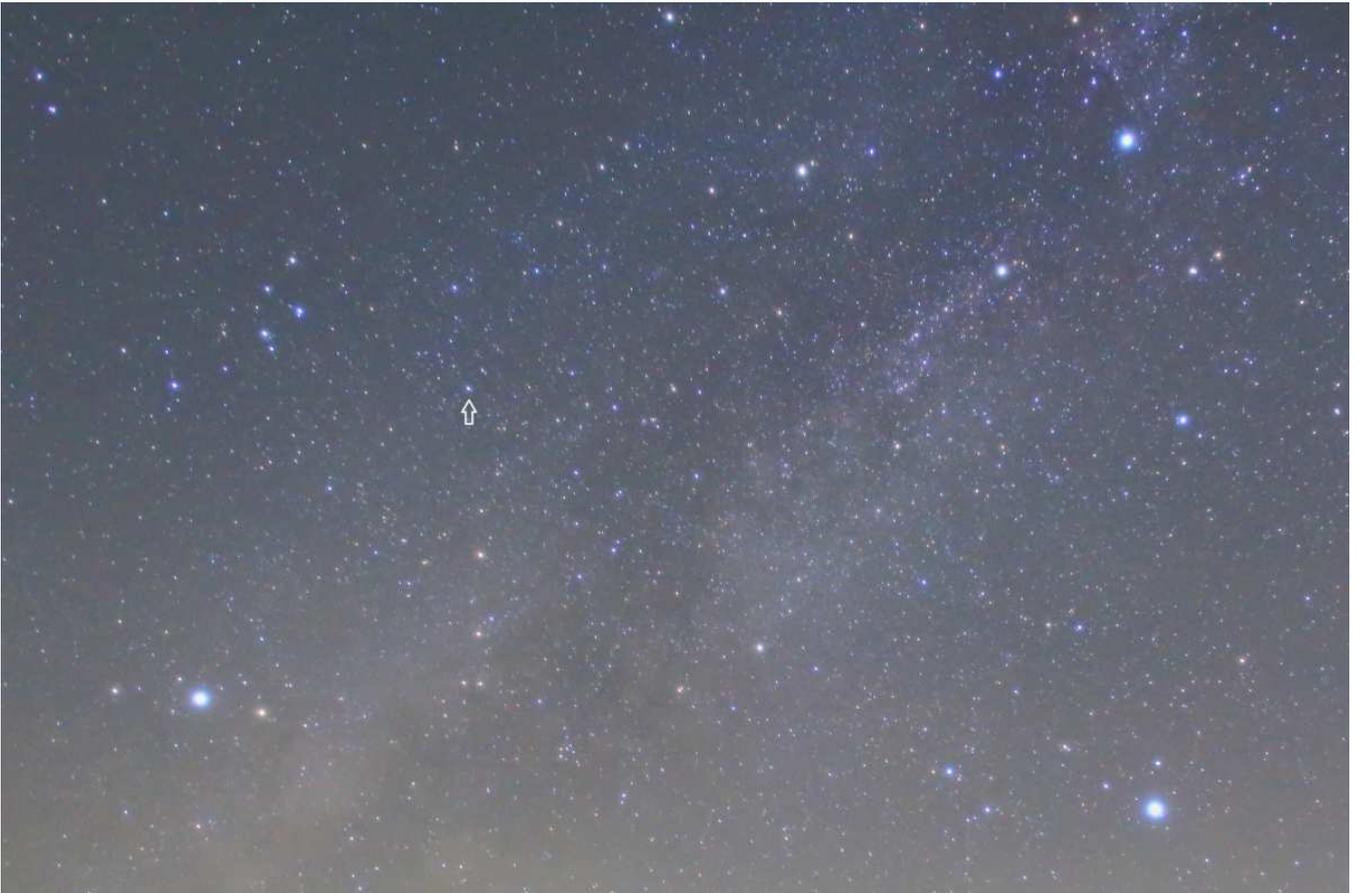


いるか座新星はいるかな？

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

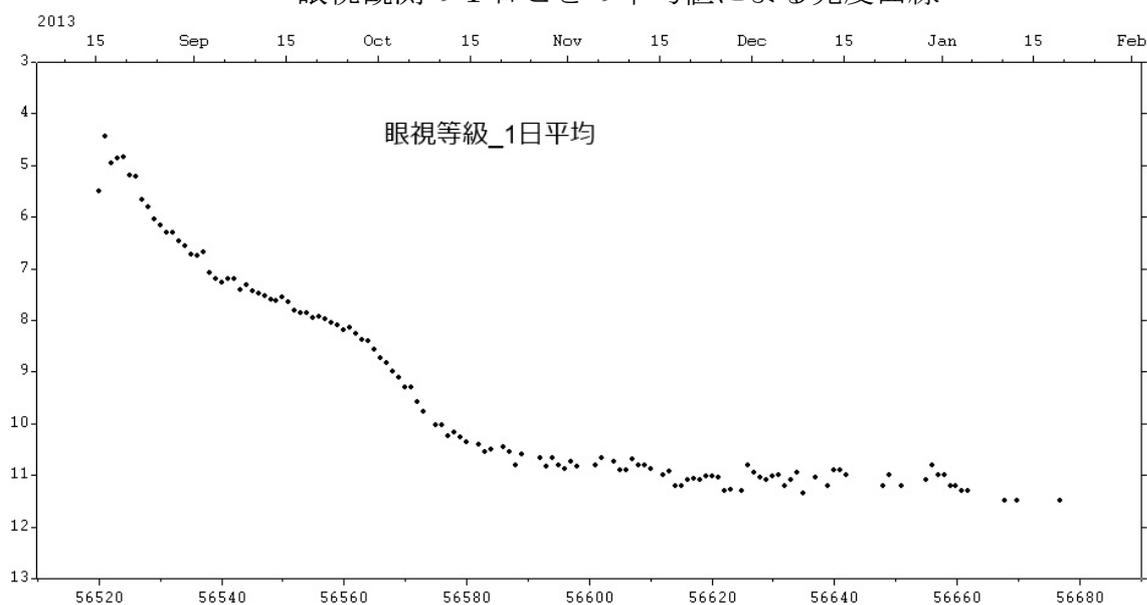
日本変光星研究会・VSOLJ（日本変光星観測者連盟）

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

写真で見る いるか座新星

この報告書の本文の写真は印刷を行いやすいように白黒を反転しています。ご了解の程、お願い申し上げます。

発見前の写真

発見前の写真は数名の方から提供をいただきましたが、いずれも新星は写っていませんでした。ご提供いただいた方々に感謝申し上げます。

極大時の写真

8月15日

撮影者：清田誠一郎

機材：15cm 屈折 F7.6+SBIG
STL-11000M CCD カメラ
Liminescent filter

露出：120 秒

場所：スペイン Neripio,
iTelescope.NET

8月16日

表紙写真をご覧ください。

8月17日

撮影者：中林誠治さん

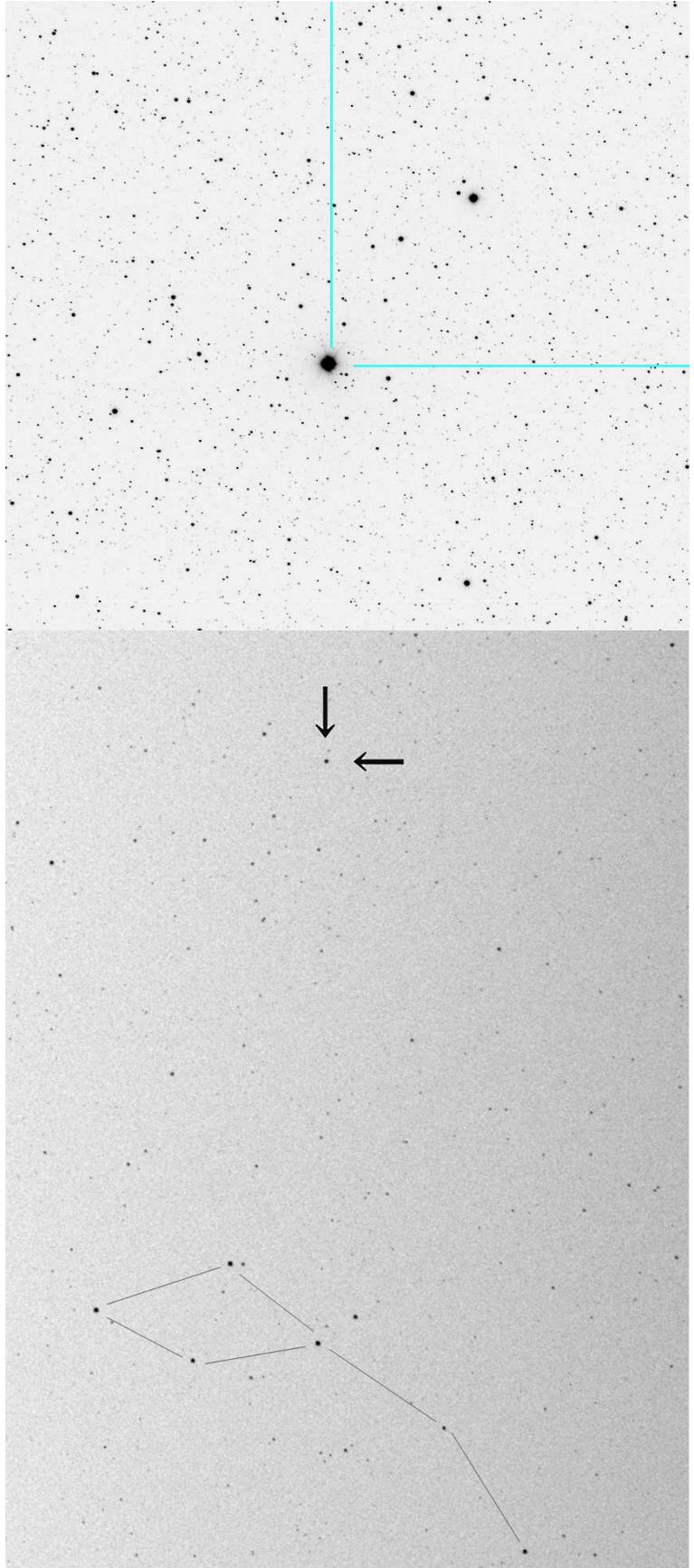
時刻：26h40m45s JST

