

# 科学衛星データ伝送装置

齋藤 成文\*・野村民也  
長谷部 望\*\*・富岡 光一†

## 1. 緒 言

本装置は科学衛星のトラッキングデータ、衛星の予測軌道データならびに科学衛星観測データ、衛星への指令データなどの伝送を行なうことを目的とするもので、その第1段階として、136 MHz および 400 MHz のトラッキングアンテナのいずれか一方の仰角・方位角データと、136 MHz および 400 MHz ドップラ周波数データを2秒ごとに紙テープにせん孔して、東京の科技庁・宇宙開発推進本部および宇宙航空研究所へ伝送する一方、衛星に対する仰角、方位角、直距離、ドップラ周波数予測値を東京より鹿児島宇宙空間観測所へ伝送するものを設置した。

その計画にあたっては、科技庁・宇宙開発推進本部、電々公社技術局、日本電気株式会社、日立製作所の各関係のご援助を得てデータ伝送システムを決定した。

なお、鹿児島宇宙空間観測所より科技庁・宇宙開発推進本部への伝送線路および推進本部側端局装置は科技庁担当のものである。

この科学衛星データ伝送装置のシステムブロック図を第1図に示した。本装置は紙テープ作成装置、データックス、NEAC タイパーおよび電々公社回線より成っている。このうちNEAC タイパー（セレクトティブコーリング用 NEAC TYPERS 108 ASR）は比較的短距離において、選局用の交換機を必要とせず、任意数の相手局を選定でき、相手局オペレータの不在にも送信側より受信側をコントロールすることができる伝送装置であり、実験場内での紙テープの伝送、簡単な通信に、またオフラインタイパーとして使用できる。

## 2. 紙テープ作成装置

### 2.1 動作概要

本装置は

紙テープ作成装置制御部	1台
紙テープ作成装置せん孔機	2台
紙テープ作成装置読取機	1台

より成り、つぎの動作を行なって紙テープを作成する。

#### (a) ヘッダー部の COPY

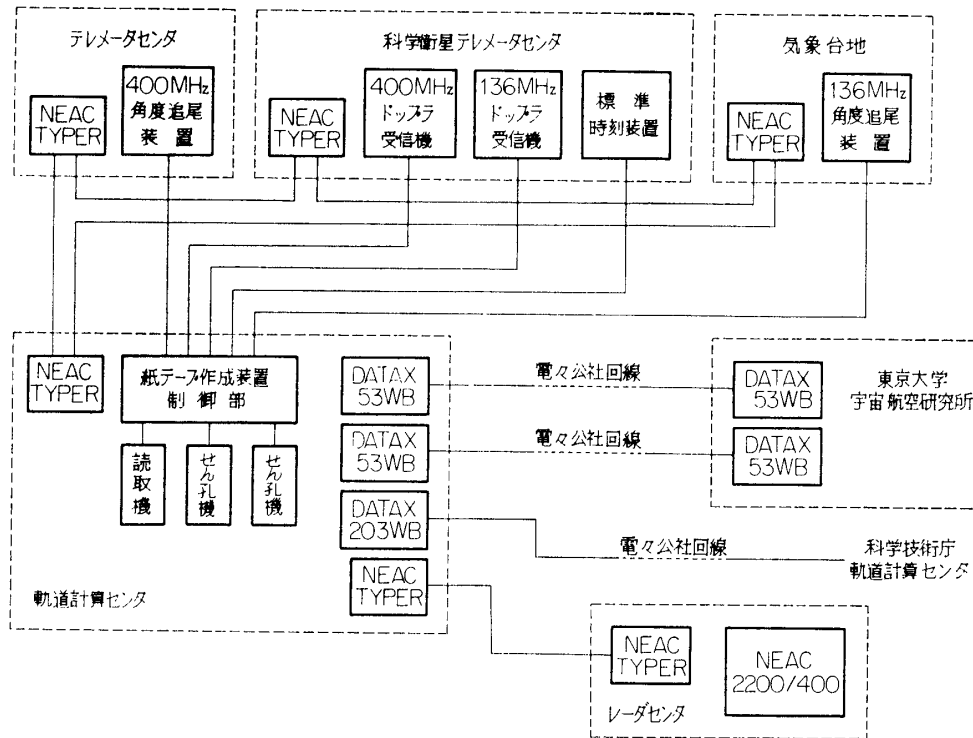
中央の電子計算機より送られてくる予測データの最後につぎの観測データのヘッダー部が

