

データ伝送とデータ交換*

岸上利秋**

1. はしがき

1.1 データ伝送とは

データ伝送の定義は明瞭ではないが、一応信頼できるものとして C.C.I.T.T. (国際電信電話諮問委員会) SP-A で使用している“機械により処理される。または処理されるべき情報の伝送”が最も適当であろう。この定義は伝送上の問題を考えるためのものであるが、広義に取れば当然データ伝送網、データ交換および端末装置でも含んでいると考えるべきである。ここでいう機械はテレタイプ等の単能の機械ばかりでなく、電子計算機等の汎用のデータ処理機械をも指している。その技術の基本は一応電信技術に依っているが、その発展、技術の進歩は計算機技術と共に進歩しオンライン、オフラインを問わず密接不可分の関係にある。

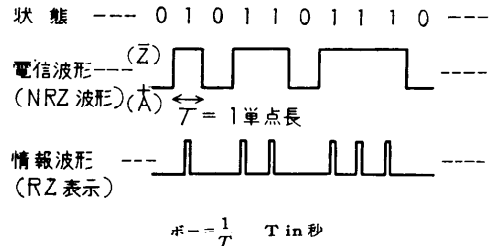
1.2 速度の表現

データ伝送そのものは電信の技術を基にし、これが電子計算機と結びついて発展しつつあるものであるから、速度の表現にも2通りの流れがある。

(1) 電信流の表現、速度の単位としてボー(Baud)を使用する。これはモールスから始めて電信機械による通信への道を開いた仏人 Baudot を記念したものである。

ボー=単点/秒単点、電信における信号波形の最小単位符号の波形〔計算機における NRZ (non return to zero)〕の速度であり、よくビット/秒の単位と混同して使用されているが、ビット/秒は情報の最小単位である2進符号の1桁 (Binary Digit) すなわちビット (Bit) の速さを示すもので、明らかに情報速度を意味し、厳密に言えば波形の速度ではないから、データ伝送の波形の速度はボーで情報速度はビット/秒で表現し、区別して使用するのが正しい。

第1図にその関係を示す。したがって同期信号等伝送のためだけに必要な信号を除けばボーとビット/秒で表現した値は一致するが、一般には一致しないと



第1図 ボーとビット/秒の関係

考えるべきである。

1.3 状態の対応

第1表に状態の対応関係を示す。この対応関係はよく間違っている使用されているので注意を要する。

第1表 状態の対応表

状態	A	Z	備考
			回線接続されているが無通信 (idle) は Z である
2進表示	0	1	
電圧極性	+	-	
文字同期信号 (スタート, ストップ)	スタート	ストップ	電気機械等スタート, ストップ制御のとき
電信表現	スペース	マーク	搬送電信 (日本のみ) では逆の意味に使用している。
さん孔テープ	孔なし	孔あり	
周波数	+df	-df	
制御信号	オン	オフ	
位相(基準に対して)	逆相	同相	このあたり間違いないので注意を要する。
同上微分形 (先行符号に対して)	逆転	変化なし	
振幅	トーンなし	トーンあり	

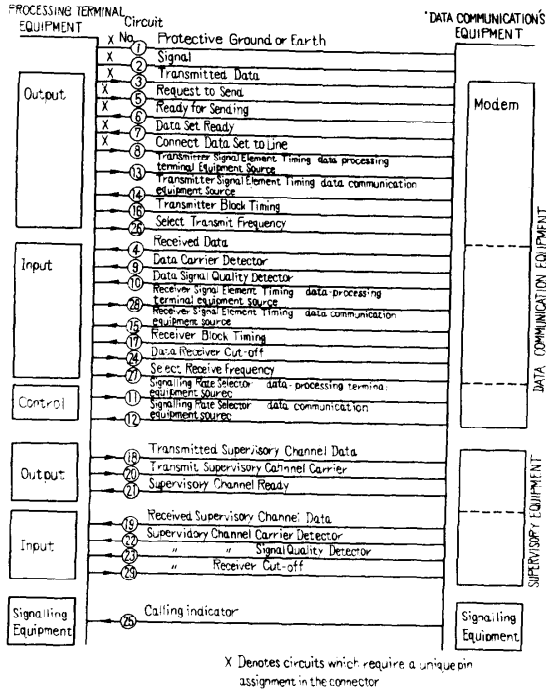
1.4 データ伝送の一般的な構成

第2図に一般的な構成の一例を示す。データ伝送の手段は、一般にデータ処理を助ける道具立てと見られているので、データ処理機械を中心にして考え、データ処理装置に直接接続されず、紙テープ、カード、磁気テープ等の媒体に一たん記録してから処理機械へ行って行くオフライン (Off Line) システム〔第2図(i)〕と、データ伝送装置が直接データ処理機械に接続されるオンライン (On Line) システム〔第2図(ii)〕とに区別される。

誤字制御装置は、使用する伝送路の品質が要求を満たすものであれば不要であるが、一般には後述のよう

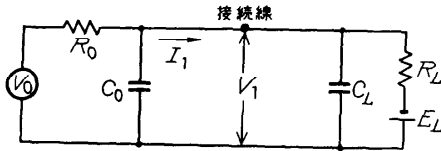
* Data Transmission and Data Exchange Systems, by Toshiaki Kishigami (Electrical Communication Laboratory of N.T.T.)

