

可視3色同時広視野 カメラの開発

京都大学 M2 円尾芽衣
共同研究者 栗田光樹夫、木野勝

2020/12/1

せいめい望遠鏡と姉妹望遠鏡



赤道

9.6° S, 123.79°E

標高1,281m

Sky: 22.2mag/arcsec²

Seeing: 0".87-1".65

(median 0".93)

晴天率: 60%以上

- 口径3.8m 東アジア最大の光赤外望遠鏡
- インドネシアに姉妹望遠鏡を建設中
→南からも突発天体が観測可能

研究内容：インドネシア用の多色同時カメラの開発

多色同時カメラで狙えるサイエンス

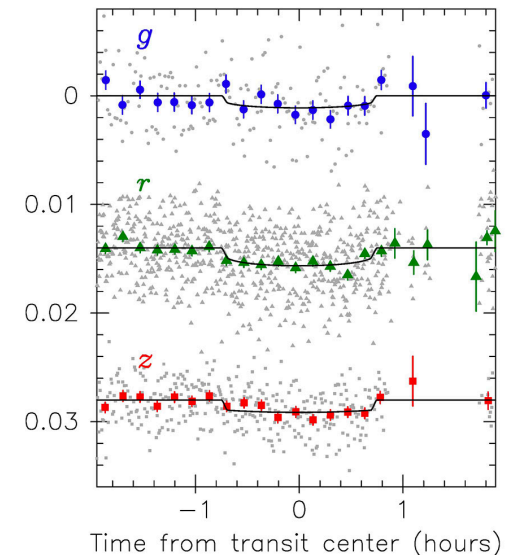
- トランジット惑星の相対測光観測
- 突発天体のフォローアップ観測

利点

- 複数波長を観測することで、温度や強度がわかる
- 同時に観測することで、光度変化を正確に測定できる

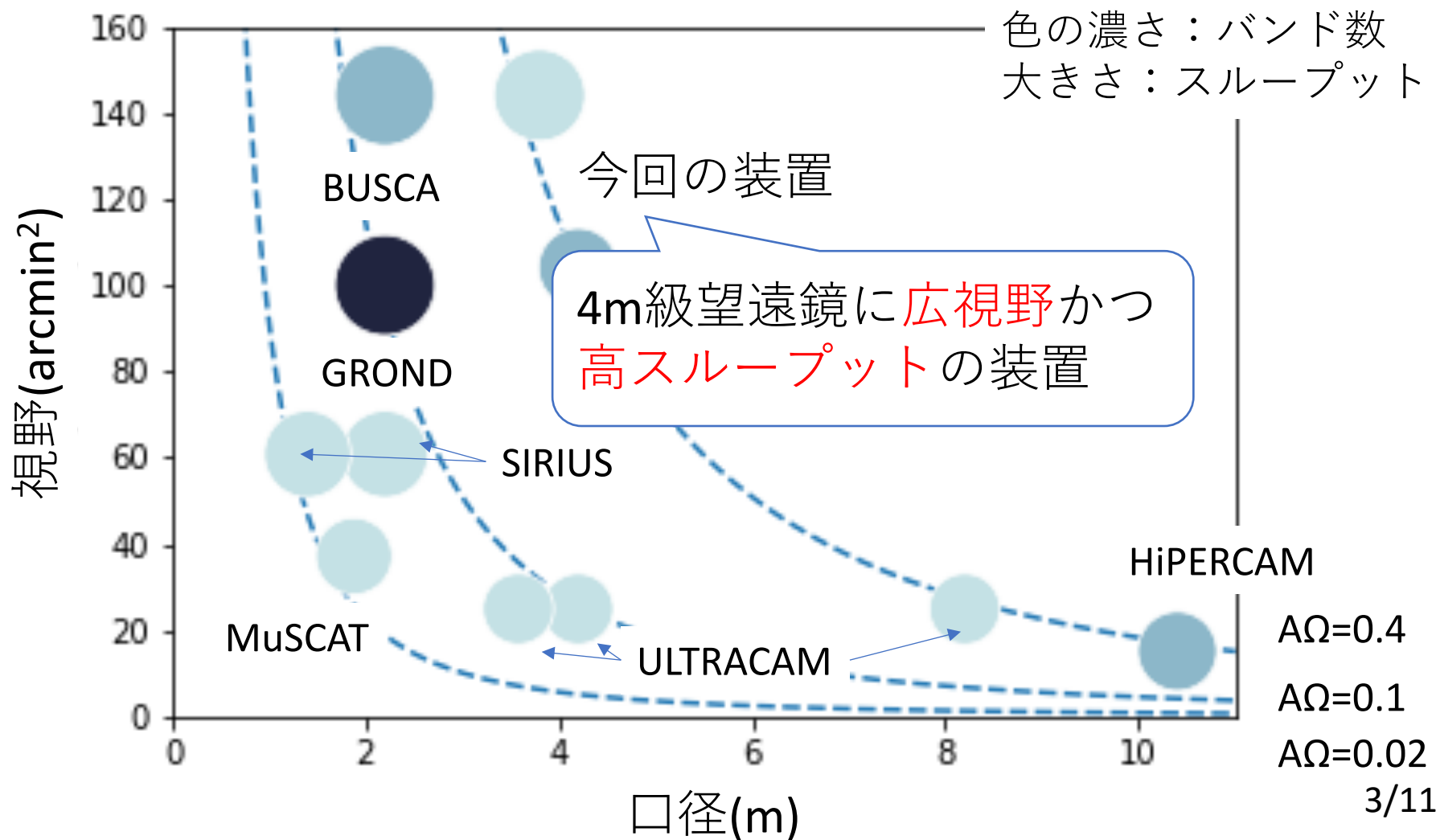
適切な比較星を視野内に入れる必要

→ 広視野、高スループットの
多色同時カメラの開発



K2-151b惑星の
トランジット観測
(Hirano, et al. 2018)

世界の主な多色同時カメラ



要求性能

結像性能	0.8 arcsec (EE > 80%)
CCD	E2V 42-40 3台
フォーマット サイズ	2048 × 2048 pixel ²
F値変換	F/6.0 → F/2.0
ピクセル スケール	0.36 arcsec/pix
視野	12 × 12 arcmin ²
波長	Pan-STARRSの g, r, i バンド
スループット	>62%(g), >73%(r), >57%(i)
ケラレ	なし

広視野

- 大きいピクセルサイズ
- 明るいF値

高スループット

- レンズ枚数を7枚に減らす
- レンズの枚数を減らしたことで生ずる収差を打ち消すために副鏡を15mm遠ざけた

光路図

コリメータ系レンズ3枚
+各カメラレンズ4枚
+ダイクロイックミラー1or2枚
+フィルタ+CCD窓
=計10枚or11枚/バンド

ダイクロイックミラー
：光を透過光と反射光に分離

g バンド
(4枚)

コリメータ系
(3枚)

r バンド
(4枚)

i バンド
(4枚)

