

大型研究計画に関する進捗評価について（報告）

大型光学赤外線望遠鏡「すばる」の共同利用研究

平成29年11月22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
「大型光学赤外線望遠鏡『すばる』の共同利用研究」計画について	
1. 進捗評価の実施方法	4
2. 計画の概要	
（1）計画の概要と主な内容	6
（2）実施体制	8
（3）年次計画及び予算規模	10
3. 計画の進捗状況	
（1）科学目標の進捗状況	12
（2）遠方銀河の観測について（科学目標1及び2）	12
（3）系外惑星・惑星系形成領域の観測について（科学目標3及び4）	13
（4）宇宙における物質進化の研究について（科学目標4）	14
（5）ダークマターの観測について（科学目標1及び2）	14
（6）社会や国民からの支持を得るための取組、情報発信の状況	15
（7）年次計画における「プロジェクト推進に当たっての留意事項等」への 対応状況	17
4. 計画の進捗評価と今後の留意点	
（1）計画の進捗状況を踏まえた評価	20
（2）今後の事業の推進に当たっての留意点	22
備考（用語解説等）	24
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	27

## はじめに

文部科学省においては、学術研究の大型プロジェクトへの安定的・継続的な支援を図るべく、平成24年度に「大規模学術フロンティア促進事業」を創設した。

この事業は、世界が注目する学術研究の大型プロジェクトについて、「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ーロードマップー」※<sup>1</sup>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な支援し、戦略的・計画的な推進を図ることを目的としている。

各プロジェクトの推進に当たっては、本作業部会が「大規模学術フロンティア促進事業の年次計画」（以下「年次計画」という。）を作成し、進捗管理を行っているところである。

「大型光学赤外線望遠鏡『すばる』の共同利用研究」の年次計画においては、10年計画の中間に当たる5年目の平成29年度に、進捗状況等の確認を行うことが記載されており、このたび、本作業部会において進捗評価を実施した。

進捗評価に当たっては、本作業部会が平成29年3月にまとめた「学術研究の大型プロジェクトの推進方策の改善の方向性」（以下「改善の方向性」という。）に基づき、関係分野の専門家から助言を得つつ、委員が研究現場の状況を確認するための現地調査、ヒアリング及びそれらを踏まえた審議を実施した。

---

※1 本作業部会においては、日本学術会議の「マスタープラン」が示す学術的意義の高い大型プロジェクトのうち、推進に当たっての優先度が高いと認められるものを選定し、「ロードマップ」として策定している。平成29年7月には「ロードマップ2017」を取りまとめた。  
(URL) [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/kyoten/1383666.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/kyoten/1383666.htm)

# 「大型光学赤外線望遠鏡『すばる』の共同利用研究」計画について

## 1. 進捗評価の実施方法

### 現地調査・ヒアリング

今回の進捗評価に当たっては、改善の方向性に基づき、次のとおり、東京都三鷹市にある国立天文台を、本作業部会委員等13名が訪問して現地調査を行った。

(1) 日 時： 平成29年10月24日(火) 10:00~17:00

(2) 参加委員： 現地調査に参加した本作業部会委員等は、以下のとおり。(○は主査)  
(作業部会委員) 井本 敬二、栗原 和枝、鈴木 洋一郎、○小林 良彰、川合 知二、  
新野 宏、原田 慶恵、観山 正見、安浦 寛人、横山 広美  
(アドバイザー) 井上 一、國枝 秀世、永原 裕子

(3) 概 要：

#### ・機関からのヒアリング(40分)

国立天文台から、計画の概要、進捗状況等について説明を受けた後、質疑応答を行った。

(国立天文台説明者) 林 正彦 台長、小林 秀行 副台長、

吉田 道利 ハワイ観測所 所長、大橋 永芳 ハワイ観測所 副所長

#### ・現地視察(55分)

国立天文台から超広視野主焦点カメラ(HSC: Hyper Supreme-Cam)の撮像画像及び検出器実験室について説明を受けつつ、状況確認を行った。

#### ・研究者との意見交換(40分)

すばるに関して、システム開発チームのリーダーや、データ解析・公開チームのリーダー、大学教員、科学技術アドバイザー、国際共同研究集会の開催、広報に携わる若手研究者等から、現場で感じている課題等について、ヒアリングを行った。

#### ・機関との意見交換(60分)

現地調査を踏まえ、年次計画の終了に向けた今後の推進方策や、年次計画終了後の方針、30m光学赤外線望遠鏡「TMT」との関係、他機関との関係等について、意見交換を行った。

#### ・まとめ(45分)

以上を踏まえ、研究の進捗状況に係る確認及び今後の推進方策や留意事項等に係る検

討を行った。その後、国立天文台に、現地調査の結果の概要を伝達した。

**学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会における審議**

(1) 日 時： 平成29年11月22日(水) 10:00～11:00

(2) 審議事項： 進捗評価報告書(案)の審議

## 2. 計画の概要

### (1) 計画の概要と主な内容

すばる計画は、ハワイ島マウナケア山頂に建設された口径8.2mの大型光学赤外線望遠鏡「すばる」<sup>※1</sup>によって、以下の目標に沿った共同利用・共同研究を円滑に実施し、広範な天文学の分野における高水準の科学的成果を創出するものである。

- ①遠方宇宙を広い天域にわたって観測することにより、宇宙の大規模構造の起源を解明
- ②太陽系外惑星を探索し、その形成過程や性質を解明
- ③ビッグバン後10億年以内の宇宙初期を観測し、宇宙における天体の形成過程を解明

すばるの特徴は、以下の5点である。<sup>※2</sup>

- ①世界最大級である口径8.2m、厚さ20cm、世界最高精度で研磨された一枚ガラスの主鏡
- ②主鏡のゆがみを自動的に補正する261本のアクチュエータ（能動支持機構）
- ③外部の擾乱を含んだ空気を持ち込まず、内部の熱を効果的に排出できる円筒型ドームの設計
- ④広い視野の観測が可能な主焦点など、4つの焦点を有する世界唯一の大型望遠鏡
- ⑤大口径かつ高精度な非球面レンズや超高感度CCDを用いた観測装置



すばるは、全国の大学等の研究者の共同利用施設として運用されている。観測時間の内訳は、約240夜が一般共同利用<sup>※3</sup>、52夜がハワイ大学、約20夜が突発的天体現象の観測等、約30夜が技術試験としている。

共同利用観測を開始した平成12年12月から平成28年1月までの間、延べ5,025人の研究者がハワイ観測所を訪れている。平成29年8月までに発表された査読論文数は1,715編であり、平成28年は108編の査読論文が出版されている。

国立天文台が運用・計画する望遠鏡と学術上の役割分担は次のとおりである。

※1 すばるは、平成3年度から9年間で建設され、平成12年度から本格運用及び共同利用観測を開始した。

※2 望遠鏡やドームの定期保守や機能更新を行い、常に世界第一線の望遠鏡であり続けている。特に主鏡は、その高い反射率を保つため、新しいアルミニウムの反射膜を再メッキする作業（主鏡再蒸着）を、3年に1回の割合で実施している。また、新たな観測装置の開発を続け、ユーザーのニーズに応じている。

