

# ヘルスマニタリング技術の適用とサービス運用に関する検討

## 1. 検討の目的・内容

### 1) 検討の目的

本検討では、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ヘルスマニタリング技術を活用する手法と社会システム構築に係る課題を整理する。

検討にあたっては、ヘルスマニタリング技術の本来の利用目的（住宅のスケルトンの健全性評価）に限定せず、住宅向けの既存の常時監視システム・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、住宅履歴書、設計図／CAD データの保管等に係る仕組み・サービス、エレベータ等の共用設備モニタリングシステムや防犯システム等、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。

### 2) 検討の内容

調査検討の内容は次のとおりである。

#### (1) ヘルスマニタリング技術の利用に係る関係主体の整理

住宅分野における技術適用とサービス運用に関する課題を整理にあたって、技術を活用する関係主体（ステークホルダー）におけるヘルスマニタリング技術に対する適用イメージが明確でないため、ヘルスマニタリング技術・サービスの提供、受領に係る関係主体を整理する。また、関係主体に対してヘルスマニタリング技術の機能を解説した上で、技術・サービスへのニーズをヒアリング等により把握・整理する。

#### (2) 建物ライフサイクルごとのヘルスマニタリング技術の利用場面の検討

長期利用する住宅スケルトンの構造特性を診断・把握する新たな診断技術として、ヘルスマニタリング技術の利活用する具体像を明確化するため、住宅のライフサイクルにおけるヘルスマニタリング技術の利用場面ごとに提供、受領される技術・サービスを整理する。利用場面の検討にあたっては、維持管理の計画、診断・評価手法等、既存の仕組みを参照し、住宅管理・流通に関わる有識者等を交え、診断結果の表示、情報提供のあり方等について検討する。

#### (3) ヘルスマニタリング技術を用いた診断・情報提供のサービスレベルの検討

長期利用する住宅スケルトンの構造特性を診断・把握するヘルスマニタリング技術が、建築物の調査・診断、情報提供サービスの利活用手法として確立・普及するためには、ヘルスマニタリング技術を利用した診断・情報提供サービスの内容が、業務の項目とサービスレベルとして明確化される必要がある。上記の技術・サービスの関係主体と利用場面に関する整理・検討を踏まえ、ヘルスマニタリング技術を利用した診断・情報提供サービスの構成要素となる、サービスの対象、モニタリング項目、センシング方法、逆解析手法、診断のタイミング（常時観測か随時か）、診断結果提供の即時性などについて、項目とサービスレベルの設定に関する情報を収集整理する。

#### (4) ヘルスモニタリング技術の利活用とサービス運用に係る課題の整理

住宅の管理・流通においてヘルスマニタリング技術を利用した診断・情報提供サービスが利活用されるためには、情報管理・利用等を含めた安定・継続的なサービス運用のシステム構築が必要となる。また、事業化の観点からは、サービス項目・レベルに即したビジネスモデルの実現性が求められる。そのため、住宅履歴書や設計図／CAD データの保管等、住宅・建築分野における情報管理システム構築とサービス運用に関する現状調査、及び電気・ガス、エレベータ・通信など共用設備の運転監視システムや防犯・生活監視システム等の事業者に対するヒアリング調査を行い、ヘルスマニタリング技術の利活用に関するサービス運用と技術普及の課題について論点整理を行う。

## 2. 調査・検討の状況

### 1) 関係主体へのヒアリング調査

住宅の管理・流通においてヘルスマニタリング技術を利用した診断・情報提供サービスの提供、受領に係る関係主体（ステークホルダー）と技術利用場面について概略を整理し、関係主体へのヒアリングを行い、検討のための基礎情報を収集した。

#### ステークホルダー／建物ライフサイクルの整理

##### ①ステークホルダー

建物を取巻く関係者を単純化するためにステークホルダーを以下の者とする。

- |             |                           |
|-------------|---------------------------|
| 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                |
| 4) 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 |
| 5) エンドユーザー  | 賃貸契約者、区分所有者など             |
| 6) 公的機関     | 自治体                       |

##### ②建物ライフサイクル

建物ライフサイクルとステークホルダーを以下に整理する。

- |             |                                   |
|-------------|-----------------------------------|
| 1) 設計       | 建物を企画し設計する。                       |
| 2) 施工・引渡し   | 建物を設計に従って建設し、ディベロッパーに引き渡す。        |
| 3) 販売       | ディベロッパーが区分所有者に販売する。               |
| 4) 供用       | 区分所有者が管理組合を組織し供用する。修繕計画を見直す。      |
| 5) 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。       |
| 6) 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。 |
| 7) 売買       | 区分所有者が別の区分所有者に販売する。               |
| 8) 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。             |

