

# 住宅の管理・流通における技術利活用に関する検討

【研究計画 3 (1)に対応】

住宅スケルトンの状態把握に基づいた維持管理の実施や、住宅の流通における健全性評価・表示など、新たな診断・情報提供サービスとして SHM を利活用する手法と社会システム構築に係る課題を整理・検討した。

ここでは SHM 本来の目的（住宅のスケルトンの健全性評価）に限らず、住宅向けの既存システム・サービス等との融合の可能性を含めて幅広く検討するため、共用設備モニタリングシステムや防犯システム、住宅履歴書、設計図／CAD データの保管等、住宅の維持管理における調査・診断、情報管理の仕組みとの対応を考慮する。

## <報告書 第 4 章の目次構成>

※枠囲い部分のみ抜粋

### 1.1 SHMに関する現状調査

#### 1.1.1 建設会社へのヒアリング結果概要

#### 1.1.2 不動産・ディベロッパーへのヒアリング結果概要

#### 1.1.3 その他の関係主体へのヒアリング結果概要

#### 1.1.4 SHMの現状に関するまとめ

### 1.2 建物ライフサイクルにおけるSHM導入場面

#### 1.2.1 ステークホルダー

#### 1.2.2 建物ライフサイクル

#### 1.2.3 建物ライフサイクルにおけるSHM導入場面等

### 1.3 SHMの適用・サービス運用に向けた課題の整理

#### 1.3.1 SHMの価値

#### 1.3.2 技術的課題

#### 1.3.3 社会的課題

#### 1.3.4 SHMパッケージの構築・運用コスト

#### 1.3.5 関連サービスとの組合せ検討

#### 1.3.6 要求機能・機器構成の検討

## 1.1 SHMに関する現状調査

SHM の適用・サービス運用に関わると考えられるステークホルダーへのヒアリングを通じて、SHM に関する現状の取り組み状況や課題意識について把握した。

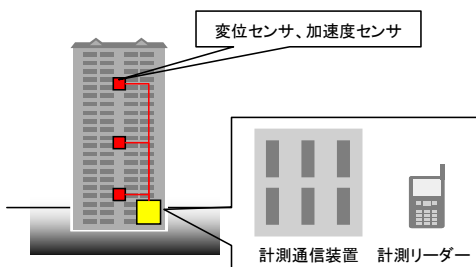
関係主体へのヒアリング結果等を踏まえた SHM の現状について、次ページに図示した。

設計の妥当性を確認するという内部的な利用目的に関しては、既に SHM の導入事例がある。しかしその SHM 導入の動機は、設計者の個人的なニーズや、デベロッパーにおいては経営者のトップダウンの判断に拠るところが大きい。

また、一部のゼネコンが提供している SHM サービスの普及は進んでいない。「設計・施工」「オーナー」という 2 者の関係にとどまっており、エンドユーザーや情報サービス機関を含めて技術のメリットを広く社会的に享受する仕組みが存在しないのが現状である。

ヒアリングを通じて、技術的な信頼性に対してお墨付きを求める意見、センサ設置の義務付けに関する制度化の要望、既存の耐震性能評価等の枠組みに対してどのような形で寄与するのかという質問などが寄せられた。

## SHMサービスの現状整理



目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震時のグローバルな被災状況判定(建物全体の損傷有無)</li> <li>設計へのフィードバック</li> </ul>
適用対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>新築の単体建物</li> </ul>
診断方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>最大層間変位に基づく継続使用可否判断</li> <li>地震時挙動からみる設計の妥当性検証</li> </ul>
計測方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震時や強風時を対象とした振動計測</li> <li>グローバルモニタリングを目的としたセンサ(変位・加速度)</li> </ul>
データ管理・提供	<ul style="list-style-type: none"> <li>建物内サーバでの計測データ管理</li> <li>オーナー等への情報提供</li> </ul>

### 設計・施工

- SHMシステム構築・運用
- 地震時の被災状況判定、データ管理・提供

### オーナー・オーナーサポート

- (ヒアリング結果に基づく課題整理)
- 誰が何のために使う技術なのか、イメージしにくい
  - 耐震性能や資産価値について客観的に説明できる材料がほしい
  - 技術者の目視点検に代わるSHMの適用メリットがあるとよい(平常時の劣化要因まで特定できるようになる等)
  - 仮に診断結果が悪かった場合、どのような情報提供や人的サービスが受けられるかが気になる
  - 技術の信頼性・必要性について社会的にお墨付きが得られてから、導入を検討したい
  - 空調・電気設備や省エネ等の多くセンシング機能の一環として推進すると実用的なのではないか

- (ヒアリング結果に基づく課題整理)
- 対象構造物は自社施工の新築物件に限定されている(既存建物への後付けはコストが釣り合わない、管理組合の合意形成が困難であることから分譲は対象外等)
  - メリットが地震時に限定されている(平常時の劣化については解釈のための閾値設定が困難なため対象外)
  - 費用対効果に関する説明が不足
  - 診断結果に応じたサポート体制が不足
  - 膨大なデータの蓄積・管理が課題
  - 診断結果についての分かりやすい情報提供が課題
  - 実測による評価の必要性が認知されておらず、近年の販売状況は低迷している

### 【関係主体】

#### 情報サービス

- (ヒアリング結果の整理)
- 類似構造物のデータベースに基づきベンチマーク評価を行う際、ASP・SaaSサービスが有効と考えられる
  - 住宅履歴情報との連携は有効と考えられる
  - JREITでは修繕計画やPML値などを全て情報開示することが原則となっている。SHMについても、義務付けなのか格付けなのか、制度化の議論が必要。

#### エンドユーザー

- (仮説に基づく課題設定)
- 地震時に、建物がどれだけ揺れたか、避難すべきかどうか、事業継続可能かどうかについて知りたいユーザーが多い
  - 建物の構造健全性について、客観的な評価データに基づき説明性を高めてほしいというニーズがある
  - 診断結果は分かりやすく、アクセスし易い形での情報提供が求められている
  - 導入効果が明確で、かつ経済的なインセンティブがあれば、SHMを標準装備した建物の入手を希望するユーザーがいる
  - ただし多くの場合、建物入手における選択条件として、耐震性が最も優位とは限らない

図 4-1 SHM サービスの現状に関する調査のまとめ

## 1.2 建物ライフサイクルにおけるSHM導入場面

住宅のライフサイクル及び住宅に関わる関係主体（ステークホルダー）に応じて SHM への要求は異なると考えられるため、それらを整理した上で、SHM 導入場面の仮説を立てる。

### 1.2.1 ステークホルダー

- 1) オーナー                    ディベロッパー、区分所有者など
- 2) オーナーサポート        管理事業者、不動産仲介事業者など
- 3) 設計                        設計事業者、ディベロッパーなど
- 4) 施工                        ゼネコン、工務店など
- 5) エンドユーザー         賃貸契約者、区分所有者（兼オーナー）など
- 6) ライフサービス         保険事業者、警備事業者 電気・ガス・水道事業者など
- 7) 公的機関                 官公庁、自治体、研究機関など

### 1.2.2 建物ライフサイクル

- A) 設計                        建物を企画し設計する。
- B) 施工・引渡し            建物を設計に従って建設し、ディベロッパー（オーナー）に引き渡す。
- C) 販売                        ディベロッパーが区分所有者に販売する。
- D) 建物管理                 建物をオーナーや管理組合等が維持管理・利用する。
- E) 修繕・補強                中長期修繕計画に従って建物を修繕する。または補強する。
- F) 災害                        地震等の災害に遭う。6a)中規模、6b)大規模の2パターンを想定。
- G) 売買                        区分所有者が別の区分所有者に販売する。
- H) 用途変更等                長期利用の中で変化するニーズに合わせて用途変更・増築等を行う。
- I) 使用中止・建替え        管理組合で使用中止を決定し、建替えを行う。

表 4-1 建物ライフサイクルにおける主なステークホルダー

No.	ライフサイクル	ステークホルダー
A	設計	オーナー、設計
B	施工・引渡し	オーナー、設計、施工
C	販売	オーナー、設計、エンドユーザー
D	建物管理	オーナー、オーナーサポート、エンドユーザー、ライフサービス
E	補強・修繕	オーナー、オーナーサポート、施工、エンドユーザー、ライフサービス
F	災害（地震）	オーナー、オーナーサポート、施工、エンドユーザー、ライフサービス、公的機関
G	売買	オーナー、オーナーサポート
H	用途変更等	オーナー、オーナーサポート、設計、施工
I	使用中止・建替え	オーナー、オーナーサポート、施工

