

解説

入出力機器接続上の問題について*

伊藤 陽之助**

1. ま え が き

計算機ハードウェアの進歩は目ざましい。中央処理系の性能価格比は5年間に約3倍の割合で向上し、主記憶装置、周辺記憶装置等のビット当り価格も5年間に約1/3の割合で低減し、計算機メーカ各社は新しい計算機シリーズを次々と発表している。一方、計算機の設置台数もハードウェアの進歩に応じて飛躍的にのび、システムの更改が活発に行われている。計算機利用技術の蓄積も進み、入出力装置を選択して最適システムを構成したいというユーザの要望が次第に強くなってきた。

これを実現するためには、各種形式の装置を各社間で相互に接続できるようにすること、言い替えば入出力インタフェースの標準化を達成することが必要である。このため種々の努力が続けられている。約10年前のIBM 360の発表を契機として、各メインフレームメーカは自社内の計算機シリーズの入出力インタフェースを標準化し、各種の周辺装置（入出力装置）を各種の中央処理装置に接続できるようにしている。主としてIBM計算機のユーザに対してではあるが、多数のOEMメーカ・独立周辺装置メーカが、IBMの新機種発表の数年後には同等性能の低価格な入出力機器を市場に供給している。また、通信回線により計算機と結合して使用する端末装置については、通信のためのコード体系と伝送制御手順の標準化が進み、入出力装置を自由に選択できる下地はすでにできあがっている。

しかしながら、異なったメーカの中央処理装置と入出力装置とを接続すること、すなわちチャンネル・インタフェース、デバイス・インタフェース等の入出力インタフェースの標準化は、早期に問題提起されながらいまだに解決をみていない。他社が開発した新しい高

性能ラインプリンタを使用しなければ、その制御装置を開発したうえにOSの改造を行う必要がある。極端な例になるが、IBMが開発した超大容量記憶装置IBM 3850を国産の計算機に接続しようとするれば、制御装置とOSの開発にそれぞれ数十億円もの莫大な費用が必要となる。

このような問題に対し、計算機メーカとしては社間のインタフェースの差を吸収するための装置設計技術の検討、入出力制御用LSI素子の開発等を、またシステム設計者としては通信回線を利用した他社の入出力装置の利用法、リソースの共同利用等の検討を進めている。

以下、インタフェースの標準化の現状について記したのち、上記の入出力装置接続にあたっての技術的アプローチの一例を紹介する。

2. 入出力装置標準化の現状

2.1 入出力装置の接続と標準化

入出力装置は入出力制御装置、入出力機器および媒体から構成されるのが一般的である。入出力制御装置は各種・多数の入出力機器を中央処理装置に接続する論理装置であり、次第に高性能・高機能化がはかられ、数kB～数10kBのマイクロプログラム用メモリを内蔵した数k～数10kゲートの論理素子からなる中小形計算機に相当するものが多い。入出力機器の高性能化・高機能化も目ざましく、最近ではマイクロプロセッサを活用したインテリジェント・ターミナルやさらにミニコンを内蔵して多重制御、通信制御等の機能を強化したもので出現している。また、媒体についても、入出力機器の進歩とともに高性能化され、さらにはフレキシブルディスク、MSSに用いるデータカートリッジ等の新しいものも出現している。

このように入出力装置の高性能・高機能化は目ざましいが、反面これら装置のメーカ間での互換性は進展していない。他社の入出力装置を使用するためには、入出力制御装置と入出力機器間のデバイス・インタフ

* Interconnection of I/O Equipments by Yonosuke ITO
(Musashino Electrical Communication Laboratory, N. T. T.)