※関係主体へのヒアリング結果の概要は本資料末尾参照

2) 建物ライフサイクルごとのヘルスマonitoring技術の導入場面の検討

表 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【新築建物の場合】

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	内容	ニーズへの 対応主体	
1) 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	構造設計の妥当性を確認したい (特に免制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
2) 施工・引渡し	●施工状況確認 ●建設住宅性能評価書	設計	設計した構造物について、実測により耐震性能を確認したい	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
3) 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	オーナー	耐震性能に関して客観的な情報が欲しい	設計	◎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
		エンドユーザー	耐震性能に関して客観的な情報が欲しい	オーナーサポート	
4) 供用	■外壁クラックの調査(目視、計測) ■不同沈下調査(レベル法) ■コンクリート圧縮強度調査 ■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	建物性能の経年変化を把握する仕組みがない	オーナー・ オーナーサポート	◎供用期間中の耐震性能の常時診断 ○供用期間中の耐劣化性能の常時診断 ○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
			外観目視による劣化事象に対して対症療法的に対応している		
			建物診断においてコスト削減・効率化を図りたい		
			診断実施時期の間に情報の欠落が生じる		
		ライフサービス	設備更新時期を長くしたい	オーナーサポート	
		エンドユーザー	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ほしい	オーナーサポート	
公的機関	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	オーナーサポート			
5) 修繕	■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	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	○適切なタイミングによる予防保全 ○修繕の可否等の意思決定及び合意形成の支援ツール ○大規模修繕後の実測データによる効果測定
			適切なタイミングで補修・修繕を行い、ライフサイクルコストを抑えたい		
			大規模修繕に際して管理組合の合意形成が困難である		
		大規模修繕の費用対効果、可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	大規模修繕のための積立・投資について、妥当性を確かめたい				
6a) 災害(中規模地震)	■外壁クラックの調査(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	補修の可否、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 ○補修の可否等の判断ツール
			補修の費用対効果、可否等の考え方が確立されていない		
		エンドユーザー	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	
6b) 災害(大規模地震)	■応急危険度判定 ■建物亀裂調査(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	(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 ○サイト予測地震に対する構造被害影響評価 ○補強・補修の可否等の意思決定及び合意形成の支援ツール ○補強・補修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
			建物の継続使用可否について、いち早く構造の専門家に確認して欲しい		
			補強の可否等に関して客観的な説明が欲しい		
		施工	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		
		エンドユーザー	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	オーナーサポート	
公的機関	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	ライフサービス			
7) 売買	●住宅履歴情報	オーナー	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更新・管理
			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		
8) 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	使用中止・建替の可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 ○余寿命評価

表 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【既存建物の場合】

※新築建物の場合と比較した場合の相違点を赤字で示した

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	内容	ニーズへの 対応主体				
4) 供用	■外壁クラックの調査(目視、計測) ■不同沈下調査(レベル法) ■コンクリート圧縮強度調査 ■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	建物設計に係る図面情報等が存在しない場合がある	オーナー・ オーナーサポート	◎供用期間中の耐震性能の常時診断 ◎供用期間中の耐劣化性能の常時診断 ◎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			
			建物性能の経年変化を把握する仕組みがない					
			外観目視による劣化事象に対して対症的に対応している					
			建物診断においてコスト削減・効率化を図りたい					
		ライフサービス	設備更新時期を長くしたい	オーナーサポート				
		エンドユーザー	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ほしい	オーナーサポート				
公的機関	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	オーナーサポート						
5) 補強	■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	オーナー・ オーナーサポート	耐震補強の要否、箇所や方法、効果等に関して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 ◎耐震補強の要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) ◎耐震補強後の実測データによる効果測定			
			Is値をなるべく下げないように保ちたい	オーナー・ オーナーサポート				
		エンドユーザー	精密耐震診断にかかるコスト負担が大きい	公的機関				
公的機関	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	エンドユーザー	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					
	6a) 災害(中規模地震)		■外壁クラックの調査(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	補修の要否、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 ◎補修の要否等の判断ツール	
オーナーサポート	補修の費用対効果、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	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	6b) 災害(大規模地震)	■応急危険度判定 ■建物亀裂調査(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	(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 ◎サイト予測地震に対する構造被害影響評価 ◎補強・補修の要否等の意思決定及び合意形成の支援ツール ◎補強・補修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
オーナーサポート	建物の継続使用可否について、いち早く構造の専門家に確認して欲しい							
施工	補強の要否等に関して客観的な説明が欲しい	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						
エンドユーザー	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	オーナーサポート	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		ライフサービス			
公的機関	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	7) 売買	●住宅履歴情報	オーナー	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
オーナー	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							
8) 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	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 ◎余寿命評価			

### 3) ヘルスモニタリング技術を用いた診断・情報提供のサービスレベルの検討

#### ① 構造ヘルスモニタリングのサービスに関する現状把握及び課題整理

構造ヘルスモニタリング (SHM) に関するサービスの現状を把握するため、大手ゼネコン及びディベロッパー等へのヒアリングを行った。

(ヒアリング結果については巻末<参考>を参照)

ヒアリング結果等を踏まえ、現状の SHM のビジネス構造と課題を整理した。

(下記④のパターンA参照)

