

大規模学術フロンティア事業の「事前評価」（報告）

「大型光学赤外線望遠鏡による国際共同研究の推進」

2021年（令和3年）7月28日

科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会
学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会

目 次

はじめに	3
1. 実施主体が構想する計画の概要	4
(1) 計画概要等	4
(2) 年次計画	4
2. 計画の評価	5
(1) 緊急性	5
(2) 戦略性	5
(3) 社会や国民からの支持	5
(4) その他（研究者コミュニティの合意、計画の推進体制、共同利用体制、計画の妥当性）	6
3. まとめ	6
(1) 総合評価	6
(2) 計画推進に当たっての留意点	6
科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会 学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会 委員等名簿	9

はじめに

学術研究の大型プロジェクトは、最先端の技術や知識を結集して人類未踏の研究課題に挑み、当該分野の飛躍的な発展をもたらすとともに、世界の学術研究を先導するものであり、我が国においても、社会や国民の幅広い支持を得ながら、長期的な展望を持って、これを推進していく必要がある。

文部科学省では、平成 24 年度に「大規模学術フロンティア促進事業」を創設し、科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会 学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会（以下「本作業部会」という。）が策定する「学術研究の大型プロジェクトの推進に関する基本構想ロードマップの策定ロードマップ」等に基づき、社会や国民からの支持を得つつ、国際的な競争・協調に迅速かつ適切に対応できるよう、学術研究の大型プロジェクトを支援し、戦略的・計画的な推進を図っている。

各プロジェクトの推進に当たっては、本作業部会として原則 10 年以内の年次計画を作成し、これに基づく進捗管理等を「大規模学術フロンティア促進事業のマネジメント」（令和 3 年 1 月 19 日本作業部会決定）（以下「マネジメント」という。）に基づき実施している。

その中で、年次計画の終期を迎えるプロジェクトについては、実施主体等に後継計画の構想があり、かつ、後継計画がロードマップに記載されている場合には、移行の可否を審議するため、本作業部会として、事業移行評価（期末評価を代替）を行うこととし、その結果を踏まえて、後継計画に対する「事前評価」を行うこととしている。

「大規模学術フロンティア促進事業」の一つである、「大型光学赤外線望遠鏡「すばる」の共同利用研究」は、事業移行評価の結果、後継計画への移行が適当であると認められたことから、本作業部会として、後継計画である「大型光学赤外線望遠鏡による国際共同研究の推進」の事前評価を実施した。本報告は、その結果を示すものである。

なお、評価に当たっては、本作業部会の委員に加え、当該分野における専門家にアドバイザーとして協力をいただき、評価を実施した。

1. 実施主体が構想する計画の概要

(1) 計画概要等

①計画概要

ハワイ島マウナケア山頂に設置した大型光学赤外線望遠鏡「すばる」の機能を強化し、超広視野撮像分光による大規模サーベイ観測を中心として国際学術コミュニティに供し、宇宙の構造進化と元素の起源に迫る。

②所要経費

約 233 億円

③計画期間

令和 4 年 (2022) ~ 令和 13 (2031) 年 (10 年間)

④研究目標 (研究テーマ)

