

平成11年8月4日

通信放送技術衛星(COMETs)の運用停止について

宇宙開発事業団

1. はじめに

平成11年10月の長時間食によりバッテリーが完全放電し、運用を継続できないためCOMETS「かけはし」の運用を長時間食に入る前に停止することについて報告する。

2. 「かけはし」の状況

「かけはし」は、昨年7月23日から定常段階へ、本年2月1日から後期利用段階へ移行し、周回軌道での実験を実施した。以下に実験の実施状況および1Nスラストの状況を示す。

(1) 実験状況

定常段階および後期利用段階において、見直した実験項目について、衛星間通信実験および通信・放送実験を実施した。

Sバンド系の衛星間通信実験は、衛星機能を全て喪失する危険性があつたことから、実験を中止した。他の見直した実験項目は全て実施した。

見直した衛星間通信実験および通信・放送実験の実施状況を表1および表2に示す。

(2) 1Nスラストの異常状況

ヒドラジン排出のための確認試験を実施中、平成11年7月28日にスラスト4B(図1参照)の推力が低下し、同スラストを用いたスラスト制御による姿勢制御ができなくなった。現在、ホイール制御にて姿勢は安定している。

今後、スラスト4Aを併用することが考えられるが、スラスト4Aも平成10年3月24日にサーマルチョークを発生しており、機能確認後、使用の可否を判断する。

3. 食運用についての検討結果

平成11年9月下旬～10月下旬に最大74分間の食が発生する(図2参照)。

現在、運用に必要な最小食中電力は1470～1620W程度であるが、食期間において1周回中に充電できる電力は、必要最小電力以下(最大食時880W)であるため、10月4日頃にはバッテリーが完全に放電し、衛星機能が停止する(図3参照)。

このため、将来のデブリ発生防止の観点から長時間食に入る前に残留推進薬(ヒドラジン、四酸化二窒素(NTO)、キセノン)を排出し、運用を停止するものとする。

4. 今後の運用について

運用停止までの推進薬排出を次の通り実施する。なお、既にイオンエンジンの推進薬であるキセノンについては、タンク設計破壊圧の1/4程度の圧力に低下するまで排出済みである。

4. 1 ヒドラジン排出

- (1)スラスト4Aが使用可能な場合には、1Nスラストによるヒドラジン排出運用を実施する。ヒドラジン排出運用後(平成11年9月26日頃まで)に停波する。
- (2)スラスト4Aが上記ヒドラジン排出運用に使用できない場合には、速やかに50Nスラストによるヒドラジン排出運用またはアポジエンジン噴射によるヒドラジン及びNTOの排出を行い、その後停波する。この場合、停波の時期は、早ければ8月上旬の可能性はある。

(注)推力の低下しているスラスト4Bを使用した1Nスラストによるスラスト制御ヒドラジン排出運用は実施できない。

4. 2 四酸化二窒素(NTO)単独排出

酸化剤であるNTO単独排出は、排出の過程でNTOがアポジエンジン内にて凍結し、噴射口を閉塞させ、NTOの一部がヒドラジン側に逆流し、配管内に残留しているヒドラジンと反応・爆発する可能性があることから、実施しない。

以上

表1 COMETS 衛星間通信実験報告

(実験機関名: 宇宙開発事業団)

