

## 第46回宇宙開発委員会（定例会議）

### 議事次第

1. 日 時 平成11年12月8日（水）

14:00～

2. 場 所 科学技術庁 委員会会議室

3. 議題
- (1) 宇宙開発事業団の平成12年度予算に係る計画の見直しについて
  - (2) 米国航空宇宙局の地球観測衛星「TERRA」の打上げについて
  - (3) 技術試験衛星VII型（ETS-VII）の後期利用実験結果と今後の運用計画について
  - (4) その他

4. 資料

委46-1 宇宙開発事業団の平成12年度予算に係る計画の見直しについて

委46-2 米国航空宇宙局の地球観測衛星「TERRA」の打上げについて

委46-3 技術試験衛星VII型（ETS-VII）の後期利用実験結果と今後の運用計画について

委46-4 第45回宇宙開発委員会（定例会議）議事要旨  
(案)

## 第46回 宇宙開発委員会（定例会議）の開催について

平成11年12月7日  
宇宙開発委員会事務局

上記会合を下記の要領で開催いたします。なお、本会合は一般に公開する形で行います。

### 記

1. 日 時 平成11年12月8日（水）  
14:00～

2. 場 所 科学技術庁 委員会会議室

3. 議 題  
(1) 宇宙開発事業団の平成12年度予算に係わる計画の見直しについて  
(2) 米国航空宇宙局の地球観測衛星「TERRA」の打上げについて  
(3) 技術試験衛星VII型（ETS-VII）の後期利用実験結果と今後の運用計画について  
(4) その他

4. 一般傍聴者席 10席

5. 一般傍聴者の受付

- ・傍聴を希望される方は、12月8日午前11時までに、科学技術庁研究開発局宇宙政策課まで、氏名と連絡先をご連絡下さい。
- ・受付は、基本的には申し込み順としますが、多数の傍聴者が予想される場合には、抽選となる場合もございます。
- ・官舎管理等の観点から、入場等に身分証明書等の提示を求められますので、社員証、運転免許証その他本人の確認ができるものを持参して下さい。

6. 報道関係傍聴者の受付

- ・傍聴を希望される方は、12月8日午前11時までに、科学技術庁研究開発局宇宙政策課まで、氏名と所属機関を登録して下さい。
- ・報道関係傍聴者は、原則として1社につき1名とし、入場の際には、社名入り腕章を携帯して下さい。

7. 宇宙開発委員会の公開について

宇宙開発委員会の開催通知、議事要旨、報告書等については、インターネットにおいても公開されています。そちらの方も、どうぞご覧下さい。  
宇宙開発委員会ホームページ・・・

<http://www.sta.go.jp/shimon/SAC/INDEX.HTM>

（本件の問い合わせ先）

科学技術庁研究開発局宇宙政策課 梅北、田中  
電話：03-3581-5271（内線：454）、03-3581-0603（直通）  
FAX：03-3503-2570

宇宙開発事業団の平成12年度予算に係る  
計画の見直しについて

平成11年12月 8日  
科学技術庁

1. H-IIロケット8号機の打上げ失敗については、原因究明とそれを踏まえた対策に、あらゆる努力を傾注しているところであり、失敗の技術的原因はもとより、その背景にある、宇宙開発事業団の業務運営のあり方、さらには、産業界の設計・製造現場の品質保証や技術継承等にも踏み込んだ検討を行い、極力早期に、我が国の宇宙開発の信頼性確保のための具体的な対策を明らかにすることとしている。
2. 宇宙開発事業団の今後の事業については、これらの具体的な対策を踏まえて改めて検討しなければならないが、予算編成を控え、当面する平成12年度の計画について、所要の見直しを行うこととする。
3. 平成12年度の計画の見直しに当たっては、今後の我が国の主力ロケットであるH-IIAの開発を着実に遂行するとともに、緊急性の高い事業を確実に実施するため、以下の通り重点化を図ったものとする。  
これについて宇宙開発委員会の審議を求める。

- ① 今後の我が国の宇宙輸送手段として最も重要なH-IIAロケットの開発について、追加的な開発試験を行うなど、より入念な開発に取り組む。このため開発スケジュールも、より余裕ある期間を確保する。
- ② H-IIAロケットの開発に集中するため、H-IIロケットシリーズを中止する。
- ③ 情報収集衛星については、既定のスケジュールに沿って、その開発の着実な推進を図る。
- ④ 上記①及び②に伴い、宇宙往還技術試験機(HOPE-X)、ミッション実証衛星(MDS)、データ中継技術衛星(DRTS)、技術試験衛星VIII型(ETS-VIII)、月周回衛星(SELENE)等の諸計画、並びに先端技術実証ロケット等の新規計画について、延期、着手見送り等の変更を行う。

## 打上げ計画の見直しに関する要望について

宇宙開発事業団

平成12年度予算編成に向け打上げ計画の見直しを、以下のとおり要望したい。

### 1. 基本的な考え方

- (1) H-IIAロケットの開発を確実に行う。
- (2) 情報収集衛星については打上げ計画を変更しない。
- (3) 他のプロジェクトについては、緊急性を勘案し、計画内容及びスケジュールの見直しを行う。

