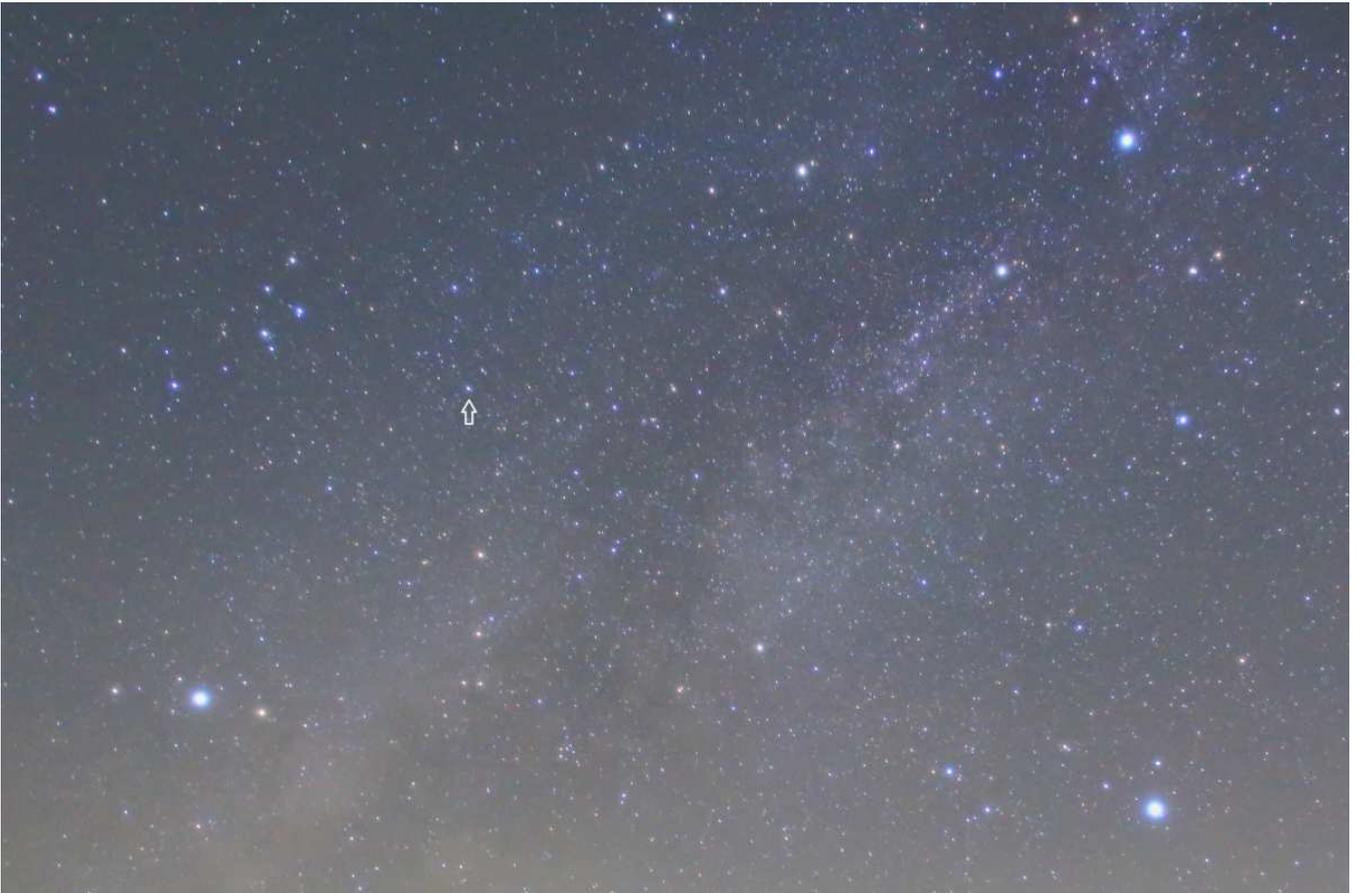


いるか座新星はいるかな？

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

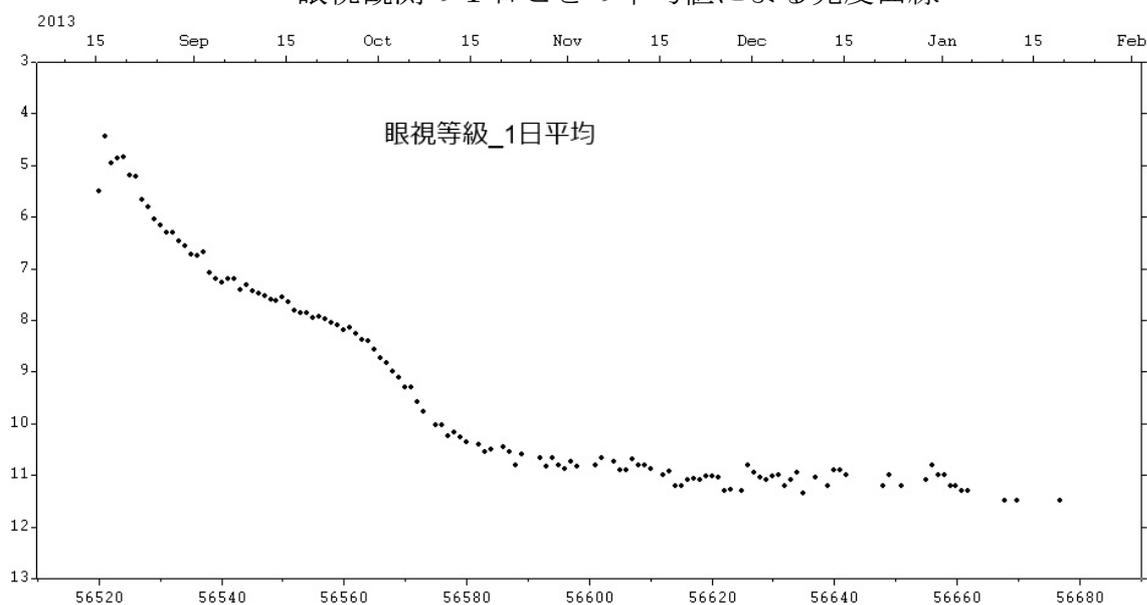
日本変光星研究会・VSOLJ（日本変光星観測者連盟）

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。

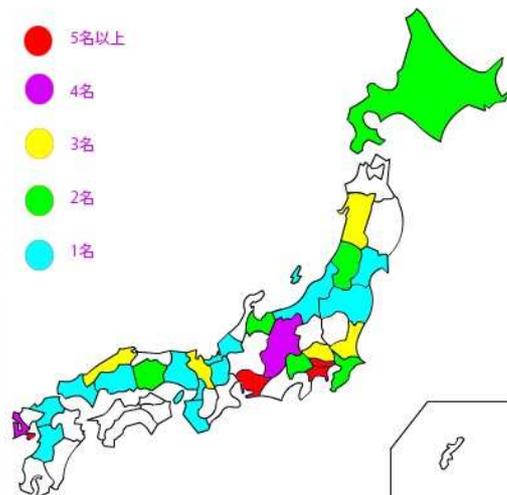
