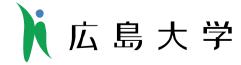
# 東広島天文台 装置開発の状況

2010年岡山ユーザーズミーティング

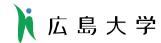
広島大学 宇宙科学センター 川端弘治 かなた望遠鏡チーム

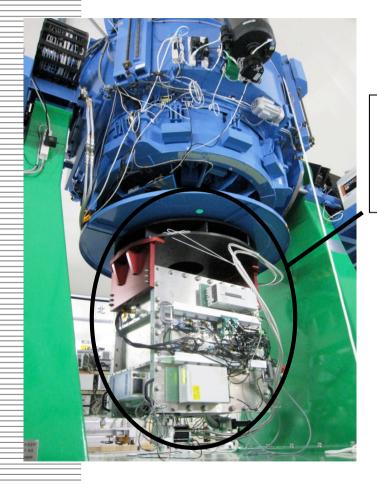




- · HONIR(可視赤外線同時カメラ)
  - TRISPECの後継機
  - 開発フェーズが続いている
- · HOWPol(1露出型広視野偏光撮像器)
  - 開発フェーズが終了しつつある
- · 近赤外検出器
  - 浜ホト製 InGaAs素子の性能評価と将来の 大フォーマット
- 環境モニター(スカイモニター、雨滴センサー)

# 可視赤外線同時カメラ





## **HONIR**

Hiroshima Optical and Near-InfraRed camera

開発グループ

※毎週水曜日TVミーティング

(広島大)

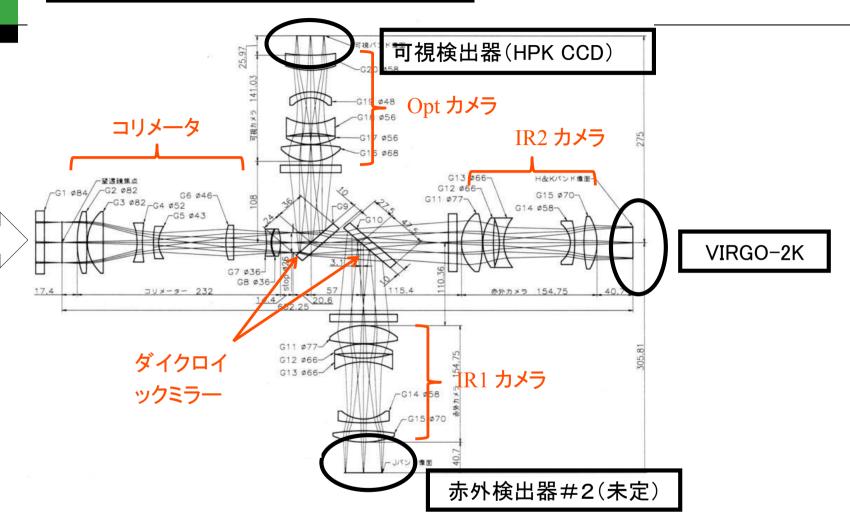
**先本清志**、**原尾達也**、宮本久嗣、小松智之、 笹田真人、上原岳士、川端弘治、吉田道利 (国立天文台)

山下卓也、中屋秀彦、中島亜紗美

※ 先本ポスターも参照

# HONIR光学系: 光路図



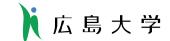


可視・近赤外線3バンド同時観測(最終目標)

⇒ 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	$15 \mu$ m $\times$ $15 \mu$ m	$20 \mu$ m $\times$ $20 \mu$ m
ピクセルスケール	0.30 " / pixel	
光学瞳像	<i>ф</i> 26mm	
使用波長域	0.5−0.9 <i>μ</i> m	1.15-1.35 μ m、1.5-2.4 μ m
透過率	40-55% at 450 $<$ $\lambda$ $<$ 1000nm	40-55% at 1100 $<\lambda<$ 2400nm
収差 (80%Encircled Energy)	5.4 μ m	J: 12 μ m HK: 17 μ m @85K (J: 93 μ m HK: 96 μ 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")

