

「オープンシステムの中央監視」

(財)建築コスト管理システム研究所・新技術調査検討会

1 はじめに

建物の省エネルギーやエネルギー管理が求められる近年では、中央監視システムにおいて最適にエネルギーを管理することの重要性が更に増している。中央監視システムの歴史を振り返ると、1990年代以前は、中央監視操作卓または手元発停操作盤で管理ポイント1点ごとに一対のケーブルを必要とし、タイマーとリレー、ランプ、押しボタン等の組合せで構成した各装置の発停操作とタイマー制御のみを行うシステムであった。1990年代に入ると、管理システムにコンピュータを利用し、監視を主体としたものに進展したが、メーカー各社（ベンダー）独自のクローズド（非公開）システムとして構築されたので、その制御ノウハウや通信プロトコル（プロトコルとは、コンピュータ間での信号伝送の通信規約、通信手段）等はブラックボックス化されていった。そのため、設計者及びユーザーはシステム内容を把握できず、システムの更新などに難があった。やがて、コンピュータ技術の発展により、監視システムがダウンサイジング（技術進歩に伴う小型化・高密度化）され、並行してローカル側の空調機を制御できるコンパクトな装置、分散DDC（Direct Digital Controller）が開発されたが、中央監視とローカル側を結ぶ幹線の通信手段は従前と同じくベンダー独自のものであった。また、設備機器の高機能化・高性能化に伴うローカル制御機能の分散化により、通信手段が更に重要なものになって

きた。RS盤（リモートステーション盤：現場と中央を結ぶ中継盤）を境に主要の通信幹線（メインバス）、現場側の通信幹線（ローカルバス）と区切り、ともにメーカー各社独自非公開の通信プロトコルを利用し各コントローラからデータの収集制御を行ってきた。一方では、通信手段の標準化の動きにより、近年では通信手段にオープン技術を取り入れ、オープン（公開）プロトコルを用いたオープンシステムの導入により、様々な機能を組み合わせた中央監視システムが利用されるようになってきた。

今回報告する実施例は、最新の機能を組み合わせたオープンシステムの中央監視システムで、最先端の技術を持つ安価な製品をシステムに合わせて選択できるので初期費用の低減が可能となるシステムである。オープンシステムの中では、バックネット（BACnet）^{*}やロンワークス（LONWORKS）^{*}、PLC（Programmable logic controller）^{*}、OPC（OLE for Process Control）^{*}（※については次頁参照）などが多く使われ、機能や役割分担の中で負荷を分散し、万一の故障時にも複数のベンダーから選択することができ、機器類の入手も容易で、価格も安く購入することができるためメンテナンスコストを低減することができる。

今回はこのオープンシステムを採用した最新のシステム構成例と従来のクローズドシステムとの比較により導入費用や保全・更新費用のトータルコストの低減メリットについて調査したので報告する。

2 オープンプロトコルの代表的な規格・方式

(1) イーサネット (Ethernet)

Xerox社とDEC社（現在はHewlett-Packard社の一部門）が考案したLAN（Local Area Network：構内通信網）規格。イーサネット（Ethernet）はIEEE 802.3委員会によって標準化された。現在、世界中のオフィスや家庭で一般的に使用されているLANで最も使用されている技術規格である。アクセス制御にはCSMA/CDを採用している。現代のLANでは、主に物理的な規格である「イーサネット」と、通信内容の取り決めである「TCP/IPプロトコル」の組み合わせが一般的である。

(2) バックネット (BACnet)

バックネット(BACnet)はA Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networksの略で米国のASHRAE（米国冷暖房空調工業会）が1995年に、BACnetANSI/ASHRAE135-1995を制定・承認した。BA（Building Automation）と制御ネットワークのための通信プロトコル用標準規格で、バックネット（BACnet）プロトコルを使用することによって、従来使われていた設備・システムのメーカー独自の仕様に対応した個別インターフェースが不要になり、空調設備、照明システム、電気設備、防犯・防災設備やエレベータなどの様々な製品に関する各個別のメーカーであっても、共通のインターフェースを介してすべてに接続・監視できるマルチベンダー対応システムの構築が可能になった。

(3) ロンワークス (LONWORKS)

