

# ビルの快適性と省エネを両立させ安全・安心を支える スマートBEMS

"Smart BEMS" Ensuring Safety and Security of Building while Achieving Balance between Comfort and Energy Saving

朝妻 智裕

■ ASAZUMA Tomohiro

東芝が、最先端の環境配慮型オフィスビルとして神奈川県川崎市に開所した“スマートコミュニティセンター”では、当社独自の制御技術を駆使したBEMS (Building Energy Management System) により空調設備や、照明設備、エレベーター設備などのビル設備を最適制御することで、省エネのいっそうの向上を目指した。

これを実現するため当社は、ビルの平常運用時の快適性と省エネ、及び災害など非常時の安全・安心を提供するスマートBEMSを開発してスマートコミュニティセンターへ適用した。通常のBEMSに“モデルベース最適空調制御機能”、“画像センサ応用空調・照明・エレベーター制御機能”、“ピークカット・ピークシフト機能”、及び“BCP (Business Continuity Plan: 事業継続計画) 対応機能”の四つの機能をパッケージとして追加することで、ビル全体の消費エネルギー 11 %削減と、停電発生時の3日間の電源供給を実現する。

In the construction of the Smart Community Center, an advanced environmentally friendly office building, there was a strong requirement for higher energy-saving performance through optimal control of the building facilities, including air-conditioning systems, lighting facilities, elevators, and escalators, by means of building energy management system (BEMS) technologies.

Applying its proprietary BEMS technologies, Toshiba developed the "Smart BEMS" system to achieve energy saving and comfort during normal operations of the building and ensure safety and security in the event of a disaster. With various functions incorporated into our conventional BEMS, including (1) a model-based optimal air-conditioning control function, (2) interlocking control functions for air conditioners, lighting facilities, elevators, and escalators using image sensors, (3) a peak cut/peak shift function, and (4) a business continuity plan (BCP) function. Smart BEMS can reduce the energy consumption of the whole building by 11% and secure electricity supplies for three days in the event of a blackout.

## 1 まえがき

東芝の新業務棟として開所したスマートコミュニティセンターは、当社の最先端技術を搭載した高効率設備機器を導入し、また独自の制御技術を駆使することで、快適性と省エネを両立させた、延べ床面積約10万m<sup>2</sup>で地上15階建ての環境配慮型オフィスビルである(図1)。

スマートコミュニティセンターには各種の高効率設備を導入して省エネを実現し、更に、当社独自の制御技術を搭載したスマートBEMSを導入して、空調や、照明、エレベーターなどの設備を効率的に最適制御するようにした。この結果、スマートコミュニティセンター全体で実現した省エネ率11%(注1)及び二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量削減率19%(注2)をスマートBEMSによって実現する。

スマートBEMSによるきめ細かな省エネ制御により、平常時に快適性と省エネを両立させただけでなく、災害による停電などの非常時にもエネルギーの最適需給制御を行って電力



