

ユニトロールΣシリーズ DSC-23形マイクロ コンピュータ システム

New Industrial Instrumentation System Unitrol Σ Series Type DSC-23 Micro Computer System

化学プロセスなどの計測制御のため、マイクロ コンピュータが数多く使用されている。DSC-23形マイクロ コンピュータは、先に発表されたユニトロールΣシリーズのデジタル部の中心機器として新しく開発したものである。分散形制御システムを構成するため、HIDIC 80上位システムと命令体系の統一、通信ネットワーク、補助メモリなどの機能の強化を図っている。本稿は、DSC-23形マイクロ コンピュータのハードウェア及びソフトウェアについて述べる。

松家 敬* *Matsuie Takashi*
桜井仁一** *Sakurai Jin'ichi*
坂巻 勤** *Sakamaki Tsutomu*
藤井和博** *Fujii Kazuhiro*

1 緒 言

プロセスの計測、制御の分野にマイクロ コンピュータを導入して、アナログ、デジタル両システムを融合した、総合制御システムが開発され、急速に普及している¹⁾。これらのシステムは大規模システムのサブシステムとなる場合も多く、上位システムとの有機的な結合が必要となってきた。

また、稼働率、信頼性の向上からは独立したシステムとして機能を発揮する必要がある。

ユニトロールΣシリーズでは、既にDSC-21形マイクロ コンピュータがダイレクト デジタル制御(以下、DDCと略す)やシーケンス制御などに多数使用されている。今回更に、シリーズの機能及び性能向上のため、上位機としての日立制御用コンピュータHIDIC 80と同一命令体系を持ち、補助メモリ、通行回線を強化したDSC-23形マイクロ コンピュータを開発した。

2 マイクロ コンピュータによるプロセス制御

2.1 動 向

プロセス制御へのマイクロ コンピュータの導入は、アナログ計器の補助として使用されたが、LSI(大規模集積回路)の進歩とともに、従来はミニ コンピュータが受け持った機能を分担するようになり、更に、マイクロ コンピュータの特長を生かし制御システムを構成するようになってきた。これらの特長の主なものは、小形、低価格、高信頼性及び柔軟性にあり、これらにより、DDCシステム、シーケンス制御システムなどが標準化されたハードウェア、ソフトウェアにより実現できるようになってきた²⁾。更に、これらのシステムを通信ネットワークで結合した総合システムの構成へと進展してきている。

2.2 分散形制御システム

化学プロセスなど制御対象が大きく、また、機能的に、あるいは制御上分割される場合には、それらの各々に独立した制御システムを用意し、更に、上位に統括用のシステムを置く分散形制御システムが実際的な構成となる。

DSC-23形マイクロ コンピュータによる分散形制御システムの例を図1に示す。No. 1~NのDSC-23は、プロセスの各セクションごとに置かれたDDC専用機でありCathode

Ray Tube(以下、CRTと略す)[B]により独立に運転される。CRT[C]は上位の統括用DSC-23により制御され、各DDC制御部へ運転に必要な情報を与えることができる。CRT[B]、[C]は互いにバックアップすることも可能になり、更に、CRT[A]のバックアップにも用いるなど、融通性のあるシステム構成ができる。このように、分散形制御システムを構成することにより、各制御部の独立性を保ちながら、総合的なシステムを構成できる。コンパクトなDSC-23形マイクロ コンピュータ、補助メモリ、データ ハイウェイは上記システムを構成するうえで不可欠の構成要素となる。

3 DSC-23形マイクロ コンピュータ

3.1 DSC-23形マイクロ コンピュータの構成

上記システム構成の中心機器として開発したDSC-23形マイクロ コンピュータは、ショットキー バイポーラLSIによる日立制御用コンピュータHIDIC 80のサブセットアーキテクチャーを持つマイクロ コンピュータとして既に開発されたHIDIC 08のBPUボードを使用したマイクロ コンピュータである。図2にその外観を、図3に内部の実装状態を、表1にその仕様を示す。HIDIC 08形マイクロ コンピュータは、DDC用マイクロ コンピュータとして特に要求される高速の論理、数値演算機能を備え、割込み機能はベクタリング方式をとり、ソフトウェアのオーバーヘッドを軽減し、高速処理を可能とした計測制御専用のマイクロ コンピュータである。DSC-23形マイクロ コンピュータでは、そのうえに磁気ディスクを付加し、統括用マイクロ コンピュータとしても使用することができ、分散形制御システムで使用されるコンピュータを一機種に統一できる。これは、システム構成の標準化、保守の簡易化、ハードウェア、ソフトウェア両面にわたる保守教育の一貫性を保てるなどの点で大きな利点となる。また、これらはシステムの信頼性、稼働率向上なども図ることができる。

更に、上位の制御用コンピュータHIDIC 80と同じ命令体系を持つため、プログラム作成などを上位システムで行なうことができ、上位機の持つ強力なメインテナンス ツールを利用してDSC-23形マイクロ コンピュータ自身での各種エラ