ロンワークス（LONWORKS）とは、米国エシロン社が開発し空調自動制御分野でインテリジェント分散型のネットワークシステムとし

て、欧米を中心に普及し、ビルおよび工場のオートメーション、電気・ガスのモニタリングなど、広く使われているものである。ロンワークス（LONWORKS）はオープンシステムで、用いられる通信プロトコルをLONTalkと言い、エシロン社がライセンスを無償許諾しているため、現在、多くのメーカーがロンワークス（LONWORKS）対応製品を開発し、市場に供給している。

(4) PLC

PLC（Programmable logic controller）は、リレー回路の代替装置として開発された制御装置である。複数のPLCベンダーにより機器が供給され、CPUとメモリから構成され、あらかじめプログラムされた条件で制御を行う。プログラム言語にはラダープログラムという専用の言語を使用する。

(5) OPC

OPCとは、OLE for Process Controlの略で、OLEはマイクロソフト社の提供するObject Linking and EmbeddedというWindowsにおいて、アプリケーションソフト間でデータを転送・共有するための仕組みである。OPCはクライアント／サーバ構造であり、一つのOPCクライアントは一つ以上のベンダーのOPCサーバ（複数）に接続可能である。逆に、一つのOPCサーバは複数のOPCクライアントの接続のサポートをする。

(6) WEB

インターネットやイントラネット上で標準的に提供されるハイパーテキストシステム。World Wide Web（WWW）が正式名称で、インターネットで最も多く利用されるアプリケーションである。

現在は非営利組織であるWorld Wide Web Consortium（W3C）が標準化にあたっている。

3 オープンシステムとクローズドシステム (メーカー型システム) との比較

オープンシステムとは、特定のベンダーで構築された独自のシステムではなく、様々なベンダーのハードウェアやソフトウェアを組み合わせで構築されるシステムである。このように多数のベンダーからなるシステムのことをマルチベンダーシステムと言い、それに対して、特定のベンダーのみからなるシステムをシングルベンダーシステムと言い、主に公開されない通信プロトコルを用いているのでクローズドシステムともいう。それらを比較した場合、オープンシステムの利点は、中央処理、表示、操作、伝送装置等の組み合わせとローカル側の制御装置の最適な性能と価格を組み合わせることで高性能・低価格化を実現できることであるが、その反面、不具合が生じたときにどのメーカーの製品に原因があるかを見極めるのに時間が掛かることがある。オープンシステムとクローズドシステムの特徴を以下にまとめた。

【オープンシステム】

- ①機器の価格が明確である。
市販品の機器を使用するため、定価が公開されているので価格が明確である。
- ②スピーディーなシステム構築ができる。
ゾーン単位でシステム構築が可能のため、全体のシステム設計の完成を待たずに部分的にゾーン構築（改修）、試運転が可能である。ゾーン単位でのローカル監視制御も可能である。
- ③様々な機器が選択可能である。
バックネット（BACnet）、ロンワークス（LONWORKS）、OPC、のオープン技術の通信をすることで、ベンダーに依存しないため対応機器の選択の幅が大きく広がる。
- ④システムの拡張性がある。
既に稼働しているゾーンコントローラとの中央監視の通信を随時確立することが可能であ

り、システム拡張時にも、各ゾーンのシステムを停止せずに拡張可能である。OAとの融合やインターネット環境への接続等も比較的容易である。

- ⑤ローカル装置単位での自律した分散制御ができる。
各ゾーンに設置された統合コントローラが独立稼働する。各々のゾーンが保守、拡張、障害時でも全体のシステムに影響を与えないシステム構造で監視制御が可能である。
- ⑥優れたメンテナンス性と将来の改修工事対応
ゾーンごとにシステムを構築でき、障害時の迅速な対応が可能なシステムで、万一の障害時には、統合コントローラの交換が可能である。将来の改修工事もゾーン単位で改修可能なため、計装関連のシステム・工事費とリスクを大幅に低減できる。

