

## 5. 委員会評価

### 概要

宇宙科学研究本部では、年度の研究実績の評価を、より透明性をもって実施するために、全国からの研究者を集めた研究委員会による「委員会評価」を実施している。

宇宙科学プログラムの年度評価は大きく二つに分けられる。

- (A) 研究者の自主性を尊重した独創性の高い宇宙科学研究（研究系の所掌）
- (B) 衛星等の飛翔体を用いた宇宙科学プロジェクトの推進

(B) に関して「年一回の委員会評価をすること」が中期計画の評価基準となっている。ここで、「委員会」とは、それぞれのプロジェクトの性格により、宇宙理学委員会、宇宙工学委員会、宇宙環境利用科学委員会、に対応している。

それぞれの委員会で平成15年度の実績について各プロジェクトより成果報告を行い、その報告に伴い、評価を行った。

以下に各プロジェクトの成果報告に基づく委員会評価結果を記載する。

### a. 宇宙理学委員会（平成16年3月5日開催）

#### 「あけぼの」プロジェクト

#### 計画の概要：

「あけぼの(EXOS-D)」は、平成元年の打ち上げ以来14年以上にわたり、順調に科学観測を続けている。電磁場・波動・プラズマ・放射線帯粒子などのデータを取得する9種の観測機器を搭載し、オーロラ現象等に関連する地球電離圏・磁気圏の観測および放射線帯の観測を行っている。

#### ○国内局における衛星運用・追跡管制、及びデータ取得

「あけぼの」衛星は内之浦宇宙空間観測所にて運用・追跡・データ取得を行っている。平成15年は日曜を除く毎日、1～2パスの運用を行った。4月から12月までの実績は総計281パスであった。（1パスの時間は季節によって変わり、20分～1時間10分の間である。）

#### ○スウェーデン・エスレンジ局におけるデータ取得

スウェーデン宇宙公社と協力し、オーロラに特に関連した極域におけるデータを取得する目的で、エスレンジ局でのデータ取得を行った。4月から12月までの実績は総計308パスであった。取得したデータはCD-ROMに保存して宇宙科学研究本部に送付し、SIRIUS（テレメータのデータベース）に格納した。

#### ○科学データベースを利用するためのプラットフォームの環境整備と維持

計算機のリプレースにより8月に従来のSIRIUSが廃止され、テレメータが旧SIRIUSから新SIRIUSに移行した。これに伴い、テレメータを読み出す環境とツールの更新、軌道・姿勢データの移行を行った。

#### ○国内外の研究者との協力による極域電離圏・磁気圏および放射線帯の研究

「あけぼの」のデータの一部は、DARTSデータベースによって国内外の研究者に提供されている。

- ・「あけぼの」がオーロラ加速域を通過した時に観測される電磁流体波とオーロラ粒子を加速・加熱する可能性についての研究が進んだ。
- ・放射線帯を含む内部磁気圏では、SC（急始）と呼ばれる、磁気圏が急に圧縮する現象で磁気圏内をどのように磁気流体波が進むかを観測することによって、磁気圏内の大規模な構造についての理解が進んだ。
- ・共回転オーロラと呼ばれる、地球の自転と共に回転するオーロラについて、「あけぼの」によって観測されたプラズマ圏境界面との位置の比較が行われた。

## ○「あけぼの」衛星の現在の状況と運用

- ・打ち上げ後15年間、放射線量の多い領域を周回しているにもかかわらず、科学データ取得の上で支障のある不具合は無い
- ・バッテリー容量にやや劣化が見られ、日陰中の機器のON/OFFに注意を要するものの、UVC機能が正常に働くため衛星にとって致命的な状況には至らない
- ・遠地点高度 10500 km (打ち上げ時) →6000 km (2003年末)

## (宇宙理学委員会における評価)

平成15年度の実施結果は達成目標を十分に達成している。

「あけぼの (EXOS-D)」は、電磁場・波動・プラズマ・放射線帯粒子などのデータを取得する9種の観測機器を搭載し、オーロラ現象等に関連する地球電離圏・磁気圏の観測および放射線帯の観測を行っている。平成元年の打ち上げ以来15年以上にわたり、順調に科学観測を続けており、成果も出し続けている。また、太陽活動の1周期を超える放射線帯などの変動データは世界的にも価値が高い。

## 「ジオテイル」プロジェクト

**プロジェクトの目的:**

平成4年7月に打ち上げられたジオテイル衛星は、日米共同プロジェクトとして進められており、衛星搭載の磁場、電場、プラズマ、波動、高エネルギー計測装置を用いて地球磁気圏周辺の宇宙空間で発生するプラズマ現象の観測研究を行っている。

**運用状況の概要:**

打ち上げ後11年8ヶ月になる現在も衛星の状態は良好であり、7つの搭載科学観測機器は順調に観測を続けている。これまで幾多の成果をあげ、宇宙プラズマ物理学の研究発展に大きく貢献した事は世界的に高く評価されているが、さらに最近では、宇宙天気予報等の観点からジオテイル衛星の観測は多衛星による国際共同観測の中で重要な位置を占めている。

磁気圏尾部領域をはじめとする地球周辺の宇宙空間に発生するプラズマ現象の解明を目指し、国際協力による磁気圏多点観測網の中で役割を果たす為、平成15年度には以下の項目についてジオテイル衛星の運用を行った。

- 米国NASAとの協力関係の下に国内局と米国DSN局にて衛星運用・追跡管制、データ取得を行った。(2003年のDSN局での年間受信実績は1165トラック (1985.79時間))
- 米国NASA/GSFCとデータ交換を行い、日米双方で取得されたデータを共有した。
- 日本で較正されたデータをNASA/GSFCにて国際標準フォーマット (CDF形式) に交換し、データ公開を行った。
- 米国、欧州とともに地球磁気圏の国際共同観測を行い、科学的な成果を上げている。

これらの運用項目によって平成15年度はジオテイル衛星の運用・データ処理は順調に行われ、着実に科学的な成果をあげている。

上記項目に加えて、平成15年度中には以下の運用・観測を行った。

- 平成16年5月に発生する衛星の長時間 (200分超) 日陰に備え、衛星の推進系に僅かに残っていた燃料を完全

に放出することに成功した。これにより日陰時の燃料凍結に起因するバースト事故危険性はなくなった。

- 平成15年10月、11月に発生した大磁気嵐時にジオテイル衛星は観測条件が良く、貴重な観測データを取得することに成功した。これらの大磁気嵐について国際共同研究が進行中であり、ジオテイル衛星の観測データ時は注目を集めている。

#### (宇宙理学委員会における評価)

平成15年度の実施結果は年度計画の目標を十分達成したものと評価される。

打ち上げ後11年8ヶ月になる現在も衛星の状態は良好であり、7つの搭載科学観測機器は順調に観測を続けている。これまで幾多の成果をあげ、宇宙プラズマ物理学の研究進展に大きく貢献した事は世界的に高く評価されている。さらに最近では、宇宙天気予報の観点からジオテイル衛星の観測は多衛星による国際共同観測の中で重要な位置を占めている。今後も、磁気圏尾部領域をはじめとする地球周辺の宇宙空間に発生するプラズマ現象の解明を目指し、国際協力による磁気圏多点観測網の中で役割を果たすことが期待される。

### 「はるか」プロジェクト

#### 計画の概要：

科学衛星「はるか」を運用し、超高空間分解能電波観測をおこなって、活動的銀河核のジェット現象の解明などをおこなう。

「はるか」は1997年2月に打ち上げられ、工学実験衛星として、スペースVLBIをおこなう基礎実験をおこなった。同年より、鹿児島からの運用、世界の5局のトラッキング局による追尾、世界の多くの電波望遠鏡と3局の相関処理センターとの協力の下に、スペースVLBI観測をおこなってきた。NASAとの5年間の協力契約により2002年まで公開観測をおこなった。

それ以後は、臼田トラッキング局と世界の数観測局との研究協力による活動的銀河核の統計的サーベイ観測に移行して研究を続行する。

#### 衛星の運用状況：

「はるか」は、1999年11月に、冗長系を持つ4台のうち1台のリアクションホイールが停止したため、それ以降3台のリアクションホイールでの観測運用を行い成果を出し続けてきた。

