

ビル建築設備の神経網 — BEMS™ と省エネ制御

Main Network for Facility Management - BEMS™ and Energy-Saving Control

齋藤 禎敏

■ SAITO Sadatoshi

地球温暖化はもっとも重要な環境問題であり、温暖化防止のための省エネルギー（以下、省エネと略記）に対する関心が急激に高まっている。ビル建築設備に関しても省エネ対策が急務となっている状況であり、設備管理の神経網となるBEMS™^(注1) (Building and Energy Management System) に対しても、省エネ効果の大幅な向上が要求されるようになった。

東芝は、快適性と省エネを同時に実現する快適空調制御技術、マルチベンダー・オープン化技術、無線化技術などをBEMS™に取り入れることにより、従来よりも更に省エネ性に優れたシステムを構築できた。

Concern about energy saving has recently been increasing rapidly in recognition of the serious environmental issue of global warming. As the need for energy saving in building facilities becomes more important, BEMS™ (Building and Energy Management System) — a main network for facility management — plays an essential role in achieving significant energy-saving effects.

Toshiba has constructed a new BEMS™ that realizes further energy savings through the adoption of new technologies including comfortable air conditioning, open network technology, and radio technology.

1 まえがき

近年、エネルギーの消費に伴い排出される二酸化炭素(CO₂)は年々増加しており、温室効果による気温の上昇を招いている。世の中では、省エネの気運が急激に高まっているが、その排出源であるエネルギー消費量は年々増え続けているのが現状である。

ビル建築設備業界においても、法律改正とあいまって省エネに対する関心が高まってきており、BEMS™(Building and Energy Management System)という言葉をよく耳にするようになった。BEMS™とは、ビルの電力、空調、熱源、照明、衛生など各種のエネルギー消費設備を効率的に管理するためのシステムを意味する。

国策もBEMS™導入に関しては積極的で、経済産業省管轄の新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)における省エネ支援策の一環として、2002年からBEMS™導入支援事業が実施されるようになった。この事業の概要は、民生用建築物のエネルギー需要の最適な管理を行うためにBEMS™を導入する場合には、その費用の一部を補助するというものである。

ここでは、ビル建築設備の神経網となるBEMS™について概要を説明するとともに、省エネ効果をより向上させるための新技術について述べる。

(注1) BEMSは、(財)省エネルギーセンターの商標。

2 BEMS™の基本構成

BEMS™の基本構成を図1に示す。

BEMS™では、エネルギー管理や省エネ制御の対象設備から運転状態や計測・計量信号を取り込んで、適正な運転となるよう、制御演算結果に基づいた出力を設備本体や操作端(バルブ、ダンパなどの末端の機器)に対して行う。

また、各種入力により、環境管理対象部屋に対して最適な

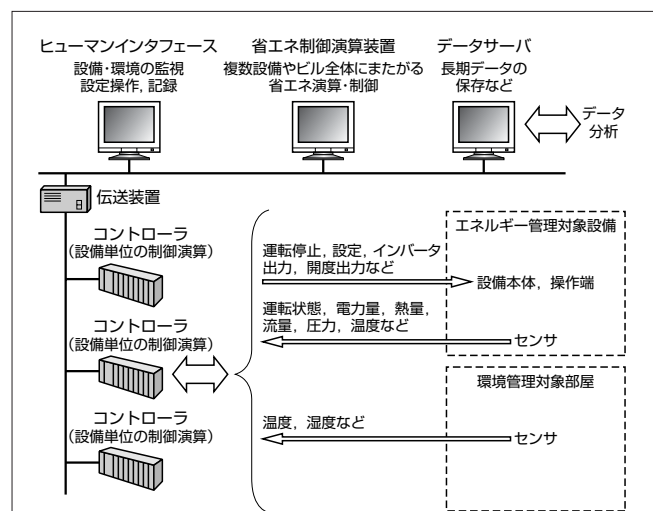


図1. BEMS™の基本構成 — 各構成機器で役割分担をして、効率的な各種設備機器の運用を実現する。

System configuration of BEMS™

状態を維持できるかどうかを監視し、維持できるように設備を制御するためのフィードバックを行う。

このようにBEMS™には、システムに入力された情報を有効活用して、個々の設備機器の制御や機器どうしの組合せ演算を行う機能、環境との調和を図る機能など各種省エネ制御機能が存在する。

