

2017年5月17日

東急建設株式会社

大地震時から平常時まで建物のモニタリング状態を見える化したシステム

『4D-Doctor』を共同開発

—防災ソリューション事業への展開に向けて本格始動—

東急建設株式会社（東京都渋谷区、社長：飯塚恒生）は、富士電機株式会社（東京都品川区、社長：北澤通宏）と、大地震時から平常時まで建物のモニタリング状態を見える化し、建物の健康状態を診断する構造ヘルスマニタリングシステム『4D-Doctor（フォーディードクター）』を共同開発しました。

現在、渋谷の高層複合オフィスビル1棟、大阪の超高層オフィスビル1棟、東急建設技術研究所（神奈川県相模原市）内の建物2棟と富士電機東京工場（東京都日野市）内の建物1棟に『4D-Doctor』を既に導入し、①地震時BCP支援②中長期の建物更新検討③耐震補強前後における補強効果の確認④将来発生する可能性のある地震に対する被害想定、などの防災ソリューション事業に向けて始動し始めました。

システム導入提案だけでなく、システム運用方法に関するサポートや災害時における人的支援も視野に入れ、システム導入後もお客様の防災力向上をお手伝いできるよう、地域防災マネジメントとしての展開を目指しています。今後、東急グループ各社との連携を通じて防災ネットワークを強化していくと共に、お客様からのご要望を組み込んだシステム開発を継続し、新たな価値創造に努めていきます。



The graphic features a central logo with a green '4' and a magnifying glass over a building icon, next to the text '4D-DOCTOR' in large green letters. Below this, the text 'Disaster (災害)・Damage (損傷)・Degradation (劣化) / Diagnosis System (診断)' is displayed. Three rounded rectangular boxes are arranged below, each with a title and a list of services:

- 地震時 BCP支援**: 建物外避難要否判断, 継続使用可否判断
- 建物更新検討**: 建物劣化診断, 耐震診断要否判断, 被災シミュレーション
- 自己学習機能**: 既存建物への対応, 損傷・劣化の取込み

At the bottom right, it says '(※『4D-Doctor』商標登録第5804940号)'

『4D-Doctor』には大地震時における被災行動（建物外避難・建物継続使用可否）の支援と、長期における建物の構造的な性状変化を監視する2つのソリューションが組み込まれています。これらソリューションを代表するように、地震災害をイメージした「Disaster（災害）・Damage（損傷）」、また長期の建物維持管理に問題となる「Degradation（劣化）」を評価する「Diagnosis（診断）」の頭文字を取り、建物の健康状態を診断する意味を込めて『4D-Doctor』をシステム名に選定しました。

（4D-Doctorは東急建設の登録商標です。登録第5804940号）

【 ソリューション①大地震時の BCP 支援 】

近年、首都直下地震や南海トラフ巨大地震の発生リスクが高まっており、大地震災害に備えた BCP 活動体制の整備が求められています。『4D-Doctor』は地震発生後即時に、建物の被災度を自動判定し、判定結果を画面表示するほか、判定概要をまとめた一次報告書を添付し、電子メールで関係者に発信します。一次報告書には「緊急避難要否」や「建物被災度判定」が明示され、構造専門家以外でも被災状況が判断できるように表示しています。また専門家が閲覧する場面も想定し、観測された加速度波形やその最大値、さらには非観測階を含めた建物全体の最大加速度応答分布や、最大層間変形角分布などの情報も報告内容に含めています。判定結果を踏まえて、拠点建物への災害対策本部設置可否を判断し、また管理建物の被災状況把握を迅速に行っていきます。詳細な被害把握のため目視調査を実施する場合には、一次報告書を参考に調査範囲を限定し、調査時間短縮にも役立てることができます。

またクラウドサービスを利用した被災情報管理システムとも連動しており、複数建物の被災情報を一元管理することができます。災害対策本部において、管理建物への災害支援指示を円滑に行えるよう、地図情報に建物被災度を表示します。個別の詳細情報を必要とする場合には、クラウドから各建物の観測データや判定情報をダウンロードすることもできます。

