



データハイウェイの現状と将来*

上谷 晃 弘**

1. ま え が き

情報化時代の浸透と共に、各種の企業情報、生産・工程管理データ、さらに工場での生産実績等を含むプロセス情報を包括的に管理することが一般的となっている。当初は、データ処理の範囲も事務用、制御用とそれぞれ独立的に行われていたが、徐々に相互が拡大され、工場全体あるいは会社全体としてシステムの的に結合し行われている。

これらデータ処理の実施手段として、いうまでもなく計算機の利用が著しく進んでいる。給与計算、生産管理に代表される事務用計算機も、端末としてローカルな使用法から、超大型まで、用途と規模に応じた使い分けが行われ、千差万別といえる。プロセスサイドでも、制御用計算機が、プラント情報のデータロギング、最適化制御、DDC (Direct Digital Control) あるいは品質管理を目的とした分析データの処理など幅広く実用化されている。

これら計算機は、歴史的にみても当初は、事務用、制御用とそれぞれ独立の形態として使われていたものが、情報管理システム (Management Information System) の立場から、相互に各種データを融合させて処理する必要がでてきた。その結合方法も単に事務用・制御用計算機を直接結合するのではなくデータの処理レベルに応じて、情報をリダクションして、有効なデータを伝えるハイアラキ・システム (図-1) が実用化されている。このハイアラキ・システムもあらゆる分野に採用されているわけではないが、近代的情報管理システムといわれているレベルでは、有効に利用されている。一方企業規模に応じて、ある場合には、事務用あるいは制御用がそれぞれの目的で手足を伸ばし、相互独立に利用されている例も非常に多い。

このように、近代社会において企業活動の多くは計算機なしに活動しえない状況となっている。その計算機も単に1台で全てを網羅しシステムを実現しているのではなく、複数台の計算機が有機的に結びついて、ひとつのシステムを形成している。これら計算機の結合で重要な役目をもっているのは、情報伝送である。計算機や使用する端末間で情報を円滑に、かつオンラインで受渡す手段としていろいろな試みがなされている。最近では、情報量も著しく増加してきていることから、かなりのスピードの伝送速度が要求されている。

このデータ伝送のひとつの手段にデータハイウェイがある。データハイウェイは、1970年に出現してから、短期間に、大巾な性能向上をみせた。これは、システムの要求が強いからに他ならない。ここでは、データハイウェイを広義の意味でとらえながら、現状と将来について解説する。

2. データハイウェイの位置づけ

情報伝送の手段は、古くからテレメータ・テレコントロール装置として電力系統における変電所の監視、制御等に利用されている。その後各種の用途・目的により、多くの情報伝送方式 (機器) が生まれ、多様化と同時に、伝送方式においても目的に応じた階層化が進んでいる。現在その種類は数多く出現しているが、これらを正式に分類し、定義しているものはないが、

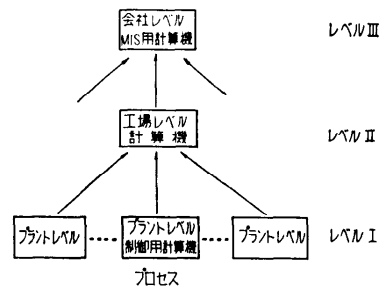


図-1 コンピュータハイアラキシステムの構成例

* Line sharing system—present status and future by Akihiro UYETANI (Instrument and Automation Engineering Department, Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.).

** 東京芝浦電気(株)計測技術部プラント計装グループ担当

表-1 伝送方式の比較

No.	種 別	地 域 性	伝 送 速 度	伝 送 路	目 的 的	代 表 例
1	コンピュータ・ネットワーク	広 域	中・低速 1,200~9,600 ボ 50 k ボ	電話回線	リソース共有 情報管理	・ARPA ネットワーク (米国) ・大学ネットワーク構想 (日本) 他
2	テレメータ・テレコントロール装置	広 域	低 速 50~1,200 ボ	電話回線	情報監視制御 情報収集	・公害監視 ・上下水道 ・電力系統 ・電 鉄 ・自動検針
3	データハイウェイ (ラインシェアリング)	中 域 (20~30 km)	高 速 ~1,544 MBPS	同軸ケーブルま たは電話線	工場内コンピュータ ネットワーク	・各種コンピュータで実例有
4	ワイヤシェアリング	狭~中域 (1~3 km)	中・高速 ~250 KBPS	同 上	ケーブル削減	新総合計装制御システム
5	計測機器間データ伝送	狭 域 (数 m~数百 m)	中・高速 ~5 MBPS	多芯ケーブル	インタフェースの標準 化	・CAMAC ・IEC バス

ひとつの試みとして、表-1 のように伝送する距離と伝送速度から分類整理した。

これら個々の方法を簡単に説明し、その上でデータハイウェイの位置づけを明確にしてゆきたい。

2.1 コンピュータ・ネットワーク^{1)~8)}

コンピュータ・ネットワークは、地域的に散在する計算機、大容量記憶装置、データベース (セントラルファイル等)、各種端末をデータ伝送、交換網により相互に接続したシステムである。利用者は、ネットワークにより結合されているリソースを共有化し、各種データベースや強力な能力を持つ計算機、機器を有効

活用できる。

コンピュータ・ネットワークの成功例としては、有名な米国の ARPA 網⁹⁾ (米国国防省の Advanced Research Projects Agency) があり、実用面で貢献している (図-2)。その他仏の CYCLADES、英国の EPSS ネットワーク、スペイン CTNE ネットワーク、カナダでも各種ネットワークが開発され実用化されている。日本においても東大実験システム、京大 KUIP-NET、さらに実用化構想のある文部省大学ネットワークなど今後の発展は著しいものと思われる。

