

188cm望遠鏡＋HIDES-F用 キュー観測システムの構築

前原裕之(国立天文台)

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
- 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

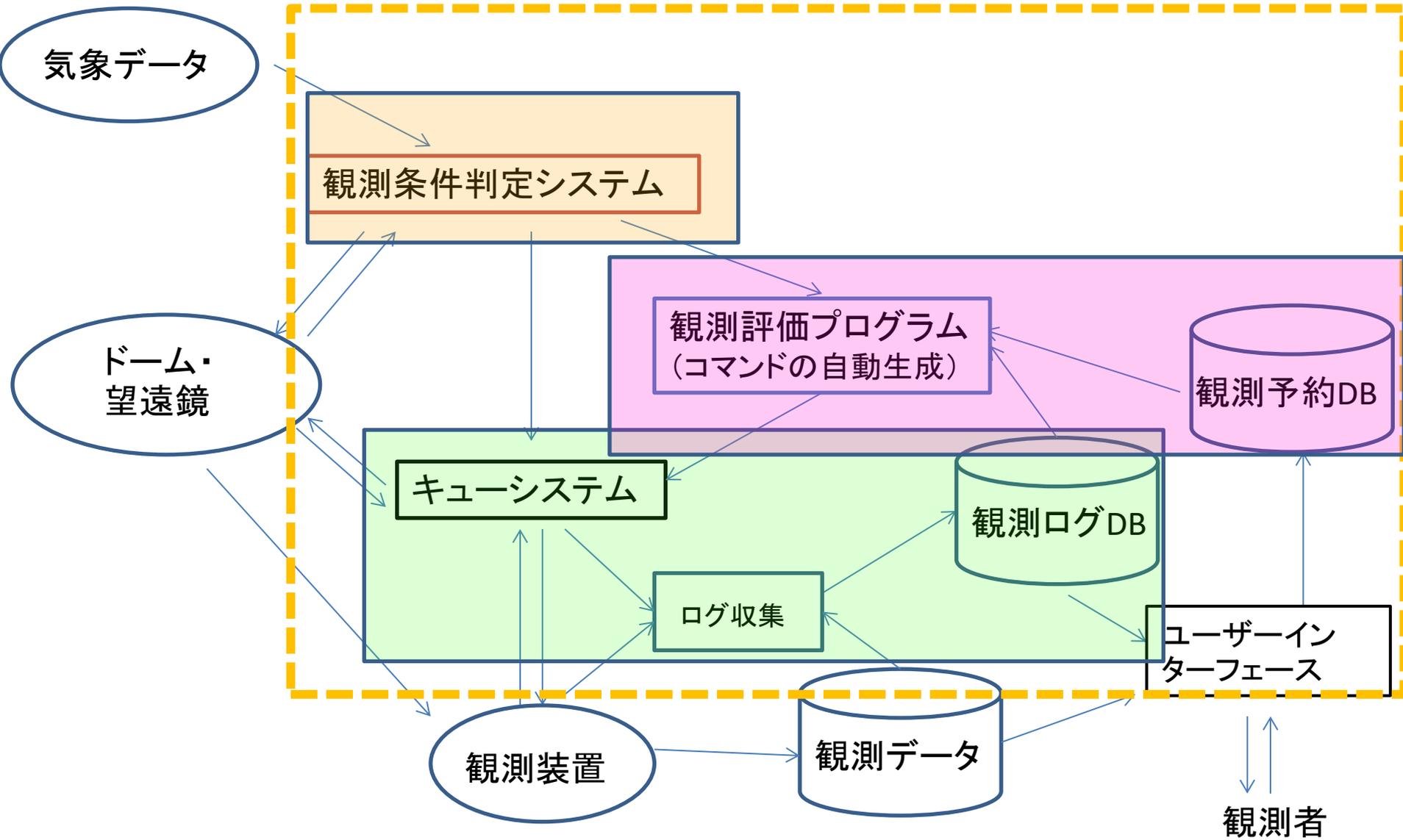
岡山188cm望遠鏡の自動化

- 従来の観測スタイル
 - 観測者が来所して(orリモートサイトから)望遠鏡・観測装置の制御ソフトを直接操作してデータを取得
- 観測の自動化で目標とする観測スタイル
 - 観測者は観測天体の座標や観測モード等のパラメーターを登録
 - 自動観測システム側で観測可能な天体を選び、観測の優先度を基に観測順序を決定し観測スクリプトを自動生成
 - **キュー観測システムに登録し観測を実行**
 - 観測は全てキューシステム経由で実行
 - TOO観測も(他の観測と優先度に差をつけることで)実現可能
 - 観測が実行されたらPIに通知、PIはデータをダウンロード

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

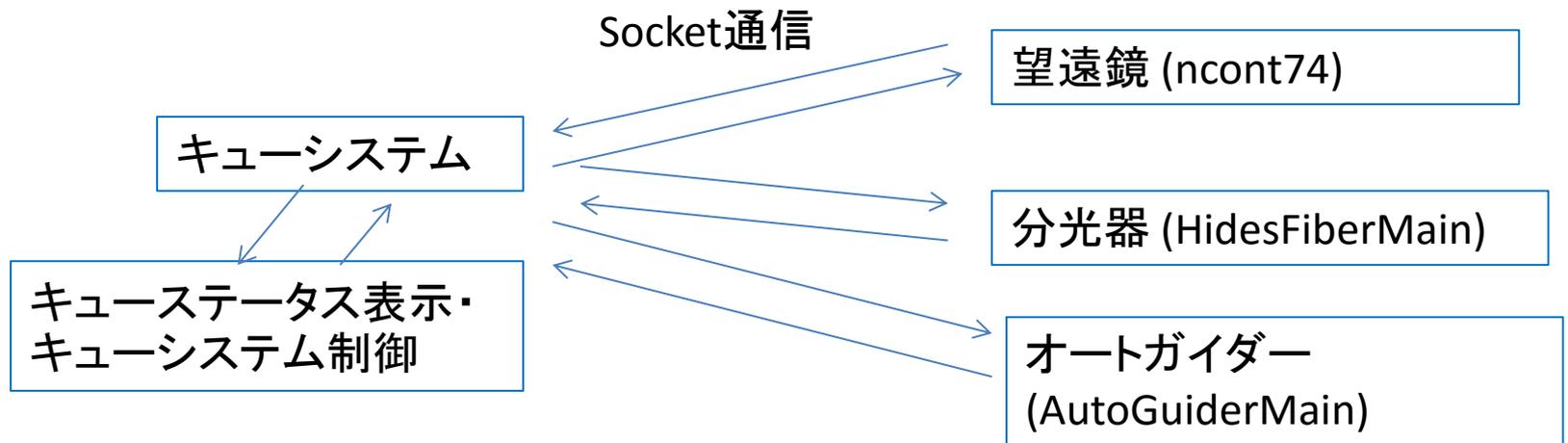
自動観測システムの全体像



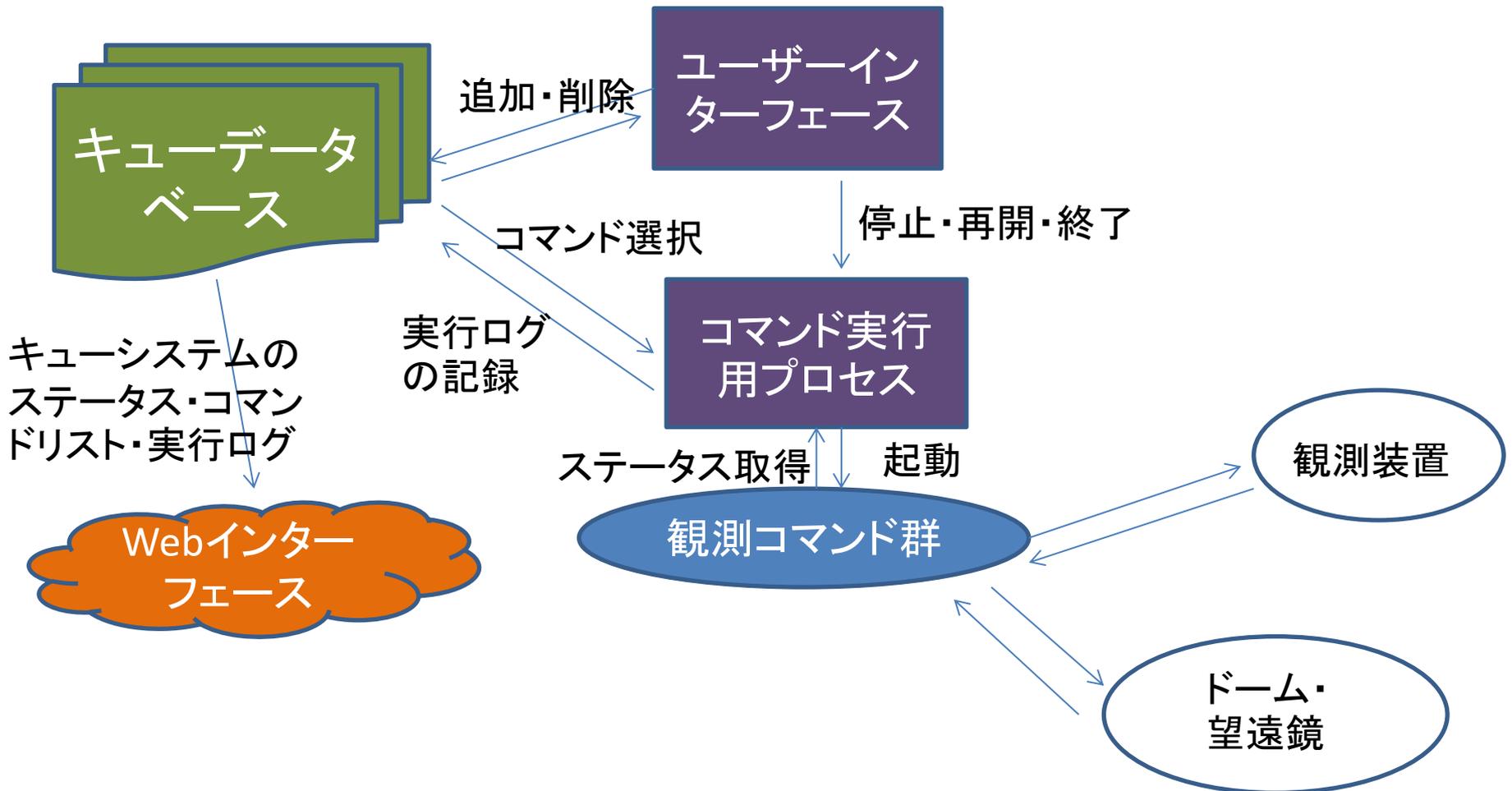
自動観測システムの必須要素(キューシステム)

- キュー観測システム

- 観測者がこれまで行っていた望遠鏡・観測装置の操作を代行し、逐次実行する



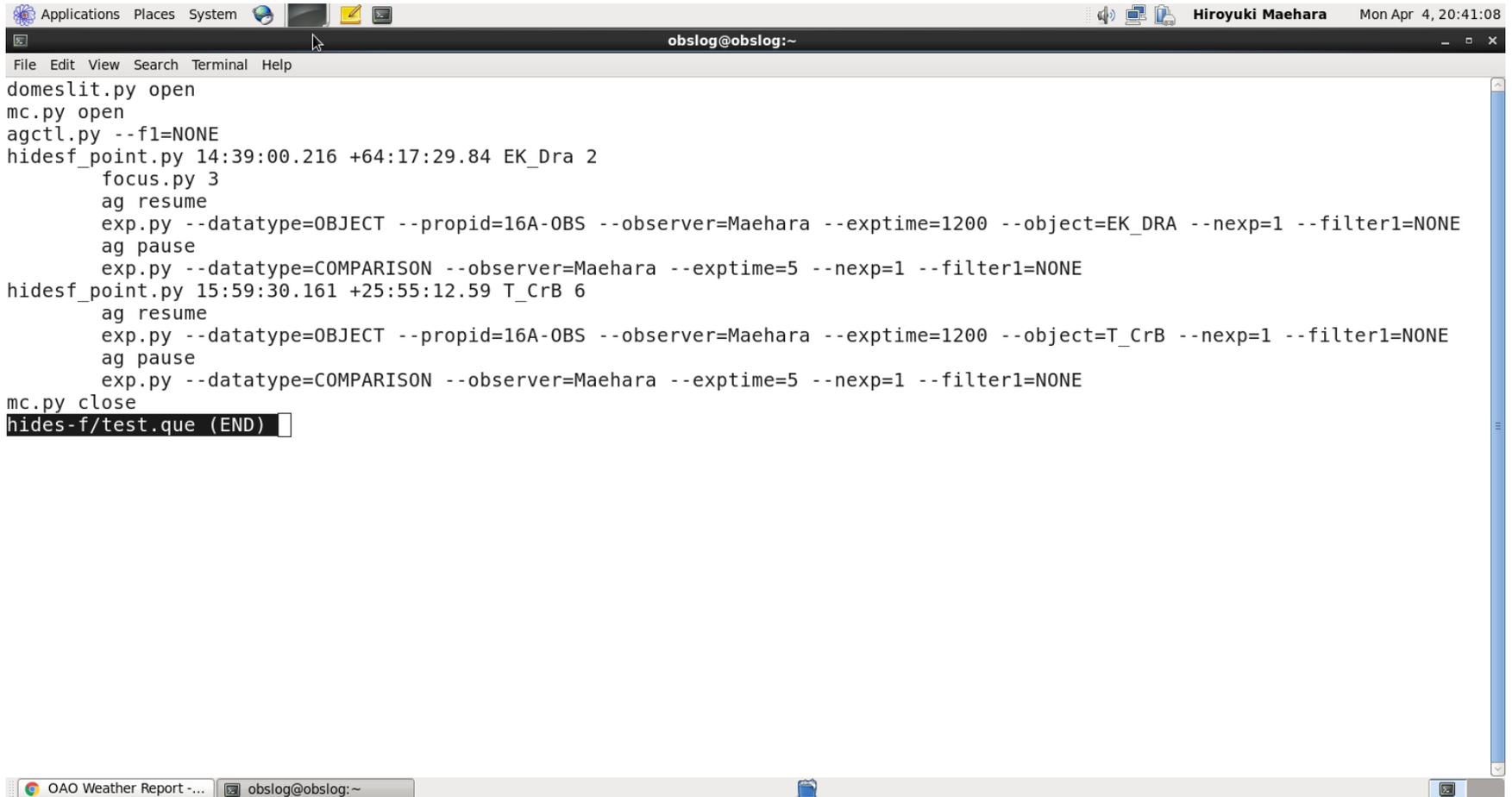
キューシステムの概要



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



```
Applications Places System        Hiroyuki Maehara Mon Apr 4, 20:41:08