* 日立製作所計測器事業部 ** 日立製作所那珂工場

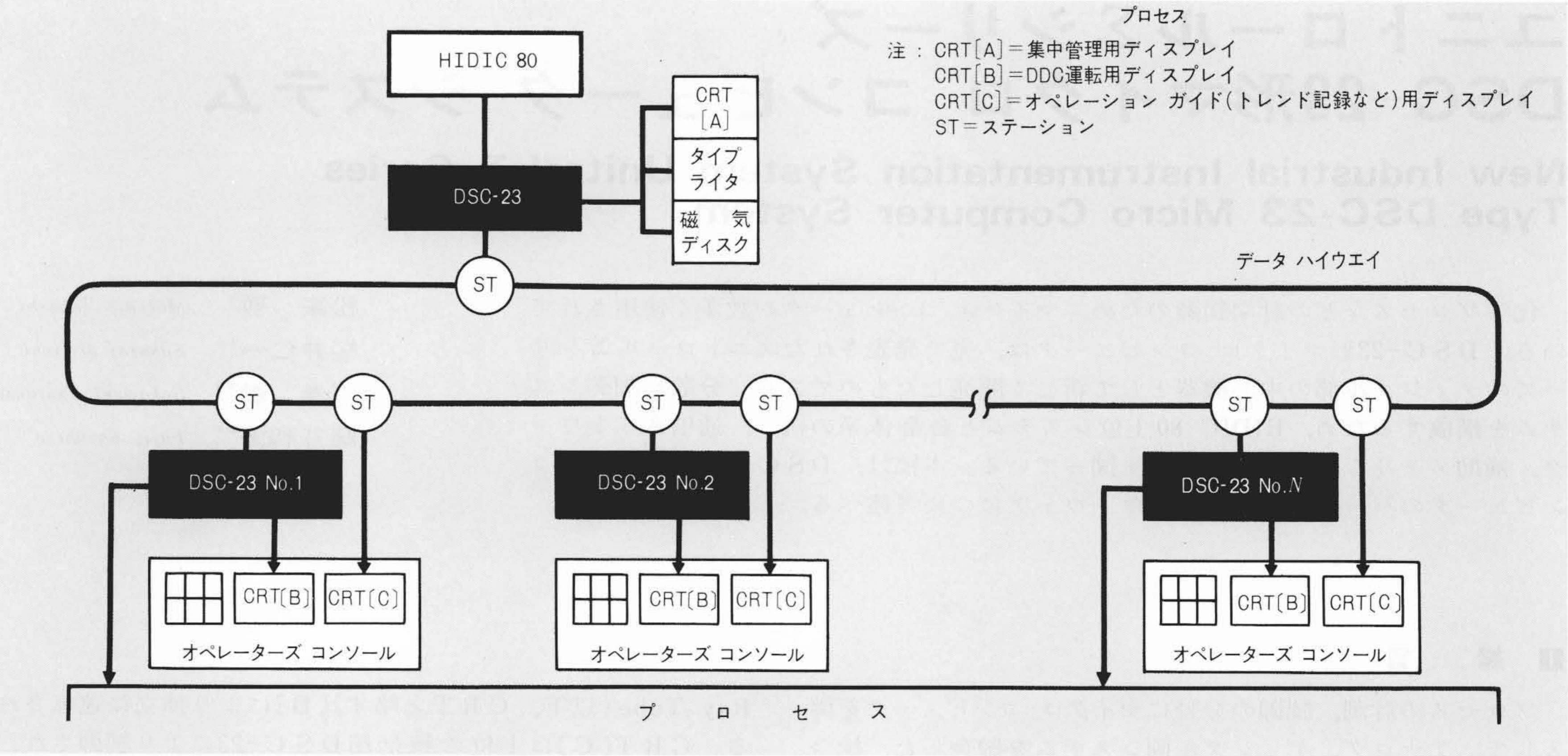


図1 分散形制御システム DSC-23形マイクロ コンピュータによる分散形制御システムの構成例を示す。

ー チェックのほかに、上位からの有効なシステム全体に至る各種の診断を行なうことが可能である。

3.2 入出力機器

DSC-23形マイクロ コンピュータの入出力機器は、図4及び表2に示す構成、仕様が標準的な入出力機器である。特にユニットロールドΣシリーズの大きな特長であるループ コントローラの構成に必要なループ パッケージ²⁾のほか、補助メモリとして磁気ディスク、任意ステーション間で通信可能なデータ ハイウェイを加え、Σシリーズのシステム構成上強力な要素となっている。磁気ディスクは、既にフィールドで多数の実績を持っており、信頼性、性能とも制御用として十分なものである。

