

こぎつね座1979年の新星

—本田・桑野天体—

石田 蕙 一*

1. はしがき

大分県日田市の桑野善之さんが、1979年4月5日に9等の新星を発見という知らせがあって、しばらくしてから、これは半年前の1978年8月21日に、岡山県倉敷市の本田実さんが発見したものと同一天体であることがわかった。位置は、こぎつね座の南端、や座といるか座の境界近くで、

赤経 $20^{\text{h}}19^{\text{m}}01^{\text{s}}.08$, 赤緯 $+21^{\circ}24'43".1$ (1950.0),

銀経 $l=62^{\circ}58$, 銀緯 $b=-8^{\circ}53$

にある。

本田・桑野天体の発見された近辺の天域は、遠方の惑星状星雲や銀河が見えている透明度のいいところで、例えば、 5° 以内の天域には暗黒星雲・反射星雲・散開星団などは見当たらない。光電測光された星のカタログによると、 $l=50^{\circ}\sim 80^{\circ}$, $b=-5^{\circ}\sim -15^{\circ}$ の $30^{\circ}\times 15^{\circ}$ の天域は、距離1.5 kpcに至るまで星間吸収は小さく、 $E(B-V) < 0.1$ 等の星ばかりで、いわば星間物質の大きな窓である。

この天体は、新星としては増光速度が異常に緩慢であること、及びかなり増光してからスペクトルがM型からA型に変わったことがわかったということで注意をひいている。

今迄にしらべられた光度変化、スペクトルの変化、色の变化などについて、類似天体と比較しながら、まとめて見たい。

2. 光度変化

この天体の明るさの記録は、1898年にさかのぼることができる。ハーバードの掃天記録写真を測定したリラー夫妻によると、1956年までの60年近くの間は、ほとんど16-16.5等だったが、1926年と1955年の乾板の中には15等位に増光している場合もあるという。1967年に再開されたデーモン・シリーズのハーバード掃天は、限界等級が約14等である。それによると、1977年10月7日までは写っていないが、11月2日には12.5等、そしてそれ以後ずっと増光を続けている。

増光の様子を詳しく見るために、1978年3月29日から次の年の4月24日までの、本田実の掃天フィルムが測定された。この1年余の間に、120夜の観測がある。

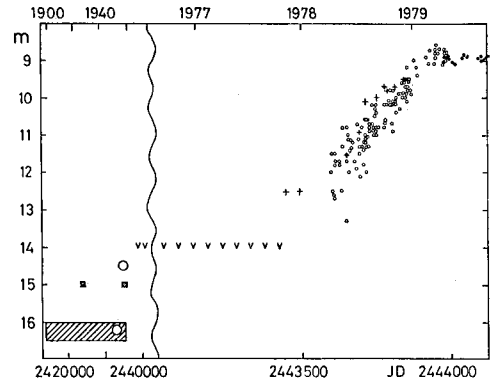


図1 本田・桑野天体の光度曲線。斜線入り矩形はハーバード掃天、大きな丸はパロマー写真星図による、小さい丸は本田実の掃天フィルム、小さい黒丸は中桐正夫の光電測光による。

日々の光度変化を追いかけると、増光の割合は、1年に3等級、いかえると1日に0.0085等というゆるやかな勾配で、1年近くの間、直線的に増光をつづけたことがわかる。測定に用いた掃天フィルムの限界等級は、12~13.5等の間に観測条件によって変動している。測定誤差は、限界等級の近くでは ± 0.3 等、最も明るくなった9等では ± 0.1 等と見積られている。その測定誤差を考慮して見ても、光度の上昇は3月12日前後の1か月位の間に止まっているように見える。

それ以後は半年以上にわたって約9等の明るさを保ちつづけている。特に、4月17日以降は、東京天文台の三鷹で30 cm 反射鏡を用いて光電測光が始められ、9月までの間、光度の変化を認めることはできない。そして、11月のおわりには、いづらか増光している位である¹⁾。

