

快適性と効率性をオープン・システムで 高次元に融合するスマート・ビルディング



スマート・ビルディングを推進する株式会社竹中工務店（以下、竹中工務店）は、快適性を損なうことなく、一般オフィスと比較して大幅な節電を可能にする次世代ビル設備制御システムを開発し、竹中工務店の関連会社である株式会社TAKイーヴァックの新砂本社ビル（以下、TAK新砂ビル）に実装。さらにそのシステムを日本アイ・ビー・エム株式会社（以下、日本IBM）がクラウド・コンピューティング（以下、クラウド）上に構築した地域共通プラットフォームに接続しました。

この新システムでは空調や照明など異なるメーカーの機器を統合的に制御できるオープンな仕様を採用していることから、エネルギー管理やセキュリティ管理などの制御システムの追加や更新が容易であり、新たなサービス提供やコスト削減を推進します。さらにクラウド上の地域共通プラットフォームに接続することで複数ビルのエネルギーの統合管理や制御も可能になるほか、さまざまなサービスと連携し活用することが可能な仕組みとなっています。

Interview ②

Smart Buildings which Integrate Comfort and Efficiency at a High Level through an Open System

Takenaka Corporation (hereafter, Takenaka), which promotes smart buildings, has developed a next generation building equipment control system. Takenaka has installed this system, which without compromising comfort significantly reduces electricity use compared with the conventional systems used in ordinary offices, in the Shinsuna Headquarters building of its group company, TAK E-HVAC Corporation. Takenaka then connected the system to the common area platform built by IBM Japan on top of our cloud computing system.

This new system adopts open specifications which allow integrated control of devices from air conditioning, lighting, and other types of manufacturers, making it easy to add or upgrade energy management, security management, and other control systems, thereby promoting provision of new services and cost reductions. By connecting to the cloud-based common area platform, the system can perform total management and control of energy use across multiple buildings, and it can further be used in collaboration with other services.

1610年の創業以来400年の長きにわたり 空間造りの伝統と精神を現代に継承

1610年（慶長15年）、初代竹中藤兵衛正高が神社仏閣の造営を業として創業。以来400年、竹中工務店の歴史は、日本のものづくりの歴史と重なっています。

「最良の作品を世に遺し、社会に貢献する」を経営理念として、「想いをかたちに」というコーポレート・メッセージの下、社員一人一人がものづくりの伝統を守り続けています。竹中工務店 常務執行役員 工学博士 高橋 紀行氏は、竹中工務店の使命について以下のように話します。

「わたしどもの仕事は、空間を造ることだと考えています。空間を造るためには、柱や壁で成形された建物が必要になります。ではその空間は何のために必要かといえば、もちろん中に入る人々のためです。空間に求められる機能は、時代の要求に応じて変わっていきませんが、特に現代のオフィス環境においては創造性や快適性が重視され、また昨今の電力需給逼迫^{ひっばく}の状態の中では、省エネとの最適な組み合わせも重要になっています。そうした中で、時代の要求に応じた最新、最適な機能をいかに空間の中にインテグレートしていくことができるのかが、わたしどもに課せられた使命だと思っています」

また、竹中工務店 技術研究所 企画部長 Ph.D., 技術士（建設部門）大野 定俊氏は企業理念について説明します。

「お客様からいただいた仕事を『作品』と呼ぶのは大変おこがましいのですが、これは竹中工務店の建築物に対する気持ちの表れなのです。自分たちの仕事にプライドを持って取り組み、最適な建築物をお客様にお届けするという姿勢を『作品』という言葉に込めています」

竹中工務店は、400年の長きにわたって培ってきた技術とものづくりの精神を土台に、公共施設や伝統建築から商業施設、オフィスビルに至るまで、社会のランドマークとなり、「世に遺る」空間造りに日々取り組んでいます。

オフィスの省エネ・創エネと快適性の両方が 制御技術で統合されたスマート・ビルディング

竹中工務店では、早い段階からより機能的なオフィスの環境づくりについて研究を進めていましたが、その取り組みの経緯について大野氏は次のように話します。

株式会社竹中工務店
常務執行役員
工学博士

高橋 紀行 氏

Dr. Noriyuki Takahashi

Dr.Eng.,
Executive Managing Officer,
Research and Development,
Engineering,
TAKENAKA CORPORATION



