

制御用計算機ネットワーク システム

Process Control Computer Network System

最近、プロセス制御の分野では、集中、分散の両方式の利点を生かすネットワーク化の機運が高まり、一方、LSI、マイクロコンピュータの発達、高速伝送方式などの技術開発によりネットワーク化は現実のものとなってきた。

日立製作所は、これらの背景のもとに今回HIDIC 80ネットワークシステムDPCSを開発した。処理の分散とファイルの集中、プログラム開発の一元化、ネットワークが一つの大きな計算機システムと見えることを目指した端末の入出力装置やプログラム制御の一元化、伝送デバイスからの独立性などがその特長である。これらの実現は、階層別プロトコル(交信規約)の明確化をベースとした、ネットワーク用ソフトウェアの支援によるものである。本稿はこれらの動向、開発の経過、今後の展望などについて論ずる。

平子叔男* *Hirako Yoshio*
 櫻尾次郎** *Kashio Jirô*
 寺田松昭* *Terada Matsuaki*
 平井浩二*** *Hirai Kôji*
 伏見仁志*** *Fushimi Hitoshi*
 今井真澄**** *Imai Masumi*

1 緒 言

生産工場のプロセス制御、その他多くの工場での計算機制御システムは、小形専用の計算機を、個別のライン、あるいはプロセスに適用している。これは自然発生的ではあるが、業務と密着しており、また分散による信頼性の確保、専用機による速いシステム応答性、高い投資効率などの利点を併せ持つからでもある。更に最近は大規模集積回路(LSI)技術の進歩に支えられて、従来にも増して処理の分散化が容易となり、分散化に拍車をかけている。

一方、近年の計算機制御システムでは、制御対象範囲の広域化、トータル化が極めて著しい。このため、従来から指摘されている配線関係の工事・保守費などに加えて、更に大きな問題として、データの流通、工場全体の運用効率の向上、分散した保守要員の削減などが新しい重要問題としてクローズアップされてきた。

日立製作所はこの問題に関して、プロセスコントロールデータベースシステムによる解決を考えている。

これは、分散された個別のシステムを伝送ラインで相互に結合し、一つの情報処理システムネットワークに統合し、データの自動流通をはじめ、プログラミングから保守に至るまで、あたかも一つのシステムのように制御しようとするものである。そして、そのネットワーク機能により、分散の利点を維持しつつ、システムの大形化、広域化及びトータル化に対処しようとしている。

このプロセスコントロールデータベースシステムは、HIDIC 80ファミリ(HIDIC 80, HIDIC 08)間の統合ネットワークシステム：〔Distributed Process Control System (以下、DPCSと略す)〕を基幹とするが、更に上位の大形計算機(HITAC Mシリーズなど)ともリンケージする。以下本稿では、今回開発したDPCSについて、その背景、特長、機能インプリメント技術について述べる。

2 背 景

DPCSは、処理の分散とシステムの統合化というニーズを、LSI技術の進歩と高速データ伝送技術を用いて解決し、実現を図ったコンピュータネットワークシステムである。

2.1 処理の分散ニーズ

LSI技術の進歩により、最近の制御装置、端末装置はデジタル化、インテリジェント化が著しいが、これらの装置はその本来の目的に従って制御対象範囲に近接して設置される。

計算機のダウンは、そのカバーしていた制御対象システムのダウンにつながるため、1台の計算機のカバー範囲を小さくしてダウンを局所化したい。またますます広域化、トータル化する計算機制御システムは、必然的に負荷の極端な集中を招くので、このときにホスト負荷の軽減は重要な問題となる。

制御対象によっては、極めて高速の応答を要求されることも多いが、集中化されたホストからの直接制御では、待合せなどにより、必要応答性能の維持が困難であり、このことも専用機を近接して設置しなければならぬ要因となり、このほうが専門的であるだけに能率、性能の向上も行ないやすい。

2.2 システムの統合化ニーズ

システムの統合化には二つの大きな側面がある。その一つはシステムのトータル化からの要求で、これにはファイルの集中管理や、分散された計算機間でのデータの流通などが必要とされる。これはデータの間での出力、再入力と人為的誤りを回避し、レスポンスタイムの向上をもたらすには必須のものであり、ネットワーク化の最大要因となっている。

その二は、運用、保全面からの要求で、分散された数多くの専用機を個別に保守、運用するのでは人手が多くいるばかりでなく操作も煩わしい。プログラムを各端末計算機にローディングしていくことだけを考えても、これは容易でない作業を要することは明らかである。そこで、ネットワーク化、統合を図るならその利点を徹底的に生かし、運用保全にまでその利益を及ぼすことが重要となる。そこで1箇所からシステム全体の運用、保全を行なえることなどが重要となってくる。

