

総合技術開発プロジェクト

「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（多世代利用総プロ）」

（概要）

1. はじめに

我が国の住宅が建てられてから取り壊されるまでの期間（いわゆる「住宅の寿命」）は平均 30 年程度であり、欧米諸国が 50～80 年程度であるのに比べて著しく短い。これは、戦後の絶対的な住宅不足の時代から、高度成長期の大都市への人口集中期を通じて、住宅の量的不足への対応が主眼だったために、必ずしも質的に十分でない住宅も多く供給され、それらが早めに建て替えられたことも一因である。その後、量的な住宅不足が解消し、規模や性能など質の向上が目指されてきた。さらに、21 世紀に入り、人口減少・高齢社会を迎え、「つくっては壊す」のではなく、「いいものをつくって、きちんと手入れして、長く大切に使う」こと、すなわち「住宅の長寿命化」が求められている。

このような状況の下、国の住宅政策においても、過去 8 期にわたって策定された「住宅建設五箇年計画」から「住生活基本計画」に移り、従来の量的な新規住宅建設を促進するフロー中心の立場から、質的な既存住宅活用を図る「ストック重視」の立場に転換してきている。そして、住宅の長寿命化に関して、2009 年には「長期優良住宅普及促進法」が施行され、一定の条件を満たす長寿命住宅について認定し、金融・税制上の支援措置が講じられた。また、同法施行に先立って、2008 年より超長期住宅先導的モデル事業が創設され、優れた長寿命住宅の供給に対する助成がなされている。

このような動きの一環として、国土技術政策総合研究所では、2008 年度から 2011 年度にかけて「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」に取り組んだ。前述のように、我が国の住宅の寿命は短く、長寿命化に関する計画的技術的知見が十分にあるとは言えない。住宅が長持ちするためには、物理的耐久性はもちろんのこと、時代を超えた高水準の基本性能、適正な維持管理の容易性、ニーズに応じた改修や流通の促進、そして住環境の安定や宅地の保全など、検討すべき課題は多岐にわたる。この研究では、すぐれた基本性能を備え、かつ適切に管理されることで、多世代に継承されながら超長期にわたって利用される住宅の実現を目指し、そのために必要な形成、管理、改修等に関する計画手法や技術指針等について提案した。研究成果の一部は、新築時の長期優良住宅の認定基準にすでに反映されており、最終成果は、今後の同認定基準の見直しや技術指針類、さらには既存住宅の認定基準の検討に活用される見込みである。

2. 住宅の長寿命化に向けての課題

住宅の寿命を考える際には、滅失住宅の平均築後年数（取り壊された住宅が何年使われたかの実績値）による方法と、新築住宅の平均寿命（新築された住宅があと何年使われるかの推計値）による場合とがある。滅失住宅の平均築後年数で見た場合、約 30 年（直近の統計によれば 27 年）であり、米国の 55 年、英国の 77 年に比べて非常に低い値になっている。

る。一方、新築住宅の平均寿命について建築時期別に推計してみると、1983 年で平均寿命 37 年、1993 年で同 44 年、2003 年で同 50 年、2008 年で同 57 年となり、近年建てられた住宅ほど着実に延伸傾向にあることがわかる。

我が国の住宅の寿命が短い要因としては、次のようなものが考えられる。

- ・住宅の初期性能の不十分さ
- ・生活様式の変化や住宅に対するニーズの急激な上昇
- ・不動産価格における土地に対する高い評価と上物（住宅）に対する低い評価
- ・中古住宅市場、リフォーム市場の未発達
- ・賃貸住宅市場の特異性
- ・長寿命な住宅の供給や保有に対するインセンティブとなりにくい制度

したがって、住宅の長寿命化のためには、次のようなことが必要である。

- ①**物理的耐久性**：構造躯体の劣化防止対策が施されており、また、内外装や設備の維持管理や更新改変が容易にできるようになっていること。
- ②**すぐれた基本性能**：耐震性、省エネルギー性などの基本的性能が十分であり、将来にわたって高度化するニーズに対して陳腐化しないこと。
- ③**良好な居住水準**：ゆとりある居住に必要な住戸面積等が確保されており、また、住宅まわりの環境が良好に維持・向上されること。
- ④**維持保全の仕組み**：計画的な点検修理がなされ、必要な情報が記録保存されること。
- ⑤**市場環境と制度インフラ**：新築に比べて不利になっている中古住宅取得やリフォーム投資に対する市場環境の整備と支援措置の充実がなされること。

住宅の長寿命化には、「環境負荷の軽減」、「国民負担の軽減」、「国民資産の向上」という多くのメリットがある。ストック型社会を迎え、いいものを創り、きちんと手入れして、長く大切に使うことが求められる。住宅の寿命を短くしている要因を解決し、長寿命化を図っていくために、住宅政策では近年多くの本格的な取り組みがなされるようになった。

2009 年には「**長期優良住宅の普及の促進に関する法律**」が施行され、一定の条件を満たす長寿命住宅について認定し、あわせて金融・税制上の支援措置が講じられた。また、同法施行に先立って、2008 年より「**超長期住宅先導的モデル事業**（現：長期優良住宅先導事業）」が創設され、先導的な技術・システムによる優れた長寿命住宅の供給に対して助成がなされている。2011 年 9 月末現在で約 22 万戸が長期優良住宅に認定されており、特に戸建住宅では新築される住宅のほぼ 2 割程度となるまでに普及しつつある。また、先導事業についても、2011 年 9 月までに 7 回の募集で 300 件以上の対象が採択されている。

3. 多世代利用型超長期住宅の研究開発

3. 1 研究の目的と課題

このような住宅の長寿命化をめぐる状況を踏まえ、国総研においては、国の研究機関として担うべき技術基準や評価手法の開発、新たな制度インフラの提案等を目指して、住宅の長寿命化のための形成、診断・改修、管理の各段階におけるソフト・ハード両面からの技術開発を行うため、2008 年度から 2010 年度までの 3 年間にわたり、国土交通省総合技