2003年1月に、2台目のリアクションホイールが停止し姿勢制御不能となった。

2003年6月に姿勢制御の立ち上げに成功したが、2週間後に再び姿勢制御不能になった。さらに、7月に温度の条件がうまく変わり、リアクションホイールの再起動および姿勢の再立ち上げに成功した。その後、10月まで統計的サーベイの観測運用を行った。

10月に再度姿勢制御ができなくなったので、慎重に立ち上げの機会を待っており、2004年1月からは、スピン状態で電力を維持できる姿勢になっている。リアクションホイールが無理なく回転できる立ち上げの温度条件等を慎重に考慮すれば、立ち上げて観測運用続行が可能と考えており、運用と検討を継続した。

#### 観測と解析：

活動的銀河核の統計的サーベイ観測は5GHzでの294天体の観測をし、これと公開観測の天体の一部を一緒にして、統計的研究をおこなうものである。

8、9、10月の期間にわたって、活動銀河核の統計的サーベイ観測を続けた。

国際チームも含めて、これ以前に得られたデータの解析を続行し、102天体までの解析に基づき、解析法、電波源のサイズ、核の輝度温度、構造を3つの論文にまとめる作業をおこなった。さらに、その後得られた約100天体

についての解析をおこなった。

こうして、「はるか」の定常運用および立ち上げ運用を実行し、活動銀河核の統計的サーベイの観測を継続し、得られたデータの解析、研究を実施した。

#### (宇宙理学委員会における評価)

姿勢制御機能が劣化しているため、平成15年度後期になってスペースVLBI観測を十分に行うことができなかったが、再立ち上げ検討の努力は評価される。

「はるか」は平成9年2月に工学実験衛星として打ち上げられ、スペースVLBIを行うための基礎実験を行った。その後、鹿児島からの運用、世界の5局のトラッキング局による追尾、世界の多くの電波望遠鏡と3局の相関処理センターとの協力により、スペースVLBI観測を行ってきた。NASAとの協力契約により2002年までの公開観測を行った。これらにより、既に十分な成果を出している。現在は延長ミッションとして運用されているが、今後の継続は姿勢制御機能の復活に依存する。

### 「のぞみ」プロジェクト

#### 計画の概要：

- ・宇宙科学研究所（現：宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部）が打ち上げた日本初の火星探査機。米国・カナダ・スウェーデン・ドイツの観測装置を搭載。フランスとも協力。
- ・平成10年7月4日、M-Vロケット3号機により内之浦の宇宙空間観測所から打ち上げ
- ・主目的：火星上層大気について、太陽風との相互作用に重点をおいた研究を行う。  
観測項目：火星磁場、大気・プラズマ組成、火星の衛星
- ・わが国初の惑星探査ミッションとして、惑星探査に必要な工学的研究も目的の一つ。

#### 経緯：

- ・平成10年12月20日 地球離脱オペレーション  
十分な推力が発生出来ない不具合が発生。→平成15年末に火星に到着する代替軌道を選択。
- ・平成13年1月より欧州宇宙機関（ESA）の火星探査機マーズイクスプレスとの協力を開始。
- ・平成14年4月26日  
ビーコン状態（衛星から電波は出ているが電波にデータは乗せていない状態）で入感。  
その後、衛星の自律機能を利用したビーコン電波のオフ・オンによるデータ通信を確立。  
→衛星の状態をモニターした結果、共通系電源（CI-PSU）の2次側に短絡モードの不具合が発生したものと推定された。

#### 平成15年度の運用及び国際協力

- ・自律機能を用いたデータ通信を使用して詳細姿勢決定（決定精度1度程度）し、レンジングによる軌道決定と合わせて軌道を微調整。  
→6月19日に成功裏に地球スイングバイを行い火星遷移軌道へと投入。
- ・7月の初頭より問題となっているCI-PSUの連続オンによる不具合箇所の焼き切りオペレーションを開始。
- ・12月9日の時点でも機能回復をしなかった為、火星周回軌道投入を断念。
- ・12月14日未明（日本時間）に高度約1000kmで火星をスイングバイしたと思われる。
- ・スイングバイ後は軌道分散が極めて大きくなるため12月19日の時点で追跡を断念し、ミッションを終了。
- ・JAXA内に「のぞみ」原因究明のチームが作られ、不具合の原因究明を行っている。

- ・上記不具合に関して12月10日に宇宙開発委員会に報告。宇宙開発委員会の下に調査部会が設置された。
- ・欧州のマーズイクスプレスプロジェクトの科学会議へのIDS (Interdisciplinary Scientist) の派遣，搭載科学観測機器の会議へのCo-Iの派遣等を通して協力を行った。

#### 「のぞみ」の主な成果

地球プラズマ圏の世界初の撮像  
 LISM (Local Interstellar Medium) の観測  
 ミッション解析  
 精密軌道決定  
 軌道計画  
 自律化技術  
 超遠距離通信  
 地上支援ソフト (計画立案，運用支援)

#### (宇宙理学委員会における評価)

平成15年度の実施結果としては，肝心の火星軌道投入ができなかったため，主目標の火星上層大気および太陽風との相互作用の研究ができなくなった痛手は大きい。

「のぞみ」は我が国初の火星探査機として平成10年7月M-V-3号機により打ち上げられた。その主目的は，火星上層大気および太陽風との相互作用という理学研究と惑星探査に必要な工学的研究の両面を持つ。国際協力として，米国，カナダ，スウェーデン，ドイツの観測装置を搭載，フランスとも協力している。また，ヨーロッパ宇宙機関 (ESA) の火星探査機「マーズイクスプレス」との共同研究も計画してきた。

平成10年12月における地球離脱オペレーションで十分な推力が得られない事象が発生，更に平成14年4月末，テレメータがピーコンモード固定となる不具合が発生した。その後，探査機の自律機能を用いた通信制御を使用して衛星の状態を調査した結果，共通系電源の2次側に短絡箇所が発生した事が判明し，その結果，火星軌道投入の際に使用する2液式エンジンのヒータをオンできない状況に陥った。

しかし，打ち上げ後の地球周回および惑星間軌道にいたときに得られた科学成果は評価に値する。また，工学上の成果として，ミッション解析，軌道計画，精密軌道決定，自律化技術，超遠距離通信，搭載機器軽量化，運用支援ソフト等において将来の深宇宙ミッションに繋がる成果が得られている。

### 「はやぶさ」プロジェクト

#### 計画の概要：

将来の本格的なサンプルリターン型探査に必須となる，重要な工学技術要素を開発し，工学実験ミッションとしてこれらを実証すること。具体的には，イオンエンジンを主たる推進機関とする惑星間の航行，光学情報を用いた自律的な航法と誘導技術，微小重量環境下における小天体表面試料の採取技術，サンプルを封入したカプセルを惑星間軌道から直接に地球大気圏に突入させ地上回収すること，の4大技術を開発・実証することである。2003年5月に年度計画通りに打ち上げられており，2004年5月に地球をスウィングバイし，小惑星「いとかわ」に2005年夏にランデブー，2005年11月頃に小惑星を離脱して，2007年6月に地球に帰還および小惑星表面サンプルを回収する予定である。現在は，地球スウィングバイを目指して運用されている。

#### 事業計画：

サンプルリターンに代表される惑星探査技術の実証を目指して，工学実験探査機「はやぶさ」を運用し，飛翔デ

ータを取得する。

#### **年次計画：**

平成15年から19年において、「はやぶさ」探査機の観測事業を行う。

#### **運用状況の概要：**

- (1) サンプルリターンに代表される惑星探査技術の実証を目指して、工学実験探査機「はやぶさ」を運用した。  
2003年5月に打ち上げられた後、同年6月に第1の技術実証要素であるイオンエンジンの運転を始動させ、2004年2月末までに、3基のエンジン通算で10,000時間の運転を達成した。マイクロ波駆動によるイオンエンジンの実運用駆動時間としては世界最高記録である。目下、これも世界初となる、低推力推進を地球スウィングバイと組み合わせる新しい技法の実証に向けて、運用を継続している。
- (2) 工学実験探査機「はやぶさ」の運用により、将来の惑星探査に有用な飛翔データを取得した。  
これまでのイオンエンジンの運転は順調で、性能にかかわる諸特性ならびに探査機システムとして運転に必要な数々の貴重な知見を得た。また、イオンエンジンのジンバル駆動による閉ループでのホイールアンローディング、2液小推力化学推進機関の運転、リチウムイオン2次電池の諸特性の確認、総消費電力制限機能付きのヒータ制御器、PNコード測距、高度のDHU汎用自律化機能、可変長パケットテレメトリ、自律同定機能つき星姿勢計運用などの新技術の実証をすでに完了した。これらにより、我が国にとっては初である3軸姿勢安定の惑星探査機運用が正常に行われている。
- (3) 搭載科学観測機器による巡航期間観測を実施した。  
可視光カメラ、近赤外分光器、蛍光X線分光器の軌道上校正観測を多数回にわたって実施しており、 $\alpha$  Sco., Kepler SNRなどの天体について試験観測を行った。
- (4) NASA共同による、探査機の航法・精密軌道決定を実施した。  
打ち上げ時および、弾道飛行区間において、両国地上局で取得したデータを交換しあい、差分VLBI法の適用を含む精密軌道決定を行った。また、精度検討を実施・継続しており、実運用にも供している。