2.3 ハードウェア技術の進歩

これは、マイクロコンピュータに代表されるLSI技術の進歩と日立製作所のデータフリウェイ(DFW)に代表される高速、伝送技術の進歩がある。

特にマイクロコンピュータとメモリの発達は、端末レベル

* 日立製作所システム開発研究所 ** 日立製作所システム開発研究所 工学博士 *** 日立製作所大みか工場 **** 日立製作所日立研究所

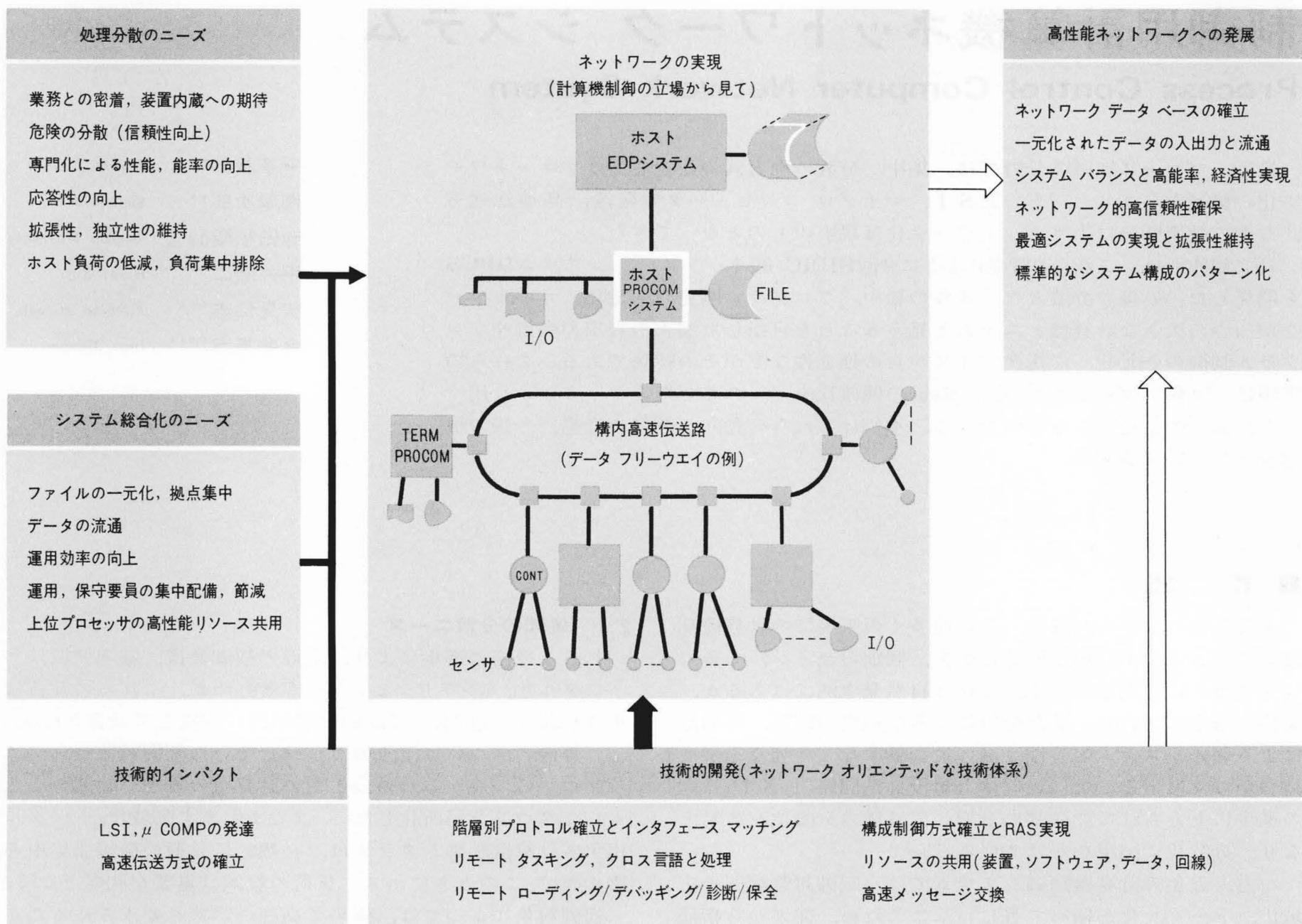


図1 ネットワーク化のイメージ モデル ニーズと技術的開発の対応づけより実現されるネットワークのイメージ モデルを示す。

での豊富な計算機パワーの発揮を実現し、前述の分散化されたインテリジェントな専用機のイメージに、そのまま導入される機運を作った。

2.4 ネットワーク指向のモデル

分散、統合のニーズと技術的なインパクト、更に将来予想される動向などを加味して、統合的にモデル化して表現すると図1に示すようになる。これは今回のDPCSの背景のモデルであり、社会の動向でもある。

