

# 日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2017年06月10日採択

申請者氏名	菅原悠馬 (会員番号 6430)
連絡先住所	〒 277-0884 千葉県柏市柏の葉 5-1-5 宇宙線研究所
所属機関	東京大学
職あるいは学年	D1
任期 (再任昇格条件)	
渡航目的	研究集会での口頭発表
講演・観測・研究題目	Redshift Evolution of Galactic Outflows Revealed with Spectra of Large Surveys
渡航先 (期間)	ドイツ (2017年7月24日～7月28日)

私はドイツの南ヨーロッパ天文台で開催された研究会 “The galaxy ecosystem. Flow of baryons through galaxies” に参加し、口頭講演を行いました。この研究会の目的は、銀河進化を支配する三つのガスの流れ、[1] 銀河への冷たいガスの流入 (インフロー)、[2] ガスから星への変換 (星形成)、[3] 銀河からのガスの流出 (アウトフロー)、に焦点を当てながら銀河進化について議論することでした。これら “Galaxy Baryon Cycle” と呼ばれる物質循環は、星形成のような小スケールから銀河間物質のような大スケールまで様々な物理が絡み合う複雑な問題です。今回、関連分野の研究者が観測・理論問わず 100 人以上集まり、多くの招待講演を交じえながら 5 日間にわたって最新の研究について議論しました。

本研究会で私は “Redshift Evolution of Galactic Outflows Revealed with Spectra of Large Surveys” というタイトルで、星形成銀河のアウトフローについて口頭で講演しました。星形成銀河で一般に観測される星形成駆動アウトフローは、星形成を抑制し、ネガティブフィードバックとして銀河進化を制御すると考えられています。近年、解析的モデルによる理論研究と FIRE 数値シミュレーションは、アウトフローの物理量の一つである mass loading factor が高赤方偏移ほど大きくなるという結果を示しました。この結果は、高赤方偏移ほどアウトフローによって星形成が効率よく抑制されていることを示唆します。過去の観測的研究では銀河とアウトフローの物理量の相関関係が各赤方偏移で調べられていましたが、その進化に焦点を当てた論文はこれまでありませんでした。また、各先行研究において解析手法が異なるため、結果を研究間で直接比較することができませんでした。そこで私たちは大規模なサンプルを構築し、同一の手法で解析することによって、理論研究が示した赤方偏移進化が存在するかどうか調べました。解析に使用したのは  $z \sim 0, 1, 2$  の星形成銀河の可視光スペクトルです。スペクトル中の金属吸収線を 2 成分でフィッティングすることでアウトフローガスによる吸収成分を抜き出し、その速度と質量を推定しました。その結果、(1) アウトフロー速度と mass loading factor が  $z \sim 0$  から 2 で増加することを示し、(2) アウトフロー速度の進化は近傍銀河と銀河進化の観測を組み合わせることで説明できる可能性、(3) アウトフローの進化は高赤方偏移における銀河の冷たいガス質量の増加と関連する可能性、の二つの可能性を議論しました。

講演終了後、アウトフローやスターバースト銀河の研究で著名な M. Lehnert 氏からと

でも面白い研究だとコメントを頂きました。さらに私たちが議論していなかった観点から、私たちが示したアウトフローの進化は銀河活動が活発化する傾向を示すのではないか、という意見を頂きました。一部、私の知識不足のため理解しづらかった箇所は、昼食の時間を使って丁寧に議論を進めてくださりました。シンプルながらとても有用な指摘であり、今後さらに議論が進展すると思います。また、他の研究者とは $\sim 1$ 銀河のスペクトルについて議論になり、吸収線解析に利用できそうなデータを共有させてもらえることになりました。様々な意見を頂きながら、自分の研究を多角的に捉え直す良い機会となりました。

吸収線を使ってガスの運動を調べている研究者は日本にほとんどいないので、本研究会ではそのようなアウトフローの観測研究者と初めて直に交流できました。超新星・AGN 駆動アウトフローの観測研究者である D. Rupke 氏と昼食を共にし、その後も研究会全体を通してお話しできたことはとても刺激的でした。研究会では驚いたことに、私が現在進めている研究とそっくりな内容を発表した方もいました。先を越されたかもしれないとドキドキしながら講演後に話しかけたところ、私の研究とは対象が少しズレており、解析や議論の方向性が異なりそうだとことを確認しました。対立する研究者のいない日本ではできない生々しい体験で、気を引きしめて研究に臨まなければならないと改めて認識できました。そのほか国際研究の大きな動向として、まず星形成フィードバックと比べて AGN フィードバックに取り組む研究者の数がとても多いことが印象的でした。そして MUSE、KMOS や、CALIFA、MaNGA などの大規模サーベイの結果が続々と報告されたことも印象に残りました。これら面分光観測の進展は、銀河進化を周辺環境 (CGM・IGM) との物質循環から理解するという現在の風潮に即した自然な流れだと思います。海外の大規模な面分光観測に対し、どのように関わりを持ち、どのような点で勝負するかを考える必要があると感じました。

初の国際研究会では、最新の研究動向を知ることから、英語の会話になかなか参加できないもどかしさなども含め、大きな刺激を受けました。このような貴重な機会を支援していただいた日本天文学会早川幸男基金並びに関係者の方々に深く感謝申し上げます。