図1に、西暦年およびユリウス日に対する光度変化をまとめてある。増光が1年以上にわたって継続して起こり、増光幅が数等級というような類似天体としては、(1) 新星、(2) 共存星、(3) T Tau型変光星などのうちいくつかの実例がある。

光度曲線を見るかぎりでは、本田・桑野天体が、(1) RT Ser (1909), DO Aql (1925), RR Tel (1946) などと同じような現象で、特に緩慢な新星現象なのか、(2) Z And, AG Peg, V1016 Cyg, V1329 Cyg など共存星の増光現象と同じ機構によるものか、あるいは(3) FU Ori (1937), V1057 Cyg (1970), V1515 Cyg (1972) の

* 東京天文台 Keiichi Ishida: Observations of Nova Vulpeculae 1979

¹⁾ 中桐正夫氏の未発表の観測による。

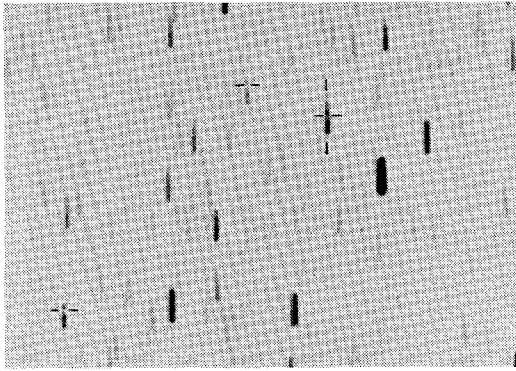


図2 本田・桑野天体の1978年9月6日のスペクトル。上端が 6800 \AA ，下端が 8800 \AA ，Aバンドで 1000 \AA mm^{-1} ，TiO のバンドから M4 型であることがわかる。横線のマークがしてある他の2星のスペクトルは M6 型。木曾 105 cm シュミット撮影。

3例で知られている T Tau 型変光星の FU Ori 現象と類似の現象なのか判断し難い。

3. スペクトルの変化

そこで、次にスペクトルについてしらべて見よう。先ず、1958年にはM4型だったといわれる。ウォーナー・スージー天文台の24インチ・シュミットの対物プリズムによる乾板で、かなり限界等級近くの像として認められたようである。

次は、1978年9月6日に、東京天文台木曾観測所の 105 cm シュミットで、スペクトル写真が撮られていた。図2に見られるように、TiO のバンドがはっきりと見えて、M4型であった。この時は、すでに10.2等で増光前に較らべて6等級も明るくなっており、その後は1等余しか増光していない。たまたま20年前のスペクトル型と同じであるが、連星のM型の伴星の明るさはそのままにして、主星が増光してやはりM型のスペクトルを示したと考えてもいいたろう。

ところが、それから半年後の1979年4月には、スペクトルはA型に変わって、近赤外のTiOのバンドはなくなっている。その間に光度は約1等明るくなっているとはいうものの、色の変化を考慮すると、近赤外の波長域では増光していないかも知れない。この場合、半年前にM型のスペクトルを示した天体が光度をほぼ同じに保ったままA型の高温星に変貌したことになる。

東京天文台岡山天体物理観測所では、4月以降 91 cm 鏡でスペクトルをとり、同じ分光器で撮られた「代表的恒星のスペクトル・アトラス」と参照してMKシステムの分類が行われた。その結果4月12日のスペクトルはA7IIと分類された。表面温度に関しては、Ca II K が

$\text{H}_\alpha + \text{Ca II H}$ に対してわずかに弱いということでA7とされた。光度階級は、金属線の強度比から、巨星より明るいと判定されたことによる。しかし、スペクトルは普通の星にくらべていくつかの点で異常であった。例えば、金属線の様相は全体としてうすく、いわゆる弱金属線星である。また、Ca II 4227 はとなりの Fe II 4233 より弱く、Mg II 4481 も A7-F0 の超巨星より更に弱く見えている。