機材：Canon EOS 60D
Ai-Nikkor28mm F2.0→F2.8
自動追尾(EM-200)

露出：10 秒 (ISO1600)
トリミング

場所：富山市内(常願寺川 河川敷)

なお、提供いただいた写真の中には新星は写っていましたが、飽和していたり、jpg 画像のため、光度の算出はできないものがありました。ここにご提供いただいた方々に感謝申し上げます。



極大からの減光（右）

8月18日から9月5日までの減光の様子を組写真で紹介します。

撮影者：染谷優志さん

機材：Canon EOS KissX

Canon EF35mmF2→2.8

ISO800、固定撮影

日時：8月18日 20:24、4秒露出

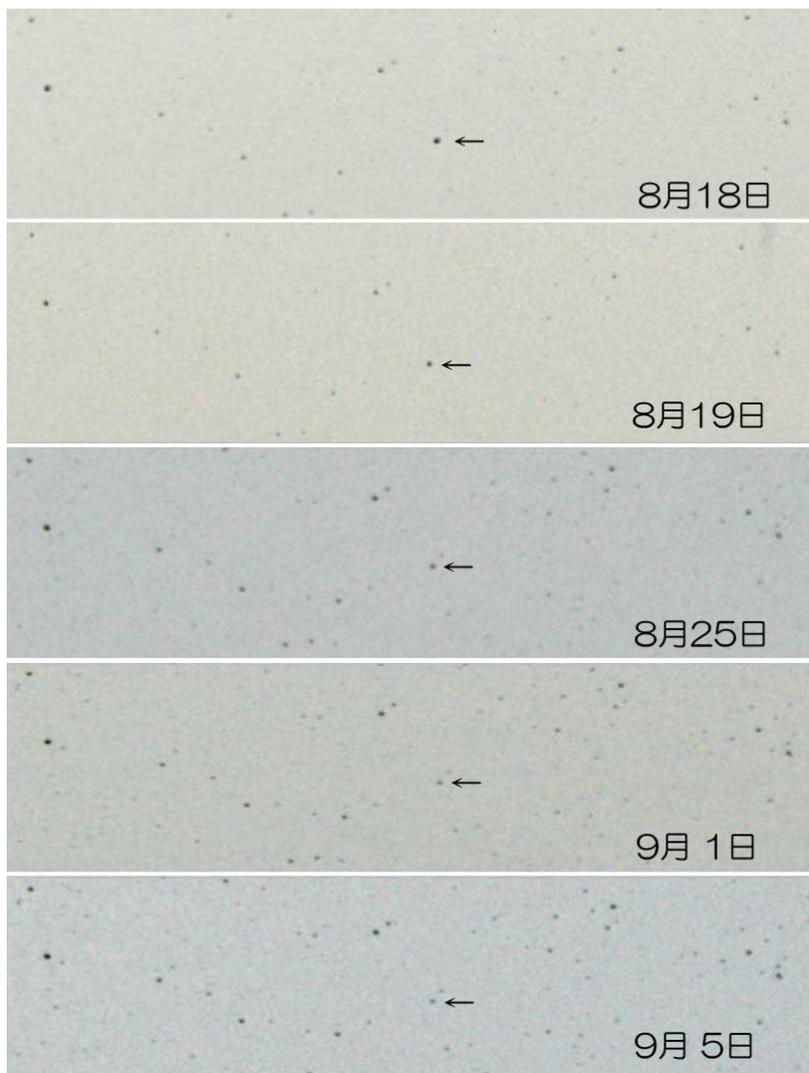
8月19日 22:24、4秒露出

8月25日 22:29、8秒露出

9月1日 20:25、8秒露出

9月5日 22:43、15秒露出

場所：埼玉県鷲宮町



減光時の写真（下）

撮影者：渡辺誠

日時：11月23日 18h40m JST

機材：16cm 反射 e160

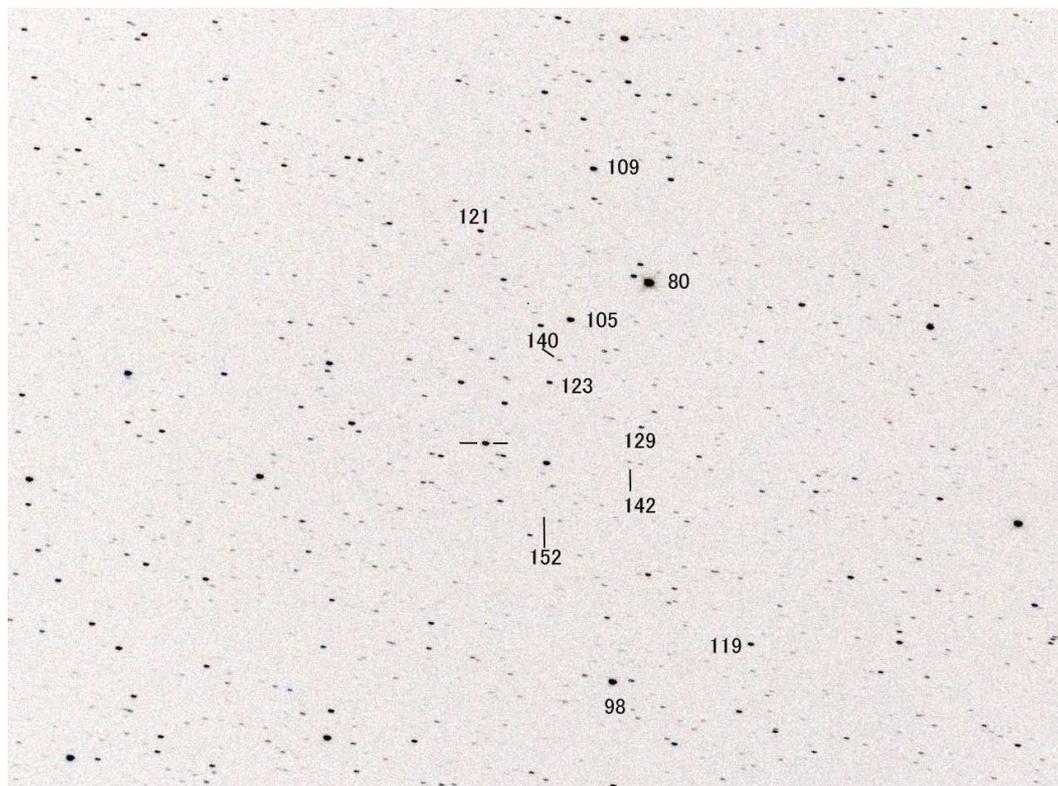
F : 530mm F : 3.3

Canon EOS KissX4

露出：40秒 (ISO800)