### 2. 見直しの内容

#### 2. 1 H-IIAロケット開発を強化するための施策の実施

H-IIAの開発及び打上げをより確実に実施するため、平成12年度に以下の開発強化の施策を実施したい。

- ・第1段エンジン（LE-7A）の信頼性向上
- ・第2段エンジン（LE-5B）の信頼性向上
- ・固体ロケットブースタ（SRB-A）の信頼性向上
- ・検証試験の充実（エンジン部、フェアリング、誘導制御系等）

また、H-IIAロケットの打上げ確実性の向上を目的とし、H-IIAロケット試験機（標準型）による飛行実証をH-IIAロケット標準型機体の多様な打上げ形態に合わせて、試験機1機から試験機2機による実証に変更したい。

試験機1号機及び2号機のペイロードについては、先端型データ中継技術衛星（ARTEMIS）打上げ時期に係る欧州宇宙機関（ESA）内の調整結果を踏まえ、平成12年3月に明確化することしたい。

(1) 試験機1号機(平成12年度打上げ)

(予定ペイロード)

- 民生部品・コンポーネント実証衛星(MDS-1) または先端型データ中継技術衛星(ARTEMIS)
- 大型展開アンテナ小型・部分モデル(LDR-P)
- 高速再突入技術実験(DASH)

(2) 試験機2号機(平成13年度打上げ;追加)

(予定ペイロード)

- 先端型データ中継技術衛星(ARTEMIS) または民生部品・コンポーネント実証衛星(MDS-1)

## 2. 2 計画の見直し

H-IIAロケット開発等の重点化のため、その他の計画の緊急性等を勘案し、計画の見直しを行う。

(1) H-IIロケット7号機「開発」の取り止め

H-IIロケット7号機については、平成12年度を目標に、データ中継実験衛星(DRTS-W)及び民生部品・コンポーネント実証衛星(MDS-1)を打ち上げることとしていた。H-IIロケット7号機に同5号機及び8号機のトラブル対策処置を施すよりも、H-IIAロケットに切り替えた方が確実かつ効率的であることから、H-IIロケット7号機の開発を取り止めることとした。

(2) H-IIAロケット増強型試験機「開発」着手の見送り

平成14年度までは標準型H-IIAロケットの打上げ計画を確実に実施することとして、H-IIAロケット増強型試験機の打上げ目標年度を平成14年度から平成15年度に変更したい。

(3) 宇宙往還技術試験機(HOPE-X)「実機製作」着手の見送り

再使用型輸送システムの研究を含めた全体シナリオの再構築を行うこととして、平成12年度の実機製作着手を見送ることとした。打上げ目標年度については、当面は平成15年度から平成16年度に変更することとし、平成13年度見直し要望に向けて打上げ時期を含めた計画の見直しについて検討したい。

(4) 先端技術実証ロケット「開発研究」着手の見送り

平成12年度に計画していた先端技術実証ロケットの「開発研究」着手を見送りたい。中長期的には中小型衛星を活用した効率的な宇宙での技術実証及び利用実証等を実施する必要があり、「衛星の要求に柔軟に応えられる安価な小型ロケット打ち上システムの研究」として研究を継続したい。

(5) オゾン観測センサ(ODUS)「開発研究」着手の見送り

環境観測技術衛星(ADEOS-II)の打上げ目標年度を平成12年度から平成13年度に変更するのに伴い、ADEOS-IIからの継続観測を目的としたオゾン観測センサ(ODUS)については、平成12年度予定の「開発研究」着手を見送ることとしたい。

オゾン観測センサ(ODUS)は、「地球環境観測、気象観測、海洋観測、資源探査、災害監視等のための各種センサのための観測技術、情報処理技術及び解析・データネットワーク技術の研究」として研究を継続したい。

(6) ライダ実証衛星(MDS-2)の取り止め

中小型衛星の開発方針の見直し及びシナリオの再構築を図るため、ライダ実証衛星(MDS-2)は一旦取り止めることとしたい。ライダー実験機器(ELISE)に関しては、将来の地球観測衛星等への搭載を目指した「研究」として継続することとしたい。

(7) データ中継技術衛星(DRTS-E)「実機製作」着手の見送り

H-IIAロケットによる平成14年度の打上げを目標としていたデータ中継技術衛星(DRTS-E)については、平成16年度の開発完了を目指すこととして、平成12年度の実機製作着手を見送ることとしたい。なお、平成13年度見直し要望に向けて取り扱いについて検討したい。

## 2. 3 H-IIロケット及びH-IIAロケット打上げ計画の変更

H-IIロケット及びH-IIAロケット打上げ計画について、緊急性等を勘案し、計画変更を行いたい。

(1) 大型展開アンテナ小型・部分モデル (LDR-P)

大型展開アンテナ小型・部分モデル (LDR-P) はH-IIAロケット試験機1号機に平成11年度を目標に打上げを実施する計画であったが、平成12年度に目標年度を変更したい。

(2) 環境観測技術衛星 (ADEOS-II)

平成12年度を目標にH-IIAロケットにて打上げる計画で環境観測技術衛星 (ADEOS-II) の開発を進めてきたが、打上げ目標年度を平成13年度に変更して開発を実施したい。遠隔検査技術の事前実証ミッション等を搭載した小型衛星 (50kg級) 、鯨生態観測衛星 (WEO-S) 及び豪州小型衛星 (FeedSat) を相乗りにて打ち上げることとしたい。

(3) 民生部品・コンポーネント実証衛星 (MDS-1)

