

簡易多重化伝送装置デジウェイシリーズ

Simplified Multiplex Transmitter Digiway Series

最近、上下水道、ガス、電力などの計装設備の遠隔監視、遠隔制御に、日本電信電話公社のデータ回線を用いた広域伝送システムが多く用いられている。また、構内など比較的小域のデータを伝送収集するためにも信号伝送手段が不可欠のものとなってきた。従来これらの信号伝送装置は大形のものが多かったが、最近の簡易水道や公害監視システムにみられるように、比較的少ないデータを効率的に伝送するニーズが生まれてきた。これらに応じて、日立製作所は簡易多重化伝送装置デジウェイシリーズを開発した。広いニーズに応ずる伝送回線インタフェースを採用し、必要最小限の機能を実装するにとどめたことを特徴とするもので、今後の中・小規模計装の信号伝送の在り方を示したものである。

吉崎敦浩*	Yoshizaki Atsuhiro
大貫和彦*	Ônuki Kazuhiko
久芳 議*	Kuba Hakaru
三木義照**	Miki Yoshiteru
草野五良***	Kusano Gorô

1 緒 言

電力、水道、ガスなどの施設では、遠隔地点間の設備や機器を自動化することにより省力化を図ってきている。しかし最近では、このような手段に用いる信号伝送装置の需要は中・小規模システムにも拡大し、地方の簡易水道施設の自動化や公害監視システムに代表される新しい利用形態が現われてきている。更に、構内など限られた範囲での信号伝送を目的とし、従来の多数本の配線ケーブルに代わる高速の小形・低価格装置が、ここ一、二年の間に多くみられるようになった。

本稿で述べるデジウェイシリーズは、このような比較的小規模から中規模のシステムに適用することを目的に、小形・簡易化した多重化信号伝送装置である。以下にその概要、特徴及び適用例について述べる。

2 要求される背景

新しい利用形態を生じた背景には、次のような要因がある。

- (1) 最近のエレクトロニクス技術の進歩による小形・高性能化
- (2) 日本電信電話公社のデータ通信回線のサービス開始
- (3) 省力化への志向

このうち、(1)は小形のハードウェア製作を可能とした直接の要因であるが、(2)による回線の一般化が、ユーザー側の最も大きい要因といえる。この結果、回線の設備費だけでなくデータ品質の保証、及び回線保守などへの負担が軽減し、小規模システムへも合理的に導入が計画可能となってきた。

また、社会的要求として省力化を志向し、労働条件の改善、設備運営の質的向上、立地条件を考慮した資源の有効活用など様々な要求が挙げられ、このような信号伝送に注目されつつある。特に、中・小規模システムでは経済性が重要な課題であり、これを目的としたデジウェイは性能面、経済性、小規模システム向けの設計など、新しい要求を満たした有効な信号伝送装置である。

3 DDW形デジウェイシリーズ

デジウェイは、表1に示すように3機種を基本形としている。DDW-121形(図1)は、親局と子局間で往復の信号伝送機能を内蔵し、監視と制御の両方の信号伝送を同時に行なうことができる。またDDW-061形(図2)は、監視信号だけの

伝送を目的とした機種である。両装置は並設して運転することも考慮し、同一仕様としている。また、いずれも伝送回線インタフェースは、日本電信電話公社のデータ回線中最も一般化しているD-1規格回線、及びA-1規格回線に適用できる。一方、DDW-32形はこれらの孫局に当たり、構内伝送専用形である。ON-OFF信号を多数点、高速に伝送する機能に重点を置き、従来の構内配線の大幅な縮減を目的としている。これらの伝送信号点数からみた守備範囲は図3に示すとおりである。第I象限が監視信号伝送容量を示し、第III象限が制御信号の伝送容量である。この範囲内で伝送信号点数は任意に選択でき、フレキシビリティに富んだ構成ができる。

3.1 デジウェイの特長

3.1.1 高い伝送機能

計装信号伝送には、接点、スイッチ類のON-OFF信号及び電圧、電流のアナログ信号、又はこれらの積算パルス信号が要求される。デジウェイの監視信号伝送では、これらをすべて網羅し、必要に応じ実装することができる。また制御信号伝送では、ON-OFF制御及びアナログ制御、いずれの伝送機能も実装が可能である。特に、制御信号の伝送は、目的システムの操作要求に沿った伝送形態が必要である。デジウェイでは、その目的と操作の信頼度向上を重視し、図4の順序操作の2挙動制御信号伝送ループを設けた。伝送順序は①～⑨の操作順に進行する。動作上では特に次の点に特徴づけている。

- (1) 入力は一時的にONスイッチで操作できる。
- (2) 誤った複数の選択操作の禁止
- (3) 選択信号の受信結果は、常時、全点個別アンサーバックし、表示監視ができる。
- (4) 最終操作の信号受信のアンサーバック確認後、次の制御動作に入る自動ループ構成を内蔵。

デジウェイは、今後、中・小規模の重要なシステムの拡充を予測し、様々な要求に応じられる豊富な伝送機能をコンパクトに収容できることが特長である。

3.1.2 自由度の高い構成

デジウェイは、前項のように多種の信号伝送に対応できる。これらの機能は、システム変更、増設時にも柔軟に構成変更ができるように内部の可変部インタフェースを標準化した。

* 日立製作所那珂工場 ** 日立製作所日立研究所 *** 株式会社ナカヨ通信機前橋工場

表1 デジウエイの仕様 各形式で実装伝送機能に特徴をもたせた。

項 目		DDW-121	DDW-061	DDW-32
伝 送 信 号	ON-OFF表示量 (SV) アナログ計測量 (TM) ON-OFFパルス量 (PL)	実装可 " "	実装可 " "	標準実装 実装不可 "
	ON-OFF2挙動制御量 (2TC) ON-OFF1挙動制御量 (1TC) アナログ設定値制御量 (TCA)	実装可 " "	実装不可 "	実装不可 "
伝 送 回 線	日本電信電話公社専用回線 D-1規格 私設回線 A-1規格	実装可 " "	実装可 " "	実装不可 " 標準実装
誤 り 検 定	反転2連送照合 パリティチェック	標準で実装	標準で実装	標準実装 実装せず
伝送サイクル	ON-OFF信号 アナログ信号	0.9秒 3.8秒	0.9秒 3.8秒	0.007秒 —
オ プ シ ョ ン 機 能	セルフチェック異常警報 データ表示 電話 (同時通話, 切換通話)	実装可 " "	実装可 " "	実装可 標準で実装 実装不可
構 成	対向方式 信号伝送方向 ブロック図	1:1 両方向 (親) ← TM, SV, TC → (子)	1:1 一方向 (親) ← TM, SV → (子)	1:1 一方向 (親) ← SV → (子)