---

\* 併任教授（東大生産研）

\*\* 東大生産技術研究所

† 日本電気株式会社



第 1 図 科学衛星データ伝送装置システムブロック図

送られてくる。

テープ形式

くり出し	数 10 けた	くり出し符号
ETB	1 けた	ブロック終り符号
SOH	1 けた	ヘッダー初め符号
電光文字部	数 10 けた	見て読める符号
STX	1 けた	ブロック初め符号
ヘッダー部	数 10 けた	ヘッダー本文
ETB	1 けた	ブロック終り符号

このテープを本装置により COPY すると、

くり出し、SOH、電光文字部、STX、ヘッダー部、ETB

となりくり出し符号と SOH 符号の間にあった ETB 符号は自動的になくなって、せん孔機より出力される。

(b) 編集動作

ヘッダー部分の COPY につづいて衛星の観測が始まると、紙テープ上には以下の操作により各データが、所定の順にパンチされる。(START 動作)

本装置制御部の START スイッチを押すと、編集動作を開始して紙テープ上に下記形式でデータをせん孔する。

せん孔形式

STX	1 けた	自動作成
CR	1 けた	自動作成
LF	1 けた	自動作成
時	2 けた	標準時刻信号
ピリオド	1 けた	自動作成
分	2 けた	標準時刻信号
ピリオド	1 けた	自動作成
秒	2 けた	標準時刻信号
スペース	2 けた	自動作成
*角度モード	1 けた	角度モード信号
スペース	1 けた	自動作成
角度データ	3 けた	角度信号 (AZ)
ピリオド	1 けた	自動作成
角度データ	3 けた	角度信号 (AZ)
スペース	2 けた	自動作成
角度データ	3 けた	角度信号 (EL)
ピリオド	1 けた	自動作成
角度データ	3 けた	角度信号 (EL)
スペース	2 けた	自動作成
○ドップラモード	1 けた	(136 MHz)
スペース	1 けた	自動作成
ドップラデータ	6 けた	(136 MHz)
スペース	2 けた	自動作成
○ドップラモード	1 けた	(400 MHz)
スペース	1 けた	自動作成
ドップラデータ	6 けた	(400 MHz)
ETB	1 けた	自動作成

\* 角度モード信号には 136 MHz と 400 MHz の 2 種類があるが、その組み合わせにより紙テープ上には下記のデータがパンチされる。

角度モード信号

紙テープ上

角度モード    データ

136 MHz ( 0 )	0	/(スラント)
400 MHz ( 0 )		
136 MHz ( 0 )	1	400 MHz 角度実データ
400 MHz ( 1 )		
136 MHz ( 1 )	2	136 MHz 角度実データ
400 MHz ( 0 )		
136 MHz ( 1 )	1	400 MHz 角度実データ
400 MHz ( 1 )		

- 136 MHz および 400 MHz のドップラモード信号と紙テープ上にパンチされるデータは下記の関係にある。

モード信号	紙テープ上の	
	モード	データ
0	0	/(スラント)
1	1	実データ

(STAND-BY 動作)

衛星の観測が始まる前に本装置制御部の STAND-BY スイッチを押しておく、観測が始まって入力信号中のモード信号がどれか一つ以上 1 になれば自動的にスタート状態となり編集動作を開始する。

(STOP 動作)

本装置の編集動作を止める場合には制御部の STOP スイッチを押す。すると紙テープ上にデータを 1 ブロックすなわち ETB までせん孔して止る。

(トレーラの COPY)

一連の観測が終了すると各データをせん孔した紙テープの最後にドップラ周波数などを内容とするトレーラ部を加えて観測データの完了とする。

トレーラ部をせん孔するのは、別に用意したせん孔紙テープ（科学衛星テレメータセンタより観測値を NEAC TYPED で送ってきたもの）をヘッダ部と同様の操作により COPY する。この場合ヘッダ部の場合と異なるのはデータの最後にデータの終りとして送信終了符号の ETX があり、せん孔機は ETX 符号をせん孔すると、つづいて自動的にくり出し符号を若干（0.3 秒～1 秒）せん孔して停止する。

