

MuSCAT 観測マニュアル

MuSCAT 開発チーム

2016 年 3 月 8 日

目次

1	はじめに	1
2	MuSCAT システム構成	2
3	観測の流れ	2
3.1	観測準備	3
3.2	観測実行	5
3.3	自己オートガイド	6
3.4	ダーク・フラット画像の取得	7
3.5	観測終了後	8
4	リアルタイム・ライトカーブモニター	8
5	トラブルシューティング	13
5.1	ds9 を誤って消してしまった!	13
5.2	ガイドが外れた!	13
5.3	CCD の読み出し画像の ADU 値が全てゼロになる!	13
5.4	alex がフリーズした!	13
5.5	CCD カメラと通信が出来ない!	14
5.6	shine 上で “Scratch file does not appear!!” と表示される!	15
5.7	一部の CCD カメラの画像が反転している!	15
5.8	バイアスの値がマイナスになった!	15
6	その他 tips・memo	15

1 はじめに

本マニュアルでは、MuSCAT のシステムの概要および観測方法について解説する。まず MuSCAT のシステム構成について概説する。その後、観測における立ち上げから観測実行、観測終了時の流れについて具体的

に示す。最後に、トラブルシューティングを記述しているので、トラブルがあった際には過去に同様のトラブルがないか参照されたい。

2 MuSCAT システム構成

MuSCAT は 3 台の CCD カメラを独立に制御しながら同時撮像ができる観測装置である。3 台の CCD カメラには、それぞれ Astrodon 社の Generation 2 Sloan g'_2 , r'_2 , z_{s2} バンドのフィルターが取り付けられており、基本的に固定である（他のフィルターへの交換は行わない）。それぞれのフィルターの波長透過率グラフを図 1 に示す。これ以降、 g'_2 , r'_2 , および z_{s2} バンドのフィルターが取り付けられた CCD カメラをそれぞれ CCD0, CCD1, および CCD2 と呼称する。

MuSCAT のシステム構成は図 2 のようになっている。各 CCD カメラの制御は装置本体に搭載された PC “alex” で行われ、ユーザーは 74 ドーム 1F 観測室に設置された PC “shine” から撮像コマンドを実行し観測を行う。

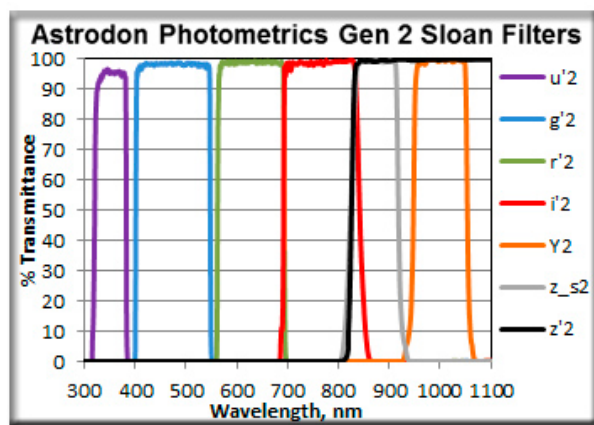


図 1 フィルターの波長ごとの透過率

3 観測の流れ

MuSCAT による観測の大まかな流れは以下の通りである。なお、望遠鏡やドームの準備・終了は通常の手順に従って実施する*1。

1. alex でセットアップを実行し、カメラサーバーを起動
2. shine でセットアップを実行し、movie コマンドを用いて撮像テスト
3. 天体を導入し、movie を流しながら視野、フォーカス、および露光時間を調整
4. 観測を開始
5. (必要であれば) オートガイドを起動
6. (必要であれば) リアルタイム・ライトカーブモニターを起動

*1 望遠鏡・ドームの操作方法は以下の「188cm 望遠鏡制御系操作マニュアル」を参照。
http://www.oao.nao.ac.jp/tel188r/ncont74/telescope_manual.pdf

