

### 8.4 スペクトル拡散通信方式車載地球局

#### 8.4.1 実験計画の概要

スペクトル拡散 (SS) 通信方式は、次のような特徴を有している。

- 他の通信信号からの干渉を受けにくい。
- 他の通信信号に対して干渉を与えにくい。
- ランダムアクセスが容易に実現可能である。

一方、陸上移動体衛星通信システムでは、小型化のためにビーム幅の広いアンテナを使用しなければならないため、同じ周波数帯域を用いる他の通信システムとの干渉対策が重要な課題となる。また陸上移動体通信では、移動局側の負担を軽くするような回線接続方式が必要となる。これらのことを考慮すると、SS 通信方式は陸上移動体衛星通信に適した通信システムであると言える。

そこで、EMSS 実験の一つとして、SS 方式による各種通信実験を行い衛星回線への適合性を調べることになっている。本実験に用いる車載地球局は、(株)東芝との共同研究により開発する。

ところで、SS 方式には直接拡散方式と周波数ホッピング方式の2種類があり、それぞれ一長一短がある。本システムでは以下の理由から直接拡散方式の SS を用いる。

- 周波数ホッピング方式では、他の通信信号に対して短時間ではあるが電力密度の高い干渉を与えるため、干渉問題からは直接拡散方式の方が優れている。
- 直接拡散方式は、衛星回線 (CS および CS-2) を用いた実験を行ってきており<sup>(1)(2)</sup>、またランダムアクセスの実現を容易とする初期接続時間の短い SS 復調方式をすでに開発している<sup>(3)</sup>。

直接拡散方式には以上の利点があるが、一方、陸上移動体衛星通信ではフェージングやブロッキングによるレベル変動がある。このような現象が直接拡散方式の SS 信号にどのような影響を与えるかは、実験によって調べる必要がある。EMSS 実験では、このような観点から研究を行うため、車載地球局を用いた走行実験を繰り返すなどしてフェージングやブロッキングによる通信品質の評価や伝搬特性の測定を行う予定である。なお、このシステムは、昭和63年3月の完成を目標に開発を進めている段階である。

#### 8.4.2 車載地球局の構成

##### (1) 高周波部

浜本直和 (鹿島支所 第二宇宙通信研究室), 鈴木龍太郎 (宇宙通信部 移動体通信研究室), 三浦 龍 (鹿島支所 第二宇宙通信研究室), 井家上哲史 (宇宙通信部 移動体通信研究室)

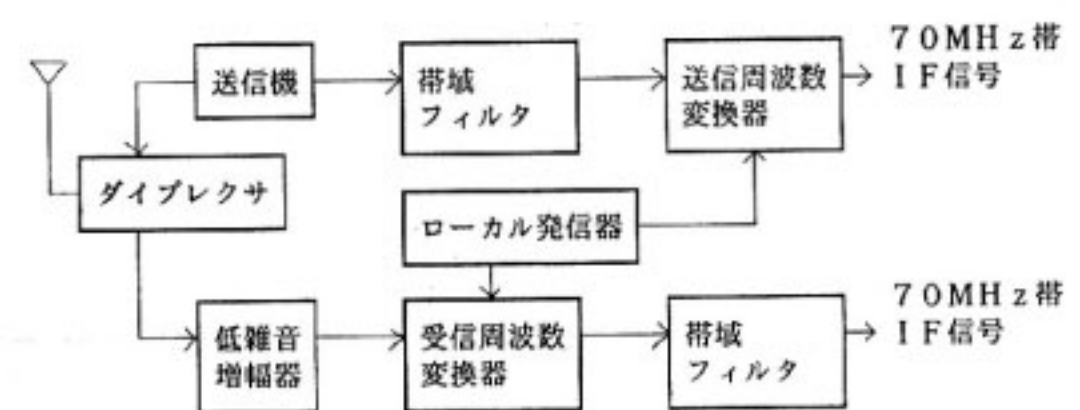
高周波部はアンテナ、送信機、低雑音増幅器、周波数変換部から構成される。高周波部の主要性能を第 8.4-1 表、系統図を第 8.4-1 図に示す。

