

オフィスの省エネルギーと快適性を ITで両立するM2Mソリューション

松平 信洋
Matsudaira Nobuhiro

宝蔵寺 正隆
Hozoji Masataka

西岡 清和
Nishioka Kiyokazu

前多 和洋
Maeda Kazuhiro

社会インフラの発展に重要な役割を果たしてきたM2M分野では、インターネット技術の活用が活発である。この動向を受け、インターネットモデルの国際標準通信規格IEEE1888を活用したM2Mソリューションを開発した。その特長は、インフラ設備・機器などと各種サービスを提供するICT管理システムとのシームレスな接続、Webサービスを意識したデータベースセントリックなアーキテクチャ

であり、柔軟性、拡張性、迅速性に優れている。迅速性を生かしたインフラ設備の制御により、オフィスの快適性を損なうことなく、ビルの省エネルギーに貢献した。また、柔軟性を生かして、ビルの既存設備や既存製品を有機的に接続し、導入機器を削減することができた。このソリューションが稼働するビルにおいてコスト削減効果を試算しており、投資回収3年の見通しが得られている。

1. はじめに

M2M (Machine to Machine) 市場は、1980年代後半から商業や工業分野におけるインフラ機器の監視など、特定分野の狭い範囲を対象に発展してきた。

近年では、インターネット技術の活用が市場に浸透しつつあり、社会インフラを支えるさまざまな分野での活用が期待されている。M2M活用の裾野を広げるためには、生産性向上などの課題を解決するだけでなく、導入が容易で将来的な拡張にも配慮したソリューションが求められる。

本稿では、オフィスの生産性に着目し、ビルの省エネルギーと快適性を両立させたM2Mソリューションの概要と適用事例を紹介する。

2. M2Mソリューション

2.1 市場動向と課題

M2M市場は、分野ごとの最適構成に基づく垂直統合型ソリューションとして発展してきた。したがって、個別カスタマイズの事業形態となり、機能の追加・拡張時はコストが膨らむなどの課題がある。

この課題を解決するには、分野ごとにカスタマイズされた垂直統合型から、相互に接続可能な水平統合型への転換が求められる。その要件は、次の3点である。

(1) 相互接続性に優れ、広域にも対応できるインターネッ

トモデルの導入

(2) さまざまな規格、既存システムの統合利用

(3) さまざまなセンサーから収集した情報を一元管理するデータベースセントリックなアーキテクチャ

2.2 アーキテクチャと特長

上述の要件を満たすソリューションの開発に際して、国際標準通信規格IEEE1888に着目した。これは、東京大学を中心とした産学連携コンソーシアムである「東大グリーンICTプロジェクト¹⁾」(GUTP: Green University of Tokyo Project)が開発し、BEMS (Building Energy Management Systems) に用いる機器やアプリケーションをベンダーの枠を越えて相互接続するために2011年に国際標準化された通信規格である。

IEEE1888では、多種多様で大量のセンサー情報を効率的に収集・管理し、機器制御に反映することを目的として、4つの機能を定義している。ゲートウェイ (GW) は、既存システムや他の通信規格の差異を吸収し、センサー情報をインターネット上で扱えるようにする。ストレージ (Storage) は、GWを使ってインターネット・オンライン化された大量データを、長期にわたって蓄積管理する。アプリケーション (APP) は、見える化・データの加工・分析・制御を行う。レジストリ (Registry) は、分散配置されたコ