表 4-2 住宅の構造健全性評価に係る既存の仕組みとヘルスマonitoring技術の導入場面等 (1/2)

建物ライフサイクル	既存の仕組み ■:技術・方法、○:制度等	仮説に基づくニーズ・課題等				ニーズへの対応技術としてのヘルスマonitoring技術の 導入場面、期待される効果 (◎現状の技術レベルで実現可能 △今後の技術開発を要する)
		ニーズの主体	ニーズ 区分	内容	ニーズへの 対応主体	
A 設計	■構造計算(保有水平耐力計算、限界耐力計算、時刻歴応答解析など) ○建築確認 ○設計住宅性能評価書	設計	I, II	構造設計の妥当性を確認したい (特に免振デバイス等の損傷が蓄積しやすい箇所)	設計	◎構造設計の妥当性検証ツール ◎地震・風などの外力に対する振動計測
B 施工・引渡し	○施工状況確認 ○建設住宅性能評価書	設計	I, II I, II	設計した構造物について、実測により耐震性能や振動に関する居住性能を確認したい 構造性能をデータで示すことで信頼性を高めたい	施工	◎実測データに基づく客観的な耐震性能評価 △竣工直後のワンショット診断
C 販売	■耐震診断(簡易耐震診断:Is値等、精密耐震診断) ■PML評価(Probable Maximum Loss) ○重要事項説明 ○設計(建設)住宅性能評価書	オーナー エンドユーザー	I, II I, II	耐震性能や振動に関する居住性能に関して客観的な情報が欲しい 耐震性能や振動に関する居住性能に関して客観的な情報が欲しい	設計 オーナーサポート	◎実測データに基づく客観的な耐震性能評価 △耐震性能を分かりやすく可視化するツール △販売時のワンショット診断
D 建物管理	■外観診断(外壁クラック調査(目視、計測、不同沈下調査(レベル法)) ■材料劣化診断(圧縮強度調査、コンクリート中性化深さ調査) ○定期報告制度(特殊建築物等定期調査等)	オーナー・ オーナーサポート ライフサービス エンドユーザー 公的機関	I II I, II II I I, II I, II I, II I, II II	建物設計に係る図面情報等が存在しない場合がある 建物性能の経年変化を把握する仕組みがない 外観目視により確認された劣化事象に対して対症的に対応している 利用期間中に許容耐力を超過している場合に知らせて欲しい 建物診断においてコスト削減・効率化を図りたい 専用部分に立ち入らなければならない部分の劣化診断を無人で行いたい(管理組合) 診断実施時期の間に情報の欠落が生じる 設備更新時期を長くしたい 建物性能の情報を分かりやすくアクセスしやすい形で提供して欲しい 防犯や発電・省エネなど生活関連情報と合わせて可視化して欲しい 建物の実態に応じた耐震性能やPMLを算定して欲しい(法人) 定期報告制度の調査対象(外装タイル等の劣化)について、容易に調査したい コンクリート建物の経年変化を解明したい	オーナー・ オーナーサポート オーナーサポート オーナーサポート 公的機関	◎利用期間中の耐震性能の常時診断 △利用期間中の耐震性能の常時診断 △実測データに基づく設計モデルの作成(図面情報が存在しない場合) △実測データに基づく設計モデルの更新・管理 △適切なタイミングによる予防保全 △建物維持管理の効率化・高精度化 △余寿命評価 △既存サービスや生活関連情報のセンシングとの組合せ △建物の実態に応じた耐震性能表示
E 補強・修繕	■耐震診断(簡易耐震診断:Is値等、精密耐震診断) ■耐震補強工事 ■大規模修繕工事 ○大規模修繕積立金 ○中長期修繕計画	オーナー・ オーナーサポート エンドユーザー 公的機関	I, II I I, II I, II I I, II - - I, II	耐震補強・大規模修繕の可否、箇所や方法等に関して客観的な説明が欲しい (不要な耐震補強が避けられるのであれば避けたい) 耐震補強・大規模修繕後の効果について客観的な説明が欲しい 適切なタイミングで耐震補強・大規模修繕を行い、ライフサイクルコストを抑えたい 耐震補強・大規模修繕に際して管理組合の合理的な合意形成を行いたい 精密耐震診断にかかるコスト負担が大きい 耐震補強・大規模修繕のための積立・投資について、妥当性を確認したい 耐震診断や耐震補強に関する補助制度の活用を推進したい 特に主要道路沿いの既存不適格建物等について、耐震化を推進したい Is値の劣化係数の信頼性など検証されていないため、より説明能力のある手段で計測・判断したい	施工 オーナー・ オーナーサポート 公的機関 オーナー・ オーナーサポート エンドユーザー 公的機関	◎類似建物のデータベースに基づくワンショットの簡易耐震診断 △耐震補強・大規模修繕の可否等の意思決定及び合意形成の支援ツール △地震時の建物構造被害の可視化(耐震化施策推進への寄与) △耐震補強・大規模修繕後の実測データによる効果測定 △適切なタイミングによる予防保全

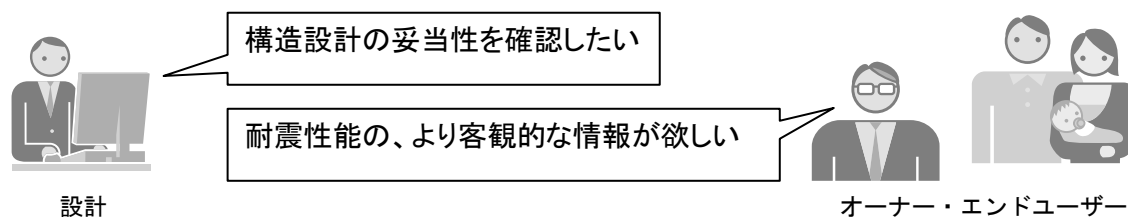
建物ライフサイクル	既存の仕組み ■:技術・方法、○:制度等	仮説に基づくニーズ・課題等				ニーズへの対応技術としてのヘルスマonitoring技術の 導入場面、期待される効果 (◎現状の技術レベルで実現可能 △今後の技術開発を要する)
		ニーズの主体	ニーズ区分	内容	ニーズへの対応主体	
Fa 災害(中規模地震)	■外観診断(外壁クラック調査(目視、計測、不同沈下調査(レベル法)))	オーナー・オーナーサポート	Ⅲ	補強・修繕の可否、箇所や方法等に関して客観的な説明が欲しい	施工	◎居住者、テナント等への安心情報の提供(簡易診断) △補強・修繕の可否等の判断ツール
			Ⅲ	補強・修繕の費用対効果、要否等の考え方が確立されていない	オーナー・オーナーサポート	
		エンドユーザー	Ⅲ	どの程度の揺れが発生して、建物にどの程度影響があったか知りたい	オーナーサポート	
Fb 災害(大規模地震)	■応急危険度判定 ■外観診断(外壁クラック調査(目視、計測、不同沈下調査(レベル法)))	オーナー・オーナーサポート	Ⅲ	(発災前)大規模地震時に想定される建物構造の被害について予め説明が欲しい	施工	◎大規模災害直後の迅速な被災状況判定(応急危険度判定の省人化) △サイト予測地震に対する構造被害影響評価 △補強・修繕の可否等の意思決定及び合意形成の支援ツール △補強・修繕後の実測データによる効果測定 △既存サービスや生活関連情報のセンシングとの組合せ △地域レベルでの診断データの一元管理
			Ⅲ	建物の継続使用可否(応急危険度判定)について、いち早く確認して欲しい		
			Ⅲ	補強・修繕の可否等に関して客観的な説明が欲しい		
		施工	Ⅲ	地震時において、自社施工物件の構造被害確認に係るリソース不足が懸念される	オーナーサポート	
		エンドユーザー	Ⅲ	建物の継続使用可否について、客観的なデータに基づく説明が欲しい		
			Ⅲ	ライフラインの復旧情報や、周辺の社会状況についても併せて情報が欲しい		
公的機関	Ⅲ	地域の建物被害状況を迅速に把握し、最適なリソース投入計画を立案したい	オーナー・オーナーサポート			
G 売買	○住宅履歴情報	オーナー	I, II	前の所有者から引き継ぐ際、耐震性能に関して客観的な情報が欲しい	オーナー・オーナーサポート	△建物性能の経年変化の情報提供 △実測データに基づく設計モデルの作成(図面情報が存在しない場合) △実測データに基づく設計モデルの更新・管理
			I, II	前の所有者から引き継ぐ際、建物性能の経年変化について知りたい		
H 用途変更・増改築・移転	■耐震診断(簡易耐震診断:Is値等、精密耐震診断) ■耐震補強工事 ■大規模修繕工事 ○大規模修繕積立金 ○中長期修繕計画	オーナー・オーナーサポート	I	用途変更等を行う際に、補強等が本当に必要かどうか客観的な説明が欲しい	施工	◎類似建物のデータベースに基づくワンショットの簡易耐震診断 △耐震耐震補強・大規模修繕の可否等の意思決定及び合意形成の支援ツール △地震時の建物構造被害の可視化(耐震化施策推進への寄与) △耐震補強・大規模修繕後の実測データによる効果測定 △適切なタイミングによる予防保全
			I	用途変更等を行った後に実建物が十分な耐力を有することの客観的な説明が欲しい	オーナー・オーナーサポート	
			II	用途変更後の利用で万が一許容耐力を超過した際にチェックして欲しい	オーナー・オーナーサポート	
		公的機関	-	用途変更等の活性化を通じて、建物の長寿命化を推進したい	オーナー・オーナーサポート	
			I	用途変更等を行った後の建築確認を、合理的かつ簡便な方法で行いたい	公的機関	
I 使用中止・建替え	○築年数、耐用年数	オーナー・オーナーサポート	I	使用中止・建替の要否や耐用年数について客観的な説明が欲しい	施工	△使用中止、建替の判断支援ツール △寿命評価