※3 観測プログラムの公募は年2回行なわれ、コミュニティから選出された委員で構成されるプログラム小委員会における公平な審査によって観測プログラムが選定される。

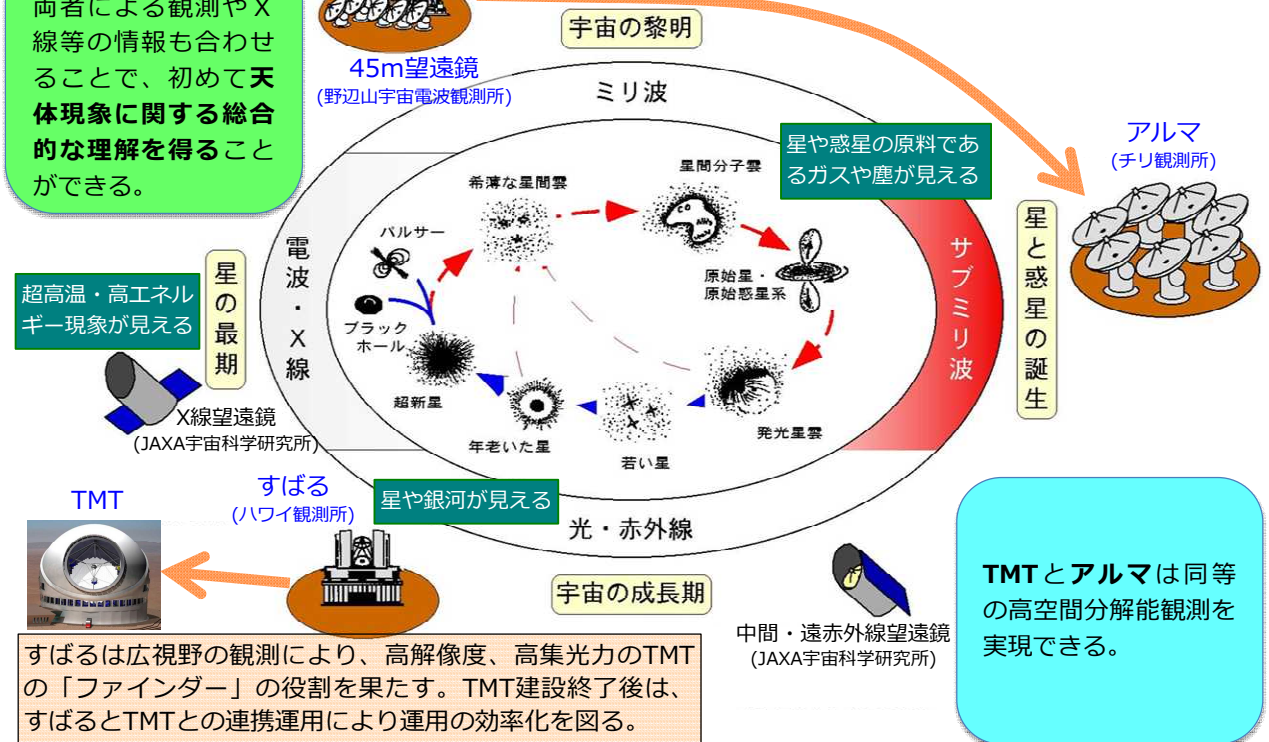
## 国立天文台が運用・計画する望遠鏡と学術上の役割分担

望遠鏡	学術上の役割分担
すばる (光赤外：大型)	広視野観測によりTMTの「ファインダー」の役割を果たす。
TMT (光赤外：大型)	地球型の太陽系外惑星に生命の可能性を探り、時空の彼方にある宇宙最初の星や銀河を観測する。
岡山1.8m光学望遠鏡 (光赤外：小型)	銀河・恒星・太陽系外天体の光学赤外線観測を行うとともに、国内で観測できる望遠鏡として、学生及び院生の教育に活用する。
アルマ (電波：大型)	光や赤外線では見えない天体や宇宙物質を、ミリ波・サブミリ波による高度な観測で捉え、銀河・惑星系の形成過程や生命の起源の解明に挑む。
野辺山45m電波望遠鏡 (電波：中型)	広視野の観測が可能であり、アルマの観測対象天体を選択する「ファインダー」の役割を果たす。

## 国立天文台が運用・計画する望遠鏡と学術上の役割分担

光赤外線望遠鏡と電波望遠鏡では学術的役割が相補的であり、両者による観測やX線等の情報も合わせることで、初めて天体現象に関する総合的な理解を得ることができる。

45m望遠鏡は広視野の観測が可能であり、アルマ望遠鏡の観測対象天体を選択する「ファインダー」の役割を果たす。「ファインダー」としての役割を終えた時点で共同利用運用を終了予定。





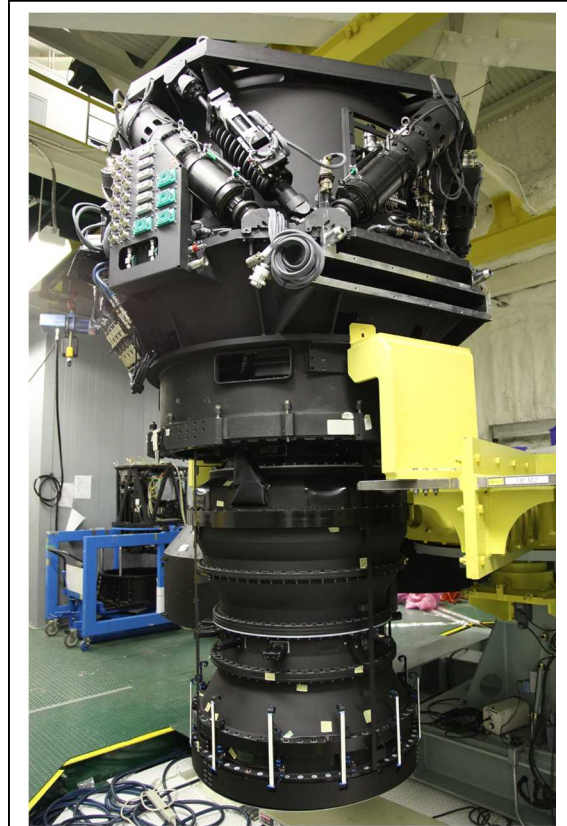
## (2) 実施体制

すばるは、現地に赴任している自然科学研究機構国立天文台の職員20名と、現地の派遣職員75名が協力して共同利用観測の運用を実施している。

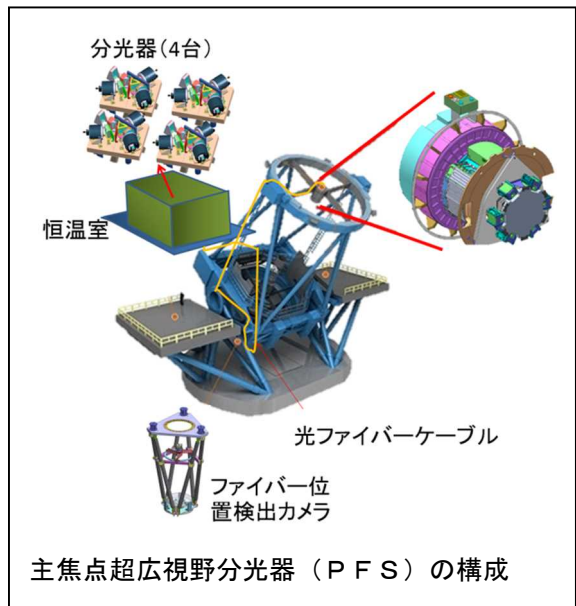
マウナケア山頂を管理するハワイ大学との揺るぎない協力体制を基盤に、観測装置の設計・製作においては、国内外の機関と協力し、事業を確実に推進している。東北大学との多天体赤外線撮像分光装置(MOIRCS)や東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構との超広視野主焦点カメラ(HSC)及び主焦点超広視野分光器(PFS)の共同開発により、世界に類のない広視野観測を実現し、最先端の研究を展開するとともに、高度な技術開発に携わる大学院生の育成に貢献している。

連携研究機関としては、北海道大学、東北大学、東京大学、東京工業大学、名古屋大学、京都大学、神戸大学、兵庫県立大学、広島大学、愛媛大学、鹿児島大学、甲南大学、米国のハワイ大学、プリンストン大学、ケック天文台、台湾の天文及天文物理研究所、カナダのビクトリア大学、ドイツのマックスプランク天文学研究所、オーストラリアのオーストラリア国立大学、国際協力で運営されているジェミニ天文台などがある。

すばるの運用に当たっては、日本国内の代表者と、ハワイ大学天文学研究所の代表者からなるすばる小委員会(Subaru Advisory Committee)が、国立天文台の光赤外専門委員会の下位委員会として組織されており、毎月会合を行って、運用状況を随時報告するとともに、共同利用観測の短期的な課題から、装置開発、望遠鏡時間の配分方針、国際連携に向けた戦略等の中長期的な課題に至るまで、幅広く議論を行って、ハワイ観測所の運用に反映している。また、年1回ユーザーズミーティングを開催し、日本国内の研究者のみならず、マウナケア天文台の近隣望遠鏡及びハワイ大学の代表者も参加して、広くコミュニティに開かれた場で重要な課題を議論している。



