

投稿

スマート望遠鏡 Seestar の活用(1)

甲田昌樹

1. はじめに

2020年に上陸したオールインワン型天体望遠鏡(以降スマート望遠鏡)eVscopeを始めとして、その後様々な同系望遠鏡が発売されています。それと同等の装置をゼロから購入して組み上げるなら、それだけの値段がかかるとはいえ、数十万円の望遠鏡を購入するのは勇気(と財力)が必要です。

その分野にブレークスルーを起こしたのは、2023年夏にZWO社が発売したSeestar S50。スマートフォン並みの\$500という価格のため、世界中で多くの方が購入しては、簡単に天体写真を撮影できると話題になり、スマート望遠鏡が一気に普及した感があります。

しかしSNSを見ると、口径5cmの望遠鏡で数時間もかけて撮影した画像を、専門的な画像処理ソフトでゴリゴリに処理した画像を共有する方が多く、ソレ以外の利用方法は無いのか?とっていました。

そこで、Seestar S50を使った、天体撮影以外の活用方法を考えてみました。

2. 活用例1: 太陽黒点の観測

Seestar S50(以下Seestar)を手にとると、昼の太陽を気軽に撮影できるようになります。何しろ、望遠鏡の設置と太陽の導入が5分ほどで済み、すぐに太陽面を撮影できるからです。そこでまず、太陽黒点の観測記録に挑戦してみると良いと思います。

太陽黒点の観測は現在、多くの天文台や太陽観測衛星が行っているため、個人の観測データが活用されることは無いかもしれませんが。それでも、黒点の観測方法を学び、体験することで、天体観測とはどのようなことを行うかを知ることができるでしょう。

2.1 太陽面を撮影する

太陽黒点の位置を観測するには、太陽面の東西方向を知る方向があります。Seestarは経緯台式望遠鏡のため、画像から東西方向を知ることができません。そこで黒点スケッチで行っていた方法:天体追尾を止めて、日周運動で移動した黒点の位置を使って東西方向を知ることができるよう、撮影を行います。

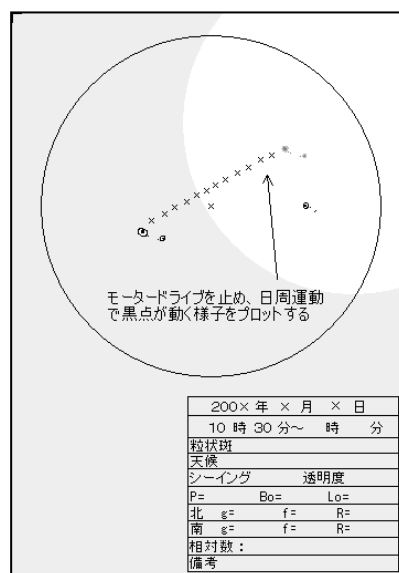


図1 黒点スケッチで東西を知る方法[1]

Seestarで太陽を導入し、まず「天体を中心にする」を指定して撮影します。

次に「天体を中心」ボタンと「追尾する」ボタンを解除すると太陽が日周運動で移動するので、その様子を撮影します。

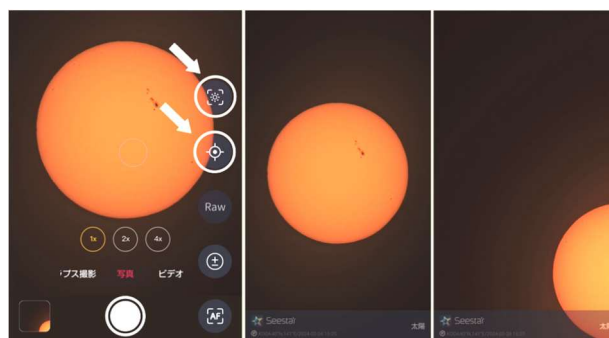


図2 ボタン位置と、太陽の日周運動を撮影

2.2 東西方向を調べ、太陽面を回転する

画像編集ソフトを使って2枚の太陽の画像を「比較（明）」で重ね合わせ、目印に使える黒点の位置に線を引いて、その傾きを調べます。例では「西」は上から右回りに135.7°傾いていることが分かりました。

