

2011年岡山ユーザーズミーティング

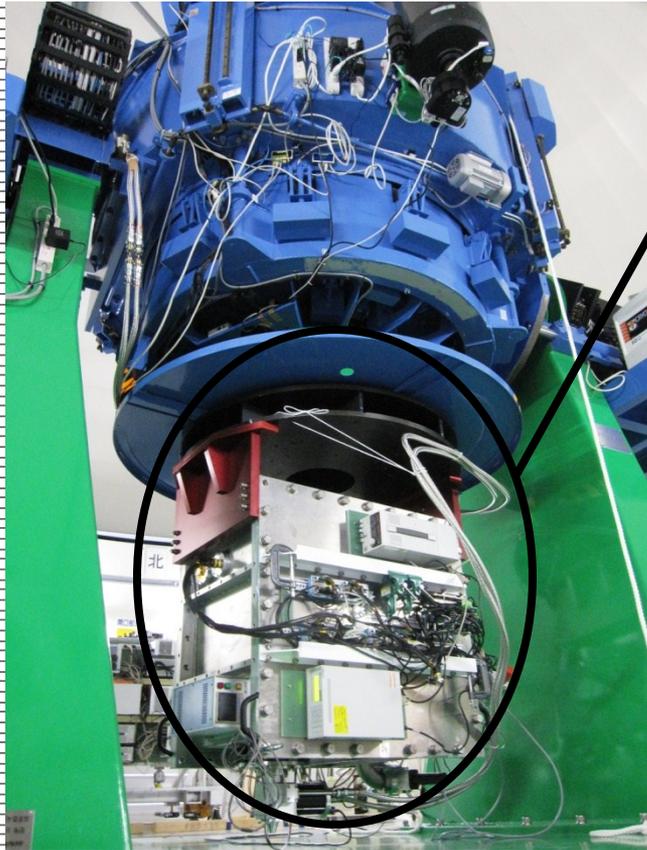
「かなた」望遠鏡に関連した
装置開発の状況

広島大学 宇宙科学センター 川端弘治
かなた望遠鏡チーム



開発中の装置

- ・ **HONIR（可視赤外線同時カメラ）**
 - TRISPECの後継機
 - 開発フェーズが続いている
- ・ **国内メーカー製近赤外検出器**
 - 浜ホト製 InGaAs素子の性能評価と将来の大フォーマット
- ・ **その他**
 - HOWPoI・高速分光器
 - 環境モニター（スカイモニター、雨滴センサー）



HONIR

Hiroshima Optical and Near-InfraRed camera

開発グループ

(広島大)

