

業務用空調管理システムの現状と展望

田村和也*
松井賢治*
藪田豊大*

Current Status and Future Perspective of Air-Conditioning Control System for Business Use

Kazuya Tamura, Kenji Matsui, Atsuhiro Yabuta

要 旨

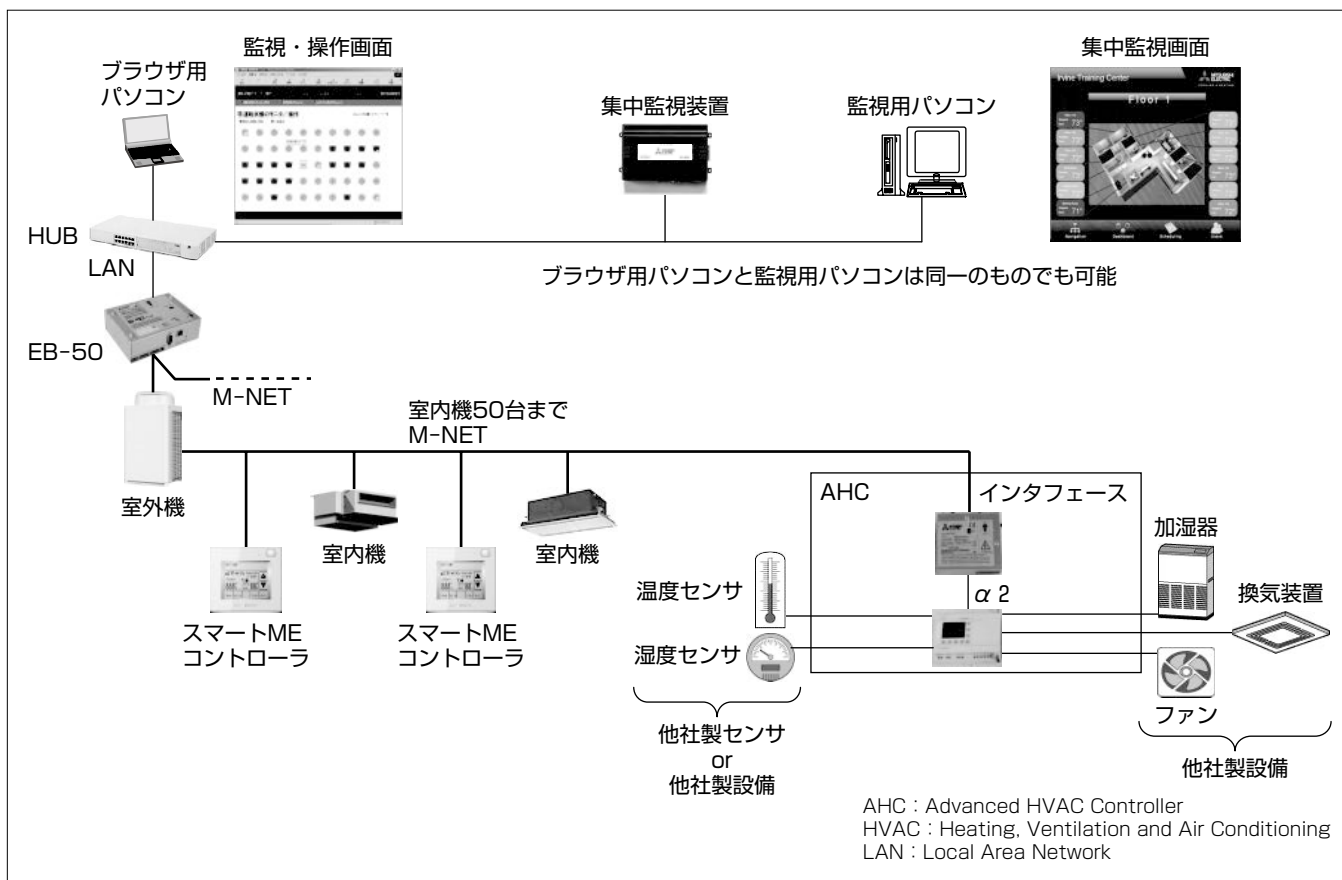
地球温暖化問題から低炭素社会の機運が高まりつつある中、世界の各地域では様々な省エネルギーに関する法規制や基準が制定・施行されており、とりわけ、建物内でエネルギーの多くを占める空調機器への省エネルギー要求が高まっている。日本では、東日本大震災を契機に電力供給逼迫(ひっばく)への対応という従来とは違った電力価値観が生まれ、施設内の電力削減ニーズが急速に高まっており、投資金額を抑制した省エネルギーを実現したいとの要望が強くなっている。