以上、要するに、平成15年度は、「はやぶさ」探査機の観測事業を実施し、サンプルリターンに代表される惑星探査技術の実証を目指して、工学実験探査機「はやぶさ」を運用して、飛翔データを取得した。

#### **(宇宙工学委員会、宇宙理学委員会における評価)**

平成15年度計画の目標は十分に達成している。

なお、マイクロ波型イオンエンジンの開発に対して日本航空宇宙学会から技術賞が授与される予定である。今後の予定としては、平成16年5月に地球をスウィングバイし、小惑星「いとかわ」に平成17年夏にランデブー、同年11月頃に小惑星を離脱して平成19年6月に地球に帰還および小惑星表面サンプルを回収する計画である。

### **「ASTRO-F」プロジェクト**

#### **計画の概要：**

液体ヘリウムで冷却された望遠鏡を搭載し、大気圏外からしか観測出来ない赤外線領域で、全天にわたり従来の数倍以上高い感度、解像度でサーベイ観測を行う。これにより、大規模な赤外線天体カタログを作成し、銀河進化、星・惑星形成過程の解明をめざす。

**年次計画：**

衛星試作：平成9—10年度  
 衛星製作：平成11—15年度  
 総合試験：平成15—17年度  
 ロケット製作：平成15—17年度  
 打上げ：平成17年度（仮）

赤外線による高感度サーベイの遂行を目指した以上の年次計画に基づき、平成15年度には、ロケットの製作、不具合が見つかった望遠鏡の改修、バス部総合試験、赤外線観測装置フライトモデルの試験、改良、及び観測計画の立案、データ解析ソフトウェア開発を行なった。

## ◆M—V—8号機

モーター製作を開始した。

## ◆望遠鏡改修

不具合対策会議の議論に基づき、以下の作業を実施した。

1. 解析による不具合原因究明と、改修のための新たな設計の検証。
2. テストピースの極低温での引張り試験等による、主／副鏡の接着支持構造の強度評価。
3. 不具合が起きた主鏡に替わるバックアップ鏡の研削、研磨。

上記1, 2により、改修方針の決定を行ない、改修作業を開始することができた。

## ◆総合試験

望遠鏡不具合のためミッション部を除き、バス部について実機の総合試験を実施した。

## ◆赤外線観測装置の試験、改良等

遠赤外線サーベイ装置、および赤外線カメラの性能試験を行った。また性能向上のため、電氣的雑音の低減や、一部の赤外線検出器／光学系の改良を行った。

## ◆観測計画の立案

研究会の開催等の活動を通じて、打上げ後の観測計画立案を進めた。

## ◆国際協力による解析ソフトウェアの開発

韓国ソウル大学、欧州宇宙機構（ESA）、英国Imperial College等との国際協力のもとに、全天サーベイ観測データの解析ソフトウェア開発を進めた。

以上により、16年度にミッション部の組立てを完了し、衛星全系の総合試験を実施できる見通しが立った。また打上げ後の観測運用や、迅速なデータ解析に向けての準備を進めることができた。

**(宇宙理学委員会における評価)**

平成15年度の実施結果は年度計画の目標を十分に達成したものと評価される。

**「LUNAR-A」プロジェクト****計画の概要：**

ペネトレータという新しい手段を用いて月面に月震計、熱流量計などの計測装置を設置し、月の内部構造を探る。これにより、月の起源と進化に密接に関連した月の地震学的構造、熱的構造を理解するための情報が得られるほか、将来の月・惑星探査に貢献するペネトレータ技術の確証が行われる。

**年次計画:**

衛星試作 平成4-5年度  
 衛星製作 平成6-10年度  
 総合試験 平成11年度, 平成15年度  
 打上げ 平成16年度

以上の年度計画に基づき, 平成15年度には, ペネトレータ再認定試験モデルの貫入衝撃試験を実施し, 母船の総合試験を開始した。

1. ペネトレータの耐貫入衝撃試験の実施 平成15年11月
2. 母船の総合試験 平成15年12月ー

ペネトレータ貫入衝撃試験の結果は次の通りである。

- (1-1) 衝突後のペネトレータ内部の計測機器 (熱流量計, 月震計), 電子機器, 通信機器, 電源系の機能がすべて正常に動作することを確認できた。
- (1-2) タイマーシーケンスに予定したイベントが抜ける場合があることが判明した。タイマーシーケンスの検討をソフトウェア, ハードウェアの両面から詳細に検討中である。

母船の総合試験については, 当初の予定通りに試験を1月下旬まで進めたが, 12月下旬に母船に搭載されているRCSに使われている20Nスラスト推進弁に対して, 製造元の米国MOOG社からリコール請求がきたため, 1月下旬に母船から推進系を取り外し, MOOG社に返送し改修を求める作業に入った。2月以降は推進系の不必要な部分にたいしての総合試験を継続している。

また, 宇宙科学本部内に設置された技術評価委員会 (上杉委員長) のもとで技術評価を受け, 総点検を実施中である。

**(宇宙理学委員会における評価)**

深刻な不具合が発生したため, 平成15年度の目標達成は不十分な結果になった。当初予定の平成16年夏期の打ち上げは不可能となったが, 新しい打ち上げ時期の決定は技術評価委員会の総点検結果の結論を待つ必要がある。

**「SELENE」プロジェクト****計画の概要:**

月の元素・鉱物組成, 地形・表層構造, 環境, 重力分布を月全域にわたり観測し, 月の起源と進化の解明を目指す。また, 取得した観測データは, SELENE以降の月探査計画の検討, 月利用可能性の調査にも活用する。あわせて, 月探査を体系的, 継続的に進める上で必要となる基盤技術の開発を行う。

**年次計画:**

平成15年度 PFM製作, 衛星システム噛合せ試験, 単体環境試験 (一部)  
 地上設備整備 (追跡管制及びミッションデータ受信・処理・解析・公開系)

平成16年度 PFM単体環境試験, PFMシステムインテグレーション・試験  
 ロケット製作, 地上設備整備, 適合性試験

平成17年度 衛星PFMシステム試験, ロケット製作, 地上系総合試験,  
 射場整備作業, 打上げ

平成18年度 衛星運用, データ処理・解析・公開



(平成16年度以降の計画は、H-IIA6号機の事故等のため、変更の可能性がある。)

上記の年次計画に基づき、平成15年度には、以下の作業を行った。

(1) 人工衛星の開発

1. PFM製作

2. 衛星システム噛合せ試験 (3月下旬までに完了予定)

① インテグレーション・電気試験 (衛星パネル平置き状態で)

② 衛星組立

③ 衛星組立後電気試験

④ 衛星質量特性試験

⑤ マイクロフォニックス試験

⑥ 電磁干渉試験

⑦ 磁気試験

3. 単体環境試験 (3月に着手予定)

(2) 地上設備整備

1. 追跡管制ソフトウェアの設計・製作

2. ミッションデータ受信・処理・解析・公関係の設計・製作

人工衛星開発については、PFM製作、噛合せ試験が実施され、以降の作業に移行するに十分な成果を得た。また、地上設備整備も打上げに向け、年度計画に沿って順調に整備が進んでいる。

(宇宙理学委員会における評価)

平成15年度の実施結果は年度計画の目標を十分に達成したものと評価される。

「Astro-E2」プロジェクト

計画の概要：

動的な視点から宇宙の構造形成やブラックホール周辺現象の理解を目指して、世界最高(「あすか」衛星の10倍以上)の超高分解能X線分光と高感度広帯域X線分光を実現する科学衛星ASTRO-EIIの飛翔モデルの開発を行う。打上げ後は、国際公募観測等による観測を進める。

