### 2017 年変光星観測者会議収録





2017 年変光星観測者会議 2017 年 7 月 1-2 日 明治大学(生田校舎)

7月1日

```
開会
自己紹介・近況報告
発表[BASS project による低分散分光データの整約方法] 菅原賢
AstroimageJ 鈴木仁
天界 中谷仁
休憩
最新機材の紹介 南口
集合写真
```

懇親会

7月2日

周期未知の食変光星 永井和男 VSOLJが見つけた oEA 候補 永井和男 AstroImageJを使った測光事例 永井和男 最近の観測・測定方法と観測結果 伊藤芳春 変光星この1年 前原裕之 これから観測できる面白い変光星の予報の紹介 清田誠一郎 休憩 座談会 閉会 2017/07/01 変光星観測者会議(明治大学 生田キャンパス)

#### 「画像処理・測光フリーソフト"AstroImageJ"(AIJ)の使い方について」~我流入門

東京都 鈴木 仁 (日本変光星研究会)

#### 1. AIJ を選んだ理由

AIP4WIN を使おうとしたのですが Windows10 に正常にインストールできず(ユー ザー登録しても何日かして起動すると繰返しユーザー登録を求められる現象)、解決方 法をネットで検索しているうちに AAVSO 等のフォーラムで AIJ の存在を知りました。 使ってみて次のような点が気に入って常用しています。

・CCDによる5色(U/B/V/R/I)測光で画像処理、測光処理がしやすい画面。

・軽快に動く。

・マスターフレーム・ダークフレーム作成のために画像の正規化処理、メディアンコンポジットができる。

・画像の連続再生で測光に不適切な画像(雲通過など)を見つけて測定から外すこ とが簡単にできる。

・連続測光の時、画像間で星がずれていても星像の重心を探索して測光してくれる。

・重心探索で追いきれない場合には、画像アライメントでの星の位置を揃えること ができる。

・FWHM を測定して測光アパチャーの設定がワンタッチでできる。また画像ごと に自動的に FWHM を計測しアパチャー径を変えて測定してくれる。

・スカイアパチャーにほかの星が入っていても自動で除去・計測してくれる。

・画像ごとに測光誤差を算出してくれる。

・測定した星像が飽和していないか表示される。画面でもカーソルでカウント値の ピークを見ることができる。

p. 1

・無料である。

#### 2. AIJ の入手とインストール

AIJ の公式ホームページ

http://www.astro.louisville.edu/software/astroimagej/

にアクセスし、画面サンプルのすぐ下にある「downloading an installation package」をクリ ックするとダウンロードファイルのあるページに行きます。





#### AstroImageJ ImageJ for Astronomy

AIJ は「Java」を使っているのでパソコンに Java がインストールされていることが 必須です。AIJ の作者は、Windows 7 以降で 64Bit システムであれば 64Bit 版のイン ストールを強く推奨しています (32Bit 版だとメモリ不足でうまく動かない時があるら しい)。32Bit と 64Bit の Java は同じパソコン内で共存できるそうなので、64Bit 版 Windows で 32Bit 版 Java しかインストールされていない場合は、64Bit Java 付きを インストールすることを推奨しています。 できれば Java 付パッケージをインストールするのが一番簡単です。ダウンロー ドした ZIP ファイルを解凍し、「AstroImageJ」フォルダーを適当なディレクトリにコ ピーし、フォルダー内の「AstroImageJ.exe」ファイルを起動すれば自動的にセットア ップが行われて使えるようになります。「AstroImageJ.exe」のショートカットを作っ ておけば起動が簡単です。

64Bit Java 付パッケージでインストールをした場合には不要ですが、既に 64Bit Java がインストール済みで AIJ のみインストールする場合には、AIJ に 64Bit Java のある場所のパスを設定する必要があります。少し面倒ですが、英文のインストールマ ニュアルに従って設定してください。



#### Index of /software/astroimagej/installation\_packages

_	Name	Last modified	Size	インストールマニュアル(英文)
2	Parent Directory		/	
	AstroImageJ installation linux.html	2014-12-07 01	:05 39K	
	AstroImageJ installation mac.html	2017-01-20 12	:15 5.3K	
Ē	AstroImageJ installation windows.html	2014-12-07 01	:23 54K	
ų,	AstroImageJ script.tar.gz	2014-12-07 18	:05 1.2K	
5	AstroImageJ user guide 2.0 partial.pdf	2014-12-07 17	:50 1.9M	
ų,	AstroImageJ v3.2.0 20160201 linux.tar.gz	2016-02-01 04	:16 7.7M	
ų,	AstroImageJ v3.2.0 20160201 mac.zip	2016-02-01 02	:30 10M	
ų,	AstroImageJ v3.2.0 20160201 windows.zip	2016-02-01 03	:52 7.9M	
ų,	AstroImageJ v3.2.0 20170222 windows java7 x32.zip	2 7-02-22 05	:41 51M	
ų,	AstroImageJ v3.2.0 20170222 windows java7 x64.zip	2 2017-02-22 05	:39 54M	
?	Xresources	2014-12-07 17	:49 412	
Apo	che Server at www.astro.louisville.edu Port 80	64Bit Java 付パッケージ		
	🛛 🙆 🗃 🛕 🖘 🛷 🧮 🥭 🛛	×⊒ ×⊒	00	17:12 2017/06/20

#### 3. AIJ の起動

土星のショートカットをクリックすると AIJ が起動します。表示されるのは下のようなツールバーだけです。AIJ は主に生物研究で使われている画像処理ソフト「ImageJ」 上のアプリケーションとして作られているので、AIJ として使用するのは「File」「Edit」 と①~⑧のボタンだけです。他は本来の ImageJ の機能で使いません (と思います)。



「File」: 画像をスタック(次項4. で後述)に読込み、表示 「Edit」: スタックメモリーサイズの設定など

- ① AstroImageJモードにする(起動するとONになっている)
- ② アパチャー測光の設定
- ③ マルチアパチャー測光の設定
- ④ オーバーレイ (アパチャーなどが表示されるフレーム)のクリヤー
- ⑤ グラフプロット機能の設定
- ⑥ 測定結果表の読込み・表示
- ⑦ CCD 画像処理(Data Processor)

⑧ Coordinate Converter (分点変換、SIMBAD による対象チェック等) 私は通常の測光作業では、これらの内、File と⑦DP しか使いません。

#### 4. 最初の設定(後での変更も可能)

AIJ は連続測光など、複数枚の連続した画像を一度に読み込んで処理します。これを 「スタック」と呼んでいますが、メモリー上に画像をスタックすれば処理が速くできま す。このために AIJ はメモリー領域を確保します。確保する上限はパソコンの物理的 メモリー容量の2/3以下を推奨しています。

「Edit」→「Options」→「Memory & Threads」とクリックすると「Memory」ウィンドウが開 くので[Maximum Memory]の値を設定します。



その他のパラメーター等はよくわからないのでいじっていません。

一部の処理を除き、測光や処理がスタック上の画像に対して行われるので元の画像 データが改変されることなく、処理が何回でもやり直せます。

もし画像枚数が多くてメモリー上にスタックしきれない場合は、一部をハードディ スク上に展開する「バーチャルスタック」にします。処理速度は若干遅くなりますが、 多数の画像でも処理できます。これを使うかどうかの設定は、画像読み込み時に随時指 定できるので、やり方は後述します。

スタック表示画面ではウィンドウ上部に確保メモリー中の使用割合(%)、バーチャ ルスタック使用時には「V」の文字が表示されます。

#### 以下、現在の私のデーター処理のやり方に沿って操作を紹介します

(作業の流れ)



#### 7. 観測画像の測光操作

観測画像(FITS 形式、ファイル名にどのバンドで撮ったか判るように U・B・V・R・ I の文字を付加 ← これは CCD カメラのキャプチャーソフトで設定しています)の用 意。



(7-1) AIJの「DP」で各バンドごとにダーク減算・フラット補正処理

(7-2) 一連の処理画像を AIJ のスタックに読込み、不良画像のチェック・排除。 (7-3) 画像間の星のズレが大きいときはアライメントで補正する。

(7-4)任意の星を選んで FWHM でアパチャー径を決定する。

(7-5)マルチアパチャー測光で、目的星、比較星、チェック星を指定して測光。測 光結果を保存して AIJ を終了する。

#### 8. データ整約

保存した測光結果をエクセルに読み込んで、データ整約を行う。 ・目的星・比較星・チェック星の測光値・誤差値を等級への変換 ・目的星と比較星、比較星とチェック星の等級差の平均値と誤差の計算 ・目的星の機械等級の計算 ・目的星の機械等級を標準システムへ変換 ・VSOLJ報告フォーマットの作成 ・必要に応じて光度グラフを作成

#### 5. マスターダークフレームの作成

マスターダークフレームは観測で使う露出時間ごとに数十枚のダークフレームを撮影し、 メディアンコンポジットして作ります。私の場合、露出時間は15・30・60・90・120・180・ 240・300・360秒、冷却温度は-10℃で各50枚撮影しコンポジットしています(時間がか かるのでカメラに蓋をしてキャプチャーソフトで自動撮影しています)。後で処理するとき にどの露出時間のファイルかわかるようにファイル名の中に"E60\_"(露出60秒)など識別 できる文字を入れて撮影します。

なるべく煩雑さを避けるため、CCDカメラの冷却温度は一年を通じて一本にできる温度 とし、露出時間には決めた秒数以外は使わない、ビニングは2×2のみにして、作成したマ スターダークフレームを使いまわすようにしています。

元のダーク画像をメディアンコンポジットするのに AIJ では⑦DP(Data Processor)を 使うのですが、ここで問題が起こることがありますので、DP で作成するやり方と DP でう まくいかなかったときのやり方を説明します。

#### (5-1) マスターダークフレームを DP で作成する

- ・DP ボタンをクリックします。DP ウィンドウの前に Coordinate Converter(CC) ウィンドウが開きますが使わないので CC を閉じます。
- ・DP ウィンドウ上の[Dark Subtraction]欄の[Build]と[med]だけにチェックを入れま す。他は外します。
- ・欄の中の4つのボックスは、上段が元画像の置かれているフォルダーのパスと元 画像のファイル名、下段がコンポジットした画像(マスターダークフレーム)を 保存するフォルダーのパスとコンポジット画像のファイル名を指定します。

各ボックスの脇にあるフォルダー/ファイルマークをクリックするとフォル ダーやファイルの選択ウィンドウが開くので、そこで当該フォルダーやファイ ルを選択すれば指定することができます。



