

5.2 テレメトリ・コマンド装置

5.2.1 テレメトリ装置

(1) テレメトリ信号復調装置

ETS-V のテレメトリ信号は 5 GHz 帯ビーコン信号を兼ねており、PCM/PSK/PM の二重変調信号である。本装置は、自動追尾受信装置から出力される 10.7 MHz のテレメトリ IF 信号及び基準信号で位相復調を行い、PCM/PSK 信号をテレメトリ信号復号装置へ送出する。

CS と ETS-V の相異点は、PCM 信号のビットレートが CS は 250 bps であるのに対し、ETS-V は 512 bps である。本装置は、CS の管制に用いた装置⁽¹⁾ のバンドパスフィルタを改修して用いている。

(2) テレメトリ信号復号装置

本装置は、テレメトリ信号復調装置から出力される PCM/PSK 信号を入力し、PSK 復調、ビット同期、フレーム同期を行ってテレメトリデータを解読する。テレメトリの諸元を第 5.2-1 表に示す。また、テレメトリ信号の系統図を第 5.2-1 図に示す。本装置は、CS の管制に用いた装置を使用する予定であったが、一部の装置に仕様を満足しないものがあつたため新規に製作を行った。本装置の主要諸元を第 5.2-2 表に示す。また、テレメトリ信号受信系のビット誤り率特性を第 5.2-2 図に示す。

a. PSK 復調部

テレメトリ復調装置から出力される 256 kHz の副搬送波を 2 次変調している PCM/PSK 信号を復調し、PCM

第 5.2-1 表 テレメトリ諸元

| | |
|-------------|--------------|
| 変調方式 | PCM/PSK/PM |
| PM 変調指数 | 0.8 rad. |
| 副搬送波周波数 | 256 kHz |
| ビットレート | 512 bps |
| PCM 符号形式 | Biφ-L |
| テレメトリフォーマット | 2 種類 |
| フレーム構成 | |
| ワード長 | 8 ビット/ワード |
| マイナフレーム長 | 128 ワード/フレーム |
| メジャーフレーム長 | 32 フレーム |

