

デジカメde変光星

- コンパクトデジカメで変光星の測光観測
- 全てFree Softで



はじめに

コンパクトデジカメでの変光星観測を推奨するものではありません。

星空が撮影出来るデジカメを持っている方に変光星観測の楽しさを知って頂きたいのです。

ここで紹介する方法で変光星の観測を行えば、変光星が本当に変光している事が分かります。そして、変光星の観測が好きになって欲しいと思っています。

この観測によって得られる等級が、どれほど正しい値なのかは非常に難しい所にあります。

しかし、明るさの変化が観測できますので、その変光星の極大や極小が何時だったのかは正確に求められる事でしょう。この点では学問的に非常に有益なデータとなります。

また、デジカメと言っても機械ですので客観的な観測結果として受け入れられる場面もあると思います。決して無駄な観測ではありません。

手順

The background of the slide is a photograph of Earth from space, showing the blue oceans and white clouds. In the foreground, a satellite with two large solar panel arrays is visible, positioned on the right side of the frame.

1. 変光星の撮影
2. JPEGをFITSに変換
3. 測光
4. 等級を求める

変光星の撮影

カメラの選択(1) 最低限の機能

星座の写真が撮影できなければなりません

その為に必要な機能

1. 15秒以上の露出が出来る
2. レリーズかセルフタイマーが使える
3. 三脚に取り付けられる

変光星の撮影

カメラの選択(2) JPEG圧縮率

JPEGの圧縮率が低い、または圧縮率が変わると良い。

圧縮率が高いと本来の星空と異なった情報となってしまいます。その状態で星々の明るさを測定してしまうと、実際と違った値となってしまいます。画像ファイルが大きくなってしまいますが圧縮率は下げましょう。

ここにもコンパクトデジカメが測光観測には不適切な理由があります。一方、一眼デジカメはRAW形式で出力可能なため工夫次第では正確な測光を行える可能性を持っています。

従いまして、とにかく圧縮率は最低に設定して星空を撮影して下さい。もし、圧縮率が変われない機種の場合は、影響が少なくなるように、なるべく明るい星を観測対象にして下さい。

変光星の撮影

カメラの選択(3) 露出時間

露出時間は15秒から60秒の範囲がよいでしょう。
レンズの焦点距離は短めが良いです。

私は(35mmフィルム換算で)28mm相当で撮影しています。
露出時間は30秒にしています。
極方向は(星は)点になっていますが、赤道付近は「線」になりつつあります。

露出時間は測光ソフトのアパチャーを半径5ピクセルと仮定して、その範囲に星像が納まるように気をつけます。

もし、星像が長くなってしまった場合は測光時のアパチャーサイズを大きくして下さい。(本当は赤道儀でガイドすると良い)

変光星の撮影

カメラの選択(4) ASA感度

ASA感度が変わられる機種は最も高い感度にすると良いです。
暗い星まで良く写ります。

一般的に感度を上げるとS/Nが悪化してしまいます。S/Nとは信号(S)とノイズ(N)の比で、この値が大きい方がよいです。感度を上げるとノイズ(N)が増えてしまいますが、同時に信号(S)も増えます。星は暗いので感度が高いほうが有利です。感度が低いとノイズは減りますが背景の空の明るさと星との比が減ってしまい、空の明るさがノイズ(N)となって現れてきます。結果的に悪いS/Nとなってしまいます。

