

広島大かなた望遠鏡用 観測装置の現状と今後

広島大学・宇宙科学センター

秋田谷 洋



広島大学

Contents

1. 東広島天文台とかなた望遠鏡

- ◆ 東広島天文台
- ◆ かなた望遠鏡
- ◆ 運用体制

2. 観測装置

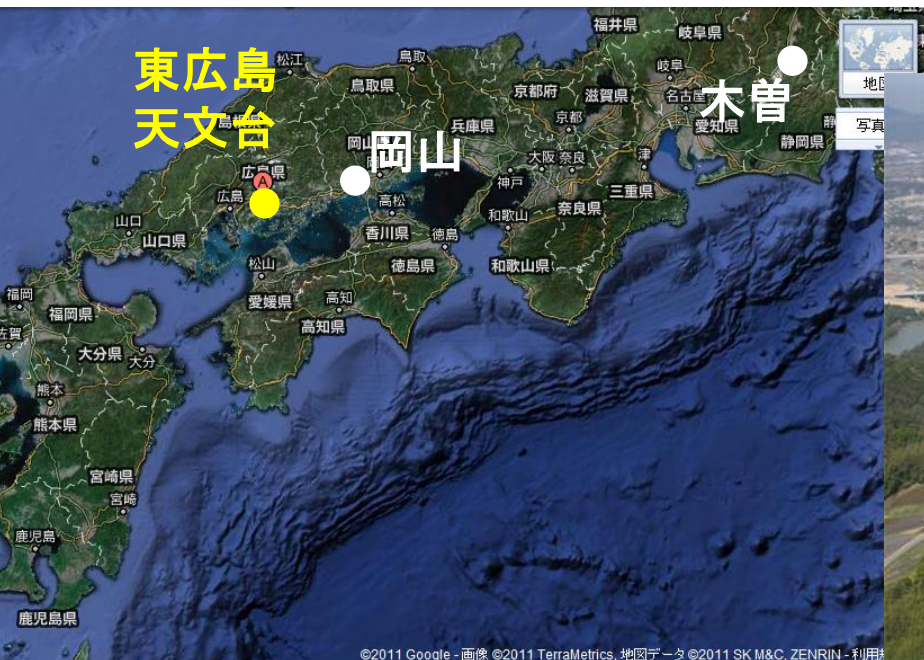
- ◆ HOWPol (定常運用中)
- ◆ 高速カメラ
- ◆ HONIR (開発・試験中)

3. まとめ

1. 東広島天文台と かなた望遠鏡

東広島天文台

- 東広島市 西条地区郊外 (大学から車で~15分)
- 東経 132.7° , 北緯 34.4° , 標高503m
- 豊富な日照時間 (1800-2000時間/年)
- 良好なシーイング (1.1 ± 0.3 arcsec)



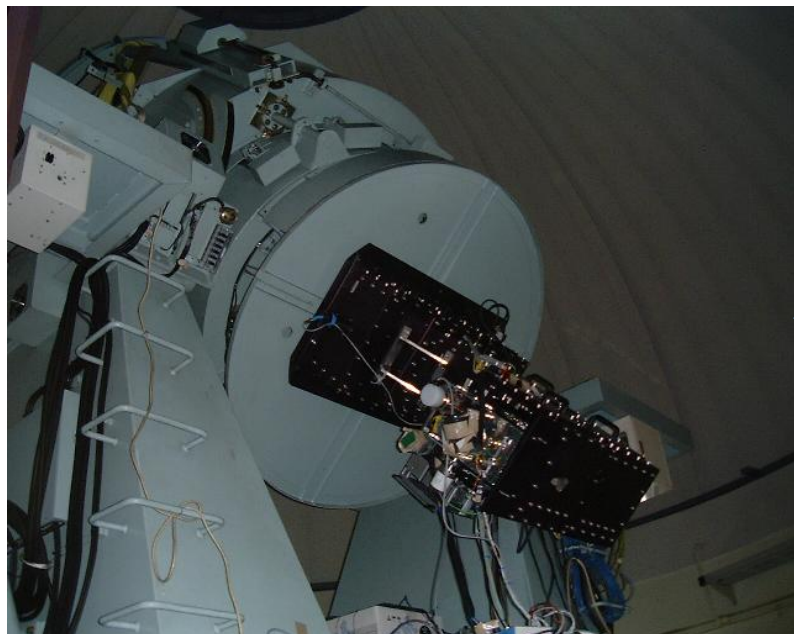
かなた望遠鏡



広島大学

- 口径: 1.5m; F/12; Ritchy-Cretien
- 焦点: カセグレンx1・ナスミスx2
- NAOJ三鷹・赤外シミュレーター

2006年に移設



2012/7/10-11

木曾シュミットシンポ2012

■ 広島大学宇宙科学センター

◆ スタッフ(光赤外線部門+α)

