

4. 鹿島地球局

4.1 海岸／航空地球局の概要

4.1.1 海岸／航空地球局の構成

海岸／航空地球局は、各種の移動体衛星通信実験に必要な基地局通信装置をはじめ衛星搭載中継器の軌道上における伝送特性の測定機能、衛星管制及び運用機能などの、ETS-V/EMSS 実験に必要なほとんどすべての機能を備えており、実験を実施する上で中心的な役割を果たす地球局である。

地球局の設置場所は電波研究所鹿島支所である。局舎には衛星通信及び衛星放送の実験のために建設した庁舎（略称：CS/BS 庁舎）を用いる⁽¹⁾⁽²⁾。第4.1-1図に地球局局舎の外観を示す。

海岸／航空地球局の主要なシステムは、第4.1-2図に示すように、Cバンド系とLバンド系から成るRF系、実験端局系及び衛星管制系である。なお、衛星管制系は、5. にまとめられているので本稿では触れないことにする。

4.1.2 RF系の構成⁽³⁾

RF系は、移動体通信のフィードリンクであり、また、衛星管制回線としても用いられるCバンド系と、パイロット信号によるAFCや擬似移動地球局として用いられるLバンド系で構成されている。

(1) Cバンド系

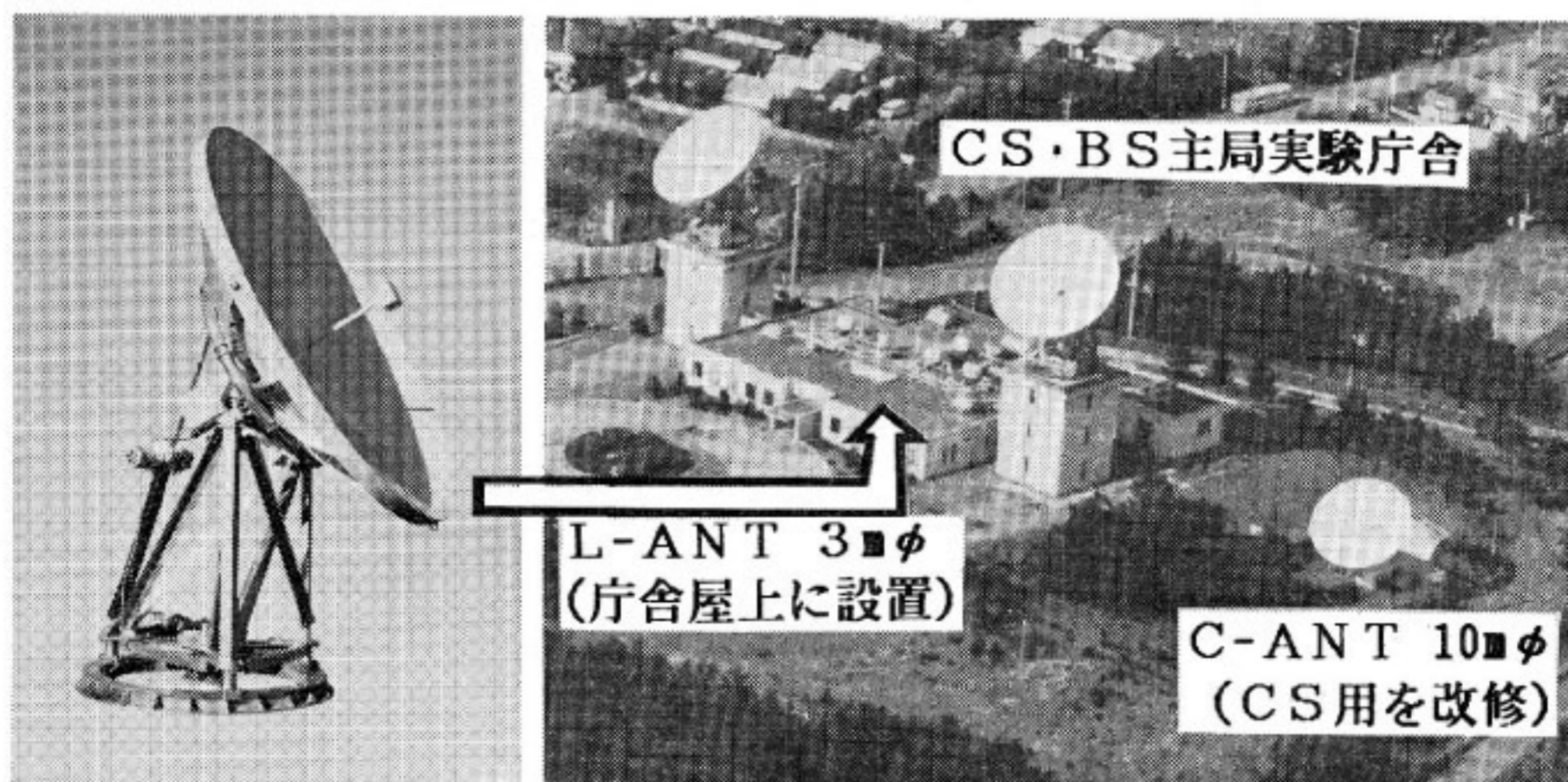
Cバンド系は、直径10mのパラボラアンテナ、ステップ方式の自動追尾装置、300Wの通信用TWT大電力増幅器及び20Wの衛星管制コマンド用の電力増幅器、低雑音受信器、送信及び受信周波数変換器などで構成される。これらの内、低雑音受信器と送信及び受信周波数変換器以外は、CS実験用の6/4GHz帯システムを一部改造して用いる。また、受信系は主に電子航法研究所が開発・整備を分担している。第4.1-1表にCバンド系の主要諸元を示す。

