



# Hyper Suprime-Cam

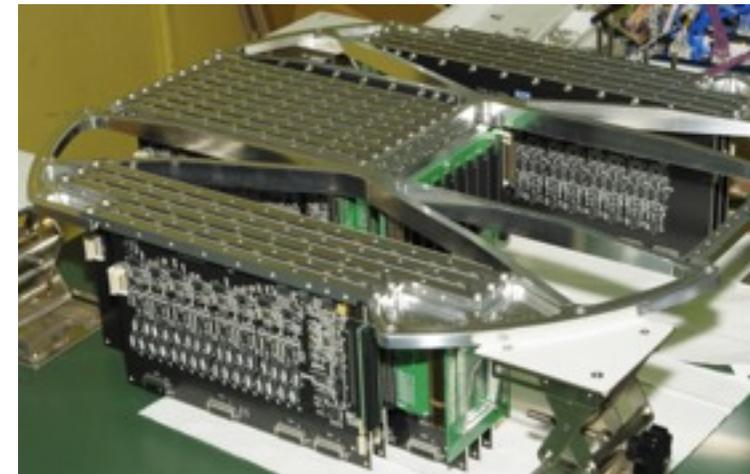
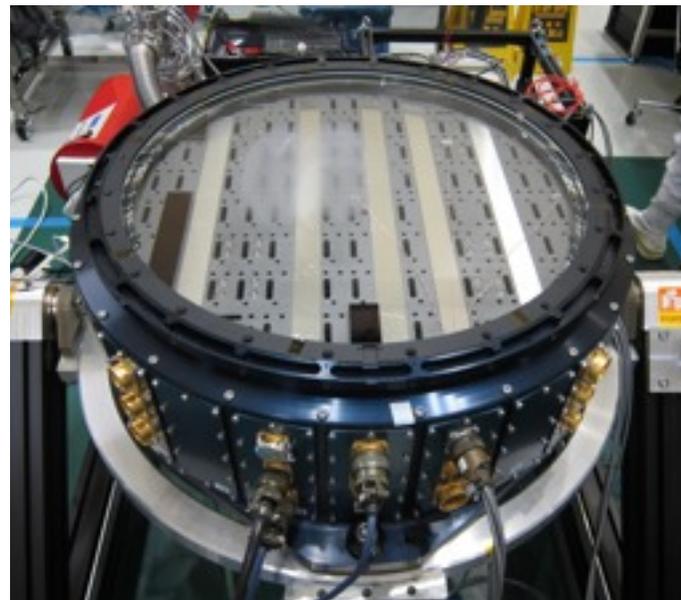
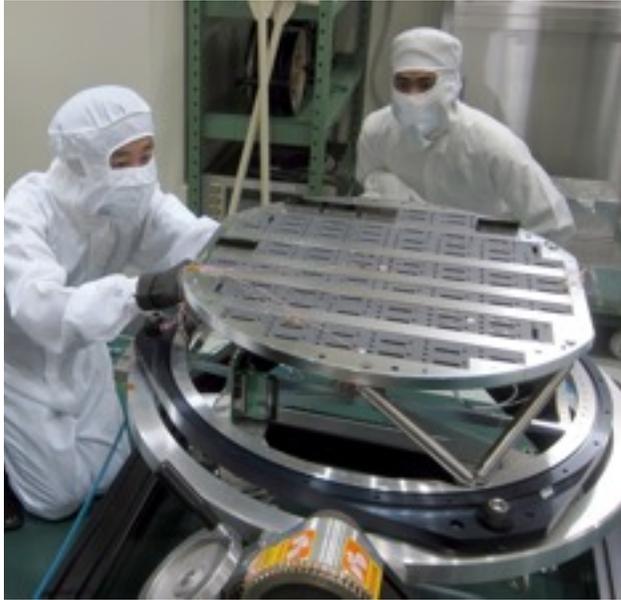
Satoshi Miyazaki

HSC Project

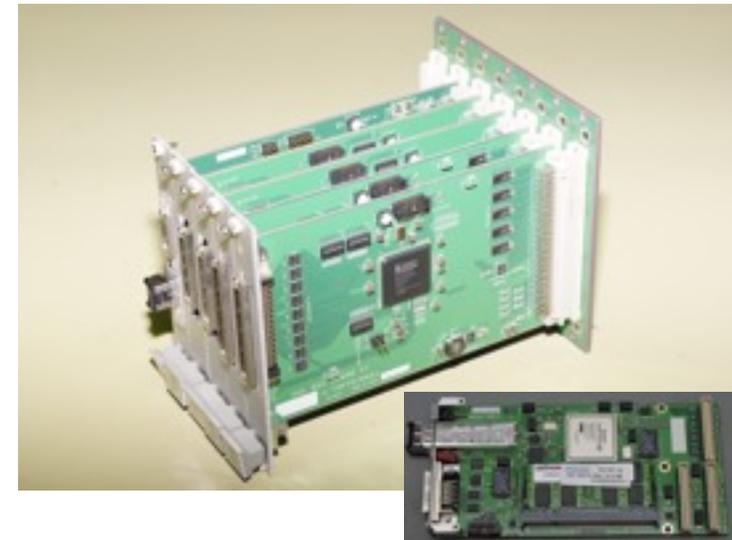
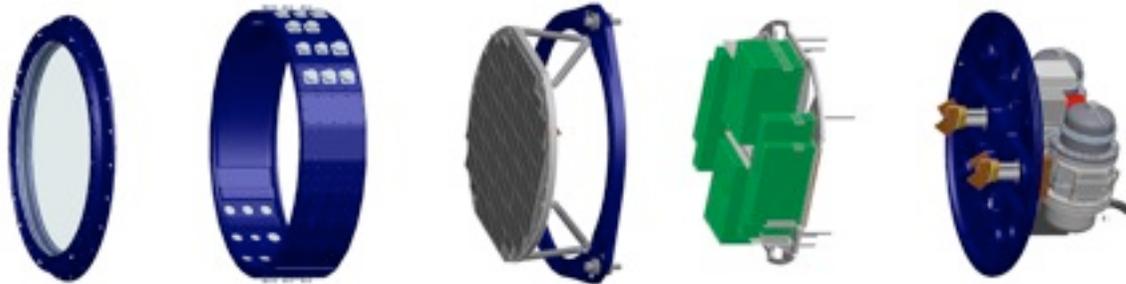
NAOJ



