

# ビル制御管理システムの現状と今後の展開



(株) キールネットワークス

櫻井智明 rodo@keel.net

岡島将人 masato@keel.net

地球温暖化防止の世界的な取り組みは、工場のエネルギー排出のみならず、ビルディングのエネルギー消費／排出においても重要なテーマとなっている。一方、ビルディングシステムの経営管理においては、ビルディングのエネルギー消費量は、ビルディングシステムの運用経理上大きな比率を占めており、ビルディングシステムライフサイクルコストという観点から、ビル管理システムの高機能化と経済効率化が重要な課題として顕在化しつつある。単なる日常運用におけるエネルギー費の低減だけではなく、ビルディングが通常運用や改装改築などを含むライフタイムにおいて要求されるさまざまな機能を統合しようというのが近年の方向性である。本稿では、将来必要となるビル制御管理システム技術を、現状のビル制御管理システムを技術的に整理し明らかにした。

## 背景

1990年代初頭、地球温暖化が人類を始めとする生物界全体に深刻な問題をもたらすことが指摘され、1997年（平成9年）12月に京都で国連気候変動枠組条約第3回締約国会議（以下COP3）が開催された。

COP3では、温室効果ガスを削減する数値目標と目標達成期間が合意された。日本ではこの京都議定書を受け、省エネ対策強化策の1つとして、「エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）」の改正案が1998年（平成10年）5月29日参議院本会議で成立した。同年6月5日に公布、1999年（平成11年）4月1日に施行された。

省エネ法では、一般事務所ビルもその適用事業所（第2種エネルギー管理指定工場）とみなされることとなった。すなわち、一般事務所ビルにおいても、電気または燃料の総エネルギー消費規模の改善目標値を設定し、エネルギー消費の削減義務が要求されることになったわけである。

ビルオーナー側においては、省エネ法を考慮しつつ、ビル内インフラ設備としてのエネルギーや快適な環境を提供していかなければ市場競争力を維持することができない。したがって、ビル建設に伴うコストのほか、長期営繕コストがビルの価値を左右する時代においては、施主であるビルオーナー側としてもゼネコンなどの工事請負主としても、設備機器分野へ「省エネルギー」「快適性」「機能性」などを実現する必要が生まれてきたのである。

## ライフサイクルコスト（以下LCC）の重要性

本章では、ビル経営管理におけるエネルギー費の支出の概要を整理する。

ビル経営における支出の内訳として、「建築物の経営管理」<sup>1)</sup>によると支出となる全管理コスト（運用管理費）は、人件費・外注費・エネルギー費・用度品費および雑費であり、その中でもエネルギー費は33.9%（平成9年度）にも及ぶことが分かっている（図-1参照）。

### ◆ビルのLCCから考えられるエネルギー

ビルのLCCとは、企画費・建設費・運用管理費から廃棄処分費までを考えたビルの生涯コストであるが、「建築物のライフサイクルコスト」<sup>2)</sup>によると運用管理費は建設費の4倍から5倍に達する例もある（図-2参照）。

前述のデータをもとにLCCの内訳から、エネルギー費（電気・ガス・水道・燃料）が占める割合を単純に計算すると、エネルギー費は建設費の1.3倍から1.7倍にも達する。

