

## データ伝送における最近の動向\*

梶 正 明\*\*

## はしがき

最近における電子計算機とその運用方法の著しい発達に伴って E.D.P.S. (Electronic Data Processing System) が拡充され、またそれを契機として、I.D.P.S. (Integrated Data Processing System) あるいは T.D.P.S. (Tele-Data Processing System) とよばれる全自動のデータ処理組織が生まれ工業・商業・金融・運輸・通信・電力・ガスなどの各方面から大きく注目されている。

この IDP のシステムは、一般にもよく知られているように、電子計算機の入力装置と出力装置が広い地域にわたって分散配置されている形になっていて、本社内はもちろんのこと地方の工場・支店営業所などの現場のデータが随時中央のデータ処理組織に送りこまれ、そこでまとめて処理され、必要な企業活動を促がすのに活用される。したがって、“人工頭脳”の電子計算機を中核とするデータ処理組織と現場のデータ発生源とを結ぶデータ伝送網は、いわば“神経系統”の役目をはたすものである。

しかしデータ（情報）伝送の技術は現在まだ、どの国でもかたまっておらず、鋭意その開発が進められており、また国際間でも将来の発展にそなえて最近つぎのような四つの会合もたれている。

- (1) C.C.I.T.T., WP-43 (国際電信電話諮問委員会・第43作業部会), ジュネーブ, 1960年3月。
- (2) データ伝送に関する国際シンポジウム, オランダ, 1960年9月。
- (3) C.C.I.T.T. 総会, ニューデリー, 1960年10月。
- (4) C.C.I.T.T. Sp-A (特別研究委員会 A, データ伝送), ジュネーブ, 1961年10月。

以下、これらの国際的会合それも主に、筆者の参加した(4)の資料を通して、データ伝送における最近の動向を述べよう。

## 1. データ伝送の定義

データ伝送は、電信・電話とはべつの第3の通信ともいうべきものであって、C.C.I.T.T. ではこれを、“機械によって処理されるデータ（情報）の伝送あるいは処理されたデータの伝送”を目的とする電気通信の一分野であると定義づけている。ここでいっている“機械”の範囲は会計機、統計機、電子計算機、遠隔測定装置、遠隔制御装置、航空機・列車の座席予約装置などのすべてを包含するものであるが、C.C.I.T.T. では当分の間、検討の対象をデジタル計算機関係に限ってよいであろうとしている。（なお、印刷電信機を使って為替相場を知らせるとか、電話で測定結果を相手に書きとらせるなどは、ともにデータの伝送には違くないが、データ処理装置に直接つながらない限り、ここでいうデータ処理のための伝送といわない）

以上のように定義されるデータ伝送では必然的に、一般的な要件としての経済性のほかに、伝送の信頼度と速度が特に問題になってくる。この理由はことさら説明するまでもないであろう。

## 2. データ伝送系の構成

## 2.1 伝送符号

従来の電信では文字・数字・記号その他を表わすのに5単位（欧文）または6単位（和文）の組合せ符号が使われているが、新しいデータ伝送サービスでは計算用の記号・数学的論理表示の記号などを含むより多くの組合せ符号が必要となってくる。このために、C.C.I.T.T. では現在標準となっている国際アルファベット No. 2 のほかに、新しい共通アルファベット（わが国からは本誌 Vol. 1 No. 2 掲載のコード会案を提出）が検討されている。この符号の問題は主として ISO Technical Committee 97 の仕事であろうが、現段階では誤り訂正符号との関係もあってまだ勧告に値するものはないとされている。

しかし、C.C.I.T.T. の Sp-A は、データそのものおよびデータの伝送に補助的に必要な各種の信号はすべて、“1”と“0”の二つの基本単位で表われる2進符号を採ることが伝送上原則的に望ましいとし、それぞれと電気的特性との対応をつぎの第1表のように勧告している。（単流および複流に対する対応は規定され

\* Recent Trend in Data Transmission, by Masaaki Kaji (Electrical Communication Laboratory, Tokyo)

