

住宅分野における持続可能社会実現に向けた取り組み

－人口減少社会対応、LCCO₂削減、

住宅長寿命化の観点から－

住宅研究部長

松本 浩

住宅分野における持続可能社会実現に向けた取り組み ー人口減少社会対応、L C C O₂削減、住宅長寿命化の観点からー

住宅研究部長 松本 浩

概要

人口の減少が進行する中で持続可能な社会の構築が我が国の大きな課題となっている。

これらの課題については、様々な分野における多面的な対応が不可欠であるが、本稿では、住宅分野における取り組みについて、まず、人口減少社会に対応した郊外住宅地等の再生・再編手法の開発や、L C C O₂（ライフサイクルC O₂）^{*1)}等の削減に向けた建築物の環境性能向上のための計画技術の開発（「持続可能な社会構築を目指した建築性能評価・対策技術の開発」）についての近年の研究成果を報告する。

さらに、「つくっては壊す」フロー消費型社会から「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」ストック型社会への転換に向けた、住宅の長寿命化についての研究開発（「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」）の動向について報告する。

1. 人口減少社会に対応した郊外住宅地等の再生・再編手法の開発

1-1. はじめに

我が国の人口は2004年をピークに減少しており、世帯数についても2015年以降減少に転ずるものと見込まれている（図1）。

このような状況の中で、開発から時間の経過した郊外住宅地等の多くでは、今後、世帯規模の縮小や空き地・空き家の増加が深刻化することが必至である。郊外住宅地等における大量の空き地・空き家

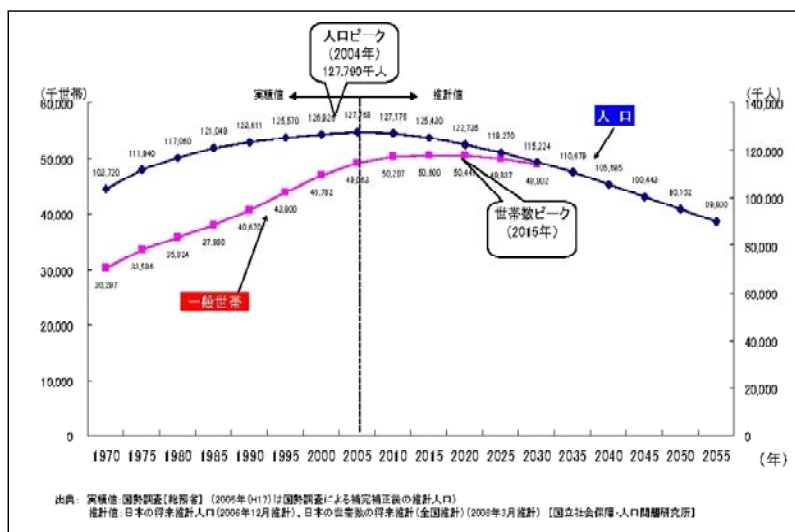


図1 人口・世帯数の推移及び将来推計

の発生は、防犯性の低下や雑草の繁茂等による生活衛生環境の悪化のみならず、居住者の減少による商業施設の撤退や公共バスサービスの縮小、コミュニティの低下などによる地

*1) L C C O₂: 建設してから解体するまでの建築物の一生（これをライフサイクルと呼ぶ）で、排出されるC O₂の量を足し合わせたもの。同様に、L C A（ライフサイクルでの影響評価）、L C W（ライフサイクルでの廃棄物量）、L C E（ライフサイクルでのエネルギー消費量）という用語も用いられる。

域の衰退につながり、地域住民にとっては、生活の質（ＱＯＬ）の低下、行政にとっては、対策コスト（行政コスト）の増大等による財政事情の悪化が懸念される。こうした状況において、衰退が懸念される郊外住宅地等の計画的かつ合理的な再生・再編を誘導していくことは、人口減少社会における住宅・都市政策上の大きな課題になると考えられる。

こうした認識に基づき、平成17年度から3箇年にわたって実施した本研究では、1) 人口・世帯の空間分布構造の変化に伴う将来行政コストの予測手法の開発、2) 郊外住宅地等の再生手法及び再生の費用便益の評価手法の開発、等を総合的に実施した。

1-2. 成果の概要

大都市の郊外都市や地方都市の多くでは、居住地等の郊外への拡大が今なお続いている。本研究においては、こうした都市構造において、今後本格的な人口・世帯減少社会を迎える中で、都市全域において必要となる将来行政コストの推計手法を開発した。これにより、人口分布（居住地）の低密度化の一方での郊外化の進展や人口の高齢化等の進展が将来行政コストに及ぼす影響について予測することが可能となった。

また、空き地・空き家の大量発生による衰退が懸念される郊外戸建住宅地について、地域住民が主体となった再生に対する支援制度を検討するとともに、再生した場合の費用便益の推計手法を開発した。これにより、再生計画を立案し、再生が実現した場合の行政及び地域住民にとっての効果を客観的に評価することが可能となった。

さらに、これらを踏まえ、郊外戸建て住宅地の再生に向けて、地域住民が主体的に作成した再生計画を行政に提案し、その再生の効果（費用便益）を行政が客観的に評価し、地域住民の取組みを支援する仕組みとして「郊外住宅地再生計画提案制度」を提案した（図2）。また、こうした制度を運用するための技術的ツールとして、地方公共団体向

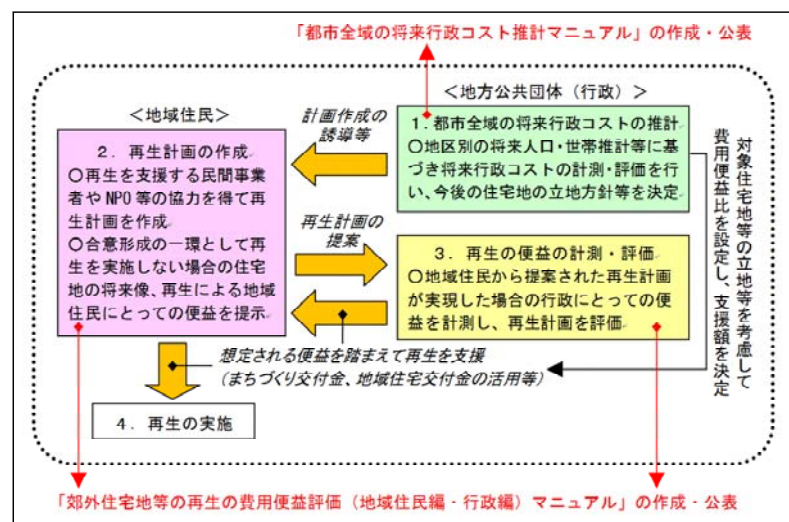


図2 郊外住宅地再生計画提案制度のイメージ

けの「都市全域の将来行政コスト推計マニュアル」、地域住民及び地方公共団体向けの「郊外住宅地等の再生の費用便益評価マニュアル」の案を作成した。

一方、郊外団地型マンションについては、建替えや減築を含む多様な改修をミックスさせて再生するための制度スキームについて検討し提案した。その成果を踏まえ、制度化を視野に入れつつ検討を発展的に継続している。

