

オープン化対応ビル管理システムの開発

佐藤 和浩 宮本 宏行

(技術研究所) (エンジニアリング事業本部)

Development of Building Automation System with a Standard for Interoperable Control Networks

by Kazuhiro Sato and Hiroyuki Miyamoto

Abstract

In the field of the building automation, the demand for the open system which uses a standard technology with a high prospect and system extendibility has risen. We caught in the customer needs when prompt correspondence was a pressing need, and developed the technology because of the connection of the standard network technology to BECSS. The purpose of development is succession of the technology and the property which has accumulated until today. This paper mainly reports about the gateway device needed to connect LonWorks and BECSS.

概要

ビルディングオートメーションの分野では、将来性とシステム拡張性の高い標準技術を用いたオープンシステムを要求する声が高まってきた。顧客ニーズへ迅速な対応が急務であると捉え、この分野でこれまで蓄積してきた技術と資産の継承を目的として、BECSS (Building Environment Control System by Shimizu) のオープン化対応を行った。本稿では、主に BECSS と相互運用性の高いフィールド系の制御ネットワークとの接続に必要なゲートウェイ装置の開発について報告する。

§ 1. はじめに

近年、コンピュータ技術の発展に伴い、ビルディングオートメーション (以下 BA と略) 分野においても製造分野と同様に、オープン化へとシフトし始めた。経済情勢の悪化により大幅なコスト低減が要求されると共に、信頼性向上、簡易なシステム運用・維持管理が強く求められるようになってきた。また、システムが複雑化し、単一ベンダーだけでは、顧客の要求に合ったシステムコンポーネントの供給が困難な状況となっている。よって、マルチベンダー環境でのシステム構築が一般的に行われているが、各社の仕様が一樣で無いため、システム構築上多くの問題を抱えている。

欧米では、デファクト標準のシステムコンポーネントおよび技術を使ったシステム構築が一般化し、国内においても、この方向性を支持する動きが活発化してきた。このような背景から、BA 事業強化を目的として、国内でも業界標準として認知されている制御ネットワーク技術 LONWORKS を採用した BA システムの開発を行った。本稿では、主に LonWorks と BECSS との接続に必要なゲートウェイ装置の開発について報告する。

§ 2. 従来の BA システムと問題点

現状多く構築されているビル設備の監視・制御システム (BA システム) は、高機能なパソコンを用いた中央監視システムと複数のベンダーの異なる設備サブシステムから構成されるマルチベンダーシステムとなっている。(図-1 参照) 中央監視と設備サブシステム間には、リモートステーションまたは、設備サブシステムごとにカスタマイズしたインタフェースを介して情報交換を行っている。

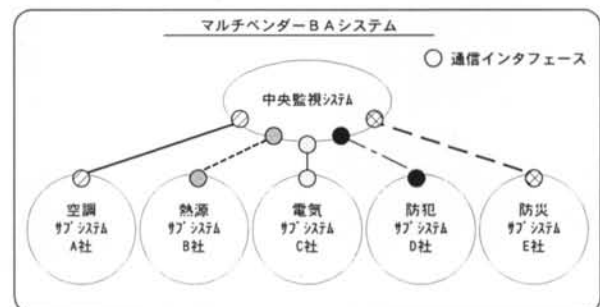


図-1 マルチベンダーBA システム

システム構築段階での作業は、設備側のハードウェアインタフェースの取り決め、調整作業および監視・制御機能ソフトウェアの現地調整が主であり、下記のような作業増大に繋がる問題が発生していた。

- 1) 中央監視装置、設備サブシステム相互の理解
(用語定義、機能分担調整、メーカー間の仕様相違の調整)
- 2) 中央監視装置側設備管理データと設備側ポイントアドレスの調整 (監視・制御対象が竣工間際まで決まらない場合がある)
- 3) 通信手順確認およびデータ内容確認
(インターオペラビリティがない)
- 4) 設備サブシステムごとで暗黙の理解が多い。
(仕様抜けの発覚が納期間際によくある)

リニューアル時には、特定メーカーの機器に拘束されるなどの問題点も発生する。これらの問題解決のために各業界団体で標準化作業が進められ仕様策定が行われているが、普及および展開が思うように進んでいないのが現状である。

