

電力系統制御用データ交換システム

Data Exchanging System for Electric Power System Control

中 野 修 一* 菅 家 辰 紀*
Shuichi Nakano Tatsunori Kanke
谷 中 雅 雄** 安 田 元*
Masao Yanaka Hajime Yasuda

要 旨

電力系統は、各地に散在する多くの設備から構成されており、これらの設備を監視制御するために、サイクリックデジタル情報伝送装置などの情報伝送装置が採用されている。最近、自動給電システムの発展につれて、これらの情報伝送装置によって伝送されるデータが、高速、多量になり、これを円滑に処理することが重要になっており、このためにデータ交換システムが開発された。

データ交換システムの中核部は、制御用計算機 HIDIC 100 または HIDIC 500 である。

本文では、このデータ交換システムの構成と動作の概要を説明している。

1. 緒 言

電力会社では、電力系統の合理的、経済的な運用を図るために各地の電力設備を電子計算機に有機的に結合して、総合的な自動給電システムとすることが、活発に進められている。

この自動給電システムでは、各地に散在する電力設備は、テレメータ、スーパビジョンなどの各種の情報伝送装置によって相互に結合されている。特に、近年サイクリックデジタル情報伝送装置などの、伝送効率、精度などの面ですぐれた情報伝送装置が多数設置されたのにつれて⁽¹⁾⁽²⁾、このような高度な情報伝送システムをより有効に活用するため、次の条件を満足することが要求されてきた。

- (1) データが集中する地点では、高速、多量のデータを効率よく収集、分配しなければならない。
- (2) 自動給電システムを中心とする制御用計算機と、情報伝送装置との結合を円滑に行なわなければならない。

日立データ交換システムは、これらの要求を満足するために開発されたもので、今後ますます拡大する自動給電システムの中のかなめとして必要欠くべからざるものである。

本システムでは、その中核部に、制御用計算機 HIDIC 100 あるいは HIDIC 500 を適用しており、その機能はフレキシビリティに富み、小規模なシステムから大規模なシステムまで広く適用することができる。図1は本システムの外観を示したものである。

以下、本システムの概要について述べる。

2. 機 能

データ交換装置に要求される機能は、大別すると

- (1) データ交換
- (2) 上位の制御用計算機との結合
- (3) データ処理

の三つになる。このうち、(1)はデータ交換装置本来の機能であり(2)、(3)は、能力の余裕の範囲内で処理されるもので、付帯機能と呼ぶことができる。

2.1 データ交換

情報伝送装置で伝送されるデータをもれなく収集し、所定の個所へ分配する機能である。

図2は、データ交換装置を適用した場合と、適用しない場合の伝送路の構成の比較を示したものである。すなわち、図のC地点に、

* 日立製作所大みか工場

** 日立製作所日立研究所

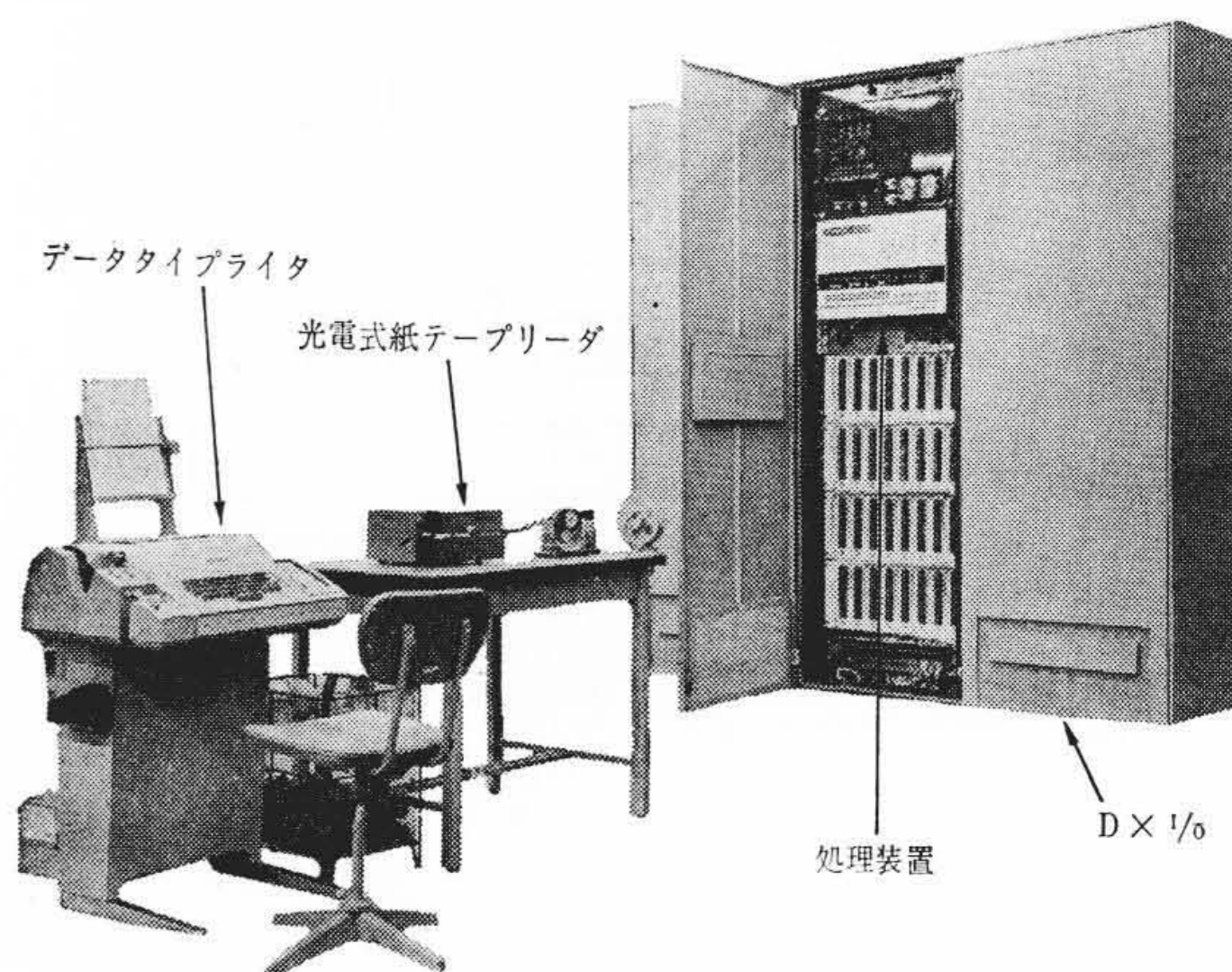
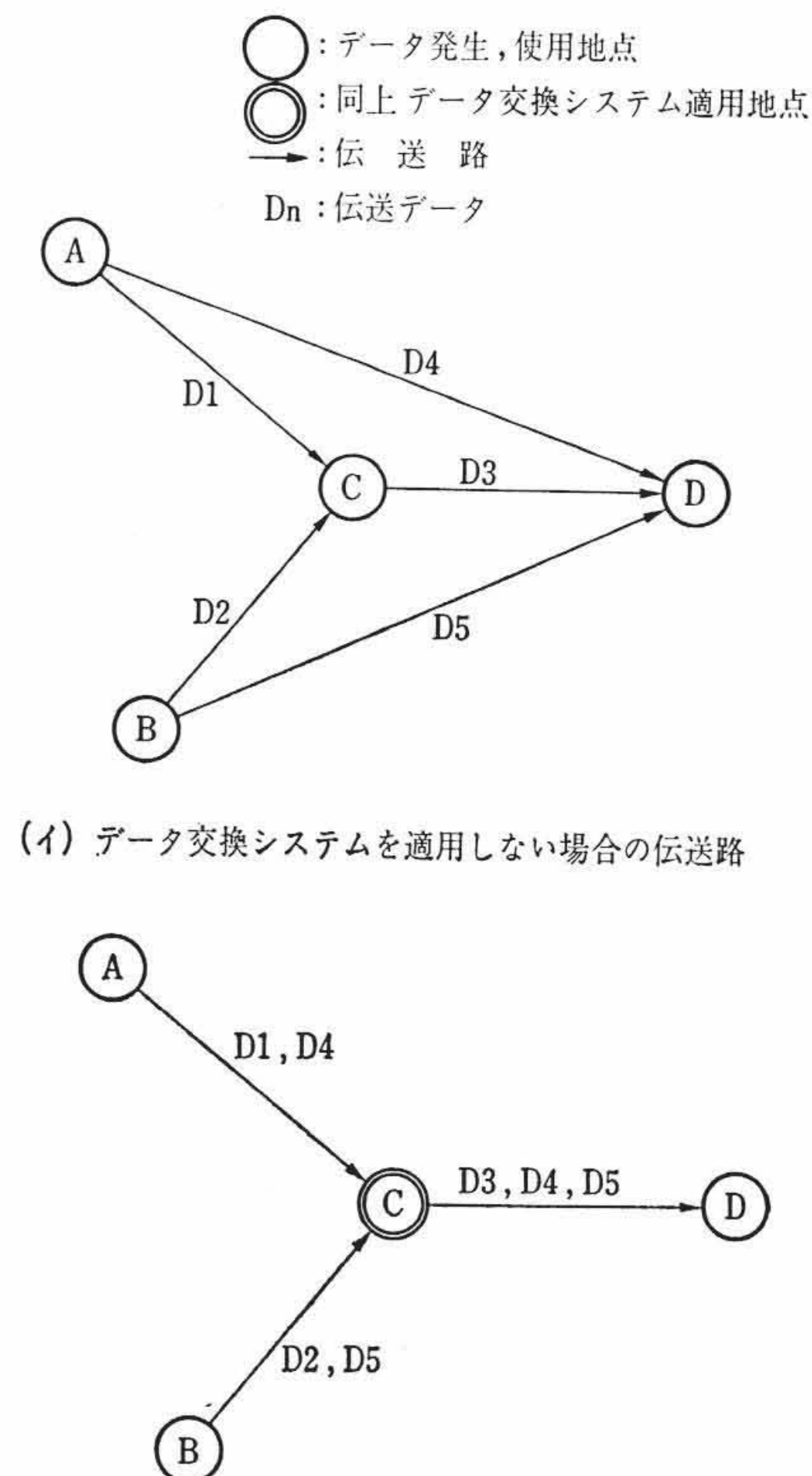


