

Title	端末計算機における回線制御について
Author(s)	牧之内, 三郎; 山県, 敬一
Citation	大阪大学大型計算機センターニュース. 1973, 11, p. 31-38
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/65208">https://hdl.handle.net/11094/65208</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

## 端末計算機における回線制御について

大阪大学精密工学教室 牧之内 三郎・山県 敬一

### 1. はじめに

大阪大学大型計算機センターのTSS端末装置として、いわゆるミニコンを利用する例が次第に増えて来ているようである。堅いものより柔らかいものが常によいとは限らないが、プログラムの差しかえによってミニコンの働きが容易に変えられるというのは魅力である。

従来から、伝送速度がとくに1200ビット/秒の場合、端末を構成するためにかなり大がかりなハードウェアである通信制御装置が必要とされていた。この働きを簡単な制御部とミニコンのプログラムで代行させると、個々の端末の機能を事情に応じて逐次拡張できるので、端末装置の規模に融通性を持たせることができるのである。

端末が計算機になったところで、データ伝送の手順は従来どおりであって、回線制御方式がとくに変わることはない。この方面については多くの書物に詳しく解説されている。ここでは、筆者の手元で使用されているシステムの概要について、大阪大学の現在の実情に即した形で述べることにする。

### 2. 回線制御のハードウェア

データ伝送回線の基本的構成を図1に示す。伝送速度が50ビット/秒であるため、変復調装置（モデム）は不要である。（伝送速度が1200ビット/秒の場合には、通信回線と制御部の間にモデムが置かれ、計算機からの2進直流パルスと回線上の交流信号の間に相互変換が行なわれる。モデムはセンター側、端末側の両局に必要である。）通信回線とミニコンNEAC—M4の間に制御部がおかれていて、この中に1文字分のバッファ・レジスタがある。1文字の伝送の制

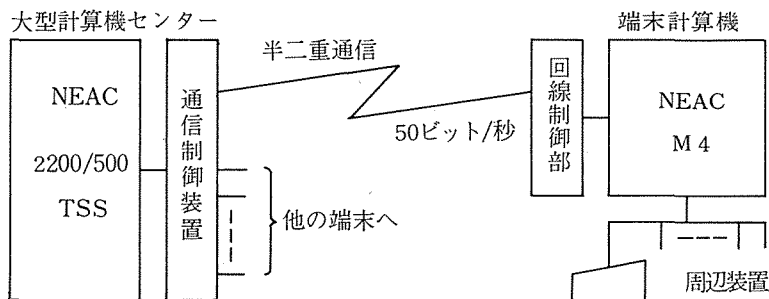


図1 データ伝送回線の構成例

御は制御部にまかされており、M4と制御部の間では文字単位の移送が行なわれる。

回線上ではビット単位で情報が直列に伝送される。データ7ビットにパリティ・ビット1個が付加されるが、送受信のタイミング調整は調歩同期式となっているので、1文字の初めと終りにスタート・ビットとストップ・ビットがそれぞれ1個さらに付加され、合計10ビットで1文字が構成されている。したがって、制御部は、データ7ビットについての直並列相互変換、1文字のビット構成の編集、パリティ・ビットの付加、ならびに誤り検出などの機能を持っているのである。

M4と制御部の入出力は通常のデバイスとほぼ同様である。例えばM4から1文字を送信する場合には、出力命令により、アキュムレータを介してその1文字を制御部に移送する。制御部はビット構成を編集して、各ビットを直列に送信し始めるが、その間、M4のCPUは他のプログラムの処理を実行しても差し支えない。1文字の送信完了は割込みによってM4に知らされる。

受信の場合も同様であって、制御部は、受信した直列の10ビットを並列の1文字に編集し、M4のCPUに割込みをかける。M4は割込み発生時に、受信した1文字を入力命令で読み込む。パリティ・ビットによってエラーが検出されるとフリップ・フロップがセットされ、M4のプログラムのセンス命令でエラー発生の有無が調べられる。

後に述べるように回線上をデータ伝送する場合には、1ブロックのメッセージを送受信するごとに、互いに相手局の状態を確認しながら処理を進めるという手段が取られる。しかし、1ブロックの伝送途中では一方的に送信のみが行なわれるので、M4がデータの受信を開始すると、受信完了の割込み発生から、入力命令による1文字の入力完了までの時間に限界がある(50ビット/秒なら200ミリ秒、1200ビット/秒なら8.3ミリ秒)。これ以上の時間を経過しても入力命令が実行されない場合には、制御部のレジスタの古い内容は次の新しい受信文字によって消されてしまう。このようなときにも、制御部はエラー状態のフリップ・フロップをオンにしておくので、M4のプログラムでこの異常状態を検出することができる。エラー検出後の処置については後に述べるが、1ブロックの受信途中ではエラーに対する手当を何ら行なうことなく、1ブロックの受信完了を待つて相手局にエラーの発生したことを通知している。