さらに、新星の光度変化に伴う新星の物理的現象の解説を加藤太一氏、今村和義氏、スペクトル観測を藤井貢氏にご提供いただきました。ここに感謝申し上げます。

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。

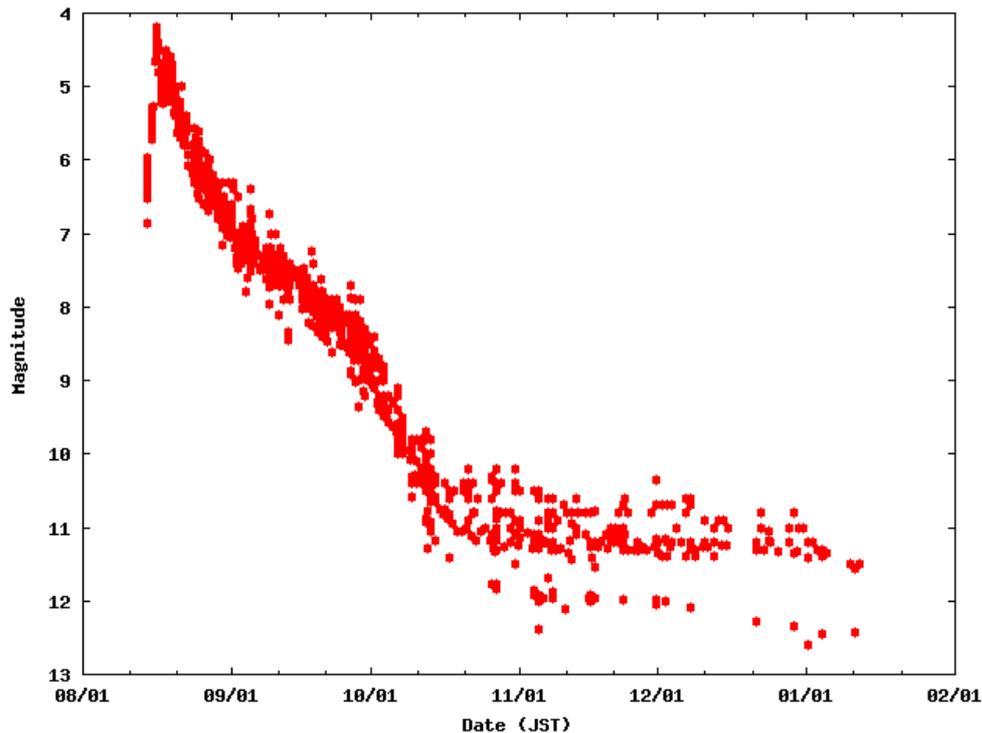
最後にキャンペーンの期間中多忙で、ご連絡や更新がなかなかできなかったことを深くお詫び申し上げます。それにも拘わらず、多くの方から報告をいただいたことに心より感謝申し上げます。

