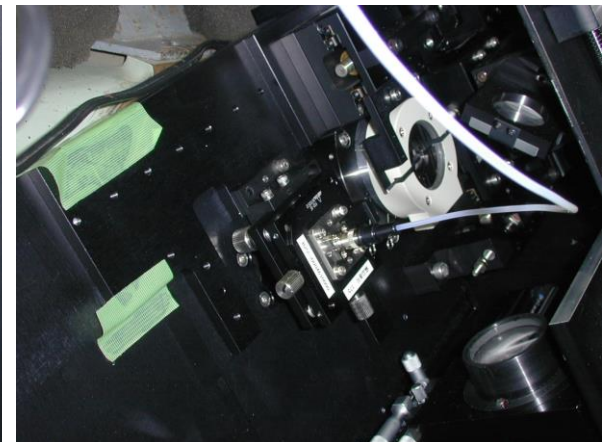
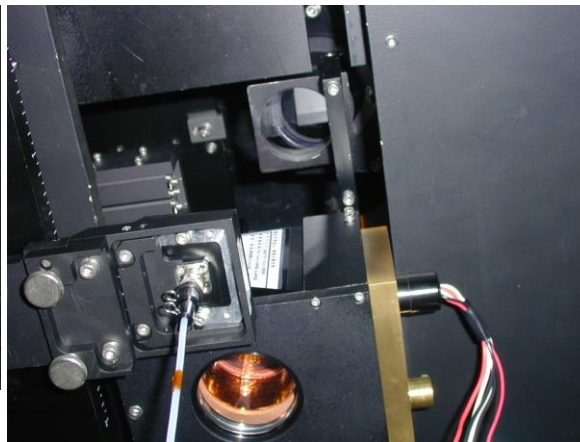
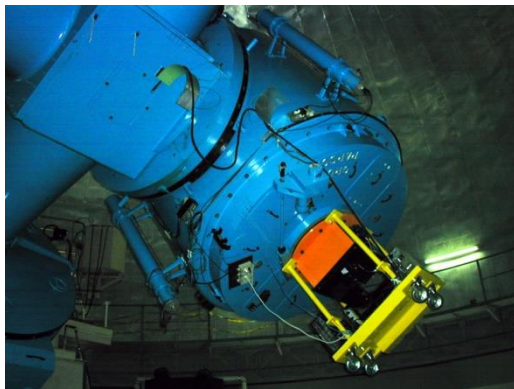


観測の全自動化に向けたHIDES-F用 キューモード観測環境の構築

前原裕之, 神戸栄治, 浮田信治,
黒田大介, 泉浦秀行 (国立天文台)

HIDES Fiber-Feed

- 高分散分光器HIDESに光ファイバーを使って天体光を導入
- HE (高効率モード)
 - カセグレン焦点で視野2.7秒角に相当する天体の光を光ファイバーに入れてクーデ焦点 (HIDESの入口) まで伝送
 - 岡山の平均的なシーイングである1.5秒角の夜でも焦点に届いた光の約80%を分光器内に導くことが可能
 - イメージスライサーを使って星の像を3分割 → $R \sim 50,000$
- HR (高波長分解能モード)
 - 視野約1.5秒角の光をイメージスライサーで5分割 → $R \sim 110,000$



自動観測化の必要性

- HIDES-Fの主力観測テーマ
 - 視線速度精密測定による太陽系外惑星の探索
 - 長期間にわたる高頻度の観測が必要
 - 観測にかかるマンパワーが研究の規模を制限
- 観測の省力化
- 探索規模の飛躍的な拡大
- 隙間時間を活用した新たなサイエンスの開拓
- ToO観測への対応

