

論文審査の結果の要旨

氏名 大内正己

本論文はすばる望遠鏡主焦点広視野可視カメラ Suprime-Cam で取得したかつてない規模の多波長可視撮像データから赤方偏移 3 を越える遠方銀河のサンプルを構築し、銀河の進化の道筋と銀河が集団となって作り出す宇宙の大規模構造の形成過程を新しい観点から議論したものである。

本論文は 10 章から構成される。第 1 章では従来の銀河広域サーベイ観測の結果が概説されている。特に、銀河の性質の空間的非一様性と銀河自身の進化を区別するには、従来のサーベイの規模は不十分であることを指摘し、 $z > 3$ の深さと数十メガパーセクの広さを併せ持つサーベイが必要であるとの認識に立って、本研究の動機づけをおこなっている。

第 2 章では Suprime-Cam で取得した多波長可視撮像データの解析方法が述べられている。このデータは「すばるディープフィールド」および「すばる/XMM ディープフィールド」の天域において、5 つの $BVRiz'$ 広帯域フィルターと NB711 狭帯域フィルターで取得されたもので、撮像限界は $z = 27$ 等に達し、撮像面積は 1200 平方分におよんでいる。これは「ハッブルディープフィールド」に匹敵する撮像限界をもちながら、その 300 倍の広さに相当し、世界的にも比類のない大規模な多波長撮像データとなっている。第 3 章ではこの撮像データから遠方銀河の測光サンプルを構築する方法が述べられている。ここで検出したおよそ十萬個の天体の中から 2 色図を使って、 $z = 3.5 - 5.2$ と推定される 2556 個の紫外連続光の強い銀河 (LBG) と、 $z = 4.9$ と推定される 87 個の Lyman- α 輝線が強い銀河 (LAE) を選び出した。これらの天体の一部について分光観測を行い、2 色図で推定した赤方偏移が正しいことを確認し、この測光サンプルに基づく星形成銀河の統計的研究に高い信頼性を与えた。

第 4 章では測光サンプルを用いて $z > 4$ の LBG の光度関数を求め、文献にある $z = 0$ と 3 の光度関数と比較した。その結果、 $z < 4$ では光度関数はほとんど変化していないが、 $z = 5$ では明るい $M_{1700\text{\AA}} < -22$ 等の LBG が有意に少ないことを明らかにした。第 5 章では紫外線連続光の傾きから $z = 4$ の LBG のダスト減光量を平均で $E(B - V) = 0.15 \pm 0.03$ と求め、近傍の星形成銀河および $z = 3$ の LBG の減光量と同程度であるという重要な結論を得た。第 6 章ではこの減光量を解析に取り入れて、銀河を起源とする紫外線光度密度を計算し、それに基づいて星形成密度は $z = 2 - 5$ にわたってほぼ一定であることを示した。また、銀河間ガスが電離を保つためには、 $z = 5$ の LBG から少なくとも 13% 以上の水素電離光子が銀河外に放出されなくてはならないことを示した。

第 7 章では測光サンプルの天球分布と赤方偏移分布から LBG と LAE の 3 次元空間分布を調べた。その結果、 $z = 4.9$ の LAE が 50 Mpc にわたって連なっていることを発見し、遠方の大規模構造の存在を世界で初めて確認した。また、 $z = 4 - 5$ の銀河の空間相関長は近傍とほとんど変わらないことを示し、この傾向は CDM に基づく銀河と構造形成のシナリ

オと合致することを指摘した。第8章では遠方銀河をCDMモデルを介してそれらが付随するダークハローの質量と関係づける方法を提唱し、 $z = 4 - 5$ の銀河は $10^{11} - 10^{13} M_{\odot}$ のダークハローに付随することを示した。これらのダークハローは現在では銀河群や銀河団に相当する $3 \times 10^{13} - 5 \times 10^{14} M_{\odot}$ 程度にまで成長することから、大部分の遠方銀河は成長するダークハローに取り込まれ、少なくとも数回は衝突合体を繰り返して、やがて銀河群や銀河団の構成銀河になると解釈した。

第9章では本研究の観測的結果がCDMモデルを $z > 4$ で統計的に検証した初めてのものであることを述べている。続いて、その観測結果をCDMモデルに基づいて考察し、統計的に十分な裏づけをもって銀河と構造形成の統一的シナリオを提示した。

第10章は結果の要約である。

以上、本論文はかつてない大規模な遠方銀河の測光サンプルに基づいて、 $z > 4$ の遠方銀河の光度関数、赤方偏移分布、3次元空間分布を高い精度で決定したものであり、銀河と大規模構造の形成過程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Suprime-Cam開発チーム(PI:岡村定矩)との共同研究であるが、論文提出者が主体となって解析及び検証を行ったもので、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。