** 日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所

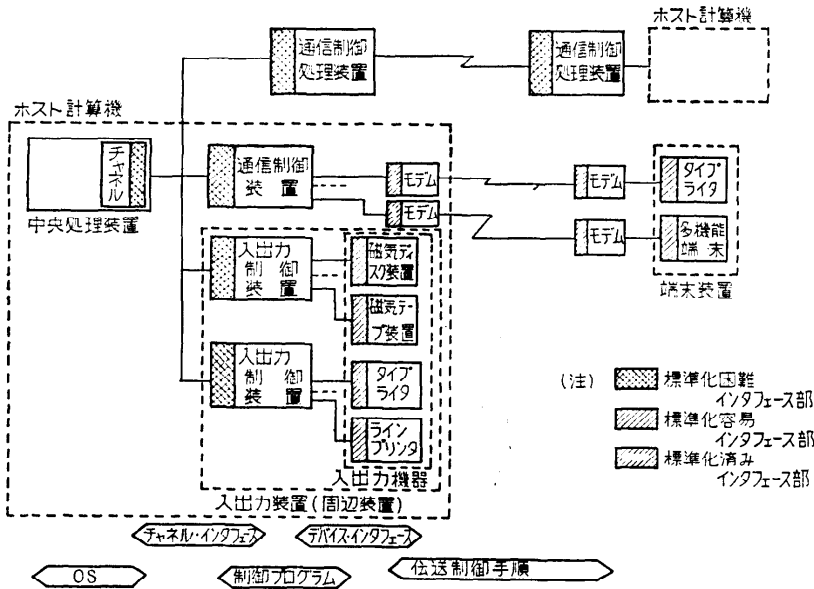


図-1 計算機システム構成と各種インタフェース

ケースならびに中央処理装置と入出力制御装置間のチャンネル・インタフェースに合せて、ハードウェア、ソフトウェア双方の整備・改造が必要である。図-1に計算機システムにおける各種インタフェースの位置づけと標準化の難易性を示す。入出力制御装置は性能・機能を異にした各種入出力機器を制御せねばならず、一般には異種・異社デバイス間を共通のインタフェースとすること、すなわちデバイス・インタフェースの標準化は難しい。しかし、OSへ影響を与えずに対処できるため、現状ではチャンネル・インタフェースよりも標準化を達成し易い。

表-1に入出力機器の接続に関連する各種インタフェースの標準化の現状を示す。標準化はかなり進展しており、とくに媒体関係についてはほとんどJIS化を終了している。フレキシブルディスクカートリッジについては国産化が本格化する前にJIS原案の作成を完了しており、情報記録済みの記録媒体についての社間互換に明るい見通しを与えている。さらに、長い間懸案となっていた漢字コードのJIS化が最近ようやく達成された。モデムについては、その伝送制御手順とともにJIS化が早期に行われ、モデムを中継すれば異なるメーカーの装置についても原理的には相互接続が可能となっている。

しかしながら、異種・異社装置相互間の入出力イン

表-1 周辺・端末装置の標準化状況

分類	JIS		
	媒体関係	記録形式関係	
周辺記録装置	磁気テープ装置	磁気テープ仕様 JIS C 6240, 6242	記録方式 JIS C 6241, 6282 記録形式 JIS C 6222, 6241, 6245
	磁気ディスクパック装置	パック仕様 JIS C 6248, 6249, 6284	
入出力装置	キーボードプリンタ	用紙 JIS C 6283	キー配列 JIS C 6233 文字符号系 JIS C 6220 字形 JIS C 6250, 6252
	ラインプリンタ	用紙 JIS C 6283	文字符号系 JIS C 6220 字形 JIS C 6250, 6252
	CRTディスプレイ		文字符号系 JIS C 6220
	光学文字読取装置	用紙 JIS C 6253	字形 JIS C 6250, 6252 位置 JIS C 6253
	漢字入出力装置		漢字符号系 JIS C 6226
	紙テープ装置	紙テープ仕様 JIS C 6280	符号 JIS C 6221
	紙カード装置	紙カード仕様 JIS C 6244, 6247	符号 JIS C 6223
磁気カセット	磁気テープ仕様 JIS C 6280	記録形式 JIS C 6281	
フレキシブルディスク装置(フロッピー)	カートリッジ仕様 JIS 原案審議中		
モデム(変復調装置)	インタフェース JIS C 6360, 6361	伝送制御手順 JIS C 6220, 6362	

