

# 宇宙科学センターの活動報告 2011-2012

広島大学宇宙科学センター長  
吉田道利

# スタッフ

- 研究教育スタッフ

- － 常勤教員 4名

- 吉田道利 センター長
    - 川端弘治 准教授
    - 植村誠 准教授
    - 水野恒史 准教授(2011年10月より)

- － 特任教員 3名

- 大杉節 特任教授(学長裁量経費)
    - 田中康広 特任助教(学長裁量経費:2012年4月より)
    - 秋田谷洋 特任助教(大学間連携)

- － 協力教員 1名

- 観山正見 特任教授(学長室付:2012年4月より)

- 事務支援

- － 事務支援員

- 石井尚美

- － 学術支援グループ

# 人員

## 宇宙科学センター

### 光赤外部門

- 突発天体観測研究体制の強化
- 観測装置開発・赤外センサ開発体制の強化

教授: 吉田  
准教授: 川端  
准教授: 植村  
特任助教: 秋田谷  
(大学間連携事業)

特任助教  
(装置開発担当)

### X線ガンマ線部門

- アストロH装置開発体制の強化
- フェルミ宇宙望遠鏡運用・研究体制の強化

併任教授: 深澤  
准教授: 水野  
特任助教: 田中  
特任教授: 大杉  
研究員: 大野  
研究員: 高橋

### 理論天文学研究部門

- 高エネルギー天体现象の理論・シミュレーション研究の強化
- 光赤外・X線ガンマ線観測に即応した理論研究の展開

特任教授: 観山  
併任教授: 小嵜  
研究員: 山本  
研究員: 加藤

事務職員: 石井尚美

広島大学・学術支援グループ

# PD & 大学院生

- 森谷友由紀 (PD)
- 先本清志 (D3) HONIR & blazars
- 伊藤亮介 (D2) IR camera & blazars
- 佐藤久之 (M2) novae
- 宇井崇紘 (M2) IR dectector & YSOs
- 高木 勝俊 (M1) GRB, Supernovae
- 浦野 剛士 (M1) blazars & HONIR
- 上野 一誠 (M1) Supernovae

# 予算

- 平成24年度予算
  - － 運営費 509万円
    - 教員研究費、付属施設研究経費、消耗品費、旅費等
  - － 特任教員人件費(大杉、田中) 800万円
  - － 全学共通経費 319万円
    - 光熱水料等
  - － 特別経費(一般経費化) 1,773万円
    - かなた望遠鏡維持費、観測装置開発費等
  - － 外部資金 4,060万円
    - 科研費(A)(B)、大学間連携、新学術領域
  - － 総額 7,461万円

# かなた望遠鏡と観測装置

## 第2ナスミス焦点

**高速分光器**：(京大・広大)  
視野2.3分角□  
1秒間に30フレームのレート  
で可視低分散分光観測を行  
える



## 第1ナスミス焦点

**HOWPol**：(広島大)  
可視撮像、1露出型偏光撮  
像、低分散分光  
ガンマ線バーストの初期残光  
の偏光観測に最適化

## カセグレン焦点

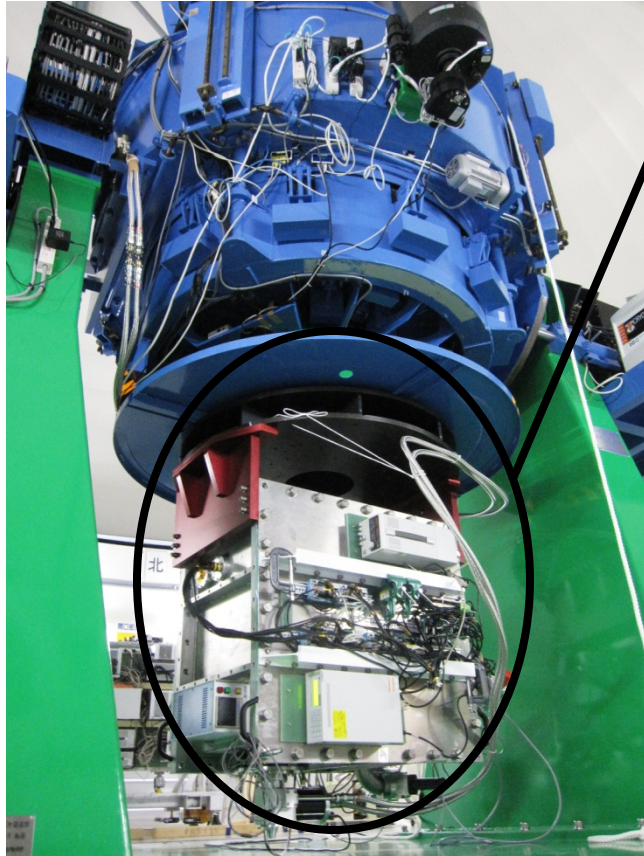
**TRISPEC**：(名古屋大・～2011年)  
可視赤外線3バンド同時撮像分光装置  
**HONIR**：(広島大・2011年～)  
可視赤外線3色同時カメラ

いずれも可視1バンド、近赤外2バンドで同時観測可  
撮像、分光、偏光撮像、および偏光分光

# 開発中の装置類

- **HONIR（可視赤外線同時カメラ）**
  - 可視1チャンネル＋赤外1（or 2）チャンネル同時観測
  - 撮像、分光、偏光撮像、偏光分光
- **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
- **その他**
  - HOWPol
  - 高速分光器
  - 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



## HONIR

Hiroshima Optical and Near-InfraRed camera

### 開発チーム

広島大

先本清志、宇井崇紘、浦野剛志、上野一誠、  
高木勝俊（原尾達也、宮本久嗣、小松智之）、  
秋田谷洋、森谷友由希、川端弘治、吉田道利

国立天文台

山下卓也、中屋秀彦、酒向重行

東京大

中島亜紗美、酒向重行

### 可視・近赤外線3バンド同時観測

⇒ 当面は可視・近赤外線の計2バンドで

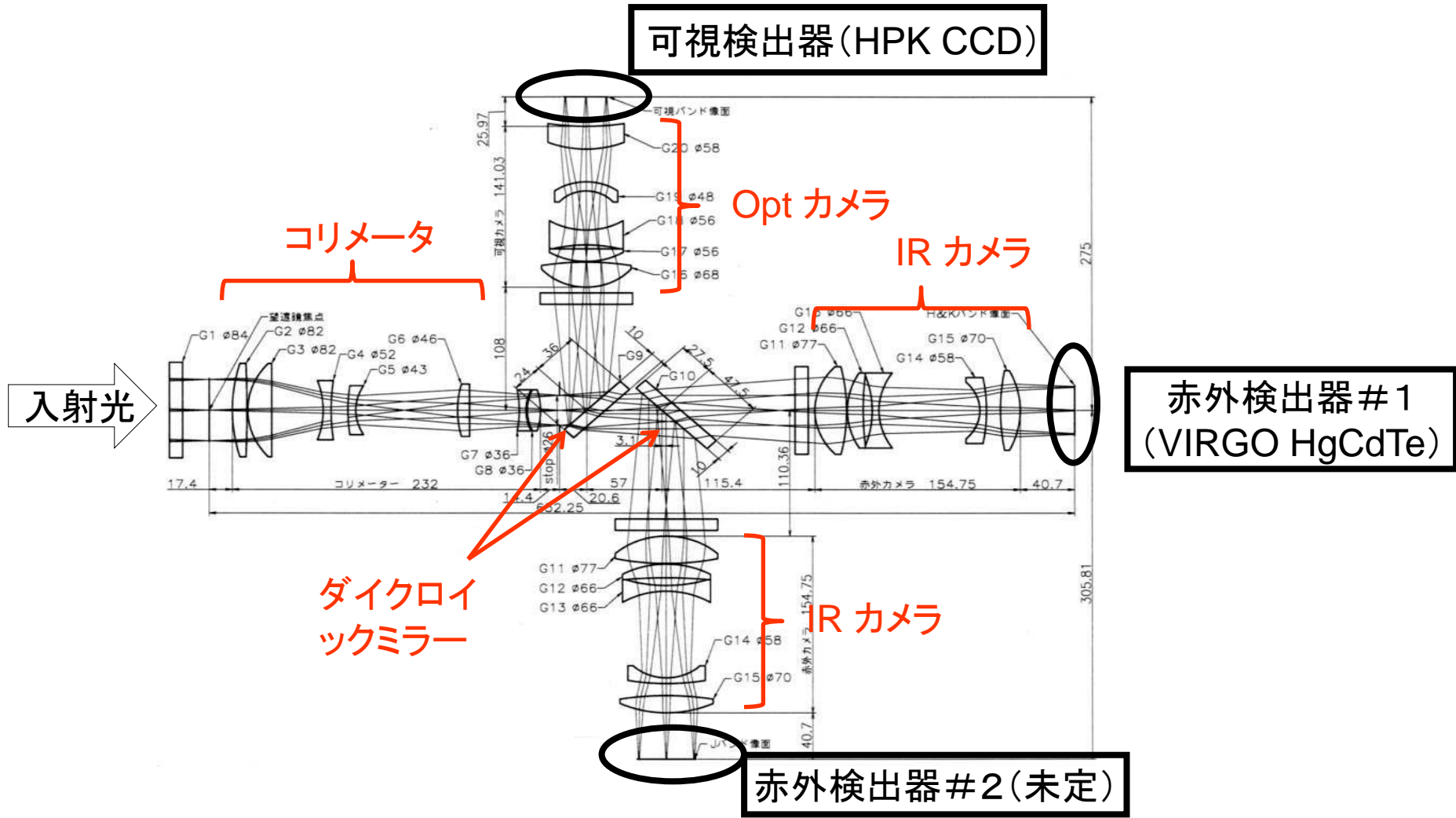
撮像・分光＋偏光モード

原尾 広島大学修士論文 (2012)

