

2022 年度日本天文学会研究奨励賞

氏名：藤本 征史（ふじもと せいじ）

現職：テキサス大学オースティン校 Hubble Fellow

授賞対象となる研究：電波と可視光観測による初期銀河と銀河周辺物質の新描像の提案と確立

Establishing a New Physical Picture of Early Galaxies and the
Circum-Galactic Medium by Radio and Optical Observations

ビッグバンから始まる宇宙進化において、天体形成と元素合成の現場である銀河の形成と進化の解明は現代天文学における最重要課題の一つである。これまですばる望遠鏡やハッブル宇宙望遠鏡などによる可視光観測により、銀河内部の恒星と熱い電離状態の星間物質の進化は赤方偏移 6–10 程度の初期銀河まで調べられてきた。一方で、銀河における星形成の材料となる中性ガスや星形成の結果として生成されるダストなどの冷たい星間物質については、初期銀河において観測することは難しかったが、ALMA 望遠鏡による観測によって近年その様子が明らかになってきた。

藤本氏は ALMA 望遠鏡のアーカイブデータを最大限活用することで、従来行われてきた研究の 10–100 倍の規模となるミリ波連続光の大規模ソースカタログを構築し、重力レンズの増光効果も併用することで、発表当時は最も暗いフラックス限界 (0.02 mJy) までのナンバーカウントを求め、宇宙赤外線背景放射 (CIB) のすべてが誤差の範囲で個々のミリ波ソースで説明できることを示した (Fujimoto et al. 2016, ApJS, 222, 1)。これは CIB の起源の解明において大きなマイルストーンとなる結果となり、2022 年 12 月時点ですでに 100 件の引用がなされている。この論文において藤本氏は、ハッブル宇宙望遠鏡などの可視光（近赤外線を含む）データとの比較を行い、可視光の深撮像データでも検出できないミリ波ソースが高い割合で存在することを見つけ、後に“NIR Dark Galaxy”と呼ばれて世界で話題になる前に報告した。

藤本氏はさらに、上記の研究で発見されたミリ波連続光ソースのサイズが小さいことに興味を持ち、サイズの測定を始めた。ALMA 望遠鏡のデータ解析の専門家を交えた研究により uv 平面上でスタッキングを行うコードを開発し、広いフラックスの範囲でサイズと光度の関係を求めた。その結果、当時議論となっていたサイズと光度の間の相関について、負の相関ではなく、正の相関であることをこれまでにない圧倒的な統計精度で示すことに成功した (Fujimoto et al. 2017, ApJ, 850, 83; 2018, ApJ, 861, 7)。連続光のサイズの議論だけでなく、[C II] 158 μ m 輝線のデータにも着目し、輝線のスタッキング解析を行うコードを開発して、ダスト起源のミリ波連続光や星起源の可視光の連続光に比べ、[C II] 輝線が 5 倍程度広がっていることから、[C II] ハローが存在することを示した (Fujimoto et al. 2019, ApJ, 887, 107)。この結果は宇宙初期の銀河周辺に広がる炭素の存在から、銀河形成の早い時期に強いアウトフローが起こっていることを世界に先駆けて示す結果となり、2022 年 12 月時点で 82 件の引用を受ける研究成果となった。

藤本氏はこれらの成果を元に ALMA の大規模探査 ALPINE 計画や ALCS 計画の国際研究チームにも参加し、活躍している。ALPINE 計画のデータを用いた研究ではスタッキングではなく、個別の初期銀河に [C II] ハローが付随することを発見し、初期銀河の多くに [C II] ハローが付随するという標準的描像を確立することに成功した。ALCS 計画においては自身の能力を生かし、データ解析を一手に担う活躍を見せた。このなかで、赤方偏移 6.02 に強い重力レンズの増光を受けた銀河を発見し、ALMA の高分解能に重力レンズの拡大効果を組み合わせることで 300 pc の空間分解能で光度と力学構造の特性を明らかにし、このような早い時代に回転する銀河円盤と星形成クランプを検出している (Fujimoto et al. 2021, ApJ, 911, 99)。

藤本氏はさらに、初期銀河だけでなく赤方偏移 6 以上で見つかっている QSO の超大質量ブラックホー

ル (SMBH) の存在に疑問を抱き、その起源を解明する研究も進めてきた。ALMA の高分解能のデータを生かして、重力レンズ効果の増光で SMBH の質量推定を誤る可能性を指摘した (Fujimoto et al. 2020, ApJ, 891, 64)。さらに QSO の形成にも研究対象を広げ、コペンハーゲン大学の研究者らとの共同研究として QSO の形成初期段階にある赤い QSO が赤方偏移 7.19 の宇宙に存在することを発見し、主著者として Nature で報告を行った (Fujimoto et al. 2022, Nature, 604, 261)。初期宇宙での SMBH の急速な成長過程の解明に向けて発展が期待される研究となっている。

このように藤本氏は ALMA のアーカイブを用いた大規模データによる統計的研究を展開し、それを足掛かりに [C II] 輝線ハローの研究、重力レンズを用いた研究、QSO の研究など、国内外の多くの共同研究者と新しい研究の方向性を開拓し、幅広い分野で研究を遂行する能力があることを示した。さらに ALPINE 計画や ALCS 計画の ALMA による大規模な国際共同研究に入り、中心的な役割を果たし、優れたコミュニケーション能力を生かして高いインパクトをもたらす研究を行えることも示してきた。これまでの成果として共著論文を含めて 92 編もの論文を出版し、その中には研究指導をした学部生が主著者となった論文も含まれている。自身が PI としても多くの ALMA の観測提案が採択されると共に、JWST を用いた観測時間も獲得しており、これからのさらなる活躍が期待される。

以上の理由により、藤本征史氏に 2022 年度日本天文学会研究奨励賞を授与する。