

木曾広視野カメラKWFCの開発

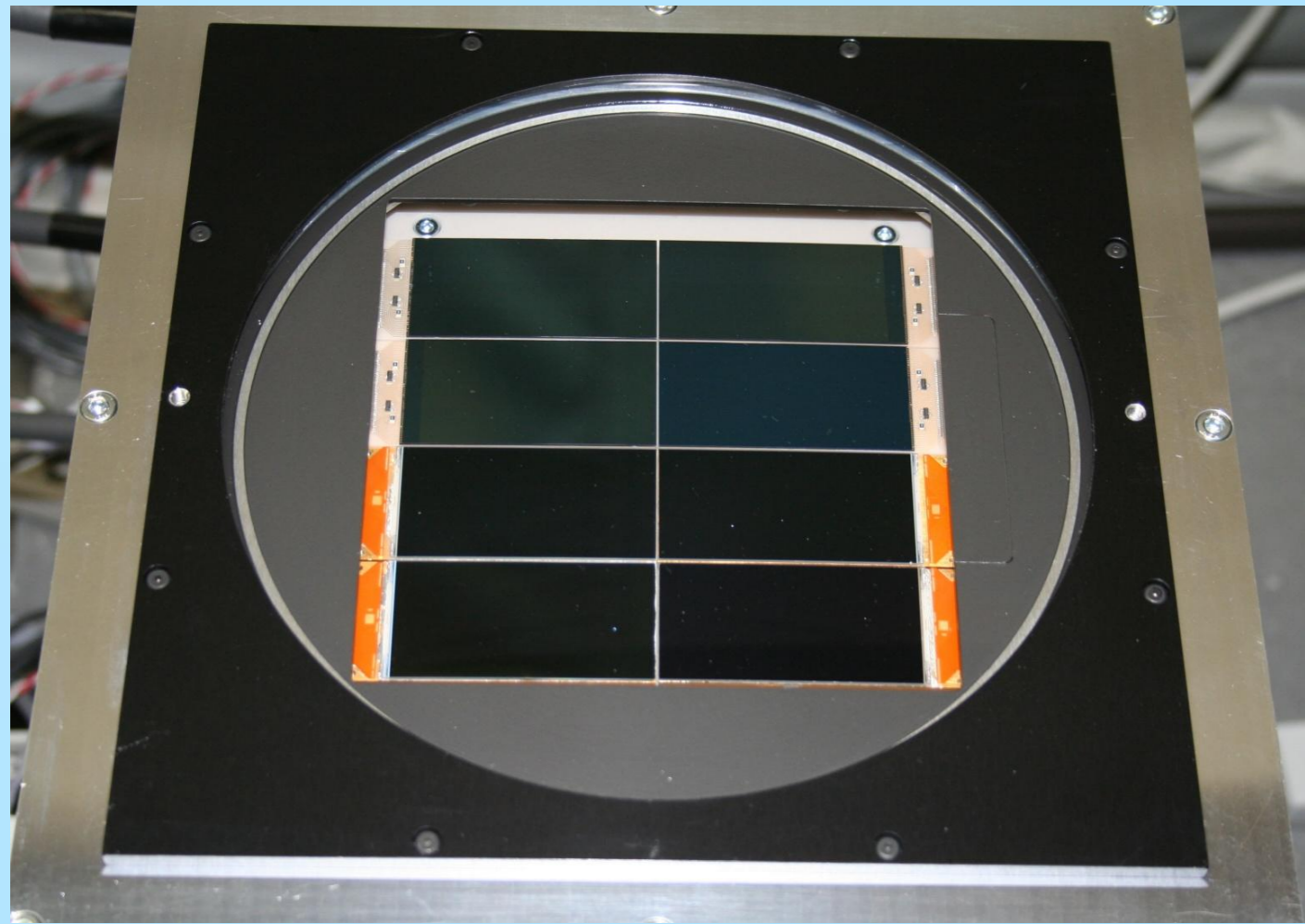
○加藤拓也、酒向重行、土居守、征矢野隆夫、青木勉、小林尚人、猿楽祐樹、樽沢賢一、三戸洋之、宮田隆志(東京大学)、宮崎聡(国立天文台)、塩谷圭吾(JAXA)、徂徠和夫、中尾光(北海道大学)、菅井肇(京都大学)、吉田篤正、小谷太郎、白木隆行(青山学院大学)



東京大学木曾観測所では、シュミット望遠鏡用次期共同利用装置として広視野カメラ (KWFC) の開発を行っている。KWFCは2k×4kCCDを8枚搭載し、現行の共同利用カメラ2kCCDの視野 (50'×50') を大きく上回る、2°×2°の広視野を実現する。KWFCは2011年度に公開を予定しており、現在それに向けて開発を進めている。