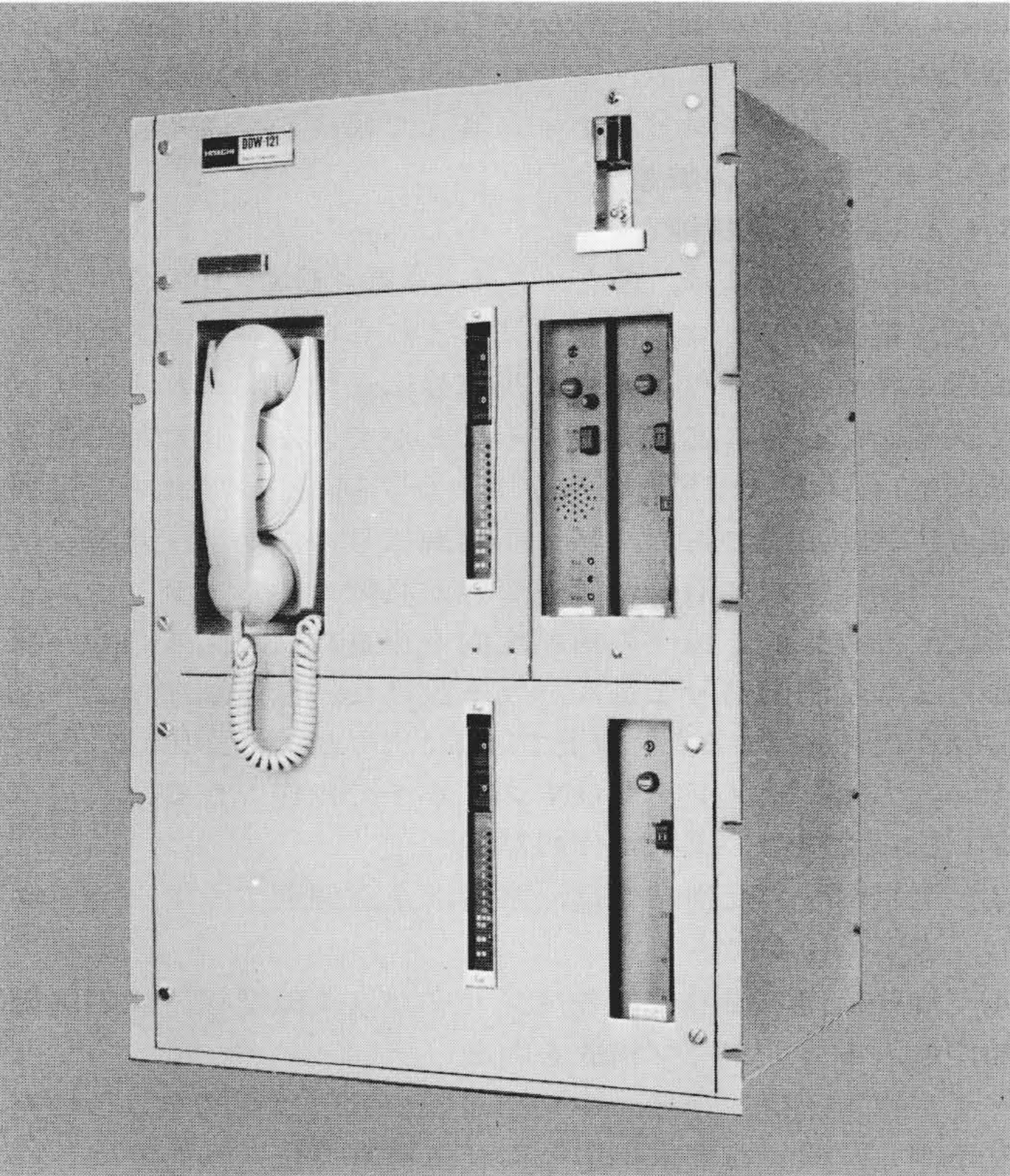


図1 デジウエイシリーズDDW-121形 表示, 計測量の伝送のほか, 制御信号の伝送を実装することができる。

このほか電源部, 信号伝送部など機能単位にモジュール化し, プラグイン構造としている。このように, 内部を多様なシステム要求に効率よく合わせられる自由度の高い構成で, メンテナンス上も扱いやすい形とした。