次に黒点位置測定に使う太陽画像を、上を「北」にするため、 $135.7 - 90 = 45.7^\circ$ 左回りに回転させます。

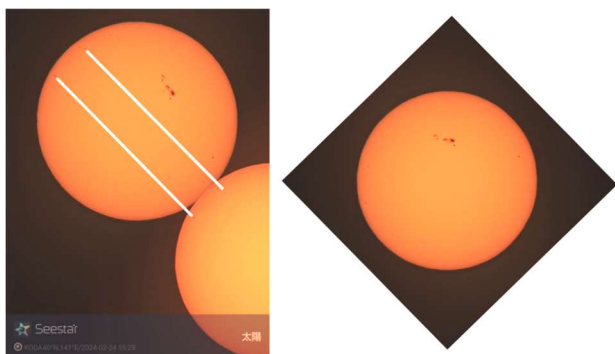


図3 日周運動の向きを測り、画像を回転

2.3 太陽面に座標線を引く

黒点の太陽面での経緯度を知るには、座標線を引く必要があります。ここでは日本語サイトの「ある日の太陽面」[2]を利用します。

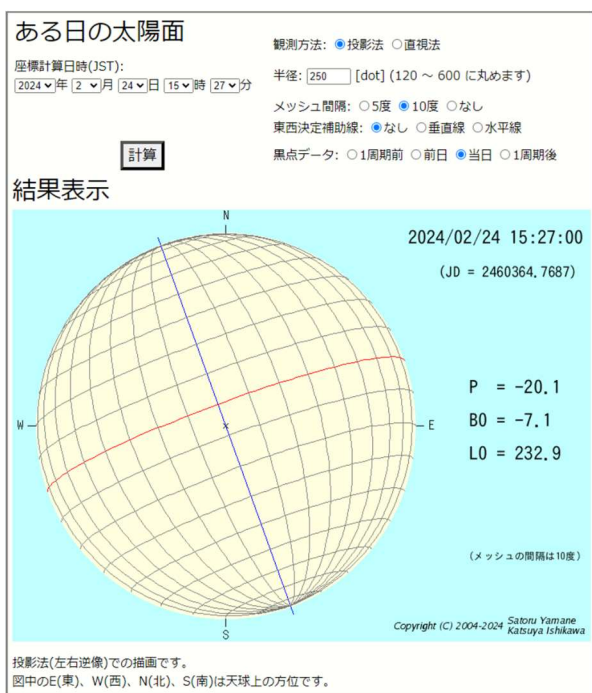


図4 撮影日時での太陽面座標を作成

太陽画像を、まず背景を白にし、カラーを白黒に変換して、座標線画像に「比較（暗）」のレイヤーで重ね合わせ、太陽の大きさを図の大きさに合わせると、座標線の入った太陽面図が完成です。このようにして、それぞれの黒点の位置を測定します。

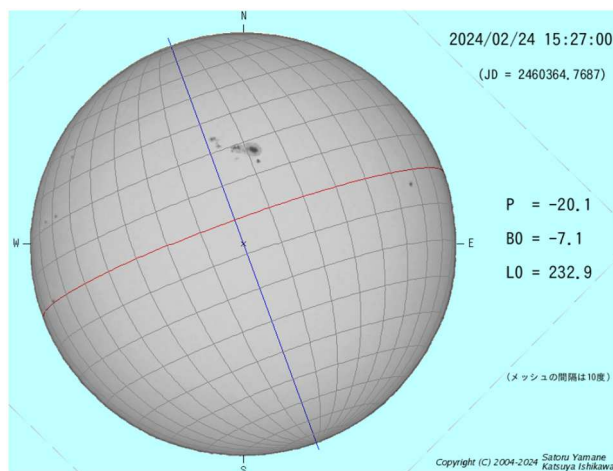


図5 座標線図と太陽画像を重ね合わせ

2.4 黒点のデータの記録する

ここでは Seestar で撮影した画像を使って、太陽黒点を測定できるようにするにはどうすれば良いかのみを解説し、黒点の観測方法については割愛します。詳細は『天体観測の教科書～太陽観測編～』などをご参照下さい。

3. 活用例2：変光星の観測（1）

Seestar を使うと、天体導入と撮影を簡単に素早く行うことができます。これは変光星の光度の継続観測に便利です。ここでは Fits 画像を使って光度測定を行います。

3.1 変光星を撮影する

Seestar の「星雲星団モード」では、露出時間 10 秒（設定で 20 秒か 30 秒にもできる）で撮影した画像を重ねて、トータルで長時間露出の撮影を行うことができます（Live Stack）。そして露出時間が長いと、ある程度暗い星まで撮影することができます。

Seestar で撮影した画像と AAVSO (アメリカ変光星観測者協会) の M67 散開星団の標準チャートを照らし合わせたところ、15.7 等星まで写っていることが確認できました。

