

ASTRO-Gプロジェクトの
中間・事後評価質問に対する回答

平成23年11月17日

宇宙航空研究開発機構

【本資料の位置付け】

本資料は、平成23年9月6日（火）に開催された第3回推進部会におけるASTRO-Gプロジェクトの説明に対する構成員からの質問に対し、独立行政法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）の回答をまとめたものである。

● 評価項目 1（状況変化への対応策）に関連する質問

1-1	事態の推移について	3 ページ
1-2	NASA との協力不成立の影響について	5 ページ
1-3	国際協力について	6 ページ

● 評価項目 2（成否の要因に対する分析と今後への反映事項）に関連する質問

2-1	総括について	7 ページ
2-2	成否の要因について	9 ページ

● 評価項目 3（プロジェクトの成果）に関連する質問

3-1	技術成果の資料化	10 ページ
-----	----------	--------

● その他の質問

4-1	電波天文学に対する今後の計画	11 ページ
-----	----------------	--------

● 評価項目 1（状況変化への対応策）に関連する質問

【質問番号 1-1】 事態の推移について

【質問内容】

平成 12-17 年度にかけ試作試験をおこない、平成 18 年 6 月推進部会において開発研究移行が決定し、平成 20 年春夏まで 2 年間の研究開発をおこない、7 月にゴーサインの出た研究が、その後アンテナ展開技術、予算超過などの理由により、わずかに半年程度で計画中止の判断をせざるを得なかったというのは、きわめて理解困難である。さらに、背景として、技術的難易度の認識、競争的環境、資金計画、中心的人材の退官、JAXA のプロジェクト管理等、あらゆる問題が挙げられており、そこまで多くの問題があるのに開発移行したこと自体の判断が誤っていたと考えざるをえない状況にある。そのような状況の中で、なぜ、開発移行を決断したのか、技術的問題とその他の問題のかかわりを説明願いたい。

【資料の該当箇所】 推進 3-1-3 12-18 ページ

【回答者】 JAXA

【回答内容】

ASTRO-G プロジェクトの中止判断においては、以下の通り、開発移行（H20.7）からミッション成立性に関わる技術課題の顕在化（H21.7）までに約1年を要し、その後更に約1年間（H21.10-H22.7）の成立性検証を行った結果として、計画の見直しを行ったものですので、開発移行から半年後に計画中止を判断したものではありません。

- ① 平成20年7月：宇宙開発委員会事前評価（開発移行）
- ② 平成21年1月：プロジェクト進捗報告会において、大型展開アンテナの実体モデル（モデルの準備は平成19年度から実施）の試験で確認予定だった技術項目について、基本設計確認会に向けて追加的な試験・評価を行う必要が生じたことによるコスト超過の可能性を報告。基本設計確認会に関する業務以外のプロジェクト活動を一旦休止した。（ただし、この段階でプロジェクトの中止に至る技術課題は顕在化していなかった。）
- ③ 平成21年7月：大型展開アンテナに関する再設計確認会を実施した結果、鏡面精度の低下の要因となり得る新たな技術課題が見つかるなど、ミッション成立性に関わる技術課題が顕在化した。
- ④ 平成21年10月：明らかになった大型展開アンテナの鏡面精度等に係る技術課題の検討を行うために1年程度の技術的成立性検証作業が必要と判断。プロジェクト活動を休止し、検証作業を開始。
- ⑤ 平成22年7月：大型展開アンテナの技術的成立性評価の結果、ミッション要求を実現することが困難であると判断した。

なお、開発移行の判断については、以下の通りです。

(1) 大型展開アンテナについて

その時点で持ち得た知見から技術的見通しが得られたと判断したこと、実体モデル等を使って検証する必要があるいくつかの項目については、ETS-VIII開発時に得られたデータ等を参考に鏡面精度への直接的な影響が少ないと判断したことから、開発移