ここで AIJ の特長は、複数枚の画像をまとめて処理するのにファイル名のワ イルドカード (「\*」等)を使ってファイルの中から任意のグループだけを指定で きることです。

画像処理や測光作業でワイルドカードが使えますので、あらかじめファイル 名にどのような識別文字を入れるか使いやすいように考えておいてください。

処理する画像と処理した画像の保存フォルダー・ファイル名の指定が終わったら画面の一番下にある[START]ボタンをクリックします。メディアンコンポジットされた画像ファイルが出来上がるはずです・・・・しかし、原因は不明ですが、元の画像ファイルに問題はないのにうまくマスターファイルが作成できないことがあります。トラブルの現象としては、

(1) 出来上がったファイルが AIJ で読み込めない、FITS ファイルとして認識 しない(自分で生成したくせに何を?と腹が立ちますが)。

画像を読み込もうとすると下の図のようなメッセージが出て、読み込んでく れない上、ステライメージやマカリィなど他のソフトを使っても開くことがで きません。もちろん元の画像は正常に開けますし、FITS ヘッダーも特に問題あ るようには見えません。

同様に処理してうまくいくファイルもあるので、今のところは原因がわかり ません。

![](_page_9_Picture_0.jpeg)

(2) 明らかに異常なマスターフレームが生成される。AIJ で正常に読み込め開く ことができるが、元の画像から見て明らかに異常な画像です。これも特定の画像で 発生しますが原因は不明です。

以下は①50 枚コンポジットのための元画像1枚、②DPで50 枚のメディアンコ ンポジットをした時に作成された異常なマスターダーク、そして③後述する手順 で作成した正常なマスターダークです。

さらにその下は、④正常なマスターダークを使って作成したマスターフラット (後述)と⑤異常なマスターダークを使って作成したマスターフラットです。この ままでは使用できません。

![](_page_9_Figure_4.jpeg)

① コンポジット前のダークフレーム元画像

![](_page_10_Figure_0.jpeg)

② DP でメディアンコンポジットした時に作成された異常マスターダーク

![](_page_10_Figure_2.jpeg)

![](_page_10_Figure_3.jpeg)

![](_page_11_Figure_0.jpeg)

④ ②の異常なマスターダークで作成した異常なマスターフラットの例

⑤ ③の正常なマスターダークで作成した正常なマスターフラットの例

![](_page_11_Figure_3.jpeg)

以上のように、DP で作成したマスターダークが読込み不能であったり、異常なものが作成される場合は、残念ながら、別の画像処理ソフトで作るか、次の手順で作成してください。

#### (5-2) スタックに読込んで[Process]を使って作成する方法

メディアンコンポジットしようとする画像ファイルを AIJ のスタックに読込ん で、スタックウィンドウのメニューの中にあるコンポジット機能を使ってメディ アンコンポジットします。出来た画像は自動保存されないのでスタックウィンド ウを閉じる前に必ず FITS 形式で保存操作をします。

DP で作成した場合には FITS ヘッダーには合成までの処理履歴が記録されますが、この方法で作成した画像ファイルのヘッダーには元の撮影データーや処理履歴が失われてしまうのが欠点です。

メニューバーから [File] → [Import] → [Image Sequence] で「Open Image Sequence] ウィンドウが開くので、コンポジットする元画像のフォルダーを開き、 画像ファイル名をどれでもいいですからダブルクリックします。

![](_page_12_Picture_4.jpeg)

<ul> <li>File Edit Imag</li> <li>O, C O</li> <li>*Oval*, elliptical or b</li> </ul>	AstroImageJ ge Process Analyze Plugins Window Help A A M M E Sections (right click to switch)	×	2A 2A
<u>\$</u>	Open Image Sequence		×
ファイルの場所(エ):	→ AtikDark2x2=20170226	G 🤌 📂 🛄 -	
An	名前	更新日時	種類 ^
2	Dark001E15-10C.fit	2017/02/24 1:12	FIT ファイル
最近表示した場所	Dark001E30-10C.fit	2017/02/24 1:28	FIT ファイル
	Dark001E60-10C.fit	2017/02/24 1:57	FIT ファイル
	Dark001E90-10C.fit	2017/02/24 2:50	FIT ファイル
テスクトッノ	Dark001E120-10C.fit	2017/02/24 4:08	FIT ファイル
<u>~~</u>	Dark002E15-10C.fit	2017/02/24 1:13	FIT ファイル
	Dark002E30-10C.fit	2017/02/24 1:29	FIT JF11
フイノフリ	Dark002E60 Dark002E60 読込みたいファイルの 1	つをダブルク	
	<ul> <li>Dark002E12 リック。又は選んで「開く」</li> <li>Dark003E15</li> </ul>	をクリック。	
PC	Dark003E30_10C fit	2017/02/24 1.20	
	<		>
ネットワーク	ファイル名(N): Dark001E120-10C.fit	~ *	開((0)
	ファイルの種類(T): すべてのファイル (*.*)	¥	キャンセル

「Sequence Option」ウィンドウが開きます。ここではダブルクリックしたファ イルを含むフォルダー内の全ファイルを読み込もうとしていますから、[File name contains:]にコンポジットしたいファイルを識別する文字を入力します(例えば露 出 15 秒のファイル名の中に"E15-"という文字列を設定してあれば「E15-\_」と 入力します。)該当するファイルの個数:<u>mnn</u>がウィンドウの下の「xxxx×yyyy× <u>mnn</u>」に表示されるので正しく選択できたか確認できます(xxxx,yyyy は画像の縦 横のピクセル数です)。下の例では、撮影したダークフレームを収めたフォルダー 内の全ファイル数が 459 個、その中から「E15」という文字を付けた露出時間 15 秒のファイルを指定し、50 個が該当していることを示しています。

また、ここに「4. 最初の設定」で触れたバーチャルスタックの設定チェックボッ クス[Use virtual stack]があります。チェックを入れればバーチャルスタックが有効 になります。読み込む枚数や画面の画素数が大きく、メモリー内にスタックできな い時はエラーメッセージが出るので、その時はバーチャルスタックにします。

ちなみに、AIJではスタック上の一枚一枚の画像を「スライス」と呼んでいます。

![](_page_14_Figure_0.jpeg)

[OK]をクリックすると指定したファイルがスタックに読込まれ、スタックのウィンドウが開きます。[Process]→[Combine stack slices into single image]をクリック。

![](_page_14_Picture_2.jpeg)

「ZProjection」ウィンドウが開くので[Median]を選んで[OK]をクリックするとメ ディアンコンポジットが始まります。

		File Pi 1/50 (Dark	references (001E15-10	Scale C); 1374	View x1099 p	Annotate pixels; 16-b	Edit F it; 144MB
DP -7 >>				Imag	eJ X:	749.50	47 Ima
					RA:		
	- 2			FI	TS X:	750.00	47 1
<b>刃</b> メージ7 Ca	0	Z	Projectio	n	×		6 🙋 🧲
i4) mageJ bryr	Pro	Start slice: Stop slice: jection type	50 Median		✓ ancel		φ.
		413 pixels					

コンポジットが終わると、コンポジット画像のウィンドウが開きます。この画像 がマスターダークフレーム(この例では冷却温度-10℃、露出時間 15 秒のマスタ ーダーク)です。メニュー[File]→[Save image/slice as FITS]で適当なファイル名を 付けて保存します。保存せずにウィンドウを閉じると消えてしまいます。また、保 存は必ず FITS で行って下さい。(もしウィンドウを閉じてしまった場合は、まだ スタックウィンドウが残っているので[Process]からやり直すことはできます。)

![](_page_15_Figure_3.jpeg)

#### 6. マスターフラットフレームの作成

マスターフラットのためのフラット画像の撮影はいろいろな方法がありますが、私はま だ明るいうちに筒先に拡散板(乳白アクリル板)を付け、空に向けて撮影しています。

別途、フラット撮影の露出時間と同じ時間のダーク画像も撮影し、前項5.のやり方でマ スターダークを作成しておきます。このフラット画像とマスターダークを使ってマスター フラットフレームを作成しますが、前項と同じく「DP」で作成する方法と、それがうまく いかない場合の方法について説明します。

#### (6-1)マスターフラットフレームを DP で作成する

「DP」を開きます。

「Dark Subtraction」欄の[Enable]をチェックし、フラット用のマスターダークを指定(保存してあるフォルダーとファイル名)する。

「Flat Division」欄の[Build]と[med]をチェックし、上段に元になるフラット画像の フォルダーとファイル名(複数枚なのでワイルドカードで)を指定する。下段に作 成したマスターフラットを保存するフォルダーとファイル名を指定する。

[Remove Gradient] (オプション) はフラット光源に偏りがあるなどの原因でフラット画像のレベルに傾きがある場合にチェックすると傾きを補正します。光学系の光軸ズレによる偏りの場合には使わない方がいいと思います。

[START]ボタンをクリックするとマスターフラットが作成・保存されます。

![](_page_16_Figure_9.jpeg)

「DP」では、各フラット画像→マスターダーク減算→傾き補正(オプション)→ 正規化処理→メディアンコンポジット→マスターフラット、の流れで自動的に作 成が行われます。

#### (6-2)スタックウィンドウを使ってマスターフラットを作成する

もし、マスターダーク作成の時のように「DP」での作成がうまくいかない場合 には、「DP」とスタックウィンドウを使って作成します。

作業のアウトラインは以下の通りです。また、前項(6-1)と同じくフラット 用のマスターダークは作成してあるものとします。

- (1)「DP」のダーク減算機能でフラット画像からマスターダークを引く。 (これは通常の観測画像を処理するときに使う機能です)
- (2) ダーク減算したフラット画像をスタックに読込む。
- (3) [Process]の[Normalize image/stack]で正規化する。(薄明フラットなど明るさに変化があるときに必要です)
- (4) [Combine stack slices into single image] でメディアンコンポジッ
- トして出来上がったマスターフラットを FITS 形式で保存する。

#### (1)「DP」でダーク減算する

「DP」を開きます。

一番上にある「Science Image Processing」「Filename Pattern Matching」の[Enable]を チェックし、フラット画像のフォルダーとファイル名を指定。ファイルは複数枚あ るのでワイルドカードで指定します。

