

移動体衛星通信の動向

近 藤 喜美夫*

(平成元年11月20日受理)

A REVIEW OF MOBILE SATELLITE COMMUNICATION SYSTEMS

By

Kimio KONDO

Recently, mobile satellite communications system have been studied by INMARSAT and in many countries. In Japan, the mobile satellite communication experiments are being conducted using ETS-V.

This article describes the mobile satellite systems in the planning or development stage such as MSAT, AMSC and Geostar and mobile satellite communication experiments such as PRODAT. Studies on the system such as T-SAT are also reviewed. In addition, Japanese ETS-V and ETS-VI are also described.

The development of mobile satellite communication systems will be promoted along with those of communication and satellite technologies.

1. はじめに

移動体通信は固定通信と異なり無線に依存せざるを得ない。従来 HF, VHF が移動体通信システム用に用いられているがこれら地上系による通信システムに対し衛星通信システムは以下の点で有利である。

- ① 広域性
- ② 不感地帯の縮小
- ③ システム構築・変更の柔軟性
- ④ 耐災害性
- ⑤ 高品質性
- ⑥ 測位の可能性

移動体衛星通信用の衛星としては、特に高緯度地域でのサービスを目的として、赤道に対する傾斜角の大きい楕円軌道をとる衛星システムもあるが、一般には常時性が容易に確保できる静止衛星を使用することが多い。

現在民間用として商用化されているシステムは INMARSAT (前身 MARISAT) が主なものであるが、近年 Lバンドの一部陸上、公衆航空通信への開放と並行して移動体衛星通信システムの計画が各国で盛んに検討され

ている。

わが国においてはいち早く ETS-V に移動体通信を目的とした中継器を搭載し郵政省、運輸省を中心として1987年10月より陸、海、空を含む総合的な移動体通信実験を開始しており、1993年打ち上げの ETS-VI ではパーソナル通信も含むさらに高度な通信実験が予定されている。

ここでは、このような移動体衛星通信システムの開発動向をレビューする。

2. 世界の移動体衛星通信の動向

船舶衛星通信は1976年米国軍事衛星マリサットのの一部解放により開始された。そのサービスは1982年より国際海事衛星通信機構(インマルサット)に引き継がれ、船舶地球局は既に8000隻を超えている(1989年3月現在)。

航空機衛星通信についての検討は、1960~1970年代の NASA による ATS-6 を用いた実験、1970年代中頃の米国、ヨーロッパ間で検討された AEROSAT 計画(中止された)が代表的なものであったが、1985年以降、インマルサット衛星を用いた米国、ドイツ、カナダのデータ通信実験、わが国 ETS-V 等による初の音声通話実験、

* 宇宙通信部 移動体通信研究室

第1表 スタンダードC諸元

G/T	≥ -24 dB/K
EIRP	15~12 dBW
通信方式	(シグナリング及びメッセージ) TDM (海岸局→移動局) TDMA (移動局→海岸局)
メッセージ	BPSK 300 bps (情報速度)
FEC	1/2 K=7 畳み込み符号化 ビタービ復号

第2表 インマルサット航空衛星通信チャンネル諸元 (第1, 2世代)

チャンネル	陸→空 (C→L)	空→陸 (L→C)
Pチャンネル	データ/シグナリング 300 bps : TDM R=1/2, K=7 FEC A-BPSK	
Cチャンネル	音声 9.6 kbps : SCPC デマンドアサイン R=1/2, K=7 FEC A-QPSK	音声 9.6 kbps : SCPC デマンドアサイン R=1/2, K=7 FEC A-QPSK
Rチャンネル		データ/シグナリング 300 bps, 600 bps スロットド ALOHA R=1/2, K=7 FEC A-BPSK
Tチャンネル		データ 300 bps, 600 bps 予約 TDMA R=1/2, K=7 FEC A-BPSK

第3表 MSAT 諸元

衛星	
重量, 電力	2 トン (LO), 1.5 kW
軌道	106°W~111.1°W
ペイロード	
アンテナ	5 mφ
利得	31 dBi (カバレッジエッジ)
RF出力	282W
EIRP	55.5 dBW (カバレッジエッジ)

またインマルサットの航空機サービスのための条約改正が行われる等, 航空機衛星通信導入の機運が世界的に高まりつつある。

更に陸上移動への衛星通信の応用も, 広大な国土を有する米国, カナダ, オーストラリア等において実用化計画が具体化し, それぞれ1990年代前半に衛星打上げが予定されている。

本節では, 海外各国, 関連機関の主要衛星計画を概観

する。

(1) インマルサット

INMARSAT は1967年以降一部民間解放の形で海事サービスを行っていた米国軍事衛星マリサットシステムを1982年引継いだ国際機構であり締結国は現在54カ国で, 8000隻 (日本船700隻以上; 1989年3月現在) を超えるスタンダードA局 (G/T=-4 dB/K, アンテナ直径85~120 cm) の船舶に電話, テレックス, データ伝送等のサービスを提供している。