アンテナは、利得 6 dBi の水平方向無指向性のマイクロストリップアンテナであり、これを汎用のルーフキャリアに取り付けて車の上に設置する。水平無指向性のため衛星追尾機構は必要としない。送信機には、電力効率を良くするため C 級増幅を行う 30 W の固体増幅器を用いる。本体は 36 cm×25 cm のアルミプレートの上の実装されており、アルミプレート自体が放熱板の役割を果たす。低雑音増幅器には、バイポーラトランジスタによる固体増幅器を用いる。送受周波数変換器は L バンド帯と 70 MHz 帯の周波数変換を行う。

これらの機器は、(株)東芝がインマルサット地球局用に開発しているものである。第 8.4-2 表に、これらの機器を用いた場合の回線諸元例を示す。C/L 回線の場合は、L バンド中継器出力を 1 dB 抑圧点で用いたときの例であり、L/C 回線では移動局を最大出力で送信したとき

第 8.4-1 表 高周波部主要性能

アンテナ 形式 利得 ボアサイト軸比 VSWR 偏波	マイクロストリップアンテナ 6 dBi 2 dB 以下 1.3 以下 左旋円偏波
送信機 動作クラス 出力レベル 効率	C 級 30 W 25 %
低雑音増幅器 雑音指数 利得	1.3 dB 42 dB
送信周波数変換器 入力周波数 出力周波数	70 MHz 帯 1644 MHz 帯 1648.5 MHz 帯
受信周波数変換器 入力周波数 出力周波数	1542 MHz 帯 1546.5 MHz 帯 70 MHz 帯



第 8.4-1 図 高周波部系統図

の例である。後述する SS 変復調器を用いた場合、回線マージンは 9~10 dB となる。

(2) 変復調部

変復調部には、電波研究所で開発したコヒーレントマッチドフィルタ復調方式 SS (CMF-SS)<sup>(3)</sup> と同じ方式

第 8.4-2 表 SS 車載地球局を用いた回線諸元例

項目	単位	C/L 回線	L/C 回線
<b>地球局送信系</b>			
送信機出力	dBm	45.0	45.0
フィーダ損失	dB	3.5	1.0
送信アンテナ利得	dB	54.7	6.0
伝搬損失	dB	199.6	188.3
<b>中継器受信系</b>			
アンテナ利得	dB	21.5	24.5
フィーダ損失	dB	0.6	1.2
受信電力	dBm	-82.5	-115.0
受信雑音	dBm/Hz	-169.9	-170.6
上り回線 C/N <sub>0</sub>	dB·Hz	87.4	55.6
<b>中継器送信系</b>			
中継器利得	dB	121.0	123.0
中継器出力	dBm	38.5	8.0
フィーダ損失	dB	1.2	0.6
アンテナ利得	dB	24.0	19.9
伝搬損失	dB	187.7	198.4
<b>地球局受信系</b>			
アンテナ利得	dB	6.0	53.5
フィーダ損失	dB	1.0	0.3
受信電力	dBm	-121.4	-117.9
受信雑音	dBm/Hz	-175.6	-179.0
下り回線 C/N <sub>0</sub>	dB·Hz	54.2	61.1
総合 C/N <sub>0</sub>	dB·Hz	54.2	54.5
所要 C/N <sub>0</sub>	dB·Hz	45.0	45.0

のものを車載用に小型化して用いる。CMF-SS の主要方式諸元を第 8.4-3 表、復調部の基本的な回路構成を第 8.4-2 図に示す。本方式には以下の特徴がある。

- デジタル相関器をアームフィルタとするコスタスループにより、低 C/N の受信 SS 信号から直接情報データを復調する。
- 回路の大幅なデジタル化により、小型化が容易であり、また信頼性、安定性が高い。
- 受信側での周波数捕捉、周波数追尾制御 (AFC) 機能を有しており、衛星回線における周波数変動に強い。