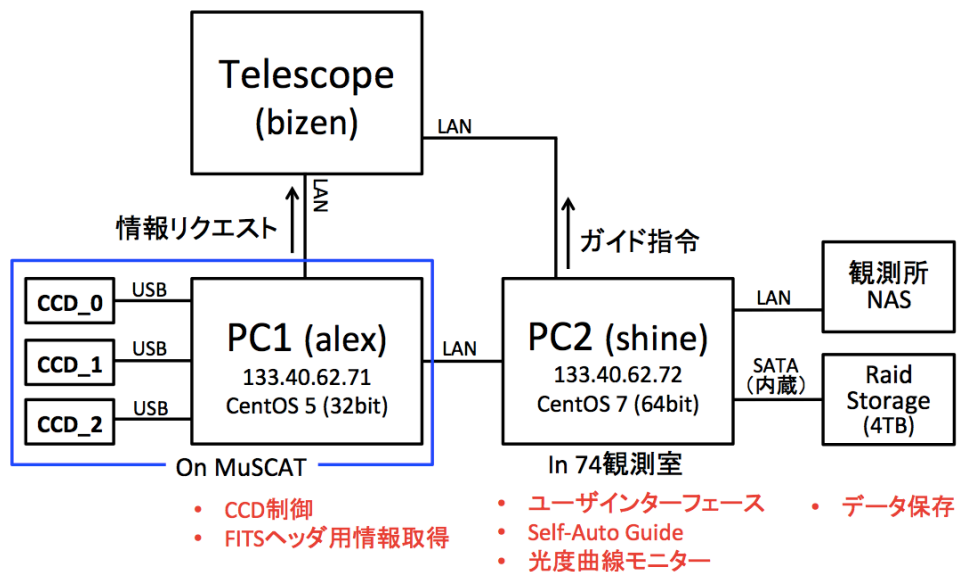


図2 MuSCAT システム構成図

7. 観測終了後、shine 側でオートガイドとライトカーブモニター、alex 側でカメラサーバーを止める
以下、それぞれについて見ていく。

3.1 観測準備

まず、観測室あるいはリモート環境の PC から KVM_{over} IP にアクセスし^{*2}、観測用端末 PC (vnchost0,1) の画面を表示させる。

次に、ターミナルを 1 枚開き、alex に ssh でログインする。ログインユーザーは “muscat”、パスワードは [] (開発チームに問い合わせのこと)。ログイン後、observe ディレクトリに移動し、alex のセットアップを実行する。

```
[muscat@vnchost0]$ ssh -X muscat@alex
[muscat@alex]$ cd observe/
[muscat@alex observe]$ ./setup_alex.sh
```

セットアップを実行すると、3 つの xterm ターミナル (背景黒) が立ち上がる。各ターミナルから、それぞれの CCD カメラの制御を行うカメラサーバーを立ち上げる。

```
$ ./camera_server.pl [0,1,2]
```

0,1,2 はそれぞれ CCD0, CCD1, CCD2 に対応している。

^{*2} KVM_{over} IP へのアクセス方法は以下の「リモート観測の手引き」を参照。
http://www.oao.nao.ac.jp/remote_obs/doc/150403_remote_obs_manual.pdf

次に、temp_check コマンドを実行し、CCD カメラの温度が-70 度付近まで冷却されているかを確認する。

```
$ temp_check
```

CCD の温度が-70 度の場合、“ATTR_CURRENT, current temperature=-7000” と表示される。ちなみに、このコマンドは「冷却開始」のコマンドの役目も担っている。CCD カメラの電源を入れた直後の状態では冷却が開始されていないため、まず最初にこのコマンドを実行し、冷却を開始すること。通常は冷却開始からおよそ 10 分以内に CCD 温度が-70 度に到達する。なお、**撮像コマンドを実行中に temp_check を実行するとサーバーが固まってしまうので、実行しないこと。**

次に、別のターミナルを開き、shine に ssh でログインする。ログインユーザーとパスワードは alex と同じである。ログイン後、observe ディレクトリに移動し、shine のセットアップを実行する。

```
[hoge@hoge@oao]$ ssh -X muscat@shine
[muscat@shine ~]$ cd observe/
[muscat@shine observe]$ ./setup_shine.sh
```

セットアップを実行すると、3 つの xterm のターミナル（背景白）および FITS 画像表示用の ds9 の画面が立ち上がる。以後、観測コマンドは全てこれらの xterm ターミナルで実行するものとする。

