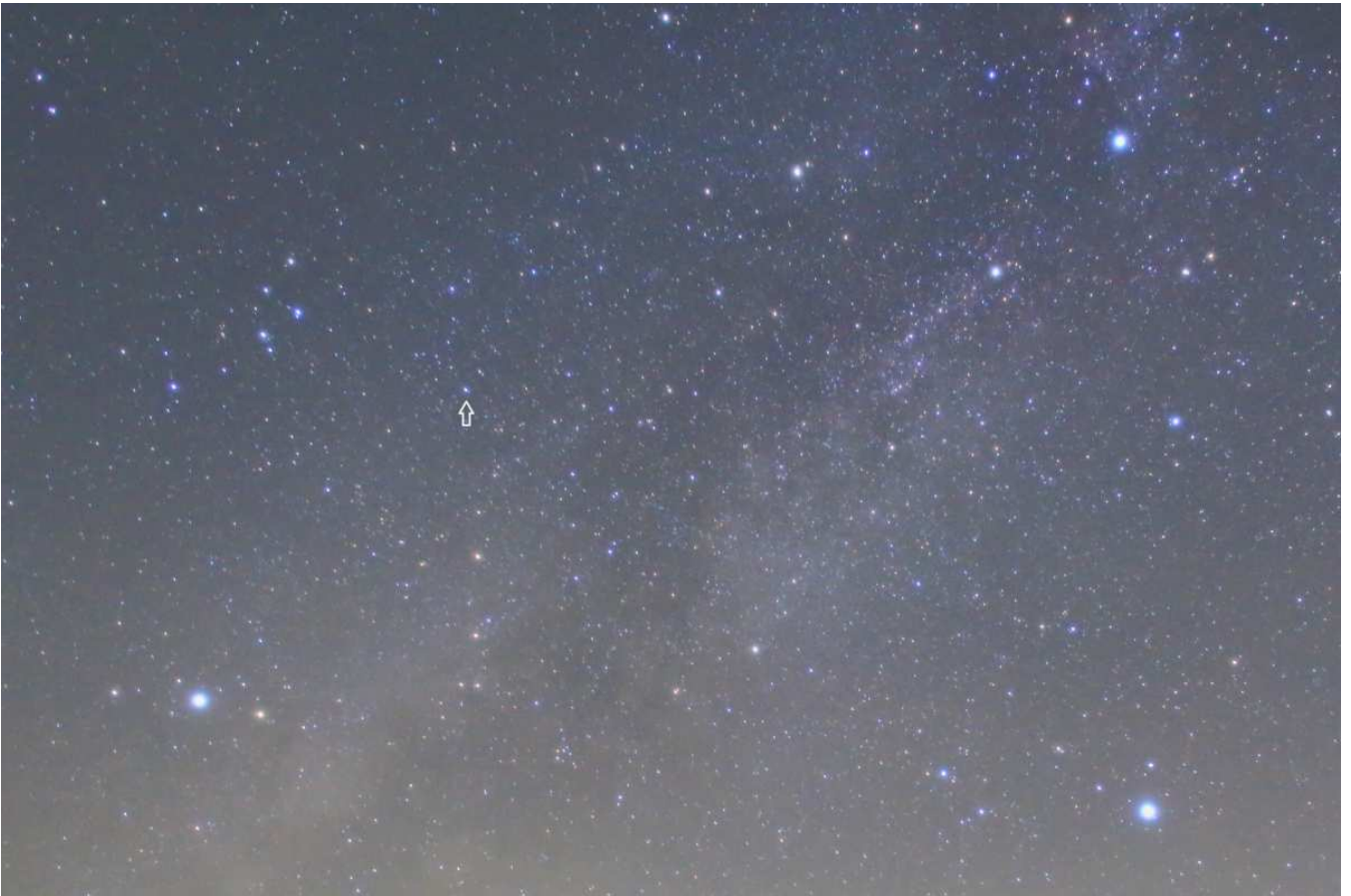


いるか座新星はいるかな？

みんなで光度曲線をつくろう キャンペーン

# いるか座新星観測キャンペーン報告書



夏の大三角と極大に達した、いるか座新星

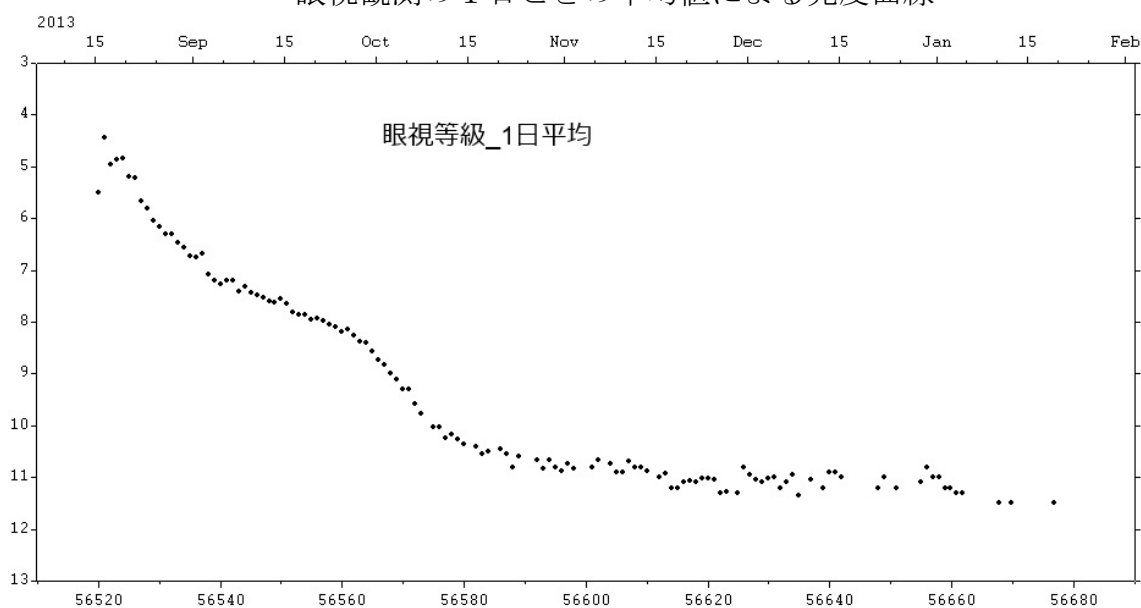
日本変光星研究会・VSOLJ（日本変光星観測者連盟）

2014年2月25日発行

# いるか座新星観測キャンペーン報告書 目次

|                        |         |    |
|------------------------|---------|----|
| いるか座新星の発見と観測キャンペーン     | 渡辺 誠    | 1  |
| 写真で見る、いるか座新星           |         | 4  |
| 新星とはどのような天体か           | 加藤 太一   | 6  |
| 新星爆発のしくみ               | 今村 和義   | 9  |
| 新星の光度変化                | 今村 和義   | 10 |
| いるか座新星の眼視観測と新星の光度変化の推移 | 渡辺 誠    | 12 |
| いるか座新星の冷却 CCD 観測       | 清田誠一郎   | 18 |
| いるか座新星の写真観測            | 永井 和男   | 25 |
| いるか座新星の写真による光度変化       | 渡辺 誠    | 34 |
| いるか座新星のスペクトル観測         | 藤井貢・渡辺誠 | 37 |
| 観測者の声                  |         | 47 |
| 観測者の感想                 |         | 53 |

眼視観測の 1 日ごとの平均値による光度曲線



## 表紙写真「夏の大三角と極大に達した、いるか座新星」

撮影者＝駒井卓氏（富山県高岡市）

撮影データ

撮影場所：富山県上市町伊折

撮影器材：Canon EOS 5DMk3, 24mm F2.0 露出 20 秒, ISO6400 トリミング

撮影時刻：2013 年 8 月 16 日 25h04m Jst

# いるか座新星の発見と観測キャンペーン

渡辺 誠

## 発見事情

いるか座新星は2013年8月14日に、山形県の板垣公一さんにより6.8等で発見されました。板垣さんは、8月14.5843日(世界時)に口径18cmの望遠鏡とCCDカメラを用いて撮影した画像から発見し、14.750日には口径60cmの望遠鏡でこの天体を確認されました。前日までに撮影された画像には、この天体は13等以下で写っていないことも報告されました。

板垣さんの観測によるこの天体の位置は以下のとおりです。

赤経：20時 23分 30.73秒

赤緯：+20度 46分 04.1秒 (2000.0年分点)

