

総合科学技術・イノベーション会議が実施する  
国家的に重要な研究開発の評価

「アルマ計画」の事後評価結果

平成29年4月21日

総合科学技術・イノベーション会議

# 目次

1. はじめに .....	1
2. 評価の実施方法 .....	2
2. 1. 評価対象 .....	2
2. 2. 総合科学技術・イノベーション会議による事前評価等の実施 .....	2
2. 3. 評価目的 .....	2
2. 4. 評価方法 .....	2
3. 評価結果 .....	4
3. 1. 総合評価 .....	4
3. 2. 指摘事項 .....	5
参考1 評価専門調査会委員名簿 .....	7
参考2 評価検討会委員名簿「アルマ計画」 .....	8
参考3 審議経過 .....	9

# 1. はじめに

総合科学技術・イノベーション会議は、内閣府設置法の規定に基づき国家的に重要な研究開発の評価を行うこととされており、その実施に関しては、「総合科学技術・イノベーション会議が実施する国家的に重要な研究開発の評価について」（平成17年10月18日総合科学技術会議決定、平成26年5月23日一部改正）（以下、「評価に関する本会議決定」という。）を定めている。

この「評価に関する本会議決定」において、事前評価を実施した研究開発については、事後評価を実施することとしており、また、評価に当たっては、あらかじめ評価専門調査会が、専門家・有識者の参加を得て、府省における評価の結果も参考に調査検討を行った上で、総合科学技術・イノベーション会議が、その報告を受けて結果のとりまとめを行うこととしている。

「アルマ計画」は、文部科学省が平成16年度から実施している研究開発であり、総合科学技術会議（当時）は平成15年11月に事前評価を実施し、その後、平成17年8月にフォローアップとして、事前評価で指摘された事項への対応状況等の確認を行っている。

今般、総合科学技術・イノベーション会議は、当該研究開発の事後評価を実施した。まず、評価専門調査会において専門家・有識者の参加を得て調査検討を行った上で、その調査検討の結果を踏まえて評価を行い、その結果をここにとりまとめた。

総合科学技術・イノベーション会議は、本事後評価結果を公表するとともに、文部科学大臣に通知し、本事後評価結果の政策・施策への反映を求めることとする。

## 2. 評価の実施方法

### 2. 1. 評価対象

- 名称：「アルマ計画」
- 実施府省：文部科学省
- 実施期間：平成16年度から平成25年度までの10年間  
(当初予定：平成16年度～平成23年度)
- 予算額：建設費：約251億円、運用経費：約30億円／年
- 事業内容：

本研究開発は、南米チリの標高5,000mのアタカマ高地に、米欧が担当した直径12mのアンテナ50台と、日本が担当した撮像性能を高度化するためのアタカマ・コンパクト・アレイ(ACA)システム(12m×4台、7m×12台)からなる干渉計型の巨大電波望遠鏡を、日米欧の国際協力により建設するものである。また、最大16kmの基線長で、ハッブル宇宙望遠鏡を10倍上回る0.01秒角の空間分解能を実現し、これにより、光や赤外線では見えない天体や宇宙物質をミリ波・サブミリ波観測で捕え、宇宙・銀河・星・惑星系の誕生過程や宇宙の歴史の解明に寄与することを目的としている。

- 実施機関：自然科学研究機構 国立天文台

### 2. 2. 総合科学技術・イノベーション会議による事前評価等の実施

総合科学技術会議(当時)は、平成15年に事前評価、平成17年にフォローアップを行い、以下の評価結果等を得ている。

- ▶ 平成15年11月25日の事前評価では、アルマ計画を速やかに推進することが適当であるとしているものの、「参加遅れによる不利の克服」、「我が国の特長を活かした研究の推進」及び「国民への説明責任」への対応が必要であると指摘している。
- ▶ 平成17年8月4日の事前評価フォローアップでは、事前評価の指摘事項に沿った対応が図られていることを確認している。

### 2. 3. 評価目的

総合科学技術・イノベーション会議は、事前評価やそのフォローアップの結果等を踏まえた当該研究開発の実施状況等を検証し、その結果を公表することにより総合科学技術・イノベーション会議としての説明責任を果たすとともに、文部科学省等による当該研究開発成果の政策・施策への活用や、次の段階の研究開発への展開等を促進することを目的として評価を実施した。

### 2. 4. 評価方法

「評価に関する本会議決定」に基づき、評価専門調査会が文部科学省等における評価結果も参考として調査検討を行い、その結果を受けて総合科学技術・イノベーション会議が評価