大阪大学TSSの場合、半二重通信方式を採用しているので、送信と受信が同時に行なわれることはない。ある時点では送信か受信かのいずれか一方のみが実行されている。したがって、制御部は受信モードと送信モードの二つの動作モードを持っており、この切換えはM4のファンクション命令によって行なわれる。

すでに述べたように、われわれの場合、制御部は1文字の送受信の制御のみを行ない、1ブロック単位の処理はプログラムで実行されている。しかし、制御部に1ブロックの送受信の制御のすべてをまかせてしまう方式も考えられる。制御部に1ブロック分のバッファ・メモリを持たせ、後に述べる伝送制御手順のための制御符号交換機能と、端末側の入出力デバイスの状態検出機能をつけ加えれば、これだけでTSSの端末を構成することができる。大阪大学

TSSで当初から使われて来たデータ・ステーション(伝送速度1200ビット/秒)の制御装置はこの例である。

### 3. 伝送制御手順

1ブロックの送受信が開始されると、端末側では、前節で述べられた割込み処理が機械的に反復される。また、1ブロックの送受信を単位として、その前後で相手局の状態が確認されるとともに、回線上でエラーが発生したかどうかのチェックが行なわれる。すなわち、(i)遠隔地にある端末の受信準備ができていないにも拘らず、一方的にセンターからデータを送信した場合、そのデータが失われることを避け、(ii)特にTSS端末の場合には、センター側の内部処理の状態によって、送信モードと受信モードの切り換えが起るので、端末側にその準備を行なわせ、(iii)回線上にエラーが発生したときにも混乱の起らないように、回復手段を講じておるのである。

以上の目的達成のため、データの符号とは別に、伝送制御符号が用意されている。これは1ブロックの伝送の前後で互に相手局に要求を伝えたり、応答を返すためのものである。これら伝送制御符号の使い方には、ある程度一般的な考え方がありようであるが、要するに、センター側の回線制御プログラムと端末側の回線制御プログラムの間で、矛盾や混乱が起らないように取り決めをしておけばよいのである。

表1 伝送制御符号一覧表

制御符号	主 な 機 能
ENQ	相手局の呼び出し
ACK	1ブロック正常受信の応答
NAK	1ブロック異常受信の応答
ETX	1ブロックのデータの終りを示す
EOT	伝送中断の通知
INT	端末からセンターへの処理中断要求

筆者の所で使用している回線の伝送速度は50ビット/秒であって、1200ビット/秒の場合にくらべると伝送制御手順は簡略化されているが、端末計算機の使用法が多岐に及ぶことを考慮して、基本的な機能を一応そろえた回線制御プログラムの作成を日本電気(株)に依頼した。やや変則的な例になっているかも知れないが、現在使用中の伝送制御符号を表1に示しておく。

以下の説明で、特にデータ伝送の方向を明確にする必要がある場合、TSS使用時の慣例に従って、センターから端末への送信を出力、端末からセンターへの送信を入力ということにする。また、両端局おのおののCPU名を取って、センター側をN500、端末側をM4と書き、原則としてM4側に観点を置いて述べる。

(1) 端末からの会話開始と標準の送受信

会話開始時の伝送制御手順を図2に示す。会話開始時には、使用者がM4附属のタイプライター(ASR33)のWRUキー(スタート・ボタンに相当)を押下することにより、M4からN500へ制御符号ENQが2回送られる。N500側では、これを受け取ることによってこの端末へのサービスを開始する。われわれが認識できるサービスの最初は、WELCOMEメッセージがN500からM4へ送られることであるが、M4にこのメッセージの受信準備を整えさせる必要がある。