いるか座新星の眼視観測と新星の光度変化の推移

渡辺 誠

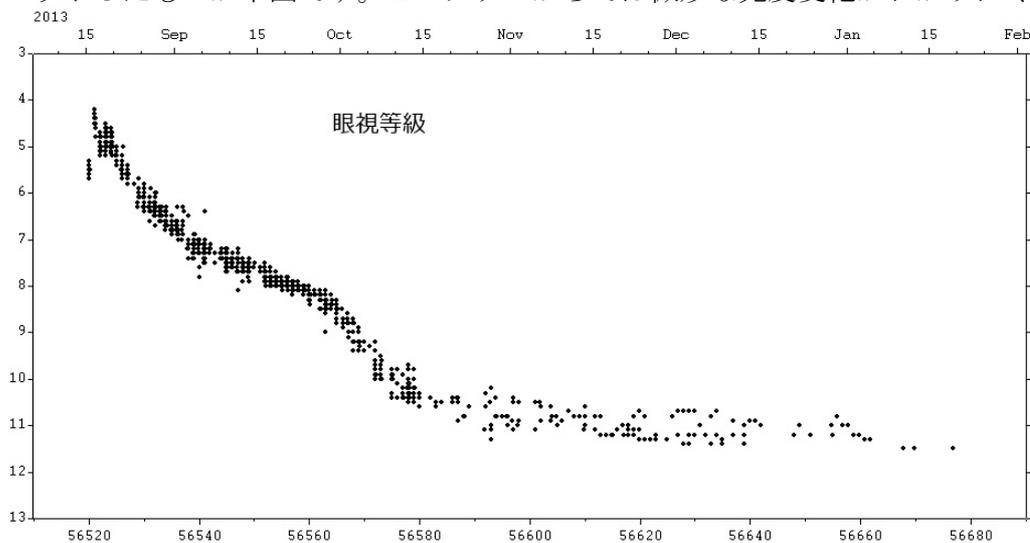
全光度曲線

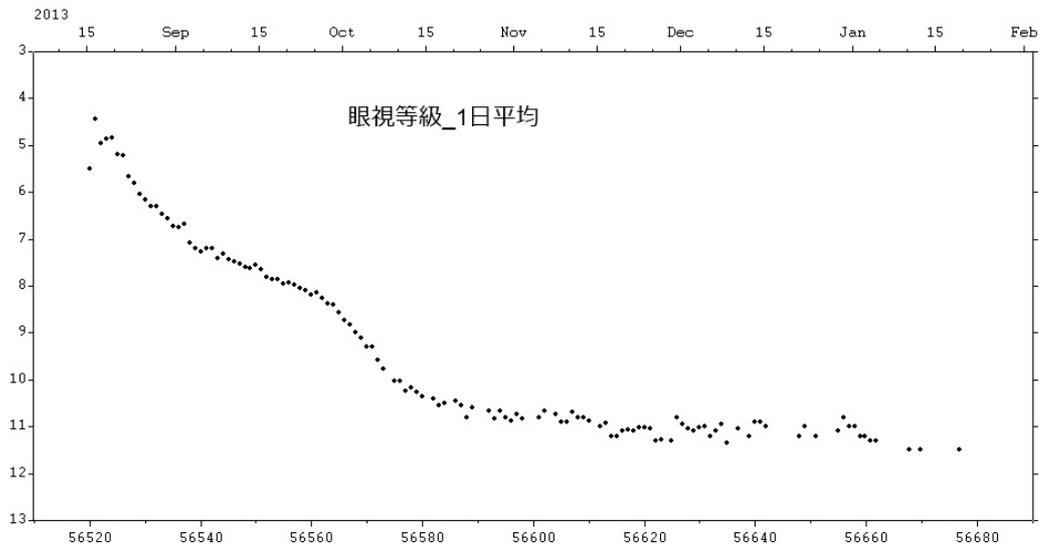
キャンペーンのホームページにはすべての波長の観測結果を基にした光度曲線が逐次掲載されています（以下のような図）。これは観測がデータベースに登録されると自動的に作成されるようになっています。また、観測者の略符を入力するとその観測者のデータだけが別の色で表示されます。開発された前原裕之さんに心より感謝申し上げます。このシステムのおかげで、観測者は毎日新鮮な光度曲線を見ることができました。