術開発プロジェクトとして、「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（略称：多世代利用総プロ）」を実施した。これは、長期利用可能な住宅の新築及び管理の適正化と改修による既存住宅の長寿命化に関する調査研究を行い、住宅の長寿命化の推進に係る関係施策における技術基準等の検討のために必要となる技術的知見や根拠データ等を整備することを目的としたものである。

ここでいう「多世代利用型超長期住宅」（以下、「多世代利用住宅」という。）とは、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、多世代に継承されながら、適切に保全されつつ超長期にわたって利用される社会的資産となる新しい住宅像である。多世代利用総プロでは、そのトータルな要求性能を明らかにした上で、建設と維持管理を別々のものとして取り組むのではなく、長期の維持管理を建物に「作り込む」新しいシステムを目指して研究開発した。すなわち、超長期にわたる維持管理の仕組みが内在化されている新しい住宅像の確立である。また、その際には、新築住宅だけでなく既存住宅の長寿命化も極めて重要な課題であることから、その保有性能に応じた実現可能な改修・改変技術の開発にも取り組んだ。

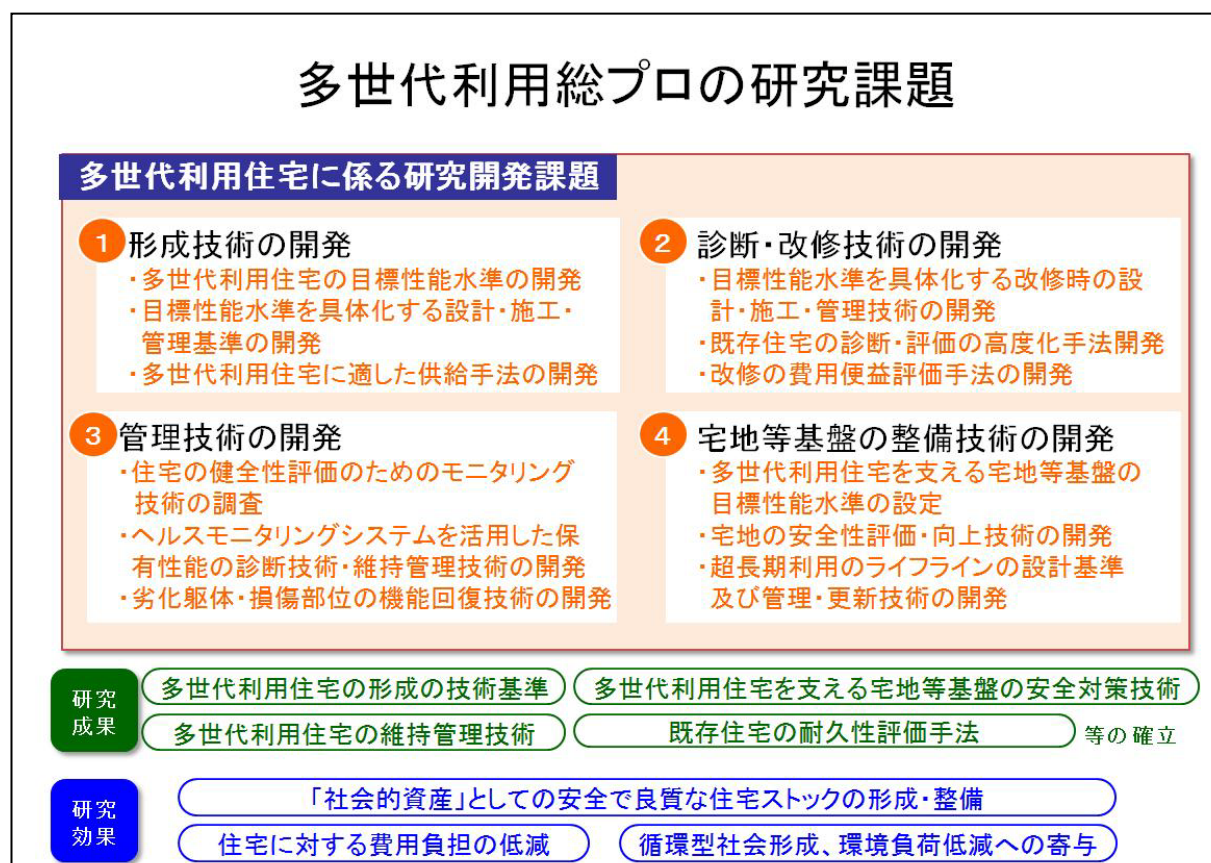


図-1 多世代利用総プロの研究課題

3. 2 技術開発テーマと研究体制

多世代利用総プロでは、多世代利用住宅（共同住宅及び戸建住宅）と宅地等基盤の目標性能水準を設定したうえで、新築時の共同住宅の設計・計画技術、長期の適正なマネジメントシステム、木造住宅の維持管理手法等を検討した。既存住宅についても、躯体性能等

に応じた多世代利用化改修を実施する際の目標性能水準の設定、多世代利用化改修を促進するための診断・改修技術や改修実施の手法、改修後の長期マネジメント手法等について検討した。また、耐震性等の経年変化に係る管理技術として、管理・流通における構造ヘルスマonitoringの技術利用を検討した。さらに、多世代利用住宅を支える既存宅地等の安全性向上の観点から、液状化対策技術等について検討した。

研究の実施に当たっては、学識経験者から構成される技術開発検討会（座長：深尾精一 首都大学東京教授）の場でご意見をいただくとともに、次の5つの部門及び有識者、実務者から構成されるWGを設け、それぞれが連携を保ちつつ検討を進めた。