民生部品・コンポーネント実証衛星 (MDS-1) は、H-IIロケット7号機で平成12年度に打ち上げることを目標に開発を進めてきたが、H-IIAロケット試験機1号機 (平成12年度) または同2号機 (平成13年度) にて打ち上げることとしたい。

(4) データ中継実験衛星 (DRTS-W)

平成12年度を目標にH-IIロケット7号機で打上げを目標に開発を進めていたデータ中継技術衛星 (DRTS-W) は、陸域観測技術衛星 (ALOS) のグローバルデータ取得を考慮し、打上げ年度を平成14年度に変更しH-IIAロケットにて打ち上げることとしたい。

なお、次世代型無人宇宙実験システム (USERIS) を、DRTS-Wの相乗りにて打ち上げることとしたい。

(5) 技術試験衛星VIII型 (ETS-VIII)

技術試験衛星VIII型 (ETS-VIII) は、平成14年度にH-IIAロケットで打上げることを目標として開発を進めていたが、H-IIAロケット増強型試験機の打上げを平成14年度から平成15年度に変更するのに伴い、打上げ目標年度を平成15年度に変更したい。

## (6) 月周回衛星 (SELENE)

打上げ計画全体の見直しから、平成 15 年度を目標に H-IIA ロケットで打上げを予定していた月周回衛星 (SELENE) の打上げ目標年度を、平成 16 年度に変更したい。

## 今後の打上げ計画

年 度	1 1	1 2	1 3	1 4	1 5	1 6
平成12年度 概算要求	試験機1号機 /ARTEMIS 等	環境観測技術衛星 等  □ データ中継 技術衛星(W) バッジョン実証 衛星(1号)	★ 光衛星間 通信実験 衛星	陸域観測 技術衛星 データ中継 技術衛星(E) /次世代型無人 宇宙実験システム  △ 増強型 試験機 △ 技術試験 衛星VII型  ○ ミッション実証 衛星(2号)	月周回衛星  △ 宇宙ステーション補給機 技術実証機  △ 宇宙往還技術 試験機	
今回の計画 見直し		試験機1号機 バッジョン実証 衛星(1号) 又は ARTEMIS ※ 等  ※欧洲宇宙機関内の調整 を踏まえて明確化	試験機 2号機 ARTEMIS 又は ミッション実証 衛星(1号) ※  ★ 光衛星間通信 実験衛星	環境観測 技術衛星 等  △ データ中継技術衛星(W) /次世代型無人宇宙 実験システム  △ 情報収集衛星	△ 増強型 試験機  △ 技術試験衛星VII型  △ 宇宙ステーション補給機 技術実証機	月周回衛星  ⇒【打上げ未定】  ⇒△ 宇宙往還技術試験機 【16年度打上げ】  ⇒【取りやめ】  新規プロジェクトの ・先端技術実証ロケット ・オゾン観測センサ について、開発研究着手を見送り。

□: H-IIロケットによる打上げ

▲: H-IIA標準型による打上げ

△: H-IIA増強型による打上げ

★: J-I ロケットによる打上げ

○: ロケット未定

米国航空宇宙局の地球観測衛星「TERRA」の打上げについて

平成11年12月8日  
通商産業省

通商産業省が開発した「資源探査用将来型センサ（ASTER）」を搭載した米国航空宇宙局（NASA）の地球観測衛星「TERRA」の打上げに関してNASAより連絡があった。本衛星の打上げは、NASAが行うが、連絡によると打上げ日等は以下のとおり。

1. 日時

平成11年12月16日、17日（予備日）  
(変更の可能性あり)

2. 場所

バンデンバーグ空軍基地（米国 カリフォルニア州）

3. 打上げロケット

アトラスII ASロケット

National Aeronautics and  
Space Administration  
**Headquarters**  
Washington, DC 20546-0001



Reply to Attn of:

IV

DEC - 3 1999

Mr. Shinichiro Ohta  
Director-General  
Machine and Information Industries Bureau  
Ministry of International Trade and Industry  
1-3-1 Kasumigaseki  
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8901  
Japan

Dear Mr. Ohta:

I am pleased to inform you that the Terra launch has now been scheduled for December 16, 1999. I would also like to take this opportunity, on behalf of the National Aeronautics and Space Administration, to invite you to attend the launch of the Terra spacecraft. Terra will be launched on an Atlas-IIAS expendable launch vehicle from the Vandenberg Air Force Base, Space Launch Complex-3 East, in Lompoc, California.

Terra (formerly EOS AM-1) is the flagship of NASA's Earth Observing System, a series of spacecraft that represent the next landmark steps in NASA's continuing efforts to observe the Earth from the unique vantage point of space. Focused on key measurements identified by a consensus of U.S. and international scientists, Terra will enable new research into the ways that Earth's lands, oceans, air, ice, and life function as a total environmental system.

If you plan to attend the launch please provide your full name, affiliation, date of birth and passport number and for each member of your party to devon.carroll@hq.nasa.gov as soon as possible. Because interest in the Terra launch is expected to be great, it is advisable for you to arrange airline and hotel accommodations as soon as possible.

I hope you will be able to join me for this historic event.

Sincerely,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Ghassem R. Asrar".