先本、秋田谷、山下ほか SPIE Proc. (2012)



# HONIR光学系：光路図



# HONIR光学系・検出器系：設計仕様

	可視バンド (Opt)	赤外バンド (IR1, IR2)
視野	$10' \times 10'$ (参考: TRISPEC $7' \times 7'$ )	
検出器ピクセルサイズ	$15 \mu\text{m} \times 15 \mu\text{m}$ 、 $2\text{k} \times 4\text{k}$	$20 \mu\text{m} \times 20 \mu\text{m}$ 、 $2\text{k} \times 2\text{k}$
ピクセルスケール	$0.30'' / \text{pixel}$ (参考: TRISPEC $0.83'' / \text{pixel}$ )	$0.30'' / \text{pixel}$ (参考: TRISPEC $1.65'' / \text{pixel}$ )
光学瞳像	$\phi 26\text{mm}$	
使用波長域	$0.5\text{--}1.0 \mu\text{m}$	$1.15\text{--}1.35 \mu\text{m}$ (IR2)、 $1.45\text{--}2.4 \mu\text{m}$ (IR1)
透過率	40–55% at $450 < \lambda < 1000\text{nm}$	40–55% at $1100 < \lambda < 2400\text{nm}$

## TRISPECに比べて...

- ・視野が広い
- ・ピクセルスケールがシーイングとマッチ  
スカイレベルが相対的に減少

## コリメータレンズ・カメラレンズの焦点距離

85' K 0気圧での値

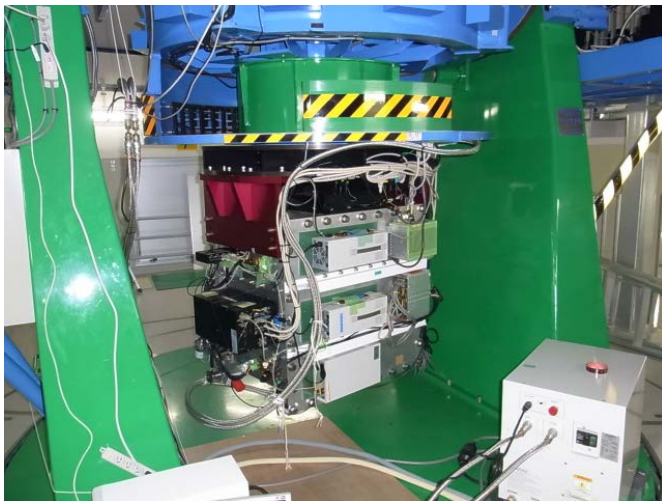
G2~G8 コリメーター  $f=312.0\text{mm}$ ( $\lambda=1.25 \mu\text{m}$ )

G11~G15 赤外カメラ  $f=237.2\text{mm}$ ( $\lambda=1.25 \mu\text{m}$ )

G16~G20 可視カメラ  $f=178.0\text{mm}$ ( $\lambda=0.65 \mu\text{m}$ )

# 2チャンネル同時撮像モード 試験観測

- 2011年10月12日－11月9日
- 2011年12月12日－2012年2月2日
- 動作試験（駆動制御系、検出器ノイズ等）
- 性能（光学系、検出効率、背景光等）
- サイエンス観測（T Tau型星、超新星、ガンマ線源等）



原尾 修士論文（2012）  
 先本、秋田谷ほか SPIE Proc. (2012)

# HONIR 開発の進捗: 光学素子関連

撮像モードの光学素子はほぼ揃う

- レンズトレイン、瞳マスク、ダイクロイックミラー、広帯域バンドフィルター(BVR<sub>C</sub>I<sub>C</sub> yJHK<sub>S</sub>)、分光・偏光モードの素子の状況

- **低分散グリズム 製作中**

OPT : 300g/mm ; BK7 51×51mm 頂角23°

0.41μm-0.96μmカバー(0.68μm中心) R=330 (0.2")

IR2 : 180g/mm ; BK7 59×59mm 頂角23.5°

1.15μm-1.35nmカバー(1.23μm中心) R=354 (0.2")

IR1 : 120g/mm ; FTM16 59×59mm 頂角22.5°

1.45μm-2.4nmカバー(1.93μm中心) R=371 (0.2")

- **偏光ビームスプリッター 製作中**

瞳マスク位置に全バンド共通のウォラストンプリズム

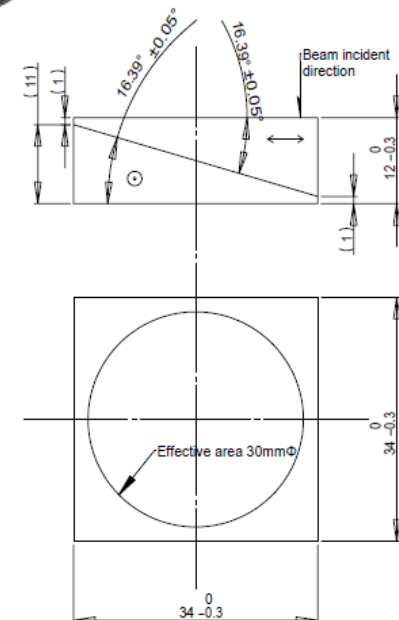
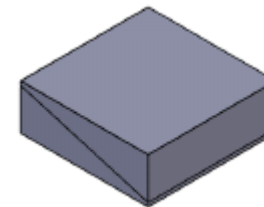
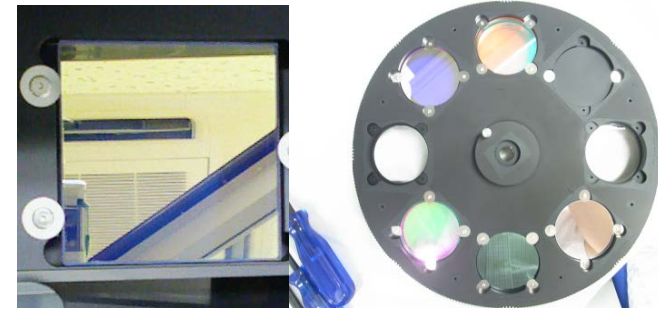
LiYF<sub>4</sub>製 34×34mm 12mm厚 分離角0.79-0.74°

焦点マスクは幅45"の短冊を中心間隔93"で並べる

- **超広帯域半波長板 製作中**

Pancharatnum型 0.45-2.3μm 遅延180±9°

- **焦点マスク・オーダーカットフィルター 設計中**



# 大気減光と装置効率(望遠鏡込み)

大気減光の波長依存性

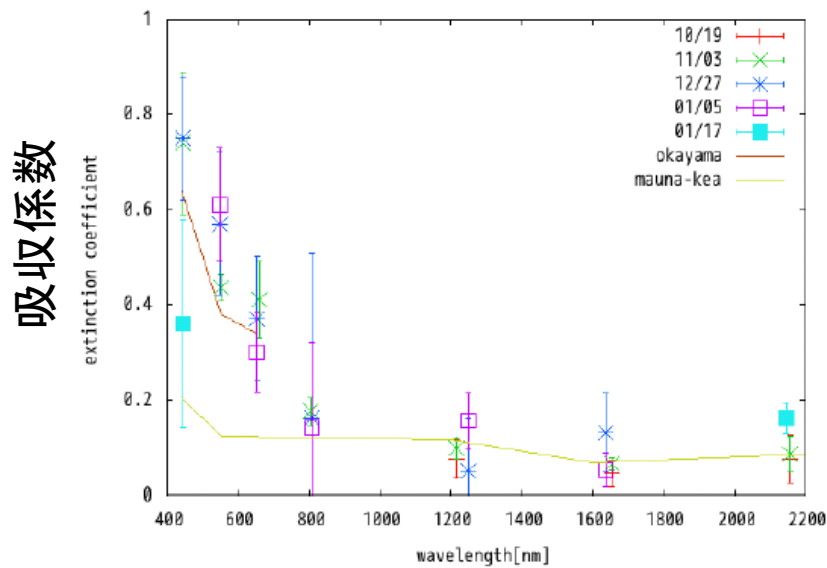
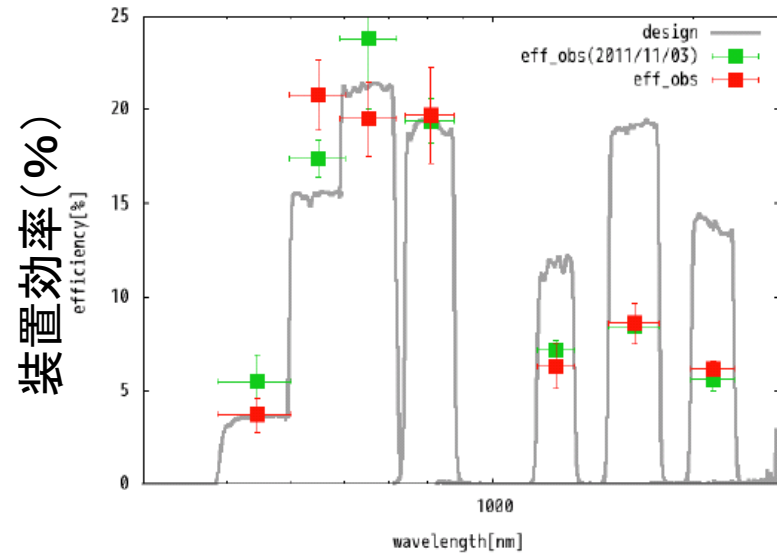