先本清志、原尾達也、(宮本久嗣、小松智之)、
秋田谷洋、川端弘治、吉田道利

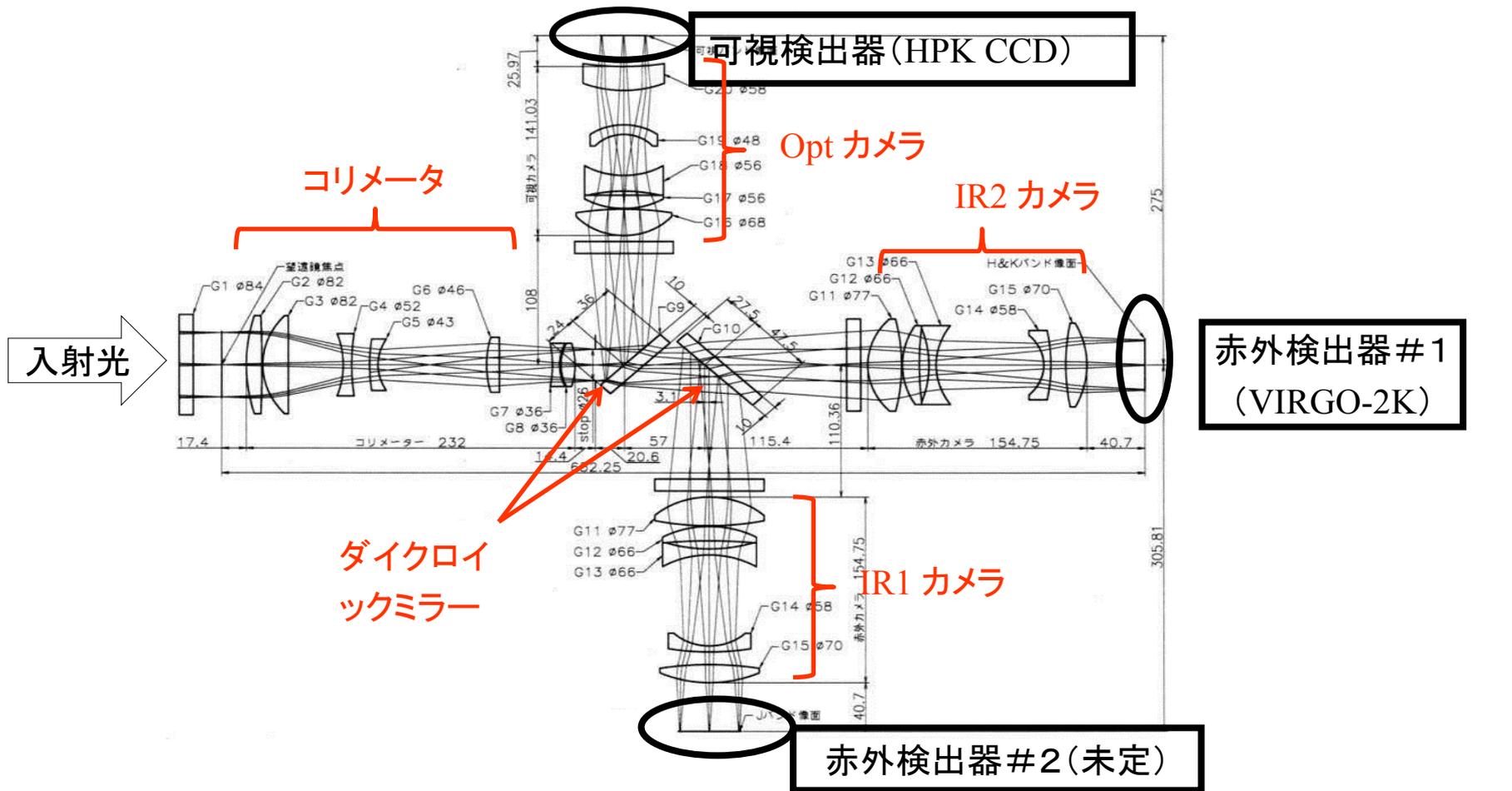
(国立天文台)