2枚重ね トリミング

場所：富山市



いるか座新星の写真測光

永井 和男

いるか座新星写真公募と測定作業

キャンペーンでは募集した画像は約 79 枚集まり、写真 G 等級では 24 名、64 夜、213 目測の観測が集まりました。また、観測者が直接測定された写真からの観測等級の報告は 6 名 17 夜 18 目測ありました。ご協力いただき、心より感謝申し上げます。

しかし、キャンペーン事務局の不手際で、当初は混乱があり、写真を送ったという連絡があったにもかかわらず、届いていなかったり、同じ写真が含まれておりました。混乱があり、きちんとした対応ができなかったことをお詫び申し上げます。したがって、ご報告いただいた正確な数がわからないところもあることをご報告させていただきます。

また、残念ながら写真から測定に至らなかったものが多数ありました。

第一に Jpeg 写真は情報量が少なく、きちんとした測定ができませんでした。

第二に非常に美しく撮影されている写真は新星が明るかったために、飽和しており、測定できませんでした。

第三に広角で撮影されていて測定ができないものや写っていないものもありました。

第四に写真の投稿はありましたが、誰が投稿したのか分からないものは観測者不明で、データとしての基本を押さえていなかったため、測定できませんでした。

なお、キャンペーンサイトに投稿されてもご自身で測光されて報告済みのものは観測者の測定値を尊重して新たに測定はしませんでした。

せっかく報告をいただいたのに、このようにしてふるいにかける結果になりましたことを心よりお詫び申し上げます。写真観測は今後変光星観測の窓口としては非常に重要な位置を占めていると思いますので、今回の失敗を教訓にして、次回にはきちんとした対応を取りたいと思います。

報告いただいた写真から測定する方法、その結果を以下に報告します。

デジタルカメラによる天体測光法

デジタル一眼レフカメラで撮影した画像を使って変光星の測光が行えます。デジタルカメラはカラーで撮影できますので多色測光が可能ですが、ここではグリーンプレーンを使った単色測光の手順を説明します。ここで紹介するプログラムは全てがフリーソフトです。ステライメージや A I P 4 W I N を使うと手順を減らす事もできますので、この手順で測光作業に慣れてから投資してみるのもよいでしょう。

プログラムは

http://www.geocities.jp/nagai_kazuo/v_star2013/v_star2013.htm

からダウンロードできます。マカリは 30 日の試用期間になっています。無料ですので是非ともレジストレーションしてしまいましょう。

天体撮影は通常の写真と同じ方法で構いませんが、かならず RAW で保存して下さい。

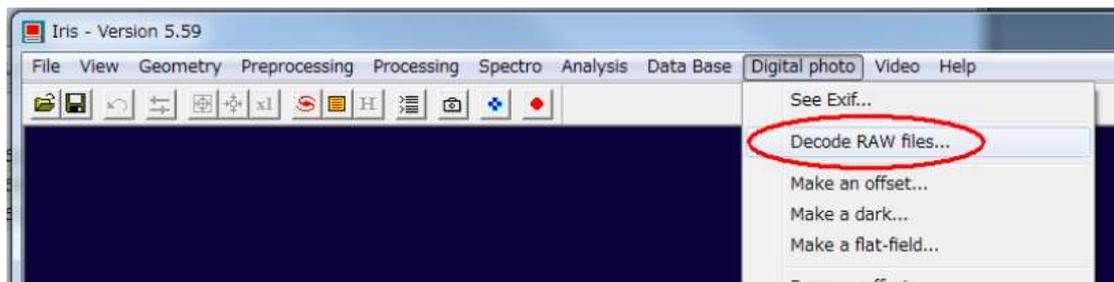
測光手順ですが実は様々でたくさんあります。もちいるプログラムで手順が変わるだけでなく、同じプログラムでも使い方で変わる事も多々あります。ですが、基本は RAW を FITS に変換し、その G プレーンを取り出して、アパチャー（開口）測光をする事には変わりありません。測光には標準星を使う測定と比較星を使う測定があります。標準星を使う測定作業は面倒ですが測光の精度がよくなります。こ

ここでは標準星を使う方法を解説します。キャンペーンでも標準星を使って測光しました。

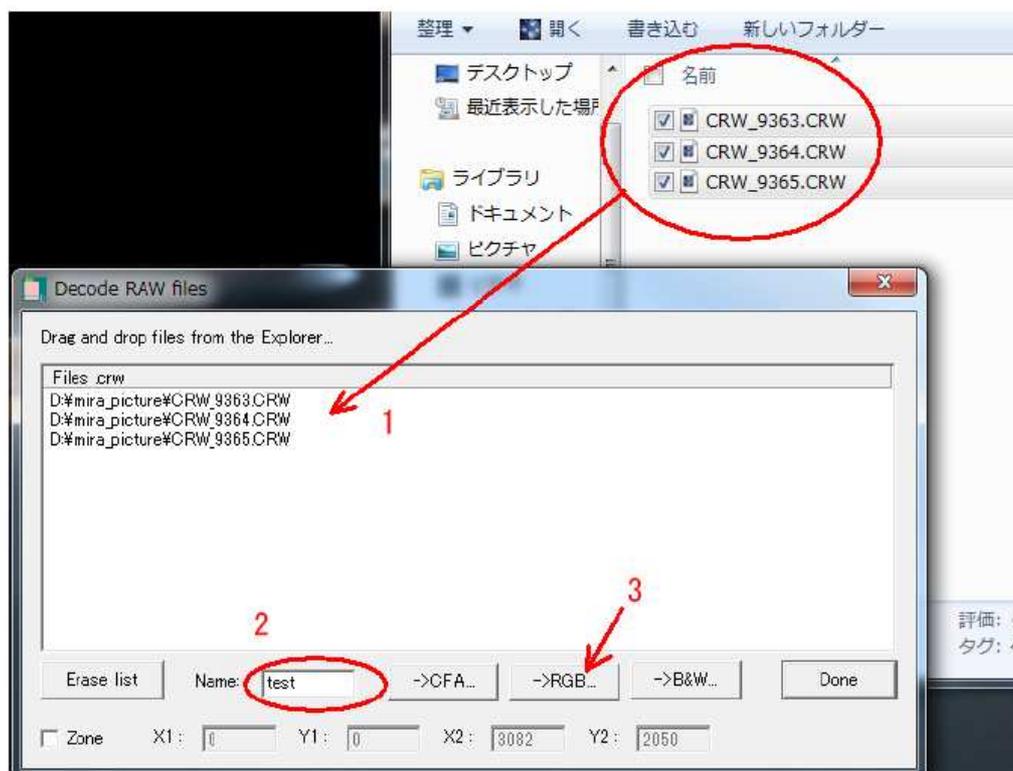
測光手順は様々あります。2013年の変光星観測者会議で報告した方法はネット中継の録画 <http://www.ustream.tv/channel/variablestarcon2013>

