

氏 名	馬 場 はじめ
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 2449 号
学位授与の日付	平成 14 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 物 理 学 ・ 宇 宙 物 理 学 専 攻
学位論文題目	おおぐま座 SU 型矮新星の可視域における測光および分光観測

(主 査)
論文調査委員 助教授 平 田 龍 幸 教 授 大 谷 浩 教 授 舞 原 俊 憲

論 文 内 容 の 要 旨

本申請論文では、おおぐま座 SU 型矮新星（以下、SU UMa 型矮新星）の可視域における測光および分光観測に関する研究、とくに SU UMa 型矮新星と WZ Sge（や座 WZ）型矮新星との関連性、および降着流からの角運動量移送メカニズムに着目した研究が述べられている。

本申請論文は 5 章からなる。1 章では、SU UMa 型矮新星研究の歴史および未解決の問題が概説され、本論文で明らかにすべき問題の位置付けについて述べられている。2 章では、降着流からの角運動量移送メカニズムの原理と未解決の問題について、また 4 章で利用するドップラー断層撮影法の原理および実装の詳細について詳説されている。3 章では、申請者が新しく発見した SU UMa 型矮新星 V1028 Cyg（はくちょう座 V1028）についての観測結果および解析結果の報告および議論がなされている。4 章では、WZ Sge の 2001 年 7 月増光極大周辺における速度空間上のスパイラル構造の検出について述べられている。5 章では包括的な議論とともに、本研究が明らかにした結論についてまとめられている。

激変星の一種である矮新星の可視光観測は、降着円盤研究の上で重要な位置を占めている。矮新星の中でも SU UMa 型矮新星は、スーパーアウトバーストという降着円盤が伴星からの潮汐力を受けて離心楕円状に変形する現象が捕らえられるので、降着円盤の動的現象の解明の上で特に重要である。とくに、十分に位相分割された分光観測データに対してドップラー断層撮影法を適用すれば、降着流そのものの可視化が可能になる。これから、降着円盤研究で長い間問題とされてきた角運動量移送のメカニズムについて、観測的立場から一定の制限を与えることが可能になる。

本申請論文では、申請者が上記のような観点に基づいて行った最近の二つの研究について述べられている。一つは SU UMa 型矮新星と WZ Sge 型矮新星との中間的な性質を持った矮新星の発見であり、もう一つは、WZ Sge 型矮新星における降着円盤スパイラル構造の検出である。申請者の行った研究の概要は以下の通りである。

1. SU UMa 型矮新星候補天体であった V1028 Cyg の 1995 年 7 月増光において、増光初期から減光後までのほとんどすべての期間をカバーする連続測光観測を行った。その結果、アウトバースト中にスーパーハンプを検出し、この天体が SU UMa 型矮新星であることを初めて明らかにした。また、比較的長い増光間隔や、スーパーハンプ周期の増加現象の検出などにおいて、WZ Sge 型矮新星との中間的な性質を示すことを発見し、SU UMa 型矮新星と WZ Sge 型矮新星との関連性を研究する上で重要な天体であることを明らかにした。

2. WZ Sge の 2001 年 7 月増光において、増光途中および最大等級付近における連続分光観測を行った。その結果、増光途中の観測結果からは顕著な輝線成分は見られなかったが、増光後の観測結果では 1 回電離ヘリウムおよび 2 回電離炭素・窒素からの強い輝線がダブルピークになっているのが見られた。1 回電離ヘリウムのラインプロファイル変化を用いたドップラー断層撮影法による解析によって、速度空間中に顕著なスパイラル構造を検出し、この構造が少なくとも 5 日は継続したことを明らかにした。矮新星降着円盤中のスパイラル構造は、これまでに 3 例報告され、降着円盤中の渦状衝撃波が検出されたものと考えられてきた。しかしこれらはすべて、WZ Sge よりはるかに長い軌道周期を持つ系である。これらの

