

# LONWORKS オープンネットワーク技術と構成例

塩谷 滋 (しおたに しげる)

立石 辰男 (たていし たつお)

## 1 まえがき

顧客の TCO (Total Cost of Ownership) 最小化をもとにした事業拡大を目指し、富士電機は LONWORKS 知的分散制御ネットワーク (LONWORKS ネットワーク) を採用した真のオープン制御ネットワークシステムの提供と普及・適用拡大に向けてスタートを切った。LONWORKS ネットワークは米国エシエロンコーポレーション (エシエロン社) が開発し、現在、米国のビル管理市場で競合の BACnet に大きく水をあけてデファクトスタンダードの制御ネットワークとしての地位を築いている。また、イタリアにおいては約 3,000 万の需要家を持つ電力会社で電力量自動検針とホームオートメーション応用を目的とした適用・実証実験が進んでおり、2002 年末段階で約 100 万家庭/月のペースで LONWORKS 対応電力量計の設置を続けており、その他産業分野も含めて世界的に適用が広がっている。

「真のオープンネットワークシステム」では、オープンな規約の下に、統合化されたサポートツールを含めて制御システム全体がシームレスに接続され、マルチベンダー環境により、顧客やインテグレーターの自由度拡大、競争原理による価格低下、システムの透過性向上 (ホワイトボックス化) 等々の便宜がもたらされる。

以下に LONWORKS 技術の概要とシステムの構成例を紹介する。

## 2 LONWORKS 技術の概要

### 2.1 特徴

以下に LONWORKS 技術の特徴を述べる (図 1 参照)。

#### 2.1.1 知的分散 (ローカル連動)

LONWORKS 対応機器はそれ自体がインテリジェント性を持ち、プログラマブルコントローラ (PLC) などのマスターコントローラなしで機器相互間のローカルな連動制御を

実現できる。これにより、従来の制御ネットワークシステムと比較して以下の長所が生まれる。

- (1) システムコスト低減
- (2) 共通部なしによるシステム信頼性向上
- (3) 監視・制御装置の簡素化 (例: Web ブラウザ利用)
- (4) 性能のボトルネック解消
- (5) システムの部分停止でシステムの拡張可能

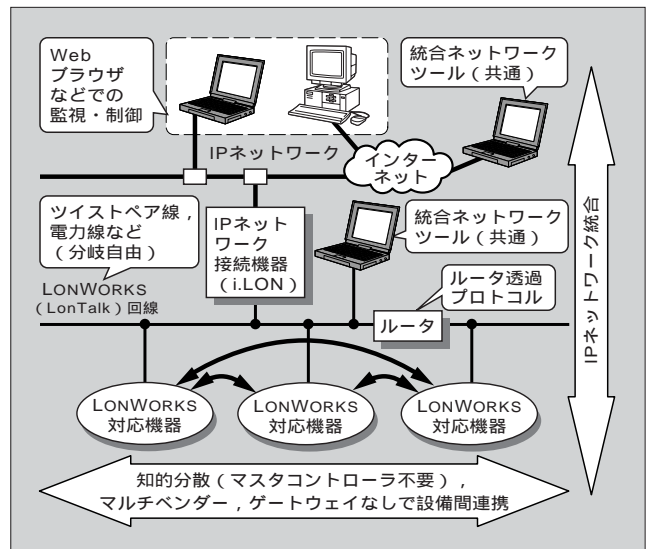
#### 2.1.2 オープン標準

一般にネットワークシステムのオープン性は、オープンかつ厳密な規約の下に保証される通信レベルでの接続性と、より上位のアプリケーション機能レベルの相互運用性 (インターオペラビリティ) で確保される。これら二つの面で、LONWORKS 技術のオープン性は以下の標準仕様で確保される。

#### (1) LonTalk プロトコル

エシエロン社が開発した国際標準通信プロトコル (ANSI/EIA 709.1 標準) の通称で、通信レベルでの接続性を確保する。その処理はエシエロン社が設計した MCU (Micro-Controller Unit: 機能集約型マイクロプロセッサ)