KWFCの概要

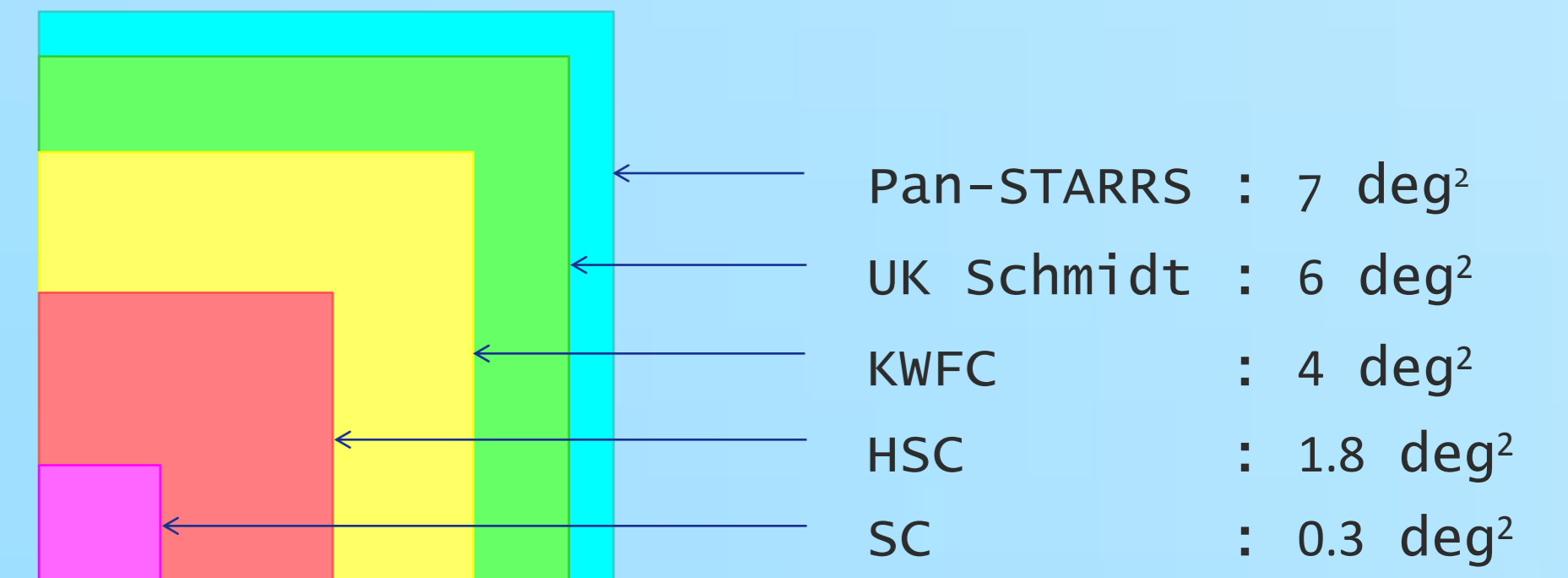


KWFCカメラデュー概観
2k×4k CCD × 8枚実装時。手前4枚：SITE社製、奥4枚：MIT社製

検出器	SITe社 2k×4k CCD × 4台 MIT社 2k×4k CCD × 4台
画素数	計 8k×8k pixel
画素サイズ	15μm×15μm
読み出し速度	30~90 sec/frame
読み出しノイズ	~5 e ⁻ (読み出し速度 = 90 sec/frame 時)

