

NATURE INTERFACE

2023 Apr. No.

87 **NI**

ネイチャーインタフェイス 見えない情報をキャッチする五感センサ ジャーナル



巻頭言

短距離離着陸機、オンデマンドバス、環境対応船舶、自律型潜航艇の開発 大和裕幸

特集

最先端の人間情報オンライン計測技術による未来サービスの提案

日々の体調変化を見逃さないための針を使わない血糖値センサと貼り付ける深部体温センサ 田中雄次郎

女性の健康課題をテクノロジーで解決するフェムテックの市場ポテンシャル 皆川朋子

研究からのビジネス展開 ～ BodySharing の場合～ 玉城絵美

WIN 法人会員紹介

松本設計ホールディングス株式会社「即時耐震診断装置で、建築業界に新たなスタンダードを確立する」

即時耐震診断装置で、 建築業界に新たなスタンダードを確立する

松本設計ホールディングス株式会社

代表取締役 松本照夫

松本設計ホールディングス株式会社は1991年の法人化以来、31年にわたり建物の意匠設計及び構造設計を中心に多様な業務を行っている。

とくに木造の住宅、福祉施設などの中大規模建築物を得意とし、2010年林野庁の「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」施行以降、木質化を推進するリーディングカンパニーとしてメディアやセミナーを通じ、設計技術の普及活動を行ってきた。現在は建築基準法が整備されてきたため、木造の高層化や木造とRC造や鉄骨造を組み合わせた混合構造による多用途な建築物に、これまでの実績が生かされる新たなステージに入っている。

高齢者の住みやすさを追求した
エルダースイート・ハウス®

近年、従来の戸建て住宅に要求される仕様や付加価値も変化している。当社では福祉施設の設計知識を

応用し、シニア向け住宅の自社ブランド「エルダースイート・ハウス®」（図1）を開発した。「住み慣れた安全安心な自宅で快適に住み続ける」をコンセプトに、最高等級の省エネ基準、耐震性能を標準で装備し、家族構成や身体機能の変化に対応するため、住む人の目線で使用材料から必要な設備、寸法に至るまで見直した住宅である。

そしてその住宅は世代を超えて住み継がれ、価値が適正に評価されることで資産として活用でき、既存住宅流通、空き家問題、スクラップ＆ビルドから環境負荷の低減を図る等、多くの社会課題にも貢献するものと考えている。

即時耐震診断装置の開発

当社は今後は住宅の耐震性能の見える化や資産価値を定量化するツールが必要だと考えていたが、WINの耐震センシングプロジェクトに参

画していた平間敏彦氏（一級建築士・構造一級・工学博士）と出会い、即時耐震診断装置の存在を知った。この装置は、WINの理事長板生清東京大学名誉教授の先行研究に基づき、東京大学大学院（工



まつもと・てるお

東京経済大学経営学科卒。1987年構造設計事務所を創業。91年松本設計ホールディングス株式会社を設立し代表取締役就任。中大規模木造建築物の設計技術の普及に注力している。

学系研究科精密工学専攻伊藤寿浩教授）らが、セコム科学技術振興財団から助成を受けて、中野区産業振興推進機構（ICTCO）の協力のもとに開発された。詳しくはネイチャーインタフェイス誌 73号（2018.8）に記述されている。

この装置に当社の長年の住宅設計技術や知見を活かして機能を追加し、小型化、コストダウンなどの実用化を図り、広く社会実装を目指している。

2021年当社に技術開発室を設置し、即時耐震診断が行える耐震診断装置（以下、センサ）を用いたAI耐震診断®（特許第7004361）と、同センサのデータを活用し住宅の資産価値見える化するAI維持管理®（特許第7098201）の研究開発をスタートした。



図1 エルダースイート・ハウス®

即時耐震診断装置について説明する。

同センサは本体が約 10 センチメートル角で、厚さ約 2 センチメートル。内部に地震加速度センサ、温度湿度センサ、CPU、LTE 通信装置、非常電源バッテリーなどを備え、建物の 1 階と上階に 2 台を壁面に固定して使う。センサには、あらかじめ設置する建築物の重量や耐力、剛性とといった耐震性能に関わるデータを入力しておく（図 2）。

地震発生後、建物の 1 階と上階に取り付けられたセンサが損傷状況を即座に診断し、建物の安全性、避難や改修の要否を緑・黄・橙・赤の 4 色の LED の発光と音声で発信し、同時にその情報が LTE 通信でクラウドへ送られるため、利用者は数分後にはスマホやパソコンから詳細を確認することができる（図 3）。