年次計画：

衛星製作 平成13-15年度

総合試験 平成16年度

打上げ 平成16年度

以上の年次計画に基づき、平成15年度には、衛星構体および衛星搭載機器の製作をすすめ、7月から11月まで衛星の第一次噛み合わせ試験を、11月から2月まで姿勢系評価試験を実施した。第一次噛み合わせ試験後、第一次噛み合わせ試験における検討事項・不具合事項の対策検討を行い、対策を必要とする機器については対策を実施した。また、単体環境試験と観測装置の校正実験も実施し、各機器は平成16年4月からの総合試験に向けた最終的な調整・単体試験を行っている。

打ち上げロケットとの調整をとして、ノーズフェアリング周りのインターフェースの確認、軌道投入時のロケッ

トからのコンタミネーションの検討，打ち上げまでのスケジュール調整を行った。

また，打ち上げ後の観測運用とデータ処理のためのソフトウェアの開発，Science Working Groupによる試験観測計画の検討を行った。

以上の開発により，平成16年度に衛星総合試験を実施するのに十分な開発レベルを達成した。

#### (宇宙理学委員会における評価)

平成15年度の実施結果は年度計画の目標を十分に達成したものと評価される。

### 「SOLAR-B」プロジェクト

#### 計画の概要（別紙参照）：

可視光望遠鏡，X線望遠鏡及び極端紫外線撮像分光装置を組み合わせ，太陽大気の構造とダイナミックな磁気活動，磁気リコネクション過程，コロナの成因，ダイナモ機構などの宇宙プラズマ物理学の基本的諸問題を解明する。日・米（NASA）・英（PPARC）が3つの望遠鏡の製作を分担，欧（ESA）も極域ダウンリンク局を提供して衛星運用に参加する。

#### 年次計画：

- ・ H11： 開発研究
- ・ H12-13： 衛星試作
- ・ H14-17： 衛星製作
- ・ H17-18： 総合試験，打上げ

#### 平成15年度（衛星製作第2年次）の事業計画：

- ・ 衛星開発 「衛星のフライトモデルを製作する」
- ・ ロケット製作 「M-V-7号機に関する調整を行う」
- ・ 観測事業 「観測事業に向けた準備作業を行う」

#### 平成15年度の開発進捗状況：

- ・ 衛星製作
  - ＞衛星システムの詳細設計確認（CDR）を実施，いくつかの要調整事項を残したものの基本的に衛星構体のフライトモデルの製作を開始できると判断できた（5月）。
  - ＞上記の要調整事項をひとつずつクリアし，全てのサブシステム及び搭載機器について，サブシステム確認書，インタフェース条件書の制定を終え，フライトモデル製作を開始した（～12月）。
  - ＞バス機器について，中間報告書（「衛星ハンドブック」）の第一次草稿を集め，システムによる査読結果を踏まえて，改訂を進めている。
  - ＞国際協力で分担製作している観測機器の結合試験を進めている。
  - ＞平成16年度実施の一次噛み合せ試験から平成18年度夏季の打上げまでのスケジュールの見直し，及び試験内容の洗い出しを進めた。
- ・ ロケット製作
  - ＞M-V-7号機と衛星とのインタフェースに関わる調整を進め，平成16年度からのロケット製作が開始できる

ようにした。

・観測事業

> 「ようこう」衛星で用いた衛星運用，データ解析システムの保守・点検を進めており，SOLAR-B衛星向けに改修する準備を進めた。

以上のように，平成16年7月の衛星一次噛み合せ試験開始に向けて，順調に開発が進行している。

(宇宙理学委員会における評価)

平成15年度の実施結果は年度計画の目標を十分に達成したものと評価される。

金星探査プロジェクト「PLANET-C」

計画の概要：

金星の雲の下に隠された気象現象を，最新の赤外線観測技術により金星周回軌道から観測する。これにより，地球気象学の常識を超えた高速の大気循環「超回転」を始めとする金星大気力学のメカニズムを解明し，地球気候変動理解の鍵となる惑星気象学の確立に資する。

年次計画：

開発研究 平成14-15年度  
衛星試作 平成16-17年度  
衛星製作 平成17-18年度  
総合試験 平成19年度  
打上げ 平成20年度

金星の大気現象の全体像を解明することを目指した，以上の年次計画に基づき，平成15年度には，多波長にわたる観測装置の基本設計と金星探査に必要な探査機のシステムの基本設計を行った。また，各搭載機器の発熱を集計し，全ミッション期間における熱的成立性の検討を行った。

・衛星システムの設計確認

1. 衛星システム全体の熱的成立性の検討
2. 衛星姿勢衛星構造
3. ヒータ電力
4. セーフホールドモードの確認と姿勢系センサーの搭載性
5. HGA, 太陽電池パドルのサイジング
6. バッテリー容量

・観測機器の設計確認

1. 赤外カメラIR1, IR2 画像読み出し部BBMによる検証，光学系の検証，冷凍機の検証
2. 中間赤外カメラLIR ポロメータアレイドライバBBMによる画像取得の検証
3. 紫外カメラUVI セレーネ搭載UPI回路によるCCDドライバ検証
4. 雷大気光カメラ LAC MCP付き光電子増倍管の放射線試験

この開発により平成16年度に衛星試作に移行するに十分な技術的レベルを達成した。

**(宇宙理学委員会における評価)**

平成15年度の実施結果は年度計画の目標を十分に達成したものと評価される。

平成16年度に衛星試作に移行するに十分な技術的レベルを達成したと判断する。

**水星探査プロジェクト「BepiColombo」****計画の概要：**

欧州宇宙機関（ESA）との国際協力により、水星の磁場、磁気圏、内部、表層の多岐にわたる水星の謎の解明を行う。MPO（Mercury Planetary Orbiter）とMMO（Mercury Magnetospheric Orbiter）の2つの周回衛星から構成される。JAXAはMMOの衛星システムと国際公募により選定されるMMO/MPOの観測装置を担当する。

**年次計画：**

平成15年度	基礎研究フェーズ
平成16年度	研究フェーズ（国際観測機器公募，内惑星熱真空環境シミュレータ製作）
平成17年度	衛星試作
平成18年度	衛星試作，熱構造モデル製作
平成19年度	衛星製作，熱構造モデル試験
平成20年度	衛星製作
平成21年度	衛星製作，MMO総合試験@JAXA
平成22年度	MMO総合試験@JAXA，母船総合試験@ESTEC
平成23年度	母船総合試験@ESTEC
平成24年度	射場作業，打上げ（2012年5月）

以上の年次計画に基づき、平成15年度には、次の検討を行った。

## 1) BepiColombo計画全体：ESA-ISAS協力・分担体制の確立へ

- 日欧共同ミッションに必要な各種枠組み整備をESA-JAXA間で進めてきた。主要な懸案事項は、共同ミッションとしての責任範囲、ESA-JAXA間の文書体系の確立、品質保証の基準・方法、開発スケジュールの調整など。
- 2004年1月から、その諸条件の合意の前提となるLoA（Letter of Agreement）の締結準備を開始した。

## 2) MMOシステム検討：重量/熱の詳細検討へ

- 戦略的基礎開発（2001-2002FY）を受け継ぎ、観測装置公募の前提となる「MMO探査機の基本仕様決定」を目指した詳細検討・試作を進めた。
- このため、熱設計への反映、重量精度の向上、耐環境評価を主な目標として、以下のサブシステムの検討などを進めてきた。一部については試作を実施している。
- 分離機構：軽量/高精度/高確実性の実現を目指しスピン分離機構の基礎検討。
- 推進系：衛星構体外に露出するため、熱モデルの作成および熱計算。
- 通信系：HGAの熱・構造・電氣的検討を実施。MGAについても着手。
- 磁場計測用進展機構：熱設計改善のため、「MAST」方式の設計・検討を実施。
- 耐環境試験：火工品の高温長期保存試験や、各種熱・放射線試験を実施。

上記およびそれ以外を含めた全サブシステム（観測装置はモデル機器仕様による）の熱設計情報を反映した「詳細熱設計」を2003年9月より開始した。また、「統合システム」における熱設計検討をESAとともに進めている。