ニーズ区分: I スポット把握に関するニーズ  
II 経年劣化の把握に関するニーズ  
III 地震発生後の構造特性把握に関するニーズ

### 1.2.3 建物ライフサイクルにおける SHM 導入場面等

(1) A:設計、B:竣工・引渡し、C:販売

#### ①現状で想定されるニーズ・課題等



現状では「建築確認」「設計（建設）住宅性能評価」などの設計・引き渡し段階における評価の仕組みは存在するが、「実物性能評価」に該当する仕組みは存在しない。構造設計者やオーナー（発注者）の両方の立場から、竣工後に設計図面通りの性能を発揮しているかどうか確認したいというニーズが考えられる。

#### ②SHM の導入により期待される内容

建物の設計では、設計用地震動や建物モデルを設定した上で、保有水平耐力計算、限界耐力計算、時刻歴応答解析などの構造計算が、いわゆる「正解析」の流れで実施される。これに対して SHM では、実測データに基づき、建物モデルを「逆解析」の流れで推定する。

このように SHM は、構造設計者の設計確認に関するニーズに応える技術として、導入が考えられる。既に一部の制振構造物では、風振動を計測して設計通りの性能を発揮しているかどうか確認することを目的として、オーナー・設計者から施工者に対し、センサ計画を含めた建物の発注が行われている。

また、引き渡し段階で「実物」を測定することにより、耐震強度に関してオーナー・エンドユーザーが抱きうる懸念を払拭し、情報の非対称性を解消することが可能となる。さらに、構造耐力上で主要な部分等の「隠れた瑕疵」<sup>1</sup>などの不具合を事前に発見する<sup>2</sup>ことにつながり、後々起こりうるトラブルを大幅に減少することができる。また、販売会社にとって他の不動産との差別化を図る付加価値となりうる。

#### ③SHM 適用による効果と課題

- 実測データに基づく評価により、構造設計の妥当性を確認することができる。
- 竣工後検査において、目視では分からない構造面での確認を行うことができる。
- 竣工直後の実測データに基づく耐震性能評価により、オーナーやエンドユーザーは設計図書だけではない実物に応じた客観的な説明を受けることができる。
- センサを組み込んだ安全・安心な建物として、オーナーにとって付加価値となり得る。

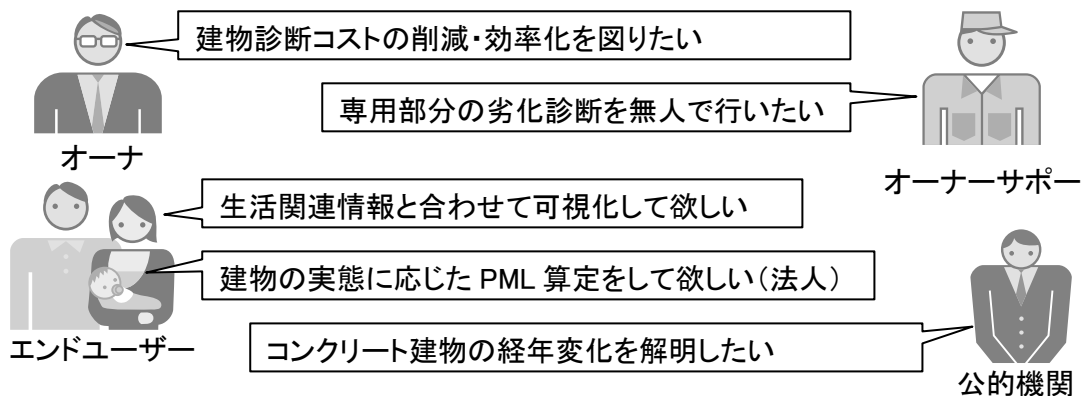
<sup>1</sup> 「住宅の品質確保の促進等に関する法律」において、新築住宅の工事請負人または売買契約の売主は、新築住宅のうち「構造耐力上で主要な部分等」にあたる瑕疵について、10年間の修補等の義務を負うことが定められている。

<sup>2</sup> 第1回WGにおける指摘事項

- ▲ どの程度のパラメータの乖離をもって、設計上のモデルと不整合が生じているかを判断するのかが不明確である。
- ▲ 万が一、設計上のモデルとの不整合が判明した場合、原因分析や処置の方法、責任の所在が曖昧である<sup>3</sup>。

## (2) D: 建物管理

### ①現状で想定されるニーズ・課題等



### ②SHM の導入により期待される内容

マンションなど共同住宅においては特殊建築物定期報告があり、建築基準法及び施行令の定めで、特殊建築物のうち特定行政庁が指定した建築物の所有者もしくは管理者は、特殊建築物定期検査を行い、特定行政庁へ以下の報告をする義務がある。

定期報告等において建物診断の費用がかかるが、**SHM**を用いることで定期報告を簡素化し、コスト削減を図ることができる。また、コンクリートの中の埋設配管や排水縦管については、専有部分の中に立ち入って劣化状況を容易に診断できるようにするという、長期優良住宅の認定基準があるが、常時診断により排水縦管のモニタリングが専有部分に立ち入らなくとも可能にすることで、オーナーサポートにとって大きなメリットとなる<sup>4</sup>。

建物の利用期間中には、**SHM**以外の建物情報も把握・管理したいというニーズがエンドユーザーにある。例えば、防犯や発電・省エネなどの生活関連情報とディスプレイや記録媒体等を共有することで、建物の状況を一元的に管理・可視化したいというニーズに応えることができる。**SHM**はセンサを用いていることから、風振動の計測や振動情報を利用した防犯<sup>5</sup>・独居高齢者の見守り<sup>6</sup>への応用なども可能である。また鉄道や道路に接した住宅などの居住性評価にも応用が考えられる。またオフィス賃貸で入居希望のテナントにとっては、入居前に**SHM**データを取得し**PML**算定に用いることで、建物の実態に応じたPML算定をして欲しいといったニーズに応えることができる。このことは、新築引渡し時と同様に、賃貸物件の入居者に建物の実態に応じた耐震性

