

SaCRA望遠鏡の 自動観測・即時解析化に 向けた環境構築

埼玉大学 理工学研究科

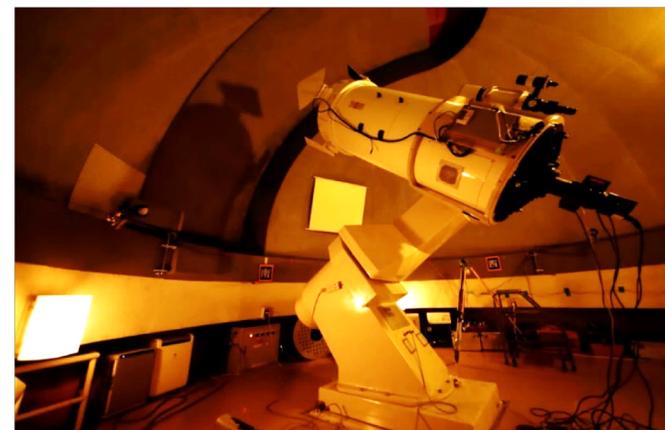
秋田谷 洋

埼玉大学天文学研究室メンバー



SaCRA望遠鏡

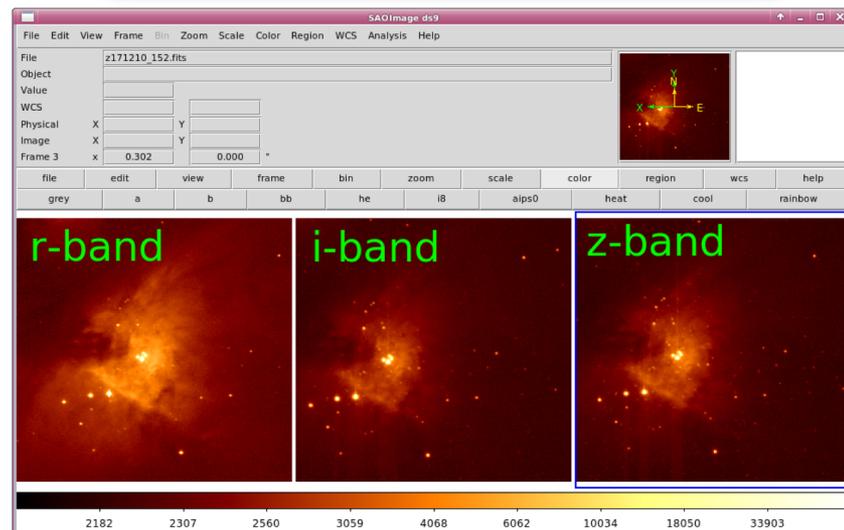
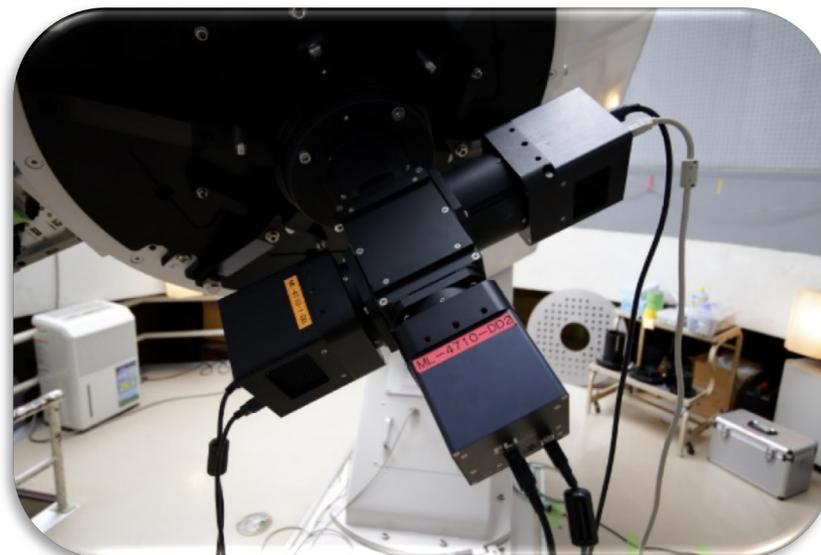
- 埼玉大学(さいたま市桜区)教育学部H棟屋上
- SaCRA(*)望遠鏡
- D=55cm, F/6.5(Cas.) or F/2.7(P.F.)
- ◆ 三色(r, i, z)同時撮像偏光装置
MuSaSHI (OISTERで主力観測対応)
- ◆ 小型エシエル分光装置
SuSAno
- ◆ 単色撮像装置
(B/V/R/I/H α /r/i/z)



