

上下水道事業における IT 時代のオープン監視制御システム

高見澤 真司 (たかみさわ しんじ)

川戸 研二 (かわと けんじ)

本山 浩 (もとやま ひろし)

① まえがき

近年の上下水道事業においては、その普及率の向上に伴い市内の施設ストックは飛躍的に増大しており、これを安全かつ安定的に運転管理する維持管理業務は指数関数的に増大している。しかし、それを管理運転する人員の数は、税収の低下、事業収入の伸び悩みなどにより十分確保できない状況にある。加えて、現行の運転管理員の夜間勤務の低減や、休日労働の低減など労働環境の改善要求にもこたえねばならず、まさに、維持管理の効率化が「事業経営のかぎ」となっている。

一方、ここ数年の IT (情報技術) 化の流れは、i モードの爆発的な普及、高速インターネット回線の低価格化、パソコンの高性能化などにより、ビジネス分野だけでなく、一般家庭にまで浸透したといえる。

本稿では、こうした状況下において、前述の問題を解決できる IT 時代のオープン監視制御システムについて述べる。

② オープン監視制御システムへの要求とシステム概要

2.1 従来の監視制御システム

富士電機では水処理プラント向け監視制御システムとして、FAINS シリーズを提供している。このシステムの中核である中央監視システムは、監視卓・操作卓やグラフィックパネルにより、現場の情報がすべて中央 (監視室) に集約されており、常に専任の運転管理員が 24 時間体制で常駐し、監視していることを前提としているシステムである。

一方、近年、監視制御用の電子機器の処理能力増大によるシステムのダウンサイジング化が進み、かつて、コンピュータでしかできなかった制御をプログラマブルコントローラ (PLC) で、PLC でしかできなかった制御を現場機器で可能になった。その結果、旧来、中央から行っていた運転操作は極端に減少し、プラントの制御はほとんど自

動監視制御システムが行い、中央における運転管理員の役割は、突発的な事故対策と日常の運転記録の整理が主なる作業となってきている。

2.2 IT を利用した次世代監視制御システム

2.2.1 最新の IT の概況

国内のみならず全世界的に IT の進歩が目覚ましい。特にインターネットを使った情報提供・情報収集技術が顕著である。情報をインターネットで Web 表示させることにより、どこでもだれでもその情報を得ることができる。また、インターネットを高速で利用するための通信技術の進歩も目覚ましい。例えば、数年前までは公衆回線を使用したモデム接続で 1 M バイトのデータをダウンロードする所要時間は数時間であったが、いまや数十秒で可能である。今後 ISDN [最大 64 k ビット/秒 (bps)], ADSL (最大 1.6 Mbps) や光ファイバ (最大 100 Mbps) を使った通信が普及すれば、さらに大量なデータを高速で通信することができる。

また、CATV 回線を利用したインターネットサービスも多くなってきた。CATV 回線は高速通信 (最大 1.5 Mbps) が可能であり、現状の CATV 回線をそのまま利用できることがメリットである。

モバイル機器として、携帯電話の利用も普及しており、多くの人々が情報伝授・情報収集 (Web 表示) に使用している。現状での通信速度は、携帯電話 (PDC) で 9,600 bps, PHS で 64 kbps であるが、今後、次世代携帯電話「IMT-2000」の開発により、通信速度の大幅な向上が段階的に計画されている。

家電分野も IT を利用した製品が発売されている。例えば、テレビはデジタル化の流れによりパソコンと同等機能を併せ持つ機種も発売されており、家庭生活も変貌を遂げようとしている。

2.2.2 次世代のオープン監視制御システム

このような IT を次世代の監視制御システムに生かすことにより、次世代の監視制御システムとしてオープン監視制御システムの実現が可能である。



高見澤 真司

上下水道の電気、計装、コンピュータの企画、設計に従事。現在、電機システムカンパニー環境システム本部水処理事業部公共技術部長。計測自動制御学会会員、電気学会会員。



川戸 研二

上下水道の電気、計装設備のシステム設計に従事。現在、東京システム製作所第一システム技術部。



本山 浩

上下水道向けコンピュータシステムの設計に従事。現在、電力・公共システム統括部環境ソリューション部。

次世代のオープン監視制御システムの特徴は、旧来から求められている「オープンソフトウェア」「標準 LAN/バス」などのシステムアーキテクチャのより一層のオープン化の進展に加えて、機能面でのオープン化が強く要求されていることである。この機能面でのオープン化とは、従来の監視体制・監視場所にとられないシステムである。つまり、決まった場所で、決まった時間に、決まった管理者が対応するのではなく、どこでも、いつでも、だれでも監視制御が可能なシステムである。オープン監視制御システムの概念を図 1 に、その目的を以下に記す。