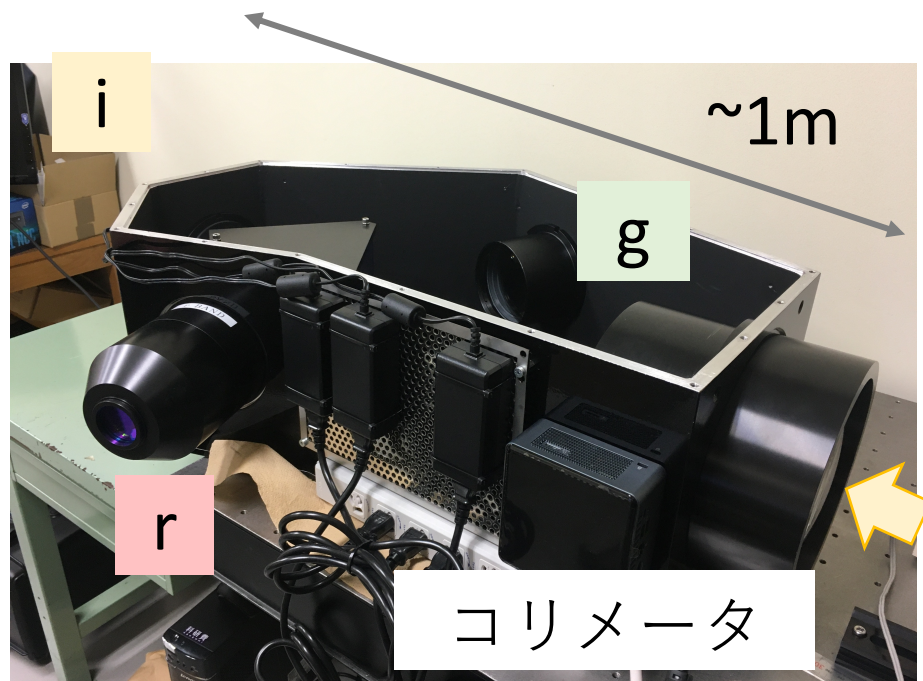
副鏡を移動した
望遠鏡焦点面

974mm

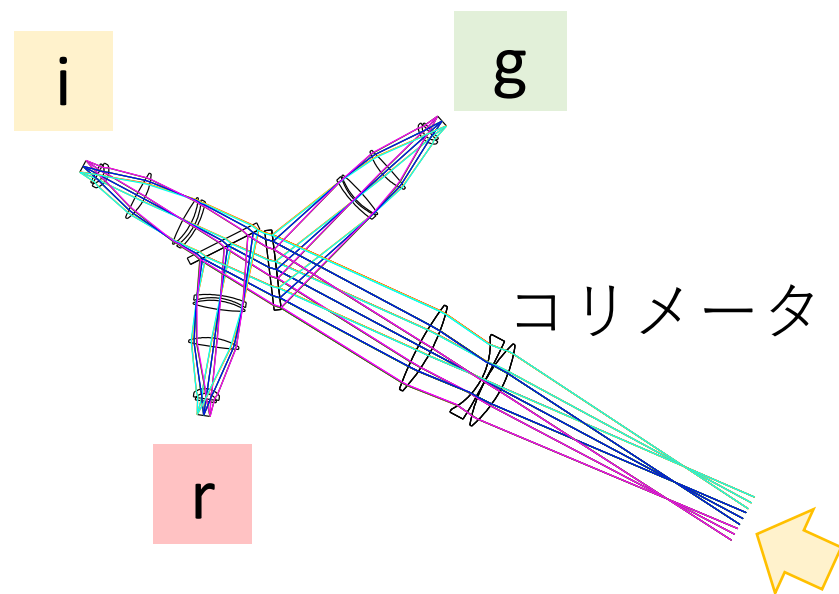
仕様

	要求性能	最終設計仕様
結像性能	0.8 arcsec (EE > 80%)	0.8 arcsec (EE > 73%)
CCD	E2V 42-40 3台	E2V 42-40 3台
フォーマット サイズ	2048 × 2048 pixel ²	2048 × 2048 pixel ²
F値変換	F/6.0 → F/2.0	F/6.0 → F/2.0
ピクセル スケール	0.36 arcsec/pix	0.36 arcsec/pix
視野	12 x 12 arcmin ²	12 x 12 arcmin ²
波長	Pan-STARRSの g, r, i バンド	Pan-STARRSの g, r, i バンド
スループット	>62%(g), >73%(r), >57%(i)	65%(g), 79%(r), 61%(i)
ケラレ	なし	なし