(注1) 「エネルギーの使用の合理化に関する法律」(省エネ法)における基準年間消費一次エネルギー量に対する比率。

(注2) 東京都における2005年の一般事務所ビル平均値に対する比率。

を3日間継続して供給できるようにBCP対応して、安全・安心を実現する。

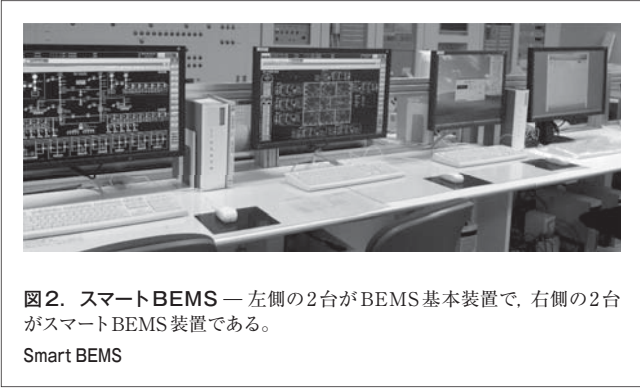
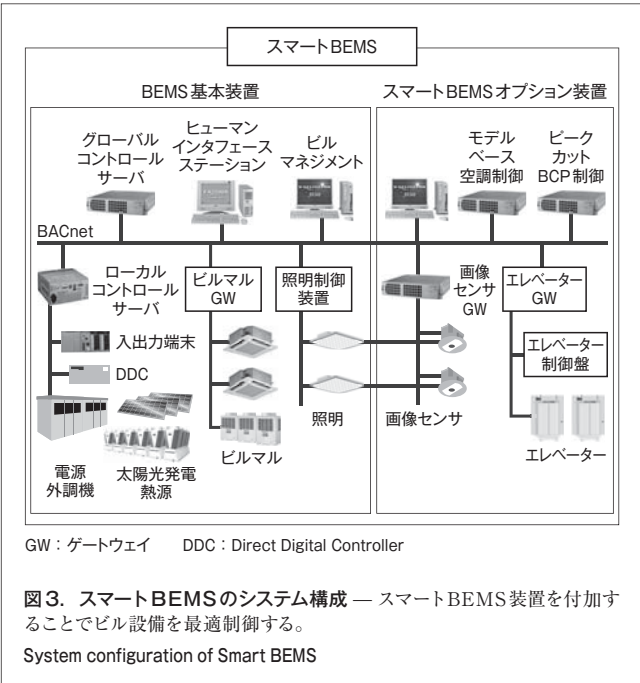


図2. スマートBEMS — 左側の2台がBEMS基本装置で、右側の2台がスマートBEMS装置である。  
Smart BEMS

## 2 スマートBEMSのシステム構成

当社のスマートBEMSは、ビルを監視制御するBEMS基本装置に、各種の省エネ制御機能やエネルギー最適需給制御機能を持ったスマートBEMSオプション装置を付加し、各種ビル設備を統合管理する。また、スマートBEMSオプション装置の通信手段にオープンプロトコルであるBACnet<sup>(注3)</sup>を採用することで、BACnet対応のBEMSに対して機能付加することも可能である。これにより、新築ビルだけでなく、既存ビルのスマートビル化も実現できる。

スマートコミュニティセンターには、スマートBEMSと、電源



(注3) BACnetは、米国暖房冷凍空調学会の米国及びその他の国における商標又は登録商標。

や、空調、照明、エレベーターなど各種の高効率設備とを組み合わせて構成したサステナブルビルパッケージとして適用し、ビル設備を効率的に最適制御する(図3)。

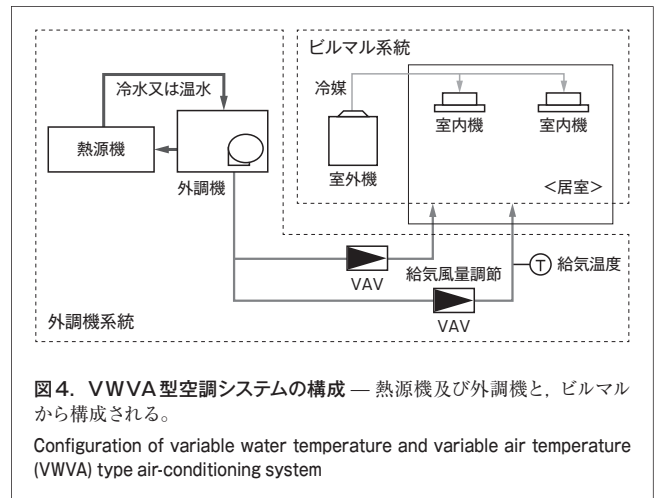
## 3 スマートBEMSの機能

スマートBEMSは、モデルベース最適空調制御機能、画像センサ応用空調・照明・エレベーター制御機能、ピークカット・ピークシフト機能、及びBCP対応機能の四つの機能を提供する。これにより、平常時は快適性と省エネを両立させた最適制御を行い、停電などの非常時には限りあるエネルギーを有効活用したエネルギー最適需給制御を行うことで、状況に応じたエネルギー利用の最適化を図る。

