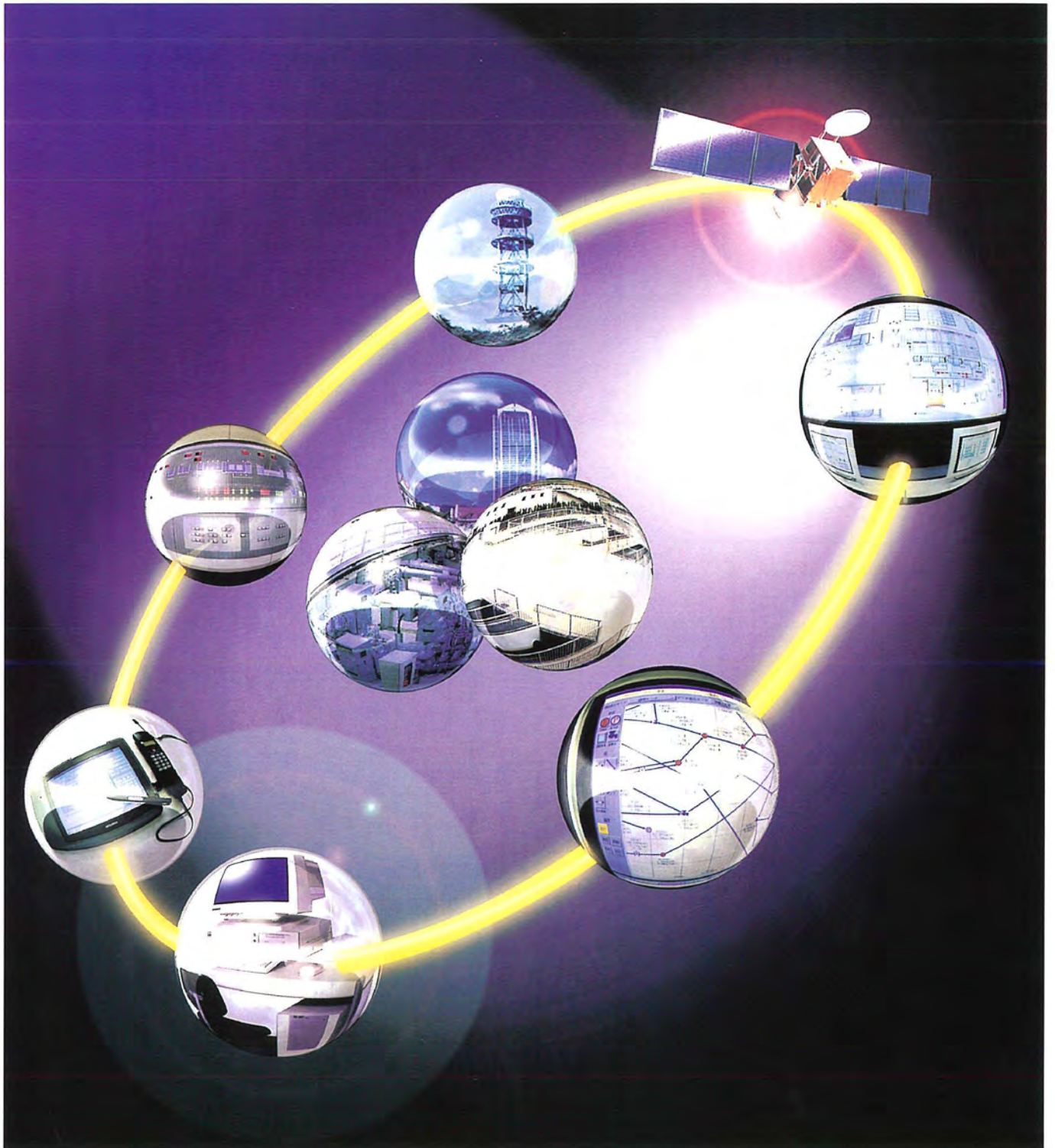


MITSUBISHI

三菱電機技報 Vol.71 No.11

特集 “上下水道システム”

'97 **11**



特集 “上下水道システム”

目次

特集論文

情報化のパラドクス	1
加護野忠男	
上下水道システムの技術動向	2
竹野宏平・田中久雄・前田和男	
上下水道総合情報システム	6
春尾弘志・川田卓嗣	
上下水道高度運用システム	12
田中久雄・進藤静一・築山 誠・岡田叔之・堀川 豊	
上下水道大規模監視制御システム	18
末吉尊徳・安藤 隆・岡田叔之・中道功二	
上下水道中小規模監視制御システム	24
畑辺 健・成原弘修・和田一博・石木征宏	
上下水道における設備情報管理システム “MELFIS”	30
綾 信吾・山下 浩	
上下水道オゾン高度処理システムの技術動向	36
荻原弘行・田村哲也・石田稔郎・河相好孝・北山二郎	
小規模下水処理における運転管理支援システム	43
嶋岡正浩・時盛孝一・廣辻淳二・古川誠司	
CALSと上下水道への展開	48
野々山めぐみ・嶋岡正浩・塩谷景一・宮田 亮・前田和男	
配水管理システム新シリーズ	54
内藤茂之・斎藤素直・川北 誠・大野久支	
上下水道における新規センサの現状と動向	60
佐野光俊・花里善夫・廣辻淳二	
オブジェクト指向技術を適用したマンマシンシステムの最新状況	66
勝間保夫・岡田叔之・北村操代	

特許と新案

「可逆回転式圧縮機及び可逆冷凍サイクル」	
「CVD法による酸化物系誘電体薄膜の製法」	75
「微生物類の自動観察装置」	76

スポットライト

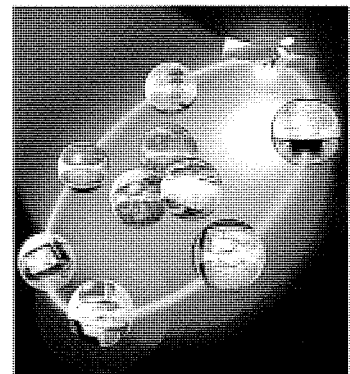
ネットワーク管理装置	74
設備台帳管理システム “GX-5000”	77
双方向マルチ大画面システム	78
小規模プラント用監視制御システム “MACTUS300SR”	(表3)

表紙

上下水道総合情報システム

地球環境問題の高まり、水質規制の強化、渇水・地震対策の見直し、コスト削減など、上下水道事業体を取り巻く環境は、ますます厳しくなっている。近年急速な革新を遂げつつあるネットワーク技術・マルチメディア技術に支えられた総合情報システムが注目される。多種多様な情報を一元化・共有化することにより、事業の高水準化、業務の効率化、市民サービスの向上に寄与することができる。

写真は、通信衛星、光ファイバなどで、本庁、浄水場、下水処理場をつなぎ、雨量レーダ、監視制御システム、業務支援システム、事務管理システム、携帯端末などの有機的連携を図る総合情報システムをイメージしている。



情報化のパラドクス

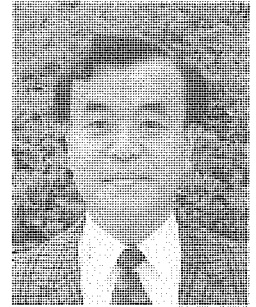
情報ネットワークが急速に普及し始めた。数年前までは言葉を聞くことすらまれ(稀)だった“インターネット”が、多くの人々にとって大変身近なものになってきた。私のような技術音痴の人間ですら、インターネットで人々とコミュニケーションし、本を買う時代になってしまった。原稿も電子メールで送る時代になった。

情報化は、職場における人々の仕事の仕方、接触の仕方を大きく変え、組織形態、さらには雇用形態にまで変化をもたらしつつあると言われている。情報の結節点だったミドルマネジメントの存在意義は低下し、組織の中抜き現象、組織のフラット化がもたらされるという予測もある。実際に、ミドルを飛び越して、担当者とトップが直接電子メールで連絡を取り合うというような現象も現れているから、この予測は現実のものになりつつあると考えるべきかもしれない。在宅勤務が行われるようになると、雇用の形態も変わってこざるを得ないだろう。

情報化の進展は、企業と顧客、企業と企業の取引関係をも変えつつある。実際に、情報ネットワークを用いたニュービジネスも出てきている。日本の系列的な取引システムが、よりオープンなものに変わっていくと主張する人々もいる。

官公庁の職場にも情報機器が導入され、事務作業の効率化が行われつつある。ホームページを開設し、情報の開示を行うとともに、市民との対話に取り組もうという動きも報道されている。

新聞や雑誌を読むと、情報ネットワーク化に伴って我々の生活が急速に変わっているように思えてくる。しかし、我々の周辺を冷静に見回してみると、意外に変わっていない



神戸大学経営学部

教授 加護野忠男

いことに気付かされることが多い。私自身もインターネットで本を買うこともあるが、相変わらず本屋で本探しをしている。電子メールで送った原稿も、結局は雑誌や本として出版されている。大学でも会議の時間調整のためにインターネットが使われているが、余り生産的ではない会議の数はほとんど減っていない。

経営組織の体系的な調査でも、余り大きな変化は起こっていないという結論が支配的である。情報のネットワーク化が実際に組織の分権化やフラット化をもたらしている例は意外に少ないのである。情報ネットワークを駆使して成長してきたコンビニエンスストアチェーンでも、最近では、POSデータにとらわれるなという指導をしている。このように冷静に考えてみれば、情報技術の人間社会とのかかわりは、実に複雑なのである。情報技術が進歩すれば社会が変化するとは、単純には言えないのである。

もちろん我々の周辺を見てみると、情報技術、情報ネットワークを駆使して仕事をより効果的・効率的にしている企業や組織体が存在している。これらの組織体はどこが違うのだろうか。調べてみると意外なことが分かる。これらの組織体は、情報技術に関して進んでいるのではなく、情報を有効に利用するための人間系のシステム、物流や生産というロジスティックシステム、人々が効果的に接触できるような社会系のシステムに関して上手な工夫を行っているのである。情報化に伴って、情報システムではなく、人間系・社会系・物流系のシステムについての工夫がかぎ(鍵)となっているのである。私は、これを情報化のパラドクスと呼ぶことができるのではないかと考えている。

上下水道システムの技術動向

1. ま え が き

近年、産業の発展と生活水準向上に伴って多量の水が消費されているが、一方で、水源となる河川・ダム貯水池・湖沼においては、富栄養化の進行によってアオコや異臭が発生するなど水質汚濁が進んでいる。水源の確保と水質保全、水環境の回復が重要な課題であり、水質環境基準が見直され、環境変化への対応が強化されてきている。また、上下水道は、豊かで快適な市民生活を行う上で必要不可欠なライフラインであり、高齢化・高度情報化の進展など社会情勢の変化の中で、安全でおいしい水の供給、水系全体としての水環境、水循環の再生・保全、リサイクル社会の構築、市民生活へのサービス向上など広域的・多面的な役割が求められており、これらの役割を達成するために各種の施策が推進されている。

また、国や地方公共団体の厳しい財政事情の下、費用対効果を重視した効率的な施設整備と維持管理が求められている。建設省は、公共事業の品質確保と向上、コスト縮減、時間短縮を目指して、公共事業の調査計画、設計、施工管理に至るすべての情報を電子化する“公共事業支援統合情報化システム”(建設CALS)の基本構想を策定している。整備目標として2004年を目途に、データの交換・共有・連携を実現し、電子調達、施設のライフサイクルサポートへの活用が計画されている。

一方、情報通信ネットワーク技術、情報共有化技術、計算機技術は、急激な発展を続けている。映像、音声、データを有機的に扱えるマルチメディア技術が実用化段階に入っており、これを応用することで、人に優しい新しい監視制御システムや業務の効率化を図る広域情報管理、総合情報システム構築の検討が進められている。

ここでは、このような背景の中で、上下水道の最近の動向と電気・計装分野でのシステム技術動向を展望する。

2. 上下水道の市場動向

2.1 上 水 道

上水道は、長期目標である“ふれっしゅ水道計画”に基づいて、いつでも、どこでも安全でおいしい水が供給できることを基本的な考えとしている。震災や洪水などの災害に強い水道、広域的な水道整備と水運用、高度上水施設の整備や水道事業の総合的な情報化、給水サービスの向上など、

水道の質的向上と維持管理の効率化を図った高水準な水道システムの実現に重点が置かれている。

阪神・淡路大震災の被害により、水道は、ライフラインの確保の重要性が再認識され、基幹施設・給配水管の耐震化、バックアップシステム、情報ラインを確保する防災情報システムの検討が行われている。また、水源の水質悪化に伴い、オゾン・活性炭処理を中心とした高度処理設備の導入が促進されるとともに、農薬などの微量化学物質や病原性微生物に対する取組が一段と強化されてきている。

市民ニーズの多様化と高度化・広域化・大規模化していく水道システムに対応して維持管理の効率化を行うには、業務情報の電子化による一元管理と各業務間での協調的な利用が重要であり、マルチメディアと広域ネットワーク技術による総合情報システムの構築が検討されてきている。

2.2 下 水 道

生活水準の向上、高齢化、高度情報化などの社会情勢の変化の中で、下水道に求められている役割も多様化している。下水道は、処理人口普及率が50%を超えたが、依然として欧米先進国に比べて低く、整備の遅れている中小市町村への普及拡大、水環境の改善、維持管理の充実、下水道資源の有効利用など多くの課題がある。今後の下水道整備と管理はいかにあるべきかについて、1995年の都市計画中央審議会の答申では、水系を広域的かつ一体的にとらえ、水循環の中で下水道の果たすべき施策を総合的に展開する必要があること、ライフラインとして下水道と安全な都市作りへの貢献、及び関連する部局との連携の下での総合行政への転換を求めている。この答申を踏まえ、'96年度から、「第8次下水道整備5箇年計画」がスタートしており、以下の5項目に重点を置いている。

(1) 普及率の向上

2000年の処理人口普及率70%達成のため、中小市町村への整備促進を行う。

(2) 浸水対策

雨に強い街作りを目指して、総合的な雨水対策を実施し、5年に1回の大雨に対して安全となる施設整備率を高める。

(3) 水質保全

水質閉鎖性水域などにおける窒素、りん等を除去する高度処理の促進と清らかな水環境作り。

(4) 施設、資源の有効利用

下水処理水の再利用、汚泥の有効活用など、資源利用と

下水管きょ(渠)光ファイバ整備など施設空間利用の促進。

(5) 施設の高度化促進

地震対策、合流式下水道の改善、改築・更新による施設の高度化推進。

これらの目標の実現のためには、中小市町村では、効率的な建設と維持管理がポイントで、オキシデーションディッチ(Oxidation Ditch)、下水汚泥の集約化集中処理などの採用と、幾つかの小規模処理場をまとめて集中管理する広域管理システムや運転管理支援システムの充実、少人数で広範囲の業務を効率的に行うための設備情報管理システムの導入が図られることが重要と考えられる。

また大都市においては、維持管理の効率化を図るため、運転の自動化、情報管理の高度化、台帳等の維持管理業務のシステム化の推進、管渠に敷設した光ファイバによる高速・大容量のマルチメディアLANを利用して下水道業務に関する情報を一元的に管理する広域的な総合情報管理システムの促進と住民サービス行政の情報化支援などの検討が行われている。浸水対策においては、レーダ雨量情報システムの利用による雨水排水施設の高度運用が図られていくものと思われる。

3. 電気・計装システム技術の動向

3.1 監視制御システム

上下水道分野の監視制御システムでは、計算機分野でのダウンサイジング化、オープン化、ネットワーク化の流れの中で、マンマシン系、設備管理など比較的リアルタイム性の要求されない情報制御系を中心に、業界標準のハードウェアやソフトウェアの汎用技術を活用し、高性能で経済性に優れたオープンなシステム構築が行われ始めている。

情報制御系では、連続運転、耐環境性、RAS機能(信頼性、利用可能性、サービス性)を強化したワークステーションやパソコンを適用して、汎用LANによる分散システムとしてオープン化が図られている。直接プロセスを監視制御するコントローラはリアルタイムコントローラによる水平分散システムとし、メーカーの独自性が残る統合制御LANにより、リアルタイム性を確保している。汎用LANと統合制御LANとはリアルタイムサーバを通じてつながり、必要なデータアクセスが双方向に可能であり、プラント全体として、電気制御(E)・計装制御(I)・計算機制御(C)が密接に統合されたシステムが定着しつつある。

下水道の普及が急がれている中小市町村向けの小規模システムにおいては、特にパソコンと汎用ソフトウェアの利用が進んでいる。市販のOAソフトウェアを取り入れることにより、高機能で安価なマンマシンや帳票処理システムが可能となり、また監視制御装置は、汎用ネットワーク接続機能を備えているため、パソコンと接続することにより、ユーザー側で汎用ソフトウェアを使用して、簡単にプラン

トデータの解析、報告書の作成などが可能なオープンなシステムとなってきている。また、遠方に分散した施設を少人数で管理するため、NTT回線などを利用した広域監視機能を備えた操作性の良いコストパフォーマンスの優れたシステムが実現されている。また、監視操作の項目と画面の標準化なども検討されてきており、今後、更に経済性の優れたシステムが構築されると考えられる。

情報通信ネットワークは、末端の計装機器から上位の管理用計算機まで密に結合した、プラント全体のネットワーク化が推進されている。現場と電気室間は、コントロールセンターの電子化や、機械負荷単位の分散制御が可能なユニットシーケンサによる現場盤の電子化などが実現されている。また、センサについても、'97年4月にフィールドバスの国内実証試験がフィールドバス協会主催で行われ、異なったメーカー間での通信が可能となることが実証された。今後、フィールドバス規格に適合する通信機能を持つ各種センサが供給されてくると予想され、フィールドのネットワーク化は更に加速されていくであろう。また制御用バスは、光通信技術の進歩に伴って長距離で高速伝送可能な信頼性の高い光伝送が使用され、音声、映像などのマルチメディアへのリアルタイムでの対応が可能となりつつある。また、広域管理に対応して、遠隔制御システムとの融合、メーカーの異なる機種との情報通信用に、汎用ネットワークへの接続が図られている。

監視操作は、一般的にCRTオペレーションが中心となっており、バックアップとしてミニグラフィックパネルが併用されている。CRTのマンマシン技術は、高精細CRTの採用、マウスやタッチスクリーンによる操作、マルチウィンドウによる関連情報の表示、音声や動画などのマルチメディアの取り込みも進み、操作性と機能向上が図られている。最近では、複数の運転員が同時に情報を共有できることとプラント全体のマクロ監視が可能なることから、大画面(大型ビデオプロジェクト)システムの採用も多くなっている。現在では、複数のCRTから大画面上への操作が可能なるマルチカーソルにより、CRT上の画面をウィンドウ単位で大画面に表示でき、また大画面のカーソル操作によって手元のCRT画面切替えも可能な双方向マルチ大画面システムが実現されている。互いに関連する監視画面、現場ITV映像、地図などの複数の大画面をスクリーンにまたがってすまなく組み合わせたマルチ大画面表示を行うことで、運転員の監視制御操作を強力に支援できるようになっている。

今後のマンマシン技術は、複雑・高度化する監視制御システムの大量の情報を目的対応に整理統合し、人間に分かりやすい形での提示を目指して、マルチメディアやAI技術を応用したインテリジェント化が推進されていく。また、三次元コンピュータグラフィックス、さらには人工現実感

など情報の視覚化技術が導入され、人間の感性に訴える機能の実現も期待されている。

エンジニアリング機能は、プロセスモニタの画面、帳票様式や各種定義を行うためのビルダメンテナンス機能、制御プログラム作成機能の充実が図られ、ユーザーでの画面修正やプログラム変更が専門知識を要しないで容易にできるユーザーオープンな環境の実現が目指されている。監視制御システムの機能や必要とされる設備機器状態をオブジェクト指向分析によって構造化データとしてモデル化し、ビュー部(マンマシンインタフェース)とこれらのモデルとのリンク情報を定義するモデルビューアーキテクチャを採用したアプリケーションソフトウェア構築用フレームワークが開発されている。これによって各機能やデータを統一のかつ部分的に取り扱うことが可能となり、プロセスモニタの画面、帳票階層などの制作・編集作業が短縮化されるとともに、各ユーザーのカスタマイズ機能を含めて、設備拡張やシステム構成機器の変更などに柔軟に対応できるシステム構築環境が提供されている。

今後の上下水道監視制御システムの構成イメージを図1に示す。

3.2 運用制御

上水分野では、ニューラルネットによる需要予測や、エキスパートシステムによる大規模な配水管網における圧力制御などが実用化されている。一方、下水分野では、流入量予測に基づくポンプ運転制御、水処理プロセス診断などに知的制御技術が適用されてきている。また、大規模な配水管網解析、浄水総合水運用、下水管渠の流入・流下特性などの解析にシミュレーションシステムが適用されてきている。

さらに、高度処理施設の導入に対応して、導電性高分子の電気伝導度の変化を利用した水のおいセンサの開発、イオン選択性電極と多種類の波長を利用した比色法によるりん酸塩、アンモニア、硝酸性窒素などを同時に測定できるプロセスモニタ、0.1度以下の低濁度が精度良く測れる低濁度計など性能の向上したセンサや新しいセンサの開発も行われており、これらのセンサを利用して、高度な水質監視と水質制御の実現が検討されてきている。

今後も、エキスパートシステム、ファジー、ニューラルネット、GA(遺伝的アルゴリズム)などの知的制御技術、シミュレーション

技術、様々な制御技術を組み合わせ、プロセス診断、運転支援の充実、運転管理の自動化の範囲を広げていくとともに、柔軟で的確な制御が実現されていくであろう。

3.3 情報管理

上下水道の運営は、様々な業務と多くの人々の協調作業で成り立っている。各種業務の効率化、設備の広域運用やシステム的な維持管理、事業計画などを行う上で、各業務間の多種多様な情報を電子化によって一元的に管理し、情報の共有化、関連付けを図るとともに、情報交換が自由に行える総合情報システムが注目を集めてきている。ATM(非同期転送モード)通信による高速大容量マルチメディアLAN、マルチメディアデータベース技術、分散処理技術やマンマシン技術、CSCW(人間の共同作業支援)、情報共有技術など、実現に必要な技術は急速に進展しており、具体的なサブシステムの構築とともに、総合情報システムの実現に向けて検討が進められている。

総合情報システムの中核となる設備維持管理分野では、施設や設備を維持管理する上で必要な情報を統合的に扱う設備情報管理システムが、業務効率化への強力な支援を行うものとして導入が進んでいる。これは、設備台帳管理、機器台帳管理、図面管理、保全点検データ管理、故障情報などのサブシステムを異種分散データ統合ミドルウェアで統合するもので、このミドルウェアにより、ユーザーからの検索要求に対する必要なデータ管理システムが選択され、選択されたシステムの検索方式でデータを検索し、結果をユーザーに返すことができる。したがって、ユーザーは各サブシステムのデータの種類を意識せずにデータ検索が行える。また、データの種類が増えた場合も、ユーザーインタフェース部分は変更する必要がなく、増えたデータと元

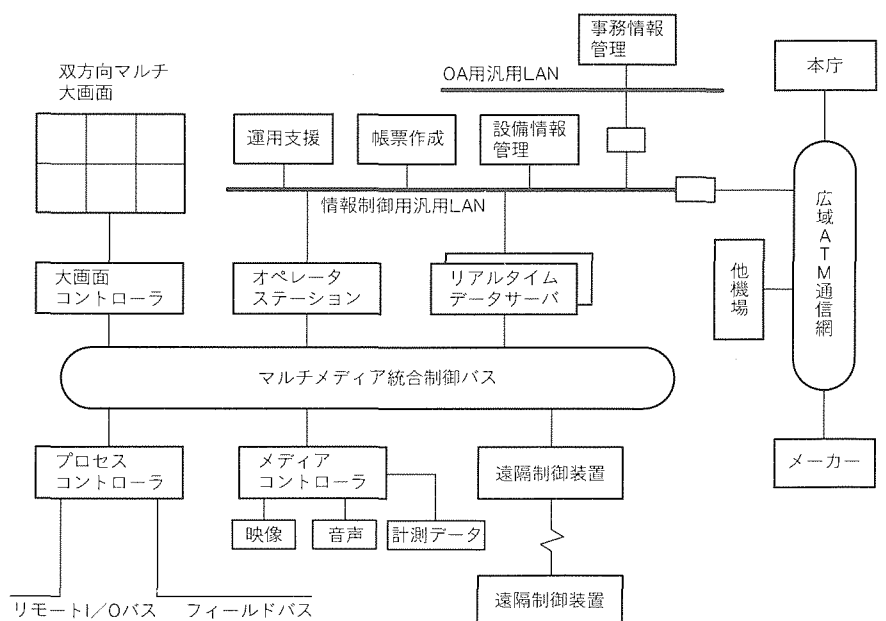


図1. 今後の監視制御システムの構成イメージ

のデータとの関連付けは、定義文で記述することで行うことができ、拡張が容易なシステムとなっている。データの関連付けは、複数のキーワード、加工データやプロセス情報、ネットワークに分散されたデータ間などで行うことができ、多様な検索が可能である。

保守点検業務の効率化の手段として、携帯端末を利用した点検データの電子化、解析を行う巡回点検システムの導入が検討されてきている。このシステムは、機器巡回点検中において、従来の点検チェックシートの代わりに登録されている点検項目の点検結果を携帯端末に直接入力し、これをパソコンにアップロードしてデータ管理を行うもので、点検結果の統計処理が可能で機器の傾向管理に役立つ。また、オンラインプラントデータと設備情報(故障内容、原因調査、対策処置など)を結び付け、故障設備の早期復旧を支援する緊急時ガイダンスシステムなども実現可能になってきている。

最近では、インターネット、マルチメディアなどの情報技術の発展・普及に伴って、米国で提唱されたCALSの概念が、生産活動全体の効率化を実現する手段として関心を集めている。これは、生産活動全体の情報統合化による業務革新を行い、品質向上、経費削減、時間短縮などを図るもので、他企業を含めた情報交換、共有化を行うシステムである。公共事業においても建設省から建設CALS計画が発表されており、上下水分野でも、今後、システム及び製品の調達を含めた全ライフサイクル管理を行うCALSの取組が行われていくものと考えられる。

3.4 オゾン高度処理

上水分野では、かび臭や有機塩素化合物の低減対策として、水源の汚染が進んでいる地域を中心にオゾン・活性炭高度処理の導入が促進されており、既に50万m³/日の大規模な高度処理施設が本格的に稼働している。下水分野では、オゾンは、殺菌、脱色、COD低減など複合的な水質改善が可能のため、修景用水、親水用水、中水道などへの処理水の再利用に適用される例が増えている。下水道事業団技術評価委員会で塩素の代替消毒剤評価が行われ、オゾンが消毒剤として有効であると認定されたこともあり、オゾン処理の促進が期待される。また、ヒートポンプによって処理水の持つ熱エネルギーを回収して冷暖房や給湯などへの有効利用を行うポイントとなる熱交換器の殺藻防止用にも、オゾン処理が行われてきている。更に高度な再利用

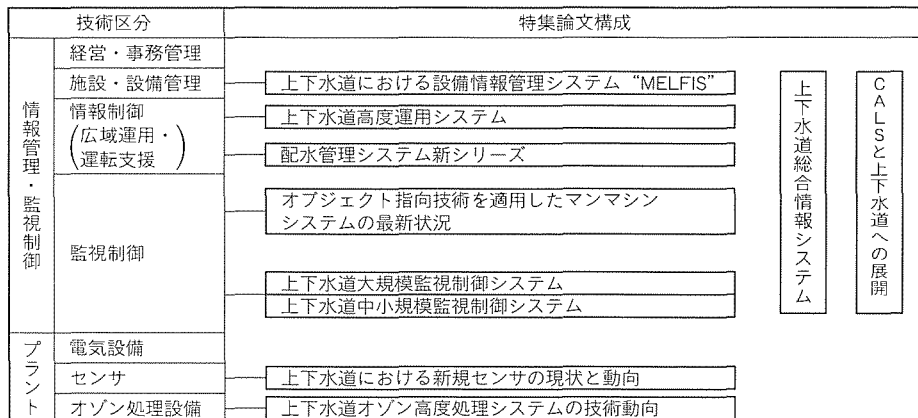


図2. 特集論文構成のイメージマップ

のため、COD低減化や難分解性物質除去へのオゾン処理の適用開発も実施されている。

オゾン処理プロセスとしては、オゾン発生器の改良や排オゾン処理装置など周辺装置の性能向上による省電力化、省スペース化、高濃度化が図られるとともに、オゾンを効果的に利用するために、高効率オゾン反応槽の設計、オゾン注入率の効率的な制御方式の開発と実用化など、システム全体として効率的で信頼性の高い設備となっている。

この特集における各論文構成のイメージマップを図2に示す。

4. むすび

上下水道における事業動向とシステム技術の動向について述べた。生活の豊かさの希求、急激な高齢化、高度情報化など上下水道を取り巻く社会的背景は変化しており、安全でおいしい水、快適な水環境の創出、ライフラインの確保と豊かで潤いのある都市作りの一翼を担うことなど、従来の枠組みを超えた多面的な役割が上下水道に要求されている。一方で、財政事情の悪化に伴い、より一層の効率的で経済性の高いシステムが必要とされている。

これらの要求を果たしていくためには、急速な発展を続けている計算機、情報通信ネットワーク技術、知的制御やマルチメディア応用技術などをタイムリーに総合的に下水道システムに取り込むことが不可欠である。

三菱電機では、従来から蓄積してきた電気・計装技術とシステム技術を通して、ニーズにマッチした技術開発に取り組み、信頼性が高く、効率的な、人間に優しい上下水道システムの構築に向けて努力していく所存である。

参考文献

- (1) 曾小川久貴：21世紀へ向けた下水道整備5箇年計画，下水道協会誌，33，No. 394，18～21（1996）

上下水道総合情報システム

春尾弘志*
川田卓嗣*

要 旨

上下水道事業は、安定・安全な水の供給や処理、周囲環境への配慮、高度処理技術への対応などはもとより、経営の視点に立った効率化とコスト削減が要求され、高度情報化のための施策が進行中である。

三菱電機は、以前から“上下水道総合情報システム”として、OA(Office Automation), EA(Engineering Automation), PA(Process Automation)の各領域及び全体での効率化を図れるシステム構築を目指してきた。

このシステムの特長は次のとおりである。

- 統合化(情報の一元管理, ネットワーク化)
- 高度化(情報資産の付加価値化)
- フレキシブルコンストラクション(既存システム活用)
- トータル効率の向上(自動化, 無人化, 広域, 統合

監視)

本稿では、すべての上水道・下水道業務を統括するとともに、より総合的な視点で支援することをベースとした上下水道総合情報システムについて紹介するが、その中でも統合化に視点を絞り、下記について述べる。

- (1) グループウェアの上下水道分野への適用
- (2) 携帯情報端末“上下水道手帳”による情報化範囲の拡大
- (3) インフォハーネス(“infoharness”)を用いた情報統合のコンセプト
- (4) 上下水道総合情報システムにおけるサブシステム紹介(雨水排除支援システム, 地域コミュニケーションシステム)



上下水道総合情報システム (OA・EA・PA)

“上下水道総合情報システム”を構築するOA, EA, PAの各領域を、上下水道プラントと重ね合わせてイメージ図で表現している。このシステムを導入することにより、個々の業務だけではなく、トータルでの効率化を実現する。

1. ま え が き

当社は、以前から“上下水道総合情報システム”として、業務の効率化、事業の高水準化、市民サービスの向上に寄与することを考え、情報の一元管理、臨在性、各種支援をベースとしたシステム構築を提唱してきた。

現実的に上下水道事業は、安定・安全な水の供給や処理、周囲環境への配慮、高度処理技術への対応などはもとより、経営の視点に立った効率化とコスト削減が要求され、世の中の流れと同様、高度情報化を求められてきており、その準備が進行中である。

また、水資源の総合管理の推進という上水道・下水道・河川といった従来の枠組みにとらわれない大きな視点からの運用を進めていく上でも、高度情報化、すなわち情報化の範囲の拡大と、広範囲からの情報の統合に向けた流れは更に加速していくものと予想される。

本稿では、すべての上水道・下水道業務を統括するとともに、より総合的な視点で支援することをベースとした上下水道総合情報システムについて紹介する。

2. 上下水道における事業・情報化の動向

政府が発表した予算削減対象において公共事業もその例外ではなく、今後は新規の設備投資だけでなく、設備の運用・維持管理費用などのコスト削減が強く求められるようになってくることになる。

また、建設省は2004年までに直轄事業の調査・計画、設計、施工、管理に至るすべてのプロセスにおける電子データの連携を目標とした“建設CALS(Continuous Acquisition and Life-cycle Support, Commerce at Light Speed: 継続的な調達とライフサイクルの支援、光の速さの商取引)／EC(公共事業支援統合情報システム)”のアクションプログラムの策定を発表している。これによると、整備目標を2004年として三つのフェーズに区分し、2004年には建設省直轄事業において電子調達を活用し、契約事務の電子化を実施するとしている。

このような動向も含め、上下水道事業においても、今後は、建設・維持管理コストを抑えることを目的としたシステムの導入や、設備導入後の運用・維持管理業務の効率化、費用削減を目的とした対策が急務であると考えられる。

2.1 上水道の動向

一般的に普及率は飽和状態で、老朽化した設備のリプレースが増加傾向にある。今後は、水源の水質悪化に伴う高度処理、災害・渇水対策(水融通)等への対応を始め、設備の維持管理、予防保全(信頼性、保全性)、高度情報化へのシフトがメインとなる。

また、情報化へ向けての施策としては、設備台帳・給水台帳など図面管理を主体とした管理システム、送水配管網での配水管理を含めた水運用管理システムなどが導入されつつある。

2.2 下水道の動向

大都市では普及率は高率となっており、今後は上水道と同様にリプレース需要が増加し、高度処理システムへの移行と維持管理、高度情報化へのシフトがメインとなる。中小都市では普及率は過渡期であり、処理場の新設・増設とともに管きょ(渠)網の整備が重要課題である。

情報化の動向については、

- 光ファイバの敷設による情報通信インフラの整備
- “下水道管理高度情報化モデル事業”による排水水質の常時遠隔監視システムの構築
- CALSへの取組

など、活発な動きが見られる。

以上からも分かるように、上下水道とも情報化の施策を積極的に推進しようとしている。

3. 上下水道総合情報システム

3.1 基本コンセプトと構成

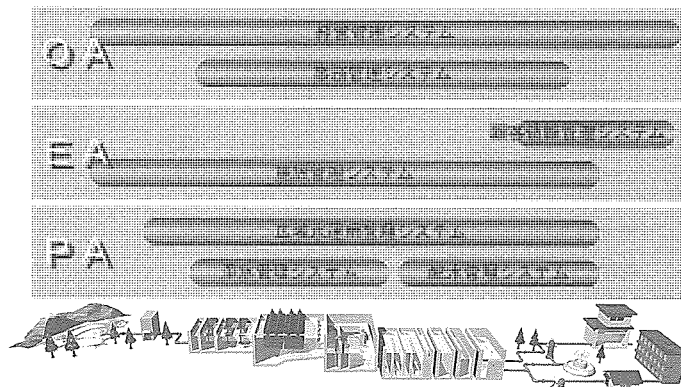


図1. 三菱上水道総合情報システム

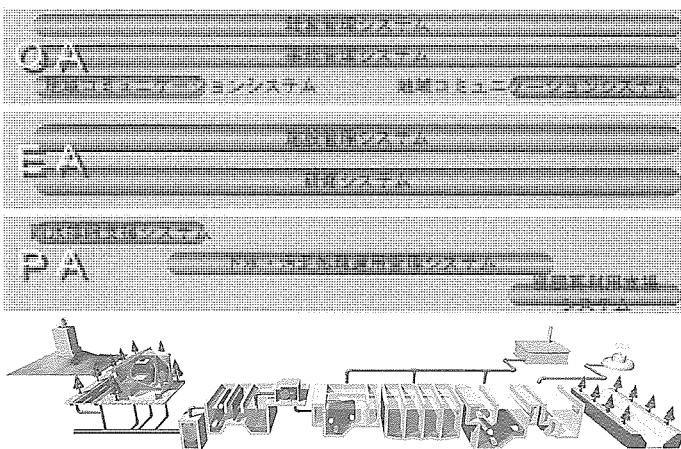


図2. 三菱下水道総合情報システム

情報化へ向けての基盤整備や各種システムの構築が推進されつつある現在、上下水道事業に関する各種システムを結合することに加えて、従事する人々の個々の業務の効率化だけでなく、全体(OA, EA, PAの各領域)での効率化を図れるシステム構築がこれからの目指すところである。

つまり、総合情報システムの導入により、

(1) 効率的な経営

情報の一元管理, 各種業務の効率化とネットワーク化

(2) 人材不足への対応

分散する機場の自動化, 技術(ノウハウ)の蓄積

(3) フレキシブルコンストラクション

順次導入, 既存システムの活用

(4) 開かれた行政の実現と支援

情報公開の支援, 新しい市民サービスの創造を実現する。

図1, 図2では、上下水道事業を大きくOA, EA, PAの三つの領域に分類し、それぞれに対応するサブシステムを割り振っているが、もちろん、すべてのサブシステムが完全に三つの領域に分類されてしまうわけではなく、それらをネットワークで有機的に結合させ、総合的な力を発揮させるのがこのシステムの基本コンセプトである。

3.2 特長

以下に、このシステムの特長を示す。

(1) 統合化

- 情報, データベースの一元管理
- グループウェア, インフォハーネスの導入

(2) 高度化

- 業務内容に適応したサブシステムの提供
- 情報資産の付加価値化, 蓄積と伝承

(3) フレキシブルコンストラクション

- 現存する他のシステムと親和性の高いインタフェース
- 将来性の高い拡張機能の所有

(4) トータル効率の向上

- 分散する機場の自動化, 無人化, 広域・統合監視の実現
- 端末の汎用化と処理スピードの向上

4. 情報の統合化

この章では、上下水道総合情報システムの特長のうち、最も重要なポイントである“統合化”に着目し、上下水道の業務への具体的な展開例を紹介する。

4.1 グループウェアの上下水道分野への適用

4.1.1 グループウェアの概要

グループウェアは“あらかじめ様式を予測することのできない情報を整理・流通させることにより、時間と空間を超えて動的な組織が連携することを可能にする技術”であ

るとされる。電子メール, 電子掲示板, 電子フォーム, グループスケジューリング, 会議予約, 会議室予約, ワークフローの自動化, 電子会議, 電子決済等の機能を統合化することによる相乗効果を利用して、雑多な文書業務を効率化し、オフィスにおける情報の流通と共有の促進を目的としたソフトウェアである。

4.1.2 上下水道総合情報システムとグループウェアの統合

上下水道の業務では、非常に多くの種類の報告書や引継書類が使用されている。

上下水道総合情報システムは、これまで業務内容ごとに、

- (1) リレーショナルデータベースによる情報蓄積
- (2) 蓄積された情報を高速に検索・分類・グラフ化することによる課題の解析
- (3) 解析結果に基づく報告書や引継文書の作成支援機能を提供してきた。

このようにして作成された報告書や引継文書は人の手が加えられたより付加価値の高い情報を含んでいるが、実際にはいったん閲覧された後は部門の文書ファイルに眠ってしまったり、引継ぎの途中で失われたりするといったように、情報の流通と共有の面で課題を残していた。

そこで当社は、このような課題を解決することを目的に、上下水道総合情報システムと汎用グループウェアのシームレスな(継ぎ目のない)統合を実現している。

4.1.3 統合の構成

上下水道総合情報システムは、以下の三つの機能により、グループウェアとのシームレスな統合を実現する(図3)。

(1) 上下水道総合情報システムからの電子メールの送信

これにより、業務の引継ぎや事故の発生報告等を、電子メールを使って効率的に行うことができる。

(2) 上下水道総合情報システムが管理する情報のグループウェア利用者への公開

各種の情報を区別することなく管理することにより、特別なソフトウェアを使わずに必要な情報を参照することができる。

(3) グループウェアに登録された文書への上下水道総合情報

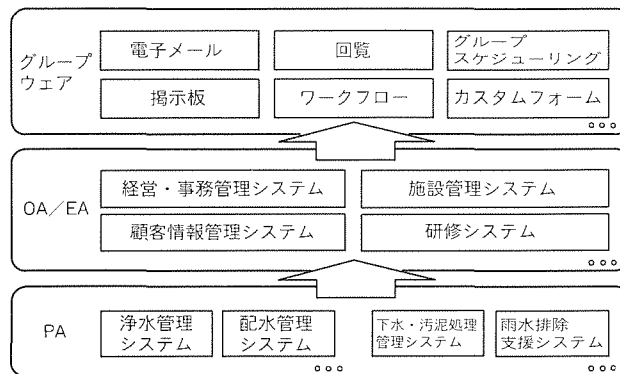


図3. 上下水道総合情報システムとグループウェアの統合

報システムの各機能のリンク情報の埋込み

例えば、リレーショナルデータベース化された故障報告書を、電子メールによって送付された保全日報から即座に呼び出すことなどが可能になる。

4.1.4 統合の効果

上下水道総合情報システムのそれぞれのサブシステムを単独で使用した場合、情報の流通と共有という面での課題が残される。上下水道総合情報システムとグループウェアをシームレスに統合することにより、円滑な情報の流通と共有を実現し、業務効率を向上することが可能になる。

4.2 携帯情報端末“上下水道手帳”による

情報化範囲の拡大

4.2.1 概要

上下水道の分野では、広域・流域に処理場やポンプ場が配置されるため、業務の場の空間的広がりが大きい。このため、オフィスワークの効率化を目的とした従来の据置き型情報システムでは、効率化できる業務の範囲が限定される。現在、上下水道の現場では、在庫管理、保守点検や検針等の業務を補助・支援するツールとして携帯情報端末の普及が急速に進んでいるが、据置き型情報システムを補助し、より広い範囲で業務を効率化することを目的に、今後もその利用範囲が拡大することが予想される。

4.2.2 上下水道手帳の基本機能

近年、小型軽量化・処理高速化・低消費電力化等のデバイス技術の進歩に伴って実用可能となった携帯情報端末が、様々な分野で業務の補助・支援ツールとして利用されている。空間的広がりが大きい上下水道の業務で情報化の範囲を拡大し情報共有を促進することを目的に、携帯情報端末上下水道手帳は、以下の機能を提供する。

(1) 保守点検支援機能

保守点検支援システムと組み合わせて用いることにより、保守点検の順路の指示、点検項目の提示、点検結果の入力と判定、及びコメントの入力を行う。

(2) 在庫情報管理機能

在庫情報管理システムと組み合わせて用いることにより、キー入力、バーコード等を用いた在庫の確認を行う。

(3) メータリング機能

顧客情報管理システムと組み合わせて用いることにより、利用水量や課金、クレーム等の顧客の情報を管理する。

(4) 故障報告書作成機能

故障情報管理システムと組み合わせて用いることにより、保守点検中等に発見した故障に対する報告書を作成する。

(5) グループウェア端末機能

グループウェアサーバと組み合わせて用いることにより、電子メールの送受信、スケジュール管理等を行う。顔を合わせなくても協調しての業務遂行が可能となる。

(6) 電子マニュアル機能

電子化された設備・機器の操作・点検マニュアルを搭載する。保管場所に戻って書庫を探す必要がなくなる。

(7) デジタルカメラ機能

設備・機器を撮影し、報告書等に取り込むことができる。

4.2.3 効果と今後の展開

作業の場の空間的広がりが大きい上下水道分野の業務で一人一人が上下水道手帳を携帯することにより、据置き型のシステムを主体とした情報化ではカバーすることの難しい現場を含めた広範囲の効率化が可能になる。また、今後の展開として、予想されるデバイス技術の進歩を背景に、以下の機能の実現を予定している。

(1) 現場盤レスシステム用ターミナル

上下水道手帳を持つ人だけが操作できる現場盤レスシステムを実現する。

(2) 作業用安全確認システム

マンホールアンテナ、PHS、GPS等のキーデバイスと組み合わせて、広域、又は管渠内等での作業者の安全確保を遠隔からモニタする機能を提供する。

4.3 インフォハーネスを用いた情報統合のコンセプト

4.3.1 概要

インフォハーネスは、DARPA(米国防総省の高度研究プロジェクト機関)が主導して、スタンフォード大学等の米国の研究機関で行われている“ I^3 (Intelligent Integration of Information)プロジェクト”のコンセプトと研究成果をベースにして、当社が日本語の文脈理解等の国内公共事業向けの独自機能拡張を加えた異種分散データベース統合ミドルウェアである。

地理的に分散して展開される軍事組織の課題を解決しようとするプロジェクトを下敷きにするという点で、インフォハーネスはCALSと同様、それまで各所で独立して管理運用されてきた情報を効率的に統合し、大所高所からの状況判断を可能にする手法の提供をプロジェクトの目的としている。ただし、デジタル化された情報のフォーマットを全体で統一し情報流通の円滑化によってロジスティクス(兵たん(站)、後方支援)の効率化を実現しようというCALSのアプローチに対して、インフォハーネスは、既に存在する多種多様の情報システムはそのままに、必要な情報の抽出・加工・統合を行うインテリジェントな機構を用意し、自動的に利用者に提示する手段を提供しようという点で思想的な違いがある。

4.3.2 インフォハーネスの上下水道分野への適用

上下水道分野では、広域に分散した事業所ごとに既に何らかの情報システムが設置されている場合が多い。このような場合に、事業所間をまたがって大所高所からの状況判断を可能にする情報システムを構築するには、これまでは、一つの思想に基づいてシステム全体を再構築する必要があった。これは、システムの一貫性や性能等の面からは最適

な解であるが、現実には、再構築に必要なコストの関係ですべての場合で可能であるとは限らない。

インフォハーネスのコンセプトは、上下水道分野のこのような現実に対して、既存の情報システムに対する改修を最低限にとどめながら安価な構成のシステムで情報を統合して利用する手段を提供することである。当社は今後、このコンセプトに基づいた上下水道分野の情報システム構築を提案していこうとしている。

4.3.3 構成

インフォハーネスは、統合の対象となる情報システムごとにデータの抽出の方法を記述する Wrapper と、それら抽出されたデータの加工・統合を記述する Mediator の 2 種類のソフトウェアモジュール(図 4)を用いることにより、以下の機能を提供する。

- (1) 非定型情報の定型化、及び情報抽出と分類の自動化
- (2) 多種多様な情報ソースからの必要な情報の検索
- (3) 情報選択のルール、情報の加工・変換と統合のスク립トによる記述

4.3.4 効果と今後の展開

インフォハーネスを上下水道分野の情報システムに適用することにより、以下の効果が実現できる。

- (1) 情報の抽出・加工・統合を自動化することにより、高い視点からの意志決定を支援
- (2) 複数のメーカーやシステム構築者が別個に構築する情報システムを、個々の情報システムの信頼性は維持したまま、統合する手段を提供
- (3) 全体に及ぼす影響を最低限に抑えたまま、総合情報システムのサブシステムごとに、必要に応じた順次導入、構成変更、再構築が可能

当社は、今後も米国における標準化の流れにも沿いながら、国内上下水道分野での情報システムの統合化技術として、インフォハーネスの機構の標準化について働きかけを行っていく予定である。また、上下水道総合情報システムの各サブシステムごとに、それらが公開する抽象化された情報フォーマットの標準化を行っていきたいと考えている。

5. 上下水道総合情報システムのサブシステム

この章では、上下水道総合情報システムにおける代表的なサブシステムについて紹介する。表 1 に、上下水道総合情報システムで取り扱うサブシステムの一覧を示す。

5.1 雨水排除支援システム

降水量を把握し、下水道への流入量を予測することで、処理場内における最適なポ

ンプの運転を可能にする。また、他の処理場の排水量、放流先の河川の状況などを把握し、周辺地域を冠水などの災害から守る。また、降雨情報の早期、的確な把握と他部門への情報転送により、警防体制や避難勧告の発令を行うことが可能となる。

システム構成の主要内容は次のとおりである。

(1) レーダ雨量計

狭域レーダ雨量計で降雨を面としてとらえ、雨域の規模・動向、局地的豪雨などを連続的に捕そくする。これにより、雨域の移動状況、局地的な豪雨の移動や消長を確認でき、今後の降雨状況を予測することも可能である。

(2) 降雨データ表示

イメージ入力した地図を背景とし、その上に降雨データを重ね合わせて表示する。雨域と強度が一目で把握できる。

(3) ポンプ運転支援画面

下水道を通じてのポンプ場、処理場などへの雨水の流入量を予測する。現在のポンプ井水位、ポンプの運転状況などのデータを基にしてポンプの待機、最適運転のためのガイダンスを支援する。