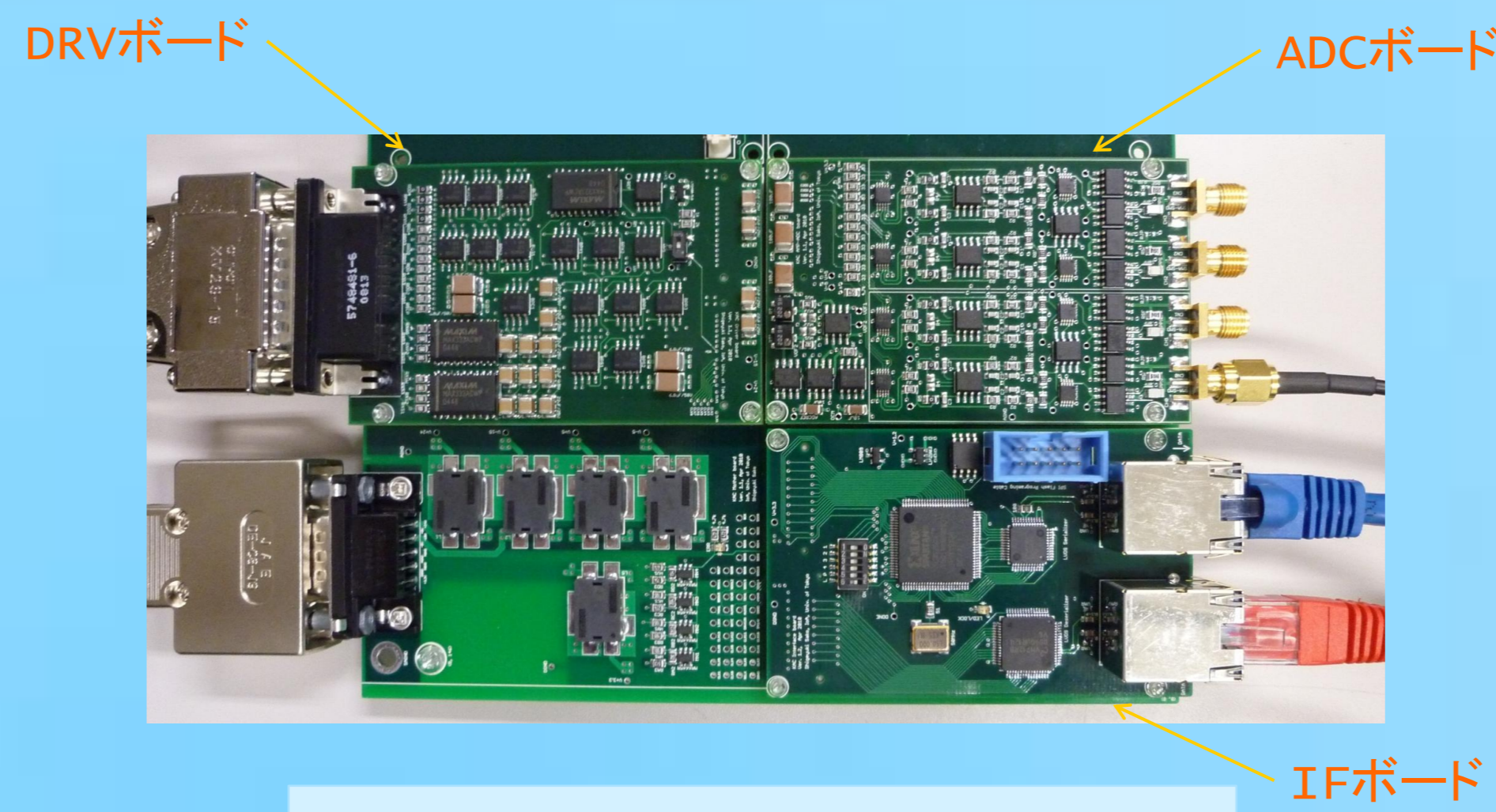
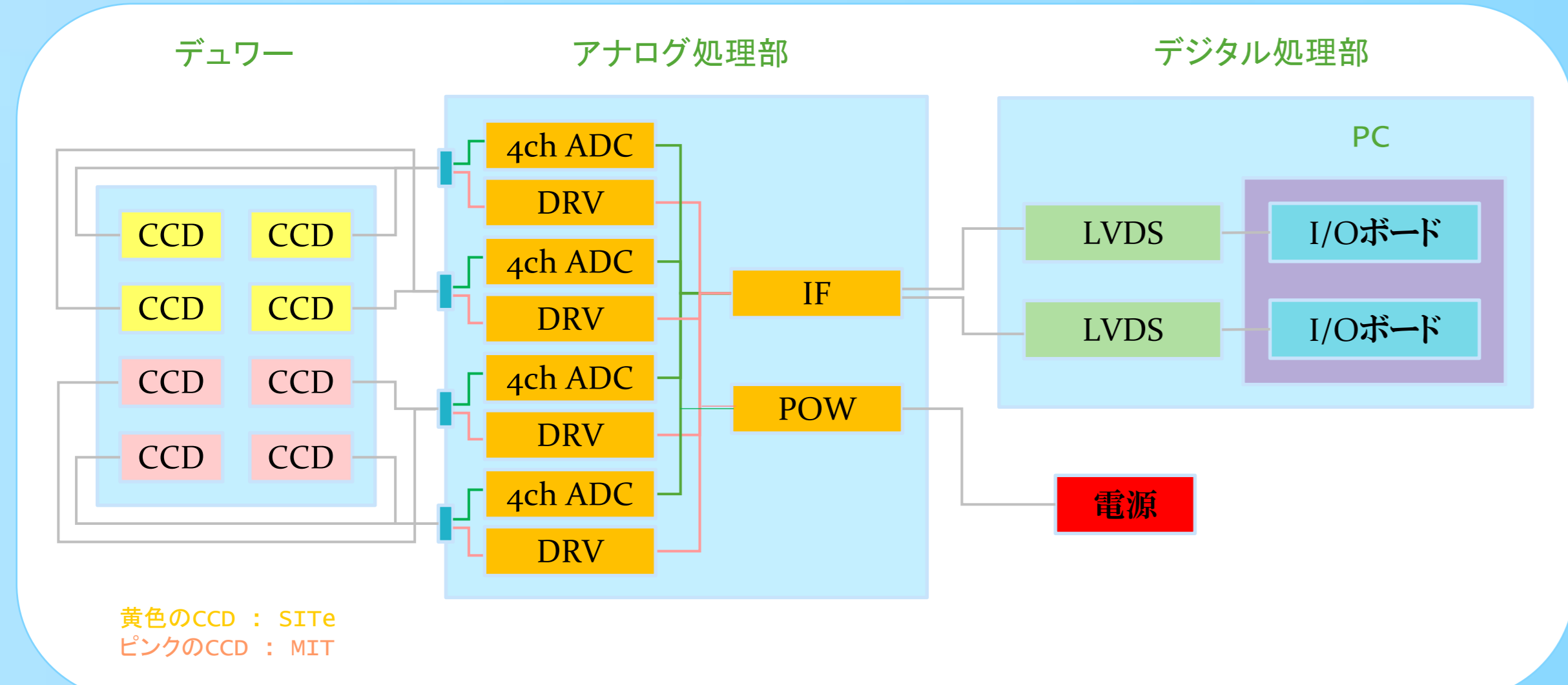
	U	B	V	R	I
SITe	20.9	22.2	21.2	20.9	20.1
MIT	20.2	21.9	21.3	20.9	20.2
(S/N=10、15分露出、seeing=3")					
SITe	19.2	20.6	19.7	19.4	18.7
MIT	18.1	20.3	19.7	19.4	18.7
(S/N=10、1分露出、seeing=3")					