図 2 耐震診断装置（センサ）



図 4 災害時に迅速な対処が可能になる即時耐震診断

応急危険度判定に代わる AI 耐震診断®

これまで大地震後の建物の耐震診断は、専門の調査員の目視による応急危険度判定が行われており、過去の地震でも大勢の調査員が多大な時間をかけて行ってきた。2016 年の熊本地震では、約 5 万 7570 棟の建物を 6819 人の調査員で 51 日間を要している。これが、首都圏で直下型地震が起きた場合、東京都の予想では約 19 万棟の建物被害予想が出

ており、単純計算でも調査に半年以上を要することになる。

同センサによる耐震診断は、震度 3 程度の小さい地震から震度 7 の巨大地震にいたるまで木造住宅の耐震安全性を地震後約 1 分で診断することができる（図 4）。また熊本地震のように地震が連続して起きる場合にも対応でき、1 回目の地震による建物への影響を残存耐震性能に反映させてから 2 回目の地震による評価を行う。

同センサが普及すれば、被災地の地震被害状況を即座に把握でき、救命・救援などへの素早い対応が期待されることから、すでに採用検討に前向きな自治体も出てきている。また、建設会社は顧客の建物が安全か、軽微な損傷を生じているか、耐震改修が必要なレベルかが瞬時に分かり、顧客への迅速な対応が可能になる。

これまで地震後の建物耐震診断システムは、主に大手建設会社によって中高層ビル用に作られ、導入費用として数百万円から数千万円の高額な費用が必要だった。しかも、地震で計測されたデータを設計で用いた高度な解析モデルに入力し、解析により各階の損傷状況を推定する手法

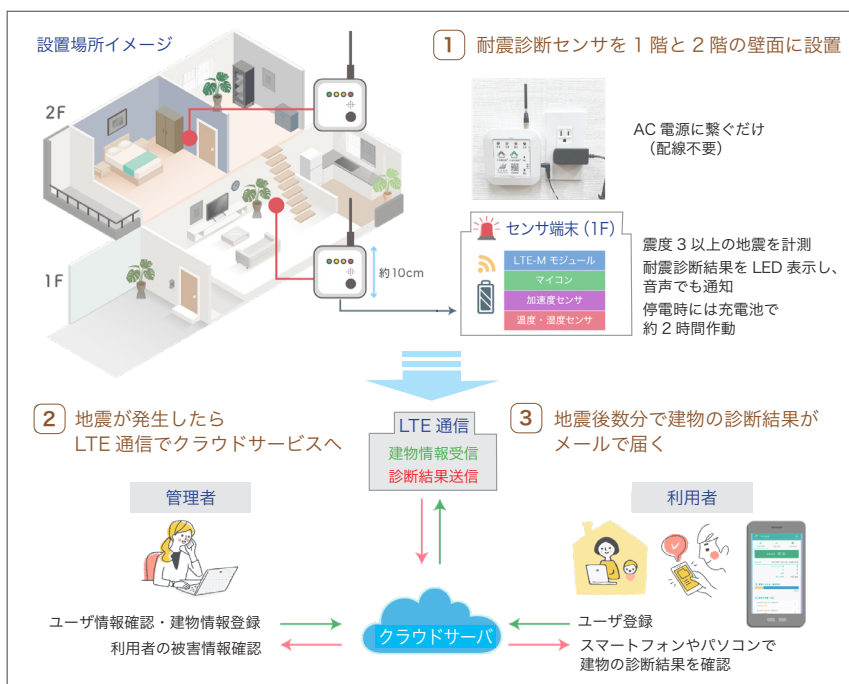


図 3 即時耐震診断の仕組み

ったので、診断結果がでるまでにかなりの時間を要していた。当社のAI耐震診断®は、低層の木造住宅を対象に開発されているが、その診断方法は、最新の設計方法である免震構造や制震構造の設計で採用されている方法と同様の方法が使われている。

診断方法については平間氏の資料から引用して説明をする。建築基準法で建物は稀に発生する地震（震度5強程度）には損傷せず、極稀に発生する地震（震度7程度）には倒壊しないように設計される。しかし、過去に発生した兵庫県南部地震や熊本地震などの巨大地震は、建築基準法の地震荷重を上回っており、建物は損傷しながら抵抗力を保ちつつ変形能力で地震に抵抗している。この建物の抵抗力×変形能力は、建物のエネルギー吸収能力と呼ばれる。免震構造や、制震構造の設計は、地震による建物へ