【クローズドシステム】

- ①集中監視システムであるセンター装置ごと（中央監視、サブ監視システム）の監視システムのためゾーンごとの分散監視は難しい。
- ②メーカー独自のコントローラである。
独自開発された統合コントローラのハードウェア、ソフトウェアが必要で各機器の価格が高くなる。
- ③システムの拡張性の難しさ
統合コントローラ、中央監視、サブ監視機能の更新が頻繁には行われないため、専用コントローラ通信機能の自由度が小さく、自由度のあるビル監視システムの構築が困難である。
- ④メンテナンスと将来の改修工事の問題点
旧来の独自技術の場合、メンテナンス・改修工事も前施工業者に発注せざるを得なくなりコストも高くなる可能性が高い。
- ⑤通信が公開されないことの問題点
これまでのシステムは、各BA（Building Automation：建物中央監視システム）メーカーの独自性に阻まれ、ユーザーが自由にシステ

ム、機器類を選ぶことが出来ず、機能面、コスト面で難がある。

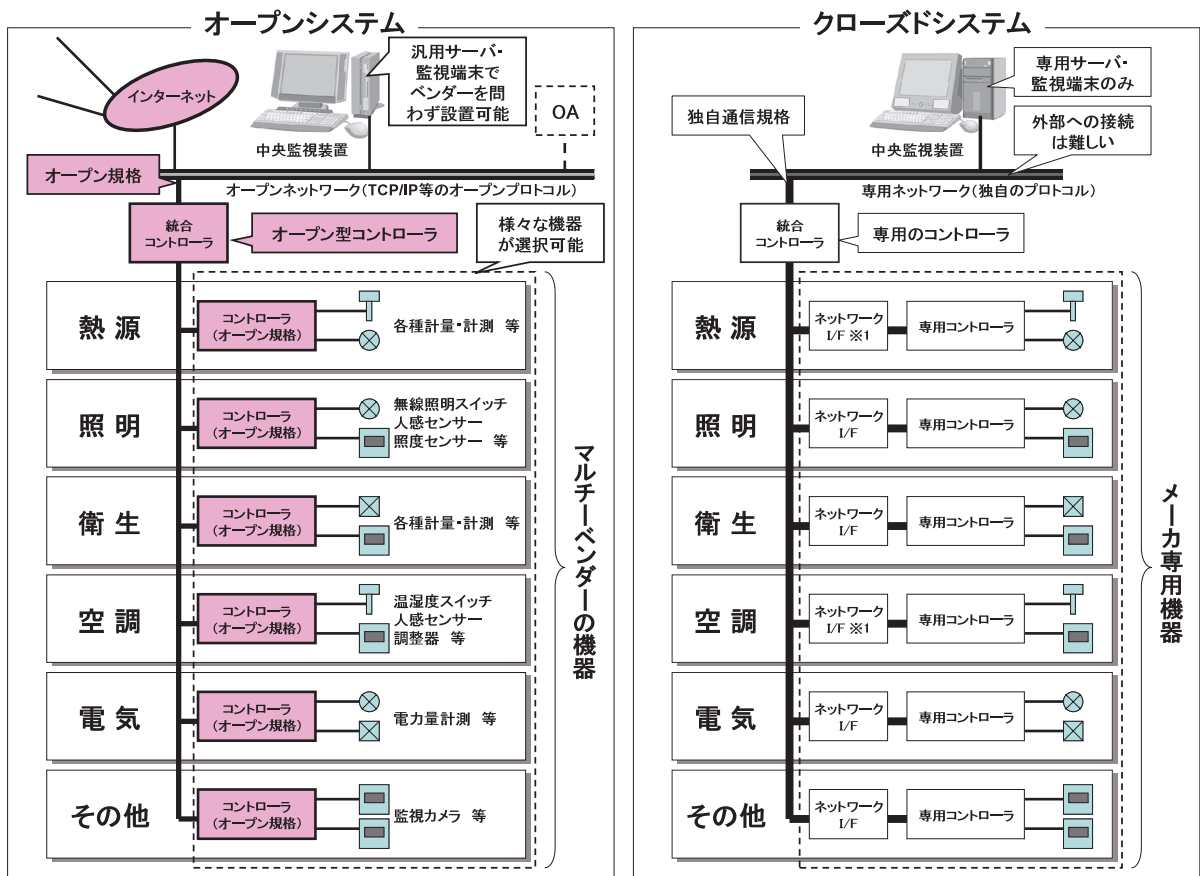
オープンシステムとクローズドシステムの製品性能、将来性及び拡張性、メンテナンスの比較を表1に示す。

