

世界最大級の広視野カメラ

KWFCについて

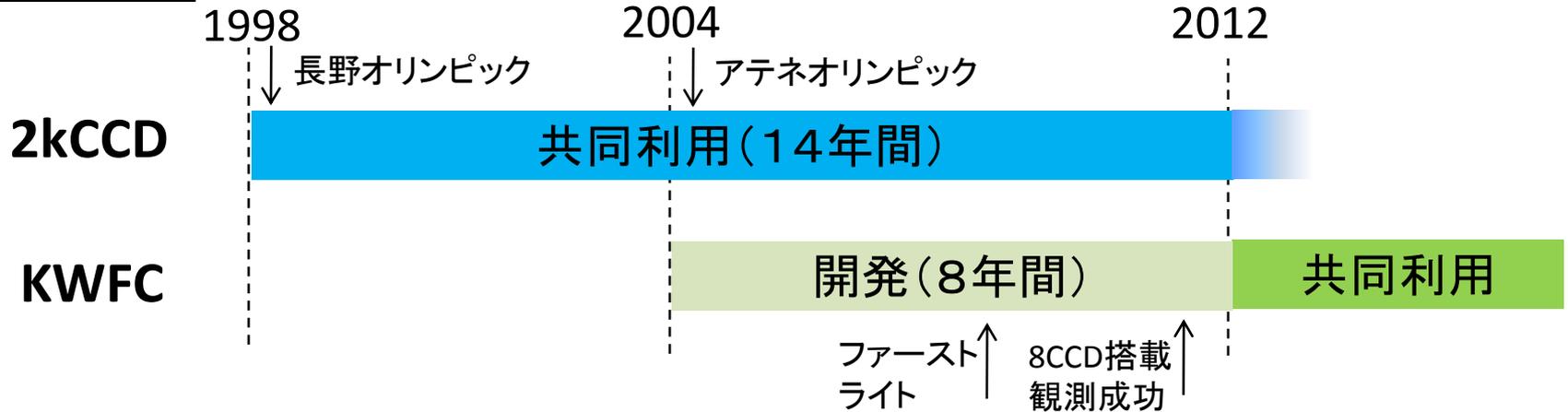
東京大学天文学教育研究センター

酒向重行

次期共同利用装置KWFC

- 2012年4月より共同利用開始

KWFCの歩み



KWFC(現)開発体制

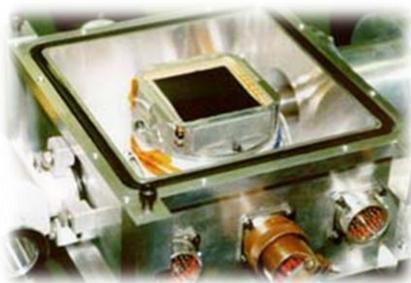
開発責任者 酒向

サイエンス検討チーム	
全体運用	小林
変光星・新星	松永、三戸
超新星	諸隈、土居

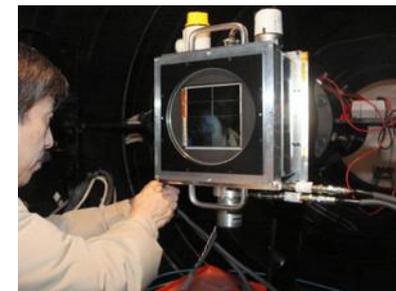
※所員を中心としたコアメンバ

装置開発チーム

制御ソフトウェア	青木