これらネットワークでは、利用者は各種のコンピュ

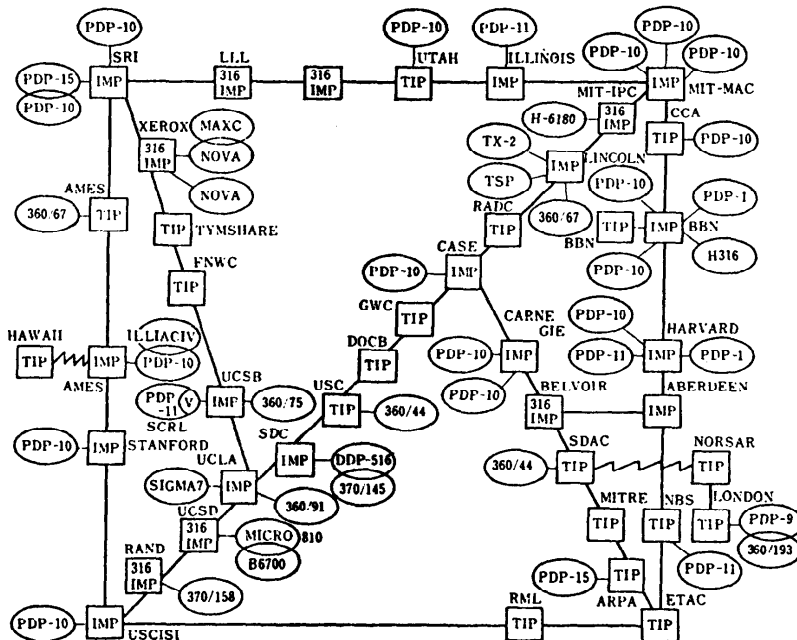


図-2 ARPA ネットワーク

ータを多目的に利用できるメリットがある。今後これらコンピュータ利用上で、コンピュータ相互間のデータ伝送速度が向上すれば、さらに使いやすいシステムとなろう。

現状の伝送速度は、たかだか 50 KBPS 以下であり、またその実効伝送速度は、各種ヘッダーを付加して使用するため、50%以下となっている。実効効率の向上は、今後 ISO で規格されつつある HDLC (High-Level Data Link Control Procedure)¹⁰⁾ の採用により改善される。

コンピュータ・ネットワークの目的は、あくまでもリソースの共有や、コンピュータの多目的利用が中心であり、このシステムが、一般産業のプロセス制御分野へ入りこむことにはならないであろう。

その他企業レベルでのコンピュータ・ネットワークでは、生産管理、販売管理、情報管理を目的として各種システムが実用化されている¹¹⁾。

以上ネットワークを中心とした方式の発展が著しいと考えられるが、その他にも図-3 に示すように、コンピュータの組み合わせ方式にはいろいろあり、それぞれの用途に応じて採用されている。

2.2 テレメータおよびテレコントロール装置¹²⁾⁻¹⁵⁾

テレメータ・テレコントロール装置は、いわゆる遠方監視制御装置の中に含まれる情報伝送の手段である。この装置の開発は古くから行われ、その応用も多岐にわたっている。現在では、電力^{16), 17)}、電鉄¹⁸⁾、上下水道、交通管制、気象、公害監視システム¹⁹⁾などいろいろの分野に適用され、確立されたひとつの技術分

野となっている。遠方監視は、経営の合理化(無人化)、省力化の目的で数多く採用されている。システム的には計算機と組み合わせ使用され、情報の自動処理、自動制御などに利用され、多様化している。

テレメータの種類には、大別してアナログ式とデジタル式があるが、情報伝送速度、容量、多重性からデジタル方式が主流となって使われている。方式上では、歴史と共に変化してきており、二段同期式、返送照合方式、連送照合方式、サイクリック式へ移行している。

これらの標準化²⁰⁾として、デジタルサイクリック情報伝送装置の様相が、電気学会通信専門委員会により行われ普及している。

テレメータの伝送路は、公社回線が利用できるので広域に点在する各種端末、装置から情報を受信し、判断、処理をし、遠隔制御を行うに適している。

代表的伝送方式は、図-4²¹⁾(次頁参照)に示されるよう放射状形態をとっており、1:1, 1:N, 2:N, (1:1)×N および上り [(1:1)×N], 下り [1:N] 方式などがあり、使用目的、情報伝送速度、信頼性より選べるようになってきている。

その他電気・ガス・水道の自動検針²²⁾もデータ収集ラインを用いて、広域のデータ収集に使われている。これは、専用機的なシステムであり、経済性も配慮していることから伝送速度も低速である。

このように遠隔伝送装置も、目的と経済性により今後も多様化すると思われるが、基本的には公社回線を利用するという点での共通性があるといえる。

2.3 データハイウェイ²³⁾⁻³¹⁾

データハイウェイは、1970年代に入り急速に発展し実用化された情報伝送装置である。技術的にも現在多様化し、用途に応じた機器が開発されており、今後もさらに発展し改良されてゆくと思われる。

データハイウェイが実用化された要因は、プロセス設備の規模が拡大し、システムの複雑化、高度化とさらに省力合理化をめざすことから、限りなく情報の集中化を要求されたからである。情報の収集のためには信号発生源からケーブルを布設しなければならないので、これを簡略化し、ケーブル本数を削減するデータ伝送としてラインシェアリング(データハイウェイに対する技術分類)が脚光をあびてきた。さらに計算機が、プロセスフィールドにおいて重要な機器となり、ひとつの工場でも複数台利用されてきていることから、情報の交換という面からも採用が著しい。その結