「Dark Subtraction」は[Enable]のみチェックし、用意してあるフラット用マスター ダークのフォルダーとファイル名を指定します。

「Save Calibrated Images」欄の[Enable],[32]をチェックし、ダーク減算したファイルの保管フォルダ名を指定します。このフォルダは自動的に元のフラットファイルのあるフォルダーの中にサブフォルダーとして作成されます。

[Suffix]はデフォルトで"\_out"が入っています。サブフォルダーに出力されたファ イルの名前にはこの文字が付加されます。変えても構いません。

[Format]は特に指定しなくても FITS 形式で保存されます。

最後に一番下の[START]ボタンをクリックします。

ダーク減算処理が始まり、処理された画像が次々に表示されます。

DP	CCD Data Processor	- 🗆 🗙
File Preferences View		
Control Options	フラット画像のフォルターとファイル名 FilenamePattern	Totals ^
Filename Pattern Matching		
Enable Sort Num	C:Users\suzukiDocuments\2017変光星観測者会議用ファイルV4ikFlat2x2-20170226\ 🚺 Flat_I*.fit 📄	50
Filename Number Filtering		60
	mili' n'ar 233333330 ▲ Liqf'L'ir	50
Bias Subtraction		0
	マスターダークのフォルダーとファイル名	0
Dark Subtraction		
🗌 Build 💿 ave 💿 med	C:\Users\suzukilDocuments\2017変光星観測者会議用ファイル\4tikFlat2x2-20170226\ 🔰 Dark*E0.03-10C.fit	0
🗹 Enable 🔄 scale 🗹 deBias	C:Users\suzukiDocuments\2017変光星観測者会議用ファイル\AtikFlat2x2-20170226\ 🛛 🏹 compDark0.05.fts 👘	1
Flat Division		
Enable	C:USePsiSUZUKIUOCUments/2017変元金観測者安観用ファイルマスターフラット1450用ーハフト Fiat_IT.mt	0
Image Correction		
Enable Linearity Correction	l) + 0.0E0 + ×(PixVal) <sup>2</sup> + 0.0E0 + ×(PixVal) <sup>3</sup>	
Remove Outliers I Bright	ダーク減算したファイルを保管	
FITS Header Updates		
General Plate Solve	9 るリノノオルタ (日期) 生 RU Observatory Location Source	
Save Calibrated Images	Sub-dir Dark#FiziFizi	
Post Processing		
M-Ap Save Image	Macro 1 C:IUsers\suzuki\	0
M-Plot Save Plot	Macro 2 C:\Users\suzuki\	0
Control Danal		
<u>&lt;</u>		>

(2) ダーク減算したフラット画像をスタックに読込む(5-2)で説明したので説明略

(3) 画像を正規化処理する

スタックウィンドウ上の[Process]→[Normalize image/stack]でウィンドウが開く ので[Median]を指定して[OK]でスタート。(下のチェックボックスと数字の効果は 未確認。そのままにしてます。)

![](_page_18_Picture_4.jpeg)

しばらくすると正規化処理が終わるので、スタックウィンドウの下にあるスク ロールで画像(スライス)をチェックすると各画像のカウント値がほぼ揃っている のが確認できます。

(4) メディアンコンポジットを行う

そのままの画面で[Process]→[Combine stack slices into single image] でメディア ンコンポジットをすればマスターフラットの出来上がりです。やりかたは(5-2) で説明したので省略します。

#### 7. 観測画像の測光操作

以上までのマスターダーク/フラット作成でやってきたように、AIJではダーク減算・フ ラット補正などの画像処理は主として「DP」で、これから説明する測光などの処理はスタ ックウィンドウで行います。

(7-1) DP を使って観測画像をダーク減算・フラット補正処理を行う
 DP を開きます。

「Science Image Processing」「Filename Pattern Matching」の[Enable]をチェックし、 観測画像のあるフォルダーとファイル名を指定。

「Dark Subtraction」の[Enable]をチェックし、マスターダークのフォルダーとファ イル名を指定。

「Flat Division」の[Enable]をチェックし、マスターフラットのフォルダーとファイル名を指定。

「Save Calibrated Images」の[Enable]と[32] (32 ビットで保存)をチェックし、補正 処理した画像の保存サブフォルダを指定。

[START]ボタンをクリックして処理を開始します。

処理が終わったら、画像ウィンドウ、ログファイルウィンドウを閉じます。

			CCD Data Processor			-	
ile Preferenc	ces View						
Science Image	e Processing						
Filename Pat	tern Matching	Cill le arel augustal De augustal 2017	※日報測書会送用ファーブル Data2017052	21	0447 8/6		
Enable	Soft Num	C:\Users\suzuki\Documents\z017%	元生観測者安護用ファイル/Data2017052	J.	CAMZ_*V.fit		3
Filename Nur	mber Filtering	Min:	0 - Max:	999999998 🔹	CAMZ_*V.fit		3
Bias Subtracti	ion						
Build	🔵 ave 💿 med				bias_		0
Enable					mbias.fits		0
Dark Subtract	tion						
Build	🔵 ave 🔘 med	C:\Users\suzuki\Documents\2017褒	光星観測者会議用ファイルVAtikFlat2x2-20	170226\	Dark*E0.03-10C.fit		0
<ul> <li>Enable</li> </ul>	scale 🗹 deBias	C:\Users\suzuki\Documents\2017褒	光星観測者会議用ファイルWasterDark_A	tik\ 🗾	MED_Dark15-10C.fits		1
lat Division				,			
Build	🔵 ave 🔘 med	C:\Users\suzuki\Documents\2017褒	光星観測者会議用ファイルマスターフラ	ット作成用ーバンド 🐚	Flat_I*.fit		0
<ul> <li>Enable</li> </ul>	Remove Gradiep	D:\変光星観測\CCD観測\観測データ	フラットライブラリー\LX200-Atikマスター	·フラット\2x2\ 🗾	MED_Flat_V.fits		1
Enable Linearity Correction New pixel value = 0.0E0 ⇒ + 1.0E0 ⇒ × (PixVal) + 0.0E0 ⇒ ×							
Remove Outliers W Bright W Dark Radius. 210 Threshold. 5000							
ITS Header U	Indates						
in o noudor o	puutoo	Tar	get Coordinate Source	C	bservatory Location Source		
<ul> <li>General</li> </ul>	Plate Solve	🔶 📉 🥕 Co	ordinate Converter manual entry	~ C	oordinate Converter manual entry	~	
ave Calibrate	and images						
Enable	○ 16	Sub-dir: CAMZ補正済	Suffix: _out	Fo	rmat	GZIP	
Post Processi	ing						
M-Ap	Save Image		Mac	ro 1 C:\Users\suzuki\			0
M-Plot	Save Plot		Mac	ro 2 C:\Users\suzuki\		1	0
Control Panel	Interval		$\frown$			_	
roningi	Interval	. 98 🗖 🌔	START PAUSE	RESET		Processed:	0

#### (7-2) 補正済の画像をスタックに読込む

[File] → [Import] → [Image Sequence]で補正済の画像をスタックに読み込みま す。もし画像が1枚だけ又は特定の画像のみ開きたい場合は、[File] → [Open]で読 み込みます。

下の方にあるスライダーを動かすとスタック上の画像(スライス)を確認できる ので、雲などで測光に不適当な画像があれば、ツールバーの左端にある削除ボタン でスタックから削除します。スタックからは削除されますが元のフォルダー内の ファイルには影響ありません。

後の測光時に測光アパチャーは、星像の重心位置を自動探索してくれますが、も しスライス間の星像位置が大きく飛んでいる場合には探索しきれません。その場 合には次項(7-3)の方法でスライスの位置補正をおこなって星像の移動を許容 範囲に揃えます。

問題がない場合には(7-4)に進んでください。

※(表示される画像が裏返しになっている場合)

撮影したカメラによって CCD ピクセルの座標原点の取り方が違うためか、読み 込んで表示された画像が反転(鏡像)している場合があります。その場合は画面上 のメニューバーから[View]→[Invert X],[Invert Y]のいずれかを選んで反転させます。 画像を反転させると N,E を示す矢印が合わなくなるので、[WCS]→[Set north and east arrow orientations for images without WCS]で正しい方位にセットしてください。 これらの設定は自動的に記憶され、以降 AIJ を立ち上げた時も有効になります。

![](_page_21_Figure_0.jpeg)

#### (7-3) 画像(スライス)の位置補正をする(星像の飛びが大きい場合)

File       Preferences       Scale       View       Annotate       Edit       Process       Color Analyze       WCS         ***Warning - these selections may modify your image data**       Data reduction facility       1.4218       Value: <b>756.7504</b> Data reduction facility       1.4218       Value: <b>756.7504</b> Combine stack slices into single image       Int Cnts:       537.9981         Image/stack calculator       Smooth image/stack       Smooth image/stack         Sharpen image/stack       Normalize image/stack       Image/stack         Align stack using image stabilizer       Aply image stabilizer coefficients       Shift image manually		CYGSS補正	済 (V) (70.3	3%)		-	
**Warning - these selections may modify your image data**   Data reduction facility 1.4218   Value: 756.7504   Peak: 842.3653   Somoth image/stack 599.0782   Sharpen image/stack Int Cnts:   Align stack using WCS or apertures   Align stack using image stabilizer   Apply image stabilizer coefficients   Shift image manually	File Preferences Scale View Annotate E	dit Process	Color Analy	ze WCS			
Data reduction facility       1.4218       Value:       756.7504         Data reduction facility       Peak:       842.3653         Combine stack slices into single image       1mage/stack calculator       599.0782       Int Cnts:       537.9981         Image/stack calculator       Smooth image/stack       Smooth image/stack       Smooth image/stack       Smooth image/stack         Align stack using image stabilizer       Apply image stabilizer coefficients       Shift image manually       Shift image manually	**Warning - these selections may modify your image	e data**	Io WCS)	-			
Data reduction racinity       Peak:       842.3653         Combine stack slices into single image       Int Cnts:       537.9981         Image/stack calculator       Smooth image/stack       Sint Cnts:       537.9981         Smooth image/stack       Sharpen image/stack       Sint Cnts:       537.9981         Align stack using WCS or apertures       Align stack using image stabilizer       Apply image stabilizer.coefficients         Shift image manually       Shift image manually       Sint Cnts:       Sint Cnts:	Dete se du stille fe silite		1.4218	Value:	756.7504		
Combine stack slices into single image Image/stack calculator Remove outliers from image/stack Smooth image/stack Sharpen image/stack Normalize image/stack Align stack using WCS or apertures Align stack using image stabilizer Apply image stabilizer coefficients Shift image manually	Data reduction facility			Peak:	842.3653		
Image/stack calculator Remove outliers from image/stack Smooth image/stack Sharpen image/stack Normalize image/stack Align stack using WCS or apertures Align stack using image stabilizer Apply image stabilizer Shift image manually	Combine stack slices into single image		599.0782	Int Cnts:	537.9981		
Remove outliers from image/stack Smooth image/stack Sharpen image/stack Normalize image/stack Align stack using WCS or apertures Align stack using image stabilizer Apply image stabilizer coefficients Shift image manually	Image/stack calculator		K 👿 🔍 I	🗈 🔶 📟			
Smooth image/stack Sharpen image/stack Normalize image/stack Align stack using image stabilizer Apply image stabilizer coefficients Shift image manually	Remove outliers from image/stack						
Sharpen image/stack Normalize image/stack Align stack using WCS or apertures Align stack using image stabilizer Apply image stabilizer coefficients Shift image manually	Smooth image/stack		pixels				
Normalize image/stack  Align stack using WCS or apertures  Align stack using image stabilizer  Apply image stabilizer coefficients  Shift image manually	Sharpen image/stack			-			
Align stack using WCS or apertures Align stack using image stabilizer Apply image stabilizer coefficients Shift image manually	Normalize image/stack						
Align stack using image stabilizer Apply image stabilizer coefficients Shift image manually	Align stack using WCS or apertures						
Apply image stabilizer coefficients Shift image manually	Align stack using image stabilizer						
Shift image manually	Apply image stabilizer coefficients						
	Shift image manually						
Select stack images with best focus	Select stack images with best focus						
Flip data in x-axis	Flip data in x-axis						
Flip data in y-axis	Flip data in y-axis					1	
Rotate data 90 degrees clockwise	Rotate data 90 degrees clockwise						
Rotate data 90 degrees counter-clockwise	Rotate data 90 degrees counter-clockwise						

