

博士學位論文

内容の要旨および審査結果の要旨

第 5 号

京都産業大学

は し が き

本号は、学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第8条の規定による公表を目的とし、昭和59年3月30日本学において博士の学位を授与した者の論文内容の要旨および論文審査の結果の要旨を収録したものである。

学位記番号に付した甲は、学位規則第5条第1項（いわゆる課程博士）を示す。

目 次

1 三 谷 健 司

論文内要の要旨	1
論文審査結果の要旨	5

氏名・(本籍)	三谷健司 (岡山県)
学位の種類	理学博士
学位記番号	甲理第3号 (文部省への報告番号 甲第4号)
学位授与の日付	昭和59年3月30日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	X線パルサーGX301-2, CenX-3の研究
論文審査委員	主査 教授(理学博士) 井上雄二
	副査 教授(理学博士) 坂本吉之
	副査 教授(工学博士) 岡村誠三

論文内容の要旨

申請論文は国立宇宙科学研究所において、申請者が主導的に行ったX線パルサーの観測的研究の成果をもとにして、単一の論文にまとめたものである。本論文は五つの章から構成されているが、新しい観測事実および独創的な提案は第四章と第五章に述べられている。

第一章は序説であり、第二章はX線パルサーの総合報告であり、この章において、X線パルサーの発見、人工衛星利用の観測的研究の経過、現在までに提唱された理論的、物理的描像の紹介と評論が展開されている。この章の記述は、申請者のX線天文学に関する文献調査および学術知識の度合の的確さを示すものである。第三章は、観測に用いられた機器の性能およびその限界、さらにデータ解析に利用された各種の手法が記述されている。第四章には、国産のX線天文衛星「はくちょう」、部分的には、「てんま」によって、申請者が観測したX線パルサーGX301-2とCenX-3のX線強度の脈動およびエネルギー・スペクトル分布の時間的変動について、詳細に分析した結果が記述されている。この章は本論文の中心部である。分析の結果から次の事項について言及している：X線パルサーの磁気圏の構造、その軌道に沿っての変化、主星から流出するプラズマの流れの変化、中性子星の周辺に集積されたプラズマ円盤、および磁気圏内に発生するプラズマの不安定過程 (Rayleigh

-Taylor および Kelvin-Helmholtz 過程) 等である。これらは連星系を形成している中性子星の X 線放射について、この分野の理論的研究者に興味のある示唆を与えるものである。第五章は議論で、申請者が知見した観測事実およびそれに基づいて言及された X 線放射機構についての物理学的描像に関する示唆と、これまでの観測事実および提唱されていた仮説との比較検討をしている。これによって、申請者の導出した結果の意義を明確にしている。さらに今後に残された研究調査事項の展望を行っている。

論文内容について、観測事実の新しい知見および独創的考察の部分についてのみ要旨を述べる。まず第一に挙げられることは、GX 301-2 と Cen X-3 を観測対象として適切に選択したことである。これらのパルサーの軌道要素は特徴的に異っている。すなわち、前者は長楕円軌道で軌道周期および自転周期は長く、一方後者は円軌道で軌道半径も小さく、主星の上層大気の上端を公転しており、軌道周期も自転周期も短い。このように対照的な二つの X 線パルサーの脈動波形とエネルギー・スペクトル分布の時間的変動を詳細に観測調査して、有意義な結果を抽出している。

X 線パルサー GX 301-2 に関して得られた知見は次の事項である。すなわち、700 秒周期の脈動振幅が一時間程度の時間尺度で激しく、大幅に変動する。脈動が顕著な時期には、変調深度が 60% 程度までになるが、他の時期ではパルス振幅がほとんど検出不可能なまでに減少し、脈動が観測されなくなる。さらに、このような変動は X 線強度の定常値の水準に依存しないことを確認している。パルス振幅が急峻な変化をする時期を解析して、パルスの底部の放射強度が本質的に時間不変であることを確かめている。これらの新しい観測事実から、次の仮説を提案している。すなわち、GX 301-2 の X 線放射は可変な振幅を有する脈動成分と強度変化の少ない非脈動成分より構成されている。また、X 線エネルギー・スペクトル分布がパルス位相に依存して変化することを判明させている。すなわち、パルスのピークの時期には、エネルギーが約 4 KeV 以上において強度の増大が検出された、しかしエネルギーが約 4 KeV 以下において脈動の有無に依存せず、強度はほとんど一定値を保っていることを見いだしている。以上の観測事実とこれまでに提唱され