<sup>3</sup> 第2回WGにおける指摘事項

<sup>4</sup> 第1回WGにおける指摘事項

<sup>5</sup> 第2回WGにおける指摘事項

<sup>6</sup> 第3回WGにおける指摘事項



能の説明を行えることを意味する。

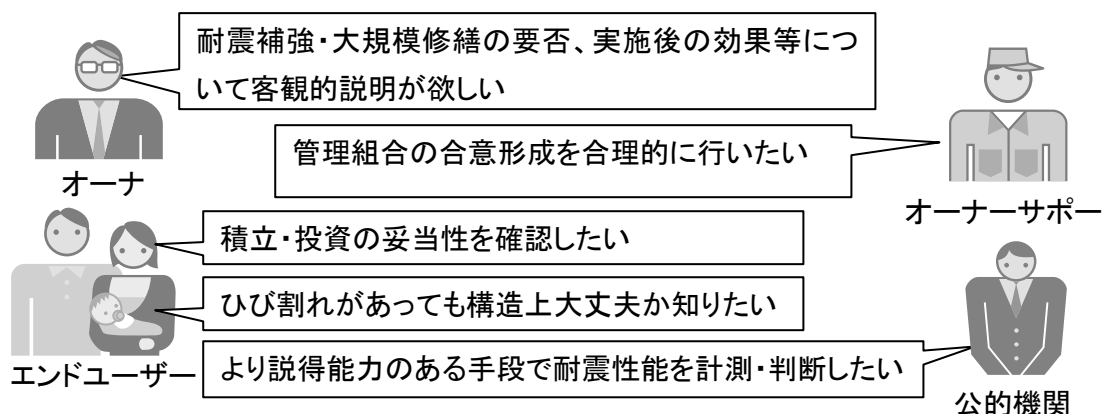
またコンクリート建物の経年変化を解明したいという研究的なニーズがあり、SHMを継続的に行うことで貴重なデータの蓄積が可能<sup>7</sup>となる。

### ③SHM 適用による効果と課題

- 建物維持管理の効率化・高精度化、建物の実態に応じた PML 算定を行うことができる
- 専用部分の劣化診断等を無人で行うことが可能となる
- 生活関連情報の一部として建物の状況を把握できる（中小地震時の安心情報の提供）
- ▲ 変化が緩慢であることや大地震など異常値となりうる事象に遭遇する機会が少ないことから、エンドユーザーにとってメリットを感じにくい（効果に対し費用が高く感じる）
- ▲ 計測した情報の出し方により、逆にユーザーの不安を煽る可能性がある<sup>8</sup>

### (3) E:補強・修繕

#### ①現状で想定されるニーズ・課題等



#### ②SHM の導入により期待される内容

耐震補強・大規模修繕の実施は、多大な費用がかかるためにその必要性和実施後の効果について客観的な説明が欲しいというオーナーとエンドユーザーの両方のニーズがある。エンドユーザー（区分所有者）にとっては、大規模修繕積立の妥当性を確認したいというニーズがあり、公的機関には、より説得能力のある手段で耐震性能の計測し判断したいというニーズがあると考えられる。

耐震診断については、SHMを用いることで建物診断コストを削減し効率化を図ることができることに加え、Is値に劣化係数を乗じた値による耐震診断よりも高度に判断することが可能となる。また、ひび割れがあっても構造上は大丈夫であることを確認で

<sup>7</sup> 第2回WGにおける指摘事項

<sup>8</sup> 第2回WGにおける指摘事項

できれば、エンドユーザーの不安を払拭し、不要な耐震補強を避けられるのであれば避けたいというオーナーのニーズに応えることができると考えられる<sup>9</sup>。このことは、エンドユーザー（区分所有者）にとって、より合理的な大規模修繕積立が可能になることにつながる。また、現在は耐震補強後の実建物の構造特性を直接計測することができないが、SHMを用いれば実建物の構造特性の把握が可能となり、耐震補強の効果を検証することができることになる。

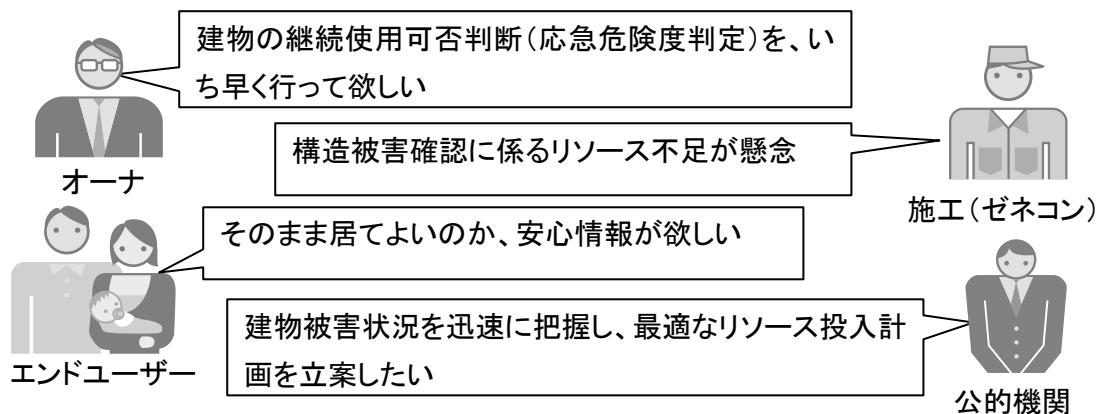
以上の一連の取り組みは、より説得能力のある手段で耐震性能の計測し判断したいという公的機関のニーズに合致するものであり、耐震補強前の診断だけでなく耐震補強後の効果測定を含めた総合的な耐震診断システムの構築につながる。

### ③SHM 適用による効果と課題

- 耐震補強・大規模修繕の要否を、より高度に判断することができる
- 耐震補強・大規模修繕後の効果測定（検証）することができる
- より合理的な大規模修繕積立が可能になる
- 耐震補強前の診断だけでなく耐震補強後の効果測定を含めた総合的な耐震診断システムの構築につなげることができる
- ▲ 補強・修繕の必要性判断の根拠となる基準指標が、現時点で示されていない
- ▲ 万が一、耐震補強によって期待されていた性能向上が認められなかったとき、原因分析や処置の方法、責任の所在が曖昧である

## （４）F:災害（a:中規模地震、b:大規模地震）

### ①現状で想定されるニーズ・課題等



### ②SHM の導入により期待される内容

大地震発生時、その後発生する余震等により倒壊する恐れがないか等を調査するため、建物の応急危険度判定<sup>10</sup>を行うことになっているが、大都市圏で発生した場合は膨大な応急危険度判定の需要が発生する。応急危険度判定においては、判定士2名のチームで判定可能な棟数は1日当たり15棟<sup>11</sup>であり、東京湾北部地震(M7.3)のケ

<sup>9</sup> 第1回WGにおける指摘事項

<sup>10</sup> 建築士（一級、二級、木造）のうち講習を受講した応急危険度判定士等が実施

<sup>11</sup> 被災建築物応急危険度判定業務マニュアル(全国被災建築物応急危険度判定協議会、

ースでは判定に約1ヶ月を要する可能性がある<sup>12</sup>ことが指摘されている。

このような状況において、建物のオーナーやテナントでは、特に業務継続の観点より、建物の継続使用が可能なのかどうかの判断をいち早く行って欲しいという強いニーズが生じることが考えられる。また建物に居住するエンドユーザー（住民）にとっても、住居に留まってよいかどうかの安心情報をできるだけ早く入手したいというニーズや、公的機関（行政）にとっても、避難所生活者数をできるだけ減らしたい<sup>13</sup>というニーズがあると思われる。

このような状況に対し、SHMの導入によって応急危険度判定のうち「安全である」ことの判定を自動的かつ迅速に行うことが可能となる。このことは、膨大な応急危険度判定の需要を大幅に減らす<sup>14</sup>ことや、避難所生活者数の減少につながり、業務継続や応急復旧に大いに貢献すると考えられる。（「要注意」と「危険」（使用不可）の区別は、専門家に委ねられる。）

また、SHMの導入によって大地震直後の地域レベルでの被災状況の把握も迅速に行えるようになることから、公的機関（行政）が行う対策やリソース投入計画を、より効率的かつ効果的に行うことができると考えられる。

