

宇宙開発に関する重要な研究開発の評価
第26号科学衛星(ASTRO-H)
プロジェクトの事前評価結果
(案)

1. 評価の経緯
2. 評価方法
3. ASTRO-Hプロジェクトを取り巻く状況
4. ASTRO-Hプロジェクトの事前評価結果

参考1 宇宙開発に関する重要な研究開発の評価について

参考2 第26号科学衛星(ASTRO-H)プロジェクトの事前評価実施要
領

参考3 第26号科学衛星(ASTRO-H)プロジェクトの事前評価に係る
推進部会の開催状況

付録1 第26号科学衛星(ASTRO-H)プロジェクトの評価票の集計及
び意見

付録2 第26号科学衛星(ASTRO-H)プロジェクトについて

付録3 第26号科学衛星(ASTRO-H)プロジェクトの事前評価 質問
に対する回答

付録4 第26号科学衛星(ASTRO-H)プロジェクトの事前評価 質問
に対する回答(その2)

付録5 第26号科学衛星(ASTRO-H)プロジェクトの事前評価 評価
票ご意見に対する説明

平成20年8月26日
宇宙開発委員会 推進部会

1. 評価の経緯

宇宙開発委員会においては、「宇宙開発に関する重要な研究開発の評価について」(参考1)に基づき、独立行政法人宇宙航空研究開発機構(以下「JAXA」という。)が実施する重要な研究開発の評価を行い、その結果を公開するとともに、プロジェクトの実施内容や実施体制等に係る助言を与えることとしている。

第26号科学衛星プロジェクト(以下「ASTRO-Hプロジェクト」という。)については、JAXAにおいて「開発研究」への移行の準備が整ったため、宇宙開発委員会推進部会において事前評価を行った。推進部会の構成員は、参考1の別紙のとおりである。

2. 評価方法

評価は、ASTRO-Hプロジェクトを対象とし、推進部会が定めた評価実施要領(参考2)に即して実施された。

今回の評価は「開発研究」への移行のための評価であるため、以下の項目のうち、企画立案フェーズの早い時期に評価することが望ましい(1)から(3)について評価を行った。(4)については、「開発」への移行段階で評価するものであるが、今回は、「開発研究」への移行に当たり検討の進捗状況を確認し、必要に応じ助言することとした。

- (1) プロジェクトの目的(プロジェクトの意義の確認)
- (2) プロジェクトの目標
- (3) 開発方針
- (4) その他
 - ・ システム選定及び基本設計要求
 - ・ 開発計画(スケジュール、資金計画、実施体制、設備の整備計画等)
 - ・ リスク管理

評価の進め方は、まず、JAXAからASTRO-Hプロジェクトについて説明を受け、推進部会における質疑・回答・審議を踏まえ、評価票(参考2の別紙1)に従って評価項目ごとに意見、判定を行った。

本報告は、各構成員の意見、判定に基づき、事前評価結果としてとりまとめたものである。

なお、本報告の末尾に構成員から提出された全意見及びJAXAの説明資料を付録として添付した。

3. ASTRO-Hプロジェクトを取り巻く状況

宇宙は、銀河団、銀河、ブラックホール、超新星爆発等、多様な姿と構造を持ち、こうした宇宙の構成要素が互いに影響しあって、ダイナミックに進化をとげてきたと考えられている。このような宇宙の構造や進化を解明するためには、多様なアプローチの研究を行うことが重要であり、その一つに天文観測が挙げられる。天文観測により遠い宇宙の姿を知ることが、宇宙誕生の謎を探ることにつながり、星がどのようにして生まれ、惑星がどのように形作られてきたか等を知ることにつながる。また、ブラックホールや超高エネルギー宇宙線など、宇宙における極限環境の謎を探ることも可能となる。こういった宇宙の謎を天文観測で解明するためには、電波、赤外線、可視光線、X線、ガンマ線等、様々な波長での観測が必要である。同じ領域を異なる波長域で観測することによって、異なる温度の現象(例えば、電波はたいへん冷たい物体が見え、X線はたいへん熱い物体が見える)の観測が可能となり、また、それぞれの波長の光の検出方法の違いから、電波のように干渉計によって高い空間分解能のイメージの観測が有効な場合や、X線のように連続した波長を分光するスペクトル観測が有効な場合等、様々な方法で宇宙の謎を探ることが可能になる。従ってそれぞれの観測はお互いに相補的なものであり、同じ領域を同じレベルの精度で観

測することが求められている。

この中で X 線天文観測では、超新星残骸、銀河中心核や銀河団など、宇宙の中でも高温かつ激しい活動領域、あるいは中性子星やブラックホールに極めて近い領域から放射される、X 線を中心にした多量のエネルギー放射を観測することが可能なため、「激しく活動している」宇宙の本質を知ることができる。しかし宇宙からやって来る X 線は、地球をとりまく大気により吸収・散乱されるので、地上で観測することができず、ロケットや人工衛星を使った大気圏外での観測が必要である。

日本の X 線天文学は、世界でもトップレベルを誇っており、「はくちょう」、「てんま」、「ぎんが」、「あすか」、「すざく」と続く X 線天文衛星の実績がある。ASTRO-H プロジェクトは、その後継として、80 億光年程度までの銀河団の運動の直接測定や、今までは感度が足りなくて観測できなかった巨大ブラックホールの観測等を行う計画である。この ASTRO-H プロジェクトを、2013 年頃に稼働が計画されている ASTRO-G 等の国内外の電波・赤外線大型天文衛星計画や地上望遠鏡計画と同時期に稼働することができれば、科学的成果を最大限に高めることが可能となる。また、このような観測能力をもった ASTRO-H は、将来の大型国際 X 線天文衛星の先駆けとして、世界各国の研究者から強く期待されている。

4. ASTRO-H プロジェクトの事前評価結果

(1) プロジェクトの目的(プロジェクトの意義の確認)

我が国は、系統的に X 線天文衛星を打上げ、ブラックホール、銀河団、宇宙線等の研究で傑出した成果を出し、世界の X 線天文学の中で最先端に位置している。その長年の実績と成果を踏まえ、新たな発展を目指すものとして ASTRO-H プロジェクトは計画されており、その目的は、以下の五つの項目にまとめられ