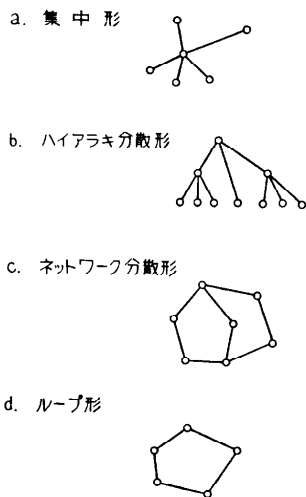


図-3 コンピュータ・ネットワークの各種方式

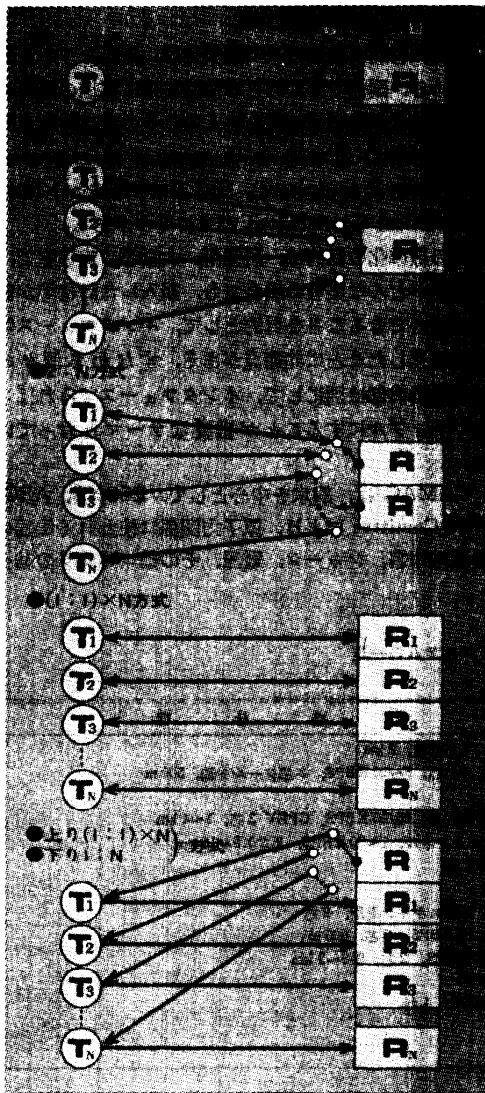


図-4 テレメータ・テレコントロール装置の伝送方式

果国内において、既に 80 システム以上の実用化が行われている。特に今まで述べた伝送形態に比して、データハイウェイが発展した理由は、

- a. 工場内の分散設置された異機種計算機間または計算機とリモートに設置された各種端末（プロセス入出力装置を含む）のデータ交換や処理が行えること。

また通信路としても、汎用化伝送手段としての伝送方式をもつことから拡張性・増設に容易なこと。これは従来 MODEM 伝送によるコンピュー

タ間結合において問題となった異機種計算機間の通信規約（PROTOCOL）を規準化する上でも大きく役立っている。

- b. プロセス制御用として必要なリアルタイム処理すなわち優先処理、誤り制御などの機能をもつと同時に、情報量の拡大に伴い高速データ送受信ができる。
- c. $1:n$, $n:m$ など機器間相互のデータ授受ができる。

などがあげられる。

その他データハイウェイを採用することにより、

- a. 計算機の相互間バックアップが可能となり、システムの冗長度をあげることができる。
- b. プロセス信号線等の配線費（計装工事費）の低廉化ができ、トータルシステムの経済性を高めることができる。

など具体的に効果が数多くでていることが、データハイウェイを発展させている要因といえる。最近では、各社で発表された新総合計装制御システムにおいても情報伝送手段として、データハイウェイが組込まれており今後さらに発展が予想される。

伝送方式としては、同軸ケーブルまたは電話線を利用して実施しているが、その発展途上においては、シリアル方式では充分な高速性が得られないなどの理由から並列伝送方式として、コンピュータ I/O バスを延長した方式もあったが、伝送速度の向上と共にこれらシステムは少なくなってきている。

特に最近では、伝送速度の向上が著しい。当初はモデム伝送の高速化程度から充足したものが、10 KBPS から 100~200 KBPS となり、現在 PCM-24 の採用により、1.544 MBPS になってきている。今後共高速化は続くと思われるが、これを受ける計算機あるいは端末機の制約から、これ以上高速化のメリットがなくなりつつあると思われる。計算機の応答性からみると、10 MBPS がひとつの限界と思われる。1.544 MBPS でも、この速度に対応して処理させることを考えると、DMA により直接メモリへデータを収納し、ソフトウェアの介在をなくすのでなければ、意味がない。また端末機は、メカ部分を伴うものも多いため、スピード的制約はかなり大きい。

しかしながら、データハイウェイ採用のメリットは先に述べたように大きいことから、応用として数多くの実例が報告されているので詳細は省くが、鉄鋼^{32), 33)} 石油・石油化学^{34), 35)}、製造工場^{31), 36), 37)} など多岐にわ

たっている。今後の発展も大きいものがある。

2.4 ワイヤシェアリングシステム^{38)~43)}

データハイウェイのように、中域をカバーするのではなく、2~3 km 以内の距離に点在する情報を伝送する目的で、主としてケーブルセービングを狙って開発されたシステムである。当初は、デジタルケーブル、アナログリモートマルチプレクサと称されていた。この伝送方式は、未処理の情報をそのまま送信するという単能的なものである。たとえば現場操作盤の運転情報を中央盤にランプ表示するなど簡単な応用を中心にしており、データハイウェイとは、自から目的・用途も異なっている。

この範ちゅうで発表されている機器は、表-2 に示すごとくたくさんある。またこれら機器の機能アップをはかると、データハイウェイに接近する仕様となることから、徐々に相互の境界がはっきりしなくなりつつあるといえる。

2.5 計測機器間伝送方式

計測機器間の伝送方式の標準化は、国際レベルで進んでいる。国内ではこれらの情報を得て実施の検討がはじまっているのが現状といえる。その代表的なものに、CAMAC (Computer-Automated Measurement And Control equipment), IEC (International Electrotechnical Commission) バスの2つがある。

この標準化の目的は、研究所、大学等の実験室で、研究者がどんな実験の場合でも、購入した計器等が簡単に結合できることを目的として、インタフェース等を規格化したことに共通点がある。すなわち個々の計測機器内部は別にして、インタフェースでみればコンパティブルにすることが重要なテーマとなっている。

CAMAC は、欧米を中心として、ESONE, AEC/NIM Committee により、原子力関係に使われる機器の各種増巾器、シャーシ、電源、その他コネクタの結合