# Dewar and RO Electronics



Front End Electronics

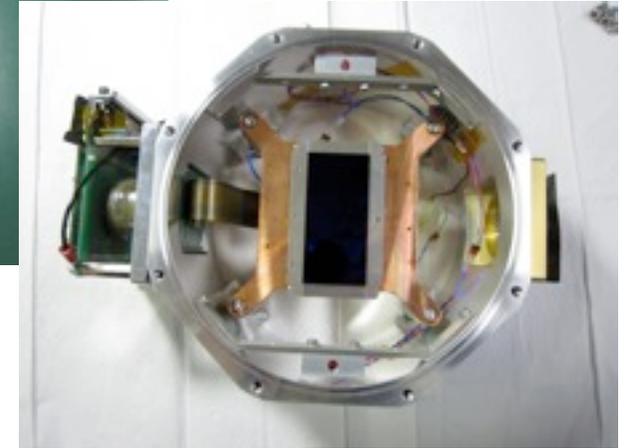


2010/11で全ての仕様を満たし完成



# CCD Acceptance Test

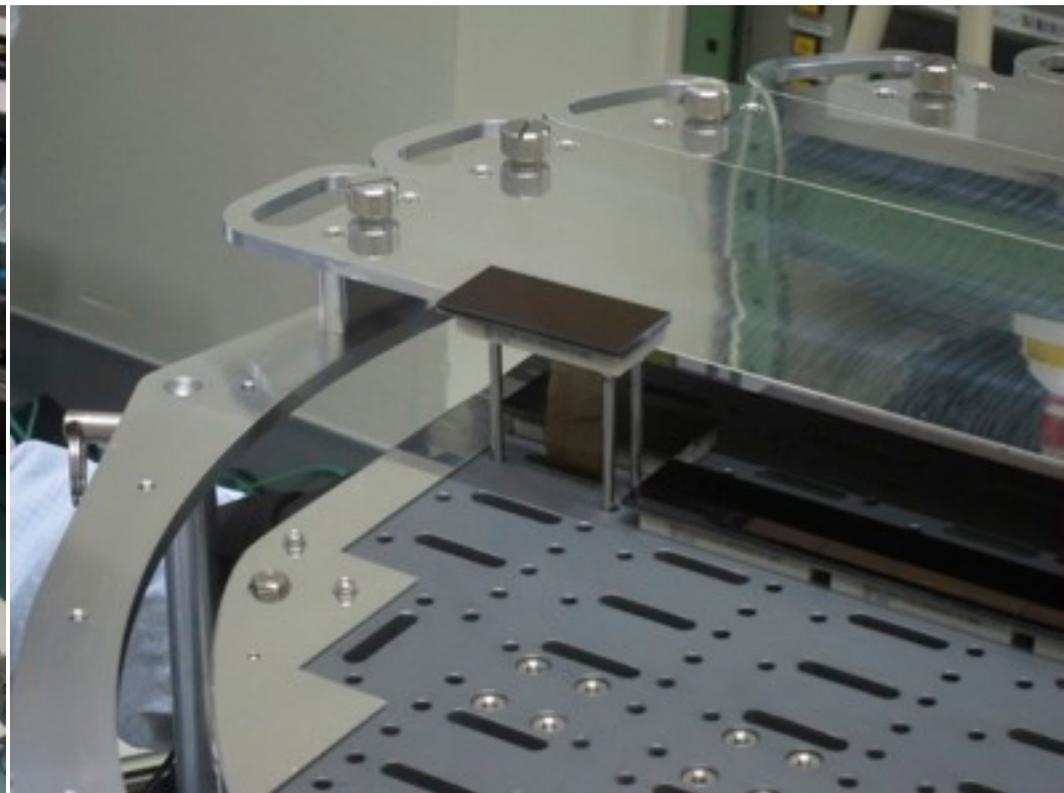
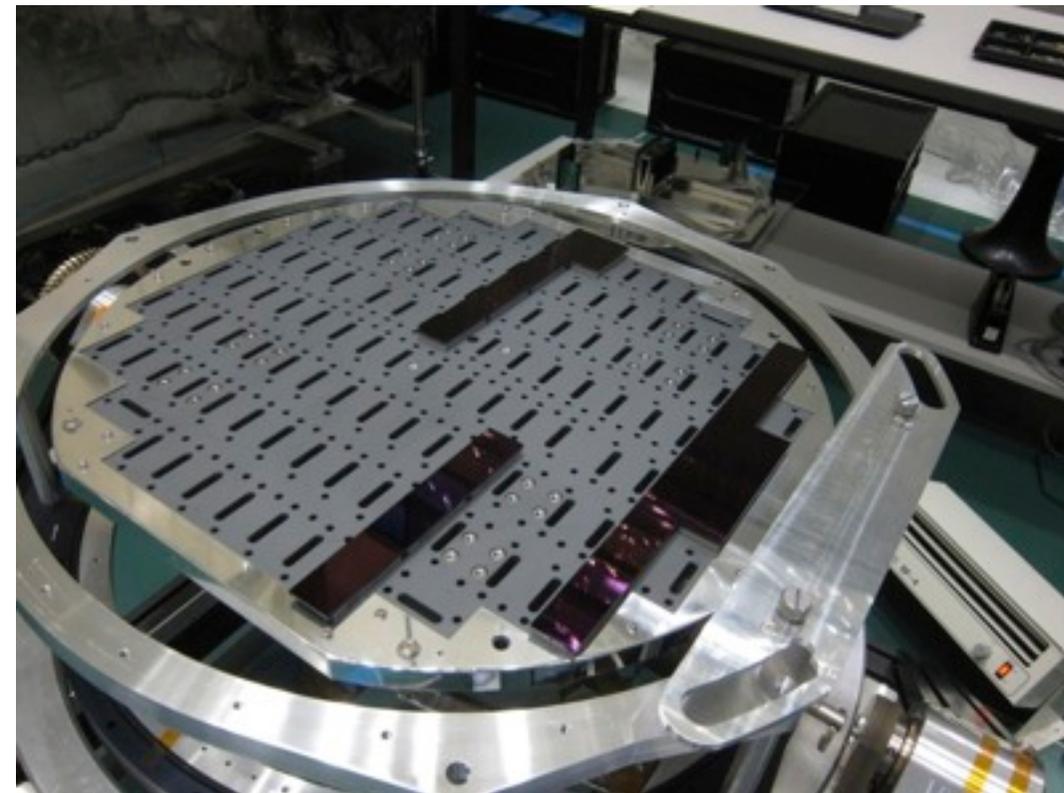
- 静電管理区域を設けて慎重に検査を実施中
- 全数検査
  - CTE, Noise, Dark, Full well, Linearity
- 抜き出し検査 (1or2/10個中)
  - 量子効率
- 検査終了品：80個良品を確認 (1/17現在:  
最終的には116個必要)