セットアップが完了したら、ムービーコマンド（MuSCAT_mov.pl）を実行してテスト撮像を行い、CCD カメラから正常に画像が得られるかを確認する。なお、ムービーコマンドで取得される画像はデータとしてアーカイブされず、次の露出時に破棄される。CCD カメラ番号や露光時間、取得枚数は引数で指定する。例えば、CCD0 で露出時間 3 秒、枚数 5 枚でムービーを流す場合は

```
[muscat@shine observe]$ ./MuSCAT_mov.pl --ccd=0 --exp=3 --nexp=5
```

と打つ。なお、各引数の指定順序は任意である。ds9 上には、取得された画像が CCD カメラごとに 3 枚の横並びのフレームに表示される。この時、ds9 を立ち上げてから最初にコマンドを流す順番で各カメラの画像の表示フレームが決まる。例えば、一番最初に CCD0, CCD1, CCD2 の順でムービーを流した場合、その後取得される画像は全て左から CCD0, CCD1, CCD2 の順で表示される。

MuSCAT_mov.pl を引数無しで実行すると、指定可能なオプションが表示される。以下に各オプションの説明を記す。

【基本オプション】

--ccd=[0/1/2]

どの CCD カメラを制御するかを指定する。

--exp=[exposure(sec)] (default=1)

露出時間 (秒単位) を指定する。CCD カメラの最小露出時間は 0.01 秒であるが、シャッターの開閉のスピードによって画像中心と外側でムラができるため、極端に短い露出時間は推奨できない。

--nexp=[number of exposures] (default=1000)

連続撮像枚数を指定する。

--dark (if shutter needs to be kept closed)

シャッターを閉じたままダーク画像を撮像する時に使用する。

【上級オプション】

--gain=[1/2/3] (default=3)

CCD ゲインのオプション。1 は $4e/ADU$, 2 は $2e/ADU$, 3 は $1e/ADU$ に対応している。

--speed=[high/low] (default=high)

読み出し速度のオプション。high の場合は 2MHz (読み出し時間 1 秒以下) low の場合は 100kHz (読み出し時間約 10 秒) で読み出しを行う。読み出しノイズはそれぞれ約 $12 e^- \text{ pixel}^{-1}$ および $4 e^- \text{ pixel}^{-1}$ 。

短い露出時間 (5 秒以下) で連続で撮像を行った場合、サーバーがハングしないように露出時間の後に 5 秒のインターバルを挟むようになっている。

ムービーを途中で止める場合は、ムービーが流れているターミナル上で、待機状態 (定期的にピリオドが表示される状態) の間に `Ctrl + c` を実行する。現在の露光が終了し、ds9 に画像が表示された後にコマンドプロンプトが返ってくる。なお、待機状態でない場合に `Ctrl+c` を実行した場合はシグナルが無視される。

画像が正しく取得されることを確認したら、望遠鏡を観測対象に向け、ミラーカバーを開ける。その後、ムービーコマンドを流し、対象天体の画像を確認しながら視野やフォーカス、露光時間の調整を行う。

3.2 観測実行

サイエンス観測 (保存) 用の画像を取得する観測コマンドは `MuSCAT_obj.pl` である。 `MuSCAT_obj.pl` のオプションには、 `MuSCAT_mov.pl` の場合のオプションに加えて

```
--obj=[object name]
```

を指定する。 `[object name]` には観測対象の天体名 (オブジェクト名) を指定する。指定されたオブジェクト名は FITS 画像のヘッダーの OBJECT キーワードに記録される。この引数は `MuSCAT_obj.pl` を実行する際に必須である。例えば、HD209458 という名前の天体を CCD0 で露出時間を 30 秒、連続撮像枚数を 100 枚に指定して観測する場合は、

```
[muscat@shine observe]$ ./MuSCAT_obj.pl --ccd=0 --exp=30 --nexp=100 --obj=HD209458
```

となる。

連続撮像を途中で止める場合は、MuSCAT_mov.pl と同様に、スクリプトが走っているターミナル上で待機状態中に `Ctrl + c` を実行する。現在の露光が終了するのを待ってからスクリプトが終了する。

撮像された画像は、16bit の FITS 形式で @shine:/data/[yymmdd]/以下に保管される。MuSCAT のファイル命名規則は

```
MSCT[0,1,2]-[yymmdd]xxxx.fits
```

