

宇宙開発に関する重要な研究開発の評価
 第 25 号科学衛星 (ASTRO-G)
 プロジェクトの事前評価結果
 (案)

平成 18 年 7 月 11 日
 宇宙開発委員会 推進部会

一 目 次

1. 評価の経緯	1
2. 評価方法	1
3. ASTRO-G プロジェクトの概要	2
4. ASTRO-G プロジェクトの事前評価結果	2
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	7
参考 2 第 25 号科学衛星 (ASTRO-G) プロジェクトの評価実施要領	9
参考 3 第 25 号科学衛星 (ASTRO-G) プロジェクトの事前評価に係る推進部会の開催状況	16
付録 1 第 25 号科学衛星 (ASTRO-G) プロジェクトの評価票の集計及び意見	
付録 2 第 25 号科学衛星 (ASTRO-G) プロジェクトについて (略)	

1. 評価の経緯

宇宙開発を効率的かつ効果的に推進するため、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、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 (以下「JAXA」という。) 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としている。

第 25 号科学衛星プロジェクト (以下「ASTRO-G プロジェクト」という。) については、JAXA が平成 19 年度から「開発研究」への移行を予定しているため、平成 19 年度概算要求に向けて、宇宙開発委員会推進部会において事前評価を行った。

2. 評価方法

評価は、ASTRO-G 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) に即して実施した。推進部会の構成員は、参考 1 の別紙のとおりである。

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 (4) について評価を行った。(5) 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。

なお、プロジェクトの目的及び目標については、宇宙科学研究のコミュニティの合意を経てプロジェクトを選定してきたことを念頭において評価を行った。

- (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) 実施体制
- (5) 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、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-G プロジェクトについて説明を受け、各構成員に評価票（参考 2 の別紙 1）により、評価項目ごとに意見、判定を求めた。各評価項目に対する判定は 3 段階表示として集計した。

本報告は、各構成員の意見、判定を集約して、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-G プロジェクトの概要

ASTRO-G プロジェクトは、平成 17 年 11 月に運用を終了した第 16 号科学衛星「はるか」の後継として、宇宙からの VLBI（超長基線干渉計）観測、即ちスペース VLBI 観測を行うことを計画した電波天文衛星である。

近年、ほとんどすべての銀河の中心には、超巨大ブラックホールが存在すると考えられているが、その周辺構造は謎に包まれている。また、銀河の中心で非常に明るく輝く活動銀河核や原始星を生み出している星形成領域等において、加速された荷

電粒子が一方向又は双方向に高速で吹き出すジェットと呼ばれる現象が観測されているが、その発生のメカニズムは未だ解明されていない。

このような未知の物理現象を解明し、宇宙の構造と進化を理解するため、ASTRO-G プロジェクトは、史上最高の解像度で銀河や星形成領域の中心部から届く電波を観測することを目指している。

ASTRO-G プロジェクトは、JAXA 宇宙科学研究本部が募集した第 25 号科学衛星の候補の一つとして提案された。JAXA は、複数の候補について宇宙科学研究のコミュニティの研究者から構成される宇宙理学委員会、宇宙工学委員会等による評価を行った結果、ASTRO-G プロジェクトを第 25 号科学衛星に最適な計画として選定した。ASTRO-G プロジェクトは、現在、平成 23 年度の打上げを目指して、平成 19 年度から「開発研究」への移行を予定している。

4. ASTRO-G 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）

ASTRO-G プロジェクトは、未知のフロンティアへの挑戦、宇宙の起源に関する根源的な知見の獲得を目指して、ブラックホール等の高エネルギー活動天体現象の観測研究に重点化したものであり、以下を目的として計画されている。

- 史上最高の解像度で、銀河や星形成領域の中心部を描き出し、その物理状態を解明する。
- 高感度化や偏波観測機能により、「はるか」より観測

対象を広げ、さらに多くの天文学的成果を引き出す。

- 世界の研究者に、ASTRO-G でしか取得することができないスペース VLBI データを提供し、世界の天文学の発展のために貢献する。
- そのための主たる研究として、以下のようなテーマを行う。
 - 活動銀河核のジェット構造や収束・加速の解明
 - 超巨大ブラックホール周辺の構造の解明
 - 原始星の構造の解明

特に、世界初のスペースVLBIに成功した「はるか」を発展させた、世界で唯一のスペースVLBI計画であるASTRO-Gプロジェクトを我が国の独自性を発揮して実施することは、電波天文学における我が国の国際的なリーダーシップや国際的地位の向上¹に大きく寄与すると考えられる。

以上²により、ASTRO-Gプロジェクトの目的は、「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目的を的確に具体化したものと評価できる。

¹ 宮崎委員の指摘した文言がここにも在った。こちらの方が前後との繋がりが良く、受容れ易いと思われる。

² この外にも良いものがあり、それが不採用になるという潜在的な問題がある。それが無かった事を一言触れたほうが良いと思う。「第25号科学衛星選定プロセスでの提案募集を経たもの。」と書くだけで十分に伝わるのではないだろうか。

