

# 日本天文学会 早川幸男基金による渡航報告書

## IAU Symposium 309: Galaxies in 3D across the Universe

氏 名—植田準子 (学振 国立天文台チリ観測所)

渡航先—オーストリア

期 間—2014年7月6日-13日

私は、ウィーンで開催された国際会議「IAU Symposium 309: Galaxies in 3D across the Universe」にて、銀河と銀河が衝突・合体した銀河（衝突銀河）の進化の解明を目的とした研究プロジェクトの成果を、「Investigating the evolution of merger remnants from the formation of gas disks」というタイトルで口頭発表およびポスター発表しました。本会議は、銀河に分布する物質を3次元方向に分解した観測や数値シミュレーションの結果を共有し、多角的な視点から銀河の進化について議論することを目的に開催されました。私たちの研究グループは、高解像度観測が可能なALMA望遠鏡をはじめ複数の電波干渉計で取得した画像を使用し、分子ガスの分布と運動から衝突銀河の進化の多様性を示す研究を進めています。今回の会議では、その研究成果を中心に発表しました。

目に見える宇宙の主要な構成要素である銀河は、ほかの銀河と衝突・合体することがあります。1970年代から「衝突を経て合体した銀河は楕円銀河に進化する」と考えられてきました。しかし、数値シミュレーション技術の向上に伴い、「合体した銀河は楕円銀河だけでなく、円盤銀河にも進化する」という新しい仮説が示されるようになりました。合体後の銀河が円盤銀河に進化するには、円盤銀河の基礎となる低温の分子ガス円盤が必要となります。低温分子ガスは新しい星の材料であり、回転運動する分子ガス円盤の中から星が生まれて、星の円盤が形成されるからです。そこで、私は、国立天文台の伊王野大介准教授、

マサチューセッツ大学のMin Yun教授らとともに国際共同研究グループを結成し、衝突・合体の痕跡を残す銀河に分布する低温分子ガスを電波干渉計を用いて調査しました。

その結果、分子ガスが検出された30個のサンプル銀河のうち、8割の銀河で分子ガス円盤を発見しました。“nuclear disk”と呼ばれる小規模なものから、天の川銀河に存在する分子ガス円盤の大きさに匹敵する大規模なものまでさまざまな分子ガス円盤が検出されました。さらに、それらの分子ガス円盤が円盤銀河に進化する可能性について検証しました。今回の検証では、衝突銀河に付随する分子ガスと星の分布半径比および質量比という二つのパラメーターを使用し、多種族（楕円銀河、円盤銀河）との相互比較を行いました。その結果、多くの衝突銀河は、楕円銀河と類似した性質を示しました。これらの銀河は、楕円銀河に進化していくと考えられます。一方、約10%と少数ではありますが、円盤銀河と似た性質を示した衝突銀河の存在も明らかになりました。今後大量のガスが銀河中心に流入することがなければ、これらの銀河は円盤銀河に進化する可能性があります。引き続き、新たなパラメーターを導入し、さまざまな角度から衝突銀河の進化について検証する予定です。

また、今回の研究結果から、遠方銀河の進化を理解するうえで有用と思われる示唆を得ました。近年の高感度観測により、遠方宇宙に存在する銀河の多くは、ガスの円盤構造をもつことが発見されています。こうした銀河の形成過程には諸説あり、銀河の衝突によるものという説と、銀河に冷たいガスが降り積もってきて円盤が作られるという二つの説が考えられています。本研究結果から推測すると、遠方銀河に存在する円盤構造は、大

昔に経験した銀河衝突によって形成されたものかもしれません。

今回の渡航の目的は、国際会議の場で研究成果を発表し宣伝することです。会議が開催される前に研究結果をまとめた論文を科学雑誌に投稿し、発表に臨みました。タイミングよく会議開催中にその論文が受理され、効果的に研究成果の宣伝ができたと感じています。また、本会議では可視光

や赤外線観測を用いた衝突銀河に関する研究結果も紹介され、今後の研究方針を決めるうえで有用な情報を得ることができました。今後もこのような国際会議の場で研究成果を発表できるよう研究活動に励みたいと思います。

最後になりましたが、今回の渡航に際し多大な援助をいただきまして、日本天文学会早川幸男基金および関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

## 日本天文学会 早川幸男基金による渡航報告書 2014 Santa Cruz Galaxy Workshop, The 3rd AGORA Workshop

氏 名—井上茂樹（エルサレム・ヘブライ大学研究員）

渡航先—米国

期 間—2014年8月1日-19日

私は米国カリフォルニア大学サンタクルーズ校に滞在しました。この滞在期間中に、私が現在行っている共同研究の進捗と今後の方針について共同研究者らと議論し、また同時に同校で開催された研究会“2014 Santa Cruz Galaxy Workshop”（一般口頭講演）と“the 3rd AGORA workshop”（講演なし）の二つの研究会に出席しました。航空会社により出発便がキャンセルされてしまったため搭乗便の変更があり、到着が大きく遅れて深夜になるというトラブルもあるなか、何とかサンタクルーズの街に到着しました。小さなB&Bに宿泊する予定だったのですが、深夜4時の到着になってしまい、オーナーの方にわざわざ起きてもらって中に入れてもらうことになってしまいました。今回のようなカリフォルニア大学サンタクルーズ校（以下、UCSC）への滞在は、私が現在所属するエルサレム・ヘブライ大学のグループが毎年夏に恒例として行っているもので、グループ全体でUCSCに滞在することになっています。

