

多機能コントロールセンタの開発と分散制御システムへの応用

末光 修(すえみつ おさむ)

中原 泰男(なかはら やすお)

福島 正人(ふくしま まさと)

① まえがき

プロセス制御における近況は、コンピュータの導入により、多くの情報量を蓄積・処理し、管理面に貢献するとともに、制御の最適化を実現できるようになった。制御面では、ローカルステーションの導入により、高度な機能を容易に達成するとともに、伝送技術によりコンピュータへの情報の提供を容易にしている。

しかし、エネルギー制御盤や、現場操作盤とローカルステーション間の情報伝送については、従来のシステムでは配線方式などの制約が依然としてあり、せっかくのシステムの保守性、拡張性、経済性の効果の限界となっている。

また、近年、安全管理のための予防保全や故障診断技術が開発されているが、そのためには現場側の情報をより多く経済的に収集する必要がある。

多機能コントロールセンタは、これらのニーズにこたえるために開発したもので、プラントの安定運用を考慮し、徹底した分散制御と集中監視を実現したものである。以下にその内容と適用例を紹介する。

② 新制御システムの概要と特長

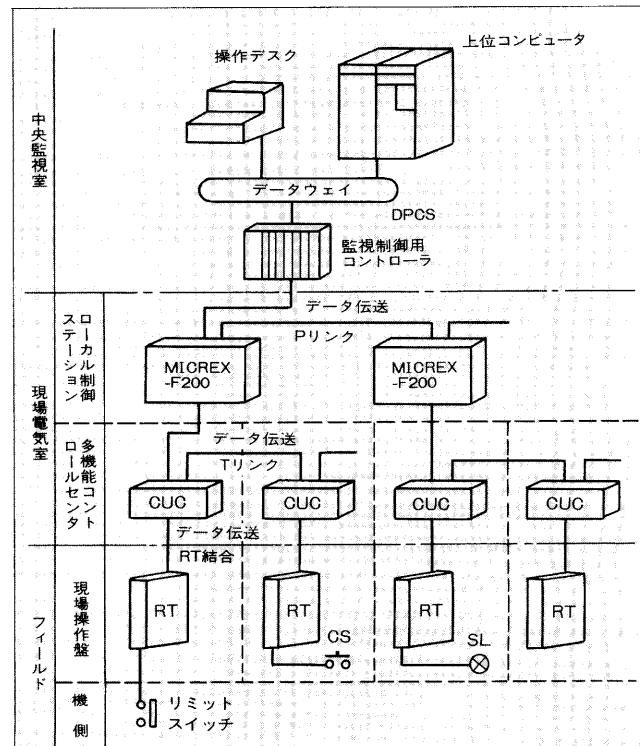
2.1 システムの概要

新制御システムは、コントロールセンタの各ユニットにプログラマブルコントローラ(PC)を収納してコントロールセンタの高機能化を行い、現場電気室レベルでの分散制御によるプラントの高信頼性と、制御装置間をシリアルデータ伝送で接続して外線ケーブルの削減を図っている。図1に新制御システムの構成例を示す。

2.1.1 ローカル制御ステーション

ローカル制御ステーションは内部に富士電機の汎用シーケンサであるMICREX-Fシリーズを収納し、その伝送機能の一つであるターミナル間ネットワーク(Tリンク)を経由して最大50台のコンパクトユニットコントローラ(CUC)と結合させ、全体を統括する運動・自動制御を行う。

図1 新制御システムの構成例



2.1.2 多機能コントロールセンタ

多機能コントロールセンタ(SM1200-CUC)は、新制御システムの核として位置付けられている。CUCはコントロールセンタの各ユニットに収納され、上位及び下位とのデータ伝送機能と、各ユニットでの単独運転制御・操作を行う。また、本ユニットだけでもユニット本体、あるいは現場操作盤からの運転操作ができる。

