

論文審査の結果の要旨

氏名 廿日出 文洋

ミリ波・サブミリ波で明るい銀河（以下ではサブミリ波銀河とよぶ）は、遠方宇宙にあるダストに覆われた星形成の活発な銀河である。サブミリ波銀河は楕円銀河などの大質量銀河の進化過程に密接に関係していると考えられているが、可視光や赤外線で見つかる銀河に比べて観測が困難であるため、その性質はまだよくわかっていない。本論文は、波長 1.1mm の広視野深探査で検出された多数のサブミリ波銀河の統計的性質を調べて大質量星形成銀河の進化を考察したものであり、サブミリ波銀河の理解を進める上で重要な結果が数多く提示されている。

本論文は7章と付録からなる。第一章では研究の背景と目的が記されている。銀河進化および宇宙論におけるサブミリ波銀河の役割が、宇宙赤外背景放射、宇宙全体の星形成史、および構造形成論の観点から述べられている。そして、過去に行われたサブミリ波銀河の探査が天域の広さと検出感度の点で極めて不十分であることを指摘している。

第二章では、論文提出者が行った ASTE 望遠鏡と AzTEC 多素子ボロメータアレイによる波長 1.1mm のサブミリ波銀河探査の詳細が述べられている。この探査が行われた「南天あかり深探査領域 (ADF-S)」は、赤外線衛星望遠鏡「あかり」などによる多波長の観測があり、サブミリ波銀河の研究に適する。得られたデータは注意深く整約されており、175 個という、既存のどの探査をも上回る数のサブミリ波銀河が検出されている。

第三章では、前章で検出されたサブミリ波銀河と、同領域で「あかり」と Spitzer 赤外線衛星望遠鏡で検出された遠赤外線天体との対応を調べている。遠赤外線とサブミリ波での明るさの比較からサブミリ波銀河の赤方偏移 (z) を推定し、大部分は $z \sim 1.5$ 以上の遠方にあると結論している。

第四章ではサブミリ波銀河の銀河計数（単位立体角当たりの個数を明るさの関数として求めたもの）を調べている。まず、論文提出者自身が観測した ADF-S 領域での銀河計数を求め、さらに、AzTEC/ASTE による別の2天域 (SXDS と SSA22) の深探査データも同様に解析して銀河計数を導出している。銀河の空間分布の大規模な非一様性による影響を避けるために、銀河計数はできるだけ広い天域から求めるのが望ましい。論文提出者は、

上記の3天域の銀河計数データに、精度のやや劣る既存の1mm帯での銀河計数データを融合して、合計1.5平方度超の天域に基づく、現時点で最も信頼性の高いサブミリ波の銀河計数を求めている。そして、この銀河計数を検出限界まで足し合わせても宇宙赤外背景放射の7-10%程度しか説明できないことを見出し、残りの約90%は検出限界以下の暗い天体によるものであると推定している。

第五章ではサブミリ波銀河の空間分布を調べている。銀河は暗黒物質の自己重力系であるダークハローの中にある。重いダークハローほど強く群れる傾向があるため、銀河の群れの度合いを測ることで、銀河の基本的な物理量であるダークハロー質量を推定できる。この章では、ADF-SとSXDS領域のサンプルについて、角度二体相関関数を高い精度で求めている。

第六章では、前章までで得られた結果に対して、宇宙の星形成史と大質量銀河の形成史の観点から考察がなされている。まず、サブミリ波銀河は $z\sim 2$ における宇宙全体の星形成活動の40%前後を担っており、宇宙の星形成史において重要な役割を果たしていることを指摘している。続いて、明るいサブミリ波銀河が $10^{13}-10^{14}$ 太陽質量という非常に重いダークハローに属していることを見出し、これらが現在の銀河団に見られる巨大楕円銀河の祖先であると推定している。また、遠方宇宙に見つかっているさまざまな銀河種族とサブミリ波銀河との関連を、ダークハロー質量の観点から考察している。第七章には論文全体のまとめと将来の展望が述べられている。

本論文で作成されたサブミリ波銀河のサンプルは、銀河の数においても検出感度においても既存のサンプルを上回っている。そして、それを用いて、最も信頼性の高い銀河計数をはじめとした多くの重要な結果を得ている。本論文は、サブミリ波銀河の統計的研究において現在の最高水準にある。なお、本論文は河野孝太郎氏らとの共同研究であるが、観測、データ解析、考察、論文執筆のすべてにおいて論文提出者が主体的に行っており、その寄与は十分高いと判断できる。よって博士(理学)の学位を授与できるものと認める。