4 通信ネットワークの構成

図1に示すような分散形システムでは総合的に管理するため、あるいは、各セクション間のデータ交換、また、バック

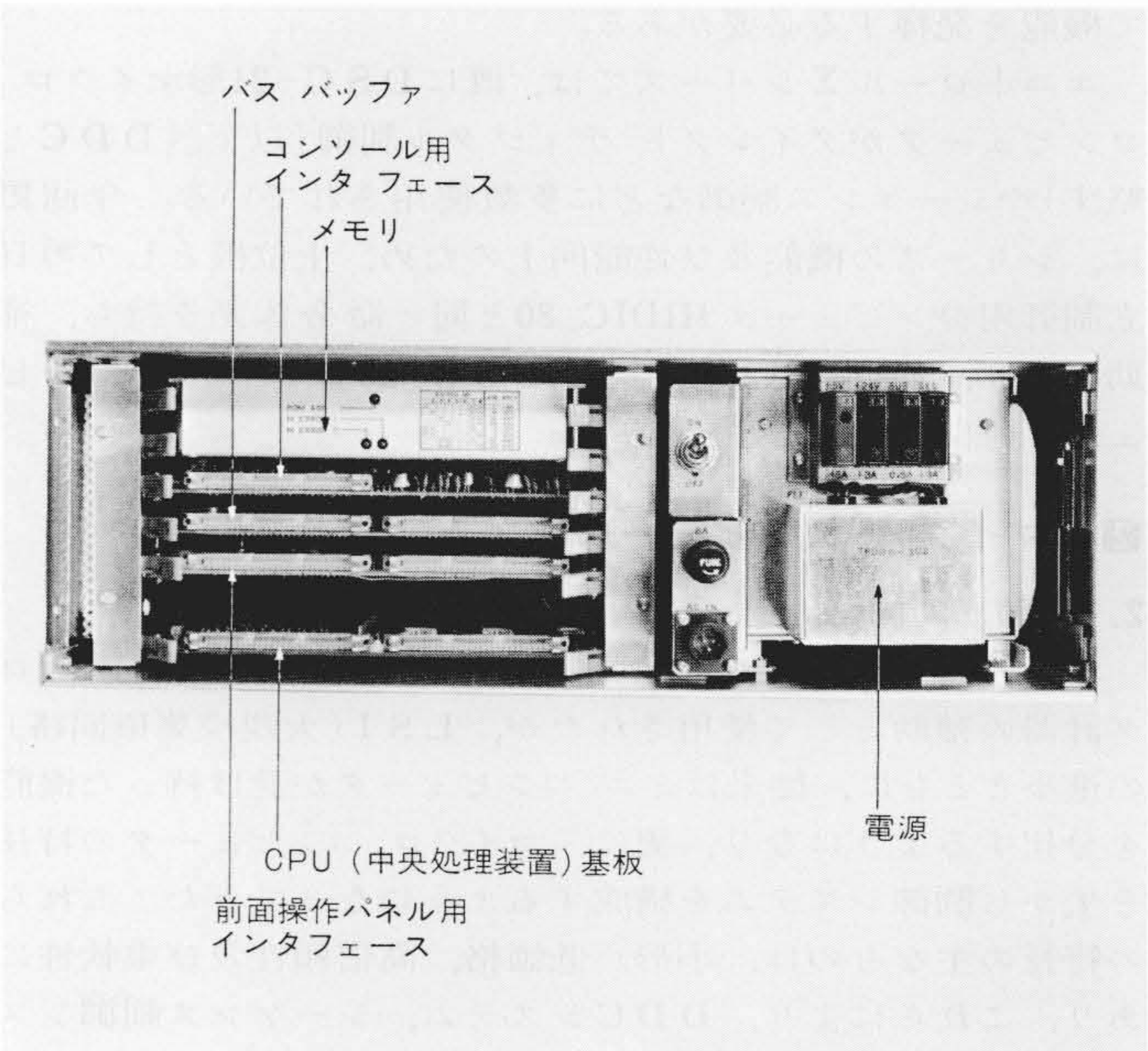


図3 DSC-23形マイクロ コンピュータの実装 コネクタ類は外してある。メモリ16K語の実装の場合を示す。

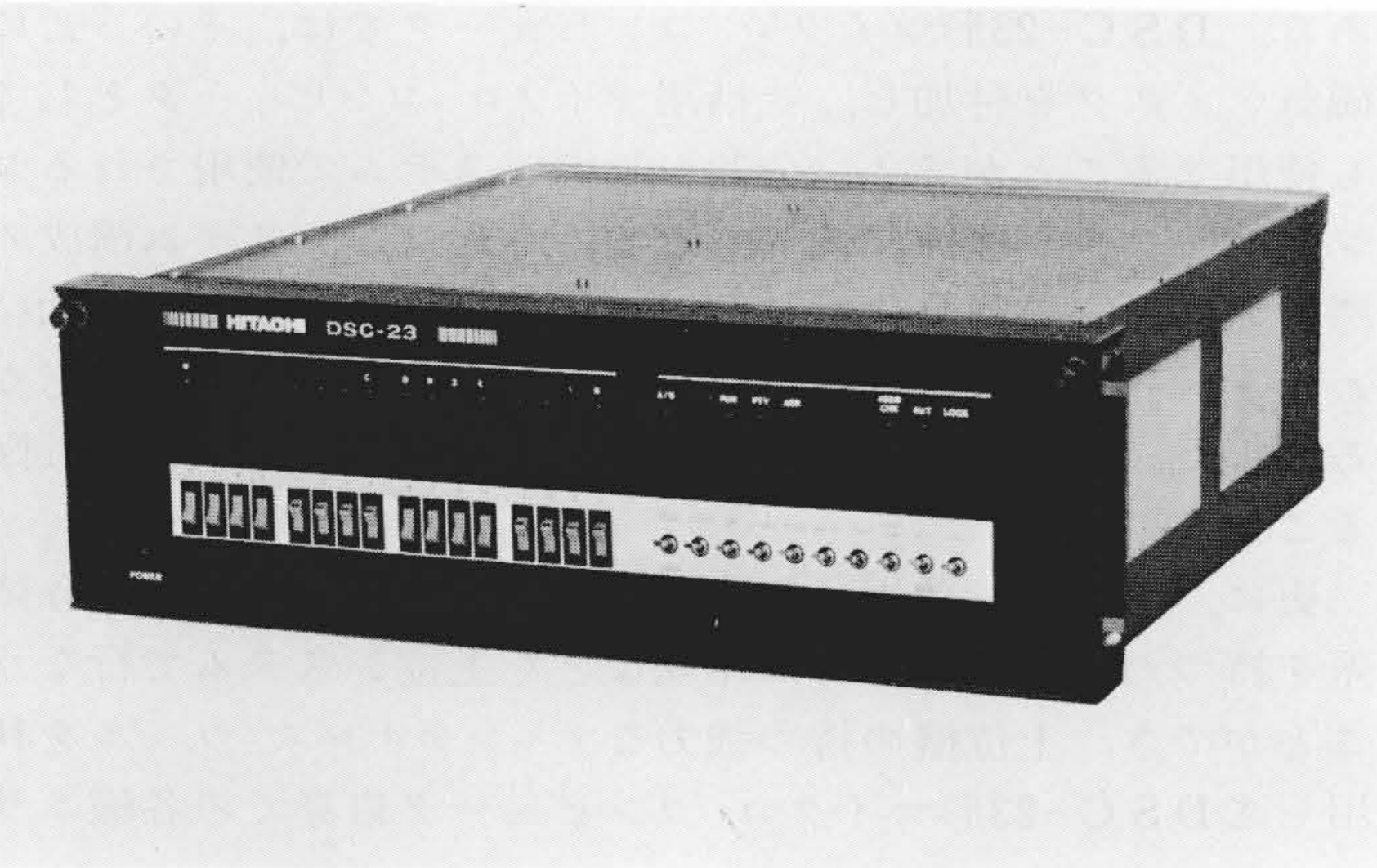


図2 DSC-23形マイクロ コンピュータの外観 電源、コンソール用タイプライタ、テープ リーダ インタフェースを含む。その寸法は幅480 mm、高さ150 mm、奥行450 mmである。

アップなどのために通信ネットワーク構成が不可欠となるが、この中心となるのがデータ ハイウェイである。本データ ハイウェイは、図5に示すようなフレーム構成を持ち、データ ハイウェイ上の任意のステーション間でデータの交換の可能な、いわゆるN：N通信方式である。フレーム構成、伝送方式はHDL C (High Level Data Link Control) に準拠した標準方式をとっている。制御部分はマイクロ コンピュータ、専用 ICを導入し、ハードウェア構成の標準化、コンパクト化を図り、分散形マイクロ コンピュータの専用通信ネットワークとして最適なシステムを構成できるよう考慮している。表3に概略仕様を示す。

表1 DSC-23形マイクロ コンピュータの仕様 DSC-23形マイクロ コンピュータの標準機能を示す。ただしメモリ32K語の場合は寸法が異なる。

No.	項 目	仕 様
1	構 成 素 子	ショットキー バイポーラ LSI
2	演 算	16ビット/語、マイクロ プログラム方式 加・減算：3.5μs 乗算：30μs 除算：40μs その他合計47命令
3	主 メ モ リ	サイクル タイム：1.4μs 容量：16K語単位、32K語まで
4	割 込	2レベル(ハードウェア)、ベクタリング
5	入 出 力 制 御	プログラム制御：約2K語/s DMA：約400K語/s
6	エ ラ ー 検 出	ウォッチ ドッグ タイマ メモリパリティ、アドレス エラー
7	メモリ プロテクト	ワン エリア クローズ(256語単位)
8	電 源	AC100/110V ±10%、50/60±1Hz
9	周 囲 条 件	温度0～50℃、湿度10～95%(結露なし)
10	タ イ マ ベ ース	10ms、100ms、1,000msより1種(ハードウェア)
11	寸 法	高さ150×幅480×奥行550(mm) (ただし、メモリ32K語時は高さ200mm)