表-2 ワイヤシェアリングシステムの一覧

(1) デジタルケーブル			
No.	メーカ	形名	概略仕様
1	北辰電機	SIGNEX	36点, 2芯対称, 2 km
2	ミヤケ電子工業	MCS	15, 30, 60点, 8~10 KBPS, 3芯シールド線, 500 m
3	藤本チェーン	タジアルT	
4	日本システム工業	JSE-E	最大 2,048点, 20/50 KBPS, CPEV 2芯, 1~4 km
5	ウエルコ	モデパック	40/60 チャンネル, 1~50 KBPS, 2芯0.5~16 km
6	EA	PRO-TRAN	最大 512点
7	DDI	DIGICABLE	248点
8	SIC	GARDTROL II	30点, 6秒スキャン周期, 2芯
9	AMS	min Mux 200	512点, 6 KBPS, 2芯, 600 m
10	Analog Device	SERDEX	0.4~20 KBPS, 2芯, 0.3~3 km
11	Computer Products		20 KBPS
12	DEC		39.6 KBPS, 1対
13	Digital System Corp.		
14	Hybrid System		
(2) アナログリモートマルチプレクサ			
No.	メーカ	形名	概略仕様
1	EMC	DATA SPAN 1000	100点単位, 40点/秒, 多芯, 600 m
2	Transmission	Touch-Temp 390	100点単位, 1秒/点, 多芯
3	Decca Rader	ISIS 300	240点最大, 240点/0.6秒, 多芯
4	Herco	TDAS-2/A	
(3) Multi-Function System			
No.	メーカ	形名	概略仕様
1	IC Engineering	UNIPLEX 500/600	462 KBPS, 256ステーション
2	IBM	Data Communication System (2790)	500 KBPS, 300~1150 m
3	AMS	MUX 2000	1,0 KBPS, 8ステーション, 450 m
4	Foxboro	INTERSPEC	50 KBPS, 1,500 m
5	Honeywell	DECTA 2000	50 KBPS, 1.5 km, 3072点
6	ICI	MEDIA	
7	Control Data	1590/1591	2 MBPS, 8ステーション, 6 km

方式、さらにシリアルハイウェイまで標準化した例である。CAMACは、各モジュールを収納するシャーシ(クレートと呼ぶ)の外形、端子結線を規定しており、特にヨーロッパを中心に数十社が、この規格にもとづいて、各種モジュール、インタフェースを製作している。最近、このシステムを原子力以外の分野にも利用することが多くなっており、NC、医療、公害監視などの報告がでている。CAMACシリアルハイウェイの構成を図-5に示す。シリアルハイウェイは、マイクロプロセッサを採用したプログラマブルな伝送方式である。このシステムは、ローカルでも独立して使用可能であり、必要に応じた拡張もできる、いわゆる分散型としてインテリジェンスを有し、自由自在なシステム構成をとるものである。

一方IECバスも、計測機器、カルキュレータ、周辺機器用インタフェースとして標準化されつつある。

接続される機器を3つに分類(トーカー、リスナー、及びコントローラ)し、その機器の性格により動作を規定しており、これに応じたインタフェースあるいは機能を持つことにより、計測機器内のコミュニケーションが可能となっている。

この方式は、バスの標準化の具体例である。すなわち、コネクタ、機器間相互、バスワイヤの役割、伝送に必要なフォーマット、データとコントロールのタイミング、さらに各種計測器、計算機と周辺機器を相互に接続するに必要な規約を定めたものである。これにより計測システムの統一化や互換性ははかられ、ユーザにとっては、コネクタレベルでの互換性を持つバス(図-6)となり、どんなメーカーの機器でも接続できシステム構成が簡単にできるメリットがある。同時に装置設計者にとっても、システム標準化へのトルクとなり設計標準化の促進に役立つものであるといえる。

この両者の差は、表-3に示されるが、基本的に伝

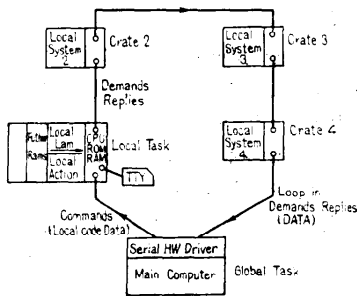


図-5 CAMAC Serial Highway System

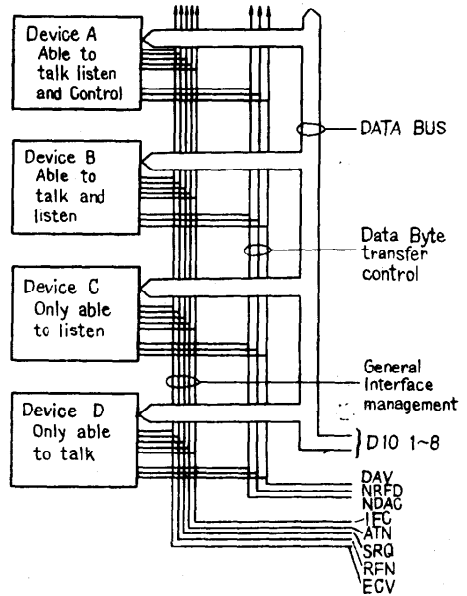


図-6 IECバス構成

表-3 CAMAC/IEC方式の比較

仕様	CAMAC	IEC
伝送速度	5 MBPS	1 MBPS
伝送データ	8ビット	8ビット
伝送コード	専用	ASCII
ケーブル	86本	16本
伝送距離	数100m	標準20m
接続機器	62台	15台

送路だけといえる。特に近距離で高速度を重視しているため、両者共並列伝送である。

2.6 データハイウェイの位置づけ⁽⁴⁾

データ伝送に関する各種の方式を述べた。その中でデータハイウェイは、かなり日本的に専用化された方式であり、システムというより、伝送路として汎用化を狙ったものといえる。特に工業用システムでは、重要な機器となっている。先に述べたように、プロセス制御用として必要不可欠な条件を備えており、一般の通信伝送方式とは趣きを異にしている。

データハイウェイの定義は、必ずしも固まっていないが、

(目的) プロセス制御、オンラインデータ収集用に使用され

(規模) 距離が20~30km程度の規模の工場で使用され

(交換方式) 1:nまたはn:mで伝送が行え

〔データ授受〕ビットシリアル伝送方式とおぼろげな仕様が確立できる。

このような点からみて、コンピュータ・ネットワーク、テレメータ、計測機器間伝送とは著しく異なっている。表-1 に示したライン/ワイヤシェアリング方式がデータハイウェイの分類に入ると考えられる。