1. ダークマターとダークエネルギーの性質の探求及びニュートリノ質量の決定

超広視野主焦点カメラ (HSC)、超広視野多天体分光器 (PFS) を用いてダークマターとダークエネルギーの性質を解明し、ニュートリノ質量を決定する。

2. 宇宙の構造形成、銀河形成・進化の物理過程の理解

広視野高解像赤外線観測装置 (ULTIMATE) で前人未到の超遠方宇宙探査を実現し、宇宙最初期に生まれた天体の性質とその進化過程を解き明かす。

→銀河の急成長・形態獲得・星形成の物理過程の探究。HSC/PFS (可視光) で見えない ULTIMATE (赤外線) による宇宙最初期の天体形成過程の探査。

3. マルチメッセンジャー天文学の展開

ブラックホールや中性子星の合体、ニュートリノバーストを、重力波望遠鏡やニュートリノ観測装置、他望遠鏡と協力して観測し、物質の起源を探る。

→多様な重力波源の追跡観測により、宇宙における元素合成の概要を解明。ニュートリノ源等の高エネルギー現象の原因天体を特定。

4. 地球型系外惑星候補天体の同定

近赤外ドップラー分光装置 (IRD) を用いた地球型系外惑星の間接探査を推進し、将来の TMT を用いた直接撮影、生命探査に繋げる。

→多様な地球型系外惑星候補を同定し、その性質を解明。

(2) 年次計画

「大型光学赤外線望遠鏡による国際共同研究の推進」の年次計画は別添のとおり

2. 計画の評価

(1) 緊急性

本計画が掲げる4つの科学目標は、いずれも最先端の課題に挑戦するものであり、厳しい競争下にある。20年先を見越した計画的な老朽化対策を行いながら、次のステップであるPFS、ULTIMATE等の装置開発により、これらの科学目標に取り組むことは、国際競争力を維持する観点からも、緊急性が認められる。

また、視野においては「すばる」を上回るベラ・ルービン天文台（旧名LSST）が南米チリに建設中であり、これが本格稼働（2024年予定）するまでに、「すばる」の超広視野撮像観測で重要領域をカバーするとともに、超広視野分光観測をスタートする計画となっている。我が国が引き続き天文学の分野で主導的な役割を果たしながら、国際協力による共同利用・共同研究を実施していくためには、本計画の速やかな実施が必要である。

(2) 戦略性

高い独自性・優位性を持つ超広視野観測機能を軸にした4つの科学目標は、単独で競争力のある科学目標と、他施設との連携の中で意義の高まる科学目標をバランスよく設定されるとともに、それぞれ具体的なベンチマークも検討されており、十分な戦略性を持つものと評価される。

本計画の遂行により、他の望遠鏡との連携による国際的な頭脳循環や、PFS、ULTIMATE等の装置の共同開発による国際連携が期待されるとともに、大規模データ処理による工学や情報科学、統計学など他分野への波及効果も見込まれるが、他の観測施設と人的交流を含めた具体的かつ柔軟な連携を進めるとともに、多くの観測施設が参加する観測では優位性を明らかにし、目に見える成果が得られるように努めるなど、さらに戦略的に進めていく必要がある。

(3) 社会や国民からの支持

これまでも数多くの成果を発信し科学技術・学術に対する興味、関心を集める役割を果たしてきたことから、我が国の社会や国民から高い支持を得ている。今後も海外に設置された日本独自の望遠鏡として、科学技術・学術への支持を得られる計画である。

観測装置やデータ処理手法では、社会に貢献できるような新しい技術も開発されているが、多額の国費を投入する観点からも、本計画で取り組む内容についてはよりわかりやすい説明を行っていく必要がある。

また、建設地であるハワイにおいても、信頼関係を得るためのアウトリーチ活動などに取り組んでおり、地元住民の雇用の促進などにより現地に貢献している。信頼関係の構築・維持については、一定の緊張感を持ち続けることが重要である。

(4) その他（研究者コミュニティの合意、計画の推進体制、共同利用体制、計画の妥当性）

日本の天文学コミュニティをはじめとする幅広い研究者との合意のもと、すばるで確立された国際共同運用の体制により、東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構や諸外国の研究機関の協力で推進される計画として、妥当性が認められる。

若手研究者の研究環境に関しても、スーパーバイザーによる指導の実施や研究専念期間を設けるなどの取組が行われているが、研究者がさらに研究に専念できる体制を整えていく必要がある。

共同利用体制については、国内外の研究者の共同利用に資するものとなっている。リモート観測を可能とするなどの整備を進めており、国立天文台以外の研究者も多く研究に参加している。今後は、私立大学の利用者の増加のための取組も必要である。

3. まとめ

(1) 総合評価

本計画は、我が国の科学技術・学術を牽引する一翼となっている大型光学赤外線望遠鏡「すばる」の超広視野・高解像度観測能力を飛躍的に向上させるものであり、高い緊急性、戦略性を持ち、国内外の研究者コミュニティの合意や社会・国民の支持を得られる計画として評価できる。

これまでの優れた成果をベースとした4つの科学目標を達成するため、PFS、ULTIMATE等の新しい観測装置の開発や、今後重要な要素となる現有装置の老朽化対策を実施することにより、他で代替することができない望遠鏡として、引き続き我が国が主導的な役割を果たしながら世界の天文学を牽引し、国際競争力を維持していくことが期待される。

