


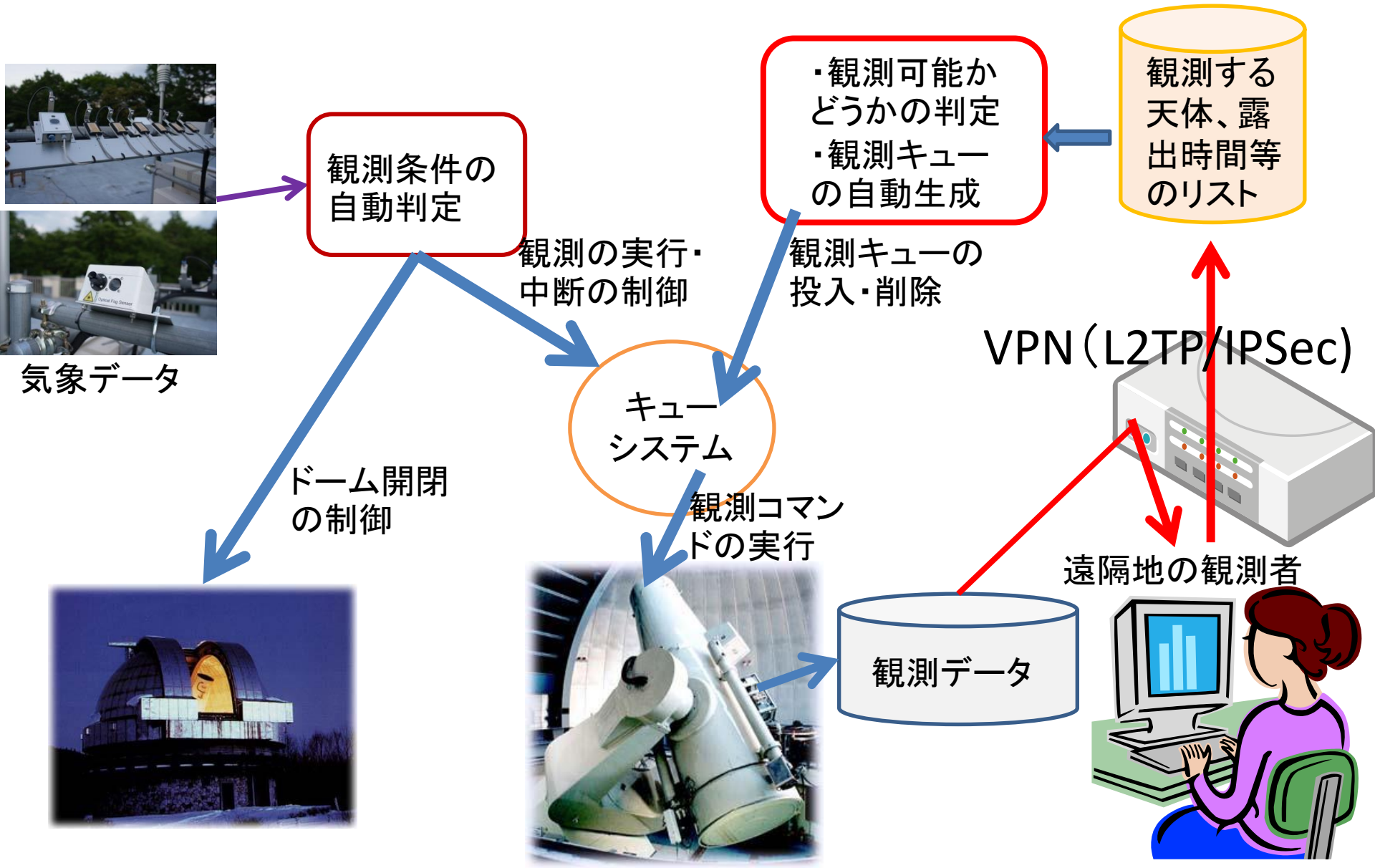
リモート観測・自動観測システムの構築

前原裕之、木曾観測所スタッフ

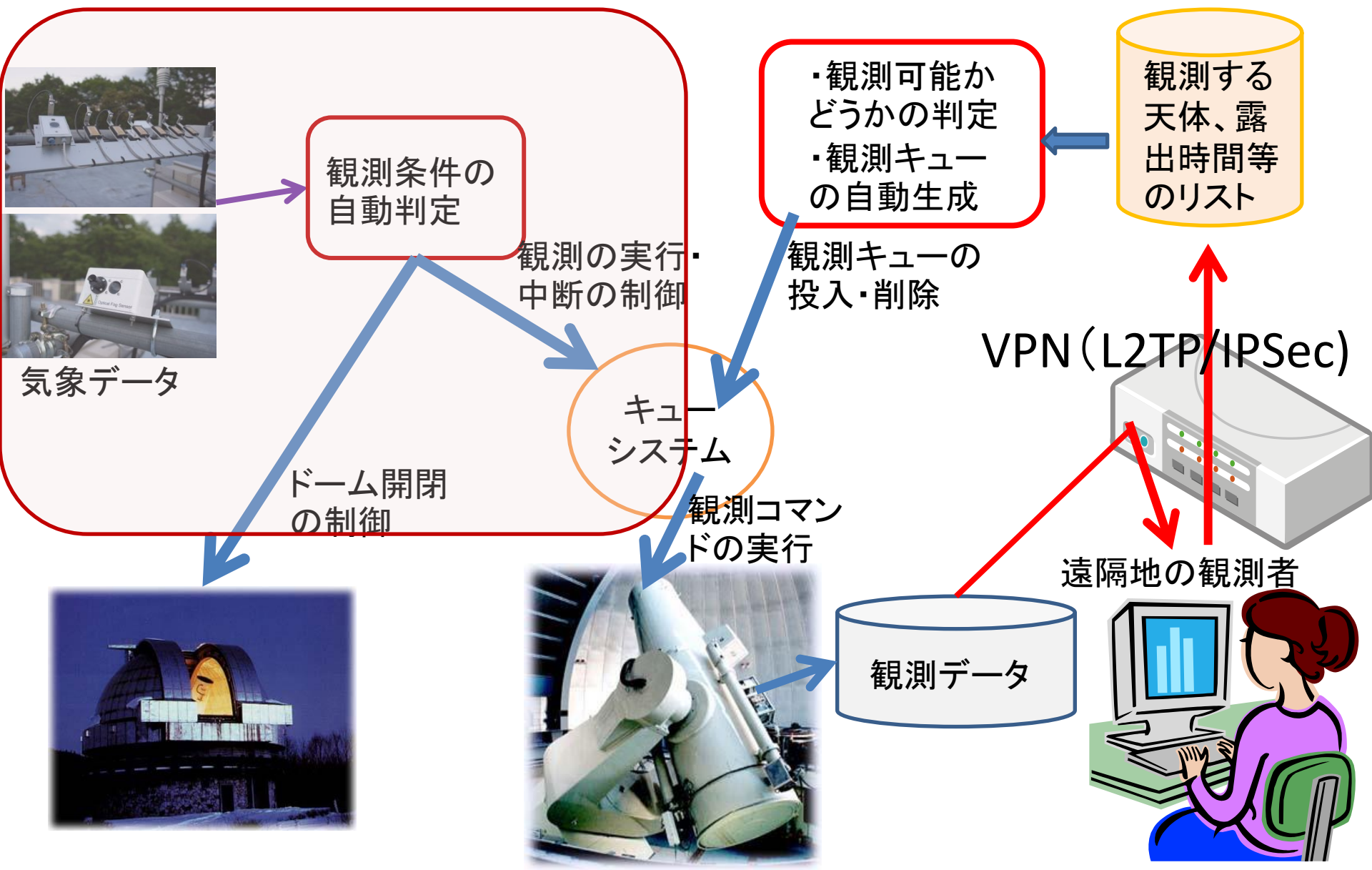
リモート観測・自動観測システム導入の経緯

- 大規模観測 (KISOGP, KISS) の大量・高頻度の観測
 - 観測者への負担が大きい
- 
- 様々な気象観測システム充実
 - 気温、湿度、雨滴、霧、空の赤外線放射温度 etc.
 - KWFCの観測統計と比較することで、観測可能条件を気象センサのデータのみで判別可能になった
 - ネットワークの高速化
 - CATV回線→光回線 (実効転送速度: ~20Mbps)
 - KWFCのデータをそのまま転送可能になった
 - 望遠鏡改修によるポインティングの高精度化・高速化