この様な理由から、**かろうじて写っている星を測光すると誤差が大き過ぎて労力の無駄になります。**

さらに暗い星では圧縮の影響も大きく受けてしまいますので、写っているから測ってみようと思うのは無駄な努力かも知れません。

しかし、始めのうちは、使っているカメラの特性を知る為に色々な明るさの星を観測されるとよいでしょう。

変光星の撮影

その他の機器

・三脚

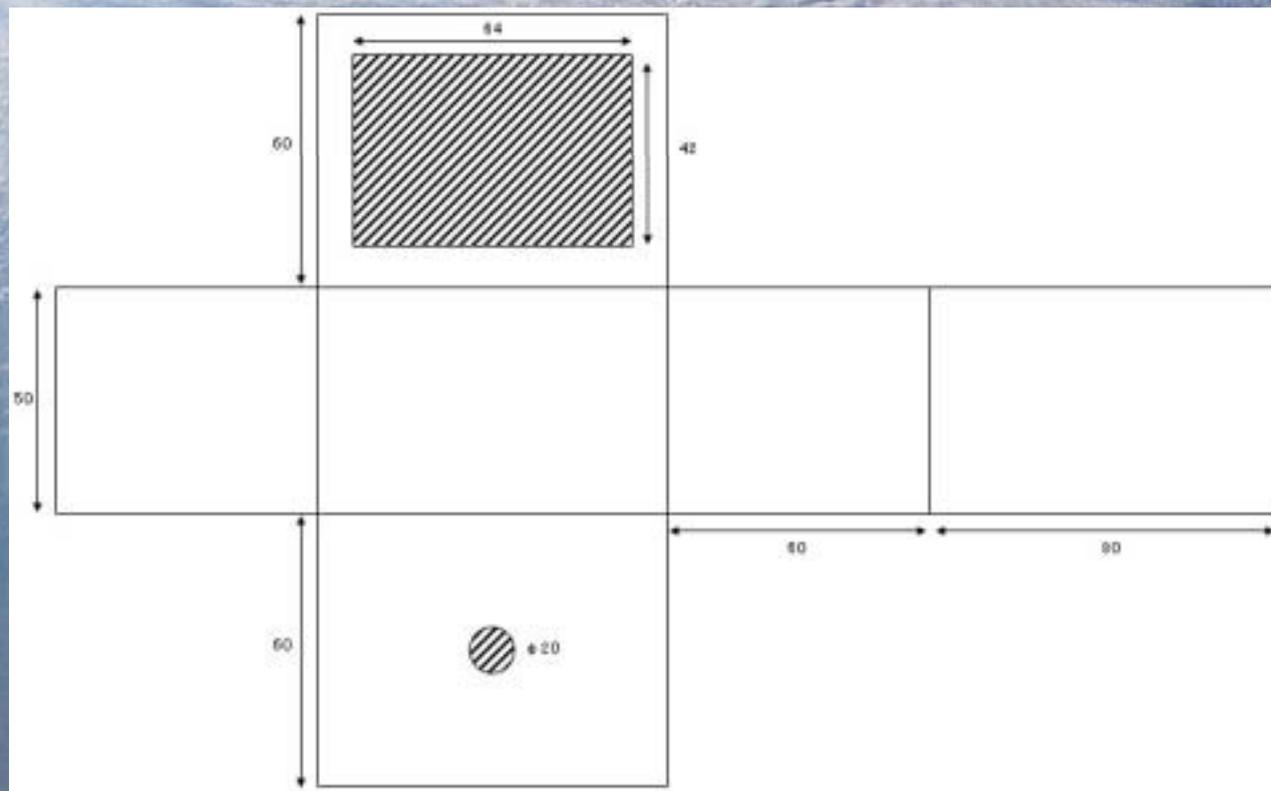
必ずカメラは三脚で固定しましょう。
また、シャッターボタンを押すとブレ可能性があります。
そんな場合は、レリーズかセルフタイマーを利用しましょう。

・ファインダー

私の撮影している場所は2等星(北極星)が見えない時があります。
それでも、デジカメで4~5等星が写ります。
カメラには液晶モニターが付いていますが星は全く表示出来ません。
簡単なファインダーを作成されると便利です。
目で見える星と星図から目的の星を写すようになります。

変光星の撮影

画用紙 ファインダー



変光星の撮影

撮影しましょう

実際の撮影は、同じ星野を30秒露出で5枚撮影します。5枚の撮影を行って、それぞれ測光し、その結果を平均するようにしています。

平均しないと測光結果に大きなバラツキが出来てしまいます。

1枚だけの撮影は、変光範囲の大きな変光星にはある程度は許容出来ますがお勧めはしません。

面倒ですが最低でも5枚は撮影しましょう。

変光星の撮影

変光星図

echo Y | reg delete "HKCU\Software\SkyMap Software"

変光星の等級は比較星を使って求めます。
したがって、写っている星の等級を調べる必要があります。
星の等級を知るにはHipparcosかTycho2を使うとよいです。
どちらにしても必ずV等級を使って下さい(V等級は駄目です)。