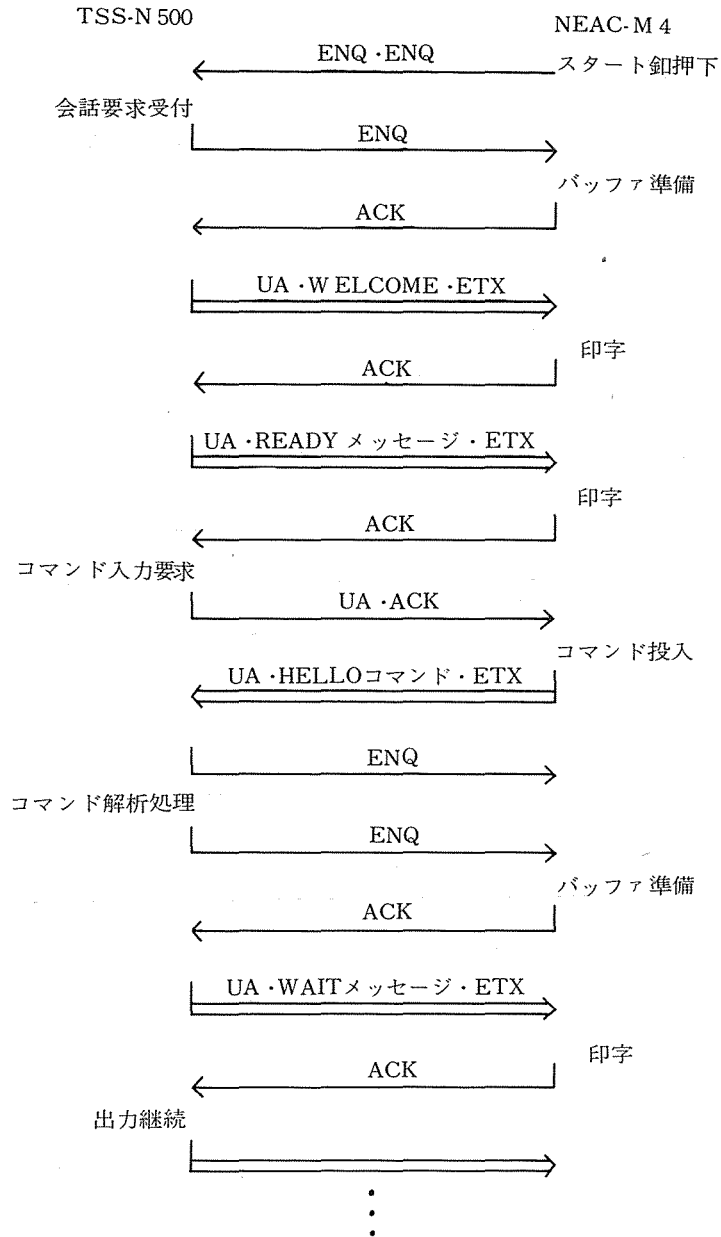


図2 会話開始時の伝送制御手順 (⇐ データの伝送  
← 制御符号のみの伝送)

そこで、まずENQがN 500からM 4へ送られ、M 4は準備完了の意味でACKをN 500へ返送する。ここで初めて両局の準備が整ったことになるので、WELCOMEメッセージがN 500からM 4へ送信される。

データ1ブロックの構成は可変長であるが、デバイス識別のためのコードUA (Unit Address)が最初に、データの終りを示す制御符号ETXが最後につけられている。データの長さは最大133字である。

U A	データ最大 133字	E T X
--------	------------	-------------

M 4側ではメッセージが正常に受信できたときACKをN 500へ返送する。出力が継続されるときには、この手順がくり返されるので、M 4はデータ1ブロックを受信するたびに、ACKを返すという動作を反復する。

READYメッセージが出力された後、コマンドの入力要求を示すUA・ACKがN 500からM 4へ送信される(図2参照)。ここでUAは出力の場合と同様にデバイス識別コードであって、伝送制御符号ではない。コマンドの入力要求のとき、このUAにはKBIに対応するコードが実際に指定されている。したがって、M 4は使用者のタイピングを待つことになる。このとき、N 500も当然入力待ちの状態になっている。

端末の使用者がキーボードから所要の文字を入力すると、それらの文字は回線を通じてN 500へ伝送される。1ブロックの終りに制御符号ETXが送られると、M 4からN 500への送信は完了する。この場合にも、N 500からM 4へ何らかの制御符号が一定時間内に返って来るように定められており、N 500側で正常に受信したことをM 4側で確認がとれるようになっている。INPUTコマンド実行中のように、端末側で入力送信がくり返されるときには、この手順のくり返しであって、UA・ACKを受けとっては1ブロックを送信することになる。

伝送制御手順は伝送されるデータの内容とは無関係に決められているので、一般のソース・プログラムの入力やデータの入出力についても全く同様である。

## (2) 伝送の中断

一般にSTARTコマンド実行中のようなときには、TSSで処理中のFORTRANプログラムに従って、端末に対する入力要求が出たり、出力要求が出たりする。M 4の回線制御プログラムでは、これらのタイミングを予め知ることはできないが、N 500からM 4へ、入力要求信号(UA・ACK)が送られるか、出力開始信号(ENQ)が送られるかに従って、M 4においてもデータ伝送の方向が決定される。