BEMS™を構成する主要機器について以下に述べる。

- (1) ヒューマンインタフェース 各種設備の稼働状況や計測値に関してのモニタリング、その場の状況に応じた機器の運転・停止や設定値入力などの操作を行う。
- (2) データサーバ 各種設備の計測・計量データや履歴データなどの収集・保存を行い、長期的なエネルギー管理や将来計画の立案、又は運転状況の分析などに活用することができる。更に、将来的には遠隔からこれらのデータを収集して、省エネ効果の評価・分析・支援のサービスを提供することができる。
- (3) 省エネ制御演算装置 複数の設備やビル全体にまたがる省エネ制御について、一元的にデータ収集・演算を行い、その結果に基づいて各設備に対する出力を行う。
- (4) コントローラ 設備単位での省エネ制御を行う。ただし、複数の設備やビル全体にまたがる省エネ制御のうち、デマンド制御や自家発負荷制御などに関しては、下位側に構成されている代表コントローラで収集・演算

を行い、その演算結果をコントローラ間で通信し、各コントローラから各設備に対する出力を行う場合もある。

3 BEMS™の省エネ制御

BEMS™によって実現する省エネ制御は、受変電や照明などの電気設備、熱源設備、空調設備など、多岐にわたって多彩な機能を備えている。

BEMS™によって実現する、主要な省エネ制御を表1に示す。

これらの中には、一般的な制御としてパッケージ化されているソフトウェアや、ビルの用途や設備機器の構成に合わせて製作されるソフトウェアもある。

特に熱源設備や空調設備に関しては、現場によって構成が異なるため、DDC (Direct Digital Control) でそのつど製作するケースが多い。

BEMS™の導入にあたっては、設備と運用の両面から各種省エネ制御の適用可否を検討したうえで、実現できる省エネ制御について最大限の利用を考えることが必要である。

4 BEMS™への新技術導入

省エネ効果向上のためにBEMS™に導入している主要な技術を以下に述べる。

表1. BEMS™の主要省エネ制御一覧
Energy-saving control list of BEMS™

省エネ手法による分類	対象設備	制御内容	省エネ手法による分類	対象設備	制御内容
設備の基本動作に関するもの	空調	温度制御 (バルブやダンパのPID 制御など)	機器の運転・停止に関するもの (追従型)	空調 照明	退出ゾーンやフロアの運動停止 (消灯) 制御
	空調	加湿, 除湿, 露点温度制御		空調	空調機, ファン間欠運転制御
	空調	送風静圧制御		熱源	流量によるポンプ台数制御
	空調	起動時のダンパ全閉 (ウォーミングアップ) 制御		熱源	流量や熱量による熱源機台数制御
	空調	停止時のバルブやダンパのインタロック		熱源	DHC 熱源デマンド制御
	熱源	送水圧力 (差圧) 制御		受変電	電力デマンド制御
	熱源	冷却塔ファン発停制御		受変電	無効電力制御 (力率改善制御)
	熱源	冷却水冷凍機入口温度制御 (冷却塔バイパス制御)		受変電	自家発負荷制御
センサ・省エネ機器の利用に関するもの	空調	温度, CO ₂ によるファンのインバータ変風量制御	機器の運転・停止に関するもの (計画・予測型)	空調 照明	スケジュール制御
	空調	CO ₂ による最小外気取入れ制御		空調	空調機の最適起動停止制御
	空調	全熱交換器による熱回収制御		熱源	蓄熱運転制御
	空調	VAV 制御		熱源	コスト, COP などによる熱源運転機の選択最適化制御
	熱源	流量, 圧力によるポンプのインバータ変流量制御		空調	給気温度設定値の外気補償制御
自然エネルギーの利用に関するもの	照明	人感センサによる自動点灯・消灯制御	設定値の最適化に関するもの	空調	VAV 制御情報による送風温度や送風量の設定制御
	空調	外気冷房制御		空調	インテリアとベリメータの混合ロス軽減制御
	空調	ナイトバージ制御		空調	快適空調制御 (PMV による室内温度設定制御)
	熱源	フリークーリング制御		熱源	COP による熱源送水温度設定制御
照明	昼光利用による照度 (点滅) 制御	熱源		推定端末圧一定演算によるポンプ送水圧力設定制御	
		熱源		空調機制御情報によるポンプ送水圧力設定制御	