リモート観測・自動観測システムの概略



観測条件の自動判定



観測条件の自動判定

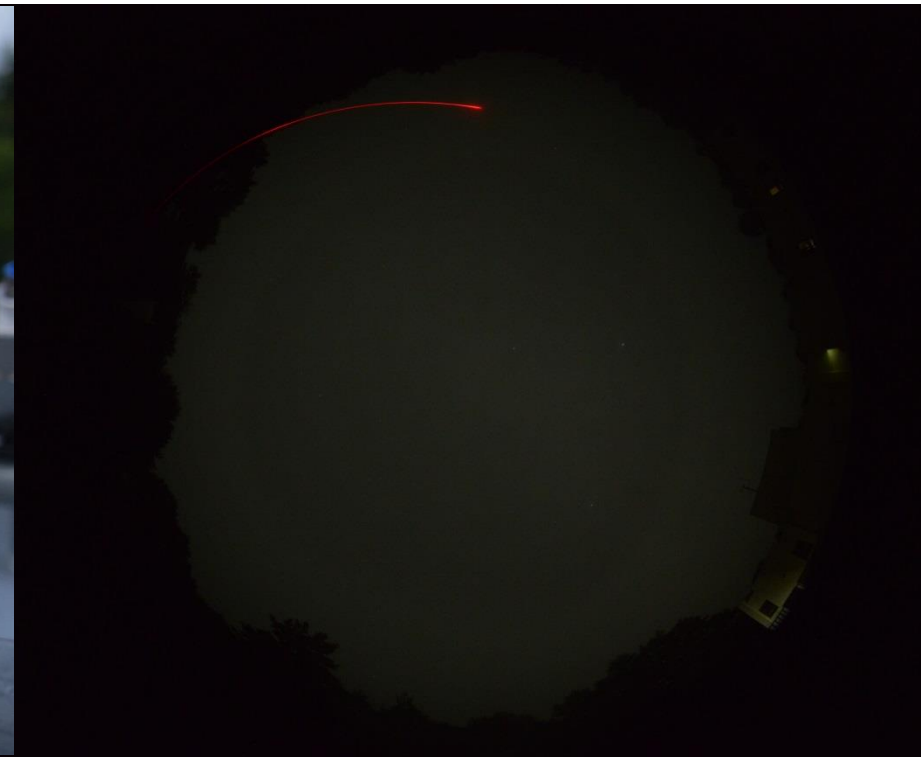
- 観測サポートシステムとして気象観測機器が稼働中
 - 気温・湿度
 - 雨滴センサ
 - 霧センサ
 - 放射温度
 - 全天カメラ
- 気象データ＋太陽高度を基に観測可能かどうかを判定
 - 観測の開始・中断・停止とドームスリットスリットの開閉を自動的に行う

空の放射温度計/雨滴センサ



霧センサー

- レーザーを使って見通し距離を測定する機器を導入
 - 北の空の高度25度くらいに向いている
 - 夏になると北西から霧がくることが多いため



晴れ/曇り自動判定

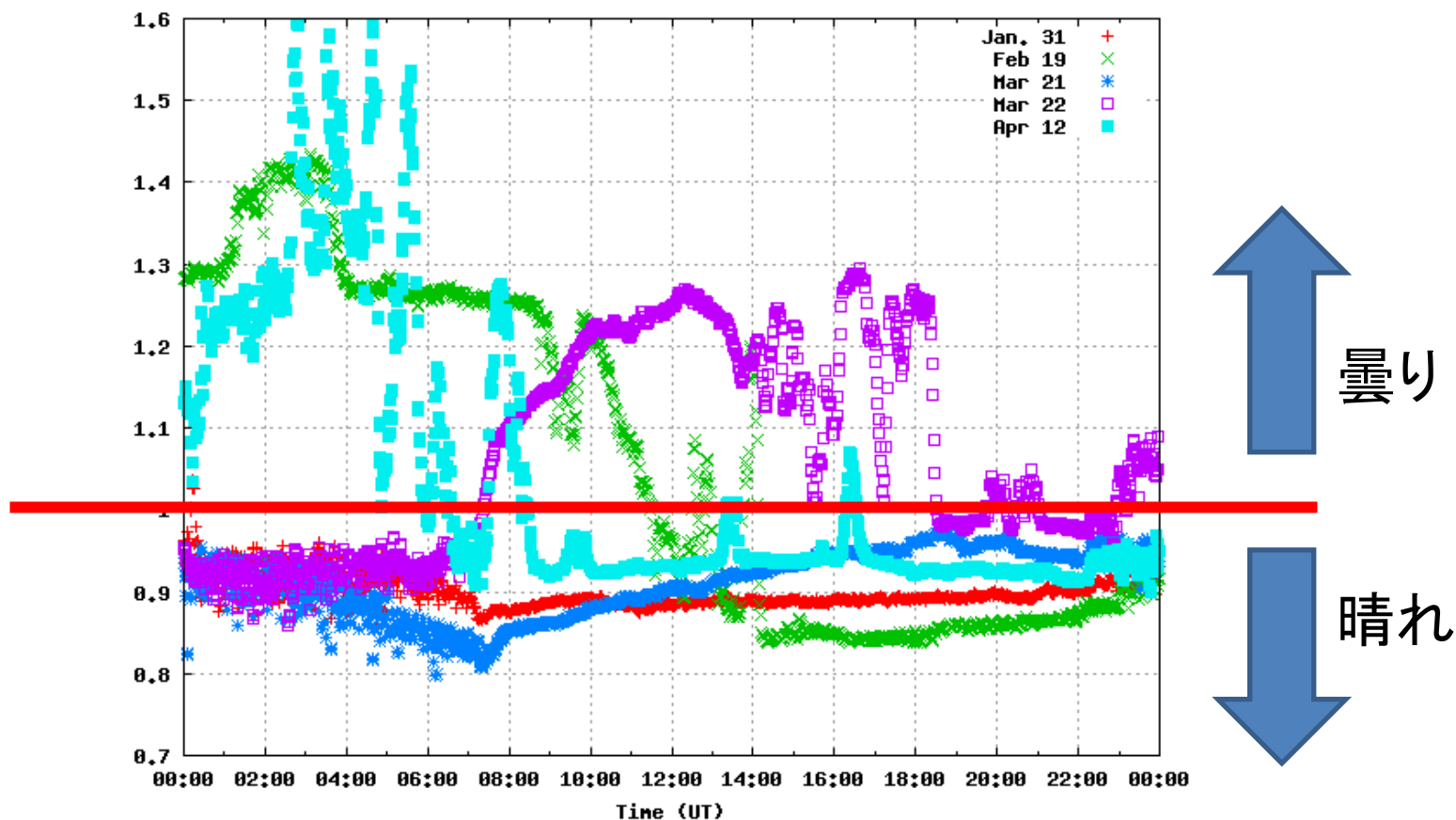
- 雨が降る前に雲を検知して観測の可否を判定
- 外気温から推定される雲がないとき空の放射強度と観測された空の放射強度の比から晴れ/曇りを判定する

$$R = \sigma T^4 \left\{ 1 - c \exp[-d(273 - T)]^2 \right\}$$

Where $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$, $c = 0.261$, and $d = 0.000777 \text{ K}^2$