エレクトロニクス	征矢野
メカトロニクス	樽沢
オプティクス	三戸、宮田
解析ソフト	松永、諸隈



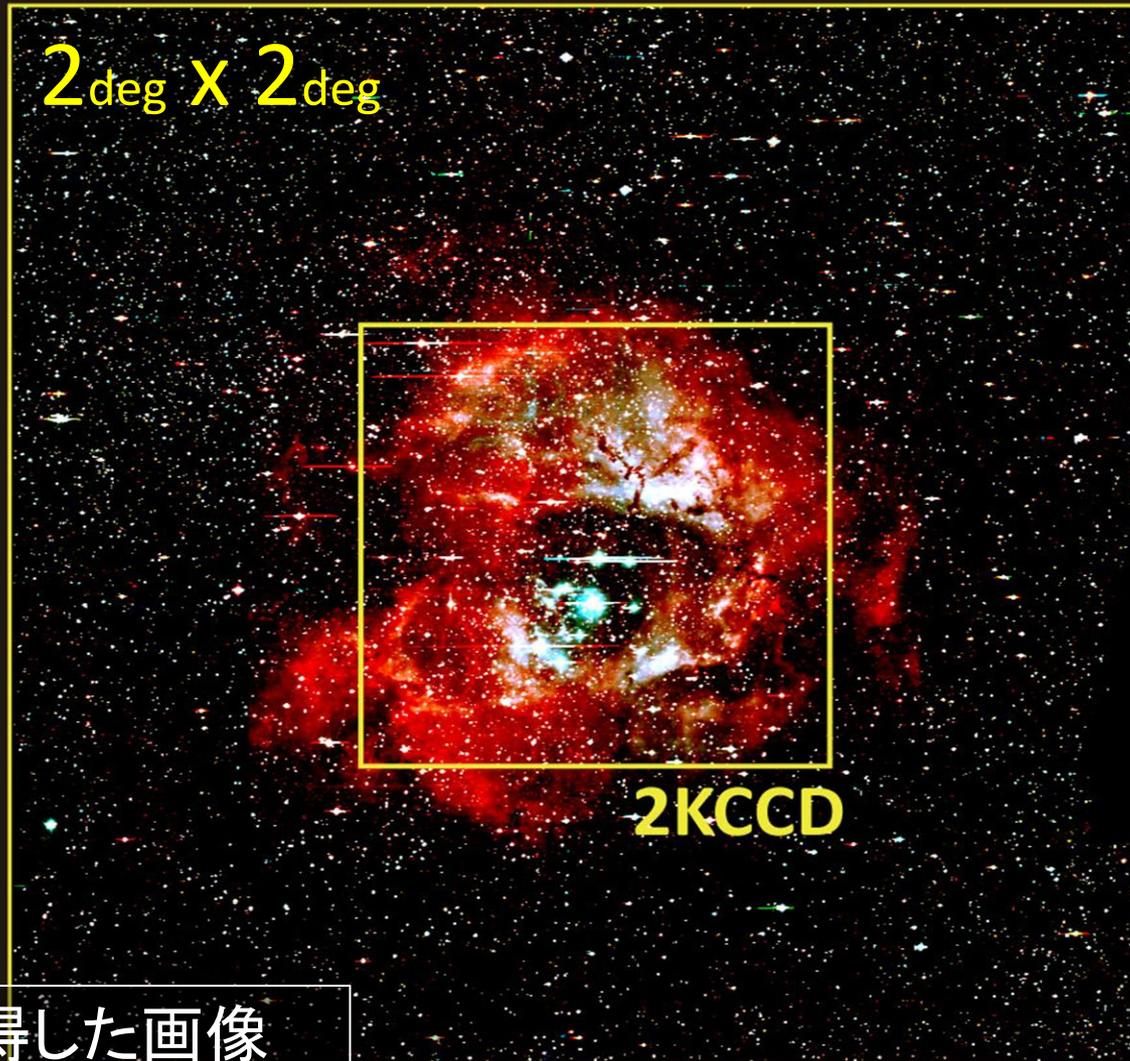
KWFC と 2kCCD の 比較概要



	2KCCD	KWFC
CCD	2k x 2k x1枚	2k x 4k x8枚
視野	0.83° x 0.83°	2.1° x 2.1°
ピクセルサイズ	1.5 "/pix	0.95 "/pix
読み出し時間	95 秒	45 – 77 秒
限界等級 [†]	22.5 mag	22.7 mag(予想)
読み出しノイズ	56 e ⁻	5 - 12 e ⁻
フィルタ保有数	23種	6種(現時点)