3 HIDIC 80データ ネットワーク(DPCS)の特長

DPCSは、以上の背景のもとに日立製作所の豊富な計算機制御システム技術に基づいて開発したもので、HIDIC 80を中心に、マイクロ コンピュータ、HIDIC 08やI/O(入出力)コントローラ(RST)を高速ループ、又は通信回線で結合した制御用ネットワーク システムである。DPCSの特長を次に述べる。

(1) HIDIC 80とHIDIC 08はファミリー計算機である。

HIDIC 80とHIDIC 08はHIDIC 80ファミリーとして同一思想のもとに設計しており、アセンブラ レベルでの命令及び入出力インタフェースに関して互換性がある。

(2) プログラム開発の一元化

HIDIC 80、HIDIC 08共通にアセンブラ/高級言語PCLを使用でき、HIDIC 80でアセンブル/コンパイルできる。

(3) ユーザー プログラムとのインタフェースを統一

ユーザーはHIDIC 80単体のシステムと同一仕様のマクロインタフェースでネットワーク システムを構成する他の計算機のI/Oやタスクを制御できる。

(4) 拡張MCS (Man Machine Communication System)

日立製作所の誇る豊富なマン マシン コミュニケーション機能は、統一的な仕様でHIDIC 08にも適用される。例えば、プログラマはHIDIC 80のコンソールからHIDIC 08プログラムをダンプ及びパッチしたり、HIDIC 08のタスクを起動したりできる。

(5) 論理回線によるメッセージ交換

ユーザーのアプリケーション タスク間に仮想的な伝送路(論理回線)を定義し、これを用いてメッセージ交換を行なう。これにより伝送デバイスからの独立だけでなく、ハードウェア構成からの独立をも達成し、システムの変更、拡張のしやすさを実現した。

(6) 信頼性の向上(RAS)

HIDIC 80の二重化はもとより、伝送路上のエラーのリトライ、ループの二重化、ステーションの二重化、それらの切替などの多様な支援により高信頼度システムを構成できる。

(7) 豊富なユーティリティ

HIDIC 80からHIDIC 08、Remote Station(RST)に対してプログラムのイニシャル ローディング(HIDIC 08のみ)を含むイニシャライズを行なうものなど、システム運用上必要な各種のユーティリティを準備している。

表1 データフリーウェイ(DFW)の主な仕様 データフリーウェイを使用したループタイプのネットワーク構成と、低速用と高速用のデータフリーウェイの主な仕様を示す。

項目	H-7430 DFW	H-7480C DFW
システム構成	<p>1:N</p>	<p>M:N</p>
伝送速度	2Mビット/s	
実効情報転送速度	10K語/s	100K語/s
伝送フレーム	固定長	可変長
伝送制御	優先制御付ポーリング/セレクション	優先制御付コンテンション
誤り制御	反転2連送	CRC(データ部)反転2連送(制御部)
ケーブル	同軸ケーブル	
ステーションの数	31ステーション/ループ	255ステーション/ループ
ステーション間距離	最大 1km	
信頼性	伝送路及びステーションの二重化可能	

表2 通信回線用CLCの主な仕様 通信回線を使用したネットワーク構成と、低速用通信制御装置CLC-S、高速用通信制御装置CLC-Hの主な仕様を示す。

項目	H-7456C(CLC-S)	H-7457C(CLC-H)
システム構成		
通信速度	75~1,200bps	2,400~9,600bps(PCMA) 9,600~48,000bps(DMA)
通信方式	半二重通信方式	
同期方式	調歩同期 (1スタートビット) 1ストップビット	SYN同期
誤り制御方式	垂直及び水平パリティ チェック	・CRC方式 ・垂直・水平パリティチェック (JIS-7, 又はUSASCIIに 使用)
通信コード	JIS7単位, JIS8単位 EBCDIK, USASCII	JIS7単位, JIS8単位 EBCDIK, USASCII
伝送手順	———	BSC方式
透過方式	———	EBCDIKのみ可能
接続回線数	1本のみ	

4 システム構成

4.1 ハードウェア構成

DPCSは、ループと通信回線の二つのタイプの伝送デバイスを統一的な設計思想で支持する。

ループタイプは更にループ内の任意の計算機間でデータのやりとりができるH-7480C形DFWと、ホストと端末計算機間だけデータ交換可能なH-7430形DFWを準備している。

通信回線タイプには低速のCommunication Linkage Control(CLC)-Sと高速のCLC-Hを準備している。それぞれの概略仕様を表1、2に示す。

4.2 ソフトウェア構成

DPCSを実現するソフトウェアの構成を図2に示す。サポートソフトウェアは、HIDIC 80, HIDIC 08それぞれに存在し、各々のOS(オペレーティングシステム)であるPMS(Process Monitor System)管理下のオプションモジュールである。