(4) 流域での情報交換

同じ流域内にあるポンプ場や処理場と降雨・排水などの情報交換を行い、流域全体としての管理を支援する。また、他部局との情報交換により、河川などへの排水管理、道路封鎖、水防体制など警防体制の確立を支援する。

(5) 地上雨量計データ等との連携

地上に設置された雨量計のデータを取り込むことにより測定精度を向上させ、きめ細かな監視を実現する。

5.2 地域コミュニケーションシステム

道路や電線と同じように各家庭まで張り巡らされている上水道・下水道の配管網を情報のネットワークとして活用していくことは、上下水道事業の情報公開の必要性を考えると、非常に有効な手段であると考えている。

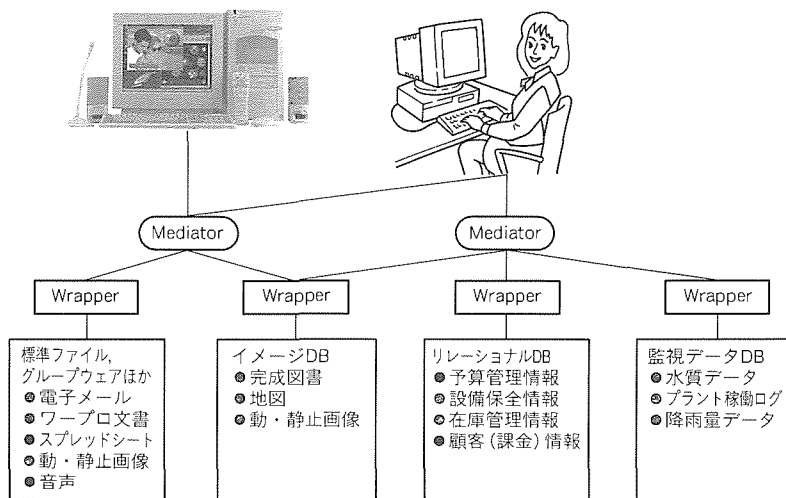


図 4. インフォハーネスを用いた情報統合 (上下水道分野)

表1. 上下水道総合情報システムのサブシステム

業務領域	サブシステム名	目的	概要
EA	保守点検データ管理システム	点検業務の効率化, 保守計画支援	点検データの記録・管理を電子化し, 解析に用いる。
	設備維持管理システム	台帳, 関連文書・図面, 地図の高速検索による設備管理業務の効率化	地図と地図上の施設・管路等を台帳・関連ドキュメントとリンク管理し, 維持管理情報の高度検索を行う。
	協調作業支援システム	遠隔地からの作業支援による復旧作業等の効率化	同一画面を見ながらの熟練者による遠隔地からの操作支援
	図面管理システム (マルチメディアデータ管理)	ペーパーレス, 必要図面・データの高速検索	図面データなどイメージ情報の保管
	研修システム	専門技術者の育成	電子教材(写真・動画)を用いた効果的教育
	故障診断システム	設備の老朽化を診断	故障事例・機器台帳を基に設備の状態を診断
	顧客情報管理システム	統合的なサービス向上	顧客情報を他のサブシステムで活用
PA	浄水管理システム	効率的な浄水場の運転	取水・浄水・送水の浄水プロセスにおける監視・制御
	配水管理システム	浄水を効率良く, 確実に顧客まで供給	経路・水量・水質をリアルタイムで監視する。
	広域水運用管理システム	安定的・効率的な広域水運用	浄水・配水管理システムで得られた情報を一元管理
	下水処理場管理システム	効率的な下水処理場の運転	汚水処理・汚泥処理の下水プロセスの監視制御, 情報の一元管理
	雨水排除支援システム	都市型洪水の防止, 防災	レーダ降雨情報のきめ細かなリアルタイムデータを用いて, 降雨時の雨水排除とポンプ運転支援
	広域下水運用管理システム	効率的・的確な下水処理, 汚泥処理の運用管理	点在する処理場をネットワーク結合し, 情報を一元管理
OA	帳票作成システム	帳票作成の効率化	ポンプ場・処理場の下水プロセスの帳票作成
	事務管理システム	ペーパーレス, 業務の効率化	ネットワーク構成, 情報一元管理

そのネットワークを活用して, 上下水道事業と地域住民との密接な関係作りを目指し, 平常時においては親しまれる上下水道事業を目指しての広報活動を, 災害時などにおいては避難場所や情報拠点としてのバックアップを行う。上下水道事業を展開していく上で欠かせない地域住民の理解を得ていくため, 必要性などの啓蒙活動, 将来計画などの情報開示を行う。

(1) 広報活動

上下水道普及のための教育・啓蒙情報の発信, 建設計画等の情報開示を行う。また, 学校・家庭等でできるインターネットによる上下水処理場見学体験の広報を行う。

(2) 災害時情報支援

震災時などにも威力を発揮する独自の光ファイバネットワークを利用し, 情報過疎になりがちな被災・避難住民に正確な情報提供を行う。被害状況, 安否情報, 復旧情報などを, 浄水場・処理場が持つマルチメディア機能を活用し, 支援を行う。

6. むすび

本稿では, 上水道・下水道事業各々における総合情報システムについて述べてきた。これからは, 水資源の総合管理の推進という従来の上水道・下水道・河川といった従来の枠組みにとらわれない大きな視点からの運用を進めていく上で, 高度情報化, すなわち情報化の範囲の拡大と, 広範囲からの情報の統合に向けた流れは更に加速していくも

のと予想される。

業務の効率化・自動化・無人化といってもそれぞれが目指すものや現在の設備状況などユーザーによってまちまちであるが, それらを柔軟に統合し広範囲の情報共有を可能にする総合情報システムの実現と, それを通じた上下水道事業の効率化推進に寄与していく所存である。

参考文献

- (1) 長田俊二, 後藤隆久, 今西岳彦, 石崎 貴, 中島弘善: 上下水道総合情報システム, 三菱電機技報, 69, No.12, 1041~1045 (1995)
- (2) 山下 浩: 広域設備維持管理システム, 三菱電機公共システム研究会 (1996)
- (3) Forrester, E.: Defining Moments in Trendlines, Forrester Research, 32 (1996)
- (4) 宗像浩一, 築山 誠: メディエータによる異種分散情報源の検索処理方式, 電子情報通信学会総合大会, 情報・システム1, SD-13, 311~312 (1996)
- (5) Wiederhold, G.: Mediators in the Architecture of Future Information Systems, IEEE Computer, 25, 38~49 (1992-3)
- (6) Papakonstantinou, Y., Gracia - Molina, H., Widom, J.: Object Exchange Across Heterogeneous Information Sources, Proc. ICDE Conf., Taipei, Taiwan, 251~260 (1995-3)

上下水道高度運用システム

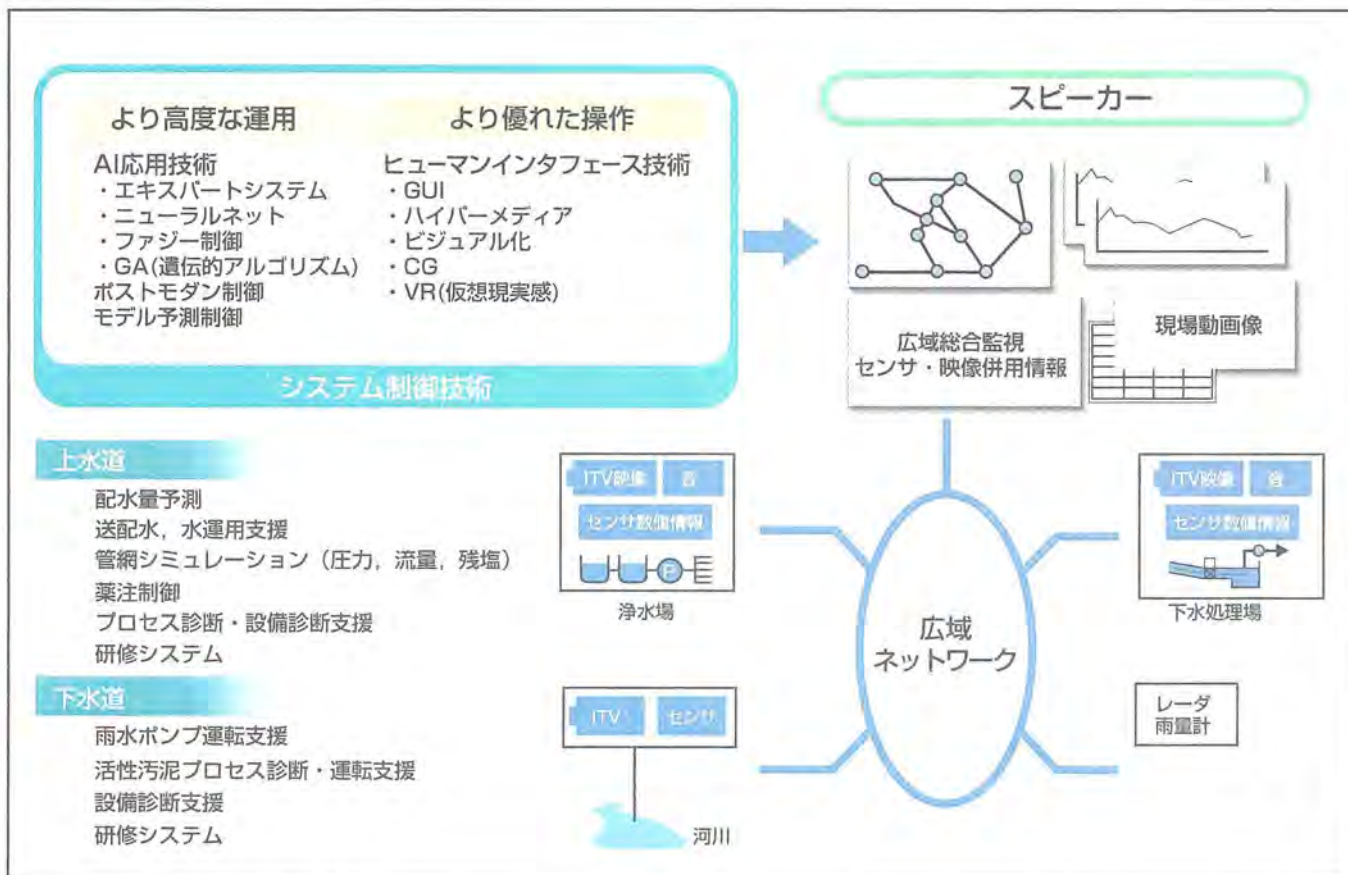
田中久雄* 岡田叔之*
 進藤静一** 堀川 豊*
 築山 誠***

要 旨

近年、地球環境問題、高齢化、高度情報化の進展など上下水道を取り巻く環境は大きく変化しており、上下水道の運転管理においても、このような環境変化に柔軟に対応できる、より効率的なシステムが求められてきている。このような要求にこたえるために、エキスパート、ファジー制御、ニューラルネット等の人工知能(AI)応用技術と、マルチメディア、三次元グラフィック等のヒューマンインタフ

ェース技術が運転管理システムに取り入れられ、高度な運用システム実現が目指されてきている。

ここでは、これらの技術を適用した例として、マルチメディア雨水ポンプ運転支援、下水処理場のばっ(曝)気槽運用支援、配水量予測、配水バルブ操作運転支援システム例を紹介する。



下水道高度運用システムのイメージ

多様な社会的要請にこたえるため、上下水道運用システムは、知的制御技術やマルチメディア技術などにより、より柔軟で人間に分かりやすいシステムが実現される。

1. ま え が き

地球環境問題の高まり，高齢化，高度情報化社会の進展，水質規制の強化，近年の水不足の恒久化，洪水対策の強化，耐地震対策の見直しなど，上下水道事業を取り巻く環境は大きく変化している。上下水道分野では，このような社会ニーズの多様化に伴い，状況に応じたきめ細かい柔軟な運転管理が要求され，また，管理対象も広域化し，より効率の良い運用が求められている。

このような要求への対処としては，従来，熟練運転員の長年の経験と広い知識に基づく判断にゆだねられる場合が多かった。この原因としては，①制御対象となるプロセスが生物学的・化学反応的に複雑な系が多く，数式モデル化が困難であり，②また物理系であっても，配水管網や流入管きょ(渠)など大規模なネットワーク系であったり，③非線形で無駄時間の長い系などがある。これに対して，最近の計算機技術の急速な発展に伴い，エキスパートシステム，ファジー，ニューラルネット，GA(遺伝的アルゴリズム)などの技術を使った知的制御及び大規模な数理解析とシミュレーションの運用制御への適用が可能となり，従来の制御技術と組み合わせて，運転支援の充実と操作の自動化が推進されてきている。

一方，これからの上下水道システムでは，高度な技術を応用したものでありながら，それを操作する人に負担を掛けず，必要なときに必要な情報がすぐ得られ，最適な操作ができるシステムが求められている。このような要求を満たすヒューマンインタフェースの実現に対するキー技術として，最近進歩の著しいマルチメディア技術がある。

マルチメディア技術とは，従来別々に存在していた様々なメディアをデジタル化して，映像，音声，数値データ

を統合的に扱い，人間に対して効果的に情報を提供する技術である。これにより，五感に訴える情報提供，時空間の隔たりを意識しない情報伝達が可能となり，臨場感のある，分かりやすいヒューマンインタフェースの構築が可能となる。

本稿では，上下水道の高度運用支援制御分野における，シミュレーション技術，知的制御技術，マルチメディア応用技術など最近の適用事例について紹介する。

2. マルチメディア雨水ポンプ運転支援⁽¹⁾

2.1 背 景

都市型豪雨ではポンプ場への雨水流入量が急激に増加するので，雨水排水ポンプの運転/停止判断が難しくなっている。その結果，浸水を防止する安全なポンプ運転には操作員の高度な判断が必要となり，その監視制御システムは，操作員の的確な状況判断を支援する情報を提供しなければならない。ところが現状では，監視範囲はポンプ場内部に重点が置かれており，監視情報は数値データが中心的に使われている。豪雨時のポンプ運転を支援するためには，より高度な監視情報提供機能が望まれる。

そこで，マルチメディアを適用して監視情報をより広範囲，詳細，リアルにすることによって運転員が直感的に現在の状況を把握できるようにし，また，シミュレーションを用いた流入量予測支援によって雨水排水ポンプの安全確実な運転を支援する監視システムの紹介を行う。

2.2 システム構成

システム構成を図1に示す。広域高速ネットワークを介して，ポンプ場のプラントデータのみならず，排水区域に点在する監視カメラ，地上雨量計や河川水位計，雨量レーダサイト等の，より広域な監視情報を操作員に提供する。

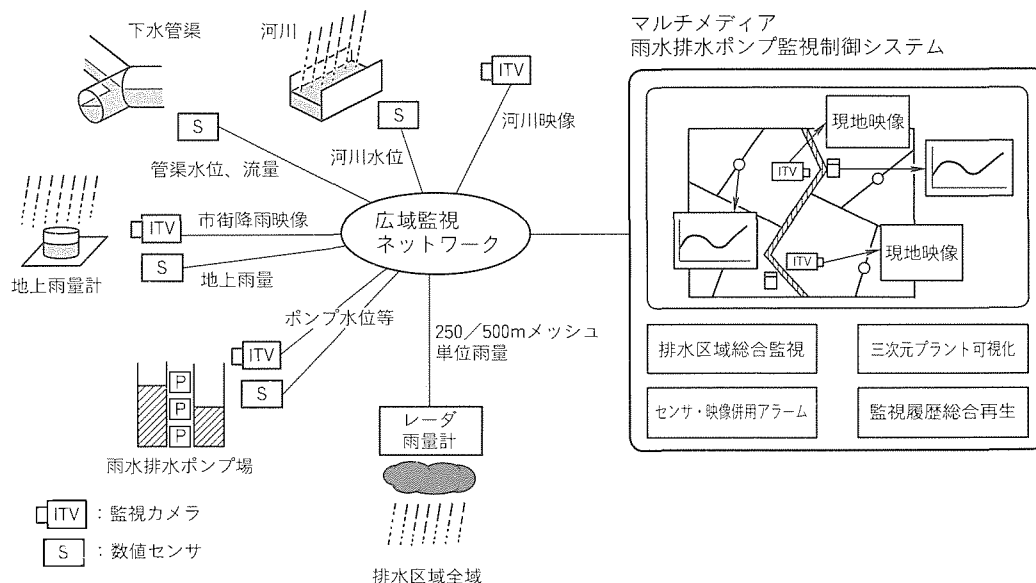


図1. マルチメディア雨水排水ポンプ監視システム

これらの監視映像や数値情報を統合して扱うことにより、雨水排水ポンプ運転を総合的に支援する。

(1) 排水区域総合監視

排水区域全域の地図上に、各地点での降雨量、河川水位、管渠水位の現在値と過去の履歴が表示される。監視カメラからの現地映像を地図上に重ねて表示することができる。数値センサ情報に加えて、遠隔監視映像を介して市街の降雨状況や河川の増水具合等の目視確認を同時に行えるので、排水区域全域の現状を一目で臨場感をもって把握できる。排水区域総合監視機能は、ポンプ場内部にとどまりがちな操作員の視野を広げる。これにより、今後のポンプ場への流入量とタイミングを直観的に予想することを支援する。

(2) センサ・映像併用型アラーム

河川水位の急上昇などの緊急事態が発生した場合、監視映像による現状把握が有効である。操作員の監視負荷を軽減するためには、緊急事態が発生したときだけ関連映像が自動的に表示される機能が望まれる。監視映像と数値センサ情報を相補的に用い、緊急事態の検出はセンサから送られる数値データを解析することによって行い、検出時の現地状況の報告には映像と数値センサの値を用いる。図2は、河川水位が警戒水位を越えたときの自動表示画面例である。

(3) ポンプ場や管渠水位の可視化

三次元コンピュータグラフィックスを用いて、ポンプ井水位など目視できない箇所の状態をリアルに表示する。また、雨水流入シミュレータの結果をアニメーション表示することによって、雨水排水幹線の管渠水位等、センサ設置が困難で監視できない箇所の状態を可視化する。これによって、操作員はプラント状態の予測を直観的に理解でき、安全なポンプ運転に貢献できる。

(4) 監視履歴総合再生

監視履歴総合再生は、現在開発中であるが、過去の緊急事態時の映像を、プラントデータの数値情報と関連付けて、記録保存し再生可能としたものである。この機能により、過去の緊急事態、例えば豪雨の進行状況とポンプ運転操作を監視時と全く同じように再現できるため、緊急時の運転訓練の素材や運転操作の検討に用いることができる。また、過去の緊急事態時の映像と現在の映像を比較することによって、現状の緊急事態の程度を把握できる。

2.3 流入量予測

ポンプ場への流入量予測は、ポンプ運転操作を支援する上で重要な機能の一つであり、このシステムもこの機能を備えている。流入量シミュレーションは、地上雨量計だけでなく、きめ細かい降雨測定ができるレーダ雨量情報も取り込むことが可能で、また、幹線流下シミュレータと組み合わせて、予測精度の向上を図っている。

雨水排水シミュレーションの機能イメージを図3に示す。降雨からポンプ場までの流下プロセスの解析モデルは次のとおりである。

(1) 降雨量予測

降雨予測は、1時間程度の短期予測で雨水ポンプ運転支援に十分効果があると考えられる。現在、レーダ雨量計で面的に計測された雨域のデータから将来の雨域を外挿する短期予測手法が提案されており、これを用いて降雨量予測を行う。

(2) 雨水流出解析

都市部での雨水流出・流入量予測には、現在広く採用されているRRL(Road Research Laboratory)手法を基本として、これにレーダ雨量情報を組み合わせて流出解析を行う。RRL法では、排水区域を懸案地点までに到達する時間ごとに分割し、分割地域の有効降雨量を時間遅れを考慮して加算することによって懸案地点への流出量を求めている。この分割地域とレーダ雨量の観測メッシュ(降雨を測定できる最小領域)とは、管渠マッピングデータとメッ

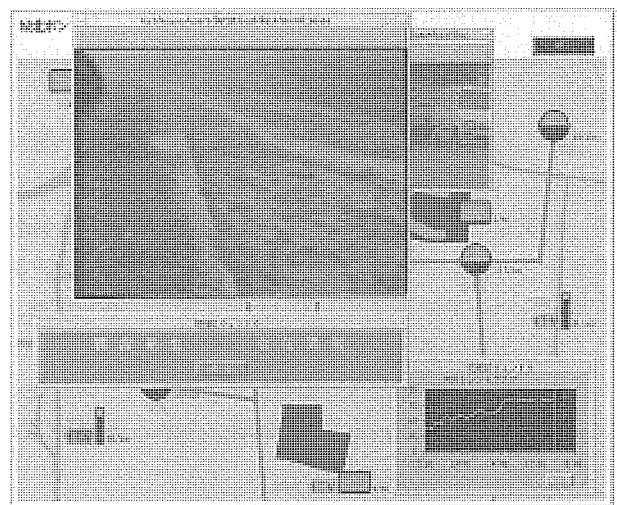


図2. 緊急事態発生時の画面例

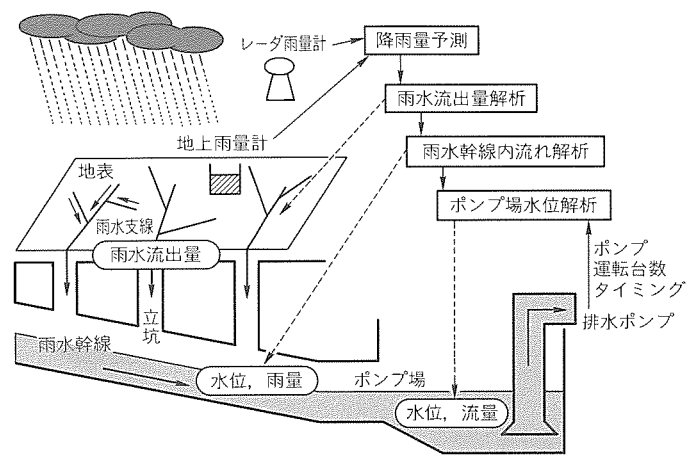


図3. 雨水排水シミュレーションの機能イメージ

表 1. 曝気槽状態判定を行うための計測項目例

区 分	オンラインデータ	手 分 析 値
硝 化 状 態	曝気槽ORP, 放流水pH, 空気倍率, SRT	放流水の亜硝酸窒素, 硝酸性窒素, アンモニア性窒素
処 理 状 態	放流COD, 濁度, COD/SS負荷	初沈流出BOD, 放流水透視度
活性汚泥凝集状態	—	SVI, 検鏡観察 (微生物相)

ORP：酸化還元電位, SRT：汚泥滞留時間, SVI：汚泥指標

シュ情報から、あらかじめ対応づけられている。

(3) 雨水幹線内流出解析とポンプ場水位解析

ポンプ場に直結する雨水幹線の流下解析には、従来の等流を仮定するのではなく、より現実的な不定流的扱いとし、これにより、流下部分と貯留部分を統一的にモデル化したより正確な解析を可能としている。この流入シミュレーションによる結果と広域監視機能を併用することにより、適切なポンプ運転操作支援が実現できる。

3. ファジーエキスパート曝気槽DO設定支援

3.1 背 景

下水処理場における排水処理は活性汚泥プロセスが広く採用されているが、この運転管理は、微生物による反応プロセスの数式モデル化が困難なため完全な自動化は行われていなく、運転管理者が状況に応じて各種制御目標値を適切に設定し、PI(比例積分)制御などによってこの設定値を維持する半自動の運転が行われている。各種設定値は、熟練の運転管理者が、今までの経験と勘に基づいて、オンライン計測値、水質手分析値などの様々な情報を総合的に判断して決定しているが、より一層の運転管理の効率化と技術の向上を行うためには、熟練者の持つ知識を一般運転員のだれでも理解できるような形で共有化していく必要がある。このために、運転知識を整理し、これに基づく運転支援システムが有効と考えられる。特に中小市町村への下水道に対しては、運転管理の設定値支援は、運転管理者の負担を軽減する上で、熟練運転管理者不足への有効な対策となり得る。

ここでは、活性汚泥プロセスで重要な管理指標である曝気槽の溶存酸素濃度(DO)の設定値支援をファジー推論によって行った例を紹介する。

3.2 ルール構成と支援機能

曝気槽のDO設定値は、運転管理者が表1に示すような計測値を総合的に見て、曝気槽での硝化状態、汚泥の凝集状態、及び放流水質(処理状態)を判断して決定される。この判断ノウハウを図4に示すファジールールとして構築し、ファジー推論によって設定値ガイドを行う。水温が高い夏場などは、硝化が進み過ぎる傾向にあり、逆に冬場では、硝化反応は起こりにくいなど、曝気槽の微生物の反応状況が異なり、季節により、適切な曝気風量、汚泥量を管理す

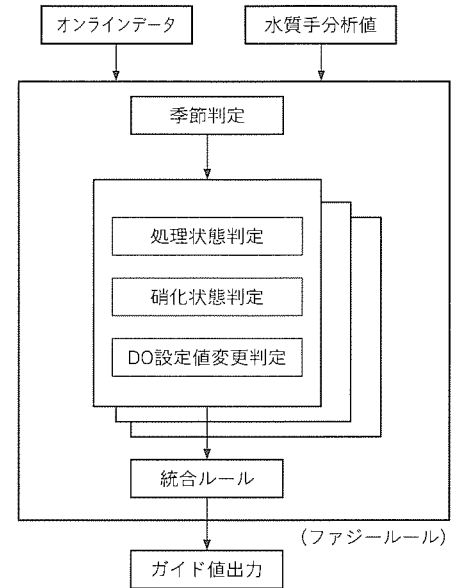


図 4. DO設定支援ルール構成

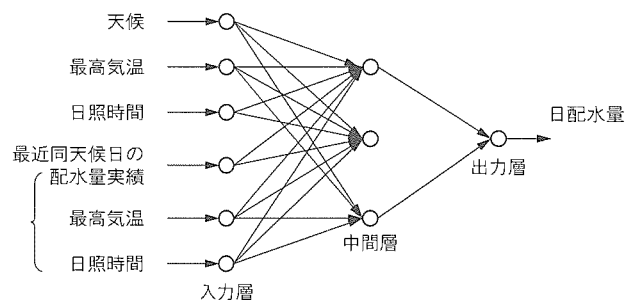


図 5. ニューラルネットワークの構成

る必要がある。特に水温の移行期である春と秋では、適切な曝気槽の管理が難しくなっている。このため、季節ごとにルールとメンバシップ関数が定義できるようにしている。ルールは、曝気槽の状態を判断するルールとこの推論結果に基づいてDO設定値変更を判断する階層構造としている。各推論結果はCRT上に表示することができ、DO設定値変更がどのようになされたかが理解できるようになっている。

4. ニューラルネットによる配水量予測⁽²⁾

4.1 背 景

配水量予測は、浄水場、配水池の効率運用を行うために不可欠なもので、これまで各種方式が提案されている。しかし、配水量は天候、気温、曜日など幾つかの要因の複雑な関係によって変動するため定量的モデル化が困難であり、従来の線形近似に基づく方式では適用に限界があった。このようなモデル化が困難な対象には、ニューラルネットワークを用いた学習方式を利用するのが有効であると考えられる。

ここでは、配水量予測に対するニューラルネットワークの適用について紹介する。

4.2 ニューラルネットの構成

図5にニューラルネットワークの構成を示す。学習は過去2週間程度の実績データを用いて、バックプロパゲーション法によって行った。ただし、入力変数、出力変数共に、それぞれの値の上限値で割ることにより、[0,1]に正規化している。また、実績配水量が前日及び次の日と著しく差がある日を学習サンプルから除いた。また、学習サンプル数やニューラルネットワークの各学習パラメータは、試行錯誤の結果、平均予測誤差を最小にするものを用いた。

4.3 適用結果

対象とした区域はある浄水場の給水区域であり、幾つかある配水池の日配水量の合計を予測した。使用データは、土曜、日曜、祝祭日、特殊日を除いた1年間の浄水場からの日送水量と気象データである。結果を、従来法とともに、図6、表2に示す。ただし、従来手法とは、表3のように日配水量実績値を分類し、予測日と同じクラスに属する過去3日間の日配水量の平均値とするものである。

図6において、予測誤差が2%以下である日が、従来手法では全体の約45%であるのに対して、ニューロ手法では全体の約60%と、ニューロ手法の方がかなり精度の高い予測となっている。また、表2から、平均予測誤差は、従来手法では約3.1%、ニューロ手法では約2.2%と、従来手法に比べてニューロ手法の方が約3割予測精度が向上している

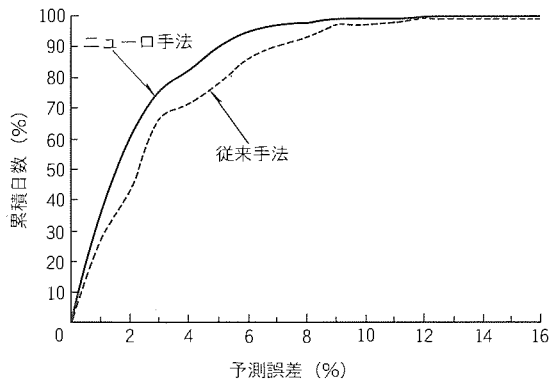


図6. 予測誤差の累積日数による比較

ることが分かる。また、最大予測誤差が平均予測誤差に比較してかなり大きいのが、これは、配水量が急減した数日においてのみ発生している。これらの日は、配水池等における残水量などが送水量に影響を与え、配水量と送水量との間に差が生じていると考えられる。そこで、これらを考慮することにより、更に精度の向上が図られると思われる。

5. エキスパート配水バルブ操作支援⁽³⁾

5.1 背景

配水系統の幹線の各流量調整弁やブロック化された圧力調整弁の操作は、過去の経験に基づいて運用される場合が多い。オペレータの違いによる運転のアンバランスを防止し、運転の均一化を図りたい、運用知識の共有化と継承を図りたい、などの要請が強まっている。ここでは、オペレータの運用知識に基づく圧力調整支援システムについて述べる。

5.2 知識ベースの構成

バルブ操作ガイダンスは、主要配水幹線から各区画への注入点の各圧力調整弁操作に関し、水圧変化に応じて、過去の経験に基づく運用知識をルール化して運用知識ベースとし、計算機内に格納する。そして、必要なときに迅速に取り出してバルブ操作支援を行う。ガイダンスは毎分更新

表2. 最大、最小、平均予測誤差による比較

(単位: %)			
	最大誤差	最小誤差	平均誤差
ニューロ手法	12.7	0.002	2.24
従来手法	16.5	0.027	3.07

表3. 日配水量データの分類

最高気温	天候		
	晴	曇	雨
~20℃			
20℃~30℃			
30℃~			

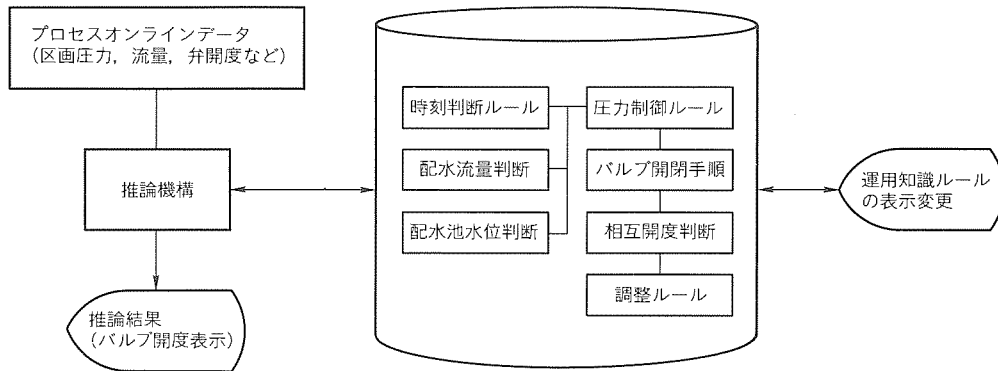
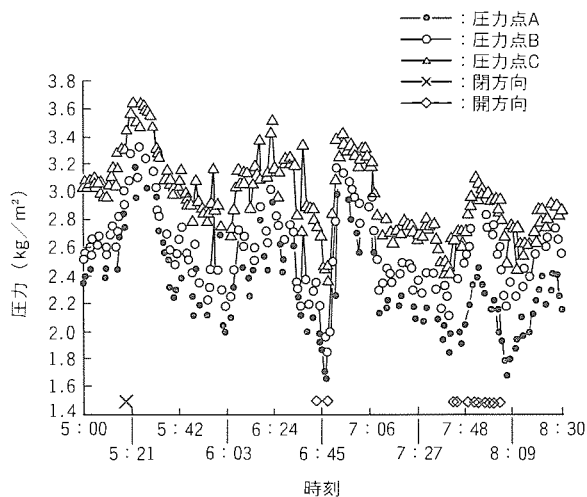
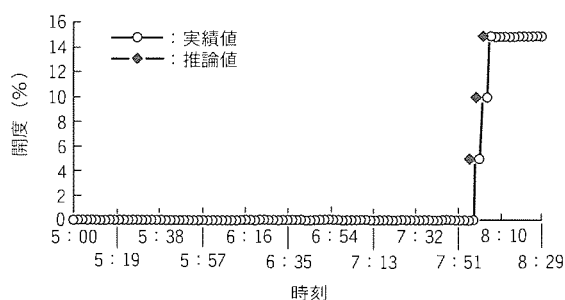


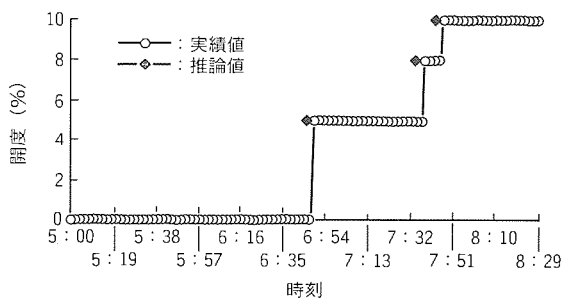
図7. 圧力調整バルブ操作知識ベースの構成



(a) 圧カトレンド



(b) バルブ1 ガイダンス結果



(c) バルブ3 ガイダンス結果

図8. バルブガイダンスの妥当性評価例

される。

図7にバルブ操作知識ベースの構成を示す。

圧力制御支援の運用知識ベースは、各配水区画別に指標となる圧力計があり、この圧力を適正に保つものである。

注入点の位置によって、区画全体又は東西南北の局所的箇所など、その影響を受ける範囲は異なる。主要注入点及び局所的注入点の圧力制御弁の現行開度、対象とする配水区画内の圧力状況、及び時間帯や区画配水流量を加味して、次の時点での圧力調整弁の開度が決定される。

バルブ開閉手順は、各バルブごとに開、閉方向でのバルブ開度を設定するものである。また相互開度判断は、複数のバルブが相互の開度バランスをとりながら操作する場合のルールである。なお調整ルールは、同一弁に対してルール間で異なった結果が発生した場合、どのルールを優先させるかの調整ルールである。

5.3 適用結果

圧力調整支援のバルブ開度ガイダンス値の妥当性について、配水管網の中央部における配水区画を例に運転員の判断による評価を行った。

結果を図8に示す。バルブ開度はガイド値に従って操作されており、運転員はガイド値を妥当と判断している。

6. むすび

上下水道の高度運用支援制御分野における知的制御技術、マルチメディア応用技術などの適用事例を述べた。マルチメディア革命進展の中、高度運用制御技術は、そのインテリジェンスをますます高め、人間に分かりやすい、効率的で信頼のおける運転管理の実現に向けて発展していくものとなる。

今後も、技術革新を行い、ユーザーの要求や意思に臨機応変に対応する高度なシステム作りを図っていく所存である。

参考文献

- (1) 進藤静一, 築山 誠, 末吉尊徳, 石崎 貴, 前田和男: マルチメディア雨水排水ポンプ監視システム, EICA, 1, No. 1, 122~125 (1996)
- (2) 仲林見幸, 小島康弘, 泉井良夫, 築山 誠: ニューラルネットワークによる上水道の配水量予測手法, 電気学会産業応用部門全国大会講演集, 1018~1019 (1994)
- (3) 前田和男, 田中久雄, 早坂 浩, 進藤静一, 築山 誠: 上下水道知的制御システム, 三菱電機技報, 69, No.12, 1046~1050 (1995)

上下水道大規模監視制御システム

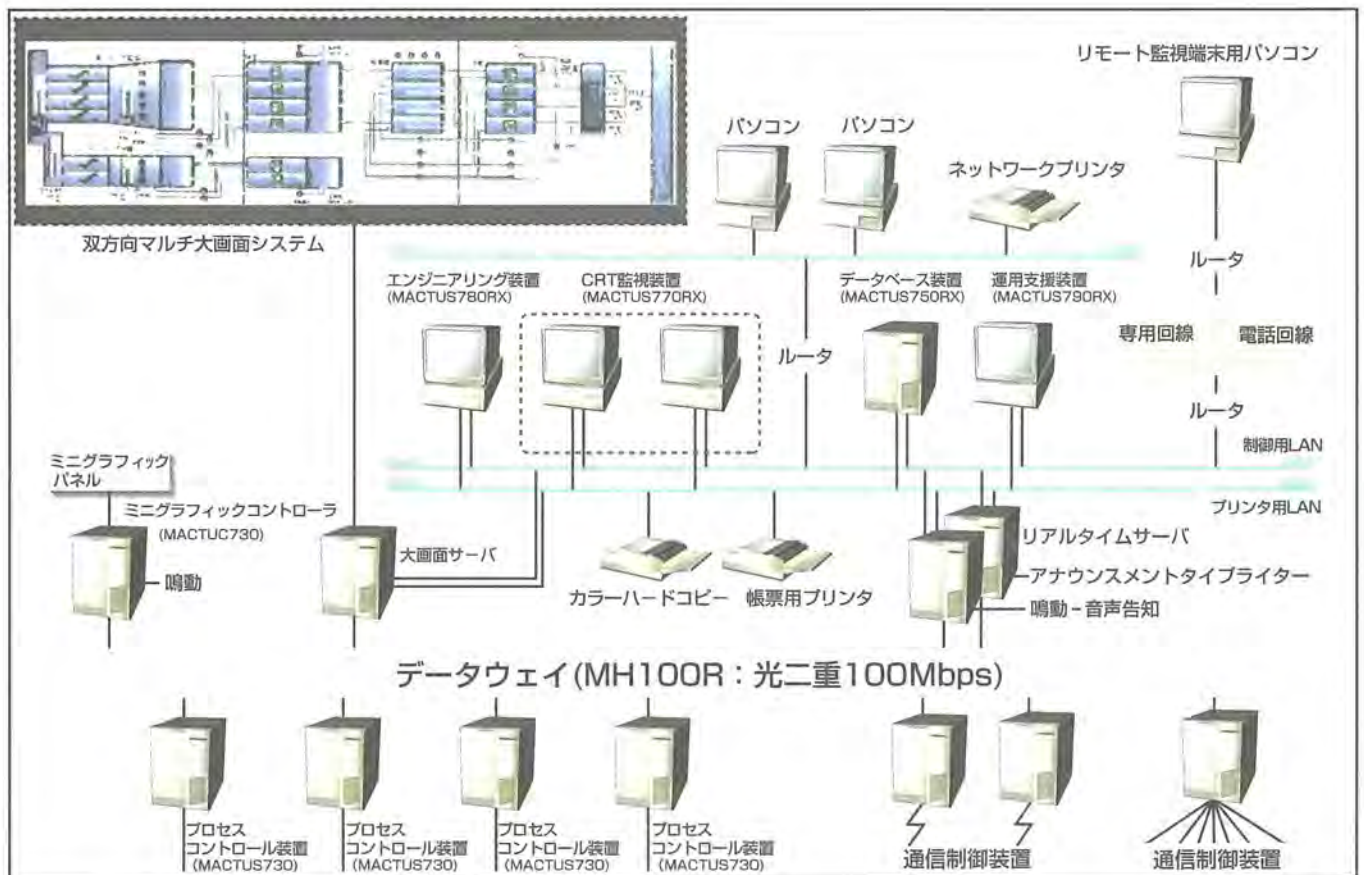
要 旨

公共分野における監視制御システムは、従来からのプラントオンライン監視制御機能に加え、情報管理や広域管理といった業務の効率化や運用の安全性向上・効率向上が求められてきている。これらに対応するためには、高信頼化やリアルタイム性等の基本的機能に加え、高いオープン性・拡張性・分かりやすく確実な操作性を備え、緊急時にも迅速な操作を支援するシステムが必要となっている。

上記の要求に対応するシステムとして、最新の産業用計算機システム、EWS(Engineering Work Station)、パソコン等とマルチメディア応用技術を組み合わせて構築した大規模プラント監視制御システム“MACTUS700RXシリーズ”及び“双方向マルチ大画面システム”を開発した。

MACTUS700RXシリーズの各装置はオブジェクト指向技術を適用し、統一したソフトウェア(S/W)のプラットフォーム上に構築されており、各装置間でのデータの共有や機能連携、優れた操作性を持ったGUI(Graphical User Interface)機能を実現している。

双方向マルチ大画面システムは、50~70インチの高精細スクリーン複数枚で構成される大画面表示装置と大画面サーバによって構成される。CRT監視制御装置と大画面表示装置間で、監視画面、ITV映像等のウィンドウ表示や、複数CRTのカーソル情報等を双方向にやり取りを行うことにより、両者間の高い会話性を実現する。



上下水道大規模プラント監視制御システム

このシステムはプラントバスである二重データウェイ(MH100R: 100Mbps)に各コントローラを自律分散接続することにより、危険分散と負荷分散を図っている。CRT装置、データベース装置等は制御用LAN(Ethernet)上に自律分散接続され、リアルタイムサーバを介してプラントバスに接続される。また、双方向マルチ大画面システムや汎用パソコン等との接続も容易であり、拡張性・オープン性に富んだシステム構築が可能である。

1. ま え が き

近年の計算機やネットワーク、情報処理技術の飛躍的向上に伴い、公共分野における監視制御システムでは、特に大都市を中心として、従来のプラントオンライン監視制御機能に加え、設備維持管理やオフィス業務等のオフライン系の業務支援を統合化した総合情報管理システムが求められている。また、従来の処理場構内にとどまった監視制御から処理場群、配水／排水区域群を集中的に管理する広域管理運用システムといった、業務の効率化や運用の安全性向上と効率向上を目指すシステムが求められてきている。

この結果、操作員は従来以上に広範囲の業務を担当する必要があり、監視制御システムとしての高信頼化やリアルタイム性等の基本的要求に加え、操作員に負担を掛けない分かりやすい確実な操作性を備え、緊急時や異常時の迅速的確な操作を支援するシステムが必要となっている。

一方、映像、音声、数値データを統合的に扱えるマルチメディア技術の進歩によって、五感に訴える情報提供、時間的・空間的隔たりを意識しない情報伝達が可能となり、マルチメディアは監視負荷の軽減と緊急時の対応を支援できる技術として実用化段階を迎えつつある。

このような動向の中、特に大規模システムでは、大量のデータを高速に処理しつつ上記の要求にこたえられる高機能システムが必要となってきている。

本稿では、これらのニーズにこたえるため、最新の産業用計算機システム、EWS、パソコン等とマルチメディア応用技術を組み合わせて構築した大規模プラント監視制御システムについて、その基本コンセプト、機能、特長、及び適用事例について述べる。

2. 最近の大規模プラント向け監視制御システム

2.1 全体システム構成と特長

最新の大規模プラント向け監視制御システムの全体システム構成例を前ページに示す。特長を以下に挙げる。

(1) CRT監視操作、帳票作成、運用制御、施設管理機能等を持つ上位の監視制御・情報処理装置としては、オープン性とユーザーフレンドリ性に優れたEWSとパソコンを適用し、汎用LAN (Ethernet^(注1))でネットワーク化した分散システムを構成する。LAN上の各EWSは、EWS分散システムとして、オブジェクト指向技術を適用したフレームワークに基づく統一したS/Wのプラットフォーム上に構築されており、各装置間でのデータの共有や機能連携、

(注1) "Ethernet"は、米国 Xerox Corp.の商標である。

GUI操作の統一性を実現している。

(2) 上記監視制御装置と制御用ネットワークとの間をインタフェースするゲートウェイ装置として位置付けられるリアルタイムデータサーバ(RTサーバ)には、優れたリアルタイム性とオープン性及び高い信頼性を持った産業用計算機を適用している。

(3) 制御用LANとルータで接続されたOA用LANには、パソコンやネットワークプリンタを接続し、ワープロ、表計算等の通常のOA業務に加えて、データベース装置のデータを自由に編集・加工するオフライン機能を提供する。さらに、LANをルータ経由で専用回線に接続することにより、遠隔地に設置されたパソコンでプラントの簡易監視を行うことができる。

このように、監視制御系・情報処理系各々の特性に合った装置を適用することにより、EWS、パソコンが持つオープン性・拡張性を十分取り込むとともに、監視制御システムが要求するリアルタイム性・高信頼性を確保している。

以下に、大規模監視制御システムMACTUS700RXシリーズを中心として、その機能と特長について述べる。

2.2 MACTUS700RXシリーズ

MACTUS700RXシリーズは、プラントバス(MH100R)に接続されたRTサーバと、RTサーバと制御用LAN(Ethernet)で接続された次の装置によって構成されている。

- CRT装置：MACTUS770RX (CRT監視操作+帳票操作)
- データベース装置：MACTUS750RX (データベース管理)
- 運用支援装置：MACTUS790RX
- エンジニアリング装置：MACTUS780RX

またこのほかに、MACTUS760RXとして、MACTUS770RX機能(CRT監視操作+帳票操作)+MACTUS750RX機能(データベース管理機能)を一つの装置(EWS)に搭載したシステムを持っている。

図1にMACTUS770RXの外観を示す。

以下に各装置の概要を述べる。

(1) RTサーバ

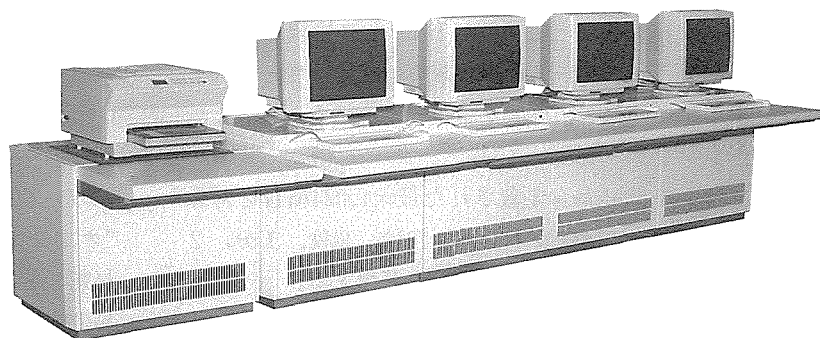
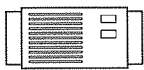


図1. MACTUS770RXの外観

表1. MACTUS750RXのデータ蓄積容量

	メッセージデータ	トレンドデータ (秒データ)	帳票データ (時~年データ)					帳票 スタイル
			時データ	日データ	月データ	年データ	文字データ等	
データ保存容量 【ディスク装置】 (4Gバイト)*  ディスク	300万件 (ただし 最大30万件/月) *300万件→1件/分 の発生頻度で5年 間強蓄積	1,024点	8,192点					200枚 (最大)
		[例1] 10秒×15日	62日 (2か月)	60か月 (5年)	5年	10年	-	
		[例2] 60秒×90日						
		[例3] 300秒×450日						
利用方法	メッセージ 検索, 削除	トレンドグラフ	帳票表示/印字, 帳票データ修正/手入力 トレンドグラフ					

RTサーバの役割は、制御用LANに分散接続されたCRT装置、データベース装置、運用支援装置等が制御用ネットワーク経由でプラントデータの収集及びプラントへの操作・制御を行うための入出力(ゲートウェイ機能)を行うことにある。

また、プラントのイベント(アラーム、ガイダンス)発生時やプラント機器に対する操作時に、オンラインでタイプライタに印字するアナウンスメント印字機能や警報出力(重故障/軽故障は音で区分)機能を持っている。このように監視制御システムの中で非常に重要な位置付けにある装置であり、高い信頼性とリアルタイム性及び上位装置との親和性に優れた装置でなければならない。