† 15分積分、10σ、V-bandの値

KWFC と 2kCCDの視野の比較



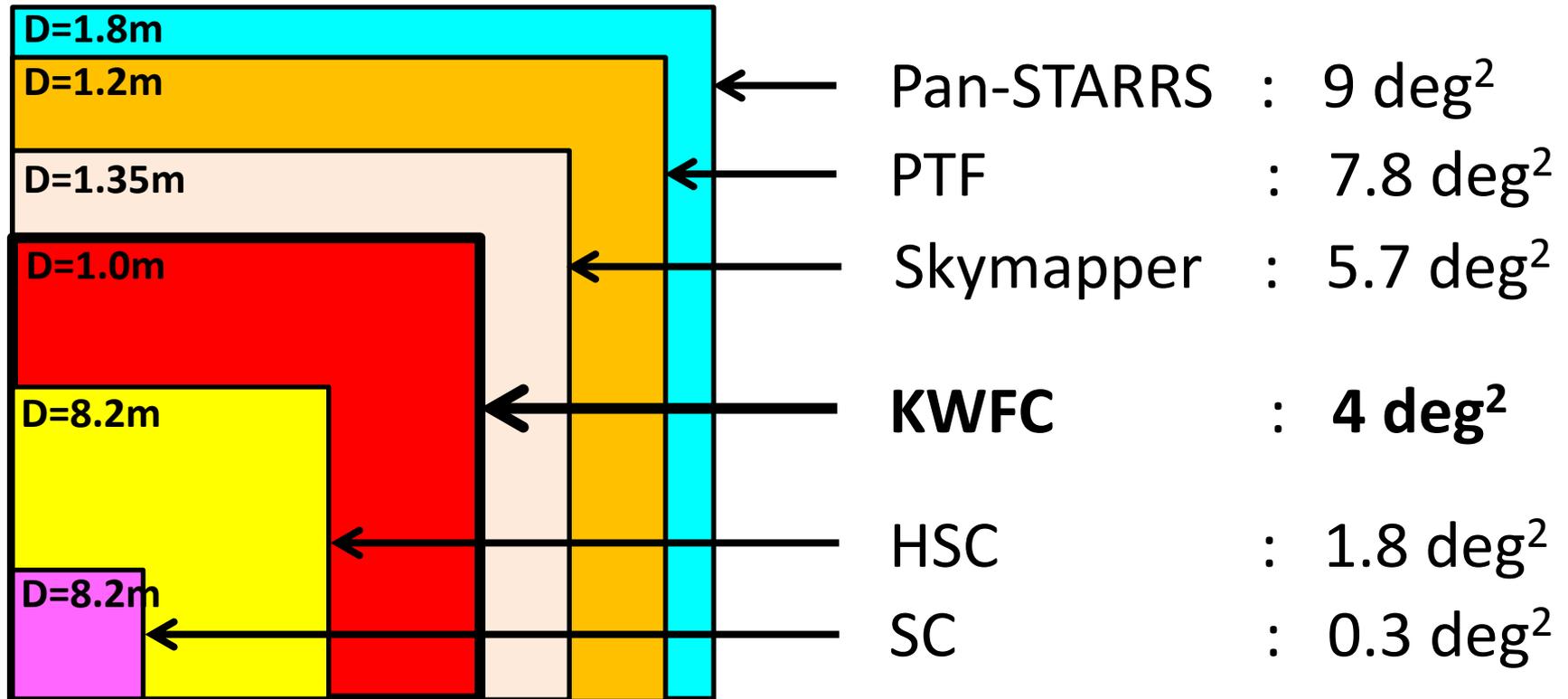
KWFCで取得した画像
BVR3色合成

2_{deg} X 2_{deg}



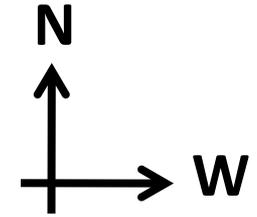
KWFC

主要な超広視野カメラの視野

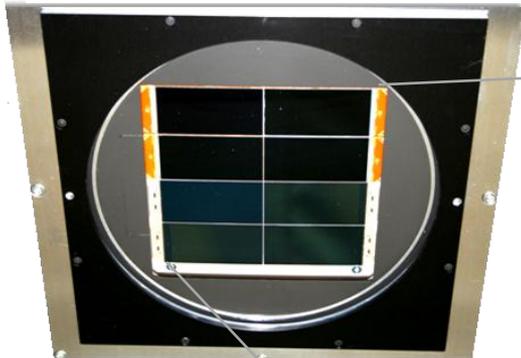


KWFCは世界最大級の広視野カメラ

CCDの配置



KWFCのCCDを受光面側
から見た図



SITe社製CCD x4台

MIT社製CCD x4台

冷凍機側

CCDの諸特性

