件に応じた性能水準の実現容易性の整理

性能項目等		設計条件			性能水準の実現容易性		
		①気候	③敷地	⑥維持管理の手厚さ	a.長期優良水準	a'.地域・個別水準	b.必要水準
基本項目	1.構造躯体等の劣化対策 2.構造安全性 3.維持管理・更新の容易性	イ. 一般地	イ. 住宅の周囲に余裕あり	イ. 大	◎	○	○
				ロ. 小	◎	○	△
			ロ. 住宅の周囲に余裕なし	イ. 大	◎	○	○
				ロ. 小	◎	○	△
		ロ. 積雪寒冷地	・敷地条件に関わらず適用	イ. 大	○	◎	○
				ロ. 小	○	◎	△
		ハ. 強風蒸暑地	・敷地条件に関わらず適用	イ. 大	○	◎	○
				ロ. 小	○	◎	△
	4.省エネルギー対策	・気候区分に関わらず適用	イ. 住宅の周囲に余裕あり		○	◎	
			ロ. 住宅の周囲に余裕なし		◎	△	
	5.居住環境		・敷地条件に関わらず適用		◎	◎	
	6.住戸規模				◎	－	
選択項目	7.バリアフリー性 9.可変性 10.地域循環性	・気候区分に関わらず適用	・敷地条件に関わらず適用		－	◎	
	8.デザイン	一般地			－	○	
		積雪寒冷地			－	◎	
		強風蒸暑地			－	◎	

◎:実現容易性大　○:実現容易性中　△:実現容易性小　－:選択肢なし

4）住宅の初期性能水準と維持管理水準の選択・設定例

次頁以降に、設定した設計条件に応じて、性能項目等ごとの性能水準とこれに応じた維持管理水準の選択のパターンを３パターン例示する。

ここでは、前項で示した通り、性能項目等ごとに気候の地域的な条件や、維持管理内容等の社会的な条件に応じて適切な性能水準を選択することにより多世代利用住宅を実現するための方策を例示している。

（1）性能項目ごとの初期性能水準と維持管理水準の選択のタイプの例示１　＜郊外型住宅の例＞

〔設計条件〕

①気候区分　　：一般地
②立　地　　：大都市郊外部
③敷地条件による区分　　：住宅の周囲に余裕あり
④工　法　　：軸組工法（大壁）
⑤住まい手のライフスタイル：自然生活指向
⑥維持管理の実施体制　　：住まい手、つくり手等、及び専門事業者

表 2.18　郊外型住宅の性能項目等と維持管理内容の選択のタイプの例

性能項目等		性能水準	維持管理内容
基本項目	1. 構造躯体等の劣化対策	a. 長期優良水準	一般的な維持管理
		a´. 地域・個別水準	
		b. 必要水準	
	2. 構造安全性	a. 長期優良水準	
		a´. 地域・個別水準	
		b. 必要水準	
	3. 維持管理・更新の容易性	a. 長期優良水準	
		a´. 地域・個別水準	
		b. 必要水準	
	4. 省エネルギー対策	a. 長期優良水準	
		a´. 地域・個別水準	
	5. 居住環境	a. 長期優良水準	
		a´. 地域・個別水準	
	6. 住戸規模	a. 長期優良水準	
選択項目	7. バリアフリー性	a´. 地域・個別水準	
	8. デザイン	a´. 地域・個別水準	
	9. 可変性	a´. 地域・個別水準	
	10. 地域循環性	a´. 地域・個別水準	

＊各性能項目等について、網掛け部分を選択する。



写真 1.1　郊外型住宅のイメージ

出典：「既存住宅の省エネ改修ガイドライン」／国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所／財団法人建築環境・省エネルギー機構

この郊外型住宅の例では、気候区分が一般地で、大都市郊外部で住宅の周囲に余裕があることから、水分等の影響による劣化の可能性は特には大きくないと想定した。設備機器等の更新は、比較的実施しやすいと考えられることから、「1. 構造躯体等の劣化対策」、「2. 構造安全性」、「3. 維持管理・更新の容易性」において「a. 長期優良水準」を選択している。また、住宅の周囲に余裕があり、住まい手のライフスタイルの設定を「自然生活指向」と想定とし、「4. 省エネルギー対策」においては、「a´. 地域・個別水準」を選択している。

選択項目では、将来のライフステージの変化に対応が可能なように可変性において、「a´. 地域・個別水準」を選択している。

維持管理の水準は、「1. 構造躯体等の劣化対策」、「2. 構造安全性」、「3. 維持管理・更新の容易性」で「a．長期優良水準」を選択していることを踏まえ、「(i)一般的な維持管理」としている。

（2）性能項目ごとの初期性能水準と維持管理水準の選択のタイプの例示２　＜都心型住宅の例＞

〔設計条件〕

①気候区分　　：一般地
②立　地　　：都心部
③敷地条件による区分　　：住宅の周囲に余裕なし
④工　法　　：軸組工法（大壁）
⑤住まい手のライフスタイル：安定的生活指向
⑥維持管理の実施体制　　：住まい手、つくり手等、及び専門事業者

表 2.19　都心型住宅の性能項目等と維持管理内容の選択のタイプの例

性能項目等		性能水準	維持管理内容
基本項目	1. 構造躯体等の劣化対策	a. 長期優良水準	強化した維持管理
		a´. 地域・個別水準	
		b. 必要水準	
	2. 構造安全性	a. 長期優良水準	
		a´. 地域・個別水準	
		b. 必要水準	
	3. 維持管理・更新の容易性	a. 長期優良水準	
		a´. 地域・個別水準	
		b. 必要水準	
	4. 省エネルギー対策	a. 長期優良水準	
		a´. 地域・個別水準	
	5. 居住環境	a. 長期優良水準	
		a´. 地域・個別水準	
	6. 住戸規模	a. 長期優良水準	
選択項目	7. バリアフリー性	a´. 地域・個別水準	
	8. デザイン	a´. 地域・個別水準	
	9. 可変性	a´. 地域・個別水準	
	10. 地域循環性	a´. 地域・個別水準	

＊各性能項目等について、網掛け部分を選択する。



写真 1.2　都心型住宅のイメージ

この都心型住宅の例では、気候区分は一般地だが、都心部で住宅の周囲に余裕がないことから、水分等の影響による劣化の可能性はやや大きいと想定した。また、住宅の周囲に余裕がなく維持管理に難があることや高さ制限のある中で極力容積を確保するために基礎高さを低く抑えていると想定し、「1.構造躯体等の劣化対策」では「b.必要水準」を、「2.構造安全性」、「3.維持管理・更新の容易性」では「a.長期優良水準」を選択している。工法は大壁の軸組構法であり、住まい手のライフスタイルを、省エネ設備等を利用する「安定生活指向」と想定したため、「4.省エネルギー対策」では、「a.長期優良水準」を選択している。

選択項目では、高齢者が居住している想定とし、「7.バリアフリー」を選択している。

維持管理の内容は、「1.構造躯体等の劣化対策」で「b.必要水準」を選択していることを踏まえ、「(iii)強化した維持管理」としている。

（３）性能項目ごとの初期性能水準と維持管理水準の選択のタイプの例示３　＜地域型住宅の例＞

〔設計条件〕

①気候区分　　：積雪寒冷地
②立　地　　：地方部
③敷地条件による区分　　：住宅の周囲に余裕あり
④工　法　　：伝統的構法（真壁）
⑤住まい手のライフスタイル：伝統的自然生活指向
⑥維持管理の実施体制　　：住まい手及びつくり手等が主体

表 2.20　地域型住宅の性能項目等と維持管理内容の選択のタイプの例

性能項目等		性能水準	維持管理内容
基本項目	1. 構造躯体等の劣化対策	a. 長期優良水準	地域性・個別性に配慮した維持管理
		a´. 地域・個別水準	
		b. 必要水準	
	2. 構造安全性	a. 長期優良水準	
		a´. 地域・個別水準	
		b. 必要水準	
	3. 維持管理・更新の容易性	a. 長期優良水準	
		a´. 地域・個別水準	
		b. 必要水準	
	4. 省エネルギー対策	a. 長期優良水準	
		a´. 地域・個別水準	
	5. 居住環境	a. 長期優良水準	
		a´. 地域・個別水準	
	6. 住戸規模	a. 長期優良水準	
選択項目	7. バリアフリー性	a´. 地域・個別水準	
	8. デザイン	a´. 地域・個別水準	
	9. 可変性	a´. 地域・個別水準	
	10. 地域循環性	a´. 地域・個別水準	

＊各性能項目等について、網掛け部分を選択する。



写真 1.3　地域型住宅のイメージ

この地域型住宅の例では、積雪寒冷地に存し、水分等の影響による劣化の可能性が大きいと想定され、住まい手及びつくり手等が主体となる伝統・習慣に基づく維持管理が想定されることから、「1. 構造躯体等の劣化対策」、「2. 構造安全性」、「3. 維持管理・更新の容易性」において「a’. 地域・個別水準」を選択した。また、工法が真壁の伝統的構法であり、住まい手のライフスタイルを「伝統的自然生活指向」、地域固有の景観を形成している地域に立地していると想定し、「4. 省エネルギー対策」、「5. 居住環境」において「a’地域・個別水準」を選択している。

選択項目は、地域の風土の文脈と調和したしつらえや生産システムを採用する想定をし、「8.デザイン」及び「10.地域循環性」（いずれも「a’. 地域・個別水準」）を選択している。

維持管理の水準は、「1. 構造躯体等の劣化対策」、「2. 構造安全性」、「3. 維持管理・更新の容易性」で「a’. 地域・個別水準」を選択していることを踏まえ、「(ii)地域性・個別性に配慮した維持管理」としている。特に積雪の多さに基づき冬季に湿度が高く、それにより木部の腐朽が進む恐れがあるため、点検の頻度を上げて劣化の状況を確認する必要があると想定している。

Ⅳ－３．「戸建て木造住宅の長寿命化のための維持管理指針（案）」の検討

１．維持管理指針(案)の目的・対象範囲等

1.1　目的・位置づけ

１）本指針(案)の目的等

戸建て木造住宅をめぐる昨今の状況や、戸建て木造住宅が有する特徴を踏まえつつ、多世代にわたって利用可能な戸建て木造住宅に求められる維持管理業務・機能を整理・抽出し、実際の業務や関連する各種の取り組みのために有効な資料として提示することが、本維持管理指針(案)の目的であり、これにより多世代にわたって利用可能な戸建て木造住宅の社会への普及と定着に資することをめざしている。

２）つくり手等のための指針(案)

本指針(案)は、現行の法令・制度を前提に、住宅の「つくり手等」（生産者、維持管理サービス供給者等)に対して、戸建て木造住宅の適切な維持管理を実現・継続するために行うべき事項を示し、その業務等を実施する上で参考にできる資料として提示するものとする。

（＊　「つくり手等」：現状においては、戸建て住宅の維持管理を業務として行っているのは、工務店や、住宅メーカー(又はその関連会社)などが多いと考えられるが、これら住宅の建設業者とその後の維持管理等の業者が同一である必要はなく、住まい手は自分や住宅に合った業者(サービスを提供する者)を自由に選択できることが基本である。また、「維持管理」に関わる各種のサービスを提供する業者は、単一とは限らない。さらに、今後この分野に、住まい手の生活に関連する様々な分野までを取り込んだ多様な業態のサービス提供者が参入することも想定される。このため、ここでは「維持管理」に係る各種のサービスを提供する業者を「つくり手等」ということとする。）

３）適切な維持管理実現のための参考資料

具体的には、「つくり手等」が、自らの体制、個々の住まい手や住宅そのものの状態・条件に基づいて、維持保全計画の策定、住まい手への情報提供、具体的な維持管理業務などを進めていくに際して、参考資料となるものとして構成しており、「つくり手等」や「住まい手」に対する義務付けや、何らかの規制を行うための基準等とすることを前提とはしていない（1.3 2）参照)。

４）維持管理の限界

なお、多世代利用を実現するためには、設計・施工を含めた総合的な対応が必要であり、適切な維持管理は極めて重要であるが、維持管理だけでの対応には一定の限界があることに、留意が必要である（1.2 2）参照)。

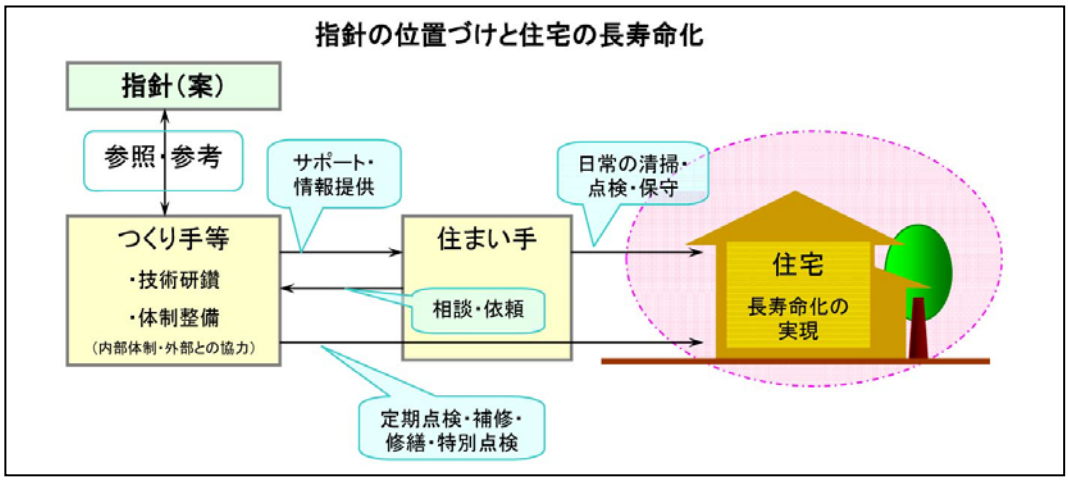


図 3.1　住宅の長寿命化に向けた本維持管理指針（案）の位置づけ

戸建て木造住宅の長寿命化のための維持管理指針(案)の使い方のイメージ

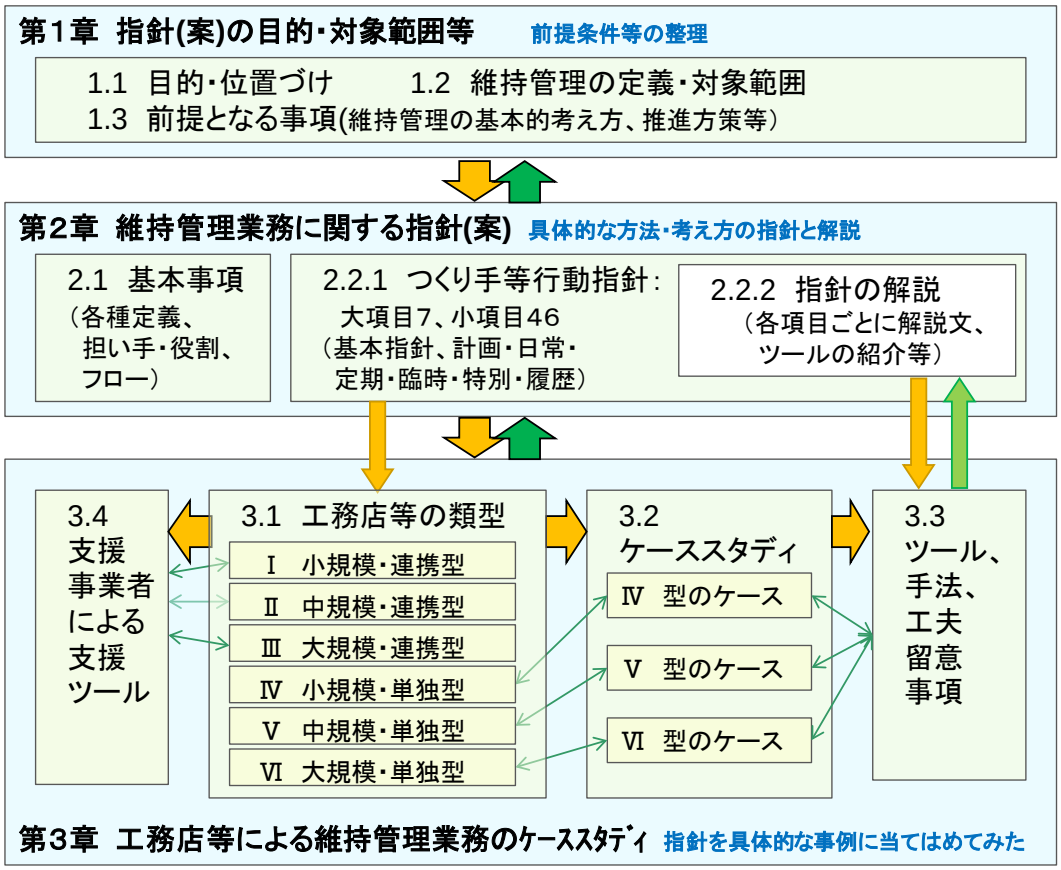


図 3.2　本維持管理指針（案）の校正と使い方のイメージ

1.2　本指針（案）における維持管理とその範囲

１）「維持管理」について

（１）維持管理の本来的な意義

適切な維持管理は、本来、住まいを良好な状態に維持し、住まい手の豊かな住生活を実現するために行うものである。この本指針(案)においては、「戸建て木造住宅の長寿命化」の観点から「維持管理」を取り上げているが、これが結果的には「豊かな住生活」を「経済的・合理的」に実現することにつながるという考え方を基本としている。

（２）本指針(案)における定義

本指針(案)においては、既往の調査・報告資料などをもとに、「維持管理」を次のように定義した上で、この範囲の業務・行動等に加え、これら維持管理業務実施の前段階の作業として行われるべき、維持保全計画の策定(立案)業務を含めた範囲を対象とする。詳細については、本指針(案)第２章を参照されたい。

本指針（案）における「維持管理」の定義

戸建て木造住宅（関連する設備等を含む）の性能又は機能を常時適切な状態に維持する目的で行う維持保全の諸活動並びにその関連業務を効率的に実施するために施す管理活動。（点検、保守、補修、修繕、改修、住宅履歴情報の整備等を含む。）

２）対象となる住宅等（想定される条件・範囲）

ここでは、本指針(案)において想定する住宅の位置づけ・範囲を整理し、明確化しておく。

戸建て木造住宅には、立地条件や経済・社会的環境を含め、多種多様なものが含まれるが、多世代利用にふさわしい住宅を想定した場合、その成立には一定の条件がある。

このような住宅の成立要件としては、地形・地盤や都市計画規制などを含めた立地条件、存在する地域に想定される住戸密度、工法(構法)と仕様のレベル、さらに住まい手を含む維持管理の担い手の種類・属性・状態など様々な項目が考えられる。本指針(案)については、以下に掲げる各項目に記した条件・範囲に当てはまる住宅を想定している。(ただし、これは、この範囲の外の木造住宅を「多世代利用」になじまないものとして排除するということではない。これらについては、本指針(案)に記した内容を踏まえ、その応用課題として維持管理のあり方を個別に検討することが望まれる。)

（１）立地条件・地域

① 気候条件：　気候条件については、一般的な地域（主として次世代省エネルギー基準のⅢ・Ⅳ・Ⅴ地域）を想定する。また、多雪地域、強風地域等における配慮事項についても検討する。

② 市街化・密度：　過度に密集していない、大都市部近郊～郊外部、及び、地方都市に立地する住宅（住宅周囲に一定のスペースを確保することが可能、かつ、支援事業者等による一般的

な関連サービス供給が可能）を主な対象として設定する。（大都市中心部などに近年見られるいわゆる「ミニ戸建て」などについては、「多世代利用」を想定した設計・施工・維持管理には特別な仕様・作業や配慮が必要と想定されるため、今回の検討の対象とすることは難しいと考えられる。）

（２）工法・構法

本指針(案)においては、特定の供給者に限定されないオープン工法（在来(大壁・真壁)工法、ツーバイフォー）の住宅を主たる対象として考える。ただし、これ以外の各種の工法・構法の住宅についても、個々に特性等を考慮した上で、本指針(案)の適用を検討することは可能と考えられる。

（３）仕様・性能のレベル等

ここでは、「多世代利用」にふさわしい、一定の仕様・性能を有しており、かつ、多世代利用について一定の配慮を行った住宅を対象として設定する。**（例として、（２）とも関連するが、近年主流となっている大壁工法の場合、外装をはがしてみないと壁の劣化状況はわからないなど、改修等を含む維持管理のコストに大きく影響するため、多世代利用とするために設計・施工上の特別な配慮を要することに留意する必要がある。）**

ただし、これは「長期優良住宅」の基準を満たすものに限定するという意味ではなく、個々の仕様等を勘案しつつ本指針(案)の適用を検討することは可能と考えられる。

（４）新築・既存

既存住宅については、個々の設計仕様、おかれた状況、劣化等の状態があまりに多様であるため、一律に対策を検討することは難しい。ここでは、新築住宅を主たる検討対象とする。ただし、維持管理関連の業務について、新築住宅と既存住宅・中古住宅とで基本的な違いはないと考えられ、既存住宅などについても、個々の状況・状態を勘案した上で本指針(案)の適用を検討することは可能と考えられる。

1.3　その他指針の前提となる事項について

１）維持管理が目指す住宅の性能レベル

住宅の維持管理は、住宅を単に「長持ちさせる」だけではなく、住宅を「魅力ある住まい」として保つために行うものである(1.2(1)参照)。その際に重要となるのが、劣化状態を早め早めに見つけて性能が一定レベル以下に落ちないよう予防的な措置を講ずる「予防保全」の考え方であり、日常の手入れや、定期的な点検、小規模の修繕並びに改修などのタイミングとそのレベルをどのように設定するかが重要となる。また、住宅として求められる性能も、将来的に変化していくことも考えられ、維持保全計画の見直しなどを含め、臨機応変の対応が求められる場合も多くなると考えられる。ここでは、維持管理業務が目指す住宅の性能レベルについて整理する。

（１）本指針(案)における維持管理の目標・目的

本指針(案)においては、基本的には、新築時の性能・機能を維持管理の目標レベルとして設定し、このレベルからの経年による性能劣化(*)を一定の範囲にとどめる(**つまり、自然な経年変化をある程度は許容するものの、住まい手の生活の質に影響するような劣化には至らない程度にとどめる**)ことを維持管理業務の目的とする。そのために住宅の各部分の劣化が一定レベル以下となる前に各種の手当を講ずる「予防保全」の考え方を基本におく。その上で現時点での知見をもとに、具体的な例としての維持管理への取り組み・維持保全計画の基本的考え方と具体的な取り組み事例を提示することとする。

（＊　木造住宅の構造材等を構成する木材の性能は、劣化外力・劣化環境がなければ低下することはない。ここでの「性能劣化」とは、木材以外の外皮(外回り)仕上げの自然減耗、直射日光の影響等による劣化を考慮した、住宅全体としての性能の劣化を指す。）

（２）維持保全計画の考え方

上記の維持管理の目標・目的を前提として、次のような考え方を基本に維持保全計画が策定される。(ただし、実際の策定手順は様々な方法・形式が考え得る。)

- 住宅の構造・仕様、地域の気候や住まい手等による日常の手入れ等の状態を勘案して部材・材料の経年劣化の状況を想定
- 上記に基づいて住宅の機能・性能を一定のレベル以上に保つことを念頭に、点検・修繕等の実施頻度(時期)やその内容・レベルを設定
- 上の内容を長期の維持保全計画という形で表現

（耐久性に劣る仕様、気候が厳しい(多湿、多雪、強風など)、また、適切な日常の手入れが期待できない、といった場合は維持管理の業務を高い頻度で行う、実施レベルを上げるなどの対応が必要となる。）

また、修繕等の作業についても、毎回同じことを行うのではなく、中期的な間隔で、より規模の大きい（コストと手間のかかる）修繕等が必要となる。(*)

維持保全計画の策定に際しては、これらの諸要素に加え、実施面での効率性・効果などを十分に検討することが必要である。なお、住宅の状況によっては計画を適宜見直す必要が生じることも想定し、住まい手にも説明しておくことが重要である。

（＊　さらに場合によっては、新築時のレベル以上の性能実現を目的として、通常の維持管理の範囲を超えた大規模な改修が実施される場合もあるだろうが、このような場合には、改めて維持保全計画を見直し、場合によってはリセットして新たな計画に基づく維持管理を再スタートさせることも考えられる。）

（３）維持保全計画策定に必要なデータ等

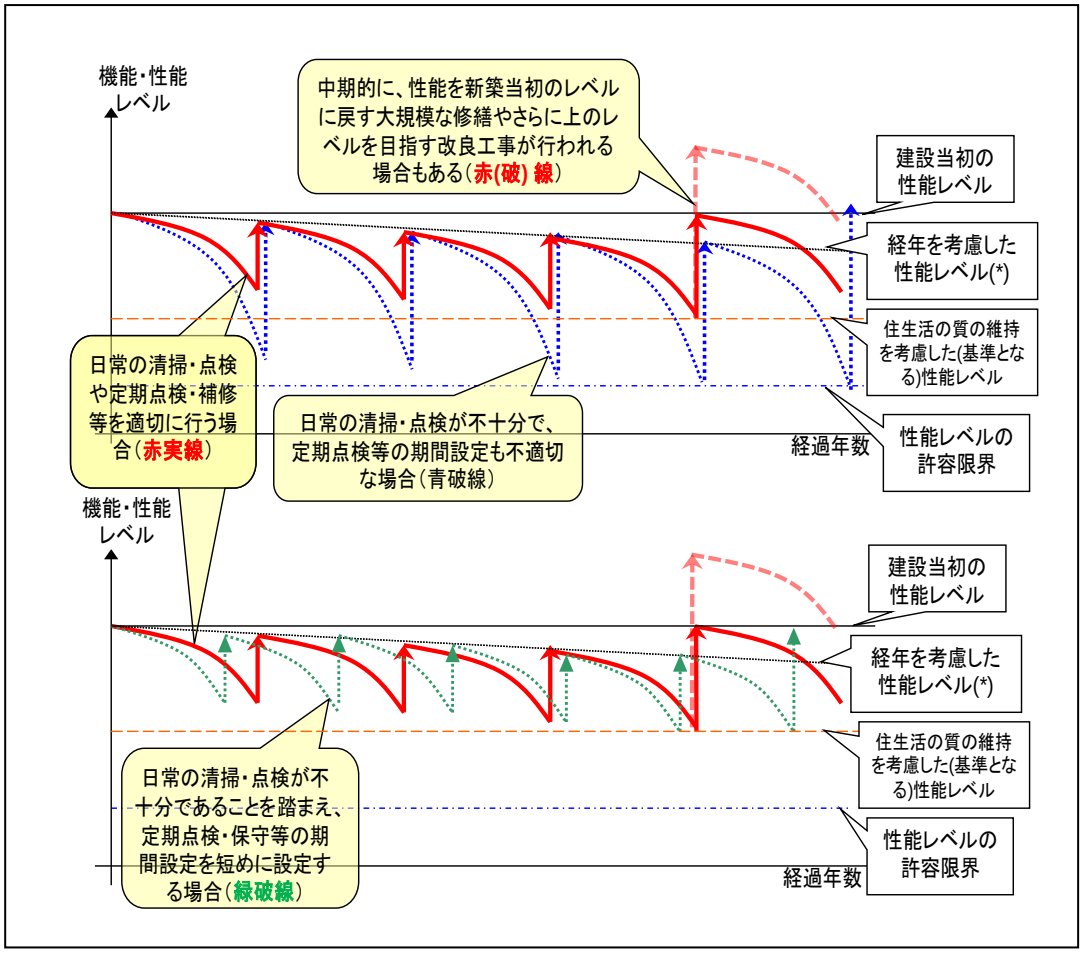
良好な維持管理を実現していくためには、将来にわたる長期的な取り組みの有効性が（不確定な要素があることも含め)、「住まい手」にも理解され、実践されることが必要である。これには資金の確保、部品・部材の耐久性に関するデータなども含まれるが、現時点においては、標準的な数値データ等を具体的かつ網羅的に示すことは難しい。

しかし、今後、維持管理業務を社会に定着させて行く上では、維持管理業務の具体的内容や費用などが適正であるかを判断する上で必要なデータ及びその根拠となる資料が整備され、公表されていくことが求められる。これは、住まい手が安心して維持管理業務をサービス提供者に依頼できるような、健全な市場としてこの分野を育成し、サービスの品質や信頼性をないがしろにした単なる低価格競争の場にしないためにも重要と考えられる。既に一部の関係団体等においてこのような取り組みが行われつつあるが、社会一般に受け入れられる形でこのような取り組みが普及していくことが期待される。

【参考】各種部材等に関する、点検・更新・取り替え等の目安となる期間や、補修・改修等に要する費用に関する資料などが住宅メーカーや第三者的な機関により示されているが、それぞれに示された内容については、大きな差異がある場合や、経験・実態と異なる場合がある。これは、前提とする住宅等の条件や資料の使われ方などが様々であるため、それぞれの目的に沿った内容になっていることが背景にあると考えられる。このような状況を踏まえると、現時点で、具体的な数値を標準的な値として示すことは、様々な問題を誘発する恐れもあり、不適当と考えられる。ただし、本指針(案)においては第３章のケーススタディにおいて、このようなデータが掲載された資料を例示しているので、上のような背景を踏まえ、参照していただきたい。

（４）住まい手の参画

住まい手は維持管理の重要な担い手であることから、維持保全計画の策定に際しては、住まい手が主体的に参画し、その意見等を計画に反映させることが、実際の維持管理(日常点検等)への住まい手の取り組みを促し、その実効性を高める上でも重要である。



*）木造住宅の構造材等を構成する木材の性能は劣化外力・劣化環境がなければ低下することはない。図中、「経年を考慮した性能レベル」を示しているが、これは、木材以外の外皮（外回り）仕上げの自然減耗、直射日光の影響等による劣化を考慮した、住宅全体としての性能の推移を表している。

図 3.3　日常の点検等の実施状況、定期点検・保守の実施と機能・性能レベルの劣化状況の変化のイメージ（「住まい手」による日常の点検等が全体の維持管理に影響する）

２）適切な維持管理実施の推進策について

これまで、主として本指針(案)の前提となる、維持管理業務の範囲や概要について述べてきたが、先に記したとおり、我が国において、特に戸建て住宅の維持管理業務は、一般的に適正な形で行われているとは言い難い状況である。ここでは、戸建て木造住宅を対象とした維持管理業務を社会に定着させていくための方策について整理しておく。

（１）資金面での優遇策との組合せ

戸建て住宅における維持管理の普及・定着を推進するためには、所有者による積極的な維持管理の取り組みにインセンティブを与える方法（所有者自身にわかりやすいメリットを提示すること）が現実的で実効性のある方策である。具体的な維持管理によるメリットとしては、例えば、税制優遇措置、補助金などが挙げられ、長期優良住宅に関する各種制度もこれらの方策を施策に位置づけている。

【参考】　例として、長期優良住宅認定制度では、税制面で手厚い優遇措置を講じる一方、建築主等には維持保全計画の策定、定期点検と補修交換等の実施、住宅履歴情報の整備などを義務づけ、所管行政庁に必要に応じた報告・指導・命令等の権限を与えるとともに、計画に従って建築・維持保全を行わず、所管行政庁から改善を求められても従わない場合等には認定を取り消すなどの措置が講じられる場合があることとなっている。

このような、「義務づけ」を優遇措置とセットにすることは、維持管理の仕組みを社会に普及する上で有効と考えられる。今後、その実効性を向上する上でどのような仕組みがより望ましいか、検討していくことが望ましいと考えられる。

（２）健全な市場の整備

本来的には、「住宅の長寿命化のために維持管理を実施することは個々の住まい手のより豊かな住生活を実現する上で必要なものである」(1.2(1)参照)との考えが社会に普及すれば、それは自然に定着していくものと考えられる。

しかし、維持管理に関わる諸データ・資料が未整備で、市場が確立されていないことがその阻害要因となっている側面がある。

このため、これまで述べてきたような各種の情報提供を含む諸条件の整備により、適切に維持管理が行われてきた住宅が適切に評価される(**不動産取引時の査定額が実態に即した適切なものとなる**)ような市場を確立していくことが、維持管理を普及・定着させていく上で効果的であると考えられる。今後、住宅履歴情報の蓄積・活用の普及などと合わせ、各方面での取り組みが期待される。

【参考】法令による「義務づけ」について

戸建て木造住宅の維持管理を定着させるための方策の一つとして考えられるのが、法令による義務づけであるが、以下、その可否について、マンションとの比較により整理する。

マンションについては、維持管理に関するルールが法令で定められ、関係者に各種の「義務」が課されている。

具体的には、建築基準法等に基づく建築物・建築設備等の定期検査や、マンション管理適正化法や区分所有法に基づく区分所有者や管理組合等に課された義務などである。

これらの法令上のルールや義務は、マンションが、都市部を中心とした持家の形態として重要性を増している一方で、

・区分所有者間の共同生活に対する意識の総意と意思決定の困難さ
・権利利用関係の複雑さ
・建物構造上の技術的判断の難しさ

といった、維持管理上の多くの課題を有しており、かつ、維持管理が良好に行われない場合、区分所有者らの居住環境の低下のみならず、周辺の住環境や都市環境の低下など、深刻な問題を引き起こす可能性があること、などが背景としてあると考えられる。(参考:マンションの管理の適正化に関する指針(平成13年国土交通省告示第1288号))

また、建築基準法に関しては、マンションが、多数の居住者が年間を通じて終日過ごす場であり、一般的には規模も大きいことから特殊建築物として安全性確保の必要性が極めて高いことが理由と考えられる。

一方、戸建て木造住宅の多くは、個人の持ち家であるため、所有関係・管理責任は単純明快であり、かつ、規模も大きくはないため、既に既存の法令で定められている以上に維持管理に関する義務を課す必要性は一般的には認められないと考えられる。

また、これら戸建て住宅は、構造、仕様、住まい手の関与なども様々な形態があり、現時点において、一律のルールにはなじまないうえ、小規模・高い個別性といった特徴から、様々な理由により、必ずしも長期利用が合理的でない場合も多く生じ得ると考えられる。

適切な維持管理を実現していくためには、上記の（1）、（2）に述べたような促進策や、健全な市場整備を推し進めることがむしろ効果的と考えられる。

以上から、本指針(案)は、「つくり手等」が望ましい維持管理等を実施する上で自由に参照する資料として位置づけ、実際の維持管理は、個々の住宅、つくり手等、住まい手や地域の状況などに応じて、適切な維持管理を工夫し実施できるものとすることを念頭に記述している。

表 3.1　法令等による維持管理の義務づけ状況（「戸建て住宅」と「マンション」の比較）

		戸建て住宅の場合	マンションの場合
特性	規模	基本的には１～３層程度で小規模。居住者・所有者も単一の世帯又は個人である場合が多い。	大規模・高層のものも多く、入居者数も多い。
	権利関係	所有者と居住者が同一の場合がほとんど。借家であっても権利関係は比較的単純な場合が多い。	共有部分、専用部分などの区分けの複雑さに加え、年数を経たものについては、所有者と居住者が異なるなどの状況が混在し、権利関係は複雑になっている場合が多い。
行政上の課題	管理の容易性	一般的には単一の所有者・居住者の意向に左右される。結論を出すための合意形成に係る調整等の難しさはない。	合意形成が難しく、管理等が適切に行われないおそれ。
	安全・衛生・環境	技術的判断は、比較的容易。 安全・衛生面での問題が生じた場合にもその影響は当該所有者・居住者に限定される場合がほとんどで、周辺への影響は比較的小さい。	管理等が適切に行われない場合、安全・衛生面での問題が発生するおそれ。また、大規模であること等により構造・設備等に関する技術的判断が難しい(手間・コストもかかる)。 上記の問題はマンション居住者のみならず周辺エリアにも広範囲に悪影響(安全面、環境面等)を及ぼすおそれ。
現行の法令等における扱い			**区分所有法** →区分所有者の権利・義務、管理者、管理組合法人等に関する規定 **マンション管理適正化法** →管理適正化指針、管理組合・区分所有者の努力義務
		建築基準法 →一般的な維持保全の努力義務のほか、特定行政庁により特殊建築物に指定された場合にのみ一定の建築設備について定期的な調査・検査等が義務づけられる。	**建築基準法** →一般的な維持保全の努力義務のほか、特定行政庁の指定により特殊建築物として、また、一定の建築設備について定期的な調査・検査等が義務づけられている。
		その他の法令（消防法等） →消防用設備等のほか、水槽、受電設備等が一定規模を超える場合、定期的な保守点検等が義務づけられている。	**その他の法令（消防法、水道法等）** →消防用設備等のほか、水槽、受電設備等が一定規模を超える場合、定期的な保守点検等が義務づけられている。

３）適切な維持管理を実現・継続するための体制の構築等

（１）本指針(案)において想定する維持管理の体制（住宅の「主治医」）

本来、住宅の維持管理は「住まい手」の豊かな住生活を経済的・合理的に実現していくために行われるものであること（1.2(1)参照）を踏まえると、「つくり手等」には、「豊かな住生活」が実現・維持されていることを「住まい手」が実感できるような専門家としての助言や各種のサポートを行っていくことが求められる。

本指針(案)においては、適正な維持管理を実現する上で実効性のある体制として、「つくり手等」が、住宅に関する「町の主治医」的な役割を担い、必要に応じて専門的な業者を紹介し、あるいはその協力を得るなどの対応を図る、「つくり手等」を軸とするネットワークを想定している。これは、「つくり手等」と「住まい手」との間の信頼関係を前提としたソフトなネットワークである。このような立ち位置を確立するためには、「つくり手等」の側に、「主治医」としての「信頼」を得るためのコミュニケーション能力や、「専門家」としての技術力・情報力の維持向上の努力などが求められる。（つくり手等は、単独とは限らず、工務店が他の専門業者のサポートを受ける場合や、工務店同志が協力体制を形成する場合なども含まれる。）

（２）以下においては、上記のような体制を想定して、適切な維持管理を継続・実現するために求められる方策について記しておく。

なお、将来的には、いわゆる「つくり手等」以外の、維持管理専門の業者や、維持管理の特定の分野のみを専門的に担う業者などが参入する場合も想定されるが、必要に応じて固有の検討を行いつつ本指針(案)の適用することが可能と考えられる。

（２）相互の信頼関係の構築

「信頼関係の構築」は必要不可欠ではあるものの、改めて指針などで説明するような事項ではないとも考えられる。指針(案)の検討と並行して行われた各種調査においては、各「つくり手等」がそれぞれの規模・体制・技術・地域などの状況を踏まえ、住まい手側との信頼関係構築の努力を行い、これが成功に結びついていることがあらためて把握された。具体的には２章以下に記述するが、日頃から地域に根ざしたきめ細かなコミュニケーションにより住まい手とつくり手等とが互いに「顔と名前が分かる」（あるいはそれ以上の）関係を築いている場合や、インターネットや高級感のある印刷物の提供などにより広域的なサービスに高い付加価値を付ける例など、様々な形態がある。各「つくり手等」の独自の工夫と努力が求められる部分である。

（３）技術の維持・向上（人材育成）

維持管理業務には、住宅の新築と異なる固有の能力（知識・技能等）が求められる。本指針(案)の検討と並行して行われた調査においても、大規模な住宅メーカーから、中小規模の工務店に至るまで、社内に固有の技術資格制度・試験制度を設ける、関係業者との勉強会を開催するなどにより、人材育成・関係技術者の技術・能力の向上を積極的に進めていることが把握された。

このような「知識・技能」を有する「人材」は、維持管理業務を適切に推し進めていく上で、必要不可欠なものであり、求められる能力（知識・技能）も、一般的なものから、特定の会社や地域

など限定された特殊な範囲において求められるもの、より専門性の高いものなど、極めて多様である。

特に、維持管理等の場合、「適確な住宅の状態把握を基にした修繕・改修等の必要性やその工法などの判断」、「機械化が難しく、柔軟性に富んだ対応が求められる現場作業」、など、新築とは異なる特殊な技能・ノウハウが求められる。その内容は、非常に個別性が高く、コスト見積もりなどまでを含め、住まい手への説明能力も求められよう。（具体的には、①点検、診断等に関する知識・技能、②維持保全計画の策定に関する知識・技能、③修繕・改修等の設計並びに当該工事に関する知識・技能、等を挙げることができる。）

本指針（案）においては、現行の法令制度を前提としているため、人材育成、知識・技能の向上のための取り組みの必要性について述べ、ケーススタディにおいて例示するにとどめるが、木造住宅の維持管理業務を社会に定着させていくためには、社会一般に通用する人材と、その育成環境及びその社会的仕組みが、広範に整備されることが不可欠であり、公的な資格制度のあり方も含めた検討が望まれる。

【参考】維持管理のための契約について

（1）で述べた維持管理の体制については、「つくり手等」と「住まい手」の間での契約の締結等を前提しない、「ソフトな」ネットワークを想定しており、本指針（案）においても契約について詳細には記していない。しかし、今後の住宅の維持管理に関する市場整備や多様な業種の参入の可能性を考慮すると、維持管理に関する契約の重要性が増してくることが想定される。このため、以下に、維持管理に係る契約についての現状と課題について簡単に整理しておく。

〔維持管理に関する契約の現状〕

戸建て住宅の維持管理業務について当該業務を実施する者との間で契約を締結するか否かは各住まい手等個人の判断に任されているが、現時点において実際に、そのような契約を締結している例は少ない。これは、次のようなことが背景にあると考えられる。

- 維持管理業務は、「つくり手等」と「住まい手」との信頼関係に基づいて実施されており、契約締結という発想自体がない場合が多いこと
- 維持管理業務自体（その範囲・方法、対価など）が、現時点においては必ずしも確立されておらず、契約という形にはなじみにくいと考えられていること
- また、同様の状況から、契約が無いことにより維持管理を継続的に行うことに支障が生じるような事態が少ないか、あるいは、顕在化していないこと

（マンションなどの維持管理には、管理の担い手たる管理組合の意思決定などの難しさもあるため、維持管理業務についても契約に基づいて実施されることが一般的であるが、戸建て住宅では、基本的には所有者個人の意思決定に基づいて、維持管理業務の内容とその必要性などが判断され、また一方では、瑕疵に対する保証制度などが整備されてきていることから、維持管理のための契約の必要性は相対的に低く認識されていると考えられる。）

〔今後の検討の必要性〕

以上のような現況はあるものの、次のような状況が今後顕在化していくことが想定され、戸建て木造住宅についても維持管理に関する契約締結が求められるようになる可能性がある。このような状況を想定し、今後、契約のあり方について検討していくことが望まれる。

① 前記1.1の注意書きや、本節（1）の末尾に記したとおり、将来的には、さまざまな維持管理業務が多様な業態により提供される状況になることも想定される。具体的には、いわゆる「つくり手等」以外の、維持管理専門の業者や、維持管理の特定の分野のみを専門的に担う業者などが参入する（この場合、住宅の維持管理を複数の業者が分担して行う）場合などである。このような業務形態等の多様性が住まい手側に混乱を生じるおそれもあり、契約締結の必要性が増大することが考えられる。（現状においても、例えば、防犯関係のサービスを担う業者などにおいて、契約締結の例をみることができる。）

② 多世代利用住宅は、現行の瑕疵担保制度が対象としている期間（１０年等）をはるかに超えた長期間の維持管理を担保することが求められ、このための一つの方策として契約締結を考慮する場合が想定される。

③ 今後、いわゆる「悪徳業者」の参入してくる恐れもあり、その場合、消費者保護等の観点から、契約締結を検討する必要性が大きくなることが想定される。

２．戸建て木造住宅の維持管理業務に関する指針（案）

2.1　基本事項

１）維持管理の定義と範囲

戸建て木造住宅の維持管理は、計画段階と実施段階で捉えられる。それぞれの段階で以下に掲げる事項が関係する。

前者は、住宅の居住時に実施すべき点検や保守・修繕等の内容や方法及びスケジュール等に関する維持保全計画を策定することである。維持保全計画は、つくり手等が住まい手と協同して策定を行い、住宅の引渡し時点において、つくり手等から住まい手に対し提示されることとなる。

後者は、住宅の居住時に行う点検及び保守、修繕、改修等の措置を意味し、日常的に行うもの、定期的に行うもの、災害後などに臨時的に行うもの及び特別の目的に合わせて行う点検等に分けられる。本指針（案）では、次の区分で捉え、呼称することとする。

・日常的に行う点検、保守及び補修等‥‥「日常点検・保守等」と呼称
・定期的に行う点検、補修及び修繕等‥‥「定期点検・修繕等」と呼称
・臨時的に行う点検、補修及び修繕等‥‥「臨時点検・修繕等」と呼称
・特別の目的に合わせて行う点検、補修及び改修等
‥‥「特別点検・改修等」と呼称

こうした点検及び修繕等の措置については、その時期や実施する担い手、方法などを検討し、それらの対応のための体制を整備・構築することが必要である。

また、住宅の維持管理においては住宅履歴情報の整備・蓄積も重要である。住宅の引渡し時に設計、施工、申請等に関連する図書を情報として整備し住まい手に引渡すことに加え、点検及び修繕等の維持保全の実施した記録を住宅履歴情報に蓄積し、活用できるようにする。

さらに、住宅の維持管理を円滑かつ継続的に推進していくためには、それらに要する資金を確保し、必要時に必要な費用を捻出できるようにあらかじめ準備しておくことが必要である。

本章では、以上に掲げたような戸建て木造住宅の維持管理に関係する幾つかの事項について、つくり手等（主に中小工務店）が実施し、行動すべき内容を指針として整理した。

この指針（案）で用いる維持管理に関連する用語は、表 3.2 に示すように定義する。

表 3.2　本指針（案）における維持管理に関連する用語

用　語	定　義
維持管理	維持保全の諸活動並びにその関連業務を効率的に実施するために施す管理活動のこと。
維持保全	構造躯体、仕上げ及び設備等について初期の機能及び性能を維持するための諸行為（点検、保守・修繕・改修等）のこと。
日常点検*	日頃の清掃などに合わせた建物要所の目視などによる点検のこと。
保守	部材や機器などの性能又は機能に劣化が確認された場合に、原状あるいは実用上支障のない程度の状態まで回復させること。例えば、部材や機器の機能劣化等を繕い直すことや、小部品を取替えること等。
補修	部分的に劣化した部位などの性能、機能を実用上支障のない状態まで回復させること。例えば、部分的な部位の機能劣化等を繕い直すこと等。
定期点検*	材料や工法の耐用年数などのほか、部位や部材の機能的重要度、劣化の生じ易さ、点検作業の難易度などを総合的に勘案して、決められた周期のもとに実施する点検のこと。
臨時点検*	台風や地震などの自然災害が生じた後や雨漏りや水漏れ等の緊急の事故が生じた場合など、日常以外の事態や要求に対する特定の目的で行う即時的な点検のこと。
修繕	部位や部材の性能又は機能に劣化が確認された場合に、原状あるいは実用上支障のない程度の状態まで回復させること。例えば、部位や部材の破損を繕い直すことや、部位や部材を交換すること等。
特別点検*	特別の目的に合わせて行う点検のこと。例えば、改修工事内容を検討することを目的として耐震性低下の有無や劣化事象の有無及びその範囲等を確認するために行う点検等で専門的な技術が必要となる場合がある。
改修	住宅又はその部分の性能や機能に、劣化又は陳腐化した状態が確認された場合に、初期の水準程度の状態まで回復するか、もしくは、初期の水準以上の要求される水準まで改善すること。
住宅履歴情報*	住宅の設計・施工、維持管理、権利及び資産等に関する情報。

＊記のある用語については、具体的に行為を担う者の事例を含め、2.1 の 3)(3)に再度示す。

参考)

木造建築物の耐久性向上技術　　(財) 国土開発技術研究センター (1986 年)

木造住宅の耐久設計と維持管理・劣化診断　　(財) 日本住宅・木材技術センター (2002 年)

建築物の調査・診断指針（案）・同解説　　(社) 日本建築学会 (2008 年)

これからは「住宅履歴情報」のある家があたりまえになるって本当？　住宅履歴情報整備検討委員会

２）維持管理の担い手と役割

（１）維持管理の担い手と一般的な役割

戸建て木造住宅の維持管理を適切に実施するにあたっては、その建物の設計・施工から使用・維持管理の全ての段階にわたり、そこに係わる全ての人々の、それぞれの立場に応じた適切な関与が必要である。

本指針（案）では、維持管理に係わる担い手を住まい手、つくり手等（工務店等）、つくり手等（支援事業者等）の三者に区分して捉える。それぞれの担い手の位置づけと、維持管理に係る一般的な役割は次のように捉えられる。

①住まい手

戸建て住宅を所有し住んでいる者。賃貸住宅では所有している者以外に住んでいる者も含む。

住宅の維持管理上の責任は基本的には住まい手にあるとされ、特に日常行う点検や保守等に対しては住まい手が主体的に取り組むことが求められる。しかし、そうした措置の多くは、専門的な技術を要する等の理由により、つくり手等が代替して実施することが多い。また、住まい手は居住段階に行う維持管理情報の蓄積の担い手でもあるが、その継続的な実施についてもつくり手等のサポートが不可欠といえる。

②つくり手等（工務店等）

設計者、施工者（施工管理者）、専門工事業者（大工、内装工事業者等）など、住宅の設計・建設に直接携わることを主な業態としている者。

住宅の設計・建設の段階において住まい手と共に維持保全計画を策定し、点検や保守及び修繕等の方法について住まい手に情報を提供する。また、維持管理上不可欠な情報となる、設計図面、施工関連図書などを整備し、引渡し時に住まい手に対して提供する。一方、引渡し後の段階にあっては、住まい手からの依頼などにより、住まい手が行うべき維持保全を実施又はサポートする形で関与する。

③つくり手等（支援事業者等）

工務店等以外に、住宅の維持管理に係わる各種のサービスを提供する者。工務店等や住まい手が行う維持管理に必要な情報提供やハード・ソフト面のバックアップを業務として行う事業者で、点検、情報管理、保険・金融等の専門事業者がこれに位置づけられる。また、最近では材料供給メーカーなどが工務店等の維持管理をトータルにサポートする事業を展開している例もみられる。