## 2.2 おもなる規格

### ○ 構造

#### (a) 制御部

本制御部の外形寸法は 1070 h×760 w×762 d (mm) の自立形筐体である。筐体の上部にはデコラ板のカウンタートップが開閉できるように取り付けており、前面および後面はそれぞれとびらになっていて内部の保守点検が容易なよう考慮してある。

また、前面とびら上部には日常の操作に必要なランプおよびスイッチ類が操作性を考慮して取付けてある。

#### (b) せん孔機

本せん孔機の外形寸法は制御部とまったく同一の 1070 h×760 w×762 d (mm) の自立形筐体で、上部に紙テープせん孔機械部がある。この部分は内部の点検および紙テープの交換などが容易に行なえるよう上部のデコラ板製カウンタートップと前面とびらが開くようになっている。

筐体下部背面には電源およびせん孔機駆動回路が保守点検を容易に行なえるよう考慮して取付けてある。

#### (c) 読取機

本読取機は 195 h×266 w×246 d (mm) の筐体に機構部および読み取り接点群が実装しており，前面および後面下部のネジを取りはずすとカバーが簡単に上部に取れて内部の点検などは容易に行なうことができる。

以上，紙テープ作成装置の外観を写真 1 に示す。

○ 電気的性能

(a) 入力信号編集機能

各装置，受信機および標準時刻装置から送られてくる 2 進化 10 進の信号をデータ伝送装置で処理できるよう定められた形式に内部で制御符号などを自動付加して編集する。

(b) 監視機能

入力信号線路の断線を監視し，断線であればランプおよびブザで表示する。

(ただし時刻信号系は除く)

(c) STAND-BY 機能

編集動作の開始はスタート状態か，または入力信号中のモード信号の ON (1) と STAND-BY 状態の一致による。

STAND-BY 状態は編集動作を始めると自動的にスタート状態となる。

(d) COPY 機能

紙テープの COPY を行なえる。

(e) データサンプリング周期

データのサンプリング周期をスイッチにより 1, 2, 4 および 8 秒ごとにする事ができる。ただし，1 秒ごとの場合には奇数秒時の角度信号はスラント符号を出力する。

(f) 操作盤機能

操作盤は下記機能を有する表示ランプとスイッチをもっている。

POWER ON スイッチ 電源接

POWER OFF スイッチ 電源断

TIME スイッチ サンプリングタイム切り替え

START スイッチ 編集動作開始

STOP スイッチ 編集動作停止

STAND-BY スイッチ 制御部を STAND-BY 状態にする

COPY-ON スイッチ COPY 動作開始

COPY-OFF スイッチ COPY 停止

PUNCH A スイッチ せん孔機 A 動作開始

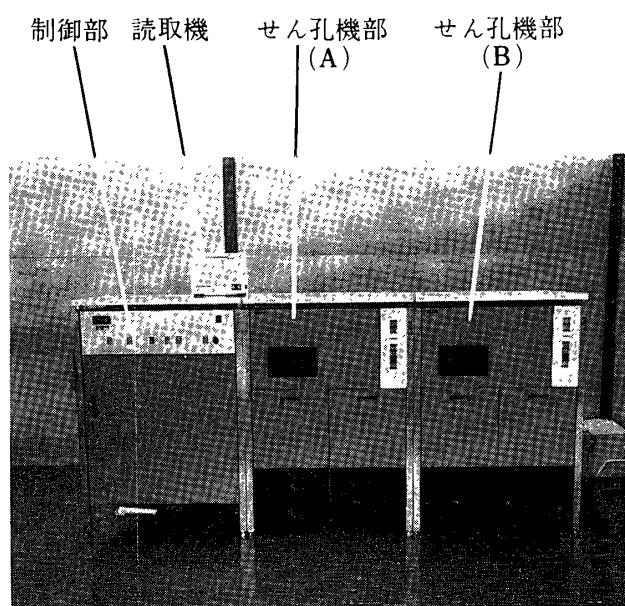


写真 1 紙テープ作成装置

PUNCH B スイッチ セン孔機 B 動作開始  
 136 A GOOD ランプ 136 MHz 角度モード  
 400 A GOOD ランプ 400 MHz 角度モード  
 136 D GOOD ランプ 136 MHz ドップラモード  
 400 D GOOD ランプ 400 MHz ドップラモード  
 ALARM A ランプ 入力信号線監視  
 ALARM B ランプ パンチ入力のパリティチェック