1-3. 研究の内容

1-3-1. 人口・世帯の空間分布構造の変化に伴う将来行政コストの予測手法の開発

将来行政コストの予測手法の開発にあたっては、まず、市域の中の地区単位別の将来人口・世帯数の推計手法を開発し、これを基に、9項目の行政サービスを対象に、平成37年までの今後20年間の将来行政コストの推計手法を開発した（図3）。

推計手法開発にあたっては、理論的検討と実際の都市（福井市及び木更津市）で利用可能なデータを用いたモデルスタディとを一体的に実施した。

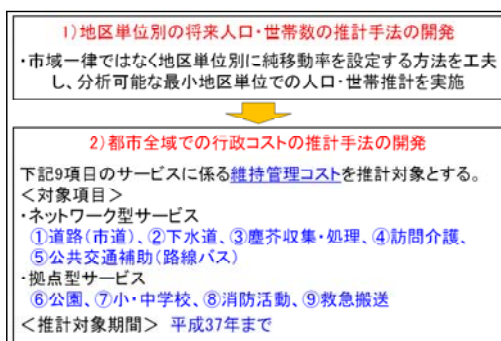


図3 将来行政コストの予測手法

モデルスタディ対象の2都市における試算結果は、9項目全てにおいて、生産年齢人口一人あたりコストが将来的に悪化していくとの結果となった（図4）。

また、モデルスタディ対象の2都市を、中心市街地、郊外部、その他の3地域に分割し、各地域における生産年齢人口一人あたりの将来行政コストを分析した結果、中心市街地ではほとんど増加しないのに対し、郊外部のコスト増加が顕著であることが示された（図5）。このような観点からも、郊外部の住宅地の適切な再生及び再編の必要性が指摘できよう。

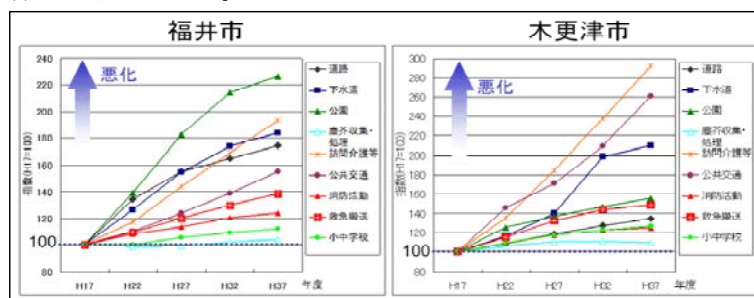


図4 生産年齢人口一人あたり行政コストの推計

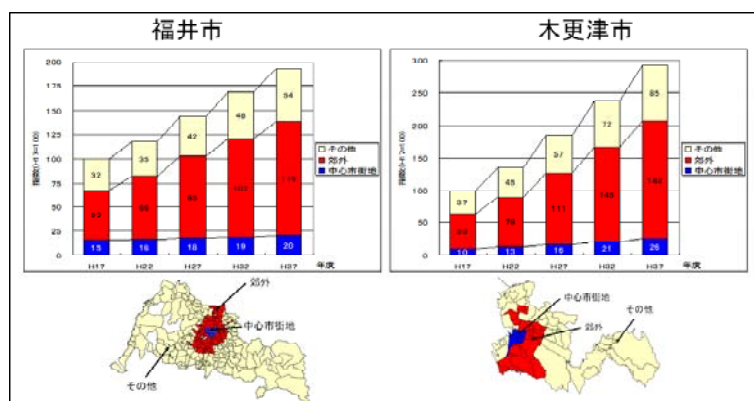


図5 地域別の生産年齢人口一人あたり訪問介護等コストの推計

1-3-2. 郊外住宅地等の再生手法及び再生の費用便益の評価手法の開発

郊外住宅地等の再生の費用便益評価手法の開発にあたっては、理論的検討と実際の住宅団地（木更津市のS I 団地：昭和40年代後期開発の戸建て住宅団地。面積約72.5ha）を対象としたモデルスタディを一体的に実施した（図6）。

研究のプロセスとして、まず、モデルスタディ団地の居住者及び空き地・空き家の所有者等に対する団地の再生に係る意向調査を実施し、次に、地域住民とのミニワークショップを行い、団地の再生シナリオを設定し、再生計画

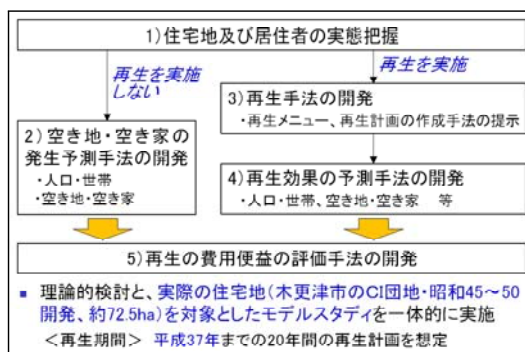


図6 住宅地再生の費用便益評価手法

を作成した。①現居住者の社会的転出を抑制するための再生、②地域住民等が空き地・空き家を有効活用する再生、を再生のシナリオに掲げ、具体の再生メニューとして、物的環境、生活環境の再生メニューを設定した（図7）。

次に、設定した個々の再生メニューの実施によるアウトカム効果（人口・世帯数の減少抑制効果、空き地・空き家の発生抑制効果等）を推計するとともに、再生により住宅地全体として期待されるアウトカム便益について推計した。

便益の推計にあたっては、まず、「チェーンモデル（ロジックモデル）」を作成し、再生の便益項目を抽出した。この際、便益の帰属先について「行政の帰着便益」と「地域住民の帰着便益」とに区分して整理した（図8）。