Idso, B. S. and Jackson, D. R., J. of Geophys. Res. 74, 5397 (1969)

(観測された空の放射強度)/(外気温から推定した放射強度)

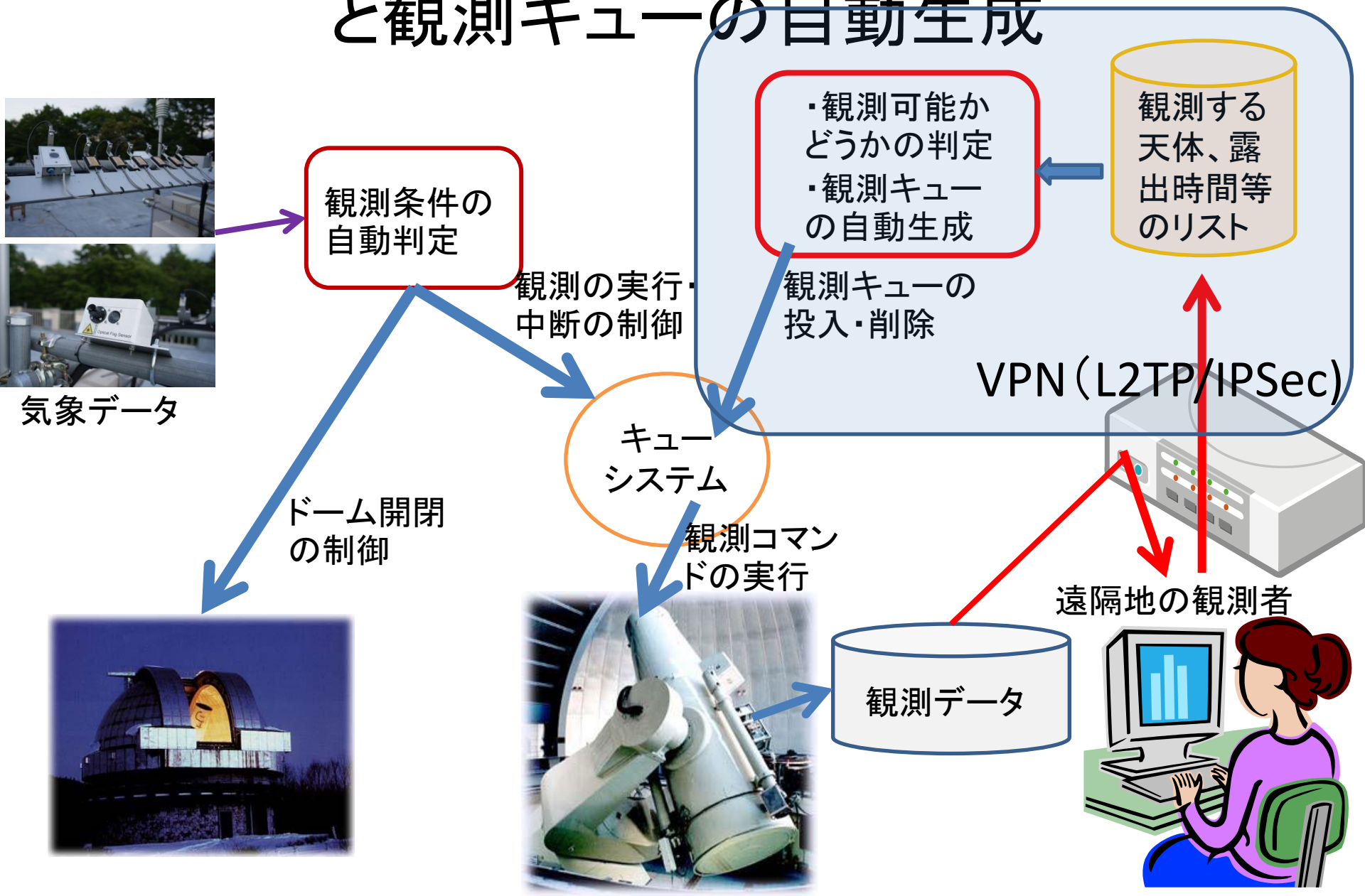


- KWFCの観測ログと比較すると、おおむね比が1を下回って
いれば観測が行われていた

観測の自動停止・再開

- 雨滴・雲・湿度・視程(霧)・視程の時間変動・太陽高度の6条件を判定
 - どれか1つでも停止の閾値を超える
 - →自動的にスリットを閉じて観測キューを停止
 - 全ての観測値が開始の閾値以下になる
 - →自動的にスリットを開けて観測キューを再開
- 停止の閾値 \neq 開始の閾値
 - 開始の閾値の方がより厳しい条件

遠隔地からの観測リスト更新 と観測キューの自動生成



観測予約登録システム

- Webベースのユーザーインターフェース
 - 共同利用観測者ごとにログイン
 - 観測天体の情報(名称・位置)や観測の詳細(露出時間、読出しモード、フィルターなど)を登録
 - 観測する条件(時刻、高度、優先度)も設定可能

観測予約にはPROP-IDとパスワードが必要です。

ログイン

PROP-ID

Password

Copyright © 2014 Kiso Observatory

KWFC Remote Observation System

Observation List (20140709)

PROP-ID: P0020

[reload](#)

OBS START	OBS END	OBJECT	RA (X offset)	DEC (Y offset)	FILTER01	K.MODE	EXP	Alt. Limit	Max Nobs	Priority
17:00	31:00		(X offset: 0)	(Y offset: 0)	B	18		25	1	<input checked="" type="radio"/> middle <input type="radio"/> low

[download list as CSV](#)
[Add observations from CSV](#) 一括登録もOK

<20140708 20140710>

OBS ID	OBS START	OBS END	OBJECT	RA (X offset)	DEC (Y offset)	FILTER01	K.MODE	EXP	Alt. Limit	Max Nobs	Priority	Nobs DONE	Delete
1723	1700	3100	M31	00:42:44 (0)	+41:16:07 (0)	V	18	60	25	1	middle	0	<input type="checkbox"/>
1724	1700	3100	M31	00:42:44 (180)	+41:16:07 (180)	V	18	60	25	1	middle	0	<input type="checkbox"/>
1725	1700	3100	M31	00:42:44 (-180)	+41:16:07 (-180)	V	18	60	25	1	middle	0	<input type="checkbox"/>

観測予約登録システム

- 特権ユーザーによるログイン

- 一般ユーザーよりも高い優先度の観測を設定可能

- GRBなど突発天体のTOO観測を割り込ませることができる

- 一般ユーザーの観測の取り消し、PROP-IDを自由に設定可能

- 一般ユーザーの場合は自分の観測以外は閲覧や削除ができない

KWFC Remote Observation System
Observation List (20140709)
PROP-ID: P0020

OBS ID	OBS START	OBS END	OBJECT	RA (X offset)	DEC (Y offset)	FILTER01	K.MODE	EXP	Alt. Limit	Max Nobs	Priority	Nobs DONE	Delete
1723	1700	3100	M31	00:42:44 (0)	+41:16:07 (0)	V	18	60	25	1	middle	0	<input type="checkbox"/>
1724	1700	3100	M31	00:42:44 (180)	+41:16:07 (180)	V	18	60	25	1	middle	0	<input type="checkbox"/>
1725	1700	3100	M31	00:42:44 (-180)	+41:16:07 (-180)	V	18	60	25	1	middle	0	<input type="checkbox"/>