図 1 LONWORKS 技術の特徴



注 1 LONWORKS : 米国エシエロン社の登録商標



塩谷 滋

情報伝送装置ファームウェアおよび産業用コンピュータ OS の開発に従事。現在、電機システムカンパニーネットワークプロジェクト担当課長。



立石 辰男

主に本社事業本部の管理部門および社内情報システム部門にて社内基幹システムの開発に従事。現在、電機システムカンパニーネットワークプロジェクトゼネラルマネージャー。

のニューロンチップもしくはスマートランシーバとその組み込み通信ファームウェアで実行されるため、異なるベンダーの機器間でも通信プロトコルレベルで高い接続性が確保される。特に、マルチベンダーネットワーク特有のプロトコル処理のミスマッチによる切分けが難しい障害はこのレベルではほとんど発生しない。

(2) LONMARK ガイドライン

LONWORKS ネットワークの標準化を進めている LONMARK インターオペラビリティ協会が制定している標準仕様である。その仕様は前記 LonTalk プロトコルを含み、LONWORKS ネットワーク対応機器( LONWORKS 対応機器 ) 相互や設計ツールレベルまでの相互運用性を保証する。詳細は図章を参照いただきたい。

ISO-OSI ( Open System Interconnection ) 参照モデルと上記標準仕様および MCU との関係を図 2 に示す。

2.1.3 マルチベンダー

現在までに空調、照明などのビル管理用機器をはじめとして世界各国の機器ベンダーから 2003 年 3 月時点で 2,000 万台以上の LONWORKS 対応機器が出荷されており、対応機器ベンダー数は 5,000 社以上、対応機器数は 16,000 種以上にのぼり、インテグレーターも多数存在する。マルチベンダー環境では、競争原理により価格が低下する以外に、特定のベンダーが機器供給をやめた場合でも同等の機能を有する機器の入手が容易である。

2.1.4 シームレスネットワーク

(1) ベンダー間のゲートウェイが不要

従来の制御ネットワークシステムでは、空調、照明、電力監視、セキュリティ管理などの設備ごとにベンダー固有の閉鎖的なネットワークシステムが組み込まれている場合が普通であり、設備間を統合した、より高度な協調型システムを構築するにはそれぞれのネットワークシステムを上位のネットワークにゲートウェイ相当機能を介して接続する形態が一般的である。この場合、ゲートウェイ相当装置自体のコストのみならずその装置内部の煩雑な設定作業が加わり、不要なシステムコストの増大およびシステム拡張の煩

雑さを招いていた。また、個々のネットワークシステムでは通常ベンダーごとのサポートツールが必要となり、これも隠れたコスト増大要因となる。

LONWORKS ネットワークではマルチベンダー環境でもベンダーや設備間のゲートウェイは不要で、サポートツールも後述の LonMaker Integration Tool ( LonMaker ) 1 種類で対応可能である。特に、各設備が統合された大規模なシステムを構築する場合に大幅なコスト削減が実現できる。

(2) IP ネットワーク統合

エシエロン社提供の IP ネットワーク接続機器 ( i.LON ファミリー ) を使用すれば、インターネットやイントラネット、社内 LAN などの IP ネットワークを統合したシームレスなネットワークの構築が可能である。この場合でもサポートツールは LonMaker で対応可能である。また、IP ネットワーク統合で Web ブラウザを利用した安価な監視・制御システムの構築も可能である。

2.1.5 大規模

ルータによる拡張で一つの LONWORKS ネットワークに最大 3 万台以上の機器を接続できる。

2.1.6 柔軟

LONWORKS ネットワークではツイストペア線、電力線 ( 電灯線 ) などの多様な通信媒体を選択可能である。ツイストペア線および電力線で機器接続を行う場合、回線のトポロジーもフリー ( 特別な装置なしで分岐が自由 ) であり、回線の総延長短縮によるコスト削減が可能であるほか、ネットワークの拡張が容易である。特に、電力線を利用すれば、既施設に対して大幅な回線敷設工事を行わずに制御ネットワークの導入が可能である。表 1 に LONWORKS ネットワークで使用可能な通信媒体とその諸元を示す。