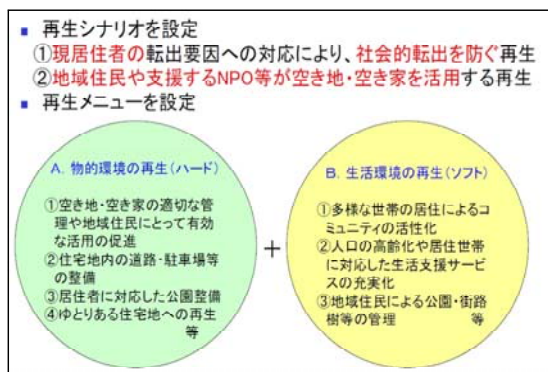


図7 住宅地再生のシナリオとメニューの設定

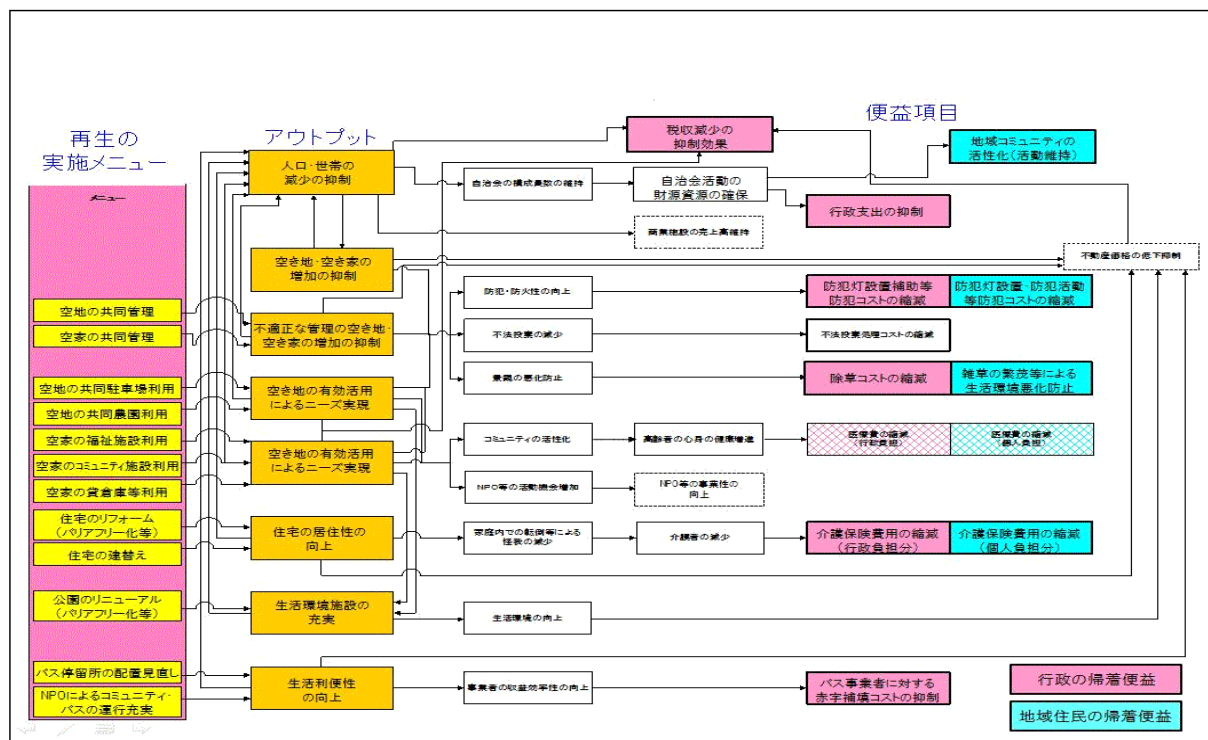


図8 チェーンモデル作成による住宅地再生の便益項目設定手法

次に、抽出した各便益項目について、推計モデルを構築し、原単位を収集し推計を行った。その結果、再生により得られる便益（20年間の総便益の現在価値）は、行政にとっての便益が約1.5億円、地域住民にとっての便益が約1.9億円となった（図9）。

同様にして再生に要する費用を推計した。地域住民による空き地・空き家の活用やNPO等の各種活動に対する行政支援がないと仮定

便益項目		便益(万円)※
行政にとっての便益	税金減少抑制 市外転出に伴う市民税収の減少抑制	8,020
	地価下落に伴う固定資産税・都市計画税の減少抑制	730
	相続人不在に伴う固定資産税・都市計画税の減少抑制	801
	防犯灯設置補助等の防犯コストの削減	103
	除草の依頼・勧告等の除草コストの削減	380
	バリアフリー化による介護費用(行政負担)の削減	3,140
	バス事業者に対する赤字補填コストの抑制	1,694
	合計	14,868
地域住民にとっての便益	地域コミュニティの活性化(活動維持)	567
	防犯灯設置・防犯活動等の防犯コストの削減	8,723
	雑草の繁茂等による生活環境の悪化防止	8,405
	バリアフリー化による介護費用(個人負担)の削減	1,396
	合計	19,091

※再生期間20年間の総便益で、名目価格を現在価値化した額(単位:万円)

図9 住宅地再生の便益の推計

した場合、行政が負担する費用は0.3億円、地域住民が負担する費用は1.7億円となった。

地域住民が主体となって実施する再生により、行政にとっては費用便益差1.2億円の利益が生ずるのに対し、地域住民にとっての費用便益差は0.2億円と小さいものにとどまり、費用便益比はそれぞれ4.95、1.12となる(図10)。

この場合、地域住民による再生の実現により行政は大きな利益を得ることから、想定される費用便益差の範囲内で行政が地域住民による再生の取組みの支援(空き地・空き家の利用に対する補助、自治会やNPO等の活動に対する補助等)を行うことにより、再生を促進し具体化するといった施策選択が考えられることとなる。

■費用便益の推計結果1:行政の負担費用が公園リニューアル工事のみ				
	費用(万円)	便益(万円)	費用便益比	費用便益差(万円)
行政	3,003	14,868	4.95	11,865
地域住民	17,034	19,091	1.12	2,057

※空き地・空き家の利用等に対する行政の支援は含んでいない。

○行政の支援内容に応じた支援額の推計手法を開発
(例)・空き地・空き家の共同管理費の補助
・空き家の共同利用への家賃補助
・共同駐車場・共同農園の整備費補助
・NPO団体の活動費補助
・空き地等の賃貸者への固定資産税等の減免
・住宅のバリアフリーリフォーム補助等

➡推計結果> 支援総額 4,247万円

■費用便益の推計結果2:空き地・空き家の活用等に一定の行政支援				
	費用(万円)	便益(万円)	費用便益比	費用便益差(万円)
行政	7,250	14,868	2.05	7,618
地域住民	12,787	19,091	1.49	6,304

図10 行政の支援内容に応じた支援額の推計

1-3-3. 郊外団地型マンション再生スキームの提案

郊外団地型マンションの再生に当たっては、区分所有法第70条による団地内建物の一括建替えは郊外型の大規模団地では実務上適用が難しいことから、建替え・改修・存置等の組合せ(ミックス)による団地再生を考えていく必要がある。

しかしながら、現行の区分所有法では、個別の決議又は同意を積み重ねる必要があり安定性に欠ける、団地建物所有者の多様な意向を反映しづらい等の課題がある(図11)。

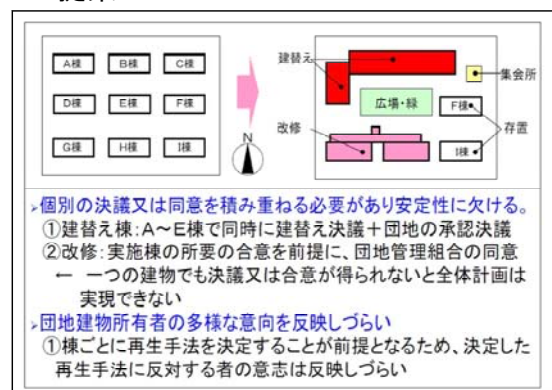


図11 郊外団地型マンションのミックス再生の課題

このため、団地型マンションの再生制度について幅広く検討し、区分所有法制度の新たなスキームとして、特別多数決による「改修再生決議」制度(図12)及び団地の「一括再生決議」制度(図13)のスキームを提案した。