以上の内容を整理すると、次の表 3.3 のようになる。

表 3.3　維持管理における担い手及び役割の一般的な整理

行為＼担い手		住まい手	つくり手等	
			工務店等	支援事業者等
維持保全計画の策定		◎	○	○（維持管理ｻﾎﾟｰﾄ事業者等）
日常点検・保守等		◎	○	
定期点検・修繕等			◎	○（専門技術者等）
臨時点検・修繕等			◎	○（専門技術者等）
特別点検・改修等			○	◎（住宅検査・診断会社等）
住宅履歴情報の蓄積と活用	引渡時の情報	○	◎	○（情報サービス機関等）
	維持管理情報	◎	○	○（情報サービス機関等）
維持管理費用の確保の措置		○		○（保険会社、金融機関等）

凡例　◎：メインとなる担い手、○：サブとなる担い手

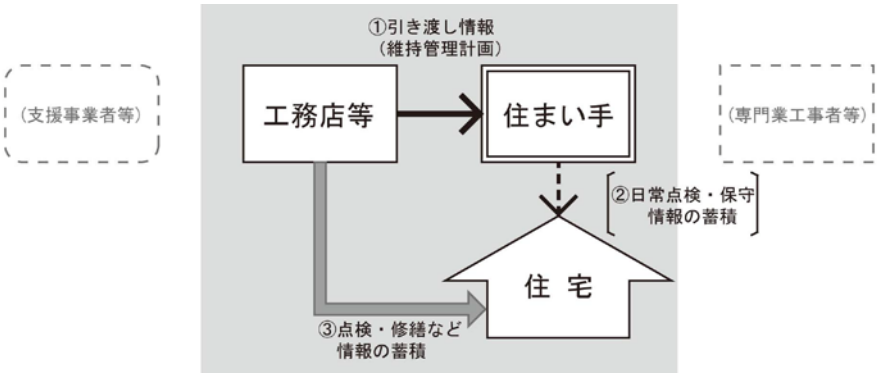
（2）担い手の役割の変化について

維持管理の各行為に対する担い手の役割は、一般的には上記（1）のように捉えられる。しかし、つくり手等（工務店等）の業務形態や規模、住宅の供給方法（注文住宅、分譲住宅の別）などによっては､各担い手の役割は必ずしもこの限りではなく､それらの状況に応じた適切な対応が求められる。

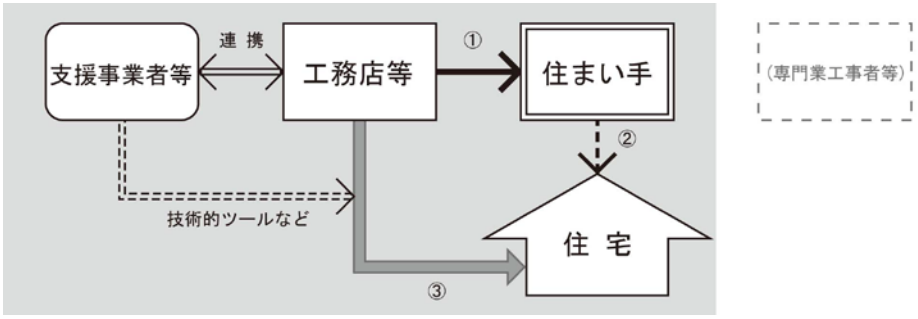
また、時間経過にともなって、維持管理の担い手である住まい手、つくり手等が他者へ移行する場合がある。すなわち、住宅の引渡し時点で関係づけられた維持管理の担い手を、その後において固定化して捉えることは現実的でなく、変化に応じた適正な役割分担の在り方を、その都度、つくり手等と住まい手が協議しながら構築していける対応が望まれるところである。

次頁の図は、住まい手、工務店等及び支援事業者等の戸建て木造住宅の維持管理への対応方法について、幾つかのパターンを例示したものである。通常想定されるのは、工務店等が担い手となるパターン（ａ）であるが、支援事業者等が工務店等と連携して参画するパターン（ｂ）や住まい手からの依頼を直接受けた専門工事業者等が行うパターン（ｃ）も想定される。時間経過にともない、パターンが変化することも考えられる。また、分譲住宅のパターン（ｄ）では、売主により初期支援が行われ、売主等の紹介によりその後の維持管理を専門工事業者等が担うことなどが想定される。

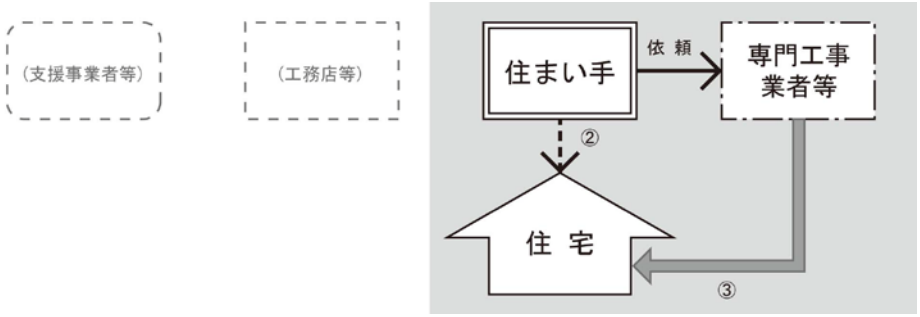
ａ．工務店等が維持管理を主に担うパターン



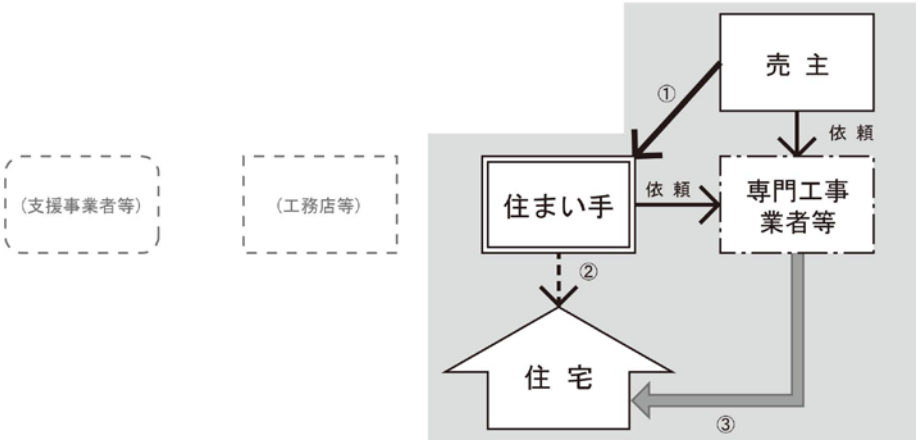
ｂ．工務店等が支援事業者等と連携して維持管理を主に担うパターン



ｃ．専門工事業者等が住まい手からの依頼により維持管理を主に担うパターン（引渡し後一定期間経過時など）



ｄ．分譲住宅における、売主又は住まい手から依頼された専門工事業者等が維持管理を主に担うパターン



住まい手とは、戸建て住宅を所有し住んでいる者をいう。賃貸住宅では所有している者以外に住んでいる者も含む。専門工事業者とは、大工や内装工事業者等、専門的な技術を身につけている者をいう。

図 3.4　維持管理の担い手と役割のパターン

３）維持管理のフロー

戸建て木造住宅の設計から施工及び維持管理の一般的な流れについて図 3.5 に例示する。

この維持管理フローの例は、下記の「一般的な維持管理のフロー」と「住まい手が替わる場合の維持管理開始に伴うフロー」の大きく２つで構成されている。また、維持管理の担い手については詳細に言及せず、維持管理の各行為の相関性について示している。

（１）一般的な維持管理のフローの例

図の上段（ａ）は「一般的な維持管理のフローの例」を示している。ここで想定している維持管理行為の流れは、次の通りである。

①住宅履歴情報の一部に位置づけられる維持保全計画に基づいて、維持保全を開始する。

②点検計画、保守及び修繕計画に基づいて、保守、修繕、改修等を実施する。

③保守、修繕、改修等の完了後、措置の記録を作成して、事後の維持保全行為での活用に備えてそれらを住宅履歴情報に蓄積する。

④維持保全の状況等に応じて、維持保全計画の見直しを図る。

この①から④の流れは、一つのサイクルになっており、住宅が存する長期にわたり何度か反復されることとなる。

（２）住まい手が替わる場合の維持管理開始に伴うフローの例

図 3.5 の下段（ｂ）は「住まい手が替わる場合の維持管理開始に伴うフローの例」を示している。ここで想定している維持管理行為の流れは、次の通りである。この場合、つくり手等が改修を終えてから、販売を行う場合や、新しい住まい手が確定してから点検・改修を行う場合など、様々な維持管理のパターンが想定される。いずれの場合にあっても、新しい住まい手は、住宅を所有した段階で住宅履歴情報を承継することになる。

①つくり手等又は検査・診断会社等の専門業者等による特別点検を実施する。

②点検結果に基づいてその後の措置の軽重を判断して改修等を実施する。

③改修等の完了後、措置の結果を記録し、それらを住宅履歴情報に蓄積する。

④従前の維持保全計画の見直しを行う。

引継ぎの完了後は、（１）の「一般的な維持管理のフロー」に移行する。

（３）各行為の具体的事例

図 3.5 に示している各行為の内容について以下に補足する。それぞれの用語の定義は表 3.2 にも示しているが、ここでは、より具体的に担い手や相互の行為への展開について説明する。

なお、①から⑥の各項目に付した（　）内の数字は 2.2 の 1）に示す指針項目の番号を示している。また、各行為の実施時期等に関してはあくまで一例であり、具体的には諸条件を勘案して設定することが必要である。実際の運用にあたっては、2.2 の 1)で示している行動指針を参考にされたい。

①維持保全計画（2.1～2.7）

住宅の竣工後適切な性能・機能の水準が保持されるように、維持保全の対象部位、点検や保守及

び修繕等の時期・担い手・方法、住宅履歴情報の整備・活用、保証等についての計画を策定する。計画の実施に応じて、随時計画の見直しを行う。なお、計画の対象とする期間は、例えば住まい手の代が替わる概ね 25 年から 30 年程度の周期（１世代）単位が考えられる。

②日常点検（3.1～3.5）

日頃住まい手が行う清掃などに合わせて行う点検で、部材・機器の異常等の有無を確認し、異常等が確認された場合には、住まい手自らが保守等（小部品の取替え等）を行う。日常点検と保守は、住まい手が行うことが基本となるが、つくり手等がその役割を担うことも想定される。住まい手による点検では保守や補修の内容が不明である場合は、つくり手等による臨時点検や特別点検に移行する。

③定期点検（4.1～4.12）

つくり手等による定期的な点検で、目視や打診等による点検や簡便な測定機器等を用いた点検を想定している。定期点検により部位・部材等の劣化等が確認された場合は、修繕等（部位や部材の交換等）を実施する。補修や修繕の内容が不明である場合は、必要に応じて建物診断の専門業者等の参画を求めて特別点検を実施する。定期点検の時期は、竣工後の初期段階では頻度を多くし、一定時間経過後は例えば 3～5 年程度の周期（軽微な点検と比較的精度の高い点検を繰り返す方法もある）とすることが考えられる。

④臨時点検（5.1～5.6）

台風や地震などの自然災害が生じた後や雨漏りや水漏れ等の事故が生じた場合などに、緊急的に行う点検である。臨時点検では、災害等で被害を受けた部位や事故等が生じた部位を集中的に点検し、その点検結果に基づいて、修繕等を実施する。

⑤特別点検（6.1～6.5）

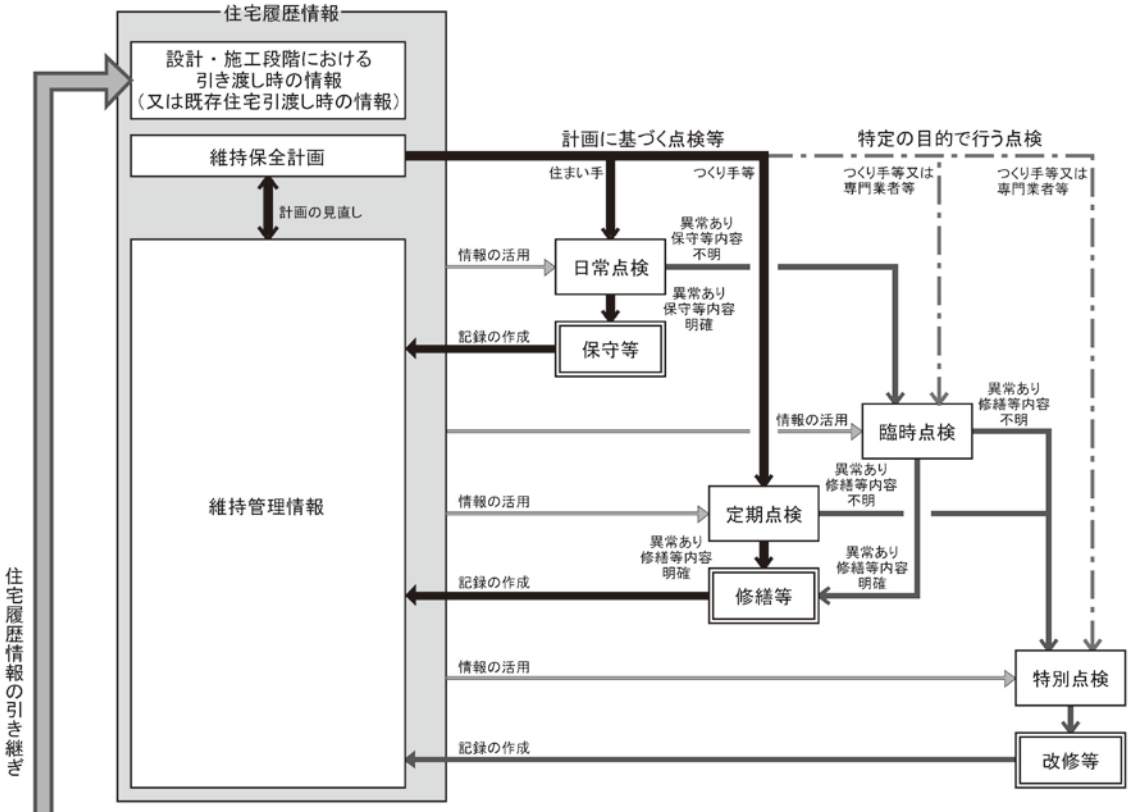
特別点検は、改修を行う場合、住まい手の代が替わる場合、住宅を転売する場合等の際に、それぞれの目的に合わせて行う点検である。また、日常点検、定期点検、臨時点検において、修繕等の範囲や内容を特定できない場合にもこの特別点検に移行する。特別点検では、腐朽・蟻害を含む劣化事象等の有無や範囲を確認するために詳細で専門的な点検を実施することも想定される。点検結果に基づいて必要な改修等を実施する。

⑥住宅履歴情報（7.1～7.8）

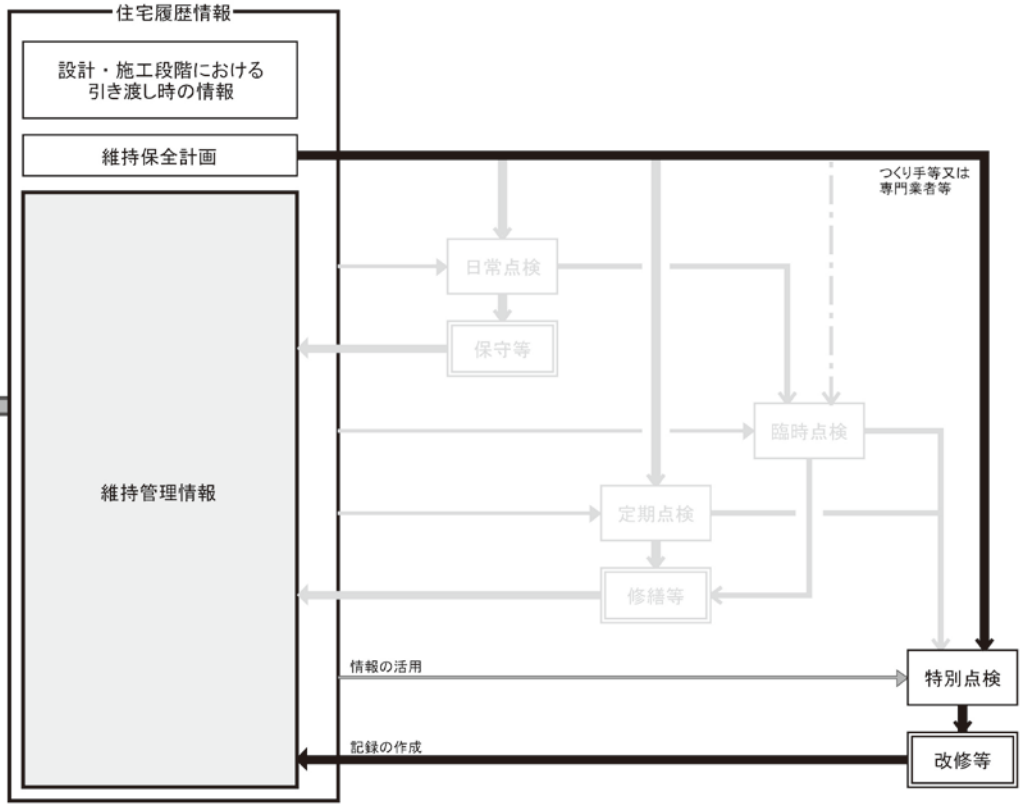
住宅履歴情報は、住宅を適正に長期に維持していくために必要な情報であり、新築段階と、引渡し後の維持管理段階での２段階で整備する。

新築段階においては、設計図書、各種手続書類等の新築時の情報（売買時の価格を除く契約に関する情報を含む）や住宅の機能や性能を維持するために計画する維持保全計画等の情報を保管する。維持管理段階においては、維持保全計画に基づいて実施した点検・修繕等の維持管理情報を蓄積し、次期の点検時等にそれらの情報を活用する。

ａ．一般的な維持管理のフローの例



ｂ．住まい手が替わる場合の維持管理開始に伴うフローの例



専門業者等とは、検査・診断等を専門に生業としている者等をいう。

図 3.5　維持管理のフローの一例

2.2　戸建て木造住宅の維持管理に関するつくり手等行動指針（案）・同解説

本節では、つくり手等（主として中小工務店）を対象として、戸建て木造住宅の適切な維持管理を実現するために行うべき事項を行動指針の形でとりまとめている。

本節は、「1）指針項目の全体一覧（案）」、「2）指針項目の解説検討」の２つの部分で構成している。

「1）指針項目の全体一覧（案）」では、2.1 に位置づけた維持管理の各行為別に、取り組むべき事項を指針項目として掲げ、一覧の形で整理している。

「2）指針項目の解説検討」では、指針項目別にその具体的内容や留意事項並びに有用と考えられる維持管理ツール等について説明を行っている（ここでは一部のみを記載）。

1）指針項目の全体一覧

つくり手等行動指針（案）は、大きく次の７つの分類に整理している。

(1) 基本指針

(2) 維持保全計画の策定

(3) 日常点検と保守等の実施

(4) 定期点検と修繕等の実施

(5) 臨時点検と修繕等の実施

(6) 特別点検と改修等の実施

(7) 住宅履歴情報の整備・蓄積と活用

(1) の基本指針は、この指針（案）の導入部である。戸建て木造住宅の維持管理を推進するために、つくり手等が配慮しておくべき基本となる行動指針として、次の３点を位置づける。これらは、指針（案）全体に共通する重要なテーマである。

その１　　住まい手サポート（説明責任・情報提供・参画容易性）

その２　　体制構築・整備

その３　　継続性の確保

(2) から (7) は、維持管理の行為別の具体的な行動指針である。(2) から (7) の大分類それぞれに、基本事項（位置づけや目的など）と (1) の３つの基本指針を中分類として設定し、その区分ごとに指針項目を定めている。これにより、例えば「住まい手サポート」という基本指針に関連する指針項目を、(2) から (7) のそれぞれで抽出することができる。

表 3.4　つくり手等行動指針（案）の指針項目の全体像（その１）

大分類	内　容
(1) 基本指針	その１　住まい手サポート（説明責任・情報提供・参画容易性）
	その２　体制構築・整備
	その３　継続性の確保

大分類	中分類	指針項目	
(2) 維持保全計画の策定	a　基本事項	2.1	長期間にわたる住宅の維持保全計画を策定し、住まい手と共有すること。
	b　住まい手サポート	2.2	維持保全計画の策定にあたっては、住まい手の参画を得ること。建物仕様の選択時には、材料や部品の寿命、手入れや点検・修繕等の容易性等に配慮し、住まい手の理解を得ること。
		2.3	維持保全計画書の作成にあたっては、住まい手にも分り易い様式や表現を用いるよう配慮すること。また、その内容を住まい手に対し説明すること。
	c　体制構築・整備	2.4	維持保全計画書には、点検計画、保守及び修繕等計画の内容を、相互に関連づけて明示していること。特に点検・修繕等の時期は、部材の耐久性等に基づいて合理的に設定していること。
		2.5	維持保全計画の中に、保証の期間や内容を盛り込んでいること。また、保証の目的や範囲、転売時における引継ぎの可否などの情報を明示していること。

表 3.4　つくり手等行動指針（案）の指針項目の全体像（その２）

大分類	中分類		指針項目
	d　継続性の確保		2.6　維持保全計画は、状況に応じて見直しを行い、より妥当なものとすること。
			2.7　住まい手に対し、維持管理を適切に行うためには、そのための費用を確保することが必要であることを伝えること。また、維持保全計画書の中に、一般的に必要と考えられる維持管理費用についての参考情報を明示することが望ましい。
(3) 日常点検と保守等の実施	a　基本事項		3.1　日常点検・手入れの必要性・効果を理解し、住まい手の取り組みを支援すること。
	b　住まい手サポート		3.2　住宅に関連する日頃の対処のしかたについて、住まい手に説明し、情報を提供していること。
	c　体制構築・整備		3.3　日常点検の時期、対象となる部位や方法を設定し、住まい手に提供していること。
			3.4　保守・補修の方法、道具や材料の入手方法などについての情報を整理し、住まい手に提供していること。
	d　継続性の確保		3.5　日常点検が確実に行われるよう、住まい手に対する継続的な情報提供等を行うこと（連絡、訪問サービスなど）。
(4) 定期点検と修繕等の実施	a　基本事項		4.1　維持保全計画書の定期点検計画、保守及び修繕等計画に基づき点検等を実施して、実施内容を住まい手と共有すること。
	b　住まい手サポート		4.2　定期点検・保守及び修繕等の範囲、スケジュールなどの情報について、住まい手に提供していること。
			4.3　定期点検時に住まい手にも立会いを依頼し、住宅の状況を把握してもらうこと。併せて、住まい手の維持管理の意識の醸成につとめること。
	c　体制構築・整備	1)定期点検に関して	4.4　定期点検の時期、対象部位、費用などを設定していること。
			4.5　定期点検の方法は、共通の点検方法書等（点検シート）に定めること。
			4.6　定期点検日の連絡や日程調整の方法を確立していること。
			4.7　継続的に適切な定期点検等を実施するための体制を整備すること。必要に応じて、他の事業者等との連携を検討すること。
		2)修繕等に関して	4.8　修繕等は維持保全計画に位置づけられた定期点検等の結果に基づいて実施すること。そのために、建材や部品等の調達にあらかじめ配慮していること。
			4.9　補修・修繕技術の習得・維持や向上につとめること。また、新しい工法や材料等を用いる場合は情報収集を行い準備すること。
	d　継続性の確保		4.10　修繕等で得た技術的知見を、その後の設計仕様、施工管理、維持保全方法等の検討にフィードバックすること。
			4.11　定期点検や修繕等の実施状況を踏まえて、後の事業の健全化につとめること。
			4.12　定期点検や保守及び修繕等の引継ぎに配慮していること。
(5) 臨時点検と修繕等の実施	a　基本事項		5.1　緊急の事態や要求に対して、適確な点検・修繕等の措置を講じること。
	b　住まい手サポート		5.2　緊急時における連絡方法について、住まい手と共有していること。
			5.3　緊急時、収集した情報を基に緊急の度合いを迅速に判断し、その後の対応について住まい手に伝えること。

表 3.4　つくり手等行動指針（案）の指針項目の全体像（その３）

大分類	中分類	指針項目
	c　体制構築・整備	5.4　自然災害が生じた場合、臨時点検・修繕等に対応できる自社内の体制を整備していること。また、専門技術者等との連携体制を構築していること。
		5.5　緊急の事故が生じた場合、連絡受付や修繕等の対応体制を整備していること。
	d　継続性の確保	5.6　臨時点検・修繕等の実施状況を踏まえて、維持保全計画等の見直しを検討すること。また、後の事業の健全化につとめること。
(6) 特別点検と改修等の実施	a　基本事項	6.1　目的に合わせた特別点検を実施し、適切な改修等の措置を講じること。
	b　住まい手サポート	6.2　特別点検の結果や改修等の必要性は、住まい手に分り易く伝えて理解を求めること。
	c　体制構築・整備	6.3　特別点検・改修等のための自社内の対応体制を整備していること。また、検査・診断会社等の専門業者等との連携体制を構築していること。
		6.4　特別点検の対象部位や方法を設定し、共通の方法書等を定めていること。
	d　継続性の確保	6.5　特別点検・改修等の実施状況を踏まえて、維持保全計画等の見直しを検討すること。また、後の事業の健全化につとめること。
(7) 住宅履歴情報の整備・蓄積と活用	a　基本事項	7.1　住宅履歴情報整備の必要性やメリットを理解し、その整備・蓄積と活用のための体制を整えること。
	b　住まい手サポート	7.2　住宅履歴情報の整備・蓄積の方法を理解し、住まい手に説明すること。
	c　体制構築・整備	7.3　住宅履歴情報の範囲を設定し、運用方法を構築すること。
		7.4　竣工時に引渡しが必要な情報を把握すること。その際、建材や製品の情報について、将来の更新に有用な情報を記録しておくこと。
		7.5　住宅の維持管理時に蓄積する必要な情報を把握すること。
		7.6　住宅履歴情報の媒体が、効率よく、容易に扱える種類のものであり、かつ、長期間の保存に対応できるものであること。
	d　継続性の確保	7.7　住宅履歴情報の更新を容易に行える体制、方法を構築していること。
		7.8　住宅の売却時やつくり手等の廃業・倒産時においても、住宅履歴情報を引継ぎできるように配慮していること。

２）指針項目の解説

本節では、2.2の１）に示した指針項目の解説を行う。

(1) の基本指針では、住まい手サポート、体制構築・整備、継続性の３つの基本指針について解説する。

(2) から (7) の各大分類においては、設定した指針項目ごとに解説を行う。指針項目は、大分類の位置づけや目的などに関する基本事項と、(1) に掲げる３つの基本方針に関連する項目とに分類している。解説部分では、指針項目の主旨や、つくり手等の役割及び運用時の留意事項等を示している。また、維持管理を円滑に行う道具立てや手段、工夫（おもに帳票類や手引きなど）等を「ツール」と呼称して、ツールの種類、要件等（明示が必要な事項や様式の体裁の例など）及び本報告書での参照先を示している。ツールは、「維持管理指針（案)」の第３章においてケーススタディで整理し、具体的な例示を紹介している (3.3) ので、参考にすることができる（本報告書においては省略している)。

図 3.6 に、指針項目の構成を図示する。

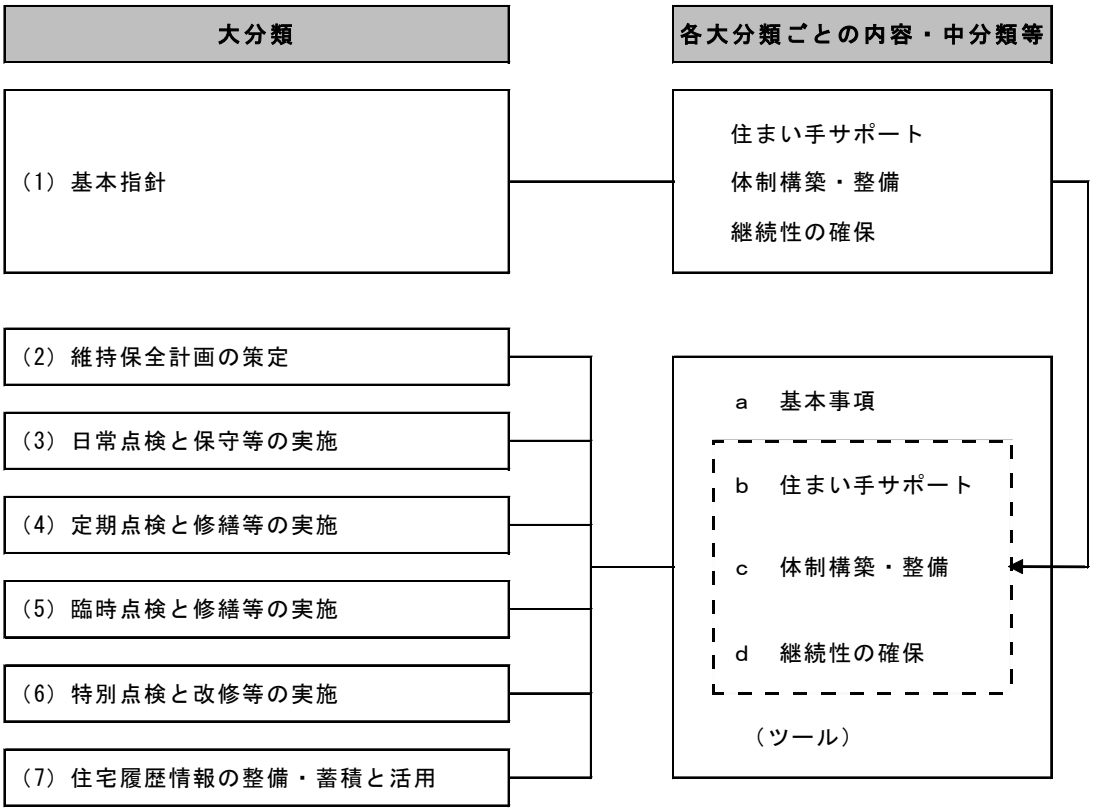


図 3.6　つくり手等行動指針（案）の解説の全体構成

基本指針

戸建て木造住宅の維持管理を推進するために、つくり手等が配慮しておくべき基本となる行動指針を「基本指針」とし、次の３点を位置づける。

その１　住まい手サポート（説明責任・情報提供・参画容易性）

戸建て木造住宅の適切な維持管理のためには、住まい手の関与が必要である。そして住まい手の関与を促すためには、つくり手等による住まい手に対する働きかけが不可欠である。つくり手等は、専門家として住まい手に対する説明責任を負っており、住まい手が必要とする情報を提供することにより、維持管理に住まい手が参画しやすくすることにつとめなければならない。

つくり手等が住まい手に対しこうしたサポートを行うためには、相互の信頼関係に基づき連絡を円滑に行える関係が保たれていることが条件となる。住まい手が必要とする際の連絡先や連絡方法を伝えること、住まい手への連絡や訪問を継続して行うことなどが必要である。

その２　体制構築・整備

戸建て木造住宅の適切な維持管理のためには、住まい手をサポートするつくり手等側の体制を構築・整備することが必要となる。つくり手等が新築住宅の設計や施工管理等の日常の主業務と並行して、従来の体制のまま既存住宅の維持管理のためのサポートを継続的に行っていくことは容易ではない。維持管理業務についても日常の業務として継続的に実施できるような体制整備を行うことが必要となる。

戸建て木造住宅の維持管理には、ハード面の技術だけでなく計画を含むソフト面の手法や工夫も必要となる。これまで新築を中心に業務を行っていたつくり手等の中には実績が少ない者もあり、維持管理のための対処法を十分に有していないことも推測される。このような場合、維持保全のための技術習得や人材の育成・確保に取り組むことは重要であり、維持管理に関心を持ち、公的情報の入手や支援サービス事業者等の勉強会への参加などにつとめることが望まれる。

その３　継続性の確保

戸建て木造住宅の維持保全の期間は様々であろうが、3 世代を超える場合には 100 年超となる可能性がある。こうした期間、住宅の部材の性能や機能が著しく損なわれないためには、維持保全を継続して適正に行い、劣化外力の影響を持続して抑制しなければならない（劣化外力とは、外部から作用する、ものの劣化に影響を及ぼす主な諸因子のことを言う。※)。

住宅が維持される長い期間内には、初期段階で想定していなかった状況が様々に発生すると考えられる。住まい手の変化（次世代への継承、転売による入れ替わりなど)、つくり手等の変化（廃業や倒産、あるいは体制替えなど)、想定外の大きさの劣化外力の発生（自然災害による外力など)、法令改正や施策の変更・拡充などであるが、そうした状況の変化によって、適正な維持保全のあり方が変わることもある。したがって、初期段階で検討された維持保全計画の内容は、必要に応じて更新することが必要となる。また、経年時の対応を適確に行うためには、つくり手等が住まい手との関係を保ち続け、それまでの維持保全や履歴情報の整備・蓄積が初期の計画の通りに行われていることが前提となる。　※「建築物の調査・診断指針（案）・同解説」 2008 年 3 月、第 1 版（社）日本建築学会より

2.3　維持管理方法に関係する諸要素

木造戸建て住宅の維持管理の方法は、つくり手等（工務店等）や住まい手の属性あるいは住宅の立地環境など、住宅を取り巻く諸要素が関係して方向づけられると考えられる。ここでは、関連する諸要素を、維持管理の基本的方法の決定に関連性が高いものと、維持管理の具体的方策の検討に関連性が高いものの２つに分けて捉えることとする。

関連する諸要素を下記に掲げる。維持管理方法の検討にあたっては、こうした諸要素について留意し、自社が行うべき維持管理の方法を適切に方向づけることが大切である。特につくり手等（工務店等）の業務規模や、他の事業者との連携への取り組みなどの業務形態に関する要素は、維持管理の基本的方法の決定要因となる場合が多く、検討の際に重視すべき要素といえる。

１）維持管理の基本的方法の決定に関連する要素

①業務規模（対象地域の広狭）

新築住宅の供給棟数又は維持管理対象となる棟数。もしくは、業務地を特定しているか、全国展開しているかといった業務圏域の広狭。例えば、業務規模（棟数）の多寡は維持管理担当の専従・兼務の別、すなわち維持管理体制の整備のしかたに係わる。

②業務形態（業務の独立度の度合い）

工務店等が自社単独で維持管理業務を含む業務を行うか、他の事業者や工務店等と連携して業務を行うかといった要素。これにより、工務店等が自社で行うべき維持管理業務の範囲や内容等が方向づけられる。

この①と②の要素をもとに、「維持管理指針（案）」の第３章（本報告書では省略している）では、維持管理方法の類型を提示し、その類型別に維持管理計画・方法のケーススタディを示している。

２）維持管理の具体的方策の検討に関連する要素

③業務地の立地環境

業務地が都市か地方であるか、あるいは住宅地の密度が高いか低いかといった要素。それにより維持管理の実施に際して特別な配慮が必要になることがあると想定される。

④住まい手との役割分担

住まい手の家族構成や住まいへの愛着度などによっては、住まい手の自主的な維持管理への指向や対応度が高い場合がある。そうした場合には、住まい手が担う維持管理範囲を設定して適正に役割分担するなどの対応が求められる。また、住まい手の属性や指向は、時間経過により変化する場合があり、柔軟に対応していく必要もある。

この③と④の要素は、３章のケーススタディにおいて、具体的な事例として取り上げ紹介している。

Ⅳ－４．既存戸建て木造住宅の多世代利用に向けた住み継ぎ・住み替え時における対応指針(案)の検討

１．「住み継ぎ等対応指針(案)」の目的・位置付け

既存戸建て木造住宅の多世代利用に向けた住み継ぎ・住み替え時における対応指針(案)（以下、住み継ぎ等対応指針(案)と略称）は、戸建て木造住宅の長寿命化（多世代利用）を推進する観点から、長寿命化を図ることが合理的と考えられる住宅について、住宅存続の多様な節目において、円滑な住み継ぎ・住み替え及び適切な改修等を実現するため、住宅の住まい手(所有者等)やつくり手等が行うことが望ましい事項(行動の内容・時期等)について、実態調査等を基に検討・整理し、参照すべき資料として提示することを目的としている。

なお、ここでは、戸建て木造住宅のストック対応の基本的な考え方に触れた上で、円滑な住み継ぎ・住み替えを促進するための対応方策を示す指針の概要と適切な改修等を実現するための手順と考え方を解説するため、以下の３項目について整理する。

- **戸建て木造住宅の建築時期別の性能・品質とストック対応の考え方**
- **「既存戸建て木造住宅の多世代利用に向けた住み継ぎ・住み替え時における対応指針(案)」及び「同解説」について**
- **既存戸建て木造住宅の技術的水準向上のための対応方策**

２．戸建て木造住宅の建築時期別の性能・品質とストック対応の考え方

既存の戸建て木造住宅の建築時期は様々であり、その性能・品質も多様である。既存住宅の品質・性能は、建築された時点における水準と、居住後の時間経過に伴う劣化外力の影響や維持管理の実施による水準の変化（主に低下）によって決定される。このうち後者は個別性が高く水準の変化の程度を一概に捉えることはできないが、前者の建築時における水準は建築当時に規定されていた建築基準法や住宅金融公庫の融資基準などの技術的基準に基づき設定されていることが一般的であると考えられ、その水準を想定することが可能である。

ここでは、建物の品質・性能のうち（1）耐震性、(2) 劣化対策、(3) 省エネルギー性に着目して、それらの技術的基準の歴史的な変遷を整理し､既存の戸建て木造住宅の性能･品質の水準を推定する。

図 4.1 は、上記の３つの性能について、1970 以降現在に至る迄の基準の主な変遷を示したものである。このうち耐震性に関する建築基準法の規定の変遷が明確であり、本指針ではその変遷に合わせ、既存住宅を以下に掲げる建築年代別で区分して捉えることとする。既存住宅の品質・性能は、一般的に建築年代Ⅰ＜建築年代Ⅱ＜建築年代Ⅲの順で高くなることが想定される。

建築年代Ⅰ：建築時期が 1980 年以前（新耐震設計法の制定以前）

建築年代Ⅱ：建築時期が 1981 年以降 1999 年以前（新耐震設計法の制定以後）

建築年代Ⅲ：建築時期が 2000 年以降（新耐震設計法の制定以後で、かつ、仕様規定の明確化のための告示改正以降）

また、これらの建築年代区分ごとの規定に基づき、各年代の住宅の仕様例を表 4.1 に示す。

これらの整理に加えて、住宅・土地統計調査の結果を見ると、既存戸建て木造住宅は、現在、多様な建築時期のものが混在して存していることが分かる。

1951 年以降に建築された住宅について、建築時期を先に整理した３つの年代区分に準拠し、1980 年以前（年代Ⅰ）、1981 年以降 2000 年以前（年代Ⅱ）、2001 年以降（年代Ⅲ）に区分して、全国的にみると、1980 年以前が 37.1%、1981 年以降 2000 年以前が 43.1%、2001 年以降が 15.6%の構成比である。先に述べたように、各時期において適用されている技術的基準の水準は異なっており、そのことから既存住宅の建物性能は多様であると言える。とくに、1981 年は新耐震設計法が施行、2000 年は構造上の仕様規定の明確化が図られた年であり、その前後で建物の構造的な性能が変わっているものが多いと想定される。すなわち、現在求められている構造的な性能を満たしていない住宅が、一定程度存していると言える。このことから、既存住宅の性能を明らかにし、性能が低い場合は、性能を向上するための措置を検討することが、既存住宅の継続利用を考える際には必要であると言える。

また、住宅ストックの地域的傾向としては、都市部と地方部で建築時期別の構成比が異なり、都市部では年代Ⅲの新しい住宅の割合が増えており建て替えが進んでいること、地方部では年代Ⅰの割合が増えており古い住宅が多く残っている。このことから、地域の特徴に応じた対策を考える必要があると言える。

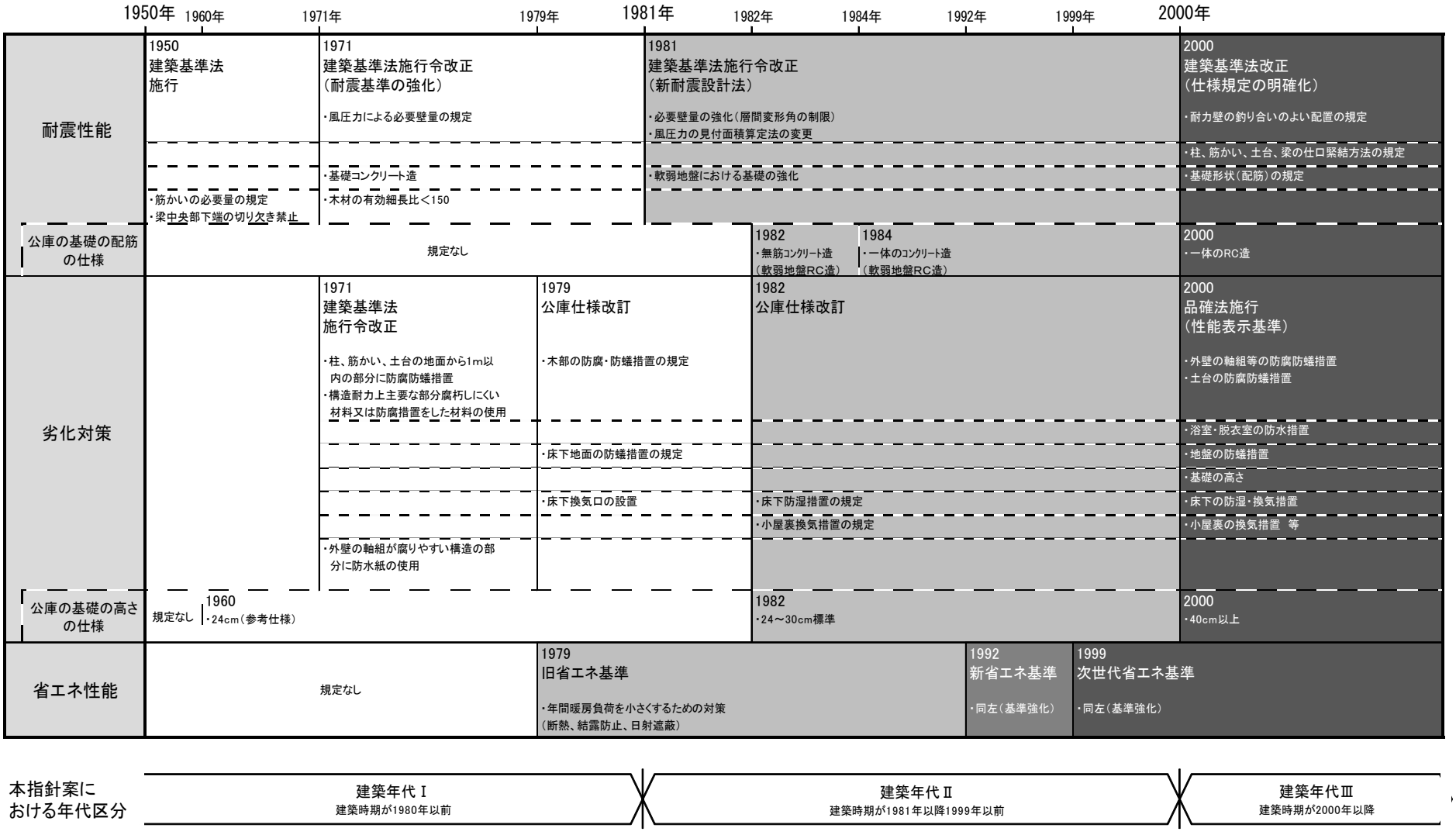


図 4.1　既存戸建て木造住宅の主な技術的基準の変遷と建築年代区分の捉え方

表 4.1　建築年代区分に基づく各年代の代表的な仕様の例

		建築年代Ⅰ 建築時期が1980年以前	建築年代Ⅱ 建築時期が1981年以降1999年以前	建築年代Ⅲ 建築時期が2000年以降
耐震性能	耐震性	旧耐震	新耐震	新耐震 （2000年改正対応）
	基礎	規定なし （一部の住宅はコンクリート造の規定あり〔1971～〕）	一体のコンクリート造 〔一部の住宅は無筋コンクリート〔～1981〕）	一体のRC造
劣化対策	防腐防蟻措置	規定なし （一部の住宅は規定あり〔1971～〕）	地面から1m以内の軸組等の防腐防蟻措置	地面から1m以内の軸組等の防腐防蟻措置
	地盤の防蟻措置	規定なし （一部の住宅は床下地面の防蟻の規定あり〔1979～〕）	床下地面の防蟻措置	べた基礎又は地盤の防蟻
	基礎の高さ	規定なし （一部の住宅は24cmの参考規定あり〔1960～〕）	24～30cm	40cm以上
	床下防湿・換気措置	規定なし （一部の住宅は床下換気口設置の規定あり〔1979～〕）	床下換気口 床下面にコンクリート又は防湿フィルム〔1982～〕	床下換気口 床下面にコンクリート又は防湿フィルム
	小屋裏の換気措置	規定なし	小屋裏換気措置	小屋裏換気措置
省エネ性能		規定なし （一部の住宅は旧省エネ基準〔1979～〕）	旧省エネ基準 （一部の住宅は新省ｴﾈまたは次世代省ｴﾈ基準〔1992～〕）	次世代省エネ基準

３．「既存戸建て木造住宅の多世代利用に向けた住み継ぎ・住み替え時における対応指針(案)」及び「同解説」について

3.1　住み継ぎ等対応指針（案）及び同解説の見方・使い方

「住み継ぎ等対応指針(案)」は、住まい手や住まい手をサポートする立場のつくり手等が、戸建て木造住宅の住み継ぎ・住み替え等に際し、住宅の長期利用、多世代利用の観点からの合理的な判断を行う上での参考資料として活用することを想定している。

１）住み継ぎ等対応指針（案）・同解説における基本的な用語の定義

対応指針（案）では、以下のように用語を定義し用いている。

住み継ぎ	親から子への代替わりなど、従前の住まい手（所有者）に入れ替わり親族等（現居住者を含む）が住み続けること
住み替え	市場等を介して従前の住まい手（所有者）が新たな住まい手に入れ替わり、住み続けること
住み継ぎ等	住み継ぎ及び住み替え

２）住み継ぎ等対応指針（案）の想定される利用者

本対応指針（案）の利用者は住宅の居住、建設・改修、維持管理、その他のサービスに関与する者とし、大きく以下の３つに分けて捉える。

①住まい手（等）　：　住み継ぎ・住み替えの前後の住まい手（又は所有者）

②つくり手等　　：　工務店・設計者等（当該住宅の設計・施工や維持管理業務に関与した工務店・設計者等、住宅のリフォーム等に関する専門業者）

③その他（関連サービスの提供者等：インスペクション、保険、金融、仲介等のサービス事業者等）

３）住み継ぎ等対応指針（案）の対象とする住宅

対象とする住宅は、技術的観点、社会的観点等から、長寿命化を図ることが合理的と考えられる、既存を含む戸建て木造住宅とし、建設地、建設時期、現在の居住の有無などによる範囲の限定は行わないこととする。

継続利用について、個々に技術的、社会的観点から検討を行い、その合理性について判断を行うこととする。本指針（案）では、住宅についての判断責任を有する住まい手等が行うこの検討・判断に関する要件や考え方を示し、これについて支援・サポートを行うつくり手等の参考資料としてもらうことを目的とするものである。

4）「住み継ぎ等対応指針（案）・同解説」の使い方のイメージ

本指針（案）については、例えば次のような見方、使い方を想定している。ただし、本報告書においては、指針（案）・同解説のうち、指針（案）本文、及び対応方策の基本的な考え方について記載する。実際の住宅の住み替え・住み継ぎ時にはここであげる典型的ないくつかのプロセスが複雑に絡まって進むことが想定され、それぞれのプロセスの詳細と住宅の存続時（存置・活用）に関連する判断要因及び判断のためのサポート内容等については省略する。

1．指針(案)本文

住み替え・住み継ぎにおける住まい手、つくり手等の対応の基本的あり方(*)を確認する。

＊　住まい手や住まい手をサポートする立場のつくり手等が、戸建て木造住宅の住み継ぎ・住み替え等に際し、住宅の長期利用、多世代利用の観点からの合理的な判断を行う上で特に配慮すべき事項

2．指針(案)の解説(*)

指針(案)本文に記した対応の基本的なあり方を、具体的な業務に反映させ、実践するため、「解説」を参照する。

(1)　住み継ぎ・住み替えに関する(本指針における)基本的な考え方を把握する。

(2)　全体フローにおいて、住み継ぎ・住み替え等に関する判断・対応の全体の流れ等を把握するとともに、各住まい手・つくり手等がこのフローどのパターンに該当するのかを把握する。

(3)　パターン別のフロー、概要の表、及び段階(フェーズ)別のシートにおいて、(2)で把握したパターン・段階における判断・対応の具体的項目の概要を把握する。

(4)　(必要に応じ)(3)で把握した、判断・対応の項目の背景となる考え方や詳しい内容について、判断要因、住宅の利用形態等別の対応上の留意点を参照する。

(5)　さらに(3)、(4)に示した、現況把握や改修等に関する技術的な項目の詳細を参照する(*)。

- 現況把握の実施フロー、適用条件、調査対象部位、実施内容等の検討。詳細調査の計画立案、等
- 改修計画立案と実施フローの検討。条件整理と目標設定、費用の検討、等。
- 維持保全業務の実施計画立案、履歴情報の整備、等。

