

スマートコミュニティ実現に向けて ビルのスマート化を目指す東芝の取り組み

Toshiba's Efforts Aimed at Realization of Smart Building Contributing to Creation of Smart Communities

山本 一太

■ YAMAMOTO Kazumoto

東日本大震災を契機に電力供給不足が現実の問題となり、エネルギー消費量の多いオフィスビルなどでは、いっそうの省エネと節電の推進や、電力需要の平準化、事業継続計画 (BCP : Business Continuity Plan) の対応力強化など、エネルギー利用の効率化と最適化が求められている。

東芝グループは、この課題やニーズに対応するために、高効率のビル設備、再生可能エネルギーの利用・蓄電技術による新エネルギー機器、及び高度なセンシングと最適制御技術によるスマートBEMS (Building Energy Management System) を開発し、かつ各設備と連携させることでビルのスマート化を進めている。2013年10月31日に開所した東芝の“スマートコミュニティセンター”に快適性と省エネの両立と災害時の安全・安心の提供を実現するビルソリューションを導入した。また、中小規模ビル向けにクラウドコンピューティングを活用したエネルギー管理サービスを開始し、ビル群のエネルギーを統合管理する統合BEMSの開発も進めており、ビル単独から、ビル群、更には地域までを対象としたビルソリューションを提供してスマートな社会の構築に取り組んでいる。

In office buildings, which consume large amounts of energy, further energy saving and reduction of power consumption, electric-load leveling, and improvement of response capabilities for business continuity plans (BCPs) have become increasingly important as countermeasures against the shortages of electricity since the Great East Japan Earthquake.

In response to these circumstances, the Toshiba Group has been engaged in the development of a smart building applying the following technologies: (1) technologies for high-efficiency building facilities; (2) new energy equipment utilizing renewable energy and electricity storage systems; and (3) the "Smart BEMS," which realizes an optimal building energy management system (BEMS) technology through integrated management of each building facility and the use of advanced sensing technologies. We have introduced these building solutions to achieve comfort and energy saving during normal operations of the building and ensure safety and security in the event of a disaster to the Smart Community Center, which commenced operation as the base for our smart community business on October 31, 2013. We are also promoting the development of clustered BEMS technology as well as cloud-based energy management services for small and medium-size buildings. Our objective is to construct smart communities by providing building solutions ranging from those for a single building to comprehensive management of groups of buildings and the overall area.

ビルのエネルギー消費量の動向

2011年3月11日の東日本大震災を契機に、わが国における電力供給不足が現実の問題となった。震災直後の計画停電や夏期の電力需給対策として、電力事業法に基づく電力使用制限令が出された。大量にエネルギーを消費するオフィスビルでは、今までの環境負荷低減による低炭素化など総量としての省エネに、時間的な観点からピーク電力を削減する需給バランスの考え方が新たに加わることになった。更に、大規模災害時における事業継続計画 (BCP : Business Continuity Plan) への対応力が重要視されている。

