

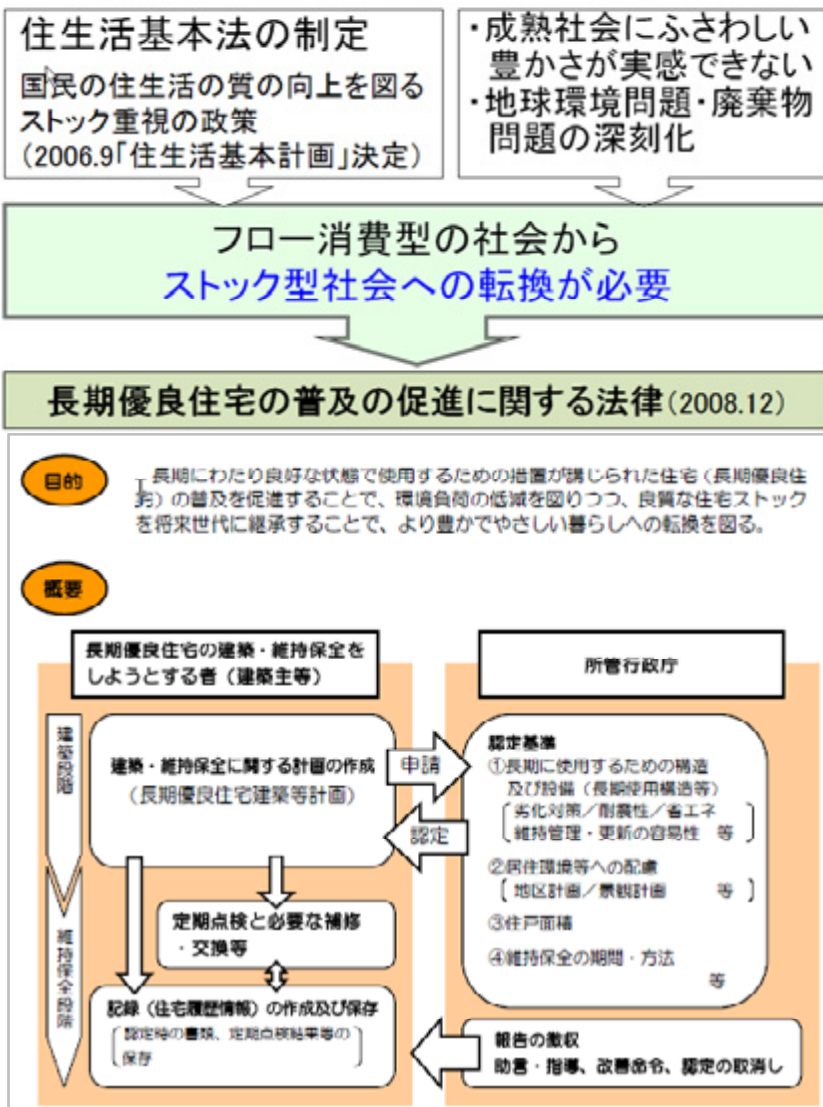
国土交通省総合技術開発プロジェクト

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

実施機関 : 国総研 住宅研究部・都市研究部
発表者 : 住宅研究部長 大竹 亮
研究期間 : 平成20年度～平成22年度

背景・目的

住宅の長寿命化への取り組み



研究の目的

<研究着手時の検討>

- 既往の技術的知見、研究課題の成果(マンション総プロ「SI住宅指針(案)」他)をもとに、実現可能な水準を検討。
- ①認定基準(新築)の原案を提示
→ 長期優良住宅の認定基準に反映(H21.6施行)
- ②「長期優良住宅に係る認定基準技術解説案」を作成
→ 国土交通省住宅局・国総研(監修)で公表

<研究目標>

- 当初の認定基準では対応できなかった技術的課題を解決し、普及促進に向けた評価基準案や新たな技術手法を提案する。
← 「多世代利用型超長期住宅」という新概念の提示

研究目標

- 長期優良住宅の認定基準に反映できなかった技術的課題を解決し、認定基準の見直し案や新たな技術手法を提案
 - ← 「多世代利用型超長期住宅」という新概念の提示



成果とその活用方針

○認定基準の見直しと既存住宅の認定基準の原案の提示

- ①共同住宅（新築）の住戸区画の可変性の認定基準の原案
- ②長期利用に資する共同住宅（既存住宅）の認定基準の原案

→ 住宅局において、現在、制度化に向けて準備中

○多世代利用型超長期住宅を実現する対策技術・技術指針の提示

- ①空気注入による宅地地盤の液状化対策技術の提示
- ②地域特性等を踏まえた戸建住宅の設計、維持管理・改修指針
- ③管理の高度化に資する構造ヘルスマモニタリングの利用指針