となっている。[0,1,2] は CCD0, 1, 2 に対応し、[yymmdd] は西暦下 2 桁と観測日に対応しており、xxxx は観測夜における通し番号である。仕様上、同日に 1 万枚以上を取得することはできないが、仮に 5 秒露出で 1 万枚撮像した場合にかかる時間は 50000 秒 \approx 13 時間であるため、通常の観測を行う上で支障はない。

3.3 自己オートガイド

MuSCAT には独立したオートガイド機構が備わっていないため、長時間に渡る連続観測を行う場合、望遠鏡のトラッキング誤差の影響で視野が徐々にずれてしまう（最大で約 10 秒角/30 分）。そこで MuSCAT では、サイエンス用に取得した画像を即時解析してトラッキングのずれを補正する“自己オートガイド”システムを導入している。使い方は以下の通り。

まず、新たなターミナルを 1 枚開き、muscat ユーザーで shine にログインし、/home/muscat/auto_guide ディレクトリに移動する。次に、以下のコマンドを実行する。

```
[muscat@shine auto_guide]$ ./auto_guide.pl --ccd=[0/1/2] --refid=[reference frame ID] --obj=[object name] --nstars=[number of stars]
```

以下、引数の説明を記す。

--ccd

ガイドに使用する CCD カメラの番号 (0, 1, 2 のいずれか) を指定する。ガイドに指定するカメラの露光時間によってガイドの頻度が決まるため、なるべく短い露光時間 (60 秒以下) に設定するカメラをガイドに指定することが望ましい。なお、ガイドに使用したカメラにおいては画像上の星像位置の変化は数時間に渡り 1 ピクセル以内に収まるが、他のバンドのカメラにおいては微分大気差の影響で若干のずれ (1 時間あたり最大数ピクセル程度) が生じることに注意されたい。

--obj

MuSCAT_obj.pl を実行時に指定したオブジェクト名と同じものを指定する。

--refid

星像位置のリファレンスとする画像のフレーム名の下 4 桁の数字 (例えば、MSCT1_1602090025 というフレーム名であれば、25) を指定する。

--nstars

星像位置のずれを測定するための星の数 (明るい星から順) を指定する。デフォルトで 3。数が多いほど精度があがるが、暗い星の数が多くなると星のクロスマッチに失敗しガイドが大きくずれてしまう可能性があるため、注意が必要。

なお、ガイドに指定したカメラの露光時間が短かすぎる (およそ 10 秒以下の) 場合、今度はフィードバックのタイミングが観測頻度に追いつかず、ガイドが振動してしまう可能性がある。その場合、引数に

```
--skip=1
```

を指定する。これにより、ガイドの頻度を 1 露光ごとから 2 露光ごとに下げ、振動を回避することが出来る。

オートガイドを止めるときは、スクリプトが走っているターミナル上で、待機状態 (定期的にピリオドが表示される状態) 中に `Ctrl + c` を実行する。待機状態でない時に `Ctrl+c` を実行した場合はシグナルが無視される。

3.4 ダーク・フラット画像の取得

ダーク画像を取得する場合は、MuSCAT_dark.pl コマンドを使用する。このコマンドでは引数にオブジェクト名を指定する必要はなく、FITS ヘッダーの OBJECT 欄には自動で "DARK" が入る。例えば、CCD0 で 30 秒露光のダーク画像を 10 枚撮る場合は、

```
[muscat@shine observe]$ ./MuSCAT_dark.pl --ccd=0 --exp=30 --nexp=10
```

となる。

フラット画像を取得する場合は、まず望遠鏡とドームをフラットポジションに向け、次に以下のコマンドでフラット光源を点灯させる。

```
$ df.pl -a
```

このコマンドは alex と shine のどちらからでも、またどのディレクトリからでも実行可能である。その後ドーム内の蛍光灯を消し、ドーム内監視用 Web カメラ^{*3}の映像を見て、フラット光源とスリット版の位置が合っていること、および望遠鏡がスリット版の方向を向いていることを確認する。次にミラーカバーを開け、ムービーコマンドを使用して得られるカウントを確認しながら露光時間を調整する。カウントが約 3 万 ADU となる露出時間の目安としては、CCD0 が 2 秒、CCD1 が 0.5 秒、CCD2 が 1 秒である。なお、CCD の非線形性の影響を避けるため、カウントは 5 万 ADU を越えないことが望ましい。

