

上下水道の持続的成長を支える情報制御システム

Information and Control Systems Contributing to Sustainable Growth in Water and Sewage Works

田所 秀之 Hideyuki Tadokoro
高橋 一郎 Ichiro Takahashi

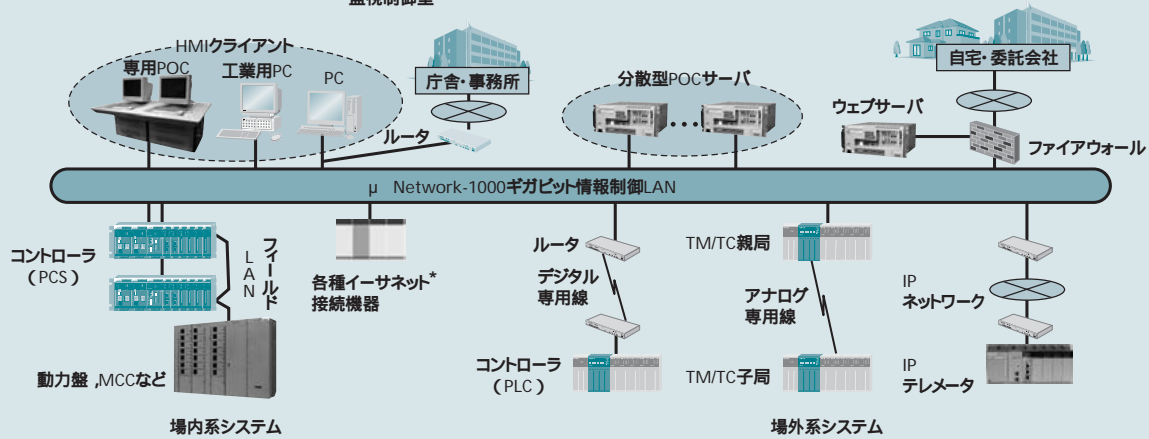
山口 浩介 Kosuke Yamaguchi
稲垣 征司 Seiji Inagaki



監視制御室

AQUAMAX新シリーズの特徴

- スケーラブルなクライアントサーバアーキテクチャ
長年にわたり段階的増設・更新、進化が続けられる上下水道システムに対応した分散構成（分散型POCサーバ、HMIクライアント）
- 広域システムとのシームレスな接続
監視操作範囲の広域化、統合化を支えるIP技術をベースとしたリアルタイム制御LAN
- 人に優しいヒューマンインターフェース
最新のITを採り入れた、人に優しい監視操作環境
- ディメンダブル（高信頼性、高可用性、高保守性）なシステム
基幹コンポーネント（分散型POCサーバ、PCS制御LAN）二重化、システム健全性監視機能によるRASサポート
- 上下水道向けの制御パッケージ群
制御ノウハウを制御ソフトウェアパッケージとしてラインアップ



注：略語説明ほか POX (Process Operator's Console), HMI (Human Machine Interface), IP (Internet Protocol), TM/TC (Telemeter/ Telecontrol)
LAN (Local Area Network), PCS (Process Control Station), RAS (Reliability, Availability, Serviceability), MCC (Motor Control Center)
PLC (Programmable Logic Controller)
* イーサネットは、富士ゼロックス株式会社の商品名称である。

図1 日立監視制御システム「AQUAMAX」新シリーズの全体構成

「AQUAMAX」新シリーズでは上下水道の持続的成長を支えるため、スケーラブルなクライアントサーバアーキテクチャ、広域システムとのシームレスな接続、人に優しいヒューマンインターフェースを基本コンセプトとした。

上下水道分野を取り巻く社会環境として、安全・安心な水環境の創出、環境負荷低減・循環型社会への貢献、情報公開とアカウントビリティがいつそう求められている。また、事業環境としては、本格的な維持管理の時代の到来、少子高齢化やいわゆる「2007年問題」による職員減、市町村合併による広域化、業務委託などの事業形態の変化が挙げられる。