実験項目*1	実施状況	備考
1 ユーザ宇宙機捕捉追尾実験		
(1)Ka バンド捕捉追尾特性	地上にて設定した追尾センサ系位相を変更することなく、連続した自動追尾機能を確認した。	*3
(2)ドップラ補償	KaSA 補償精度及び予測精度が規格内であることを確認した。	*2 *3
2 データ伝送及び SNIP 適合性実験		
(1)ユーザ宇宙機所要 G/T 対データレート	KaSA フォワード通信サービス能力に関するデータを取得した。	*2 *3
(2)ユーザ宇宙機所要 EIRP 対データレート	KaSA リターン通信サービス能力に関するデータを取得した。	*2 *3
(3)接続符号化による品質改善	品質改善に関する一部のデータを取得した。	*2*3
(4)伝送特性評価	位相雑音および降雨減衰特性による伝送特性データを取得した。	*2 *3
(5)搭載中継器の特性	中継器の特性(入出力特性、周波数特性等)データを取得した。	*2 *3
3 軌道決定に関する実験		
(1)Ka バンドによる COMETS 軌道決定	COMETS 折返し系による 2way 測距データを取得した。	*3 *4
(2)4way 測距によるユーザ宇宙機軌道決定	中止	
4 スペースネットワーク運用実験		
(1)SN 運用計画の検証	中止	
(2)SN 運用性の検証	中止	
5 総合実験運用		
(1)システムデモンストレーション	中止	

*1: 平成10年7月29日に報告した実験計画

*2: Ka バンドによる実験のみ実施し、S バンドによる実験は実施しなかった。

*3: 定常運用段階にて実施

*4: 後期利用段階にて実施

略語

KaSA(Ka-band single access): Ka バンドシングルアクセス

SNIP(Space Network Interoperability Panel): 宇宙ネットワーク相互運用パネル

G/T(Gain to noise Temperature ratio): システム雑音温度に対する受信アンテナ利得の比

EIRP(Effective Isotropically Radiated Power): 実効放射電力

SN(Space Network): 宇宙ネットワーク

表2 COMETS通信・放送実験報告

(実験機関名:宇宙開発事業団)

実験項目		実施状況	備考
1 通信衛星の開発に資する実験			
1-1 高度通信衛星技術に関する実験			
(1)	画像データの帯域圧縮技術実験	高出力モードにおいて誤り訂正なし及びありで帯域圧縮した画像を伝送した。低出力モードにおいて誤り訂正ありで帯域圧縮した画像を伝送した。	*1 *2
(2)	Ka/ミリ波帯高度移動体衛星通信機器(MCE)の基本特性測定実験	平成11年3月8日～28日まで、オーストラリアシドニーにおいて、郵政省通信総合研究所殿と共同にてデータを取得した。	*2
2-1 搭載機器軌道上評価実験			
(1)	衛星搭載アンテナの特性	関東・甲信越ビーム及び九州本島ビームにて受信レベルを測定し、地上で取得したアンテナ利得及びアンテナパターンと同等であることを確認した。	*1
(2)	アンテナ指向精度の評価	COMETSを沖縄局へ指向し、自動追尾及びマニュアルの機能を確認した。 また、周波数追従範囲を確認した。	*1
(3)	TWTAの経年変化特性の評価	スプリアス、振幅周波数特性、位相雑音特性、入出力特性を取得し、3系統の中継器に対し、AM/PM特性及び群遅延特性を取得した。	*1 *2
2-2 電波伝搬特性に関する実験			
(1)	Kaバンド伝送特性の評価	降雨なしでのレベル変動及び降雨だけでのレベルを取得した。	*1 *2
(2)	ビーム間アイソレーション実験	関東/九州の各ビーム間アイソレーションを筑波(一か所)にて取得した。	*1
2-3 21GHz帯高度衛星放送基盤技術の実験			
(1)	最適デジタル変復調方式	高速・広帯域に適したデジタル変復調方式の評価のため、3中継器にてデータを取得した。	*1 *2
3-1 KFBを用いた電波伝搬特性に関する実験			
(1)	降雨等による信号減衰特性	23GHz帯KFB信号による降雨なしでのレベル変動及び降雨だけでのレベルを取得した。	*1 *2
(2)	都市部における遮蔽物の影響調査実験	都市環境における高仰角衛星を利用した救急医療への有効性を実証するデータを取得した。	*1 *2