2.2 LONWORKS ネットワークの設計から保守まで

LONWORKS ネットワークの設計・実装・試験・保守は LONMARK 適合機器を集めれば 1 台のサポートツールで行える。その代表例はエシエロン社製 LonMaker である。LonMaker でのネットワーク設計はオブジェクト指向ベースで、パソコン画面上で個々の機器に内蔵されたライト、スイッチといった現実世界レベルのオブジェクト ( 機能ブロック ) を表す図形 ( シェイプ ) をはり付けて、その機能ブロック間を結線する形で行われる。なお、機能ブロックの概念は IEC61131-3 標準の機能ブロックに類似したものである。図 3 に LonMaker 上での機能ブロック結線の例を示す。

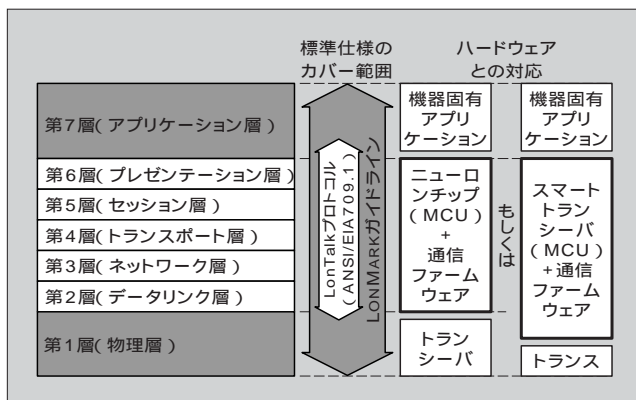
その他の LONWORKS ネットワーク上での設計から保守までの特徴を以下に述べる。

(1) 不具合箇所の特定が容易

LONWORKS ネットワーク上はオブジェクト指向の明確なインタフェース ( 結線 ) となる。各結線上のデータは LonMaker にてリアルタイムに値を監視できるため、マル

注 2 LONMARK : LONMARK インターオペラビリティ協会の登録商標

図 2 LONWORKS 技術のオープン基盤相互の関係



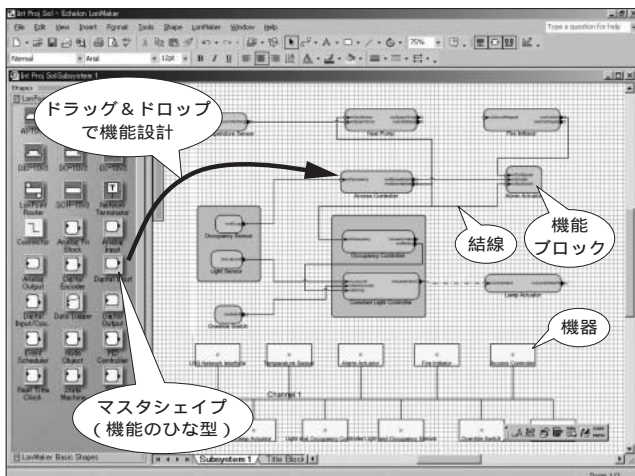
注 3 LonMaker : 米国エシエロン社の製品名

表1 LONWORKSネットワークの通信媒体とその緒元

用途	媒体	トランシーバ	トポロジー	総延長	ビットレート	パケットレート	備考
機器接続	ツイストペア	FTT-10A FT31xx	フリー/バス	500 m/2.7 km	78 kビット/秒	180 パケット/秒	最も代表的な LONWORKS回線
	ツイストペア	LPT-11	フリー/バス	500 m/2.2 km	78 kビット/秒	180 パケット/秒	回線からDC42.4 V 供給
	電力線	PLT-22 PL31xx	フリー	特性に依存	5 kビット/秒	20 パケット/秒	
バックボーン 接続	ツイストペア	XF-1250	バス	2.7 km	1.25 Mビット/秒	933 パケット/秒	ルータで接続
	IPネットワーク	—	—	—	—	—	i.LONで接続