(g) 分岐機能

操作盤上の各表示ランプと STAND-BY, START および STOP の各スイッチは外部より操作・監視のできるよう各接点および端子を裏面コネクタに接続してある。

(h) セン孔機切替機能

セン孔機の紙テープが残り少くなると、セン孔機を自動的に切り替える。

(i) 電源条件

電圧	100 V ± 15 V
周波数	60 Hz
方式	単相
容量	制御部 500 VA 以下
	セン孔機 400 VA 以下

○ 環境条件

本装置は温度 20°C ± 15°C

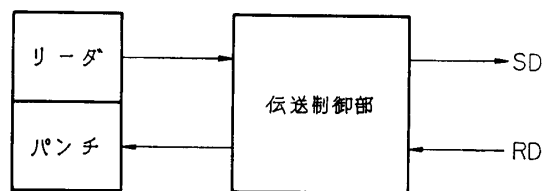
湿度 45% ~ 85%

の室内において安定に動作する。

### 3. DATA X 53 WB/203 WB データ伝送装置

#### 3.1 概 要

本装置はテープリータとテープパンチを有し、紙テープを情報として送受信を行なう端末装置である。また送受信中に発生する種々の誤りを検出し、自動訂正する誤り制御も行なっている。



(リーダーパンチ部)

第 2 図 構成図

装置の構成は第 2 図に示す構成図であり、リーダーパンチ部と伝送制御部とに大別され、両者一体をなす構造を有する。

伝送制御部は誤り制御を含む伝送制御を行ないリーダーパンチ部は伝送制御部の信号によってすべての動作を行なう。

本装置の外観を写真 2 に示す。

伝送制御部は床上にすえ置く自立形筐体の実装しており上部にはリーダーパンチ部を積載する。また日常の操作、取り扱いを考慮し使いやすい構造となっている。

(a) 伝送制御部

伝送制御部のおもな実装内容は、外部操作盤、内部操作盤、電源盤および電子回路を組み込んだパッケージである。外部操作盤は、日常の運用に際しテープ操作と共に、最も操作ひん度の高いところであるため、ボタン、ランプ、メータ類を実装している。

