

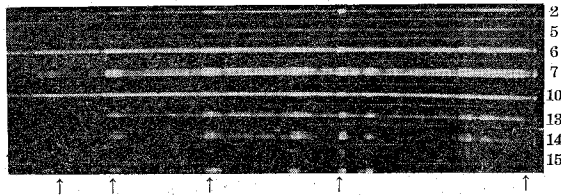
ヘルクレス座新星のスペクトル

佐藤 直 宣*

昨年(1963年)の2月6日、スウェーデンのダールグレンが発見したヘルクレス座新星についてはいささか旧聞に属することながら、編集子にすすめられるまま筆を取りました。筆者自身、観測結果やその解析などについては一切未整理のままです。現況報告ということにします。

この新星のスペクトルは筆者の知っている範囲では、 Lund天文台で2月8日、口径 18 cm の天体写真儀に対物プリズムを取り付けてエンゲバルが撮影したのが最初で、ミシガン大学、アガシツツ観測所について岡山で2月9日(日本時間では10日朝)74 吋カセグレン分光器で近藤氏が撮影、さらに2月12日リック天文台で120 吋クーデによる分光写真がハービグやプレストンなどによって得られています。いずれも新星特有の幅広い輝線のあるA2型超巨星に似たスペクトルが報告されています。以後測光と同時に、各地で連続して多くの分光写真が得られたことと思われます。しかし残念なことに、この新星の極大光度は東京天文台のペーカーナンシユミットの過去の資料によると、発見前の1月30日前後であったらしく、肝心の極大付近におけるスペクトルが得られておりません。ご存知のように、極大光度付近の新星のスペクトルは今まで非常にわずかしか得られておらず、しかも新星に関する最も貴重な資料を提供してくれることからしても誠に惜まれます。

当所に連絡があったのは2月11日、仙台における最初の分光観測は12日(13日朝)に行なわれました。以後5月上旬まで写真測光と同時に、沢山の分光写真が得られましたが、写真はその一部を示すもので、典型的な新星のスペクトルの変化の様子がよく見られます。第2図は参考まで写真測光(乾板はオリエンタルSSハイパーパン、したがってほぼ眼視等級)による光度変化と分光観測のなされた時とを示すものですが、光電測光に比べると精度は落ちますので、あくまで撮影されたスペクトルの変化と比較する時の参考程度ということに注意して下さい。ここで器械について簡単に触れてみますと、分光器は一辺47 mm、高さ26 mmの小さな60°ガラスプリズム2個、コリメーターレンズは焦点距離43 cmの色消レンズ、カメラは焦点距離135 mm、F/2.8のコムラレンズからなっており、 25000 \AA 付近が最少偏角になるようにセットされています。分散度はそれぞれ 4000 \AA で 35 \AA/mm 、 5000 \AA で 110 \AA/mm 、および 6000 \AA で 220 \AA/mm で、使用している 35 mm

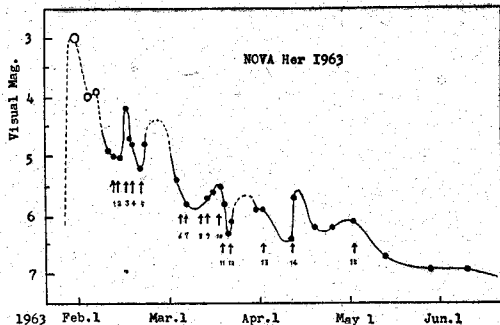


第1図 写真、ヘルクレス座新星のスペクトル。上より2月13日、21日、3月4日、6日、13日、17日、4月2日、12日、5月2日に夫々撮影されたもの。下の矢印は H_{α} (右端) から H_{ϵ} までの水素のバルマー系列を示す。