(1) 操作員の中央監視室からの開放

旧来、中央監視室に常駐を強いられていた操作員をこの

図 1 オープン監視制御システムの概念

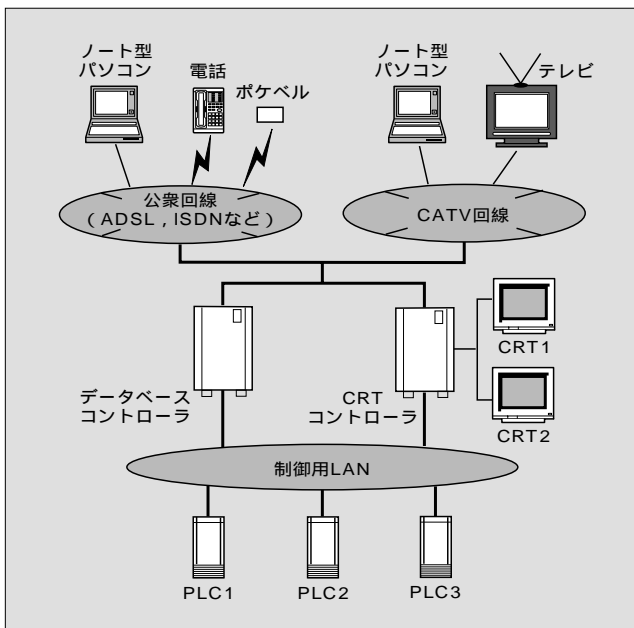
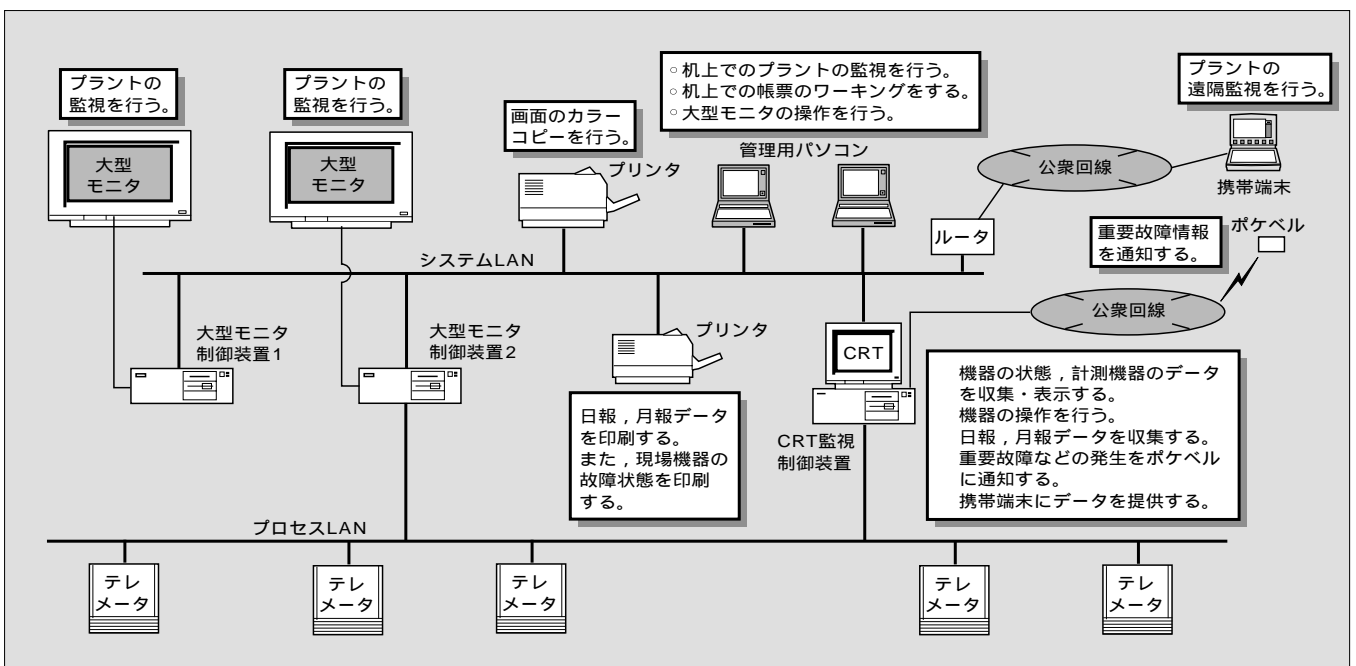