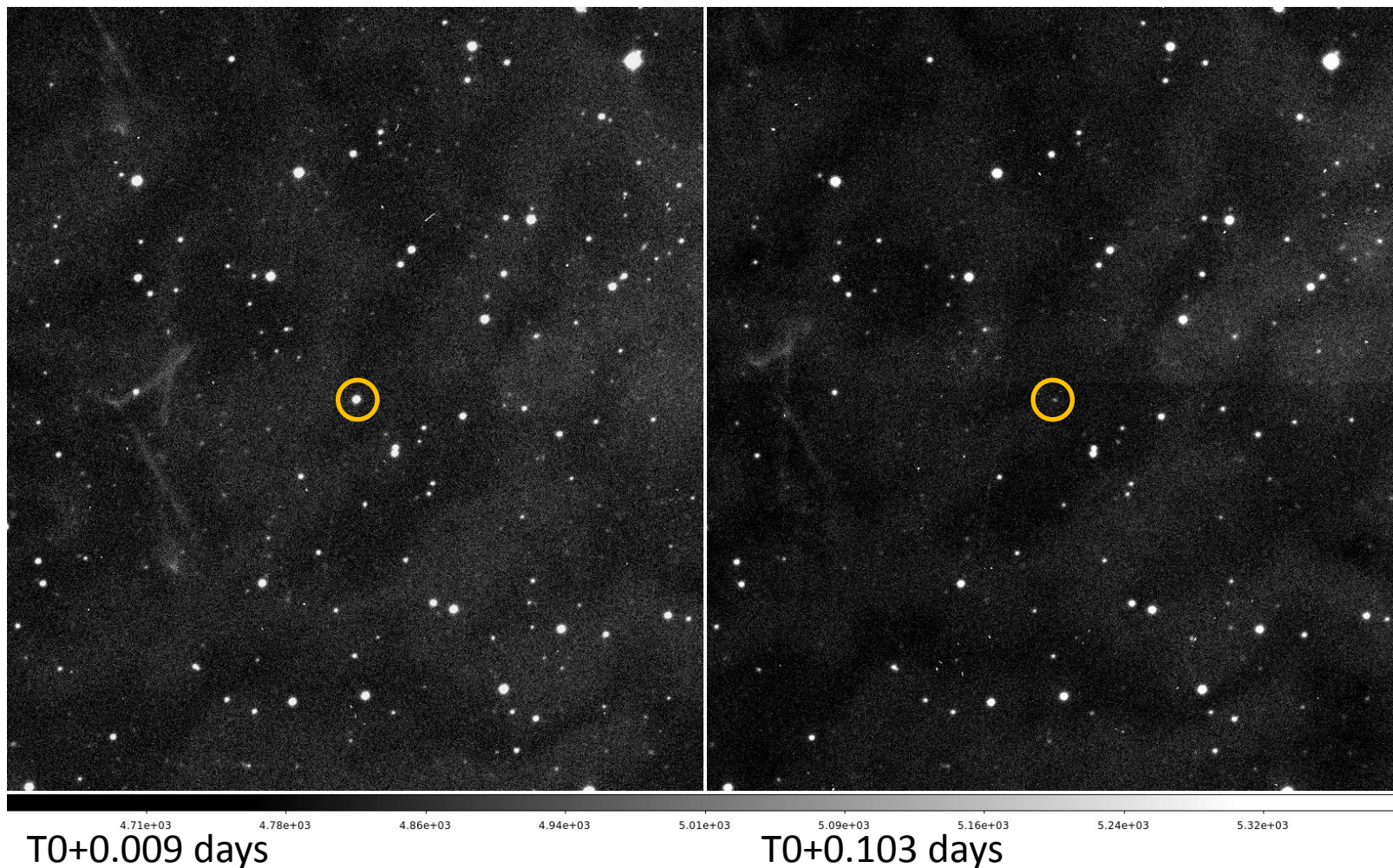
KWFC Remote Observation System
Observation List (20140709)
PROP-ID: kisoadm

PROP-ID	OBS START	OBS END	OBJECT	RA (X offset)	DEC (Y offset)	FILTER01	K.MODE	EXP	Alt. Limit	Max Nobs	Priority	Delete
A0601	17	31				B	18		25	1	high	<input type="checkbox"/>
											middle	<input type="checkbox"/>
											low	<input type="checkbox"/>

<20140708 20140710>


OBS ID	PROP-ID	OBS START	OBS END	OBJECT	RA (X offset)	DEC (Y offset)	FILTER01	K.MODE	EXP	Alt. Limit	Max Nobs	Priority	Nobs DONE	Delete
1723	P0020	1700	3100	M31	00:42:44 (0)	+41:16:07 (0)	V	18	60	25	1	middle	0	<input type="checkbox"/>
1724	P0020	1700	3100	M31	00:42:44 (180)	+41:16:07 (180)	V	18	60	25	1	middle	0	<input type="checkbox"/>
1725	P0020	1700	3100	M31	00:42:44 (-180)	+41:16:07 (-180)	V	18	60	25	1	middle	0	<input type="checkbox"/>

割り込み観測の例 (GRB140629A)



- KISSの観測中に出現→優先度を上げて登録→バーストの13分後から観測 (Maehara 2014, GCN 16484)