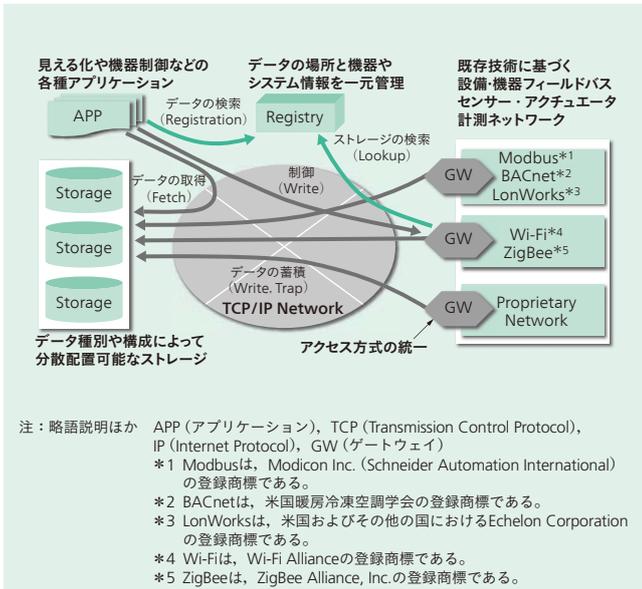


図1 IEEE1888のアーキテクチャ

Storage, Gateway, ApplicationはWrite, Fetch, Trapと呼ばれる通信手順を、RegistryはRegistraton, Lookupと呼ばれる通信手順をそれぞれ実装する。

ンポーネット (GW, Storage, APP) を管理する役割を持つ (図1参照)。

IEEE1888のプロトコルは、時刻ラベル付きのデータ [XML (Extensible Markup Language) /SOAP (Simple Object Access Protocol)] を読み書きするシンプルなものであり、時系列データを扱うシステムに適した規格である。また、開発効率がよい、データ管理性・利用性がよい、マルチベンダに対応できる、大規模システムにも柔軟に対応できるなどの特長を有する。

2.3 日立大森第二別館への適用

株式会社日立情報通信エンジニアリングは、M2Mソリューションの有効性を確認する実証実験を2012年に日立情報通信エンジニアリングのビルで実施²⁾し、同年7月に東京都品川区にある日立大森第二別館 (以下、「O2ビル」と記す。) に見える化と空調制御が可能な省エネルギーシステムとして本格稼働させた。

省エネルギーシステムを導入すると、オフィスワーカーにとって不快な暑さや寒さによって室内環境の快適性を失い、業務の生産性が低下する懸念がある。そこで、エネルギーコストの削減だけでなく、室内環境を改善することも目標にした。また、システム導入コストの評価指標として、投資回収3年を目標に設定した。

O2ビルでは、複数の空調設備が稼働しているため、空調設備を省エネルギータイプに更新するのではなく、既存設備に対してICT (Information and Communication Technology) システムを追加することで電力・環境に見える化し、複数の空調設備を統合管理する方針とした。

2.4 システム構成

全体システム構成を図2に示す。日立グループ製品を活用したほか、O2ビルの既存設備を最大限活用した。

各フロアに設置したZigBee無線通信による環境センサー (日立製作所製センサーネットワーク情報システムの日立AirSense II) からの温度、湿度、CO₂濃度情報と、空調機器を中心に設置した電力センサーからの電力情報が、1888GW (日立