図1 データ交換装置

データ交換装置を適用すれば、これを適用しない場合に比べて、A D間およびB D間の伝送路を省略することができる。D地点から見ると、伝送回線数の減少および、端末数の減少という効果がある。この場合C地点のデータ交換装置は、A B両地点から収集したデータのうちD4、D5に、C地点で発生するデータD3を加えて、編成しなおし、D地点へ送信するというデータ交換機能を持つことになる。

データ交換装置で、このようなデータ交換機能の対象とする情報伝送装置は、おもにサイクリックな伝送形式をとるものである。図



(イ) データ交換システムを適用しない場合の伝送路

(ロ) データ交換システムを適用した場合の伝送路

図2 データ交換装置の適用による伝送路の構成例

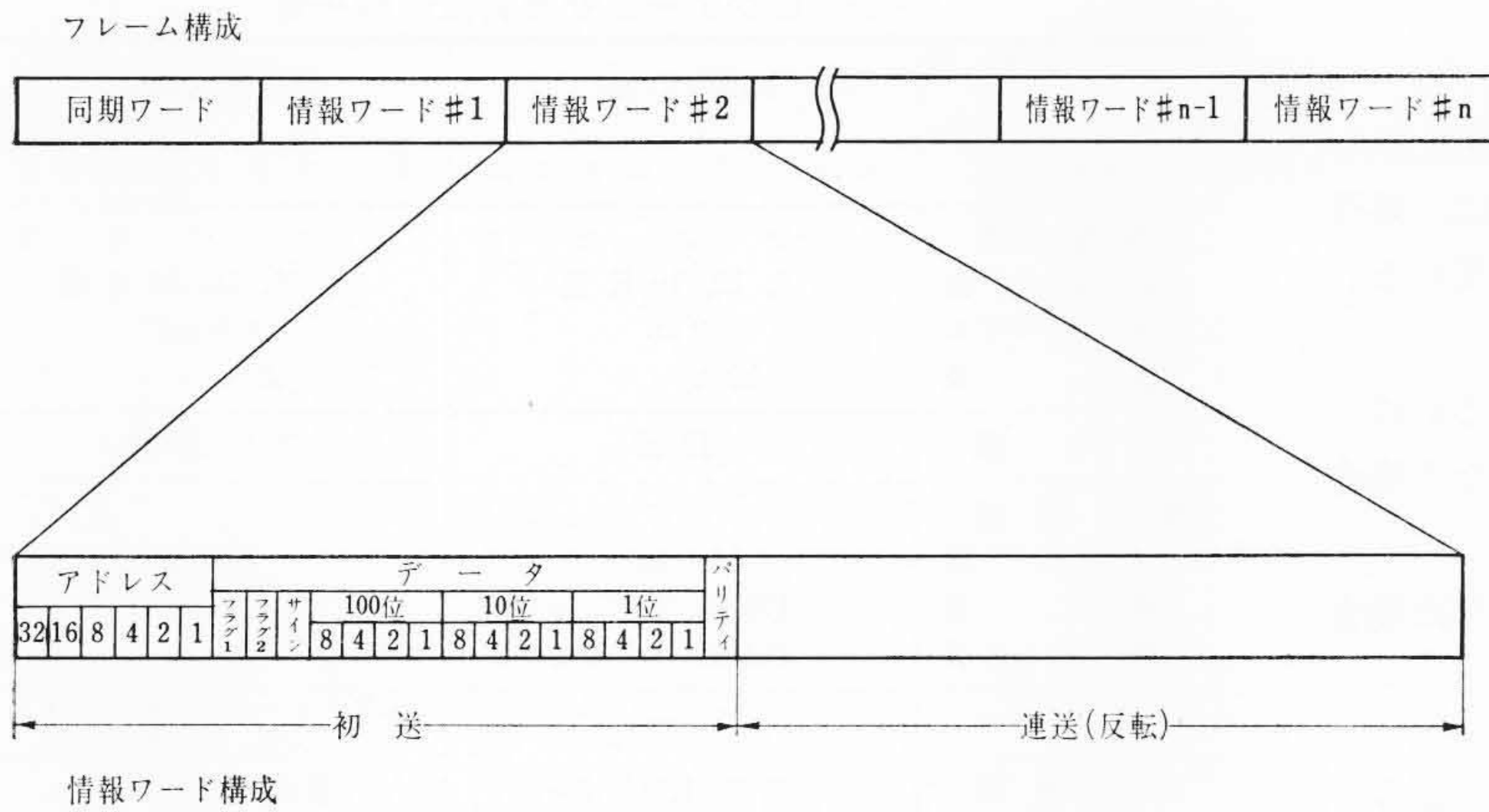


図3 CDT データフォーマット

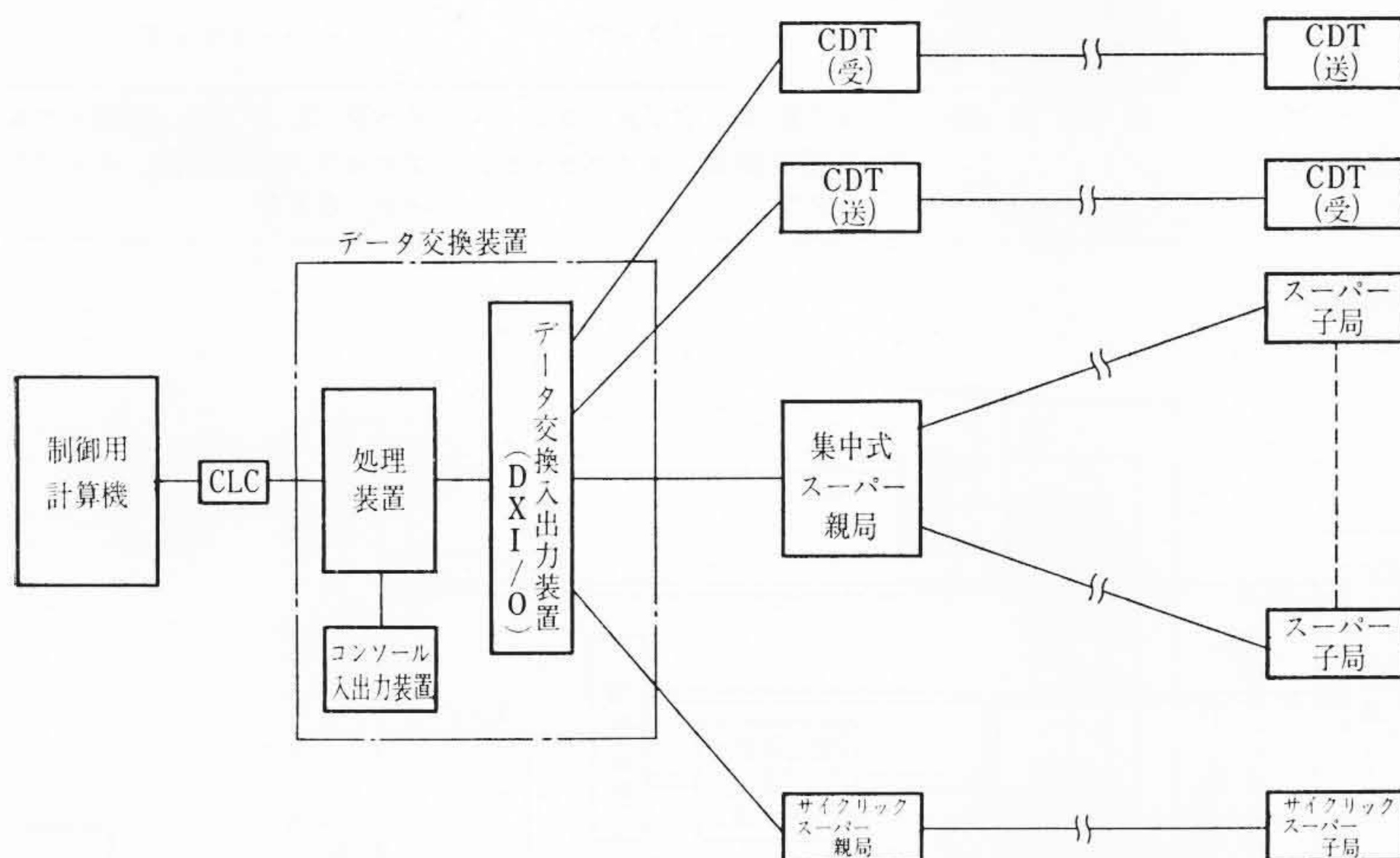


図6 データ交換装置適用システム例

3はその一例として、電気学会通信専門委員会で提示されたサイクリック情報伝送装置（以下 CDT と略記）の符号形式を示したものである⁽³⁾。

データ交換装置と情報伝送装置とのインターフェースは、図4、図5に示すように標準化されている。したがって、このインターフェースを満足すれば、上記の CDT だけでなく、これと類似な伝送形式をとっているサイクリック遠方監視制御装置、集中式遠方監視制御装置⁽⁴⁾などにも、広く適用することができる。さらに、サイクリック伝送形式をとっていない従来のアナログテレメータ、パルスコード式遠方監視制御装置などでも、標準インターフェースに変換するための結合装置をもうけることによって、データ交換装置と結合し、情報伝送システムとして統一することができる。

2.2 制御用計算機との結合⁽⁵⁾

情報伝送システムが、高速で、多量のデータを取り扱うようになってくるにつれて、情報伝送装置と制御用計算機の間、データ交換装置を置くことが必要になってくる。その理由は次のとおりである。

- (1) データ交換装置を置かなければ、制御用計算機の入出力点数が膨大なものになる。
- (2) 煩雑な情報伝送装置とのデータ授受を制御用計算機の業務から切りはなし、負担を軽減しなければならない。
- (3) データの監視などのような、単純ではあるが、ひんぱんに行なわなければならない重要な処理は、大形の制御用計算機に対して、比較的小規模なデータ交換装置に行なわせることによって信頼度の向上を図る必要がある。