日立グループは、このような環境の下、社会インフラの一翼としての上下水道の持続的成長を支えるため、各種情報制御ソリューションを提供している。そのプラットフォームとして、監視制御システム「AQUAMAX」では、長年培ってきたRAS機能の上にハードウェア、ソフトウェア資産を生かしながら段階的な増設や更新、機能拡張を可能とするスケーラブルなアーキテクチャ、オープン化への対応、操作性の向上、広域システムとの親和性、ユビキタスな対応を特徴とするシリーズを提供している。

1.はじめに

21世紀は「水の世紀」と言われており、わが国の上下水道分野に関連する環境も大きく変わりつつある。

社会環境面では、以下の要件が求められている。

- (1) 安全・安心な水環境の創出
- (2) 環境負荷低減・循環型社会への貢献
- (3) 情報公開とアカウントビリティ (説明責任)

また、事業環境面では以下が取り組むべき課題とされている。

- (1) 本格的な維持管理時代の到来
- (2) 高齢化、「2007年問題」による熟練技術者の不足
- (3) 包括委託などの事業形態多様化
- (4) 運営基盤の強化
- (5) 市町村合併による運用広域化

監視制御システムは上下水道事業を支える基盤の一つであり、このような社会環境面、事業環境面の变化に柔軟に対応し、持続的な成長に貢献することが求められる。

ここでは、日立監視制御システム「AQUAMAX」新シリーズについて述べる(図1参照)。

2. AQUAMAX新シリーズのコンセプト

日立グループは、上下水道分野をめぐる環境の変化に対応するため、長年にわたって監視制御システムの中核として提供してきた「AQUAMAX」シリーズを、以下のコンセプトの下にエンハンスした(図2参照)。

(1) スケーラブルアーキテクチャ

本格的な維持管理の時代となり、システムの更新、機能強化は、運用しながら長期にわたって段階的に実施されることとなる。また、その際には、ハードウェアだけでなくソフトウェアについても資産として継承していくことが求められる。このため、自律分散コンセプトに立脚したスケーラブル(段階的増設更新可能)なアーキテクチャを採用した。

(2) 制御LAN(Local Area Network)の場内/場外シームレス化

市町村合併による広域運用、熟練技術者不足時代を迎え、より少人数で広域を運転監視する必要性から、集中監視制御システム化や監視室外・場外からの運転監視が求められる。このため、場内/場外シームレス化に適した高速イーサネット上に高信頼、リアルタイムな制御LANを構築した。

(3) HMI(Human Machine Interface)機能強化

これまでHMIは、中央監視室で、専門職員による運転監視オペレーションを想定して構築されてきたが、これからは、

(a)中央監視室外からもアクセス可能であること、(b)委託社員、専門外の職員などもユーザーとして想定すること、(c)個々の操作・設定だけでなく、水運用、水質管理、省エネルギーなど、系全体を見渡した全体最適のためのオペレーションが求められる。

こうした要件に対応するため、マルチウィンドウ化、ユーザーの運用に合わせた画面のカスタマイズ性の向上、セキュリティ機能の強化を図った。

3. スケーラブルアーキテクチャ

3.1 サーバ分散型クライアントサーバの構成

中央監視操作機能をスケーラブルにするためには、以下の課題を解決する必要がある。

(1) HMIの前提OS(Operating System)、前提ハードウェアの製品供給期間が上下水道向けシステムに期待される製品維持期間(10年以上)に比べて短い。

(2) 電子部品の改廃サイクルが短期間化していることにより、設備拡張・増強に合わせて監視制御用計算機のディスク、メモリ増設が必要になった時点で入手することが困難となってきた。

(3) 最終規模・機能を想定した計算機システムを導入した場合、増設時にはシステムが陳腐化している。

これらの課題に、以下のサーバ分散型クライアントサーバ構成のアーキテクチャで対応した(図3参照)。

(a) HMI機能ウィンドウ操作の入出力部分(HMIクライアント)、HMI情報処理部(HMIサーバ)、プラントデータDB(Database)サーバの3階層構成として、各階層間のインタ