DHC : District Heating and Cooling COP : Coefficient Of Performance

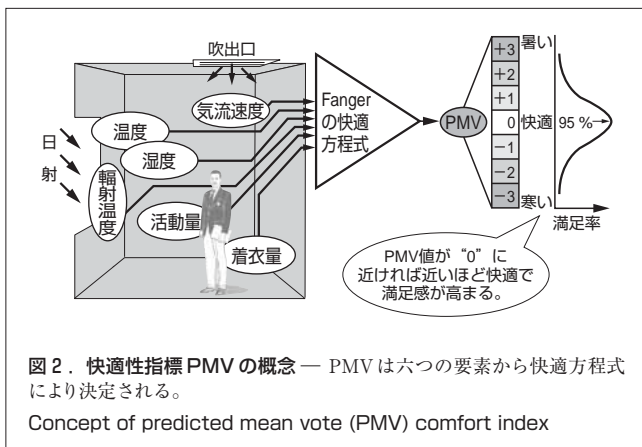
4.1 快適空調制御技術

従来のビルの空調制御は、室内温度のみを対象に行っている。また、温度設定については、季節ごとの基本値を決めて必要に応じて管理者が変更する方式が通常であるが、テナントビルにおいては居住者に開放している方式が多い。

しかし、季節や天候、室内にいる人員数などの様々な要因が絡み合って時々刻々と変動する空調対象空間の条件に対して、室温を一定値に設定することは、エネルギーを過剰に消費する傾向となり、多大なエネルギーロスを生ずることとなる。

空調業界ではこの点に着目し、従来の温度一定制御ではなく、温度、湿度、輻射（ふくしゃ）温度、活動量、着衣量、気流速度の6要素から成る快適性指標 PMV (Predicted Mean Vote：予測平均申告)の値を一定にする制御が有効であることを見いだした。

そして東芝は、独自の技術であるニューラルネットワークを使ってPMV値を求め、その値を一定に保つような最適設定温度を随時算出し更新する快適空調制御を開発して、



BEMS™に搭載した。

PMVはデンマーク工科大学のFanger（ファンガー）教授が提唱した指標であり、人の感じる快適さ（暑い～寒いまで）を7分割して、+3～-3の数値を割りふったものである（現在、ISO7730（国際標準化機構規格7730）で規定）。PMVの概念を図2に示す。

PMVは、-0.5～+0.5の範囲で10人中9人までが快適と感じる指標であり、PMVを管理することで、快適かつ省エネ化したビル空間の空調制御を行うことができる。

4.2 マルチベンダー・オープン化技術

近年のBEMS™においては、マルチベンダー・オープン化への市場ニーズが高まっている。

システムのマルチベンダー化とオープン化に欠かせない技術の一つが、オープンネットワークによる通信プロトコルの標準化であり、中でも特に注目されているのが、2003年ISO規格として承認されたBACnet^(注2)である。