オープンシステムは当然のことながら、バックネット (BACnet) やロンワークス (LONWORKS) などのオープンプロトコルを用いたシステムで構築され、通信手段をオープン技術とすることにより、ローカル機器は複数のベンダーのものを選択

でき、オープンの通信規格によりそれぞれのサブシステムからの情報を一括して管理することができ、オフィスオートメーション (OA) との融合、インターネットや社内WAN (Wide Area Network: 広域通信網) 環境を通じて外部へのデータ供給も容易となる。これは相互運用性やシステムの拡張性に優れ、単に監視制御を行いデータ集積するだけのシステムから、データ解析から運用の最適化へとつながる高度な付加価値を持ったシステムとしての役割を担うことができる。

表1 オープンシステムとクローズドシステムの比較

	オープンシステム	クローズドシステム
1.製品性能	<ul style="list-style-type: none"> 国内外のトップベンダーを選定でき、性能、機能ともに優れている。 将来、各社の存続に問題が生じても、グローバルスタンダードであるため補完することが可能。 	<ul style="list-style-type: none"> シングルベンダー製品のため機能の持ち方など工夫がある。 PC環境は自社製品だけで統一は難しくそれが制限となって更新が難しい。
	<ul style="list-style-type: none"> 接続するクライアント数に制限なし (米国Intelの工場にてクライアント数2,000ユーザーという実績あり)。 	<ul style="list-style-type: none"> クライアント(利用者側)PCの接続数に制限があり、どのPCでも自由にというわけにはいかない。
	<ul style="list-style-type: none"> システムの拡張性が高く、200点程度の小規模から135,000ポイント大型システムまでの実績がある。 システムのパフォーマンスは高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 製品により大規模なシステムでは負荷が高く、通信やその他のパフォーマンスに難点がある。 警報の一斉発信などの場合、システムがフリーズすることもあり、不安定である。
2.将来性及び拡張性	<ul style="list-style-type: none"> 機器やソフトの開発など、他社製品からも選択できる設計である。 システム内のすべての機器や機能を1社でまかなう必要がないため、拡張性は高い。 	<ul style="list-style-type: none"> システムの更新時や故障の際の機器の交換も他社製品で賄えないため、拡張性に限定がある。
	<ul style="list-style-type: none"> 多棟管理や総合管理が簡単に構築可能であり、キャンパス内の仕様の異なるシステムの統合ができる。 多機能型(エネルギーの見える化や設備管理、最適制御と省エネ運転等の機能を追加可能)で自由度が高い。 	
	<ul style="list-style-type: none"> ローカル機器の自律分散機能と、上位側の接続が連動しており、拡張の仕組みができているため、各エリア、各建物毎の開発や更新、追加が必要に応じて追加、拡張できる。 	<ul style="list-style-type: none"> システムのポイント数上限を決めているがユーザーのビル統合などによる要望で制限点を超えると、どうなるかは不明。 将来的にもLinuxのアップデートやパッチファイルのリリースがユーザーに依存するため、OSの保証が難しい。
	<ul style="list-style-type: none"> 中央監視のポイント追加は無制限に追加可能。 	
3.メンテナンス	<ul style="list-style-type: none"> メーカー毎のメンテナンスになり、メンテナンスが不十分となる場合がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 専業メーカーのため、代理店、特約店、工事会社などの体制があり、ユーザーにきめ細かく訪問できるサービスがある。
	<ul style="list-style-type: none"> 特定の機種を選定することなく、要求される仕様を満たせばメーカーを自由に選択することが可能。 	<ul style="list-style-type: none"> サーバー機に関しても特定の独自機種に限られ、将来の更新はメーカー製であることが必要となり、機種や機能アップしたものを自由に選定することができない。
	<ul style="list-style-type: none"> CPUやOS、HDDやメモリなどの型式の更新に対応しているため、将来的にサーバーの更新やPCの更新が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> CPUやOS、HDDやメモリなどの型式の更新に国内メーカーが独自対応できないので、将来の保証をすることは難しい。 旧来品もメーカー保証の期間を維持できないことがあり更新をユーザーに迫るケースもある。
	<ul style="list-style-type: none"> 上位から下位までTCP/IPのオープン性を持つため、メンテナンスが非常に楽で、遠隔からも細部のデータやロジックの変更、確認が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 上位側から各デバイスレベルまでの一貫性がLONなどのデバイスをメンテナンスすることができないため、現場へ行ってそこで別のPC持参の上、別系統へつなぎかえる必要がある。
	<ul style="list-style-type: none"> 上位から下位のデバイスまですべてオープンであるため、メーカーを限定する必要はない。 	<ul style="list-style-type: none"> 機器が壊れた場合など他社製品と互換性がない。