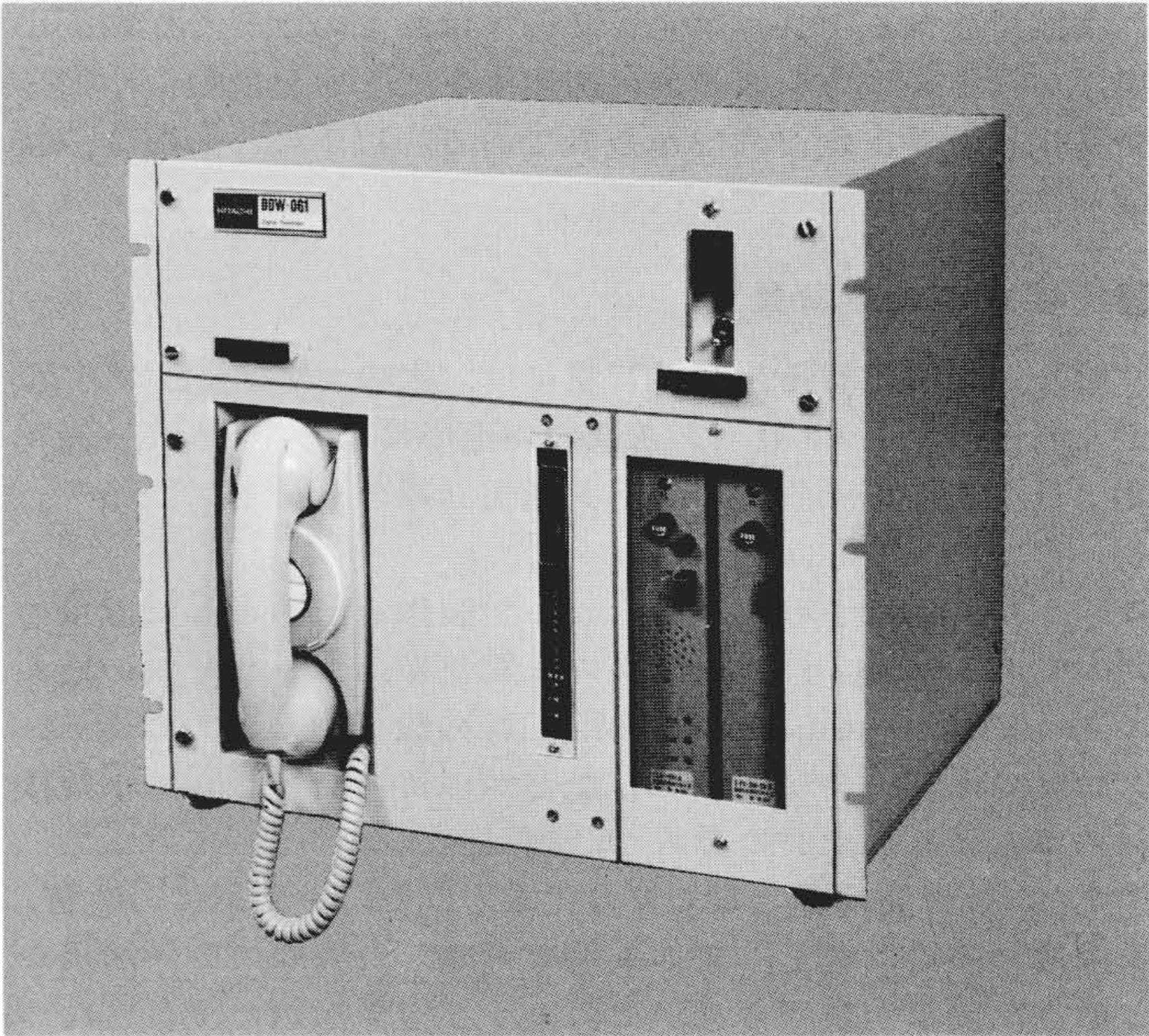


図2 デジウエイシリーズDDW-061形 表示量及び計測量の信号伝送を実装できる。

3.1.3 使用目的に合った伝送速度

信号の伝送速度は, 伝送回線により制約される。一方, 適用システムから, 信号の種類に従った信号伝送速度が要求される。デジウエイでは, 図5に示すような標準伝送フォーマットを設け, この順序でサイクリックに伝送する。一度のデータ伝送サイクル中で各アナログ信号は1回伝送するが, ON-OFF信号は等時間間隔で4回サンプリングし伝送する。このように, 出力応答時間を4倍高速化している。これは, 特に制御やアンサーバックの待ち時間短縮に有効である。また,