Items	Requirement (-100°C)	検査結果
CTE パラレル方向	> 0.999995	0.999995~1.000000
CTE シリアル方向	> 0.999995	0.999995~1.000000
暗電流	< 5 e-/pixel/hour	0.32±0.20 e-/pix/hour
飽和電荷量	150,000 e-	160,000~180,000 e-
Amprifier responsivity	> 4μV/e-	4.43±0.27 μV/e-
読出ノイズ	< 5 e-	4.22±0.25 e-



# CCD Mounting Test



現在30個のCCDで、装着プロセスの確認作業を行っている



# FEU

## フィルター交換機構

### 完了事項

部品製作

駆動軸の動作確認

### 未完了事項

内部のアライメント調整

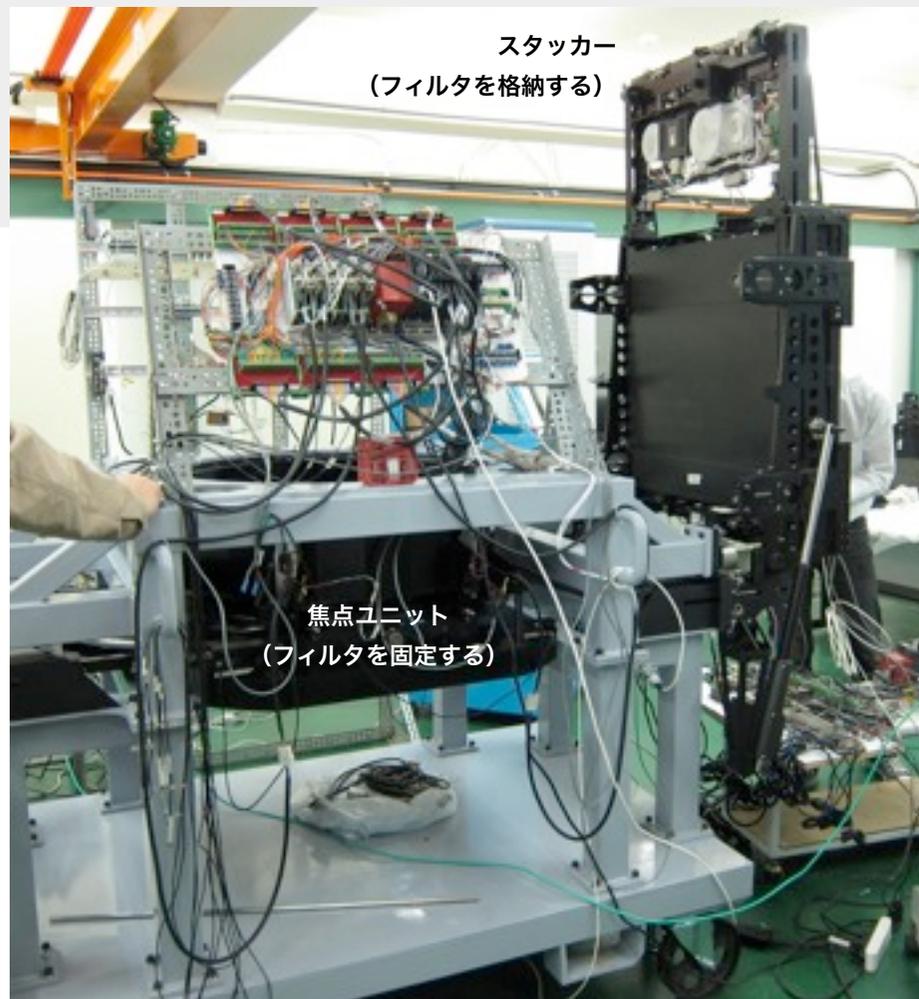
POpt2とのアライメント方法確立

遠隔制御実装

三菱制御機器とのインターフェース実装

低温環境試験

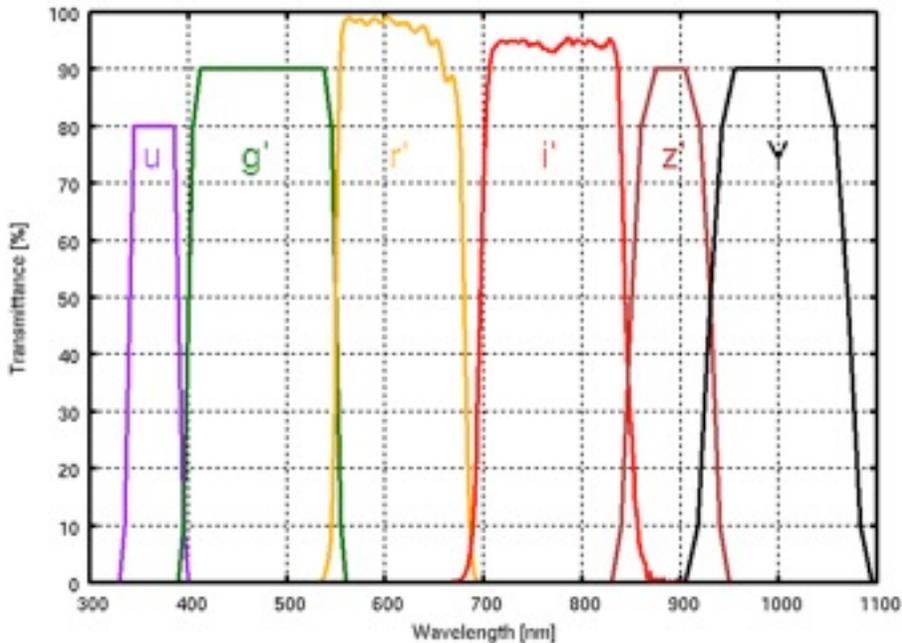
2月上旬日本へ、POPT2とのfitting、環境試験 (ISAS)  
ただし、上記「アライメント」はR&D項目として  
残っており、スケジュールのリスクあり