を行った。

評価専門調査会における調査検討は、「総合科学技術・イノベーション会議が事前評価を実施した研究開発に対する事後評価の調査検討等の進め方について」（平成21年1月19日 評価専門調査会決定、平成26年7月4日一部改定）に基づき、評価専門調査会の会長が指名する有識者議員及び専門委員、同会長が選考した専門家・有識者から構成された評価検討会により、研究開発成果、その効果、マネジメントの実施状況等について文部科学省からヒアリングなどを行い、その上で評価専門調査会が評価結果（原案）としてとりまとめた。

## 3. 評価結果

### 3.1. 総合評価

今回の評価では、科学技術的成果、国際共同事業として我が国の存在感を示すことができたか、世界トップクラスの人材を育成できたか、アルマ計画で培われた技術の利活用が図られているか、マネジメント面での得られた知見がその後に活かされているか、国民への説明責任等の観点で評価を行い、全ての観点において、目標とする成果をあげており、また、それに伴う効果・効用が発現しているものと概ね評価できる。評価できる事項のうち、特筆すべき点は以下の通りである。

#### 1) 我が国の高い技術力の結集により世界最高水準の研究基盤の構築に大きく貢献した。

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、欧米の主要国を含めて一つの国が単独で研究を進めるのではなく、大型望遠鏡等のインフラ整備を含めて、国際的な協力と競争を通じて研究を行う時代となっている。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られ、世界最高水準の研究基盤の整備を達成している。

とりわけ、南米チリのアタカマ高地の過酷な自然条件の中、アンテナ技術やサブミリ波受信技術など我が国の高い技術力を結集して、平成26年にアルマ望遠鏡を完成させ、電波天文学における世界最高水準の研究基盤を整備することができた。これにより、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、「私たちの地球がある太陽系がどうやってできたのか」という、人類の世界観に関わる重要なテーマに迫る成果として「若い星周辺の塵円盤に海王星程度の質量の惑星がすでに誕生している可能性を示す」など、日本の研究者による顕著な研究成果が出始めており、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）発表されている。また、今後も世界トップクラスの研究論文が継続的に発表されていくものと大いに期待でき、以上から科学技術的成果があったものと評価できる。

#### 2) 我が国の高い技術力を背景に我が国の存在感を示した。

アルマ計画は、野辺山電波望遠鏡やすばる望遠鏡で培った技術や経験、特に我が国が世界をリードしているサブミリ波に関する技術を活かして参画したものであり、また、本計画の素案は我が国が最初に提唱し、開発準備の段階では我が国がリードしていたものである。結果として、米国及び欧州に2年遅れて参加したものの、その間もアルマ望遠鏡の建設に向けた準備を進め、予算決定後には速やかに建設に着手し、アルマ望遠鏡全体のアンテナの中で、米国及び欧州よりも先に第1号アンテナを完成・導入している。また、米国及び欧州のみでは実現できなかった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この性能を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) 世界で活躍できる天文学者が育成されている。

世界トップクラスの米国及び欧州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の研究機関への移籍などを通じて、天文学分野において世界で活躍できる若手研究者が育成されつつあるものと評価できる。加えて、人材育成面で国際的な貢献を果たしているものとも評価できる。

また、米国及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。

一方で、我が国の天文学が世界最高水準を維持していくためには、解決すべき課題が残されており、今回得られた知見を、今後のアルマ望遠鏡の運用及び他の天文学関連の政策・施策につなげていくことが重要である。詳細は、以下の「3. 2. 指摘事項」に示す。

## 3. 2. 指摘事項

### (1) 世界をリードするための戦略を持った研究の推進

アルマ計画は多額の国費を投入している国際大型プロジェクトであることから、我が国の天文学が世界トップクラスの研究成果を継続的に創出していく、またはフロンティアを開拓する観点から研究が進められるべきである。

このため、世界的な研究動向を十分に分析し、これから開拓すべき最先端の分野やそこへ至る道筋等についての天文学コミュニティでの議論をけん引するとともに、優れた成果を創出する研究者の育成、アンテナ技術や情報通信技術等の更なる技術開発に取り組むなど、我が国としてどうすれば世界の天文学をリードできるかを常に意識した戦略性を持った研究を推進していくべきである。

### (2) 継続的な人材育成方策

アルマ望遠鏡が運用される今後約30年間及び更にその先において、我が国が世界トップクラスの研究を継続していくためには、国際的に天文学コミュニティで高く評価される研究者を輩出し続けていくことが重要である。また、現在の天文学は、ビッグデータ解析の知識や、望遠鏡や受信機開発などの工学的知識も求められることから、天文学以外からの優秀な研究者の参入、逆に天文学の研究者が研究を通じて身に着けた知識・経験を土台に他の分野に移っていくなど、多様なキャリアパスが用意されることにより