判定：妥当

(2) プロジェクトの目標

ASTRO-Gプロジェクトは、上記の目的を達成するために、「はるか」より高い周波数帯を利用した観測を行い、「はるか」の約7倍の高感度と70マイクロ秒以下の高解像度を実現することを目標に掲げている。また、得られた画像を利用した天文学研究の実施、公募観測や国内外の天文学者へのデータ提供を計画している。

これらの目標は、「はるか」の実績を踏まえ、過度な飛躍とならないように配慮しつつも、世界初の水準として明確に設定されており、目標設定は適切と考えられる。³ただし、成功基準については、一定の目標が設定されているが、現時点においてはミニマム・フル・エクストラの識別が明確化できていない状況であり、「開発研究」段階における詳細な検討を踏まえ、今後適切に設定することが必要である。

以上により、プロジェクトの目標は、設定された目的に照らし的確であると判断する。

なお、今後に向けた助言は、以下のとおりである。

- 成功基準については、「開発研究」段階において詳細な検討を行い、明確化することが必要である。その際には、ミニマムサクセスでは信頼性を重視し、エクストラサク

³ 各特別委員の評価をまとめ、簡潔に要領良く書かれている。この文言で裏付けられれば、「妥当」の判定は十分に正当であると言える。

セスでは挑戦的な目標を掲げることを念頭において設定することを期待する。

判定：妥当

(3) 開発方針

ASTRO-G プロジェクトは、その目的が従来にない高感度かつ高解像度の観測であることに照らし、それに必要な新規技術については、地上試験や解析等により信頼性を確保することを方針としている。また、「はるか」や他の衛星プロジェクトで得られた既存技術をできるだけ活用し、信頼性を確保するとともに開発費の低コスト化を図る方針である。

ASTRO-G プロジェクトで開発する新規技術は、高感度かつ高解像度の観測に必要な高精度アンテナ鏡面技術、広帯域データ伝送等に絞込みがなされており、いずれも「はるか」の成果を基本としてさらに高性能化のための開発を行うこととしている。

また、ETS-VIIIの大型アンテナ展開技術の成果を最大限活用する方針は、JAXA 統合による開発環境の改善を活かしている。

ただし、これらの技術開発における信頼性を確保するための地上試験や解析等の具体的方策については、今後十分な検討が望まれる。

スペース VLBI の観測運用システムについては、「はるか」の実績を活用することは適切である。

これらを踏まえ、ASTRO-G プロジェクトの開発方針は、「衛星の信頼性を確保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) で示された考え方を考慮しており、目標の達成に向けて概ね的確に設定されている。

なお、今後に向けた助言は、以下のとおりである。

- 本プロジェクトのように学術研究を主目的とする挑戦的なプロジェクトにおいても、信頼性の確保は重要であり、そのための地上試験や解析等の具体的方策については、十分な検討が望まれる⁴。

判定：概ね妥当

(4) 実施体制

JAXA内においては、宇宙科学研究本部の下にASTRO-G プロジェクトチームを設置し、プロジェクトの責任者であるプロジェクトマネージャを中心に、プロジェクトサイエンティスト⁵や関係部門と連携して業務を実施する体制となっている。

ASTRO-Gプロジェクトのように挑戦的な目標を掲げるプロジェクトを成功に導くには、理学・工学に関わらず

⁴ これは特別委員のコメントには無いものである。「開発研究」移行段階で、これほど「信頼性」を強調するのは行き過ぎではないか。本文でもそれを言及している。

⁵ チーフサイエンティストと呼ばれると記憶している。

JAXA内の幅広い分野の関係者が密接に連携することが特に重要であり、旧宇宙科学研究所の伝統を継承しつつ、組織の統合効果が発揮されることを期待する⁶。

関係機関との連携については、「はるか」と同様に、JAXAと国立天文台が共同でプロジェクトを実施する予定である。また、国内においては、大学拠点や研究機関等の電波天文・VLBI 研究者コミュニティから観測の提案を受け付けるとともに、取得したデータを提供することとなっている。さらに、海外の研究機関・天文台等とは、VLBI 観測局、地上追跡局等について国際協力を行うこととしている。

これらを踏まえると、関係機関との連携はかなり進んでおり、また、「はるか」の運用体制の活用により、体制の見通しが立っていることは評価できる。ただし、衛星開発企業との責任分担についてはまだ必ずしも明確でないため、「開発」移行段階までに明確化することが必要である。

なお、今後に向けた助言は、以下のとおりである。

- 関係機関等の外部専門家による評価体制についても検討することが望ましい。
- 衛星開発企業との責任分担については、「開発」移行段階までに明確化することが必要である。

判定：概ね妥当

⁶ なかなか上手に書いていると思う。旧ISAS系は「管理」の意識が低いと思うが、それを「悪いこと」とするのは間違っていると思う。

(5) 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。

① システム選定及び基本設計要求

科学衛星においても衛星バスの共通化の考え方を考慮し、既存技術を活用する部分と挑戦的なミッションの実現のために新規開発する部分を明確化した上で、スケジュール、資金計画、リスク管理等を策定することが重要である。