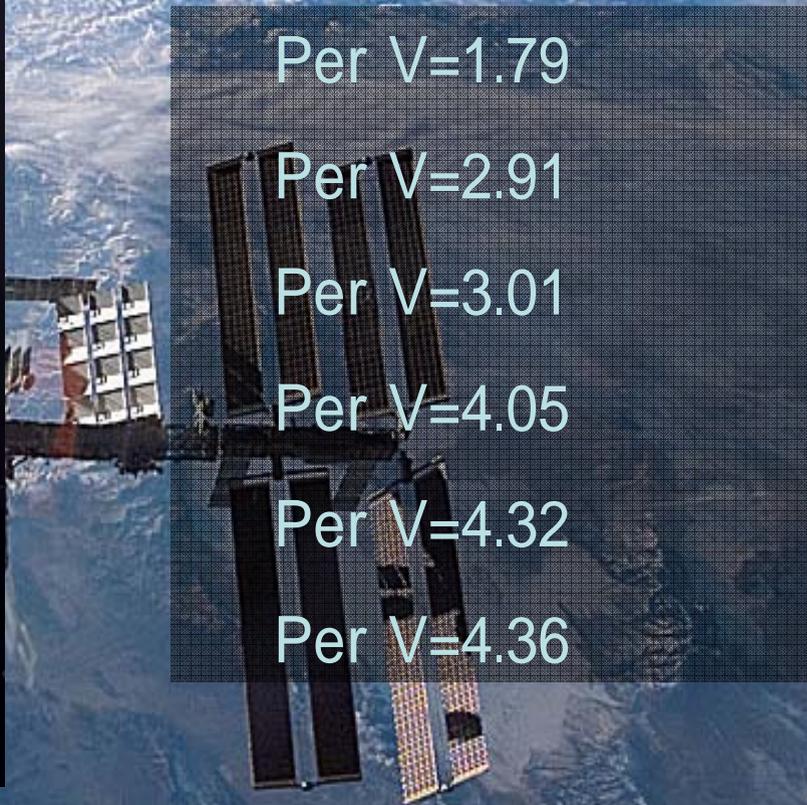
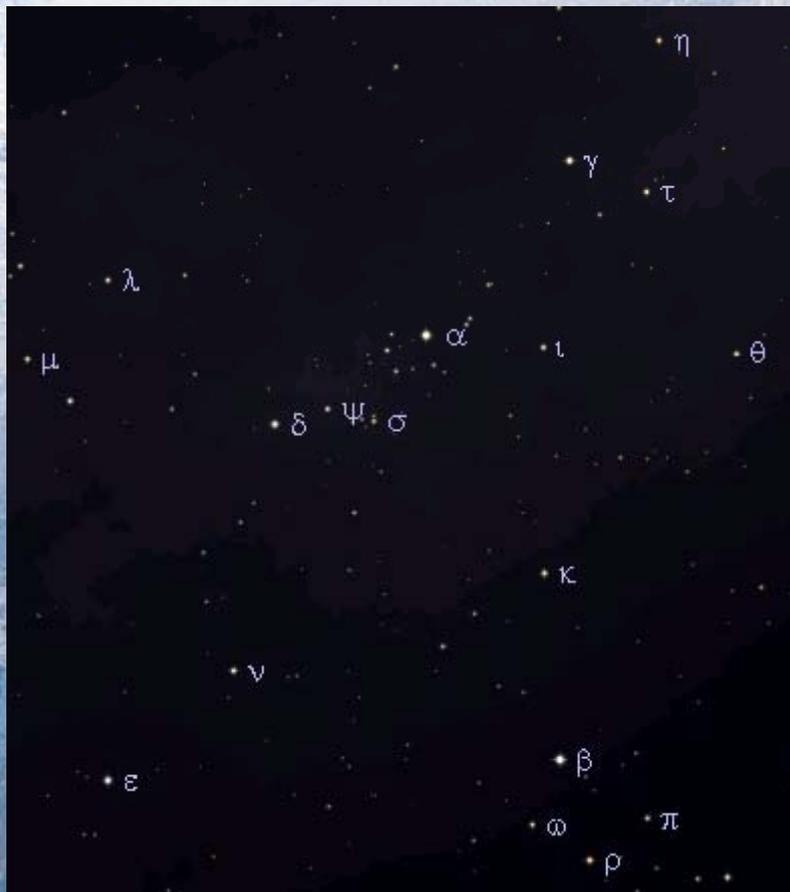
HipparcosかTycho2のV等級を表示するソフトを入手します。
Cartes du Ciel (Sky Charts) が最強 (Installが単純で無い)
C2A for Windows
SkyMap Pro 11 Demo (Install簡単、使用日数に制限)