技術開発課題と研究テーマ

I. 多世代利用住宅（共同住宅）の 可変性評価

床利用ニーズの変化に対応できる
共同住宅スケルトンの目標性能水準
⇒ **住戸区画の可変性の評価手法**の研究

II. 既存共同住宅の長寿命化

長寿命化（多世代利用）に向けた既存
共同住宅の診断・改修の実施手法
⇒ **既存住宅改修の目標性能水準**の研究
⇒ **躯体性能の評価手法**の研究

III. 新たな住宅管理技術

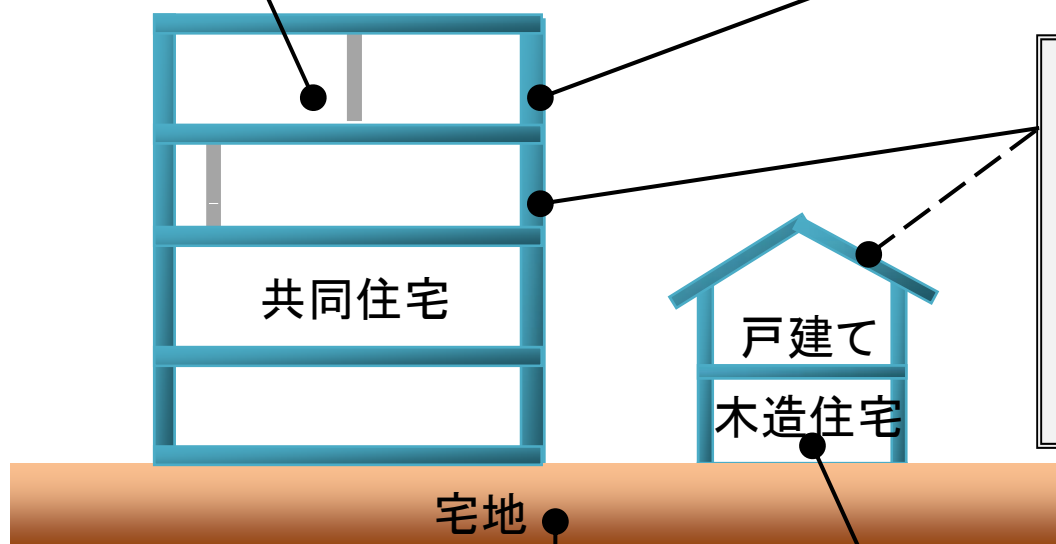
動的な特性変化に関する
情報の利活用
⇒ 住宅管理における**構造
ヘルスマニタリング技術**
の利用手法の研究
※主に、RC造共同住宅を対象

IV. 宅地地盤の安全性の向上

既設宅地地盤に適用できる安価かつ害がない
液状化対策
⇒ 空気注入方式による**地盤液状化対策
技術**の研究

V. 戸建て木造住宅の長寿命化

管理のしやすさや地域特性等への配慮
⇒ **設計・計画手法**の研究
⇒ **維持管理手法、改修・流通手法**の研究



1. 多世代利用住宅(共同住宅)の可変性評価①

■ 研究の視点

- 共同住宅について、居住者のライフスタイルや床利用ニーズの変化に対応した住戸区画の変更を容易にする仕組みを検討する。
- 住戸区画の可変性の評価手法を研究し、評価基準の原案を提示する。

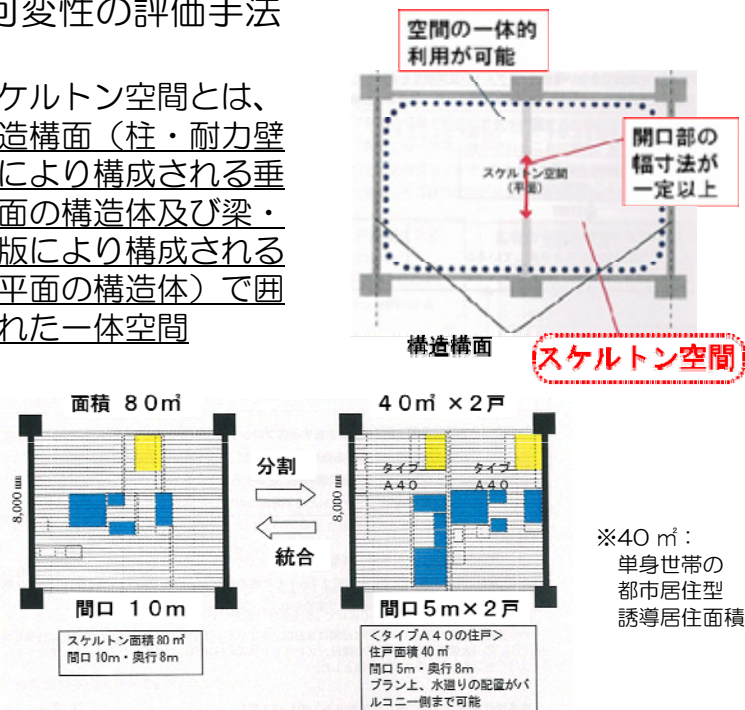
■ 研究の成果

⇒ **長期優良住宅の認定基準原案(住戸区画の可変性の認定基準)の提示**

■ 研究テーマ

「**スケルトン空間**」に着目した、住戸区画の可変性の評価手法

スケルトン空間とは、構造構面(柱・耐力壁等により構成される垂直面の構造体及び梁・床版により構成される水平面の構造体)で囲まれた一体空間



スケルトン空間内に設置される住戸の分割や統合の例

■ 研究内容と研究フロー

建築事例等における設計手法の実態調査を踏まえ、設計スタディを行い、住宅として成立するスケルトン空間の要件と必要となる法制度の対応について検討し、評価手法と評価基準原案を作成。

- (1) 住戸区画の規模の可変性を確保する設計手法に関する実態調査
- ・住戸区画の規模の可変性を確保するための設計手法の基本的考え方
 - ・採用されている構造上のシステムや工夫
 - ・区画の規模の可変性を確保するための構造システム以外の設計・計画上の工夫
 - ・区分所有マンションの場合の手続き(共用部分と専有部分の扱い、管理規約、登記等)

- (2) 「住戸区画の可変性の確保」の評価・認定手法の検討
- ・住戸区画の可変性の考え方
 - ・住戸区画の可変性の評価手法(どのような設計的配慮がなされていれば、住戸区画の可変性があると評価できる)