§ 3. LonWorks 技術

3.1 LonWorks 概要

LonWorks とは、米国エシエロン社が開発した「知的分散制御ネットワーク技術」の名称である。LonWorks 技術は、ニューロンチップと呼ばれる低コストの LSI によって実現される。このニューロンチップには、制御機能と LonTalk と呼ばれる通信機能が内蔵されており、複雑な制御ネットワークでも短期間で構築することが可能となっている。このニューロンチップを組み込んだデバイスは全て、共通の通信プロトコルである LonTalk で通信を行うため、システムのオープン性が保証されている。さらに米国 LONMARK 協会により、LON デバイス間の相互運用性をより確実にするための標準化作業が行われており、相互運用性を確保するための標準仕様が公開されている。この標準仕様に沿って製造されたデバイスは、LONMARK 協会の認定を受けることにより、LONMARK 適合製品として同協会のロゴマーク貼付が許可される。現在、諸外国では約 350 品目の LONMARK 適合品が販売されている。日本国内では、I/O インタフェース、照明制御用コントローラ、空調機制御用コントローラなどが複数のメーカーから販売されており、徐々に品揃えが増えてきた。現状では、コスト的にまだ高いが、更なる需要の増加により、類似の製品が数多く供給される状況になれば、市場競争原理による価格低減が図られるものと期待する。

3.2 LonWorks の特徴

1) 分散制御

ニューロンチップを組み込んだデバイスは、Lon ノードと呼ばれる。図-2に示すようにニューロンチップ内のメモリ上に、制御アプリケーションを実装できる。Lon ノードは、他の Lon ノードから受け取った情報を元に、実装したアプリケーションに記述された機器制御を自律的に実行できるため、制御の分散化による安全性および信頼性の向上などの効果が期待できる。

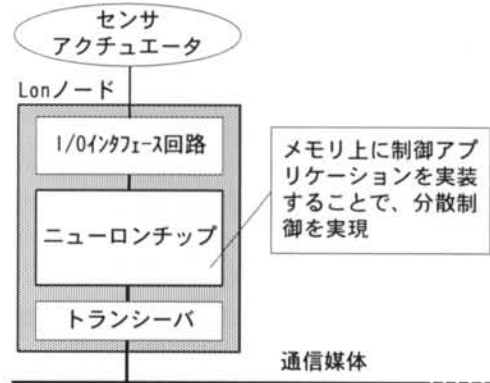


図-2 標準的な Lon ノードの構成

2) ネットワーク変数

Lon ノード間の情報のやり取りには、ネットワーク変数 (NV: Network Variable) が用いられる。汎用的なものは、標準ネットワーク変数 (SNVT: Standard Network Variable Type) として標準化されており、この SNVT を使うことにより、ベンダーの異なるノード間においても、確実に情報の受け渡しが行える。ノード間における変数の受け渡しに必要な定義は、バインドと呼ばれ、出力変数と入力変数間の論理的な接続を確立する。具体的には、通信相手のノードアドレスをメモリ上のテーブルに書き込む処理である。出力側変数の値変化などで入力側変数の更新が必要な時、ここに指定された通信相手へ自動的に変化情報が送信される仕組みとなっているため、通信に関するプログラミングが不要で、制御ネットワークの構築作業が効率良く行える。

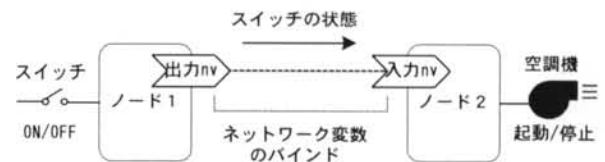


図-3 ネットワーク変数のバインド

図-3は、ノード1に接続されたスイッチの状態により、ノード2が空調機を制御する簡単な例である。ここでは、スイッチの状態が出力NVよりネットワークを通じて、入力NVへ送られる。ノード2では、このイベントにより実装した制御アプリケーションが実行され、スイッ

チがONなら空調機を起動するなどの制御を行う。

このように、ネットワークを介して制御情報の受け渡しが行われるため、通信トラフィック量の予測とそれに応じたネットワーク設計が必須となる。

3.3 適用効果

LonWorks の導入効果を以下に示す。

- ①相互運用性が高いため、特定メーカーに囚われずに、機器（デバイス）を選択できる。特に、リニューアル時に有効である。
- ②インタフェースの作り込みが不要で、コスト低減可能。
- ②ネットワークにより省配線化。
(配線コスト・結線ミスの低減)
- ③部分故障による影響範囲を小さく抑えることが可能。
- ④デバイス側の情報量が豊富なため、解析作業に必要なデータ収集が容易。