＊　**指針（案）の解説のうち、(3)、(4)及び(5)については、「戸建て木造住宅の長寿命化のための改修・流通に関する調査・整理業務報告書」（平成 23 年 2 月）の第 3 章に記載されており、本報告書では詳細は省略する。**

3.2　既存戸建て木造住宅の多世代利用に向けた住み継ぎ・住み替え時における対応指針（案）

１）目的・位置付け

本指針(案)は、住宅の多世代利用の必要性の増大と、長期利用が可能な住宅ストックの増加といった状況にかんがみ、既存戸建て木造住宅の多世代利用を促進する観点から、長寿命化を図ることが合理的と考えられる住宅について、住まい手等の住み継ぎ・住み替え等に際し、住まい手等、及び、工務店などの住宅のつくり手等が行うことが望ましい対応の基本的なあり方を示し、これら住まい手等が行う選択・判断、及び、つくり手等が行う業務の参考とすることを目的とする。

２）基本的考え方

（１）住まい手等及びつくり手等の役割

住宅の使用継続・存続等について最終的な判断を行うのは住宅の住まい手、所有者等(以下、住まい手等という)である。つくり手等は、住まい手等から相談等を受けた場合に、専門技術者としての立場から、住まい手等が住宅の多世代利用の観点から適切な判断を行えるよう必要・適切な助言、情報提供、技術的な支援等を行うとともに、関連する情報の普及等に努めるものとする。

（２）つくり手等による助言等のあり方

つくり手等が行う助言、技術的な支援等は、住まい手等が住宅の多世代利用に向けた適切な判断を行えるよう、次の点に留意して行うことを基本とする。

① 住宅の長期利用、多世代利用の社会的意義・効果、住まい手等にとってのメリット（や負担）等について理解が得られるように努める。

② 説明等に際しては、極力客観的な根拠(技術的な背景や統計データなど)を併せて示し、住まい手等が多世代利用に向けた適切な判断を行えるよう努める。

③ 住まい手等の判断が必要な事項については、できるだけ複数の選択肢を示し、それぞれの長短を客観的に比較できるようにすることが望ましい。

④ 十分な専門的知識等を有していない住まい手等にもわかりやすく説明するよう努める。

３）長期利用・多世代利用に向けた住まい手等の判断及びそのための支援等の考え方

（１）多世代利用を実現するための条件

住宅の適切な多世代利用を実現するためには、当該住宅が、その存続する長期の期間にわたり、次の３つの観点から使用継続が不適当と考えられる状態に陥らず(適切に維持され)、かつ、存続期間中に生じる住み継ぎ等の各機会において、住まい手等が（これらの観点から）使用を継続すると判断し、適切な対応を行うことが条件となる。

ア）　社会的要因に係る観点（住宅がおかれた経済・社会的状況(周辺の土地利用など)）

イ）　主体的要因に係る観点（同居する家族構成や健康状態など住まい手自体の状態）

ウ）　技術的要因に係る観点（主として当該住宅の構造や設備などの物理的な状態）

（２）つくり手等による支援等の内容

①　判断において想定されるフロー

以下の助言等支援に際しては、住まい手等における理解を助け、適切な判断を実現する観点から、住まい手等の最終的な判断に至る考え方の流れ(フロー)を想定し、これに即して順を追って選択肢を示しつつ進めていくことなどに配慮する。

②３つの要因に係る観点からの対応のあり方に関する助言等

上記(１)にかんがみ、住まい手等が行う判断に関してつくり手等が行う助言等の支援は、（１)に掲げたア）～ウ）の３つの要因から該当するもの抽出し、それぞれの観点を踏まえて行い、継続使用・長期利用が適当か否かを明らかにすることを基本とする。

③事後の利用形態に関する提案と選択・判断のための助言等

住まい手等が住宅の継続利用に関して判断を行うに際し、事後に想定される利用形態（自宅として居住、セカンドハウス、賃貸、売却など）を提示し、それぞれの特徴、長短等を説明して助言し、当該判断が〔住宅の長期利用、関係法令、住宅が存する地域の土地利用・住環境、経済性などの観点から〕適切かつ合理的に行われるよう配慮するものとする。

④技術的要因に関する助言等

ア）基本事項

（１）ウ）の技術的要因への対応に関しては、人材の育成・確保、連携体制の構築等、業務実施のための体制整備を図った上で、住まい手等の判断を助けるため、住宅の現況調査、長期利用に向けた改修計画の提案及び維持保全計画の提案を行うことを基本とする。

イ）現況調査

現況調査に関しては、現時点において長期利用が可能な物理的状況を有しているか否かを把握するため、その目的・意義等を説明して住まい手等に実施の了解を得たうえで実施する。その際、現況調査は、住宅の今後の利用方針を決定する上で重要なものであること、一方で、技術的、経済的にその精度等に一定の限界があることについて住まい手等の理解を得るよう努める。

ウ）改修計画及び目標設定

また、改修計画の提案については、現況調査の結果等を踏まえるとともに、③に示した事後の利用形態に合わせた改修の必要性並びにその内容と効果等を、コストを含む客観的な根拠とともに説明し、住まい手等の理解を得ることを基本とする。特に、改修後の住宅の性能について目標水準を設定するなど、住まい手が改修の効果を、経済性を含め的確に判断できるように努める。

エ）維持保全計画

住み継ぎ・住み替えとこれに伴う改修等ののちに、当該住宅が長期にわたって適切に利用されるよう、維持保全計画の提案を行う。

3）戸建て木造住宅の多世代利用に向けた存続の条件と対応

（1）既存住宅の存続・除却の判断の流れ

既存住宅を利用（維持管理）している状態から、住宅を利用し続けるかどうかを判断する局面に至る過程においては、住宅や住まい手に対して発生する事象が契機となることが考えられる。この事象は、住宅に関しては建物の老朽化や性能面の低下、陳腐化（使い勝手の不都合）などであり、住まい手に関しては親世帯から子世帯への相続の発生、家族構成員の増減や高齢化、勤務地の変更や退職などである（表 4.2）。そのほかに公共事業の施行に伴い建物を移転する場合などもある。

表 4.2　既存住宅の存続・除却の検討の契機となる主な事象

	項目・主な内容	
住宅側の事象	建物の老朽化	・劣化や傷み、汚損の進行
	性能面の問題発現	・安全性に問題がある ・快適性に問題がある
	陳腐化	・利便性や使い勝手に問題がある ・外観や内観、また材料等が旧式である
住まい手側の事象	相続の発生	・親世帯から子世帯への相続の発生
	ライフステージ・家族構成の変化	・子供の誕生、子育ての開始 ・子供の独立 ・子供の結婚 ・高齢期を迎える ・死去
	健康状態の変化	・疾病、入院 ・介護が必要 ・施設への入所
	仕事の状況の変化	・転勤 ・就職、転職 ・退職 ・失職 ・ホームオフィス化
	収入の変化	・収入の増加または減少
	住居費負担の軽減要望	・住宅ローンや家賃などの軽減要望 ・維持管理費の軽減要望
	ライフスタイルの変化	・住居内での趣味生活の充実化
その他	立ち退き要求への対応	
	賃貸契約の期限切れ	

こうした事象に対し既存住宅を存続するか除却するかの対応の判断は、様々な要因を勘案して行われる。この判断のための要因については次（2）で検討・整理している。判断の結果、次の居住形態（住み継ぎ・住み替え・非居住）及び住宅の利用形態（自己使用・売却・賃貸など）が検討され、選択される（図 4.2）。

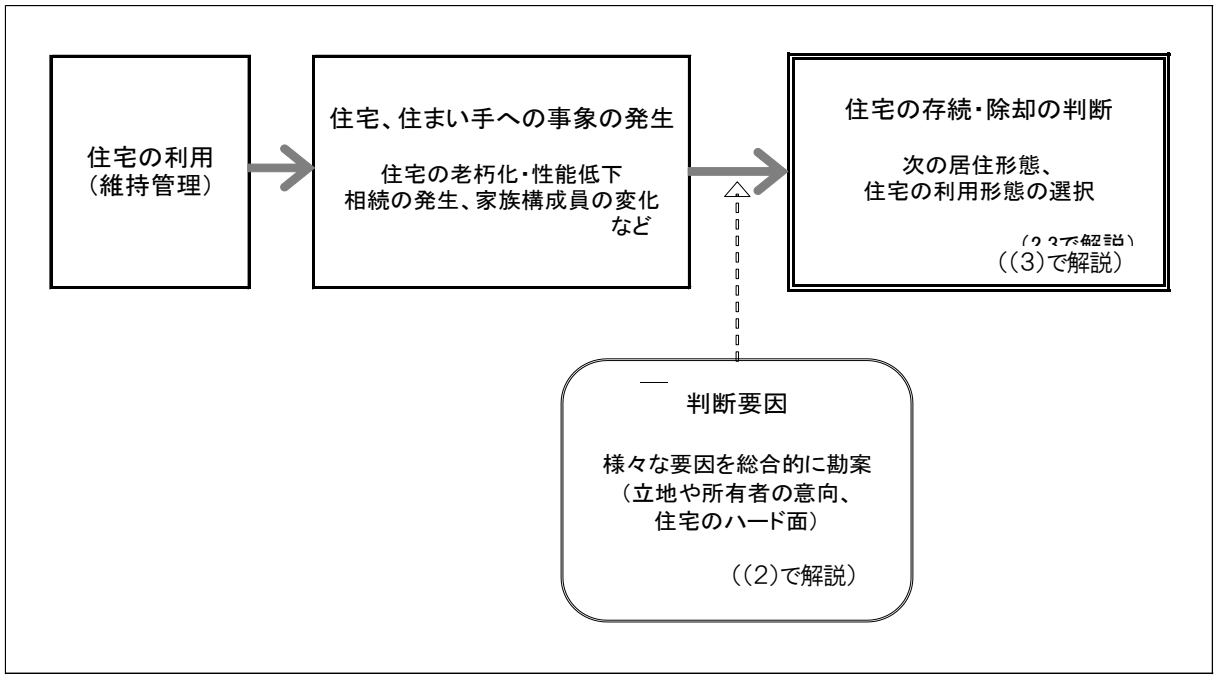


図 4.2　既存住宅の存続・除却の判断の流れのイメージ

（２）既存住宅の存続・除却の判断要因

既存住宅が継続使用されるか、除却され又は建て替えられるかは、様々な要因が影響して決定される。

同一の家族の家族構成が変わらないまま住み続けている状態で、性能面や使い勝手に不都合が生じて改修もしくは建て替えが行われる場合は、単純に住宅のハード面の問題が主となり、ハード面の条件（住宅の性能等、到達したい状態、必要な費用）によって改修か建て替えかが判断される。

一方、現在のわが国の状況（少子高齢化、人口減少、数年後には住宅ストック数＞世帯数、核家族化）を考えると、同一家族が相続後もその住宅に住み続ける事例は既に少数派になりつつある。地方においては住宅を相続する子世帯が遠く離れた都市部で住宅を所有している例が多く、都市部においては地価の問題から二世帯で暮らす住宅の確保が難しいことも影響し、親世帯と子世帯がそれぞれ住宅を所有する例も多い。このような状況では、住宅の相続が発生した場合、従来一般的とされた子世帯等の親族が住み継ぐ以外の事例が多くなると考えられる。このような親世帯や子世帯の関係性や居住地などの条件も、既存住宅が建て替えられるかどうかの判断に大きく影響する。

以上のことを踏まえ、既存住宅が住み続けられるか建て替えられるかの主な判断要因として、住宅が存する地域や立地などに関連する①社会的側面に関する要因、住宅所有者の意向や家族関係などに関連する②住まい手の主体的側面に関する要因、住宅のハード面に関連する③建物の技術的側面に関する要因、の３つに分けて整理する（図 4.3）。

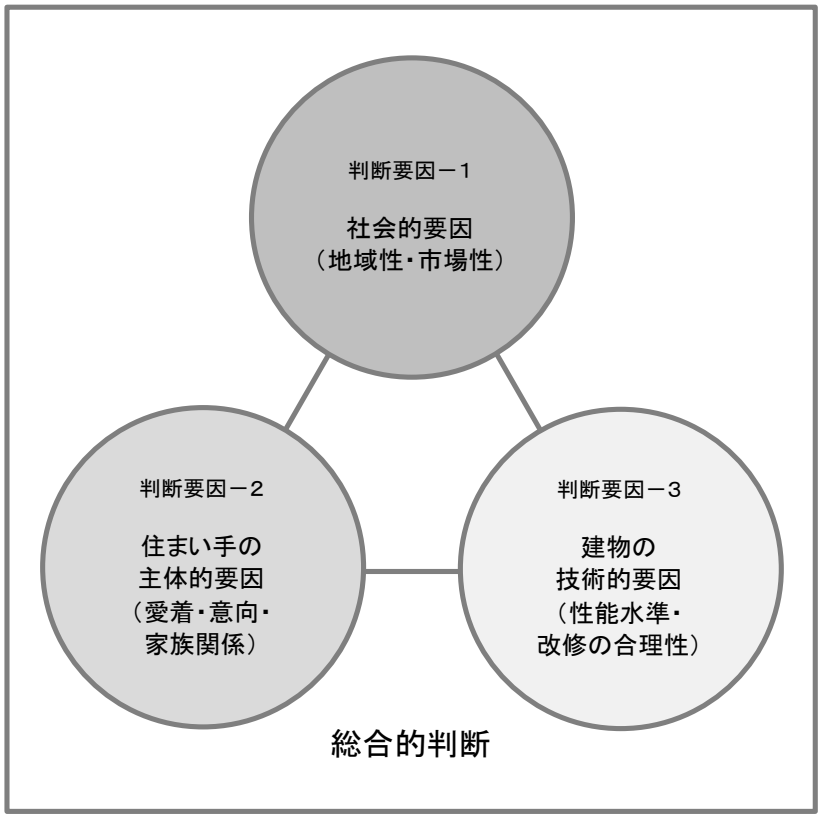


図 4.3　既存住宅の存続・除却を判断する主な要因

各要因の内容を以下に整理する。

①社会的側面に関する要因　＜社会的要因＞

当該住宅が立地する地域の土地利用や住宅市場の状況・動向とこれらと当該住宅との適合性（地域あるいは立地（流通市場）における建物としての価値づけ等)。具体的には、地域における居住環境形成への寄与の度合いや定着性（社会性)、売却や賃貸を行う場合の住宅の市場性など。このほか、住宅単体の歴史・文化的価値なども含まれる。

②住まい手の主体的側面に関する要因　＜主体的要因＞

住まい手（個人）の経済状況や健康状態、住まい手が(主観的に)感じている住宅への愛着度・嗜好性、家族関係（親世帯・子世帯の居住圏など)、近所づきあいなど。

③建物の技術的側面に関する要因　＜技術的要因＞

建物の保有性能の水準や維持状態（老朽度)、改修により到達できる性能水準、そのために必要な費用など。

既存住宅の存続・除却の判断を行い、存続する場合の次の居住形態や住宅の利用形態を選択する際には、これらの３つの要因についてその内容の分析・検討を行い、総合的にみて適切な対応方法を講じることが必要と考えられる。判断や選択の手立てについては後述する。

（3）基本的な考え方・パターンの整理

図 4.4 では、既存住宅の存続・除去の判断の結果として選択される、次の居住形態と住宅の利用形態のパターンを整理して示す。

次の居住形態としては、親族等（現居住者を含む）が住み続ける（住み継ぎ）、他人が現居住者と入れ替わって住み続ける（住み替え）、誰も住まない（非居住）の大きく３つに整理する。本指針案では、このうちの住み継ぎ・住み替え時に既存住宅が存続するための対応方策に主たる視点を置く。また、非居住の場合における適切な処置の方法等についても検討する。

また、ここでいう利用とは、次の所有者への引き継ぎ方法または利用形態を指す。住宅の利用形態としては、自宅（またはセカンドハウス）として使用する、売却する、賃貸に出す、空き家として管理する、適切な除却を行う、の５種類に整理する。改修や建て替えは、利用の方法ではなく、利用を滞りなく進めるための手段として位置づけることとし、改修か建て替えかが検討されるのは、これらの利用形態のうち、自宅（またはセカンドハウス）として使用する、売却する、賃貸に出す場合である。

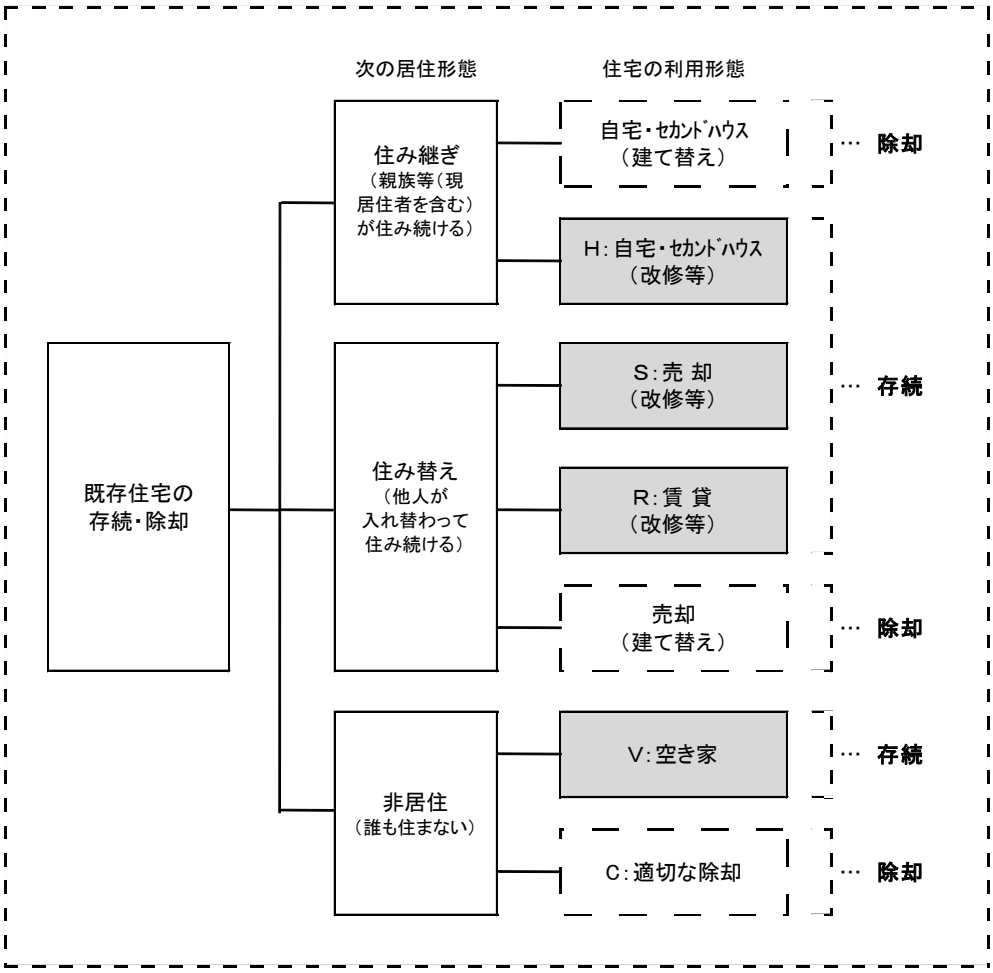


図 4.4　既存住宅の存続・除却に影響する居住形態・住宅利用形態のパターン

図 4.2、図 4.3 及び図 4.4 をもとにして、存続・除却の判断及住宅の利用形態等の検討・選択に至る

プロセスの全体枠組みを図 4.5 に整理して示す。

また、表 4.3 に、図 4.5 で整理したプロセスのうち、「住み継ぎ」と「住み替え」において住宅が存続するプロセスについて、改修・建て替え等の主体、流れ、特徴と課題を整理している。

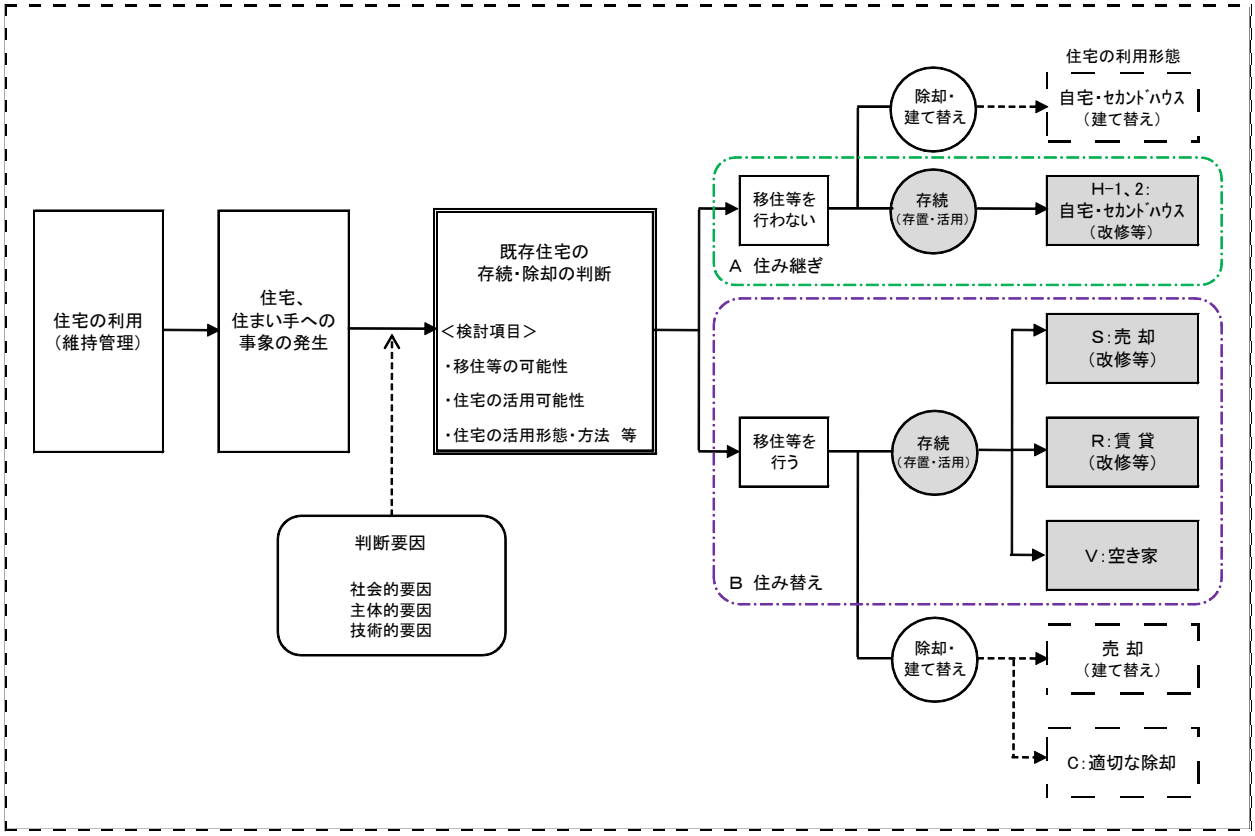
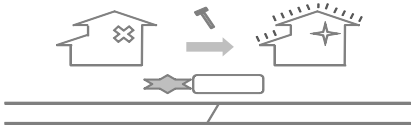
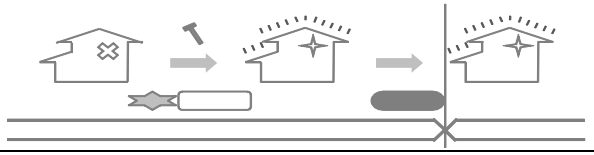
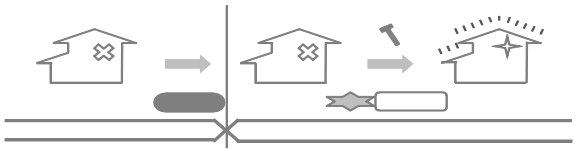
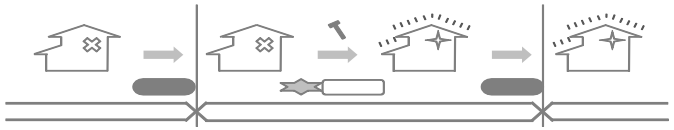
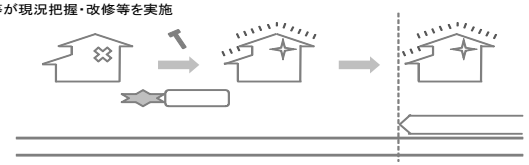
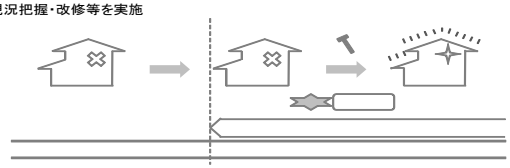


図 4.5　既存住宅の存続・除却の判断と住宅の利用形態等の選択のプロセス

表 4.3　住宅の各利用形態（住み継ぎ・住み替え時）における改修・建て替え等の主体、流れ、特徴と課題

次の居住形態	住宅の利用形態	改修・建て替え等を判断する主体	存続時において一般的に想定される現況把握・改修の主体と流れ	現況把握・改修等の実施上の課題及び対応例			
				実施全般	現況把握（インスペクション）	改修等の計画	住み継ぎ・住み替え後の維持保全
住み継ぎ	自宅・セカンドハウス	所有者（相続人等）	●所有者等が現況把握・改修等を実施 	○現況把握・改修等はスムーズに実行されやすい	○把握しやすい	○長期利用を見据えた改修計画を講じやすい（親世帯と子世帯が同居の場合は双方の意向の調整が必要）	○維持保全、履歴保存は実行されやすい
住み替え	売 却	所有者（相続人等）＋α	●所有者等が現況把握・改修等を実施 	△現況把握および改修等は比較的スムーズに実行されやすいが、改修費用を含む売却価格となることで、売り主側のリスクが生じる	○把握しやすい	▲改修内容は一般的なものとなりやすいため、買い主の意向の反映や長期利用の水準となりにくい →買い主との事前折衝ができるしくみ、長期利用のための技術的助言等のサポートが必要	○維持保全、履歴保存の実行はされやすい ▲住み替え前の履歴の引き継ぎは不確実 →売り主側の履歴整備を促すことが必要（価値の向上につながる）
		買い主（次の所有者）	●買い主（次の所有者）が現況把握・改修等を実施 	▲現況把握・改修等のスムーズな実行は不確実 →スムーズな実行のためには、売買契約前に買い主に建物等の情報を提供することが必要（関連事業者等による調整やサポートが必要）	▲把握は不確実 →売り主からの提供を促すことが必要	○改修内容は買い主が主体的に検討でき、長期利用を見据えた改修計画を講じやすい ▲購入費用に加え改修費用の準備が必要 →改修費用を考慮した資金計画のアドバイスが必要（融資が前提の場合、購入費用とリフォーム費用一体のローン設定が有利）	○維持保全、履歴保存の実行はされやすい ▲住み替え前の履歴の引き継ぎは不確実 →売り主側の履歴整備を促すことが必要（価値の向上につながる）
		関連事業者（不動産業者等）	●関連事業者（不動産業者等）が現況把握・改修等を実施 	△現況把握・改修等は比較的スムーズに実行されやすいが、実施の内容は関連事業者等に委任される	○比較的把握しやすい（売り主からの提供による）	▲改修内容は一般的なものとなりやすいため、買い主の意向の反映や長期利用の水準となりにくい →買い主との事前折衝ができるしくみ、長期利用のための見識や技術的のスキルが必要	○維持保全、履歴保存の実行はされやすい ▲住み替え前の履歴の引き継ぎは不確実 →売り主側の履歴整備を促すことが必要（価値の向上につながる）
	賃 貸	所有者（相続人等）＋α	●所有者等が現況把握・改修等を実施 	○現況把握・改修等はスムーズに実行されやすい	○把握しやすい	▲短期利用のための補修・修繕やアメニティ改善が主となりやすい →将来の利用形態（所有者の戻り居住、借り手への売却等）を考慮した改修計画等の誘導や、長期計画の中での修繕等の位置づけが必要	▲維持保全、履歴保存の実行は不確実 →所有者と借り主の間の合意形成や所有者による定期的な確認が必要
		借り主	●借り主が現況把握・改修等を実施 	△現況把握・改修等は比較的スムーズに実行されやすいが、実施にあたって所有者と借り主の間の合意形成や責任分担の調整が必要	○比較的把握しやすい（所有者からの提供による）	▲短期利用のための補修・修繕やアメニティ改善が主となりやすい →将来の利用形態（所有者の戻り居住、借り手への売却等）を考慮した改修計画等の誘導や、長期計画の中での修繕等の位置づけが必要 △借家契約終了後の処置について所有者と借り主の合意が必要	▲維持保全、履歴保存の実行は不確実 →所有者と借り主の間の合意形成や所有者による定期的な確認が必要



４）住み継ぎ・住み替え時における各段階での住まい手等による検討・判断のフローの全体

図 4.6 は、住継ぎや住替えの原因となる事象（「住宅」と「住まい手等」との間の「ミスマッチ」とも言い換えられ得る）の発生・顕在化から、最終的な帰結（住継ぎ・住替えの実施又は断念など）に至るまでの間の各段階において住まい手等がどのような判断や対応を行うことになるかを判断のフローのイメージを基に体系的に描いたものである。

この図は、住まい手等の判断項目や内容とこれに対する必要なサポート内容を抽出するためにイメージとして作成したものであり、図の上部に判断フローの段階(フェーズ)を次の７段階に分けて示している。

【１】初期の段階(事象の発生・顕在化)
【２】住まい手等の移住等の検討（可能性～移住先等）
【３】住宅の活用可能性の検討（存置・活用／除却）
【４】住宅の活用形態・方法の検討
【５】住宅における対応の詳細検討と実施
【６】住宅活用等の開始・実施
【７】新たな住まい手における検討・対応

これにより､それぞれの下に図示した判断フローを各段階に分けて考えられるよう整理した。

しかし、実際の判断フローは、このような時系列・順列で行われるとは限らない。現実には【１】の次に、【２】･【３】の段階をとばして【４】の段階に移行する場合や、いくつかの段階をまとめてクリアしてしまうようなケースも少なくないと考えられることに留意が必要である。

> たとえば、従前の住宅について立地する地域や敷地に問題はないが、家族の構成や生活に、より適合（フィット）した住宅に住みたいといった場合には、【１】の事象（より家族にあった住宅に住みたいという意向の顕在化･･･）発生から、【２】の移住等の可能性の検討、【３】の住宅活用の可能性の検討を並行して進め、さらに【４】住宅の活用方法の検討･･･といった手順になってくると考えられる。
>
> 一方、【１】の事象が、「家主の転勤により、まず転居が必要」といった場合などは、【２】についてはすでに決まっており、【３】の住み替えに際しての従前住宅の活用可能性の検討から始まることになる。また、住宅が新築したばかりなのだが、家族の事情（例えば地方の親を呼び寄せ、同居するためのより規模が大きい住宅が必要、など）により当該住宅では生活ができなくないが、資金確保のために売却が必要といった場合には、【２】、【３】、【４】の検討は不要で、【１】のつぎに、【５】の検討、判断を行えばよいこともあると考えられる。

図中の菱形(◇)は、住まい手等が各種の判断を行うポイント(多世代利用に係る住替え・住継ぎへの対応の分岐点)を示している。特に、当該住宅が存続するか除却されるか（うまく多世代利用されていくかどうか）の判断のポイントを赤色の菱形で示している。

このフロー図は、【２】の段階（すなわち住まい手等が当該住宅(又はその存する敷地)に住み続けるか否かにより）から上下に２つに分かれており、一方を「住み継ぎ」のフローとして緑色の一点鎖線で、もう一方を「住み替え」のフローとして紫色の一点鎖線で囲って示している。(【２】の段階、すなわち住まい手等が移住等を検討するのは必ずしもこのような検討の初期の段階とは限らないが、これにより「住み継ぎ」、「住み替え」のフローを整理して並べて示すことができる。)

なお、「セカンドハウス」としての利用形態については、この図中に表現されていないが、移住を行うとともに従前住宅を自宅としても活用する、つまり、図中で２つのルートを同時にたどるパターンとしてとらえることが可能と考えられる。

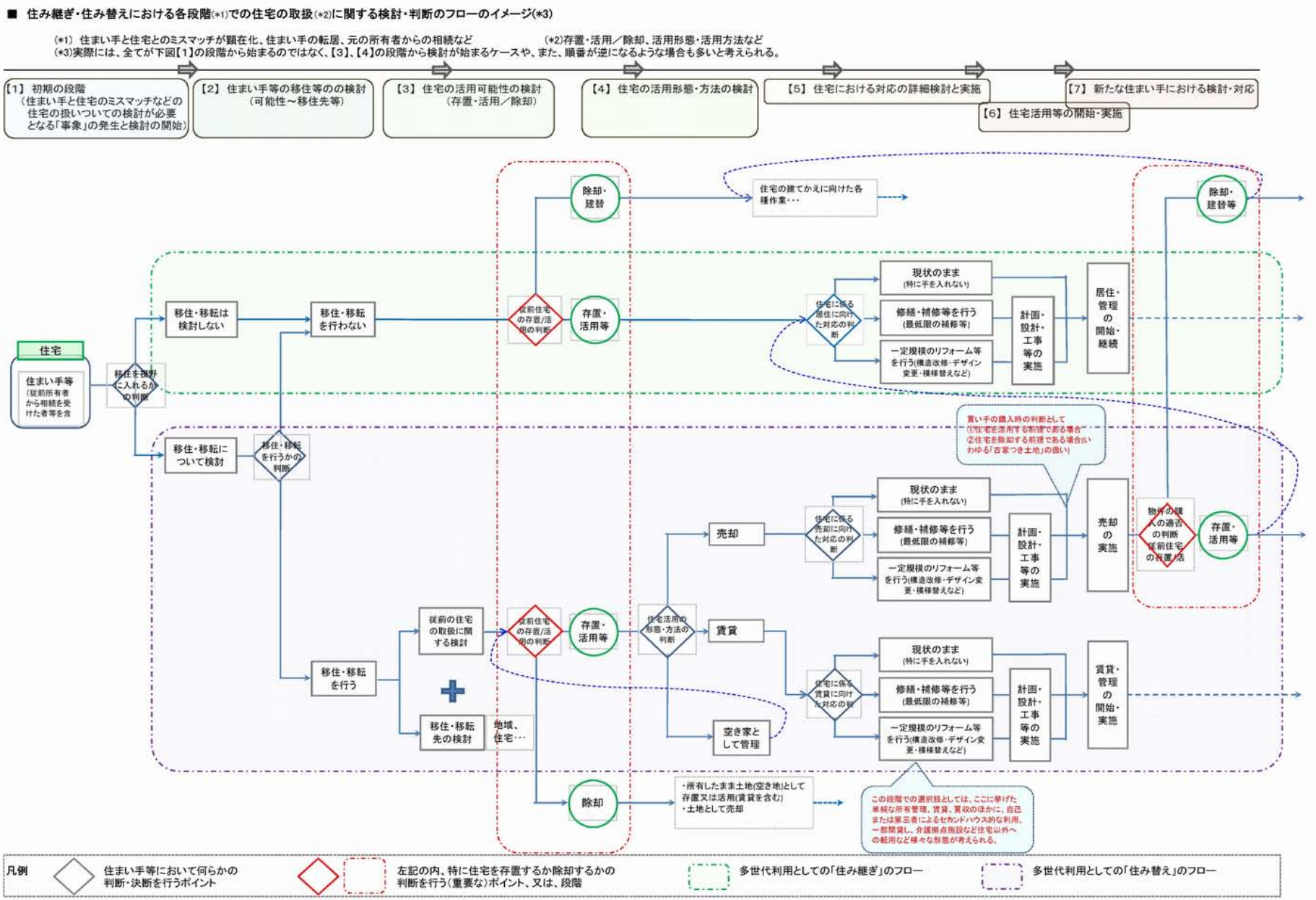


図 4.6　住み継ぎ・住み替えにおける各段階での住宅の取扱に関する検討・判断の全体フロー図

４．既存戸建て木造住宅の技術的水準向上のための対応方策

4.1　技術的水準向上のためのつくり手等の対応フロー

住宅の技術的側面にかかる存続か除却かの判断は、住宅の現況状態を確認した上で、住まい手が到達したいと考えている改善目標に対して、それを改修で実現する場合と建て替えにより実現する場合との効果を比較することにより行うことが考えられる。

具体的には、図 4.7 で技術的要因の判断のための検討フロー示している。第一に現況把握を行って建物の現況性能や改修の難易度を確認し、次いで改修等の計画を行って改善目標の設定と改善内容・手法を検討し、その上で改善目標を改修で実現する場合と建て替えにより実現する場合との改善効果と所要費用を比較検証して、合理性のある方法の選択を判断することなる。所要費用が住まい手の意向に合わない場合や改善目標が達成されない場合には、改修等の計画の見直しを行うこととなる。また、現況把握を行った時点で、一次的に改修の要否を検討するケースも想定される。

つくり手等には、こうしたフローを意識して、住まい手への誘導を上手く行い適切な判断を導くようにつとめることが望まれる。

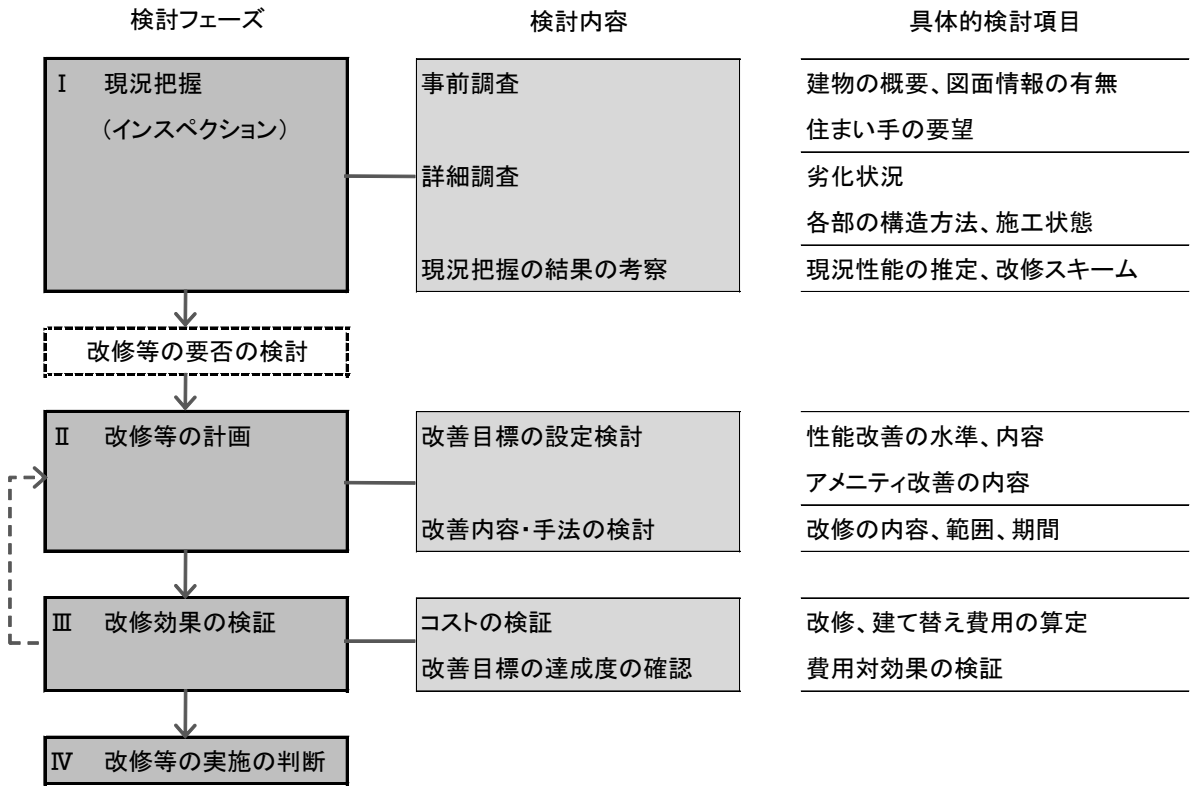


図 4.7　技術的水準向上のための対応フロー

4.2 現況把握（インスペクション）の実施上の配慮事項

1）現況把握（インスペクション）の位置づけ

現況把握（インスペクション）は、住宅の取扱いに関して一定の判断を下す必要がある場合において、住宅の現況を客観的に把握するために実施されるものであるが、実施する場面により求められる様々な目的があり、その目的に応じて適切な方法・内容が選択される必要がある。

現況把握は一般に建物の調査・診断を行うことであるが、その目的を移住・移転等の検討、従前住宅の活用の可能性の検討、住宅の活用形態・方法の検討、改修計画・工事等の実施の検討、売却・賃貸の対応の判断の検討等として捉える。これら以外に既往の制度運用の中で、保険付与や融資の適用のための検査、住宅性能評価制度における検査なども現況把握に関連する取組みとして位置付けることができる。

現況把握を実施する際には、こうした種々の目的がある中で、目的に応じた適確な方法を講じることが必要である。すなわち、目的に応じて、調査・診断を行う技術者のスキル、技術者の人数や調査・診断に費やす時間といった体制面、調査・診断の対象部位や項目・使用する機器・結果の記録方法といった調査・診断内容に係る事項等を検討・選択し、一定の判断を下すために適確な情報を収集することが重要である。

さらに、現況把握で得られた結果を依頼者（住まい手等）に分かり易く説明し、次に取るべき対応や行動について助言を行うとともに、適切性のある判断方法の提案を行うことも重要であると言える。

表 4.4 に、３．で整理を行った住み継ぎ・住み替えの検討・判断の各段階での現況把握（インスペクション）の主な内容を整理し、本節で区分している住まい手等からの相談等、事前調査及び詳細調査との関係を示す。

表 4.4 住み継ぎ・住み替えの各段階での現況把握（インスペクション）の内容の整理

検討・判断の段階 ＼ 内容			調査・診断の主な内容	区分
★1	移住を視野に入れるかの判断		・住まい手の意向 ・外観の目視確認 ・地域の市場性の有無の確認等	住まい手等からの相談等
★2	移住・移転を行うかの判断		・住まい手の意向 ・外観の目視確認 ・地域の市場性の有無の確認等	
★3(1)	従前住宅の存置/活用の判断	移住・移転なし	・住まい手の意向の確認 ・外観・内観の目視確認 ・間取り図等の記録等	事前調査
★3(2)		移住・移転あり	・住まい手の意向の確認 ・外観・内観の目視確認 ・地域の市場性の有無の確認等	
★4	住宅活用の形態・方法の判断		・住まい手の意向の確認 ・外観・内観の目視確認 ・地域の市場性の有無の確認等	
★5(1)	住宅に係る居住に向けた対応の判断		・住まい手の意向の確認 ・外観・内観の他、躯体の健全度、温熱環境等に関する診断機器等も使用した詳細な調査 ・耐震診断、温熱環境把握、概算コスト把握のための図面作成	詳細調査
★5(2) ★5(3)	住宅に係る売却・賃貸に向けた対応の判断		・住まい手（所有者）の意向の確認 ・必要に応じ外観・内観の他、躯体の健全度、温熱環境等に関する診断機器等も使用した詳細な調査 ・耐震診断、温熱環境把握、概算コスト把握のための図面作成 ・地域の市場性やターゲットとする住まい手の確認等	
★6	計画・設計・工事等の実施		・住まい手の意向の確認 ・外観・内観の他、躯体の健全度、温熱環境等に関する診断機器等も使用した詳細な調査 ・耐震診断、温熱環境把握、精度の高いコスト把握のための図面作成	
★7	物件の購入の適否の判断 従前住宅の存置/活用の判断		・住まい手の意向 ・外観の目視確認 ・地域の市場性の有無の確認等	事前調査

：住み継ぎに係る項目　：住み替えに係る項目　：共通の項目

２）現況把握のフローと実施概要

図 4.8 では、現況把握（インスペクション）の一般的と考えられるフローを例示する。住まい手等からの相談を受けて、つくり手等は調査・診断を実施することになるが、効率のよい、適確な調査・診断を実施するためには、事前調査と詳細調査の 2 段階に分けて実施することが望ましいと考えられる。

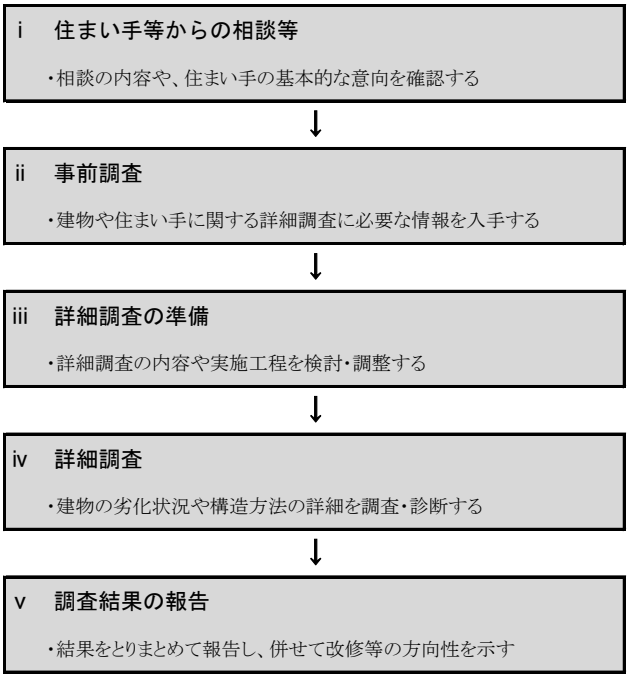


図 4.8　現況把握のフローの例

各実施内容について、要点を整理する。

（１）住まい手からの相談等

つくり手等は、住まい手等から相談を受けた場合に、基本的な意向を確認し、現況把握の実施の要否など、事後の対応方法の枠組みを検討し、アドバイスする。

（２）事前調査

事前調査は、詳細な調査・診断の事前に行うものであり、建物の概要や住まい手の要望について把握し、調査・診断に必要な基本情報を得るようにつとめると共に、存続か除却の大まかな判断を行う。

事前調査の結果に応じて、詳細調査の要否を検討する。例えば、信頼できる図面情報があり、施工状態が良好で、かつ、老朽化の進行のおそれが少ない場合などにおいては、詳細調査の省略を検討してよいものと考えられる。

（３）詳細調査の準備

詳細調査を円滑かつ確実に実施するために、準備を行う。事前調査で得た情報をもとに、調査・診断の範囲や方法等を検討する。

（４）詳細調査

詳細調査は、改修計画案を立案するために必要な情報を得るために行うものである。建物の劣化状況や構造方法の詳細などの情報が主であり一般的には広範な調査となるが、住まい手の改修等への要望を踏まえて、調査の目的の明確化をはかり、それに応じた重点的な調査を実施することも大切であると言える。

改修計画の立案を視野に置き、改善を想定している性能項目に即した、調査を実施する。

住まい手の要望の聴き取りも、必要に応じて補足する。また、調査・診断の実施時に、建物現況の概略の結果を口答で住まい手に伝えておくことも、事後の処置の検討にあたって有効となる。

（５）調査結果の報告

調査結果は客観的データとしてとりまとめ、文書等で依頼者（住まい手等）に報告する。

調査結果はあくまでも確認ができた範囲に関する情報であり、確認できなかった部分については

その旨を明記するなどして、リスクを回避するとともに、そうした状況を依頼者と共有することが必要である。

建物に関する詳細情報のみならず、事後の改修等の考え方（改修メニューや費用の概略など）に関する参考情報を提供することが望ましい。

4.3　改修等の計画上の配慮事項

長期利用を視野においた修繕・改修等の計画と実施上の配慮事項等を整理する。

1）改修等の計画・実施のフローと実施概要

図 4.9 では、改修等の計画・実施に関する一般的と考えられるフローを例示する。現況把握(インスペクション)に基づいて、つくり手等は住まい手と協議して改善目標を設定し、計画を策定してその効果を検証した上で、改修の実施を確定する。

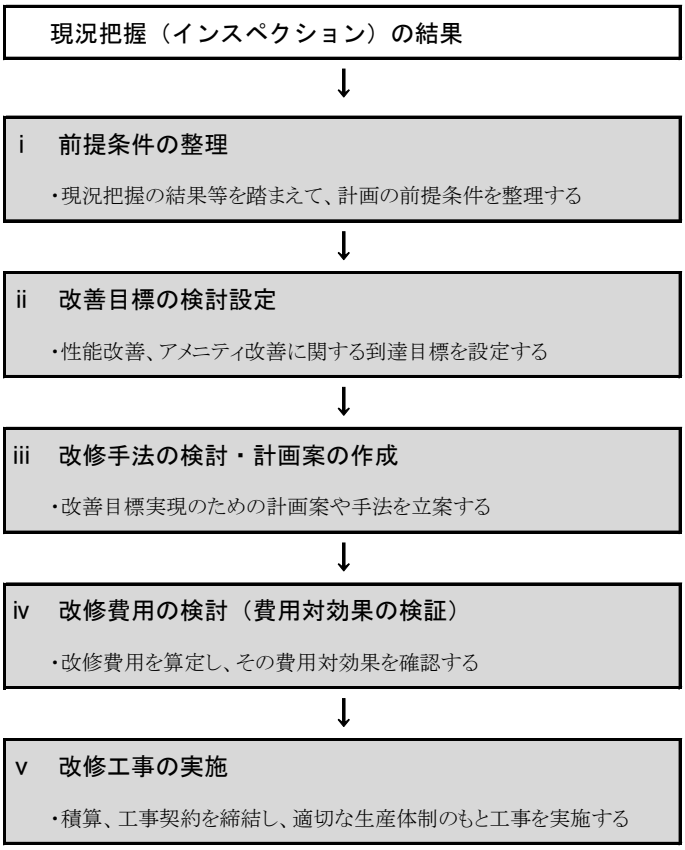


図 4.9　改修等の実施フローの例

各実施内容について、要点を整理する。

（1）前提条件の整理

つくり手等は、現況把握の結果等を踏まえて、改修等の計画の前提となる種々の条件（建物に関する条件、住まい手の要望等､その他法規制など)を整理する。

（2）改善目標の検討設定

つくり手等は、住まい手と協議を行い改善目標の設定を補助する。

改善項目は、性能改善とアメニティ改善の２つでとらえることができる。アメニティ改善のみならず、性能改善の必要性についてアドバイスを行う。

（3）改修手法の検討・計画案の作成

つくり手等は改善目標を実現するための計画案や手法を立案する。

個別の状況や条件に応じて、改善項目を上手く組み合わせたり（アメニティ改善と性能改善のセットなど)、改修範囲や改修時期を柔軟に設定したり（部分改修や段階的改修など）するなどの検討や提案を行う。