フェースをOS、ハードウェア非依存とした。これによって、前提OS、ハードウェアの種類によらずにビルディングブロック的に増設・更新が可能となる。

(b) HMIクライアントは、Windows系OS上に構築されることを想定しているが、HMIサーバ・クライアント間のインタフェースはOS非依存とした。これによりHMIクライアントの増設や、部分更新は、既設OSバージョンに依存することなく、その時点で入手可能なバージョンで行うことができる。

(c) プラントデータを持つDBサーバは、コントローラへの入出力、来歴データ、警報・状態などのイベントを管理する。

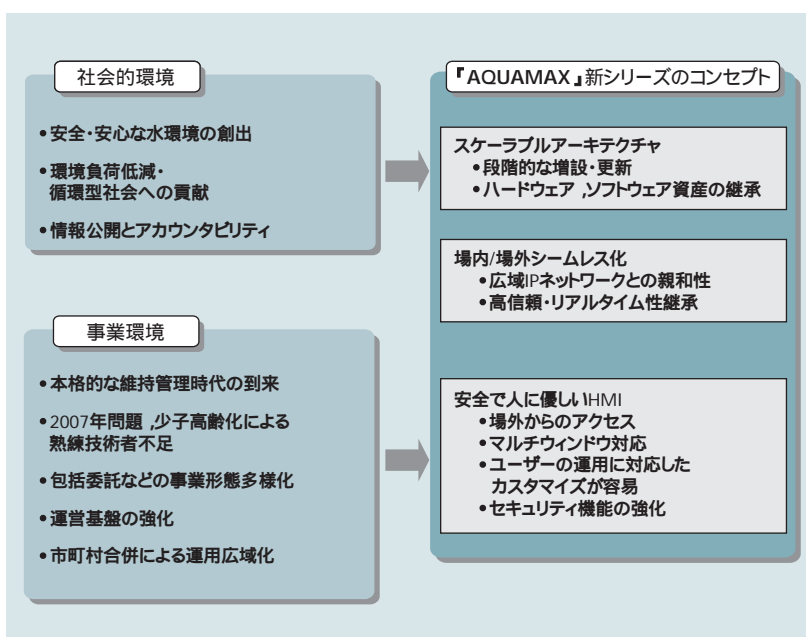
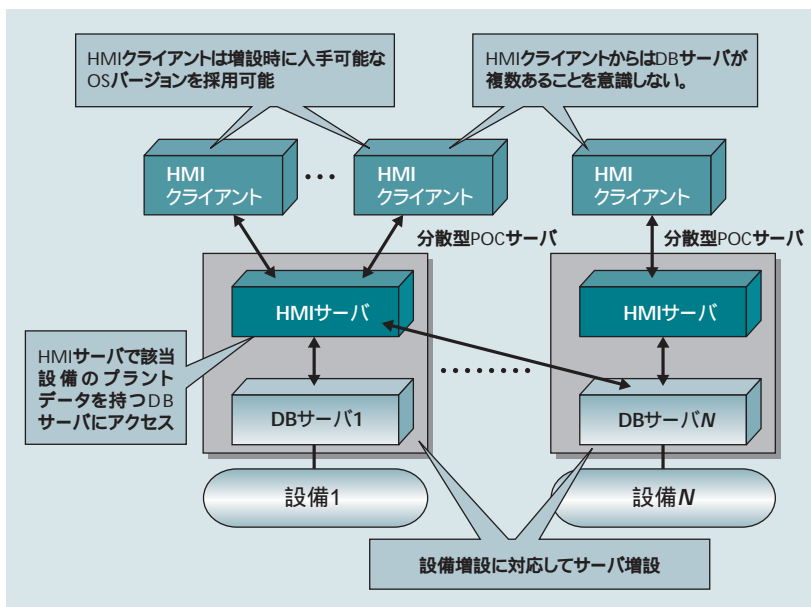