** 電気通信研究所



図中→は信号の伝送方向を示す

(a) データ伝送装置の伝送方向を示す。

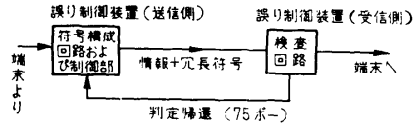


(b)

- (i) 回路の長さ 15m 以内に対するものである。
- (ii) $V_0/\pm 25V$, E_L (バイアス用) $< \pm 2V$
- (iii) R_0 は $R_L=3k\Omega$, $E_L=0$ のとき $V_1 \geq \pm 5V$ になるようにする。
- (iv) R_L または $R_0=0$ のとき $I_1 < \frac{1}{2} I_A$ になるようにする
- (v) $3k\Omega < R_L < 7k\Omega$
- (vi) $C_L < 2,500PF$
- (vii) 負荷側は $V_1 = \pm 3V$ のとき 1, 0 の判定ができること
- (viii) 誘導性負荷は不可
- (ix) 信号用アースは保安用アース [第4図(イ)の1] より $\pm 5V$ までバイアスしてもよい。

第4図

のコードの標準化を参照されたい。(3), (4) については第4図、第5図を参照されたい。



〔ブロックチェックによる判定結果を知らせ再送による訂正方式〕

この方式で使用される情報内容

- (i) Heading Signal 1:1 単点符号の連送
- (ii) Start Signal ブロックの始めを表示する (1ビット)
- (iii) Service Signal 通過番号 (再送の際) を示す (3ビット)
- (iv) Data Bits
- (v) Check Bits 検査用冗長符号

〔ブロックチェックでなく一字ごと (1桁) のチェック方式では伝送路の遅延 150ms 装置内の遅延は 50ms 以内のため 200ボー~5字分 600~1,200ボー~16字分の高調機能が必要である。〕

第5図 誤り制御の標準(案)

2. 変復調方式

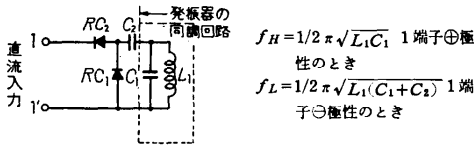
データ伝送用の線路としてほぼ電話と同じ形になるから、特に近距離である場合を除けば直流信号は伝送できない。したがって端末より送られて来る直流信号を交流信号に直す必要がある。このため各種の変復調器が準備されている。C.C.I.T.T. ではデータ伝送の標準速度として 50 ボー, 100 ボー, 200 ボー, 600 ボー, 1,200ボー, 2,400 ボー, 4,800 ボーを勧告しているが、公社では 50ボー, 200 ボー以下, 1,200ボー以下を標準の速度と考えている。公社およびC.C.I.T.T. で勧告している変復調方式は(2,400 および 4,800ボーを除いて) FM 方式でその周波数割当では第2表に示すとおりである。

FM 変調方式では低速すなわち狭帯域の FM 変調

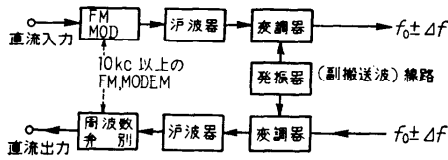
第2表 電話回線によるデータ伝送の標準変復調器の周波数割当

通信速度 (ボー)	50	200ボー [c/s]		600	1,200	75
	ボー [c/s]	No. 1	No. 2	ボー [c/s]	ボー [c/s]	ボー [c/s]
f_z		960	1,650	1,300	1,300	390
搬送周波数 f_0	420 c/s より始めて 120 c/s おき	1,030	1,750	1,500	1,700	420
f_A		1,180	1,850	1,700	2,100	450
偏移幅 $2\Delta f$	60 c/s	200	200	400	800	60
f_z, f_A の許容変移差	$> \pm 2 c/s$	$> \pm 6$	$> \pm 6$	$> \pm 15$	$> \pm 15$	
備考	搬送電信と同じ	呼側	被呼側			誤り制御の帰還回路のみに使用

方式では第6図(a)に示す直接変調が使えるが、高速の広帯域 FM 方式では直接変調方式が使用出来ず、副搬送波変調方式、マルチパイブレータ方式、2周波数組合せ方式等の技術の考案があるが、回路の簡単さ、周波数の安定度の点から今日ではほとんど副搬送波方式が採用されており、副搬送波の周波数も多くは10 kc 以上に取りられている。

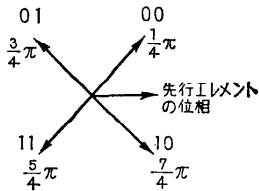


第6図(a) 直接変調形 FM 変調器

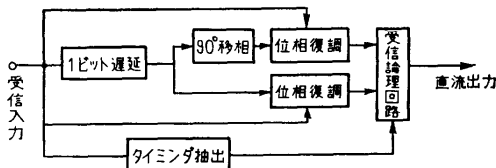


第6図(b) 副搬送波形 FM 変復調器

復調側としては二つの同調回路による周波数弁別方式がほとんどであり、他は試験的に零交叉方式などが試みられている程度である。



第7図(a) 四相位相変調方式の位相割り当て関係



第7図(b) 四相位相変調方式の復調回路

電話帯域(300~3,400 c/s)で2,400 ボー, 4,800 ボーなどの伝送を行なうには FM 技術ではできない。この速度用としては位相変調(Ph.M)方式が好んで