注：DMA=Direct Memory Access

5 ソフトウェア システム

5.1 概 要

DSC-23形のソフトウェア システムの全体構成を図6に示す。オペレーティング システム(以下、OSと略す)は、

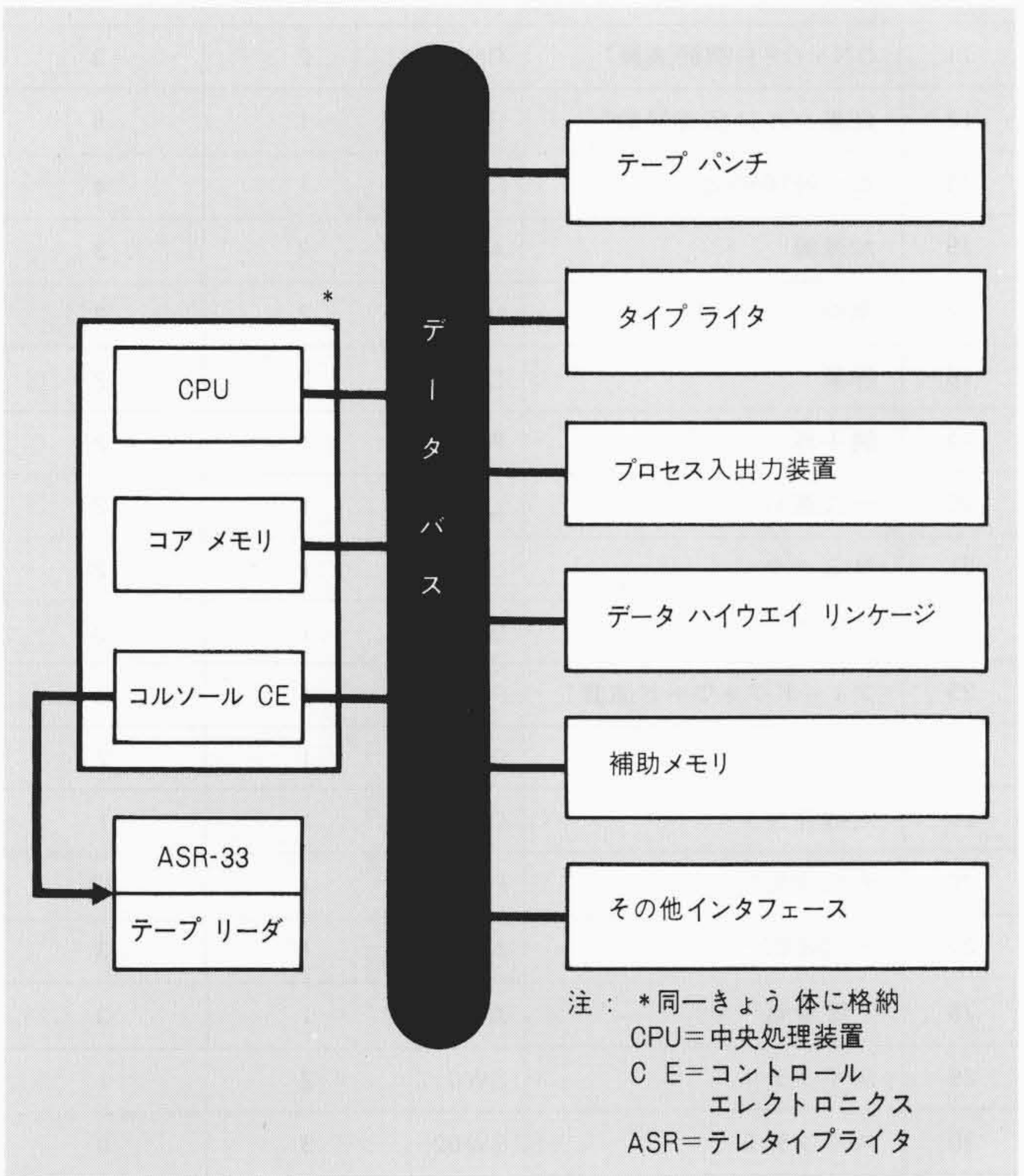


図4 DSC-23形マイクロ コンピュータのハードウェア構成 DSC-23形マイクロ コンピュータ システムの標準的な構成をブロック的に示す。

表2 DSC-23形マイクロ コンピュータ入出力機器仕様 DSC-23形マイクロ コンピュータ システムの標準的な入出力機器の概略仕様を示す。

機 器 名	仕 様
コンソール タイプライタ	ASR-33、10文字/s、ASCIIバイナリ
テープ リーダ	400文字/s、ASCII、バイナリ
テープ パンチャ	75文字/s
ロギング タイプライタ	ハイタイプ、30文字/s
CRTディスプレイ	白黒/カラー、960/1,920文字
プロセス入出力	接点入力、パルス入力、トランジスタ接点、パルス出力、アナログ電圧入力、アナログ出力
通信回線	データ ハイウェイ(任意ステーション間)
磁気ディスク 補助メモリ	FHD-50A、512K語/台、2台まで アクセス タイム：平均10ms 転送速度：2.5Mビット/s

DSC-23形の主な適用範囲がプロセス制御の分野であることから、入出力機器の待ち行列管理、8レベルの優先順位によるタスクの優先制御、重要通過ポイントの軌跡トレース機能などの強化により、システムのスループットの向上、効率のよいタスク スケジューリング、エラー発見の容易さなどを実現して、システムの要求を満足させるものである。また、このOSの管理のもとに、融通性の高いDDC制御用標準ソフトウェア パッケージ SLC-1 (Softless Controller-1) 及びバッチ プロセス制御用標準ソフトウェア パッケージ SLC-2 を用意し、ソフトウェアの信頼性の向上及びソフトウェア製作費のコストダウンを図っている。