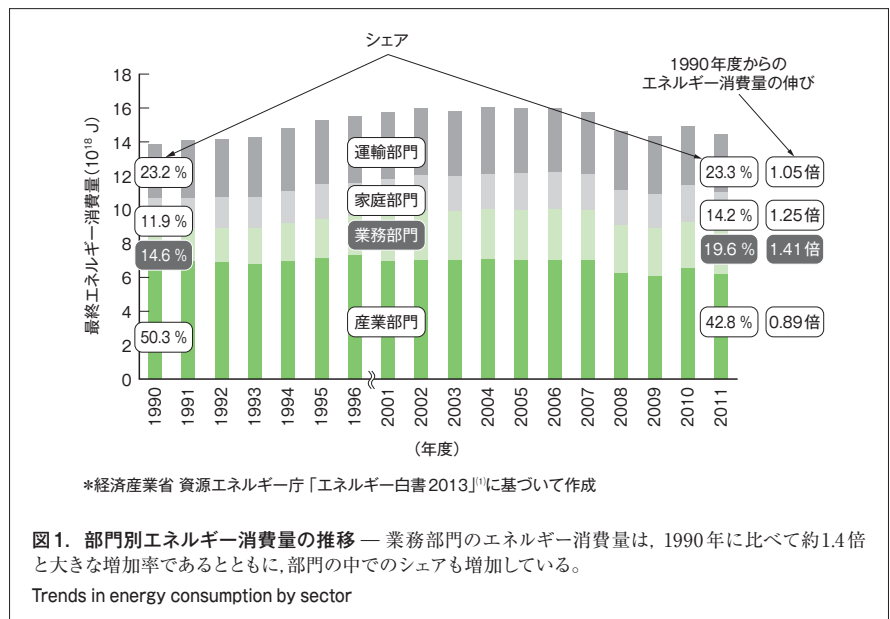
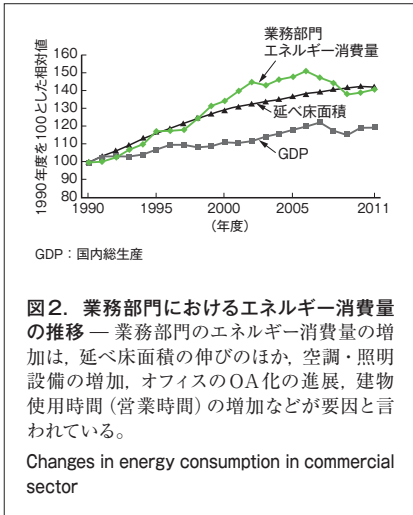


図1. 部門別エネルギー消費量の推移 — 業務部門のエネルギー消費量は、1990年に比べて約1.4倍と大きな増加率であるとともに、部門中でのシェアも増加している。
Trends in energy consumption by sector



「エネルギー白書2013」⁽¹⁾によれば、2011年度の最終エネルギー消費量は、東日本大震災の影響による生産高の減少や、節電意識の高まり、夏期の気温が低めに推移したことなどにより、2010年度より減少した。しかし、業務部門のエネルギー消費量は増加傾向にあり、シェアは1990年度の14.6%から2011年度には19.6%になり、消費量も約1.4倍の伸びを示している（図1）。

業務部門のエネルギー消費量の増加の主な要因は、事務所や小売り店舗の延べ床面積の増加と、これに伴う空調・照明設備の増加、及びオフィスのOA化の進展や建物使用時間（営業時間）の増加であると言われている（図2）。

また、経済産業省による東京電力（株）管内の夏期最大ピーク時の電力需要カーブの推計⁽²⁾では、ピークと想定している14時の電力は業務部門は産業部門より多く約42%を占め、その中で高圧小口需要家が71%を占めている。

ビルのスマート化を構成する技術

東日本大震災を経て、ビルなどの需要家には、エネルギーの効率的な利用が求められており、これを達成するための課題としては、いっそうの省エネと節電の推進、電力負荷の平準化、及び大規模災害時におけるBCP対応力の強化が挙げられる。東芝グループはこれを

解決するためビルのスマート化に向けた取組みを進めている。高効率な設備機器や、再生可能エネルギー利用機器、蓄エネルギー機器などの開発、及び設備と連携してエネルギー利用を最適化する制御技術の開発などである。ここでは、現在、東芝グループが進めているビルのスマート化を構成する設備及び技術について述べる。

■空調設備⁽³⁾

ビル全体における電力消費量の約40%を占める空調分野では、いっそうの省エネが求められ、空調機に用いられるヒートポンプ技術に期待が集まっている。冷凍サイクル用コンプレッサとインバータ技術をコアにエネルギー利用効率の高い製品の開発を進めている。

個別分散空調を提供するビル用マルチエアコンでは省エネ性能の向上と冷媒分注制御技術により配管相当長及び室内間落差の延長化を進め、配管設計の自由度を向上させている。更にセントラル方式を採用している大規模ビルの熱源機では燃焼式に代わる空冷式ヒートポンプモジュールチラーを開発し、高効率化を推進している。