- 吉田(センター長)、川端、植村、大杉、秋田谷、森谷(PD*)、
観山(*)

◆ スタッフ(高エネ部門)

- 水野、高橋、田中(*)

◆ 大学院生(理学研究科所属; 光赤外線関係者)

- 博士課程2名、修士課程5名

■ 観測

- ◆ 天文台オンサイトの観測
- ◆ 2名以上滞在を厳守 (最近は学生・PD間の緩い当番制で配置分担)
- ◆ **観測実施は観測参加者の意思が原則**

■ **GRB自動観測(アラート受信で即時自動観測開始)**

■ **装置管理・開発**

■ **共同研究による他機関研究者の観測 (含: KISS follow-up)**

■ **持ち込み装置装着・試験観測**

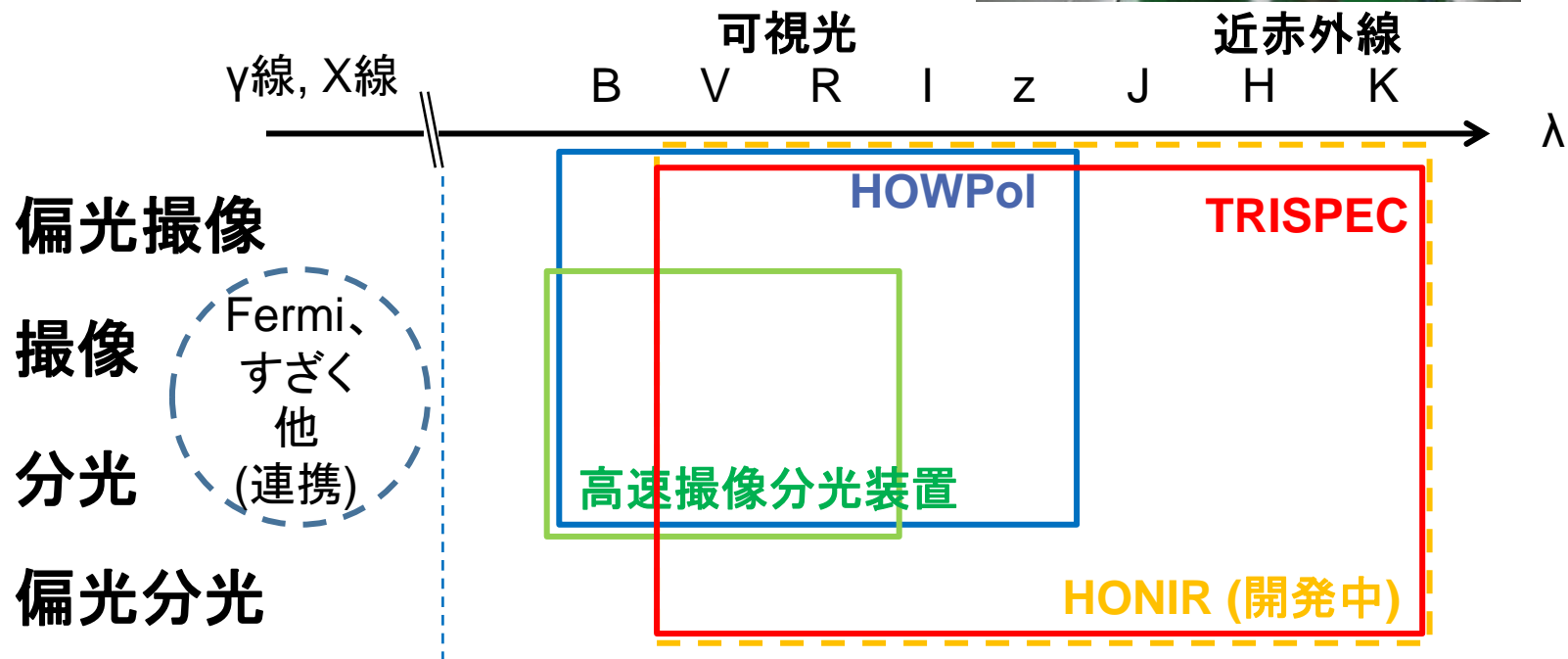