中島亜紗美、山下卓也、中屋秀彦、

2009年2月 試験観測

※ 先本ポスター、秋田谷ポスターも参照

HONIR光学系：光路図



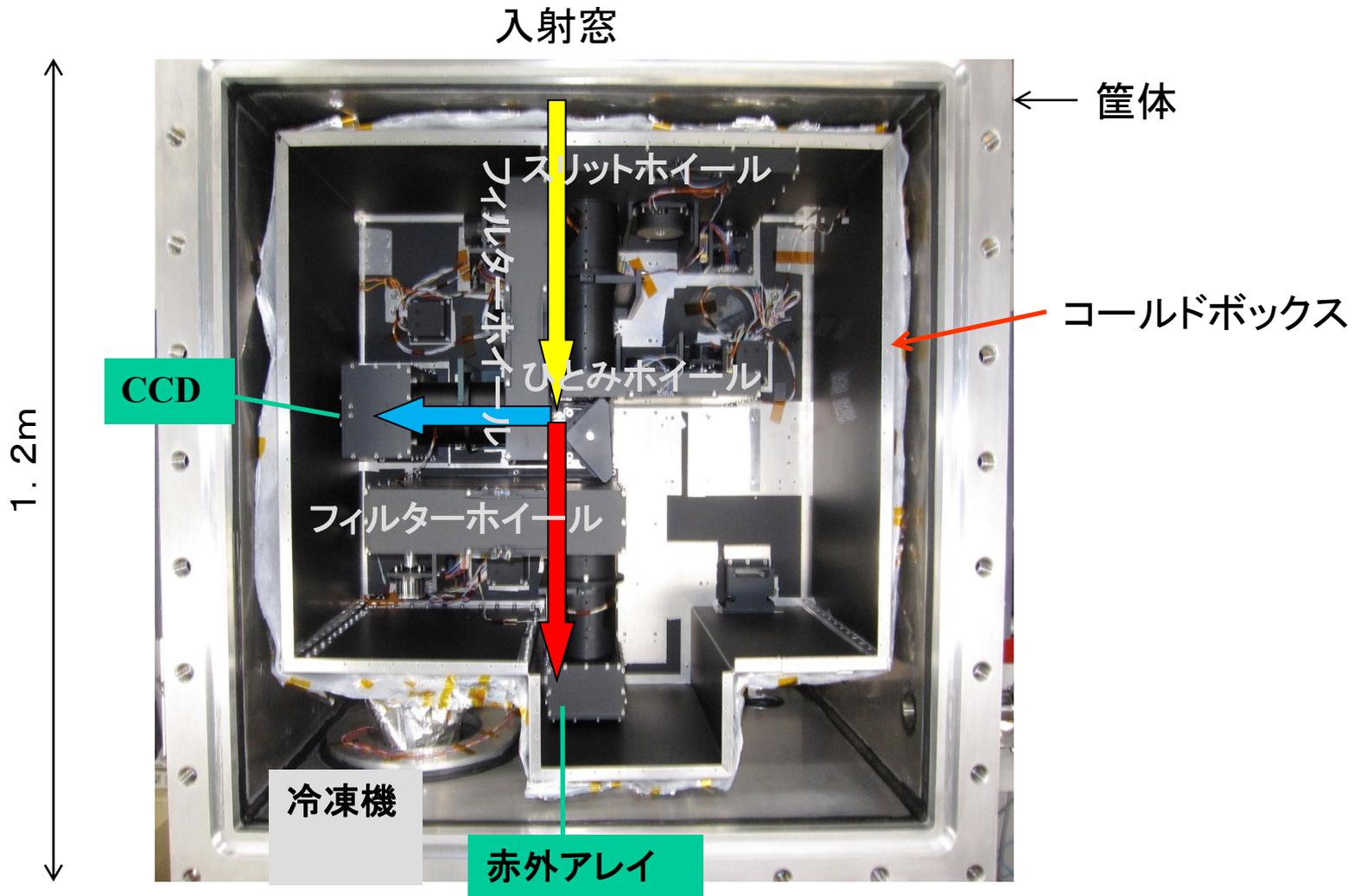
可視・近赤外線3バンド同時観測(最終目標)

⇒ 当面は可視・近赤外線の計2バンドで

偏光モード・分光モード×偏光モードを搭載

TRISPECの後継機
かなたに最適化

HONIR本体内部の様子



HONIR光学系：設計仕様

	可視バンド (Opt)	赤外バンド (IR1, IR2)
視野	10' × 10'	10' × 10'
ピクセルサイズ	15μ m × 15μ m	20μ m × 20μ m
ピクセルスケール	0.30 " / pixel	
光学瞳像	φ 26mm	
使用波長域	0.5–0.9μ m	1.15–1.35μ m、1.5–2.4μ m
透過率	40–55% at 450 <math><\lambda </math> <math>< 1000\text{nm}</math>	40–55% at 1100 <math><\lambda </math> <math>< 2400\text{nm}</math>
収差 (80%Encircled Energy)	5.4μ m @85K (95μ m @293K)	J: 12μ m HK: 17μ m @85K (J: 93μ m HK: 96μ m @85K)
85K⇒常温での焦点移動量(視野中央)	+4.3 mm	+5.6 mm

※使用温度 70-100K、使用気圧0気圧

TRISPECとの比較

	TRISPEC	HONIR
検出器	OPT: 512 × 512 IR2: 256 × 256	OPT: 2048 × 2048 IR2: 2048 × 2048
視野	OPT: 7分角 IR2: 7分角	OPT: 10分角 IR2: 10分角
ピクセルスケール	OPT: 0.82"/pix IR2: 1.65"/pix	OPT: 0.29"/pix IR2: 0.29"/pix
観測効率(5秒積分)	IR2:40%	IR2(VIRGO):53%(4ch-mode) 88%(16ch-mode)