■照明設備⁽⁴⁾

省エネ・節電意識の高まりにより、一般照明分野では従来光源を用いた照明からLED（発光ダイオード）照明への置換えが急速に進んでいる。特に課題である演色性や、効率、信頼性などの向上を目指した開発も進められ、ダウンライトから、防犯灯、ベースライトへと適用範囲も広がっている。2015年には、従来の光源全てのタイプが置換えの対象となるとも言われている。また、性能向上だけでなく、LED照明の安全や性能の基準や規格づくりについても積極的に取り組んでいる。

更に、照明単体だけでなく、明るさセンサーや人感センサーなどと連携して照明1台ごとに調光・消灯制御を行う省エネ照明システムの導入も進めている。

■昇降機⁽⁵⁾

昇降機は建物内での縦の交通機関として不可欠な設備である。東日本大震災のような災害時でも昇降機に対する安全・安心を確保することが重要であるとともに、環境負荷の少ない製品が求められている。安全・安心の点では、停電時にも蓄電池を活用して最低限の運転を継続させる機能を商品化し、また、地震に対しては初期微動（P波）を感知して自動的に最寄り階に停止する“地震時管制運転装置”を標準装備している。省エネの点では、エレベーター単体としての回生電力の活用や、LEDを用いたかご内天井照明を採用している。また、群管理により、利用者の需要に応じた省エネ制御や、利用者の利便性向上を目指した待ち時間短縮の開発も進めている。

■太陽光発電システム^{(6), (7)}

東芝は住宅用太陽光発電からメガソーラーシステムまで事業を展開している。「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」導入後は太陽光発電システムの導入量の伸びが顕著であるなかで、低負荷領域から高負荷領域まで高い変換効率を持つパワーコンディショナ（PCS）を開発し、朝夕の日射量が少ない時間帯での高効率変換を実現している。また、太陽光発電モジュールに適用する有機薄膜太陽電池の開発を進めており、低コストで軽量かつフレキシブルである特長を生かして、電子機器への組込みから乗物のルーフ又はボディ、建材一体型まで様々な分野への適用も目指している。

■蓄電池⁽⁸⁾

蓄電池システムは、今後増大していく再生可能エネルギーの導入に対する系統の安定化、デマンドレスポンス（DR）に応じたピークシフトやピークカット、及び非常用電源の役割を担うものとして注目されている。東芝は、急速充放電や、耐久性、長寿命などを特長とした二次電池

SCiB™のモジュールを開発しており、それを適用した定置型蓄電システム“スマートバッテリー”を開発している。

■ BEMSによるエネルギー利用の最適化技術⁹⁾

中央監視設備やビル管理設備と呼ばれるシステムは、当初はビル設備の運用管理の効率化を目的に導入された。その後、地球温暖化対策として二酸化炭素(CO₂)排出量削減を実現するため、エネルギー管理と省エネ制御が付加され、BEMS (Building Energy Management System) と呼ばれるようになった。東日本大震災以降は、いっそうの快適性と省エネの両立や、需要の平準化、BCPへの対応など、エネルギー利用の効率化及び最適化が求められている。

● いっそうの快適性と省エネの両立

オフィスビルでは人の動態に合わせたエリアやゾーンの制御からパーソナルな制御に移行しつつある。その一つとして、画像センサによる人物検知と設備制御との連携や、人間の温熱感覚を用いて快適性を定量化する指標であるPMV (Predicted Mean Vote) 値に基づく空調制御技術を開発し、快適性と省エネの両立を図っている。

● 需要の平準化と抑制

省エネだけでなく、ピーク時間帯での電力を抑えるために太陽光発電システムや、蓄電池、熱源・蓄熱機器などについて最小ランニングコストや、最小CO₂排出量などを目標とするエネルギー供給の最適運転制御技術を開発した。更に需要側の負荷設備の抑制制御なども付加することでDR対応能力の最大化を図る技術開発も行っている。

● BCPへの対応

災害時において非常用発電機や、太陽光発電システム、蓄電池、蓄熱機器などの自立エネルギーを確保し、その限られたエネルギーを有効活用することで、エネルギーの供給を最大限に継続できるようにするため、災害時の負荷容量制御技術の開発も行っている。