- 区分所有者及び議決権の各5分の4以上の多数で、区分所有法第17条の「共用部分の変更」の範囲を超える改修再生の実施を決議(改修再生決議)することができる。
- 改修再生決議をする場合は、次の①～⑤の一つ以上の改修再生行為を含んでいることを必要とする。
 - ①区分所有権の対象となりうる部分(構造上及び利用上の独立性を有する専有部分)の増築
 - ②共用部分の大規模な増築
 - ③専有部分の区画割りの計画的な変更
 - ④専有部分及び共用部分の減築
 - ⑤専有部分の区画割りの変更や共用部分の変更により創出したスペースの経営(賃貸)行為

図12 特別多数決による「改修再生決議」制度のスキーム提案

- 対象団地:①敷地を共有、②全建物が区分所有建物、③全建物を団地の規約で管理の対象としている、の3要件を満たす場合
- 団地内の全区分所有者の議決権の5分の4以上の多数、かつ、各団地内建物ごとにそれぞれの区分所有者及び議決権の各3分の2以上の多数の賛成で、当該団地内建物につき一括して、建替え、改修再生を含んで、団地空間の再生することを決議(団地一括再生決議)することができる。
- 次のいずれかを必ず行う再生であることを必要とする。
 - ①当該団地内建物の一部の建物の建替え(全部の建替えは、現行の区分所有法第70条「団地内の建物の一括建替え決議」となるので除外する。)又は除却
 - ②団地内の全部又は一部の建物の改修再生(一棟型マンション物の改修再生決議の対象となる改修再生工事)

図13 団地の「一括再生決議」制度のスキーム提案

また、これに対応した新たな事業スキームとして、マンション建替え円滑化法の制度に準じて、法人格を有するマンション（団地）再生組合の設立、再生前のマンションに係る権利の再生後のマンション（団地型の場合、再生を実施しない存置棟を含む）への一括権利変換制度等からなる、「マンション再生円滑化制度」（図14）のスキームを提案した。

- 法人格を有する再生組合の設立
- 再生組合による売渡し請求
 - 組合から不参加者への売渡し請求、不参加者から組合への買取請求の両方を可能とする（自ら離脱の権利）
- 一括権利変換制度
 - ①一棟型：再生改修決議後一括権利変換
 - 決議前の住戸交換・購入等による空き家の特定階への集約等が不要
 - ②団地型：一括再生決議（一括再生計画）に基づき一括権利変換
 - 決議前の棟間の住戸交換等による意向調整が不要
 - 一度の権利変換で、（棟を超えて）希望する再生棟への住み替えが可能
 - 各棟の多数の意志に縛られることなく、各個人の意向が実現
- 再生組合による規約の作成
- 団地再生期間中の従前管理組合の存続みなし規定

図14 マンション再生円滑化事業制度のスキーム提案

1－4．今後の取り組み

本研究成果を活用して、多様な再生計画に基づく費用便益の推計事例が蓄積され、郊外住宅地等の再生が実現されることを期待している。このため、国土交通本省及び地方公共団体等に対し、提案している「郊外住宅地再生計画提案制度」に係る情報提供を図るとともに、その技術的ツールである「都市全域の将来行政コスト推計マニュアル」及び「郊外住宅地等の再生の費用便益評価マニュアル」を精査し、できる限り速やかに公表する予定である。

また、郊外団地型マンションの再生について、本研究でのスキーム提案を踏まえ、制度化に向けた情報発信及び発展的検討を継続していく予定である。

一方、本研究では、郊外化等による将来の行政コスト予測手法、個々の郊外住宅地等を再生した場合の費用便益の評価手法を開発することができたが、個々の住宅地の再生等を通じて、都市全体の構造（居住地立地）を再編していく手法開発については残された課題である。このため、平成20年度から、新たに「人口減少期における都市・地域の将来像アセスメントの研究」を開始した。拡散型の都市構造を集約型都市構造へと再生・再編するための施策評価手法を開発することとし、評価手法の柱の一つとして本研究の成果を発展させ、活用する予定である。

2. 持続可能な社会構築を目指した建築性能評価・対策技術の開発

2-1. はじめに

京都議定書の発効を受け、業務部門・家庭部門のエネルギー消費量の増加とそれに伴うCO₂排出が重大な課題として認識され、建築分野におけるCO₂排出の絶対量抑制への取組みが強く求められている（図15及び図16）。他方、循環型社会の形成に向けて廃棄物・リサイクル対策が喫緊の課題とされるなか、建設廃棄物が約4割を占める最終処分場問題の深刻さが増し、廃棄物排出についての対応が緊急に求められている。

このような状況を踏まえ、地球環境への影響を評価する指標としてCO₂排出量と固形廃棄物排出量（最終処分量）を扱い、環境性能の優れた

建築物、とりわけライフサイクル全体を通じたCO₂と廃棄物の排出量の少ない建築物の供給が促進される社会的枠組みの構築を目指して、科学的裏付けとなるエネルギー消費等の現状分析と排出量削減対策の定量的評価手法等の開発を行うため、国土交通省総合技術開発プロジェクト「持続可能な社会構築を目指した建築性能評価・対策技術の開発」を平成16年度から18年度までの3年間にわたって実施した。研究実施にあたっては、技術開発検討会（村上周三座長（現独立行政法人建築研究所理事長））の指導、助言の下で行った。

2-2. 成果の概要

建築物の設計段階において、ライフサイクルにおけるCO₂と廃棄物の排出量（LC-CO₂とLCW）を算出する手法及び排出量削減に資する対策技術選択のための設計支援システムを開発した。

建築物の環境性能評価に関わる研究は、これまでも多方面で取り組まれてきているが、建築設計の初期段階で行う環境性能の評価は、主に多様な性能項目に関する評価を総合する定性的な評価体系に関する研究や、統計的な集計に基づく概算値による定量的な推計手法が中心であり、概略設計の設計内容を反映した環境負荷の定量算出を行うためのデータ整備が不十分で、設計段階においてCO₂排出量を効率的に算出するのは不可能であった。

そこで、運用時の実績データの取得や解体実態の調査により、CO₂と廃棄物の排出にかかる詳細なデータを取得・整備し、こうしたデータの詳細な検討に基づいて、簡便ながら一定の精度を有する排出量の算出手法を開発した。これにより、従来、用途と床面積を指標として一律に計算されていた排出量推計値に対して、建築設計と設備システムの設計