Ghassem R. Asrar  
Associate Administrator for  
Earth Science

## 技術試験衛星VII型(ETS-VII)の後期利用実験結果と 今後の運用計画について(報告)

平成11年12月8日

宇宙開発事業団

### 1. はじめに

技術試験衛星VII型(ETS-VII)「おりひめ・ひこぼし」を用いて、平成11年6月以降実施した後期利用実験結果の概要と、実験終了後の運用方針について報告する。

### 2. 経緯

- (1) 平成9年11月28日に打ち上げられた ETS-VIIは、平成11年5月31日に定常段階を終了。この時点で当初計画に対し、
  - ・ロボット(RBT)実験は全ての課題を達成
  - ・ランデブ・ドッキング(RVD)実験については、搬送波位相GPS相対航法、遠隔操縦ランデブ、Rバー接近、及び衝突回避マヌーバ実験が未実施であった。
- (2) 平成11年6月16日(以下、平成11年を略)の宇宙開発委員会にて、定常段階実験運用の成果を報告するとともに、衛星の状態が比較的良好であること、衛星の軌道(発生電力)条件、実験運用に必要なTDRSの利用契約期限及び実験運用設備のY2K問題を考慮し、「11月末頃まで実験運用期間を追加して、残されたRVD実験課題の達成と、可能な範囲で追加RBT実験(公募実験、関係機関の追加実験等)及びターゲット衛星の点検・捕獲実験を行う計画」を報告。
- (3) 追加実験の実施状況
  - ① 7月22～23日 : 搬送波位相GPS相対航法実験を実施(衛星結合状態で実施)
  - ② 8月31日～9月1日 : ターゲット衛星捕獲実験を実施
  - ③ 10月26日～27日 : 接近・離脱飛行技術実験(FP-6)を実施、ドッキングをもって終了  
本実験により、RVD実験についても当初計画を全て達成
  - ④ 7月～11月 : 追加RBT実験を計画通り実施  
11月29日に、最後の追加RBT実験を実施し、ETS-VIIの後期利用における追加RBT実験運用を終了

後期利用段階におけるRVD実験結果の概要を別紙-1に、RBT実験結果の概要を別紙-2に示す。

#### (4) 衛星の状況

ETS-VIIは現在、チェイサ衛星とターゲット衛星が結合した状態にある。11月30日に軌道維持のための運用を行い、現在高度約540kmの円軌道を飛行している。チェイサ衛星に関しては、TDRSとの通信回線の受信レベルに低下が見られるが、地上局との通信回線は正常であり、発生電力(約3.1kw以上)、燃料(約190kg)ともに問題無く、衛星の機能を維持し、バス系機器等のデータを取得するためのハウスキーピング(H/K)運用には、当面、支障は無い。

### 3. 今後の運用方針

- (1) 12月1日より12月16日まで、太陽電池に対する太陽光入射量が軌道条件により低下する期間となるが、これを補正するためにH/K運用の一環であるロールバイアス運用を実施する。
- (2) 12月16日から17日(TDRS利用契約の最終期限)にかけて、搭載機器の機能・性能データの取得をチェイサ、ターゲット衛星結合状態で実施する。これをもって、TDRSを用いたETS-VIIの運用を終了する。
- (3) 12月18日以降は、追跡管制技術の維持、及び設計寿命評価を目的としたバス系搭載機器の経年変化や劣化データの蓄積のため、国内地上局を用いて、可能な範囲でチェイサ衛星及びターゲット衛星のH/K運用を継続実施する。なお、検討課題であった、Z軸以外でのスラスタ噴射異常の可能性についての軌道上確認試験は、FP-6実験時にX方向スラスタに噴射異常が確認されたことにより必要性が無くなつたため、実施しないこととする。
- (4) なお、FP-6実験がドッキングで終了したことにより実施されなかつたフライアラウンドについては、先のFP-6実験でX方向スラスタにも噴射異常が見られ、結合状態から開始する条件では、近傍域での異常発生時に衛星の安全が完全には保証されないこと、また今後の機器の長期データ取得のためにも、衛星機器の継続運用が重要であり、安全性が最重要であることを考慮し、実施しないこととする。

以上

## 別紙-1)後期利用段階のランデブ・ドッキング(RVD)実験の成果

### 1. 全RVD実験運用の概要(打ち上げから後期利用終了まで)

①初期チェックアウト：平成10年3月～4月にかけ延べ6日間実施

②定常段階実験運用：

- 平成10年6月5日 分離性能確認試験(ドッキング機構半開動作で分離性能を確認)

- 平成10年7月7日 分離・ドッキング実験飛行(FP-1)

- 平成10年8月7日～27日 初期離脱・最終接近実験飛行(FP-2)及び異常対策運用

- (平成11年3月1日～11日 異常原因究明のための軌道上噴射試験を実施)

③後期利用段階実験運用：

- 平成11年7月22日～23日 RVFS改修後軌道上試験・GPS搬送波位相対航法実験

- (平成11年8月31日、9月1日 RBT実験系と協力してターゲット衛星自動捕獲実験実施)

- 平成11年10月26日～27日 接近・離脱飛行技術実験(FP-6)