5 機能

DPCSの機能一覧を表3に、またDPCSで用意しているマクロ一覧を表4に示す。以下ではこのうち、特長的な機能について詳しく述べる。

5.1 プログラミングサポート

HIDIC 08で動作させるためのアプリケーションプログラムは、HIDIC 80のプログラムと共通仕様のアセンブラ/PCLでコーディングする。このソースプログラムを、HIDIC 80でアセンブル/コンパイル及びリンクエディットし、MCSによってHIDIC 80のドラムに登録する。

こうしてできたHIDIC 08プログラムの実行形式プログラムは、リモートロードユーティリティによって、伝送路を介してHIDIC 08にダイレクトローディングできる。

5.2 通信管理

DPCSの通信管理は、システムのハードウェア構成から完全に独立な「論理伝送路」という概念を実現したところに

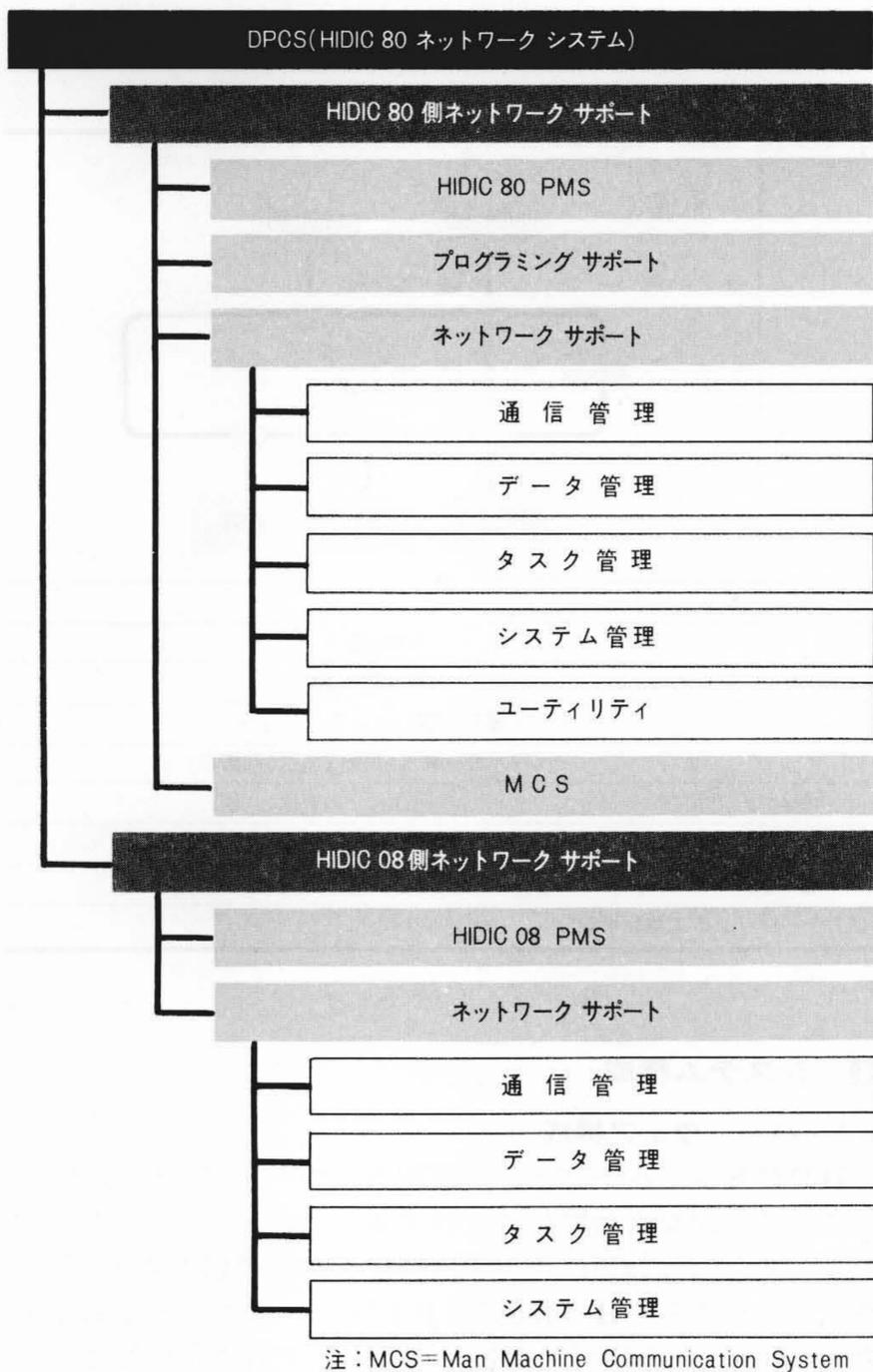


図2 DPCSのソフトウェア構成 HIDIC 80側とHIDIC 08側のソフトウェアに分かれるが、ユーティリティ以外のHIDIC 80とHIDIC 08のネットワーク サポート ソフトウェアは、対になって一つの機能を実現する。