たとえば、6,400平米規模のビルを試算してみると、ビルのLCC内訳で運用管理費は30.8%を占めており、ビルのLCCにおけるエネルギー費は10.4%となる。

### ◆ビル経営におけるLCC

ビル経営において長期的な視野から支出を考えるには、ビルLCCから考える必要があり、ビルLCCから考えると運用管理費の比率は十分に大きく、したがって、

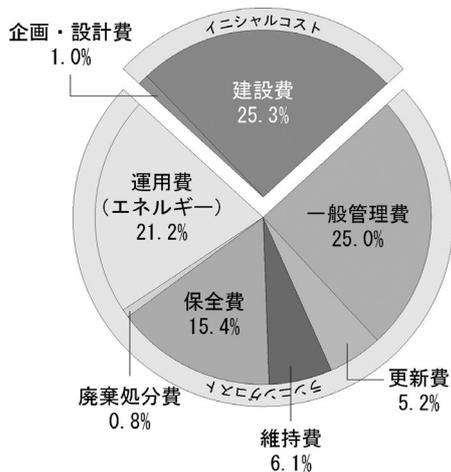


図-1 LLC 支出割合

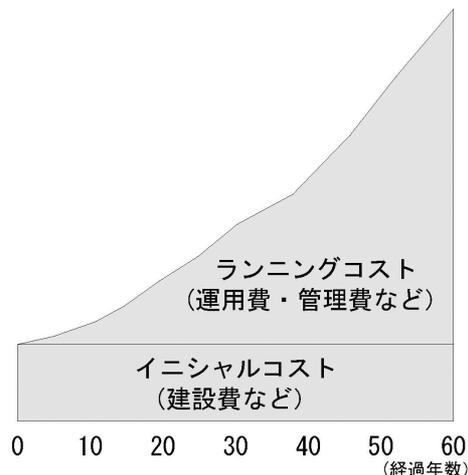


図-2 LLC 経年数とコスト

ビル経営という観点においても、エネルギー費の削減が重要な課題となってくる。さらに、ビルエネルギーに伴うリスクマネジメントの重要性（漏水・漏電等）も注目されており、このリスク対策を含めたビルシステムの統合的マネジメントを行うことが重要となっている。

以上のことから、エネルギー管理はビル経営にとって重要なテーマであり、運用費用面から考えても BAS (Building Automation System), BMS (Building Management System) の整備のために計上されるべきイニシャルコストは、エネルギー管理にかかるランニングコスト等から考えると、ビルの運用を含むトータルなビル経営的観点から、十分に運用を通じて回収できる（むしろ経費削減の効果を生む）と期待されている。

ビル経営における LCC については、今までの新たにビルを建設するケースだけではなく、ビルのリニューアル（改装／改築）においても有効な手法であることが認識されている。LCC の低減を目的としたエネルギーの無駄の根絶、消費の抑制などとエネルギー管理の徹底、機器効率維持や予防保全のための保守点検整備・修繕における寿命判断は、ビル経営者のみならず工事請負主であるゼネコン、設備メーカーにとっても重要なテーマになっている。

## クローズドからオープンへ

### ◆従来のクローズドな BAS

ビルの運用においてエネルギー管理が最も重要なテーマであることは前述の通りであるが、省エネルギーを実現しながら、快適性、利便性等を確保するには、ビルシステムにかかわる空調・電気・防犯機器などの制御・監視をきめ細かく対応させながら、各機器の統合的連動制御が必要となる。

しかし、今までの設備システムでは空調なら空調、照

明なら照明と各設備に縦割りのシステム化が行われているため、各システム間での統合的／連携的制御は技術的に困難であった。メーカーによっては独自に解決することもあったが、結局はクローズなシステムであった。

今までのビル設備業界においては、初期導入時のメーカー依存度が高く、シングルベンダ化した環境では機器更新および設備更新においても完全にメーカー主導型になり、コスト構造の不透明さ、柔軟性の欠如につながり、結果的に高コスト構造を形成していた。このような状況では LCC におけるコスト削減、省エネルギー化に対しても限界があるため、システムのオープン化が望まれていた。

1990 年代に始まったインターネット技術の普及はコンピュータのダウンサイジング化、コンピュータの低廉化を呼び、ネットワーク化概念を普及させることにもつながり、ビル制御管理システムのシステム／ビジネス構造を変革する契機となろうとしている。以下に、現状のビル管理制御システムの現状を簡潔にまとめた。

### 【従来型ビルオートメーションシステムの現状】

#### ー集中型システム

- システムの変更、増設、縮小が困難
- 膨大な配線が必要
- シングルベンダに拘束される
- 開発期間、費用が膨大

#### ーベンダ独自のネットワークシステム

- 仕様がブラックボックス
- 拡張性、柔軟性の欠如
- システム間がクローズド
- オープンネットワークとの接続が困難

### ◆新しい BAS への要求条件

1997 年（平成 9 年）12 月に京都で開催された COP3、1999 年（平成 11 年）4 月 1 日に施行された省エネ法により、新しいビルオートメーションシステム手

法が求められていたが、単一の企業が独自にオープンネットワーク・システムを構築してもそれはマクロ的な視点で見るとクローズドなシステムである。本来のオープンネットワークに求められるものは、異なるベンダが製造した機器間での相互運用性(インターオペラビリティ)の実現である。