図 2 オープン監視制御システムの構成例



システムにおいては空間的に解放できる。

具体的には、監視データ・監視現場の画像を Web にて表示させることによりインターネットを経由したシステムの監視が可能である。また、公衆回線や携帯電話の回線を使用して直接監視制御システムに接続して監視することもできる。したがって、従来、中央監視室の監視卓・CRTの前に居なければできなかったことが、他の場所で、例えば、事務所でも自宅でも現場でも場所を問わず実現できるようになる。

(2) 操作員の夜間・休日勤務の低減

水道監視制御の運用管理において、処理水量が安定している夜間は、緊急対応しなければならない事態が発生する可能性は少ない、しかしながら、まったく監視体制をおかないのでは緊急時の対応ができないので、最低人員で対応している状況である。このような場合は、IT を使えば夜間監視の問題も解決する。つまり、緊急事態発生時のみ監視員に中央監視制御システムが自動的に通報する。監視員は、ポケットベル (ポケベル) や携帯電話で連絡を受け、携帯端末などで中央監視制御システムに接続して、現場の故障情報や現場の画像を Web 画面などで把握し、その緊急性を判断するとともに、必要に応じた的確な対応が可能となる。

夜間のみならず、休日でも同様なことが可能である。

(3) 操作員の専任性の低減

従来のコンピュータシステムはメーカー・機種ごとに操作方法が異なり、専任の操作員しか操作できないシステムが多かった。しかしながら最近のパソコンの処理性能向上・普及に伴い、パソコンを操作できる人口が大多数となってきた。またパソコンによる二重化システム構築などが実現でき、システムの信頼性も向上した。したがって、だれでも操作ができるパソコンによる監視制御システムが

構築できるようになり、システム上の特殊な知識がなくとも運転管理が可能である。

このように「いつでも、どこでも、だれでも監視できるシステム」では、管理員が、自宅にいても、移動中でも、現場で機器の調整をしているときでも、プラント全体の監視が可能である。

2.3 オープン監視制御システムの導入例

近年、オープン監視制御システムを指向したシステムの導入が始まっており、そのようなシステムの事例を以下に紹介する。

このシステム構築時の要求機能は以下であった。

- (1) 役所の職員がシステムの運用管理を兼務しているため、CRT の前で監視している常駐の運転員を不要としたい。
- (2) 夜間・休日には監視室の職員が不在になる。複数の職員が、故障発生時は何らかの方法で故障情報をキャッチしたい。
- (3) 夜間・休日の警報発生時や監視室に職員が不在な場合でも、常に施設全体の状況を把握し対策を打てるようにしたい。
- (4) システムは信頼性の高いものにしたい。

以上のような要求機能に基づき、システムの構築を行った。

システムの構成例を図 2 に示し、システム化のポイントを以下に記す。

- (1) 役所の壁に大型ディスプレイ装置（42 インチ、テレビ画面も表示可能）を設置して、監視画面（監視室の CRT 画面と同等の画面）を表示することにより、多くの職員が施設全体の状況を把握できる。また大型ディス

プレイの画面切替は、複数の職員のノート型パソコンから操作できるものとした。

- (2) 故障発生時は公衆回線経由で複数の職員が携帯するポケベルへ通知するものとした。
- (3) 携帯端末から、公衆回線を通じて監視室の監視制御システムに接続することにより、携帯端末で監視制御ができるものとした（外部から公衆回線で接続できるため、システムへ接続する際、ユーザー ID、パスワード、IP アドレスによりセキュリティチェックを行うこととした）。
- (4) システムは信頼性を上げるため二重化システムとした。

現在、このシステムはその導入を完了し、運用を開始したところである。本システムは、次世代オープン監視制御システムの機能的オープン性の基本要素を実現しており、今後ますますこのようなシステムが増加していくものと考えられる。

③ オープン監視制御システムを実現するコンポーネント

図 3 にオープン監視制御システムの一般的なコンポーネント構成を示す。本稿ではこの構成の各階層（管理、広域、オペレーション、コントローラ、PIO、ネットワーク）において富士電機が提供できる代表的なコンポーネントについて紹介する。