フィルム、富士のネオパン SSS の粒子の大きさを 0.03 mm としますと、おのおのの波長域における分解能はそれぞれ 1.05 \AA 、 3.3 \AA および 6.6 \AA になり、一回の露出で $2800\text{--}6500 \text{ \AA}$ の範囲のスペクトルが得られます。望遠鏡は 41 cm 、F/18 の反射赤道儀、分光器をカセグレンで使用したとき、スリットの幅 0.10 mm が上記分解能に対応し、これは角度にして $3'$ 弱で大体シンチレーションによる星像の直径に等しくなっています。露出はスペクトルに幅つけを行ないかつ現像をパンドール 19°C 20分として、6等星で約2時間という結果です。なお写真測光は赤道儀に同架されているフジナー(焦点距離 300 mm 、F/4.5、テッサ型レンズ)による星像直径の測定結果であることを付け加えておきます。

ところでこの新星は最大光度より3等減光するのに約50日を要しており、ごく普通の型のものであるらしく、これより極大時における新星の絶対等級を推定すると -6.5 等、したがって観測された最大光度より距離は約 0.8 kpc 、一方星間吸収によるカルジウム線の強度からの推定では 0.75 kpc となり結果はよく一致します。スペクトルの方では、2月13日の観測によると写真(露出がそろわずはつきりしません)のように principal absorption はすでに水素のバルマー系列以外についてはほとんどわからない位弱まってしまっており、diffuse enhanced absorption が特徴的となっております。膨張速度は前者の吸収線を生ずる中心星よりずっとはなれた所にある殻状の薄い層で約 800 km/sec 、後者の吸収線を生ずる星の近くを取り囲んでいる白鳥座P星に似た雲のような部分で約 1400 km/sec 、さらに水素以外の輝線も見られるようになってきています。3月6日観測のスペクトルでは、今まで輝線の短波長側に見られていた2本の吸収線は1本になってしまい、3月4日から6日の間に、

* 仙台市天文台
N. Sato; Spectrum of Nova Her 1963.

