

別紙 1-1

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	甲 第	号
------	---	-----	---

氏 名 馬場崎 康敬

論 文 題 目 An Observational Study of Low X-ray Surface  
Brightness Clusters

(低 X 線輝度銀河団の観測的研究)

### 論文審査担当者

主 査	名古屋大学大学院理学研究科	教 授	博士(理学)	金田 英宏
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	教 授	博士(理学)	犬塚 修一郎
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	田村 陽一
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	竹内 努
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	深川 美里

## 論文審査の結果の要旨

別紙 1-2

現在の宇宙の最大の重力束縛系は銀河団である。銀河団は、ダークマターによる重力ポテンシャルの中に物質が集積することで形成されてきた。しかし、物質の集積には重力の影響の他に、銀河団同士の合体、超新星爆発や星形成など、様々な天体物理学的な影響が無視できず、宇宙の構造形成の詳細には未解明な部分が多い。一方、銀河団中の物質の主成分は、X線を放射する高温ガスである。従って、銀河団のX線観測は、宇宙の構造形成の手がかりを得る上で、重要な意味を持つ。

X線天文衛星 ROSAT による全天サーベイにより、銀河団ガスの系統的な調査が行われ、約 10% の銀河団が X線表面輝度が極めて低い「低 X線輝度銀河団」であることが分かった (Böhringer et al. 2004)。この特異な性質を単純に解釈すると、これらは形成初期の若い銀河団であることを示唆する。一方で、その構造形成の過程に原因があるのかもしれない。従って、現状の姿になった理由を明らかにすることは、構造形成を解明する上で重要である。そのためには、低 X線輝度銀河団の高温ガスの性質を精査し、その進化の過程をひも解く必要がある。

申請者は、低 X線輝度銀河団 Abell 1631 および Abell 2399 に着目し、X線天文衛星すざくと XMM-Newton の観測データを解析した。その結果、これらの銀河団の高温ガスの密度分布が、力学的平衡状態にある銀河団から予測される分布に比べ、全般的にフラットであることを示した。また、銀河団内の温度分布を合わせて、高温ガスへの熱流入の履歴を反映するエントロピー分布を求めた。その結果、これらの銀河団のエントロピーは、中心部分で通常の銀河団よりも高く、かつ、フラットな分布を表していることを明らかにした。

さらに申請者は、Abell 1631 および Abell 2399 の可視光分光観測アーカイブデータを解析し、構成銀河の空間分布は、X線表面輝度分布とは異なる分布であることを明らかにした。そして、構成銀河は、進化の進んだ銀河団に見られる色-等級関係を示すことを確認した。

申請者は、これらの観測事実より、Abell 1631 および Abell 2399 は形成初期の若い銀河団である可能性は低いと結論した。つまり、これらは進化が進んだ銀河団であり、衝突現象を経験したためにガスのかきまぜや剥ぎ取りが起こって、低 X線輝度銀河団となった可能性が高いと結論した。両銀河団の X線輝度分布を詳細に調べたところ、確かに Abell 2399 から過去の衝突を示唆する不連続面を発見した。

この結果は、衝突により X線が暗くなったため、現在検出されていない銀河団が多数存在する可能性を示唆する。宇宙の構造形成に新たなシナリオを提唱したものとして、その学術的価値は高い。また参考論文は、力学的平衡状態にある銀河団を含め、複数の明るい銀河団サンプルに対し、弱重力レンズ質量、構成銀河数と X線物理量の相関を定量的に求めたものであり、その価値は高い。以上の理由により、申請者は博士 (理学) の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。