3.1 管理ステーションのコンポーネント

「FAINS On Web」は従来の監視制御システムにサーバパソコンを増設することによって、監視制御シス

図 3 オープン監視制御システムのコンポーネント構成

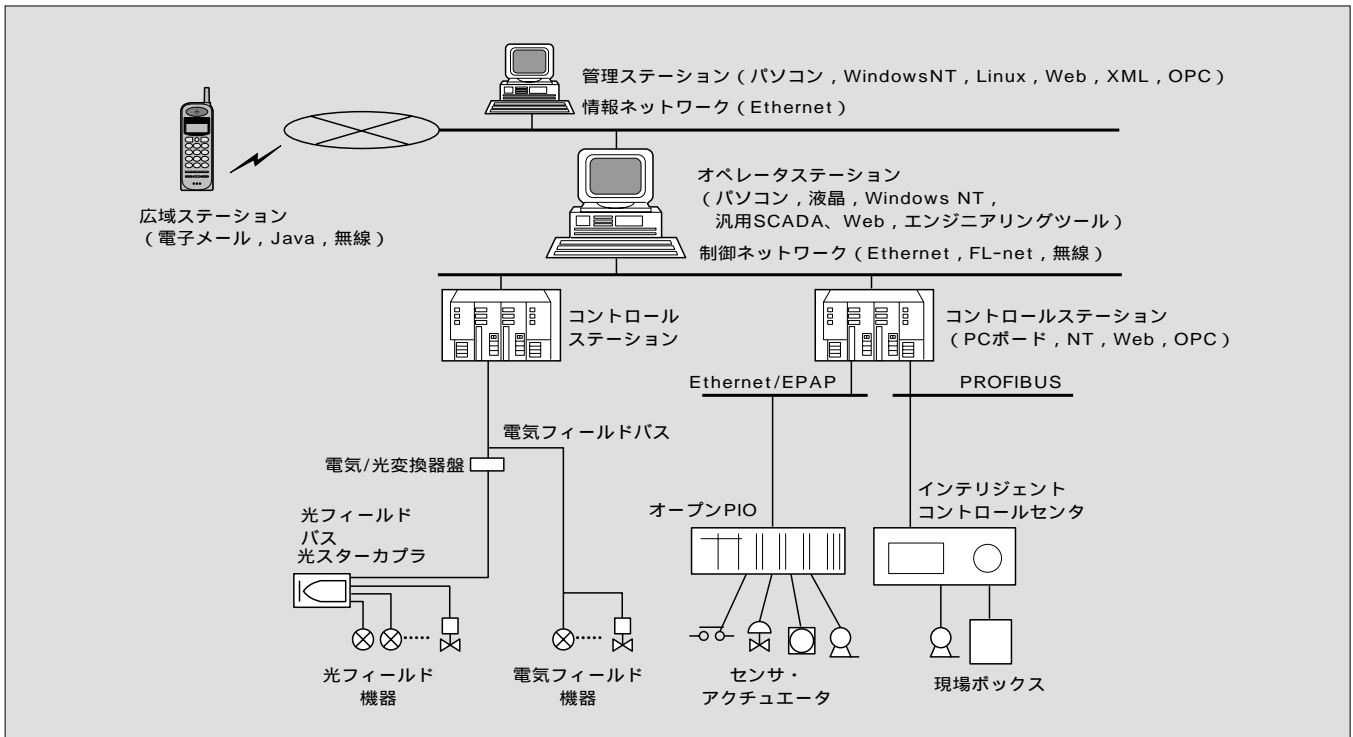
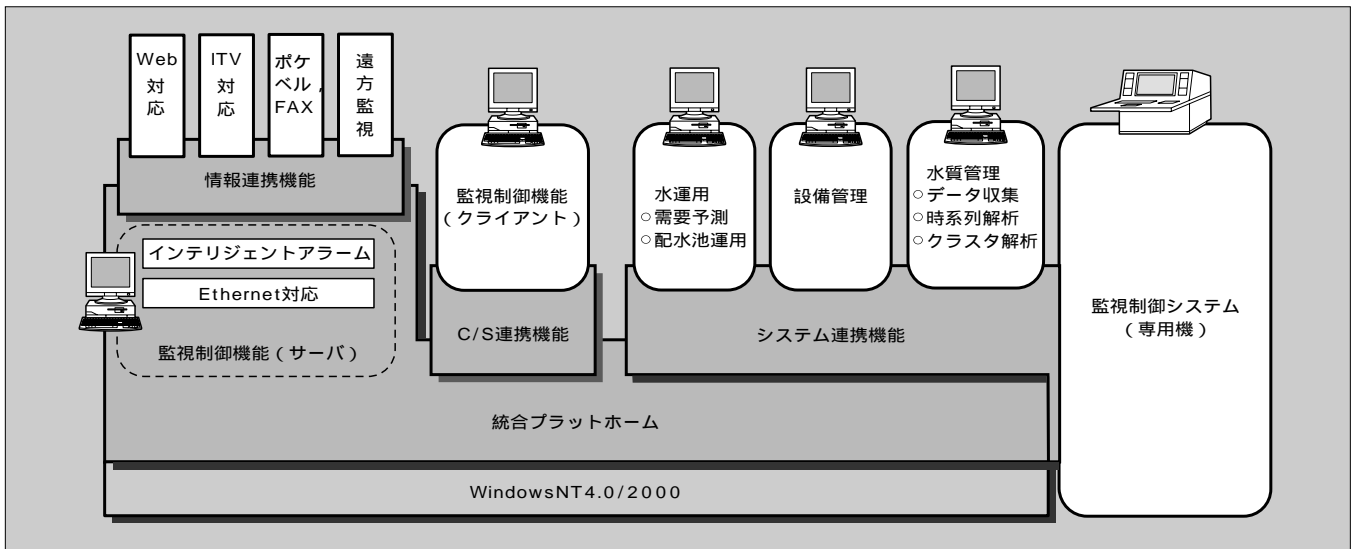