ている。

銀河団という宇宙最大の天体における熱エネルギー、銀河団物質の運動エネルギー、非熱的エネルギーの全体像を明らかにし、ダイナミックな銀河団の成長を直接観測する。

厚い周辺物質に隠された遠方(過去)の巨大ブラックホールを「すざく」の 100 倍の感度で観測し、その進化と銀河形成に果たす役割を解明する。

ブラックホールの極近傍の物質の運動を測定することで重力のゆがみを把握し、相対論的時空の構造を明らかにする。

宇宙に存在する高エネルギー粒子(宇宙線)がエネルギーを獲得する現場の物理状態を測定し、重力や衝突・爆発のエネルギーが宇宙線を生み出す過程を解明する。

距離(年齢)の異なる銀河団内のダークマターの分布と総質量を測定し、銀河団の進化に果たすダークマターと暗黒エネルギーの役割を探求する。

これらはいずれも、人類の知的財産の拡大・進化を目指したものであり、「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」及び「宇宙開発に関する長期的な計画」における宇宙科学の意義・目的を踏まえて、的確に具体化したものと評価される。

なお、社会還元の一環として、その成果のみならず、世界第一級の本プロジェクトがどのように遂行されていくか、その過程を積極的に広報していくことで、一般国民、中でも若い研究者や大学生など、日本の将来を担う人材に科学分野の魅力を伝え、その育成に貢献することが望まれる。

判定: 妥当

(2) プロジェクトの目標

ASTRO-H プロジェクトの目標としては、複数距離の銀河団の総質量の測定、硬 X 線領域での厚い周辺物質に隠された巨大ブラックホールの観測、ブラックホールの極近傍における物質の運動の直接観測、超新星残骸の電子エネルギー分布の決定や巨大ブラックホールの広域帯スペクトル取得等について、その観測水準や量が具体的かつ定量的に設定されており明確となっている。これらの目標は、目的とするものに照らし適切なものである。

成功基準もミニマム・フル・エクストラそれぞれのレベルに応じて具体的な数値目標となっており、優先順位についても明確になっている。

~~なお、本プロジェクトは、基礎研究としては巨額な税金が投入されるプロジェクトであることを関係者全員が常に意識し、最大限の成果が上げられるよう継続的な努力を期待する。~~

判定: 妥当

(3) 開発方針

ASTRO-H プロジェクトでは、「すざく」における教訓を生かして開発方針が定められている。特に、「すざく」の冷却系液体ヘリウム消失というトラブルへの対策として、原因究明委員会が提言した、開発体制、国際協力、End-to-End 試験の重要性と限界の把握、専門家によるレビュー、独立点検の重要性等の勧告を反映した方針となっている。

衛星バスに関しては過去の経験と実績を最大限活用する計画とし、観測機器については、日本の国際的に優位な技術が用いられ、コミュニティにおけるフロントローディングの成果を踏まえ、新規技術の実現の目処が得られている。また、従来技術にモジ

ュール化の考え方を導入するとともに、データ処理系に広範な標準化を採用し、インターフェースの不一致によるトラブルの未然防止を図る等、高い信頼性を維持しつつ開発するという、次世代衛星の基盤アーキテクチャとして期待される仕組みを導入しており適切である。

さらに、科学面、技術面において積極的な国際協力に基づいて開発を行うこととしており、特に軟 X 線分光システム (SXS) については、NASA との緊密な協力の下に、ジョイントシステムエンジニアリングチーム (ISET) を作り、開発の情報交換を定期的に行って、双方でリスクの低減をはかることとしている。また、JAXA や国内の有識者、国外の研究者の中から広くメンバーを集めて、設計や開発状況の審査を行い、助言を得ることとしており、「すざく」の教訓を踏まえた取組みがなされており妥当である。

また、世界の国際宇宙天文台として機能するために、全世界の天文学者が自在に使えるデータアーカイブ・ソフトウェア資産を構築することを目指しており、適切である。

引き続き、これらの開発方針を踏まえ、多様な構成メンバーからなるプロジェクトチーム全体が、JAXA のリーダーシップのもとで十分な連携を取って、開発に取り組んでいくことを期待する。

判定: 妥当

(4) その他

以下の項目については、「開発」移行段階で評価するものであるが、「開発研究」への移行時点における検討の進捗状況を踏まえ、「開発研究」に向け配慮すべき事項について助言する。

システム選定及び基本設計要求

・ 科学衛星プロジェクトに関しては、国民の関心は高いもの

の、国民への直接的な成果の反映は、実用衛星と比較して一般に低い。従って、国民の理解を得られるように、コスト効率の良いプロジェクトに仕上げるのが求められる。そのためには開発研究フェーズにおいて「コストも含めた複数のオプションの比較検討」に注力することを期待する。

- ・ 技術は日進月歩しているので、最新の成果(特に計測機器やその制御等において)を取り入れられるよう、柔軟性がある計画を期待する。
- ・ リアクションホイールは人工衛星にとって極めて重要な要素であり、また各国でも開発に苦労し、また軌道上でもかなりの頻度で問題を発生している機器である。国産品が使用できるレベルに達したことは極めて喜ばしいことであるが、今後も息の長い信頼性確認試験を継続実施することを期待したい。
リスク管理
- ・ H-A ロケットで打ち上げる場合、相乗り打上げとなる可能性が高いが、相手の衛星が決まった時点で十分なリスク評価・管理が望まれる。

(5) 総合評価

ASTRO-H プロジェクトは、宇宙の大規模構造とその進化の解明や宇宙の極限状態の理解に向けて、硬 X 線における集光撮像観測や軟 X 線でのスペクトル解析等により、銀河団成長の直接観測や、巨大ブラックホールの観測を行う、極めて挑戦的な計画である。我が国の X 線天文衛星は、「はくちょう」に始まり、「てんま」、「ぎんが」、「あすか」、そして「すざく」の数々の優れた成果により、海外からも高く評価されており、我が国が得意とする X 線天文学の分野において世界最高水準の成果を目指すこ

とは、我が国の宇宙科学の推進のみならず、我が国としての国際貢献、国際的地位の向上の観点からも有意義である。今回の事前評価では、ASTRO-H プロジェクトの目的、目標、開発方針等について審議をおこなった。その結果、現段階までの計画は、具体的かつ的確であり、「開発研究」に移行することは妥当であると判断した。

なお、今回の評価においては、「開発研究」に向けて配慮すべき事項として、コスト管理、H-A ロケットでの相乗り衛星を考慮したリスク管理等に関する助言が挙げられた。JAXA においては、これらの助言について今後適切な対応がなされることを望む。

(参考1)

