

# 日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2019年06月10日採択

申請者氏名	藤本征史 (会員番号 6201)
連絡先住所	〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1
所属機関	早稲田大学理工学術院総合研究所
職あるいは学年	PD
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	First Identification of 10-kpc Scale [CII] Halos around Star-Forming Galaxies at $z = 5-7$
渡航先 (期間)	イタリア (2019年9月1日~9月14日)

今回私は2019年9月2日-6日、9日-13日にイタリア ボローニャ/ローマで開催された国際研究会“Views on the ISM in galaxies in the ALMA era”、並びに“Extremely Big Eyes on the Early Universe”にそれぞれ参加し、自身の研究成果についていずれも口頭発表を行ってきました。

目的として、研究成果を国外の研究者に向けてアピールし国際的プレゼンス向上に繋げること、参加している世界的に影響のある研究者達と自身の研究内容に関して意見交換・議論を行うこと、そして本渡航で得られた最先端の内容を帰国後、速やかに自身の研究室のみならず国内の研究者とシェアすることでした。以下、私の研究概要とともに実際に研究会を経て得られた成果について報告します。

宇宙誕生後、水素とヘリウムで構成される原始的なガスから初代星が生まれ、その集まりとして初期の銀河が形成されます。その後、恒星内部の核融合や超新星爆発過程で重元素が生み出され、銀河中心の巨大ブラックホールの活動や超新星爆発を受けて、重元素は銀河外へ放出されます。これを outflow と呼びます。星を作るガスも同時に銀河外へ放出し、星の形成を抑制することから、outflow は銀河の形成・進理解にとても重要な物理機構です。一方で、宇宙誕生後数億年後に普遍的に存在する初期銀河においても、こうした outflow が存在しているかは、観測的に確かめられておらず、よくわかっておりませんでした。近年のアルマを用いた観測では、初期銀河から炭素の微細構造輝線 [CII]158  $\mu$  m の光が明るく検出されることが知られていました。初期銀河でも outflow が起これば、[CII] で光る炭素ガス雲が銀河の大きさを超えて広く分布する可能性があります。一方で、薄く広がった放射は単位面積当たりの明るさがとても暗くなるため、最新のアルマ感度でも、銀河の大きさを超えた [CII] の光は捉えられておりませんでした。

そこで我々は現在公開されている、初期銀河の [CII] を狙ったアルマの公開データを全て集めました。ゼロから解析を行い、統一的な解析により18個の初期銀河から [CII] 輝線を検出しました (これまで検出報告のなかった2天体を含む)。これら18個の初期銀河から検出した [CII] 輝線を干渉計特有の素観測量である visibility 平面上で重ね合わせる処理により、実質的に世界最高感度のアルマデータの取得を達成しました。これにより、初期

銀河の大きさの約5倍に相当する、半径10kpcに広がる[CII]の構造を発見することができました。これは初期銀河におけるoutflowの痕跡を、初めて観測的に捉えたことになりました。

さらにこのような巨大炭素ガス雲の構造について、国内外の最新の理論モデルを用いて検証しました。複数のモデルと比較しましたが、いずれも観測結果が示す、巨大な炭素ガス雲のような十分な広がりには再現されませんでした。宇宙初期における巨大な炭素ガス雲の発見は、これまで理論モデルで欠けていた新しい物理機構を要請する結果となりました。

以上、1)10-kpcに及ぶ巨大炭素ガス雲構造の発見、2)初期銀河におけるoutflowの痕跡を観測的に初めて捉えたこと、3)現在の標準的な銀河形成モデルでは再現されないこと、を自身の研究成果として、口頭発表を行ってきました。発表後は研究に関して積極的に質問をいただき、今後の発展性なども含め大変有意義な時間を過ごすことができました。例を挙げると、Emanuel Daddi氏からは重ね合わせの解析手法について、Pascal Oesch氏からは巨大炭素ガス構造の物理起源について質問をいただき、発表後も休憩時間などで詳しく議論させていただきました。また自身の発表以外でも、当該理論分野のレビューとして招待講演者であったDesika Narayanan氏の発表において、3)に関して今後の重要課題として取り上げていただくなど、反響をいただきました。

その他、現在携わっている国際的な共同プロジェクトであるALMA Lensing Cluster Survey (PI: 河野孝太郎氏)、The ALMA Large Program to INvestigate CII at Early Times (PI: Olivier Le Fèvre氏)の内容についても、共同研究者であるJorge González-López氏、Aravena Manuel氏、Michele Ginolfi氏、Gareth Jones氏、Yoshi Fudamoto氏らと近況の共有、議論を深めることができました。また着手している研究内容以外にも、発表を聞いて興味を持った、Bram Venemans氏、Smaran Deshmukh氏、Karina Caputi氏、Francesco Valentino氏らとは、休憩時間、帰国後のメールでのやりとり、その後別の国際会議の場などで今後の共同研究も視野にいれた議論を進めております。研究会で出ていた最新の知見は、帰国後はもちろん、研究期間中から国内の共同研究者にメールで迅速に共有するなど、積極的に行えました。

以上のように今回の渡航では、当初の目的であった、国際的プレゼンス向上、研究に関する活発な議論、最新知見の共有、いずれも達成することができ、実りある渡航となりました。今回の渡航で得た知見・繋がりを生かし、今後も研究活動に打ち込みたいと思います。最後になりますが、今回の渡航に向けて多大なる援助をしてくださった、日本天文学会早川基金関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。