- **検出器が大フォーマット**
- **ピクセルスケールがシーイングとマッチ**
 - **適正なサンプリング (0.3"/pix) で撮像!**
(cf. 東広島天文台のベストシーイング 1")
 - **スカイレベルが相対的に減少**
Kバンドの限界等級が3等程度下がる

HONIR制御系

検出器PC (linux)

検出器(可視・赤外)

温度制御

温度・真空モニター

シャッター制御

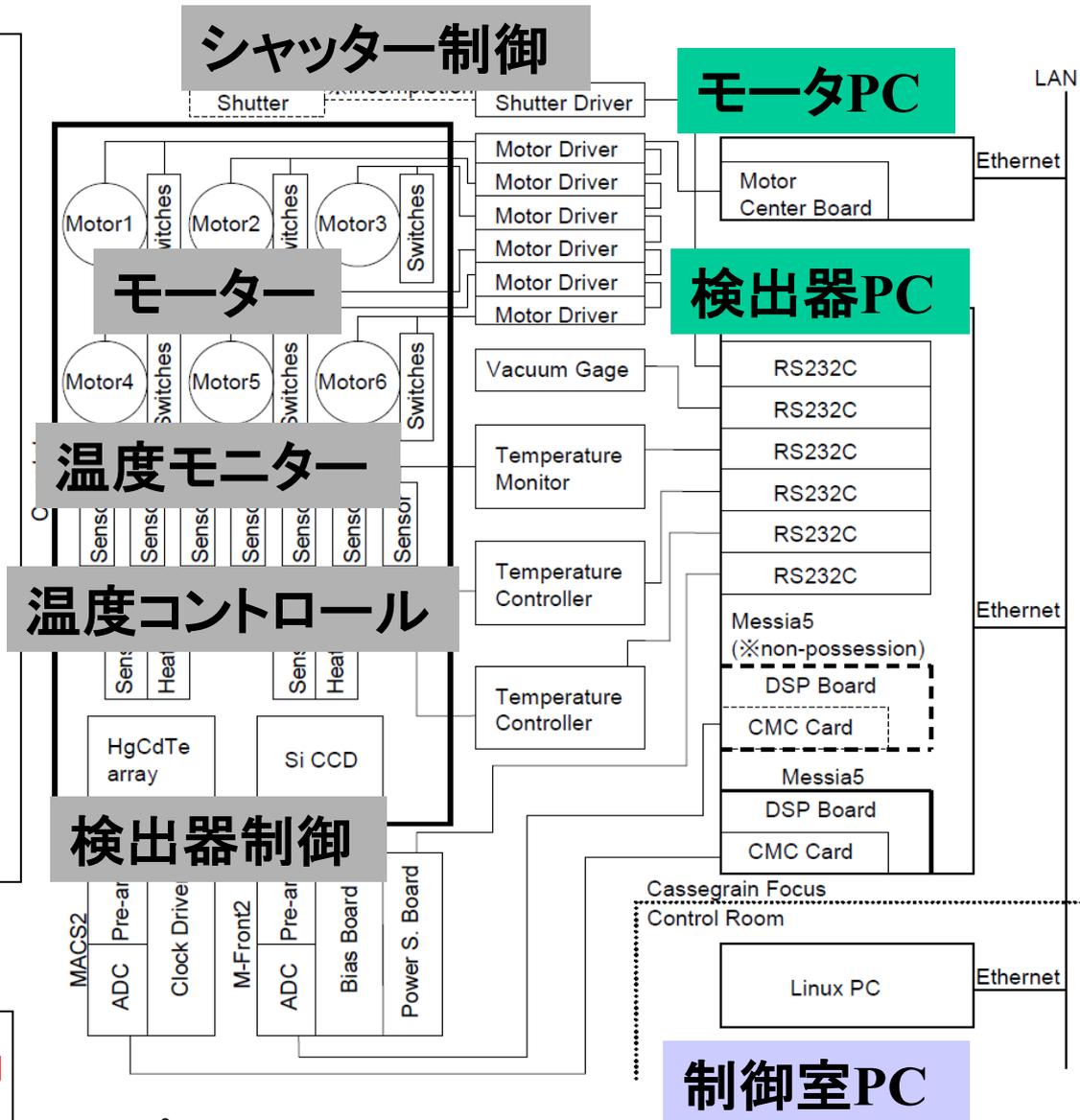
モータPC (Windows)