### 2. 後期利用実験内容

#### (1) 搬送波位相GPS相対航法

GPS信号の搬送波位相の計測値を利用することで、相対的な位置、速度の推定を行うGPS相対航法の技術実証実験を実施した。

実験では、キャリアスマージング法(波長約19cmのGPS信号の搬送波の位相情報を利用して、GPSのPNコードより算出される疑似レンジの計測誤差を平滑化し、より高精度の推定を実現する方法)及び、アンビギュイティ推定法(搬送波の波数の整数倍の計測アンビギュイティ(不確定性)を拡張カルマン・フィルタと言う手法を用いて推定することで、搬送波の位相情報を疑似レンジを求める方法)の、2種類の搬送波位相GPS相対航法について技術的実現性の目処を得た。

#### (2) 接近・離脱技術飛行実験

実験飛行のプロファイルを図-1に示す。本実験は、定常段階中に実施できなかった遠隔操縦ランデブ、衝突回避マヌーバ(CAM)、及びRバー接近の技術実証を目的としたものである。

##### ① 遠隔操縦ランデブ

ETS-VIIのRVD実験では、自動RVDに加え、遠隔操縦ランデブ技術の実証も実験の目的の一つである。筑波宇宙センターの実験運用設備から、NASDA技術者がリアルタイムにコマンドを送り、米国のデータ中継衛星(TDRS)を経由して軌道上にあるチェイサ衛星を操縦し、ターゲット衛星との相対距離2mから12mまで離脱飛行した後、再び6mまで接近飛行する遠隔操縦ランデブ実験に成功した。この結果、人間が搭乗して直接操縦する米国スペース・

シャトル等と異なり、延べ10万km近い通信距離と複数のデータ通信ネットワークを結合した、時間遅れの大きな系を介しても、人間の高い適応能力を利用してすることで、高度な制御技術である地上からの遠隔操縦ランデブを実証することができた。

### ② 衝突回避マヌーバ(CAM)

有人宇宙ステーション等に安全に近づくために、万一不測の事態が発生した時にスラスターを能動的に噴射して、相手宇宙機の至近領域から離れ、安全を確保する衝突回避マヌーバ(CAM)の実証実験を行い、地上からのコマンドによりチェイサ衛星が直ちに衝突回避マヌーバのためのスラスターを噴射して、ターゲット衛星より安全に離脱できることを確認した。

### ③ Rバー接近

チェイサ衛星がターゲット衛星に接近する際には、軌道上進行方向からの接近(Vバー接近)が基本であるが、宇宙ステーションへの補給機(HTV)が国際宇宙ステーションへ接近する際には地球方向から接近(Rバー接近)する方式が採用される。このRバー接近の事前実証を行うために、ターゲット衛星の700m前方に仮想のRバー(垂直線)を設定し、9km後方の地点から仮想Rバーに入った後、Rバーに沿って上昇し、Rバー投入及びRバー接近の誘導制御が実施可能であることを確認した。

### (3) スラスター切換によるドッキング接近

ドッキング及びそのための最終接近の際には、Z方向(上下方向)のスラスターの使用が必要であるが、スラスター噴射異常が発生しても、異常が発生したスラスターを使わぬで接近が継続できるように、RVD実験系の誘導制御計算機のプログラムを改修した。接近・離脱飛行技術実験終了後、異常発生時のドッキング接近データ取得運用を目的に実施。最終接近において、230m地点から接近を開始したところ、2周回目の40m地点でZ軸のスラスターに噴射異常が発生したため、直ちに地上からコマンド指令を出し、新しいスラスター使用法に切り換えて姿勢の安定化を確認し接近を継続した結果、スラスターの異常の影響を受けることなく、最終的にはドッキングに成功した。

スラスターのような衛星のハードウェアに異常が発生した場合には、修理することはほとんど不可能であるが、計算機プログラムを書き換えることで、残されたハードウェアの機能を再構成し衛星の機能を回復できる場合があることを実証できた。この技術は、将来的に衛星システム全体の信頼性向上や、ミッション達成率の向上に役立つものと考えられる。