- ①形成・管理システム部門
- ②診断・改修技術部門
- ③管理技術部門
- ④宅地技術部門
- ⑤戸建て木造技術部門

この5部門のうち、①～④は多世代利用住宅に共通する課題分野であり、⑤については、我が国の代表的な持家形式である戸建て木造住宅に特化した課題分野である。

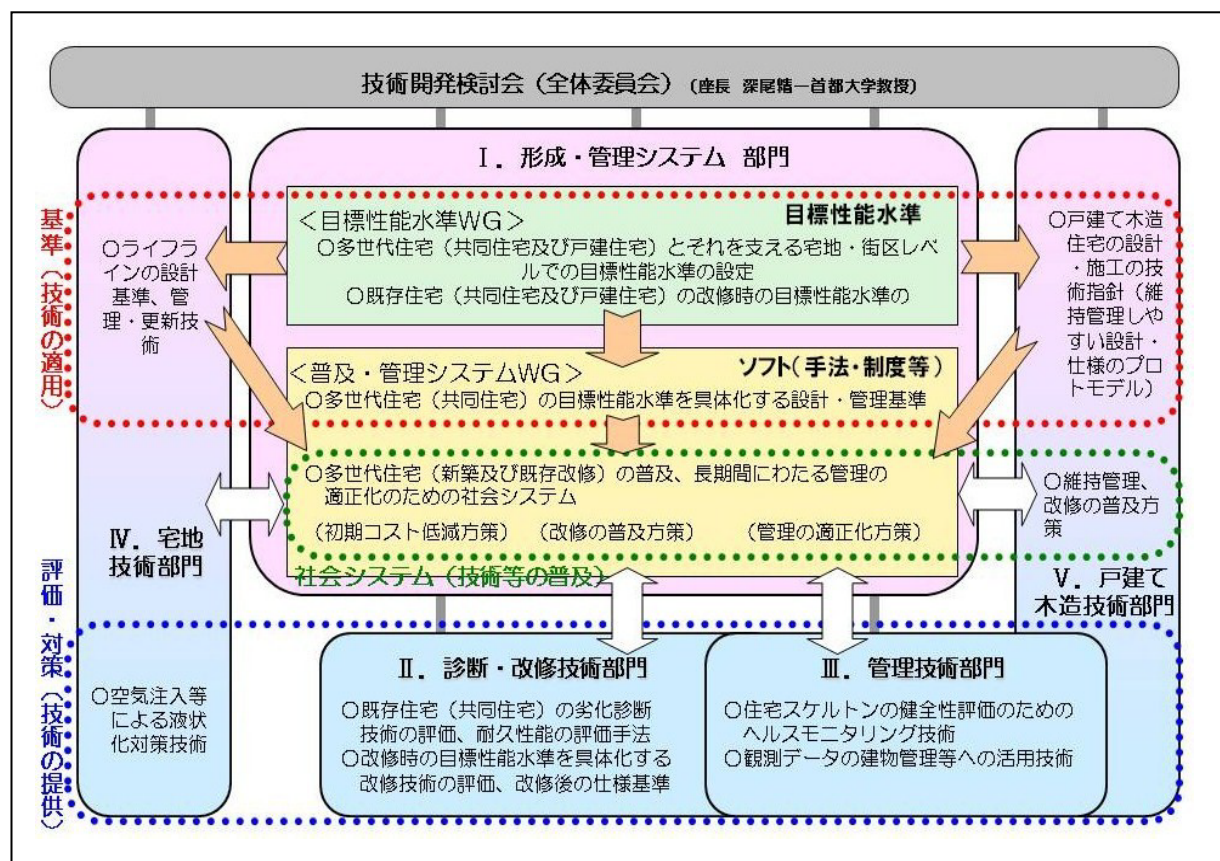


図-2 多世代利用総プロの研究内容と検討体制

3. 3 研究内容と成果の概要

3. 3. 1 多世代利用住宅の設計・計画技術

多世代利用住宅の設計・供給手法及びマネジメント手法に関しては、まず、S I 住宅（構造躯体と内装、設備等を分離することにより、長期にわたる維持管理や改修を容易化した住宅）など既往の知見を踏まえつつ、新築時に備えるべき基本的な性能水準を抽出し、提案した。これをもとに、長期優良住宅の認定基準（8項目）が定められている。

続いて、多世代利用には必要な観点であるが、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事項のうち、多世代利用住宅として確保することが望まれる水準を実現するための手法、基準案に関する研究として、「**共同住宅の住戸区画の可変性の評価手法**」に取り組んだ。住宅が長期にわたって利用されるためには、時代や立地のニーズの変化、世帯の住み継ぎやライフステージの変化等に応じて、住戸区画や住戸規模を変更することが求められる。そこで、住戸区画の規模の可変性を評価する手法と、可変性を有していると評価できるスケルトン空間（構造躯体で囲まれた空間）の基準案を検討した結果、スケルトン面積、間口幅等が一定以上確保できれば、住戸空間の分割や一体化などにより必要な可変性が確保されることが明らかになった。

また、長期優良住宅の認定基準をより適切に実現する手法として、「**マンションの長期マネジメントに向けた新たな計画手法**」に取り組んだ。多世代利用住宅では、長期にわたる居住者や外部環境の変化に的確に対応しつつ、居住環境や資産価値を維持向上させていくことが求められる。このため、従来の長期修繕計画を超えた新たな計画手法としての「長期マネジメント計画」を提案した。

さらに、多世代利用住宅が社会的資産として持続的に利用されるためには、住宅そのものの長期耐用性に加え、相隣環境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る必要がある。そこで、良好な住環境のマネジメント手法として、「**住環境の性能水準（日照等）を安定的に確保できる敷地条件の基準案及び協調ルール**」等を提案した。