当社も、画面表示部へのウェブブラウザの採用、支線系統へのLONWORKS[®](注3)の採用と、ここ数年で急激に普及したオープン化技術をシステムに取り入れてきた。

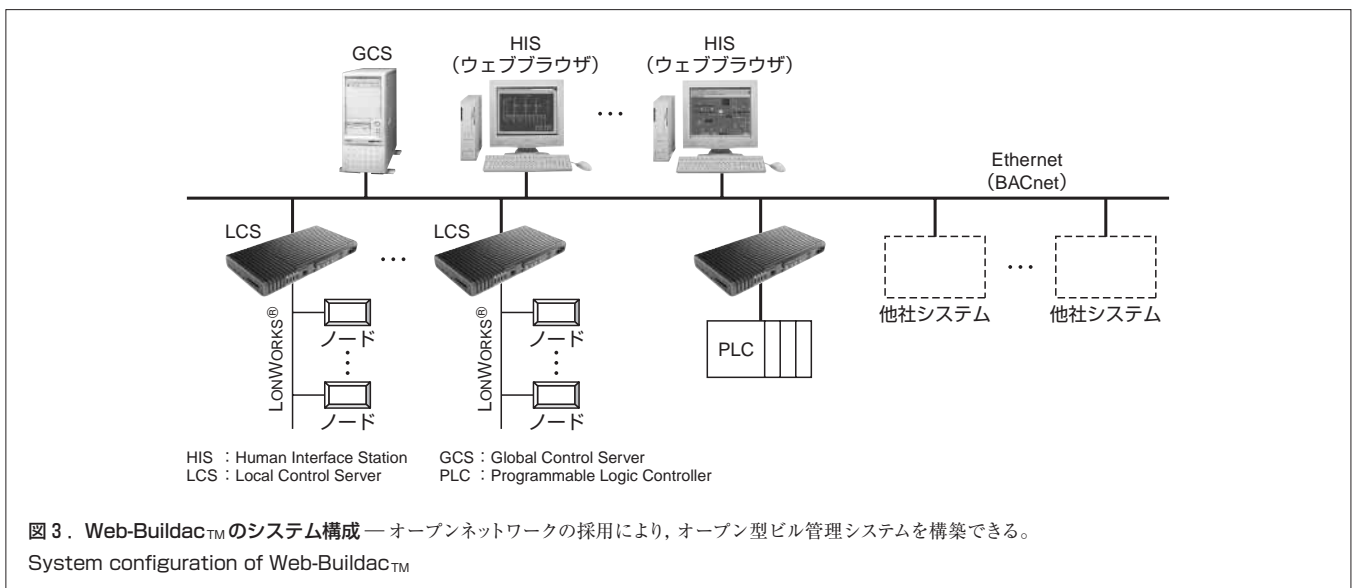
また、システムの幹線にあたる上位ネットワークはEthernetとし、プロトコルにBACnet（BACnet/IP）を採用することにより、更なるシステムのマルチベンダー・オープン化を実現した。オープン化システムWeb-Buildac™のシステム構成を図3に示す。