## その後の動向

発見後、ゆっくり増光し、17日に4.4等の明るさに達し、その後、すぐに減光、3日ほど一定光度を保った後にゆっくり減光しました。新星が肉眼でも見える明るさになることは珍しく、2007年のさそり座新星(極大：3.8等)以来、6年ぶりになります。しかし、この時は2月の寒い時期の明け方でしたので、見ることのできた方は多くはありませんでした。今回は夏の夕方に見られ、条件としては1.7等まで達した1975年のはくちょう座新星以来38年ぶりの絶好の機会となりました。

## 観測キャンペーンについて

日本変光星研究会とVSOLJ(日本変光星観測者連盟)では、新星に親しんでいただく絶好の機会と考え、web上で観測キャンペーンを立ち上げました。サイトのアドレスは以下のとおりです。

<http://www5f.biglobe.ne.jp/~hosizora/de/>

なお、この報告書も同サイトで入手できます。

観測キャンペーンでは眼視観測に加え、発見前の写真の収集、デジタルカメラでのRAW画像での写真撮影による測光、CCD測光を募集しました。ただ、急な立ち上げでしたので、当初、観測方法の説明、観測報告の内容、報告者に対する返信などに不備があり、観測者にご迷惑をおかけしました。ここに心よりお詫び申し上げます。

また、web上でリアルタイムに光度曲線を作成できるプログラム、自分の観測のみを別の色で表現できるプログラムを前原裕之氏に開発していただきました。ここに感謝申し上げます。

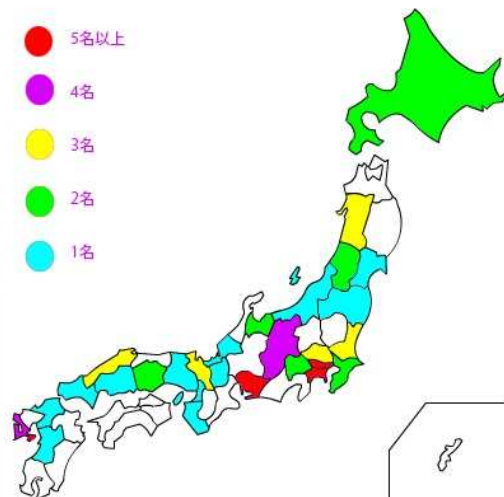
さらに、新星の光度変化に伴う新星の物理的現象の解説を加藤太一氏、今村和義氏、スペクトル観測を藤井貢氏にご提供いただきました。ここに感謝申し上げます。

また、VSOLJ-Obsに投稿された観測者の声を「観測者の声」としてWebに掲載しました。ご協力いただいた皆様に感謝申し上げます。さらに、観測キャンペーンの広報にご協力いただいた「天文ガイド」編集部、「星ナビ」編集部、東亜天文学会、「星が好きな人のための新着情報」の福原氏他、さまざまな機関に感謝申し上げます。

## 観測者の県別

今回は全国の観測者から多くの報告をいただきました。心よりお礼申し上げます。観測報告をいただいた県別の人数を表したものが、次ページの図です。これを見ると観測者が全国に分布していることがわかります。日本は東西、南北に長くなっていますので、一部の天候が悪くても他の地域で天候に恵ま

れることがありますので、観測者が全国に分布していることは大変ありがたいことです。その中でも、関東・中部地方に多くの観測者がおられたことがわかります。ただ、四国地方、沖縄県が0でした。ただし、愛媛県にはインターネット上のキャンペーンには参加されていませんが、大変熱心な変光星観測者がおられますので、四国地方は0にはなりません。毎日観測が必要な変光星の場合は天候が異なる地域を確保するために、今後、全国での観測者の育成が必要と思われます。



