

建物管理プラットフォームを活用した 維持管理サービス

鈴木 雄介

建築事業における運用・維持管理段階の事業強化を目的に、設備機器の運転状態やエネルギー使用量など建物運用データを自動的にクラウドへ収集・蓄積し、ビッグデータをAIエンジンなどを用いて分析・可視化するプラットフォームを構築した。このプラットフォームを用いたサービスとして、遠隔監視やエネルギー需要予測、設備機器の異常検知などを実施することで、建物管理業務の高度化・省力化を図り顧客満足度の向上を目指している。本稿では、そのプラットフォームの開発概要と運用状況、今後の展開について紹介する。

キーワード：運用・維持管理, 建築設備, プラットフォーム, AI・IoT, 故障・異常検知

1. はじめに

当社の中期経営計画では、事業戦略の1つに「上流・下流事業の取り組み推進と収益源の多様化」を掲げている。現在の主力事業である設計・施工段階に加えて、建物ライフサイクルにて下流側に当たる運用段階への取組みを強化しており、その一環として、2016年度から先端ICTを活用した建物管理業務の高度化・省人化について技術的な検討を進めてきた。

従来、建物運用データ（設備機器の運転状態やエネルギー使用量など）を活用して、省エネルギー提案や運用改善の取組みを行っていた。しかし、①各建物のデータは建物にある監視装置だけに蓄積されており、分析・活用するためには手作業でデータを収集する必要がある、②データ分析の知見を持った技術者・建物

管理者は限定される、③監視装置ではデータが不十分な場合、IoTセンサなどを追加する必要があるが、そのデータを収集する仕組みがない、などの課題があり、幅広く取組みを展開するには至っていない状況であった。

本件では、ICT技術を活用することで、ビルの監視装置やIoTセンサから得られる建物運用データを自動的にクラウドへ収集・蓄積し、ビッグデータをAIエンジンなどを用いて分析・可視化することで、エネルギー予測や設備機器の異常検知を可能とする、建物管理プラットフォーム（以下、PF）「鹿島スマートBM[®]」（BM：Building Management, 建物管理）を開発し、グループ会社の建物管理会社にてPFを利用したサービス提供を開始している（図—1）。本稿では、建物管理PFの概要と運用状況について述べる。



図—1 建物管理PFを活用した管理サービスの提供価値

2. 建物管理プラットフォームを活用した 取組み 概要

(1) 建物運用データ活用に関する背景

建物の運用段階で得られる、設備機器の運転状態やエネルギー使用量（電力・水など）のデータは、各ビルに設置された中央監視装置（BAS：Building Automation System）やBEMS（Building Energy Management System）で収集されることが一般的である。

設備機器は、使用条件を想定して機器仕様・容量が計画されているが、実際の運用での使用条件は想定とは異なることが多い。その結果、機器の本来の性能が発揮できず余分なエネルギーを消費されていたり、機器のメンテナンス回数の増加や異常・故障による管理コストの増加につながったりする可能性があるが、明確なトラブルに至らない場合は顕在化しない事も多い。このような実態に対し、省エネルギーの観点で建物運用データを活用し、設備運転の実態把握や運用改善を行い、管理の付加価値向上につなげる取組みを進めてきた。

しかし、取組みを進める上で大きく3つの課題があった。1つ目の「データ管理」は、監視装置のデータ容量の制限で、現地の機器には一定量しか保存できず古いデータから削除される点が挙げられる。データ活用のためには長期間のデータが必要だが、その場合は手動でデータを収集しなければならなかった。2つ目の「データ活用・分析」では、建物ごとに規模・使用方法が異なる中、運用改善を行うのは経験のある技術者に頼っている。そのため適用可能な建物数に限界があるのが現状であった。3つ目の「ICT対応」では、現在運用されている建物の大半は、AI・IoTなどの先端ICTが進展する前に構築されており、そもそもデータ収集が行われていない場合も多い。こうした建物に最新のICTを適用することで、建物管理の最適化や管理コストの削減を図れる可能性がある。しか

