

# 論文審査の結果の要旨

氏名 橋本 拓也

本論文は、赤方偏移 $z = 2.2$ 付近にある、水素ライマン $\alpha$  (Ly $\alpha$ ) 輝線で明るく輝く星形成銀河であるライマン $\alpha$ エミッタ(LAE)の可視赤外分光観測を行い、そのスペクトル形状を詳細に解析することにより、これら銀河からのガス流出(アウトフロー)の性質を議論したものである。

本論文は6章から構成される。第1章はイントロダクションであり、これまでのLAEからのアウトフローについての研究がまとめられている。

第2章ではまず、可視及び近赤外線で行われた分光観測の詳細が述べられている。すばる望遠鏡、Keck 望遠鏡、Magellan 望遠鏡の分光器を用いることにより、 $z = 2.2$  LAE 12 天体について可視赤外線スペクトルを取得した。

第3章では取得されたスペクトルの詳細な解析を行っている。その結果すべての天体のLy $\alpha$  輝線のピーク波長が、星雲輝線から得られた母銀河の赤方偏移から予想される値に比べて長波長側にずれており、さらに長波長側にテールを曳いた非対称な形状をしていることを明らかにした。また、半数近くは短波長側にずれた第2のピーク(blue bump)を持つことも明らかになった。論文提出者は更に、これら銀河のスペクトルに検出された金属吸収線がいずれも100-200km/sの青方偏移を示していることも発見した。これは、LAEが中性水素ガスのアウトフローを伴っており、その中での共鳴散乱によってLy $\alpha$  輝線の形状が大幅に変わってしまったことを示唆している。また、星雲輝線の幅は平均して130km/s程度であり、同じ時代にあるより質量の大きいライマンブレイク銀河(LBG)に比べてかなり小さいことを発見した。これは、LAEがLBGに比べて小さな力学質量を持っていることを示していると考えられる。

第4章では観測された複雑なLy $\alpha$  輝線プロファイルを、球対称なアウトフローガスモデルを用いて再現し、そこからアウトフローの性質についての議論をしている。モデルのコードは共同研究者であるVerhammeによって開発されたものであるが、論文提出者はそれを改良し、観測で得られたプロファイルと定量的に比較できるようにしている。その結果、観測されたLy $\alpha$  輝線プロファイルが再現でき、blue bumpを持たない天体についてはアウトフロー速度、ダスト吸収量、輝線の速度幅が観測値と矛盾なく合致した。

第5章は、前章までに得られた結果の考察である。まず、blue bumpを持つ天体ではモデルの輝線幅が観測された星雲輝線の速度幅と合致しておらず、アウトフローガスモデルの不十分な点の議論を行っている。次に、Ly $\alpha$  輝線のピーク波長の静止系赤方偏移からのずれが200km/s程度であり、これはLBGのそれ(400km/s)に比べてかなり小さいことを指摘し、それが周りの中性水素柱密度が低いことで説明できることを示している。このことから、LAEはより質量の小さい銀河であり、電離光子を多量に出して周囲を大きく電

離しており、銀河円盤軸方向から観測されているものが多いのではないかと指摘している。更にこの結果から、宇宙再電離期に観測されている LAE の物理状態が今回観測されたような LAE と同様であると仮定すると、再電離が完了したのはこれまで推定されているよりも過去で良いことを指摘した。

第6章は全体のまとめである。

以上、本論文はこれまで可視光から近赤外線に渡る広い波長域をカバーした分光サンプルが少なく、統計的な議論があまり進んでいなかった LAE について、すばるを始めとした大型望遠鏡で良質なデータを取得し、その物理状態を明らかにしたものである。このような系統的な LAE の研究は初めてのものであり、学問的な価値も高い。また、より遠方の LAE は宇宙再電離に大きな寄与をしたとも考えられており、今後の銀河進化・宇宙論研究にも影響を与える重要な結果である。

なお、本論文の第2～5章は大内正己、嶋作一大、小野宜昭、中島王彦、岡村定矩、Michael Rauch, Janice Lee, Anne Verhamme, Daniel Schaerer, 澁谷隆俊、後藤亮介との共同研究であるが、論文提出者が主体となって観測、データ解析、及び科学的議論を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

よって、博士（理学）の学位を授与できるものと認める。