（4）改修費用の検討（費用対効果の検証

つくり手等は、改修計画案に基づいて、改修費用の概算検討を行う。建替えた場合の概算費用も

参考値として提示し、住まい手に対して改修の効果や費用対効果の説明を行うことが望ましい。

改修費用の概算検討にあたっては、改修メニュー毎の標準工事費を積算してデータベース化するなど、システム的な対応をはかることが望ましい。

（５）改修工事の実施

工事の実施前に、見積書の提示、契約の締結を確実に履行し、住まい手から信頼感や安心感を得るようにする。また、工事の変更を伴うケースがあるので、その旨を契約約款等に盛り込み、住まい手と共有する。

施工の品質の確保に資する体制や施工管理につとめる。

次項に、各実施内容に関する詳細かつ具体的な情報や配慮事項等を整理する。

２）各手順の内容及び実施上の配慮事項

（１）改修等の計画の前提条件の整理

改修等の計画を行う上での、前提となる条件を整理する。主な内容を表 4.5 に掲げる。

表 4.5　改修計画に際して整理が必要な条件

項 目	内 容
建物に関する条件	・現況図面（平面図、断面図、矩計図、伏図など） ・現況把握結果報告書
住まい手の要望等	・要望項目 ・予算 ・その他配慮が必要な事項（改修の時期、改修時の対応など） （次の住まい手が未確定の場合には、つくり手等事業者の判断に委ねられる。総合的見地からの判断が必要。）
その他（制約となりそうな条件）	・法的な条件 ・構造上あるいは設備上、対応が難しい条件

（２）改修目標の検討設定

多世代利用住宅が社会的資産として持続的に利用されていくためには、住宅の性能・機能面だけでなく、居住環境の確保のための宅地、相隣関係及び立地環境に関する視点が重要となる。しかし、ここではこのうち住宅における長期耐用性の確保と持続（住宅レベル）という観点に絞って、既存戸建て木造住宅を多世代利用住宅として改善して新たな社会的資産とするために、改修時に備えることが望まれる性能項目や目標水準についての考え方を整理することとする。

①改善項目と目標水準

既存住宅の改修内容を検討する前提として、改善の対象とする項目を整理し、住まい手等の要望を確認し、その上で具体的な改修内容を検討することが必要である。改善項目の捉え方は様々に考えられるが、ここでは住宅における長期耐用性の確保と持続のために重視されるべきものを「性能改善項目」とし、生活の機能向上、住まい方の変化への対応、美観の向上に関するものを「アメニ

ティ改善項目」と呼称して扱うこととする。

以下に、性能改善項目とアメニティ改善項目の内容を説明する。

〔性能改善項目〕

性能改善項目は、新築の長期優良認定基準やその他の規定等を参考として、ⅰ）劣化対策、ⅱ）耐震性、ⅲ）省エネ性、ⅳ）維持管理・更新の容易性、ⅴ）雨水浸入防止、ⅵ）バリアフリー、ⅶ）可変性、ⅷ）地域循環性の８つの項目を設定し、それらを**「基本項目」**と**「選択項目」**に分類する。このうち、基本項目は「住宅を長持ちさせる上で社会的に求められる基本的な項目」として位置づけられるもので、改修する際に検討することが望まれる。これに対して、選択項目は「住宅の状態や居住者（所有者）のニーズ等に応じて選択して実施することが望ましい項目」として位置づけられる。（表 4.6）。

既存住宅の躯体の状況等によっては改修による性能向上が困難な場合やコストが多くかかり、到達する水準や到達方法を一律にすることが現実的でないことから、基本項目については、段階的な水準や複数のコースを設定する。すなわち、住宅の多世代利用化改修をする際に確保することが求められる**「必要水準」**と、条件等に応じて確保することが求められる**「誘導水準」**の２段階の要求水準を設ける。このうち誘導水準については、**「Ａ　一般水準」**として新築の長期優良認定基準相当の水準、**「Ｂ　個別水準」**として地域性や個別性に配慮した対策を講じることにより一般水準に準ずる程度の水準の２つのコースを設定することとする。この２つのコースは組み合わせて適用する場合もあると考えられる。

表 4.6　既存戸建て木造住宅の性能改善項目の内容と考え方

<table>
<tr><th colspan="2">性能項目</th><th colspan="4">考え方</th></tr>
<tr><td rowspan="3">基本項目</td><td rowspan="3">ⅰ）劣化対策
ⅱ）耐震性
ⅲ）省エネルギー性
ⅳ）維持管理・更新の容易性
ⅴ）雨水浸入防止</td><td rowspan="3">住宅を長持ちさせる上で社会的に求められる基本的な項目</td><td rowspan="2">誘導水準</td><td rowspan="2">条件等に応じて確保することが求められる水準</td><td>Ａ 一般水準</td></tr>
<tr><td>Ｂ 個別水準</td></tr>
<tr><td>必要水準</td><td colspan="2">確保することが求められる水準</td></tr>
<tr><td>選択項目</td><td>ⅵ）バリアフリー
ⅶ）可変性
ⅷ）地域循環性</td><td colspan="4">住宅の状態や居住者（所有者）のニーズ等に応じて選択して実施することが望ましい項目</td></tr>
</table>

各性能項目の目標性能水準の具体的な内容（案）について、表 4.7 に示す。

表 4.7　既存戸建て木造住宅の性能改善項目と目標性能水準

項　目		誘導水準		必要水準
		A 一般水準	B 個別水準	
		新築の長期優良住宅認定基準相当の水準	地域性や個別性に配慮した対策を講じることにより、長期使用に対応しうると認められる程度の水準	建築基準法への適合および普及が進んでいる既往技術的基準（※）に適合する程度の水準
基本項目	ⅰ）劣化対策	数世代（3世代）にわたり構造躯体が使用できる対策が講じられていること ・劣化対策等級3＋追加措置※1 ※1　床下・小屋裏の点検口設置、床下空間の高さ確保	地域の気候、地形等に即した、劣化軽減のための対策が講じられていることにより、長期耐用性の確保に資すること ・部位・部材の劣化軽減、防腐・防蟻、その他の措置	建築基準法に定める対策※2 その他の措置※3 が講じられていること ※2　令第37条（構造部材の耐久）、第41条（木材）、第49条（防腐防蟻措置等）、第80条の2（補則） ※3　床下の防湿・換気、地盤の防蟻、小屋裏換気
	ⅱ）耐震性	極めて稀に発生する地震に対し、継続利用のための改修の容易化を図るため、損傷のレベルの低減を図ること ・耐震等級2（構造躯体の倒壊等防止）または免震建築物	地域の気候、地形、地質等、または、生活形態等に即した構造安全性確保のための対策が講じられていること ・耐風性能、耐積雪性能を向上するための措置	極めて稀に発生する地震に対し、倒壊、崩壊等しないこと ・耐震等級1（構造躯体の倒壊等防止）※4 ※4　建築基準法の規定（1981年以降建設）または耐震診断法の規定（1980年以前建設）による
	ⅲ）省エネルギー性	エネルギーの大きな削減のための措置が講じられていること ・省エネルギー対策等級4（平成11年基準）	地域の気候等に即した、エネルギー削減のための措置が講じられていること ・自然エネルギー（自然風、太陽光、太陽熱）活用技術の採用	エネルギーの削減のための措置が講じられていること ・省エネルギー対策等級3（平成4年基準）
	ⅳ）維持管理・更新の容易性	構造躯体と仕上げ材に影響を及ぼすことなく専用配管（給水管、給湯管及び排水管）の点検及び清掃を行うことができ、構造躯体に影響を及ぼすことなく専用配管の補修を行うことができること ・維持管理対策等級3（ガス管を除く専用配管）	設備、内装及び構造躯体の維持管理（清掃、点検、補修及び交換）に配慮した対策が講じられていること ・設備配管・配線の措置、部材・部品の取り付け方法等	構造躯体に影響を及ぼすことなく専用配管（給水管、給湯管及び排水管）の点検及び補修を行うことができること ・維持管理対策等級2（ガス管を除く専用配管）
	ⅴ）雨水浸入防止	同右	同右	屋根、外壁、バルコニー及び外壁開口部に雨水浸入防止の措置が十分に講じられていること
選択項目	ⅵ）バリアフリー	高齢者等の移動の容易性及び介助行為の容易性のための措置が講じられていること ・高齢者等配慮対策等級（専用部分）の基準に準拠した対策		
	ⅶ）可変性	家族構成やライフスタイルの変化等に対応した間取りの変更が可能な措置が講じられていること ・可変性に配慮したプランニング・ゾーニング、可変計画と内装・設備との整合		
	ⅷ）地域循環性	地域において長期間にわたり使い続けられる住宅とするため、地域の風土の文脈と調和した工法等を採用すること ・地域の気候や生活様式、産業構造等に即した、技術・工法・間取り・材料等の採用、生産方式の構築		

以下に、性能項目別の目標性能水準の内容のうち、ここでは【誘導水準Ｂ　個別水準】を取り上げる。なお、【誘導水準Ａ　一般水準】については長期優良住宅認定基準、【必要水準】については建築準法に準拠しており、それらに係る目標性能水準の内容の詳細については当該基準等を参照されたい。

・長期優良住宅認定基準
・建築基準法
・（独）住宅金融支援機構『木造住宅工事仕様書』
・（財）住宅保証機構『まもりすまい保険設計施工基準』

【誘導水準Ｂ　個別水準】の基本項目については、以下の通りである。

ⅰ）劣化対策

劣化対策は、住宅の構造躯体等を構成する部材の劣化をしにくくするための対策を改善により施すことである。

【誘導水準Ｂ　個別水準】

「地域の気候、地形等に即した、劣化軽減のための対策が講じられていることにより、長期耐用性の確保に資すること」を水準として位置づける。この水準を達成するための改修内容のイメージは以下のようなものが挙げられる。

・基礎断熱外張工法の内断熱化（防蟻）
・床下・小屋裏換気口への開閉機構の付加（浸水防止：積雪寒冷地等）
・外壁の板張り化（塩害防止：海岸部等、凍結防止：寒冷地等）
・外壁開口部への霧除け庇の設置（強雨対策、紫外線対策：蒸暑地等）
・外部開口部への雨戸の設置（強風・強雨対策）

ⅱ）耐震性

耐震性（耐風性・耐積雪性を含む）は、地震や暴風、屋根の積雪に対して、構造躯体等を倒壊、崩壊等しにくくするための対策を改善により施すことである。

【誘導水準Ｂ　個別水準】

「地域の気候、地形、地質等、または、生活形態等に即した構造安全性確保のための対策が講じられていること」を水準として位置づける。すなわち、強風地における耐風性能の向上、積雪寒冷地における耐積雪性能の向上、高齢者等の居住に対する部分耐震改修等の措置が相当する。この水準を達成するための改修内容のイメージは以下のようなものが挙げられる。

・耐風性能、耐積雪性能を高めるための措置（壁の増設、接合部の金物補強強化、水平構面の補強、基礎の補強等）
・部分的な耐震改修（住宅の部分的な構造補強、鉄骨柱やフレームによる補強等）

ⅲ）省エネルギー性

省エネルギー性は、暖冷房等の居住時に使用するエネルギーの削減のため、断熱化や自然エネルギー活用等による対策を改善により施すことである。

【誘導水準Ｂ　個別水準】

「地域の気候等に即した、エネルギー削減のための措置が講じられていること」を水準として位置づける。すなわち、地域の気象条件や立地環境に応じた形で、自然風、太陽光、太陽熱の自然エネルギーを活用・制御するための技術や設計手法の採用が相当する。この水準を達成するための改修内容のイメージは以下のようなものが挙げられる。

・開口部の増設・拡大や付属部材の設置（庇、袖壁等）
・内部建具の増設や形式の変更（引戸、欄間、ﾄﾞｱｽﾄｯﾊﾟｰの設置等）
・蓄熱性の高い内装建材への取替え
・太陽光発電システムの導入
・日射反射率の高い色彩・材料の外装材への取替え（蒸暑地等）

ⅳ）維持管理・更新の容易性

維持管理・更新の容易性は、専用配管（給水管、給湯管及び排水管）、設備、内装等の維持管理（清掃、点検及び補修等）を容易に行うことができるような対策を改善により施すことである。

【誘導水準Ｂ　個別水準】

「設備、内装及び構造躯体の維持管理（清掃、点検、補修及び交換）に配慮した対策が講じられていること」を水準として位置づける。この水準を達成するための改修内容のイメージは以下のようなものが挙げられる。

・設備の配管・配線ゾーンの設置、主要な分岐部における点検口の設置
・壁体内点検用開口の設置
・さや管ヘッダー方式の導入
・設備のアウトレット（先行配管）等の確保
・部材・部品の交換・移設が容易な構造、取り付け法等の処置

ⅴ）雨水浸入防止

雨水浸入防止は、住宅の品質確保の促進等に関する法律に定める雨水の浸入を防止する部分について、雨漏りを生じさせないような適切な防水措置を改善により施すことである。これは必要水準のみの設定とし、【誘導水準Ｂ　個別水準】は必要水準と同等の扱いとする。

【必要水準】

「屋根、外壁、バルコニー及び外壁開口部に雨水浸入防止の措置が十分に講じられていること」を水準として位置づける。これは、住宅瑕疵担保責任保険の設計施工基準（(財）住宅保証機構　『まもりすまい保険設計施工基準』ほか）の雨水の浸入防止に係る基準に準拠したものとする。この水準を達成するための改修内容のイメージは以下のようなものが挙げられる。

・屋根の下ぶき材の取替え
・天窓周囲の防水措置
・バルコニー床の防水材のやり替え
・バルコニー手すり壁の防水紙の措置
・外壁の開口部周囲のシーリング材の措置

選択項目については、以下の通りである。水準の区分は設けていない。

vi）バリアフリー

バリアフリーは、「高齢者等の移動の容易性及び介助行為の容易性のための措置が講じられていること」を求めることとする。これは住宅性能表示制度における高齢者等配慮対策等級（専用部分）の基準を参考に検討することができ、改修内容のイメージは以下のようなものが挙げられる。

・床の段差がある部分の解消
・手すりの設置（姿勢保持・移動補助）
・通路、出入口の幅員の拡張

vii）可変性

可変性は、「家族構成やライフスタイルの変化等に対応した間取りの変更が可能な措置が講じられていること」を求めることとする。これは住宅の可変性に配慮したプランニングやゾーニング、可変計画と内装・設備との整合などであり、改修内容のイメージは以下のようなものが挙げられる。

・間取り変更における汎用性のある室規模・配置の計画
・間取り変更における可変ゾーンと固定ゾーンの分離
・可変ゾーン内の間仕切り壁の移動等の措置、設備との整合性

viii）地域循環性

地域循環性は、「地域において長期間にわたり使い続けられる住宅とするため、地域の風土の文脈と調和した工法等を採用すること」を求めることとする。これは地域の気候や生活様式、産業構造等に即した、技術・工法・間取り・材料等の採用、生産方式の構築を目指すものであり、具体的には以下のようなイメージである。

・地域材や地場産材の使用
・地域の気候風土や生活様式に即した間取りへの改変、室機能の付加（続き間、土間、縁側、物干し場、倉庫、風除室など）
・地位の住宅や景観となじみのある素材や色彩の外装材等の採用

〔アメニティ改善項目〕

アメニティ改善項目は、生活の機能向上、住まい方の変化への対応、美観の向上に関する種類があり、具体的には表 4.8 に掲げるような内容があげられる。

表 4.8　アメニティ改善項目の内容の例

種類	内容（例）
生活機能向上	水廻り等の設備機器の更新（台所、浴室、便所等）
	暖房設備方式の変更（床暖房設備の設置等）
	給湯設備機器の更新
	通信設備の更新（テレビ、電話、インターネット等）
	電気容量の増設
住まい方対応	間仕切り壁の設置、移動・撤去
	収納スペースの設置
	間取りの変更、室の用途変更
美観向上	屋根、外壁等の塗り替え
	屋根、外壁等のふき替え
	内装材の張り替え
	造り付け家具の設置
	照明器具の取替え

②改善目標の設定上の配慮事項

性能改善項目とアメニティ改善項目のメニューの中から、当該条件に対して、優先度を検討する。また、その際、実施上の制約条件（法律、構造、設備など）の中での対応可能性を検討し、それを明示することが重要である。

3）改修手法の検討・計画案の作成

（1）改修計画案・手法の立案

優先される改善項目を基に改修計画案の具体的な検討を行う。その場合、以下のような手法を検討することが有益な場合があると考えられる。

①性能改善とアメニティ改善を組み合わせること

通常、住まい手の要望度の高いアメニティ改善に合わせた形で性能改善を実施することで、費用の軽減につながることも考えられる。

②改修範囲（全体、部分）を適正に設定すること

住まい手の家族構成や生活スタイルによっては、住宅の全体改修でなく、部分的な改修がマッチする場合もあり（例えば、高齢者等の世帯における日常生活空間を中心とした改修など）、それにより費用の軽減につながることも考えられる。

③改修期間（短期、長期（段階的））を適正に設定すること

住宅の居住形態や利用形態によっては、短期的な改修でなく、長期的（段階的）な改修がマッチする場合もあり（例えば、親族等が住み継ぐ場合で、性能のポテンシャルが高い場合に、住みながら長期間かけて段階的に改修するなど）、それにより個々の工事の費用が抑制でき資金の準備が容易になることも考えられる。

（２）改修等の費用対効果の検証

改修計画案に基づいて改修費用の概算検討を行い、住まい手に対して提示する。その場合、建て替え時の費用と比較することにより、改修による費用対効果について住まい手に対して説明し、改修することの合理性について理解を得ることが望ましい。

改修費用の概算検討にあたっては、改修メニュー毎の標準工事費を積算してデータベース化する（あるいは事例ケースを用意しておく）など、システム的な対応をはかることが望ましい。それにより、改善要望が変わった場合でも対応をあまり手間かけることなく行うことができる。

なお、計画立案時の積算は、工事段階で変更となることがあるので、変更時の費用の増減をあらかじめ想定して提示できることが望ましい。

4）既存住宅の分類別の現況把握、改修等の対応方法の考え方

既存住宅の現況把握・改修等により住宅を長期に利用できるものとするためには、住宅の現況の性能等を考慮して適正と考えられる性能水準を目標として設定し、その達成のための現況把握や改修等の計画を検討・実施することが必要である。

ここでは、既存戸建て木造住宅を一般的な住宅と多世代利用住宅に分類することとする。前者は本章の２．で述べたように建築年代別に３つに区分し、後者は本研究の設計施工指針案の策定において新築時の多世代利用住宅の典型として位置づけた初期性能重視型と維持管理重視型の２タイプで捉える（注）。

（注）設計施工指針案の策定（平成 20 年度）において、新築時における多世代利用住宅の典型的なタイプを設定した。

初期性能重視型	設計施工時の初期性能の水準を極力高めることにより、多世代の利用を実現しようとする住宅。
維持管理重視型	設計施工時の初期性能の水準をある程度確保し、使用時の維持管理を十分に行うことにより、多世代の利用を実現しようとする住宅。

表 4.9 では、既存戸建て木造住宅の分類別に現況把握・改修等の実施上の配慮事項を整理している。建築年代の区分や多世代利用住宅のタイプにより、重視すべき現況把握の項目や改修計画上の課題が変わってくることが想定される。

表 4.9　既存戸建て木造住宅の分類別の現況把握・改修等の実施上の配慮事項

既存戸建て木造住宅の分類		現況把握、改修等の実施上の配慮事項（概要）
一般の既存住宅	建築年代Ⅰ	・耐震性に係る診断（基礎の鉄筋の有無、壁量・壁配置、接合部など） ・断熱構造の確認（断熱材の有無） ・劣化状況の有無、程度 ・図面の作成 ・改修等による性能水準の向上の可能性、範囲の検討
	建築年代Ⅱ	・耐震性に係る診断（基礎の鉄筋の有無、壁配置、接合部など） ・断熱構造の確認（断熱材の厚さ、施工状態） ・劣化状況の有無、程度 ・図面の作成 ・改修等による性能水準の向上の可能性、範囲の検討
	建築年代Ⅲ	・耐震性に係る診断（基礎の鉄筋の有無、壁配置、接合部など） ・断熱構造の確認（断熱施工の状態、気流止めなど） ・劣化状況の有無、程度 ・改修等による性能水準の向上の可能性、範囲の検討
多世代利用住宅	初期性能重視型	・劣化状況の有無、程度 ・住宅履歴情報の確認 ・改修等の要否の検討
	維持管理重視型	・劣化状況の有無、程度 ・住宅履歴情報の確認 ・改修等の要否の検討

Ⅴ．宅地技術部門

Ｖ－１．「宅地技術部門」の研究内容と研究成果の概要

１．研究の目的と概要

１）宅地関連技術研究の全体的目標

多世代利用型超長期住宅にかかる「宅地・街区に関する要求性能」の基準化に向けて、必要な技術の開発と技術的知見の提示を試みる。

２）研究の着眼点

すでに都市拡大の旺盛な時期を終えたわが国において、これからの良質住宅ストック形成のほとんどは既往の市街地の中において行われることになる。このため、宅地にかかる研究の焦点は、新規造成ではなく、既開発地（既成市街地）の問題に絞り込むことが妥当とした。

３）研究事項の選定

研究対象は、宅地・街区の超長期性能という観点から、想定される性能項目の全体像を俯瞰し（表2)、技術基準類の整備を進める視点に立って、技術的な知見が不足している事項から選ぶこととした。その結果、本総合技術開発プロジェクトにおける宅地関連の研究対象は、次の３つとした。

【防災性能関連事項】

A)　既存の宅地擁壁の耐久性にかかる実態データの取得と分析

B)　既造成の宅地に適した地盤液状化対策技術の開発

【居住性能関連事項】

C)　住宅価値の持続性のための相隣環境規範にかかる実験データの取得と分析

２．研究成果の概要

１）既存の宅地擁壁の耐久性

築造時期が明らかな宅地擁壁について、約１００か所の目視判定と、４５か所の表面波探査（目では見えない擁壁の内部の劣化や地山の状態を確かめる非破壊の探査法）を実施した。

その結果、築造後２０年を超えると危険度「中」判定が約３割となり、築造後４０年を超えると危険度「大」判定が顕著に見られることがわかり、目視診断を実施すべき時期の目安を示した。また、目視調査では危険度「中」判定の擁壁の４分の１が表面波探査では危険度「大」判定であったことから、簡易調査の結果から詳細調査を行うべき対象の目安を提示した。

２）住宅が建ったまま行える宅地地盤の液状化対策技術

液状化による住宅の被害は、人命には滅多に関係しないものの、財産的には継続使用のできない全壊被害となることが多く、超長期住宅特有の問題である。しかしながら、現状で普及している対策工法はほとんどが新規造成時や建替え時に行う地盤改良であり、基準化以前に、現存する住宅が建ったまま稠密な市街地の中で容易かつ安価に実施可能な工法を開発・普及させることが急務と考

えられる。そこで、ここでは宅地地盤内に空気を注入し、空気の圧縮性を利用して液状化を防止する対策工法の有効性を示すことを技術研究の目標とした。

研究方法は、1）実大サイズのせん断土槽を用いた加振実験、2）遠心力載荷試験装置を用いた加振実験、3）実地盤への空気注入による不飽和状態の実現状況と持続性の計測、の３段階の実証実験を行い、超長期住宅が遭遇する可能性の高い大地震動に対する有効性の検証と、マイクロバブル水を用いた空気注入工法の実用化可能性の検討を、並行して進めた。

この結果、Ｎ値≒16 程度の砂質地盤（沖積層や埋立地によく見られる液状化地盤）において、阪神大地震相当の入力に対し、空気注入法の有効性が認められ、これにより、既存の液状化危険市街地に建つ超長期住宅ストックの被災回避に有望な工法の存在を提示することができた。

３）住宅価値の持続性のための相隣環境規範

多世代居住型超長期住宅が存続する長期間には、周囲の建築物が順次建替わり、相隣環境が変化することとなるが、この周囲の変化が超長期住宅の住宅価値を損なうと、住宅そのものの存続を危ぶむことになる。このため、超長期住宅の立地場所には、良好な相隣環境の長期持続性を担保する一定の建築規制が存在することが必要であるが、この建築規制をどういう項目についてどの程度の水準で設定すべきかについて、現状では根拠となるバックデータが不足している。

そこで、住宅市街地の VR 画像を用いた環境心理学手法による被験者実験を行い、住宅周囲の建築環境を VR 上で自在に変化させ、被験者の反応からデータを構築・分析することとした。

この実験は現在継続中であるが、これまでの取得データから、例えば、低層独立住宅の両側の敷地が共同住宅に建て替わるとした場合、隣接地が５階建てになると被験者のほぼ全員が明らかな不満を感じ、約６割の者が耐え難いとの回答し、隣接地が３階建ての場合に比べて住宅価格が 1,000 万円以上減ずると回答した者が約７割に達するといったデータが得られている。

表 1.1　宅地・街区の超長期性能に関するパースペクティブと本研究対象の位置

	項目	超長期に特有の性能事項	技術基準類の整備状況	本研究
防災性能	擁壁の安全	長期劣化の対策の確立	「宅地擁壁老朽化判定マニュアル（案）」、「わが家の擁壁チェックシート（案）」が整備済みだが、老朽化と経過年数の関係を実態調査したデータがなく、適用の目安が明らかでない。	○
	地盤の安定	大地震時の地盤の滑動防止	「宅地防災マニュアル」の改定（2006）、「大規模盛土造成地の変動予測ガイドライン」（2007）が近年整備されたところ。	―
		大地震時の液状化防止	新規造成に関しては一定の技術基準類が存在するものの、既存の宅地に関して基準の整備を行うには、住宅が建ったままでも安価に実行可能な対策の提示とあわせて行う技術開発が必要。	○
	土壌汚染	―	土壌汚染対策法の基準による。	―
	水害・土砂災害	―	危険区域の提示、土砂災害特別警戒区域内における居室を有する建築物の構造基準がある。	―
供給処理性能	上下水道・ガス	管路の維持保全の容易さ	―	―
	電力・通信	電線類の収容システム	―	―
	家庭ごみ	―	―	―
居住性能（相隣環境性能）	日照・採光	周囲の建物更新に伴う住環境の悪化（住宅の市場価値の低下）の防止	斜線制限、日影規制	別途
	街並み環境		高度地区・地区計画など規範策定のツールはあるが、住宅価値の長期持続性の観点に立った数値基準の目安が提示されていない。	○
	プライバシー			○
	静穏性		用途規制、環境基準	―
利便性能	交通アクセス	―	―	―
	生活サービス	―	―	―

Ｖ－２．　既存造成宅地擁壁の耐久性実態調査

１．目的と方法

１）目的

既存造成宅地における宅地擁壁について、超長期住宅を支えるストックとしての安全性を適切に維持する必要から宅地擁壁にかかるヘルスモニタリング基準の確立に向けて、既存宅地擁壁の耐久性の実態を把握するとともに、簡易な非破壊検査技術の有効性を検証する。

２）調査サンプル

高さ概ね２ｍ以上の宅地擁壁で、築造後２０年以上を経過したものを中心に、構造種別、築造時期等の分布を考慮してサンプルを選定。目視調査 102 擁壁、表面波探査 45 擁壁。

※　築造時期は、宅地造成等規制法の許可または建築基準法の確認の台帳を参照。これらの申請がないもの（昭和 30 年代以前のもの）については旧地形図から年代を推定。

⇒　築造後の経過年数を把握した上での劣化状態の診断調査は、本調査が初めて。

２．目視調査

2.1　目視調査の方法

調査票は、国土交通省「宅地擁壁老朽化判定マニュアル（案）」に基づき、構造別に、①練石積み・コンクリートブロック積み擁壁、②空石積み・大谷石積み擁壁、③重力式コンクリート擁壁、④鉄筋コンクリート擁壁、の 4 種類を作成（表 2.1 に例）。

また、調査の統一性確保と調査員の訓練のため、スライドマニュアル「目視点検調査要領」を独自に作成。

2.2　目視調査の結果のポイント

宅地擁壁の耐久性は、全体的な傾向として、①築後 20 年を超えると危険度「中」が約３割となり、②築後 30 年を超えると危険度「中」が半数を上回り、③築後 40 年を超えると危険度「大」が見られるようになる。

⇒【擁壁ヘルスモニタリング基準その１】：築後概ね20年を超えたら目視による劣化調査を実施することが望ましく、40年を超えたものは必ず行うべきである。

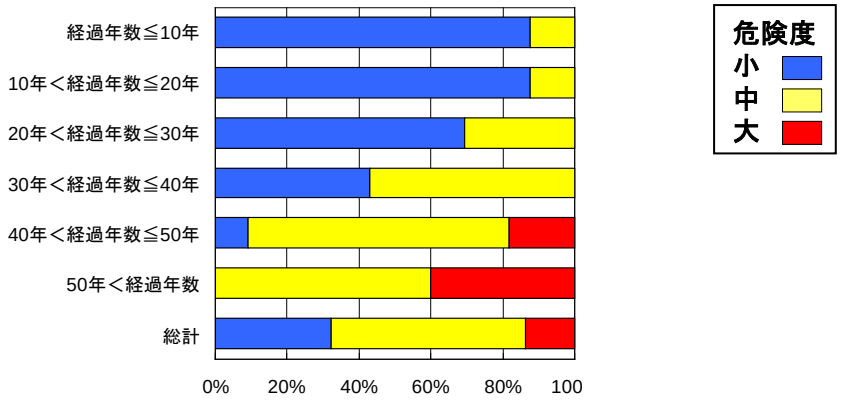


図 2.1　築造後年数による既存宅地擁壁の危険度評価結果

表 2.1　目視調査の調査票の例

擁壁チェックシート【練石積み・コンクリートブロック積み擁壁】

整理番号		所在地			
調査年月日		緯度		経度	
設置時期		壁面の高さ		建物との離隔	
地形区分		擁壁の勾配		建物の階数	
調査者		壁面の方角		建物の構造	

区分			項目	チェック*	評価基準	配点	
基礎点	環境条件	地盤条件	湧水		擁壁表面が乾いている。	0.0	
					常に擁壁表面が湿っている。 擁壁背後が湿潤状態で目地や水抜き穴から湿気が感じられる。	0.5	
					水がしみ出し、流出している。 水抜き孔はあるが、天端付近で水が浸透しやすい状況にあり、かつ湧水がみられる。	1.0	－
		構造諸元	排水施設等		$3m^2$に1ヶ所以上、内径75mm以上の水抜き穴及び排水施設がある。または、天端付近で雨水が地盤に浸透しない状況にある。	0.0	
					水抜き穴はあるが、天端付近で雨水が地盤に浸透し、水抜き穴が詰まっている。	1.0	
					水抜き穴が設置されていない。または、水抜き穴が$3m^2$に1ヶ所以上、内径75mm以上を満たしていない。	2.0	－
			擁壁高さ(H)		1m ＜ H ≦ 3m	0.0	
					3m ＜ H ≦ 4m	1.0	
					4m ＜ H ≦ 5m	1.5	
					5m ＜ H	2.0	－
	障害状況		排水施設の障害		異常なし。	0.0	
					天端排水溝に土砂が堆積し、雑草が繁茂している。さらに、天端排水溝にずれ、欠損がある。または、天端背後にクラックがみられる。	0.5	
					上記に加え、擁壁のクラックまたは目地からの湧水があり、天端には小陥没もみられる。	1.0	
					上記に加え、排水溝に破損、沈下、ずれなどがみられる。	1.5	－
			劣化障害		異常なし。	0.0	
					表面が風化により磨耗し、ざらざらになっている。	0.5	
					上記に加え、合わせ目の破損が目立ち、目地モルタルが剥落している。	1.0	
					表面が剥離したり、欠損などが目立ち、抜け石もみられる。	1.5	－
			白色生成物障害		異常なし。	0.0	
					積石の一部から裏込めコンクリートの白色生成物が析出している。	0.5	
					積石の数箇所から白色生成物が析出しており、その高さが一定である。	1.0	
					積石の全面に白色生成物が析出し、漏水もみられる。	1.5	－
変状点	擁壁の変状		横クラック		横クラックなし。	0.0	
					擁壁中央付近の積石の目地部分に沿って水平方向のクラックがある。	3.5	
					擁壁中央付近の積石の目地部分および積石自体にも水平方向のクラックがある。	5.0	
					擁壁中央付近の積石の目地部分および積石に水平方向のクラックがあり、さらにクラックが開いている。	6.5	－
			縦クラック		縦・斜めクラックなし。	0.0	
					擁壁前面の積み石に沿って縦・斜めクラックがある。	2.0	
					積み石に沿った縦・斜めクラックの幅が大きく、隙間ができている。	3.5	
					擁壁が縦・斜めクラックを境に前後または上下にずれている。	5.0	－
			コーナー部クラック		コーナー部にクラックなし。	0.0	
					コーナー部に斜め方向にクラックがある。	2.5	
					コーナー部に斜め方向にクラックがあり、水の滲み出し跡がある。	4.0	
					コーナー部に斜め方向にクラックがあり、ずれが生じている。	5.5	－
			水平移動		水平移動なし	0.0	
					擁壁の目地部に5mm未満の前後のずれがある。	3.0	
					擁壁の目地部に5mm以上2cm未満の前後のずれがある。	4.5	
					擁壁の目地部に2cm以上の前後のずれがある。	6.0	－
			不同沈下 (目地の開き)		不同沈下(目地の開き)なし。	0.0	
					擁壁の目地部に5mm未満の上下のずれ、または左右の開きがある。	4.0	
					擁壁の目地部に5mm以上2cm未満の上下のずれ、または左右の開きがある。	5.5	
					擁壁の目地部に5mm以上の上下のずれ、または左右の開きがある。	7.0	－
			ふくらみ		ふくらみなし。	0.0	
					擁壁全体が前方へふくらんでいる。	4.5	
					ふくらみがさらに大きくなり途中の積石に抜け落ちがみられる。	6.0	
					全面へのふくらみが大きく、途中の積石に抜け落ちがみられる。	8.0	－
			傾斜・折損		傾斜・折損なし。	0.0	
					擁壁がわずかに前傾(後傾)している。	5.0	
					擁壁全体が明らかに前傾(後傾)している。	6.5	
					擁壁全体が明らかに前傾(後傾)し、かつ途中に折損がみられる。	9.0	－

基礎点	0.0
変状点	0.0
合計	0.0
目視による危険度評価区分	小

※基礎点＝環境条件の最大配点値＋障害状況の最大配点値，　変状点＝擁壁変状の最大配点値

３．　表面波探査

3.1　表面波探査の方法

擁壁の表面を木づちでたたき、伝わる波の速さを周波数ごとに測定。擁壁の内部にひび割れが生じたり、地山がゆるむとＳ波速度が遅くなったりするという性質を利用して測定値を解析することにより、擁壁の壁体及び地山の強度を推定する。

⇒　目では見えない擁壁の内部の劣化や地山の状態を、非破壊の探査法により確かめる。

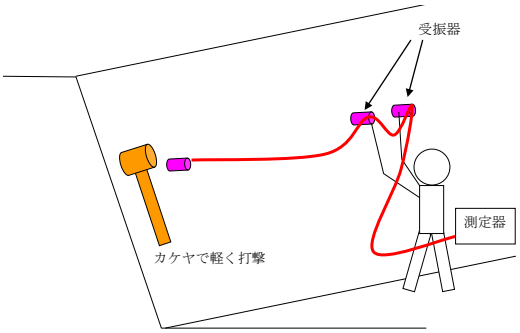


図 2.2　表面波探査の方法

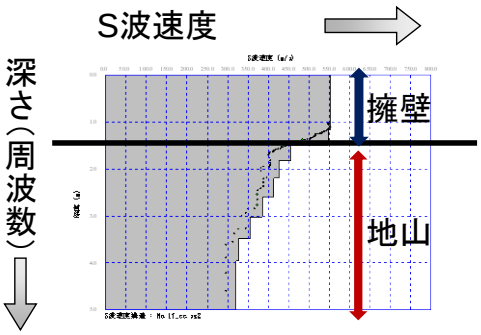


図 2.3　分析のイメージ

表 2.2 表面波探査の判定基準

S波速度（m/s）		危険度区分
壁体	背後の地盤	
1000以上	かつ100以上	小
500～1000	かつ100以上	中
500未満	又は100未満	大

3.2　表面波探査の結果のポイント

同じ擁壁サンプルについての目視調査と表面波探査の結果は全体として一致する傾向にあるが、目視では危険度は大きくない擁壁であっても、表面波探査を行うと壁体や背後地盤の剛性が著しく低下しているものが見られた。

⇒【ヘルスモニタリング基準その2】：目視調査により危険度中程度と診断された擁壁については、表面波探査（非破壊検査）等を行って、壁体及び背後地盤の剛性を確認することが望ましい。

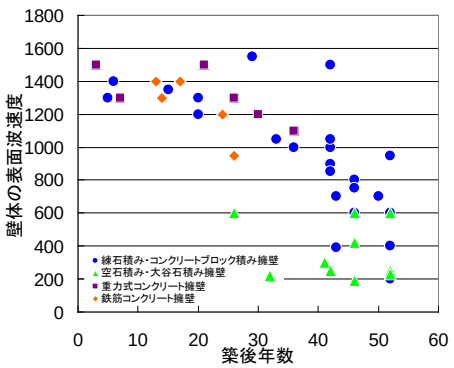


図 2.4　表面波探査の結果

表 2.3　目視調査と表面波探査の結果の比較

		表面波探査による評価			
		小	中	大	計
目視調査による評価	小	11	1	0	12
	中	8	11	6	25
	大	0	2	4	6
	計	19	14	10	43

４．目視点検調査要領

危険度判定評価の基本的な考え方は、擁壁の種類に応じて、1）基礎点（環境条件・障害状況）と 2）変状点の組み合わせ（合計点）によって、総合的に評価するものである。

4.1　擁壁の種類

擁壁の種類は、以下に分類される。

１）練石積み・コンクリートブロック積み擁壁

モルタルやコンクリートを接着剤や固定材に用いて、石又はコンクリートブロックを積み上げた擁壁で、ガンタ積みや間知ブロック積みなど古い擁壁も見られる。



図 2.5　練石積み



図 2.6　ガンタ積み



図 2.7　間知ブロック積み

２）空石積み・大谷石積み擁壁

一般に施工時期が古く、石の表面が風化していることが多い。クラックや抜け石がみられることもある。



図 2.8　玉石積み



図 2.9　大谷石積み

３）重力式コンクリート擁壁

変状が進むとクラックが開口したり、クラックのズレが発生したりするとともに、粗骨材の露出（ジャンカ）や打設面の露出（コールドジョイント）が顕在化する。



図 2.10　重力式コンクリート擁壁

４）鉄筋コンクリート擁壁

変状が進むとクラックが開口したり、クラックのズレが発生するとともに、粗骨材の露出（ジャンカ）や打設面の露出（コールドジョイント）の顕在化や、鉄筋の腐食に伴うコンクリートの剥離などが認められることがある。



図 2.11　鉄筋コンクリート擁壁

4.2　基礎点（環境条件・障害状況）

【環境条件】

- ◆ 湧水　（湿潤、しみ出し、流出など）の確認。湧水量と擁壁の危険性は相関が高い。
- ◆ 水抜き穴の変状・不具合の確認。地下水位の上昇は擁壁の劣化に対する影響が大きい。
- ◆ 擁壁の最大地上高さを確認。高いほど変状が起こりやすい。

【障害状況】

- ◆ 擁壁天端の排水施設の変状・不具合を確認する。擁壁天端付近で雨水が地下に浸透しやすい状態にある場合、擁壁の崩壊につな gal 危険性が高い。
- ◆ 劣化障害。擁壁表面の積石の風化、破損やひび割れの状況の確認。
- ◆ コンクリート擁壁の白色生成物障害（エフロレッセンス）の有無を確認することが重要で、クラックや漏水を伴う場合、擁壁の危険性が高い。

１）湧水状況の着眼点

・擁壁表面が乾いている

擁壁の崩壊の素因となる地下水の排水が良好で、安全な状態である。



図 2.12



図 2.13

常に擁壁表面が湿っている。擁壁背後が湿潤状態で、目地や水抜き穴から湿気が感じられる。



図 2.14
擁壁表面が湿っている



図 2.15
水抜き穴にコケが生育



図 2.16
水抜き穴に草本が生育

・水がしみ出し流出している。水抜き孔はあるが、天端付近で水が浸透しやすい状況にあり、 かつ湧水がみられる。
・水抜き穴から水が流れ出している場合や、最近流出した痕跡が残っている場合も、水がしみ出している状態として判断する。



図 2.17
水抜き穴からの流出



図 2.18
最近水が流出した痕跡



図 2.19
水の流出跡にコケが生育

２）排水施設の着眼点

・3m^{2}に１ヶ所以上,内径 75 ㎜以上の水抜き穴及び排水施設がある。または、天端付近で雨水が地盤に浸透しない状況にある。
・水抜き穴の配置に関して技術基準を満たし、背面水圧が除去されやすい状態にある。



図 2.20



図 2.21

3m^{2}に１ヶ所、内径 75 ㎜以上の水抜き穴が設置されている擁壁

・水抜き穴はあるが、天端付近で雨水が地盤に浸透し、水抜き穴が詰まっている。
・上記のほか、盤土内部の材料等で水抜き穴が詰まっている場合もある。



図 2.22
水の浸透しやすい擁壁天端と詰まった水抜き穴



図 2.23
細粒土砂で詰まった水抜き穴

・水抜き穴が設置されていない。または、水抜き穴が 3m²1 ヶ所以上、内径 75mm以上を満たしていない。

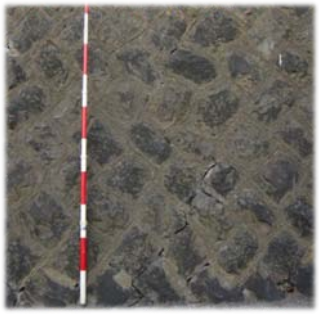


図 2.24
水抜き穴が設置されていない



図 2.25
径の小さい水抜き穴

3）擁壁の高さ

・擁壁の地上最高点を計測する。



図 2.26 擁壁の地上最高点の計測

4.3　排水施設の障害

土砂堆積状況や雑草、排水溝のずれやクラック、沈下、破損等の変状から、 排水機能障害の状況を確認する。

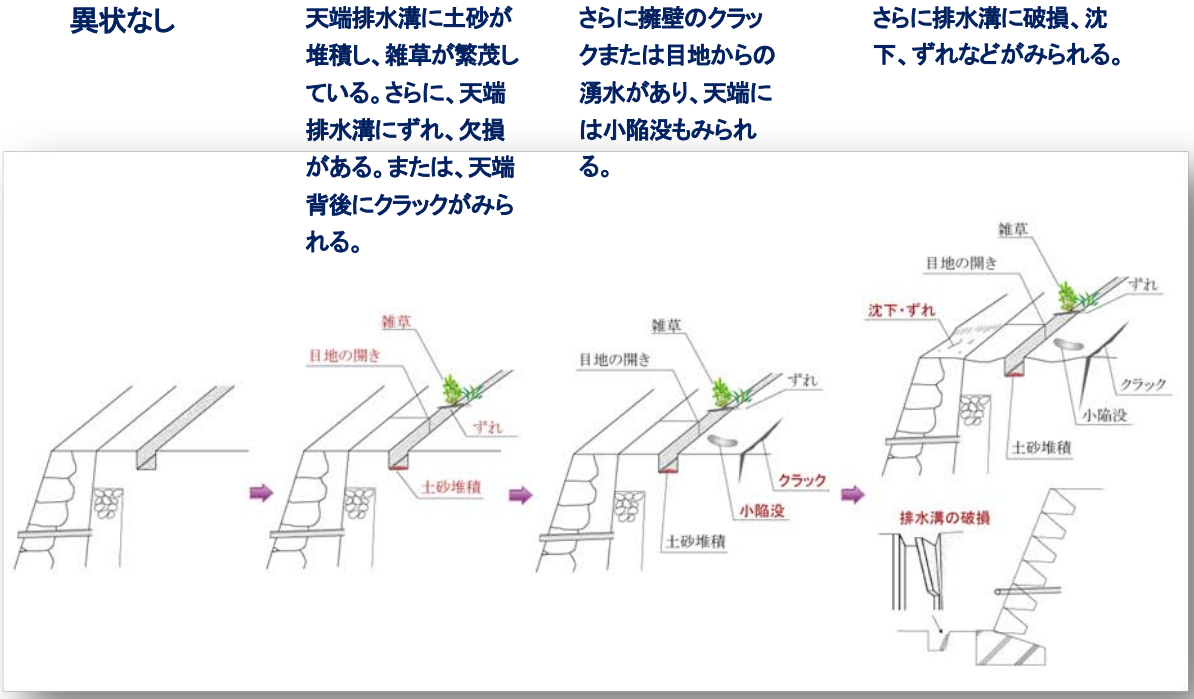


図 2.27　排水機能障害の状況の確認

1）劣化障害

練石積み・コンクリートブロック積み擁壁は、風化・湧水等による劣化。重力及び鉄筋コンクリート擁壁は、コンクリートの塩分濃度やアルカリ骨材反応による剥離などに注目するとともに、コンクリート表面全体の風化状況に着目する。

（1）練石積み・コンクリート、ブロック積み擁壁



図 2.28
表面が風化により磨耗し、ざらざらになっている。



図 2.29
さらに合わせ目の破損や表面の剥離等も目立つようになる。

（２）重力式コンクリート擁壁・鉄筋コンクリート擁壁



図 2.30　新しく健全なコンクリート擁壁

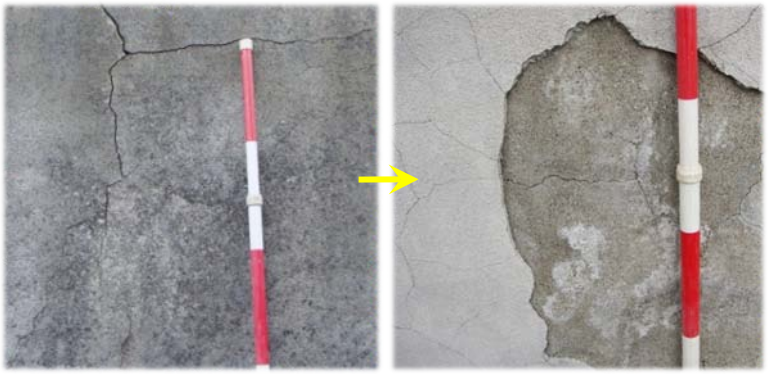


図 2.31　擁壁に不規則なクラックが散見される

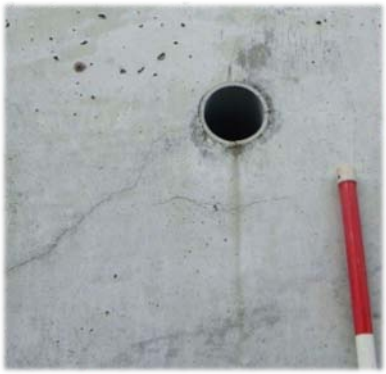


図 2.32
微細なヘアクラックが散見される程度は異状なし

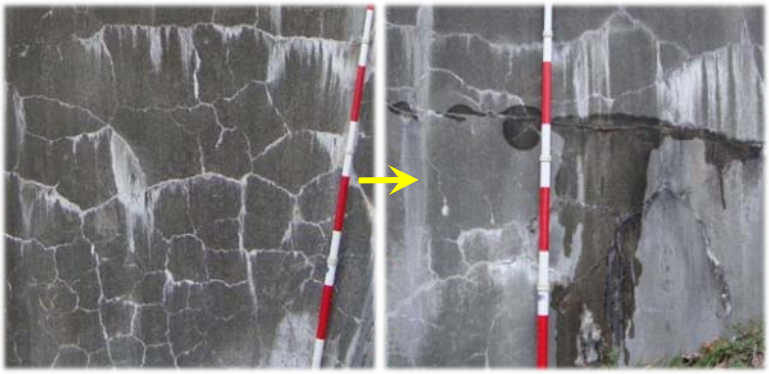


図 2.33
アルカリ骨材反応により亀甲状のクラックが発生。さらに、クラック幅は大きい場合は危険である

２）白色生成物障害

練石積み・コンクリートブロック積み擁壁は、主に裏込めコンクリートのクラックによる白色生成物。重力及び鉄筋コンクリート擁壁は、コンクリート背面からのクラックによる白色生成物の折出状況に着目する。



図 2.34　クラックからの白色生成物が多く見られる擁壁



図 2.35
積石の数箇所から白色生成物が析出しており、その高さが一定である



図 2.36
コンクリート擁壁に発生した白華現象



図 2.37
擁壁の目地から折出した白色生成物



図 2.38
クラックから白色生成物が析出し、漏水もみられる。

4.4　変状点

変状点については、クラックや擁壁内部の変状、はらみだしや傾斜・折損など危険性に関する構造的要因の状況を確認する。

1）クラックの状況

クラックがある場合、開口や積石のずれ、湧水（跡）も確認する。

【横クラック】



図 2.39
積石の目地部分に沿った横クラック



図 2.40
積石自体にもクラックが及んでいる



図 2.41
開口部や湧水がみられる場合、危険性が高い

【コーナー部クラック】



図 2.42
コーナー部の斜め方向にクラックがある。補修跡がある場合も、同様に評価する



図 2.43
コーナー部の斜め方向にクラックがあり、水の滲み出し跡がある

【縦クラック】



図 2.44
擁壁前面の積み石に沿って、縦・斜めクラックがある



図 2.45
積み石に沿った縦・斜めクラックの幅が大きく隙間ができている



図 2.46
擁壁が縦・斜めクラックを境に上下にずれている

２）水平移動

練石積み・コンクリートブロック積み擁壁、重力及び鉄筋コンクリート擁壁については、擁壁の目地部における前後のずれの規模（5 ㎜未満，5 ㎜～2 ㎝, 2 ㎝以上）を確認する。

