

いて座新星 2015No.2 のスペクトル中に見られた P Cyg プロファイル*

(第 16 回科学部研究報告)

P Cyg. Profile Found in the Spectrum of the Nova Sgr. 2015 No.2*
(The 16th Report of the Science Club of Yonago National College of Technology)

永井俊一**, 堀江洸介**, 尾上創***, 勝部桃子****, 河原匠吾***,
Syuniti NAGAI, Kousuke HORIE, Tsukuru ONOUE, Momoko KATSUBE, Shougo KAWAHARA,
熊本千夏****, 前田夏奈****, 岩浅大輝***, 朝比奈雄志****, 松田稜哉****,
Chinatsu KUMAMOTO, Kana MAEDA, Taiki IWAASA, Takeshi ASAHINA, Ryouya MATSUDA
竹内彰継*****

Akitsu TAKEUCHI

概要

2015年5月17日(日)にいて座新星 2015 No.2 のスペクトル観測を行った。その結果、新星からは強力なバルマー線が放射されていることがわかった。さらに、 $H\alpha$ 、 $H\beta$ 、 $H\gamma$ の各輝線は典型的な P Cyg プロファイルを示しており、大気の膨張速度は 3000km/s にも達することが示された。

1. はじめに

いて座新星 2015 No.2 は昨年 3 月 15 日にオーストラリアの John Seach 氏によって発見された(図 1)。この新星は肉眼光度にまで明るくなり、さらに 3~5 月に 4 回も増光を繰り返し、非常に注目を集めた(図 2)。そこで、米子高専科学部でもスペクトル撮像を行ったので、その観測結果について報告する。

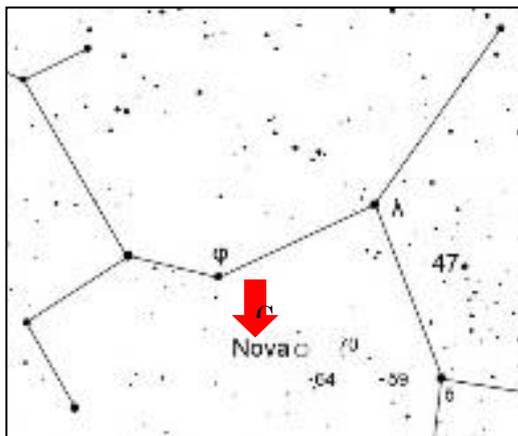


図 1 いて座新星 2015 No. 2 の位置

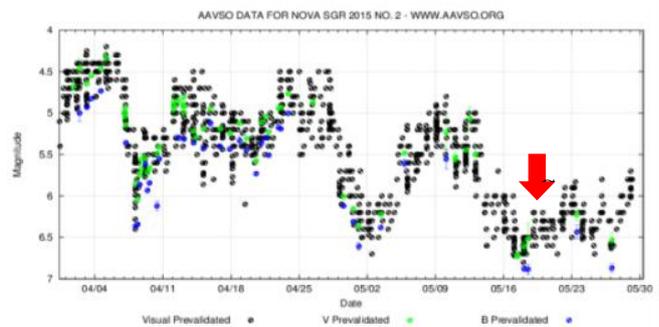


図 2 いて座新星 2015 No. 2 の光度変化

なお、本研究は 2016 年 3 月 14 日に首都大学東京南大沢キャンパスで行われた日本天文学会春季年会ジュニアセッションにて発表した研究テーマである。

* 原稿受理 平成 28 年 12 月 5 日

** 電気情報工学科 学生

*** 電子制御工学科 学生

**** 物質工学科 学生

***** 建築学科 学生

***** 教養教育科

2.観測

2-1.観測装置

本研究ではタカハシの赤道儀 S-90 に屈折望遠鏡ビクセン ED81S を搭載し、分光器 DSS-7 と CCD カメラ ST402 をとりつけ、自動ガイドで 300 秒露光した (図 3)。観測機材の仕様を以下に示す。

望遠鏡 ビクセン ED81S (D=81mm, Fl=625mm)

分光器 DSS-7

赤道儀 タカハシ S-90 型 (駆動装置 FD-1)

CCD カメラ ST402



図 3 望遠鏡 ED81S を S-90 型赤道儀に搭載し、分光器 DSS-7 と CCD カメラ ST402 を装着して観測を行った。

2-2.観測方法

我々は 5 月 17 日(日)の夜半過ぎにいて座新星 2015 No.2 のスペクトル撮像を行った。この頃は、4 回目の増光が終わり、いったん光度が極小に達した時期であったが、それでも 6.5 等級であった (図 2 の矢印)。そのため、分光器への導入は非常に容易であった。また、H α 線を非常に強く放射していたことから、天体を取り違えることもなかった。