モーター制御

(フィルター、プリズム、
瞳マスク、焦点マスク)



リモートPC(制御室)から統一制御



HONIR 開発の進捗: 真空容器・筐体

[2010年6月]

それまでの対処により、1週間程度は真空が持つようになっていた

到達真空度 10^{-6} Torr

悪化率 5×10^{-9} Torr/s

[2011年1月]

ウィンドウのリング部の研磨等

→ 悪化率 2×10^{-10} Torr/s に

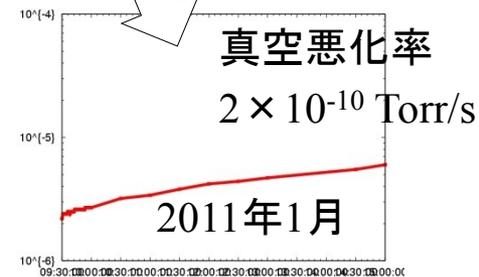
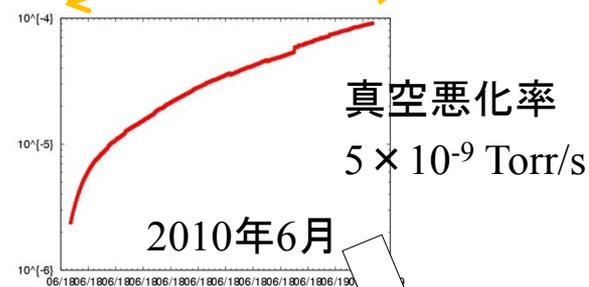
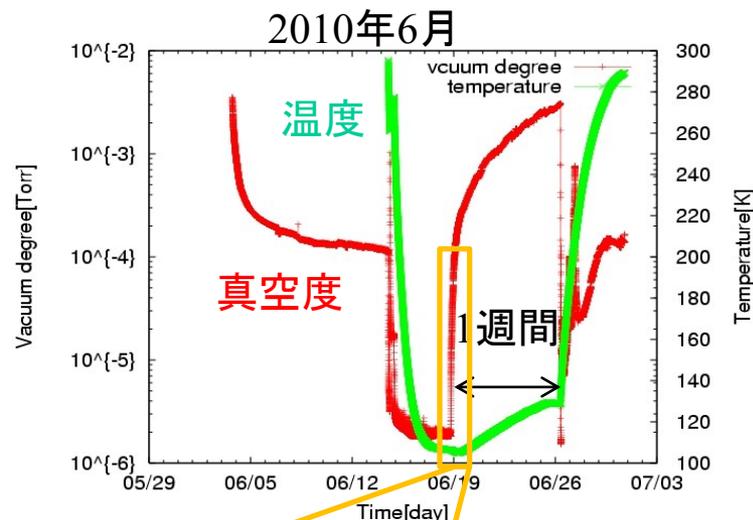
(→ 数か月以上持つ? 未確認)

到達真空度 10^{-6} Torrは変化なし

※完全に放射シールドされていない状況での測定

実用に耐えるまでになった

一層確実にするため、吸着剤ケースも導入する(製作中)