更に各ユニットは富士電機のSM1200形コントロールセンタと互換性のある設計としており、増設・改造に対応しやすい構造としている。

2.1.3 現場操作盤

現場操作盤はCUCの入出力装置であるリモートターミナル(RT)を収納している。RTは機側からのリミットスイッチや、現場操作盤の操作・表示信号などと接続し、CUC

末光 修

昭和33年入社。上下水道設備などのシステム設計、マイクロコンピュータ応用品のソフトウェア開発に従事。現在、計装制御統括部プラントエンジニアリング部課長。



中原 泰男

昭和49年入社。上下水道用電気設備のシステム設計に従事。現在、計装制御統括部水処理技術第二部課長補佐。



福島 正人

昭和55年入社。上下水道、公共設備のシステム設計、マイクロコンピュータ応用品のソフトウェア開発に従事。現在、計装制御統括部プラントエンジニアリング部。



表1 制御システムの比較

項目	従来のPC使用システム	新制御システム	新制御システムのメリット
制御機能	<ul style="list-style-type: none"> ・コントロールセンタ 電気的保護 	<ul style="list-style-type: none"> ・多機能コントロールセンタ (CUC内蔵) 電気的保護 手動・単独制御 	<ul style="list-style-type: none"> ・各制御装置の機能を完全に分割しており、異常時の波及度を最小限に押さえ、安定した運用ができる。 ①PC異常時の単独運転確保 ②CUC異常時に他のCUCへの波及をなくす
	<ul style="list-style-type: none"> ・PC盤、リレー盤、I/O盤 手動・単独制御 自動・連動制御 	<ul style="list-style-type: none"> ・ローカル制御ステーション 自動・連動制御 	
PCインターフェース	<ul style="list-style-type: none"> ・現場操作盤 操作・表示 	<ul style="list-style-type: none"> ・現場操作盤 (RT収納) 操作・表示 	<ul style="list-style-type: none"> ・制御盤の面数を大幅に削減
信号ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> ・機側の信号は制御盤へ多心ケーブルで接続される。 ・各盤間はすべて多心ケーブルで接続される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・機側の信号は現場操作盤へ多心ケーブルで接続される。 ・各盤間はすべてデジタルデータ伝送で接続。 	<ul style="list-style-type: none"> ・多心ケーブルが一对の伝送ケーブルに置き換わるので経済的にプラント設計ができる。 ・シリアルデータ伝送の採用により多量の情報が収集でき、きめ細かい監視ができる。 ・機側の信号が増えても各盤間の伝送ケーブルの増設が不要である。

との間で一对の伝送ケーブルによるデータ伝送を1対1の対向で行う。これにより、フィールドと電気室間のケーブルの大幅な削減を実現した。

2.2 従来システムとの比較

従来のPCを使用したシステムと、新制御システムの比較、及び新制御システムのメリットを表1に示す。

2.3 新制御システムの特長

新制御システムは、最近のユーザー志向である使いやすさを第一に考え、監視・操作性、信頼性、拡張性、経済性、保守性の向上を目的として設計されており、以下の特長を持っている。

2.3.1 監視・操作性

本システムの使いやすさとして、末端の情報を残らず監視する機能と将来への容易な対応があげられる。

すべての装置間にデータ伝送を使用しているため、多量の情報を一对のケーブルで伝送でき、中央での監視機能を経済性を損なうことなく従来以上にきめ細かく設計できる。したがって、従来は現場でしか確認できなかった内容が中央監視装置で容易に判断できるようになった。これにより、刻々と変化するプラントの状態に対し、迅速な処置が行え、安定運用に大きく貢献している。

更に将来への対応として、次のような機能を付加できるシステム設計を行っている。

- (1) 予防保全ガイダンス
- (2) 異常時の処置の詳細指示ガイダンス
- (3) メンテナンス時期ガイダンス
- (4) オペレータ操作指示ガイダンス

2.3.2 信頼性

新制御システムではプラント全体の信頼性を向上させるため、プラント制御の最小単位であるコントロールセンタの各ユニットにそれぞれ専用のPCとしてCUCを開発し、負荷の運転制御・表示機能を付加した。この結果、連動・