をご覧ください。ここでは同じプログラムを使って複数画像の測定に適応した方法を解説します。無論、一枚だけの画像の場合も同じ方法で測光作業が出来ます。

手順1：RAW画像をFITS画像に変換する

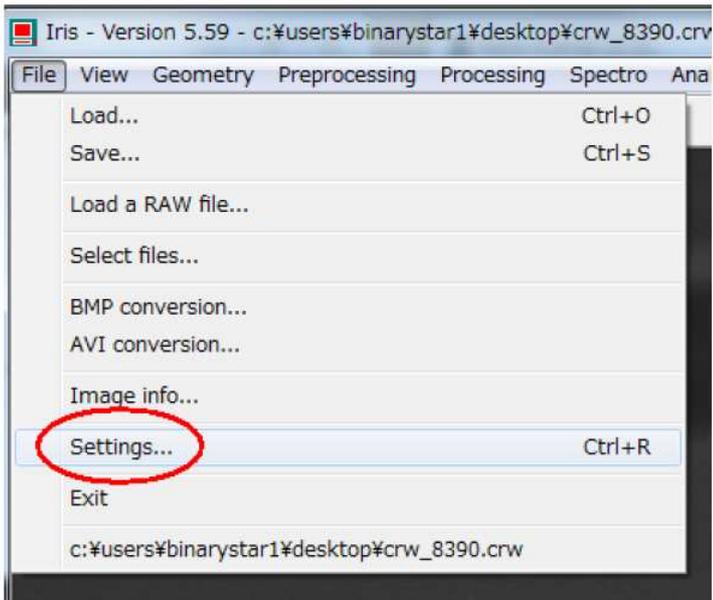


I R I Sを起動してDigital photoのDecode RAW files…を選択します。

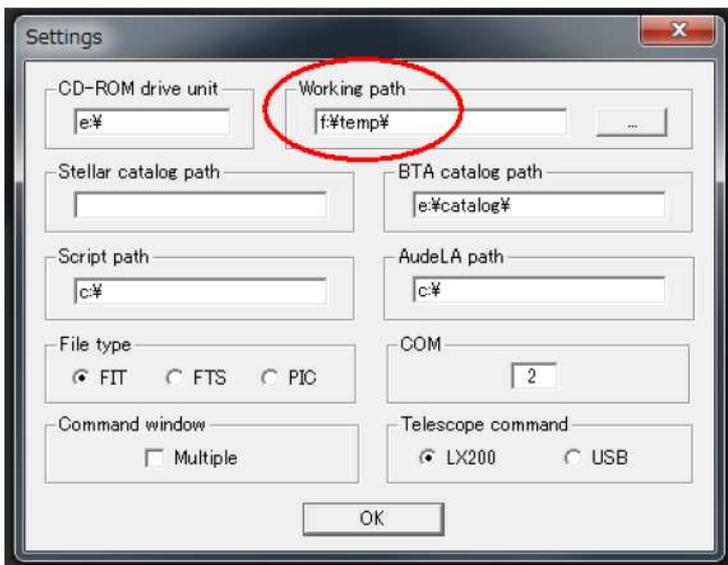


Decode RAW files ウィンドウに RAW 画像ファイルをドロップします。拡張子が CRW でないと実行してくれない場合があります。CR2 などの場合はファイル名を変えてみると良いでしょう。その後、Name 欄に適当な変換後のファイル名を入力して ->RGB… ボタンを押します。

ここで FITS に変換されたファイルがどこに保存されたのか知る必要があります。



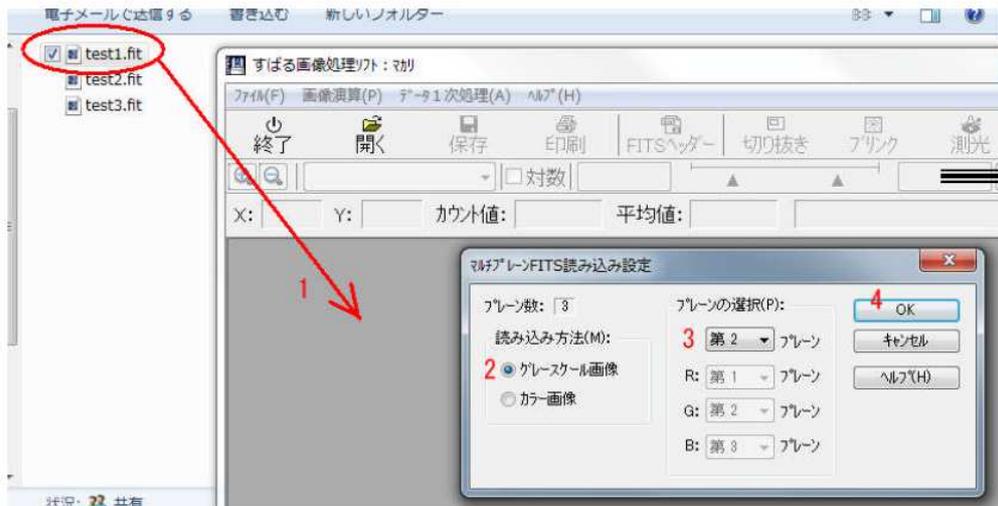
Files の Setting を選択して、Settings ウィンドウの Working path をみます。



この例では、Settings ウィンドウの Working path に f:\temp\ となっています。このフォルダーに変換された FITS ファイルが保存されています。

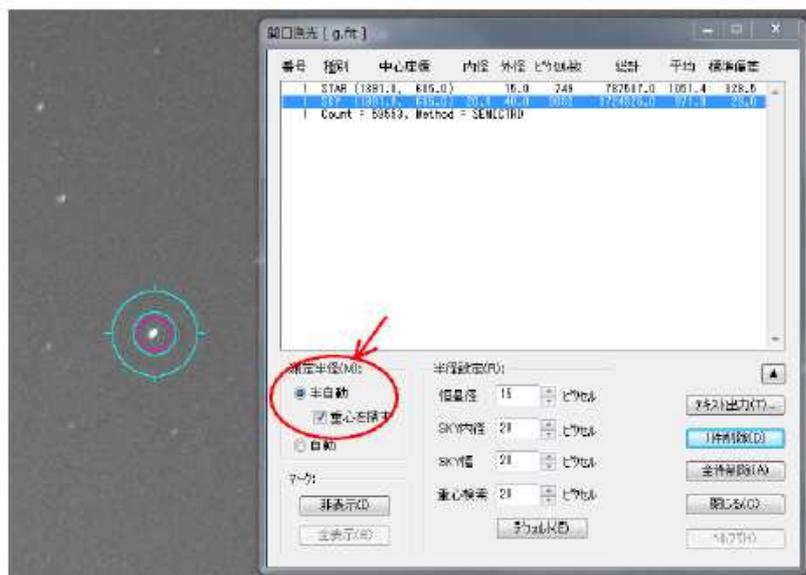
この設定は、デフォルトでは C:\ になっていますが管理者権限が無いと書き込みが出来ない場合があります。そんな場合は (たとえば) C ドライブに Temp フォルダーを作って Working path 欄に C:\temp\ を入力するとよいでしょう。

手順2：マカリでFITSファイルのGプレーンを開く

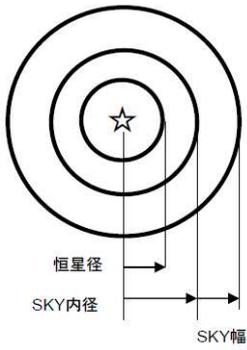


測定したいFITS ファイルをマカリにドロップします。マルチプレーンFITS 読み込み設定ウインドウが現れます。そこでの設定は、読み込み方法をグレースケール画像にチェックし、プレーンの選択を第2プレーンにしてOKボタンをおします。