宇宙開発に関する重要な研究開発の評価について

平成20年4月2日
宇宙開発委員会

1. 目的
宇宙開発を効率的かつ効果的に推進するため、「宇宙開発に関するプロジェクトの評価指針」(以下「評価指針」という。)等に基づき、重要な研究開発の評価を行い、その結果を公開するとともに、宇宙開発委員会として独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)が実施するプロジェクトの実施内容や実施体制等に係る助言を与えることを目的とする。
このため、重要な研究開発について、推進部会において平成20年度の評価を行う。
2. 評価方法
評価指針の評価対象要件に合致する重要な研究開発について、その目標や効果、実施体制等について評価する。
3. 評価の対象
評価は、次の段階のプロジェクトを対象に実施する。
 - (1) 事前評価(企画立案フェーズにおけるフェーズアップのための評価)
 - (2) 中間評価(実施フェーズにおける評価)
 - (3) 事後評価(実施フェーズ終了時での評価)また、各プロジェクトのうち、重要な状況変化等があるものについて、必要に応じ、進捗状況確認を行う。
4. 日程
評価については、対象とするプロジェクトの状況に応じて、適宜実施する。
5. 推進部会の構成員
別紙のとおり。
6. 会議の公開
「宇宙開発委員会の運営等について」(平成13年1月10日 宇宙開発委員会決定)に従い、推進部会は、原則として公開とし、特段の事情がある場合には、非公開とすることができるものとする。

宇宙開発委員会推進部会構成員

(別紙)

(委員)

部長 青江 茂 宇宙開発委員会委員
部長代理 池上 徹彦 宇宙開発委員会委員
野本 陽代 宇宙開発委員会委員(非常勤)
森尾 稔 宇宙開発委員会委員(非常勤)

(特別委員)

栗原 昇 社団法人日本経済団体連合会宇宙開発利用推進委員会企画部会長
黒川 清 国立大学法人政策研究大学院大学教授
小林 修 東海大学工学部教授
佐藤勝彦 国立大学法人東京大学大学院理学系研究科教授
澤岡 昭 大同工業大学学長
鈴木章夫 東京海上日動火災保険株式会社顧問
住 明正 国立大学法人東京大学サステイナビリティ学連携研究機構地球持続戦略研究イニシアティブ統括ディレクター・教授
高柳雄一 多摩六都科学館館長
建入ひとみ アッシュインターナショナル代表取締役
多屋淑子 日本女子大学家政学部教授
中須賀真一 国立大学法人東京大学大学院工学系研究科教授
中西友子 国立大学法人東京大学大学院農学生命科学研究科教授
永原裕子 国立大学法人東京大学大学院理学系研究科教授
林田佐智子 国立大学法人奈良女子大学理学部教授

廣澤春任 宇宙科学研究所名誉教授
古川克子 国立大学法人東京大学大学院工学系研究科准教授
水野秀樹 東海大学開発工学部教授
宮崎久美子 国立大学法人東京工業大学大学院イノベーションマネジメント研究科教授
横山広美 国立大学法人東京大学大学院理学系研究科准教授

(参考2)

第26号科学衛星(ASTRO-H)プロジェクトの事前評価実施要領

平成20年7月25日
推進部会

1. 趣旨

日本のX線天文学は、世界でもトップレベルを誇っており、「はくちょう」に始まり、「てんま」、「ぎんが」、「あすか」、そして「すざく」と続くX線天文衛星の実績がある。

第26号科学衛星(ASTRO-H)プロジェクト(以下、「ASTRO-Hプロジェクト」という)は、それらの経験を生かし、地上では観測が不可能なX線を衛星軌道上から観測するプロジェクトである。

ASTRO-Hプロジェクトについて、独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)において、今般「開発研究」への移行の準備が整ったため、「宇宙開発に関するプロジェクトの評価指針」(平成19年4月23日 宇宙開発委員会推進部会)に基づき、宇宙開発委員会として事前評価を行う。

2. 評価の目的

JAXAが実施するASTRO-Hプロジェクトを効果的かつ効率的に推進するため、「開発研究」への移行の妥当性を判断し、助言することを目的とする。

3. 評価の対象

ASTRO-Hプロジェクトを評価の対象とする。

4. 評価項目

今回の評価は「開発研究」への移行のための評価であるため、以下の項目のうち企画立案フェーズの早い時期に評価することが望ましい(1)から(3)について評価を行う。

(4)については、「開発」への移行の要望があった時点で評価するものであるが、今回は、「開発研究」への移行に当たり検討の進捗状況を確認し、必要に応じ助言することとする。

(1) プロジェクトの目的(プロジェクトの意義の確認)

(2) プロジェクトの目標

(3) 開発方針

(4) その他

- ・システム選定及び基本設計要求
- ・開発計画(資金計画、スケジュール、実施体制、設備の整備計画等)
- ・リスク管理

評価票は別紙1のとおりとし、構成員は、JAXAからの説明を踏まえ、評価票へ記入を行う。

5. 事前評価の進め方

時期	部会	内容
7月25日	第8回	ASTRO-Hプロジェクトについて
8月7日	第9回	ASTRO-Hプロジェクトについて
8月26日	第10回	事前評価結果について

なお、第8回推進部会におけるJAXAからの説明に対し、別途質問票による質疑を受けるものとし、第9回推進部会において、回答・審議を行う。評価票への記入はその質疑応答を踏まえて実施することとする。

6. 関連文書

ASTRO-H プロジェクトの評価に当たっての関連文書は、別紙 2 のとおりである。

第 26 号科学衛星 (ASTRO-H) プロジェクト 評価票

構成員名: _____

1. プロジェクトの目的(プロジェクトの意義の確認)

ASTRO-H プロジェクトの目的が、「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」(総合科学技術会議)及び「宇宙開発に関する長期的な計画」(以下、「長期計画」という。)において規定されている我が国における宇宙開発利用全体の意義、目標及び方針等を踏まえ、長期計画のプログラムに規定されているところに照らし、的確に詳細化、具体化されているかについて評価して下さい。

妥当 概ね妥当 疑問がある

(上記の評価根拠等コメントを記入下さい。)

2. プロジェクトの目標

)ASTRO-H プロジェクトにおいて設定された目標が具体的に(何を、何時までに、可能な限り数値目標を付してどの程度まで)明確となっているか、)設定された目標が、設定された目的に照らし的確であるか、)その目標に対する成功基準が的確であるか、について評価して下さい。

目標が複数設定される場合にはそれらの優先順位及びウェイトの配分が的確であるかを評価して下さい。

妥当 概ね妥当 疑問がある

(上記の評価根拠等コメントを記入下さい。)

3. 開発方針

ASTRO-H プロジェクトの開発活動全体を律する基本的な考え方、ないし方針が設定された目標の達成に対する確であるかを評価して下さい。

評価に当たっては、「衛星の信頼性を向上するための今後の対策について」で示された考え方を考慮して下さい。

妥当 概ね妥当 疑問がある

(上記の評価根拠等コメントを記入下さい。)