図2 上下水分野を取り巻く環境と「AQUAMAX」新シリーズのコンセプト

「AQUAMAX」新シリーズのコンセプトは、上下水分野を取り巻く社会的環境、事業環境の変化に対応したものである。

) Windowsは、米国およびその他の国における米国Microsoft Corp.の登録商標である。



注:略語説明 OS(Operating System),DB(Database)

図3 サーバ分散型クライアントサーバ構成

DBサーバ,HMIサーバ,HMIクライアントの3階層の分散構成アーキテクチャ採用により,上下水道設備の段階的増設,更新に対応できる。

新シリーズではDBサーバをシステム規模に応じて複数台設置することを可能とした。このため,増設規模に対応してDBサーバを追加すればよいので,更新もDBサーバ単位で行うことが可能となり,既設のハードウェア,ソフトウェア資産を生かしながらの段階的な増設や更新が容易になる。

3.2 制御LANの段階的構築

制御LANは高速化に対する要請に応えるため,リアルタイム性や信頼性を考慮しつつ性能強化を繰り返してきた。最近15年間,日立グループは10 Mビット/sのμ Network-10,100 Mビット/sのμ Network-100を提供してきた。「AQUAMAX」新シリーズでは,ギガビットイーサネットベースのμ Network-1000を基幹制御LANとする。

多様化するニーズに対応して制御LANを高速,高機能化することが必要であるが,本格的な維持管理の時代となり,上下水道設備が段階的に増設・更新されるため,これに合わせた構築が前提となる。また,最近では電子部品の改廃が激しく,増設・部分更新時には既設の制御LANが供給困難となる場合もある。

このような事情から,新制御LANにおいてはLAN間接続装置により,新旧制御LANをソフトウェアからはあたかも同一制御LANにあるのと同様の環境を提供する(図4参照)。現在はμ Network-100と,

一部制限はあるがμ Network-10が,新制御LANのμ Network-1000と接続可能である。

3.3 遠方監視制御機能の段階的更新

遠方監視制御システム(テレメータ)は,V.2(アナログ回線),X.2(デジタル回線)などのインタフェースを持つ専用回線上にCDT(Cyclic Digital Transmission:サイクリックデータ通信)方式などの独自プロトコルで構成されてきた。「日立SPROLLシリーズ」としても約6,000局の供給実績がある。今後は遠方監視制御システムもIP(Internet Protocol)ベースの広域通信ネットワーク上に構築されていく方向ではあるが,現時点では伝送容量によっては上記のレガシーな専用回線がランニングコスト的に有利な場合が少なくない。また,段階的更新の観点から,親局のみ,子局のみの更新となる場合も多い。さらに現在では,コントローラやシーケンサがイーサネットなどの通信機能を持つことが容易となっている。

そこで,「AQUAMAX」新シリーズでは,シーケンサにレガシーなテレメータ通信機能を実現する通信モジュールを実装し,既存のインタフェースを生かして,親局のみ,子局のみの段階更新を可能とした。さらに次の段階で通信モジュールを交換することでIPネットワークへの移行にも対応する(図5参照)。

そこで,「AQUAMAX」新シリーズでは,シーケンサにレガシーなテレメータ通信機能を実現する通信モジュールを実装し,既存のインタフェースを生かして,親局のみ,子局のみの段階更新を可能とした。さらに次の段階で通信モジュールを交換することでIPネットワークへの移行にも対応する(図5参照)。