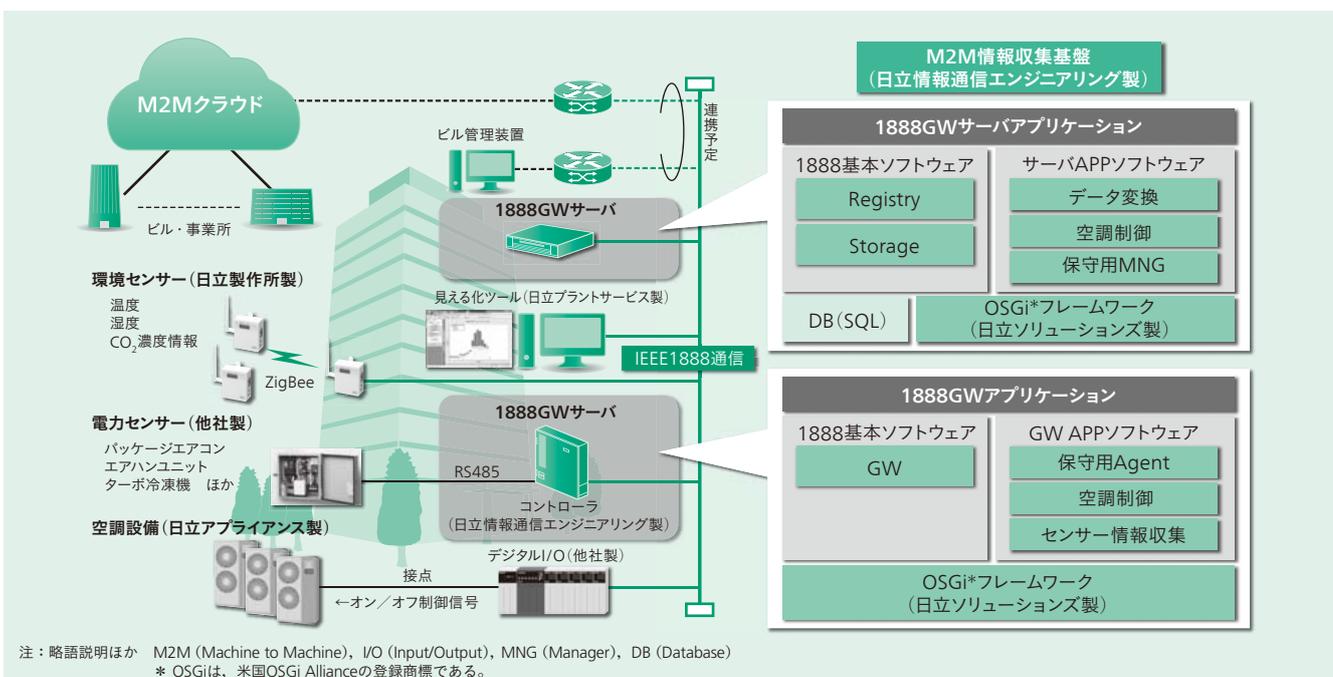


図2 O2ビルの省エネルギーシステム構成と1888GWのソフトウェア構成

1888GWサーバアプリケーションと1888GWアプリケーションを新規開発し、それ以外は既存製品を適用してカスタマイズ要素を減らすことで、導入コストを削減した。

情報通信エンジニアリング製のフロアコントローラ)を介して1888GWサーバ[日立製作所製PC(Personal Computer)サーバHA8000]に収集され、見える化ツール(株式会社日立プラントサービス製のエネルギー管理システムEnewatcher)で情報を分析する。分析結果に基づき、1888GWサーバ上の空調制御アプリケーションがデジタルI/O(Input/Output)を介して、日立アプライアンス株式会社製空調設備のオン/オフ制御を行う。今回導入したセンサー類は全部で188台であり、計測点(ポイント)は896ポイントである。その情報を1分周期で収集して見える化したことが、快適な室内環境の実現に貢献した。

1888GWサーバと1888GW上には、日立情報通信エンジニアリング製IEEE1888コンポーネントのM2M情報収集基盤を実装し、その管理基盤として株式会社日立ソリューションズ製のOSGiフレームワークSuperJ Engineを採用している。

3. 開発技術

3.1 省エネルギー制御技術

O2ビルの空調システムは、竣(しゅん)工当時から稼働している全館空調システムと、随時導入している個別空調の組み合わせで運用している。全館空調は、省エネルギー運転制御システムを導入して省エネルギーが図られているが、個別空調は一部の機能のみを中央監視室から制御するだけであり、運用は利用者任せになっている。

そのため、エネルギーコスト削減を実現するためのシナリオを考えるうえで、全館空調への制御ではなく個別空調への制御に着目した。エネルギー効率が個別空調よりも低い全館空調の使用比率を下げ、個別空調の使用比率を上げる運用により、ビル全体の空調効率を向上させてエネルギーコストを削減することにした(図3参照)。

