

日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2003年3月10日採択

申請者氏名	杉本正宏 (会員番号 3915)
連絡先住所	〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1 国立天文台 ALMA 準備室
所属機関	東京大学大学院理学系研究科天文学専攻
職あるいは学年 (年齢)	D2
電子メール	masahiro.sugimoto@nao.ac.jp
渡航目的	研究集会でのポスター発表
講演・観測・研究題目	ALMA proto-type receiver for ASTE
渡航先 (期間)	アメリカ (2003年4月21日～4月26日)

国際会議「14th Space TeraHertz Technology」において研究発表を行うため、早川基金の援助を受け、2003年4月22～24日にかけて、開催地であるアメリカのアリゾナ州ツーソンを訪れました。私たちは世界に先駆け、ALMA型クライオスタットを開発 (Yokogawa et al. PASJ 2003) し、チリ・アタカマ高地に移設されたASTEサブミリ波望遠鏡への搭載試験を2002年11月から12月にかけておこないました。搭載試験を行った3つのカートリッジ型受信機、band 3 (100 GHz 帯), band 8 (500 GHz 帯), band 10 (800 GHz 帯) すべてにおいて、ファーストライトに成功し、500 GHz 帯では中性炭素輝線 CI (492 GHz) のライン観測にも成功しました。当会議ではクライオスタットの開発からASTE搭載試験までの概要を発表する予定でした。この会議はテラヘルツ技術の開発とその天文観測、惑星科学、地球環境計測分野への応用の最新成果を発表するために毎年開催される会議です。また米欧の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。

ALMAではACA (Atacama Compact Array) システムを除いても、12 m アンテナ 64 台×周波数帯域 10band=640 台という大量の受信機を扱うことになります。すべての受信機のメンテナンスはもちろん、受信機開発段階においても、作業効率が非常に重要となります。このためALMAの受信機システムでは真空・冷却を担うクライオスタットと周波数毎の受信機とを容易に切り離せる構造を採用しました。カートリッジと呼ばれる1つの挿入台座に1周波数帯域の受信機つまり SIS ミキサ、局部発振器、冷却光学系、冷却低雑音アンプ、バイアス回路等をすべて組み込み、クライオスタットへ挿入する仕組みです。クライオスタットとカートリッジは熱リンクと呼ばれる熱スイッチを介して伝熱させます。熱リンクは2つのパーツ、1) 無酸素銅で出来た王冠型リングと2) クランプベルトによって構成されており、低温時にはクランプベルト (ナイロン) の熱収縮の力によって王冠型リングを締め付けて熱伝導をとります。逆に常温ではクランプベルトの締め付けがなく、カートリッジが容易に着脱できる仕組みです。ALMA 受信機システムの基本概念は早期 (2000 年頃) に決まっていたものの、実際に受信機システムを開発するには多くの技術的課題がありました。私たちの開発したクライオスタットは受信機的不安定性をもたらさず冷凍機の振動を軽減し、また熱リンクは Rutherford Appleton Laboratory が開

発したリンクを遙かにしのぐ熱伝導の良さです (Sugimoto et al. Cryogenics 2003)。そしてカートリッジ型受信機のインテグレーションという観点からも、私たちの成果は重要です。カートリッジ型受信機は新しい概念です。私たちは実際に、1)3周波の各カートリッジ型受信機をそれぞれ別々に開発し、2)それを1個のクライオスタットへ統合(インテグレーション)し、3)望遠鏡での搭載試験を行うという、まさにALMAで計画している一連の手順を初めて行い、カートリッジ型受信機の性能を評価したことになります。

会議では世界から著名な受信機開発者が集まり、THzを受信するためのHEB、SISミキサの発表を中心として、分光計、光学系、そして新たに行われるsubmm/THzのプロジェクトに関する発表などが行われました。ポスター会場では我々の研究宣伝に加え、様々な最新の研究に触れる事が出来ました。なかでも印象深かったのは、冷却アンプです。発表を行っていたスペインのグループの他、雑音温度が5 Kを下回るアンプがアメリカ、ヨーロッパのいくつかのグループでも作成されています。雑音温度だけでなく、コンパクトで消費電力も小さく、さらに広帯域のアンプが次々と開発されてきており、世界標準の高さを思いしらされました。

その他、個人的に印象深かったのは2日目のアリゾナ大学の実験室見学でした。Steward Observatory Mirror Laboratoryでは8mクラスの可視・赤外の鏡が制作可能で、チリ・ラスカンパナス天文台にあるマゼランの鏡もここで作成されたそうです。作業工程を見学しているあいだ中、参加者から、ひっきりなしに質問が飛び交っていました。またSteward Observatory Radio Astronomy Laboratoryでは、レーザーによるマイクロマシニング装置や、それによって加工されたTHz用のコルゲートホーンなどを見ることができました。コンパクトな加工装置、そしてきれいに出来たホーンの「溝」には、大変驚かされました。

現地では共同研究者である野辺山・野口卓氏、大阪府大・小川英夫氏を始め多くの方々にお世話になりました。またカートリッジ開発の責任者であり、渡航をすすめて頂いた国立天文台・関本裕太郎氏、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。