- (3) 多世代利用住宅の住戸区画の可変性を確保する設計手法の検討
- ・構造上の考え方
 - ・共用設備計画(可変部分の遮音、防水・断熱等の計画上の工夫)等

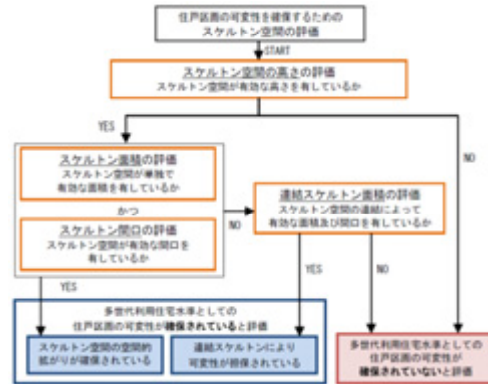
- (4) 区画の変更を円滑に行う法制度の検討
- ・区分所有マンションにおける区分所有法上の手続き
 - ・不動産登記上の手続き 等

※学識経験者だけでなく建築設計、建設・供給等の専門家を交えて検討

I. 多世代利用住宅(共同住宅)の可変性評価②

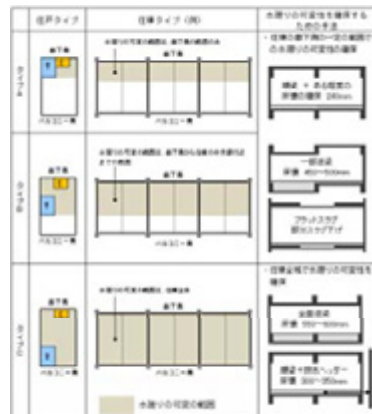
■調査、スタディの実施内容(例)

- スケルトン空間の「拡がり」と「連結」に着目して、評価手法の枠組みを検討



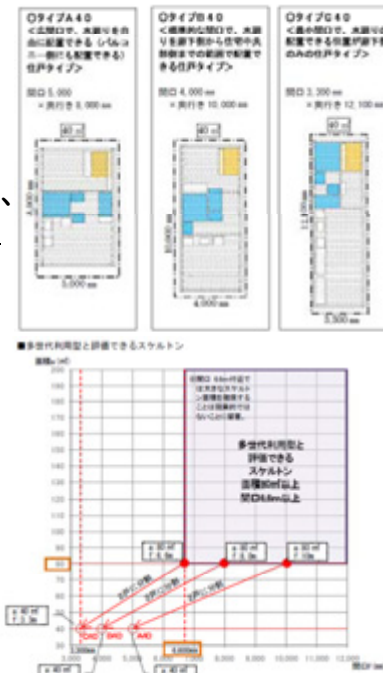
住戸区画の可変性の評価フロー

- スケルトン寸法について、住戸の平面・断面を具体的に試設計し、可変性を確保できる手法を検討



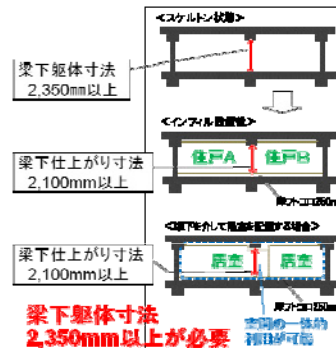
可変性を確保できる手法の検討例

- 最小規模(40㎡)の住戸が成立する観点から、寸法計画の数値分析を行い可変性を確保できるスケルトン条件を検討



スケルトン条件の検討例

- 設定した条件(評価基準の案)を建築事例に適用し、基準原案としての妥当性を検討 ※<参考1>を参照



検討結果(例:スケルトン空間の高さの基準)

■成果

長期優良住宅(共同住宅)の面積に係る認定基準について、「住戸区画の可変性の評価基準原案」を提案。

①スケルトン空間の空間的拡がりの確保	スケルトン空間内に設置される住戸の分割や統合等による可変性を確保 →分割時の住宅としての居住性の確保が必要 →統合時の空間としての一体性の確保が必要 →スケルトン空間の「高さ」「面積」「間口」に着目して評価
②スケルトン空間の連結性の確保	スケルトン空間相互を人の往来が可能壁開口等で連結して可変性を確保 →スケルトン空間を連結した場合の通行容易性等の確保が必要 →連結部分の壁開口等の「高さ」「幅」に着目して評価

可変性の評価基準原案の考え方

スケルトン空間内の耐力壁の有無		耐力壁なし	
		耐力壁なし 連続スケルトン 開口	耐力壁あり 開口設置可能
特に優良と考えられるスケルトン	①躯体天井高: 2,750mm以上	S+	S-
	②スケルトン面積: 80㎡以上		
多世代利用住宅として開闢のないレベルのスケルトン	③-1 間口: 8.3m以上	A+	A-
	③-2 間口: 6.6m~8.3m未満		

基準原案: ①スケルトン面積に基づく評価

スケルトン空間内の耐力壁の有無		耐力壁なし	
		耐力壁なし 連続スケルトン 開口	耐力壁あり 開口設置可能
連結により評価できるスケルトン	①躯体天井高2,750mm以上	B+	B-
	②連続スケルトン面積80㎡以上		
	③連続部分のスケルトン面積40㎡以上		
	④連続部分のスケルトン開口3.3m以上		