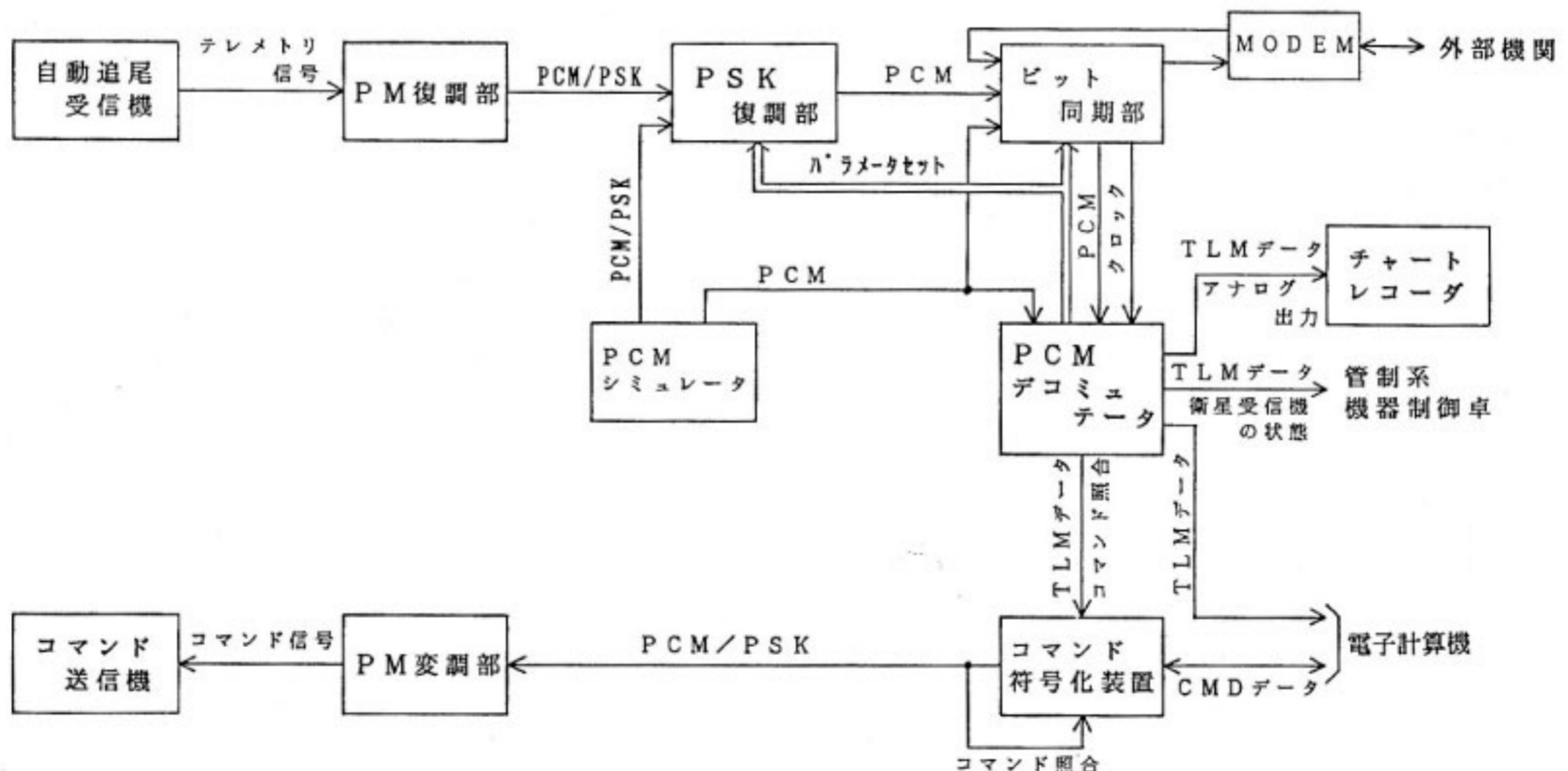
テレメトリ信号を出力する。

b. PCM ビット同期部

PCM 信号のビット同期を行う。また、PCM 符号形式を Biφ-L から NRZ-L に変換して PCM デコミュテータへ出力する。

c. PCM デコミュテータ

PCM 直列テレメトリ信号のフレーム同期信号を検出してフレーム同期を行い、データのワード分離を行って並列テレメトリ信号を出力する。さらに、1 ビットに分離した出力、D/A 変換出力を有する。本装置のパネル面には 16 ワード分の表示器があり、各ワードとも独立に 2 進、8 進、10 進あるいは 16 進形式で表示することができる。並列テレメトリ信号は計算機の I/O 装置へ出力する。ビット出力は管制機器制御卓へ出力し、衛星のステータス表示に使用する。D/A 変換出力はチャートレコーダの記録に使用する。