注 パケットレートは最大値。定期的には最大値の80%以下での使用を推奨。

図3 機能ブロック結線の例 (LonMaker 画面)



ベンダーシステムにおいても個々のベンダーのサポートがなくとも不具合箇所の特定が容易である。また、ニューロンチップや機器組み込みの試験機能を利用して、LonMakerにて各機器から通信エラーなどの情報や状態情報の収集が可能である。

さらに、エシロン社や他のベンダーが提供しているパソコンベースの通信プロトコルアナライザを使用すれば、通信パケットの時系列記録や回線の負荷測定などが可能であり、さらに不具合箇所の特定が容易になる。

(2) ルータ設定透過

LonMaker を使用すれば IP ネットワーク統合時を含めて、オブジェクト間の結線ではルータを意識する必要がない。煩雑なルート制御用の設定はすべて LonMaker が自動的に生成してルータに設定する。

また、ルータでは不要な通信パケットは通過させないため、ネットワーク全体をルータで複数のセグメントに区切ることでセグメントごとの通信負荷を抑えることができる。

(3) 事前設計

一般に LONWORKS 対応機器では LONMARK 標準で規定されたフォーマットに従ってそのインタフェースを定義した XIF (ジフ) ファイルが提供される。各機器の XIF ファイルを集めれば、機器を入手する前でも LonMaker でネットワーク設計が行える。なお、LONMARK 適合機器では XIF ファイルの提供は必須である。

(4) リモートでの設計・試験・保守

LonMaker では、(必要に応じてクライアントパソコンなどを用いて、) IP ネットワークを含めてネットワーク上の任意の場所からネットワークの設計・試験・保守が可能である。

③ LONMARK インターオペラビリティ協会

LONMARK インターオペラビリティ協会 (LONMARK 協会: LONMARK Interoperability Association) は LONWORKS 技術の標準化や普及促進を推進する非営利団体である。その標準化活動では OSI 参照モデルの 7 層すべてを標準化の対象としている。第 1 層 (物理層) ではツイストペア線や電力線などの各通信媒体や用途ごとのトランシーバ規定がなされ、第 7 層 (アプリケーション層) では以下のような規定を制定している。

(1) 標準機能プロファイル

各種オブジェクト (機能ブロック) のひな型 (SFP: Standard Functional Profile, 図 4 参照)。現在までに約 60 種類の標準機能プロファイルが制定されている。SFP の概要を表 2 に示す。

(2) 標準ネットワーク変数タイプ

機能ブロック間の結線で受け渡すデータの型 (SNVT: Standard Network Variable Type)

(3) 標準構成プロパティタイプ

機器や機能ブロック、ネットワーク変数などの設定データの型 (SCPT: Standard Configuration Property Type)

(4) その他、マルチベンダー環境で相互運用性を確保するうえで機器の具備すべき機能

LONMARK 協会では現在も分野ごとのタスクグループに分かれて新たなオブジェクトの制定を進めているほか、LONWORKS 対応機器の LONMARK 標準適合認証も行っている。

LONMARK 標準適合機器はここ数年全世界で毎年約 50 機器ずつ増加しており、2003 年 1 月現在で総数も 400 機器を超えている。一方、国内では LONWORKS 技術自体をオープンなマルチベンダー対応ととらえるよりは自社システム内のクローズドなネットワークの一つ、もしくは PLC の単なる I/O 機器ととらえる傾向が強くなり、LONMARK 適合機器はまだ 2 種類と少ない。

図4 LONMARK のオブジェクト表現の例 (温度センサ)

