

# 論文審査の結果の要旨

氏名 小野寺仁人

近年、宇宙の大構造を記述するシナリオとして冷たい暗黒物質 (CDM) シナリオが有力と考えられるようになってきた。一方、このシナリオでは銀河がいつ、どのように誕生し、進化してきたかについては多くの可能性を残しており、未だその道筋は定まっていない。この問題は高赤方偏移の銀河の諸性質を調べることによって明らかにすることができるが、最近の研究から、「赤方偏移の砂漠」と称される赤方偏移  $z \simeq 2$  付近の銀河の観測が特に重要であることがわかってきた。

本論文は、このような背景から、遠方銀河サーベイで得られた  $1.5 < z < 2.5$  の銀河の近赤外線分光観測を行い、その質量や金属量などの諸量を求めることによって、銀河形成と進化の道筋を新しい観点から議論したものである。

本論文は4章から構成される。第1章は序説であり、CDMシナリオによる大質量銀河の形成時期について、理論モデルの結論が収束していない現状が概説されている。これら理論モデルの振る舞いは  $z \simeq 2$  で違いが生じるため、その付近の赤方偏移をもつ銀河を多数観測する統計的研究が重要であることが述べられている。また、銀河サーベイ観測によってこの付近の赤方偏移をもつ銀河を絞り込む方法が概説されている。なかでも本論文で採用した  $B$ 、 $z$ 、 $K$  の3バンドの方法は  $1.5 < z < 2.5$  に存在する星形成銀河 ( $sBzK$  銀河) を約 90% という高確率で絞り込むことができることが述べられている。

第2章では  $sBzK$  銀河の近赤外線分光観測とデータ解析の結果の詳細が述べられている。ここで選定したサンプルは、すばる望遠鏡と VLT 望遠鏡による遠方銀河サーベイで得られた  $1.5 < z < 2.5$  にある  $sBzK$  銀河のうちの 27 天体で、これに対して、すばる望遠鏡の CISCO/OHS 観測装置、また VLT 望遠鏡の SINFONI 観測装置を用いて、近赤外線分光観測をおこなった。観測した 27 天体のうち、10 天体から  $H\alpha$  輝線を検出し、強度を測定した。この  $H\alpha$  輝線強度と撮像観測の結果を組み合わせ、星として存在する質量、ダスト減光量、ダスト減光を補正した星形成率をそれぞれ、 $M_{\star} = 10^{10.2-11.6} M_{\odot}$ 、 $E(B-V) = 0.15 - 0.65$ 、 $\text{SFR} = 60 - 1370 M_{\odot} \text{yr}^{-1}$  と求め、 $H\alpha$  と  $[\text{NII}]\lambda 6583$  の強度比から金属量を  $12 + \log(O/H) = 8.6 - 9.3$  と求めた。さらに、その輝線幅から力学的質量を  $M_{\text{dyn}} = 10^{10.6-11.7} M_{\odot}$  と求めた。特に、星形成率を  $H\alpha$  輝線を用いてより高い信頼度で推定したこと、さらに金属量や力学的質量を分光観測によってはじめて明らかにしたことは、銀河進化を研究する上で極めて重要な進展と考えることができる。

第3章では得られた  $1.5 < z < 2.5$  の  $sBzK$  銀河の諸量に基づいて、大質量銀河の形成と進化の道筋を、独自の観点から論じている。まず、星質量と金属量の関係を調べた。その結果、今回のサンプルが大質量のものに限られているため、近傍で見られるような特別な相関を検出することはできないが、むしろ同程度の質量の銀河において金属量に顕著な分散が存在することがわかった。次に、星質量と単位質量当たりの星形成率と質量の関係

を調べた。その結果、 $z \simeq 2$  の *sBzK* 銀河は、SDSS サーベイ で得られた近傍銀河に比べて 2 桁ほど系統的に高い星形成率を持ち、銀河全体が激しい星形成を行なっている状況にあることがわかった。これらの結果を単純な単一領域モデルを用いて解釈すると、星質量と金属量の関係及び星質量と単位質量当たりの星形成率の関係を同時に説明するためには、大きな初期質量  $10^{11-12} M_{\odot}$  の銀河が約 1 億年という短い時間スケールで星を形成しなければならないことがわかった。このことは、大質量銀河は  $z \simeq 2$  の時期に既に存在し、この時期に活発な星形成によって金属量を大きく増加させることを意味し、まさに銀河形成の現場を観測的に捕えたと考えることができる。

第 4 章は結論である。

以上、本論文は近赤外分光観測から  $z \simeq 2$  の *sBzK* 銀河が現在の大質量楕円銀河の祖先として非常に有力であることを示唆したものであり、銀河の形成と進化の道筋を明らかにする上で重要な手がかりとなる数多くの観測事実を新たに導き出した先駆的研究として高く評価できる。

なお、本論文の一部は共同研究によるものであるが、論文提出者が主体となって解析及び解釈を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。よって、審査員全員一致で博士 (理学) の学位を授与できると認める。