UCSCは天文学においては理論・観測の両面において多くの研究者を擁しており、研究環境としては非常に素晴らしい大学です。UCSCのキャンパスは大学というよりはむしろ鬱蒼とした森の中にあり、鹿が今にも触れそうな距離を闊歩するような場所です。また一方でサンタクルーズの街自体はサーフィンの聖地とされています。

滞在の前半は、UCSCの研究員である Guillermo Barro氏と行っている共同研究に関する議論を主として、私たちのグループの研究結果についてUCSCの研究者らと討議するための時間となりました。Barro氏は遠方宇宙に存在するコンパクト銀河と呼ばれる種類の銀河を研究しており、観測的手法によってこうした銀河の形成や進化について先駆的な研究を行っています。コンパクト銀河は現在の宇宙で観測される楕円銀河へと進化すると考えられている天体であり、銀河の形態獲得の謎を解く鍵だと期待されている銀河です。一方、私の大学では主に宇宙論的シミュレーションを用いて研究を行っており、そのデータを用いてコンパクト銀河の形成段階を疑似観測したり、実際に観測された銀河と比較することができます。私がこれまで行った研究の結果から、Barro氏が近年世界で初めて観測に成功したコンパクト銀河

の質量と速度分散の関係が、銀河の進化トラックになっているのではないかという示唆を得ていました。今回の議論の結果、今後はコンパクト銀河以外の銀河も調べ、この進化トラックが銀河の種類によらない統一的なものなのかどうか、またコンパクト銀河の回転を調べ、力学状態への寄与とその時間進化を調べるという方針が示されました。渡航後の10月現在、Barro氏や私を共著者に含む論文の投稿準備を行っています。

滞在の2週目は、研究会“2014 Santa Cruz Galaxy Workshop”に参加しました。この研究会は私の大学とUSCSの研究グループが共催で毎年8月に行う定例の研究会です。理論・観測を問わず、銀河形成論の分野を中心に行われ、今年は世界各国から合計66名の参加者が集まった大規模な研究会となりました。私はここで“Disc Instability Analyses for High- $z$  Clumpy Galaxies in Cosmological Simulations”というタイトルで口頭講演を行いました。この研究は上述の宇宙論シミュレーションのデータを用いて、円盤銀河の形成期に相当するとされるクランプクラスターを調べた研究であり、円盤の力学不安定性の指標であるトゥームレの $Q$ 値を利用して形成期円盤銀河の力学的安定性について議論したものです。クランプクラスターはトゥームレ不安定を呈した銀河であるとされていますが、私の結果では意外にも $Q$ 値は安定的であることがわかりました。この結果は、トゥームレ不安定の閾値が現実の銀河に対してはあまり正確ではない、もしくはクランプクラスターはトゥームレ不安定ではない何か別の不安定状態にある、という可能性を示唆しています。トゥームレ不安定によるクランプクラスターの形成と進化は、大学院生時代の私の指導教官で

ある野口正史准教授（東北大）によって提唱され、広く受け入れられてきました。今回の私の研究はその物理過程により具体的に迫るものであり、まだまだ詳細な検討を重ねる必要がありますが、従来説を覆すかもしれない結果に大きな期待と興奮をもって研究を進めています。この研究も現在、私を筆頭著者として論文の執筆を進めています。研究会のほかの参加者の講演では、孤立系シミュレーションを用いて、私と同様にトゥームレ不安定性の解析を行った研究発表などがあり、非常に良い議論ができました。

この研究会のすべての講演を撮ったビデオと講演スライドが以下のウェブページにて公開されており、参加者以外も自由に閲覧できます。<http://hipacc.ucsc.edu/GalaxyWorkshop2014.html>

また、この研究会の直後に同じ会場で行われた“The 3rd AGORA Workshop”にも出席しました。AGORAプロジェクトとは、主に銀河天文学の分野で使用されるさまざまなシミュレーションコードに対し、同一の初期条件を用いて、同一の物理過程を実装しシミュレーションを行い、その結果を比較するというプロジェクトです。私は講演は行いませんでしたが、私が現在使用しているシミュレーションコードであるRAMSESもAGORAプロジェクトの中で取り上げられているコードであり、コードの特性などを知るために非常に有益な情報を得ることができました。

最後になりましたが、今回の渡航に対する日本天文学会早川幸男基金からのご支援に深く感謝いたします。また、助成の際の各種手続きをしていただいた関係者の皆様、申請の審査を行ってくださった同基金の選考委員会の皆様にも厚く御礼申し上げます。