§ 4. 開発概要

前述のように、LonWorks はマルチベンダー環境でのシステム構築時における従来の問題点を解消する手段として有効であると認識した。信頼性の面で、中央装置は BECSS とし、設備機器側のネットワークに LonWorks を用いて設備管理を行うシステム構成として、開発を実施し

た。

システム構成を図-4に示す。上位の中央監視装置は、データベースを実装し、監視制御負荷およびその状態の集中管理を担う制御サーバとオペレータが操作する監視操作端末から構成される。これらは、イーサネットを介して、監視制御データの受渡しを行っている。下位のネットワークには、LonWorks を用い LON 対応コントローラ・センサー・アクチュエータなどが接続可能となる。LON 対応で無い機器については、LON 搭載 I/O ユニットの介しての接続となる。また、上位の中央監視装置と下位の LonWorks では、使用する通信プロトコルが異なるため図-4で示すように、ゲートウェイ装置が必要となる。本開発では、BECSS と LonWorks の接続を実現する Lon ゲートウェイ装置の開発を主に実施した。

以下、Lon ゲートウェイ装置について述べる。

4.1 Lon ゲートウェイ (G/W)

BECSS に LonWorks ネットワークを接続するためには、ゲートウェイ装置により互いに解釈出来るよう通信データを変換する必要がある。既存アプリケーションを大幅に変更することは、信頼性の面で望ましく無いことから、既存の RS (リモートステーション) に Lon ゲートウェイ機能を付加し、可能な限り既存の仕組みを生かす方向で開発を実施した。

現在、RS として利用している PLC (Programmable Logic

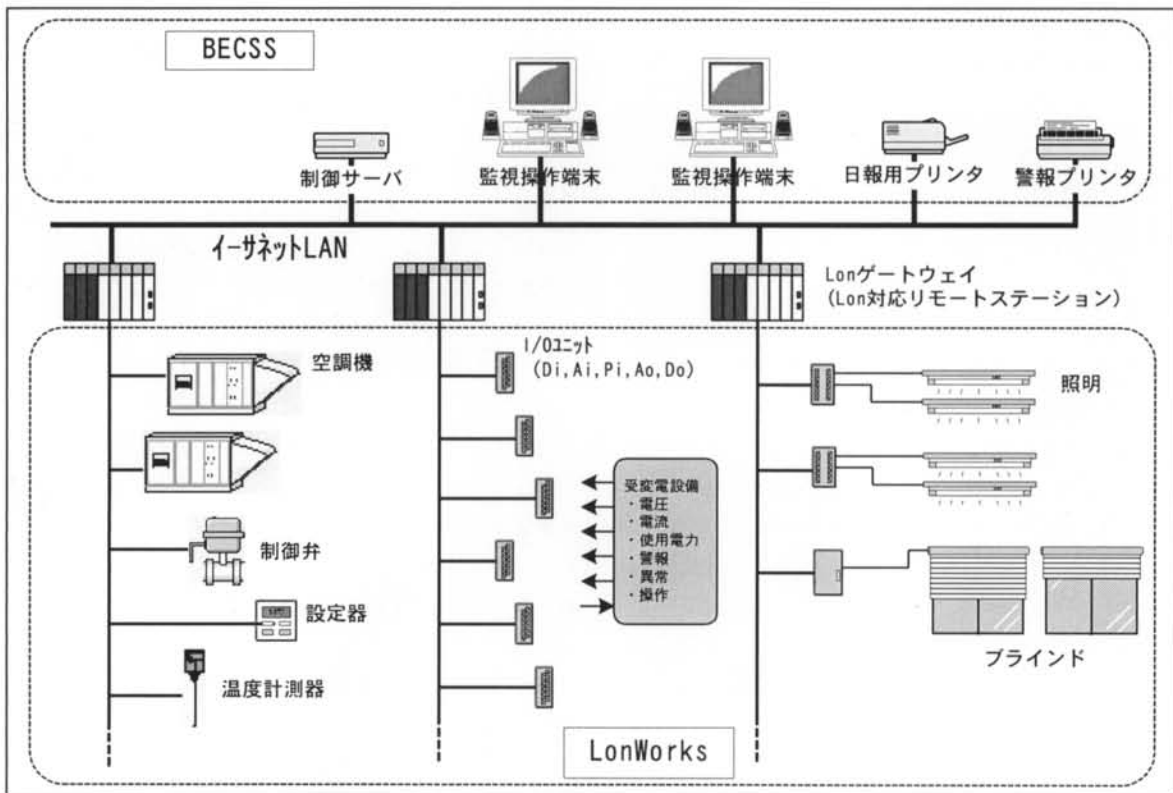


図-4 オープン化対応 BA システム

Controller)をベースとして、LonTalk通信機能を持つLonマスターユニットを実装し、RSと上位とのコミュニケーションに必要なソフトウェアの開発を実施し、Lonゲートウェイとしての機能を実現した。新規案件からリニューアル工事にも対応可能となっている。