フラット画像を取得する際は、天体を観測する場合と同じく MuSCAT_obj.pl を用いる。その際、--obj に “FLAT” などのワードを指定する。

フラット撮像が終了したら、以下のコマンドでフラット光源を消灯する。

```
$ df.pl -o
```

3.5 観測終了後

全ての観測が終了したら、カメラサーバーが走っている alex のターミナル上で `Ctrl + c` を実行し、カメラサーバーを終了させる。他のスクリプトと同様に、サーバーが待機状態（定期的にピリオドが表示される状態）であることを確認してから `Ctrl+c` を実行すること（待機状態でない場合は `Ctrl+c` のシグナルは無視される）。

次の夜も観測がある場合、これで終了である。次の夜に観測が無い場合は、開いているターミナルを全て `exit` しておく。

4 リアルタイム・ライトカーブモニター

この章では、観測中にリアルタイムで相対測光ライトカーブを表示させるツール (`lc_monitor.pl`) の使い方を説明する。このツールは、トランジット観測のように長時間に渡り連続測光観測を行う際に即座にデータのクオリティを確認するために使用する。また、同ツールでは星像の FWHM やピークカウントなどの時間変化も表示される。0.1% レベルの高い測光精度を必要とする観測では星像の PSF の安定性が重要となるため、同ツールを使って星像の FWHM やピークカウントをモニターしながら適宜フォーカス調整を行うと良い。特に、明るい星を観測する場合はピークカウントが検出器のリニアリティレンジ (<50,000ADU for 0.1% photometric precision) を越えないように注意が必要である。

使い方は以下の通り。まず、MuSCAT_obj.pl や MuSCAT_obj_sync.pl コマンドで連続撮像観測を開始したあと、shine でターミナルを開き、`/home/muscat/lc_monitor/` に移動する。次に、CCD カメラごとに以下のコマンドを実行する。

^{*3} <http://oaocam1.oao.nao.ac.jp>


```
[muscat@shine lc_monitor]$ ./lc_monitor.pl --ccd=[0/1/2] --obj=[object name]
--refid=[reference frame ID] --rad=[aperture radius] --nstars=[number of stars]
```

各引数の与え方は以下の通り。

```
--ccd=[0/1/2]
```

CCD カメラ番号を指定する。

```
--obj=[object name]
```

観測コマンド実行時に指定したオブジェクト名を指定する。

```
--refid=[reference frame ID]
```

星像の位置を参照するためのリファレンス画像のフレーム番号を下 4 桁の数字で指定する。例えば、MSCT1_1602290025 というフレーム番号の画像をリファレンスに指定する場合は、25 を指定する。

```
--rad=[aperture radius]
```

アパチャー測光で使用するアパチャーの半径をピクセルで指定する。目安は星像の FWHM の 70~80% 程度。

```
--nstars=[number of stars]
```

リファレンス画像上で明るい星から順に、指定された数の星だけ測光が行われる。なお、リファレンス画像上で検出される星の数を越える値は指定出来ない (エラーメッセージが返ってくる)。

スクリプトを途中で止めたい場合は、待機状態において `Ctrl+c` を実行する。待機状態以外の場合は無視される。なお、`--rad` もしくは `--nstars` の値を変更して再度スクリプトを流した場合は、全ての画像に対して再解析が行われるため、場合によっては処理に時間を要する。

次に、ライトカーブの表示に関する設定を行う。まず、ターミナルを新たに開き、同じディレクトリに移動して、以下のコマンドを実行してパラメータの設定ファイルを初期値に戻す。

```
[muscat@shine lc_monitor]$ ./reset_param.pl [ccd#]
```

その後、パラメータファイル `param/lc_monitor-[0/1/2].par` を vi などによって開いて編集する (`[0/1/2]` は CCD カメラ番号)。各パラメータの説明は以下の通り。

【必須パラメータ】

targetID

ターゲット星の ID 番号。

compIDs

参照星の ID 番号。複数の星を指定する場合、スペースを空けて入力する。

【オプションパラメータ】

binsize

ライトカーブのビンニングサイズ (秒)。デフォルトは 300。

scale

ライトカーブのスケールの微調整パラメータ。この値で割り算したライトカーブが表示される。デフォルトは 1。

peakID

ピークカウントおよび raw フラックスのグラフを表示させる星の ID。デフォルトは 1 (一番明るい星)。

【表示範囲設定パラメータ】

auto_range_[flux/dxdy/peak/fwhm/rawflux]