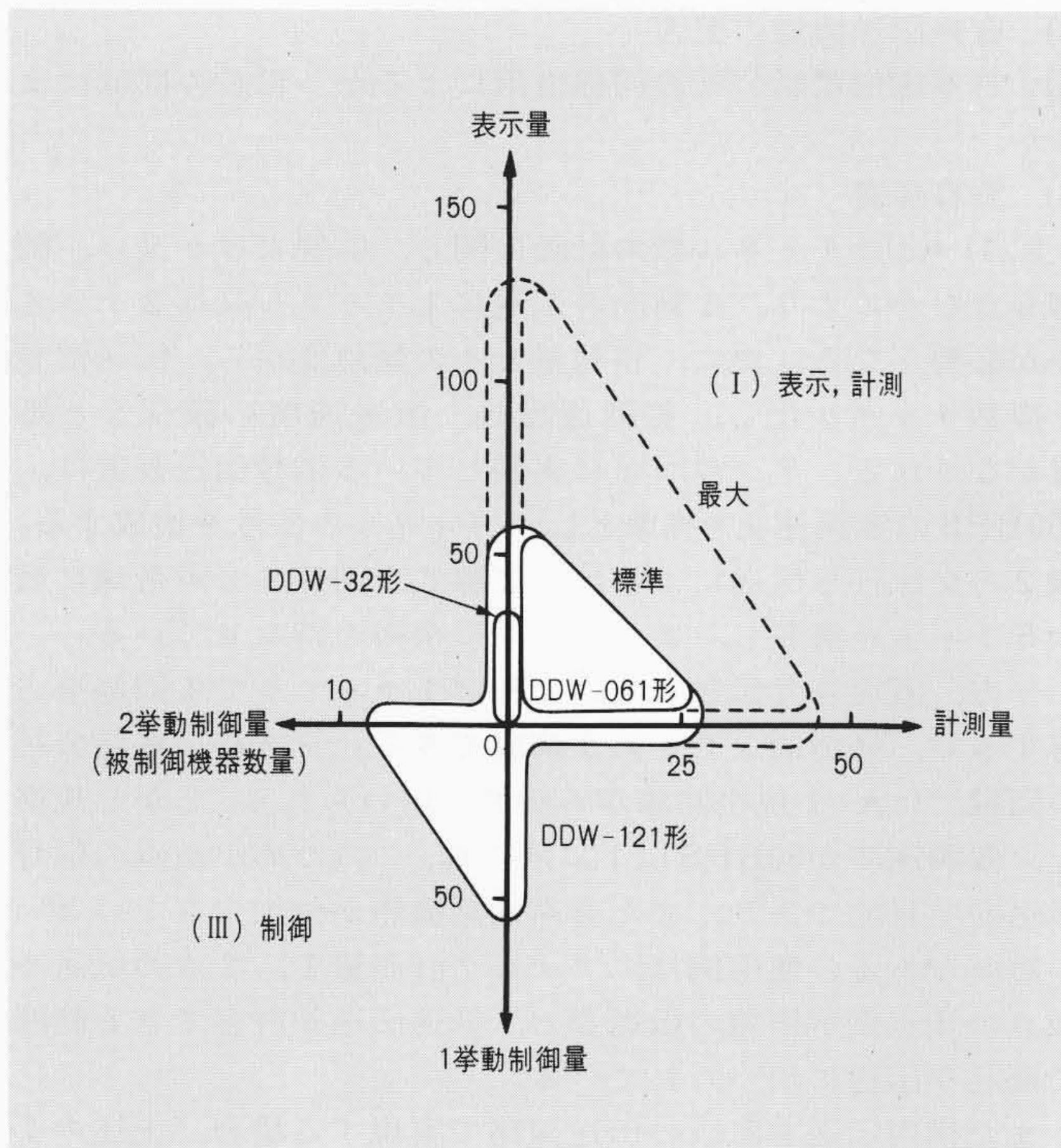


図3 デジウェイの実装容量 用途別に3機種をシリーズ化した。標準のほか、最大実装すると点線の範囲をつつむことができる。

回線規格上、伝送速度に制限を受ける場合、このような特性が効果を発揮する。

一方、ユーザーの私設回線で伝送する場合、伝送ケーブルの特性により、伝送速度と伝送距離に制約を受ける。しかし、数キロメートルの伝送を対象とすれば、比較的高速化が可能である。DDW-32形の例では、32点のON-OFF信号を約7msで伝送できる。この場合、伝送ケーブルは一般の通信用ケーブル、又は制御用ケーブルいずれでもよく、最大2～4km伝送が可能である。このような使用法は、DDW-121形及び061形でも同様に可能で、高速・中容量の伝送がデジウェイシリーズにより実現できる。

3.1.4 入出力の絶縁

入出力の信号回路は、外部に接続する計装信号回路との関連で、接地点及び信号回路間の絶縁に注意を払う必要がある。この点から、入力回路はすべて内部ロジック回路と絶縁取込方式を採用し、アース電位から完全フローティングしている。これらは次のような効果をねらいとした。

- (1) アナログ信号回路の多点接地化を防止する。特に既設計装回路に新しく結合する場合にも、新たにアイソレータの設置などは不要である。
- (2) 信号回路の保守上、対地絶縁試験がそのまま可能である。
- (3) 入力回路からノイズの侵入を防止し、配線長や配線のノイズ環境が一般的注意程度で十分に取り扱いできる。

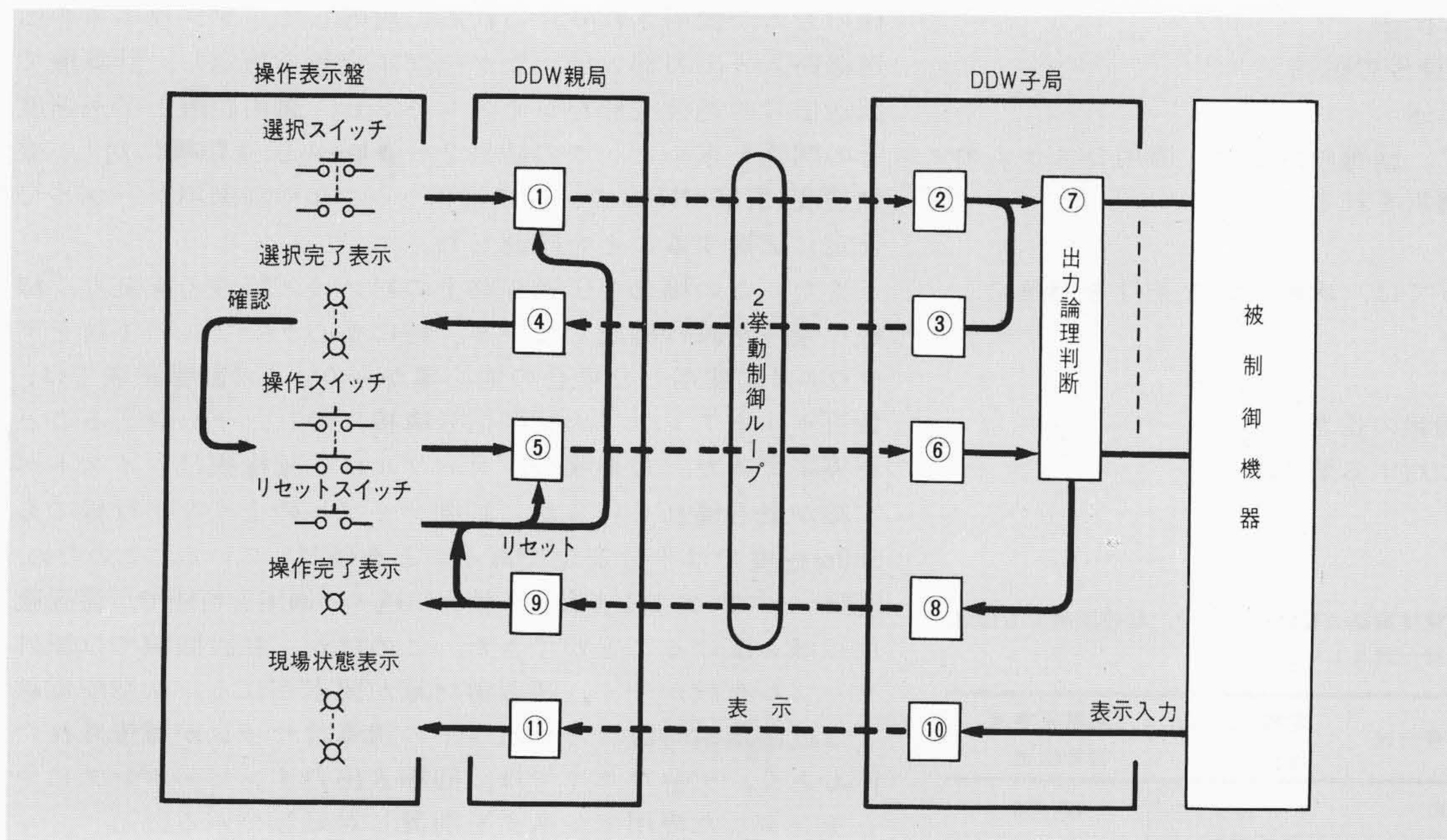
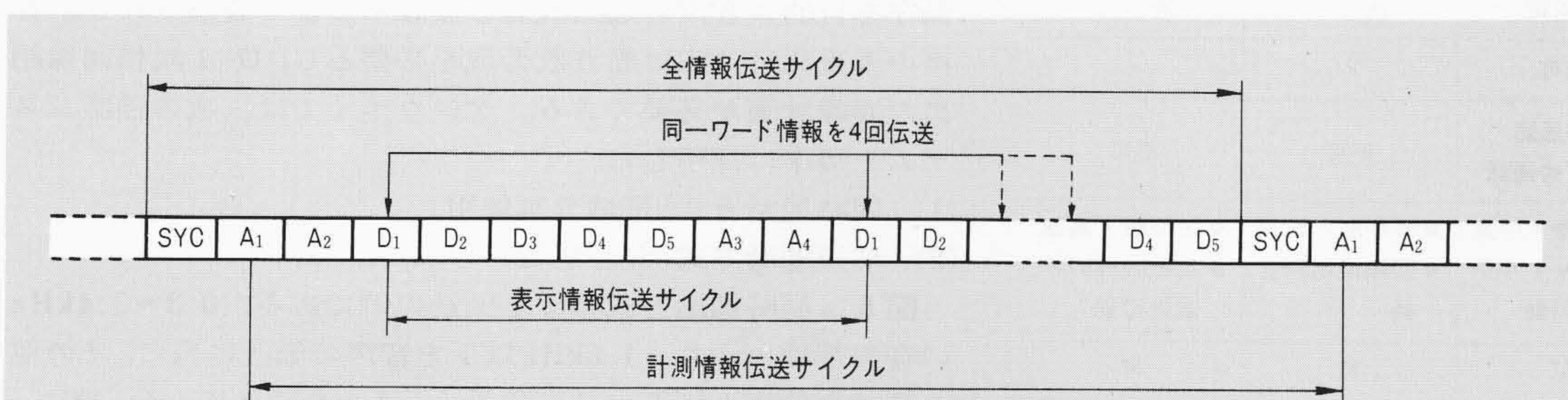