観測や理論計算から、質量比の小さな伴星の潮汐力の小さな系ではスパイラル構造は検出されないのではないかという考えがあったが、WZ Sge の質量比は非常に小さく、今回の発見はこの通説を覆すものとなった。

本研究によって、申請者は SU UMa 型矮新星と WZ Sge 型矮新星との関連性に対するこれまでに最も有力な観測証拠を与えることに成功した。また、WZ Sge 型矮新星における速度空間上でのスパイラル構造の発見は、降着円盤中の渦状衝撃波を反映しているという従来の解釈に対して新しい解釈の可能性をもたらした。

論文審査の結果の要旨

激変星とは、白色矮星と低質量主系列星（伴星）からなる近接連星系で、伴星からのガスの流れが白色矮星のまわりに降着円盤をつくり、降着円盤中のさまざまな物理過程が激変星の激しい活動をもたらしている。

激変星のなかに、最も謎に満ちた天体として有名な WZ Sge（や座 WZ）という天体がある。この天体は約30年間隔で巨大な増光現象（アウトバースト）を起こすが、その起源は激変星の活動の中で最大の謎の一つであった。申請者はこの問題に一貫して取り組んできた。そして WZ Sge 型矮新星の理解を飛躍的に進める2つの顕著な発見を行い、それに基づいて本申請論文がまとめられている。

一つは SU UMa 型矮新星と WZ Sge 型矮新星との中間的な性質を持った矮新星の発見であり、もう一つは、2001年7月に史上4回目の増光現象を起こした WZ Sge の世界最初の早期観測に基づいてなされた、WZ Sge 型矮新星における降着円盤スパイラル構造の史上初の検出である。

1. SU UMa 型矮新星候補天体であった V1028 Cyg の1995年7月増光において、増光初期から減光後までのほとんどすべての期間をカバーする連続測光観測を行った。その結果、アウトバースト中にスーパーハンプを検出し、この天体が SU UMa 型矮新星であることを初めて明らかにした。また、比較的長い増光間隔や、スーパーハンプ周期の増加現象の検出などにおいて、WZ Sge 型矮新星との中間的な性質を示すことを発見し、SU UMa 型矮新星と WZ Sge 型矮新星との関連性を研究する上で重要な天体であることを明らかにした。

2. WZ Sge の2001年7月増光において、増光途中および最大等級付近における連続分光観測を行った。その結果、増光途中の観測結果からは顕著な輝線成分は見られなかったが、増光後の観測結果では1回電離ヘリウムおよび2回電離炭素・窒素からの強い輝線がダブルピークになっているのが見られた。1回電離ヘリウムのラインプロファイル変化を用いたドップラー断層撮影法による解析によって、速度空間中に顕著なスパイラル構造を検出し、この構造が少なくとも5日は継続したことを明らかにした。矮新星降着円盤中のスパイラル構造は、これまでに3例報告され、降着円盤中の渦状衝撃波が検出されたものと考えられてきた。しかしこれらはすべて、WZ Sge よりはるかに長い軌道周期を持つ系である。これらの観測や理論計算から、質量比の小さな伴星の潮汐力の小さな系ではスパイラル構造は検出されないのではないかという考えがあったが、WZ Sge の質量比は非常に小さく、今回の発見はこの通説を覆すものとなった。

以上のように、申請者は SU UMa 型矮新星と WZ Sge 型矮新星との関連性に対するこれまでに最も有力な観測証拠を与えることに成功した。また、WZ Sge 型矮新星における速度空間上でのスパイラル構造の発見は、降着円盤中の渦状衝撃波を反映しているという従来の解釈に対してまったく新しい解釈の可能性をもたらした。この発見は国際的にも広く認知され、この研究に基づいて新しいアイデアの研究がすでに幅広く行われているなど、激変星・降着円盤研究に大きなインパクトを与えた。よって、本申請論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、主論文および参考論文に報告されている研究業績を中心とし、これに関連した研究分野について口頭試問を行った結果、合格と認めた。