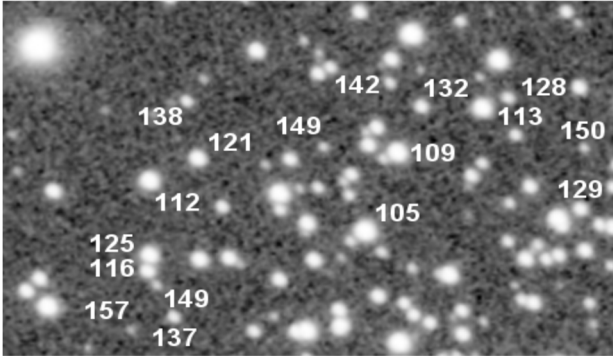


図 6 M67 を 10 秒×20 枚撮影した画像から 15.7 等星まで写っていることを確認

一方、最小露出時間が 10 秒であることから、明るい星では中心部が飽和してしまい、光度を測定することができません。

いくつか測光してみたところ、8 等より明るいとは飽和してしまうようです。そのため、明るい変光星は、撮影方法を工夫しないといけません。

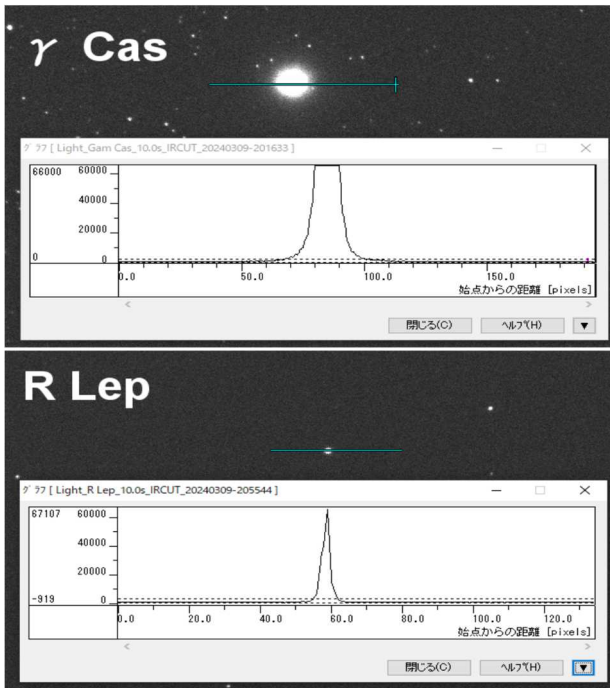


図 7 Seestar の 10 秒露出で、飽和した例と飽和せず光度測定可能な例

3.2 画像処理ソフト「マカリイ」を入手する

恒星の光度を測定するためには、天体専用の画像処理ソフトが必要です。国立天文台が「すばる画像解析ソフト・マカリイ」[3]を無料提供しています。

3.3 恒星の光度は G (緑) 画像を使う

カラー画像は R (赤)・G (緑)・B (青) の画像を重ねて生成されています。ここでは、肉眼での見え方に近い G 画像を使います。

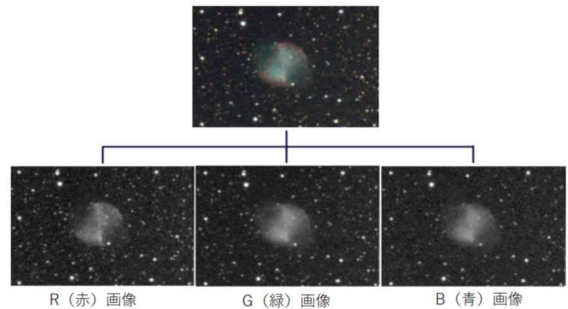


図 8 RGB 分解した画像の例

カラー画像から RGB に分割するには画像処理ソフトが必要ですが、マカリイには特定の色画像だけ取り出す機能があります。

ただし Fits 画像は上下が反転しているので、メニューの「画像演算」で「上下反転」する必要があります。

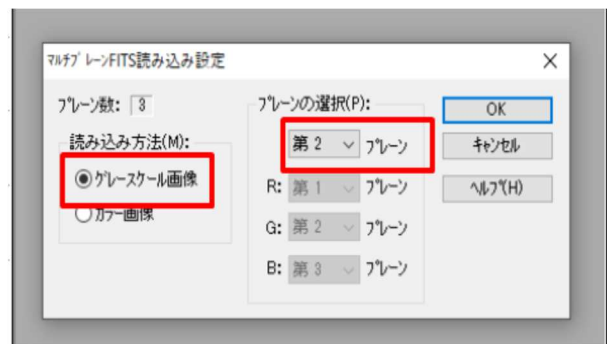


図 9 マカリイで G (緑) 画像を読み込む

3.3 変光星図を用意する

変光星の光度測定には、変光星協会で使用している比較星と光度を比較するのが良いでしょう。AAVSO の Web サイト[4]で、希望する変光星の比較星の載った星図が得られます。