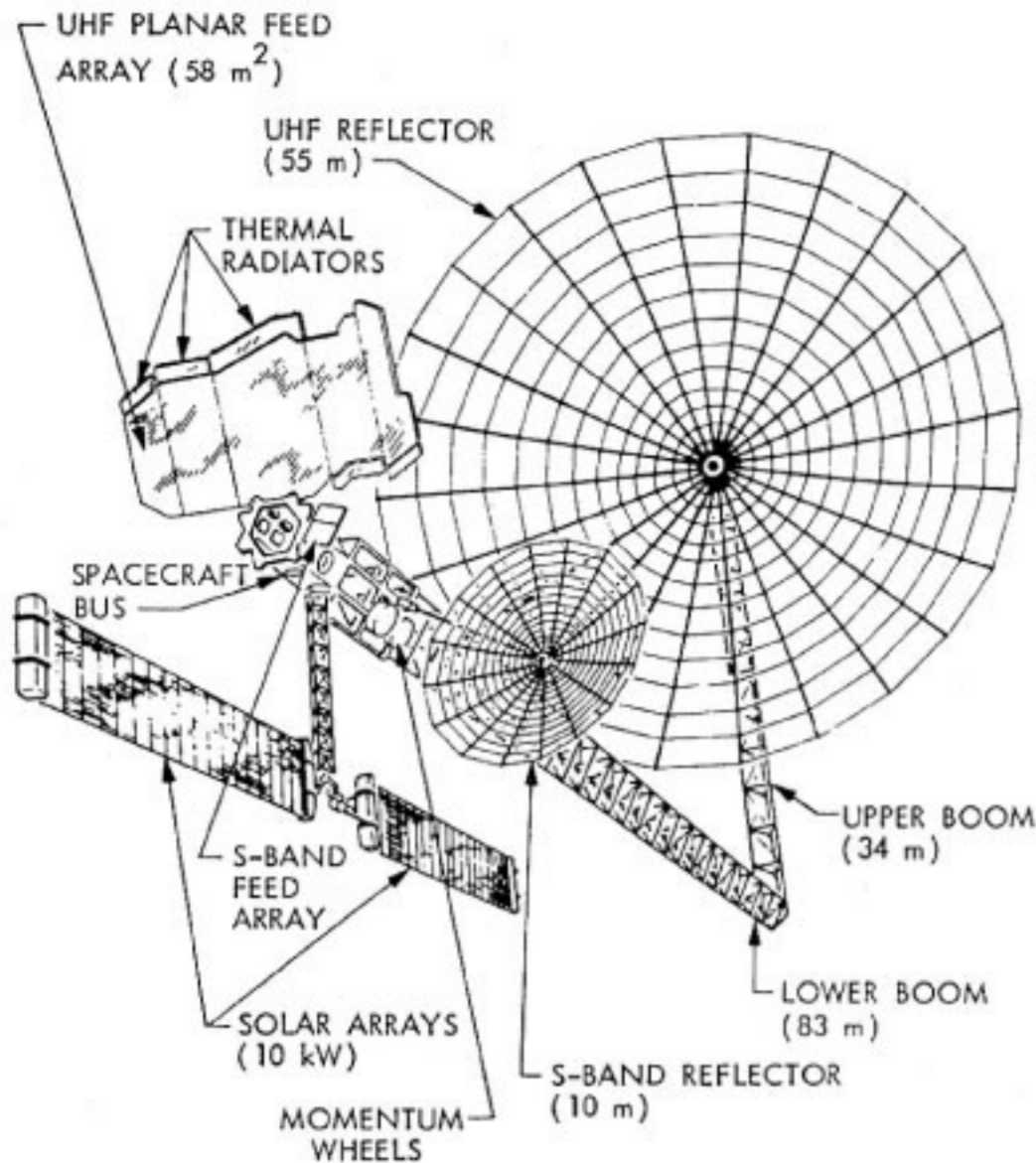
第二世代衛星では増加する加入船舶数に対処し, サービス範囲を拡大するために EIRP の増大を行い, デジタル方式のスタンダードB局 (G/T=-4 dB/K) を導入する。また, 無追尾のアンテナにより 300 bps (情報速度: 第二世代で 600 bps) のデータ伝送が可能な小型のスタンダードC局 (G/T=-24 dB/K) の試験運用を1989年より開始した。第1表にスタンダードC局の主要諸元を示す⁽¹⁾。

航空機に対する衛星通信に対しても, サービス提供のための条約改正案が1989年10月より発効し, これにより利得 0 dBi のアンテナを有する航空機局に対し 600 bps のデータ通信が, また 12 dBi の航空機局にはその他 9.6 kbps の音声通信がサービス可能となる。第2表にインマルサット航空衛星通信チャンネルの諸元を示す⁽²⁾⁽³⁾。航空衛星通信導入の計画は各国で検討されているが, 日本でも1987年11月より1988年3月まで郵政省 (通信総合研究所 (CRL), 国際電信電話株式会社 (KDD) 及び日本航空株式会社 (JAL) の共同実験が太平洋路線の B-747 旅客機を用いて行われる⁽⁴⁾等積極的な検討が進んでいる。

インマルサットはまた, 陸上に対するサービスも可能とするよう1988年以降条約改正作業を行うと共に音声通信移動端局の標準化をスタンダードMとして, MSAT, AMSC 等と検討を行っている。スタンダードMとしては G/T 及び EIRP がそれぞれ -12 dB/K, 24 dBW 程度が検討の対象になっている。

(2) カナダ

カナダでは1979年の世界無線主管庁会議 (WARC) 以来 800 MHz 帯による MSAT 計画の検討を行ってきたが, 1986年米国連邦通信委員会 (FCC) が陸上移動衛星通信にLバンドの割当を決定したのをきっかけにLバンドによる衛星計画に修正された。また開発主体も DOC から Telesat Canada 社を経て Telesat Mobile Inc. に移行し, サービスの提供も同社が行うことになっている。衛星は1993年打上げられ直径 5 m 以上の展開アンテナ2面により国内向け4ビームでカナダ国内の陸上, 航空, 海上の移動体を対象とした音声, データ通信サー



第1図 NASA 将来衛星構想例

第4表 NASA の陸上移動検討 (MSAT-X)

通信方式	FDMA が有利
信号帯域幅	5 kHz
変調方式	TCM/D 8 PSK (Trellis-coded differentially detected 8 PSK)
音声符号化	LPC を基本
移動局アンテナ	9~10 dBi 以上

ビスが行われる予定である。第3表に MSAT の諸元を示す⁽⁶⁾。

収容力を確保するため、5 kHz 間隔のチャンネル配置に適合する変調方式として ACSSB, 4.8 kbps/DMSK 等の方式が検討されている⁽⁹⁾。今世紀末には9万から15万局の需要があり、そのうち70%がデータ通信と見込んでいる⁽⁸⁾。