特長がある。それを説明したのが図3である。同図でHIDIC 80のタスク T_i からそれぞれ他の計算機のタスク $T_j \sim T_n$ とメッセージを交換するとき、ユーザーはこれらの中に #1 ~ #5 という論理回線を定義すれば、あとは、この論理回線に対してメッセージを送受信(WCOM/RCOMマクロ)するだけで物理的なハードウェア構成は全く意識しなくてよい。

5.3 データ管理

図4に示すように、HIDIC 80のタスク T_x からそれぞれタイプライタ(T/W)(1)~(3)をユーザーはRFIL/WFILという同一マクロ命令で、ハードウェア構成(タイプライタが自計算機に接続されているか、HIDIC 08に接続されているか、RSTに接続されているか)を気にすることなくアクセスできる。

5.4 保守運用サポート

保守運用面での必要機能は、メモリ領域の割付、プログラム、データの登録、削除、プログラムテスト時のメモリのダンプアウト、書換え、更にはプログラムの起動/停止などである。DPCSでは、上位のHIDIC 80にあるMCSを拡張し、HIDIC 08に対してもHIDIC 80コンソール装置から上記操作を可能にした。これにより、保守運用操作をすべて上位のHIDIC 80に集中でき、その省力化が可能となった。

表3 DPCSの機能一覧 DPCSの特長機能であるプログラム開発の一元化、論理回線の提供、I/Oやタスク制御のネットワークへの拡張、及び伝送系エラー時の代替ルートの設定をプログラム モジュール単位で説明した。

大分類	概要	説明
プログラミングサポート	・アセンブル ・コンパイル ・リンク エディット	・HIDIC 08アプリケーション プログラムをHIDIC 80で作成できる。 ・使用可能言語:PCL, アセンブラ(いずれも, HIDIC 80, HIDIC 08 共通仕様)
通信管理	・メッセージ交換	・HIDIC 80, HIDIC 08タスク相互間でのメッセージ交換ができる。 ・アプリケーション プログラムはネットワークの物理的な構成を意識しなくてもよい。
データ管理	・入出力装置へのアクセス	・HIDIC 08/RSTに接続された入出力装置をHIDIC 80アプリケーション プログラムからアクセス可。 ・入出力装置へのアクセスの排他制御可。 ・アクセス マクロはローカルI/Oと共通。
タスク管理	・タスクの制御	・HIDIC 08内タスクをHIDIC 80から制御できる。 ・マクロは自計算機内タスクに対するものと共通。
システム管理	・ネットワーク リソースの制御 ・エラー メッセージの出力	・ネットワーク内リソースの組込み, 切離し。 ・ネットワークで発生したエラーをHIDIC 80で収集しエラー メッセージを出力。
ユーティリティ	・リモート ロード ・システム ステータスのマップ出力	・HIDIC 08/RSTへのIPLとプログラム ロード(HIDIC 80のみ) ・システムの構成や各機器の状態をコンソールに打ち出す。
MCS	・ダンプ ・パッチ ・タスクの登録	・HIDIC 80コンソールからHIDIC 08プログラムのダンプ パッチ可 ・HIDIC 08タスクの登録/削除/マップ出力
RASサポート	・エラー リトライ ・ステーション バイパス ・ステーション切換え	・リトライ可能な一時的エラーの再試行 ・故障ステーションの検出と切離し ・二重化された伝送路の切換え

表4 DPCSのマクロ一覧 論理回線, 他計算機の入出力装置, タスクの制御, ネットワーク リソースの管理をつかさどるためにDPCSで使用できるマクロを示す。

機能区分	マクロ名	主な機能
通信管理	WCOM	論理回線に対するメッセージの送信
	RCOM	論理回線からのメッセージの受信
	HALTC	論理回線に発行されたRCOMのキャンセル
データ管理	WFIL	他計算機(RST含む)の入出力装置へのデータ出力
	RFIL	他計算機(RST含む)の入出力装置からのデータ入力
	WAITF	WFIL/RFILの終了を待つ。
	HOLD	他計算機(RST含む)の入出力装置を占有する。
タスク管理	CHOLD	他計算機(RST含む)の入出力装置の占有を解除する。
	QUEUE	他計算機のタスクを起動する。
	ABORT	他計算機のタスクを起動禁止にする。
システム管理	RLEAS	他計算機のタスクの起動禁止を解除する。
	NWCON	ネットワーク リソースの組込みを行なう。
	NWDSC	ネットワーク リソースの切離しを行なう。
	NWCNT	他計算機の起動, 停止を行なう。