視野	2°×2°
ピクセルスケール	0.94 "/pixel

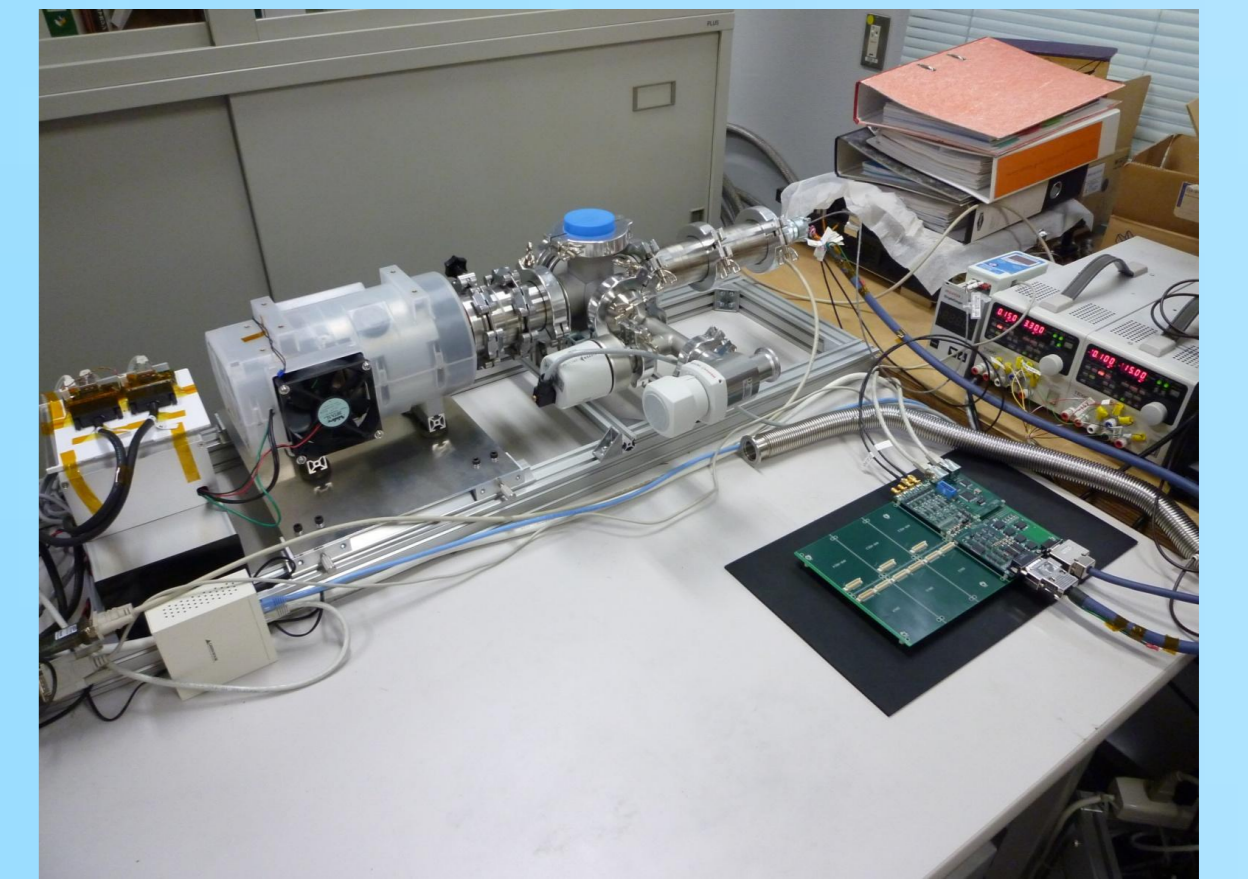


世界の主要広視野カメラの視野の比較
日本が保有する最大視野のカメラとなる。

CCD読み出しシステム



アナログ処理部
2ch出力のCCDを2枚駆動する際の構成



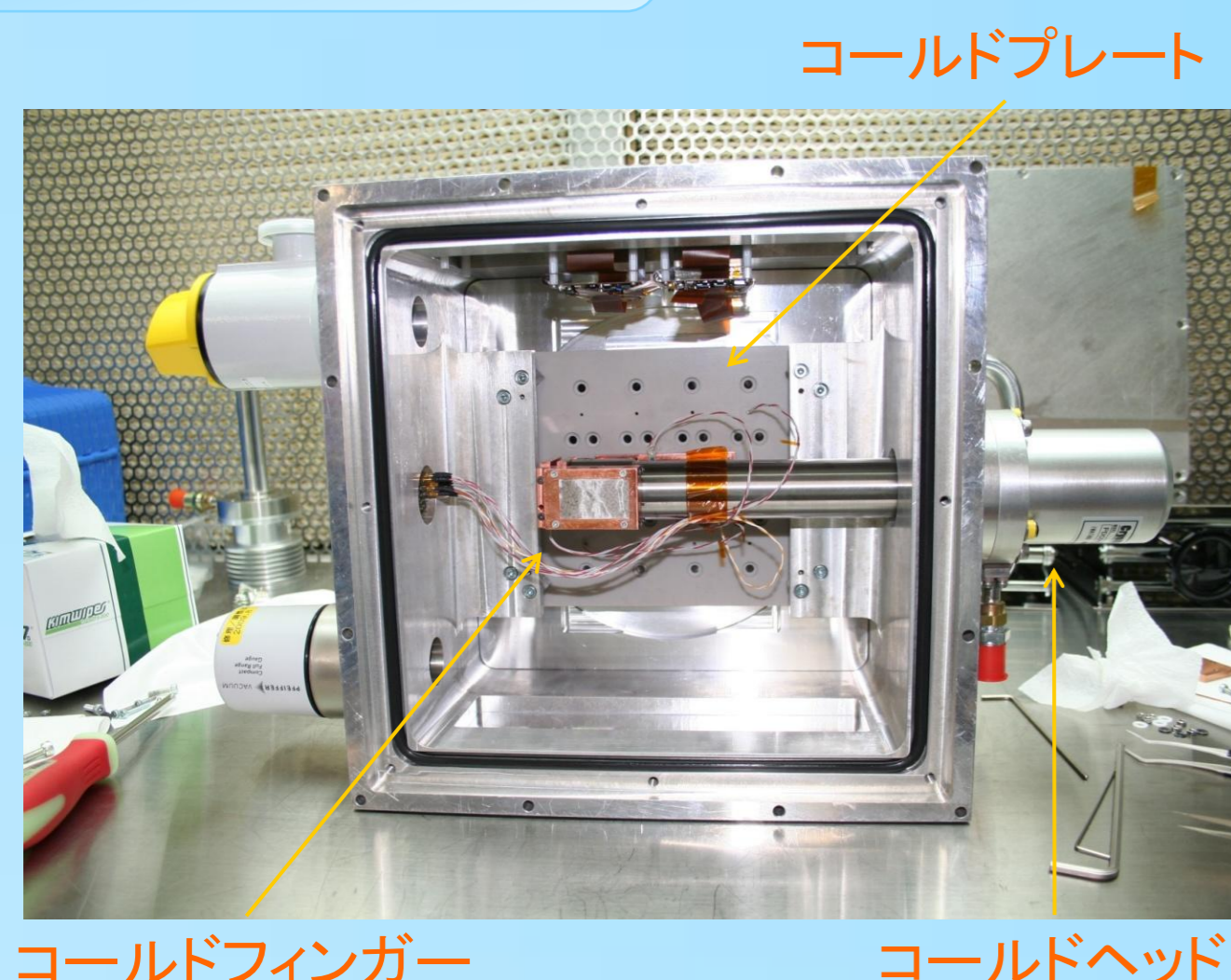
CCD単体の読み出し試験システム
三鷹天文センターにてCCD単体の読み出し試験を行っている。