超広視野主焦点カメラ(HSC)



主焦点超広視野分光器(PFS)の構成



平成26年9月、日本（国立天文台）、中国（National Observatories of China）、韓国（Korea Astronomy and Space Science Institute）及び台湾（Academia Sinica Institute of Astronomy and Astrophysics）が、東アジア天文台（EAO）を設立した。EAOでは、すばるとの協力関係を結び、平成28年4月には、EAOがすばるの国際共同運用に参加する旨の方針が確認されている。平成29年9月からは、台湾からすばるに技術者が派遣されており、試験的な国際共同運用が開始されている。

国立天文台三鷹キャンパスに設置されているすばる室においては、コミュニティとの連携のための会議開催や観測公募、観測のためのハワイへの渡航手続、リモート観測のサポートなど、共同利用観測を実施するための日本国内における一連の活動を担うとともに、天文データセンターとの協力によって観測データを公開するアーカイブやデータ解析のための計算機環境をサポートしている。<sup>※4</sup>

すばるによる次世代を担う研究者の育成のため、ハワイ観測所では、毎年、総合研究大学院大学による授業の一環としての観測実習や、日本の大学生を対象とした観測体験企画を行い、すばるによる実際の観測とデータ解析の体験機会を提供している。また、データ解析講習会等を、日本やアジア諸国において開催し、大学院生・研究者が、すばるによる観測データを使用した研究に取り組むことを支援している。



すばるユーザーズミーティング

※4 超広視野主焦点カメラ（HSC）については、特に戦略枠プログラムを設け、最先端の大規模観測データによる国際共同研究の機会を国内外の研究者に提供している。また、戦略枠プログラムによる観測データを解析して天体カタログを作成し、これを研究者のみならず、広く社会に公開している。

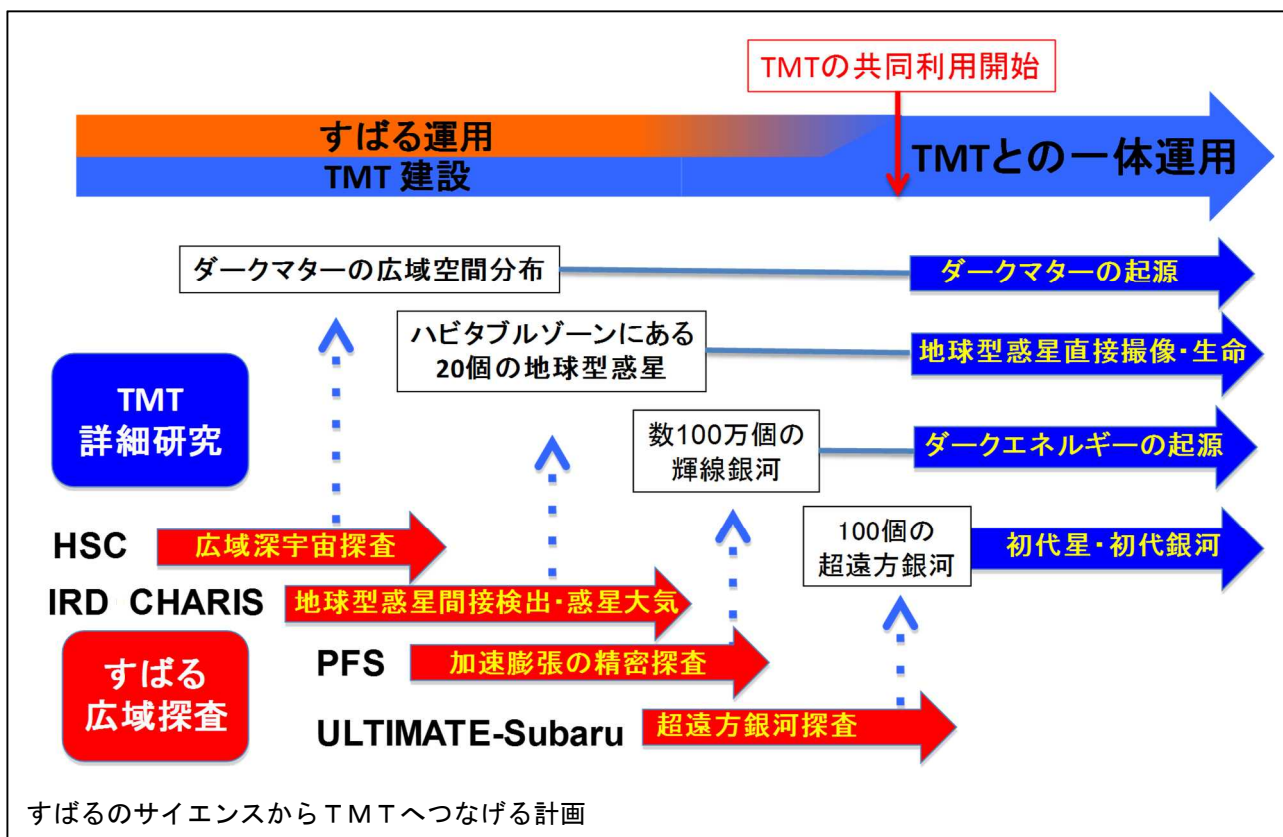
(3) 年次計画及び予算規模

すばるに係る年次計画及び予算規模は次のとおりである。

(年次計画)

計画名称	大型光学赤外線望遠鏡「すばる」の共同利用研究									
実施主体	【中心機関】 自然科学研究機構国立天文台 【連携機関】 北大、東北大、東大、東工大、名大、京大、神戸大、兵庫県立大、甲南大、広島大、愛媛大、鹿児島大、米国（ハワイ大、プリンストン大、ケック天文台）、台湾（天文及天文学研究所）、カナダ（ビクトリア大）、ドイツ（マックスプランク天文学研究所）、ジェミニ天文台 等									
所要経費	建設費総額 約395億円 年間運用経費 26億円	計画期間	建設期間 平成3～11年度、9年計画 運転期間 平成12年度より本格観測 (事前評価 平成2年、中間評価 平成12年)							
計画概要	銀河誕生時の宇宙の姿を探り、太陽系外の惑星の謎に迫るため、米国ハワイ州ハワイ島マウナケア山頂に建設した口径8.2mの大型光学赤外線望遠鏡（すばる）を用いて、国内外の研究者による共同利用観測を推進する。									
研究目標 (研究 テーマ)	1. ビッグバン後10億年以内の宇宙初期を観測し、宇宙における天体の形成過程を研究 2. 遠方宇宙を広い天域にわたって観測することにより、宇宙の大規模構造の起源を研究 3. 太陽系外惑星を直接観測し、その性質を研究 4. 太陽系及び太陽系外の惑星系形成領域を観測し、惑星の形成過程を研究									
年次計画	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32	H33	H34
1. ビッグバン後10億年以内の宇宙初期を観測し、宇宙における天体の形成過程を研究  ・HSCを用いた広域深宇宙探査による、宇宙再電離期の研究。 ・PFSを用いた宇宙の加速膨張探査 ・新AOと赤外装置を用いた超遠方銀河探査	→									
2. 遠方宇宙を広い天域にわたって観測することにより、宇宙の大規模構造の起源を研究  ・HSCを用いたダークマターの大規模広域探査	→									
3. 太陽系外惑星を直接観測し、その性質を研究  ・IRDを用いた地球型惑星探査	→									
4. 太陽系及び太陽系外の惑星系形成領域を観測し、惑星の形成過程を研究  ・HiCIAOを用いた生まれたての惑星探査	→									
5. 運用体制の見直し	TMTに役割が引き継がれる研究テーマ、主焦点に特化した望遠鏡とする運用により終了する研究テーマ等を明確にして、すばるの運用の役割にメリハリをつけるとともに、国際協力等により、運営費の大幅な削減に取り組む。									
	TMTの建設期間（予定）									
評価の実施時期	—	—	—	—	中間評価	—	—	—	期末評価	—