SCPC通信及びTDM/TDMA通信のいずれの場合も、L/C及びC/L回線における総合C/N₀は、移動局に支配されており、海岸／航空地球局の寄与量がそれぞれ約0.1dB及び1dB程度になるよう回線設定が可能である。

通信実験用の2式の大電力増幅器は、北ビーム用及び南ビーム用として独立に動作するが、同一ビーム内の複数の信号を2式で分担して同時送信することも可能である。これによって、多数のSCPC信号を同時送信する場合でも各信号間の相互変調積のレベルを十分低く抑えることができる。

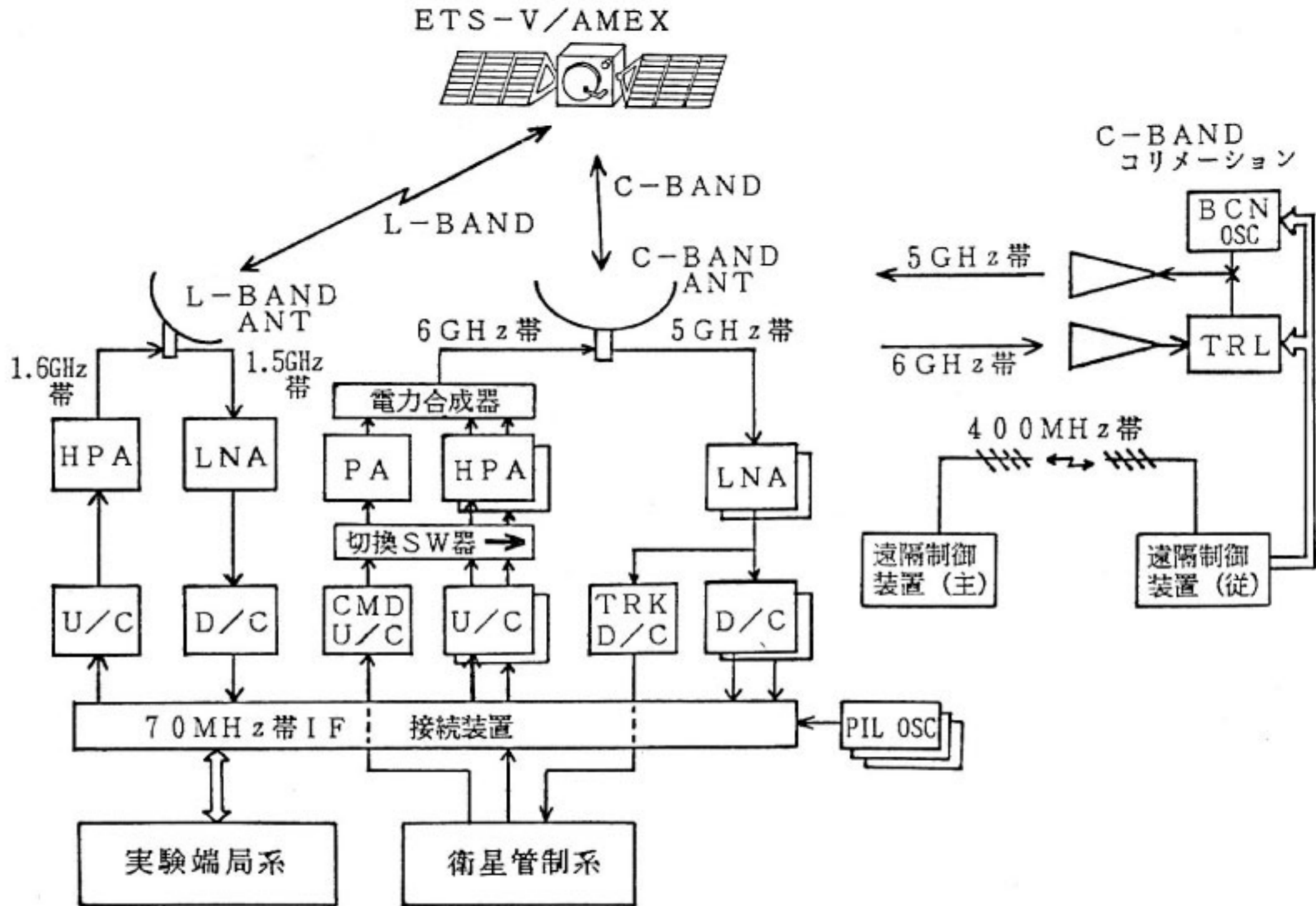
2式の大電力増幅器は、互いに他の冗長系となっており、さらにコマンド送信機の冗長系にもなっている。低雑音受信機にも冗長系が用意されている。

(2) Lバンド系



第4.1-1図 海岸／航空地球局の外観

山本 稔, 浜本直和, 長谷良裕, 若菜弘充, 橋本幸雄 (鹿島支所 第二宇宙通信研究室), 井口政昭 (宇宙通信部 衛星通信研究室)



第 4.1-2 図 海岸/航空地球局システムブロック図

Lバンド系は、擬似移動地球局とパイロット信号による AFC 機能の二つの役割を持つ。Lバンド系の主要諸元を第 4.1-2 表に示す。直径 3 m の、擬似地球局としては大きなアンテナを用いる理由は、Cバンドの場合と同様、SCPC 信号を 6 波共通増幅する場合、送信機のバックオフを十分に確保して、相互変調によるスプリアスレベルを抑えるためである。Lバンド RF 系を十分に余裕のあるシステムとしたもう一つの理由は、衛星搭載中継器の特性測定を精度よく行うためである。