4.1.1 ハードウェア仕様

1) PLC

Lonゲートウェイのベースは、生産設備の制御に広く用いられているPLCである。

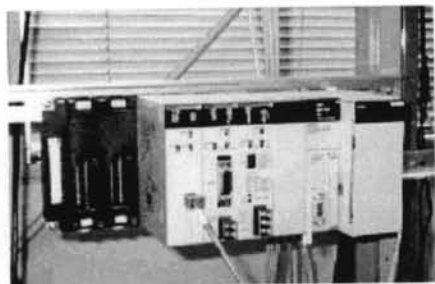


写真-1 Lonゲートウェイ

①ユニット構成

- ・CPUユニット
- ・電源ユニット
- ・イーサネット接続ユニット

②ネットワーク構成

- ・イーサネット上には、最大9台まで設置可能。
- ・イーサネット上に接続したPLCを上位として、下位に最大16台のPLCを接続可能。

③管理ポイント構成

1 CPU当たりの管理ポイント構成を表-1に示す。

Di (Do) はデジタル入力 (出力) の略で、機器の運転状態や警報の有無を伝達するインタフェースである。Ai (Ao) はアナログ入力 (出力) の略で、計測値などのアナログ値の伝達やダンパー開度の指示などに用いる。Ri は抵抗値入力の略で、温度センサ用インタフェースである。Pi はパルス入力の略で、主に電力量計とのインタフェースとなっている。

信号	点数
Di	640
Ai/Ri	240
Pi	128
Do	480
Ao	240

表-1 管理ポイント構成

2) Lonマスターユニット

①実装可能なネットワーク変数

LONマスターユニットは、入力ネットワーク変数を1280個、出力ネットワーク変数を1280個実装可能である。実

装するネットワーク変数の数やSNVTの宣言などの情報は、設定ファイルに入力し、事前にPLCへインストールする手順となる。

②接続Lonノード数

マスターユニットには、最大62ノードのLonデバイスを接続可能である。ただし、接続ノードの出力ネットワーク変数に対して、ポーリング処理を設定した場合や、ノードとの通信頻度が高い場合などには、通信トラフィック上の制約を受けることになる。接続台数については、通信サービスの種類やネットワーク負荷を考慮した計画が必須となる。また、PLC1台に対してLonマスターユニットを複数実装できる。使用するLon通信媒体は、Echelon社製FTT-10(伝送速度78kbps、ツイストペアケーブル使用)である。

4.1.2 ソフトウェア仕様

1) 通信の仕組み

Lonゲートウェイは、中央とローカル側機器との通信を中継する役割を担う。図-5において、中央監視がLonゲートウェイを介して管理対象機器と通信する仕組みについて図示した。以下、この図に従い、通信の流れを説明する。

(a)ゲートウェイ/デバイス間

図-5で示すように、管理ポイントとなるLonデバイス側のネットワーク変数は、ゲートウェイ側ネットワーク変数へ全てバインドを行う。これにより、管理ポイントの情報は全て、LonTalk通信を介して、ゲートウェイ上のネットワーク変数と一致することになる。一方のネットワーク変数の値変化により、バインド先の変数へイベント通知される。

(b)ゲートウェイ内部

ゲートウェイ内部では、正確にはマスターユニット内にネットワーク変数が存在している。これらの情報はPLC内部メモリの情報とリンクしており、相互に最新値へと更新されるよう動作している。

PLC内部メモリには、管理ポイントの最新値を格納するメモリエリアが設けられている。今回は新たに、ネットワーク変数の最新値を格納するメモリエリアを設け、Lon対応機器からのネットワーク変数の現在値を一時このメモリエリアに格納した後、管理ポイントの最新値へ反映させる流れとなっている。この段階で、Lon専用のデータフォーマットであるネットワーク変数からBECSSが解釈できるデータフォーマットへの変換が施される。

