

科学研究費助成事業(基盤研究(S))公表用資料 [研究進捗評価用]

平成23年度採択分
平成25年4月8日現在

広視野多天体分光・面分光で探る銀河形態の起源

The Origin of Morphologies of Galaxies : Explorations
with Multi-Object and Integral-Field Spectroscopic
Observations

有本 信雄 (ARIMOTO NOBUO)

国立天文台・ハワイ観測所・教授



研究の概要

すばる望遠鏡の主力装置の一つである 近赤外線広視野カメラ・多天体分光器 MOIRCS (モアックス) に、(1) 面分光ユニットの新設 (2) 検出器の交換による検出限界の劇的改善の二つの機能向上を行うことで、多数の遠方銀河の金属量と内部のガス運動の観測を通じて、銀河の形態が発現する過程を明らかにする。

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：天文学 - 天文学

キーワード：光赤外線天文学、銀河天文学

1. 研究開始当初の背景

近赤外線では、遠方銀河の赤方偏移した可視光を観測することができる。すばる望遠鏡の主力装置である近赤外線広視野カメラ・多天体分光器 (MOIRCS、モアックス) による遠方銀河の観測によって、赤方偏移が 2-3 の時代の銀河形成の様子が垣間見えてきたが、それらがその後いかに進化し、現在の多様だが秩序ある形態の銀河へと至ったか、という根源的な問題については未だ確固たる答えが得られていない。銀河の形態が分岐し秩序だった状態を確立する過程を理解するためには、銀河内部のガス運動 (回転およびランダム運動) や、銀河中心部 (バルジ)、円盤部、ハロー部といった領域ごとの星生成史の違いを調べる必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、先端的な技術の利用によって独自のサイエンスを目指す。すなわち、MOIRCS に面分光ユニットを新設し、さらに、検出器の交換による感度の向上をはかり、面分光による内部構造を分解した分光観測と、多天体分光による系統的な星形成量、金属量探査を徹底的に行い、銀河進化の研究、特に星形成銀河から楕円銀河へと至る銀河形態の発現過程に迫る研究を展開する。

3. 研究の方法

①面分光で探る銀河形態進化の起源

赤方偏移 0.5-1.5 付近の星形成銀河における内部構造を探索する。この時代に、それまで活発であった宇宙全体での星形成活動が徐々に収束し、同時に現在の宇宙で見られるような渦状銀河、楕円銀河などの形態が発現してきたと考えられる。本研究では、この間の複数の時代の銀河について面分光観測を行うことで、内部のガス運動の様子、力学的な質量と星形成の関係、ガス運動と銀河形態の関係を調べ、現在およびより過去の時代の銀河と比較し、時代をつなげることで進化過程を明らかにする。

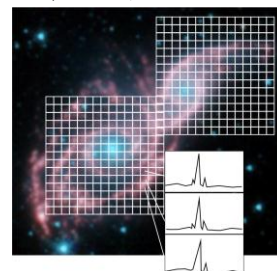


図.合体銀河の面分光観測

②多天体分光で迫る星形成と銀河形態進化

赤方偏移 0.5-1.5 の星形成銀河の金属量測定を行う。銀河の金属量は、銀河が経験した星形成の記録を残した「化石」である。近赤外線分光により金属量を調べることで、星形成史と形態の関係に注目し、サンプル数を飛躍的に増やして、現在の銀河につながる銀河の進化パスを描き出す。

4. これまでの成果

・MOIRCS の機能向上開発

近赤外線アレイ検出器を現在のHAWAII-2からH2RGへと更新することで、読み出し速度の改善、感度一様性の向上、暗電流の低減など、観測効率の大幅な改善を目指す。

新検出器H2RGと専用の読み出し回路、制御モジュールの調達を行い、実験室での基本的駆動試験を開始した。また、MOIRCSに搭載するための焦点面ユニットの設計を進めている。

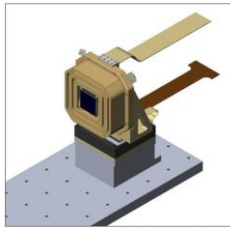


図. 焦点面モジュール

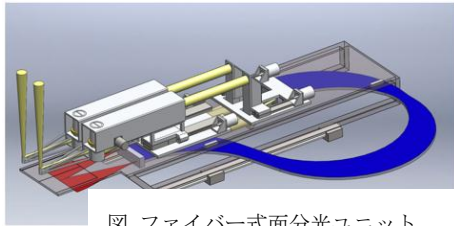


図. ファイバー式面分光ユニット

MOIRCSのカセグレン焦点面部分に新たなスペースを設け、光路上に出し入れ可能な面分光ユニットを設置する。面分光ユニットは従来のMOIRCSではできなかった、空間と分光の三次元情報を得ることを可能にし、銀河の内部構造を分解してその進化過程に迫る観測を可能にする。ファイバーを用いたものと、マイクロレンズアレイによるものの二つの構成のユニットの設計を行い、製作を開始した。

・観測的研究

機能向上を行ったMOIRCSでの観測に向けた計画の策定・サンプル形成を、ワークショップ等を通じて多数の研究者の協力を得ながら進めている。さらに、MOIRCSと補償光学を用いるすばるの装置IRCSとを組み合わせた観測計画を新たにすばる望遠鏡の公募観測に提案し、このためのフィルタの製作も進めている。

5. 今後の計画

・MOIRCS の機能向上開発

冷却実験環境を実験室に設置し、近赤外線アレイ検出器の動作パラメータ調整を進めるとともに、焦点面ユニットを製作して、アレイと読み出し回路を組み込み、MOIRCSに搭載する。

面分光ユニットのコンポーネントの製作と実験室での試験を進め、望遠鏡焦点面部の機構への搭載、低温試験を経て、MOIRCSへの組み込みを行う。

これらの開発の後、試験観測をすばる望遠鏡で実施する。

・観測的研究

MOIRCSの機能向上後にすばる望遠鏡で遠方銀河の多天体分光観測、面分光観測を実施する。また、MOIRCSで観測された天体を補償光学系+IRCSで詳細に観測し、内部構造と星形成活動の関係を調査する。これらの観測を通じて、銀河の活発な形成活動の時代から現在に至る活動性と銀河形態の関係を明らかにする。

6. これまでの発表論文等 (受賞等も含む)

・有本ほか, "Deep Near-infrared Spectroscopy of Passively Evolving Galaxies at $z \gtrsim 1.4$ ", Onodera, M., Renzini, A., Carollo, M., et al., ApJ 755, 26 (26pp), (2012)

・有本ほか, "The SINS and zC-SINF Surveys: The Growth of Massive Galaxies at $z \sim 2$ through Detailed Kinematics and Star Formation with SINFONI", Förster Schreiber, N. M., Genzel, R., Renzini, A., et al., The Messenger 145, 39-43 (2011)

・田中、児玉ほか, "Massive starburst galaxies in a $z = 2.16$ proto-cluster unveiled by panoramic $H\alpha$ mapping", Koyama, Y., Kodama, T., Tadaki, K., Hayashi, M., Tanaka, M., Smail, I., Tanaka, I., Kurk, J. MNRAS 428, 1551-1564 (2013)

受賞：有本信雄：IAP (Institut d'astrophysique de Paris) Medal, 2012, France

ホームページ等

<http://www.naoj.org/Projects/newdev/nm/>