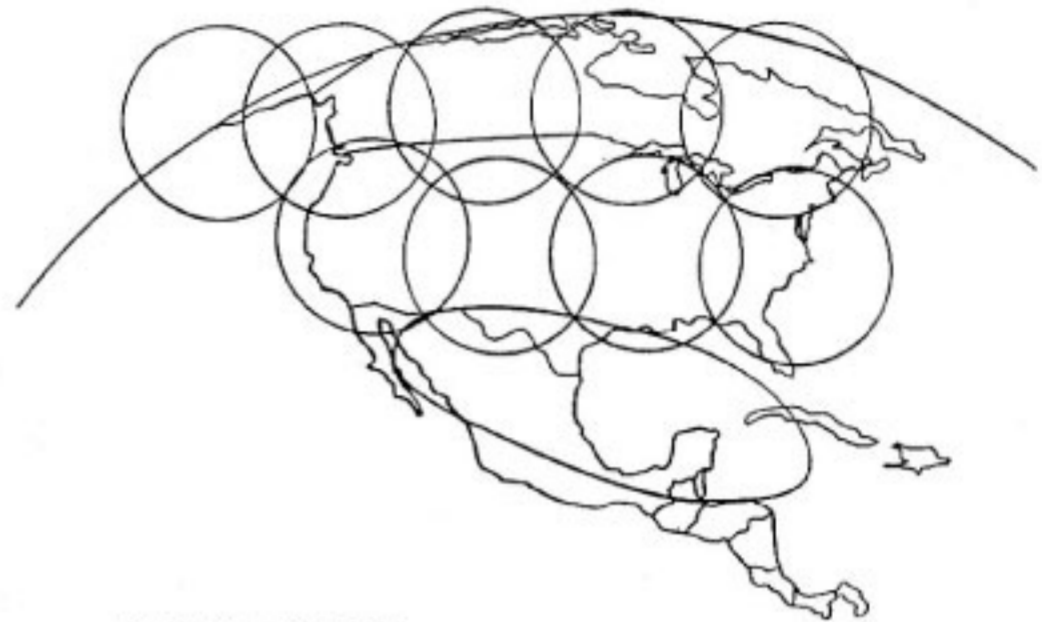
なお、衛星開発及び移動局の標準化をはかりコストの低減と市場拡大、また大陸内移動の自由度を確保しようとしている⁽⁶⁾⁽⁷⁾。

暫定サービス (IMSS) として、MSAT によるサービスが開始されるまで、インマルサット衛星を用いて、東カナダの 30~15° の仰角地域の移動体に対して双方向のメッセージ通信 (32バイト程度) または4000文字のテキスト伝送等が600または 1200 bps でサービスされる⁽¹⁰⁾。

なおこれと並行して CRC (通信研究所) 等が厚生省と共同して航空機救急サービスをインマルサット衛星を用いて行う半実用的な実験も行われている。この実験では 10~12 dBi の3素子のフェーズドアレイアンテナを小型のセスナ機の窓に取り付け ACSSB, 2.4 kbps の

第5表 NASA の第2世代衛星アンテナシステム

衛星	3.1 トン (GTO), 3.7 kW
アンテナ	15 m メッシュ展開アンテナ 30 スポットビームで CONUS カバレッジ (周波数再利用 4)
チャンネル数	12000 チャンネル (数十万ユーザ収容)



33 dB Gain Contours

第2図 AMSC カバレッジ

LPC 音声を DMSK で伝送し低仰角での通信の可能性についてのデータ取得が行われている⁽¹¹⁾。

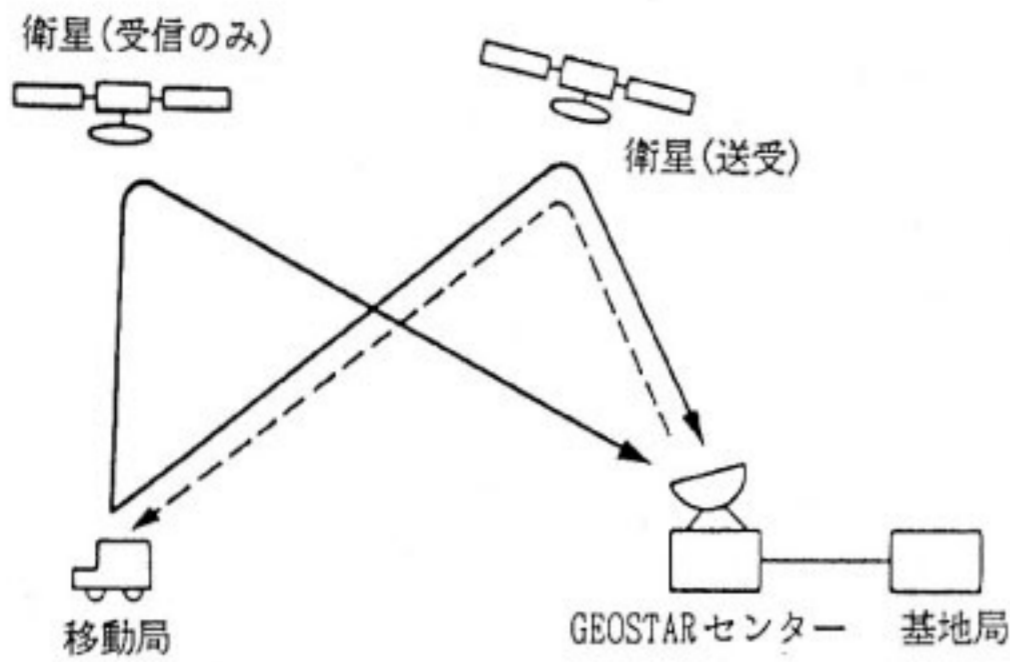
(3) 米国

(a) NASA 及び AMSC

米国では1970年代から航空宇宙局 (NASA) が移動体衛星通信システム (MSS) について基本検討を行うと共に地上及び宇宙のクリティカル技術の識別、開発を行ってきた。最近では MSAT-X 計画として将来の 15~55 m のアンテナを搭載したマルチビーム衛星(第1図参照)⁽¹³⁾ の実現を前提として、通信方式、車載アンテナ等地上系技術の開発、実験、シミュレーションが行われている。第4表に MSAT-X の主な検討内容を示す⁽¹²⁾。これらの技術確認とその有益性の検討を目的とした政府機関の使用のため、第1世代衛星として AMSC の衛星の一部容量の2年間使用を打ち上げサービスを代償とする形で AMSC と調整を行っている。第5表に第2世代衛星の構想概要を示す⁽¹⁴⁾。