また、将来の30m光学赤外線望遠鏡「TMT」へ向けた準備として、すばるからTMTへつながる以下のようなサイエンスを展開している。



(これまでの予算措置の状況)

建設費 : 394.8億円 (平成3年度～平成11年度までの経費)  
 運転経費・実験経費 : 541.6億円 (平成3年度～平成29年度までの経費)

### 3. 計画の進捗状況

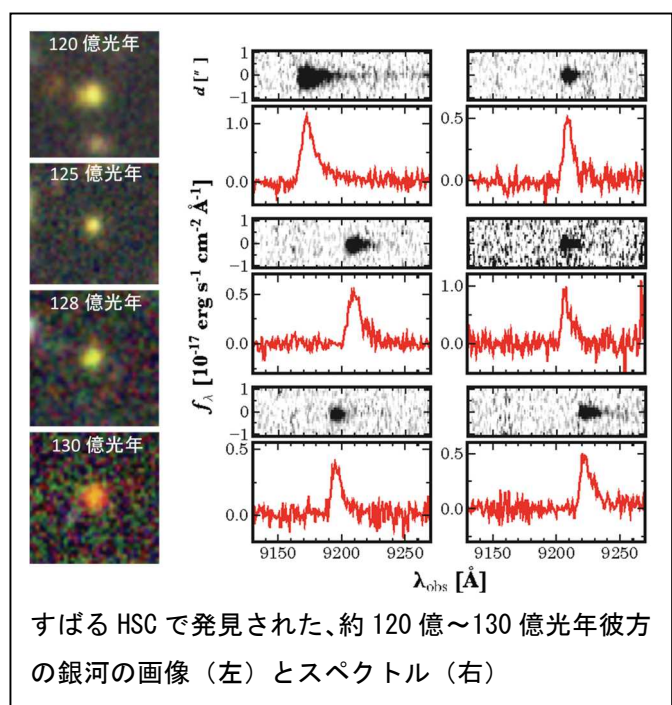
#### (1) 科学目標の進捗状況

科学目標	現在の進捗状況	達成状況
1. ビッグバン後10億年以内の宇宙初期を観測し、宇宙における天体の形成過程を研究	数多くの歴代最遠方銀河の観測や30個を超える超巨大ブラックホールの発見に成功	本研究に必要な広視野撮像能力を達成 ⇒加速膨張宇宙の詳細な観測を平成32年から開始するため、主焦点超広視野分光器(PFS)を開発中
2. 遠方宇宙を広い天域にわたって観測することにより、宇宙の大規模構造の起源を研究	超広視野主焦点カメラ(HSC)の開発に成功し、1,000平方度以上に渡るダークマターの広域地図の作成を開始	HSCの観測からは、既に30編を超える査読論文を出版 ⇒本研究に必要な広視野撮像能力を達成
3. 太陽系外惑星を直接観測し、その性質を研究	世界でこれまで直接撮像された11個の系外惑星のうち3つがすばるによる発見	第2の木星の直接撮像に成功⇒系外惑星を直接撮像するために必要な感度とダイナミックレンジを達成
4. 太陽系及び太陽系外の惑星系形成領域を観測し、惑星の形成過程を研究	原始惑星系円盤を高分解能で観測し、腕や溝などの惑星形成と関連する構造を多数発見	50編を超える査読論文を出版 ⇒本研究に必要な空間分解能を達成

#### (2) 遠方銀河の観測について (科学目標1及び2)

すばるでは、主焦点カメラの広視野を活かした遠方銀河の観測を推進してきた。その結果、最遠方銀河の観測記録を更新し、平成18年2月から平成23年4月までの間、最遠方銀河トップ10を独占した。こうした成果は、この分野で活躍する若手研究者の輩出や、数多くの受賞（仁科賞、東レ科学技術賞、日本学士院賞、Tinsley Scholar、文部科学大臣表彰若手科学者賞、井上学位賞）につながっている。

こうした主焦点カメラの成果は、すばるの次期計画に大きなインパクトを与え、主焦点カメラの後継機として、7倍の視野を持つ超広視野主焦点カメラ(HSC)の開



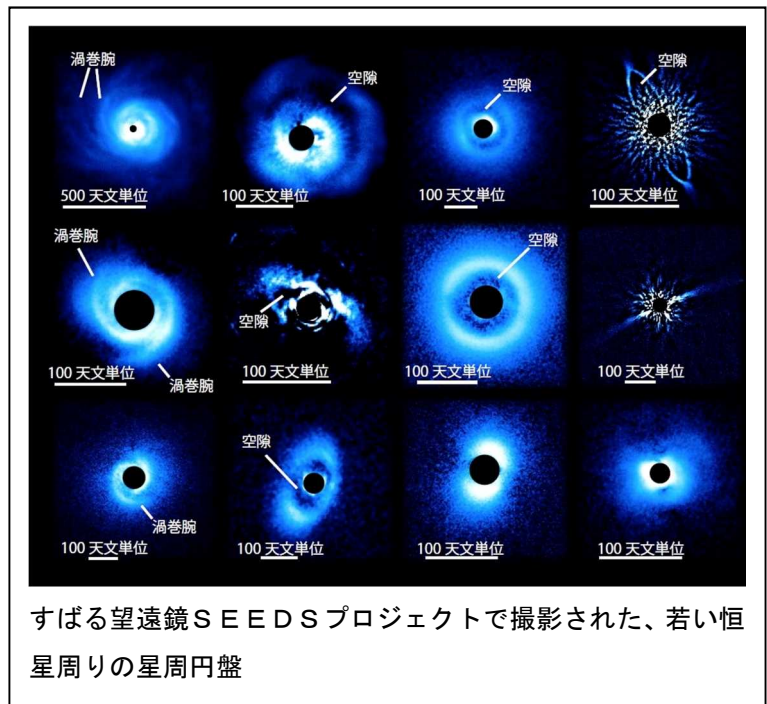


発が行われた。開発は、東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構、高エネルギー加速器研究機構、米国プリンストン大学、及び台湾中央研究院との共同で行われた。HSCの超広視野は、遠方銀河の観測において絶大な威力を発揮し、120億光年から130億光年の距離に55万個以上の遠方銀河を発見するに至っている。これまでの観測では1,000個程度のサンプルを得るのが限界だったが、HSCではこれまでの500倍以上の遠方銀河を検出することができた。

このように大量の遠方銀河のサンプルを得ることで、統計的議論の精度が非常に高くなり、赤方偏移ごと、すなわち時間ごとの進化を正確に決定できるようになった。特に、明るい銀河に関しては、その数密度が低く、統計的議論の精度が悪かったが、大量のサンプルを得ることで、明るい銀河がどのくらい存在するのか明らかとなり、その物理的性質や宇宙再電離への寄与などに関する解明が大きく進むものと期待される。すばるでは、5年間で300夜の時間を投入するすばる戦略枠プログラムが進行中であり、HSCを用いた広域深宇宙探査が劇的に進むことが期待される。

### (3) 系外惑星・惑星系形成領域の観測について（科学目標3及び4）

すばる戦略枠プログラムの一環として推進したSEEDSプロジェクトでは、5年間で約120夜、高コントラストコロナグラフ撮像装置(HiCIAO)を活用し、太陽近傍の約500個の恒星について、周囲の星周円盤や系外惑星の高解像度観測を行った。この観測に当たっては、すばるの極限補償光学システム(SCEAO)を駆使し、空隙構造や渦巻腕構造など、様々な構造を持つ星周円盤のイメージを得ることに成功した。これにより、こうした構造が、惑星形成過程と密接な関係にあることを明らかにした。



現在、これまでにない高い精度で恒星のふらつきを測定可能にする近赤外線ドップラー分光装置(IRD)の試験観測を開始しており、低質量星の周りにおける地球型惑星の検出を目指す150晩規模のサーベイ観測を計画している。