スペクトルは、その後継続して撮影されているが、7月までには、金属線がいくらかはっきりしてきたこと以外は大差ない。9月になって、表面温度は明らかに低くなって F3-F5 となり、光度階級は超巨星に分類されるようになった。以前よりも金属線が、はっきりしてきたことも確かなようで、特に目をひくのは、Sr II 4078 が次第に強くなってきていることである²⁾。

類似天体のスペクトルについてまとめると、(1)では、極大光度の頃は吸収スペクトルで、その後で輝線スペクトルがあらわれる、(2)では、増光前に強い輝線スペクトルで見つけられ、極大光度の頃は高電離の輝線がなくなって、水素のバルマー線は P Cyg 状となる、それに対して(3)では、増光前からある強い輝線は極大光度を過ぎてしばらくしてから次第に消えて行く。

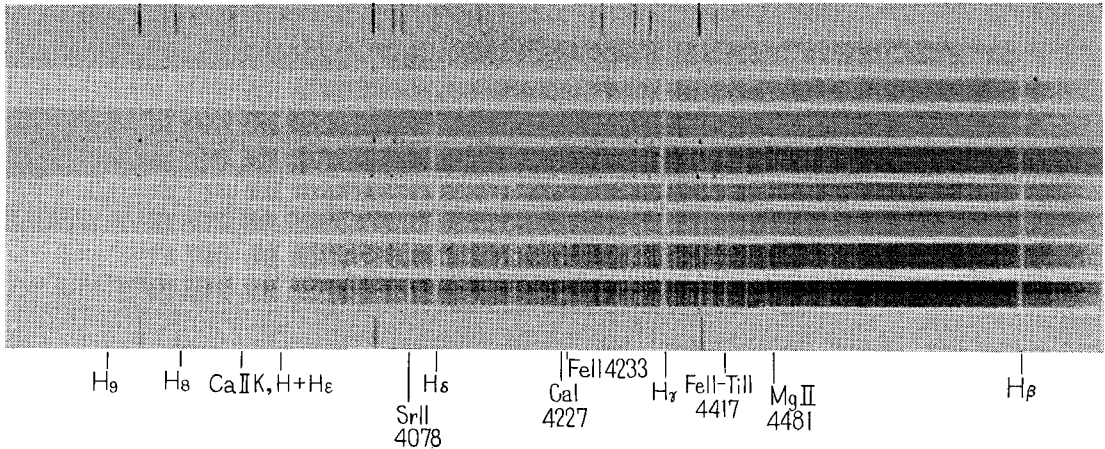
視線速度については、新星では、例えば HR Del (1967) の極大後のスペクトルで、吸収線の $\text{H}_\alpha - 552 \text{ km/秒}$ ，金属線 -508 km/秒 ，輝線 $+12 \text{ km/秒}$ が得られている。また(1)の RT Ser (1909) では、それぞれ、 -40 ， -10 ， $+90 \text{ km/秒}$ だった。一般に新星の吸収線が正の視線速度を示した例はなく大気の膨張運動を反映していると思われる。それに対して、輝線の視線速度の方が、星自身の視線速度を示すと考えられる。従って、RT Ser は高速度星で、種族IIの天体であると考えられている。

そこで、この天体の視線速度を測定すると、 $\text{H}_\alpha + 8.0 \text{ km/秒}$ ， $\text{H}_\beta + 8.8 \text{ km/秒}$ ， $\text{H}_\gamma + 9.4 \text{ km/秒}$ ，金属線の平均 $+23.4 \text{ km/秒}$ が得られた³⁾。普通の新星の場合は吸収線の視線速度の測定値は、負の数百 km/秒 となるのに対して、本田・桑野天体では正の視線速度が得られているのが特徴的である。従って、大気の膨張運動はもしあっても非常に小さい速度でしかないと推定される。