#### ② サービスの項目の設定

サービスを構成する要素としての項目は、主に以下が考えられる。詳細は次頁表の通り。

○サービス導入の目的

○適用対象 (建物の構造種別・形態、サービス導入時期 等)

○スペック (診断、計測、データ管理)

#### ③ サービスレベルの検討

上記(2)で整理した項目ごとに、サービスの内容・質の面からどのようなレベルが考えられるかを検討する。詳細は次頁表の通り。

#### ④ 検討パターンの設定

SHM 技術の適用・サービス運用上の課題について具体的に検討するため、代表的なサービスレベルのパターンとして下記4つを設定し、それぞれのサービス運用のあるべき姿について検討する。

パターンA：現状の SHM (グローバルモニタリング、地震時被災状況判定)

パターンB：診断機能を向上させた SHM (ローカルモニタリングとの組合せ、平時活用)

パターンC：計測機能を拡張させた SHM (多機能モニタリング、スマートセンサ)

パターンD：データ管理体制を充実させた SHM (複数建物のネットワーク化)

パターンB～Dは、今後の技術開発と社会的な仕組みの整備を想定し、診断・計測・データ管理の面から拡張させたサービスの構造について、検討するものである。

#### ⑤ SHM 技術の適用・サービス運用上の課題の整理

上記(3)を踏まえ、現状とのギャップを踏まえつつ、SHM 技術の適用・サービス運用に係る課題について検討・整理する。

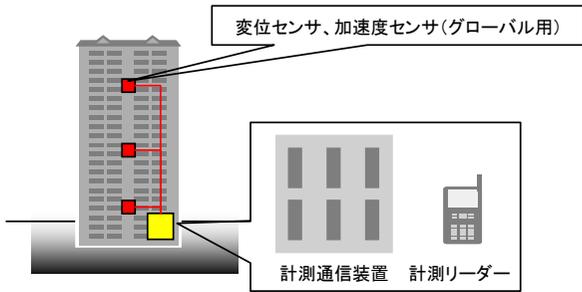
なお、SHM 技術検討 SWG において、対象構造物を具体的に想定したケーススタディを行う予定であり、詳細についてはその検討成果と並行して進めていく。

表 SHM のサービスレベル (案)

●: 現状のサービスレベルとの差別化が期待される部分

サービスの項目		サービスレベル	パターン①: 現状	パターン②: 「診断」高度化	パターン③: 「計測」高度化	パターン④: 「データ管理」 高度化
A 目的		■地震時の迅速な被災状況判定	●	●	●	●
		■平常時の劣化診断、補修・補強要否判断、管理高度化	●	●	●	●
		■設計性能の確認、設計へのフィードバック	●	●	●	●
		■サイト予測地震に対する構造被害影響評価	●	●	●	●
		■その他(資産価値評価、余寿命評価、補強効果確認等)	●	●	●	●
B 適用対象	B-1 用途	■戸建住宅	●	●	●	●
		■共同住宅	●	●	●	●
		■その他(オフィスビル、学校、病院、庁舎等)	●	●	●	●
	B-2 構造種別	■木造(W)	●	●	●	●
		■鉄骨造(S)	●	●	●	●
		■鉄筋コンクリート造(RC) ■その他(鉄骨鉄筋コンクリート造、コンクリート充填鋼管構造等)	●	●	●	●
	B-3 高さ	■低層(平屋~2階建て)	●	●	●	●
		■中層(3~5階建て)	●	●	●	●
		■高層(6階建て以上)	●	●	●	●
	B-4 平面形状	■板状 ■塔状	●	●	●	●
B-5 サービス導入時期	■新築 ■既存	●	●	●	●	
B-6 サービス対象棟数	■単体 ■複数	●	●	●	●	
C スペック (診断)	C-1 損傷推定のレベル	■構造物全体の損傷度合い	●	●	●	●
		■層損傷の位置・度合い	●	●	●	●
		■部材損傷の位置・度合い	●	●	●	●
