

日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2019年06月10日採択

申請者氏名	新中 善晴 (会員番号 6763)
連絡先住所	〒603-8555 京都市北区上賀茂本山
所属機関	京都産業大学
職あるいは学年	嘱託職員
任期 (再任昇格条件)	1年 (再任5回限り)
渡航目的	研究集会での招待発表
講演・観測・研究題目	Spatial Distribution of Nova Ejecta during the Early Phase of Explosion of V339 Del from its High-resolution Optical Spectrograph
渡航先 (期間)	イタリア共和国 (2019年9月1日~9月9日)

私は、2019年9月2日-7日にイタリア共和国で開催された「The Golden Age of Cataclysmic Variables and Related Objects V」に参加し、「Spatial Distribution of Nova Ejecta during the Early Phase of Explosion of V339 Del from its High-resolution Optical Spectropolarimetry」というタイトルで発表を行った。本研究会は2011年から隔年で開催されている激変星に関する世界最大規模の研究会であり、研究会から招待された約60名の研究者が参加した非常に専門性の高い研究会である。本研究会において、自身の研究テーマに関連する話題を数多く聞くことができ、さらに様々な研究者と自身の研究内容を含む様々な内容について議論でき、大変有意義なものであった。

新星爆発では、通常の恒星と比べて高温な状態の核融合反応 (hot-CNO サイクル) が生じるため、元素合成パターンも通常の恒星内部や超新星爆発における元素合成とは異なることが知られている。特に ${}^7\text{Li}$, ${}^{13}\text{C}$, ${}^{15}\text{N}$, ${}^{17}\text{O}$ などの元素を宇宙空間に大量に放出しており (Tajitsu et al. 2015; Kawakita et al. 2015 など)、新星爆発は銀河系の化学進化に一定の役割を果たしていると考えられている。新星爆発で放出されるこれらの新星由来の元素の質量を正確に推定するためには、爆発の原動力となる白色矮星表面の熱核暴走反応の様子を直接反映する爆発初期の放出物の構造を知ることが不可欠である。

新星の爆発放出物構造の研究は古く、1940-50年代には可視光高分散分光観測から多層構造の描像が提案されている (McLaughlin 1950 など)。それ以降、爆発後数十年経過した新星の直接撮像や爆発から数10日-数100日後の分光観測による輝線形状から、爆発放出物の構造が多様性に富んでいることが明らかになってきた (Gill & B'Brien 2000; Ribeiro et al. 2013 など)。近年、複数の新星においてガンマ線が検出されるようになり (Ackermann et al. 2014; Ahnenn et al. 2015 など)、新星爆発放出物中での衝撃波の存在が明らかとなった。特に、ガンマ線は爆発から数日後の可視光極大付近から検出されており、新星爆発の放出物間で衝撃波が生じるまでに時間差があることがわかってきた。理論的には、放出時期および膨張速度の異なる2つのガス成分が衝突することで衝撃波が生じるという描像が提案されている (Li et al. 2017 など)。この描像では、低速度成分は爆

発のごく初期に連星系の L2 および L3 点からあふれ出したガス成分（おそらく連星系の軌道運動に伴った公転面に螺旋状の構造）、高速度成分は等方的に膨張する新星風 (Kato & Hachisu 1994) であると考えられおり、新星で見られる爆発放出物の非対称性の形成やダスト生成も説明できるものとして期待されている。しかしながら、一般に新星爆発は地球から遠方で起こるため、10m 級の大望遠鏡を用いても点源にしか見えないこともあり、新星爆発直後の放出物の幾何については現在でも詳しいことはほとんど分かっていない状況である。

新星 V339 Del は、2013 年 8 月 14.584 日 (UT) に日本のアマチュア天文家・板垣公一氏によっているか座に発見された新星である。この新星は、極大が $V=4.46$ 等と近年の新星の中では非常に明るい爆発現象であったため、爆発初期から最近に至るまで多くの様々な観測がなされており、その爆発の詳細が明らかになりつつある。特に、V339 Del は、ガンマ線の発生およびダスト生成が共に観測された新星の一つであり、上記の爆発放出物の描像を確認するのにうってつけの天体であった。V339 Del におけるガンマ線は、8 月 16 日 (UT) に検出され 8 月 21 日頃に強度のピークを迎えており (Ackermann et al. 2014)、これは、8 月 16 日頃にガスの衝突が起きたことを示唆している。

我々は、京都産業大学神山天文台の口径 1.3m 荒木望遠鏡に搭載された可視光線偏光分光装置 VESPolA (Arasaki et al. 2015) を用い、V339 Del の爆発の翌日 (2013 年 8 月 15.49 日) から 7 日間連続で可視光高分散偏光分光観測を実施した (Kawakita, Shinnaka et al. 2019)。その結果、新星爆発物は初期に放出されゆっくりと膨張 ($v_{\text{exp}} \sim$ 数 100 km s^{-1}) するトーラス状あるいはドーナツ状の成分と、後から速い速度 ($v_{\text{exp}} \sim 1000\text{--}2000 \text{ km s}^{-1}$) で球対称に膨張する成分の、2つの成分からできている可能性が強く示唆された。これらの2つの成分は、爆発から 2–3 日後に衝突を起こし、後から出てきた球対称な膨張成分はトーラスの空いている方向から双極的に吹き出すと考えられる。こうした激しい衝突が起こると、新星からガンマ線など高エネルギーの電磁波が放射されることが分かっており、新星 V339 Del の先行研究とも矛盾しない結果である。また同新星は、爆発数日後に行われた赤外線干渉計観測で非対称性が見られており (Shaefer et al. 2014)、本研究の偏光観測結果から推定された方位角と一致した。

このように、通常の撮像観測では画像として捉えられない小さな空間スケールの天体構造を明らかにできる点が、高分散偏光分光観測の最大の特徴である。今回、その特徴を最大限に活かし、世界で初めて爆発直後からの新星爆発放出物の変化を明らかにでき、高分散偏光分光観測が新星爆発直後の爆発放出物の幾何構造を調べる上で非常に強力なツールであることを示した。

最後になりましたが、研究会参加にあたって援助をいただいた日本天文学会早川幸男基金およびその関係者の皆様に心から感謝致します。