パソコンとインターネットの普及とともにオープン化は加速し、過去においてはメーカーの数だけ存在したインタフェース仕様は、より相互運用性の高い世界標準のオープンなインタフェース仕様を採用することが業界標準となってきている。

### 【オープンネットワークと相互接続性】

#### ープロトコルの共通化

- 誰でも（メーカーを問わない）
- 自由に（データの公開）
- 簡単に（特別なインタフェース不要）
- ダウンサイジング化
- 自律分散化（信頼性向上）
- 管理の高度化
- ローコスト化

以下、現状のビル管理制御システム技術の概要を整理する。

## LonWorks

### ◆エシェロン

ビル管理制御システムにおけるオープンネットワーク環境と相互接続性確保のための機器およびシステムの開発環境を提供していたのが米国のエシェロン社 (Echelon Corporation) である。

エシェロン社では、1980年代後半より、普遍的かつオープンな制御ネットワークの標準となる LonWorks プラットフォームの研究開発に着手し、広範囲にわたるメーカーがこれに賛同し、ここ数年で、その技術仕様である LonWorks の採用／実装を推進している。実際、米国でのデバイスレベルのオープンプロトコルのうち 65% が LonWorks となっている。

一般的に、LonWorks プラットフォームは、「知的分散制御ネットワーク技術」または「自律分散制御ネットワーク技術」と呼ばれている。

エシェロン社は個々のデバイスを LonWorks 化し、ネットワークするための Neuron チップ(数百円/チップ)、ネットワークトランシーバ(数千円/チップ)、および開発用キットを提供している。

	BACnet	LonWorks
提唱元	ASHRAE (電気設備学会)	Echelon Corp
視点	中央監視装置	ローカル制御
発展方向	ANTI, ISO 等の規格化	デファクトスタンダード
相互接続性	プロジェクトごと	LONMARK

表-1 BACnet と LonWorks の比較

### ◆LONMARK 協会

エシェロン社では相互接続性を確保するために LONMARK 協会を設立し、LonWorks 技術の普及促進を推進している。本協会に参加している日本企業は現在 23 社となっており、スポンサー企業 2 社、パートナー会員 17 社、アソシエイト会員 4 社となっている。

このほか、OSA マスターロゴパートナーとして 2 社 (富士電気 (株)、(株) NTT データ)、国内代理店として 4 社 (緑屋電気 (株)、和田電気 (株)、東芝情報システム (株)、(株) マクニカ)、公認ネットワーク・インテグレータとして、20 社 ((株) 大林組他) がある。

### ◆BACnet

メーカーの異なる空調機サブシステムを相互に接続するための標準化手法を作成する目的で、ASHRAE (米国暖房冷凍空調工業会) が BACnet (Building Automation and Control Network) と呼ばれるオープンスタンダードの標準化を推進している。BACnet の特徴の 1 つに高速イーサネットバックボーンの利用があり、インターネットシステムで一般的に利用されている通常のイーサネット技術を採用している。従来の低速なバスと比較して、システム全体のパフォーマンスを向上させることを目的としたものである。日本においては (社) 電気設備学会が「BAS 標準インタフェース」として、BACnet を国内標準技術として規格化している。

日本のほとんどの BA ベンダでは、設備サブシステム間通信ツールとして、BACnet を採用する方向にある。

### ◆BACnet と LonWorks の共存

BA システムを 2 つに分けると、センタ装置とサブシステムに分けることができる。それぞれの特徴を考えると、オープン化の手法についても違いがある(表-1 参照)。

オープン化 BA のセンタ装置は、最近では、汎用の PC を使用するのが一般的であり、その PC やサーバ等周辺機器の進歩・発展は目覚ましく、したがってその製品寿命は約 3 年から 4 年である。

一方、サブシステムのコントロール系は、空調設備機

器や電気設備機器の一部であり、その製品寿命は設備機器と同じ程度であることが望ましい。さらに、環境負荷低減を目的に機器は長寿命化されることが望ましく、合わせてコントロール系の長寿命化も必要になってくる。

新陳代謝と機能／性能向上が急速なセンタ装置（監視系）と、制御システムがほぼ成熟して安定期にあるサブシステム（コントロール系）を、オープン化について同一に扱うのは合理的でないと考えられている。すなわち、それぞれの有利な点を生かしたかたちで、BACnetとLonWorksが共存する運用形態である。

