

推進 8-1-1

評価項目 1(プロジェクトの目的(プロジェクトの意義の確認)・目標・
開発方針に関連する質問

1-1	ミニマムサクセスの内容について	3 ページ
1-2	プロジェクトの意義について	4 ページ

**電波天文衛星(ASTRO-G)
プロジェクトの事前評価質問に対する回答
(その 2)**

評価項目 2(システム選定及び基本設計要求)に関連する質問

2-1	バンアレン帯を通過するミッション	5 ページ
2-2	トレードスタディ	6 ページ

平成 20 年 7 月 25 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 20 年 6 月 20 日に開催された第 6 回推進部会および平成 20 年 7 月 4 日に開催された第 7 回推進部会における電波天文衛星(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(プロジェクトの目的(プロジェクトの意義の確認)・目標・開発方針に関連する質問

ムによる活動銀河中心部のジェット構造やブラックホール周辺部に関する観測により、新しい知見が得られることが期待でき、人類の英知を深めることにつながると考えます。

【質問番号 1-1】 ミニマムサクセスの内容について

【質問内容】

すでに”はるか”において相当レベルで成果を得られていることを考えると、「1周波数において、”はるか”を上回る高分解能」では不足しており、それ以上のことをミニマムサクセスとして設定できるのではないかと。

【資料の該当箇所】 推進 6-1-2 21 ページ

【回答者】 JAXA

【回答内容】

サクセスクライテリアは、期待される理学的成果を念頭に置いた上で、定量的な評価を行うために工学的な表現にしています。

現在のミニマムサクセスにおいて、ASTRO-Gによる観測性能がもっとも落ちるケースは、観測帯域のうち 8 GHz 帯のうち 1 つの偏波のみで観測が可能となった場合です。この場合でも、はるかの約 2 倍の解像度での観測が可能になることを含め、推進 7-1 質問番号 1-3(p.5)への回答に記載しておりますような理学的な成果は内包されており、高い理学的成果が期待されるということで理学コミュニティの了解も得られております。

また、ASTRO-G においては、「はるか」を上回る分解能に加え、検出感度の向上や観測システムの広帯域化が図られており、観測システムとしての総合性能は「はるか」を大きく上回るものとなります。このシステ

【質問番号 1-2】 プロジェクトの意義について

【質問内容】

成果の社会への還元が事実上何も書かれていないに等しい。これだけのプロジェクトであり、当初目的の成果を得られれば、非常に高いレベルのサイエンスの最先端を切り開くことになる。そのことは、国民、とりわけ子供や若い人に、当該分野のみならず、宇宙や自然、さらに科学全般への関心を持たせるに十分な役割を果たすことができると期待できる。より積極的な成果の社会還元を検討すべきではないか。

【資料の該当箇所】 推進 6-1-2 14 ページ

【回答者】 JAXA

【回答内容】

社会還元については、説明資料の P14「プロジェクトの意義」の社会的意義に述べられています。ご指摘のとおり、具体的な活動内容の記述は不足しておりますが、プロジェクトの社会的意義の 1 つの柱として定義しており、プロジェクトとしても重要対応事項と考えております。

ASTRO-G は、「はるか」の後継のスペース VLBI プログラムの自然な延長線上にありますので、「はるか」を用いて得られた成果も使いながら、ASTRO-G の狙いを開発段階から広く知らせていきます。

「はるか」の広報活動としては、プロジェクトに関わる研究者、広報係を中心に、JAXA 主催もしくは、各教育機関、市町村の講演会、本の執筆、プロジェクト成果報告の映像作品の製作^{*}（^{*}）を行ってきました。

^{*} ISAS ビデオライブラリ『宇宙へ飛び出せシリーズ』の『3 万 km の瞳 宇宙電波望遠鏡で銀河ブラックホールに迫る』では、スペース VLBI

ASTRO-G についても同様の活動を行っており、また、今後も継続して行く予定です。

さらに、ASTRO-G の場合は、説明資料の P47～P48 にあるように、国立天文台や、各大学、研究機関が参加いたします。それらのその母体となる研究機関が教育普及の拠点として機能するため、地域に密着した教育普及を行うことができると考えています。

による観測成果を一般向けに分かりやすく紹介しており、第 47 回科学技術映像祭・科学教育部門文部科学大臣賞、および第 16 回 TEPIA ハイテク・ビデオ・コンクール最優秀作品賞・映像文化製作者連盟会長賞を受賞しています。

その映像作品の中で、ASTRO-G 計画が世界中の研究者の抱く将来計画への期待とともに紹介されています。

評価項目 2(システム選定及び基本設計要求)に関連する質問

【質問番号 2-1】 バンアレン帯を通過するミッション

【質問内容】

定常作動状態でバンアレン帯を繰り返し通過するミッションは少ないと思いますが、これまでに JAXA としてはそのようなミッションの経験があり、また耐放射線対策に対する要求仕様の検証も済んでいると理解してもよろしいか？

【資料の該当箇所】 推進 6-1-2

【回答者】 JAXA

【回答内容】

JAXA としては、ASTRO-G とほぼ同様の軌道において運用された「はるか」の他、「あけぼの」「じきけん」等の科学衛星を、バンアレン帯を通過する軌道において運用した実績があります。