(3) AFC

衛星中継器の周波数変換用発振器の周波数変動をすべて海岸/航空地球局で補償し、移動局の負担を軽くするために、次の方法で AFC を行う。C/L 回線のパイロット信号を用いて、Lバンドの受信周波数が規定値となるように Cバンドフィードリンクの送信周波数を制御する。これを送信 AFC とする。また、L/C 回線のパイロット信号を用いて、フィードリンクの受信周波数が規定値となるように Cバンド受信系の周波数変換器の発振周波数を制御する。これは通常の AFC と同じであるが、ここでは受信 AFC と呼ぶことにする。衛星中継器の系が異なるので、Lバンドの南北のそれぞれのビームごとに AFC を行う必要があり AFC は合計 4 系統になる。本システムでは、スペクトルアナライザで受信周

波数のずれを検出し、この量に応じてシンセサイズド信号発生器の発振周波数をパーソナルコンピュータを用いて制御する AFC 方式を採用した。このような方式を用いる理由は、低速データ伝送時に特に特性の劣化要因となる位相ジッターに関して、特性の良好なシンセサイズド信号発生器が市販されていること、制御パラメータ及び周波数設定の自由度が高いこと、4 系統の AFC に共通のシステムを用いることができるので保守の面で有利なことなどである。

なお、航空機局との通信を行う場合は、航空によるドップラシフトがあるため (± 2 kHz 程度)、各復調器にはドップラシフト用 AFC が別に用意されている。

(4) 監視制御及びデータ収集システム

地球局の各システムは、GP-IB インタフェースによるパーソナルコンピュータを用い、メニュー選択によって画面上の各システムの状態表示を見ながら、集中的に監視及び制御をできるようになっている。また、この監視制御システムは、ミニコンを用いた実験用データ収集システムと接続されており、統一的なデータの収集、記録が可能となっている。移動地球局で自動収集されるデータも含めて系統的な処理が可能となるように、データ収集及び記録形式に配慮がなされている。

第4.1-1表 Cバンド RF系主要諸元

| | |
|------------------|--------------------------------------|
| アンテナ形式 | コルゲートホーン, 鏡面修正 カセグレン |
| 直径 | 10 m |
| 周波数帯 | 送信 5925~6425 MHz 受信 5100~5250 MHz |
| 偏波 | 送受とも左旋円偏波 |
| 利得 | 送信 54.7 dB 受信 53.5 dB |
| 雑音 | 27.9 K (50°EL) |
| 楕円偏波率 | 0.3 dB 以下 |
| 自動追尾 | ビーコン波受信強度検出による ステップ方式 |
| 送信機素子 | TWT |
| 飽和出力 | 通信用 300 W TT & C 用 20 W |
| 受信機素子 | GaAs FET (常温) |
| 雑音温度 | 66.5 K |
| 利得 | 57 dB |
| G/T | 33.8 dB |
| 送信及び受信用周波数変換器 | |
| (1) 通信用形式 | ダブルコンバージョン |
| IF 周波数 | 70 MHz 帯及び 1700 MHz 帯 |
| 位相雑音 | オフセット周波数 1 kHz にて -80 dBc 以下 |
| 周波数安定度 | $\pm 1 \times 10^{-8}$ /週以下 |
| (2) TT & C 用送信形式 | シングルコンバージョン |
| IF 周波数 | 1700 MHz 帯 |
| 位相雑音 | 通信用と同じ |
| 周波数安定度 | " |
| 受信形式 | シングルコンバージョン |
| IF 周波数 | 140 MHz 帯 |
| 周波数安定度 | $\pm 1 \times 10^{-6}$ /日以下 |

4.1.3 実験端局系⁽⁴⁾

端局系の構成を, 第4.1-3図に示す. 海事及び航空通信端局は, SCPC 通信装置, TDM/TDMA 通信装置, 誤り訂正符号化復号部, 音声符号化復号部及び端末部で構成されている. 陸上移動通信端局は, 開発中のものも含めるとデジタル方式の CMF-SS 通信装置, MSK 通信装置, デジタル FM メッセージ通信装置及びアナログ方式の ACSSB 通信装置で構成されている. 音声符号化復号器, 誤り訂正符号化復号器等は, 必要に応じて各通信装置ごとに用意されている. 各通信装置の IF 信号は, IF 接続部を介して任意の RF 系に接続することが可能で, IF 周波数は 70 MHz \pm 3 MHz の範