\*\* 電気通信研究所

ていない)

第1表 2進符号の表示

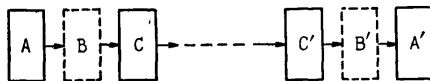
	“0”	“1”
振幅変調	搬送波なし	搬送波あり
周波数変調	高い周波数	低い周波数
前の符号の位相と比較して復調する位相変調	基準のと逆位相	基準のと同位相
差動式位相変調	先行単位から位相反転あり	先行単位から位相反転なし
さん孔	さん孔なし	さん孔あり

上の表の“0”は調歩符号のスペース A 状態を、“1”は調歩符号のマーク Z 状態に相当する。

なお、SAGE 方式では“起動”“データ”および“タイミング”に 1., 0.63 および 0.31 の比の三つのレベルが使われており、また LENKURT Electric Co. では 2 進符号から 4 レベル符号 (quaternary code) への変換が試みられているが、これらは特殊に属するものといえよう。

## 2・2 伝送系の基本形

一つ一つのデータ伝送系の基本形は第1図のように



第1図 データ伝送系の構成

表わすことができる。ただし

- A: 紙テープ送信機, パンチカード送信機, 磁気テープ (送信) 装置および端末機内部の記憶装置
- B: 誤りに対する保護装置, いわゆる無誤字装置
- C: 送信変調器
- C': 受信復調器
- B': 無誤字装置
- A': 受信さん孔機, カードせん孔機, 磁気テープ (受信) 装置, データ処理装置内部の記憶装置である。

なお、A と B および B' と A' の間に符号変換器や速度変換器がそう入される場合もある。

## 2・3 伝送方式

データ伝送の方式は二つの観点から分類される。

その一つは、一方向伝送の単信, 両方向同時伝送の 2 重および両方向交互伝送の半 2 重とする分類であって、単信と半 2 重特に前者による場合は誤り訂正のための信号を返送する点に問題がある。

他の一つの分類は、一つの符号を構成する各単位を直列に連続して伝送するか、あるいは時分割が周波数分割の方式によって並列に同時に伝送するかによる分

類である。従来はもっぱら前者が考えられていたが、C.C.I.T.T. では、後者は衝撃性雑音や直線ひずみの点で前者より優れているから、前者とあわせ検討すべきであろうとされている。

## 2・4 伝送回線の形式

データ伝送は既述のように電信・電話につぐ第3の通信ともいべきものであるが、伝送回線そのものにはすでに商用されている有線や無線の電信回線や電話回線の利用が経済上望ましい。しかし従来のままで直ちにデータ伝送に適するとは必ずしもいい得ないので、C.C.I.T.T. では、回線をつぎのように六つの形式に分けてその適応性の調査検討が進められている。

### (1) 電信形回線

(1・1) 標準の専用電信回線 C.C.I.T.T. の勧告によった 50 ボーの標準回線は、各国で試験の結果、データ伝送の目的に適応することが確認され、また伝送特性もかなりよく分析された。(4.C項参照)

(1・2) 標準でない専用電信回線 C.C.I.T.T. では 50 ボー以上の回線の必要を考え、75 ボー、100 ボーおよび 200 ボーも検討の対象にとりあげられている。しかし、现阶段ではまだどれを採るべきかの結論が得られていない (米国ではすでに 75 ボー回線がかなり多く商用されている)。ただし、200 ボーについてはその FMVFT (Frequency modulated voice Frequency Telegraph data channel) の仕様が勧告されている。

(1・3) 電信交換回線 上記の (1・1) および (1・2) の回線はいずれもいわゆる point-to-point の専用回線であるが、データの発生源が広い地域に分散していて、かつそれぞれのところで取扱われるデータの量が余り多くない場合は 50 ボーの交換回線の利用が経済的であり便利でもある。このため、C.C.I.T.T. では加入電信回線網および公衆電信用交換網 (Gentex) によるデータ伝送特に前者の検討が続けられている。そして、加入電信回線網の適応性が確認される一方、その運用方法・5 単位以上の符号の使用・印刷電信機を介させい場合とアンサ・バックを使わない場合の加入電信網の利用・誤り訂正方式の導入などが、なお問題点としてあげられている。また電信交換による 200 ボーのデータ伝送の検討をも提案されている。