# Filter

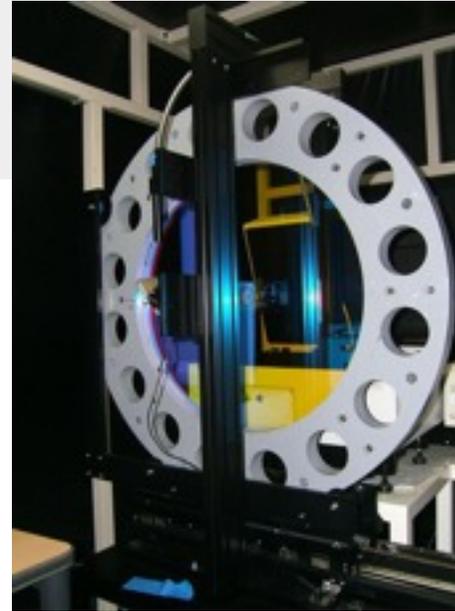
- ・ 現行主焦点カメラSDSSフィルターセットに準拠
- ・ 完全空乏型CCDの赤外感度を生かすYフィルター
  - ・ 干渉膜だけで構成
  - ・ 直径600mm(有効径580mm)



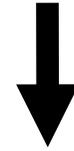
r, i バンド : 既に完成

g, z, Y バンド : FLまでに製作予定

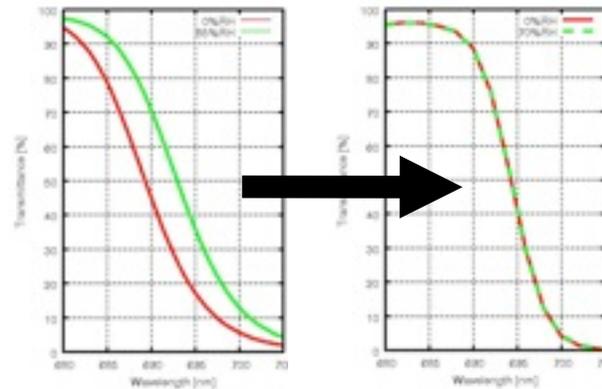
スケジュールのリスクなし



並進及び回転の自由度を持つ透過率測定装置で面内一様性の確認を行う



現行機のフィルター並みの一様性が達成されている



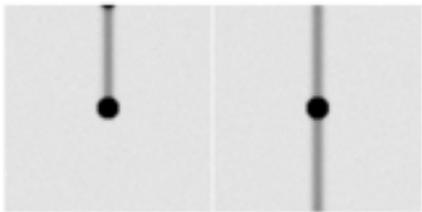
環境の湿度の影響を受けない干渉膜を使用しているため波長シフトは僅少



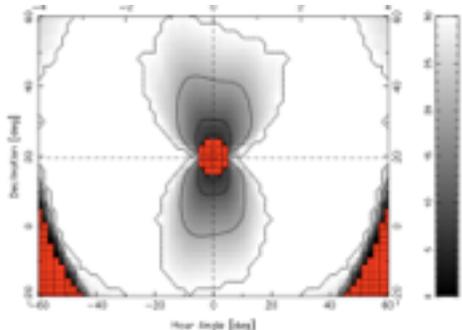
干渉膜だけで阻止性能 < 0.01%を達成 (現行機並み)

## オート・ガイダー (AG)

- デュワー内、焦点面視野端の4個のCCDを使用
  - サイエンス用CCDと同じ面に存在する
- フィルターを通過した光を使用してガイド
  - 狭帯域フィルターの場合でも、北銀極においてCCD1個当たり2個のガイド星が確保される
- シャッターを開けたままガイド星のデータを取得
  - ガイド星像は流れるが、シミュレーションの結果、ガイド精度に問題はないと確認された
- 歪曲収差の影響で天頂近くでは積分時間に制限
  - 天頂付近以外では20-30分の積分が可能



星像流れのシミュレーション  
(左：1回目、右：2回目以降)

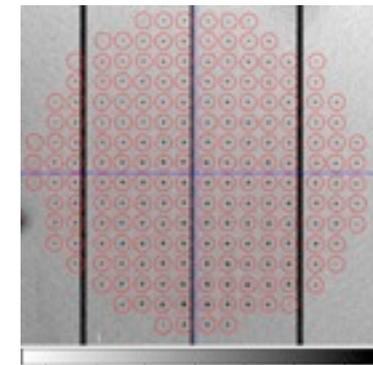
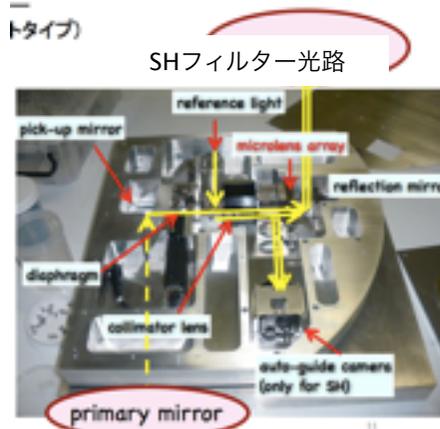


最大可能積分時間のマップ  
天頂付近・子午線近傍で制限がかかる(InRの回転により、歪曲収差の非軸対称成分が見えてくる)

## 主鏡面検査装置 (SH)

- MA(ミラーアナリシス)の際に主鏡面形状を測定
  - 主鏡アクチュエータの出力を、望遠鏡高度角の関数として求める
- 主鏡像をMLAで16×16に分割して波面傾斜を検出
- 1枚の「SHフィルター」として実装
  - 厚さ42mmのフィルター内に光学系を配置
  - サイエンスCCD上にスポットを結像
- 現行機のSH装置と同等の性能を持つ
  - ピックアップミラーは半月鏡→全月鏡になったため、MAの手順が簡略化される