具体的には、全館空調の冷水温度や吹き出しエアの設定温度を変えてエネルギーを削減し、これによって発生する室内環境悪化分は、個別空調で補うシナリオとした。個別

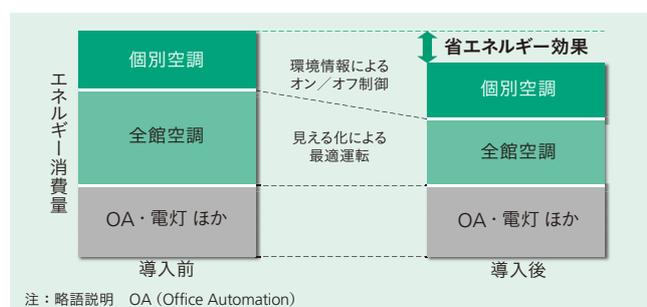


図3 | O2ビルの省エネルギーシナリオ

全館空調の電力削減は、冷水温度や換気の温度設定変更や空気調和機の間欠運転などによって実現した。個別空調の使用比率増加による電力増は、システムが収集する環境情報に基づく間欠運転で抑制した。

空調は、全館空調の悪化分を補いつつ、環境情報による間欠運転でエネルギー使用を抑制するようにした。

また、電力や環境の見える化でむだを見つけ、それを対策する運用も採用した。運用については、設備管理者、運用者、勤労担当者、財務担当者による運用委員会を立ち上げ、運転計画作成(Plan)、運用実施(Do)、可視化・解析(Check)、運用見直し(Act)のPDCAサイクルを実行した。

3.2 環境改善技術

各フロアに設置した温度センサー情報を基に、フロアごとの平均室温を計算して見える化したところ、温度格差がかなりあることが判明した。そこで、全館空調システムのフロアごとの設定を調整し、環境の平準化を図った。

3.3 快適制御技術

省エネルギーと環境改善を両立させるシステムとしてのBEMSは、空調設備をバランスよく制御することで大きな効果が期待できる反面、導入コストが大きい。そのため、新設の大規模ビルを中心に導入が進んでいるが³⁾、既設ビルへの導入は進んでいない。

そこで、O2ビルのような既設ビルへの適用をめざし、日立製作所横浜研究所と日立情報通信エンジニアリングは、省エネルギーと環境改善を両立させる手順を知識化することで、軽量なかつ汎用性のある快適制御アルゴリズムを開発した⁴⁾(図4参照)。

フレームワークは次のとおりである。

- (1) 対象建物の運転計画候補を複数準備
- (2) 快適性シミュレーションで各運転計画の結果を予測
- (3) 結果を評価し、快適性と省エネルギーを両立する適切な運転計画を選択
- (4) 運転計画を対象建物に適用

演算量を減らした電力使用量および快適性変化の予測手法を用いることで、快適性と省エネルギーを両立する空調機の運転計画を生成することに成功した。

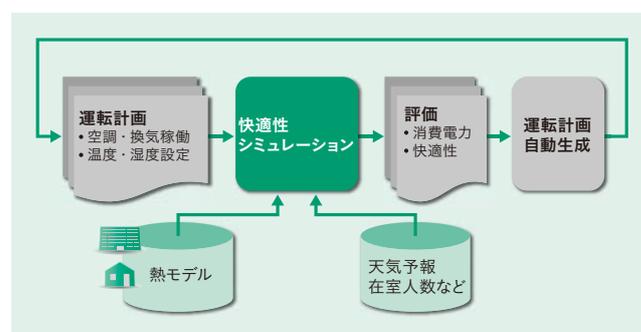


図4 | 快適制御アルゴリズム

天気予報の外気温に基づいて翌日の大まかな運転計画を生成し、当日は直近の環境情報をベースに30分ごとに運転計画を更新する。

4. システム導入の評価・効果

4.1 省エネルギーと快適性の両立

システム導入の効果として、全館空調と個別空調が共存する環境において、最大14%のエネルギーを削減する見通しを得た。

また、フロアごとの平均室温を見える化したことで、3.3℃あったフロア間温度格差を、2.3℃まで縮めるとともに、最高平均室温を27.5℃から26.9℃に下げることができた。実際に、室内環境を不快指数（温度と湿度に依存）で表現した結果、就業時間内の不快指数が改善し、快適になったことが確認できた（図5参照）。

4.2 導入容易性

システムの導入に際しては、IEEE1888を採用することで既存の通信規格や設備機器を流用し、既設システムと連携することで、設備投資額を削減することができた。また、システム構築において、工事はIT（Information Technology）機器の設置が中心であるため、ビル関係者の業務に支障を与えることなくシステムを導入できた。