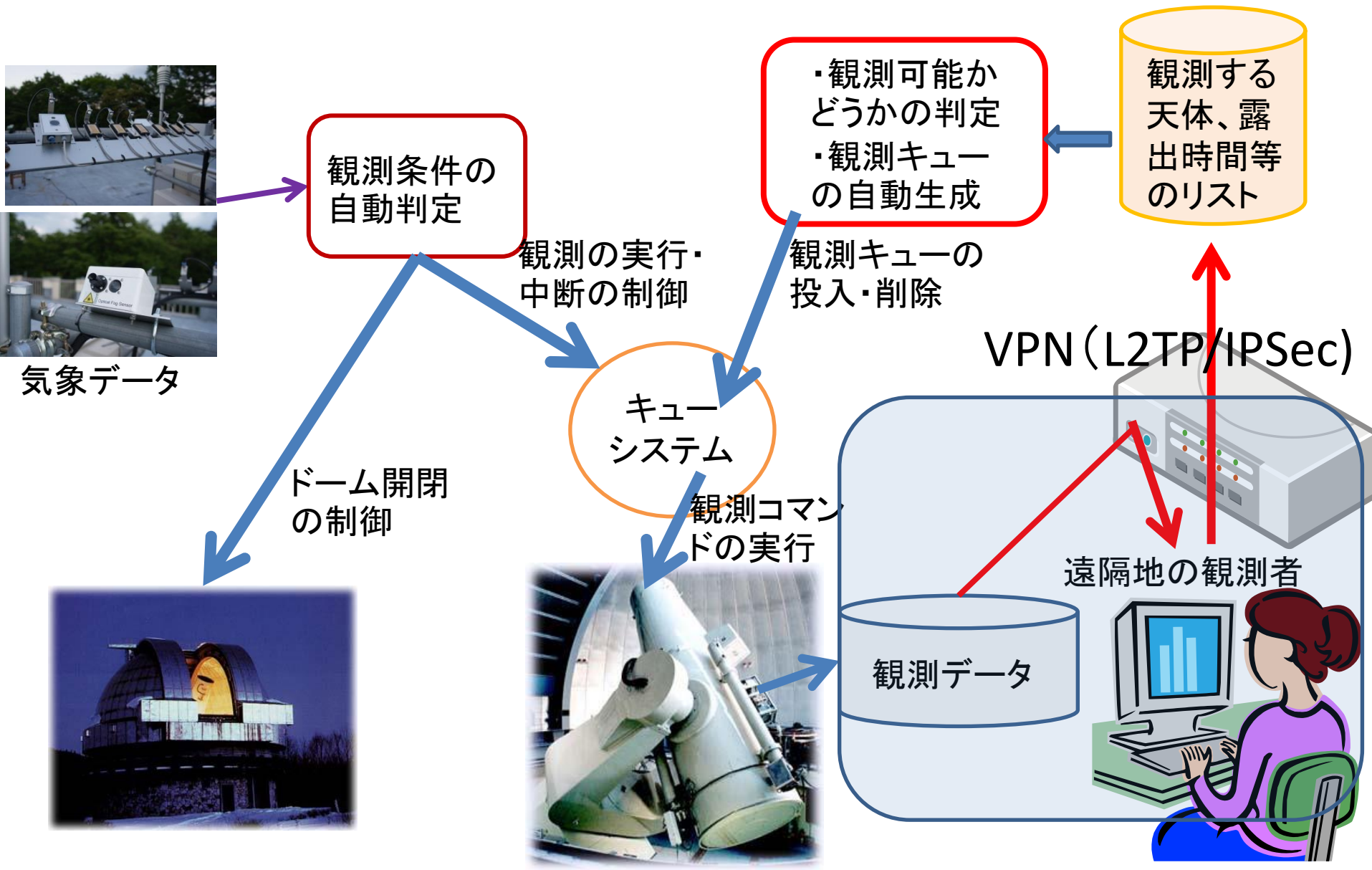
観測キューの自動生成

- 登録されている観測予約リストから
 - 観測日・観測時刻が合致するものを選択
 - 観測限界高度よりも高いかどうか判定
 - 観測順序の決定
 - 観測の優先度 → 観測回数 → 観測可能時間
 - 観測キューの投入
 - 最大で4つまで投入
 - 終了見込み時間経過後に観測予約リストの再評価
 - CCD読み出し時間を利用して次の天体にポインティングを行う観測キューを生成する
- 

BIAS, DOMEFLATの自動取得

- 予約登録されている観測のフィルター, Readout mode
→観測前(17時)に5枚ずつ
- 実際に行われた観測のフィルター, Readout mode
→観測後(太陽高度:-1°)に10枚ずつ
- 観測者がBIAS, DOMEFLATを撮らなくてもよい
 - もっと多くの枚数が必要な場合は要相談
- 今後はキャリブレーション済みデータの配布も検討
 - 現状でもWCSを求めるためにほぼリアルタイムに処理している

遠隔地からの観測データダウンロード

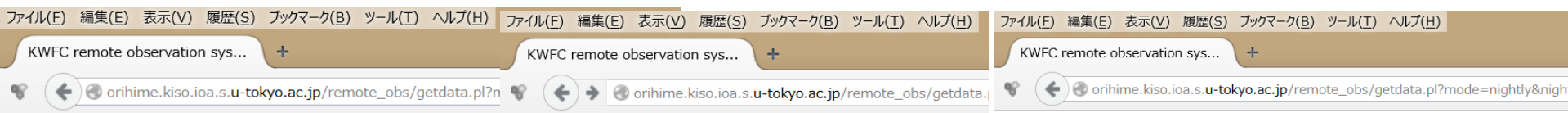


観測データのダウンロード用Web UI

- 共同利用観測者ごとにログイン

- データの占有期間内は他の観測者の生データにアクセスできるのは望ましくないので**自分の観測データ以外は表示/ダウンロード不可**

- BIAS, DOMEFLATは全てアクセス可能**



[KWFC Observer's Portal](#)

KWFC Data Download Form

観測データのダウンロードにはPROP-IDとパスワードが必要で

ログイン

PROP-ID

Password

Copyright © 2014 Kiso Observatory

[KWFC Observer's Portal](#)

KWFC Data Download Form

Observation log

PROP-ID: P0001

20140701

Night	Number of Exposures	BIAS	DOMEFLAT
20140701	12	18 (10) ALL	l. 18 (10) g. 18 (10) ALL
20140629	5	14 (10) 18 (10) ALL	B. 14 (10) V. 14 (10) g. 14 (10) z. 14 (10) l. 18 (10) g. 18 (10) ALL
20140619	20	18 (10) ALL	l. 18 (10) ALL
20140616	48	14 (15) 18 (10) ALL	B. 14 (15) V. 14 (15) z. 14 (10) l. 18 (10) g. 18 (10) ALL

[KWFC Observer's Portal](#)

KWFC Data Download Form

Nightly exposure log

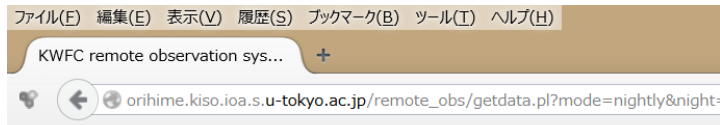
Night: 20140701 PROP-ID: P0001

EXP. ID	JUST	Object	FILTER01	EXPTIME	K_MODE	Download
KWFC0084466	24:44:57	KGP061+00	l	5	18	<input checked="" type="checkbox"/>
KWFC0084467	24:47:52	KGP061+00	l	60	18	<input checked="" type="checkbox"/>
KWFC0084468	24:51:14	KGP061+00	l	60	18	<input checked="" type="checkbox"/>
KWFC0084469	24:54:35	KGP061+00	l	60	18	<input checked="" type="checkbox"/>
KWFC0084470	24:57:28	KGP063+00	l	5	18	<input checked="" type="checkbox"/>
KWFC0084471	25:00:23	KGP063+00	l	60	18	<input checked="" type="checkbox"/>
KWFC0084472	25:03:44	KGP063+00	l	60	18	<input checked="" type="checkbox"/>
KWFC0084473	25:07:05	KGP063+00	l	60	18	<input checked="" type="checkbox"/>
KWFC0084474	25:09:58	KGP065+00	l	5	18	<input checked="" type="checkbox"/>
KWFC0084475	25:12:53	KGP065+00	l	60	18	<input checked="" type="checkbox"/>
KWFC0084476	25:16:15	KGP065+00	l	60	18	<input checked="" type="checkbox"/>
KWFC0084477	25:19:37	KGP065+00	l	60	18	<input checked="" type="checkbox"/>

[Back to observation log](#)
logout

観測データのダウンロード用Web UI

- FITSをtar形式のファイルにまとめてダウンロード
 - KWFCのファイルサイズが巨大なため、準備ができたならPIのメールアドレス宛に通知



[KWFC Observer's Portal](#)