基準原案: ②連結スケルトン面積に基づく評価

II. 既存共同住宅の長寿命化①

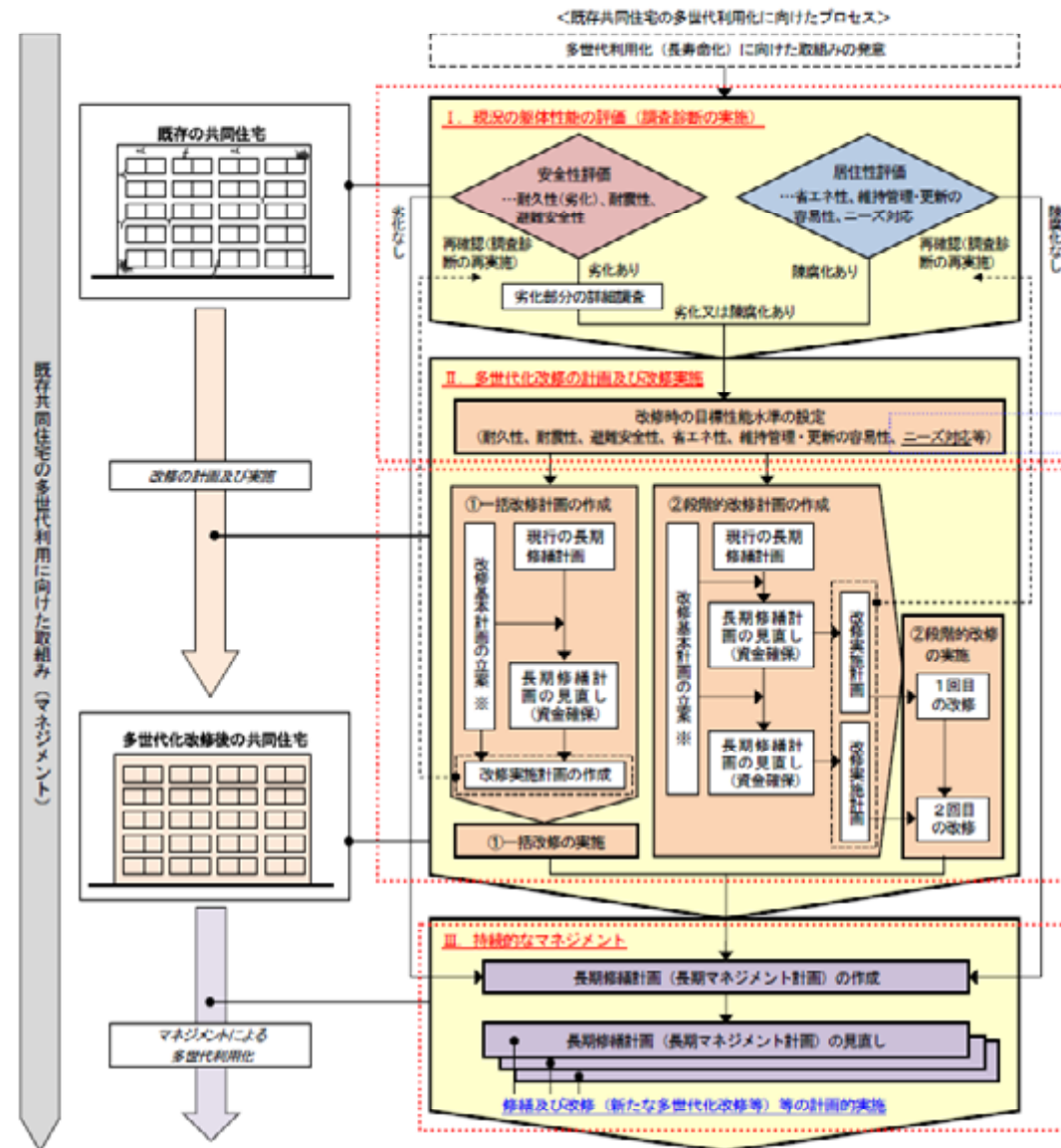
■ 研究の視点

- 既存共同住宅の長寿命化（多世代利用化）に向けて、既存躯体の性能を評価する基準を確立する。
- 既存共同住宅の改修時に目標とする性能水準を明らかにする。
- 既存共同住宅の多世代利用に向けた改修・マネジメント手法に関する技術指針案を提示する。

■ 研究の成果

- ⇒ **長期優良住宅（既存共同住宅）の認定基準（新設）の提示**
- ⇒ 既存共同住宅の**グレード判定の評価基準、評価の方法に係る技術解説**（評価を実際に行う際の数値基準等、調査・診断手法等）の作成
 - ← 認定基準に係る技術解説として、本省・国総研が共同で公表し普及を図る。
- ⇒ 「**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**」の提示
 - ← 適切な管理、改修促進に向けた技術解説として公表。普及のための技術支援を実施

※ <参考2>、<参考3>、<参考4>を参照



既存住宅の長寿命化多世代利用化に向けたプロセス

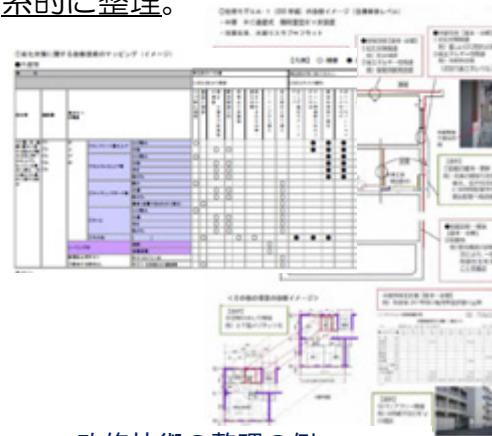
II. 既存共同住宅の長寿命化②

■ 研究内容（調査、検討の例）

- ・ 既往共同住宅の性能・仕様の変遷等について、住宅金融公庫の仕様書、ゼネコン等の設計資料等を調査し、建築年代別の仕様モデルを設定。改修時の目標性能水準を検討。 <参考3>
- ・ 既往資料等の調査及び学識者との意見交換等により、躯体(RC造)の健全性評価基準案を作成。 <参考4>
- ・ 改修実施事例等の設計内容の調査をベースとして、診断・改修技術を体系的に整理。