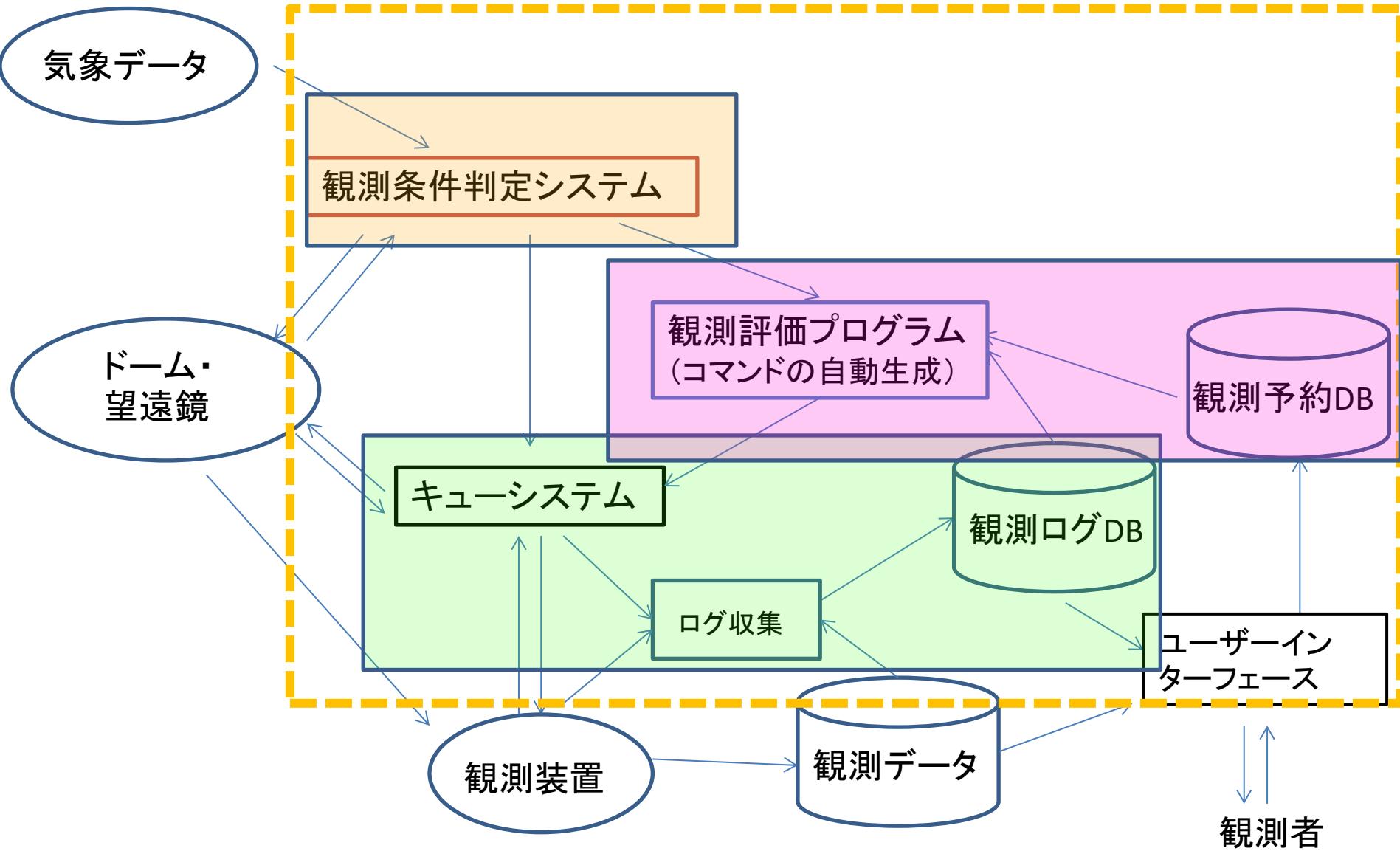


観測の全自動化

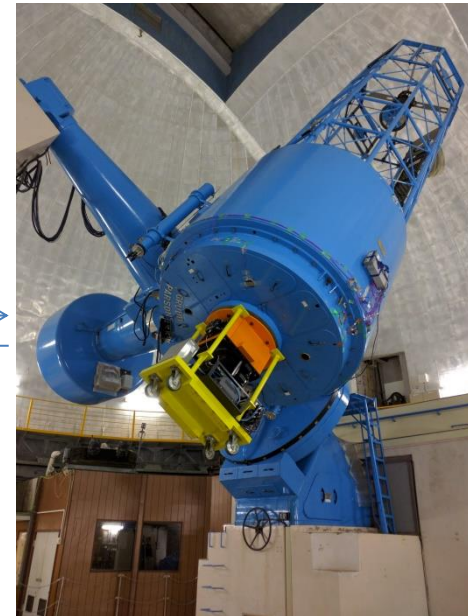
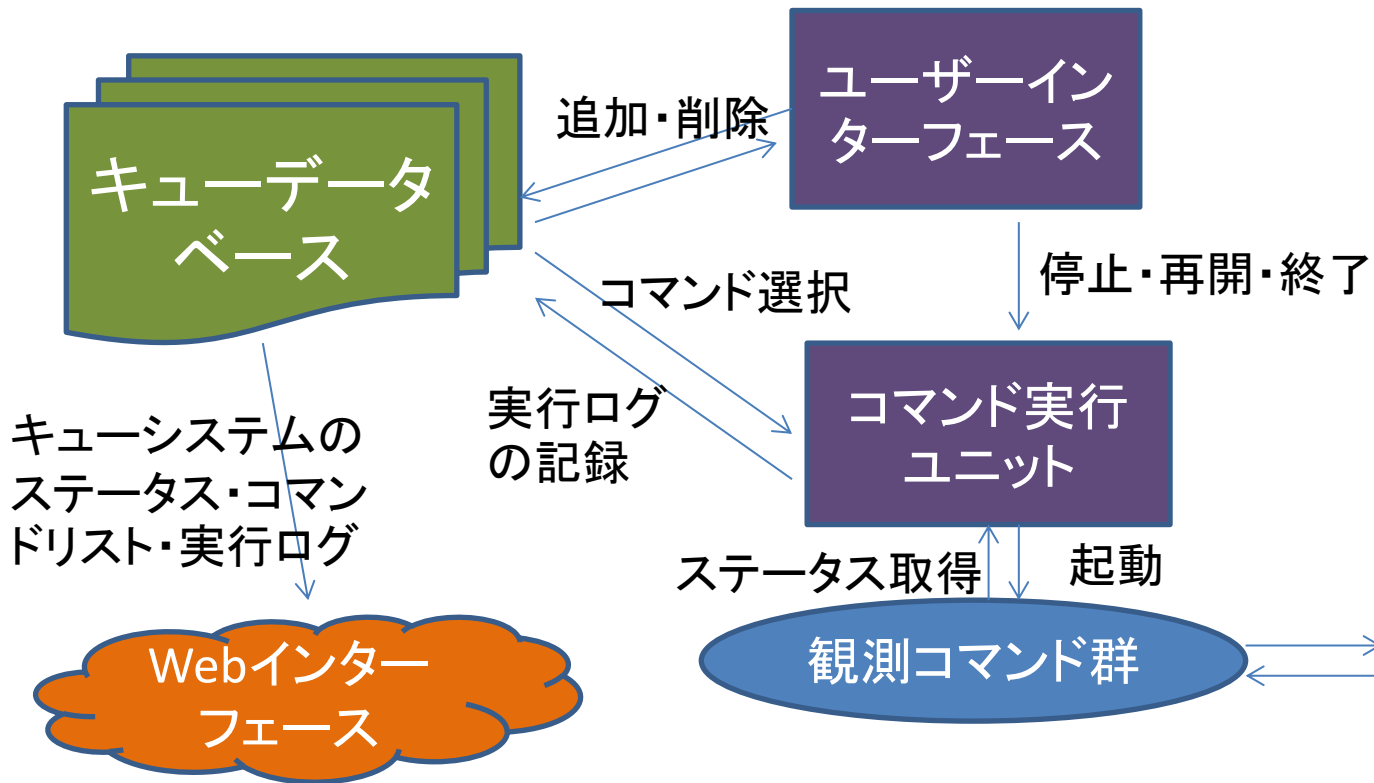
HIDES-Fをターゲットとした自動観測システム