以上の結果、表-1に示す通り、当初計画した全てのRVD技術の実証を達成することができた。

// 以上

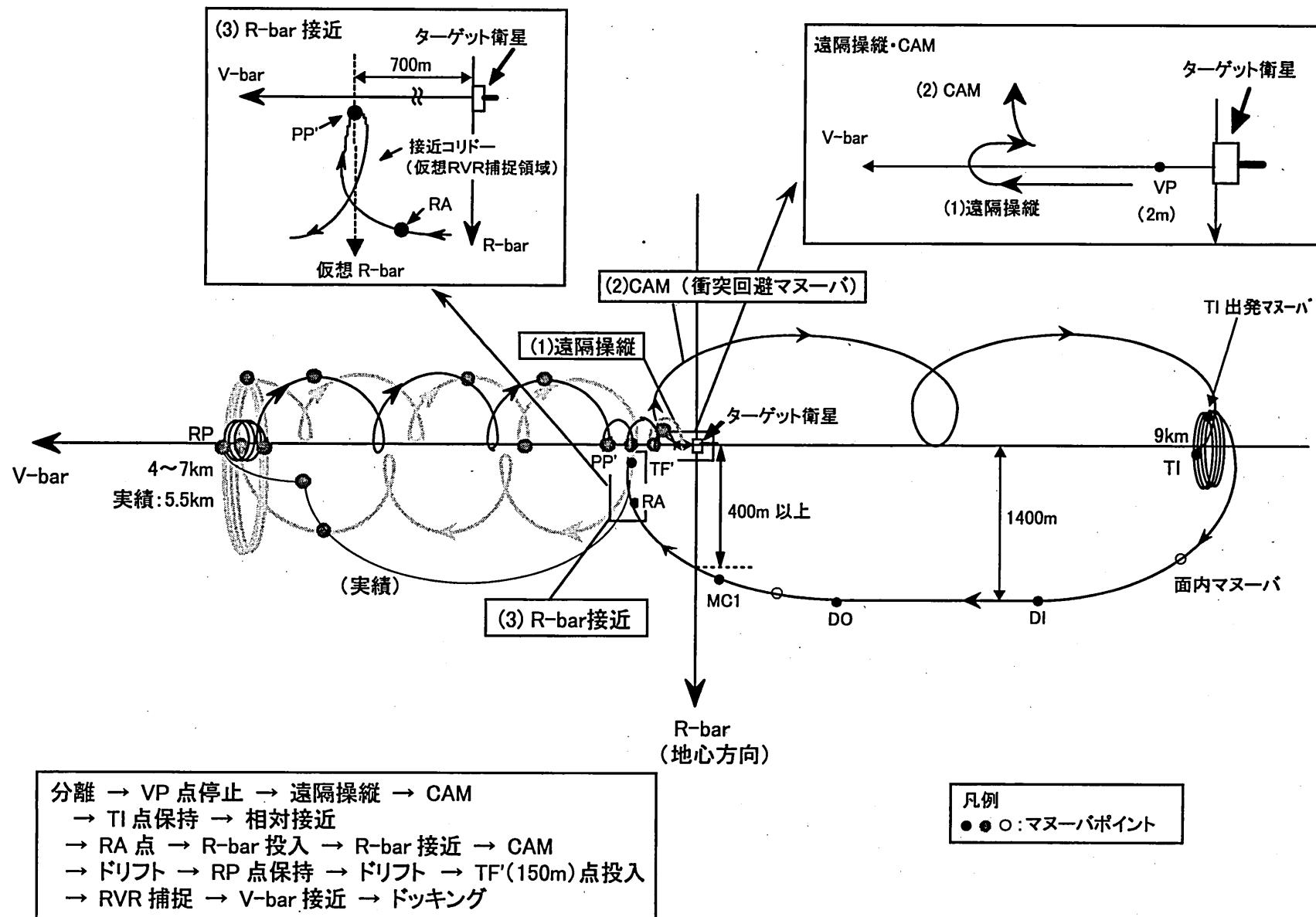


図-1 実験軌道全体

表-1 RVD実験の技術検証項目（検証実績と当初計画との比較）

サクセスレベル		ミッションサクセス			フルサクセス		
実験飛行 (FP)		FP1	FP2	FP3	FP4	FP5	FP6
技術検証項目 (新規性)		分離／ ドッキング	初期離脱 最終接近	総合 RVD	オペカルI	遠隔操縦 オペカルII	R& - 接 近
a	a-1) ドッキング 機構 W	①					
	a-2) 近傍セイ W	①					
	a-3) ランデブレーダ W		②				
	a-4) GPS 受信機 W			◎*1			
	a-5) 加速度計			②			
	a-6) 視覚系機器		◎*2				
b	b-1) PXS 航法 W	①					
	b-2) RVR 航法 W		②				
	b-3) GPS 相対航法 W (PNコド)			◎*3			
	b-4) GPS 絶対航法	①					
c	c-1) 分離 W	①					
	c-2) 基準軌道誘導		◎*8				
	c-3) C-W 誘導			◎*4			
	c-4) VIC 誘導			◎*4			
	c-5) 相対 6DOF 制御 W	①					
	c-6) ドッキング 制御 W	①					
	c-7) LOS 指向制御		②				
	c-8) CAM 制御				⑥		
	c-9) 夜間ドッキング				②		
	c-10) 遠隔操縦制御 W				⑥		
d	d-1) 自動状態監視 W		②	②			
	d-2) 自動異常管理 W				②	②	
	d-3) 実践的コラボ運用				◎*5	◎*5	
	d-4) 遠隔操縦運用 W					◎*7	
	d-5) 2衛星同時運用		◎*6	◎*6	◎*6	◎*6	
	d-6) データ中継衛星運用			◎*7	◎*7	◎*7	
F	e-1) RA - 投入						⑥
	e-2) RA - 接近						⑥
	e-3) GPS 相対航法 W (搬送波位相)						○

W: 世界に先駆けて開発した技術の軌道上実証項目。

①: FP-1 により実証できた項目。

②: FP-2 により実証できた項目。

⑥: FP-6 により実証できた項目。

○: 実証できた項目。

◎: 初期計画を越える実証ができた項目。

\*\*\*\*\*

◎で初期計画を越える実証の内容は以下の通り。

\*1: ROM に焼いたアルマック (95 年の軌道要素) での捕捉  
/ 計測

\*2: 1.5km でターゲット衛星を撮像

\*3: 150m~10km 超まで主航法セイとして実証

\*4: 150m への TI 投入。高精度の軌道保持。

\*5: 想定外のコラボレーションに対し、オボード機能の活用  
と、地上運用により対処。

\*6: コラボレーション対処のためのアーティファクト (ストアド) 運用。  
2衛星軌道保持運用。

\*7: 時間遅れや等時性変動の大きい TDRS での遠隔操縦  
運用。外国機関と協力しての運用 (FP-6)。

\*8: スラスター噴射異常時に使用スラスクを切り換えるリコンフィギュ  
レーションを行っての最終接近を実証 (FP-6)。

## 別紙-2) 後期利用段階のロボット(RBT)実験の成果

### 1. 全RBT実験運用の概要(打ち上げから後期利用終了まで)

実験運用区分	ロボット実験日数(*)	実験可視数(*)
初期チェックアウト段階 (～'98/05/28)	31日	126 可視
定常段階 ('98/05/29～'99/05/31)	90日	453 可視
後期利用段階 ('99/06/01～ )	15日	76 可視
計	136日	655 可視