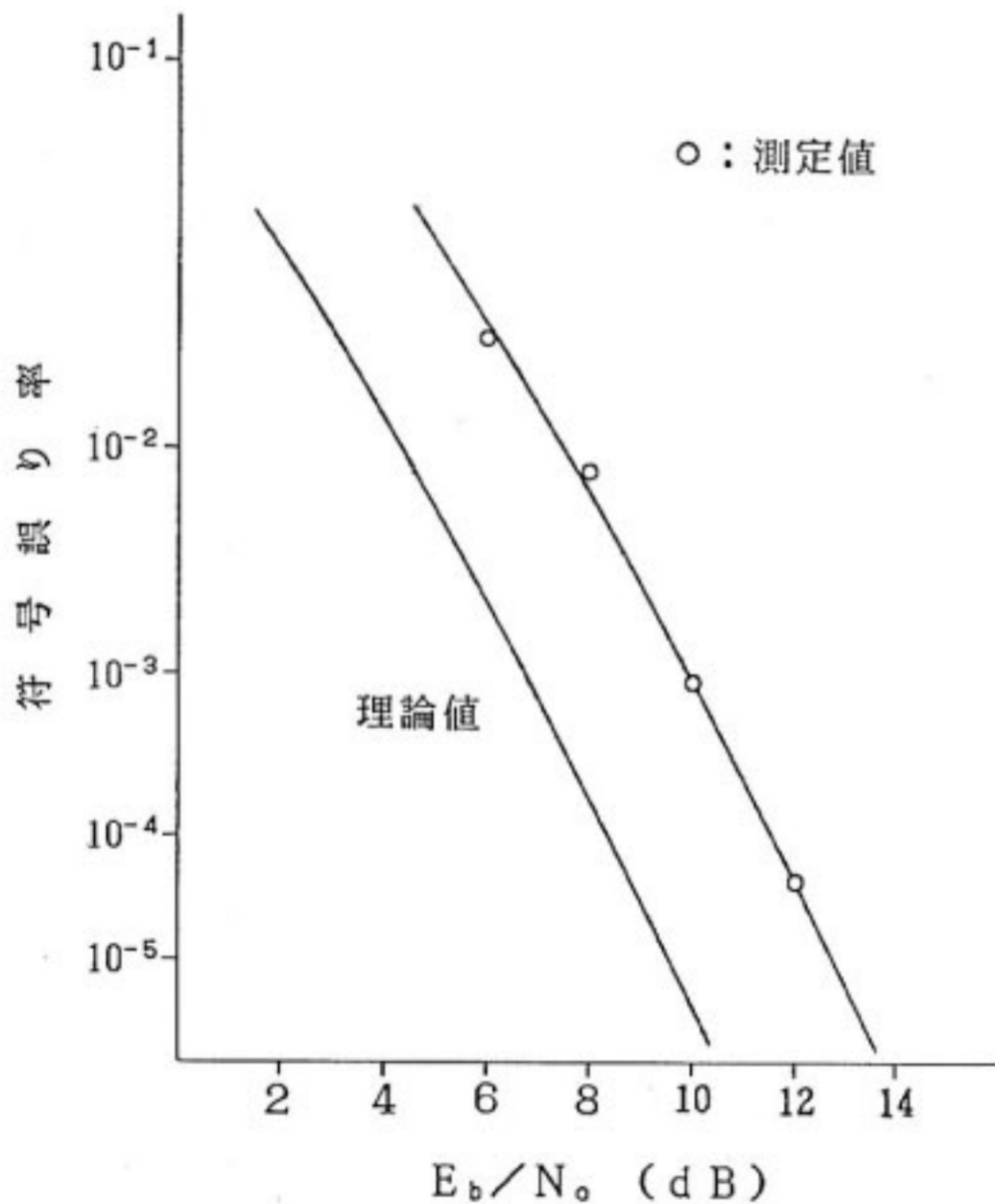


第 5.2-1 図 テレメトリ・コマンド信号系統図

西垣孝則, 笠井克幸 (鹿島支所 衛星管制課)
村田一夫 (通信・放送衛星機構, 元電波研究所)

第 5.2-2 表 テレメトリ信号復号装置主要諸元

| | |
|-----------------------|--------------|
| PSK 復調器 | |
| 入力信号周波数 | 256 kHz |
| 入力信号レベル | 0 dBm |
| 入力インピーダンス | 50 Ω |
| 出力レベル | 0 dBm |
| 出力インピーダンス | 50 Ω |
| PCM ビットシンクロナイザ | |
| 入力信号形式 | PCM (Biφ-L) |
| 入力信号ビットレート | 512 bps |
| 出力信号 | PCM (NRZ-L) |
| | 同期信号 |
| 出力レベル | TTL レベル |
| PCM デコミュテータ | |
| 入力信号 | PCM (NRZ-L) |
| 表示器 | プラズマディスプレイ |
| 出力信号 (電子計算機へ) | 8 ビットパラレルデータ |
| | ワードパルス |
| | フレームパルス |
| | サブフレームパルス |
| | フレームロック信号 |
| | サブフレームロック信号 |
| D/A 変換出力数 | 12 |
| D/A 変換出力レベル | 0~5 V |
| ビット出力数 | 8 |
| ビット出力レベル | TTL レベル |



第 5.2-2 図 テレメトリ受信系符号誤り率特性

本装置は、マイクロプロセッサを使用し、衛星名の指定だけで必要なパラメータの設定ができる。パラメータは ROM に記録されており、ROM を交換することにより他の衛星に対応することができる。また、PSK 復調