従来データハイウェイは、制御用計算機の情報伝送を指向していたが、最近では事務用計算機も含めたトータルシステム³³⁾としても採用されており、ある領域内での情報インテグレーションに必要な伝送機器といえる。またその規模や経済性から必ずしも $n:m$ の交換方式を必要としないものもあり、さらに簡素化されたワイヤシェアリングシステムの機能向上により、この境界点がぼやけているといえる(図-7)。

このように計算機間結合を中心として発展してきたものが、端末やプロセス入出力を含めて広く結合されるようになってきたので、システムの負荷を考慮しながら、さらに変容すると思われる。

図-7 に示すように、データハイウェイと他の通信方式とは対称的な位置を示している。伝送距離を中心にして分割してみると、広域は、コンピュータ・ネットワーク、テレメータを、中域は低速でのテレメータ、ワイヤシェアリング、データハイウェイがあり、狭域では PIO 伝送や計測機器間伝送のものでさらに隣接する機器、計算機間ではより高速なものというように、4分割になる。その中でみる限り、データハイウェイは、中域領域における伝送利用のひとつの形態として位置づけられる。その他経済性、伝送速度と伝送距離の関係などいろいろな尺度もあると思われるが、筆者なりに図-7 のような位置づけをひとつのイメージとして考えた。

3. データハイウェイの機能と種類

データハイウェイの位置づけから、その適用範囲の制約もでてくるし、また用途的には工業用として、プロセスからのアナログ/デジタル入出力信号をうけ、かつ計算機を含めたシステムの中にとり入れられる通信手段として有効利用される機器である。

既に国内で数多く利用されているが、最近の設備動向、省力化、情報管理などの面からまだ無限の発展性もある。また新総合計制御システムのように、データハイウェイをシステムの中に組み込み利用しているこ

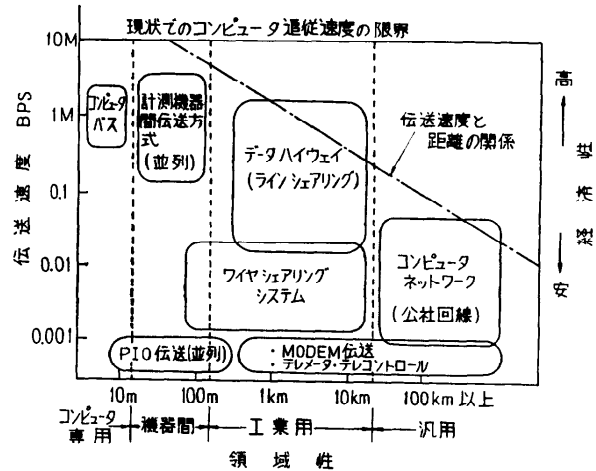


図-7 データ伝送の位置づけ

とからも、分野的にも新しい所への発展が期待できる。

3.1 データハイウェイの機能

先に示したようにデータハイウェイを完全に定義するものはないが、電子協²⁵⁾では、Purdue Europe の考え方などをとり入れて、次のように性格づけを行った。

それによれば

- リアルタイムシステムで利用されるもの
- ビットシリアル伝送であること
- 同一伝送ライン上に複数個のデータ送受信器が結合可能である。
- 1:n または n:m の機器相互のデータ伝送が可能である
- インタフェースでは、優先割込処理(デマンド処理)が可能なこと
- コンピュータのみならず、各種周辺機器や各種プロセスインタフェースが結合可能である
- データフィールドは、コード・トランスペアレントであること
- ブロック伝送の機能をもつこと
- システムとしてエラー処理を確実に行うこと
- ステーションの故障が、コミュニケーションラインに影響を与えないこと
- 伝送ラインとしての設計目標は、100 KBPS(実効伝送速度)としてシステム運用できること
- デマンド処理の応答速度の目標は、50 msec としてシステム運用できること
- バイト指向型メッセージとすること

表-4 各社データハイウェイの性能

メーカー	東芝	東芝	日立	日立	日本システム工業	日本システム工業	横河電機	山武ハネウエル
システム名	TOSWAY 1500	TOSWIRE	H-7430	H-7480	S形	E形	CENTUM・フレキシバス	TDCS-2000
伝送速度	1.544 MBPS	100 KBPS	2 MBPS	2 MBPS	1 MBPS	20/50 KBPS	250 KBPS	250 KBPS
実効速度	90%(1 kbyte)	30 KBPS	30%	93.8%	30 kbyte/s	6.4/16 KBPS	10 kW/s	6.4 kW/s
交換方式	N:N	2:N	1:N	N:N	N:N	N:N	N:N	4:N
伝送方式	PCM-24	双方向半二重	優先順位制御半二重	優先順位制御半二重	優先順位制御半二重	全二重サイクリック	半二重バトンパス	直列半二重方式
ステーション数	32	16	32	255	256		31	63
伝送路	電話線1対	同軸ケーブル(1本)	同軸ケーブル(1本)	同軸ケーブル(1本)	同軸ケーブル(1本)	通信ケーブル1対	同軸ケーブル(1本)	同軸ケーブル(1本)
変調方式	ベースバンド	位相変調	位相変調	位相変調	バイフェイズ符号直接	ダイコード符号	二相差動位相変調	
中継方式	再生中継	無中継	再生中継	再生中継	デジタル再生中継		再生中継	
誤り制御	CRC	水平/垂直パリティ	反転二連送	反転二連送+CRC	水平/垂直パリティ	パリティ2連送照合方式	パリティ+CRC	BCH
フレーム長	可変	可変(256バイト)	固定24バイト	可変256バイト	固定長(522ビット)		可変(7~133byte)	固定(31ビット)
ステーション間距離	2 km	任意	1 km	1 km	1 km		2 km	-
ハイウェイ総延長	100 km	2 km	32 km	256 km	30 km	10 km	10 km	1 km
その他	二重化ループ構成	オンライン着脱可	二重化ループ構成	自動再送二重化ループ構成	自動再送		二重化ループ構成	HTDによる制御

