

氏 名	いし おか りょう こ 石 岡 涼 子
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 2874 号
学位授与の日付	平 成 17 年 3 月 23 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	Optical Observations of Dwarf Novae and Related Objects (矮新星と関連天体の可視光観測)
論文調査委員	(主 査) 助教授 平 田 龍 幸 教 授 長 田 哲 也 教 授 舞 原 俊 憲

論 文 内 容 の 要 旨

変光星の一種である激変星は、主星である白色矮星とロッシュローブを満たした晩期型主系列星からなる近接連星系で、その軌道周期はほとんどが1時間から10時間ほどに分布している。このように極めて限定された要素から構成されるにも関わらず激変星は新星爆発を始めとする様々な活動現象を示し、連星進化、降着円盤、天体プラズマ、さらには宇宙論まで、幅広い宇宙物理学の諸問題を研究する上で格好の実験場となっている。激変星は銀河系内に多数存在し、明るく、星間吸収の影響をほとんど受けないことや、統計的に取り扱うことが出来るのも、観測的に研究する上で非常に有利な点である。

激変星の中でも矮新星と分類される系は白色矮星の周りに降着円盤を形成し、降着円盤に起因した変動現象を示すが、以下の点から、降着円盤を可視光で観測するのに最適な天体である。第一に、増光時に円盤の明るさが卓越するため、降着円盤の変動が顕著に現れる。第二に、増光時の降着円盤の温度は1万度程度で、可視光の領域で明るい。第三に、変動現象の典型的なタイムスケールが数時間から数ヵ月と観測が比較的容易である。特に WZ Sge 型を含む SU UMa 型矮新星は、増光中に伴星からの潮汐力により離心楕円に変形し歳差運動する降着円盤の状態がスーパーハンプと呼ばれる現象に反映されて測光観測できるため、降着円盤の研究に重要である。

本申請論文は、矮新星及び関連天体の増光時における降着円盤の状態を解明することを目的とした観測的研究を述べた3論文に基づいており、5章から成っている。第1章では、激変星、現在提唱されている矮新星の増光メカニズム、激変星の研究の意義について概説している。第2章では、中間ポーラー HT Cam の増光中の観測結果を報告し、増光メカニズムを議論している。第3章では、WZ Sge 型矮新星 HV Vir の観測結果を報告し、スーパーハンプの周期変化率について検討している。第4章では、増光中の矮新星の食中に行った分光観測から、増光中の降着円盤は標準モデルで仮定されているような単純な軸対称モデルではないことを明らかにしている。第5章では、本研究で明らかにした結論のまとめと共に、矮新星研究における国際ネットワークの重要性について述べてある。

研究の概要は以下の通りである。1. 中間ポーラーのいくつかの系が示す矮新星状の増光は増光期間が短いために増光の詳細は不明であったが、申請者は変光星観測のネットワーク (VSNET) を用いて増光中の HT Cam の連続測光に初めて成功した。光度曲線中に検出された自転周期のパルスの振幅の変化や、過去に報告された増光のデータから、HT Cam の増光は円盤の外縁で発生した降着円盤不安定性によって説明できる事を示した。この天体と類似した増光を示す矮新星もいくつかあり、中間ポーラーと矮新星の連続性を示唆する。2. これまで SU UMa 型矮新星のスーパーハンプの周期変化率は負であるという観測結果が報告され、離心楕円形円盤の半径減少に伴い歳差速度が遅くなるためと説明されていたが、近年、変化率が正になる観測結果も増えている。2001年の HV Vir の増光の連続測光観測で、増光初期から減光後までに現れる周期変動の全容を明らかにし、WZ Sge 型矮新星においては、変化率が必ず正である事が確認された。3. すばる望遠鏡を用いた食のある矮新星 IP Peg の時間分解分光観測から、食中の輝線プロファイルは軸対称な円盤モデルでは説明がつかない変化を示すことを明らかにした。また、8m級の望遠鏡により、これまで不可能だった速度分布の観測的検証が可

能なことを示した。

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。

激変星は降着円盤の観測・理論研究の上で優れた特徴を持つ研究対象であり、その活動をもたらす各種物理的不安定性の普遍性が天文学の理解に歴史的にも極めて大きな役割を果たしたのみならず、活動の多様性の理解がさまざまな問題の理解に役立つことが近年注目を浴びている。申請者の研究は主にこの多様性の理解の重要性を、特徴ある天体を巧みに利用することによって明らかにしたものである。

特に、白色矮星が弱い磁場を持つ中間ポーラー（IP）における増光現象は謎の多い分野で、伴星からの質量移動が突発的に増加するアイデアなど、激変星の統一描像として広く受け入れられている「降着円盤不安定モデル」と鋭い対立点の一つであった。申請論文の第一の主題である HT Cam の観測は、1 日程度しか続かないこの天体の希な増光現象に着眼し、国際的な観測網で詳しく観測することで磁場起源のパルス状変光と増光現象の進行に時間的なずれがあることを見出したものである。申請者はこれが円盤の外縁で発生した降着円盤不安定性によって説明できる事を示した。IP における円盤不安定モデルの意義がこのような形で理解されたことは画期的であるとともに、激変星の多様性を積極的に活用して統一的な理論の検証を行う新しい道筋を示すことになった。

申請論文の第 2 の主題であるスーパーハンプ現象の周期変動の異常な振る舞いは、申請者を含む京都大学チームが発見に大きく関与した現象で、理論的解釈も未だ決着していない。これも周期変動現象に一様性があるとした従来の定説を覆すもので、降着円盤現象における新種の多様性である。その後、より厳密な流体力学の定式化が進展したり、あるいは降着円盤の回転と伴星の公転の間の共鳴現象に起源を求める解釈が進展するなど、スーパーハンプ現象の周期変動の観測的多様性をもとにより一般化された理論を導く一つの方法として確立されつつある。

申請論文の第 3 の主題はすばる望遠鏡の能力を生かした本格的な激変星観測であり、食現象を利用して、地上からは点にしか見えない降着円盤を空間的に分解して調べることに成功したものである。特に重要な点は、従来暗黙で仮定されていた円盤の回転速度の法則の観測的実証であり、これ自身が非常に根源的かつ挑戦的な課題であったが、副次的に非軸対称成分が見つかるなど、今後の観測データの蓄積によって降着円盤内で起きている動的現象により直接的に迫り得る可能性が出てきた。今後この分野はすばる望遠鏡の活用の方角性として定着することが期待される。

これらの研究は国際的にも広く認知され、申請者の過去の研究も含めて観測結果に基づく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。また国際共同研究の指揮や、長期の継続的な観測、すばる望遠鏡の活用、小型観測装置の改良など申請者の果たした仕事もこの分野にとって重要な意義がある。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。