4. その他

以下の項目については、「開発」移行段階で評価するものですが、「開発研究」移行段階の状況を確認し、「開発研究」に向け配慮すべき事項、助言等があれば記載願います。

(1) システム選定及び基本設計要求

システム(衛星を実現する技術的な方式)の選定及び基本設計要求(基本設計を固めるに当たっての骨格的な諸条件)の評価の際には、以下の点に着目することとしています。

i) 関係する技術の成熟度の分析

ii) コストも含めた複数のオプションの比較検討

iii) システムレベル及びサブシステムレベルにおける、新規自主開発、既存技術の活用(外国調達に関しては、信頼性確保の方法含む)の適用方針

上記においては、国内技術のみでなく、海外技術も検討の対象に含みます。

(2) 開発計画(資金計画、スケジュール、実施体制、設備の整備計画等)

(3) リスク管理

主要な技術課題、プロジェクト、プログラムの観点におけるリスク管理の考え方

(上記に関する助言等を記入下さい。)

(1) システム選定及び基本設計要求

(2) 開発計画(資金計画、スケジュール、実施体制、設備の整備計画等)

(3) リスク管理

(別紙2)

第26号科学衛星(ASTRO-H)の評価に当たっての関連文書(抜粋)

我が国における宇宙開発利用の基本戦略
(平成16年9月9日 総合科学技術会議)

2. 宇宙開発利用の意義、目標及び方針

(1) 意義

地球・人類の持続的発展と国の衿持への貢献

宇宙開発利用は、長期的視点から地球システムの持続的発展を目指すため、地球環境の現状と人類活動の及ぼす影響を全地球的規模で把握するために、もっとも有効な手段である。また、フロンティアとしての宇宙への挑戦を続けることは、国民に夢と希望を与えとともに、国際社会における我が国の品格と地位を高めることにも大きく貢献する。

(2) 目標

知の創造と人類の持続的発展

多くの人々に夢や希望を与えるべく、未知のフロンティアとしての宇宙に挑む。宇宙空間を探索し、利用することにより、宇宙の起源、地球の諸現象などに関する根源的な知識・知見を獲得する。さらに、地球の有限性が語られるようになった今日、宇宙からの視点を活用して、人類の活動と地球環境との共生を旨とするとともに、更なる飛躍を求めて、宇宙における人類活動の場を拡大する。

(3) 方針

我が国の国際的地位、存立基盤を確保するため、諸外国にお

ける宇宙開発利用の状況を踏まえつつ、我が国は人工衛星と宇宙輸送システムを必要な時に、独自に宇宙空間に打ち上げる能力を将来にわたって維持することを、我が国の宇宙開発利用の基本方針とする。

そのため、技術の維持・開発においては、信頼性の確保を最重視する。また、重要技術の自律性を高めるため、適切な選択と重点化を行った上で、ソフト面も含めた基盤的技術を強化するとともに、技術開発能力を維持する。

なお、研究開発目標の設定や研究開発計画の策定に関しては、利用者の要求を十分に反映することが可能となる仕組みを構築する。

4. 分野別推進戦略

(3) 宇宙科学研究

宇宙科学研究は、真理の追究、知の創造に寄与し、多くの人に夢、誇り及び活力を与えるものであり、宇宙開発利用の柱の一つである。

我が国の独自性を重視した研究開発を推進し、国際的水準の活動を持続する。我が国として独自性を発揮できる、太陽系探査や天文観測などの分野を中心に、資源を集中する。また、国際協力の重要性に配慮した上で、我が国の独自性を発揮できる戦略をとる。

欧米などの当該分野の取組みに対しては、その状況を十分踏まえた上で、競争、連携あるいは補完の形をとる。対象分野の選択に当たっては、関連コミュニティの合意と適切な外部評価(他分野の関係者も含める)の下に、透明性を持って実施する。

(6) 長期的視野に立つ研究開発の方向性

宇宙科学研究の目指すべき方向

我が国の独自性を打ち出せる、特色ある太陽系探査や天文観測などを推進する。その際には、宇宙物理学や惑星物理学などの基礎科学研究の目指すべき長期的方向性を十分に勘案しつつ、我が国における宇宙科学研究として、知の創造に貢献できる分野に焦点を合わせる必要がある。

宇宙開発に関する長期的な計画

(平成 20 年 2 月 22 日 総務大臣、文部科学大臣)

1. 我が国の宇宙開発に関する基本的な考え方

(1) 我が国の宇宙開発の目的

宇宙開発利用を取り巻く国内外の情勢を踏まえ、中長期的な展望に基づく我が国の宇宙政策を策定するに当たり、これまでの我が国の宇宙政策との整合にも配慮しつつ、我が国が宇宙開発を進める目的と意義を以下のとおり位置付け、我が国の宇宙開発のよって立つべき柱とする。

我が国は以下の目的の下に宇宙開発を行うものとする。

国及び国民の安全と安心の確保

宇宙空間を活用した社会基盤の整備・拡充

未知のフロンティアたる宇宙への挑戦

(中略)

「未知のフロンティアたる宇宙への挑戦」の下では、先進的な宇

宙科学ミッションや魅力的かつ先駆的な宇宙探査等のミッションに挑戦し、人類全体の知的欲求に応えとともに、我が国の宇宙開発活動を支える技術へ成長する可能性を秘めた革新的・萌芽的な技術の創出を目指す。

また、これらの目的に応じた便益や成果を目指すことは、以下のような国として希求する意義に大きく寄与する。

ア) 人類の知的資産の拡大・深化

宇宙科学は、人類の知的資産形成に極めて重要な分野である。

このため、宇宙科学への積極的な取組は、我が国が人類の知的資産の蓄積に積極的に寄与するという意志を国民と国際社会に明示することとなる。また、宇宙科学研究の推進や宇宙開発の成果に端を発する技術革新の促進は、我が国における知的活動を活性化することにつながるものである。

2. 宇宙開発利用の戦略的推進

(2) 宇宙科学研究の推進

宇宙科学研究は、「宇宙がどのように成立し、どのような法則によって支配されているのか」を知るための高度な知的活動であるとともに、宇宙開発に新しい芽をもたらす可能性を秘めた革新的・萌芽的な技術の源泉であり、宇宙開発利用の基盤を支えるものとして、我が国の宇宙開発利用の持続的発展のために不可欠なものである。また、我が国は、これまでにX線天文学や太陽・地球磁気圏観測などにおいて、高い創造性・先導性を有する世界第一線級の成果を上げてきている。

このため、以下の方針により、宇宙科学研究を推進することとする。

長期的な展望に基づき、我が国の特長を活かした独創的かつ先端的な宇宙科学研究を推進する。

国内外の関係する研究者グループとの密接な連携の下、研究者の自由な発想に基づく研究計画からピア・レビューを通じて精選し、我が国の特長を活かして、科学衛星の打上げ・運用や理学的・工学的研究など独創的かつ先端的な宇宙科学研究を継続的に実施し、世界最高水準の成果の創出を目指す。