また、すばるでは、これまで3個の系外惑星の直接観測に成功している。その中でも、平成26年に発見されたGJ504bは、これまでに発見された惑星の中で最も木星質量に近い、「第2の木星」とも呼べる画期的なものである。

直接観測における1回きりの撮像では、たまたま背景に写りこんだ無関係の星と誤認す

る可能性がある。研究チームはG J 5 0 4 bを7回にわたって観測し、背景星でないことや、その主星G J 5 0 4に対して軌道運動することを確認した。惑星と主星までの見かけの距離は4.4天文単位で、海王星の軌道半径より大きく、冥王星の軌道半径に匹敵することも確認した。

直接観測の長所は、惑星を「発見」するだけでなく、同時に「特徴づける」ことも可能なことである。複数の赤外線波長による撮像観測から、この天体は温度が絶対温度で約500度（摂氏230度）と非常に低温であること、また、特異なカラーを持つことも明らかとなった。これらは、この巨大惑星の大気についての重要な情報をもたらすと考えられている。

#### （4）宇宙における物質進化の研究について（科学目標4）

国立天文台、大阪教育大学、名古屋大学、京都産業大学などの研究者からなる研究チームは、リチウム<sup>※5</sup>の起源の研究に取り組んでいる。平成25年8月に現れた新星爆発をすばるで観測し、リチウムがこの新星で大量に生成されていることを突き止めた。リチウムを生成・放出している天体が直接的に観測されたのは今回が初めてである。

重元素が増えてきた現在の銀河系でも、リチウムの量が急速に増大しているなど、宇宙（銀河系）のリチウムには、寿命の長い低質量星起源の成分があることが以前から推測されていた。新星爆発はそのような低質量星が進化してできる天体であるため、有力な候補の一つとして上げられていたが、証拠が今まで得られていなかった。今回の観測によって、リチウムが新星爆発によって形成される強固な裏付けを得ることができ、天文学者が今まで推測していたビックバンから現在までに至る物質進化モデルが、大枠で正しいことが示された。

#### （5）ダークマターの観測について（科学目標1及び2）

宇宙は、天体のほとんどが、光を発しない「ダークマター（暗黒物質）」で構成されているため、従来の観測方法では、全貌を捉えることが困難である。これを克服する有望な方法の一つが、「重力レンズ効果」を用いたダークマター観測<sup>※6</sup>である。

国立天文台、東京大学などの研究者からなる研究チームは、すばるの超広視野主焦点カメラ（HSC）の性能試験観測で取得した2.3平方度のデータを用いて、重力レンズ解析を行ったところ、わずか約2時間の露出時間にも関わらず、画像には無数の銀河が写し出された。研究チームはこれら微光銀河の形状を精密に測定し、ダークマターの分布を調べた結果、銀河団規模のダークマターの「かたまり」が9つ、この観測領域で検出された。別の望遠鏡で得られた多波長画像からも、HSCで特定された「かたまり」に対応する銀河団が見つかり、HSCの観測データによる重力レンズ解析と、結果として得られる「ダークマター地図」の信頼性が確認された。

※5 リチウムは、水素、ヘリウムに次いで3番目に軽い元素であり、星以外にも様々な天体や現象によって生成されると考えられている。例えば、ビックバン時の元素合成では、水素、ヘリウムに並んで少量のリチウムが生成されるほか、宇宙線と星間物質の反応、超新星爆発などによっても生成されることがわかっている。

※6 ダークマターの集まりがあると、それより遠方にある銀河の像は、重力レンズ効果で変形をする。逆にこの変形量を調べることで、ダークマターの分布を調べることができる。広い天域で多数の銀河を観測し、像の歪みから手前にある天体の形成の進行度を調べることで宇宙膨張史に迫り、そして最終的にはダークエネルギーの強さ、そしてそれがどのように時間変化するかなどの性質を推定することが可能となる。

また、光で見える銀河の分布と、重力レンズによって解き明かされたダークマターの分布を直接比較することにより、ダークマターが銀河形成や進化にどのような影響を及ぼすのか調べることができる。

広島大学の研究者を中心とする研究チームは、HSCを用いて、かに座にある「DLS領域」と呼ばれる天域を撮像観測し、ダークマターの質量分布図を作成するとともに、米国の望遠鏡を用いて、距離ごとに銀河分布の断層写真を作成することなどにより、赤方偏移（＝宇宙の異なる時代）ごとに銀河の分布が、ダークマターの質量分布図とどの程度類似しているのか調べた。これにより、遠方銀河団（50億光年先）の周りにおける星形成銀河の分布が、近傍銀河団（30億光年先）の周りにおける星形成銀河の分布に比べ、より質量分布図と一致していることが判明した。このことは、遠方に行くと、宇宙の泡構造に対する星形成銀河の寄与が、より顕著になるという変化を捉えたことである。すなわち、「ダークマターの集積→銀河形成→星形成による銀河進化→星形成停止」というシナリオが観測的に確認されたということである。



HSCで観測された天体画像の一部（大きさ14分角×8.5分角）と、解析で得られたダークマター分布図（等高線）

#### （6）社会や国民からの支持を得るための取組、情報発信の状況

国立天文台ハワイ観測所では、社会や国民からの支持を得るため、研究者のみならず、広く情報発信を行っている。特に、大学共同利用機関として、大学と共同による情報発信を重視し、近年の科学成果発表のほとんどが、大学との共同発表である。更に、平成28



年度には、大学と共同による公開講演会を2回開催し、合計500名以上の来場者を得た。その一方、近年大幅に普及しているソーシャルメディアの活用にも力を入れている。

また、ハワイ地元からの支持や支援を得るための活動にも力を入れている。ハワイ観測所では、平成16年から、マウナケア観測所群で唯一、山頂施設の一般見学ツアーを実施している。また、イミロア天文学センターと提携した普及活動や、マウナケア観測所スタッフ約100名が地元の学校（小学校から高校まで）を訪れるジャーニー・スルー・ザ・ユニバースなど、地元のイベントにおいても、ハワイ観測所が大きな貢献を果たしている。

### ハワイ観測所による情報発信

	平成25年	平成26年	平成27年	平成28年
科学成果発表	13件	10件	12件	9件
取材対応	19件	18件	27件	35件
ウェブサイト訪問数	362,420	321,115	330,314	459,956
ツイッターフォロワー数 (平成28年時点)	—	—	—	約34,000
ヒロ山麓施設での講義 (遠隔講義も含む)	33件 (2,095人)	36件 (2,333人)	38件 (1,244人)	34件 (1,341人)
ハワイでの出前授業・講演会	86件 (2,385人)	37件 (1,133人)	72件 (1,947人)	59件 (1,613人)
イベント	6件 (2,840人)	8件 (5,940人)	8件 (6,715人)	13件 (6,675人)
山麓見学	50団体 (526人)	41団体 (451人)	67団体 (393人)	40団体 (398人)
山頂見学(一般&特別)	1,253人	1,214人	923人	1,048人

## (7) 年次計画における「プロジェクト推進に当たっての留意事項等」への対応状況

年次計画においては、「プロジェクト推進に当たっての留意事項等」として、以下の内容を掲載している。

### 「プロジェクト推進に当たっての留意事項等」

- ① すばる望遠鏡による共同利用研究については、「大型研究計画に関する評価について（報告）『30m 光赤外線望遠鏡（TMT）計画』（平成24年9月 科学技術・学術審議会学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会）の留意事項（※）を踏まえた見直しを行うことが必要。  
※ すばる望遠鏡のプロジェクトの見直しに当たっては、ハワイ観測所として両望遠鏡の一体的な運用を図る観点から、TMT望遠鏡は高感度の望遠鏡として、すばる望遠鏡は広視野の望遠鏡として役割分担を進めていく。更に、すばる望遠鏡について、主焦点に特化した望遠鏡とすることで運用を簡素化するとともに、諸外国との国際共同運用を進めて運営負担の軽減を図るなど、効率的な運営体制の構築が必要である。
- ② 中間、期末評価については、TMT計画の進捗状況（平成25年度着手）を踏まえつつ、すばる望遠鏡の運用体制の見直しに当たっては、中間評価、平成33年度に期末評価（平成34年度以降の年次計画を含む）を実施する。
- ③ 今後の運用に当たっては、1) 外部資金の獲得による観測装置の開発、2) アジア諸国との共同運用、3) 観測装置の機能の特化など、運用経費の削減が不可欠である。
- ④ TMTが完成した段階で、すばる望遠鏡の運営経費の確保に配慮しつつ、大規模学術フロンティア促進事業の枠組みから外す方向で検討する。