	C-2 損傷指標	■2次部材損傷の位置・度合い	●	●	●	●
		■固有振動数(基本モード)	●	●	●	●
		■固有振動数(複数モード)	●	●	●	●
C-3 推定手法	■モード形状、モード形状の曲率	●	●	●	●	
	■層間変位、層間変形角	●	●	●	●	
	■層剛性、柔性等	●	●	●	●	
	■その他(音、波動、温度等)	●	●	●	●	
D スペック (計測)	D-1 計測対象・方法	■モード特性の同定	●	●	●	●
		■物理パラメータの直接同定	●	●	●	●
	D-2 計測期間・タイミング	■モード特性に基づく物理パラメータの段階的同定	●	●	●	●
		■ソフトコンピューティング	●	●	●	●
		■その他(損傷指標そのものの直接計測等)	●	●	●	●
	D-3 センサの種類	■常時微動	●	●	●	●
		■地震・風等	●	●	●	●
		■その他(自由振動、打撃試験等)	●	●	●	●
	D-4 センサの数・設置箇所 (1フロア内)	■常時計測	●	●	●	●
		■地震時のみ計測	●	●	●	●
■フンショット計測		●	●	●	●	
D-5 センサの数・設置箇所 (高さ方向)	■その他(一定レベル以上の振動のみ計測、最大値のみ記憶等)	●	●	●	●	
	■加速度センサ	●	●	●	●	
	■変位センサ	●	●	●	●	
D-6 付加的機能	■ひずみセンサ	●	●	●	●	
	■AEセンサ	●	●	●	●	
	■その他(温度センサ、RFIDタグセンサ等)	●	●	●	●	
E スペック (データ管理・ 情報提供)	E-1 サーバ構成	■1箇所(重心位置)	●	●	●	●
		■3箇所(端部)	●	●	●	●
	E-2 サーバ所在	■4箇所以上(張り出し部分等含めて)	●	●	●	●
		■5箇所以上(基礎部+頂部+各階+地表面)	●	●	●	●
		■その他(上記以上の密度で配置)	●	●	●	●
	E-3 アクセス範囲・ 情報提供先	■1箇所(基礎部)	●	●	●	●
■2箇所(基礎部+頂部)		●	●	●	●	
■3箇所(基礎部+頂部+中間階)		●	●	●	●	
	■4箇所(基礎部+頂部+中間階+地表面)	●	●	●	●	
	■5箇所以上(基礎部+頂部+各階+地表面)	●	●	●	●	
	■その他(上記以上の密度で配置)	●	●	●	●	
	■無線	●	●	●	●	
	■ネットワーク対応	●	●	●	●	
	■最大値記憶	●	●	●	●	
	■その他(損傷指標へ換算した上でデータ送信等)	●	●	●	●	
E-1 サーバ構成	E-1 サーバ構成	■計測データ受信サーバ	●	●	●	●
		■データベース管理サーバ	●	●	●	●
	E-2 サーバ所在	■その他	●	●	●	●
		■対象建物内・近傍	●	●	●	●
		■建設会社内(設計事務所、施工会社)	●	●	●	●
	E-3 アクセス範囲・ 情報提供先	■データセンター	●	●	●	●
■その他		●	●	●	●	
■建設会社(設計事務所、施工会社)		●	●	●	●	
	■オーナー(ディベロッパー、個人)	●	●	●	●	
	■オーナーサポート事業者(不動産管理・仲介・販売・分譲会社等)	●	●	●	●	
	■ライフサポート事業者(インフラ、設備、警備、保険会社等)	●	●	●	●	
	■公的機関(自治体、研究機関等)	●	●	●	●	
	■エンドユーザー(テナント企業、居住者等)	●	●	●	●	
	■その他(データセンター等)	●	●	●	●	