ネットワークI/F(インターフェース): 総合化の中で異なるプロトコルのネットワークを接続するインターフェース。
 ※1 空調設備の中で中央監視を導入する場合は不要となる。

図1 オープンシステムとクローズドシステムの概要

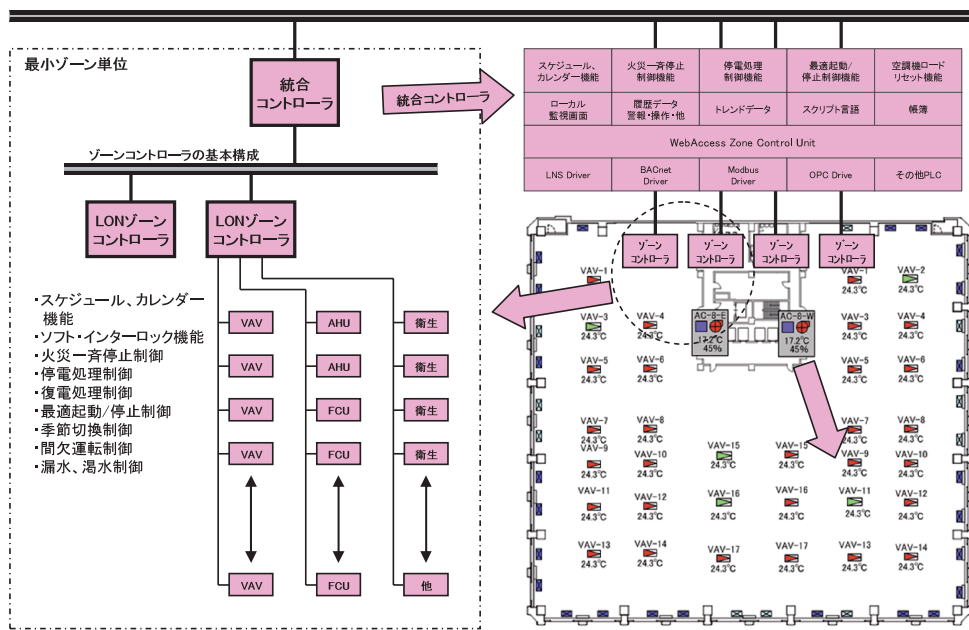


図2 自律分散型統合コントローラのシステム例

一般的なオープンシステムとクローズドシステムの概要を図1に、オープンシステムの自律分散型（ローカルコントローラがそれぞれ自律した制御機能を持つ）統合コントローラのシステム例を図2に示す。

4 オープンシステム実施例

オープンシステムの実施例として、東京都品川区のJR大崎駅西口に建設された大型事務所ビルで導入した中央監視システムの事例を紹介する。

(1) オープンシステムの構成

スキヤダ（SCADA：Supervisory Control And Data Acquisitionの略で、計装用に制御及び監視システムをパソコン上で構築するためのツール）を使って構築した実施例のオープンシステム構造概要を図3に示す。

・オープンシステムでのスキヤダ（SCADA）

スキヤダ（SCADA）は、プロセス制御用監視

システム構築のために作られた経緯があるが、近年、ビルや空調設備、製造ラインなど多くのシステムが汎用化の動きの中で採用されるようになった。MMI（Man Machine Interface：人間と機械間で情報をやり取りするための手段や、そのための装置やソフトウェアなどの総称）機能を持ち、習得すればユーザーでも自由に画面やデータの改造ができる仕組みを持っている。また、EXCEL（表計算ソフト）やSQL（データ管理用言語）などの一般的なアプリケーション（ある特定の目的に設計された機能）ソフトとの連携が簡単にできる機能を持ち、通信機能に優れた多くのハードウェアメーカーの機器類と接続が可能で、自由な設計が可能になる仕組みである。そのためオープンシステムにはなくてはならないパーツとされている。スキヤダ（SCADA）を採用するメリットをまとめると以下ようになる。