行後早期に実体モデルでの検証により技術リスク低減を図ることで遂行可能だと判断しました。

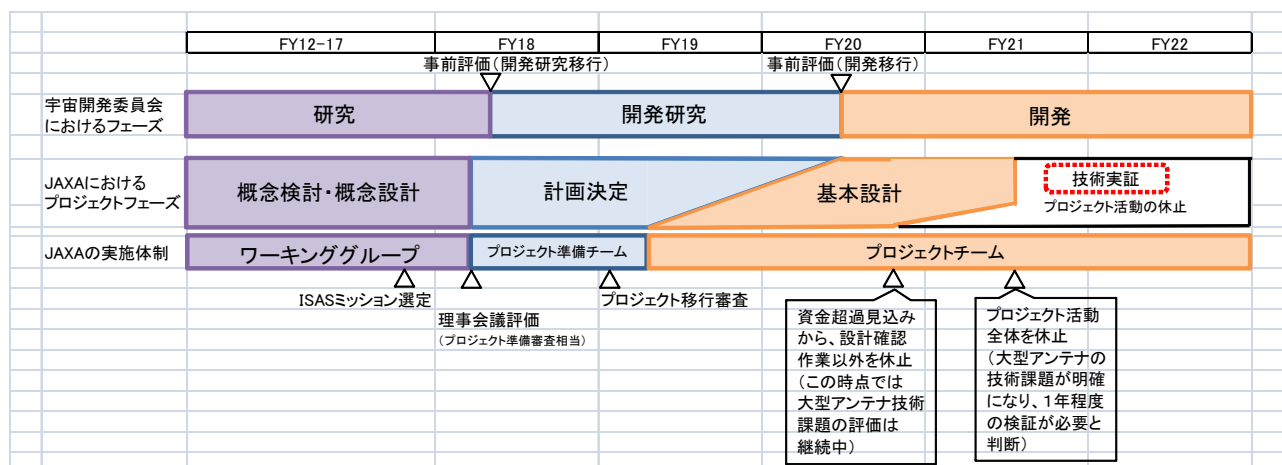
上記を踏まえ、平成19年度から準備を開始していた実体モデル（EM）を用いて、開発移行後から平成21年7月にかけて試験・評価を行った結果、ミッション成立に関わる技術課題が顕在化し、その後、平成22年7月まで技術的成立性の検証活動を行った結果、ミッション要求の実現が困難であることが判明しました。

結果として、実体モデルの試作・試験・評価の過程を通して初めて、これまでの研究開発における知見では見極めきれなかった課題が顕在化したものと考えております。

(2) 中心的役割を果たしていた教育職の退官について

人員体制についても評価を実施した結果、後任者の手当てを含め、従前の宇宙科学衛星と同様のマトリクス体制による構成員と担当の明確化が行われており、開発移行に際しての人員計画は妥当であると判断しました。

上記のように、推進3-1-3の4.2項に示した要因分析については、開発移行当時には十分に検討・評価して進めたものの、現時点から振り返って改善点を見出したものであり、今後のプロジェクトに反映していきたいと考えております。



【質問番号 1-2】 NASA との協力不成立の影響について

【質問内容】

NASAの協力を得られなかったことは、プロジェクトにどの程度の影響を与えたか。

【回答者】 J A X A

【回答内容】

NASAに対し、地上リンク局整備及び精密軌道決定システム（衛星搭載機器及び地上システム）開発の分担を含む研究提案*を行いました但不採択となりました（推進3-1-3 14ページ）。これにより、J A X AはNASAからの資金獲得を想定していた要素をJ A X Aの資金で整備・開発せざるを得なくなり、約15億円の追加経費が必要となりました。

A S T R O - Gプロジェクトを中止する意思を固めた直接の要因は大型展開アンテナの鏡面精度の問題ですが、NASAの協力が不成立となったことは、プロジェクト資金が大幅に超過することとなる要因の一つとなりました。

* NASAの公募資金に対して、JPL（ジェット推進研究所）の研究者を中心とする研究グループが提案

【質問番号 1-3】 国際協力について

【質問内容】

A S T R O - GによるスペースVLBI観測（VSOP2）のための国際協力の準備が、幅広くなされていたことと思う。それらがどのように終息しているか、また、将来に向けて道を残す何らかの方策が取られているか、うかがいたい。

【回答者】 J A X A

【回答内容】

VSOP2に参加することを表明していた海外の協力機関、組織等に対しては、プロジェクトの状況とその経緯についての報告を完了しており、現状の理解は得られているとの認識である。宇宙開発委員会における評価を経て、プロジェクトの中止が決定した後、各機関・組織等への正式な報告を行う所存。なお、各国の関係機関からは、計画中止は非常に残念であるが、今後も電波天文分野での協力関係は維持・強化していきたいとの要望もあり、将来の協力可能性についての議論が開始されている。

● 評価項目 2（成否の要因に対する分析と今後への反映事項）に関連する質問

【質問番号 2-1】 総括について

【質問内容】

ISAS として多くの問題点の自己総括がなされ、教訓委員会のとりまとめがあり、多くの教訓が述べられている。しかし、教訓を実践に生かす具体的な提案は何もなされておらず、このままでは、異なる集団がおこなう異なるミッションには、その教訓はなにも生かされないことになる。ISAS として、今後同じ過ちを繰り返さぬため、具体的な組織改善あるいは JAXA、文科省、財務省など、あらゆる関係部門に対する提案などをおこなう必要がある。報告書においてそこまで踏み込む時間の余裕がない場合は、そのことを指摘し、そのための委員会を設置する程度の対応はとれるのではないか。本ミッション中止が今後のチャレンジングなミッションの足かせにならぬための努力が必要と思われる。