CCD読み出しシステムの概要
本システムはアナログ処理部とデジタル処理部からなる。デジタル処理部には汎用のPCとパラレルI/Oボードを使用し、入出力信号はパラレル-LVDSシリアル変換ボードを介してアナログ処理部と通信する。アナログ処理部はADCボード、ドライバーボード (DRV)、インターフェースボード (IF) とマザーボードからなる。CCDの駆動クロックはPCのCPUとI/Oボードで生成されアナログ処理部のIFボードに送られる。ここでパラレル信号に逆変換された後にDRVボードとADCボードへ送られる。DRVボードではCCDの駆動に必要なバイアス電圧とクロック電圧の生成を行う。CCDからの画像データはADCボードにてデジタル信号に変換された後、IFボードを介してデジタル処理部へ転送される。取得した画像データはPCにて逐次処理されてFITS画像データとなる。

	理論値	測定値
最大サンプリングレート	3 μsec / sample	—
読み出し回路の出力換算ノイズ (r.m.s.)	1.37 ADU	1.4 ADU
読み出し回路の入力換算ノイズ (r.m.s.)	3.49 e ⁻ (CDS: 4.94 e ⁻)	3.6 e ⁻
ゲイン	2.54 e ⁻ / ADU	2.4 e ⁻ / ADU
非線形性	—	± 0.04% 以内

※ MIT用構成時の読み出しノイズの理論値は~1.5e⁻
※ 読み出しノイズは最大サンプリングレート時の値
※ 読み出しノイズはマルチサンプルを行うことで1/√n倍に改善される
※ 非線形性の値は信号減のノイズリミットとなっている