自動運転はローカル制御ステーションで行い、単独・手動制御は多機能コントロールセンタで行うよう、明確に機能を分担させた。また、ローカル制御ステーションが異常であれば、多機能コントロールセンタに収納したCUCによりバックアップ運転制御を行い、プラントの機能を最大限維持できるようにした。更にCUCの異常時も他のCUCに影響を与えないよう、異常の波及度を最小限に抑える設計としている。

また、ローカル制御ステーションに収納したMICREXFは、制御電源から制御機能まで、すべてを二重化した完全なバックアップシステムが構築できる。

本システムではすべてのデータ伝送に、電気と光の両伝送方式が使用でき、雷害などのノイズ環境の悪い地域での使用にも十分な配慮をしている。

2.3.3 拡張性・経済性

新制御システムは、データ伝送を採用した結果、プラントの増設・改造には一对のケーブルを必要に応じて布設するだけで接続でき、従来の電気工事に比べ優れた拡張性と経済性を持っている。

また、制御回路をすべてプログラム化しているため、変更が容易であり、増設・改造が短期間でできる。

更に、本システムは設備規模に関係なく導入できるフレキシブルなシステム構成としている。したがって、小規模から大規模まで導入でき、将来の拡張にも無駄のないシステム構成が実現できる。更に、今後ますます増大する設備のリプレースに対し、ごく短時間の停電で設備の更新ができ、大きなメリットとなっている。

2.3.4 保守性

各制御装置はそれぞれRAS機能を持っており、異常があった場合は各装置の表示と上位への警報が行え、容易に判断できる設計とした。異常時は、他の装置が運転中であってもその装置を各ユニット単位で交換でき、復旧時間の短縮を実現した。

また、本システムでは制御リレーをなくし、制御装置を

小形・高機能化した。そのため、従来より細部にわたるプラントの状態監視ができ、保守性の向上が図れた。

更にCUCには、プラントの運用方法の変更に迅速な対応ができるよう、制御モード切換スイッチを内蔵した。従来は運用方法を変更することに各装置の改造・試験が行われ、プラントの停止時間が多く費やされていたものを、このスイッチの操作で対応することにより、最短の停止時間での変更が可能となった。

2.4 仕様と構造

多機能コントロールセンタは、従来のものと互換性を持った構造としている。多機能コントロールセンタの外観を図2に、各ユニットの外観を図3に示す。

各ユニットに収納しているCUCは、マイクロコンピュータを内蔵した超小形シーケンサで、基本部、ユーザープログラム部、Tリンク伝送制御部、RT結合伝送制御部、外部インターフェース部、各種設定部から構成されている。CUC内部ブロック図を図4に示す。