obslog@obslog:~
File Edit View Search Terminal Help
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(コマンド実行プロセス)の制御

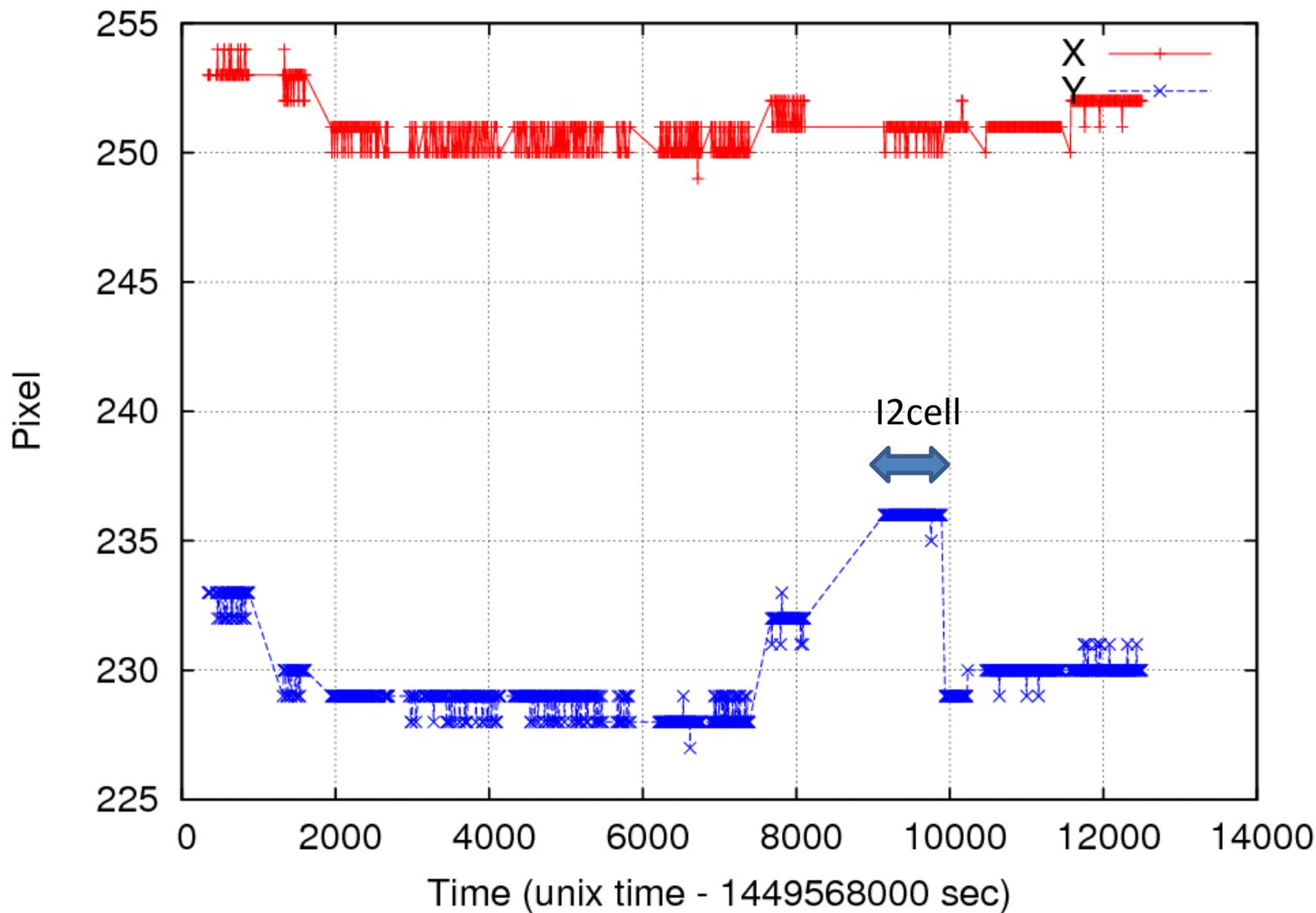
- 一時停止
- 再開
- 終了

ファイバーへの天体導入

ファイバー穴への天体導入時の動作順序

	キューシステム		通信相手・取得データ
1	ポインティング指示	→	ncont74 (bizen)
2	OK/NG	←	
3	望遠鏡、ドーム移動状態要求	→	
4	OK/NG	←	
5		←	望遠鏡、ドーム移動状態
ドーム、望遠鏡停止まで3-5を繰り返す 300秒以上移動状態が続く場合はエラー終了			
	cover→normal/12cell変更指示 ミラー位置変更指示(calibration→observation)	→	HidesFiberMain(coude)
	OK/NG	←	
6	フィルター交換指示(必要があれば)	→	AutoGuiderMain (fbrag)
7	OK/NG	←	
8	露出指示	→	altad (fbrag)
9	天体検出 星像重心とファイバー穴位置初期値とのずれの算出	←	画像
検出失敗の場合は8-9を5回繰り返す 5回目までに検出できない場合はエラー終了→次の天体へ			
10	ガイド指示	→	ncont74 (bizen)
11	OK/NG	←	
12	露出指示	→	altad (fbrag)
13	ファイバー穴位置の検出 ファイバー穴の影響込の星の位置算出 ファイバー穴位置と星の位置のずれ算出	←	画像
星、ファイバー穴の検出失敗の場合はエラー終了			
14	ガイド指示	→	ncont74 (bizen)
15	OK/NG	←	
ずれが1arcsec以内になるまで12-15を繰り返す→露出開始へ			

HIDES-F 穴の位置の時間変化 (12/8)



ガイド時の動作順序

