

**ALMA 計画の社会経済効果の評価
(サマリー)**

平成 14 年 9 月

株式会社 野村総合研究所

1. 本調査の目的

本調査はチリのアタカマ砂漠で建設が計画されている ALMA 計画に関して、日本が参加することの社会経済に対するインパクトを評価することを目的としている。ALMA 計画は電波天文学の発展や宇宙空間での新しい発見を主目的に建設が予定されている電波天文台であるが、その計画の壮かさや最新鋭機器を必要とすることなど学問分野以外にも様々な分野に対して多大な影響を及ぼすことが考えられる。本調査では野村総合研究所が第三者機関として幅広く日本の ALMA 計画参加のインパクトを評価するものである。

2. 評価のフレーム

日本が ALMA 計画に参加することのインパクトを、大きく「産業・経済」「国際貢献」「学問」「国民の関心」の4つの分野に分割して検討する。前述したように、そもそも ALMA 計画は天文学を中心としたサイエンスの発展を主目的に建設される施設であるが、世界的に見て超高性能機器の開発生産が必要になること、IT 産業など様々な産業に成果がスピルオーバーする可能性が高いことから、日本の産業・経済面に及ぼすインパクトを検討する必要がある。

また ALMA はチリで建設が予定されているため、日本がこれに参加すれば日本からチリに対する科学技術支援の一環にもなりうる。更に ALMA が日本国内で有名になれば日本とチリ間の交流が人・物・金・情報面で更に進展することも期待できる。そのため「国際貢献」という意味でのインパクトも検討する必要がある。

更に、ALMA はそもそも天文学を中心としたサイエンスの発展を意図して作られるものであるため、「学問」分野に対するインパクトを検討する必要がある。加えて、ALMA 計画は宇宙空間というサイエンスの中でも国民全体に親しみやすいトピックを扱っていることから、国民の関心

を純粋に刺激するインパクトも検討する必要がある。

具体的には、上記4つの分野についてそれぞれ下記の表に記述してある項目を評価する。

表 ALMA 計画の社会経済効果項目

		効果分類		
A. 産業・経済	事業効果	1	部品の開発・生産に関する財・サービス調達・研究開発がもたらす経済波及効果	企業の売上増 雇用者所得 / 雇用者数の増加
		2	開発された技術や研究成果が他の産業分野における製品開発を促進する効果	サブミリ波技術のスピルオーバー 高速信号処理技術のスピルオーバー 高精度加工技術のスピルオーバー
		3	研究開発の機会獲得とナレッジ蓄積	
	施設効果	4	関連出版産業への波及効果	
		5	天体望遠鏡産業に対する波及効果	
B. 国際貢献		6	チリでの経済波及効果の誘発（建設波及効果）	
		7	日本とチリの国際交流を深める効果	
C. 学問		8	天文学分野における新たな成果を生み出す効果	
		9	天文学分野に新たな領域を生み出す効果	
		10	科学分野における国際協力プロジェクトのモデルとなる効果	
		11	技術の発展を途絶えさせない効果	
		12	若手研究者を集め、育成する効果	
		参考	天文学の使命を果たす効果	
D. 国民の関心		13	国民の知的好奇心を満たす効果	
		14	科学に対する国民の関心を高め、主体的参加を促す効果	
		15	日本国民としての自信・誇りを持たせる効果	

3. 評価（結論）

ALMA 計画は建設事業の乗数 = 投資対効果が 2.1 と大きく日本経済にとって歩留まりの高いプロジェクトである。また ALMA 計画を通じて

実現化される技術・機器等は今後の日本経済を牽引する様々な産業分野にスピルオーバーすることが予想される。更に ALMA 計画に日本が参加し国民に対してその知名度が高まれば、国民の関心の向上を通じて出版・マスコミ産業や天体望遠鏡産業など関連産業の活性化につながる可能性は大いにある。よって、ALMA 計画は短期的に見た経済対策（建設効果）としても、また中長期的に技術大国日本を世界に知らしめる意味でも大変効果の大きいプロジェクトだと言える。