■時代区分と共同住宅の仕様モデル

想定する仕様モデル	モデルA: 1980年以前(～S55年)		モデルB: 1981～1990年 (S56～H2年)	モデルC: 1991～2000年 (H3～H12年)	モデルD: 2001年以降 (H13年～)
	モデルA1	モデルA2			
構造種別・高さ アクセス形式	RC壁式 小層	RCカーメン 高層	RCカーメン 高層	RCカーメン 中・高層	RCカーメン 中・高層
開発形態	民間発中層中心	既成市街地中心	民間発高層高層	既成市街地中心	民間発等
劣化対策(コンクリートの品質等)	JASSG準拠	同左	同左	同左	同左
耐震性(耐震基準)	旧耐震	旧耐震	新耐震	新耐震	新耐震
維持管理 留意点 (共用部水 経管位置)	水廻り位置 外壁面	住戸内	住戸内	住戸内	住戸内
可塑性	階高	2550mm程度	2650mm程度	2650mm程度	2700mm程度
バリアフリー	水廻り床成 造り	スラブフラット	スラブフラット	スラブフラット	ポットステップ のみで段差取 除
	浴室	在来	UB(通常)	UB(通常)	UB(高齢対応)
省エネ	断熱仕様	考慮なし	旧省エネ	旧省エネ	新省エネ
床高	スラブ厚み	120mm程度	150mm程度	150mm程度	180mm程度



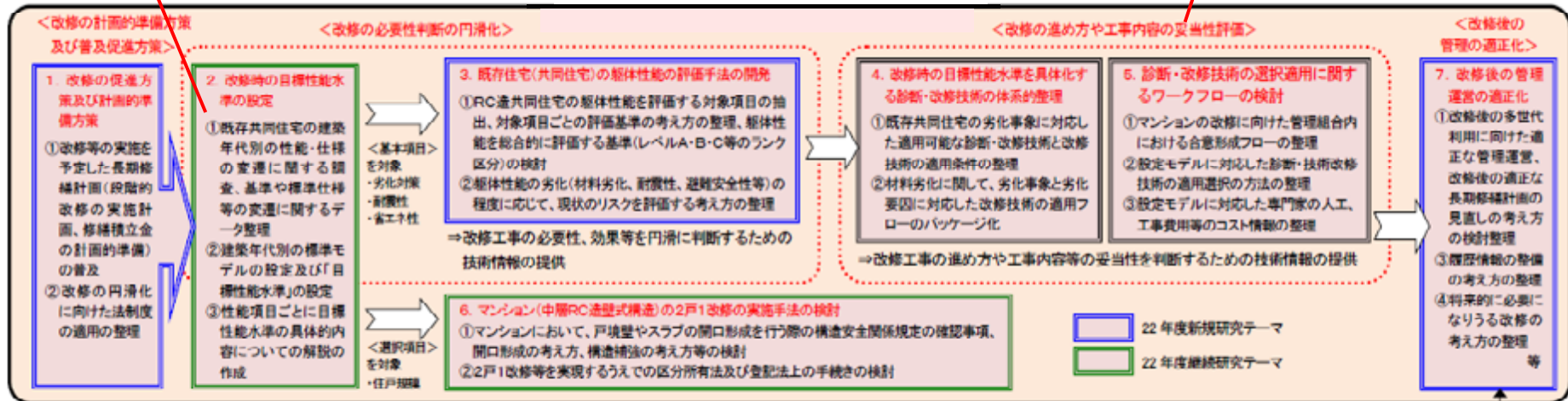
改修技術の整理の例

■ 成果（技術指針）

躯体の健全性評価基準案に加え、有識者・実務者等へのヒアリング等に基づき、診断・改修技術の選択適用に関するワークフローを整理し、「技術指針（案）」を作成。



ワークフロー分析、整理の例



既存共同住宅の長寿命化(多世代利用)に向けた改修に係る検討テーマ

III. 新たな住宅管理技術

■ 研究の視点

- 適正な管理の前提として住宅履歴情報の蓄積と活用が必要
- 新たな診断技術として構造ヘルスマニタリングに着目。“建築物の振動等の動的な特性”を経年による「状態変化の記録」として利用する手法を提案

■ 研究内容

技術の有効性の検証

実際の建物で強い地震を経験し、有効性を示した例が極めて少ない ※本研究の実施時において
 → 実大建物の加振を通じて実験検証

実験の実施概要

a. H20年度 加振実験

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手法を検証。

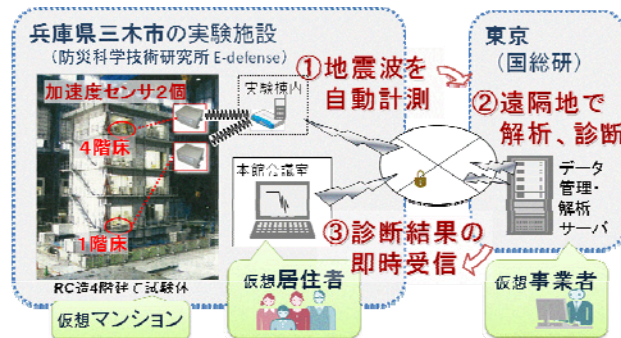
b. H21年度 実験（数値実験）

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を実施。
 a. で行った加速度波形データだけを用いた計測・解析の精度を検討。

