

氏名 野上大作  
 学位(専攻分野) 博士(理学)  
 学位記番号 理博第2037号  
 学位授与の日付 平成11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 Spectroscopic and Photometric Observations of Dwarf Novae in the Optical Range

(可視域での矮新星の分光及び測光観測)

(主査)

論文調査委員 助教授 平田龍幸 教授 大谷浩 助教授 嶺重慎

### 論文内容の要旨

コンパクト天体まわりの降着円盤は、白色矮星、中性子星、ブラックホールを含む近接連星系や、大質量ブラックホールの存在が信じられている銀河中心核において、その重力エネルギー開放に伴う多彩な活動現象を生み、その解明は現代天文学における重要な課題の一つである。

本論文では、白色矮星とロッシュローブを満たす低温主系列星からなる連星系(激変星)の中でも、矮新星と呼ばれる、降着円盤の物理状態の変化に伴う2-5等の変光(アウトバースト)を示す一連の連星系(周期5-1.3時間)を扱っている。申請者は、現在到達している理論的解釈を概観した後、申請者の観測に基づく、理論的解明に資する、あるいは現在の理論では説明できない3つの研究について述べている。アウトバーストは降着円盤の熱的不安定性に起因し、伴星からの質量降着により円盤の表面密度が臨界密度を越えると、円盤中の中性水素は電離水素に移行し、これがアウトバーストと解釈されている。この為には、質量降着率が臨界値より小さい必要がある。矮新星は更に、連星周期の比較的長いグループとして、アウトバースト後、静穏時光度に戻らず、アウトバースト時に比べて1等程度暗い状態(スタンドスチル: standstill)のしばらく続く、きりん座Z型星(Z Cam型)、このグループと同程度またはより短い連星周期をもち、アウトバーストのみみられる白鳥座SS型星(SS Cyg型)、及び更に短い連星周期を有し、アウトバースト以外にスーパーアウトバーストと呼ばれる、軌道周期より数パーセント長い周期の測光変動(スーパーハンプ)をとまなう、より明るいバースト現象を見せる大熊座SU型星(SU UMa型)に細分されている。猶、最も短周期のSU UMa型星では、スーパーアウトバーストを起こす時間スケールの長短によって、矢座WZ型(WZ Sge型)、通常のスU UMa型星、大熊座ER型(ER UMa型)の存在が申請者達の研究により明らかとなっている。

#### 1) かみのけ座AL星(AL Com)のスーパーアウトバースト

SU UMa型では、伴星による潮汐作用による3:1共鳴の起こる臨界円盤半径が白色矮星のロッシュローブ内におさまる、臨界円盤半径を越えて発達したとき、円盤は潮汐作用を受けて非軸対称となり、公転方向に歳差運動を起こし、この結果、スーパーハンプが観測されると解釈される。AL ComはSU UMa型星でも連星周期の短いWZ Sge型に属する。申請者達は1995年のアウトバースト時にCCD差分測光を実施し、一時的に暗くなった時期を挟んで2時期のスーパーハンプを始めて検出した。アウトバースト発生時から20日間においては連星周期に近い周期から、通常のスーパハンプ周期にまで連続的に長くなること、スーパーハンプ波形および振幅の変動することを見出した。即ち、スーパーハンプの時間発展を追跡したことになるが、スーパーハンプの生成、発展の理論シミュレーションに格好の材料を提供したことになる。

#### 2) 周期ギャップにあるSU UMa型星:へび座NY星(NY Ser)

SS Cyg型とSU UMa型の間には周期2-3時間の矮新星の存在しない領域(周期ギャップ)が存在することが知られている。質量流失を続けた伴星の構造が全対流型となった結果収縮し、ロッシュローブを満たさなくなること、その後重力波

放出による角運動量放出を続ける結果、連星系の軌道半径が小さくなり再びロッシュローブを満たすようになったのがSU UMa型であると解釈されている。申請者は同じく大宇陀観測所60cmによるCCD差分測光により1995年7月、この星のスーパーアウトバーストを検出し、スーパーハンプ周期を2.54時間、推定される連星周期は2.42-2.47時間程度であることを結論した。この周期は上記周期ギャップの中央に位置し、周期ギャップにあるSU UMa型星を初めて見つけたことを意味する。この観測的事実は、従来の解釈では説明がつかず、理論の変更・修正を求めるものである。

### 3) Z Cam型星かに座AT星 (AT Cnc) のスタンドスチル中の分光測光観測

Z Cam型はアウトバーストを起こす臨界質量降着率に近い値をもち、臨界値を越えないとき、アウトバーストを起こし、越えるとスタンドスチルの状態に入ると解釈されているが、スタンドスチル中の降着円盤の物理状態は未解明である。申請者はその物理状態を調べるべく、1997年2月に岡山188cm鏡によるカセグレン分光観測と、ほぼ同時期に大宇陀観測所60cm鏡によるCCD差分測光を実施した。測光観測からはいくつかの周期変化の可能性の示唆にとどまったが、分光観測からは、水素Hアルファ輝線の視線速度変化、線輪郭を得、視線速度から連星軌道要素を求め、線輪郭からはドップラートモグラフィーの手法により、Hアルファ輝線の連星系上の分布を求めている。Hアルファ輝線の視線速度がナトリウムD吸収線のそれとほぼ一致することから、ともに、伴星周辺で形成される場合と降着円盤周辺で形成される場合の2つの可能性を考えている。新しい発見としては、ナトリウムDの吸収線の検出と、Hアルファ輝線の短波長側に位相に依存した吸収成分を見つけジェットとの関連を示唆していることである。

## 論文審査の結果の要旨

申請者は、比較的中心集中度の低い白色矮星を含む系（激変星）では、開放エネルギーが可視域（約1万度）にくることに着目し、可視域における豊富な地上観測に基づいて、なかんずく、多様な変化を示す矮新星に焦点を当てて、その観測的解明にあたってきた。大宇陀観測所60cm鏡によるCCD測光および岡山体物理観測所188cm鏡による分光観測を手段として精力的に観測をおこなっている。本申請論文はこれらの研究成果から主たる成果として3つの結果をまとめて紹介したものである。研究1では、スーパーハンプの動的変化をとらえ、研究2では、理論的に存在しないとされていた周期ギャップの中にSU UMa型星を発見し、研究3では、降着円盤の物理状態の未解明であるZ Cam型星のスタンドスチル中の状態について、分光測光観測から結果を得ている。矮新星の研究、即ち、降着円盤の動的変動の研究は、現在、大枠の理論的解釈が形成されつつある状況で、その時間変化の詳細は観測事実の積み重ねが重要な段階にあるが、申請者のいずれの研究も、理論的研究に先行して行われているのが特徴である。

これらの成果は、世界的にも注目を集め、また、理論研究者による解釈に資する、価値の高いものである。申請者の精力的観測、着実な解析能力、迅速な結果の公表は水準を越え、高く評価できる。申請論文では、地上からの測光・分光観測の意義、これからの観測的研究について、その方向を論じ、激変星の深探査により、より深い描像が得られる可能性を指摘し、申請者の力量をよく示している。

よって、本申請論文は博士（理学）論文として十分価値のあるものと認める。

なお、論文内容とそれに関連する口頭試問を行なった結果、合格と認められた。