各グラフの y 軸の表示範囲の設定方法。1 で自動設定 (外れ値を除いた最大値と最小値を表示範囲の上限と下限に設定)、0 で手動設定。デフォルトは 1。

auto_range_jd

x 軸の表示範囲の設定方法。1 で自動設定、0 で手動設定。全てのグラフに適用される。デフォルトは 1。

cut_sigma_[flux/dxdy/peak/fwhm/rawflux]

各グラフの外れ値の基準。設定した値 \times 標準偏差を越える値は表示されない。

max_[flux/dxdy/peak/fwhm/rawflux]

各グラフの y 軸の上限。auto_range_* が 0 の場合にのみ有効。

min_[flux/dxdy/peak/fwhm/rawflux]

各グラフの y 軸の下限。auto_range_* が 0 の場合にのみ有効。

max_jd

x 軸の上限 [JD - (観測日の 21 時 JST の JD)]。全てのグラフに適用される。auto_range_jd が 0 の場合にのみ有効。

min_jd

x 軸の下限 [JD - (観測日の 21 時 JST の JD)]。全てのグラフに適用される。auto_range_jd が 0 の場合にのみ有効。

設定を変更してパラメータファイルを保存すると、次にグラフが更新されるタイミングで変更が反映される。

天体の ID 番号は、リファレンス画像上で検出される天体に対し、明るい天体から順に 1, 2, 3.. のように割り振られる。ある天体の ID 番号は以下のコマンドで調べられる。

```
[muscat@shine lc_monitor]$ ./find_star_ID.pl [object name] [ccd#] [x] [y]
```

[object name] には lc_monitor.pl で指定したオブジェクト名を、[ccd#] には CCD カメラ番号を指定し、[x] と [y] には調べたい天体のおよその x, y 座標を指定する。リファレンス画像上で検出された天体のうち、指定した座標に最も近い天体の ID の情報が返ってくる。

同様に、以下のコマンドで ID 番号から天体の x, y 座標を調べることが出来る。

```
[muscat@shine lc_monitor]$ ./find_star_xy.pl [object name] [ccd#] [ID]
```

パラメータを全て初期値に戻したい場合は、再度以下のコマンドを実行する。

```
[muscat@shine lc_monitor]$ ./reset_param.pl [ccd#]
```