また、特に大規模プラントでは、アナログ(AI)データで数千量、デジタル(DI)データで数万点に及ぶ大量のデータを扱う必要があり、高い処理性能が要求される。このため、リアルタイム性に優れ、高信頼化機能を持つ産業用計算機システムを適用している。特に高信頼化としては、デュプレックス方式(待機冗長型二重系)によるシステムの二重化、データディスクのミラー化、UPSの標準装備等を行っている。

(2) データベース装置(MACTUS750RX)

RTサーバ経由でプラントデータを収集し、下記の各データベースを構築するとともに、LAN上に接続された各装置からの各データベース参照要求等に対するサービスを行う。表1にこの装置のデータ蓄積容量を示す。

(a) トレンドデータベース(秒データベース)

全プラント信号から定義された最大1,024項目を対象として、任意の周期(最小5秒, 10秒, 30秒, 1分, 2分, …, 60分)で129,600ポイントを蓄積する。

(b) 帳票データベース(時~年データベース)

全プラント信号から定義された最大8,192項目を対象として、時データから年データに編集し、蓄積する。

表2. MACTUS770RXのデータ容量

種別	内 容	最大信号点数
DI	①システムアラーム, ローカルアラーム(システムを構成する装置の故障/異常(例, コントローラCPU異常))	}30,000点
	②ローカルステータス(システムを構成する装置の状変(例, 二重系装置の系切換え))	
	③アラーム(機器故障/異常(例, ポンプ故障))	
	④ガイダンス(機器の状変(例, 入/切, 自動/手動))	
AI	アナログ入力データ アナログステータス(例, 上下限エラー)	4,096量
PI	パルス入力データ	2,048量
DO	制御データ(機器への制御操作(例, 入/切, 自動/手動))	8,192点
AO	設定データ(機器への設定操作(例, 流量設定))	1,024量
	グラフィック画面枚数	400画面
	グラフィック画面グループ数	8画面/グループ ×100グループ

(c) メッセージデータベース

全プラントのメッセージ(アラーム, ガイダンス, 操作履歴)を対象として、発生順に最大300万件を蓄積する。高信頼化対応として、この装置を2台設置することによる二重系を構築可能としている。この機能は、複製管理(レプリケーション)機能と呼ぶS/Wによってデータベースの二重化を行うものである。2台のCPUが並行してデータを収集し、それぞれのディスクにデータを格納するとともに、データ変更時及び片系ダウンからの回復時等にはLAN経由でデータの一元化を行うことができる。

(3) CRT監視制御装置(MACTUS770RX)

MACTUS770RXは、プラントの監視制御を行うCRT監視操作と、帳票の表示操作を行うマンマシン装置である。オブジェクト指向技術を適用した見やすく、使いやすいGUI機能を持っている。監視制御向けオブジェクト指向フレームワークライブラリを用い、オブジェクト指向分析に基づいたシステム構築を行っている(詳細は、この特集の“オブジェクト指向技術を適用したマンマシンシステムの最新状況”を参照)。また、マルチメディアへの対応も容易であり、ITV等の画像の表示、音声出力、及び後述する大画面表示システムとの接続が可能となっている。

表2にこの装置が扱うデータ容量を示す。

次に、各機能と代表的な画面例(図2)を紹介する。

(a) 速報表示

最新のアラーム、ガイダンス情報をCRT画面の最上部に常時表示する。

(b) サマリー表示

最近発生したプロセスアラーム256点、システムアラーム64件、ガイダンス256点、操作履歴256点をリスト表示する。

(c) プラント監視操作画面

対象となるプラントの設備・機器・計器の監視操作、各種モード切換え等を行う画面である。

(d) システム監視画面

プラント監視制御システムを構成する装置・機器の監視を行う画面である。

(e) デマンド監視画面

契約電力に対する30分デマンドをトレンドグラフとして監視する画面であり、予測デマンドの表示を行うとともに、デマンド1段/2段警報の監視を行う。

(f) 計測データ一覧、PH/PL設定画面

データウェイを流れるプラントデータを信号単位(タグNo.)で一覧表示(監視)するとともに、計測データの上限/下限警報値(PH/PL)を設定変更する画面である。

(g) 計装制御画面

計装ループの監視、パラメータのチューニングを行う画面である。

(h) トレンドグラフ画面

データベース装置(MACTUS750RX)に蓄積されたトレンドデータを対象として、トレンドグループ(最大8項目/グループ)をリクエストすることによって該当グループのトレンド表示を行う。

表示したトレンドグラフはリアルタイム更新を行うとともに、蓄積された過去データはスクロール操作によってグラフ表示することができる。また、トレンドグラフ表示中に他のトレンドグループへの展開、グループ項目の変更も可能である。トレンド画面にはMOディスクに保存されたグループを含め2グループのデータを同時に表示することが可能である。

(i) 帳票操作画面

データベース装置(MACTUS750RX)に蓄積された帳票データを対象として、“帳票名称”“日付”を選択することにより、該当帳票を帳票イメージで表示する。

表示された帳票では“天候”“数値”“備考欄”等の手入力及びデータ修正を行うことができる。修正完了後、変更されたデータに関する再演算が直ちにデータベース装置で行われ、帳票の再表示が行われる。

(j) メッセージ検索画面

データベース装置(MACTUS750RX)に蓄積されたメ

ッセージデータを対象として、検索条件を組み合わせることにより、メッセージ検索を行い、画面表示又はプリンタへの印刷を行うことができる。

(4) 運用支援装置(MACTUS790RX)

情報処理装置MACTUS770RXと同様に、リアルタイムサーバとEWSで構成される。予測制御、AI応用制御、シミュレーション等の高度運用制御機能を担当する。適用分野としては、オンライン制御システム以外に運用制御支援ガイダンスシステムや故障診断システム等が挙げられる。

(5) エンジニアリング装置(MACTUS780RX)

情報処理装置、CRT監視制御装置、運用制御装置、及びリアルタイムサーバとLANで接続し、信号名称、信号属性などの監視制御装置共通のエンジニアリングデータのデータベースを一元管理する。また、帳票ビルダやCRT画面ビルダ機能を搭載し、監視制御装置のメンテナンスを可能としている。これらビルダは、オブジェクト指向技術を適用し、使いやすさを重視した高い操作性を持ち、ユーザーでも容易に使用可能となっている。これらの機能は、パスワードによるセキュリティ管理が可能となっている。

(6) パソコン

前述のMACTUS700RXで収集、蓄積、演算されたデータをLANを介して取得し、パソコン上の汎用S/W(Excel^(註2)等)でユーザーが任意にデータの加工・編集・解析等を可能とする。

Windows95/Windows NT^(註2)、市販パッケージを使用してOA業務を行うとともに、次の機能を提供する。

(a) 帳票データ編集・加工

データベース装置に蓄積された帳票データをExcelワークシートのセルに任意に割り付け、展開する。ワークシートに展開された帳票データは、Excelそのものの機能を用いて自由に編集・加工することができる。

(b) メッセージデータ編集・加工

(注2) “Excel”“Windows95”“Windows NT”は、米国Microsoft Corp.の商標である。

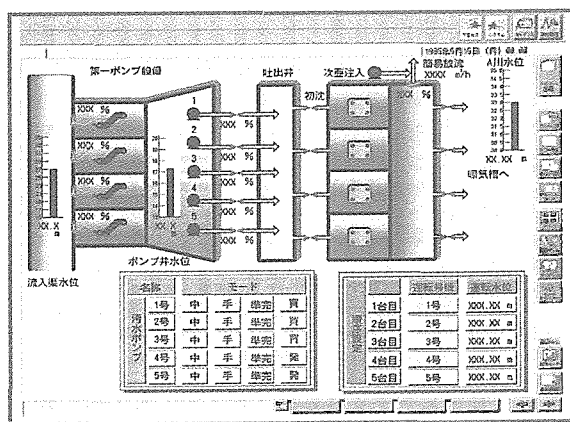


図2. MACTUS770RXの画面例

データベース装置に蓄積されたメッセージデータ(アラーム、ガイダンス、操作)の検索結果(件数)をExcelワークシートのセルに任意に割り付け、展開し、自由に編集・加工することができる。

(c) プラント監視

プラント監視画面により、リアルタイムでプラント監視を行う。CRT監視装置(MACTUS770RX)と同じ監視画面を扱うことも可能である。

(d) 施設管理システム

下記のように、施設管理の各業務に対応した管理サポート機能を提供する。

- 故障履歴管理
- 定期点検履歴管理
- 修繕履歴管理
- 機器台帳管理

(e) リモートメンテナンス

フィールドに設置されたパソコン(各監視制御装置とはLANによって接続)と工場のパソコンとを電話回線で接続することにより、工場で各監視制御装置のリモートメンテナンスを可能としている。

2.3 マルチメディア応用システム

2.3.1 マルチメディア技術

監視制御装置での操作性向上や緊急時対応、教育訓練等を支援するものとして、以下に示すマルチメディア応用技術が重要かつ有効な技術として注目されている。

(1) 双方向大画面システム

操作員の手元にあるCRT監視装置と大画面表示装置を有機的に結合することによって、大画面自体を作業用の画面として使用し、大画面装置と会話しながら、表示内容を切り換えたり、手元のCRTとの連携表示を実現するインタラクティブ機能を持っている。これにより、表示内容を可変とし、操作画面、トレンドグラフ、監視映像を同時に出したり、適宜切り換えることによって通常時の協調作業から緊急時に至るまで、迅速的確な操作を効率良く行うことができる。

(2) データの統合管理による高度監視制御

従来から、プラント監視制御の世界では、アナログ値やデジタル信号として送られてくるプラントの状態・異常信号、音声や警報音、ITVの映像情報等の多様な形式のデータが扱われてきているが、それぞれは個別に処理されて表現されてきた。しかし、マルチメディア技術の進歩に伴う映像や音のデジタル化の進展により、これらを互いに関連付けて統合的に処理できるようになってきた。例えば、アラーム発生時の映像情報の自動表示は監視負荷を大幅に軽減できるし、異常時のプラントデータを関連映像とともに蓄積・再生することによって、事後検証や運転訓練に活用することが可能となっている。

(3) 三次元グラフィックス(3 DCG)

3 DCG技術の適用により、従来は見ることのできなかった情報を可視化したり、よりリアルに分かりやすく監視対象を表現することができ、プラントの状況把握を的確・容易に行うことが可能になってきている。例えば、上水道

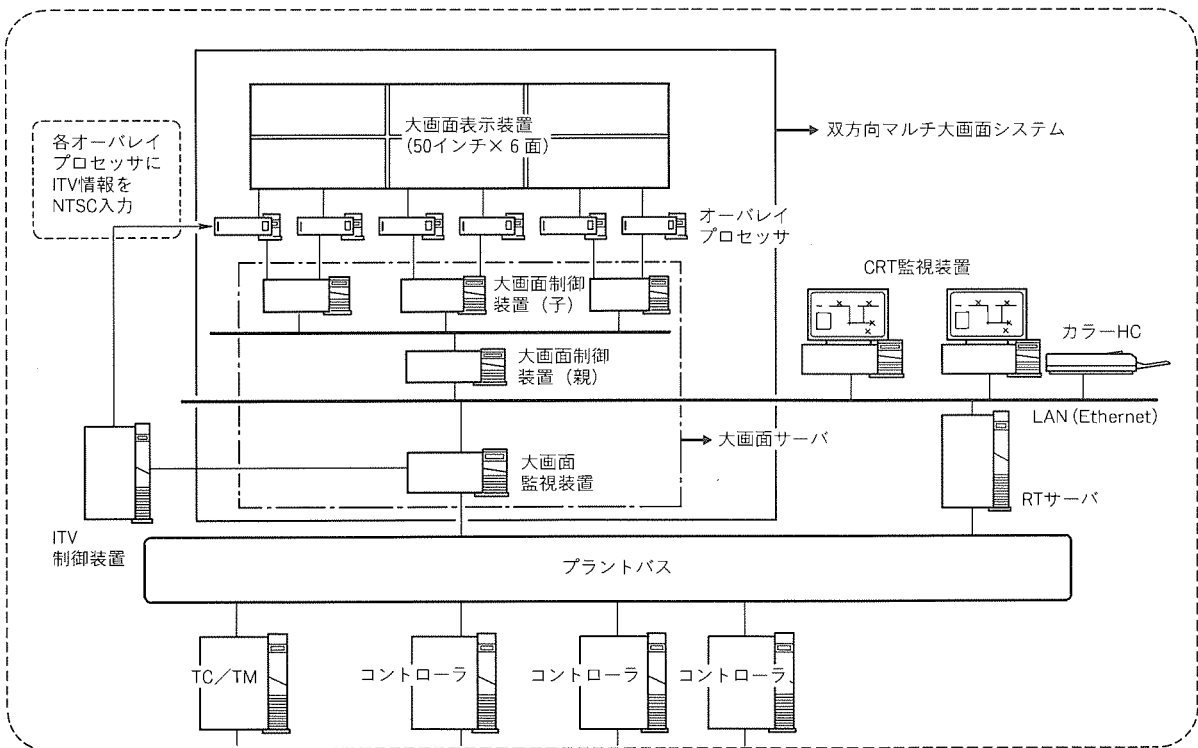


図3. 双方向マルチ大画面システム構成

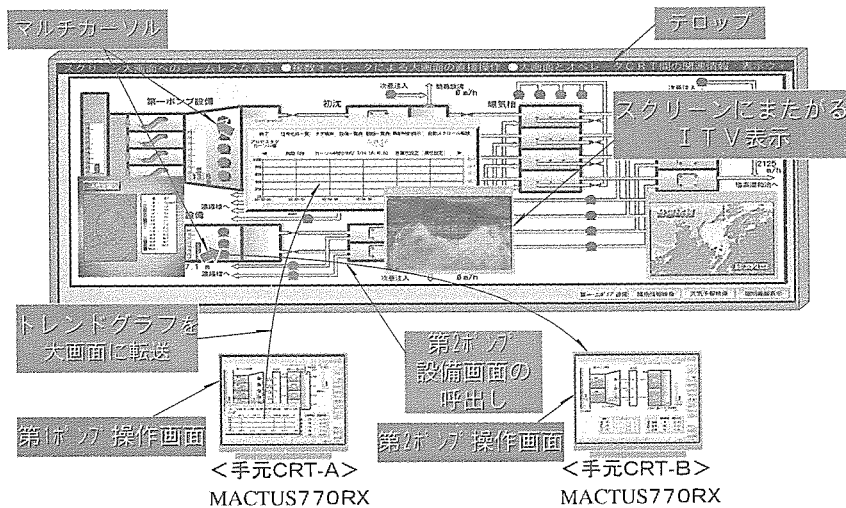


図4. 双方向マルチ大画面例

配水管網の水圧を3DCGで表示することによって、配水区域全域の管網圧力分布を一目で把握することも可能である。

以下に、代表例として、大規模監視制御システム向けに開発した双方向マルチ大画面システムについて述べる。

2.3.2 双方向マルチ大画面システム

このシステムは、50～70インチの高精細スクリーン複数枚(2～12枚程度)による大画面表示装置と、システム全体の管理・制御を行う大画面サーバで構成される。図3にシステム構成を示す。大画面表示装置には、CRT監視制御用画面、ウィンドウ、ITV画像、及び大画面専用画面が任意に表示でき、また、これらの画像の切り替えも大画面上で自由に行うことができる。さらに、CRT監視制御装置と大画面表示装置間で、トレンドやプロセス監視画面、ITV映像等のウィンドウ表示や、複数CRTのカーソル情報等を双方向にやり取りを行うことにより、両者間の高い会話を実現している。このように大画面表示装置と手元のCRT監視制御装置を有機的に連携させることにより、従来のシステムになかった、柔軟でフレキシビリティに富んだ監視操作環境を提供することを特長としている。

大型プロジェクトを構成する表示デバイスとしてはCRT投写型プロジェクトやLCD(液晶)プロジェクトが使用されてきたが、CRT、LCDでは焼付き、視認性の問題、さらにランニングコストの問題等があり、中央監視室の中核となるには至っていなかった。これらを解決する手段として、より視認性が高く、信頼性、メンテナンス性、省スペース面で優れ、ランニングコストも安い最新のDMD(Digital Micro Mirror Device)方式の採用を検討している。

システムの特長は次のとおりである。

- (1) 大画面操作(マルチカーソル)

複数の操作員の操作端末から、大画面上でカーソル操作が可能である。

- (2) 大画面とCRT装置間での双方向情報伝送

大画面と操作端末との間で、ウィンドウ単位で情報転送が双方向に行える。

- (3) 複数スクリーンをまたいだウィンドウ配置が可能

ウィンドウの配置に柔軟性ができ、大画面を有効に使用することができる。

- (4) ITV等の映像表示が可能

監視映像を、大画面上にウィンドウ表示(拡大、縮小)、及び複数スクリーンをまたいだ位置に配置することができる。

- (5) 高精細マルチ画面(2～6面)のシームレス表示
- (6) 最新の大画面表示デバイスの採用(CRT方式→DMD方式)

図4に下水処理場での使用を想定した画面例を示す。

3. むすび

以上、上下水道大規模プラント向けの監視制御システムについて、最新のシステムであるMACTUS770RXシリーズとマルチメディア応用技術について述べた。

大規模システムにおいても、情報処理分野との結び付きが必ず(須)となり、広域化・ネットワーク化が進むとともに、従来の専用機主体のシステムから、EWS、パソコン、汎用ネットワークを用いたオープン化・マルチメディア化の動きも更に加速されるものと考えている。

今後も先端技術を積極的に取り入れ、多様化するニーズに柔軟に対応し、人にやさしく信頼できるシステム作りを目指して開発を進めていく所存である。

参考文献

- (1) 築山 誠, 野沢俊治, 熊沢宏之, 末吉尊徳, 城島登士治, 浅野光雄: 社会・公共システムにおけるマルチメディア応用技術, 三菱電機技報, 71, No.2, 200～205 (1997)
- (2) 末吉尊徳, 安藤 隆, 岡田叔之, 中道功二: 上下水道分野における産業用計算機システム, 三菱電機技報, 70, No.7, 714～720 (1996)
- (3) 中道功二, 進藤静一, 築山 誠, 末吉尊徳, 石崎貴, 前田和男: 監視制御システムへのマルチメディア応用技術, 平成9年度電気学会産業応用部門全国大会講演論文集III, S67～70 (1997)

畑辺 健* 石木征宏*
成原弘修*
和田一博*

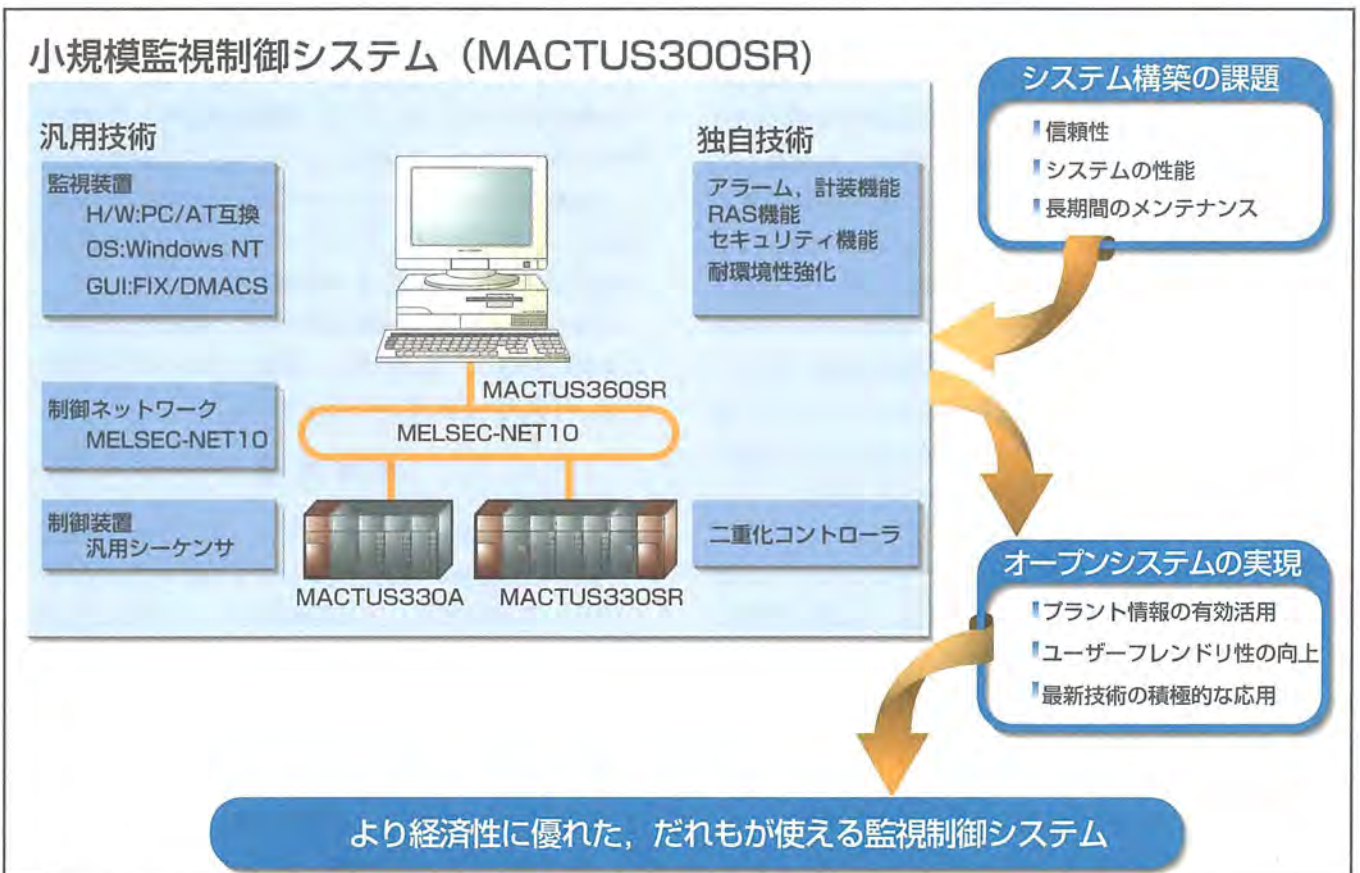
上下水道中小規模監視制御システム

要 旨

政府によって1997年1月に公共工事建設コスト縮減対策に関する行動指針が策定された。コスト縮減方法は、所要の機能・品質を確保しつつ、建設に必要な費用を減らすことが前提となっている。中小市町村での上下水道事業も、この行動指針に則して、限られた人数で推進し、維持管理を行うことが求められている。そして、適用される監視制御システムは、より経済性に優れ、また、だれもが使えるシステムが要求されている。

三菱電機では、このような最近の要求にこたえるため、上下水道プラント向け監視制御システムとして、小規模監

視制御システム“MACTUS300SRシリーズ”及び中規模監視制御システム“MACTUS500GRシリーズ”を開発した。両システムとも、システムの中に業界標準(De Facto Standard: DFS)のハードウェア(H/W)、ソフトウェア(S/W)、ネットワーク、市販のパッケージソフトなど汎用技術を積極的に取り入れ、監視制御システムに必要な機能・性能・品質を確保している。また、両システムの適用により、プラント情報の解析・加工が自由に行え、従来のプラント監視制御の枠を越えたプラントの維持管理・運用管理が可能になる。



汎用技術を取り入れた監視制御システム(小規模監視制御システムの例)

監視制御システムの中に汎用ハードウェア、汎用ソフトウェア、汎用パッケージソフトウェアなど業界標準の汎用技術を積極的に取り入れながら機能・性能・品質を確保した。

1. ま え が き

政府によって1997年1月に公共工事建設コスト縮減対策に関する行動指針が策定された。具体的目標として、工事の計画・設計・発注・施工の全段階にわたる見直し、効率化・合理化により、'99年度末までに少なくとも10%以上の縮減を目指している。コスト縮減方法は、所要の機能・品質を確保しながら建設に必要な費用を減らすことが前提となっている。

中小市町村での上下水道事業も、この行動指針に則して、限られた人数で推進し、維持管理を行うことが求められている。そして適用される監視制御システムは、より経済性に優れ、また、だれもが使えるシステムが要求されている。

本稿では、これらの課題を解決するために開発した上下水道プラント向け中小規模監視制御システムについて紹介する。今回開発したシステムは、汎用技術の積極的な活用により、監視制御システムに必要な機能・性能・品質を確保している。

2. 中小規模監視制御システムの開発背景と開発方針

2.1 システム開発の背景⁽¹⁾

産業界各分野の監視制御システムでは、メーカー固有の技術ではなく、DFSのH/W、S/W、ネットワークなど汎用技術と製品の活用が進んでいる。特に、中小規模のシステムでは、OA分野で実績のある安価なH/Wや高機能なS/Wを利用するようになってきている。

上下水道プラント向け監視制御システムもまた大きく変化してきており、今回、機種シリーズを一新して汎用技術と製品を活用したオープンなシステム構築(以下“オープンシステム”という。)を目指すこととした。オープンシステムの実現により、従来システム以上に経済性に優れ、より使いやすく、より高機能で高性能なシステムを実現する。

2.2 システム構築の課題と開発方針

オープンシステムでは、汎用技術を使用しているために、従来のシステムにはない適用上の留意点と問題点がある。このシステム開発では、リアルタイム監視制御に使用するために、特に次の点に注意を払った。

- 信頼性(24時間連続動作を保証)
- システム性能(リアルタイム性能)
- 長期間のメンテナンス

これらの主要な課題についての開発方針を以下に示す。

2.2.1 信頼性(24時間連続動作を保証)

(1) マンマシンの使い分け

オープンシステムにおいても、まず信頼性の確保が重要である。マンマシンの実現方法には二通りあり、市販パソコンを使用する方法と、いわゆる工業用パソコンと呼ばれる信頼性を考慮したパソコンを使用する方法とがある。

工業用パソコンと市販パソコンでは信頼性に差異があるために使い分ける。

(a) 制御系に接続し直接監視操作に使用するCRT監視装置としては、工業用パソコンを使用する。例としては、後述する監視装置MACTUS360SRが該当する。

(b) 故障がシステム全体に影響を与えない監視のみの装置としては、市販パソコンでもよい。例としては、遠隔地でのリモート監視装置が該当する。

(c) 制御系とは直接接続されないオフライン使用の場合も市販パソコンでよい。例としては、CRT監視装置とLAN接続された管理業務用パソコンが該当する。

(2) 信頼性向上対策

汎用技術導入に当たっては、各部位での信頼性向上に努める。

(a) H/Wの信頼性

24時間連続動作が前提で、悪環境下での利用のための広い動作温度範囲、耐ノイズ、防じん対策を考慮し、RAS(Reliability, Availability, Serviceability)機能を強化する。

(b) S/Wの信頼性

市販S/W採用の場合にも、システム検証による連続運転性、限界付近でのリアルタイム性、電源断などの異状時の動作保証等のS/Wの信頼性を確保する。

(c) システムの信頼性

市販S/WやH/Wの採用に当たっては、市販品自身のバグ内在、独自S/WやH/Wと組み合わせて使用したときの動作不良が懸念されるので、システム納入前に十分なシステム評価と改善(回避策の検討/実施)を実施し、納入後のトラブルの削減と信頼性の確保を行う。

2.2.2 システムの性能(リアルタイム性能)

プラント機器故障時にもスムーズな操作が行える性能が必要で、次の方法によってシステム性能を確保する。

(a) 従来のシステムと同様に、自動制御は制御装置で実行し、マンマシンでは監視操作機能を実行する。

(b) マンマシンで要求される緩やかなリアルタイム性能を実現するために、Windows NT^(注1)を採用する。

(c) 帳票機能などCPU負荷を占有するS/Wの優先順位を自動的に変更し、監視操作機能を優先して実行させる。

2.2.3 長期間のメンテナンス

プラントの運用は長期にわたるため、監視制御システムも長期間維持する必要がある。このため、採用する汎用技術と製品に対しても長期のメンテナンスが要求される。

一方、汎用技術と製品を使用すると、H/W、S/Wのバージョンアップが頻繁に行われるという保守の面からのデメリットが存在する。これらのH/W、S/Wのバージョンアップが頻繁に行われるという保守の面からのデメリットが存在する。これらのH/W、S/Wのバージョンアップが頻繁に行われるという保守の面からのデメリットが存在する。

(注1) “Windows NT”“Excel”“ActiveX”は、米国Microsoft Corp.の商標である。

ョンアップに対し、次の方法によって信頼性の確保を図る。

- (a) DFSのS/W, H/Wの選定
 - (b) 機能単位での独立性が高く、システム内に組み込みやすく、テストしやすいS/W, H/Wの選定
 - (c) 十分動作確認を行った特定バージョンのみの供給
- ただし、上記のように注意深く選定した場合でも、汎用技術と製品は新バージョンのリリースとともに旧バージョンが入手困難となるなど、メーカー側努力だけでは対処が難しいケースもあり、新バージョンでの確認に時間がかかる等の事態が発生することも考えられる。

3. 小規模監視制御システム MACTUS300SRシリーズ

3.1 システムの基本構成

MACTUSシリーズ全般におけるプラント規模と適用機種種の間係を表1に示す。

この中でMACTUS300SRシリーズは小規模上下水道プラント向け監視制御装置であり、適用の目安は、機器の動作状態・故障状態などを示す表示点数として500点程度以下を対象としている。今回、H/W, S/Wを一新し、コストパフォーマンス、操作性、拡張性を向上させている。また、広域監視への対応も考慮している。MACTUS300SRシリー

ズのシステム構成を図1に示す。

制御用システムバス“MELSEC-NET/10”を介して、監視装置MACTUS350SR/360SR/370SRとグループシーケンサMACTUS330SR/330Aを主要機器として接続する。MACTUS330Aを経由し、計装制御用1ループコントローラMACTUS210/211, 1ユニットシーケンサMACTUS320Zとも接続可能である。また、監視装置は汎用ネットワークを介してパソコンと接続し、プラントデータを転送することによって管理業務に活用することができる。

3.2 システムの特長

MACTUS300SRシリーズの主な特長を示す。

3.2.1 経済的なシステムの実現

- コストパフォーマンスの向上
- シーケンサと現場機器を通信によって接続し、フレキシブルな構成を実現

3.2.2 使いやすく拡張性に優れた操作環境

- 監視装置はWindows NTをベースに構築し、各種

表1. MACTUSシリーズの製品系列

用途	大規模監視制御システム	中規模監視制御システム	小規模監視制御システム
装置			
運用支援装置	MACTUS790RX	—	—
CRT監視装置	MACTUS770RX	MACTUS570GR	MACTUS370SR
	MACTUS760RX	MACTUS560GR	MACTUS360SR
帳票装置	MACTUS750RX	MACTUS550GR	MACTUS350SR
	MACTUS730	MACTUS530	MACTUS330SR
プロセスコントローラ	MACTUS730R	MACTUS530GR	MACTUS330A
グループシーケンサ			
1ユニットシーケンサ		MACTUS320Z	
1ループコントローラ		MACTUS211/210	
ループインタフェース		MACTUS130	

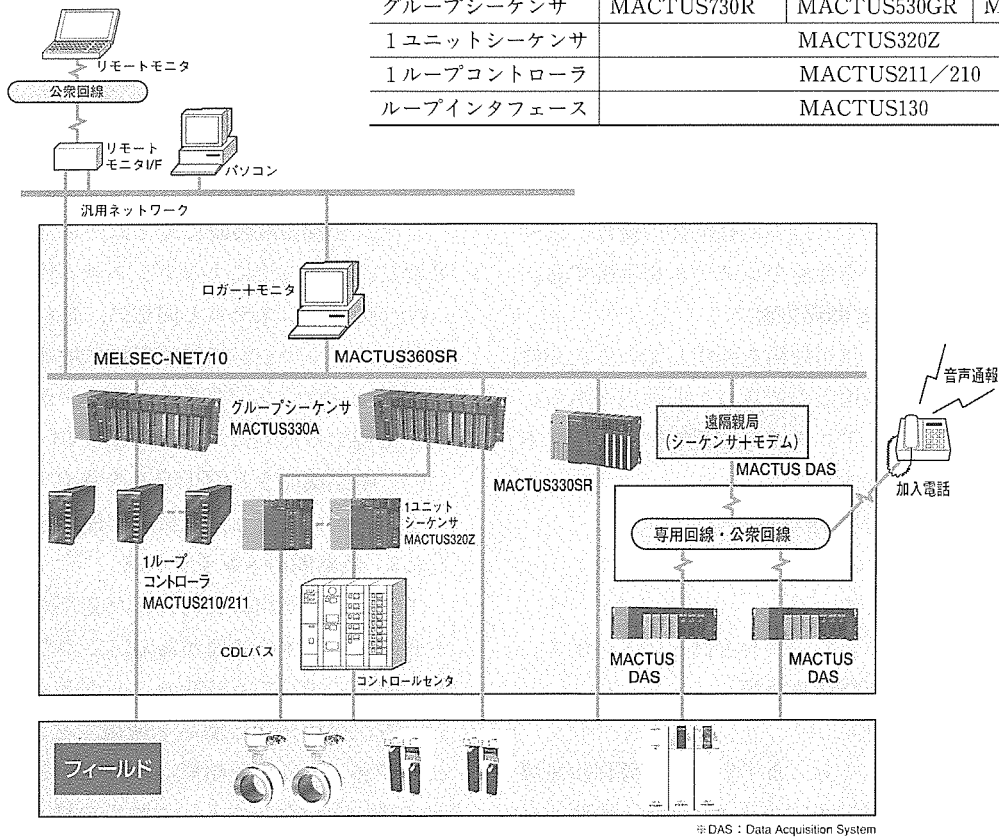


図1. MACTUS300SRシリーズのシステム構成

市販ツールとの連携も容易

- 帳票はExcel^(注1)をベースに構築し、フレキシブルでユーザーフレンドリな操作環境を提供
- 最先端GUIによる高度なプロセス監視操作機能を実現

3.2.3 遠隔監視のフレキシブル化

- 遠隔システムによって現場の状況が把握でき、少ない配置人員による巡回監視や無人化にも対応可能
- 加入電話機への音声通報も可能
- リモートモニタによる遠隔地からの監視が可能

3.3 オペレーション機能

表2にオペレーション機能の一覧を示す。

3.3.1 汎用技術の活用

MACTUS360SRでは、汎用の優れたS/Wや技術を活用し、簡易で高度なオペレーティング環境を提供している。

グラフィック画面にはIntellution社のFIX DMACS^(注2)を採用し、これまでの監視装置では表現できなかった複雑な図形や多彩な色、アニメーション効果や三次元表現を可能とした。これにより、実際のプラント設備により近い表現をグラフィック画面上で行えるようになった。

(注2) “FIX DMACS”は、米国Intellution, Inc.の商標である。

表2. MACTUS360SRのオペレーション機能

項目	概要
共通表示機能	<ul style="list-style-type: none"> ● アラーム/ガイダンスメッセージテロップエリア ● アラーム/ガイダンスサマリーウィンドウ ● 画面展開オペレーション
グラフィック機能	<ul style="list-style-type: none"> ● フロー画面 ● 機器操作・データ設定画面
計装標準機能	<ul style="list-style-type: none"> ● アラーム画面 ● ガイダンス画面 ● リアルタイムトレンド画面 ● ヒストリカルトレンド画面 ● コントロールパネル画面 ● パラメータチューニング画面 ● イベント操作履歴画面 ● オーバービュー画面
帳票機能	<ul style="list-style-type: none"> ● データ修正画面 ● データ印刷画面
RAS機能	<ul style="list-style-type: none"> ● システムモニタ画面 ● OPSモニタ画面 ● CNSモニタ画面

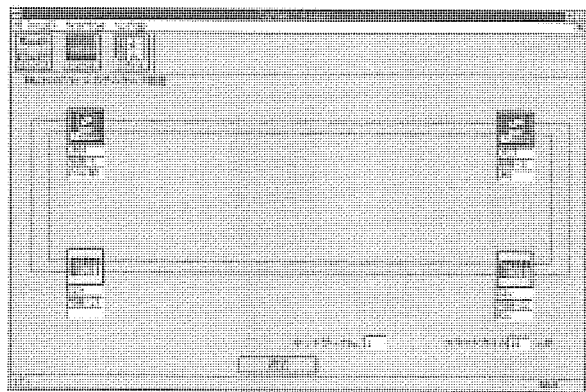


図2. MACTUS360SRのシステムモニタ画面

帳票機能では、データの保存・管理にOracle社のデータベースソフトを、ユーザーインターフェースにMicrosoft社のExcelを使用し、複雑な操作を覚えることなく、普段ユーザーが使い慣れている操作知識をそのまま帳票機能でも生かすことができ、違和感なく使用することができる。また、帳票データはExcel形式のファイルにも保存できるため、保存したデータを他のパソコンで活用することも容易に行える。

3.3.2 システム監視機能

MACTUS360SRでは、システム監視機能も充実させている。システムモニタ画面では、制御ネットワーク上の監視装置や制御装置の異常を一目で認識できるようになっており、監視装置や制御装置のシンボルを選択することにより、各装置の更に詳細な情報を知ることができる(図2)。

3.4 プロセス制御機能

従来、小規模システムにおいては、電気制御を行うコントローラと計装制御を行う1ループコントローラをネットワークで接続した構成を採用してきた。MACTUS330SRでは、従来、別の装置で実現してきた電気制御と計装制御を、システム運用用途に応じて1台のコントローラでも実現可能とした。図3にMACTUS330SRのH/W構成を示す。また、特長は次のとおりである。

3.4.1 高速な処理性能

CPUカードには、電気制御と計装制御の両方を効率的に実行する必要があるため、メインプロセッサに加えて、フローティング演算専用コプロセッサを実装した。

3.4.2 冗長化構成

小規模とはいえ重要な設備に対しては二重化が要求される場合が多いので、MACTUS330SRでは、CPU部、ネットワーク、電源の二重化を可能とした。一つのベースに実装された2台のCPUカードは、トラッキングバスで接続され、運転系のデータを逐次待機系に転送することにより、バンプレスな切換えを実現している。

3.4.3 バックアップ操作器

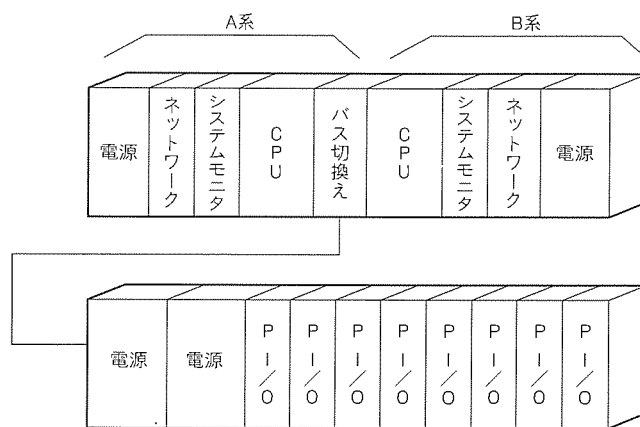


図3. MACTUS330SRのH/W構成

計装制御では、コントローラがダウンした場合でも、マニュアル操作による設備の運転が要求される。このニーズにこたえるために、バックアップ操作器を接続可能としている。

3.4.4 エンジニアリング機能

当社シーケンサMELSECシリーズの言語と完全に互換性を保ったラダー言語、及びファンクションブロック形式で記述する計装統合POL言語を用意している。

3.5 広域監視機能

小規模監視システムでは、プラントの省力化や夜間無人化、巡回点検の効率化を支援するため、様々な広域監視制御装置を提供している。

通信装置(モデム)内蔵の制御装置MACTUS-DASを利用することにより、専用回線や公衆回線を使用して、離れた場所にあるマンホールポンプ所等の監視や制御が行える。また、音声通報機能を追加することで、異常発生時に加入電話に対し音声で異常の通報を行うことも可能である。

リモートモニタ装置は、遠隔地から公衆回線を利用してプラントに電話回線接続を行い、プロセスデータ、アラーム/イベント情報、ヒストリカルトレンドデータ等を取得し、グラフィカルに表示できる装置である。電話回線接続はユーザーが任意に行え、接続中はプラントの状況をリアルタイムに把握できる。上記で説明したMACTUS-DASの音声通報機能と組み合わせて使用することで、異常発生時の迅速な対応が可能となる。

4. 中規模監視制御システム MACTUS500GRシリーズ

4.1 システムの基本構成

MACTUS500GRシリーズは、中規模上下水道プラント向けの監視制御装置であり、適用の目安は、機器の動作状態・故障状態などを示す表示点数として3,000点程度以下を対象としている。MACTUS300SRと同様、操作性・拡張性の向上を図っている。

MACTUS500GRシリーズのシステム構成を図4に示す。10Mbpsのリアルタイム制御システムバス“EICバス”を介して、監視装置MACTUS550GR/560GR/570GRとマルチコントローラMACTUS530GRを主要機器として接続する。

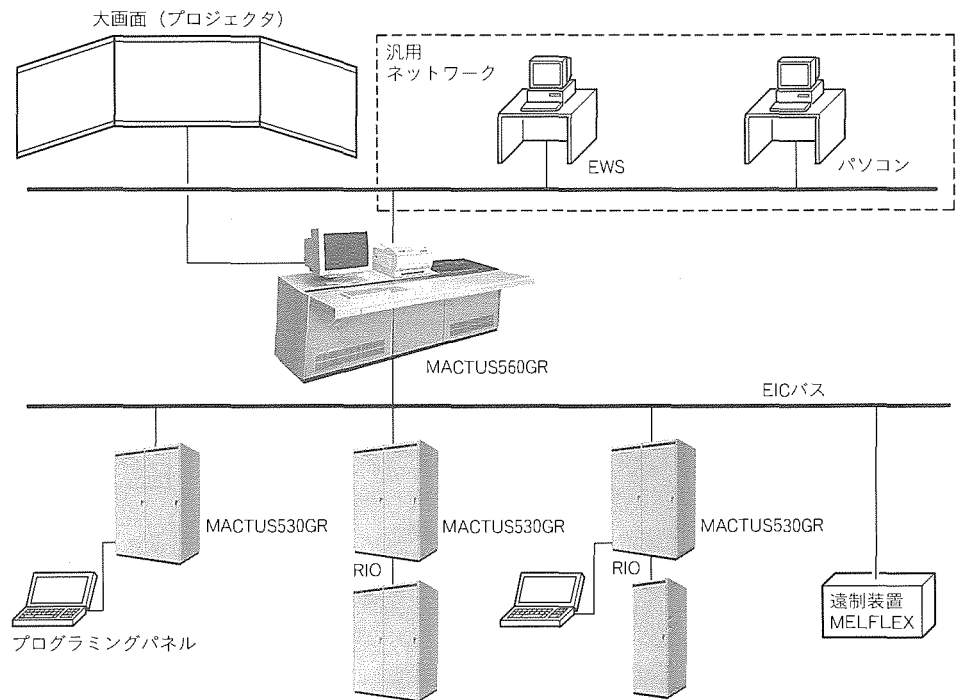


図4. MACTUS500GRシリーズのシステム構成

4.2 システムの特長

MACTUS500GRシリーズは、前述したMACTUS300SRシリーズと同様の特長に加え、更に次のような特長を持っている。

4.2.1 直感的な監視・操作環境

- マウス、タッチパネルに加え、専用オペレーションキーボードによるワンタッチ画面呼出しが可能
- 双方向大画面(プロジェクタ)への投影が可能

4.2.2 高速・大容量コントローラMACTUS530GR

- 電気制御と計装制御を一体化し、同一コントローラで高級演算制御、フィードバック制御、シーケンス制御を実行可能
- 高速化・大容量化を実現
- 二重化構成によって更に高信頼性を確保可能

4.3 オペレーション機能

CRT監視装置MACTUS560GRのオペレーション画面は、ほとんどの画面においてMACTUS360SRと同様のユーザーインタフェースを提供している。また、中規模システムへの適用のために、より多くのプロセスデータを扱うことができるように設計している。

4.4 プロセス制御機能

制御機能はマルチコントローラMACTUS530で実現してきたが、機種としての互換性を保ちながら新しいコンセプトを盛り込んだMACTUS530GRを開発した。

次に、MACTUS530GRの特長を述べる。

4.4.1 高速・高機能化

CPU部は、メインプロセッサ(Intel社のPentium)+

POL実行エンジン(大規模ASIC)の構成で、プログラムコードを最適化した上で二つのプロセッサが同期をとりながら実行することにより、このクラスのコントローラでは最速の部類である0.09 μ s/命令、プログラム実行周期最小5msを実現した。また、二重化時の速度低下を防止するために、FIFOによるデータコライズ(データトラック)を行っている。さらに、命令種別も約200命令をサポートし、多彩な制御を可能としている。

4.4.2 高信頼性、保守/保全性の向上

CPU部、ネットワーク、電源の二重化により、高信頼性を確保するとともに、低消費電力化を徹底的に追求して、バッテリーレス(コンデンサのみ使用)、ユニットファンレスを実現した。また、電源装置の長寿命化によってオーバーホールの周期を大幅に改善している。さらに、豊富なRAS機能により、故障部位の特定が容易となり、短時間での復旧を可能とした。

4.4.3 DFSのPC/AT互換アーキテクチャの採用

CPU部のバスとしてコンパクトPCIバス(産業用向けPCIバス)を採用したことにより、汎用機能(音声・画像処理等)の取り込みを容易とし、将来への拡張性を考慮している。

4.4.4 多彩なネットワークへの接続

MACTUS500シリーズの標準制御バスであるEICバスへの接続はもとより、制御バスと情報バスとの融合を考慮してATM150Mバスへの接続メニューも用意し、ニーズに応じた最適な制御バスを提供している。

4.4.5 S/W生産性向上

豊富な言語レパートリーでS/Wの生産性向上を図っている。言語としては、ファンクションブロック、MIL記号をベースとした計装統合POL、仕様記述のILFC、ISFCを用意している。また、国際標準に準拠したIEC1131-3の搭載も予定している。

5. 今後の技術展開

5.1 リモートメンテナンス

5.1.1 プラントのメンテナンス

MACTUSシリーズは、リモートモニタ装置やNTT回線経由でのクライアント/サーバシステムによって遠隔地からのきめ細かい監視を行うことが可能である。

今後は、これに加え、機器操作、プラント運転のための運転パラメータの設定変更を遠隔から実施する予定である。また、中央監視装置で作成した日報・月報などの帳票データやイベント履歴データをリモートモニタ側に取り込んで表示・編集可能とすることにより、遠隔地からのプラント

(注3) "Java"は、米国Sun Microsystems, Inc.の商標である。

のメンテナンスに役立てる予定である。

5.1.2 装置のメンテナンス

監視装置やコントローラのプログラムの改修やバージョンアップの必要が生じた場合、電話回線などを通じて遠隔地から実施することで、迅速で効率的な、装置本体のS/Wメンテナンスに対応する計画である。

5.2 イントラネット監視システム

監視装置とは別にWWWサーバを設置し、監視装置から随時WWWサーバに監視情報を転送し、イントラネットで結ばれたクライアントパソコンからWWWブラウザを使ってWWWサーバ内のプラント情報をモニタできるようにする。ブラウザ上でリアルタイムに変化する情報を可変画として表示するためには、Java^(注3)、ActiveX^(注4)等の技術を応用する。

5.3 フィールドバス

ファウンデーションフィールドバスについては、本年4月にフィールドバス協会主催の中部電力(株)電力技術研究所の石炭等燃焼試験設備で行われた国内初の実証試験(トライアル)に参加した。ここで、オンラインでセンサやバルブ等のフィールド機器状態を表示・監視する機能を持ったパソコンベースの機器を提供し、試験を実施した。

このトライアルによって異なったメーカー機器の通信も可能であることが実証され、インタオペラビリティを十分に満足させる結果が得られたと思われる。

今後は、従来の計装機器からの移行を考慮しつつ、各種製品群で構築したシステムの信頼性を十分に検証しながら、フィールドのネットワーク化を進めていく予定である。

6. むすび

上下水道中小規模監視制御システムには、より経済性に優れ、だれもが使える監視制御システムが求められている。

本稿では、このようなニーズにこたえるために汎用技術を活用して開発した小規模監視制御システム"MACTUS300SRシリーズ"と中規模監視制御システム"MACTUS500GRシリーズ"の開発方針、システム構成、特長を紹介し、最後に今後の技術展開について述べた。

今後も監視制御システムへの汎用技術と製品の活用が進むであろうが、その問題点を乗り越えてニーズにマッチしたより良いシステム作りを目指し、上下水道事業に貢献していく所存である。