「第1次オイルショック以降の1980年代ごろから、竹中工務店では主に省エネを目的としたインテリジェント・ビル構想が持ち上がりました。しかし、その後の景気動向によりその流れは一時下火になるのですが、インターネットの急速な普及による情報革新が進んだことから、建築の在り方もそこにもたらされる情報をどのように活用できるのかという取り組みが、10年ほど前に開始されました。そうした研究成果が、このたびスマート・ビルディングという形となって結実したのです」

スマート・ビルディングに関する研究プロジェクトでは、主に快適性や生産性についての研究を進めていました。

「人の快適性についての研究では、科学的な検証を追究しました。大学の心理学や医学、脳科学、建築の先生方にもご協力いただき、例えば体内のストレス物質の状態を計測したり、脳内の活動状況をMRIで検査するというようなことから快適性とは何かということの研究し、快適なオフィス環境とはどうあるべきかという知見を集めました。そうしたバックグラウンドの研究成果と、ITによる環境要素の制御技術とを集約し、次世代ビルのあるべき姿としてスマート・ビルディングのコンセプトをまとめました」（大野氏）。

オープンな仕様でビル設備の制御を統合 新たなサービス提供の基盤を実装

こうしたコンセプトに基づき、まずは社内でプロトタイプを作ることから開発が始まりました。入社2年目から開発に携わった竹中工務店 東京本店 設計部設計第2部門 設計担当 松岡 康友氏（当時、技術研究所 先端技術研究部、新生産システム部門 研究員）は、当時を次のように振り返ります。

「最初はまさしく手作りでした。照明器具やセンサーを



株式会社竹中工務店
技術研究所
企画部長
Ph.D., 技術士（建設部門）

大野 定俊 氏
Dr. Sadatoshi Ohno

Ph.D., Professional Engineer
General Manager
Research and Planning Department
Research and Development Institute
TAKENAKA CORPORATION

秋葉原の店で買い求め、一つ一つ組み込んで実験を重ねていきました。その後、実際の物件で実証しようということになったのです」

プロトタイプでの検証を経て竹中工務店では、スマート・ビルディングの実証実験として独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の2009年度の助成事業「次世代省エネルギー等建築システム実証事業」に参加。メーカーの異なる空調、照明、各種センサーを統合的に制御し、生産性を高め、快適性を保ちながらもエネルギー消費を最小化する技術を開発し、TAK新砂ビルで実証を行ってきました（図1）。

一方日本IBMは、経済産業省の2010年度の「地域エネルギーマネジメントシステム開発事業」や「北九州スマートコミュニティ創造事業」を通じて、クラウド上で稼働する地域共通プラットフォームを開発しました。地域共通プラットフォームは地域の住宅に設置されたエネルギー・デバイスと行政、事業者などが提供する複数のエネルギー関連サービスを仲介する役割を果たすプラットフォームです。この仕組みはエネルギーや住宅などの用途に限定するものではなく、複数のデバイスと複数のサービスを連携する基盤として広く活用できることからService Delivery Platform（以下、SDP）としてさまざまな分野での活用が推進されています（本誌48ページ以下：解説②参照）。