メーカー	日本電気	富士通	富士通	富士電機	富士電機	三菱電機	三菱電機	北辰電機
システム名	ユニバーサルリンク	FACOM-1880	FACOM-7003K/L	DPCS	MPCS	MELCOM-LOOP	MDW-1	RINGS-II
伝送速度	1.544 MBPS	6.3 MBPS	1 MBPS/250 KBPS	200~9,600 BPS	250 k/500 k/1 MBPS	2 MBPS	1.5 MBPS	200 KBPS
実効速度			3.8 kW/s/1 kW/s	66.7%		240 KByte/s	80 KByte/s	2 kW//s
交換方式	N:N	N:N	1:N	パーティライン		N:N	1:N	N:N
伝送方式	PCM-24	ベースバンド伝送	ベースバンド伝送			半二重	半二重	バイポーラパルス
ステーション数	64	100		16	16	144	16	32
伝送路	電話線(1対)	同軸又は対照線	ペアケーブル	2対線	同軸ケーブル	同軸ケーブル(1本)	同軸ケーブル(2本)	3対線
変調方式				直列パルスコード		50% AMI	BWM	ベースバンド
中継方式	有	再生中継	無中継			リピータ	リピータ	
誤り制御			CRC	パリティ		CRC(16ビット)	CRC(8ビット)	BCH 26-5
フレーム長	可変長	固定長		128 バイト	可変(128 バイト)	可変(4,096 バイト)	6W(16ビット)	固定(35ビット)
ステーション間距離	2 km	1~3 km	任意		3 km	1 km	1 km	2 km
ハイウェイ総延長	100 km	40 km	3/8 km	10 km		145 km	16 km	17 km
その他		二重化ループ構成		自動再送	自動再送	自動再送	自動再送兼中エラ監視及びテスト	

n. 自己完結形メッセージ方式とすることなどを要求事項とすると同時に、これをもってひとつの定義づけとした。

3.2 データハイウェイの種類

現在国内においてデータハイウェイを製作しているメーカーは非常に多くなっている。1970年に発表されてから、ここ数年で数多くの製品が発表されてはいるが、最新のものを表-4に示す。

3.3 データハイウェイのレベル分け

データハイウェイの種類も、表-4に示すごとく各種各様の仕様がある。これをどのようなレベルで分け

て整理をするのが妥当かは難しいが、次の4つに概略分けられる。

(1) PCM-24 チャンネルの利用

通信技術として発展してきたPCMを利用したデータハイウェイである。伝送路としては、チャンネル分割して利用しても良く、応用面が広いと思われる。技術的にも確立していること、さらにHDLCの採用も容易であることから今後多く利用されよう。

(2) 一般データハイウェイ

今までの発展上、機種も多いレベルといえる。ただし交換方式に、経済性を加味して、n:n/1:nの2つ

に分けてみることができる。用途によっては $n:n$ の必要もなく、たとえば今後保安計装等での情報収集が中心となるシステムでは、 $1:n$ でも充分なものといえる。

(3) 新総合計装システムでの伝送

分散形システムは、マイクロプロセッサにより機能を独立分散させている。これを集約化する手段としてデータハイウェイが利用されている。しかしながら距離的には、一般のデータハイウェイのように、20~30 km は必要なく、ひとつのユニットや装置単位でのリンクで充分であることから、2~3 km の伝送距離である。マスタステーションも、マン・マシン・インタフェースとしてのオペレータコンソールや、上位計算機とのコミュニケーションができれば良く、 $2:N$ 程度で充分なシステムといえる。

これら単位システムを相互に、工場全体として管理するには、前述の(1)、(2)で述べたハイウェイと階層的に使うことで充分対処できる。

(4) その他

ワイヤシェリングシステムの拡張的な機能をもつデータハイウェイである。このレベルは、上記(3)を専用に利用しても可能であるし、用途により各種のものが存在する。

以上のように、データハイウェイも用途に応じたシステムが開発されており、今後共、システムや経済性を考慮して、共存共栄することとなろう。

4. 標準化動向^{45), 46)}

伝送に関する標準化は、かなり進んでいるし、今後共統一標準化が進むことはいうまでもない。ここでは、表-1 のレベルで総括的に標準化動向をとりまとめた。

4.1 伝送制御手順

a. CCITT International Recommendation

MODEM 伝送におけるハードウェアインタフェースの標準化が実施され、互換性を有している。

b. ISO/TC 97/SC 6

Digital Data Transmission として、現在話題となり、一部実用化されはじめた HDLC (High Level Data Link Control Procedure) の新しい伝送手順が標準化されつつある。現在 logical Interface は決まっているが、Physical Interface は、各計算機メーカーで独立的に進められている。そのため完全に互換性のある手順になると、予想しがたい。しかし

考え方のベースは統一化されているので、理解しやすいことはいうまでもない。

本伝送方式は、データをブロック転送できることから従来の伝送手順と異なり、実効効率を上げることができる。

4.2 計測機器間伝送方式

a. CAMAC^{47), 48)}

CAMAC は、2.5 に述べたように原子力関係の利用として発展してきたが、その応用も徐々に拡大していることから、新しく規格化するべく作業に着手している。現行のものは、米国 IEEE 1975 STD-583 で標準化された。国内においては、CAMAC に対応する窓口がないが、現在設立計画中である。

b. IEC バス^{49)~51)}

計測機器間伝送であり、1975 年に IEEE STD-488 で標準化され、現在 IEC/TC 66/WG 3 でとりあげられ、継続審議されている。本システムの特許も公開準備され、今後の発展が期待できる。

4.3 データハイウェイ⁵²⁾

データハイウェイの標準化は、日本国内においては電子協が、欧米では、Purdue Work Shop が、その受皿として活動してきた。本年5月にアムステルダムで開催された IEC/SC 65 A/WG 6 にて国際標準規格を作成することとなり準備に入っている。今後の方向は⁵³⁾、

- a. Reliability and Efficiency
- b. Formats and Control
- c. Maintenance and Servisability
- d. Safety
- e. Transmission Method
- f. Glossary