ところで、TSSの内部処理が続くと、入力要求信号も出力開始信号も出されずに、回線上の伝送が途切れることがある。この場合には、まずN 500からM 4へ制御符号EOTが送られ、M 4が同様にEOTを返送して、両局は待ち状態に入る。このEOTの交換はシステム・ダウンによって伝送が途切れた場合と区別するために必要である。

また、N 500側からの入力要求状態が継続している場合、出力状態が継続している場合、あるいはEOT交換の状態に対して、端末側から処理中断要求を出すためにいわゆる Quit 処理機能が用意されている。使用者が端末側の割込みボタンを押下するタイミングは、回線の状態とは無関係であるので、N 500への処理中断要求通知のタイミングは回線制御プログラムで調整される。例えば、出力開始状態が継続中である場合には、ACKの代りに制御符号INTを送る。その他の場合も約束事が定められているが、詳細は省略する。

### (3) エラー処理

最後に回線上でエラーが発生したときの処理について述べる。われわれは詳しいデータを得ていないが、伝送路の誤字率はおよそ $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 程度と考えられており、適当な誤り制御方式を用いて、さらに信頼性を高める必要がある。現在使用中のシステムでは、1文字ごとの垂直パリティによってエラーを検出し、相手局から同じデータを再送させることによってデータの復旧を計っている。(より一般的には、水平方向のチェック・コードも考えるべきである。)

この目的のために伝送制御符号NAKが用意されている。N 500, M 4何れの側でも、1ブロックの受信が正常に行なわれなかったときには、ACKの代わりにNAKを返送して相手局に同じデータの再送を要求している。したがって、M 4からデータを送信するときも、1ブロックの最後のETXを送信した後、もしもNAKが返って来た場合にはもう一度同じデータを送らなければならない。したがって、N 500から返って来る制御コードを見極めるまで、バッファの中のデータは保存されているのである。

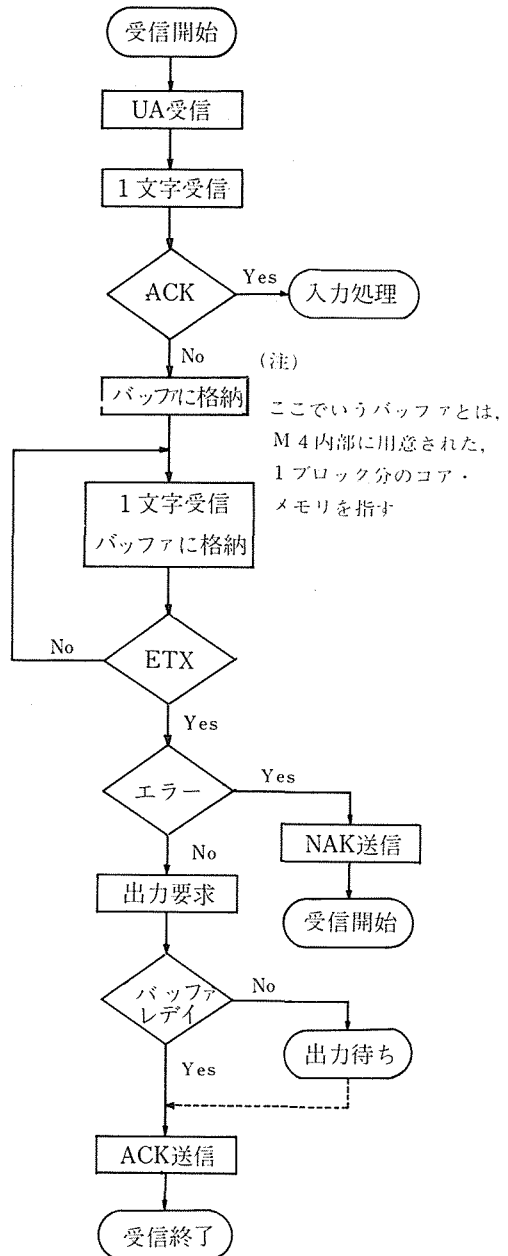


図3 受信処理のマクロ・フロー

制御部による1文字単位の送受信では、伝送制御符号も通常のデータ符号も区別されないの  
で、ここに述べて来た伝送制御手順はすべて回線制御プログラムで実行されている。また、回線  
の伝送速度と入出力デバイスの移送速度の調整をとるために、M4が受信したデータをデバイ  
スに出力するときは、2ブロック分のバッファが用いられ、受信と出力が並行して行なわれる。  
したがって回線制御プログラムは、入出力デバイスとバッファの状態の監視も行なわなければなら  
ない。参考のため、M4における受信処理のマクロ・フローを図3に示す。