変光星近傍の星々の等級を調べます。
変光星より暗い星と明るい星の両方を選定して下さい。

10個程度の星々の等級を調べます。

比較星選定で重要な事は変光星を比較星に使わない事です。
Cartes du CielやC2A for Windowsは変光星を表示出来ます。

変光星の撮影



Per V=1.79

Per V=2.91

Per V=3.01

Per V=4.05

Per V=4.32

Per V=4.36

JPEGをFITSに変換

(Free Softの) GIMP 2を使います

手順

1. カラーを白黒(単色)にする

GIMPは単色に変換してもRGBで保存してしまいます。しかし、R画像もGもBも同じ内容で記録されます。どの色の画像を使っても測光に影響はありません。

2. FITSで保存する

JPEGをFITSに変換

GIMP

ファイル(F) 拡張(X) ヘルプ(H)

- 新規(N)... Ctrl+N
- 開く(O)... Ctrl+O
- 場所を開く... Open an image file
- 最近開いたファイル(R)
- Acquire
- 環境設定(P)
- キーボードショートカット(K)
- Units
- ダイアログ(D)
- 全て閉じる Shift+Ctrl+W
- 終了(Q) Ctrl+Q

画像を開く

C:\work3 変光星画像 deltaCep20080105

場所(P)

- 最近開いたファイル
- Binary_Star
- デスクトップ
- A:\
- C:\
- D:\
- E:\
- G:\
- H:\
- My Pictures

名前	最終変更日
P1000590.JPG	昨日の 18:27
P1000591.JPG	昨日の 18:28
P1000592.JPG	昨日の 18:29
P1000593.JPG	昨日の 18:31
P1000594.JPG	昨日の 18:32

Preview



選択なし

追加(A) 削除(R)

All images

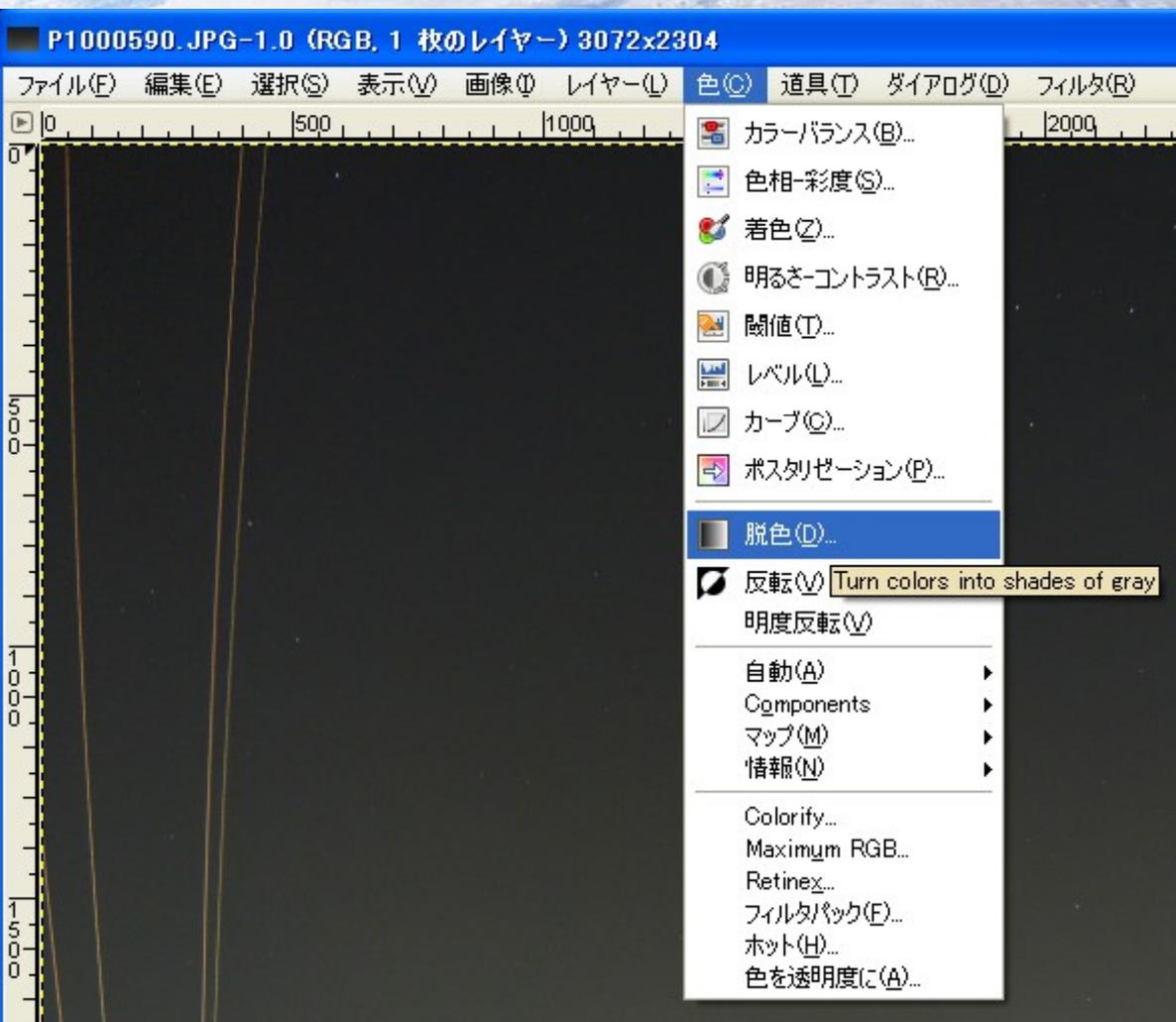
ファイルタイプの選択(自動判別) (T)

