

チベットロボット三色撮像カメラ（HinOTORI）：仕様評価

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), 姚 永強, Wang Hongshuai (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), 谷津 陽一, 齊藤 嘉彦 (東京工業大学)

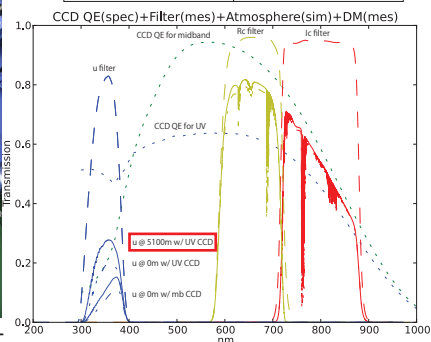
近年発見が期待される重力波源の正体を探るために、対応天体の可視光フォローアップ観測網構築が望まれている。我々は極東地域での観測ネットワーク強化をめざし、日本から経度 60 度離れた中国西部チベット阿里地区に 50cm 望遠鏡と SDSS u, Cousins-Rc, Ic バンドを有する三色同時撮像カメラを設置する HinOTORI (Hiroshima University Operated Tibet Optical Robotic Imager) プロジェクトを推進している。これまでにデザインが終了し、ダイクロイックミラーで分割した三色のすべてのチャンネルで広視野 (0.4 × 0.4deg²) にわたり CCD ピクセルサイズ (0.7arcsec) 以下の結像性能を達成できる見込みである。製作が進み、望遠鏡・赤道儀・カメラ光学系・カメラ筐体・CCD について組立て・納入が完了している。望遠鏡は RC タイプの市販品をベースにして、観測装置設置スペースを確保するためにバックフォーカスを 100mm 伸ばして 460mm にした特注品である。これを広島大学が望遠鏡に同架して試験観測を実施し、実際の星像を使つての仕様確認及び性能評価を進めている。2013 年 9 月より現地の気象観測も進めており、環境条件についてもはっきりとわかって来た。冬季夜間は気温が -25 度程度まで下がることが明らかになった。このような低温環境下でも赤道儀等の駆動系が正しく動作するかを確かめるために、制御系およびモーター部の恒温槽を使った動作試験も実施して、種々の問題が判明して来た。2014 年度末出荷を目指し対策を進めている現状を報告する。

1. 仕様

望遠鏡は補正系なしでも球面・コマ収差フリー光学系 ↓望遠鏡仕様概略



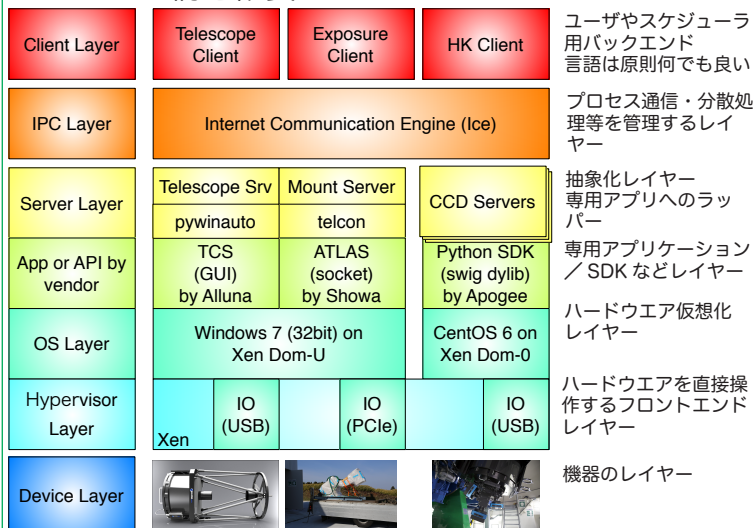
System	Ritchey-Chretien
Diameter	510mm
Focus	4080mm (F/8.16)
Backfocus	460mm
Manufacture	Alluna Optics



↑ 1.5m かなた望遠鏡に同架した 50cm HinOTORI 望遠鏡

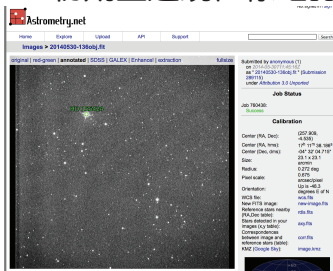
↑ 感度特性、u-band は地上で通常 CCD を使った場合に比べ 3 倍の透過率を見込む

