

# 論文審査の結果の要旨

氏名 萩原利士成

本論文は 8 章からなる。第 1 章は序論であり、本論文の動機と構成を示している。第 2 章では本論文の背景である軟 X 線背景放射と高温星間物質について概説している。第 3 章では本論文で論じる観測データを取得した 2 つの X 線観測衛星、「すざく」、「チャンドラ」に搭載した検出器の概要を述べ、それらの性能を示している。第 4 章では本論文で使用した X 線データの観測について詳細を示し、また、様々な雑音除去の方法を述べている。第 5 章では PKS 2155-304 とその周辺領域のデータに基づく高銀緯方向の解析と結果を示し、第 6 章では 4U 1820-303 とその周辺領域のデータに基づく銀河中心バルジ方向の解析と結果を示している。第 7 章で結果をまとめると共にその解釈について議論し、第 8 章で結論を述べている。また、付録 A では銀河中心バルジ方向の解析で考慮した星からの X 線放射モデルについて、付録 B では重元素比が低い場合の exponential disk model の当てはめについて、付録 C、D では検出器や解析モデルに起因する系統誤差について詳細な検討を述べている。

2 keV 以下の軟 X 線背景放射には宇宙 X 線背景放射を外挿しただけでは説明のつかない成分が存在し、天の川銀河系に付随して広がった $\sim 10^6$  K の高温星間物質の存在が示唆されている。これまで X 線放射輝線や吸収線の観測から高温星間物質の物理量に制限を課す研究がなされてきたが、それぞれの観測単独では視線方向の物理量の積分値しか得られない。同一方向の放射輝線、吸収線データを同時解析することで高温星間物質の視線方向の長さ、密度を見積もることができ、論文提出者も参加した先行研究において、LMC X-3 方向の同時解析から exponential disk model に基づく高温星間物質の性質が示された。本論文はこのような同時解析の事例を増やし、高温星間物質の全体像を説明するモデルを構築したものである。

論文提出者は LMC X-3 方向とは異なる高銀緯方向の PKS 2155-304 近傍を「すざく」衛星で新たに観測して放射輝線データを得、「チャンドラ」衛星によ

る同天体方向の吸収線データと共に exponential disk model を用いた同時解析を行った。その結果、PKS 2155-304 方向の高温星間物質の物理量（密度、温度、スケールハイト）は LMC X-3 方向のそれと誤差の範囲で一致した。LMC X-3 までの距離は 50 kpc であり、先行研究における同天体方向の同時解析ではそれ以遠の放射の寄与を排除できなかった。しかし、赤方偏移 0.116 の PKS 2155-304 方向で同様の結果を得たことから上記不定性を排除し、また、異なる高銀緯方向の結果が一致したことから、銀河円盤を超えて広く存在する高温星間物質の大域的性質を示すことに初めて成功した。

論文提出者は更に、銀河中心バルジ方向の 4U 1820-303 について「すざく」の放射輝線データ、「チャンドラ」の吸収線データの解析を行い、その結果が上記 PKS 2155-304 方向と LMC X-3 方向から得た高銀緯方向の高温星間物質の描像とは異なることを示した。データを説明するには少なくとも 2 温度の高温星間物質が必要であり、論文提出者はより雑音が多く複雑な銀河中心方向の解析において慎重にモデルの拡張を行った。その結果、より高温の星間物質が 4U 1820-303 背後のバルジ領域に局在するモデルを適用することにより、高銀緯方向の結果と矛盾しない統一的な高温星間物質の描像を構築できることを示した。銀河中心方向の高温星間物質を高銀緯方向と統一して理解したのはこれが初めてである。

また、論文提出者は上記解析から構築した高温星間物質モデルの重元素比、総 X 線輝度を、高温星間物質起源候補天体から期待される重元素比、エネルギー供給率と比較している。主として X 線輝度とエネルギー供給率の比較から、原始ガスの降着が高温星間物質の起源ではなく、超新星爆発や星風が起源であると考えるのが妥当である。この結論は高温星間物質が銀河系内の星形成活動に関連していることを示唆し、銀河系の進化を理解する上で非常に興味深い。

以上本論文は、天の川銀河系内の高温星間物質について新しい X 線観測結果に基づき独創的な視点により多くの知見を提供しており、高エネルギー天体物理学において重要な貢献をもたらしている。

なお、本論文第 5 章の PKS 2155-304 に関する研究は、Yangsen Yao、山崎典子、満田和久、竹井洋、Daniel Q. Wang、吉野友崇、Dan McCammon との共同研究であるが、論文提出者が主体となって研究を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

従って、博士（理学）の学位を授与できると認める。