

電波天文衛星 (ASTRO-G) プロジェクトの  
評価実施要領  
(案)

平成 23 年 9 月 6 日  
推 進 部 会

1. 趣旨

電波天文衛星 (ASTRO-G) プロジェクト (以下、「ASTRO-G プロジェクト」という) 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プロジェクトである。

本プロジェクトは、平成 20 年度から「開発」に移行しているが、その後大型展開アンテナに技術課題が発生したため、独立行政法人宇宙航空研究開発機構 (JAXA) においては、これまでの技術的判断及びプロジェクト運営に関する総括を行った上で、プロジェクトを中止する方向で計画を見直した。

そのため、本プロジェクトについては、「開発」移行時から大きく状況が変化していると判断し、政策決定者に対して決定を行うための基礎となる情報を提供するため、「宇宙開発に関するプロジェクトの評価指針」(平成 19 年 5 月 9 日 宇宙開発委員会了承) (以下、「評価指針」という) に基づき、宇宙開発委員会として評価を行う。

2. 評価の対象

ASTRO-G プロジェクトを評価の対象とする。

3. 評価項目

- (1) まず、以下の項目について中間評価を行う。
  - ・プロジェクトの目的、目標、開発方針等に則した状況変化への対応策
- (2) (1) の結果、プロジェクトの中止が妥当との結論に至った場合には、以下の項目について事後評価を行う。
  - ・成否の要因に対する分析と今後への反映事項
  - ・プロジェクトの成果

なお、評価票は別紙 1 のとおりとし、構成員は、JAXA からの説明や宇宙開発委員会における過去の評価結果を踏まえ、評価票へ記入を行う。

4. 評価の進め方

時期	部会	内 容
9 月 6 日	第 3 回	JAXA からの説明聴取、質疑応答
9 月 20 日 (目途)	第 4 回	評価結果のとりまとめ (見込み)

なお第 3 回推進部会における質疑応答とは別に、質問票による質疑も受け付け応答を行う。評価票への記入はそれら質疑応答を踏まえ実施する。

5. 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を別紙 2 に、ASTRO-G プロジェクトに関する宇宙開発委員会における過去の評価結果を別紙 3 に示す。

(別紙1)

れ、それらが JAXA の将来のプロジェクトへの教訓として有効なものとなっているかについて評価してください。

## 電波天文衛星 (ASTRO-G) プロジェクト 評価票

妥当      概ね妥当      疑問がある

構成員名: \_\_\_\_\_

(上記の評価根拠等コメントを記入下さい。)

### 1. 状況変化への対応策

大型展開アンテナに技術課題が発生する等、「開発」移行後に発生した状況変化を受けて、JAXA はプロジェクトの目的・目標・開発方針等に則して開発計画の見直し検討を行った結果、縮退した目標に向けて当初計画を大幅に超過する資金と日程を費やすことは適切でないと考え、ASTRO-G プロジェクトの中止を提案するという対応策をとりまとめました。この JAXA の対応策について、検討のプロセスを含めて、妥当と認められ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。)

【プロジェクトの中止を提案するというJAXAの対応が妥当、もしくは概ね妥当の場合】

### 2. 成否の要因に対する分析と今後への反映事項

ASTRO-G プロジェクトの継続が困難となった要因の分析が行わ

### 3. プロジェクトの成果

現時点までに ASTRO-G プロジェクトの目標がどの程度達成されたか、プロジェクトの成果が将来の電波天文学又は我が国の宇宙開発利用にどの程度効果を持つものと期待されるかについて評価して下さい。

さらに、プロジェクトで得られた成果の波及効果についても、現時点で注目しておくべきものがあれば、併せて評価して下さい。

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。)

### 4. その他

今回の評価を通じ、上記以外に助言やコメントがありましたら記入して下さい。

電波天文衛星(ASTRO-G)プロジェクトの  
評価に当たった関連文書(抜粋)

宇宙基本計画

(平成21年6月2日 宇宙開発戦略本部決定)

第3章 宇宙開発利用に関し政府が総合的かつ計画的に実施すべき施策

1 9つのシステム・プログラム毎の開発利用計画

(2) 研究開発プログラムの推進

F 宇宙科学プログラム

以下の主な社会的ニーズと今後10年程度の目標に対応するプログラムとして、宇宙科学プログラムを設定し、5年間の開発利用計画を推進する。

社会的ニーズと今後10年程度の目標

(a) 世界をリードする科学的成果の創出(知的資産の蓄積)