一方日常の運用において使用ひん度が低く、かつ運転中の操作が禁止されている切替えスイッチや保守時に必要な設備は内部に実装されている。

#### (b) リーダパンチ部

伝送制御部とコードで結合する構造で、読取部（リーダ）、せん孔部（パンチ）、送信用テープリール、受信用テープリールなどを、一体化した小形構造である。

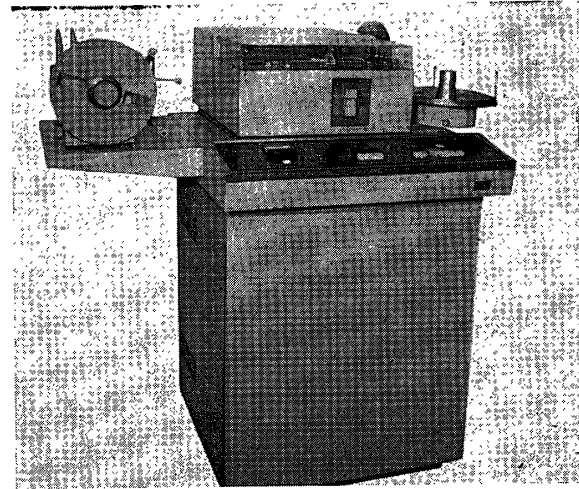


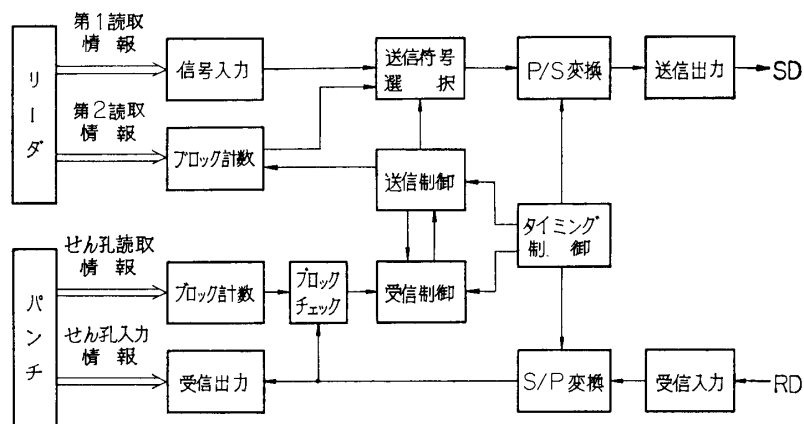
写真 2 筐体寸法 (Max) 850×650×660 mm

### 3.2 動作概要

#### (a) タイミング制御

伝送制御部では内部に発振器を有し、リーダからの読み取り情報（並列 8 単位）に、スタートエレメントとストップエレメントを付加すると同時に、直列 10 単位情報に変換して送信線に送出する。また受信線から受けた直列 10 単位情報は、ストップからスタート状態への信号の変換点を基準にして発振器によってタイミングを作り、並列信号に変換してパンチへ送出する。