参考文献

- (1) 成原弘修, 油谷隆司: 監視制御システムへのオープン化技術導入, 三菱電機公共システム研究会 (1996)

上下水道における 設備情報管理システム“MELFIS”

綾 信吾*
山下 浩*

要 旨

上下水道事業は、建設の時代から維持管理の時代へと移行し、維持管理業務の計画的な遂行、各業務の効率化、職員の労働環境の改善等が求められている。これら維持管理業務を支援するシステムが、設備情報管理システム“MELFIS”である。

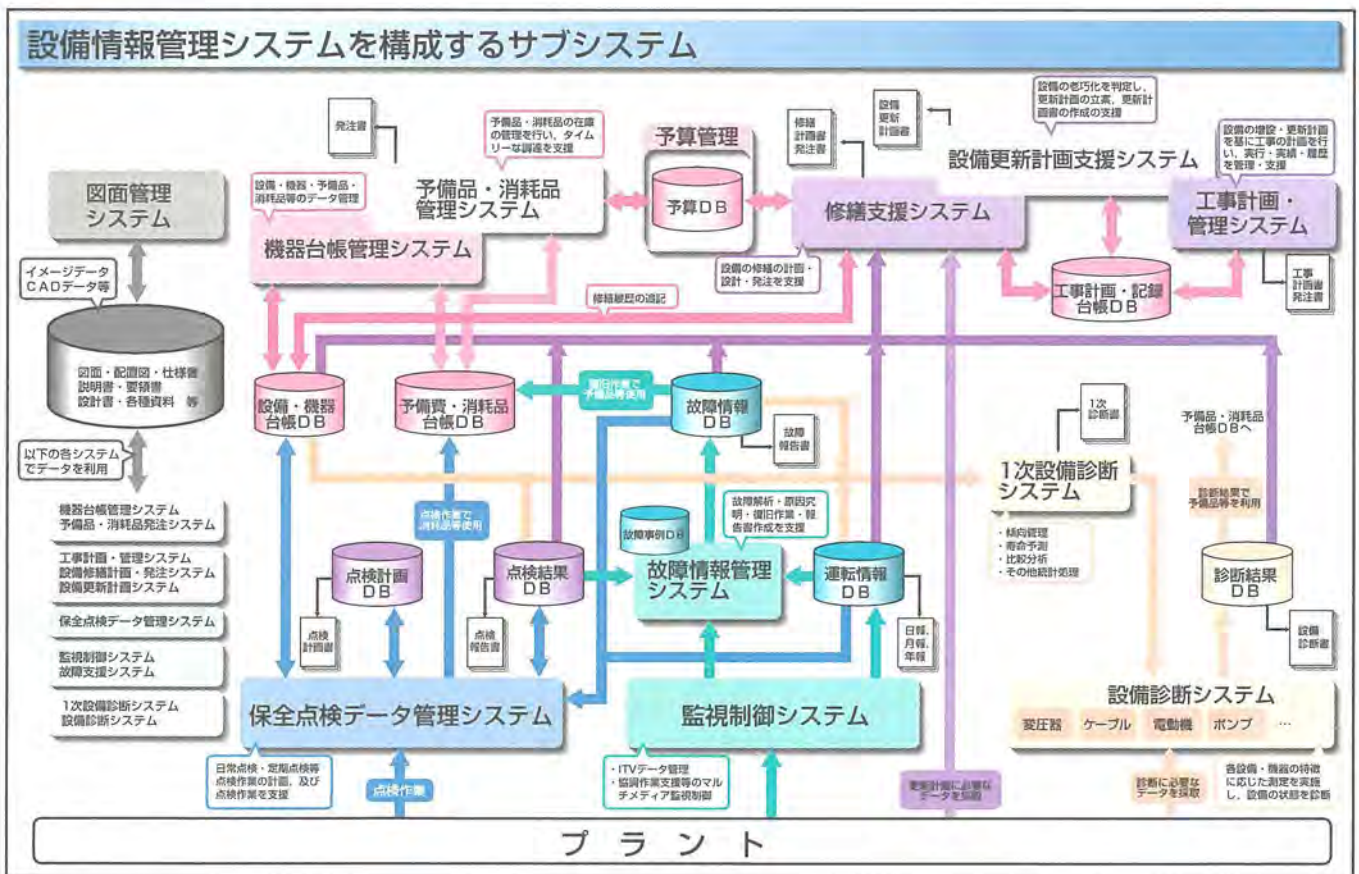
維持管理業務は多岐にわたり、様々なデータが利用され、様々なデータが作られる。MELFISは、管理するデータごとにサブシステムを構成し、これらを組み合わせることによって構築することができる。この構成方法により、実現しやすいものから導入し、順次システムを拡張していくことが可能である。

維持管理業務では、複数のサブシステムで管理されるデ

ータを順次検索し、加工編集を行っていくが、利用者にサブシステムを意識せず、簡単にデータの検索や加工編集ができる環境を提供する必要がある。このために、異種分散データの統合ミドルウェア“infoharness”を開発した。

また、維持管理業務の効率化のためには、一つの浄水場、下水処理場の利用にとどまらず、市町村、県等のレベルでトータルの管理が必要である。このためには、地域に分散されたデータを、広域通信網を利用して、広域分散型のシステムとして構築する必要がある。

三菱電機では、これらデータの統合、広域化に着目し、維持管理業務の効率化の支援を目的にMELFISを構築した。



設備情報管理システム“MELFIS”を構成するサブシステムの概要

維持管理業務は多岐にわたり、様々なデータが利用され、様々なデータが作られる。設備情報管理システムは、管理するデータごとにサブシステムを構成し、これらを組み合わせることによって構築することができる。サブシステム個々で管理するデータを統合するために、異種分散データの統合ミドルウェア“infoharness”を利用する。

1. ま え が き

近年の上水道事業及び下水道事業においては、事業の高水準化、業務の効率化、サービスの向上を目的とした“システムの総合情報化”が注目を集めている。特に広域にわたるプラントの“監視制御”と“設備の維持管理”を融合した情報化については、的確な情報を提供するためのマルチメディア技術と、効率的な設備維持管理を行うためのアプリケーションシステムの構築が重要な課題となっている。

当社ではネットワークの提供から、システムの構築、アプリケーションの実現まで総合的に情報化事業に取り組んでおり、本稿では、設備及び施設の運用・維持管理業務の支援を目的としたMELFISを中心に、データ統合化の重要性とその実現方法、構成するサブシステムについて述べる。

2. 設備情報管理システム

2.1 設備情報管理システムの位置付け

上下水道事業など公共事業においては、建設の時代から維持管理の時代へと移行し、維持管理業務の計画的な遂行、各種業務の効率化、職員の労働環境の改善等が求められている。このような環境で、設備情報管理システムは、上下水道事業の業務の分類上、EAの分野に位置付けられる(図1)。この領域は、プラント(PA)の領域からの情報の取り込みとその応用や加工、OAの領域へのプラント情報・設備情報等の供与が求められるなど、総合的な情報化・電子化において中核となる役目が期待されている。

2.2 MELFISの構成

当社ではMELFISを、施設や設備を維持管理するための情報を取り扱うシステムと考えている。実際に発生する情報は具体的な業務に対応して異なり、それぞれの業務を支援するサブシステムによって取り扱われることになる。サブシステムの種類や内容については後で紹介するが、重要なことは、これらサブシステムの各情報を関連付けて運用することにより、トータル的に設備維持管理業務の効率化が図れるという点である。

MELFISの構成例を図2に示す。例では各サブシステムが同じネットワーク上に位置し、それぞれの業務を支援すると同時に、他のシステムとの情報通信が可能になっている。また、上下水道事業の特徴でもあるプラント設備や事業組織が広域に分布することについては、広域の通信ネットワークを使用して情報の連携を図っている。

2.3 MELFISに要求される機能

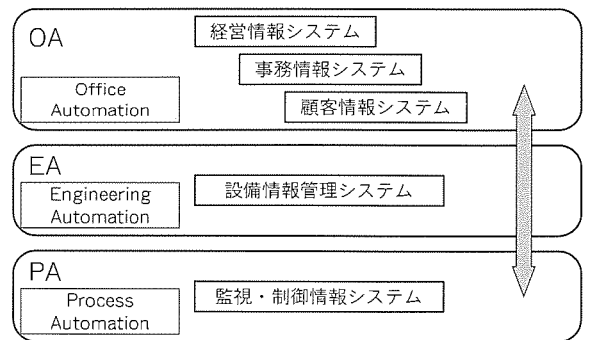


図1. 設備情報管理システムの位置付け

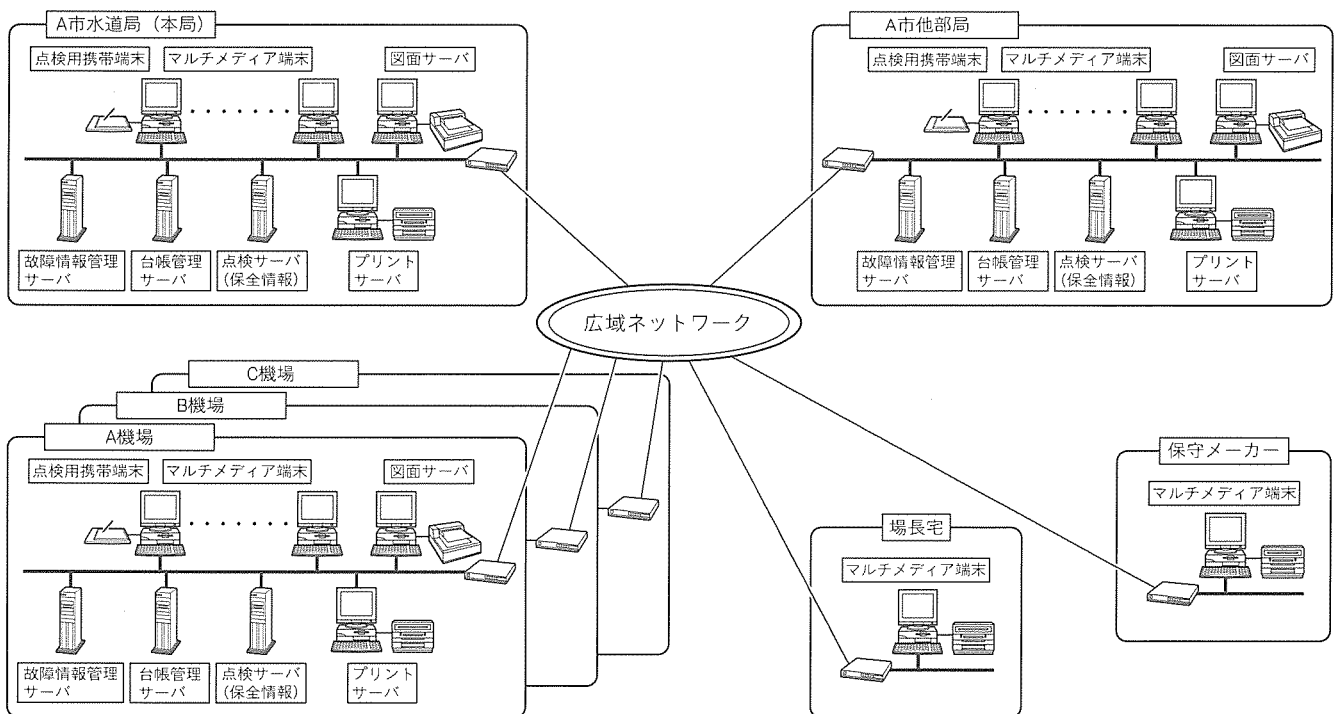


図2. MELFISの構成例

MELFISに要求される機能は次のとおりである。

(1) 各業務の高度情報化(電子化)

各サブシステムで実現される機能によるところとなるが、機器台帳管理業務・図面管理業務・点検業務・故障情報管理業務・修繕支援業務・設備台帳管理業務等の各業務の効率化を電子化によって実現することが求められている。

(2) データの統合と業務相互間での戦略的利用

上記(1)の各業務で電子化された情報を相互利用することにより、トータル的に維持管理業務を効率化することが求められている。これが本稿で述べる最も重要な要求である。このデータの統合化の考え方と手法については後述するが、例えば、修繕支援システムでは、機器台帳管理システムの“機器情報”と故障情報管理システムの“故障報告書情報”を参照して、修繕・更新などの意思決定を支援するなどの使い方である(各サブシステムとデータベースの連携については要旨の図を参照)。

(3) 順次導入によるシステム構築

各サブシステムを段階的に導入して総合的なシステム構築を進めることが費用面で見ても現実的である。このような環境では、既に運用されているシステムと新規に導入するシステムとの情報リンケージがキーテクノロジーとなり、異機種や異なるメーカーシステム間での情報リンケージが要求される場合もある。

(4) 広域に分散されたシステムの管理

上下水道事業の広域性から、設備維持管理業務においても遠隔地の設備の状況把握や故障対応において広域化が必要となっており、広く分散するデータベースを統合管理し、利用することが要求される。

(5) プラント系との連携強化

プラントの運転状況や故障情報などは、設備の維持管理を行う上でも重要な情報である。これらのデータをMELFISに取り込み、利用することが求められている。

(6) OA系との親和性強化

汎用ソフトウェアの機能の充実が目覚ましいものがあり、業務系サブシステムの製作においても汎用ソフトウェアの活用をベースに機能を付加していく姿勢が重要である。また、これによってOA系システムとの親和性を強化し、MELFISのデータをOAでも利用できる環境の構築が必要となっている。

3. 広域通信網の形成

3.1 自営通信網

自営通信網の構築では、無線回線網の構築、光ファイバ通信網の構築(管きょ(渠)内への敷設)などが行われており、特徴としては“通信費用が不要”などの利点と、“初期費用が大きい”“設備の維持管理が必要”などの課題がある。一般的にこれらの自営通信網はリアルタイム性が必要となる

監視制御系に利用されているが、光ファイバの利用では、ATM(Asynchronous Transfer Mode)技術を用いることによって通信帯域の確保が可能となり、リアルタイム系の通信とEA/OA系の通信の両方を混在して使用することも可能となりつつある。また、ATM通信は、通信容量が大きいので、映像や音声などのマルチメディアデータの通信にも適している。

3.2 商用通信サービスの利用

準備された回線を利用するのが商用通信サービスである。図3に、一般的に利用されている通信サービスを分類した。通常、リアルタイム性を要求されるシステムでは専用回線が用いられ、要求性能の違いによって通信速度の異なる回線を選択しているのが現実である。EAやOAでもバックボーンとなる経路には高速な専用回線を利用する機会が多いが、通信費用の低減要求から、公衆回線の利用も考慮する必要がある。このほかにも、NTTからコンピュータ通信インフラとして、OCNサービス(オープンネットワークサービス、128kbps~6 Mbps)等も開始されている。また、衛星通信の利用なども方法としては存在する。

3.3 広域通信網形成の方向性

通信回線網を自営で構築するか、商用のものを利用するか、どの回線を利用するかは、必要となる性能や信頼性、データの通信容量、構築や運用に必要な費用などの条件を総合して決定する必要がある。現状ではサービスされる回線の高速化・高機能化、価格の変化も激しく、将来性を考慮しながらその都度最も効率の良いサービスを利用することが大切である。

4. データの統合化

MELFISを構成するサブシステムは、その目的に応じて様々なデータを保管する。例えば、設備・機器台帳管理システムでは、設備・機器の所属、仕様、経歴データ等を管理する。また、故障情報管理システムでは、機器の故障の履歴データを管理する。設備を運転・維持管理する業務では、複数のサブシステムで管理しているこれらのデータを、業務の流れに沿って検索し加工編集を行う。このデータの利用を効率化するためには、業務に必要なデータが、どのサブシステムで管理しているかを利用者が意識せずに、

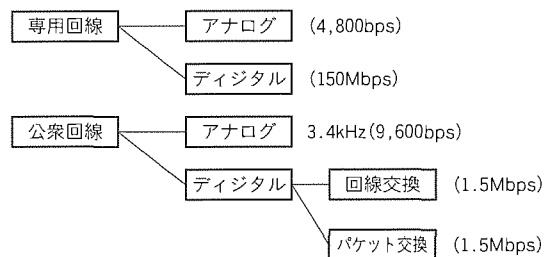


図3. 一般通信サービスの分類

簡単に検索し加工編集ができる必要がある。

この章では、サブシステムで管理されるデータを統合し、利用者によって簡単にデータを利用できる環境を提供する方法について述べる。また、この観点で開発された異種分散データの統合ミドルウェア infoharness を紹介する。

4.1 データの統合化方法

サブシステムで個々に管理されているデータの統合化を行うための留意点を以下に示す。

(1) データの関連付けのためだけのデータは不要

設備の運転・維持管理に利用されるデータの中には、機器台帳データ・外形図データ・修繕履歴データ・故障履歴データ・点検履歴データ・運転履歴データのように、機器に関して統合化できるデータがある。これらのデータには機器名称(機器番号)が含まれているため、これを利用すると各データを関連付けることができる。このように、データそのものが持つキーワードを使って関連付けを行うことにより、関連付けのためだけのデータを用意せずに関連付けを実現することができる。

(2) 関連付けの方法は様々

以下のような関連付けをサポートする必要がある。

(a) 複数キーワードでの関連付け

例えば、機器台帳と取扱説明書との関連付けでは、製造業者名と製造業者での機器の型番との二つのキーワードを使って関連付けられる。これらのキーワードは、機器台帳上にも記載され、取扱説明書を保管する際のキーワードとしても使用できる。

(b) 複数のキーワードを経由した関連付け

例えば、配置図に記載された機器とその機器の取扱説明書の関連付けでは、配置図上に記載された機器を管理する場合は、その記載位置と記載されている機器名称で管理するため、機器名称をキーワードとして持たない取扱説明書とは直接関連付けることはできない。したがって、配置図上の機器⇔機器台帳⇔取扱説明書というように機器台帳を経由した関連付けが必要となる(図4)。

(c) 関連付けられたデータの加工

例えば、故障データを確認中に、この故障が発生した機器の点検状況を知りたい場合がある。この場合、故障データと点検履歴データは機器名称で関連付けられるが、見たいのはある期間内の点検で異常が発生した件数とその内容であるため、故障が発生した機器で点検履歴データを検索し、目的に従って関連付けられた結果を加工・表示する必要がある。

(3) データとデータの関連付けのあいまいさ

機器名称で関連付けられる場合、各

データで同じ機器名称が使われていれば問題ないが、導入する時期、部門の違いによって異なる可能性がある(例：汚泥かき寄せ機1号、汚泥コレクタNo.1)。したがって、キーワードで関連付ける場合には、それぞれのデータでの呼び名を翻訳するための類義語辞書を持つ必要がある。

(4) サブシステム(データ)の追加が簡単に

サブシステムの段階的導入をスムーズに行えるようにする必要がある。また、現在想定していないサブシステムが計画される可能性もあるため、その都度システムの大幅な変更が発生しない仕組み作りが必要である。

また、サブシステム内で新しいデータを管理するように追加した場合も同様である。

(5) ネットワークに分散されたデータの関連付け

規模が大きくなるとそれに伴いデータ量も膨大となり、データへのアクセス頻度も増えるため、応答性の確保のためにデータをネットワーク上に分散して管理する。この場合、利用者にデータが分散されていることを意識させずにデータが利用できる環境を提供する必要がある。

4.2 infoharness

このようなデータの統合化を行うための留意点を解決するミドルウェアとしてinfoharnessを開発した。以下に特長を示す。

(1) システムの構成

infoharnessは、アプリケーションとデータ管理部との間をつなぐミドルウェアとして構成され、infoharness本体とラッパー部に分かれる(図5)。

infoharness本体は、アプリケーションからの検索要求を受け付け、必要な情報を検索するためにはどのデータ管理部分に依頼するかを判断し、データ管理部に設けられたラッパーに検索を依頼する。ラッパーは、infoharness本体からの検索依頼をデータ管理部の検索方式に変換し、データ管理部に検索を依頼する。検索結果は、ラッパー、infoharness本体を経由してアプリケーションに返される。

(2) アプリケーションとのインタフェース方法の統一

検索するデータの種類に依存せず、検索要求及び検索結果は、同じ形式で統一している。検索要求は、MSL-QL (MSL Query Language)と呼ばれる質問言語で発行され、

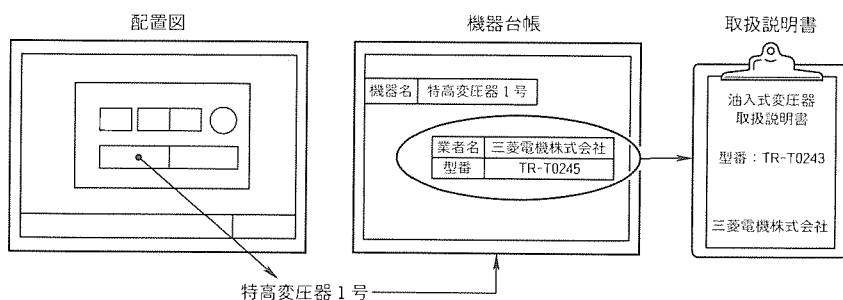


図4. 複数のキーワードを経由した関連付け

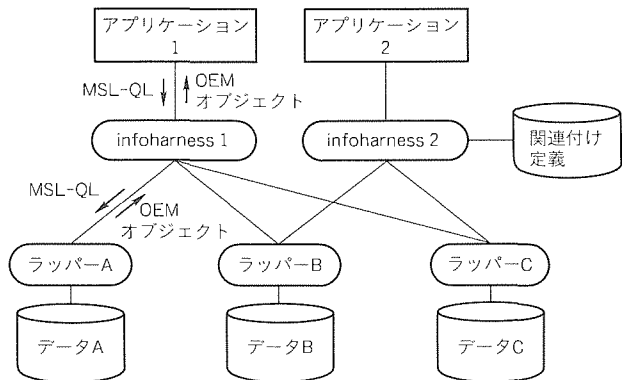


図 5. 異種分散データ統合化のシステム構成

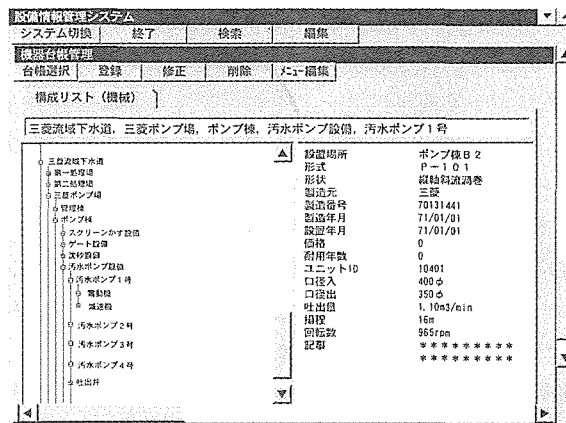


図 6. 機器台帳管理システムの画面例

検索結果は、OEMオブジェクト形式でアプリケーションに返される。

これにより、アプリケーションのデータ検索部は、データの種類の依存せずに統一化することができ、データの種類が増えてもデータ検索部を変更する必要がない。

(3) データの関連付けを定義文で表現

各データの関連付けをMSL(Mediator Specification Language)という言葉で記述する。データの種類が増えた場合には、増えたデータと元のデータとの関連付けをMSLで記述することによって関連付けが行える。

5. サブシステムの例

MELFISは、複数のサブシステムを組み合わせて構成される。この組合せは、システムの構築手順、規模によって様々であるが、前章で説明したデータの統合化方法により、統合化されたシステムとして利用可能である。以下に代表的なサブシステムの説明を行う。

5.1 機器台帳管理システム

浄水場、下水処理場等の施設に設置された設備・機器の所属、仕様、修繕履歴等を管理するシステムである。従来、設備・機器台帳として紙の台帳に記載されていた情報を、電子化することを基本としている(図6)。

このシステムでは、機械、電気、計装、建築付帯(土木、建築のいわゆる施設情報を管理することができる。)に分類される設備・機器を管理することができる。すなわち、このシステムで管理される設備・機器は、維持管理業務の対象を整理したものであるため、他のサブシステムに設備・機器の名簿の提供を行うことができる。これにより、各サブシステムで設備・機器の名称を統一することができ、各サブシステムのデータの統合に利用することができる。また、構成品や付属品の管理を行うこともできる。

5.2 図面管理システム

維持管理業務に必要なデータは、従来は、台帳、図面、仕様書、報告書、設計書等の紙の形で作られて保管されてきた。今後は、電子化が進み、電子データとして作成され、

保管されることになる。しかし、既存の紙のデータも、維持管理には必要なデータであるため、電子化を行う必要がある。電子化の方法としては、仕様書をワープロで作成し直し、図面をCADで作成し直すことも考えられるが、これには膨大な費用と時間が必要となり、これを回避する方法として、イメージデータとして保管する方法がある。

イメージデータで保管した場合、問題となるのはデータの再利用である。最近では市販の文字認識ソフトやイメージデータを取り扱えるCADが出始めてきており、必要に応じてこれらを利用して再利用を行うことができる。また、前述したように今後作られるデータは電子データが含まれるため、これらとイメージデータを共存して管理できる。

5.3 保全点検データ管理システム

点検業務は維持管理業務の重要な業務の一つである。点検業務は、日常点検・定期点検・精密点検・臨時点検に分かれる。このシステムは、これらの点検業務の支援をパソコンと携帯端末を利用して行う。基本的には、点検に使用している点検チェックシートをパソコンに登録し、それを携帯端末にダウンロードして点検を行い、点検結果をパソコンにアップロードして電子化する。これにより、従来紙のチェックシートの保管だけでは難しかった点検結果の利用が簡単に行える。機能は大きく以下に分かれる。

- 点検計画：点検機器とそれに対する点検項目を登録
- 点検種類、巡回グループの登録
- 点検日程の計画
- 点検業務：点検日程に従ったダウンロード
- 携帯端末を利用した点検結果の入力
- 点検結果のアップロード
- 点検結果の検索・修正
- 結果統計：異常発生件数の集計
- 数値データの傾向管理

携帯端末は、日常点検には可搬性・耐環境性からハンディターミナルを用い、定期点検・精密点検・臨時点検には、利用する情報量の観点から、ペンパソコンを利用する。ペ

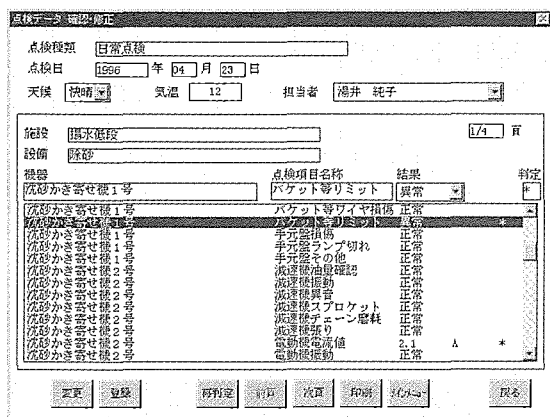


図7. 保全点検データ管理システムの画面例

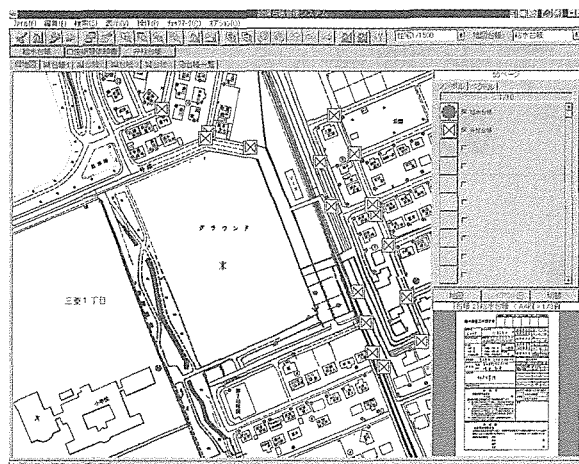


図8. 設備台帳管理システムの画面例

ンパソコン上には、無線LANや構内PHS等を利用して、センターに保管されている機器台帳、図面、過去の点検履歴、故障履歴、点検要領書等の情報を表示し、より高度な点検業務を支援することが可能である(図7)。

5.4 故障情報管理システム

設備・機器の故障状況を管理するシステムである。故障の状況は、発生、調査、処置のフェーズに分かれ、これらのデータは、設備の運転、修繕の計画等に利用される。

故障の発見は、オンライン監視上で故障信号として上がってくる場合と、点検等の維持管理業務中に発見される場合に分かれる。したがって、発生状況の登録にはオンライン監視のデータ及び点検データを利用することが有効である。また、故障の調査・処置には、故障履歴から類似故障を検索し、調査・処置の参考とすることが有効である。

このシステムは、監視制御システム、保全点検データ管理システムとの連携機能、及び類似検索をサポートする全文検索機能を持っている。

5.5 修繕支援システム

各設備・機器の修繕は的確に行う必要がある。しかし、余分な修繕は修繕費用を増やし、設備の維持費の増大を招く。すなわち、時間的保全と状態的保全をうまく使い分けていく必要がある。

このシステムでは、耐用年数、MTBFを基に、時間的保全の観点から、修繕を実施すべき機器とその修繕内容の抽出を行う。これに、状態的保全の観点から設備診断を行い、修繕が必要と判断された機器を加えて、修繕の計画を行う。また、このシステムでは、複数の修繕をまとめて修繕工事として管理することができ、修繕工事の発注からしゅん(竣)工、引継ぎまでの管理を支援する。

5.6 設備台帳管理システム

上下水道の管路・管渠の管理に必要な情報を、地図情報を基に管理するシステムである(図8)。地図情報として地形、道路、建物はイメージデータとして保管し、管路・管

渠、弁、マンホール等の設備はベクトルデータとして保管し、両者を位置的に管理する。地図情報をイメージデータで保管することにより、入力作業を大幅に削減できる。

設備に関する情報(台帳、図面など)は、地図情報と関連付けて管理し、地図上から検索したり、設備情報から地図情報を検索することができる。

このシステムの関連システムとして、管網シミュレーションシステム、工事受付支援システム、工事データ管理システム、水道工事積算システム、管工事CADシステムがある。

6. むすび

設備情報管理システム“MELFIS”を構築する上で重要な要件である“データの統合化”の考え方と、実現のための技術の説明を行い、各サブシステムの紹介を行った。

MELFISを取り巻く技術的キーワードとして、インターネットの普及、CORBA、DCOMに代表される分散統合化環境の標準化、グループウェアによる処理も含めた統合化等があるが、これらの技術も積極的に取り込み、ニーズにマッチした実用性の高い製品を開発していく所存である。

参考文献

- (1) 綾 信吾：下水道維持管理システム、第31回下水道発表会講演集、25～27 (1994)
- (2) 石崎 貴、中崎勝一、綾 信吾：上下水道における設備情報管理システム、三菱電機技報、69, No.12, 1062～1066 (1995)
- (3) 宗像浩一：異種分散情報源の統合、システム制御情報学会、40, No.12, 514～521 (1996)
- (4) 宗像浩一、築山 誠：メディエータによる異種分散情報源の検索処理方式、1996年電子情報通信学会総合大会、311～312 (1996)

上下水道オゾン高度処理システムの技術動向

荊原弘行* 河相好孝**
 田村哲也* 北山二郎***
 石田稔郎*

要旨

オゾンは、その強力な酸化力によって殺菌、脱臭、脱色や有機物除去等の効果が複合的に得られ、なおかつ速やかに酸素に分解して残留しないため、環境改善に使用するには理想的な物質である。

三菱電機ではこのオゾンの利点に着目し、1970年からオゾン発生機やオゾン処理設備の開発、製品化を行ってきた。オゾンによる高度処理が広く一般に認められ、その需要が高まる今日においても、更なるオゾン設備の普及に向け、オゾン技術の開発に努力を続けている。

本稿では、上下水道オゾン高度処理の技術動向として、これらの試みの一部である次の三つの内容を紹介する。

(1) オゾン処理システムの省エネルギー、高効率化技術

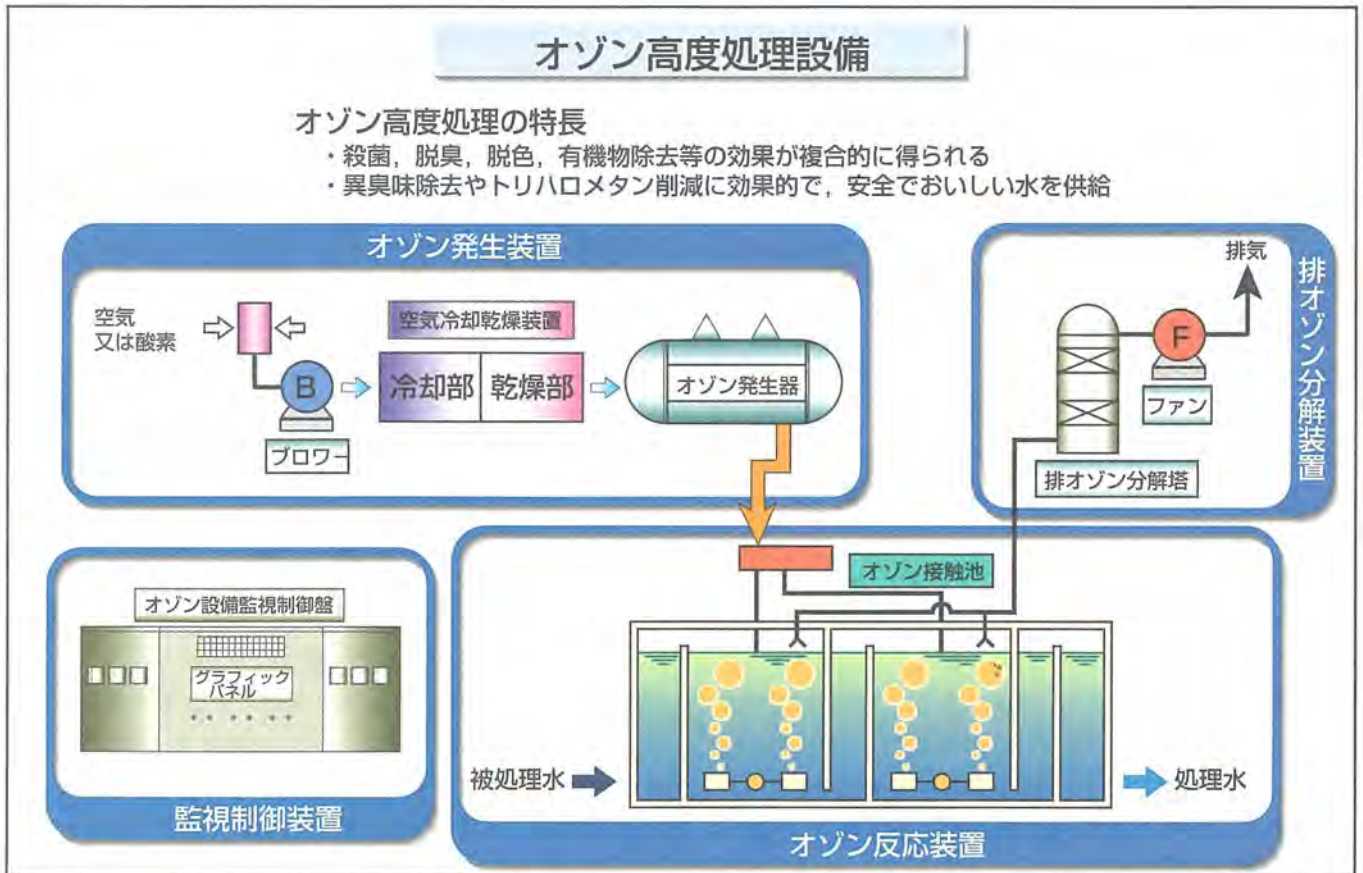
放電ギャップの短縮化、管体内圧力の高圧化により、高濃度・高効率のオゾン発生を実現し、省電力化を可能とした新型オゾンナイザを開発し、製品化した。

(2) オゾン反応槽内における散気装置特性の把握

モデル化が困難である散気装置について、実設備規模の実験設備を用い、その散気特性を明らかにした。

(3) 過酸化水素添加オゾン処理法による下水処理水の再生利用

過酸化水素添加オゾン処理法により、長期間にわたり、下水処理水を全有機炭素(TOC) 3 mg/ℓ以下にまで処理することを達成し、下水処理水を水道水レベルにまで高度に浄化できることを実証した。



オゾン高度処理設備の説明

オゾン高度処理設備は、空気又は酸素からオゾンが発生するオゾン発生装置、発生させたオゾンと被処理水とを反応させるオゾン反応装置、オゾン反応装置で反応しきれなかった排オゾンを分解する排オゾン分解装置、これら三つの装置を監視制御する監視制御装置で構成される。

1. ま え が き

塩素によって生成されるトリハロメタン (THM) の危険性が社会に広く知られるようになり、“安全でおいしい水”を求める声が高まってきている。これを受けて、上水処理はもちろんのこと、下水処理においても塩素削減の方向が検討され、そのための新しい設備の導入が検討されてきている。

オゾンは、その強力な酸化力により、殺菌、脱臭、脱色や有機物除去等の効果が複合的に得られるため、これまで上水処理でのカビ臭除去やTHM低減に、下水処理では再利用などに利用されているが、塩素削減の社会的な動きを受け、また、最近クロースアップされている耐塩素性菌クリプトスポリジウム対策等でオゾン処理が有効であるとの報告もあり⁽¹⁾、その導入の加速化が期待されている。

当社では、オゾン設備を更に普及していくために、今後要求される様々な調査や開発を行っている。

本稿では、上下水道オゾン高度処理システムの技術動向として、これらの試みの一部であるオゾン処理システムの省エネルギー、高効率化技術、オゾン反応槽内における散気装置特性の把握、過酸化水素添加オゾン処理法による下水処理水の再生利用について新たな知見を得たので紹介する。

2. オゾン処理システムの省エネルギーと高効率化技術

2.1 概 要

オゾン処理システムではこれまでオゾナイザや関連機器の運転に多量の電力を必要としていたが、この大部分が熱として系外に放出されているため、効率の向上や熱エネルギーの有効利用が電力消費低減の重要な課題となっている。オゾン処理システムのうちオゾナイザ部分が全システム消費電力の約70%を占めており、この高効率化は、オゾン処理システムの省エネルギー化に最も有効であることが分かる。

そこで、オゾン発生のための放電ギャップを従来に比べて短ギャップ化し、さらに、高圧力下の運転によって、従来型のオゾナイザに比べてより高効率で高濃度のオゾン発生を可能とした新型オゾナイザを開発し製品化した。

2.2 高効率化への取組

無声放電法では、放電空間において、オゾンの生成と同時にオゾンの分解も同時に進行している。このため、高濃度のオゾンを高効率で生成するためには、オゾン分解を極力抑制することが重要となる。これまで、放電ギャップを短縮することで冷却能力の向上を図り、オゾン分解に大きく影響する放電空間内のガス温度上昇を低減させる試みがなされてきた。しかし、空気を原料とした場合、放電ギャ

ップの短縮によってオゾン生成を阻害するNO_xの生成量が増加し、逆にオゾン生成効率が低下するため、放電ギャップを1mm以下にするのは不利であるとされていた。

NO_xの生成は、空気中に含まれる窒素分子が電子との衝突によって窒素原子に解離され、この窒素原子が酸素やオゾンと反応することによって起きる。窒素原子の生成速度は衝突する電子のエネルギーの影響を受け、電子のエネルギーは放電空間内のガス圧力*P*と放電ギャップ*d*の積である*P*・*d*値の一義的な関数となることが知られており、NO_xの生成にはこの*P*・*d*値が大きな影響を及ぼすと考えられる。

また、オゾンの生成も同様に*P*・*d*値によって影響を受け、この値が高い場合にはオゾンの解離が進み、低い場合にはNO_xの生成によるオゾンの消費が進むため、オゾン生成に最適である*P*・*d*値が存在すると考えられる⁽²⁾。

以上の検討項目について実験的に確認し、最も効率の良い放電条件の最適化を図ったので、その結果を以下に示す。

2.3 実験結果

実験は、1.2mm以下の放電ギャップ長を持つ単管器を用いて、ガス圧力の変化がオゾン収率(単位時間、電力当たりのオゾン発生量)に及ぼす影響を調べた。

実験結果として、図1に、3種類のギャップ長に対するオゾン収率とガス圧力の関係を示す。これから、各ギャップ長において最適なガス圧力が存在し、ギャップ長の短縮化を図ることにより、オゾン収率が飛躍的に向上することが分かる。また、オゾン濃度と同時にNO_x濃度の測定も行ったところ、収率が最大となるガス圧力近傍でオゾン濃度に対するNO_x濃度の比が最小となり、オゾン収率の向上がNO_x生成の低減によるものであることが確認された。

2.4 システムの最適化

実験結果を基に、空気圧縮機、空気乾燥機、冷却器、冷却水循環ポンプ、オゾン発生器を含むオゾナイザの全消費電力の変化を、発生オゾン濃度に対して自動算出する解析ツールを用い、シミュレーションによるシステム運転条件

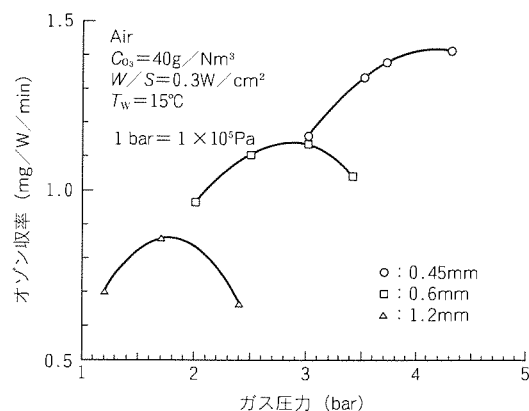


図1. オゾン発生特性のガス圧力依存性

の最適化を検討した。図2に、オゾン発生量500g/hの場合における、発生オゾン濃度に対するシステム消費電力の変化を示す。ただし、放電ギャップ長は現行システムである1.2mmと短ギャップ長0.6mmのものをを用い、冷却装置は空冷チラーを使用した。この結果、オゾン発生器を高圧・短ギャップ化することで、発生オゾン濃度全域にわたって15%程度消費電力の低減が可能であることが確認された。さらに、オゾン濃度が35~40g/Nm³近辺でシステム全体の消費電力が最小となり、従来型(オゾン濃度20g/Nm³)よりも発生オゾン濃度を高めることにより、より一層の省電力化が可能であることが明らかとなった。

これまでの成果を基に、高圧力・短ギャップの省エネルギー型空気原料オゾナイザ“Jシリーズ”を製品化した(オゾン発生量250~5,000g/h)。オゾン発生量1kg/hにおける従来型との性能比較を表1に示す。この表から、従来型と比較して消費電力が16%小さくなるだけでなく、高濃度・高圧力のためガス流量が少なくなり、ガス配管口径を小型化できることや、空気源設備を小型化できる等のメリットがあることが明らかとなった。

3. オゾン反応槽内における散気装置特性の把握

3.1 概要

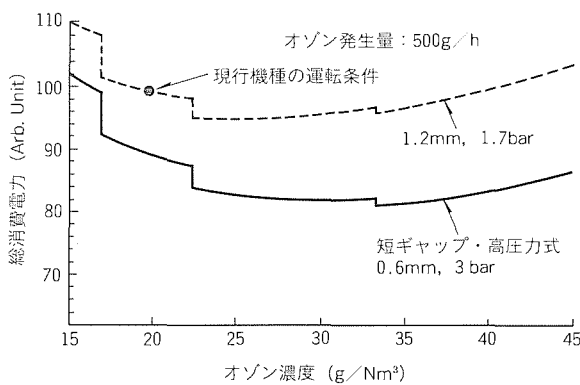


図2. システム消費電力の計算例

処理水量の多い大都市圏の浄水場におけるオゾン処理設備では、横流式オゾン反応槽が一般的に用いられている。効率良くオゾンを溶解させ反応させるオゾン反応槽設計のために、オゾン反応槽のモデル装置試作による流動解析やシミュレーションを行っている。特にシミュレーション解析では、散気の影響を考慮した散気設備のモデル化が困難とされている。しかし、実際に吸収効率や反応効率を確認し最適なオゾン反応槽を設計するためには、散気の影響を考慮したシミュレータの開発や流動解析は必要不可欠と言える。

そこで、当社が上水分野で使用している散気管を用い、その散気特性とガス流量、散気本数、散気管配列などの関係を実験設備を用いて調査したので、その結果を述べる。

3.2 実験装置

実験水槽は、内寸が縦4m、横3m、深さ4mのコンクリート製で、正面に4か所、側面に2か所内部観察用の窓が設けられている。図3に示すように3本の散気ヘッドを

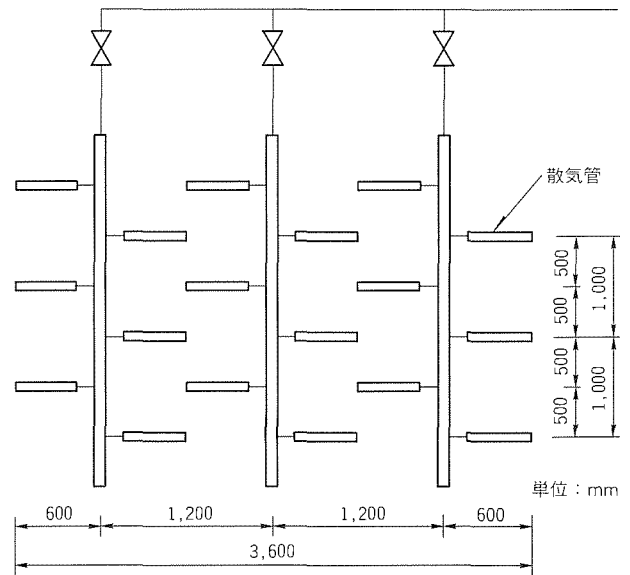


図3. 散気管配列

表1. 高圧力型オゾン発生装置と従来型の性能比較

	高圧力型オゾン発生装置	従来型オゾン発生装置	高圧力型オゾン発生装置の特長
	型式: OS-1000J	型式: OT-1F	
定格オゾン濃度 (最大製造可能値)	40gO ₃ /Nm ³ (50gO ₃ /Nm ³)	20gO ₃ /Nm ³ (25gO ₃ /Nm ³)	●従来型と比べて高オゾン濃度の要求にこたえることが可能
定格オゾン化ガス量	25Nm ³ /h	50Nm ³ /h	●従来型と比べてガス量が小さいため、空気源設備の省電力化及び反応塔設備の小型化が図られる
定格オゾン化ガス圧	1.9kg/cm ² G	0.7kg/cm ² G	●従来型と比べて高圧力のため、オゾン化空気配管口径が従来式に比べて小さくできる
設置スペース	63%	100%	●オゾン濃度が従来型の2倍であるため、空気流量は1/2となり、空気源設備が小型化される
オゾン発生量1kg/h 当たりの消費電力	84%	100%	●消費電力が小さい

サポート台に固定し、これに1ヘッダ当たり6本の散気管を千鳥状に取り付け、水槽底面から53cm浮かして配列、配置した。実験に使用した散気管はセラミック製で、大きさは外径が75mm、長さ500mm、平均気孔径は50 μ mである。

3.3 実験方法

水槽の正面観察窓から気泡径、気泡の広がりを読み取れるようにスケール(mm単位)を設置した。さらに側面の窓から照明を照らし、水深50cmおきにビデオ撮影と写真撮影を行った。散気管特性の調査は、散気水深3.1mで、散気管1本当たりの散気特性を調べる単管散気実験、複数の散気管を使って散気システムの特性を調べるシステム散気実験の2パターンを行った。実験項目は次に示すとおりである。

- 散気ガス量と散気面積の関係
- 散気管の配置と散気状況

3.4 実験結果及び考察

3.4.1 散気ガス量と散気面積の関係

単管散気実験において、散気管近傍の気泡は散気ガス風量80 l/min ・本まで増加させても乱れは認められず、散気状態は良好であったが、かくはん効果は小さかった。散気ガス風量が100 l/min ・本になると気泡は波を打ったように上昇し、場所によっては気泡上昇部周辺の下流に一部の気泡が巻き込まれ、散気状態、かくはん状態共に良好であった。しかし、散気ガス風量をこれ以上増加させると、気泡上昇のうねりや気泡径の増大が確認された。気泡径の増大は溶解効率の低下につながると推測されるため、最適な散気ガス風量は100 l/min ・本程度であると考えられた。また、この散気ガス風量で散気が水面に及ぶ面積、すなわち散気面積は、散気水深3.1mの条件では、長辺100cm、短辺85cmで、0.85 m^2 /本となった。