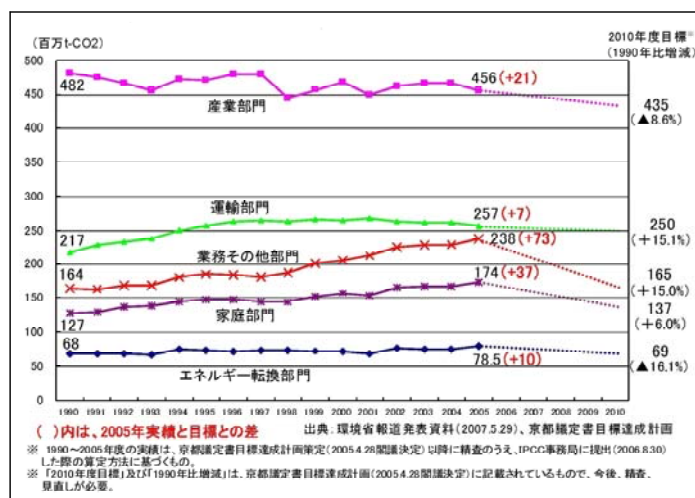


図15 エネルギー起源CO₂の部門別排出状況と2010年目標

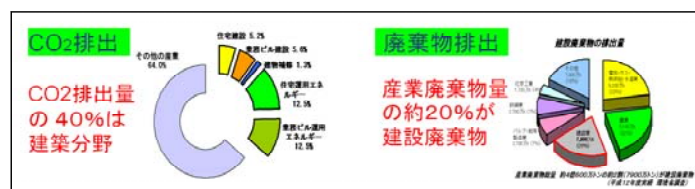


図16 建築関係のCO₂及び廃棄物の排出量

2-3-2. 建築物の資源投入量の把握による廃棄物排出量の算出手法の開発

廃棄物排出量算定にかかる建材・設備機器インベントリの整理、解体実績データの分析と解体シナリオに基づく廃棄物・副産物量推計手法の検討を中心に、LCWの算定手法を開発した。

建材・設備機器のインベントリ整理に関して、建築コストの積算に用いる書式、項目名称、数量算出単位との整合を図り、将来的なCADデータとの統合を含めて算定手法を構築している点と、修繕・更新を考慮したライフサイクルシナリオや廃棄物処理の実態に基づいた分別シナリオを作成し

LCWの算定条件の明示化を図っている点が、今回の技術開発の特徴である（図20及び図21）。

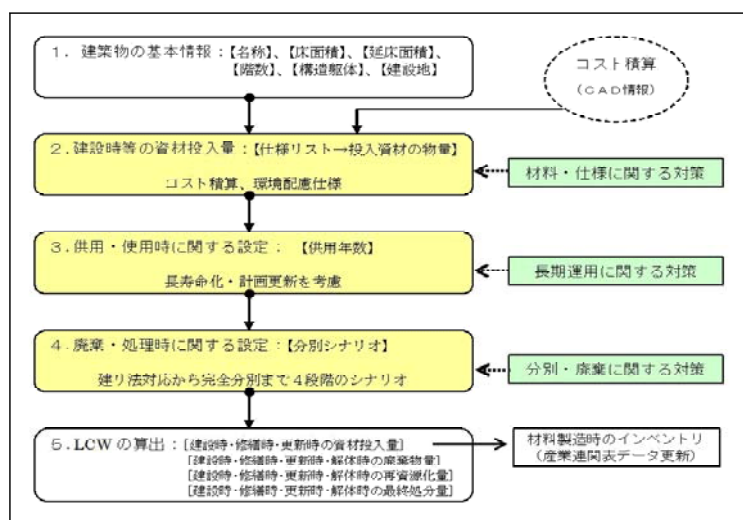


図20 ライフサイクルにおける廃棄物排出量算出の全体フロー

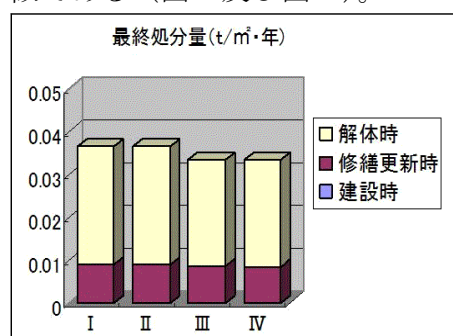


図21 LCWに係る算出例

2-3-3. 設計段階における排出量算出と低減技術選択のための支援ツールの開発

設備を中心とした運用時のエネルギー消費に伴う排出量の算出及び建物の資源消費に伴う排出量の算出の推計手法の開発成果の適用と、資源投入量把握へのCADデータの活用を中心テーマとして、建築物の設計図書やCADデータから、LCE、LCCO₂と

LCWを算出する設計支援システム（BEAT²）-Bldgを開発した（図22及び図23）。

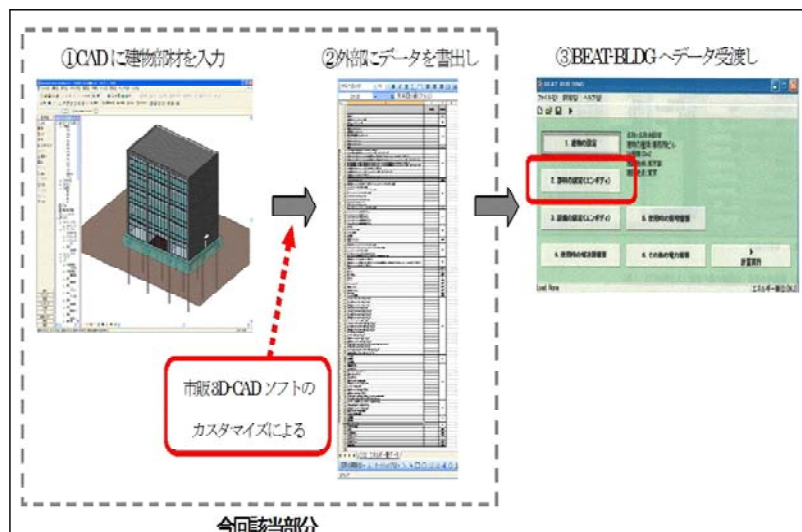


図22 設計支援システムの概念図

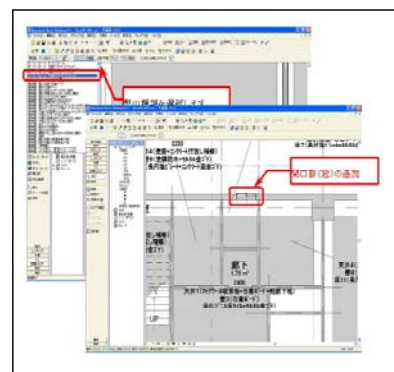


図23 CAD入力例

これまで、設計段階におけるLCA手法（LCCO₂算出）は、建物用途、規模、標準的な使用モデルにより、ごく大まかな推計に留まっていた。今回、運用時のエネルギー消費の実態把握と、データ解析に基づいた推計式の開発により、外壁や設備仕様等の設計内容や建物の使用時間の実態に即したエネルギー消費・CO₂排出量の推計が可能となった（図24）。