[Process]→[Align stack using WCS or apertures]でアライメ ント(位置補正) 機能を使います。

![](_page_22_Figure_0.jpeg)

「Stack Aligner」ウィンドウが開きます ので、アライメントの基準になる星を指定 するアパチャーのサイズ(ピクセル半径) を入れます。星像位置の飛ぶ範囲をカバー できる大きさにします。

大きすぎると隣の星を捉えてうまくア ライメントできません。

基準星の選び方とアパチャー径の兼ね 合いを試してください。

[Align only to whole pixels]と[Show help panel during aperture selection]以外のチ エックはすべて外します。

[OK]をクリックすると操作ヘルプが表示 され、画像上でアライメントの基準星を選

択できるようになります。周囲に星がなく全スライスを通じてはっきり写ってい る星を選びます。カーソルを星に合わせて左クリックするとアパチャーが表示さ れて選択されます。取り消しは合わせてもう一度左クリックすると消えます。

今のところ AIJ のアライメントには回転ズレ補正の機能がありませんが、測光 のためにはアパチャーが重心探索できる範囲にズレが収まっていればいいので問 題ありません。

基準星は複数指定することができますが、同上の理由で1個で問題ありません。 基準星の指定が終わったら画像上で右クリックするとアライメントが始まります。

![](_page_22_Picture_9.jpeg)

![](_page_23_Picture_0.jpeg)

バーチャルスタックを使っている場合 は自動的に「aligned」という名前のサブ フォルダーが作成され、アライメントさ れた画像が"aligned\_"を付けたファイル 名で保存されるので、一度ウィンドウを 閉じてそのファイルを読み込みます。

AstroImageJ     -     ×       File Edit Image Process Analyze Plugins Window Help       Q     Q     Q     P       P     A     P     E     D       *Straight*, segmented or freehand lines, or arrows (right click to switch)							
<u>*</u>	Open Image Sequ	ence					
ファイルの場所(I):	📙 CYGSS補正済	v 🥝 🌶 📂 🎞 🗸					
(Ana	名前	更新日時	種類 ^				
2	퉬 aligned	2017/06/07 18:23	ファイル フォル				
最近表示した場所	CYGSS_B.0000002_out.FIT	2017/06/07 17:29	FIT ファイル				
	CYGSS_B.0000007_out.FIT	2017/06/07 17:29	FIT ファイル				
	CYGSS_B.00000012_out.FIT	2017/06/07 17:29	FIT ファイル				
<u> </u>	CYGSS_B.00000017_out.FIT	2017/06/07 17:29	FIT ファイル				
<u> </u>	CYGSS_B.00000022_out.FIT	2017/06/07 17:29	FIT ファイル				
	CYGSS_B.0000002/_out.FIT	2017/06/07 17:29	FIT JP11				
71,779	CYGSS_B.00000032_000.FT	2017/06/07 17:29					
	CYGSS_B.00000037_0ut.FIT	2017/06/07 17:29					
DC	CYGSS B.00000047 out.FIT	2017/06/07 17:30	FIT ファイル				
FC	CYCSS B 0000052 out FIT	2017/06/07 17:30	FIT 77%(I. *				
	<		>				
ネットワーク	ファイル名(N):	¥	開((0)				
1912 7	ファイルの種類(T): すべてのファイル (*.*)	v	キャンセル				

バーチャルスタック を使っていない場合は 画像は保存されず、ス タック画面にそのまま アライメントされた画 像が表示されています。 スライダーを動かし てスライス上の星像が あまり動かなければア ライメントは成功です。 失敗した場合には元 のファイルを再度読み 込んでアパチャー設定 を変えてやり直します。

AstroImageJ     -     ×       File Edit Image Process Analyze Plugins Window Help       Image I     Image I     Image I       Image I     Image I     Image I     Image I       Image I <t< th=""></t<>								
<u>\$</u>	Open Image Sequence	e						
ファイルの場所(I):	🔋 aligned	v 🗿 🏂 📂 🎞 v						
æ	名前	更新日時	種類 ^					
	aligned_CYGSS_B.00000002_out.FIT	2017/06/07 18:23	FIT ファイル					
最近表示した場所	aligned_CYGSS_B.00000007_out.FIT	2017/06/07 18:23	FIT ファイル					
	aligned_CYGSS_B.00000012_out.FIT	2017/06/07 18:23	FIT ファイル					
=76by7	aligned_CYGSS_B.00000017_out.FIT	2017/06/07 18:23	FIT ファイル					
TADIYA	aligned_CYGSS_B.00000022_out.FIT	2017/06/07 18:23	FIT JF11					
	aligned_CYGSS_B.00000027_out.FT	2017/06/07 18:23						
	aligned_CYCSS_B.00000032_out.FIT	2017/06/07 18:23						
517.55	aligned_CYGSS_B.00000037_0ut.FIT	2017/06/07 18:23	FIT ファイル					
	aligned_CYGSS_B.00000047_out.FIT	2017/06/07 18:23	FIT ファイル					
PC	aligned CYGSS B.00000052 out.FIT	2017/06/07 18:23	FIT ファイル					
	Baligned CVGSS_B 00000057 out FIT	2017/06/07 18-23	FIT 77/11. ¥					
	<		>					
ネットワーク	ファイル名(N):	¥	開((0)					
	ファイルの種類(T): すべてのファイル (*.*)	¥	キャンセル					

#### (7-4) 測光アパチャー径を決める

スタック画像上の任意の星を[Alt]キーを押しながら左クリックする、または、任 意の星を左クリックしてから[Analyze]→[Plot seeing profile]で星像のプロファイル グラフが表示されます。

![](_page_24_Figure_2.jpeg)

AIJ のデフォルトでは星のアパチャー<u>半径</u>を <u>FWHM</u>(半値全幅)の1.4 倍に設 定するようになっています(この値も測光メニューで変更可)。すなわちアパチャ ー半径は <u>HWHM</u>(半値半幅)の1.4×2=2.8 倍に設定されることになっています。 上のグラフの例では HWHM=2.49 なのでアパチャー半径は約7.0 に設定される はずですが12.0 となっています。小さすぎるよりは良いと思うのですが、どうし てこうした設定になるのかは不明です。とりあえず問題なく使ってはいます。

#### (7-5)マルチアパチャー測光(比較星1個、チェック星1個の差測光)

AIJでは複数の目的星(Target: Tn)と比較星(Comparison: Cn)を設定して、 複数の同時測光、アンサンブル測光ができますが、今のところ比較星、チェック星 各1個で基本的な差測光をしています。

まず測光メニューの設定をしておきます。この設定は自動的に記憶されるので 次回 AIJ を立ち上げた時にも有効となり毎回設定する必要はありません。

ツールバーのマルチアパチャー測光ボタン **を**クリックすると設定メニュー が開きます。メニューは3面ありそれぞれ設定項目があります。

ł	Multi-Aperture Measurements	×						
2	First slice < > 1 Last slice < > 15	3 測定するスライス						
	Radius of object aperture < > 12	(7-4)で設定したアパ						
Y	Inner radius of background annulus < > 21	チャー径。修正可						
I	Outer radius of background annulus <							
I	「Use previous 4 apertures (1-click to set first aperture location) 】 ( ( ( ( ( はってい)))							
ł	Use single step mode (1-click to set first aperture location in each image)							
I	Allow aperture changes between slices in single step mode (right click to advance image)	- 自動で使わない						
	✓ Reposition aperture to object centroid ◆ ✓ Halt processing on WCS or centroid error ✓ Remove stars from background ◆ ✓ Assume background is a plane ✓ Vary photometer aperture radius based on FWHM ✓ FWHM factor (set to 0.00 for radial profile mode): ◆ 1,40							
	Radial profile mode normalized flux cutoff: $0.010$ (0 < cuffoff < 1; default = 0.0	10) 画像の FWHM に						
	Prompt to enter ref star apparent magnitude (required if target star apparent mag is desire     Update plot of measurements while running  Show help panel during aperture selection	m 応じてアパチャ ー径を変える						
	CLICK 'PLASE APERTURES' AND SELECT APERTURE LOCATIONS WITH LEFT CLICKS. THEN RIGHT CLICK or <enter> TO BEGIN PROCESSING. (to abort aperture selection or processing, press <esc>)</esc></enter>	操作ヘルプを表示						
	測光時に比較星の 等級を入力する。 Place Apertures Aperture Settings Can							
-	結果は等級表示	<u></u> やか開いて邪魔						

(設定メニュー①)

(設定メニュー②)