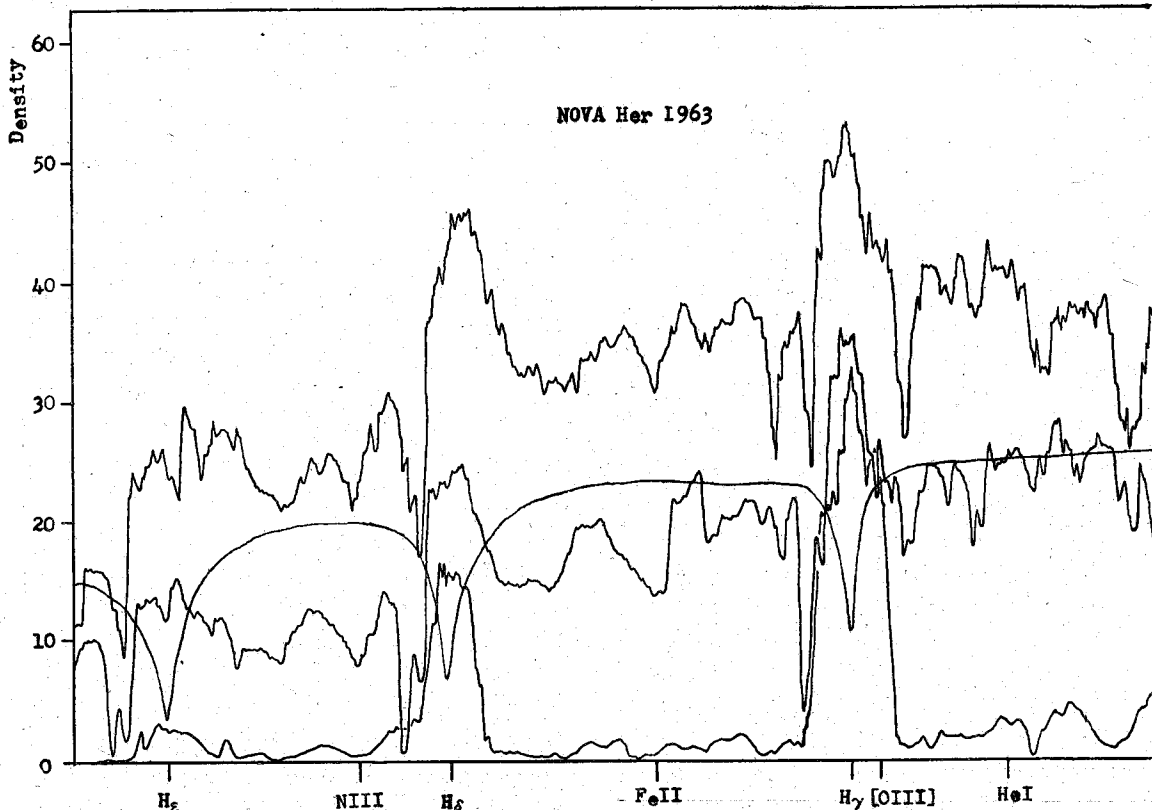


第2図 ヘルクレス座新星の光度変化. 矢印は分光観測のなされた時を示す.

中心星を離れた速い速度の雲が、おそい速度で時間的には最初に膨張をはじめて遠い所にあった層に追いついたものと推定されます。その代りこの段階では、3月4日から現われ始めた輝線の N III λ 4640 および Orion absorption が特徴的な様相を示し、他の Fe II, N II, He I, [N II] といった輝線も強くなっています。もつともこの吸収線は diffuse enhanced absorption と区別が困難ですが、速度偏倚が常に変動しているため認められるもので、やはり中心星の表面近くにある雲のようなものと考えられます。しかしこの層は膨張によって星を離れ

ると間もなく消滅してしまうらしく、常に生れては消えるという状態を繰り返しているものようです。以後各段階の消長はあっても、一時的に暗くなる DQ Her に見られたような transition stage を示さず、ずっとこの様相が続きますが、4月2日から Orion absorption がなお見られるとはいえ、連続スペクトルが輝線に比べて弱くなりはじめ、5月2日にはほとんど nebular stage に入っています。これからは輝線同志の相対強度に変化があってもこのまま暗くなって行き次第に惑星状星雲と同じ Post-nova stage に移行するものと思われます。さし当り‘大口径のない悲しさ’といった所でしょうか。

さて以上得られた新星のおおのについて、使用フィルムの特性曲線を利用してまず(1)マイクロフォトメーターによって波長に対する強度分布を描き、(2)連続スペクトル (Continuum) の波長分布を決め、(3)吸収線および輝線の同定、さらに(4)各線について速度偏倚と(5)強度を測定、(6)分光器の分解能をはるかに上まわる輝線の輪郭の決定およびその時間的な変化などを知り、はじめて新星の物理状態を知る手掛りとなる資料がそろふこととなります。しかし実際には相当困難な仕事であり、例えば(2)については輝線、吸収線の入り乱れたス