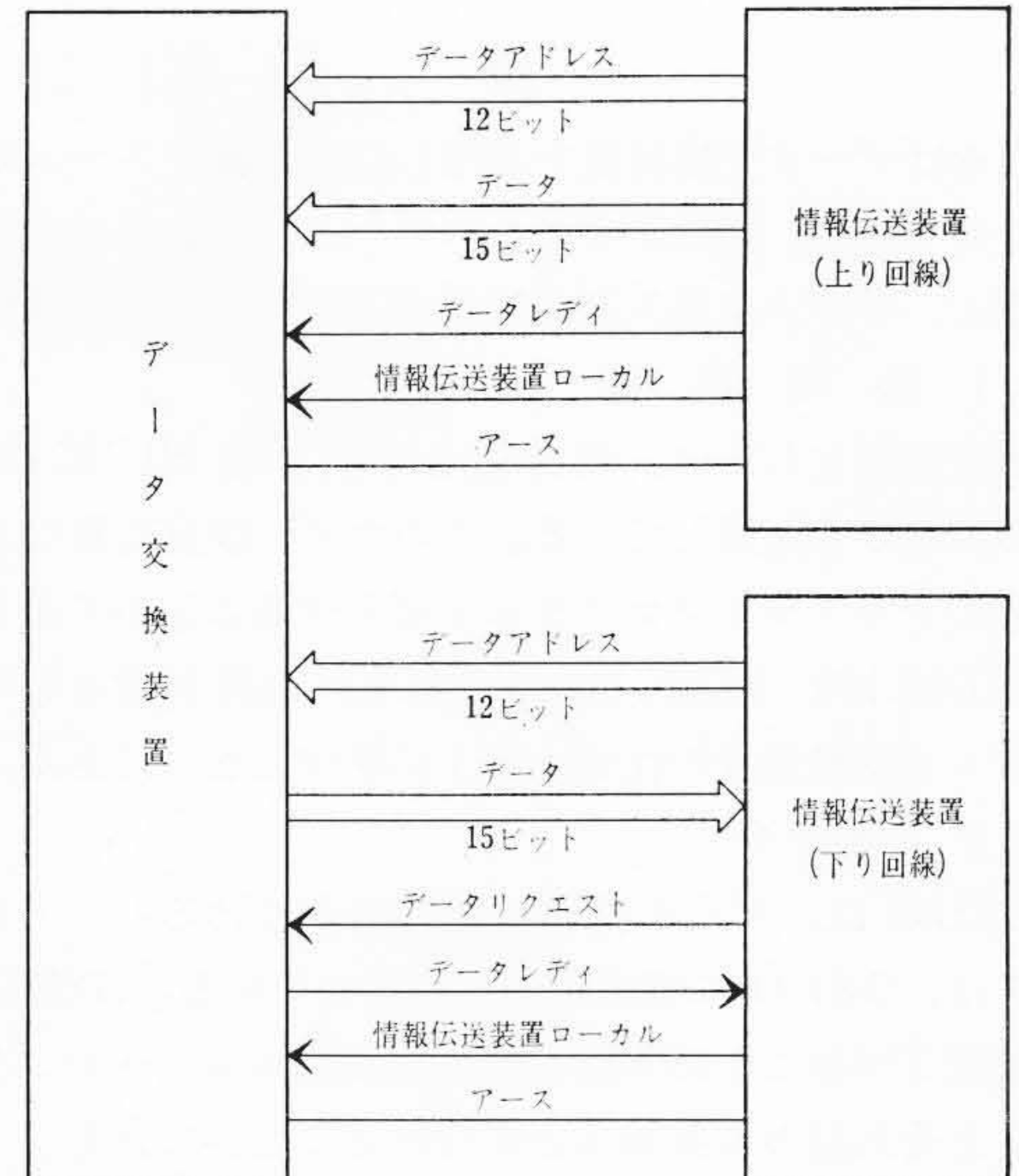


図4 情報伝送装置とのインターフェース

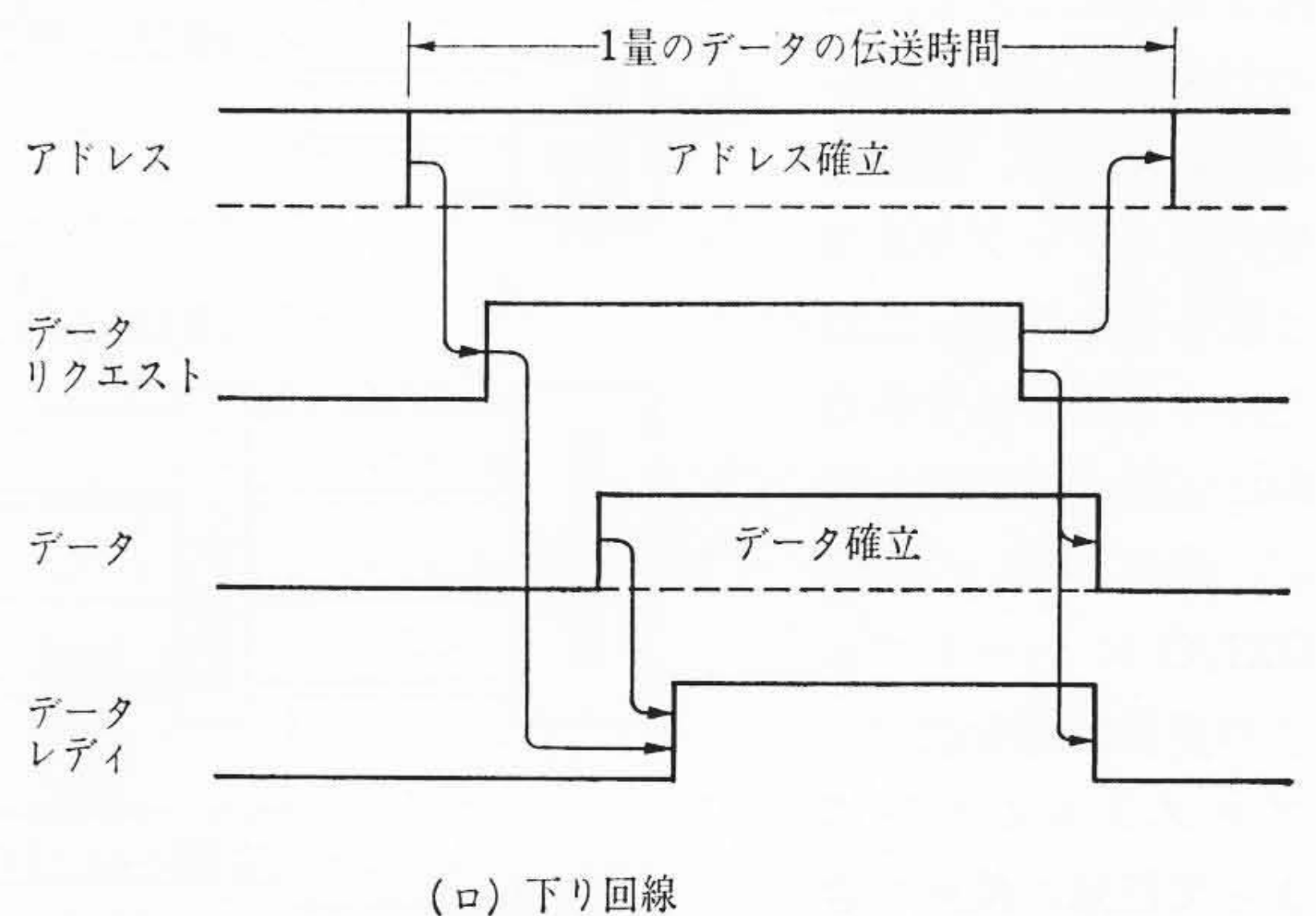
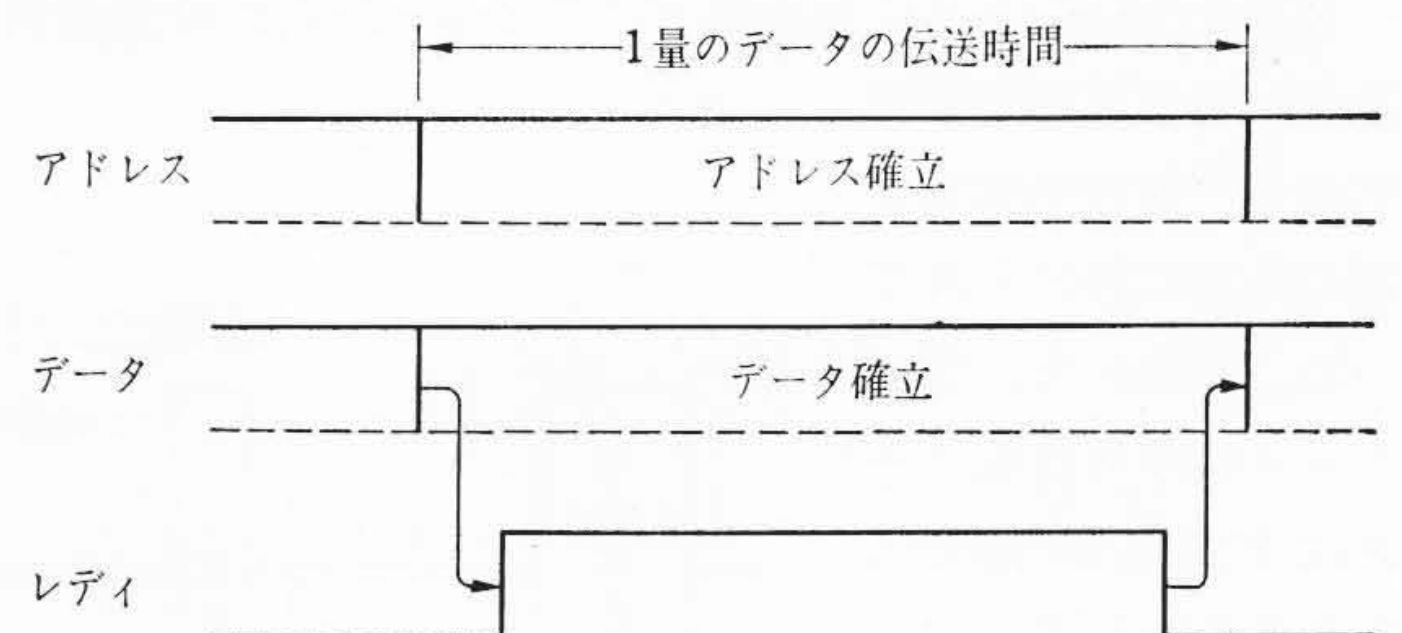


図5 情報伝送装置とのインターフェース (タイムチャート)

本装置では、メモリ内の任意のデータを、高速で転送することによって、上位の制御用計算機の負担を軽減することができる。

2.3 データ処理

上位の制御用計算機との結合のほかに、付帯機能として要求される機能としては、次のようなものがあげられる。

- (1) スケール変換
- (2) コード変換
- (3) 上下限監視
- (4) 2値情報状態変化の検出
- (5) 各種の演算処理
- (6) コンソールによるデータ表示、設定
- (7) データロギング

このうち、演算処理の内容としては

- (1) 合計値計算
- (2) 積算
- (3) 偏差計算
- (4) 最大、最小値計算
- (5) 平均値計算
- (6) 分布計算

などが考えられる。

3. 構成

図6はデータ交換装置を適用した計算機システムの構成例を示したものである。図に示すようにデータ交換装置の主要部分は、処理装置と、データ交換入出力装置(DXI/O)とから構成されている。