トタイプ



CCD上に結像するスポット



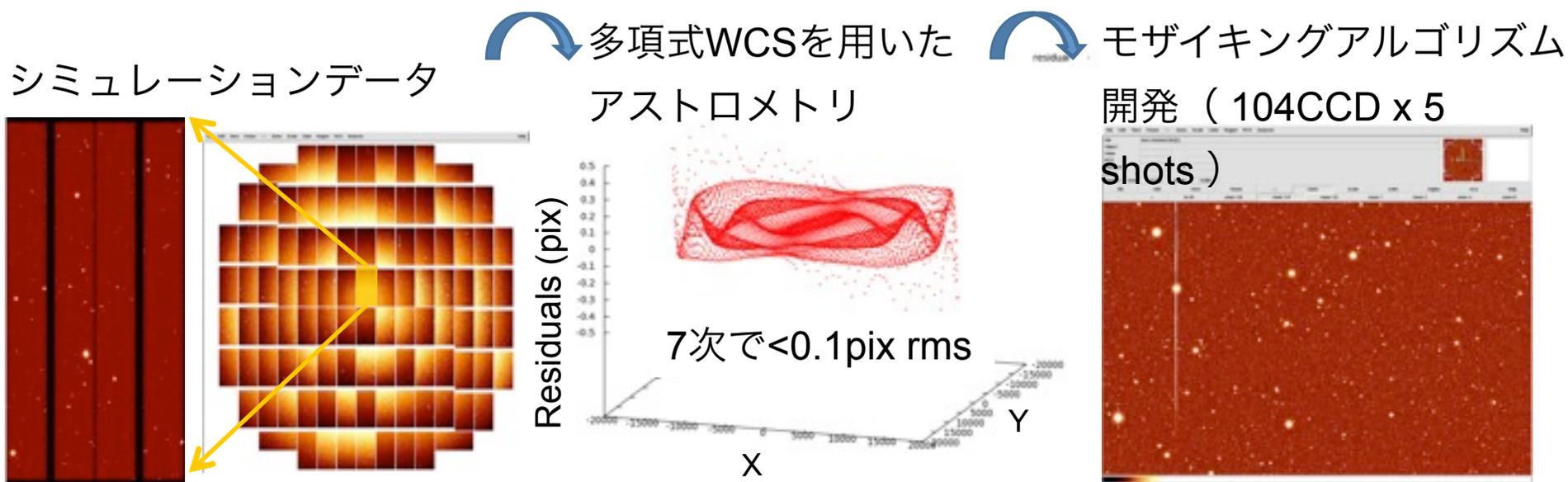
# HSC Control System

- 完了事項
  - 116 CCDs 画像の遅延ない保存
  - HSC新設の望遠鏡システムとの直接通信ソフト
  - 環境モニタ
- 未完了事項
  - 各コンポーネントの制御ソフト (CCD/AG/SH/フィルター)
  - アーカイブシステムとの通信



# Data Analysis

- 観測オンサイトのデータ評価用システム
  - プロトタイプ (Suprime-Camで試験) を開発し、定常運用を開始した。
- データチャレンジ1
  - シミュレーションデータを用い、オーバースキャン引き～アストロメトリ・測光較正、モザイク・スタック画像作成までのパイプラインプロトタイプを行った。分散処理も試験した。
- カタログデータベースの検討開始