### (2) 電話形回線

(2・1) 専用電話回線 C.C.I.T.T. では、各国で行われた point-to-point の専用電話回線の試験結果と、伝送装置を交換電話回線の場合と同じにする観点

から、後者と同様の速度（1,200 ボーと 600 ボー）が推奨されている。また、専用の交換回線および多局接続回線によるデータ伝送については今後の検討が必要とされている。

なお、電話回線の伝送帯域を 50 ボー、75 ボーおよび 200 ボーのデータ伝送路に分割使用することについては、料金に問題があるといわれている。

### (2・2) 交換電話回線

一般の交換電話回線網によるデータ伝送の可能性は米国を始め各国で活発に実験検討が行われている。C.C.I.T.T. の特別研究委員会でも特に重点がおかれて審議が進められた。そして各国から提出の試験成績から十分その可能性が認められかつ速度として 1,200 ボーと 600 ボーが推奨されている。

なお同研究委員会では上記速度のほか、

- (a) アルファベットと符号——2 進符号であることだけを条件として検討を続ける。
  - (b) 並列伝送——今後運用方法について検討する。
  - (c) 変調方式——当分の間振幅変調方式は考慮せずに、周波数変調 (FM) 方式と位相変調 (PhM) 方式の検討を続ける。
  - (d) 電話回線の通話とデータ伝送 (200 ボー以下) との交互使用。
  - (e) 誤りの訂正——(4・5 項参照)
  - (f) Interface——(5 項参照)
  - (g) 電話信号との両立性
- などの点がとりあげられ討議された。

### (3) 特殊回線

特殊回線としては、プログラム通信 (同時通信・個別呼出通信など) のための専用線や 48 kc 帯域あるいはそれ以上の広帯域による超高速伝送回線が考えられるが、標準化の対象として具体的に検討するにはまた時期尚早であるとされている。

### 2・5 利用者の形式

データ伝送系の利用者はつぎの二つの主な利用者が考えられる。

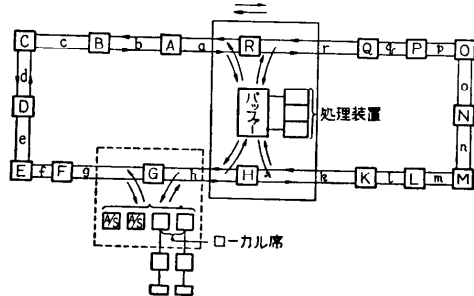
- (1) 専用回線(上記の 1・1, 2・1 および専用形式の 1・3) を必要とするほど多量にデータのあるもの
- (2) データが随時その場に応じて一般回線 (上記の 1・3 および 2・2) を使って送ればよい程度に少ないもの。

### 2・6 データ伝送網の具体例

(1) 専用電信回線によるもの: Western Union は、速度毎分 60, 65, 75 および 100 語の単信または二

重回線でもってデータ伝送網 (多局接続回線も含む) を構成し、端末には印刷電信機 (テープ式かページ式)、自動送信機、印字受信さん孔機、受信さん孔機、けん盤さん孔機などを使用し、中央には手動式 (plan 111) か押ボタン式 (plan 51, 54) か全自動式 (plan 55, 56, 57) をおいたデータ処理組織 (Data System 201 ~ 209) を提供している。

(2) 専用電話回線によるもの: この一例として航空機の座席予約装置に関するものがあげられる。



第 2 図 データ伝送網の一例

第 2 図はこのデータ伝送網の構成要領の具体例を示すものであって、中央の交換センターから西向きには a, b, …… , h の通信路を介して A, B, …… , G の各局が、また東向きには k, l, …… , r の通信路を介して K, L, …… , Q の各局がそれぞれループ状に接続されている。各局には多くのエーセント・セット A/S と、バッファを介してローカル線 (速度 75 ボー) とが収容されていて、一つずつセンターへのループ回線 (速度 1,000 ボー) に接続される。