KWFC Data Download Form

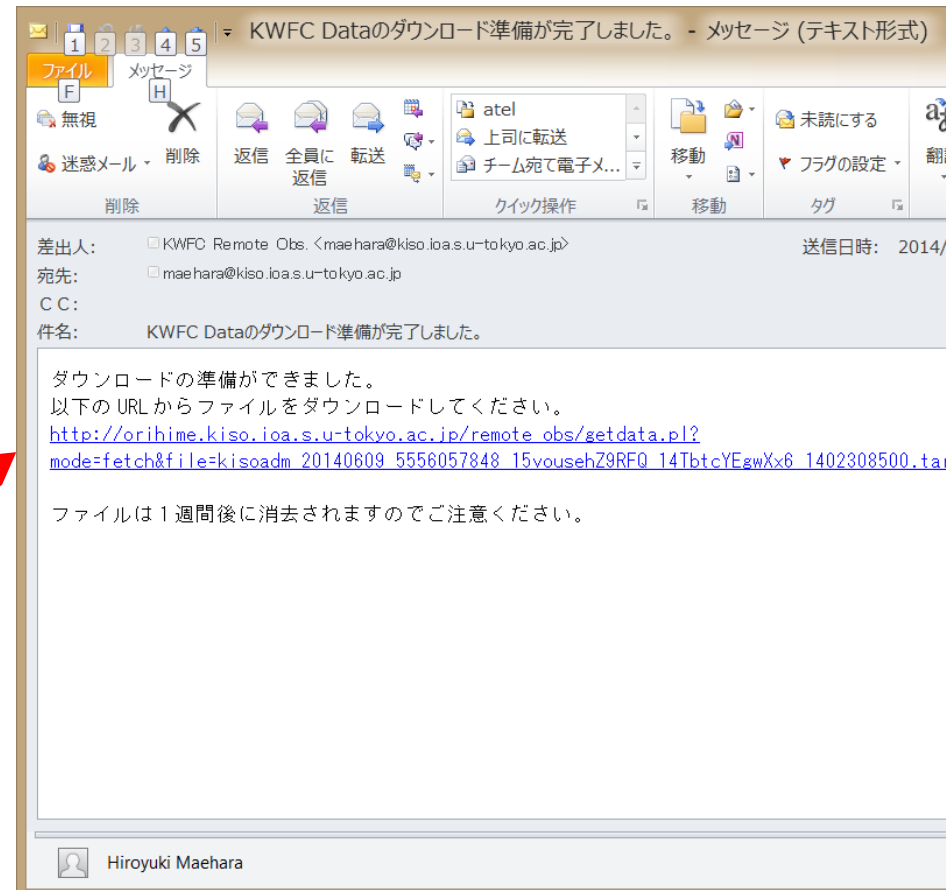
Nightly exposure log

Night: 20140701 PROP-ID: P0001

EXP. ID	JST	Object	FILTER01	EXPTIME	K_MODE	Download
KWFC0084466	24:44:57	KGPO61+00	I	5	18	<input checked="" type="checkbox"/>
KWFC0084467	24:47:52	KGPO61+00	I	60	18	<input checked="" type="checkbox"/>
KWFC0084468	24:51:14	KGPO61+00	I	60	18	<input checked="" type="checkbox"/>
KWFC0084469	24:54:35	KGPO61+00	I	60	18	<input checked="" type="checkbox"/>
KWFC0084470	24:57:28	KGPO63+00	I	5	18	<input checked="" type="checkbox"/>
KWFC0084471	25:00:23	KGPO63+00	I	60	18	<input checked="" type="checkbox"/>
KWFC0084472	25:03:44	KGPO63+00	I	60	18	<input checked="" type="checkbox"/>
KWFC0084473	25:07:05	KGPO63+00	I	60	18	<input checked="" type="checkbox"/>
KWFC0084474	25:09:58	KGPO65+00	I	5	18	<input checked="" type="checkbox"/>
KWFC0084475	25:12:53	KGPO65+00	I	60	18	<input checked="" type="checkbox"/>
KWFC0084476	25:16:15	KGPO65+00	I	60	18	<input checked="" type="checkbox"/>
KWFC0084477	25:19:37	KGPO65+00	I	60	18	<input checked="" type="checkbox"/>

[Download files](#)

[Back to observation log](#)
[logout](#)

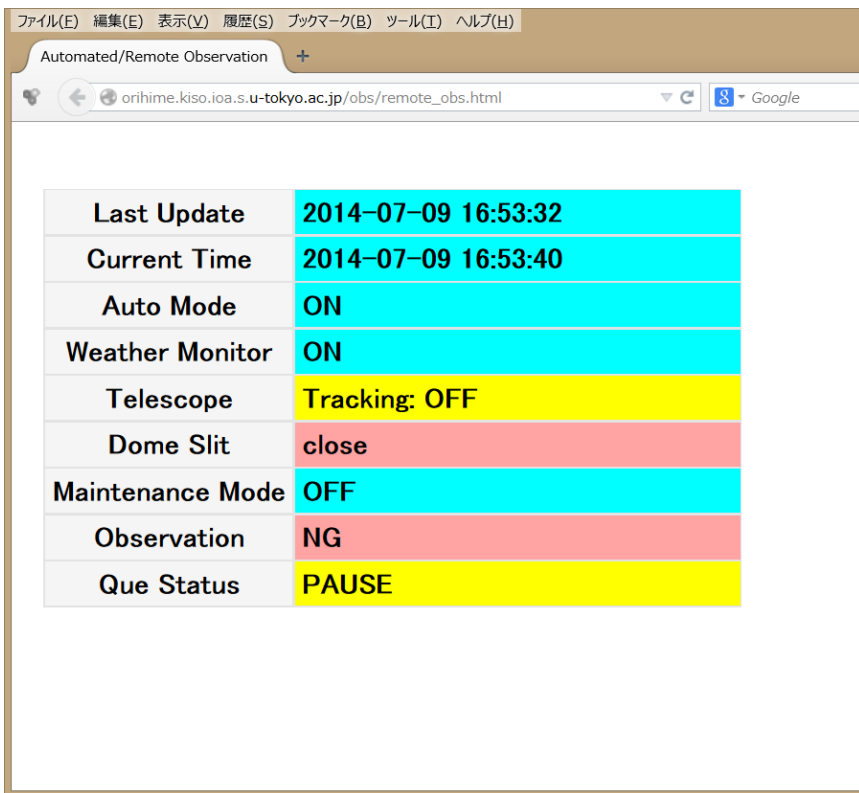


数分後

観測状況の可視化

- リモート観測では気象条件や観測装置の状況が観測者に分かりにくい
 - 順調に観測できているのかななどを分かりやすくするためには、様々な情報や観測データの可視化が不可欠
- 木曾所内からもリモート観測の状況を把握する必要がある
 - 装置のメンテナンス等

リモート観測・自動観測の状況の可視化

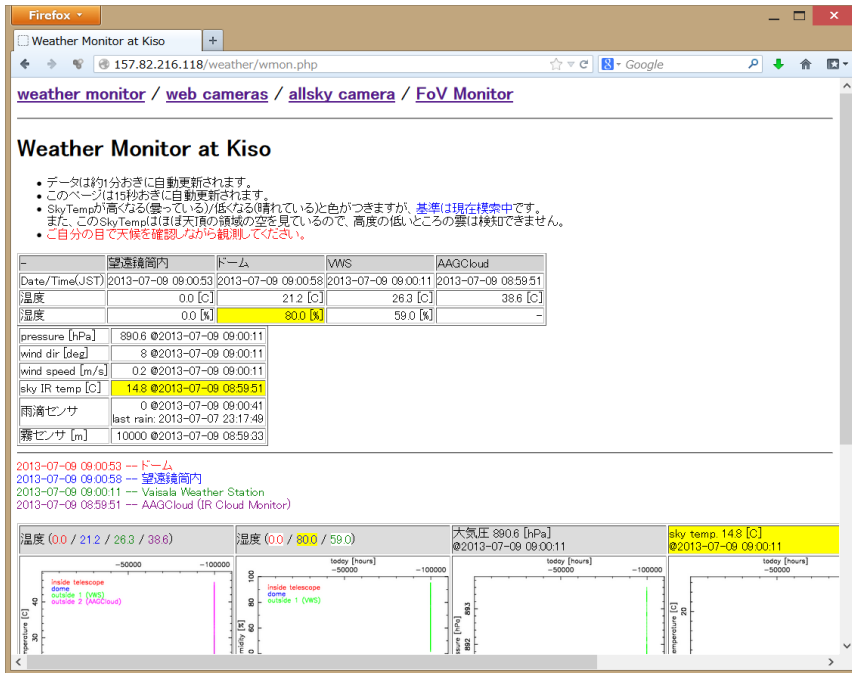


Last Update	2014-07-09 16:53:32
Current Time	2014-07-09 16:53:40
Auto Mode	ON
Weather Monitor	ON
Telescope	Tracking: OFF
Dome Slit	close
Maintenance Mode	OFF
Observation	NG
Que Status	PAUSE