MIT社CCDとSITe社CCDの特性を理解することが重要

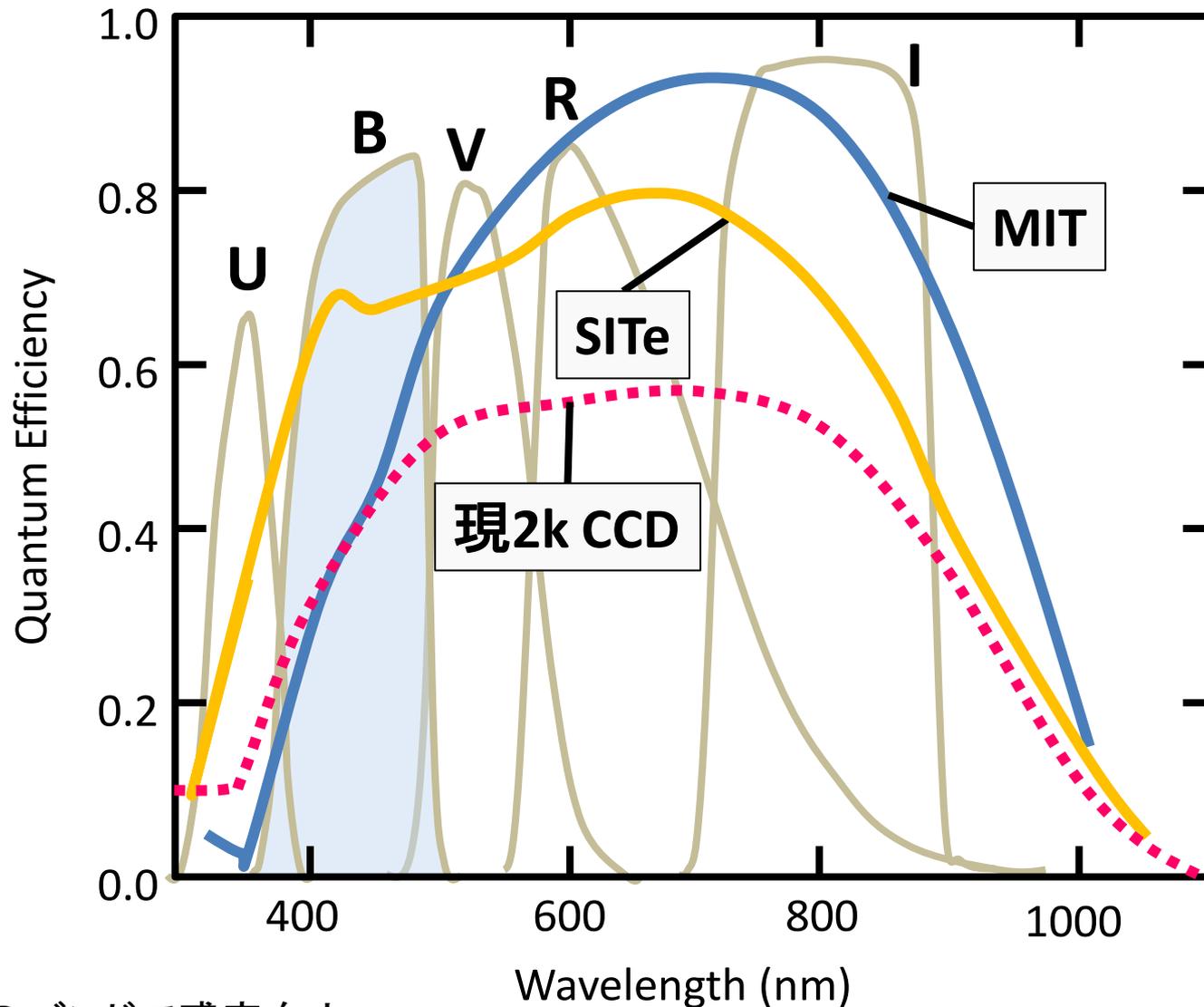
	MIT	SITe	備考
読み出しノイズ†	5 e ⁻	12 e ⁻	
ゲイン†	2.0 e ⁻ /ADU	2.0 e ⁻ /ADU	
ウェル†	~100,000 e ⁻	~100,000 e ⁻	評価中
0.05%直線性範囲†	4,096 < ADU < 40,000	4,096 < ADU < 40,000	評価中
暗電流†	~5 e ⁻ /hr/pix	~5 e ⁻ /hr/pix	評価中
CCD温度安定性	±1 °C	±1 °C	評価中
CCD温度	-100 °C	-100 °C	