キューシステム		通信相手・取得データ
1 露出指示	→	altad (fbrag)
ファイバー穴位置の検出 ファイバー穴の影響込の星の位置算出 2 ファイバー穴位置と星の位置のずれ算出	←	画像
天体・ファイバー穴の検出失敗の場合は3-4を実行しない		
3 ガイド指示	→	ncont74 (bizen)
4 OK/NG	←	
1-4を終了指示があるまで繰り返す		

露出時の動作順序

露出時の動作順序

	キューシステム	通信相手・取得データ
1	I2cell設定指示(normal/I2cell/cover)	→ HidesFiberMain (coude)
2	OK/NG	←
3	I2cellステータス要求	→
4	OK/NG	←
5		← I2cellステータス
指示値に変更されるまで3-5を繰り返す		
6	DATATYPE設定指示 (OBJECT/COMPARISON/BIAS/DARK/INSTFLAT)	HidesFiberMain (coude)
7	OK/NG	←
8	マクロ動作状態要求	→
9	OK/NG	←
10		← マクロ動作状態
マクロ動作終了になるまで8-10を繰り返す		
11	フィルター1設定指示	→ HidesFiberMain (coude)
12	OK/NG	←
13	フィルター1ステータス要求	→
14	OK/NG	←
15		← フィルター1ステータス
指示値に変更されるまで13-15を繰り返す		
11	フィルター2設定指示	→ HidesFiberMain (coude)
12	OK/NG	←
13	フィルター2ステータス要求	→
14	OK/NG	←
15		← フィルター2ステータス
指示値に変更されるまで13-15を繰り返す		
16	PROP-ID、観測者名、天体名、露出時間、撮像枚数 etc.の設定指示	→ HidesFiberMain (coude)
17	OK/NG	←
18	PROP-ID、観測者名、天体名、露出時間、撮像枚数 etc.のステータス要求	→
19	OK/NG	←
20		← PROP-ID、観測者名、天体名、露出時間、撮像 枚数 etc.のステータス