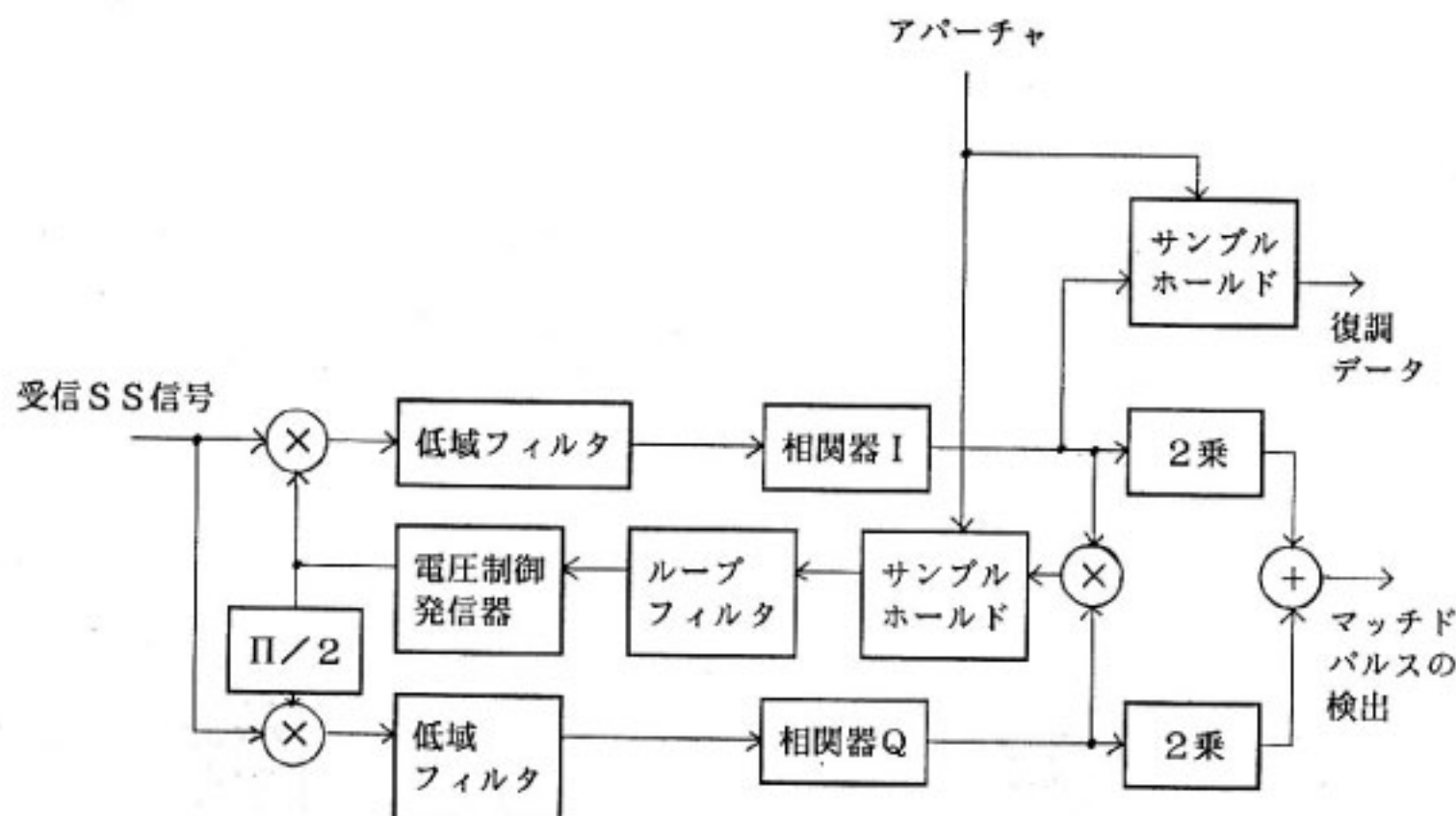
なお、動作原理の詳細については文献 (3) を参照されたい。

本変調部の PN 拡散には BPSK 変調方式を用いる予定であるが、前述した C 級増幅による送信機を用いるため、送信スペクトルの広がり心配される。そこで、本変調部では直交変調方式によりデータの変化点での位相変化をゆるやかにし、スペクトルの広がりを押えるよう計画している。

本変復調部の情報伝送速度は 2.4 kbps である。そのため、音声の伝送には LPC 方式を用いる予定であるが、具体的にどのような装置を用いるかは現在検討中である。