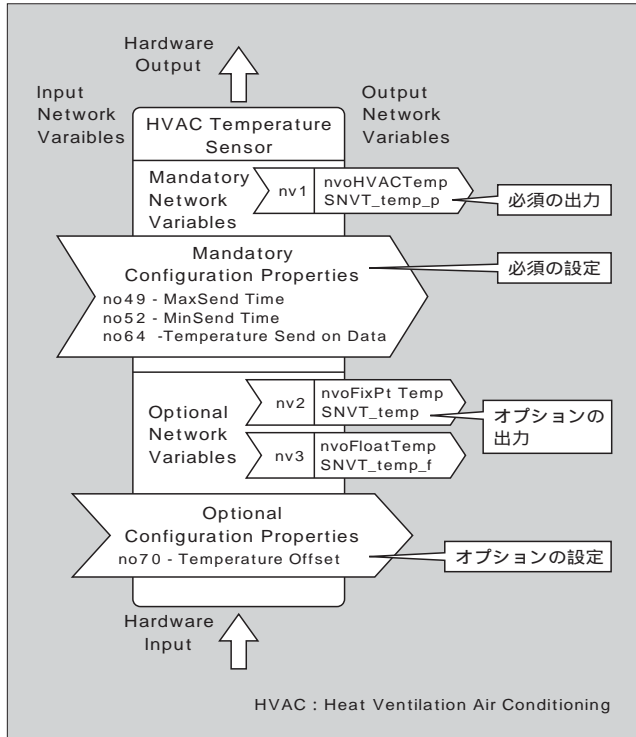


表2 LONMARK標準機能プロファイル (SFP) の概要

分類	SFP数	概要
アクセス, 侵入, 監視	4	認識センサ, 入退室機器など
空調・換気 (HVAC)	13	ファンコイルコントローラ, VAVコントローラ, サーモスタットなど
入出力	2	アナログ入力, アナログ出力
エネルギー管理	1	ユーティリティ・データロガー・レジスタ
照明	10	照明コントローラ, スイッチ, 実時間キーパー, 実時間スケジューラなど
モータ制御	1	可変速モータドライブ
センサ	9	照度, 圧力, 温度, 相対湿度, 人感, CO <sub>2</sub> , 流量 (空気) など
冷凍	3	冷凍ショーケース: 霜取り, 蒸気制御, サーモスタット
防火機器	9	火災・煙ダンパアクチュエータ, 火災検知器 (煙, 温度, 共通), 火災警報機 (聴覚, 視覚, 共通) など
産業	2	発電機, ブレーカ
エレベータ, エスカレータ, 動く歩道	6	位置・メッセージ表示器 (エレベータ内), 位置表示機 (エレベータ外), 到着チャイム, 音声通報器など

VAV : Variable Air Volume

4 富士電機の実践

富士電機は近年の顧客のオープン化指向を受け、LONWORKS 技術の普及促進を含めて社内外で各種活動を推進している。主な活動内容を以下に説明する。

4.1 OSA 契約

富士電機は産業・公共分野の施設管理市場に対してオープンなトータル (丸ごと) ソリューション [参考文献1) 参照] を提供しており、LONWORKS 技術はこのネットワーク基盤とすべく、2002年4月にエシエロン社と OSA (Open System Alliance) 契約を締結した。OSA 契約は単に富士電機自身がエシエロン社の販売代理店や LONWORKS インテグレーター (LI) として認定されるだけでなく、下記を包含する包括的な契約である。

- (1) エシエロン社製 LONWORKS 製品の販売権とサポート義務
  - (2) LI の認定権
  - (3) LONWORKS 技術の普及促進義務
  - (4) マスターロゴ使用权
- また、OSA 契約とは別に以下の権利も得ている。
- (5) 公認トレーニングセンター (ATC) 開設権

富士電機は上記権利をもとにした LI および機器ベンダーとのパートナー制度により、各種便宜をパートナー企業に提供しているほか、個別契約にて広くパートナー以外にも技術サービスなどを提供している。