第4.1-2表 Lバンド RF系主要諸元

| | |
|--------------|--|
| アンテナ形式 | 1次輻射器クロスダイポールによる フロントフィードパラボラ |
| 直径 | 3.0 m |
| 周波数帯域 | 送信 1642.5~1650 MHz 受信 1540.5~1548 MHz |
| 利得 | 送信 30.8 dB 受信 30.3 dB |
| 雑音温度 | 90 K (50°EL) |
| 偏波 | 送受ともに左旋円偏波 |
| 楕円偏波率 | 1.2(TX)/1.8(RX) dB |
| 送信機素子 | GaAs FET |
| 飽和出力 | 30 W |
| 受信機素子 | GaAs FET (常温) |
| 雑音温度 | 102 K |
| 利得 | 54.6 dB |
| G/T | 7.5 dB |
| 送信及び受信周波数変換器 | |
| 形式 | シングルコンバージョン |
| IF 周波数 | 70 MHz 帯 |
| 位相雑音 | オフセット周波数 1 kHz にて -80 dBc 以下 |
| 周波数安定度 | $\pm 1 \times 10^{-8}$ /週 |

囲で 25 kHz ステップの任意の周波数に設定することができる. SCPC 回線の場合は, これによってプリアサイン方式でチャネル割当てを行う.

