

「LMSA/ALMAの国際協力について」

石 黒 正 人

〈国立天文台 LMSA 計画準備室 〒384-1305 長野県南佐久郡南牧村野辺山野辺山宇宙電波観測所〉

アクセスの容易でない遠隔の地に大型の電波干渉計を建設・運用することは多くの困難を伴う事業である。そのため、同様な計画を持つ日米欧の3者の間では、できるだけ協力してこの困難な事業を成功させようと、具体的な協力形態の検討が行われてきた。ここでは、そのような国際協力の様々な局面について簡単にレポートしたい。LMSA（大型ミリ波サブミリ波干渉計）計画と国際大型干渉計構想全般については天文月報第92巻第3号（1999年3月）に記事があるのでそちらを参照されたい¹⁾。

1. 日米アタカマアレイ構想

国立天文台のグループは、LMSA 計画の主眼であるサブミリ波観測に最適なサイトとしてチリ北部の乾燥高地に着目し、1992年から具体的な調査を始めた。しかし、米国はその頃、MMA（ミリ波アレイ）サイトとしてハワイ・マウナケア山を想定していた。1994年以降、日米の研究者間でくりかえし会議を開いて検討した結果、米国もチリサイトのサブミリ波と長基線での優位性を認め、MMAサイトをチリ北部のチャナントール山付近（5000m）に決定した。日本は、チリ北部のリオ・フリオ（4200m）とMMAサイトから約7km離れたパンパ・ラ・ボラ（4800m）の二つのサイトに絞り込んで調査をしてきたが、大気環境およびアクセスの良さ、そしてMMAとの協力を考慮してLMSAサイトをパンパ・ラ・ボラに決定した。

このような日米間の協力に向けての努力は両者のアレイを結合して運用する「アタカマアレイ構想」に結実し、その後の協力関係を確認するため、1996年に国立天文台とNRAO（米国国立電波天文台）との間で正式な覚書が取り交わされ、1997年にはNSFと日本学術振興会の支援による重点研究国際協力事業がスタートした^{2), 3)}。このときは両計画の計画実現にお互いが足を引っ張ることがないよう、LMSAとMMAは独立のアレイとし、ときどき結合することが考えられていた。1997年3月に東京で開催された日米ワークショップでは、0.01秒角分解能のアタカマアレイによるサイエンスにつ

いて熱心な議論が展開された。

2. 米欧統合計画

ところが1997年6月、MMAとヨーロッパLSA（大型南天アレイ）を統合する構想が浮上した。この知らせはまさに寝耳に水であった。それまでLSAはミリ波大集光力重視で、チリ北部の3000m程度のサイトを想定していたが、日米ワークショップ以後、ヨーロッパもサブミリ波の重要性を認識して5000mサイトを選んだ。しかも、口径8mであったMMAアンテナおよび口径16mであったLSAアンテナを12mに統一することが決定された。

これらの決定は当時のESO（ヨーロッパ南天天文台）ジャコーニ台長の強力な政治的指導力のもとで行われた。MMAではNSFからの要請で50%未満の資金分担によるパートナーを探していた。日本はすばる望遠鏡が建設中であり、MMAの正式なパートナーになれる予算状況になかったが、ESOは加盟国からの毎年の出資金があり、ESO評議員会の承認のもとでMMAのパートナーになれる条件を備えていた。1998年の終わり頃には米欧ともに設計開発費が認められ、米欧共同建設に向けて大きな一歩を踏み出した。

3. そして国際大型干渉計へ

このような状況の中で、日本の立場を明確にするために、1998年11月に日本学術会議天文学研究連絡委員会主催のシンポジウム「宇宙探求のフ

ロンティアと LMSA」が開催され、若い研究者を中心に活発な討議が行われた⁴⁾。米欧からもそれぞれの計画代表者レベルの研究者数名が参加した。国際協力に関するセッションでは、小平国立天文台長から、「いろいろ困難はあるものの、日本として国際大型干渉計の実現に努力したい」との決意表明が述べられ、米欧の参加者も基本的にその方向に賛同した。1999年2月にワシントンで開かれた日米欧の代表者会議では、予算のタイムスケールの違いや制度上の制約があるものの、日米欧3者で協力して一つの国際大型干渉計を実現する方向について基本的な合意が得られた。その後、米欧ではフェーズ1（設計・開発段階）での協力の具体的な枠組みについて精力的に議論が進められ、6月には覚書に正式調印した。米欧計画の名称も ALMA（アタカマ大型ミリ波アレイ）となった。日本もこの覚書の署名者として参加できるよう努力し、9月にはそのための代表者会議を東京で開催したが、署名者の格、経費負担のインテント表明、フェーズ2（建設段階）合意文書の時期などの理由で折り合いがつかなかったのは大変残念であった。しかし、米欧から日本の参加を求める声は強く、日本参加の枠組みを検討するタスクフォース（ALMA リエゾングループ）を設立し、具体的な方針を2000年春を目途に早急につめることとなった。



「国際大型干渉計に関する日米欧東京会議（1999年9月29日～30日）の参加者（日米欧代表者+オブザーバ）

各ワーキンググループでも、装置やサイエンスについて、活発な意見交換が行われている。日米欧3極による国際大型干渉計は、天文学分野で初めての海外設置大型装置となったすばる望遠鏡とはまた違った面での困難さがあり、日本と米欧の様々な制度上の差異が色々な局面でぶつかりあう。しかし、日本が科学分野で真にグローバルパートナーシップの中に参加していくためには、是が非でもこの困難を乗り越えていかななくてはならない。

参考文献

- 1) 石黒正人他, 1999, 天文月報, 92, 131
- 2) 石黒正人, 1999, 学術月報, Vol. 52, No. 3, 39
- 3) E. O. マーティ, 1999, 学術月報, Vol. 52, No. 3, 53
- 4) 長谷川哲夫, 1999, 天文月報, 92, 12, 156

LMSA/ALMA で探る惑星系形成過程

星形成過程の理解はここ数年で大きく進んだ。その一つの象徴は、星の材料となる分子ガス塊の性質と星の初期質量分布関数との関係が、星形成過程の理論モデルを介すかたちで議論できるようになったことである¹⁾。このような議論が可能になった背景としては、星形成の各進化段階における物理的性質や質量降着・アウトフローといった素過程に対する理解が、ミリ波や赤外線での観測の進展を通じて深められたことがあげられるだろう。

21世紀天文学の大きなテーマの一つは、惑星系形成過程についても同様の枠組みを作りあげることであろう。すなわち、惑星系の普遍性・多様性や我々の太陽系の位置づけを、原始惑星系円盤の性質や惑星系形成過程と関連づけて実証的に議論することである。このために LMSA/ALMA はなくてはならない装置といえる。近傍の原始惑星系円盤に含まれるダスト粒子・分子ガスが1.5AUのビームでイメージングすることで円盤の構造が詳しく解明されれば、惑星系形成の素過程を探るうえでこの上ない情報を与えるであろう。また、より遠方の星形成領域中に存在する原始惑星系円盤を対象にした系統的な観測によって、円盤が形作られる環境の違いが惑星系形成過程に対しどのような影響を与えるのかといった点に関しても、多くの手がかりが得られるはずである。

百瀬宗武（茨城大学理学部自然機能科学科）

参考文献

- 1) Nakano T., Hasegawa T., Norman C., 1995, ApJ 450, 183