(3) 一般の交換電話回線によるもの: この代表的なものとしては、アメリカで試行されているいわゆるデータホン (Dataphone) があげられる。これは加入者の宅内にとりつけた簡単な装置によって、第 2 表に示すような速度でデータを伝送することができる。

第 2 表 データ・ホン

100 形	75 ビット/秒 (100 語/分) 端末機器 28 号テレタイプその他
200 形	1200 ビット/秒 (1600 語/分) 端末機器 IBM 1009, 7701 その他
400 形	20 字/秒 (200 語/分) 端末機器 IBM 1001 その他
600 形	テレメータリング用

## 3. 伝送速度

一般にデータ伝送の速度は、データそのものの性質ないしその利用目的、伝送回線の特性、端末機器の性

能などをあわせ考えた上、経済性を加味してきめられるわけであるが、C.C.I.T.T.のWP-43(1960)ではつぎの第3表の速度を審議の対象とした。

第3表 速度(ポー)-C.C.I.T.T.WP-43(1960)

電信形回線	50, 100, 200
電話形回線	500 — 750 1,000 — 1,500 2,000 — 2,000

C.C.I.T.T.のSP-A(1961)は、上記の案にしたがって各国から提出された資料にもとづいてさらに検討を行い、第4表のような速度が望ましいとした。

第4表 速度(ポー)-C.C.I.T.T.SP-A(1961)

電信形回線	50, 200 以下 1,200, 600
電話形回線	200, *1,800, *2,400 *3,000, *2,000

\* 試験速度

#### 4. 伝送上の誤りとその訂正

データ伝送の一つの系を通しての誤りは、情報を符号化する過程での誤り(たとえばパンチャーのけん盤操作の誤りとさん孔動作そのものの誤り)、送信過程での誤り(送信機の符号読みとり動作の誤りと送信動作そのものの誤り)、伝送過程での誤りおよび受信過程での誤り(受信符号の各单位についてのマークスペース、1か0かの識別の誤りと記録動作そのものの誤り)が重なったものである。

##### 4.1 誤りの最小許容値

この端末装置を含む(符号化過程の誤りは除く)総合としての誤りはどこまで許されるであろうかという問題には利用者からもなかなかはっきりした答は得られないが、C.C.I.T.T.のWP-43では、一般的見解として、許容されるエレメント誤り率は $1 \times 10^{-5} \sim 10^{-9}$ の間にあるであろうといっている。またC.C.I.T.T.のSp-Aにはイギリスから第5表のような資料が提出されている。ただし、この表はイギリスの郵政庁が各種の製造会社その他に出したアンケートをまとめたものである。

ところで、伝送上の誤りを少なく信頼度を高めるには、端末装置と伝送回線の安定度をたかめるとともに、誤りの検出ないし訂正のための新しい装置を付け

第5表 最小の許容誤り率

最小の許容誤り字数	会社数	割合[%]
$1 \times 10^{-5}$	36*(8)	33
$4 \times 10^{-6}$	3(2)	3
$2 \times 10^{-6}$	19(4)	17
$1 \times 10^{-6}$	28(8)	25
$1 \times 10^{-7}$	8(1)	7
数値をあげないもの	17(3)	15

注( )内は障害を除く

加えなければならない。この誤りの検出ないし訂正の方式にはすでに種々のものが提案され、また試行されてもいるが、どの方式を選ぶかは、伝送中におこる誤りの性質と率いわゆる誤りの“微細構造”の調査結果によらなければならない。