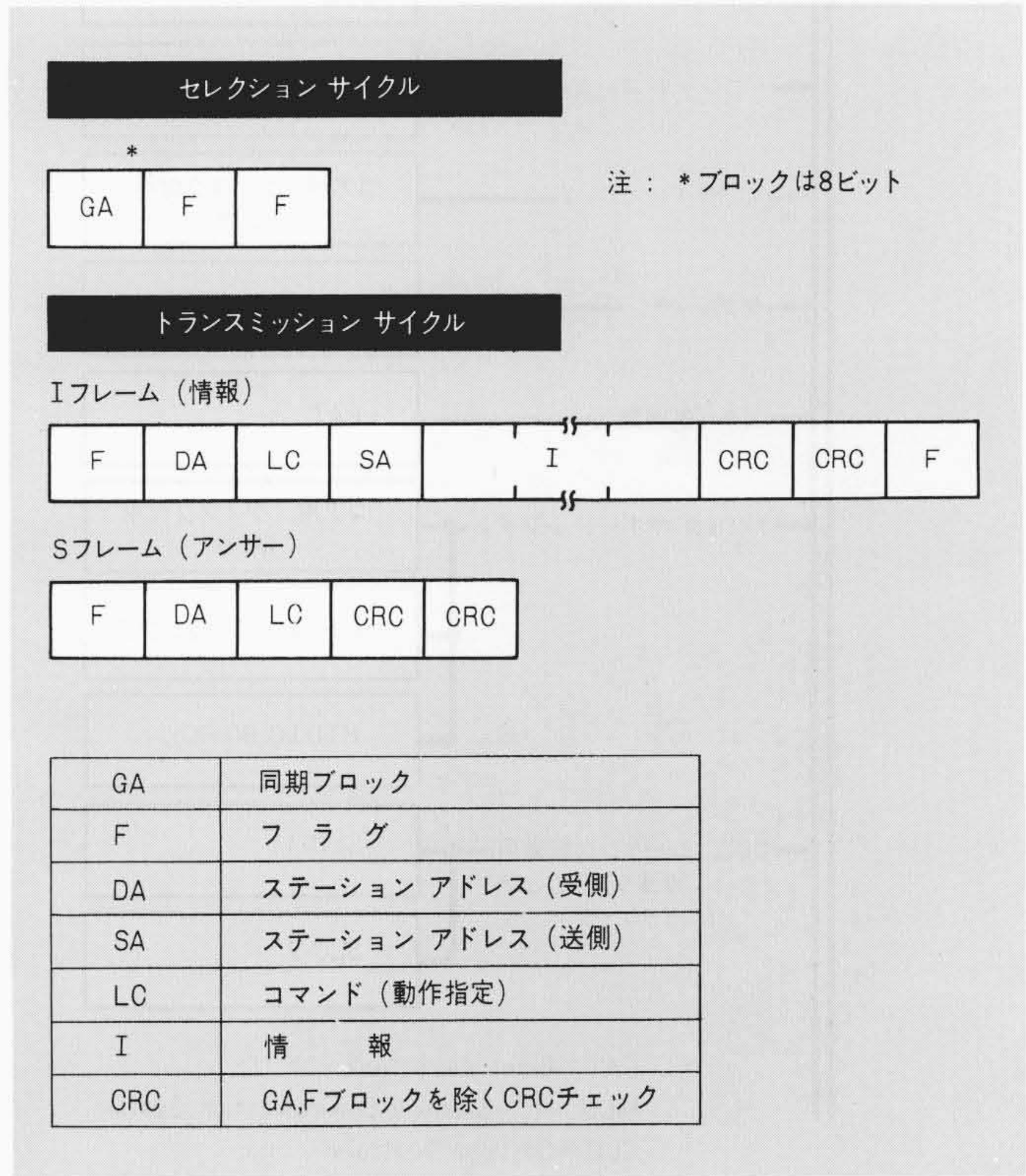


図5 データ ハイウェイのフレーム構成 DSC-23形マイクロ コンピュータでネットワーク構成する場合使用するデータ ハイウェイのフレーム構成を示す。

表 3 N：Nデータ ハイウェイ仕様 マイクロ コンピュータ，専用 ICを用い，コンパクト化している。

No.	項 目	仕 様
1	伝 送 方 式	半二重伝送
2	伝 送 路	ツイスト ペア線：1対
3	伝 送 距 離	500m (ステーション間)
4	伝 送 速 度	20Kビット/s
5	変 調 方 式	2 位相変調
6	同 期 方 式	自己同期
7	伝 送 制 御	HDLCに準拠
8	誤 り 制 御	CRC
9	再 送 機 能	無応答に対して再送
10	ス テーション数	最大：15
11	伝 送 語 数	可変長，：128バイト/フレーム以下
12	リ ン ケー ジ	任意ステーション間 (N：N)

また，その他のシステムのプログラムの作成に関しては，上位制御用コンピュータである HIDIC 80の言語と同一命令体系であり，高級制御用言語 PCL (Process Control Language) 及びアセンブラ言語を使用でき，これらにより作成さ

表 4 SLC-1 のDDC演算部の仕様 使用演算ブロック数は，システムに使用されるアルゴリズムの種類とその数により異なる。

項 目	仕 様
規 模	制御ループ数：max，32ループ アナログ入力点数：max，64点 パルス出力点数：max，32点 使用可能演算ブロック数：約200ブロック
制 御 機 能	表 5 の演算アルゴリズムの自由な組合せにより，種類の制御演算を実現できる。 (例) PID制御，特殊PID制御，Bang-Bang制御，プログラム制御，サンプル値制御，フィードフォワード制御ほか
警 報 機 能	各ループごとに，上下限警報，変化率警報，警報演算ブロックを接続することにより，任意の点で警報出力可。
サンプリング周期	標準：1秒

表 5 SLC-1 のアルゴリズム一覧表 演算ブロックの登録時の指定には，二けたの FUNC・コードを指定する。

FUNC コード	演 算 ブ ロ ッ ク 名	略 名	接続端子数	パラメータ数
00	論理演算*	LGIC	2	1
01	一般入力処理	IN00	1	7
02	温圧補正入力処理*	IN01	3	6
04	出力処理 (速度形)	OUTV	3	1
05	出力処理 (位置形)	OUTP	3	2
06	偏差演算*	DEV	1	3
07	偏差演算 (カスケード用)	DEV0	2	3
08	偏差入力PID演算	PIDE	2	6
11	ON・OFF調節演算*	ONOF	2	3
12	任意パルス伝達関数*	SMPC	1	5
13	むだ時間補償*	DDTC	1	4
15	加減算	ADSB	2	3
17	乗算	MLTP	2	2
18	除算	DVDE	2	2
19	開平算	ROOT	1	2
20	一次遅れ	LAG1	1	2
21	リミッタ	LIMT	1	2
22	不感帯	BAND	1	3
23	フィードフォワード演算*	FF	1	3
24	比率設定	RATO	1	2
25	定数発生	CNST	1	1
26	関数発生*	FUNC	1	13
27	上限警報	ANNU	1	3
28	下限警報	ANNL	1	3
29	スイッチ 1	SW01	2	1
30	スイッチ 2	SW02	3	0
31	Hセクタ	HSCT	2	0
32	Lセクタ	LSCT	2	0