し、機器の運転状態やエネルギーを把握するIoTセンサを設置して新たなデータを取得しても、そのデータを蓄積・活用する基盤は十分に整っていなかった。

そこで、多くの建物の運用データを自動的にクラウドへ収集・蓄積してAI等を活用した分析を行い、エネルギーの消費予測や設備機器の異常検知を行う建物管理PFの開発を行った。

(2) 建物管理PF概要

建物管理PFの全体構成を図-2に示す。ここでは取組み（ACTION）を3つに分けて整理している。

(a) 遠隔監視（ACTION1）

現地にある監視装置を、離れた場所から監視・操作可能な端末（KVM）を設置することで、遠隔監視に活用する。KVMとは、サーバーのキーボード（K）、ビデオモニタ（V）、マウス（M）のコンソール信号をIP化し、ネットワーク経由で機器のリモート操作を可能とする技術であり、現地に人がいなくても遠隔で監視が夜間・休日に行えることで早期復旧が可能となる、複数の建物を1つの管理センターから一括で管理する、いわゆる群管理が行えなどのメリットがある。

なおこの装置だけではデータ収集はできないため、データは建物のみにある状態である。

(b) クラウド蓄積（ACTION2）

建物側に、データを定期的に自動収集しクラウド側へアップロードするための小型PC端末（ゲートウェイ）を設置し、LTE（携帯通信網）を利用してクラウド上のデータベースに蓄積する。データ収集方法は、①監視装置に機器を接続して収集する場合、②建物内の設備ネットワーク（BACnet等）から直接データを収集する場合、③取引電力量などのメーターからデータ収集する場合（監視装置がない中小規模ビルを対象）、④後付センサーを設置しデータ収集する場合、に分けられる。

①は、監視装置のデータ出力機能を使用し、クラウド

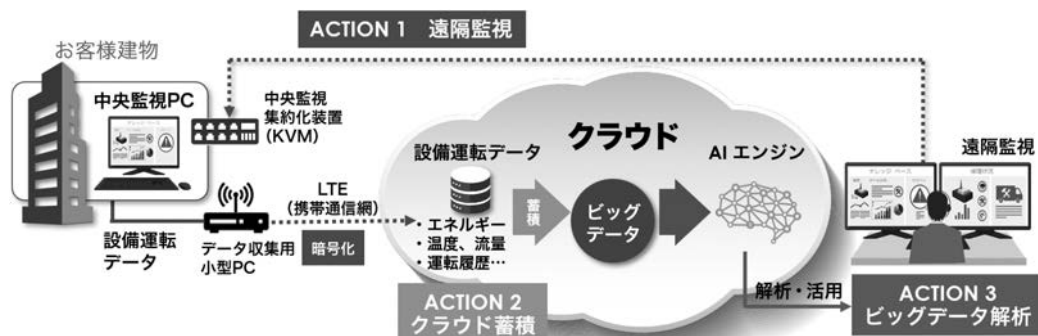


図-2 建物管理PF 全体構成

ドに蓄積・利用したいデータを選択してゲートウェイに出力し、そこからLTE（携帯通信網）にてクラウド側へ送る仕組みである。データ収集周期やフォーマットは監視装置のデータ出力仕様に依存しており、装置メーカー毎に異なっている。そのため、ゲートウェイ⇒クラウドへのデータ送信は1日1回行っている。

②は、建物内の設備ネットワーク（BACnet等）上にゲートウェイを設置し、設備ネットワーク上のポイントを直接収集する方法である。監視装置の仕様に拠らずデータを収集可能で、リアルタイムな収集も可能である。ただし、①よりも高機能な機器を設置する必要があること、通信頻度は高くなることなどから、①の方式よりもイニシャル・ランニングともコスト高となる。そのため、基本的には①の方式を採用しており、オプションとしてリアルタイム性が特に要求される場合は②の対応を行う。