更に ALMA 計画はチリで建設されるプロジェクトであり、世界各国が参加するビッグプロジェクトであることから、中進国チリに対する国際支援という側面と世界各国と協働するパイロットモデルになるという側面も持っている。特に日本は JICA 等を通じて「南南協力（開発途上国から開発途上国への支援）」にも注力しており、ALMA を通じてチリの技術力が向上し、チリから周辺国（ボリビア等）への技術支援が行われることでラテンアメリカ諸国間の国交改善にも間接的に寄与する。チリ政府はこのような事情も含めて日本の参加を熱望している。

ALMA 計画はそもそも天文学を中心としたサイエンスの発展を意図してつくられるものであり、学問の発展に対する寄与は言うまでもなく存在する。更に言えば、ALMA 計画はその計画内容の壮大さ、奇抜さ（チリの標高 5,000m 地点の砂漠に約 80 台のアンテナを設置するという内容）で十分日本国民の関心を引く、あるいは国民に対して夢を与えることが予想され、国民の自信回復や子供の理科離れなど近年問題となっている事象に何らかのインパクトを与えられ考えられる。

このように ALMA 計画は本来の目的である学問分野だけでなく産業経済分野、国際貢献、日本国民としての誇りの回復といった側面でも大きな効果が期待できるプロジェクトである。また投資タイミングについては、ALMA 計画をとりまく不確実性がかなり低下し、かつ欧州及び北米が参加を決定している状況を鑑みれば、日本にとってはなるべく早く

参加するほどより効果を大きくすることが可能となる。

4．産業・経済への効果

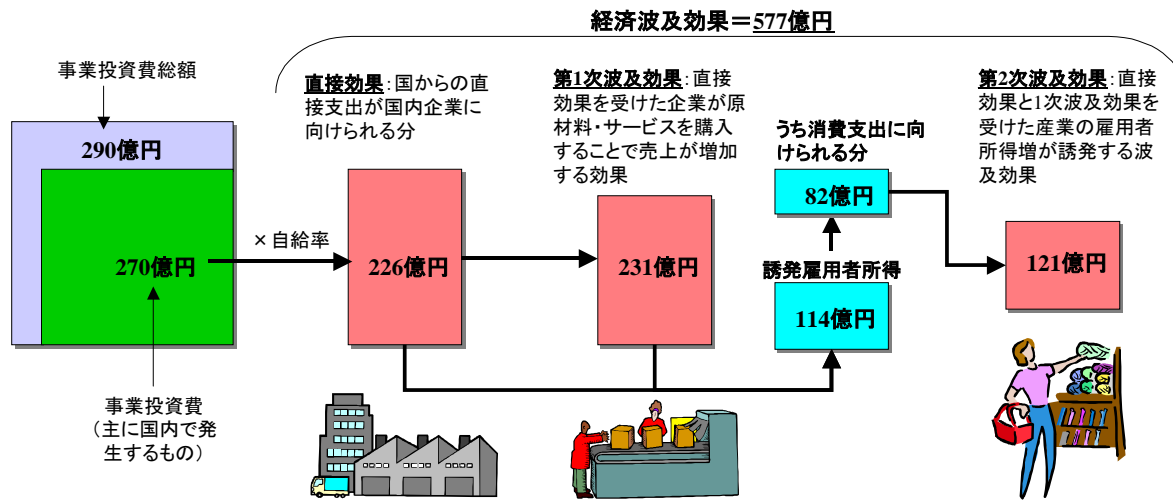
ALMA の建設事業がもたらす経済波及効果

ALMA の建設に伴って様々な部品・機器等が生産されるが、これは企業側から見れば受注増を意味する。ALMA に直接関係する製品・サービスは、産業間の取引構造を通じて更にその原材料・サービスの需要を喚起することで波及効果を生み出す。本調査ではこの波及効果推計に当たって実証経済分析の代表的手法である産業連関分析を実施した。