スマートコミュニティセンターにおけるスマート化への取り組み

2013年10月31日に神奈川県川崎市に開所した東芝のスマートコミュニティセンターは、快適性と省エネを高いレベルで両立させるとともに、災害時には限りあるエネルギーを有効活用し、安全・安心の確保をコンセプトとした次世代オフィスビルである。建物の概要は地上15階、建物高さ約65 m、延べ床面積約10万m²である(図3)。

最先端の技術によるスマートBEMSを導入し、ビルの設備を統合し連携することでビル全体のエネルギーを制御する。更に、需要に応じた効率的な運行制御を行うグリーンエレベーターの設置や、全館LED照明の採用、環境調和型の高信頼電源、高効率の空調システムの導入などにより、ビル全体の省エネ率32%、CO₂排出量削減率54%を実現する(図4)。

これらの設計が評価され、スマートコミュニティセンターは最先端の環境配慮を実現したオフィスビルとして「DBJ

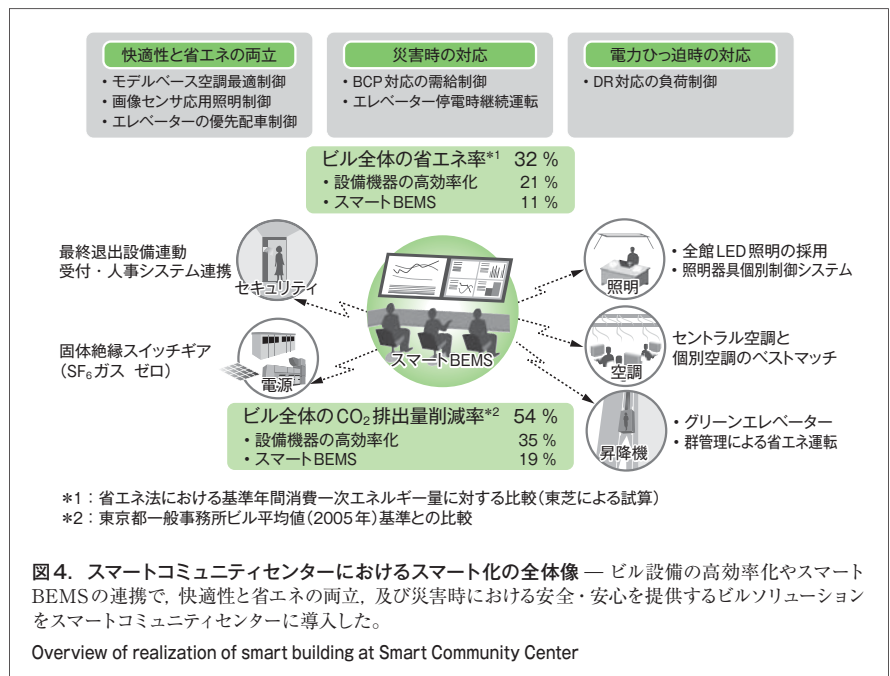


図3. スマートコミュニティセンター — 快適性と省エネを両立させ、安全・安心を確保した次世代オフィスビルである。
Smart Community Center

Green Building 認証」でPlatinum (プラン認証)^(注1)を、「川崎市建築物環境配慮制度 (CASBEE川崎)」^(注2)で最高ランクSの評価を受けた。

スマートファシリティ

ここでは、スマートコミュニティセンターに採用した最先端の設備とシステムについて述べる。



(注1) DBJ Green Building 認証は、(株)日本政策投資銀行による、オフィスビルや物流センターを環境性能、利用者の利便性や快適性、及びオペレーション面から総合評価する制度。Platinumは、国内トップクラスの卓越した「環境・社会への配慮」がなされたビルに与えられる評価。