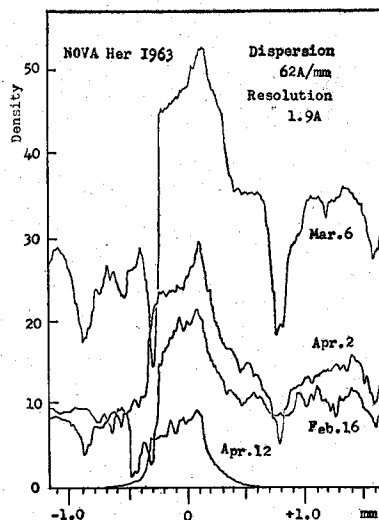


第3図 ヘルクレス座新星のスペクトルのマイクロフォトメーターによる記録例、縦軸は

ベクトルのため Continuum の見極めがつかず (第3図参照) 余程の名人芸が要求される上に、空間赤化および地球大気による吸収の影響を補正した後、既知の強度分布を持つ星のスペクトルと比較することが必要であり、かなりの誤差が予想されます。もちろん光電管による三色測光の結果も大いに参考になりますが、これは輝線の影響を除くのに困難を伴います。(3)についても同様である上に沢山の吸収系があり、当所におけるごとき分散の小さい分光器では比較的強い線のみが同定できる程度です。(4)については不幸にして波長測定の基準として使う比較スペクトルを焼き込むことができなかつたので、Continuum 決定のため参考として新星のスペクトルと一緒に並べて撮影された恒星のスペクトルの吸収線を利用したのが現状です。(5)の強度測定については中心強度または全強度の二通りがありますが、例えば線の全強度をContinuumに対する等価幅として求めたとき、各線同志を同じスケールで比較するためには、どうしてもContinuumの場合と同様、フィルムの波長による感度の違いを補正してやる必要があります、さらにこの時間変化を追究する時には Continuum の勾配に変化があつてはまたまた厄介なものとなります。現在のところ、最後の(5)の幅広い輝線、特に水素のバルマー系列 $H_\beta, H_\gamma, H_\delta$ の

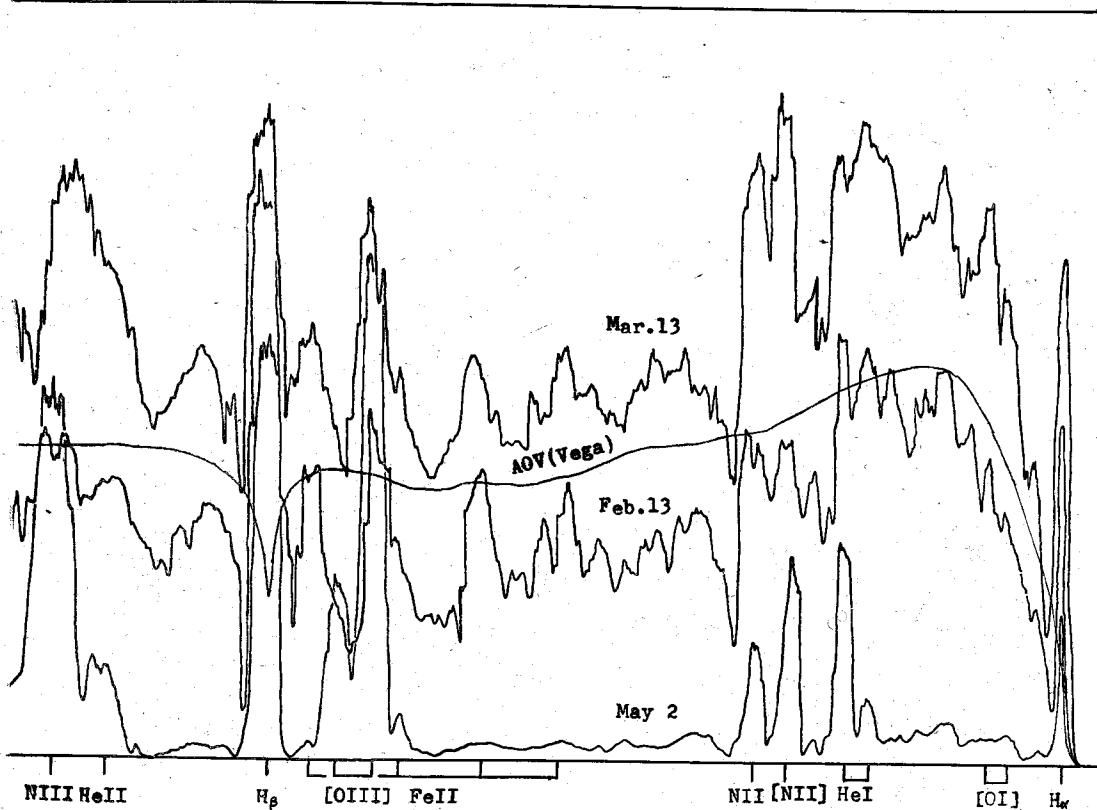
輪郭については比較的信頼度のよい結果が得られそうですが、これとても低分散のスペクトルによるものでありなお幾多の問題があるようです。

ここで以上の資料がまとまった時、新星のどんな物理状態が知られるかを簡単に説明してみますと、まずスペクトルの Continuum からは中心星の大きさの変化や表面温度が推定されますし、吸収線の強度の測定結果からは大気理論によって、爆発によって噴出された殻状の層の詳細な物理状態を知ることができます。(勿論このためには更に高分散のスペクトルが必要) 2月9日の岡山における観