# 【パターン①】 現状のSHM（グローバルモニタリング、地震時被災状況判定）



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>
スペック (診断)	<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>
スペック (計測)	<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>グローバルセンサ(変位・加速度)</li> </ul>
スペック (データ管理等)	<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

### (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

## 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

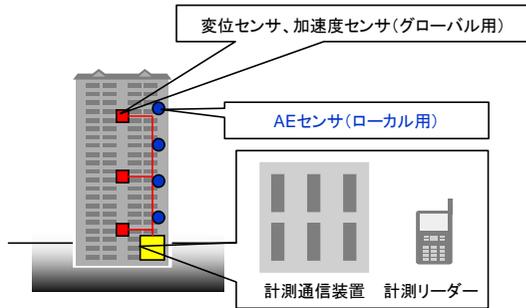
## エンドユーザー

### (仮説に基づく課題設定)

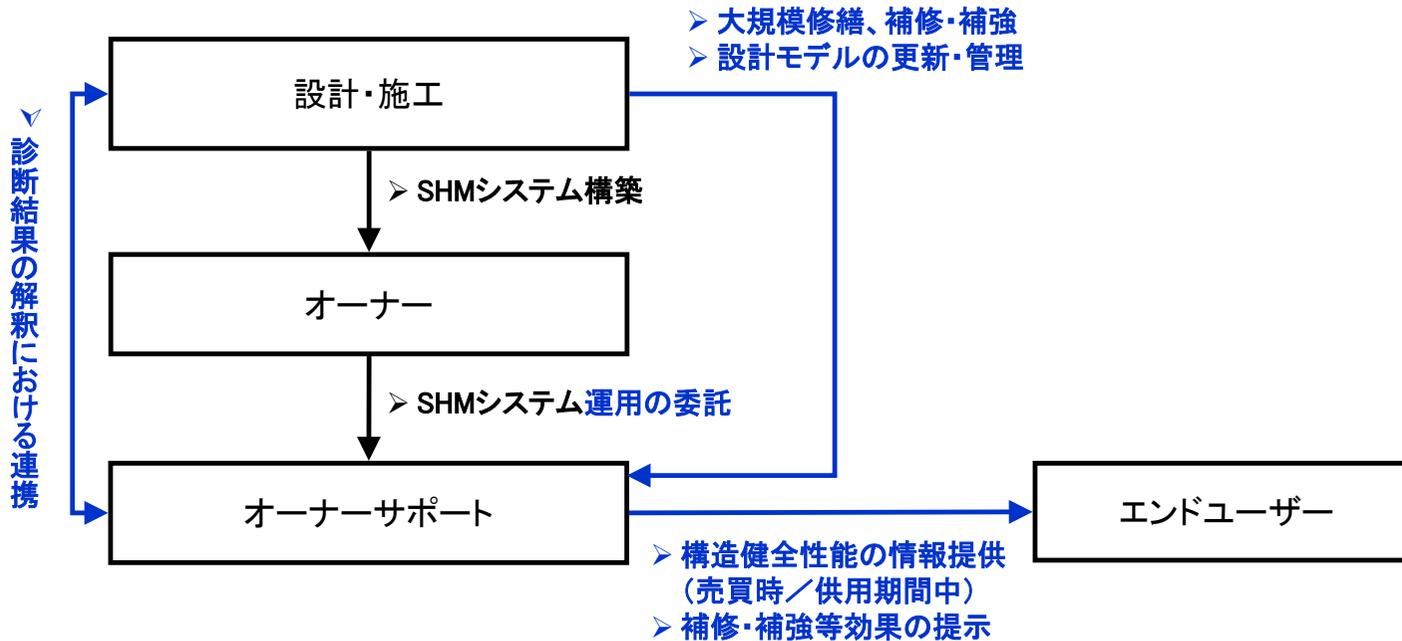
- 地震時に、建物がどれだけ揺れたか、避難すべきかどうか、事業継続可能かどうかについて知りたいユーザーが多い
- 建物の構造健全性について、客観的な評価データに基づき説明性を高めてほしいというニーズがある
- 診断結果は分かりやすく、アクセスし易い形での情報提供が求められている
- 導入効果が明確で、かつ経済的なインセンティブがあれば、SHMを標準装備した建物の入手を希望するユーザーがいる
- ただし多くの場合、建物入手における選択条件として、耐震性が最も優位とは限らない

※リスクコミュニケーションが不足している部分

【パターン②】 診断機能を向上させたSHM（ローカルモニタリングとの組合せ、平時活用）

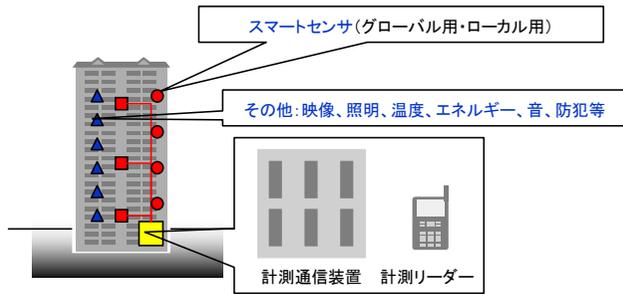


目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震時のグローバルかつローカルな被災状況判定</li> <li>平常時の建物管理の効率化、高度化</li> </ul>
適用対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>新築の単体建物</li> </ul>
スペック (診断)	<ul style="list-style-type: none"> <li>最大層間変位に基づく継続使用可否判断</li> <li>グローバルセンサの観測結果に基づく構造躯体の劣化状況の推定</li> <li>ローカルセンサの観測結果に基づく外壁クラック等の早期発見</li> <li>補修・補強時期や余寿命の推定</li> </ul>
スペック (計測)	<ul style="list-style-type: none"> <li>常時の振動計測</li> <li>グローバルセンサ・ローカルセンサの組合せ</li> </ul>
スペック (データ管理等)	<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>