- ①構築時のスピードアップと変更によるコストアップを抑えることが可能である。
- ②周辺デバイスや機器類の選択肢の増加によるコ

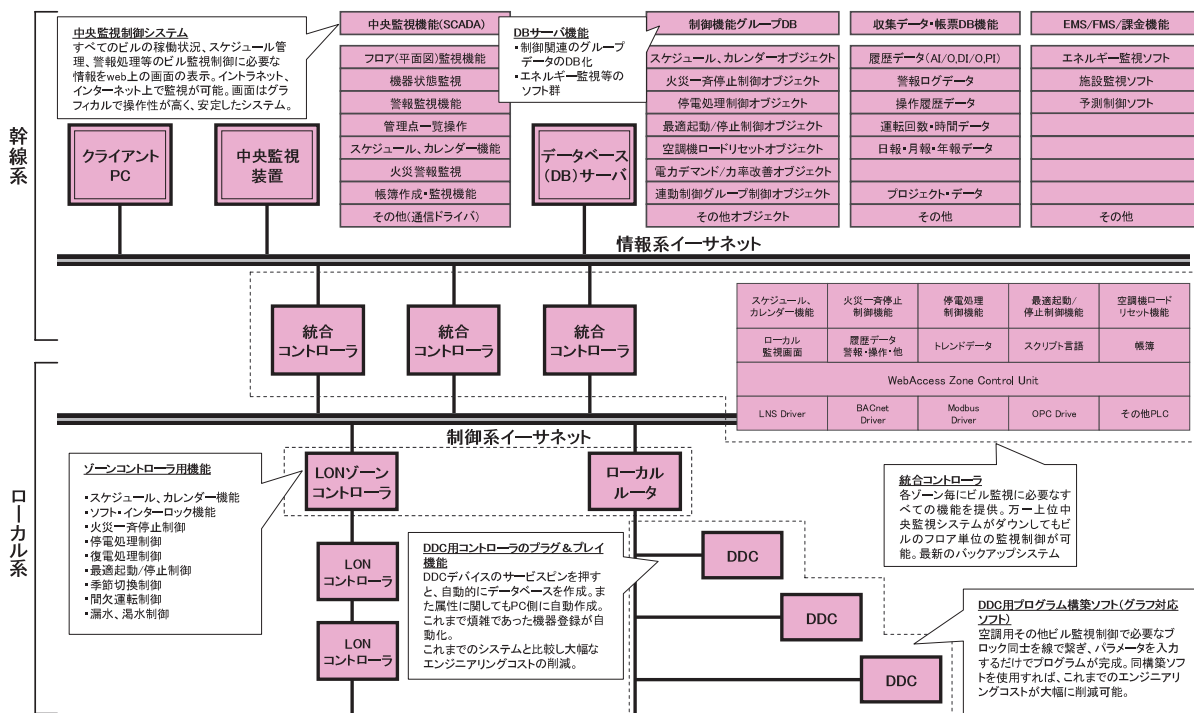


図3 オープンシステムの構造図

ストダウンが図られる。

- ③ユーザーに対する提案力と信頼性を向上させることができる。
- ④ベンダーの講習を受けることにより、ユーザーによる変更や画面作成が可能となる。

物件で採用しているスキャダ (SCADA) ソフトウェア、統合コントローラ、LONゾーンコントローラ、ローカルルータ、LONコントローラ、DDCの各役割と機能を以下に示す。

・スキャダ (SCADA) ソフトウェア機能

監視制御ソフトの機能としてまとめると以下のようになる。

- ①MMI (マン・マシン・インターフェース)
- ②稼動状況
- ③スケジュール管理
- ④警報処理
- ⑤履歴データ
- ⑥通信機能 (バックネット (BACnet) 等…)
- ⑦WEBサーバ機能 (WEBを通じて受けた要求に応じて、WEBで決められた形で情報を提供するシステムのこと)

以上のビル監視制御に必要な情報をWEB上の画面に表示し、企業ネットワーク (イントラネット)、インターネット上で監視が可能となり、画面はグラフィカルで操作性が高く、安定したシステムである。