【資料の該当箇所】 推進 3-1-3 51 ページ

【回答者】 JAXA

【回答内容】

(1) 実践に活かす具体的提案について

JAXA では、統合直後に起こった衛星・ロケットの失敗及び Lunar-A プロジェクトの中止等の教訓を踏まえ、平成 17 年度にチーフエンジニアオフィスを設置してミッションの確実な成功を目指した取り組みを進めています。

ASTRO-G プロジェクトは、この反映として先行的開発の実施や節目での審査プロセスの強化等を取り入れてきており、特に経営層による定期的な進捗状況把握を導入した結果として、詳細設計や製造に至ることなく、開発初期段階（基本設計）での中止判断に繋がったものと考えますが、これらの取り組みを更に進め、より早期に技術的見極めができるよう、4.2 項に今後への反映事項を示したものです。

これを踏まえた ISAS としての反映事項は資料の 4.3 項に記載いたしましたが、具体的な内容を以下に補足させていただきます。推進部会説明資料では簡潔に記載したため、ご説明不足となったことお詫び申し上げます。

① ミッション提案に向けた技術課題及びリスクの識別の徹底

- ミッション提案に当たっては、できる限り既存の技術を用いることでロバスト性を高めることを基本とする。ただし、当該ミッションに特有の技術（ミッション機器など）については、ミッション要求と技術の成熟度等を勘案し、必要に応じて新規技術を適用する。
- 特に、ミッション特有の新規技術については、提案者と独立な評価体制の活用等によりミッション達成への影響度の高い技術課題の顕在化及び解決のためのアクションの提案等により技術課題解決のための道筋を示す。
- 当該技術課題が解決できない場合の代替案（予想される費用、時間的インパクトを含む）の提示（代替案がない場合にはその旨を明示）を必須とする。

- これらを宇宙科学研究所におけるミッション選定の条件として設定する。また、宇宙理学委員会、宇宙工学委員会に示すことでワーキンググループでのミッション候補提案及び委員会における候補選定に反映する。

②ミッション達成への影響度が高い技術課題に関する事前の成立性検証の徹底

- ミッション達成を左右するような影響度の高い技術課題については、本格的な開発に移行する前段階において十分検証を行い、その解決の見極めを付けることを基本とする。ただし、宇宙環境での実証を目的とするミッション等、地上試験のみでは見極め難い技術については、そのリスクを明示する。
- このため、宇宙科学研究所の提案を踏まえて、必要に応じて開発研究段階にリソース（人、資金、時間）を投入し、試作試験等の先行的開発を充実することをJAXAとして経営判断する。

③開発移行時の判断

- 開発移行に当たっては、JAXAのプロジェクトマネジメントプロセスに従い、上記活動結果を踏まえた宇宙科学研究による審査及び経営による審査によってプロジェクト化の可否を判断する。
- 審査に際しては、事前の成立性検証の結果を踏まえた技術的リスクの解決見通しと残存リスクについて、ミッション達成や費用・時間等へのインパクト等の評価を審査の観点として明確化する。

(2) JAXAの他のプロジェクト等への反映について

推進3-1-3の4章に記載した今後への反映事項については、上記の改善方策を踏まえ、チーフエンジニアオフィスを中心としたプロジェクトマネジメントの改善の一環として、プロジェクトの節目の審査における評価項目への追加等の形で、全JAXAのプロジェクト活動に反映していく所存です。

【質問番号 2-2】 成否の要因について

【質問内容】

プロジェクト化を急ぐ理由としての競争的環境ということが挙げられているが、その具体的内容につき説明願いたい、JAXA内部の問題という説明であったが、国際的なサイエンスの点ではどのような状況であったのか、また、今回の中止は今後のサイエンスにどのような影響を与えるのか。

【資料の該当箇所】 推進3-1-3 34 ページ

【回答者】 JAXA

【回答内容】

(1) 競争的環境について

宇宙科学ミッションについては、大学・研究コミュニティからの研究提案に基づき、宇宙理学委員会、宇宙工学委員会等の下にワーキンググループを設置して研究を進めており、これらの研究成果を踏まえて、宇宙科学研究所長にミッションを提案し、厳しい競争の下で選定されたミッションがプロジェクト化される仕組みとなっています（推進3-1-3 56ページ）。