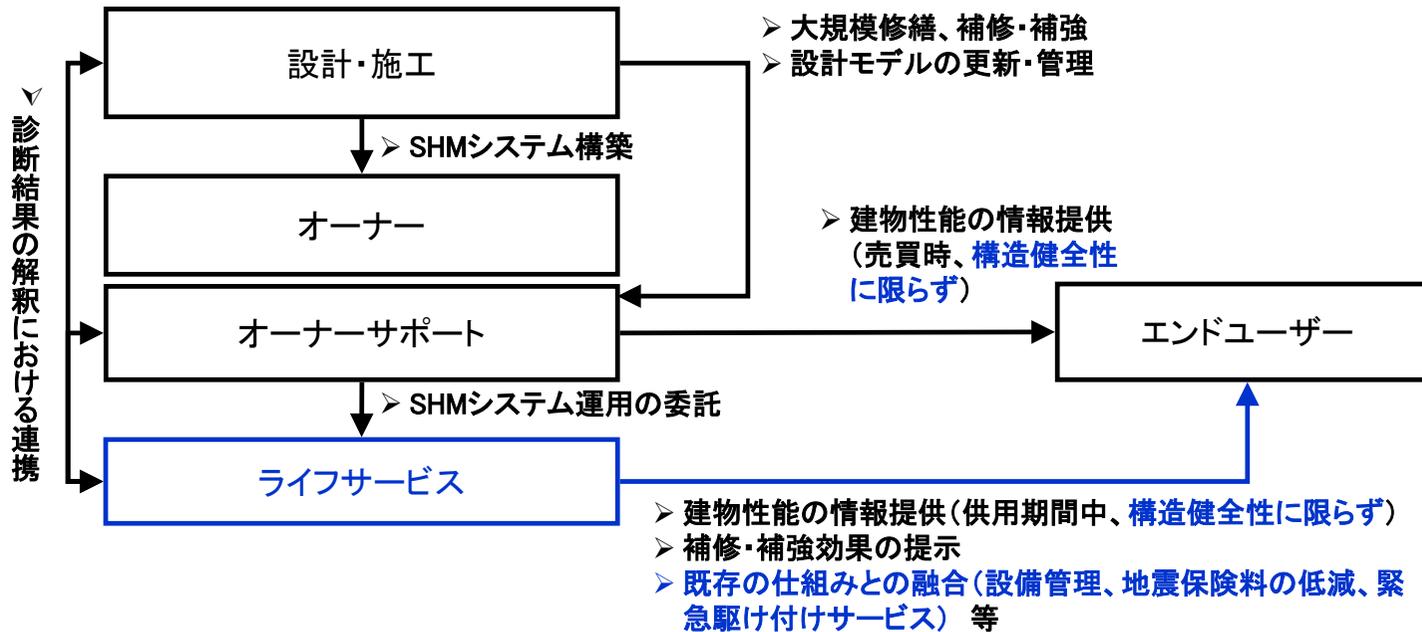


※パターン①「現状のSHM」との差分を青字で示した

### 【パターン③】 計測機能を拡張させたSHM（多機能モニタリング、スマート化）

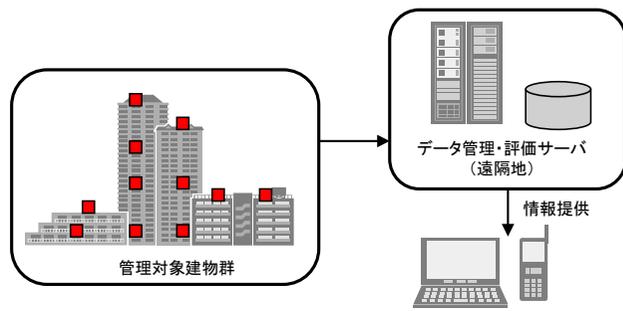


目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震時の迅速な被災状況判定(「構造」に限らず)</li> <li>平常時の建物管理の効率化、高度化(「構造」に限らず)</li> </ul>
適用対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>新築の単体建物</li> </ul>
スペック (診断)	<ul style="list-style-type: none"> <li>建物構造やライフライン被害を踏まえた継続使用可否判断</li> <li>グローバルセンサの観測結果に基づく構造躯体の劣化状況の推定</li> <li>ローカルセンサの観測結果に基づく外壁クラック等の早期発見</li> <li>補修・補強時期や余寿命の推定</li> </ul>
スペック (計測)	<ul style="list-style-type: none"> <li>常時の振動計測</li> <li>グローバルセンサ・ローカルセンサの組合せ</li> <li>スマートセンサの活用</li> <li>多機能センシング</li> </ul>
スペック (データ管理等)	<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>