② 開発計画（スケジュール、資金計画、設備の整備計画等）

開発を進めるに当たっては、開発計画全体を見通し、課題を共有化することにより、多様なリスクを可能な限り早期に洗い出し、早期の対策につなげることが重要である。したがって、それを可能にするプロジェクト管理を実施し、開発の効率化を図るべきである。

③ リスク管理

リスク管理は、明確な責任分担を定めることはもとより、プロジェクト全体を俯瞰して行うことが重要である。そのためにはミッションの実現側であるプロジェクトマネージャと要求側であるプロジェクトサイエンティストが柔軟かつ密接に連携することが不可欠である。⁷さらに、開

⁷ 多くの委員が強烈に指摘していることを、さらりとまとめている。

発計画で述べたプロジェクト管理により、資金も含めた多様なリスクを十分に考慮するように努めるべきである。

(6) 総合評価

ASTRO-Gプロジェクトは、知的資産の拡大に向けて、スペースVLBIにより超巨大ブラックホールの周辺や活動銀河核のジェット構造等の人類が未だ見たことのない宇宙の極限領域を描き出そうという極めて挑戦的な計画である。我が国のスペースVLBIは、「はるか」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電波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⁸の観点からも有意義である。

推進部会は、今回の事前評価において、ASTRO-Gプロジェクトの目的、目標、開発方針及び実施体制等について審議を行い、現段階までの計画は、具体的かつ的確であると判断した。

以上を踏まえ、推進部会としては、ASTRO-Gプロジェクトについては、平成19年度から「開発研究」に移行することは妥当であると考えている。

なお、今回の評価においては、信頼性の確保⁹のための地

上試験や解析等の具体的方策の検討、外部専門家による評価体制¹⁰の検討、衛星開発企業との責任関係の明確化、リスク管理におけるミッションの実現側と要求側の連携¹¹等について、意見が提出された。また、研究者の自主性を尊重した学術研究を主目的とするプロジェクトであっても、その期待される成果を国民にわかりやすく説明¹²し、社会の理解を得ながらプロジェクトを推進することが重要であるとの指摘もあった。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。

本プロジェクトが「開発」に移行する段階には、宇宙開発委員会において、今回の評価結果を活かして評価を行うこととする。

¹⁰ 今のやり方で何が欠けているのか解らない。小職は、今でも評価が多すぎ、開発担当者に過度の負担を強いている、と思っている。

¹¹ リスク管理のために「チーフサイエンティスト」と「プロジェクトマネージャ」を分離したのではないと思う。2基目の「スペースVLBI」なので、初挑戦のときに比べると、エンジニアの役割が高まったのが理由ではなかろうか。初挑戦のときは情熱と集中力で乗り切れるが、2回目以降は「より安全確実に」「より高品質に」「より安く」まとめるためのエンジニアリングが重要性の比率を高める。

¹² 国民は「実利用」より「サイエンス」の方を容易に理解し、興味を持って接してくれる。「ワクワク」するものが多いのが、その理由であろう。

⁸ 宮崎委員に指摘された部分。

⁹ 各特別委員のコメントでは「信頼性」に関する指摘は見当たらない。

(参考1)

(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。

宇宙開発に関する重要な研究開発の評価について

平成18年4月19日
宇宙開発委員会

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。

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18年度の評価を行う。

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。

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）

（委員）

- | | | |
|-------|-------|----------------|
| 部会長 | 青江 茂 | 宇宙開発委員会委員 |
| 部会長代理 | 松尾 弘毅 | 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） |

別紙

宇宙開発委員会推進部会構成員

（特別委員）

大島まり	国立大学法人東京大学大学院情報学環教授
黒川 清	国立大学法人東京大学先端科学技術研究センター 客員教授
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気候システム研究センター 教授
高柳雄一	多摩六都科学館館長
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
長谷川真理子	国立大学法人総合研究大学院大学葉山高等研究 センター教授
廣澤春任	宇宙科学研究所名誉教授
廣田陽吉	社団法人日本経済団体連合会宇宙開発利用推進会 議企画部会長
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
山根一眞	ノンフィクション作家

第 25 号科学衛星（ASTRO-G）プロジェクトの評価実施要領

平成 18 年 6 月 20 日
推進部会

1. 趣旨

第 25 号科学衛星（ASTRO-G）プロジェクトは、平成 17 年 11 月に運用を終了した第 16 号科学衛星「はるか」の後継として、より高い解像度で宇宙からの VLBI（超長基線干渉計）観測を行うことを計画した電波天文衛星である。

独立行政法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）においては、平成 19 年度から第 25 号科学衛星の「開発研究」に移行することを予定しているため、平成 19 年度概算要求に向けて、「宇宙開発に関するプロジェクトの評価指針」（平成 17 年 10 月 3 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。

なお、評価においては、宇宙科学研究の学術研究としての特性に配慮し、研究者の自主性を尊重する。

2. 評価の目的

JAXA が実施する ASTRO-G 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-G 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 (4) について評価を行う。(5) 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。