今後重点を置く研究分野は、世界において広く認められる重要な科学目標を有していること、目標及び実現手段における高い独創性と技術及び予算の観点から高い実現可能性を有していること、我が国の独自性と特徴が明確であること、並びに我が国が既に世界第一級にある分野をのばすとともに、これからを担う新しい学問分野を開拓することにも留意することの観点から、以下のとおりとし、ミッションに即した多様な規模の計画を展開する。

ア) 宇宙空間からの宇宙物理学及び天文学

地上で実施できない観測を宇宙から行うことにより、宇宙の大規模構造から惑星系に至る宇宙の構造と成り立ちを解明するとともに、暗黒物質・暗黒エネルギーを探求し、宇宙の極限状態と非熱的エネルギー宇宙を探る。

宇宙科学研究の推進について(報告)
(平成 18 年 12 月 21 日 宇宙開発委員会計画部会
宇宙科学ワーキンググループ)

第2章 宇宙科学研究における長期的な展望

3 今後のプロジェクト研究の重点分野について

(2) 各重点分野のプロジェクト研究の目標

宇宙空間からの宇宙物理学及び天文学

1) 宇宙の大規模構造とその成り立ちを解明し、暗黒物質・暗黒エネルギーを探る。

ア. 長期的な目標

我が国が優位性を持つ赤外線、X 線、ガンマ線及び電波を用いた宇宙観測により、宇宙の大規模構造の姿を捉え、基本的物質であるバリオンや様々なエネルギーの宇宙における存在形態を探ることにより、宇宙の基本構造を解明する。宇宙の初期揺らぎから現在の宇宙の大規模構造に至るまでの過程を解明し、暗黒物質の果たす役割、暗黒エネルギーと宇宙の状態及び進化との関係を探る。

イ. 今後5年程度の目標

赤外線天文衛星「あかり」による全天サーベイにより宇宙地図を作成し、銀河進化の解明に資する。X 線天文衛星「すざく」による銀河団等の観測研究を発展させるとともに、大気球や小型衛星等による萌芽的なミッションの開拓を行う。

ウ. 20年先を視野に入れた今後10年程度の目標

軟 X 線精密撮像分光観測による熱的な宇宙の詳細観測を実現する。銀河の誕生過程及び銀河団の進化を解明するために、高解像度赤外線観測衛星及び大型 X 線望遠鏡衛星等の大型国際ミッションを推進する。銀河構造を解明することを目的とした高精度位置天文観測衛星の実現に必要な技術開発を行う。

3) 宇宙の極限状態と非熱的エネルギー宇宙を探る。

ア. 長期的な目標

X線・ガンマ線を用いた宇宙観測により、ブラックホール等における宇宙の極限状態及び非熱的エネルギー宇宙を探る。スペース VLBI(超長基線干渉)技術を用いた宇宙電波観測により、宇宙の極限領域における現象を解明する。宇宙空間から到達する宇宙線及び重力波等の新たな観測手段を開拓する。

イ. 今後5年程度の目標

X線天文衛星「すざく」によるブラックホール等の観測研究を発展させる。次期X線国際天文衛星及び大型X線望遠鏡衛星の研究開発、スペース VLBI 衛星(ASTRO-G)の開発及び運用を行うとともに、大気球や小型衛星を用いた新世代宇宙観測技術の研究を推進する。国際ガンマ線ミッション等の国際協力に積極的に貢献する。また、国際宇宙ステーション「きぼう」に搭載する全天 X線監視装置(MAXI)によりブラックホールの長期連続観測を行うとともに宇宙線分野を含む第2期計画を推進する。

ウ. 20年先を視野に入れた今後10年程度の目標

ASTRO-G によりブラックホール等の宇宙の極限状態を解明する。次期X線国際天文衛星等による硬X線・ガンマ線の高精度撮像観測・偏光観測を実現する。

衛星の信頼性を向上するための今後の対策について
(平成17年3月18日 宇宙開発委員会 推進部会)

3. 調査審議の結果

(1) JAXAの衛星開発に関する基本的な考え方

i) 目的を明確に区別した衛星開発の徹底

- ・ 今後の衛星開発においては、実利用の技術実証を主目的とするものと、技術開発自体や科学を目的とするものを峻別して、その衛星の開発計画を企画立案する。

ii) 目的に応じた衛星の開発

) 技術開発や科学を目的とした衛星の開発

- ・ 科学衛星については、世界初を目指す挑戦的な取組みに合った、衛星の開発を行う。
- ・ 技術開発や科学を目的とした衛星の開発においても、信頼性の確保に十分配慮する必要がある、これらの衛星のバスの開発についても、その目的を達成するために必要な技術開発を行う部分以外は、既存技術をできる限り活用するとともに、新規技術を採用する際には、地上試験や解析等によって信頼性を確保する。

iii) 開発期間の短縮

- ・ 先ず、予備設計の前(研究の段階)に十分な資源を投入するとともに、計画の企画立案時には、プロジェクトの目標を明確にした適切な開発計画を立て、プロジェクト全体の技術的な実現可能性についての検討及び審査を徹底的に行うことが必要である。予備設計を開始する時点では、既に重要な開発要素は概ね完了し、その他の要素についてもその後の開発研究及び開発の段階で解決すべき課題とその解決方法が見通せていることが必要である。
- ・ 今後の衛星の開発期間(予備設計が開始され、開発が終了するまでの期間)を、計画段階において5年程度以内を目途とし、その実現を図っていく。ただし、信頼性を一層向

上する等の観点から、真に止むを得ない場合にあっては、宇宙開発委員会における計画の事前評価の段階でその必要性を十分に吟味の上、この期間を超えることもあり得る。

独立行政法人宇宙航空研究開発機構が達成すべき業務運営に関する目標(中期目標)
(平成 20 年 4 月 1 日 総務大臣、文部科学大臣)

II. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

2. 宇宙科学研究

人類の知的資産及び我が国の宇宙開発利用に新しい芽をもたらす可能性を秘めた革新的・萌芽的な技術の形成を目的とし、宇宙空間からの宇宙物理学及び天文学、太陽系探査、宇宙環境利用並びに工学の分野において、長期的な展望に基づき、我が国の特長を活かした独創的かつ先端的な宇宙科学研究を推進し、世界的な研究成果をあげる。

(1) 大学共同利用システムを基本とした学術研究

宇宙科学研究における世界的な拠点として、研究者の自主性の尊重、新たな重要学問分野の開拓等の学術研究の特性にかんがみつつ、大学共同利用システムを基本として、

宇宙の大規模構造から惑星系に至る宇宙の構造と成り立ちを解明するとともに、暗黒物質・暗黒エネルギーを探求し、宇宙の極限状態と非熱的エネルギー宇宙を探る宇宙空

間からの宇宙物理学及び天文学

太陽系諸天体の構造、起源と進化、惑星環境の変遷、これらを通じた宇宙の共通な物理プロセス等を探るとともに、太陽系惑星における生命発生、存続の可能性及びその条件を解明する太陽系探査、