指示値と一致していなければエラー終了		
21	露出開始指示	→
22	OK/NG	←
23	残り露出時間・枚数・ステータス要求	→
24	OK/NG	←
25		← 残り露出時間・枚数・ステータス
残り枚数が0かつ露出完了になるまで23-25を繰り返す		

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

Queue OAO 188-cm Exposu x

obslog.oao.nao.ac.jp/~obslog/queue/

Status

PID: UNKNOWN
Status: finished

Queue command list

queue id exec. sequence parent queue id command

543	2016-04-01 16:40:25	2016-04-01 17:01:19	exp.py --datatype=OBJECT --propid=16A-OBS --observer=Maehara --exptime=1200 --object=T_CrB --nexp=1 --filter1=NONE	0
542	2016-04-01 16:40:01	2016-04-01 16:40:24	mc.py open	0
541	2016-04-01 16:34:02	2016-04-01 16:34:25	mc.py close	0
540	2016-04-01 16:33:49	2016-04-01 16:34:01	ag pause	0
538	2016-04-01 16:33:44	2016-04-01 16:33:48	exp.py --datatype=OBJECT --propid=16A-OBS --observer=Maehara --exptime=1200 --object=T_CrB --nexp=1 --filter1=NONE	1
537	2016-04-01 16:33:31	2016-04-01 16:33:43	ag resume	0