一方民間でも移動体衛星通信サービスの商用化の機運が高まり、1985年12社から移動体を対象とする衛星計画の申請が提出された。米国 FCC は、衛星系陸上移動への Lバンド割当てと1つのコンソーシアムへの免許付与方針の決定を行ったため、8社が1つのコンソーシアム AMSCを結成、1988年に FCC に衛星計画を提出した。

衛星は MSAT と同様 1.2 t 級で 5.5 m の展開型アンテナ2面を有し第2図に示されるような Lバンド10ビーム (メキシコ含む) で北米をカバーする。衛星システム及び地上システムについてカナダと緊密な共同システムとして運用する予定で、1993年に打ち上げられる衛星



第3図 GEOSTAR システム概念図

第6表 GEOSTAR システムレベル

初期システム	システム 1.0	外部の測位データを片方向伝送
拡張システム	システム 2.0	
	システム 2 C	システム 2.0 を拡張, 双方向メッセージ
	2 G	GPS オプション
	2 Ω	オメガオプション
フルシステム	システム 3	専用衛星でアメリカをカバー (1992年より運用)
	システム 4	世界をカバー

も、カナダ MSAT と同一の仕様を設定、運用も相補的になされることとしている。収容力を増すため MSAT と同様 5 kHz 間隔として ACSSB, 4.8 kbps デジタルの変調方式の検討が進められている⁽¹⁵⁾。

(b) GEOSTAR

移動体に対して測位及び双方向メッセージ通信のサービスを提供する計画として GEOSTAR システムが1982年提案され FCC により承認された。周波数は、RDSS (無線測位衛星システム) 用の周波数として衛星から移動体向けに 2.5 GHz, 移動体からは 1.6 GHz を使用し、測位精度、秘匿性のため SS (周波数拡散) 方式が使用される。第3図にそのシステム概念図を示す。移動体からロランCによる位置情報とメッセージを片方向伝送するシステム 0 ne サービスと呼ばれるサービスが1988年より開始され、更に下り回線にCバンドを用いて双方向通信を可能としたシステム 2C サービスが1989年より行われる。1992年にはシステム 3.0 として専用衛星により米国をカバーし、最終的にはシステム 4.0 として6衛星により測位及び双方向通信サービスが世界的に可能としている。第6表、第7表に各システムの概要及び主要諸元を示す。

測位精度はシステム3.0で 30~50 m, さらに相対測位の方法によって高精度化が可能としている⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾。

なお、GEOSTAR はヨーロッパでは LOCSTAR とし

第7表 GEOSTAR 諸元

周波数	1610~1626.5 MHz (UP) 2483.5~2500 MHz (DOWN)
変調方式	スプレッドスペクトラム/TDMA
データレート	32~512 kbps (基地局→移動局) 8~16 kbps (移動局→基地局)
移動局	
アンテナ	3 dBi (リンク1)
出力	40 W

第8表 Omni TRACS 諸元

周波数	Ku バンド (12/14 GHz)
データレート	
フォワードリンク	4.9603 kbps (1/2ブロック符号化)
リターンリンク	44.1 bps (1/3畳み込み符号化)
変調方式	
フォワードリンク	BPSK/FH-SS (24 MHz に拡散)
リターンリンク	16値 FSK/DS-SS/FH-SS (48 MHz に拡散)
移動局 EIRP	19 dBW

第9表 AUSSAT-B 諸元

衛星	
重量, 電力	1.2トン (GEO) 三軸衛星 3 kW
寿命	15年
ペイロード	
Ku バンド中継器	50W×15 帯域幅 54 MHz
L バンド中継器	150W×1 帯域幅 14 MHz
Ka バンドビーコン	28 GHz
レーザー反射鏡	

てフランスの CNES が中心となり1991年以降サービスを提供する事となっている。

(c) Omni TRACS

他の計画がほとんど全てLバンドを使用しているのに対し、Omni TRACS は第一地域である米国で二次業務として移動体通信に認められている Ku バンド (14/12 GHz) を使用し、しかも既に軌道上にある Ku バンド国内衛星を利用する。1988年より従来の Omi TRACS 社より QUALCOMM 社が権利を取得し、同年より双方向メッセージ通信のサービスを開始している。フォワードリンクは5 kbp のデータを、リターンリンクは移動体でのロランCによる測位情報を含む 22 から 132 bps のバーストデータをそれぞれ 24 MHz, 48 MHz に周波数拡散 (SS) して伝送する。移動局側 EIRP は 19 dBW で指向性アンテナが使用される。第8表にリターンリンクが 44 bps の例について主要諸元を示す⁽¹⁸⁾。

(4) オーストラリア

第10表 PRODAT システム諸元

フォワードリンク	
変調方式	BPSK 差動符号化/TDM
コーディング	リードソロモン (ARQ)
シグナリング	1500 bps
データレート	47 bps/チャンネル
データチャンネル数	15
C/N ₀	37~42 dBHz
移動局 G/T	-24 dB/K
リターンリンク	
変調方式	SS 差動符号化
コーディング	リードソロモン (ARQ)
シグナリング	300 bps
データレート	150 bps
データチャンネル数	15+17 (17チャンネルはリターンのみ)
EIRP	10 dBW
C/N ₀	31~36 dBHz