(c)中央監視/ゲートウェイ間

中央監視装置では、図-5左のように負荷リストという形式で、全管理ポイントの現在値をデータベース上で管理している。各管理ポイントは、PLC内部メモリの指定されたアドレスに格納された値とリンクしている。中央監視側からは、PLC内部メモリとの間でほぼ従来と同様な

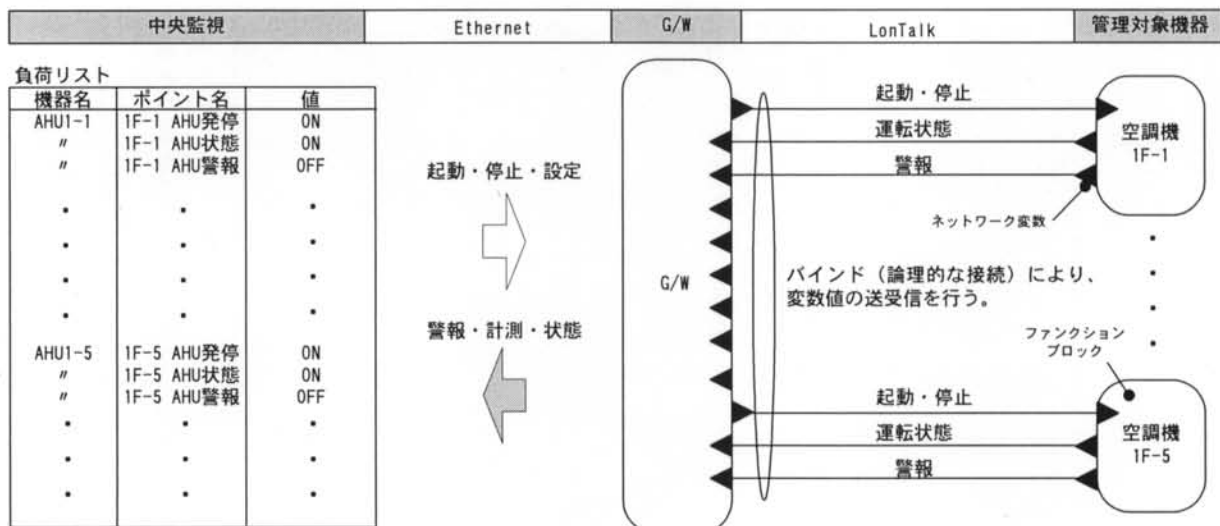


図-5 通信の流れ

手順にて、情報の受渡しが行われる仕組みとなっている。

2) 各種信号の流れ

①出力処理（発停・設定）

中央からローカル側機器への発停・設定操作を行うと、この情報がネットワークを経由して Lon ゲートウェイに伝えられる。ここで、LonTalk プロトコルで規定されたデータ形式への変換を施し、Lon ゲートウェイからバインドにより接続された機器のネットワーク変数が更新され、中央からの指令が伝達される。この指令によりローカル側機器に実装された制御アプリケーションが動作し、起動、停止、制御パラメータ変更などが実行される。

②入力処理（警報・計測・積算）

ローカル側機器から中央への警報・計測値・積算値の通知処理について述べる。ローカル側機器は、警報・計測値・積算値については、値変化（または定期送信）により、バインド先である Lon ゲートウェイへ通知する。この情報がフォーマット変換された後、Lon ゲートウェイが保持する管理ポイントの値が更新される。この値更新に連携して、ネットワーク経由で中央側へ直ちに通知される。この情報が制御サーバ上のデータベースへ反映され、監視操作端末を通してオペレータへ伝達される。

3) SNVT 機器対応表

3.2 節で説明したように LonWorks では、ネットワーク変数と呼ばれる変数を用いて、ノード間においてデータの受渡しを行っている。このネットワーク変数は、SNVT と呼ばれる変数タイプを割り当てて使用する。これは、変数に格納するデータの単位、サイズ、値の意味などを規定したデータフォーマットである。この SNVT を使うことで、メーカーの異なる装置間においても確実にデータ交換が行える（相互運用性が保証された）仕組みとなっている。

現在、幅広い用途を対象として 140 タイプ程の SNVT が

定義されている。この内、実際のビル制御に用いられる変数のタイプは、極限られていることから、過去の事例調査に基づき、表-2 に示す 18 個の変数タイプに絞り込みを行った。これら SNVT と BECSS 間でのデータ交換は、表-2 の対応表により行われる仕組みとなっている。各 SNVT（または対象要素）を信号種別（Di, Ai, Pi, Do, Ao）に、それぞれ対応付けている。