図 3.33: 各バンドの大気減光



バンド	B	V	R	I
	3.7±0.9%	20.8±1.9%	19.5±2.0%	19.7±2.6%
バンド	J	H	Ks	
	6.3±1.2%	8.6±1.1%	6.2±0.4%	

表 3.4: 大気減光を補正した装置効率(望遠鏡込み)

原尾 修士論文(2012)

- 可視の効率は、ほぼ設計通り
- 赤外の効率が設計値の半分に留まる(調査中)

# HONIRの課題と今後

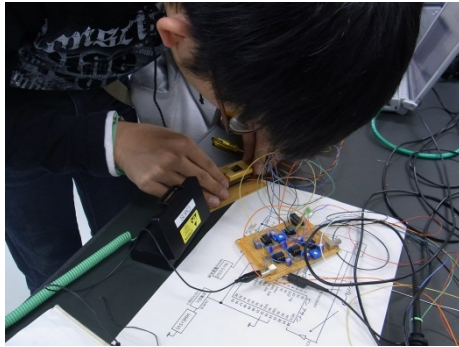
秋田谷 木曾シュミットシンポジウム2012

課題	対応
光学系の不備 (視野端収差、焦点位置が設計と不整合、K-band高バックグラウンド)	レンズ系の再アライメント、レンズユニットごとの光学試験、黒塗り処理の改善
近赤外線の高いスループット?(想定 $1/2$ )	要素ごとの効率測定、効率評価法見直し
近赤外検出器読み出し系の不安定動作、高い読み出しノイズ(max $\sim 240 e^-$ !)	読み出しプログラムの改善、配線の改善など
読出システムの刷新・高速化	KWFCシステムのVIRGO 2K用移植
冷却性能向上 (夏季運用に不十分)	輻射シールド強化、吸着ポンプ設置
新機能搭載 (分光、偏光観測モード)	素子(グリズム、Wollaston prism、半波長板)設計・製作、メカトロ追加
観測支援機能・環境整備(Fits ヘッダー、機能的な観測・解析プログラム整備)	随時進行

2012年11月～ 次期試験観測

2013年～ 分光・偏光モードを搭載した試験観測

# 国内メーカー製 近赤外線検出器

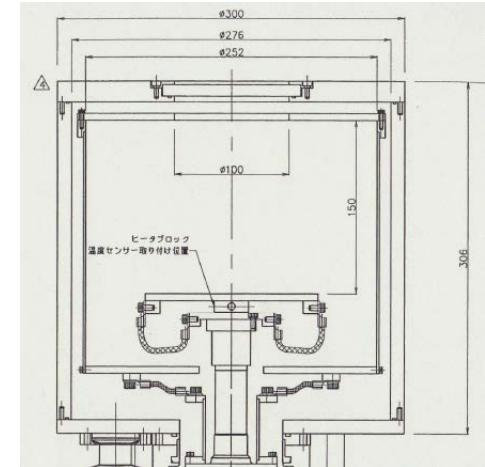
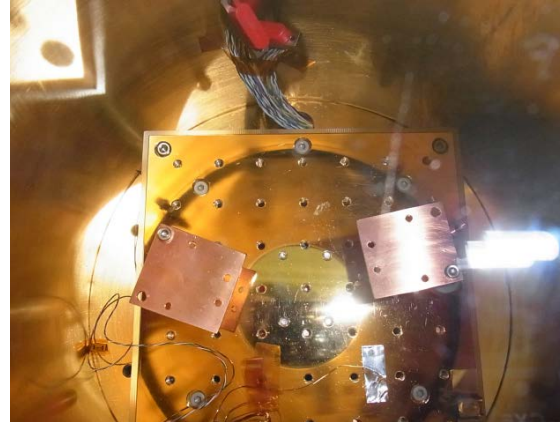


伊藤亮介、大杉節、吉田道利、川端弘治、  
山下卓也、中屋秀彦

※部外秘の項目が多いため詳細は割愛

- 浜ホト製InGaAsチップの冷却下での性能評価
  - 64 × 64pix 50 $\mu$ mピッチ (チャージアンプ型)
  - 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
- 今後、ソースフォロア型のチップ(128 × 128pix 20 $\mu$ mピッチ)を試験予定
  - 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が完成 立ち上げ中

# 評価試験用新デュワー (5月納品)



鈴木商館社製(冷凍機 RF273S)

デュワー外径 300mm $\Phi$

放射シールド内径 252mm $\Phi$

冷却ステージ 150×150mm

ステージ上部クリアランス150mm高

※光学ターレットを追加実装予定

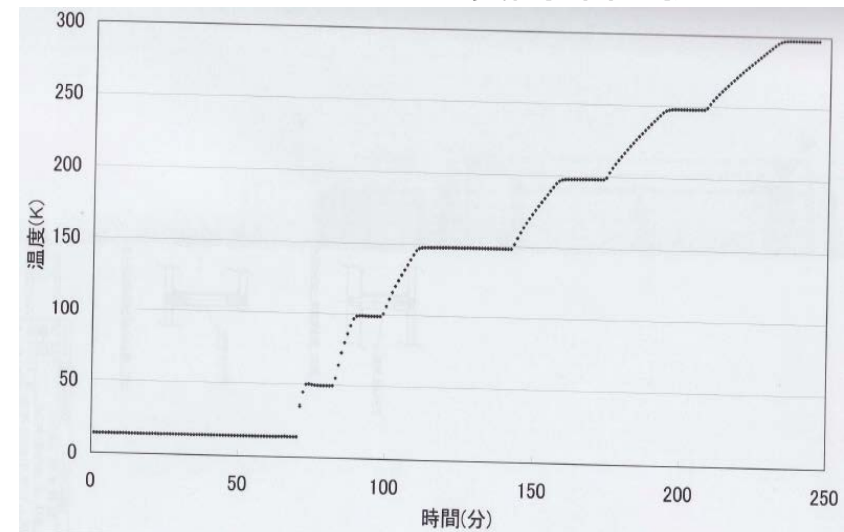
二段冷凍機ヘッド(RF273S)を使用

ステージ到達温度 ~14K

ステージ制御温度範囲 20K – 常温

(50Wヒーターアシスト)

## ステージ温度調節試験



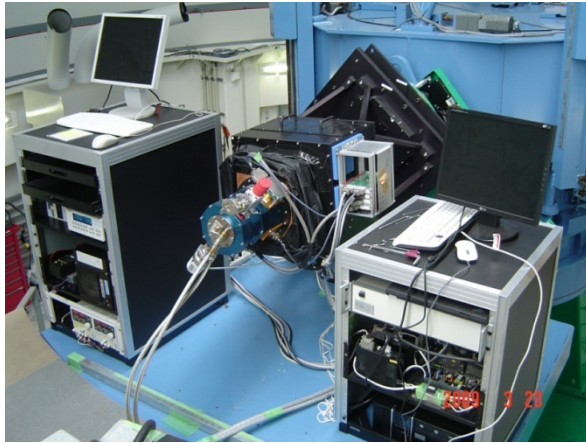


# その他

- 1 露出型広視野偏光撮像器 HOWPol
  
- 高速分光器 — 特に問題なく運用中(報告は割愛)
  
- 環境モニター
  - 新スカイモニター 2011年1月導入
  - 雨滴センサー 2012年4月導入

# HOWPoI: 1露出型広視野偏光撮像器

Hiroshima One-shot Wide-field Polarimeter



波長域	450nm-1030nm
観測 モード	撮像 (15' circle) 偏光撮像 (1露出型 1×15分角 / 7×7分角) 分光 ( $\lambda/\Delta\lambda \sim 350$ ; 400-950nm)

ナスマス焦点に常設 — 2008年11月より観測開始  
 撮像 (Φ15分角)、低分散分光、偏光 (測定精度  $\Delta p \sim 0.4\%$ )  
 GRB出現時は、即時偏光観測を実行