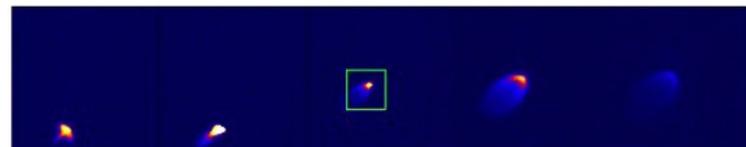


HONIR 開発の進捗: 光学系: レンズトレイン

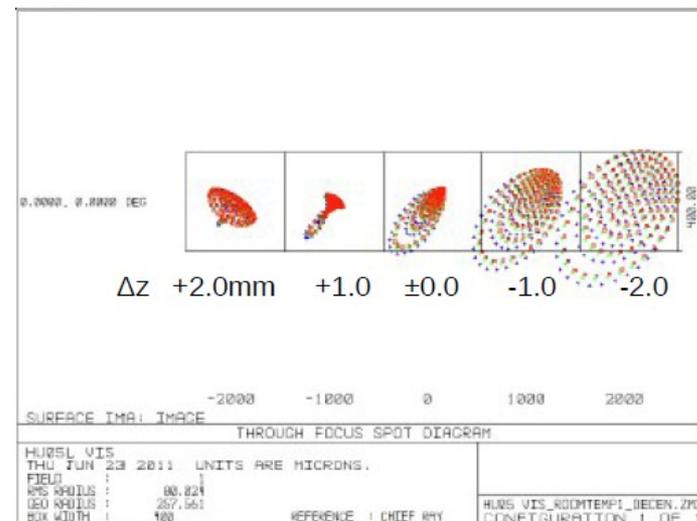
レンズホルダー・スペーサーの再製作および再組み上げ(面取り)
各レンズの偏心調整、公差内に

常温下・冷却下での結像試験
→ 焦点位置が大きくずれている

常温下での光学調整
光学設計と機械設計との差異
ZEMAXシミュレーションとの比較
→ 矛盾ない結果。原因判明
→ 冷却化で追試験



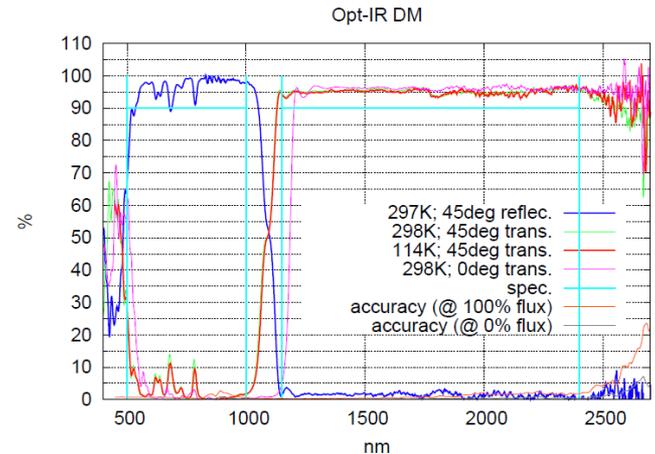
常温下で撮影した小孔マスク像(上)と、その状況を模したZEMAXでのスポットダイアグラム計算結果(下)との比較
CCD面位置移動(Δz)に伴う収差の変化の様子がうまく再現されている



穴②の像 $\Delta z=0$ での $r_{RMS}=80\mu m$ 、 $r_{GEO}=258\mu m$

HONIR 開発の進捗: 光学素子関連

- バンドフィルター(BVIRIJHK)、瞳マスクは一通りそろっている
- ダイクロイックミラー: 冷却透過率測定
→ 問題無し
- 偏光ビームスプリッターは設計中
瞳マスク位置に全バンド共通のウォラストンプリズムを導入。厚みが13mm(頂角17.9°)しか取れないので複屈折性の大きい結晶が有利。
→材質はYVO₄又はLiNbO₃。分離7.9', 2.8'
- 分光素子は設計中
OPT : 0.4-1.0μm カバー例
251gr/mm, 19.6° → 0.69μm中心, R=309
IR1 : 1.0-1.4μm カバー例
248gr/mm, 35.9° → 1.20μm中心, R=602
IR2: 1.5-2.4μm カバー例
120gr/mm, 24.8° → 1.95μm中心, R=436