機器とサービスが1対1で提供される従来の垂直統合型のシステ

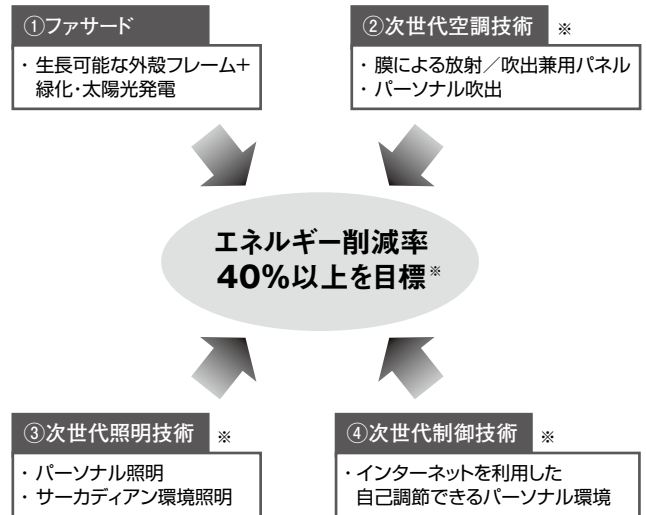


図1. TAK新砂ビルの取り組み

ムでは、例えば入退出管理システムとビルの照明を連動して制御するというサービスを提供するためには、複雑な接続をする必要があり、その開発作業に大きな手間が掛かってしまいます。

そこで、SDPを機器とサービスの間に仲介させることにより、複数のデバイスから取得できる情報を統合し、それらの情報を複数のサービスで柔軟に活用することができるようになります。

そして今回、竹中工務店が開発を進めてきた次世代

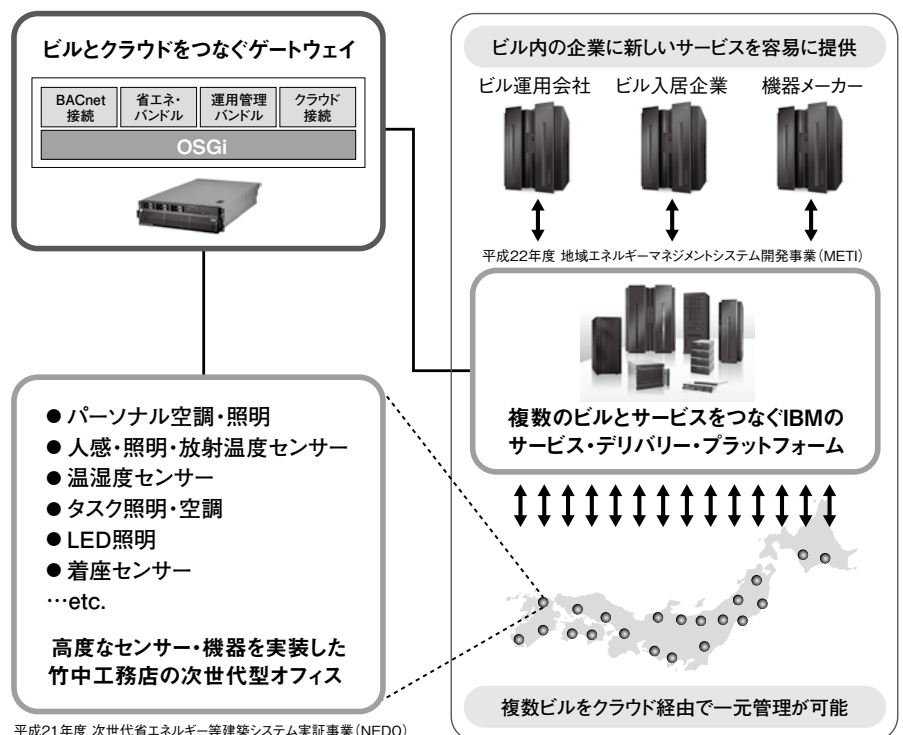


図2. スマート・ビルディングの実現イメージ

設備制御システムをこのSDPに接続することにより、竹中工務店のスマート・ビルディング構想をより進化させる取り組みが開始されました。これが実現すれば、例えば複数ビル内の多様な設備機器を統合的に制御することも可能となります(図2)。今回の協業の経緯について大野氏は以下のように説明します。

「以前より日本IBM大和事業所内の東京基礎研究所と技術交流会を行っていました。その中で交わされたさまざまな議論を通じて、われわれが目指しているスマート・ビルディングのコンセプトと、IBMのスマート・コミュニティーやSmarter Citiesの考え方には共通する部分が多いということが分かってきました。これが、今回の取り組みが開始されるきっかけとなったのです」