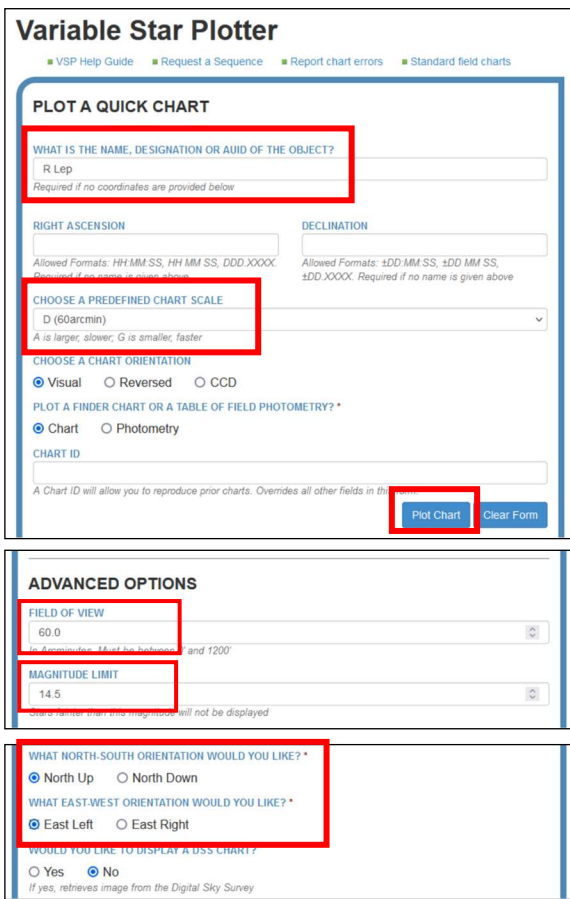


図10 AAVSOのサイトで変光星図を取得
「NAME」に変光星名を入力し、「CHARTSCALE」を「D(60')」、「OPTION」で「North Up」「East Left」を選択して「Plot Chart」ボタンを押して星図を作成します。

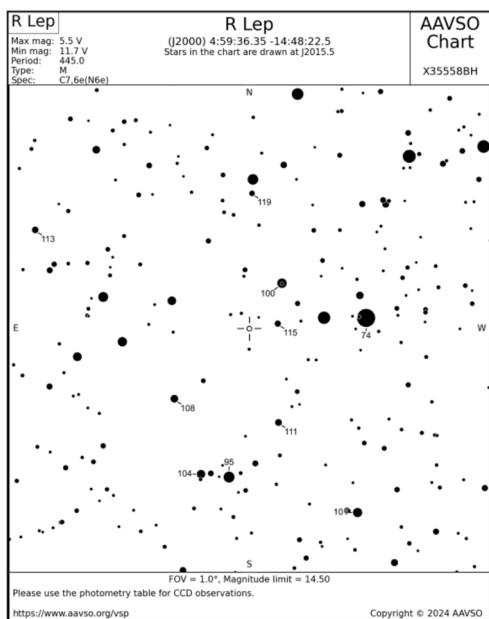


図11 ダウンロードした R Lep の変光星図

3.4 マカリイの「測光」で明るさを測る

ツールボタンの「測光」を押し、「測光モードの選択」で「開口測光」を選び、「開口測光」ウィンドウを開きます。マウスが「○」になり、星図に光度情報のある星をクリックして明るさのカウントを測ります。