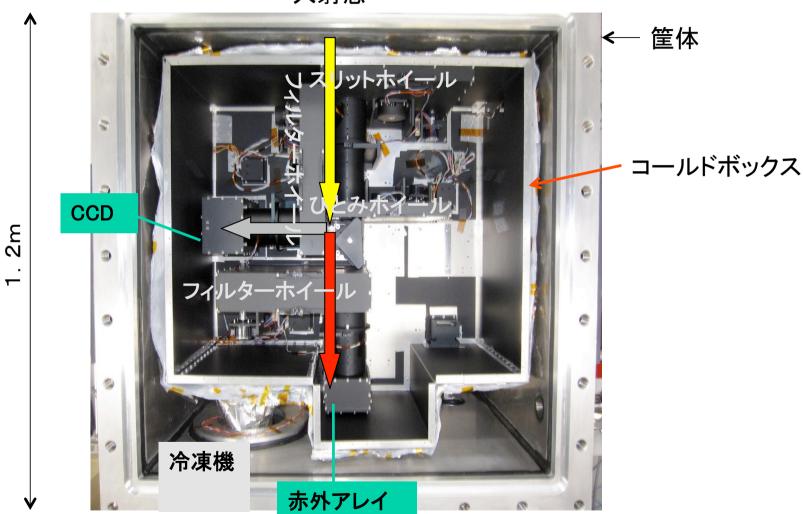
→スカイレベルが相対的に減少

Kバンドの限界等級が3等程度下がる

# HONIR本体内部の様子



#### 入射窓



# HONIR制御系



### 検出器PC

検出器(可視・赤外)

温度制御

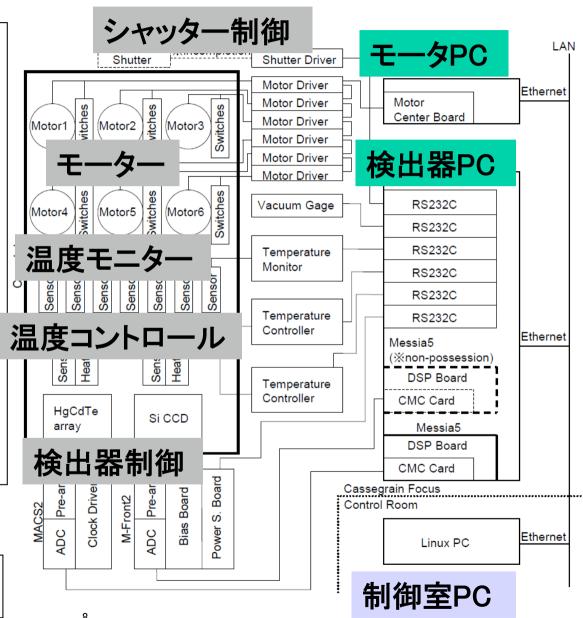
温度・真空モニター

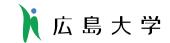
### モータPC

モーター制御 (フィルター、プリズム、 瞳マスク、焦点マスク) シャッター制御



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

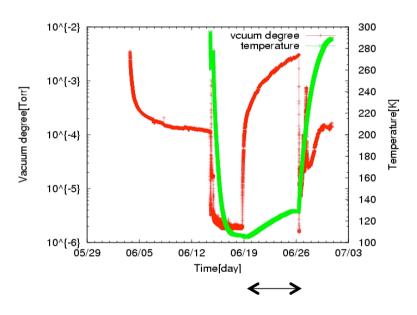
[2009年前期]

光学系、駆動系を入れた状態 で真空保持が悪い

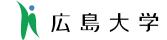
(到達10<sup>-4</sup> Torr、保持1-2時間)

アウトガスの調査、およびヘリウムリーク試験などによる漏れ 箇所の特定と対処(2009.6-)

だいぶ改善した。あともう一歩 (到達10<sup>-6</sup> Torr、保持~1週間) ⇒モレキュラーシーブの導入



熱シールドを付けない状態で <10<sup>-2</sup> Torrを1週間保持



## HONIR 開発の進捗: 光学系

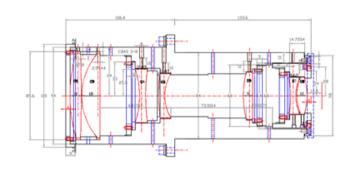
2009年2月の撮像ファーストライト

⇒ 大きな収差 (FWHM 1.6 - 4")

レンズ・レンズホルダーの偏心測 定、型の存在を確認 (一部の部品の面取りが原因)

レンズ系の再組み上げ(手作業) 公差内になるように反復調整 (冷却による収縮を考慮)

冷却しての試験はこれから グリズム、偏光プリズムは設計中



原尾



先本



## HONIR 開発の進捗:制御系

### 光学系のホイール駆動はOK

- ・焦点マスク
- \*光学瞳(cold stop)マスク
- •フィルター
- -プリズム

(励磁OFF等、微調整中)