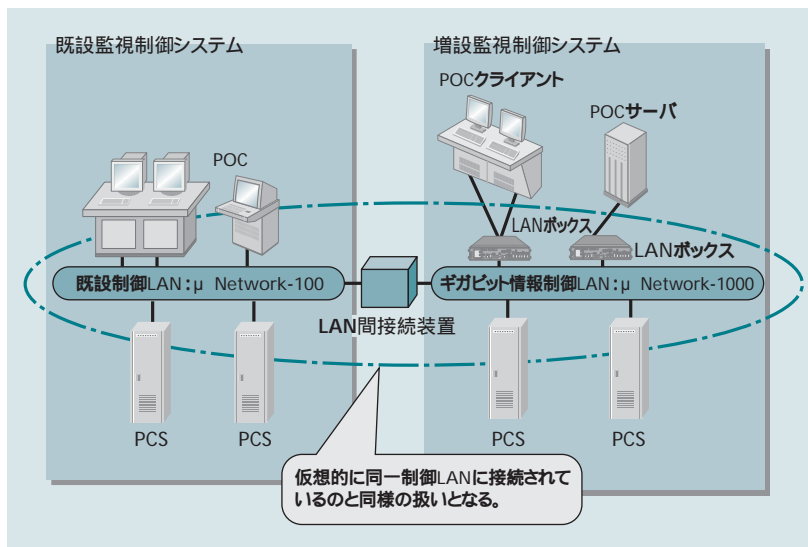
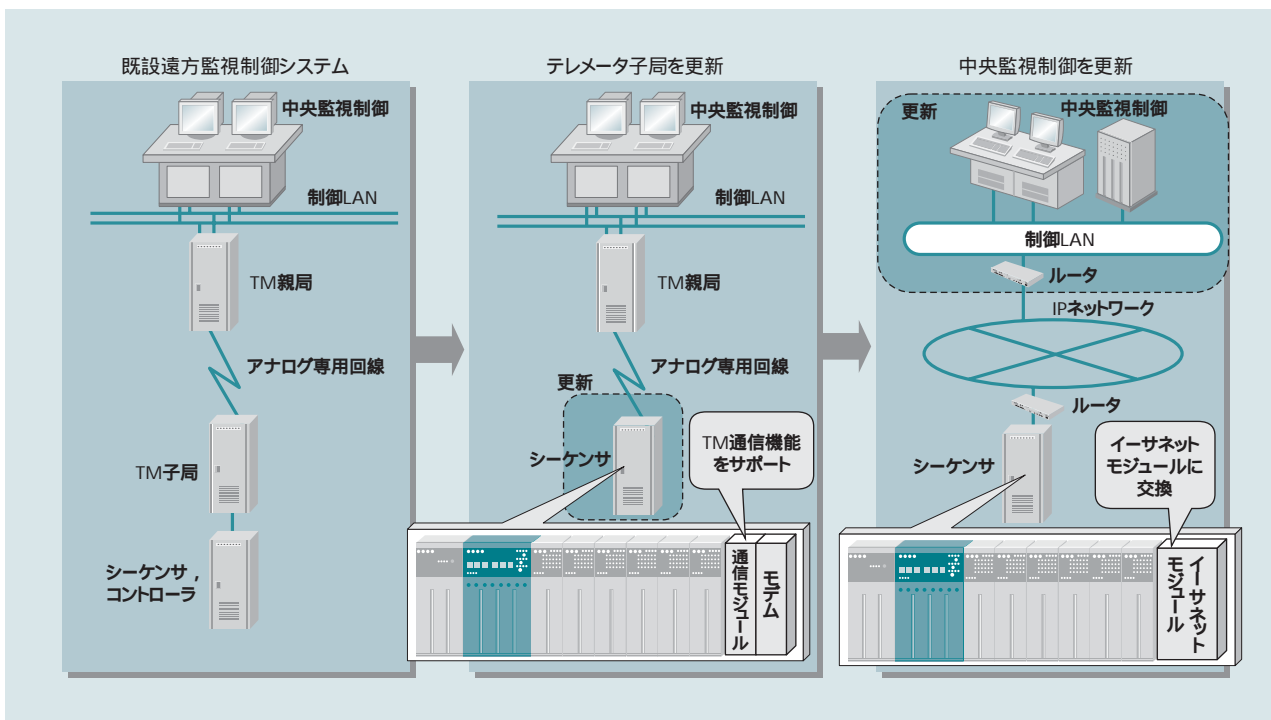