を個々に検討対象としている。

以上の如く、データ伝送は距離をへだてて相互に情報交換を行うということから、規格化し、効率運用をはかるという気運が強い。そういう点で国際レベルでの標準化に、日本も積極的に参加する時期にきていると思われる。

5. 将来動向

情報伝送は、今後共システムの中に必要不可欠なものとなり、益々革新的な発展をしてゆくと思われる。

図-7 に示した現状の制約がとりのぞかれ、さらに効率の良いシステムが出現すると思われる。今後これらデータ伝送を改善する要因となるものについて簡単に

紹介する。

5.1 デジタル統合通信網⁵⁾

デジタル伝送路として現在利用されている PCM-24 方式の上位をゆく、PCM-100 M, PCM-400 M の実用化に伴い、データ伝送、コンピュータ・ネットワークに利用される。これにより現状 9,600 ボー~48 k ボーで、コンピュータ・ネットワークが形成されているのが、より高速となりリソースの共有化、大型計算機の有効利用等が盛んとなろう。

一方データハイウェイの分野にも、PCM-24 の採用が現実的となってきていることから、これら通信網で確立した技術が入りこんでくることは、そう速くはないと思われる。しかしながら伝送路が高速化されても、これを送受信する計算機側の処理能力が追従できなければ意味がないので、インタフェースの改良等も必要である。

5.2 光伝送^{54)~59)}

光ファイバケーブルを利用した通信方式が脚光をあびている。5.1 に示したデジタル統合通信網への応用も考えられている。光の限界への追求は残念ながら止まっているが、100~400 MBPS 領域への実用化ははじまろうとしている。

一方工業用にも光伝送を利用する動きも著しくデータハイウェイが着目されている。光伝送は、伝送速度の向上、耐ノイズ性、本質安全防爆化などが実現しやすく、工場内での各種問題点に対してクリヤな回答を求めることができる手段といえる。ファイバケーブルの減衰も現在のデータハイウェイ・ステーション間が約 2 km 以内という制約もあるが、光伝送を使うことにより改善できることから、データハイウェイへの応用は急速に進むものと思われる。

一方、光伝送の高速性をそのまま生かし、短距離間の伝送として、コンピュータ間結合のバスに使用されることも検討されている。シリアル伝送で各デバイス間の伝送として利用し、現在のチャンネルのイメージも変わったエレクトロ・オプティカル・コンピュータの出現になると考えられる。これによりマルチコンピュータシステムとしてのデータ伝送も可能となり、システム効率を改善することになる。

5.3 伝送インタフェースの LSI 化⁶⁰⁾

伝送速度が向上してくると、これに追従できるインタフェースが必要となる。高速データ転送を可能とした計算機や端末とのインタフェースができなければ、伝送路だけ早くなっても、結局は実効効率は何ら向上

しない。これを解決してくれるのは、伝送路とのインタフェースであり、受取ったデータを計算機へ転送できるインテリジェンスを持った IO プロセッサが必要となる。これらを LSI 化し、さらに速度の向上に務める必要がある。現在の LSI 技術でも 200 KBPS 程度まで追従するものも発売されてきていることから、この面での進歩発展がさらに、データ伝送を変えるものと思う。

6. あとがき

データハイウェイの現状と将来という点から、データ伝送を巾広くとらえ解説した。これからデータハイウェイ等の利用を考える場合、あるいは今後のデータ伝送の方向づけ等に何らかの参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 寺尾: 情報システムの広域化, 計測と制御, Vol. 14, No. 8, p. 1 (1975).
- 2) 大泉, 高橋: コンピュータネットワークの現状と将来, 計測と制御, Vol. 14, No. 8, pp. 2~10 (1975).
- 3) 石田: 大型機のコンピュータネットワーク, 計測と制御, Vol. 14, No. 8, pp. 24~33 (1975).
- 4) 加藤, 城崎: コンピュータ通信用の新しい通信網(新データ網), 計測と制御, Vol. 14, No. 8, pp. 45~57 (1975).
- 5) 解説: コンピュータネットワークの現状と問題点, 日経エレクトロニクス, 7月1日号, pp. 50~69 (1974).
- 6) 解説: コンピュータネットワークの現状と問題点, 日経エレクトロニクス, 6月17日号, pp. 49~91 (1974).
- 7) 解説: 周波数を共有するパケット無線ネットワーク, 日経エレクトロニクス, 7月28日号, pp. 48~61 (1975).
- 8) 川島, 津田: デジタル統合通信網, エレクトロニクス 8月, pp. 810~811 (1975).
- 9) 田中: ARPA ネットワーク, 計測と制御, Vol. 14, No. 8, pp. 11~23 (1975).
- 10) 日本電子工業振興協会: 計算機アーキテクチャの最近の動向, 50-C-292, (1975).
- 11) 解説: 実用普及期を迎える分散形コンピュータ・ネットワーク, 日経エレクトロニクス, 2月24日号, pp. 50~63 (1975).
- 12) 日本電子工業振興協会: プロセスインタフェースの現状調査報告書, 48-A-70, pp. 109~116 (1973).
- 13) 吉田他: CATV とテレメータリング, 計測と制御, Vol. 11, No. 1, pp. 109~117 (1972).
- 14) 虎頭, 田苗: 都市ガス製造供給網のネットワー