また竹中工務店 技術研究所 先端技術研究部 新生産システム部門 主任研究員 近藤 正芳氏は、技術的な側面から日本IBMとの協業の意義を次のように話します。

「2000年前後の汐留高層ビル・プロジェクトのあたりから、建物の中の設備ネットワークをオープン化しようという流れが主流になってきました。建物内には空調や照明などさまざまな設備がありますが、それぞれのメーカーが独自の制御方法を持ち、一元的に管理することは難しい状況でした。そこで今回のTAK新砂ビルでの実証は、各設備機器や各種センサー情報を統合的に制御するという試みから始めました。また将来的な方向性としては、単一ビルの制御だけではなく、クラウドを活用した複数ビルの制御も視野に入れていましたので、SDPで実績のある日本IBMと協業することとなりました」

竹中工務店ではオープン化を進めるためにOSGi^{※1}を採用。複数のビルで適用できるさまざまな制御システムの開発が可能となりました。これまで各設備機器が個別に提供していた機能を統合・制御することで、より柔軟で高度なサービスを提供する基盤が整備され、制御システムの追加や更新が容易になるとともに、エネルギー管理やセキュリティ管理など、新たなサービスの提供やコスト削減を推進することができます。

※1 OSGi:OSGi(Open Services Gateway initiative) Allianceが定めた遠隔から管理できるJavaベースのサービス・プラットフォームの仕様

プラットフォームを活用した「スマホ化」により 仮想空間からのパーソナル環境制御などが可能に

こうして竹中工務店と日本IBMは、新しい仕組みを共

株式会社竹中工務店 東京本店
設計部設計第2部門
設計担当

松岡 康友 氏

Mr. Yasutomo Matsuoka

Architect
Architectural Design Section
Building Design Department
Tokyo Main Office
TAKENAKA CORPORATION



同で開発し、TAK新砂ビルに実装することになりました。そして具体的にどのようなサービスを実装するのかを検討していたところ、2011年3月11日の東日本大震災による電力不足に直面。オフィスビルに求められる機能の1つである「節電」が喫緊の課題として注目されるようになりました。

「もともと世の中の大きなトレンドが環境にシフトしていく状況にありましたので、さまざまな環境デバイス、例えば自然光や自然風を利用した省エネや、太陽光パネルや風力を活用した創エネなどさまざまな議論が震災前からなされていました。しかし、個々の要素を個別に取り入れるだけ、例えば省エネ型の空調機の導入や、照明をLEDに入れ替えただけでスマート・ビルディングになるというわけではありません。むしろそうしたものをうまく整理する技術がこれから非常に重要になってくるだろうという考えに基づき、わ

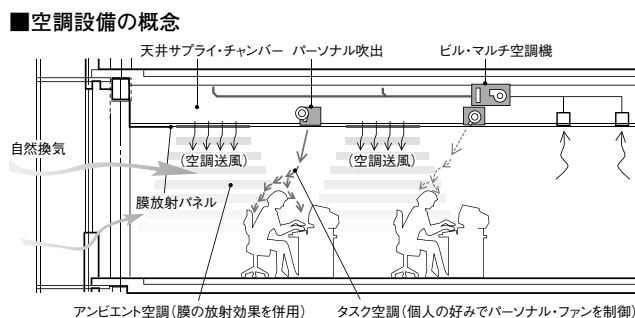
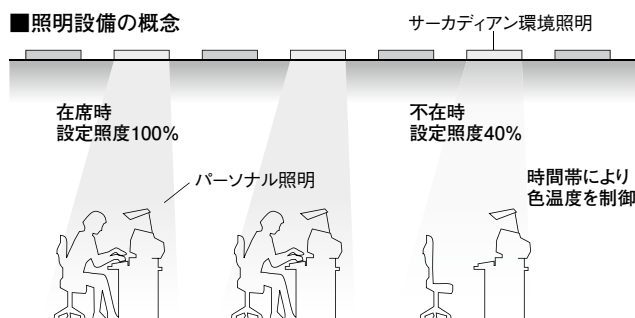


図3. パーソナル環境制御



株式会社竹中工務店
技術研究所 先端技術研究部
新生産システム部門
主任研究員

近藤 正芳 氏

Mr. Masayoshi Kondou

Chief Researcher
Advanced Construction System Section
Advanced Technology Research
Department
Research and Development Institute
TAKENAKA CORPORATION