タフェースについては早くから標準化の作業が行われてきたが、技術の進歩と多様化のため、とくに各社が

開発した OS 等への影響が大きいため現在のところ標準化の見通しはたっていない。

一方、標準化と体系化による端末装置の開発費とコストの低減ならびに分散処理・計算機間結合によるソフトウェアコストと回線コストの削減をねらいとして、ネットワークアーキテクチャの開発が進められている。電電公社でも標準的なネットワークアーキテクチャ DCNA (Data Communication Network Architecture) の制定を目的として、52年3月にメーカ4社と共同研究を発足させた。IBM の SNA 等との関係もあり、標準化の見通しは明らかではないが、メーカ各社とも自社のアーキテクチャを DCNA に適合させる努力をしている。装置の相互接続の観点からも、この早期実現が待たれる。他社の性能価格比のよい計算機システム、たとえば漢字情報処理システムを回線を通じて使用できれば、莫大な開発費を投じて制御装置、OS 等を整備しなくても済むことになる。

2.2 入出力インタフェースの標準化

中央処理装置のチャンネルと入出力制御装置間の接続条件を規定するチャンネル・インタフェースの標準化はここ8年来 ISO/TC97/SC 13 の主要議題となってきた。わが国からは、通産省大形プロジェクト「超高性能電子計算機の研究開発」ではほぼ固まり、さらに電電公社のD形電子交換機ならびにDIPS-1での使用実績により補足した「インタフェース'69」を国際標準とするように働きかけてきた^{1),2)}。しかしながら、最近

米国において独立周辺機器メーカを中心とする IBM 360/370 入出力インタフェースの米国標準 (ANSI) 化の動きが活発となり、この影響もあってインタフェース'69を国際標準とすることは困難な状況となっている。米国において IBM 360/370 インタフェースの ANSI 化が行われれば、さらに国際標準化へと進むことも考えられる。いずれにせよ、この10年間にメーカ個別のインタフェースによる各種の計算機シリーズが多数送り出されており、たとえ入出力インタフェースの標準化が行われても遅きに失する観がなくもない。

一方、チャンネルと入出力制御装置よりも低位の入出力インタフェース、すなわち入出力制御装置と入出力機器間のデバイス・インタフェース、ミニコンの入出力インタフェース等の低レベル入出力インタフェースの標準化の動きが活発となった。2年ほど前から ISO TC 97/SC 13 の WG 3 でその機能具備条件の検討が開始されている。

デバイス・インタフェースについては、IBM インタフェースにならうところが多いため、他社装置との接続にさいして技術上の問題点は少なく、早期に標準化される可能性もある。しかし、ミニコンについては、表-2に示すように、すでに物理インタフェース、論理インタフェース、ソフトインタフェースともに各社各様のものが製品化されており、この標準化はむずかしそうである。

表-2 ミニコンの入出力インタフェース例

装置名(メーカ名)		NEAC-M4 (日 電)	H-10 (日 立)	FACOM-R (富士通)	NOVA-N シリーズ (データジェネラル)	
物理仕様	"1","0" の信号レベル (V)	0, 5	5, 0	-2~-3, 0	2.7, 0	
	終 端 抵 抗 (Ω)	30	100	100	110	
	ケーブル種類	より線	テープケーブル	J型ケーブル	より線	
論理仕様	信号線の種類(注)	データバス (8) アドレスバス (8) 制御線 (7) 割り込み線 (11)	データバス (16×2) 制御線 (16) 割り込み線 (1)	データバス (16) 結合線 (5) タ グ 線 (4) 走査制御線 (6) ク ロ ッ ク 線 (1)	データバス (16) 制御線 (22)	
		データバス (8×2) アドレスバス (15) 制御線 (9) ク ロ ッ ク 線 (1)	データバス (16×2) アドレスバス (15) 制御線 (11)	データバス (16) 結合線 (3) タ グ 線 (8) 走査制御線 (6) ク ロ ッ ク 線 (1)	データバス (16) 制御線 (9)	
ソフトインタフェース	最大接続デバイス数	31	64	255	62	
	最大オーダー数	8	16	8	32	
	データ転送法	低速転送モード	センス・割り込み方式, 1B単位転送	センス方式, 2B単位転送	センス方式, 2B単位転送	センス・割り込み方式, 2B単位転送
		高速転送モード	最大 0.67 MB/S, 1B単位転送	最大 1.4 MB/S, 2B単位転送	最大 0.8 MB/S, 2B単位転送	1.67~2.5 MB/S, 2B単位転送