手順3：アパチャー（開口）測光



マカリの測定を選択して測光モードの選択を開口測光にします。

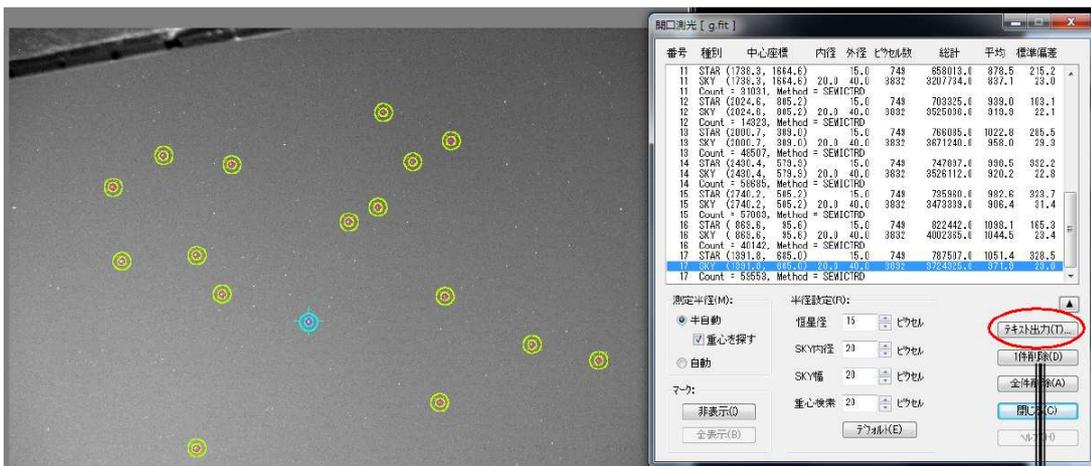


測定半径を半自動・重心を探すにします。

次は半径設定をして星をクリックします。半径設定は星がスッポリ入る大きさにします。この値を変えると最終的に得られる変光星の測光バラツキが減る事があります。色々な値に変えて試してみる必要があります。

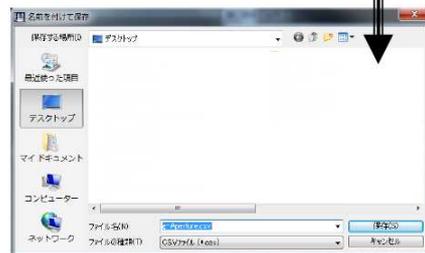
最初は良くわからないと思いますので、この例の恒星径 15、SKY 内径 20、SKY 幅 20、重心検索 20 で測定してみましょう。

もし、恒星径円内に複数の星が入ってしまう場合は徐々に小さくします。



星図を見ながら等級の分かっている標準星を順々にクリックして行く
最後に変光星をクリックする

テキスト出力ボタンで結果を保存します
CSV形式で保存して下さい

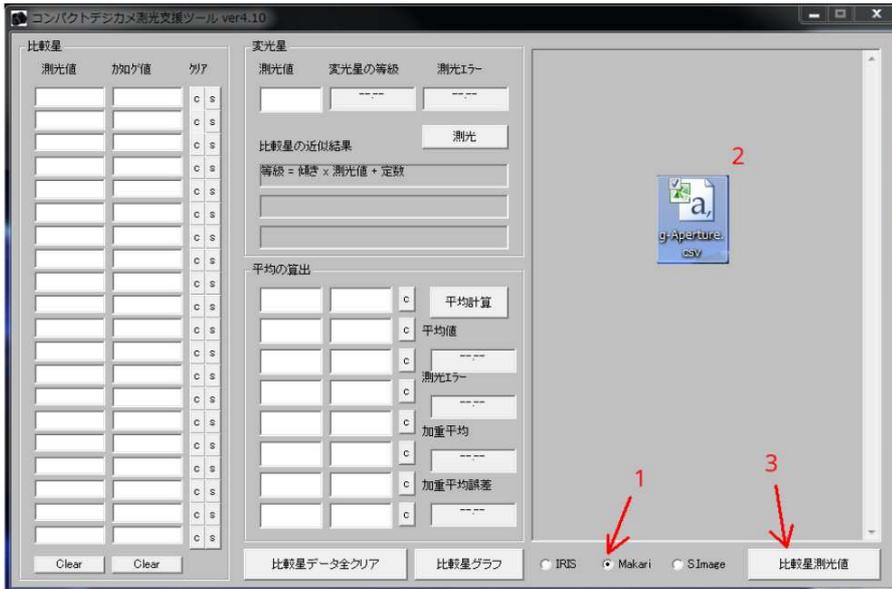


星図を見ながら標準星を順々にクリックして行きます。クリックした順番を覚えておいて下さい。そして最後に変光星をクリックして、テキスト出力ボタンを押します。

保存形式は CSV ファイルにします。

わたしは画像全体が見えないと変光星図と比較がしにくいので表示を縮小してから星々をクリックして行きます。始める前に全件削除ボタンを押して前の測定をクリアしてから行います。

手順4：変光星等級の算出 (Digphot4)



Digphot4 を実行します。最初に比較星データ全クリアボタンを押して比較星データを消去します。次に Makari にチェックしてから左側の広い四角いエリアに先ほどの CSV ファイルをドロップします。その後、比較星測定値ボタンを押します。