一方、米国では、従来建物のフロアや全館を一括冷暖房するダクト方式が業務用空調の主流であったが、最近の省エネルギー意識の高まりから、“三菱電機シティマルチ”などのダクトレス方式の個別分散空調が増加している。広

大な米国では、北部の低温地域から南東部の温暖地域まで様々な気候帯が存在しているため、湿度制御や換気等を組み合わせたIAQ(Indoor Air Quality)制御が不可欠であり、容易で安価な運用しやすい空調管理システムが望まれている。

これらの背景から、現地要求に合わせてカスタマイズ表示可能な集中監視装置、他社設備との連携によるベストミックス制御を可能とした集中管理装置、消費エネルギーの見える化、省エネルギー運用の支援機能を搭載した集中コントローラ、人感検知による省エネルギー制御が実現可能なりモートコントローラを製品化した。

本稿では、製品化した北米向け業務用空調管理システムについて述べるとともに、最新の空調管理システムについて述べる。



業務用空調管理のシステム

業務・ビル用マルチエアコンの集中コントローラ“EB-50”や他社設備と連携するAHC等を用いた空調管理システムの構成。EB-50には、2年分の電力量や空調機運転データを記憶・蓄積しており、エネルギー消費状態をパソコン上のブラウザで、ビジュアルに監視できる。

1. ま え が き

地球温暖化問題から低炭素社会への機運が高まりつつある中、世界各国での省エネルギーの法規制や基準が制定・施行されている。とりわけ、建物内でのエネルギー消費を多く占める空調機器への省エネルギー要求が高くなっている。

日本では、東日本大震災を契機に電力供給逼迫への対応という新たな価値観が生まれ、電力削減ニーズが急速に高まり、BEMS(Building Energy Management System)が注目を浴びている。しかし、大部分を占める中小規模の建物では、BEMS導入なしで投資金額を抑制した省エネルギーを実現したいという要望が強くなっている。

米国でも、最近の省エネルギー意識の高まりから、従来の一括冷暖房のダクト方式から、直膨型のダクトレス方式の空調システムが増加してきている。広大な面積を持つ米国では、低温地域から温暖地域まで様々な気候を持っているため、湿度制御や換気等を組み合わせたIAQ制御が不可欠であり、省エネルギー性・利便性の高い個別分散空調に地域ごとの操作性と運用性を兼ね備えた空調管理システムが望まれている。

これらの市場環境や要望に対して、当社空調管理システムで取り組んでいるコンセプトと開発概要を表1に示す。

2. 空調管理システムの構成と機能

2.1 エネルギー管理ゲートウェイ

ビル全体のエネルギー消費に占める割合の多い空調機器に対する省エネルギー要求は高く、消費エネルギーの無駄抽出、部屋別、エリア別、時間帯別の消費エネルギーの見える化、前年や前月との比較による特異的な消費傾向の抽出機能等、エネルギー監視・省エネルギー運用を支援する機能を備えたエネルギー管理ゲートウェイ(以下“EB-50”という。)を開発し、市場に提供している(図1)。

表1. コンセプトと開発概要

コンセプト	開発概要
①IAQ制御	他社製設備を含めた最適なコントロール(制御)の実現
②エネルギーの見える化	・エリア別の消費電力量のWeb表示 ・消費電力の蓄積とトレンド表示
③省エネルギーコンテンツ	現地の使用に合致した省エネルギー制御 ・ET(蒸発温度)制御 ・サーモOFF時送風停止制御 ・省エネルギーピークカット制御