##### 4.2 データ伝送の試験方法

C.C.I.T.T.ではつぎのような試験方法を勧告している。

第6表 試験方法

試験速度(ポー)	500—750	1,000—1,500	2,000—2,500
試験ブロック(ビット)	250	250	500
試験ビット総数	専用回線 交換回線	$2 \times 10^7$ $4 \times 10^7$	$8 \times 10^7$ $2 \times 10^8$

(1) 試験速度 (第6表)

(2) 試験文 連続的に反復される短い文(たとえば8ビット)、連続的に変化する短い文(たとえば8ビット)、より長い文(たとえば64ビット)

(3) ブロックの大きさ (第6表)

(4) 試験ビット数 (第6表)

(5) 試験結果のとりまとめ 送信ビットとブロックの総数、誤りビットと誤りブロックの総数、与えられた大きさのブロックに対するブロック誤り率、誤っているブロック内の誤りビット数、バースト誤り(連続した数個のビットにわたる妨害による誤り)の長さ、誤りの分布、平均エレメント誤り率。

ただし、300 ms 以上の回線断は事故(out of service)とみなして、誤り率の計算からは除外することとしている。

各国では、この試験方法に従って数多くの試験を行い、C.C.I.T.T.のSp-Aに資料が提出された。これらは非常にぼう大なものであって、世界各国におけるデータ伝送の大きな動きがこの種試験の活ばつな逐行にあったことが端的にあらわされている。わが国からは、東京—福岡間(通研実用化報告10巻10号参照)

と東京—大阪間の 4,000 Mc 電話回線および東京—大阪間の同軸ケーブル回線による高速度符号伝送試験の成績が提出されている。

同委員会では、各国からの提出資料を電信形回線と電話形回線に分けて検討した結果をつぎのように要約された。

4.3 電信形回線の誤り率

C.C.I.T.T. の Sp-A は各国からの提出資料について検討した結果、電信回線の平均品質がつぎのように定量的に示した。

(a) 最も可能性の多い誤り率

直通線 エレメント誤り  $1 \sim 2 \times 10^{-5}$   
 文字誤り  $1 \sim 8 \times 10^{-5}$   
 (多くの場合  $2 \sim 3 \times 10^{-5}$ )

交換回線 (3~5 の搬信区間で構成の場合)

エレメント誤り  $1 \sim 2 \times 10^{-5}$   
 文字当り  $4 \sim 5 \times 10^{-5}$

(b) 誤りを生じない最も可能性の多い時間

約 1 時間

(c) 誤り内容

1 エレメントだけの誤り 50~60%

連続 2 エレメントの誤り 10~20%

連続 3 エレメントの誤り 3~10%

連続 4 エレメントの誤り 2~6%

4 エレメント以上連続の誤り 残り

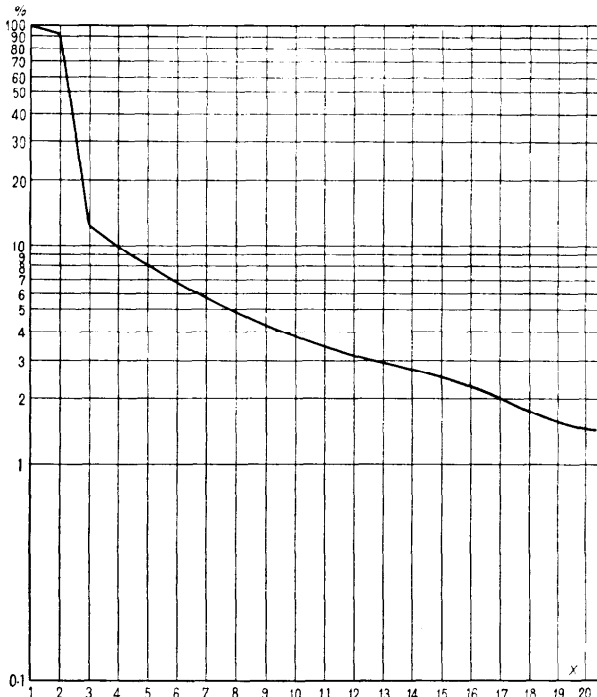
なお、C.C.I.T.T. では、上記の結果を得たので今後公式にはこれ以上 50 ポー 試験を要求としないとしている。