現場操作盤に収納された RT は、図 4 に示すように伝送制御部、RT 結合部、外部インターフェース部から構成されて

図2 多機能コントロールセンタ外観

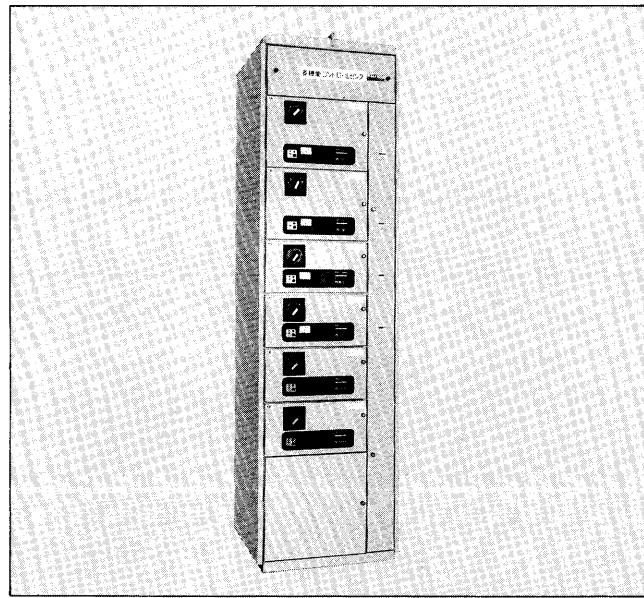
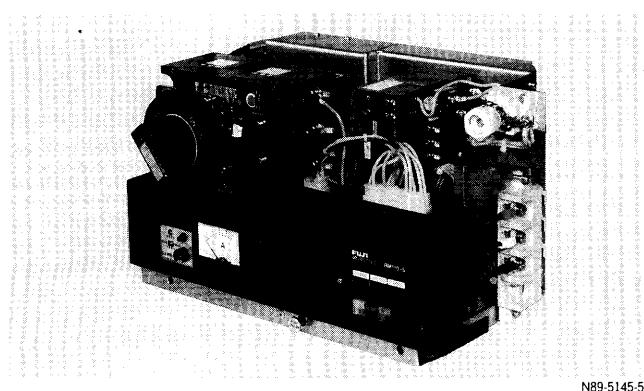


図3 多機能コントロールセンタのユニット外観



いる。CUC と RT の外観を図 5 に、RT を収納した現場操作盤の内部を図 6 に示す。

今回開発した CUC と RT, 並びに MICREX-F の一般仕様を表 2 に, 基本仕様を表 3 に, また, P リンク, T リンク, RT 結合の各伝送仕様を表 4 に示す。

図 4 CUC, RT の内部ブロック図

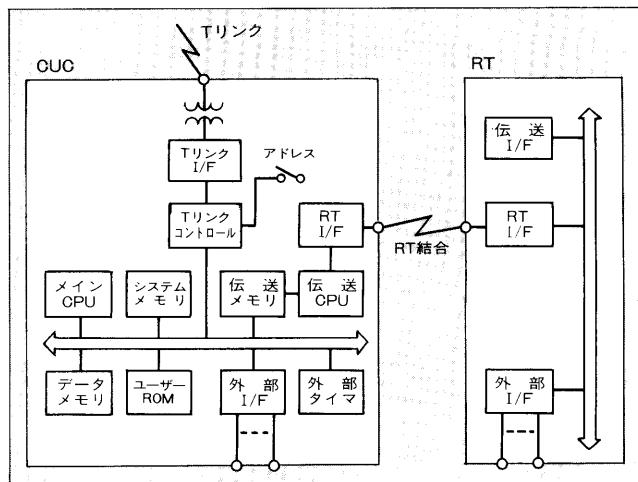


図 5 CUC, RT 外観

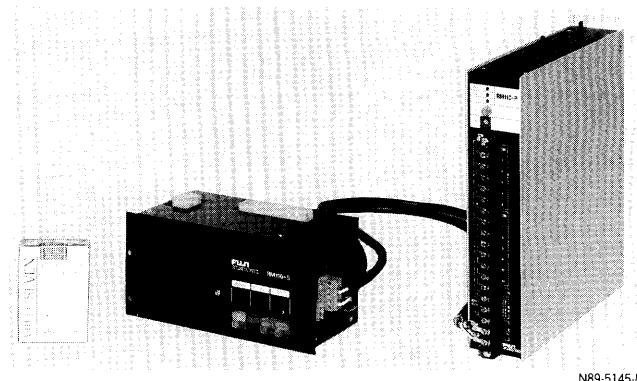
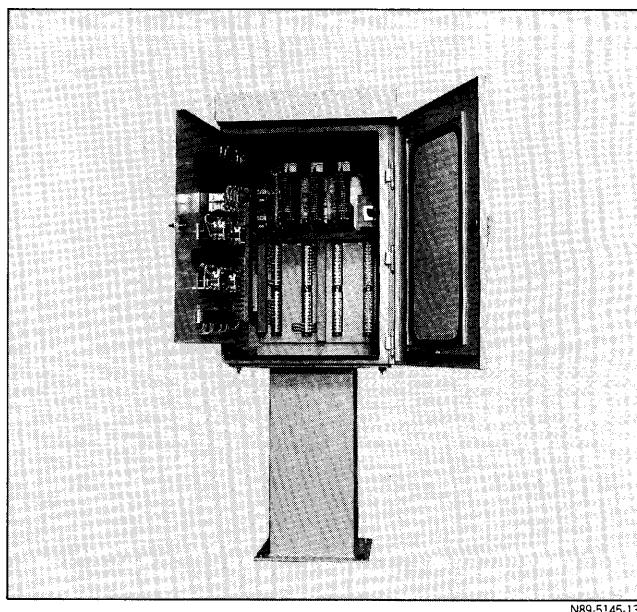