# HOWPoI この1年

- オートガイダー整備(未完)
- 偏光観測キャリブレーション方法の統一化(完)
- CCDステージ 10mm=200秒角シフト(完)
  - ✓ 視野中心付近をCCD間ギャップに落とすことなく撮像
- 夏季高湿時のCCD窓 乾燥空気送り(ほぼ完)
- 星像パターンマッチングを用いた自動観測化(伊藤; 完)
  - ✓ 撮像、偏光撮像、ロングスリット分光
- トラブル
  - ✓ 2011.11 制御PC(2つのうち1つ)故障 →交換
  - ✓ 2012.2 半波長板回転機構の導線切れ →修理
  - ✓ 2012.3 真空測定子故障 →交換
  - ✓ 2012.4 冷凍機冷媒ガス漏れ →スペア交換+メンテ・修理へ
  - ✓ 2012.7 冷凍機故障 →正常に動く組み合わせで使用  
(メンテ済みコンプレッサー故障; 国産機へ交換を検討開始)

# 環境センサー

新スカイモニター (2011年1月～)


デジカメ(ニコン製1眼レフ) + 魚眼レンズ

雨滴センサー (2012年4月～)

静電容量型センサー(クリマテック製) × 2

他の気象センサーの測定値や、望遠鏡・GRB観測状況なども交えて、集約的にウェブで公開しています

Environment Monitor at Higashi-Hiroshima Observatory




Current Time (This PC)		Local Sidereal Time			
2011/08/09 (Tue)		21:07:15.00			
00:09:56					
METEOROGRAM (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	-	-	-
RAINDROP SENSOR					
To be prepared					
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

Environment Monitor at Higashi-Hiroshima Observatory



Current Time (This PC)		Local Sidereal Time			
2012/08/04 (Sat)		-			
12:51:00					
METEOROGRAM (at 12:40)					
	Temperature (degs C)	Humidity (%)	Wind Dir.	Wind Sp. (m/s)	Rain (mm/5min)
Outside	+29.6	61	ESE	0.4	0.0
Dome Inside	+25.6	84	-	-	-
RAINDROP SENSOR (at 12:48:03)					
North	South				
Level 0	DRY	Level 0	DRY		
TELESCOPE (at 12:46:01)					
Control PC	Position	GRB mode	GRB obs status		
OFF	Azimuth -	OFF	-		
	Altitude -				
DOME					
DomeSlit	MirrorCover	Azimuth			
CLOSE	CLOSE	+0.0 (-)			

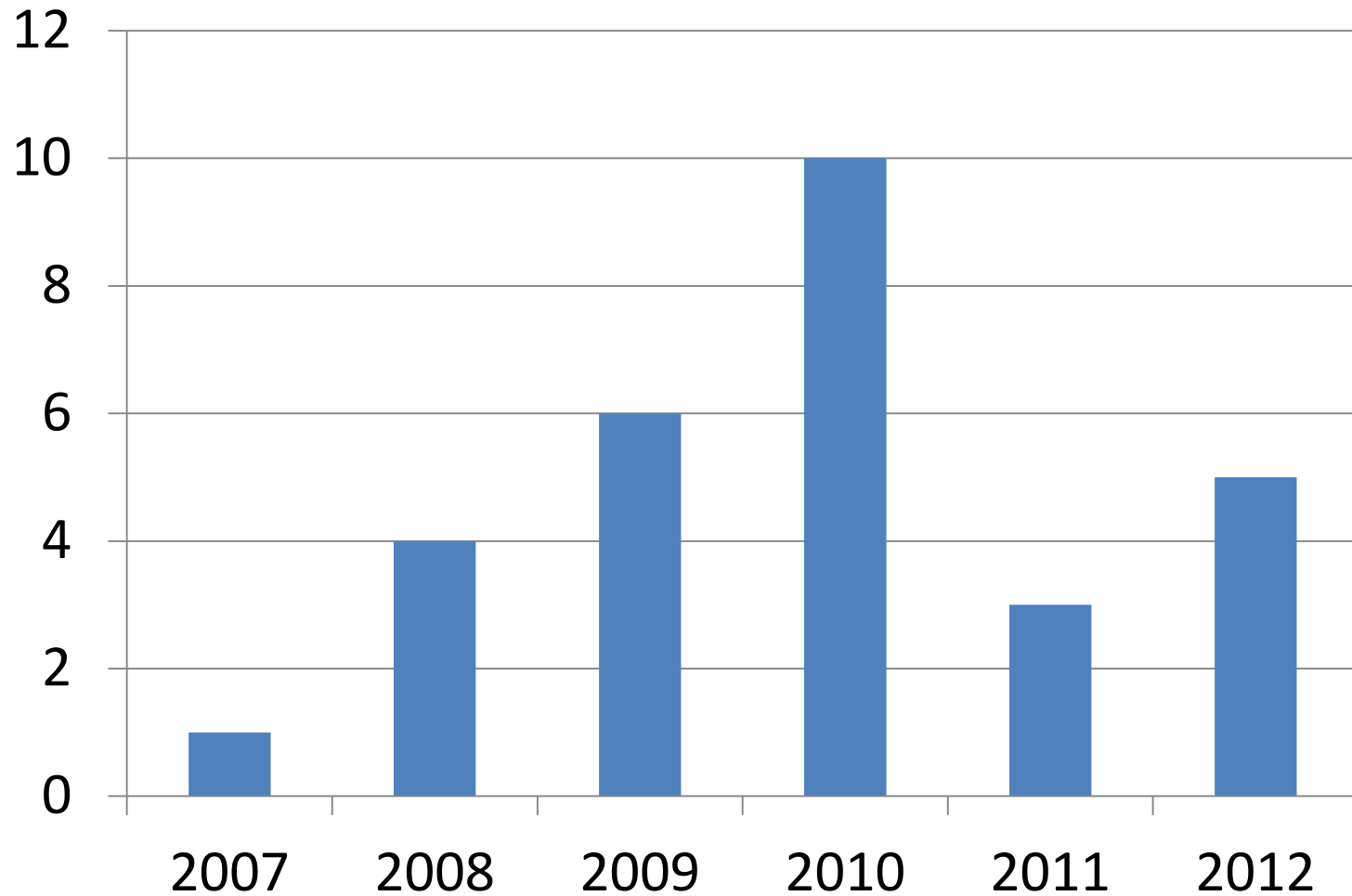
Link

- Hiroshima Astrophysical Science Center
- Observatory monitoring camera
- [\[Subaru/Jingomoro\]](#) [\[Hayashi-Hokkaido Univ.\]](#) [\[Gunma/SAO\]](#) [\[Aomori/Tokyo-Keio Univ.\]](#) [\[Kyoto/NAO\]](#) [\[Osaka/Osaka Univ.\]](#) [\[Saito/NAO\]](#) [\[Chiyama/OAD\]](#) [\[Eso\]](#) [\[ICM\] \[\\[KAGOME\\] \\[\\\[Hokkaido Univ.\\\]\\]\\(#\\) \\[\\\[S. Okada\\\]\\]\\(#\\)\]\(#\)](#)

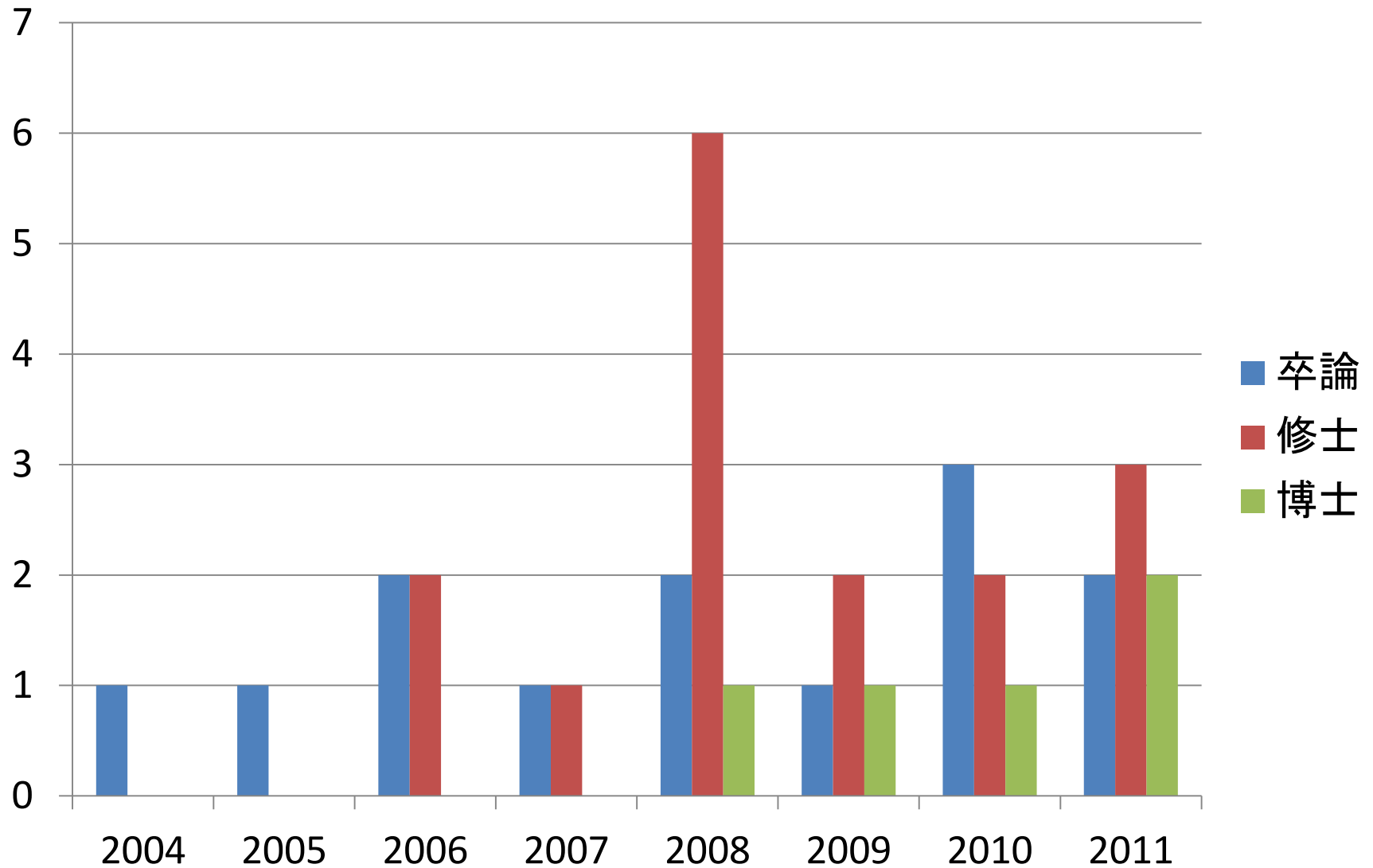
# かなた望遠鏡観測の査読論文 (2011/4-2012/7)