## 観測者と目測数

キャンペーンには様々な観測バンドで観測をいただき、109名の方からご報告をいただきました。心よりお礼申しあげます。観測者の方のお名前、略符、観測バンド、観測夜数、目測数を次ページに表にしました。

最も多くの夜に観測された方は清田誠一郎氏で、30夜以上観測された方は藤田哲夫氏、堀江恒男氏、家嶋利明氏、加藤太一氏、金津和義氏、前田豊氏、森山雅行氏、曾和俊英氏、佐藤嘉恭氏、高橋あつ子氏、吉原秀樹氏でした。

多くの方の熱心な報告に支えられたキャンペーンでした。心より感謝申し上げます。

## 今回の観測キャンペーンの意義と課題

今回は従来行っていた眼視観測だけでなく、冷却 CCD による観測、デジタルカメラによる観測、スペクトル観測とさまざまな側面から新星の観測を行うことができました。特にスペクトル観測は、輝線の変化が眼視観測、冷却 CCD 観測など、新星の色の変化に大きな影響を与えていることがよくわかりました。スペクトル観測のデータを提供していただいた藤井貢氏に心より感謝申し上げます。

眼視観測では多くの観測を報告いただき、その平均をとることにより、ばらつきの非常に少ない光度曲線を作成することができました。さらに、新星を観測するために、雲間を求めて30分や1時間も待機されている姿に大いに感動を覚えました。そのおかげで、途切れの非常に少ない光度曲線を作成することができました。心より感謝申し上げます。また、眼視観測で報告されるコメントには観測に対する情熱がうかがわれ、楽しく見ることができました。

今後、多くの方の参加が期待されるデジタルカメラによる観測には多くの写真を提供いただきましたが、RAW 画像ではなく、JPG 画像が多かったために、光度の測定ができなかったものが少なくありませんでした。また、撮影者と連絡が取れず、観測データが不明であったりと主催者の広報や受入れ体制に不備があり、必ずしもご満足をいただけなかったことを心よりお詫び申し上げます。この点は今後の課題とさせていただきます。しかし、自分で継続的に測定されている方が多くおられ、心強く感じました。写真観測に関しては精度の向上（露出時間や数枚のデータの平均を取る、比較星の選定などの工夫）が必要と思われ、今後発展できる分野と思われますので、当会でもマニュアルを作成するなど行い、今後の皆様のご活躍の一助となれるよう努力したいと思います。

また、専門的な冷却 CCD 観測も報告され、新星の状態を知るよい手がかりになりました。他の専門的な機関での発表に期待したいと思います。

最後にキャンペーンの期間中多忙で、ご連絡や更新がなかなかできなかったことを深くお詫び申し上げます。それにも拘わらず、多くの方から報告をいただいたことに心より感謝申し上げます。

# いるか座新星の冷却 CCD 観測

清田誠一郎

## 冷却 CCD による観測

冷却 CCD を用いた観測の報告者は 8 名でした。

光を受ける検出器部分だけを見ると、デジタルカメラによる測光も冷却 CCD による測光も大きな差は無いのとも言えるのですが、

- モノクロの CCD に標準的な測光用のフィルター(図を参照)を始め、目的に応じたフィルターを使って撮影を行えること
- 16 ビットデータであることと、間に余分な画像処理がはいらないので、広い範囲で星の明るさとシグナルの値に直線的な関係が保たれるので測定がしやすい

ことが、利点です。以上のことなどが幸いして、注意深く撮影や測定を行えばおおむね 0.01-0.001 等級の精度で測光を行うことができます。反面、

- 装置が高価なこと
- 撮影にパソコンや電源が別途必要なこと

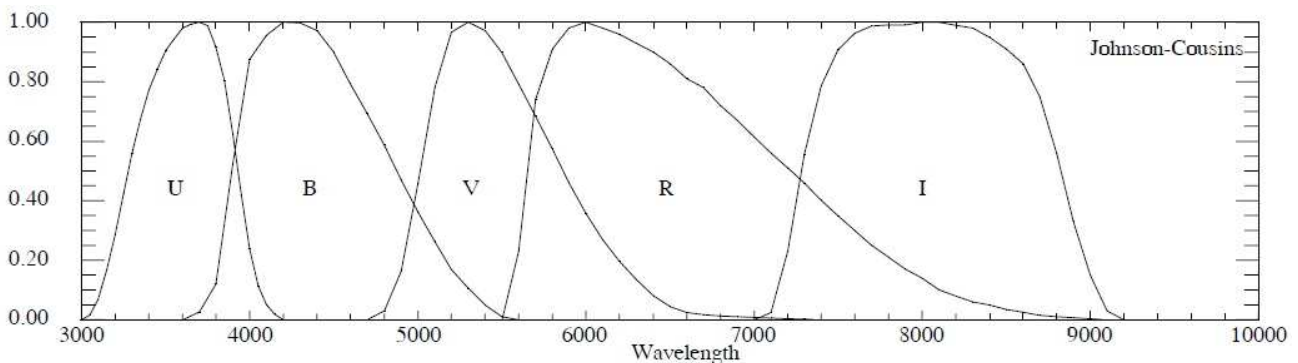
等、不利な点もあります。

このうち、測光用のフィルターを用いて撮影ができるということが新星の測光を行う上で、最も有利な点です。デジカメや眼視観測でも色の変化を知ることはできますが、より厳密に知ることができます。