† binning無し、全領域読み出し時

MIT社CCD単体の読み出し時間は**45秒**。
SITe社CCD単体の読み出し時間は**77秒**。

CCDの量子効率の比較

図は代表値。後日、実機を測定予定



すべてのバンドで感度向上

CCDの読み出しモード

✓ 2 x 2 binningモード

	MIT		SITE	
	binning無	binning有	binning無	binning有
フォーマット	2k x 4k	1k x 2k	2k x 4k	1k x 2k
読み出しノイズ	5 e ⁻	1.3 e ⁻	12 e ⁻	3 e ⁻
ウェル	~100,000 e ⁻	~25,000 e ⁻	~100,000 e ⁻	~25,000 e ⁻
暗電流	~5 e ⁻ /hr/pix	~20 e ⁻ /hr/pix	~5 e ⁻ /hr/pix	~20 e ⁻ /hr/pix

✓ 読み出しモード

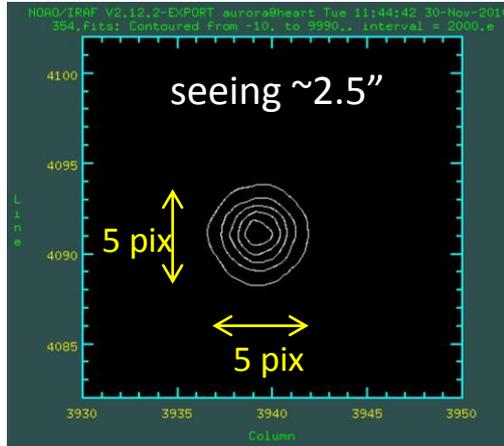
読み出し領域	binning	読み出し時間
全領域 8台CCD	無	77秒
	有	~50秒(推定)
半領域 4台CCD(MITのみ)	無	45秒
	有	~30秒(推定)

並列処理をするため、読み出し時間はCCDの台数によらない。
MITとSITEでは読み出し時間が異なる。

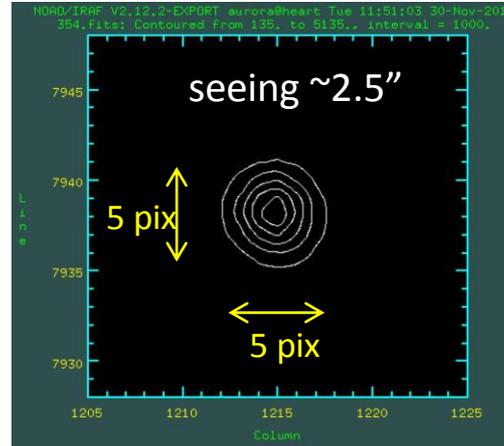
イメージクオリティー

星像 (PSF)