3.解析

撮像したデータは IDL でダーク、フラット処理を行い、その後、Hg 輝線の地球大気での反射光 (波長 4358.337 Å, 5460.753 Å, 5769.598 Å, 5790.663 Å) で波長の較正を行った。その結果、H α 、H β 、H γ の各輝線の波長が既知の値とほぼ一致した。したがって、波長較正は正しく行われているものと思われる。

4.結果

図 4 はダーク処理を行い、スカイを引算したいて座新星 2015 No.2 のスペクトルである。この図より、新星から強力なバルマー線が放射されていることがわかった。さらに、H α 、H β 、H γ の各輝線の短波長側が吸収になっており、典型的な P Cyg プロファイルになっていることもわかった。

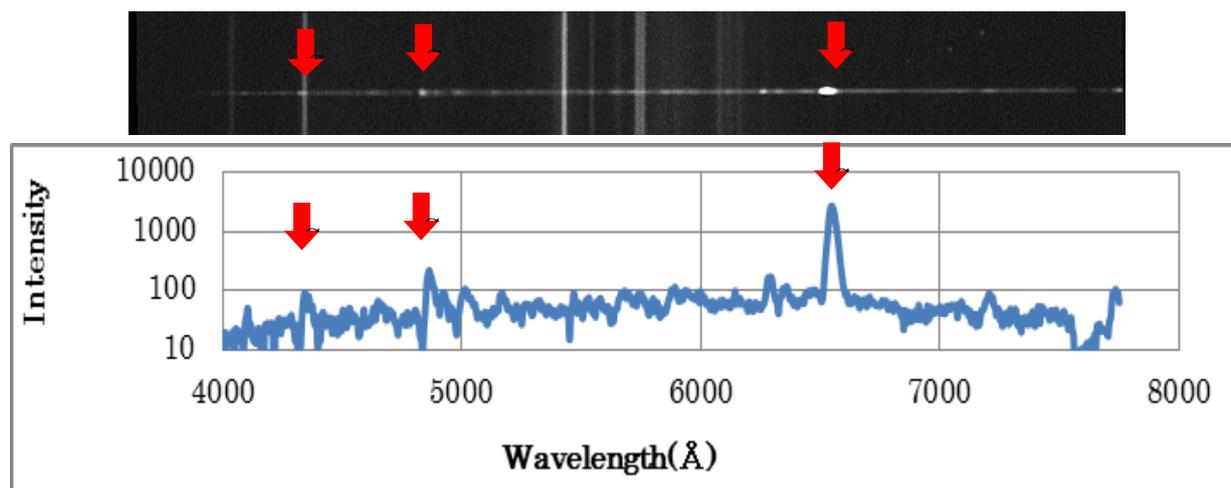


図 4 いて座新星 2015 No.2 のスペクトル。図の右側より H α 線、H β 線、H γ 線といった強力なバルマー線が放射されている。また、H α 、H β 、H γ の各輝線の短波長側が吸収になっており、典型的な P Cyg プロファイルになっていることもわかった。

5.考察

「新星」とは「新しい星」と書くが、決して新しい星ではない。新星とは、図5の様に赤色巨星と白色矮星が連星となっている系で、赤色巨星が膨張してそのガスが白色矮星に降り注ぎ、ある程度降り積もったところで核反応が生じて大爆発を起こし、図6の様に急激に明るくなる現象のことである。

このときの増光は10等級程度、すなわち1万倍程度にもなる。そのため、全く星の痕跡が無かった地点が急に明るく輝きだすので、昔の人は星が誕生したと考え、「新星」という名をつけた。

また、P Cyg プロファイルとは、はくちょう座P星で発見された、短波長側に吸収を持つ特殊な輝線形状である。図7はこの輝線スペクトルが形成されるメカニズムを示したものである。まず、星から大量のガスが放出されると、このガスはバルマー線などの強烈な輝線スペクトルを放射する。しかし、放出された大量のガスのうち観測者に向かってくる部分だけは星の表面を隠すため、ドップラー効果により輝線の短波長側が吸収となる。したがって、P Cyg プロファイルが形成される。

ところで、短波長側の吸収は星と観測者の間の膨張ガスによる吸収なので、その吸収波長からガスの膨張速度が求められる。図8は式①を用いてH α 、H β 、H γ 線の横軸を波長 λ から速度 v に換算した図である。

$$v = c \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} \dots \text{①}$$

ただし、 c は光速、 λ_0 はH α 、H β 、H γ 線が本来あるべき波長である。図8より、今回のいて座新星ではH β 、H γ 線から求めたガスの膨張速度は3000km/sにも達したことがわかった。しかし、H α 線から求めたガスの膨張速度は2000km/sにとどまった。