- 自動観測モードのON/OFF
- 気象条件判定機能のON/OFF
- メンテナンスモードのON/OFF
- 観測条件の判定結果

外部の観測者・所内の職員
に自動観測の状態が分かる
ように表示

気象データの可視化



- 屋上の設置された気象観測機器の情報

- Webブラウザで観測情報みられるようになっている

- 気温

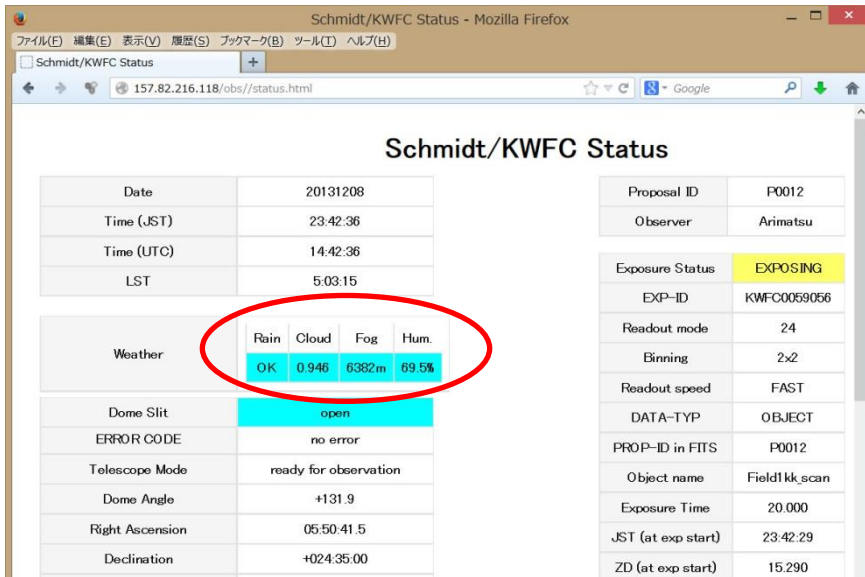
- 湿度

- 空の放射温度

- 雨滴センサー

- 霧センサー

- 望遠鏡ステータス画面にも表示



望遠鏡状態の可視化

- 望遠鏡の状態表示用Webページ
 - 数値等はほぼリアルタイムに更新
- 現在のテキストベースのページに加えて星図上に視野枠を表示するページもあり

Schmidt/KWFC Status - Mozilla Firefox

Schmidt/KWFC Status

157.82.216.118/obs/status.html

Schmidt/KWFC Status

Date	20131208
Time (JST)	23:42:36
Time (UTC)	14:42:36
LST	5:03:15

Weather	Rain	Cloud	Fog	Hum.
	OK	0.946	6382m	69.5%

Dome Slit	open
ERROR CODE	no error
Telescope Mode	ready for observation
Dome Angle	+131.9
Right Ascension	05:50:41.5
Declination	+024:35:00
Azimuth	+133.8

Proposal ID	P0012
Observer	Arimatsu

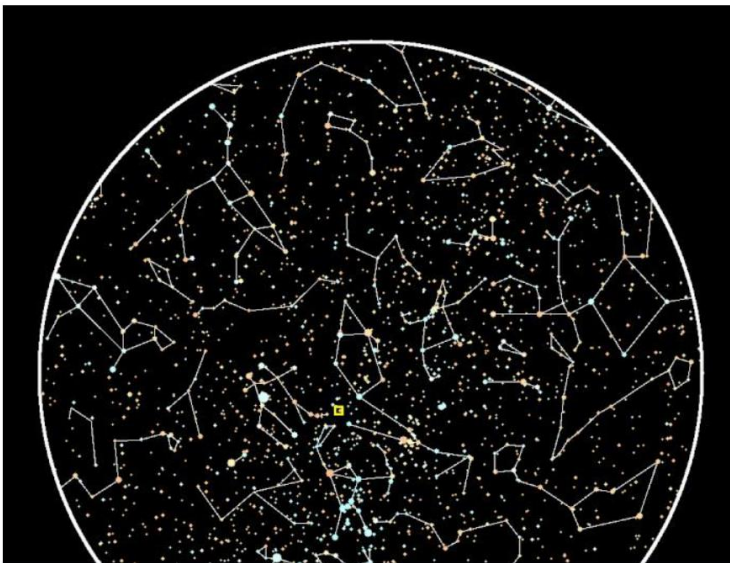
Exposure Status	EXPOSING
EXP-ID	KWFC0059056
Readout mode	24
Binning	2x2
Readout speed	FAST
DATA-TYP	OBJECT
PROP-ID in FITS	P0012
Object name	Field1kk_scan
Exposure Time	20.000
JST (at exp start)	23:42:29
ZD (at exp start)	15.290

Sky View - Mozilla Firefox

Schmidt/KWFC Status Sky View

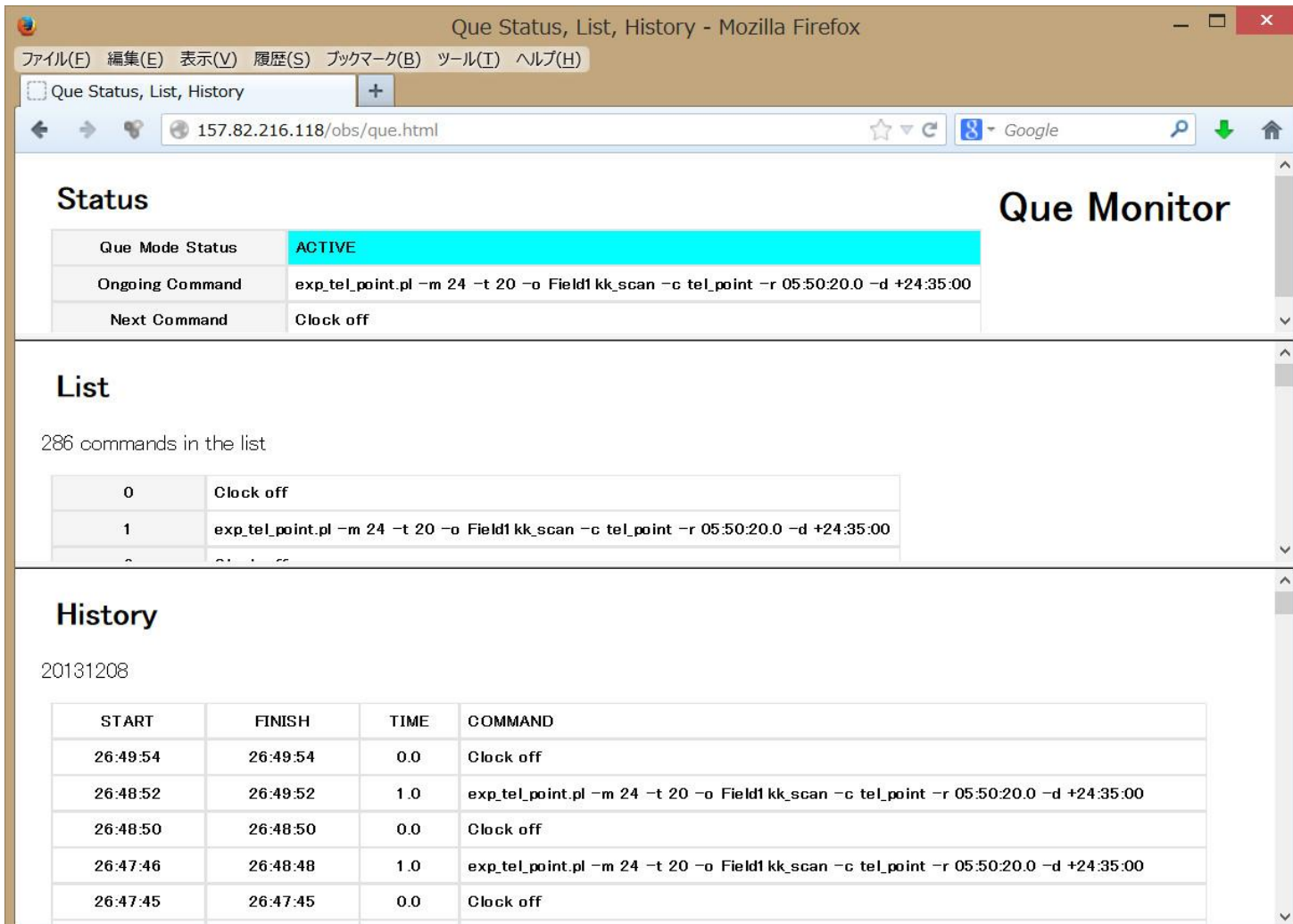
157.82.216.118/tel_pos/kiso_sky.cgi

Date=2013/12/08 23:47, R.A. =87.500, Decl.=24.567, Sun_dist.=1689, Moon_dist.=114.1