3.1 処理装置

処理装置としては、制御用小形計算機 HIDIC 100⁽⁶⁾あるいは、HIDIC 500を適用している。このため、演算処理などを行なう場合各種のライブラリプログラムを使用することができる。

HIDIC 100, HIDIC 500をそれぞれ処理装置として適用した場合のデータ交換装置の仕様は表1に示すとおりである。

3.2 DXI/O

DXI/Oは、データ交換装置を特徴づけるハードウェアである。図7は、DXI/Oの構成を示したものである。DXI/Oは、各情報伝送装置1回線ごとに対応した入力回線ユニットおよび出力回線ユニットとそれ以外の共通部に分けることができる。

走査回路は各回線の入力回線ユニット、出力回線ユニットのうちレディ信号が新たに発生しているものを、処理装置からの指令に従い順次走査し選択する。

2進化10進-2進変換回路および2進-2進化10進変換回路は伝送データと処理装置内部のデータの形式の相違のために設けられている。すなわち、伝送データのうち数値データは2進化10進形式であることが多いのに対し、処理装置内部は純2進形式である。このためにコード変換が必要になるが、処理装置内部のプログラムでこれを行なうと、これだけで本来の送受信処理に匹敵する時間を要し、能率が悪いので、DXI/Oにハードウェアの変換回路を設け、プログラムの指定によって任意に使用できるようにしたものである。

タイムアウト検出回路は各回線のレディ信号について時間監視を行ない、情報伝送装置あるいは伝送路の異常を検出するものである。時間監視は、1個の時限回路を用いて、各回線について順次行なう方式としている。

タイマ回路は、処理装置の送受信処理の周期を計時するもので、処理装置からの起動指令によって、計時を開始し、設定時限が経過すると処理装置に対して割込みをかけて、送受信処理を開始させる。タイマの時限は、処理対象の伝送速度、回線数に応じて、任意に設定することができる。

制御回路は、各種の入出力装置に共通なインターフェースに従って処理装置とデータの受授を行なうものである。

表1 日立データ交換装置仕様一覧

機種	HIDEX-100	HIDEX-500
項目		
プログラム方式	ストアードプログラム	ストアードプログラム
主記憶装置	コアメモリ	コアメモリ
記憶容量	8, 12, 16 K 語	8, 16, 24, 32 K 語
サイクルタイム	2 μ s	0.9 μ s
語長	16 ビット	16 ビット
命令数	16 種	基本 17 種
演算速度	16.5 μ s	1.8 μ s
加減算	170 μ s (オプション)	10.3 μ s
乗算	204 μ s (オプション)	11.6 μ s
除算		
外部メモリ	—	磁気ドラム, 32, 64, 128, 256, 512 K 語
伝送速度	最高 1,200 ボー	最高 1,200 ボー
処理可能回線数	1,200 ボー換算 20 回線	1,200 ボー換算 80 回線
伝送データ量	最大 2,000 量	最大 4,000 量
2進 $\leftrightarrow$ 2進化10進コード変換	ハードウェア	ハードウェア
周辺装置	ASR-33, PTR, プロセス入出力装置, タイプライタ, CRT	ASR-33, PTR, 磁気ドラムプロセス入出力装置, タイプライタ, CRT

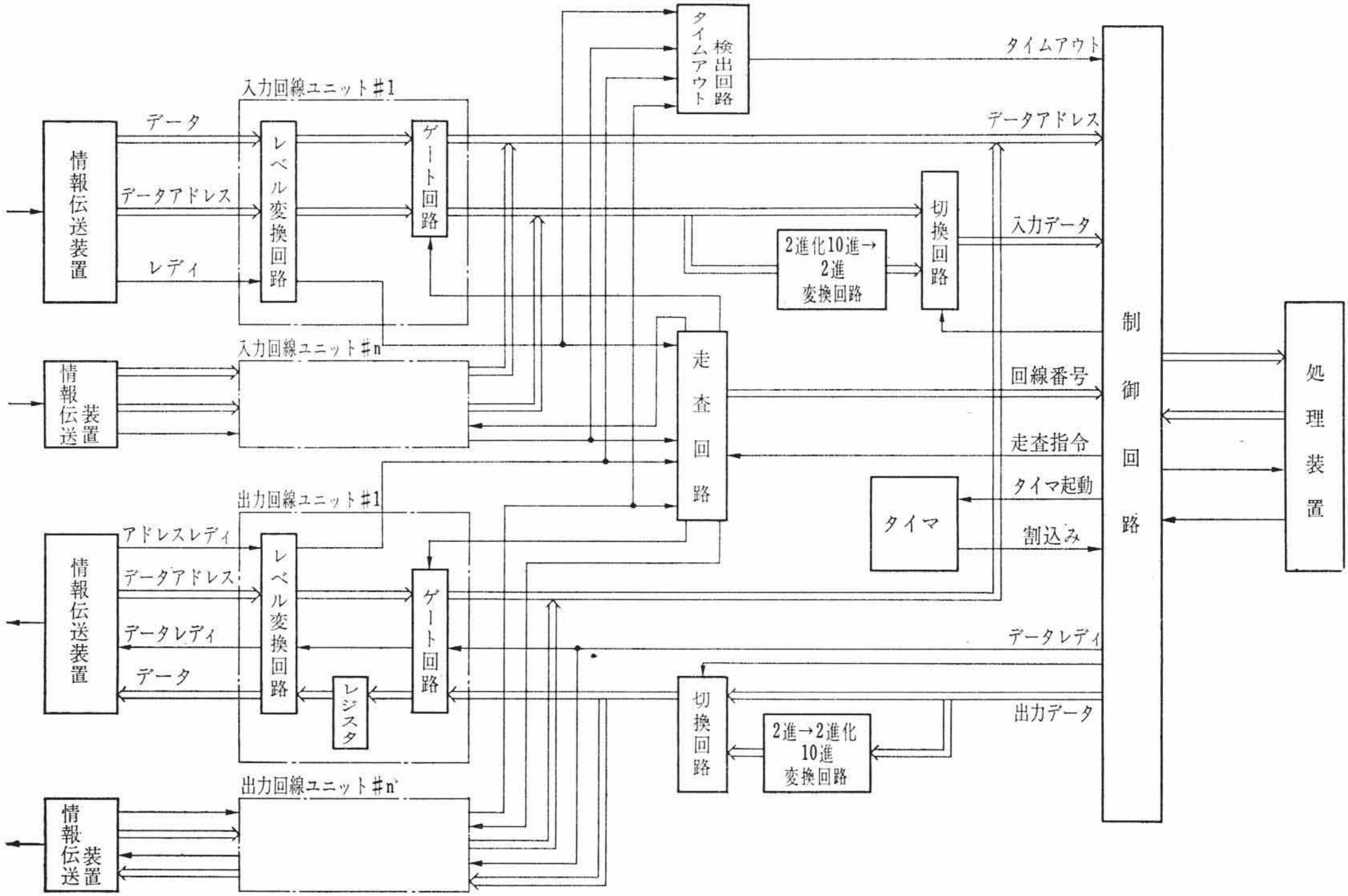


図7 DXI/Oの構成

4. 動作

4.1 プログラムの構成

データ交換装置内の処理は、

- (1) 送受信処理
- (2) 付帯処理

に大別することができる。

送受信処理とは、データ交換装置本来の機能であるデータ交換機能のためのもので、データの伝送速度と同期して実行されなければならない。これに対して、付帯処理とは、送受信処理以外のすべての処理であり、送受信処理以外に、速度、記憶容量などの余裕があれば、その範囲内で実施されるものである。したがって、データ交