図 3 に、表示されるグラフの例を示す。

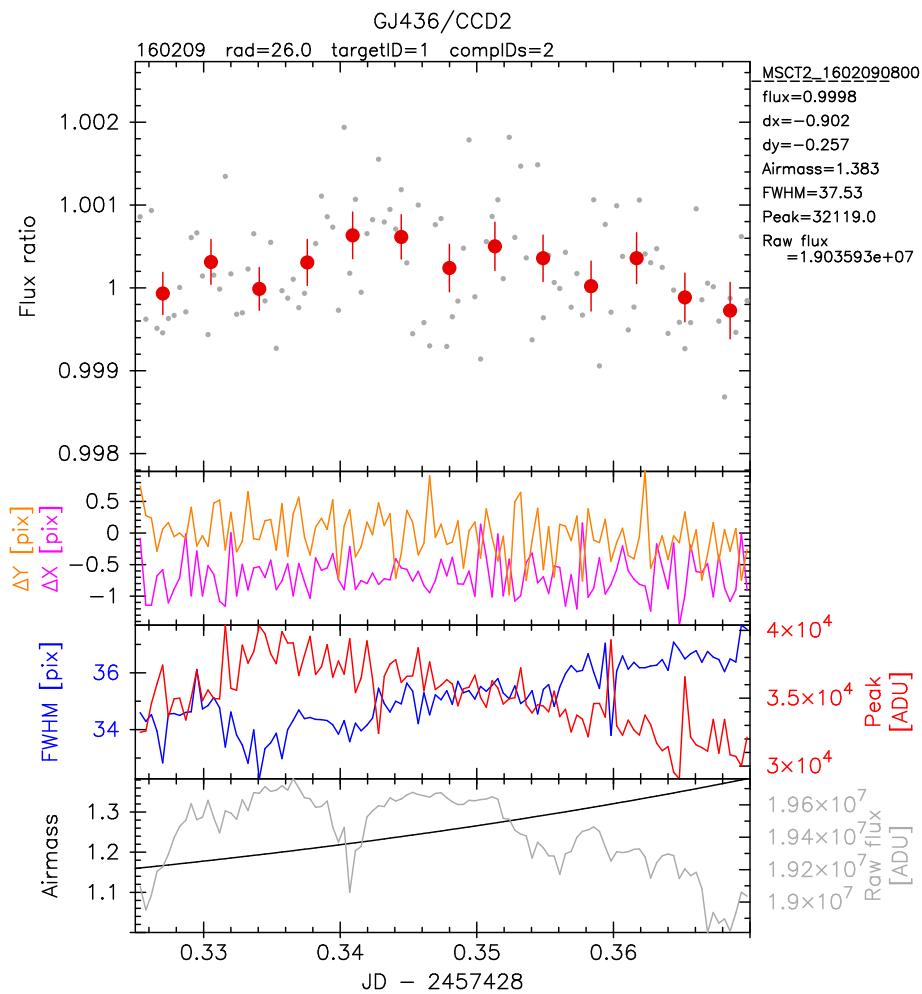


図3 リアルタイム・ライトカーブモニターの表示例。(最上段) 参照星のフラックスで割って1に規格化したターゲット星のフラックス。灰色および赤色の点はピンング前およびピンング後のデータを示す。エラーバーは誤差の理論値を示す。枠外上側にはオブジェクト名、CCD カメラ番号、日付、アパチャー半径、ターゲット星 ID、および参照星 ID を表示し、枠外右側には一番直近に取得された画像のフレーム ID および各パラメータの値を表示する。(2 段目) X (マゼンタ) および Y 方向 (オレンジ) の星像の相対変位量。(3 段目) 星像の FWHM (青) および peakID で指定した星のピークカウント (赤) の推移。(最下段) エアマス (黒) および peakID で指定した星の raw フラックス (灰色)。

5 トラブルシューティング

この章では、想定されるトラブルと、それらの解決方法について記述する。

5.1 ds9 を誤って消してしまった！

shine の observe ディレクトリから setup_ds9.sh を実行する。

```
[muscat@shine observe] $ ./setup_ds9.sh
```

5.2 ガイドが外れた！

雲の通過などで暗い星が映らなくなると、星のクロスマッチに失敗してガイドが大きく外れる事がある。その場合は一旦オートガイドのスクリプトを `Ctrl+c` で止め、望遠鏡 GUI の Tel-Pad を使用して星の位置を元の場所近くに戻したあと、雲が抜けるのを待って再度オートガイドを走らせる。なお、雲が通過した際は念のため予めオートガイドを止めておくとよい。

5.3 CCD の読み出し画像の ADU 値が全てゼロになる！

CCD カメラとの通信に予期せぬ不具合が起こると、カウント値が全てゼロの画像が表示されることがある。(2015 年の試験観測期間に偶発的にこの症状が発生したが、alex に搭載された HDD を SSD に置き換えたところ、OS の動作が安定化し、症状が偶発的に発生することはなくなった。なお、2016 年 2 月に 1 度、過失によりディスク容量がオーバーした際に同症状が発生した。)

もしこの症状が発生したら、shine から以下のコマンドで CCD カメラの電源のリセットを行う。

```
$ reset_CCDs.pl
```

このコマンドの実行により症状は回復するはずであるが、もし万が一この操作によって alex がフリーズしてしまった場合は、次の項目の手順に従って alex を強制的に再起動する。

5.4 alex がフリーズした！

予期せぬ理由により alex がフリーズした場合は、shine から以下のコマンドを実行することで強制的に alex を再起動出来る。

```
$ reset_alex.pl
```