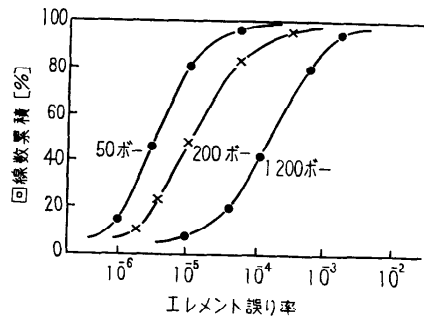
使用される。1,200 ボーまでは搬送波の0相とπ相に対応して“1”“0”を当てればよいが、直交した同じ周波数の位相はお互いに独立である(Sin波とCos波は相互に妨害はない)ことを利用すれば S/N を損しないで速度を2倍に上げられる。また6 dbのS/Nを損することを覚悟すればさらに倍に速度を上げることができる。第7図に四相の場合の原理図を示す。次に続くビットと合わせた2ビットの組合せは四つあるから、この四つに対して図に示した四つの位相の一つを割り当てる。復調側は受信した波の位相を前のエレメントの位相と比較することにより、どれだけ位相が回転したかを知り復調する。

3. 伝送路の特性と誤り制御方式

3.1 伝送路の特性

従来電信では、回線品質を誤字率で表現して来ており、その値も 3×10^{-5} 前後の値になっている。これに対してデータ伝送ではエレメント(最小の符号単位)誤り率で表わすのが普通である。回線に機械式交換機を含まない場合は50 ボーでは 1×10^{-5} 以下であり、速度の増大により多少悪くなる傾向にあるが、それほど急激には悪くならない。

交換機を含む一般の電話回線は第8図に示すような特性を持っており速度により $10^{-5} \sim 10^{-3}$ の間変化する。



第8図 一般電流回線(含交換機)のエレメント誤り率

また、その誤エレメントの生じ方はいずれの場合でも一つだけ50%, 連続二つ20%, 連続三つ10%, 連続四つ以上が15~20%となっており、8ビットを1字とすれば1誤字中に平均2~3個の誤りエレメントを生ずる。これは誤りの発生が一様な分布をしておらず、集中して(バースト的に)生ずる傾向を持つこ

とを示している。

誤りを生ずる原因としては (1) 伝送損失, (2) 周波数帯域制限, (3) 減衰歪, (4) 遅延歪, (5) 反響, (6) 雑音特に衝撃性雑音, (7) ととき断等であるが, 前5者によって誤りを生ずることはまずない。直接的な誤りの原因は雑音と時々断に限られるといっ

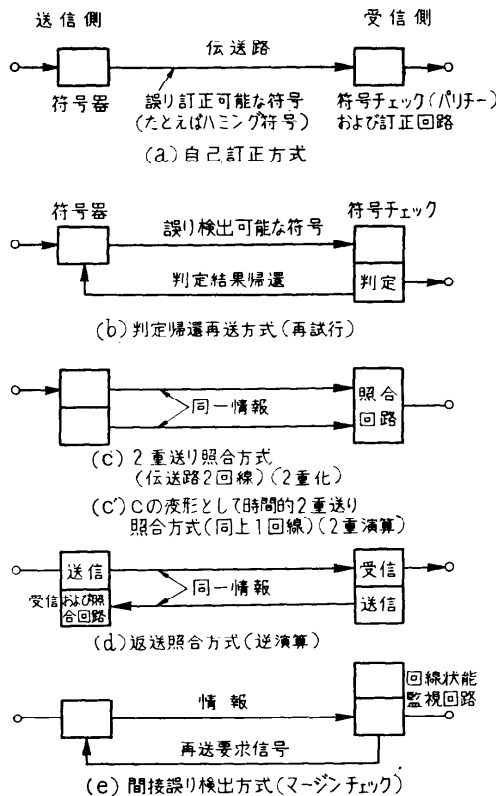
3.2 誤りに対する対策

回線の誤字率以上の品質のデータ伝送回線が必要なときは, 誤りに対する対策を立てねばならない。それは

(1) 受信した符号の中から誤りがあることおよびその場所を発見すること。このために送信側で送出する符号に何らかの冗長性を導入する必要がある。

(2) 発見した誤りを訂正し, 送信側と同じ情報を受信側に再生する。

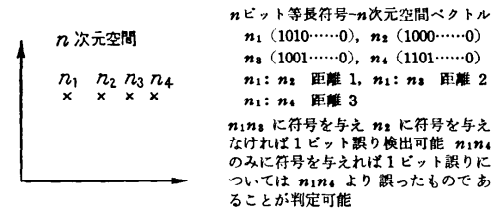
この二つの部分から成り立つ。(1) および (2) を組合わせた誤り制御の基本形式を第9図に示す。誤りを検



第9図 誤り制御方式の基本形式

出するためにはシステム全体の何処かに必ず冗長性を導入する必要がある, 検出した誤りを訂正するにはさらにこのための手段を導入する必要がある。第9図(a), (b)は符号に冗長性を導入し, 受信側でこれをチェックすることにより誤りを検出するものであり, (c), (d)は回線そのものに冗長性を導入する方式である。

(a)の自己訂正方式は符号の中に大きな冗長性を導入し符号間距離を3以上にする。この代表的な例が, ハミング(Hamming)符号であるが, これは誤りの検出そのものはパリティ検査であり, 訂正は符号間距離の最も近い正規の符号に直すことである(第10図参照)。