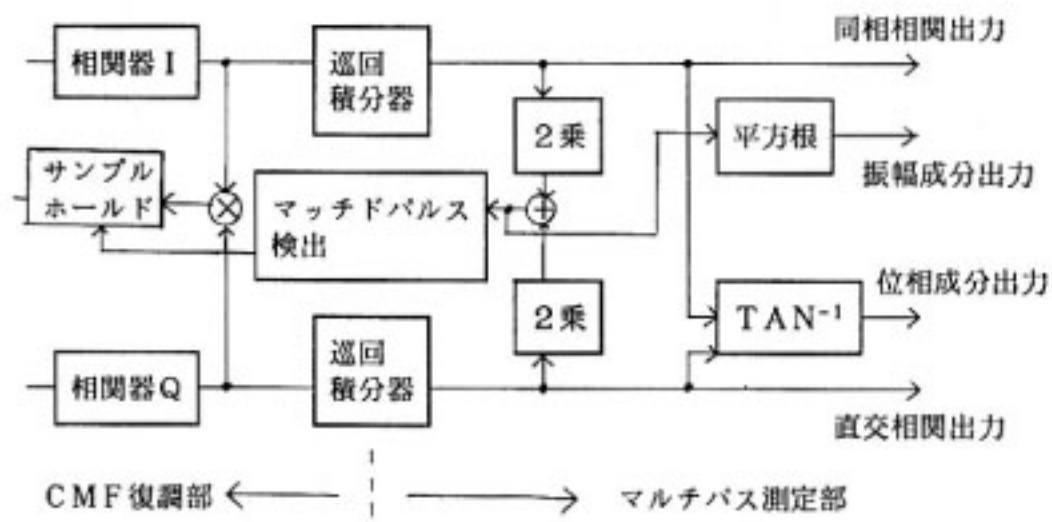
第 8.4-3 表 SS 変復調部主要方式諸元

情報伝送速度	2.4 kbps
拡散チップレート	2.4552 MHz
拡散符号	10 段 M 系列 PN 符号
変調方式	直交変調による BPSK
復調方式	CMF 復調方式
音声符号化方式	2.4 kbps LPC
周波数捕捉範囲	±10 kHz
入出力周波数	70 MHz