図4 デジウェイにおける2挙動制御動作 2挙動制御機能には、図示の制御ループを含み、完了の表示を行なう。



注：SYC＝同期ワード， A₁～A_n＝計測情報ワード(アナログ信号)， D₁～D_m＝表示情報ワード(ON-OFF信号)

図5 デジウェイの標準伝送フォーマット 全情報伝送サイクルの長さを単位に繰返し伝送する。この間ON-OFF情報は、この単位当たり4回伝送し高速応答する。

また出力回路側は、アナログ出力回路が表示、又は記録を主目的とするため、特別な絶縁処理を省略したが、負極出力端子を大地電位出力とし取り扱いやすい仕様としている。一方、ON-OFF信号出力は、無電圧接点出力、又は絶縁処理したオープンコレクタ出力化し、接続シーケンスやコンピュータとのインタフェースにマッチングしやすい設計とした。

3.2 情報伝送点数の拡大

適用システムを小規模から中規模に拡大する場合、情報の伝送点数の拡大化が一つの課題である。デジウエイでは次の二とおりの手法が可能である。

- (1) 1セットの伝送容量を拡大
 - (2) 同一回線に複数セットを多重伝送し、全伝送点数を拡大
- 前者は、図5で示した標準フォーマットのほか、二つの拡張した準標準フォーマットを用いて、拡大する方式である。その最大実装点数は、図3の点線で示す範囲まで拡張できるが、反面伝送サイクルが延長し、若干出力応答時間が遅くなる欠点がある。

後者の方式は、伝送回線の帯域を周波数分割し、多チャネル化して複数対向のデジウエイを同時に並列運転する方式である。特性的には標準フォーマットで伝送可能であり、全体で伝送信号点数を数倍に増すことができる。装置が複数個に分散できるため、信頼度上もより望ましい方式と言える。

3.3 伝送回線へのインタフェース

デジウエイは伝送信号の符号変調として、次の3種類を選択することができる。

- (1) 音声周波の交流符号で伝送
 - (2) ±20mAの定電流直流符号で伝送
 - (3) 定電圧の直流符号で伝送
- これらの比較を表2に示す。回線の計画は、適用システムの目的に合わせ次のように選択される。

3.3.1 伝送回線の計画

伝送回線の計画に当たっては、次のような条件を明確にし計画する必要がある。

- (1) 情報の流れ方向
- (2) 情報量の大きさ及び情報の長さ
- (3) データ伝送の緊急度に対する要求

表2 適用回線種類 日本電信電話公社回線のほか、私設回線でも伝送できる。ケーブルはツイストペア線が望ましい。

項 目		交流符号伝送	定電流直流符号伝送	定電圧直流符号伝送
標準変調速度(BPS)		200	50	12,500
日本電信電話公社適用回線		D-1規格	A-1規格	——
私設回線	通信ケーブル	適用可	適用可	適用可
	制御用ケーブル	不可	〃	〃
電話の多重化可否		●同時通話 ●切替式通話	不可	不可
特 徴		●長距離・中速 ●多チャネル多重化可能	●長距離・低速 ●回線使用料安価	●短距離・高速 ●私設回線のみ適用可能
適用形式	DDW-121形	可	可	可
	DDW-061形	〃	〃	〃
	DDW-32形	不可	不可	〃

- (4) 音声伝送機能の要否
- (5) 日本電信電話公社の回線借用によるか、私設の回線によるか。
- (6) 許容経費

上記(1)~(3)はチャネル数の計画に関し、監視だけか又は、制御も含むかにより、1対向の伝送に1チャネル又は2チャネルが必要となる。更に、情報量とその緊急度から、伝送信号を複数チャネル化し、並列運転し、伝送速度の確保など処置がなされる。デジウエイに実装している信号伝送装置は、200BPSの変調速度を標準とし、1チャネルの信号を構成する。表2の交流符号伝送によれば、2線式1回線の音声帯域に最大5チャネル実装し、チャネル間に余裕を持たせている。

一方、直流符号伝送方式によれば1チャネルで1回線を占有するが、経済的システムが構成できる。日本電信電話公社の回線ではA-1規格回線が一般的に用いられる。しかし規格上、変調速度が50BPS以下に限られ、このため小数点の信号伝送が主目的であり、また音声通話機能が付加できないという短所がある。使用例は、アナログ計測量1、2点の伝送や数点の接点表示情報の伝送など、低速伝送が許容できる範囲で簡易な伝送に用いられている。