図4 「FAINS On Web」の機能ブロック



テムの情報をWWWブラウザに配信することができるコンポーネントである。図4に機能ブロック図を示す。本システムの特長は次のとおりである。

- (1) WWWブラウザから監視情報の参照が可能のため、情報アクセスの場所を選ばない。また、ネットワークに接続されたパソコンがあれば情報を参照可能である。
- (2) 監視制御システムで管理する帳票データ・トレンドデータをWWWブラウザを介して、パソコンに取り込むことによりデータ活用が可能なEUC (End-User Computing) 環境を提供できる。
- (3) ユーザー認証機能やIPアドレスフィルタリング機能により、アクセス権限のないユーザーからの不正アクセスを防止できる。
- (4) ブラウザから目標値設定などの簡易的な操作・設定も可能である。

3.2 広域ステーションのコンポーネント

「広域通報システム」は、オペレータステーションや、コントローラステーションで検出された機器故障情報を携帯電話、パソコン(メール)、FAXに通知するシステムである。

なお、広域通報システムのデータベースにはWebサーバを搭載しており、インターネット/イントラネットに接続されているクライアントパソコンのブラウザから通知先などの変更も可能である。

3.3 オペレータステーションのコンポーネント

オペレータステーションのコンポーネントとしては、比較的大規模向けの「オープン AX」、中規模向けの「FOCUS」、小規模向けの「パートナー IT」がある。このうち中規模・小規模向けシステムはどちらもSCADAソフトウェアと呼ばれる計測データの制御および監視用のシステムをパソコン上で構築するための世界ドラフト標準ソフトウェアをプラットフォームとしたシステムである。これによ

り専用のハードウェアを導入しなくても、パソコン上で自由に監視制御システムを構築できることを特徴としている。

(1) 大規模監視制御システム「オープン AX」

「オープン AX」は、“進化と継承”をコンセプトとし、MICREX-P /IXの資産を継承しつつ、OSにWindows NT4.0/2000を使用し、制御LAN/情報LANにはEthernet (10 Mbps, 100 Mbps)を使用したオープンな監視制御システムである。図5にシステム構成を示す。

制御LANには規格化された標準プロトコルであるFL-net (トークンパス方式によるコリジョンレス)を採用することで、制御データを保証しており、回線の二重化も可能である。

さらには、操作卓にはLCDデスク (液晶モニタ)も用意しており、公衆回線による遠方監視も容易に実現できる。

(2) 中規模監視制御システム「FOCUS」

「FOCUS」は、SCADA (InTouch)の画面をベースに標準画面とプロセス固有のプラント画面で構成しており、マウスまたはタッチスクリーンによる簡単操作を特徴とするシステムである。図6にそのシステム構成を示す。