### ③SHM 適用による効果と課題

- 建物の継続使用可否判断（応急危険度判定）のうち、安全であることの判断を自動的かつ迅速に行うことができる
- 膨大な応急危険度判定の需要を大幅に減らすことができる
- 住民が住戸に留まるための安心情報を早く入手することができ、避難所生活者数を減らすことができる
- 公的機関（行政）が行う応急復旧対策やリソース投入計画を、より効率的かつ効果的に行うことができる
- ▲ 継続使用可否判断の根拠となる基準指標が、現時点で示されていない
- ▲ SHM は応急的かつスクリーニング的に利用することは可能であるが、より正確な応急危険度判定には専門家の判断が必要であり、特に「要注意」と「危険」の判別は困難である。
- ▲ 万が一、SHM により「調査済」（安全）と判断されたにも関わらず倒壊などが生じ人身被害が発生した場合の、原因分析や処置の方法、責任の所在が曖昧である。

## （5）G: 売買

### ①現状で想定されるニーズ・課題等

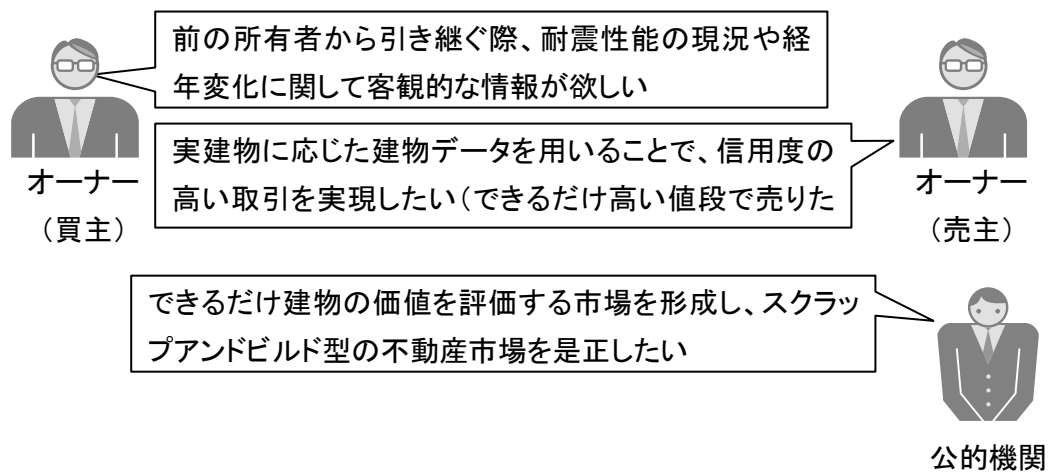
---

<http://www.kenchiku-bosai.or.jp/Jimukyoku/Oukyu/yoko/hikkei2.pdf>より

<sup>12</sup> 首都直下地震避難対策等専門調査会報告（平成20年10月 中央防災会議）より

<sup>13</sup> 「東京湾北部地震（M7.3）発生時には、最大約460万人が避難所に避難すると想定されており、避難所が大幅に不足することが懸念されることから、被災建築物応急危険度判定及び被災宅地危険度判定を迅速に実施することにより、安全な自宅への早期復帰を促し、避難所生活者数の低減を図ることが必要である」ことが、首都直下地震避難対策等専門調査会報告（平成20年10月 中央防災会議）で指摘されている。

<sup>14</sup> 第2回WGにおける指摘事項



## ②SHM の導入により期待される内容

1996 年の建設白書によると「日本の住宅の平均寿命は約 26 年」とあり、アメリカの約 44 年、イギリスの約 75 年と比較してライフサイクルが非常に短い。この理由は、日本は戦後急速に住宅ストックを充実させてきている中途の段階にあることや、そもそも住宅ストックの質の低さ、リフォームのしにくさ、或いは使い捨てのライフスタイルに合わせて住宅も建て替えにより対応していることなどが考えられる。このように日本の既存住宅流通量は新築に比べて少なく、大量建設・大量廃棄の構造になっている。これは GDP を押し上げるかもしれないが、良質なストック形成が行われないうまま、住み替え需要に的確に応じられず、住生活の充実にコストと手間暇がかかる構造になっていると考えられる<sup>15</sup>。また中古市場は、経済学において「レモンの市場」<sup>16</sup>と言われるように、情報の非対称性が存在するために社会全体の効用が低下する傾向があることがしばしば指摘される。

SHM を導入すると、実建物の耐震性を客観的に示すことができ、買主にとって「隠れた瑕疵」が少なくなり安心して取引ができるようになる。このことは、情報の非対称性を低減して信用度の高い取引が実現することを意味し、建物の価値を適正に評価する市場を形成してスクラップアンドビルド型の不動産市場を是正することにつながる。

## ③SHM 適用による効果と課題

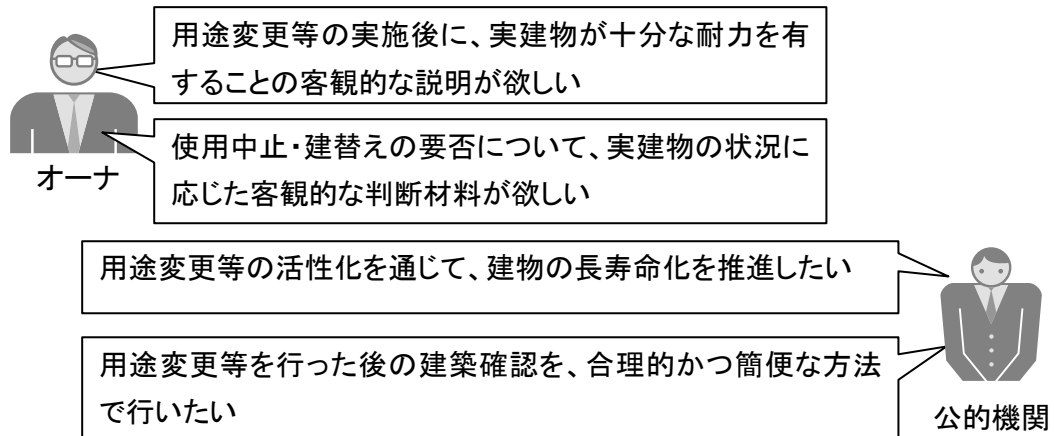
- 実建物の耐震性を客観的に示すことができ、情報の非対称性が低減してより信用度の高い取引が可能となる
- 建物の価値を適正に評価する市場を形成し、スクラップアンドビルド型の不動産市場を是正することにつながる

## (6) H:用途変更・増改築・移転、I:使用中止・建替え

### ①現状で想定されるニーズ・課題等

<sup>15</sup> 1996 年(平成 8 年)建設白書 第 2 章第 2 節

<sup>16</sup> 財やサービスの品質が買い手にとって未知であるために、不良品ばかりが出回ってしまう市場のこと。



## ②SHM の導入により期待される内容

200 年住宅など超長期の建物利用を想定する場合、消費者のニーズ等に応じて用途変更や増改築等が行われる可能性がある。また、用途変更等が生じなかったとしても、構造躯体が十分な構造特性（耐力）を有しているかどうかを把握することは、建物の超長期利用に不可欠なことである<sup>17</sup>。用途変更等を行うときは、建築基準法第 6 条により新築のときと同様に建築確認を行う必要があるが、超長期利用を考慮した構造特性（耐力）の判断は、部材の経年変化等の情報を直接把握していないことから、現状では信頼性の問題がある。

SHMを導入すると、補強・修繕のときと同様に、その用途変更等に係る補強等が必要かどうかの判断を建物の実態に応じて行うことができ、また実施後に十分な耐力を有しているかどうかの確認も行うことができる。また現状では判断が困難な、超長期経年後に十分な構造特性（耐力）を有しているか否かについても、直接計測することから把握可能となる。これは、用途変更等を行った後の建築確認を、合理的かつ簡便な方法で行うことが可能となることを意味し、用途変更等の活性化を通じて、建物の長寿命化を推進したいとする公的機関のニーズにも合致すると考えられる。また、建物の使用中止や建替えの要否についても、より客観的な判断材料を得ることが可能になると考えられる。

## ③SHM 適用による効果と課題

- 現状では把握困難な、超長期経年後に十分な構造特性（耐力）を有しているか否かについて把握可能となる
- 200 年住宅などの超長期利用において用途変更等を行ったとしても、建築確認を合理的に行うことができる
- 建物の超長期利用や用途変更等の活性化をサポートすることを通じて、建物の超寿命化を推進することができる
- 建物の使用中止や建替えの要否について、より客観的な判断材料を得られる