4.2 LONMARK 協会加入

真にオープンかつ健全な LONWORKS 技術の普及には、LONWORKS 対応機器やツールの相互運用性を確保すること、すなわち LONMARK 標準適合機器の増加が必要不可欠である。富士電機は LONMARK 協会の思想に賛同し、エシエロン社との OSA 契約と同時にスポンサーメンバーとして協会に加入し、協会の意思決定を行う評議会メンバーの一員として活動している。2002年12月には、横河電機 (株) LONMARK スポンサー), (株) NTT データ (LONMARK 国内認証センター, 日本語 Web サイト運営) およびエシエロン・ジャパン (株) とともに LONMARK 日本マーケティングタスクグループ (Japan Marketing Task Group : JTaG) を発起して評議会の承認を受け、国内での健全な LONWORKS 技術の普及促進とともに LONMARK 協会内での日本およびアジアのステータス向上に尽力している。JTaG では各種 LONMARK 情報の邦訳と紹介を中心に活動を開始しており、2002年中に啓蒙 (けいもう) セミナーを2回開催するとともに LONMARK 適合機器の適用事例集 (LONMARK Year Book 2001) の邦訳などを完了している。2003年はさらに範囲を広げて技術セミナー開催や標準仕様 (LONMARK ガイドライン) の邦訳などを含めて普及促進活動の幅を広げる予定である。

4.3 LONWORKS 関連事業の推進

富士電機内部では LONWORKS 関連活動は、電機システムカンパニー内に設けられた LONWORKS 専任プロジェクト (ロンワークスプロジェクト) が中心となっており、その主な商品内容を表3に示す。

なお、2003年2月現在で OSA マスターロゴライセンス

シーおよび LONMARK スポンサー資格をともに有する企業は国内では富士電機が唯一であり、トレーニングセンターの充実度や産業分野ごとのシステムインテグレーション体制を含めてその LONWORKS 事業体制は世界有数である。

ロンワークスプロジェクトの提供する商品のうち、特筆すべきものを以下に挙げる。

(1) スマートトランシーバ

エシェロン社製のトランシーバ内蔵 MCU である。従来のニューロンチップ比で耐ノイズ性を 10 倍以上向上している。ツイストペア回線用 (FT31xx) はすでに出荷中で、2003 年半ばに電力線搬送用 (PL31xx) を出荷開始予定である。図 5 にスマートトランシーバ (FT3120) とツイストペア回線接続用のトランス (FT-X1) の外観を示す。

(2) LonPoint

エシェロン社製の汎用機器の総称である。ツイストペア回線対応の汎用 I/O (AI, AO, DI, DO), およびルータ、スケジューラ、データロガーがある。図 6 に LonPoint の

図 5 スマートトランシーバとトランスの外観



図 6 LonPoint の外観



表 3 ロンワークスプロジェクトの商品内容

分類		商品:説明
エシェロン製品販売	機器組み込み用	ハードウェア ニューロンチップ: 通信機能内蔵MCU スマートトランシーバ: 同上(新型, トランシーバ内蔵) トランシーバ, トランス: ツイストペア, 電力線用など
		ファームウェア ShortStack, MIP: 汎用CPU接続用
	機器開発用	ハードウェア NodeBuilder: 機器ファームウェア開発・検証装置
		ソフトウェア LonMaker: 統合ネットワークツール LNS: ネットワーク管理ソフトウェア LNS DDEサーバ: 上位ソフトウェア接続用 LMPA: LonTalk通信プロトコルアナライザ
機器本体	LonPoint: 汎用I/O (LONMARK適合), ルータなど i.LONファミリー: IPルータ, アダプタ, Webサーバ	
測定装置	PLCA: 電力線通信アナライザ	
公認トレーニング (ATC)	150: オープンネットワーク入門 (2日間)	
	201: ネットワーク設計 (3日間)	
	301: LonMaker for Windows (2日間)	
	303: インターネットコネクティビティ (2日間)	
	310: i.LON 100 (2日間, 7月開講予定)	
	401: 組み込みデバイス開発 (4日間)	
601: ネットワークツール開発 (4日間)		
技術サポート	機器組み込みからシステムインテグレーションまで個別に支援	
ネットワーク・機器設計・開発サービス	既存機器のLONWORKSネットワーク接続用アダプタ設計・開発をはじめとする機器開発やネットワーク設計サービスを個別に実施	