ヘルプ(H)

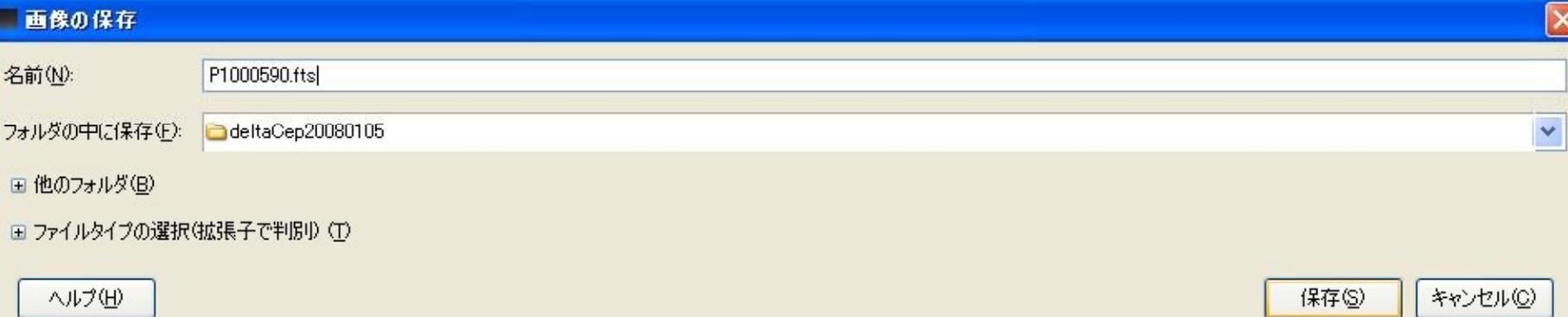
開く(O)

キャンセル(C)

JPEGをFITSに変換



JPEGをFITSに変換



測光

(Free Softの) マカリを使います

シリアル番号: MKL100J-00626-495

ユーザー : pxs10547

マカリはアパチャーフォトメトリと言う測光方法を採用しています。
指定した円内の各ピクセル値を積分するものです。
これに周囲のSKY(空)の明るさを差し引いて星の明るさを求めます。
明るさと言っても単位があやふやで強度と言った方が正しいです。
この値は撮影機器や条件で変わってしまいます。
ただ、変光星も比較星も同じように変わります。
そこで、比較星等級が分かっていたら変光星の等級が求められるのです。

マカリは等級を求めてくれません。
変光星や比較星のアパチャー内を積分し同じ面積のSKY値を引く所までです。

測光

すばる画像処理ソフト: マカ

ファイル(F) 画像演算(P) データ1次処理(A) ヘルプ(H)

終了 開く 保存 印刷 FITSヘッダー 切り抜き

対数

X: Y: カウント値: 平均値:

マルチフレームFITS読み込み設定

フレーム数: 3

読み込み方法(M):

- グレースケール画像
- カラー画像

フレームの選択(P):