注：*オプション装備

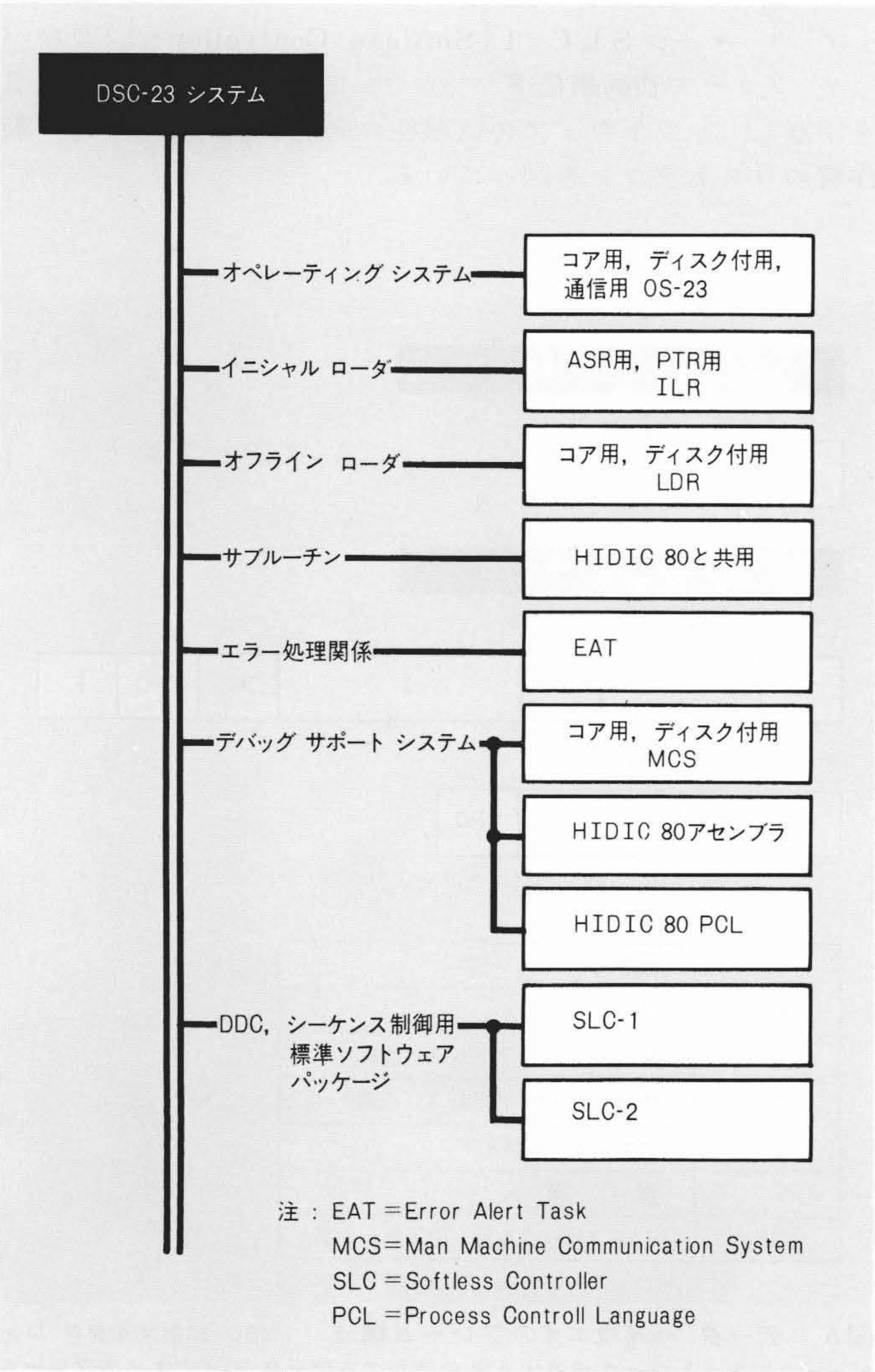


図 6 DSC-23ソフトウェア システム構成図 DSC-23のシステムソフトウェアの体系を示す。

間テーブルを設け、制御ループとの融合を図っている。

図9及び表6に、SLC-2の仕様及び作成手順を示す。

バッチプロセスの制御は、その性格上アナログ計器ループとシーケンス制御の組合せで行なうよりも計算機を導入し、エンジニアリングのやりやすさからくる工期短縮、オペレーションの簡略化、高精度な設定、増設、変更のフレキシビリティにメリットがあり、今後のDSC-23形の適用分野のかなりな比重を占めると考えられる。

5.3 通 信

データハイウェイをプロセス制御に適用した場合要求されるものは、制御情報の集まりであるデータベースへのアクセス機能と分散化された制御機器の集中管理機能の二つである。今回開発したデータハイウェイは前者を実現するためにメッセージ交換、データベースアクセス機能を持たせ、後者を実現するために制御機器異常を管理用コンピュータで集中管理できるようにしている。優先制御機能については本データハイウェイはDDC、シーケンス制御を対象としているので、回線の使用効率が一定でありシステムに重大な影響を及ぼすような突発的な待ち行列が発生しないので特に持たせていない。最低限1ステーションが回線を独占することを防ぐために、ファーストセレクト方式(上流優先基準点移動方式)を採用している。