理由はわかりませんが、メニュー①と重複している項目が多いです(上半分)。 CCDの項目は使用カメラの実測値を元に設定します。

![](_page_26_Figure_2.jpeg)

#### (設定メニュー③) 結果ファイルに出力する項目、測光画面に表示する情報等を指定します。

![](_page_26_Figure_4.jpeg)

設定が終ったらメニュー①に戻りメニュー下にある[Place Apertures]ボ タンをクリックすると測光アパチャーの設定が始まります。

最初に目的星を左クリックすると緑色のアパチャーT1 がセットされ、 次に比較星をクリックすると赤色のアパチャーC2 がセットされます。比 較星というカテゴリーがないので[Shift]キーを押しながら左クリックし て緑色のアパチャーT3 を比較星としてセットします。

間違えた時はそのアパチャーをもう一度クリックすれば消去できます。

![](_page_27_Picture_3.jpeg)

指定を終わったら右クリックで測光がスタートします。

![](_page_27_Picture_5.jpeg)

測光が終ったら測光結果のファイル「Measurements.xls」を忘れずに 保存します。保存が終ったら AIJ を終了します。

![](_page_28_Picture_1.jpeg)

#### 8. エクセルで測光データの整約をおこなう

保存した「Measurements.xls」をエクセルシートに読込み、必要なデータを使って整約、 報告書式の作成、グラフの作成等を行います。Measurements.xlsの項目を以下のように利 用しています。

整約項目	Masurements.xls 算出に必要な項目	算出方法
対象名、測	Label(ファイル名)	文字列関数で抽出
光バンド		
撮影日時	JD_UTC(露出中央值)	JD_UTC - 2415018.5 = UTC のシリアル値
露出時間	EXPTIME	そのまま(秒)
冷却温度	CCD-TEMP	そのまま (℃)
使用アパチ	Source_Rad(base)	そのまま:星半径 (ピクセル)
ャーサイ	Sky_Rad(min)	そのまま:スカイ内半径(ピクセル)
ズ、FWHM	Sky_Rad(max)	そのまま:スカイ外半径(ピクセル)
係数	FWHM_Mult	そのまま:(倍)
目的星,比	Source-Sky_T1	
較星,チェ	$Source-Sky_C2$	$M_N = -2.5 * \log(Source - Sky_N)$
ック星の等	Source-Sky_T2	ここで N = T1,C2,T2
級値 M <sub>N</sub>		

差測光での	Source-Sky_T1	$2.5 * \log(1 + $
測光誤差	Source_Error_T1	$Source\_Error\_T1^2$ Source\_Error_C2^2
(等級値)	$Source-Sky_C2$	$\sqrt{\frac{\text{Source} - \text{Sky}_T 1^2}{\text{Source} - \text{Sky}_C 2^2}} + \frac{1}{\frac{1}{2}}$
	Source_Error_C2	

#### 9. さらに便利な機能、有用な機能(と思うもの)

以上説明してきたことは、基本的な使い方だと思います。AIJ にはもっと高度な機能 が備わっているので皆さんの研究をお願いしたいと思います。

・Plate Solve 機能  $\rightarrow$  赤経、赤緯、方位、エアマス値等の取得。SIMBAD 等データ ベースとの連携。(Astrometry.net にアクセスして API キーを入手すれば無料で使え ます。設定もほとんど不要で簡単)

・バイアスフレームの使用による画像補正操作の簡素化・自動化。

- ・複数個の比較星を使ったアンサンブル測光
- ・複数の目的星の同時測光。エアマス値を使って広写野での測光(大気補正)。
- ・CCDの非直線性補正機能
- ・グラフプロット
- ・リアルタイムで画像処理・測光・グラフプロットし変光をモニター。

以上いろいろと私見で書いてきましたが、思い違いや無知な点もあると思いますの でご指摘を頂ければ幸いです。

#### 10. 参考資料

"AstroImageJ 2.4.1 User Guide plus Getting Started with Differential Photometry" http://www.astro.louisville.edu/software/astroimagej/guide/AstroImageJ User Gui de.pdf

・古いバージョンに基づいた手引きですが使い方が丁寧に説明されています。

"ASTROIMAGEJ: IMAGE PROCESSING AND PHOTOMETRIC EXTRACTION FOR ULTRA-PRECISE ASTRONOMICAL LIGHT CURVES" by Karen A.Collins 他

http://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-3881/153/2/77

・AIJを紹介する新しい論文。AIJの中での処理や誤差の算出についても触れられています。

[User Forum for AstroImageJ]

http://astroimagej.1065399.n5.nabble.com/

・AIJのユーザーフォーラムです。使い方、問題解決など参考になります。

## M2M INC. 星見屋 「ZWO社CMOSカメラのご紹介」

M2M Inc. 星見屋 代表取締役 南口雅也

![](_page_31_Picture_0.jpeg)

- ► 会社名: M2M Inc.
- ▶ 代表取締役:南口雅也
- 東京工業大学卒業後 外資系会計事務所、コンサルティングファーム、ERPソフトウェア企業などで 製造業のシステムコンサルティングに従事
- 2001年:エムツーエムインコーポレイテッド(M2M Inc.)設立 M2M(Manufacturing To Manufacturing)を標榜
- 2011年:仲間と天体望遠鏡輸入専門ネットショップ星見屋設立、店長就任
- ▶ 2012年:星見屋営業権買い取り、M2M Inc. 星見屋事業部設立 現在に至る

![](_page_32_Picture_0.jpeg)

- 天体望遠鏡および関連機器のネットショップ(http://Hoshimiya.com)
- 正規代理店

3

- Teleskop Service Ransburg GmbH ドイツ
- Moravian Instrument Inc. チェコ
- ▶ イタリア GEOPTIK Via Garofoli Officina Stellare
- フランス **USB-Focus**
- アメリカ HOTECH Corp.
  - Astrodon
- カナダ XAGYL
- ▶ 中国 ZWOptical
- ブルガリア APT(<u>A</u>stro<u>P</u>hotography<u>T</u>ool)

2016/10/23

日本 子の星教育社 北軽井沢観測所

![](_page_32_Figure_13.jpeg)

![](_page_33_Picture_0.jpeg)

## I. ZWO社のCMOSカメラ

- 1. 現行カメラの比較(特性・用途別)
- 2. ZWO製カメラに搭載しているセンサーと旧コダック製センサーの比較
- 3. ASI071MC-Cool での分光観測事例
- 4. ASI1600シリーズのシステムチャート
- 5. 星見屋の品質チェックについて

## II, 各種ソフトウェア

- **1.** 惑星撮影用動画キャプチャー: FireCapture
- 2. 天体撮影用ソフトウェア: SIPS
- 3. 天体撮影用ソフトウェア: APTおよびAPTと連動するソフトウェア群
- 4. 電視用に最適:AstroLive

## 0. ZWO社

5

- ▶ 上海空港から新幹線で約40分 蘇州市の若者しかいないビジネス街にオフィス
- 社長はSam Wenさん
- 元々エンジニア
- ▶ 天文ファン
- デスクの上は試作品でいっぱい
- 小さな会社だけど伸び盛り
- 社員はみんな若い
- 社内のクリーンルームで組み立て

![](_page_34_Picture_9.jpeg)

©M2M Inc.

# 6 I. ZWO社のCMOSカメラ 1. 現行カメラの比較(特性・用途別)

型番	ASI071 MC	ASI1600 MM/MC	ASI174 MM/MC	ASI178 MM/MC	ASI185 MC	ASI224 MC	ASI290 MM/MC
センサーサイズ	APS-C	4/3インチ	1/1.2 <b>イン</b> チ	1/1.8インチ	1/1.9インチ	1/3インチ	1/2.8インチ
ピクセルサイズ	4.8µm	3 <b>.8</b> µm	5.86µm	2.4µm	3.75µm	3.75µm	2.9µm
ADC	14Bit	12Bit	12Bit	14Bit	12Bit	12Bit	12Bit
特徴	高DR 低発熱	高DR 低発熱	グローバル シャッター	裏面照射	フルHD		裏面照射
センサー	IMX071	MN34230	IMX174LLJ/ IMX174LQJ	IMX178LQJ	IMX185LQJ	IMX224LQR	IMX290LQR
センサー発表時期 (Sony)	N/A	N/A	2013/12	2013/08	2013/08	2014/10	2015/02
# 7 I. ZWO社のCMOSカメラ 1. 現行カメラの比較(特性・用途別)

型番	ASI071 MC	ASI1600 MM/MC	ASI174 MM/MC	ASI178 MM/MC	ASI185 MC	ASI224 MC	ASI290 MM/MC
太陽	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$
月	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	◎ (強拡大)	◎ (強拡大)
惑星	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	Ø	◎ (大口径有利)
DSO	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$
スカイモニター	$\bigcirc$	$\bigcirc$	Ø	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$
	・大型センサー ・高DR	・大型センサー ・高DR	・大型センサー ・グローバル シャッター	・高感度 ・微細ピクセル ・14Bit	・電子ファイン ダー	・高感度	<ul> <li>・高感度</li> <li>・微細ピクセル</li> </ul>

◎:最適 ○:適 星見屋見解

#### I. ZWO社のCMOSカメラ 2. ZWO製カメラに搭載しているセンサーと 旧コダック製センサーの比較

8

センサー	KAF8300	KAF1603ME	ASI1600	ASI071(IMX071)	ASI094
サイズ	4/3"		4/3"	APS-C	Full Size
縦 x 横 (mm)	17.3 x 13.0	13.8 x 9.2	17.3 x 13.0	23.6 × 15.6	36x24
ピクセル数	3326 x 2504	1536 x 1026	4656 x 3520	4928 × 3264	7376x4928
ピクセルサイズ	5.4µm	9 µm	3.8µm	4.78µm	4.88µm
FPS	0.5FPS	N/A	23FPS	10FPS	5FPS
Full Well キャパシティー	25ke	100ke	20ke	46ke	53ke
リードノイズ	8e	15e	1.2e - 3.6e	2.3e-3.3e	2.1e-3.1e
ダイナミックレンジ(DR)	70db	74db	75db	82.8db	84db
DR のBit表示	11.6bit	12.3bit	12.5bit	13.8bit	14bit
ADC	16Bit	16Bit	12Bit	14Bit	14Bit
Dark Current (-10C)	0.01e/s	N/A	0.01e/s	N/A	0.005e/s