## 3) MMO/MPO観測装置：国際公募に耐えうる設計へ

●日欧共同の各観測装置のチームにおいては、2004年に予定される「国際公募」を目指した仕様検討が進められている。基本的に、システムが責任を持つPCS (Payload Common System: DPU [CPU・メモリ部] 及びPCU [電源ユニット] からなる) に、各センサーがシリアルI/Fを介して接続する形をとり、後者が公募の対象となる。以上より、

- 1) ESAと共同で来年度に実施する「観測装置選定」に備えて、必要な検討・設計
- 2) JAXAが担当するMMO探査機について、システム検討、対ESA側インターフェース検討、サブシステム設計、熱/構造設計、放射線試験、関連文書作成
- 3) MMO探査機およびMPO探査機 (ESAが担当) の搭載を目指した観測装置の基礎検討
- 4) 日欧共同の各研究グループによる搭載を目指した観測装置の設計  
をすべて実施した。従って、平成16年度に研究フェーズに移行して観測機器国際公募を行うに十分な技術的レベルを達成した。

#### (宇宙理学委員会における評価)

平成15年度の実施結果は年度計画の目標を十分に達成したものと評価される。

#### b. 宇宙工学委員会 (平成16年3月30日実施)

##### ○中期計画の該当項目

「さらに将来の宇宙科学研究プロジェクトに向けた先端研究」についての評価

標記については2003年度宇宙工学分野において選定された以下の研究テーマにつき、2004年3月30日開催の宇宙工学委員会において研究者が発表を行い、当日出席の委員 (19名) 全員が評価を行った。評価は、①研究成果、将来への発展性、所要経費及びそれらを総合した結果を夫々5点満点で採点する (5:極めて優れている, 4:優れている, 3:普通, 2:劣っている, 1:極めて劣っている) 方式で行った。以下に各研究成果概要と総合評価点の平均点 (各委員の評価点の総和を委員数で除した値) を記す。結果的には各研究テーマはいずれも3点以上であり、期待した成果が得られていると判定された。

##### 1. デジタルトランスポンダーの研究 (総合評価点: 4.09)

###### (研究の目的)

将来の惑星探査ミッションに必要な高度の通信機能と測距機能を備えたXバンドトランスポンダを開発する。

###### (完成した場合の効果)

搭載受信機の低閾値化	-144dBm→-155dBm
測距回線の強化	15dB程度の実運用上の改善
搭載X帯周波数合成技術の確立	将来科学衛星のRF構成の標準
小型・軽量・低消費電力化	5293.36cc→1785cc 3.76kg→2.1kg 28W→19.1W

###### (研究の成果)

トランスポンダを搭載仕様とするため、高周波部、周波数合成部の設計の見直し、およびそれらの使用部品の選定を行った。検討には、搭載を目指すISASの金星ミッション、水星ミッションの環境条件 (温度、放射線) に耐える設計評価や部品の置き換えによる小型軽量化検討も含む。具体的な成果としては、高周波部の一部をパッケージ化し小型化した。OCXOなどEMには含まれなかった部品を追加し搭載用トランスポンダの仕様とした上で、全

体ではEMに対し更に小型・軽量化が可能である見通しが得られた。また、H14年度までのデジタル信号処理部のFPGA回路は、EMの焼き直しに過ぎなかったが、低消費電力化のための回路上の工夫、回路規模のスリム化などを通じて最適化を実施し、搭載用耐放射線仕様のFPGAに搭載可能とした。修正したデジタル信号処理部を用いて、測距信号再生方式の温度特性の試験を行い、同方式が搭載仕様の形態でも十分な性能を発揮する確認を行った。

## 2. ピギーバック衛星INDEXの開発 (総合評価点：3.81)

宇宙科学研究本部(ISAS/JAXA)の科学衛星は、近年、7~12年以上の開発期間がかかり、衛星の価格も120億円、打ち上げコストは60億円程度かかる規模となってきた。宇宙理学の立場からは、大型ミッションではカバーできない、小規模の科学ミッションに対応する手段が欠如してしまい、健全な宇宙科学活動が維持できない危険性が指摘されている。衛星技術の観点からは、10年単位の開発期間がかかる衛星計画では、技術革新のサイクルが長期化し、また高額な衛星の信頼性確保のために、新規技術の採用に対して保守的にならざるを得なくなる弊害を内在している。逆に、低価格化だけを狙った衛星でも、コスト重視のため、新規衛星技術の採用に消極的になってしまうという同様の危険性がある。

このような状況への打開策として有効な方策は、新規衛星技術を積極的に取り入れたアプローチで、小型/中型衛星をタイムリーに開発し、打ち上げていくことであると考えられる。この目的のためにピギーバック衛星INDEX (INnovative-technology Demonstration EXperiment) の開発を行っている。平成15年度はフライトモデルの製作を行った。

INDEX衛星計画は、50~70kg級の小型衛星を3年程度で開発し、低コストの打ち上げ手段として、(H2Aロケットなどの)ピギーバック衛星として打ち上げる。衛星の設計や試験、搭載ソフトウェアやミッション機器の製作、地上局の整備などは、衛星メーカーに委託せず、インハウスで行う。先進技術搭載機器は、STRAIGHTプログラムなどで開発したものを特色ある衛星メーカーに発注する。その他の従来の搭載コンポーネントは、ベンチャー企業や新規参入メーカーに発注し、宇宙独自の技術についてはINDEXチームが指導する。

INDEXに搭載される先進的技術としては、エネルギー密度の高いマンガ系リチウムイオン電池、薄膜反射器による太陽集光型ソーラーパドル、超小型GPS受信機3重多数決システムによる高速プロセッサとそれによる統合制御システム、フレキシブルな可変放射素子、 $\beta$ チタンねじ等がある。特に宇宙研で開発した超小型GPS受信機については、名刺の2/3のサイズであり、おそらく世界最小のものである。国際会議での発表でも高い評価を得た。

INDEXの理学観測ミッションは、ISASの理学委員会により公募選定されたオーロラの微細構造の観測ミッションであり、多波長オーロラカメラ (MAC; Multi-spectral Auroral Camera)、プラズマ粒子観測器 (ESA/ISA; Electron/Ion energy Spectrum Analyzer)、電流モニタ (CRM; CuRrent Monitor) が搭載されている。同じ場所からオーロラ発光とプラズマ粒子の分布を観測し、従来困難であったそれらの間の微細構造の対応付けを試みるものである。このような理学観測の目的に適うよう3軸姿勢の安定性はもとより、観測中は粒子計測に影響を与えるMTQの使用を禁止するなど、衛星姿勢制御を最適化している。

平成15年度には、フライトモデルの製作を行い、それと並行して各種のプロトフライトモデルの試験を実施した。プロトフライトモデルを用いた機構環境試験を実施した。また、プロトフライトモデルによる電気試験、電源系試験及び姿勢系試験を実施した。平成16年度のフライトモデル試験に向けて、順調な開発状況である。

## 3. ソーラーセイル (総合評価点：4.33)

ソーラーセイル計画は、将来の外惑星探査において核となる革新的な技術の開発と実証を目的とし、大型の膜構造物を展開する技術を用いて、光子および高性能イオンエンジンを併用した推進機関による軌道操作と、太陽光エ

エネルギーによる動力の確保などの工学実験を行うものである。

ソーラーセイルWGは、2003年度は発足から3年目をむかえ、2回のWG会合と研究会を開催した。2003年3月(2002年度)には、実証計画案を工学委員会に提案している。セイルWGとしての重要な課題である、大型膜構造展開に関わる技術検討に関しては、2年目までに規模の大きな実験を伴わない基礎的な理解については概ね終了しており、2003年度においては、とくに展開様式を直に考慮した実験をいくつか重ねた。これに並行して、複数オプションにあった実証計画案のしぼりこみを実施し、その応用対象を外惑星探査技術の実証と位置づけた。

膜面展開技術は、外惑星系探査における非原子力の電力確保手段としての薄膜電池の展開という観点と、光子推進を併用する観点から、実証ミッションに欠くことのできない要素として組み込まれている。

膜構造展開実験としては、2002年度より開始されているスピントーブル上での小型モデルによる展開・展張実験と、さらに小型ではあるが、非トルク拘束かつ無重量環境を模擬する真空チャンバによる自由落下試験を継続して行ったが、2003年度には、新たに以下の実験活動ないし実験準備を行った。まず、2003年8月に、太陽光を用いた、微小動圧、無重力環境下における、直径4mの膜面のスピン展開を行い、並行して行った多粒子系数学モデルで数値模擬した過度運動の解析結果と比較した。(下記)また、S-310-34号機の実験ペイロード部の設計と製作を進め、ほぼ完了した。S-310-34号機の実験は、2004年8月に実施予定で、2種類の展開機構が順に試験・実証される計画である。