三色同時撮像偏光装置 MuSaSHI(*)

潮田('16修論)

- r/i/z-band 3色同時撮像
- FLI ML4710MB or DD x 3
- e2v CCD47-10;
1056 × 1027 pixels;
13μm/pix
- 12.8'x12.4' FOV(@Cas.)
- 外気-60~65 °C冷却
- Lim. Mag.(S/N=10, 60sec)
- ◆ r~16.3^m, i~16.3^m, z~16.3^m



SaCRA(少し前)

石橋('15修論) 柴田('17修論)ほか

フラット
ランプ

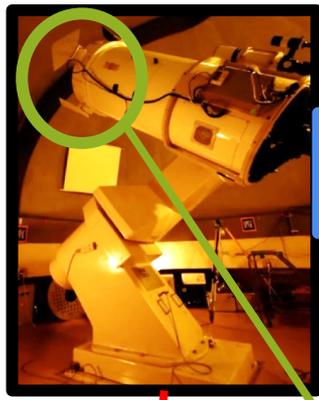


ドーム

ケーブルが6-7本
垂れ下がってる
望遠鏡

手動
スライダック

副鏡



装置



照明



スカイモニター・気象データ
空輝度モニター

雨センサー

降雨時
ドーム閉

ドーム
制御架

停電したら開
きっぱなし?

自動化・リモート
化には不足
要素が多い
(未整備・又は
過去にあった
が失われた?)

望遠鏡
制御架

望遠鏡制御サーバー
(Win7/Atlas Pro)



副鏡制御サーバー
(GUIのみ)

TCP/IP socket
ドーム任意回転不可



主制御計算機
(Linux)

Ethernet

学外Internet

研究室LAN

学外から(officialには)入れず

■ OISTER ToO観測

- ◆ 迅速な初動観測
- ◆ 迅速な観測速報・共有
(観測状況、データクオリティ、クイックルック、一次処理データ配布)

■ 重力波電磁波対応天体探査(J-GEM w/OISTER)

- ◆ 他の観測所と分担した、発生源候補銀河の即時観測・即時解析
- ◆ 増光天体有無の即時判断

→整備目標

1. 望遠鏡・装置の即時起動・リモート／ロボット観測化
 - 主計算機からの全機器の一律管理
 - 非常時の安全装置整備
2. 観測データの即時解析(一次処理・重ね合わせ・測光値)

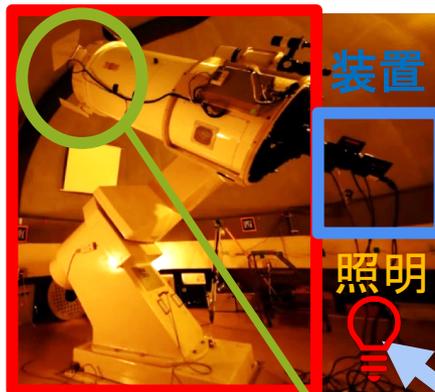
SaCRA(現状)



ドーム

副鏡

望遠鏡
(ケーブル取り
回し整備)



装置

照明

フラット
ランプ

可変
安定化
電源



スカイモニター・気象データ
空輝度モニター



望遠鏡監視カメラ・
筒先監視カメラ

雨センサー

降雨時
ドーム閉

ドーム
制御架

望遠鏡
制御架

副鏡制御サーバ
(Win7/β-SGR)

望遠鏡制御サーバ
(Win7/Atlas Pro)

停電時ドーム閉
装置(w/UPS)

主制御計算機
(Linux)

学外Internet

研究室LAN

TCP/IP socket
(ドーム回転可)