視野中央



視野端



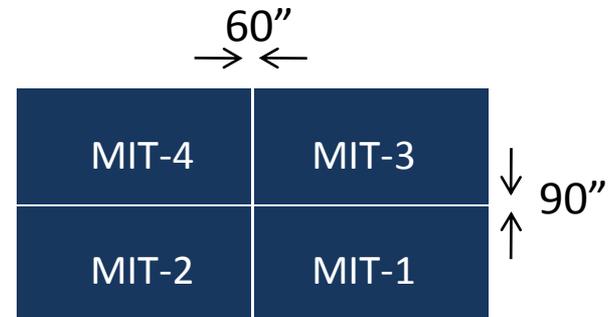
視野全域で
均質な星像

画像スケール

ピクセルスケール	0.946 "/pix
歪み	視野全域で最大±0.4 "

CCD間の隙間

CCD短辺方向	90"
CCD長辺方向	60"



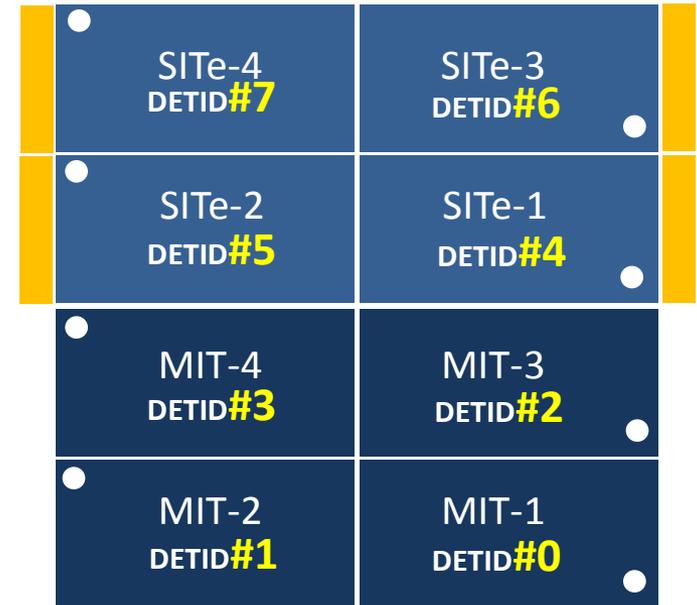
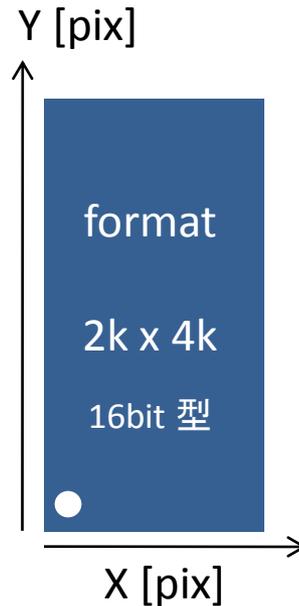
画像データ