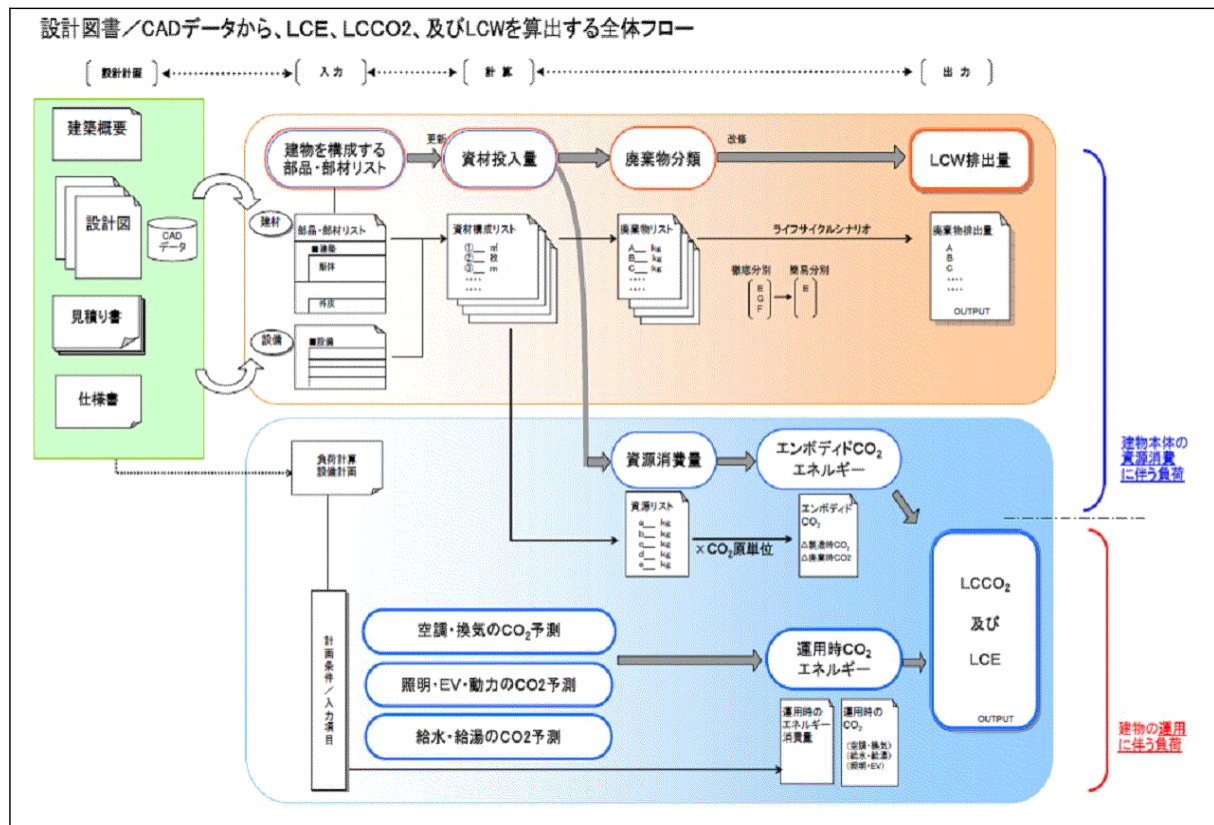


図24 ライフサイクルにおけるLCE、LCCO₂とLCW

また、建物を構成する建材・機器について、従前、床面積当たりの資材消費量を統計的な推計式で求めていたため、設計の違いが資源消費の大小にほとんど反映されていなかった。本研究では、CADデータとも連携できる建物の部位毎の資源消費のデータを詳細設計のデータから生成した部品・部材リストを開発することにより、建物の大まかな形状・寸法が決まる設計の初期段階でも、一定の精度で資源消費量を算出し、対応する原単位からCO₂排出量と廃棄物排出量の算出が可能となった。

これら推計精度が向上したことは、学術的・科学的意義が大きいだけでなく、建設時のイニシャルコスト、エネルギー消費によるランニングコスト、さらに、解体時の廃棄物処理・再資源化コスト等の適正な把握の面でも重要であり、建築設計実務における技術活用による地球環境への影響の低減が期待される。

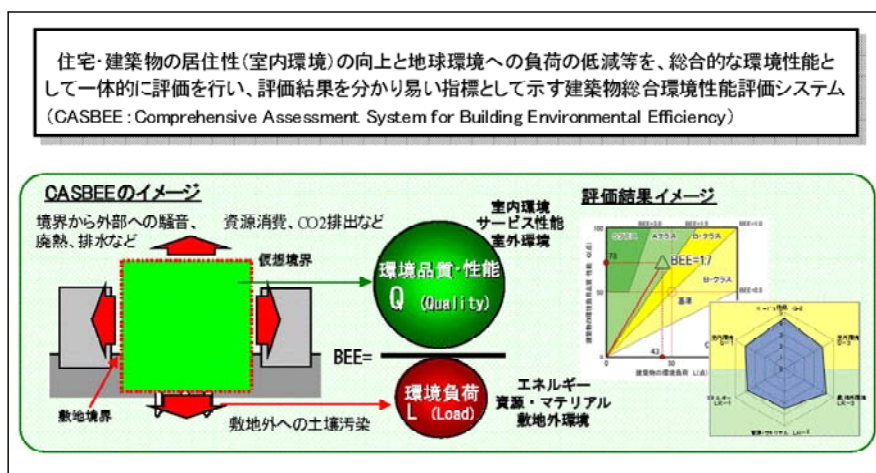
*2) BEAT: Building Environment Assessment Tool の略。

「省資源・省エネルギー型国土建設技術の開発」（建設省総合技術開発プロジェクト 平成3～6年度）で開発されたツールであり、建築のLCA算出手法を体系づけたもの。

技術開発成果として、地球環境への影響を計る指標である $LC CO_2$ と $LC W$ を、建築、設備の設計者が設計内容に即してパソコン上で簡便に算出し、自らの環境対策の効果を定量的に確認できるソフトウェア（BEAT-Bldg）を開発・公開した。

なお、建築物総合環境性能評価手法

では、CASBEEの評価項目の結果から自動的に計算されるライフサイクルCO₂の評価方法を「標準計算」と呼び、評価者自身により詳細なデータ収集と計算に基づく精度の高いLC-



CO₂を算出した場合を「個別計算」による評価としている。本総プロで開発した算出手法・ツールは、CASBEE-新築の「個別計算」に相当するものである。

— 109 —

3. 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

3-1. はじめに

「つくっては壊す」フロー消費型の社会から「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」ストック型社会への転換のために、住宅の長寿命化（いわゆる200年住宅）の促進が大きな政策課題となってきた。

このため、社会資本整備審議会住宅地分科会答申「長期にわたり使用可能な質の高い住宅を整備・普及させていくために講ずべき方策」（平成20年2月）を踏まえ、

「長期優良住宅の普及の促進に関する法律案」を国会に提出するとともに、住宅の長寿命化促進税制等の税制措置、超長期住宅先導的モデル事業等の予算措置等により、その促進が図られているところである（図26及び図27）。

このような状況の中で、国土技術政策総合研究所では、平成20年度より3箇年の計画で、住宅の長寿命化を図るための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」（以下「多世代利用総プロ」という）を開始した。

この多世代利用総プロにおいては、多世代にわたって利用可能な社会的資産とならうる「多世代利用型超長期住宅」の実現に向けて、①形成技術、②改修・改変技術、③管理技術、④宅地等基盤整備技術、の4つの研究開発課題に取り組みこととしている。