RS
232C
USB
etc.
コマンド類
増強

■ 機器整備

- ◆ ドームUPS導入
- ◆ 自動フラット取得機構
- ◆ ドーム内監視カメラ整備
- ◆ 各種観測支援ソフトウェア整備
- ◆ その他各種整備

■ 解析

- ◆ 一時解析パイプライン sacared 整備

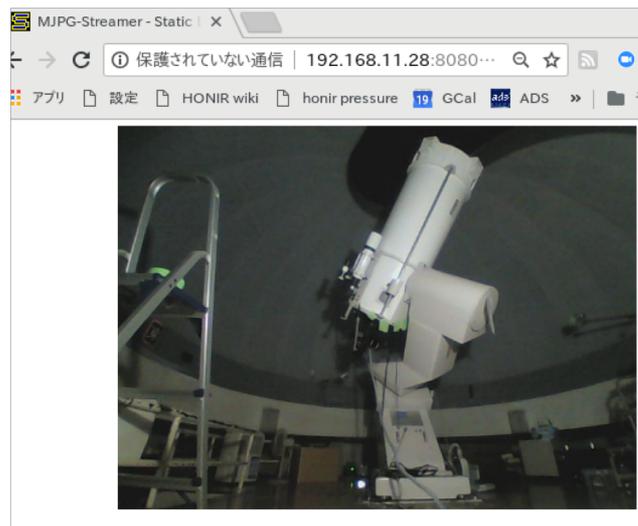
- 停電時にドームを自律的・自動的に閉める
 - ◆ 整備済みの「降雨・自動ドーム閉装置」と合わせて、遠隔・自動観測に向けたの機器保全の重要要素



H30 OISTER追加費用配分の援助により整備

ドーム内・筒先監視カメラ整備

- USBカメラ(Linux PC接続)動画を研究室内ネットワークでストリーミング配信
- 観測確実性・安全性の向上



ドーム監視カメラ

Buffalo BSW200MBK

ソフト: mjpg-streamer

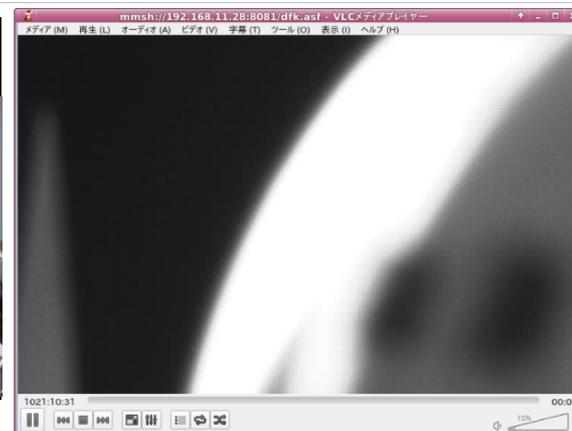
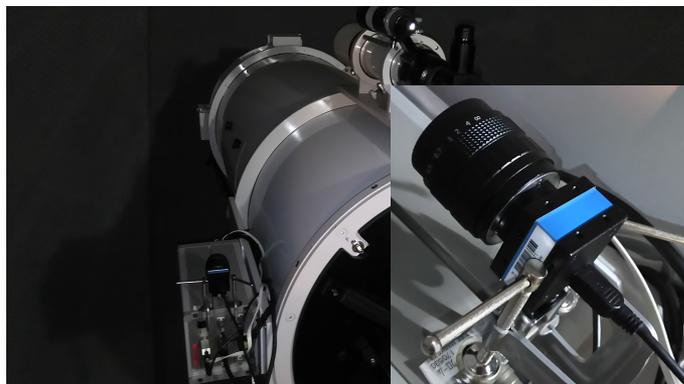


筒先監視カメラ

IMAGING SOURCE
DFK 22AUC03

ソフト: ffmpeg

2018/12/25-26



自動フラット取得

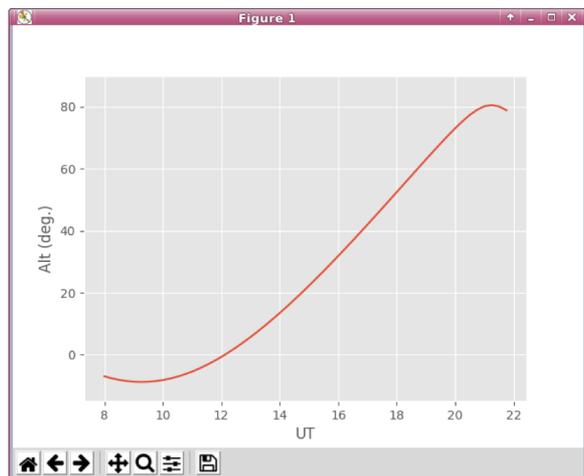
- 直流安定化電源+白熱電球
- ◆ 電源電圧(高砂製作所ZX-S-400L)
 - Linux PCからRS-232C制御(Ruby Script)
 - 各バンドに合った電圧を自動設定
- ◆ 望遠鏡指向コマンド・CCD画像取得コマンドとの連動でフラット自動取得