図4 制御LANの段階的構築

LAN間接続装置で世代の異なる制御LANをシームレスに接続することにより,同一LANであるかのように扱うことが可能である。



注:略語説明 TM(Telemeter)

図5 遠方監視機能の段階的更新(子局からの更新の場合)

既設の遠方監視制御システムのハードウェア、ソフトウェア資産を生かしながら段階的にIPネットワークベースのシステムへの更新が可能である。

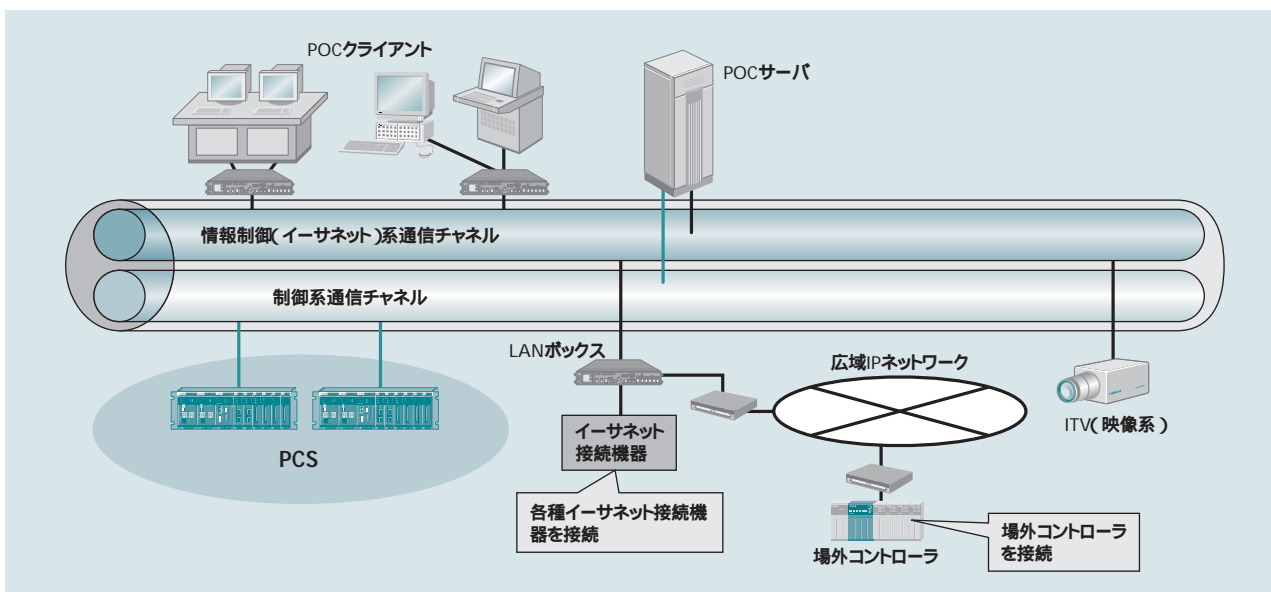
4 . 広域監視制御システムへの展開

4.1 ギガビットイーサネットベース制御LAN

場内/場外シームレス化のため、「AQUAMAX」新シリーズの基幹制御LANとして、今後主流となるIPベース広域ネットワークとの親和性に配慮して、ギガビットイーサネット技術を採用したμ Network-1000を開発した(図6参照)。