第4図 H γ 輝線の輪郭

測られるかを簡単に説明してみますと、まずスペクトルの Continuum からは中心星の大きさの変化や表面温度が推定されますし、吸収線の強度の測定結果からは大気理論によって、爆発によって噴出された殻状の層の詳細な物理状態を知ることができます。(勿論このためには更に高分散のスペクトルが必要) 2月9日の岡山における観



写真フィルムの黒み、横軸が波長で右側が赤、左側が紫。ヴェガのスペクトルは参考のため。

測では、principal absorption がなお明瞭に見られ、すでにこの層についての成長曲線による解析結果が、去年の秋に仙台で開かれた学会で近藤氏によって詳細に報告されています。もちろん diffuse enhanced や Orion absorption¹⁾についても同様な方法が適用できるわけですが、実際問題として測定に際してひどい困難があるため、定性的な議論とならざるを得ないようです。さらに各線の速度偏倚からは、幅広い輝線の輪郭とともに空間的な新星の構造が描かれますし、禁制線を含む多数の輝線の強度からは、大気理論では得られなかったさらに詳しい新星の特殊な物理状態を知ることができます。この種の問題については、惑星状星雲や稀薄天体についてすでに沢山の研究がなされているとはいえ、未解決の問題が多く、天体物理学上最も困難ではあるけれども、最も興味深いものの一つといえるようです。

最近筆者はマンチェスターに移って仕事を続けているハッブルハーストの新星に対する衝撃波理論に接しましたが、これは $M \sim M_{\odot}$ 、 $R \sim 1/10 R_{\odot}$ 、 $T \sim 50,000$ 度の星から輻射エネルギーの形で 10^{45} erg および 10^8 cm/sec の速度で噴出する総量 10^{28} gr のガスの運動エネルギーとして 10^{44} erg が放出されるような新星現象を、星の中心付近で瞬間的に生じた 10^{46} erg のエネルギーが外部に擾乱として拡がり、衝撃波に生長して行く過程を取り扱ったものです。(どうしてこんな大量のエネルギーが発生するかという新星の原因については問題は別) 星の表

面に不自然な仮定を置いたり、実際の新星では最大光度に達するのに 1~2 日を要するのに、衝撃波は数分の時間で表面に達してしまうことなどの矛盾はありますが、衝撃波がマッハ 7.7 を越すと、数値的に新星現象をよく説明できるとしています。しかし観測によって直接衝撃波を見るわけに行かず、実証には彼自身いっているように間接的な方法しかありません。これは衝撃波の通過によって噴出される物質の場所についての速度分布とその時間的な変化について理論的に計算を拡張し、更に衝撃波の存在から予想される物理状態を色々仮定して輝線としての輪郭を作ってみて、観測された輝線の輪郭と比較することによって可能になるのではないかと思います。もちろん衝撃波理論によるガスの噴出が、実際には新星のどの段階の吸収系に対応しているかがわかりませんし、さらに輝線輪郭の解析には前述のごとき厄介な物理状態や擾乱の問題もつきまとい、その上第 4 図の例が示すように、決して球対称の様な膨張ではないらしいことも、一層問題を取り扱い難しくしています。

ともあれ幸いなことに、比較的信頼できそうな新星のスペクトルの輝線輪郭を手に入れることができ、この問題について何とかしてみたいと思っているのが、筆者の現在の偽らざる気持です。もちろん結果がどうなるか、途中で行きずまってしまうことになるか、それは一切わかりませんが、興味ある問題を前にして楽しんでいる次第です。

西村製の

30 cm 反射望遠鏡

下記へ納入して好評を博しております

- 米 ゴッダード・スペース・フライト・センター
ハインド J R 短期大学
ムレ大学
- 英 オックスフォード大学
- スイス パーゼル大学



30 cm 反射望遠鏡

ニュートン・カセグレン兼用

株式会社 西村製作所

京都市左京区吉田二本松町 27
電話 (77) 1570, (69) 9589