(注) () 内は信号線の本数を示す。信号間の動作シーケンスは4者とも全く異なる。

3. 入出力機器の接続例

3.1 各社製造装置の DIPS への接続

前述のように、電電公社のデータ通信システムに用いる DIPS-1, DIPS-11 においては、インタフェース '69 を採用しており、各社製造装置間の相互接続に関する互換性は保証されている。情報記録ずみの磁気テープ、磁気ディスクパック等の媒体に関しても、日電、日立、富士通 3 社で製造した装置相互間で記録再生できるように装置を設計してあり、各種の試験によって互換性を確認している。

しかしながら、上記を達成するためには種々の苦労を重ねてきている。表-3 に示すように、各社計算機シリーズの標準入出力インタフェースとインタフェース '69 は物理的にも論理的にも異なっている。3 者とも応答確認によるシーケンス制御方式を採用しているが、インタフェース '69 では A 社シリーズ方式とは異なり、再生中継を行わず、入出力制御装置からの要求に応じてチャンネル側で選択指定するチャンネル選択方式を採用し、またデータ転送終了指示機能を付加している。B 社シリーズ方式では、チャンネルと入出力制御装置間が 1 対 1 で接続されている。また、インタフェー

表-3 入出力インタフェースの主な相違点

機 種		DIPS (インタフェ ース '69)	A社シリーズ	B社シリーズ	
物 理 仕 様	構 成	直列, 並列	直 列	1 対 1	
	最大接続 装置数	16	10	1	
	電気条件				
	"1", "0" の 信号レベル (V)	1.4~4.5, -0.7~-0.86	1.7 以上, 0.7 以下	2.8~4.5 0 ~0.4	
	終端抵抗 (Ω)	86.6±3%	95±2.5%	85±5%	
ケ ー ブ ル		同軸 24 対	同軸 20 対	同軸 14 対	
論 理 仕 様	入出力制御装置 選択法	チャンネル選択 方式	スキッピング 方式	—	
	コマンド、ステ ータス情報	1B	1B	1B (複数B可能)	
	デ ー タ 幅	1B, 2B, 4B, 8B	1B, 2B	1B, 2B, 4B	
	動作シー ケンス	動作制御主 導	チャンネル	チャンネル	入出力制御装置
		データ転送 終了指示	最終データ転 送時および次 の転送要求時	次の転送要求 時	最終データ転 送時
	時 間 規 定	基準位置	入出力制御装 置コネクタ	チャンネルコ ネクタ	
		最大応答時 間	32 μs	チャンネルから 入出力制御装 置へは規定な し	共通規定なし

(注) コマンド、ステータス情報、センスバイト仕様等のソフトウェアインタフェースはそれぞれ異なる。

ス制御の主導権を入出力制御装置側がもっており、インタフェース '69 とは大幅に異なっている。したがって、各社の計算機シリーズの装置を DIPS に接続するために単純に制御装置の開発を行えば、莫大な設計工数が必要となる。これまでに、入出力装置(周辺装置)の中でも磁気ディスク装置、磁気テープ装置等の周辺記憶装置について入出力インタフェースの社間の差の吸収法の検討が行われてきており、以下にその概要を紹介する。

まず、機種・性能・機能の変更に影響する布線論理部と入出力インタフェースの社間で異なる論理部をすべてマイクロプログラムで代行させ、入出力インタフェースの違いによるハードウェアの差はマイクロプログラム用メモ리카ードの増減に抑える(図-2 参照)。次いで、マイクロプログラム作成支援システムを整備し、さらにマイクロプログラムのデバッグ工数を半減できるアドレス自動割りつけプログラム等の機能を付加し、各種のマイクロプログラムを効率よく短期間に作成できるようにする。こうして、ある機種から他の機種へあるいは民需用から DIPS 用へ、数枚(全体の 5%程度)のインタフェース回路用ボードの差し替え、数枚のマイクロプログラム用メモ리카ードの増設、および約 50% (数kステップ)のマイクロプログラムの入れ替えにより変更可能となる。