研究者の流動性が高まり、その結果として、天文学分野の研究者の水準が向上していくものである。さらに、研究者予備軍となる中高生やアマチュア天文家等のすそ野までを含めた人材育成方策を考える必要がある。

このため、継続的に人材を輩出していくための人材育成方策を検討・実施するとともに、人材育成の効果・効用についてモニタリングや評価の方法を検討し、継続的に効果・効用を把握することにより、その後の人材育成方策の改善につなげていく努力をより一層行うべきである。

### (3) 開発技術の展開と利活用

国立天文台と参画企業の双方の挑戦によりアルマ計画を通じて開発された技術は多数の特許として結実し、天文学分野での利活用や他用途目的での展開が始まっている。

引き続き、関係機関や関係企業との連携を深め、参画企業による開発技術に関した天文分野のビックサイエンス、他の産業用途への活用状況及び技術広報の状況を把握して、日本発の世界最先端技術の産業界等での有効活用の促進について取り組んでいくべきである。

### (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、アルマ計画及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プロジェクト間で共有すること、またそれを組織として蓄積していくことが重要である。

このため、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取り組みを更に充実させるべきである。

また、国際研究プロジェクトにおける不測の事態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、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を検討・実施すべきである。



## 参考1 評価専門調査会委員名簿

平成29年3月28日現在  
(敬称略)

(議員)

会長	久間 和生	総合科学技術・イノベーション会議議員
	原山 優子	同
	上山 隆大	同
	小谷 元子	同
	橋本 和仁	同

(専門委員)

天野 玲子	国立研究開発法人防災科学技術研究所 審議役
荒川 薫	明治大学 総合数理学部 教授
石田 東生	筑波大学 システム情報系社会工学域 教授
上野 裕子	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 主任研究員
梅村 晋	トヨタ自動車株式会社 基盤材料技術部長
江村 克己	日本電気株式会社 取締役執行役員常務兼CTO
尾道 一哉	味の素株式会社 常務執行役員
門永 宗之助	Intrinsics 代表
北村 隆行	京都大学大学院 工学研究科長及び工学部長
庄田 隆	第一三共株式会社 相談役
白井 俊明	横河電機株式会社 マーケティング本部フェロー
角南 篤	政策研究大学院大学 副学長・教授
関口 和一	日本経済新聞社 編集委員
西島 正弘	昭和薬科大学 学長
菱沼 祐一	東京ガス株式会社 燃料電池事業推進部長
福井 次矢	聖路加国際大学 学長・聖路加国際病院院長 京都大学 名誉教授
松岡 厚子	独立行政法人医薬品医療機器総合機構 規格基準部テクニカルエキスパート
松橋 隆治	東京大学大学院工学系研究科 教授
安浦 寛人	九州大学 理事・副学長

## 参考2 評価検討会委員名簿「アルマ計画」

平成29年3月10日現在  
(敬称略)

久間 和生	総合科学技術・イノベーション会議 議員 (評価専門調査会長)
原山 優子	総合科学技術・イノベーション会議 議員
上山 隆大	総合科学技術・イノベーション会議 議員
座長 角南 篤	政策研究大学院大学 副学長・教授 (評価専門調査会専門委員)
國枝 秀世	名古屋大学 副総長・大学院理学研究科 教授
滝 順一	日本経済新聞社 編集委員
原 勉	浜松ホトニクス株式会社 常務取締役中央研究所長
満田 和久	宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 教授
三宅 明	キヤノン株式会社 光学機器事業本部 LS オプティクス開発室室長
横山 広美	東京大学大学院 理学系研究科 准教授

### 参考3 審議経過

平成28年

11月30日 第119回評価専門調査会  
評価検討会設置の確認

平成29年

1月26日 第1回評価検討会  
文部科学省からの研究開発成果等の聴取・質疑、追加質問事項  
の抽出委員からの評価コメントに基づき論点を整理

3月10日 第2回評価検討会  
追加質問事項に対する文部科学省からの回答の聴取、再質疑論  
点に基づき調査検討結果（案）を取りまとめ

3月28日 第120回評価専門調査会  
評価に係る調査検討結果の報告、評価結果（案）の検討

4月21日 第29回総合科学技術・イノベーション会議  
評価結果（案）に基づく審議と評価結果の決定