

論文審査の結果の要旨

氏名 吉田 真希子

本論文は、すばる望遠鏡の観測データを中心に、多波長での宇宙深探査の撮像データの精密な解析を行い、赤方偏移（以下 z ）3, 4, 5 のラインマンブレイク銀河（以下 LBG）を抽出して、星形成率を示す静止系紫外光と銀河の質量を表す静止系可視光のデータに基づいて、銀河進化の解明を行った研究である。本研究は、従来の研究と比較し、一等程度深くかつ数倍以上広い天域に渡って行われたもので、 $z \sim 3, 4, 5$ の大量の LBG のサンプルに基づく光度関数およびクラスタリングの解析から、この時代における星生成史に多くの新しい知見を与える重要な結果を導いている。

本論文は 9 章と 3 つの補足からなる。第一章では本研究の目的とこれまでの研究が簡潔にまとめられている。第二章では、本研究で用いられるデータおよびデータ解析がまとめられている。第三章では、 z がそれぞれ 3, 4, 5 の LBG を観測データから抽出する方法およびその結果が記述されている。 $z \sim 4, 5$ の LBG としてはこれまでの中でもっとも暗い銀河までのサンプルになっており、 $z \sim 4$ で約 3800 個(B-drop)、 $z \sim 5$ でも 600 個弱(V-drop)のこれまでで最大の LBG のサンプルが得られている。第四章では、第三章で抽出されたサンプルの完全性および LBG 以外の天体の寄与を、モンテカルロ法を用いて見積もっている。他の天体の寄与は、V-drop のサンプルで 20%、それ以外では 5% 以下であり、以下の解析に影響しないことが確認される。第五章では、第三章の結果を用い、 $z \sim 3, 4, 5$ の LBG の静止系紫外光光度関数をこれまでになく暗い銀河まで導き、広い等級範囲に渡り Schechter 関数によるフィットを行った。第六章は、本研究の中核をなす最初の章で、第五章の結果に過去のデータも交えて、 $z \sim 3, 4, 5$ の光度関数および星生成活動の進化を議論している。この結果、(1) 光度関数には $z \sim 3$ から 4 ではすべての等級範囲で顕著な変化がなく、一方、 $z \sim 4$ よりも高赤方偏移で明らかな進化が見られる。その進化は、光度関数の形は変わらず、特徴的な明るさ M^* が $z > 4$ において時間とともに急激に明るくなることを明確に示した。(2) さらに暗い銀河までの光度関数を用いて、宇宙の星形成率密度を精密に求め、 $z \sim 3$ から 4 では減少はなく、 $z \sim 4$ から 5 にかけての減少も 5 倍程度以内であること

を高い精度で示した。(3) また、宇宙の星形成率密度は銀河の明るさごとに大きく異なり、明るい銀河からの寄与ほど時間とともに急減に変化し、暗い銀河からの寄与ほどピークが早い時期にあったことを示した。(4) ダークハロー内の単位バリオン質量密度あたりの星形成率密度は $z \sim 4$ までは赤方偏移とともに $(1+z)^3$ に比例して大きくなり、 $z > 4$ では $(1+z)^3$ より少ない増加の様子が見られることを導いた。この依存性はガスの冷却率と一致し、星形成率は冷却率が支配していることを示唆する初めての観測的証拠を得た。第七章は、得られた LBG のサンプルについて二体相関関数を測定し、従来の研究との比較を行っている。第八章は、本研究の中核をなすもう一つの章で、ここでは、第七章で得られた二体相関関数を用い、クラスタリングの解析を静止系紫外光と静止系可視光について行っている。この結果、(5) クラスタリング強度は紫外光光度および可視光光度に対して強い依存性があり、明るい銀河ほど強くクラスタリングしていることを示した。また $z \sim 3$ のサンプルについては、静止系の可視光カラーとも相関があることが示された。(6) さらに可視光光度が大きい銀河は紫外光光度によらずにクラスタリング強度が強いこと、可視光光度が小さい銀河は紫外光光度が小さくなるにつれて、クラスタリング強度が弱くなることを導いた。

以上の結果は、宇宙の星形成率に寄与している銀河の明るさは時間とともに変化し、過去ほど暗い銀河が優勢であったこと、星形成効率は $z \sim 0$ から $z \sim 4$ までダークハロー内の冷却率に比例し、過去ほど高かったこと、星形成率が高い銀河ほど、また星質量が大きい銀河ほどより大きなダークハローに属し、ダークハローの質量がその中に存在する銀河の星形成率と星質量の最大値を決めていると考えられることを示唆したもので、宇宙の星形成史の理解に大きなインパクトを与えるものである。本論文は、従来に比べて広範囲かつ深い膨大な多波長撮像データに基づく精密かつ深い洞察に基づく研究であり、宇宙の星形成史に重要な知見を与えるものである。なお、本論文は、岡村定矩氏、嶋作一大氏、大内正己氏、柏川伸成氏、関口和寛氏、古沢久徳氏等との共同研究であるが、論文提出者が主体的に行ったものであり、そ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。