

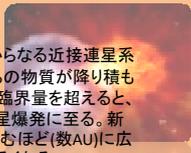
古典新星 V1280 Sco (Nova Scorpii 2007 No.1) の可視・近赤外線観測

新井 彰、植村 誠、川端弘治、大杉節、山下卓也、磯貝瑞希、永江修、保田知則、上原岳士、笹田真人、宮本久嗣、田中祐行、松井理紗子、深沢泰司、水野恒史、片桐秀明、高橋弘充（広島大学）、沖田喜一、吉田道利、柳澤顕史(国立天文台)、佐藤修二、木野勝、北川雅裕(名古屋大学)、定金晃三(大教教育大学)

古典新星の可視・近赤外線観測

新星とは

古典新星は晩期型星(M,K型星)と白色矮星からなる近接連星系である。白色矮星には降着流を通じて伴星からの物質が降り積もり蓄積されていく。白色矮星の質量に依存した臨界量を超えると、白色矮星表面では熱核暴走反応が起こり、新星爆発に至る。新星爆発の際には、放出物質が連星系を包み込むほど(数AU)に広がる。新星爆発の際には紫外から赤外域で明るくなる。



新星の中には爆発で放出された物質は密度と温度の状況によって、1000K-2000K付近で物質が凝集しダスト粒子を形成することが知られている。

しかし、その形成過程の時期や温度は新星ごとに異なり、統一的理解をするためには、沢山の新星を観測する必要がある。

我々は広島大所有の利用時間の自由度の高いかなた望遠鏡と可視近赤外同時観測装置TRISPECを用いることで波長域0.46-2.5μmの観測を同時(数時間以内)に行い、個々の新星のダスト形成期の状況を調べることができると考えている。

本研究の目的

1. 可視近赤外での新星観測の各論の充実化
2. ダスト生成時の物理を探る

V1280 Sco

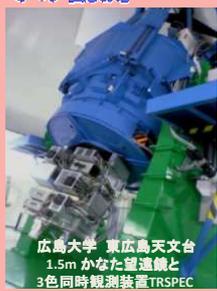
新星で観測されるダストは1500K程度で形成され、光学的に厚いダスト殻の場合、可視域で急速減光を示すことが知られている。V1280 Scoは2007年2月に中村氏と櫻井氏により発見された(IAUC 8803)古典新星で、発見当初からその光度変化が注目された。可視光では、発見後数日間かけて増光し、3月上旬から可視域で約10等級に及ぶ劇的な減光を示した。

我々はV1280 Scoの可視での急速減光の原因を探るために、かなた望遠鏡とTRISPECを用いて急速減光中から可視近赤外線での観測を開始した。

結果として、3月6日以降の観測からは近赤外域で超過が見られた。このことから**光学的に厚いダスト殻が生成されたことによる近赤外放射**支配的な状態であることが示唆された。また、2007年9月12日までの観測から近赤外域での超過は続いていることが我々の観測から分かっており、その間Ksバンドの等級に大きな変化はなかった。

本講演では、V1280 Scoの放出物質の経過とダスト生成について、可視・近赤外同時観測の結果を報告する。

かなた望遠鏡での観測



●かなた望遠鏡 + TRISPECによる観測

TRISPEC(Triple Range Imager and Spectrograph : Watanabe et al. 2005)は、名古屋大学Z研で開発された可視・近赤外同時撮像分光偏光装置である。同時に他波長のデータが取得できることで、変動現象の広波長域の観測に威力を発揮する。下図は3月8日に撮影した画像である。典型的な露出時間は可視:10-60sec, J:0.3-2sec, Ks:0.1-0.3sec



観測画像(3月6日) : 可視での急速減光が報じられ、TRISPECにより観測を開始した。赤矢印で示した星がV1280 Scoである。光度補正のための比較星を青矢印で示す。比較星光度は可視バンドではHenden Sequence、近赤外バンドでは2MASSカタログから得た。

可視・近赤外 光度曲線

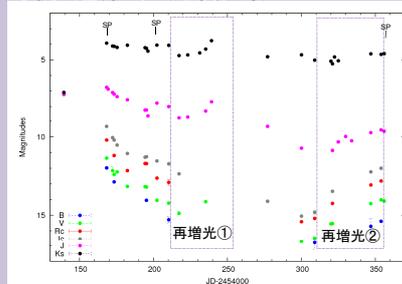


図1. 2007年3月6日から9月12日までの光度曲線。

初期の爆発から70日後(①)と250日後(②)に再増光の開始があったことがわかる。どちらの再増光も全波長域で増光している。2度の再増光を示す新星はめずらしい。SPマークは、可視低分散スペクトルの取得日であることを示す。

観測結果

色指数の変化

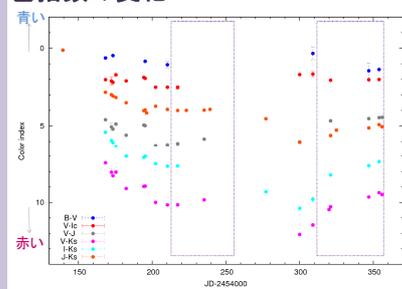


図2. 可視光での減光中に近赤外の超過が顕著にみられる。見かけのV-Ksは約12等に達した。JD2454300以降は再び青くなっている。一方で、可視域での色指数赤くなっている。