また、民生部品・コンポーネント実証衛星「つばさ」では、軌道上での放射線等の環境計測を行い、軌道上環境に関するデータの蓄積を進めました。

ASTRO-G としては、外部露出機器に加え観測性能に感度を持つ部材が外部に露出しているため、放射線対策が重要である事を十分に認識しております。

そのため、世界的に標準的に使われている解析ツールによる放射線環境推定に加え、上述のような従前の実績による知見、軌道上で得られた環境計測データを十分に活用し、放射線対策に関する要求を規定し、設計に反映しております。

【質問番号 2-2】 トレードスタディ

【質問内容】

技術的検討はなされているが、コストも含めた検討が十分になされたかどうかは、不明である。

【資料の該当箇所】 推進 6-1-2

【回答者】 JAXA

【回答内容】

コストについては、説明資料中では詳細な内訳等を詳述しておりませんが、ミッションの達成に必要なキー技術のトレードオフにおいては、最も大きな要素の一つとしてトレードオフに含めた上で、システム選定を実施しております。

(P.29 の資料中の記述を修正致し、明確化致します)

また、ASTRO-G 全体としては、可能な限り既存技術を活用することで、技術リスクの低減のみならず、コスト低減に努める方針でシステム設計を進めております。

10. 基本設計要求とシステム選定



キー技術とシステム選定



キー技術	選定結果	主な選定理由	新規性	フロントローディング状況
高精度9m展開アンテナ ・高精度化技術	・アンテナ形式: オフセットカセグレンパラボラ方式 ・鏡面方式: 放射リブ・フープケーブル方式 [詳細:P. 30参照]	・高効率 ・調整点数が少ない ・主鏡、副鏡、フィダの位置関係の自由度が大きい ・開発コストの考慮	・アンテナ展開機構は「きく8号(ETS-VIII)」の設計を踏襲するが、鏡面精度の高精度化については新規開発	・フルスケール全周モデルの試作試験により、鏡面精度要求値を満足できる見通しが得られた ・主要部材の放射線耐性を確認中 [詳細:P. 35参照]
観測システムの広帯域化 ・高速データサンプリング ・広帯域データ伝送	・観測データ伝送レート: 1Gbps ・高速データサンプリング時のモード: (A) 2bit/サンプル&128MHz帯域/チャンネル (B) 1bit/サンプル&256MHz帯域/チャンネル [詳細:P. 31参照]	・周波数割り当ての制限 ・地上局とのリンク成立性 ・地上電波望遠鏡群との適合性 ・要求を満足しつつコスト最小となる構成	・基本的なシステム構成は「はるか」を踏襲 ・データサンプリングの高速化・広帯域化への対応に伴う新規開発要素あり	・BBMによる変調方式の評価により、変調方式を決定した [詳細:P. 36参照]
8/22/43GHz帯周波数での左右両円偏波観測	・観測周波数帯: 8.0GHz~8.8GHz, 20.6GHz~22.6GHz, 41.0GHz~45.0GHz ・チャンネル数: 2チャンネル ・偏波観測機能: 右旋/左旋円偏波同時観測可能 [詳細:P. 32参照]	・高い空間分解能の実現 ・水メーザ、SiOメーザ観測を可能とする周波数 ・同じ周波数で観測できる地上局が多い ・左右両円偏波による同時観測が可能な構成 ・開発コストの考慮	・基本的な技術に新規性はないが、選定周波数への対応のため設計変更が必要(43G/22GHz帯増幅器、ホーン等) ・8GHz帯増幅器はX帯通信で多数実績有り	・22G/43GHz帯増幅器用MMICの試作評価により、搭載用の機器が製作できる見通しが得られた ・8/22/43GHz帯用の円偏波発生器BBMを制作試験し、所定の性能が得られることを確認した [詳細:P. 37参照]
位相補償観測 ・高速姿勢マヌーバ機能 ・高精度軌道決定	・高速姿勢マヌーバ用アクチュエータ: 欧州製CMG 4基 (CMG: コントロールモーメントジャイロ) ・高精度慣性基準装置(IRU): 光ファイバジャイロベースのIRU (高精度FOG-IRU) ・軌道決定系の構成: 米国製高精度GPS受信機 + 衛星レーザ測距リフレクタアレイ [詳細:P. 33, 34参照]	<CMG> ・高いトルク出力精度 ・既存設計からの技術変更度小 ・ベンダ管理の容易性(欧州) <IRU> ・高いスケールファクタ精度 ・高いバイアス安定性 <軌道決定系> ・Galileoシステムの稼働状態によらず高精度軌道決定が可能なシステム	<CMG> ・仏の災害監視衛星Pleiadesに搭載予定 ・姿勢制御アルゴリズムは新規 <IRU> 国内新規開発 <軌道決定系> ・アルゴリズムは新規開発 ・GPS受信機は既開発技術をベースに設計変更 ・SLRAは国内新規開発	・複数の制御則による高速マヌーバ制御の検討、CMG基礎制御特性の評価により、CMGによる高速姿勢マヌーバ機能の実現性を確認した <IRU> ・BBM, EMの試作評価により、FM開発に移行できる見通しが得られた <軌道決定系> ・SLRA BBMの試作評価により、開発の技術的な見通しを得た [詳細:P. 38, 39, 40参照]