第10図 誤り訂正可能な符号の原理

この方式は1ビットの誤りを訂正するだけについても, 情報のビット数 m , 検査のための冗長ビット数 k , 誤り訂正可能な符号系のビット数を n とすると

$$n = m + k \quad 2k \geq n + 1 = m + k + 1$$

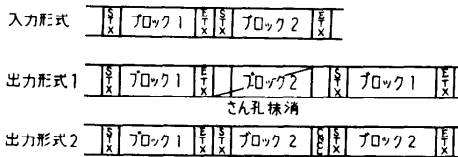
の関係を満たさなければならず, 符号系としては非常に大きな冗長性になり, かつ検出能力はパリティ検査と同じである。その上回線の誤りはバースト的に生ずるから1ビットだけの誤り訂正では効果的でないの

で, あまり利用されないが, 理論的には興味あり, さらにこれを発展させた組織符号の研究もある。

(b) 判定帰還再送方式では, 誤り検出可能な符号系としては, 1ビットの冗長を追加したパリティ, 符号のマーク数を一定の数にする nCr 符号, 1群の情報の中のマーク数に関する情報を各群に追加するブロック・チェック符号などが利用される。一般の回線では誤りがバースト的に生ずるからブロックチェックが有効である。訂正は検査結果を送信側に知らせてやり, 誤りを含む群または符号のみを再送して訂正する。この方式は広く利用されているが, 設計上の要点は, 誤り発生の様子と装置の価格(主として記憶装置の種類により大きく変わる)とを考慮して群の大きさをどのくらいにえらぶかということである。普通は20字前後から200字くらいまでを1群にしているのが多い(第11図参照)。

ビット番号	字 数									
	1	2	3	4	-----	n	n+1	n+2	-----	
1	1	0	-----	0	-----	0	1	1	-----	
2	0	0	-----	-----	-----	0	1	1	-----	
3	1	1	-----	-----	-----	0	1	0	-----	
4	0	1	-----	-----	-----	1	0	1	-----	
5	0	0	-----	-----	-----	0	1	0	-----	

nは普通20~200位ブロックチェック符号はブロック中の1マーク数の水平方向の和を2進表示したF2ビットで表示する。



STX: ブロック始め, ETX: ブロック終り
CNCL: 誤りのための抹消

第11図 群チェック方式の説明

(c) 二重照合方式は図のように2回線利用し、同一情報(この符号形式は、場合によりたとえ1,0を反転した形などに変えてもよい)を送り受信側で逐次に照合する。また時間的に分けて2度送り1回線で済ますこともできるが、この場合受信側での記憶を必要とする。

(d) 返送照合方式 回線は通常上り下りが一組になっていることを利用するもので照合などの技術は(c)と同じ。

(e) 間接誤り制御方式は、回線の状態を別的手段(たとえばFM, PhM. のときの搬送波の監視)で調べておき、ある状態より悪くなったとき送られて来た情報は誤りを含むと見做して、この部分のみを再送する。この方式は誤りを直接的に検査するのでないので信頼性にとぼしい。しかし一般の専用線など、交換機を含まない場合は誤りのほとんどが時々断であるので、このようなときは簡単な方法でかなり有効である場合がある。

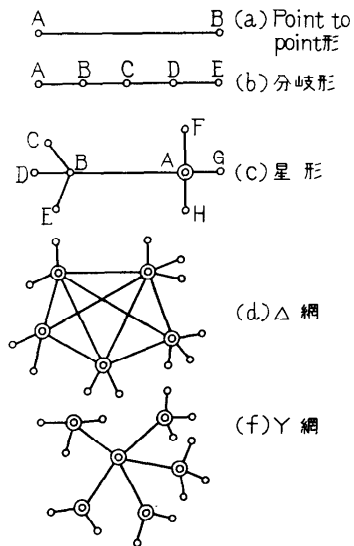
以上、オフ・ライン・データ伝送についての誤り制御を主にして述べたが、汎用の計算機およびこれに準ずるデータプロセッサにオン・ラインになっているときは、符号化、チェック、訂正等の各動作をプログラムで行なうことが多い。しかし計算機に処理能力の余裕があまりないとき、このような簡単な動作に計算機を利用することには経済性の点で問題を生ずる。

4. データ交換

データ交換には二つの目的がある。一つは回線網に要する費用を少なくし融通性を大きくすること、他の一つはできればデータ処理システムとして全体を経済的にするためにデータ交換に必要なデータ処理、場合によっては本来のデータ処理の効率を上げるための準備段階のデータ処理の一部を行なうことである。

4.1 データ交換網の構成

網構成上の要点は伝送、交換、集線の三つであり、集線は交換の最も原始的な形態と考えられる。網の一般的な形および集線についての二、三の形を第12図に示す。



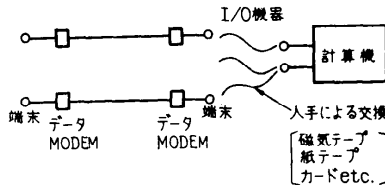
第12図 通信網構成の原形

4.2 データ交換機の考え方

データ交換機についていろいろの考え方がある。どの方法についても一長一短があり、特定の方法に限定できない。その中のどれを選ぶかはデータ処理システムで行なう業務自身と、データ交換の機能配分との兼ね合いを考えた上で、どれか一つの最適の方法を選ぶ必要がある。以下に各方法について概説する。