単純に考えると、H α 線、H β 線、H γ 線のどのラインで速度を測定しても同じ速度になるはずである。以下その理由について考察する。

まず、H α 線は吸収係数が大きいいためより星から遠い外側の層を見ていて、H β 、H γ 線は吸収係数が相対的に小さいためより星に近い内側の層を見ていることになる。したがって、ガスの膨張が定常的なら膨張速度は外向きに減速していることになる。また、ガスの膨張が非定常なら爆発による加速がまだ外側にまで及んでいないことになる。

どちらの解釈が正しいか判断するには膨張速度の時間変化を追跡しなければならないが、不幸にして今回は1回の観測結果しかない。今後は他の観測所で得られた

観測結果も利用して、膨張速度の時間変化を追跡し、速度構造を調べていきたい。

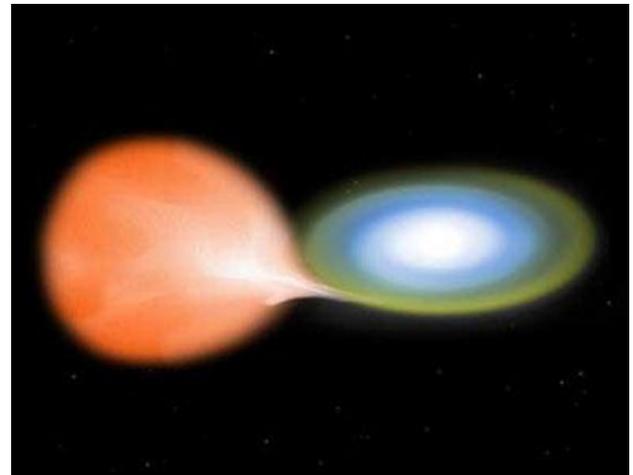


図5 赤色巨星（左）と白色矮星（右）が連星となっており、赤色巨星のガスが白色矮星に降り注いでいる系。(wikipedia「新星」より)

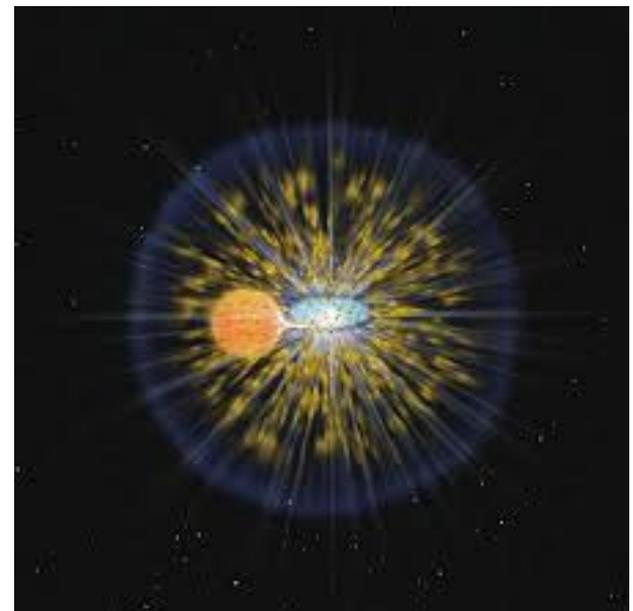


図6 図5で降り注いだガスは、ある程度降り積もったところで核反応が生じて大爆発を起こし、急激に明るくなる。これが「新星」のメカニズムである。(国立天文台のHPより)