- 第Iフェーズ
 - キュー観測システムの実装
 - ユーザーが観測スクリプトを手動生成すればこの段階でもある程度の自動観測を実現
 - 完成済み
- 第IIフェーズ
 - 観測コマンドの自動生成システムの実装とキュー観測システムとの連動
 - ユーザーは天体リストのみを作成
 - コマンド自動生成システムは天体リストから観測可能な天体を選び、観測コマンドを自動生成し、キューに登録・観測を実行
- 第IIIフェーズ
 - 天候など観測可能な条件の判断も自動化
 - 観測者の判断を介さない全自動観測

自動観測システムの全体像



キューシステムの概要

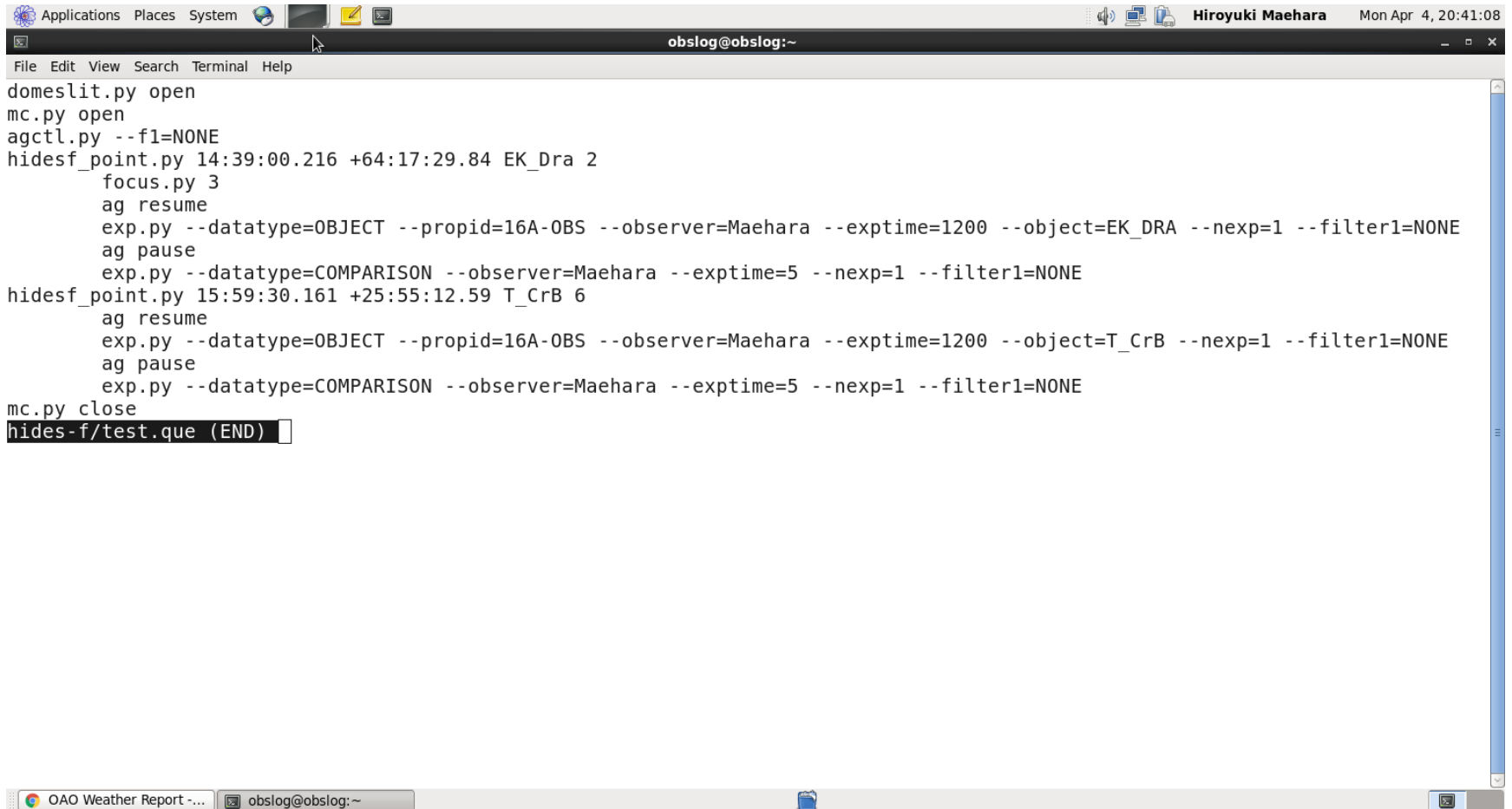


望遠鏡・ドーム・観測装置

キューシステムのUI

- コマンドの追加
 - 前のコマンドが実行に成功した場合のみ実行するという依存関係の設定が可能
- コマンドの挿入
 - 追加同様に依存関係を設定可能
- 追加・挿入はファイルから読み込み可能
- コマンドの削除
 - 消したコマンドに依存しているコマンドがある場合は自動的に消える
- 実行待ちコマンドの表示

ファイルからのコマンド追加例

A terminal window titled 'obslog@obslog:~' with a menu bar (File, Edit, View, Search, Terminal, Help) and a system tray at the bottom. The window shows a sequence of commands and their outputs. The last command, 'hides-f/test.que (END)', is highlighted in black. The system tray includes 'OAO Weather Report - ...', 'obslog@obslog:~', and system icons. The top of the screen shows a desktop environment with icons for Applications, Places, System, and user information 'Hiroyuki Maehara' with the date 'Mon Apr 4, 20:41:08'.

```
domeslit.py open
mc.py open
agctl.py --f1=NONE
hidesf_point.py 14:39:00.216 +64:17:29.84 EK_Dra 2
    focus.py 3
    ag resume
    exp.py --datatype=OBJECT --propid=16A-OBS --observer=Maehara --exptime=1200 --object=EK_DRA --nexp=1 --filter1=NONE
    ag pause
    exp.py --datatype=COMPARISON --observer=Maehara --exptime=5 --nexp=1 --filter1=NONE
hidesf_point.py 15:59:30.161 +25:55:12.59 T_CrB 6
    ag resume
    exp.py --datatype=OBJECT --propid=16A-OBS --observer=Maehara --exptime=1200 --object=T_CrB --nexp=1 --filter1=NONE
    ag pause
    exp.py --datatype=COMPARISON --observer=Maehara --exptime=5 --nexp=1 --filter1=NONE
mc.py close
hides-f/test.que (END)
```


キューシステムのWebインターフェース

- キューシステム自体のステータス表示
- 実行待ちコマンドのリスト
- 実行済みコマンドのログ

の3種類の情報を表示。

- この他にオートガイダー・天体自動導入のステータスをWebで閲覧可能

Status

PID:	32016
Status:	executing
Command:	domeslit.py open

Queue command list

queue id	exec. sequence	parent queue id	command
496	0		domeslit.py open
497	1		mc.py open
498	2		agctl.py --f1=NONE