*1: 定常運用段階にて実施

*2: 後期利用段階にて実施

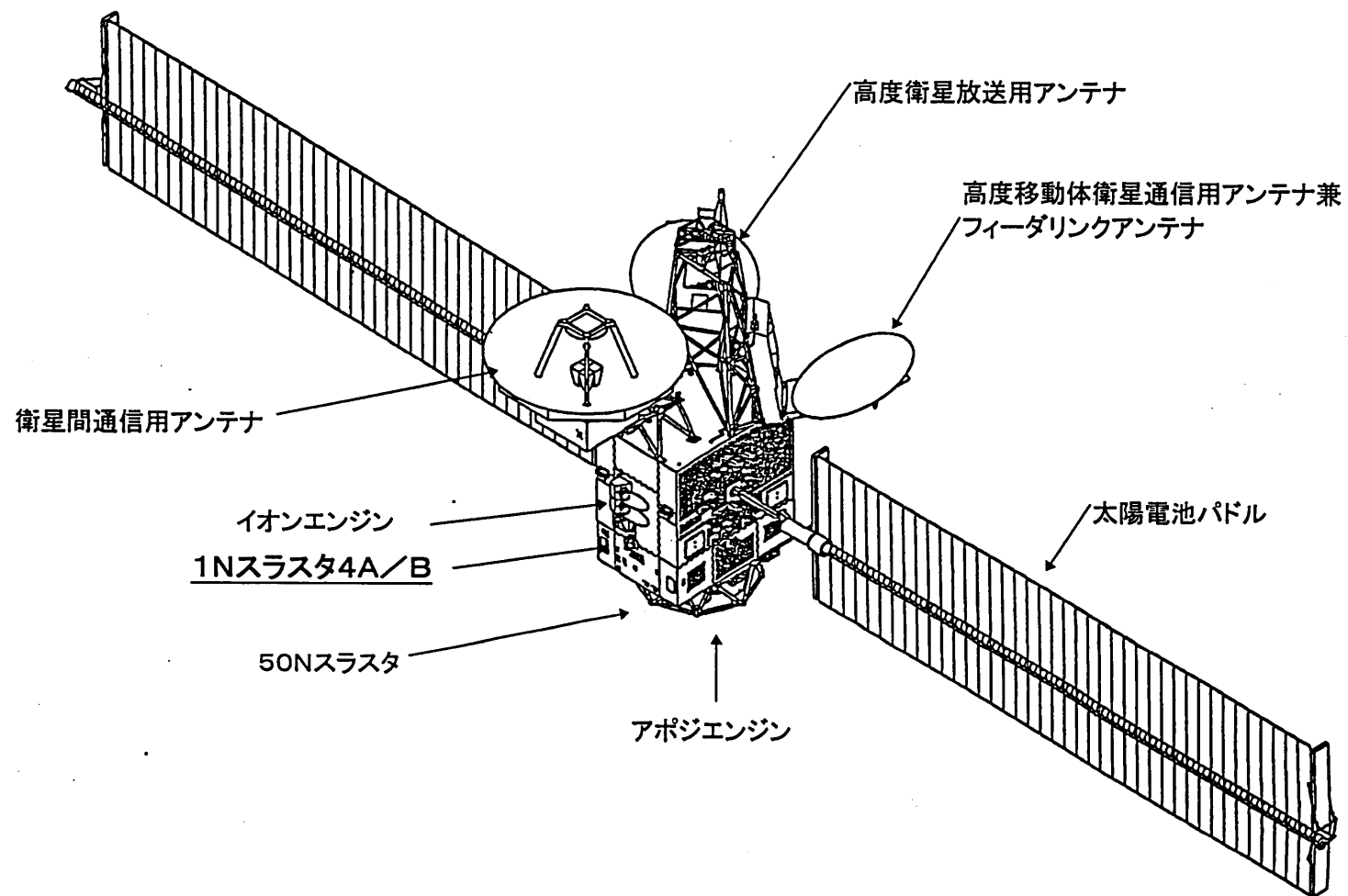