しかしながら、一般的には、ミッションを提案できる機会は数年に一度程度に限られるため、ミッション提案を行う研究者は、他のミッション提案よりも優れていることを強調する傾向に陥りやすいと考えられます。

ご指摘の記述は、ASTRO-Gプロジェクトについても、結果から振り返れば、上記のような意識があったと考えざるを得ないことを記述したものです。

機会に限られる競争的な環境においては今後も起こり得ることであるため、対策として、ミッション達成への影響度の高い新規技術の識別、その技術課題を明確化するとともに、当該課題解決の計画、代替手段の有無とそのインパクトの明示を必須とし、これらをミッション選定の際に評価することとしました。

(2) 国際的サイエンスの状況について

衛星と地上局との連携で超長基線干渉計（スペースVLBI）を構成して行う電波天文観測については、工学実証衛星「はるか」を用いて日本が世界に先駆けて実証した優位性のある観測手法であり、ASTRO-Gはこの手法を用いてより高い分解能の観測成果をもたらすものと世界的にも高い期待を寄せられていました。

(3) 中止による今後のサイエンスへの影響について

ASTRO-Gプロジェクトの中止は、宇宙からの電波天文分野での観測・研究の停滞を招くことになり大変残念ですが、ASTRO-Gプロジェクトが目指した観測の学術的意義は高く、今後、日本が優位性を持つ宇宙からの電波天文分野での新しいミッション提案を期待しています。

● 評価項目 3（開発計画）に関連する質問

【質問番号 3-1】 技術成果の資料化

【質問内容】

開発成果の項にも述べられているが、大型展開アンテナの開発で得られた技術成果を資料化しておくことは、プロジェクトとして当然なすべきことである。

特に鏡面精度の目標達成に対して立ちはだかった問題点、それらへの諸対応、結局不首尾であった技術的理由、将来に活かせる技術的ノウハウ、などを詳しくまとめておくことが肝要と思われるが、それについての現状、ならびに今後の方針をお尋ねしたい。

【資料の該当箇所】 推進3-1-3 42 ページ

【回答者】 JAXA

【回答内容】

大型展開アンテナに関する一連の研究開発において蓄積した設計・開発・評価技術は、ASTRO-Gのみならず次世代の高精度大型宇宙構造システム実現に不可欠な材料・構造の複合的な基盤技術となると認識している。高精度展開アンテナの開発において乗り越えなければならなかった各々の技術課題と、それらへの対応、現時点までに達成した技術的成果については、構造解析、および、構造試験・材料試験等の技術データを含め、JAXA内で活用可能な技術文書の形で今年度内を目標にまとめている。

また、宇宙科学研究所においてこれらの技術成果を引き継いだ高精度大型構造システムに関する研究を今年度から開始するなど、将来のミッションの実現に資するための、継続・発展を目指した研究を進めている。

● その他の質問

【質問番号 4-1】 電波天文学に対する今後の計画

【質問内容】

ミッションが途中で挫折したことは非常に残念ですし、当事者はその点を我々よりも遥かに強く実感していると思います。一度の失敗でネガティブになったのでは進歩が止まり、これまで先頭を走っていた地位も失うことになり、ますます残念な状況に成りかねません。JAXAの説明資料では「コミュニティからの新たなミッション提案を期待する」とありますが、わが国の電波天文学の今後に対して具体的な動きがはどのようになっていますか。今回の失敗をバネとして、今後のチャレンジ目標を立てることが、今回のプロジェクトの最も重要な成果と言えるのではないのでしょうか。

【資料の該当箇所】 推進 1-1-3 20, 56, 82 ページ

【回答者】 JAXA

【回答内容】

ご指摘のとおり、今回の計画中止から得られた多くの教訓・知見を活かし、より高い科学的成果が期待される計画を再立案し、確実に実現することこそが、本プロジェクトの最大の成果となると認識しております。

一方、宇宙科学ミッションは、大学・研究者コミュニティからの様々な提案を科学的意義・価値や技術的実現性等の観点から評価し、最も優れた提案をプロジェクトにしていくという仕組みの中で世界的な成果を上げてきていると考えており、電波天文分野についてもこの仕組みの中で優れた提案を期待したいと思います。

実際に、当該コミュニティにおいても、ASTRO-Gプロジェクトの計画中止について背景要因の分析や今後に向けた教訓の抽出を含む総括を実施した上で、今後の電波天文観測のロードマップの再構築を図るべく、地上観測（ALMAなど）に関わる研究者や電波天文以外の活動銀河核の研究者、我が国におけるポストVSOP-2（ASTRO-G）計画に期待する海外の研究者などを含めて広い範囲の研究者による議論を行っており、今後、将来計画の具体化を検討するWGの立ち上げを目指しています。