2. ソフト構造概要



- * 現在は MountServer をかなた架台用に合わせて実験を続けている。
- * Inter-process Communication (IPC) は Subaru/HSC, FMOS で使われている Internet Communication Engine (ZeroC 社製) を採用
- * 架台制御には東工大 MITuME で開発された telcon. その他は独自実装。
- * メンテナンス性向上のため、すべて一台の Xen マシン上に実装 (故障時はハードディスクを一台交換すれば良い)
- * GUI を介さない通信のために TCS のプロトコルを解析中

3. 初期望遠鏡仕様確認試験：合格



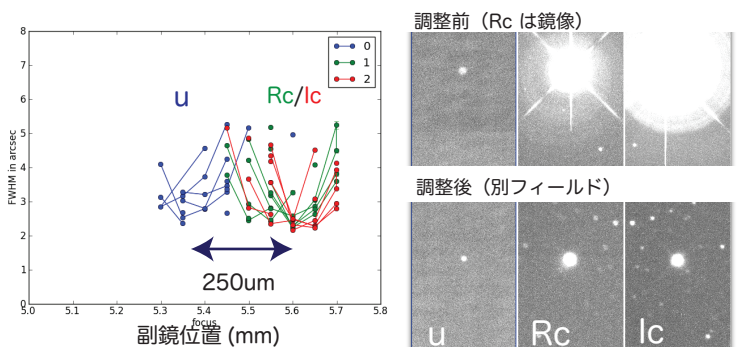
- * バックフォーカス測定
三色撮像装置をつけずに直力セグレン焦点で結像・撮像
特注仕様通り 460mm 程度を確認
- * ピクセルスケールの測定
WCS (World Coordinate System) を貼付けて測定 (副鏡 z=2.5mm)
0.6756(+/-)0.0002arcsec/px
~f=4122mm (13.5um/px)
副鏡 z=7.5mm のとき f=4080mm

4. 低温試験：環境条件の確認 (仕様外)



- * NAOJ/ATC 恒温槽で冷凍試験を実施
制御器、パソコン、モーターなどを低温下 (最低 -30 度) で動作させた。
- * 想定される最低気温 (-25 度) では使用しているステッピングモーターが駆動しなかった。
- * グリッス入れ替え再試験 → ok
- * **機械系内部で使われているグリースを低温対応のものに変更する予定**

5. 3 光路フォーカス調整：調整中



- * 副鏡駆動範囲 (0.00mm~10.16mm) 内の 5.6mm 前後で結像 (ほぼ中心)
- * u 光路が他の Rc/Ic に対して相対フォーカスズレ (左図・右上図)
- * ズレ量は副鏡位置で 250um 程度である。原因は調査中。
- * 副鏡位置ズレ dz と焦点位置ズレ df の関係は
 $df/dz = 1 + (F_{total}/F_{primary})^2 = 8.4$
なので Rc/Ic に 2mm 程度のシムを入れる必要があった。
- * Ic に 2mm シムを入れた → u/Ic は on-focus, Rc は off-focus. (右下図)
- * 今後安定した天候下で調整量を決める。
- * 広島市の天気
6 月から曇天が続き、7 月の三色カメラ設置後はほとんどドームを開けることができなかったため、良好な試験データを取得する機会がなかった。

7. まとめ

HinOTORI プロジェクトは中国チベットにロボット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、重力波対応天体などの時間変動天体観測網を構築する上で重要である。必要な光学系・装置系については納品が完了した。制御ソフトウェアを構築し、実物を用いた制御試験、性能試験を実施している。これまでのところ仕様で定めた点については仕様通りであることを確認し、仕様で定められなかった点についても解決策が見出だせている。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。プロジェクトページ: <http://hinotori.hiroshima-u.ac.jp> レポジトリ: <https://github.com/youtsumi/HinOTORI> 新学術領域研究・計画研究 A02 「天体重力波の光学赤外線対応現象の探索」にサポートされている: <http://jgem.hiroshima-u.ac.jp>