図1 1Nスラスト4A/B配置

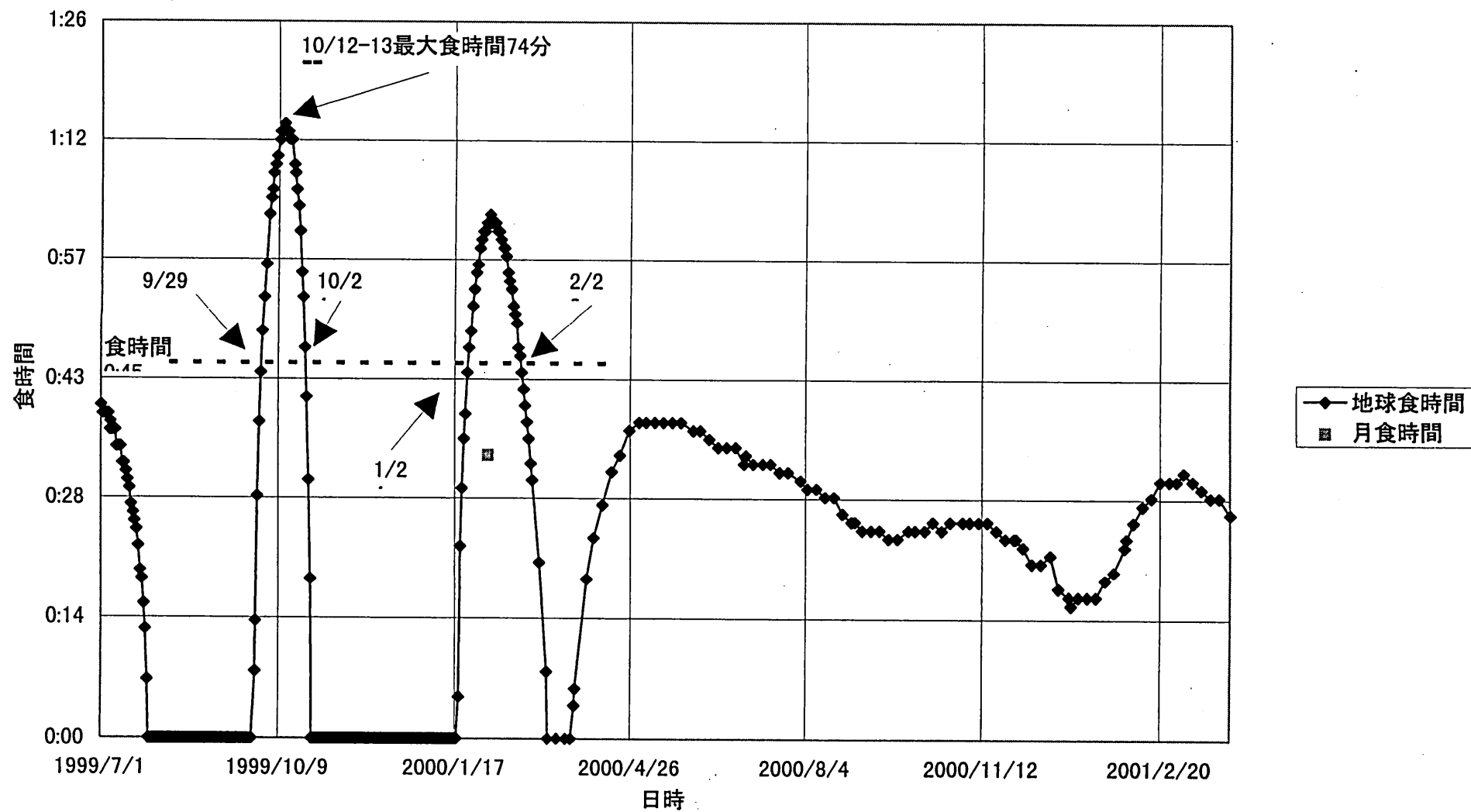