■ **教育活動(中高・大生向実習)・普及活動(一般観望会)**

■ **「光赤外線天文学大学間連携」観測(2011年度～)**

望遠鏡本体はほぼ安定して運用中

2. 観測装置

かなた望遠鏡観測装置



かなた望遠鏡装置状況

■ HOWPOI (可視撮像・分光・偏光撮像)

- ◆ 定常稼働

■ 高速撮像分光装置

- ◆ 定常稼働 (使用頻度少)

■ TRISPEC(可視・近赤外3ch同時撮像・分光・偏光)

- ◆ 2011/6～機器不調・運用停止

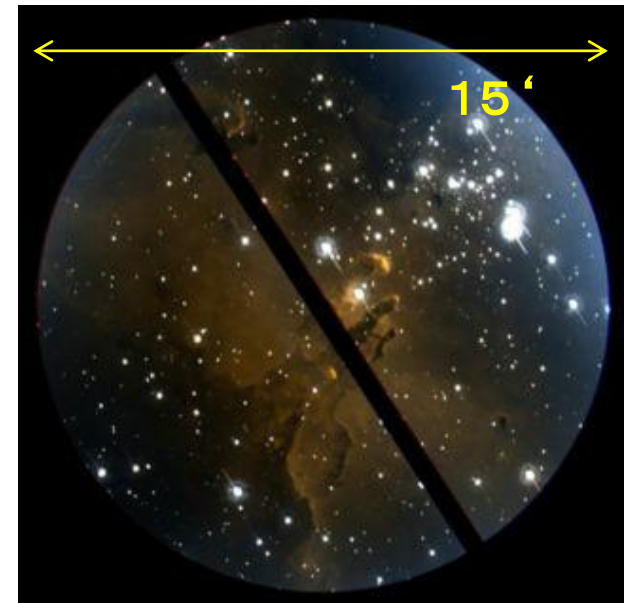
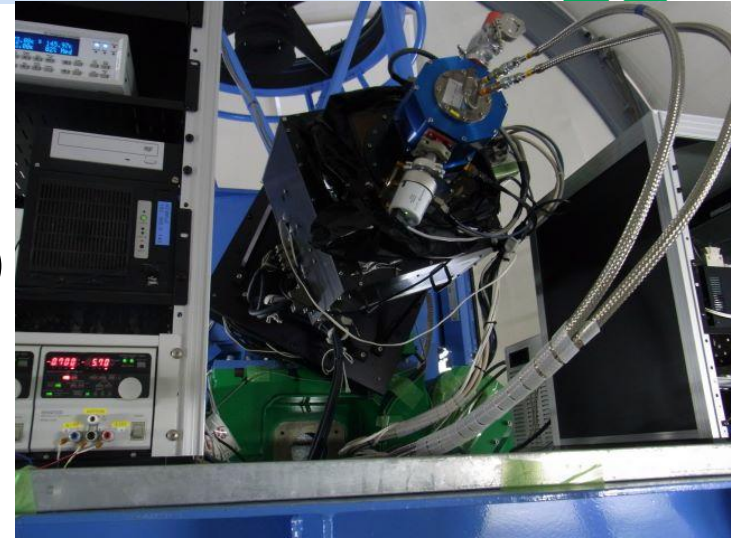
■ HONIR (可視近赤外3ch同時撮像装置) (開発中)