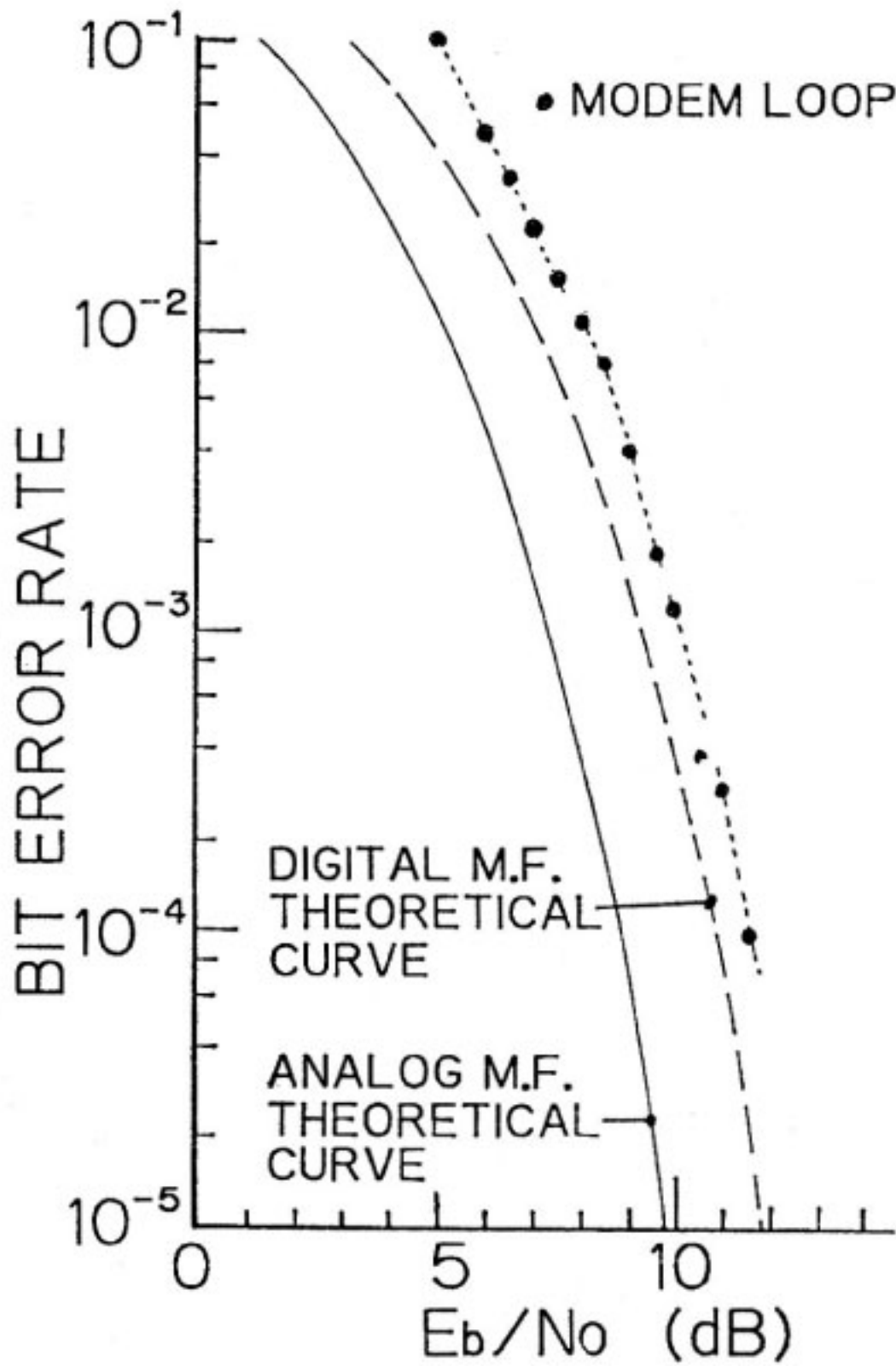


第 8.4-2 図 CMF 復調方式の回路構成





第 8.4-3 図 マルチパス測定用付加部

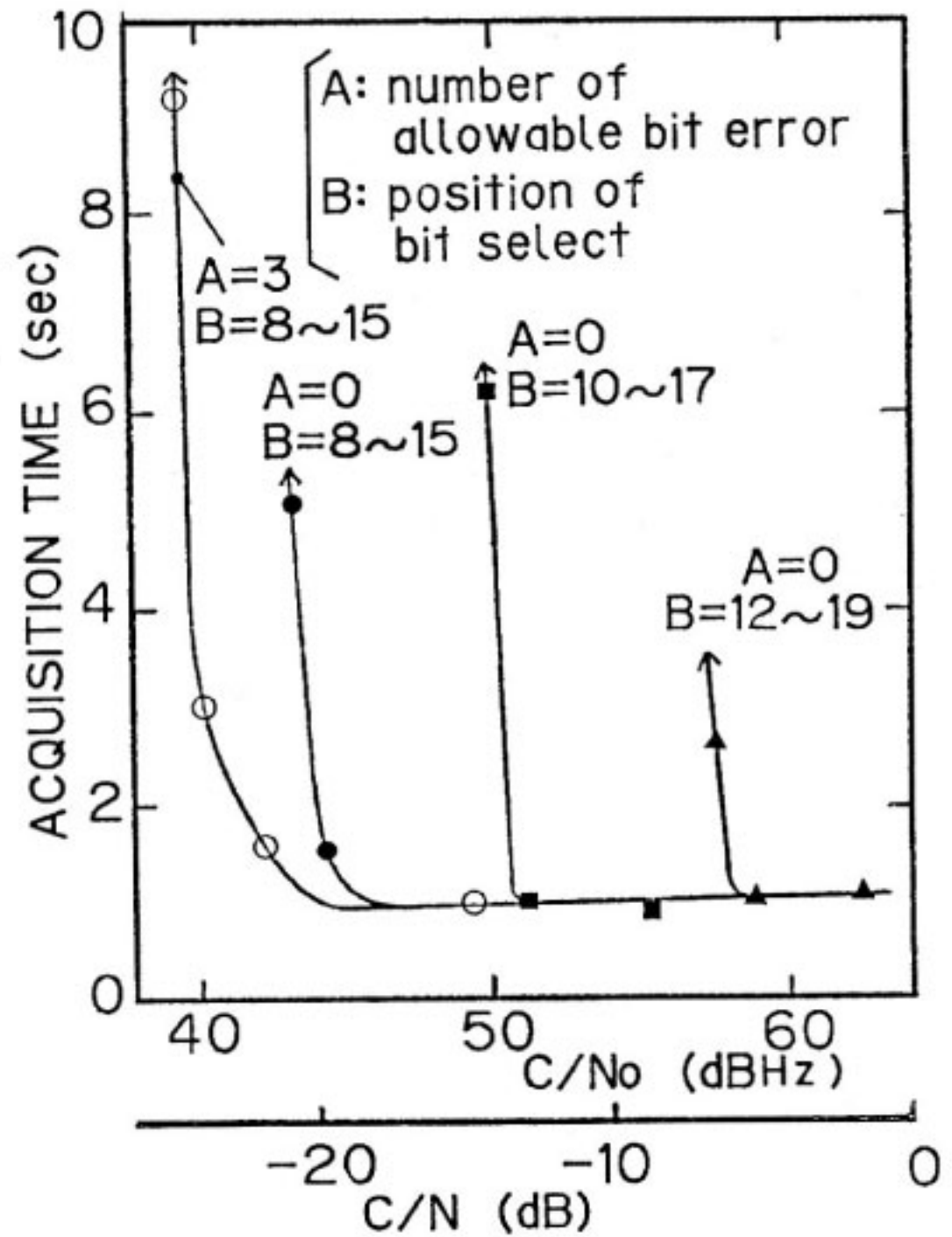


第 8.4-4 図 符号誤り率特性

CMF-SS 方式では、第 8.4-3 図に示すような回路を付加することにより、マルチパスによる散乱波を時系列データとして取り出すことが可能である。これは、相関器に入力される PN 符号の時系列がどのようなフレームタイミングであっても、相関器は 1 フレーム周期内で一つの相関パルスを出力する性質を利用したものである。ただし、これを用いた実験を行うためには、高度のデータ収集・処理システムが必要になるため、それを含めて変復調部の設計変更をどう行っていくか今後検討する予定である。

8.4.3 CMF-SS の特性

車載地球局用の CMF-SS は開発中であるため、ここ



第 8.4-5 図 初期接続時間

では同様の構成を持つ既存の CMF-SS<sup>(3)</sup> を用いた特性測定結果を示す。なお、この装置は海岸/航空地球局用として EMSS 実験に用いられる。

(1) 符号誤り率特性

第 8.4-4 図に、CMF-SS の符号誤り率 (BER) 特性を示す。測定は変復調器折り返しによるもので、理論値 (2 値デジタル相関器の場合) に対し 1 dB 以内の劣化である。BER=10<sup>-3</sup> に対する所要 Eb/No は 10.5 dB (C/No 換算 44.3 dB·Hz) である。

(2) 初期接続特性