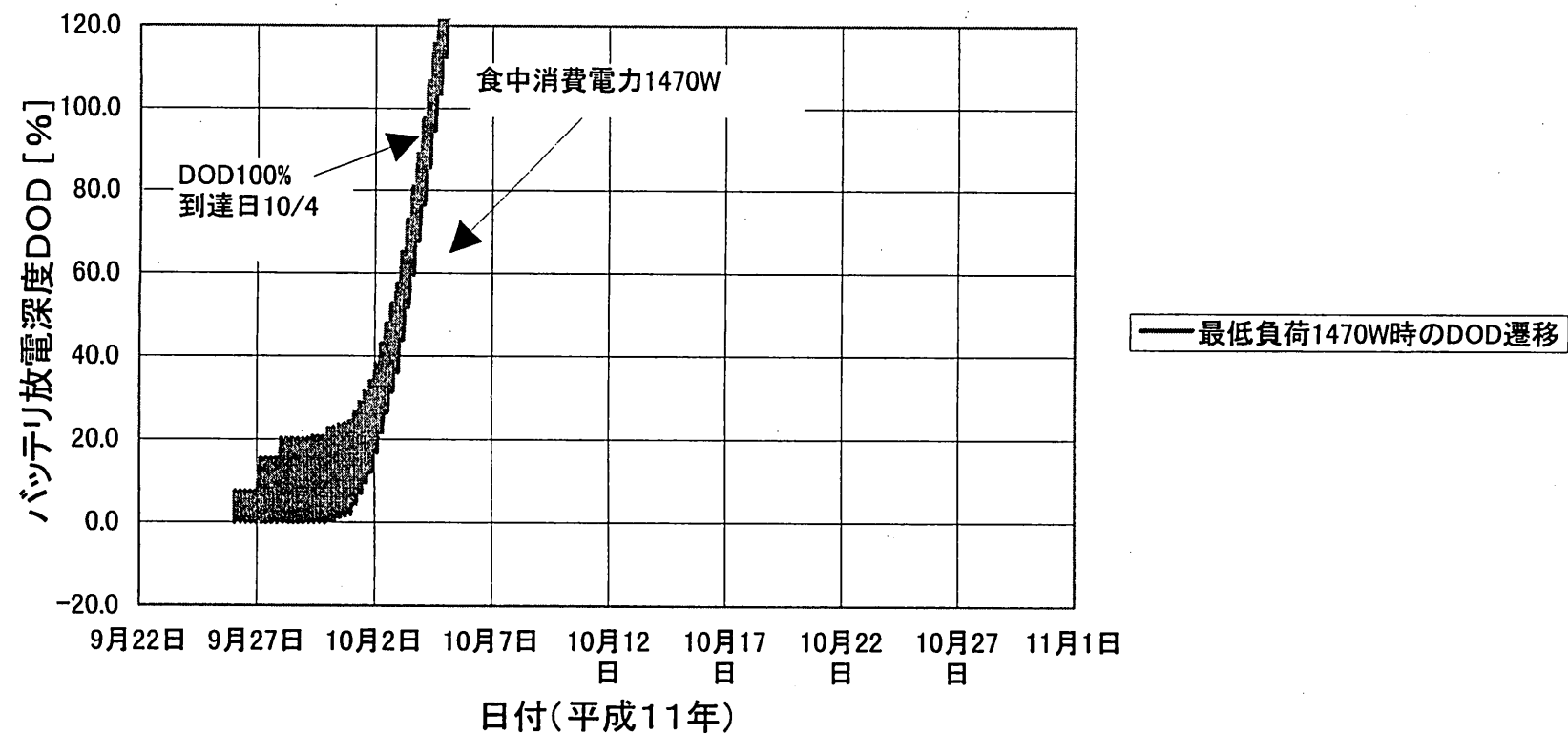