デュー

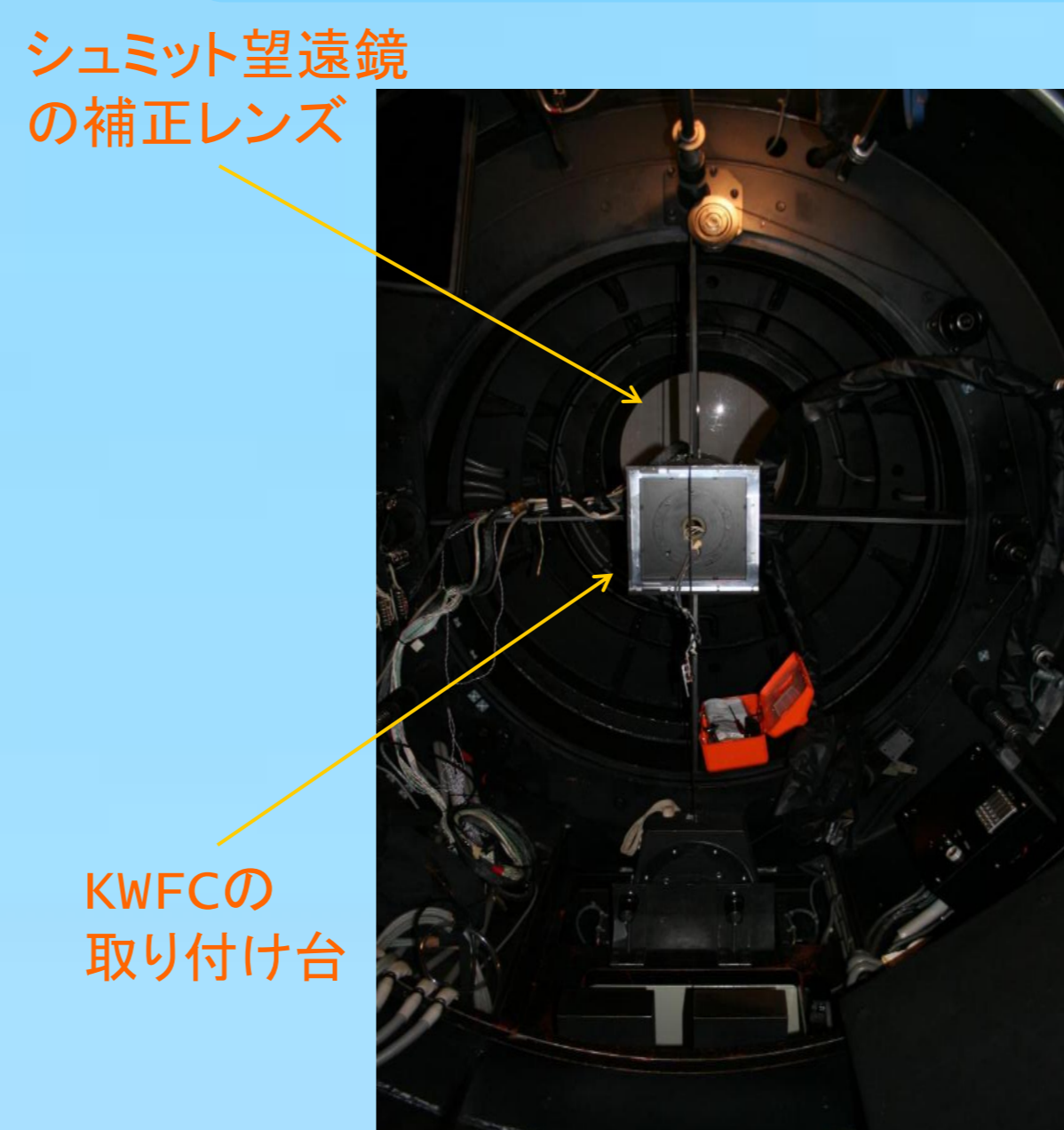


デュー内部 (背面から撮影)
コールドプレートの上にCCDが搭載されている。コールドプレートはコールドフィンガーを通じて冷凍機のコールドヘッドと繋がっている。熱接触を良くするため、コールドフィンガーとコールドプレート間にインジウムのシートを挿入している。