<sup>17</sup> 第 1 回 WG における指摘事項

## 1.3 SHMの適用・サービス運用に向けた課題の整理

SHM が適用されて、サービスとして運用されるためには、ステークホルダーが考える価値に対応した SHM が必要であると考えられる。

SHM の適用・サービスの運用に向けた検討では、ステークホルダーが考える SHM の価値を整理する。続いて、SHM の価値の実現に向けた技術的課題及び社会的課題を整理する。技術的課題では、SHM 導入における費用的課題、既存技術との対応を整理する。

### 1.3.1 SHM の価値

ステークホルダーに対して、建物ライフサイクルにおける SHM 導入場面を示し、SHM の価値についての意見を伺った結果を以下に示す。

表 4-3 各ステークホルダーから見た SHM の価値の整理

ステークホルダー	価値の整理	SHM の価値
オーナー	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実物性能理解</li> <li>・実物性能確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>大地震後の建物の性能の確認。</u></li> <li>● <u>ディベロッパー-ディベロッパー取引</u>における建物性能の判断材料。</li> </ul>
設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>・品質説明</li> <li>・補修・補強説明</li> <li>・建替・補修説明</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>設計通りになっているかの確認。</u></li> <li>● <u>層レベルの構造性能の変化を捉えること。</u></li> <li>● <u>補修の必要性等のクライアントへの提案材料。</u></li> </ul>
施工	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アフターケア説明</li> <li>・品質説明</li> <li>・補修・補強説明</li> <li>・建替・補修説明</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>設計通りにできているかの確認。</u></li> <li>● <u>室内の環境振動の原因特定が可能となれば、設計の合理化に役立つ。</u></li> <li>● <u>建設会社として施工した物件の安全性能に関する情報開示。</u></li> <li>● <u>層レベルの品質管理。</u></li> <li>● <u>「大丈夫である」という安心情報の提供。</u></li> <li>● <u>竣工後検査は目視で行われるが、構造面で大丈夫か？との問い合わせはある。SHMで大丈夫と言えれば価値になる。</u></li> <li>● <u>大地震時の継続使用可否、あるいは修繕に利用する。</u></li> <li>● <u>免震・制振デバイスのモニタリング。</u></li> <li>● <u>設計、施工段階でかなりの安全率が見込まれている。実際の性能との比較はデータの蓄積が必要。</u></li> <li>● <u>情報提供における即時性が大事。</u></li> <li>● <u>大地震時の応急危険度判定では、人材不足や判定能力の個人差等が懸念されることから、SHM で迅速化・合理化できるとよい。</u></li> </ul>
ライフサービス (保険)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・被害状況把握</li> <li>・被害予測精度向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>地震リスク評価モデルにおいて、建物特性ごとの被害量の予測精度のばらつきを小さくできれば、料率算出の精度が向上する。</u></li> <li>● <u>自治体のニーズと一部重複するが、市区町村レベルのどこで被害が大きいかわかれば、迅速な支払いができる。</u></li> </ul>

他、学識経験者より、以下の意見を得た。

- 住宅向けSHMが大きな価値を生むのは「売買」の場面と考えられる。

### 1.3.2 技術的課題

ステークホルダーに対して、建物ライフサイクルにおける SHM 導入場面や SHM パッケージを示し、SHM の技術的課題についての意見を伺った結果を以下に示す。

技術的課題の主なものを以下に示す。

表 4-4 各ステークホルダーから見た SHM の技術的課題

ステークホルダー	技術的課題
オーナー	<ul style="list-style-type: none"> <li>●設計と比べて実物性能の結果が異なった場合、その理由が説明できなければならない。</li> <li>●常時微動での性能から、耐震性能を評価できるのか。</li> </ul>
設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>●常時微動時の固有周期等から、地震時の特性が判断できるかどうか。</li> <li>●例えば層間変形を計測しても、耐力が分からない限り判定は困難なのではないか。</li> <li>●松パッケージで地震時の復元力特性が分かればよいが、コストを抑えていかに推定できるか。</li> <li>●竹パッケージはコストを考慮して現実的。地震前後で層レベルの損傷推定ができれば有効。</li> <li>●他社が設計した建物について判断する際、もともとの構造計算書がないと難しい。梅パッケージがあれば幅を狭める判断材料となる。</li> </ul>
施工	<ul style="list-style-type: none"> <li>●常時微動あるいは小さな起振器を使って分かるとうい。</li> <li>●中小規模であれば梅パッケージによる類型化は可能だが、大規模な建物では困難であろう。</li> <li>●一番確認したいのは層レベルの変形である。</li> <li>●一定レベル以上の入力がないと本当の性能はわからないと思う。微動でどこまで評価できるか。</li> <li>●梅パッケージのニーズはあるが、耐震性能の判断は、その前の診断結果がないと難しい。</li> <li>●梅パッケージによる情報提供には但し書きが必要。人の健康診断と同様で、相対的な閾値を超えていたとしても、詳細判断は医者が行う。</li> <li>●現実的なパッケージは松だと考えている。ただし大地震時だけでなく、日常的な現象を考慮してシステムを構成しないと費用対効果の面で難しい。</li> <li>●日常面での利用では環境振動や風の振動などの情報取得と組み合わせることが考えられる。</li> <li>●BEMSといった環境情報との組み合わせも考えられる。</li> <li>●修正が必要とわかったときに実際に修正するのは難しい。構造的にも修正しやすい設計にする必要がある。そういった意味で制振・免震には適用しやすいと思う。</li> <li>●難しいのは機械の寿命が7年くらいであること。</li> </ul>

他、学識経験者より、以下の意見を得た。

- RC 構造物の場合は、固有振動数の落ち方と損傷・劣化事象との関係がわかると意味がある。
- 多くの建物でモニタリングしておいて、地震時の被害状況を調べれば、補修のタイミングを決定する根拠となる。

### 1.3.3 社会的課題

ステークホルダーに対して、建物ライフサイクルにおける SHM 導入場面や SHM パッケージを示し、SHM の社会的課題についての意見を伺った結果を以下に示す。

社会的課題の主なものを以下に示す。

表 4-5 各ステークホルダーから見た SHM の社会的課題

ステークホルダー	社会的課題
オーナー	<ul style="list-style-type: none"> <li>●エンドユーザにとっては、基準値を満たしているか否かが関心事となる。基準値の設定が必要である。</li> </ul>
設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>●設計通りできていることがユーザーの基本認識であり、設計の確認だけではビジネスになりにくい。</li> <li>●コストの関係で、常時ではなく定期的に測るのが現実的。</li> <li>●ここ数年で、耐震診断をしないと物件の売買ができなくなってきた。モニタリングも耐震診断のように売買とセットで実施することにすれば普及するのではないか。</li> <li>●膨大な建物データから指標を作り、健康診断と同じようなアラームを出すことも今はまだできていない。</li> </ul>
施工	<ul style="list-style-type: none"> <li>●構造性能に幅があることを説明するツールとして普及すれば、クライアントとの間で、どのあたりの設計グレードを望むのかといったキャッチボールができる。</li> <li>●竣工時に必ず常時微動を計測しておく等の社会的仕組みにより、基準指標を残す必要がある。</li> <li>●竣工時とは異なる建設会社でリニューアルするとき、データの履歴が必要。1社だけの取り組みでは不完全である。</li> <li>●センサをつけると自らの首を絞めることになるという意見もあるが、次第にそういう方向に行くべきと思う。</li> <li>●コストは、システムが普及することによって下がることを期待。</li> <li>●基準法で最低限を担保しているが、それ以上の性能のばらつきは評価する必要がある。利用者の立場からすると計測した安全・安心の結果をリアルタイムで表示する必要がある。</li> <li>●医学分野ではデータがそろっているが、建物のデータはそこまでデータが揃っていない。データベースを蓄積が今後の課題である。</li> </ul>

他、学識経験者より、以下の意見を得た。

- 住宅性能評価制度も、設計→建設ときて、次の段階に「実物」があるのではないかと。ひび割れを補修したから大丈夫とする現状の仕組みは、根拠が不十分と考えられる。
- 実際に建てたものは年に一度計測するよう、国に制度化を検討してほしい。