(1) 人手による交換

最も原始的であるが、小規模の場合は便利な点がある。人手に渡る媒体としては紙テープ、磁気テープ、カード等々があるが、紙テープによるのが最も便利であろう。第13図にこの方式のモデルを示す。



第 13 図 人手によるデータ交換のモデル

(2) 機械式交換機による方式

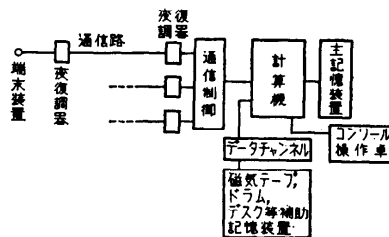
この方式にはことおりの考え方があり、一つは回線交換方式である。この交換機としては電話交換機と同じでありデータ伝送用の代表例として加入電信がある。

データの交換だけであればこの方式で十分であるが、一般にデータ交換では単なる交換だけでなく交換の際にデータのチェック、宛先の確認、優先処理、等々のデータ処理作業を伴う必要がある場合が多い。このためには蓄積交換機が必要であり、機械式の紙テープ蓄積交換機が実用されている。その代表例は公社の公衆電報用の交換機であり、この形式を利用して幾つかの専用交換網が各企業で使用されている。

(3) 電子計算機に交換を行なわせる方法

近年電子計算機の進歩が激しく、最近の計算機システムではみなオン・ライン使用を考慮して割込み、通信制御等の機能を完備している。したがってデータ交換および交換に伴うデータ処理と一般のデータ処理を同一計算機で行なうことが盛んになってきた。普通の場合、関連する業務だけを取扱いその例を第 14 図に示す。これをさらに押し進めて何の関連もない全く別の業務をデータ伝送を通して計算機にやらせることが考えられており、共同利用計算システム (Multi Access Computer System) と呼んでいる。

このようにデータ交換を計算機にやらせることは計算機時間に余裕があるときは何の問題もないが、計算機が他に多くの処理しなければならないことを持って



第 14 図 計算機によるデータ交換

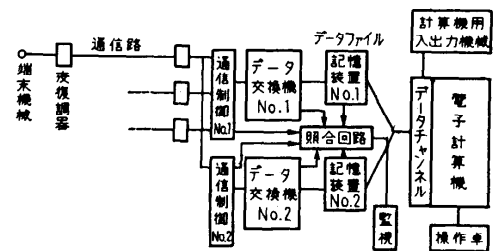
いるときは、この方式は必ずしも得策とはいえない。

(4) データ交換機

かなり大規模なデータ処理システムでは計算機には計算機本来の処理を行なわせるためにデータ交換およびデータ伝送上のチェックや交換に伴う処理を専用に行なう交換機が必要である。この場合機械式の交換機も考えられるのがこれについてはすでに述べた。電子式の交換機を考えるに当たっては融通性を重視すれば蓄積プログラム式の蓄積交換機が最も適当であり、また、その方向が今日の技術動向でもある。

蓄積プログラム式の蓄積交換機を考えるに当たってことおりの考え方があり、一つは、システムプログラムの作成、機械の融通性を考えてリアルタイム制御のできる汎用計算機 ((3) で述べた) をそのまま利用し、処理した結果をオン・ラインまたはオフ・ラインで他の主計算機に結びつける方法であり、交換関係のプログラム作成を除いて大きな技術上の問題はない。

他の一つは交換には交換特有の処理が多く汎用計算機をそのまま転用することは効率が良いとはいえない場合が多い。それで特に大掛りなデータ交換網においては、この目的に最も適当したデータ交換機を置くことが得策である場合がある。特に入力情報が再試行しにくい情報のときは交換機の信頼性の問題が重要になり、現在の計算機程度の信頼性では満足できないし、また計算機の保守時間を取ることが許されない場合には、そのことを考慮に入れたデータ交換機が必要である。発生した情報はどんな場合でも、とも角記憶ファイルまでは入れなければならない。



第 15 図 データ交換機 (2 重化) によるデータ交換システム

信頼性を得る手段の考え方については次項に述べる。その中で現在のところでは、交換処理システムを二重化するより効果的な手段が見当たらない。この場合データ交換機的设计如何では高価な計算機を二重化するより有効な設計が行なえる可能性がある。特にデー

タ交換機では交換に主眼を置き、ほとんど処理を行わないで、一たん記憶装置まで入れてから処理の方はなるべくオン・ライン計算機で行なうようにすれば、費用少なくして二重化の効果を上げ得る。

(5) 電話用交換網の利用

公社は近い将来、電話交換網をデータ伝送用に一般に開放することを考えているので、これを利用するのも一つの方法であるが、現在の交換網は回線交換のみであって交換機は情報の蓄積、処理能力は全くない。

しかし現在電子交換機が開発中であり、電子交換機の方は蓄積プログラム制御であるから、比較的容易に交換機に蓄積機能を持たせることができるし、交換データの処理もある程度可能にすることが検討されている。したがって、電子交換が今日の自動交換機のように普及してしまえば、これと電子計算機を結びつけることが容易に行なえ、この計算機を共同利用することにより、計算機およびデータ交換網を単独に持つことのできない企業も自由に共同の計算機を利用することが可能になる。そうすればデータ伝送、データ交換、計算機の利用が気軽にでき、この分野の飛躍的な発展が期待できる。