### ◆導入事例

森ビルの愛宕グリーンヒルズ MORI タワー BA システム（東京都）の実例を以下に述べる。  
 (建物概要:地上42階/地下2階/延床面積86,559.79平米)

- (1) 中央監視制御として監視ポイント45,000点でLonWorksを採用
- (2) ロンチップ搭載の制御機器2,850台、空調自動制御系のベンダ数8社(SI:三機工業(株))でのオープン化
- (3) テナント別エネルギー管理サービスの構築
  - ①テナント入居者がインターネット経由で室内の温度調整
  - ②テナント入居者がインターネット経由で空調時間の延長など
  - ③テナント別空調延長時間の集計
  - ④その他、45,000ポイントからの情報量による最適運転管理の提案により大幅な省エネ効果を実現
- (4) 現場調整ツールの開発による作業効率化と品質向上

## 現状の問題点と今後の展開

### ◆LonWorksの問題点

LonWorksは、「すべての制御アプリケーションには、産業にかかわらずいくつかの共通の要素がある」というコンセプトにおいて多くの参加企業を集め、実装しているが、実際の設計・運用の現場においては、以下に挙げたようないくつかの問題点が指摘されている。

- (1) プロトコル設計が古いため、最低限の規格定義しか用意されず、それ以外の機能は各機器に合わせた環境を別途構築せざるを得ない
- (2) 通信速度が遅いため、規模が大きくなるとネットワーク上でコリジョン（パケットの衝突）頻度が高くなる（78kbps, router経由で1.25Mbps）
- (3) エシロン社のチップ(Neuron chip)に限定されている
- (4) チップが8bitであり、機能および処理能力が限定される

- (5) バインドというシステム上の手続きがあり、機器1台あたりプログラム使用料が5ドルかかる
- (6) ネットワークの設計ツールが不十分
- (7) 設計アーキテクチャが古いため、システム機能確認に時間がかかりすぎる

このため、LonWorks技術を用いてBAネットワークを構築する場合、最大で1,000平米～3,000平米のスケールが限界であると指摘されている。また、プロトコルおよびアーキテクチャの古さをどのように回避するかが厄介な問題とされている。

このようにLonWorksは問題を抱えながらも、デファクトスタンダード（業界標準）技術として採用されているが、実運用の環境においては、管理ソフトウェアに関してプロトコルおよびアーキテクチャの潜在的な問題を抱えているというのが現状であるといえよう。

### ◆EMIT

米国emWare社が開発した技術であるEMIT(Embedded Micro Internetworking Technology)は、機器のさまざまな情報を簡単にインターネットを利用してコントロールするものである。特徴としては、8ビット16ビットマイコンに容易に適用／展開できるとともに、プログラムサイズが非常に小さく高速なプロセッサを必要としない点が挙げられる。インターネット接続機能の低コスト化が可能で、センサや照明器具などにもインターネット接続機能を組み込めるというものである。

emWare社は、すでに米国でAT&T社、モトローラ社、フィリップス社等と提携(ETI: Extend The Internet アライアンス)を行い、インターネット接続機器の機器組み込みに対するソリューションを提供している。日本においては、松下電工(株)が、2000年に米国のemWare社とライセンス契約を結んだ。

この組み込み技術を用いることにより、応用分野は以下のようなものが利用されることが予想されている。

- 自動車
- ネットワーク型ゲーム機器
- FA（計器のリモート監視／管理／制御）
- ホーム・オートメーション（家電、給湯器、ガスボイラ、照明...）
- ビルコントロールオートメーション（エレベータ、照明、警備機器リモート監視）
- 電力／ガスメータのリモート監視／自動化
- 自動販売機ネットワーク（ストック遠隔管理、デリバリ手配システム自動化）
- 遠隔操作医療機器（在宅医療リモート血圧計／心電図...）

これらの技術は当初 IPv4 をベースに設計されていたが、IPv6 化も積極的に開発されており、今後 EMIT に接続される機器が増えてくることが予想される。また、IPv6 ルータ／ゲートウェイ機能を持った「HX (Home eXchange)」を実装することによって、EMIT 以外のプロトコルにも対応することが可能となっている。

emWare 社の EMIT はまだ、歴史的に浅く、また、実際にライセンスを受け機器の開発を行っているのは世界的にみても松下電工 (株) だけであり、ここ数年でやっと実用化へ向けて一歩前進したというのが実情である。本格的な BA システムとして業界標準へ昇華させるためには、相互接続性の確保と技術のオープン性の確保が今後の課題となる。