(注2) 国土交通省、学識経験者など産官学の共同による、建築物を内部の環境品質と外部に与える環境負荷の両面から総合評価する制度。

■空調システム

セントラル空調方式と個別空調方式を融合してそれぞれの利点を生かした空調のベストマッチを実現した。

外気処理用として高効率で部分負荷特性の高い空冷ヒートポンプ熱源機 ユニバーサルスマートX™と外気処理空調機(以下、外調機と略記)を組み合わせたセントラル方式を採用している。一方、室内負荷処理用としては高い省エネ性能を持つビル用マルチシステム スーパーモジュールマルチi™を採用し、9×9mのブロックごとに個別の空調を行っている。機器の配置は、通常のオフィス建築では屋上に集約することが多かった空調室外機を各階のエコシェルフ(設備バルコニー)に分散配置することで、冷媒配管長を最短にし、搬送動力を最小化した(この特集のp.12-16参照)。

■照明システム

消費電力が低く、耐久性にも優れたLED照明を用途や場所に適した配置で全館に採用し、ランニングコストの削減とメンテナンス性を向上させた。特に執務室では明るさ感を向上させる面発光型LED照明器具である600×600mmのシステム天井用LEDベースライトを採用し、調光機能のある照明器具とレリアウト変更に容易に対応できる東芝ライテック(株)製の照明器具個別制御システムT/Flecs™を組み合わせた。また、画像センサを9×9mのブロックごとに設置し、そのブロックを更に9分割して人の在、不在を検知して、照明1台ごとに調光を制御することで、省エネを図っている(同p.17-21参照)。

■昇降機

エレベーターは回生電力の活用や待機電力の削減を図った制御装置、及びLEDを用いたかご内天井照明を採用した最新の省エネ型エレベーターを搭載した。群管理による省電力制御として、利用者の絶対数が少なくなる夜間にバ

ンク内の稼働台数を制限し待機電力を削減する“夜間停止制御運転”や、閑散時にエレベーターの速度を下げた運行する“閑散時低速運転”を導入することで、省エネを図っている。

エレベーターは従来、停電時には停電自動着床装置によって最寄り階まで運行して停止する運用を行っていたが、SCiB™を採用した停電時継続運転機能“トスムーブ™”を開発し、低速で最大2時間の継続運転を可能にした。

利便性の向上を図るため、エレベーターの需要が集中する乗継ぎ階、及び大会議室のある階のエレベーターホールに画像センサを設置し、画像センサから得られる待ち人数情報により混雑度を判断し、かごを優先的に割り付けることで待ち時間の短縮を図っている。

エスカレーターは、組み込まれたセンサが閑散時を検知すると速度を下げ、利用者がいない状況が継続した場合には低速停止待機運転に移行することで、省エネ性能を向上させた(同p.8-11参照)。

■電源システム

特別高圧(22kV)の2回線(本線、予備線)受電方式で、排出抑制対象ガスのSF₆(六フッ化硫黄)ガスを使用しない固体絶縁スイッチギア(SIS)を採用した。信頼性を向上させるため、7か所のサブ変電室には2系統からの引込みを行っている。また、ビルの防災用の非常用発電機とテナント用の非常用発電機として、それぞれ1,500kVAの発電機1台ずつを設置して、それらを同期運転し、BCPの強化を図っている。

■セキュリティシステム

来訪者及び従業員のエントランスにセキュリティゲートを、各執務室エリアにはカードリーダーを設置し、不正入館・入室を防止している。入館時や入退室時に使用するICカードにはFeliCa™(注3)方式を採用し、更に従業員にはSuica(注4)又

(注3) FeliCaは、ソニー(株)の商標。

(注4) Suicaは、東日本旅客鉄道(株)の登録商標。

はPASMO(注5)も付加することで電子マネーの利用など利便性の向上を図っている。来訪者に対しては、受付システムと連動して一時入館用のゲストカードを発行し、退館時には回収機で回収する。

また、人事システムと連携し、人事異動や執務場所変更などの情報は自動的に更新される。更に、設備を連動させて、火報と連動した一斉開錠、フロア最終退出後の当フロアへのエレベーター不停止、空調及び照明の停止制御を行っている。

■屋内モジュール型データセンター

ICT(情報通信技術)の浸透により、処理されるデータも増大しており、データセンターは社会インフラ基盤として重要性を高めている。しかし、初期投資コストの増大や省エネへの対応などの課題も多い。