c. H22年度 加振実験

a. と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、診断・情報提供の実用性を検証。

※構造の専門家だけでなく住宅管理・流通の専門家を交えて検討



H22年度 実験における診断・情報提供の想定

※加振実験は、(独)防災科学技術研究所との共同研究に基づき実施

■ 研究の成果

⇒ 多世代利用住宅の管理・流通における構造ヘルスマニタリング技術の利用ガイドライン

- 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、建築技術者

構造ヘルスマニタリングとは

■センサを用いて損傷や劣化を把握し、構造物の状態を診断する技術

建物が大きな外力（地震力など）を受けた時に、“従前と揺れ方が変わった”等の現象変化を把握し、構造物の損傷の有無を推定し、精密検査の要否を判断



国総研のホームページを通じ公表・配付（ダウンロード）

住宅での技術利用法の検討

長期にわたる維持管理や、中古住宅売買などで、有効な利用方法が未検討
 → 新たな診断・情報提供サービスとしての利用法を検討・提案

実験を踏まえて、利用ガイドラインの記述内容を検討

住宅での技術利用手法の検討

- 揺れ方などの診断結果を、健全性を評価する特性変化の記録として活用する手法を提案

長期利用における管理・流通の場面を想定し、目的に応じたシステム構築と運用方法を整理



IV. 宅地地盤の安全性向上

■ 研究の視点

- 多世代利用住宅は、大規模な地震に遭遇しても大きな財産被害を生じない水準が必要。(→液状化を考慮すべき。)
⇒現行:人命被害を生じない水準。
- 「既設宅地地盤の耐液状化改修」を目指し、安価かつ害がない「地盤内空気注入法」に着目して有効性を実証実験で確認。

■ 研究の成果

- 空気注入法は、実験により緩い砂地盤(N値7程度)でも震度5弱のゆれ、一定の固さ(N値16程度)があれば震度6(阪神大震災)のゆれに耐えることを確認。
- 地盤内の空気が実地盤で100日以上安定推移した等、耐久性を確認。
⇒実験データは、HPで公表。

■ 研究内容

<H20年度>

- ・ 既成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
- ・ 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検証。



マイクロバブル水



実験風景

○実験結果

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200ガル程度の揺れに対して液状化が発生しなかった。
⇒**震度5弱相当の地震への有効性確認**

<H21年度>

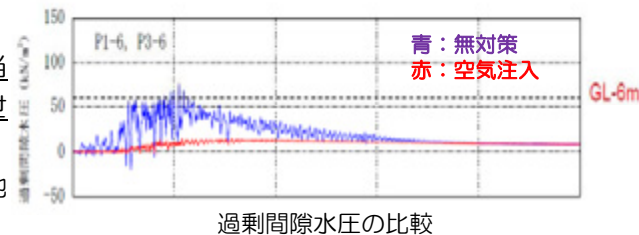
- ・ 遭遇する可能性の高いレベルの地震(震度6相当を想定)に対して建物の継続使用性の確保を多世代利用住宅が確保すべき宅地の耐震性能に設定
- ・ 空気注入法によってこの水準を確保できる宅地地盤の存在を実験で検討。



遠心力载荷試験装置

○実験結果

- ・ 阪神大震災相当の地震動の入力に対し、N値16程度の砂質地盤では、地下水層の飽和度90%程度とすることで、液状化の発生を防止
⇒ **沖積平野や埋立地に広くみられる地盤条件における有効性確認**

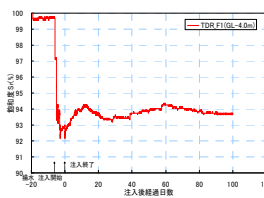


<H22年度>

- ・ 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。
- ・ 場所：江戸川河川敷(埼玉県三郷市・深さGL4m付近にN値≒15前後の砂層)



実験サイト



効果の持続性の確認

実地盤の液状化層にマイクロバブル水を注入し、不飽和地盤をつくとともに、飽和度の時間経過による変化を計測

○実験結果

- ・ 目標飽和度約90%とするとマイクロバブル水6ℓ/分の注入速度で8時間余で安定。
- ・ 残留空気は、注入終了後も100日以上安定して不飽和状態が維持されていた。
⇒ **1~2日の短期間での施工可能性、残留空気の耐用性を確認**

V. 戸建て木造住宅の長寿命化

■ 研究の視点

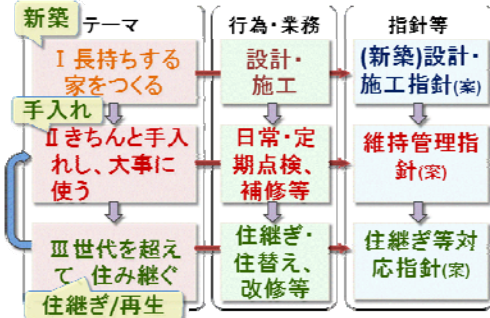
- 戸建て木造住宅の多世代利用に向けて、「設計・施工」、「維持管理」、「住み継ぎ」の各段階に着目
- 木造住宅のつくり手、維持管理等の担い手や住まい手が技術的に配慮・実施すべき事項について調査・検討