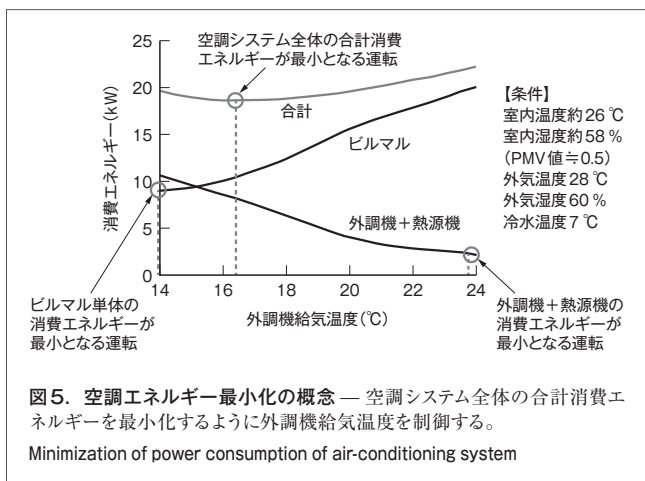
### 3.1 モデルベース最適空調制御機能

モデルベース空調制御は、対象となる空調システムの特徴を表現するモデルを用いて、対象空間を快適に保つ。省エネ効果を最大にする熱源及び空調機の設定値を計算し、快適性を表す指数であるPMV (Predicted Mean Vote) 値<sup>(注4)</sup>を一定の値に保ちながら、空調システムを制御する。モデルベース空調制御には、対象となる空調システムに応じてバリエーションがある。スマートコミュニティセンターでは、最近大型ビルでも導入が進みつつある外気処理空調機(以下、外調機と略記)とビルマルチエアコン(以下、ビルマルと略記)から構成されるVWVA (Variable Water Temperature & Variable Air Temperature) 型空調システムを適用した(図4)。

VWVA型空調システムでは、熱源から外調機に冷水又は温水が供給され、外気を冷房又は暖房して居室に導入する。ここで、居室のCO<sub>2</sub>濃度が基準値を超えないように、VAV(可変風量制御装置)により送風量を変え、外気負荷を調整し



(注4) 人が感じる快適性を、温度、湿度、ふく射温度、気流速度、活動量、及び着衣量の六つの要素を用いて定量化する、ISO 7730 (国際標準化機構規格7730)に規定される指標。



ている。また、室内負荷に対する空調は、ビルマルで行っている。モデルベース空調制御は、これら熱源及び外調機とビルマルとの空調負荷の分担を最適化し、省エネ効果をもっとも大きい運転を行う。

モデルベース空調制御による省エネ効果の試算例を図5に示す。この例は、ある1日のビル1フロアの夏季の昼間の時間帯について、室温を26℃に設定し、外調機の給気温度を22℃の一定値とした場合と比べた結果である。部屋温度はほぼ変わらないものの、外調機の給気温度を18～20℃と下げることにより外調機の負荷分担を増やし、ビルマルの負荷分担を減らすことで、空調動力を7%削減できた。

### 3.2 画像センサ応用空調・照明・エレベーター制御機能

画像センサは、当社独自の画像認識技術により、赤外線などを用いた従来の人感センサの4倍という広い検知範囲を持ち、微細な動作も検知できる。また、単なる人物の在、不在だけでなく、およその在室人数を認識できるため、照明制御、

空調制御、及びエレベーター制御と連携することにより、省エネ制御を実現する。

照明制御では、画像センサを用いることで、従来の人感センサでは検知が困難だった微細な動作を検知できるようにして、オフィスワーク中の人物の在・不在情報を用いて個別に制御する。

スマートコミュニティセンターでは、9×9 mのエリアに1台の画像センサを配置し、このエリアを3×3 mの9エリアに分割して、それぞれの分割エリアごとに在・不在情報を検知する。この情報と、東芝ライテック(株)の照明器具個別制御システムT/Flecs™とを連携させて、分割エリアごとに照明を制御した。これにより、照明に使う電力の11%を削減できる(図6(a))。