- ◆ 2011/10 2ch同時撮像ファーストライト
- ◆ 開発・試験観測進行中

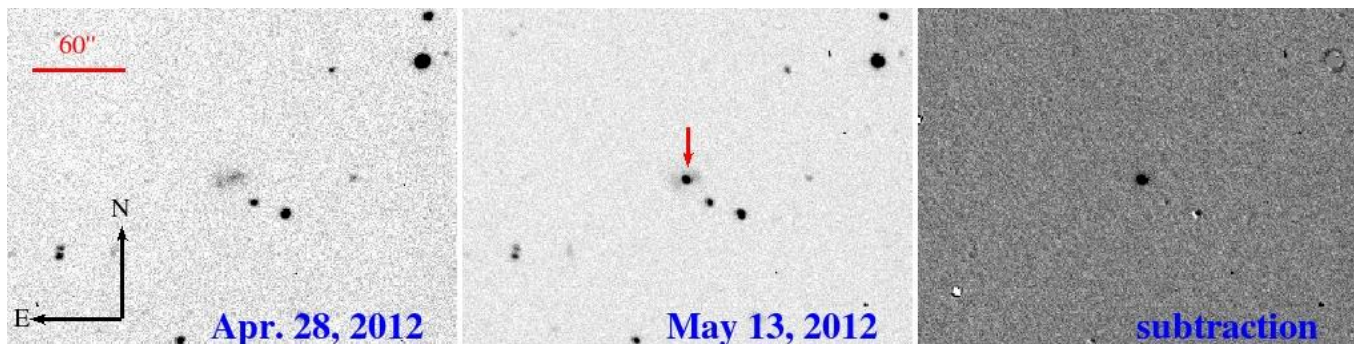
HOWPoI : 可視撮像・分光・一露出偏光撮像

(=Hiroshima One-shot Wide-field Polarimeter)

- 波長域 : **0.45-1.1 μm**
(filters: B,V,R,I,z',H α)
- 撮像: **$\phi 15'$ (0.6"/pix; 2pix.bin)**
- 偏光撮像: **15' x 1' x 4**
(or 7'x7'x2)
- 分光: **R=500, 2300 (slit=2.3")**
- 限界等級
 - ◆ 撮像 R = 19.2 mag (10 min, $\Delta R=0.02\text{mag}$)
 - ◆ 分光 $m_{AB} \sim 16$ mag (R ~ 500 ; 20min; S/N=10; @ $\sim H\alpha$) (AG完備で $\sim 17\text{mag}$)
 - ◆ 偏光撮像 R=16.0 mag (10 min, $\Delta p=0.2\%$)