第 5.2-3 表 コマンド装置主要諸元

| | |
|-------------------|------------------------|
| コマンド符号化装置 | |
| 計算機インターフェイス | GPIB |
| 表示器 | プラズマディスプレイ |
| 出力信号 | PCM/PSK |
| 出力レベル | 0.5~2 V _{p-p} |
| 出力インピーダンス | 75 Ω |
| コマンド信号変調装置 | |
| 出力周波数 | 1.7005 GHz |
| PM 変調指数 | 0.3~1 rad. |
| 出力レベル | 0 dBm |
| 出力インピーダンス | 50 Ω |
| スプリアス | -50 dB 以下 |
| 位相雑音 | 2.5° rms 以下 |
| | 2 次の位相同期ループで測定 |

第 5.2-4 表 コマンド諸元

| | |
|----------|------------|
| 変調方式 | PCM/PSK/PM |
| PM 変調指数 | 0.4 rad. |
| 副搬送波周波数 | 16 kHz |
| ビットレート | 125 bps |
| PCM 符号形式 | NRZ-M |

部及びビット同期部のパラメータ設定も行うことが出来る。

d. チャートレコーダ

PCM デコミュテータから出力される 8 ビットのテレメトリ信号の D/A 変換出力を記録する。記録チャンネル数は 8 ch であり、出力データの選択はデコミュテータで行う。

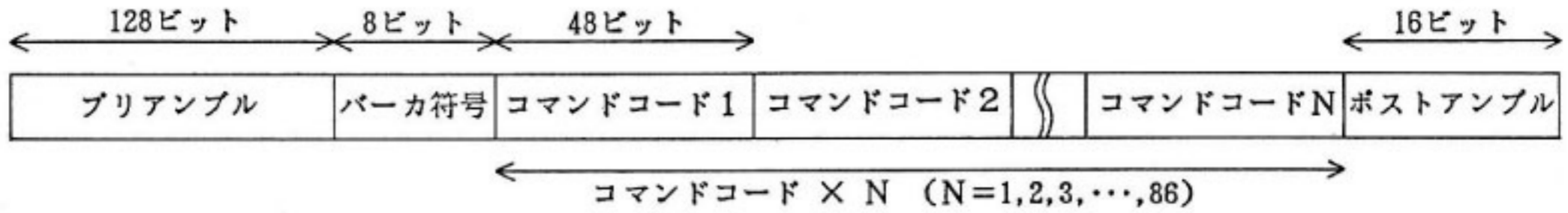
5.2.2 コマンド装置

本装置は、EMSS 実験に必要な衛星搭載機器の制御に使用するもので、コマンド符号化装置、コマンド信号変調装置及びアップリンク・アクイジション機構より構成される。コマンド装置の主要諸元を第 5.2-3 表に、信号系統図を第 5.2-1 図に示す。

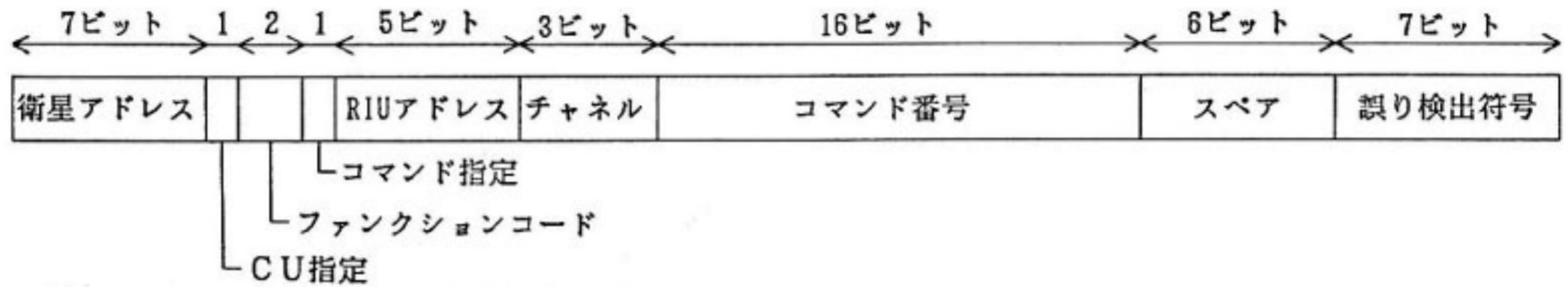
ETS-V のコマンドは 1 度に最大 86 個のコマンドをまとめて送信することができる。CS 等のコマンドは送信コマンドを 1 個ずつテレメトリにより確認しながら実行していたが、86 個のコマンドを確認しながら実行していたのでは手数がかかる。このため、各コマンドに誤り検出符号を付加して送信し、誤りが検出されなければそのまま実行する方式を採用している。テレメトリにより衛星で実行したコマンド数がわかるので、送信コマンド数と照合してコマンドの確認を行う。コマンドに誤りが検出された場合、検出された時点でコマンド実行を停止し、実行コマンド数をテレメトリで下ろす。誤り検出符号として巡回符号を用いている。