- •駆動試験中
- ■ホイール駆動PCと同じPCで制御







## HONIR 開発の進捗: 検出器系

- IR2(VIRGO), Opt(HPK CCD)の 単体駆動は2009年2月までに完了 (Messia5+Mfront2/MACS2)
- 2検出器の同時駆動はこれから (Messia5/DSPカード導入済)



Reytheon Virgo 2k2k HgCdTe



HPK 2k4k Si (FD)



Messia5



### HONIR まとめ

#### · 筐体·真空冷却系

- この1年でだいぶ改善 ~1週間は増し引き不要に
- モレキュラーシーブを導入して様子をみる

#### · 光学系

- レンズ系を念入りに組み上げ中 残りはコリメータ
- 撮像用の光学素子は既に揃っている
- 分光用、偏光用、較正用の素子を設計中

#### ·制御系

- 光学素子切り替えのホイールはだいたい完了
- 可視用光学シャッターを導入中

#### · <u>検出器</u>

- 単体での制御は2009年初頭までに完
- 2バンド同時制御はこれから 大きな問題はなさそう

#### · その他

・ オートガイダーはHOWPolと同類のものを導入予定

2010年度中に 撮像モードの完成目指す 2011年度中に 分光・偏光モード立ち上げ



## HOWPol: 1露出型広視野偏光撮像器

#### Hiroshima One-shot Wide-field Polarimeter



小松智之、田中祐行、千代延真吾、 永江修、川端弘治 中屋秀彦 (国立天文台) ※ 小松ポスターも参照

2008年11月より観測開始(GRBモードは2009年5月より)

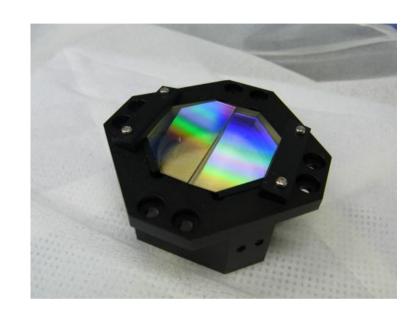
波長域	450nm-1100nm	
観測モード	広視野撮像(15' circle) 偏光撮像(1露出型 7×7分角視野/1×15分角)	
	Swift/BATのガンマ線バースト位置誤差をカバー 分光 ( $\lambda/d\lambda = ^400$ )	
検出器	2k4k 裏面照射・完全空乏型 CCDs (浜ホト製) 2ヶ	

# 新しい偏光プリズム(広視野 2010.4~







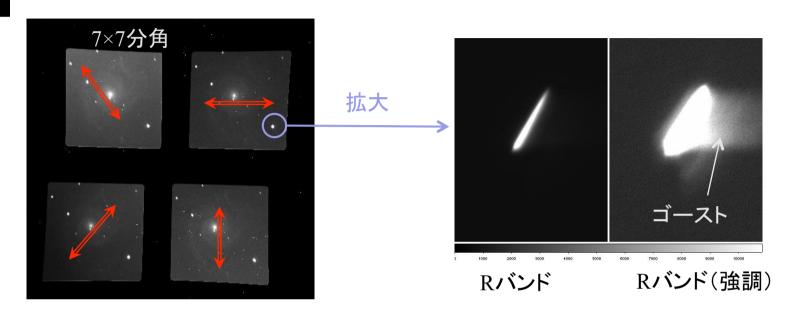


フルウチ化学製 **ルチル** インゴット

方解石と同程度の複屈折性(ne-no=0.24) 方解石よりきわめて小さい線膨張率の軸差 ⇒大型のものでも気温差による熱破壊なし (最近、大型の硝材が手に入るように)



## 広視野偏光撮像モードの取得画像

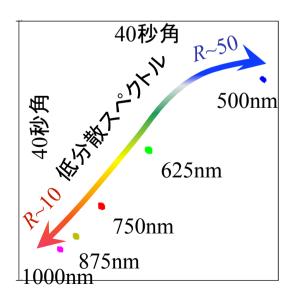


- 7×7分角視野の4方位(0, 45, 90, 135度)の直線偏光像 → 1露出で Stokes I, Q, U を導出
- ルチル(n~2.4)の色分散による低分散分光
  - → <u>偏光分光測光(R=10-50)も可</u>

限界等級: 10分⊿p=0.2%で R = 13.3 等 (R filterを通すと 14.2等) (スカイ輝度17.5等/arcsec²、FWHM 3″)