東芝は、モジュール構造と最新の空調システムにより、段階的な導入と省エネを実現した屋内モジュール型データセンター、及びデータセンターに配備するICTとして、高性能、省電力、かつ省スペースを実現したストレージシステムを開発した。これらを組み合わせて構築したデータセンターは、スマートコミュニティセンターのICT基盤を支えている(同p.22-25参照)。

スマートBEMS

ここでは、スマートコミュニティセンターにおけるスマートBEMSの機能について述べる(同p.26-29参照)。

■快適性と省エネの両立

●モデルベース空調最適制御

従来、空調機や熱源機などはそれぞれ独立して制御されるため、空調設備全体としては必ずしもエネルギー消費量が最小になるとは言えなかった。そこで空調設備全体を一つのシステムとしてエネルギーモデル化し、外気や室内負荷など

(注5) PASMOは、(株)バスモの登録商標。

の条件に対して、快適性を維持しながら、エネルギー消費量がもっとも少なくなる運用設定値を算出し制御する方式を開発した。スマートコミュニティセンターの空調システムは前述のとおり、空冷ヒートポンプ熱源機と外調機、及びビル用マルチシステムで構成される。快適範囲となる室内温度・湿度条件で、エネルギー消費量が最小になるよう熱源機の送水温度及び外調機の送風温度を制御している。

● 画像センサ応用設備制御

従来の赤外線センサでは検出エリア内の温度変化により人物を検出していた。このため、小さな動きの温度変化は検出せず、人物がいないと判断するという欠点があり、適用場所は廊下などに限られていた。今回、画像処理によるセンサを開発した。画像センサは小さな動きでも検知でき、従来の赤外線センサの4倍以上の広い範囲で検出が可能で、更に人の在、不在だけでなくおよその人数を把握できる。今回、オフィスビルにおいて初めて画像センサを導入し、照明システム、空調システム、及びエレベーターシステムに次のように応用することで、省エネと快適性、利便性の向上を実現している。

- (1) 照明 在、不在情報で照明の1灯ごとの減光又は消灯を制御
- (2) 空調 検知された人数情報を前述のモデルベース空調最適制御の室内負荷の算出に活用して、人数に応じた最低風量を設定
- (3) エレベーター 需要が集中する階のエレベーターホールに画像センサを設置し、待ち人数情報による優先配車を制御

■ 電力ひっ迫時におけるDR対応

ビルの電力需要の予測を行い、ピーク時間帯の電力が、設定された上限値を超えないように負荷抑制を行う。負荷抑制はレベルに応じて、空調ではPMV値のシフト、照明では調光率のシフト、エレベーターではかご内の照度や空調、速度、及び稼働台数の抑制によって実

現し、電力ひっ迫時のDRに対応した調整余力を最大化する。

■ 災害時におけるBCP対応

災害発生時には、非常用発電機から供給されるエリアを固定せず、エリアの重要度に応じて柔軟に対応するとともに、電源供給される各設備は平常時運転からBCPモードに移行する。発電電力の余裕度を監視し、照明の減光、空調の設定温度や風量のシフト、エレベーターの稼働台数の削減、及び必要エリアへのOA電源の供給を行うことで、事業の継続に必要な電力を3日間確保できる。

ビル単独からビル群及びコミュニティへの展開

ビル単独でのスマート化について述べてきたが、ビル単独だけでなく、複数のビル群や地域を一括管理することにより、エネルギーの融通やピークカットを実現でき、エネルギーのいっそうの効率的利用やBCP対策の実現が可能になる。

東芝グループは、中小規模ビルに対するクラウドBEMSからビル群及び地域のエネルギー管理（統合BEMS）の開発に取り組んでいる。その取組みについて以下に述べる。

■ 中小規模ビル向けエネルギー管理サービス

契約電力が500 kW以下、又は延べ床面積10,000 m²以下といった中小規模のビルにはビル管理者が専任されておらず、BEMSの導入率も低いことなどから、省エネや節電への取組みが遅れているのが現状である。そこで、中小規模ビル向けにクラウドBEMSサービスを開発し、サービスを開始している。ビル側に制御端末を設置し、センサや入出力ユニットを無線化することで、設備と制御端末間の配線工事費の削減や工期の短縮を図っている。サービスメニューとしては、電力の見える化、デマンド制御、空調の省エネ制御、スケジュール制御と