平均光度曲線とそのフェーズ

眼視観測は2014年2月4日現在、89名、125日、1101目測の観測が寄せられました。その全てのデータをプロットしたものが下図です。このグラフからでは微妙な光度変化がわかりにくいので、毎日の



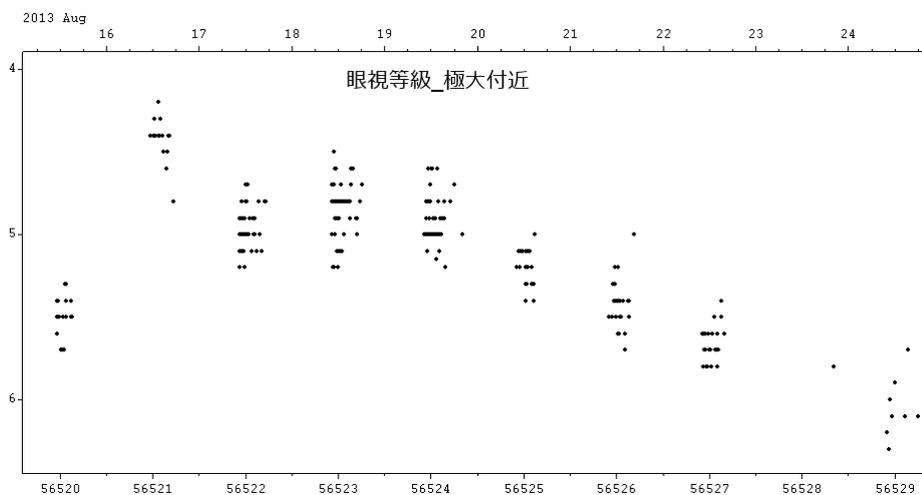


平均光度を算出し、グラフにしたものが上図です。眼視観測の一つ一つのデータの分散は大きいのですが、多くの観測があり、それを平均したので、非常になめらかな光度曲線となっています。この光度変化を転換期で区分して見ていきます。

ARAS group (末尾の参考文献参照) では、8月22日までの期間を「火の玉状態で、光学的に厚い状態」としています。この期間は白色矮星上で核融合反応が起こり、そのために見かけ上、光球が大きくなっている状態をさしています。8月27日から9月11日までの期間を初期減光の第1段階の期間、9月12日から10月20日までを初期減光の第2段階の期間、10月21日から12月25日までを星雲状態の期間としています。この分類を参考に光度曲線から新星のフェーズを見ていきたいと思ひます。

(1) 極大期 (8月14日～22日)

発見は極大の少し前で、翌日15日から観測が始まり、翌16日に極大に達し、その後、すぐに減光し、3日間のプラトー状態を経て(光度変化があまりない状態)、減光に移ります。その部分の生データの光度曲線は以下の通りです。



5日は5.5等、16日に極大等級4.4等を記録し、17日はじめに減光モードに移ったことがわかります。17日は4.95等に減光しますが、18日には少しだけ明るくなり4.87等となっています。19日はほぼ変

わからない4.84等でしたが、18日より少し減光している雰囲気があります。なお、ARAS groupは極大等級を4.3等としています。日本時間で昼の時間帯の状況がわからないので確定的には言えませんが、極大に移る状況は一定速度で進行したのではなく、ある程度の速さで極大に達し、その後、17日はじめより急に減光し、3日間のプラトー状態に達したと思われます。

プラトー状態では「red pulse」と呼ばれるB-Vが大きくなる現象、つまり新星が赤くなる現象が観測されています(P.20参照)。17~19日のB-Vは約0.6等です。19日の眼視観測の感想には「明らかに新星の色が赤っぽく変わってきました。」というコメントがありました。B-Vの値は20日以降は0.2等以下の小さな値となり、「red pulse」は3日間だけの現象でした。この時U-Bの値も大きくなったと思われませんが、Uの観測はありませんでした。なお、後に述べるようにRc、Ic、y等級共に19日にピークが来ています。「red pulse」はP.21にあるように1975年のはくちょう座新星でも起こっており、その他には1968年こぎつね座新星、1970年へび座新星、1978年のはくちょう座新星でも起こっています。