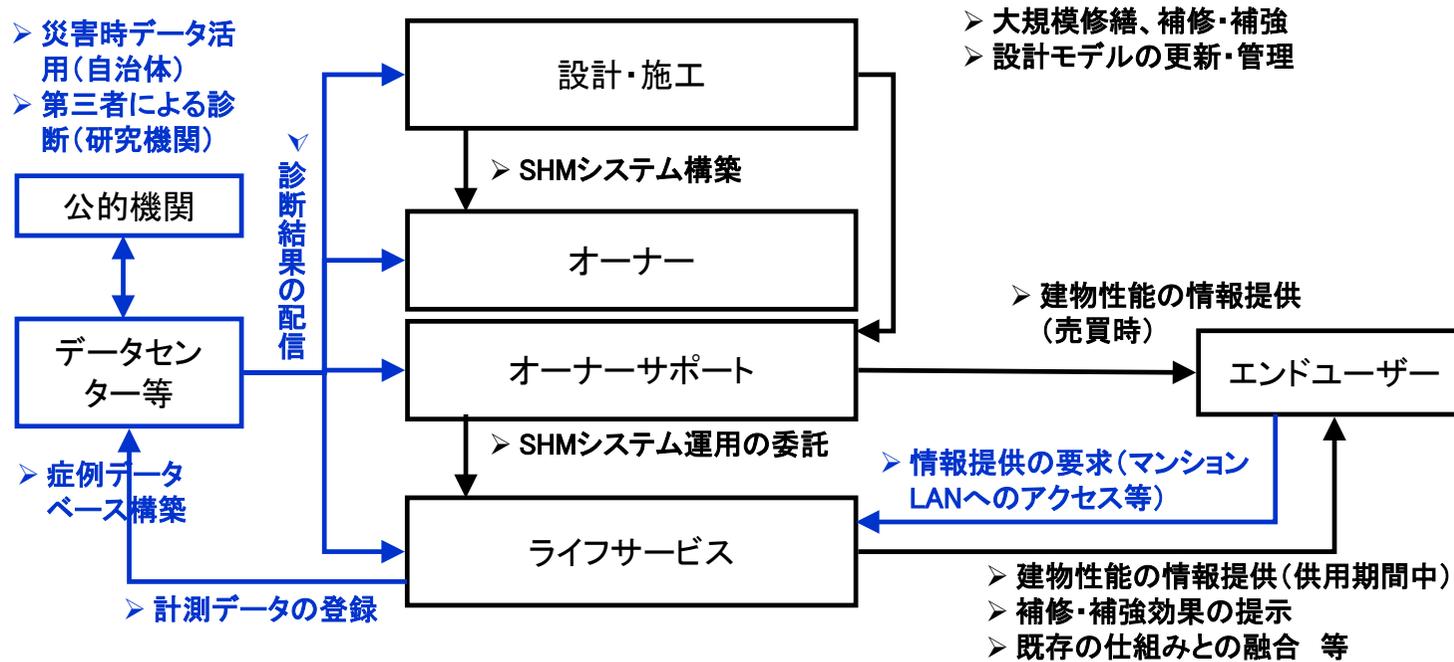


※パターン②「診断機能を向上させたSHM」との差分を青字で示した

【パターン④】 データ管理体制を充実させたSHM（複数建物のネットワーク化）



目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震時の迅速な被災状況判定(対象建物群の一括管理)</li> <li>応急危険度判定や耐震補強等に係る優先順位の明確化</li> <li>平常時の建物管理の効率化、高度化</li> </ul>
適用対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>複数建物(新築/既存問わず)</li> </ul>
スペック(診断)	<ul style="list-style-type: none"> <li>対象建物のタイプに応じた簡易診断(構造物全体の損傷有無、層レベルの損傷度合い推定など)</li> </ul>
スペック(計測)	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震時や強風時を対象とした計測</li> <li>グローバルセンサ(変位・加速度)が基本</li> </ul>
スペック(データ管理等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>遠隔地サーバでの計測データ管理</li> <li>オーナー等との双方向の情報提供</li> </ul>



※パターン③「計測機能を拡張させたSHM」との差分を青字で示した

## <参考> ヒアリング結果概要

### 1. 建設会社

#### (1) 大手ゼネコン A

日時：2009/07/13 10:00-11:00

参加者：先方1名、MRI3名

#### ■サービス提供内容

- 建物1棟ごとにデータ管理するオフラインシステム（初期費用500万+管理費10万/年）と、複数建物を遠隔地でデータ管理するオンラインシステム（初期費用600万+管理費30万/年）がある。
- 現在30箇所、私立学校やオフィスビル等、数十～数百億円の大規模構造物に適用されている。但し3年前にサービスを始めて、最近は低調気味。
- 地震時の層間変位量に応じて判定結果をシグナル（緑・黄・赤）で表示するシステムである。

#### ■モニタリング導入提案において感じている課題

- 自社施工の新築物件を対象としている。既存建物のリニューアルのタイミングと併せた導入は、費用的に釣り合わず困難。
- 集合住宅でも賃貸はあり得るが、分譲はサービス対象から除外している。管理組合の合意形成までケアすることは実質困難なため。
- 地震時の診断のみで劣化は対象としていないため、ユーザーにとっては平時のメリットが無い。来るか来ないか分からない大地震のためだけのシステムは、やはり辛い。
- ユーザーにとっては「診断結果が悪かったら、すぐに駆けつけて復旧をサポートしてくれるのか」が最大の関心事。ゼネコンがサービス提供する以上、結局は品質保証・アフターサービスにおける人海戦術に期待されてしまう。

#### ■課題解決方策

- 新規建設される公共性の高い建物には普及の可能性がある。
- データセンター等で診断結果を集中管理し、そこに十分な数の技術者を確保しておく社会的な仕組みがあれば、サービス普及に役立つ。大きなレベルでの社会制度設計が大事である。
- 緊急地震速報との組合せは、単に設備稼働状況と構造躯体診断結果が1つの画面で見られるというだけの造りである。
- 社内ベンチャー制度で発足した会社の方で、ビルにかかわる様々なデータを取得・管理している。振動だけでなく環境・省エネ等を含めた多用途センサが開発されれば、普及上の活路を見い出せるのではないか。

## (2) 大手ゼネコン B

日時：2009/07/13 14:30-15:30

参加者：先方 2 名、MRI2 名

### ■ 取組み内容

- 会社としての取り組みのきっかけは、原子力プラントの耐震性能評価。以来、原子力本部では電力会社向けに、技研では一般建物向けに、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。
- ゼネコンとしても販促努力が欠けている面がある。実際にセンサを持ちこんでその場でデモすると顧客は高い関心を示すが、本当にビジネスとして立ち上げるには技術屋だけでは限界がある。