以上を総合的に勘案し、本計画は積極的に進めるべきであり、早急に着手すべきであると評価する。

(2) 計画推進に当たっての留意点

「大型光学赤外線望遠鏡による国際共同研究の推進」の推進に当たっては、以下の点について留意する必要がある。

① 計画的な老朽化対策

運用開始からすでに20年以上が経過する中、自然災害等により顕在化する老朽化や定常的なメンテナンス不足に対し、計画を作成し順次対策を進めているが、本計画で導入を予定している新たな装置が十分な成果を生み出すためには、基本となる施設の計画的な老朽化対策が重要となる。運用を続けるフェーズからクローズまでの道筋を見据えた将来計画に基づいた老朽化対策の実施が必要である。

② 共同利用・共同研究機能の強化

本計画により整備する最先端機器を用いた国際的な共同利用・共同研究の実施にあたっては、例えば、国立天文台を中心とする国内研究機関と海外研究機関との間で多く

の人事交流を行うなど、研究者の定着を実現するための方策を持つことや、私立大学の研究者の増加を含めた研究者コミュニティの拡大が必要である。また、研究課題の採択にあたっては、より高度で多面的な研究計画の提案を促していくことが必要である。

③ 研究者が最大限の能力を発揮できる環境の整備

特に、若手を含む研究者が、プロジェクトの運用業務にエフォートの多くを割かれ、自身の研究に専念できなくなることを防ぐよう、業務の適切な分担への配慮など研究環境の整備に取り組む必要がある。また、本計画を安定的に運用していくためには、優れた人材の獲得・育成及び専門人材（URA、技術職員等）の充実のための継続的な取り組みが必要である。

④ 他の望遠鏡との連携・一体的な運用

ローマン宇宙望遠鏡（NASA）やEuclid衛星（ESA）など次世代宇宙望遠鏡との共同研究、マウナケア天文台群におけるケック天文台やジェミニ天文台との観測時間交換、チリのベラ・ルービン天文台やE-ELTなど他の望遠鏡計画、観測施設等との国際連携については、人的交流も含めて更に発展させる必要がある。

30m 光学赤外線望遠鏡（TMT）とすばる望遠鏡の一体的運用については、TMT 計画が平成 27 年度以降、現地での建設が中断し、今後の見通しが明確といえる状況にないため、引き続き状況を注視しつつ、将来的な一体運用の在り方を検討することが不可欠である。また、TMT の見通しが不透明な状況にあるため、すばると TMT の効果的な連携の観点から、柔軟かつ臨機応変に対応できる体制を検討することが必要である。

⑤ 社会・国民からの支持を得るための取組

本計画は多額の国費を必要とすることからも、その研究内容については、よりわかりやすい説明を行い、社会・国民から支持を得ていく必要がある。特に、ハワイの地元住民との良好な関係を築くための対話や交流の継続が必要であり、リスクコミュニケーションの専門家を導入するなどの積極的な対応も求められる。

また、我が国における最先端の技術創出に関わるものとして、経済安全保障の観点で成果を把握することも重要である。

(参考)【事業移行評価報告書 (R3.6) における留意点】

①計画的な老朽化対策

運用開始からすでに 20 年以上が経過する中、自然災害等により顕在化する老朽化や定常的なメンテナンス不足に対し、計画を作成し順次対策を進めている。引き続き、観測に極めて重要な影響を及ぼす施設等のうち老朽化対策が真に必要なものを予め把握し、将来に向けた計画的な老朽化対策を講じていくことが必要である。

後継計画の推進に当たっては、新たな観測装置の搭載による高度化に支障を来たさないよう、基本となる施設の計画的な老朽化対策が重要と考えられるが、どの時点までの運用を前提とした老朽化対策なのか、運用を続けるフェーズからクローズまでの道筋を見据えた将来計画に基づいた対策を行う事が必要である。

②研究者の研究環境整備

本プロジェクトによる卓越した成果は、科学成果まで見通せる優秀な人材の高いモチベーションにより支えられている部分も大きい。特に、若手を含む研究者が、プロジェクトの運用業務にエフォートの多くを割かれ、自身の研究に専念できなくなることはないよう、業務の適切な分担への配慮など研究環境の整備に取り組む必要がある。また、メンター制度など若手研究者への支援体制を整備する取組や海外の同様の研究機関との流動性に関する状況を示すなど研究者が将来のキャリアプランを見通せるような取組を行う事も必要である。