20日の減光後、21日の減光はわずかでしたが、それ以降は徐々に減光します。そして、22日には1日に0.45等も減光します。このようにこの時期は光度変化が小さかったり、激しかったりする変化の激しい時期にあたります。

(2) 減光初期 第1段階 (8月23日~9月29日)

8月22日以降は1日に0.2等程度の速い減光もありましたが、9月2日までの平均減光速度は約0.13等/日です。極大より2等級暗くなる日はARAS groupは8月26日、当キャンペーンは8月28日で t_2 はそれぞれ、9.5日、12日になります。これは極大光度の違いから生じます。9月に入ってからゆっくりとした減光で、極大より3等級暗くなる日はARAS groupは9月2.5日、当キャンペーンは8日でそれぞれ、 t_3 は17.5日、23日になります。それ以降は減光もゆっくりとなり、9月29日までの減光速度は約0.05等/日になります。ここでは9月29日までを減光初期 第1段階としました。

なお、色指数の変化ではRc、Ic等級が眼視等級に比べて9月上旬を中心に明るくなっていますが、これはOI 7773Å、OI 8446Å輝線が発達している影響を受けているようです(P.22参照)。輝線の影響を受けないy等級と比較してみると、この時期は大きな差がないようです(P.24参照)。

(3) 減光初期 第2段階 (9月30日~10月20日)

それまで順調にゆっくり減光していた新星が9月30日以降、急激に減光します。その減光は10月11日まで続き、減光速度は約0.12等/日と、それまでの減光速度の2倍以上になりました。10月12日以降は一転して減光はゆっくりになりました。Rc、Ic等級では減光が激しくなる時期が最も大きな値になっています(P.22参照)。