ET: Evaporating Temperature

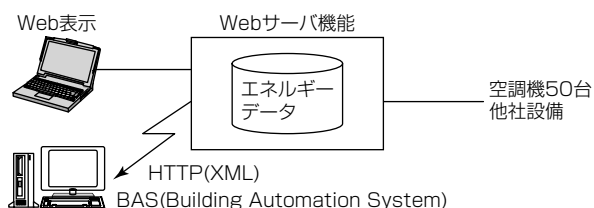


図1. EB-50のエネルギー管理システム

エネルギー管理・省エネルギー活動には、計画(Plan)、実施・運用(Do)、点検(Check)、設計(Action)のPDCAサイクルを継続的に回す活動が有効である。EB-50では、P(Plan)、C(Check)、A(Action)を支援する機能として、①エネルギーベースラインの支援と②効果検証の支援を搭載した。

日/月/年単位での利用状況の見える化、あらかじめ設定した電力量目標数値との比較を表示することによる省エネルギー意識の向上につながる運用や管理、室内機の運転時間や冷房又は暖房の実動作運転時間(サーモON時間)等のデータを見せることによる無駄電力が見える化、室外機の使用電力量を30分単位で能力比率按分(あんぶん)によって室内機単位の使用電力量が見える化等を実現した。また、EB-50に大容量の不揮発性メモリを備え、過去2年分のエネルギーデータの蓄積を可能とすることで、過去データとの比較を実現している。

これらの表示はユーザーに優しいWebブラウザを用いてパソコンの画面に表示できるようになっている。それらは、監視用パソコンでEB-50のホームページアドレス(URL)を指定して、HTTP(HyperText Transfer Protocol)プロトコルでXML(eXtensible Markup Language)コマンドを送受信することで、エネルギー管理データなどの情報を取得して表示している⁽¹⁾⁽²⁾。

図2にWebブラウザによるエネルギー管理支援の表示画面を示す。また、エネルギー管理として保持する代表的なデータを表2に示す。

Webブラウザからの収集データを加工しやすい単位で保持することによって、ブラウザの表示性能の向上を実現した。また、EB-50の保持データをCSV(Comma Separated Values)出力することによって、ユーザーによるエネルギー管理の詳細分析までを可能とした。



図2. エネルギー管理支援の表示画面

表2. エネルギー管理の代表的なデータ

	データ	30分	1日	1か月
室外機	電力量/電力	○	○	○
	設定/室内温度	○	○	○
	運転時間	○	○	○
室内機	冷房/暖房サーモON	○	○	○
	按分電力量	○	○	○
	目標電力量	—	○	○
計量機器	電力量	○	○	○

2.2 AHC

IAQに対する制御や、当社製の空調ユニットと他社製設備の連携に対して、国・地域ごとに多種多様な市場ニーズがあり、AHC(Advanced HVAC Controller)を開発した。

AHCは、当社のPLC(Programmable Logic Controller)製品の1つである“ $\alpha 2$ SIMPLE APPLICATION CONTROLLER”(以下“ $\alpha 2$ ”という。)と三菱冷凍空調ネットワークシステム“M-NET”に接続するためのインタフェースを組み合わせた製品であり、 $\alpha 2$ に接続されたセンサ類や他社製設備の情報をM-NET上に伝達し、かつ、 $\alpha 2$ のアプリケーションプログラムを各地域で製作可能とすることで、当社の個別分散空調システムと現地手配の他社製設備とのベストミックス制御を実現し、多様なニーズに対応可能とした(図5)。 $\alpha 2$ アプリケーションプログラム環境として、パソコン上で、図表形式でプログラムが製作できるファンクションブロック方式の開発ツールを準備した(図3)。

また、EB-50のWebブラウザ上で、他社製設備の情報も一元管理できるようにした。このことによって空調機を含めたシステム全体の快適性の改善、及び省エネルギーの実現を可能にすることができる(図4)。