各種観測支援ソフトウェア整備

天体ポインティングコマンド
(SIMBADから天体サーチ・高度グラフ・
DSS画像表示)

```
Terminal - Student13@Lep
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) ターミナル(T) タブ(A) ヘルプ(H)
[Student13@Lepus ~]$ ltelescope Y_CVn
Object not found in the list !!
Searching SIMBAD
s_telescope slew 12:45:07.826 +45:26:24.898
Alt: 17.3, Az: 46.0, HA: -6.8
Go ? (N/y)
```



quickgui.i

SaCRA Quick GUI

Dome Light

Tel. Cap

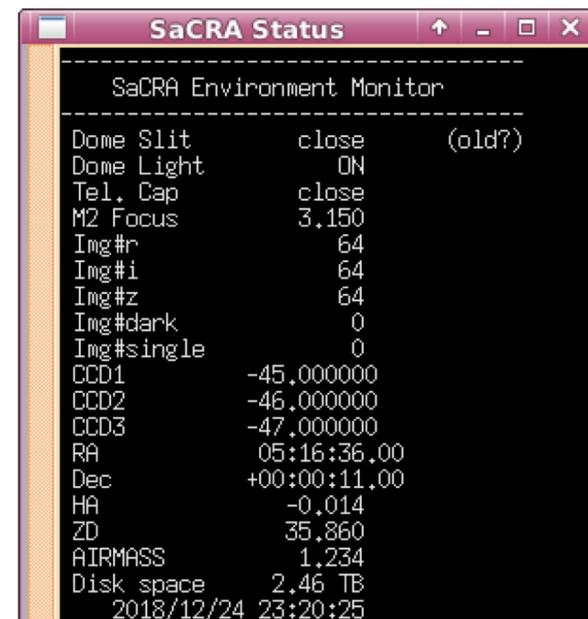
Siderial Drive

積分時間タイマー



```
Exposure Timer
-----
SaCRA Exposure Timer
-----
      Img.Name :                test
      Exp.Time (s) :      20.0
      Offset Time (s) :       1.1
      Elapsed Time (s) :       6.2
                        50%                100%
-----+-----+-----+-----+
##### 1
-----+-----+-----+-----+
```

望遠鏡ステータス表示



```
SaCRA Status
-----
SaCRA Environment Monitor
-----
Dome Slit      close      (old?)
Dome Light     ON
Tel. Cap       close
M2 Focus       3,150
Img#r          64
Img#i          64
Img#z          64
Img#dark       0
Img#single     0
CCD1           -45,000000
CCD2           -46,000000
CCD3           -47,000000
RA             05:16:36.00
Dec            +00:00:11.00
HA             -0.014
ZD             35.860
AIRMASS        1.234
Disk space     2.46 TB
2018/12/24 23:20:25
```

研究室Global IP address
GWマシン整備
→学外からもアクセス可に

2018/12/25-26

第9回 天体観測WS@埼玉大学

- 研究室Global IP address GWマシン整備 →学外からもアクセス可に
- 研究室内ネットワークの整理・セキュリティ管理
- 冗長化をもたせた観測データバックアップシステム
- CCD制御ソフトの根本改良
 - ◆ C++ソースコードの可読性向上
 - ◆ FITSヘッダーの充実化
 - ◆ 多種モード撮像への対応
- 望遠鏡操作ツール整備
 - ◆ 天体位置微調整ツール (induc.rb)
 - ◆ 安定した望遠鏡トラッキング (取得画像のセルフガイド機能; endless_tricam.sh)
- ドームライトの遠隔操作
- 観測状況のログファイル充実化
- **機器開発・整備状況のdocumentation**