#### 4. STRAIGHT計画 (総合評価点: 4.00)

平成15年度の衛星搭載機器の高機能軽量化プログラムであるSTRAIGHT計画では、以下4つの課題に取り組み、将来の適用ミッションを念頭においた技術開発を行って成果をあげた。

##### 1) 超遠距離通信の地上受信系の開発

次世代の白田深宇宙局受信系の開発を、科学研究費を加えて行っている。テレメトリ能力を高めるターボ符号の復号装置や再生測距方式に対応する測距装置の試作を行った。白田深宇宙局の次世代システムの実現に一歩近づいた。

##### 2) ピークパワートラッキング電力制御とリチウムイオン電池

PLANET-Cや水星オービターミッションのように、太陽光強度が大幅に変化する惑星ミッションに対して有効であるピークパワートラッキング電力制御方式を検討し、シャント方式に対する優位性を示した。検討にとどまらず、はやぶさに用いた電力制御器のプロトモデルを用いて実際の動作を含めた検証を行う予定である。

##### 3) 部分空乏型SOIデバイス

放射線のトータルドーズ耐性に優れており、将来の惑星ミッションなどに必須である部分空乏型のSOI (Silicon-On-Insulator) SRAMメモリーのシングルイベントアップセット耐性をシミュレーション解析した。解析結果は、重粒子を用いた実測値とよく一致しており、これによってシミュレーション解析技術を適用した部分空乏型SOIデバイスの集積回路の耐放射線化設計が可能になった。

##### 4) マイクロマシン技術

マイクロマシン技術を用いた2次元センサーやマイクロスラスターなどを実用化するためには、2次元アレイへの信号線や制御線、電力線などを3次元的に配置する技術が必要である。マイクロマシンの2次元アレイをシリコン支持基板に実装し、シリコン基板に直径50 $\mu$ m、深さ500 $\mu$ m程度のマイクロスルーホールをあける方式を提案した。平成15年度には最先端のMCR-CVD (metal chloride reduction chemical vapor deposition)を用いた配線加工技術を用いて、このようなマイクロスルーホールを形成することに成功した。

## 5. 月惑星探査機搭載用着陸レーダの開発（総合評価点：3.42）

## （研究の目的）

比較的重力の大きな月・惑星表面に高精度に着陸する際に必須となる探査機搭載用マイクロ波高度速度計，すなわち着陸レーダを開発する。

## （完成した場合の効果）

月惑星探査機においては，周回軌道上からのリモートセンシング観測のみでは得られる情報に限界があり，着陸して天体表面を詳細に探査する意義は大きい。我が国においては，MUSES-C探査機において，重力の非常に小さい小惑星へ着陸する技術として，画像センサとレーザ高度計を使用した方式を開発した。しかしながら，月や火星などの重力の大きな天体への着陸には時間スケールの速い応答が必要であり，速度計の搭載が必須であるが，その技術は有していない。一方，米国，ロシアは，月あるいは火星への着陸の実績があるが（失敗も多い），安全な着陸を実現するレベルであり，探査したい地点へのピンポイント着陸の技術は有していない。

こうした状況の中で，本研究は将来の月惑星表面への高精度着陸に欠かせない根幹技術である着陸レーダを開発するものであり，惑星科学の発展に大きく貢献するとともに，日本の技術力を諸外国に示すことになる。

## （研究の成果）

高度測定のための垂直方向ビームと速度測定のための傾斜ビームを組み合わせた，C帯パルスレーダを設計，アンテナ部，RF部，信号処理部のBBMを製作し，マイクロ波パルス発射，反射パルス検出，タイミング測定，ドップラー周波数測定といったレーダとしての基本的な動作を確認した。更に，航空機に搭載したフライト試験を実施し，自然地形からの反射波形データを測定するとともに，自然地形を対象としたレーダ動作試験を行って，距離及び速度測定アルゴリズムに問題がないことを確認した。また，宇宙搭載化へ向けて，使用部品の検討，回路検討に着手している。

## 6. 先進的推進系の研究（総合評価点：3.62）

## （研究の目的）

低公害性・安全性・簡便性・貯蔵性・低コスト性・高信頼性・高性能・発展性など，将来の宇宙開発の要求に応える先進的推進系を開発する。

## （完成した場合の効果）

従来に比べて上記特性に優れる新たなロケットの構成が明確となり，地上燃焼試験により技術実証される。

## （研究の成果）

- 1) 高性能低公害固体推進薬の研究では，AlとMgの合金「マグナリウム」で「Alの高燃焼効率化」と「塩酸排出量の低減」の両立を目指している。今年度はマグナリウム推進薬の製造性・安全性の確認と燃焼性能を明らかにした。マグナリウム推進薬は，理論性能では現用推進薬BP-204Jに劣るが，Φ110モータ燃焼試験の結果，ほぼ同等の性能を示すことがわかった。これは，Al成分の燃焼効率がMg成分によって改善され，理論性能に近づいた結果である。性能のカギを握るAlは合金化で燃焼効率を高めることができ，固体推進薬の燃焼性能を向上させる。以上は本研究で得られた新たな知見である。
- 2) 高エネルギー物質を用いたガスハイブリッドロケットの研究では，AP系コンポジット推進薬を用いた現用固体ロケットの代替推進システムの構築を目指し，高信頼性，安全，低環境負荷の推進系の開発を目的としている。今年度はGAPのガスジェネレータとしての性能調査として，ロケットの設計自由度を高めるために内面燃焼型の



みならず端面燃焼型のグレインも用いて、 $\Phi 100\text{mm}$ クラスの燃焼器を用いて燃焼試験を行なった。その結果、GAPをガスジェネレータとして燃焼させた場合の燃焼効率が明らかになった。また内面燃焼型では低圧域で燃焼が不安定になる一方、端面燃焼型では燃焼は安定（高圧域では特に良好）していること、等の知見を得た。

- 3) 二段燃焼型ハイブリッドロケット (SCHR) の研究では、ハイブリッドロケットの短所である低い推進剤利用効率や燃焼不安定性などの問題点を解消すべく多数の粒状燃料を充填した一次燃焼室において低O/F比で燃料を低温燃焼させ、還元雰囲気下の一次燃焼ガスを二次酸化剤と混合して二次燃焼室で燃焼させるという、二段燃焼型ハイブリッドロケット (SCHR) の実現を目指し、一次燃焼室の燃焼機構や燃焼特性、あるいはエンジン全体の熱サイクルの解明と、一次燃焼室の軽量化や耐熱などの技術的課題に取り組んでいる。今年度は、一次燃焼基礎実験のための試験設備を構築し燃焼試験を行った。その結果、一次燃焼の基礎データが得られ、燃焼モデル開発のための参照データが蓄積された。また、一次燃焼のO/F比は燃料配置、形状、および燃焼時間に依存することが判明するなどの知見を得た。
- 4)  $\text{N}_2\text{O}$ /エタノール液体ロケットの研究では、亜酸化窒素/エタノール液体推進剤による安全性と運用性に優れた無毒の多目的二液推進系の構築を目指して、小型エンジン試作実験・触媒点火器/スラスタ試作実験・推進剤加圧供給系試作試験・ $\text{N}_2\text{O}$ /エタノール燃料電池の検討・統合型推進系実証モデルの試作に取り組んでいる。今年度はインジェクタの試作実験で、水流し試験による機能の健全性の確認、低コスト燃焼器の検討では、高密度グラファイト材を適用した発汗冷却燃焼器の基礎データの取得、 $\text{N}_2\text{O}$ 触媒分解技術の検討では $\text{N}_2\text{O}$ 触媒分解試験の結果、点火器やスラスタへ応用可能との見通しを得た。また、燃料電池の調査研究ではエタノールからの水素を生成について調査した結果、 $\text{N}_2\text{O}$ 触媒分解技術と組み合わせることによって実現できる可能性を見出した。

7. イオンエンジンの大型化の研究 (総合評価点: 4.43)