また構内伝送を私設の伝送線路で実現する場合、上述のような回線の帯域や変調速度の制約に代わり、高速伝送化が可能となる。これに伴う各種伝送ケーブルでの適用距離、また対ノイズ特性及び誘導雷対策など、多くの回線上の問題を検討する必要がある。伝送ケーブルはユーザーにより様々な仕様のもので使用される。これらに対応して、デジウエイの伝送線路入・出力部と種々なケーブル定数を想定し、計算機で伝送信号の過渡波形をシミュレートし、適用距離と伝送速度との関係を求めた。この結果2~4kmの伝送距離に対し、変調速度12,500BPSで一般の通信ケーブルや制御用ケーブルで安定に伝送することを確認した。

また、この場合の伝送線路上の対ノイズ特性の実証も、様々な条件を設け確認している。特に多心ケーブルの1対をデジウエイに使用した場合の他心線からのノイズ影響試験では、数百ボルトアンペアの制御信号隣接に対し、十分耐えることを実証できた。この場合、ケーブルは心線構成はツイストペア線が最も優れているが、制御ケーブルのような平行線でも500m程度では十分安定であることを確認している。このため、既設ケーブルによる多数点の情報伝送への適用も可能で、装置適用領域を広げることができた。このほか、私設回線では屋外ケーブル布設が多く、誘導雷対策が要求される。架空配電線では近傍落雷時数百キロボルトの誘導雷サージが報告された例もあり、デジウエイでは、回線入出力インピーダンスにマッチングした専用アレスタを別置し対処している。

3.3.2 音声の通話機能多重化

遠隔地点間の信号伝送システムでは、多くの場合、設備の保守を目的に音声の通話機能を並設するよう要求される。音声の多重化には広い周波数帯域を必要とし、D-1規格回線相当の回線計画が必要である。デジウエイでは、次の通話システムを標準に採用した。

- (1) 同時通話方式(帯域分割使用)
- (2) 切換通話方式(混合使用)

図6は同時通話方式による伝送の例である。0.3~3.4kHzの音声帯域のうち、1.8kHz以下を音声の伝送に当て、その他の帯域に監視と制御の往復信号チャネルを設けている。特に、フィールドでの実績から最低-40dBm程度の余裕のある高受信感度を確保する必要があり、チャネル分割フィルタを強化、

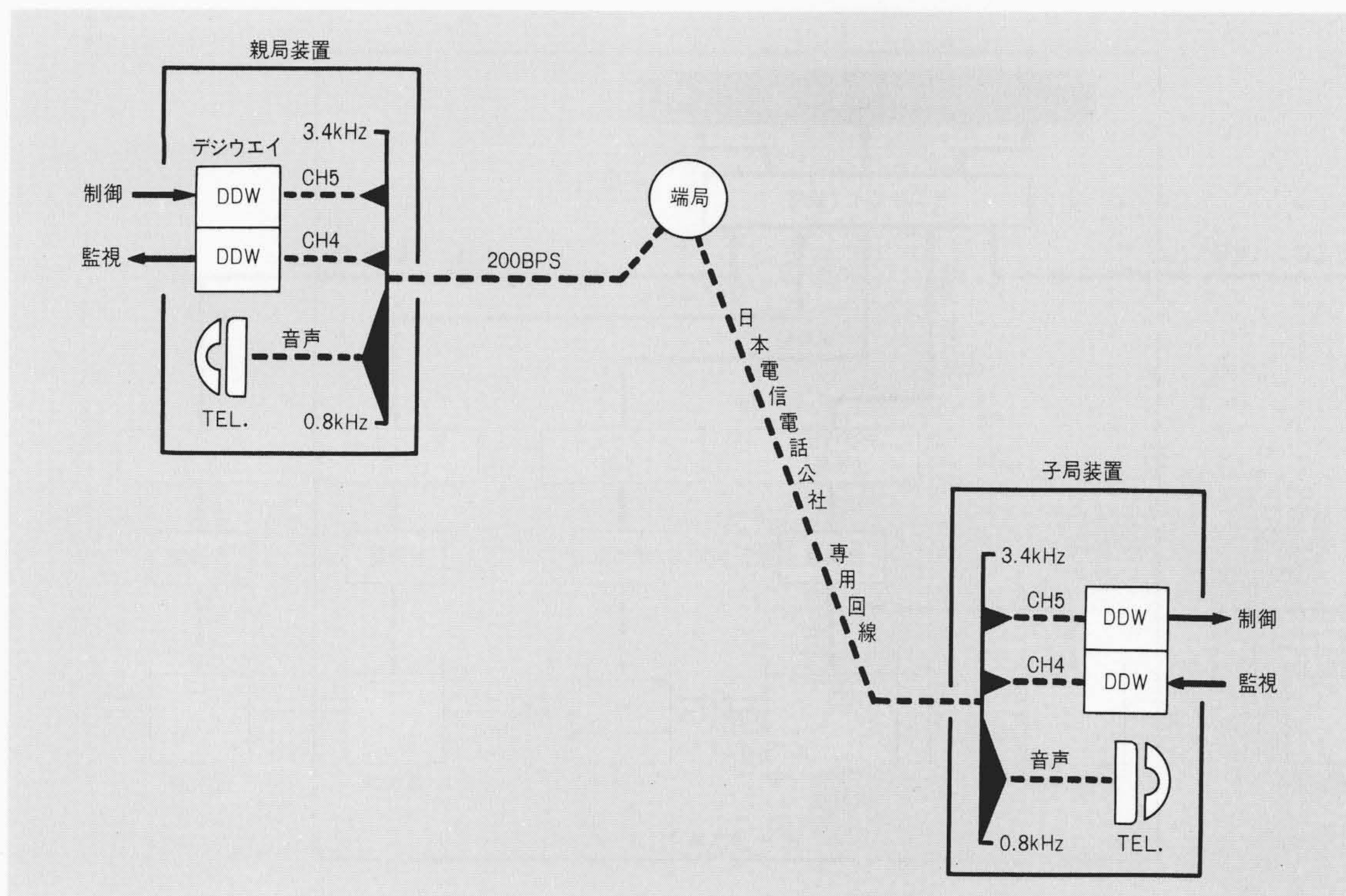


図6 データと音声の同時伝送システム データチャンネルと、音声を周波数帯域分割し、同時に伝送する。

高感度化した。

一方、切換通話方式では、回線全体を信号伝送と音声通話に切り換え使用するため、各々の用途に全帯域を使用できる利点があるが、データ伝送を中断する欠点がある。このために生ずるデータ伝送チャンネルの異常監視部に対する処置など回線網制御が複雑となる。このような点から、一般に前者が多く用いられている。

