

日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2003年6月10日採択

申請者氏名	浅山 信一郎 (会員番号 3790)
連絡先住所	〒 599-8531 大阪府堺市学園町 1-1 大阪府立大学総合科学部自然環境科学科小川研究室
所属機関	大阪府立大学大学院理学系研究科物質科学専攻
職あるいは学年 (年齢)	D3 : 学振
電子メール	asayama@deal.cias.osakafu-u.ac.jp
渡航目的	研究集会でのポスター発表及び研究打ち合わせ
講演・観測・研究題目	A Sideband-Separating SIS Mixer at W-band
渡航先 (期間)	フィンランド、スウェーデン、オランダ (2003年05月20日～06月01日)

私は、5月にフィンランドで行われた研究集会「3rd ESA Workshop on Millimetre Wave Technology and Applications: circuits, systems, and measurement techniques」で研究発表を行ってきました。この会議はミリ波・サブミリ波技術の開発とその応用の最新成果を発表するために数年ごとに開催される会議です。欧米のALMA関係者も多数参加する予定でしたので、彼らの受信機開発の現状を知る絶好の機会でした。また会議の後、Onsala Space Observatory (スウェーデン)、Space Research Organization Netherlands (オランダ)を訪問し、欧州のALMA受信機の開発状況視察と研究打ち合わせを行ってきました。

ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) 計画は、日米欧が共同でチリ・アンデスの標高5000mの高原に、口径12mの超高精度アンテナ64台と小口径のアンテナ群(ACA)からなる干渉計を建設する計画です。ALMA計画の受信機は、ミクサ単体でUSB(Upper Side Band)、LSB(Lower Side Band)の分離を可能にするサイドバンドセパレーティング・SISミクサの開発が求められています。ヘテロダイン受信システムでは、効率の良い観測のためには、イメージバンドからの混信やノイズ流入の対策を取る必要があります。現状は準光学的手法を用いてイメージバンドにフィルタをかけるのが一般的ですが、光学系が複雑になるうえに機械式のチューニング機構が必要となります。サイドバンドセパレーティングミクサは、位相差を利用して両サイドバンド(LSBおよびDSB)の信号を分離するため、機械式チューニング機構がなく、両サイドバンドの信号が受信できるメリットがあります。また、90°ハイブリッドカップラー等を導波管コンポーネントで製作することで、受信機の小型化が可能になります。現在、ALMA計画のためにアメリカ(NRAO)、カナダ(HIA)、欧州(Onsala Space Observatory、IRAM)等で開発が行われているが実験室での開発にとどまっており実用化には至っていません。我々は、サイドバンドセパレーティングミクサの実現に必要な、90°ハイブリッドカップラー、及びローカル信号(LO)のカップラー等の導波管コンポーネントを設計製作し性能評価を行い、さらに、小型化、歩留まり向上の観点から、導波管コンポーネントとSISミクサを一つのユニットに集積した導波管ユニットを製作しました。試作機の性能評価を行なった結果、IF:1.5GHz帯においてLO周波数90-115GHzにわたりSingle-Side-Band(SSB)雑音温度60K以下、最小雑音温度35K(@100GHz)、サイ

ドバンド分離比は、90-110 GHzにおいて11dB以上を達成しました。さらに大阪府立大学のオゾン観測装置に搭載し試験観測を行ない、オゾンスペクトルの受信に成功しました。ミリ波帯でのサイドバンドセパレーティング SIS ミクサでの観測は、本研究が世界で初めてです。

当研究集会のポスター発表では、サイドバンド・セパレーティングミクサの開発から試験観測までの概要について発表を行ないました。本会議では、我々の最新の成果を世界の受信機開発者にアピールすることができました。特に、サイドバンド・セパレーティング SIS ミクサで、世界で初めて試験観測に成功したことを高く評価していただきました。また、サイドバンド・セパレーティング SIS ミクサの望遠鏡への搭載を検討したいとの申し入れもあり、非常に有意義な議論ができました。

会議の後に訪問したヨーロッパの研究機関との打ち合わせでは、ALMA 受信機開発に関する有意義な議論を交わすことが出来ました。サイドバンド・セパレーティング SIS ミクサの開発を行なっている Onsala Space Observatory グループとの打ち合わせでは、彼らが直面している問題点(SIS 接合の不揃い、設計上の問題等)について、我々の経験を基に議論を交わしました。また、日本では現在入手出来ない超低雑音冷却アンプ(帯域: 4-8 GHz)について製作依頼を行ない、良好な返事を得られました。これにより、中間周波数帯 4-8 GHzでのサイドバンドセパレーションミクサの開発に明るい展望を得られました。Space Research Organization Netherlands (オランダ)グループの訪問では、ALMA Band 9 (600GHz帯)の開発状況を視察し、議論を交わしました。彼らが開発中の SIS ミクサは、ALMA 計画での量産を考慮した設計がなされており、受信機性能測定も計算機による自動測定を行なっていて、非常に参考になりました。この訪問で、我々の今後の受信機開発の方向性を決める上で、非常に大きな指針が得られました。

最後になりましたが、共同研究者である国立天文台野辺山・野口卓氏、大阪府立大学・小川英夫氏、そして今回の渡航を可能にして頂いた日本天文学会および早川基金関係者のみなさまにはあらためて篤く御礼申し上げます。