### ①すばるとTMTの一体的な運用について

平成24年9月、国立天文台は次の方針を表明しており、これに基づき、②及び③に示すすばるの観測装置に係る機能の特化に向けた取組を推進している。

### 「すばるとTMTの一体的な運用に向けた基本方針」（平成24年9月 国立天文台）

- 現在、TMTの建設の日本の分担分を進めているTMT推進室は、TMT完成後にはハワイ観測所に統合する。
- 現在、すばる望遠鏡の共同利用運用を行っているハワイ観測所の枠組みを使って、TMTの日本分の観測時間及びすばる望遠鏡の共同利用運用（観測提案の募集・観測時間の割り当て、ユーザサポート）その他の活動（観測装置開発、広報・普及活動、事務管理など）を行う。
- TMTの望遠鏡運用はTMT国際天文台が行い、日本が製造を担当した望遠鏡本体構造等の保守への支援にはハワイ観測所があたる。

### ②主焦点への特化に向けた取組について

すばるでは、経費削減の一環として観測装置の機能特化、とりわけ主焦点への特化を進めてきている。主焦点への特化は、現時点において想定されているすばるとTMTの一体的な運用に向けて、すばるの広視野を活かし、TMTとの役割分担を明確化するという意味合いも含んでいる。

主焦点への特化に向けた取組の軸となるのが、超広視野主焦点カメラ（HSC）の開発とその運用である。HSCは、従来の主焦点カメラの7倍以上の視野を持ち、すばるの広視野観測能力を飛躍的に向上させるものであり、TMTの高感度・高解像度による観測能力を補完する役割を果たす。

また、主焦点に取り付ける新たな観測装置として、主焦点超広視野分光器（PFS）の開発が、7か国諸機関の国際協力によって進められている。PFSは、平成32年度から

運用を開始する予定であり、これに向けては、HSCとともに、定期的なコラボレーション・ミーティングやサイエンスワークショップにおいて、共同利用・共同研究の推進に係る検討が進められている。

更に、HSCを用いた観測開始に伴い、天候状況等に応じて柔軟に観測プログラムを切替えるキュー観測方式や、日本からネットワークを通じて観測に参加するリモート観測方式を導入し、全体で外国旅費34%の削減を実現している。

なお、新たな補償光学システム(AO)とその能力を活かす新たな赤外線観測装置の開発については、平成32年度からの運用に向けて、現在、東北大学及びオーストラリア国立大学との協力により、レーザーガイド星システムの更新、及びAOシステムの性能向上を進めるとともに、主焦点に可変鏡を導入して広視野を実現する新補償光学システム(AO)の概念検討を進めている。

これらの取組により、すばるの主焦点への特化は着実に進捗している。

### ③-1) 観測装置の機能特化に向けた取組について

主焦点への特化と並び、観測装置の機能特化の取組として、既存装置のデコミッション(停止)が進められている。既存装置のデコミッションに当たっては、観測者のニーズや意見を十分に把握した上、各装置の論文生産率や故障率など、様々な観点から吟味し、どの装置をデコミッションするのか決定している。その結果、平成28年度にはファイバー多天体分光器(FMOS)、平成29年度には主焦点カメラ(Suprime-Cam)の運用を終了した。

これらにより、ハワイ観測所の消耗品費が62%削減、観測装置維持費が22%削減されている。また、人員を増やすことなく、HSCやPFSの受入れや運用が可能となっている。

なお、デコミッションされた装置の機能が必要な場合は、相互に観測時間を交換している他国の望遠鏡(ケック望遠鏡、ジェミニ望遠鏡)を用いることが想定されている。

### ③-2) 外部資金の獲得による観測装置の開発について

ハワイ観測所では、すばるに係る観測装置の機能向上や新規観測装置の開発について、基本的に外部資金の獲得によって進めている。

## すばるの装置開発を可能にした主な外部資金

種目等	代表者	金額 (円)	天文台 受入額(円)	期間	観測装置
特別推進研究	家正則	7.2億	7.2億	2002-2006	A0188+LGS
特別推進研究	田村元秀 (東大)	5.2億	4.0億	2010-2014	IRD
特定領域研究	田村元秀	2.0億	2.0億	2004-2008	HiCIAO
特定領域研究	唐牛宏	7.9億+4.9億	7.9億+0.5億	2006-2012	HSC
新学術領域研究	林正彦	5.8億	4.4億	2011-2015	CHARIS

新学術領域研究	村山齊 (東大 IPMU)	15 億 (うち 4.3 億)	1.6 億	2015-2019	PFS
基盤研究 (S)	有本信雄	1.7 億	1.7 億	2011-2014	MOIRCS
基盤研究 (S)	秋山正幸 (東北大)	1.6 億	約 1 億	2017-2021	A0188+LGS
最先端研究開発支援プログラム (FIRST)	村山齊 (東大 IPMU)	30 億	9.4 億	2009-2014	HSC、PFS
寄付金	米プリンストン大	10 億	10 億	2008-	HSC

### ③-3) アジア諸国をはじめとする各国との国際共同運用に向けた取組について

ハワイ観測所では、運用経費削減の一環として、国際共同運用の体制整備を図っている。アジア諸国をパートナーと想定して、先述の日本、中国、韓国、台湾による東アジア天文台 (EAO) を設立したほか、すばるの観測装置開発等で交流のあるオーストラリア、カナダも国際共同運用のパートナーと想定して協議を進め、オーストラリアからは平成 29 年～平成 30 年の間、資金及び現物による貢献を得られている。

## 4. 計画の進捗評価と今後の留意点

### (1) 計画の進捗状況を踏まえた評価

#### ①プロジェクトの進捗状況について

すばるは、平成12年の本格運用開始以来、光赤外全般にわたる多くの成果を創出し、日本の天文学を世界の第一線へと押し上げることに貢献した。これにより、国際的に高い認知度を得て、国内外の研究者との共同利用・共同研究が広がり、海外の諸機関との連携や多数の優れた人材の輩出などが進んでいる。また、限られた予算の中、国内外からの外部資金の獲得に努め、新たな技術開発による先端的な観測の開拓を実現してきている。

近年、超広視野主焦点カメラ（HSC）の導入とともに、広域深宇宙探索、系外惑星観測、惑星系形成領域観測、ダークマター観測等へ対象を特化することにより、遠方銀河の検出や、「第2の木星」の発見、新星によるリチウム生成の直接観測、ダークマターの質量分布図の作成など、世界に同規模の望遠鏡が数ある中、実に特徴的な成果を創出している。

以上のように、すばるが長期にわたって卓越性を保っていることは、すばる論文総数に占める高被引用論文（被引用数が上位1%もしくは10%の論文）数の割合<sup>\*7</sup>が高いことから認められる。

現在、主焦点超広視野分光器（PFS）の開発が順調に進んでおり、HSCと合わせた運用では、各国の将来計画も含めて他の望遠鏡では実現し得ないユニークな広視野観測を可能にし、特に暗黒エネルギーや銀河考古学などの研究において、国際的なリーダーシップを発揮するものと期待される。また、こうした観測データが、解析された後に品質を高めてアーカイブ及び公開される環境が整っており、今後一層、関連分野による新たな共同利用・共同研究につながるものと考えられ、天文学、ひいては人類の自然理解の最前線を切り拓き続けるものと期待される。

#### ②プロジェクトの実施体制について

本プロジェクトが掲げる4つの科学目標の達成に向け、国際的な装置の整備状況や学術動向を見据えつつ、国内外の諸機関と所要の技術開発や、相補的な観測に係る協働体制が構築されている。