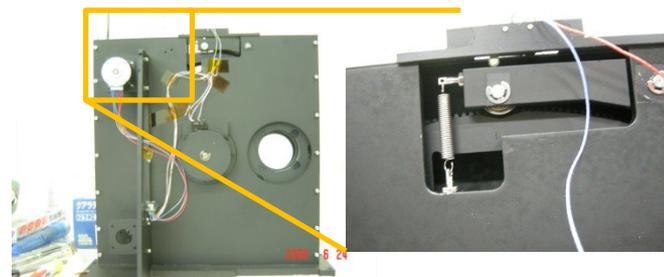


- マスクは撮像、キャリブ用のものは製作済み
- 半波長板はTRISPECのものを流用させて頂く予定
- 瞳像確認レンズは選定・ホルダー設計中

HONIR 開発の進捗: 制御系

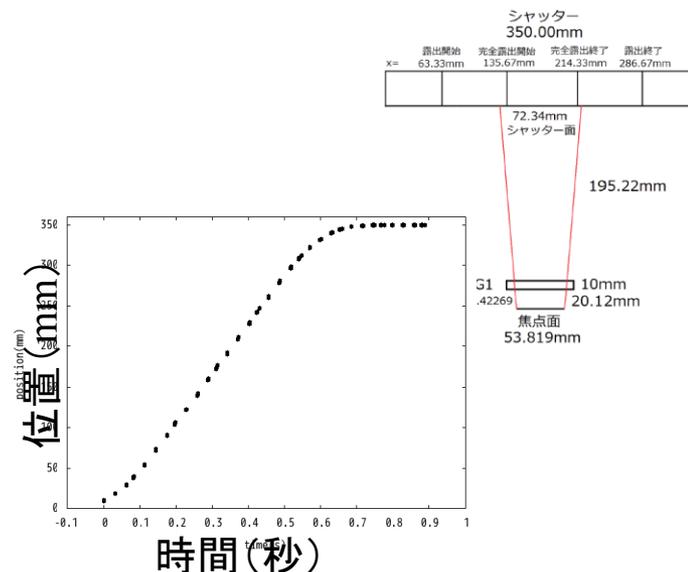
光学系ホイールの駆動試験・調整

- ・モーター励磁OFF・バネ引き込みによる位置決め機構のバネ強度変更による調整と動作確認
- ・焦点ホイールで位置再現性確認
- ・他のホイールも同様に調整
- ・最も大きいマスクホイールはトルク不足がみなので、十分なトルクを持つ真空モータに交換
- ・それ以外はこれまでと同じ手製の改造モータで対応



シャッターの動作試験

- ・良い駆動再現性(重力方向に依らない)
- ・最短露出 0.286s
- ・露出時間1365sで動作モード変更
- ・露出時間キャリブレーションが必要



HONIR 開発の進捗: 検出器系

IR (Raytheon HgCdTe 2k2k) と Opt (HPK CCD) の同時駆動・読み出し

- スクリプトを作成 (Messia5 + Mfront2 / MACS2にて駆動)
- 動作は良好
- HgCdTeのダークに奇妙なリセット時間依存性

HgCdTeについてはリセットモードを変えたより効率的な読み出しの実現を目指している (DSPプログラム偏光)

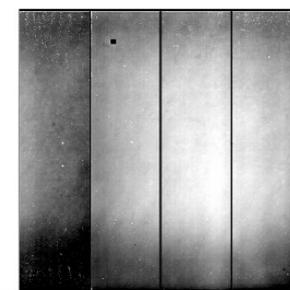
出力FITSへのヘッダー記載プログラム実装中



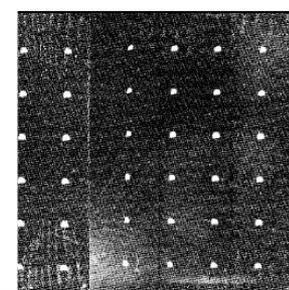
Raytheon Virgo
2k2k HgCdTe



HPK
2k4k Si (FD)