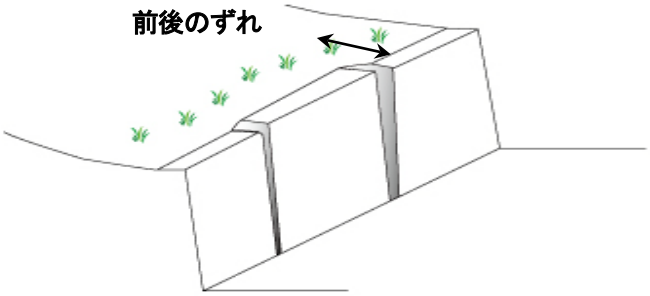


図 2.47　擁壁の目地部における前後のずれの規模の確認



図 2.48
1.5 ㎝程度の水平移動が認められる擁壁



図 2.49
10 ㎝程度の大規模な水平移動が認められるコンクリート擁壁

３）不同沈下（目地の開き）

練石積み・コンクリートブロック積み擁壁、重力式及び鉄筋コンクリート擁壁については、目地の開きの幅（5 ㎜未満，5 ㎜～2 ㎝, 2 ㎝以上）を確認する。

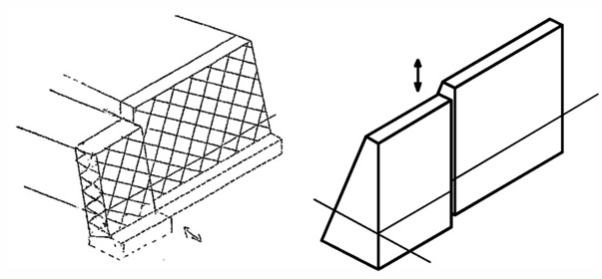


図 2.50　目地の開きの幅の確認



図 2.51　目地の開きの幅の確認



図 2.52　目地の開きの補修跡

4）ふくらみ

練石積み・コンクリートブロック積み擁壁については、擁壁のふくらみやそれに伴う積石の変状（浮き、抜け落ちなど）を確認する。

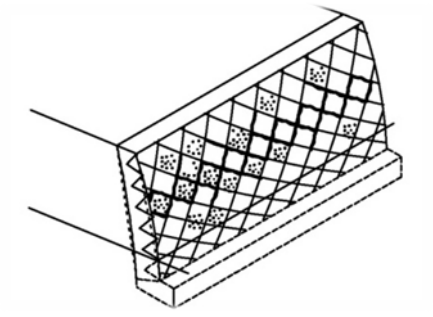


図 2.53　擁壁のふくらみやそれに伴う積石の変状の確認



図 2.54
積石の浮きや抜け落ち



図 2.55
積石の浮きや抜け落ち



図 2.56　目地の部分がふくらんでいる練石積み擁壁

５）ジャンカ（豆板）・コールドジョイント

重力式及び鉄筋コンクリート擁壁については、ジャンカ（豆板）やコールドジョイントの状況を確認する。

・ジャンカ　（豆板）　：表面に粗骨材が露出。劣化が進むと、大きな空隙や鉄筋が露出することもある。



図 2.57　ジャンカの認められるコンクリート擁壁

・コールドジョイント：前に打設されたコンクリートの上に、後から重ねて打設打ち込まれたコンクリートが一体化しなかったことによって発生した不連続面。この不連続面にそってクラックが認められる場合、より危険性が高い。



図 2.58　コールドジョイントの認められるコンクリート擁壁

６）傾斜・折損

練石積み・コンクリートブロック積み擁壁、重力式及び鉄筋コンクリート擁壁については、傾斜・折損の状態を確認する。

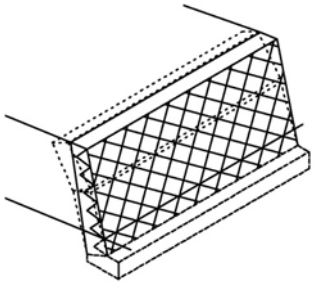


図 2.59
練石積み・コンクリート
ブロック積み擁壁

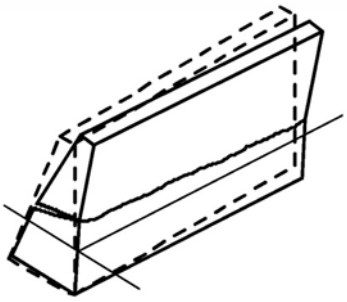


図 2.60
重力式コンクリート擁壁

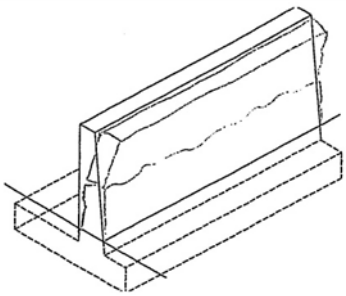


図 2.61
鉄筋コンクリート擁壁



図 2.62
写真左側の間知ブロック積み擁壁は明らかに後傾しており、
写真右側の練石積み擁壁は、やや後傾している事例



図 2.63　明らかに前傾しているコンクリート擁壁

７）空石積み・大谷石積み擁壁の変状

空石積み・大谷石積み擁壁は、表面の風化・摩耗、クラックの状況、擁壁のふくらみの状況を確認する。



図 2.64
石の表面が風化している
空石積み擁壁



図 2.65
比較的新しく健全な大谷石積み擁壁



図 2.66



図 2.67



図 2.68
開口クラックや石積みのふくらみなどの変状が顕著で、危険な状態にある擁壁

4.5　平面図・横断図（スケッチ）記入シートの作成例

・写真撮影位と対応する写真番号をスケッチに記入する。

・スケッチは、建物や擁壁、変状箇所の全体的な位置関係がひとめでわかるような表現を工夫する。

・クラックや沈下など、劣化に関わる現象が目立つように記入する。

・断面スケッチは、地上と擁壁の最大比高地点を基本として、必要に応じ変状箇所等で作成する。

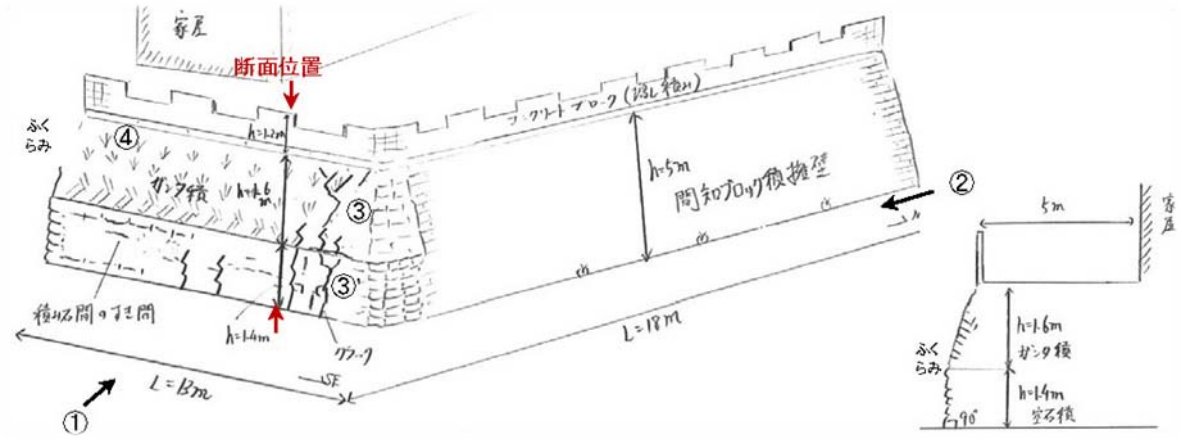


図 2.69　スケッチの事例（その１）

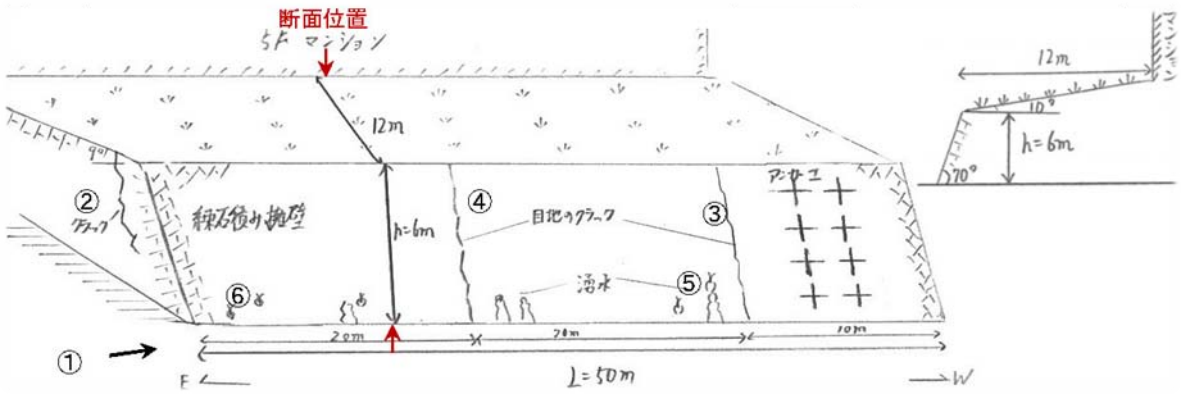


図 2.69　スケッチの事例（その２）

表 2.4　平面図・横断図（スケッチ）の例（その１）

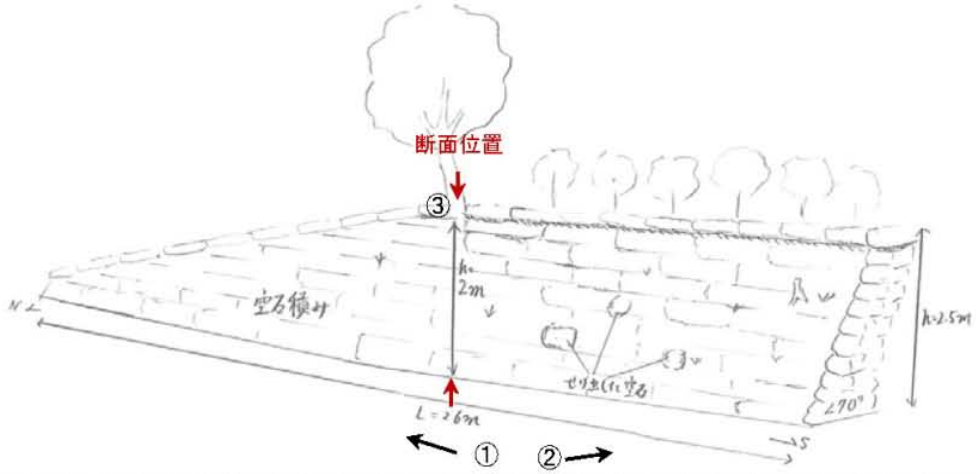
平面図・横断図（スケッチ）・その他

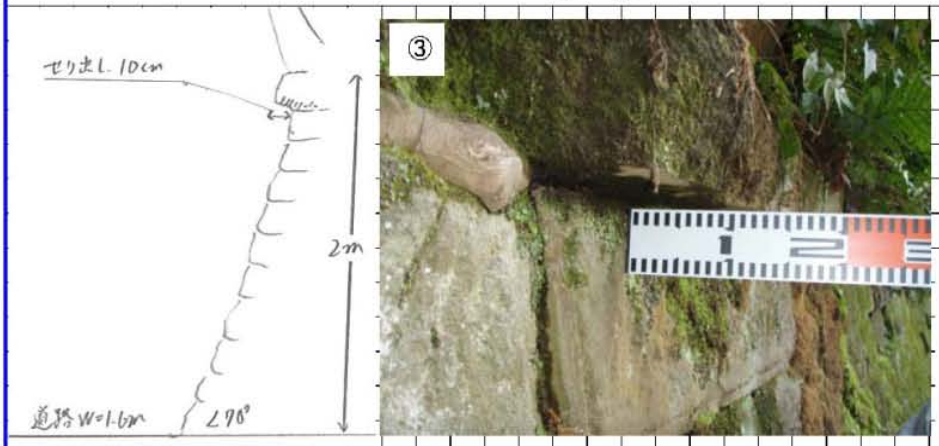


① 対象箇所全景。全体として老朽化し、やや膨らんでいる。



② 積石がせり出している箇所が多く認められる。





樹木の根系が発達し、擁壁上部のブロックが10cm程度前方にせり出している。

備考	延長25m、高さは最大で2.5mの大谷石積みに擁壁である。擁壁上部には積石が6cm程度せり出している箇所や、積石の隙間なども多い。また、根系の発達に伴う変状も認められるなど、全体して崩壊する危険の高い擁壁である。

表 2.5　平面図・横断図（スケッチ）の例（その２）

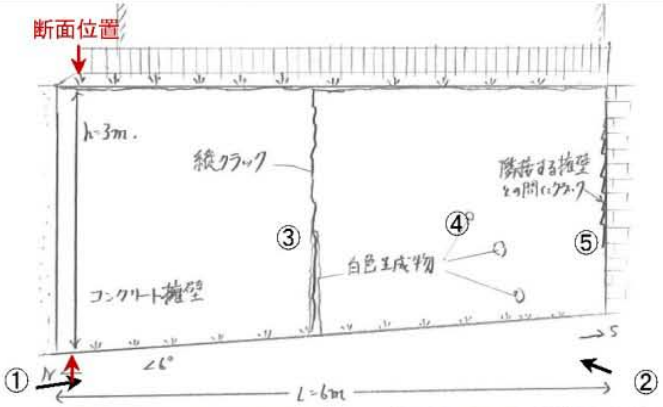
平面図･横断図(スケッチ)･その他

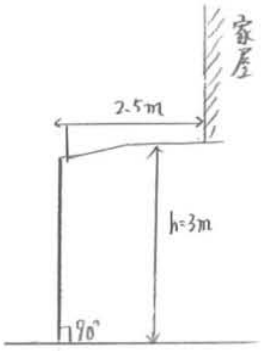


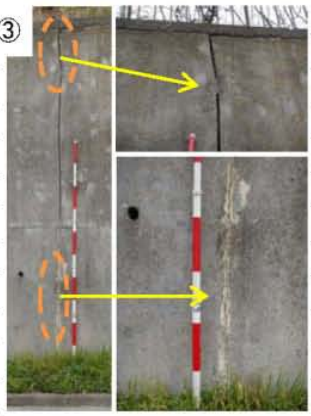
①　対象箇所全景。北側から望む



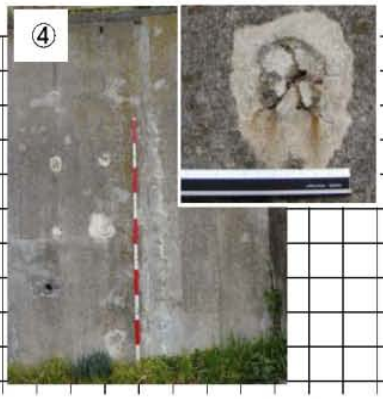
②　対象箇所全景。南側から望む



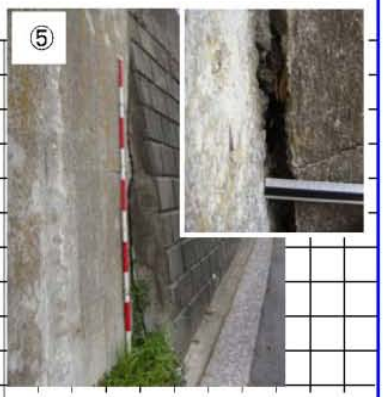




中央部の目地は上部では1cm程度の開き、下部には白色生成物が認められる。



コンクリート表面の白色折出物



隣接するブロック積み擁壁の間に2cm程度の隙間が認められる。

備考	延長6m、高さ3mのコンクリート擁壁である。中央部の目地には1cm程度の開きが認められる。また、クラック下部や擁壁南側には白色折出物が多く認められる。

表 2.6　平面図・横断図（スケッチ）の例（その３）

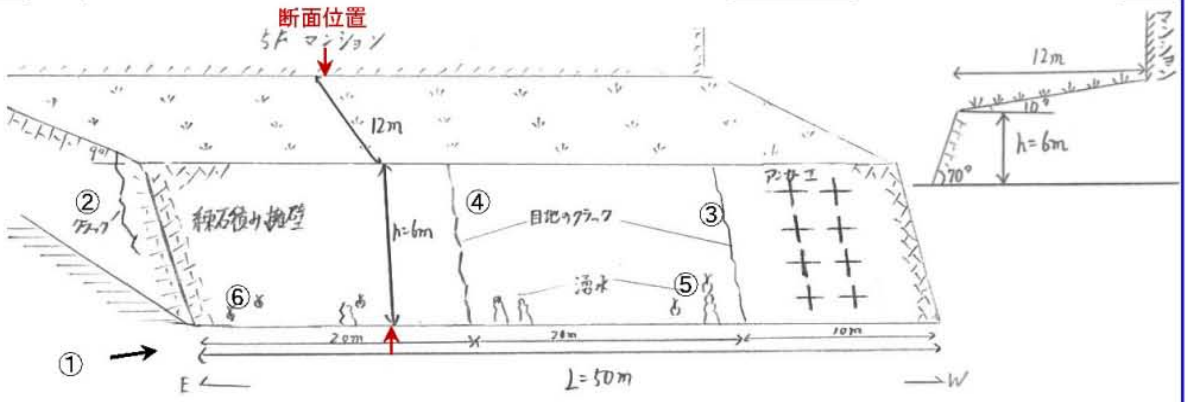
平面図・横断図（スケッチ）・その他

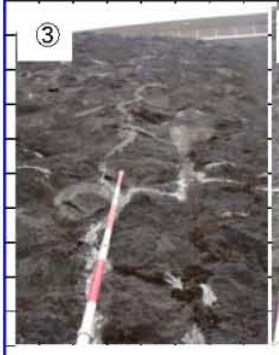


① 対象箇所を東側から望む。西側にはアンカー工が施工。



② 東側側部のクラックの補修跡





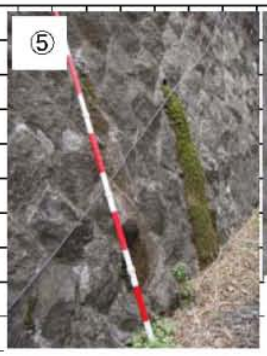
③

目地開口部の補修跡



④

目地開口部の補修跡。草本が侵入している。



⑤

水抜き穴からの湧水のしみ出し。しみ出し跡に苔が密生している箇所も散見される。



⑥

擁壁下部の水抜き穴からの湧水の状況。

備考	延長50m、高さ6mのブロック積み擁壁である。西側に施工されているアンカー工が1970年頃の施工で、もとの擁壁工は50年程度前の施工と判断される。水抜き穴や積石間からの湧水が多い。中央部の目地及びコーナー部には補修跡がみられ、2～3mmの開口部が連続する。

表 2.7　平面図・横断図（スケッチ）の例（その４）

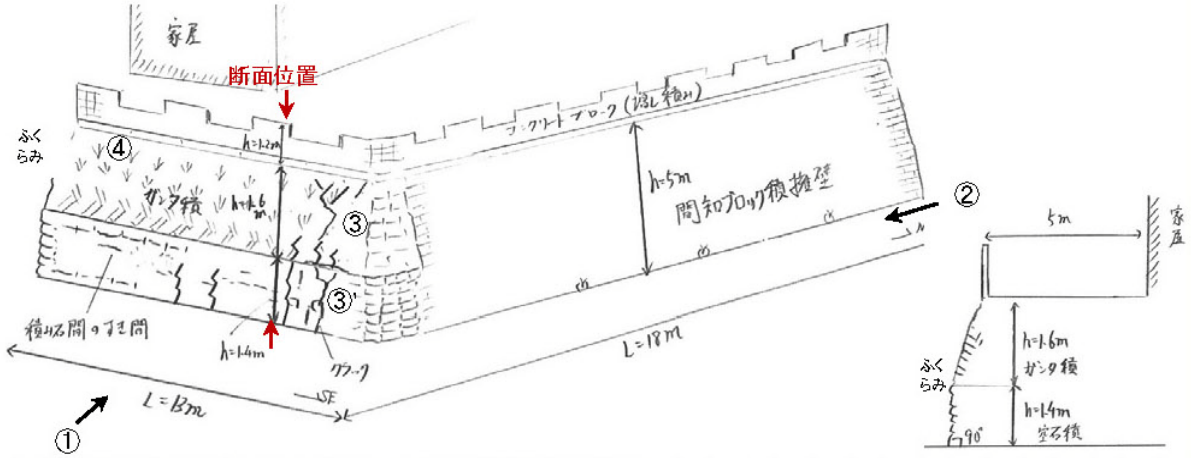
平面図･横断図(スケッチ)･その他



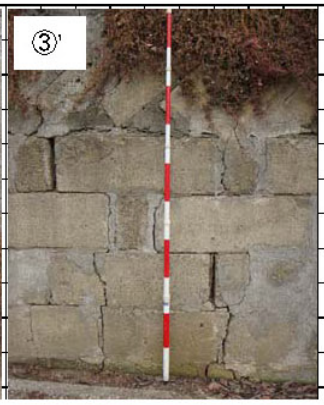
① 対象箇所全景(南西側から望む)。表面の風化やクラックなど、劣化が顕著である。



② 対象箇所全景(北東から望む)。擁壁下部の水抜きから湧水がしみ出している。







縦クラックが顕著で雁行している箇所も認められる。開口幅は3～5cmで、風化も進行している。



擁壁がやや前方にはらんでいる。

備考	延長15m、高さ1.8mの空石積み擁壁の上に、高さ2mの練石積み擁壁が増積みしてある。道路側では空石積み擁壁から練石積み擁壁に連続する縦クラック(開口幅3～5cm)が認められ、積石の摩耗も進んでいる。また、縦クラックの分布箇所は前方に若干の膨らみが認められる。

Ｖ－３．住宅が建ったまま行える宅地地盤の液状化対策技術の開発

１．目的

超長期住宅を支えるストックとしての宅地地盤の技術的基準の確立に向けて、現に住宅が存する市街地内の宅地地盤に対して実用的に普及可能な液状化対策技術を早急に開発する必要から、地盤内空気注入法に着目して、その有効性を実証するとともに、実用化に向けた技術的課題を提示する。

２．技術開発の緊急性

① 既に都市拡大の時代を過ぎたわが国において、多世代利用型超長期住宅が建つ場所は、大部分が既存の宅地となる。既存宅地の地盤条件は多様であるが、超長期間に存続する住宅の宅地としては、その耐震性能が、住宅の存続期間に遭遇するレベルの地震強度に対応して、住宅に機能障害を生じさせないものであることが必要である。

② 宅地地盤の液状化は、中程度の地震（震度５弱以下）では滅多に発生することはないが、大規模な地震（震度５強～６以上）になると地盤条件によって発生し、いったん発生すると住宅に修復が困難又は著しく費用を要する被害をもたらす。このため、超長期住宅を支える宅地地盤の性能基準は、大規模な地震に遭遇しても少なくとも表層地盤において液状化を生じないレベルで設定する必要がある。

③ 現状において、液状化被害が想定される住宅・宅地は、決して少なくない。例えば、中央防災会議首都圏直下地震対策専門調査会報告においては、全壊棟数が約 33,000 棟と推計されているが、これは火災焼失を除く建物被害の約 17%を占める。また、東京都調査では都区部の約 46%が液状化危険度Ａ地域とされており、被害推計では火災を除く約３分の１が液状化によるとされている。政府の「新成長戦略（基本方針）」（閣議決定）では「耐震性が不十分な住宅の割合を 5%に下げる」とされており、既存宅地の液状化対策は喫緊の課題である。

④ 宅地地盤の液状化対策工法は各種あるが、一般的な工法はいずれも造成時や建替時など建物がない状態での施工を必要とする。しかし、既存宅地における液状化防止のための耐震改修は、建物が密に建てこんだ市街地においても、住宅が建ったまま、安全、静穏かつ安価に行うことができることが求められる。

⑤ このため、本総合技術開発プロジェクトでは、既存宅地に適した液状化対策において、有望な技術を実証的に提示することを目指すこととした。これによる成果は、主として戸建て形式の長期優良住宅の宅地地盤に関する認定基準の整備に反映することを想定しているとともに、都市の防災においてこれまで行政施策に着手できていない既成市街地の液状化対策に対して技術的打開の可能性を示唆するものとなる。

３．実証実験のステップと成果のポイント

3.1　大型せん断土層を用いた実験

１）目標

既造成の宅地の液状化対策に有効な技術的方法の存在を実証する。

２）方法

住宅が建て込んだ市街地中でも比較的静穏かつ安価に施工できる可能性のある液状化対策として、地盤内にマイクロバブル水を注入する方法を選択し、実大サイズの砂地盤試験体を不飽和化して、加振実験により効果を検証する。

- **実験装置**：大型せん断土槽（10m×3.6m×深さ 5m、（独）建築研究所所有）
- **試験体**：　砂地盤；N値 6～7 程度、地下水位位置；　－0.3m、中央部に重さ約 1.5ｔ/㎡の住宅に立てたおもりを置き沈下量を可視化
- **入力振動**：加速度；　50gal（ガル）、100gal、150gal、周波数；　2Hz、回数：20 回
- **空気注入の方法**：土槽最下部からマイクロバブル水を注入（この方法は静かで場所をとらず、材料も安価で安全なため、実用化に優れると期待できることから選択）

（注）マイクロバブル：　直径数十マイクロメートルの微小な気泡。水と混合した時、長時間水中に滞在し続ける性質がある。

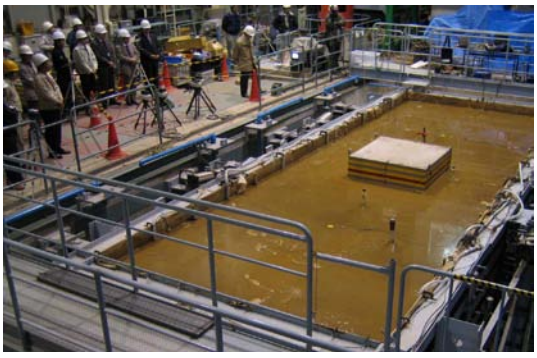


図 3.1　実験風景



図 3.2　マイクロバブル水

３）実験計画と予測

- **検証実験の方法**：ゆるい砂地盤の大規模な試験体（Ｎ値６～７程度、深さ５ｍ弱）をつくり、この同じ条件の地盤に下部約－５ｍから「マイクロバブル水（ケースＡ）」と「脱気水（ケースＢ）」を注入し、加振して２つのケースを比較。
- **予測**：　加振の加速度を強くしていくと（50gal→100gal→150gal）、ケースＢが先に液状化を起こし、ケースＡは耐えるはずである。
- **外形的な実験結果**：予測に反し、外形的にはほぼ同じ結果が観察された。すなわち、マイクロバブル水と脱気水のどちらも、入力（土槽下部）50gal 及び 100gal では地表面が液状化せず、150gal で液状化が見られた。このため、計測値からその理由を追求した。

	マイクロバブル水注入地盤			脱気水注入地盤		
地盤剛性	N値6～7程度			N値6～7程度		
推定飽和度（地表付近）	78%			84%		
入力加速度（ｱｸﾁｭｴｰﾀｰ）	50gal	100gal	150gal	50gal	100gal	150gal
地表付近の最大加速度	80gal	180gal	300gal	80gal	200gal	160gal
液状化の状況（地表付近）	せず	せず	液状化	せず	せず	せず
（深い層）	せず	せず	せず	せず	液状化	液状化

図 3.3　外形的観察における実験結果

４）計測値からの考察

・　**脱気水注入地盤の表面が液状化しなかった理由**：地盤下部の飽和度の高い層が瞬時に液状化し、上部に地震動を伝えなくなった。⇒地盤自体が「免振」化。

表 3.1　地盤の深さごとの過剰間隙水圧比（最大値）

深さ	σZ'	マイクロバブル水注入地盤		脱気水注入地盤	
	Kgf/cm2	100gal	150gal	100gal	150gal
-0.8m	0.10	0.26	1.23	0.15	0.40
-1.8m	0.18	0.31	0.85	0.20	0.30
-3.8m	0.36	0.25	0.22	0.40	0.37
-4.8m	0.45	0.16	0.18	0.92	0.98
液状化		なし	地盤上部で発生	深い箇所で急速に発生	

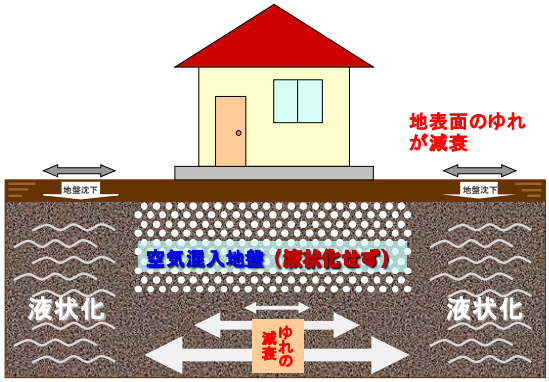


図 3.4　「液状化免振地盤」の概念図

５）実験成果のポイント

① 比較的緩い砂地盤（N値６～７程度）でも、空気を多く含む層（飽和度 80%程度）では最大加速度 200gal 程度の揺れに対して液状化を発生しなかった。これにより、少なくとも震度５弱相当の地震には有効であることが示された。

② 一方，無対策の地盤（マイクロバブル水を注入しなかった試験体）では，土槽下部の加振により深い層において小さな地震動でも液状化が発生したが，それにより逆に浅い層への地震入力が減少して建物沈下が小さくなるという実験結果が得られた。

③ 既往研究により表層の非液状化層が３m程度あれば 200gal の入力に対し、６m程度あれば 300gal の入力に対し、深層部が液状化しても地表に液状化が達しないことが示されており、こうしたこととあわせて考察すると、表層数メートルのみを不飽和化し、深層を液状化層とすることで、大きな地震動に対しても建物被害を軽減できる方法（液状化免震技術）の可能性が示唆された。

3.2　遠心力裁可試験装置を用いた実験

１）目標

多世代利用型超長期住宅を支える宅地が備える必要のある耐震性能（遭遇する可能性の高いレベルの地震（震度６相当を想定）に対して継続使用が困難な被害を建物に与えない）の確保について、空気注入法によって達し得る宅地地盤の存在を実証する。

２）方法

一定の締固め度の砂質地盤模型に震度６相当の地震動を入力し、空気注入の有無によって、液状化の発生の違いを確認する。実験には、遠心力載荷試験装置を用いる。

- **実験装置**：遠心力載荷試験装置（土木研究所所有、回転半径 6.6m）により、小型剛土槽（150cm×30cm×深さ 50cm）を 50G 場にして加振
- **試験体**：江戸崎砂（少量の細粒分を含む）、値≒９２％（N値≒１６に相当、通常の沖積平野又は埋立地を想定）、初期状態は真空室内で水を注入し完全飽和状態とする
- **入力振動**：　正弦波 250gal（震度６弱相当）、正弦波 400gal（震度６強相当）、神戸波の３種類
- **空気注入の方法**：遠心場（20G）において、土槽最下部から初期設定の飽和水を抜き、マイクロバブル水を注入

（注）D値（締固め度）≒９２％は、３軸試験による６供試体（D値（85%、90%、95%）×（飽和、不飽和））の結果及び５０G場における試加振の結果（D値 88%と 92%を比較）から設定した。



図 3.5　　実験装置（遠心力載荷試験装置）



図 3.6　試験体土槽

３）実験ケースと液状化の状況

実験目的	試験体	設定飽和度	入力地震動	液状化
液状化抑制効果の確認	Case1	100%	250gal（震度６弱）、400gal（震度６強）、正弦波、1Hz、20 波	発生
	Case2’	平均 94%		抑制
液状化免振地盤の挙動と効果	Case3	上層 90%、下層 100%		上層なし、下層発生
阪神大震災級における防災効果	Case4-1	左半分：100% 右：上層 90%、下層 100%	神戸波	左：発生、右：上層なし、下層発生
	Case4-2	左：100%、右：平均 87% （マイクロバブル水注入）		左：発生、右：なし

4）実験成果のポイント

阪神大震災相当の地震動の入力に対して、Ｎ値１６程度の砂質地盤において、地下水層の飽和度を９０％程度とすることにより、液状化の発生が防がれることを確認した。このことは、平坦な沖積平野や埋立地に広くみられる地盤条件における空気注入法の有効性を示している。

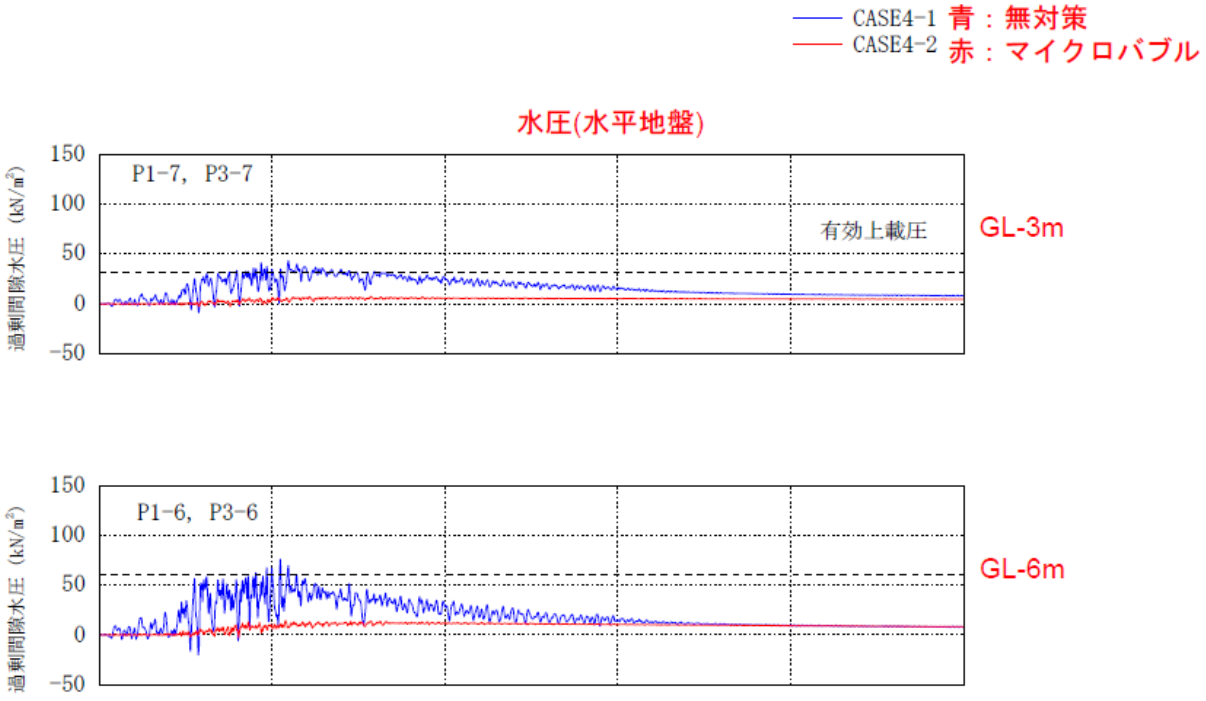


図 3.7　阪神大震災相当の地震波の入力による液状化発生の違い

５）実験の詳細

５）－１　実験方法

（１）地盤材料

液状化層の材料には、江戸崎砂を用いた。実験には、5㎜ のふるいを通して使用した。支持層には７号硅砂を使用した。

（２）地盤作製方法及び計測器

模型地盤は幅 1500㎜、高さ 500㎜、奥行き 300㎜ の土槽内に、厚さ 100㎜ の支持層（7 号硅砂）と厚さ 300ｍｍの液状化層（江戸崎砂）を作製した。地盤密度の管理は、所定の高さまで作製した時の地盤材料の乾燥質量と土槽上端からの高さを測定して得られる各土層の体積から、乾燥密度を求めることで行った。相対密度や締固め度は、各土層の乾燥密度から算定した。以下に、地盤作製方法及び計測器の設置について詳細を示す。

①地盤作製方法及び計測器の設置

A）支持層

支持層は、気乾状態の７号硅砂を木製の突固め棒によりできるだけ締固めて作製した。作製層厚は 20㎜ ピッチとした。支持層の相対密度は概ね 100%程度である。非液状化層を図 3.8 に示す。

B）液状化層

液状化層の作製状況を、図 3.9～図 3.13 に示す。作製は木製の突固め棒により締固めて行った。締固め含水比は、最適含水比付近の約 15%である。作製層厚は 20㎜ ピッチとした。作製した層の表面は上層と馴染み易くするため釘で引っかき傷をつけた。（図 3.11 及び図 3.12 参照） 所定位置に計測器（加速度計、過剰間隙水圧計、土壌水分計）を埋設した。（図 3.11 及び図 3.12 参照）。

C）メッシュ作製及び標点の設置

加振前後における地盤の変形状況を観察するため、土槽前後面のガラス面に水平方向と鉛直方向のメッシュを作製した。メッシュ材料には白色の 7 号硅砂を用いた。

水平方向のメッシュは、へら等を用いて作製した。一方鉛直方向のメッシュ作製は、ガラス面内側の所定の位置に凹型アルミ棒を垂直に設置し、この中に硅砂を入れ、所定の高さまで地盤を作製した後それを順次引き抜くことで行った。標点には、直径 8㎜ のアルミ製リベットを用いた。この標点は、加振中の地盤や盛土の変形を高速度カメラで追跡するためのもので、上端面は地盤の色と対照的なピンク色で着色した。リベット表面には、グリースを塗布してガラス面との摩擦を出来るだけ低減させた。（図 3.13 参照）



図 3.8　非液状化層



図 3.9　地盤材料の撒き出し状況

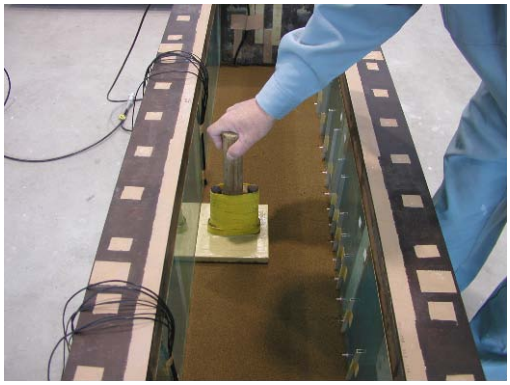


図 3.10　液状化層の締固め状況

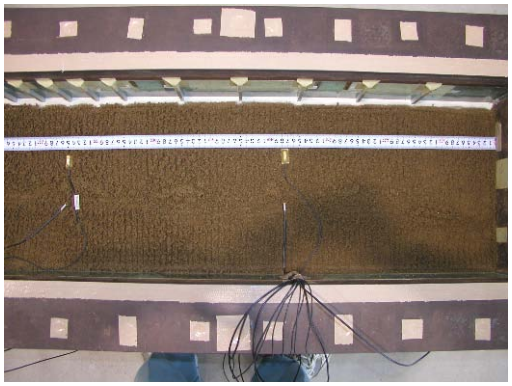


図 3.11　加速度計と水圧計の設置



図 3.12　土壌水分計の設置状況



図 3.13　メッシュ作製と標点の設置状況

②地盤の飽和方法

A）液状化層及び支持層の飽和

地盤の完全な飽和は、地盤作製後に図 3.14 の脱気槽を用いて負圧法により行った。この脱気槽は、実験土槽をそのまま収容する事ができる。間隙流体には水道水を用いた。

飽和方法は、まず土槽全体を脱気槽に入れ、真空ポンプで約 98kN/m^2 の負圧を与え、脱気槽がほぼ真空状態になるまで放置する。次に、ほぼ真空状態になった事を確認してから、真空土槽と間隙流体の入った注水タンクの間に 9.8～13.7 kN/m^2 の差圧をかける。この差圧によって、間隙流体が地盤表面に滴下し地盤を飽和させる。地盤の飽和には、夜間を利用して約 12 時間を要した。

B）不飽和液状化層の作製

不飽和液状化層の作製は、遠心重力場で行なった。一度完全飽和した地盤の間隙水を遠心力により抜き、注水タンクに圧力を 30～100kN/m^2 かけ再注水することで行った。間隙水の注排水は、土槽底面に取り付電動式バルブ計測室にて開閉することで行った。今回の実験で使用した電動式バルブの仕様を以下に示す通りである。（図 3.15 参照）

地盤の間隙流体には水道水を用いたが、CASE3 STEP3 及び CASE4-2 STEP2 については、水道水に微細な気泡を混入したマイクロバブル水を使用した。マイクロバブル水の作製状況は巻末の写真記録集に示す。

液状化層の不飽和作業は、最終的に地盤内水位が 1cm/min. になるように注水タンクにかける圧力を調整した。

＜小型電動バルブ＞

・型式：株式会社　キッツ(KITZ)社製　EA 100-2

・仕様：定格電流 100mA、最大消費電力 10W、開閉時間(90°) 約 1 秒

　　最大出力トルク　9.8N・m　電源　AC100V



図 3.14　地盤の飽和に用いた脱気槽と注水タンク



図 3.15　電動式の排水弁

試加振の CASE0（試加振）及び CASE2 においては、排水弁の不具合により遠心重力場で弁を閉じることができなかった。そこで遠心重力場で排水した後、一旦遠心加速度を重力場に戻してから排水弁を閉め、遠心重力場で再注水し不飽和地盤を作製した。

CASE2 では、地盤の過圧密を避けるため、遠心加速度 50G における土層底面の有効上載圧に相当する 20G の遠心加速度において注水を行なって不飽和地盤を作製した。

CASE2 の遠心加速度 20Ｇにおける不飽和化作業で地盤飽和度を下げられる事が確認できた為、CASE3 での不飽和化作業は遠心加速度 20G で行うこととした。不飽和化作業終了後、所定の 50G まで遠心加速度を上昇させ加振を行なった。

CASE4-1 は飽和地盤の地下水位調整は、重力場で実施した。地盤飽和後に土槽底面から所定位置(G.L.-40㎜)に排水パイプを立ち上げ一晩放置した。サクション等で間隙水は、遠心場より重力場の方が土中に留まりやすいため、遠心重力場で確認した地下水位は、予定していた水位より高く G.L.-10㎜となった。

CASE4-2 での不飽和化作業も CASE3 と同様遠心加速度 20G で行った。STEP2 のマイクロバブルによる不飽和化作業では、1 回の注排水で飽和度の低下が小さかった為、遠心加速度をさらに 10G に下げて注排水を行った。

C）地下水位の調整

地盤が完全飽和である CASE1 での地下水位は、土槽底面の排水弁に繋がったシンフレックスチューブ先端を、土槽背面の所定位置まで立ち上げることで調整した。この方法では、遠心重力場においても水位調整が可能である。

一方、遠心重力場で地盤に注排水して作製する不飽和地盤ケースでの地下水位調整は、所定の地下水位に到達したら実験ピット外に設置した注水タンク弁を閉める方法で行った。地下水位位置は、CCD カメラの他、実験土槽底面に固定した間隙水圧計で確認した。

③住宅模型

住宅模型を図 3.16 及び図 3.17 に示す。住宅模型は、セメントペーストを用いて製作しており、曲げ破壊を防ぐため中には金網を敷設した。加振を行う遠心重力場での模型設地圧が実際の住宅と同じ 15kN/m^2 程度(2 階建て在来木造住宅のベタ基礎)及び 45kN/m^2 程度 (2 階建て壁式 RC 造住宅のベタ基礎)を目標に密度調整をした。RC 造を想定した住宅模型において、接地圧の目標を 45kN/m^2 に設定したが、実際に作製した住宅模型の接地圧は 38kN/m^2 であった。

住宅模型には、鉛直・水平変位とともに応答加速度を設置した。また、模型側面と土槽ガラス面の間は標点とすき間テープを貼り付けた。このうち、すき間テープはわずかにガラス面が接触しているだけなので、両者の摩擦は無視できると考えられる。

各ケースの模型仕様は、次の通りである。

・CASE0～3

模型仕様：幅 200mm、奥行き 296mm、厚さ 13mm、質量 1755g

実物換算：幅 10m、奥行き 14.8m、質量 2152kN、接地圧　15kN/m^2

・CASE4

模型仕様：幅 200mm、奥行き 296mm、厚さ 39mm、質量 4540g

実物換算：幅 10m、奥行き 14.8m、質量 5565kN、接地圧　38kN/m^2



図 3.16　住宅模型の全景



図 3.17　住宅模型の正面

５）－２　飽和度測定方法

（１）初期飽和度測定方法

重力場において飽和させた地盤について、飽和度の測定を行った。測定方法は、飽和後の地盤をそのまま脱気槽内に残す。それから脱気槽全体に 20kPa 程度の負圧をかけ、その圧力変化と水面変化量から飽和度を求めるものである（図 3.18 参照）。飽和度は不飽和土中に存在する空気を理想気体で間隙水を圧縮と仮定して、ボイルの法則から算定される*)。

水面変化は、レーザ変位計（定格容量±15mm）を用いて測定しており、水面に浮かべるターゲットには発砲スチロールを用いた。なおターゲットは変位測定時に動かないよう、塩ビパイプ内に設置した。



図 3.18　地盤飽和度の測定状況

*）参考文献

岡村未対・来山博昭：遠心加速度を利用した飽和模型地盤の作製法と飽和度計測法に関する研究、土木学会論文集 C Vol.64 No.3, 662-771, 2008.8.