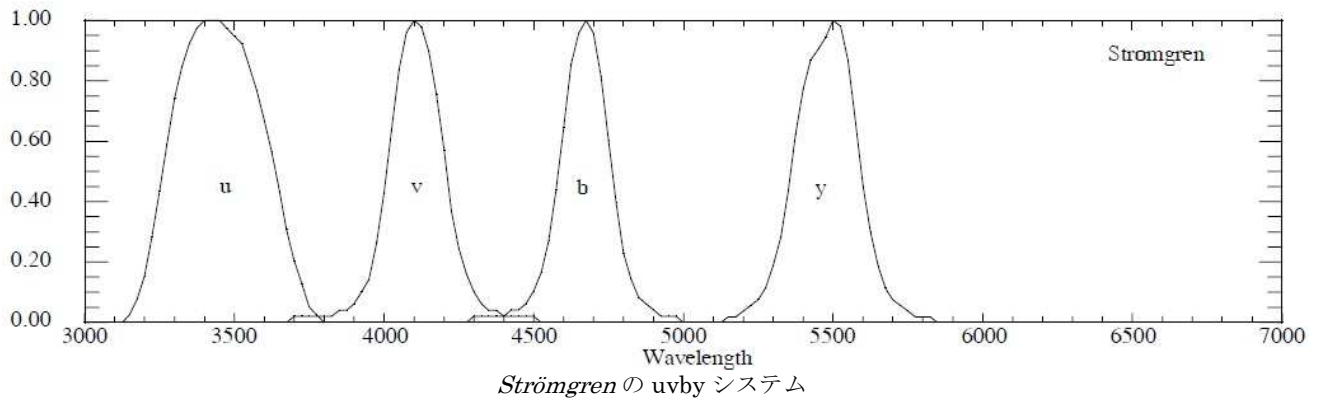
以上は、CCD 測光による新星測光の一般的な特徴ですが、いるか座新星は、極大光度が明るかったことによって、撮影する際に注意や工夫が必要な場面もありました。まず、比較星も同時に撮影するためには、比較的短焦点の光学系に取り付けて撮影をする必要がありました。また、飽和しないように露出時間を短くすると、空気のゆらぎ (シンチレーション) の影響を受けやすくなるので、フォーカスを少しぼかして露出時間を伸ばせるようにして撮影することや、短時間露出の場合は、何枚も撮影して平均する必要がありました。

## CCD 測光システムの等級の種類と波長

既にしたように、撮影する波長の範囲を制限するフィルターを撮影時に何種類か使うことで、分光観測ほどでは無いですが、色の変化の情報を得ることができます。どう波長を区切って測定を行うかは、目的に合わせて様々な要素を加味する必要があるのではなかなか難しいのですが、他の方と結果を比較しやすいことから、既に公表されている測光システムの中から選んで使うことが一般的です。Johnson-Cousins の UBVRi (または、UBVRcIc と呼ぶことも) や、SDSS ugriz 等が一般の測光ではよく使われます。アマチュアの測光では UBVRi の方が普及しています。これは、過去の観測と比較する場合に便利なこと、等級の測ら



Johnson-Cousins の UBVRi システム



れている星が多く、比較星を選びやすいからです。

新星の場合は、UBVRIに加えて、*Strömgren* の uvby の中から、y フィルターも使うことがあります。これは、新星の外側に広がった領域からでる輝線の影響を避けて、光球の明るさのみを測るのに有利であると考えられているからです。詳しくは、東京大学 蜂巢泉先生の

「新星観測のすすめ -- y フィルターで光度曲線を観測しましょう」

(<http://lyman.c.u-tokyo.ac.jp/~hachisu/novae/y-filter/nova.html>)