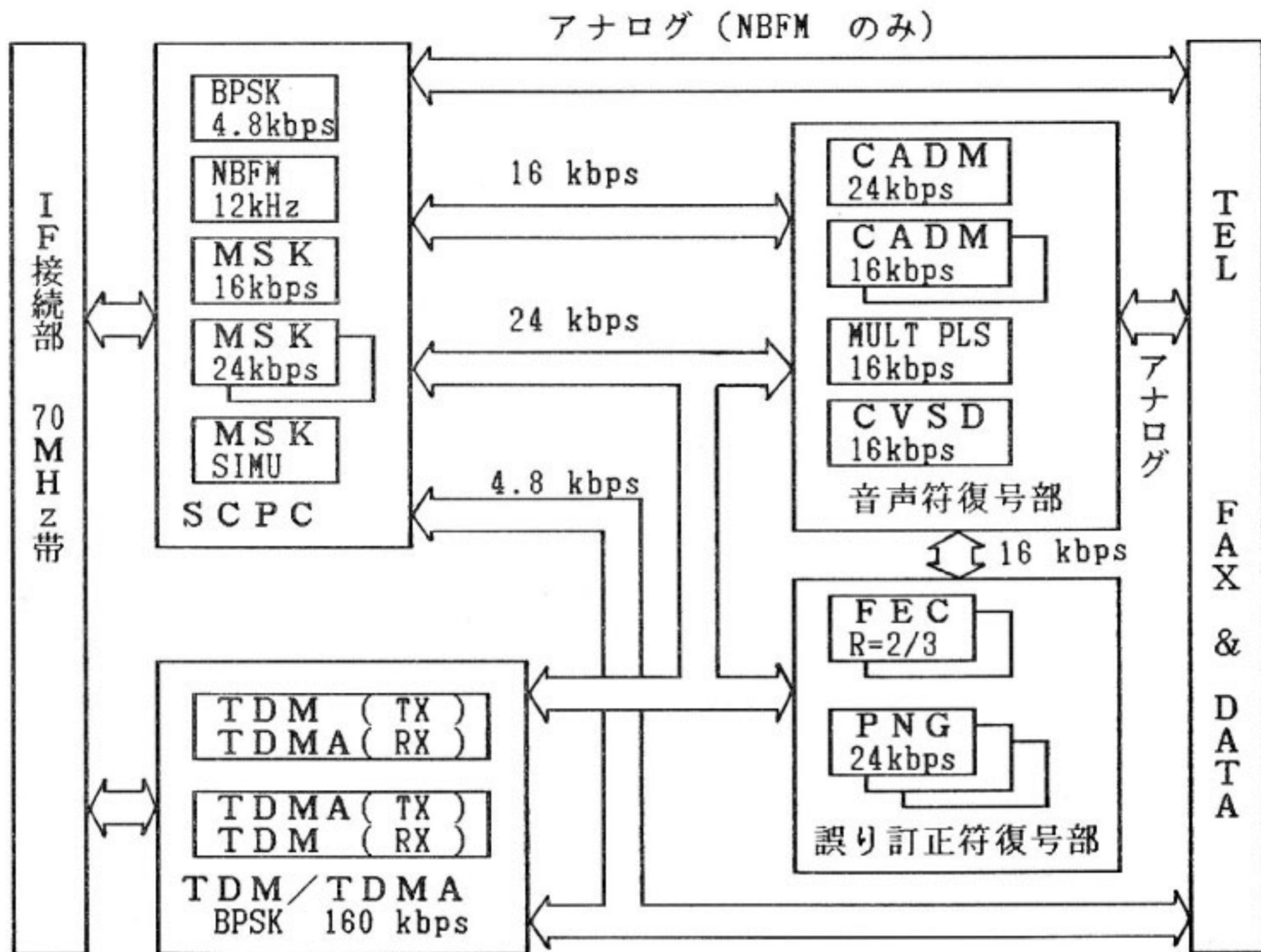
(1) 海事及び航空通信端局

—SCPC 系⁽⁵⁾—

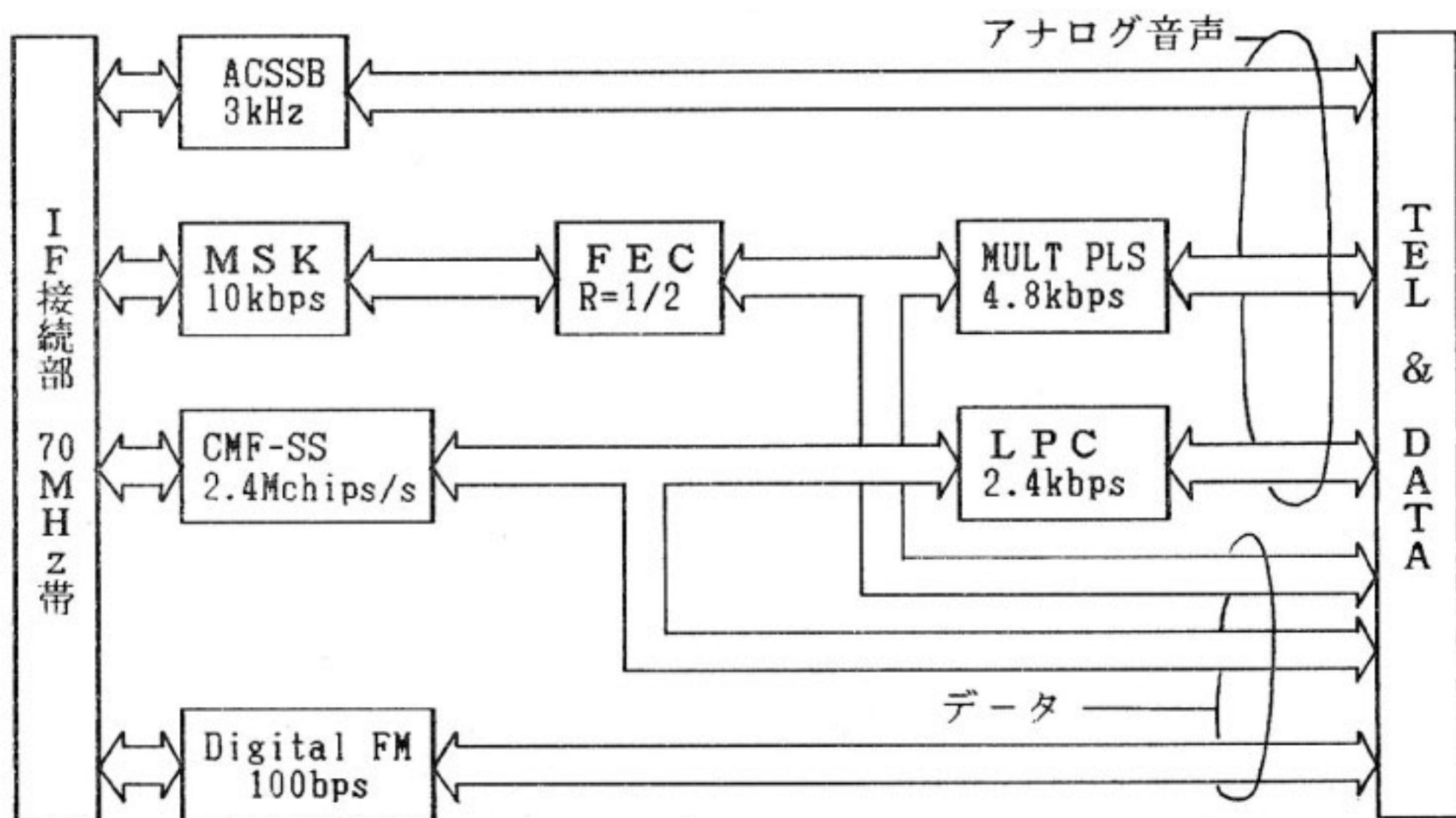
EMSS における船舶及び航空機を対象とした通信実験としては, MSK による SCPC 方式が重要な柱となるものであり, 16 kbps が 1 システム, 24 kbps が 2 システムの合計 3 システムで構成されている. 変調方式に MSK を用いる大きな理由は, MSK 信号は帯域制限した場合の定包絡線特性が優れており, 移動地球局の終段電力増幅器を C 級動作で用いるのに適しているからである.