9 I. ZWO社のCMOSカメラ 2. ZWO製カメラに搭載していていた。 旧ングック製セン ジイナミックレンジが狭いと ADC(Analog-Digital変換)が 高性能でも						
撮像できる輝度範囲は 376x4928						
		※ かい			4.88µm	
		シスクト		10FPS	SFPS	
		UN.	20ke	46ke	53ke	
リードノイズ	Je	15e	1.2e - 3.6e	2.3e-3.3e	2.1e-3.1e	
ダイナミックレンジ(DF	70db	74db	75db	82.8db	84db	
DR <b>の</b> Bit表示	11.6bit	12.3bit	12.5bit	13.8bit	14bit	
ADC	16Bit	16Bit	12Bit	14Bit	14Bit	
Dark Current (-10C)	0.01e/s	N/A	0.01e/s	N/A	0.005e/s	

#### NICOLAS DUPONT-BLOCH 氏の FACEBOOKでの報告



10

#### 11 I. ZWO社のCMOSカメラ 4. システムチャート



- 1. M43-T2 adapter
- 2. EOS-T2 adapter
- 3. 2"Filter (optional)
- 4. 1.25" nosepiece
- 5. 1.25" Filter (optional)
- 6. T2-1.25" Filter (optional)
- 7. T2 extender 11mm
- 8. T2-M48 extender 18.5mm
- 9. T2-T2 adapter
- 10. EFWmini
- 11. EOS adapter for EFW+1600

#### I. ZWO社のCMOSカメラ 12 4. システムチャート ▶ 星見屋からのご提案 PK-M4/3アダプター M4/3 lens Pentax DA Lens 絞り付 EF-M4/3アダプター Canon Lens 絞り付 Telescope ASI1600 Camera NIKON-M4/3アダプタ-Nikon Lens 絞り付 **絞り付アダプター等、市販品で適用可能なものを** Canon Lens 集めたページは<u>こちら</u> EFW

2016/10/23

©M2M Inc. 星見屋

#### 13

#### I. ZWO社のCMOSカメラ 5. 星見屋のASIカメラ出荷前チェック

■ディーラーシリアルN<sup>o</sup>付与

- 星見屋発送のカメラは1個づつフラット撮影で保護ガラスとセンサーの傷、汚れチェック、汚れのある場合はクリーニングもしくは保護ガラス交換
- St-4ポート付のカメラは赤道儀に接続して動作確認→ケーブルの断線 確認
- USBハブ付のカメラはそれぞれのポートにASI120、MiniEFWを接続して動作確認→ケーブルの断線とポートの接触確認
- 冷却カメラは冷却設定温度到達までフラット撮影、冷却中の結露着霜のないことを確認
- ▶ 冷却中は温度変化とダーク撮影で冷却能力と冷却の効果を確認

#### 14

#### I. ZWO社のCMOSカメラ 5. 星見屋のASIカメラ出荷前チェック

 フラットテスト コリメーターにFC76、FlatGenerator160使用 ASI1600,071はF40(5倍バーロー),それ以外はF80(5倍×2倍バーロー)

ASI290MCのNG例 (但し、最近は ほとんど汚れて いない)



2016/10/23









#### II.各種ソフトウェア 2.天体撮影用ソフトウェア: SIPS (Scientific Image Processing System)

- Moravianから無償で提供されている統合管理ソフト
  - ▶ 冷却カメラの制御
  - ▶ ガイドカメラによるオートガイド、ガイドカメラ無しでの誤差検出式オートガイド
  - ASCOM機器制御(赤道儀、フィルターホイール、フォーカサー、ドーム等)
  - ▶ 画像処理

16

- ▶ 位置測定
- ▶ 光度測定
- 観測者向け

#### 17 II.各種ソフトウェア 3.天体撮影用ソフトウェア:APTおよび <sup>連動するソフトウェア群</sup>

- ブルガリアのIvaylo Stoynov氏作成のソフト
- ▶ ほとんどの機能が無料
- ▶ バルーンヘルプ日本語化済
- 他ソフト、サービスとの連携やインターフェースを備えるのが特徴
  - Cartes Du Ciel (プラネタリウムソフトと同期、画角表示)
  - ► PHD2 (オートガイド、ティザリング)
  - PlateSolver2、AllSkyPlateSoler (位置解析による導入補正、AllSkyPlateSolverは日本語化済)
  - DSO Browser (観測地における撮影対象の見ごろ予告メーリングリスト→撮影対象リスト、撮影計画作成)
- ▶ 撮影のための機能は全て保有

# VSOLJが見つけたoEA候補

2017年7月1-2日 VSOLJ 永井和男 @明治大学 生田キャンパス

### oEAの発見

• RZ Casは部分食のEA型食連星



• 東京理科大天文部森田さんの(1972年)眼視観測を見ると

RZ Cas の甲	17-3 均光度曲線
1. (1じめに 私は最近6年間にRZC 個、副極小10個を得た。 また、ここ数年前平均3	as について、約2000 点の測光を行い、主極小22 E度曲線を算出するべく努力したが、毎年測光数不一
足で思うにまかせなか。 0-C曲線は直線的変化 国算できないことかめた 幸いにして、今シーズ 度曲線を算出できたので、 なを初営の方々の参考。 が、不備な点があれるた。 25	<ul> <li>7. 光度曲線よりわかるRZCas の変光の特長 この平均光度曲線よりいろいろ石特長を知る事かできたので、以下列挙引る。</li> <li>① 食縦経時向日はあよそ 0月6 である。</li> <li>② 皆既食継続時向日が極めてわずか(10分位)あるとも考えられるが、これ は皆既でのとも考</li> <li>③ 平常光度 部分食なのに皆既食になる時がある</li> <li>④ 主種小判</li> </ul>
• 東京理科大	<ul> <li>かと考えつれる。</li> <li>第2極小前後も平常尤度より明るい(6.26位)、これは照り返し効果によるものと考えられる。</li> <li>主極小の光度変化は下降が、とちゅうから急になるのに対して上昇はほぼ、 直線的変化を示す。これは主星の表面の輝度の中心が中央よりも伴星の違行方向にかたよって存在するのではないかと考えられる。</li> <li>オ2極小が主極小の中向より少し遅れる傾向がある。これは近点の位置に 関係があると考えられる。</li> </ul>

đ





# oEAの光度曲線





# HR図と変光星





- 変光星を知るにはHR図が欠かせません
- 変光星はHR図上の各所に分布していますが変光星の種類ごとに固まって分布しています
- 脈動星も同様にそれぞれの位置に分布しています。



# 電離ヘリウムと脈動変光



HR図上を左から右に移動すると言う事は温度が下が ると言う事

BEより下がると放射層のどこかにヘリウムの第一電離 状態の層が出来る

第一電離ヘリウムは温度によって透明・不透明に変化 する

Kメカニズム(カッパ機構)がはたらいて変光する





#### ここにいると変光星になるなら不思議では無い?

バルジ

ディスク

球状星団

- たて座δ型変光星(δ Sct)とは(GCVSより)
  - 銀河ディスク(星形成領域)
  - 種族 I
  - A0~F5 主系列あたり
  - 変光周期 0.01~0.2日
    - 14分~4.8時間
  - 変光範囲 0.003~0.9(V)等級
    - 数ミリ等級が多い
  - 脈動は多重周期で変光が無くなる時もある



- 2016年11月で約200例が発見されている
- DもSDも公転周期と脈動周期に関係が有る
  - 公転周期が13日を超えると関係は無い
  - 潮汐力が脈動に影響を与えている
    - これに質量移動が加わる
    - ZAMS近くは脈動周期が短い





- 最初のoEAは日本の研究によって発見された
- 以降の発見は全てが海外のもの
- 日本のアマチュアの測光データベースのVSOLJ-Obs (日本変光星観測者連盟)やVsnet-Eclを調べるとoEA を思われる観測が有る
   ニれらがoEAであると言う論文は無い

# 事例1:AG Leo (Shiokawa, 2017)



# 事例1:AG Leo (Shiokawa, 2017)



### 事例2:V343 Lac (Kasai,2016)





### 事例2: V343 Lac (Kasai, 2016)



-

# まだまだoEAは隠れています

- VSOLJ-OBSは宝の山
- まだまだ未発表のoEAがあります
- この先の新たな観測からもoEAは発見できる 事でしょう!
- VSOJ-obs databaseからoEAを探して、まとめる 作業が必要

#### Astro Image Jを使った天体測光

2017年7月1-2日 変光星観測者会議 2017 VSOLJ 永井 和男 @明治大学 生田キャンパス

#### 差測光か / 標準星測光か

アパチャ・フォトメトリ	測光	連続測光
差測光	比較星1つで測光	連続して撮影した画像 を一度に差測光
標準星測光	複数の比較星を使って 測光	連続して撮影した画像 を一度に標準星測光

デジタルカメラはRAWで撮影して標準星測光する事が望ましい. 比較星の測光バンドとの相関がハッキリしている場合は差測光 でも良い.

# サンプルにしているField



#### Astromety.netの利用



#### Astrometry.net User Key 取得

Sign in with one of these accounts:	NOTE: signine should be working again but read about account migration.          Support	Not signed in   Sign in Search ・ 何か ・ My F ・ Key Ź	のアカウントでサインイン Profileを選ぶと がもらえます
Home Explore Dashboard Dashboard Wy Profile We had to change our log the images you have up	Sign Astrometry.net Home Explore Dashboard	ued in as Sign Out	Signed in as Signed in as Signed to as Signed to as Search
Edit Profile account names (eg, "I us account names (eg, "I us @bobwob") and we'll con My Albums My Submissions Upload File	Profile       Account Info         Edit Profile       registered on: 20         Images       my API key: 1         Albums       Recent Image         Submissions       No images.         Recent Submissions.       No submissions.	17-05-01715:21:09Z 17-05-01715:21:09Z es	Usage Stats 0 submissions 0 images 0 comments

# <u>以降(の測定)はRA,RDが付いてます</u>


## 写っている変光星を測光する



WCSを取得してから どれが変光星か調べず とにかく星をクリックする

### この例では221星をクリックした RA,RDの付いた, Souce-Skyが 取得された

	S. 15 Th		) 🔿				Measurements								
in the	a solution of	10	Label	slice	Saturated	J.D2400000	JD_UTC	JD_SOBS	HJD_UTC	BJD_TDB	AIRMASS	ALT_OBJ	CCD-TEMP	EXPTIME	RAOBJ21
	Autor anda	195	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
		196	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
ender a S	and the second	197	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
	B CONCERNE	198	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
1/100	State 18 18	199	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
	A ANTAL STATE	200	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
5.0		201	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
		202	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
17.50	777 8 2044	203	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
H	/3/.8 304	204	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
		205	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
		206	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
		207	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
		208	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
5	84.6562	209	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
		210	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
		211	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
		212	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
		213	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
		214	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
		215	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
		216	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
		217	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
		218	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
.		219	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
•		220	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
		221	G_C0080.fit	0.000000	0.000000	57755.480972	2457755.480972	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	120.000000	NaN
															24