なお、プロジェクトの目的及び目標については、宇宙科学研究のコミュニティの合意を経てプロジェクトを選定してきたことを念頭において評価を行う。

- (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) 実施体制
- (5) 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、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
6月20日	第2回	ASTRO-G プロジェクトについて
7月11日	第3回	事前評価結果について

6. 関連文書

ASTRO-G 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 25 号科学衛星 (ASTRO-G) 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-G 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

i) ASTRO-G 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、 ii) 設定された目標が設

定された目的に照らし、要求条件を満たしているかを含め的確であるか、 iii) 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-G プロジェクトの開発活動全体を律する基本的な考え方や方針が設定された目標の達成に対する的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. 実施体制

開発計画のうち実施体制が、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。

特に、共同開発機関や関係企業との責任分担関係及びJAXAのプロジェクトチームに付与される権限と責任の範囲が明確になっ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。)

5. 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（スケジュール、資金計画、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（スケジュール、資金計画、設備の整備計画等）

(3) リスク管理

第 25 号科学衛星 (ASTRO-G) 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

③ 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ると同時に、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

③ 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。宇宙空間を探査し、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目ざすとともに、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

③ 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15年9月1日 総務大臣、文部科学大臣、国土交通大臣)

I. 我が国の宇宙開発に関する基本的考え方

2. 我が国の宇宙開発の目的と基本方針

(1) 我が国の宇宙開発の目的

○知的資産の拡大

未知なる宇宙及び太陽系の探査活動や宇宙環境を利用した基礎的な研究は、宇宙の起源、地球の諸現象などに関する普遍的な知識・知見を獲得するものであり、新し

い価値観や新たな文化の創造にもつながるものである。
また、未知のフロンティアである宇宙に挑む姿は、次世代を担う若い世代を含めて多くの人々に、夢と希望をもたらすものである。さらに、人類の新たな活動拠点を構築するとの観点から、次の世代の選択肢を増やしていくための活動を行う。

II. 重点的に取り組む業務に係る目標と方向

2. フロンティアの拡大

(1) 宇宙科学研究

① 宇宙空間からの天文学及び宇宙物理学

現在の天文学の主要なテーマである宇宙の形成と太陽系外の惑星の探索を重点的に推進する。また、宇宙の構成体である銀河や恒星の形成・消滅過程を理解するための観測を重点的に推進する。

このため、赤外線観測を中心とした衛星による観測研究を推進するとともに、可視光・赤外線域における低エネルギー現象の高解像度観測手法の基礎的な研究開発を推進する。

また、宇宙の極限状態の物理法則の解明を目指して、ブラックホールなどの高エネルギー活動天体現象に焦点を当てたX線天文衛星及び超長基線電波干渉計(VLBI)衛星による観測研究を重点的に推進する。また、世界的に未開発の分野であるガンマ線撮像観測、重力波検出等の実現に向けた基礎的な研究開発を推進する。

●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

② 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り、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15年10月1日 総務大臣、文部科学大臣、国土交通大臣)

III. 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

4. 宇宙科学研究

(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

- (3) 本中期目標期間内に開発を開始する宇宙科学研究プ

プロジェクトの推進(小型衛星による宇宙科学の推進を含む)

大学共同利用システムにより企画される科学衛星・探査機ミッションに基づいて本中期目標期間内に開発を開始する宇宙科学研究プロジェクトを推進する。

(参考3)

第25号科学衛星(ASTRO-G)プロジェクトの
事前評価に係る推進部会の開催状況

【第2回推進部会】

日時：平成18年6月20日(火)14:00～16:00

場所：三田共用会議所 第3特別会議室

議題：

- (1) 水循環変動観測衛星(GCOM-W)プロジェクトの事前評価について
- (2) 第25号科学衛星(ASTRO-G)プロジェクトの事前評価について
- (3) その他

【第3回推進部会】

日時：平成18年7月11日(火)14:00～17:00

場所：経済産業省別館10階 1028会議室

議題：

- (1) 水循環変動観測衛星(GCOM-W)プロジェクトの事前評価について
- (2) 第25号科学衛星(ASTRO-G)プロジェクトの事前評価について
- (3) 準天頂衛星高精度測位実験の事前評価について
- (4) その他

第 25 号科学衛星 (ASTRO-G) 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	7	6 ¹³	0
3 開発方針	6	7	0
4 実施体制	6	7	0
5 その他	—	—	—

¹³ 宮崎委員から指摘された部分

付録 1 1 プロジェクトの目的 (プロジェクトの意義の確認)

第 25 号科学衛星 (ASTRO-G) 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】

- 科学衛星「はるか」の成果を踏まえて提案された第 25 号科学衛星 ASTRO-G は、宇宙空間からの天文学及び宇宙物理学の分野において第一級の科学観測を目指すものであり、プロジェクトの目的は、「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、目標及び方針等を十分踏まえたものとなっている。