第 8.4-5 図に、CMF-SS の ±10 kHz の初期周波数捕捉を含めた初期接続時間の測定結果を示す。図中のパラメータ A は初期接続成功を示す同期パターンの許容誤りビット数、パラメータ B は相関器出力の測定レンジを決めるビット選択のパラメータ<sup>(3)(4)</sup> である。最適パラメータ値は回線の C/No によって少しずつ異なるが、初期接続時間は 1 秒程度と十分短い。

参 考 文 献

(1) H. Sasaoka, et al. : "Spread Spectrum Multiple Access Communication Experiment via Satellite", Record of 5th Int. Conf. on Digital Sat. Commun., Mar. 1981.  
 (2) N. Hamamoto, et al. : "Spread Spectrum Mul-

- multiple Access", IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst. **AES-22**, 3, pp. 281-290, May 1986.
- (3) 浜本, 鈴木, 西山, 三浦, 西垣: "整合ろ波器により直接データ復調を行う衛星通信用スペクトル拡散通信装置", 信学論文誌(B), **J69-B**, 11, pp. 1540-1547, Nov. 1986.
- (4) 西山, 浜本, 西垣, 三浦: "コヒーレントマッチドフィルタ方式スペクトラム拡散通信装置の初期接続特性", 昭和61年度信学総全大 2429.