次にシステム散気実験で実際に水面の気泡の状態を観察したところ、80 l/min ・本では壁付近の気泡が少なかったが、100 l/min ・本ではほぼ全面散気されており良好な状態であった。なお、この結果は単管散気実験の結果を重ね合わせたものと類似していたことから、複数配列時の散気面積は単管実験データから推測できるものと考えられた。

また、システム散気実験で散気本数を変化させて偏った散気を起こす

と、水槽内で対流が発生した。このため、散気管の配置が不適切であれば水流に乱れが生じ、最悪の場合、水流のショートパスを起こしてオゾン反応効率が低下するおそれがあるため、実設備設計では、こういった対流を生じさせないように散気管配列を十分考慮する必要がある。オゾナイザ運転台数制御等によってガス流量が低下する場合にも、偏った散気による水流の乱れの発生を抑えるために、全散気管のガス量を均等に低下させる方が良いと考えられる。

3.4.2 散気管の配置と散気状況

実際のオゾン反応槽では一つのオゾンヘッダに複数の散気管が取り付けられるため、通常の片側からの配管では、末端部に行くほど散気ガス量が減少することが考えられた。このため図4のように散気配置を変えて通気し、それぞれの散気特性を調査・検討した。

この結果、実験(1)と(3)では散気管の配置場所によって散気ガス風量の違いが見られたが、実験(2)では散気ガス風量は比較的均一であった。実験(4)ではバルブa, b, 又はa, cを開とし、散気している状態で残りのバルブを開いても、3本目のヘッダ管の散気管からは散気が起こらなかった。さらに、散気しているヘッド管の一つを閉めても散気は起きず、3本とも散気させるためには一度ブローワーを停止させ、再稼働する必要があった。

これによって、散気ガス風量をヘッダごとに系列制御す

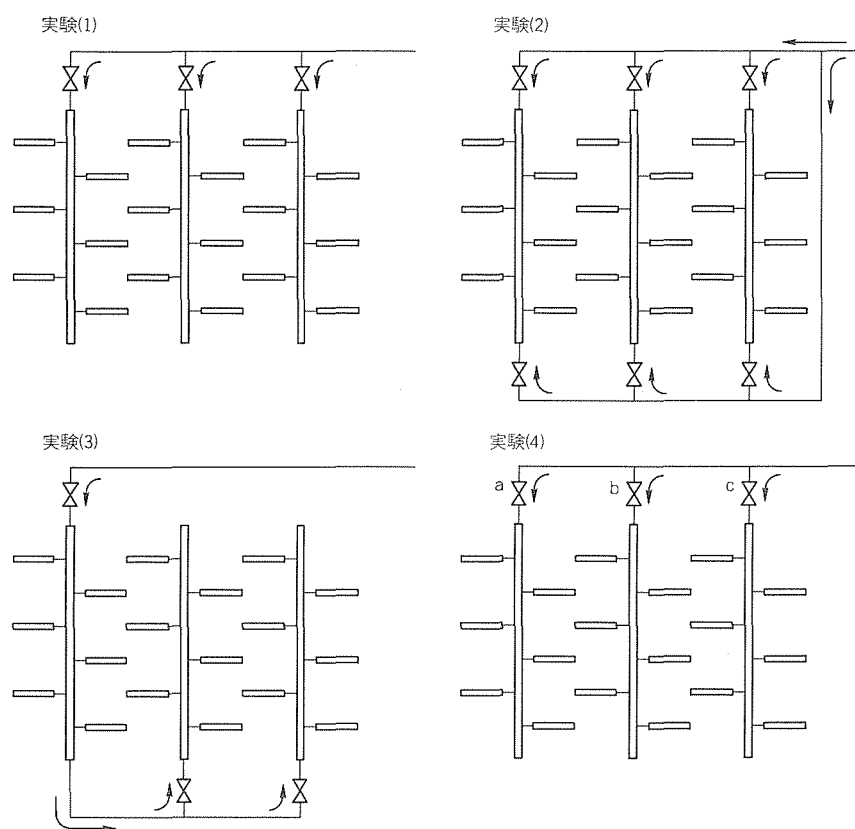


図4. 調査・検討した散気ガス配管流路

る場合は、メイン配管に接続するヘッダ数に余裕を持たせるか、運転制御法において各ヘッダへの流量を平均化するなどの対応策を考慮する必要があることが分かった。

3.5 今後の課題

今回は、散気の影響を考慮したシミュレータの開発や、流動解析の足がかりとして当社が上水分野で使用している散気管を使用した散気装置の調査実験を行い、①散気管1本当当たりの散気ガス風量を100ℓ/min・本程度、散気面積を長辺100cm、短辺85cmとして、反応槽全面がばっ(曝)気されるように散気管を配置すればよいこと、②反応槽内で偏った散気を起こすと対流が発生し、オゾン反応効率が低下する可能性があること、③ヘッダの両端からガスを供給するループ配管にすると散気状態のばらつきを低減できること、が分かった。

このことから、今後、この実験で得られた散気特性を基に、高効率オゾン反応槽の設計技術を蓄積するため、早急に散気の影響を考慮したシミュレータを開発し、実プラントによるその相関性を確認していく。

4. 過酸化水素添加オゾン処理法による下水処理水の再生利用

4.1 概要

過酸化水素添加オゾン処理法は、水中でオゾンと過酸化水素を反応させることで、より酸化力の強いOHラジカルを発生させ、難分解性有機物の分解や殺菌を行うもので、下水放流水再利用を促進し、慢性化する湯水問題等を解決する超高度処理として有望である。この処理法はオゾン単独処理よりも有機物除去性能に優れ⁽³⁾、エゼクタ型反応器を用いて短時間に大量のオゾンを注入することによって高速処理できる可能性が示されている⁽⁴⁾。

現在、下水処理水の再生利用技術の確立に向けて実際の処理場内に処理水量3m³/hのパイロットプラントを設置し、実証試験を実施している。ここでは、パイロットプラントにおけるこの処理法の処理性能について述べる。

4.2 過酸化水素添加オゾン処理の反応モデル⁽⁵⁾

反応モデルを図5に示す。過酸化水素添加オゾン処理法は、オゾンと過酸化水素との反応によってOHラジカルを生成させて有機物を分解するため、その反応機構はかなり複雑である。また、OHラジカルは除去対象ではない物質とも反応して無効消費される。実排水では種々の物質が含有されているので、OHラジカルは有機物や溶存オゾンと反応するだけでなくラジカルスカベンジャとも反応

する競合反応系となっていると考えられ、反応機構は非常に複雑である。

4.3 実験方法

パイロットプラントの処理フローを図6に、主要機器の仕様を表2に示す。このプラントでは、下水処理水を原水として、まずポリ塩化アルミニウム(PAC)で凝集処理し、中空糸膜ろ過装置で処理する。次に、オゾン単独で分解可能な易分解性有機物を処理した後(前オゾン)、難分解性有機物を過酸化水素添加オゾン処理法によって分解除去した(後オゾン)。オゾン処理設備は前オゾン、後オゾンいずれもエゼクタ型反応器を用い、ガス流量25ℓ/min、濃度170~180mg/ℓで発生させた高濃度オゾンをそれぞれに分岐供給した。エゼクタ型反応器の後段にはラインミキサを設け、気液混合がより進むようにした。また、最終段に活性炭塔を設け、残留過酸化水素、溶存オゾン及びオゾン処理後の残留物を除去した。

実験は表3の運転条件を基本とし、凝集剤添加量やオゾン注入量を変化させ、処理効率に及ぼす影響も検討した。

4.4 実験結果及び考察

4.4.1 処理効果(経日変化)

図7に130~150日目の全有機炭素(TOC)濃度の変化を示した。期間中、原水TOCは8~12mg/ℓの範囲にあり、PAC凝集・膜ろ過処理で40%程度減少して4~7mg/ℓとなった。TOCは前オゾン及び後オゾンの処理によって更に2~3mg/ℓ程度減少し、数秒のごく短い接触時間で3mg/ℓ以下の処理水が得られた。また、この期間中のTOC除去量当たりのオゾン消費量(ΔO₃/ΔTOC)は約20~30g/gであった。このように高濃度オゾンを用いて効率良く高速処理できたことから、装置を小型化できることが明らかになった。

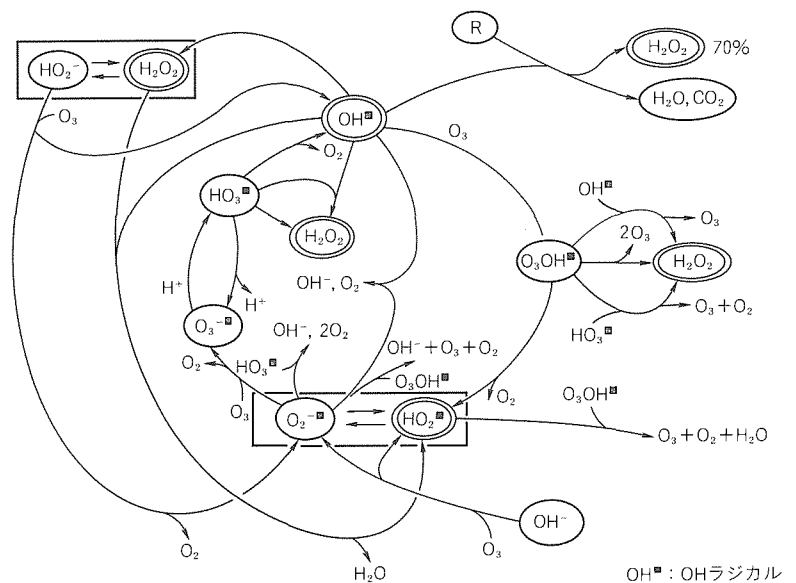


図5. 過酸化水素添加オゾン処理法の反応モデルのスキーム

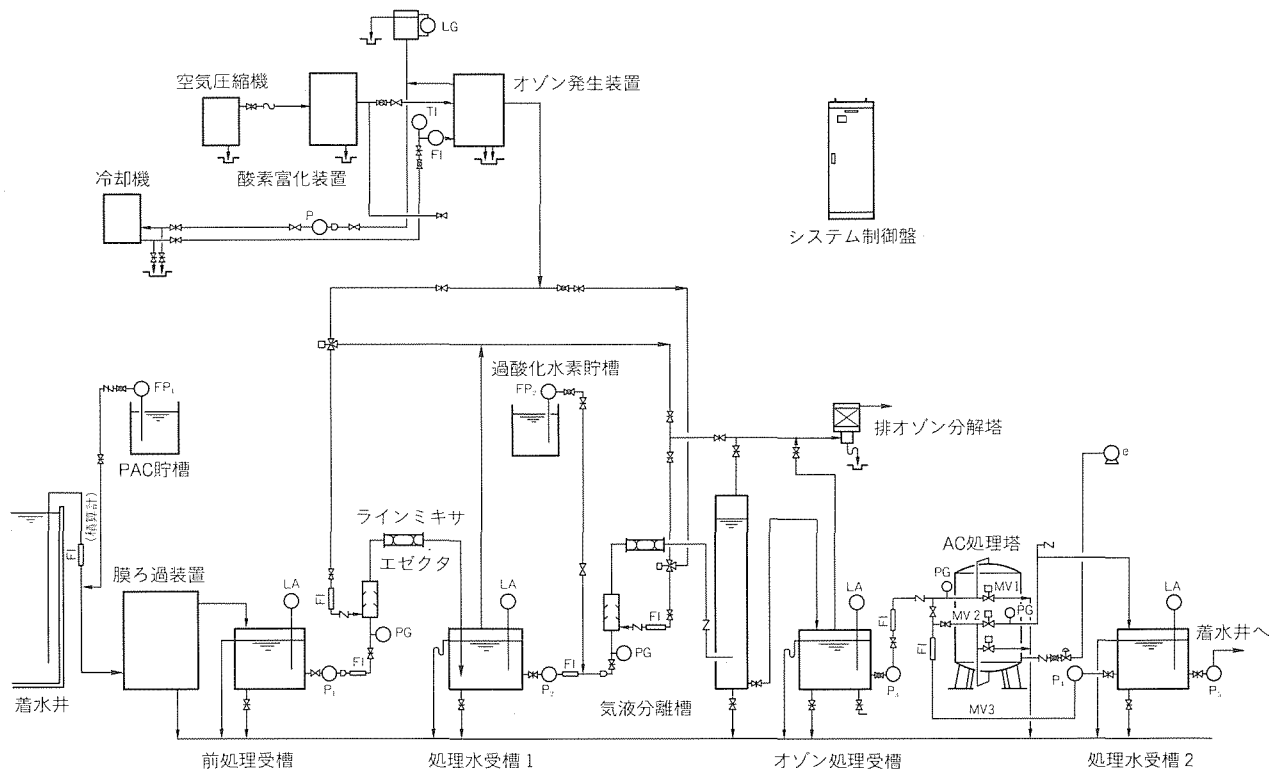


図6. 実証試験プラントの処理システムフロー

表2. パイロットプラントの主要機器の仕様

膜ろ過処理設備		オゾン処理設備		活性炭処理設備	
処理能力	4.5m ³ /h	処理能力	3m ³ /h	処理能力	3m ³ /h
処理方式	PAC凝集・膜処理方式	反応方式	エゼクタ気液混合方式	処理方式	固定床下向流処理方式
注入率	7.5mg/ℓ	O ₃ 注入率	最大90mg/ℓ	充てん量	0.76m ³
有効膜面積	100m ²	O ₃ 濃度	180g/Nm ³	線速度	8m/h

表3. 基本の運転条件

処理対象水	下水2次処理水
処理水量	3m ³ /h (50ℓ/min)
PAC凝集剤添加量	7.5mg/ℓ
供給オゾン濃度	170~180mg/ℓ
供給ガス流量	1.5m ³ /h (25ℓ/min)
前オゾン分岐率	30%
後オゾン分岐率	70%
オゾン注入率	85~90mg/ℓ
気液比	0.5
過酸化水素添加量	10mg/ℓ

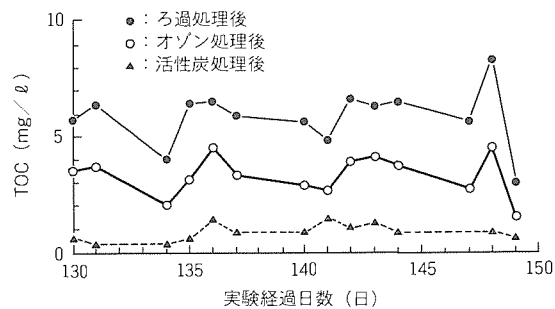


図7. TOCの経日変化

処理水質は水道水水質基準項目をすべて満足しており、再生利用水として十分な水質を得ることができた。過酸化水素添加オゾン処理では、同時に脱色、脱臭も可能であるため、再利用の用途、水量を飛躍的に拡大できると考える。

4.4.2 凝集剤、オゾン注入量の処理効果への影響

処理効果と運転費の最適条件を調査するため、PACを添加せず、オゾン注入率40~45mg/ℓとして処理効果への影響を調べた。

前オゾン処理、後オゾン処理におけるTOC除去量(ΔTOC)は、オゾン注入率80~90mg/ℓの場合に比べて小さいが、それぞれ約0.4mg/ℓ、1.2mg/ℓとなり、オゾン処理全体で1.6mg/ℓ程度減少した。この結果を図8に示す。

この結果から、膜ろ過処理後のTOCを6mg/ℓと想定した場合、オゾン処理後のTOCは4.4mg/ℓ程度になると予想され、次段の活性炭処理において再生利用の拡大が期

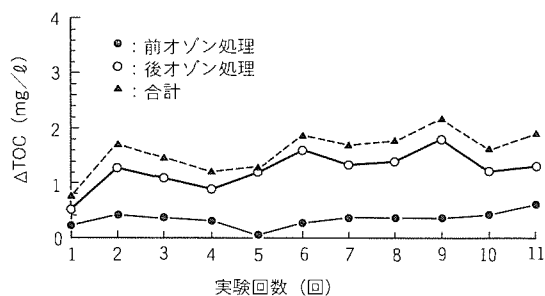


図 8. TOC除去量の変化

待できる TOC 3 mg/l 以下の水質が得られると考えられる。このことから、凝集剤を添加せずにオゾン注入率を半減させても、再利用水として良好な水質が得られると判断できる。

4.5 今後の課題

実証プラントは設計どおりに正常に動作し、長期にわたって実証試験を行うことができた。処理水質も目標である TOC 濃度 3 mg/l を達成でき、また、最終の処理水質は水道水質基準をほぼ満足し、下水処理水を水道水レベルまで高度に浄化できることを実証することができた。

今後は、過酸化水素添加オゾン処理法の高度排水処理システムの実現に向け、水質の季節変動に対して常時良好な処理水質を得るための最適処理条件の確立や、処理水質の総合評価、適応分野の検討とシステム経済性の評価等を行い、水再生技術の確立を目指す。

なおこの研究は、財団法人エンジニアリング振興協会の社会開

発システム等策定事業の一環として実施したものである。

5. むすび

上下水道オゾン高度処理システムの技術動向として、オゾン処理システムの省エネルギー、高効率化技術、オゾン反応槽内における散気装置特性の把握、過酸化水素添加オゾン処理法による下水処理水の再生利用について述べた。

これらオゾンの新しい技術が、我々の生活を快適で豊かなものにできるように、今後とも努力していく次第である。

参考文献

- (1) 木俣 勲：第 6 回日本オゾン協会年次研究講演会講演集，3 (1997)
- (2) 北山二郎，八木俊憲，沖原雄二郎，石田稔郎：空気原料オゾンナイザの省電力・高濃度化技術，三菱電機技報，71，No.4，423～428 (1997)
- (3) 河相好孝，廣辻淳二，池田 彰，中山繁樹，本多敏一，宮本裕子：第 32 回下水道研究発表会講演集，601 (1995)
- (4) 河相好孝，廣辻淳二，古川誠司，神谷俊行，小沢建樹：第 5 回日本オゾン協会年次研究講演会講演集，8 (1996)
- (5) 財団法人エンジニアリング振興協会：平成 8 年度排水の再生利用のための高度水処理技術の開発実証試験報告書 (1996)

小規模下水処理における 運転管理支援システム

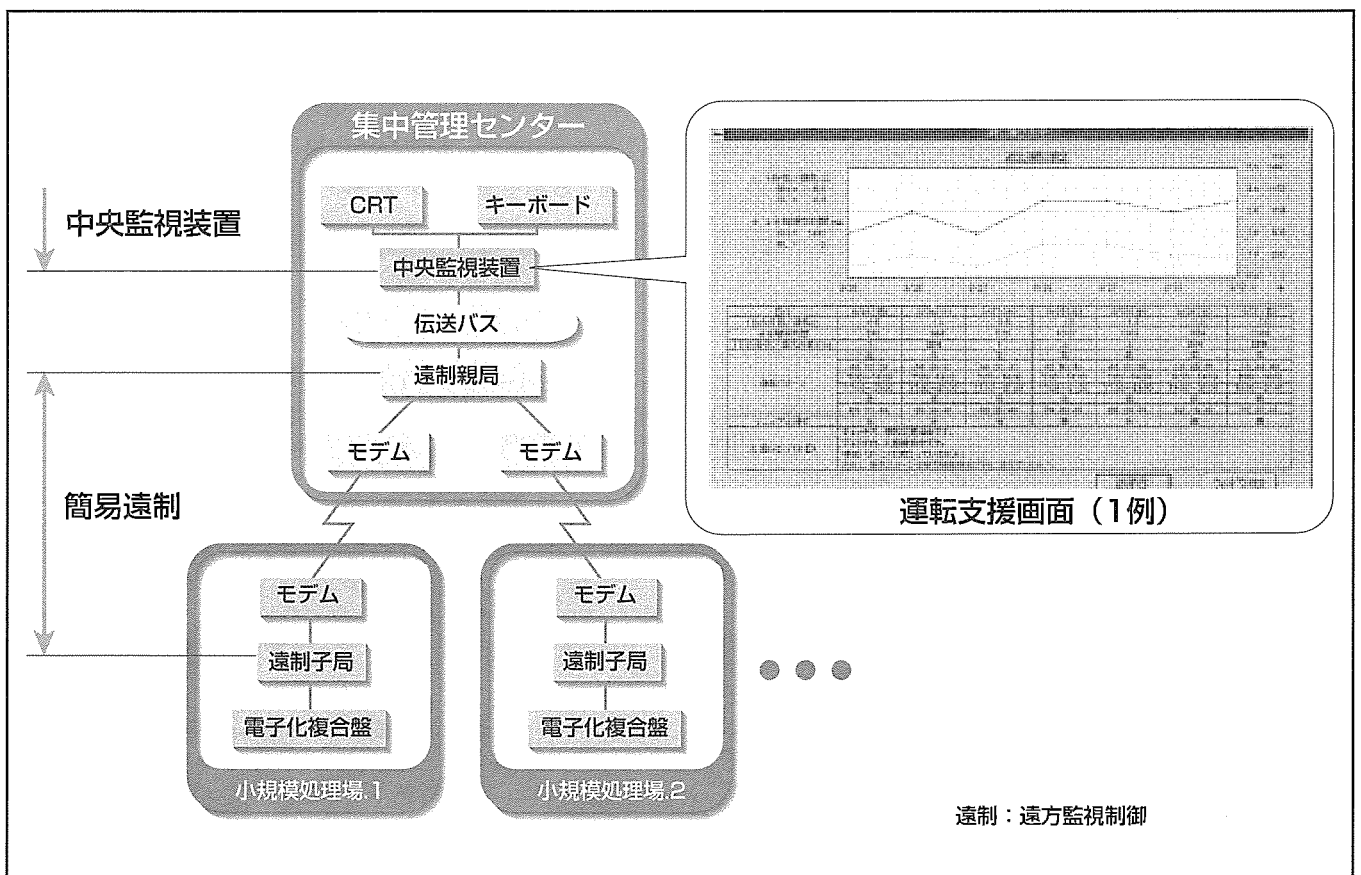
嶋岡正浩* 古川誠司***
時盛孝一*
廣辻淳二**

要 旨

近年、小規模下水処理場の整備が進められており、その中でオキシデーショディッチ(Oxidation Ditch)法は、小規模施設に適した処理方法として急速に普及しつつある。一方で、窒素除去などの高度処理の必要性が重視されつつあり、小規模処理場においてもその流れに対応する必要がある。しかし、窒素除去などの高度処理を実現するには、きめ細かな維持管理が必要となり、従来は熟練オペレータに頼らざるを得なかった。そこで、窒素除去を考慮したオキシデーショディッチ法の運転管理者を支援するプロセス診断機能等を組み込んだ運転管理支援システムを開発した。

このシステムでは、この方法の重要な管理指標であるばっ(曝)気時間/停止時間の設定に関して、あらかじめ用意された運転パターンの中から選択するようにすることで、数値自体の設定に比べ、運転設定値決定の容易化が図られる。また、運転履歴表示ウィンドウに表示される過去の運転パターン及び支援メッセージを参考にして、現在のプラント状況に適した曝気パターンの選択ができる。

また、今回のシステムは、複数の小規模処理場群を一括管理するための広域管理システムという位置付けでもあり、今後更に普及するオキシデーショディッチ法小規模処理場に適したシステムとして期待される。



小規模処理場運転管理支援システム

窒素除去を考慮した運転管理支援と、小規模処理場群を一括して管理するための広域管理に対応した広域運転管理支援システムである。このシステムにより、窒素除去の高度処理及び処理場群の集中管理という小規模処理場のニーズにこたえることができる。

1. ま え が き

近年、小規模下水処理場の整備が進められており、その中でオキシデーションディッチ法は、小規模施設に適した処理方法として急速に普及しつつある。一方、下水処理において、窒素除去などの高度処理の重要性が高まっており、効率良く窒素除去を行うためには、きめ細かな運転管理が必要となり、運転員を支援する新たな運転管理支援システムが必要であると考えられる。

本稿では、窒素除去を考慮したオキシデーションディッチ法の維持管理の容易化と適正化を図るための、プロセス診断機能等を組み込んだ運転管理支援システムについて、その概要を述べる。

2. 下水処理法の概略と運転管理上の問題点

2.1 オキシデーションディッチ法の概略

近年増えつつある小規模処理場の下水処理方式の選択に当たっては、①放流水が規制値をクリアすること、②負荷変動に対して処理水が安定していること、③維持管理が容易で、その費用が安価であること、が求められる。これらの要求にこたえられる処理方式の一つがオキシデーションディッチ法である。

図1に基本処理フローを示す。下水は沈砂池、バースクリーン等によって粗大固形物を除かれた後、ディッチと呼ばれるトラック状の無終端水路に流入する。ディッチには空気を送り込むエアレータが1ないし2か所に設置され、曝気とかくはんを行う。

2.2 窒素除去の原理

この方法における窒素除去の原理は次のとおりである。ディッチに設置されたエアレータによる曝気が行われる

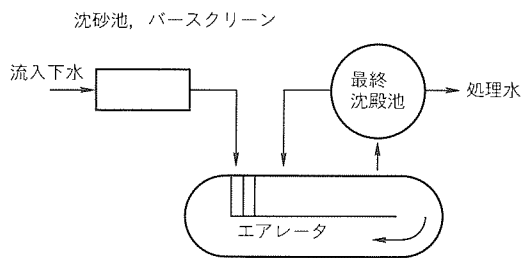


図1. オキシデーションディッチ法処理フロー

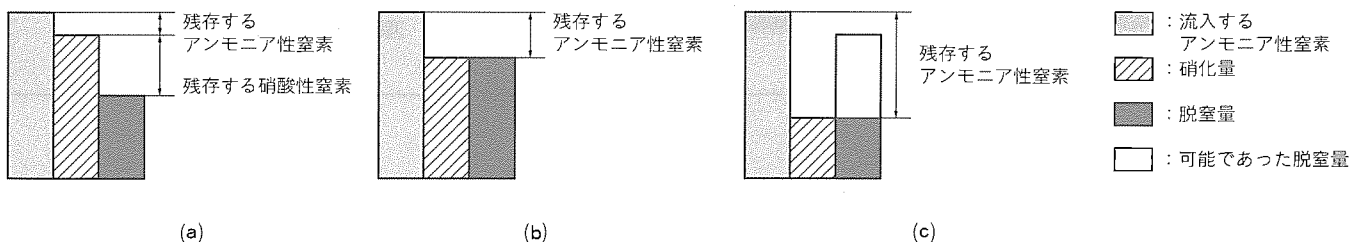


図2. 流入負荷と硝化量、脱窒量の関係

と、ディッチ内は酸素が溶存する好気状態になる。この好気状態下では、流入下水中に含まれるアンモニア性窒素を硝酸性窒素にまで酸化する硝化反応が起きる。その後、エアレータを停止し曝気が行われなくなると、ディッチ内は酸素が存在しない嫌気状態になる。この嫌気状態では、硝酸性窒素を窒素ガスに還元する脱窒反応が起きる。この結果、流入下水中に含まれていた窒素成分が除去される。

2.3 運転管理上の問題点

前節に述べたように、ディッチ内に好気状態と嫌気状態を作ることで窒素除去が行われるのであるが、この好気状態と嫌気状態の管理の善し悪しが、窒素除去に影響を及ぼす。すなわち、図2の(c)のように好気状態が不足すると、生成する硝酸性窒素量自体が少ないので、除去率が低下する。一方、図の(a)のように好気状態が過剰でも、生成した硝酸性窒素に対する脱窒反応が不足し、除去率が低下する。

このような“好気状態/嫌気状態の管理”などは、従来、熟練のオペレータの手腕に頼るところが大きかった。今後、熟練オペレータの減少、小規模処理場における人員削減等が予測され、プロセスの運転に習熟していない人でも効率の良い窒素除去を安定して行うための運転管理システムが望まれている。

3. システム構成の概略

今回のシステムは、窒素除去を考慮した運転管理支援システムであるが、小規模処理場は複数の処理場を集中して管理する集中管理センターの下での運用が考えられ(図3)、複数の処理場群を一括して管理するための広域管理システ

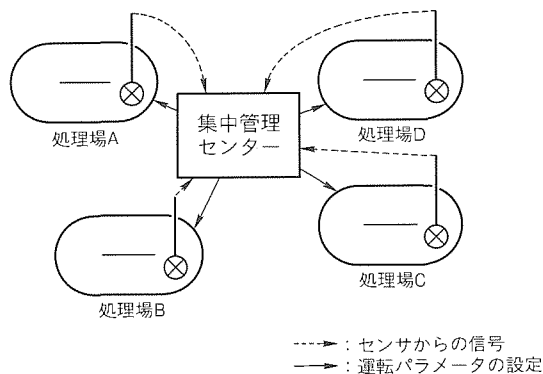


図3. 広域管理システム概念

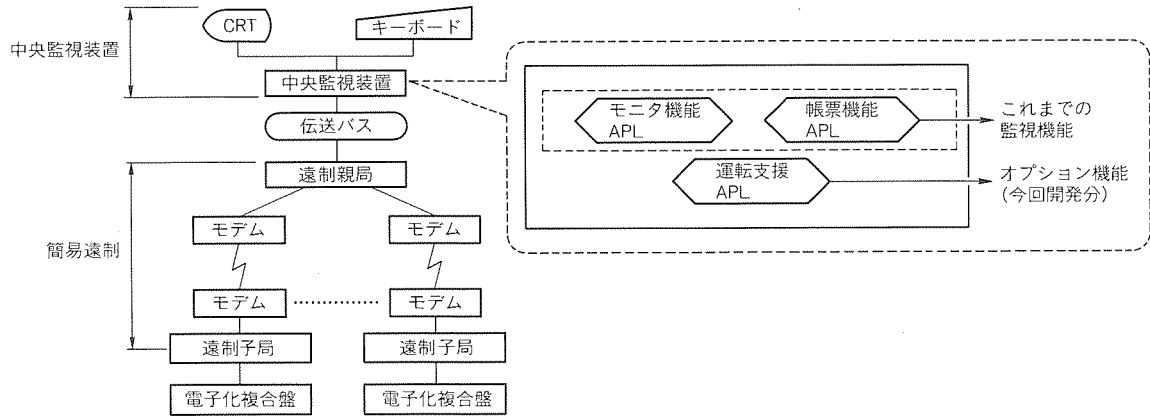


図 4. システムの構成

表 1. システムの仕様

●伝送バス接続台数 (カタログスペック)	
監視装置	: 最大 4 台…①
遠制親局	: 32 台…②
※①+② ≤ 32 台	
●子局接続数: 最大 5 台	
●データ処理点数	
(システム全体)	(子局 1 局当たり)
DI : 1,024 点	DI : 128 点
DO : 512 点	DO : 64 点
AI : 256 量	AI : 32 量
AO : 128 量	AO : 16 量

表 2. シミュレーション条件

流入条件	流量 50 (m ³ /h), COD 濃度 260 (mg/ℓ) T-N 濃度 25 (mg/ℓ), T-P 濃度 6 (mg/ℓ)
曝気槽	518 (m ³) (W)4.0 × (L)51.8 × (H)2.5 (m)
沈殿池	100 (m ³)
MLSS 濃度	1,500~4,000 (mg/ℓ)
返送比	1
水温	20 (°C)
曝気槽 (横軸ロータ)	回転数 48~60 (r/min), 浸漬深さ 15~24cm 循環流量 7,500~12,500 (m ³ /h) 曝気時間 30~50分, 停止時間 30~10分

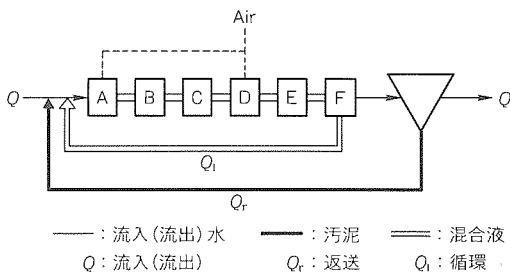


図 5. 槽列モデル

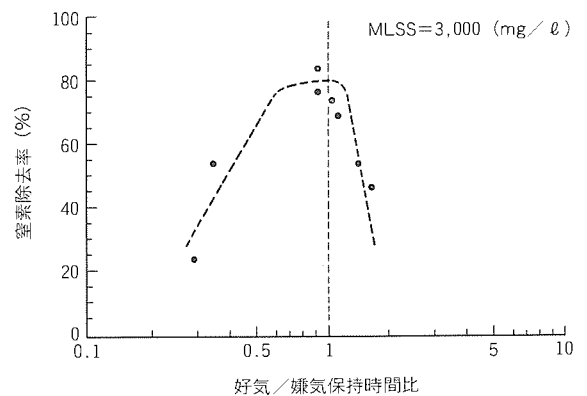


図 6. 好気/嫌気保持時間比と窒素除去率との関係

ムという位置付けである。システム構成を図 4 に示す。中央監視装置によって複数の処理場群を一括管理するため、中央と各処理場間はモデムで接続し、通信する。

監視装置は、モニタ機能(グラフィック表示, トレンド表示, アラーム表示等), 帳票機能(帳票印字等)といったこれまでの監視制御機能に加え, 今回開発した運転支援機能を備えている。表 1 にこのシステムの仕様を示す。

4. 窒素除去のための管理指標

効率良く窒素除去を行うためには、硝化処理と脱窒処理のバランスを適切に保つことが必要であるが、小規模処理場ではコストに制約があることが考えられ、溶存酸素計等の標準的なセンサによって容易に演算できる指標を用いて管理できることが望ましい。曝気装置 2 台を間欠運転する

2 点間欠曝気オキシデーションディッチ法では、あらかじめ定めた計測地点の溶存酸素濃度でディッチ内の好気と嫌気を判断し、その保持時間の比(好気/嫌気保持時間比)を窒素除去の管理指標として定め、間欠曝気条件を変えて計算機シミュレーションを行った。シミュレーションは IAWQ モデル及び図 5 の槽列モデルを用いた。なお、運転条件は表 2 のとおりである。

図 6 は、F 点(図 5)の溶存酸素濃度で好気/嫌気保持時間比を求め、窒素除去率との関係を示したものであるが、両者の間には相関が認められ、除去率最大値は時間比が 1 近傍のときに得られる。

この結果から、好気/嫌気保持時間比が常に1近傍になるように間欠曝気を行えばよいことが分かる。

5. 運転管理支援システム

常に演算される管理指標値、すなわち好気/嫌気保持時間比を適切な値に保つことで、より適切な運転を行うことができることが分かった。実際の運用方法としては、管理指標値が適正範囲からずれると曝気装置の運転スケジュールを変更する方法が考えられる(図7)。この方法に基づい

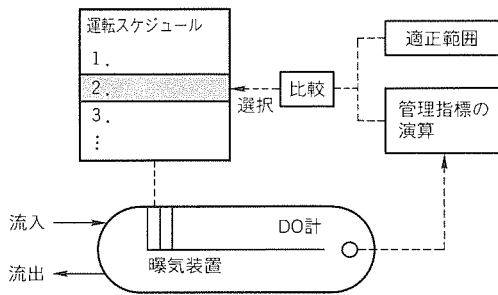


図7. 管理指標の運用方法

た間欠曝気式オキシレーションディッチ法における運転管理支援手法を以下に説明する。

曝気運転支援の考え方は次のとおりである。

流入負荷は各曜日ごとの時間帯によって変化することが予想されるので、それに対応した運転パターンテーブルを用意する。そして、ディッチ内の好気/嫌気保持時間比が1近傍になるよう、曜日ごとに高負荷/低負荷の時間帯及び運転パターンを設定することで、運転プログラムを決定するというものである。

以下に運転支援画面を紹介する。

(1) 曝気運転支援ベース画面(図8)

過去24時間分のプロセスデータトレンド及び1週間分の曜日ごとの運転パターンが表示され、現在のプラント状況と設定運転パターンをこの画面で把握できる。トレンドは、運転設定に関するデータのための選択表示である。

(2) 運転パターン設定ウィンドウ(図9)

曜日ごとに、高負荷/低負荷の時間帯及び運転パターンを設定する。また、運転パターンテーブルの表示も行い、このテーブルによって運転パターンを選択する。

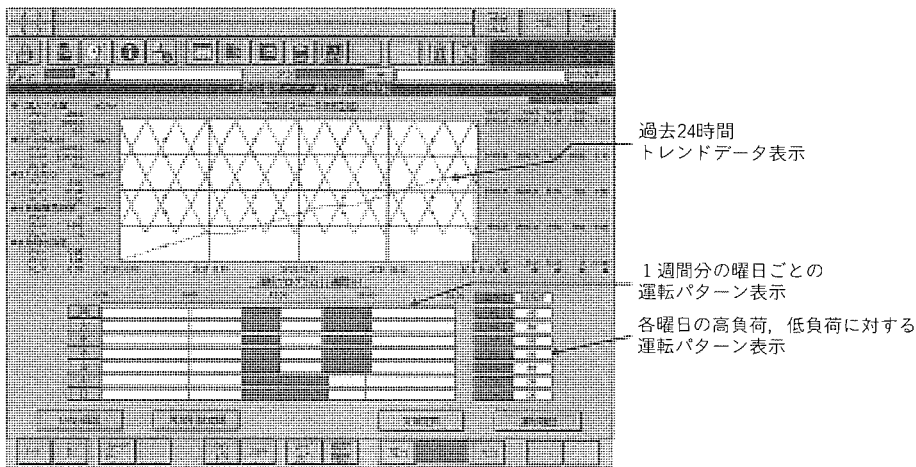


図8. 曝気運転支援ベース画面

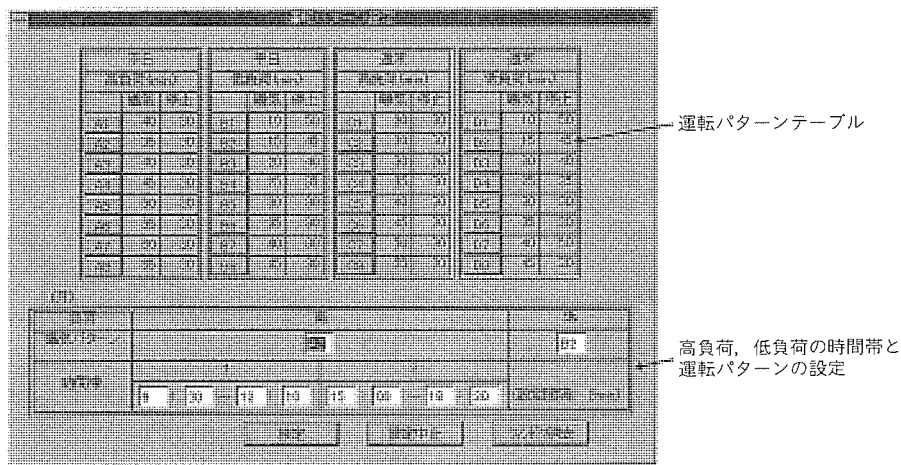


図9. 運転パターン設定ウィンドウ

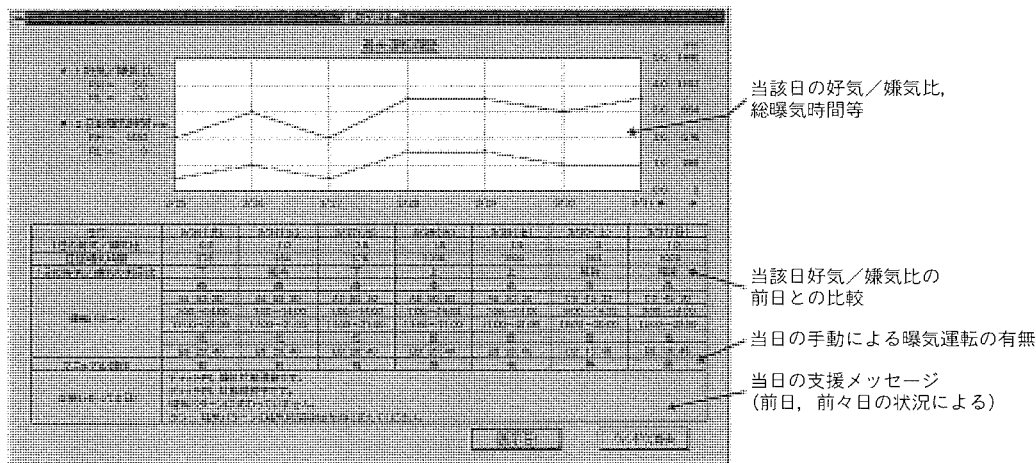


図10. 運転履歴表示ウィンドウ

表 3. 支援メッセージの内容

演算式	プラント状態判断内容	表示内容
① 好気/嫌気比	ディッチ内の管理指標	好気過剰か/嫌気過剰か/適正か
② $\frac{\text{前日の好気/嫌気比}}{\text{前々日の好気/嫌気比}}$	ディッチ内の管理指標の方向	好気状態増加中か/嫌気状態増加中か/状態維持か
③ $\frac{\text{前日の総曝気時間}}{\text{前々日の総曝気時間}}$	曝気時間の設定の方向	曝気時間増パターンへ移行か/曝気時間減パターンへ移行か/パターン不変か

表 4. 支援メッセージ例

支援メッセージ (本日)	① ディッチ内、嫌気状態過剰です。 ② ディッチ内、嫌気状態増加中です。 ③ 曝気パターンは変わっていません。 (追) 曝気パターンを曝気時間減少方向に変えてください。
-----------------	---

(3) 運転履歴表示ウィンドウ(図10)

任意の一週間分の運転履歴が表とグラフで、また同時に現在のプラント状況によって支援メッセージが表示され、運転パターン選択の参考にできる。支援メッセージは、表3に示す三つの値の演算結果によってプラント状態を判断し、表示を行う。さらに、ディッチ内が好気過剰状態かつ好気状態増加中又は嫌気過剰状態かつ嫌気状態増加中の場合は、曝気パターンの変更を勧める追加メッセージを表示する(表4)。

上記のシステムによると、あらかじめ用意された運転パターンから選択することで、曝気時間/停止時間そのものの設定に比べ、設定値決定の容易化を行うことができる。また、運転履歴表示ウィンドウから過去の運転パターン及び支援メッセージを参考にして、現在のプラント状況に適した曝気パターンの選択ができる。

6. む す び

以上、オキシレーションディッチ法を対象とした、プロセス診断機能等を組み込んだ運転管理支援システムについて述べた。ディッチ内の状態を示す新たな指標を導入することで、運転員へのサポートを行い、オキシレーションディッチ法の維持管理の容易化と適正化を図ることができる。

今後、更に普及するオキシレーションディッチ法小規模処理場に適したシステムとして期待される。

参 考 文 献

- (1) 村田恒雄：下水の高度処理技術，理工図書 (1992)
- (2) 古川誠司，廣辻淳二，池田 彰，嶋岡正浩：回分式間欠曝気活性汚泥プロセスの制御方策，下水道研究発表会講演集，29，49 (1992)
- (3) 古川誠司，廣辻淳二，池田 彰，嶋岡正浩：高度処理のためのオキシレーションディッチの運転方法，下水道研究発表会講演集，31，49 (1994)
- (4) 古川誠司，廣辻淳二，池田 彰，時盛孝一，嶋岡正浩：高度処理のためのオキシレーションディッチの運転方法，下水道研究発表会講演集，32，316 (1995)
- (5) 建設省技術評価書 第82402号 (1982)

野々山めぐみ* 宮田 亮***
 嶋岡正浩* 前田和男*
 塩谷景一**

CALSと上下水道への展開

要 旨

産業界では、情報通信を活用した効率化への取組が積極的に行われており、公共事業に関しても例外ではない。本稿ではCALS (Continuous Acquisition and Life-cycle Support, Commerce at Light Speed) をキーワードとして、その動向と三菱電機(以下“当社”という。)の取組、上下水道分野への適用と効果について述べる。

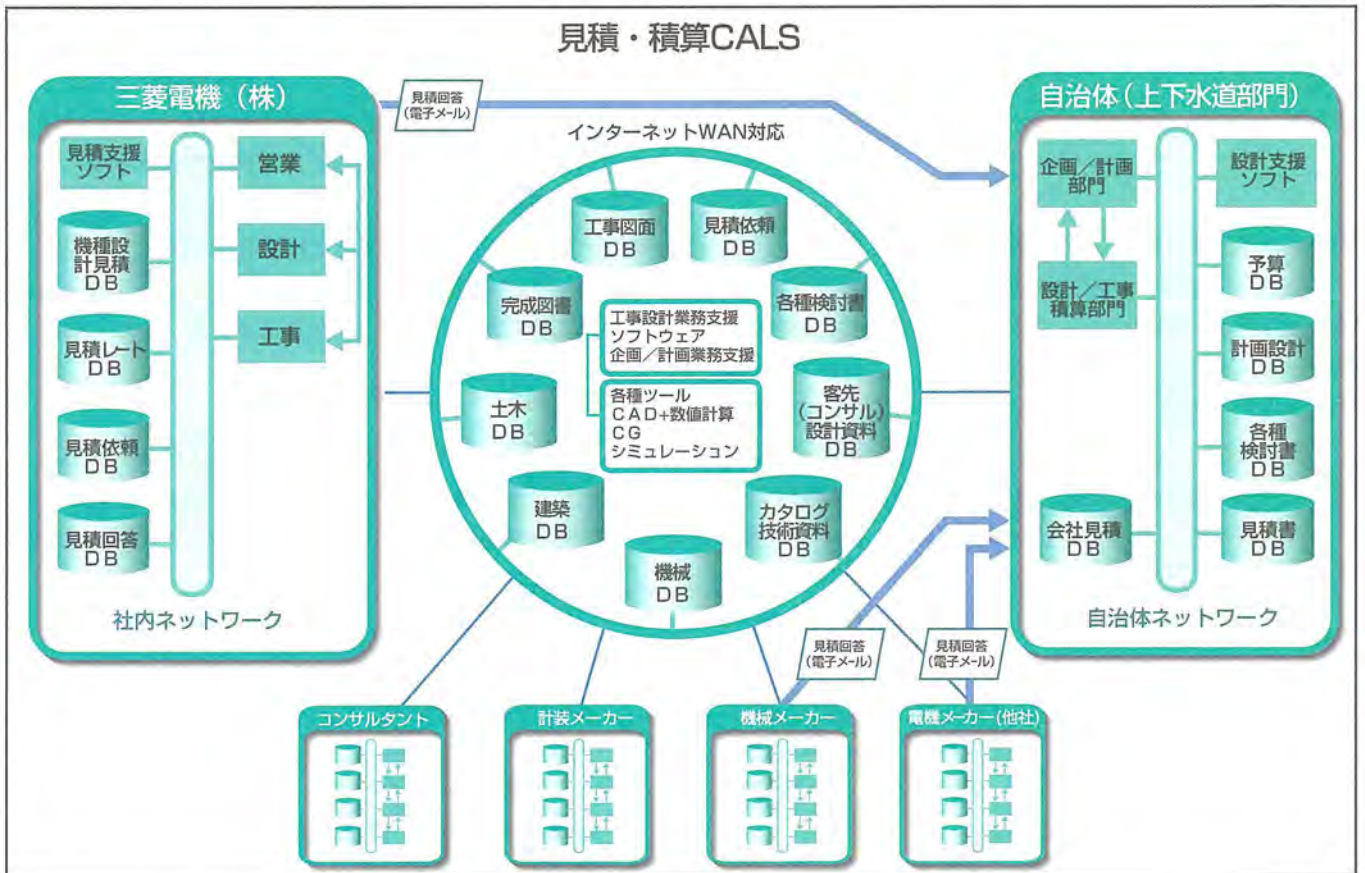
米国国防総省のロジスティクス(後方支援)の電子化・システム化に端を発したCALSは、最近では商務省が中心となり、製造分野における製品や公共分野における設備のライフサイクル支援へとシフトしつつある。

当社では、CALS実現に向けて、設計データの表現と交

換に関する国際標準STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data)を技術ベースとした統合設計情報システムの構築に取り組んでいる。

建設CALSについて紹介した後、上下水道分野における計画・発注設計・発注・工事計画設計・工事製作設計・施工・管理をCALSで行った場合、業務がどのように効率化され、省力化されるかについて例を挙げて具体的に説明する。

“データは一度だけ作成し、何度も使う”CALSのコンセプトに基づき、電子化情報の利用による官民の壁を越えたネットワーク上の業務連携について提案する。



見積・積算CALS

この図は見積・積算CALSのコンセプトであり、電子メールを使用した見積・入札業務の効率化を図ることができる。

1. ま え が き

米国国防総省の調達システムの合理化に端を発したCALSは、最近では、商務省が中心となり、航空・造船・自動車・重電など様々な製造分野におけるシステム・製品や公共施設・設備のライフサイクル支援へとシフトしつつある。従来は、各社に分散されていた研究開発や製造のためのコストを最適に配分したり、納期の短縮化を図ったり、部品の供給側と調達側の間でデジタル化された書類・図面や部品情報を一元化することができるので、製品設計期間の短縮と製品競争力を飛躍的に向上させることができる