3-2. 研究の概要

多世代利用総プロにおいては、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

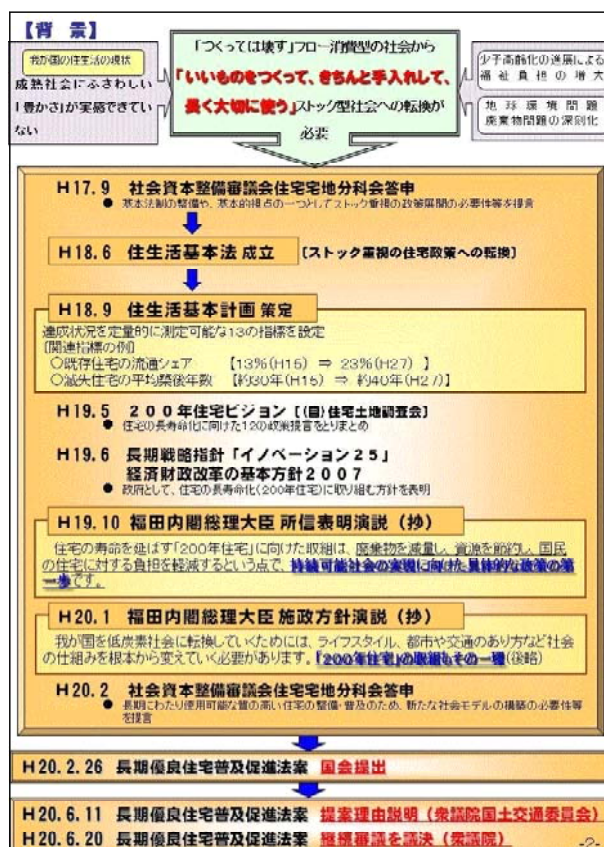


図26 住宅長寿命化に関する取組の経緯

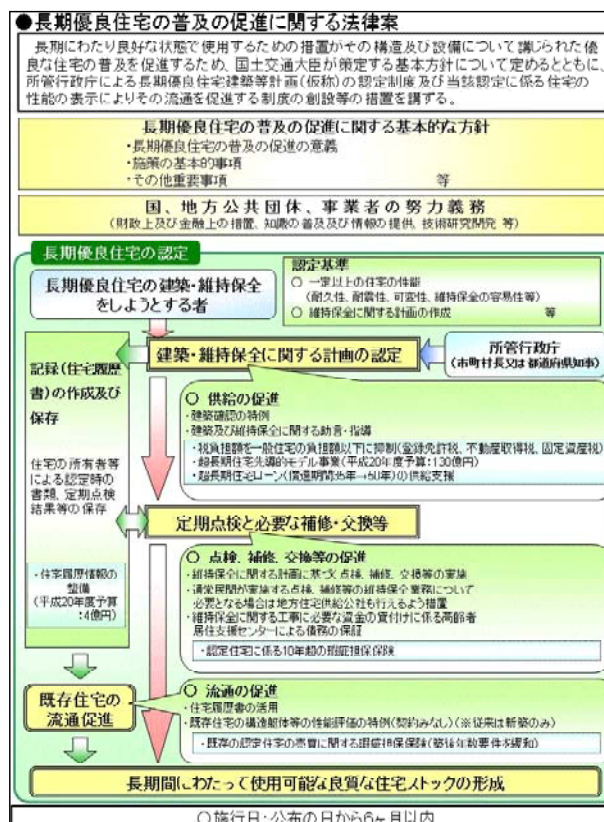


図27 長期優良住宅普及促進法案概要

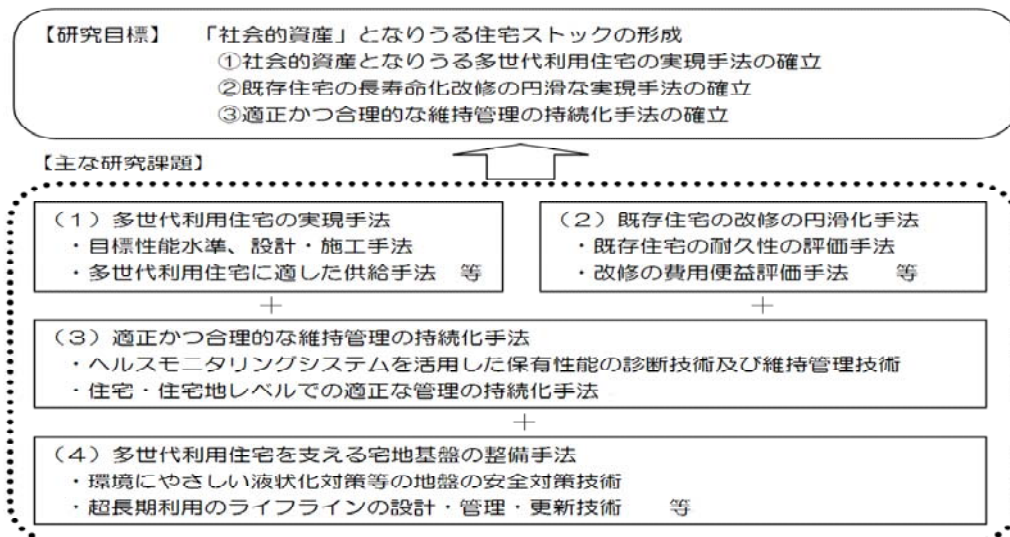
備え、多世代にわたって利用可能な社会的資産となりうる新しい住宅像を「多世代利用型超長期住宅」（以下「多世代利用住宅」という。）と定義し、多世代利用住宅（共同住宅及び戸建住宅）とそれを支える宅地・街区レベルでの目標性能水準を明らかにするとともに、その実現に向けて、新築時の設計・建設・維持管理に係る技術開発を、ハード及びソフト両面から実施する。

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（図28）。



図28 多世代利用総プロの概要

研究のポイントは、以下の通りである。



3-3. 研究の進め方

多世代利用総プロの実施にあたっては、技術開発検討会（座長：深尾精一教授（首都大学東京））のもと、5つの部門を設け、それぞれが連携を保ちつつ、研究開発を進めていくこととしている（図29）。

なお、10月10日に第1回の技術開発検討会を行ったところである。

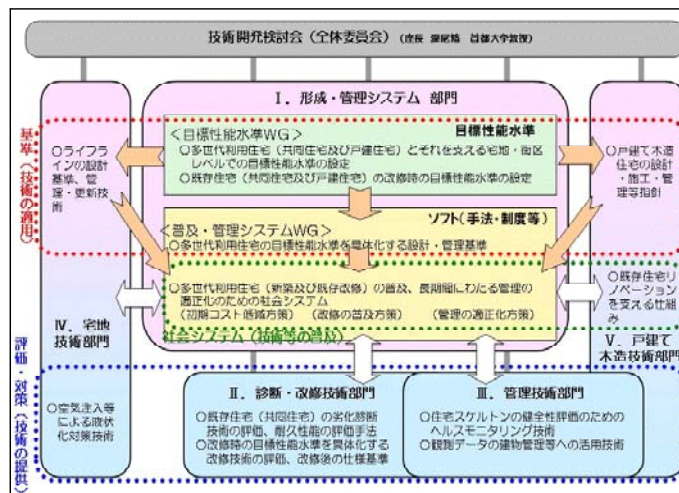


図29 5つの研究部門の相互関係

3-3-1. 形成・管理システム部門

社会的資産となりうる多世代利用住宅の実現に向けて、多世代利用住宅（共同住宅及び戸建て住宅）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検討するとともに、既存住宅について、保有性能に応じた長寿命化改修を促進するための目標性能水準を明らかにする。