### 1.3.4 SHM パッケージの構築・運用コスト

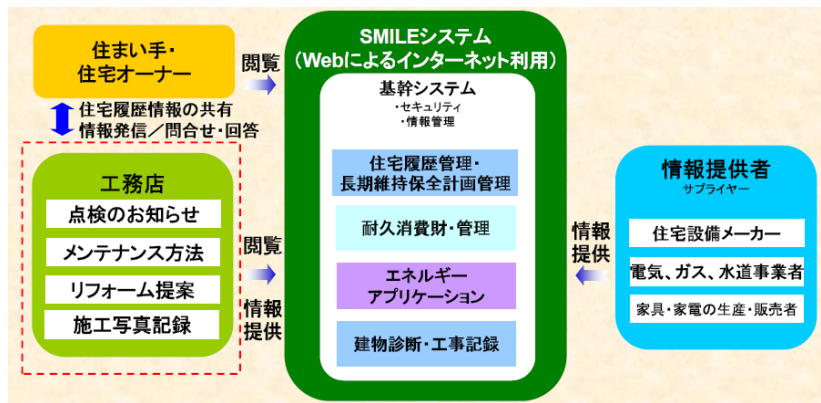
#### (1) 類似サービスの運用コスト

SHM がビジネスとして成立するためのコストについて検討するため、類似サービスを調査した。

##### ① SMILE システム

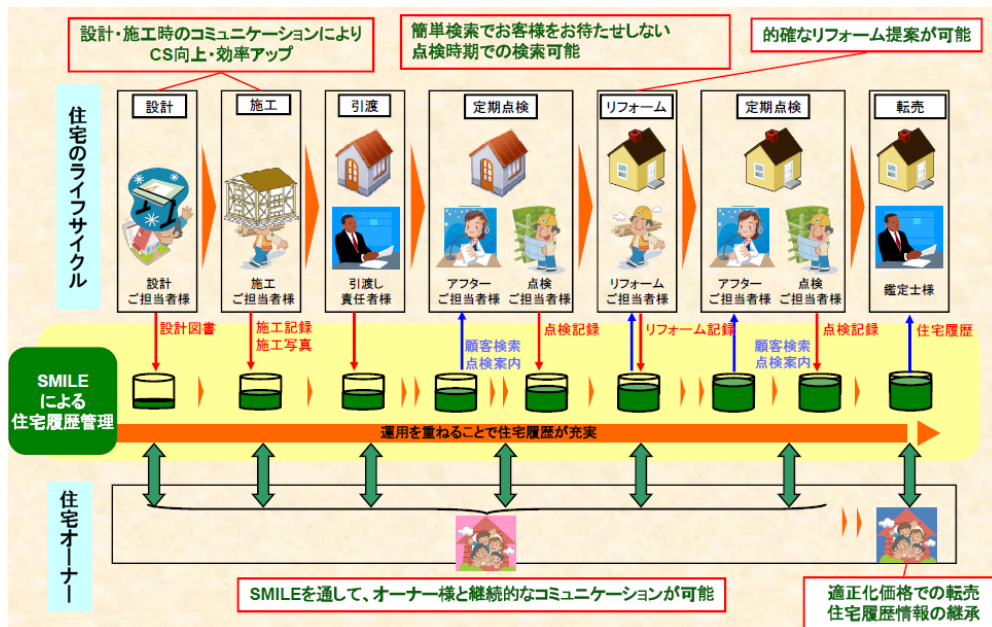
SMILE システムは、住宅の設計・施工情報、点検・修繕履歴をはじめ、住宅設備・耐久消費財の情報を、住まい手・住宅事業者が共有でき、さらに周辺事業者からの情報提供や相互の情報交換を可能とする住宅履歴管理システムである。





(出典: SIMLE システム紹介セミナー資料より)

図 4-2 SMILE システムの概要



(出典: SIMLE システム紹介セミナー資料より)

図 4-3 履歴情報蓄積のタイミング

SMILE システムでは、上記のほかに、購入時期や取扱説明書を記録・管理する家具・家電情報記録・管理の機能や、毎月のエネルギー消費量を記録するエネルギーモニタリングの機能を付加する等、日常的な利用場面を創出する工夫を行っている。

SMILE システムの費用は以下の通りである。

オーナー：	1棟	月¥3,000	(年3.6万円、ただし5年契約)
施工(工務店)：	1工務店	月¥60,000	(年72万円)

② @プロパティ

@プロパティは、不動産投資ファンド向けに開発した、賃貸契約・借借契約管理、請求入金処理といったプロパティ・マネジメント、建物診断履歴管理を含む資産基本

情報管理、日常業務（保守スケジュール等）管理や依頼・クレーム管理を含むビルマネジメントのサービスを行う統合管理ソフトウェアである。通常人間が行う幅広いデータ管理業務を一元化している点が特徴である。

不動産投資ファンドでは、運用戦略支援や投資家への情報開示、生保・損保の投資戦略・運用戦略、金融機関の担保物件管理、信託管理、PM 会社のテナント管理、保守管理等が求められており、2009年11月現在、提供ユーザーはJ-REITの約2/3、管理等数は約11万棟である。

@プロパティでは、施設で使用されるエネルギーに関するコスト管理、計量データ分析、省エネルギーや環境に関する指標管理が可能である。テナントごとに計測・計量データを管理することができる。毎日の計測・計量データを記録し、前年、前月のデータなどと比較したりすることができる。

@プロパティの費用は以下の通りである。

オーナーサポート（投資ファンド）： 1棟 月約¥10,000（年12万円）

### ③ まとめ

住宅関連情報に係る他サービスの運用実態において、ビジネスとして成立する費用は、次の通りである。

オーナー：	数万円程度
オーナーサポート：	1棟十数万円
施工：	数十万円程度（大規模な施工では、数百万円程度か）

## （2）SHM パッケージの構築・運用コストの試算

SHM パッケージに対して、5階建て中層RC造集合住宅（20戸）に適用したコスト（案）を以下に示す。現状のセンサ等のコストから導き出した構築・運用コストと、センサが普及した場合に予想される構築・運用コストの2通りで試算した。

表 4-6 SHM パッケージの構築・運用コストの試算（通常プラン）

SHM導入に係る費用項目の比較(案)

想定建築物:5階建て中層RC造集合住宅(20戸)

(1)通常プラン

区分	項目/製品・サービス		単価	松(各層5個常設)		竹(各層3個常設)		竹(全体2個常設)		梅(全体2個ワンショット)	
				数量	金額	数量	金額	数量	金額	数量	金額
初期コスト	センサ	3軸加速度センサ	¥500,000	30	¥15,000,000	18	¥9,000,000	2	¥1,000,000		
		センサ側無線端末	¥10,000	30	¥300,000	18	¥180,000	2	¥20,000		
	サーバ		¥200,000	1	¥200,000						
	サーバ周辺機器	無線LANルータ	¥30,000	1	¥30,000	1	¥30,000				
		ディスプレイ・キーボード等	¥20,000	1	¥20,000						
	解析ソフト	MATLAB	¥500,000	1	¥500,000						
	情報端末	各戸に設置する住宅情報端末	¥50,000	30	¥1,500,000						
		<b>小計</b>				<b>¥17,550,000</b>		<b>¥9,210,000</b>		<b>¥1,020,000</b>	
運用コスト (年間) * 梅はワンショット	通信(ADSL等)	e-mobile(定額使い放題)	¥6,000	12	¥72,000						
	解析機材レンタル	解析ソフト入りノートPC	¥10,000			1	¥10,000	1	¥10,000	1	¥10,000
	センサレンタル	無線機能付きセンサ(レンタル)	¥50,000							2	¥100,000
	作業工賃	人・日	¥30,000			0.5	¥15,000	0.5	¥15,000	1	¥30,000
		<b>小計</b>				<b>¥72,000</b>		<b>¥25,000</b>		<b>¥25,000</b>	
トータル (30年)	更新	10年ごとにイニシャル分更新		3	¥52,650,000	3	¥27,630,000	3	¥3,060,000		
	ランニング	30年分		30	¥2,160,000	30	¥750,000	30	¥750,000	1	¥140,000
		<b>合計</b>			<b>¥54,810,000</b>		<b>¥28,380,000</b>		<b>¥3,810,000</b>		<b>¥140,000</b>
		一戸あたり		@	¥2,740,500	@	¥1,419,000	@	¥190,500	@	¥7,000