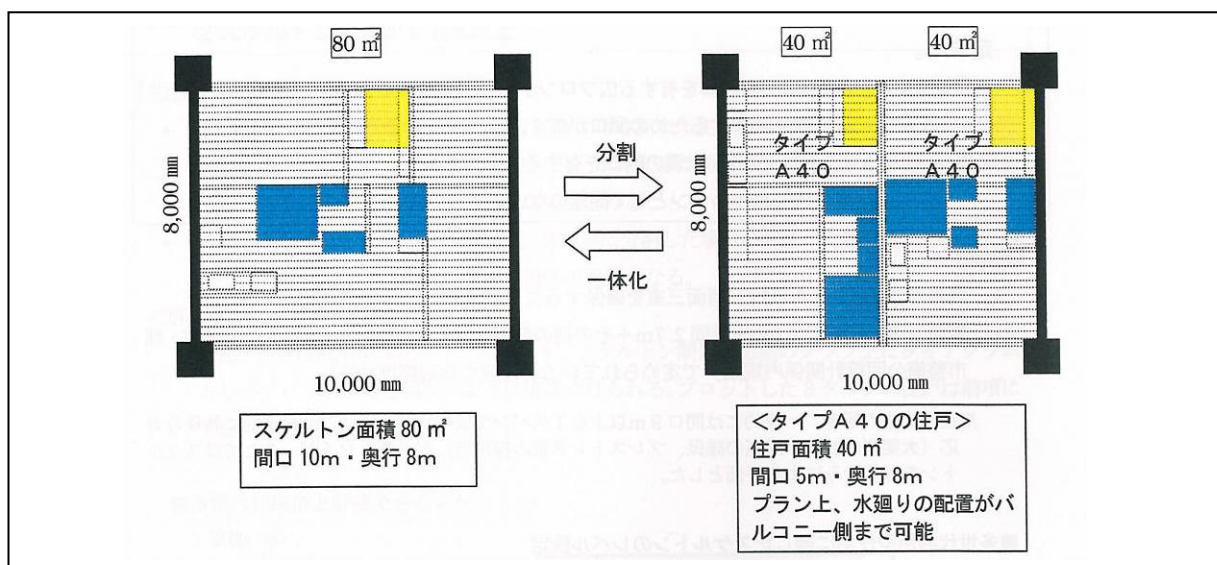


図-3 住戸区画の可変性を確保するスケルトン空間の例

3. 3. 2 既存住宅の多世代利用化のための診断・改修技術

住宅ストック全体の多世代利用を促すためには、新築住宅だけでなく、既存住宅の多世代利用化が必要である。そこで、既存共同住宅（主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等に関して研究開発した。

まず、現況の性能を評価するとともに、改修のあるべき目標を定めることが必要である。そこで、「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」を検討した。その結果、安全性に係る3項目（劣化の有無と対策、耐震性、避難安全性）と居住性に係る4項目（省エネルギー性、維持管理・更新の容易性、空間のゆとり、バリアフリー）の計7項目を抽出し、その評価基準をA～Cの3つのグレードとして提案した。

次に、あるべき目標水準に関しては、既存住宅の場合は築年数の古いものほど基本的な性能水準が低い傾向にあること、新築に比べて改修による対策には困難が伴うことなどを考慮し、望ましい誘導水準と最低限の必要水準の両方を設定するなどの配慮の上で、多世代利用を図っていくための目標性能水準の提案を行った。

こうした目標水準を達成するための改修を促進するには、改修技術を適切に選択し、改修に至る計画を策定する必要がある。このため、躯体性能に応じた改修手法の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や計画策定手法、改修後の長期修繕計画の見直し手法について整理した。これらは「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」として活用される予定である。

既存共同住宅を多世代利用する際に、隣接する2戸の間の壁体を一部撤去して1戸に改修すること（いわゆる「2戸1改修」）は、効果的な手法である。そのために必要な構造安全性の観点からの開口部形成ルールや、区分所有法及び登記法上の手続について検討し、「既存共同住宅（マンション）の2戸1改修手法」として提案した。