## Tycho2とマッチングさせる

Tycho2から比較星カタログをつくる → このカタログと測定値の相関式をつくる

- ・2分以内に接近した星を削除
- ・GCVSに載っている星(変光星)を削除
- ・8等級より明るく4等級より暗い星を選別

Catlogue and V.star matching							
Converted ImageJ file	þutput.txt	🔲 B-V filter	1.0				
tycho2 catalogue	tyc_data.txt	Go comp>	comp_out.txt				
bright star limit	5						
v star list	v_star_list_vsolj_nam.b	Go v.star>	comp_v_out.txt				
matching distance	0.02 degree						
	カタロ cG bar	グと測定fi ndだがV等	直の相関式 級と一致し	こている			



## GCVSとマッチングさせる

<pre>comp_v_outoutput001.t</pre>	xt - メモ帳				
ファイル(F) 編集(E) 書式	(O) 表示(V) ヘルプ(H)				
20170101233343 5352 ( 20170101233343 5347 ( 20170101233343 4778 ( 20170101233343 4778 ( 20170101233343 4778 (	00932 089.75450042 · 00905 087.84159899 · 01408 084.02597705 · 00232 083.70002543 ·	-09.38222563 -12.8250 -07.51800250 -13.6619 -07.39647407 -11.7701 -07.20038551 -12.2582	06.197 MONV474 05.355 NSV02677 07.257 ORIV1179 06.767 NSV02239	DSCT ACV	01 01 01 01
20170101233343 5351 ( 20170101233343 4794 ( 20170101233343 5353 ( 20170101233343 5361 ( 20170101233343 5357 ( 20170101233343 5355 ( 20170101233343 5340 (	00761 086.86203004 01530 091.05625789 01319 091.71620905 01154 091.14612134 01904 090.07358231 01597 086.80831778 01141 081 76984933	-10.53295959 -12.6962 -06.70894165 -13.6892 -11.17359595 -12.4364 -14.03259674 -11.3100 -12.90003894 -12.8629 -12.80467902 -11.5327 -11.90096612 -12.5756	05.328 MONV696 06.587 LEPXZ 07.720 LEPAW 06.158 LEPAC 07.496 LEPWZ 06.447 LEPAE	EAZDM * LPB GDOR: GDOR LB RS	01 01 01 01 01 01 01
20170101233343 4778 ( 20170101233343 4778 ( 20170101233343 4778 ( 20170101233343 4778 (	01343 084.36398714 01379 084.14872279 01406 083.51030299	-05.93838927 -12.9942 -06.06475191 -13.2283 -07.02374714 -12.4660	06.026 NSV02467 05.791 NSV02433 06.558 NSV02169	-	01 01 01

## 測定した星の中にGCVSの変光星があれば ソフトが自動測光する

## 結果をKWSと比較した こちらもよく一致している

object	type	this system	KWS	remarks
MONV474	DSCT	6.197	6.169	
NSV02677		5.355	5.338	
ORIV1179	ACV	7.257	7.381	
NSV02239	-	6.767	6.719	
ORIV1 031	EA/DM	6.326	6.432	ecl
MONV696	*	5.328	5.277	
LEPXZ	LPB	6.587	6.634	
LEPAW	GDOR:	7.72	7.573	
LEPAC	GDOR	6.158	6.217	
LEPWZ	LB	7.496	7.449	
LEPAF	RS	6.447	6.367	
NSV02467		6.026	5.994	
NSV02433		5.791	5.696	
NS V021 69	-	6.558	6.472	

## Astro Image J:まとめ

- Source-Sky\_T1, Source-Sky\_C2・Cn
   等級を計算するツールが必要
- 連続測光ができる
   複数の比較星を指定できる
- Astrometry.netが利用できる
  - 今回作成したソフトで写っている数多くの変光星 を測定できた

- マニアルを作成したら公開を予定しています - 連続測光も出来ないか検討して行く

## 周期が分からない食変光星の観測

2017年7月1-2日 VSOLJ 永井和男 @明治大学 生田キャンパス

## 自動測光観測

- 2010年から10cm反射望遠鏡に冷却CCD(Mutoh CV-04)を付けてGCVSに周期の
  記述がない食変光星の自動測光観測を行っています。
- 2017年2月に望遠鏡を15cmに交換しました。この期に合わせて今までの測光 データの解析を行いました。

2010~



10cm F6 CV-04 Ic band Advanced GT mount



10cm F6 CV-04 Ic band Vixen SP mount



15cm F4 SBIG ST-402 B, V, Ic band Vixen SP mount 自動観測対象の星 SV19420

• 赤緯 +5°から-25°までの18星を観測(実際には激変星も含めて23星)

- 観測中の星が南中したら次の東側の星に望遠鏡を向ける
- 西側の観測対象星が近いと観測時間が少ない
- 南中した時点で次の星は昇っている必要がある(星選定の条件)

## 観測星はGCVSに周期の記述が無い

No	Object	RA	RD	Туре	VSX	Period(VSX)	Obs.Period	Obs.Num.
1	CX Cet	0130.5	-1734.0	E:	CST	UN	2010/07/18-2016/12/23	1355
2	DG Cet	0150.6	-0457.3	E	CST	UN	2012/08/24-2016/12/23	449
3	DS Cet	0216.2	-2100.5	EA:	CST	UN	2012/08/12-2016/12/23	631
4	V1125 Tau	0339.0	+0047.8	E	E	UN	2012/08/26-2016/12/23	1222
5	HH Eri	0427.5	-1706.5	EA	CST	UN	2012/09/10-2016/12/29	879
6	NSV03262	0654.1	+0411.1	EA:	EA	UN	2012/11/12-2017/01/13	2231
7	NY Hya	0921.4	-0640.3	EA	EA	4.774075	2015/10/31-2017/02/15	2064
8	NSV05015	1054.8	+0550.9	E:	E:	UN	2014/12/26-2016/12/23	467
9	TX Crv	1200.8	-1209.5	E:	CST	UN	2010/02/18-2017/02/25	1926
10	HY Vir	1308.5	-0240.7	EA	EA	2.7323377	2010/05/03-2017/03/03	2534
11	IL Lib	1509.0	-1147.5	E	EA	5.76937	2012/06/06-2017/02/25	2422
12	NSV09725	1749.5	-0747.1	EW:	EW:	UN	2013/03/28-2016/05/18	631
13	QS Ser	1819.8	-0457.7	EA:	CST	UN	2010/04/13-2016/06/10	580
14	V4088 Sgr	1851.1	-2018.0	E	E	UN	2012/06/03-2016/05/04	396
15	NSV12207	1937.7	-1627.2	E:	E:	UN	2012/07/29-2016/07/30	504
16	NSV13173	2036.9	-1554.6	EW:	EW:	UN	2012/07/29-2016/09/27	87
17	BM Cap	2048.9	-2037.1	E:	CST	UN	2012/06/03-2016/09/27	145
18	NSV14470	2315.7	-2431.2	E:	CST	UN	2012/07/23-2016/09/09	292

AAVSO VSXに周期の記述がある物がある

VSXでは変光タイプが違うものもある

PDM解析(VSXに周期あり)

NY Hya
4.773862日
4.774075 VSX

HY Vir
2.732349日

• 2.7323377 VSX

IL Lib
5.769344日
5.76937 VSX



۰

# PDM解析(周期性なし)

Object	GCVS type	VSX type	Remarks
DG Cet	E	CST	たぶんCST
DS Cet	EA:	CST	CST
NSV03262	EA:	EA	周期性が見当たらない
TX Crv	E:	CST	CST
NSV09725	EW:	EW:	もし周期があるなら1.36日付 近だがKWSを解析しても周期 性なし
QS Ser	EA:	CST	データが精度なし
NSV12207	E:	E:	変光が検出されていない
NSV13173	EW:	EW:	データが精度なし
ВМ Сар	E:	CST	たぶんCST

- VSXでCSTはCSTと思われる
- VSXで「食」は追加確認が必要か

# PDM解析(不明瞭な周期性)

- V1125 Tau
- E(VSX) 11.273957日

HH Eri
CST(VSX) 19.788918日

NSV05015
E(VSX) 12.552408日



## PDM解析(不明瞭な周期性)

- V4088 Sgr
- E(VSX) 32.417413日

- NSV14470
- CST(VSX) 2.417405日

- CX Cet
- CST(VSX) 0.664782日
  - 周期性有り
  - EWと思われる
  - KWSからも同じ周期



## PDM解析サマリー

No	Object	Туре	VSX	Period(VSX)	PDM	精度	備考
1	CX Cet	E:	CST	UN	0.664782	0	周期性あり
2	DG Cet	E	CST	UN			たぶんCST
3	DS Cet	EA:	CST	UN			CST
4	V1125 Tau	E	E	UN	11.273957	×	かなり怪しい、継続観測が必要
5	HH Eri	EA	CST	UN	19.788918	×	ゆっくりとした変光か?
6	NSV03262	EA:	EA	UN			周期性が見当たらない
7	NY Hya	EA	EA	4.774075	4.773862	0	VSXと同じ
8	NSV05015	E:	E:	UN	12.552408	×	短周期ではなさそう
9	TX Crv	E:	CST	UN			CST
10	HY Vir	EA	EA	2.7323377	2.732349	0	VSXと同じ
11	IL Lib	E	EA	5.76937	5.769344	0	VSXと同じ
12	NSV09725	EW:	EW:	UN	1.364267	×	もし周期があるなら、この当たりか?KWSも周期性なし
13	QS Ser	EA:	CST	UN			データが精度なし
14	V4088 Sgr	Е	Е	UN	32.417413	×	32~33位か?ハッキリしない
15	NSV12207	E:	E:	UN			変光が検出されていない
16	NSV13173	EW:	EW:	UN			データが精度なし
17	BM Cap	E:	CST	UN			たぶんCST
18	NSV14470	E:	CST	UN	2.417405	×	暗い値があるがRealか分からない