R: 第1 フレーム

G: 第2 フレーム

B: 第3 フレーム

OK
キャンセル
ヘルプ(H)

データ処理(D) データ1次処理(A) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)

FITSヘッダー 切り抜き プリント 測光 位置

1188 自動

値:

測光モードの選択

測光モードを選択して下さい。

開口測光(S) 矩形測光(R)

測光



開口測光 [11205900.FIT]

番号	種別	中心座標	内径	外径	ピクセル数	総計	平均	標準偏差
1	STAR	(184.3, 178.3)		6.0	137	89132.0	650.6	551.6
1	SKY	(184.3, 178.3)	10.0	20.0	964	469377.0	486.9	14.6
Count = 22425, Method = SEMICTRD								
2	STAR	(171.2, 76.1)		6.0	137	111131.0	811.2	1116.9
2	SKY	(171.2, 76.1)	10.0	20.0	964	471685.0	489.3	14.3
Count = 44096, Method = SEMICTRD								

測定半径(M):

- 半自動
 重心を探す
 自動

マーク:

非表示(F)

全表示(B)

半径設定(R):

恒星径 6 ピクセル
SKY内径 10 ピクセル
SKY幅 10 ピクセル
重心検索 10 ピクセル

デフォルト(E)

テキスト出力(T)...

1件削除(D)

全件削除(A)

閉じる(C)

ヘルプ(H)

測定半径は、半自動で重心を探すにします

半径設定は、

恒星径 6 (星がすっぽりに入る大きさ)

SKY内径 10 (恒星径より大きく)

SKY幅を 10 (SKY内径と同じ様な値にする)

重心検索 10 (この値は常に10でよいでしょう)

にしました

等級を求める

マカリからカウント値を得る

変光星カウント値 $V_{\text{count}}=22425$

比較星カウント値 $C_{\text{count}}=44096$

これらの値から変光星の等級(V_{mag})を求めるには以下のポグソンの公式を使います

$$V_{\text{mag}}=2.5 \times \log_{10}(C_{\text{count}}/V_{\text{count}})+C_{\text{mag}}$$

C_{mag} は比較星の等級

測光



測光

全ての比較星と変光星の測光が終わったら、「テキスト出力」のボタンを押してCSV形式で保存します。

開口測光 [NEW1.FTS]

番号	種別	中心座標	内径	外径	ピクセル数	総計	平均	標準偏差
1	STAR	(339.4, 198.4)		5.0	97	7636.0	78.7	65.9
1	SKY	(339.4, 198.4)	10.0	20.0	964	34837.0	36.1	2.0
1	Count = 4130, Method = SEMICTRD							
2	STAR	(121.1, 243.8)		5.0	97	5090.0	52.5	39.2
2	SKY	(121.1, 243.8)	10.0	20.0	964	32928.0	34.2	2.0
2	Count = 1776, Method = SEMICTRD							
3	STAR	(485.0, 109.6)		5.0	97	5427.0	55.9	37.3
3	SKY	(485.0, 109.6)	10.0	20.0	964	35491.0	36.8	1.6
3	Count = 1855, Method = SEMICTRD							
4	STAR	(296.6, 304.8)		5.0	97	4019.0	41.4	13.9
4	SKY	(296.6, 304.8)	10.0	20.0	964	33829.0	35.1	2.0
4	Count = 615, Method = SEMICTRD							
5	STAR	(448.1, 147.4)		5.0	97	4118.0	42.5	12.1
5	SKY	(448.1, 147.4)	10.0	20.0	964	35320.0	36.6	2.1
5	Count = 564, Method = SEMICTRD							
6	STAR	(437.8, 192.5)		5.0	97	4043.0	41.7	11.2
6	SKY	(437.8, 192.5)	10.0	20.0	964	35243.0	36.6	2.3
6	Count = 496, Method = SEMICTRD							
7	STAR	(644.3, 501.5)		5.0	97	5262.0	54.2	29.9
7	SKY	(644.3, 501.5)	10.0	20.0	964	37078.0	38.5	1.8
7	Count = 1531, Method = SEMICTRD							

名前を付けて保存

保存する場所①:

デスクトップ

マイドキュメント
マイコンピュータ
マイネットワーク

ファイル名(N):

NEW1-Aperture

保存(S)

ファイルの種類(T):

CSVファイル (*.csv)

キャンセル

半径設定(R):

恒星径 5 ピクセル

SKY内径 10 ピクセル

SKY幅 10 ピクセル

重心検索 10 ピクセル

デフォルト(E)

テキスト出力(T)...