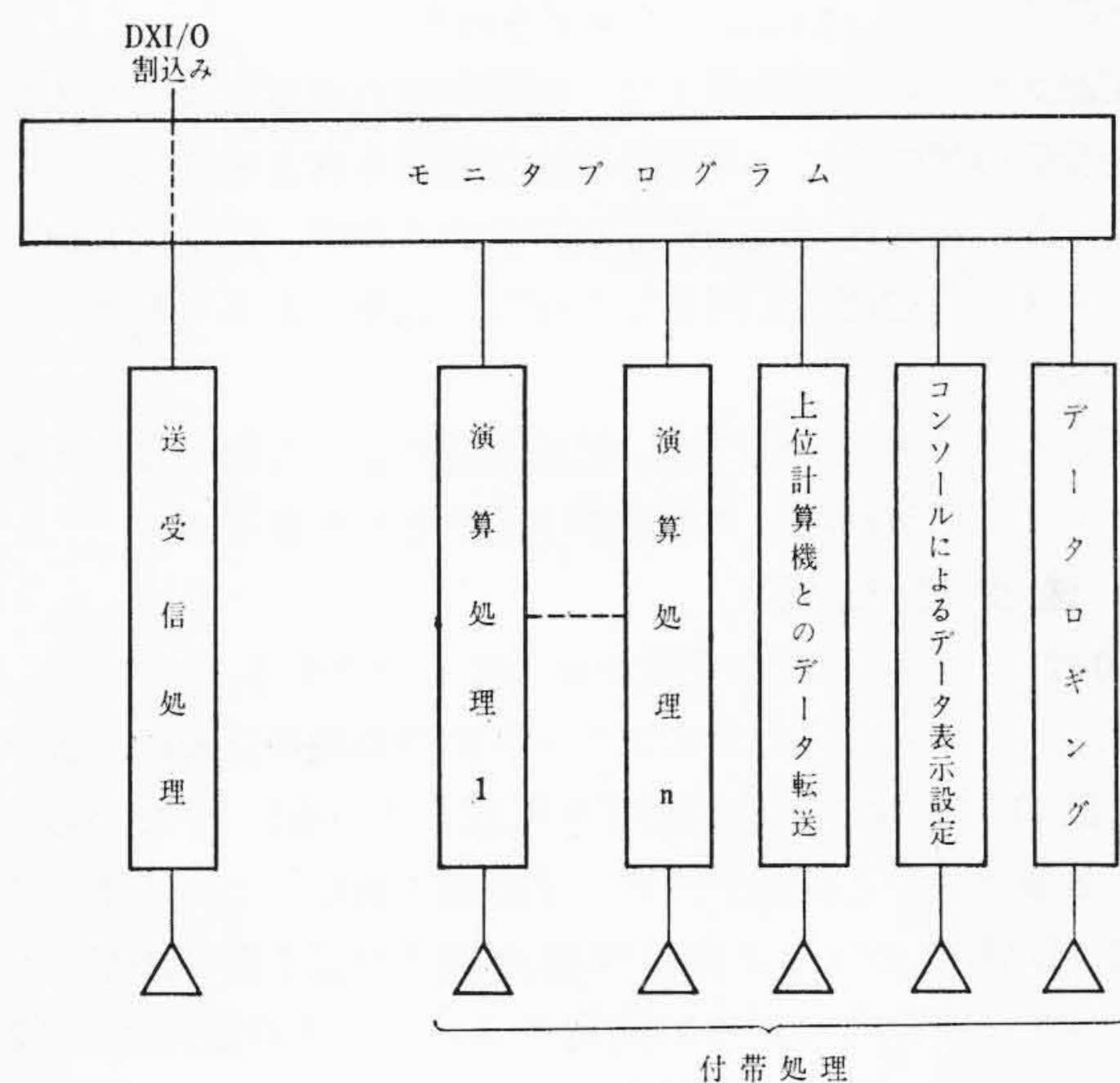


図8 プログラムの構成

換装置の能力を考慮する場合、まず第一に、送受信処理を効率よく実行できるように考慮し、次に、付帯処理を行なうための時間が、なるべく多くなるようにしなければならない。

図 8 は、プログラムの構成を示したものである。図において、モニタプログラムは、各プログラムを総括管理するプログラムである。送受信処理プログラムと、それ以外の各種の付帯処理プログラムは、このモニタプログラムの管理下で動作するが、送受信処理プログラムは、最優先で処理される。

4.2 回線走査方式

送受信処理プログラムには、すべての回線について図5のタイムチャートに示す情報伝送装置からのレディ信号が継続している間に、要求されているデータの処理を完了しなければならないという時間的制限が課せられる。情報伝送装置からのレディ信号は各回線ごとに、全くランダムに発生する。またその継続時間は、たとえば、図3に示すデータフォーマットのCDTの場合には、伝送速度

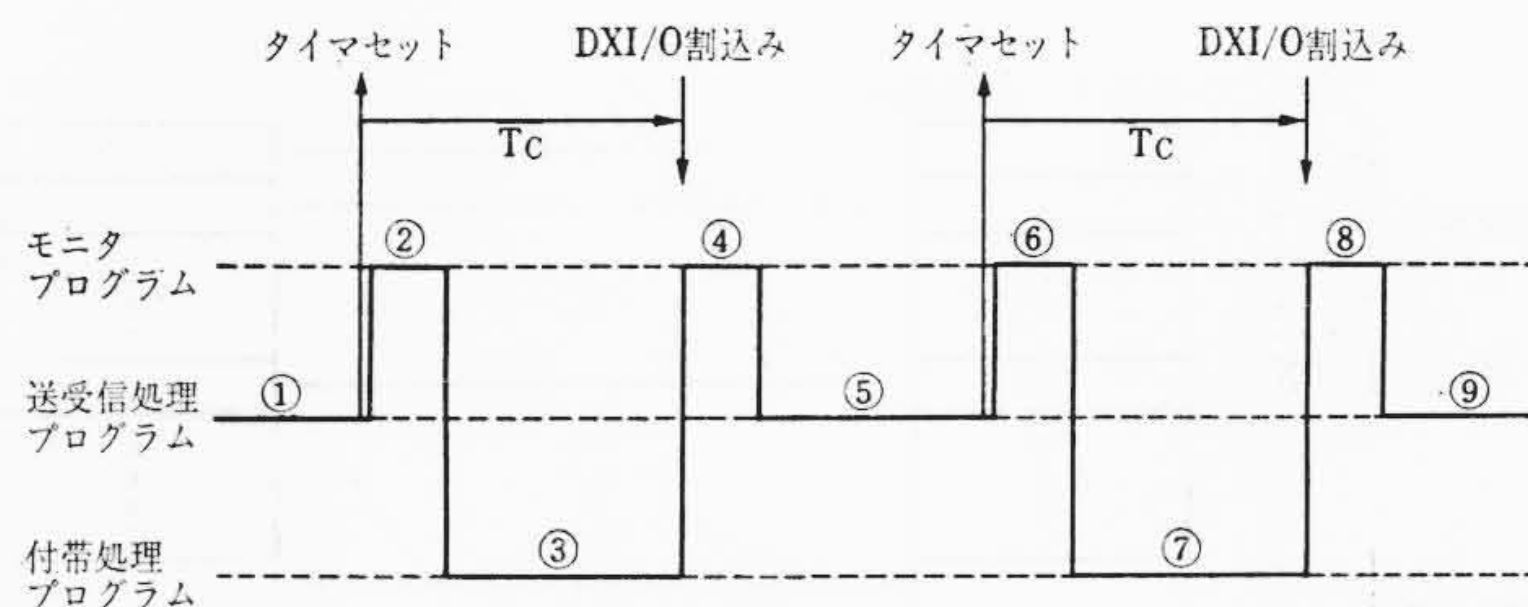


図9 プログラムタイムチャート

が 1,200 ボーの場合には約 34 ms, 600 ボーの場合には約 70 ms と伝送速度あるいは、情報伝送装置の種類によって異なっている。したがって、データ交換装置は各回線のうちレディ信号の発生している回線についてのみ、できるだけむだな時間が発生しないように処理しなければならない。