このコマンドは shine の任意の場所から実行可能である。なお、このコマンドを実行すると alex の電源が強制的にリセットされる。alex が“生きている”状態では絶対に実行しないこと。

alex が再起動したあとは、3.1 章に従って観測準備の手順 (alex のみ) をやり直す。なお、camera_server.pl



図4 CCDカメラのACアダプタ。アダプタの左下に電源ボタンがある。電源が入っている場合、アダプタ上部のLEDが緑に点灯する。

を実行中にフリーズが発生した場合は、alexのobserveディレクトリ内にロックファイル(.runファイル)が残っているため、そのままでは再度camera_server.plを実行することが出来ない。その場合、

```
[muscat@alex observe]$ ./remove_server_run.pl [ccd#]
```

を実行し、ロックファイルの消去を行う。

5.5 CCDカメラと通信が出来ない！

alexでtemp_checkコマンドを実行した際にエラーが返ってくる場合は、何らかの理由でalexとCCDカメラ間の通信に失敗している。

その場合、まずalexの任意の場所から

```
$ reset_CCDs.pl
```

を実行し、CCDカメラの電源をリセットしてみる。もしこれを実行しても回復しない場合は、CCDカメラのACアダプタの電源がOFFになっている可能性がある(通常は常時ON)。観測所内(待機室)から観測をしている場合、ドーム2Fに行き、図4のACアダプタの電源が3台ともONになっているかを確認する。

それでも通信が出来ない場合は開発チームに連絡を。

5.6 shine 上で “Scratch file does not appear!!” と表示される！

shine の観測コマンドを流しているターミナル上で “Scratch file does not appear!!” という文字が赤文字で表示された場合、何らかの理由で画像の取得もしくはその後の処理に失敗している。開発チームに連絡を。

5.7 一部の CCD カメラの画像が反転している！

何らかの理由で OS 上で CCD カメラと USB ポートの対応が入れ替わった可能性がある^{*4}。alex の任意の場所から

```
$ reset_CCDs.pl
```

を実行し、CCD の電源をリセットすると回復する。

5.8 バイアスの値がマイナスになった！

三鷹での試験時に、2 日以上 CCD カメラの電源を入れっぱなしにして撮像テストなどを行った時に発生した。この場合、専用の PC を CCD カメラにつないで設定をリセットする必要があるので、直ちに開発チームに連絡を。

6 その他 tips ・ memo

- alex と shine でそれぞれ開く 3 つの xterm ターミナルは、左から順に CCD0 用, CCD1 用, CCD2 用と決めておき、ds9 も同じく左から CCD0, 1, 2 の画像を表示させるようにするとわかりやすい。
- 観測コマンドを実行中に過去に取得した画像を ds9 で表示したい場合、shine から ds9 を開くと最新の画像が新たに開いた ds9 に表示されてしまう。その場合、shine の/data ディレクトリは alex の/shine/data にマウントされているため、alex から ds9 を開き、shine に保存されている画像を表示させるとよい。
- shine に IRAF がインストールされている。xgterm を立ち上げ、muscat ユーザーのホームディレクトリから `[cl]` と打つと IRAF が起動する。星像の PSF を確認する際などに有用である。
- リアルタイム・ライトカーブツールで表示されるグラフは、以下のコマンドを使って post script (ps) 形式で保存することが出来る。

```
[muscat@shine lc_monitor] $./show_binlc.pl [date(yymmdd)] [ccd#(0/1/2)]  
[object name] [aperture radius] [targetID] [compID(s)] [save flag]
```

参照星が複数ある場合は、それらの ID をスペース無しで繋げて [compID(s)] に渡す。また最後の引数

^{*4} ダイクロイックミラーを用いて光を分ける関係上、CCD0&1 と CCD2 の画像はもともと x 軸方向に反転している。画像取得後にこの反転を補正しているが、USB ポートと CCD カメラの対応が入れ替わってしまうと、正しい補正が行われず、左右反転した画像が得られることになる。

([save flag]) には「1」を入れる。(最後の引数が0、もしくは何も与えなければ、画面にグラフが表示される。)

```
例) $./show_binlc.pl 160229 1 GJ436 30 1 234 1
```

グラフは/home/muscat/lc_monitor/ps ディレクトリ内に

```
lc-[object name]-[date]-[filter]-t[targetID]-c[compIDs].ps
```

というファイル名で保存される。

- MuSCAT の観測に関して何か質問・トラブル・要望等がある場合は、以下の MuSCAT 開発チーム用メーリングリストまで連絡を。

muscat_core @ abc-nins.jp