4.3 データ交換機の信頼性

発生する情報がリアルタイムであればあるほど、データ交換機の信頼性は重要になる。現在計算機は日に何時間かの保守時間を取って運転しているが、完全リアルタイムシステムではこれが許されなくなる。この場合、一般の事務処理等については確実に中央の処理装置の記憶装置まで入れてしまえば、あとは何らかの形で処置できる。このためには交換システムの信頼性を増さねばならない。信頼性を増すための手段はちょうどデータ伝送における誤りの発見、訂正と相通ずる点がある。

第9図を参照しながら説明すると、

(a) 処理装置全体を誤り訂正できるようにする。これは部分的、特に命令等の読み出しについてはある程度できるが、システム全体としては実行できない。

(b) パリチー検査(データ自身)等を要所々々で行ない、誤りがわかればそこで動作を停止し、修復後適当な所までさかのぼって再び処理を行なう。これは一般に計算機でよく利用されている方法である。

(c) これは装置全体の完全二重化を意味する。また時間的にずらせて2度送り照合する方式は、2回演算して一致を取る方式(演算そのものは同じでない方が好結果を得る。)と相通ずる。現在前者が多く使用

されており、その方法に幾とおりかの考え方がある。二つのシステムを完全同期運転して常に両者の一致を見る方法、同期運転は行なわないが、要所々々でのみ照合を取る方法、一応処理をすませてから照合を取る方法等々がある。

(d) これに対応するものは逆演算方式で、処理を行なう前の状態を残しておき、処理後の結果を逆演算して一致を取る方法である。

(e) これはプログラムによるマージン・チェックに相当すると考えてよいだろう。これらの方法のうち、どれを取るかは障害になったとき処理を行なわないでもよいか、常に処理は続行しなければならぬかで大きく異なるが、データ交換の場合常に処理を行なえるようにすることが好ましいことが多い。いま二重化したとしても照合だけではどちらの結果が正しいか判断できないから、どちらが障害であるかを判定する必要がある。このためには(b)、(d)の方法を並用したり、あらかじめ結果が判っている計算をやらせたりする必要がある。

いずれの考え方を取るにしても一つの大きなシステムでは特定の一つの方法だけでは無理ができるので、システムの各部分の目的、構成、判断までに許される時間等々をよく考えていろいろの方法を並用しなければならぬ。そうすればあまり費用を掛けずに信頼性を増すこととか、また少し金物を余分に付加することで障害点の位置の指定を自動的に行なうこととかが行なえる。特に後者については、保守の自動化が期待できるので、今後大いに努力を払う必要があると思う。

5. 電々公社のデータ伝送サービス

公社のデータ伝送サービスは(1)回線サービス、(2)機器サービス、(3)加入電信サービスに大別できるが、さらに現在電話網による加入データサービス、専用網サービスを加えるべく検討中である。

1. 回線サービス

a. 市外専用回線

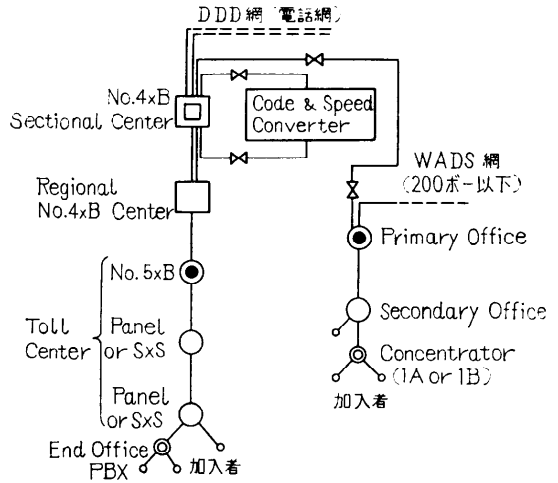
a-1 普通第1規格 50ボー 4線式

a-2 普通第2規格 200ボー以下 4線式 **MODEM** が別に必要

a-3 普通第3規格 1,200ボー以下 4線式 **MODEM** が別に必要、電話との混用ができる。

a-4 準専用 200ボー以下 2線式 一般の交換網を利用する。 **MODEM** が別に必要。

- b 市内専用線 a に準ずる
- c 広帯域専用線 特殊利用者に 48 kc 帯域
- 2. 機器サービス
 - a. 変復調器 (MODEM)
 - a-1 1,200 ボー以下
 - a-2 200ボー以下
 - b. 端末機械
 - b-1 紙テープ読取機 6~8 単位 200ボー
1,200ボー
 - b-2 紙テープさん孔機 6~8 単位 200ボー
1,200ボー
 - c. 伝送制御装置 (含誤り制御) 200ボー 1,200ボー
- ブロック・チェック方式
- 3. 加入電信サービス 現在 80 局 1万加入 符号は JIS 電信符号.