史上最高の解像度で銀河や星形成領域の中心部を描き出し、世界の研究者の広汎な参加の下に、活動銀河核やブラックホール、原始星の構造等の解明を目指すというプロジ

エクトの目的は、明確、かつ的確であり、同プロジェクトが世界の天文学発展のために大きな貢献をするであろうことを期待させるものである。

本プロジェクトが、世界最初のスペース VLBI 衛星「はるか」における実績と成果の上に、それを発展させる形のものとして計画、立案されていることは、同プロジェクトの目指すところが極めて高度であるにかかわらず、ミッション達成の可能性を十分に期待させるうるものとしている、と言える。

- 総合科学会議策定になる宇宙開発利用の基本戦略に沿った計画であり、また、「宇宙開発に関する長期的な計画 - 平成 15 年 9 月 1 日策定」にも合致した計画である。このプロジェクトは「はるか」の実績の延長線上のプロジェクトであり、更に VLBI による宇宙の精密観測は我が国独自の研究分野である。また、諸外国からも期待されているプロジェクトで、学術研究上も成果が期待出来ると共に、我が国としての国際貢献および地位向上のためにも有用なプロジェクトである。
- 数多くの研究成果を出し、また世界的にも様々な期待が寄せられている ASTRO 計画は「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」いずれに照らしても妥当なプロジェクトであると思われる。
- 大きな成果を出した「はるか」が 2005 年 11 月に運用を終了した後、その後継として「はるか」より更に高感度、高解像となる「ASTRO-G」が我国の最も得意とする電波天文学の領域を推し進める期待は非常に高い。2011 年の打上

げは、もっと早めることはできないか？

- 「長期計画」においても長基線電波干渉計衛星は重点項目として挙げられているところであり、妥当。
- 長期計画のプログラムに沿った内容になっている。
- 世界で初めてスペース VLBI を実現し、クエーサなどのジェット構造を高解像度で描き出した「はるか」の後継機として ASTRO-G は計画されている。
史上最高度の解像度をさらに実現し、銀河や星形成領域の中心部を描き出し、その物理状態を解明する本計画は、極めて妥当である。現在世界において唯一のスペース VLBI 計画であり、世界の天文学界の期待に応える計画である。
- 宇宙開発利用の基本戦略の中で、宇宙観測が知の創造と活動領域の拡大にとって果たす役割を考慮すると、本プロジェクトが目的とする宇宙観測は対象が深宇宙ではあるが、宇宙における知のフロンティアの拡大にとっては重要なものである。
また本計画は、これまでの「はるか」で培われた宇宙観測における干渉計、スペース VLBI での成果を発展させる試みであり、人類の電波天文学における基盤技術の開発で、日本が国際的にも貢献する試みになっている。
以上を踏まえて、我が国の宇宙開発に関する長期的な計画を進める上で本プロジェクトは重要なものであり、その目的は妥当なものと評価する。
- チャレンジングな天文観測のプロジェクトであり、原始星の構造の解明やブラックホールの構造の解明等、様々な天文学的テーマに挑戦することは意義があり、多くの天文学

的成果を引き出すことが期待される。また、世界の研究者に、ASTRO-G でしか取得することが出来ないスペース VLBI データを提供することは国際貢献の面でも評価することができ、我が国がサイエンスの領域でリーダーシップを発揮できる機会となりうる。

- 宇宙空間からの天文学及び宇宙物理学に具体的に貢献できる目的となっている。特に、「はるか」の発展プロジェクトであり、継続的に観測することは重要である。
- 過去の実績から考えて、伸ばしていくべきテーマと考えられる。

【概ね妥当】

- 純粋に学術研究を主目的とする、研究者の自主性を尊重したプロジェクトであり、これまでの実績を踏まえた目的設定となっているが、国の重要プロジェクトであることを勘案すると、一般の国民にとって、挙げられているテーマでどのような興味ある結果が得られるのか、若干でも説明があってもよいのではないか。

2 プロジェクトの目標

i) ASTRO-G 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、ii) 設定された目標が設定された目的に照らし、要求条件を満たしているかを含め的確であるか、iii) 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	7	6	0

評価根拠のコメント

【妥当】

- 達成目標として5つの項目が挙げられており、「目的」に掲げた内容を具体化したものとなっている。観測バンド 8、22、43 GHz は「はるか」において観測した周波数帯から周波数を大きく高めたものとなっており、高い解像度の実現を最重点目標として目指すことを明確にしている。VLBI 観測において感度は重要な要素であり、衛星を一つの軌道上電波望遠鏡とするということに伴う技術的諸制約の中、広帯域化他により、感度を「はるか」に対して約7倍に高めることを具体的目標としている。上述の高い観測周波数帯により、地球上の電波望遠鏡群（VLBI ネットワーク）と一体となって VLBI 観測を行い、約70マイクロ秒以下という、前代未聞の高解像度の天体画像を取得することを目標としている。以上続く項目では、得られた画像による天文学研究の主たる目標、ならびに公募観測とデータ提供に係わる目標をまとめている。