#### 4. 端末計算機の全体の制御プログラム

端末計算機のプログラムとしては、これまでに述べて来た回線制御プログラムの他に、端末  
に接続されている入出力デバイスの制御プログラムが必要である。また、端末として計算機を  
置く場合には、特殊な周辺装置をつけたり、あるいは入出力の相手が人間だけでなく、プロセ  
ス制御系であることも考えられる。このような場合には、端末計算機としてかなりの規模のも  
のが設置されることもあり、回線制御プログラムは、例えばプロセス制御系の全体の制御プロ  
グラムの中に組み込まれるような形を取るであろう。

伝送制御手順は送信するデータの内容には関係しないから、標準的な入出力デバイス以外の  
特殊な周辺装置を使用する場合でも、タイミングの調整を正しく行えば回線制御方式そのも  
のは変わらない。ただ、端末側からデータを送りたいときには、TSSの大型計算機から入力要求  
が出ていなくてはならない。この伝送方向を端末側だけで勝手に決めるわけには行かないから、  
大阪大学のTSSの例であれば、予めFORTRANを使って、端末側の送受信要求とつじつまの  
合うように、READ文やWRITE文を含んだプログラムを作っておいて、STARTコマンドで実  
行させればよい。伝送方向の決定は、回線制御プログラムの外で使用者の意図によって、大型機  
側と端末側のユーザー・プログラムの作り方だけにかかわる問題である。

筆者の研究室で使用中の応用例をあげておくと、端末計算機NEAC—M4にNCフライス盤  
を接続し、TSSで計算した工具軌跡のデータを紙テープに出すことなく、回線を介して直接NC  
装置に送り、加工を行なうようになっている。(図4)

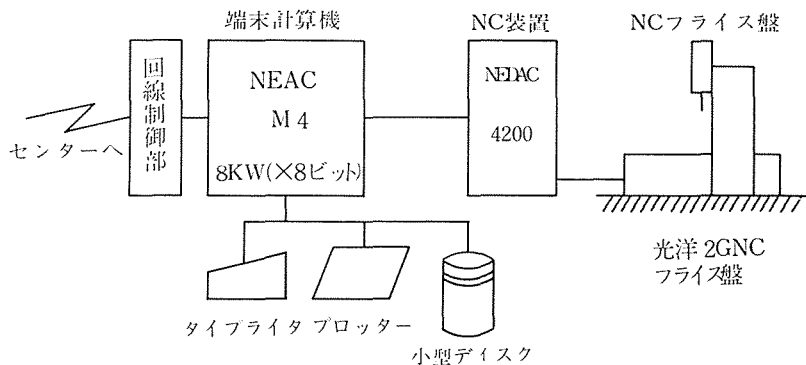


図4 端末計算機の応用例



現在使用中の回線制御プログラムの大きさは約2KW (×8ビット)。これにスケジューラ、タイプライタ処理プログラム、割込解析プログラム、データ・エリアを加えて、基本構成の端末のプログラムとして約4KW (×8ビット) を使用している。ただし、この大きさは伝送制御手順、エラー回復処理の機能などによってかなり変化することはもちろんである。

## 5. おわりに

以上述べて来たことをまとめると、一口に回線制御といっても、次の四つの段階があることになる。

- (i) 回線上はビット単位で直列に伝送される。(制御部)
- (ii) 端末計算機の入出力命令で1文字単位の移送が行なわれる。
- (iii) 制御符号によって1ブロック単位の伝送手順が制御される。(回線制御プログラム)
- (iv) 伝送方向の順序の決定は使用者の作成したFORTRAN プログラムによる。

これらの各々について、ハードウェア、ソフトウェアの両面にわたって、両端局間の手順の整合がとれていれば、使用者の意図にしたがって自由にデータの交換ができることになる。

オンライン・システムそのものはもはや新しいものではなくなりつつあるが、単に端末に計算機を置くということよりも、2台の計算機を通信回線で結ぶという考え方が、多方面に応用されて行くであろう。

2年前に筆者の所で端末計算機を設置するに当たり、ハードウェア、ソフトウェア両面にわたって出来合いの標準品で満足せず、日本電気(株)ならびに大型計算機センターに多くの無理をお願いした。改めて御礼を申し上げたい。