表 4-7 SHM パッケージの構築・運用コストの試算（大量生産プラン）

SHM導入に係る費用項目の比較(案)

想定建築物:5階建て中層RC造集合住宅(20戸)

(2)大量生産プラン

区分	項目/製品・サービス		単価	松(各層5個常設)		竹(各層3個常設)		竹(全体2個常設)		梅(全体2個7ヶ月)		備考	
				数量	金額	数量	金額	数量	金額	数量	金額		
初期コスト	センサ	3軸加速度センサ	¥50,000	30	¥1,500,000	18	¥900,000	2	¥100,000			参考価格:wiiコントローラは1個3800円(定価)	
		センサ側無線端末	¥0	30	¥0	18	¥0	2	¥0			無線機能付きセンサを開発し大量生産して無料化。	
	サーバ		¥0	1	¥0							いわゆる100円パソコン。通信サービス加入キャンペーン利用。	
	サーバ周辺機器	無線LANルータ	¥30,000	1	¥30,000	1	¥30,000						
		ディスプレイ・キーボード等	¥20,000	1	¥20,000								
	解析ソフト	MATLAB	¥50,000	1	¥50,000								大量導入により大幅割引。
	情報端末	各戸に設置する住宅情報端末	¥0	30	¥0								webサービスを構築し、PC端末、TV、携帯電話で代用。
	小計				¥1,600,000		¥930,000		¥100,000		¥0		
運用コスト (年間) * 梅は7ヶ月	通信(ADSL等)	マンション光ファイバー	¥0	12	¥0							マンションに光回線を誘致し、1回線を無料化	
	解析機材レンタル	解析ソフト入りノートPC	¥10,000			1	¥10,000	1	¥10,000	1	¥10,000		
	センサレンタル	無線機能付きセンサ(レンタル)	¥50,000							2	¥100,000		
	作業工賃	人・日	¥30,000			0.5	¥15,000	0.5	¥15,000	1	¥30,000	「梅」は取り付け困難により、費用がかさむ可能性あり。	
	小計				¥0	¥25,000		¥25,000		¥140,000			
トータル (30年)	更新	10年ごとにイニシャル分更新		3	¥4,800,000	3	¥2,790,000	3	¥300,000				
	ランニング	30年分		30	¥0	30	¥750,000	30	¥750,000	1	¥140,000		
	合計				¥4,800,000		¥3,540,000		¥1,050,000		¥140,000		
		一戸あたり		@	¥240,000	@	¥177,000	@	¥52,500	@	¥7,000		
	通常プランに対する価格比率				9%		12%		28%		100%		

### 1.3.5 関連サービスとの組合せ検討

SHM パッケージで想定される「計測のタイミング」、「診断のタイミング」、「データの管理方法」ごとに、下記区分により関連する既存サービスを整理する。

- |           |             |
|-----------|-------------|
| ①計測のタイミング | 常時、定期 or 一時 |
| ②診断のタイミング | 常時、定期 or 一時 |
| ③データの格納場所 | オフライン、オンライン |

SHM パッケージ「松竹梅」と計測・診断のタイミング、データの管理方法との関係は、以下の通りである。

**表 4-8 SHM 導入場面と関連するサービス**

データの格納場所：オフライン、オンライン

		計測のタイミング	
		常時	定期 or 一時
診断の タイ ミン グ	常時	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; text-align: center;">                     パッケージ「特松・松」                       常時計測による高品質な                      診断サービス                 </div>	N/A
	定期 or 一時	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; text-align: center;">                     パッケージ「竹」                       経年変化についての                      定期的な診断サービス                 </div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; text-align: center;">                     パッケージ「竹」                       パッケージ「梅」                      類似構造物のデータベースに                      基づく一時診断サービス                 </div>

SHM 導入場面、関連するサービスとの関係は、次の通りである。

表 4-9 関連するサービス（データ格納場所：オフラインの場合）

		計測のタイミング	
		常時	定期 or 一時
診断 の タイ ミ ン グ	常時	○マイコンメータ(ガス) 地震時、ガス流量増大でのガス圧低下 時の遮断。	N/A
	定期 or 一時	○防犯カメラ カメラからの映像を記録。異常発生時、 過去にさかのぼった映像を再生。	(該当なし)

表 4-10 関連するサービス（データ格納場所：オンラインの場合）

		計測のタイミング	
		常時	定期 or 一時
診断 の タイ ミ ン グ	常時	○ビル遠隔監視 受変電設備、給排水設備等の設備の異 常信号を監視する。	N/A
	定期 or 一時	○ホームセキュリティ センサによる異常感知。  ○自動検針システム 一定時間間隔で、電気・ガス・水道のメー タの検針を行う。	(該当なし)

1.3.6 要求機能・機器構成の検討

表 4-11 SHM 導入のための要求機能（データ格納場所：オフラインの場合）

		計測のタイミング	
		常時	定期 or 一時
診断 の タイ ミ ン グ	常時	(装置) ・履歴蓄積用、解析用の機器 ・振動計測用のセンサ (機能) ・履歴蓄積機能 ・解析機能 ・振動計測機能	N/A
	定期 or 一 時	(装置) ・履歴蓄積用、計測データ蓄積用、解析用の機器 ・振動計測用のセンサ (機能) ・履歴蓄積機能 ・計測データ蓄積機能 ・解析機能 ・振動計測機能	(装置) ・履歴蓄積用、計測データ蓄積用、解析用の機器 ・設置・撤去が容易な振動計測用のセンサ (機能) ・履歴蓄積機能 ・計測データ蓄積機能 ・解析機能 ・振動計測機能

表 4-12 SHM 導入のための要求機能（データ格納場所：オンラインの場合）

		計測のタイミング	
		常時	定期 or 一時
診断 の タイ ミ ン グ	常時	(装置) ・履歴蓄積用、解析用のサーバ ・振動計測用のセンサ ・データ伝送用のハードウェア（携帯電話、インターネット） (機能) ・履歴蓄積機能 ・解析機能 ・振動計測機能 ・データ欠落のない送受信機能	N/A
	定期 or 一 時	(装置) ・履歴蓄積用、計測データ蓄積用、解析用のサーバ ・振動計測用のセンサ ・データ伝送用のハードウェア（携帯電話、インターネット） (機能) ・履歴蓄積機能 ・計測データ蓄積機能 ・解析機能 ・振動計測機能 ・データ欠落のない送受信機能	(装置) ・履歴蓄積用、計測データ蓄積用、解析用のサーバ ・設置・撤去が容易な振動計測用のセンサ ・データ伝送用のハードウェア（携帯電話、インターネット） (機能) ・履歴蓄積機能 ・計測データ蓄積機能 ・解析機能 ・振動計測機能 ・データ欠落のない送受信機能

装置の概要は、以下の通りである。

① 履歴蓄積用機器、サーバ

解析結果の履歴を蓄積する機器、サーバ。

② 計測データ蓄積用機器、サーバ

解析結果の履歴を蓄積する機器、サーバ。

③ 解析用機器、サーバ

解析結果の履歴を蓄積する機器、サーバ。

④ 振動計測用のセンサ

②・③の装置を兼ね備えたものもある（例：スマートセンサ）。

⑤ データ伝送用のハードウェア

サーバとのデータ送受信を行うハードウェア

大地震時、⑤データ伝送用のハードウェアが機能しなくなる場合を想定して、計測データ蓄積用の装置と解析用の装置、センサは一体となったものが望ましい。

機能の概要は、以下の通りである。

① 履歴蓄積機能

解析結果を履歴として蓄積する機能。建物に識別番号を付与して、解析結果を時系列的に蓄積する。

② 計測データ蓄積機能

解析実施までに一時的に計測データを蓄積する機能。解析終了後は、計測データは破棄される。

③ 解析機能

計測データから固有値解析等の解析を行う機能。必要に応じて、建物情報を参照する。解析結果は、履歴蓄積機能によって蓄積される。

④ 振動計測機能

センサから得られたデータより振動・変位等を計測する機能。

⑤ データ欠落のない送受信機能

データを欠落することなくサーバに送信する機能。通信路でデータ欠落が起こった場合、その部分を再送信する。また通信路の関係でサーバに送れなかった場合、データを蓄積し再送信を行う。