このためには、次の2種類の方法が考えられる。

- (1) 各回線のレディ信号がONになれば、直ちにその回線の処理を行ない、その回線の処理が終わったらほかの回線のレディ信号がONになるまで付帯処理を行なう。
- (2) ある時間間隔で、各回線のレディ信号を走査し、一回の走査で、新たにレディ信号がONになった回線すべてについて、処理を行なってしまう。

このうち第1の方式は、第2の方式に比べて、プログラムの切換えのためにモニタプログラムの動作する回数が多く、時間的にむだが多くなり、付帯処理のために残される時間が少なくなる。このため、日立データ交換装置では、第2の方式を採用している。

第2の方式では、処理時間間隔を適当にとることが必要で、これが長すぎると、走査もれが発生する。また、短すぎると、付帯処理のために残される時間が少なくなる。日立データ交換装置では、この時間間隔は、DXI/O 内のタイマで計時し、一回の走査処理終了後、一定時間後に、処理装置に割込みをかけて、次の走査を行なう方式としている。

4.3 プログラムの流れ

図 9 は、プログラムの時間的な流れを示している。以下にこの動作手順を説明する。

- ① 送受信処理プログラムが動作して、処理終了するとモニタプログラムにコントロールが移る。
- ② モニタプログラムは付帯処理プログラムのうち処理すべき、最優先プログラムにコントロ