499	3		hidesf_point.py 14:39:00.216 +64:17:29.84 EK_Dra 2
500	4	499	ag resume
501	5	499	exp.py --datatype=OBJECT --propid=16A-OBS --observer=Maehara --exptime=1200 --object=EK_DRA --nexp=1 --filter1=NONE
502	6	499	exp.py --datatype=COMPARISON --observer=Maehara --exptime=5 --nexp=1 --filter1=NONE
503	7	499	ag pause
504	8		hidesf_point.py 15:59:30.161 +25:55:12.59 T_CrB 6
505	9	504	ag resume
506	10	504	exp.py --datatype=OBJECT --propid=16A-OBS --observer=Maehara --exptime=1200 --object=T_CrB --nexp=1 --filter1=NONE
507	11	504	exp.py --datatype=COMPARISON --observer=Maehara --exptime=5 --nexp=1 --filter1=NONE
508	12	504	ag pause
509	13		mc.py close

queue id	date start	date end	command	exec status
495	2016-04-01 13:48:58	2016-04-01 13:58:13	tel_rest.py -s	0
494	2016-04-01 13:48:34	2016-04-01 13:48:57	mc.py close	0
493	2016-04-01 13:47:08	2016-04-01 13:48:33	exp.py --datatype=COMPARISON --propid=CAL --observer=Maehara --exptime=5 --nexp=1 --filter1=NONE	0
492	2016-04-01 13:46:57	2016-04-01 13:47:07	ag pause	0
491	2016-04-01 13:35:56	2016-04-01 13:46:56	exp.py --datatype=OBJECT --propid=16A-OBS --observer=Maehara --exptime=600 --object=EK_DRA --nexp=1 --filter1=NONE	0

Status

PID:	32016
Status:	executing
Command:	domeslit.py open

Queue command list

queue id	exec. sequence	parent queue id	command
496	0		domeslit.py open
497	1		mc.py open
498	2		agctl.py --f1=NONE
499	3		hidesf_point.py 14:39:00.216 +64:17:29.84 EK_Dra 2
500	4	499	ag resume
501	5	499	exp.py --datatype=OBJECT --propid=16A-OBS --observer=Maehara --exptime=1200 --object=EK_DRA --nexp=1 --filter1=NONE
502	6	499	exp.py --datatype=COMPARISON --observer=Maehara --exptime=5 --nexp=1 --filter1=NONE
503	7	499	ag pause
504	8		hidesf_point.py 15:59:30.161 +25:55:12.59 T_CrB 6
505	9	504	ag resume
506	10	504	exp.py --datatype=OBJECT --propid=16A-OBS --observer=Maehara --exptime=1200 --object=T_CrB --nexp=1 --filter1=NONE
507	11	504	exp.py --datatype=COMPARISON --observer=Maehara --exptime=5 --nexp=1 --filter1=NONE
508	12	504	ag pause
509	13		mc.py close