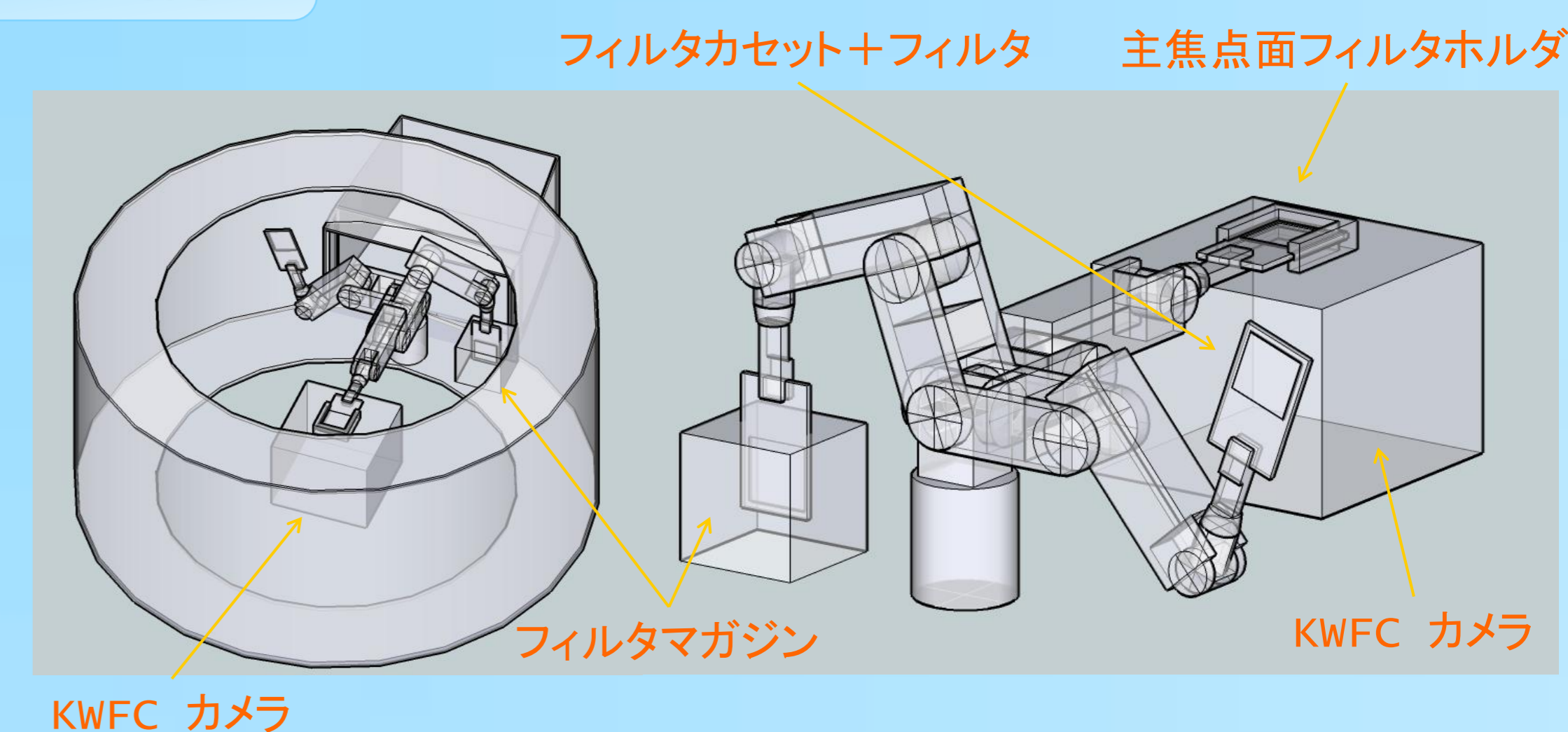


デューの真空冷却試験システム
木曾観測所にてデューの真空冷却試験を行っている。

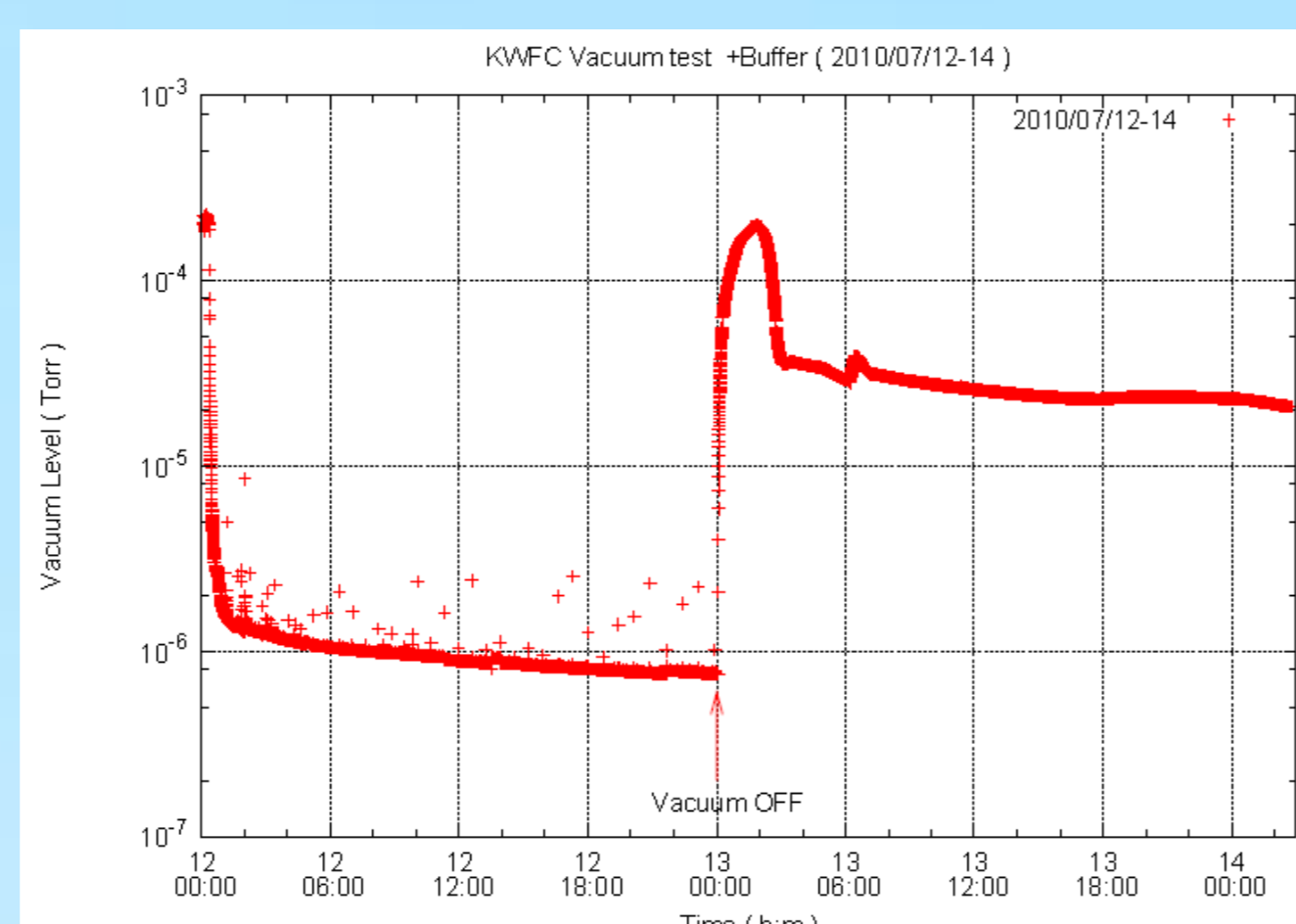
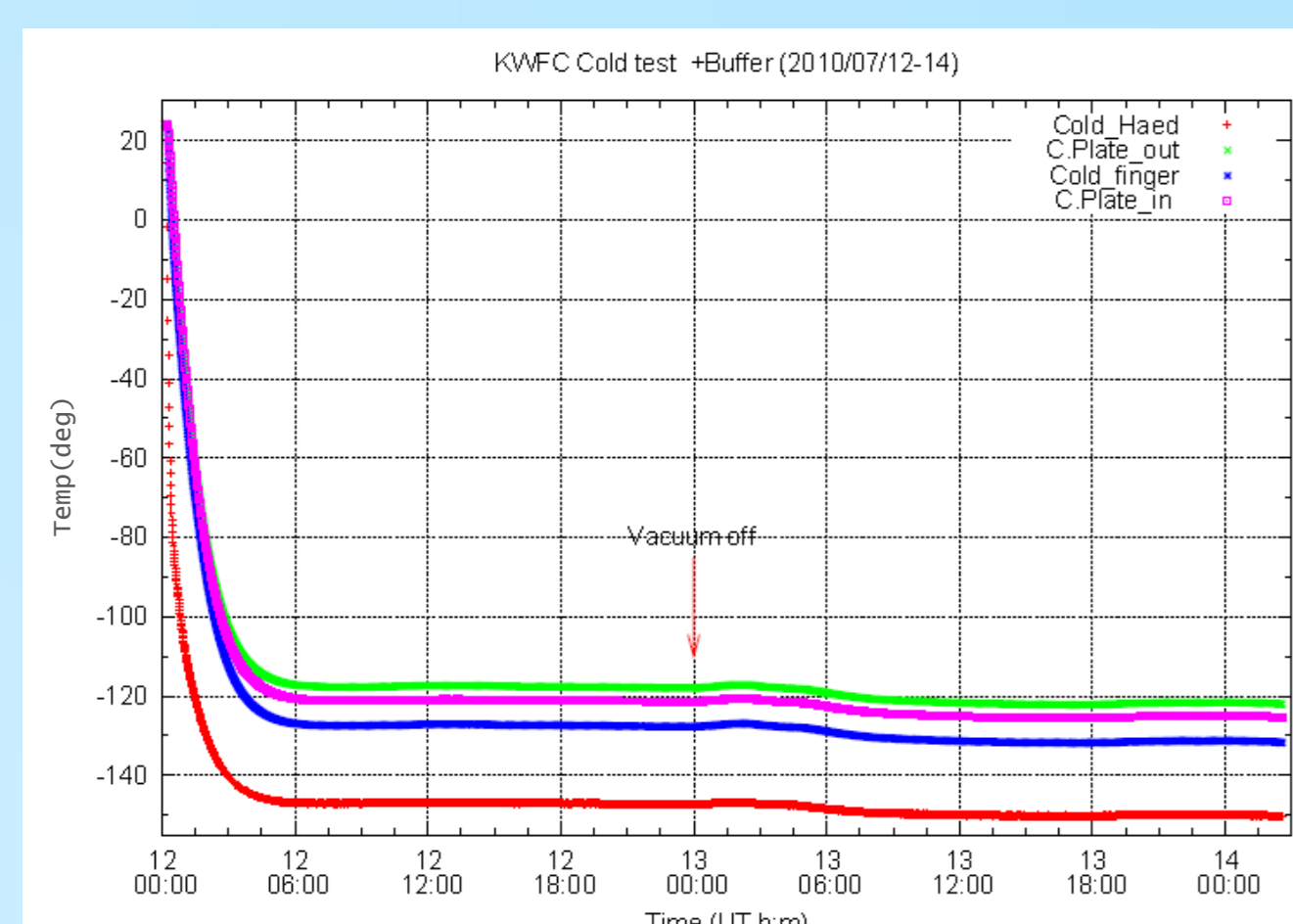
フィルター交換機構