上面ウェッジによるゴーストあり(左右方向)

小松ポスター参照



# 分散素子 グリズム



### 低分散型(2010~)

プリズム: BK7 頂角25.67°

格子数: 420本/mm 620nmブレーズ

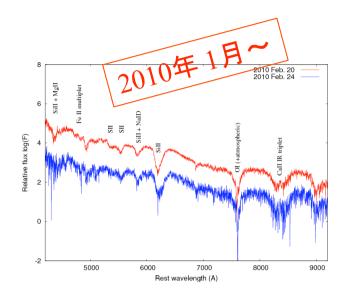
オーダーソートフィルター: 64R

波長域: 450--1050nm (620nm中心)

波長分散: 平均 2.45Å/pixel

分解能(2.3秒角幅slit): 18.8Å

 $\lambda/\Delta\lambda \sim 330$ ,  $\Delta v \sim 910$  km/s



### 高分散型(未開発)

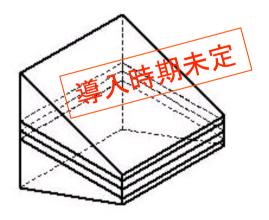
プリズム: ZnSe 頂角20°×2

VPH格子: 1579本/mm

波長域: 600-790nm (688nm中心)

分解能(2.3秒角幅slit):

 $\lambda/\Delta\lambda \sim 2300$ ,  $\Delta v \sim 130$ km/s



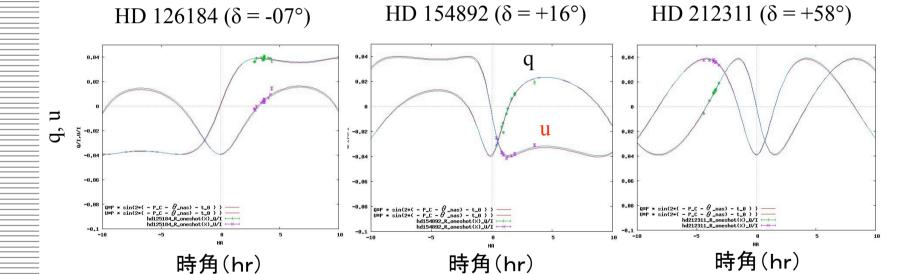


## 器械偏光の再現性(狭視野型プリズム)

$$Q = P\cos(2\theta_{instr} + \theta_0) + Q_0$$

$$U = Psin(2\theta_{instr} + \theta_0) + U_0$$

$$\theta_{instr}(H) = \cos^{-1}(\sin\phi\sin\ \delta + \cos\phi\cos\ \delta\ \cos H) - \frac{\pi}{2} - \tan^{-1}(\sin H/\tan\phi\cos\ \delta - \sin\ \delta\ \cos H)$$
 緯度 赤緯 時角



(小松 2010春季天文学会

フィットしたモデル曲線からのずれ  $\sigma = 0.13-0.2\%$  任意の $\delta$ の天体に対し、 $\Delta$ p~0.2%精度で推定可

#### 広島大学

### HOWPolのまとめ

#### 撮像モード

- 前年に続き、快調に活躍中 限界等級 R=21.0等(10分⊿R=0.1等)
- 実効シーイングサイズ ~2"(追尾誤差込)

#### ・ 偏光撮像モード

- 4%器械偏光の安定性 → 狭視野型での較正法は、ほぼ確立
- 1露出型でも0.2%精度で器械偏光が求められる
- 広視野型1露出型(GRB用)が始動(2010年3月~)較正データ取得中

#### · 分光モード

- R=380, 450-1050nm BK7製グリズムが2010年1月より始動
- 高分散(R=2300)の導入を検討中

#### - その他

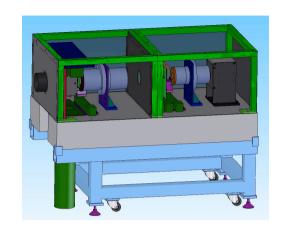
- 冷凍機、シャッタートラブル
- CaF2窓の結露、ファン導入
- SMOKAにてデータ公開が始まった(2010年6月~)
- オートガイダーの整備を予定



# その他

# ·高速分光器

開発終了、運用中 (京都大PI)



## ·赤外検出器

HPK製InGaAsセンサー(64×64)の冷却時性能試験 大フォーマット化の追求

## ・環境モニター

- 新スカイモニター 導入中(みさと天文台・小澤さん)
- ・ 雨滴センサー 導入中 (上原、奥嶋)