近赤外での挙動と可視での挙動が異なる。
⇒放射源が異なる?
可視: 光学的に薄い外層
中心領域
近赤外: ダスト殻

SEDの変化

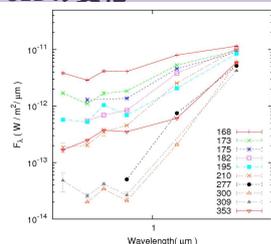


図3. 測光から得られたSED(Spectral Energy Distribution)を日ごと示す。可視で最も暗い時期(JD2,454,300付近)は、Ksバンドで圧倒的に明るい。星間赤化をE(B-V)=0.33, Rv=3.1(溝口 他 本年発表J23bを参照)としてflux補正を行った。

可視スペクトル

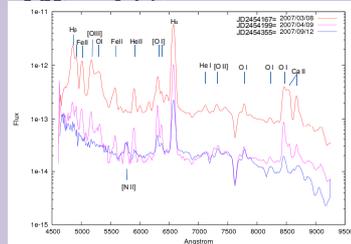


図4. TRISPECで得られた可視低分散(R~140)スペクトル。FeII型新星の特徴であるFeやHe, Oの輝線が検出されている。Ca II(A8542)は可視急速減光初期(3/8)には強かったが、急速減光した4/9には非常に弱くなっている。また、[N III](A5755)は3/8の時点で強くないが、4/9と9/12の両方で顕著に見えている。

可視の減光と赤外超過

ダスト殻の形成可視光での減光

本研究から明らかとなったことは、

1. 顕著な近赤外域での色超過 (intrinsic V-J ≤ 11) が起きた。
2. Ks-bandでは再増光の際に可視と連動して光度が上がった。
⇒近赤外の超過を伴った全体のflux増加
3. 2度の再増光があり、可視・近赤外で相関して増光している。

以上の結果から、ダスト殻の形成によって内部高温領域からの放射がダスト殻に吸収、再放射されたために近赤外域で超過が見られたことがわかった。ダスト形成後の可視域の放射は新星からの放出物質の(おそらく)最も外側に広がった光学的に薄い領域からの放射(輝線成分)が主であるが、再増光の際には中心領域の高温部分からの放射が見えている可能性がある。

V1280 Scoのダスト形成時期

非常に大きな可視減光(6V~10 mag)を伴ったV1280 Scoは光学的に厚いダスト殻を形成した新星であることが我々の結果から明らかとなった。しかし、V705 CasやDQ Herなどと比較してダスト形成による可視の減光の開始時期は顕著に早い。

(V705 Cas~70日、V1280 Sco~10日 図4)

しかし、一方で、可視光の復帰はV705 Casの方が早い(約100日)。

近赤外放射領域の温度と再増光

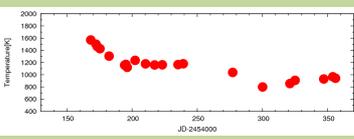


図6. 近赤外データから見積もったダスト温度。我々の測光結果に対してE(B-V)=0.33から求めた星間吸収を(A_λ=1.47, A_V=1.07, A_{Hα}=0.37, A_{Hβ}=0.55, A_{Hγ}=0.30, A_{IR}=0.12)補正した後、SED(図3)のJ,Ksバンドの放射をダストからの黒体放射が支配的であると仮定した。

2度の再増光を説明するためには、2度のダスト殻による可視領域の遮蔽があった可能性や既存の星周ガスとの相互作用の可能性があげられる。今後、他の新星との比較、既存の星周ガスの存在も考慮に入れた議論が必要である。

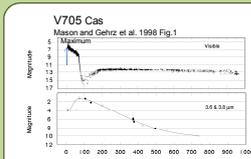


図5. 典型的なタイムスケールのダスト新星V705 CasとV1280 Scoの比較。

近赤外の放射領域の温度(図5)は一般的なダスト粒子の凝集温度1000-1500K(Geharz 1988)と一致する。我々が観測をはじめた時点での放射領域の推定温度は約1500Kであった。約25日かけて約1200Kに下がった後(ΔT~12K/day)、約40日間はほぼ一定の温度を保った。最初の再増光があったJD24,54,240-245,4270付近は我々の観測データがない。

JD2454277~JD2,454,300では約200Kの降下が見られる。この時の温度変化率はΔT~15K/dayで、初期の温度変化率に近い。

JD2454350付近は再増光中であり、見かけの温度の上昇に合わせて、可視バンドでの光度も上がっていることから、ダスト殻の拡散によって内部の放射領域が露出してきていると考えることもできる。

まとめ

①可視急速減光期で、近赤外で非常に明るいことがわかった。
⇒ 可視の急速減光はダスト殻による中心領域の遮蔽によって生じた。
近赤外の超過は、ダスト殻による中心の高温領域からの放射を再放射している。

②Ksバンドでほぼ一定の光度を保つ一方で、可視光度と色指数は劇的に変化した。
⇒ 内部高温層が見え隠れした?(光学的に厚い⇒薄いを繰り返した?)

V1280 Scoは2007年9月現在、V~Ksバンドで再び増光しており、今後の動向が注目される。

★かなた望遠鏡での新星観測★

今回の研究で、可視・近赤外域でのNova観測の特徴を生かしたダストの放射を長期にわたって追うことに成功した。かなた望遠鏡では、複数のNovaの近赤外での日常的モニターが可能であり、近赤外域での詳しい新星観測が可能となる。

新星のダスト殻形成時期
ダストの温度 1000-2000K
(J,Ksバンドでもっとも輝く)

かなた望遠鏡による
継続的な
可視近赤外同時観測

ダスト形成時期の
詳細な観測に特化した研究が可能

新星の可視光での測光観測は日本をはじめ、世界各地の観測者の地まな努力によって非常に良質なデータが取得され、報告されている。(VSNET, VSOLJ, AAVSO) これらの情報を活用することで、新星の可視光度状況をリアルタイムに把握し、特異な現象の近赤外による観測にしていきたい。