4.2 ネットワーク構築手順

LonWorks では、専用のネットワーク設定用ソフトウェアを用いて、インテグレーション作業を行う。以下、その手順と留意点について述べる。

4.2.1 事前作業（オフライン作業）

現場搬入後の作業効率化のために、事前にインテグレーションツールにより、必要な作業を完了しておく必要がある。具体的には、オフライン作業にて、ネットワーク構成図を描く要領で、構成機器（Lon ノード）を配置したネットワーク図を作成する。この際、必要となるのが構成機器のインタフェース仕様が記述されている XIF (External Interface File) ファイルである。事前に製造元から入手しておく必要がある。

次に、ネットワーク変数のバインド作業を行う。

① ローカルバインド

デバイス同士のネットワーク変数のバインドを指す。中央を介さない、機器同士での情報のやり取りに用いる。

② Lon ゲートウェイ間バインド

中央監視の管理ポイントとなっているネットワーク変数は、入出力共に Lon ゲートウェイ上に用意したネットワーク変数とバインドする。

4.2.2 オンライン調整

現場搬入後は、ネットワーク配線の確認後、構成機器のコミッショニング作業を行う。オフラインで作成した

SNVT#	タイプ名称	測定データ	対象要素	要素番号	Di	Ai	Pi	Do	Ao
1	SNVT_amp	電流 (A)	-	1		●			●
15	SNVT_flow	流量 (l/s)	-	1		●			●
22	SNVT_lev_disc	レベル (不連続)	-	1	●				
				2		●			●
29	SNVT_ppm	濃度 (ppm)	-	1		●			●
34	SNVT_speed	速度 (m/s)	-	1		●			●
51	SNVT_count_f	イベント数 (回)	-	1			●		
81	SNVT_lev_percent	レベル (%)	-	1		●			●
83	SNVT_state	状態	-	1	●				
88	SNVT_alarm	アラーム状態	alarm_type_t	1	●				
			priority_level_t	2		●			
			alarm_type_t	3		●			
92	SNVT_obj_request	オブジェクト要求	object_id	1					●
			object_request	2					●
93	SNVT_obj_status	オブジェクト状態	object_id	1		●			
			object_status1	2	●				
			object_status2	3	●				
95	SNVT_switch	スイッチ	value	1		●			●
			state	2	●				
			state & value	3				●	
97	SNVT_override	オーバライド切替え	-	1					●
103	SNVT_hvac_emerg	HVAC非常時モード	-	1					●
105	SNVT_temp_p	温度 (°C)	-	1		●			●
108	SNVT_hvac_mode	HVAC運転モード	-	1		●			●
112	SNVT_hvac_status	HVAC状態	mode	1		●			
			heat_output_primary	2		●			
			heat_output_secondry	3		●			
			cool_output	4		●			
			econ_output	5		●			
			fan_output	6		●			
			in_alarm	7	●				
136	SNVT_reg_val	単位 + データ (多目的用途)	raw	1			●		
			nr_decimals	3		●			

表-2 SNVT 対応表

ファイルをオンライン状態で開き、実際のデバイスと通信を行い、事前に登録したバインド情報などが、デバイス側メモリへ書き込まれる。この際、デバイス固有のニューロン ID が必要となるため、事前に調べて置くと効率的に作業が行える。

最後に、通信トラフィックを実測し、必要に応じて調整を行う。通信トラフィックは、通信の信頼性に影響するため、必要最小限に抑えることが重要である。

§ 5. おわりに

BA 分野のオープン化により、共通のインタフェースで各機器がオープン仕様のネットワークに接続されるマルチベンダー環境において、所定の機能・性能を実現する

には、全体をまとめるシステムインテグレータの役割が益々重要になってくる。

システム形態に関しては、運用面の強化を目的としたモバイル監視機能や音声認識・画像認識などを活用したオペレータ補助機能のように、利便性が高く施設管理業務の省力化を実現する技術の実用化が期待される。

従来のクローズしたシステムの思想に囚われずに、ライフサイクルコストまで含めて、コストパフォーマンスに優れた最適なシステム構築に最善を尽くすことが要求される。OA 系や業務系ネットワーク分野では、先行してオープンなネットワーク環境が確立されており、これらシステムと BA との連携が可能な状況となっている。したがって、今後は施設用途に応じたシステム統合の必要性が増大するものと考えられる。