4.4 電話形回線の誤り率

C.C.I.T.T. の Sp-A では、ATT, IBM, ドイツ

第 7 表 誤り率と誤りブロック内の平均誤り  
 エレメント数 (1 ブロック 256)

試験番号	変調速度 (ポー)	ブロック数			エレメント誤り			誤りブロック内の平均誤りエレメント数
		送信 [×10 <sup>4</sup> ]	誤り	誤り率 [×10 <sup>-3</sup> ]	送信 [10 <sup>1</sup> ]	誤り	誤り率 [×10 <sup>-4</sup> ]	
1	1,200	36	237	0.66	8.64	733	0.085	3.1
2	"	47.8	2,191	4.6	11.47	6,279	0.547	2.86
3	"	37.6	950	2.52	9.03	2,852	0.316	3
4	"	39.1	1,770	4.5	9.45	4,351	0.46	2.46
5	"	35.6	1,054	2.96	8.55	3,086	0.36	2.92
6	"	37.6	524	1.39	9.02	1,689	0.187	3.22
7	"	36.1	1,043	2.9	8.66	2,533	0.292	2.42
8	"	32	219	0.69	7.67	839	0.109	3.83
11	"	35.2	1,432	4.07	8.44	3,731	0.44	2.6
13	"	36.9	1,936	5.2	8.86	6,159	0.695	3.2



第 3 図 バースト誤りの長さ (長さが少なくとも横軸の値のであるバースト誤りの割合)

郵政省・イギリス郵政省・オランダ・チリーその他から提出された試験結果 (第 7 表および第 3 図はその一例を示す) をとりまとめ、電話回線についても伝送過程で生ずる誤りのメカニズムないし分布の形を定量的にできるだけ明確にしようと試みられた。しかしながら、試験に使われた変復調方式および試験速度が第 8 表および第 9 表のようにまちまちであり、また試験回線もさまざまであるので、前項 (4.3) の電信回線の場合のように平均品質を定量的に表わすとかえって間違った概念を与えるおそれがある

第 8 表 各国で試験に使われた変調方式

スエーデン	FM
カナダ	FM・PhM
日本	FM・PhM・AM
チリー	FM・PhM (4)
イギリス	FM (3)
フランス	FM (2)・PhM
ドイツ	FM
オランダ	FM・PhM
オーストリア	PM

FM: 周波数変調, PhM: 位相変調, ( ) 内は種別数

第9表 各国の試験速度 (ポー)

スウェーデン	600,	1200,	2400,	750	
日本	1000,	1250,	1500,	1750,	2000
チリ	500,	800,	1000,	250	
イギリス	600,	750,	1000,	1200,	1500
フランス	600,	750,	1200,	1500	
アメリカ	600,	1200,	2400		
西独	1200				
フィリッパ	1000				
オランダ	1200				
オーストリア	750,	1200			
オランダ	600,	12000			

点を考え、統一の整理をやめて一つ一つ生まのデータのまゝを参考とすることになった。

ただし、提出資料全般を通じて、標準電話回線では1,200 ポーのデータ伝送が十分可能であること、また伝送帯域が制限された旧形の回線であっても600 ポーの伝送には差し支えないことが確認された。

この点はデータ伝送に関する国際シンポジウムの発表論文からも妥当性が了解できる。

#### 4・5 誤りの検出と訂正

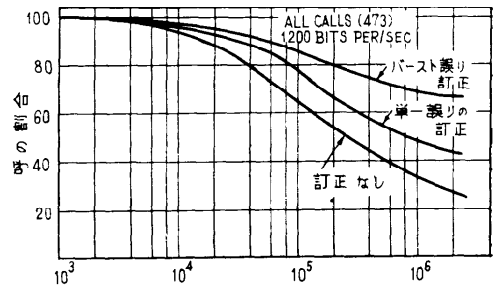
C.C.I.T.T. の WP-43 では、伝送過程で生ずる誤りを検出し訂正する手段として、