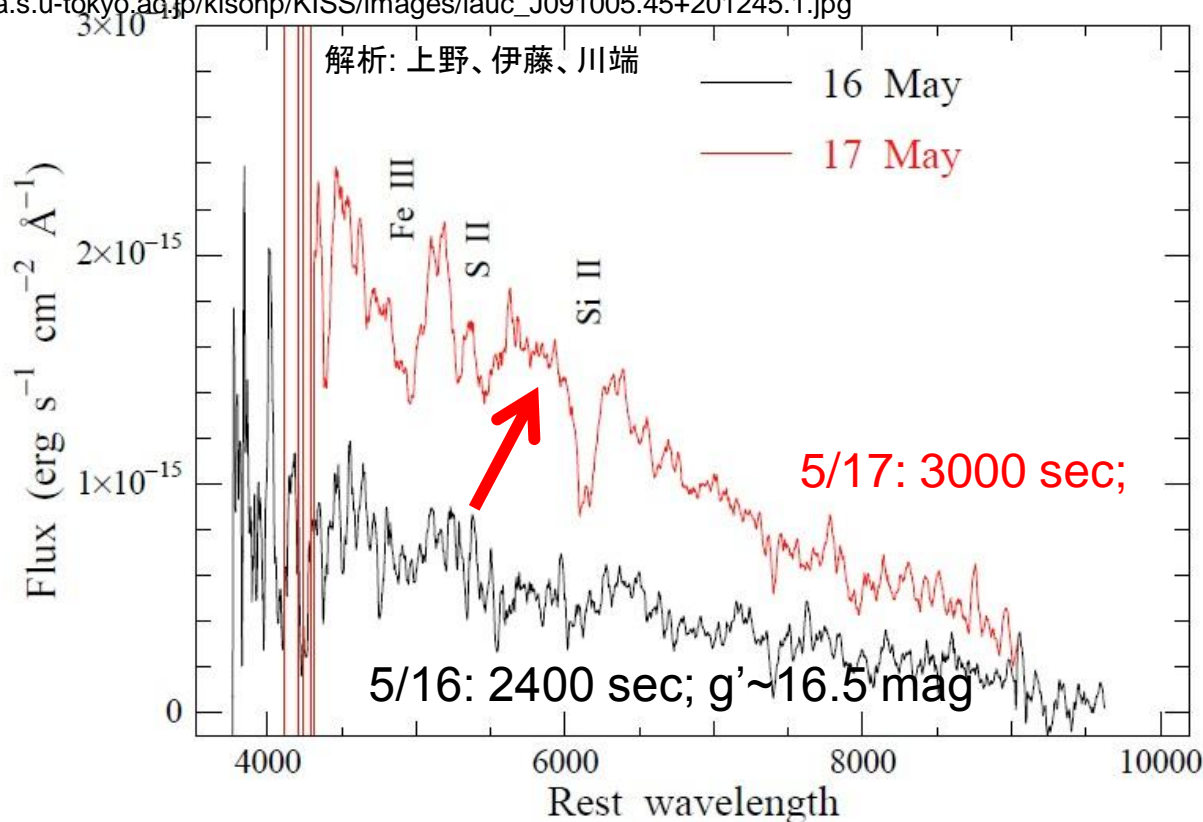
KISS follow-up 例 : SN 2012 cm



Morokuma et al.
(CBET 3126)

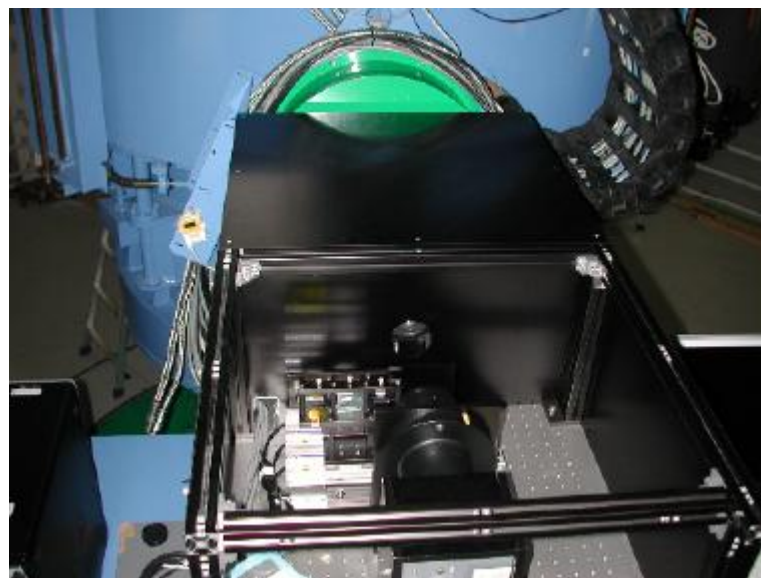
http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/kiso/hp/KISS/images/iauc_J091005.45+201245.1.jpg

- Ia SN
- ◆ Clear Si II, S II, Fe II features



高速撮像分光装置

- 京都大・浜松ホトニクスとの共同開発
- 読み出しレート: **35.8 frames/sec**
- 撮像: 視野 2.3' x 2.3', フィルター B, V, R, I
- 分光: R~20, 150
- 精度例: $\Delta V=0.03$ mag (@ V~9mag, 36Hz)



