

# 論文審査の結果の要旨

氏名 五十嵐 創

本論文は、遠方宇宙における重要な銀河種族であるサブミリ波銀河(SMG)を標的とした大規模サブミリ波銀サーベイで見つかった多数の天体について、他波長での対応天体の情報も駆使しながらその物理的性質を系統的に調べたものである。

本論文は6章からなる。第1章はイントロダクションであり、本論文の背景や研究動機などがまとめられている。 $\Lambda$ CDM に基づく銀河形成理論によれば、大質量の銀河団は、赤方偏移が5を超える時代に既に形成を始めていることが期待される。さらに、銀河団の中心に存在するような大質量銀河は、形成当初に1000太陽質量/年あるいはそれ以上という凄まじい爆発的星形成を伴うことも予想されており、こうした大質量銀河の前駆体は、ミリ波・サブミリ波帯で明るく輝くSMGとして観測されることが期待される。しかしながら、赤方偏移5を超えるようなSMGの発見・同定は、なお観測的・技術的に多くの困難を伴っており、まだ数えるほどしか検出されていないのが現状である。こうした現状を踏まえ、本研究は、サブミリ波望遠鏡ASTEとミリ波カメラAzTECを駆使し、波長1100 $\mu$ m帯で、すばる/XMM-Newton 深宇宙探査領域(SXDF)およびすばる深宇宙探査領域(SDF)での、かつてない深く広い測光サーベイ観測を実施したものである。

第2章では、本研究によるサーベイ観測で得られた波長1100 $\mu$ mで選択された銀河(以降AzTEC銀河)のカタログについて詳述している。本観測ではコンフュージョン限界に近い雑音レベルを実現した。SXDFでは、1201平方分に及ぶ画像が得られ、281個の銀河が検出された。SDFでは、213平方分の画像から35個が検出された。これは世界的に見ても深さおよび広さの点で、ユニークで価値のあるデータである。

第3章では、AzTEC銀河の他の波長での対応天体を同定するため、JVLA 21cm帯・Herschel/PACSの100及び160 $\mu$ m帯・Spitzer/MIPSの24 $\mu$ m帯、さらにIRACの3.6-8.0 $\mu$ m帯のデータを使った解析とその結果を報告している。約59%のAzTEC銀河が少なくとも1個以上の統計的に確からしい対応天体を持ち、さらに約15%のAzTEC銀河が複数の統計的に確からしい対応天体を持つことが示された。

第4章では、AzTEC銀河の性質について論じている。赤方偏移分布は、先行研究で示唆されていたものと矛盾はないが、より大統計で信頼できるデータが得られた。また、赤方偏移 $z>4$ のSMGの星質量についても評価を試み、星質量と赤方偏移の関係について考察した。さらに、統計的な有意性は高くないが、SMGの周辺で銀河が群れ集まっている傾向が見えており、今後のさらなる研究が望まれる。

第5章では、赤方偏移が5を超える候補として最も有力なAzTEC銀河の一つ、SDF1100.1について徹底的に調査している。AzTECサーベイから得られたこの天体の誤差領域内には2つのIRAC対応天体候補が存在するが、より高い角分解能が得られるサブミリ波干渉計SMAによる1300 $\mu$ m連続波観測から、この2つがいずれもSMGの対応天体であることまず明らかにし、さらに、再びSMAを用い、[CII]輝線を使った分光撮像サ

ーベイを実施した。これは、[CII]輝線の赤方偏移として  $z=5.57\sim 6.08$  の範囲を一挙にカバーするもので、干渉計を使った、ある赤方偏移範囲を無バイアスに分光かつ撮像して[CII]輝線を探索するという観測は、これが世界で初めてである。この結果、2つのIRAC対応天体候補のうち一方で強い[CII]輝線放射を検出することに成功した他、視野内に、少なくともあと2つ、[CII]輝線を放射する銀河を検出した。これらの観測データは、これまで赤方偏移3程度までしかよくわかっていなかったSMGの形成過程について、赤方偏移5以上にさかのぼって明らかにする上で貴重なものである。

第6章は論文のまとめである。

本論文で報告されている銀河サーベイは、感度（深さ）と広さの点で世界的にユニークなものであり、そこで見つかった天体を系統的にカタログ化し、その物理的性質を調べ上げた研究成果は博士論文として十分な価値がある。また、サブミリ波で無バイアスな輝線探索サーベイを世界で初めて敢行した独自性、先端性は高く評価できる。なお、これらの研究は28人の共著者との共同研究であり、AzTECデータの解析、天体カタログ作成、他波長データとの照合、解釈などは論文提出者が主体となって行ったもので、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。