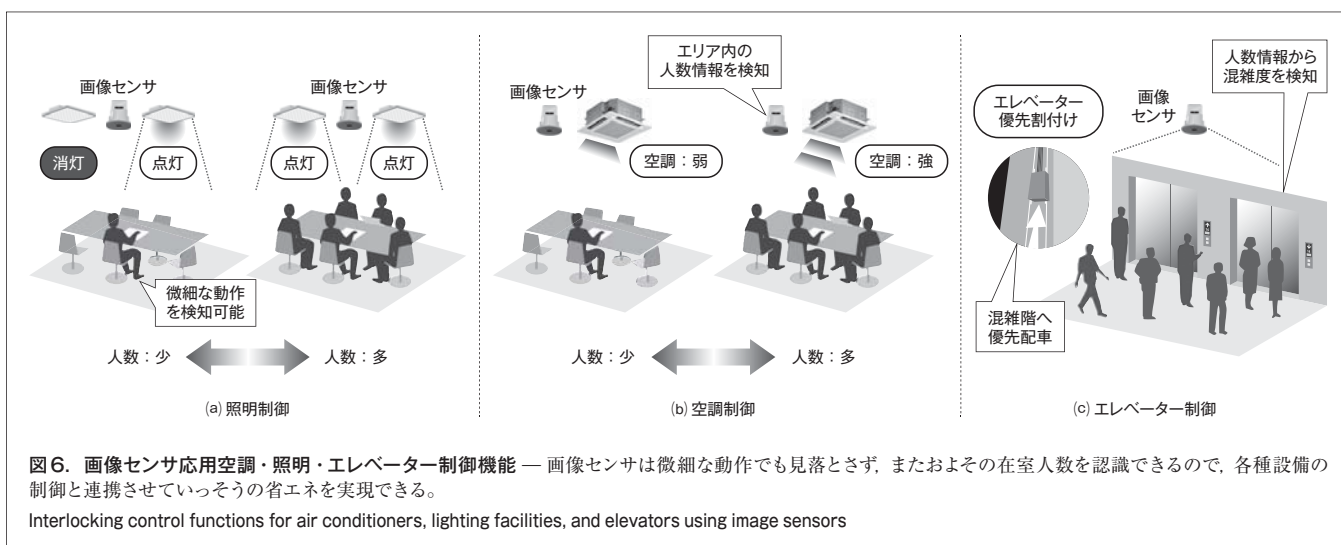
空調制御では、画像センサを配置したエリア内の滞在人数(注5)を基に、少人数エリアの空調が最小能力になるように設定温度を制御する。それ以外のエリアでは3.1節で述べたモデルベース最適空調制御によるきめ細かな制御を行った。これらにより、空調動力を2%削減できる(図6(b))。

エレベーター制御では、乗継ぎ階などに設置した画像センサから待ち人数(注6)を検知し、エレベーター群管理制御により混雑度に応じた配車優先制御を行う。これによって、利用者の待ち時間を20%短縮できる(図6(c))。

### 3.3 ピークカット・ピークシフト機能

ピークカット・ピークシフト機能は、エネルギー需要予測に基づいて電源と熱源とを同時に最適化する制御で、エネルギーコストの最小化や、CO<sub>2</sub>排出量の最小化、受電電力の最小化など、目的に応じて創エネルギー、蓄エネルギー、及び省エネを最適に制御する。更に、空調や、照明、エレベーターなどのビル設備と連携してリアルタイムに負荷制御を行い、デマンドレスポンス(DR)への対応能力を最大にする。

スマートコミュニティセンターは、蓄熱槽や定置型蓄電池と



(注5) エリア内のおよその人数を用いる。

(注6) 同一場所に一定時間以上滞在しているおよその人数を用いる。

表1. DR対応時の負荷制御

Power load suppression control for each facility corresponding to demand response (DR) levels

設備	DRレベル1	DRレベル2	DRレベル3
照明設備	なし	なし	照度45%減光
空調設備 モデルベース制御	なし	PMV値±0.2 給排気ファン一部停止	PMV値±0.4
エレベーター設備	なし	かご内空調停止 照明50%点灯	レベル2+運転台数 1/2に削減

表2. BCP対応時の負荷制御

Load capacity control for power generator in case of BCP

設備	制御内容	
照明	照度25%に減光	
空調	外調機	ナイトモードに変更し最低風量に調整
	パッケージエアコン	発電余力内でゾーンごとに運転 設定温度 夏季:上限まで上げる, 冬季:下限まで下げる
OA機器	電源供給を, 発電余力内で各階最大2ゾーンまでに制限	
エレベーター	運転台数を1/3に削減	