生命科学分野における生命現象の普遍的な原理の解明、物質科学及び凝縮系科学分野における重力に起因する現象の解明等を目指す宇宙環境利用、

宇宙開発利用に新しい芽をもたらす、自在な科学観測・探査活動を可能とするための工学

の各分野に重点を置いて研究を実施し、人類の英知を深めるに資する世界的な研究成果を学術論文や学会発表等の場を通じて提供する。

(2) 宇宙科学研究プロジェクト

大学共同利用システム等を通じて国内外の研究者と連携し、学問的な展望に基づいて科学衛星、国際宇宙ステーション (ISS) 搭載装置及び小型飛翔体等を研究開発・運用することにより、(1)に掲げた宇宙空間からの宇宙物理学及び天文学、太陽系探査、宇宙環境利用並びに工学の各分野に重点を置きつつ、大学共同利用システムによって選定されたプロジェクトを通じて、我が国の独自性と特徴を活かした世界一級の研究成果の創出及びこれからの担う新しい学問分野の開拓に貢献するデータを創出・提供する。その際、宇宙探査プロジェクトの機会も有効に活用する。

大学共同利用機関法人における運営の在り方を参考にし、大学・研究所等の研究者の参画を広く求め、関係研究者の総意の下にプロジェクト等を進めるシステム

(参考3)

第26号科学衛星(ASTRO-H)プロジェクトの 事前評価に係る推進部会の開催状況

【第8回推進部会】

1. 日時: 平成20年7月25日(金)14:00～17:00
2. 場所: 文部科学省 16階 特別会議室
3. 議題:
 - (1) 電波天文衛星(ASTRO-G)プロジェクトの事前評価について
 - (2) 災害監視衛星システム SAR 衛星プロジェクトの事前評価について
 - (3) 第26号科学衛星(ASTRO-H)プロジェクトの事前評価について
 - (4) その他

【第9回推進部会】

1. 日時: 平成20年8月7日(木)14:00～16:00
2. 場所: 文部科学省 3階 1特別会議室
3. 議題:
 - (1) 第26号科学衛星(ASTRO-H)プロジェクトの事前評価について
 - (2) 災害監視衛星システム SAR 衛星プロジェクトの事前評価について
 - (3) その他

【第10回推進部会】

1. 日時: 平成20年8月26日(火)14:00～16:00
2. 場所: 文部科学省 3階 1特別会議室
3. 議題:
 - (1) 第26号科学衛星(ASTRO-H)プロジェクトの事前評価について
 - (2) その他

第26号科学衛星(ASTRO-H)プロジェクトの 評価票の集計及び意見

評価結果

	妥当	概ね妥当	疑問がある
1. プロジェクトの目的(プロジェクトの意義の確認)	12	1	0
2. プロジェクトの目標	11	2	0
3. 開発方針	9	4	0
4. その他	-	-	-

1. プロジェクトの目的(プロジェクトの意義の確認)

ASTRO-H プロジェクトの目的が、「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」(総合科学技術会議)及び「宇宙開発に関する長期的な計画」(以下、「長期計画」という。)において規定されている我が国における宇宙開発利用全体の意義、目標及び方針等を踏まえ、長期計画のプログラムに規定されているところに照らし、的確に詳細化、具体化されているかについて評価して下さい。

	妥当	概ね妥当	疑問がある
1. プロジェクトの目的(プロジェクトの意義の確認)	12	1	0

評価根拠のコメント

【妥当】

- 1 ASTRO-H プロジェクトの目的は、我が国の宇宙開発利用の基本的な方針・計画に基づいたものであり、その目的内容も開発研究移行するに十分に、的確に明らかにされている。特に、本プロジェクトで観測されるデータからの期待される科学成果を明確に示す努力がなされていることを評価したい。
- 2 日本の X 線天文学は、「はくちょう」に始まり、「てんま」、「ぎんが」、「あすか」、そして「すざく」と系統的に観測衛星を打ち上げ、ブラックホール、銀河団などの研究で傑出した成果を出し、世界をリードしている。プロジェクトの目標として銀河団の成長の直接観測から始まって5項目が極めて具体的に示されている。いず

れも宇宙開発利用の基本戦略、長期計画に規定されている意義、目標をふまえて目標が設定されている。

- 3 『宇宙開発に関する長期的な計画』に「長期的な展望に基づきわが国の特長を活かした独創的かつ先端的な宇宙科学研究を推進する」とあるが、本プロジェクトは、わが国が世界の最先端に位置する X 線天文学に関して、その長年の実績と成果をもとに、新たな発展を目指すものとみなされる。プロジェクトの目的は、銀河団という宇宙最大の天体の全体像の明確化、巨大ブラックホールの進化とその銀河形成に果たす役割の解明、ブラックホール極近傍の相対論的時空構造の解明、他、からなる五つの項目に纏められている。それらはいずれも高い科学的意義をもつものと考えられ、プロジェクトの目的として妥当である。これまでのわが国の X 線天文衛星と同様、世界の国際宇宙 X 線天文台となることを目指している点は意義が大きい。
- 4 本プロジェクトの科学的意義、技術的意義、社会的意義は「長期計画」において規定されている、長期的な展望に基づきわが国の特徴を活かした独創的かつ先端的な宇宙科学研究を推進すると指摘された事例に充分適ったものである。事前評価資料にまとめられたプロジェクトの五つの目的は、本プロジェクトの科学的意義を的確に詳細化し、具体化したものとなっており、本プロジェクトの目的は妥当なものと評価できる。
- 5 プロジェクトの目的が的確に詳細化、具体化されている。
- 6 宇宙構造の解明はこれまでも徐々に進捗しているが、ブラックホールの構造、ダークマターの存在と分布

等は宇宙科学が直面している最大の謎であり、「すざく」に引き続いてわが国の独自技術である X 線天文学でその謎に挑戦することはまさにフロンティアへの挑戦であり、わが国の宇宙開発基本戦略にも合致した、時宜に即した有意義なプロジェクトである。