比較星データ全クリアボタンは最初の一枚目だけ行います。二枚目以降は前回の比較星データを使います。

また、プログラムを終了する時に比較星データの保存が出来ますので保存しておきましょう。こうすると、次回以降も比較星データの入力をする必要がなくなります。



測光値が入ったら、カタログ値を手入力します
測定した順にカタログ値の等級を入力しなければなりません

最後の行は変光星です。
変光星の行の「s」をクリックします。

変光星欄の測定値に値が移動したら
「測定」ボタンを押します。

比較星の測定値欄にマカリの測定値が入ったと思います。カタログ値が空欄ですので変光星図を見ながら測定した順に標準星等級を入力します。

最後の行は変光星です。その行の s ボタンを押します。すると、その行が空白になり変光星の測定値欄に値が移動します。

値が移動された事を確認してから測光ボタンを押します。これで、変光星の等級が算出されます。これで作業は終わりです。

ですが、

同じ変光星を複数枚撮影した場合は同じ作業を繰り返すと平均の算出欄に次々と変光星等級が追加されて行きます。平均計算ボタンを押すと平均値が求められます。

デジカメ測光は±0.1等程度の精度しかありませんが、このように数枚の測定結果を平均するなどすると何倍も測光精度を向上させることができます。

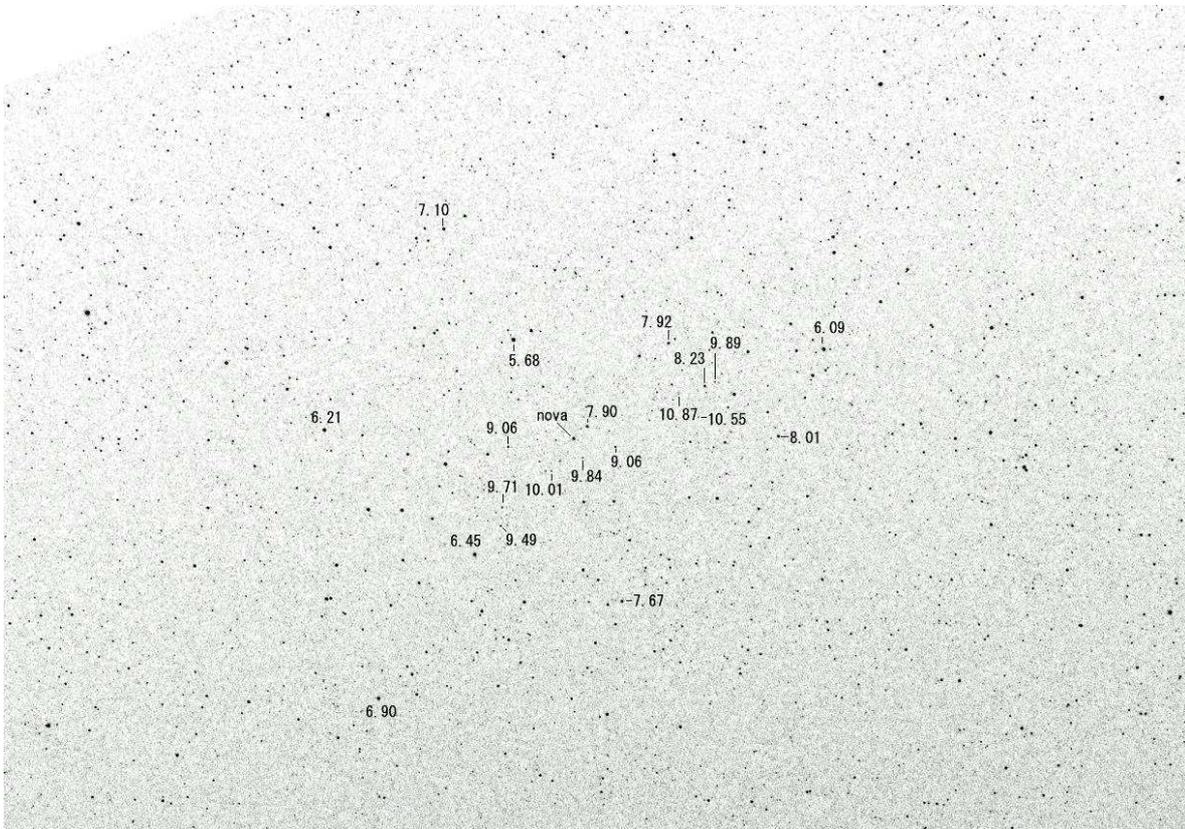
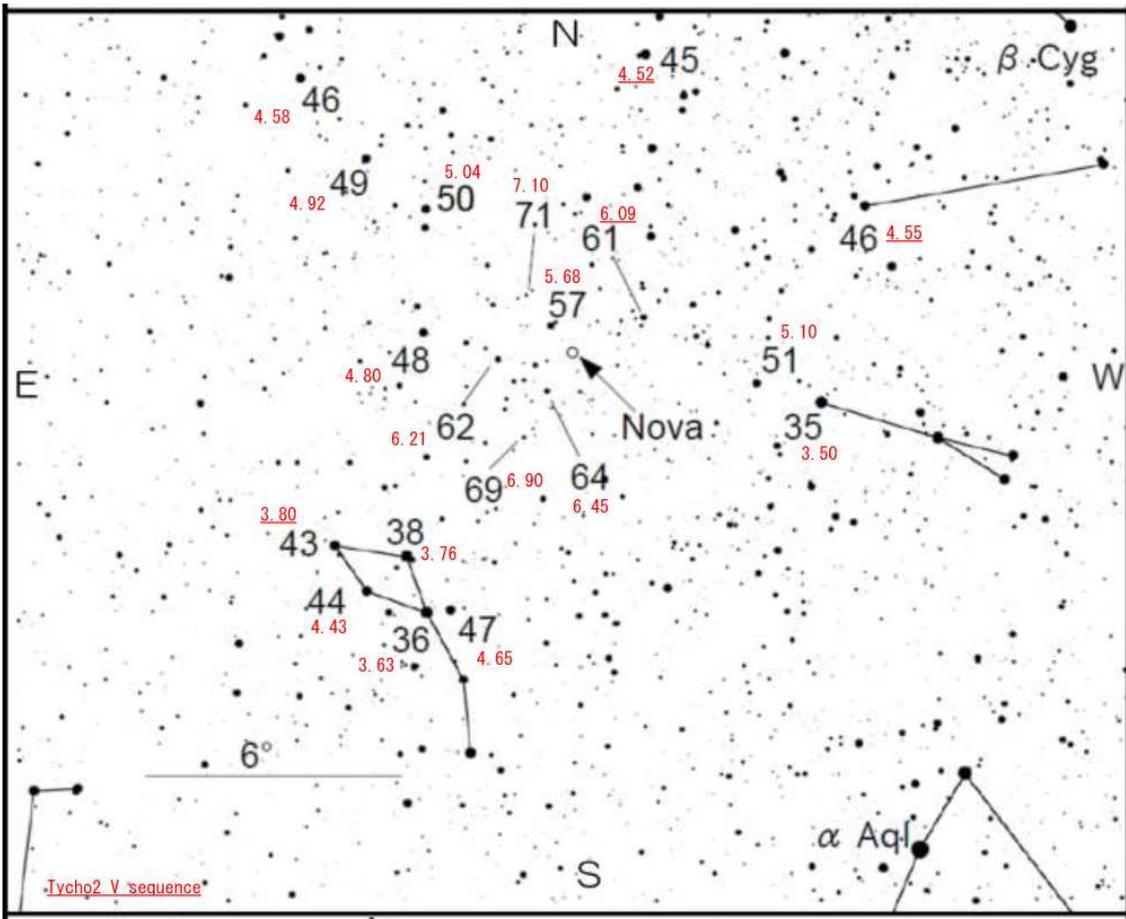
観測時刻は撮影時間の中央時刻になります。複数枚を平均した場合は真ん中の画像の撮影中央時刻にしています。

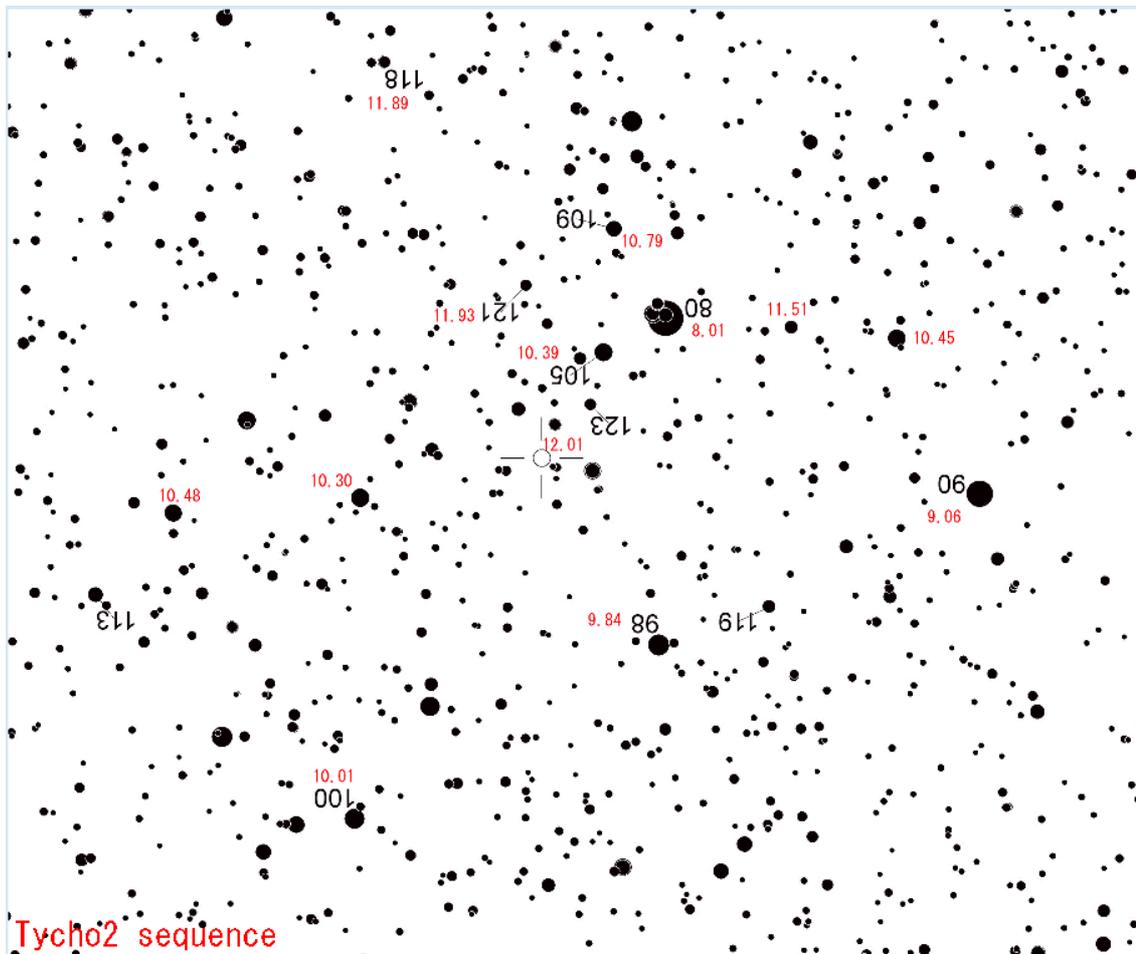
写真測光用変光星図

キャンペーンで使った写真測光用の変光星図と眼視用の星図との違いは等級が小数点2位まで記述してあるだけです。今回は Tycho2 の V 等級を比較星に使いました。また、眼視観測で使っている比較星を優先的に標準星として選定しました。眼視観測では変光星と似通った明るさの星を比較星として使いますので比較星が変わるたびに、その比較星の明るさに真の明るさとの差があれば、系統的な誤差として現れてしまいます。標準星を用いる測光では影響を減らせるようになります。