本調査では野村総合研究所の方で ALMA 建設投資額のうち主に国内で発生する投資額をおよそ 270 億円と想定し波及効果の推計を行った。その結果日本経済に直接・間接にもたらす生産誘発額は 577 億円、乗数（投資額に対する生産誘発額の比）は 2.1 と推計された。効果を受ける主な産業は、「電子・通信機器」産業：約 229 億円、「教育・研究」産業：約 13 億円である。2.1 という乗数は非常に大きく日本国内の経済に対する歩留まりが大きいことを意味する。

またこの生産誘発額に伴って日本で誘発される雇用者数は約 3,200 人、誘発される雇用者所得額は約 148 億円である。これらの効果は建設事業からもたらされる効果であり、短期的に実現する効果である。よって ALMA 計画は、短期的な経済活性化施策としても十分その役割を果たすことが期待できる。

図 ALMA 計画の建設事業が日本にもたらす経済波及効果



ALMA の技術や製品が他領域にスピルオーバーする効果

ALMA には様々な部品が使用されている。これらの部品には従来には得られなかった高精度、高機能が求められ、その実現のためには新規技術の開発や研究が行われている。

新規技術が用いられている主要構成要素は「アンテナ」、「受信装置」、「相關器」および「インフラ」であり、これらは機能別に「サブミリ波技術」、「高速信号処理技術」、「高精度加工技術」の3つに分類される。

サブミリ波技術は基礎的技術の範疇に入る未開拓の技術であるため、ALMA 技術の中ではもっとも応用範囲が広く、情報通信、医療、環境等、多くの分野の応用技術に波及すると考えられる。とくに情報通信分野では近年の携帯電話の普及等により未利用周波数帯域の開拓ニーズは急速に高まっており、周波数の逼迫状況に対して新たな取り組みが求められる

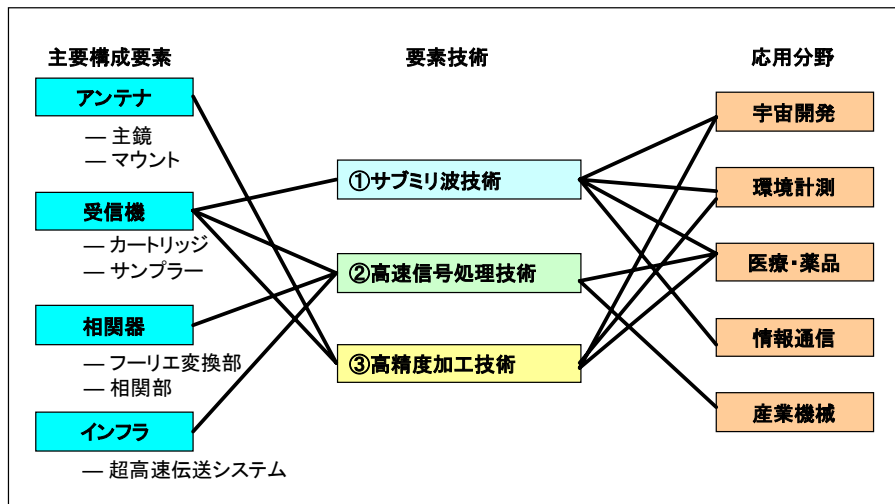
ている。サブミリ波は狭いエリアに限定すれば大量の情報が運べるため、ALMA で用いられている光・サブミリ波変換技術を利用したサブミリ波無線アクセスシステムの実現が期待されている。

高速信号処理技術に関しては、野辺山の電波望遠鏡を契機に培われた専用電子回路基板化技術が改良を重ねながら発展を続けている。この技術を受け継いだ GRAPE は、汎用計算機の限界を越えた専用計算機としてハイ・パフォーマンス・コンピューティングの世界における最も権威のあるゴードン・ベル賞を受賞するなどその性能が世界的に評価されている。また天文学以外の分野への応用として、理化学研究所の MDM や富士ゼロックスの MD-engine、画像技研の ITL MD-1 などで商品化が進んでいる。ALMA の取り組みはこれに拍車をかけるように、さらに高度な応用が期待できる。また、高速アナログデジタル変換技術と高速デジタル信号処理技術との融合によってもたらされる高度画像解析技術により、ロボットに代表されるような高度な産業機械分野への応用も期待できる。