図2 食時間予測

図3 長期食対応時のバッテリー放電深度DOD遷移



通信放送技術衛星(COMETS)を利用した通信・放送実験について

平成11年8月4日
郵 政 省

通信放送技術衛星「かけはし」(COMETS)は、平成10年2月の打上げ以降、関係機関の協力により7回にわたる軌道変更の結果、通信・放送実験に望ましい軌道に投入され、平成10年7月下旬以降から本年7月25日まで、周回軌道上での実験を実施した。

通信・放送実験の実施結果は、以下のとおりである。

1 実験実施状況

(1) 基本実験（通信総合研究所及び宇宙開発事業団が実施する実験）

【主な実験実施項目】

- ① 衛星搭載中継器、アンテナの特性測定及び性能評価実験
- ② 衛星を介した地球局の特性測定及び性能評価実験
- ③ マルチメディア移動体衛星通信実験や統合デジタル放送実験等

【実験実施状況】

見直された実験項目については、ほぼ実施された。

当初の段階では、衛星搭載中継器、アンテナの特性測定及び性能評価実験並びに衛星を介した地球局の特性測定及び性能評価実験が実施され、所期の性能を維持していることが確認された。

その後、マルチメディア移動体衛星通信実験や統合デジタル放送実験として、各種伝送実験、電波伝搬特性測定が実施された。

さらに、海外においても、伝送実験、電波伝搬特性測定を実施。

(2) 利用実験（一般からの公募による実験）

平成10年10月より実験を開始し、計画されていた実験項目については、概ね実施された。

2 今後の予定

COMETSを利用した通信・放送実験は終了したが、今回の実験により取得されたデータの解析等を実施中であり、今後、実験成果の取りまとめを行う。

COMETS 通信・放送実験報告書

(実験機関名：通信総合研究所)

実験項目		実験実施内容
1 通信に関する実験		
1-1 搭載機器軌道上評価実験		
(1)	高度移動体衛星通信実験で利用するアンテナの特性	衛星搭載アンテナの各種性能評価実験（マルチビームアンテナパターン、アンテナ利得等）限られた面でのアンテナパターン測定は実施。
(2)	中継器特性	入出力特性、振幅周波数特性等の中継器特性を測定し、地上試験結果と比較した。ほぼ同等の特性が得られ、正常動作が確認できた。ただしミリ波中継器では誤差が認められた。経年変化は実施できず。
1-2 地球局の特性に関する実験		
(1)	主局特性	システム雑音、レベルダイヤ等各種性能を測定した。
(2)	車載実験局特性	アンテナ追尾精度、RF系特性等各種性能を測定した。
(3)	携帯実験局特性	ドップラー対策が不十分のため未実施。今後、実験室内での特性評価を実施する。
1-3 電波伝搬特性に関する実験		
	電波伝搬特性測定実験	東京都市部（丸の内ビル街）、幕張、鹿島市内、豪州シドニーでの移動体衛星伝搬路の特性を測定した。高仰角（70-80°）ではビル街でも電波の遮蔽が起こらない等、興味あるデータが取得できた。8の字衛星システムの有効性確認。
1-4 移動体衛星通信に関する実験		
(1)	走行時の回線品質測定	ドップラー補償方式を改良し、走行時のビット誤り特性を測定した。パイロット付加同期検波、マルチシンボル遅延検波、スペクトル拡散方式等複数機器で伝送実験を実施。多様な環境下での測定はできず。
(2)	走行時のアンテナ制御実験	車載アンテナの追尾方式を改良。Kaバンドミリ波の実用システムに使用可能な追尾方式を開発。後期段階ではさらに高精度化の実験を行う予定であったが、未実施。
(3)	走行時のシャドウィング対策技術の研究	実験時間不足のため未実施
(4)	走行時のドップラ対策技術の研究	ドップラの補償を行い、通信信号のビット誤り率測定を実施。ドップラー対策復調器を用いた走行実験を実施。
1-5 高度衛星通信システム技術に関する実験		
	超小型地球局による衛星通信実験	ドップラー対策が不十分のため未実施
1-6 航空移動体衛星通信技術に関する研究		
	Ka帯を用いた航空機衛星通信実験	航空機にフェーズドアレイアンテナを搭載し、電波伝搬実験、データ伝送実験を実施。