③他の望遠鏡との連携・一体的な運用

後継計画の運用にあたっては、ローマン宇宙望遠鏡 (NASA) や Euclid 衛星 (ESA) など次世代宇宙望遠鏡との共同研究や、マウナケア天文台群におけるケック天文台やジェミニ天文台との観測時間交換の実施など、現在の協力関係をさらに発展させることが必要である。また、チリの LSST や E-ELT など他の望遠鏡計画との連携についても検討を進めていくことが期待される。

一方、国立天文台は、30m 光学赤外線望遠鏡 (TMT) 完成後には、TMT とすばる望遠鏡を一体的に運用する方針を掲げているが、TMT は、平成 27 年度より現地建設が中断しており、今後の見通しが明確といえる状況になく、一体的運用の在り方にも課題が生じている。

後継計画の推進に当たっては、今後の TMT 計画の状況に合わせ、将来的な一体運用の在り方を検討することが不可欠である。また、TMT の見通しが不透明な状況にあるため、すばると TMT の効果的な連携の観点から、柔軟かつ臨機応変に対応できる体制を検討することが必要である。

科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会
学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会 委員等名簿

【学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会委員】

◎：主査

(令和3年4月1日現在)

(臨時委員)

石原安野	千葉大学グローバルプロミネント研究基幹教授
上田良夫	大阪大学大学院工学研究科教授
◎小林良彰	慶應義塾大学SDM研究所上席研究員・名誉教授、 ルーテル学院大学理事
中野貴志	大阪大学核物理研究センター長
長谷山美紀	北海道大学副学長、大学院情報科学研究院長
原田尚美	国立研究開発法人海洋研究開発機構地球環境部門長
松岡彩子	京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析 センター教授
山本佳世子	株式会社日刊工業新聞社論説委員兼編集委員
山本智	東京大学大学院理学系研究科教授

(専門委員)

岡部寿男	京都大学学術情報メディアセンター長
嘉糠洋陸	東京慈恵会医科大学教授
鈴木裕子	鈴木裕子公認会計士事務所長
高橋真木子	金沢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
長谷川美貴	青山学院大学理工学部教授
三原智	高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所教授
吉武博通	情報・システム研究機構監事、筑波大学名誉教授

【アドバイザー】

井上一	JAXA 宇宙科学研究所名誉教授
永原裕子	独立行政法人日本学術振興会学術システム研究センター 副所長、東京工業大学地球生命研究所フェロー
國枝秀世	あいちシンクロトロン光センター所長

(敬称略、五十音順)

別添：実施主体が構想する年次計画

計画名称	大型光学赤外線望遠鏡による国際共同研究の推進										
実施主体	自然科学研究機構国立天文台							分野	物理学	大型施設計画/ 大規模研究計画	大型施設計画
所要経費	23,330百万円				計画期間	2022年から2031年（10年間）					
計画概要	ハワイ島マウナケア山頂に設置した大型光学赤外線望遠鏡「すばる」の機能を強化し、超広視野撮像分光による大規模サーベイ観測を中心として国際学術コミュニティに供し、宇宙の構造進化と元素の起源に迫る。										

【年次計画】

項目 (研究テーマ)	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	10年目以降	備考	
すばる望遠鏡の機能強化 超広視野多天体分光器（PFS）及び超広視野高解像赤外線観測装置（ULTIMATE）の開発													
	PFSの開発と運用 ULTIMATEの開発					ULTIMATEの運用							
成果指標	PFS観測開始				ULTIMATE-Subaruの完成	ULTIMATE-Subaruの観測							
すばる望遠鏡による「暗黒物質、暗黒エネルギー」、宇宙の構造形成、銀河形成・進化、「マルチメッセンジャー天文学」、「地球型惑星候補の同定」等の研究	すばる望遠鏡による国際共同利用研究：4大科学目標を中心とした多様な天文学分野における最先端の研究の展開 												
	暗黒物質と暗黒エネルギーの性質の探求及びニュートリノ質量の決定												
	宇宙の構造形成、銀河形成・進化の物理過程の理解												
	マルチメッセンジャー天文学の展開 												
	地球型惑星候補天体の同定 												
	成果指標	年間論文数138本				年間論文数150本				年間論文数150本			