1件削除(D)

全件削除(A)

閉じる(C)

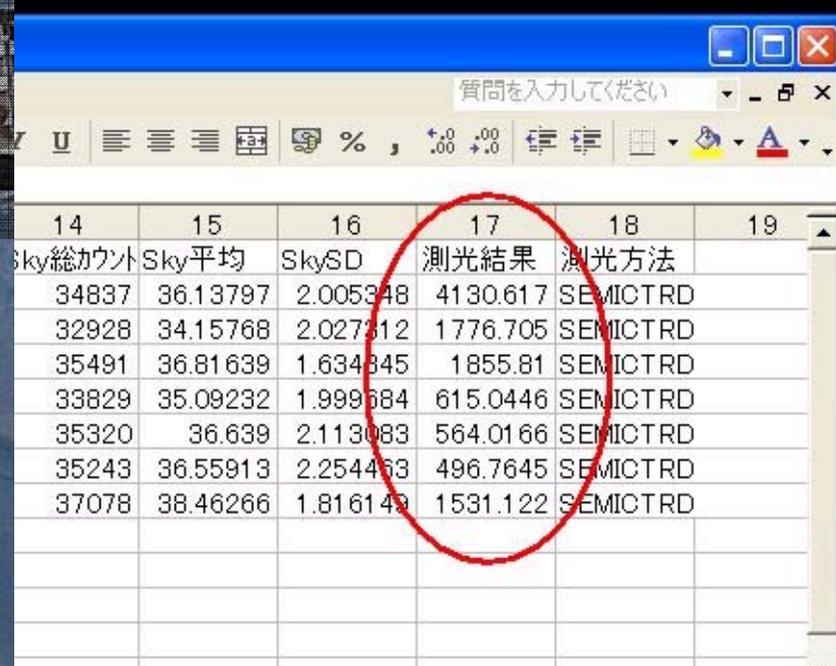
ヘルプ(H)