組立後の装置

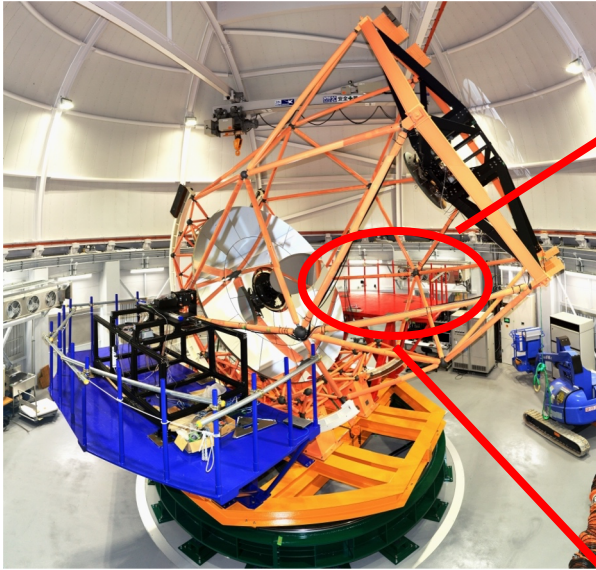


装置の写真

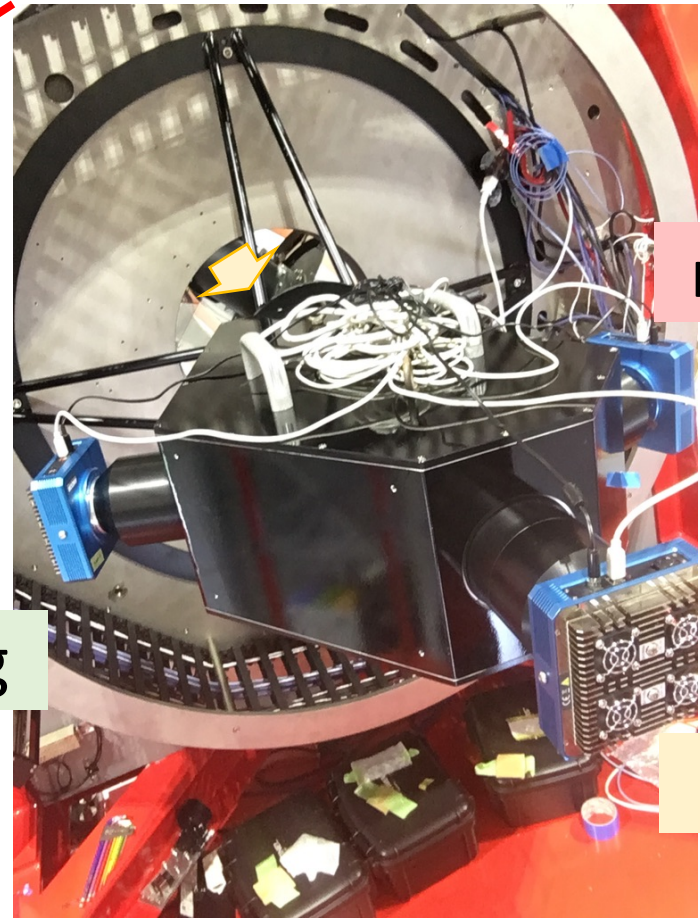


光路図

せいめい望遠鏡に搭載後の装置



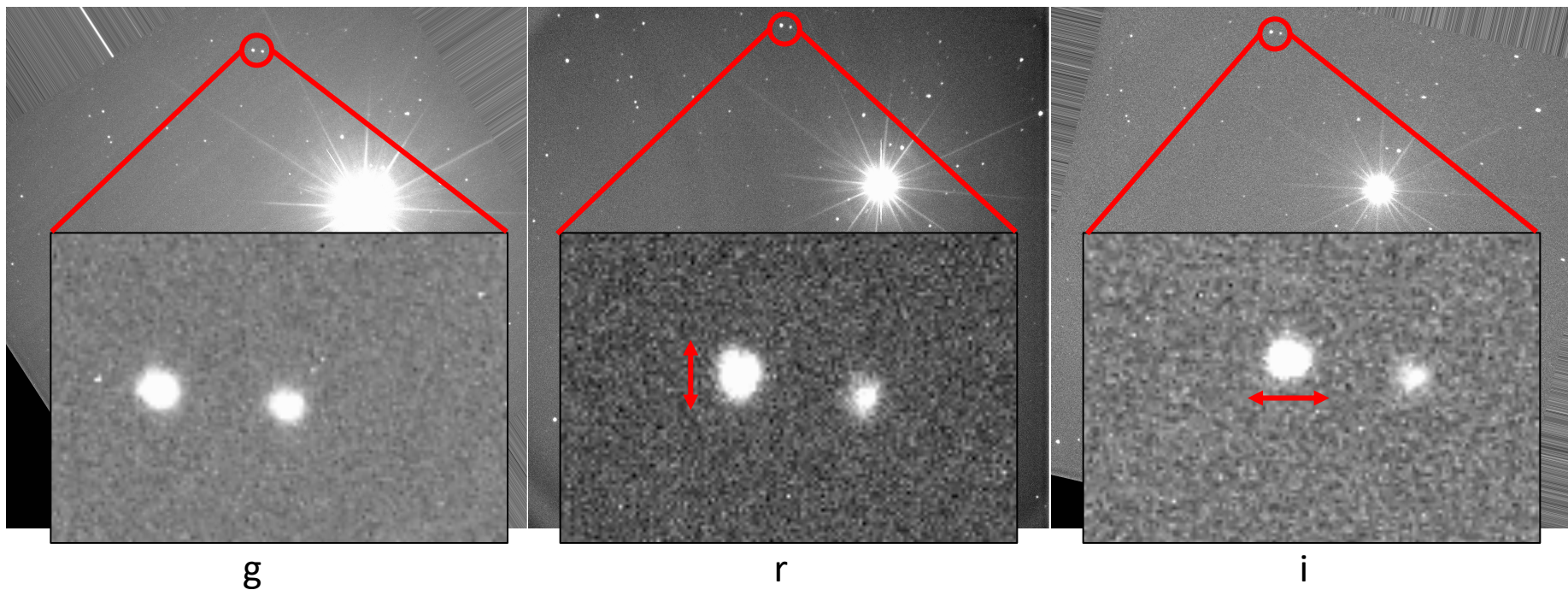
せいめい望遠鏡



装置の写真

エンジニアリングFL (2020/08/11)

Delta Cyg

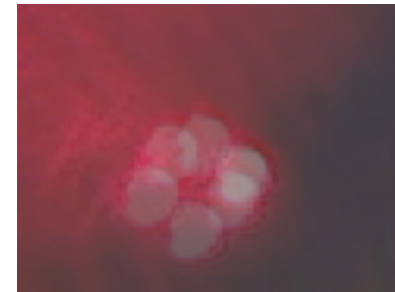
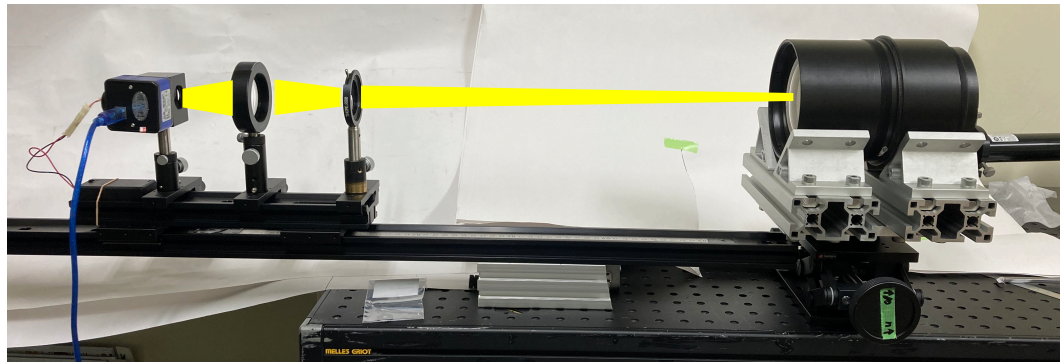
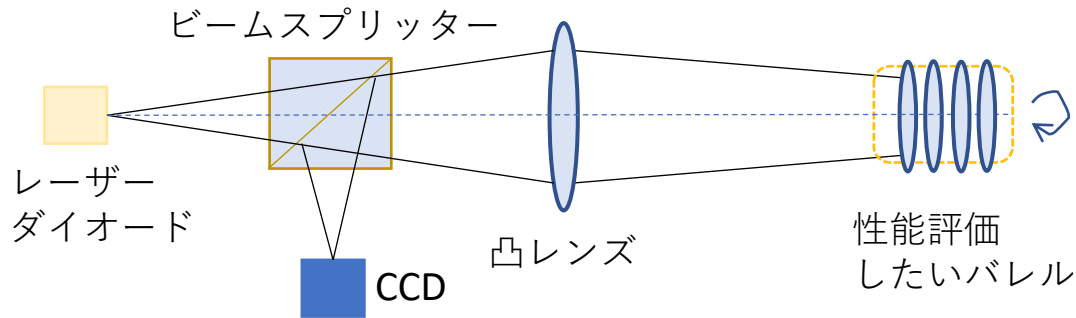


視野回転補正

5秒積分で最小FWHM：1."9

r, iバンド上部に非点収差のような星像が見られる

レーザー光によるアライメント評価



- 適切な位置においたバレルを回転させて、レンズを反射したレーザー光がCCD上で描く点像の軌道の大きさからバレル内のレンズのずれ量を測定する
- 許容誤差より大きい場合、光学素子を調整する

まとめと今後

- まとめ
 - インドネシア用の可視光3色同時カメラの開発
 - 4m 望遠鏡での広視野、高スループットが特徴
 - 設計と組立は完了
 - せいめい望遠鏡でのエンジニアリングFLを取得
 - 現在は性能評価の実験中
- 今後
 - 室内実験で性能評価を完了する
 - せいめい望遠鏡で性能を最終評価
 - インドネシア望遠鏡での運用