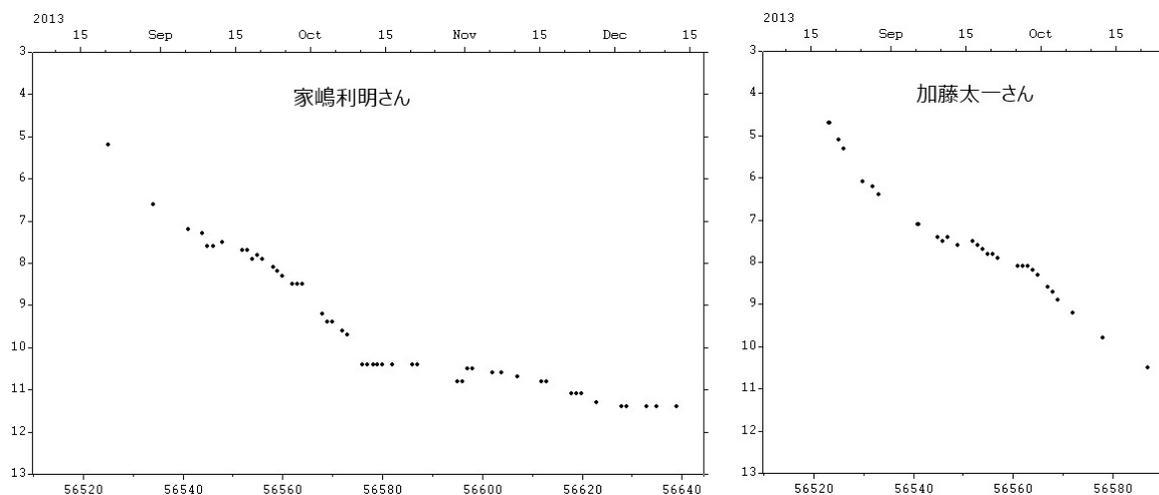
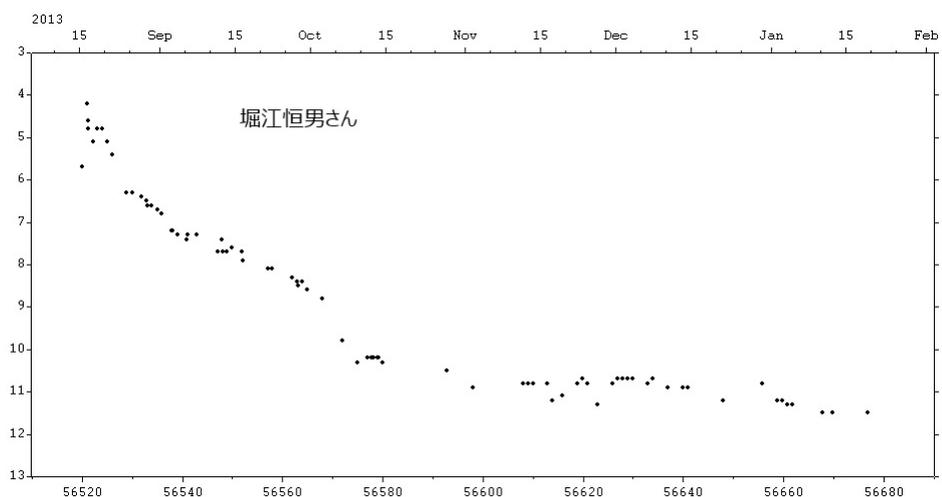
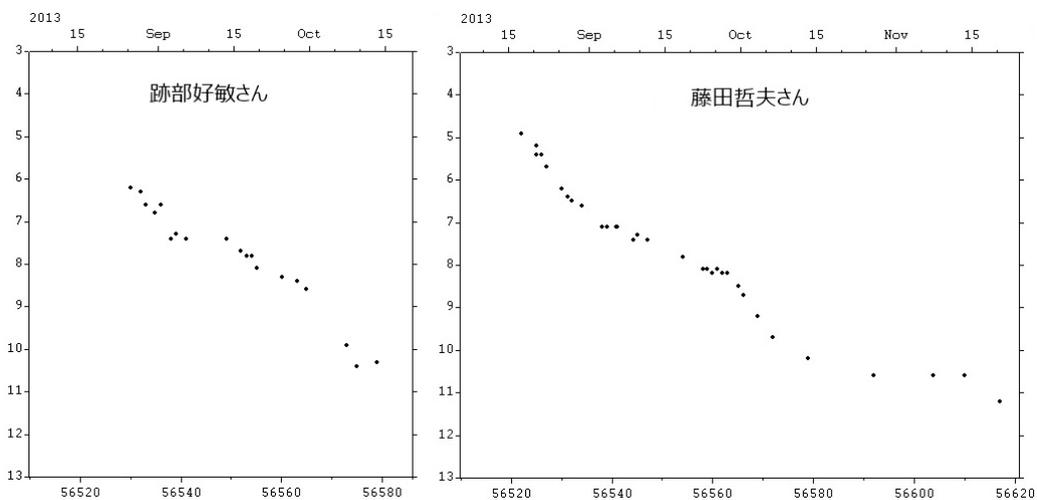
この時期にはスペクトルでも大きな変化が見られています(P.43参照)。眼視観測では[O III]などの輝線の影響を受けてV等級よりも明るく見積もられています(P.22参照)。