(1) コマンド符号化装置

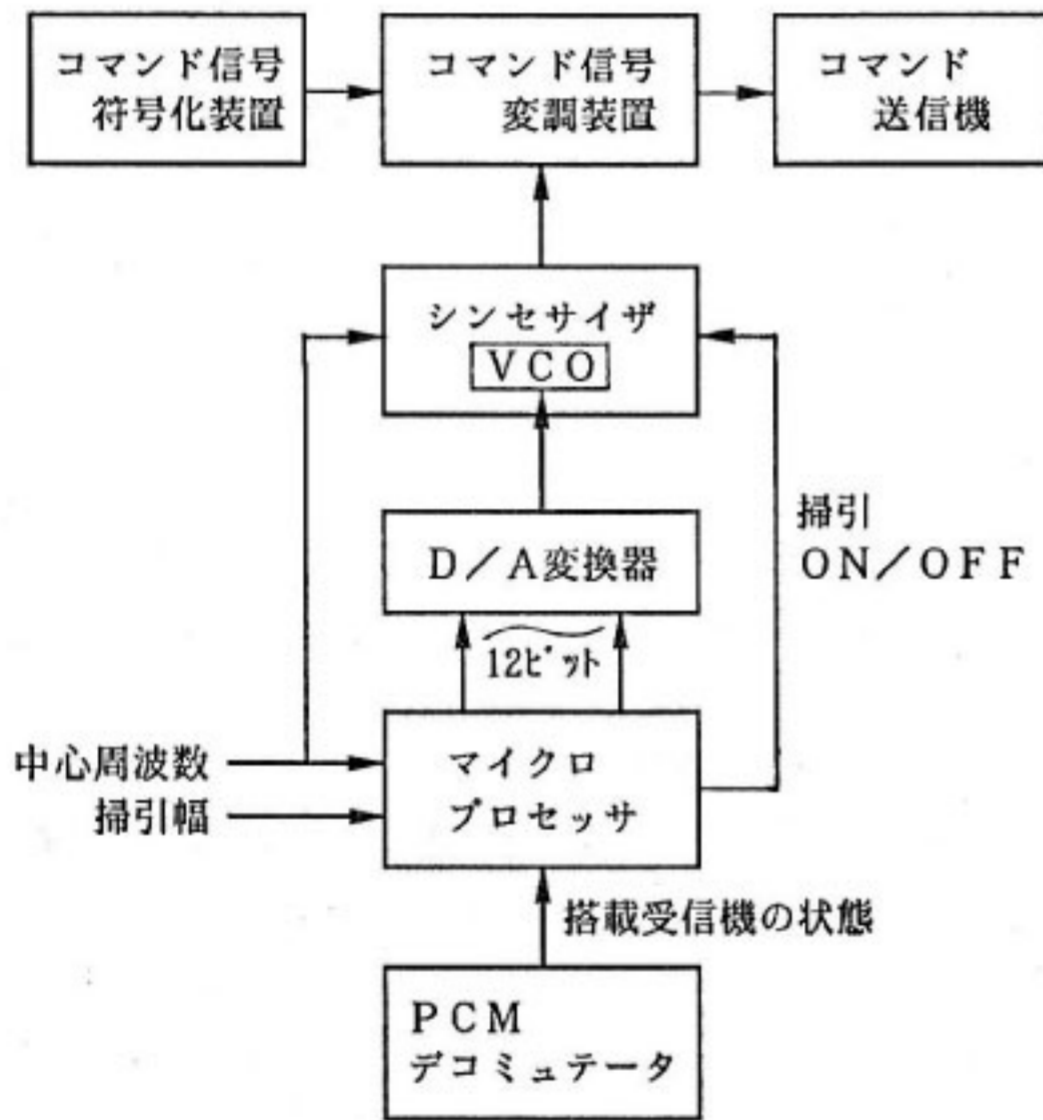
(1) コマンドフォーマット



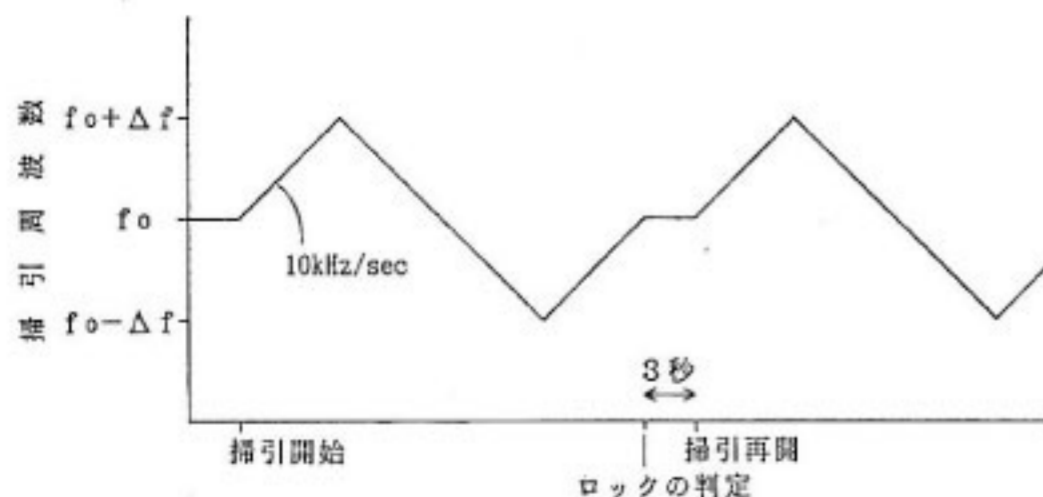
(2) コマンドコード



第 5.2-3 図 コマンドフォーマット



第 5.2-4 図 アップリンクアクイジション機構



第 5.2-5 図 周波数掃引パターン (Δf : 最大 120 kHz)

本装置は、計算機から出力されるコマンドデータを所定のフォーマットのコマンド符号に変換し、この符号で

16 kHz の副搬送波を PSK 変調してコマンド信号変調装置へ出力する。コマンド諸元を第 5.2-4 表に示す。また、コマンドフォーマットを第 5.2-3 図に示す。

本装置は、マイクロプロセッサを内蔵しており、計算機と GP-IB インタフェースで接続される。計算機からはコマンド番号、コマンドユニット番号等を入力すれば、装置内で衛星アドレス、誤り検出符号等を付加して所定のコマンド符号を発生し、変調装置へ送出する。また、本装置のパネル面においてもコマンドの設定、送信を行うことができる。送信コマンド符号の確認のため、PSK 変調信号を復調して照合を行う。また、テレメトリにより送信コマンド数と衛星で実行したコマンド数の比較を行い、コマンドの確認をしている。

(2) コマンド信号変調装置

本装置は、コマンド符号化装置から出力される PSK 信号を入力し、搬送波を PM 変調して 1.7 GHz の IF 信号を TT & C 送信機へ送出する。

(3) アップリンクアクイジション機構

衛星にコマンドを送信する場合、あらかじめ送信周波数を掃引して衛星受信機の PLL 回路をロックさせる必要がある。CS では手動で掃引してきたが、この機能をマイクロプロセッサを使用して自動化した。この機構のブロック図を第 5.2-4 図に示す。アクイジションモードを自動にすると、プロセッサの持っているカウンタのカウントアップあるいはカウントダウンを行い、このカウント値を D/A 変換して出力する。この出力によりシンセサイザの VCO (電圧制御発振器) を制御する。1 周期掃引した時点で衛星受信機がロックしていれば掃引を中止し、ロックしていなければ掃引を再開する。掃引パターンを第 5.2-5 図に示す。

参考文献

送衛星 (BS) 計画と電波研究施設特集号」電波季
24, 131, DEC. 1978.

- (1) 「実験用中容量静止通信衛星 (CS) ・実験用中型放