536	2016-04-01 16:30:27	2016-04-01 16:33:30	hidesf_point.py 15:59:30.161 +25:55:12.59 T_CrB 6	0
535	2016-04-01 16:30:22	2016-04-01 16:30:26	ag pause	0
534	2016-04-01 16:28:56	2016-04-01 16:30:21	exp.py --datatype=COMPARISON --observer=Maehara --exptime=5 --nexp=1 --filter1=NONE	0
533	2016-04-01 16:08:01	2016-04-01 16:28:55	exp.py --datatype=OBJECT --propid=16A-OBS --observer=Maehara --exptime=1200 --object=EK_DRA --nexp=1 --filter1=NONE	0
532	2016-04-01 16:07:56	2016-04-01 16:08:00	ag resume	0
531	2016-04-01 16:04:29	2016-04-01 16:07:55	focus.py 3	0
530	2016-04-01 16:01:53	2016-04-01 16:04:28	hidesf_point.py 14:39:00.216 +64:17:29.84 EK_Dra 2	0

Hiroyuki

4/02 2016/04/03

Queue ID	Command	Parent Queue ID	Exec. Sequence	Time	Observer	Object	Exptime	Nexp	Filter	CDSSD	CD_ANG	OBSMID2	Remarks
00046534	BIAS	BIAS	21:34:08	0.0	CAL	MAEHARA	QUARTZ	RED	-1.691	cover			