オーストラリアでは、1985年以来固定、放送用 Ku バンドの AUSSAT 衛星を運用してきた AUSSAT 社が、その第二世代衛星 (AUSSAT-B) を打上げる機会を捉えて移動体通信用の 150 W の L バンド中継器を固定ミッションの他に搭載し世界で初めての国内実用移動体衛星通信システムを構築、1992年より運用を開始する。

AUSSAT-B は軌道上 1.2 トンの 3 軸衛星で L バンドのアンテナとしてアレイアンテナを使用し、1 ビームでオーストラリアをカバーする。1991~1992年に打ち上げられ寿命は15年とされている。第 9 表に AUSSAT-B の主要諸元を示す⁽¹⁹⁾。

1987年以降、移動端局の開発への参加を世界的に呼掛け検討を進めている。また、1988年末より日豪科学技術協力協定に基づき、郵政省通信総合研究所と ETS-V を用いた共同実験を行いシステムの検討を進めている。

(5) ヨーロッパ

(a) PRODAT 実験

ESA は1982年より PROSAT 計画を推進し陸、海、空の小型ターミナルに対する衛星通信利用の検討を行っている。フェーズ 1 で地上系を中心とした検討を終え、1986年よりインマルサット衛星を利用して小型の移動局に対して低速双方向データ通信を行う PRODAT 計画を実施している。この計画により各種技術評価とシステムの問題点の調査をおこなうとしている。

航空機実験では 8 機の航空機と、1 局で 40 機の航空機を模擬できるシミュレータを用い ADR メッセージの送受実験を行った。

陸上移動実験では 47 bps のフォワードリンクの TDM 信号に対して移動局からは 200 bps の信号を周波数拡散して送信を行った。この結果は 3/4 が移動局から基地局

第11表 英国航空機実験諸元

実験の推進	デモンストレーションのためのコンソーシアム結成 (Racal, British Telecom International, 英国航空)
衛星	インマルサット大西洋衛星 MCS-D
航空機局	
航空機	Racal 社 Jetstream 機 英国航空 B-747-200s 2機
アンテナ 1	3×3 フェーズドアレイアンテナ (10 dBi) ブレード型 (両面) スイッチングにより 3 方向 (アジマス) ビームステアリング ドラッグ 5 N (マッハ 0.84 10700 m)
アンテナ 2	4×4 フェーズドアレイアンテナ (12 dBi) ブレード型 (両面) ドラッグ 125 N (マッハ 0.84 10700 m)
HPA	70W (C級)
音声符号化	9.6 kbps RELP/畳み込み符号化
変調方式	AQPSK

第12表 仰角と回線不能率

ヨーロッパでの測定例 1440 MHz (5650 MHz)

仰角	小都市	平原	谷	山
20°	21(24)	5(8.5)	19.6 (26)	50(49) %
40°	8(13.5)	0.1(2.5)	0.15(3)	5(12) %
60°	4(5.5)	0(0)	0 (0.2)	4(8) %

第13表 ARCHIMEDES システム諸元

アンテナの検討	
収容力	MOLNIYA TUNDRA GEO ビーム数
200 CH	2.16 mφ 3.94 mφ 9.40 mφ 1
1000 CH	4.57 mφ 9.14 mφ 12.6 mφ 7
5000 CH	8.00 mφ 14.5 mφ 19.6 mφ 19
変調方式	
VOCODER	9.6 kbps 4.8kbps
OQPSK	
FDMA	
移動局アンテナ	12 dBi

向け、残りが逆方向のトラヒックであり、電話の使用が減少することが確認された。第10表に PRODAT システムの主要諸元を示す^{(20) (21)}。

(b) 英国航空機実験

英国では 1989 年より英国航空等が 10 あるいは 12 dBi のブレードアンテナを搭載した航空機を用いて、インマルサット衛星による航空機電話の商用試験を行っている。第11表に実験の主要諸元を示す⁽²²⁾。

(c) 非静止衛星システム

ヨーロッパは高緯度の国が多いことから、低仰角のため第 12 表に示されるような衛星方向の遮蔽が深刻となる。従ってこの問題を解消し、衛星追尾なしで比較的高

利得のアンテナが使用できる高傾斜角軌道の衛星について検討が進められている。1981年以降の英国での T-SAT 計画⁽²³⁾、これを ESA の計画として発展させた ARCHIMEDES 計画⁽²⁴⁾、またフランスの SYCOMORES 計画⁽²⁵⁾、ドイツでは LOOPUS 計画等がある。傾斜角 63.4度、12時間周期の3つの衛星を120度ずらして配置することにより常時性を確保する MOLNIYA 型と同様に24時間周期の2つの衛星を180度ずらして配置する TUNDRA 型がある。ドイツの LOOPUS は前者の、フランスの SYCOMORES は後者の例である。

衛星は前述のような高仰角に起因する利点がある一方以下の問題についても技術検討が必要である。

- ① コスト：3衛星打ち上げ必要
- ② 衛星ドリフト
- ③ 伝搬距離変化
- ④ ドップラ
- ⑤ 衛星アンテナ設計
- ⑥ 全トラヒックの定期的衛星切り替え
- ⑦ バンアレン帯通過（2回/日）：耐放射線シールド
- ⑧ 基地球での衛星追尾必要

