

チベットロボット三色撮像カメラ（HinOTORI）：最終デザイン

内海 洋輔, 吉田 道利, 川端 弘治 (広島大学宇宙科学センター), 川野元 聡, 成相 恭二, 佐々木 敏由紀, 柳澤 顕史 (国立天文台), 谷津 陽一 (東京工業大学), 姚 永強 (中国国家天文台), 劉 彩品 (中国紫金山天文台), 石橋 遥子 (埼玉大学), 岡本桜子 (中国 KIAA)

近い将来重力波望遠鏡による「検出」が有望視されていて、重力波対応天体の可視光フォローアップ観測観測網構築が望まれている。我々は極東地域での観測ネットワーク強化をめざし、チベットの阿里地区に望遠鏡を設置する HinOTORI (Hiroshima University Operated Tibet Optical Robotic Imager) プロジェクトを推進している。サイトは日本から 60 度程度離れた経度に位置し、標高 5000m を越える。この地に口径 50cm, F/8 の Ritchey-Chretien 型望遠鏡を設置する。コマ収差が除去された RC 系の光学性能を活かし、広視野 (0.4x0.4deg²) を実現する。装置にはダイクロイックミラーを用いた三色同時撮像カメラを取り付けることで、重力波対応天体の高いサーベイ能力を確保する。フィルタシステムは SDSS-u', Rc, Ic を採用する。u'-band の観測は大気の透過率やレンズ硝子材に対する要求が厳しくなる。紫外線の酸素による吸収が少ない超高地の観測サイト、紫外域の透過率が高い合成石英による補正レンズ系、青色に感度が高い検出器を採用することで、u'-band の観測も可能にする。2013 年秋季年会で発表したデザインは補正レンズ系に全波長共通の大型のレンズ 2 枚と、ダイクロイックミラーで各チャンネルに分けたビーム中に設置する補正レンズ 1 枚の 3 枚の組み合わせを採用していた。検討を進めた結果、ダイクロイックミラーの後段に 2 枚の補正レンズを配置しても視野面で良質な像が確保できることが明らかになり、さらに補正レンズをビームごとに配置することで AR コートの波長域を限定し、光学素子を小型化することができた。本講演では本プロジェクトの進捗状況について報告する。

1. 望遠鏡

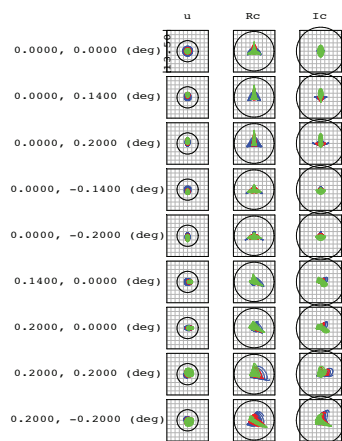
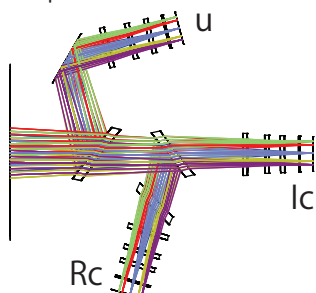
補正系なしでコマフリー光学系 (RC)



System	Ritchey-Chretien
Diameter	510mm
Focus	4080mm (F/8.16)
Backfocus	465mm (Special order)
Manufacture	Alluna Optics

2. 補正光学 + 波長分割系

視野全面 (0.56 度²) に渡り、
CCD px サイズ以下の結像性能を達成



Surface: IMA

- (1) 三色同時撮像ロボット望遠鏡では珍しい u-band. DM 一面目で反射し、補正系に石英を使うことで透過効率を維持する。
- (2) DM による折り曲げ角を 45 度から 37.5 度
- (3) DM による波長分割の前に補正系を配置せず、分割後に補正系を配置。(小型化・波長限定化)
- (4) DM 奇数回透過チャンネル (Rc) は DM による非対称な収差が目立つので補償レンズの導入
- (5) MITSuME よりも 2 倍解像度が高い

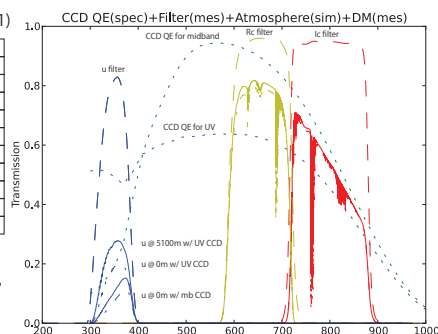
3. 検出器とフィルタシステム

可視域・紫外域にそれぞれ専用 CCD

Apogee ALTAU42 (Midband2; Bluex1)