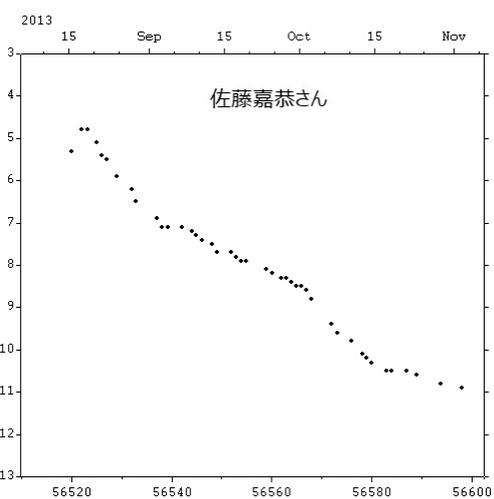
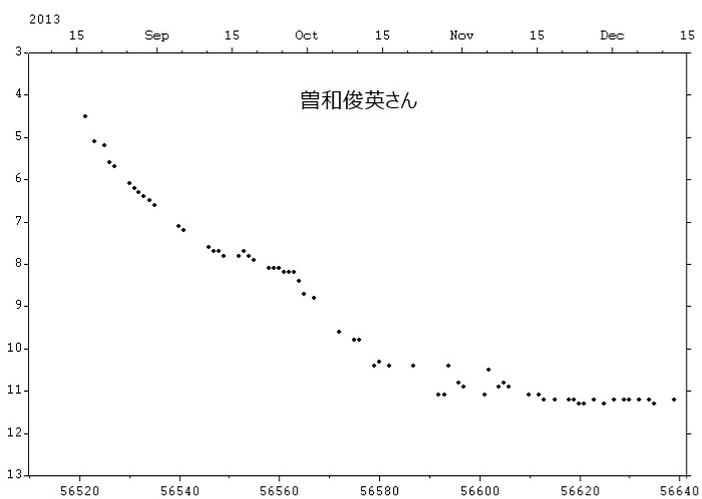
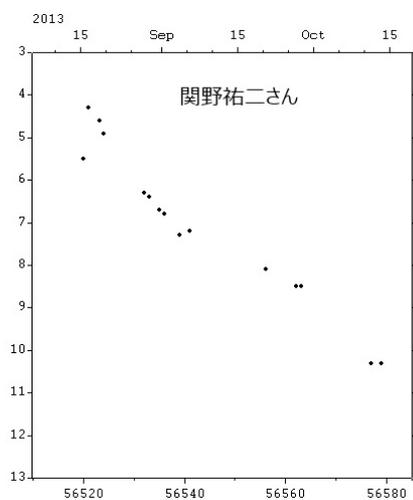
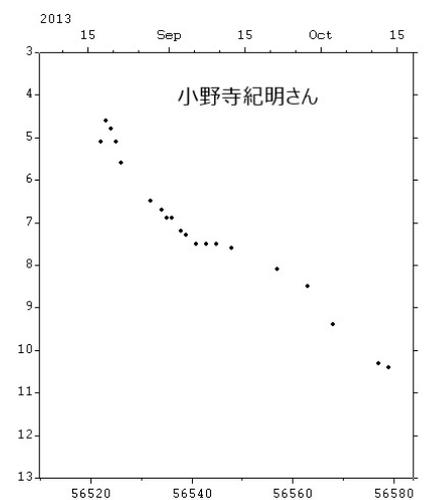
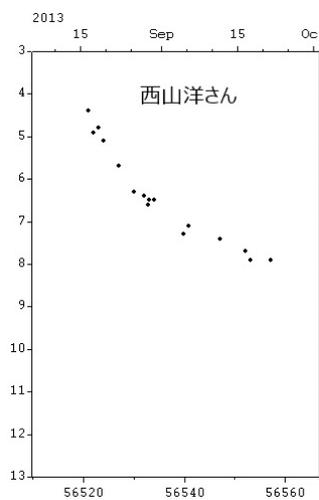
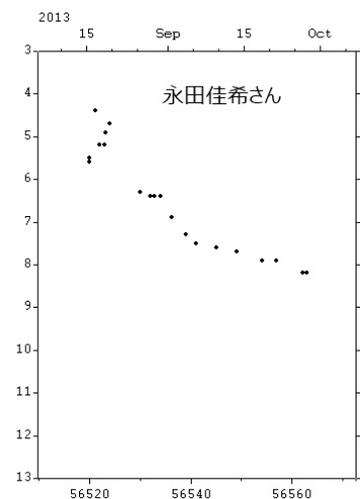
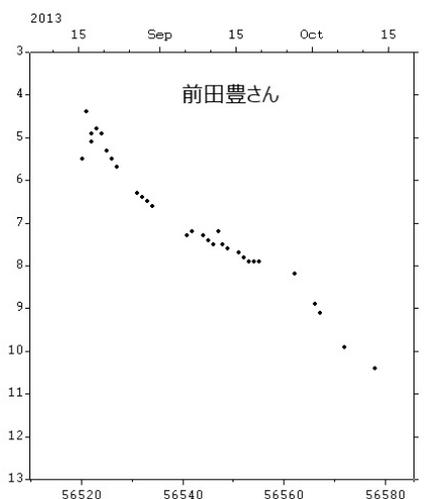
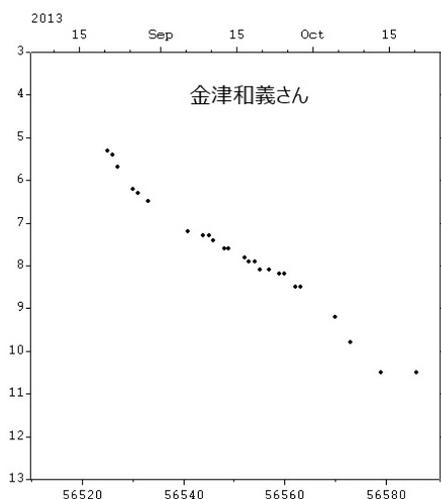
(4) 減光初期 第3段階 (10月21日~2014年1月)

