

評価の論点整理(事務局案)

注) 第1回評価検討会での議論および追加のご意見を踏まえ、評価結果(原案)の形式で整理しています。

赤字は文部科学省に事実関係の確認が必要な事項として質問している項目です。

平成 29 年 3 月 10 日
評価専門調査会 評価検討会

1. 総合評価

天文学において世界トップクラスの研究を進めるためには、大型望遠鏡等のインフラ整備が必要不可欠であるものの、現在の我が国の財政状況を鑑みると、我が国単独で実現できるような状況にはない。こうした中、アルマ計画は、日本・米国・欧州の国際共同事業として進めた結果、世界最高水準の研究基盤を整備するという目的を達成し、今後の世界トップクラスの研究成果が期待される。また、米国および欧州と対等な立場で、かつ我が国の高い技術力を背景に我が国の存在感を示しながら建設が進められるなど、アルマ計画に参加した意義は十分にあったものと評価できる。

ただし、更なる研究の推進、天文学の発展のためには、今回得られた知見を、今後のアルマ望遠鏡の運用、天文学関連の政策・施策につなげていくことが重要である。

個別の項目について、以下に示す。

(1) 科学技術的成果等

南米チリの標高 5,000m のアタカマ高地という過酷な自然条件の中、我が国の高い技術力(※1)を結集して 2014 年にアルマ望遠鏡を完成させ、世界最高水準の電波天文の研究基盤を整備することができた。

また、アルマ望遠鏡完成から 3 年という短い期間にも関わらず、高解像度・高感度性能を遺憾なく発揮しており、「宇宙初期の銀河形成を理解する上で極めて重要な発見」や「太陽の 3 億倍の質量を持つ超巨大ブラックホールの発見」など、日本の研究者による顕著な研究成果が出始めている。また、その成果は科学論文として既に 499 本(日本からは 82 本で世界第 2 位)発表され、今後も世界トップクラスの研究論文発表が増加するものと大いに期待されるなど、科学技術的成果があったものと評価できる。

ただし、現時点では、アルマ望遠鏡を使った天文学において、我が国としての重点を置くべきサイエンスの領域が不明確である。研究者の独創性に留意しつつも、我が国として戦略を持って研究を進めることも必要である(※2)。

※1 欧米に対して高い技術力の内容を文部科学省に確認中。

※2 日本チームとしてのこれから 30 年間の研究戦略について文部科学省に確認中。

(2) 国際共同プロジェクトにおける我が国の存在感

(我が国の高い技術力)

米国および欧州に2年遅れて参加したことで、機器仕様が米国および欧州により決められてしまうなど、不利な状況からのスタートであったにも関わらず、米国および欧州に先駆けて第1号アンテナを完成・導入している(※3)。また、米国および欧州が実現できなかったACAを実現し、アンテナ配列設計や使い方を決定するとともに、アルマ望遠鏡の最高周波数帯であるBand10(787-950GHz帯)において要求性能を満たす受信機を世界で初めて開発し、いまだに我が国以外では実現できていないなど、アルマ計画では、我が国の高い技術力を背景(※1)に、世界に対して我が国の存在感を十分に示すことができたものと評価できる。

※3 2年の遅れをどのようにして取り戻したのかを文部科学省に確認中。

(東アジア地域でのリーダーシップ)

台湾・韓国と東アジア・アルマを構築し、東アジア地域での連携を深めている点、台湾の研究活動を支援している点、東アジア・サイエンスワークショップなどによりユーザーコミュニティをけん引している点などから、東アジア地域での電波天文学でのリーダーシップを発揮しているといえる。

(観測時間の確保)

2年遅れで参加した段階で、先行していた米国および欧州の建設費用増加により、我が国の費用負担割合が減ったにも関わらず、そのあおりを受けることなく、計画当初の費用負担割合と同じ25%の観測時間を確保したことは評価できる。

(3) 世界トップクラスの人材育成

世界トップクラスの欧米の天文学研究者たちとの共同利用観測を通じた協力と競争、合同アルマ観測所への定期的なスタッフの派遣、博士号取得者の欧州トップクラス研究機関への移籍や学会賞の受賞などを通じて、若手研究者が世界の舞台で活躍した天文学者に育成されつつあるものと評価できる。

また、米国および欧州との厳しい折衝に対応できるプロジェクトマネージャ、海外スタッフを統率できるマネージャ、世界に通用するシステムエンジニア、研究成果を全世界に発信できる広報担当者など、国際プロジェクトを推進するために必要な人材が育成されているものと評価できる。

ただし、世界最高水準の研究施設で世界トップクラスの成果を出し続けるためには、世界トップクラスの研究者を継続的に輩出することが重要であり、そのための戦略を持った人材育成が必要である。また、効果的な人材育成方策とするためには、その効果・効用を常に把

握し、人材育成方策の改善につなげる必要がある。(※4)。

※4 人材育成方策の効果・効用の把握に係る文部科学省の考えを確認中。

(4) 技術の利活用について

(天文学分野での利活用)

アルマ計画で開発された●●の技術については、アルゼンチンからの引き合いがあるなど、今後は他の国の大型望遠鏡への採用が期待される。また、我が国が開発した△△の技術については、TMT計画の重要部品である「望遠鏡本体」および「主鏡」の開発にも活かされているなど、天文学分野での利活用が進んでいるものと評価できる(※5)。

※5 海外への展開予定、TMTに活かされた具体的な技術を文部科学省に問合せ中。

(他用途での展開)