高精度加工技術は既に実用化段階にあるが、応用範囲が広く、一層の高精度化が望まれている。ALMA においては通常の水準よりも高度な技術が要求されているとともに、量産化に対応することも求められている。すなわち ALMA 建設によって、高水準技術の実用化のための実証が可能であり、将来的にマイクロマシン等の量産化に貢献すると考えられる。また、ALMA は過酷な気象条件下に建設されるため、ALMA に用いられることにより、極限環境技術（特に素材開発）面での一層の発展が期待できる。

このようにして ALMA のために培われた技術や研究成果は、多くの産業分野において社会的影響力の強い製品やサービスの開発に利用される。とくに、サブミリ波技術では情報通信分野において、高速信号処理技術では医療・薬品分野において、短期的に製品化、サービス化される期待が高い。また、日本が世界的に見て高い技術力を誇る高精度加工技術は産業機械の開発に応用されることにより、多くの産業分野において新しい可能性を生み出すことが期待される。

図 ALMA の主要構成要素と要素技術の応用分野



天体関連産業への波及効果

ALMA 計画に日本が参加し、仮にマスコミ等の協力を得て日本国内での知名度が高まったとすれば、様々な天体関連産業に経済波及効果をもたらすと考えられる。具体的には、天体関連記事を掲載するサイエンス誌、天文関連雑誌等の売上や、間接的ではあるが国民の宇宙への関心を

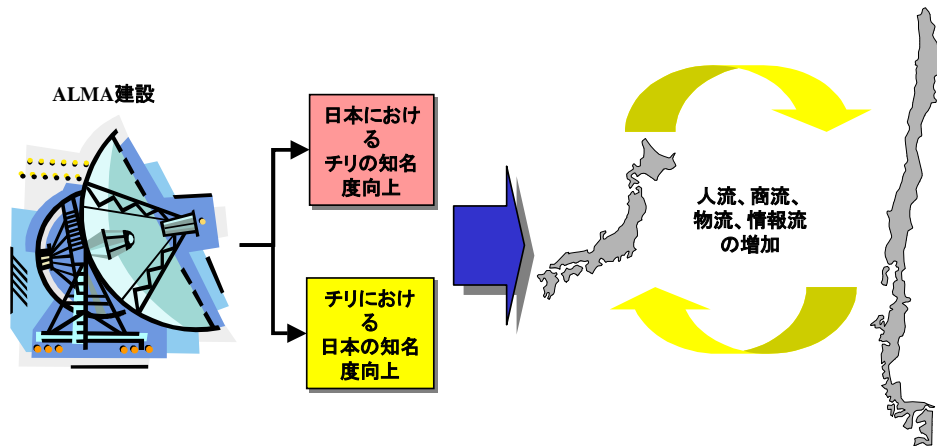
引き出すことで、天体望遠鏡市場の活性化につながる可能性がある。既にこれら企業のうち何社かは ALMA 計画を格好のプロモーション材料としてとらえ、いかにして売上を伸ばすかを検討していることから見ても、ALMA による研究成果が天体関連産業に経済波及効果をもたらす可能性は非常に高いと言える。

5 . 国際貢献としての効果

ALMA 計画はチリで建設されるプロジェクトであり、日本が本計画に参加することは国際貢献としての意味も含まれる。具体的には日本が受け持つ投資額のうちいくらかはチリ企業に対する投資額となり（例えばインフラ建設）チリ国内での経済波及効果を誘発する。ここで野村総合研究所では日本が受け持つ投資額のうち、チリ企業に発注されると想定した約 22 億円がチリ国内でどのような波及効果を誘発するか、産業連関分析を用いて分析した。その結果、22 億円の投資額はチリ国内で約 33 億円の経済波及効果を誘発するという結果が得られた。これはチリ GDP の約 0.04% に相当する。効果の大きい産業としては建設業及び製造業が挙げられる。