- 3 out of 5 符号
- 3 out of 6 符号
- 3 or 4 out of 7 符号
- 4 out of 8 符号
- 奇数チェックの7単位と8単位の符号
- 垂直パリティ検査
- とブロック伝送の
- 水平パリティ検査
- 垂直・水平パリティ検査
- 複水平パリティ検査
- 分割複水平パリティ検査
- 水平・垂直・対角線パリティ検査
- 3次元パリティ検査

および

#### EDIT 方式

などがとりあげられ、冗長度と検出不能誤りの点について比較検討が行われた。また、誤り検出および訂正の方式と伝送方式(単信・2重・全2重)との関連が論ぜられたほか、訂正なし、単一誤り訂正・バースト誤り訂正の三つの場合についての誤り率の分布(第4



第4図 誤り率の分布の一例 (A.T.T.)  
(横軸に示す値と同等かまたはそれ以上) (よい平均誤り率の呼の割合)

図)と無誤字伝送の確率の実験結果も発表された。

各国でのその後の試験結果から、一般に誤りがかたまっておくる傾向が多いということからすれば、フィードバック方式とか二重伝送(連続送信または別ルートによる)とかブロック・検査方式とかが望ましいであろうといわれている。ただし、最適ブロック長の選定は、伝送回線の誤り特性との関連があるのでなかなか複雑な問題で今後の検討が要望されている。

C.C.I.T.T. の Sp-A では誤りの検出および訂正については余り詳細には論議されなかったが、つぎのような見解が述べられた。

すなわち、電信形回線による場合は、全二重通信にはフィード・バック方式、半二重通信と全二重通信にはブロック伝送方式が望ましい。ただしブロック伝送の場合ブロック長は固定(パンチ・カードでは500ビット、5単位と7単位の符号では245または145ビット)でもまた可変でも差し支えない。

また、電話形回線による場合はブロック伝送によることが多い。この場合、受信側で誤りを検出したときは送信側へ再送を要求する信号など(return information)を送り返さなければならないから、伝送方式は両方向同時に伝送可能な二重通信の形が望ましい。そして、交換電話回線で再送要求などの信号を送りかえずには、つぎの二つの方法のいずれかによればよいと勧告されている。

その一つはデータの伝送と返送信号の伝送が交互に行われるものであり、他の一つは伝送帯域を適当に分割して低速度(50~150 ポー)の返送用通信路(監視通信路)をあわせもつものである。

#### 5. interface

データ伝送装置とデータ処理装置が円滑に連動する

ためには、両者の間のいわゆる interface における信号の授受が適切に行われなければならない。また同時にその標準化が必要である。

このために、C.C.I.T.T. の Sp-A では、EIA (米国) の RS-232 の規格を参考として、データ伝送装置とデータ処理装置との間の接続形式とその接続を通じてやりとりされる信号の特性と形式の標準(案)がつけられ提示された。これは、今後さらに I.E.C. や I.S.O. との協議を要するであろうが、とに角今回の Sp-A の会合の大きな成果の一つといえよう。

### むすび

以上、C.C.I.T.T. の Sp-A の会議を通して見たデータ伝送の最近の動向のごくあらましを述べた。記述

に不備の点もあろうかと思われるが、大よそのことでも了解願えれば幸である。

なお、筆者は同会議に出席後、ドイツ・オランダ・イギリス・フランスおよびイタリーにおけるデータ伝送関係の研究所と製造会社を若干見学してまわった。それを通じて得られた感想を簡単にわりきっていうと、欧州におけるデータ伝送特に高速度伝送についての研究は、現実に具体的要望が多くあるからというよりは、むしろ近い将来の大きい需要に備えつつ進んでより多くの需要をよびおこすためであって、アメリカとはかなり周囲条件ないし発達のテンポが違っているものようである。

(昭和37年2月8日受付)