以上の達成目標は、プロジェクトの「目的」に照らして妥当であり、特にはじめの二つの項に挙げている事柄は、技術的挑戦として意義も大きく、「はるか」に続いて、第二

世代の VLBI 衛星となる ASTRO-G が目指す目標として、適切なものと見なされる。

- 目標は「はるか」の 7 倍の高感度、あるいは 70 マイクロ秒以下の高解像度等、明確である。
ただし、定性的に記述された目的に対して、それらがどれ程効果的であるかについては評価不能。
- 「はるか」の観測波長をさらに短波長観測バンドにも広げ、さらに「はるか」の 7 倍の感度、70 マイクロ秒以下の解像度を目指すという明快な高い目標をかかげている。この目標の成功の可能性を今後開発の進行にしたがって検討し、宇宙開発委員会の定める事後評価の成功のクライテリオンに従った、目標を具体的に示すことを期待する。
- 史上最高の解像度を目指し、「はるか」より観測対象を広げ、さらに多くの天文学的成果を引き出すことなど、本プロジェクトが目的とする項目はいずれも優先順位も含めて明確に設定されている。
設定された達成目標も設定された目的に照らし要求条件を満たしており、現時点での試みとしては的確であろう。また、成功基準の目標設定に関しては、開発「移行」段階であることを考慮すると概ね妥当であり、プロジェクトの目標全体としては妥当なものと判断する。
- 「はるか」に対して、約 7 倍の高感度で観測する意義は大きい。また、超巨大ブラックホール周辺の構造を明らかにする点で成功すれば、波及効果が大きい天文学的成果を得ることが出来る。国内外の研究者にデータを提供することは、サイエンスの更なる発展のために国際貢献すると思

われる。

- おおむね、目標は妥当と考えられる。

【概ね妥当】

- 今回の評価は中間評価であり、数値目標は開発移行段階で明確にする由であること、また極めて専門性の高い科学研究分野であるので、現時点では目標の妥当性評価は困難である。ただし、観測精度向上のために使用周波数を上げると共に、10 倍以内で感度向上を図る、更に鏡面精度向上、軌道同定精度向上等、相当にチャレンジングな計画ではあるが、飛躍的な変更では無いようであるので、実現の可能性は十分あり、ほぼ妥当な目標では無いかと思われる。先行研究で実現の可能性を見極めることが重要であり、今後 2 年間の先行研究で実現可能な数値であることを確認し、リスク Min で実行段階に移行出来ることを期待したい。
- 目標は概ね妥当であるが、簡潔すぎるように感じられる。もう少し具体的な成果日程をかかげても良いのではないか。
[例] “「はるか」に対して約 7 倍の感度で観測する” とあるが、何を 7 倍にするのか等を記した方がよいのではないか。
- 前回と比較し、より高い周波数帯を使用する観測は精度の向上ならびに、技術力向上、例えば大型展開アンテナ技術、の両面で適切な目標であると考えられる。
- 達成すべき目標の具体化は今後決められると思うが、エクストラサクセスとして高い目標を掲げて欲しい。
- 多額の資金が投入されることを考えると、取得されたデータがその後、どのように宇宙科学の研究活動に使用されて

いるかを適宜、国民へ知らせる活動についてもプロジェクトの活動目標の一つとして明記することが望まれよう。

- 複数の達成目標が設定され、目標設定としては概ね妥当である。今後、優先順位及びウェイトの配分について明確にしていく必要があると考える。

3 開発方針

ASTRO-G プロジェクトの開発活動全体を律する基本的な考え方や方針が設定された目標の達成に対する確実性を評価して下さい。

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	6	7	0

評価根拠のコメント

【妥当】

- ASTRO-G 衛星の開発における新規技術への取り組み、ならびに既存技術の活用に関する基本方針は妥当なものが見られる。新規技術に関しては、高精度のアンテナ鏡面の形成、広帯域のデータサンプリング、広帯域のデータ伝送、高精度の軌道決定、高速マヌーバが主要なものとして挙げられており、これらについて、「はるか」の成果を基にして、更なる高性能化を図るとするアプローチは妥当である。大型展開アンテナに関して、ETS-VIIIの大型展開アンテナの展

開技術を活用することを図り、そこに新規開発の高精度（波長 7 mm 迄観測可能）鏡面形成方法を取り込む、という点も、評価すべきアプローチである。

スペース VLBI 観測では、国際的に大きな広がりをもつ観測運用システムの構築が必要となるが、「はるか」(VSOP)プロジェクトで形成されたシステムの実績を大幅に活用する点とするのは妥当である。

- 「はるか」の技術実績の延長線上のプログラムであること、我が国の他の衛星プログラムで開発された技術を最大限活用する計画であること、更にミッション機器に関してはチャレンジングな目標を立てて、先行研究で実現性を見極めを行う計画であること等、科学研究プログラム計画としては妥当な方針であると評価する。
- 絶対達成すべきミニマムサクセスの目標達成のためには、信頼性優先で、エクストラサクセスとしての高い目標達成のためには、技術的にも挑戦的な取り組みと上手く使い分けて欲しい。
- 地上試験の重視や既存技術の活用等は常識的ではあるが、王道として重要。
科学ミッションとして避けて通れない新規技術については、開発研究の期間を通じて一層の検討を深めることを期待。
- ASTRO-G は、電波観測において挑戦的取り組みを行うが「はるか」の実績の上に、さらに ETS の大型アンテナ展開技術を用い、また「すざく」「あかり」で実績ある冷凍機を用いる計画であり、信頼性も確保されている。