と期待されている。日本でも、電力CALS、鉄鋼設備CALS、建設CALSなど実証フィールド実験が開始された。ここでは、まずCALSとその動向、次いで当社の取組として、設計データの表現と交換に関する国際標準STEPを技術ベースとした統合設計情報システムの構築例などを述べる。次いで、上下水道CALSの基本コンセプトを、最後に、計画・設計業務やプラント設計・施工・維持管理業務、住民サービス業務における具体的展開例を述べる。

2. CALSとは

CALSとは、広く合意された標準をベースにした情報技術に基づいて、製品やシステムに関する情報をデジタル化し、それを組織間で交換・共有できるようにした統合データ環境を創出することで、製品やシステムの全ライフサイクルにわたる企業活動全般を合理化・効率化しようとする運動である。

CALSを実現するためには、以下の三つのポイントがある。

2.1 情報のデジタル化

製品やシステムに関する情報をデジタル化する。

CALSは、来るべき21世紀の高度情報社会における新たな形の企業活動基盤を構築しようとするものである。そこでは、企業活動に必要な情報がすべてコンピュータ上で処理可能な形式で表現されている、すなわちデジタル化されていることが前提となる。これは、CALSの初期の段階から連綿と続いている最も基本的な要件である。

情報をデジタル化するためには、それを表現し処理するハードウェア、ソフトウェア、データ格納手段(データベース)、データ転送手段(ネットワーク)、データのセキュリティ等の情報基盤技術が整備されている必要がある。

2.2 デジタル情報を組織間で交換・共有

次に、デジタル化された情報を組織間

で交換・共有できるようにする。

情報をデジタル化することと、それを関連する部門や組織間で交換・共有することは、次元の異なる話である。今日でも、ワープロの普及やCADの導入によって、多くの情報が既にデジタル化されコンピュータで処理可能になっているが、いざそれを関連部門で交換したり共有したりする段になって、データ形式に互換性がないために情報がうまく伝わらなかったり、いったん紙の情報に出力した上で受け渡すといった“情報の島”を作り出しているのが現状である。

組織間での情報の交換・共有を実現するためには、交換や共有に適した標準データ形式と、器としての統合データベースの両方が必要となる。図1にCALSの実現の各フェーズを示す。

2.3 全ライフサイクルにわたる支援

最終的には、デジタル化された情報によって製品やシステムを全ライフサイクルにわたって支援する必要がある。

一つの製品は、調達から設計、開発、生産、運用、保守、廃棄といったライフサイクルをたどるが、その過程の各フェーズに参与する部門や組織が必要な情報を、一貫して利用し加工し処理できるデータ環境が必要である。さらに、それら部門や組織における業務プロセスの流れを全体的な見地から見直して、より合理的かつ効率的なものへ改善していく必要がある。

これらを更に発展させると、CALSの最終目標であるバーチャルエンタープライズ(仮想企業体)につながる。こうしたバーチャルエンタープライズを構築する取組のことをエンタープライズ インテグレーション(企業統合)と呼ぶ。

3. 当社の取組

当社は、国内のCALSに関する以下のような主要な研究活動や実証プロジェクトに積極的に参画し、他社と協力しながらCALS実現に向けての課題解決に取り組んでいる。

(1) NCALS(生産・調達・運用支援統合情報システム)

通商産業省からの委託研究である“NCALSプロジェクト”は、鉄鋼、電機、航空機、電力、エンジニアリングな

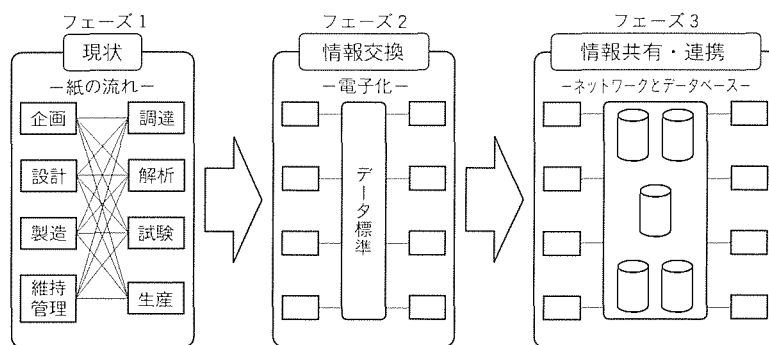


図1. CALSの実現

どの業界から十数社が参加し、1995年から3年間の予定でCALS実用化に向けた技術課題の解決を目指す。

(2) MATIC(生産系未来型統合情報システム)

日本の通商産業省が東南アジアの新興工業諸国に対する海外技術協力プログラムの一環として進めているもので、“アジア版CALS”とも呼ばれる。

(3) STEP推進センター

当社を含む日本の主要なCADメーカーと共同で、それぞれのCADシステム間でSTEPによる図面データの交換を行う処理系の開発を行った。

(4) CIF(CALS推進協議会)

日本におけるCALSの産業側の中央推進組織である。

当社は、上記以外にも、ICC(CALS国際議会)へのオブザーバー参加、各種業界団体におけるCALS関連の委員会やプロジェクトへの参加など積極的な対外活動を展開している。

4. 上下水道CALS

4.1 建設CALS⁽¹⁾

公共分野におけるCALSとしては、建設省が進める“公共事業支援統合情報システム研究会”において、“建設CALS整備基本構想”を取りまとめている。

この建設CALSは、建設事業における計画、設計・積算、入札・契約、工事・施工、管理といった全般的なプロジェクトをCALSで行い、トータルコストの低減、業務の効率化、品質の向上を目指すものであり、今後の展開としては、既に始まっている情報化事業を利用して建設CALSを構築するものである。

上下水道分野でも、建設CALSと同様に、CALSの適用が可能である。

4.2 上下水道CALS

上下水道事業を行う場合、その実施工程における各フェーズの情報は紙を介在してやり取りされているため、情報の検索や確認に手間がかかっている。その情報の再利用についても、現状は人手を介して書き写している状態で、効率的に行えているとは言い難い。

近年、業務の情報化により、ワープロや数値計算ソフト、CADなどによって各種データの電子化が盛んに行われている。しかし、各フェーズや各種機関、メーカーなどによって使用されているソフトが異なることもあり、電子化情報そのもののやり取りはほとんど行われていない。

また、各フェーズ間のやり取りは文書をもって行われるため、それぞれが孤立した形で業務を執り行っており、上下水道における計画・工事・設計・管理といった一種のライフサイクル全般にわたる連携した業務の実施が難しい。

これら上下水道の業務をCALSによって遂行した場合、以下の効果が考えられる。

(1) 確実かつ迅速な取引

部門間・企業間で設計図や仕様書などの技術情報や受発注の取引情報が電子化され共有されているため、紙による情報交換から見れば、確実かつ迅速な調達と取引が可能である。

発注業務など、紙を介在して行った場合は手間がかかり、手続きが冗長になるが、電子入札にすると情報を端末から直接入力し、また閲覧できるため、確実に情報が伝えられ、かつ迅速な調達と取引が行える。

(2) 時間と場所の制約を受けない情報の交換

情報はネットワーク上でやり取りされるため、情報交換に時間と場所の制約を受けないで済む。例えば工事打合せは、現状は各関係者が直接面談して行っているため場所と時間調整が必要であったが、電子会議や資料のファイル転送などを利用すれば、時間調整も場所も不要である。

(3) 情報共有による事務処理時間の短縮化

情報が共有されているため、事務処理のスピードが早くできる。

許認可業務を例にとると、これまでは紙による申請のため、経由する各機関がそれぞれ控えを作成し、新たな書類を作成していたが、これを許認可データベースとして統合一元化すれば、申請内容自体はそのまま、許認可という付属情報が追加されていくため、控えは必要なくなる。電子メールによる申請だから、申請する時間もかなり短縮できる。

(4) 情報連携による事務執行の円滑化

情報連携によって事業執行の円滑化が可能となる。

例として設計協議について考える。現状は、国から県、県から市という各段階で、紙の資料を基に設計協議を順序立てて個別に行っていたため、それぞれの段階で発生する変更について、最上位まで戻って手戻りや再調整が必要であった。

CALSによれば、設計協議データベースは国、県、市、公益企業で共有されているので、たとえ地元住民との協議で変更が発生しても、このデータベースの情報を変更して各機関が電子的に照合すればよい。すなわち、設計業務の並行作業(コンカレント化)が可能である。

(5) 事業と施設のライフサイクルを同時に支援

CALSでは、ある施設に関するすべての情報がネットワーク上で共有されているので、施設の工事すなわちある事業と、その施設のライフサイクルそのものが同時に支援できる。

上下水道の施設に関する計画・工事・設計・管理のライフサイクル全般の情報を統合データベース上で共有しているため、情報伝達がスムーズに行われ、重複した作業がなくなり、情報の有効活用によってコストの削減だけでなく、プラントそのものの品質の向上が望める。図2に上下水道

施設のライフサイクル支援例を示す。

5. 上下水道へのCALsの具体的展開

5.1 計画設計業務

計画設計業務では、様々なデータから処理場や浄水場の新設計画などの企画を行い、計画設計を行う。

この業務では、様々な統計データを利用して機場の規模や処理方法を決め、地形図や地質データなどから建設場所を決め、更に様々なデータを付加して詳細な設計を進めていく。この計画設計業務は、公共事業体と設計コンサルタント会社によってなされる場合が多い。こういった大きな計画以外に、増設・改造工事の場合は、既設図面が不可欠

である。古い機場などになると、既設の図面の調査だけで膨大な作業が発生する。

CALSによるデータ管理が実施されれば、必要なデータは機場ごと及び工事ごとに保管されているため、調査に費やす時間はかなり短縮される。また、同じデータを使用して予算の検討や工事積算にも使用できる。これまで図面から拾っていたデータが、図面が出来上がると同時に抽出することも可能である。さらに、そのデータを事務部門に回し、予算取りや調整に利用できる。

図3に計画設計CALsのコンセプトを示す。

5.2 プラント設計・施工・維持管理

(1) 発注設計

計画設計が終了すると工事ごとの発注設計が始まる。

発注設計では、次の段階である施工業務との設計データの共有が行われれば、施工性に配慮した設計を行うことが可能になり、トータルコストの削減と品質の向上が望める。

また、各メーカーや研究機関のデータベースとも接続されているので、最新の設備や方式の導入検討も行える。

(2) 工事積算・見積り・入札

次に、発注設計が終了すると工事積算・見積り・入札となるが、CALsを利用すると、5.1節で述べたように工

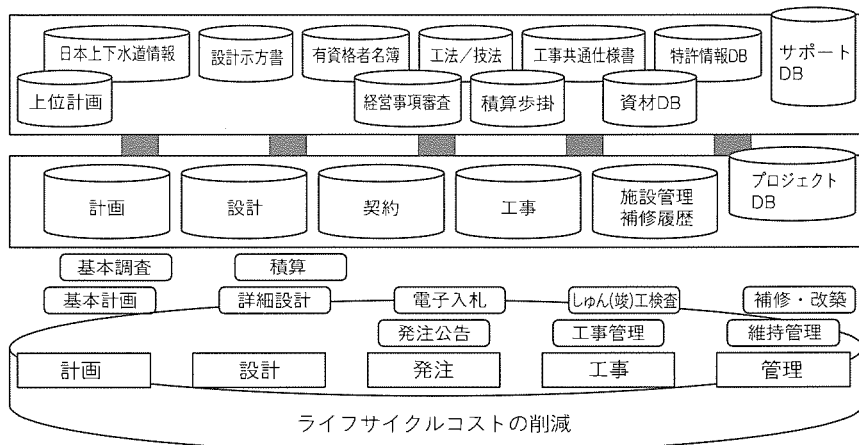


図2. 上下水道施設のライフサイクル支援例

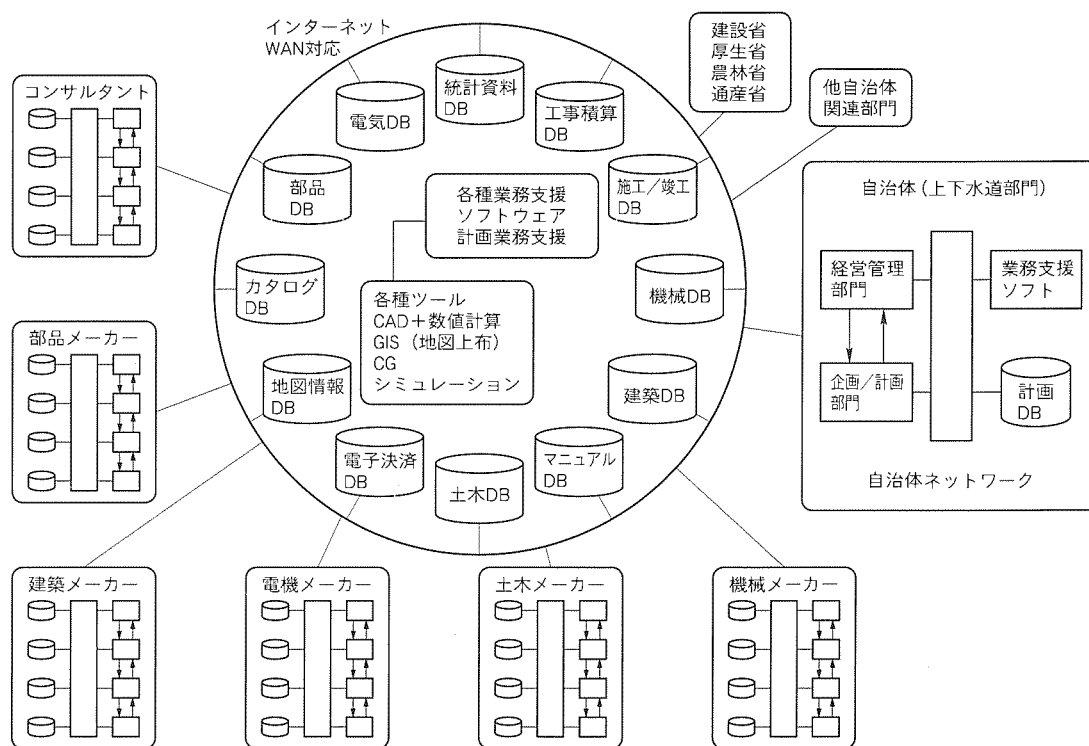


図3. 計画設計CALsのコンセプト

事積算が容易になり、電子メールを使用した見積り・入札も、電子データでのやり取りのため、細部までのデータ比較が容易にできる。また、会社規模などのデータも即時に照覧が可能のため、入札業務の効率化が可能である。

メーカーにとっても、電子データによる引き合いは見積り漏れが少なくなり、計算にかかる時間も少なくて済み、見積り業務が効率化できる。

(3) 施工

工事が開始されてからは、詳細仕様が決定されると同時に設計・製造・施工の各部門が設計・作業に着手でき、並行作業が可能のため、トータルコストの削減が期待できる。逆に製造・施工データの設計入手が容易なため、製造・施工がしやすい設計が可能となる。このことは、コスト削減だけでなく、品質の向上をも意味する。

(4) 維持管理

維持管理では、プラントの設計データにいつでもアクセスできるため、平常時の維持管理が省力化できるだけでなく、事故などの非常時の対応も確実化・迅速化できる。また、維持管理における消耗品の調達なども自動化され、かつ調達タイミングも管理できるため、無駄な作業とスペースが一扫される。

なお、維持管理データの分析から、別途計画設計部門で、タイミングの良い増設・改造・更新計画を立てることもできる。

図4にプラント設計・施行・維持管理CALCの例を示す。

5.3 住民サービス

少し視点を変えて、上下水道分野の住民サービスにおけるCALCを考える。

CALCはそのプロジェクト又はプロダクトにおける関係者すべてで情報を共有し、業務の効率化と品質の向上を図るものだが、住民サービスにおけるCALCとして、一般市民と官庁間の情報連携について考える。

上下水道における顧客サービスは、料金関係、設備や処理方式などの物理的・技術的内容の広報、工事や事故などのお知らせ、施設の見学、点検のお知らせなどである。現在のところ、問い合わせは電話及び窓口で、広報はチラシや冊子などの紙による伝達となっている。

これらを電子化(工事予定や料金などは他の業務システムと自動連動)して消費者と官庁によって共有することで、住民に対して必要な情報を平等に知らせることができる。同じ内容の問い合わせや注意事項などは、一度データベースに書き込むだけでよい。

上下水道に関する一般的な注意事項やお願いなどについても効果的に行える。通常、こういった広報活動は、市民報などにお知らせを載せるか、チラシを作成して市役所窓口などに置き配布するか、施設見学の際に説明するか資料を配付するなどである。

CALCを利用すれば、タイミング良くこれらの情報を関連する人間に伝えることができる。

工事や事故については、住民との情報の共有によってス

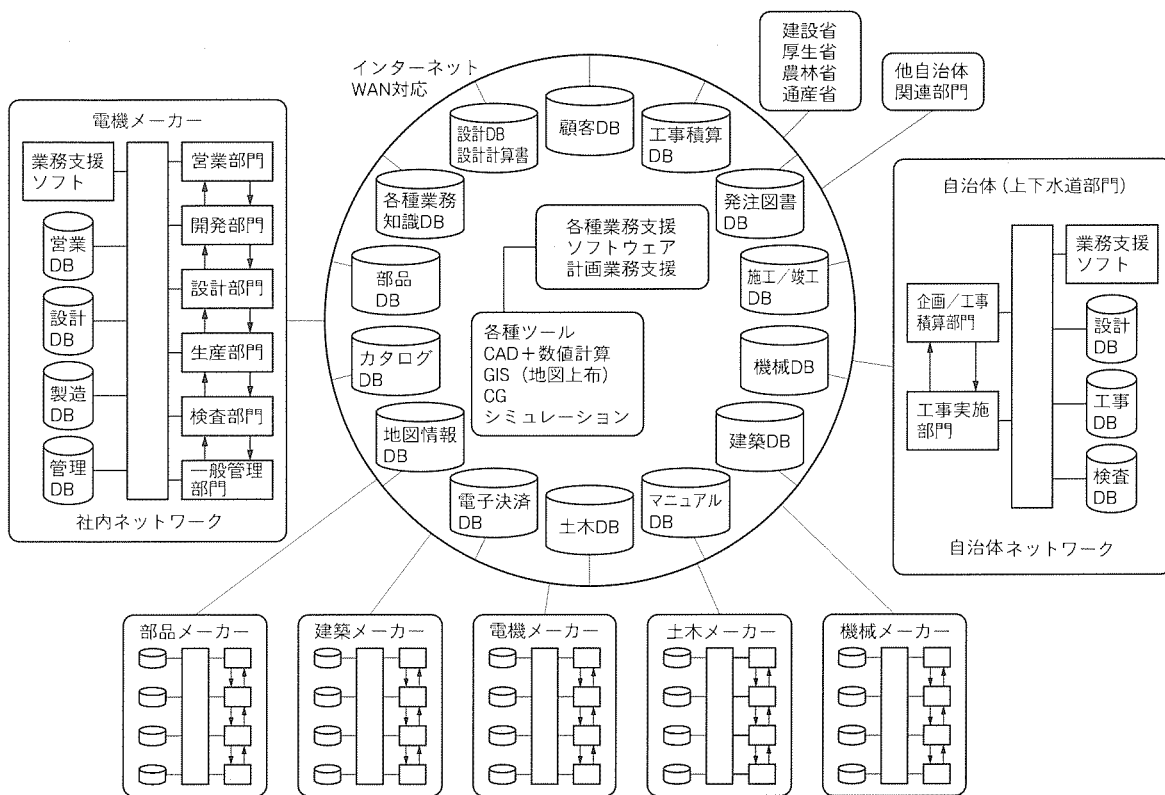


図4. プラント設計・施工・維持管理CALCの例

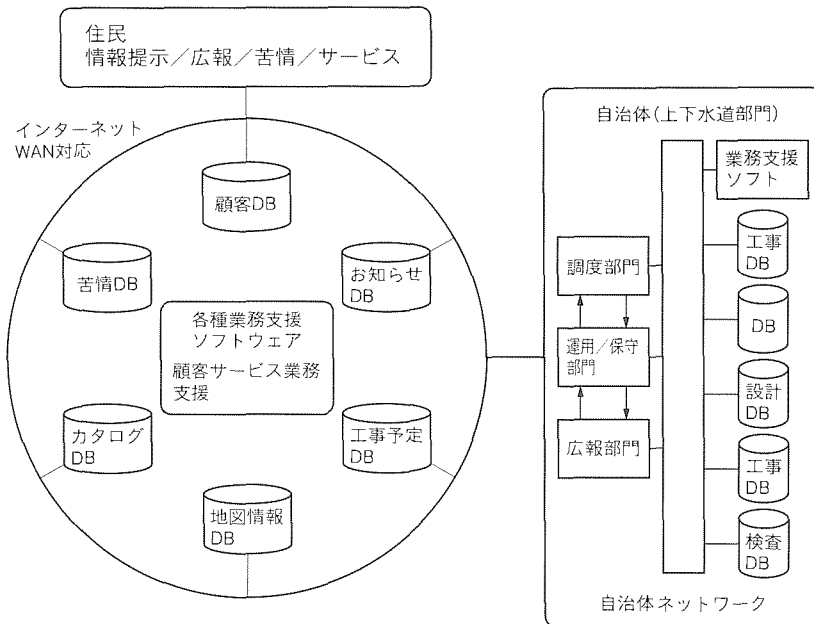


図5. 住民サービスCALCの例

表1. CALS導入のメリット

1	プラントのライフサイクルコストの削減	生産設計連携システムの実現 自動化の促進 調達ネットワークの拡大
2	プラント品質の向上	プロジェクト管理機能の強化
3	情報化による生産性の向上	受発注業務の効率化 設計資料のデジタル化 技術データベースの充実
4	リードタイムの短縮	設計期間, 調達期間, 施工期間の短縮
5	メーカーの顧客サービスの向上	企画・提案力の強化 迅速な提案・見積り
6	上下水道業界の活性化	上下水道情報のネットワーク化, プラントを軸としたバーチャル コーポレーション化

ムーズに協力が得られるだけでなく、一度入力したデータから、住民への広報によって各種問い合わせへの回答、経過報告書に至るまで容易にできる。図5に住民サービスCALCの例を示す。

6. 上下水道分野におけるCALCの今後の展開

6.1 情報インフラの整備

上下水道における情報ネットワーク化の試みとしては、現在のところは技術情報・交流のみだが、日本下水道事業団によるパソコン通信“JS-NET”が昨年から本格運用に入っている。また、東京都下水道局による下水道管きょ(渠)ネットワーク“SOFT-PLAN”も最近実験が開始されている。

CALCの実現に当たって、ネットワーク環境などの情報インフラの整備は必ず(須)である。今後の上下水道におけるネットワーク事業は、CALCを念頭に置いて開発する必要がある。

6.2 業務プロセスの情報化

業務の情報化についても同様である。業務プロセスの情報化・電子化は時流であるが、情報化されたデータは、関係官庁、関連メーカー間で最終的に共有されることを念頭に置いておく必要がある。

国際標準が設定されている場合は、できるだけそのフォーマットを使用するようにする。たとえ現在のデータフォーマットが各機関固有のものであっても、それを国際標準フォーマットに変換する手立てを考慮しておく必要がある。

6.3 CALC導入のメリット

CALC導入のメリットを表1に示す。

7. むすび

CALCを実現することは壮大な計画である。しかし、WWW・インターネットの急速な発展に見られるように、今や世界中がネットワークで接続される日もそう遠いことではない。今すぐにCALCを実現することは難しくても、CALCをにらんだ業務の情報化を行うことは決して夢物語でも何でもなく、これらのメリットを実現させるための第一歩足り得ると考える。

参考文献

- (1) 財団法人建設情報総合センター：建設CALCシンポジウム'96 (1996)

配水管理システム新シリーズ

要 旨

広域に散在する水道設備を管理する監視制御システムは、近年における処理装置の高性能化や監視制御技術の向上、さらにはダウンサイジングの流れに伴い、高性能・高機能でかつ安価なシステムが求められてきている。

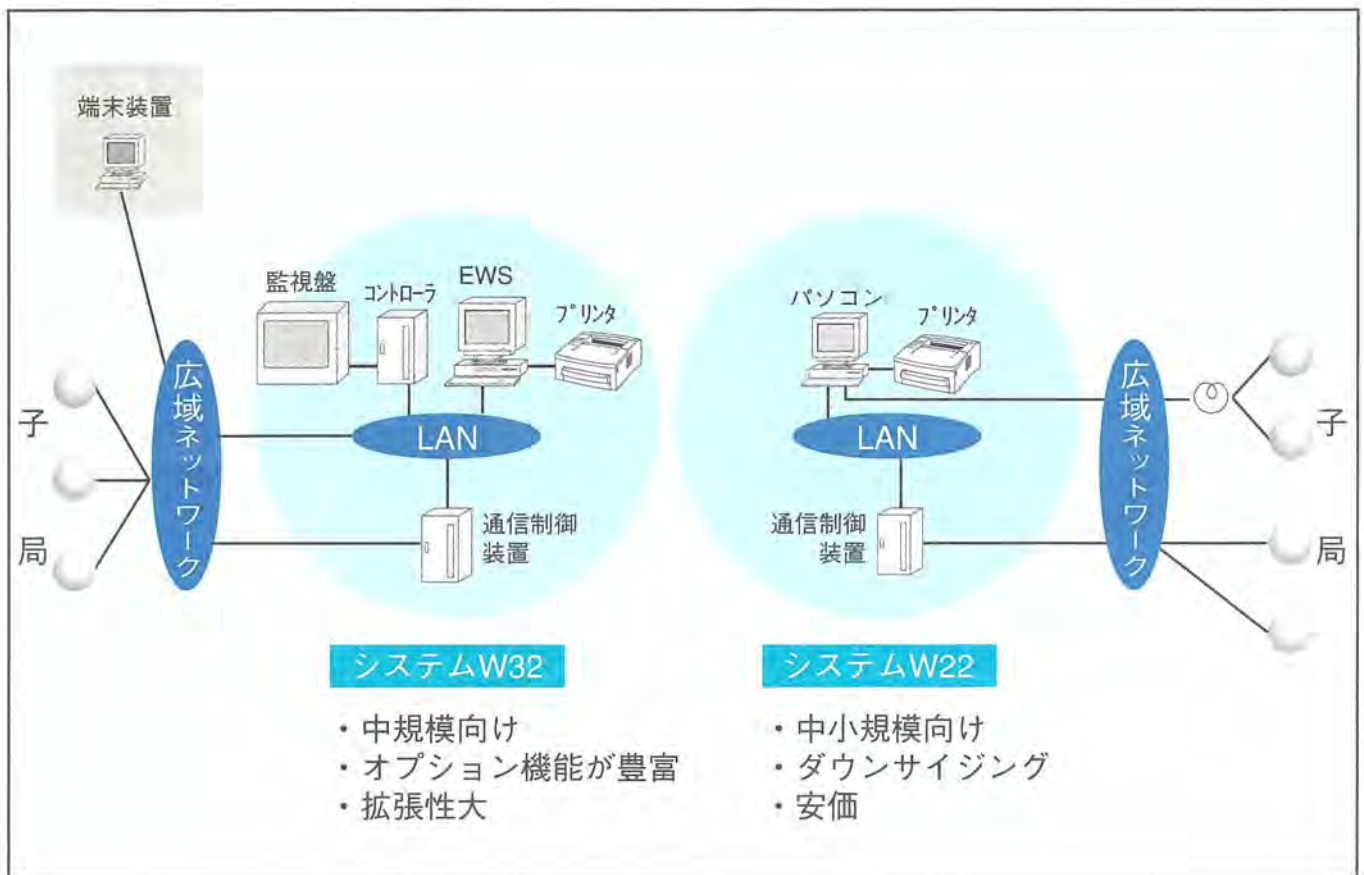
三菱電機では、このような要求に対応するため、配水管理システムWシリーズ(W30, W20)の次世代システムとして、性能、機能、拡張性を向上した新シリーズ“WシリーズII”を開発した。

WシリーズIIは、監視制御機能はもちろん、システムメンテナンスや水運用機能を充実させ、システムの保守性及び付加価値を向上させた。また、映像表示など監視制御のマルチメディア化に向けての対応、イントラネットを応用

したデータ集配信機能への拡張を可能としている。

なお、システム開発に当たっては、ソフトウェアのスリム化と他の分野とのソフトウェア技術共用化のために、広域監視制御の各種処理を標準ミドルウェア化した“広域監視制御共通プラットフォーム”を適用し、ソフトウェアの共有化と生産性の向上を実現している。

本稿では、WシリーズIIのうち、豊富な機能を持つ中規模施設向けシステム“W32”とパソコンによる中小規模向けシステム“W22”の概要、及び広域監視制御共通プラットフォーム、水運用機能等、それらのシステム構築上の要素技術を紹介する



配水管理システムW32とW22

配水管理システムは、広域に散在する浄水場や配水場等(以下“子局”という。)のプロセス情報を中央で集中管理するものである。中央の各装置間はLANによって接続され、データ演算・保存や表示印字を行うデータ処理装置として、W32はEWSを、W22はパソコンを適用している。また、子局や場内設備とのデータ入出力は通信制御装置で行う。回線は、子局の特性に応じてNTT専用回線や公衆回線を主に適用する。

1. ま え が き

水は人間が快適な生活を送る上で必要不可欠な資源であり、安全でおいしい水を供給するため、取水から浄水、配水までの広域にまたがる情報を管理する配水管理システムの果たす役割は、年々その重要度を増してきている。

21世紀を間近に控え、監視制御技術が急速な進展を続ける今日、配水管理システムへの要求も、設備の運転状況の把握から、事故の未然防止、施設の効率的運転と予防保全、さらには水資源の有効利用や情報の共有化へと高まりを見せており、最新技術を駆使しての最適システムの構築が各地で急務となってきている。

このようなニーズに対応し、当社では、数多くの納入実績を挙げてきた配水管理システムWシリーズの次世代システムとして、監視制御の処理容量と性能はもとより、システムメンテナンス及び水運用機能の搭載によって保守性・拡張性を向上した新シリーズとしてWシリーズIIを開発した。

本稿では、新しい配水管理システムWシリーズIIの主力システムであるW32とW22について、そのシステムの概要、特長、さらにシステムを構成する要素技術である広域監視制御共通プラットフォーム、及び水運用機能等の概要について紹介する。

2. WシリーズIIの概要

2.1 WシリーズIIのねらい

新しい配水管理システムとして開発したWシリーズIIは、従来のシステムであるWシリーズの次機種としての役割を果たすとともに、その機能、容量、性能を大幅に向上した。

WシリーズII開発に当たっての基本方針を表1に示す。

2.2 WシリーズIIのメニュー構成

WシリーズIIは、対象とする施設の規模、処理点数、及び必要機能により、W12/22/32/42の各メニューを取りそろえている。

表2に、WシリーズIIのメニューと、対象とする施設の規模を示す(規模はあくまで参考値)。

2.3 WシリーズIIの特長

WシリーズIIは、監視制御機能の充実はもとより、システムのユーザーオープンを実現するシステムメンテナンス機能の標準装備、水運用や映像表示、さらにはイントラネットを応用したデータサービス等、付加機能の充実によってシステムの高度化を実現している。それら特長の中で代表的なものを次に紹介する。

(1) システムメンテナンス機能の充実

- (a) マルチウィンドウ機能により、局や項目の定義情報の設定を選択方式で容易に行えるようにしている。
- (b) 画面ビルダと帳票ビルダの充実により、ユーザーでプラント図の作成及び帳票の登録変更を可能としている。
- (c) システム定義データを2組用意し、オンライン状態で定義データの変更操作を可能とすることにより、システム定義設定変更中の警報監視、データ保存を可能としている。

(2) 水運用処理機能の搭載

- (a) ニューラルネットワークを応用した需要予測機能の搭載により、精度の高い予測を行うことができる。
- (b) 管網シミュレーション機能を搭載し、シミュレーション結果の三次元表示や、水の到達域表示を可能としている。
- (c) スケジュール制御等の自動制御機能により、操作員の負荷を軽減することができる。

(3) 現場映像の表示

CRTの監視画面上に、ITVによる現場映像表示を可能としている。

(4) 用途に応じたシステム構成

データ処理装置及び通信制御装置を基本構成とし、必要に応じて、簡易監視操作卓、地図盤、パソコン、さらには遠隔端末等の接続及び加入回線対応の子局の取込みも可能としている。

3. 配水管理システムW32とW22

3.1 システムの構成

システムW32とW22の構成例は、要旨の図に示すとおり

表1. WシリーズII開発の基本方針

基本方針	内容・具体策
性能の向上	高性能のEWS又はパソコンの採用により、処理容量と応答速度を向上させる。
機能・操作性の向上	画面ビルダ、帳票ビルダの搭載による操作性の向上、需要予測などの水運用機能、映像表示などのマルチメディア対応機能の搭載によって機能の高度化を図る。
拡張性の向上	汎用LAN結合方式の適用により、設置の容易化を図る。また、イントラネットを応用したデータ集配信やLAN上に複数装置を接続した大規模システムへの拡張を可能とする。
保守性の向上	遠隔診断機能、DLL機能の搭載により、メンテナンス性を向上させる。
生産性の向上	項目表作成ツールとビルダの充実及び広域監視制御共通プラットフォームの活用で、生産性を向上させる。

表2. WシリーズII対象施設の規模

システム	W12	W22	W32	W42
給水量(m ³ /日)	400~4,000	1,200~8,000	2,000~40,000	20,000以上
給水人口	1千~1万人	3千~2万人	5千~10万人	5万人以上
局数	64 (加入回線)	16 (専用回線) 64 (加入回線)	64 (子局数) 192 (全局数)	256

りである。システムW32は、データ処理装置に当社のEWS“ME/Rシリーズ”を、また通信制御装置には広域監視制御装置“MELFLEX340II”を採用している。また、装置間は汎用LANによって接続し、必要に応じてパソコンや各種コントローラの接続を可能としている。

また、システムW22は、データ処理装置にパソコンを採用し、W32と同等の機能・性能を確保しながら設置スペースや価格におけるダウンサイジングを実現したシステムである。システム構成としては、接続する子局のタイプに

表3. WシリーズIIのシステム仕様

処理容量		
項目種別	W32	W22
計測	512量	256量
積算	256量	128量
表示	2,048点	2,048点
ON/OFF制御	512項目	256項目
設定値制御	256量	128量
接続局数		
局種類	W32	W22
子局数	64局	64局*
全局数(孫局を含む)	192局	128局
* 加入回線子局は128局		
データ保存容量		
項目種別	W32	W22
30秒データ	48時間	12時間
正時データ	367日	367日
日報データ	367日	367日
月報データ	13か月	13か月
年報データ	2年	2年
アナウンスメントデータ	10万件	1万件

応じて専用回線タイプと加入回線タイプに大きく2分されるが、双方の混在の構成も可能としている。

3.2 システムの仕様と機能

WシリーズIIのシステム仕様を表3に、また機能一覧を表4に示す。

3.3 システムW32の特長

システムW32は通常の監視制御機能のほか、ITV映像の表示、自動制御など各種の付加機能を充実させている。ここでは、それらの機能の中から、局や項目の追加・増設、画面及び帳票の変更を行うシステムメンテナンス機能について紹介する。

(1) 定義データ構成

システム定義データはシステム内に2組用意し、システムの運用データをマスタ、待機データをサブとし、システム切替操作によって上記の運用系を切り換えることとしている。この運用により、システムを運用しながら、定義データの設定変更操作を行うことを可能としている。なお、データ処理装置によって設定・展開された定義データは通信制御装置へダウンロードされ、各装置のサブデータとして保持される。システムメンテナンスの概念図を図1に示す。

(2) 定義データ概要

- (a) 局や各種項目の定義情報やオペレーションガイド等、ウィンドウ形式で容易に設定変更することを可能としている。
- (b) 画面ビルド機能により、システム監視画面とプラント監視画面の作成、各シンボルの属性設定操作を行う。

表4. WシリーズIIの機能一覧

機能	概要	W32	W22
システム監視	システム構成をグラフィック表示し、装置や回線の状態、異常を表示する。	○	○
プラント監視	受配電系統や水系をグラフィック表示し、設備の状態や最新値を表示する。また、シンボル選択により、機器の制御、計器のウィンドウ表示を行う。	○	○
トレンド表示	トレンドデータのグラフ表示を行う。グラフは、タイムスケール変更、縦軸拡大等の応用表示ができる。W32は表示データのON時間グラフの表示が可能。	○	○
計器表示	各計測値の現在値、上下限設定値、制御設定値、設定値フィードバック値のバーグラフ表示及び設定操作を行う。	○	○
イベント一覧	発生中の異常故障内容、最新のアナウンスメント記録及び要素指定によるアナウンスメントの検索結果の表示、任意範囲の印字を行う。	○	○
帳票表示・修正	日報・月報・年報の表示・印字、及び日報の修正操作を行う。	○	○
警報表示・確認	異常故障発生時のアラーム内容表示及びグラフィック画面上での警報確認を行う。	○	○
自動制御*	制御スケジュール表又はシーケンス制御表に従い、機器の自動制御を行う。	○	—
映像表示*	カメラの映像を専用ウィンドウ上に表示する。ウィンドウ上からのカメラ制御が可能。	○	—
データ編集・配信*	LAN上に接続したパソコンや場外関連施設の端末装置へ、必要なデータを編集し配信する。	○	—
水運用機能*	ニューラルネットワークを用いた需要予測機能による需要量の予測、及び管網シミュレーションによる管網状態推定を行う。	○	○
システムメンテナンス(エンジニアリング)	局・各種項目の定義情報の設定、ユーザーグラフィック画面の作成と属性設定、帳票のフォーマット作成と項目登録を行う。	○	○
システム情報表示	各種システム定義情報の表示、印字を行う。	○	○
データ保存	トレンドデータ、帳票データの光磁気ディスクへの保存を行う。	○	○

*はオプション機能

(c) 帳票ビルダ機能により、帳票フォーマットの作成、登録項目の設定、押印欄・天候欄の設定を行う。

3.4 システムW22の特長

システムW22は、表3及び表4に示すとおり、W32と同等に近い機能をパソコンによって実現している。

図2にW22の代表的な監視制御画面例を示す。

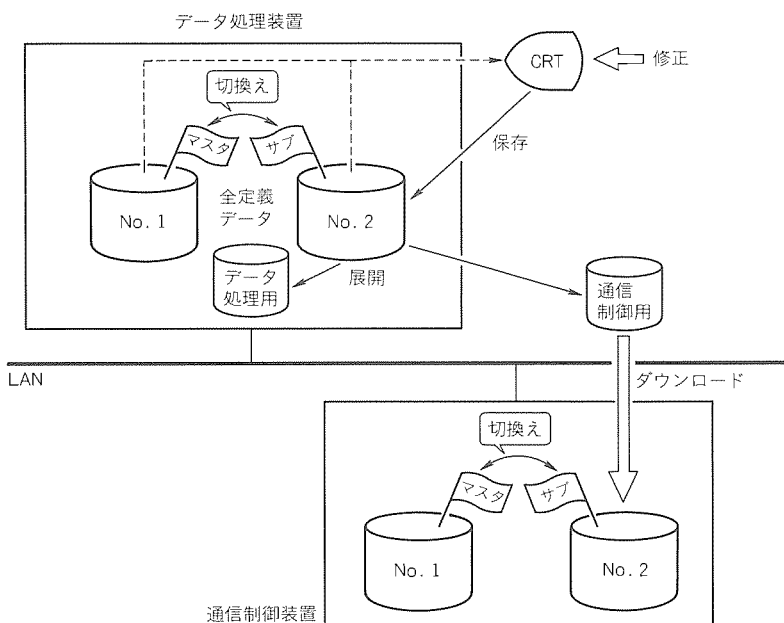


図1. システムメンテナンスの概念図

4. WシリーズIIの要素技術

4.1 広域監視制御共通プラットフォーム

4.1.1 共通プラットフォームのねらい

広域監視制御共通プラットフォームは、標準システム仕様に基づく共通ソフトウェアの整備・蓄積と流用拡大の仕組み作りによるコスト低減、機能分担、データフロー、プログラム構造の明確化による組織全体のソフトウェア技術対応力の強化を基本的な目的として構築した分野共通のミドルウェアである。その代表的なねらいを次に示す。

(1) システム構成の柔軟性とソフトウェア再利用性の向上

機能の分散実装/集中実装の選択、共通ソフトウェアの単独機能のみの切り出しを可能とする。

(2) システムとしての信頼性向上

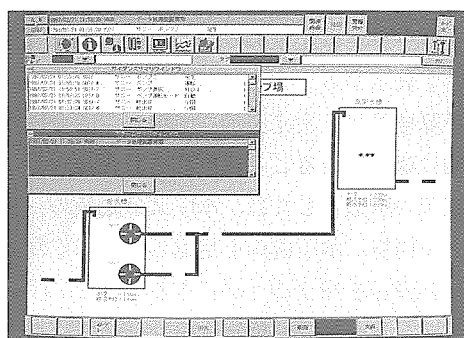
ファイルサーバダウン時の監視、装置の二重化構成、異常時の自己診断等を可能としている。

(3) CRT画面遷移と操作手順の標準化

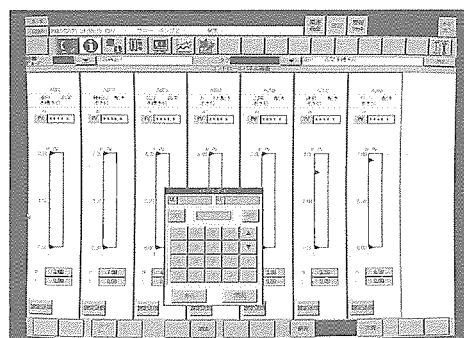
レイアウトやシンボル形状にとらわれず、画面仕様を標準化する。

(4) 装置間インタフェースの標準化

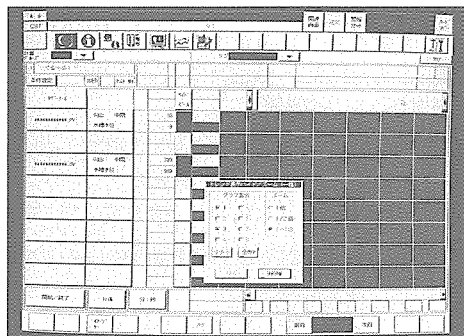
親局でのネットワークは共通システムバ



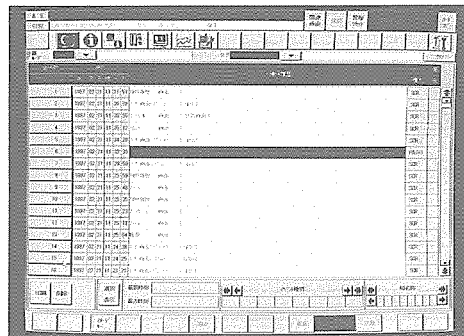
(a) プラント監視



(b) 計装表示



(c) トレンドグラフ



(d) イベント表示

図2. W22の監視制御画面例

スとして標準化する。

(5) データベースの種類と定義の共通化

カレントデータ、蓄積データなどデータベースの種類と定義を共通化する。

4.1.2 共通プラットフォームの概念

共通プラットフォームは、配水管理システムを始めとする広域監視制御の各分野に共通したミドルウェアであり、適用する装置に応じてEWS共通プラットフォームとパソコン共通プラットフォームに分類される。本稿で紹介したシステムW32はEWS共通プラットフォームであり、W22はパソコン共通プラットフォームを基本に構築した配水管理向けのシステムである。

各種機能パッケージで構成する共通プラットフォーム及びそれを基本に構成するW32とW22のソフトウェア構成を図3に示す。

4.2 応用ソフトウェア

4.2.1 水運用機能

WシリーズIIでは、監視制御を行うデータ処理装置で需要予測等の水運用機能の同時処理を可能とし、装置の付加価値を向上させている。ここでは、需要予測と管網シミュレーションについて、その機能の概要を紹介する。

(1) 需要予測機能

需要予測機能は、1日の予測条件を入力することにより、その日1日の水の需要量及び各時間の需要量を求めるものである。手法として、このシステムでは日需要量予測にニューラルネットワークによる手法を用いている。これは、水の需要量に影響すると考えられる天候、最高気温、曜日等の要因と過去の配水量実績値の関係をニューラルネット

ワークに学習させ、得られたネットワークを用いて、当日の予想条件から需要量を予測するものである。

ニューラルネットワークの入力変数には天候、曜日、最高気温のほか、その地域に応じた入力条件を最大10条件まで設定できるようにした。また、中間ニューロン数や学習係数など学習に必要な各種パラメータは、システムメンテナンス機能によって設定変更が可能な構成とし、予測値が安定するまでのパラメータチューニングを容易としている。

また、上記によって予測した日需要量の時間需要量への配分は、予測条件と前日の実績配水量の最も似通った日を検索し、その日の配水パターンに配分するパターンマッチングの手法を用いており、さらには、実績値が予測値と異なってきた場合は、補正操作によってその日の実績に基づいた再予測(再パターンマッチング)を行うことを可能としている。

なお、予測結果は、その日の水運用計画等に使用できるとともに、トレンドグラフ表示を可能としており、後の予測精度の検証にも役立てることができる。

需要予測機能のフロー図を図4に、また需要予測の画面表示例を図5に示す。

(2) 管網シミュレーション

配水管網を枝と節点のグラフで表し、各々に管径、管長、地盤高、流速係数等の特性を特性設定ウィンドウ上で設定する。それらの設定データに基づいて管網計算を行い、その結果(圧力、流量、流向等)を管網図上に数値表示を行うことによって配水管網の状態推定を行えるようにした。管網図はスクロールが可能であるとともに、任意の範囲を拡大/縮小して表示することができる。さらに、このシステムでは、計算結果の三次元表示を実現し、圧力や流量の分布を視覚的に認識させることを可能とした。

三次元表示の種類としては、水圧又は流量のバーグラフ表示、等水圧曲線、水圧曲面を用意し、それぞれ見やすい位置への回転表示を行うことができる。また、注入された薬品の到達域を時系列的に推定するため、供給点からの水の到達範囲を計算し、到達域の管路の色替え表示を可能とした。

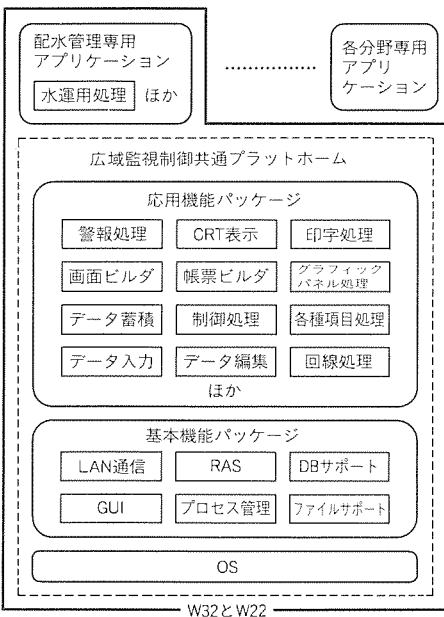


図3. 共通プラットフォーム及びW32とW22のソフトウェア構成

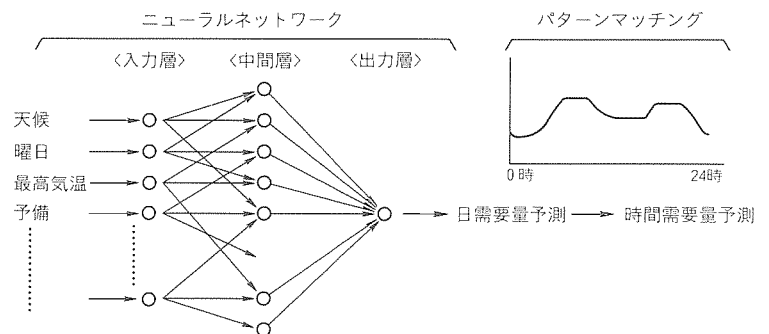
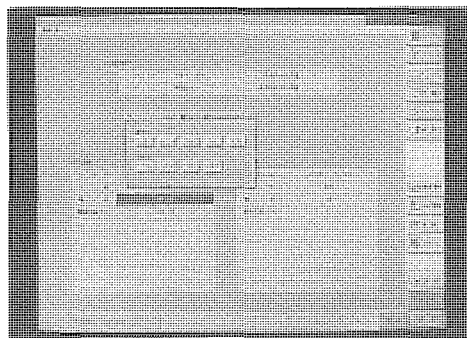
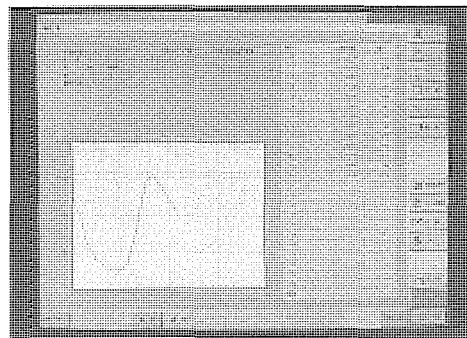