また、多世代利用住宅（共同住宅）に適した供給手法（不動産の所有・権利システム）、既存住宅の保有性能に応じた長寿命化改修の普及促進方策、建設後の長期にわたる適正な維持管理の担保方策等のソフト面での研究開発を行う。

3-3-2. 診断・改修技術部門

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（目視を支援する内視鏡やロボット、非破壊検査法、破壊を伴う検査法等）の評価及び耐久性能の評価手法の開発を行うとともに、改修時の目標性能水準を具体化する改修技術の評価及び改修後の仕様基準等のハード面での研究開発を行う。

3-3-3. 管理技術部門

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マonitoring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マonitoring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（図30）。

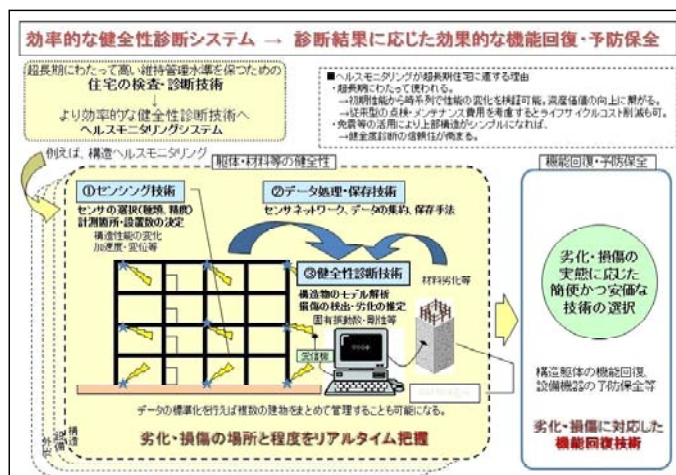


図30 ヘルスマonitoring技術のイメージ

3-3-4. 宅地技術部門

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、幹線道路地下と建築物内をつなぐエアポケット領域を着眼点として、超長期メンテナンスを容易化するライフライン共同埋設収容設備の標準設計を開発する。

なお、空気注入法による地盤液状化対策の実大振動実験については、9月30日に第1回実験を行ったところである（図31）。

＜目的＞ 多世代利用型超長期住宅を支える宅地基盤の安全性向上に関する技術開発の一環として、地震時を想定し、宅地地盤の液状化による住宅の被害を抑制するための環境汚染のない技術を開発することを旨として、実大地盤内に空気を注入した上で振動実験を行い、その効果を確認する。
＜空気注入法＞ 地盤内へ空気を注入することにより、空気が圧縮する性質を利用して水の動きを抑制し、液状化の発生を抑える工法。 空気注入により液状化抑制効果があることは、理論的には以前から指摘されているが、実大規模での実験による検証は今回が初めて。
＜実験内容＞ ①実験施設・試験体の概要 ・場所：つくば市立原1 独立行政法人 建築研究所内、大型せん断土槽 ・土槽のサイズ：10m×3.6m×深さ5m ・上記土槽内に深さ4.8mの試験体地盤を作成 ・試験体内に、加速時計、水圧計等を埋込 ②実験方法 ・マイクロバブル水（気泡発生時の径が10～100μmの微細な気泡を含む水）をパイプを通して試験地盤内に注入（対策有りの場合） ・2Hzの正弦波（50gal～100gal（試験体の状況により最大200gal）程度を想定）により加振 ・1.5t/m²程度（2階建て木造住宅相当）のフーチング（1.3m×1.3m×高さ0.5mのコンクリート塊）を地盤上に設置し、液状化による沈下、転倒等の状況を確認

図31 空気注入法による地盤液状化対策の実大振動実験概要

3-3-5. 戸建て木造技術部門

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。

3-4. 成果目標

この多世代利用総プロの研究開発成果としては、以下のような事項を目標として考えている。

(1) 社会的資産となりうる多世代利用住宅の形成（新築及び既存住宅の長寿命化）に向けた指針等の提示

- ① 多世代利用住宅とそれを支える宅地・街区の設計及び管理の指針を提示する。
- ② 戸建て木造住宅について、長寿命化のための設計・施工・管理等の指針を提示する。
- ③ 既存住宅の保有性能や仕様に応じた改修時の目標性能水準とその改修技術を提示する。

(2) 多世代利用住宅（住宅の長寿命化）を実現するソリューション技術の提示

- ① 多世代利用住宅の初期取得コストの上昇をカバーし、超長期にわたる維持管理体制の持続化を容易にする事業手法として利用権制度を提案し、実現化に向けた不動産法制度、管理システム等を提示する。
- ② 既存住宅の改修の円滑化に向けて、既存住宅の耐久性の評価手法、改修の費用便益の評価手法を提示する。

- ③ センサによる観測データに基づく建物診断技術として、住宅スケルトンの健全性評価に適用するヘルスマニタリング技術システムを提示する。また、モニタリングによって得られたデータを活用した維持管理手法を提示する。
- ④ 多世代利用住宅を支える宅地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を提示する。
- ⑤ 戸建て木造住宅の「住み継ぎ」が容易になるよう、点検、補修・交換しやすい設計・仕様等を提示する。また、既存戸建て木造住宅の性能向上リノベーションを支える仕組みを提示する。

おわりに

住宅分野における持続可能社会実現に向けた取り組みの観点から、人口減少対応及びLCCO₂（ライフサイクルCO₂）削減に関する近年の研究成果及び住宅長寿命化に関する新たな研究開発の動向について報告した。

いずれのテーマも日本の直面する大きな課題に関わるものであり、今後とも、継続的な研究を進めるとともに、研究成果が住宅施策や住宅生産の場に役立つよう、関係機関との密接な連携や積極的な情報発信を行っていきたいと考えている。

なお、「2. 持続可能な社会構築を目指した建築性能評価・対策技術の開発」で紹介した「地球環境への影響を計る指標であるLCCO₂とLCWを、建築、設備の設計者が設計内容に即してパソコン上で簡便に算出し、自らの環境対策の効果を定量的に確認できるソフトウェア（BEAT-Bldg）」については、国土技術政策総合研究所ホームページ内の「<http://www.nilim.go.jp/lab/ieg/beat.htm>」にて公開している。

また、「3. 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」で紹介した技術開発検討会における資料等についても、同じく、「<http://www.nilim.go.jp/tasedai/portal.htm>」にて公開している。