私たちは研究開発を進めてきました。そのスマートとなるべき条件の1つが『節電』であり、震災後の状況からTAK 新砂ビルに実装する仕組みとして『節電』をクローズアップすることになりました」(大野氏)。

こうしたいきさつから、TAK 新砂ビルに実装する仕組みは、次世代オフィスの高度なセンサーや機器と地域エネルギー・マネジメント・システムを接続することで、働く人の快適性を保ちながら、ビジネスの効率性と省エネを実現するものとなりました。具体的な仕組みとしては以下の通りになります。

- 各社員のニーズに応じて、照明・空調の操作が可能 (パーソナル空調・照明) (図3)
- 社員の動きをセンサーでとらえ、動きに合わせた機器の制御が可能
- 複数のビル管理会社のデータを収集し、1企業のデータとして統合が可能
- 1つのビル管理会社のデータを、複数の企業に配信可能
- 複数のビルのセンサーや機器を、企業のシステムから同時に監視・制御が可能

また、複数のビルのデータがオープンになるため、ビル内の機器を開発したメーカーが機器の故障を自動的に察知し、高度なメンテナンス・サービスを提供するなど、新たなサービスの創出も期待できます。

今後、スマート・ビルディングに対して期待されるサービスについて大野氏は次のように話します。

「今回のプロジェクトの大きな成果の1つは、オープンな環境でサービスを提供するプラットフォームが整備できたという点だと思っています。われわれはビル環境の『スマホ化』と呼んでいます。これまでであれば、最初の設計段階から作り込んでおかなければできなかったものが、こ

■照明設備の概念

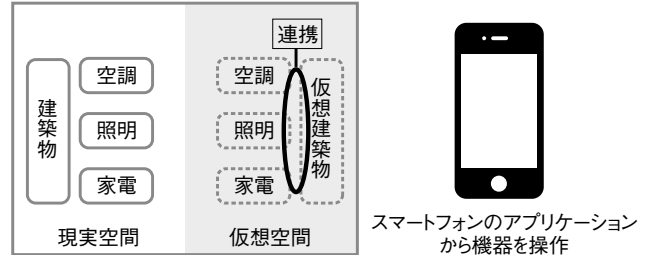


図4. 仮想空間を用いた自己制御の概念とツール

のプラットフォームの整備によって、後からでもアプリケーションを入れれば新たなサービスが提供できるようになります。まさしくスマートフォンと同じようなコンセプトで、ビルも永続的にお使いいただけるようになってほしいと考えております」

「スマートフォンの普及により、われわれの目指す方向性がよりご理解いただけるようになりました。実際そのアプリケーションの1つとして、インターネット上の仮想空間を活用して、空調や照明を自分好みの環境に調整できる機能も備えています (図4)」(近藤氏)。

こうしたパーソナル環境制御は、節電にも大きく寄与します。個人用の照明と空調を社員が消し忘れて帰宅してしまった場合でも、気が付いた時にリモートから照明や空調を消すことができます。また、入退出管理に利用する社員証でのアクセスをセンサーとして活用することで、社員が帰宅する際に自動的に個人用の照明と空調を停止して節電することも可能です。さらに、社員のいすのセンサーと連動することで、本当に必要な着席時以外は照明と空調を常にオフにして確実な節電を実施することも可能になります。

これまでの一定時間ごとにすべての照明と空調を制御する大まかなビル単位の運用とは違い、個人の快適性を常に保ちながら、個人単位の繊細な環境制御を可能にすることで、節電の効果を上げることができます。

節電やセキュリティーの情報連携と
より多くのメニューでビルの付加価値を高める

また「節電」とともに、活用が期待される機能にセキュリティーが挙げられます。セキュリティーが専門である近藤氏は、今後のサービスの在り方について次のように話します。

「セキュリティーというと、入退室管理でドアの開け閉め

というようなことを連想しがちなのですが、本質的にセキュリティーというのは、ドアの話ではなく、人の動きや状態を知るということです。しかるべき人がしかるべき場所に居る、逆に居てはいけない人がそこに居る、という状態を知ることがセキュリティーなのです。そしてこの人の状態を知るといふセキュリティーの仕組みを応用すれば、照明もコントロールできますし、エレベーターも効率的に動かすことができます。今回情報のプラットフォームが整備されたことで、これまでの縦割りシステムを超えた情報のやり取りが可能となり、本来セキュリティーのために活用していた情報が、別のサービスにも生かされるようになるのです」