図4. 需要予測機能のフロー図

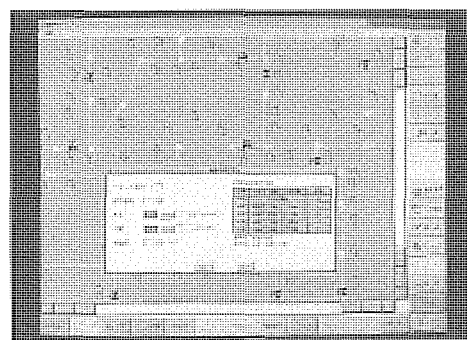


(a) 条件設定

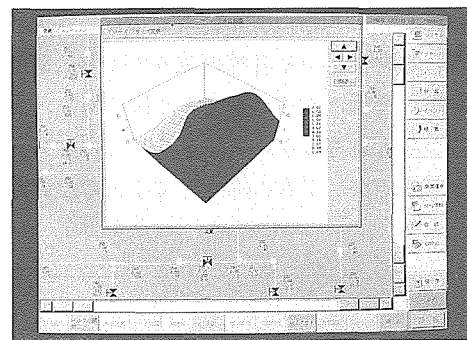


(b) 予測結果表示

図5. 需要予測の画面表示例



(a) 特性設定



(b) 水圧曲面表示

図6. 管網シミュレーションの画面表示例

管網シミュレーションの画面表示例を図6に示す。

4.2.2 イン트라ネット応用データ集配信機能

W32のシステム拡張の一つとして、イントラネットの考え方を応用し、役場や工事事務所等の遠隔の関連先へのデータサービスを行うことが可能である。構成としては、まずW32の基本構成にデータ提供用サーバ(WWWサーバ)を接続し、関連先の端末装置から公衆回線等を経由してこのサーバへ必要ときにデータを要求する構成をとることが可能である。データ提供用サーバは、データ処理装置のデータベースから定期的に必要なデータを受信し、自装置のデータベースを更新する。このデータベースはホームページ化しておき、端末からはブラウザによって必要なデータのホームページを参照することができる。この構成をとることにより、将来のサービス箇所の増加や、一般へ向けてのデータサービス化への対応が容易である。

また、要旨の図に示すように、専用サーバを設置せずにW32のLANをルータによって延伸し、データ処理装置内のデータを直接要求する構成や、モデム伝送によって直接データ処理装置にアクセスする方法も可能である。要求で

きるデータは、プラントの最新データ、時系列の蓄積データ、帳票データなど必要に応じたデータの編集を可能とし、用途に適したシステム構築を可能としている。

5. むすび

本稿では、新シリーズである配水管理システム“WシリーズII”のうち、EWSをデータ処理装置とした“W32”とパソコンをデータ処理装置とした“W22”のシステムの特長、それらの要素技術である広域監視制御共通プラットフォーム、水運用機能、及びイントラネットを応用したデータ集配信機能について紹介した。

水道事業の発展のために、これらのユーザーニーズに合致したシステムの果たす役割は非常に大きいと考えられ、今後さらに求められる一層の高度化へ向けて、システムのレベルアップと低価格化を推し進めていく必要がある。

今後とも、使いやすく更に高度なシステムを開発して提供することで、水道事業の発展に貢献できるように取り組む所存である。

上下水道における 新規センサの現状と動向

佐野光俊*
花里善夫**
廣辻淳二**

要 旨

環境対策に対する社会的要請として、浄水場においては、安全でおいしい水を供給する必要性から、各種のセンサが出現している。水道原水にクリプトスポリジウムが存在する場合、これを除去するための対策に、厚生省の暫定指針にも記載されているが、低濃度を精度良く計測できる濁度計と水質計器が必ず(須)のアイテムとなってきている。また、おいしい水を供給する各種の試みのうち、原水中の臭気物質の検出、警報、対策は重要な要因であり、今後のセンサの方向からも見逃せないアイテムであると考えられる。

さらに、下水では、下水の高度処理による放流水質の改

善要求のうち、浮遊物、有機物特に窒素、りんが重要な課題となっている。センサとしても高精度で計測でき、なるべくメンテナンスが容易であるセンサは、今後もセンサシステムとして考えていく上での必須アイテムであると考えられる。

上下水道における水質規制や計測の現状と、上水の低濃度を精度良く計測できる低濃度濁度計、原水中の臭気、油や有機溶剤等による臭気の検出(におい)センサの現状と動向、下水の窒素やりんのセンサの現状等について述べる。



低濃度濁度計とにおいセンサ

水道原水に含まれるクリプトスポリジウム対策として、浄水場のろ過池出口では、濁度を0.1度以下に保つ必要があり、低濃度を精度良く計測できる濁度計が要求されている。

三菱電機の濁度計SS2001は、表面散乱光方式を採用して低濃度を高精度に計測でき、自動洗浄や自動校正によって長期的に信頼性の高いデータが得られる特長がある。また、においセンサは、浄水の臭気を計測できるセンサで、今後、自動監視装置として期待されているセンサである。

1. ま え が き

上下水道におけるセンサは、流量計、レベル計、水質計器など種々のセンサで構成されている。近年、地球環境の保護、生活環境の保護など環境問題がクローズアップされる中、良質な飲料水の確保や、排出水や排出ガス量規制、及びそれに伴うセンサや計測方式の検討、汚染の監視・計測技術の開発など、様々な試みが実施されている。水質の基準遵守や排出ガスの規制等、水質計器、分析計技術には特に様々な試みがなされている。

本稿では、客先ニーズに沿った新規センサの現状及び動向につき、特に最近問題となっている主として水質計器類について述べる。

2. 上水道プロセスにおける水質計測

上水道プラントの高度浄水処理設備の計装例を図1に示す。

浄水施設の水質センサについては、水道法(1956年、法律第177号)第4条に水道によって供給される水の最低必要基準が決められ、同法に基づく厚生省令第56条('81年8月31日)には水質基準の具体的な数値が定められ、'92年12月21日に水質基準の見直しが行われ、「水質基準に関する省令」が公布された。これには、水質基準46項目、快適水質項目13項目、監視項目26項目の延べ85項目が「水道水質に関する基準」として設定されている。

飲料水としての快適性から決められているものには濁度・色度・臭味や、塩素イオン、鉄、マンガン含有量がある。水利用のしやすさや水道施設に及ぼす害から決められているものにふっ素、硝酸、亜硝酸、シアン、重金属類が、また、発がん性に重点を置いて決められたものに有機塩素化合物がある。その他、衛生性の指標として定められたものに残留塩素、大腸菌、一般細菌などがある。

水質基準は、水道水の最低必要な水準を示しており、快適性からは更に高い質が要求され、センサについてもオン

ラインで計測可能な精度良いセンサが望まれている。

また、'93年に神奈川県雑居ビルの簡易水道水が原因で集団感染したほか、'96年6月始めに埼玉県越生町で集団下痢症が発生し、感染者からクリプトスポリジウム原虫が発見された。'96年秋に厚生省は、水道におけるクリプトスポリジウムによって水道原水が汚染される恐れがある浄水場では、クリプトスポリジウムを除去することができる浄水処理等を行うこと、浄水場のろ過池の出口の濁度を常時把握し、0.1度以下に維持することの暫定指針が出されている。水源は地表水を利用する場合や地下水を利用する場合等があるが、水道原水にクリプトスポリジウムが存在する場合、これが塩素に対して耐性があるので、現在、厚生省の暫定対策と指針でも、水道原水が汚染される恐れがあると判断される浄水場ではクリプトスポリジウムを除去できる浄水処理等を行うこととなっている。

浄水処理の実施では、急速ろ過、緩速ろ過、膜ろ過法のいずれかの方法によって浄水処理を実施することとされている。また、いずれの処理も実施できない場合で、原水の濁度が高く、クリプトスポリジウムによる感染症の恐れのあるときは、原水の濁度を常時計測し、原水の濁度レベルが通常より高くなった場合には原則として取水停止となる。ただし、浄水の濁度が常時0.1度以下に維持されている場合、又はクリプトスポリジウムによる汚染がないと確認できる場合には、この必要はない。また、ろ過池出口の濁度を常時把握し、ろ過池出口の濁度を0.1度以下に維持することとなっている。オゾン処理等の高度浄水処理を行っている場合は、最終段階又は砂ろ過のろ過水で濁度0.1度以下が維持されるように運転管理を行うこととなっている。

また、おいしい水との社会的な要請もあり、浄水の臭気に関する良いセンサが望まれている。

3. 下水道プロセスにおける水質計測

下水道においても、その普及率と技術開発の進展に伴っ

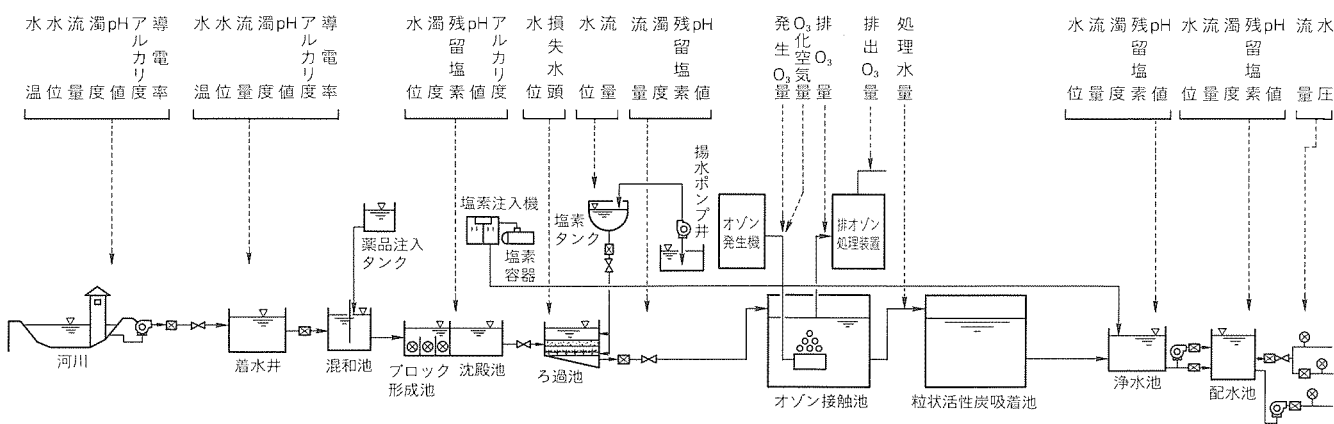


図1. 高度浄水処理設備の計装例

て水環境や下水道に関するニーズも高まっており、汚濁した水質の改善段階から更に高次元への水質の要求が求められるようになってきている。河川や湖沼の汚染は、社会的・経済的損失とともに人の健康に影響を与えるといった点で、汚濁物の排出源での規制が大きな問題となり、現在、下水道法でも水質保全に向けて各種の基準が定められている。水処理プロセスのオゾン高度処理設備の計装例を図2に示す。下水道の水質基準については、下水道法第8条に基づく施行令6条にpH、BOD、SS、大腸菌数等の基準が、また、水質汚濁防止法第3条第1項に有害物質による排水及びその他の排水の許容限度が規定されている。

また、下水道の普及によって下水排水が水源への新たな汚濁源となる恐れがあり、良好な上水源の確保が必要となるので、従来の標準活性汚泥法では困難であった窒素、りん等の除去ができる高度処理技術に基づく新たな処理を行う必要がある。そこで、好気性消化槽の消化の進行度の目安となる酸化還元電位差計と、従来のセンサとは異なった脱りんと脱窒素の指標として、全りん計と全窒素計が必要となる。また窒素は下水中にアンモニア性窒素として存在するが、それが酸化されると亜硝酸性窒素等の形態で存在するため、これに対応するセンサ等が要求されてきている。

4. 低濃度濁度計

低濃度濁度計は、'96年9月の厚生省の水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策と指針に基づいてろ過池出口の濁度を常時監視し、ろ過池出口濁度を0.1度以下に維持することが必要とされることに基づくもので、濁度の0.1度以下を精度良く計測でき、制御等に使用可能なセンサが必要とされ、各社から種々の低濃度濁度計が発売されている。

ここでは、表面散乱光方式を用いた濁度計(SS2001)について、その特長を紹介する。

測定方式は、表面散乱方式を使用しており、測定槽には

セル窓を必要とせず、セル窓の汚れによる測定誤差がない計測方式を採用しており、長期間の安定した計測が可能となる。また、水質計器で問題となるメンテナンス面でも自動洗浄装置、自動ゼロ校正装置を標準で装備しているため、長期間、信頼性の高い安定したデータが得られる特長がある。変換器は、マイクロプロセッサを内蔵しており、ランプ劣化や校正不能といった計器異常や濃度上限警報等の自己診断機能があり、また、保守中、洗浄中、校正中等の状態表示用接点も容易に取り出しが可能である。

従来から水質計器に関してはメンテナンス面での問題点が指摘され、少しでもメンテナンスレスなセンサ、及びシステムがユーザーから要求されてきている。長期間安定して計測可能なことと、故障等が容易に把握可能なセンサが望まれている。特に今回の低濃度を計測可能な濁度計については、このセンサの値によって制御を行うため、特にこのセンサは、今後も重要なセンサの位置付けになることが

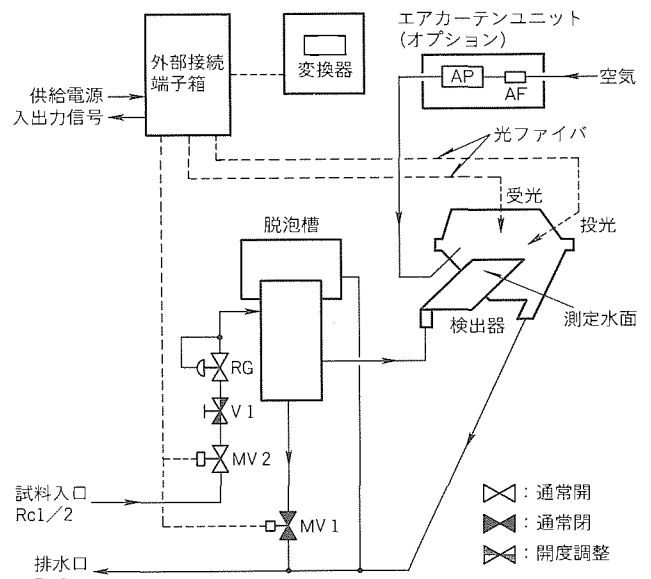


図3. 低濃度濁度計SS2001の測定原理

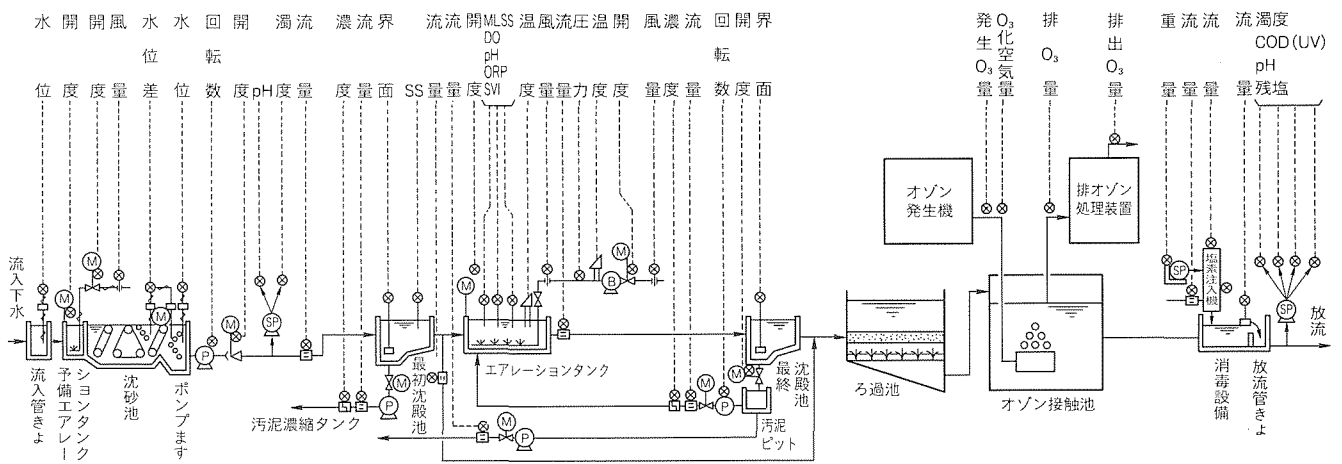


図2. 水処理プロセス (オゾン高度処理設備) の計装例

表 1. 低濃度濁度計の仕様と特性

仕 様	
型 名	SS2001
測 定 対 象	水中の濁度
測 定 方 式	表面散乱方式 (連続)
表 示 方 式	デジタル表示 (LCD 0.000~2.000)
測 定 範 圍 (mg/ℓ)	[A] 1レンジ…標準品 0.2, 0.5, 1.0, 2.0 [B] 2レンジ自動・手動又は遠隔・手動切換え …標準品 0~0.2/0.5, 0.5/1.0, 1.0/2.0 [C] 3レンジ自動・手動又は遠隔・手動切換え …標準品 0~0.2/0.5/1.0, 0.5/1.0/2.0
周囲温度・湿度 試料水条件	-5~50℃ 85%RH以下 温度…0~40℃ (凍結しないこと。また、 湯気が出る場合はエアカーテン要) 流量…2~7 ℓ/min 圧力…0.1~0.5MPa {1~5 kgf/cm ² } 水道水による繰返し洗浄
自動洗浄 /洗浄方式	水道水による繰返し洗浄
校 正 方 式	試料 (水道水) をフィルタろ過し、ゼロ水として校正
電 源	AC100V±10%, 50/60Hz
消 費 電 力	標準仕様…約200VA
設 置 方 式	屋内自立防滴形
質 量	約40kg
特 性	
直 線 性	±2%FS以内 (カオリン標準液による。)
繰 返 し 性	±2%FS以内 (標準散乱板による。)
安 定 性	スパンドリフト…±2%FS以内 (標準散乱板による。)
安定化時間	通電通水後約60分
応 答 速 度	試料水入口から90%応答約2分以内 (試料水流量3 ℓ/min)

想定される。

図3に測定原理、表1に仕様と特性、図4に直線性データを示す。

5. においセンサ

上水の臭気に関しては、数多くの化学物質が対象となる。その中で、かび臭(ジェオスミン、2-メチルイソボルネオール)については具体的目標値が設定されており、現在、ページ&トラップGC-MS法と官能法によって測定される。その他の臭気は官能法で実施されている。しかし、自動連続監視、又は操作の簡便性という点では満足できず、簡便操作の可能なセンサの開発が求められている。

5.1 においセンサの基本原則

水質を検出するセンサとして、従来からイオンセンサやガスセンサなどの化学センサが利用されている。これらのセンサは、単一成分を選択的に検出する機能に優れたものである。しかし、一般に人間が知覚するにおいは複数の成分から構成されているものがほとんどであり、単一成分であることの方がまれである。最近、このようなにおいを識別できるにおいセンサの研究開発が盛んに行われるように

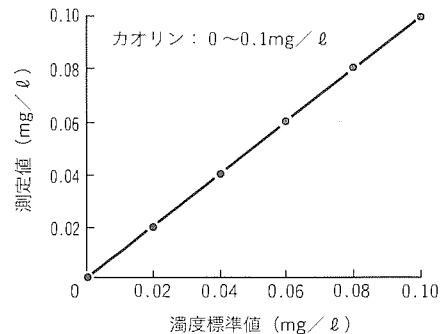


図 4. 低濃度濁度計SS2001の直線性データ

なってきた。

人間のきゆう(嗅)覚メカニズムは未だ完全に解明されているわけではないが、その一つのモデルとして、多数存在する特異性の乏しい嗅細胞からのにおい成分に対する信号群を、脳でパターン認識することによって識別するという考え方がある。においセンサは、この考え方を人工的に模擬したもので、嗅細胞に相当するにおい感応部が複数のガスセンサとなり、また、脳の機能を果たすものがパターン認識のアルゴリズムを搭載したコンピュータという構成になる。

現在、においセンサ用のガスセンサとしては、におい分子の吸着による電気伝導度変化を検出するもの(導電性材料として導電性高分子(ポリピロロールやポリアニリンなど)や金属酸化物半導体(SnO₂, ZnOなど)が使われている。膜(主に合成脂質膜が用いられている。)に吸着したにおい物質による質量変化を発振回路の周波数変化として検出するものや、金属-絶縁物-半導体構造の金属に対するにおい分子の吸着による変化を、光インパルスを与えたときの半導体内部の電界効果の変化で検出するものなどが研究開発されている。上記のにおいセンサの中には市販されているものもある。

5.2 においセンサによるジェオスミンの識別評価

ジェオスミンの快適水質項目における目標値は、粉末活性炭処理では20ng/ℓ以下、粒状活性炭などを使用した恒久施設では10ng/ℓ以下と非常に低い濃度に設定されている。このような極低濃度のにおいを検出するためには、センサの性能とともに、においを水溶液中から効率的に追い出すサンプリング機能や、センサをSN比の良い状態に制御(例えば温湿度制御)する機能も持つことが自動監視装置として要求される。

我々は、英国アロマスキャン社で開発された32種類の導電性高分子の電気伝導度を検出するにおいセンサ(A32S型)を用い、上記機能を持つジェオスミンの自動監視装置の開発を進めている。以下に2種類の方法で試みたジェオスミンの識別評価結果について述べる。

図5に、超音波素子を用いて水溶液試料を霧状化し、気

液界面を増やしてにおい追い出しを促進するとともに、電子クーラーによって試料ガスの湿度制御を行う機能を付加した測定装置の構成図を示す。この装置を用いて、ジェオスミン標準溶液(0.1mg/ml-メタノール)を蒸留水で希釈して調製したジェオスミン試料溶液とブランク溶液(試料溶液と同濃度のメタノールを含んだ蒸留水)との識別を検討した。図6に、100ng/lのジェオスミンの識別結果を

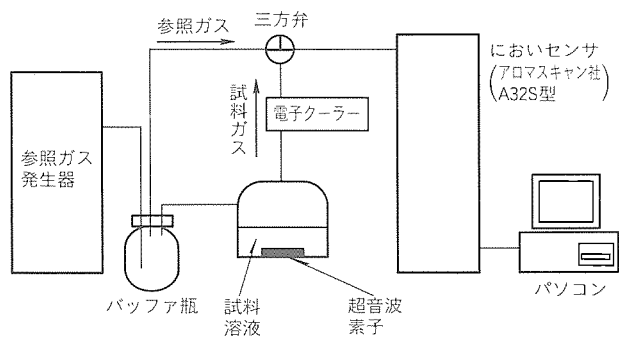


図5. 超音波素子を用いた装置の構成図

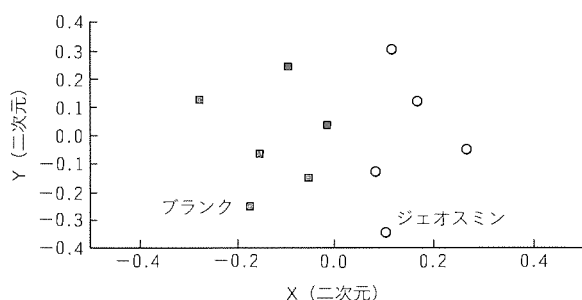


図6. ジェオスミン (100ng/l) とブランク溶液の識別結果

二次元マップで示す。

この図でジェオスミンとブランクのクラスターがはっきり分離していることが分かる。同様に10ng/lの識別を試みたが、クラスターは分離せず識別はできなかった。以上のことから、この方法で100ng/lのジェオスミンの識別が可能であることが分かった。

次に、ジェオスミンを濃縮するためにパージ&トラップで濃縮する方法を試みた。パージ&トラップ装置は、Tekmar社製3000J型を用いた。測定装置の構成図を図7に示す。これも、前に述べた試料溶液を用いて識別性の評価を行ったところ、100ng/lのジェオスミンとブランクとの識別が可能であった。

今後、測定方法及び装置の最適化を図り、ジェオスミン識別目標値である10ng/lの識別可能性を実証していきたい。

6. 窒素・りん自動分析計

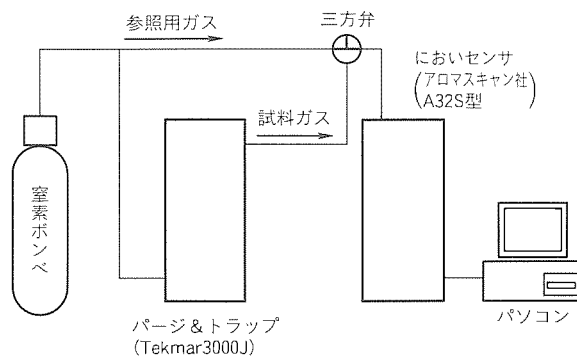


図7. パージ&トラップを用いた装置の構成図

表2. アンモニア・りんモニタの仕様(例)

	アンモニア・硝酸モニタ (イオン選択電極)	りんモニタ (比色計)
サンプルストリーム	1	1
通常の測定範囲	NH ₄ -H: 0 ~ 5 mg/l 0 ~ 100mg/l NO ₃ -H: 0 ~ 20mg/l 0 ~ 500mg/l	PO ₄ -P: 0 ~ 5 mg/l 0 ~ 100mg/l (希釈装置要)
測定再現性	± 5% V, F, S, D	± 3% V, F, S, D
測定サイクル	NH ₄ : 連続モード NO ₃ : 連続モード	サイクルモード (分析所用時間15分/サンプル)
レンジリミット信号	リレー接点 (ポテンシャルフリー) 25V AC, 60V DC 3A	リレー接点 (ポテンシャルフリー) 25V AC, 60V DC 3A
試薬補給	1回/3週	1回/3~10週 (2時間ごとの測定で3週, 1回/1日の測定で10週)
主電力	100/230V AC, 50/60Hz	
消費電力	150VA	
出力条件	0 ~ 20又は4 ~ 20mA	
寸法	(H) 900×(W) 600×(D) 310 (mm)	
質量	約50kg	
設備条件	フレキシブルPVCチューブ(外径)10mm×(厚さ)2mm(ただし、圧力がかからないこと) 周辺温度: 15~35℃ サンプル圧力: 1.2~10hPa サンプル流量: 2~4 l/h	

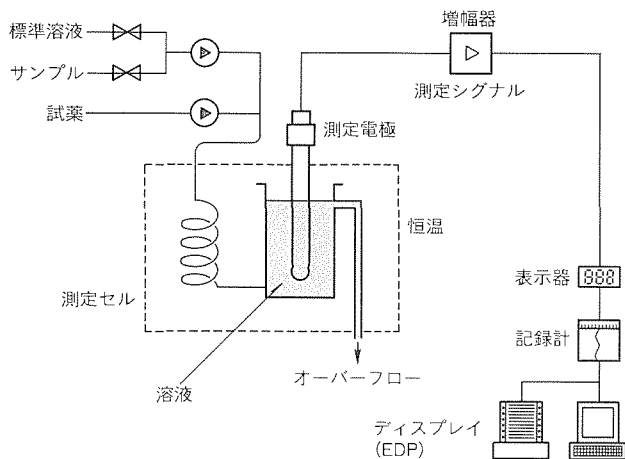


図 8. 電極法の原理図

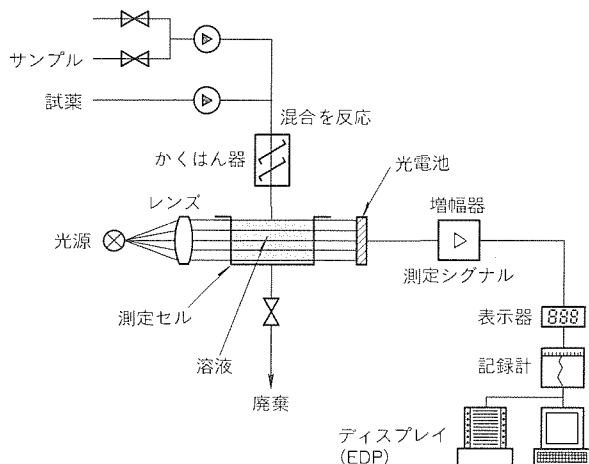


図 9. 比色法の原理図

下水処理場の高度処理化に伴い、エアレーション槽にモニタ装置を設置し、アンモニア、りん、硝酸等のレベルを測定し、これらの項目をモニタすることにより、エアレーションポンプの制御、生物処理の進行度合、りんの凝集剤の投入量制御、排水濃度の規制を確認することが可能となる。また、硝化プロセスでは、アンモニアは硝化菌と酸素を加えることで硝酸、亜硝酸と2段階の酸化が進む。アンモニアの窒素濃度を計測することで過剰な酸素を供給しない最適化した運転が可能となる。

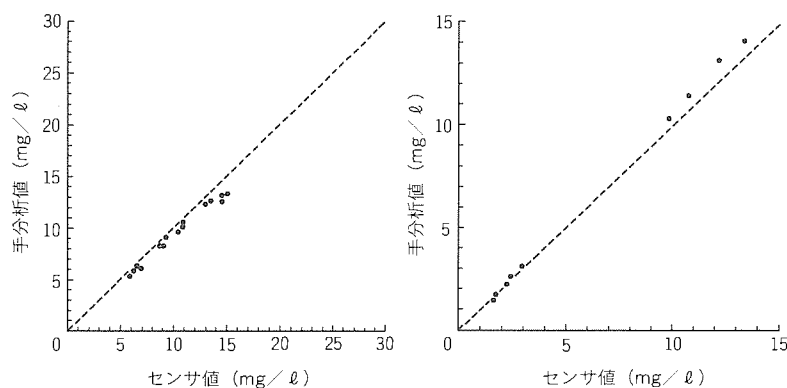
りん酸塩は、生物処理工程に塩化第二鉄を加えてフロックを形成して除去するが、その場合、りん酸塩をモニタすることにより、より正確に塩化第二鉄の投入量を制御できる。

以上のように、アンモニア、りんのモニタ装置(表2)を用いることにより、凝集剤の投入量やエネルギー量の節約が可能となる。

水質モニタとして、ブラン・ルーベ社の電極法(図8)と比色法(図9)を、アンモニア、りんモニタについて簡単に紹介する。

アンモニア硝酸モニタはイオン選択性電極によってイオンを測定する方式で、サンプルが正確にひょう(秤)量された試薬と混合し、イオン強度を安定させ、妨害物質を除去するもので、反応物質が測定セルに運ばれ、イオン性選択電極で測定成分のイオンに対応した電位差が測定成分の濃度に比例することをを用いたものである(図10(a))。

りんモニタは比色法で計測される。特定の試薬を正確に秤量されたサンプルに加え、かくはん下で目的成分と色素生成反応を生じ、その発光度が測定成分の濃度に比例することをを用いる。測定は、シングルビーム光度計で行われ、反応液で吸収されて弱くなったサンプル光が光センサに入



(a) アンモニア性窒素モニタ (b) りん酸性りんモニタ

図10. センサ値と手分析値の相関

り、発光濃度や強度によって変化した光量を電気的信号に変換するものである(図10(b))。

測定の際、サンプリングポイントからポンプによって導かれたサンプル水で一般的に問題となるのは、配管の詰まり等の問題である。2本のフィルタでろ過と洗浄を交互に行う限外ろ過装置を使用すれば、採水のサンプリングでの不具合の問題も解消できるものと考えられる。

7. むすび

上下水道における客先ニーズに沿った新規センサの現状及び動向につき、最近話題となっている水質計器類、特に上水の低濃度濁度計、においセンサ、下水の高度処理での窒素・りん自動分析計などの一部のセンサについてその特長を述べた。

地球環境の保全や環境保護といった側面から、今後のセンサの動向や必要とされるセンサ類も変化していくことが予想される。現在要求されている社会的要請、今後のセンサの動向等を常に注視し、客先が現在要求しているものは何かを考えていきたい。

オブジェクト指向技術を適用した マンマシンシステムの最新状況

勝間保夫*
岡田叔之*
北村操代**

要旨

プラント監視制御システムソフトウェア(S/W)の開発においては、一般の情報処理システム分野のS/W開発と同様に、技術進歩への追従、市場競争力の保持、顧客要望への柔軟かつ迅速な対応、効率的な開発という要求事項が存在する。

(1) 技術進歩への追従

情報通信システムのオープン化とダウンサイジング化への対応、また計算機のCPU及び外部デバイス処理性能向上によるシステムS/Wの多様化・複雑化、技術革新の加速化への対応という問題が挙げられる。

(2) 市場競争力の保持

他社製品に対してアドバンテージを保持するためには、原低、短期開発、短納期出荷が必ず(須)であり、近年この傾向が一層顕著なものとなってきている。

(3) 顧客要望への柔軟かつ迅速な対応

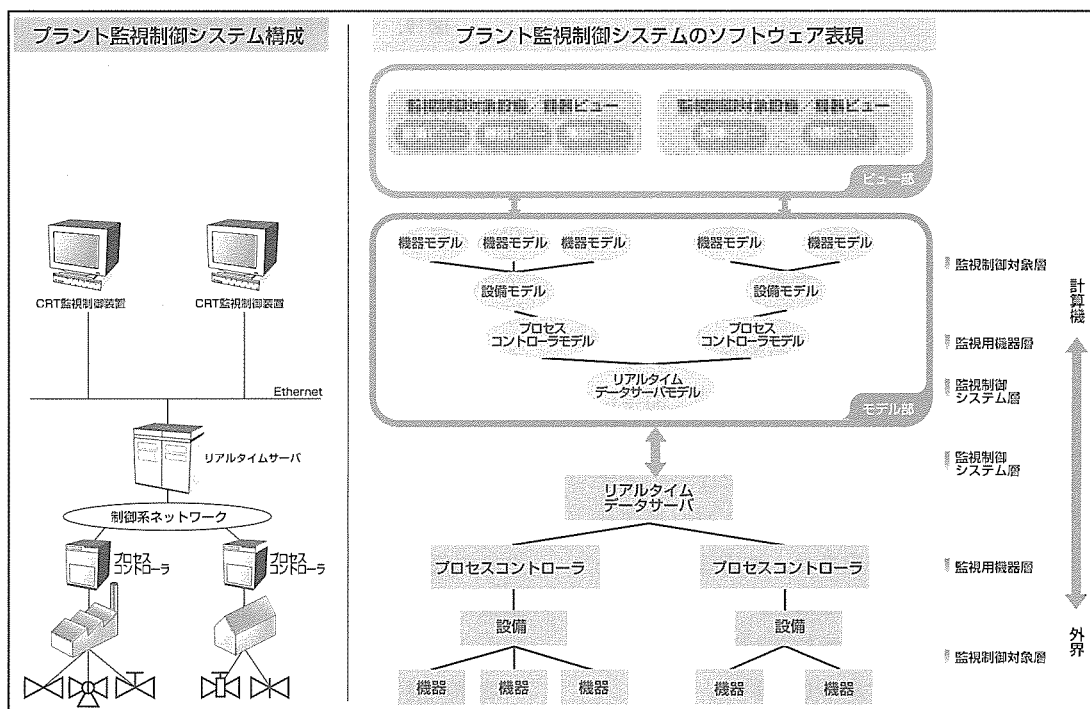
各プラントごとにオーダーメイド的な特殊機能が存在し、これも開発要素として取り込む必要がある。

(4) 効率的な開発

システムの多様化・複雑化、及び顧客要望の高度化により、開発ボリュームがますます肥大化しているという問題がある。

これらを実現するためには、システム共通部分の標準化、システム多様化への順応性、システム複雑化への機能拡張性、障害の局所化、保守性の向上が必要となってきている。オブジェクト指向技術及びこの手法を用いたシステム分析・設計が、これらに対する現状の最適解の一つである。三菱電機では、プラント監視制御システムS/W開発に、このオブジェクト指向技術を導入した。

本稿では、オブジェクト指向技術によるプラント監視制御システムの分析、監視制御システム向けアプリケーションフレームワークの実現、CRT監視制御装置へのアプリケーションフレームワークの適用と、今後の監視制御システムへのオブジェクト指向技術の適用について述べる。



プラント監視制御システム構成とオブジェクト指向分析によるソフトウェア

図の左側は、一般的なプラント監視制御システムの構成である。右側は、CRT監視制御装置内部のS/Wをオブジェクト指向分析によって表現したものであり、リアルタイムデータサーバ以下のシステムをモデル化している。

1. ま え が き

1990年代のS/W開発手法の一大パラダイムとしてのオブジェクト指向方法論は、あらゆる分野において適用・実用段階に入り、S/W開発・保守のライフサイクルにおける有効性が立証されてきている。

上下水道プラント監視制御システムのS/W開発においてもオブジェクト指向技術の適用がその主流となっており、そのような中で、当社でも、主としてオフライン情報処理系のビルダ機能から順次オブジェクト指向の適用を行ってきた。

適用は当初、製作フェーズ(オブジェクト指向プログラミング)から行い、GUI(Graphical User Interface)S/W構築用C++クラスライブラリ“GhostHouse”及びこのGhostHouseをベースにしたアプリケーションS/Wの開発を行った。これにより、S/W生産性の飛躍的向上と、オブジェクト指向の特長である情報隠ぺい(蔽)、継承機能、多相性による保守容易性と品質の向上及び機能拡張性も実現されている。また、GhostHouseによって開発したアプリケーションS/Wは、エンドユーザーの対話処理によるS/W自動生成機能とカスタマイズ機能を設けており、監視グラフィック画面や帳票等の製作/編集作業の負荷軽減に寄与している。

’90年代半ばに入り、EWS(Engineering Work Station)、パソコンの処理性能の向上によるダウンサイジング化、オ

ープン化、Windows95とWindows NT普及の潮流を受けてきた。オフライン情報処理系システムのみならず、オンライン系のリアルタイム監視制御システム(CRT監視制御装置)にも、これら汎用のコンピュータの適用と高度なユーザーインターフェースが要求され、適用してきた。また、上下水道プラント監視制御システムS/W開発におけるオブジェクト指向技術の適用も、製作フェーズから分析・設計フェーズへと発展させてきた。

本稿では、上下水道プラントのオブジェクト指向分析、GUIアプリケーションS/W構築用フレームワーク“GhostHouse”, 分散型監視制御システム構築用フレームワーク“HolyGhost”について触れ、これらを適用した上下水道プラント監視制御システムと、今後の展開について述べる。

2. プラント監視制御システムへのオブジェクト指向技術の導入

この章では、上下水道プラント監視制御システムの分析を行い、プラントシステムのモデル化及びアプリケーションフレームワークの適用までの流れを述べる。

2.1 プラント監視制御システムの分析

上下水道プラントの分析に当たり、プラントの監視制御対象物のモデル化に着目することにした。図1にプラント監視制御システムをモデル化した全体図を示す。

この方式をミラーワールド方式と呼び、現実のシステム構成をEWS上のS/W内部で反転させることによってモデル化を実現している。

この方式は、プラント監視制御システムの設計において、プラントエンジニア及びシステムエンジニアからエンドユーザーに至るまで、プラントの統一したモデル化表現を提供する。

ミラーワールド方式では、設備(機器)→プロセスコントローラ→制御用ネットワーク→リアルタイムデータサーバというプラントの現在状態の伝搬ルートが、モデル部では逆の順序で、各設備/機器データモデルまで伝搬する。モデル部の各設備/機器のモデルと表示形態(ビュー)部の各

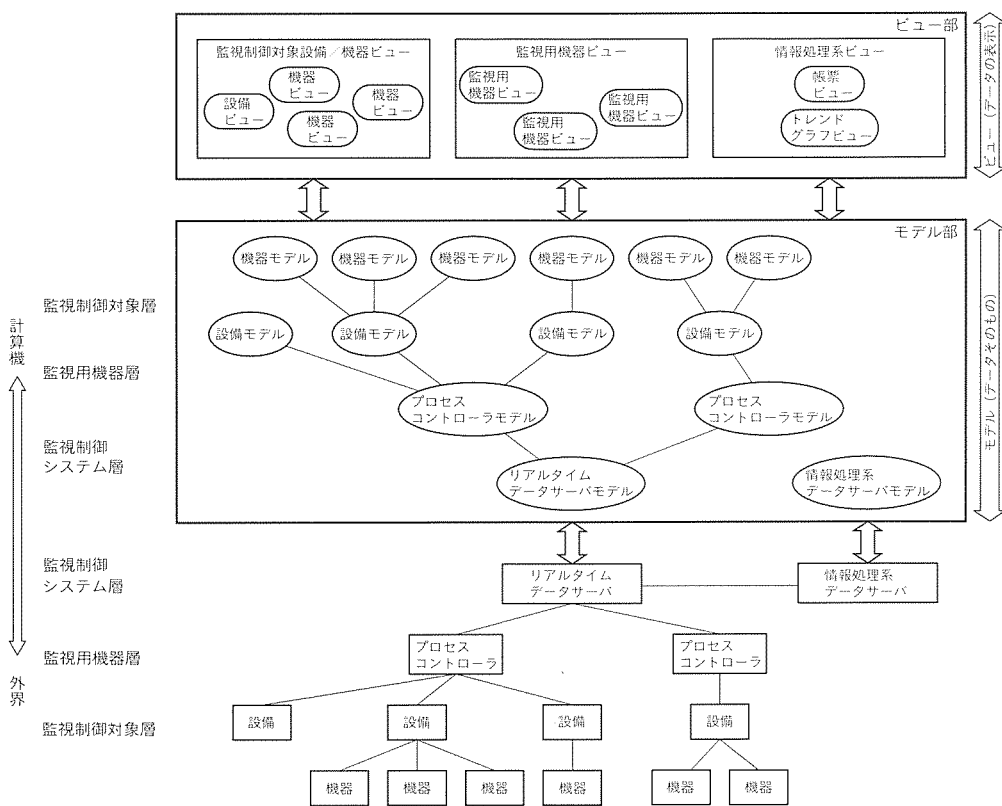


図1. プラントモデル全体図 (ミラーワールド方式)

設備／機器を表すビュー間にリンク情報を持ち、プラント状態が最終的にはビュー部の各データに反映されることになる。ユーザーによるプラントの制御オペレーションについては、これの逆順で伝搬し、最終的にプラントの各機器に達する。

このアーキテクチャにより、ビュー部は対象設備／機器を意識するだけでよく、途中経路のシステムについてはモデル部で隠蔽することが可能となる。これにより、システム構成機器の変更、システムの拡張に対して柔軟な構成をとることができる。

2.2 監視制御対象設備／機器の分析

上下水道プラントにはバルブ、ポンプ、タンク等の設備／機器があり、これらの機器は“運転状態”を表すデジタルデータ、“故障状態”を表すデジタルデータ、“計測値”を表すアナログデータ”等を持つ構造化データとしてモデル化できる。

図2にプラントの監視制御対象設備／機器のモデル化の一例を示す。

また、監視用設備／機器(制御用ネットワーク、プロセスコントローラ等)の稼働状態や故障状態を表す信号も、構造化データとしてモデル化することにより、監視対象設備／機器と同様に扱うことができる。図3に監視用設備／機器のモデル化の一例を示す。

これら構造化したモデルをビュー部とモデル部のインタフェースとするために、プラントデータスキーマ定義情報を構築する。図4はプラントデータのスキーマ定義情報である。

スキーマ定義情報は、モデル化したプラント監視制御システム上の各監視制御対象設備／機器オブジェクト、及び監視用設備／機器の集約関係を階層的に表したものであり、モデル部とビュー部のインタフェースとなる情報である。これにより、ビューからは対応するモデルがどのようなデータ構造になっているかは隠蔽されている。スキーマ定義から実際のプラントデータへの変換処理はモデル部で実現する。

2.3 監視制御システム向け

アプリケーションフレームワーク

2.1節及び2.2節の分析により、こ

れらを実現するフレームワークであるGhostHouse及びHolyGhostを開発した。ビュー部をGUIアプリケーションS/W構築用フレームワークGhostHouseで、モデル部を分散型監視制御システム構築用フレームワークHolyGhostで実現した。

GhostHouseはEWS上のGUIアプリケーションS/W構築用フレームワークであり、Smalltalk-80のMVCモデルのようなGUIプログラム全般に適用される汎用的なフレームワークではなく、公共・工業等のプラント監視制御システム向けに適用範囲をある程度限定した。しかし、プラント監視制御システム向けの高度なアプリケーション開発に適したフレームワークを提供している。これをベースに上下水道等の各種プラント特化のアプリケーションS/Wを差分プログラミングによって実現する方法を採ることで、

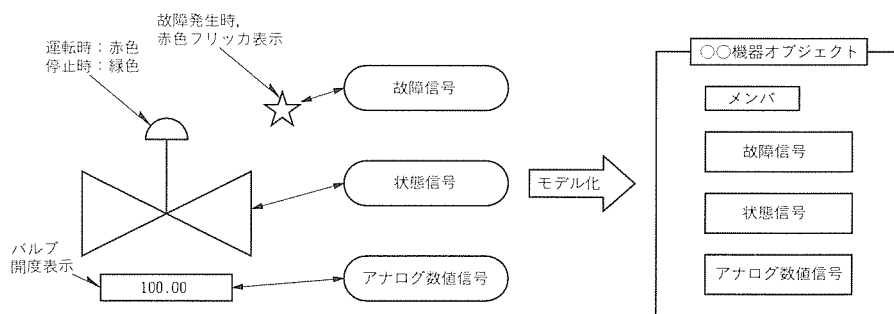


図2. プラント監視制御対象設備／機器のモデル化

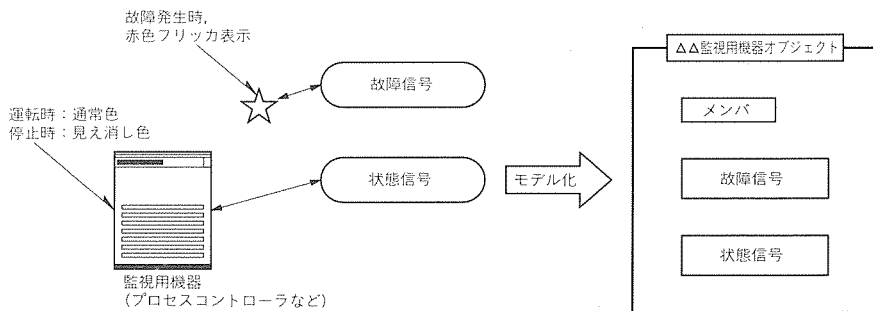


図3. プラント監視用設備／機器のモデル化

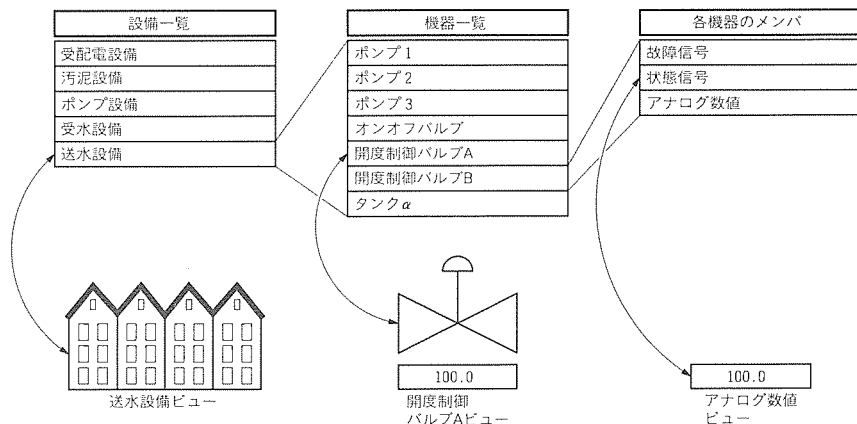


図4. プラントデータのスキーマ定義情報

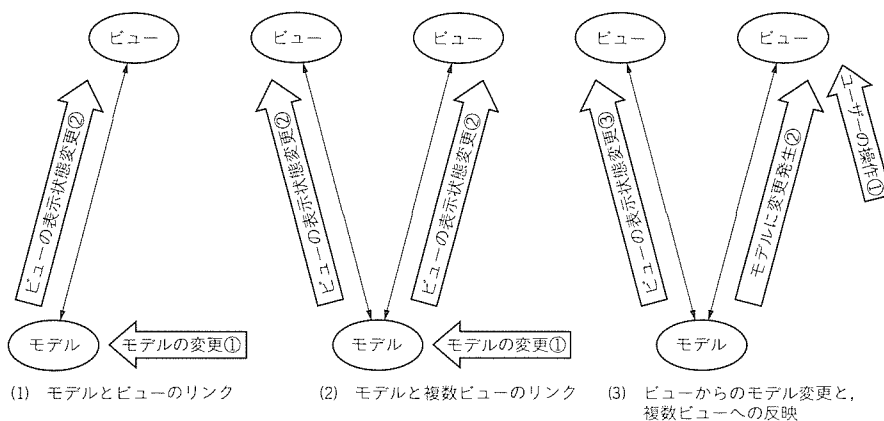


図5. モデルとビューの関係

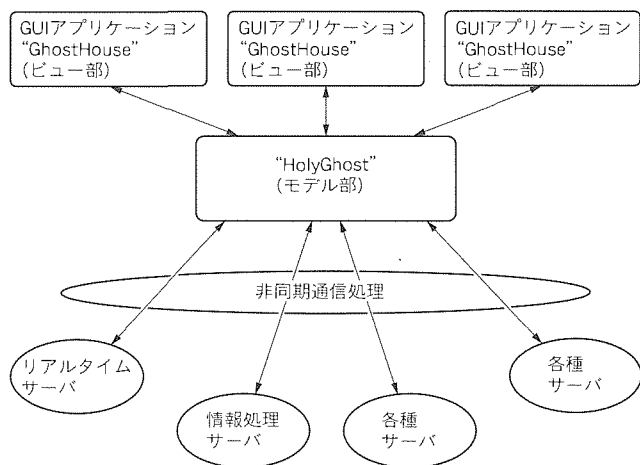


図6. HolyGhostを用いた分散システム

様々な分野対応のアプリケーションS/Wを柔軟に構築できる環境を提供している。

また、GhostHouseはモデル-ビューアーキテクチャを採用しており、モデルはGUIアプリケーションにおけるデータを保持し、データの入出力と演算処理を取り扱う。ビューは実際のGUIシステム上に様々な形式でデータを表示し、また、マウスやキーボード等からのユーザーイベント処理を取り扱う。