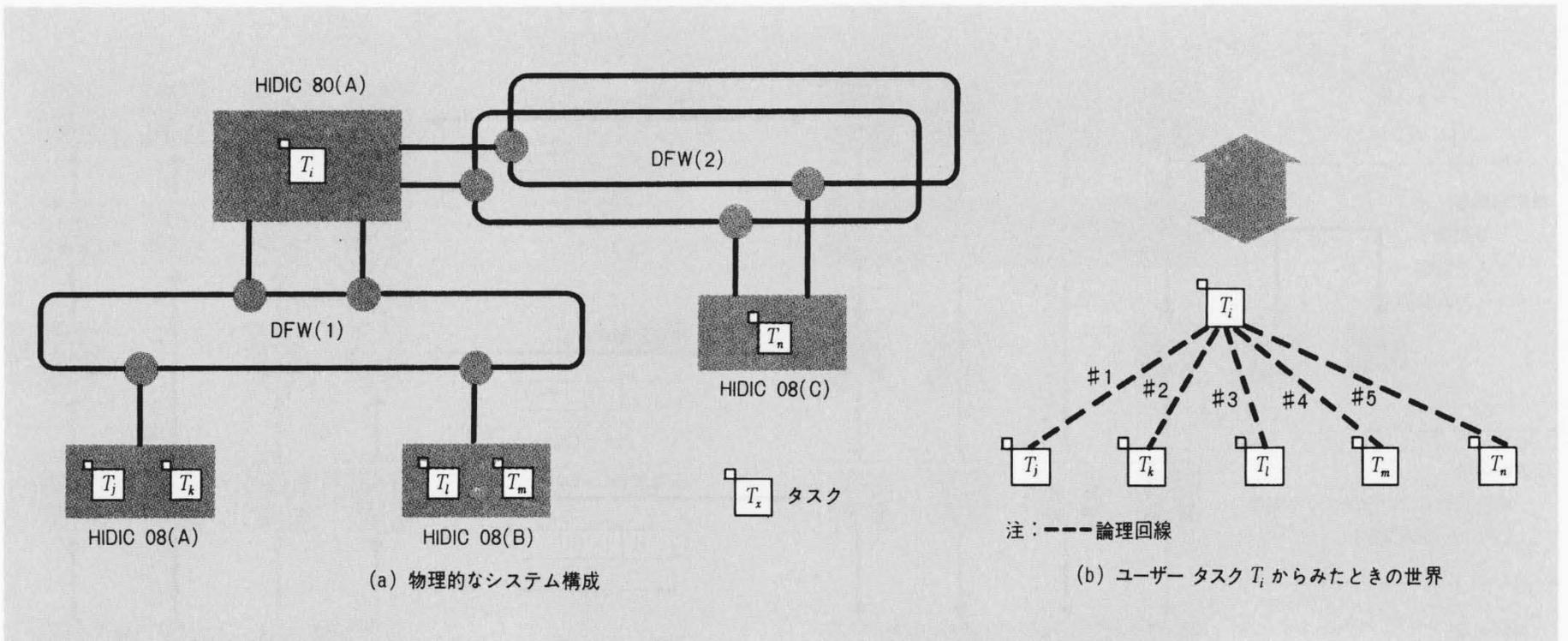


図3 論理回線の実現 ユーザー プログラムは論理回線を使用し、物理的なシステム構成より独立にプログラムできる。

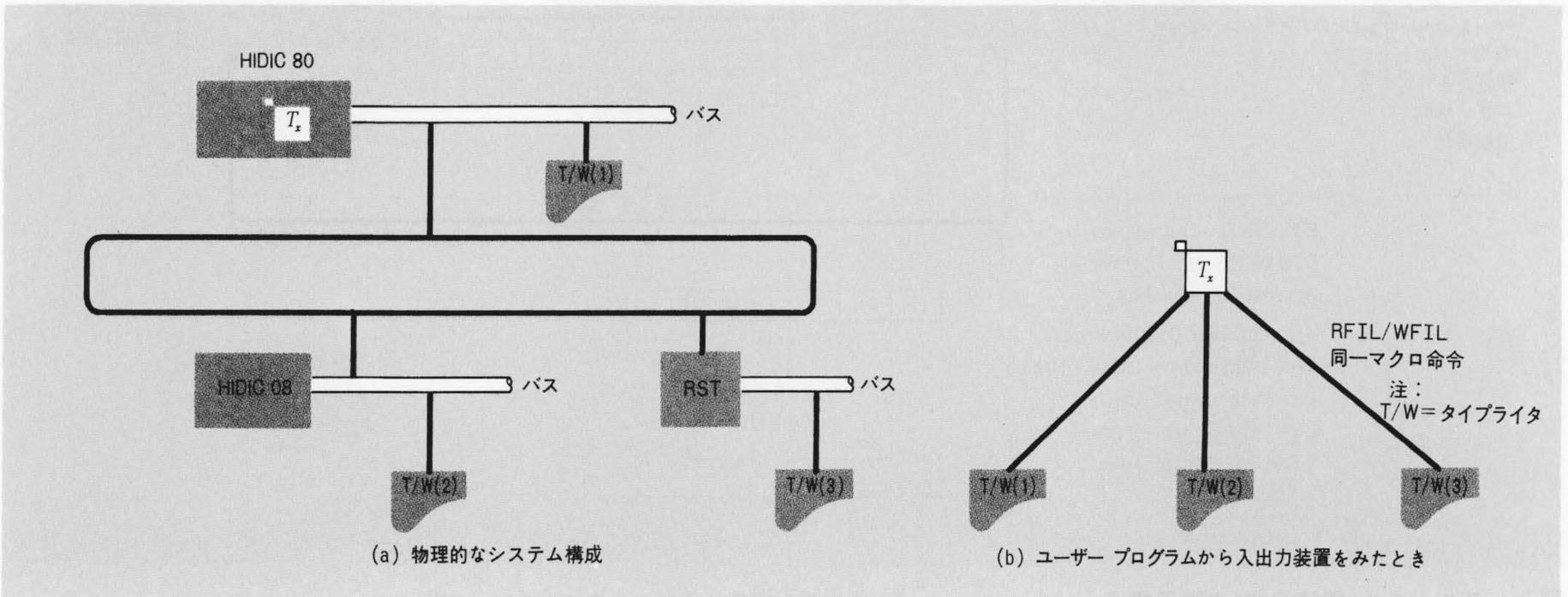


図4 リモートI/OとローカルI/Oの統一 ユーザー プログラムは、HIDIC 08、又はRSTに接続されたI/O装置をHIDIC 80に直結されたI/O装置と同一のマクロ(RFIL/WFIL)でアクセスできる。

