

論文審査の結果の要旨

氏名 中野俊男

本論文は7章からなる。第1章のイントロダクションでは近年の観測で明らかになってきたマグネターと呼ばれる中性子星の記述を通して、本研究の背景が述べられている。第2章では超新星残骸の基本的な物理について記述されている。第3章では中性子星について記述されている。第4章は本研究を行った X 線観測衛星「すざく」について述べられている。第5章では本研究の対象であるマグネター **IE2259+586** とそれに付随した超新星残骸 **CTB 109** についての今までの研究のまとめと、その天体で問題になっていたマグネターと超新星残骸の推定年齢の不一致の問題の記述があり、またこの天体の「すざく」での観測と得られたデータの解析、そして得られた結果について記述されており、本論文の中心的な部分である。第6章では第5章で得られた結果に基づいて、この天体について超新星爆発前の星の質量、超新星爆発エネルギー、またマグネターの推定年齢と磁場強度の進化等について議論されている。第7章は本論文のまとめである。

大質量星はその最期に重力崩壊して超新星爆発を引き起こす。約 10^{53} erg ものエネルギーが解放されるが、そのうちの約 1% は超新星残骸に与えられ、その爆発の後には中性子星が残る。中性子星の典型例である電波パルサーが回転エネルギーをもとに活動性を示しているが、近年マグネターなど非回転駆動型の中性子星が複数観測されてきた。マグネターは 10^{14} から 10^{15} ガウスにもなる超強力な磁場を持ち、その磁場に蓄えられたエネルギーを解放して X 線などで輝くと考えられている。

マグネターも電波パルサーと同様に超新星爆発で生まれたと考えられているが、超新星爆発のどのような違いがこれらの中性子星の区別を生むのかは未解決の問題である。論文提出者は、この問題を解くことを目的に X 線観測衛星「すざく」を用いて、マグネター **IE2259+586** に付随した超新星残骸 **CTB 109** について観測を行った。また、この天体ではマグネターの回転周期とその変化率から求めた特性年齢が超新星残骸の推定年齢に比べて 20 倍程度長いという問題が

あることも知られていたため、この問題の解決も視野に入れて解析が行われた。更にこの超新星残骸では本来円形のはずの超新星残骸が半月状の形をしているため、この理由をきちんと突き止めたうえで、解析を行う必要があった。解析の結果、分子雲が片側の背後から食い込むように存在して、過去に超新星残骸の衝撃波とこの分子雲が衝突して現在のような形状で観測されることをつきとめた。

そして、この超新星爆発を引き起こした星の質量は太陽質量の 39 ± 7 倍と非常に大きかったこと、一方で超新星爆発において放出されたエネルギーは $0.7 \times 10^{51} \text{erg}$ と重力崩壊型超新星爆発の典型的な値で、高速回転する原始マグネターで期待される爆発エネルギーの過剰の証拠がないことを示した。また、他で観測されているマグネターなどの中性子星と、対応する超新星残骸の推定年齢から、マグネターでは年齢が進むにつれて超新星残骸の年齢に比べて推定年齢が大きくなっていることを見出した。この原因として年齢の推定の際に磁場の経年変化が考慮されていないことに着目し、磁場強度の経年変化が準ベキ型の磁場減衰モデルを用いて解析した。その結果、ベキの指数を適切な範囲にとるとマグネターの推定年齢が短くなり、マグネターと超新星残骸の推定年齢の不一致の問題が解決できることを示した。そして、このことはマグネターの多くが従来の推定より若いことを意味し、従って超新星爆発においてマグネターのような非回転駆動型の中性子星が生成される頻度が従来の推定より高いという可能性が考えられる。このことをマグネターと中性子星の銀緯と年齢の2次元分布により、マグネターが若く銀河面に集中していることで示し、超新星爆発では今まで考えられていた以上に多くマグネターが生まれている可能性を指摘した。これらの成果は、今後の超新星爆発と中性子星の研究に大きな影響を及ぼすと期待される。

このように、未だその性質がよくわかっていなかったマグネターについて詳細に研究し、その特性を明らかにした意義はたいへん大きい。

なお、本論文の研究内容は共同実験の観測結果に基づく結果であるが、データ解析とその考察に関する研究は論文提出者が主体となって遂行したもので、論文提出者の寄与が十分大きいと判断する。

従って、博士（理学）の学位を授与できると認める。