第13表に ARCHIMEDES で検討されたシステム諸元を示す⁽²⁴⁾。

3. 日 本

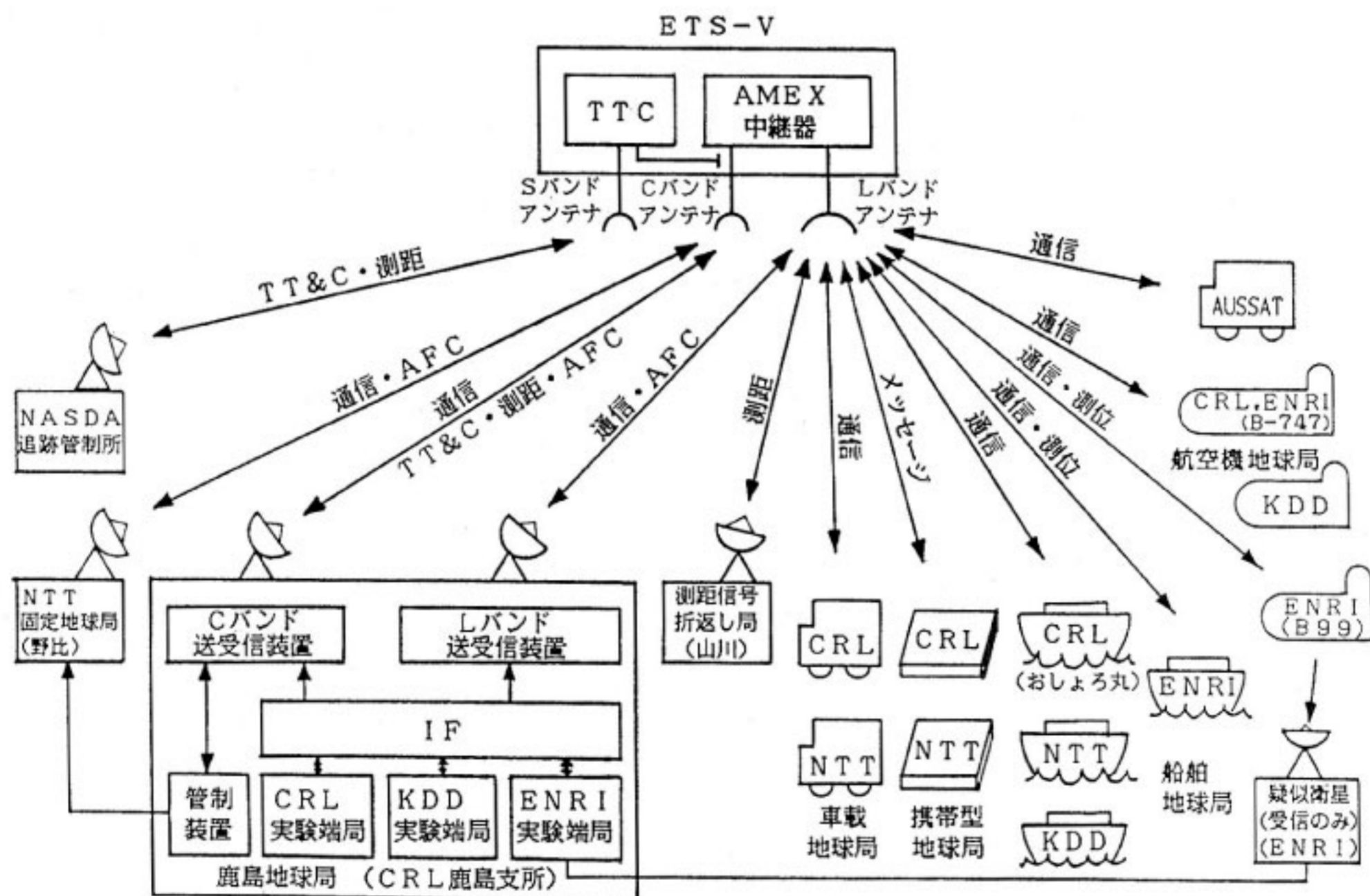
移動体を対象とする衛星構想は1975年頃から郵政省、

運輸省において検討が進められていた。この構想は N-II ロケット対応の AMES 計画として郵政省通信総合研究所 (CRL)、運輸省電子航法研究所 (ENRI) 及び NASDA により技術的検討が続けられた後、1981年以降 H-I ロケット対応の技術試験衛星 V 型 (ETS-V) 計画として見直しが行われた。衛星は移動体通信実験用の中継器を搭載して1987年打ち上げられ、これによりわが国は CRL、ENRI を中心として世界にさきがけて陸、海、空にわたる総合的な移動体衛星通信実験を開始している。