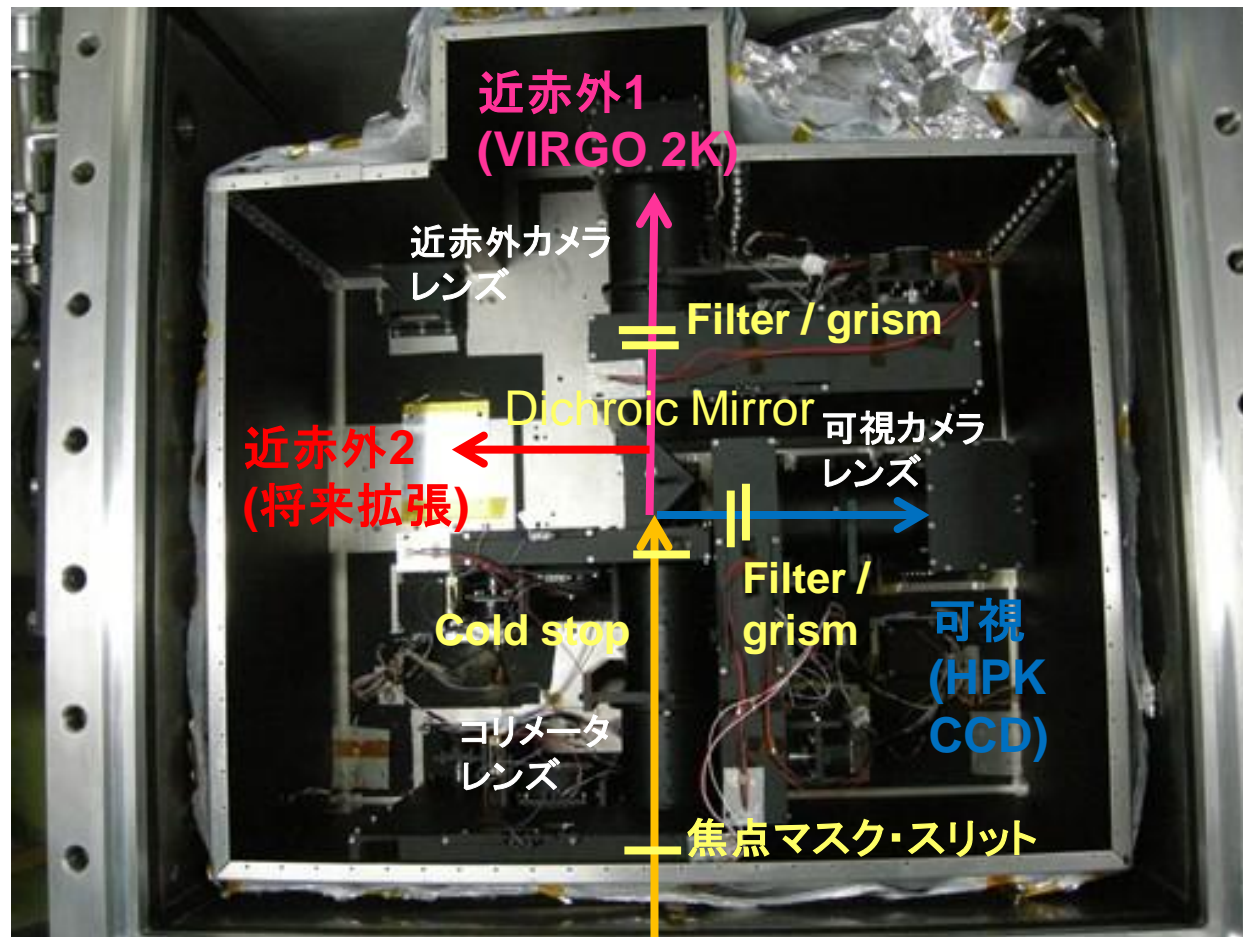
HONIR: 可視近赤外同時撮像・分光・偏光

(=Hiroshima Optical and Near-InfraRed camera; おにーる)

- 可視・**近赤外**2色同時観測
(将来は3色同時機能へ)
- 波長帯：0.5-2.4 μm
- ◆ 可視x1ch、近赤外x1ch
- 撮像：FOV 10' x 10' (0.3"/pix)
- 分光(導入予定): **R~350 + α (高分散、超低分散?)**
- 直線偏光(導入予定): $\Delta p < 0.1\%$
- 2011年10月-翌2月：2色同時撮像モードでの初観測実施
→ 装置性能評価・課題洗い出し・初のサイエンスデータ取得



HONIRの構成



HONIR取得画像例

M42

V/J/Ks



NGC891

J/H/Ks



V/R/I



HONIRの課題と対応



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

- 現在、実験室にて調整中。2012/秋～望遠鏡への再搭載。分光・偏光モード立ち上げ。

HONIR限界等級 (preliminary)

■ 計算値 @ $\Delta m \sim 0.1 \text{ mag}$; $\varphi_{\text{aperture}} = 9''$

Band	T=60sec	T=600sec
V	18.9	20.2
K _s	13.3	15.1

原尾修論(2012)

■ 天体実測例より

◆ 120sec x 5 dither (600sec), $\varphi \sim 4.5''$

K_s: $m_{K_s} = 13.4 \text{ mag} \rightarrow \Delta m_{K_s} \sim 0.08 \text{ mag}$

J: $m_J = 14.7 \text{ mag} \rightarrow \Delta m_{K_s} \sim 0.09 \text{ mag}$

現状では、

K_s $\sim 13.5 \text{ mag}$ ($\Delta m \sim 0.1 \text{ mag}$; 600sec(5 dither))程度か

