

2016年度 博士研究員研究成果報告書

氏名 (所属研究室) 大井 渚 (理工学研究科松浦研究室)

研究 課 題 ブラックホールが支配する銀河進化

研究 期 間 2016年4月1日～2017年3月31日

研究 成 果 概 要 (日本文 (全角) の場合は2,500字程度、英文 (半角) の場合は90字×65行程度)

現在広く信じられている標準的な銀河形成理論によれば、宇宙初期に誕生した小さな銀河が衝突合体を繰り返し、大きな銀河に成長したと考えられている。しかし、現在の宇宙で観測される銀河のサイズは、理論予測値よりもはるかに小さいという銀河の成長不足が指摘されている。観測上の銀河の大きさは、銀河がいかなる量の星を含むかで判断されるため、この銀河の成長不足という問題は、我々が知らない星形成を抑制する機構が宇宙の歴史においてあった事を意味する。この問題を解決すべく最近提案された理論では、銀河中心にある巨大ブラックホールに降着する高温ガスの放射圧や物質流により、星形成の材料となる星間ガスが吹き払われる効果を考慮した結果、星形成が抑制されることが予言している。観測上の銀河の大きさは、銀河がいかなる量の星を含むかで判断され、星形成 (= 銀河形成) の抑制効果は銀河の成長不足問題を解決しうる。巨大ブラックホールによる星形成の抑制効果の実証は天文学の急務であり、本研究員はこの観測的実証を研究の目的としている。

星形成の抑制効果を観測的に検証するには、活発に星形成が進行するとともに、その中心部で巨大ブラックホールが形成されつつある銀河の観測が有効である。なぜならば、星間ガスを吹き払う放射圧は、形成されつつある巨大ブラックホールで特に強く、これにより活発だった星形成活動が弱まっていく現場を捉えることが出来るからである。そのような形成中の巨大ブラックホールは、形成に寄与する濃密なガスに含まれるダストの吸収・散乱により隠され、その存在を可視光観測で見いだすことは難しいが、ブラックホールに降着する高温ガスにより加熱されたダストが放射する赤外線を観測することで探し出すことが可能である。

この星形成活動の抑制メカニズムを観測的に解決すべく、赤外線衛星「あかり」による近・中間赤外線波長での北黄極深撮像探査領域 (~5.4平方度) で新たに見つけられる赤外線銀河に着目していく。本研究員はこれまでこの北黄極深撮像探査領域のおよそ10%程度の領域 (~0.6平方度) で組織的に行なった多波長の観測データから銀河データベースを作成してきた (2014年成果論文発表)。関西学院大学所属期間中に本研究員は (i) 既に構築した銀河データベースから見つかった赤外線銀河が辿ってきた星形成史についての研究と、(ii) 北黄極深撮像探査の全領域に対しての多波長銀河データベースの構築を行ってきた。

【金属量に着目した星形成史の推定】

本研究員は星形成活動の抑制メカニズムを観測的に解決するために赤外線銀河に着目していくが、もしもこの赤外線銀河が特異な種族であるならば、この種族の研究により一般的な星形成史を明らかにすることは困難となる。そこでこの赤外線銀河が、一般的な銀河と同様の星形成史をたどり進化している種族かを確認する。ここで我々は銀河に含まれるガス相の金属量の量を用いる。金属とは星の中で作られ、星が死ぬ際に起こす大爆発により銀河中にまき散らされる。そして金属を含む星間ガスから新たに星が作られるというサイクルを経て、徐々に量が増えていく。つまり、金属量とはこれまで銀河が辿ってきた星形成史を記憶している事になる。

本研究員は、日本のすばる望遠鏡に搭載されていたFMOS赤外線多天体分光器を用いて「あかり」北黄極深撮像探査で見つかった赤外線銀河のうち、およそ70億年前の宇宙に存在していた銀河を選択的に選び出し、そのうちの約350天体に対して分光観測を行い、その内75天体から星形成活動の指標となるH α 輝線を、また25天体から金属量の指標となる[N II]輝線の検出に成功した。この輝線の強度から金属量を見積もり、(A) 同じ時代に存在する一般的な銀河の典型的な金属量、(B) 近傍宇宙に存在する一般的な銀河の典型的な金属量と比較することで、赤外線銀河がこれまで、そしてこれから辿っていくであろう星形成史について調べた。その結果、着目している赤外線銀河の金属量は、一般的な銀河と比べて有為な差が無いことが分かった。一方、星形成活動の活動度を比較した結果、赤外線銀河の活動度は他の銀河と比べて2倍以上活発であることも分かってきた。この結果は(1) 赤外線銀河の辿っている星形成史は一般的な銀河のものと大きく変わらないが、(2) 観測したこの瞬間は一時的に星形成活動が高められている状態にあった銀河であると考えられることができる。

【すばる望遠鏡/超広視野主焦点カメラによる可視データ解析】

2013年から運用が開始した世界最大級の可視広視野カメラ(視野 \sim 1.76平方度)を用いて、北黄極深撮像探査領域のほぼ全域を可視光帯を5色に分けて五日間の撮像観測を行った。各色ごとに画像解析を行ない、そこから天体(星+銀河)を抽出したカタログを作成。その後、各カタログに収録した天体の位置情報を比較することで、統合カタログを構築した。結果、270万以上の数の天体を収録することができた。また、「あかり」衛星で得られた赤外線銀河の情報と比較した結果、9万弱の赤外線銀河を同定することが出来た。さらに銀河の放射モデルと観測データを比較することで、観測者である我々からの距離の推定を行なった。結果6万8千天体がおおよそ70億年前から現在の宇宙の間に分布していることを突き止めた。さらに、星形成活動の放射モデルとブラックホールからの放射モデルを比較することで、おおよそ50%もの天体がブラックホールからの放射の影響を受けている可能性を見いだした。本研究結果は3月中旬に行なわれる天文学会で報告する要諦である。

本研究に関する投稿中の論文と学会発表一覧は以下の通りである。

- Publications of the Astronomical Society of Japan (PASJ)の科学誌に論文として投稿中
- 「あかりサイエンスワークショップ」口頭発表(2016年11月7日、国立天文台にて)
- 日本天文学会春季年会口頭発表(2017年3月15 - 18日、九州大学にて)