00046535	BIAS	BIAS	21:50:26	0.0	CAL	MAEHARA	QUARTZ	RED	-1.691	cover			
00046536	EK_DRA	OBJECT	22:36:07	6000	16A-OBS	MAEHARA		RED	-1.691	normal			
00046537	COMPARISON	COMPARISON	22:47:38	5.0	CAL	MAEHARA		RED	-1.691	normal			
00046538	EK_DRA	OBJECT	25:08:07	12000	16A-OBS	MAEHARA		RED	-1.691	normal	focus=-22.00		
00046539	COMPARISON	COMPARISON	25:29:26	5.0	CAL	MAEHARA		RED	-1.691	normal			
00046540	T_CrB	OBJECT	25:40:32	12000	16A-OBS	MAEHARA		RED	-1.691	normal			
00046541	BIAS	BIAS	26:41:01	0.0	CAL	MAEHARA		RED	-1.691	normal			
00046542	BIAS	BIAS	26:41:50	0.0	CAL	MAEHARA		RED	-1.691	normal			
00046543	BIAS	BIAS	26:42:39	0.0	CAL	MAEHARA		RED	-1.691	normal			
00046544	BIAS	BIAS	26:43:28	0.0	CAL	MAEHARA		RED	-1.691	normal			
00046545	BIAS	BIAS	26:44:16	0.0	CAL	MAEHARA		RED	-1.691	normal			
00046546	BIAS	BIAS	26:45:05	0.0	CAL	MAEHARA		RED	-1.691	normal			
00046547	BIAS	BIAS	26:45:54	0.0	CAL	MAEHARA		RED	-1.691	normal			