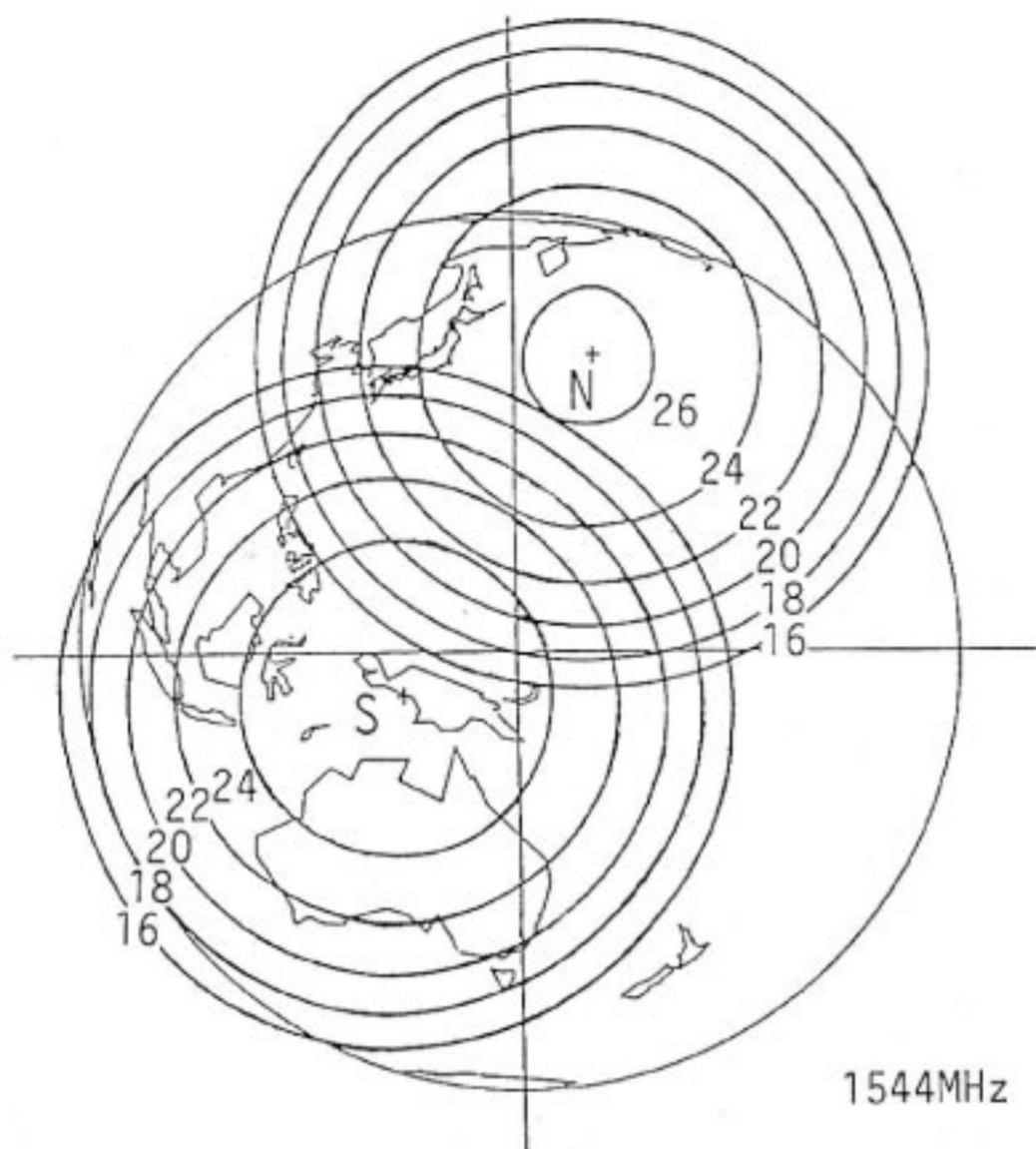
実験は、CRL、ENRI のほか NTT、KDD の参加も得て基本実験が活発に行われ、多くの貴重なデータが取得されている。第4図に実験システム、第5図にLバンドアンテナのカバレッジを示す⁽²⁶⁾。

1989年4月以降も CRL、ENRI はさらに実験を進める一方、多くの利用者に衛星利用の便宜を提供し技術開発を推進する「ETS-V 利用実験」も郵政省のもとで開始し、新たな展開が期待されている。

ETS-V に続き、1993年には技術試験衛星 VI 型 (ETS-VI) が打ち上げられ、第14表に示すような多彩なミッションによりパーソナル通信等も含むさらに高度の移動体衛星通信実験と技術開発が行われる予定である⁽²⁷⁾。これら ETS-V、ETS-VI の成果は1990年代半ばに予定される CS-4 での移動体衛星通信の実用化に反映されるであろう。



第4図 ETS-V 実験システム



第5図 ETS-V カバレッジ

第14表 ETS-VI の移動体関連ミッション

Sバンド移動体通信実験

2.6/2.5 GHz

3.5 mφ マルチビーム (5ビーム) アンテナ

200海里内船舶, 陸上移動通信実験

ミリ波パーソナル通信

38/43 GHz

0.3 mφ アンテナ

64 kbps パーソナル通信実験

衛星間通信実験

Sバンド (2.1/2.3 GHz)

Kバンド (23/32 GHz)

ミリ波, 光

4. 移動体衛星通信発展の課題

移動体衛星通信計画を第6図にまとめる⁽²⁸⁾. 移動体衛星通信は地上系を補完するのみでなく, はじめに述べたような広域性, 不感地帯の縮小, 耐災害性, 測位の可能性等その特徴を活かした魅力的なサービスを開拓して大きく発展するであろう.

この場合

- ① 周波数, システム間干渉問題等国際的な両立性
- ② 地上系との共存性
- ③ システム全体としての経済性, 運用主体の確立
- ④ 妨害, 盗聴に対するシステムとしての通信保証 (セキュリティ)

等に関して十分な検討が必要である.

また, このようなシステムを実現するための技術として, 衛星系では,

	'85	'90	'95
インマルサット	第2世代		第3世代
	Std. A	Std. C 航空	Std. B 陸上
カナダ	暫定サービス		MSAT
	航空救急サービス		
米国	COMSAT, MITRE. . . 航空機実験		AMSC
	OmniTRACS		
	GEOSTAR		
	Link One	Prime Service	
ヨーロッパ	PRODAT		SAT1 SAT2
	独DFVLR 航空機実験	英BA 航空機実験	ARCHIMEDES
			EMS LOCSTAR
豪州	ETS-V共同実験		AUSSAT-B
日本	ETS-V実験		ETS-VI
	航空機実験		CS-4

第6図 移動体衛星通信計画の動向

- ① アンテナの大型化, マルチビーム化
- ② 高出力化
- ③ マルチビーム中継器技術

等の技術, またこれらミッションの搭載を可能とする大型の衛星バス技術の開発が必要となる.

さらに地上系では,

- ① デジタル化に代表される高能率符号化, 変調方式の開発
- ② 移動局アンテナ, 端局装置の小型, 高能率化
- ③ 地上系システムとの装置の共用化技術, 補完技術等の技術開発を進める必要がある.

5. おわりに

移動体衛星通信の進歩はめざましく従来の移動体衛星通信即ち船舶通信の常識は崩れ, 航空機, 陸上移動体をもサービスの対象とする動きが顕著であり, 1990年代半ばにはオーストラリア, カナダ, 米国, 日本等で国内移動体通信衛星の実用化が計画されている. このような中で, ETS-V を用いた陸, 海, 空を対象とした多様な移動体通信実験により開発, 実証された多くの技術は貴重である.