を参照してください。

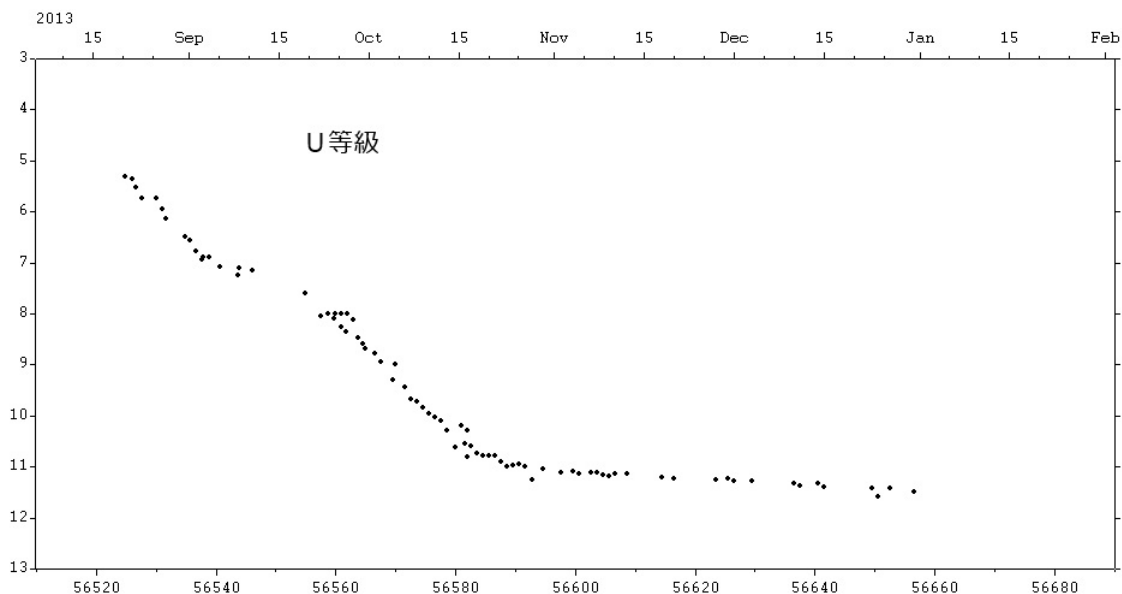
おおざっぱに測光システムと波長の関係は以下に表すことができます。

U : 紫外 B : 青色 V : 黄色 Rc : 赤色 Ic : 赤外光 y : 輝線のない黄色

## 光度曲線

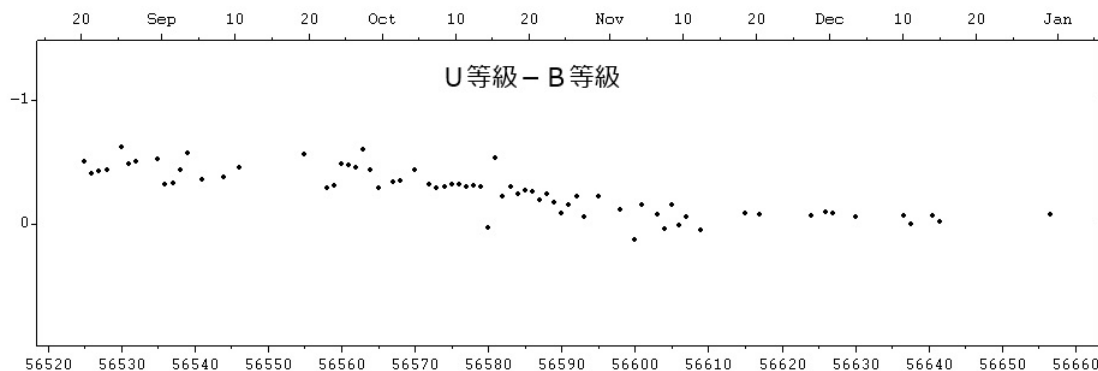
以下に UBVR I 各バンドでの光度曲線と、色指数(B-V、V-y 等)のグラフがあります。発見後も、増光を続け、極大を迎えた後、比較的早く減光したのがわかります。ただし、一定の速度で暗くなったのではなく、途中で、ゆっくりになったところがあります。これは、新星の光度曲線では、よく見られる一般的な特徴です。

## U 等級の変化



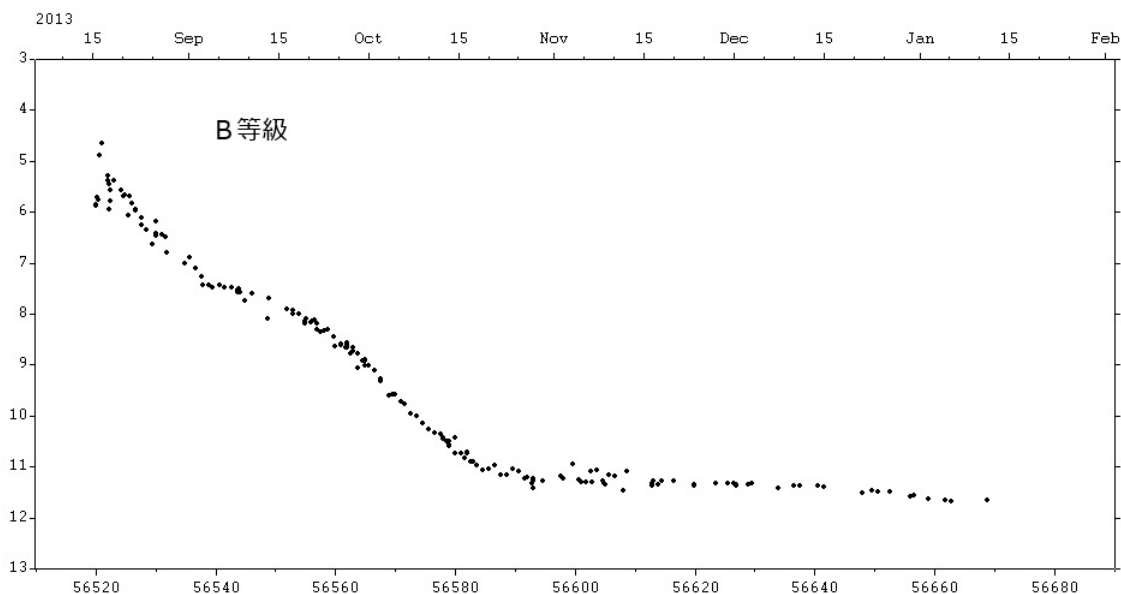
Uバンドでの測光値は、清田だけの観測ですが、Uバンドのよい比較星が見つからなかったため、スペクトル型がA型付近の星は、U-Vがほぼ1.0で一定という性質を基にB等級から比較星のU等級を仮定して測定に使っています。そのため、より正確な比較星の等級が得られれば後日改訂したいと思っています。そのため、数字自体より、全体の傾向として見てください。なお、U等級で波長では、空気による吸収が天候などによって変わるので、その影響もありそう(本来は測定時に補正すべきですが、行っていません)なのですが、バラツキは大きくないようです。観測時の地平高度が高かったことも有利に働いていそうです。

## U-B 等級の変化



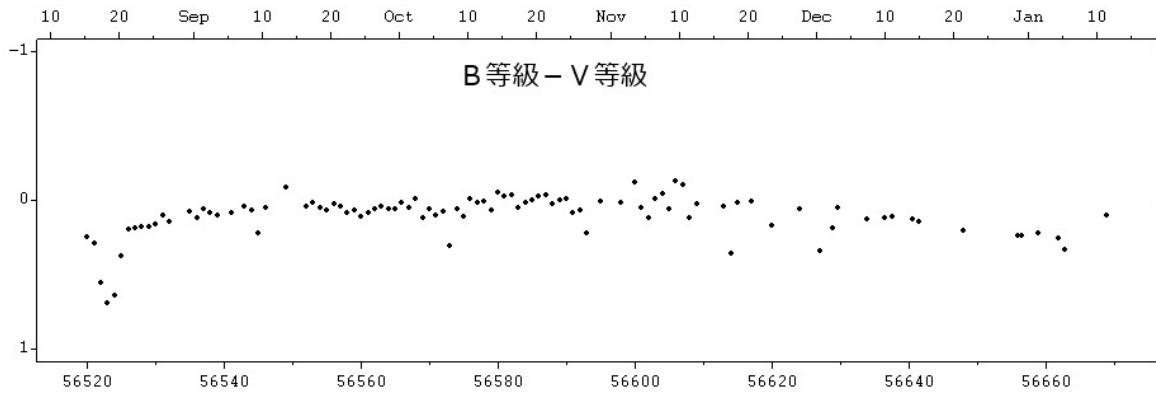
U等級とB等級の差は当初0.4等ほどありましたが、その差はゆっくりと減少し、ほぼ0等となりました。極大時にB-Vの色指数が大きく変化し、U-Bの色指数も変化した可能性があります、その時の観測データはありませんでした。