音声通話の多重化には、このために広い帯域を当てる必要があり、データ伝送の帯域、又は時間の一部を制約する結果となるが、その利点がより重視され、重用されている。

3.4 高信頼性

データの取扱いは、その目的上特別慎重さが必要である。

このため、図7に示すように伝送線路上の信号監視のほか、装置内での信号転送の誤り検出のため、データ符号構成に冗長設計を施している。これを多段のチェックポイントで検出し出力を発生する。このほか装置自身の動作、又は電源の異常を常時自己監視し警報を発する機能を設け、適用システムの運転信頼度確保に供することができる。

また、装置ハードウェアの信頼度維持のため、構成素子の厳選はもとより、中・小規模装置を念頭に置いた仕様と構成に焦点を絞り、徹底した標準化を図った。このためシステム要求に十分な自由度を持たせつつ、ハードウェアの固定化のバランスに努めた。

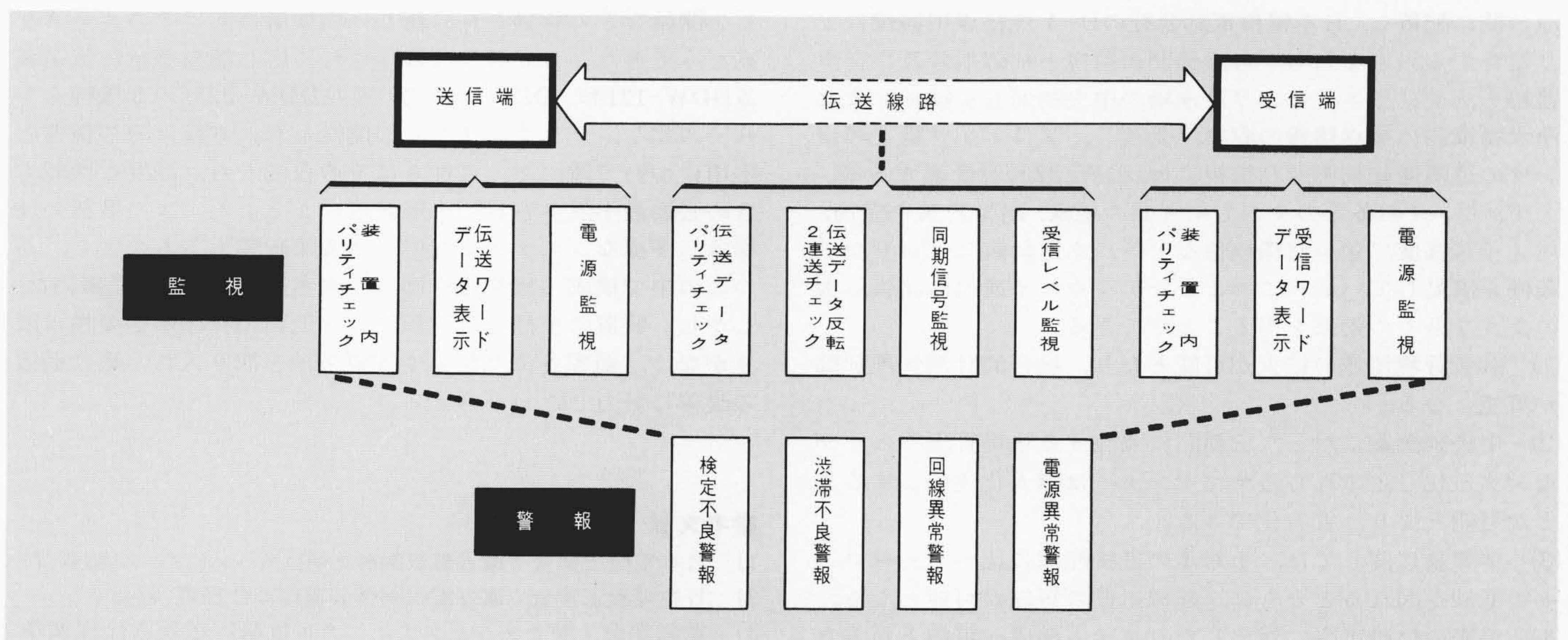


図7 自己監視警報機能 データの取込みから受信出力するまで、多くの監視点を通り異常を検出すると、警報出力を発する。

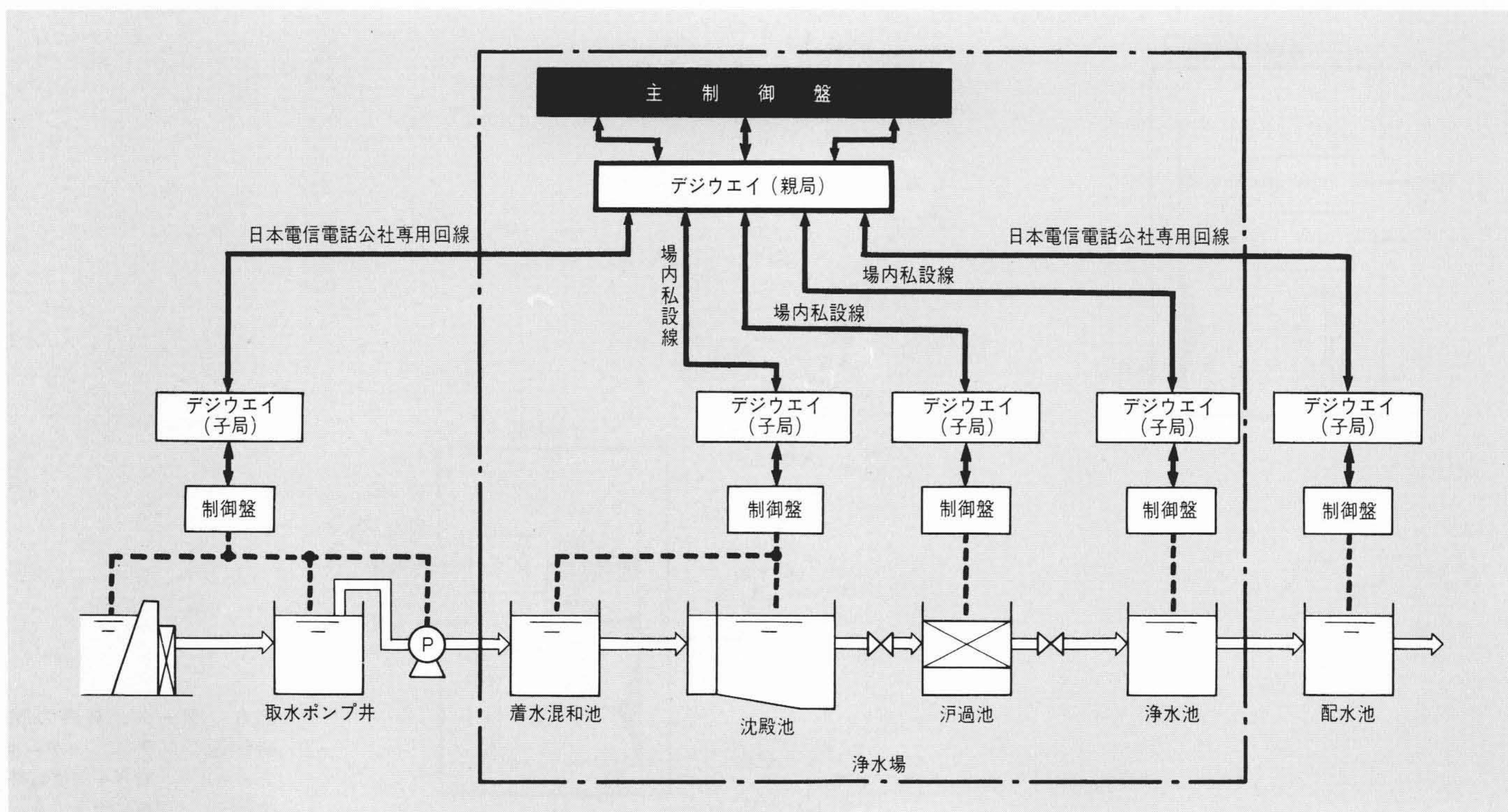


図8 デジウエイ適用システム例 デジウエイにより、遠隔設備間及び構内の伝送を行なう。

4 アプリケーションシステムの実例

以上に述べた機能や特長を持つデジウエイの実際面への適用例として、水道計装について述べる(図8参照)。取水場から取水した水は、導水ポンプ場を経て浄水場内に送り込まれる。浄水場では薬品注入、沈殿、汙過及び滅菌の行程を経て配水池に貯水するか、又は直接需要家に給水される。このような浄水場の使命は、安全かつ良質で安価な水を確保することである。このため、取水場から配水池までに及ぶ広域な諸設備を経済的に運用し、水資源を有効活用する効率的な計装を行なう必要がある。この目的にデジウエイの機能が有効に活用される。

DDW-121形、061形を浄水場と取水場、各ポンプ場、配水池の間に配置し、日本電信電話公社のD-1規格専用回線により結合する。すなわち、各設備間の監視と制御信号及び音声連絡を、デジウエイにより浄水場の中央制御室に結ぶ。また浄水場構内の接点情報の収集、受渡し、又はポンプ場でのポンプの遠隔運転制御及び監視にはDDW-32形が最適である。