改正省エネ法（エネルギーの使用の合理化に関する法律）による届出と報告をサポートする省エネレポート、及びDRに対する代行サービスも提供できる。これらのサービスにより、10%以上の省エネの実現を目指している。

■ ビル群及び地域のビルの統合管理

ビル群のエネルギーを統合して管理する統合BEMSの開発を進めており、横浜スマートシティプロジェクト（YSCP）においてDR（[囲み記事参照](#)）の実証実験を行っている。統合BEMSは複数のビルを束ね、各ビルの特性に合った無理のない電力抑制計画を作成し、この計画に基づくDR要請を実施することで、ビル群全体でのエネルギー削減目標の達成を目指している。

需要家としてのビルにはBEMSが導入された大規模ビルから、BEMSが未導入の中小規模ビルまでがあり、また、設備も太陽光発電システムや、蓄電池、蓄熱槽、コージェネレーションなどをどこまで保有しているか、ビルは様々である。これらの設備やエネルギー管理・制御によりDR対応能力が大きいビルから小さいビル、更には調整余力がないビルまでが存在する。

そこで、統合BEMSは、個々のビルの電力消費データを収集し、各ビルの特性に対応したDRの最適配分と協調連携により、複数ビル全体としてのDRを最大化する仕組みを実現している（[図5](#)）。このために、次の機能を開発している。

- (1) 各ビルの調整余力を電力消費実績データから推定し、それに応じたDR量を最適配分
- (2) ビル群管理によるビル間の負荷調整量の融通で、ビル群全体のDR対応能力を最大化
- (3) BEMSを導入していない中小規模ビルに対してクラウド型サービスにより、同等の機能を実現

YSCPで2013年度夏季（7月～9月）に行った実証には、14棟のビル、工場、及び集合住宅が参加し、統合BEMSを

DR

DRとは、電力供給が逼迫したときや系統が不安定になったときに、電力使用抑制の依頼により企業や家庭など需要家側で電力需要を調整する仕組みで、大きく電気料金設定とインセンティブ付与に分かれる。また、DRの発行タイミングは、通期型や、翌日型、当日型、リアルタイム型などがある。

■電気料金設定

時間帯別に料金を設定することで、需要家の判断で、割高な料金が設定された高負荷時に需要抑制し、割安な料金が設定された時間帯に需要シフトする方式である。

■インセンティブ付与

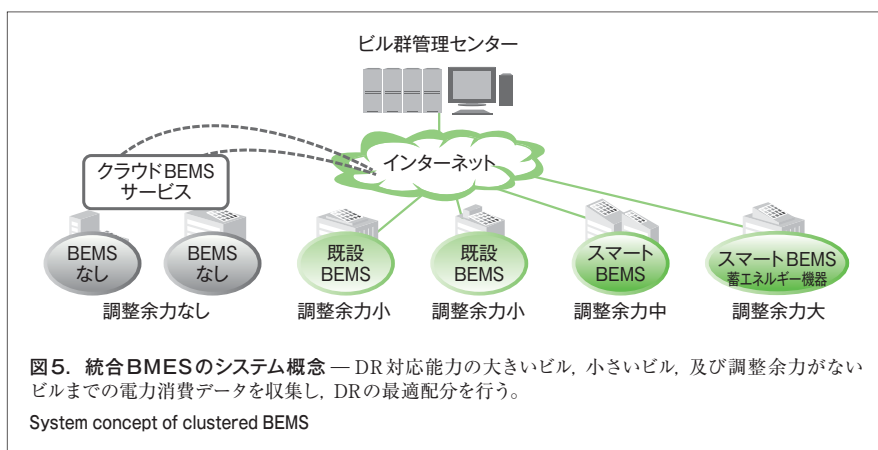
電力供給が逼迫した場合に事業者から需要家側に負荷抑制を要請し、実施した代償に対してインセンティブを付与する方式である。