③については、監視装置がない中小規模ビルの場合、電力取引用メーターから取引電力量を収集・蓄積している（収集デバイスは①と同じゲートウェイを利用）。電力会社が行っている取引電力量データの提供サービス（Bルートサービス）を利用し、リアルタイムにデータを収集している。

また④は、監視装置で収集してないデータ（機器の詳細状態や細かい区分でのエネルギー消費量など）を知るために後付でセンサを設置した場合、そのデータも同じ流れでクラウドに収集できる仕組みを整えている。ただ実業務での活用にあたっては、センサ本体やその設置作業など追加費用がかかるため、費用対効果として見合うかは個別に検討が必要である。

①～④のデータは、フォーマット等が異なるものを統合的に活用するため、建物情報などを付加した上でPFとしての標準形式を定めてクラウド上へ保存する仕組みを構築している。なお、各建物から収集するデータ以外に、管理業務を行う上で有用な天気予報などのオープンデータも、外部サービスから収集可能としている。

(c) ビッグデータ解析（ACTION3）

クラウドへ収集・蓄積したデータについては、数多くある管理案件で汎用的に利用可能な可視化・解析の機能から優先して実装している。以下にその概要を示す。

まず設備機器の運転状態やエネルギー使用量、気象情報といったオープンデータなどを、過去実績を含めて一覧表示する可視化画面（ダッシュボード）は、汎用のデータ可視化ツールを用いて構築している。画面の表示例を図-3に示す。

次に収集したデータの解析機能としては、具体的には、①電力デマンド予測、②設備故障・異常検知、③熱源設備（冷凍機）の異常予兆検知、などを行っている。

①電力デマンド予測は、過去の外気条件（天気・温度）・曜日・電力使用量をAI（機械学習）モデルで学習し、翌日以降の天気予報の情報から電力デマンド（一日の電力量変動）を予測する仕組みとなっている（図-4）。開発においては、事前にオフラインで予測精度を検証し、予測に用いるパラメータを検討している。その際、精度と各データが様々な建物から同じように収集可能かという汎用性の観点を考慮して検討し、上記のデータから予測を行っている。