## B等級の変化

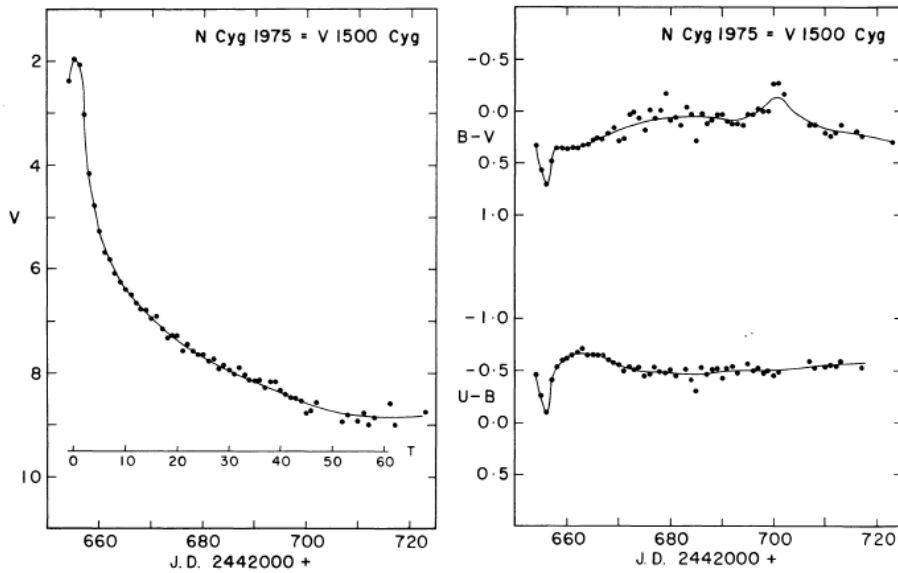


極大頃にB等級が他の波長域に比べて少し暗くなっています。これはB-Vの色指数変化をみるとよくわかります。B-Vの色指数をみると、極大の付近で、一度、値が大きくなっています。これは、red pulseなどと呼ばれ、やはり、一般的な特徴とされているのですが、極大付近で密に観測がないといけないので、観測にはっきりと掛かるとは限りません。この新星が注目されて密な観測が行われた成果と言えそうです。

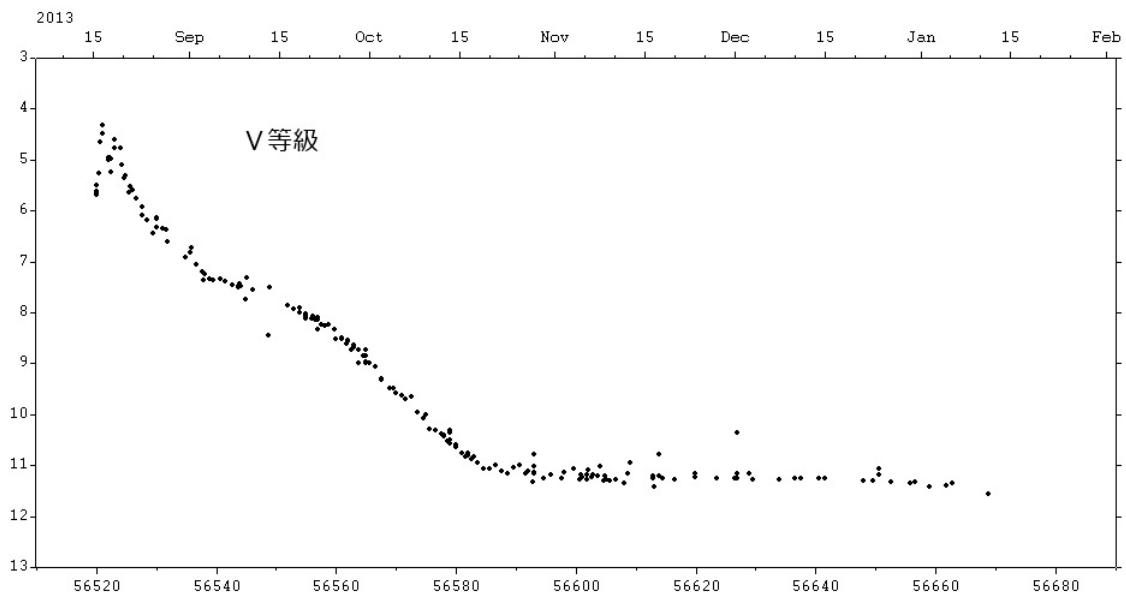
## B-V 等級の変化



今回と同じような B-V の色指数の変化をした新星に 1975 年に 1.8 等まで明るくなったはくちょう座新星がありますので、その光度変化も参考にあげておきます。