2 衛星放送に関する実験		
2-1 搭載機器軌道上評価実験		
(1)	高度衛星放送実験で利用するアンテナの特性	マルチビームアンテナの放射特性、ビーム分離度の測定を実施。現在データを解析中。
(2)	搭載機器の特性	入出力特性、群遅延、非線形増幅特性等の搭載中継器の特性を測定し、地上試験結果と比較を行った。ほぼ良好な特性が確認できた。
2-2 21 GHz高度衛星放送基盤技術に関する実験		
(1)	デジタル誤り対策技術の実証実験	連接符号化による誤り訂正効果及び映像伝送実験を実施。対策技術の評価までにいたらず。
(2)	小型アンテナによる個別受信の実証実験	車載局（1.8m径アンテナ）から送信し、小型アンテナと簡易受信機を用いて高精細映像（140Mbps）伝送性能評価実験を実施。実験風景が報道発表で公開。
(3)	多重化技術の実証実験	ATM多重によるHD映像伝送とコンピュータ接続の実験を実施。
(4)	最適デジタル変復調方式の実証実験	各種変復調方式を用いたビット誤り特性の測定を実施。搭載中継器の非線形特性、振幅周波数特性の影響を解析。
(5)	スタジオ品質HDTV伝送及び立体HDTV伝送	高精細度映像の伝送を実施。立体映像伝送は未実施。
3 その他の実験		
3-1 K F Bを用いた電波伝搬特性に関する実験		
(1)	電波伝搬特性測定実験	オーストラリアダーウィン及びシンガポールへCOMETS伝搬局を設置。23GHz帯の降雨減衰特性を測定。韓国、タイ、九州にもNASDA、COMETS通信・放送実験実施協議会との共同研究で観測局を設置。アジア・太平洋地域の降雨減衰モデル化の研究を行う。
(2)	オーストラリアでのKaバンド電波伝搬実験及び陸上移動衛星通信実験	シドニー市内及び市街地で、Kaバンド陸上移動実験を実施した。Kaバンドミリ波電波伝搬特性、データ伝送特性の測定を実施。

COMETS通信・放送実験報告書

(実験機関名：宇宙開発事業団)

実験項目		実験実施内容
1 通信衛星の開発に資する実験		
1-1 高度通信衛星技術に関する実験		
(1)	画像データの帯域圧縮技術実験	高出力モードにおいて誤り訂正なし及びありで帯域圧縮した画像を伝送した。低出力モードにおいて誤り訂正ありで帯域圧縮した画像を伝送した。
(2)	Ka/ミリ波帯高度移動体衛星通信機器(MCE)の基本特性測定実験	平成11年3月8日～28日まで、オーストラリアシドニーにおいて、郵政省通信総合研究所殿と共同にてデータを取得した。
2 放送衛星の開発に資する実験		
2-1 搭載機器軌道上評価実験		
(1)	衛星搭載アンテナの特性	関東・甲信越ビーム及び九州本島ビームにて受信レベルを測定し、地上で取得したアンテナ利得及びアンテナパターンと同等であることを確認した。
(2)	アンテナ指向精度の評価	COMETSを沖縄局へ指向し、自動追尾及びマニュアルの機能を確認した。 また、周波数追従範囲を確認した。
(3)	TWTAの経年劣化特性の評価	スプリアス、振幅周波数特性、位相雑音特性、入出力特性を取得し、3系統の中継器に対し、AM/PM特性及び群遅延特性を取得した。
2-2 電波伝搬に関する実験		
(1)	Kaバンド伝送特性の評価	降雨なしでのレベル変動及び降雨だけでのレベルを取得した。
(2)	ビーム間アイソレーション	関東/九州の各ビーム間のアイソレーションを筑波(一カ所)にて取得した。
2-3 21GHz帯高度衛星放送基盤技術の実験		
(1)	最適デジタル変調方式	高速・広帯域に適したデジタル変復調方式の評価のため、3中継器にてデータを取得した。
3-1 KFBを用いた電波伝搬特性に関する実験		
(1)	降雨・飛行機等による信号減衰特性に関する実験	23GHz帯KFB信号による降雨なしでのレベル変動及び降雨だけでのレベルを取得した。
(2)	都市部における遮蔽物の影響調査実験	都市環境における高仰角衛星を利用した救急医療への有効性を実証するデータを取得した。