画像RAWファイル

KWFCxxxxxxx[DETID].fits

1回の読み出しで8枚のFITS
ファイルを生成。

- ・ 2070 x 4146 ピクセル
- ・ 16 Mbytes/file x 8枚 =
128 Mbytes

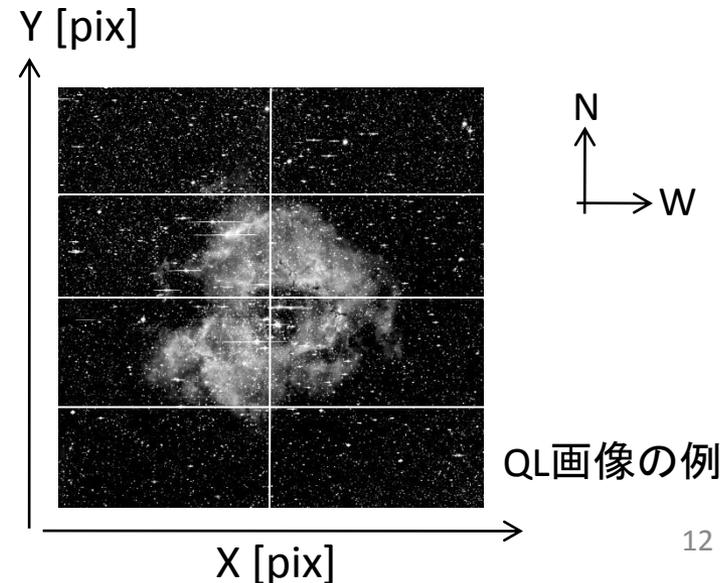


クイックルックファイル

KWFCxxxxxxxQ.fits

1回の読み出しで1枚のQLファイルを自動生成。

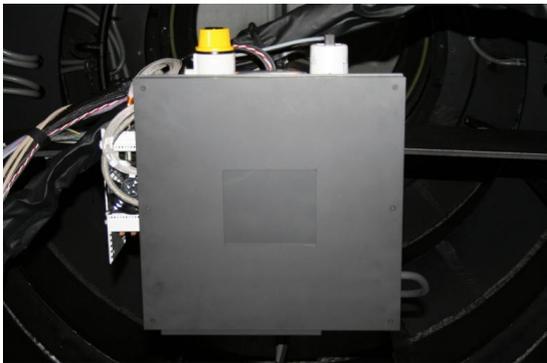
- ・ 8枚の画像を結合した画像
- ・ 8k x 8kピクセル (128Mbytes)。



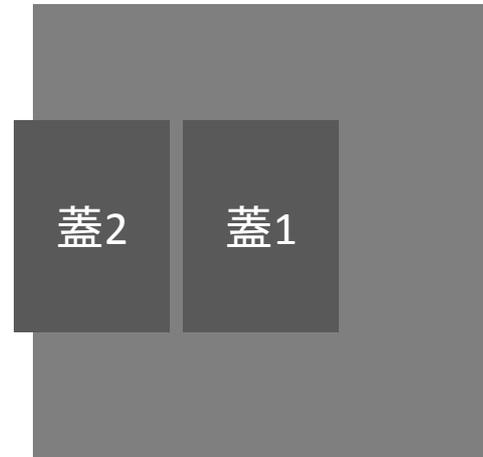
※上記はbinning無し、全領域読み出し時の場合

大型シャッタ機構

- ✓ 受光面全域に均等な露光時間を実現
- ✓ 2kCCDで問題となった露光時間の場所による不均一を低減
- ✓ 乾燥空気吹き出し口 → 入射窓の曇り防止用
- ✓ 露光時間精度 評価中
- ✓ 最短露光時間 ~ 0.1秒(誤差評価中)



シャッタ機構概観



シャッタ機構の動作



搭載フィルター一覧

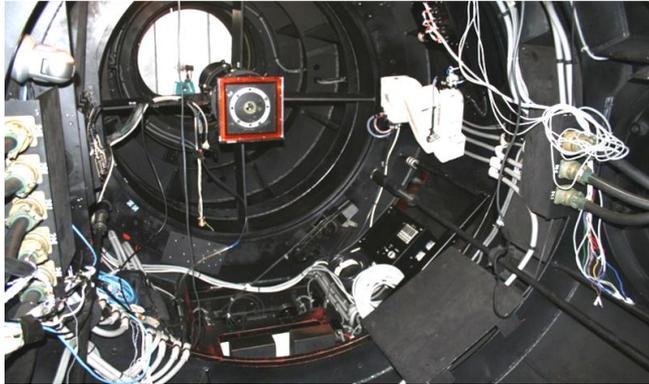
16cm x 16cm x 1.5cm, 1kg/枚 の大型フィルタ

バンド名	中心波長 (nm)	帯域幅 (nm)	ステータス
U	368	52	募集中
B	440	111	製作完了
V	598	53	製作完了
R	648	145	製作完了
I	804	155	製作完了
SDSS-u	354	60	製作中
SDSS-g	477	138	製作完了
SDSS-r	623	138	募集中
SDSS-i	763	154	募集中
H α 等狭帯域	---	---	募集中