### ◆ BA システム (BAS) 技術の今後の方向性

設備系ネットワークとは BAS の標準化に対応した、ビル内の監視および制御のためのネットワークである。BACnet, LonWorks, OpenPLANET, ECHONET, (EMIT) が代表的なネットワークであり、いわゆるデファクトと考えられているものである。

これらのネットワークはそれぞれ特徴を有した監視・制御のためのネットワークであり、BA システム中のコンポーネント機器、およびそれらを管理するサーバ装置間のみでの通信規格を規定している。そのため、公衆回線・IP-VPN・インターネットを用いたこれら機器の監視・制御機能に関する検討と考慮は必ずしも十分なものとはなっていないのが実情である。

インターネットの普及により、家電製品や設備機器などをネットワークに接続する技術やサービスが求められつつある。EMIT と BACnet は、このような要求に、現状では、最も対応した技術仕様となっている。

家電製品や設備機器などにインターネット接続機能を組み込もうとすると、高速な CPU と多くのシステムリソースを必要とするため、大幅なコストアップは避けられず、小型化・低消費電力化・無線化等の要求にも答えることはできなかった。ところが、ここ数年の半導体技術を始めとする関連技術の進展により、インターネット技術を応用した BA システム機器の研究開発が実現可能となりつつある。

LonWorks, BACnet および EMIT などにおいては、ルータを介した汎用計算機を用いた監視制御機能を実現しているが、その技術的手法は基本的にはアドホックなものであり、今後根本的なアーキテクチャの再検討と再設計が必要である。

## ■ むすび

現在の、我が国におけるビルディングオートメーションシステムの構築のほとんどは、LonWorks と BACnet

とが併用されるかたちで実現されている。

LonWorks のシステムインテグレータは、バインドという作業にかかるコスト (一作業 5 ドルの費用) を削減するために、サードパーティが開発したツールを用いて環境構築を行っている。また、実際の現場においては、LonWorks の問題点と指摘されているスケーラビリティに関しては、そのセグメントを小さくし、ルータを介在させることによって大きなスケールに対応させていることが分かった。しかしながら、現在のシステム設計および運用は、スタティック (静的な) な環境構築においては有効であるが、ダイナミック (動的) に構造や設定が変化しなければならない環境構築では、スケーラビリティ (大規模化への対応性) に欠如することが明らかとなっている。また、一方で、コストコンシャス (コストダウン) を標榜 / 追求するあまり、単なるビル監視、ビル管理ツール程度の機能しか持たないインテリジェントビル (結局はトータルでのコストダウンは実現できない) も多く存在している。

現時点では、ビルディングオートメーションが、ビルディング全般に関して次世代の機能を提供する、あるいは提供する環境を持つには残念ながら至っていない。これは、コストコンシャス (単純に当初コストを削減する) も理由の 1 つと考えられるが、それ以上に、求められているビルの価値を定義し、次世代にわたる価値を持続させるためのツールを理解して、長期的な視野に立ったビルシステムを実フィールドにおいて構築していないことが、原因であると考えられる。

IPv6 をベースにしたセンサおよびモジュール群によって単なる設備産業の IT 化としてのビルディングオートメーションから、次世代のワークプレイスを構築することが期待され、ユビキタスなサービスや環境を提供することが可能であろう。「スクラップアンドビルド」であった 20 世紀型のビル産業のモデルから「ストックアンドメンテナンス」に変化する 21 世紀型のビル産業モデルへの移行が、重要な課題である。

「ビルディングシステムとワークプレイス」を進化させるフィールドの実現・・・これらは単なるビルディングシステムから見た経済性だけではなく、企業活動のかたちをも変化させる可能性を秘めているといえる。そのためには、ビルディングシステムの IT 化とオープン化を推進し、さらに、各機器間における相互接続性を確保した BA システムをいち早く確立導入することが重要である。

### 参考文献

- 1) 財団法人日本ビルディング経営センター：ビル経営管理講座テキスト 第 7 分冊。
- 2) 建築保全センター：建築物のライフサイクルコスト。  
(平成 15 年 4 月 2 日受付)