COMETS通信・放送実験報告書

(実験機関名： COMETS通信・放送実験実施協議会)

実験項目	実験実施内容
1 横浜国立大学 1-1 スペクトル拡散通信方式を用いた 知的通信・測距システムの実験	メディア通信のために提案した処理利得可変CDMAシステム用拡散符号の衛星通信路でのビット誤り率と相互相関特性を測定した。
1-2 アレーアンテナに関する空間・時間領域による通信理論の実証実験	CRLの車載フェーズドアレーアンテナを用いた地上のアンテナからの不要波(干渉波)の除去実験を行った。 ビーム形成にはアダプティブアレーアンテナのアルゴリズムを応用した。
1-3 衛星通信用のマルチメディア情報の誤り訂正・圧縮方式	2つのワークステーション間において、ATMスイッチとCOMETS衛星を経由して、数種類のメディアのデータについて転送時間、転送速度、ビット誤り特性を測定した。
2 九州大学 2-1 Kaバンド伝送特性の評価	NASDAにより、データ取得を行った。 平成10年10月～12月分のデータについては九州大学にて解析中。 平成11年5月以降のデータについては、NASDAによるデータの配布後、6ヶ月以内に解析を行う予定。
2-2 降雨等による信号減衰特性に関する実験	平成10年10月～平成11年1月、NASDAにより、データ取得を行った。 このデータについては九州大学にて解析中。 平成11年4月～九州大学、熊本大学にて、データ取得を行った。NASDAによるデータの配布後、6ヶ月以内に解析を行う予定。
3 日本放送協会 3-1 各種受信条件下での測定実験	固定受信で可能な範囲で、晴天時に手動追尾による受信確認を行い、建造物や樹木による受信レベルの影響を調査した。
3-2 広帯域ISDBサービス実験 高品質HDTV多チャンネル伝送 実験	衛星の高出力モード、低出力モードの両条件で60Mbps及び22MbpsHDTV、4Mbps誤り率測定用信号を伝送、各種C/Nに対する画像の評価や誤り率の測定等を行った。

3-3 降雨等による信号減衰特性に関する実験	NASDAにてデータ整理中。
4 東海大学医学部 4-1 都市での高仰角受信電力測定	KFBの受信信号レベルを測定し、都市環境における高仰角衛星を用いた救急医療への有効性の実証を試みた。
4-2 陸上移動体からの高速データ通信	COMETS衛星の衛星間通信用Sバンド系を使用する運用を中止したため、実験不可能となった。
4-3 海上移動体からの低速データ通信	COMETS衛星の衛星間通信用Sバンド系を使用する運用を中止したため、実験不可能となった。
4-4 3D医療画像伝送の検証実験	平成11年9月に実験を予定していたが中止した。
5 東海大学工学部 5-1 コンフォーマルアクティブ集積アンテナによる衛星通信実験	東海大学で動作確認した受信機用2セットの2素子アクティブ集積アンテナアレイをCRL鹿島支所所有の75cm追尾用パラボラアンテナへ取り付け、追尾確認試験を実施した。 2素子アクティブ集積アンテナアレイは、受信機として基本動作をしていることが確認された。
6 明治大学 6-1 Ka・ミリ波帯による伝送速度可変スペクトル拡散パーソナル衛星通信実験	Kaバンドおよびミリ波にて実験を実施し、データを取得した。 計画の内、過半数が良好に実施できたと考えている。詳細は解析中。