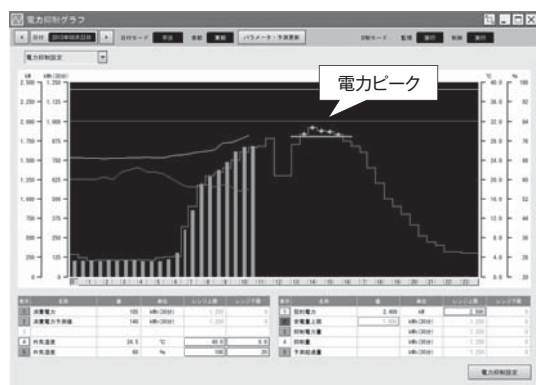


図7. 負荷制御画面の例 — DRに対応したピークカットを容易に実行できる。

Example of energy-saving control display

いったピークシフトを行うための設備を持たない。このため、将来DRが行われたときには、ピークカットを容易に実行できるようにした。電力ひっ迫時には、各種の設備に対して表1に示す負荷制御を行い、ピーク電力を低減する(図7)。

### 3.4 BCP対応機能

BCP対応機能は、災害などで停電が起こったときに、発電機などの創エネルギー機器のエネルギー供給を最適に制御し

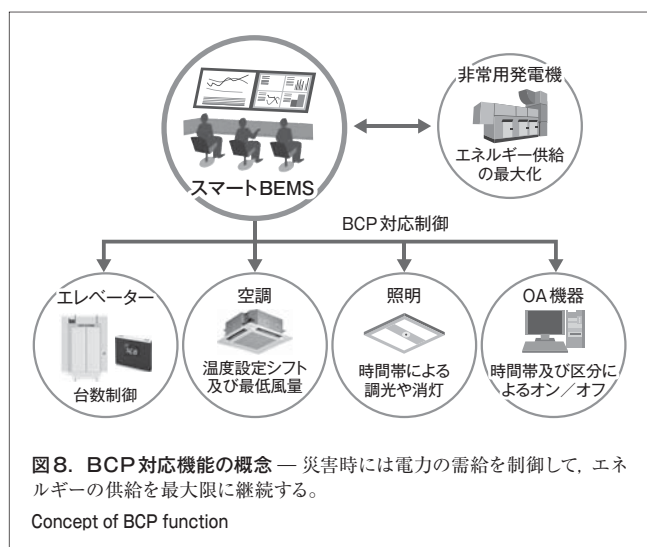


図8. BCP対応機能の概念 — 災害時には電力の需給を制御して、エネルギーの供給を最大限に継続する。

Concept of BCP function

て、ライフラインの電源を確保するとともに、各エリアの重要度に応じて空調や、照明、エレベーター、OA機器などの負荷を制御する。これにより、限られたエネルギーを有効活用し、エネルギーの供給を最大限に継続できるようにする(図8)。

スマートコミュニティセンターでは、BCP対応機能により、テナントが使う非常用発電機(1,500kVA)だけでなく、防災非常用発電機(1,500kVA)の防災設備未使用時の発電余力を最大限に活用し、表2に示す負荷制御を行う。

BCP対応時の負荷制御は、並列運転か単機運転かといった発電機の運転パターンに応じた発電余力の範囲内で、あらかじめ登録された負荷を重要度順に投入するように制御して、災害発生時にも電力を3日間継続して供給できる。

## 4 あとがき

スマートコミュニティセンターに導入した最先端の省エネ機器を、当社独自の制御技術を駆使したスマートBEMSにより最適制御することで、エネルギー消費量全体で11%の省エネを実現し、平常時の快適性と省エネの両立、及び災害など非常時の安全・安心を提供する。

今後、スマートコミュニティセンターをモデルケースとして、スマートBEMS導入による、大・中規模ビルのスマート化を促進していくとともに、地球温暖化防止に寄与していく。

## 文献

- 村井雅彦 他. “クラウドサービスによるエネルギー管理支援”. 電気学会 生産設備管理研究会資料. 東京, 2013-07. 電気学会. 2013. 特別講演.
- 朝妻智裕 他. クラウド活用サービスと需要家協調型スマートグリッド. 電気設備学会誌. 32, 8, 2012, p.35-38.



朝妻 智裕 ASAZUMA Tomohiro

コミュニティ・ソリューション社 コミュニティ・ソリューション事業部 技術第一部 参事。ビル監視制御システムの開発立案業務に従事。

Community Solutions Div.