00046548	BIAS	BIAS	26:46:43	0.0	CAL	MAEHARA		RED	-1.691	normal			
00046549	BIAS	BIAS	26:47:35	0.0	CAL	MAEHARA		RED	-1.691	normal			
00046550	BIAS	BIAS	26:48:24	0.0	CAL	MAEHARA		RED	-1.691	normal			
00046551	INSTFLAT	INSTFLAT	26:49:43	1.0	CAL	MAEHARA		RED	-1.691	normal			
00046552	INSTFLAT	INSTFLAT	26:50:34	1.0	CAL	MAEHARA		RED	-1.691	normal			
00046553	INSTFLAT	INSTFLAT	26:51:25	1.0	CAL	MAEHARA		RED	-1.691	normal			

BIAS/FLATもキューシ
ステム経由で取得

オートガイダーの動作状況

HIDES-F AG Status

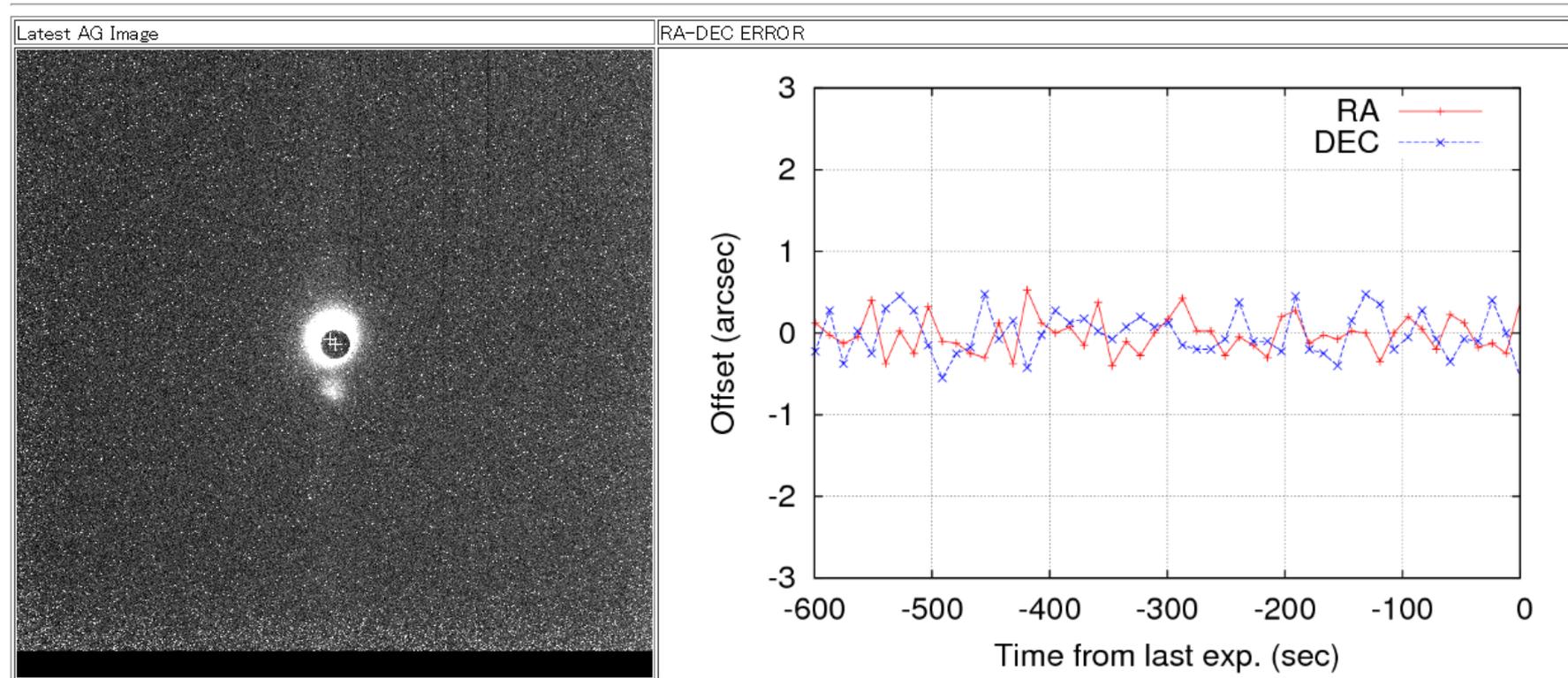
obslog.oao.nao.ac.jp/~queue/AG/index.py

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)



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

エラー発生時の動作

- キューシステム内で実行するコマンドでエラーが発生
 - メールでエラー発生を通知
 - メールアドレスはキューシステム起動時に設定
 - エラー内容のログが閲覧できるURLをメールで通知
 - Defaultの動作: **キューシステムを休止状態とする**
 - 起動時のオプションとしてエラー発生時にそのまま次のコマンドを実行するように指定すること自体は可能
 - 沈んでしまった天体を導入しようとしてエラーが発生した際に、次の天体の観測に自動的に移る etc.を想定