今後, 移動体衛星通信システム相互間での標準化, 干渉防止等の検討, 周波数あるいは衛星電力の有効利用技術の開発等の課題を解決して移動体への衛星利用は大きく進むと考えられる. 2000年頃には, より大型の次世代

衛星計画が固まり、移動体衛星通信は更に魅力的なサービス形態が展望されるようになっているであろう。

本文をまとめるにあたり多くの文献を参考にさせて頂いた。これら関係各位に謝意を表します。また日頃ご指導頂く飯田宇宙通信部長に感謝致します。

参 考 文 献

- (1) T. Higuchi and T. Shinohara, "Experiment of INMARSAT standard-C system", 4th Int. Conf. on Sat. Sys. for Mob. Com. and Nav., Oct. 1988, London.
- (2) P. Wood and K. Smith, "World-wide aeronautical satellite communications", Proc. of the Mob. Sat. Com., May 1988.
- (3) INMARSAT Aeronautical System Definition Manual, 1989.
- (4) 井出, 鈴木, 齊藤, 飯塚, "インマルサット航空衛星通信実験の結果報告", 信学技術, SAT88-11, 1988年7月.
- (5) R. O. Philips, E. Staffa and B. Patel, "At sea, in the air and now on land", 4th Int. Conf. on Sat. Sys. for Mob. Com. and Nav., Oct. 1988, London.
- (6) N. G. Davis, "An overview of the technical design of MSAT mobile satellite communications services", The Canadian Sat. User Conf.
- (7) O. S. Roscoe, "MSAT-A new era in satellite communications", Mobile Satcom '89, Int. Forum on Mob. Sat. Com., May 1989, Tokyo.
- (8) D. Sward, "Mobile satellite service for Canada", Proc. of the Mob. Sat. Com., May 1988.
- (9) M. Wachira, A. Shoamanesh and B. Azarbar, "Design consideration for the Canadian first generation mobile satellite systems", IEE 1987.
- (10) M. Shariatmadar, K. Gordon, B. Skerry, H. El-Damhougy and D. Boussler, "System architecture for the Canadian interim mobile satellite system", Proc. of the Mob. Sat. Com., May 1988.
- (11) J. S. Butterworth, "Satellite communications experiment for the Ontario air ambulance service", 4th Int. Conf. on Sat. Sys. for Mob. Com. and Nav., Oct. 1988, London.
- (12) W. Rafferty, K. Dessouky and M. K. Sue, "Current developments in NASA's mobile satellite program", *ibid.*
- (13) F. Naderi, W. J. Weber and G. H. Knouse, "NASA's mobile satellite communications program; Ground and space segment technologies, 35th IAF, IAF-84-84, Oct. 1984, Lausanne.
- (14) C. E. Agnew, J. Bhagat, E. A. Hopper, J. D. Kiesling, M. L. Exner, L. Melillo, G. K. Noreen and B. J. Parrot, "Mobile satellite service in the United States", Proc. of the Mob. Sat. Com., May 1988.
- (15) C. E. Agnew, J. Bhagat, E. A. Hopper, J. D. Kiesling, M. L. Exner, L. Melillo, G. K. Noreen and B. J. Parrott, "The AMSC mobile satellite system", *ibid.*
- (16) D. F. Long, "Outline and implementation plan of Geostar RDSS, 信学技報, SANE89-21, 1989年8月.
- (17) G. K. Oneill, "Geostar radio determination satellite system", Telecommunication Journal, pp.257-265, Vol. 53, VI 1986.
- (18) F. P. Antonio, K. S. Gilhousen, I. M. Jacobs and L. A. Weaver, "Technical characteristics of the OmniTRACS-The first operational mobile Ku-band satellite communications system", Proc. of the Mob. Sat. Com., May 1988.
- (19) W. Nowland, M. Wagg and D. Simpson, "AUSSAT mobile satellite services, *ibid.*
- (20) R. Rogard, "Introduction of LMSS in Europe-ESA contribution", Mobile Satcom '89, Int. Forum on Mob. Sat. Com., May 1989, Tokyo.
- (21) P. D. Britten, J. T. Ryan, D. H. Talor, P. Jupille and F. Meuleman, "Data terminals for PRODAT-ESA's mobile satellite communications program", 4th Int. Conf. on Sat. Sys. for Mob. Com. and Nav., Oct. 1988, London.
- (22) J. G. Schoenenberger and R. A. Mckinlay, "An airline passenger telephone system-Design development and early trials", *ibid.*
- (23) H. Aghvami, A. Clarke, B. G. Evans, P. Farrell, J. Norbury and E. Vilar, "Land mobile satellites using the highly elliptic orbits-The UK T-SAT mobile payload", *ibid.*
- (24) C. J. Ashton, "ARCHIMEDES-Land mobile communications from highly-inclined satellite orbits", *ibid.*
- (25) D. Rouffet, J. F. Dulck, R. Larregola and G. Mariet, "SYCOMORES: A new concept for land mobile satellite communications, *ibid.*

- (26) 近藤, 大森, 星野尾, 山田, “技術試験衛星 V 型と移動体通信実験”, 信学誌, 71, 12, pp. 1288-1289, 1989年12月.
- (27) T. Shiomi, Y. Suzuki, S. Okubo, M. Shimada, M. Shikatani, S. Shimoseko, M. Tanaka and K. Nakamaru, “Plan of advanced satellite communica-

tions experiment using ETS-VI”, 16th ISTS, 1988, Sapporo.

- (28) 近藤, 大森, “移動体衛星通信”, 信学誌, 72, 11, pp. 1000-1002, 1989年11月.
- (29) 小坂, 大森, 鈴木, “移動体衛星通信の動向”, ITU 研究, 191 (昭63-01)