1. "The Structure and Emission Model of the Relativistic Jet in the Quasar 3C 279 Inferred from Radio to High-energy  $\gamma$ -Ray Observations in 2008-2010",
2. サイエンスストップックについては
3. 植村の発表で
4. "GRB 091208B: First Detection of the Optical Polarization in Early Forward Shock Emission of a Gamma-Ray Burst Afterglow", Uehara, T., et al., 2012, ApJ, 752, L6
5. "Multi-wavelength Observations of Blazar AO 0235+164 in the 2008-2009 Flaring State", Ackermann, M., et al., 2012, ApJ, 751, 159
6. "Photopolarimetric Monitoring of Blazars in the Optical and Near-Infrared Bands with the Kanata Telescope. I. Correlations between Flux, Color, and Polarization", Ikejiri, Y., et al., 2011, PASJ, 63, 639
7. "Prominent Polarized Flares of the Blazars AO 0235+164 and PKS 1510-089", Sasada, M., et al., 2011, PASJ, 63, 489

# 査読論文数



# 学位論文数



# 1年間の共同研究・共同利用

- 東北大グループ 中川 et al.
  - ヘテロダイン式中間赤外高分散分光器の試験観測
  - 2011/09/11-09/23、2012/1/6-1/20
- 東北大グループ 市川、沖田 et al.
  - DIMMの試験観測
- 山口大グループ 藤沢 et al.
  - ブレーザーPKS1749
- 大阪大グループ 林田 et al.
  - セイファート銀河 すざくとの同時観測
- 茨城大グループ 片桐 et al.
  - J0939(フェルミ天体) 電波との連携観測
- 国立天文台グループ 紀 et al.
  - ブレーザー 電波との同時観測
- 埼玉豊岡高校
  - 2012/1/27-1/28
  
- 観測申し込みは随時受付中です。



# 社会貢献活動(2006年度～2011年度)

	講演会	天文台 見学	観望会	来訪者数
2006年度	14	27	28	約4000人
2007年度	10	36	23	約2200人
2008年度	7	21	16	約1600人
2009年度	15	42	17	約1600人
2010年度	9	23	23	約1600人
2011年度	9	26	24	約2000人

# 定例観望会

- 一般公募 東広島市中心
- 毎年4回実施(春2回+秋2回)
- 1回当たり40人+40人の2班構成 → 1年で320人
- 競争率:
  - 6倍(2006年6月) → 約1倍(2010年) → 約2倍(2012年) まだまだ新規需要あり
- 広島市こども科学館と協力して、子供向け観望会を追加
- 観望メニューの工夫(リピーター向け企画とか)も検討中

# 今年の川端は忙しい

1. 7/5 河内地区おもと会見学(川端)
2. 7/7 東広島ボランティアガイドの会(川端), 七夕観望会(植村、大杉)
3. 7/11 中国徳陽市小中学生見学(吉田)
4. 7/17 東広島熟年大学見学(観山、川端)
5. 7/19 井口高2年見学(大杉)
6. 7/20 アイデック1名+知的財産部門長ほか数名見学(吉田)
7. 7/21,22 特別観望会(大杉、川端、観山、植村、森谷、吉田)
8. 7/23 広島高校訪問(吉田)
9. 7/27 東広島熟年大学見学27名(吉田)
10. 7/30 坂中学科学部見学38名(川端)
11. 8/1 賀茂高校見学(10名)(植村、大杉、川端、観山)
12. 8/4 高校生講座@理学部(吉田、川端、深沢、水野)
13. 8/4 岡山理大学生2名見学・観望希望(大杉)
14. 8/6 益田高 周藤先生、分子光科学 吉田先生 見学(川端)
15. 8/7 オープンキャンパスイベント(川端、大杉、森谷、深沢)
16. 8/11-12 福山附属高校観測実習(植村、川端)
17. 8/20 福富町観望会(観山、川端)
18. 8/24 ライトダウンイベント 西条小(観山、大杉、吉田、川端、植村、秋田谷、森谷)
19. 8/25 広島市野外活動センターイベント(川端)
20. 8/27-29 学生観測実習(川端、吉田、植村、大杉、秋田谷、森谷)
21. 8/31 韓国中高生見学(川端?)





# 将来計画

- 装置計画
  - HONIR → 今年度中の運用開始
  - 赤外センサ → 科研費基盤A(総額3500万円)。浜ホトと協力して開始。64×64素子試験継続
- 大学間連携
  - 「大学間連携による光学赤外天文学研究教育拠点のネットワーク構築」の推進
- 東アジア・中近東との天文学協力
  - 中国・チベット・サイト調査への協力＋チベットへの小口径望遠鏡設置(「重力波」新学術領域) → 中口径望遠鏡計画へ
  - エジプトとの天文学協力(二国間連携事業へ申請)

新学術領域研究 平成24年度～28年度

「重力波天体の多様な観測による宇宙物理学の新展開」

領域代表: 中村卓史・京都大学教授

計画研究A02

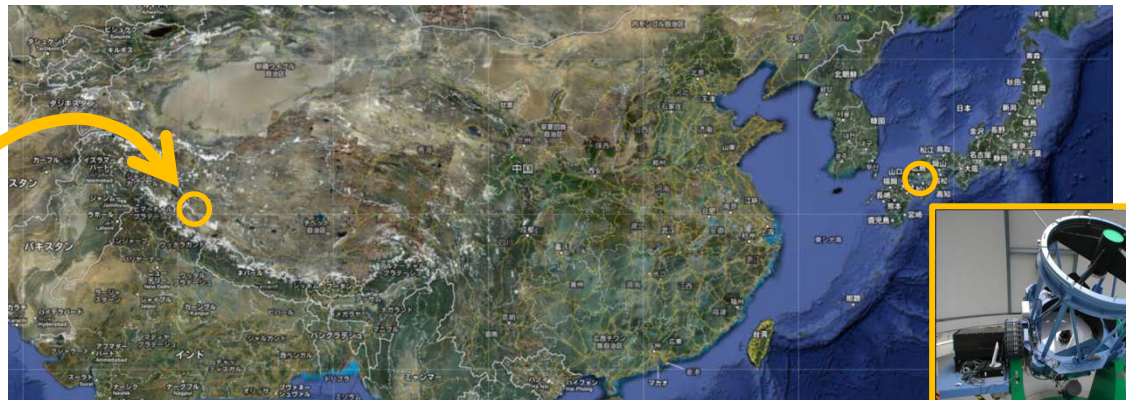
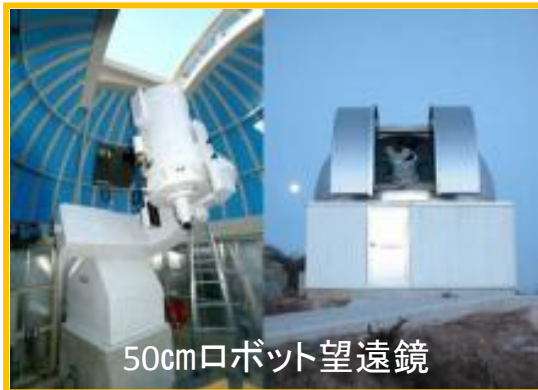
「天体重力波の光学赤外線対応現象の探索」

研究代表: 吉田道利

広大の計画:

東アジア適地(中国西域が候補)に50cmロボット望遠鏡

「かなた」と連携して重力波候補天体の探索



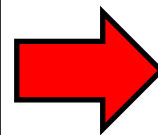
かなた望遠鏡

宇宙科学センター将来計画の柱

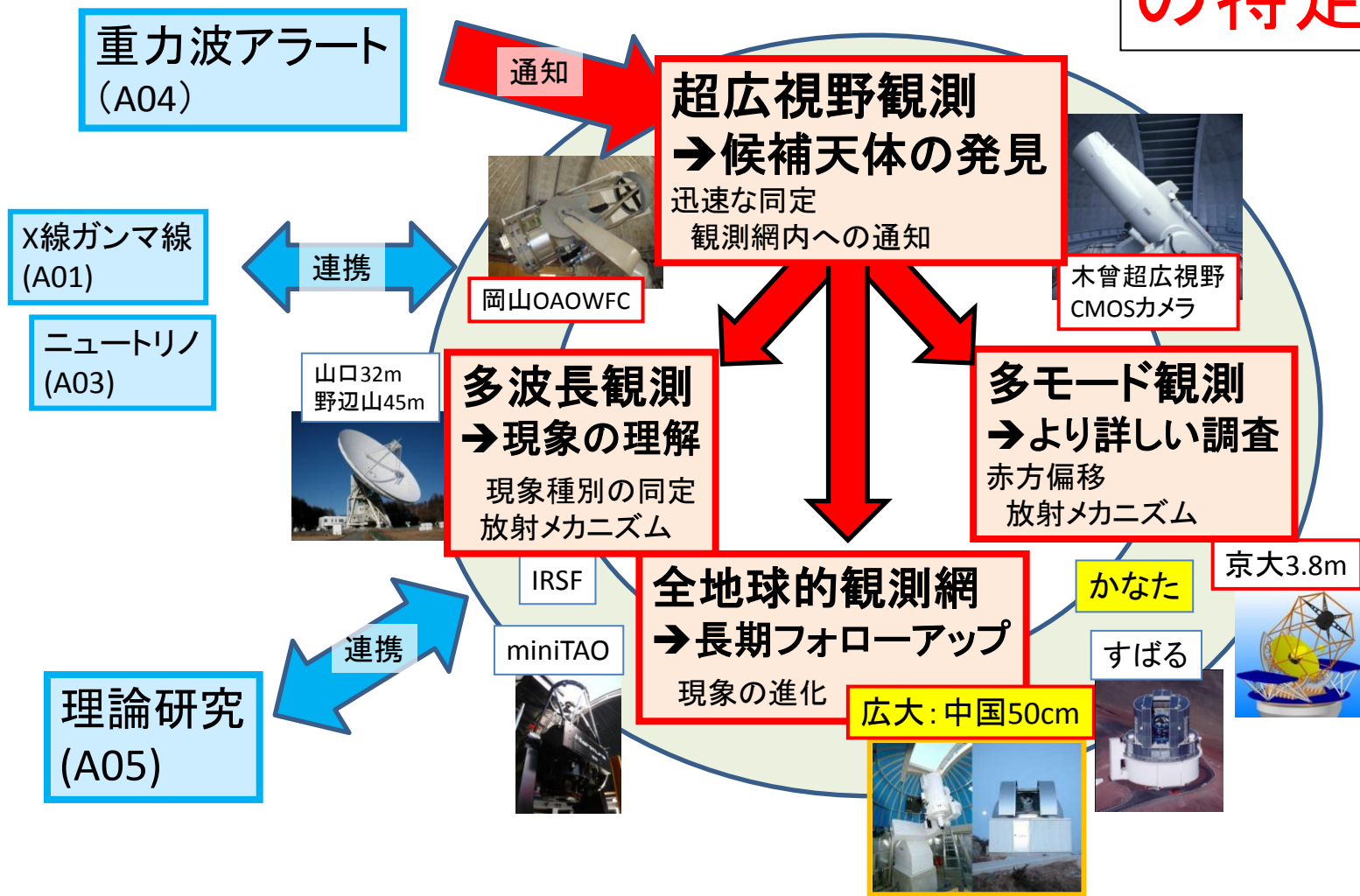
「海外への中口径望遠鏡設置による突発天体研究の推進」

→ 概算要求へ

超広視野観測による迅速な候補天体の発見 →  
多彩な観測網による現象の理解



重力波源  
の特定!



重力波アラート  
(A04)

通知

超広視野観測  
→ 候補天体の発見

迅速な同定  
観測網内への通知

木曾超広視野  
CMOSカメラ

X線ガンマ線  
(A01)

連携

ニュートリノ  
(A03)

山口32m  
野辺山45m

多波長観測  
→ 現象の理解

現象種別の同定  
放射メカニズム

岡山OAOWFC

多モード観測  
→ より詳しい調査

赤方偏移  
放射メカニズム

全地球的観測網  
→ 長期フォローアップ

現象の進化

かなた

京大3.8m

すばる

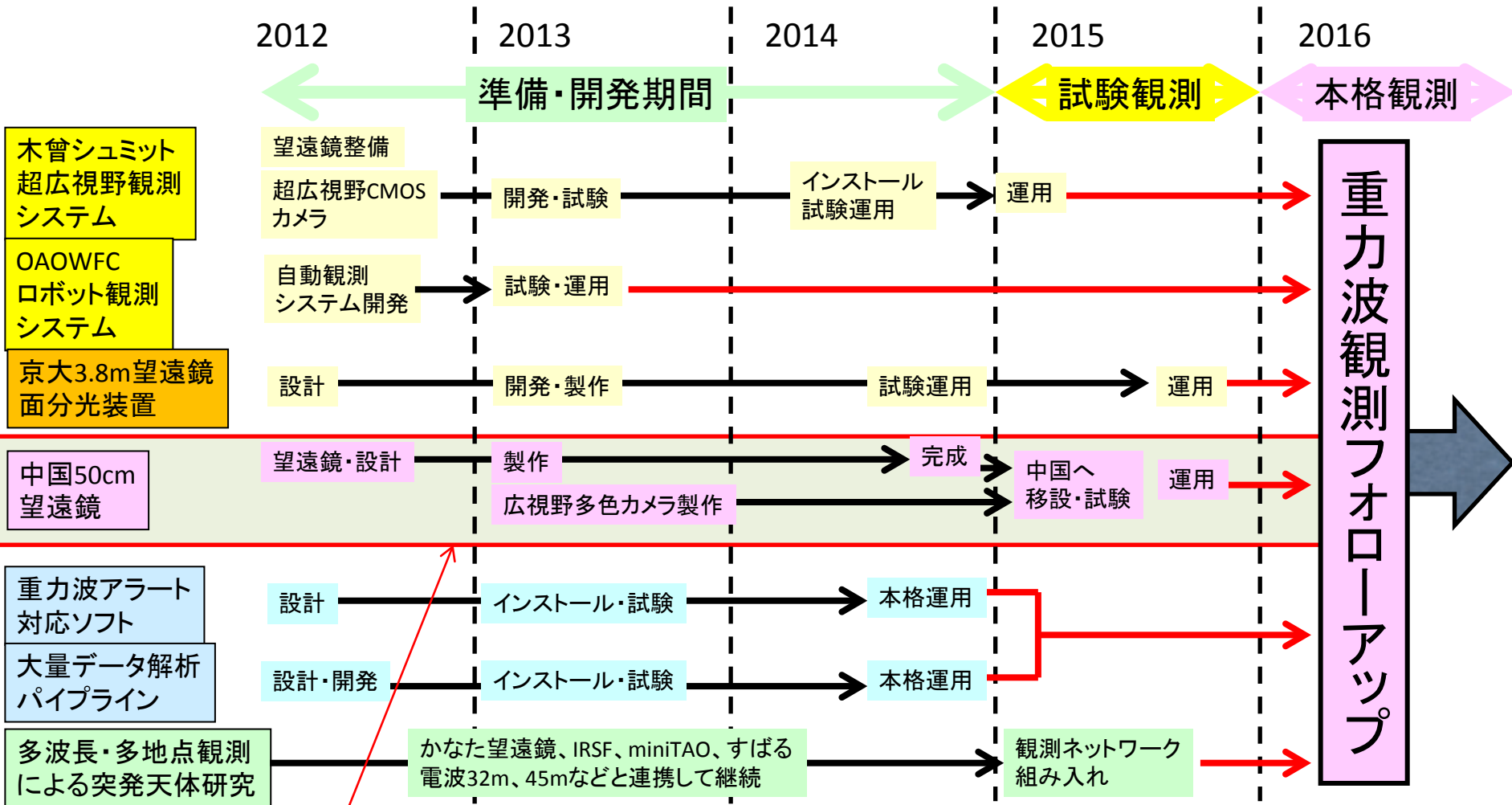
広大: 中国50cm

理論研究  
(A05)

連携

# 進行スケジュール

2015年iKAGRA観測までに観測ネットワークの基礎を構築



広島大学分担



2011

2012

2013

2014

2015

2016

2017

2018

体制整備

光赤外  
観測部門

教授(吉田)、准教授(川端)、准教授(植村)、  
特任助教(秋田谷、大学間連携)

X線  
ガンマ線  
観測部門

准教授(水野)、特任教授(大杉)  
併任教授(深沢)、特任助教(田中)

理論天文学  
研究部門

特任教授(観山)  
併任教授(小鷲)