図 6 現場操作盤内部



③ 適用例

新制御システムは、プロセス制御を行うすべてのプラントに適用できるが、本章では水処理分野を例にとり、小規模から大規模な設備までの適用例を示す。

水処理分野では本システムを FALONET (Fuji Aqua Local NETwork) と呼んでいる。また、既に多くの納入実績のある中央監視制御システムとして FAINS (Fuji Aqua INformation System) シリーズがある。

FALONET は FAINS シリーズと接続することにより、プラントの分散制御と集中監視をより高度に実現するものである。

水処理設備は公共設備として高い信頼性を要求されている。つまり、重要負荷を有する設備や公共性を重視する設

表 2 一般仕様

項目	MICREX-F	CUC, RT
電源電圧	AC100/110V又はAC200/220V ^{+10%} _{-15%}	
電源周波数	50/60Hz	
許容瞬停時間	10ms	20ms
使用周囲温度	0~55°C	-10~55°C(CUCは0~55°C)
周囲湿度	20~90%RH(結露なきこと)	10~90%RH(結露なきこと)
耐ノイズ	ノイズシミュレータによる1,000V p-p立ち上がり1nsパルス、パルス幅1μs	
耐電圧	AC1,500V,1分間	

備においては、万一の機械や電気的な異常が設備全体に致命傷を与える、最小限にとどめることを強く要求される。そのため、制御電源の完全個別分割、単独運転の確保など大きな特長を持ったものとしている（もちろん、共通制御電源方式は更に容易に設計できる）。