■ 研究の成果

- ⇒ 「戸建て木造住宅（新築）の長寿命化のための設計・施工指針」
- ⇒ 「戸建て木造住宅の長寿命化のための維持管理指針」
- ⇒ 「戸建て木造住宅の多世代利用に向けた住み継ぎ対応指針」

■ 研究テーマ

○多世代利用に向けたテーマと必要となる対応

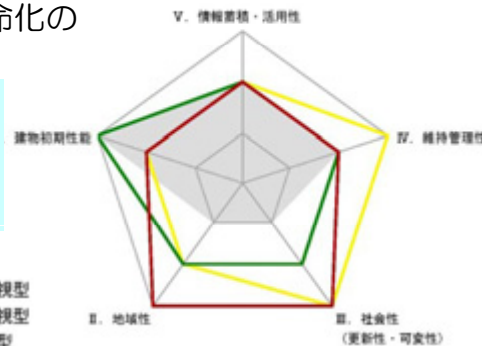


戸建て木造住宅の建築、維持管理において、重要な役割を占める、比較的規模が小さな工務店における活用を配慮して、それぞれの「指針」の記述を検討。

○戸建て木造住宅の長寿命化の考え方

初期性能の“つくりこみ”だけでなく、建築後の“適切な維持管理”“地域の対応力”も重視

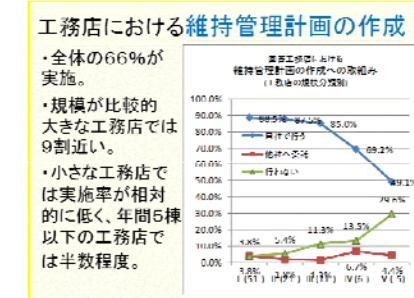
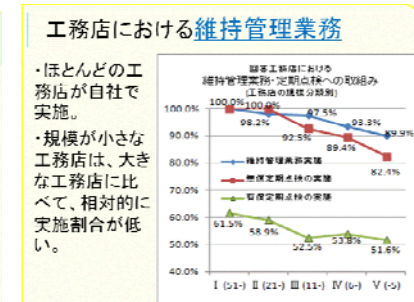
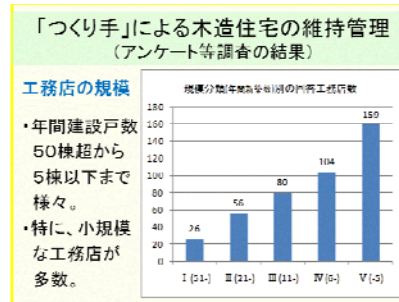
- 認定基準
- A. 初期性能重視型
- B. 維持管理重視型
- C. 地域性重視型