震による建物への入力エネルギーを設定し、建物のエネルギー吸収能力がそれを上回ることによって安全性を確保している。

在来工法の木造住宅は、現在は筋違いや面材の合板を柱・梁の骨組みに釘や金物で接合している。変形が小さければ接合は緩まないが、変形が大きくなる

と次第にゆるみが生じ、一度ゆるむと次の揺れでは緩んだところまで抵抗力が減少する。こうして新築時に保有していたエネルギー吸収能力は次第に減少していく。この原理に基づいて、新築時に保有していたエネルギー吸収能力から減少したエネルギー吸収能力を考慮し、残存する建物の耐震性能を推定できる。

近年、木造住宅に制震装置が使われるようになってきたが、AI耐震診断[®]は躯体のエネルギー吸収能力と同様、制震装置のエネルギー吸収能力を評価することができる。

以上のとおり、AI耐震診断[®]は
応急危険度判定に比べ、定量的でかつ
迅速な評価が可能になる。

躯体の残存資産価値評価を行う
AI 維持管理[®]

AI維持管理[®]では、AI耐震診
断[®]のデータを活用して躯体の経

年劣化やシロアリ被害の有無を把握して残存資産価値を評価している。1年毎の耐震診断・維持管理カルテ(図5)には、年間の地震の情報、温度湿度の変化や残存資産価値を報告書にまとめ、建物を施工した工務店などが利用者に届ける仕組みを用意した。建てた後の維持管理、適切な改修時期の提案をよりしやすくする狙いでもあるが、良い家を建てた工務店が顧客と定期的なコミュニケーションをとりながら責任をもって管理していくという差別化の狙いもある。

今後は、金融機関や不動産鑑定士、保険会社らと連携して躯体の資産価値評価のサービスを充実させていく予定である。またより廉価な小型センサを開発し、地域全体に多くのセンサが実装され、被災時の情報把握、救助に貢献する環境の提供を目指している。

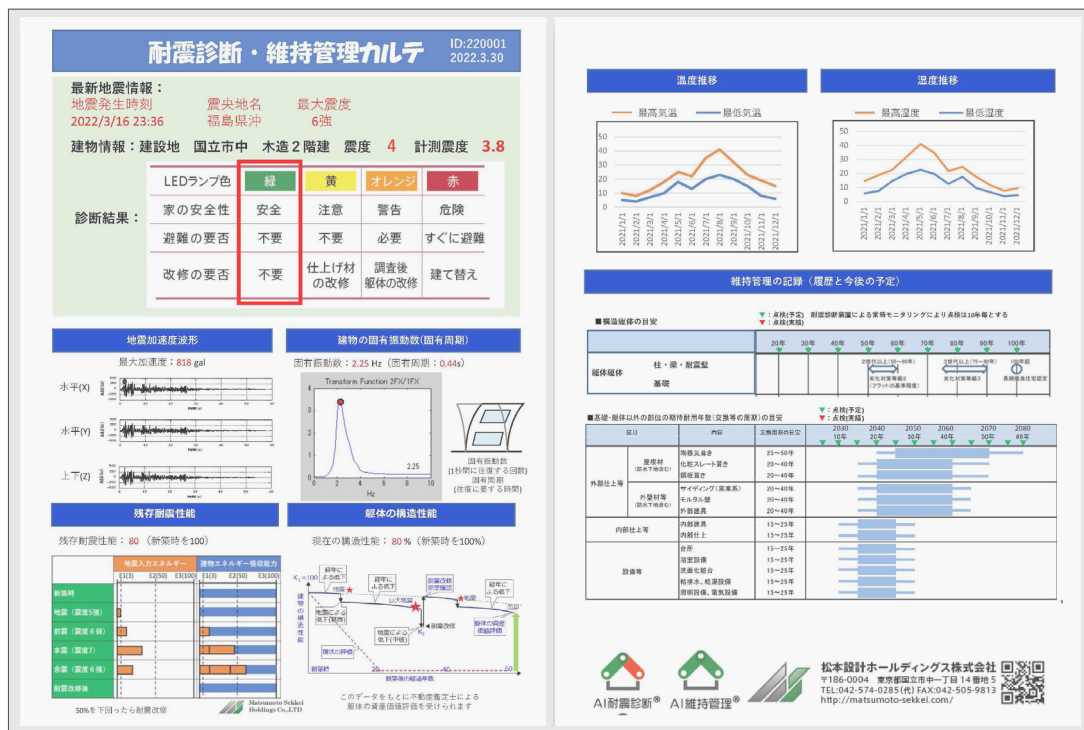


図5 AI維持管理[®] 耐震診断・維持管理カルテ出力形式(例)