規模から区分した適用例を図 7、図 8、図 9 に示す。

3.1 小規模システム

図 7 の小規模システム例は、電気室と監視室が 1 か所に集約された設備である。このシステムに FALONET を適

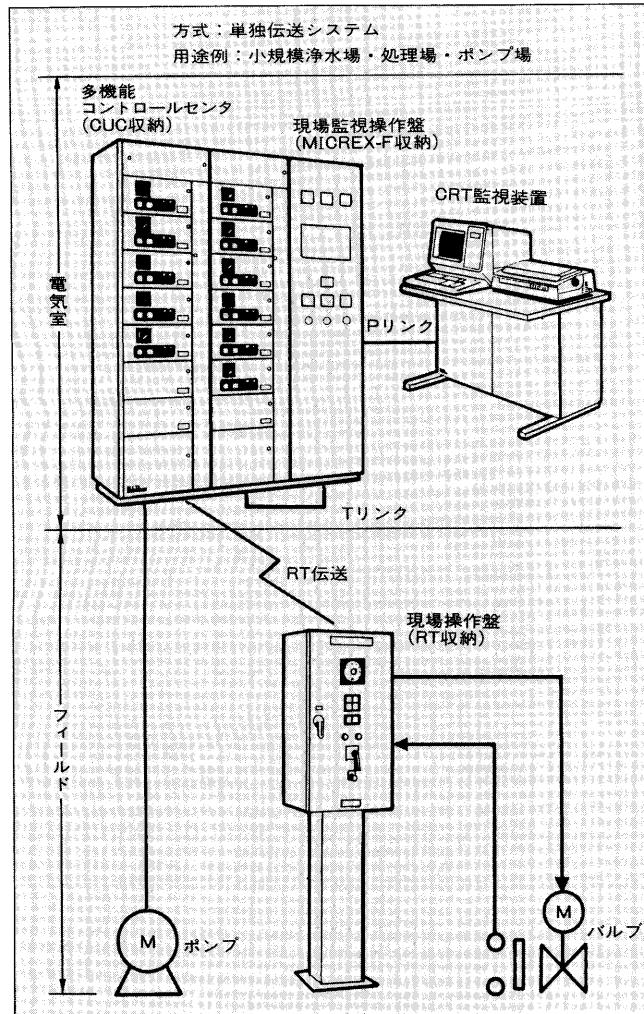
表 4 伝送仕様

項目	Pリンク	Tリンク	RT結合
用途	プロセッサ間	プロセッサ-PIO間	CUC-RT間
接続カプセル	最大 16台 プロセッサ (FPK105, FPK205)	プロセッサ 1台 プログラム 同時2台 ローダ CUC 最大25台 (PIOカプセルの) (場合最大 32台)	CUC 1台 RT 1台 増設RT 1台
伝送速度	5Mbps	500kbps	500kbps
伝送距離(総延長)	最大250m	最大1km	最大1km
接続ケーブル	同軸ケーブル 5C-2V	ツイストペア線 (古河電気工業株製) KPEV-SB Ø0.5sq 又は CPEV-SB Ø0.9 一対	同左 又は 多成分光ファイバーケーブル
リフレッシュ時間	10ms/2k語 (高速リフレッシュ) (シーケンス領域)	10ms (デジタル入力) (512点のとき)	20ms

表 3 基本仕様

項目	MICREX-F		CUC	RT	備考
	FPK205の場合				
プログラマ方式	ストアードプログラム方式		—	—	
制御機能	サイクリック演算制御 定周期割込制御 プロセス割込制御	サイクリック演算制御	—	—	
命令	言語	問題向き言語(FPL)		—	F-Series Programming Language
	種類	基本命令19種 応用命令90種	基本命令13種 応用命令4種	—	
メモリ	データ部	素子	IC-RAM	IC-RAM	*印はコンデンサ+バッテリーバックアップ ☆印はメモリカセット方式
	プログラム部	素子	標準 IC-RAM* オプション EP-ROM☆	EP-ROM	
		容量	15.8k/28.1kステップ	1kステップ	
入出力点数	ディジタル入出力		最大3,200点 (CUC 50台分)	12点+RT入出力	最大48点
	アナログ入出力		200点	0	0
リンク	リンク数	2	1	0	
リンク	リンク数	1	0	0	
RT結合	リンク数	0	1	1	
周辺装置	ローダ	D-10,D-20		—	
	プリンタ	80けた		—	
	CMT	オーディオ用CMT		—	
	フロッピーディスク	3.5インチ		—	
	ROMライタ	PROMライタ		—	
	故障診断	有	有	有	

図7 水処理設備への適用例1（小規模システム）



用した場合、ローカル制御ステーションの盤面に操作スイッチを設け、監視操作を行っている。現場操作盤と多機能コントロールセンタ間を RT 結合伝送、多機能コントロールセンタとローカル制御ステーション間は T リンク伝送を使用してディジタルデータ伝送を行う。更に P リンク伝送を経由して、小型 CRT 装置と接続することにより簡易監視・データロガー装置なども組み合わせることができる。