(注\*)実験日数／可視数には、視覚系の点検、実験準備運用、及び通信回線異常等により作業が行われなかつた日／可視も含む。

### 2. 後期利用実験内容

後期利用段階のロボット実験については、当初計画した実験が定常段階実験運用において全て終了しているため、新たに以下の実験を追加実施した。

- ・NASDA、NAL、CRL、MITI の各機関が実施する応用実験
- ・公募により NASDA との共同ロボット実験に選ばれた東北大学等によるロボット技術実験  
以下に、概要を示す。

#### (1) NASDAの追加ロボット実験

##### ① ロボットアームによるターゲット衛星の自動捕獲実験(99/8/31～9/1)

本実験では、ETS-VII搭載ロボットアームの先端に取り付けられた手先カメラでターゲット衛星上の位置決め用マーカを撮像し、同映像を衛星搭載計算機が実時間(500msec 毎)処理して、ロボットアームから見たターゲット衛星の方向、距離を計測する。ロボットアームは、この計測結果を用いてロボットアーム先端に取付けた大型のターゲット衛星操作用ハンドを、自動的にターゲット衛星上に設置された捕獲用ハンドルの捕獲可能位置へと移動させ、ハンドを閉じてターゲット衛星を捕獲する。実験は8月31日から9月1日にかけて行われ、ドッキング機構の半閉空間内で浮遊するターゲット衛星の捕獲に成功した。本実験の成功により、衛星搭載計算機による画像処理結果を用いた自動的なロボットアームの制御技術、及

びランデブドッキング系とロボット系の連携運用 技術が実証された。

② ロボットアームの動作反動による衛星の姿勢変動を小さくする協調姿勢制御実験(11/29)

ETS-VII はロボットアームを搭載した世界で最初の無人の軌道上周回衛星で、人工衛星上でロボットアームが動作しても、この反力による衛星の姿勢変動を抑えるため、ロボットアームの動作速度の管理、ロボットの動作により生じる角運動量のフィードフォワード補償等による、衛星の姿勢変動低減のための技術を定常段階実験運用において実証した。

後期利用段階では、ロボットアームの動作反動による衛星の姿勢変動を、より簡易な方法で、かつより効果的に低減するために、衛星の姿勢運動の状態、及びロボットアームの動作状態により衛星の姿勢制御系の制御ゲインを切り替える Gain Schedule 法に関する実験を行い、その有効性を確認した。

③ 長期間運用中のロボットアームの制御性能の評価

ETS-VII 搭載ロボットアームは、これまでのどの宇宙ロボットよりも長期間、軌道上において運用されている。本評価では、ロボットアームの力覚制御に不可欠で、精巧な構造を有するトルクセンサについて、2年間の軌道上での運用データを基に、動作評価を行った。

## (2) NASDA と大学等との共同研究によるロボット実験

① 東北大学吉田研究室との共同実験:

「衛星の姿勢変動を抑える搭載ロボットアームの制御技術実験」(99/9/30)

人工衛星上でロボットアームが動作した時の衛星の姿勢変動を抑えるため、ETS-VII では協調制御技術が取り入れられ、NASDA がその評価実験を行っている。東北大学の実験は、人工衛星上のロボットを目的の位置姿勢に移動する途中の経路を適切に変えることにより、アーム移動による衛星姿勢への影響を少くする技術の実証を目的としたものである。

② 東京工業大学松永研究室との共同実験:

「搭載ロボットアーム動作時の衛星の振動特性の評価」(99/9/30)

人工衛星上でロボットアームを動作させた時に、その動作反動で太陽電池パドル等の柔軟付属構造物が振動励起されることがある。東京工業大学の実験は、実際にロボットアームを動作させた時の振動データを取得し、これを用いて衛星の柔軟特性の評価等を行うものである。

③ (株)東芝との共同実験:

「画像処理研究用の衛星画像の取得」(99/9/14、10/7)

ETS-VII の搭載ロボットは、主として地上からの遠隔制御で運用されているが、将来的には衛星搭載計算機でロボット作業の大半を自律的に制御することが期待される。本実験は、

衛星搭載ロボットの自律的制御の研究に際して必要となる、衛星搭載カメラで撮像された衛星自体の画像データを取得するものである。

④ 東北大学内山研究室との共同実験:

「ハaptiック(触覚)インタフェースによる搭載ロボットアームの遠隔制御実験」(99/10/13)

宇宙ロボットの遠隔操作の指令入力機器としては、NASDA の ETS-VIIロボット実験運用設備や、スペースシャトル搭載マニピュレータ操縦用の、2本ジョイスティック型のものがあるが、本実験では6つの自由度を有する小型のジョイスティック(ハaptiックインタフェースデバイス)を使用して搭載ロボットアームの遠隔制御実験を行い、操作性を評価した。