（２）加振に至るまでの飽和度測定方法

重力場から加振終了後までの飽和度の測定には、TDR(Time Domain Refrectometer)土壌水分計を使用して実施した。TDR 土壌水分計を図 3.19 及び図 3.20 に示す。このセンサーは本体部から発振された電磁波が 2 本のステンレスロッド間を伝わり、その時の伝播時間から土壌水分を計測するものである。今回の実験では以下に示す 2 種類の土壌水分計を使用した。

このうち土壌水分計(CS-616)は予めキャリブレーションを行っており、伝播時間、出力電圧と体積含水率及び飽和度の関係を図 3.21 に示す。

キャリブレーションは幅 800cm, 高さ 30cm 奥行き 20cm 小型剛土槽を用いて実施した。含水調整をした江戸崎で所定飽和度を有する地盤を作製する。地盤層厚は 100mm とし、その中心深度に水分計を埋設した。締固め度は実験時と同じ D=88%,92%とした。図 3.21 に示したように、2 種類の締固め度におけるキャリレーションカーブは、ほとんど同じであった。なお土壌水分計(Trime)でもキャリレーションを行ったが、測定生データ（電圧）にノイズ成分が多く見られ、正確なキャリレーションカーブが求められなかった。

①土壌水分計 CS-616 （図 3.19 参照）

・名称：CS-616

・データロガー：CR-800　　サポートソフトウェア　PC400

・仕　様：本体寸法 長さ 110mm，幅 63mm，厚さ 20mm

　ステンレスロッ長さ 30mm，間隔 32mm、消費電力 25mA、供給電源　12VDC

・製造元：CAMBELL SCIENTIFIC，INC.（アメリカ製）

・代理店：(株）フィールドプロ

②土壌水分計 TRIME （図 3.20 参照）

・名称：TRIME-ES　P2 タイプ

・仕　様：本体寸法 直径 32mm，長さ 65mm，t=20mm

　ステンレスロッド長さ 110mm，間隔 32mm、供給電源　12VDC

・製造元：IMKO　MICROMODULTECHNIK GMBH

・代理店：東北電子産業株式会社

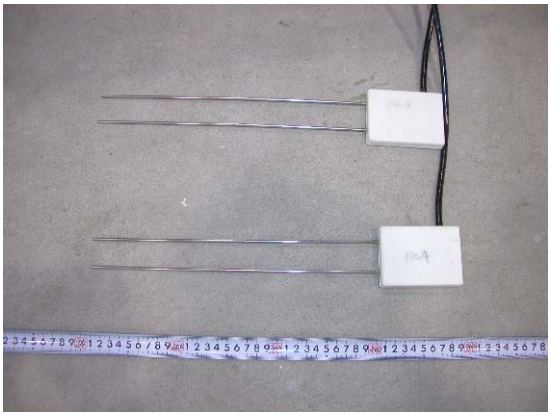


図 3.19　TDR 式土壌水分計（CS616）

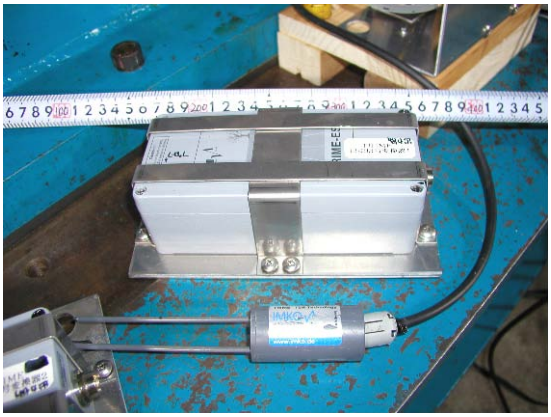


図 3.20　TDR 式土壌水分計（TRIME）

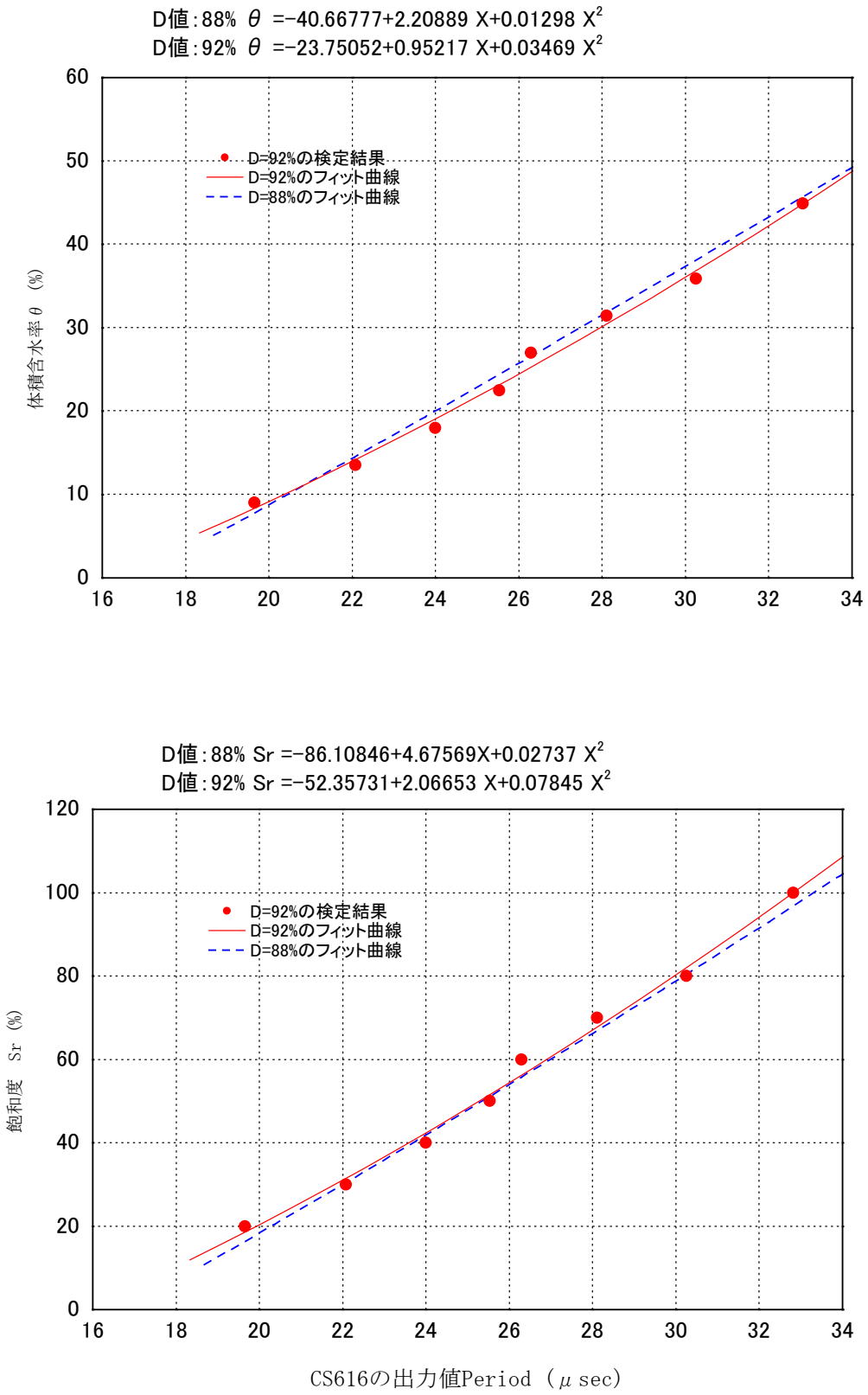


図 3.21　土壌水分計(TDR CS-616)の検定結果

【加振方法】

遠心加速度は、上昇・下降は 5G/min.の割合で行った。遠心重力場で地盤を不飽和化させてから、加振までの手順を以下に示す。

①実験土槽を揺動架台にセットし、写真撮影と地表面標点座標の計測を行う。

②遠心加速度を所定の 20G あるいは 50G にて土槽に注排水し、不飽和地盤を作製する。

③加振を行う遠心加速度 50G に上昇させ､模型沈下や過剰間隙水圧が定常状態になるのを確認する。

④加振装置暖気のための予備加振を行った後、微小レベルのインパルス波を入力する。

⑤データ収録と高速度カメラを外部トリガーモードにし、ビデオをスタートさせてから、本加振(STEP1)を開始する。

⑥加振データ収録が終了したら、2 回目(STEP2)の加振を行う。

⑦遠心加速度を重力場に戻し、地盤変形後の写真撮影と地表面標点座標の計測を行って地盤を解体する。

本実験で使用した入力加速度の時刻歴波形を図 3.22 及び図 3.23 に示す。入力加速度の時刻歴波波形は、図 3.22 及び図 3.23 に示す様に sin 波（周波数 50Hz、主要動 20 波）及び道路橋示方書によるタイプⅠのⅠ種地盤の加速度波形 I-I-3 波と土木研究所暫定提案の露頭基盤面における加速度応答スペクトルにフィッティングされた神戸海洋気象台記録波形の振幅を加振能力により 0.85 倍に調整した波である。

本実験で使用した sin 波の入力波形は、CASE0(試加振)によりレベル調整をして決定した。表 3.2 に加振条件一覧を示す。

表 3.2　加振条件一覧

CASE	STEP	加振条件	
		入力波形	目標加速度(gal)
0	1	sin波 20波 (50Hz)	270
	2		400
1	1	sin波 20波 (50Hz)	270
	2		400
2	1	sin波 20波 (50Hz)	270
	2		400
2'	1	sin波 20波 (50Hz)	270
	2		400
3	1	sin波 20波 (50Hz)	270
	2		400
	3		400
4	1	神戸波(JMA基盤波)	
	2		

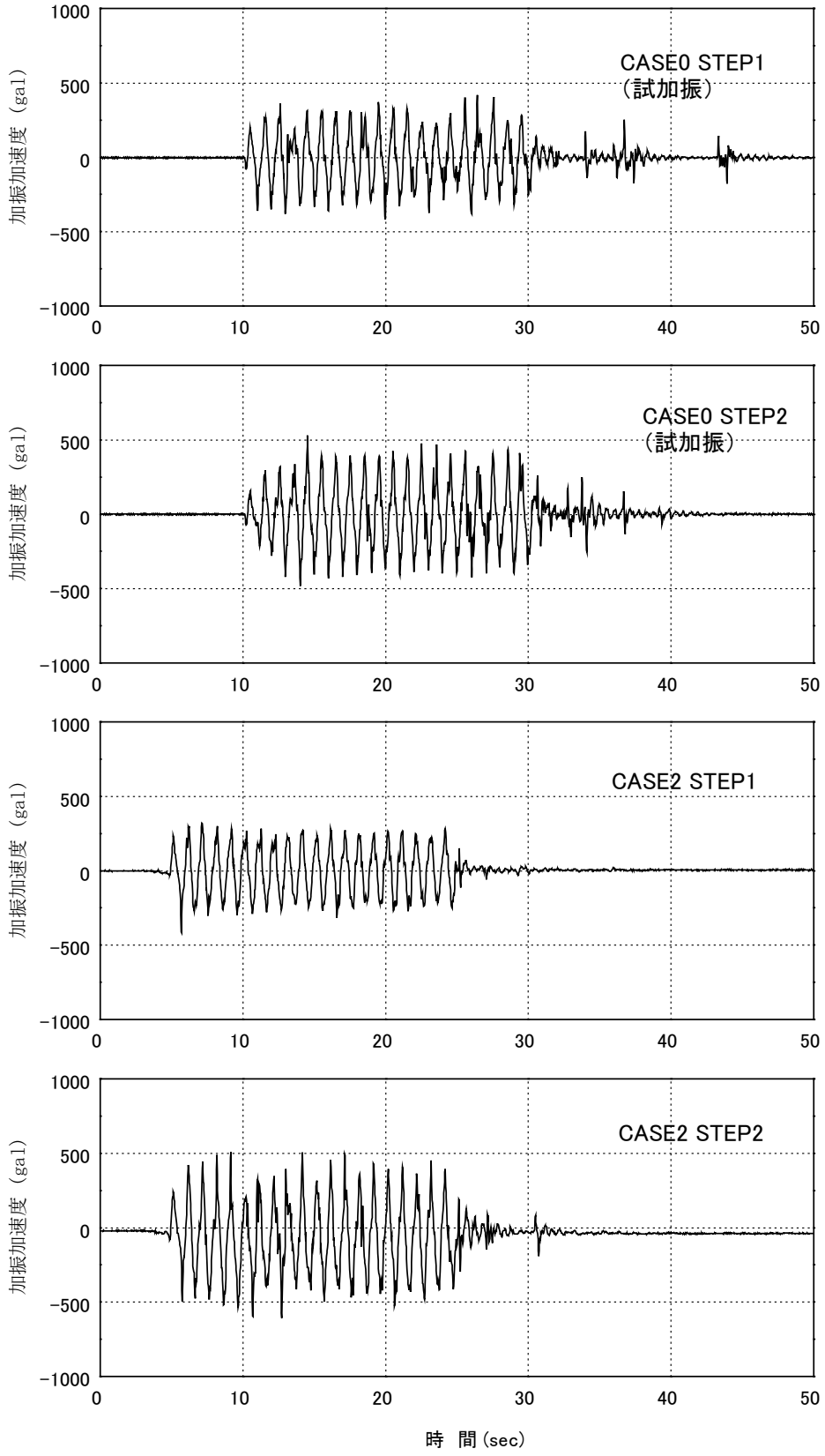
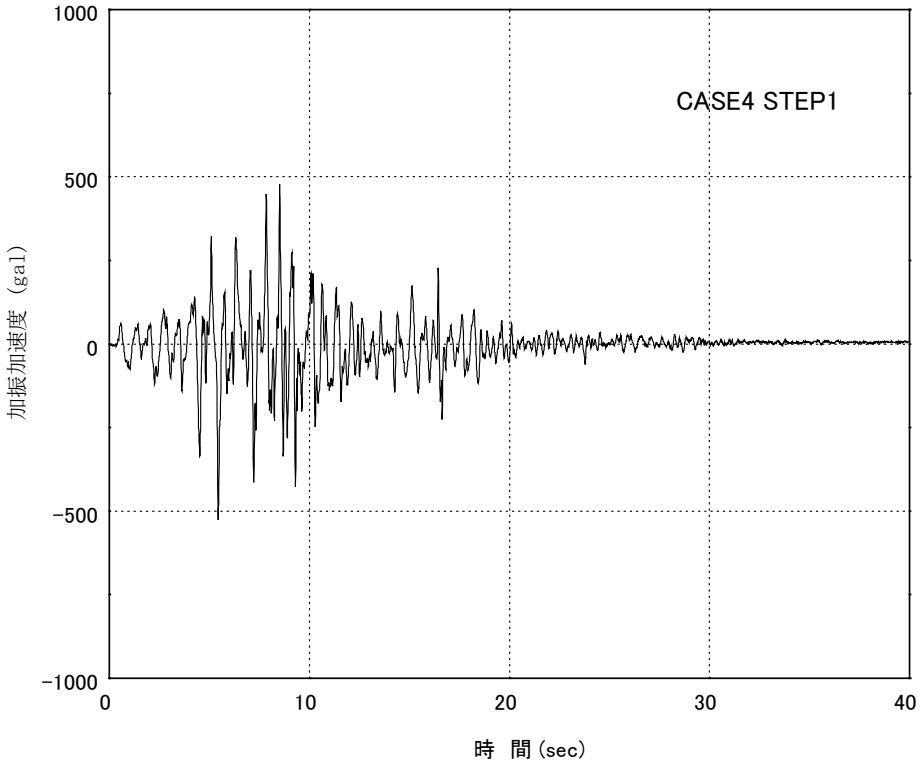


図 3.22　本実験で使用した入力加速度の時刻歴波形(CASE0～3)



＜入力加速度波形＞
①使用実績：平成21年度河川堤防の動的遠心模型実験業務(CASE2)

②波形の種類：土木研究所暫定提案の露頭基盤面における加速度応答スペクトル
にフィッティングされた神戸海洋気象台記録波形の振幅を加振能力
により0.85倍に調整した波形。

③参考資料：国土交通省土木研究所　耐震技術研究センター　振動研究室
大規模地震を考慮した地中構造物の耐震設計法に関する試験調査
平成12年度振動研究室調査試験研究成果概要報告書
振動研究室資料第22号、pp.19-20, 2001.3

図 3.23　本実験で使用した入力加速度の時刻歴波形(CASE4)

５）－３　測定項目とデータの収録

（１）　測定項目

地盤及び模型の計測器及びメッシュ・標点位置を試験体ケース毎に図 3.24～図 3.28 に示す。

（２）データの収録

データの収録方法と測定データの極性をそれぞれ表 3.3 及び表 3.4 に示す。初期値計測（ゼロバランス）は、遠心加速度を上昇させる前と加振直前に実施した。

表 3.3　データの収録方法

実験過程	サンプリング周波数	計測時間
①遠心加速度上昇時	0.25Hz	任意
②不飽和液状化層通水時	0.25Hz	任意
③パルス波入力	20,000Hz	1.0 秒
④加振	2,000Hz	30 秒
⑤遠心加速度下降時	1.0Hz	任意

表 3.4　測定データの極性

沈下計	水平変位計 （レーザー変位計）	加速度計	水圧計
沈下方向が負	土槽右方向の 変位が正	土槽右方向への 加速を正	圧縮方向が正

（３）盛土及び水平地盤の変形状況の観察

盛土及び水平地盤の変形状況の観察は、重力場で撮影したデジタル画像を拡大し、それから標点やメッシュの座標位置を読み取ってその座標を加振前後で比較することにより行った。その他地表面にも標点を配置しており、地盤作製時・地下水位調整時・加振終了時に重力場においてメジャーにより標点座標を計測した。

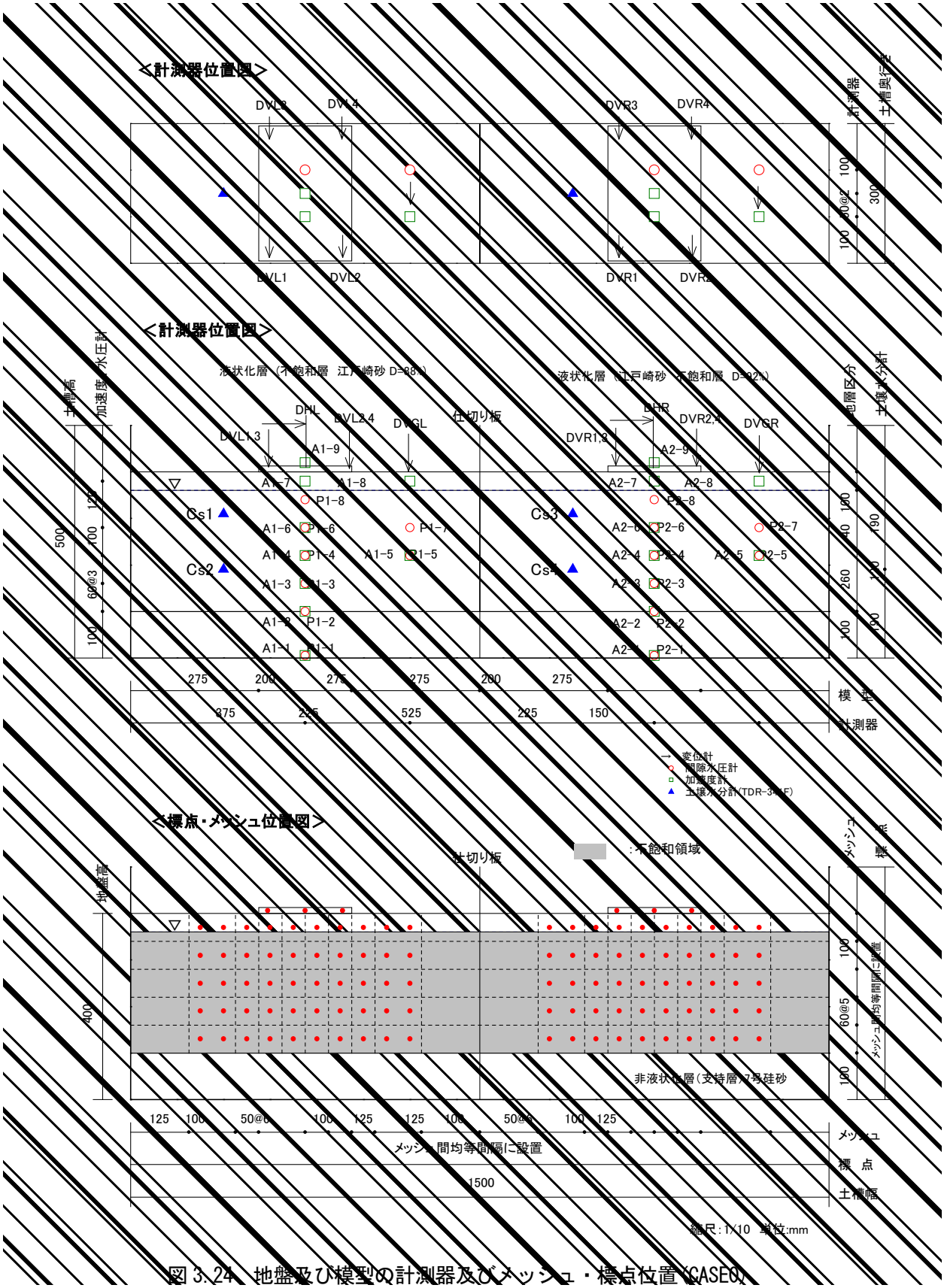


図 3.24 地盤及び模型の計測器及びメッシュ・標点位置（CASE0）

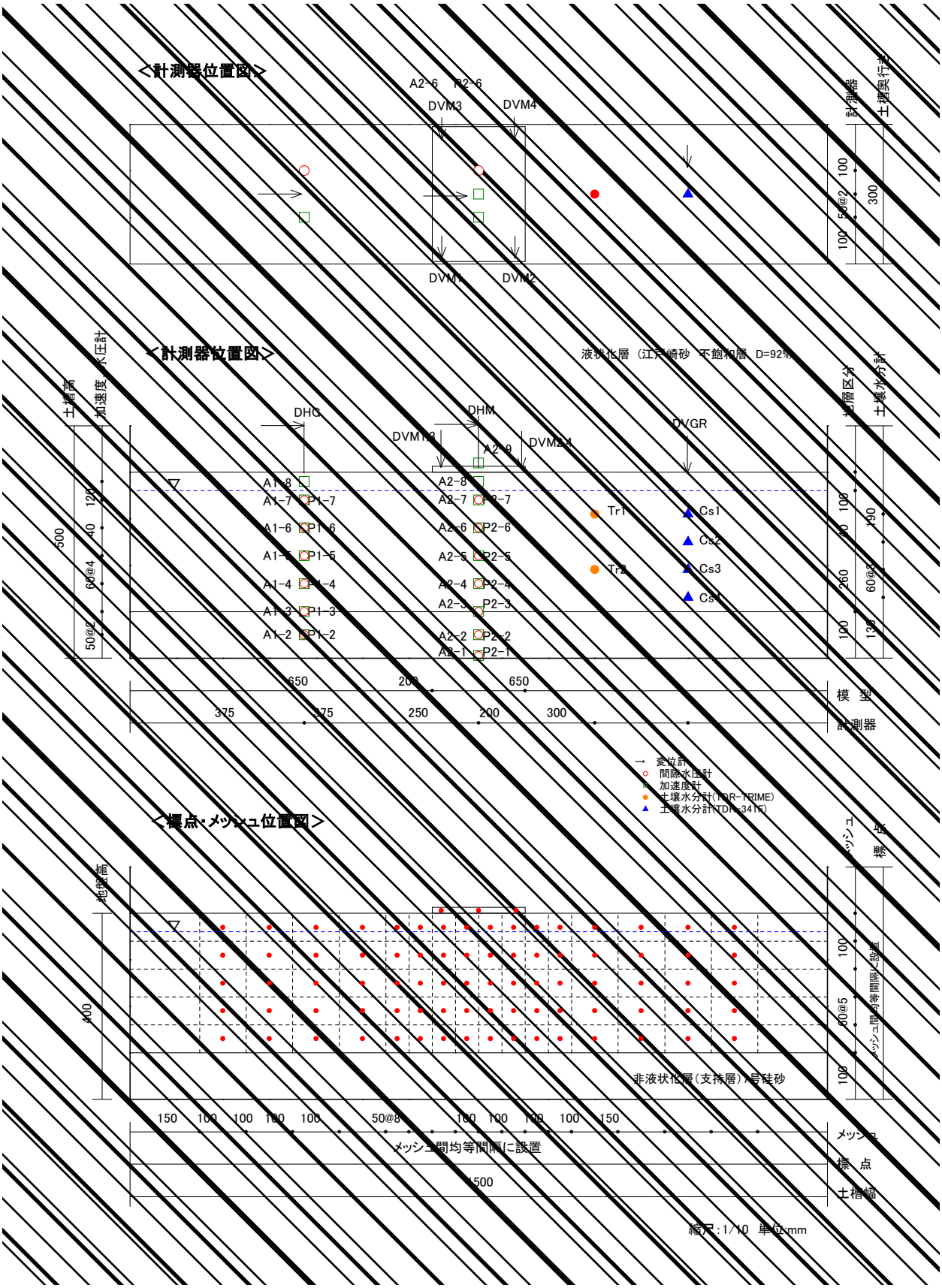


図 3.25　地盤及び模型の計測器及びメッシュ・標点位置(CASE1)

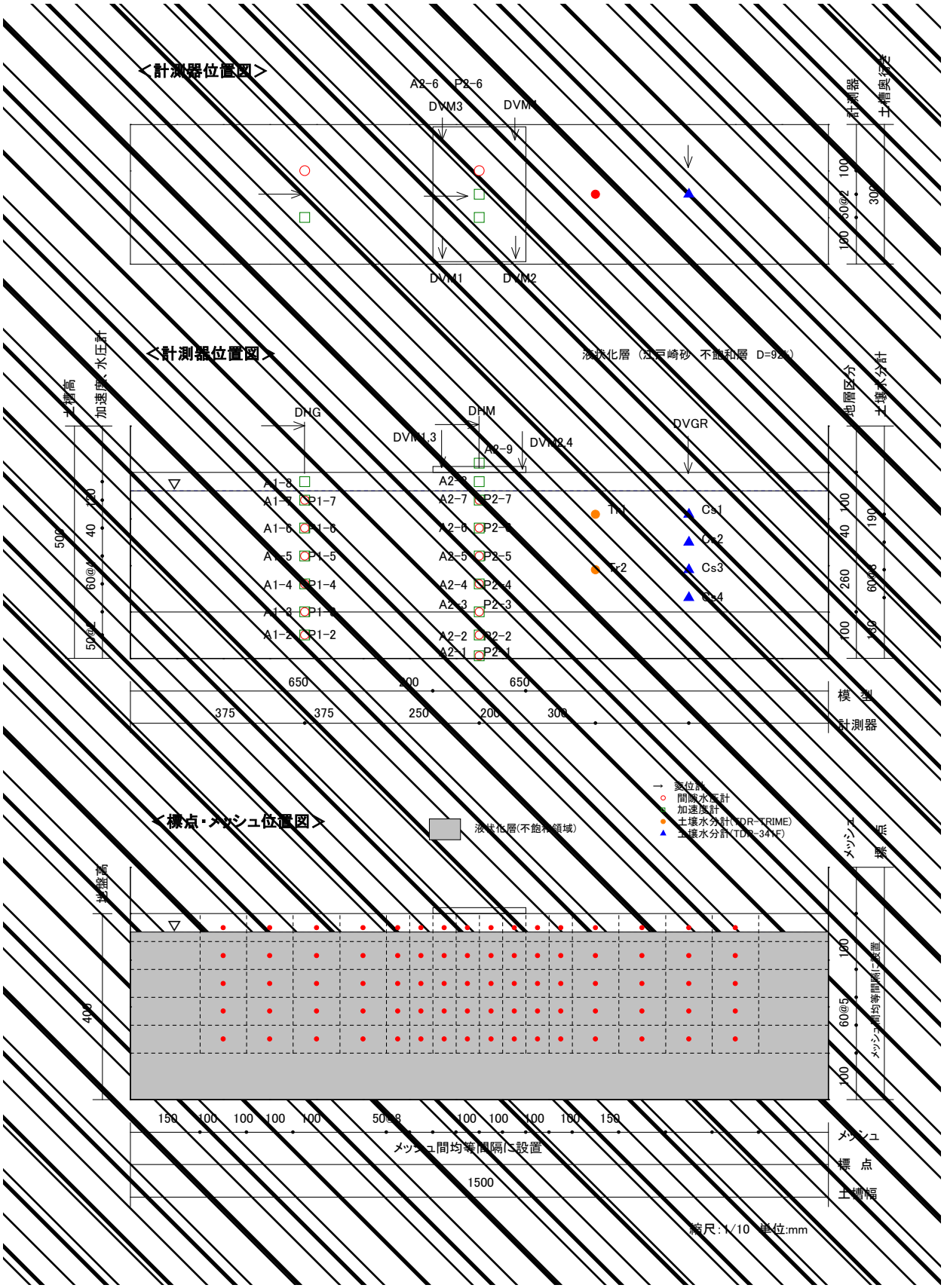


図 3.26　地盤及び模型の計測器及びメッシュ・標点位置(CASE2 及び 2’)

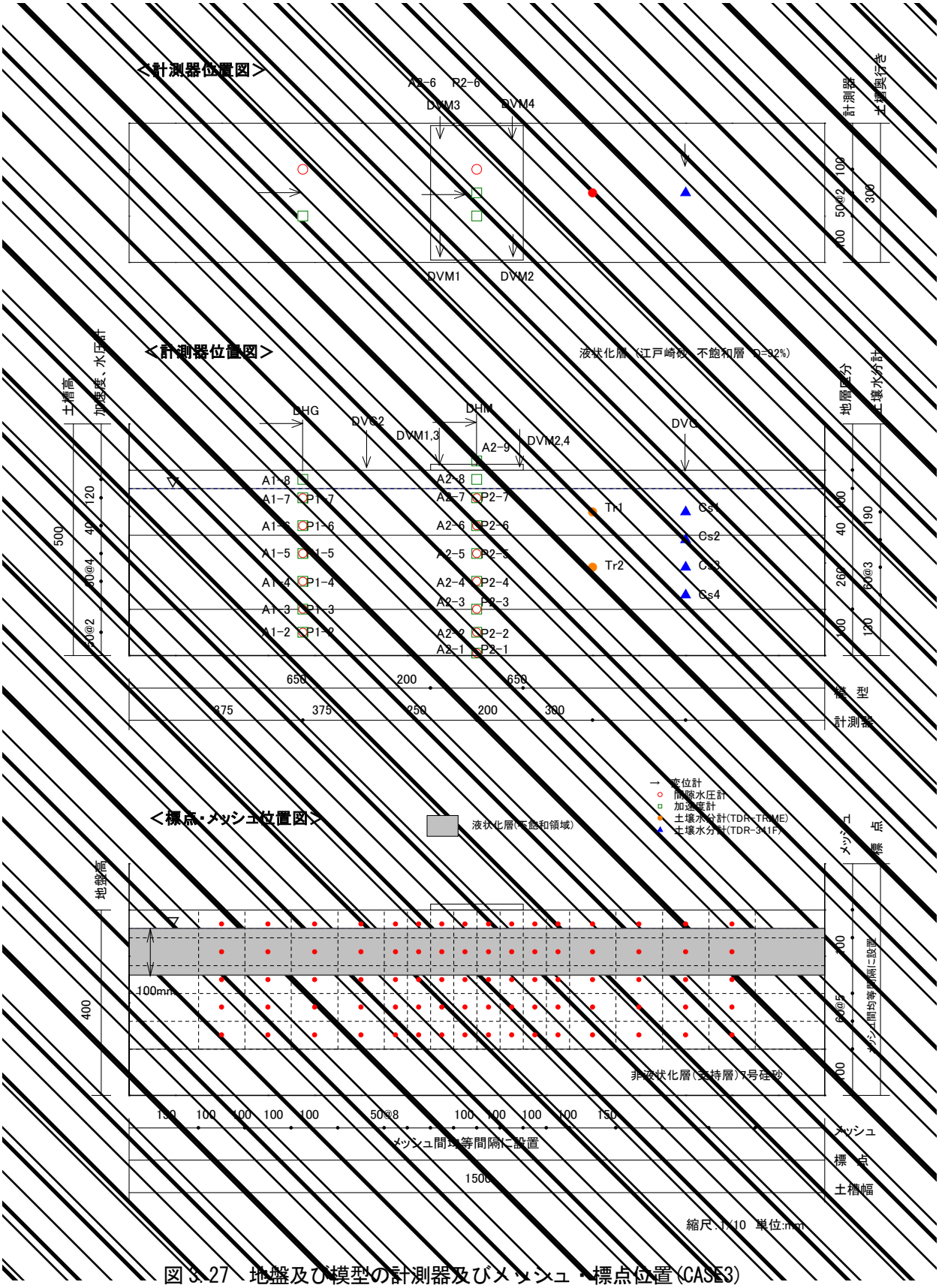


図 3.27　地盤及び模型の計測器及びメッシュ・標点位置(CASE3)

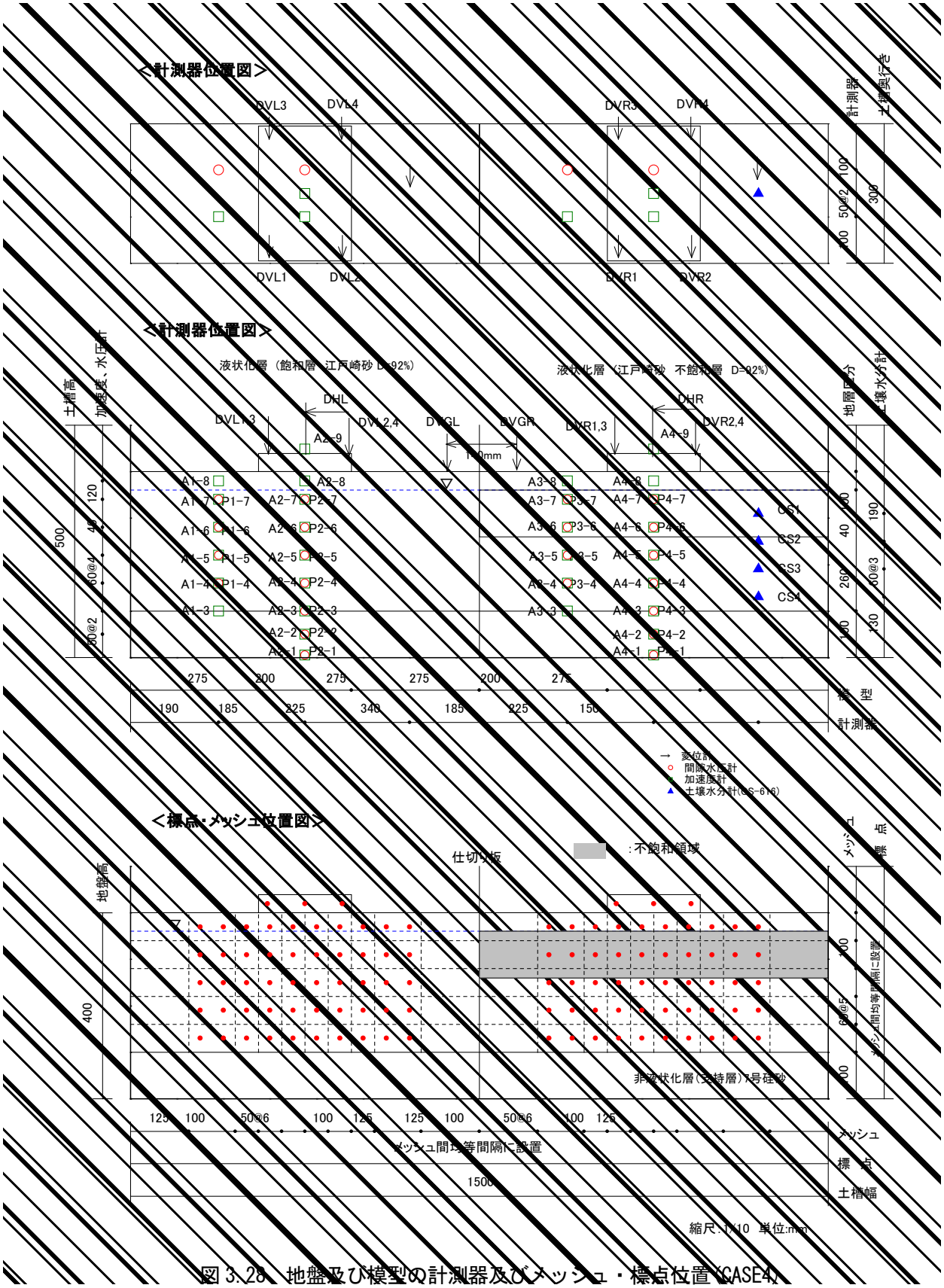


図 3.28 地盤及び模型の計測器及びメッシュ・標点位置(CASE4)

５）－４　加振結果

（１）地盤及び住宅模型の変位量

加振時に測定した地盤及び住宅模型の水平変位量測定結果一覧を表 3.5 に、沈下量測定結果一覧を表 3.6 に示す。

表 3.5　水平変位量測定結果一覧

CASE	STEP	地盤条件		模型の水平変位量 （重力場）			地盤の水平変位量 （重力場）		
		締固め度	飽和度	DHM (m)			DHG (m)		
		D (%)	Sr (%)	最小値	最大値	残留値	最小値	最大値	残留値
0-1	1	87.7	93.0	-0.103	1.582	0.011	-	-	-
	2			-0.114	1.582	-0.154	-	-	-
0-2	1	91.6	91.7	-0.315	1.198	-0.022	-	-	-
	2			-0.267	1.288	-0.032	-	-	-
1	1	92.0	100.0	-0.119	0.110	0.036	-0.184	-0.245	0.015
	2			-0.121	0.247	0.096	-0.410	-	0.105
2	1	90.3	92.1	-0.110	0.091	-0.028	-0.117	0.393	-0.024
	2			-	-	-	-	-	-
2’	1	91.9	94.0	-0.115	0.096	-0.038	-0.105	-	0.015
	2			-0.153	-	-	-0.168	-	0.048
3	1	92.0	上部 89.9 下部 99.9	-0.102	0.097	-0.004	-0.345	-	0.034
	2			-0.133	0.175	0.446	-0.322	-	0.122
	3			-	-	-	-	-	0.047
4-1	1	92.0	100.0	-0.104	0.046	0.009	-	-	-
	2			-0.090	0.053	0.001	-	-	-
4-2	1	92.1	上部 91.5 下部 99.6	-	-	-0.021	-	-	-
	2		上部 87.4 下部 92.6	-	-	-0.018	-	-	-

注記）・マイクロバブル水を用いたCASE3 STEP3及びCASE4-1,4-2 STEP2については加振前に初期値補正（ゼロクリア）を実施。

表 3.6　地盤及び住宅模型の沈下量測定結果一覧

CASE	STEP	地盤条件		模型沈下量 (DVM1)		模型沈下量 (DVM2)		模型沈下量 (DVM3)		模型沈下量 (DVM4)		平均沈下量	地盤沈下量 (DVG)		地盤沈下量 (DVG2)		平均沈下量
		締固め度	飽和度	最大値	残留値	最大値	残留値	最大値	残留値	最大値	残留値		最大値	残留値	最大値	残留値	
		D (%)	Sr (%)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
0-1	1	87.7	93.0	0.396	0.401	0.408	0.417	0.379	0.382	0.381	0.387	0.397	0.295	0.320	-	-	0.320
	2			0.734	0.745	0.725	0.740	0.709	0.721	0.687	0.699	0.726	0.530	0.547	-	-	0.547
0-2	1	91.6	91.7	0.272	0.269	0.280	0.280	0.203	0.204	0.211	0.211	0.241	0.156	0.158	-	-	0.158
	2			0.472	0.473	0.483	0.486	0.420	0.421	0.423	0.424	0.451	0.315	0.388	-	-	0.388
1	1	92.0	100.0	0.342	0.342	0.317	0.315	0.254	0.255	0.235	0.234	0.287	0.228	0.230	-	-	0.230
	2			0.651	0.691	0.607	0.652	0.563	0.602	0.540	0.582	0.632	0.337	0.438	-	-	0.438
2	1	90.3	92.1	0.416	0.425	0.460	0.465	0.401	0.409	0.462	0.470	0.442	0.183	0.181	-	-	0.181
	2			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2’	1	91.9	94.0	0.299	0.303	0.306	0.308	0.224	0.229	0.238	0.241	0.270	0.162	0.169	0.210	0.218	0.194
	2			0.699	0.721	0.689	0.709	0.588	0.610	0.589	0.604	0.661	0.388	0.423	0.393	0.442	0.433
3	1	92.0	上部 89.9 下部 99.9	0.259	0.273	0.250	0.265	0.227	0.239	0.219	0.231	0.252	0.200	0.214	0.183	0.191	0.203
	2			0.501	0.572	11:52	0.564	0.475	0.548	0.469	0.537	0.555	0.348	0.423	0.330	0.380	0.402
	3			0.197	0.203	0.199	0.203	0.168	0.174	0.174	0.179	0.190	0.158	0.167	0.145	0.146	0.157
4-1	1	92.0	100.0	0.164	0.164	0.177	0.179	0.165	0.165	0.163	0.128	0.159	0.088	0.089	-	-	-
	2			0.080	0.079	0.078	0.078	0.086	0.085	0.082	0.080	0.080	0.053	0.051	-	-	-
4-2	1	92.1	上部 91.5 下部 99.6	0.147	0.148	0.161	0.163	0.122	0.123	0.132	0.131	0.141	0.083	0.084	-	-	-
	2		上部 87.4 下部 92.6	0.066	0.064	0.072	0.071	0.059	0.057	0.069	0.067	0.065	0.044	0.040	-	-	-

注記）・測定データとは異なり便宜上、沈下方向を正で定義。

・マイクロバブル水を用いたCASE3 STEP3及びCASE4-1,4-2 STEP2については加振前に初期値補正（ゼロクリア）を実施。

（２）過剰間隙水圧特性

図 3.28 及び図 3.29 に過剰間隙水圧の時刻歴の比較(CASE1、CASE2’、CASE3) を示す。過剰間隙水圧は、CASE1 及び CASE3 の下層部(Gl-15m)において急激に水圧が上昇したのに対し、CASE2 上層部(GL-9m) 及び CASE3 の不飽和地盤の水圧は緩やかな上昇であった。しかし, CASE2 の GL-9m では初期の水圧の上昇は小さいものの加振後半になるに従い上昇が大きくなり、最大値も CASE1 と同程度となった。一方、CASE3 においては水圧の上昇変化も少なく最大値も小さくなった。

地震波で加振を実施した CASE4 の過剰間隙水圧時刻歴として、図 3.30 に STEP1(飽和と部分不飽和の比較)の結果を、図 3.31 に STEP2(飽和とマイクロバブルの比較を示す。

図 3.32～図 3.36 に最大過剰間隙水圧及び最大応答加速度の深度分布を示す。これより、STEP1 においては CASE1 で GL-9m 付近から表層にかけて最大過剰間隙水圧が有効上載圧σz’と等しくなり液状化したが、CASE2 及び CASE3 では全層でσz’に達しなかったことが分かる。一方, STEP2 では CASE1 において GL-15m の液状化層底盤部から最大過剰間隙水圧がσz’に達して液状化が発生し、CASE2 においても土槽下部層では水圧は小さく液状化を抑止しているものの GL-7m 付近から表層にかけ水圧がσz’に達しており液状化に至ったものと考えられる。一方、CASE3 においては土槽下部で水圧がσz’に達しているものの GL-7m 以浅の不飽和層では有効上載圧まで達しておらず基礎底盤部の液状化を抑止したものと考えられる。

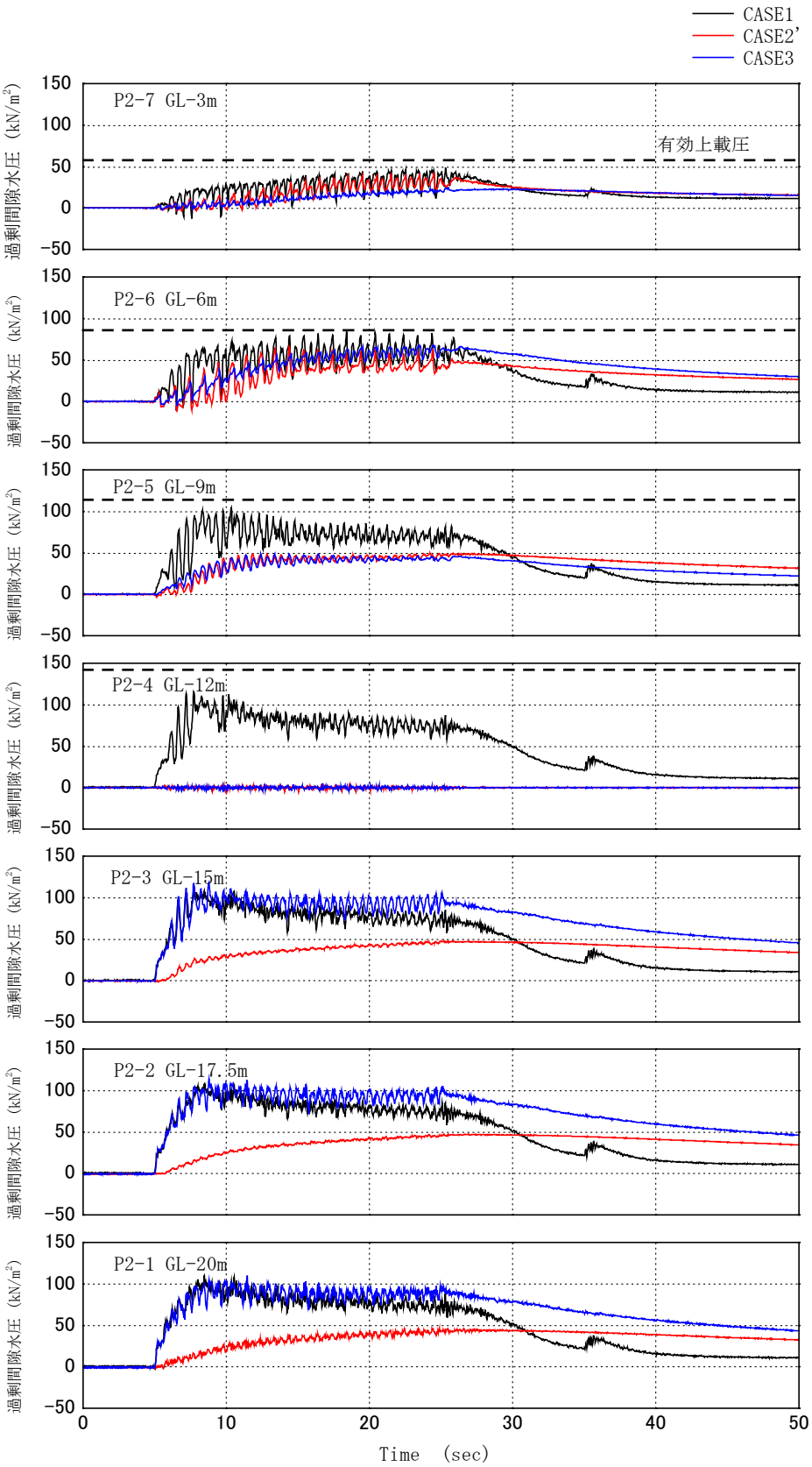


図 3.28　過剰間隙水圧の時刻歴の比較(CASE1、CASE2'、CASE3)

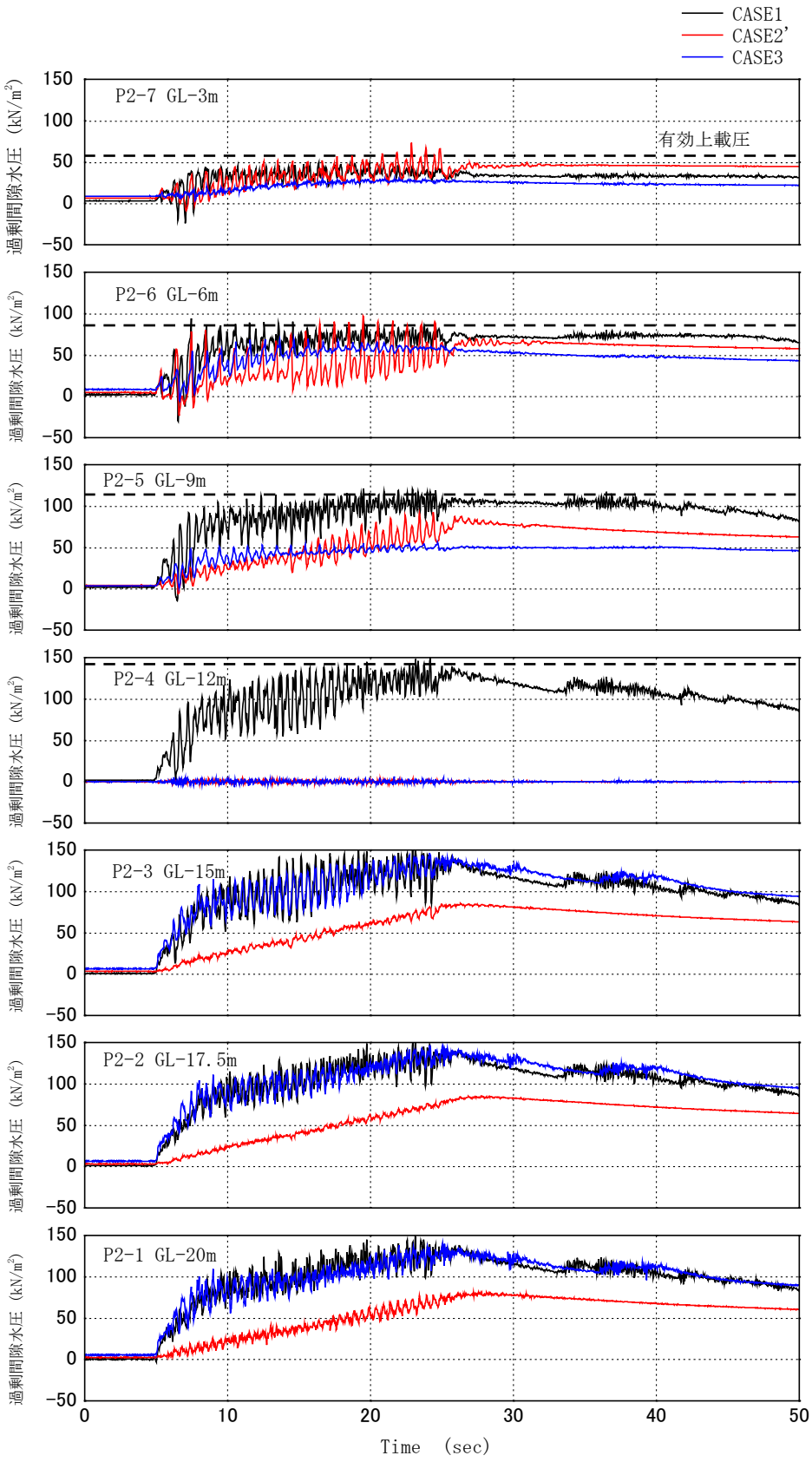


図 3.29　過剰間隙水圧の時刻歴の比較(CASE1、CASE2'、CASE3)STEP2

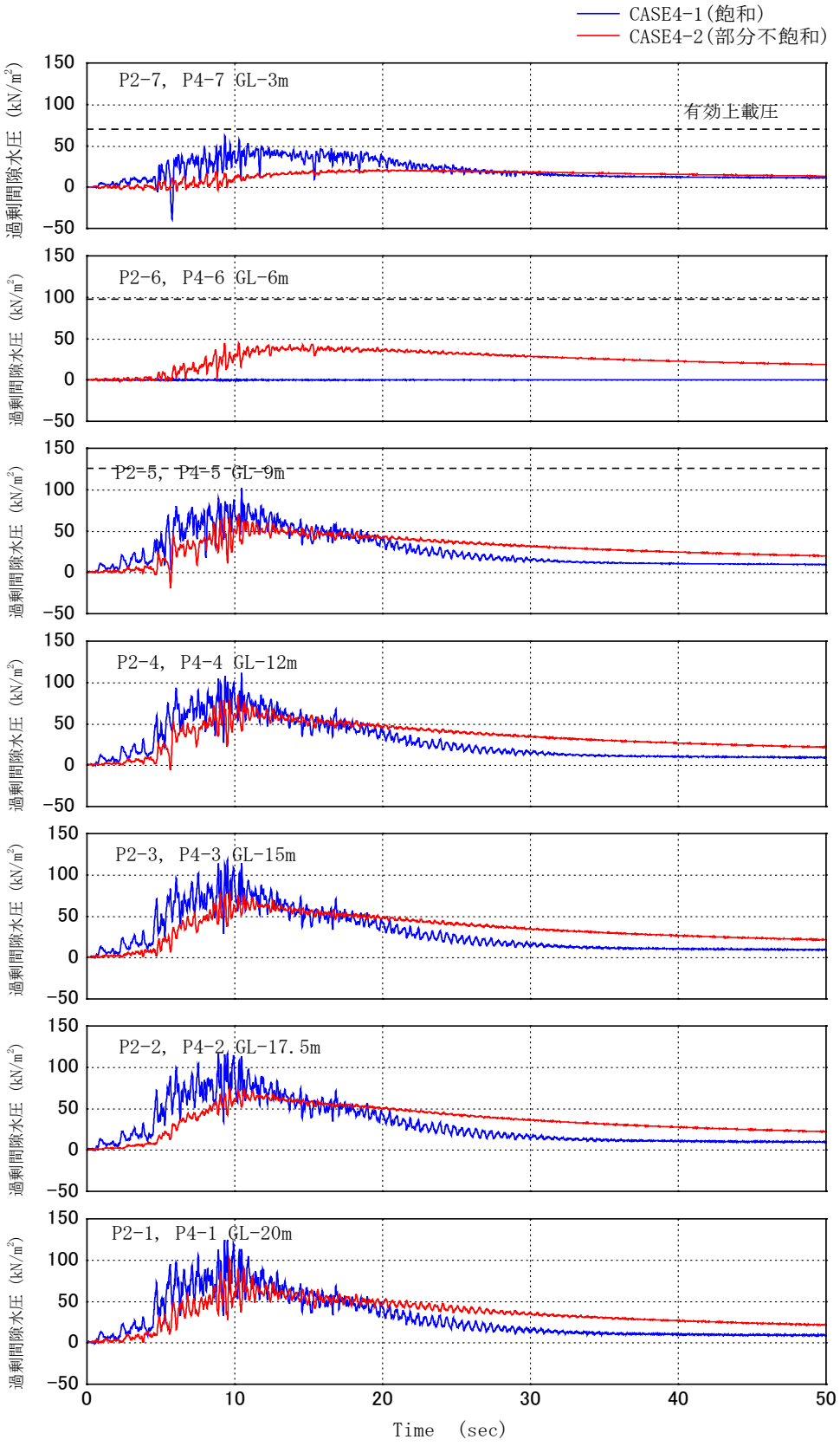


図 3.30　CASE4 STEP1 過剰間隙水圧時刻歴(飽和と部分不飽和の比較)