【概ね妥当】

- 既存技術を最大限活用することは、本研究のような大型プロジェクトにおいてはしごく当然のことであり、是非、無駄な開発投資が生じないように、個々の具体的な技術のポイントまで、深く踏み込んで実行していただきたい。
- 「はるか」の開発実績を土台にした既存技術の幅広い活用と新技術アイテムの絞込みがなされていることから。
- 「はるか」の成果を基本とした高性能化の開発が具体的に上げられているが、それらの新規技術開発では、本プロジェクトが指摘している通り地上試験や解析等による信頼性の確保は不可欠であろう。また既存技術の活用と低コスト化を視野において、「はるか」以外の衛星や、宇宙開発で培われた成果の導入が上げられているが、それらは全て衛星の信頼性を確保し向上するための対策とも結びついたものでなければならない。本プロジェクトは、それらを含めて「はるか」の開発環境とは異なる新組織 JAXA での開発環境を意識したものにもなっており、概ね妥当だと判断する。
- 「はるか」で開発されたスペース VLBI に必要な工学的技術を最大限に利用し、信頼性を確保する方針は妥当である。科学を目的とした衛星でも、信頼性の確保に十分配慮する必要がある。また、ETSⅧの大型アンテナ展開技術について、その成果を利用する方針も妥当であると思われる。しかし、大型化するとメカニカルな欠陥等の理由で、問題が起きるリスクが大きくなる可能性があるであろう。
- 当該プロジェクトの開発活動全体の基本的な考え方として概ね妥当と考えるが、当該プロジェクトの目標を達成さ

せるために最も重要と思われるアンテナについて、アンテナサブシステムとしての実証計画方針（特に、フライト品を用いた地上試験計画）について確認が必要であると考え

4 実施体制

開発計画のうち実施体制が、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。

特に、共同開発機関や関係企業との責任分担関係及び JAXA のプロジェクトチームに付与される権限と責任の範囲が明確になっ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
4 実施体制	6	7	0

評価根拠のコメント

【妥当】

- 本プロジェクトが、JAXA 宇宙科学研究本部の ASTRO-G プロジェクトと国内の電波天文研究者コミュニティとの広汎な協力、ならびに幅広い国際協力のもとに実施されることは、ミッションの性格上必須のことであるが、そのための体制形成の見通しがすでに十分立てられていることは評価できる。特に、JAXA 宇宙科学研究本部と国立天文台が「はるか」に続いて強い協力関係をもち、ミッションを協同で遂行するとする点は、実施体制上、要をなすものと認められる。

スペース VLBI は、衛星が地球上の電波望遠鏡群と一体となって天体の観測を行うことによって初めて成立するものであり、電波望遠鏡の国際運用、衛星追跡、相関処理などに関して、「はるか」(VSOP)の際に形成された国際協力の仕組みが、それを更に拡大したものとして計画されていることは評価される。

実施体制図上では明確でないが、プロジェクトに係わる JAXA 内外の電波天文研究者(サイエンティストグループ)が、実質的に、天文観測衛星である ASTRO-G のプロジェクトチームを形成する主要メンバーであることは、従来からのわが国の科学衛星の場合と同様であると認めておきたい。

- 「はるか」の成功体験がまだ生きているのが、国際的なネットワークの存在も含めて強み。統合効果が更にプラスアルファとして働くことを期待。
- 科学衛星は大学等国内研究者との連携の元に実施される。このネットワークは「はるか」開始時と比べると大きく広がり強力となっている。同様に国際ネットワークは本計画において不可欠であるが「はるか」の運用の実績から、さらに大きく広がっている。

科学衛星の開発は、理学研究者と工学研究者の密接な連携のもとに行われるが、さらに、絶え間ない議論・連絡を通じて実施されることを期待したい。

- 実施体制として妥当と考える。

【概ね妥当】

- 従来から取られてきた科学衛星開発体制の大枠に基づい

た開発体制に加えて、宇宙開発機関の一元化に伴う ALL JAXA 体制で開発に取り組む体制である。更に国内および国外の関係機関と連携を取った開かれた開発体制であり、科学分野のプロジェクトとしては妥当な体制であると考え。ただし、関連機関からは支援を受けるのみではなく、開発研究段階においても、作業チーム外の専門家から、一貫した独立評価を受ける体制とすることが望ましいと考える。プロジェクトチームおよび関連機関の責任と権限に関しては、具体的説明も無いことから、今回の評価範囲外と考える。