等級を求める

CSVファイルをエクセルで開く
エクセルが無い場合はFreeのOpenOfficeが良いでしょう。

測光結果を使います

最も明るい星を比較星にして
全ての星の等級を
ポグソンの公式を使って求めます

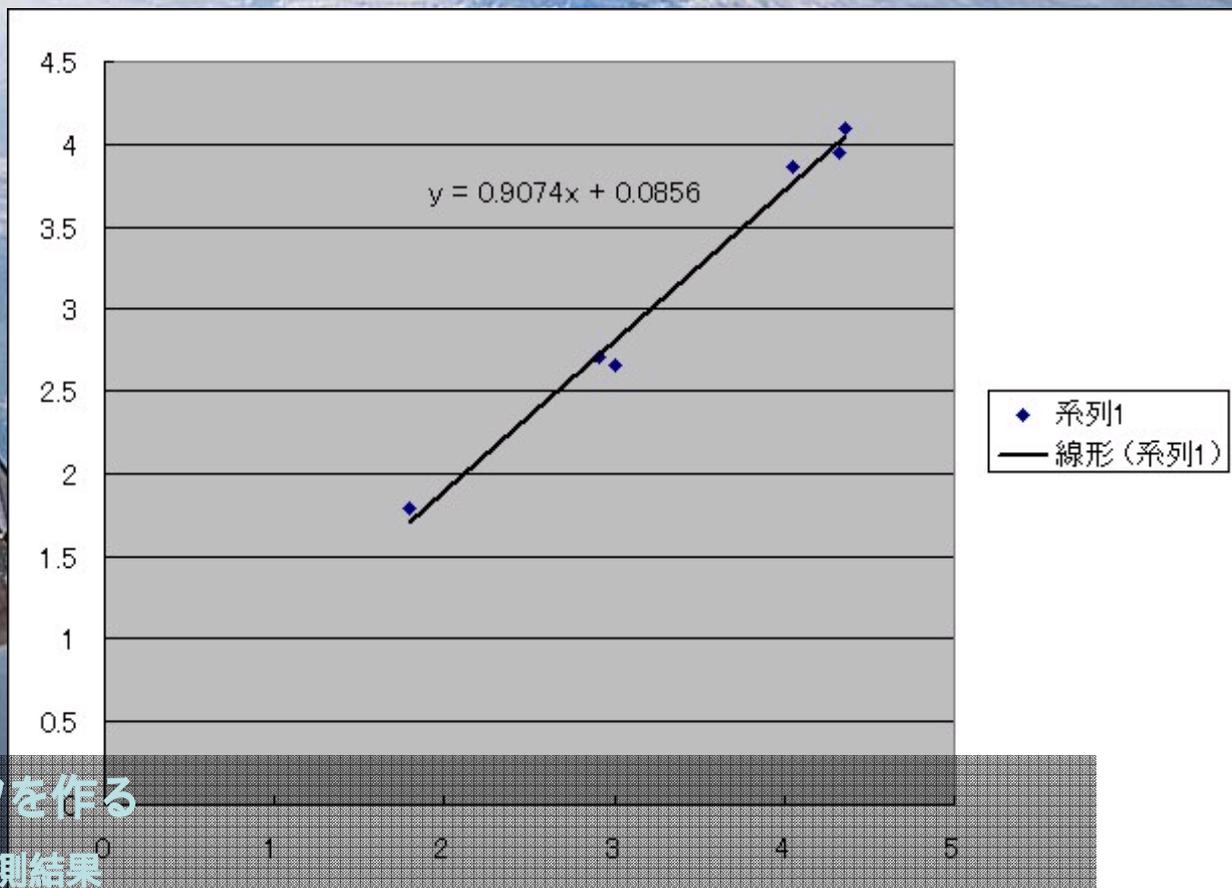


質問を入力してください

14	15	16	17	18	19
Sky総カウント	Sky平均	SkySD	測光結果	測光方法	
34837	36.13797	2.005348	4130.617	SEMICTRD	
32928	34.15768	2.027312	1776.705	SEMICTRD	
35491	36.81639	1.634345	1855.81	SEMICTRD	
33829	35.09232	1.999384	615.0446	SEMICTRD	
35320	36.639	2.113083	564.0166	SEMICTRD	
35243	36.55913	2.254463	496.7645	SEMICTRD	
37078	38.46266	1.816143	1531.122	SEMICTRD	

等級を求める

	Hipparcos	
	カタログ値	測光結果
α Per	1.79	1.79
γ Per	2.91	2.71
δ Per	3.01	2.66
ι Per	4.05	3.86
ψ Per	4.32	3.95
σ Per	4.36	4.09
β Per		2.87



比較星だけを使ってグラフを作る

X軸がHipparcos等級、Y軸は観測結果

これを直線に近似して近似式から変光星の等級を求めて下さい。

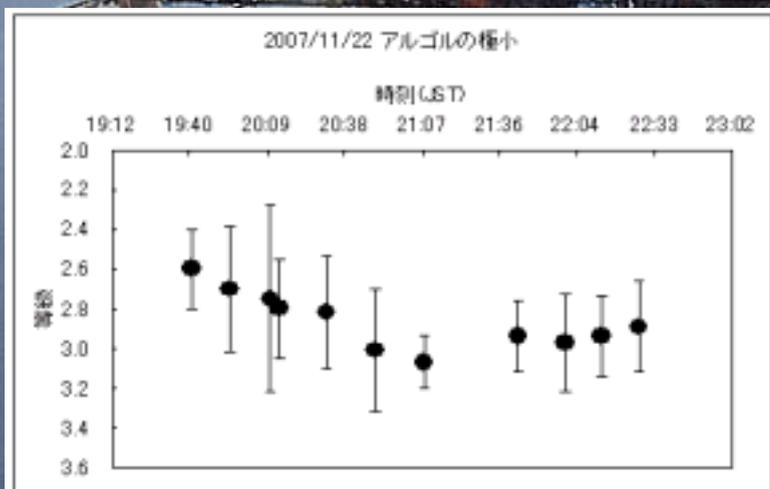
この時点での測光誤差は近似式と比較星の測光結果との標準偏差で構わない

等級を求める

ここまでで、1枚の画像から変光星の等級が得られました。
5枚の撮影をした場合は、この作業を5回行います。
そして、5つの結果を平均して、最終的な変光星の等級を求めて下さい。
観測時刻は3枚目の露出中央時間になります。
この場合の測光誤差は5つの等級の標準偏差で構わないです。

$$\text{標準偏差} = \sqrt{\frac{\sum (X_{\text{bar}} - X_n)^2}{n}}$$

ですが、母数が少ないので私はn-1で割っています。



おしまい