差分前



差分後

HONIR 今後の見通し

今年中の撮像モードの運用開始

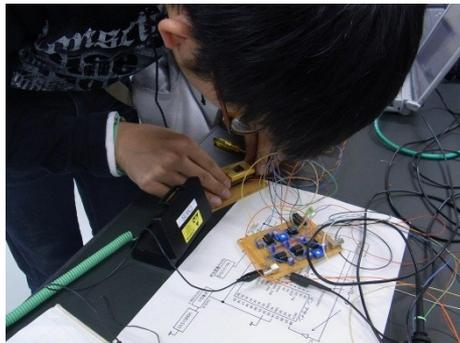
今年度中の分光・偏光モードの導入 が現時点での大目標

- ・ **筐体・真空冷却系**
 - 実用のめどが立った。吸着材も導入する。
- ・ **光学系**
 - 常温下の試験での問題点は解決のめどが立った
 - 冷却下の光学試験による追確認、必要に応じて追加工
 - 分光用、偏光用素子を設計中、今年度中に導入
- ・ **制御系**
 - ホイール関連のプログラム改良、冷却下での動作試験
 - (可視用)シャッターの動作は良好、露出時間のキャリブ要
- ・ **検出器**
 - 2チャンネル同時制御OK, FITSヘッダーの挿入

国内メーカー製 近赤外線検出器

伊藤亮介、大杉節、川端弘治、吉田道利、山下卓也、中屋秀彦

- ・ 浜松ホトニクス製InGaAsチップの冷却下での性能評価
 - 64 × 64pix (安く大量に作るコンセプトの品、常温動作の前提でチャージアンプ型で設計されている)
 - 冷却下での性能評価(ノイズ、量子効率の波長依存性、リニアリティ等) → メーカーへフィードバック → 追試験
 - ソースフォロア型のチップも今後試験
 - 将来的には安価な大フォーマットのチップを目指す
 - 自前の試験用デュワーを設計中



※部外秘の項目が多いため詳細は割愛

その他

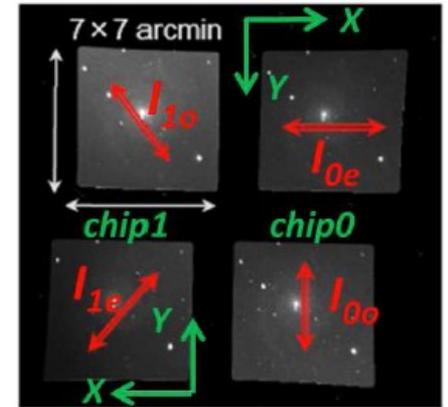
- 1 露出型広視野偏光撮像器 HOWPol
- 高速分光器
ともに開発終了、運用中

- 環境モニター
 - 新スカイモニター 2011年1月導入（永安・卒業研究）
 - 雨滴センサー 導入中

HOWPol: (小松 2010年度修論)

制御系の整備と偏光キャリブレーション

1露出型モードの偏光測定精度を向上させるためのキャリブ観測導入 (0.6%→0.2%)



新スカイモニター: (永安 2010年度卒論)

デジカメ(1眼レフ)+魚眼レンズ

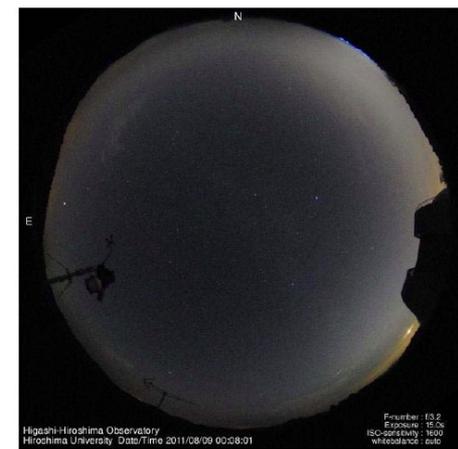
限界等級 通常画像目視~3等

(拡大・階調調整後~5等)

他の環境モニターと集約的に

ウェブで公開

Environment Monitor at Higashi-Hiroshima Observatory



METEOROLOGRAM (at 00:00)					
	Temperature (degs C)	Humidity (%)	Wind Dir.	Wind Sp. (m/s)	Rain (mm/5min)
Outside	+23.4	0	SW	0.0	0.0
Dome Inside	+24.3	82	-	-	-

TELESCOPE (at 00:09:01)		
Control PC	Position	GRB mode
ON	Azimuth +100.1 (E)	ON
	Altitude +18.6	

DOME		
DomeSlit	MirrorCover	Azimuth
OPEN	OPEN	+100.2 (E)

Link

- [Hiroshima Astrophysical Science Center](#)
- [Observatory monitoring camera](#)