第 16 図 DDD 網と WADS 網の関係

6. 米国におけるデータ伝送

6.1 AT & T 会社におけるデータ伝送サービス
 (a) DDD 網と WADS 網 AT & T は DDD 網 (Direct Distant Dialing, 自即電話網) と WADS 網 (Wide Area Data Service) の 2 種類の交換網をもっている。WADS 網は最近できた 200 ボー以下のデータ伝送専用網であり、全米に 16 の Primary 局と 70 の Secondary 局があり、全網は 2 線式、最大 4 局構成、No. 5 クロスバ交換機でできている。

DDD 網では一般の自動電話について WATS (Wide Area Telephone Service) なる電話サービス、データフォン (Data Phone) および旧形の加入電信 (TWX) サービスを行なっており、他方 WADS 網では WADS と新形の加入電信 (NEW-TWX) なるデータ伝送サービスを行なっている。

旧形加入電信は 60 語/分であり、CCITT で定められているアルファベット No. 2 を使用しているが、新形の加入電信は語/分であり、データ交換用のアメリカ標準符号 (ASCII) を使用している。したがって、この二つの網は DDD 網の総括局 (Sectional Center) と WADS 網の Primary 局間において符号および速度変換器で結合されている。この様子を第 16 図に示す。

(b) 加入電信 (TWX) AT & T 会社は 1962 年末に WADS 網を利用した新形の加入電信サービスを開始した。新形と旧形の比較を第 3 表に示す。現在加入者数約 6 万であり、そのうち 10~15% が WADS 網の New Code を使用した加入者である。電子計算

機に結び合わせることを考え、データ集めに加入電信を利用しようという加入者は多分新形のテレタイプ使用を望むであろう。

第 3 表 DDD 網の旧形 TWX と WADS 網の新形 TWX の比較

	旧形 TWX	新形 TWX
伝送路および帯域	DDD 網電話帯域	WADS 網 200 ボーの帯域
宅内装置 (テレタイプ) 符号	15, 19, 28, 32 号 アルファベット No. 2	33 号, 35 号テレタイプ
機械速度	60 語/分	100 語/分
伝送単位	7.5 単位	11 単位 (ストップ 2 単位)
変調速度	45 ボー	110 ボー
番号計画	自即電話と同じ	地域 CODE は電話にはない 510, 610, 710 番である

AT & T 会社が二つの網をもつ理由は、はっきりとしませんが、DDD 網のダイヤル接続時間が約 40 秒位かかるのに反して WADS 網は最大 4 局構成であるから約 7 秒で接続できる。これは通話の平均保留時分約 6 分 (日本では約 3 分) であるのに対して TWX では約 3 分 (日本でも約 3 分) であり、一般に通話よりデータ伝送の方が短いのにに対して長いダイヤル接続時分が好ましくないためだといっている。

符号変換器は第 16 図に示した形に挿入されており、構成はダイオード、マトリクスによる符号変換と 22 桁のシフトレジスタがトランジスタによって、速い新形のテレタイプをときどき待たせるような制御を行なって速度整合をしている。

32 号テレタイプは 33 号テレタイプと同じ構造で

従来使用してきた電信符号を使用し、33号は新しいASCII符号を使用したタイプホイール形の機械である。したがって32号は3段鍵盤であり、33号はタイプライタと同じ4段鍵盤であって電信機械より一步事務機械に近い鍵盤になっている。32号、33号はともに外見上はきしゃに作られており、2時間/日程度の軽負荷用となっている。35号は28号と同じ構造でタイプボックス形であり、鍵盤、符号ともに33号と同じである。

(c) WADS および WATS (Wide Area Telephone Service) この両者のサービスは制度的には全く同じで、WADSはWADS網を対象とし、WATSはDDD網を対象としている。

普通の市外電話では通話単位地域 (Message Unit Area) として全米を25,000に分割してあるが、この制度では58地域に分割してあるだけで、市外通話が分単位の料金制であるのに反して時間単位の料金になっている。したがって一般的に考えれば、専用線サービスと一般通話サービスの間にあるサービスである。

WADS { Intra State
WATS { Inter State } Full Rate
Measured Rate

Intra State, Full Rate はともに均一料金制であり、後者は申し出たサービス段階での平均距離によって異なるが、使用した時間には関係ない均一料金制である。

この制度では、サービス段階が六つに分かれている。前述の58の地域個々にState Average (%) をもっており、これは面積、電話機数の全米に対する割合 (%) である。このState Average を近い方から加えてゆき、10, 20, 40, 80, 100% になる6段階の地域にわかれている、どの段階かを指定できる。した

がって同じ20%でも電話機密度の高い東部と、密度の低い中部山岳地帯とではサービスできる面積が大いに異なる。6段階のサービスのどれかを指定すれば、それに相当する地域内の通信は時間単位の割安料金になる。料金は6段階のサービスで決まるだけではなく、サービスを受ける地域内の各電話機間の平均距離できまる。したがってこの制度は、日本の電話のように大都市過大サービスではなく、合理的な平等な料金制度であると考えることができる。

(d) 専用線サービス

専用線サービスには2種あり、電話帯域を超える帯域をもつものと、一般の電話帯域のものがあり、AT & T は電信専用線サービスはできない。電信専用線はもっぱらウエスタン・ユニオン電信会社によってサービスされている。

電話帯域を超えるサービスにはつぎの4種類がある。

- A 24 kc および 48 kc 帯域
- B 96 kc //
- C 240 kc //
- D 960 kc //

電話帯域の回線については、融通性に富んだサービスが可能である。たとえば、要求があれば2線式でも4線式でも、とくに位相等化をしたものでも提供できるようになっている。

(e) Data Subset (Data Phone)

電話回線を利用し、Dial 接続したのち Data Subset に切り換えるデータサービスを Data Phone と呼んでいる。Subset としては100シリーズから900シリーズまでである。Data Subset はウエスタンユニオン等の他社でも準備されているがほとんどAT & T の独占に近い。Data Subset の一覧表を第4表に示す。