しかし、この天体の場合も大気の膨張運動を否定はできない。何故なら、1979年4月から9月の間にスペクトルの変化から、表面温度が低下したと思われるのに、光度は9等を保っているので、大気の半径は大きくなっている筈である。また、水素のバルマー系列と金属線の吸収線は大気層の異なる深さでの視線速度を示すと思われ

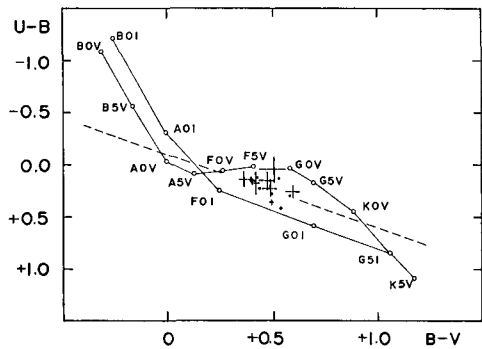
²⁾ 乗本祐慈氏の未発表の観測による。

³⁾ 視線速度は、辻隆・前原英夫の両氏の乾板をおかりして、野口猛氏が測定されたものである。



▲ 図 3 本田・桑野天体の 1979 年 4 月 8.8 日, 12.7 日, 5 月 2.7 日, 5.7 日, 9.7 日, 7 月 8.6 日, 9 月 20.4 日のスペクトル. 4 月から 7 月にかけては A7II, 9 月には F3I に分類される. 岡山 91 cm Z 分光器にて, 乗本祐慈撮影.

図 4 本田・桑野天体の UBV 測光値. 1979 年 4 月から 9 月にかけて, わずかに赤くなっているらしい.



るので, それぞれの視線速度に差がでているのが測定誤差でなければ, これは膨張運動を示唆していることになる.

注目すべきことは, 本田・桑野天体も H_{α} に鋭い P Cyg 状の線輪かくがあらわれたという報告がある. 1979 年 4 月 13 日と 14 日に, ウィルソン山の 2.5 m 鏡のクーデ焦点で, パロ・レチコンを用いての観測である. H_{α} の P Cyg 状の線輪かくにおいて, 輝線に対して吸収線は 50 km/秒 の速度差を示したとのことである.

本田・桑野天体のスペクトルに, 未だ輝線が見られないということでは, (2) の共存星や (3) の T Tau 型変光星といささか異なるように思える. 吸収線の視線速度が大きな膨張運動を示していないので, (1) の新星現象の特に緩慢な事例という可能性がある.

4. 色の変化と距離の推定

1951 年と 1956 年のパロマー写真星図では, いずれも $B-V=2.0$ と推定されている.

光電観測がはじめられたのは, 1979 年 4 月である. 4-5 月の結果を平均すると, $B-V=0.43$, $U-B=0.23$ となる. これは, スペクトルから予想される色にくらべて

$E(B-V)=0.2$ だけ赤く, F5 の色に相当する. この色超過は, 星間物質によるものではなく, 本田・桑野天体そのものの色である可能性がある. 4 月 21, 22 日のホイットニーの BVRI の観測によると, 低温度成分が付加されている可能性もある. その後の 8-9 月の平均は $B-V=0.53$, $U-B=0.32$ と, 更にいくらか赤くなっている. この色の変化は, スペクトルの温度変化にほぼ対応する量ではある.

さて, 本田・桑野天体は, 1979 年 4 月以降 $m=9$ 等を保っている. 絶対光度を, 4 月のスペクトル A7II から $M_0=-2.5$ とすると, 距離指数は $(m-M)=11.5$ となり距離は 2 kpc である. それに対応して, 増光前は $M_0=+4.5$ だったことになる.

距離の手掛りを得るために, 固有運動の測定が行われた. もし距離が 2 kpc であると, 固有運動から推算される相対運動の接線成分は 150 km/秒 となる. 固有運動は, 比較星の固有運動の重心に対して求めてあるが, 比較星の固有運動の分散に較らべて小さいので, 十分な精度があるとは云えない. しかし, この天体が高速度星である可能性は強い.