また、東アジア天文台（EAO）がすばるの国際共同運用に参加する旨の方針が確認されており、またオーストラリア及びカナダとの連携協力も順調に進んでいる。特に、オーストラリアからは人材面及び資金面における貢献を得るなど、日本の運用費の削減にまで至っている。こうした国際共同運用の取組は、大型研究プロジェクトの推進に係る先駆的な事例と認められ、引き続き、その充実が期待される。

100名近い職員（うち国立天文台派遣約20名）によって現地の運用が行われ、年間約240夜の一般共同利用が滞りなく推進されている。一般共同利用に係る観測プログラムの公募は、年2回行われ、コミュニティから選出された委員で構成されるプログラム小委員会の厳正な審査の下、3.4倍の高い倍率の中、優れた提案のみが採択されている。

また、すばる小委員会においては、毎月、共同利用観測の短期的な課題から、国際連携戦略等の中長期的な課題に至るまで、幅広く議論を行って運用に反映しているほか、すば

<sup>\*7</sup> Clarivate Analytics 社の提供する Web of Science (文献データベース) に収録されている論文に基づく。

る室においては、共同利用観測を実施するための日本国内における一連のサポートを担うなど、大学共同利用機関として、すばるが広く国内外の研究者の共同利用・共同研究に供されるよう、必要な体制整備が図られている。

### ③学術的意義と波及効果について

4つの科学目標の達成に向けた観測、研究が、着実に推進されている。遠方宇宙等の観測により、天体の形成過程やダークマターの広域分布を明らかにしたことは、物理法則の根幹の理解につながる成果である。太陽系外惑星等の観測により、惑星系及び惑星の形成過程を明らかにしたことは、系外惑星研究の発展、ひいては生命の起源の理解や地球外生命研究の潮流につながる成果である。

また、超広視野主焦点カメラ（HSC）による観測からは、従来の500倍以上の数の遠方銀河の検出に成功し、これら大量サンプル（大規模データ）に基づく天文学の発展に道を拓き、多数の査読論文の出版につながっている。今後、主焦点超広視野分光器（PFS）と合わせることで、世界的にも特徴的な広視野観測を実現することが期待される。これは、TMTの竣工以降も変わらない特徴であり、日本が宇宙論的観測において、引き続き世界のリーダーシップをとる上で重要なものである。更に、最先端の観測装置の研究開発に当たり、天文学はもとより、光学や高エネルギー物理学などの様々な分野研究者が共同する体制は、参画する大学等の技術力向上に貢献するとともに、目指すサイエンスに対して自ら求める技術を作り上げるといふ、学術の新たな姿勢を構築するに至るものである。

以上のように、宇宙、自然の根源的な理解につながる最前線を切り拓く成果を創出しており、社会や国民の科学への興味、関心につながるものと期待される。

### ④社会的意義と波及効果について

すばるによる成果の報道は、様々な手段、場面でたびたび行われており、国民の興味、関心が高まっていると推察される。広く国民にも公表される観測データは、遠方銀河や惑星探索などのテーマ性もあり、自然の謎や魅力を伝えることができている。特に、小・中学生、高校生の好奇心を引き起こし、科学を志す動機につながるものと期待され、天文学にとどまらず、科学や文化の普及、向上に貢献するものと考えられる。

また、すばるに係る高度な観測装置の製作、維持等に当たっては、研究者と企業との共同研究によって世界的にも新しい技術開発が行われ、産業界における技術の向上や人材の育成に貢献している。超広視野主焦点カメラ（HSC）に係る大面積CCDチップや、その製作技術及び補償光学技術は、バイオイメージングや医療用イメージングに応用可能なものであるほか、大量の観測データに係る処理技術は、データ科学の先端的な応用として期待される。

ハワイの地において、日本が、最先端の技術とそれに支えられる科学を通じて、国際的に貢献していることは、日本の国際的な地位の向上とともに、社会や国民からの支持につながっているものと考えられる。

以上を総合的に勘案すると、本プロジェクトは概ね順調に進捗していると評価できる。

## (2) 今後の事業の推進に当たっての留意点

以上の進捗状況を踏まえ、今後のプロジェクトの推進に当たっては、以下の点に留意が必要である。

### ① 30m光学赤外線望遠鏡（TMT）との一体的な運用について

現時点において想定されているすばるとTMTとの一体的な運用に向けては、天文のサイエンスにおいて、短期的な成果目標の設定に困難を伴うものの、TMTが竣工するまでの間、すばるが世界最先端の望遠鏡群の一つであることに鑑み、日本の世界的な競争力の維持、向上につながるよう、すばるの持つ特徴、強みを最大限発揮して最先端の成果を目指す具体的な科学目標（アウトカム）の早期設定が必要である。

科学目標の達成に向け、すばるの機能維持・向上、観測装置の開発、観測データの取得と解析、それらに基づく研究、それぞれのバランスにおいて、限られた予算、人員に配慮しつつ、何がどこまで必要なのか（アウトプット）を明らかにすることが望まれる。

また、この検討の中では、サイエンスの面に限らず、国内外の諸機関との連携協力を進めて外部資金の更なる獲得を図ることや、直面する施設・設備の老朽化対策、TMTとの一体的な運用に向けたハワイ観測所の体制の見直しなども勘案されるべきである。

更に、TMTの竣工後、大規模学術フロンティア促進事業の枠組みから外れることが見込まれていることを視野に入れ、ハワイ観測所としてすばるとTMTの両望遠鏡を一体的に運用する観点から、引き続き、互いの役割分担を進めるとともに、すばるの主焦点への特化による運用の簡素化、及び海外諸国との共同による運用負担の更なる軽減を図るなど、効率的な運営体制を構築する必要がある。

なお、TMTにおいては、実施主体によらざる予期せぬ事由があったことから、その年次計画の見直しを行う場合には、TMTと一体的な運用を図るすばるの年次計画についても、見直しが必要となる。

### ② 若手研究者の育成について

若手研究者は、海外諸国との共同研究や共同運用の現場において、中核的な役割を担うなど、国際的な環境の中で世界の研究者と伍して競争と協調を進める力が培われている。その効果は、すばるによる高被引用論文数シェア等のかたちで見取ることができる。このため、若手研究者自身による研究時間の確保や、キャリアパスの形成・展開など、その自主性に基づく取組に対し、一層配慮する必要がある。

### ③ 研究成果の発信について

国立大学の法人化以降、個々の大学として研究成果を社会や国民に発信することが、特に求められている。また、大学共同利用機関である国立天文台においては、すばるをはじめとする観測施設・設備を、大学の基礎研究力の向上に役立てることが強く求められ、その役割を、学术界や社会に示すことが必要である。このため、研究成果について、国立天



文台と大学の研究者が、それぞれどのような役割を担っているのか、整理して示すことが必要である。これにより、天文コミュニティや関連分野のコミュニティに対して、国立天文台における新たな共同研究への参画に結び付けていくことが期待される。

なお、TMTについては計画が遅延しているため、今後時期を改めて行われるTMTの進捗評価に併せ、TMTとの一体的な運用を目指すすばるについても改めて進捗評価を行うこととし、これら留意点への対応状況と、TMT運用開始までの間におけるすばるの運用方針を確認することとする。

## 備考（用語解説等）

### ○ 近赤外線ドップラー分光装置（IRD：Infrared Doppler instrument）

太陽より小さい、星の周りを回る地球型惑星を探すための高分散分光器。星からの光を近赤外線波長ごとに細かく分解した強度（スペクトル）を測定することによって、星のふらつきを測定。ふらつきの測定によって惑星の重さや公転周期の決定が可能。

### ○ キュー観測

従来の望遠鏡の観測スケジュールでは、観測するプログラムを予め割りつけておくが、このような方式では、悪天候や観測条件が悪い時などに、別の適切なプログラムに切り替えるのが難しく、観測時間が無駄になることもある。これに対して、キュー観測と呼ばれる観測方式では、天候状況などに応じて柔軟に観測プログラムを切り替え、観測時間の無駄をできるだけ少なくすることができる。

