

論文審査の結果の要旨

氏名 宮武 広直

本論文は、すばる望遠鏡とアタカマ宇宙論望遠鏡(ACT)による宇宙論探査に先駆け、ACTで発見されたACT-CL J0022-0036(以下ACTJ0022)銀河団をすばる望遠鏡で観測し、弱重力レンズ効果に基づき質量推定を行ったものである。本論文は7章で構成される。第1章は、イントロダクションであり、現在の観測的宇宙論研究の背景と本研究で用いる赤方偏移0.8の銀河団ACTJ0022について紹介している。第2章は、標準的な宇宙論モデルであるLambda Cold Dark Matter(Λ CDM)モデルの枠組みを説明した後、銀河団などがその重力により背景銀河の像を僅かに歪ませる効果(弱重力レンズ効果)を理論に基づいて示し、銀河団質量などの物理量が背景銀河像の歪みの大きさと関係していることを数式で記述している。第3章は、観測に用いたすばる望遠鏡と主焦点カメラ(Suprime-Cam)のシステムおよび性能などについて解説している。第4章は、本研究で弱重力レンズ効果の測定に用いた楕円ガウス-ラゲール(Elliptical Gauss-Laguerre; EGL)直交関数系による星像および銀河像のモデル化の手法を説明し、この手法の有効性をリングテストと呼ばれる疑似銀河像を使ったシミュレーションで検証している。第5章は、すばる望遠鏡で取得したACTJ0022画像の解析を現在開発中のすばる望遠鏡次世代主焦点カメラ(HSC)のデータ処理パイプラインで行い、背景銀河を測光的赤方偏移により選択した後、EGL法を用いた弱重力レンズ効果の測定結果について説明している。これによりACTJ0022の質量が $7.2 +3.3/-2.7$ (統計誤差) $+1.2/-0.6$ (系統誤差) $\times 10^{14}$ 太陽質量/hであることを明らかにした。第6章は、得られた結果を Λ CDMモデルが预言する赤方偏移-質量関係と比較して、観測結果は Λ CDMモデルを95%の確度で棄却することは出来ない、つまり Λ CDMモデルと矛盾しないという確認を行っている。第7章は、以上のまとめである。

論文提出者の成果は、大きく分けて2つある。1つは、すばる-ACTの次世代宇宙論探査に先駆け、弱重力レンズ効果の測定に必要なデータ解析の手法を初めて確立した点である。2つ目はACTJ0022の質量を弱重力レンズ効果により初めて測定した上で、すばる観測データを用いた場合の宇宙論研究への適用を実証した点である。

HSC パイプラインと測光的赤方偏移測定プログラムについては共同研究者が開発したものを使用しているが、本研究の要となる弱重力レンズ効果測定の EGL 法のすばるデータへの適用は論文提出者が確立したものである。さらに、体積密度が正確に得られている遠方（赤方偏移 1 程度）の銀河団に対して Λ CDM モデルの確認を行ったのは初めてであり、独自性が高い。本論文はすばるおよび ACT チームなどとの共同研究であるが、主要な解析および考察は論文提出者が自身で行っており、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

以上により、博士（理学）の学位を授与できると認める。