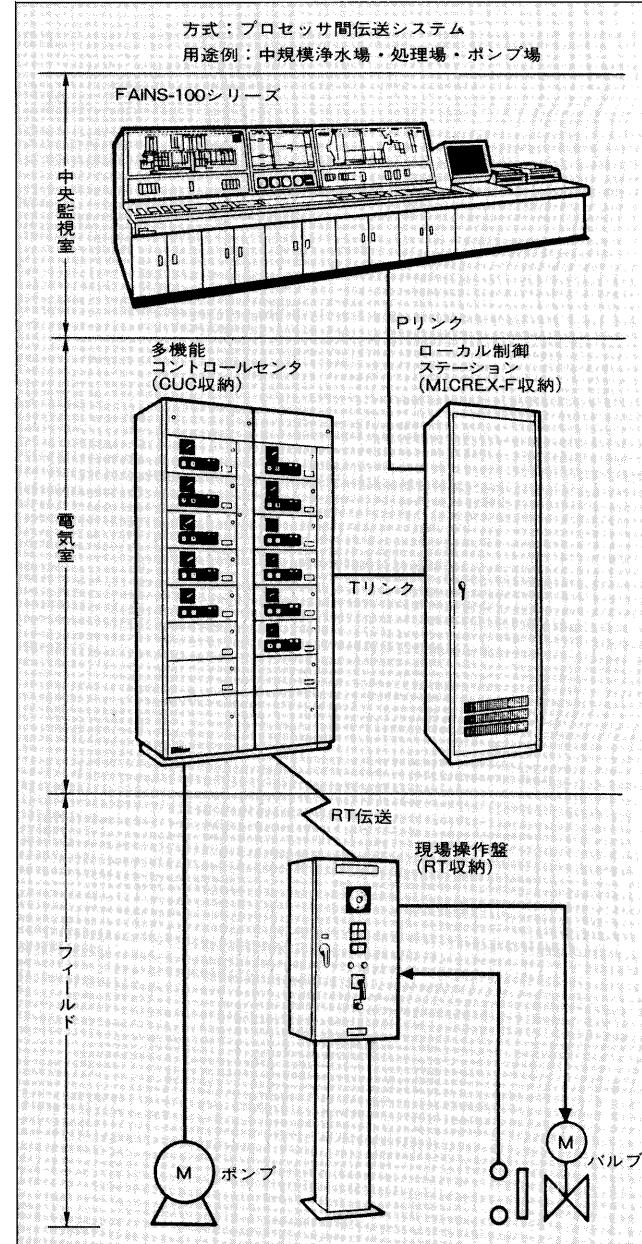
3.2 中規模システム

図8の中規模システム例は、電気室と中央監視室があり、現場操作盤、中央監視装置での運転操作のある設備である。このシステムでは、中央監視設備にFAINS-100シリーズを採用し、電気室、フィールドにFALONETを適用する。

3.3 大規模システム

図9の大規模システム例は、電気室と中央監視室、更に上位コンピュータなどがあり、電気室も複数設置されている設備である。このシステムでは、中央監視設備にFAINS-1000シリーズを用い、FALONETとデータウェイ(DPCS)で接続されている。また、電気室より下位は中規模システムと同様に P リンク、T リンク、RT 結合の各伝送を用いている。