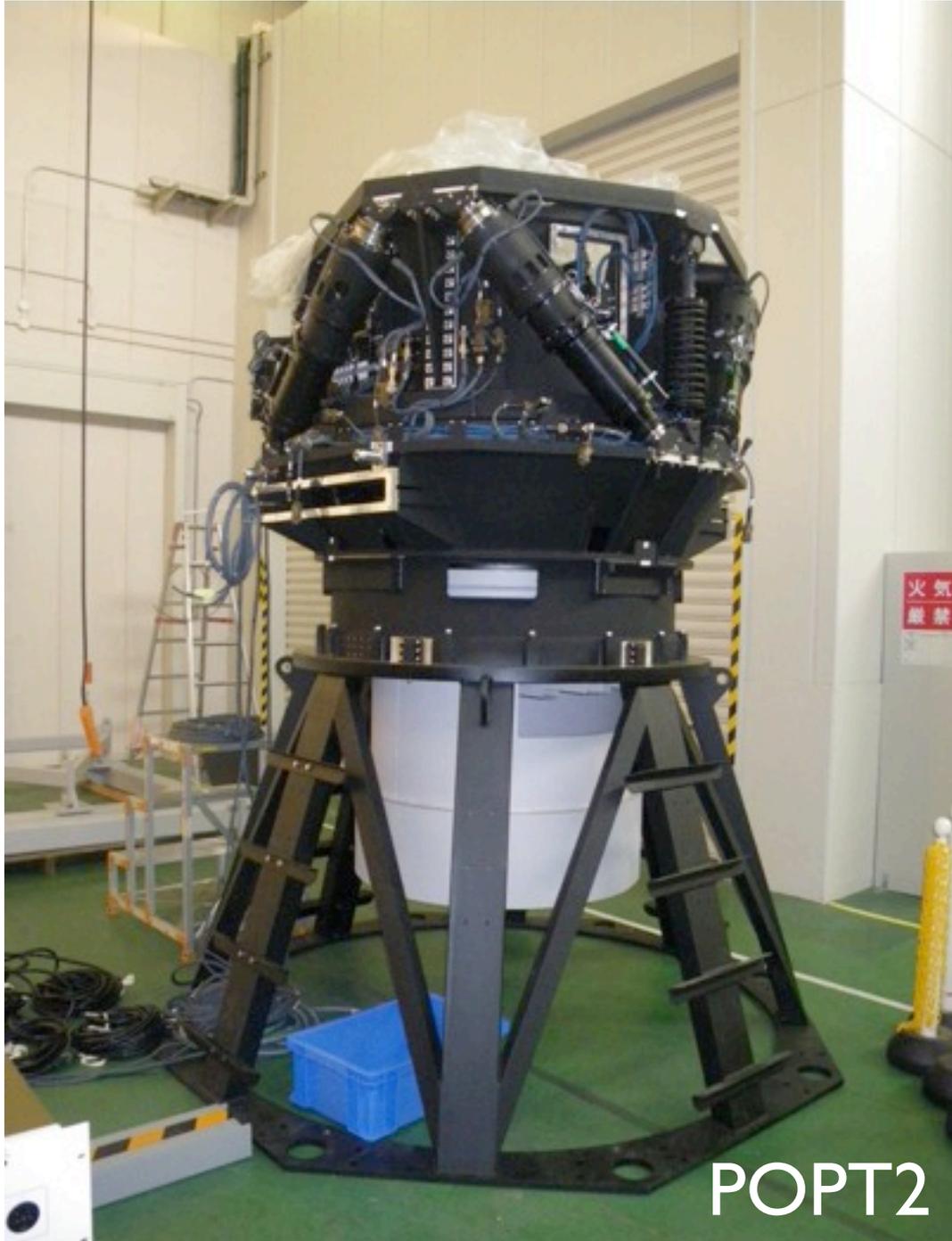
# Wide Field Corrector



キヤノン工場で組み上げ中  
ほぼ予定通り

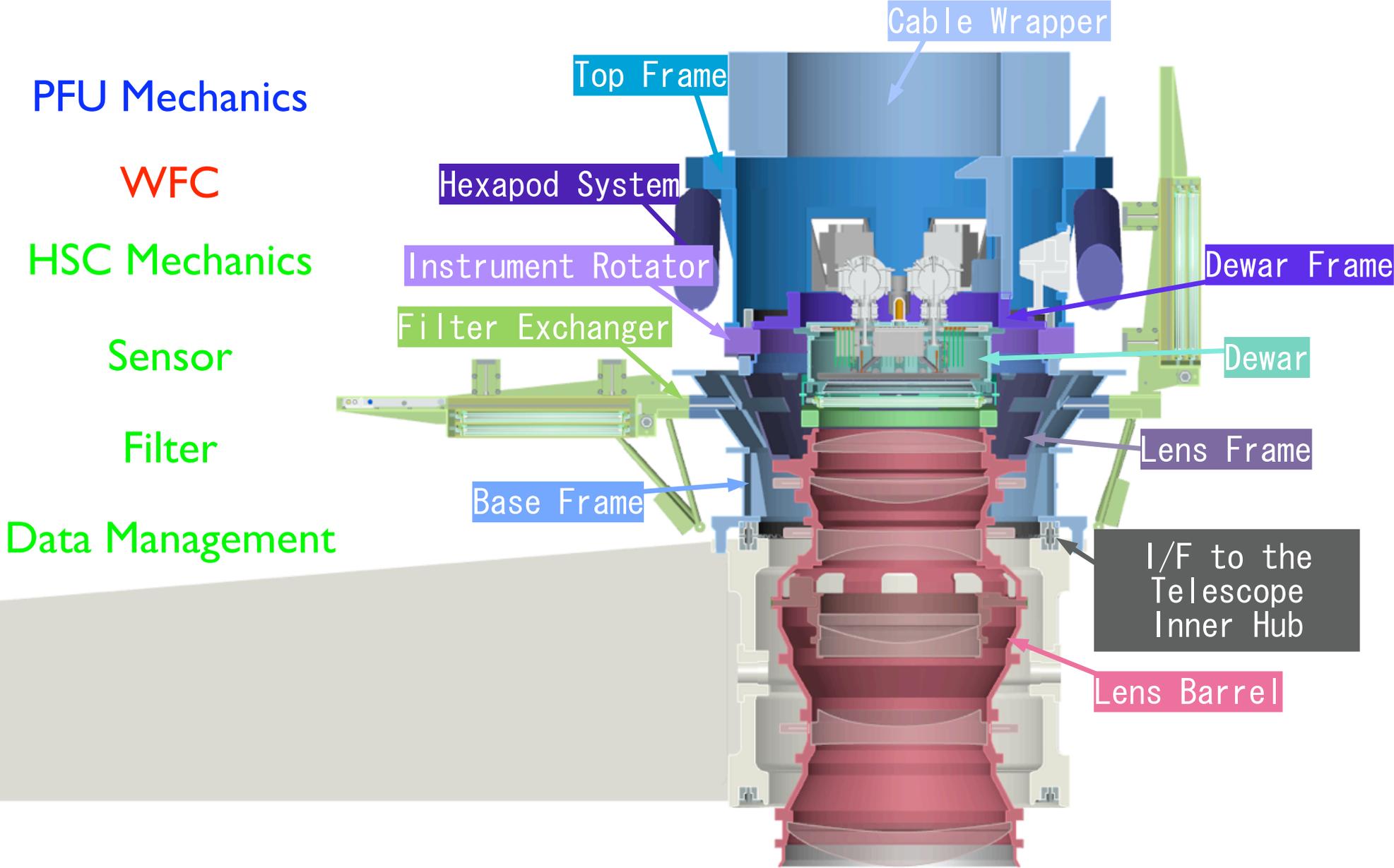


# Telescope Interface





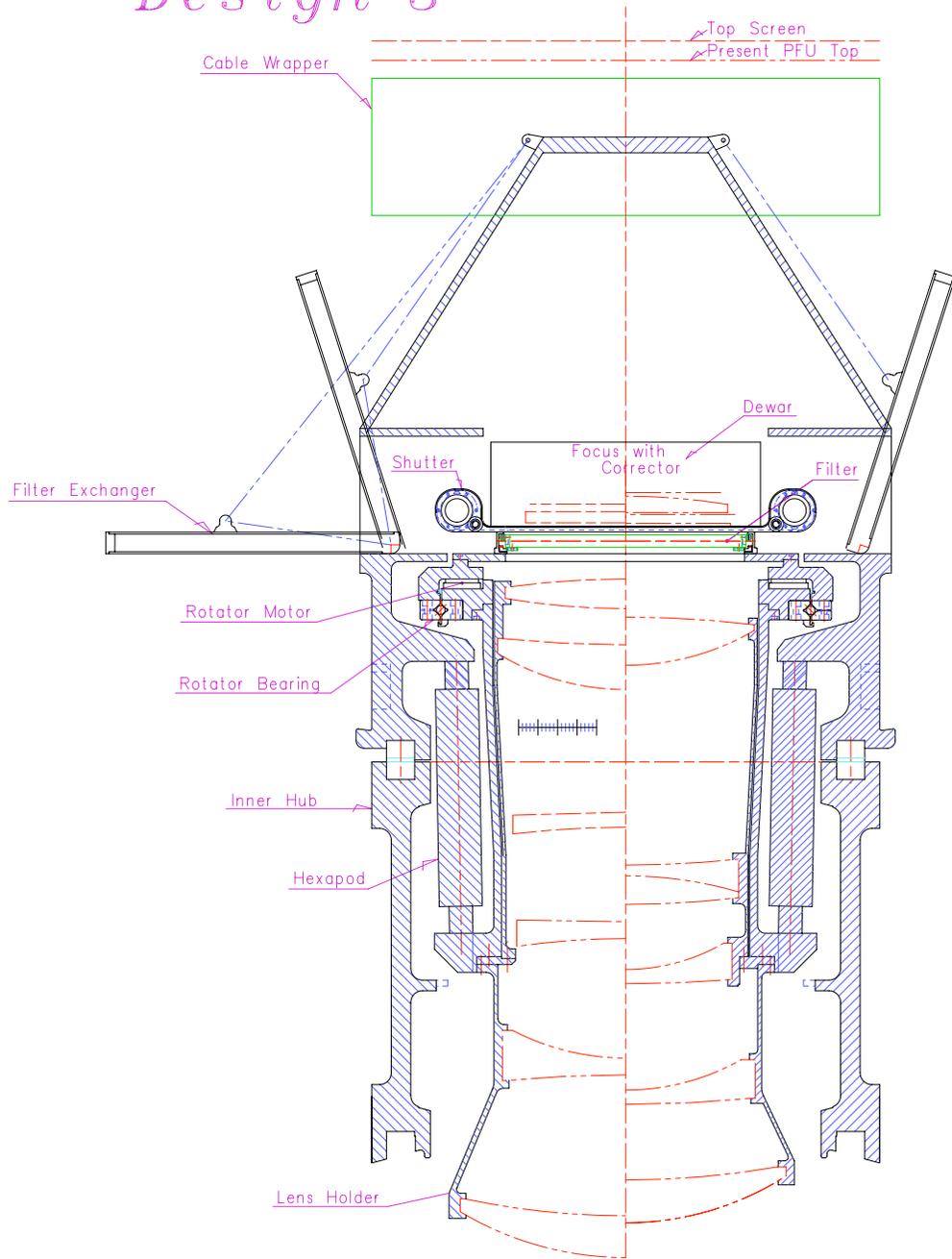
# HSC Assembly





# HSC Original Design