「世界トップレベルの科学研究成果の継続的な創出」というニーズに対して、これまで宇宙天文学や太陽系探査などの宇宙科学で世界を先導する成果を上げている。宇宙科学の成果は、宇宙開発利用全体の基礎となるものである。今後、宇宙科学の枠を超えた他分野・異分野との連携も含め、大学等の優れた研究者の参画の促進による体制の強化も踏まえて宇宙科学を推進し、世界最先端の成果を継続的に創出することを目標とする。

5年間の開発利用計画

上記目標の実現に向けて、以下の施策を推進する。

・ 宇宙そのものの理解等に繋がる科学的成果の創出を目指し、宇宙天文学研究として、運用中の「すざく」によるX線観測、「あかり」による赤外線観測を実施しつつ、電波天文衛星「ASTRO-G」を打上げ、科学観測を行うとともに次期 X 線天文衛星「ASTRO-H」等の研究開発を行う。

別紙1「9つの主なニーズと衛星開発利用等の現状・10年程度の目標」

主なニーズ

世界トップレベルの科学研究成果の継続的な創出等

現状

宇宙天文学や太陽系探査などの宇宙科学で世界を先導する成果を上げているとともに、太陽系探査と国際宇宙ステーションの活動により、人類の活動領域拡大に向けた取組を進めている。

ニーズに対応した今後10年程度の目標

宇宙科学の枠を超えた他分野・異分野との連携も含め、人学等の優れた研究者の参画の促進による体制の強化も踏まえて宇宙科学を推進し、世界最先端の成果を継続的に創出する。また、有人やロボットを活用した宇宙活動の推進により、人類の活動領域を拡大することを目指すこととし、長期的にロボットと有人の連携を視野に入れた、平成32年(2020年)頃のロボット技術を活かした月探査の実現を目指した検討を進める。

今後10年程度の目標のためにセンサや衛星等が達成すべき主要な目標

世界をリードする科学的成果を目指して理工一体となって推進するとともに、人類の活動領域の拡大に向けた取組を進める。

宇宙天文学(X線観測、赤外線観測、電波観測)

太陽系探査(水星、金星、小惑星探査)

将来のロボット・有人連携月探査に向けた無人月探査

小型科学衛星による、先進的なミッション、新しいセンサや技術の実証など(テーマは科学コミュニティで選定)

「きぼう」等の微小迫力環境等を利用した生命科学や材料・流体科学等、宇宙環境利用科学

など

利用省庁・機関

文部科学省/JAXA、大学

10年程度の想定衛星

ASTRO-G(電波)及びその他宇宙天文学ミッション(ASTRO-H(X線)SPICA(赤外)など)PLANET-C(金星)、BEPICOLOMBO(水星)及びその他太陽系探査ミッション(SCOPE(磁気圏)、小惑星探査衛星(はやぶさ後継機)など)、月面着陸・探査ミッション、IKAROS 他小型科学衛星(3機/5年)

別紙2 「9つの主なニーズに対応した5年間の人工衛星等の間発利用計画」

4つの研究開発プログラムの推進

F 宇宙科学プログラム

平成24年度打上げ ASTRO-G(電波天文)

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行持への貢献

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立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、独白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、申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日標

宇宙空間からの宇宙物理学及び天文学

#### 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

) 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。

) 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。

) 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、その也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に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)

・ 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、研究者の自主性の厚重、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索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し、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。

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

#### (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) 搭載装置及び小や飛翔体等を研究開発・連用することにより、(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を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。

電波天文衛星 (ASTRO-G) プロジェクトに関する  
宇宙開発委員会における過去の評価結果(抜粋)

第25号科学衛星 (ASTRO-G) プロジェクトの事前評価結果  
(平成18年7月11日 宇宙開発委員会 推進部会)

(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  
の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」に移行する事は妥当であると考える。

なお、今回の評価においては、信頼性の確保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、其の期待される成果を国民に分かり易く説明し、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。

電波天文衛星 (ASTRO-G) プロジェクトの事前評価結果  
(平成20年7月25日 宇宙開発委員会 推進部会)

(5) 総合評価

ASTRO-G プロジェクトは、極限物理状態にある物理法則の解明や星形成メカニズムの解明に向けて、スペース VLBI により、超巨大ブラックホールに肉迫した領域や、活動銀河核のジェットの超根元等、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、国際貢献、国際的地位の向上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、システム選定及び設計要求、開発計画、リスク管理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、「開発」に移行することは妥当であると評価する。