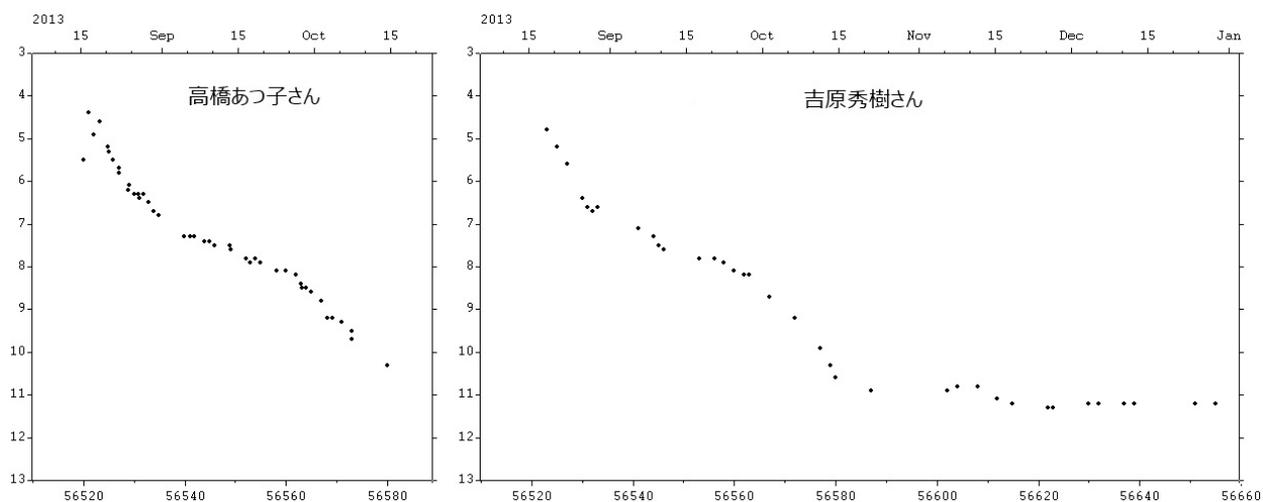
この新星の本来の明るさは17等と思われますので、現在でもかなり明るい状態が続いています。10月21日以降はわずかな減光しかなく、ほぼ同じ光度を保っているようです。これ以降の減光速度は約0.01等/日になります。

個人別の観測結果

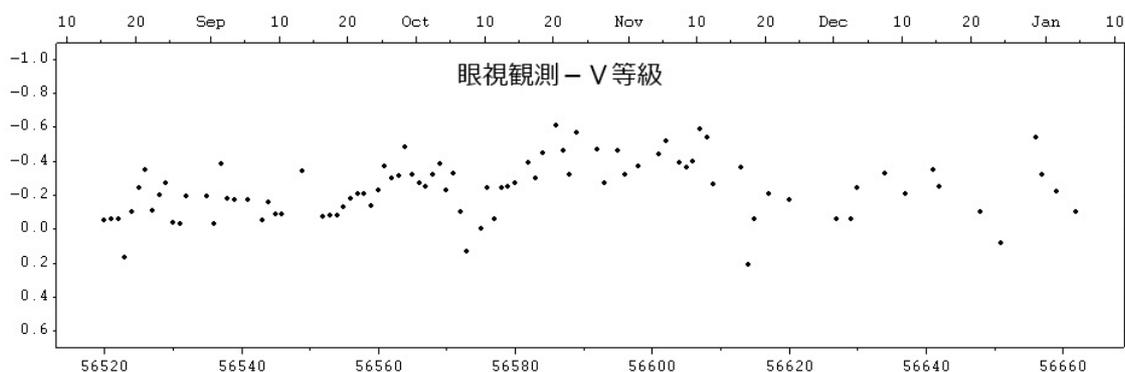
今回は夕方の時期に出現した明るい新星でしたので、数多くの方が暗くなる時期まで観測され、個人だけの観測からでも新星の光度曲線の全容をつかめることができました。その中で、20目測以上の観測をされた方の光度曲線を下記に掲載しておきます。なお、観測時期には違いがありますが、光度曲線のスケールは統一しています。







眼視観測と CCD V 等級との比較



眼視観測は信頼性が低いと言われることがありますので、眼視観測の平均光度と V 等級と比較したものが上図です。その差はほとんどありませんが、10 月以降は眼視観測では輝線の影響を受け、明るく見積もっているようです (P. 22 参照)。その効果を差し引かないで計算した平均光度と V 等級の差の標準偏差は 0.17 等でした。

参考文献

Campagned' observation ARAS Nova Del 2013 - ARAS campaign - F. Teyssier

<http://www.astrosurf.com/aras/novae/Nova2013Del.html>

van den Bergh, S. Younger, :UBV photometry of novae A&As SS vol.70, no.1, 1987