■ HONIR web Page

◆ <http://hasc.hiroshima-u.ac.jp/instruments/honir/>



The screenshot shows the HONIR website interface. At the top, it says "HONIR: 可視赤外線同時カメラ - Opera". The browser address bar shows "http://hasc.hiroshima-u.ac.jp/instruments/honir/index-j.html". The main content area features a large image of the HONIR instrument, a blue and green camera mounted on a telescope. Text on the page includes "HONIR(おにーる)は、広島大学宇宙科学センター 東広島天文台 かなた望遠鏡用に開発を進めている、可視赤外線同時撮像・分光・偏光観測装置です。" and "2012/7/3: SPIE presentation files (SPIE Astronomical Telescope 8446-270; Sakimoto et al.) are available. [poster(pdf)] [manuscript(pdf)]". A QR code is visible in the bottom right corner of the screenshot.

■ SPIE2012

◆ Sakimoto et al. (2012), Proc SPIE, (paper 8446-270)

An optical and near-infrared multipurpose instrument HONIR

Kiyoshi Sakimoto^a, Hiroshi Akitaya^b, Takuya Yamashita^c, Koji S. Kawabata^b, Hidchiko Nakaya^c, Hisashi Miyamoto^d, Tatsuya Harao^e, Ryosuke Itoh^a, Risako Matsui^a, Yuki Moritani^b, Asami Nakashima^{c,e}, Takashi Ohnogi^{b,a}, Mahito Sasada^f, Katsutoshi Takaki^a, Issei Ueno^g, Takahiro Ui^h, Takeshi Urano^a, and Michitoshi Yoshida^b

^aDepartment of Physical Science, School of Science, Hiroshima University, Kagamiyama 1-2-1, Higashi-Hiroshima 739-8526, JAPAN;

^bHiroshima Astrophysical Science Center, Hiroshima University, Kagamiyama 1-2-1, Higashi-Hiroshima 739-8526, JAPAN;

^cNational Astronomical Observatory of Japan, Osawa 2-21-1, Mitaka, Tokyo 181-8588, JAPAN;

^dMolex Japan Co., Ltd., Fukami-Higashi 1-5-4, Yamato, Kanagawa 242-8585, JAPAN;

^eDepartment of Astronomy, Graduate School of Science, The University of Tokyo, Hongo 7-3-1, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656, JAPAN;

^fDepartment of Astronomy, Kyoto University, Kitashirakawa-Oiwake-cho, Sakyo-ku, Kyoto 606-8502, JAPAN

ABSTRACT

We have developed an optical-infrared instrument HONIR (Hiroshima Optical and Near-Infrared camera) to be attached to the 1.5-m Kanata telescope at Higashi-Hiroshima Observatory, Hiroshima University. HONIR is a three color (one optical and two near-infrared bands among 0.5-2.4 μm) simultaneous imager and spectrograph with a polarimetry function. The field of view of the imaging mode is 10 arcmin square with a spatial sampling of 0".29. Among the planned multipurpose functions, a two color (0.5-1.0 μm and 1.15-2.40 μm) simultaneous imaging function has been installed and operated so far. The remaining functions, spectroscopy and polarimetry, and the second near-infrared band arm, are under development and will be installed in the near future.

Keywords: optical, infrared, imaging, spectroscopy, polarimetry

1. INTRODUCTION

We have developed a new instrument HONIR (Hiroshima Optical and Near-Infrared camera) to be attached on the Kanata telescope at Higashi-Hiroshima Observatory.

The Kanata telescope is a 1.5-m diameter Ritchey-Cretien telescope at Higashi-Hiroshima Observatory managed by Hiroshima Astrophysical Science Center, Hiroshima University. On the telescope, three focal ports, one Cassegrain port and two Nasmyth ports, are available (Table 1). We have operated sophisticated instruments on the telescope: TRISPEC¹ capable of imaging, spectroscopy, and polarimetry, at three bands among optical and near-infrared wavelengths simultaneously, and HOWPE² capable of optical imaging, spectroscopy, and Stokes Q-U simultaneous polarimetry. By use of these instruments, with a tight collaboration with high-energy satellites, we have published many observational results especially on variable objects such as blazars, super novae, and gamma-ray bursts.³⁻⁷

Further author information: (Send correspondence to H. Akitaya)
H. Akitaya : E-mail: akitaya@hiroshima-u.ac.jp, Telephone: +81 82 424 5765, Fax: +81 82 424 5765

かなた望遠鏡 装置の今後



年	2011												2012												2013	
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1-				
HOWPoI (可視)	定常運用																									
高速撮像分光装置	定常運用																									
TRISPEC (可視・近赤)	運用		故障														?		?		?		?		?	
HONIR(可視・近赤)	地上実験						撮像		撮像		地上実験						秋?		撮像・分光・偏光		?					