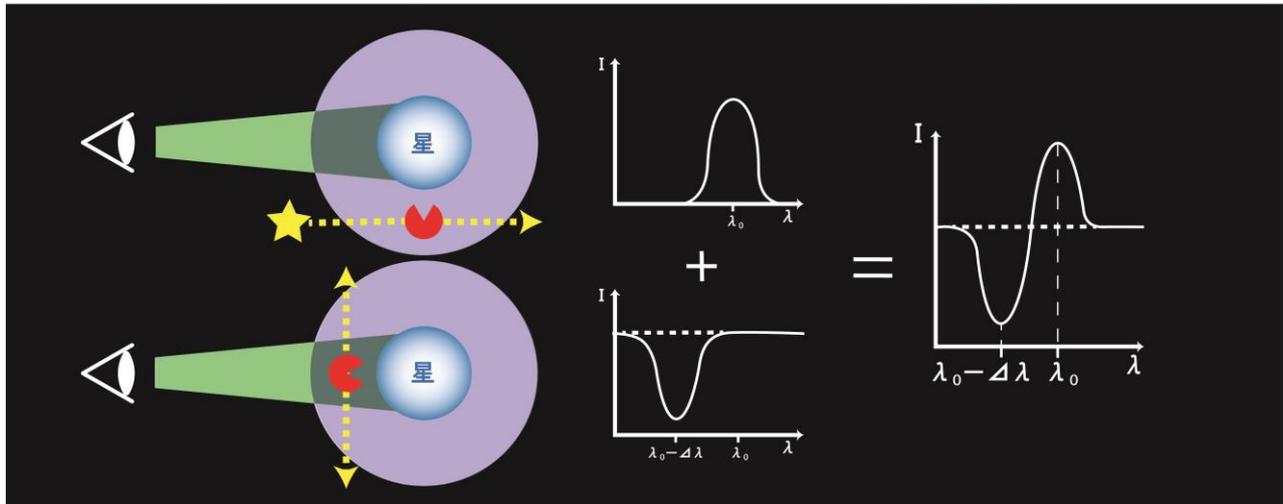
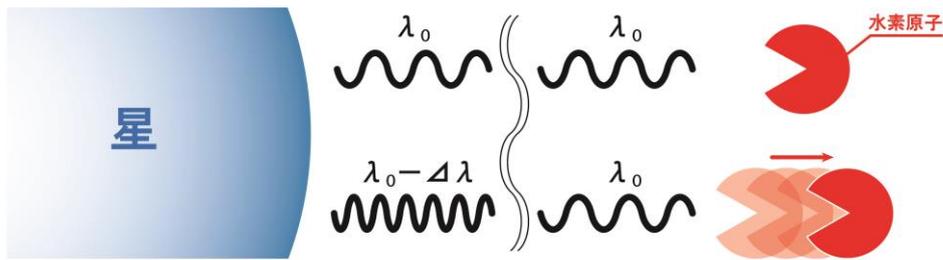


図7 P Cyg プロファイルが形成されるメカニズム。星から大量のガスが放出されると、ガスはバルマー線などの輝線スペクトルを放射する。しかし、放出されたガスのうち観測者に向かってくる部分は星の表面を隠す。そのためドップラー効果により短波長側が吸収となった輝線スペクトルが形成される。

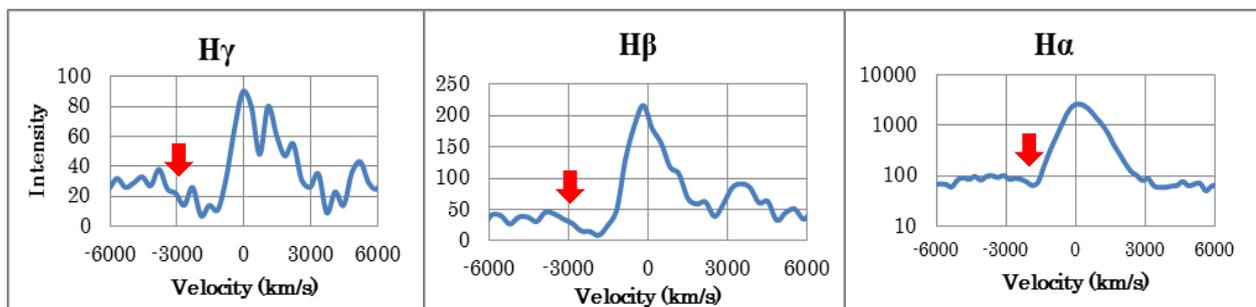


図8 H α 、H β 、H γ 線の横軸を波長 λ から速度 v に換算した図である。H β 、H γ 線から求めたガスの膨張速度は 3000km/s にも達したが、H α 線から求めたガスの膨張速度は 2000km/s にとどまった。

6.まとめ

5月17日(日)にいて座新星 2015 No.2 のスペクトル撮像を行った。新星からは強力なバルマー線が放射されていることがわかった。さらに、H α 、H β 、H γ の各輝線は典型的な P Cyg プロファイルを示しており、大気の膨張速度は 3000km/s にもなることが示された。

<参考文献>

・A.ウンゼルト著, 小平桂一訳, 「現代天文学」, 1978年, 岩波書店発行

・国立天文台のHP

<http://www.nao.ac.jp/news/science/2015/20150218-subaru.htm>

! wikipedia 「新星」

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%96%B0%E6%98%9F>