

論文審査の結果の要旨

氏名 小山 佑世

本論文は、遠方銀河団をすばる望遠鏡およびあかり赤外線衛星で可視・赤外線広視野撮像観測し、そこでの星形成活動が環境にどのように依存しているのかについての新たな知見を示したものである。

本論文は8章から構成される。第1章はイントロダクションであり、銀河進化の環境依存性についてのこれまでの知見をまとめている。

第2章は、赤方偏移 $z=0.41$ の Abell851 銀河団をすばる望遠鏡の主焦点カメラ **Suprime-Cam** で狭帯域撮像観測した結果である。銀河団を中心とした 12Mpc (メガパーセク) 四方の広い領域に星形成活動の指標となる水素原子輝線 $H\alpha$ (6563Å) が強い輝線銀河を 445 個同定し、それが銀河団を囲む外縁部に重点的に分布していることを見出した。これは銀河団中心での銀河の星形成が終息しつつあるのに対して、外縁部では星形成がなお盛んに行われていることを意味する。この時期の銀河団外縁部では、星形成銀河から、現在の銀河団に数多く見られる星形成を止めた「パッシブ銀河」への転換が進んでいることを示唆している。

第3章から第6章までは、本論文のメインターゲットである $z=0.81$ の RXJ1716 銀河団の観測結果である。第3章ではまず、**Suprime-Cam** による可視広視野撮像観測から測光的赤方偏移により銀河団銀河の選出を行い、その可視カラーが銀河団周辺から中心に向かうにつれて急激に赤くなることを示した。可視カラーが赤いほど星形成が終わって長い時間が経過していると解釈でき、Abell851 同様、銀河団外縁部でパッシブ銀河への転換が進む様子を捉えていることを示唆している。

第4章では、銀河団のパッシブ銀河、特に色等級図の「Red Sequence」上にある銀河の性質を調べ、その数が暗いところで急激に減少していることを示した。これは低質量なパッシブ銀河ほどその形成が遅れるという「ダウンサイジング現象」を確認するものであると同時に、その割合が銀河団の X 線光度に相関している可能性も示した。

第5章では、すばる望遠鏡の近赤外線カメラ **MOIRCS** を用いた近赤外狭帯域撮像観測によって、銀河団中心から外縁部までを覆う広い領域において $H\alpha$ 輝線銀河を 114 個同定した。これら輝線銀河の分布は Abell851 同様、銀河団外縁部や銀河群に集中し、カラーが赤いものについては特にその傾向が強く見られた。

第6章は、あかり衛星による中間赤外線 $15\mu\text{m}$ 帯での広視野撮像観測の結果である。 $15\mu\text{m}$ 帯は、星形成領域周囲から放射される静止波長 $8\mu\text{m}$ 付近の PAH (多環芳香族炭化水素) 分子輝線に対応し、ダスト吸収をほとんど受けないことから星形成活動の非常に良い指標となる。この観測で同定された 119 個の銀河団銀河は赤外線光度で 10^{11} 太陽光度を超える高光度赤外線銀河であった。 $H\alpha$ 輝線銀河同様、銀河団の外縁部および銀河群に付随し、銀河団中心にはほとんど存在しないことが示された。これら中間赤外銀河は $H\alpha$ 輝

線銀河に比して静止可視カラーが赤く、 $H\alpha$ 輝線で検出されていないものが多数ある。その多くはパッシブ銀河と同程度赤く、これまでの可視近赤外線観測では多くの星形成銀河が見落とされていることを示した。

第7章では、本論文と過去の文献を合わせ、 $z < 1$ での銀河団の星形成の時間進化を考察し、銀河団の質量あたりの星形成率が $(1+z)$ の6乗に比例して非常に強く増加している可能性を示した。フィールド銀河の星形成率が $(1+z)$ の3乗にしか比例しないことを考慮すると、銀河団環境では星形成の終息が非常に早く起こっていることを示唆している。

第8章は全体のまとめである。

以上、本論文は遠方銀河団における星形成活動の環境依存性を可視・近赤外・中間赤外の非常に広い波長範囲に渡る観測で明らかにし、遠方銀河団の星形成活動が銀河団の外縁部で活発に行われていることを明らかにしたものである。特に、 $H\alpha$ 輝線と中間赤外 $15\mu\text{m}$ の二つの星形成指標の広視野観測によって、 $z=0.81$ のRXJ1716銀河団の外縁部に多数のダストに隠された星形成銀河が存在することを世界で初めて発見したことは、すばる望遠鏡及びあかり衛星の特性を最大限に生かした独創的成果である。また、銀河団の形成進化のみならず、銀河進化一般においてその環境効果の重要性を明らかに示した点でも学術的価値は極めて高い。

なお、本論文の第2章から第6章にかけては児玉忠恭、仲田史明、嶋作一大、岡村定矩、田中壺、林将央、東谷千比呂、高木俊暢、和田武彦、松原英雄、大藪進喜、田中賢幸、Hyung Mok Lee、Myungshin Im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。