この製品によって、例えば、次のような制御が可能である。

事例1：当社製の空調ユニットの運転状態に連動した他社製ヒーター、加湿器等の運転制御

事例2：他社製の温度・湿度・CO₂センサに基づいた当社の空調ユニット、換気ユニット等の制御

2.3 スマートMEコントローラ

スマートMEコントローラは、温度・湿度・人感・照度の4つのセンサを内蔵しており、各センサ情報を基にAHCに接続される加湿器、換気機器等の外部機器と調和を図り、快適な空調空間を実現できるようにした。

また、フルドット液晶・タッチパネル採用による操作ナ

ビゲーションやフルカラー表示バーによる運転状態の表示によって操作・視認性を格段に向上させている(図6)。

さらに、スマートMEコントローラには、人感センサを用いた不在状態検知による省エネルギーアシスト機能を搭載しており、不在検知時に①停止制御、②運転モード制御、③設定温度制御、④風速制御、⑤能力セーブ制御が行える。これによって、従来、人感センサを個別に準備し、空調システムに接続して、集中コントローラによる連動制御によって実現していた省エネルギー制御が、スマートMEコントローラ単独で実現できるようになった。

2.4 運用による省エネルギー制御

当社の空調システムの省エネルギー制御の新たなメニューに“E制御ライセンス”があり、このE制御ライセンスを登録することによってET制御を主とする複数の制御が可能となる。ET制御とは、冷房運転時、負荷に応じた冷媒温度制御によって蒸発温度を上昇させ、圧縮機入力を低減することによる省エネルギーを実現する制御であり、既設の空調機器自体を更新することなく、従来品である集中コントローラ“G-150AD”にライセンスを登録することによって、快適性を損なわずに、年間約15%の省エネルギーを実現できる。空調機器の省エネルギー性能は近年大きく向上しているが、一般的な業務用空調機器の更新周期は15～20年であり、導入が容易にできるという利点がある。

その他、当社空調機器では室外機、室内機の運転内容を設定する省エネルギー制御、省エネルギーピークカット制御等の様々な省エネルギーメニューを提供しており、それらの組合せによって顧客の要望に応じた最適提案を可能としている(表3)。

2.5 ビル管理システムとの接続

(1) “ファシーマBAシステム”との接続

当社ビル設備運用システムであるファシーマBAシステ

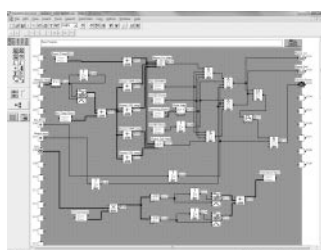


図3. AHCにおける $\alpha 2$ のプログラム画面



図4. WEBによるAHCの状態表示画面

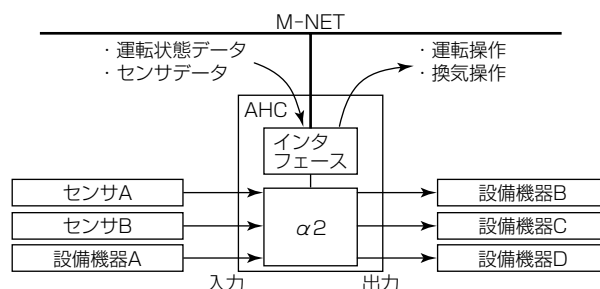


図5. AHCの信号の流れ



図6. スマートMEコントローラの表示画面

表 3. 省エネルギーパターンとライセンスの組合せ

省エネルギーパターン	使用ライセンス			主に効果がある期間
	E制御ライセンス	省エネルギー制御ライセンス	省エネルギーピークカット制御ライセンス	
快適性維持型	◎			中間期
省エネルギー効果設定型		◎		通年
年間省エネルギー型	◎	○	○	通年
デマンド管理型	○		◎	夏期