- JAXA 内の本プロジェクトの推進責任者は誰なのかはつきりさせるべきである(プロジェクトマネージャか本部長か)。

国際運用体制は可能な限り積極的に協力関係を推進し、インフラの共用利用を広く促進していただきたい。
- 実施体制は概ね妥当であると思われるが、様々な分野の技術者が関係するプロジェクトであり、関係者間でのより一層緊密な連携を望む。
- プロジェクトに係る全員が当事者意識を十分に持てる運営が大切。
- 概ね妥当。但し、関係企業との関わりについての説明が不足している。
- 実施体制では、本プロジェクトの性格を反映して、国内の研究所、大学との協力、国際協力にも触れているが、JAXA 内での実施体制では、宇宙科学研究本部をコアとした責任分担関係とプロジェクトチームに付与される権限と責任の

範囲は明確になっている。共同開発機関や関係企業との責任分担関係などでは明確ではない面もあるが、開発「移行」段階であることを踏まえると、現時点での実施体制の評価は概ね妥当である。

- JAXA での実施体制では、科学衛星と技術開発系のプロジェクトが分かれているが、科学は技術開発に影響を与え、また、技術は科学に影響を与えるので、両者間の連携を密接に取ってプロジェクトを進めるべきである。

国内外の機関との協力ではネットワークが「はるか」の頃に比べ、拡大しているものの、ASTRO-G ではさらに強力な協力関係を持たねばならないという、ディレンマが存在するので、それを成し遂げるのには、IT 技術をフルに活用すべきである。

5 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（スケジュール、資金計画、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

- 衛星設計の具体的中身の説明が無かったが、科学衛星の場合も衛星バスの共通化が重要である。従来使用されてきた衛星バスの実績に基づいて標準バスとそのオプションを規定し、個々のミッションで標準設計をそのまま使用する部分、新たな要素開発を必要とする部分等を明確化して、スケジュール、資金計画、リスク管理等に反映して行くことが重要である。
- 成熟した技術、デバイスを使うべきところと、挑戦的、先進的技術、デバイスを使うところを上手に使い分けて欲しい。
- 今回のシステム構成に至ったトレードオフ結果を今後の

開発研究の早い時点で整理し、システム構成を最終設定する。

(2) 開発計画（スケジュール、資金計画、設備の整備計画等）

- プロジェクトマネージャにとっては、リスクを可能な限り早い時点で洗い出し、早期に対策を打つこと等によって開発作業を合理的に進めるためには、**Engineering Management** 手法を取入れて行くことが極めて重要である。開発研究段階において、その準備を整えることを期待する。
- 全体計画の中で、クリティカルな部分を常に明確化し、全員で情報共有すること。
- 地上系開発は 2006～2008 に行われ、追跡局が整備されてから 3 年後に打ち上げが予定されている。
その 3 年間に地上系の技術開発は前進する可能性があるので、衛星開発と地上系開発のタイミングをもっと調整しても良いかと思われる。
- 新規開発品目及び単一故障点についての地上での実証計画を具体的に検討し、スケジュールの妥当性を確認する。

(3) リスク管理

- リスク管理体制の明確化の中の一項として、「実現」側と「要求」側の分離という記述がある。リスク管理の観点からの記述と見受けられるが、従来から、サイエンスミッションを遂行する科学衛星では、サイエンティストグループがその「実現」にも責任を持っており、それが世界レベルでの諸成果にも繋がってきたと見なされる。この項につい

ては改めての配慮が望ましい。

- これまでの経験を踏まえ、あらかじめ考えられるリスク要因を可能な限り、定量的に予測し、それに基づいた、意味のある、「冗長」構成としていただきたい。
- 節目節目で第三者の目で **Review** すること。
- 「要求」と「実現」の分離については今一つ良く判らないところがある。最終権限は明確にしておかねばならないが、出来もしないことを要求されても困るが、挑戦の努力を放棄して保守的なインターフェースを設定するのも困る。要は連絡、連携が重要だということ。
- 十分な開発資金が獲得できなかった場合の対応方針についても検討しておくことが望まれる。この検討は、本プロジェクトが意味あるプロジェクトとして成立し得る条件・限界を認識し、ミニマムサクセスなどを定める際にも役立つように思う。
- プロジェクトマネージャとプロジェクトサイエンティストの分離をし、「要求」と「実現」を明確にすることはリスク管理上で必要かもしれないが、リスクはあくまでも双方にとってのリスクであり、分離が責任の分担に安易に結びつかないようにすべきである。リスク全体にたいする責任は当然双方が共に持つべきことである。
- プロジェクトマネージャとプロジェクトサイエンティストを分離しているが、要求側と実現側は密接な連携を取るべきである。
プロジェクト横断的なチェック機能を持ち、プロジェクトのクロスチェックや他のプログラムとの水平交流を図る

組織体制は、環境の変化に応じて、柔軟に対応できるように流動的なものが良い。

打ち上げ前の試験を念入りに行うことは重要である。

- 「ミッションへの影響がクリティカルなものに対しては、打上げ前の試験を特に入念に行う。」ことは重要であるが、設計段階でも注目し、設計マージン評価を行う。

放射線環境に対する評価については「はるか」の軌道上データ等を考慮し実施する。