てきた中性子星の磁気圏および主星より流出してくる超高速な星風を考慮して、次の推論を行っている。すなわち、脈動成分は星風のゆらぎに起因している、一方非脈動成分の存在は、今までの描像や理論では説明され難く、主星からの星風の変動にともなう中性子星の磁気圏の構造の変化および発生するプラズマ不安定過程について再考察の必要性を強調している。また事柄の重要性から、脈動成分と非脈動成分の詳細な測定をGX301-2のみならず、他のX線パルサーについてもその有無および特性を調査する観測的研究の必要性を指摘している。

X線パルサー Cen X-3 について得られた観測事実は次の事項である。すなわち、このパルサーの脈動が軌道周期より長い時間尺度で変動することは従来から知られていた。その変動は主星の大气吸収で説明されていた。しかし、新しい観測によって、X線強度の弱い時期におけるエネルギー・スペクトルは低エネルギー領域で、従来の理論によって推計された以上に過剰であることが検出された。この事実から、脈動の変化の原因は主星から流入する物質の変動に起因すると結論している。また食の時期にも、有意義な強度を観測して、それが定常的に存在することを確かめている。この成分は主星の上層大气の上端に形成された温度約 6.4 KeV の熱制動放射であることを同定している。さらに、X線強度の強い時期と弱い時期が観測によって弁別されるが、強度の弱い時期の放射は強い時期の成分に大气吸収の補正をしたものと定常的に存在する低エネルギー成分とから構成されていると言及している。

これらの観測事実は、超強力な磁場を有し、かつX線を放出している中性子星が公転しているO型星の上層大气の構造、電離および加熱の変化について、より詳細な考察をするための手掛りを提供している。

参考論文 1 と 2 は GX301-2 についての論文であり、参考論文 3 は Cen X-3 についての論文である。

参 考 論 文 表

項 目	題 名	年・月	発表した方法
1	"X-ray Pulsars Observed with Hakucho and Tenma" (Nagase, F., Sato, N., Makishima, k., Kawai, N., Mitani, K.)	1983.7	Proc. Summer Workshop Astron. Astrophys., Santa Cruz.
2	"Variation of the Pulse Profile and the X-ray Intensity of GX301-2(4U1223-62)" (Mitani, K., Matsuoka, M., Makishima, K., Inoue, H.)	1984	Astrophys. Space Sci, in press.
3	"A Study of the Spectra and Pulse Profiles of Centaurus X-3 from Hakucho" (Lieu, R., Venkatesan, D., Mitani, K.)	1984	Astrophys. J., in press.

論文審査結果の要旨

X線天文学の観測的研究は1962年にB. Rossiの研究集団のロケット実験によって開始された。その後、本格的な研究は1970年に人工衛星UHURUによってなされた。現在では約300個のX線源のカタログが作成されている。我が国においても、1979年にX線天文衛星「はくちょう」、1983年に「てんま」が打ち上げられて、国立宇宙科学研究所を中心に研究が推進されている。このように、現在、活発に進行している若い学問分野である。

X線パルサーの物理学的描像はおおよそ理解されている。すなわち、早期型主星と連星系を形成している中性子星の磁気圏および極領域の物理的状态、さらにX線放射機構について二、三の概略の理論が提唱されている。しかし、X線パルサーの脈動波形の時間的変動については、観測的にも未解決な問題が多く残されている。

脈動波形およびX線エネルギー・スペクトル分布の詳細な観測および研究は我が国のX線天文衛星「はくちょう」によってなされたといつてよい。申請者の研究もこの環境において推進された。論文内容の要旨において記述したように、観測事実として新しい重要な知見を抽出し、X線天文衛星「てんま」の今後の観測計画に重要な指針を与えた。また同時に、申請論文において推論され言及された示唆は、X線パルサーの放射機構ならびに中性子星の超強力な磁場を有する磁気圏の構造および主星から流出する星風の変動による磁気圏の変化とその時に誘起されるプラズマ不安定過程の理論的研究に、再考察すべき点を指摘した。以上を総合して申請者のすぐれた学力と忍耐のある豊かな研究能力を知ることができ、今後の研究の発展が十分に期待される。よって申請者三谷健司の申請論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認められる。