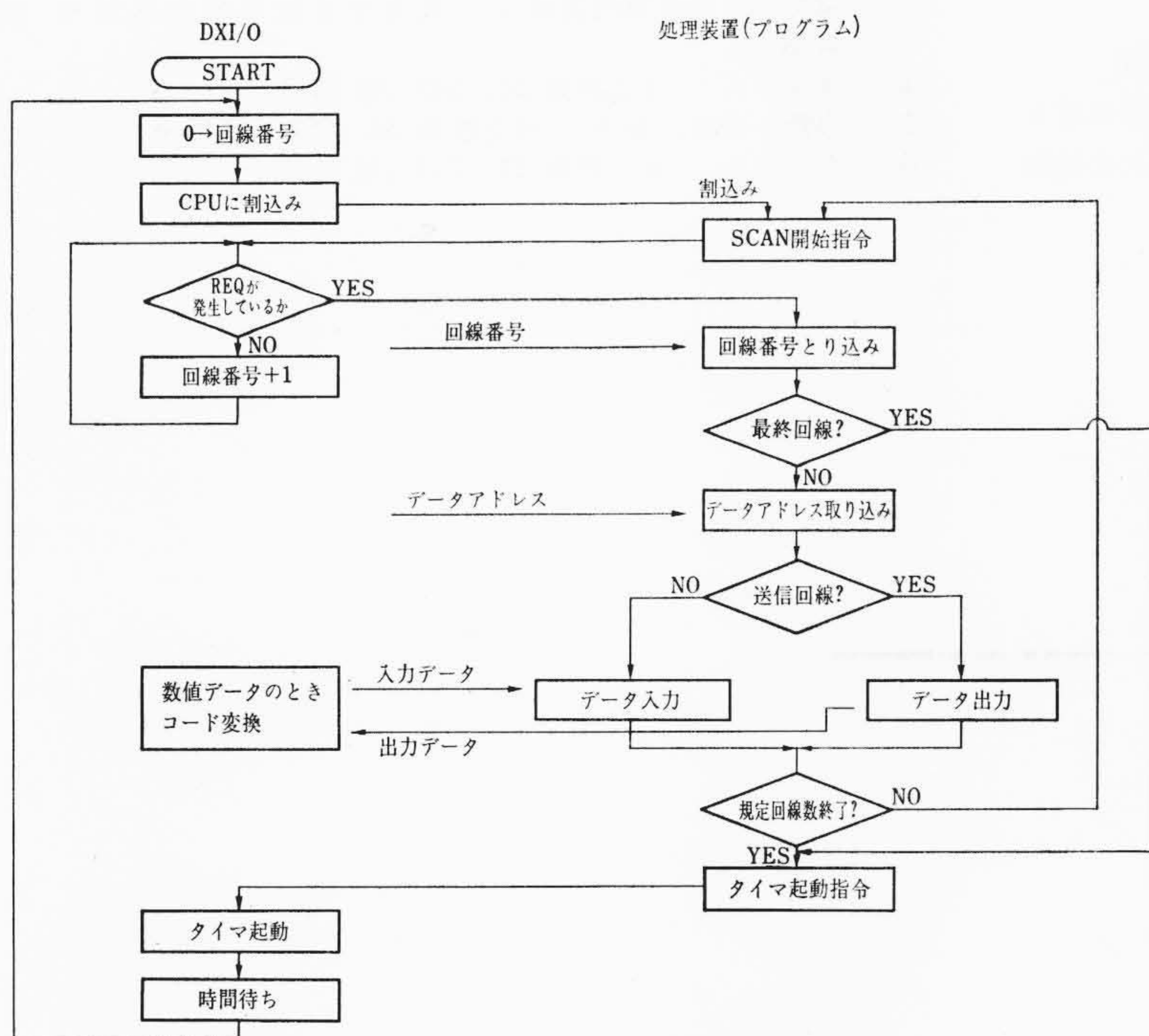


图10 送受信処理

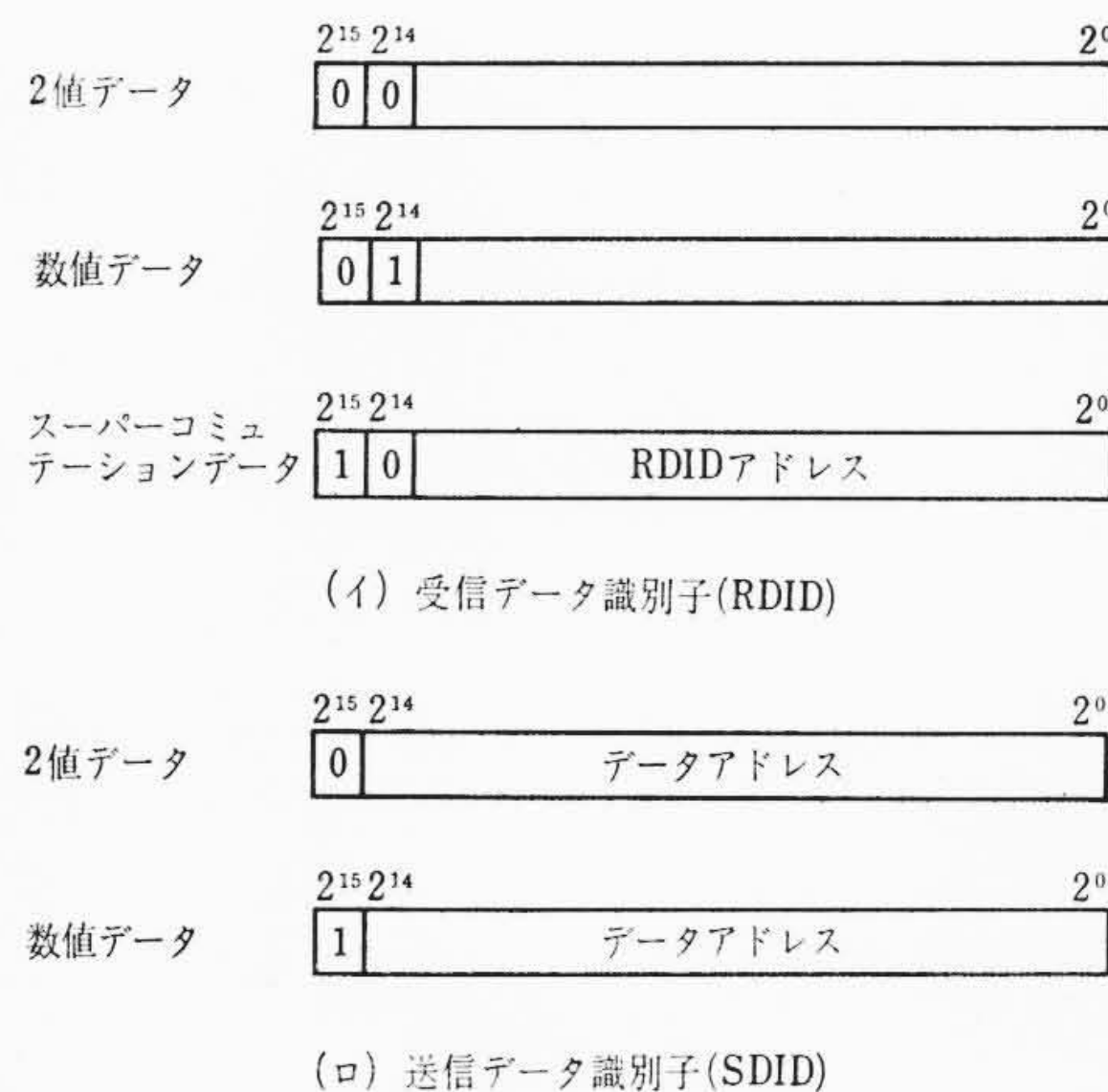


図 11 データ識別子

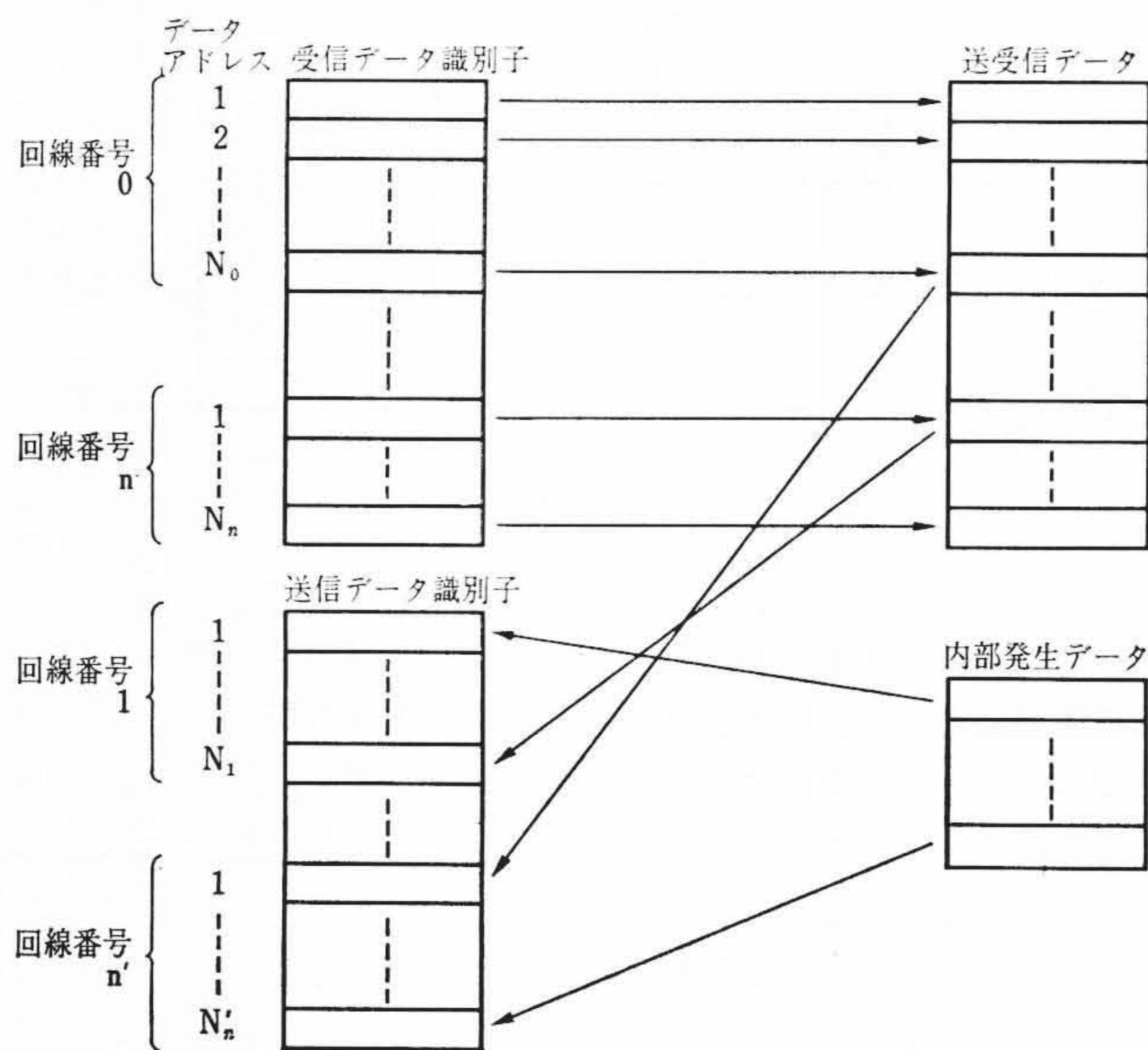


図12 データ識別子とデータの配列

ールを移す。

- (3) 付帯処理プログラムが動作し、送受信処理が終了してから一定時間 T_c が経過すると、DXI/O から割込みがかり、モニタプログラムにコントロールが移る。
- (4) モニタプログラムは、付帯処理プログラムをいったん中断して、送受信処理プログラムにコントロールを移す。

以下この動作を繰り返す。このとき走査もれがないようにするためには、次の条件が満足されなければならない。

$$t \times n + t_0 + T_c < \tau$$

ここに、 t : 1回線あたりの送受信処理時間

n : 処理回線数

t_0 : 割込み禁止状態による DXI/O からの割込みの遅れ、入出力チャンネルの動作などによる送受信処理の遅れ時間

T_c : DXI/O のタイマの時限

τ : 情報伝送装置からのレディ信号の継続時間

である。このうち t_0 はほぼ固定の値であり、また T_c は付帯処理を発生させるための時間である。したがって送受信処理のための時間

的な制限は、 t , n , τ によって決定される。

1回線あたりの処理時間 t は、処理装置の速度によって決まる。なお送受信処理の中に、付帯処理的な処理を含めると、この時間が大きくなって処理可能回線数が減少するので、送受信処理の内容は、データの伝送速度と同期して行なう必要のあるものに限られるべきである。

レディ信号の継続時間 τ は、伝送速度によって決まる。伝送速度が低ければ、処理回線数 n を増加することができる。