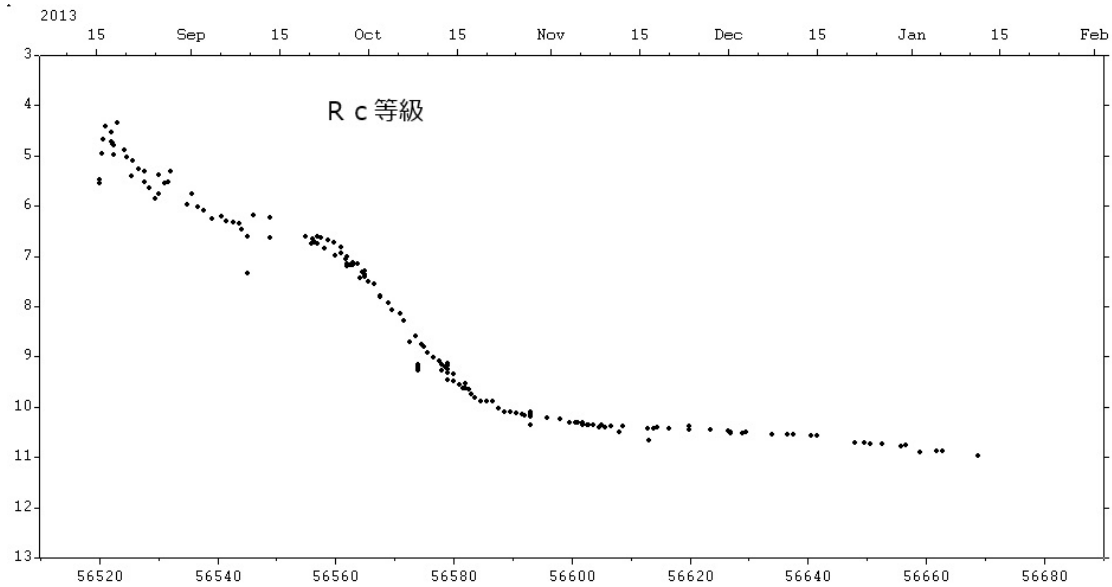
## V 等級の変化



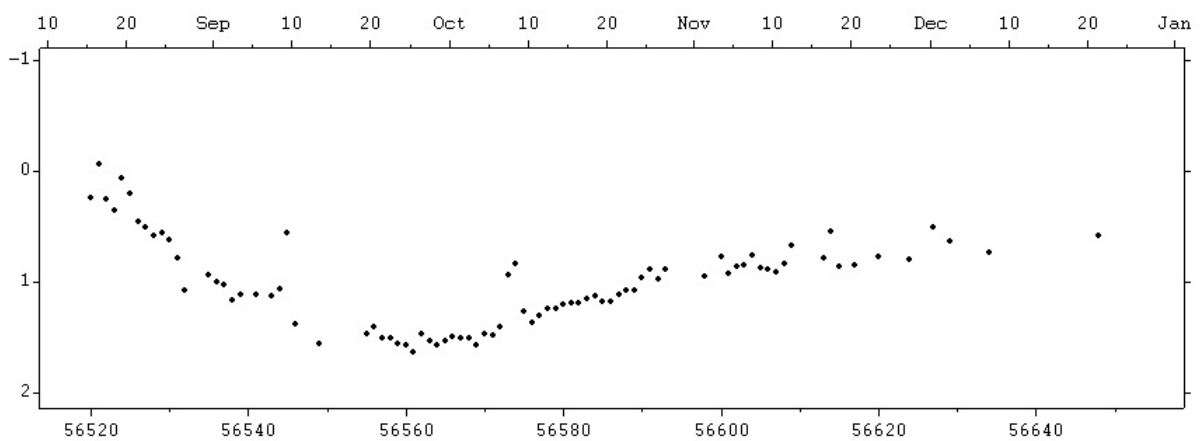


10月中旬からV等級では、ほぼ変化がなくなっています。眼視等級、Rc、Ic等級は非常にゆっくりと暗くなっているのと対照的です。JohnsonのV等級は、眼視と中心波長がほぼ同じなのですが、Vバンドより、眼視のほうが、波長の範囲は広がっています。そのため、[O III]などの輝線の影響で、眼視のほうが、V等級より明るいという傾向が出ています。スペクトル観測によると、10月より[O III]の強さが非常に強くなっていることがわかり、この傾向を裏付けています (P.44 参照)。