マルチベンダー・オープン化に伴い、上位装置と下位装置が異なるメーカーでシステム構築された場合でも、きめ細かな情報をスムーズにやり取りできる。

このことにより、メーカーによらずBEMS™本来の目的で

(注2) BACnetは、米国冷暖房空調工業会の商標。

(注3) LONWORKSは、Echelon Corporationの商標。



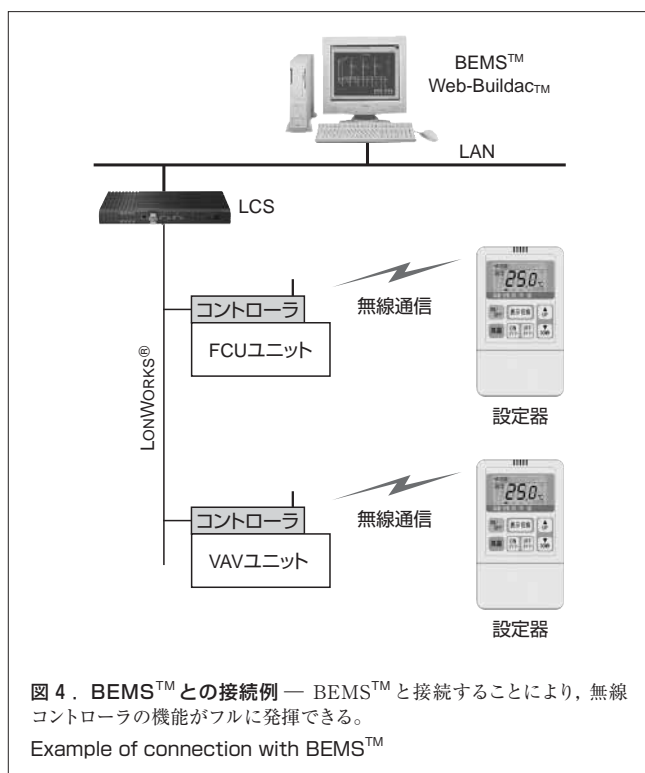
あるエネルギー管理、省エネ制御の対象設備からの信号取込みや、設備本体や操作端に対する制御演算結果に基づいた適正な出力を行うことができる。

今後は、IPv6 (Internet Protocol version 6) などの新しい技術が普及することでIP対応製品が増加し、更なるオープン化が進んで行くものと考えている。

4.3 無線化技術

近年、無線技術を使用した製品が市場に出回っており、BEMS™においてもこれまでは有線ネットワークが主流であったが、徐々に無線化のニーズが高まっている状況である。

当社も、ビル空調の個別制御方式にあたるFCU (Fan Coil Unit) やVAV (Variable Air Volume) のコントローラと設定器間は、無線化を実現している。また、ローカルサーバとコントローラ間には、前述したオープン化プロトコルの一つであるLONWORKS®を採用している。無線対応FCUコントローラ、VAVコントローラとBEMS™との接続例を図4に示す。



個別制御方式では、一般的にはFCUやVAVの本体が天井裏に設置され、それにコントローラを取り付ける。設定器は、居住者が操作を行えるよう室内に設置されるため、コントローラと設定器間が有線である場合は1台1台に配線工事が発生する。

無線化のメリットとしては、配線工事の削減や、室内レイアウトの変更に伴う設定器の移設対応の簡素化が挙げられる。事務所ビルやテナントビルにおいては、FCUやVAVなどの個別空調機とほぼ同数のコントローラと設定器が設置されるが、大規模ビルにおいては1,000台から2,000台にもなることがあるため、大幅なコストメリットが期待できる。

また、今後、室内の温度や湿度の計測を行う室内温湿度センサも無線化することにより、比較的安価な費用で空調制御・計測データの収集が行え、きめ細かなエネルギー管理や更なる省エネ制御を実現することができる。

5 あとがき

ビル建築設備に求められるエネルギー消費量の削減は、今後も従来以上に要求されてくることは明白であり、BEMS™においても、更なる省エネ化を実現するために最新技術を導入し、客先ニーズに十分に答えていくことができるよう開発を進めていく所存である。

文献

- (1) 山田富美夫,ほか.ビル省エネルギーに貢献する快適空調制御.東芝レビュー.59,4,2004,p.40-43.
- (2) 竹村卓哉.マルチベンダー対応ビル管理システム Web-Buildac™ BACnet版.東芝レビュー.59,7,2004,p.44-47.
- (3) 岡本浩孝.ビル空調用無線コントローラ.東芝レビュー.59,6,2004,p.30-33.



齋藤 禎敏 SAITO Sadatoshi

電力・社会システム社 社会システム事業部 ビルシステム技術部主務。ビル管理システム及び空調自動制御のエンジニアリング業務に従事。
Infrastructure Systems Div.