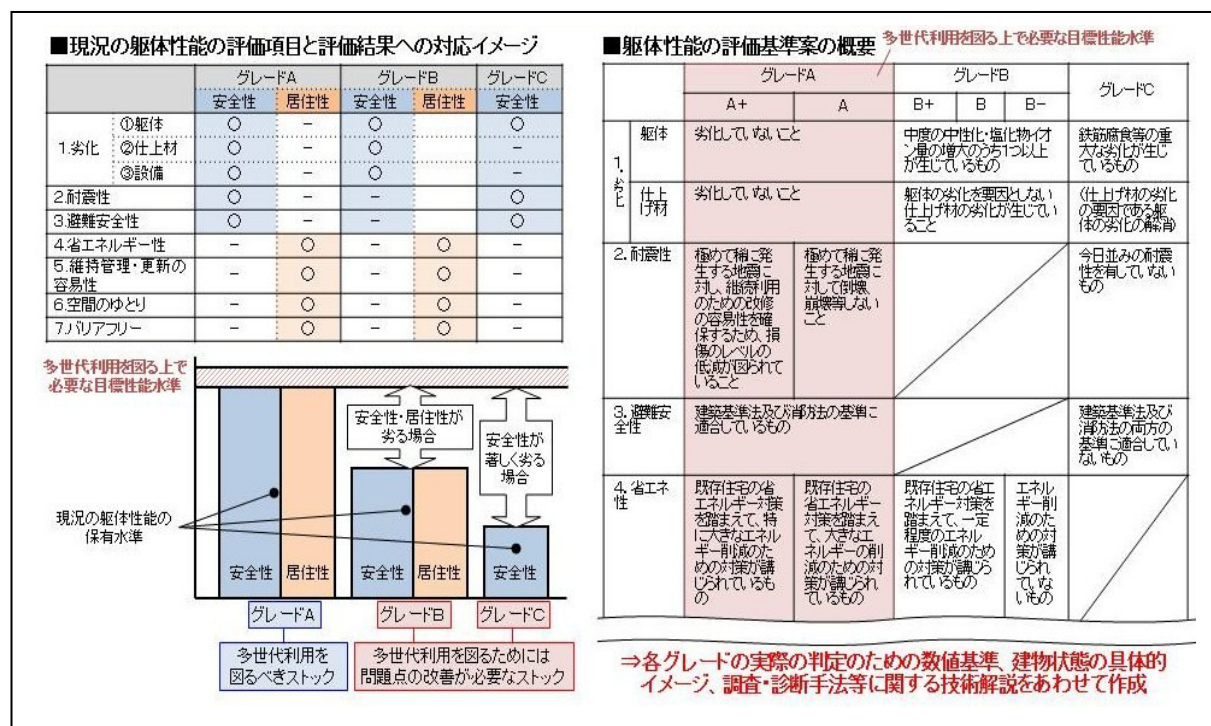


図-4 既存共同住宅の躯体性能の評価項目におけるグレードと目標性能水準の関連

3. 3. 3 多世代利用住宅の管理技術

多世代利用住宅の管理技術として、長期利用する間、住宅の構造体（スケルトン）の健全性を効率的に確認することが重要である。そのための新たな診断技術として「構造ヘルスマモニタリング（SHM: Structural Health Monitoring）」に着目し、住宅における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について研究した。

構造ヘルスマモニタリングは、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技術である。従来の手法が、部位に現れる現象（変形、ひび割れ、中性化）を診断・把握し、構造物全体への影響を推定するのに対し、逆のアプローチとして診断の効率化、高度化が期待されている。

建築物への適用に関しては、基礎・応用研究から実用化・事業化の技術開発段階にあり、一部にはシステム運用やサービス提供の事例も見られる。一方で、技術利用の目的、計測に用いるセンサの種類や数量、推定の精度、診断結果の表示方法などは様々であり、建物所有者の側にとっては、利用方法が必ずしも明確でない状況にある。

そこで、関係主体間で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当たっての留意点の認識の共有を目的として、「**多世代利用住宅の維持管理・流通を支える構造ヘルスマモニタリング技術の利用ガイドライン**」を作成・提案した。作成に当たり、(独)防災科学技術研究所との共同研究によって実大建物の加振実験を行い、解析手法の有効性、センシング技術の実用性、技術システムを実装した際の課題等を踏まえて検討した。

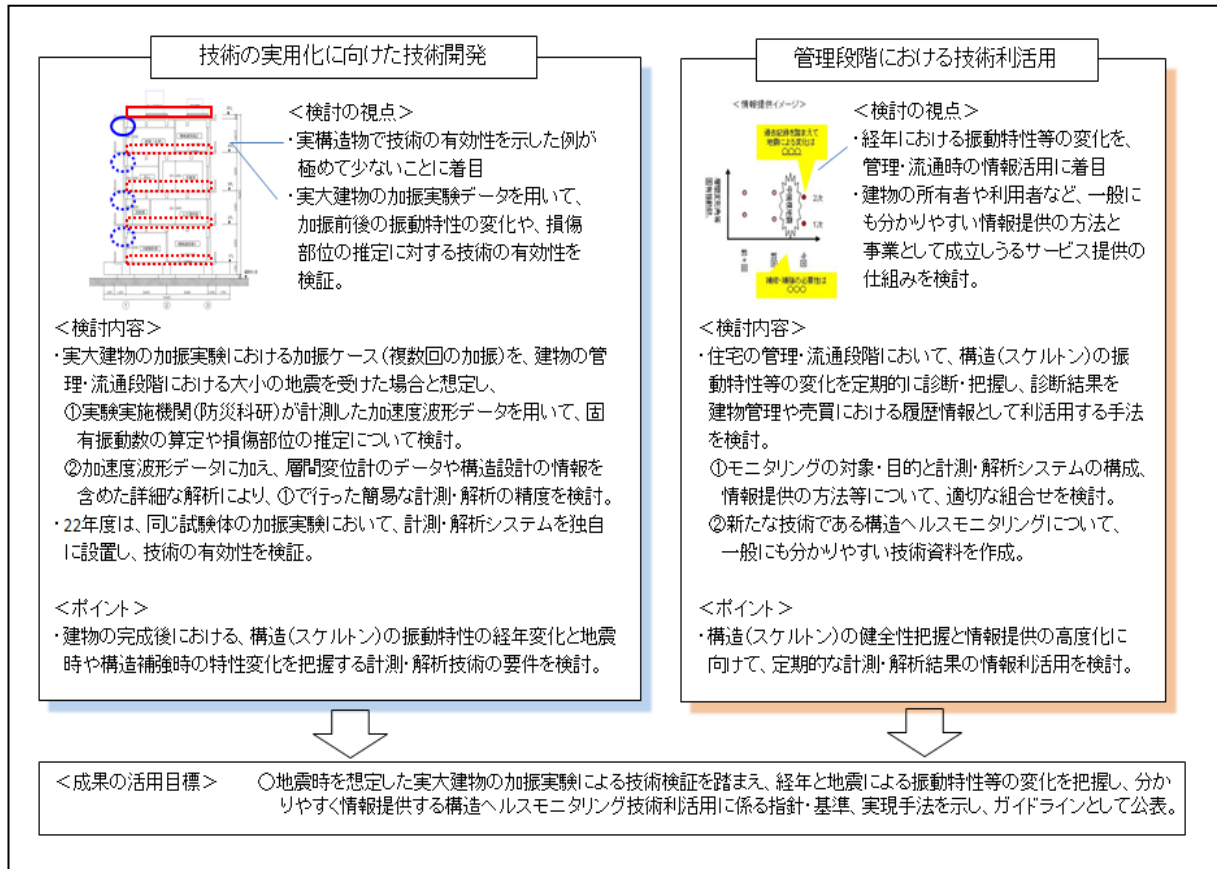


図-5 管理技術部門のテーマと成果

3. 3. 4 戸建て木造の多世代利用住宅に関する技術

戸建て木造住宅は、我が国の新築・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、各地域の自然、文化、産業等とも親和性が高い。また、木材は、水（雨漏り、結露等）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・耐久性に優れた、かつ再生可能な天然材料でもある。したがって、住宅全体の長寿命化に当たり、戸建て木造住宅は、極めて重要な役割を持つことになる。また、長寿命化に際して、住まい手個人や、つくり手である中小工務店等の判断・行動が大きな役割を担うこと、地域や住まい手の状況に応じた柔軟な対応が可能であることなどの特性を有している。