- 7 宇宙空間からの宇宙物理学、及び天文学としては、多波長による同時進行的な観測が不可欠であると思われるので、ガンマ線及び X 線による天文学、可視光、赤外線による天文学、電波天文学はいずれも重要である。
- 8 世界の研究情勢からしても本プロジェクトが担う役割は大きく、今後の X 線天文学を大きく進展させられる。長期計画における本プロジェクトの位置づけ、目標も詳細に示されている。
- 9 我が国の X 線天文学の優位性を活かし、さらなる発展的研究を継続推進する目的を達成すべく計画がなされている。
- 10 日本の X 線天文の水準の高さは世界的に知られているところである。また、JAXA の中期計画にのっとり計画を遂行している。
- 11 ガンマ線観測・赤外線観測・電波観測、「すざく」に続く今回の ASTRO-H による X 線観測は、それぞれの位置づけと関連性が明確であり、世界の中で日本が担う科学的意義は、技術的優位性を活かせるため大いに期待できる。
- 12 「すざく」に続き、世界をリードするわが国の X 線天文学領域で宇宙の起源を探る本プロジェクトは、科学的意義のみならず、国際的な期待にも応えることの

出来るわが国ならではの宇宙開発プロジェクトであり、様々な基本戦略、長期計画に沿ったプロジェクトである。

【概ね妥当】

13 本プロジェクトが意図する我が国の宇宙開発利用に対する科学的、技術的意義は妥当であると思われる。ただ、社会的意義として、本プロジェクトの成果を、専門領域にとどまらず、社会全体に可能な限り広く還元できるようさらに多くの工夫と努力をお願いしたい。

2. プロジェクトの目標

ASTRO-H プロジェクトにおいて設定された目標が具体的に(何を、何時までに、可能な限り数値目標を付してどの程度まで)明確となっているか、)設定された目標が、設定された目的に照らし的確であるか、)その目標に対する成功基準が的確であるか、について評価して下さい。

目標が複数設定される場合にはそれらの優先順位及びウェイトの配分が的確であるかを評価して下さい。

	妥当	概ね妥当	疑問がある
2. プロジェクトの目標	11	2	0

評価根拠のコメント

【妥当】

- 1 開発研究へ移行するに際して最低限必要な基本的方向付けは明確に示されている。
- 2 目的として掲げられた 5 項目に対して、それぞれ具体的な数値目標まで示された観測計画が示されている。サクセスクライテリアも観測装置の性能や装置可動時間などについて設定されているのではなく、科学的成果についてミニマム、フル、エクストラサクセスが具体的に設定されており、極めて明解である。
- 3 プロジェクトが掲げた五項目の目的に対して、目標は、それぞれ、定量的な数値を交えて明確、具体的に設定されている。妥当である。
成功基準では、目標の具体的記述がそのままフルサクセス((1)から(4)まで)およびエクストラサクセス((5)に関して)に宛てられており、明確である。全体として妥当である。
- 4 本プロジェクトの目標設定は、科学的意義を詳細化した5つの目的に応じて具体的で明確なものになっている。設定された目標も、それぞれの目的に照らし的確で詳細な記載がなされており、成功基準もそれぞれのレベルに応じて可能な限り具体的な数値目標が設定されている。優先順位、ウェイトについても的確に配分されており、プロジェクトの目標は妥当なものと評価できる。
- 5 プロジェクトにおいて設定された目標が具体的に明確となっており、設定された目標が設定された目的に照らし、要求条件を満たし的確である。又、その目標に対する成功基準が的確である。
- 6 従来技術の延長線上の技術および新規開発技術に

基づいた硬 X 線撮像システム、軟 X 線分光システム、軟 X 線撮像システム、軟ガンマ線検出器の観測データを総合して、ブラックホールの細部構造、ブラックホールの生成過程、銀河団成長過程、宇宙線の発生過程、ダークマターの分布等を観測することは、宇宙の構造に関する知見を得るための基本的な事項である。ASTRO-H で設定している目標は宇宙科学の現状に置ける課題を踏まえた適切な目標であり、目標は妥当である。

- 7 本プロジェクトが目標とするサイエンスに対して、) ~) は的確である。
- 8 各研究課題と実行する具体的観測が明確である。また、今回の衛星により硬 X 線撮像システム、軟 X 線分光システム、軟 X 線撮像システム、軟ガンマ線検出器でどのような観測をどの程度までを目標とするのか数値化が提示されている。また、ミニマムからエクストラまでの目的の優先順位も明確。
- 9 プロジェクトの目標については、時期、成果ともに具体的数値として掲げられており、成功基準を含めその目標は明確である。

【概ね妥当】

- 10 本プロジェクトは、基本的に宇宙物理学、天文学の基礎的な探究を目指すものであり、その意味では目標として示されているサクセスクライテリアは、ほぼ妥当であると考えられる。しかしながら、基礎研究としては巨大な資金投入を行うものであることを関係者全員が常に意識し、得られる成果がエクストラサクセスあるいは

それ以上のものになるよう最大限の努力をお願いしたい。

3. 開発方針

ASTRO-H プロジェクトの開発活動全体を律する基本的な考え方、ないし方針が設定された目標の達成に対する確であるかを評価して下さい。

評価に当たっては、「衛星の信頼性を向上するための今後の対策について」で示された考え方を考慮して下さい。

	妥当	概ね妥当	疑問がある
3. 開発方針	9	4	0

評価根拠のコメント

【妥当】

- 「すざく」など過去の経験から学んだことを活かす方針が強く打ち出されている他、概念設計段階で考えられる主要なマネジメント・リスクと技術リスクが抽出され、それらへの対処方針が明確に示されている。
- 現在運用している「すざく」衛星に搭載されている XRS は液体ヘリウムの短期消失によって高いエネルギー分解能の観測ができなくなったが、この失敗を教訓として対策項目を考慮した設計がなされている。また硬 X 線撮像システム、また軟 X 線分光システムについては実績のある米国 NASA との協力によって開発・製

作が行われるよう図られている。

- 3 示された開発方針は妥当な内容のものである。「すざく」での教訓を踏まえて、高信頼化に特段の配慮がなされている点が多々見て取れ、評価できる。ここに示された開発方針のもとに、多様な構成メンバーからなるプロジェクトチーム全体が、十分な横の連携のもと、高い信頼性の実現に取り組んでいくことを期待したい。
- 4 「すざく」における教訓を生かすことを第1に考慮し、ASTRO バス継承に努め、我が国が優位な国際的技術、高い信頼性を維持した開発の仕組みの導入、高信頼化を意図した従来技術のモジュール化、データ処理系の広範な標準化によるインタフェース不一致トラブルの未然防止。科学面・技術面での積極的国際協力に基づく開発実施。設計・開発状況の Critical Review を実施し助言を求める Technical Working Group の設置。国際宇宙天文台としての機能を目指すデータアーカイブ・ソフトウェア資産の構築など、本プロジェクトの開発方針はいずれも妥当なものと評価できる。
- 5 プロジェクトの基本的な考え方、方針が、設定された目標の達成に対する的確である。
- 6 観測機器に関してはフロントローディングによってクリティカルな技術の実現性の目処が得られていると共に、開発移行までに解決すべき課題についても明確化されている。冷却系に関しても、「すざく」の反省を踏まえて設計改善が行われると共に更にリスクを Min するべく冗長性設計を取り入れている。観測機器は「すざく」の実績と Lesson-Learned を踏まえて設計開発が進め