⑤ 京都大学吉川研究室との共同実験:

「バイラテラル方式による搭載ロボットアームの遠隔制御実験」(99/11/22)

遠隔地にあるロボットアームを操作する手法に、手元のマスタアームの動作に遠隔地のロボットアーム(スレーブアーム)を追従させるマスタスレーブ方式がある。同制御方式には、遠隔地のロボットが相手対象物と接触して検知した力をオペレータにフィードバックする「バイラテラル制御」と、力のフィードバックを行わない「ユニラテラル制御」がある。今回の実験は、通信時間遅れが6~8秒ある ETS-VII搭載ロボットをバイラテラル遠隔制御方式で操作し、安定性の検証と運用性の評価を行った。

(3) 航空宇宙技術研究所(NAL)の追加ロボット実験(9/13、9/14、11/25、11/26)

定常段階の実験に引き続き、NALの搭載実験機器であるトラス構造物遠隔操作実験装置を、ETS-VII搭載ロボットアームで遠隔操作する実験を実施。後期利用段階では、通信時間遅れを仮想的に大きくした時の遠隔操作性の評価、カフィードバック方式の遠隔制御の有効性の評価、及びこれまで開発した遠隔支援操作方式の、NASDAタスクボード作業への応用の有効性確認等を中心に実験を実施。

(4) 郵政省通信総合研究所(CRL)の追加ロボット実験(9/13、9/14、11/25、11/26)

定常段階の実験に引き続き、CRLの搭載実験機器であるアンテナ結合機構基礎実験装置を、ETS-VII搭載ロボットアームで遠隔操作する実験等を実施。後期利用段階では、遠隔操作オペレータに擬似的に生成した音により衛星搭載ロボットアームの動作状態を知らせることの有効性評価等を中心とした実験を実施。

(5) 通商産業省(MITI)の追加ロボット実験(10/6、10/7)

定常段階の実験に引き続き、MITIの搭載実験機器である高機能ハンド実験装置を使用した実験を実施。後期利用段階では、多重センサによる作業環境の遠隔センシング技術、及び軌道上に長期間置かれた同実験装置の動作性能の評価等を中心に実験を実施。

//以上

第45回宇宙開発委員会（定例会議）  
議事要旨（案）

1. 日 時 平成11年12月1日（水）  
14:00~15:10

2. 場 所 委員会会議室

3. 議 題 (1) 宇宙開発体制の見直しについて  
 (2) M-Vロケット4号機による第19号科学衛星（ASTRO-E）の  
 打上げについて  
 (3) コンピュータ西暦2000年問題危機管理計画について  
 (4) ESCAP第2回宇宙利用大臣級会合の開催結果について  
 (5) 平成11年度における宇宙開発関係の追加経費の見積もりについて  
 (6) その他

4. 資 料 委45-1 平成11年度第2次観測ロケット実験計画概要（案）  
 （平成12年1月～2月）  
 委45-2 M-Vロケット4号機による第19号科学衛星（ASTRO-E）の打上げにかかる安全対策について（報告）  
 委45-3 コンピュータ西暦2000年問題危機管理計画について  
 委45-4 ESCAP第2回宇宙利用大臣級会合の開催結果について  
 委45-5 平成11年度における宇宙開発関係の追加経費の見積りについて  
 委45-6 第44回宇宙開発委員会（定例会議）議事要旨（案）

5. 出席者

宇宙開発委員会委員長代理

長 柄 喜一郎

宇宙開発委員会委員

秋 葉 鎌二郎

“

末 松 安 晴

“

澤 田 茂 生

関係省庁

文部大臣官房審議官

井 上 正 幸（代理）

通商産業省機械情報産業局次長

林 良 造（代理）

郵政大臣官房技術総括審議官

田 中 征 治（代理）

事務局

科学技術庁研究開発局長

池 田 要

科学技術庁長官官房審議官

三 木 義 郎

科学技術庁研究開発局宇宙政策課長

船 舟 英 夫 他

6. 議 事

(1) 宇宙開発体制の見直しについて

長柄委員長代理より、宇宙開発体制の見直しの検討方針について発言があり、異論なく了承された。

(2) M-Vロケット4号機による第19号科学衛星（ASTRO-E）の打上げについて

宇宙科学研究所より、M-Vロケット4号機による第19号科学衛星（ASTRO-E）の打上げ計画について説明があり、続いて宇宙開発委員会安全評価部会長及び事務局より、当該打上げにかかる安全対策について説明があった後、原案通り了承された。（資料委45-1、委45-2参照）

(3) コンピュータ西暦2000年問題危機管理計画について

宇宙開発事業団より、コンピュータ西暦2000年問題危機管理計画について、報告があった。（資料委45-3参照）

(4) ESCAP第2回宇宙利用大臣級会合の開催結果について

科学技術庁より、ESCAP第2回宇宙利用大臣級会合の開催結果について、報告があった。（資料委45-4参照）

(5) 平成11年度における宇宙開発関係の追加経費の見積りについて

事務局より、平成11年度における宇宙開発関係の追加経費の見積りについて、報告があった。（資料委45-5参照）

(6) その他

事務局より、第44回宇宙開発委員会（定例会議）議事要旨について説明があった後、原案通り了承された。（資料委45-6）

以 上