制御LAN、情報LANとしてEthernetを採用し、OPCインタフェースを介して、FA、OAなど他システムとのデータ連携が容易である。さらには、前述の管理ステーションや、広域ステーションと組み合わせることで、公衆回線を利用した遠方監視も可能である。

(3) パソコン監視制御システム「パートナー IT」

「パートナー IT」は、中小規模システム向けにパソコンを採用するメリットを高め、かつ安心したプラント運用を実現するためのシステムであり、本システムにおいてはネットワーク機能やオープンインタフェース、冗長化機能を包含するSCADAソフトウェア「CITECT5」のうえに、

注1 Windows : 米国 Microsoft Corp. の登録商標

注2 Ethernet : 米国 Xerox Corp. の登録商標

注3 InTouch : 米国 Wonderware 社の登録商標

図5 オープン AX のシステム構成

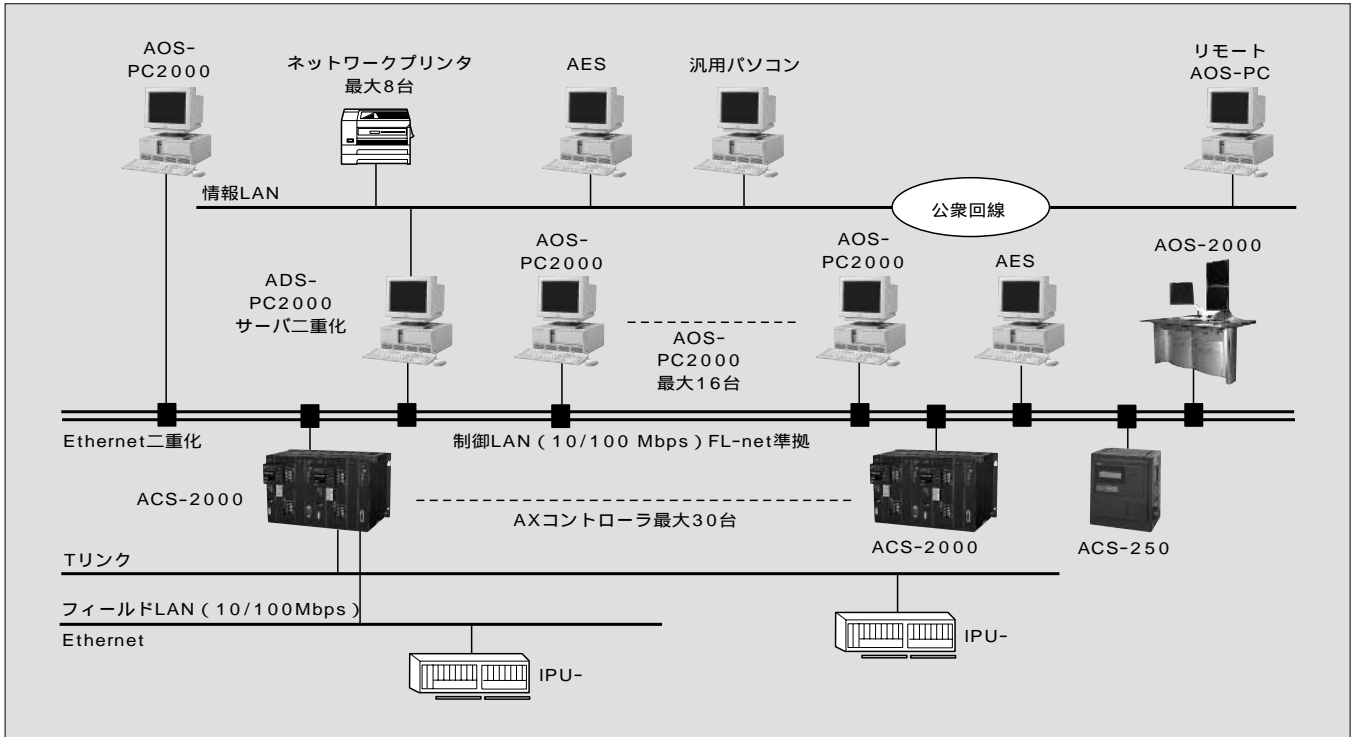
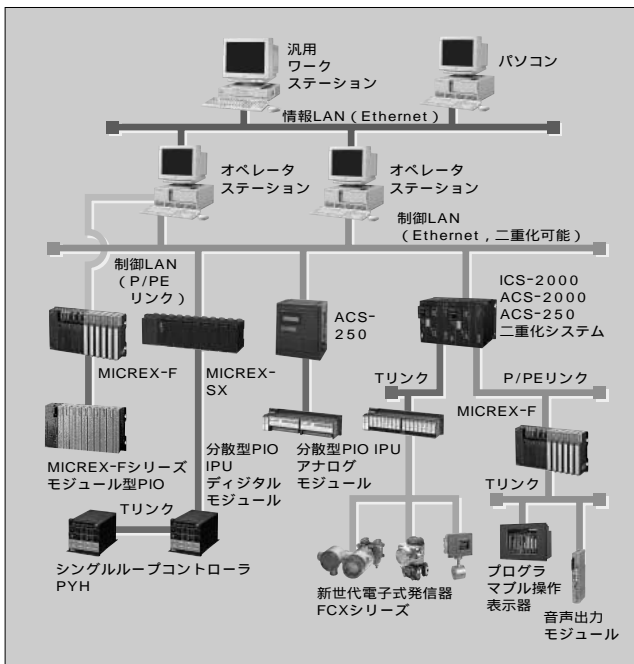