## Design 3

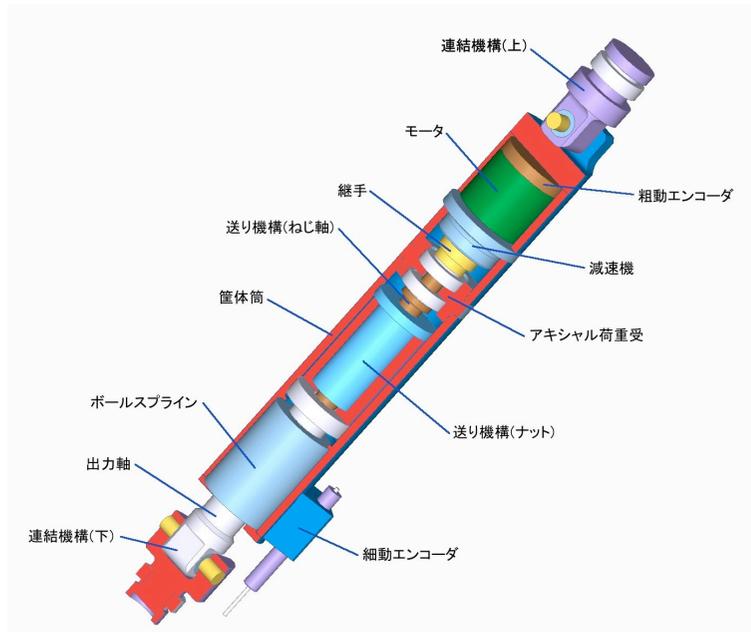


トップリング内環内に  
補正光学系、アクチュ  
エータを治める

視野確保のためには小  
型のアクチュエータが  
必要



# 小型高出力Actuator Prototype



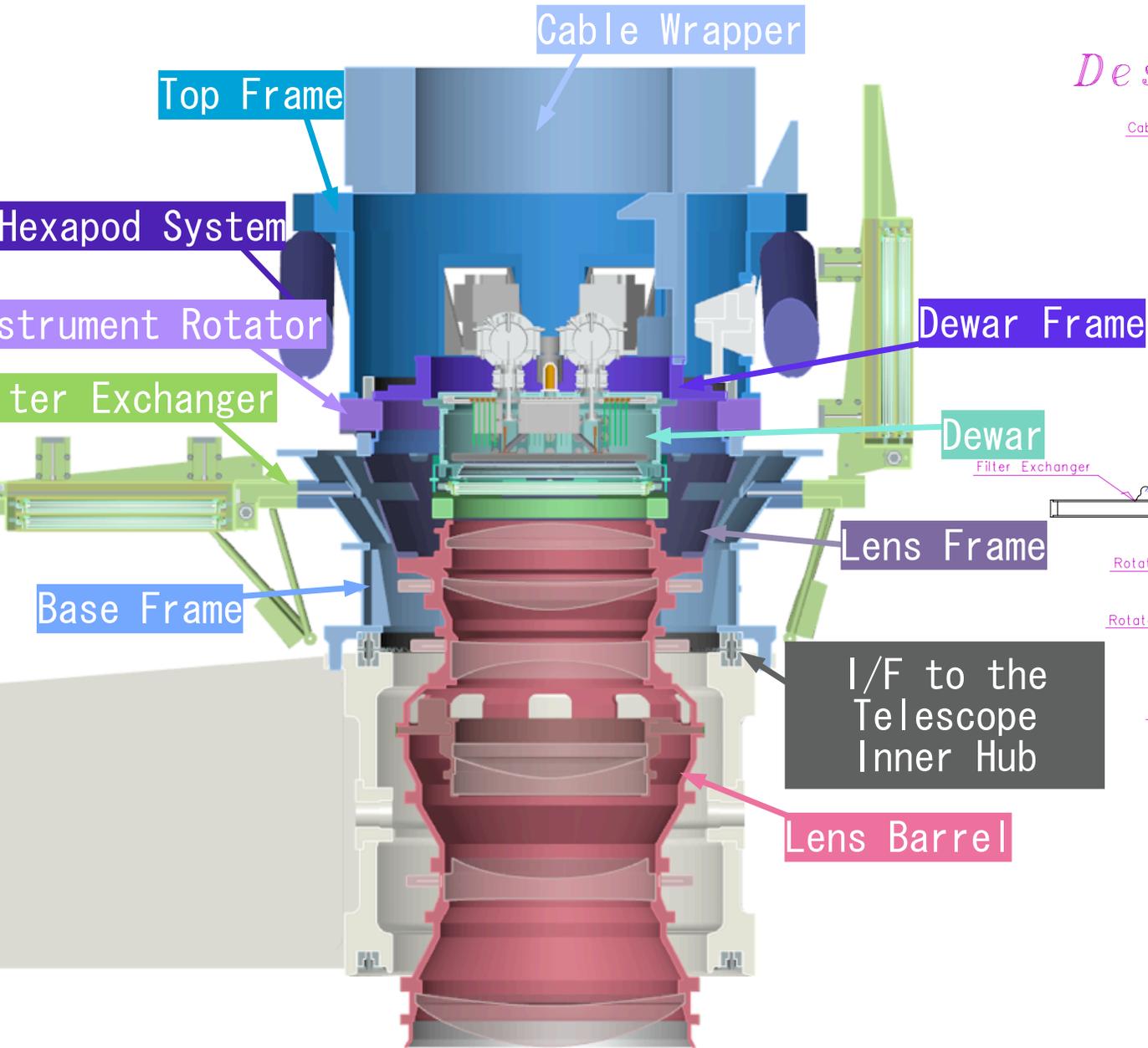
小型化のために、減速機にハーモニックドライブを採用。バックラッシュが小さいのが特徴