～せっかくの整備が失われないために

■ Dark引き・Flat処理・WCS張りを一括実施

◆ GitHub: <https://github.com/h-akitaya/sacrared/>

```
preproc_musashi.sh
```

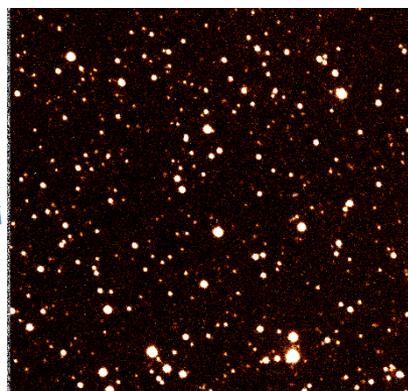
観測後、コマンド一発で一次処理完了

raw image



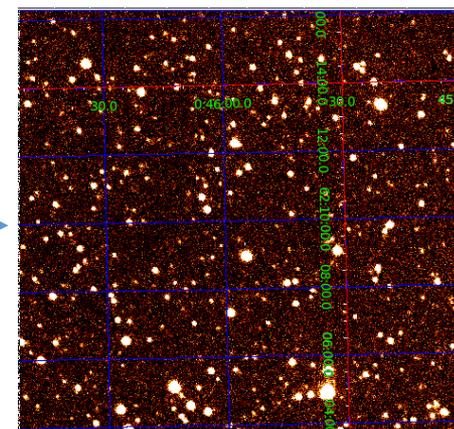
Dark・
Flat作成
Flat処理

musashi_addheader.py