「はやぶさ」に搭載され、宇宙運用によってその性能と効果を存分に示したマイクロ波放電式イオンエンジン  $\mu 10$  (有効径10cm) をさらに発展させるために  $\mu 20$  (有効径20cm) の研究開発を実施した。イオン源、グリッド、中和器など個別要素の研究とともにこれらを統合したシステム運転に成功し、熱平衡試験を実施した。研究した技術項目を取捨選択し、ミッション要求に適用可能なフライトモデルを決定できる準備が整った。今後の深宇宙探査に資する不可欠な技術であることは疑いの余地はない。

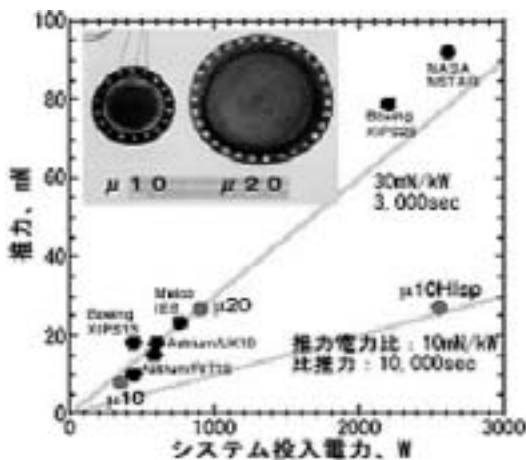


図1  $\mu 10$ ,  $\mu 20$ イオンエンジンの性能分布

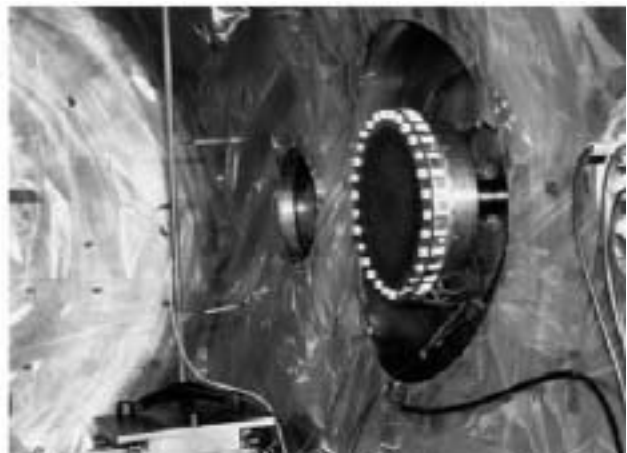


図2  $\mu 20$ の加速実験の一例

## 8. 太陽発電衛星（総合評価点：3.52）

## （研究の目的）

太陽発電衛星は現代社会の最大の課題である地球環境問題・エネルギー資源問題を解決するための新エネルギーシステムとして、核融合と並び大きな可能性を持っている。本研究では、この太陽発電衛星システムで最もクリティカルな技術課題、(1) 軌道上での発電電一体型大型パネルの展開と姿勢・形状維持、(2) 発電電一体型パネルからのマイクロ波ビームの放射とその方向制御、について研究者が自ら手を下して開拓的・先端的研究を行うことによりその技術的な可能性を確立する。

## （完成した場合の効果）

本研究により100 k Wクラスの太陽発電衛星の軌道上実証実験に着手可能な理工学的基盤を確立できる。本年度の成果：形状記憶合金を用いた二次元展開方式が多数のパネル展開の方法として有望なことを32枚パネルの試作試験により示した。現在考えているテザーによる姿勢維持がマイクロ波送電からの姿勢・形状維持要求を満足していることを計算機シミュレーションにより確認した。大型パネルの要素であるユニットパネルについてモックアップによるコンポーネントの配置を行いそれに基づき熱解析を行って熱的な成立性を示した。マイクロ波の方向制御については、不連続な制御ではあるが位相制御回路を試作し機能を確認した。パネル間位相同期・周波数同期システムについては既開発の試作品を用いて予備的な実験を行った。これらの課題の研究と並行して実施した太陽発電衛星のシステム研究については、太陽発電衛星の新しい構築シナリオの考案、デブリの破壊を局所化するための構造様式の検討、デブリの衝突イジェクタによる二次破壊の規模のデータ取得、高電圧太陽電池の電位配置による放電抑止効果の検討、を行った。これらにより5年計画で実施している研究計画の初年度分を全て完遂した。

## 9. 再利用ロケット（先進的飛翔システムの基礎開発実験）（総合評価点：4.06）

地上と周回軌道を往復する輸送システムの基礎研究として再使用型のシステム構築手法の習得を図るための研究を実施している。輸送システムの研究は推進機関の革新や超軽量機体構造材量の実用化など工学的に多くの研究課題を克服することが望まれているが、将来の高頻度かつ大量の輸送需要に対応するシステムの実現にはこれらの性能の向上に関する研究課題のみならず航空機運航や飛躍的な信頼性および安全性の向上など従来の使い捨て型ロケットでは未経験の多くの課題がある。従来宇宙研で継続されてきた再利用ロケット実験機を用いた実証研究ではこれらの技術課題の抽出と、使い捨てロケットとは異なるシステム構築手法の設計および運用を通じた工学的知見の蓄積を目指して、研究活動を行ってきた。本格的な再使用型輸送機の実現にはなお時間を要するが将来の宇宙輸送コストの飛躍的な低減がもたらす輸送需要の成熟に向けた活動が継続されている。世界的に基礎研究や飛行機会の利用による実証研究が精力的に行われており、この実験機の研究もそのうちのひとつとして認知されている。

平成15年度はこれまで試作してきた実験機に、従来継続してきた活動の成果として、複合材極低温タンクの試作研究とエンジンの長寿命化および耐久性管理設計製造技術研究の成果を搭載して機体を改修し、飛行誘導や繰り返し飛行実験運用の洗練などの課題の実証と併せて飛行実験を行い3か回の飛行を実施し何れも計画通りに成功した。特に液体水素燃料用極低温複合材タンクの飛行実証は世界的にも例が少なく今後の実験機の発展に向けて多くの知見を得た。また実験機による繰り返し飛行実験環境の提供は輸送システムの革新に向けた多くの研究課題の実証機会の提供と、使い捨て型ロケットとは異なるシステム構築手法の習得のための研究環境を提供する。これらの意味でも実験機による継続した研究活動の有意さを示すことができた。

## 10. 磁気セイルの研究 (総合評価 3.75)

磁気プラズマセイルの実現可能性を検証するために、磁気インフレーションや太陽風と磁場の相互作用のメカニズムを数値解析により明らかにするとともに、地上試験による原理検証について検討した。また磁気プラズマセイルの推進性能を予測し、木星以遠の外惑星探査に応用した場合の軌道計画や探査機概念設計を行い、さらには工学実験衛星への展望について検討した。

外惑星探査、脱太陽系ミッションなど、これまで困難とされてきたミッションを中規模・低コスト・短期間で実現するために、高比推力・高推電比・低コストの新しい推進システムとして磁気プラズマセイルを実現できる可能性がある。

本年度はとくに下記の研究を行い、有益な成果を得た。

1. 磁気インフレーションのMHD解析
  - ・数値解析による磁気インフレーションのモデル化
  - ・磁気プラズマセイルの推力電力比の解析
2. 太陽風・磁場相互作用のMHD解析
  - ・太陽風とダイポール磁場の干渉の計算
  - ・宇宙機に生じる推力と推力方向の見積もり
  - ・磁気モーメントの太陽風に対する傾斜角と推力の関係の解析
3. 太陽風・磁場相互作用の粒子法解析
  - ・完全粒子法(PIC-DSMC法)による希薄電磁流体コードの開発
  - ・電子・イオン誘導電流・誘導磁場を評価し、誘導磁場による加速機構を評価
4. 磁気プラズマセイルによるミッション・軌道計画の検討
  - ・磁気プラズマセイルによる惑星間軌道計画
  - ・反太陽方向に加速される探査機のダイナミクスの検討
  - ・太陽風を確率事象として捉えた磁気プラズマセイル探査機の誘導則の構築
  - ・磁気プラズマセイル惑星探査機概念設計
  - ・磁気プラズマセイル地球周回工学実験衛星概念設計
5. 実験によるMPS素過程の実証
  - ・地上シミュレータの設計(太陽風模擬イオン源, 磁気回路)
  - ・太陽風とダイポール磁場干渉の予備実験