第 3 図に本装置のブロック図を示す。

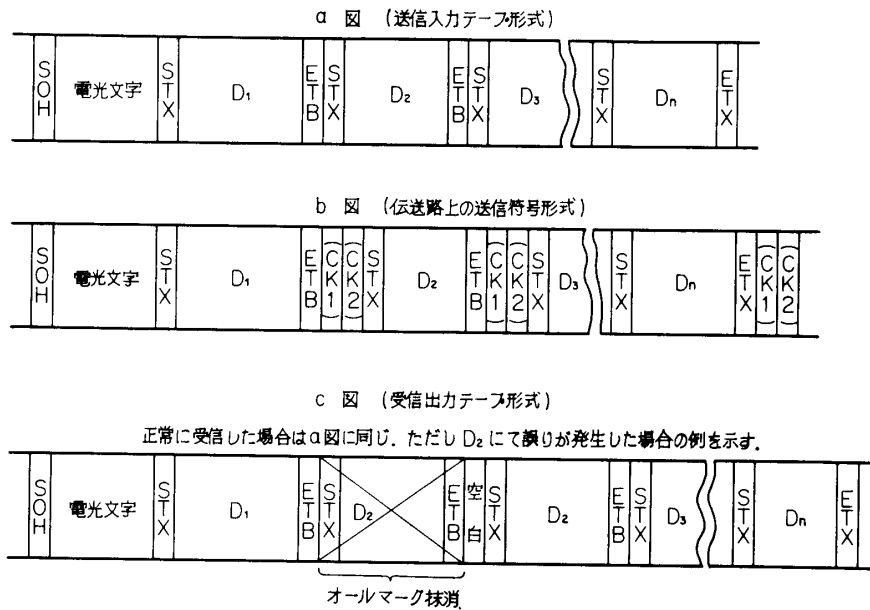


第 3 図 ブロック図

#### (b) 誤り制御

本装置は第 4 図 a 図に示すテープ形式を使用する。

送信局では、このテープをリーダで読み取り、第一読み取り情報を送信線に送出する。また第二読み取り情報はブロック計数に送出しカウントする。



第 4 図 テープフォーマット

そして ETB または EOT を読み取ると、ブロック計数にてカウントされたブロックチェック符号 (CK) を、自動付加し送出する。

CK 符号はテープ上の各行の“1” (せん孔有り) の数を水平方向に 2 進計数したときの、合計数の下 2 けたを示す。

b 図に伝送路上の送信符号形式を示し、c 図に受信出力テープ形式を示す。

受信局は、受信線からの直列符号をタイミング制御により並列信号に変換し、紙テープにせん孔すると同時にせん孔読み取り情報を、ブロック計数にてカウントする。

そして ETB または EOT を検出すると、送信局から送出された CK 符号とをブロックチェックにより照合し誤りを検査する。

誤りのない場合は、つぎのデータを要求する確認符号 ( $A_1$  または  $A_2$ ) を返し受信を待つ。

誤りを検出した場合は、受信したデータをオールマークで抹消し再送を要求する確認符号 ( $A_1$  または  $A_2$ ) を返し、再受信する。

送信局では、再送要求を受けるとテープを 1 ブロック後退させ再びデータを送信する。

このようにして誤り制御が行なわれるので、受信局では、送信局と同一のデータを得ることができる。

なお、符号構成は任意にセットを行なうことができ、ENQ,  $A_1$  および  $A_2$  は連続文字で送受信を行なう。

#### (c) 制御符号

第 1 表は本装置の制御符号とその性質を示す。

#### (d) $A_1$ , $A_2$ 方式

受信局は送信局より送信開始時に送出された ENQ を受信すると、受信状態がよければ 2 種の確認符号  $A_1$ ,  $A_2$  のうちいずれかを返送する。



第 1 表 制御符号一覧表

略号	名称	伝送の方向 送信—受信	符号構成								使用条件	
			1	2	3	4	5	6	7	8		
SOH	heading の始め符号	→	●	○	○	○	○	○	○	○	●	テープ上の符号 送信開始時
STX	ブロック 始め符号	→	○	●	○	○	○	○	○	○	●	テープ上の符号 ブロック送信開始時
ETB	ブロック 終り符号	→	●	●	●	○	●	○	○	○	○	テープ上の符号 ブロック送信終了時
ETX	送信終了符号	→	●	●	○	○	○	○	○	○	○	テープ上の符号 送信終了時
A <sub>1</sub>	確認符号	←	○	●	●	○	○	○	○	○	○	ブロック受信後および ENQ 受信時
A <sub>2</sub>	”	←	●	○	●	○	●	○	○	○	●	”
ENQ	確認符号 返送要求符号	→	●	○	●	○	○	○	○	○	○	「送信」ボタン押下時 および返送符号待ち
BEL	打合せ用符号	→	●	●	●	○	○	○	○	○	●	停止状態で「打合せ」 ボタン押下時

注 ● マークせん孔あり  
○ スペースせん孔なし

送信局では A<sub>1</sub> または A<sub>2</sub> を受信すると、データの送信を行ないそれ以後受信局は、データがよいと判定された場合にのみ、その前の受信ブロックに対して返送した確認符号と異なる確認符号を、それ以外の場合は前と同様の確認符号を返送する。

送信局は返送された確認符号と、その前のブロックに対して返送された確認符号とを照合して、同一の場合は NACK、同一でない場合は ACK とみなして、同一ブロックの再送、あるいはつぎのブロックの送信を行なう。

以上の動作を No. 1, No. 2 タイムチャートに示す。(第 5 図, 第 6 図)

(e) その他の機能

以上のような制御動作に加えて、つぎの機能を持っている。

#### 1) 確認監視

送信局ではさきに送出したブロックに対し、返送符号が送られて来ない場合、ENQ を一定時間間隔で送出し、受信局に問合せる。

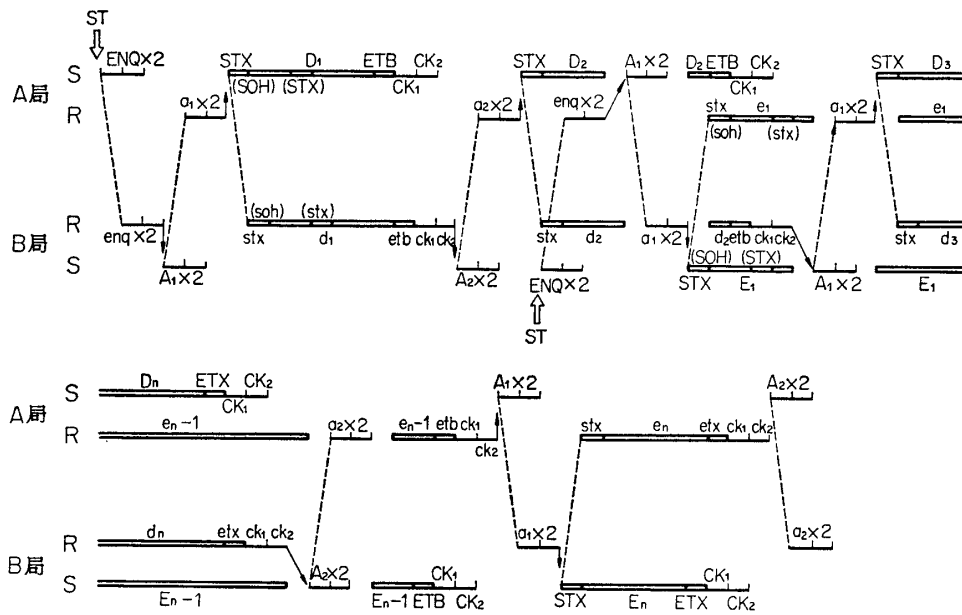
受信局ではさきに受信したブロックのチェック結果を A<sub>1</sub> または A<sub>2</sub> で返送する。このとき一定時間内に受信局からの応答がない場合は、確認アラームとなる。