初期宇宙・素粒子研究部門

惑星系部門

第2期中期計画

広島大学宇宙科学  
総合教育研究機構

教育

理学研究科との協力

学内協力体制整備(理学部との協力体制等)

連携教育システム開発

大学間連携

他大学との  
研究協力協定

大学間連携による多波長・多モード  
観測プロジェクト(2011年-2016年)  
京大、名大、東大、東工大、鹿児島  
大、国立天文台

単位互換制度  
共同教育システム

新たな  
連携事業

研究開発

HONIR

かなた望遠鏡運用

赤外センサ

TMT計画への参加

国立天文台、カ  
リフォルニア工  
科大等と協力

POGOLite

打ち上げ

Astro-H X線衛星装置開発

JAXAと協力

Astro-H打ち上げ

運用

次期高エネルギーガンマ線望遠鏡計画への参加

海外展開

JAXA、NASA、SLAC  
との研究協力協定

衛星装置開発  
フェルミ・ガンマ線衛星運用

NASA、SLACと  
協力

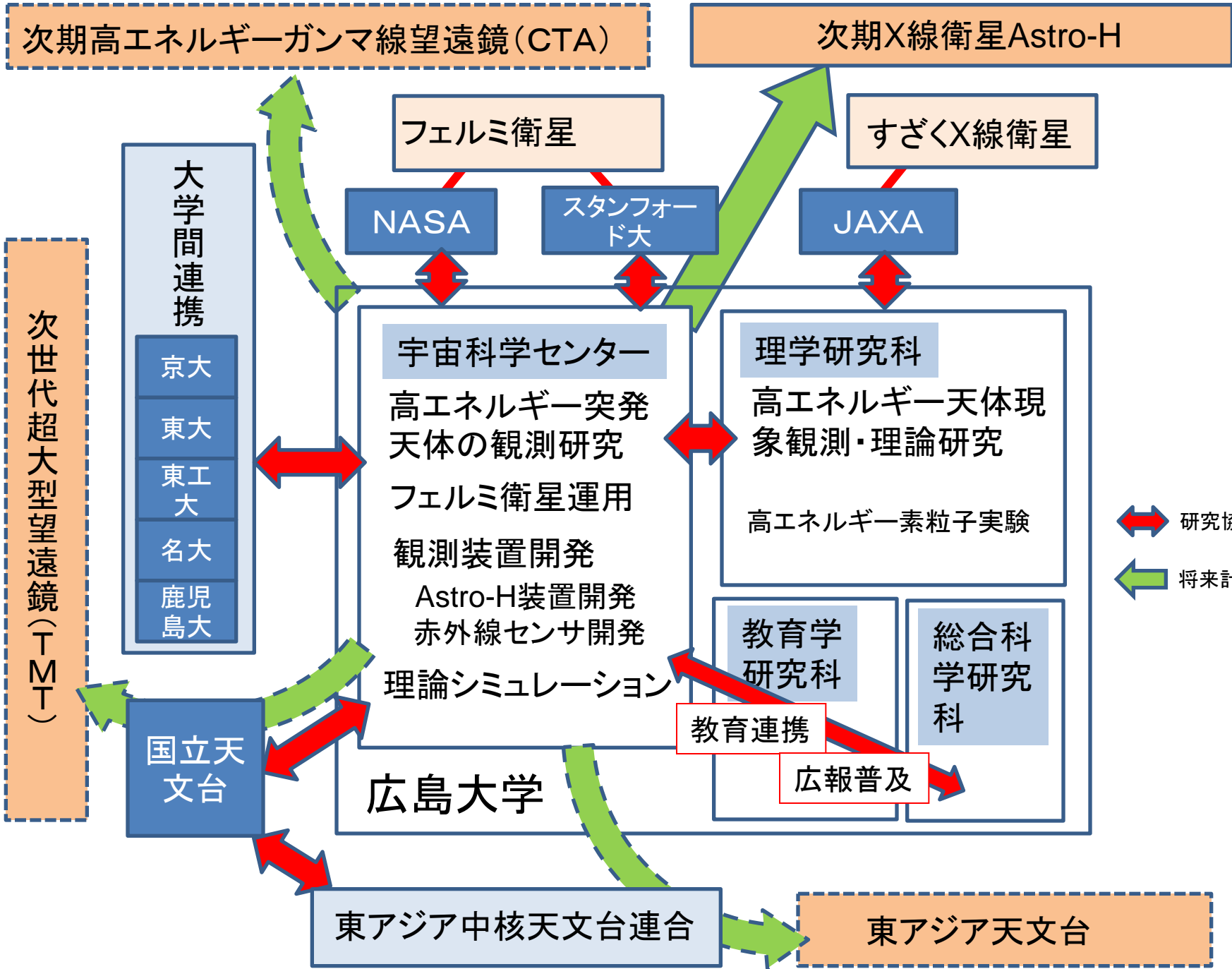
東アジア・中近東  
との研究協力

観測装置開発協力

観測装置開発協力

共同研究

東アジア望遠鏡建設

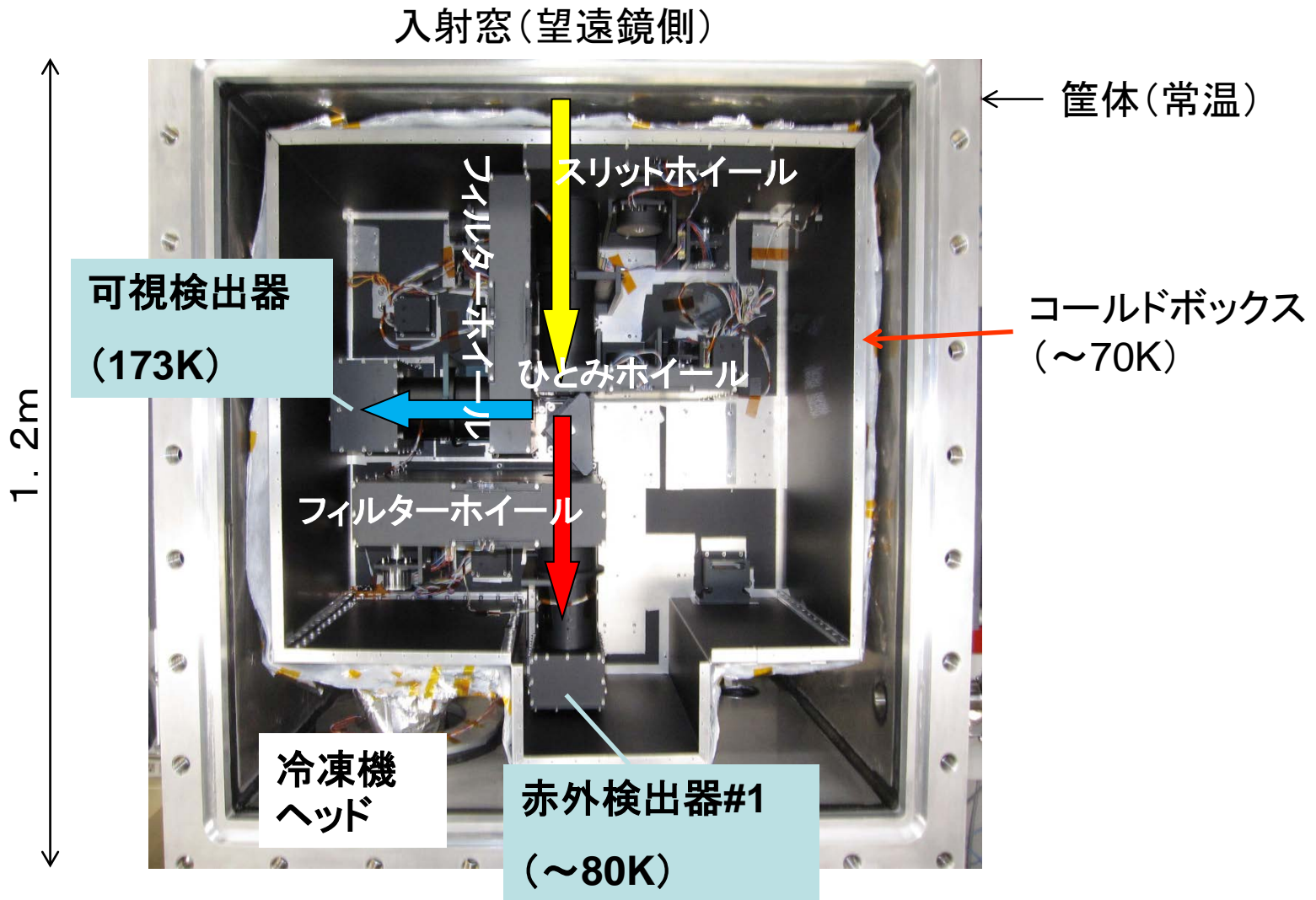




# 装置開発の状況

---

# HONIR本体内部の様子



# HONIR制御系

## 検出器PC (linux)

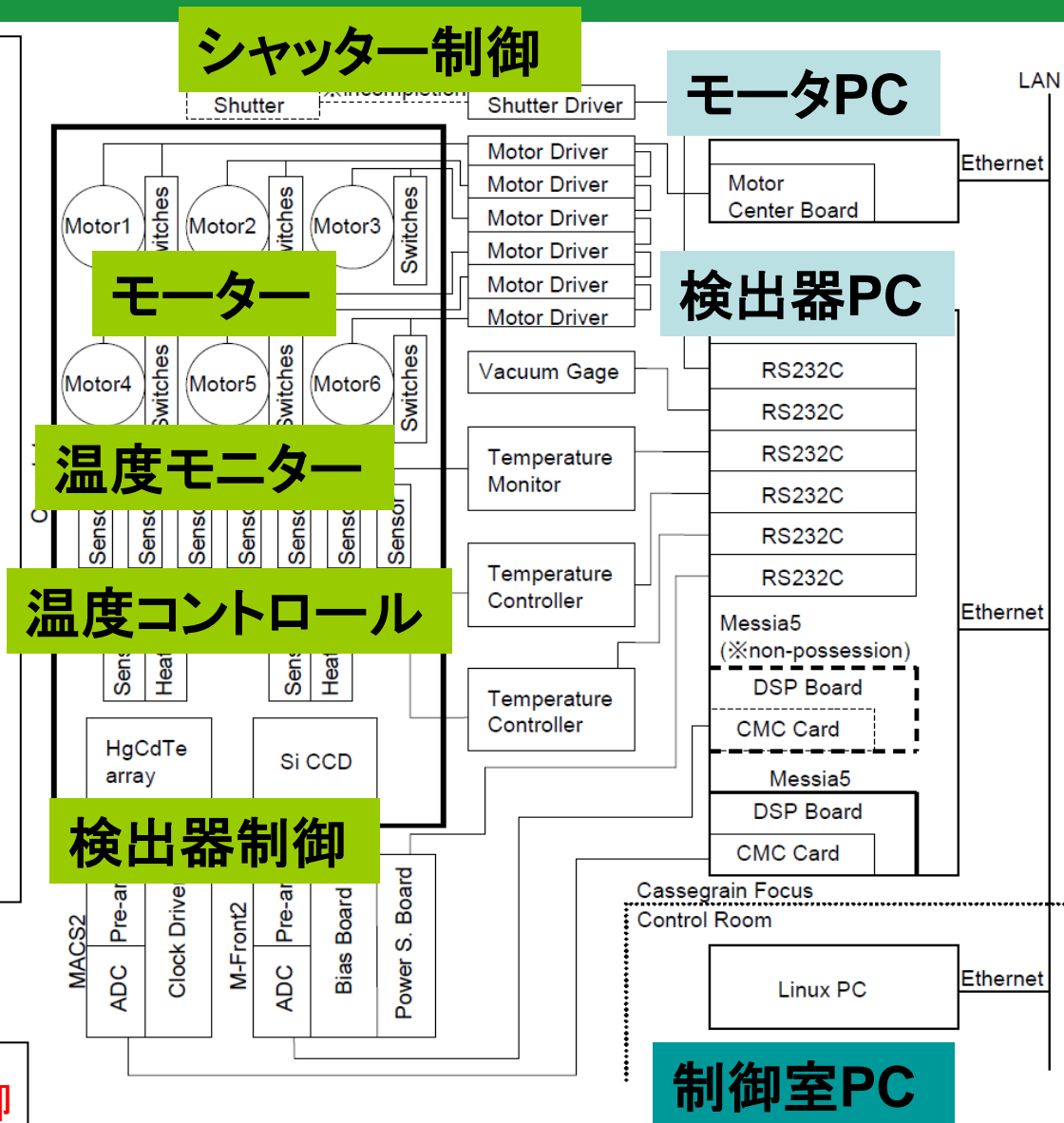
検出器(可視・赤外)  
 温度制御・真空モニター  
 シャッター制御

## モータPC (Windows)

光学ホイール制御  
 焦点マスク  
 瞳マスク  
 可視 フィルター・プリズム  
 赤外1 フィルター・プリズム



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

## 昨年夏まで

到達真空度  $10^{-6}$  Torr

シール部の丁寧な対処(研磨等) → 冷却時の真空悪化率  $2 \times 10^{-10}$  Torr/s まで軽減

## [2011年12月-2月]

真空引きしなくても40日以上に亘り、真空度  $< 1 \times 10^{-4}$  Torr、赤外検出器温度  $< 80$ K を保った。

※しかもコールドボックスの1面が放射シールドされていない状況だった

(冬季の)実用上はこれで充分だろう

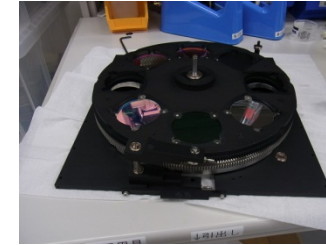
夏季でも十分な真空・冷却を保つため更なる対処を予定