\*Windows: 米国Microsoft Corp.の登録商標

図 7 LonPoint デバイスプラグイン (モード変換) の例

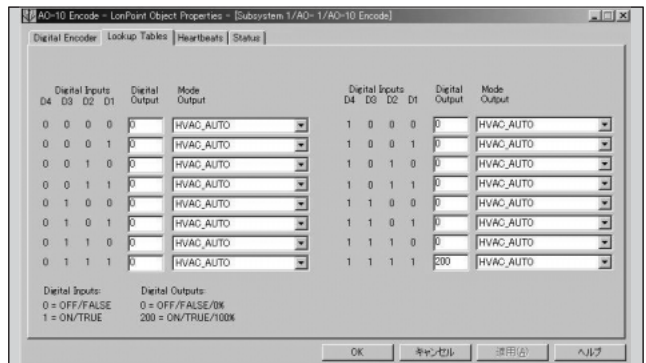


図 8 i.LON 100 の外観

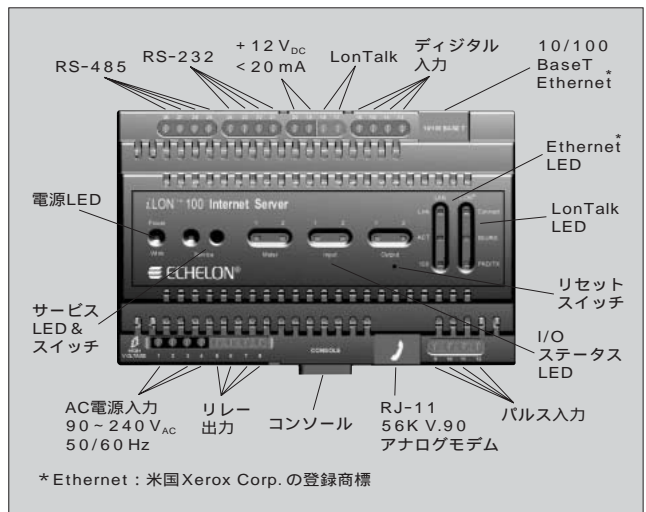
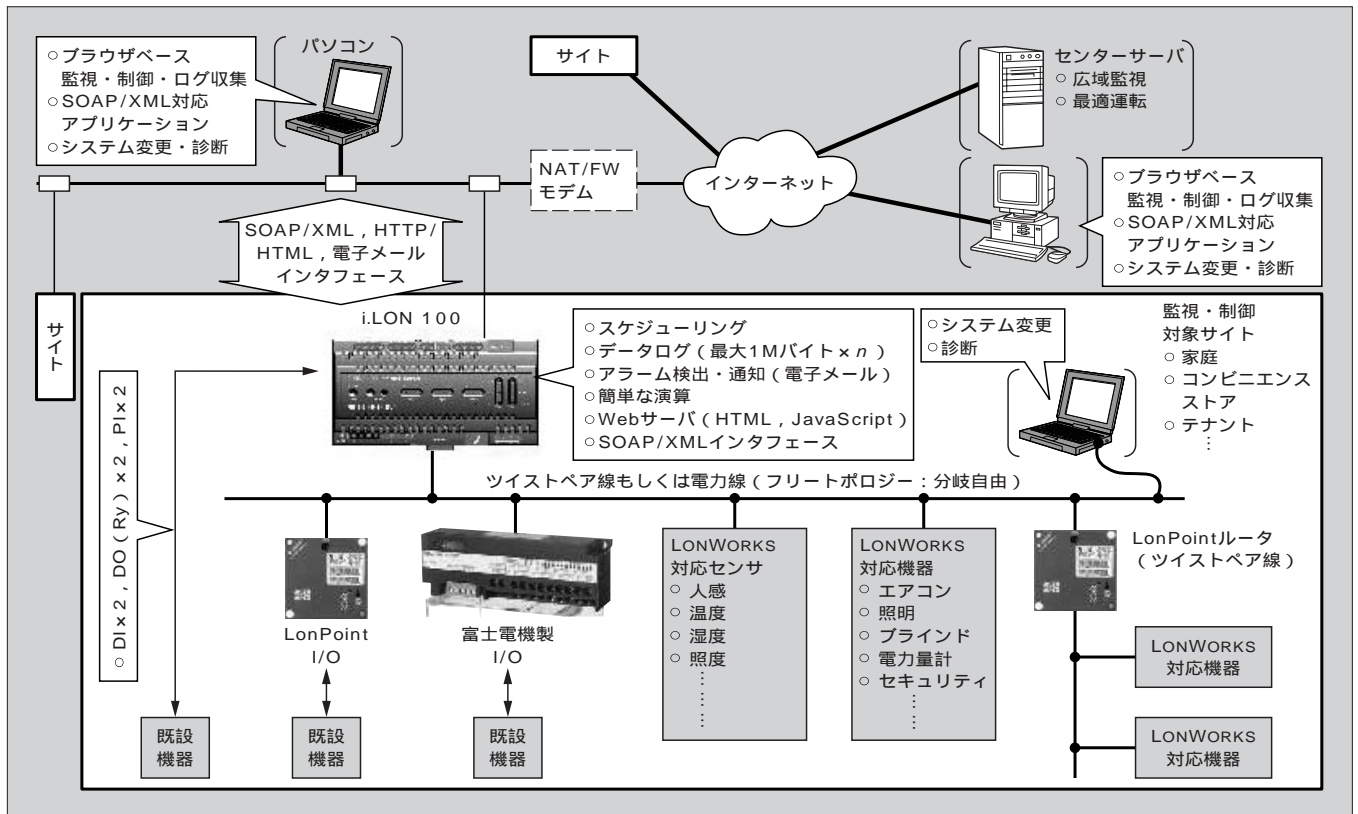