CCD	EVV CCD42-40
Array Size (pixels)	2048 x 2048
Pixel Size	13.5 x 13.5 microns
Imaging Area	27.6 x 27.6mm (764mm ²)
Imaging Diagonal	39.1mm
Video Imager Size	2.44"
Linear Full Well (typical)	100K electrons
Dynamic Range	82dB
QE at 400nm	52%(MB); 75%(BB)
Peak QE(550nm)	>90%
Anti-blooming	none

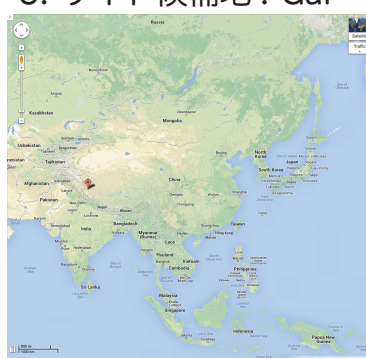
紫外域では専用 CCD のおかげで 2 倍、
高地による大気透過率の向上で 1.4 倍、
結果的に 3 倍程度の効率向上



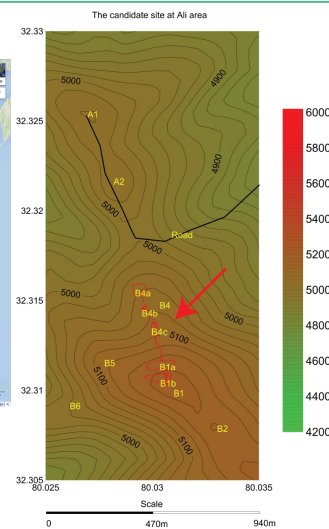
4. 赤道儀

東工大 MITSuME と同じ昭和機械製赤道儀を採用
実績のある制御ソフトウェアを利用し、工期の短縮を図る。
埼玉大学昭和機械製赤道儀 を利用して性能評価をした。

5. サイト候補地: Gar



Latitude	32.31373deg
Longitude	80.030018deg
Altitude	5130m
Electricity	Solar Power
Internet	Optical fibre



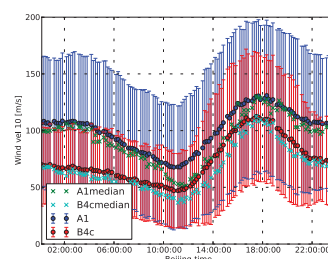
Ngari Kunsha Airport (阿里昆莎; 4274m) 空港から 30 分,
近隣の街 (獅泉河鎮; 4255m) から 30 分の好立地

6. サイト調査現状

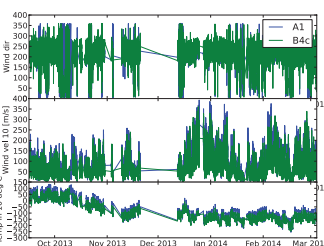
現在開発が進んでいる A1 サイトは強風が指摘されている (佐々木ら)。
現地調査の結果弱風域を見つけ、観測を続けている。



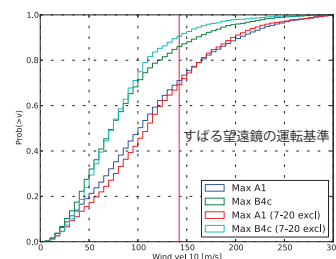
A1 に設置した気象観測システム



風速の日変化
昼過ぎから夕方までの風が強い



2013 年秋からの測定状況



風速積分確率
候補地 B4c の夜間は 90% 程度

7. まとめ

HinOTORI プロジェクトは中国チベットに望遠鏡を作る計画である。
経度 80 度の地域にはロボット望遠鏡がなく、地上時間変動天体観測網を構築する上で重要である。
コストの観点も含めたデザインはほぼ終了し、補正レンズ系と装置筐体以外は 2013 年度中に納品される予定である。
建設にあたり現地の最適地点を探しているが、気象観測の結果 B4c が有力である。これは継続した調査が重要である。

2015 年度現地建設を目指し、現地調整を進めながら計画を推進している。