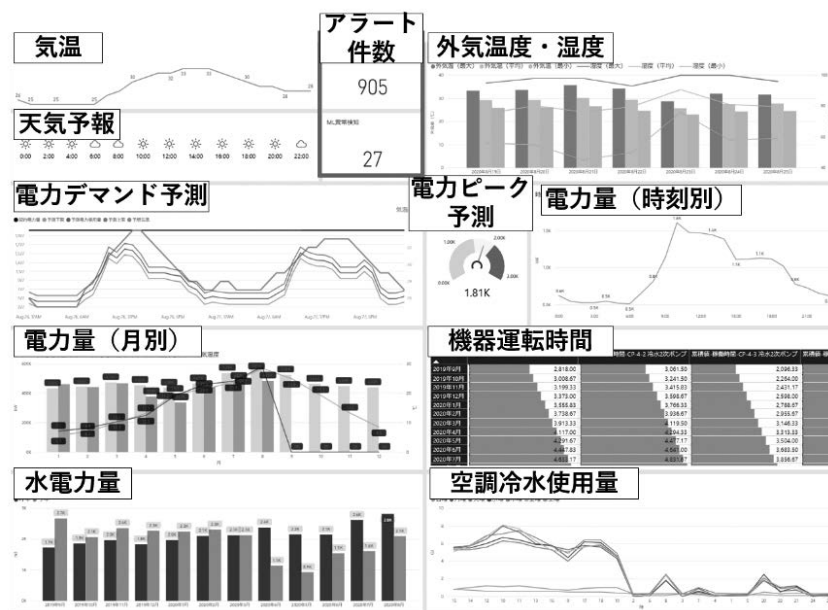


図-3 データ可視化画面 例

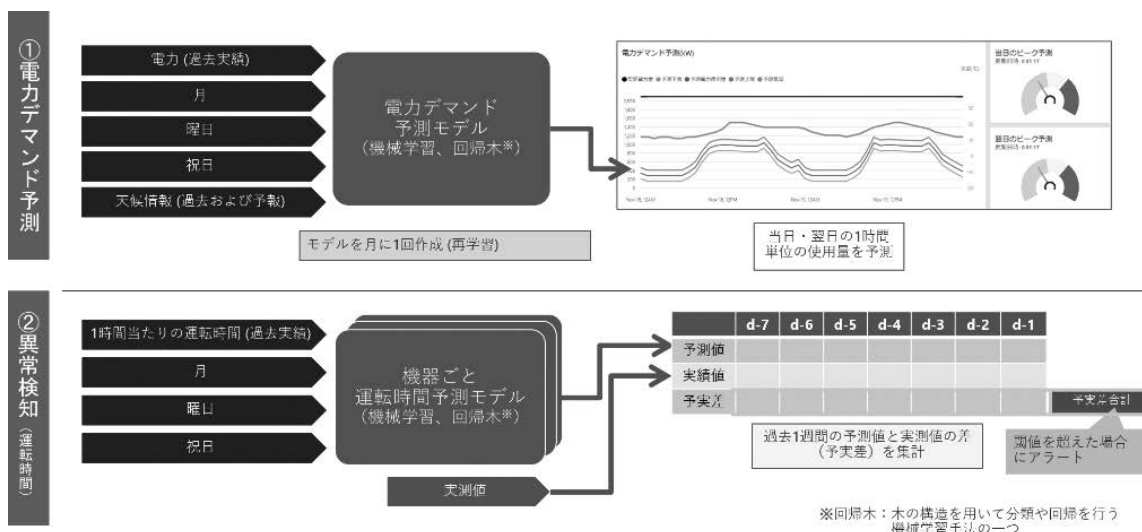


図-4 AI（機械学習）を用いたデータ分析機能

②設備故障・異常検知では、「過去の傾向と異なる」「基準と比べて性能が低い」「機器の交換目安に達している」などの観点で設備機器の異常を検知し、管理者へアラートとして通知しており、2つの分析方法を適用している。1つは、あらかじめ設定したルールに基づきデータを分析し、ルールの閾値を超えた場合に異常と判断する方法である。導入したルールは、当社が過去に開発した、建物内でのエネルギーの無駄遣い（エネルギーフォルト）を検知するシステム（EF Detector[®]）¹⁾から、多くの建物に汎用的に適用可能なルールを選定した。もう1つは、電力デマンド予測と同様、AI（機械学習）モデルを用い、「過去にほとんど発生してない運転データ」を異常としてとらえる方法である（図-4）。機器の運転時間を対象に、過去のデータを学習し、その傾向から予測した値と実績の差を比較し、差が大きい場合に異常と判断している。なお、この検知結果は、可視化画面から確認可能となっており、建物管理者が異常の発生理由などを考察し、適切な処置をするための情報として活用している。

③熱源設備（冷凍機）の異常予兆検知（図-5）は、設備機器やシステムの正常時の動作をAIの1つであるファジィニューラルネットワーク（Fuzzified Neural Networks：FNN）で学習し、監視対象とする値（例えば、冷凍機で製造する冷水の温度）の変動を時系列で予測し、それを実績値と比較することで、機器が故障に至る前に「異常の予兆」をとらえるものである。本技術は、自動制御機器メーカーが生産施設（プラント）で実績を持つ技術であり、設備の運転条件など異なる業務ビル（オフィスビル等）でも適用可能か事前検証した²⁾上で、本PFで収集したデータと連携して分析する機能として実装した。

