

論文審査の結果の要旨

氏名 田村 陽一

エネルギーの大部分を遠赤外線で放射している赤外線銀河のうち、高赤方偏移にあるものはサブミリ波で明るくサブミリ波銀河 (SMG) と呼ばれる。本論文は、革新的な観測装置によりサブミリ波観測を行い、明るい SMG が原始銀河団を含む大規模構造で生まれていることを示した初めての研究成果である。

本論文は 5 章からなる。第 1 章は序説である。宇宙大規模構造や銀河形成において暗黒物質が重要な役割を果たしており、現代の構造形成理論によれば暗黒物質が集積した高密度の場所に銀河団や大質量銀河が形成される。SMG のエネルギー源は活発に進行している星形成で生まれた若い星々であり、観測される光度が非常に大きいことから、SMG は大質量爆発的星形成銀河であると考えられる。すなわち、高赤方偏移にある原始銀河団において大質量銀河が形成されたという予測のもとに、論文提出者達は赤方偏移 3.1 にある SSA22 と呼ばれる原始銀河団のサブミリ波観測を行った。

第 2 章では、AzTEC と呼ばれる革新的な 144 素子ボロメーターを口径 10m の ASTE 望遠鏡に搭載し、既存のサブミリ波サーベイより 20 倍も大きい 390 平方分の面積を高感度で観測したことが述べられている。観測波長は 1.1mm である。地球大気の揺らぎによる雑音を除去するための新しいアイデアに基づくアルゴリズム、従来より多い素子数、大気の透明度 (標高 4800m) などにより、従来より遙かに効率的な観測に成功した。本論文の解析に用いた SMG の数は 30 個で、信号雑音比は 3.5 以上である。

第 3 章では、30 の SMG のうち最も明るい AzTEC1 をサブミリ波干渉計で観測して、正確に位置を求めて、同定作業を行ったことが述べられている。中間赤外線源とは同定ができたが、近赤外線や可視光のイメージには対応物が見つからなかった。低い赤方偏移で観測されている赤外線銀河に比べて、この天体の紫外線可視光のスペクトルは赤いことが分った。

第 4 章では、分光観測により SSA22 原始銀河団を含む大規模構造にあることが確認されているライマンアルファ輝線銀河 (LAE) と SMG との角度相関関数を調べた。その結果、明るい SMG は LAE と正の角度相関を持つことが明らかになった。30 個の SMG を

明るさに応じて3つのサブサンプル（それぞれ10天体）に分け、同様の解析を行ったところ、この相関は一番明るいグループによって作られていることが分った。すなわち、明るいSMGはSSA22原始銀河団を含む大規模構造にあることが統計的に示されたのである。これまで、SMGが原始銀河団あるいは銀河密度の高い場所と関係していることが示唆されていた。その仮説が、LAEが密集した既知の原始銀河団を含む大規模構造とSMGとの直接的な分布の比較によって観測的に実証されたのは初めてである。

第5章には、研究のまとめが述べられている。

本研究の独創的な点は、(1) 革新的な観測装置を用いてサブミリ波観測の効率を飛躍的に向上させ、従来より遙かに良質で大量のデータを取得したこと、(2) 分光観測では決定できないSMGの赤方偏移を、赤方偏移が測定されている銀河との角度相関関数をとることで、統計学的に決定したことである。これは、SMGと原始銀河団を含む大規模構造が関係していることを直接示す最初の観測例であり、SMGをプローブとした大規模構造形成についてのパイオニア的観測として、高く評価できる。

本論文は、川辺良平など20名との共同研究であるが、その多くは論文提出者が主体となって、観測、データ解析、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。したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。