

論文審査の結果の要旨

氏名 高橋 弘 充

本論文は、弱磁場中性子星と恒星で構成されるいわゆる低質量 X 線連星系 (LMXB : Low-Mass X-ray Binary) からの X 線スペクトルを測定・解析することによって、LMXB における X 線放射機構と恒星から中性子星への質量降着流について研究した結果をまとめたものである。

LMXB は 1962 年にその第 1 号が発見されて以来盛んに研究が行われ、1984 年に満田ら日本のグループによって観測データに基づいた物理的モデル (現在では「東モデル」と呼ばれる) が提唱された。このモデルでは、LMXB の X 線放射を降着円盤からの多温度黒体放射と中性子星からの黒体放射の 2 成分によって説明している。論文提出者は、このモデルを出発点として採用し、さまざまな降着率における X 線スペクトルを用いて、特に放射圧が重力に匹敵するような状況 (エディントン限界) での物理状態を解明すべく系統的な解析を行った。使用した X 線スペクトルは X 線天文衛星 RXTE (Rossi X-ray Timing Explorer) によって観測された 18 個の LMXB のデータであり、観測回数は約 2500 回で観測時間はのべ約 150 日に及ぶものである。

論文提出者はまず、質量降着率が低く光度がエディントン限界より十分に低い場合、すべての LMXB のエネルギースペクトルが最内縁温度約 1.5 keV の多温度黒体放射と温度約 2.5 keV の黒体放射の 2 成分で表現できることを示し、結果として今までにない多くの LMXB に対して「東モデル」が有効であることを示した。次に、質量降着率の増加につれて、2.5 keV の黒体放射成分の光度の増加が降着円盤の多温度黒体放射光度の増加に比べて鈍り、さらにはその光度が飽和あるいは減少し始めることを発見した。これは、これまで降着円盤から中性子星表面に落ちていた物質の一部が、放射圧の増加によって降着円盤の最内縁から落ちずに吹き飛ばされることを示唆するものである。

さらに、質量降着率が高くなってエディントン限界を越えるような状況では、スペクトルは「東モデル」の 2 成分だけでは十分に再現できず、温度約 1.5 keV の黒体放射で表される新たな放射成分が現れることを示した。その場合、降着円盤の放射は前よりも最内縁半径が大きく温度が 1keV 以下にまで下がる。これは、放射圧により降着円盤が膨れ上がり、光学的に厚い領域の最内縁が中性子

星からより離れた温度の低い場所まで後退していることを示唆している。一方、中性子星からの放射である高温の黒体放射は、検出される天体と検出されない天体があることを明らかにした。これは、放射圧により吹き飛ばされる物質が光学的に厚くなって温度約 1.5 keV の黒体放射を形成するとともに、これによって相対的に円盤の水平方向から観測している天体では中性子星表面からの高温の黒体放射が遮られるが、降着円盤を上方から観測している天体では高温の黒体放射成分の一部がそのまま観測されることを示唆するものである。

本論文は全 7 章からなる。第 1 章は序文、第 2 章は東モデルを含む LMXB 研究のレビュー、第 3 章は天体を観測した RXTE 衛星とそれに搭載された測定装置の説明、第 4 章は観測方法と観測天体の概要、第 5 章はデータ解析とその結果、第 6 章は解析結果にもとづいた議論、第 7 章は本論文の結論が示されている。

本論文は、RXTE 衛星の膨大でかつ多数の天体に渡る観測データを質量降着率をパラメータとして体系的に解析することで、エディントン限界のおよそ 1/10 から数倍に渡る広い範囲で低質量 X 線連星系 (LMXB) の X 線放射機構と質量降着流について統一的描像を与えることに初めて成功している。特に、これまで物理状態の解明が行われていない降着率が高い状態で、これまでのモデルとその発展的な改良によって放射圧の影響による物質の流れの存在とその物理的状态を観測データから明らかにしたことは大きな成果と言える。この論文は他 1 名との共同研究であるが、論文提出者が主体となってデータ解析や理論的考察を行っており、論文提出者の寄与は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。