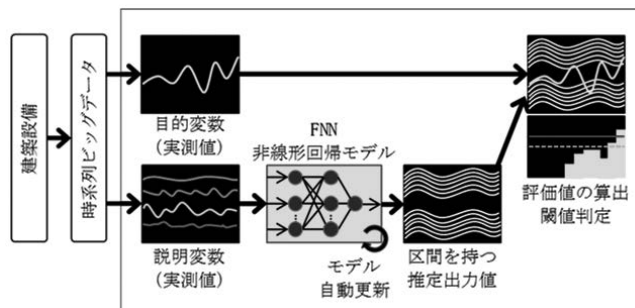


図-5 AI（FNN）を用いた異常予兆検知の概念²⁾

3. 建物管理 PF の運用・展開状況

(1) PF の試行

本PFの本格運用に先立ち、基本機能の開発が終了した段階で、建物管理を行うグループ会社の本社スタッフやグループの自社施設にて試行を行った。その結果、データの表示方法や分析機能などに対してフィードバックがあり、その改良を踏まえて本格展開を図っている（写真-1）。



写真-1 現場でのPF活用状況（PC画面で閲覧）

(2) 運用・展開状況

本PFは、当社及びグループ会社によるシステム運用体制を構築し、その管理案件で展開を進めている。現時点での展開状況を図-6に示す。

2017年度から管理案件への導入を開始し、2020年9月の段階で、遠隔監視(ACTION1)/クラウド蓄積(ACTION2)+ビッグデータ解析(ACTION3)の延べ件数(各ACTIONのカウント)として約90件に展開を進めている。遠隔監視は初期コストも比較的安価でメリットが明快なため展開が進んでいるが、クラウド蓄積+ビッグデータ解析は、遠隔監視と比較すると初期コスト・運用コストがかかる点、データを長期間蓄積することで段階的に効果が出てくる取組みである点など、展開を推進に当たっては課題もある。今後、早期に効果が出やすい分析機能や、データ分析内容の顧客(ビルオーナー)への提示方法などを検討し、更なる展開を図る予定である。

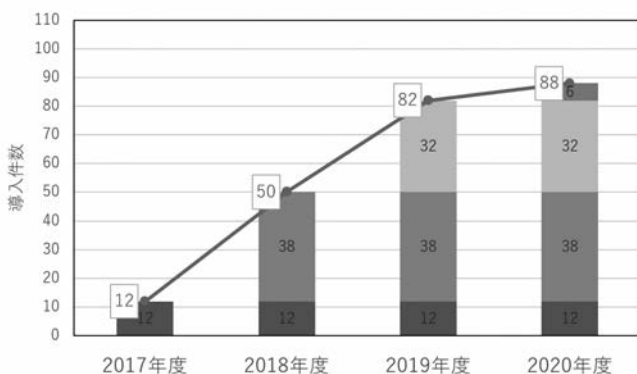


図-6 本管理システムの展開状況

4. おわりに

今回開発した建物管理PF「鹿島スマートBM[®]」は建物の管理業務での活用を主な目的としているが、運用段階では建物の使い方や利用者に関するものなど、多様なデータが存在する。それらを有効に活用することで、建物運用段階での更なる付加価値やサービス提供が可能と考えられ、本PFはそのデータ基盤としても活用できるものである。今後は、利用者へ快適性・高生産性などの付加価値を提供すると同時に、建物の企画・設計段階へ分析結果をフィードバックできる、いわゆる「スマートビル」に必要な技術としても本PF開発の成果・知見を更に展開すべく、検討を進めたいと考えている。

JCMA

《参考文献》

- 1) 橋川依士夫他：建築設備におけるエネルギー消費上のフォルト検知技術の研究開発(その18) エネルギーフォルト検知システムの実用化開発, 空気調和・衛生工学会大会, 2012
- 2) 鈴木雄介他：ファジィニューラルネットワークによる建築設備の異常予兆監視, 空気調和・衛生工学会大会, 2019

【筆者紹介】

鈴木 雄介 (すずき ゆうすけ)

鹿島建設㈱

建築管理本部 建築技術部 技術企画グループ

課長代理