preproc.py



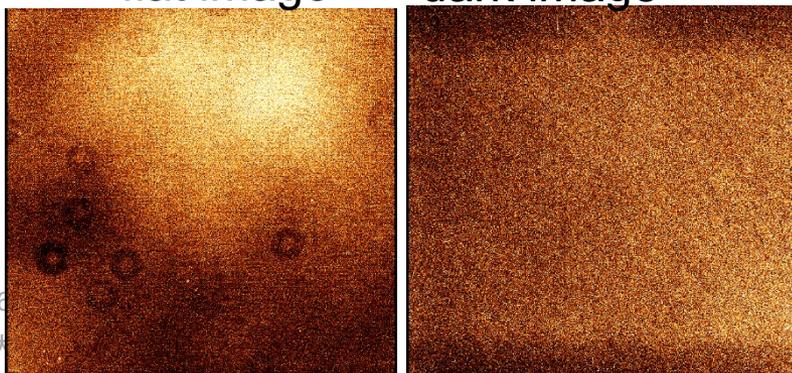
WCS
張り

wcsresolve.sh



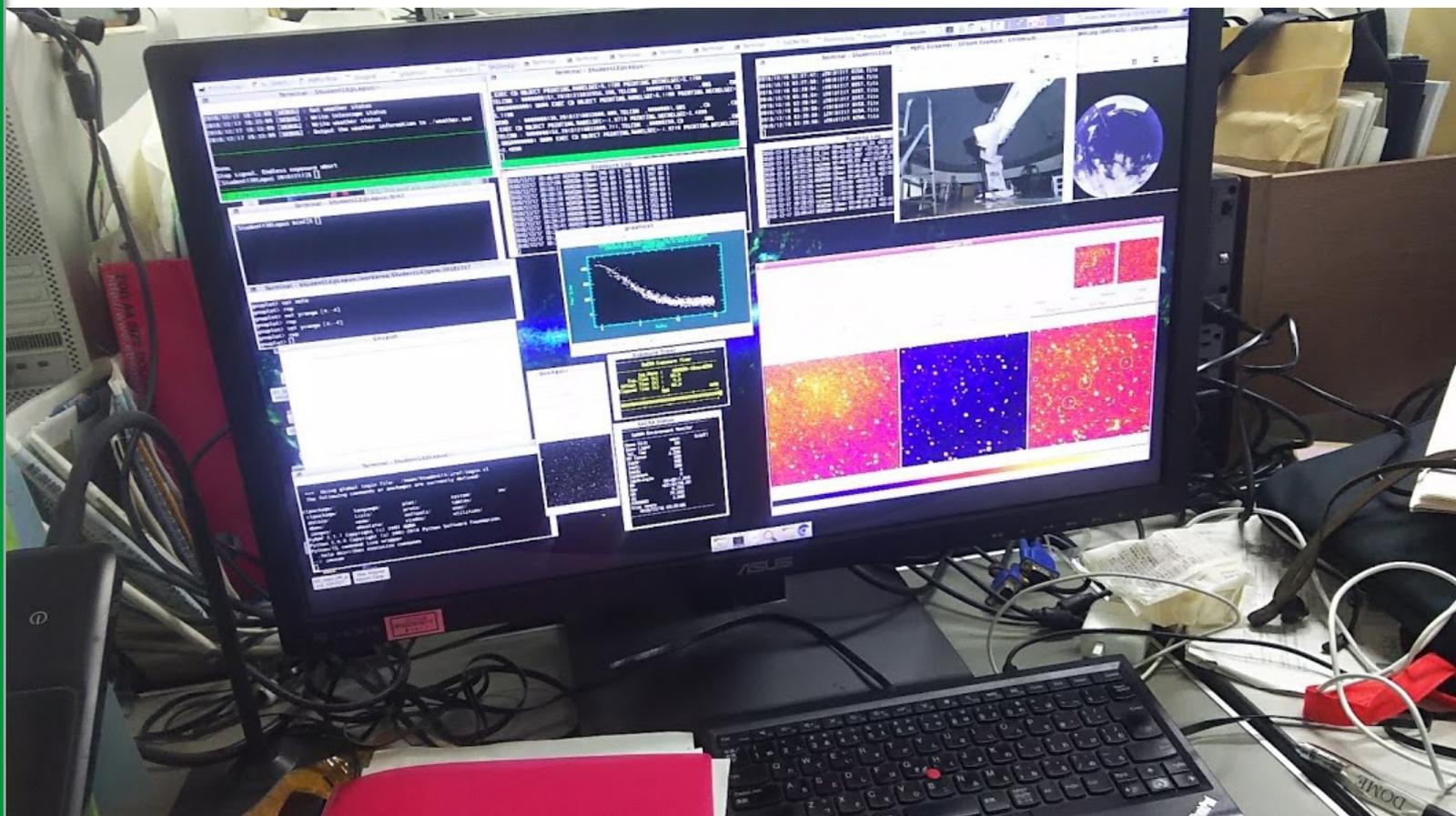
flat image

dark image



Based on:
Python, PyRAF,
Shell Script (bash),
Astrometry.net (for WCS)

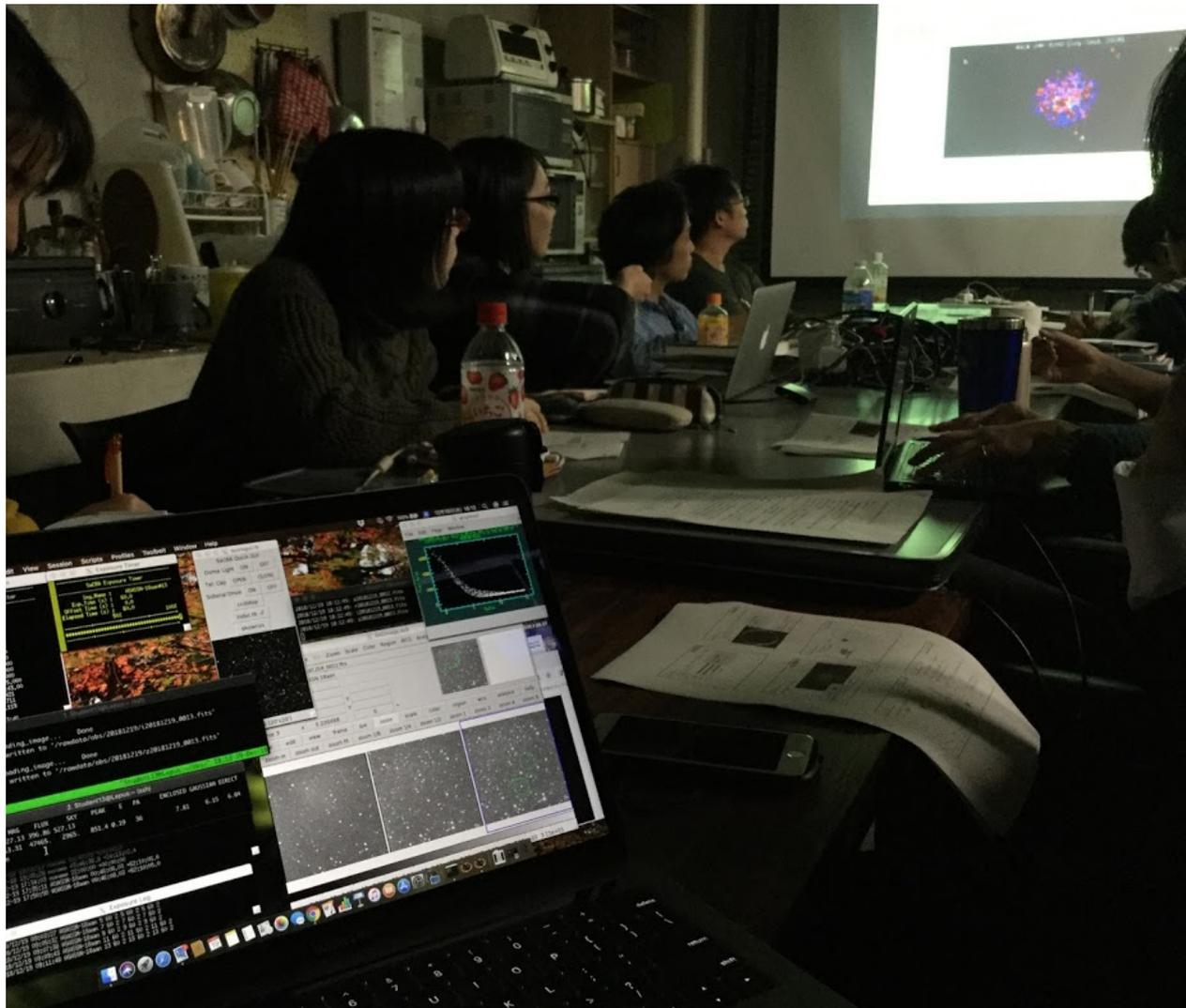
リモート観測(秋田谷作業机)