NBFM-SCPC は, すでにインマルサット等で用いられているものと同一のシステムであり, 先述のデジタル方式との伝送特性や品質の比較検討を行うために用いる.

多数の SCPC 信号が衛星中継器で共通増幅される場合の伝送特性を評価するために MSK-SCPC シミュレータが用意されており, 独立した PN 符号列で変調された 24 kbps の SCPC 擬似信号を 1~4 波同時に送信することができる. また, データ伝送用として, 4.8 kbps の BPSK-SCPC 変復調器も用意した.



海事・航空系



陸上移動系

第 4.1-3 図 通信実験端局構成図

—TDM/TDMA 系⁽⁶⁾—

移動地球局の負担を軽くする観点から特に小型船舶を対象とした移動体通信では、当面、SCPC方式が中心になると考えられる。しかし、技術の進歩によって、将来は衛星回線の利用効率の高いTDMA方式が有利になることが予測されるので、EMSS通信実験のもう一つの柱として、TDM/TDMAシステムを開発して実験を行うことになっている。

当地球局には、海岸/航空地球局用と擬似移動地球局用の2式のTDM/TDMAシステムが設置されている。

回線の接続制御及びバースト同期制御は次のように行う。移動地球局はL/C回線を通じてTDMAで海岸/航空地球局へ信号を伝送し、海岸/航空地球局はC/L回線を用いてTDMで移動地球局へ信号を伝送する。移動局からの回線接続は、自局位置及びTDM信号で通報される衛星位置情報に基づく予測接続によって行う。移動地球局のバースト送出タイミングの補正は、TDMの制御信号で通報される誤差情報に基づいて行う。誤差情報は、海岸/航空地球局において、送信TDMのフレームを基準として受信バーストのタイミングを測定することによって得られる。回線割当は、接続要求を出した移動地球局に対して、TDM回線で、TDMAフレーム上の空きスロットを指定する簡易なデマンドアサインで行う。