デジウエイの各入力や入力相互間の絶縁、耐雷対策の完備、対ノイズ強度、強い耐環境性などは、水道計装に欠かせない条件を満足している。このようなデジウエイ適用の結果、次のような多くの効果を得ることができる。

- (1) 計装管理地域の拡大が可能となり、総合的計測管理制御が可能となる。
- (2) 中央制御室に対し、広範囲に点在する現場管理室はサブセンター化し、これらのサブセンターは無人化運転とすることが可能となり、省力化できる。
- (3) 情報量に関しては、1対1の直接配線に比べ、配線コストの低減が図れるとともに、配線工期の短縮が可能となる。
- (4) 将来の増設工事に対応したシステム構成が可能となるため、拡張性が向上する。
- (5) 水路の入口から出口までの全域にわたる情報の収集が容

易となり、広域システムでの最適管理が図れる。

(6) 通話機能の多重伝送化により、すべての子局と親局間の通話連絡が任意に行なえ、巡回サービス、異常時の対策に大きい効果がある。

この例のほか、かんがい管理システムでの最適分水制御や最近の例では、各種プラントの防災システム、ガスプラントやタンクヤードのオンライン遠方監視制御など、現場機器にデジタル機器導入と並行し、適用分野が急速に拡大してきている。

5 結 言

小規模の計装に用いる小形の信号伝送装置は、最近のエレクトロニクス技術の発展、日本電信電話公社のデータ回線サービス開始などの背景から、新しい需要層に向けそのニーズが高まってきた。日立製作所は、これに応じ簡易多重化伝送装置DDW-121形、DDW-061形、及びDDW-32形の3機種をシリーズ化し、デジウエイとして開発した。本稿はその概要と応用について述べた。これらはその目的から、高度な機能も含め必要最小限の容量で小形装置にまとめた。また装置の仕様は、多様なシステムに対応できる柔軟性あるものとし、かつこの中で構成の標準化を図り、両者間のバランスに努めた。しかし、装置の多様化、信頼性及び低価格化への必要性は限りがなく、顧客各位の意見や要望事項を取り入れ、更に装置の改善に努力したいと考える。

参考文献

- 1) 日本電機工業会：遠方監視制御応用技術ハンドブック(昭47-7)
- 2) 日本電機工業会：遠方監視制御装置標準仕様書(昭46)
- 3) 電気学会：サイクリックデジタル情報伝送装置仕様基準(昭44-6)
- 4) 植田：通信回線利用マニュアル、企画センター(昭50-8)