3.2 フレキシブルディスク装置のミニコンへの接続

媒体として半径約 10cm の磁気フィルムを紙ケースに収めたフレキシブルディスクカートリッジを用い、これに紙カード約 2,000 枚分のデータを記録できるフレキシブルディスク装置は、データ入力装置、オフィ

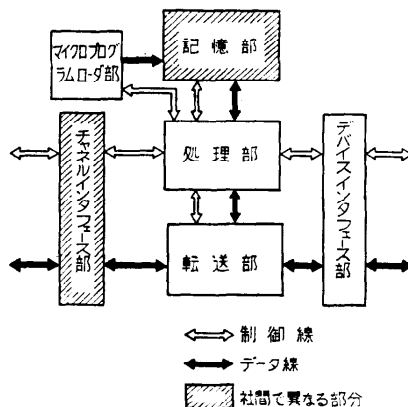


図-2 マイクロプログラム方式の制御装置構成

スコンピュータや端末装置の外部記憶としてここ数年の間に飛躍的に使われた。フロッピーディスクとよばれ、大容量磁気ディスクの制御装置や大形計算機の中央処理系のマイクロプログラム入力装置として用いられていた頃は、種々の形式の装置が使われていた。現在では1972年に発表されたIBM 3740データエントリシステム内蔵のフロッピーディスク駆動装置 33 FDの仕様が標準となっている。したがって、各社の駆動装置の仕様はほとんど一致している。また、フレキシブルディスクカートリッジの電氣的・機械的互換性についてのJIS原案は1年前に作成され、さらに記録フォーマットもほとんどIBMフォーマットに統一されている。このように駆動装置と媒体の仕様が統一されているが、前述のように、ミニコンの入出力インタフェースが各社各様であるため、他社の駆動装置をそのまま接続することができない。そのためには、入出力制御装置の新規製造あるいは既存装置の大幅改造が必要である。駆動装置より1桁以上高価な改造費用の見積りをみて、いまだに旧式の23FDを使用しているところもある。

しかしながら、最近主としてマイクロプロセッサを対象に、入出力制御用LSIの製品化が急速に進展しており、これを用いれば各社のミニコンの入出力インタフェースに合わせた制御装置を安価に組み立てることができるようになった。フロッピーディスク・コントローラ用LSIとして、日電・日立・東芝をはじめ国内外の約10種が発表され、両面形や倍密度形さらには

ミニドライブ用まで製品化されている³⁾。これらを使用すれば、図-3に示すように、入出力インタフェース回路とフロッピーディスク・コントローラ用LSI、VFO、発振器の3チップでフレキシブルディスク制御装置を容易に構成できる。安価な装置へ、あるいは高密度・大容量の装置への切り替えを積極的に考えてよいであろう。

3.3 漢字入出力システムの接続

多数の漢字入出力端末を制御する端末制御装置NEAC 3200-50と情報検索用ホスト計算機FACOM 230-38とを接続したときの経験を紹介する⁴⁾。本来ならば、FACOM 230-38のチャンネルインタフェースに合せてNEAC 3200-50のチャンネルを改造し、さらに両計算機のソフトウェアに手をいれればよい。しかし、開発線表と開発期間の面で折り合いがつかず、また社間のノウハウ等の問題から実現の可能性も少なかったので、図-4のように、インタフェースの標準化が進んでいるモデムを中継して両者を接続することとした。さらに両者の接続にあたり、ハードウェアはそのままにし、ソフトウェアの改造で対処することとした。具体的には、当時両計算機ともハイレベル伝送制御手順のプログラムサポートがなく、FACOM 230-38のBSC手順に合せてNEAC 3200-50の無手順JIS 7単位の伝送制御プログラムを改造することとなった。端末側から検索側へダミー電文を送信することによりBSC手順で定められた3秒よりはるかに短い時間で検索部から連続的に伝送させたり、EBCDIC 8単位の伝送制御文字と7単位漢字コードのデータとの重なりを防ぐためのパリティビットをつねに1にするなどの工夫を行い、検討を開始して6カ月後に無事に所期の目的を達成することができた。