親
子
親
子

queue id	date start	date end	command	exec status
495	2016-04-01 13:48:58	2016-04-01 13:58:13	tel_rest.py -s	0
494	2016-04-01 13:48:34	2016-04-01 13:48:57	mc.py close	0
493	2016-04-01 13:47:08	2016-04-01 13:48:33	exp.py --datatype=COMPARISON --propid=CAL --observer=Maehara --exptime=5 --nexp=1 --filter1=NONE	0
492	2016-04-01 13:46:57	2016-04-01 13:47:07	ag pause	0
491	2016-04-01 13:35:56	2016-04-01 13:46:56	exp.py --datatype=OBJECT --propid=16A-OBS --observer=Maehara --exptime=600 --object=EK_DRA --nexp=1 --filter1=NONE	0

Status

PID:	32016
Status:	executing
Command:	agctl.py - -f1=NONE

Queue command list

queue id	exec. sequence	parent queue id	command
513	0		agctl.py --f1=NONE
514	1		hidesf_point.py 14:39:00.216 +64:17:29.84 EK_Dra 2
515	2	514	focus.py 3
516	3	514	ag resume
517	4	514	exp.py --datatype=OBJECT --propid=16A-OBS --observer=Maehara --exptime=1200 --object=EK_DRA --nexp=1 --filter1=NONE
518	5	514	exp.py --datatype=COMPARISON --observer=Maehara --exptime=5 --nexp=1 --filter1=NONE
519	6	514	ag pause
520	7		hidesf_point.py 15:59:30.161 +25:55:12.59 T_CrB 6
521	8	520	ag resume
522	9	520	exp.py --datatype=OBJECT --propid=16A-OBS --observer=Maehara --exptime=1200 --object=T_CrB --nexp=1 --filter1=NONE
523	10	520	exp.py --datatype=COMPARISON --observer=Maehara --exptime=5 --nexp=1 --filter1=NONE
524	11	520	ag pause
525	12		mc.py close

queue id	date start	date end	command	status
512	2016-04-01 15:54:53	2016-04-01 15:55:16	mc.py open	
511	2016-04-01 15:54:29	2016-04-01 15:54:52	domeslit.py open	0
504	2016-04-01 15:51:11	2016-04-01 15:52:47	hidesf_point.py 15:59:30.161 +25:55:12.59 T_CrB 6	1
499	2016-04-01 15:50:03	2016-04-01 15:51:05	hidesf_point.py 14:39:00.216 +64:17:29.84 EK_Dra 2	1
498	2016-04-01 15:49:59	2016-04-01 15:50:02	agctl.py --f1=NONE	0