2006-2007  
ハーモニックドライブ社と共同試作  
三菱抜きでどこまでできるか試したかった

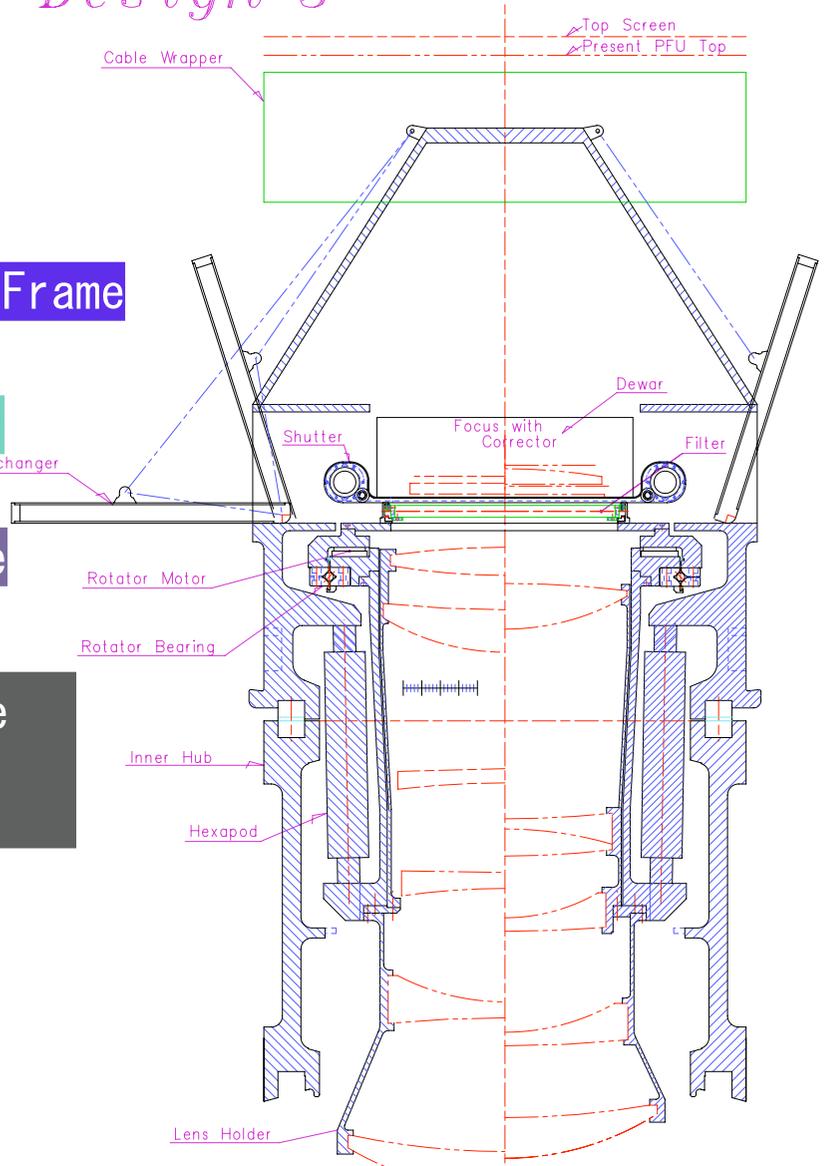
# 三菱案を採用

## 三菱案



## 天文台案

### Design 3





# HSC Schedule

## 国内組み上げ・試験スケジュール

		11	12	1	2	3	4	5	実施場所
HSC	Dewar & RO Electronics	■							ATC
	CCD Evaluation Test	■	■	■	■	■			ATC
	CCD Installation		■				■	■	ATC
	Shutter	■	■						ATC
	Filter Exchanger Unit	■	■	■	■	■	■		Taiwan/ISAS
	HW Control System	■	■	■	■	■			
	Data Analysis Package	■	■	■	■	■	■	■	
Wide Field Corrector		■	■	■	■	■	■		Canon
POPT2 (Tel Interface)		■	■	■	■	■	■	■	Mitsubishi
Fitting Test	HSC x POPT2				■				Mitsubishi
	WFC x POPT2					■			Mitsubishi

■ 実施

■ 完了 (リスク小)

■ 完了 (リスク大)



# HSC Schedule

## ハワイにおける立ち上げスケジュール

2011年

6-8月 現地組み立て

9月 搭載試験 (多目的鏡筒を使用)

10月 試験観測開始

詳細は協議中



# HSC Science Collaboration

- Wide (2000)/Deep(50)/Ultra Deep(2)
- 3 Layer Legacy Survey
- White paper (proposal draft) being prepared
- Collaboration Participants
  - Wide 50
  - Deep 30
  - Ultra Deep 25

Arrangement by Suto-san



# Draft Survey Plan (wide)

2000 square degree (max)

filter	g	r	i	z	Y
T [min]	15	20	30	20	25
mag	26.5	26.4	26.2	24.9	23.7
DES	25.6	25.1	25.2	24.4	22.3

5 sigma Point source 0.8 arcsec Seeing

# HSC Survey

HSCのCommissioningには効率的なデータ解析・  
評価システムが必要

約5年に及ぶHSCサーベイを実行するには、進行状  
況を管理する観測の実行部隊が必要

画像データ・カタログの速やかな公開が期待され  
ている

部局を超えた効率的な組織を結成する必要がある

# 共同利用ユーザーサポート

- 標準的な解析ツールを公開し、サポートは行う
  - 100万円くらいで購入できるPCで動く
  - 3晩の観測データの解析を3-7日かけて行う
- 非標準的な解析を行いたい人は、人を天文台に派遣してもらい、共同研究ベースでツールの開発を行う
  - 新しいツールは次のリリース時にパッケージに含める

# 共同利用サポート

- Quality Assuranceとは本質的にはソフトウェアの問題ではない
- 観測装置の安定性とキャリブレーターが必須
- どのような観測が行われるか分からない共同利用まで含めてQAを行うには、相当の開発と体制強化が必要

# まとめ

- HSCは来年秋のFirst Lightを目ざし最終組み立てフェーズにあるが、まだtechnical riskが残っている
  - CCD・FEU・POT2(望遠鏡搭載方法も含む)
- 2011年2月にはスケジュールを確定する
- HSCをcommissionするためのユニットを組織の枠を超えて作りたい

大物実



2010年10月特別公開日