(2) 陸上移動通信端局

—メッセージ通信端局⁽⁷⁾—

これは、アロハ方式の packets 通信によって、携帯型の移動局との間で、文字によるメッセージの交換を行う基地局システムである。伝送速度は100 bpsである。変復調方式にデジタルFMを採用し、さらに初期アクセスを移動局から基地局方向に限定し、基地局で移動局からの受信信号の周波数を検出し、これに基づいて移動局の受信同調周波数を推定する方式を用いて、移動局の構成を簡略化し、小型化と経済化を図っている。

—ACSSB 通信端局⁽⁸⁾—

ACSSB通信方式が従来のSSBと異なる点は、送受信側で、それぞれ、音声信号の圧縮と伸張を行うこと及び同期復調のためのパイロットトーン信号を付加して送信することである。これによって、復調特性と音声のS/Nが改善される。この方式は、車載端局の構成が簡単でかつ狭帯域で音声通信が可能なことから、将来のアナログ系の陸上移動衛星通信システムの有力な候補と考えられている。

—MSK 通信端局—

デジタル陸上移動通信実験用としてMSK方式の

システム開発を進めている。陸上移動通信では、車載局のG/T及びEIRPが低くなるため、当面は音声の品質よりも回線の安定性を確保することが重要な課題となる。そのため、実験装置では音声符号化方式としてMPC(マルチパルス駆動ボコーダ)を用いて情報伝送速度を4.8 kbpsに抑え、符号化率1/2の誤り訂正符号化を行って伝送速度を10 kbpsとすることとしている。なお、開発スケジュールの都合で、当初はQPSK方式で実験を開始することも想定される。

—CMF-SS 通信端局⁽⁹⁾—

CMF-SS(コヒーレントマッチドフィルタ方式のスペクトル拡散通信)方式は、従来のスペクトル拡散通信の特徴に加えて、CMFの応用により、ランダムアクセスによる初期接続時間が短いこと(1秒以下)、初期接続、AFC及び拡散復調を同一の回路で比較的容易に実現できる特徴を有する。これらの特徴は、陸上移動衛星通信にとって非常に有効である。実験装置は、2.4 kbpsの音声及びデータを伝送することができる。

参 考 文 献

- (1) 塚本, 林, 小嶋, 橋本; “CS 実験用主固定局兼運用 管制局施設の概要”, 電波季, 24, 131, Dec. 1987.
- (2) 塚本, 梶川, 内門, 横山; “BS 実験用主送受信局 兼運用管制局施設の概要”, 電波季, 24, 131, Dec. 1987.
- (3) 井口, 久保田, 石出; “ETS-V/EMSS—海岸/航空地球局(1), RF 系の概要”, 昭60信学総全大, 2521.
- (4) 鈴木, 浜本, 笹岡, 中津井; “ETS-V/EMSS—海岸/航空地球局(2), 端局系の概要”, 昭60信学総全大, 2522.
- (5) 井口, 若菜, 藤枝, 坂斉, 山本, 小坂; “EMSS 用 SCPC システム”, 昭60信学総全大, 2381.
- (6) 浜本, 笹岡, 橋本, 西山, 山本, 小坂; “EMSS 用 TDM/TDMA システム”, 昭60信学総全大, 2380.
- (7) Y. Hase, R. Suzuki, T. Ikegami, and S. Ohmori; “Very Low Speed Message Communication System Using Hand-held Earth Station”, ICC, '87, 0520-0524.
- (8) 鈴木, 井家上, 小坂, 鈴木, 井上, 齊藤; “EMSS 用陸上移動地球局—ACSSB 方式車載地球局—”, 昭62信学総全大, 2342.
- (9) 浜本, 門脇, 坂斉, 鈴木, 佐藤; “EMSS 計画におけるスペクトル拡散方式移動体通信実験”, 昭62信学総全大, 2343.