### c. 宇宙環境利用科学委員会 (平成16年4月21日開催)

## ○中期計画の該当項目

「国際宇宙ステーションにおける宇宙科学研究」についての評価

ISS搭載実験候補として選定された船内実験室における宇宙実験プロジェクト、船外実験プラットフォーム搭載の研究プロジェクトを推進する。また、全国研究者の代表からなる委員会による評価(委員会評価)に基づき、物質科学、生命科学、基礎科学等の分野において将来の宇宙実験の候補となる課題を選定、育成する。これらの課題については、年1度の委員会評価を実施し、評価結果をすみやかに公表する。

## 1. ISS搭載実験候補として選定された研究プロジェクトの推進

ISS搭載実験候補として選定された、流体不安定性研究等船内実験室における宇宙実験プロジェクト、全天X

線監視装置研究等船外実験プラットフォーム搭載の研究プロジェクトを推進した。詳細を以下に示す。

評価：A

### 1) 物質科学分野

液柱内の3次元流動観察技術開発を行い、液柱の上面からの観察を可能にするサファイアガラスにヒータおよび温度センサを組込んだディスクの開発・試験を実施し、仕様を満たす要素品を完成した。供試体のフライト品の要素製作および組立てを行い、単体での機能試験を実施した。また、宇宙飛行士による人間工学設計評価を実施した。設計変更を要する事項はなく、作業性に関し良好との結果を得た。

温度場観察用2軸システムの開発として、単体で干渉計として動作することを単体動作確認試験で確認した。

### 2) 生命科学分野

自動培地交換による浮遊細胞システムのエンジニアリングモデルを完成させ、希釈培地や一部分取による化学固定が自動的に行えることを確認した。またレーザーキャンと画像処理技術のエンジニアリングモデルの完成により、培地状態、細胞動態、細胞数を観察処理できることを確認した。

### 3) 船外実験プラットフォーム搭載研究プロジェクト

全天X線監視装置 (MAXI) : センサ部の詳細設計審査を平成16年1月に、システム部の詳細設計審査を平成16年3月に完了し、センサ部の主要コンポーネントのプロトフライトモデルの製作に着手した。

超伝導サブミリ波リム放射サウンダ (SMILES) : サブミリ波アンテナEMの形状測定、機械式冷凍機を用いた極低温冷却部PFMの製作試験、SISミキサや冷却HEMTアンプ等の受信機コンポーネントの製作試験、音響工学型電波分光計FMの製作等を実施した。

## 2. 宇宙環境利用科学委員会の組織

宇宙環境の科学的利用研究推進の枠組みに関する内外との協議を経て、宇宙環境の科学的利用の研究者コミュニティの育成、将来のISS利用宇宙実験をめざした研究課題の選定、評価(委員会評価)等を行う宇宙環境利用科学委員会を設置した。第1回委員会を平成16年2月に開催し、第5回ライフサイエンス国際公募参加に関する協議を行うと共に、今後の宇宙環境利用科学推進について協議を行った。また、次年度以降の研究班ワーキンググループ活動の核となる研究会(詳細、以下)を募集・設置した。

評価：A

### 【平成16年度 宇宙環境利用科学委員会 研究会活動 概要】

(第2回委員会(平成16年4月開催)における報告による)

#### 1. 宇宙環境利用流体科学研究コミュニティ

代表者：河村洋(東京理科大)

概要：宇宙環境利用科学研究分野の流体科学領域において、微小重力環境を利用した研究テーマを構築し、国内から当該分野で活躍する研究者を集い、研究を遂行していく。本研究コミュニティの活動の一環として、地上公募研究に応募し、短時間微小重力環境を利用した実験的研究、および解析的研究を進める。本コミュニティでは平成14年末より研究会を自主的に開催してきており、今回は前回からの研究進捗の報告を行った。

#### 2. 流体不安定性研究コミュニティ

代表者：依田真一(JAXA)

概要：流体不安定性の解明を目指した研究を遂行するため、流体不安定性の中でも特に微小重力環境の利用が有効な表面張力流の現象解明のための新モデル構築(国際公募での表面変形モデル以外)、モデル材料を用いて

g ジッタ及び対流が結晶成長に及ぼす影響の解明，マランゴニ対流下での微小気泡配列現象の解明等の研究課題を検討し，地上研究及び短時間微小重力実験手段で体系的な研究成果を創出可能な研究構想を検討した。

### 3. 微小重力沸騰・二相流研究会

代表者：大田治彦（九大大学院）

概要：本研究会の目的は，わが国の研究活力の維持・向上，早期成果の創出，短時間微小重力実験手段を中核とした研究の推進である。具体的役割は，1) JAXAとの協力の下，1年ほどで研究構想書を作成，2) 科研費，公募地上研究に応募し，予算獲得後落下塔，航空機での成果の創出，3) 種々の研究班の成果を4年後にまとめて，微小重力科学の専門書を作成，4) ISS利用の必然性がある研究課題は，ISS利用を提案。今回は，研究発表および話題提供がなされ今後の進め方等について討議された。

### 4. 半導体結晶成長研究会

代表者：木下恭一（JAXA）

概要：半導体結晶成長に関して，コミュニティの力を結集して，微小重力環境利用の結晶成長メカニズム解明と結晶育成技術の高度化に貢献するテーマを提案することを目的とする。2, 3年後を目途に研究会としてテーマを完成させ，公募地上研究やISS利用の国際公募等に応募し，合格することを目指す。今回は，研究会の目指すところ，各メンバーが現在取り組んでいる研究テーマ，今後の進め方等について話し合った。

### 5. 研究会「結晶成長機構研究の新パラダイムを探る」

代表者：古川義純（北大低温研）

概要：本研究会では，結晶成長機構に関する新しい研究パラダイムを探ることを目的に，気鋭の研究者による話題提供とそれをもとにした討論を行った。また，本研究会にはNASAマーシャルスペースセンターのProf. A. A. Chernovが参加し，極めて有意義な討論がなされた。討論の結果，結晶成長機構の新しい研究動向として，「マクロ分子による低分子結晶の成長制御」という新しい方向が示された。

### 6. 模擬微小重力環境を利用した材料科学研究会

代表者：稲富裕光（JAXA）

概要：近年，電磁場などを利用して地上で微小重力の模擬環境を作り出す試みが活発となっている。この模擬環境を利用した材料科学における今までの成果，また現在注目されているトピックスに関して討論する。そして，この手法により今後どのような新しい研究領域を創成できるかを模索し，今後の宇宙環境利用研究との差異・相補性を探る。今回は，参加メンバーが現在取り組んでいる研究テーマを各々紹介し，その後に今後の進め方等を討論した。

### 7. 燃料分散系の燃焼ダイナミクス研究会

代表者：依田真一（JAXA）

概要：噴霧燃焼メカニズムの本質的理解ならびに微視的素過程に基づく数値解析技術の構築に向け，微小重力環境を利用した体系的研究を推進する研究者コミュニティを構築すると共に，研究計画を検討する。本会合では，宇宙環境利用科学委員会の研究班の一つとして研究を推進することを想定し，今後の研究の方向性を議論した。

### 8. 微小重力環境下微粒子プラズマ研究会

代表者：林康明（京都工繊大）

概要：本研究会では，微小重力環境下微粒子プラズマ研究会の活動基本方針と研究の焦点をどこに置くかについて討議する。臨界現象，相転移現象，結晶成長などへの適用の可能性について検討し，その目的に適したプラ

ズマの発生方法について議論する。次に、装置の概念、微粒子プラズマやプラズマ中での微粒子の制御方法、結晶化の方法や観測方法などについて議論する。今回は地上研究公募への提案内容について実際的な討議がなされた。

9. ライフサイエンス研究班・研究計画会

代表者：浅島誠（東大大学院）、山下雅道（JAXA）

概要：宇宙環境利用科学委員会の研究班を設けるにあたり、宇宙におけるライフサイエンス研究の根拠と進むべき方向について、研究者の間で確認しておくことを目的として研究会を開催した。現時点でライフサイエンス分野の問題を整理しておくことが重要であるとの認識のもとに、各分野の主要な研究者に呼びかけ今後の作業の進め方などについて審議した。

10. アラビドプシスの宇宙植物学研究会

代表者：神阪盛一郎（富山大）

概要：ライフサイエンス植物学分野では、アラビドプシスを試料生物種として第5回宇宙ライフサイエンス国際公募がなされていることもあり、アラビドプシスを試料生物として用いている研究者を中心にして研究会を開催した。若手研究者によるこのところの研究成果の発表と討論、および宇宙植物学分野の研究の進め方に関する話題提供がなされ、参加者により討論された。