- クシステム, オートメーション, Vol. 20, No. 5, pp. 37~44 (1975).
- 15) W.H. Osborne: Cost effectiveness of Supervisory Control Systems, IEEE Vol. 7, No. 2, pp. 237~266 (1971).
 - 16) 広川: 電力系統制御の自動化システム, ミニコンハンドブック, pp. 408~411, 朝倉書店(1975).
 - 17) 青井他: 電力系統制御特集, 東芝レビュー, Vol. 27, No. 8, pp. 703~738 (1972).
 - 18) 加藤, 上谷他: 電算機による電鉄変電所集中制御, 東芝レビュー, Vol. 28, No. 2, pp. 196~200 (1973).
 - 19) 志賀, 相馬: 大気汚染監視システム, 東芝レビュー, Vol. 28, No. 7, pp. 102~106 (1973).
 - 20) 電気学会通信専門委員会: サイクリックデジタル情報伝送の仕様基準, 電気学会技術報告 I 部 91 号 (1968).
 - 21) カタログ: TOSTEL-4000.
 - 22) 渡辺他: 電算機制御による水道メータ自動検針システム, オートメーション, Vol. 21, No. 8, pp. 85~90 (1976).
 - 23) 近藤, 白戸: データの時分割多重符号化伝送システム, オートメーション, Vol. 15, No. 1, pp. 69~76 (1970).
 - 24) 日本電子工業振興協会: プロセスインタフェースの現状調査報告書, 48-A-70, pp. 87~108 (1973).
 - 25) 日本電子工業振興協会: 工業用データウェイシステム技術動向, 50-A-93, (1975).
 - 26) 高杉, 猪瀬: データハイウェイシステム, 計測と制御, Vol. 11, No. 1, pp. 117~122 (1972).
 - 27) 宮崎: データハイウェイとバックアップ, オートメーション, Vol. 19, No. 10, pp. 19~24 (1971).
 - 28) 東山: プロセスコンピュータのネットワークシステムオートメーション, Vol. 20, No. 5, pp. 9~13 (1975).
 - 29) 寺尾: データハイウェイとこれからのオートメーション, オートメーション, Vol. 18, No. 6, pp. 2~5 (1973).
 - 30) R.L.Aronson: Line-Sharing Systems for Plant Monitoring and Control, Control Engineering, pp. 57~76 (Jan, 1971).
 - 31) シンポジウム: データハイウェイとその実用化, 昭和 51 年電気学会全国大会予稿集 (1976).
 - 32) 藤井他: 鉄鋼業におけるデータハイウェイシステム, 第 11 回 SICE 学術講演会予稿集, 1415, (1972).
 - 33) 栗木: 製鉄所のネットワークシステム, オートメーション, Vol. 20, No. 5, pp. 26~31 (1975).
 - 34) 木村他: 工場内データ集中管理システム, 東芝レビュー, Vol. 30, No. 12, pp. 947~949 (1975).
 - 35) 牛腸, 中尾: 製錬所, 製油所のネットワークシステム, オートメーション, Vol. 20, No. 5, pp. 21~25 (1975).
 - 36) 松家: 空調機器製造工場におけるデータハイウェイシステム導入事例, オートメーション, Vol. 18, No. 6, pp. 58~62 (1973).
 - 37) 黒田: データハイウェイ利用の動力設備集中監視システム, 計測技術, 3月号, pp. 87~93 (1976).
 - 38) 甲斐, 村上: プロセス監視, 制御用ワイヤシェアリングシステム, 計測と制御, Vol. 14, No. 9, pp. 54~60 (1975).
 - 39) D. G. Ridgeway: Programmable Remote Terminals Distributed Computer Power, Control Engineering pp. 42~44 (Oct. 1975).
 - 40) W. Aveyry, S. Moro: Making Remote Process Input/Output Look Like it's local, Control Engineering, pp. 62~65 (Sep. 1975).
 - 41) Wold, Lindheimer: Acquiring multipoint plant data over a single two-wire link, Electronics, Nov. 22, pp. 109~114 (1973).
 - 42) R. Defreitas: The low-cost way to send digital data, Electronic Design, pp. 68~73, (Jan. 18, 1974).
 - 43) C.R. Teeple: Remote Data Transmission-profits & problems, ISA-75, No. 815, pp. 1~3 (1975).
 - 44) 宮崎: データハイウェイシステム導入のポイント, オートメーション, Vol. 18, No. 6, pp. 6~14 (1973).
 - 45) N. Andreiev: The Search for the Standard Control Signal Bus; Control Engineering, pp. 43~46 (Mar. 1975).
 - 46) 日本電子工業振興協会: プロセスインタフェースに関する標準化調査, 51-A-102, (1976).
 - 47) CAMAC: Serial System Organization, TID-26488, (1973. 12).
 - 48) IEEE Standard Modular Instrumentation and Digital Interface System (CAMAC), IEEE, Std. 583-1975.
 - 49) D.C. Loughry: What makes a good interface? IEEE, Spectrum, pp. 52~57 (Nov. 1974).
 - 50) N. Andreiev: Test Instruments Gain System Flexibility From IEEE Standard Interface, Control Engineering, pp. 44~46 (Nov. 1975).
 - 51) リッチ, ネルソン: 計測機器インタフェースの標準化とその規格, 日経エレクトロニクス, 4月21日号, pp. 105~128 (1975).
 - 52) 電子協委員会資料: IEC 出張報告 (1976).
 - 53) 東山, 有馬: プロセスインタフェースとデータ伝送の標準化, 電子工業月報, Vol. 18, No. 6, pp. 65~78 (1976).
 - 54) 野田, 大川原: 光伝送方式, 計測と制御, Vol. No. 1, pp. 135~145 (1974).
 - 55) 解説: 光ファイバ・ケーブル通信, 日経エレクトロニクス, 6月30日号, pp. 50~77 (1975).
 - 56) A. J. ADLER, W. S. KENNEDY: Optical Data Links for Industrial Applications, Instru-

- ment and Control Systems, pp. 101~103 (Feb. 1972).
- 57) 柏木: レーザを利用した新しい通信技術, 光コミュニケーション, スチールデザイン, No. 151, pp. 17~20 (1975).
- 58) S. J. Bailey: Signal Transmission: Plenty of Electronic And Optical Options, Control Engineering, pp. 32~35 (March 1976).
- 59) S. J. Bailey: Optical Isolation Solves Mixed Interface Problems, Control Engineering, pp. 38~41 (Jan. 1976).
- 60) 解説: マイクロコンピュータの入出力インタフェース, 日経エレクトロニクス, 4月5日号, pp. 81~99 (1976).
- 61) R. Merritt: Universal Process Interfaces CAMAC vs HP-IB Instrument Technology, pp. 29~36 (Aug. 1976).
- (昭和51年9月24日受付)
(昭和51年11月16日再受付)
-