また今回のプラットフォーム化の利点として以下のような点も挙げられます。

「サービスを後から追加できるということは、ビル単体として作り込む部分が少なく済みますので、イニシャル・コストの低減につながります。また建築年数にかかわらず常に最新のサービスを提供することができるようになります。さらにクラウドによってビル間がつながることで、きめ細かい制御やサービス提供が可能となります。例えば生産部門と研究部門では、節電の取り組みに差が出てくるはずですが、全社としての目標を部門別に振り分けるといった細かな管理も可能になってきます」(松岡氏)。

セキュリティーや節電に限らず、竹中工務店では今回のプロジェクトは、ビルの付加価値を高め、さまざまなサービスの提供を可能とすることで、新たなビジネス・チャンスを生み出すことを期待しています。

「今後は、より多くのサービスのメニューを用意することが重要だと考えています。現在は震災後の状況から省エネがクローズアップされていますが、これからはよりニッチなニーズをいかに拾うかということが大切だと思っています。メニューを増やすことで、数多くの提案が可能になります。その中の1つでもお客様に気に入っていただければ、その分の価値をお客様に提供できるのではと思っております」(松岡氏)。

目に見えない建物の機能を大切に 「想いをかたちに」次世代につないでいく

今回 TAK 新砂ビルに実装した仕組みにより、ビルのデータをオープン化してクラウド上の SDP に集約し、ビル運用会社だけでなく、関連する複数の企業がデータを自社のシステムに取り込み、新しいサービスを創造するこ

とが可能になりました。このコンセプトに関する今後の展開や広がりについて松岡氏と大野氏は次のように話します。

「今回のプロジェクトを通して、IT システムで建物間をつなぐ状況までは到達したのかと思っています。今後はこれまでゼネコンが対象としていなかった領域、例えば都市開発や交通系への提案などに盛り込んでいければと思っています」(松岡氏)。

「そうした提案は、大規模な商業施設などにも有効だと思います。ホテルやショッピング・エリアなどたくさんの棟があり、多くのお客様が車でいらっしゃるような場合、駐車場の空きエリアのセンサー情報などを活用して、渋滞を起こさずに、適切な駐車場へのルートを誘導するといった、効率的な商業施設の運用にも応用できるのではないのでしょうか。そうした運用へのバックグラウンドを今回ある程度準備できたのではないかと思います」(大野氏)。

また建物の永続使用について、今回のプロジェクトの有効性を近藤氏、大野氏は次のように話します。

「建物が40年、50年経ち、機能も古く格好も悪いか壊してしまうというような時代ではもはやなくなっていきます。『想いをかたちに』というコーポレート・メッセージがありますが、目に見えるストラクチャーだけがかたちではなく、目に見えないファンクションもかたちだと思います。ストラクチャーは最新でなくとも、ファンクションは常に最新です。だから永続的に使い続けますといった建物を実現したいと思います」(近藤氏)。

「時代のスタンダードが変わっても、そのときの機能に合ったサービスを継続的に提供し、ビルを永続的に使用いただけるような環境を整えることがわたしたちの役目になっていくと考えています」(大野氏)。

また、震災後の復興にもスマート・ビルディングは役立っているのではないかという思いから高橋氏は次のように話します。

「被災地の自治体や中核となる企業とは、可能な限りコラボレートして、当社のスマート・ビルディングや IBM の Smarter Cities の考え方がお役に立てれば幸いです。わたしどもは建物の部分をしっかりとやっておりますので、日本 IBM にはクラウドや情報解析などをお願いして、被災地の1日でも早い復興に貢献できればと思っております」

竹中工務店は、「400年の伝統に裏付けられた建築に対する『想い』は将来においても普遍で」という視点に立ち、新たな建築の創造を通じて、理想の都市・社会づくりに向け、ダイナミックな活動を展開していくでしょう。