2018/12/25-26

第9回光赤外大学間連携WS@埼玉大学

リモート観測(ゼミ中の内職)



2018/12/25-26

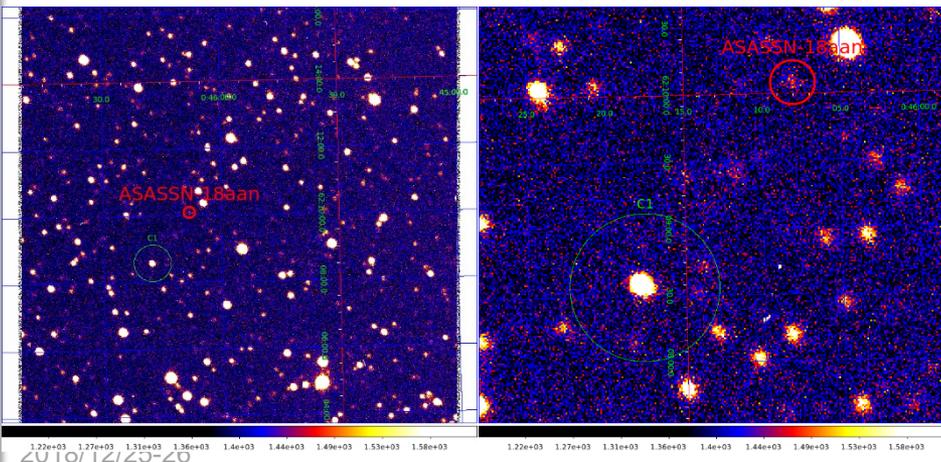
第9回光赤外大学間連携WS@埼玉大学

■ OISTER ToO観測

- ◆ ASASSN-18aan (PI: 京大 若松氏)
- ◆ r/i/z ~3 -6時間の連続測光
- ◆ 常にクイックルックを提示して他観測所に観測状況をつつ、ToO観測に貢献

12/19

12/23



PRELIMINARY

実際の観測(2)

J-GEM テスト観測

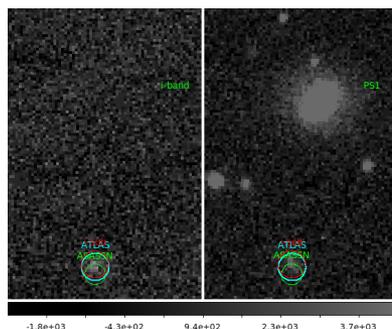
J-GEM観測ソフト整備

GitHub:

<https://github.com/h-akitaya/jgemtools>

0.5min x 60 = 30min
r/i/z観測・即時解析

~19 magの超新星を
検出(母銀河~19mag)