上述した効果は短期的に発生する効果であるが、中長期的に見れば日本とチリ間の交流が更に深化する効果がある。近年日本からチリへの観光客は増加傾向にあり、仮に ALMA 計画に日本が参加しマスコミで取り上げられれば、日本におけるチリの知名度が高まり、観光客数の増加が期待できる。また在チリ日系企業にとって見れば、チリにおける日本の知名度が高まることで、事業環境改善を期待できる。またチリの知名度が高まりチリの投資環境に対する認識が深まることで、チリに対する海外直接投資が増加することも期待できるなど、日本とチリ間の交流が深化する可能性は大きい。

図 ALMA 参加による日本とチリ間の交流の深化



6. 学問への効果

第一義的に、ALMA は天文学における新たな成果を生み出すために建設される。ALMA は類を見ない高性能ミリ波・サブミリ波望遠鏡であり、光学望遠鏡や従来の電波望遠鏡では不可能であった星間物質の細密な観察が可能となる。そのため ALMA の学問的成果としては、新天体の発見は当然として、天文学において根本的ともいえる「星および惑星の誕生」あるいは「銀河の誕生」のメカニズム等の解明が期待されており、またその実現の可能性は、将来的に高いものと見込まれている。

これらの学問的成果が生み出された場合、これを受けて学問に対するさらなる効果が中長期的に期待できる。具体的には、以下に挙げるような効果が考えられよう。

一つは、学問の発展過程に見られるように、ALMA の成果とともに宇宙科学分野の学問が分化し、新しい学問領域が誕生することである。例えば、ALMA による星間分子研究の発展やアミノ酸など生命の基礎物質の発見によって「宇宙化学」や「宇宙生命科学」の誕生が予測される。

また、ALMA 計画は、「成功」と評価されることで、他の科学分野における国際的プロジェクトのモデルとなる効果が期待できる。ALMA 計画は基礎科学分野における初めての本格的国際的共同プロジェクトと位置付けられており、他のプロジェクトがこれを見本とすることにより、研究者同士の切磋琢磨、最先端技術におけるムダな「重複」の回避、予算の有効活用といった効果が見込まれる。

さらに、ALMA の設置は、天文学分野における学問的・技術的構築の活用とその継続的発展という意味では、極めて重要な役割を担っている。すなわち、一刻でも早く ALMA 計画に参加しなければ、日本の電波天文学分野の先端研究が断絶し、これまでの膨大な蓄積がムダになるだけでなく、今後の発展も不可能になってしまう。従ってこのような観点からは、ALMA 計画への参加は効果的というよりも、むしろ不可欠といえる。

学問における重要課題である教育という点では、ALMA は世界最高峰の装置であるため、運用の開始とともに世界各国から一流研究者が集積することは明らかであり、意義深い研究課題に取り組む研究者の周辺では、これに触発されて若手の研究者が大きな成長を遂げるという効果が期待できる。

これらの項目はすべて、原則的に学問的成果が生み出されてから本格的効果が現れるため、短期的な評価はなじまない。しかし効果が出現した場合、質量ともに大きなものとなる可能性が高く、大学・研究機関だけでなく国家にとってもメリットが期待される。

7. 国民の関心に対する効果

ALMA に期待されている学問的成果、すなわち太陽や地球の起源を含む「星および惑星の誕生」のメカニズムの解明等は、国民にとっても潜在的に大きな関心事といえる。従って実際に成果が現れた場合には、国

民の知的好奇心を満たすという点で高い効果が見込まれる。

さらに一歩進んで、ALMA やその学問的成果を契機に、科学に対して積極的に関心を持ち、接点を求める人々が現れる可能性もある。天文学が科学へのエントリーポイント的の学問であることから、子どもを中心として科学への興味が高まり、国家が危惧している「理科離れ」への歯止め効果が期待される。

また、世界最高峰の天体望遠鏡である ALMA の建設に、日本が北米や欧州の諸国と並び立つ立場で参加することは、長引く不況や社会不安によって現在自信を喪失している日本国民に自信や誇りにもたせる効果があると考えられる。

以上に挙げた国民の関心に対する ALMA 計画の効果は、マスメディアが ALMA やその成果を大きく取り上げて認知度アップを図る等の条件を満たせば、中長期的に達成する可能性が高く、インパクトも大きいものとなる。