こうした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、その特性を踏まえて適時・的確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、多世代にわたる住み継ぎ、住み替えが継続していく仕組みを構築する必要がある。

以上の考え方にに基づき、木造住宅のつくり手、維持管理等の担い手や住まい手が配慮・実施すべき事項について調査整理し、「戸建て木造住宅の長寿命化・多世代利用のための①設計施工指針、②維持管理指針、③住み継ぎ等対応、の各事項に関する指針」の案を作成・提案した。特に維持管理に関しては、全国の中小工務店にアンケート調査を実施した（対象 1020 社、回収率 44.4%）。集計では、大半のつくり手が住宅の定期的な点検や修繕、新築住宅の維持管理計画作成、設計施工や維持管理の情報（住宅履歴情報）の作成・保存などに自ら取り組んでいるが、その実施率は比較的小規模のつくり手で相対的に低いという結果になった。これらを踏まえ、小規模なつくり手においても、住宅の維持管理に責任を持つ住まい手に対し専門家として適切なサポートを行えるよう、業務の基本的な考え方を指針案としてとりまとめるとともに、具体的な手法や留意点などを整理し提示した。

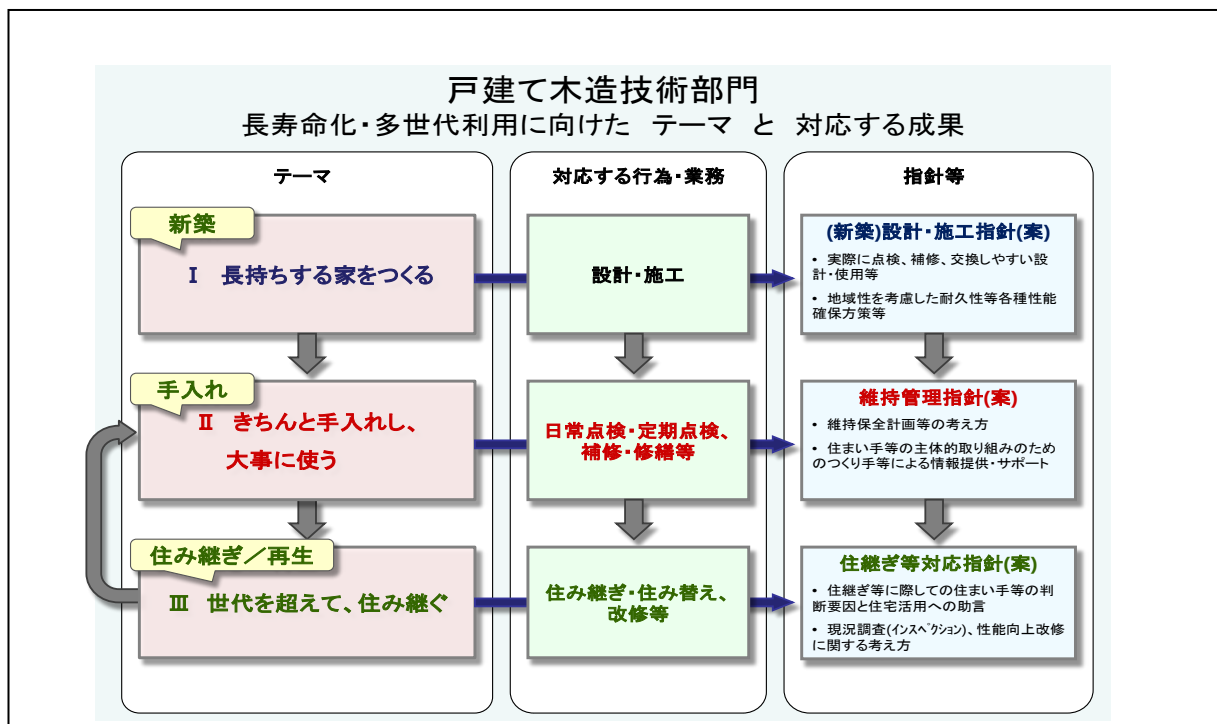


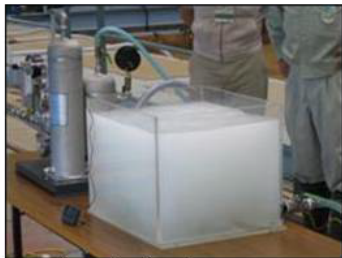
図-6 戸建て木造技術部門のテーマと成果

3. 3. 5 多世代利用住宅を支える宅地技術

多世代利用住宅を支える宅地地盤の安全性技術に関する研究として、「住宅が建ったまま行える空気注入法による宅地地盤の液状化抑制技術」を開発するとともに、「既存宅地擁壁の耐久性評価のための目視調査等の実施要領」を提示した。空気注入法とは、地盤の液状化現象を、微少な空気の泡が混入した水（マイクロバブル水）を使って抑制する技術である。これは、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、戸建て住宅などがすでに建っている宅地における地盤液状化対策を、簡易で環境に優しい方法で行えることが期待できる。大型の試験装置内で実験した結果、一定の効果が確認できたとともに、実地盤（江戸川河川敷）での試験により、約半年後までほぼ横ばいで効果が維持されることを確認できた。