現段階で6種のフィルタを保有。追加フィルタを募集します。

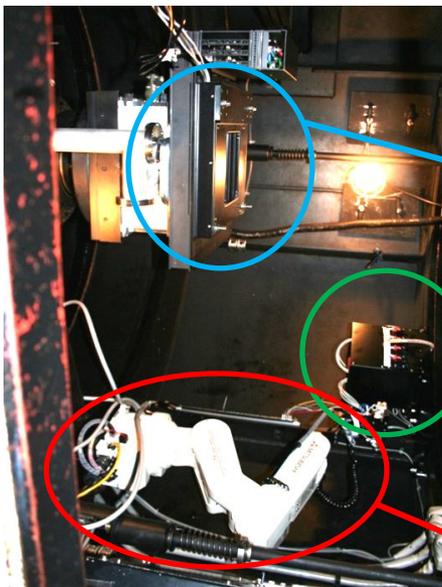
大型フィルタ交換機構

望遠鏡システムの新しい形



シュミット望遠鏡焦点部とロボットアーム

- ✓ 産業用ロボットアームを用いた大型フィルタ交換機構
- ✓ 望遠鏡側面のバツフル外に大容量マガジン。計12枚のフィルタを格納可能
- ✓ フィルタ交換時間は40 – 60秒。
- ✓ 主鏡保護のため、天頂指向姿勢でのフィルタ交換時は、ミラーカバーを自動的に閉じる運用。



焦点部ホルダ

フィルタマガジン
(計12枚を格納)

ロボットアーム

望遠鏡側面からの写真

CCDコントローラ

- Kiso Array Controller (KAC)
 - 東京大学木曾観測所が独自開発
 - 大学の中小規模CCD装置を想定した読出しシステム
 - 浜松ホトニクス、MIT、SITeの各社の2k x 4k CCDに対応
 - 導入が容易、低コスト、技術をすべて公開(教育的配慮)
 - 北大、京大、JAXA、青学
が採用を決定



解析パイプライン

- ✓ KWFC用解析パイプラインを整備予定
- ✓ 諸隈氏 講演 「KWFC解析パイプライン開発の進捗状況」



KWFCによるサイエンスの検討

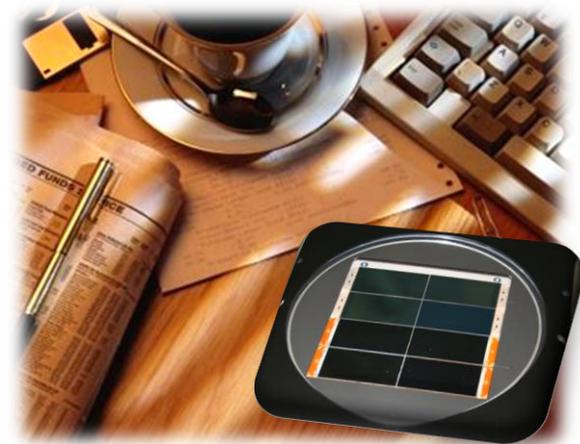
- ✓ 2kCCDのサイエンスは基本的にすべて実行可能

- ✓ 超広視野を活かしたサイエンスを検討中
 - 田中氏 講演 「KWFCによる超新星サーベイ」
 - 板氏 講演 「KWFCによるバイナリRR Lyr型星探索」

- ✓ 木曾観測所が主体となり行う大規模サーベイ観測を検討中
 - 諸隈氏 講演 「KWFC大規模プロジェクトの提案:超新星探査」
 - 松永氏 講演 「KWFC大規模プロジェクトの提案:変光星・
新星探査」

所外からのリモート観測

- ✓ 観測所に高速ネットワークが接続されていないことが問題
 - 帯域不足のため画像を閲覧できない。
 - 高速回線の開通時期は不明
- ✓ 当面はフィードバック無しのスクリプト観測を予定
 - 2012年度中旬より観測所大規模サーベイ観測を対象に開始
- ✓ 一般共同利用のリモート観測は2013年度以降に段階的に開始



あなたのオフィスに広視野を

KWFC共同利用開始までのスケジュール

2011/8-12	KWFC各部調整と性能試験 解析パイプライン開発 ドキュメント整備
2011/12	KWFCサイエンス試験観測を開始
2011/12中旬	2012年度共同利用公募
2012/1中旬	2012年度共同利用公募締め切り
2012/1-3	KWFC最終調整
2012/4	KWFC共同利用観測開始
2012/秋	大規模サーベイのリモート観測開始
2013年度頃	2kCCD運用完全停止
2013年度以降	木曾観測所に高速ネットワーク接続
	共同利用のリモート観測開始