アルマ計画に採用された我が国の極低温冷凍技術は、開発企業により他用途目的で世界に広がりつつある。また、高感度電波観測技術も、今後の技術改良とコストダウン等により用途開拓が進むことが期待されるなど、アルマ計画で培われた技術が他の用途に展開されつつあるものと評価できる。

(5) その他

(社会・国民の支援を得るための取組み)

アルマ計画の活動内容や進捗状況、研究成果を新聞や科学雑誌などの媒体を通じて広く発信している点、施設見学会や観測会、講演会を定期的な開催して我が国およびチリの地元住民とのコミュニケーションを継続的に実施している点などから、アルマ計画に対する国民・住民の支援を得るための活動が進められているものと評価できる。

ただし、中高生やアマチュア愛好家など、他のサイエンスと比較してすそ野の広がりが期待される天文学の分野で、アルマ計画が果たすことが期待される効果・効用が十分把握されていない(※4)。

(今後の運用・整備計画)

TMT計画を含めた大型望遠鏡等の整備・運用計画において、アルマ計画の位置付けは明確となって(※6)いるものと評価できる。

※6 30年の運用期間中、アルマ望遠鏡が世界最先端の価値ある望遠鏡であり続けることはできるのかについて文科省に確認中。

(得られたマネジメント面での知見とその活用)

アルマ計画を通じて大型望遠鏡整備・運用について今後活かすべきマネジメント面での知見として、#####が得られ、得られた知見が#####のように活かされている。(※7)

特に、国際共同研究事業への参画を通して、我が国が海外に遅れている国際共同研究事業のプロジェクトマネジメント面の手法、例えば、#####(※8)などの知見が得られている。

ただし、アルマ計画関係者間、我が国が参画している他の国際共同研究プロジェクト間での知見の共有が十分でない面がある(※9)。

※7 具体的な内容を文部科学省に問合せ中。

※8 海外が我が国よりも進んでいるプロジェクトマネジメント手法を文部科学省に問合せ中。

※9 マネジメント面のナレッジ化の状況を文部科学省に確認中。

2. 指摘事項

総合科学技術・イノベーション会議として、以下の事項を指摘する。

(1) 研究戦略の立案

天文学のような学術研究においては、研究者の独創性を阻害しない研究支援体制等が極めて重要であるものの、多額の国費を投入している大型プロジェクトであることに鑑み、国として目標とするサイエンスの領域(※2)を明確化し、戦略を持った上で研究を推進していくことにより、我が国の天文学が世界のトップクラスを維持していくという視点も重要である。

また、戦略を持った研究を推進するためには、大型望遠鏡等のインフラの計画的な整備・運用が必要であるものの、我が国の厳しい財政状況を踏まえた対応が求められる。

このため、文部科学省と国立天文台は、他の大型望遠鏡等の研究動向を踏まえつつ、アルマ望遠鏡による今後の研究戦略を早急に立案すべきである。ただし、一度決定した研究戦略に固執しすぎることなく、研究の進捗状況や世界的な研究動向等を踏まえ、必要に応じて変更するなどの柔軟な対応が必要である。

(2) 世界トップクラスの人材育成

今後30年間世界トップクラスの研究を続けるためには、世界トップクラスの研究者を継続して輩出し続けていくことが重要であり、そのための世界トップクラスの研究者からアマチュア天文家等のすそ野までを含めた人材育成の方法を考える必要がある。

また、効果的な人材育成方策とするためには、発現した、もしくは発現するものと想定し

ている効果・効用（アウトカム）が、想定通りのものなのかどうかを検証していく必要がある。このため、文部科学省は、人材育成の効果・効用について、モニタリング・評価する方法を検討し、継続的に把握するための努力をすべきである(※4)。

例えば、アルマ計画に関係した若手研究者のキャリアの追跡調査、大学での研究室数、大学院生数、ポストクの雇用者数の増加、中学生や高校生など将来の天文学者予備軍による活動や天文学会ジュニアセッションでの研究発表数の増加など、天文学分野におけるトップランナーからすそ野の広がりまでを含めての効果・効用の把握などが考えられる。

（3）開発技術の展開と利活用

アルマ計画の成果は、国立天文台と参画企業の双方の技術への挑戦により実現されたものであり、その結果として、参画企業は多数の特許を取得している。文部科学省は、アルマ計画を通じて開発された世界最先端の技術を有効活用すべく、参画企業による開発技術の天文分野のビックサイエンスや他の産業用途への展開、さらにパブリシティへの利活用の状況を把握する(※10)とともに、その促進について関係機関や関係企業と連携すべきである。

※10 現状で把握できるパブリシティの状況把握を文部科学省に依頼中。

（4）国際研究プロジェクト間でのマネジメント面の知見の共有

国際研究プロジェクトを成功させるため、我が国の存在感を示していくため、研究活動を効率的に行うため、あるいは、同じ失敗を繰り返さないため等の観点から、アルマ計画および他の国際プロジェクトで得られたマネジメント面の知見を共有することが重要である。このため、文部科学省と国立天文台は、得られたマネジメント面の知見をアルマ計画の関係者、また、他の国際研究プロジェクトの関係者との間で共有するための方策を検討・実施すべきである(※9)。

一方で、国際研究プロジェクトにおける事件・事故に迅速に対応できないことが国際的な信頼関係の瓦解や我が国の存在感の低下につながりかねないというリスクを想定して、文部科学省は、国際研究プロジェクトにおける不測の事態に柔軟に対応できるようにするための対策(※11)を検討・実施すべきである。

※11 不測の事態が発生した際に柔軟に予算を確保できない理由を文部科学省に確認中。