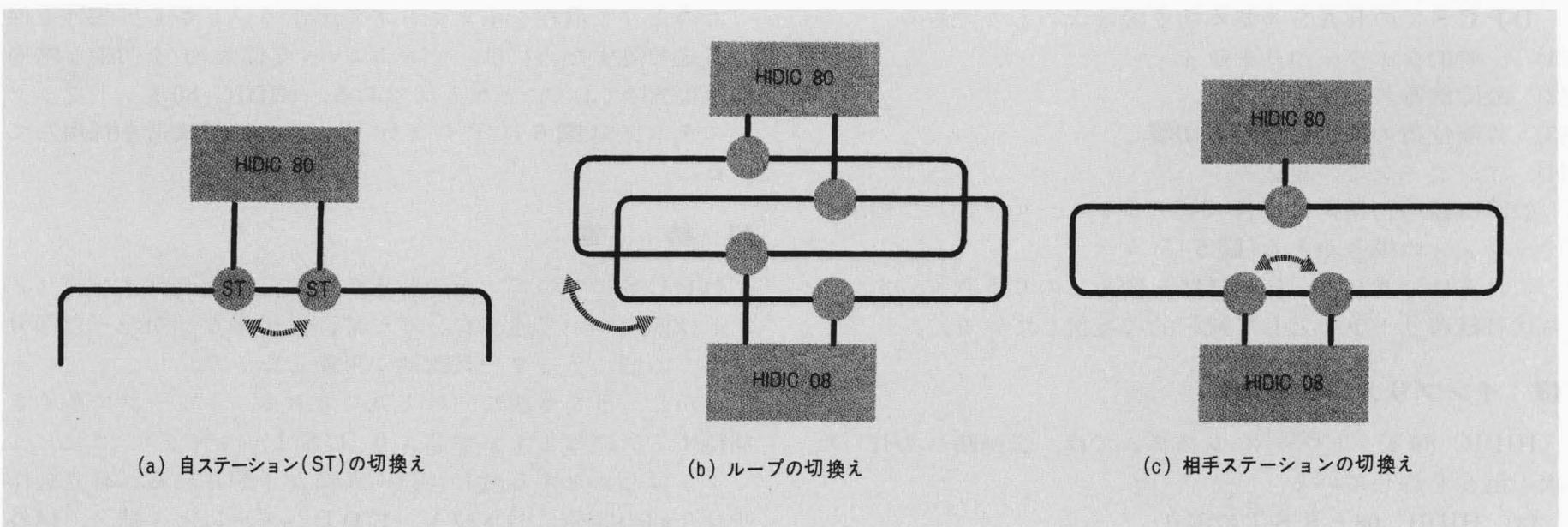


図5 故障機器の切換え ステーション、ループの故障が検出されると、代替機器に切り換えることができる。

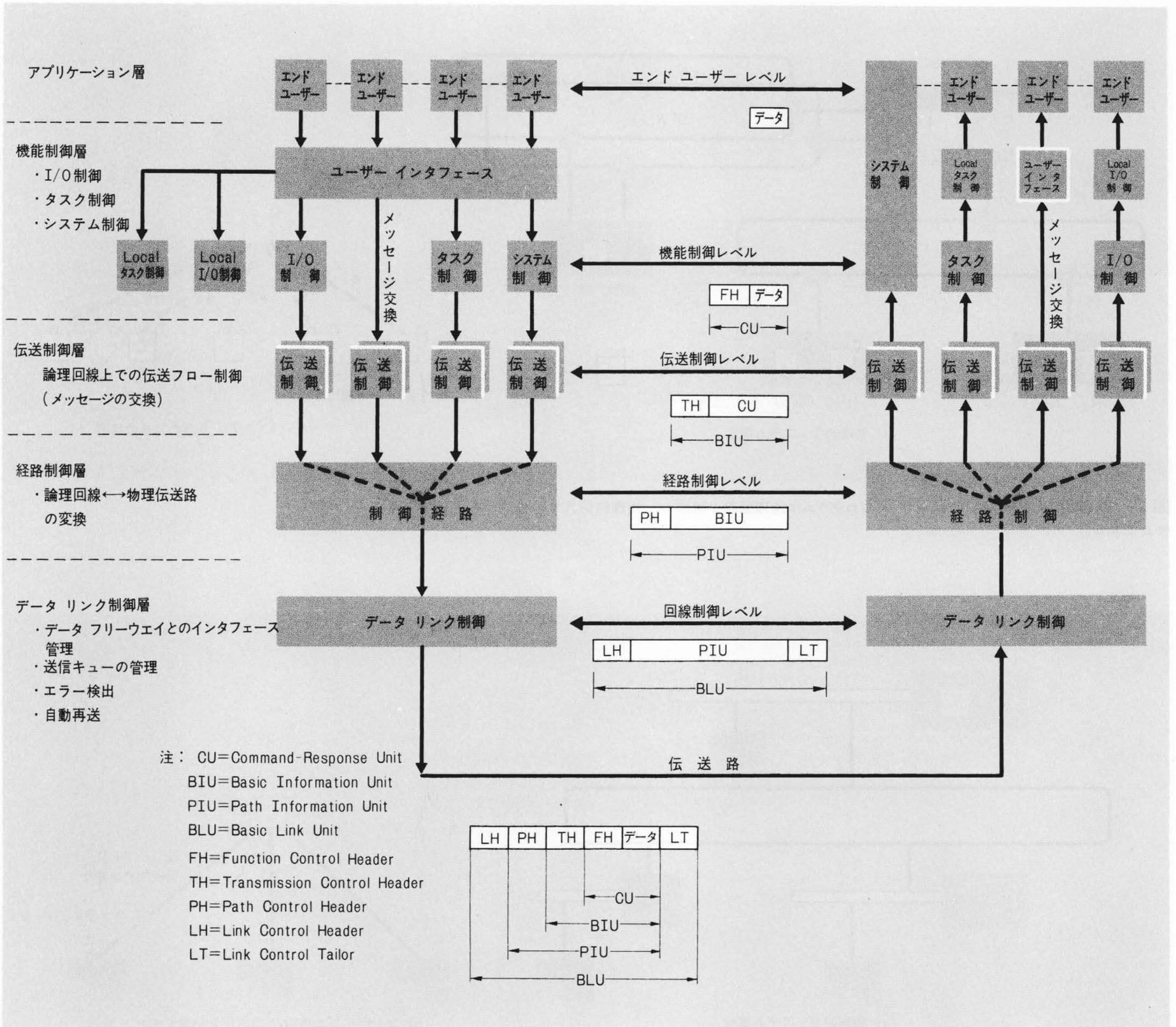


図6 プロトコル(接続規約)の階層構造 プロトコルは、五つの階層に明確に分離した構造をしている。

5.5 RAS 支援

DPCSでのRASの基本的支援は次のものである。

- (1) 一時的なエラーのリトライ
- (2) 故障機器の切換え
- (3) 故障位置の検出(診断)と切離し
- (4) オンラインでの組込み

故障機器の切換えには自ステーション、ループ及び相手ステーションの場合がある(図5)。

これらはいずれも、伝送経路を変えてのリトライ、すなわち代替経路リトライとして統一的に支援している。

6 インプリメント技術

HIDIC 80ネットワークシステムでは、伝送路を共有した次の混在を許している。

- (a) HIDIC 08とRSTの混在
- (b) I/O制御、タスク制御、メッセージ交換及びシステム制御の混在

このような混在を小メモリで効率よく、しかも拡張性を保つ方式で許すためには、プロトコル(交信規約)を明確な階層構造に分けておくことが大切である。HIDIC 80ネットワークシステムでは図6に示すプロトコルの階層構造を採用している。

7 結 言

DPCSについて、その背景、特長、機能及びインプリメント技術について述べた。そして、従来果たせなかった部分システム間のデータ貫流通が可能となった。

しかし、目を今後に向けて見たときネットワークに多くを期待する気運はますます高まり、LSI、マイクロコンピュータをはじめとする激しい技術革新が予想される。日立製作所は今回の開発に引き続き、EDPシステムとの結合、構外システム間との結合など、カバー範囲の拡大を今回のシステムの延長と考えて実現すべきものと考えている。