その結果、システム構築は受注後2.5か月の短期間で完了し、前述した省エネルギー効果から勘案すると、コスト削減目標（3年回収）を達成する見通しである。

4.3 システム拡張性

前述した導入事例では、適用範囲は1拠点だけであったが、複数拠点を一元管理する広域対応の見通しも得ている。

具体的には、株式会社日立システムズのM2MネットワークサービスNETFORWARD M2Mサービス⁵⁾を活用し、クラウドベースのシステムを構築した。IEEE1888とインターネットの親和性を生かし、グローバルにまたがった拠点の一元管理にもスムーズに対応できることを実証しており、顧客のニーズに応じて、日立グループのサービス商材との連携範囲を拡大していく。

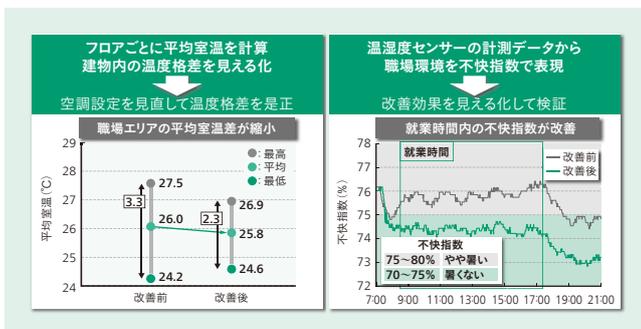


図5 職場環境改善の効果

職場エリアの平均室温差は縮小し、就業時間内の不快指数は改善しており、省エネルギーと快適性を両立したことを確認できた。

5. おわりに

ここでは、IEEE1888を活用した水平統合型のM2Mソリューションの取り組みについて述べた。

特長は、既存のインフラ設備・機器・センサー類と、各種サービスを提供するICT管理システムをつなげることが可能な柔軟性である。その骨格は、汎用性がありオープンなインターネットモデルであり、システム構築の迅速性や、段階的な広域対応などシステムの拡張性に優れている。また、省エネルギー制御や快適制御で実証したとおり、複数のデータを併せて分析し、現場に近い位置から迅速にフィードバック制御することも可能である。

このようにM2Mソリューションの柔軟性、拡張性、迅速性が生きる分野であれば、エネルギー分野に限らず、顧客の要望に応えられると考えている。

参考文献など

- 1) 東大グリーンICTプロジェクト, <http://www.gutp.jp/>
- 2) 日立情報通信エンジニアリングニュースリリース：日立情報通信エンジニアリング中井開発センタにて省エネと快適性を両立させるスマートなオフィスの実証実験を開始, <http://www.hitachi-ite.co.jp/news/2012/20120529.html>
- 3) 日立プラントサービス：空調省エネ最適化制御システム「OH Saver」, http://www.hitachi-hps.co.jp/product_site/air_conditioning/products/savingenergy/ohsaver.html
- 4) 日立製作所：スマートシティを実現する 通信の役割, 活用シーン, 3.どんな場所も快適に, <http://www.hitachi.co.jp/products/smartcity/special/connecting/casestudies/case03.html>
- 5) 日立システムズ：NETFORWARD M2Mサービス, <http://www.hitachi-systems.com/solution/s0303/m2m/>

執筆者紹介



松平 信洋

株式会社日立情報通信エンジニアリング 新事業推進センタ 所属
現在、M2Mソリューションの事業化に従事
電子情報通信学会会員



宝蔵寺 正隆

株式会社日立情報通信エンジニアリング 新事業推進センタ 所属
現在、M2Mソリューションの事業化に従事



西岡 清和

株式会社日立情報通信エンジニアリング 経営・事業企画本部 所属
現在、M2Mソリューション関連の事業戦略立案に従事
情報処理学会会員



前多 和洋

日立製作所 横浜研究所 情報プラットフォーム研究センタ 運用管理システム研究部 所属
現在、ネットワークシステムの研究開発に従事