### Rc等級の変化

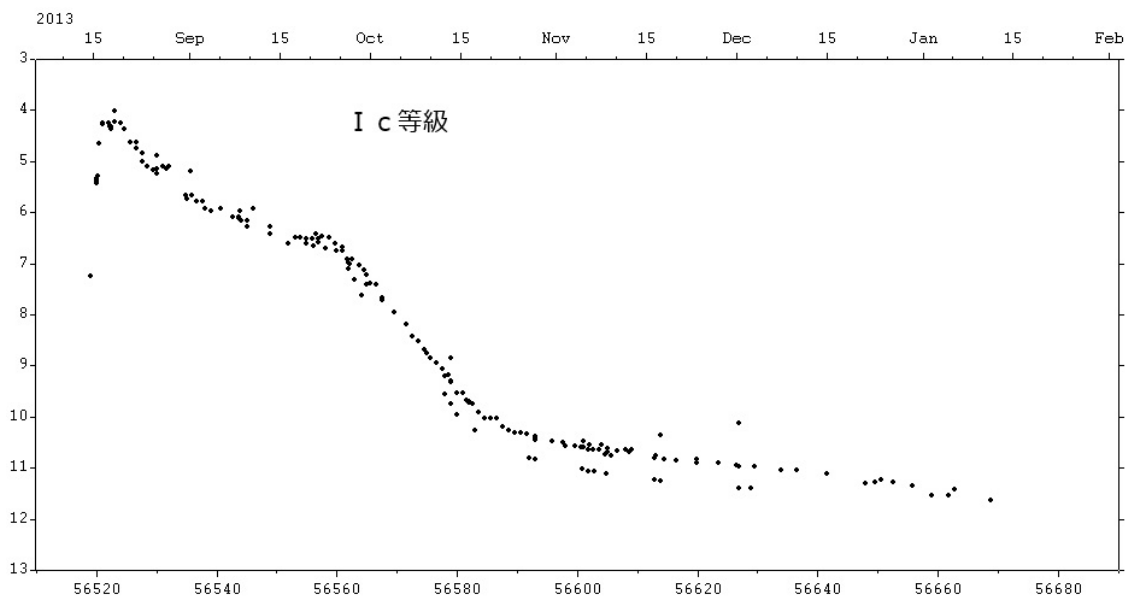


### V-Rc等級の変化



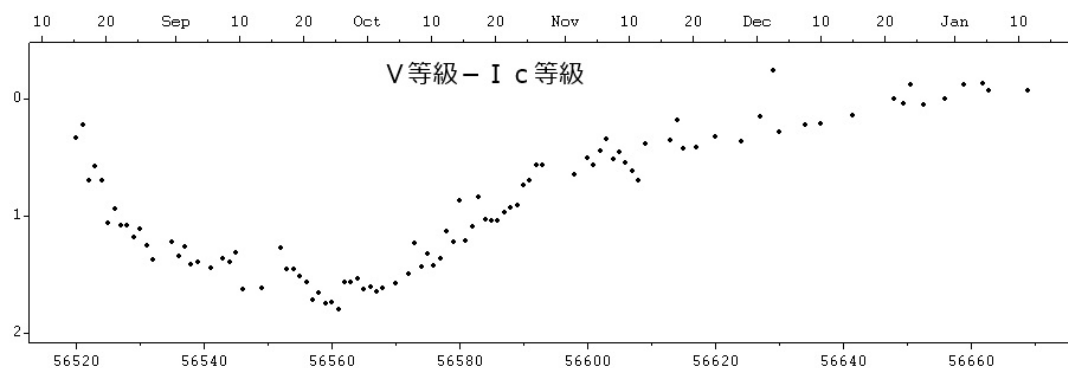
V-Rc色指数の変化をみますと、極大後徐々にVに対し、Rc等級が明るくなっています。9月下旬ごろ、V等級に比べてRc等級は最も明るくなっています。このころには赤みを増したと言えます。眼視観測でも徐々に赤くなっていると言われ、9月9日のコメントには「10cm双眼鏡で見るとザクロのような透き通った赤でとてもきれいです。」と印象がつつられています。Rcが明るいのは、このバンドの測定範囲の中心波長付近にあるH $\alpha$ 輝線の影響と思われる。

## Ic 等級の変化



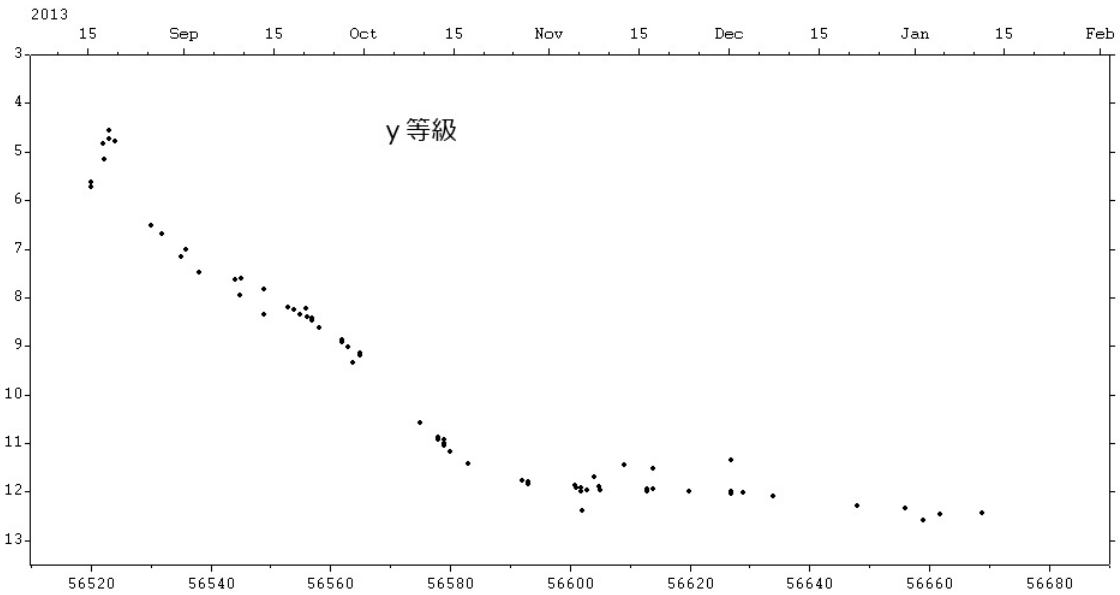
Ic 等級は観測者により、系統的な誤差が生じています。使っているフィルターの分光感度の差、比較星光度の差などの影響が考えられますが、今後の詳しい検討が必要です。

## V-Ic 等級の変化



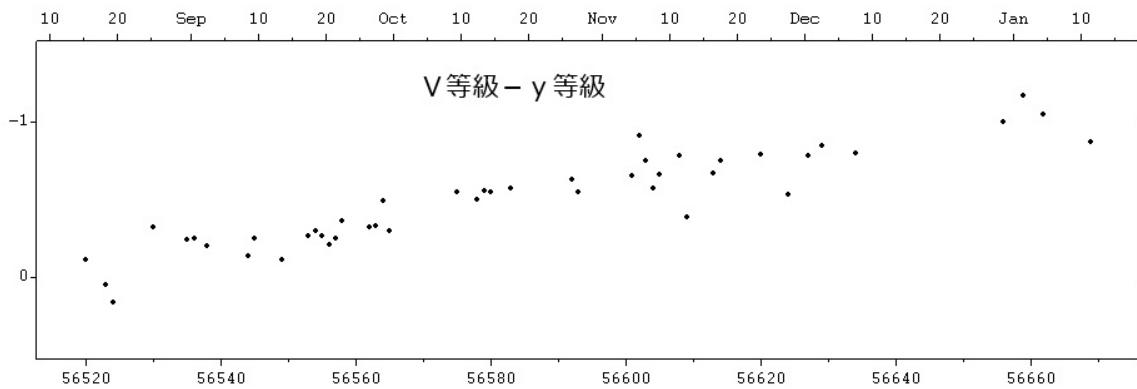
Ic 等級も Rc 等級と同じ傾向にあります。Ic 等級には OI 7773 Å、OI 8446 Å 輝線の発達が大きく影響を与えていると思われます。

## y 等級の変化



y 等級は他のバンドの等級のように輝線の影響を受けないので、新星の光球面の明るさを知るうえで大変重要なバンドです。

## V-y 等級の変化



V-y の色指数の変化を見ると、徐々に大きくなっています。これは輝線の影響と思われます。この時期、当初は大きかった、V と Ic の差が徐々に小さくなって (Ic が徐々に暗くなって)、 $V=Ic$  くらいにまでなっていました。

さて、今後、どうなるかの予測は、予想外に一定光度の期間が長く続いていて難しいのですが、徐々に暗くなって、もとの 17 等に戻ると思います。観測の継続が必要です。