観測の進行状況の可視化

- 観測キューの進行状況、結果等をWebページで確認できる
 - ほぼリアルタイムに更新



The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window titled "Que Status, List, History - Mozilla Firefox". The address bar shows the URL "157.82.216.118/obs/que.html". The page content is divided into three main sections: "Status", "List", and "History".

Status

Que Mode Status	ACTIVE
Ongoing Command	exp_tel_point.pl -m 24 -t 20 -o Field1 kk_scan -c tel_point -r 05:50:20.0 -d +24:35:00
Next Command	Clock off

List

286 commands in the list

0	Clock off
1	exp_tel_point.pl -m 24 -t 20 -o Field1 kk_scan -c tel_point -r 05:50:20.0 -d +24:35:00

History

20131208

START	FINISH	TIME	COMMAND
26:49:54	26:49:54	0.0	Clock off
26:48:52	26:49:52	1.0	exp_tel_point.pl -m 24 -t 20 -o Field1 kk_scan -c tel_point -r 05:50:20.0 -d +24:35:00
26:48:50	26:48:50	0.0	Clock off
26:47:46	26:48:48	1.0	exp_tel_point.pl -m 24 -t 20 -o Field1 kk_scan -c tel_point -r 05:50:20.0 -d +24:35:00
26:47:45	26:47:45	0.0	Clock off

取得データの可視化

- FITSファイルは圧縮しても8枚で30MBくらい
 - 11月に光回線に変更(実測:20-30Mbps程度)
 - 直接外部へデータを送ることが現実的になった
- FITSからJPEGのサムネイル画像を作成して、Webブラウザでみられるシステムを開発
 - PC以外のスマートフォン/タブレット端末等からも観測状況を把握可能
 - 画像サイズ:120kB/frame 程度
 - 画像に加えてpixel countのヒストグラム表示も可能

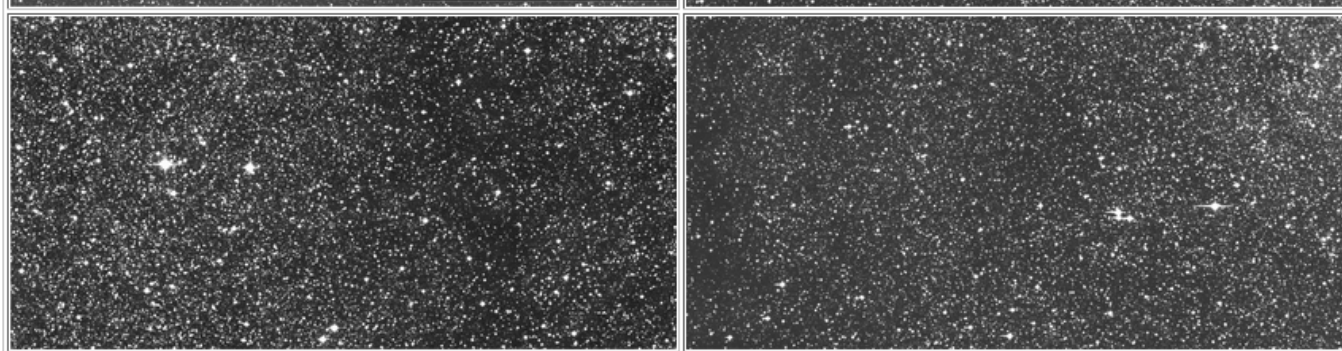
Quick Look View



157.82.216.118/webql/qlfiles/KWFC0044139.html



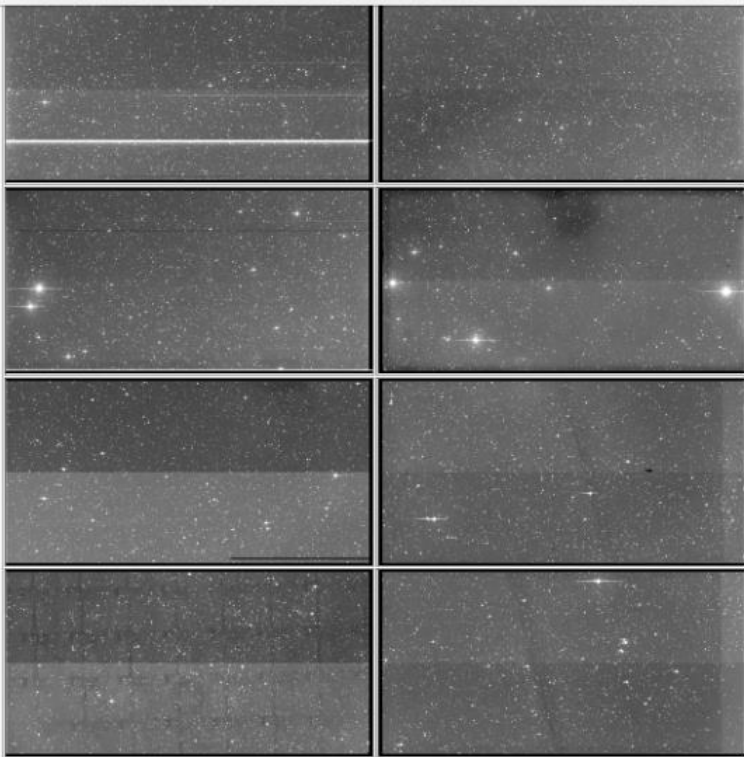
Google



DET-ID	Average	Min	Max	Histogram	DET-ID	Average	Min	Max	Histogram
7	1443.5	0.0	57647.5		6	1539.1	0.0	68873.5	
5	1440.2	0.0	69890.2		4	1493.4	21.9	67546.9	
3	1472.8	0.0	62731.9		2	1749.5	15.3	69888.2	
1	1334.1	52.9	67627.7		0	1687.6	0.0	69949.8	

-100 JP DOCOMO 3G 18:08 VPN 8%

157.82.216.118



DET-ID	Average	Min	Max	Histogram	DET-ID	Average	Min	Max	Histogram
7	9187.2	4096.0	65534.0		6	8957.6	4096.0	65534.0	
5	9006.9	4096.0	65534.0		4	8982.1	4096.0	65534.0	

- L2TP/IPSecで接続できて、Webブラウザが動けばよいので、スマートフォンからでも観測状況を確認可能
- このあとの休み時間などに実演もします



まとめ

- リモート観測・自動観測システムの基本部分についてはほぼ完成し、テスト観測も実施済み
 - VPN経由でWebブラウザを用いた観測の予約登録
 - 予約登録された観測を自動観測システムを用いて全自動観測
 - 観測時刻等の条件による制限
 - 優先度設定によるTOO観測の割り込み
 - 観測データをWebブラウザを用いてダウンロード
 - 10-12月期以降の共同利用から試験的に公開予定
- 今後の課題
 - 今まで同様のインタラクティブな操作の実現
 - 観測条件・ユーザーごとの権限による動作制限の実装