親コマンドが実行に失敗すると、依存関係の設定されている子コマンドは実行されない

ポインティング・オートガイドの動作状況

HIDES-F AG Status

obslog.oao.nao.ac.jp/~queue/AG/index.py

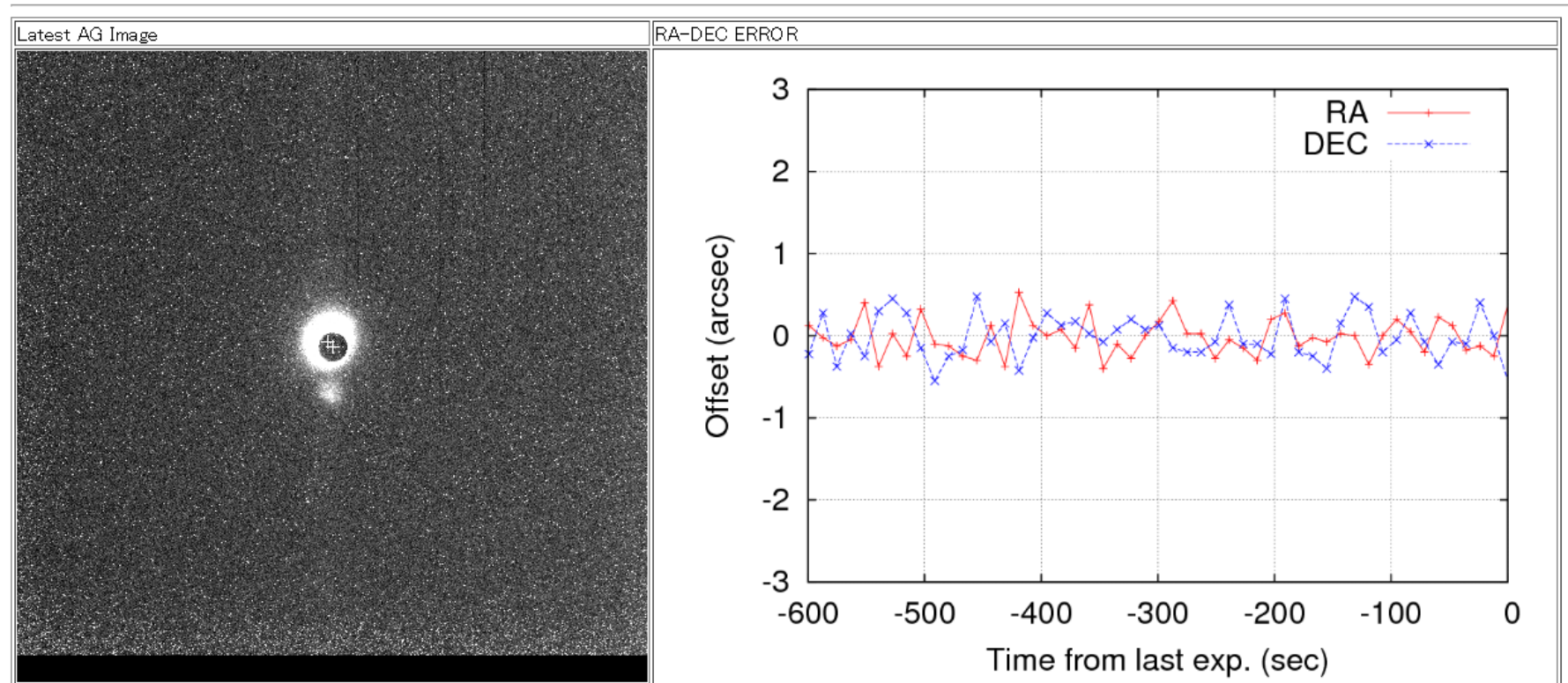
HIDES-F AG status

AG daemon (find_obj.py): **NOT RUNNING**

Last exp.: 2016-07-29 19:28:16 (UTC); dt=-982202 sec

Guide Status: OK (1650.325337, 0.375000, -0.550000)

HE(高効率)モードだけでなく、HR(高分解能)モードのファイバーにも対応



[focus log \(t=1464606061\)](#) [focus log \(t=1464444479\)](#) [focus log \(t=1464435405\)](#)

オートフォーカス

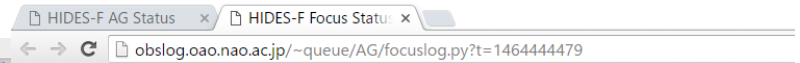
- 望遠鏡各部の温度からフォーカス位置を推定



- 予測フォーカス位置の前後でFWHMの変化を測定してフォーカス位置を決定

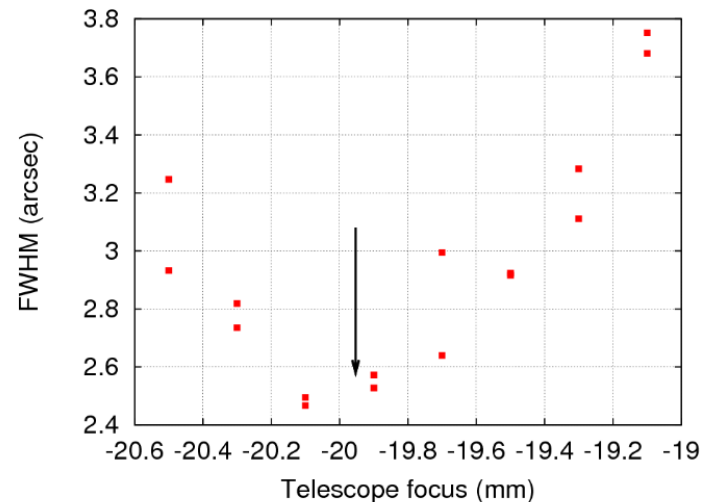
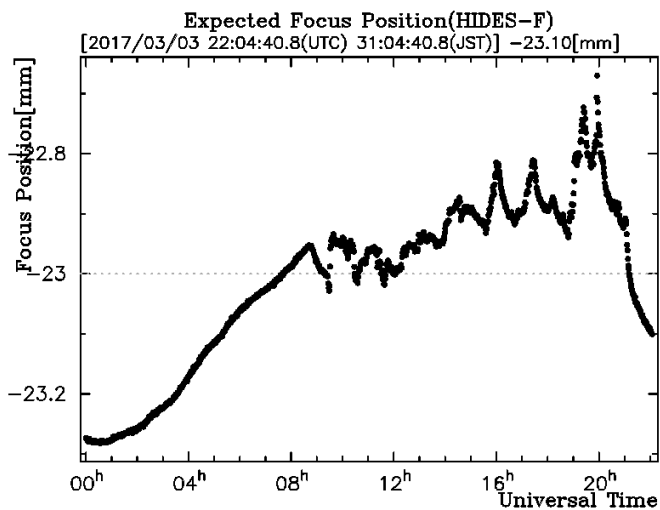


188cm望遠鏡の温度を測定することによって期待される焦点位置(HIDES-Fiber, without I2-Cell)の推定をしています。β版です。DCオフセットは別途考慮し、参考値としてご使用ください。約±0.12mm rmsの精度。