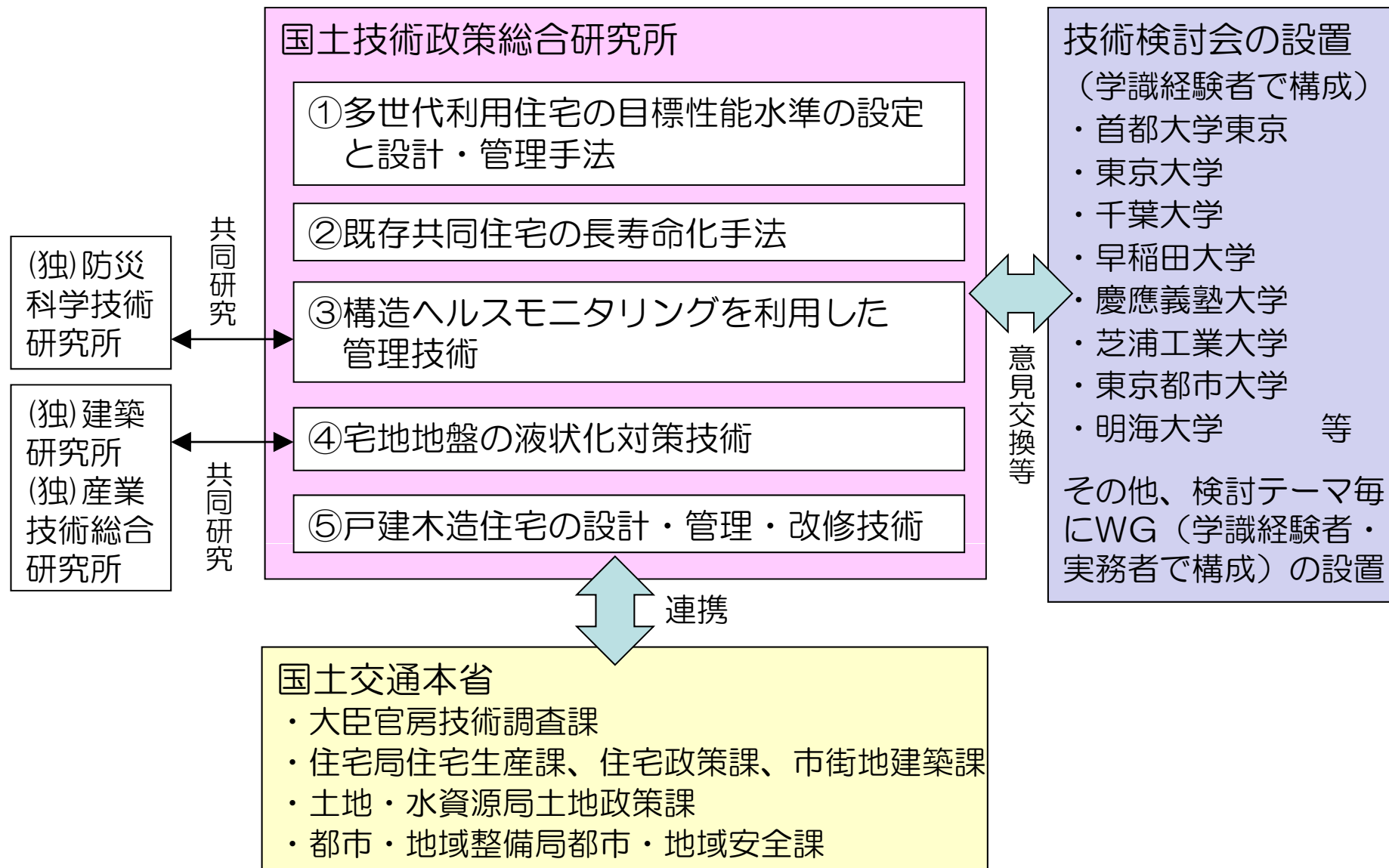
国総研で公表・配付

- ・木造住宅生産者等の団体、主体に情報提供
- ・建築主等、一般への普及を考慮し、自由ダウンロード形式

■ 実態調査の例



※ 工務店事業所の全国ネットワーク JBN (Japan Builders Network) の登録会員1,020社に対して、「工務店等（戸建て木造住宅のつくり手）による維持管理業務への取組みに関するアンケート調査」を実施。453事業所から回答（回収率44.4%）



主な成果目標の達成度

研究の成果目標		研究成果	研究成果の活用方針	達成度	
多世代利用住宅 (新築及び既存)	形成・管理 手法	<ul style="list-style-type: none"> 多世代利用住宅の目標性能水準の設定 住戸区画の規模の可変性の評価手法及び基準案の提示 	長期優良住宅の認定基準の見直しに反映 (基準化の準備を支援)	a	
	既存共同住宅の多世代 利用化	<ul style="list-style-type: none"> 既存共同住宅の保有すべき目標性能水準案、躯体性能の評価手法の提示 	既存共同住宅の認定基準の新設への反映 (基準化の準備を支援) 技術解説の公表 (本省と国総研の共同)	a	
	管理技術	<ul style="list-style-type: none"> 構造ヘルスマニタリングの利用手法の提示 	<ul style="list-style-type: none"> 多世代利用住宅の維持管理・流通を支える構造ヘルスマニタリング技術の利用ガイドラインの作成 	ガイドラインの公表 (国総研)	b
	宅地地盤の 安全性	<ul style="list-style-type: none"> 宅地地盤の液状化対策技術の提示 	<ul style="list-style-type: none"> 空気注入による宅地地盤の液状化対策の効果の実証 	検証した技術の効果を公表 (記者発表等・国総研)	a
	戸建木造	<ul style="list-style-type: none"> 多世代利用に向けた手法・配慮事項等の提示 	<ul style="list-style-type: none"> 戸建て木造住宅の長寿命化に向けた設計、維持管理、住み継ぎに係る技術指針の作成 	指針の公表 (国総研)	b

【達成度】 a：十分に目標を達成できた b：概ね目標を達成できた
 c：あまり目標を達成できなかった d：ほとんど目標を達成できなかった

研究成果を踏まえた今後の展開

1. 成果の活用

① 認定基準の制度化につなげる

- 研究成果の原案に基づき、認定基準の見直し等の支援
 - ・ 新築共同住宅の住戸区画の可変性を認定基準の追加
 - ・ 既存共同住宅の認定制度の導入に伴う認定基準の新設

② 技術指針・マニュアル等の公表

- 研究成果を取りまとめた各種指針・マニュアル等を公表
(国総研より公表又は本省と共同で公表)

2. 東日本大震災の復興支援への展開 (3次補正関係)

① 木造住宅の長期優良住宅の普及の支援

- ・ 地元中小工務店等による地域特性を踏まえた木造住宅の復興

② 宅地液状化対策に係る技術開発の継続実施

- ・ 液状化判定法、対策技術の検討等

■ 必要性 (科学的・技術的意義、社会的・経済的意義、目的の妥当性等)

住宅の長寿命化の推進のためには、各種の取り組みを適切に評価できる手法が必要である。従来の手法は新築住宅の劣化対策や耐震性の確保をベースとしており、住戸面積の可変性や建築後の管理、安全性の向上に係る技術の評価が出来なかった。そのため、それぞれの技術を適切に評価できる新たな手法の開発が求められていた。

■ 効率性 (計画・実施体制の妥当性等)

既往研究等の成果を活用しつつ、技術基準化のための研究が不十分な課題を選定し、実態調査や事例の分析、設計やワークフローの試行、実験による技術の検証等を行った。研究実施にあたっては、関係機関との共同研究や有識者・実務者等を交えたワーキングにおいて評価手法や指針等の詳細を検討し、学識経験者や関係部局等の関係者等からなる技術開発検討会に研究成果を示し、内容の審議を受けた。これにより、関係部局の制度化に向けた準備や、研究成果の公表・普及等の連携をとることができた。

■ 有効性 (目標の達成度、新しい知の創出への貢献、社会・経済への貢献、人材の養成等)

研究成果は、長期優良住宅法に係る認定基準の原案として検討されている他、設計者や地域の工務店等の実務者に対する対策技術の指針等として活かされている。また、住宅管理や宅地の耐震性向上に係る新たな技術利用について、有効性や留意点等の技術的知見が得られた。

■ 目標の達成度

A:十分に目標を達成できた

B:概ね目標を達成できた

C:あまり目標を達成できなかった D:ほとんど目標を達成できなかった

※復興支援への展開として、「地域特性を踏まえた木造住宅の復興」等を支援