4.4 送受信処理

図10は、送受信処理の手順を示したものである。

このうち、データ入力およびデータ出力処理のために、各データごとに図11に示すデータ識別子を用意している。すなわち、データは、2値データと数値データの2種類であり、これによって入出力時に、DXI/O のコード変換回路を通すかどうか決定される。また、コアメモリ内のデータ識別子と、データの配列は図12に示すようになっているので、送信データについてはデータ識別子の中にデータアドレスが記憶されている。これによって収集したデータを任意の個所へ分配するデータ交換を行なうことができる。

5. 結 言

以上、電力系統制御用のデータ交換システムについて述べた。

本システムの開発により、従来、2点間の情報伝送装置の集合であった電力系統の情報伝送システムを、計算機による自動給電システムの中の有機的な情報伝送システムとして活用することができるようになった。

なお、今後情報伝送システムの自動監視、切換え、あるいは、サイクリックな伝送形態をとらないデータについてのデータ交換など、情報伝送システムへの計算機の適用分野は残されており、これらについても検討を進めていきたい。

終わりに、本システムの開発に際してご協力いただいた関係各位に厚くお礼申し上げます。

参 考 文 献

- (1) 岩田, 小林: 日立評論 51, 808 (昭44-9)
- (2) 秋山, 小林: 日立評論 52, 549 (昭45-6)
- (3) 電気学会通信専門委員会: 電気学会技術報告第91号 (昭44-8)
- (4) 深津ほか: 日立評論 52, 543 (昭45-6)
- (5) 中野, 菅家, 谷中: 日立評論 52, 554 (昭45-6)
- (6) 森田ほか: 日立評論 51, 714 (昭44-8)