以上の他に、紙テープの高速伝送装置が Data Spe-

第4表 Data Subset 一覧表

名 称 (特徴)	形	速 度	変調方式	台 数	備 考
100シリーズ Low Speed Serial	101 A 101 B~103 B	75~200 ボー	FS 方式	6.5 万台	2線式, TTY 等に使用
200シリーズ Medium Serial	201 A~204 B	600~2,400	FS, PhM	0.3 万	2線式用, 4線式用の両方あり
300シリーズ High Speed Serial	301 A~302 A	18,40.8,256kbit		100	いずれも Signal 同期必要
400シリーズ Parallel Medium	401 A~402 A	音声帯域		0.3 万	安い
500シリーズ Parallel High Speed	実際にはサービスしていない, political なるものである。				
600シリーズ Analog Medium	601~603	900 c/s 用 150 c/s 用		100	Facsimile 用, Medical 用
700シリーズ Analog High Speed					
800シリーズ Auxitiry Set					切換機 Push Buttonダイヤルetc
909シリーズ	901~905	測定器		901~903 904~905	簡易形 中心局用

ed Service と称し約 400 組がサービスされている。これは端末機器として高速紙テープリーダーと高速紙テープパンチが使用されている。

6.2 ウェスタンユニオン電信会社のデータ伝送サービス

ウェスタンユニオン電信会社は AT & T と並んで米国における二大データ伝送サービス会社である。

(a) Automatic Broad Band Switching System ウェスタンユニオンが、AT & T が WADS で電信の分野であると考えられていた所に進出して来たのに対抗して、1962 年から始めたものである。この網のねらいはデータ伝送であるが電話もサービスすることになっている点に興味がある。この方式はダイヤルで 0.3, 2, 4, 8, 16, 48 kc/s の帯域の一つを自由に選べるデータ交換網であって、交換機はリードリレーを通路路は、ワイヤスプリングリレーを制御に使用している。現在全米 8 交換局があり、1 交換局の最大収容数は 500 加入で、100 加入ずつ集線装置を通して、これで 4 線式の高品質データ伝送サービスをねらっている。

(b) その他のサービス ウェスタンユニオンはその他各種のサービスを行なっているが特徴ある主なものは、テープ蓄積式 (TX 形、公社の公衆電報の中継交換方式と同じ) の交換網を局舎一切の設備、運用者も含めてサービスしている。その中で大きいのはアメリカ東部銀行協会、アメリカ軍のがある。軍のは全世界に網を持ち 4,400 Station, 10 の交換センタといった規模である。

その他 TELEX は 4,000 加入、Facsimile は 4 万台サービスしており、Data Subset も AT & T と同様なものを準備しているが 100's シリーズ 200's シリーズ相当のもの以外は 1964 年にならないとサービスできない状態で AT & T に比べると見劣りする。

6.3 その他の会社のデータ伝送サービス

RCA では RCA 501 なる計算機を变形して電子式の蓄積交換を国際電報に使用している。これは Stored Program により交換と宛名処理を行なうもので、日本の KR-2 電報自動処理機 (国際電電)、NEDIX (日電)、FACOM 323 (富士) などに相当する。

各計算機会社は例外なく端末機械をデータ伝送路を通し計算機に ON-LINE にできる方式を整備し、競争が始まっている。代表的なもの IBM-7740, IBM-7080, IBM-360, RR-490, CDC-1604, RCA-3301, Spectra 70, NCR-315, Haneywell 400, GE 635 等で

ある。今後日本においても計算機を使った Real Time のデータ処理は盛んになる傾向が強くなることが予想される。したがって国産計算機にも Real Time の処理ができる能力を持つ必要があるように思われる。

この場合データ伝送の変復調器はほとんど AT & T の Data Set を使用しているが、IBM は多相変調で音声帯域で 8,000 ボーの速度のものを開発している。

以上が米国のデータ伝送サービスの概略である。

アメリカは経済力が日本より一桁多い。一般に経済活動が倍になれば、それによる事務量は 4 倍に増大するといわれている。したがって、アメリカには日本の数百倍以上の事務量があり、しかも人口は高々数倍程度であるのでデータの集中処理、電子計算機の利用が盛んである。そのうえ、国の面積が 40 倍くらいあるのでデータ伝送の発達する下地が十分にある。この点については日本はあるハンディキャップを負っている。さらに、人件費が数倍であるので、計算機、データ伝送による人件費節約で比較的容易に設備の償却ができることからこれらの技術導入が盛んに行なわれている。

7. あとがき

以上データ伝送、データ交換について解説的な説明を試みたが、この分野は現在急激な進歩の過程にあり説明自身も多少筆者の独断的な傾向があることは十分御承知の上で、大いに批判的に読んで戴き筆者に注意をして戴ければ非常に幸である。

参考文献

- (1) 標準化については本特集号を参照されたい。
- (2) データ伝送
岸上、江頭：データ伝送 通学誌 47, 8, (39, 8) p. 1199.
Bennet & Dary: Data Transmission Inter Univ. Electronic Series McGraw Hill 1965.
米沢：データ伝送サービスの発足、施設, 15, 11, (1963).
CCITT, SP-A, Contribution.
ISO, TC/97, SC-6, Draft Proposal.
電子技術, データ伝送特集号, 6, 12, (1964.11).
データ交換については未だまとまった形の文献は少ない。各社のカタログ、電子技術、ビジネス・コミュニケーション等々に断片的に記述されている。外国の単行本としては
Desmonde: Real Time Data Processing Systems, Prentice Hall Co. 1965.
- (3)

(昭和 40 年 10 月 27 日受付)