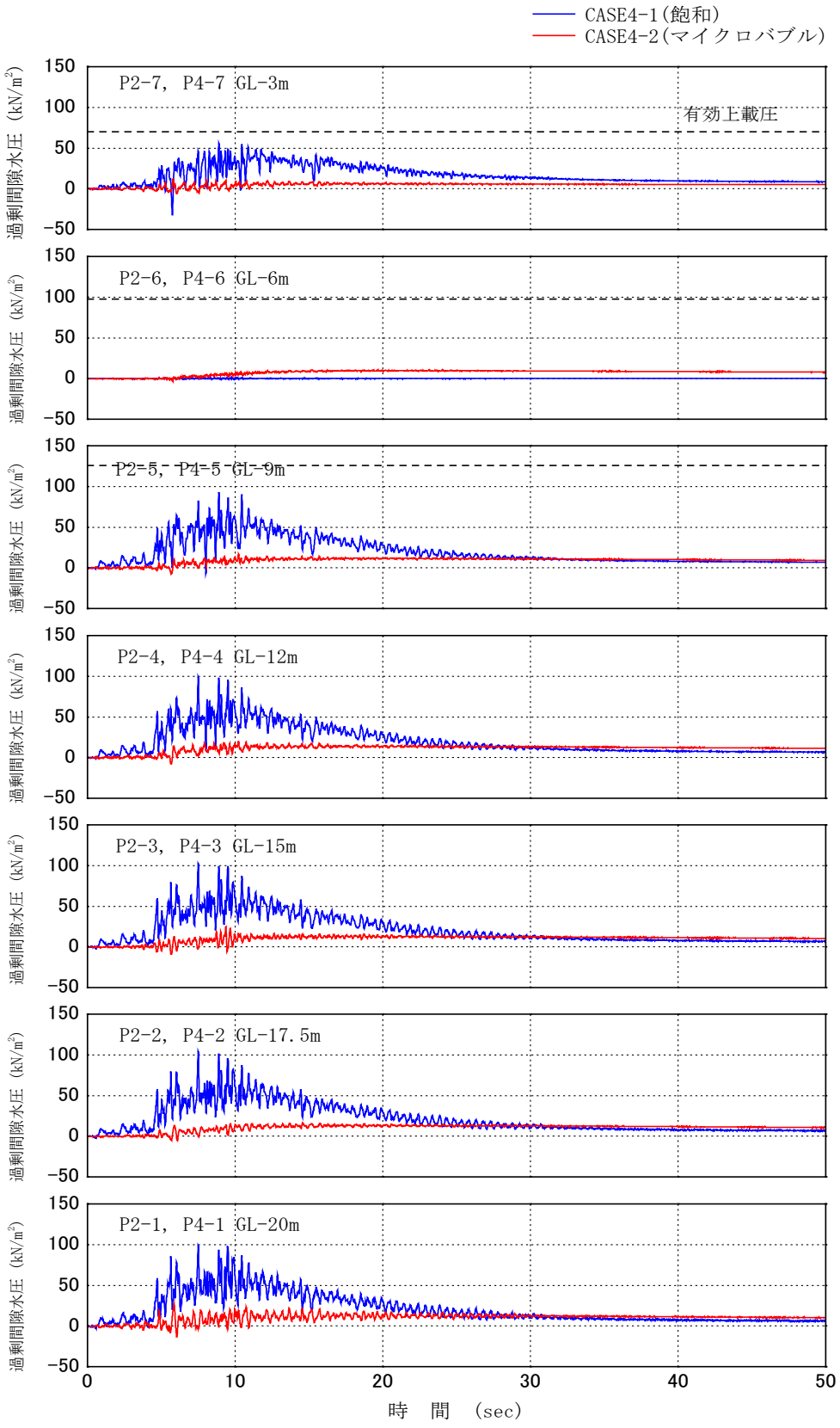
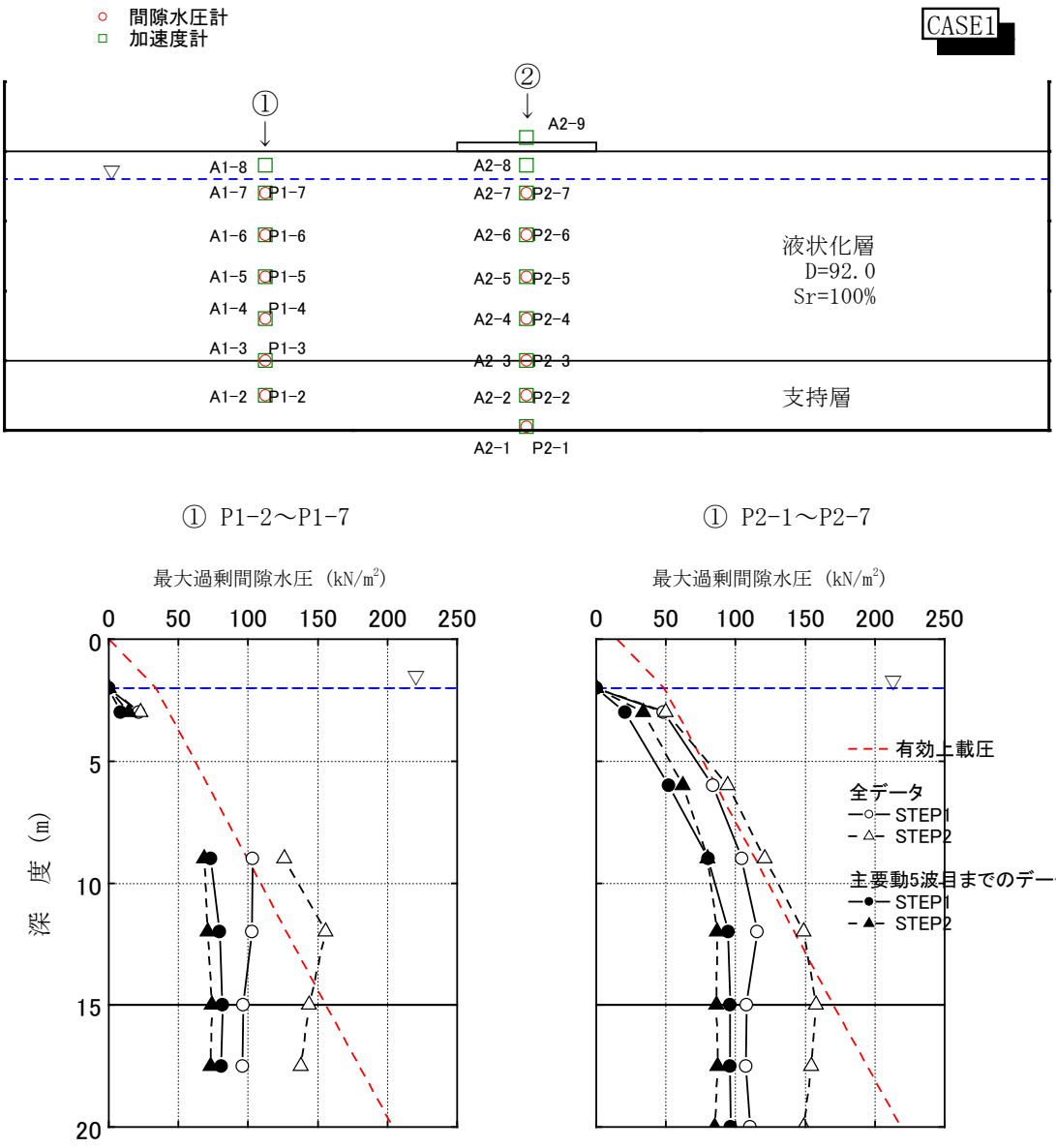
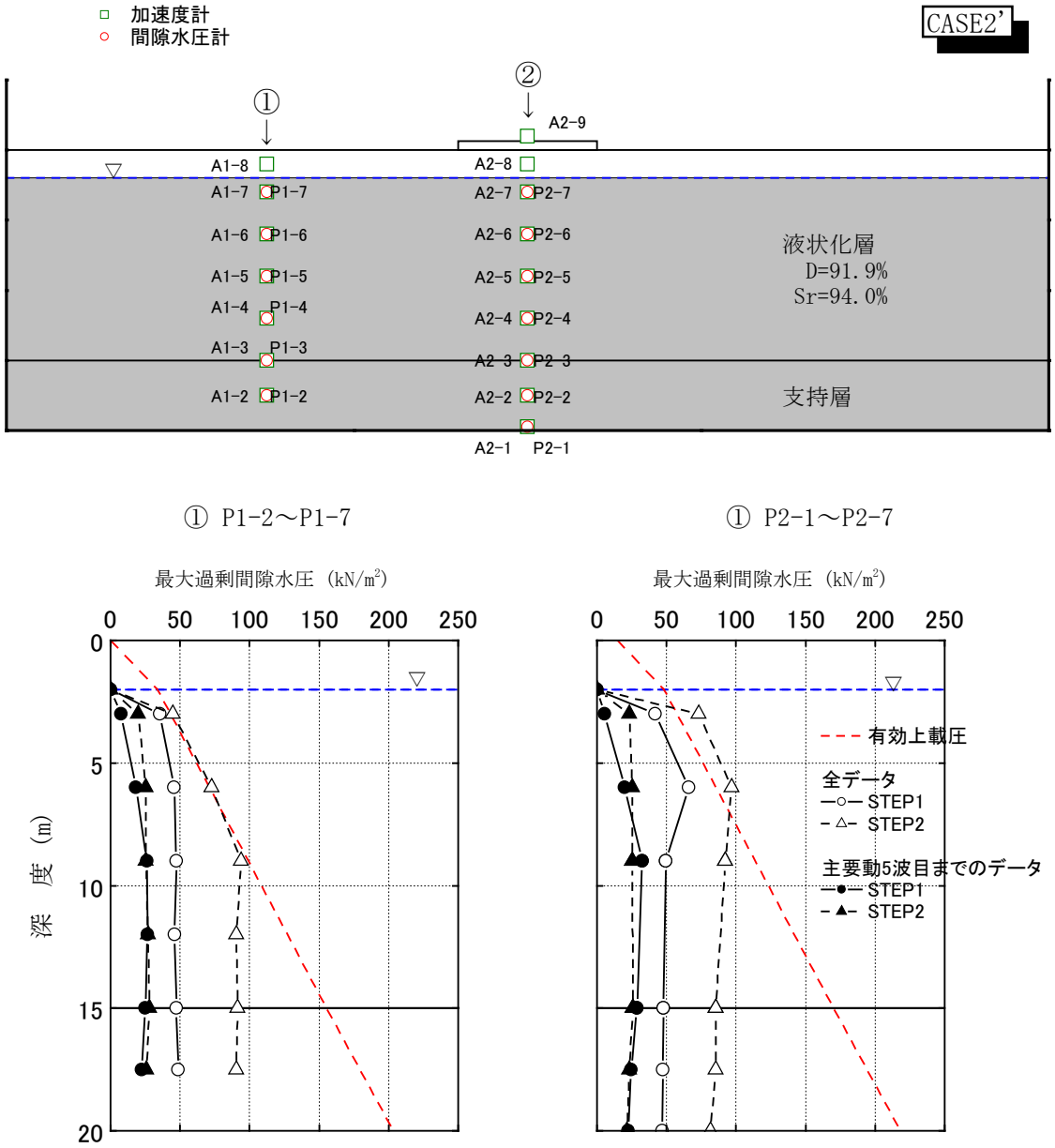


図 3.31　CASE4 STEP2 過剰間隙水圧時刻歴(飽和とマイクロバブルの比較)



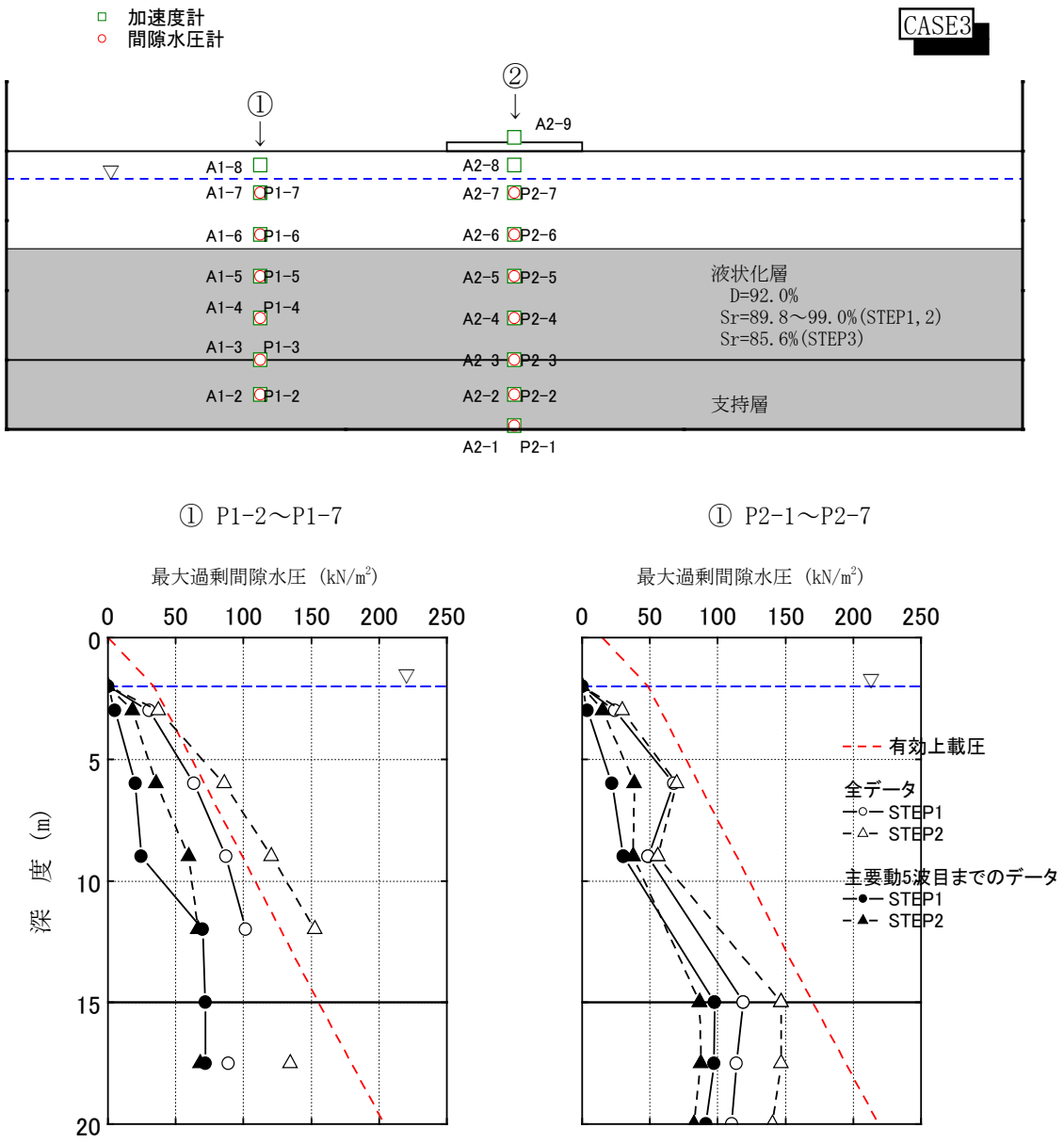
主要動5波目までの最大過剰間隙水圧は、スムージング処理を施したデータより算出。

図 3.32　最大過剰間隙水圧及び最大応答加速度の深度分布



主要動5波目までの最大過剰間隙水圧は、スムージング処理を施したデータより算出。

図 3.33　最大過剰間隙水圧及び最大応答加速度の深度分布



主要動5波目までの最大過剰間隙水圧は、スムージング処理を施したデータより算出。

図 3.34　最大過剰間隙水圧及び最大応答加速度の深度分布

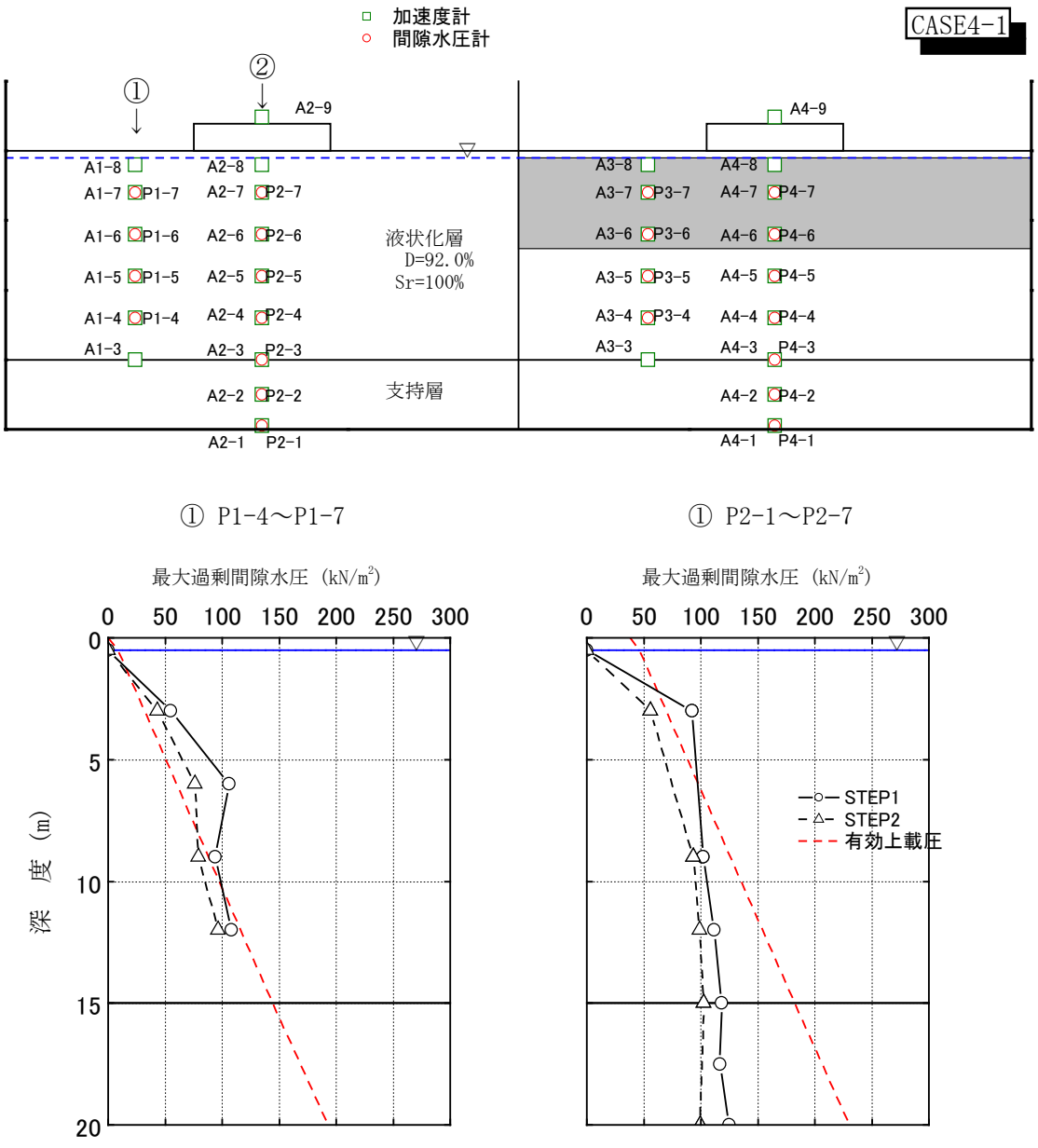


図 3.35　最大過剰間隙水圧及び最大応答加速度の深度分布

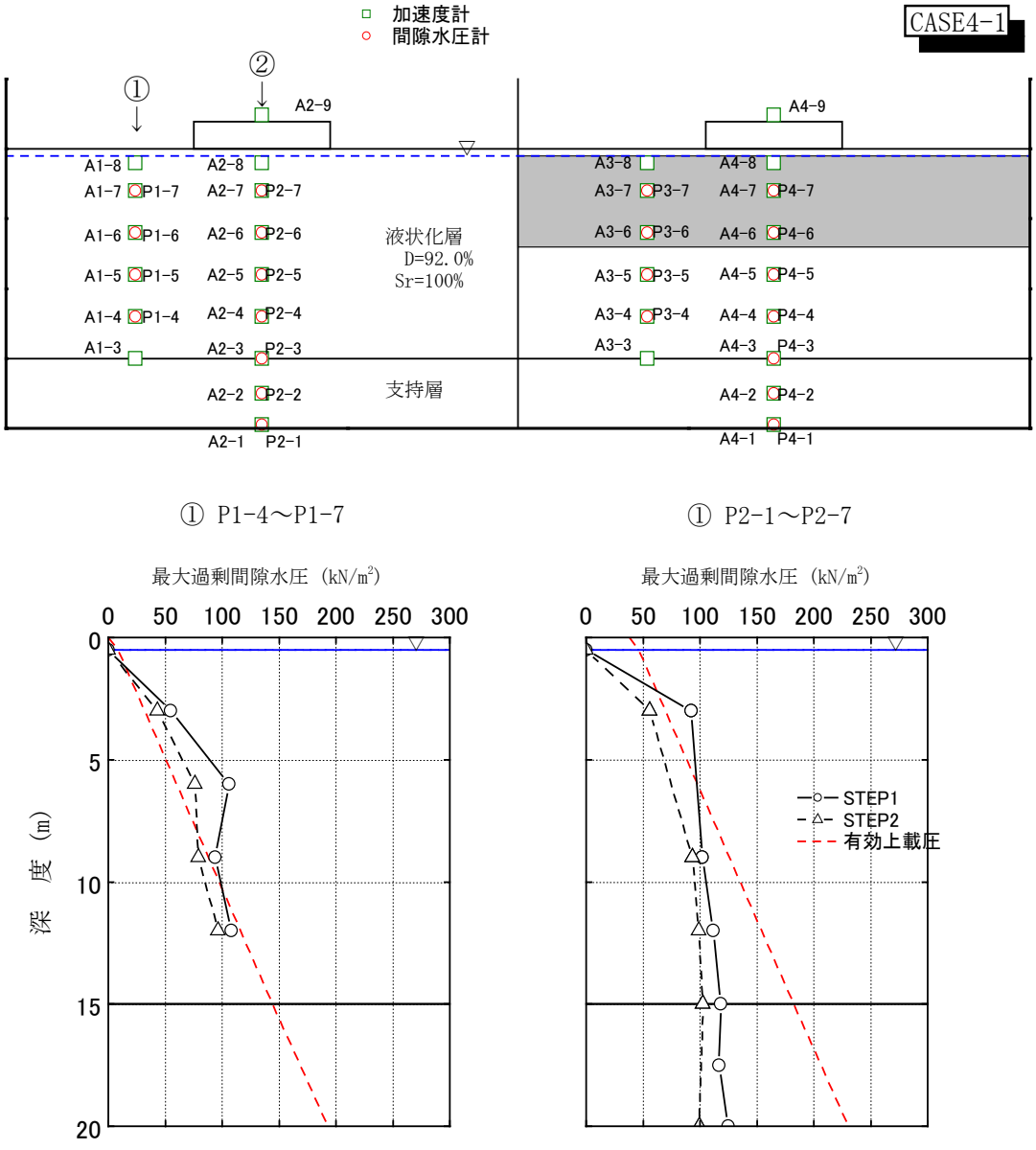


図 3.36　最大過剰間隙水圧及び最大応答加速度の深度分布

（３）応答加速度特性

図 3.37 及び図 3.38 に加速度の時刻歴波形(CASE1、CASE2’及び CASE3 の比較)を示す。図 3.39 及び図 3.40 に加速度の時刻歴波形(CASE4)を示す。

図 3.37 及び図 3.38 より、水平加速度は GL-9m において CASE1、CASE3 ともに加振後すぐに急激に上昇し液状化時に見られるスパイク状の波形が現れたが、CASE2 でも加振後半では加速度増加が見られた。地表面の基礎上の加速度は加振直後では 3 ケース共に同様の挙動を示しているが、加振後半では CASE1 と CASE3 の値は CASE2 のそれよりも小さくなっていることが分かる。これは土槽下部が液状化により軟化して土槽上部に振動が伝わらなくなった結果と考えられる。

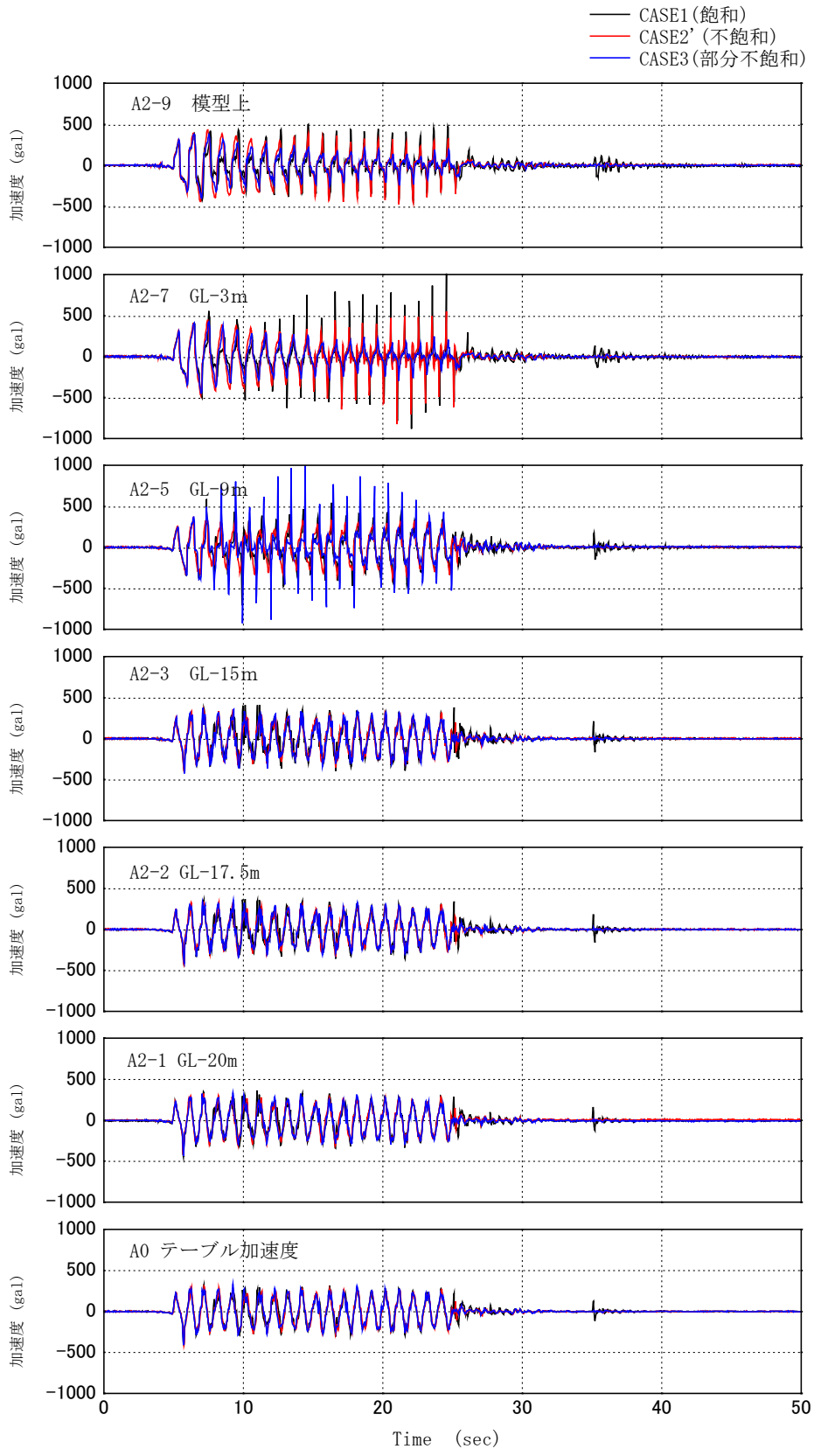


図 3.37　加速度時刻波形(CASE1、CASE2'、及び CASE3 の比較)STEP1

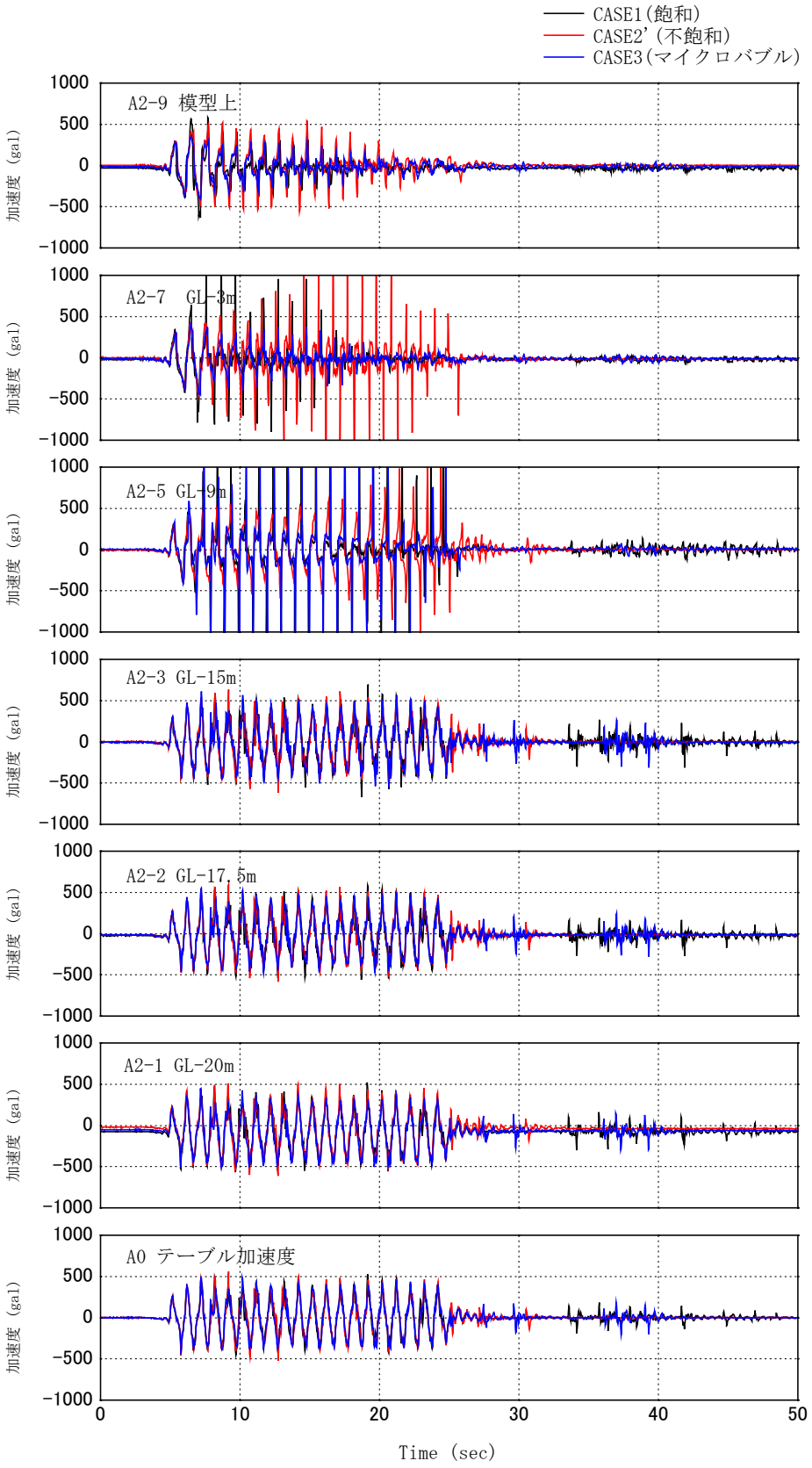


図 3.38　加速度時刻波形(CASE1、CASE2'、及び CASE3 の比較)STEP2

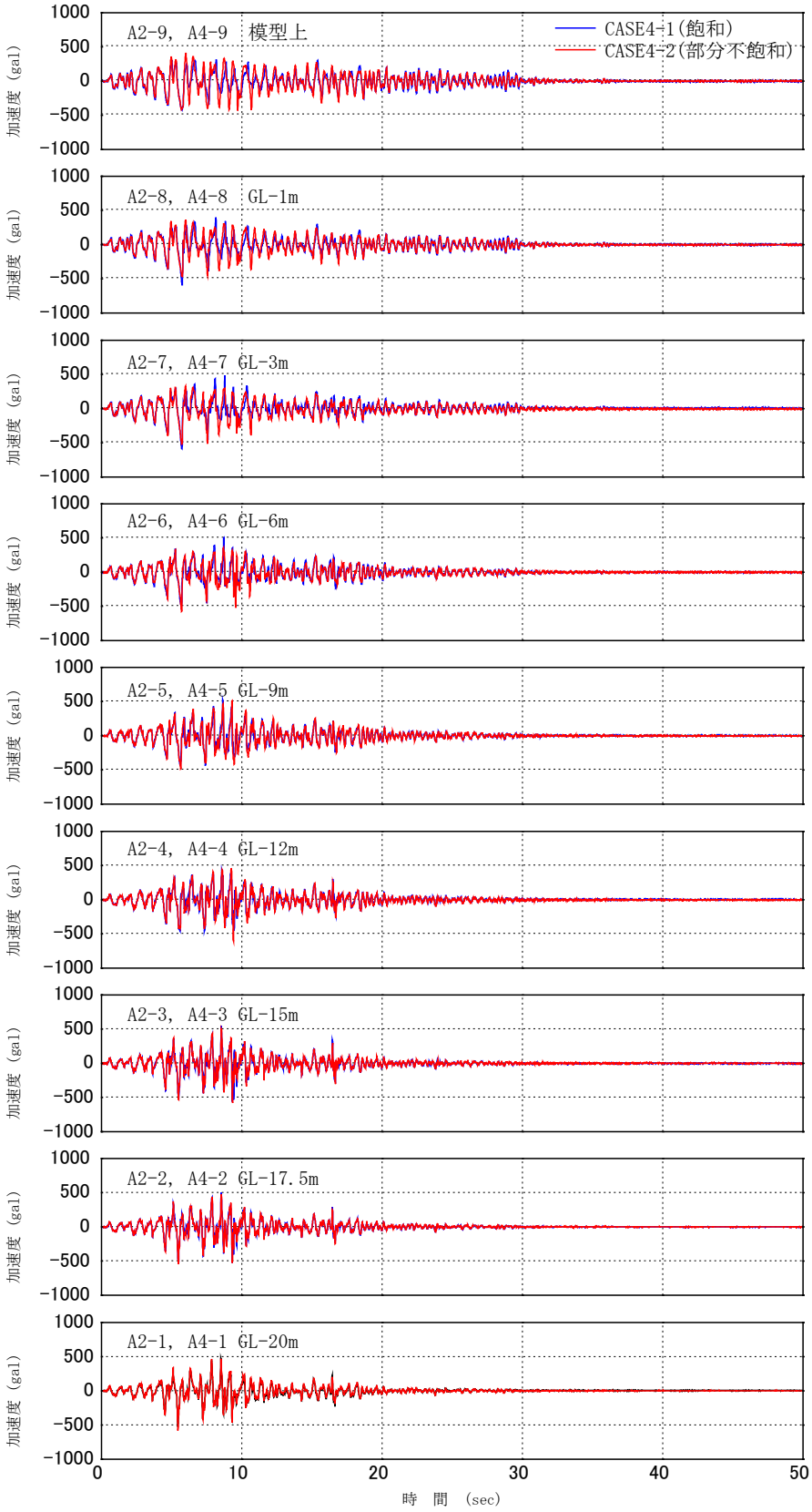


図 3.39　加速度の時刻波形(CASE4)STEP1(飽和と部分不飽和の比較)

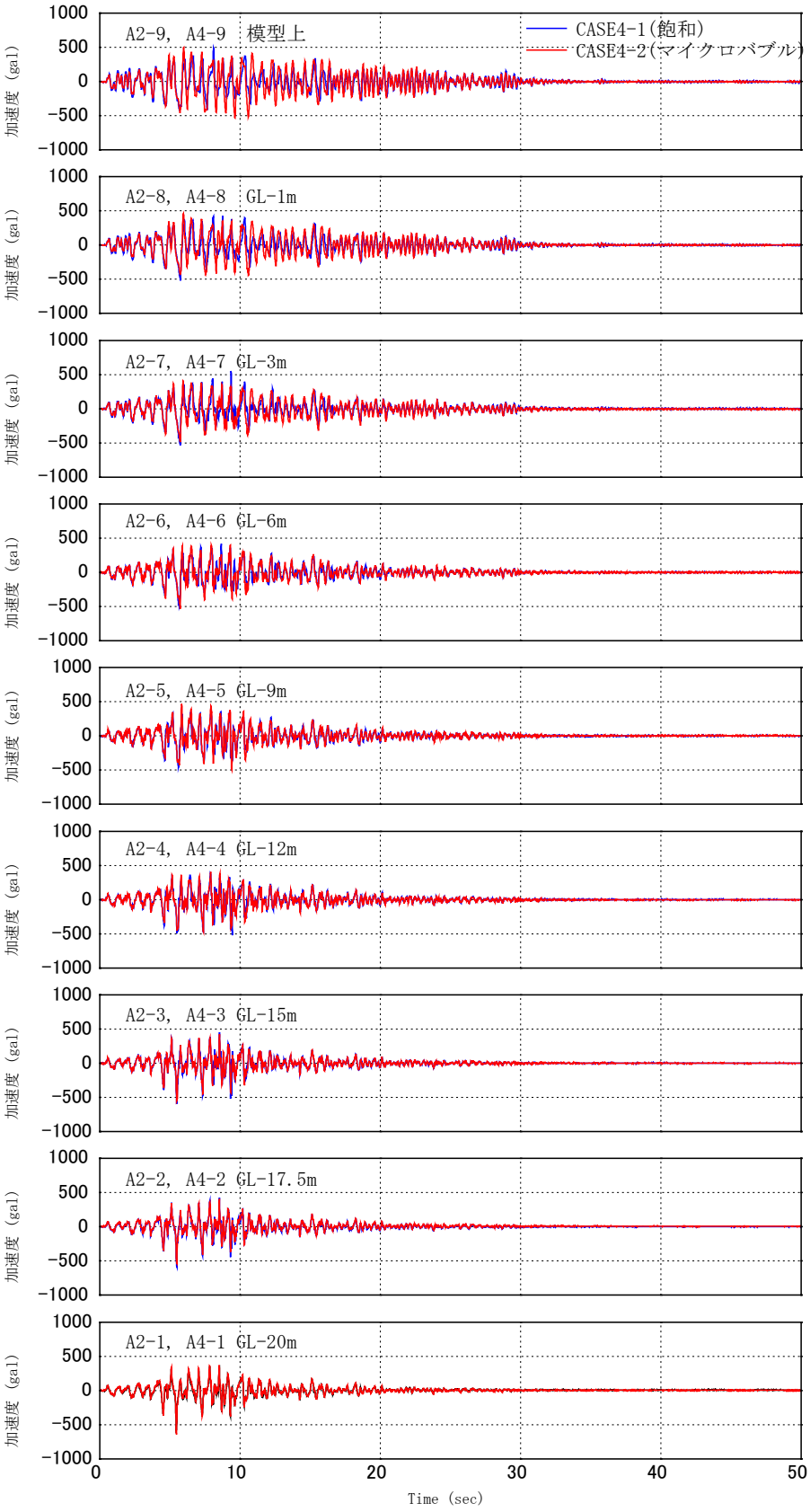


図 3.40　加速度の時刻波形(CASE4)STEP2(飽和とマイクロバブルの比較)

3.3　実証実験

１）目標

実地盤において、空気注入の実用性及び注入した空気の耐用性を確認する。

２）方法

実地盤の液状化層にマイクロバブル水を注入し、不飽和地盤をつくるとともに、飽和度の時間経過による変化を計測

- **実験サイト**: 江戸川河川敷（埼玉県三郷市）、深さ GL-4m 付近に N 値≒15 前後の砂層
- **注入実験A**: 垂直ボーリング孔で深さ GL-4.35m の位置からマイクロバブル水を注入。この孔から水平距離 0.5m、1.5m、4.0m の地点に可動式 TDR の計測孔を設け、不飽和化の拡がりを測定
- **注入実験B**: 住宅に覆われた部分として地表に６ｍ角の四角形を想定し、その周囲からマイクロバブル水を注入して住宅下の不飽和化を測定。実用化工法に向けて、注入には簡易なミニラム孔と角度 60° の斜め孔を使用
- **注入空気の耐用性測定**: 注入後 120 日以上の期間、飽和度の変化を観測



図 3.41　実験サイトの風景

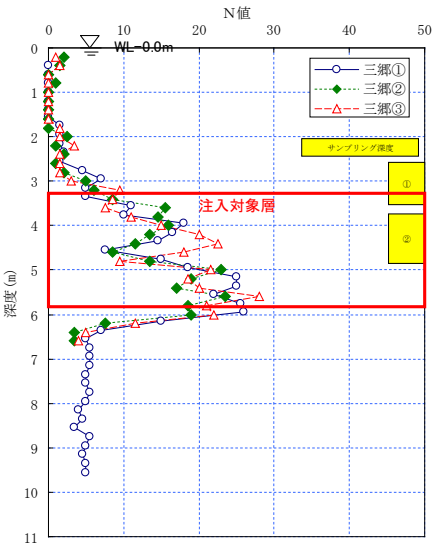


図 3.42　実験サイトのボーリング結果

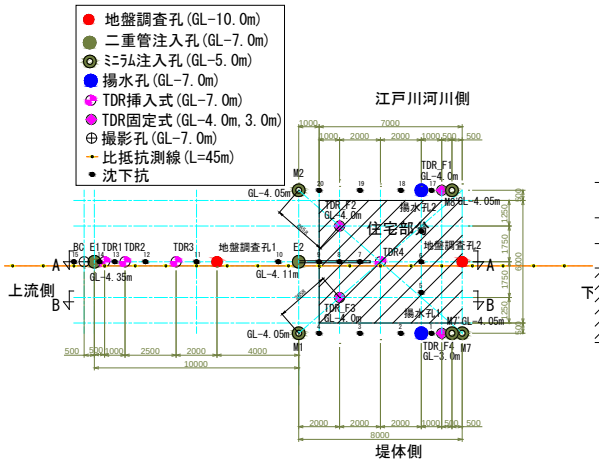


図 3.43　実験サイトプラン（平面図）

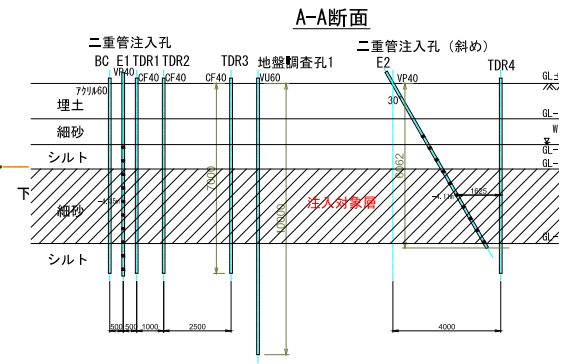


図 3.44　実験サイトプラン（地下断面図）

３）実験結果のポイント

①地盤面下の飽和度は、マイクロバブル水の注入開始後速やかに低下し、安定する。実測では、約６ℓ/分の注入速度でおよそ８時間後には十分安定域に達しており、実用化段階において１～２日の短期間の工期とできる可能性がある。

②注入空気の拡がりは、水平方向には1.5m程度が限界。垂直方向には注入深度より上方向に動き、下方向の飽和度低下には余り寄与しない。

③残留空気の耐用性については、飽和度が注入停止直後に数パーセント上昇し、その後はほぼ横ばいとなる傾向がみられた。

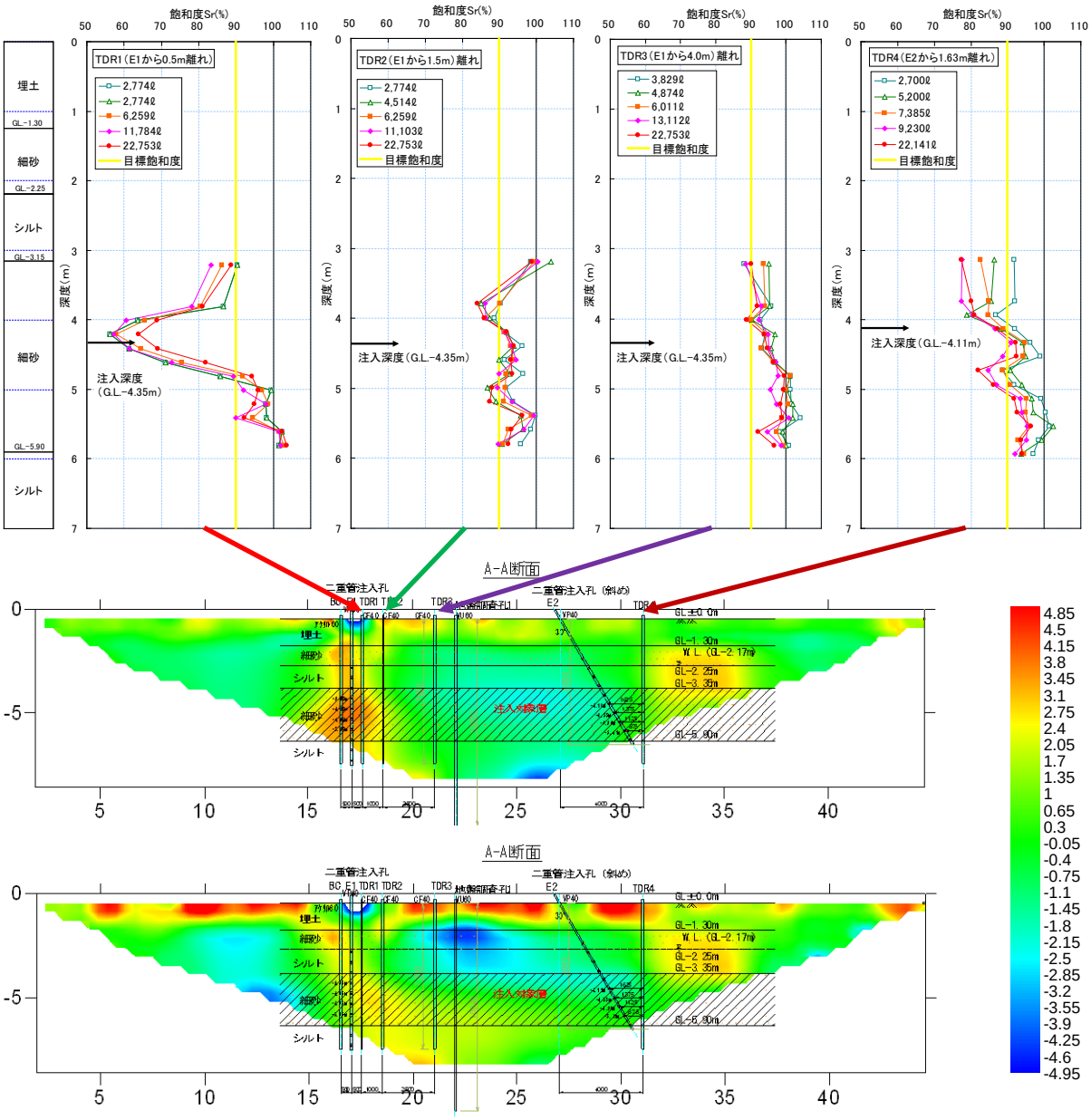


図 3.45(上)　マイクロバブル水注入による飽和度の変化（断面深さ方向、注入量別）

図 3.46(下)　比抵抗測定による地盤内の空気の分布（上は注入初日、下は２日目）

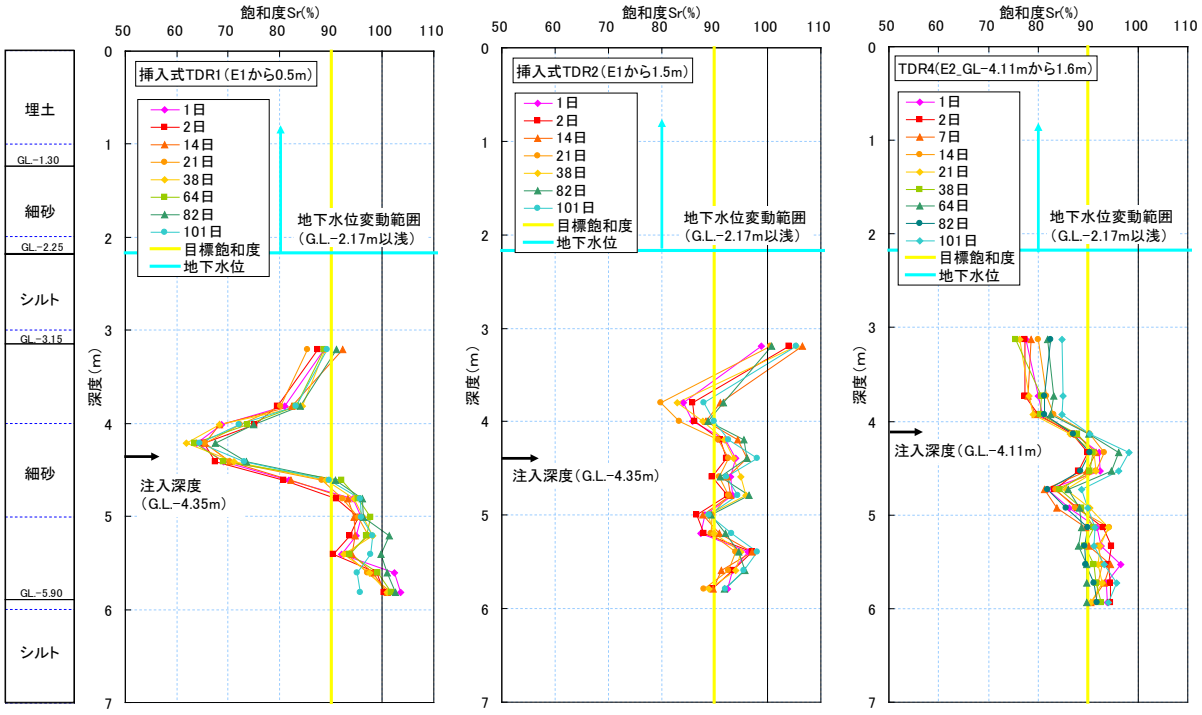


図 3.47　飽和度の時系列変化（可動式 TDR 計による断面深さ方向、注入後経過日数別）

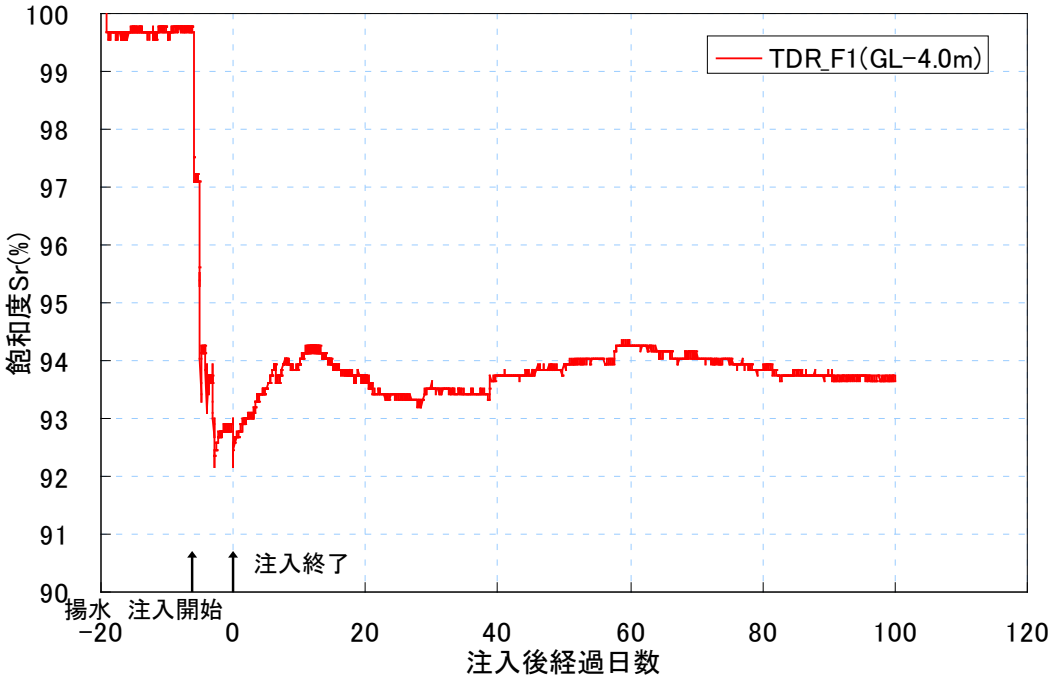


図 3.48　飽和度の時系列変化（埋込み固定式 TDR 計）

4）成果活用の方向

① 地盤の液状化は、中規模地震での発生は稀だが大規模地震では広範に発生し、人命の損失に至ることは稀だが建物を全壊被害に至らしめるという性質がある。これをかんがみると、液状化は、いわゆる建築基準法のメルクマール（中程度の地震では建物被害を受けず、大地震では建物が損傷することはあるが人命は守られる）には入らないが、長期に使用する建物が被ってはならない被害であると言ってよい。

