

氏名	吉田 裕貴
学位の種類	博士 (理学)
報告番号	甲第489号
学位授与年月日	2018年9月19日
学位授与の要件	学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号) 第4条第1項該当
学位論文題目	X-ray Probing of the Matter Surrounding Accretion-Powered X-ray Pulsars (X線観測による降着駆動型X線パルサーの星周物質の調査)
審査委員	(主査) 内山 泰伸 (立教大学大学院理学研究科教授) 北本 俊二 (立教大学大学院理学研究科教授) 平山 孝人 (立教大学大学院理学研究科教授)

## I. 論文の内容の要旨

### (1) 論文の構成

第 1 章は本論文の導入部分である。第 2 章では X 線連星、連星における物質降着、降着駆動型 X 線パルサーといった本論文の主題を理解する上で必要な宇宙物理学における基礎事項が簡潔にまとめられ、また本論文において重要な物理過程がまとめられている。第 3 章では本論文で用いられた宇宙 X 線観測衛星「すざく」とその搭載検出器について記述されている。第 4 章では、観測天体についての基礎情報やそれぞれの天体で得られたライトカーブが示されている。第 5 章はデータ解析の手法と結果がまとめられている。中性子星の自転位相に関して平均したスペクトル解析とそのモデリングおよび位相分解したスペクトル解析が行われ、特に鉄輝線と鉄 K 吸収端の自転位相に応じた変動を報告している。第 6 章では、前章での結果から降着駆動型 X 線パルサーの星周物質と降着物質の構造について議論されている。第 7 章では本論文の結論が述べられている。

### (2) 論文の内容要旨

降着駆動型 X 線パルサーは強磁場をもつ中性子星と恒星の連星系であり、強磁場中でのコンパクト星への質量降着に関する実験場として興味深い天体である。中性子星の磁極に降着したガスは衝撃波加熱により高温になり、強い X 線源となる。本論文は、宇宙 X 線観測衛星「すざく」によって降着駆動型 X 線パルサーの観測で得られた X 線データを解析することで、星周物質や降着物質の物理状態（幾何学的形状、密度、電離状態など）を推定する研究である。特に磁極からの X 線に照らされて生ずる鉄蛍光輝線や、星周物質や降着物質が X 線を吸収する際の鉄吸収端に着目し、これらのスペクトル構造の自転位相に応じた変化から、中性子星近傍の降着流のイオン化状態や幾何学的構造についての新しい知見を得ることに成功している。中性子星の磁力線に沿った降着流の物理パラメータを推定する方法を提示したことは特記すべき成果となっている。

## II. 論文審査の結果の要旨

### (1) 論文の特徴

本論文は、強磁場中での中性子星周辺の物質に関する観測的研究である。降着駆動型 X 線パルサーは強い X 線源であり、X 線天文学の黎明期から研究が進められてきたが、これまで中性子星の磁力線に沿った降着流についての観測的研究は磁極の降着柱に限られてきた。本論文で、降着駆動型 X 線パルサーにおいて吸収端深さが自転位相によって変化する現象がはじめて発見され、磁極の降着柱と降着円盤をつなぐ降着流の構造が観測的に明らかにできた点に、先行研究にはない著しい新規性が認められる。スペクトル構造の自転位相に応じた鉄輝線と鉄吸収端の変動の詳細な解析が、本論文の研究手法における特徴であり、これまであまり注目されてこなかった鉄吸収端に着目した点が特筆される。強磁場中での中性子星周辺の物質についての新しい研究手段を示したことが、本論文の重要な成果となっている。

### (2) 論文の評価

本論文の第1章から第3章までは、研究結果を理解する上で必要となる降着駆動型 X 線パルサーや観測装置についての基本情報が的確にまとめられていると評価できる。

そして本論文の第4章と第5章では、中性子星の降着流に関する今までになかった新しい X 線観測結果が独自の研究として報告され、第6章でそれをもとに星周物質と降着物質の幾何学的形状、密度、電離状態などが議論されている。重要な観測結果である鉄 K 吸収端の自転位相に応じた変動については、その起源について、様々な可能性が検討され、観測結果の解釈に説得力を与えていると評価できる。

本論文は、中性子星周辺の物理状態に関する研究に重要な進展をもたらしたものと高く評価できる。