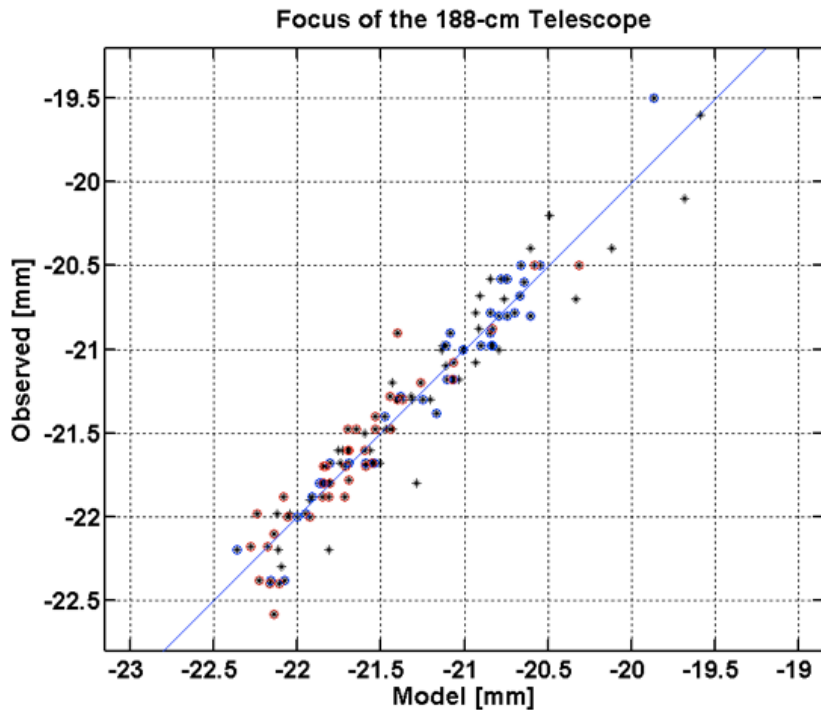


HIDES-F Focus Status

Date/Time: 2016-05-28 14:07:59 (UTC)
Telescope Focus: -19.95(mm)
FWHM: 2.58(arcsec)