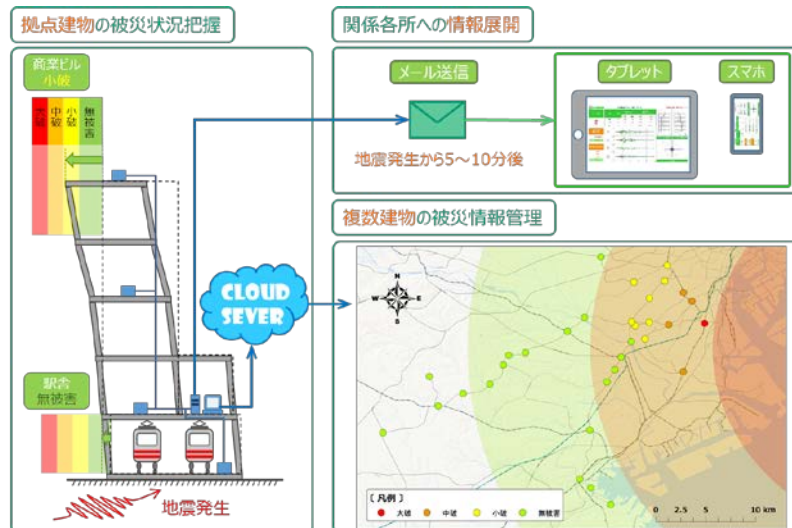


図 1 ソリューション①大地震時の BCP 支援イメージ

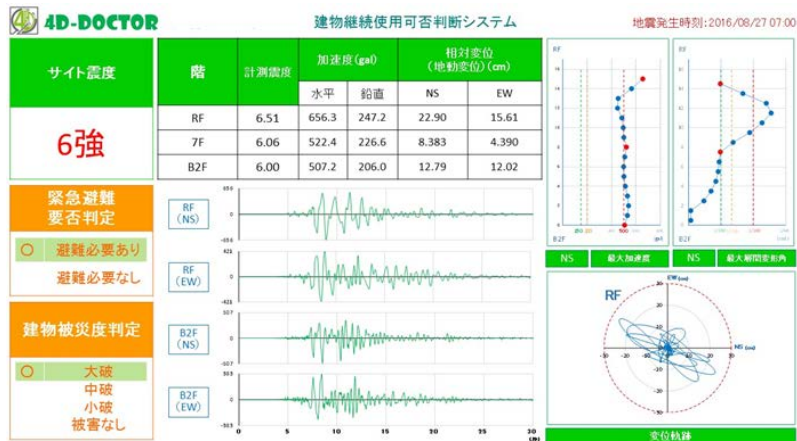


図 2 4D-Doctor 地震発生時 一次報告書画面例

【 ソリューション②建物の更新検討 】

平常時における建物の微小な揺れを観測（常時微動観測）し、建物の状態を常にモニタリングしています。建物の固有振動数を取得する観測を、毎日数回スケジュールすることができ、ソリューション①で取得した地震時の固有振動数も含め、時間を追ってその変化を把握することができます。長期間で見た場合の建物の特性変化を読み取ることで、耐震補強や建替えといった建物更新検討に役立てることができます。

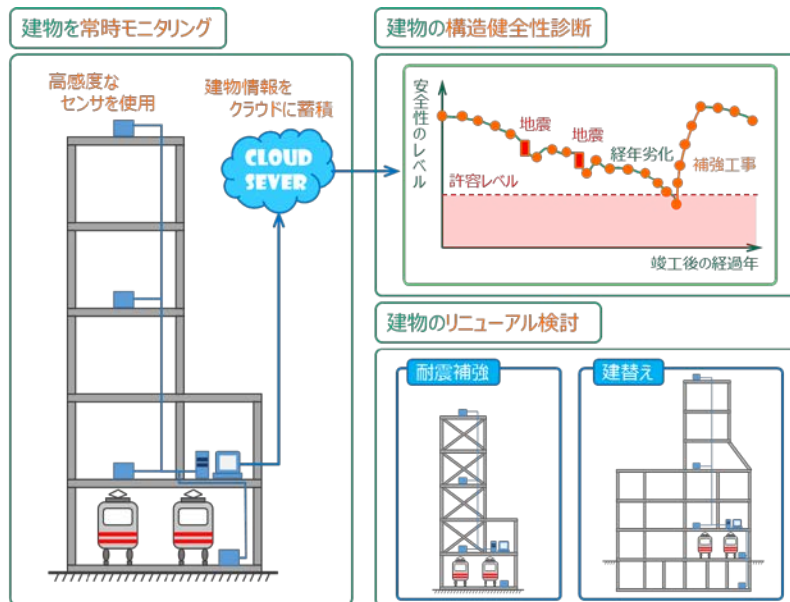


図 3 ソリューション②建物の更新検討イメージ

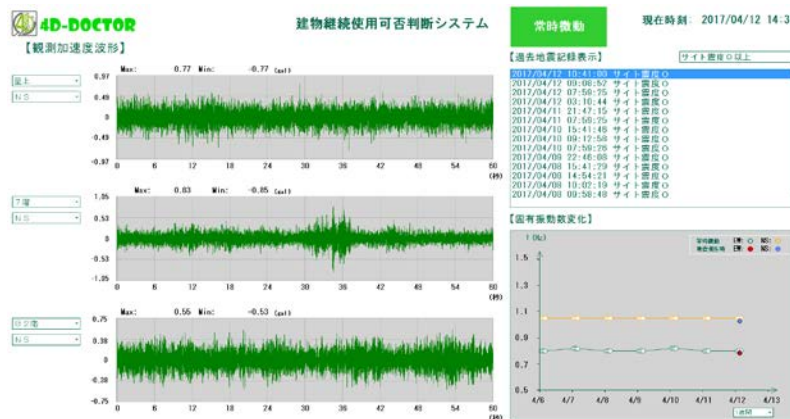


図 4 4D-Doctor 平常時 システム画面例

【 ソリューション③耐震補強効果確認, ④被害想定検討 】

地震観測や常時微動観測の結果を基に、対象建物の構造情報を常に更新していく機能を活用し、耐震補強前後の補強効果確認や、想定地震に対する被害想定を検討致します。これらソリューションは 4D-Doctor の機能を活用したサポートプランとしての展開を想定しており、お客様のご要望に応じて対応致します。