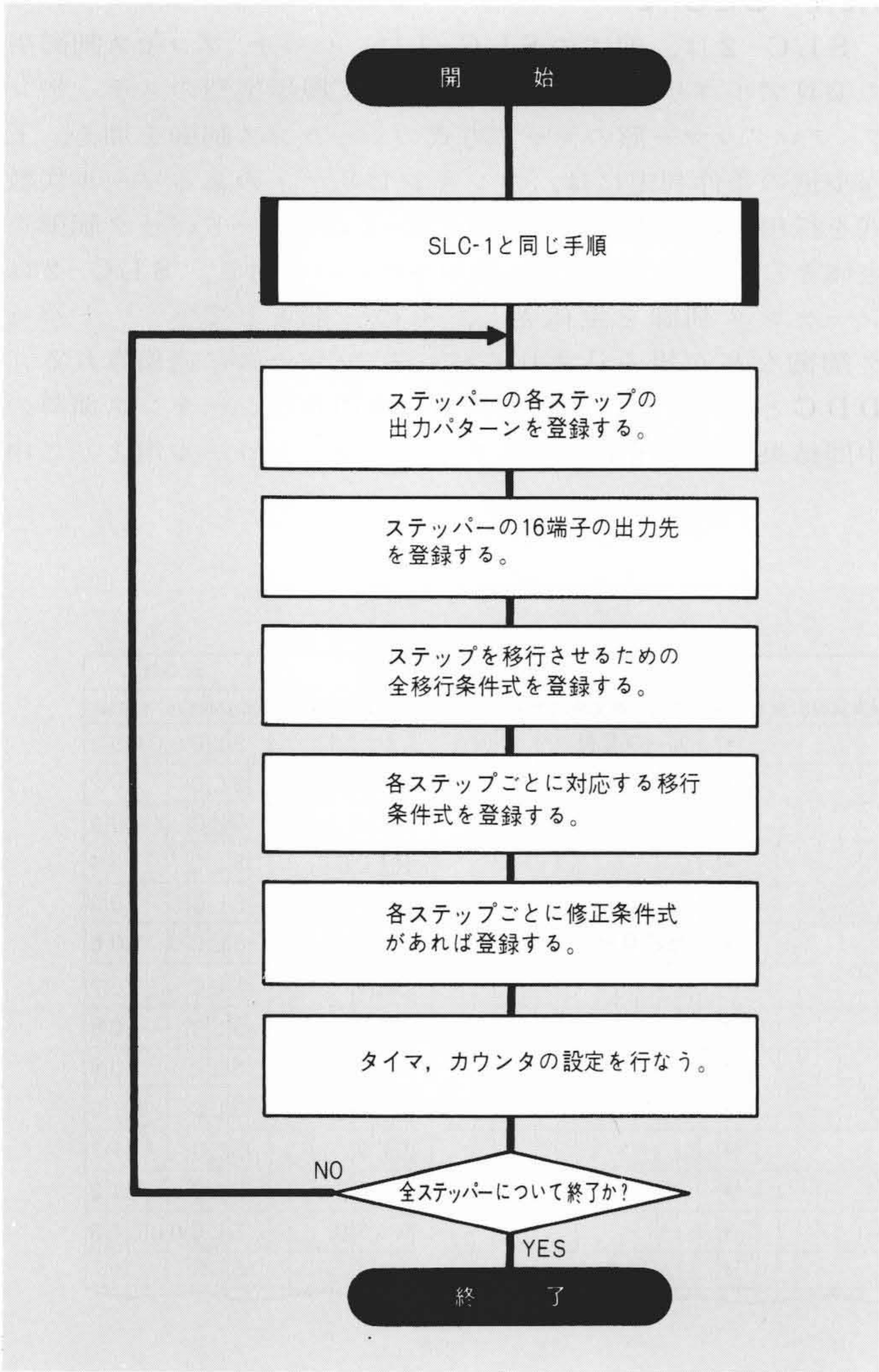


図9 SLC-2の制御プログラム作成手順 SLC-2の作成手順は、SLC-1の作成手順にシーケンス制御回路の作成手順が加わったものである。

表6 SLC-2のシーケンス演算部の仕様 各ステッピングプログラマー(ステッパと略す)の工程歩進は、各工程に登録された移行条件式(ブール代数)が成立したときに該当移行先へ歩進する。

項 目	仕 様
規 模	入力点数：max. 256点 出力点数：max. 256点 中間入出力点数：max. 256点 タイマ(max. 9h)：32点 カウンタ(max. 32,767カウント)：16点 ステッパ数：16台
ステッパ仕様 (1台当たり)	ステップ数：16ステップ 出力端子数：16端子 ステップ移行：ブール代数式による条件成立時 移行条件数：20条件 修正条件数：各ステップごとに1条件 出力修正：修正条件式による
演 算	シーケンス演算周期 最小：1秒

次に各機能について概要説明をする。

(1) メッセージ交換

汎用の伝送手順(HDLC)に準拠し、1～64語の範囲(1回の伝送において)での可変長伝送ができる。各計算機内には255個の論理回線が存在し、ユーザーレベルではそれらの論理回線の同時処理ができる。

(2) データベースアクセス

ハイレスポンスが要求される場合、例えばデータベースを実時間で管理する場合(DDC、カスケード制御、高速ループ状態監視など)本機能によってシステムレベルでアクセスすることができる。

(3) 制御機器異常の集中管理

制御用計算機側の機器異常情報をすべて管理用計算機に伝送し、管理用計算機で異常処理を集中的に行なうことができる。

6 結 言

ユニトロールΣシリーズ総合計装システムの分散形制御システムを同一機種で構成できる計装用DSC-23形マイクロコンピュータを開発した。

本システムは上位システムコンピュータHIDIC 80と同一命令体系を持ち、更に、データハイウェイ、大容量メモリなどの機能をフルに生かし、化学プロセスをはじめ、各分野からの計測制御システムへの要求に十分対処できる。

新しい計装システムの応用のうで今後共ユーザー各位の御指導を得て、いっそうの発展を望んでいる。

終わりに、開発に当たり種々御討議と御便宜を図っていただいた、日立製作所大みか工場計算制御製造部の各位に対しお礼を申しあげる。

参考文献

1) 宮添、柏迫ほか：「全電子式制御システム日立ユニトロールΣシリーズ」、日立評論、58、169 (昭51-3)
2) 佐藤、石田：「新しいデジタル計測制御」、日立評論、58、179 (昭51-3)