られており、目標どおりの観測精度の実現が期待される。

また衛星バスに開しても従来の経験と実績を最大限活用する計画となっており、更にミッション固有の要求実現に向けた課題の検討が進められている。以上のように先進的な天文観測衛星を確実に開発する計画となっており、開発方針は妥当である。

- 7 TSET、TWG 等を作って活動するのは大変良い事だと思います。ソフトウェアについても全体をまとめて QA を担当する責任者を置くと良いと思います。
- 8 日本の国際的に優位な既存技術を用い、信頼性を高めるために、モジュール化の考え方やデータ処理系に標準化を用いて行うなど、メーカー間や国際間のトラブルを未然に防ぐための配慮や、すざくの教訓を生かした設計に対する対策が考慮されている。

【概ね妥当】

- 9 これまでの一連の天文衛星に受け継がれた開発成果を最大限生かすことや、「すざく」における不具合の教訓をいかすことは当然のことであり、開発方針はほぼ妥当であると考えられる。しかしながら、これまでに現れていない多くの潜在的な問題も必ず存在するはずであり、各担当フェーズでさらに踏み込んだ検討を行う姿勢を持ちつつ開発を進めていただきたい。
- 10 「すざく」の液体ヘリウム焼失トラブルを受けてまとめられた 5 つの提言をもとに詳細な計画を立てておられ妥当だと思われるが、今後の開発においても新たな問題点を見逃さずトラブル回避を行うためには今後一層

の対策が必要と思われる。成功を期待している。

11 「すざく」での不具合に対して原因究明チームからの指摘も受けているようだが、その分析からさらなる開発の機会を得たともいえる。今回の開発に充分活かしてもらいたい。今回は、大型科学ミッションとなるため日本のリーダーシップが試される。SXS での日米協力を始め各国に対する JAXA の開発は当然のことながら、マネジメント能力が非常に重要となる。

12 先行プロジェクトである「すざく」での経験、また他プロジェクト ASTRO - E などの技術を継承して開発を進めるなど、その開発方針は概ね妥当と判断できる。

4. その他

以下の項目については、「開発」移行段階で評価するものですが、「開発研究」移行段階の状況を確認し、「開発研究」に向け配慮すべき事項、助言等があれば記載願います。

(1) システム選定及び基本設計要求

システム(衛星を実現する技術的な方式)の選定及び基本設計要求(基本設計を固めるに当たっての骨格的な諸条件)の評価の際には、以下の点に着目することとしています。

- i) 関係する技術の成熟度の分析
- ii) コストも含めた複数のオプションの比較検討
- iii) システムレベル及びサブシステムレベルにおける、新規自主開発、既存技術の活用(外国調達に関しては、信頼性確保の方法含む)の適用方針

上記においては、国内技術のみでなく、海外技術も検討の対象に含みます。

- (2) 開発計画(資金計画、スケジュール、実施体制、設備の整備計画等)
- (3) リスク管理
主要な技術課題、プロジェクト、プログラムの観点におけるリスク管理の考え方

助言等のコメント

(1) システム選定及び基本設計要求

- 1 科学衛星プロジェクトに関しては国民の関心は高いものの緊急度は実用衛星と比較して一般に低い。従って、国民の理解を得られるように、コスト効率の良いプロジェクトに仕上げるのが求められます。そのためには開発研究フェーズにおいて「コストも含めた複数のオプションの比較検討」に力を注いでいただきたい。
- 2 特に大きな問題はないが、技術は日進月歩しており、適切なものであれば常に最新の成果(特に計測機器やその制御等において)が取り入れられるよう計画には柔軟性が必要である。
- 3 モーメンタムホイールは人工衛星にとって極めて重要な要素であり、また各国でも開発に苦労し、また軌道上でもかなりの頻度で問題を発生している機器である。国産品が使用できるレベルに達したことは極めて喜ばしいことであるが、今後も息の長い信頼性確認試験を継続実施することを期待したい。
- 4 TWG を組織化すること、いつの段階で参画するのか。

(2) 開発計画(資金計画、スケジュール、実施体制、設備の整備計画等)

- 1 我が国としての独自性は活かしつつも、世界との協力体制(技術、資金、推進体制人的交流、等々)の更なる強化により、目標とする成果を獲得していただきたい。
- 2 科学ミッションの場合、国際協力は極めて重要且つ有効であるが、先進的な技術に基づいたプログラムである以上、特に技術情報に関しては Security も重要な要素である。開示する技術情報に関しては規定を遵守するとともに、外国から入手する必要なデータに関してはスケジュール上の齟齬が発生しないように前広に手配する等、特段の配慮が望まれる。
- 3 総点検と同様に独立点検の重要性と強化を図ること。
- 4 国内外の数多くの機関と共同で実験を実施する計画となっているが、各研究機関との調整など、円滑な実験実施を望む。また、衛星搭載観測機器にも高性能機器を開発、搭載する計画となっており、特に信頼性(ミッション期間中の正常動作)を重視した開発をお願いしたい。

(3) リスク管理

- 1 Astro-H は H- A ロケットによって打ち上げられるが、相乗りとなる可能性が高い。Astro-H のような大型の天文衛星はこれまで相乗りの経験はない。相乗りの相手が決まった時点で十分なリスク評価・管理が望まれる。
- 2 技術リスクに関しては、詳細な点に至るまで可能な

限り項目を挙げ、それらの検討を行う中で、リスクの低減と共有化を図っていただきたい。

- 3 JAXA 委員会による提言 3(end-to-end 試験)をできる限り詳細に行うことが重要になってくると思われる。シミュレーションはもちろん、地上実験もできる限り検討する必要がある。また、提言 4 の TWG を組織する専門家の責務は重く、早い段階から適任者を探す必要がある。
- 4 このプロジェクトの協力機関は国内外と非常に多いことから、プロジェクトを成功させるためには、統括部は、各プロダクトの技術の個々のリスク管理に加え、各機関のプロジェクト内容の日常的な見直しを迅速に把握しタイムラグのない俯瞰的なプロジェクト管理を行うことが重要と考える。技術の割れ目から生じるリスクの発生を最小化するためのリスク管理手法を期待する。
- 5 問題が起きた時のリスク管理で一番重要なことは、実は「スピード」である。いつでもすぐに対処、対応できる組織のインフラとリーダーの意識が育っているのか。