【 4D-Doctor のシステム構成 】

『4D-Doctor』の観測システムには、富士電機が開発した MEMS 型加速度計「感振センサ」を使用しています。「感振センサ」は、地震動から平常時の微動までの加速度を検出することできるため、『4D-Doctor』が提供する 2つのソリューションを実現する最適なセンサとなっています。また「感振センサ」はネットワークハブの PoE 給電機能により電源供給するため、設置場所に電源を用意する必要はなく、LAN ケーブルのみの配線でシステムを構成することができます。観測データは、建物内に設置した専用の解析 PC に収録され『4D-Doctor』に入力されます。解析 PC からインターネットを介して電子メール配信やクラウドサーバーとの連携を行います。

【 4D-Doctor システムの特長 】

『4D-Doctor』では、センサを建物各階に設置する必要がなく、4～5階毎に設置したセンサの観測情報から、システム内に構築した解析機能により非観測階の応答を推定します。そのため、システム導入時のセンサ台数を抑え、ハードウェアや配線工事にかかるインシヤルコストを低減することができます。非観測階の応答推定を行う解析機能については、振動台実験や実観測記録による検証によって推定精度を確かめています。

またソリューション①、②から取得した建物の特性変化を蓄積し、ソリューション①の被災度判定精度を向上させる仕組みが組み込まれています。観測記録の蓄積と共にシステム内部の建物固有の特性を自己学習していくことで、常に建物の正確な情報を得ることができます。

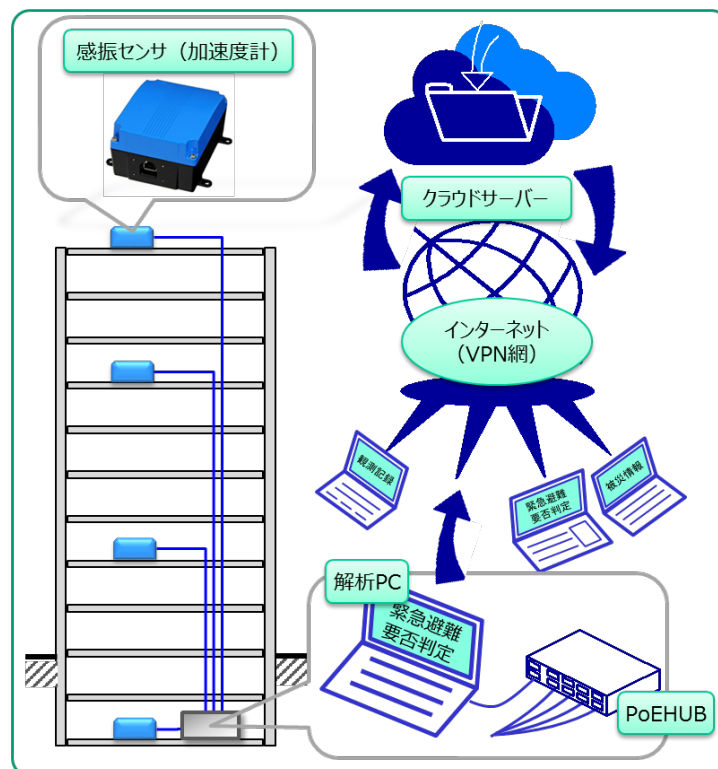


図 5 4D-Doctor システム構成

【用語集】

BCP : 事業継続計画 (Business Continuity Plan) の略称。

常時微動観測 : 自然界にある建物や地盤は、人の歩行や道路を走る車、風により揺らされる樹木、遠方での火山活動の脈動、海で発生する波打ちなどを振動源として、常に微小な振動が入力されています。こうした微小な振動入力に対する建物の揺れを高感度な観測機器により測定することを常時微動観測といます。

MEMS : 微小電気機械素子および加工技術のことを **MEMS (Micro Electro Mechanical System)** といいます。半導体集積回路を製作する技術を応用して様々な微小電気機器の製造を行います。加速度センサだけでなくインクジェットプリンタのヘッドや圧力センサ、ジャイロ스코ープなどの製造も行なわれています。

PoE 給電機能 : **PoE (Power over Ethernet)** 給電機能とは、イーサネット配線で利用されるカテゴリ 5 以上の LAN ケーブル (ツイストペアケーブル) を通じて電力を供給する技術。



東急建設は、『ICTの積極活用』による新たな価値の提供と業務プロセスの革新に取り組んでいます

【本件に関する問合せ先】

東急建設株式会社 管理本部 経営企画部 広報担当 渡鍋

TEL 03-5466-5008 FAX 03-5466-5069 E-mail:webmaster@tokyu-cnst.co.jp