

# 論文審査の結果の要旨

氏名 前原裕之

本論文は、矮新星のスーパーアウトバースト中に見られる早期スーパーハンプとよばれる現象を観測し、起こる条件を観測的に特定することにより、モデルに制限をつけようと試みたものである。その結果、連星系の質量比、連星系周期と共に、連星の軌道傾斜角との関連が明らかになり、現象の起源解明に重大な進展をみた。論文は全5章からなる。

第1章では、関連研究のレビューと本研究の目的がまとめられている。矮新星は主星の白色矮星と晩期型星の伴星から成る近接連星系である。伴星から主星側に流れ込んだガスは主星の周りに降着円盤を形成する。この降着円盤の熱不安定性により、矮新星は、数十から数百日間隔で4-5等ほど増光する。通常のアウトバースト（増光の継続時間が数日）と、スーパーアウトバースト（増光の継続時間が10-20日程度）の2種類の増光パターンを示すのが、SU UMa型矮新星であり、質量比（伴星/主星）が比較的小さい天体である。スーパーアウトバーストは、スーパーハンプと呼ばれる周期的変光を示すのが特徴である。これは、振幅が0.2-0.3等で周期が連星系軌道周期より数%長い、シングルピークの周期的変光である。さらに質量比が小さい天体では、増光の初期段階に、早期スーパーハンプと呼ばれる、振幅が0.1等程度以下で変光周期が軌道周期にほぼ等しい、ダブルピークの周期的変光現象がみられる。早期スーパーハンプのメカニズムとして、Osaki & Meyer (2002)は降着円盤上の2:1共鳴によってできる2本腕構造の明るい領域が連星の公転によって変化するという2:1共鳴モデルを提案した。これは質量比が0.08よりも小さな場合に起こる。一方、質量比が0.08よりも大きな矮新星でも早期スーパーハンプが観測されており、降着円盤の外側が潮汐変形で非軸対称的に膨らみ、その部分が白色矮星からの紫外線を受けて輝線を出す、というモデルも提案されている。

第2章では、SU UMa型矮新星の一つ、BC UMaの早期スーパーハンプとスーパーハンプの観測がまとめられている。降着円盤上に形成された螺旋状の衝撃波の3次元幾何学構造と伴星の照射効果により早期スーパーハンプが観測されるという説を提案し、簡単なモデルをたてて、質量比が0.13のBC UMaで観測された早期スーパーハンプの光度変化を再現できることを示した。

第3章では、ASAS 102522-1542.4とASAS 023322-1047.0の早期スーパーハンプやスーパーハンプの観測的性質がまとめられている。前者については、スー

パーハンプの周期が時間と共に次第に増加していること、連星の質量比が0.13であることを見いだした。また、後者については、スーパーハンプの周期が次第に増加し、質量比が0.09であることを明らかにした。

第4章では、他文献より得られた情報も含めて解析を行い、以下の結果を得た。(1) 質量比が0.08より小さいものは、ほぼすべてで早期スーパーハンプが観測されている。(2) 質量比が0.08から0.16のものは、2:1共鳴が起きないはずにもかかわらず、全体の20%で早期スーパーハンプが観測されている。(3) 早期スーパーハンプが観測されたすべての天体では、アウトバースト前半でのスーパーハンプ周期の時間変化率は正であり、逆に変化率が正である天体のうち70%で早期スーパーハンプが観測されていた。(4) 軌道傾斜角が大きな系ほど早期スーパーハンプの振幅が大きくなる傾向がある。一方、スーパーハンプ周期の変化率が負の矮新星では、軌道傾斜角が大きく、食のある矮新星では、早期スーパーハンプは観測されていない。

ここで、著者は系が早期スーパーハンプを起こす条件として、質量比が小さいこと、および、スーパーハンプ周期の変化率が正、という2つの条件を明らかにした。さらに、系に早期スーパーハンプが存在しても、観測可能かどうかはその軌道傾斜角に依存する、という観測条件をも明らかにした。以上の結果は、早期スーパーハンプは2:1共鳴モデルだけでは説明できないことを示している。これは、第2章の結論とも合わせると、降着円盤の3次元構造と早期スーパーハンプとの関連をうかがわせる。

第5章では、論文全体の結論が述べられている。

以上、多くの早期スーパーハンプの観測から、早期スーパーハンプの起こる系の条件を特定したことは、新しい知見である。本論文は、早期スーパーハンプの起源の解明に貢献するだけでなく、降着円盤の構造、不安定性、共鳴、衝撃波発生といったマクロプロセスや、円盤内乱流や磁場といったミクロプロセスなど、広範囲の知見を付け加えるものである。また、将来、活動銀河核など他の系への応用も可能である。この点において、本研究は天体物理学の分野で、極めて重要な寄与をしたものとして高く評価できる。

本論文は、蜂巢 泉、中島和宏、野上大作、今田 明、久保田香織、加藤太一、清田誠一郎、鈴木美穂、棚田俊介、東島英志及び L.A.G. Berto Monardとの共同研究に基づくものであるが、論文提出者が主体となって行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。よって、博士（理学）の学位を授与できると認める。