・自律分散型の統合コントローラ

自律分散型の統合コントローラ導入による利点、特徴をまとめると以下のようになる。

- ①フロア制御は規模により空調機 (AHU) が最小の制御ユニット単位として設計し、基準階はこのN倍にて構築し、生産性を飛躍的に高め、構築費用を大幅に低減することが可能である。
- ②ゾーンコントローラのプログラムは、ゾーンごとの分散制御を行い、万一上位中央監視に異常があってもフロアレベルでの制御には影響を与えない構造となっている。
- ③LON機器との装置間通信も1台のゾーンコン

トローラでは通常で1,000点、拡張で10,000点までの変数の処理が可能である。

・LONゾーンコントローラ・ローカルルータ

LONゾーンコントローラ・ローカルルータは標準化されたロンワークス (LONWORKS) 通信プロトコルに準拠したコントローラでフロアなどのゾーンごとの制御や上位へのデータ通信を行い以下の機能を持つ。

- ①スケジュール、カレンダー機能
- ②ソフト・インターロック機能
- ③火災一斉停止制御
- ④停電処理制御
- ⑤復電処理制御
- ⑥最適起動/停止制御
- ⑦季節切換制御
- ⑧間欠運転制御
- ⑨漏水、渴水制御

・LONコントローラ/DDCデバイス機器類

LONコントローラ・DDCは標準化されたロンワークス (LONWORKS) 通信プロトコルに準拠したコントローラで空調機系統ごとの制御を行い、以下の機能、特徴を持つ。

- ①マイコン搭載の空調制御プログラム機能を持った制御用コントローラである。
- ②空調機 (AHU)、チラー、冷凍機、ダンパー制御等の制御用コントローラとして使用する。
- ③ビル制御に必要な主たる機能を簡単に使えるよう設計済みである。
- ④使用できるフリー・プログラムには使いやすい画面表示・操作性、柔軟なプログラム作成機能があり、他社製品と混在して使用が可能である。

(2) オープンシステム採用によるトータルコストの低減

中央監視の各種機器やセンサー等は従来メーカー品と同等もしくは同等以上の性能で低価格製品を調達したため、従来のシングルベンダーの機器価格より、20～40%程度の低価格化が図られ

た。また、ソフトもオープンネットワークに対応し、様々な業界で使用されている市場での競争力のあるネットワーク等のIT計装技術を駆使したシステム構築ができるものを使用しているため、従来システムと比べて10～30%程度の低減が図られた。

また、将来の保全・更新費として、機器やシステム更新においてはオープンシステムであるため、自由に世界各社の機器等を選定し費用対効果の高い機器への交換が可能であり、障害時もその障害ゾーンのみでのチェックで済むため迅速な対応が可能で費用も抑えられる。更新においても、必要な箇所のみ最新の機器へゾーン単位で交換・システムの構築を行えるため、全体のシステムを停止し、システム全体の整合性をチェックする必要のある従来システムと比べて更新費用の大幅な低減が行える。

それに対して、独自仕様のクローズドシステムは改造や更新時に前施工業者に発注せざるを得なくなり、コストも割高になるケースもあり、それらも考慮するとオープンシステムは中央監視の導入費用や保全・更新費用のトータルコストでクローズドシステムと比べた場合、その比較対象システムにもよるが20～30%程度のコスト低減効果があると思われる。

5 おわりに

今回、調査を行った、最新のオープンシステムの中央監視の実施例はビル管理システムに柔軟性の高いオープンな環境を提供し、設備投資・開発コスト・運用コストのいずれをとっても優位性があるもので、また、建物からデータを収集し、そのデータを元にスケジュール管理、エネルギー監視、施設監視（予防保全）を行い、トータルのビル管理コストの削減を行えるビル管理システムであり、それにより施設、設備の運用はもとより建物のエネルギー、コスト、建物管理等のトータルソリューションを高いレベルで可能にするシステムであると思われる。今後の更なるオープンシステムの発展に期待すると共に、このようなオープンシステムの考え方は、時代の潮流としていろいろな分野にも適用できると思われるので、新分野での事例にも期待したい。

最後に、本調査に当たりましては、東洋熱工業株式会社殿に資料提供等のご協力いただき、その一部を引用していることを付記します。