#### 2) 再送監視

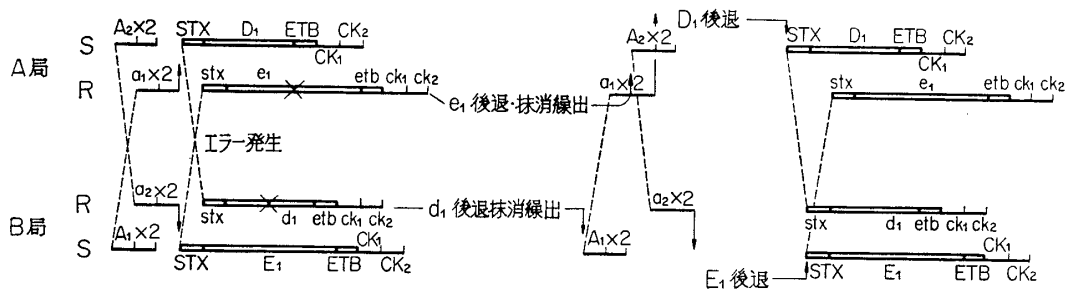
送信局では、同一ブロックを連続 3 回送り直してもなお誤った場合は再送アラームとなる。

#### 3) 始終監視

送信テープ上の STX と ETB または ETX の交互性チェックを行ない、誤った場合はテ



第 5 図 No. 1 信号形成タイムチャート (正常の場合)



第 6 図 No. 2 信号形式タイムチャート (ブロック誤りの場合)

ープアラームとなる。

4) ブロック長監視

送信局ではブロックの長さを監視 (約 200 文字) し、監視にかかった場合は、送信テープアラームとなる。

5) テープアウトおよびオートストップ

送信局にて送信テープが無くなったとき、およびテープに張力がかかったときは、送信テープアラームとなる。

6) テープエンド

受信局にて受信テープが無くなったときは、受信テープアラームとなる。

3.3 おもなる規格

通信速度 50 ボーまたは 200 ボー

通信速度偏差 ±0.2%

通信信号 (電圧/電流) ±(8±2) V 200 ボー  
±(20±2) mA 50 ボー

通信方式	全2重通信
同期方式	調歩式
伝送符号	10 単位符号
入出力符号	8 単位紙テープ
誤り検出方式	水平ブロックチェック (2けた)
誤り訂正方式	誤りブロックの後退抹消と再送による訂正
電源電圧	AC 100±10 V (50 Hz, 60 Hz)
使用温度	20±15°C
消費電力	約 250 VA

#### 4. あとがき

本装置は、科学衛星のトラッキングと軌道予測および予測データの伝送のため製作されたものであり、43年10月～11月に一連のオペレーションに対するトレーニングとシステムに対する評価などの目的で、科学技術庁宇宙開発推進本部と東京大学宇宙航空研究所の主催で日立製作所、日本電気株式会社の協力のもとに、実存の136 MHz ビーコン電波を発信している衛星をトラッキングすることが行なわれた。観測点は千葉県勝浦と沖縄の温納村にある科技庁電波追跡所と内之浦観測所の3点観測であったが、この結果、これら科学衛星データ伝送装置が所期の性能を有することを確認した。

本装置のシステム計画に当ってご助力いただいた科学技術庁宇宙開発推進本部村松部長、松本技官、電々公社技術局調査部門の伊藤、竹之内両氏、ならびに日立中央研究所嶋田、氏家の両氏に厚く御礼申上げる。

1969年3月15日 宇宙工学