現在 (vertical dashed red line at 2012.7)

可視観測 (red arrow from 2011.4 to 2013.12)

近赤外観測 (red arrows: 2011.4-5, 2011.11-12, 2012.1-2, 2012.10-12, 2013.1-12)

- **可視** : HOWPoI定常稼働(撮像・分光・偏光)
- **近赤外** : 断続的運用。HONIR立ち上げが鍵。

以降未定
(HONIR長期装着が望ましいが、開発のため断続的な取り外しもありえる)

3. まとめ

■ かなた望遠鏡

- ◆ 望遠鏡は安定稼働
- ◆ オンサイト・観測者の希望による観測実施

■ 観測装置

- ◆ 可視光観測: HOWPOLにより常時可能。
 - 撮像・分光・偏光
- ◆ 近赤外線観測: HONIR装着時に可能。
 - HONIR次回装着は2012年秋～を予定。
 - 撮像: 一定の性能で可能。質の向上は今後の課題。
 - 分光・偏光: 2012年秋から。低分散分光(R~350)、直線偏光観測モード試験運用予定。



広島大学

2012/7/10-11

木曾シュミットシンポ2012



広島大学

資料

2012/7/10-11

木曾シュミットシンポ2012

各種情報

■ 広島大学宇宙科学センター

◆ <http://www.hiroshima-u.ac.jp/hasc/>

■ 東広島天文台スカイモニター・気象モニター

◆ <http://hasc.hiroshima-u.ac.jp/environ/>

■ 各装置比較一覧

◆ <http://hasc.hiroshima-u.ac.jp/instruments/summary.html>

■ HOWPoI

◆ <http://hasc.hiroshima-u.ac.jp/instruments/howpol/>

■ HONIR

◆ <http://hasc.hiroshima-u.ac.jp/instruments/honir/>

TRISPEC: 可視近赤外3色同時撮像・偏光撮像

■ 名大z研による開発

■ 撮像

- ◆ 可視(V; 固定)、IR1(J、H)、IR2(K_s , K, H_2) 3色同時
- ◆ 視野: 7' x 7'
- ◆ 限界等級: 18.5^{mag}(可視)、16.8^{mag}(IR1)、15.1^{mag}(IR2) (10min, 10- σ)

■ 偏光撮像

- ◆ 視野: 7' x 1.7',
- ◆ 限界等級: 14.8~11.4 mag (10min, $\Delta p=0.5\%$)

■ 補足

- ◆ IR1・IR2はunder sampling (1.65"/pixel)
- ◆ 2011/6~故障中



HONIR装置効率評価値

原尾修論(2012)

Band	設計値 (%)	実測値 (%)	
(B)	3.7	3.7±0.9	設計通り
V	16	20.8±1.9	
R	22	19.5±2.0	
I	20	19.7±2.6	
J	14	6.3±1.2	設計の1/2-1/3
H	20	8.6±1.1	
Ks	25	6.2±0.4	

近赤外は、検出器gainの測定値不定性により、
factor~2-3程度効率が高い可能性あり

HONIRバックグラウンド評価値

At $\sec(z) < 1.4$

Band	評価値 (mag/arcsec ²)	比較1 (CFHT)	比較2 (岡山/美星)
(B)	19.5-20.5	22.3	
V	20.5-20.0	21.1	
R	19.0-20.0	20.3	20.0/20.1-20.3
I	18.0-18.5	19.2	
J	14.5-15.5	14.8	
H	12.5-13.5	13.4	
Ks	10.5-11.5	12.6	

評価値：原尾修論(2012)

比較データ：岩田(2001)、“Sky Brightness at Okayama Astrophysical Observatory and Bisei Astronomical Observatory”

2012/7/10-11

木曾シュミットシンポ2012