図6 FOCUS のシステム構成



高機能トレンドなどの標準画面や機能，業務対応ソフトウェアを構築したフレキシブルで信頼性の高い監視制御システムである。図7にシステム構成を示す。このシステムは富士電機のPLCのほか主要各社のPLCとの接続が可能であり，ソフトウェアのオープンインタフェース化により外部ソフトウェア連携がきわめて容易である。

3.4 コントローラステーションのコンポーネント
 コントローラステーションのオープンコンポーネントと

しては大規模ステーション ACS-2000 向けの「PC ボード」と中小規模ステーション MICREX-SX 向けの「Web サーバモジュール」がある。

(1) ACS-2000-PC ボード

大規模分散型コントローラ ACS-2000 に汎用 CPU を搭載した PCU (Personal Computer Unit) を実装することにより，パソコンからブラウザにて各種監視制御情報の収集を可能とするコンポーネントである。さらには，汎用言語 (C 言語など) を使用して従来，コンピュータなどで行っていた高機能制御や，HCI 機能も実現できる。

(2) 「PIO-Web サーバモジュール for SX」

「PIO-Web サーバモジュール for SX」は，現場のプロセサデータを，インターネットやイントラネットを経由して，パソコンのブラウザ画面から，監視・操作することを可能にする PLC 直結の装置である。

本装置は現場 PLC 本体に Web サーバを内蔵し瞬時値，AI トレンド，イベントログなどの情報をブラウザ画面として提供するとともに DO 出力操作を可能とし，イベントによる電子メール自動発信機能を有する。さらにセキュリティ機能として，運用者などを制限することが可能である。