μ Network-1000は、二重化リング構成によって高信頼化するとともに、制御系と情報制御系の二つの帯域を有し、リア

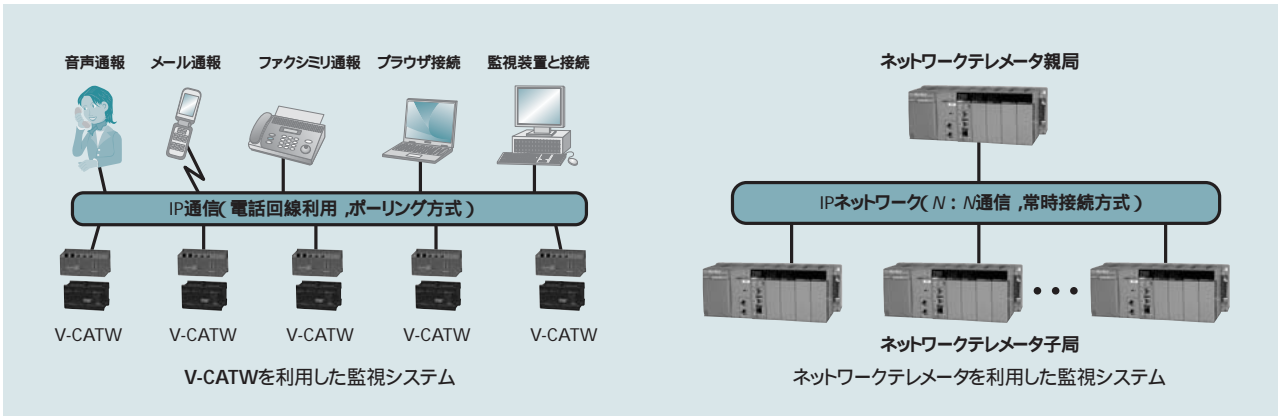
ルタイム性と汎用性のニーズに応えている。制御系の帯域は、これまでの制御LAN同様に、監視制御に適したサイクリック通信(メモリ転写機能)をサポートしている。また、情報制御系の帯域は一般のイーサネット同様の扱いが可能で、イーサネットに接続可能な各種機器の接続や高速大容量を生かしてITV(Industrial Television)画像など映像系の伝送が可能であり、監視制御の幅を広げている。制御系の帯域はQoS (Quality of Service)制御によってリアルタイム性が保証されて



注:略語説明 ITV(Industrial TV)

図6 ギガビットイーサネットベース制御LAN

リアルタイム性と汎用性のニーズに応えるために、制御系とイーサネット系のチャンネルに帯域分割している。



注:略語説明 V-CATW(Voice Communication Alarm Terminal with Web Function)

図7 IPテレメータ

日立テレメータ装置「V-CATW」を利用した監視システム(左)と、ネットワークテレメータを利用した監視システム(右)を示す。

おり、情報制御系にバースト的に大量データの伝送が発生した場合でも影響を受けない。

4.2 コピキタス時代に応えるIPテレメータ

急速に普及するIP通信サービス(光回線、ケーブルテレビ回線、ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line)、携帯電話回線、無線など)を活用すれば、これまで以上にきめ細かなオンライン計測情報に基づいた制御系が構築でき、さらなる効率、品質向上の可能性が広がる。例えば、配水圧力・水質をきめ細かく計測し、末端圧力・残塩などを適正化する制御系を構成するといったことが考えられる。

IPテレメータでは、現場側のデータをIP化して伝送する機能を有し、上記IP通信サービスを活用したオンライン計測を実現

する。

IPテレメータには、必要なときにだけ通信するポーリングタイプ(V-CATW)と、データを常時送信する常時接続タイプ(ネットワークテレメータ)の2種類がある(図7参照)。

5 .HMI機能強化

「AQUAMAX」新シリーズには、オペレータの使い勝手を考慮した画面構成を採用しており、メッセージ速報などの共通情報を表示する共通エリアと画面表示エリアに分かれ、画面表示エリアは、マルチウィンドウでの監視操作が可能となっている(図8参照)。また、水処理監視制御が効率的かつ安全に行えるように、プラント監視制御専用のトレンドグラフ画面や各種メッセージ画面などの標準画面を用意している。