• VSXに周期があるものは同じ周期が検出された

• 観測数・精度が不十分でVSXでも「食」となっているものもあるが、この観測では変光していないと思われる

CX CetはEW型の食変光星で周期が0.66日

幺士	甲
小口	不

		•	••	-				
	No	Object	RA	RD	Туре	VSX	Period(VSX)	備考
-	1	CX Cet	0130.5	-1734.0	E:	CST	UN	周期性あり
	2	V1125 Tau	0339.0	+0047.8	Е	Е	UN	観測精度不足
	3	NSV03262	0654.1	+0411.1	EA:	EA	UN	周期性が見当たらない
	4	NSV05015	1054.8	+0550.9	E:	E:	UN	短周期ではなさそう
	5	NSV09725	1749.5	-0747.1	EW:	EW:	UN	KWSも周期性なし
	6	V4088 Sgr	1851.1	-2018.0	E	E	UN	ハッキリしない
	7	NSV12207	1937.7	-1627.2	E:	E:	UN	変光が検出されていない
	8	NSV13173	2036.9	-1554.6	EW:	EW:	UN	観測精度不足

- CX Cetは周期性を検出できた
  VSXでCSTは変光していないと思われる
- VSXも食と記述されているものは 可能ならば継続観測が望ましい





### 最近の観測・測定方法と観測結果

### 伊藤芳春

#### 概要

特に最新の観測方法というものではないが,観測対象と処理方法を報告する。また,使用頻度の 少ない冷却 CCD カメラを星空モニター用に使用し始めた。この画像の中にも変光星が写っており 脈動変光星を測定したので紹介する。撮影は自動化し簡単であるが,変光星の写っている画像を探 し測定するのは根気のいる仕事であった。食変光星 V347 Dra と脈動変光星 SS Vir の観測結果を 報告する。

### 1 食変光星の選定

観測対象は, Mt.Suhora Astronomical Observatory の web サイトの Eclipsing Binaries Linear ephemerides から星座ごとの食変光星 のリスト<sup>\*1</sup>を参考に比較的観測回数の少ない 食変光星を選び観測している。2017 年春の観 測対象には V347 Dra を選んだ。V347 Dra の データは表 1 の通りである。

表 1 V347 Dra

赤経	16 h 08m33s
赤緯	63° 18' 39"
食変光星の型	$\mathrm{EA/RS}$
等級	12.4mag (AAVSO ERROR)
周期	0.507280 日(12 時間 10 分)
スペクトル型	-

### 2 観測方法

観測には、35cm シュミットカセグレン望 遠鏡に冷却 CCD カメラ SBIG STF8300 を 取り付け観測している。望遠鏡の導入には TheSkyX Pro と Tpoint を使い導入精度を上 げている。撮影には, MaximDL 6 を使用し ている。以前は CCDSoft を使用していたが, Windows のバージョンアップに対応しなく なったため MaximDL 6 を使用することとし た。望遠鏡と CCD カメラから USB 延長ケー ブル (25m) で室内に導き, XP パソコンで自 動観測している。観測準備に約 30 分かかり, 自動観測後は仮眠を取り,子午線通過時間に起 き望遠鏡を反転させ明け方まで自動観測をして いる。

### 3 画像の測定

多色測光しているため,観測データのフォル ダーには各フィルターで撮影した画像が混在し ている。図1のコマンドプロンプトでフィル ター毎に分類している。MS-DOS 時代にはよ く使ったが,今更コマンドプロンプトでもない と思いながらもマウスで範囲指定してコピーし たり,混在したまま測定した後フィルター毎に 並び替えて削除するよりは早い。ワイルドカー ドを使い1行打ち込むだけでフォルダー内の fits 画像が全てコピーできるので便利である。 撮影画像のファイル名は次のようになってお

<sup>\*1</sup> http://www.as.up.krakow.pl/ephem/DRA.HTM



図1 コマンドプロンプト



図 2 V347 Dra CCD 画像

り,ハイフンの前の文字は自分で指定でき,以 降は MaximDL 6 が自動的に割り付けている。 v347dra170611-001B.fit

B はフィルター名で,他のフィルターは V,Rc,Ic となる。コマンドプロンプトで画像 ファイルを振り分けるコマンドは次の通りであ る。

cd:フォルダーを移動する

mkdir b:新規にbという名前のフォルダーを 作る

copy \*b.fit b:Bフィルターの画像を全てb フォルダーにコピーする

この後,フィルター毎にフラット,ダーク処理 をし AIP4Win で測定する。

### 4 Excel で計算

コンピューターでの計算は、その発展とと もに Basic, QuickBasic, Delphi(Pascal) で行 ってきたが、DOS や Windows のバージョン アップのたびに購入しなければならなかった。 Excel はどこのコンピュータにでもインストー ルされているので最近は Excel で処理してい る。日心補正、位相計算も組んである。実は大 気減光補正計算も組んでいるが変光星と比較 星の大気の厚さの差はほとんどないので等級差 に影響はない。以前は、マクロを組むとウイル



図 3 V347 Dra 変光星図

スチェックにかかったため使用していなかった が,マクロは簡単なので計算式のコピーに利用 している。

### 5 V347 Dra

V347 Dra は EA/RS 型の食変光星であるこ とがわかっている。回転変光星の RS 型のうち 食変光が見られる型であり,食外で正弦曲線 のような光度変化があり,その原因が成分星の 黒点活動によるものである。図 2 に CCD 画 像,図 3 に AAVSO の変光星図\*2を示す。比較 星は,GSC4192:2364,チェック星は UCAC3 307:103935 を使用した。図4の光度曲線を見 ると主極小がないことがわかる。これは,主極

<sup>\*&</sup>lt;sup>2</sup> http://www.aavso.org/apps/vsp/



図 4 V347 Dra 光度曲線

小と副極小を間違った単純なミスと思われる。 5月28日に極小を捉えたが,その日にウイルス 対策ソフトを入れ直したためコンピューターが 観測途中でフリーズしてしまい極小のきれいな 光度曲線が描けなかった。副極小も微小な減光 があるようである。図4の等級が2段になって いるのは2色をグラフに描いたものではなく, 6月19日の観測から比較星とチェック星を入 れ替えたものである。無造作に比較星・チェッ ク星を選び測定していたが,ある時等級差に気 づき入れ替えたものである。明るい星を比較星 とした方が測光精度が上がっており,小さな副 極小もとらえられている。

### 6 星空モニター

測光観測をしていると雲が気になる。CCD カメラのデータ転送がパラレルポートのためあ まり使わなくなった機材の有効活用である。観 測用の天体望遠鏡は,撮影ソフトの向上により 撮影フィルター回転の自動化とオートガイダー により長時間の追尾が可能となり,仮眠が取れ るようになったが,その間の空の状態が知りた くて夜空を撮影するカメラを製作した。手持ち の接続リングで視野は狭いが標準レンズが接続 できピントも合った (図 5)。視野は 10°, 天



図5 標準レンズを付けた星空モニターカメラ



図6 箱の中から星空をモニター

頂に向けたいが常時固定して撮影するため雨や 雪が降ってもカメラが濡れないよう子午線方向 で天の赤道に向ようにした。木の箱に入れ視野 が覗けるだけの窓を開けている (図 6)。

表2 星空モニターカメラ
--------------

冷却 CCD	SBIG ST-9
レンズ	タクマー 50mm
フィルター	V
視野	$10^{\circ}$
撮像ソフト	CCDSoft
露出	10 秒
露出間隔	10 分

#### 6.1 観測可能な変光星

観測可能な変光星の赤緯は +5°~ -5°,明 るさは7等級までという条件でGCVSから選 んだ(表3)。カメラを固定しているため子午線 通過付近でしか観測できない。視野10°で撮 影するため目標天体を3コマ撮影できるように 10分毎に露出し,露出時間は天体の移動とバッ クのカブリを考慮に入れ10秒とした。これま で IN Hya,MW Ser,SS Vir,SW Vir,U Oph を 測定している。各変光星の子午線通過時刻は Excel で日付を入力すると表示できるようにし ているが,画像を選び出し測定するのは意外と 根気のいる仕事である。

表3 観測可能な変光星

	変光星名	赤経	赤緯
1	CK Ori	5:30:20	$4^{\circ}$
2	V Mon	6:22:44	$-2^{\circ}$
3	V0932 Mon	7:10:35	$-1^{\circ}$
4	IN Hya	9:20:37	$0^{\circ}$
5	SS Vir	12:25:14	$0^{\circ}$
6	SW Vir	13:14:04	$-2^{\circ}$
7	MW Ser	15:28:43	$3^{\circ}$
8	U Oph	17:16:32	$1^{\circ}$
9	V1362 Aql	18:48:42	$-2^{\circ}$
10	V1363 Aql	18:51:26	$-1^{\circ}$
11	V1364 Aql	18:52:01	$-1^{\circ}$
12	V1365 Aql	18:52:22	$0^{\circ}$
13	TT Aql	19:08:14	$1^{\circ}$
14	V1294 Aql	19:33:37	$3^{\circ}$
15	$\eta$ Aql	19:52:28	$1^{\circ}$

### 6.2 SS Vir の測定など

SS Vir の観測を 2017 年 1 月 16 日から 17 夜行った。比較のため KWS(Kamogata/Kiso/Kyoto Wide-Field Survey)のデータとグラフにした(図7)。ほ



図7 SS Vir の光度曲線

ぼ一致しているが,精度が良いのは7等級まで である。あまり多くは望めない。一連の測定 中,変光星図にはない天体があった。撮影画像 には明るさの変化はなくすべての画像に写って いる。画質が良くないながらもやや輪郭がぼけ ていた。一般の星図で確認すると球状星団 M5 であった。

表4 SS Vir

変光星の型	SRA
等級	6.0-9.6V  mag
周期	36.1 日
スペクトル型	C6,3e(Ne)

### 7 まとめ

変光星図をみてほぼ同じに見えたので比較 星を適当に使っていたが,明るい星を比較星に 使ったところ副極小が見えてきた。明るい星を 比較星に使いましょう。コマンドプロンプトも 意外と便利で,矢印↑キーで前に打ち込んだコ マンドを順々に呼び出すことができ,これも便 利である。観測には以前のように付きっ切りで 観測する必要がなくなり,仮眠の時間が取れる ようになったが,春から夏にかけて夜の時間が 短くなると仮眠時間が取れなくなり体調不良に なった。健康第一であるので十分注意したい。