比較星等級を記述する際に近傍に暗い星があり写真で分離出来そうにない物はその合成等級を星図に記述しました。

星図は変光星の明るさに応じて FOV を変えます。写真用の星図も同じですので眼視用星図に V 等級を記述しました。中には実際の写真に等級を記述したものも作成しました。このようにして星図は3枚作りました。





望遠鏡で眼視観測する為の星図は上を南にします。写真は上が北になりますのでの字が逆さまになりました。

写真測光ステップアップ

デジタルカメラを使った写真測光は±0.1等の誤差で測定できます。私は5～8枚の画像の測光結果を加重平均して誤差を減らすようにしています。この方法で誤差を半分以下に出来ます。もっと精密に測定する場合は数点の移動平均を求めます。上手くゆけば±0.01等の精度で測定ができます。キャンペーン写真の全てが一枚だけの撮影でした。測光精度を向上させるには平均を取る以外に撮影時に変光星の明るさに応じてピントをぼかすなど様々な方法が工夫されています。

たとえば、投稿された写真の中には露出時間が短いものもありました。光電管で天体測光をされた方は経験していますが、空のシンチレーションは30秒以上の積分がないと不安定な値になります。特殊な用途でなければ写真も30秒以上の露出時間にすると良いでしょう。これもバラツキを減らす手法の一つでもあります。

測光精度の話ではありませんが、天体写真は撮影するだけでは引き出せる情報はあまり多くはないと思います。撮影されたら自身で測光などの測定作業をされると良いでしょう。それが出来れば観測から測定まで自己完結で作業できることとなります。積み重ねる事でしだいに研究的な事も出来るようになると思います。是非、自分で天体測光にチャレンジしてみたいと思っています。

いるか座新星の写真による光度変化

渡辺 誠

写真測光による光度曲線

写真を RGB 分解せずにそのまま測光した新星の光度曲線は以下の通りです。6 名 17 夜 18 目測の観測データです。眼視観測よりもばらつきが大きくなっています。3 色分解せずに測定したものを使用するのは少し無理があるかも知れません。

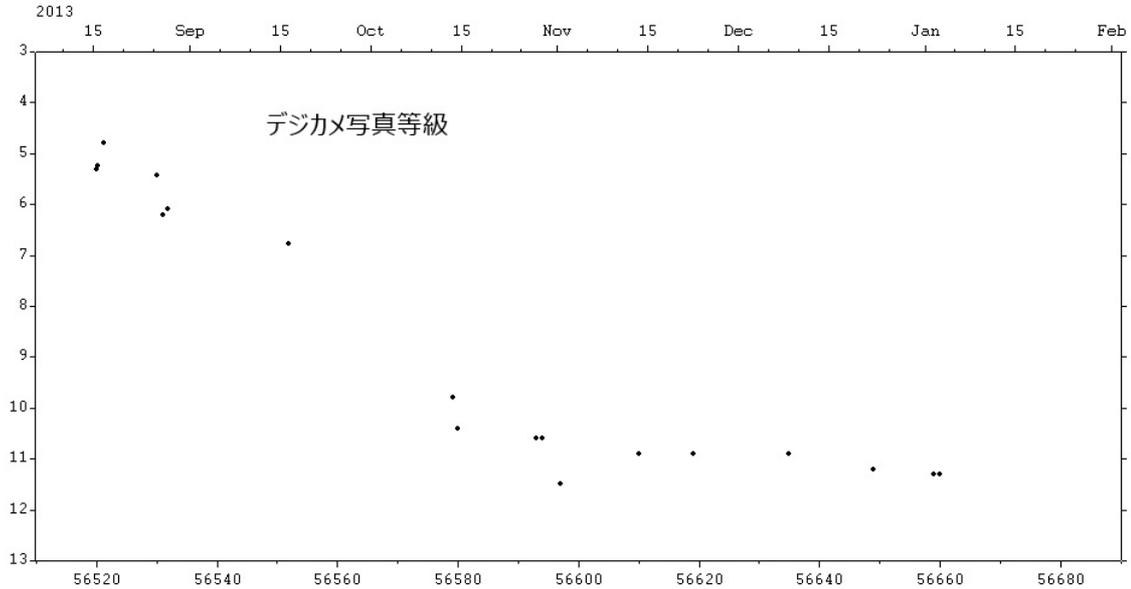
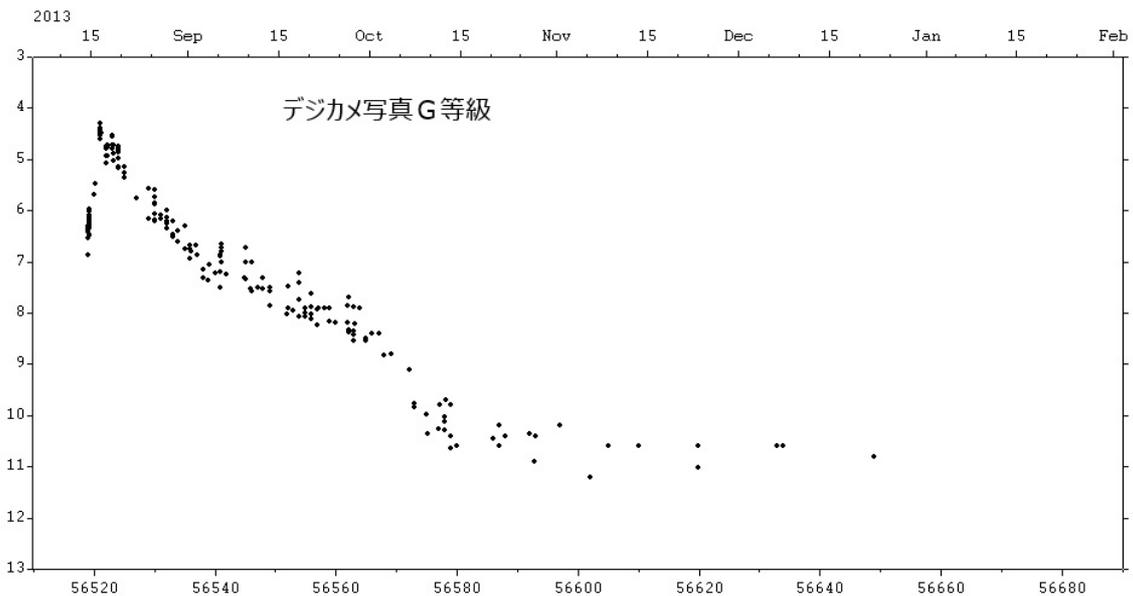
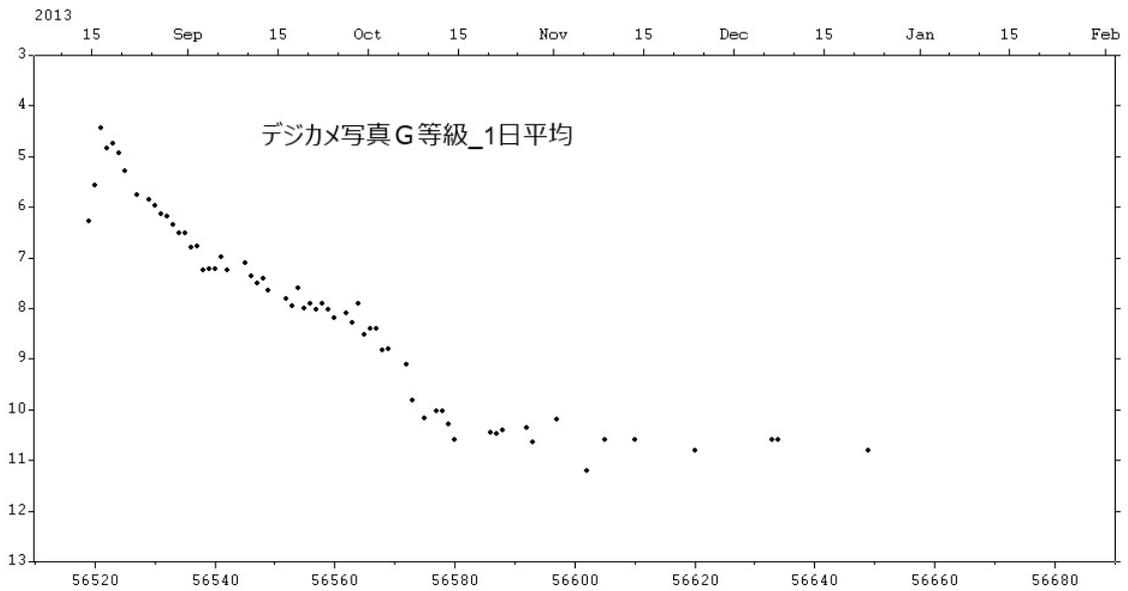