 - 観測者はエラー通知のメールを受け取って、ログを確認・原因を特定して対処を行ってからキューシステムを再開すれば残りの観測を継続できる
 - 現状ではトラブル対応は従来通り観測者から観測当番(所員)へ電話連絡を行う。必要があれば装置担当者等へも連絡。

今後の開発計画

- 観測コマンド自動生成
 - 16年後期観測期間中に実装およびキューシステムとの連結動作テストを予定
 - 現状ではデータベースの設計まで完了
- 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
 - 16年度後期に188cm用の判断基準の策定を行い、キューシステムとの連動部分を実装
 - 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。
- 観測状態の可視化システム

自動観測システムの必須要素(コマンド自動生成)

- ユーザー管理
 - 観測課題 (PROP-ID) ごとに管理
 - 観測割当日・時間も管理しておく
- 観測予約管理
 - 観測天体・撮像パラメーター etc.を登録
 - 観測を実行する条件の指定(日時、優先度、elevation、月からの距離 etc.)もできたほうがよい
 - 観測割り当てのある日時のみ登録可能とする
- 観測予約評価・観測コマンド自動生成システム
 - 登録されている観測予約から観測の実施の可否、順序を評価し、キューシステムに投げる観測コマンドを生成

自動観測システムの必須要素（観測条件判断）

- 天候・観測条件の判定プログラム
 - ドームスリット開閉判断
 - 観測開始・中止判断
 - 判定結果を装置側で取得して中止判断が出ている場合は特定の操作をできないようにする必要あり（雨天時のドームスリットの開操作など）
- 観測状況の可視化システム
 - 望遠鏡ステータス
 - 装置ステータス
 - Exposure log, 取得画像のquick look etc.
 - 気象条件
 - 現状のもの＋天候判断システムの判定結果