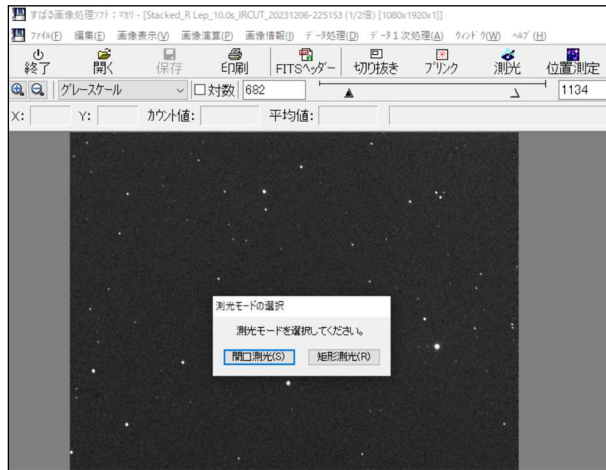


図12 「測光モード」を選択

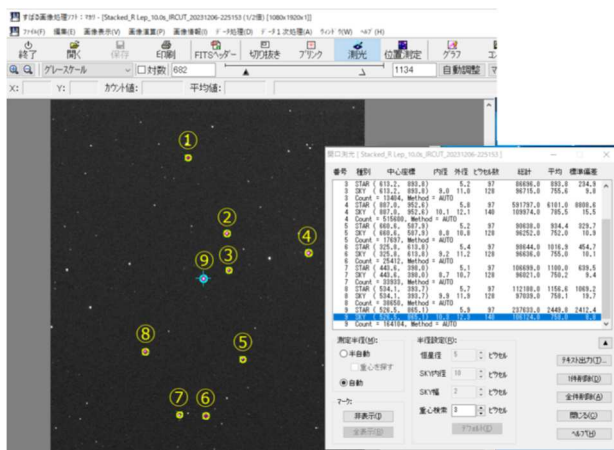


図13 光度情報のある星を測光する

3.5 測光結果を Excel で読み、光度を測る

比較星の測光結果を「テキストを出力」でファイルに保存し、それを Excel など表計算ソフトで開きます。(ここでは、9番目が明るさを求める変光星)

カウントを測定した星の等級を入力し、次の式で変光星の光度を得ます。

$$\text{光度} = (\text{比較星の等級}) - 2.5 \times \log_{10} \left(\frac{\text{求める星のカウント}}{\text{比較星のカウント}} \right)$$

「計算式:T9-2.5*LOG10((Q\$10/Q9))」

	A	Q	S	T	U	V
1	番号	測光結果		光度	計算光度	
2	1	8713.828		11.9	8.88	
3	2	49249.05		10.0	8.86	
4	3	13404.16		11.5	8.95	
5	4	526803.4		7.4	8.83	
6	5	17752.9		11.1	8.85	
7	6	82646.42		9.5	8.92	
8	7	35497.07		10.4	8.90	
9	8	25232.37		=T9-2.5*LOG10((Q\$10/Q9))		
10	9	140906				
11				平均	8.89	

図 14 Excel で計算した例

ここでは T 列に変光星図の光度を、U 列に計算式を入力しています。変光星図の光度は 10 倍の値であることに注意しましょう。

計算した光度の値に揺れがあるので、平均を求めましょう。なお、測光を行う度に多少値が変わるので、数回行って平均しましょう。

3.7 実際に変光星を継続観測してみる

変光星の観測方法が分かったら、入門者にオススメの星から観測してみると良いでしょう。AAVSO では「Stars Easy to Observe」サイトで、小型から中型望遠鏡などで観測に便利な星を紹介しています。[5]

この中から変光周期の短い星を継続観測すると、変光曲線を描くこともできるでしょう。

変光周期が数ヶ月以上と長く、明るさが大きく変わるミラ型変光星のうち主なものについて、年間の子報情報が AstroArts の天文現象サイトに毎年 1 月に載るので、これを利用します。[6]

また、日本の変光星観測者である永井和夫氏のブログには、ご自身が観測された変光星のデータが載っているなど、参考になるでしょう。[7]

この他にも様々な種類の変光星があるので、興味のおもむくままに観測してみると良いでしょう。

なお、ここで紹介した光度の測定方法は入門的なものです。正式に観測したくなったら、研究会に入会するなどして詳しい方法を学びましょう。

文 献

- [1] 「太陽観測機材」
<https://www7a.biglobe.ne.jp/~tomoyu/solarinst/co207.htm>
- [2] 「ある日の太陽面」
http://www.carina.gr.jp/~yamane/sun_pbl/
- [3] 「すばる画像解析ソフト：マカリィ」
<http://makalii.mtk.nao.ac.jp/index.html.ja>
- [4] 「AAVSO Variable Star Plotter」
<https://app.aavso.org/vsp/>
- [5] 「Stars Easy to Observe | aavso」
<https://www.aavso.org/easy-stars/>
- [6] 「主要なミラ方変光星の光度変化予測」
https://www.astroarts.co.jp/article/hl/a/13408_variable
- [7] 「K.Nagai のブログ」
<https://hey-joe.cocolog-nifty.com/blog/>



甲田 昌樹

* * * * *