フィルター交換機構を設置する
望遠鏡主焦点部 (主鏡側から撮影)

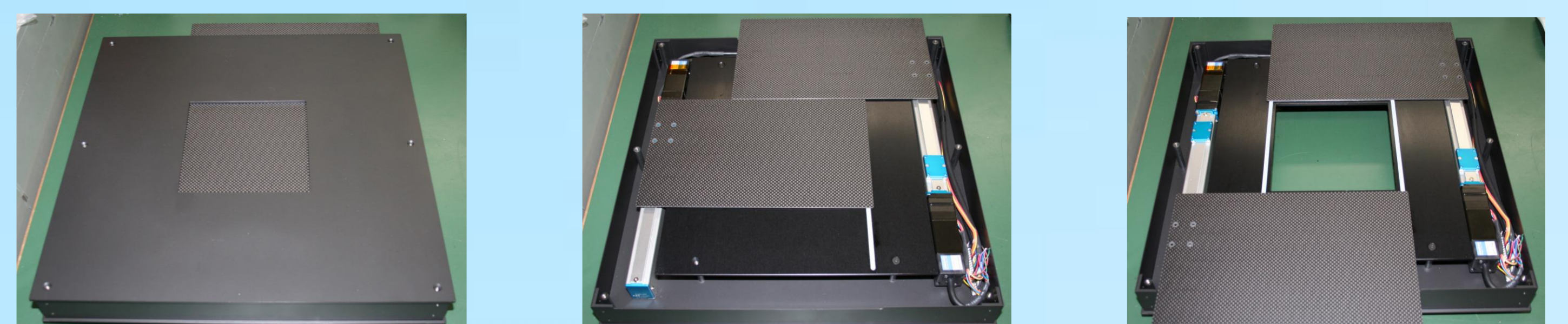


フィルター交換機構の概念図
現在三菱システムサービス社と共同で産業用ロボットアームを用いたフィルター交換機構の設計を行っている。ロボットアームとフィルタマガジンは望遠鏡のパツル内 (ビーム外) に設置する。ロボットアームは指定のフィルターをマガジンより焦点部へと搬送する。ロボットアームはフィルターの交換時以外はビーム外に退避できるため、(光学的に) 天文観測に支障をきたさない。マガジンを強固な望遠鏡フレーム上に設置するため、重量と空間の制限が緩和されて20枚の光学フィルターを格納できる。これは天文観測の効率を飛躍的に向上させる。



デューの真空冷却試験結果 (冷凍機: パルスチューブ冷凍機、真空ポンプ: ターボ分子ポンプ)
真空冷却試験を行った結果、コールドプレートの温度を-120°Cで維持できることが確認された。

シャッター



2k×4k CCDを8枚カバーできる大型シャッター (左: 概観、中: 内部 (閉時)、右: 内部 (開時))
カメラのシャッターは露出ムラがなくなるよう2枚のシャッター板を縦方向にスライドさせる。その結果CCDのどの部分も全て同じ露出時間となる。最短0.1秒 (精度1%) の開口が可能である。