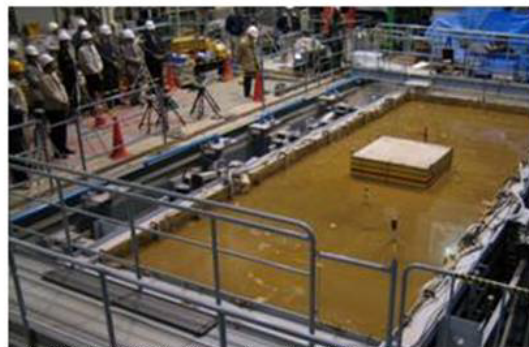
また、「住宅価値の持続性のための相隣環境規範」についての検討として、多世代利用住宅の住宅価値を持続させるために、立地する街区の相隣環境規範の確立に向けたデータ等を提示した。当該住宅の周辺環境が変化することの影響について、傾斜スクリーンを用いた多人数の被験者実験により調査した。その結果、例えば隣接地に高層住宅が建つことにより、一定限度を超えると居住価値、資産価値ともに著しく低下することが示され、多世代利用のためには、住環境の保全が必要であることが示唆された。

■空気注入法による宅地地盤の液状化抑制技術



マイクロバブル水

マイクロバブルは、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。



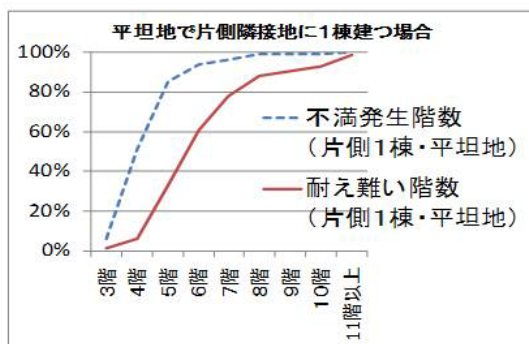
大型せん断土槽による実験風景

10m×3.6m×深さ5m、17段のフレームを積層した実大サイズのせん断土槽。中央は住宅基礎を見立てた1.5t/m²のおもりで、側面の縞模様で沈下状態を確認する。

■住宅価値の持続性のための相隣環境規範の検討



傾斜スクリーンを用いた被験者実験



戸建て住宅の隣接地にマンションが建つ場合、5階建で8割が不満、8階建では8割が耐え難いと回答

図-7 宅地技術部門の実験風景

3. 4 研究成果の活用

各分野の研究成果を再整理すると、まず、新築時の多世代利用住宅の研究として、長期マネジメントの観点から、新築時に確保すべき目標性能水準を提示した。次に、多世代利用住宅の計画手法及び管理の適正化手法の研究として、共同住宅の計画・可変性の評価手法及び基準案、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案及び協調ルール、マンションの長期マネジメントのための新たな計画手法、構造ヘルスマニタリング技術の利用ガイドライン、戸建て木造住宅の長寿命化のための設計施工・維持管理・住み継ぎ対応指針、既存宅地の液状化対策技術を提示した。さらに、既存住宅の多世代利用化に向けた研究として、既存住宅の多世代利用化に係る目標性能水準の提示と、既存共同住宅の躯体性能の評価基準案、改修技術の適用評価手法の提示を行った。

施策への活用については、新築時の目標性能水準は、長期優良住宅の普及の促進に関する法律に基づく長期優良住宅の認定基準（2009年6月施行）に反映されている。共同住宅の可変性の評価手法の基準原案は、長期優良住宅の認定基準（面積基準）の見直しの技術的根拠・データとして検討されている。また、既存住宅に係る目標性能水準や躯体性能の評価基準案に関する成果は、長期優良住宅（既存）の認定基準の検討に活用される見込みである。

構造ヘルスマニタリング技術の利用ガイドライン、戸建て木造住宅の長寿命化のための各指針（案）、既存宅地の液状化対策技術の技術検証実験データ等は、ホームページ等を通じて公表・配付し、設計者、施工者、所有者等の実務実施を支援することとしている。