ビューとモデルは双方向リンクによって結合され、モデルにデータ変更が生じるとビューに通知され、通知を受けたビューはそのデータを画面上に表示する。また、ユーザーイベントによってビューの表示データが変更されると、ビューはリンク先のモデルに変更通知を行う。また一つのモデルに対して複数のビューをリンクすることが可能となっている。

これにより、あるモデル(例えば数値データ)を数値表示するビュー、バググラフを表示するビューといったGUIが構築可能となっている。これらのビューは、表示形式は異なるが、表示している内容は全く同じモデル(データ)を示している。このモデル-ビュー間リンク及び一つのモデル

の複数パターンのビューの表示により、例えばバググラフをユーザー操作で数値変更した場合には、数値表示ビューの値もリンクを通して変更されることとなる。図5にこれらのモデルとビューの関係について示す。

このリンクはオンライン実行時に動的に変更可能であり、エンドユーザーによる実行時の画面カスタマイズが可能となっている。これにより、アナログ数値データをバググラフ、指示メータ、トレンドグラフ等にオンラインでビジュアルに

変更表示する機能が実現されている。

一方、分散型監視制御システム構築用フレームワークであるHolyGhostは、モデルをベースとした分散処理システムを構築している。GhostHouseによって構築したGUIアプリケーションS/Wと外部S/Wの連携処理を取り扱っている。HolyGhostによってビューとモデル間の連携処理が実現されている。

リアルタイム監視制御システムへ適用するに当たり、リアルタイム性及び分散環境構築を実現するために、外部S/Wとの非同期通信処理のサポートも行っている。

図6はHolyGhostを用いた分散システムのイメージである。

3. CRT監視制御装置へのフレームワークの適用

この章では、2章で分析した上下水道プラント監視制御システムへのアプリケーションフレームワーク(GhostHouse及びHolyGhost)の適用例について述べる。

3.1 適用システムの構成

図7は上下水道プラント監視制御システムの全体構成図である。

このシステムにおけるCRT監視制御装置に対して、オブジェクト指向フレームワークを適用した。また、情報処理系及び運用支援系のシステムについても、今回、CRT監視制御装置からのデータアクセスを可能とするために、モデル化の対象に含めることとした。

3.2 CRT監視制御装置を実現するプロセス構成

このシステムは、2.3節で述べたアプリケーションフレームワークを使用して、図8のプロセスによって実現されている。

それぞれのプロセスの概要を以下に述べる。

(1) シンボルエディタ

設備/機器のモデル化、及びそのビューのユーザーカスタマイズを行うビルダ機能である。ここでは、モデルの定義(クラス定義)とそれに属するデータ(メンバ)、及びモデ

ルの状態によるビュー(可変シンボル)の表示パターンの定義を行う。

また、表示動作ロジック及びユーザーイベントによる可変シンボルのアクションの定義も行うことができる。さらに、このエディタで作成した可変シンボルはクラスとして登録され、継承機能の利用により、拡張シンボルとして発展させていくことが可能となっている。

図9はシンボルエディタの画面例である。

(2) スキーマ定義エディタ

設備/機器のインスタンスをモデル化(スキーマ定義)に従い、階層的に表示するエディタ機能である。図10はスキーマ定義エディタの画面例である。

(3) シートエディタ

CRT監視グラフィック画面の固定画作成、及び可変シ

ンボル(ビューオブジェクト)の割付け、定義を行うビルダ機能である。上記のシンボリエディタで作成した可変シンボルのインスタンスと、スキーマ定義エディタの設備/機器モデルのインスタンスの関連付けはここで行う。また、この関連付けにより、ランタイム系GUI(ビュー部)とランタイム系サーバ(モデル部)の関連付けが行われることになる。図11はシートエディタの画面例である。

(4) ランタイム系GUI(マンマシンマネージャ)

マンマシンマネージャは、上下水道プラント監視制御システムのオブジェクト指向分析でのビュー部に相当するGUIプロセスであり、CRT監視装置のユーザーインタフェースとなる機能である。監視グラフィック画面、速報表示、アラームガイダンスイベントリスト機能等が実装されている。

シートエディタで作成した画面を表示し、プラント監視制御を行うGUIプロセスであるが、シートエディタ機能を内部に備えており、オンライン監視状態でのグラフィック画面の編集・保存機能が実現されている。

図12はマンマシンマネージャの画面例である。

(5) ランタイム系サーバ(モデルサーバ)

モデルサーバは、上下水道プラント監視制御システムのオブジェクト指向分析でのモデル部に相当するサーバプロセスであり、EWSと外部S/Wとのインタフェースを行っている。システムのリアルタイム性と信頼性の確保のため、非同期通信処理を実現している。

また、EWS間でのプラントへの同一オペレーションの競合を防止するため、プロセス間インタロック機能も実現している。

3.3 CRT監視制御装置のオブジェクト構成

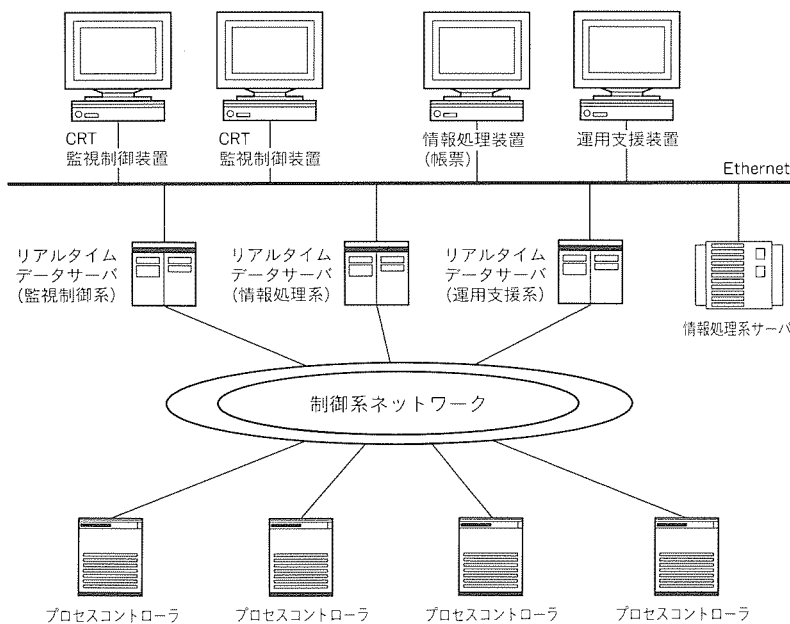


図7. 上下水道プラント監視制御システムの全体構成

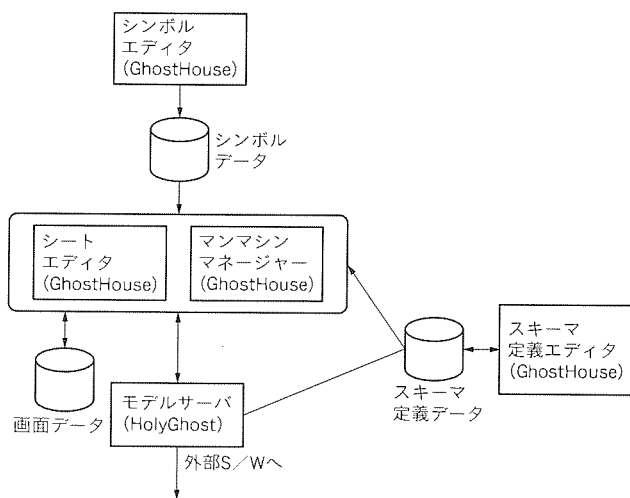


図8. CRT監視制御装置のプロセス構成

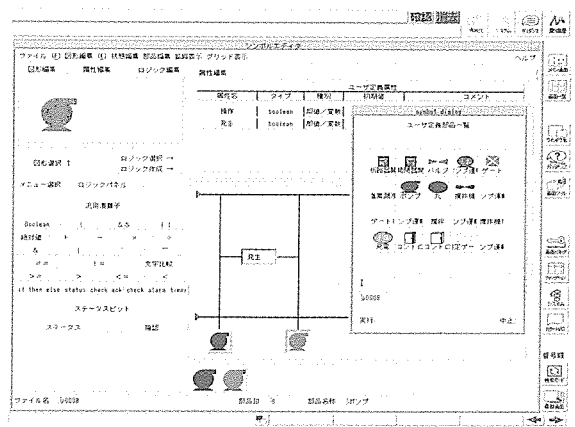


図9. シンボリエディタの画面例

図13に、GhostHouse及びHolyGhostを使用したアプリ

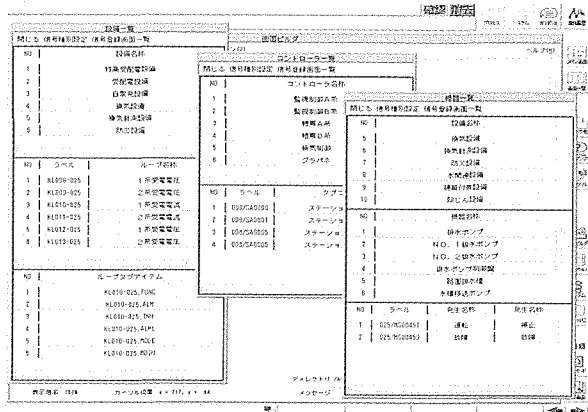


図10. スキーマ定義エディタの画面例

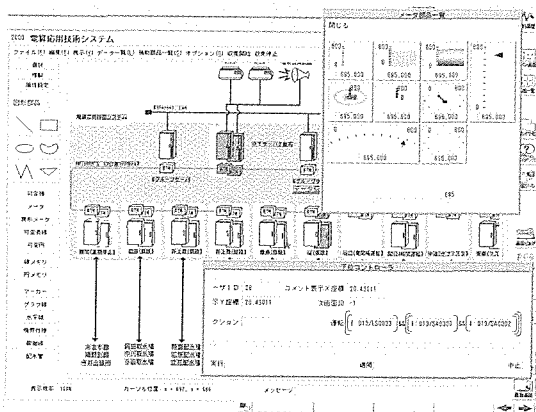


図11. シートエディタの画面例

ケーションであるマンマシンマネージャ(ビュー部)とモデルサーバ(モデル部)のオブジェクト構成を示す。

このシステムでは、ビュー部(GhostHouse)とモデル部(HolyGhost)はEWS内部の別プロセスとして実現されており、上述のGhostHouseのモデルがHolyGhost上で実現されることとなる。これにより、ビュー部内にモデルと1対1に対応するモデルエージェントというオブジェクトを設けた。

また、2章で示した設備/機器のモデル化に加えて、情報処理系及び運用支援系のサーバを監視対象としてモデル化している。これにより、監視画面上での帳票データや予測シミュレーションデータに関しても、監視制御データと統一的な取扱いが可能となった。EWSと外部とのインタフェースはすべてモデルサーバで隠蔽されており、ビュー

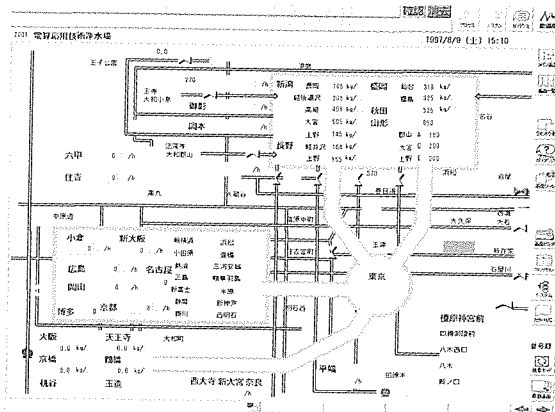


図12. マンマシンマネージャの画面例

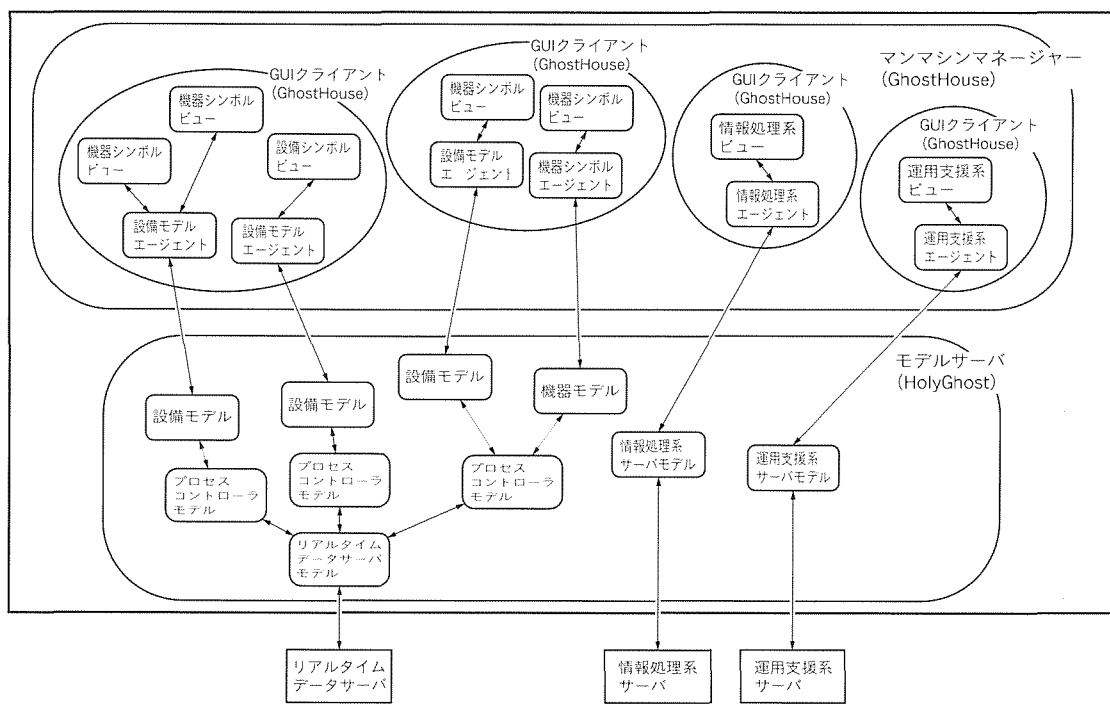


図13. CRT監視制御装置のオブジェクト構成

部(マンマシンマネージャ)では、各オブジェクトのデータ自体の所在及び通信規約等を意識することはない。

3.4 CRT監視制御装置の機能拡張

CRT監視制御装置には、デジタル信号によって表示色変化をする可変シンボルやアナログ信号の数値表示を行う可変数値フィールドだけでなく、複雑な機能やユーザーオペレーションに対応したビュー部品も存在する。

ここでは、トレンドグラフ、計装1ループコントローラ、及び表形式設定エリアの各部品のモデル化、実装について述べる。

(1) トレンドグラフ

トレンドグラフ部品は、アナログ数値フィールドビュー部品の表示形態を変更することによって実現される。機能追加項目としてはグラフのビュー部品の作成のみであり、モデル部及びモデルエージェントには一切手を加えずに実現することができる。図14にトレンドグラフビューとモデルの関係を示す。

(2) 計装1ループコントローラ

計装データは、指示値、設定値、操作禁止情報、アラ-

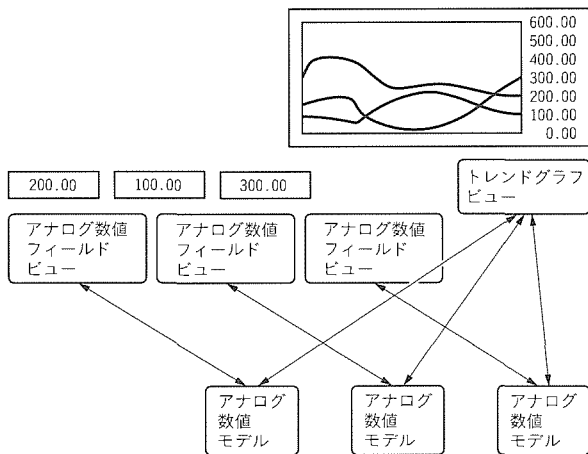


図14. トレンドグラフビューとモデルの関係

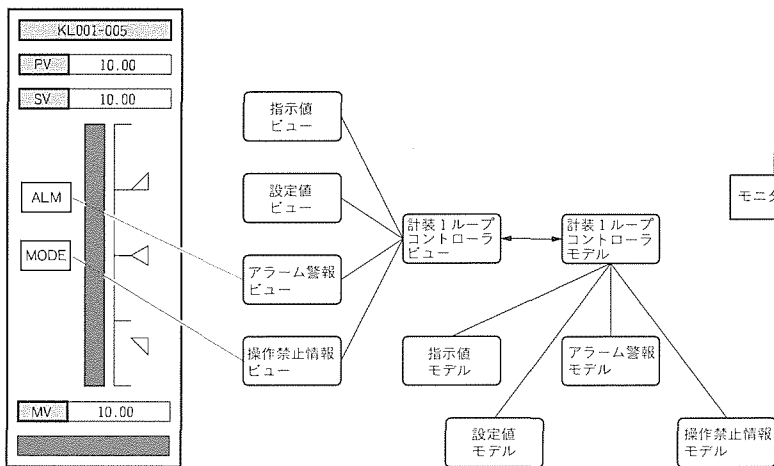


図15. 計装1ループコントローラとモデルの関係、及び1ループコントローラの派生

ム警報など多数のデータで構成されている。これらのデータを構造化し、一つの計装1ループコントローラモデルとした。

1ループコントローラを1オブジェクトとするスキーマを定義し、計装のビューとモデルとのリンクでは、1ループコントローラのインスタンスを考慮するだけでよく、その詳細データの意味及び所在についてはモデル内に隠蔽されている。基本的な機能を持つ1ループコントローラをベースクラス化することにより、追加機能を持つ様々な1ループコントローラを派生クラスとして実現することが可能となっている。

図15に、計装1ループコントローラビューとモデルの関係と、1ループコントローラの派生について示す。

(3) 表形式設定エリア部品

表形式設定エリア部品は、数値設定の操作性向上及び一括インタロック等を実現するための機能であり、配列形式のデータで構成されている。この配列又は表単位でモデル化(クラス化)を行う。これにより、配列又は表単位でのモデルとビュー間の関連付け、及びユーザーオペレーションが可能となる。この部品は、モデルを対象システムごとに拡張することにより、帳票データ、予測シミュレーションなど運用支援データの表形式表示と設定も可能となる。図16に表形式設定エリアビューとモデルの関係を示す。

4. 今後の監視制御システムへのオブジェクト指向技術の適用

4.1 データアクセス手法の統合化

CRT監視制御装置をモデル化し実装するに当たって、情報処理系及び運用支援系もモデル化の対象とした。しかし、ビュー側から見て、データが存在するデータサーバは別であるがアクセス方法が同様な場合については、モデル部において監視制御系で作成したモデル(クラス)を派生するか、又は新規モデルを構築して、これらの情報処理系等サーバに対応している。

これらのことから、対象データサーバが増加するごとにモデル部の改修が発生することになる。そこで、モデルサーバ内部にデータ格納先サーバを意識せずに統一したデータアクセスを行う機構の開発を検討している。

この開発により、スキーマ定義エディタによって割り付けられるモデルのインスタンスで自動的

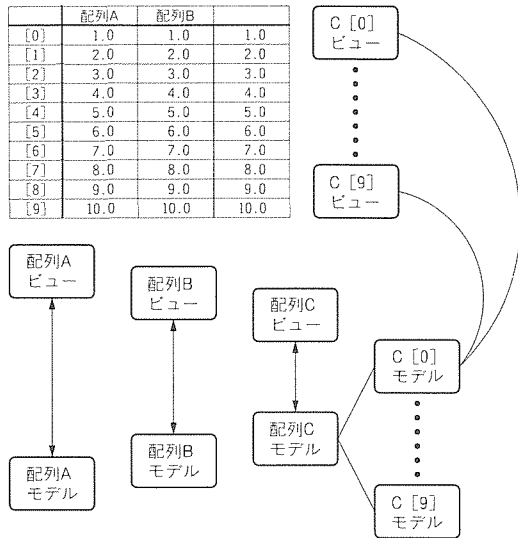


図16. 表型式設定エリアビューとモデルの関係

に相手先データサーバを判断することが可能となり、ビュー部及びモデル部共に、対象サーバを意識する必要がないシステムが実現される予定である。

4.2 プラント監視制御システムの標準化・オープン化

プラント監視制御システムの上位マンマシン系はEWS又はパソコンによって標準化が図られているが、下位伝送系の制御用ネットワーク及びプロセスコントローラは、プラントの規模によって機種が異なる場合がある。現状では、モデル部で対象システムの差異を吸収しているが、今後、ATM等を利用した次世代の制御用ネットワークの出現、オープン化による他社システムとの相互アクセス、及び広域化・マルチメディア化の動きが加速化されると考えられる。モデル部においては、標準API(Application Programming Interface)を用意しておき、新たなインタフェース追加には、ドライバS/Wの組込みによって対応するシステム構成に柔軟な監視制御システムを検討している。

4.3 マルチメディア対応

上記の4.1節及び4.2節により、データアクセス方法の統合化、下位伝送系システムに依存しない監視制御システムが構築され、相手先データサーバに依存しないシステム構築が可能となる。これにより、ITV映像、音声、文書情報

等を取り込んだマルチメディア情報データサーバへのアクセスも統一的に行えることになる。

また、プラントモデリングを、CRT監視制御系のみならず、情報処理等オフライン系、予測シミュレーション等の運用支援系、そしてプラントの設備維持管理機能にまで拡張することにより、これらの各種情報を自由に取り扱うことが可能なモデルの設計を行うことができる。

ネットワーク上に分散した各種の情報源を統一的にアクセス可能とすること、また、リアルタイム監視制御系の瞬時データから、情報処理系の過去データ、運用支援系の予測データ、設備維持管理の静的なデータをそれぞれ双方向に関連付けることにより、ハイパーメディア的な要素を持ったプラント監視制御システムを構築することができる。

5. む す び

以上、上下水道プラント監視制御システムのオブジェクト指向分析と、フレームワークの適用について述べた。今回はCRT監視制御装置へオブジェクト指向分析・設計を適用したが、今後はプラントエンジニアリング機能までを考慮したプラント監視制御システム全体についてオブジェクト指向技術によって分析・設計を行い、拡張性・信頼性に優れた、また操作性とデザイン面においてもユーザーフレンドリなシステム構築にまい(邁)進していく所存である。

参 考 文 献

- (1) 中田秀男, 北村操代, 小島泰三, 杉本 明: オブジェクト指向ライブラリGhostHouseによるUIシステム構築, 三菱電機技報, 67, No.9, 837~841 (1993)
- (2) 北村操代, 中田秀男, 杉本 明, 勝間保夫, 岡田元: 対話型システム視覚的構築用クラスライブラリ: GhostHouse(III), 情報処理学会第46回全国大会講演論文集, 6分冊, 269~276 (1993)
- (3) 小島泰三, 野里貴仁, 大崎雅代, 北村操代, 杉本明: 分散型監視制御システム構築環境(1)~(4), 情報処理学会第52回全国大会講演論文集, 4分冊, 91~98, (1996)

スポットライト ネットワーク管理装置

現在、都道府県庁を始めとする各地方自治体において、様々な防災計画が策定され、その中でも情報伝達的手段として衛星系と地上系無線を利用した防災情報通信システムが構築されています。

ネットワーク管理装置は、都道府県庁統制局に設置され、防災情報通信システムにおける防災通信業務の効率的な運用を支援することを目的としており、遠隔地の通信機器の障害情報の収集や各局間における通信回線の利用状況の把握により、ネットワーク全体を一元的に管理・制御する上で必要な情報をGUI(Graphical User Interface)環境で提供するものです。また、一斉指令といった防災通信特有の処理に対する運用管理が行える機能があり、履歴管理機能・統計処理機能を備えることで防災業務全般に関する情報提供を行うものです。

特 長

●多様な装置間インタフェース機能

この装置は防災用交換機、一斉指令制御装置、回線接続制御装置、遠方監視制御装置等の各種情報提供機器と、シリアルインタフェース(RS-232C等)、LANインタフェース、接点インタフェース等、様々なインタフェース条件の下で接続され、データの収集、解析、蓄積処理を行っています。

●機器監視制御機能

統制局・支部局・端末局等における衛星系・地上系機器の障害や状態監視を統括的に行い、効率良く運用管理が行えるように画面表示、印字出力、ブザー鳴動等の機能を充実させています。また、マウス操作による各種機器の制御を迅速に行えるよう、系統的な画面構成が組まれています。

- 回線系統図上に各局の正常、異常を表示します。
- 監視対象とする各機器の状態項目を局別に表示します。
- 回線系統図上の局ボタンのクリックによって局ごとの監視制御ウィンドウが表示され、局を構成する機器の状態表示及び対象機器に対する制御実行が可能です。
- 統制局の衛星系画像伝送(アナログ画像/デジタル準動画)に関する一括制御を行います。

●一斉指令管理機能

一斉指令制御装置から入力した一斉指令情報(指令種別、使用回線、対象局等)を基に、画面上に運用状況のリアルタイム表示を行うとともに、履歴管理を行います。また、一斉指令ごとに通達結果を自動的に印字します。

●通信管理機能

防災用交換機からのトラフィックデータを代表とした通信管理用データを基に、ディスプレイ上に通信状況の表示を行っています。また、データの算出による統計処理及び履歴管理を行い、効率的な運用をサポートしています。

●トランスポンダ利用状況の表示と履歴管理

●衛星系直通回線設定状況の表示と履歴管理

●画像伝送運用状況の履歴管理

●衛星回線(VSAT局)の回線稼働率の算出

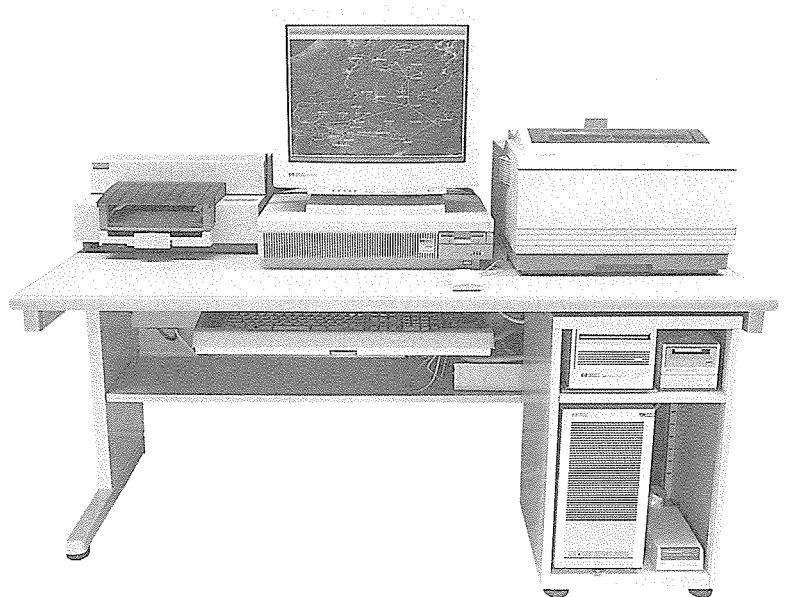
●通話状況(通話回数、通話時間等)の履歴管理、統計処理

●強制切断機能

この装置から、衛星系の個別通信用チャンネルに対し、チャンネルごとに強制切断制御を行うことが可能です。

●その他の運用サポート機能

- データ処理機能として、データのハードディスクへの長期保存、画面のハードコピー、保守設定機能、エラー処理機能等を持っています。
- ネットワーク作動状況画面データをRGB信号で映像収集配信装置へ出力する機能を持っています。
- リモートメンテナンス機能として、保守用端末での遠隔操作によってこの装置の作動状況を監視できます。





特許と新案 * * *

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 特許センター

0120-787-200

可逆回転式圧縮機及び可逆冷凍サイクル (米国特許 第5,522,235号, 特開平6-193574号)

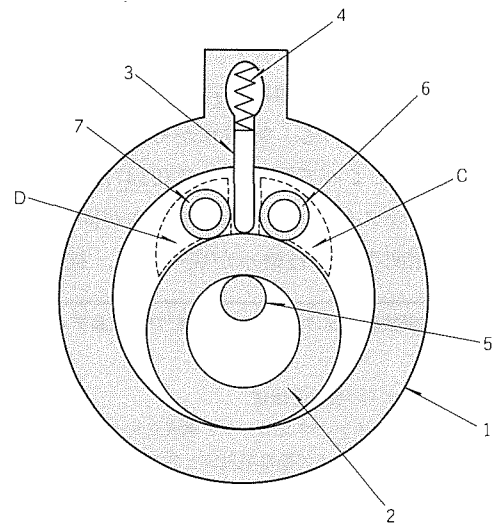
発明者 松岡文雄, 山崎起助, 手塚典文, 望月哲哉, 田辺義浩
吐出工程と並行して吸入工程が開始される。

この発明は、正逆両方向に回転可能な圧縮機を使用した、四方弁の不要な冷凍サイクルに関するものである。

従来の可逆冷凍サイクル用回転式圧縮機は弁機構を備えており、工作性が悪く、価格が高い問題があった。

この発明はこの問題点を解消するためになされたもので、図に実施例の断面図を示す。シリンダ(1)の内周面とローリングピストン(2)の外周面との間に、ローリングピストン(2)が上死点で閉鎖され下死点で開く領域にスライドベーン(3)を挟んで対象な吐吸ポート(C), (D)が設けられ、それぞれ冷媒管(6), (7)に連結されている。図の状態では、ローリングピストン(2)が下死点にあり、冷媒管(6)と吐吸ポート(C)は全開で、冷媒が供給される。時計方向回転に伴って冷媒管(6)は閉鎖され始め、上死点で吸入工程は完了する。更に回転すると、冷媒管(7)が開口され始め、下死点に至ると冷媒管(7)と吐吸ポート(D)は全開され、冷媒は吐出される。更に回転すると、冷媒管(7)は閉鎖され始め、上死点に至ると、冷媒管(7)と吐吸ポート(D)は閉鎖され、吐出工程が完了する。また、冷媒が吐出され始めると同時に、冷媒管(7)は開口され始め、吐吸ポート(C)に冷媒が供給され、

このように、スライドベーン(3)を挟んで吐吸ポート(C)と(D)が連通することなく、連続的に吸入・圧縮が行われる。また、実施例は左右対称なことから、可逆回転式圧縮機の機能も果たすことが示される。



CVD法による酸化物系誘電体薄膜の製法 (米国特許 第5,372,850号, 特開平5-299365号)

発明者 内川英興, 松野 繁, 木ノ内伸一, 本多俊久, 黒岩丈晴, 渡井久男, 檜垣孝志

この発明は、誘電体メモリ等に用いる酸化物系誘電体薄膜の化学気相成長(CVD)法による製法に関するものである。

従来のこの種の方法では、酸化物系誘電体を生成する原料の気化性及び高温における安定性が良くないので、組成制御が困難で、良好な特性を持つ誘電体薄膜の安定製造ができないという大きな問題があった。

この発明は、従来の欠点を解消するためになされたもので、この発明のCVD法による酸化物誘電体薄膜の製法は、金属原子が酸素原子を介して有機基と結合した原料化合物の気化工程及び輸送工程の少なくとも一方の工程において、原料化合物に沸点100℃以下の有機溶剤の蒸気を接触させるものである。これにより、ある種の低沸点の付加体が形

成され、低温加熱においてもその気化性が良好になり、かつ気化物の安定性を高めて反応部へ送り込むことを可能にする働きをしていると考えられる。

この発明による実施例と、同様の原料及び反応条件を用いるが有機溶剤の混入を行わない従来の方法(比較例)の結果を表に示す。この発明によると、加熱温度を従来法より低くしても、1/3以下の膜厚で、リーク電流を1/50以下に抑えることができる。

	結晶軸配向性	SiO ₂ 換算膜厚 (nm)	比誘電率	リーク電流密度 (A/cm ²)
実施例	a軸	0.99	230	1.6×10 ⁻⁸
比較例	a軸	3.62	210	8.8×10 ⁻⁷



特許と新案***

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 特許センター

0120-787-200

微生物類の自動観察装置 (特許 第1871216号, 特公平3-53907号)

発明者 小沢建樹, 四元初男, 竹山 哲

この発明は、下水処理の微生物の状態など液中の微生物の自然状態を、オンラインで自動的に観察する装置に関するものである。

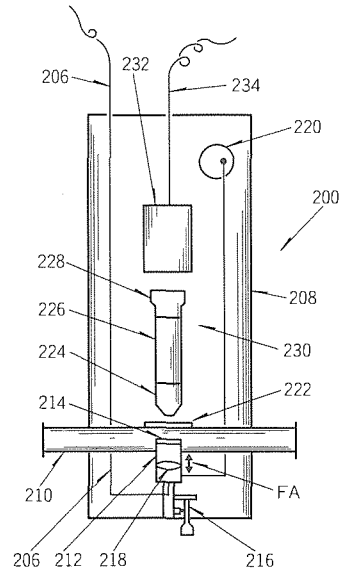
従来のこの種の装置は、動いている微生物を光学的に静止させるため、ストロボランプを照明に使用していた。このため、特別な装置を必要とし、十分な画質を得ることができなかった。

この発明はこの点を考慮してなされたもので、図にこの発明による被検水センサを示す。通液部(210)の中央にプランジャ(212)によって矢印FA方向に上下可動な透明ガラス(214)が設けられている。被検水がセンサに送られると、プランジャ(212)によって透明ガラス(214)が上方に移動され、他の透明ガラス(222)との間に被検水が固定される。

次に、別途照明手段で被検水が照明され、被検水中に含

まれる微生物などの固定画像が拡大光学系(230)によって拡大され、ビデオカメラ(232)で撮像される。

以上のように、この発明による微生物類の自動観察装置によれば、被検水を固定して観察するので、通常連続光による照明によって良質な画像を再生できるとともに、保守管理も簡易化される効果がある。



<次号予定> 三菱電機技報 Vol.71 No.12 特集「TFT液晶ディスプレイ/光・マイクロ波デバイス/パワーデバイス」

特集論文

- TFT液晶ディスプレイの現状と展望
- DVD-RAM用高出力半導体レーザ
- 泗水工場TFT-LCDラインのコンセプトと垂直立ち上げ
- ファイバンプ動起用0.98μm高出力半導体レーザ
- 泗水工場TFT-LCDラインでの静電気制御と狭幅ガラス切断技術
- 3V動作GSM-IV用高出力AlGaAs/GaAs HBT
- ノート型パソコンシステムの低EMI化技術
- Ka帯超低雑音MMIC増幅器
- TFT-LCD画素最適設計技術 — 遮光パターン —
- 21世紀に向けたパワーデバイス技術
- モニタ用途広視野角LCD
- 高耐圧・大容量GCTサイリスタとその応用
- 15.1型XGA液晶搭載モニタ
- 超小型DIP-IMP
- 光・マイクロ波デバイスの現状と展望
- 小型・高性能半導体容量式加速度センサ

<訂正のお知らせ> 次のとおり訂正するとともにお詫びいたします。

Vol.71 No.10 86ページ スポットライト「三菱電機新縮小形72/84kV GIS, 120/144kV GIS」写真の説明(下から1行目)
誤 (左から, 120/144kV GIS, 72/84kV GIS) → 正 (72/84kV GIS)

<p>三菱電機技報編集委員</p> <p>委員長 鈴木 新</p> <p>委員 永田 謙蔵 河内 浩明 宇治 資正 内藤 明彦 岩泉 和巳 山本 延夫 小林 保雄 前田 信吾 畑谷 正雄 才田 敏和 鈴木 軍士郎 鳥取 浩 井上 誠也</p> <p>幹事 門田 光司</p> <p>11月号特集担当 前田 和男</p>	<p>三菱電機技報71巻11号</p> <p>(無断転載を禁ず)</p> <p>1997年11月22日 印刷 1997年11月25日 発行</p> <p>編集兼発行人 小林 保雄</p> <p>印刷所 千葉県市川市塩浜三丁目12番地 (〒272-01) 菱電印刷株式会社</p> <p>発行所 東京都港区新橋六丁目4番地9号 北海ビル新橋 (〒105) 三菱電機エンジニアリング株式会社内 「三菱電機技報社」Tel. (03) 3437局2692</p> <p>発売元 東京都千代田区神田錦町三丁目1番地 (〒101) 株式会社 オーム社 Tel. (03) 3233局0641(代), 振替口座東京6-20018</p> <p>定価 1部735円(本体700円) 送料別</p>
---	--

設備台帳管理システム“GX-5000”は、下水道の管路・管きょ(渠)の管理に必要な情報を、地図情報を基に、管理するシステムです。

地図情報として、地形・道路・建物はイメージデータとして保管し、管路・管渠、弁・マンホール等の上下水の設備はベクトルデータとして保管し、両者を位置的に管理します。設備に関する情報(台帳、図面など)は、地図情報と関連付けて管理し、地図上から検索したり、設備情報から地図情報を検索することができます。

設備台帳管理システムにより、上下水道の建設・保全関連業務に関する情報を容易にタイムリーに利用・更新・保管することが可能となり、業務の質の向上とともに、効率化を実現します。

特 長

1. 低コストの実現

●パソコンの利用

検索端末はもちろん、サーバもパソコンを使用します。

●簡単かつ低コストの地図入力

既存の図面・台帳をそのままイメージスキャナで入力でき、コピー感覚の容易さで、少ない入力コストと短い期間でシステムを立ち上げることができます。

2. 優れた操作性

●だれもがすぐに使いこなせる親切設計

基本的な操作や主要なデータの呼出しは、Windowsの操作に準拠し、画面上のアイコンやコマンドをマウスで選択するだけで行えます。

●地図・台帳の高速表示

地図・台帳の検索/表示はわずか1秒以内で行い、地図のスクロール、表示スケール変更もスピーディに行い、作業のスピードアップに貢献します。

●多機能な検索処理

地図情報と設備情報との関連付けは、設備の性質や入力予算に応じて、仮想メッシュリンク又はベクトルシンボルリンクから選択できます。

3. 情報の有効活用

●イメージデータの有効利用

イメージデータで保管している地図・台

帳等の一部分のデータをパソコン上のワープロソフトウェア等に渡し、報告書等の作成に利用することができます。

●設備属性データの有効利用

設備の属性データ(例えば、管路の口径など)をパソコン上の表計算ソフトウェア等に渡して、解析や積算などに利用することができます。

4. 幅広い拡張性

●利用目的に応じた柔軟なシステム構築

利用目的に応じて、スタンドアロンシステムから分散ネットワークシステムを構築することができます。

●大容量光磁気ディスクオートチェンジャの利用

大量のデータを保管するために、大容量の光磁気ディスクオートチェンジャを接続することができます。

●A1サイズ図面の対応

A1判サイズまでの図面を取り扱うことができます。

●他のシステムとの接続

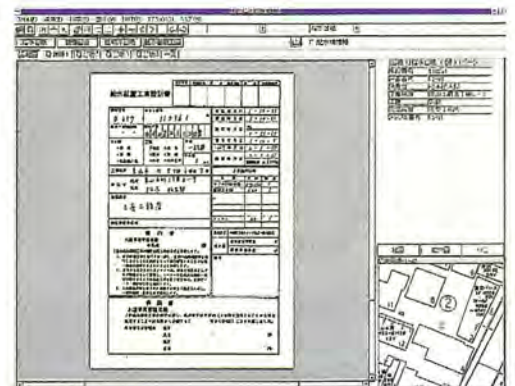
料金計算システムや積算システム等の既存のシステムと接続し、より広範囲な業務改善を支援することができます。



GX-5000の外観



地図検索/表示画面



台帳検索/表示画面

スポットライト 双方向マルチ大画面システム

最近の中央監視室では、複数の50~70インチの大画面をすきまなく組み合わせて一つのマルチ大画面を構成し、プラント監視画面、ITVカメラの映像等を表示するマルチ大画面システムが適用されることが多くなっています。

三菱電機では、マルチ大画面を一つの高解像度(複数画面分の解像度)の画面として扱い、手元CRT装置と組み合わせた新しい大画面システムを開発しました。

特 長

●スクリーンにまたがるウィンドウ表示

大画面サーバが大画面システム全体を制御することにより、スクリーンにまたがるウィンドウ表示やマルチ大画面内でのウィンドウの自由な移動が可能です。

●大画面操作

従来の大画面装置は表示のみでしたが、双方向マルチ大画面システムでは、手元CRTのマウスカーソルを大画面に移動させ、大画面上でのカーソル操作によって、画面切換えとウィンドウ呼出しが可能です。また、複数の手元CRTからの操作が可能なマルチカーソルになっています。

●大画面と手元CRT間の双方向情報伝送

従来の大画面装置にはない機能であり、複数のオペレータが共有したい画面を手元CRTから大画面に表示したり、大画面にウィンドウ表示した詳細画面又は関連画面を手元CRTに表示することが可能です。

効 果

●監視作業の効率化

複数のCRTやITVモニタなどが異なった場所にある場合、オペレータは各端末の前に移動する必要がありましたが、大画面にその情報を表示することにより、どこからでも必要な情報の監視を行うことができます。

●迅速かつ適切な判断の支援

関連する複数の情報を大画面に同時に表示することにより、迅速かつ適切な判断を支援することができます。

●業務引継ぎの効率化

業務引継ぎ等の打合せ時に、現状のプラント状態、故障履歴、引継ぎ内容等を表示することによって、引継ぎ作業の効率化を図ることができます。

●見学者に対するアピール向上

見学者に対して視覚的なアピール効果があり、上下水道システムという社会インフラに対する認識を高めることができます。

双方向マルチ大画面システムの適用例

●上水道分野

広域な管網の圧力調整時に、複数ポイントの圧力データを見合わせながら各圧力調節バルブの操作や判断を行うような、複数のオペレータによる連携・協調作業をサポートします。

●下水道分野

豪雨の際、気象情報、ITV映像等を同時に見ながらポンプ設備や流入設備等の運転操作と判断を行うような、緊急時の連携・協調作業をバックアップします。



大画面システムによるプラント監視

小規模公共プラント用監視制御システム“MACTUS300SR”の基本システムは、制御用システムバス“MELSEC-NET/10”上に、監視装置“MACTUS350SR/360SR/370SR”と制御装置“MACTUS330SR/330A”や遠隔通信装置“MACTUS-DAS”を接続したシステムです。

オープンアーキテクチャを採用し、容易なデータ解析と維持管理の更なる向上を追求し、場内・場外設備の効率的情報収集が可能な伝送広域化システムにも対応しています。これにより、従来の監視制御の枠を超えたアプローチが容易に行えるシステムとなっています。

特長

1. コストパフォーマンスの良さ

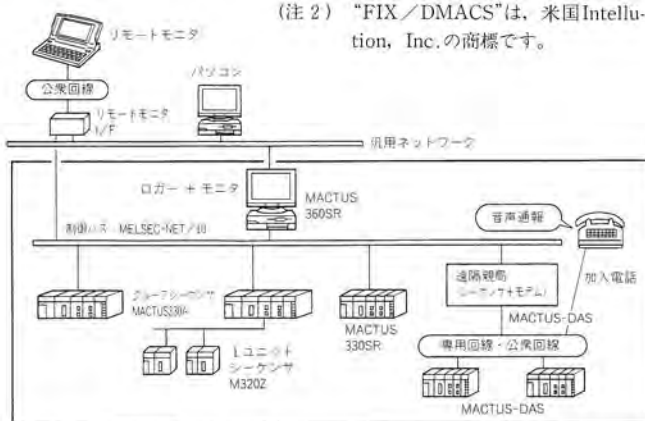
- 工業用パソコンとグループシーケンサの使用により、規模に応じた安価なシステム構築が可能となっています。
- グループコントローラMACTUS330SRでは、従来別の装置で実現してきたシーケンス制御とループ制御を、1台のコントローラで実現しました。

2. 使いやすく拡張性に優れた操作環境

- 監視装置はWindows NT^(注1)をベースに構築しているので、市販ソフトウェアとのリンクも容易です。
- グラフィック画面にはFIX/DMACS^(注2)を採用してお

(注1) “Windows NT”“Excel”は、米国Microsoft Corp.の商標です。

(注2) “FIX/DMACS”は、米国Intellution, Inc.の商標です。



MACTUS300SR システム構成

り、従来の監視装置では表現できなかった複雑な図形や多彩な色、アニメーション効果や三次元表現を可能としています。

- また、帳票はExcel^(注1)をベースに構築し、複雑な操作を覚えることなく操作できる環境が実現されています。
- 監視装置をサーバとして、情報系のLAN経由で事務所等のパソコンとの間でクライアント/サーバシステムを構築することも可能です。

3. 高信頼性・高速性を実現

- 高信頼性を実現するために、監視装置、制御装置のハードウェアを強化しております。
- MACTUS330SRでは、ネットワーク、CPU、電源の二重化が可能です。また、CPUには、シーケンス制御用のメインプロセッサに加えて、演算制御用のプロセッサを実装しました。

4. 遠隔監視

- プラントの省力化や夜間無人化等を支援する様々な広域監視制御装置と接続可能です。
- モデム内蔵シーケンサであるMACTUS-DASでは、専用回線や公衆回線を利用して、処理場とは離れたポンプ場の監視制御を行うことができ、音声通報機能を追加することも可能です。
- また、リモートモニタ装置では、遠隔地から公衆回線を利用してプラントに電話回線接続を行い、プロセスデータ等をグラフィカルな画面で監視することができます。
- MACTUS-DASの音声通報装置とリモートモニタ装置の併用で、効果的なりモート監視を行うことが可能です。



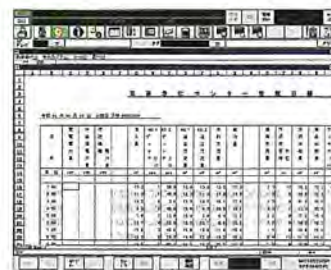
MACTUS330A



MACTUS360SR本体



MACTUS360SRのグラフィック画面



MACTUS360SRの帳票データ表示画面