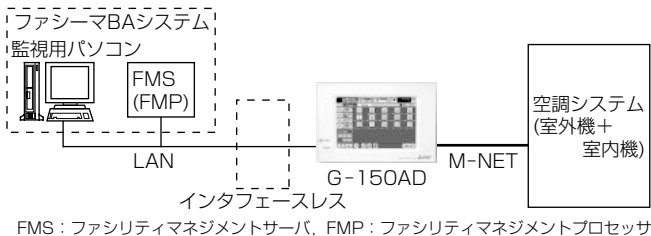


図 7. ファシーマBAシステムとの空調システムとの連携

ムと空調集中コントローラG-150ADは、特別なインタフェースなしで接続可能なため、接続の費用削減、省工事・省配線を実現できるとともに、G-150ADが持つ細かい省エネルギー制御やスケジュール機能を生かしながら、ビルトータルでの最適な運用管理を実現した。

また、ファシーマBAシステムにログインすれば、G-150ADにパスワードなしでログイン(シングルサインオン)できるといった利便性の向上を図るなど、総合電機メーカーとしての利点が強みのシステムである(図7)。

(2) 中小規模ビル省エネルギーへの取組み

中小規模ビルの省エネルギー推進を目的に平成21年度に経済産業省委託事業として推進された“省エネルギービル推進標準化コンソーシアム(SBC)”から発行の成果報告書を受け、平成23年に一般社団法人日本冷凍空調工業会として“空調システムHTTPインタフェース仕様共通化ガイド⁽³⁾(以下“ガイド”という。)”がまとめられた。ガイドには、データ形式として、データパック形式とXML形式の2種類が定義されているが、当社はインターネットとの親和性を重視し、XML形式を採用した。

2.6 北米市場要望に対応した新機能

(1) 個別カスタマイズ可能な集中監視装置

北米では空調システムの管理を含めたビル全体の管理で、集中監視装置による一括管理が多く、ビル全体の一括管理をするための集中監視装置を新たに開発した。この製品は、先に記載のEB-50とXMLで通信を行うことで、空調データを収集・保存し、また使用者が個別に管理アプリケーションを製作することを可能とした。また、グラフィカルな点でも、従来の集中監視ソフトウェアと比べて、格段に機能が向上している。個別カスタマイズ可能な集中監視装置を使用することで物件ごとのシステムに合わせて管理を実施することができるため、状態監視が視覚的に分かりや



図 8. 新製品における空調監視画面

く、空調を含めたビル全体で省エネルギーに対する取組みが対応しやすくなり、付加価値の高い集中監視装置を顧客に提供できる(図8)。

(2) 24時間空調文化に適した空調制御

米国では、24時間空調という文化が一般的であり、かつ昼夜の温度差が激しいため、日中は冷房、朝夜は暖房というような運転モードの切替えが必要となる。このことから、米国では自動モードでの運転が多用されているが、従来の自動モードは、1つの設定温度で、暖房と冷房を切り替えていたため、省エネルギー性の向上が課題であった。今回、自動モードで冷房用設定温度と暖房用設定温度を個別に設け、その設定値によって、サーモOFF範囲を変更できるようにしたことによって省エネルギーを実現できるようにした。また、夜間や外出時などに設定温度を自動的にシフトできるセットバックモードを設けた。

これらに加えて、先に述べたEB-50、AHC、スマートMEコントローラを市場にリリースしたことで、エネルギー状態の監視、物件ごとの最適制御、人感センサ等を用いた省エネルギー制御を実施することができるため、24時間空調という文化の米国でも、快適性を失うことなく今までよりも優れた省エネルギーを実現することを可能としている。

3. む す び

省エネルギー性に優れた個別分散空調方式は、グローバルに拡大が続けているが、地域別に異なる気候や空調文化に適合した制御システムが望まれている。空調機自体の省エネルギー性能向上と空調管理システムの運用による省エネルギー性向上の両輪が不可欠であるとともにBEMSやスマートグリッド等の社会インフラとの親和性・協調性が年々重要となっており、市場環境や顧客要求に適した空調管理システムを実現していく所存である。

参 考 文 献

- (1) 服部真司, ほか: 冷熱システムにおける現状と展望, 三菱電機技報, **79**, No.9, 571~573 (2005)
- (2) 増井弘毅, ほか: ITと空調管理システム, 三菱電機技報, **76**, No.11, 691~694 (2002)
- (3) 一般社団法人日本冷凍空調工業会: 空調システムHTTPインタフェース仕様共通化ガイド