- ・吸着剤を導入(ケース製作済み)
- ・放射シールドをしっかりと貼る

# HONIR 開発の進捗: 制御系

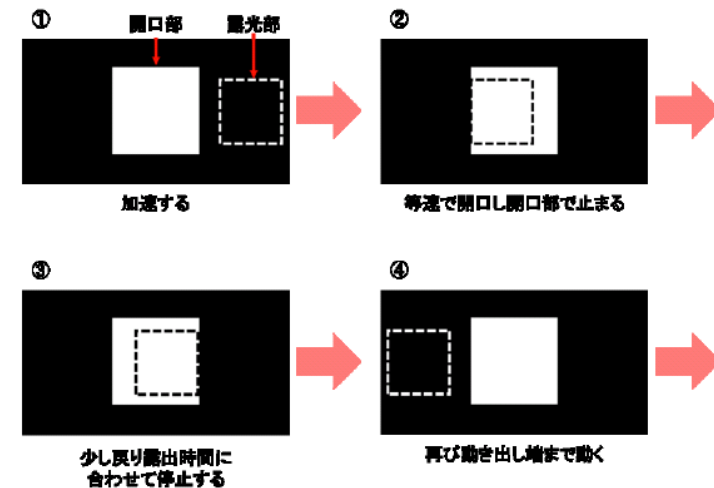
## 光学系ホイールの駆動試験・調整

- 一部、トルクの大きい真空専用モータに(それ以外は手改造モータを使用)
- 冷却時に原点(マイクロスイッチ使用)を検出しない場合あり → 調整+より安全な方法を採用する



## シャッター駆動プログラム整備・校正

- 良い駆動再現性(温度や重力方向に依らず、動作時間のばらつきは5ms以下)
- 露出 0.3s - 500s全域で誤差3%以下に校正済み
- 最短露出時での露光ムラ 0.7%以下





# HONIR 開発の進捗: 検出器系

## 検出器

- IR (Raytheon Virgo MCT 2k2k)
- Opt (HPK 2k4k 完全空乏型CCD)

## コントローラー・読み出しボード

- Messia5
- Mfront2 (CCD - 4ch読み出し)
- MACS2 (MCT - 4ch読み出し)
- 低温時にはMACS2に不具合

## 同時読み出しスクリプト

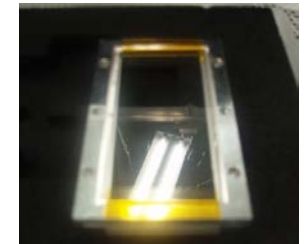
Opt CCDの露出中に、IR MCTを多重露出・読み出し(リセット法を改良し高効率化; 中島) FITS画像のヘッダーは未実装

## MCT読み出しボード

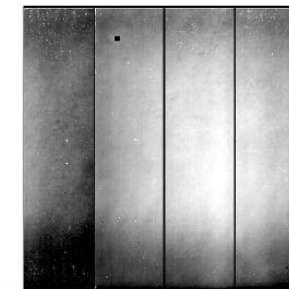
MACS2に代わる、16ch読み出しの新ボードを開発中(木曾WFC用に倣う; 宇井)



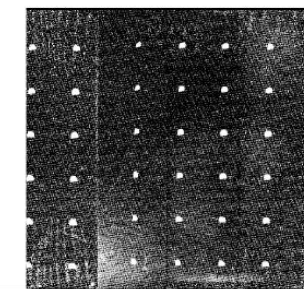
Raytheon Virgo  
2k2k HgCdTe



HPK  
2k4k Si (FD)



差分前



差分後

# HONIR 開発の進捗: 光学系: レンズトレイン

## 常温下での光学調整

- レンズ系を手作業で組み上げ・調整
- ZEMAXシミュレーションとほぼ一致
- コリメータレンズ系に光軸のシフトがみられる



## 冷却下での光学調整

- ZEMAXシミュレーションと差異あり

## 試験観測結果 (2011-12年冬季)

- 最良星像サイズ 可視1.7" 近赤外0.9" (但しすべて同時観測した訳ではないことに注意)
  - デフォーカス像による収差成分の分離
    - 可視・赤外両チャンネルに共通に
      - ✓ 光学系の軸ズレ
      - ✓ および球面収差とコマ収差
    - 光学系の軸ズレは、コリメータの光軸シフトと同じ向き
- コリメータレンズ系を中心に再組み上げ・調整中