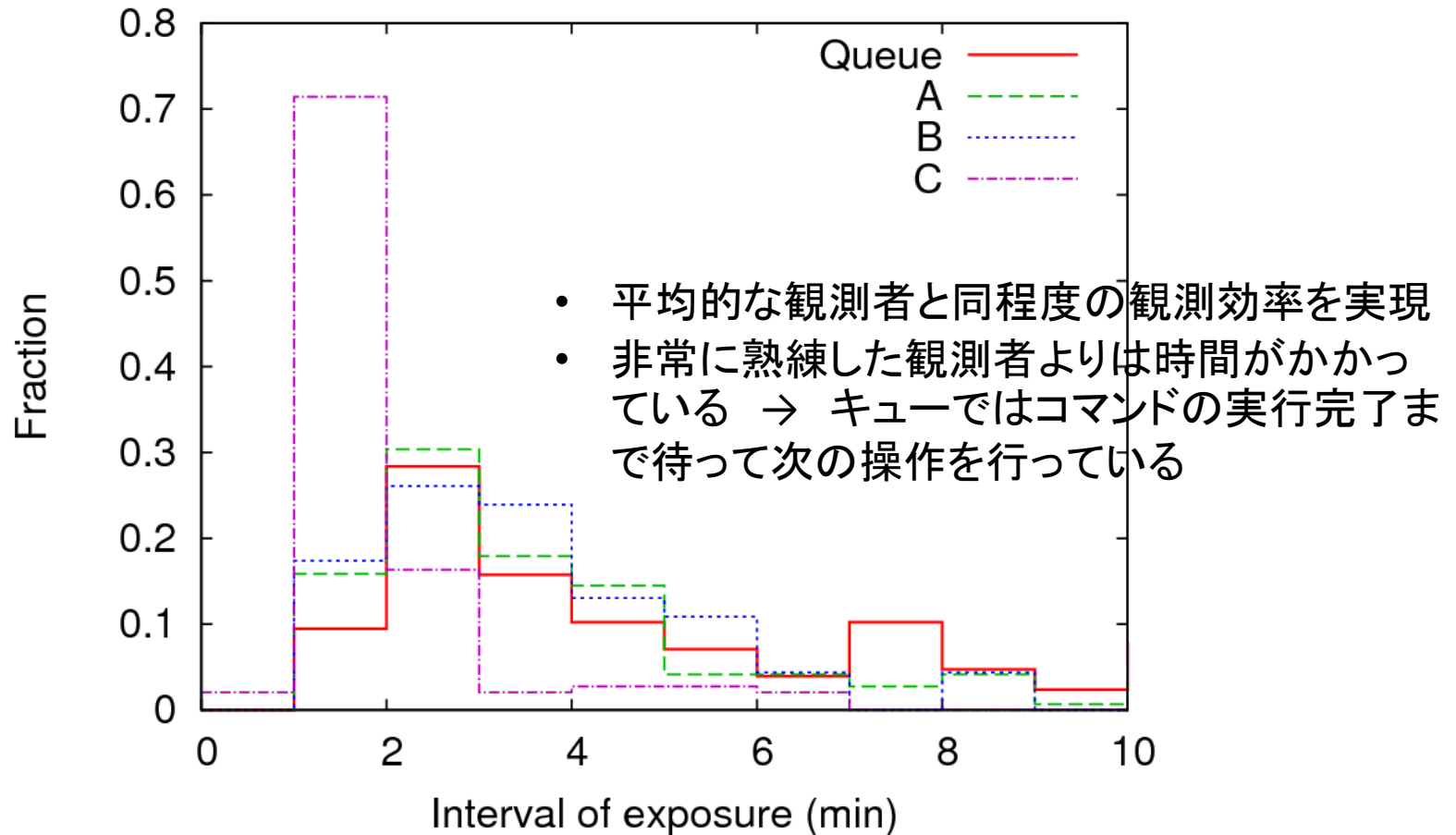


フォーカス位置の予測モデル



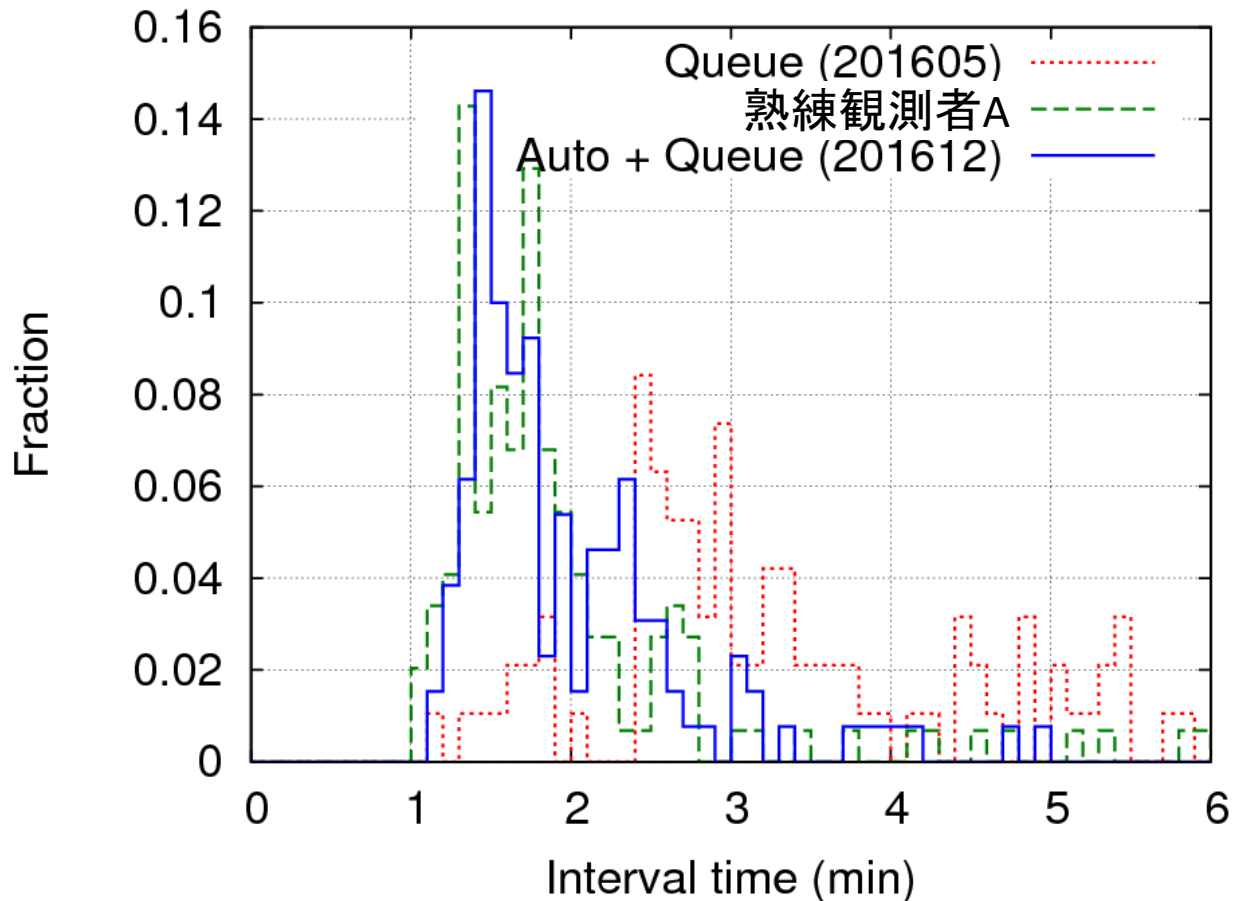
- 望遠鏡のトラス、主鏡の表・裏の温度からフォーカス位置を0.15mm(RMS)程度の精度で予測可能

観測効率の比較(2016/05)



観測効率の比較

CCD読み出し中に次の天体のポインティングを行う等の並列動作を行うようにした結果、露出終了から次の露出開始まで2分以下を実現



まとめ

- キューシステムとキューモード用の観測コマンド群を開発
- ユーザーが観測コマンドリストを作成することである程度観測を自動的に行うことが可能となった
 - 2017Bの共同利用で使用可能
- CCD読み出し、ポインティング、機器設定などの並列動作を行うことで、熟練した観測者並みの観測効率をだれでも達成可能
 - ユーザーの操作がほぼ不要なので大幅な省力化になった

現在の開発状況

- 観測コマンド自動生成
 - 16年後期観測に実装およびキューシステムとの連結動作テストを実施し、天体リストから最適な順番で観測を行うことができることを確認
- 観測条件判断
 - 気象データを用いた判断ルーチン部分は小型望遠鏡の全自動観測用に実装して15年度から試験中
 - キューシステムとの連動部分を実装・テスト中
 - 人感センサーや各制御計算機の稼働状態のチェック機構など、188cm望遠鏡用の安全対策装置も判断基準に取り入れる必要あり。