② 現行の長期優良住宅認定基準（長期使用構造等とするための措置及び維持保全の方法の基準）は、耐震性の基準に地盤に関する事項を含んでいないが、「極めて稀に発生する地震に対して継続利用のための改修が容易」であることをメルクマールとするならば、宅地地盤の要件として「地表面において液状化を発生しないこと」を要件に追加することが必要である。

③ 既存住宅については、これまで住宅が建ったまま市街地の中で比較的容易に講じることのできる液状化対策技術がなかったが、本総合技術開発プロジェクトにより空気注入法によって実用性のある技術の不在を打開できる見通しを得ることができた。

④ この工法は、圧力を受けると縮む性質を持つ空気が、地震動による水圧の上昇を抑えるクッションの役割をすることにより液状化の発生を抑制するものである。この方法によれば、戸建て住宅などが既に建っている宅地においても、住宅が経ったままの状態で、地盤液状化対策を簡単、安価かつ環境にやさしい方法で行えることが期待できる。また、この工法には、他の地盤改良工法と異なり空気が混入する以外に地盤そのものを変化させないので、その後宅地地盤に何らかの手を加える必要が生じた場合にも何の障害も残さないという大きな利点もある。

⑤ この研究の成果及び既往の知見を踏まえて、既存住宅にかかる長期優良住宅認定基準においても、宅地地盤の液状化防止措置を要件に含めることの検討が必要と考えられる。

Ｖ－４．　住宅価値の持続性のための相隣環境規範について

１．観点と目的

多世代居住型超長期住宅が存続する長期間には、周囲の建築物が順次建替わり、相隣環境が変化することとなるが、この周囲の変化が超長期住宅の住宅価値を損なうと、住宅そのものの存続を危ぶむことになる。このため、超長期住宅の立地場所には、良好な相隣環境の長期持続性を担保する一定の建築規制が存在することが必要であるが、この建築規制をどういう項目についてどの程度の水準で設定すべきかについて、現状では根拠となるバックデータが不足している。

そこで、住宅市街地の VR 画像を用いた環境心理学手法による被験者実験を行い、住宅周囲の建築環境を VR 上で自在に変化させ、被験者の反応データを解析することにより、多世代居住型超長期住宅に求められる要件のうち、立地する街区の要件となるべき具体的な基準値等の提示に向けて、根拠となるデータを得る。

２．実験方法の概要

住宅市街地のＶＲ画像を用い、住宅の周囲の敷地に建つ建築物の状況（建て方、階数、隣棟間隔、規模など）を自在に変化させ、被験者の心理的インパクトを計測する。

空間の中にいる感覚を高めるとともに、とくに建物の高層化の影響を見るために上方の視野角の確保を考慮して、装置には背面投影型傾斜スクリーンを用いている。



図 4.1 実験風景

実験は、被験者約２５名ずつ５ラウンドで実施する方法とし、各ラウンドの質問回答結果を速報で分析しながら質問方法に改良を加えていく方式をとった。

被験者は、ネットアンケートによる募集した多様な属性の一般市民とした。これに当たり、ネットアンケート時の質問により、住環境に対する関心が薄いと目される者を除く措置をとった。

３．質問項目と分析結果

以下に、被験者実験に用いた質問項目と分析結果を述べる。

Recommendations

住宅価値の長期持続性のため、以下の内容を相隣環境確保の要件に盛り込むべきである。

1. 低層独立住宅（3階建て以下）の場合、周囲の建築物の建替えによって生じるおそれのある住環境の著しい悪化と住宅の市場価値の著しい減少を回避するため、建物高さを制限する規範が、近接する建物に対して少なくとも5階建て相当を上限とする水準で確保されていることを、多世代利用型超長期住宅の要件とする必要がある。

2. 居室の窓に関する視環境を健全な状態に保持するため、隣接住戸との距離（窓間）は、少なくとも6m以上、望ましくは11m以上離隔されるよう、措置されていることが望ましい。ただし、隣棟間に高木を植樹するなどにより視線を隠す等の措置は、影響の緩和に有効な場合がある。

3. また、周囲の住宅地環境の変動から多世代利用型超長期住宅の市場価値を保全するため、当該住宅の周囲における敷地の狭小化と狭小アパートの立地に関して、これらを適切に制限する規範が存在していることが望ましい。

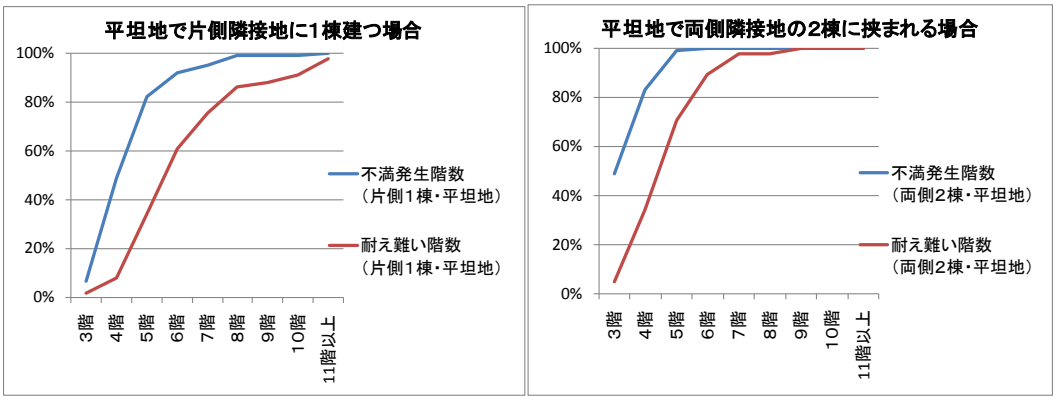


図 4.2, 3　低層独立住宅の自宅の隣地に建つマンションの階数に対する心理影響（隣棟距離5m）

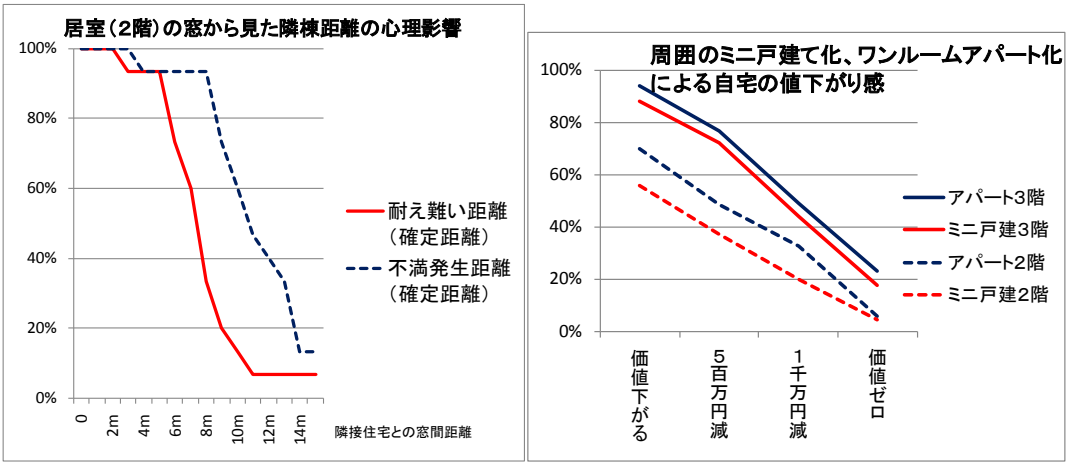


図 4.4　隣接住宅の窓に対する感覚と隣棟距離　　図 4.5　向かい敷地の変化が及ぼす住宅価値への影響

4. 被験者実験の内容

被験者に対する質問項目一覧を以下に示す。



図 4.6 自宅前前面道

プレQ1

■ **まず、街の中を歩いて空間に慣れていただきます。**

⇨ 街路を100m程度歩き、目的地（被験者に自宅を建ててもらう敷地）に到達。



図 4.7 和風2階建て



図 4.8 洋風2階建て



図 4.9 モダン3階建て

プレQ2

■ **次の3つの家の中から、あなたが住む家を選んでください。どれにしますか？**

■ **選んだら、この家に値段をつけてください。いくらで買うことにしますか？（被験者が悩んだら相場は5千万円と伝える）**

⇨ 家は、和風2階建て、洋風2階建て、モダン3階建ての3種類。いずれも2階居室の隣地側の窓の大きさが同じにしてある。

⇨ 敷地は約 100 ㎡（道路側 8m×隣地側 12.5m）。当初より手前側隣地にマンション（3階建て）、後ろ側敷地に2階の戸建て住宅がある。

⇨ 空は薄く曇天で直射日光はない状態。方位の質問には「ない」と答え、さらに求められれば手前側を東と考えてもらう。



図 4.10　隣棟(窓)間距離　15m



図 4.11　隣棟(窓)間距離　5m



図 4.12　隣棟(窓)間距離2m

Q1. 隣棟間距離

- **2階の部屋です。(部屋の中を見回した後、)窓から隣のマンションを見てください。**
- **マンションが近づいてきます。「耐えられなくはないが、明らかに不満を感じた」ら黄色、「耐え難いと感じた」ら赤色の札をあげてください。**
- **逆に、マンションを近くから遠ざけていきます。「耐え難くなくなった」ら赤色札を降ろし、「不満がなくなった」ら黄色札を降ろしてください。**
- **マンションを近づけた時と、遠ざけた時で、赤色・黄色札の位置が異なりました。改めてマンションを前後に動かして見ていただきますので、それぞれの位置を確定してください。**

⇨ 窓間距離10m又は15mの位置から、1m刻みでマンションを近づける。回答の前に、遠く、近くの状況をあらかじめ被験者に見てもらってから質問を始める。

⇨ 近づけた場合と、遠ざけた場合で、赤・黄の位置が異なった場合は、改めて質問し、位置を確定してもらう。

⇨ 自宅窓の大きさは横 180cm×縦 180cm。バルコニーに腰壁高さ 110cm。マンションの窓は2つの窓で見かけ総面積〇㎡。

⇨ 被験者の視点場は、自宅2階居室の窓の前。眼の高さ150cm、自宅窓中心から2m離れた位置。



図 4.13　雁行化_30度

Q2. 雁行化による緩和効果

- **マンションが少しずつ斜めに向いて行きます。「不満が和らぐ効果をはっきり感じた」ら、「効果あり」とお答えください。**

⇨ 隣棟間隔5mの位置で、隣地マンションの住戸の角度を10°、15°、20°、30°と振る。



図 4.14　樹木による目隠し

Q3. 樹木の目隠しによる緩和効果

- **窓の外に木を植えました。マンションの窓が少しずつ隠れます。「不満が和らぐ効果をはっきり感じた」ら、「効果あり」とお答えください。**

⇨ 隣棟間隔5mの位置で、間に高木を植え、隣地マンションの窓を約 1/4、1/2、3/4 と隠す。



図 4.15　隣地のマンション　4階



図 4.16　隣地のマンション　8階

Q4. 片側1棟の高層化

- **外に出て、自宅の玄関前の道路に立ちます。隣のマンションを見てください。**
- **マンションの階数を、高くしていきます。「耐えられなくはないが、明らかに不満を感じた」ら黄色、「耐え難いと感じた」ら赤色の札をあげてください。**

Q5.

- **（被験者が黄色、赤色を掲げた階数において、）この状況で改めてこの住宅をあなたが買うとしたら、今度は値段をいくらとしますか？（安くてもこの状況だと住む気になれなければゼロ円とお答えください。）**

⇨ 被験者は、マンションの階数が増しても2階の窓から見た景色に変化がないことは理解済み。

⇨ 棟間距離5mに設定。隣地のマンションの階数を当初の3階建てから1階ずつ増していく。階高は3m。

⇨ 被験者の視点場は、自宅前面道路（幅員4m）の反対側の端。適宜見上げ・見下ろしたり見回したりしながら回答。



図 4.17　両側隣地にマンション　3階



図 4.18　両側隣地にマンション　5階

Q6. 両側2棟の高層化

- **今度は、もう一方の側の隣の敷地にも同じようにマンションが建つとします。自宅は、マンション2棟に挟まれる形になりました。**
- **両側のマンションの階数を同時に高くしていきます。「耐えられなくはないが、明らかに不満を感じた」ら黄色、「耐え難いと感じた」ら赤色の札をあげてください。**

Q7.

- **（被験者が黄色、赤色を掲げた階数において、）この状況で改めてこの住宅をあなたが買うとしたら、今度は値段をいくらにしますか？（安くてもこの状況だと住む気になれなければゼロ円とお答えください。）**

⇨ 両側とも棟間距離5m。両側のマンションの高さを当初3階建てから両方同時に1階ずつ増す。

⇨ 被験者の視点場は、自宅前面道路（幅員4m）の反対側の端。見上げ・見下ろしたり見回したりしながら回答。



図 4.19　8階、隣棟距離5m



図 4.20　8階、隣棟距離5m（見上げ）



図 4.21　8階、隣棟距離10m



図 4.22　8階、隣棟距離20m

Q8. 隣地マンションとの距離

- **自宅の玄関前の道路に立ちます。隣のマンションを見てください。8階建てが建っています。（この状態は、赤色札（耐え難い）でしたね。）**
- **マンションを遠ざけていきます。「耐え難くなくなった」ら赤色札を降ろし、「不満がなくなった」ら黄色札を降ろしてください。**
- **逆に、マンションを近づけていてきます。「耐えられなくはないが、明らかに不満を感じた」ら黄色、「耐え難いと感じた」ら赤色の札をあげてください。**
- **マンションを遠ざけた時と、近づけた時で、赤色・黄色札の位置が異なりました。改めてマンションを前後に動かして見ていただきますので、それぞれの位置を確定してください。**

⇨ ほとんどの被験者は、Q4において、8階建てマンションが隣棟距離5mで建つ状態に赤色札（耐え難い）と回答済み。

⇨ 窓間距離5mの位置から、1m刻みでマンションを遠ざける。回答の前に、近く、遠くの状況をあらかじめ被験者に見てもらってから質問を始める。

⇨ 遠ざけた場合と、近づけた場合で、赤・黄の位置が異なった場合は、改めて質問し、位置を確定してもらう。

⇨ 被験者の視点場は、自宅前面道路（幅員4m）の反対側の端。適宜見上げ・見下ろしたり見回したりしながら回答。



図 4.23　敷地100㎡　戸建て2階



図 4.24　敷地65㎡　戸建て2階



図 4.25　敷地50㎡　戸建て2階

Q9. 向かいの敷地細分化

- **今度は、自宅の玄関前の道路を挟んで向かいにある住宅の様子が変わります。現在は、比較的大きな戸建て住宅が2軒建っていますね。**
- **それでは、戸建て住宅の敷地の間口が小さくなって、向かいの家がだんだん小さくなり、それにつれて戸数が増えてきます。「耐えられなくはないが、明らかに不満を感じた」ら黄色、「耐え難いと感じた」ら赤色の札をあげてください。**

⇨　当初は、敷地面積約 150 ㎡（間口約 12m）に延べ床面積約 125 ㎡の2階の戸建て住宅が2軒。これが、敷地面積約 100 ㎡（間口約 8m）で3軒、約 65 ㎡（間口約 5m）で5軒、約 50 ㎡（間口約 4m）で6軒と変化。



図 4.26　敷地50㎡　戸建て3階

Q10. ミニ戸建ての3階化

- **次に、向かいの小さな2階家が3階になります。このことで、「耐えられなくはないが、明らかに不満を感じた」ら黄色、「耐え難いと感じた」ら赤色の札をあげてください。**



図 4.27
ワンルームアパート間口 4.5m 2階



図 4.28
ワンルームアパート間口 4.0m 2階



図 4.29
ワンルームアパート間口 4.5m 3階



図 4.30
ワンルームアパート間口 4.0m 3階

Q11－1．2．向かいのワンルームアパート

- **では、向かいの小さな一戸建て住宅を、2階建てのアパートに変えます。このことで、「耐えられなくはないが、明らかに不満を感じた」ら黄色、「耐え難いと感じた」ら赤色の札をあげてください。**
- **次に、このアパートの1戸当たりの大きさを小さくして、棟の中の戸数を増やします（5戸×2階→6戸×2階になる）。このことで、「耐えられなくはないが、明らかに不満を感じた」ら黄色、「耐え難いと感じた」ら赤色の札をあげてください。**

⇨ アパートは道路に正面バルコニーを向けて配置。

Q12－1．2．アパートの3階化

- **さて、最初のアパートを3階建てにします。このことで、「耐えられなくはないが、明らかに不満を感じた」ら黄色、「耐え難いと感じた」ら赤色の札をあげてください。**
- **さらに、3階建てアパートの1戸当たりの大きさを小さくして、棟の中の戸数を増やします（5戸×3階→6戸×3階になる）。このことで、「耐えられなくはないが、明らかに不満を感じた」ら黄色、「耐え難いと感じた」ら赤色の札をあげてください。**

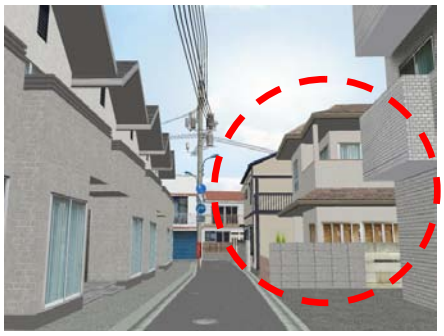


図 4.31　敷地50㎡、2階建て



図 4.32　敷地50㎡、3階建て



図 4.33　ワンルームアパート、2階建て



図 4.34　ワンルームアパート、3階建て



図 4.35　自宅を3階建て

Q13－1．2．向かいの敷地細分化の影響

- **ご自宅の様子を道路に立って改めて見てみましょう。向かいの1戸建て住宅（2階建て）が当初より小さくなって、戸数も増えてしまいましたね。**
- **この状況であなたが改めて住宅を買うとしたら、今度は値段をいくらとしますか？（安くてもこの状況だと住む気になれなければゼロ円とお答えください。）**
- **向かいの1戸建て住宅が3階建てになりました。さて、この状況であなたが改めて住宅を買うとしたら、今度は値段をいくらとしますか？（安くてもこの状況だと住む気になれなければゼロ円とお答えください。）**

⇨　被験者の視点場は、自宅前面道路（幅員4m）の中心に立って自宅と向かいの建物が両方よく見える位置。
⇨　最初は、敷地面積50㎡、2階建て6戸の状況で質問。
⇨　次に、そのまま3階建てに変えて質問。

Q14－1．2．向かいのアパート化の影響

- **次に、向かいの1戸建て住宅が、2階建てのアパートになりました。**
- **この状況であなたが改めて住宅を買うとしたら、今度は値段をいくらとしますか？（安くてもこの状況だと住む気になれなければゼロ円とお答えください。）**
- **向かいのアパートが3階建てになりました。さあ、この状況であなたが改めて住宅を買うとしたら、今度は値段をいくらとしますか？（安くてもこの状況だと住む気になれなければゼロ円とお答えください。）**

⇨　被験者の視点場は、前問と同じ位置。
⇨　最初は、間口 3.5m、2階建て×6戸（＝12戸）で質問。
⇨　次に、そのまま3階建て（18戸）に変えて質問。

Q15．自宅を3階にすることによる緩和効果

- **向かいの住宅が3階建てです。ここで、自分の家を2階から3階に建替えてみます。「不満が和らぐ効果をはっきり感じた」ら、「効果あり」とお答えください。**

⇨　最初に3階建ての自宅を選んだ被験者には、この質問はしない。



図 4.36　自宅へ向かう坂道



図 4.37　自宅と下側隣地のマンション

【斜面地の場合】

■ **場所が変わります。今度は坂道のまちです。まちの様子に慣れるため、少し歩きましょう。**

⇨　坂道を○m程度登っていく。

■ **右手に先程と同じ建物が見えてきました。ここに先程と同じあなたの家を建てます。隣り合うマンションと戸建て住宅も同じですが、違うのは、傾斜地なので隣の敷地とは段差があることです。**

⇨　下側敷地には最初から3階建てマンションが建っているので、初期状態で眺望は見えない。

プレQ4

■ **この家に、もう一度値段をつけてください。いくらで買うことにしますか？（被験者が悩んだら相場は先程と同じく5千万円と伝える）**



図 4.38　下側隣地の高層化　4階



図 4.39　下側隣地の高層化　8階

Q16. 下側1棟の高層化

■ **自宅の玄関前の道路に立ちます。まず、下側の隣接敷地のマンションの階数が高くなります。「耐えられなくはないが、明らかに不満を感じた」ら黄色、「耐え難いと感じた」ら赤色の札をあげてください。**

Q17.

■ **（被験者が黄色、赤色を掲げた階数において、）この状況で改めてこの住宅をあなたが買うとしたら、今度は値段をいくらとしますか？（安くてもこの状況では住む気になれなければゼロ円とお答えください。）**

Q18. 補償金

■ **（被験者が赤色・黄色を掲げた階数で）ところで、マンションの開発事業者が、あなたに補償金を支払ってもいいと言ったとします。あなたはこの住宅に住み続けるとして、補償金をいくらもらえば納得しますか。**

⇨　下側敷地とは約2mの段差。平坦地と同様の画像操作を行う。



図 4.40　上側敷地の高層化　4階



図 4.41　上側敷地の高層化　6階



図 4.42　上下両敷地の高層化　3階



図 4.43　上下両敷地の高層化　5階

Q19. 上側1棟の高層化

■ **次に、上側の隣接敷地のマンションの階数が高くなります。「耐えられなくはないが、明らかに不満を感じた」ら黄色、「耐え難いと感じた」ら赤色の札をあげてください。**

Q20.

■ **（被験者が黄色、赤色を掲げた階数において、）この状況で改めてこの住宅をあなたが買うとしたら、今度は値段をいくらとしますか？（安くてもこの状況では住む気になれなければゼロ円とお答えください。）**

⇨　上側敷地とは約2mの段差。平坦地と同様の画像操作を行う。

Q21. 上下両側2棟の高層化

■ **次に、上下両側の隣接敷地のマンションの階数が同時に高くなります。「耐えられなくはないが、明らかに不満を感じた」ら黄色、「耐え難いと感じた」ら赤色の札をあげてください。**

Q22.

■ **（被験者が黄色、赤色を掲げた階数において、）この状況で改めてこの住宅をあなたが買うとしたら、今度は値段をいくらとしますか？（安くてもこの状況では住む気になれなければゼロ円とお答えください。）**

⇨　平坦地と同様の画像操作を行う。

５．被験者実験の結果

5.1　隣接共同住宅の階数による影響

１）住宅の居住環境

低層独立住宅について、隣接建築物が建て替わることによって生じる居住性の変化を調べるため、画像により被験者（102名）に隣接敷地に建つマンションの階数が変化する様子を見てもらい、「不満が明らかに発生する階数」と「耐え難いと感じる階数」の回答を求めた。

結果は、被験者の8割以上となったレベルでみると、「耐え難い」の回答が8割を超えたのは、高低差のない平坦な土地で、片側隣接地1棟のみ建設の場合に8階、両側隣接地2棟に挟まれた場合に6階であった（「耐えられる」ぎりぎりのレベルとするとそれぞれ7階と5階までとなる）。また、「不満発生」の回答が8割を超えたのは、片側隣接地1棟の場合に5階、両側隣接地2棟に挟まれた場合に4階であった。

斜面地のひな壇型敷地においても、ほぼ同じ結果となった。

また、回答分布は、自宅を2階建て選択者と3階建て選択者の間で、ほとんど違いが見られなかった。

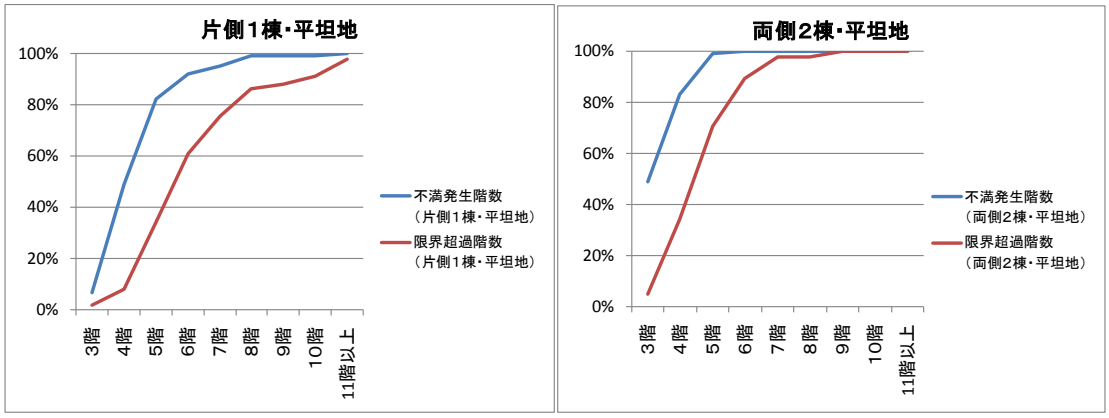


図 4.44　高低差のない平坦な土地の場合

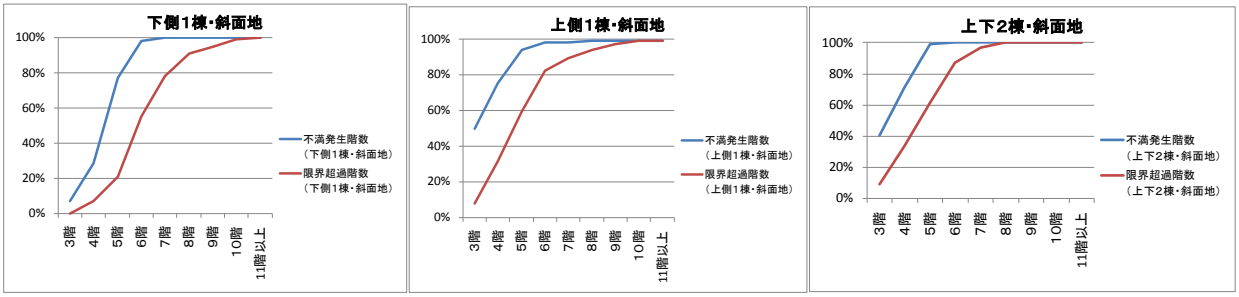


図 4.45　斜面地のひな壇状宅地の場合（敷地間の高低差＝約２ｍ）

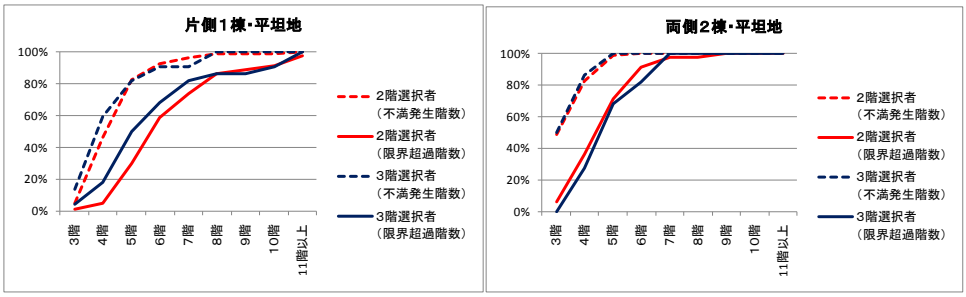


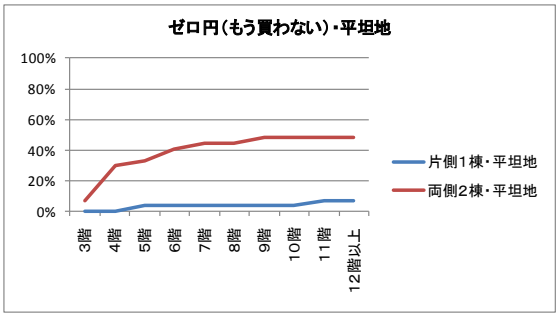
図 4.46　２階建ての自宅を選択した者と３階建てを選択した者の違い

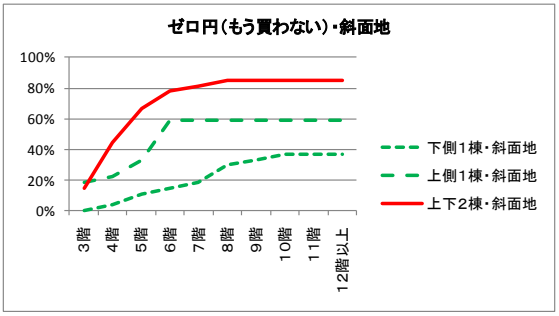
２）住宅の市場価値

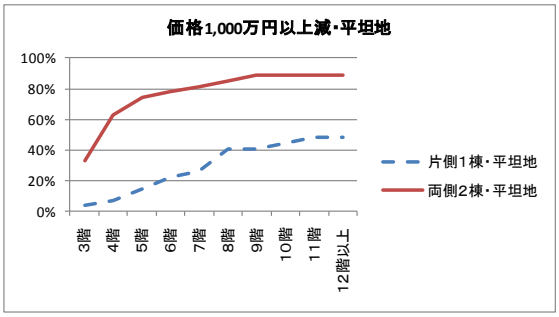
隣接建築物の階数変化が住宅の市場価値に及ぼす影響を仮想的に調べることとして、画像の初期状態で被験者が値付けした「自宅」について、隣接敷地に建つマンションの階数を変化させた後、変化後の空間環境で同じ住宅を購入するとした場合の再値付けを求め、当初の値付けとの違いを調べた。

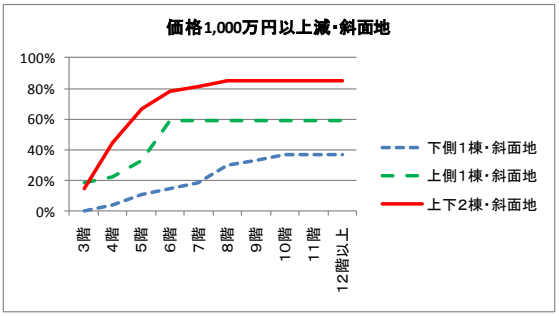
その結果、高低差のない平坦な土地の場合、価格が 1,000 万円以上の減となるとする回答者が、片側隣接地に1棟のみ高層化の場合には8階建てでようやく4割を超えたが、両側隣接地の2棟に挟まれる場合には4階建てで既に6割を超えた。

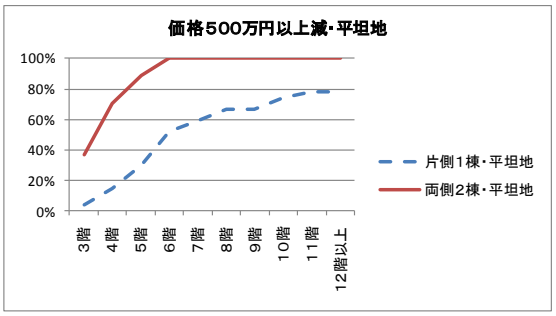
また、無価値（もう買わない）とする回答は、平坦地の場合に両側6階建てで約4割であったが、斜面地の場合は約8割に達した。











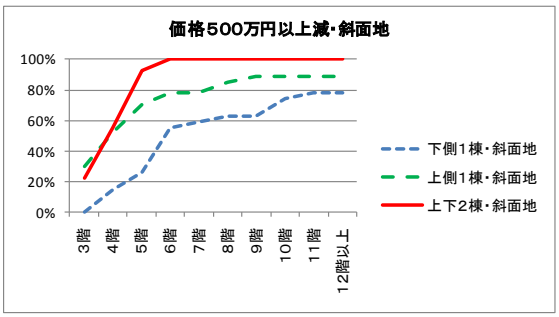


図 4.47　２階建ての自宅を選択した者と３階建てを選択した者の違い

5.2　隣接敷地の住宅との距離

１）クリティカルとなる距離

住宅の隣棟距離について、居室の居住性における視覚的な心理環境の観点から必要な離隔距離を調べるため、2階居室の主たる窓から隣接地に建つ共同住宅の居室の窓が見える画像を被験者に見てもらい、住宅間の離隔距離を変化させて「不満が明らかに発生する距離」と「耐え難いと感じる距離」の回答を求めた。

実験は、最初にVR画像を動かして、隣接住宅が遠くにある状態から近くにある状態までの一連の変化をあらかじめ見てもらった後に、質問を開始する方法をとった。しかしながら、被験者の回答を分析してみると、初期状態（画像を動かす最初の景色）によって、回答する距離に違いが出ることが判明した。そこで、同一の被験者に対して、まず、非常に近い距離（窓間隔＝1m）から隣接住棟を遠ざける方法と、十分に離れた距離（窓間隔＝15m）から隣接住棟を近づける方法の2つのやり方で回答してもらい、回答距離に違いがあることを指摘した上で、さらに隣接住棟を動かしながら距離を確定してもらう方法をとることにした。

その結果、窓間距離が8mで9割以上の者が「明らかな不満」を感じ、5mで9割以上の者が「耐え難い」と感じるとの結果を得た。

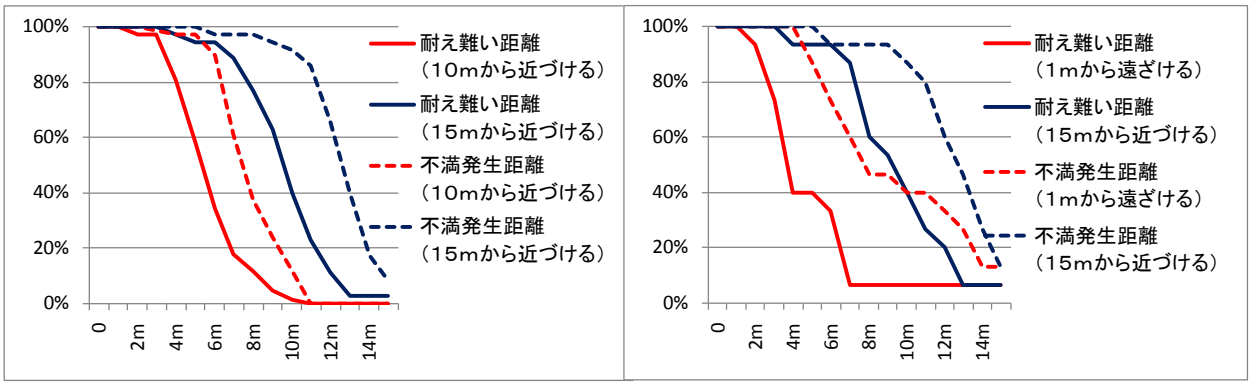


図 4.48　実験方法による回答傾向の違い

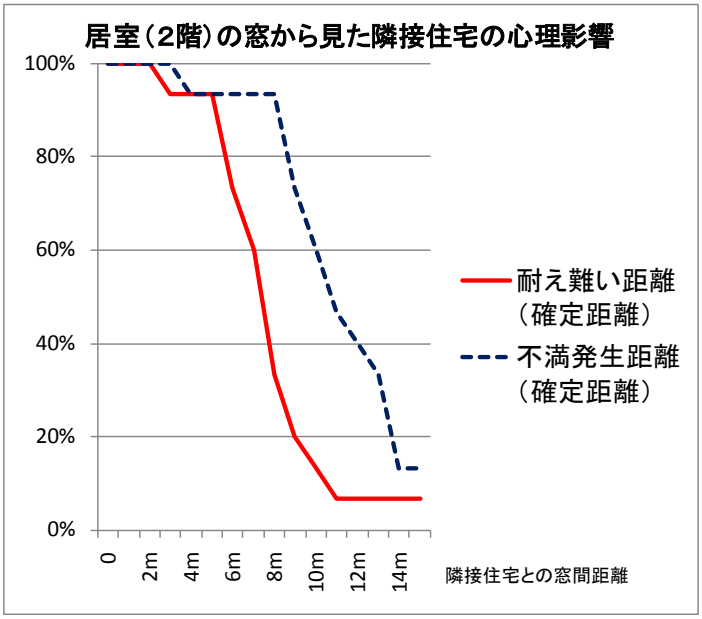


図 4.49　回答距離を３段階で確定する方法による結果

２）植樹・雁行化による緩和効果

隣接住棟の窓との見合いによる心理影響の緩和策の有効性を確かめるため、①窓間の植樹（窓間に高木を植樹して相手側の窓の一部を覆い隠す）による方法と、②雁行化（隣接住戸の窓の向きを振り視線方向に角度をつける）による方法の効果の有無を尋ねた。

その結果、植樹により相手方住戸の主たる窓の一部を覆い隠す方法については、窓面積の2分の1程度が覆われると8割以上の者が「効果あり」と回答した。一方、雁行化については、角度を30度まで振ると6割以上の者が「効果あり」と回答したが、わずかだが逆に悪化したと回答した者もあった。

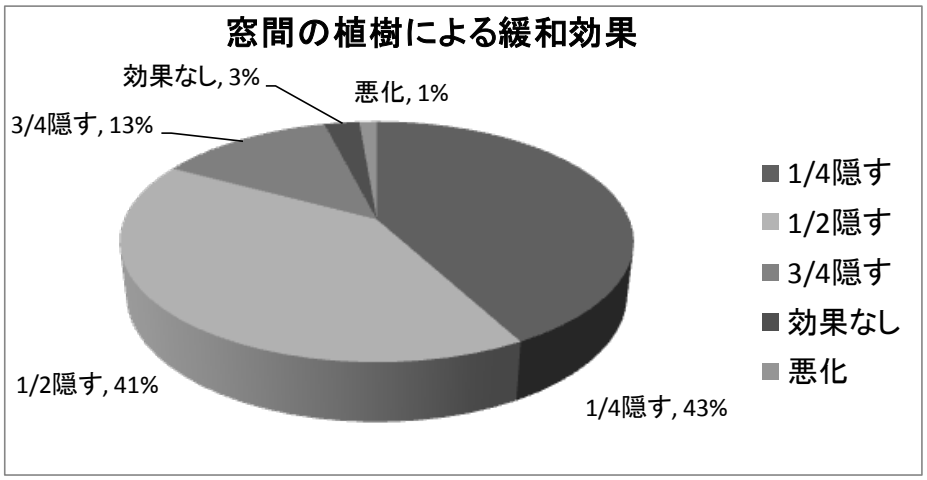


図 4.50　窓間の植樹による緩和効果

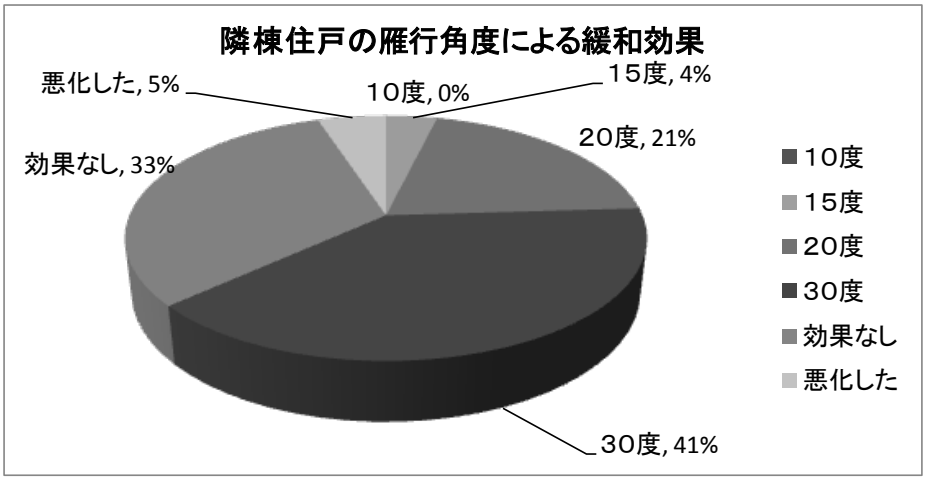


図 4.51　隣接住戸の雁行角度による緩和効果

5.3　敷地細分化とワンルームアパート化

周囲の状況が敷地細分化によるミニ戸建てやワンルームアパートに変わると、住宅価値にマイナスの影響を及ぼすという指摘がある。このことを心理実験で確かめるため、VR の住宅地において被験者が自宅とする低層独立住宅の向かいの敷地における建築状態を変化させ、回答を求めた（被験者数75名）。

実験方法は、①敷地細分化については、敷地面積を 150 ㎡×2戸→100 ㎡×3戸→60 ㎡×5戸→50 ㎡×6戸の順で変化させ、それぞれ同様のデザインの2階建ての戸建てとした後、60 ㎡と 50 ㎡について3階化、②ワンルームアパートについては、道路に住棟正面を向けた配置で、間口 4.5m の5戸連×2階、間口 4.0m の6戸連×2階、続いて5戸連×3階、6戸連×3階の順で向かいの建築状況を変化させ、「不満が明らかに発生」するかと「耐え難いと感じる」かの回答を求めた。また、住宅の市場価値に及ぼす影響を仮想的に調べるため、初期状態で被験者が値付けした「自宅」について、変化後の空間環境で同じ住宅を購入するとした場合の再値付けを求め、当初の値付けとの違いを調べた。

結果をみると、「不満の発生」については、2階建てでは敷地 50 ㎡のミニ戸建て及び間口 4.0m のアパートの場合に8割超の被験者が不満と回答し、3階建てではいずれも不満がほぼ9割に達したが、「耐え難い」の回答は3階建てかつ最も規模の小さいケースのみ約7割となった。なお、向かいの3階化に対し、自宅を2階建てから3階建てに変えると「改善された」と回答した者の割合は、3分の2であった。

値下がり感では、「再値付けで価格を下げた」者が3階ミニ戸建てと3階アパートのいずれも約9割に達し、2階アパートで約7割、2階ミニ戸建てで過半となったことから、住宅価値低減の影響があることが示された。ただし、「ゼロ円」（住むに値しない）とした者は1～2割程度に止まった。

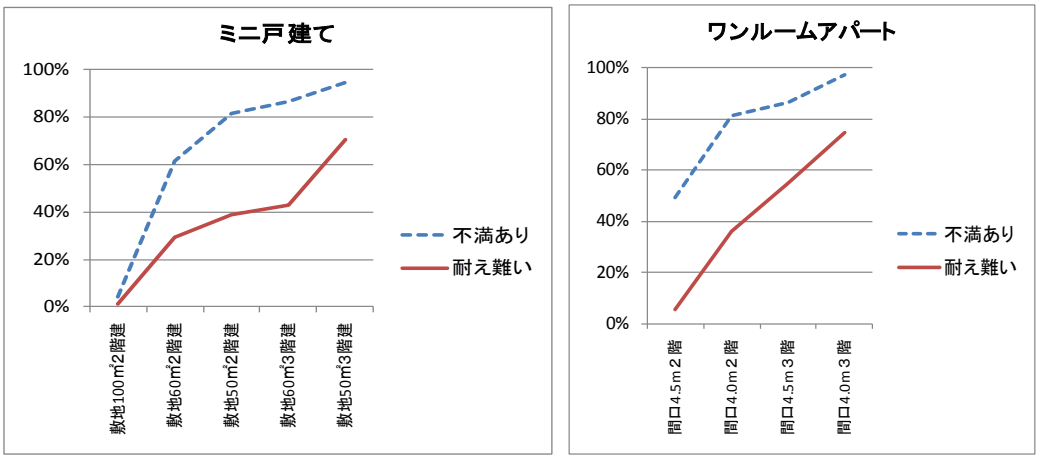


図 4.52　自宅周囲の状況変化に関する心理影響

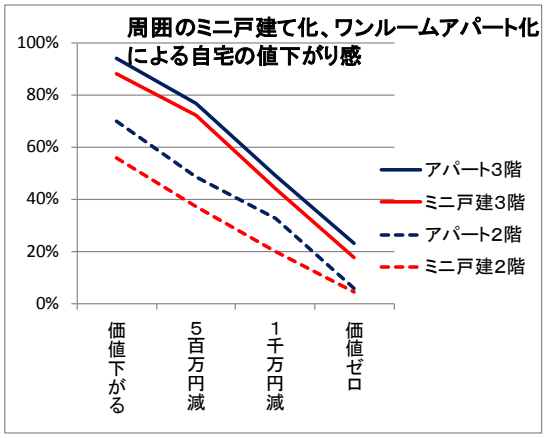


図 4.53　周囲の状況変化による自宅の値下がり感

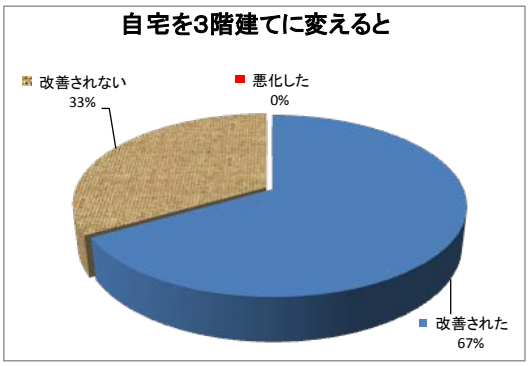


図 4.54　自宅を3階建てに変えた場合の心理影響

国土技術政策総合研究所プロジェクト研究報告
PROJECT RESEARCH REPORT of ＮＩＬＩＭ
Ｎｏ．42　　March　2013

編集・発行　·国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは
〒305-0804　茨城県つくば市旭１番地
企画部研究評価・推進課　　TEL 029-864-2675