写真 G 等級による光度曲線

上記の永井氏の記事にあるように 3 色分解した G 画像による観測は 24 名、64 夜、213 目測が集まりました。光度曲線を見るとばらつきが大きいようです。1 日ごとの平均をとったものが次ページの図です。後に述べる V 光度との差の標準偏差を計算すると、0.25 等になりました (P. 36 参照)。これは眼視観測の 0.17 等に比べると大きな値になっています。

実際、光度曲線をみると、平均光度から明らかに突出しているデータが何件かあります。これらのデータが平均光度曲線に悪い影響を与えているようです。今後、精度を高めるには永井さんの記事にあり

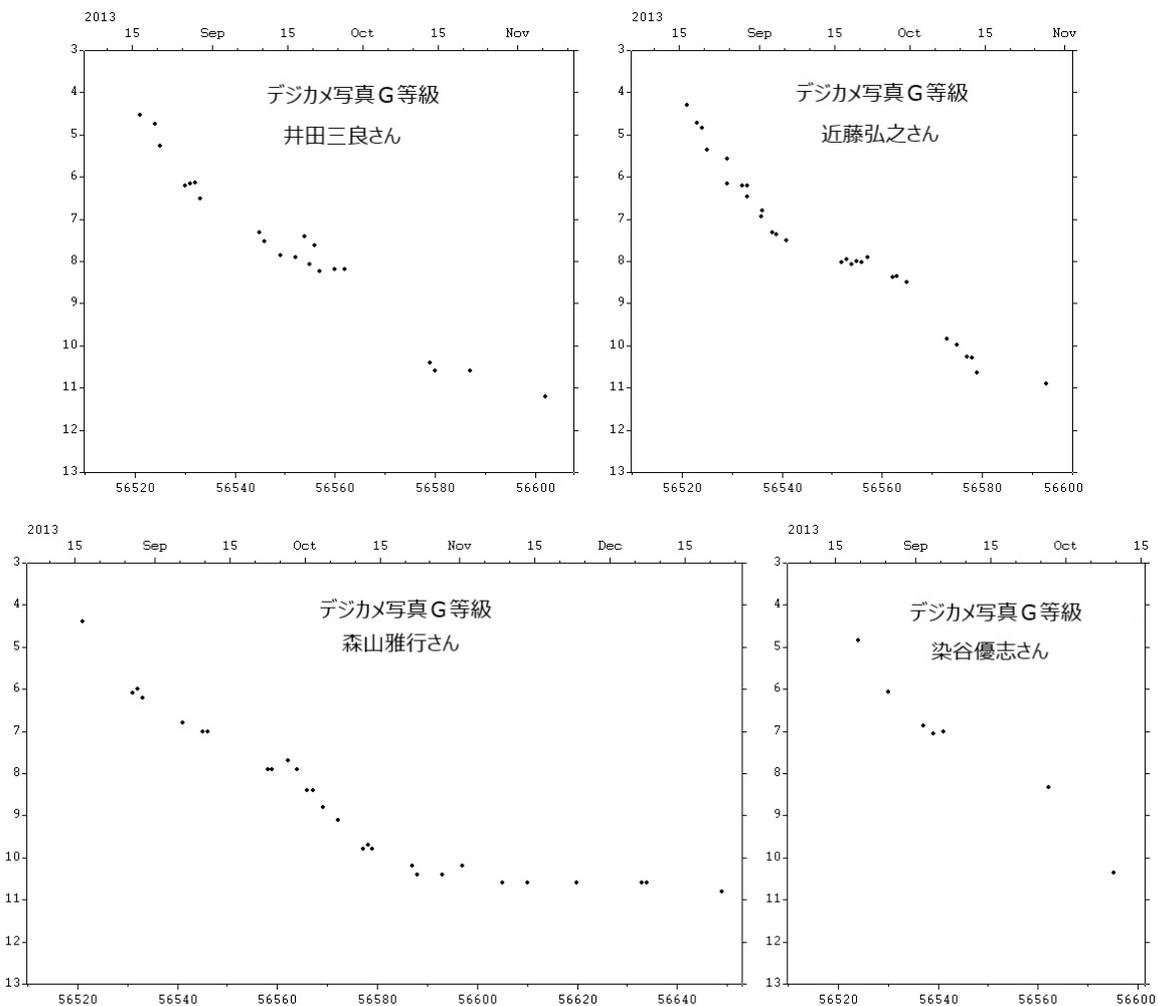


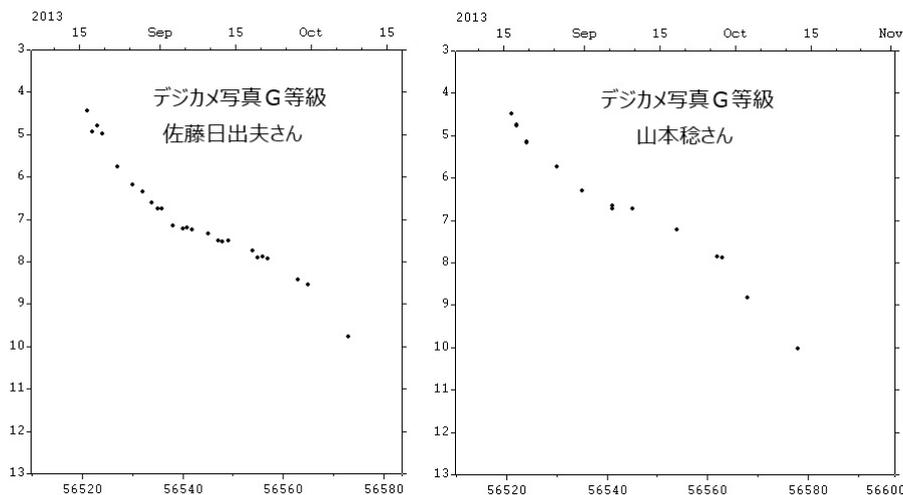


ますように、露出時間や撮影枚数の増加など、そのノウハウを確立する必要があるようです。観測者の感想の佐藤日出夫さんの記事は精度を高めるための工夫として非常に参考になるものと思われます。同時に、等級を AAVSO にとるのか、Tycho 等級にとるのかなど、その前提での統一が必要かもしれません。

個人別の観測結果

次に同じ器材を使用している同一観測者による光度曲線を以下に紹介します。





この中で井田三良さん、佐藤日出夫さん、山本稔さんは複数枚の写真の平均をとっています。永井さんの指摘にもありますように、G 画像の等級では最低 2 枚、できれば数枚の写真の平均をとることが必要なようです。

写真G等級 (cG) とV等級、眼視等級の差

写真G等級とV等級、眼視等級との差をとったものが下図です。V等級との差は10月以降明らかに写真の方が暗くなっています。平均値は0.30等、分散の標準偏差は0.25等と大きくなっています。V等級が眼視等級よりも明るいと同じ現象が起こっていると思われます。

一方、眼視等級と写真G等級との等級差は写真G等級が0.12等明るく、分散の標準偏差は0.19等です。今後のこの差がどうして生じたのか検討したいと思います。