監視制御画面を構成する要素は、ソフトウェア部品としてモジュール化されており、ユーザーの運用に合わせてレイアウトをカスタマイズすることも可能である。

さらに、セキュリティ機能は、ログインユーザーごとに操作権限と設備の掌握範囲が設定でき、きめ細かいセキュリティの設定が可能となっている。

また、中央監視室外からの運転監視のために、ウェブサーバ経由で遠隔から同様の監視制御画面をブラウザ端末上に表示する方式にも対応する。

6 .おわりに

ここでは、日立グループの監視制御システム「AQUAMAX」新シリーズについて述べた。

AQUAMAXシリーズは、主に国内にお

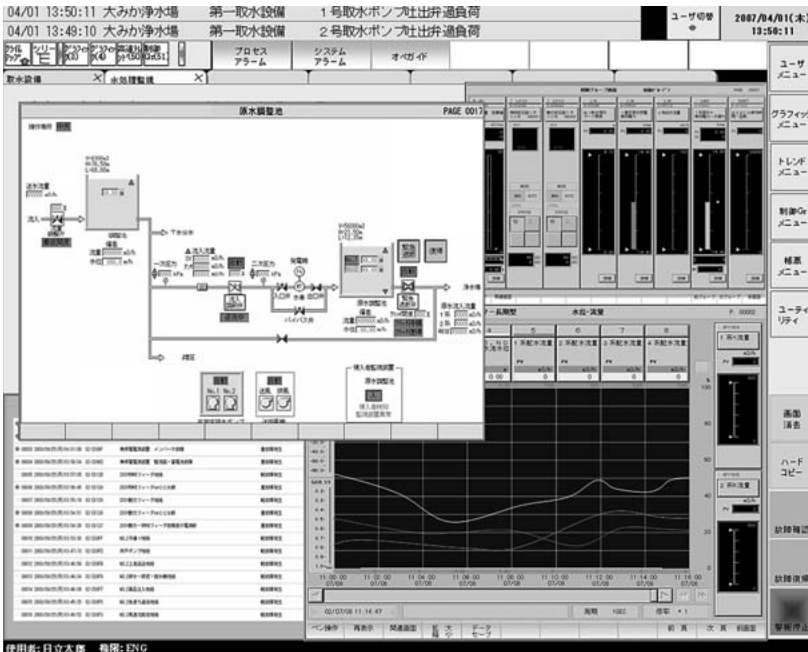


図8 HMIの画面構成の例

共通エリアにメッセージ速報や操作ボタンを配置し、画面表示エリアには、マルチウィンドウで複数の画面を表示する。

ける上下水道監視制御システムのプラットフォームとして提供してきたが、その信頼性や継続性は持続的成長が求められる上下水道設備の監視制御システムの要件となるものである。今後、国際標準規格、インタフェースを積極的に取り入れながら、グローバルな貢献も視野に入れた拡充を継続していく考えである。

執筆者紹介



田所 秀之
1982年日立製作所入社、情報・通信グループ 情報制御システム事業部 社会制御システム設計部 所属
現在、上下水道監視制御システムの開発に従事
計測自動制御学会会員、技術士(情報工学、総合技術監理)



高橋 一郎
1981年日立製作所入社、電機グループ 社会・産業システム事業部 習志野公共部 所属
現在、遠隔監視システムの開発、設計に従事

参考文献

- 1) 電気学会公共施設技術委員会:公共プラントとパソコン応用,コロナ社(2001.4)
- 2) 藤岡,外:システムの成長と維持を容易にする自律分散アーキテクチャ,日立評論,78,10,679~682(1996.10)
- 3) 電気学会公共施設技術委員会:電気学会技術報告 公共施設における民間活用の動向とシステム,電気学会(2006.10)
- 4) 電気学会公共施設技術委員会:電気学会技術報告 上下水道施設におけるセキュリティ・マネジメント,電気学会(2007.5)



山口 浩介
1989年日立製作所入社、情報・通信グループ 情報制御システム事業部 社会制御システム設計部 所属
現在、上下水道監視制御システムの開発に従事



稲垣 征司
1995年日立製作所入社、情報・通信グループ 情報制御システム事業部 社会制御システム設計部 所属
現在、上下水道向けシステム設計に従事