増光前のこの天体の HR 図上の位置は, もし $M_0=$

+4.5 であれば、 $B-V=2.0$ の星としては、主系列より10等以上明るく、通常のM型巨星よりも5等暗く、今迄に知られている星のない領域におちる。この領域は、林理論によれば、安定な構造を持った通常の星に対する禁止領域とされている。

類似天体については、(1) の RT Ser と RR Tel は、減光後の平静時の赤外波長域の観測によって、赤い伴星の存在が示唆されている。いくつかの新星の平静時の絶対光度は $M_0=+4$ 位の値が知られている。近接連星系の伴星が、主系列星であれば暗くて見えないので、主星の白色矮星の周りの降着円板の青い光が見えることになる。赤い伴星が見えるとすれば、主系列星より明るくなっていることになる。

(2) の共存星については、低温度成分が通常の赤色巨星と仮定すると、高温度成分は主系列の百分の1以下の光度の $M_0=0\sim+5$ の星となることが指摘されている。HR 図上でそこは、惑星状星雲の中心星が位置するハーマン・シートン系列と一致している。従って、平静時には、M型巨星が主として見えるが、増光時には高温星の光量が優勢となる。

(3) の FU Ori などは、いずれも $B-V=1.2\sim 1.6$ と赤い。反射星雲を伴っていること、周辺の分子雲と視線速度が一致することなどから、距離の推定が可能になって、星間赤化 $E(B-V)=0.8\sim 1.0$ を考慮して、増光前 $M_{pg}=+4\sim +3$ 、極大光度 $M_{pg}=-2\sim -3$ とされている。

上記の類似天体は、星の進化段階における次の3つの過渡的現象のいずれかに対応すると考えられる。先ず(1) の新星は、白色矮星の表面で、近接連星系のラグラ

ンジュ点を通して降り積ったガスに、核反応の火がつくと急激に膨張して超巨星のような現象とされている。ここで考えているような緩慢な新星現象は、種族IIの星においておこると考えられている。(2) の共存星は、主系列後の段階で、赤色巨星から惑星状星雲に生れ変わる現象と考える人々がいる。即ち、赤色巨星が水素とヘリウムの外被を空間に放出して、中心核が高温の中心星として残るが、やがて白色矮星となって冷えていくその出発点であるという。(3) は、主系列の前段階で重力収縮した星が安定な構造に達する迄の間は、T Tau 型変光星などになるが、時に FU Ori 型の増光現象を起こすといわれる。増光の原因は、高速で自転する中心核の上に周囲のガスが重力収縮しておこる。やがて星が全体として高速自転するようになると、極域はF型位に高温度でも、赤道帯ではM型のスペクトルを放射する位に扁平になる。赤道帯から角運動量を搬出すると、星は球形にもどり、そのうちに内部構造の再調整がおこるといふ機構を提案している人がいる。

本田・桑野天体は、絶対光度が未だはっきりおさえられていないし、連星系かどうか未だわかっていない。視線速度の周期変化あるいは、光度の周期変化を求めることができないだろうか。近赤外の水蒸気の吸収帯をしらべて低温度成分をしらべられないだろうか。

今までの観測資料を類似天体とくらべて見たが、例としてあげた個々の天体現象に数十年以前のものもあり、それぞれの増光機構に対応しているかどうかについては異論もある。それぞれの観測資料を説明できないとしても、理論の不充分さなのか、増光機構が異なるのかについても検討を要すると思われる。

訂正

3月号の目次にあった雑報「宇宙放射線シンポジウム」報告は手違いで一号遅れて本号に掲載致しました。また、81ページの雑報、1978年中に近日点を通過した彗星のローマ数字記号、の著者名香西洋樹氏の名前が脱けていました。訂正いたします。