### ■ 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、セコムなどの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. 不動産・ディベロッパー

### (1) 大手不動産会社 A

日時：2009/06/22 13:30-14:30

参加者：先方1名、MRI2名

#### ■建物診断の現状

技術者による目視点検は次回点検までの間の情報の欠落があることや、外壁や設備の劣化に対症療法的に対応していることが課題。ただし目視点検は金と手間をかけても実施する方針で考えている。

#### ■SHMの導入事例

MビルやLMタワーでは風振動のモニタリングを行っているが、いずれも設計へのフィードバックを目的とした内部利用である。

#### ■SHMに対する感想

- 建築は土木系と比べて、外装や設備の劣化、漏水の発生等が喫緊の課題。
- スケルトンの劣化を把握できたとしても、テナント企業へのアピール材料としては弱い。
- 耐震性はIs値で評価しているのが実態である。グローバル企業の誘致においては、特にPML評価値が重要。

#### ■SHMに対するニーズ

- 技術が進歩して、耐震性能評価との結び付きが可能になれば、Is値やPML評価に代わる仕組みとして有効。
- RC共同住宅をメインとした、建物の供用期間が長くなったときの、資産価値の説明材料としての利用は考えられる。
- 照明や環境のためのセンシングと融合させると、振動のモニタリングも普及する可能性がある。

#### ■BCP、DCP関係の取り組み

- 会社としての取り組みは以下。
  - ・新しい建物は健全なものを供給すること
  - ・古い建物は現行法の中でIs値をできるだけ下げない努力をすること
  - ・エレベータ閉じ込め防止、窓枠の飛散防止、設備更新など
- ディベロッパーの立場としては、地域継続(DCP)が今後重要になると考えている。

## (2) 大手不動産会社 B

日時：2009/07/24 13:30-15:00

参加者：先方 5 名、MRI3 名

### ■建物診断等に関する現状

- コンクリートの主な劣化要因は中性化。外見によるクラックの点検や、コア抜き検査を実施している。
- 建物は劣化するもので、大規模修繕に備えた資金積み立てが必要であることを入居者説明会で伝えており、近年ようやく理解されてきたと感じている。

### ■SHM に対する感想

- 竣工後の性能チェックや継続的なモニタリングは本来的に必要なだが、品質管理という面で捉えると「天に唾を吐く」ことになり兼ねない。
- 現状で普及している建物の設計の前提を覆してしまうかもしれないので社会的に御墨付きが得られれば検討していきたい。

### ■SHM に対するニーズ

- 誰が何の目的で使うのか、イメージがわきにくい。
- 診断結果の指標は、どれだけ下がったら危ないという判断基準はあるのか。
- コンクリートの劣化要因まで特定できるとよい。
- 分譲マンションの販売を行っている部署よりも、賃貸やオフィスビル等を扱う部署に適したテーマかもしれない。
- マンション管理会社の方が関心を示す可能性がある。
- 不動産会社からゼネコンに、モニタリングを含めた建物の建設を発注することは考えられる。
- ゼネコンとしては設計側がモニタリング結果を活かすニーズはあるだろう。但し診断結果に何かしら問題があった場合にどうするのか。
- デューデリジェンスの高度化、資産価値評価には使えそう。

### 3. 他分野

#### (1) データセンター運営会社

日時：2009/07/09 11:00-12:00

参加者：先方2名、MRI2名

#### ■建物診断の現状

データセンターでは、数年おきに目視点検が行われている。設備モニタリングは行っている（空調や電気設備は更新時期15年のところをなんとか20年維持させたい）

#### ■ヘルスマニタリングに対する感想

構造性能を分かりやすい指標で示せるようになり、かつ法制度で裏付けられて社会的に認知されるようになったら、期待できる。また、構造だけでなく省エネ等の観点を織り交ぜたセンシングが可能になればよいと思う。

#### ■データセンターに技術を適用した場合のメリット・障壁

- 特に外資系企業は日本を災害リスクの高い国として認識しているため、構造的な頑健性を説明する材料として使えるメリットがある。
- 顧客からの「震度7の揺れに対してどうか」という質問に対し、「問題ない設計をしている」程度の回答しかできない。モニタリングによって定量的に示せればありがたい。
- しかし、モニタリングで大丈夫という結果が得られていたのに、大規模地震時に仮に何か発生した場合など、そのあたりの補償問題が懸念される。
- 情報セキュリティ格付制度では、主にファシリティ構成が考慮される。構造躯体についても、定量的な評価項目も含まれない。
- データセンターとして、フロア免震の挙動を把握したいというニーズは考えられる。

#### ■ビジネスにおける将来的なデータセンターの活用可能性

- 複数の建造物の診断データを地域で一括管理するような仕組みができれば、ASPサービスを提供するチャンスになる。しかし現状では、一括管理するメリットが見えにくい。
- 静岡県等の地震危険度の高い自治体を巻き込んで検討してはどうか。
- 集合住宅に関してはケーブルテレビ会社を巻き込んで検討してはどうか。