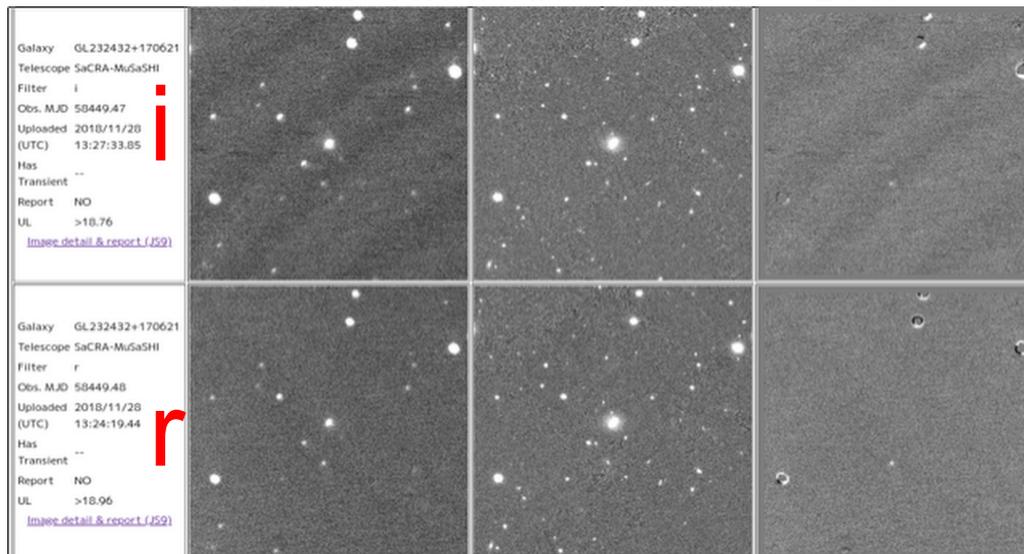
jgemtools

```

t.Student13@Lepus:~/sacra_tools/sacrajgem (ssh)
.14, G=18.68, R=18.44 None 23:24:20.16 +16:33:06.12
.43 GL231740+160739 U181121 0.002480700 2018-11-21 03:42:01.651110 349.4153 16.1276 179.6728 observed MITSuME-Akeno 2018-11-22 10:56:18.946688 R=18.45, I=17.85, G=18.14 None 23:17:39
.44 GL232400+164914 U181121 0.002419200 2018-11-21 03:42:01.651110 351.0010 16.8205 184.1125 analyzed OAOwFC, TIT-OAO-GRBSRCM, MITSuME-Akeno, MITSuME-Okayama 2018-11-22 13:57:51.4572
42 G=18.35, I=18.14, G=15.12, R=15.49, I=18.11, R=18.44, I=16.16, R=18.55, G=15.36, R=18.52, G=18.56, I=16.24, G=18.69, R=15.11, I=18.34 None 23:24:00.24 +16:49:13.8
45 GL232417+165541 U181121 0.002379000 2018-11-21 03:42:01.651110 351.0710 16.9280 186.6040 analyzed OAOwFC, TIT-OAO-GRBSRCM, MITSuME-Akeno, MITSuME-Okayama 2018-11-22 13:58:04.5325
17 R=15.11, I=18.14, G=15.12, I=18.11, R=18.44, I=16.16, G=15.36, G=18.56, I=16.24, R=15.49, I=18.34 None 23:24:17.04 +16:55:40.8
46 GL232539+152116 U181121 0.002352100 2018-11-21 03:42:01.651110 351.4106 15.3545 184.2083 bad data MITSuME-Okayama 2018-11-22 11:04:16.702544 I=12.80, R=13.21, G=13.77 None 23:25:38.544 +15:21:16.2
47 GL232338+171813 U181121 0.002157600 2018-11-21 03:42:01.651110 350.9100 17.3837 169.3136 bad data MITSuME-Akeno 2018-11-21 10:49:18.144279 G=15.46, I=15.32, R=14.57 None 23:23:38.4 +17:18:13.32
eventid:U181121> h
----- command menu -----
(s) : show all candidates
(S) : show all events
(u) : update candidate list
(r) : show non-reserved/observed candidates
(b) : show "hastransient" candidates
(r NUMBER) : mark RESERVED for the object with NUMBER
(p NUMBER) : telescope pointing for the object with NUMBER
(c EVENTID) : change current eventid
(g STRING) : group candidate list by STRING
(d) : show this menu
(q) : quit
eventid:U181121>
    
```

J-GEM Image Server @TITech

MuSaSHI Pan-STARRS Diff.



2018/12/25-26

第9回光赤外大学間連携WS@埼玉大学

■ 学内からのリモート

- ◆ 基本機能は整った

■ 学外からの遠隔リモート・自動化

- ◆ ドーム回転の位置センサー設置

- 現状はwebカメラで原点を合わせている
- ネット越しのリモート操作は可能だが自動化には難

- ◆ 賢い天体指向・トラッキングツール

- 自動フォーカス合わせ・天候に応じた天体継続判断・スケジューリング (ソフト作成で対応可能)

- ◆ 装置・望遠鏡情報取得の充実化

- ◆ 十分な動作信頼性テスト

■ 即時解析

- ◆ より賢い測光・ライトカーブの自動生成

- ◆ PCの高速化

まとめ

- リモート観測：主要機器のネットワーク経由制御は完了。最低限のソフト・ハードの素地は整えた。
- ◆ 研究室内リモート観測は定常運用中。
- 即時解析化：一次処理については十分整えた。
- ◆ PIへの迅速な一次処理データ提供・J-GEM試験観測で実用

- 今後のソフト・ハードの洗練次第で、「遠隔リモート」「自動観測」には手が届く。
- SaCRA/MuSaSHIの組み合わせは小口径ながら強力。今後の整備で、より機動力のある望遠鏡・装置として突発天体観測へ貢献できることを期待。

昼休みにSaCRA望遠鏡をご案内いたします。
是非お立ち寄りください。