3年間にわたる以上の研究成果については、国総研ホームページにプロジェクト特設サイトを設け、技術開発の検討資料、中間成果等の公表を行っている。

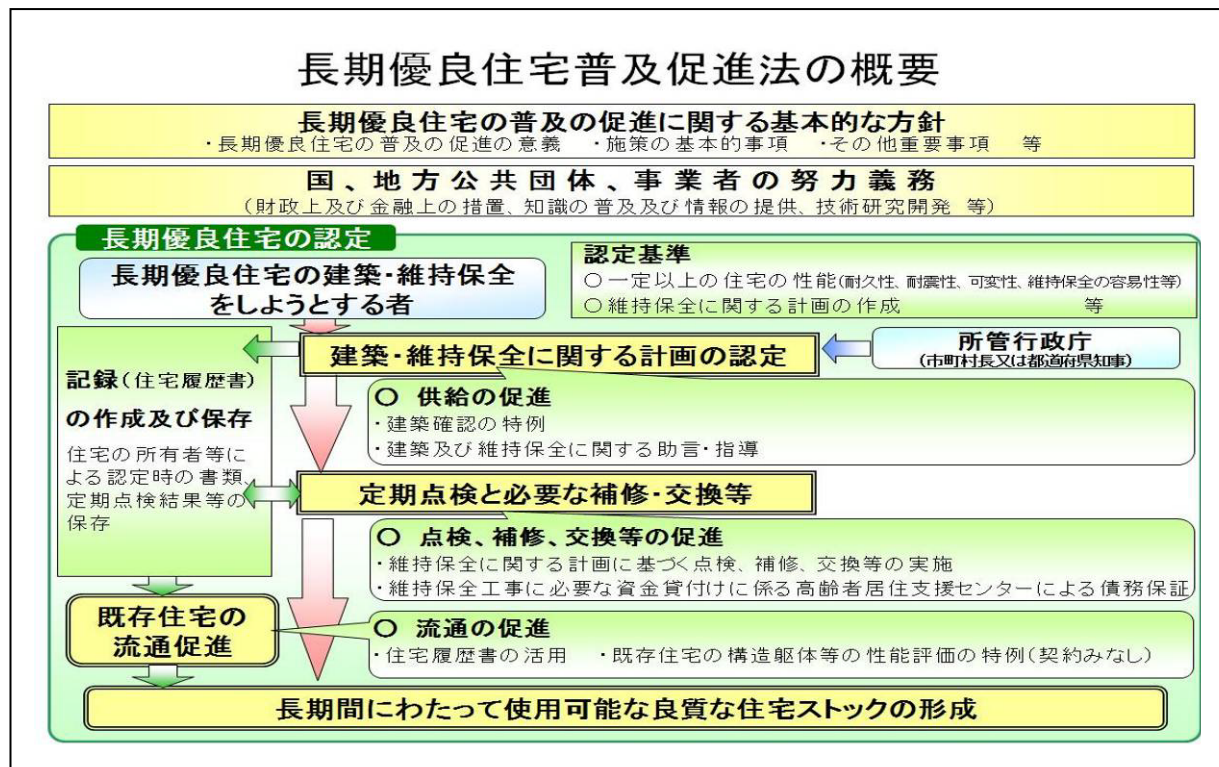


図-8 長期優良住宅普及促進法の概要

(具体的な研究成果) 法令等に基づく「技術基準の策定」に関する研究

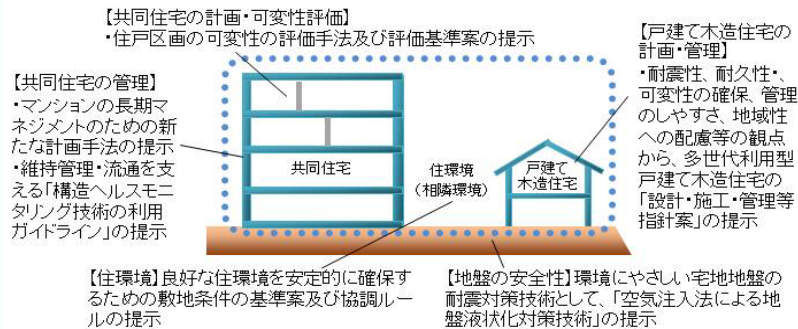
多世代利用型超長期住宅及び宅地の形成・管理技術の開発

○研究の背景と目的

- ・住宅の長寿命化を実現するため、多世代にわたって利用可能な住宅(=多世代利用住宅:戸建て木造住宅及び共同住宅)の形成及び管理に関する調査研究を実施(H20～22年度)。
- ⇒住宅の長寿命化の推進に係る関係施策における技術基準の策定に必要な技術的知見や根拠データ等を提示

○研究及び成果の概要

1. 多世代利用住宅(新築)の目標性能水準の研究
 - ・多世代利用住宅の長期マネジメントの観点から、新築時に確保すべき目標性能水準の提示
2. 多世代利用住宅(新築)の計画手法及び管理の適正化手法の研究



3. 既存住宅の多世代利用化に向けた目標性能水準と改修手法の研究
 - ・既存住宅の多世代利用化に係る目標性能水準の提示
 - ・既存共同住宅の躯体性能の評価基準案、改修技術の適用評価手法の提示 等

○成果の反映

1. 長期優良住宅(新築:戸建て木造住宅及び共同住宅)の認定基準(H21年6月)に反映
… H20年度成果
2. 長期優良住宅(新築)の認定基準の見直しに反映予定(住宅局と調整中)
… H20～22年度成果
・共同住宅における住戸区画の可変性の評価基準 等
3. 既存住宅の認定基準に反映予定(住宅局と調整中)
… H20～22年度成果

図-9 多世代利用総プロの研究成果と成果の反映

多世代利用総プロ(2008～2010年)の研究成果

1. 多世代利用住宅の目標性能水準及び既存共同住宅の多世代利用化に向けた目標性能水準の設定 【目標像】

	新築住宅		既存住宅	
	共同住宅(マンション)	戸建て木造住宅	マンション	戸建て木造住宅
目標像の設定	多世代利用住宅の目標性能水準	多世代利用住宅の目標性能水準	改修時の目標性能水準	改修時の目標性能水準

2. 住宅の多世代利用を実現する手法及び技術の開発 【住宅単体】

	設計 評価手法	改修	管理・ 流通
設計 評価手法	住戸区画の規模の可変性の評価手法・評価基準案 構造ヘルスマニタリング技術の利用ガイドライン(システム構築)	多世代利用住宅の設計・施工指針	躯体性能の評価基準案及び解説 壁式構造の2戸1改修の実施手法の提案
改修			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 長期マネジメント計画の計画内容・様式提案
管理・ 流通	構造ヘルスマニタリング技術の利用ガイドライン(管理・流通への利用) 長期マネジメント計画の計画内容・様式提案	多世代利用住宅の維持・管理指針	住み継ぎ・住み替え時における対応指針

3. 住宅の多世代利用を支える手法及び技術の開発 【住環境・宅地地盤】

住環境	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化に向けた定量的分析及び協調ルール作成の効果分析	被験者実験に基づく住宅価値の持続のための相隣環境規範の基準化に向けた分析
宅地地盤	空気注入による宅地地盤の液状化対策技術	既存の宅地擁壁の耐久性調査の指針

図-10 多世代利用総プロの研究成果の概要

5 おわりに

本格的な人口減少・少子高齢社会の到来を迎え、社会的資産としての住宅という考え方が一層重要になっている。住宅の長寿命化に限らず、既存ストックの活用、環境エネルギー適応、高齢者の安心居住など、そのために解決すべき課題は多く、研究開発への社会的要請も大きい。一連の研究において、住宅の長寿命化にとって必要なことを明らかにし、特に重要な事項については具体的な基準案や指針類などを提案することができたし、さらに詰めるべき事項も明らかになった、一方、地域社会の健全な持続あつての長寿命住宅であり、住宅供給や維持管理、利活用を通じて、地域産業の振興やコミュニティ形成への寄与などの要請にも対応していくことが、今後に残された研究課題であると考えている。