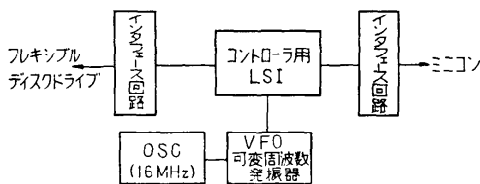


図-3 フレキシブルディスク制御装置の構成

4. むすび

計算機分野では、標準化の進んでいるといわれている自転車業界などと異なり、ハードウェアの性能・

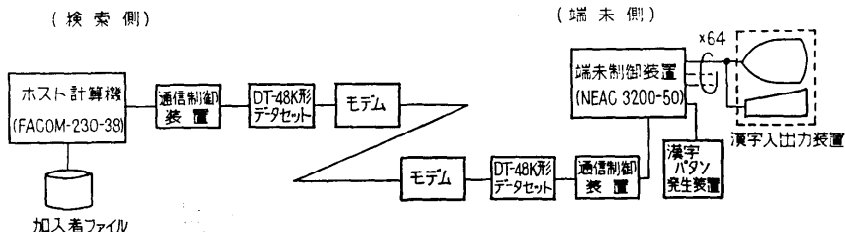


図-4 漢字入出力システムの接続例

価格比の進展が桁違いに速いため、標準化の見通しがついた頃にはその装置の生産規模が下降線をたどり、ユーザが標準化の恩恵に浴さないで終るのが常となっている。しかしながら、これまで述べてきたように、よい装置を選んで使いこなしたいというユーザの長年の願いを少しずつではあるが達成しつつある。

さらに、将来 LSI 技術の進展により入出力制御装置の 1 チップ化、それも入出力インタフェースに合せたオーダメイドが可能になるかもしれない。また、単に周辺記憶装置用ばかりでなく漢字入出力装置等にも共通に使用できる汎用入出力制御装置を 1 ボードに収めることも夢ではない。一方、新しい高価なハードウェアを手もとにおかず、回線を通じて共同利用する手だても準備されつつある。

米国の民間航空会社の計算センタを調査したときの話であるが、入出力機器のほとんどを IBM 以外の製品を使用していることを自慢していた。IBM 360/65×4 から IBM 370/158×1, 168×1 にシステム移行したさいに、システム全体のコストパフォーマンスの向上をねらいとして、計算機の中央処理系と超大容量記憶装置 IBM 3850 と高速プリンタ IBM 3800 各 1 台を除き、他の周辺装置、端末装置およびモデム等の

すべてを IBM 以外のものに切り替えていた。磁気ディスク装置は Memorex 社、磁気テープ装置は STC 社、多機能端末は IV Phase System 社、CRT 端末は Hazeltine 社、モデムは CCI 社、……と 12 社の製品を使用し、保守上の問題もないと言いきっていた。ユーザにおいても、今後他社の入出力機器は接続できないものであるとの固定概念は捨てて、新しい試み・経験を積むことが必要であろう。

参考文献

- 1) 山田, 飯田, 松永: DIPS I/O インタフェースと DIPS-1 転送装置, 通研実報, Vol. 21, No. 10, pp. 93~105 (1972).
- 2) 規格委員会 SC 専門委員会: 入出力インタフェースの標準化について, 情報処理, Vol. 14, No. 12, pp. 951~960 (1973).
- 3) 松崎: 充実するマイクロプロセッサ用入出力インタフェース/コントローラ, 日経エレクトロニクス, 1977. 8. 8. 号, pp. 53~90 (1977).
- 4) 有泉ほか: 新番号案内方式, 昭 52 電子通信学会総合全国大会, 講演番号. 1429.

(昭和 53 年 1 月 17 日受付)