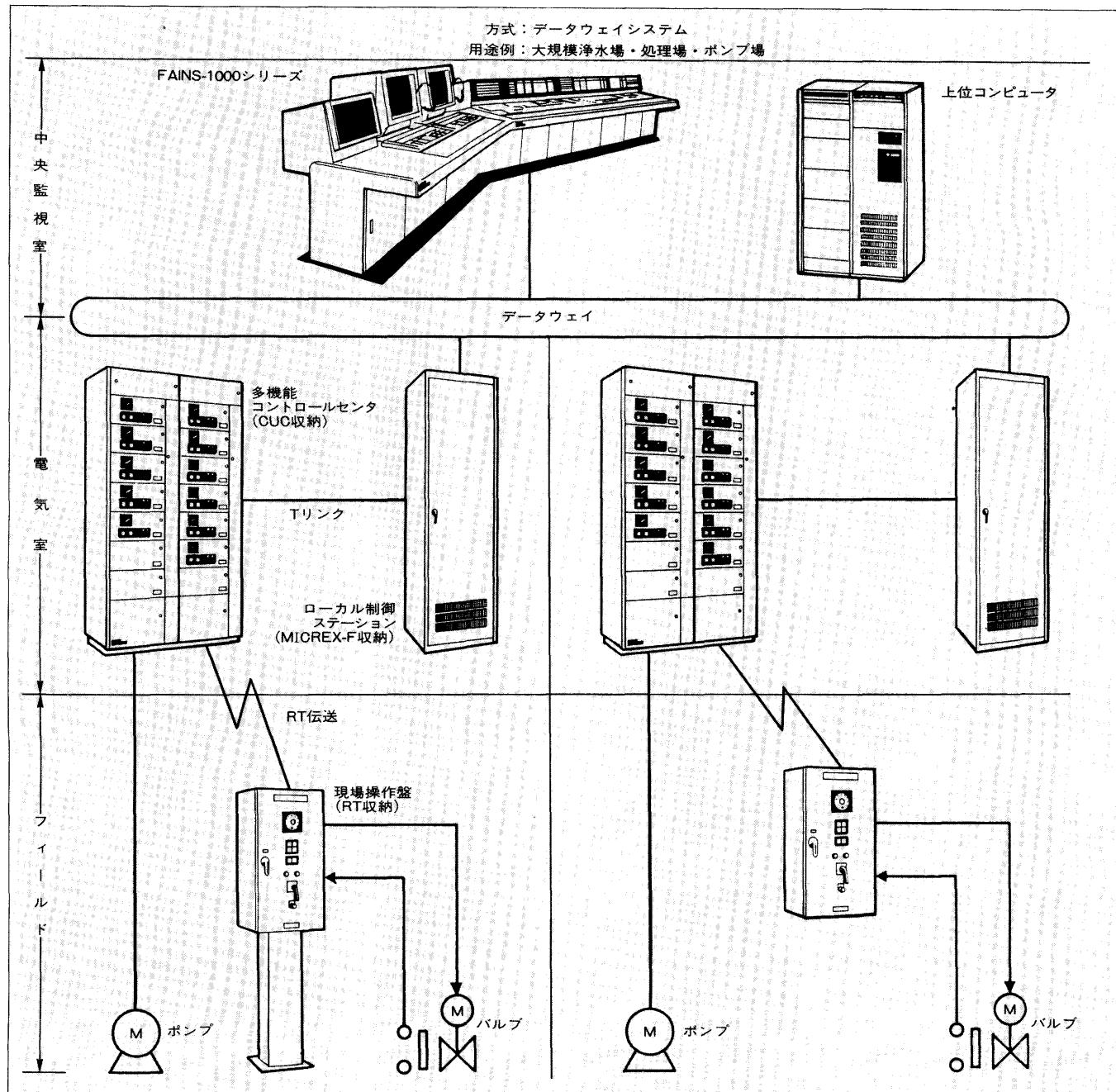
図8 水処理設備への適用例2（中規模システム）



以上の各設備例では、従来、多量の信号ケーブルを布設することにより、フィールドのデータを収集していたため、外線ケーブルなどが大量に必要となり、収集できるデータ量に限界があるとともに増設・改造に多くの時間を費やしていた。今後は FALONET-FAINS トータルシステムの完成により、データ量に左右されず、しかも数本のデータ伝送ケーブルによりデータ収集が可能となる。これにより、中央集中監視機能がより充実し、かつますます増大するデータ量に柔軟に対応できる。更に将来はこれらの収集したデータの予防保全などへの活用が期待できる。

また、本稿では便宜上、小規模から大規模までを区分したが、FALONET-FAINS トータルシステムでは、実際には何ら規模に左右されずに適用できるものとして開発されている。

図9 水処理設備への適用例3（大規模システム）



4 あとがき

以上、今回開発した多機能コントロールセンタを中心とする新制御システムについて、その概要と適用例を説明した。

電気制御設備は、PC技術の発展と分散制御、集中監視などの顧客のニーズにより、更に高機能化、高付加価値化を進めなければならない。

今後も新しいニーズに十分にこたえるよう、新制御システムの充実を図ってゆく所存である。



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