

本論文はX線衛星「あすか」で観測した銀河群の半数程度に、非熱的な硬X線成分が存在することを明らかにしたものである。

最近の研究で、より構成銀河数の多い銀河団において、非熱的な成分の存在が示された。これに対して、論文提出者は、銀河群に注目した（第1章、第2章）。その理由は以下の3つである。(1)個々の銀河の識別ができる。(2)銀河団に比べて温度の低い銀河群では非熱的成分が「あすか」の観測エネルギー領域に適合する。(3)微弱な信号を検出する必要があるため、雑音、背景X線の評価が精度よく行われている「あすか」が有利である。

論文提出者は、雑音、背景X線をさらに厳密な手法で評価し、硬X線成分での観測精度を従来よりも3倍程度向上することに成功した（第3章）。

その結果、HCG62銀河群において、1keV程度の熱的な成分以外に、3-7keV付近に超過硬X線（非熱的成分）が確かに存在することを統計的な精度を考慮して明らかにした。また、非熱的成分が熱的成分と同程度に広がったものであり、銀河内から放射されるものは無いことがわかった（第4章）。

同じ手法を他の17個の銀河群に適用した結果、およそ、半数程度に非熱的成分が存在することがわかった。また、複数の銀河群での非熱的成分と、X線の強度、温度との比較から、雑音、背景X線の評価方法と解析結果が矛盾しないことを示した（第5章）。

第6章において、非熱的成分の生成原因として、超高エネルギー電子と宇宙背景放射の逆コンプトン散乱、非熱的高速電子の制動放射等の様々な候補を取り上げ、観測結果の合理的な説明が可能であるかを検討した。

本論文提出者は、X線衛星「あすか」の特性をよく理解した上で、観測対象として銀河群を選んだ。その結果、オリジナルでユニークな成果をあげ、論文にまとめられた。この論文によって存在が明らかにされた非熱的成分は、最高エネルギー宇宙線、暗黒物質、銀河間磁場と関連している可能性があり、その意味で宇宙物理の進展に大きく寄与するものである。

なお本論文の第5章は深沢泰司、牧島一夫との共同研究であるが、論文提出者が主体となって解析及び検証を行ったもので、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。