■DRインセンティブメニュー

DR誘導のための種々のインセンティブメニューがあるが、YSCPで用いる代表的なDRインセンティブのメニューを表Aに示す。

表A. DRインセンティブメニュー

メニュー	概要
料金設定	TOU : Time of Use 時間帯別料金 電力コストを年度、季節単位で平均し、コストの高い時間帯と低い時間帯に分けてコストを反映した料金体系
	CPP : Critical Peak Pricing 緊急ピーク時課金 電力ピーク日の特定時間帯に限ってコストを反映させ、その時間帯だけ高額な料金設定にした料金体系
インセンティブ付与	PTR : Peak Time Rebate ピーク時リベート CPPの該当時間帯に、電力抑制を行う代償としてリベートを支払う料金体系で削減した分だけリベートが得られる
	CCP : Capacity Commitment Program コミット型リベート 電力の抑制量をコミットした場合にリベートを支払う料金体系で、設定削減量に達しなかった場合はリベートが支払われない
	L-PTR : Limited Peak Time Rebate 制限付き型リベート 電力の抑制量に対応した分のリベートを支払う料金体系で、設定削減量に達しなくても、達成量に応じてリベートは得られる。ただし、支払われるリベートの上限は設定削減量額に相当



活用した業務・商業ビル部門での電力のピークカットの最大化などを目的としたDRを実施した。この結果、ピークカット最大20%という目標値を超える最大22.8%のピークカットを達成した。また、今季の実証においては、インセンティブ価格を3段階(5円/kWh, 15円/kWh, 及び50円/kWh)に変えることによる効果も検証し、15円/kWh以上でDRの効果がみられることを確認した⁽¹⁰⁾。2014年度まで実証試験を継続し、様々なDR方式やエネルギー管理方式を検証していく。

今後の展望

ビルのスマート化に向けて単独のビル

からビル群及び地域までのビルソリューションについて述べた。東芝グループのファシリティの技術や、BEMS技術、クラウドコンピューティング技術などの総合力を生かし、今後も、エネルギーの供給不足や電力市場の自由化など環境の変化に対応し、スマートな社会の実現に向けた取組みを進めていく。

文献

- (1) 経済産業省 資源エネルギー庁。“平成23年度 エネルギーに関する年次報告書(エネルギー白書)”。資源エネルギー庁ホームページ。<<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2013energyhtml/index.html>>。(参照 2013-9-30)。
- (2) 経済産業省 資源エネルギー庁。“夏期最大電力使用日の需要構造推計(東京電力管内)”。資源

エネルギー庁ホームページ。<<http://www.meti.go.jp/setsuden/20110513taisaku/16.pdf>>。(参照 2013-9-30)。

- (3) 本郷一郎 他。空調技術の最新動向。東芝レビュー。64, 11, 2009, p.2-7。
- (4) 別所 誠 他。LED照明の動向と展開。東芝レビュー。65, 7, 2010, p.2-7
- (5) 高石 茂。グローバルに展開する安全・安心で快適な昇降機。東芝レビュー。67, 11, 2012, p.2-6。
- (6) 柴垣 徹。再生可能エネルギー活用の動向と東芝の取組み。東芝レビュー。68, 6, 2013, p.2-7。
- (7) 長谷川義朗 他。太陽光発電システムの最新技術。東芝レビュー。68, 6, 2013, p.8-11。
- (8) 小林 武則 他。SCiB™を適用した定置型蓄電池システム。東芝レビュー。67, 6, 2012, p.48-51。
- (9) 野田 肇 他。ビル群のエネルギー管理を実現する次世代のBEMS技術。東芝レビュー。67, 9, 2012, p.7-10。
- (10) 横浜市温暖化対策統括本部プロジェクト推進課。“横浜スマートシティプロジェクト(YSCP)ビル部門での本格実証”。横浜市ホームページ。<<http://www.city.yokohama.lg.jp/ondan/press/h25/131024press.pdf>>。(参照 2013-10-25)。



山本 一太
YAMAMOTO Kazumoto

コミュニティ・ソリューション社 スマートファシリティ技師長。
Community Solutions Co.