

日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2010年06月10日採択

申請者氏名	三浦理絵 (会員番号 5329)
連絡先住所	〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1 国立天文台 ALMA 推進室
所属機関	東京大学理学系研究科/国立天文台 ALMA 推進室
職あるいは学年	D2
任期 (再任昇格条件)	
渡航目的	観測・解析実習
講演・観測・研究題目	CARMA 干渉計を用いた観測および解析実習
渡航先 (期間)	米国 (2010年7月11日～7月19日)

2010年7月12～16日に米国・カリフォルニア州で開催された「CARMA Summer School 2010」という観測・解析実習に参加しました。この実習は、毎年夏頃開催され、若手天文学者を世界中から CARMA¹サイトに集めて実習を行っているもので、今回の実習の参加者は17人、講師は6人で、その多くはアメリカの大学の学生や講師で構成されていました。CARMA 干渉計は南米チリに日米欧で建設中の Atacama Large Millimeter Array (ALMA) の完成まで、集光力及び解像度において世界で最も強力な施設です。さらに、CARMA の干渉計実習は他の干渉計実習に比べてより実践的なので、ALMA の観測プロポーザル提案を控えた今、CARMA を用いて、干渉計の仕組み、干渉計観測や解析の手法を取得することは強力な戦力になります。このような背景の中で、私は CARMA 干渉計を用いた観測の立案から観測指示書作成、観測実行、さらには取得したデータの解析、最後に英語による成果発表を行いました。

講義は、天文学の基礎から干渉計の基礎、CARMA の装置やソフトウェアの仕組み、CARMA の性能の発展などで構成され、他に実技として、観測スクリプトの作成、観測実行、データリダクションおよび解析を行いました。CARMA の性能については ALMA や他の装置との比較を交えての説明でしたので、改めて ALMA の性能を理解することができました。特に興味をもったのがキャリブレーションの方法で、トラッキングエラー、位相、振幅、ポインティング、大気、ベースライン、偏光などの補正と実に様々なキャリブレーションについて考慮しなければならないことを学びました。特に、バンドパス (装置の周波数特性) のキャリブレーションやポインティングの仕方は野辺山のミリ波干渉計とは異なり、微弱な天体からの信号に代わってノイズソースに対してバンドパステーブルを作成したり、光ポインティングを行っていました。

実際の観測では、自分で好きな天体を選ぶことができたので、現在共同研究者らとともに研究 (野辺山レガシープロジェクト) を行っている、近傍渦巻銀河 M33 にある巨大分子雲を対象に選びました。巨大分子雲は数 10pc、 $10^5 M_{\odot}$ 程度の分子ガスの塊で、大質量

¹CARMA とは米国カリフォルニア州にある電波望遠鏡 (干渉計) であり、23 台のパラボラアンテナから受けた電波を干渉させます。

星形成の母体であることが観測的に裏付けられています。大質量星は、その強烈な放射や恒星風、あるいは大質量星の終焉である超新星爆発を通じてまわりの星間空間に物質やエネルギーを還元するため、巨大分子雲からどのように大質量星が生まれ、どのように分子雲に影響をあたえるかを研究することは大変重要です。大質量星形成領域が多く存在する系外銀河においては、この研究に不可欠な高感度且つ高分解能の観測は難しかったのですが、CARMAなどの近年の装置の向上によってそれが現実的なものになってきました。

私は、CARMA 干渉計を用いて、巨体分子雲の進化に伴う物理状態の変化を観測的に明らかにすることを最終目的に、巨大 HII 領域 NGC595 における巨大分子雲に対して分子ガス観測 ($^{12}\text{CO}(1-0)$, $^{13}\text{CO}(1-0)$, C^{18}O , $\text{CS}(2-1)$ と 100GHz 連続波) を行うことにしました。NGC595 という天体は M33 で 2 番目に大きな大質量星形成領域で、これまで我々が研究してきた 1 番目に大きい大質量星形成領域 NGC604 よりもガスが少ないので、より進化の進んだ大質量星形成領域と考えられます。この領域に対して、密度のトレーサーの輝線と、自由自由放射が卓越する 100GHz 連続波の観測を行うことによって、巨体分子雲内部で形成される高密度ガス量と大質量星形成の活動性を精査し、NGC604 と比較することが本観測の目的です。

CARMA の場合とてもよくシステム構築がされているので、スクリプトデータを流してしまえば、観測者は天候とトラブルが起きないかに注意するだけです。観測時間は、夜中 3 時から朝 9 時までの 6 時間程度を行い、E 配列 (15 素子) 天気良好という条件で観測することができました。CARMA データリダクションでは、生データからキャリブレーションをして 3 次元イメージまで作成するスクリプト (ソフトウェアは miriad) が用意されており、その中で観測パラメータを入力する以外には悪いデータを排除したり、作るイメージのパラメータを設定したりします。データリダクションのための時間は一番長く設けられていたので、スクリプトの内容や悪いデータの見分け方などについて好きなだけ質問することができました。特に miriad のコマンド群の多くを手がけている Melvyn Write さん本人に miriad の使い方を教えていただいただけでなく、マニュアルではかかれていないことまで丁寧に教えていただいたことは大きな収穫だったと思います。

このように講義、観測、解析をすすめ、最終日には受講者全員が口頭発表を行いました。私の結果を紹介しますと、巨大 HII 領域 NGC595 の干渉計観測の結果、世界で初めてこの領域の $^{13}\text{CO}(1-0)$, 100GHz 連続波のイメージが得られました。残念ながら高密度ガストレーサー C^{18}O , $\text{CS}(2-1)$ は検出できませんでした。 $^{12}\text{CO}(1-0)$, $^{13}\text{CO}(1-0)$, 100GHz 連続波のデータから物理量を求めると、巨大 HII 領域の縁には $10^5 M_{\odot}$ 程度の質量の分子雲が存在しており、ガスやダストに埋もれた若い大質量星が O5 型星に換算して 130 個程存在していることが分かりました。現在の解析結果では星形成率が NGC595 は NGC604 よりも大きく、より進化が進んでガスが散逸してしまったことが示しているのかもしれませんが。このように十分なクオリティのデータが得られましたので、今後さらに解析を進めて博士論文に組み込んでいこうと思います。発表後は数人に自分の研究に興味をもっていたき、少し議論することができました。

今回、受講生はアメリカだけでなく、インド、香港、チリ、ドイツ、日本など様々なバックグラウンドを持っていたので、1 週間生活をともにする間にざっくばらんに会話して友達を作れたことも大きな収穫でしたし、個人的に大変うれしいことでした。例えば、英語に

よる口頭発表はあまり慣れていなかったのですが、他の受講生に「発表することはお互いの意見を共有できるから素晴らしいことなんだ」と言われて、励ましてくれたことが印象的でした。

最後になりましたが、この貴重な渡航を補助してくださいました早川基金および、その関係者のみなさまに、厚く御礼申し上げます。