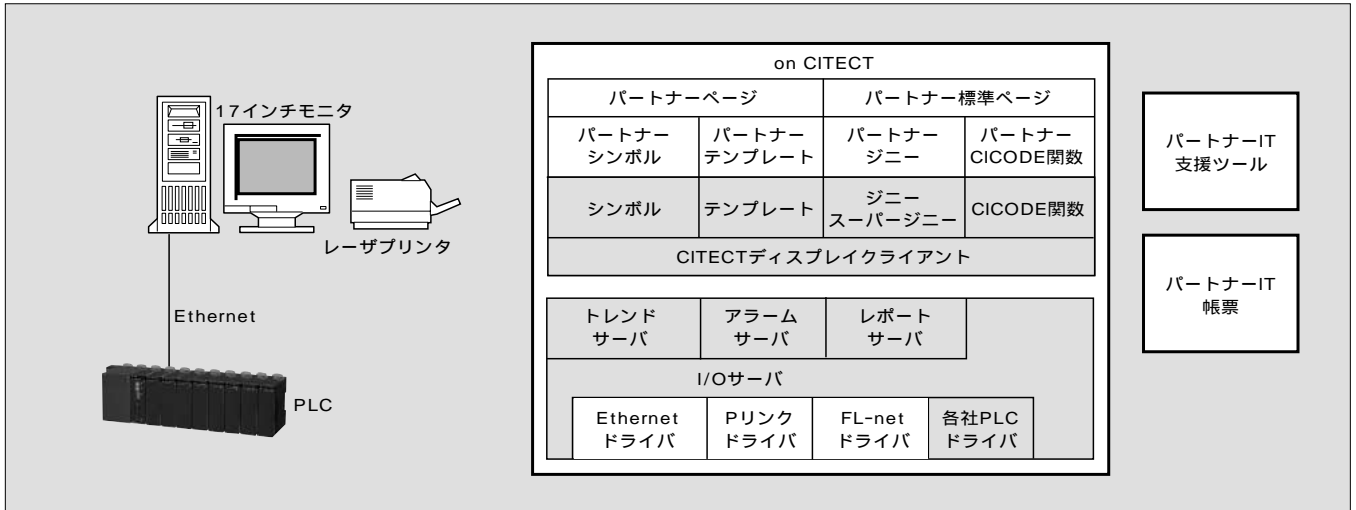
3.5 PIO ステーションのコンポーネント

PIO ステーションのコンポーネントとしては，主として計装回路向けの「オープン PIO」と電源回路向けの「IFC」がある。

(1) オープン PIO

情報・制御システムのオープン化の流れはコンピュータネットワークから始まり，制御機器やフィールド機器に広がりがつつある。

図7 パートナー IT のシステム構成



オープン化対応プロセス入出力装置「オープンPIO」は、オープンネットワークに対応した小型、高速、高信頼かつ耐環境性のある新時代のPIOである。これらの技術的な特長に加えて、インタフェース仕様の公開など情報のオープン化を推進することにより、オープンPIOは従来の監視技術への適用だけでなく、今後の成長が期待される監視を主体とした新しい分野でもデファクトスタンダードとなり得るものである。

(2) IFC

IFCはオープンバスにより上位システムおよびI/Oと接続して、保護・監視・制御が行える低圧回路制御装置である。この装置は欧州で主流の制御用バス（PROFIBUS）を採用し、シーケンス制御、アナログ制御の機能も統合するとともに、上位コントローラ二重化、伝送ライン（光ファイバ）二重化による冗長化構成が可能である。

本システムを適用することによりI/O装置を大幅に削減できるとともに、究極の危険分散型（負荷ごとに現場伝送を独立）やグループ制御型（グループ負荷ごとに現場伝送を独立）などのフレキシブルなシステム構築が可能である。

3.6 ネットワークのコンポーネント

ネットワークのオープンコンポーネントとしては有線方式の「FL-net」と無線LANがあげられる。

(1) FL-net

開放型コントローラ間ネットワーク「FL-net」は、(財)製造科学技術センター（MSTC）が提唱し、国内20社以上のメーカーならびにユーザーが参加して規格化された制御用途向け標準LANである。FL-netはEthernetをベースとし、その上位にシステムの信頼性やデータの到達保証、またサイクリック伝送やメッセージ伝送機能などの制御用途機能を持っている。

富士電機ではこれに対応した製品として、汎用PLCであるMICREX-SX、FLEX-PCおよびプラントコントローラMICREX-AXを開発した。

これにより、異社間のPAシステムやFAシステムにおいての相互接続が可能となり、FL-net機器を自由に混在できるマルチベンダシステムの構築が可能となった。

(2) 無線LAN

無線LANは、特定省電力無線であるSS（Spread Spectrum：スペクトラム拡散）無線通信方式（無線免許が不要）を採用した通信システムで、プラントの運転状態、トレンドデータ、警報・故障情報など、どこにいてもプラント全体を監視する機能が容易に実現できる。

無線LANシステムの特長は、通信費がかからない、ケーブル工事が少ないなどが挙げられる。このことにより、従来の設置型監視システムと比べ、プラント監視の自由度がきわめて高い。

例えば、機場から離れた見通しの良い高台の配水池の水位信号や配水流量を、中央に集める場合、従来は、公衆回線を使用した有線テレメータ設備を使用したのが、無線LANを適用することで、比較的簡単にシステムを構築でき、加えて回線使用料の低減が図れる。

また、無線LANを監視システムに適用することで、プラント場内のどこにいても監視が行えるシステムを構築することが可能となり、旧来、多くの面数の現場操作盤が必要であったシステムでもその代用として、ノート型パソコン（PC）を持ち歩くだけでビジュアルに設備監視が行えるシステムが構築できる。

4 あとがき

上下水道事業においては、建設の時代から維持管理の時代へ入ったといわれてはや10年を経過した。今こそ本当に効率のよい維持管理が求められているといえる。一方、世界では、ITが国家のすう勢を決めるともいわれている。富士電機は、この要求の実現に向かって、最新のITを駆使し、より導入しやすく、より使いやすいシステムを提供していく所存である。



*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。