### ○ ケック望遠鏡

ウィリアム・マイロン・ケックが設立したケック財団からの寄付を受けてハワイ島マウナケア山頂に建設された、2台の光学赤外望遠鏡。主鏡の大きさ（口径）は10メートル。カリフォルニア天文学研究協会（California Association for Research in Astronomy）が運用。

### ○ 高コントラストコロナグラフ撮像装置

（HiCIAO：

High Contrast Instrument for the Subaru next generation Adaptive Optics）

HiCIAOは、明るい天体のすぐ近くにある暗い天体の画像を撮影する装置で、太陽系外の惑星や原始惑星系円盤の発見に威力を発揮する。現在すばるに取り付けられている同様の装置よりも10倍以上暗い天体を撮影することができる。

### ○ サーベイ観測

広い天域や多数の天体を対象にした観測のことで、個別の天体ではなく、統計的に天体の性質を理解する研究を可能にする。広い視野をもつすばるはこのような観測を得意とする。

### ○ 30m光学赤外線望遠鏡（TMT：Thirty Meter Telescope）

日本（国立天文台）、米国（国立科学財団、カリフォルニア大学、カリフォルニア工科大学）、中国（国家天文台）、インド（TMT連携機構）、カナダ（天文学大学連合）の5カ国の国際協力プロジェクトとして、ハワイ州マウナケア山頂域（標高4,012m）に、現

在の世界最大の望遠鏡をはるかに上回る口径30mの超大型望遠鏡TMTを建設する。これによって地球型系外惑星における生命の兆候探査、銀河誕生期の宇宙史の解明、ダークエネルギーの性質の解明など、広範な研究を画期的に推し進めることを目的としている。

#### ○ SEEDSプロジェクト

平成21年に完成した高コントラストコロナグラフ撮像装置(HICIAO)と補償光学装置AO188を用いて、約500個の太陽近くの恒星のまわりの惑星や星周構造を直接検出することを目指すプロジェクト。国立天文台・東京大学が中心となって推進。プロジェクトメンバーは約120名で、その3分の2が国内の関連研究者、3分の1が米欧の関連研究者からなる国際共同プロジェクト。

#### ○ ジェミニ望遠鏡

アメリカ、イギリス、チリ、オーストラリア、アルゼンチン、ブラジルの国際共同プロジェクトとして、ハワイ島マウナケア山頂とチリ中部のパチョン山に建設された、2台の光学赤外望遠鏡。主鏡の大きさ(口径)は8.1メートル。現在は、アメリカ、カナダ、チリ、アルゼンチン、ブラジルが運用。

#### ○ 次世代広視野補償光学系と新赤外線装置

補償光学は、地球大気ゆらぎをリアルタイムで測定し、鏡の形状を変化させて、天体像をより鮮明にする技術である。現在の補償光学系では同時に天体像を補正できる空の面積は限られているのに対し、複数のレーザー光源による人口の星を使い、かつ望遠鏡の第2鏡を可変形鏡とすることで、従来の200倍以上の広い視野でシャープな天体像を得ることができる。この次世代広視野補償光学系の能力を活かす広視野の新たな赤外線観測装置を開発し、超広視野主焦点カメラ(HSC)、主焦点超広視野分光器(PFS)と並ぶすばるの主力観測装置として整備することは、2020年代においてもすばるが国際的な競争力を維持し、TMTと相補的な役割を果たす上で極めて重要である。

#### ○ 主焦点カメラ(Suprime-Cam)

主焦点に取り付ける観測装置で、満月とほぼ同じ大きさの広い視野を一度に撮像することが可能である。銀河の誕生・進化や宇宙構造の研究、太陽系外縁部の小天体の探査等で優れた成果を創出。約7倍の広視野化を果たした超広視野主焦点カメラ(HSC)の定常運転に伴い、2017年度に運用を終了。

#### ○ 主焦点超広視野分光器(PFS: Prime Focus Spectrograph)

PFSは、すばる主焦点に2,400本の光ファイバーを並べ、同時に多数の天体を観測できる分光装置であり、暗黒エネルギー、銀河考古学、銀河進化などの研究に威力を発揮することが期待される。東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構(IPMU)が全体計画をとりまとめ、国立天文台が望遠鏡インターフェースを担当し、他にアメリカ、台湾、フランス、ブラジル及びドイツが参画し、研究計画を推進している。

○ 太陽系外惑星（系外惑星）

太陽以外の恒星を周回する惑星。平成7年に発見が報告されて以来、急速に研究が進み、これまでに2,000を超える惑星系候補がみついている。惑星は木星のような巨大ガス惑星と、地球のような岩石惑星に大別される。地球型の系外惑星は生命の存在可能性を探るうえで重要なターゲットであり、すばるなどの地上望遠鏡や宇宙望遠鏡で探査が行われている。一方、生命探査のためには地球型系外惑星の直接撮像が必要となり、TMTなど次世代望遠鏡の課題となっている。

○ 多天体近赤外撮像分光装置

(MOIRCS : Multi-Object Infrared Camera and Spectrograph)

近赤外線用としては巨大な400万画素の検出器を2個搭載し、広い視野を撮像する能力を持った赤外線用デジタルカメラであり、同規模の大型望遠鏡では世界で初めて近赤外線の波長域で一度に多数の天体の分光観測を可能にした装置である。この機能により観測効率が劇的に向上し、遠方銀河の研究に威力を発揮している。

○ 超広視野主焦点カメラ (HSC : Hyper Suprime-Cam)

HSCは、すばる主焦点に設置される1.5度の超広視野角をもつ可視光カメラであり、これまでに大きな成果を挙げた30分角の視野角を持つSuprime-Camの約10倍の視野を持つ。この装置で宇宙の広い範囲の極めて多数の天体を同時に観測することができ、宇宙における暗黒物質の分布、宇宙初期の銀河、太陽系の外側の天体などの研究に画期的な進展をもたらすことができる。

○ 秒角

角度の単位で、1度の3,600分の1に対応する角度。どれだけ細かいものを見分けられるかという、望遠鏡の解像度（視力）を表す指標としても使われる。

○ ファイバー多天体分光器 (FMOS : Fiber Multi Object Spectrograph)

FMOSは、主焦点の広い視野（30分角）の中で400個もの天体を近赤外線と同時に分光観測できる装置である。星団中の褐色矮星、遠方宇宙の銀河やクエーサーなど、様々な天体を統計的に研究する場面で威力を発揮する。

○ レーザーガイド星機能つき波面補償光学装置 (LGS/AO188)

大気の影響による星像の乱れを実時間で補正し、望遠鏡の持つ最大の解像力（回折限界）を実現する装置である。レーザーガイド星生成機能（LGS）と188素子波面補償光学装置（AO188）を備え、平成23年から運用を開始した。この装置を使用すれば、ハッブル宇宙望遠鏡を凌駕する解像力が得られる。

## 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

(委員)

栗原和枝 東北大学未来科学技術共同研究センター教授

(臨時委員)

伊藤早苗 九州大学理事・副学長  
※井本敬二 自然科学研究機構理事・副機構長、生理学研究所長  
大島まり 東京大学大学院情報学環教授  
川合知二 大阪大学産業科学研究所特任教授  
小林良彰 慶應義塾大学法学部教授  
鈴木洋一郎 東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構特任教授  
原田慶恵 大阪大学蛋白質研究所教授  
横山広美 東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構教授

(専門委員)

田村裕和 東北大学大学院理学研究科教授  
新野宏 東京大学大気海洋研究所教授  
松岡彩子 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所准教授  
※観山正見 広島大学特任教授  
安浦寛人 九州大学理事・副学長

#### 評価に御協力いただいた専門家（アドバイザー）

井上一 明星大学常勤教授  
國枝秀世 名古屋大学審議役  
永原裕子 東京工業大学地球生命研究所フェロー

(敬称略、五十音順)

※ 井本委員、観山委員は、「大型光学赤外線望遠鏡『すばる』の共同利用研究」の利害関係者であるため、評価には参加していない。