図9 i.LON 100 応用 IP ネットワーク統合



外観を示す。

LonPoint の汎用 I/O は LONMARK 適合機器であり、単なる入出力機能を具備するだけでなく、「知的分散」を実現するうえで必須となる補助的な演算・変換機能を内蔵している。また、LonMaker などのツールで機器の設定・調整をユーザーフレンドリーな画面で行えるデバイスプラグイン（図7参照）も提供されており、非常に小回りの効く模範的な汎用 I/O である。

(3) i.LON 100

エシェロン社製の多機能・廉価版 IP ネットワーク統合機器で、一般家庭やコンビニエンスストア店舗規模の応用に最適である。LonTalk ネットワークの IP ネットワークへのアダプタ機能以外に Web サーバの機能を有し、IP ネットワークを介して上位システムからは Web ブラウザで監視・制御が可能である。また、SOAP/XML 標準インタフェースによるデータアクセスも可能である。

i.LON 100 は IP ネットワーク統合以外にスケジューリング、データロギング、アラーム検出・通知（電子メール）機能を有するほか、DI、DO、パルス入力各2点の I/O 機能も内蔵しており、LonPoint 同様、非常に小回りの効く機器である。また、LonTalk 回線側はフリートポロジーのツイストペア回線以外に電力線にも対応している。図8に i.LON 100 の外観、図9に i.LON 100 を使用した IP ネットワーク統合の例を示す。

(4) エシェロン社公認トレーニング (ATC)

2003年2月現在8人の公認トレーナーを有し、質・量ともに世界最高・最大級のトレーニング体制である。2003年7月上旬に上記 i.LON 100 のトレーニングコースを開講予定である。

5) あとがき

LONWORKS プロジェクト発足以来、国内外、官庁・産業界・文教、またその分野を問わず各方面から多くの引合い・商談をいただいている。また、システム要件として LONWORKS ネットワークを標準指定する大手顧客も増えている。富士電機は今後も LONWORKS 技術および LONMARK 標準の普及促進と市場拡大に尽力し、LONWORKS オープンネットワークを活用したより付加価値の高いソリューションおよび製品の開発を促進し、社会に役立てていく。その活動がオープンシステムの普及による社内外の事業マインドの改革、ひいては長引く国内経済不況克服の一助となれば幸いである。

参考文献

(1) 横田四郎, 松浦由武. 企業情報ソリューションの展望. 富士時報. vol.75, no.6, 2002, p.317-321.



\*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する  
商標または登録商標である場合があります。