

# 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

2020/08/18

# せいめい望遠鏡と姉妹望遠鏡



- 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

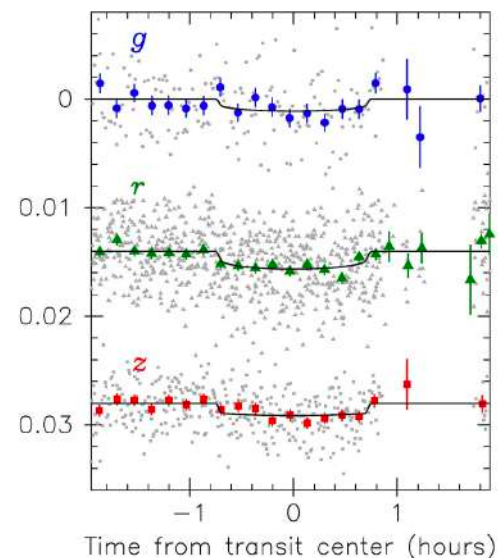
- トランジット惑星の相対測光観測
- 突発天体のフォローアップ観測

## 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

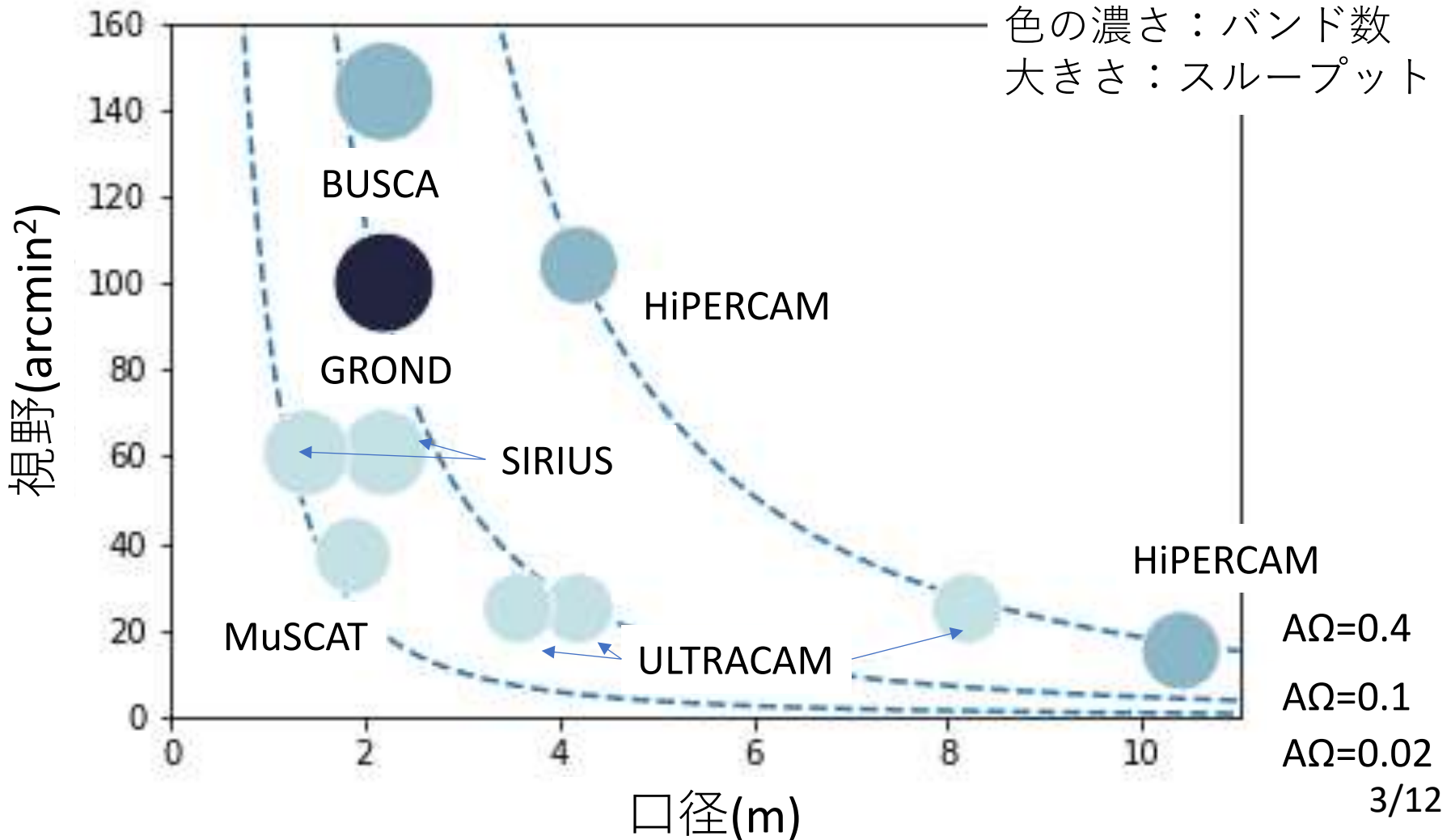
適切な比較星を視野内に入れる必要

→**広視野、高スループット**の  
多色同時カメラの開発

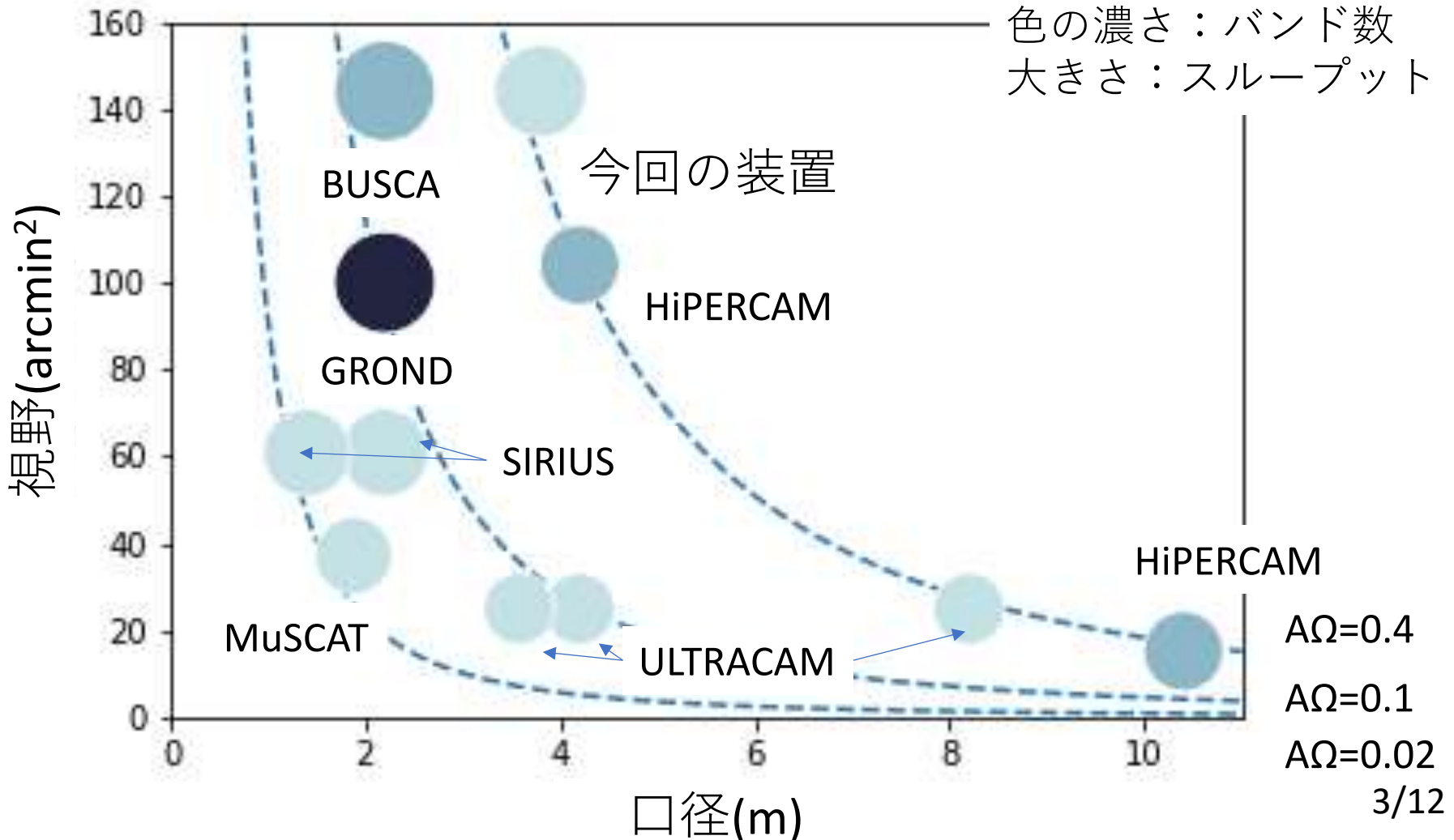


K2-151b惑星の  
トランジット観測  
(Hirano, et al. 2018)

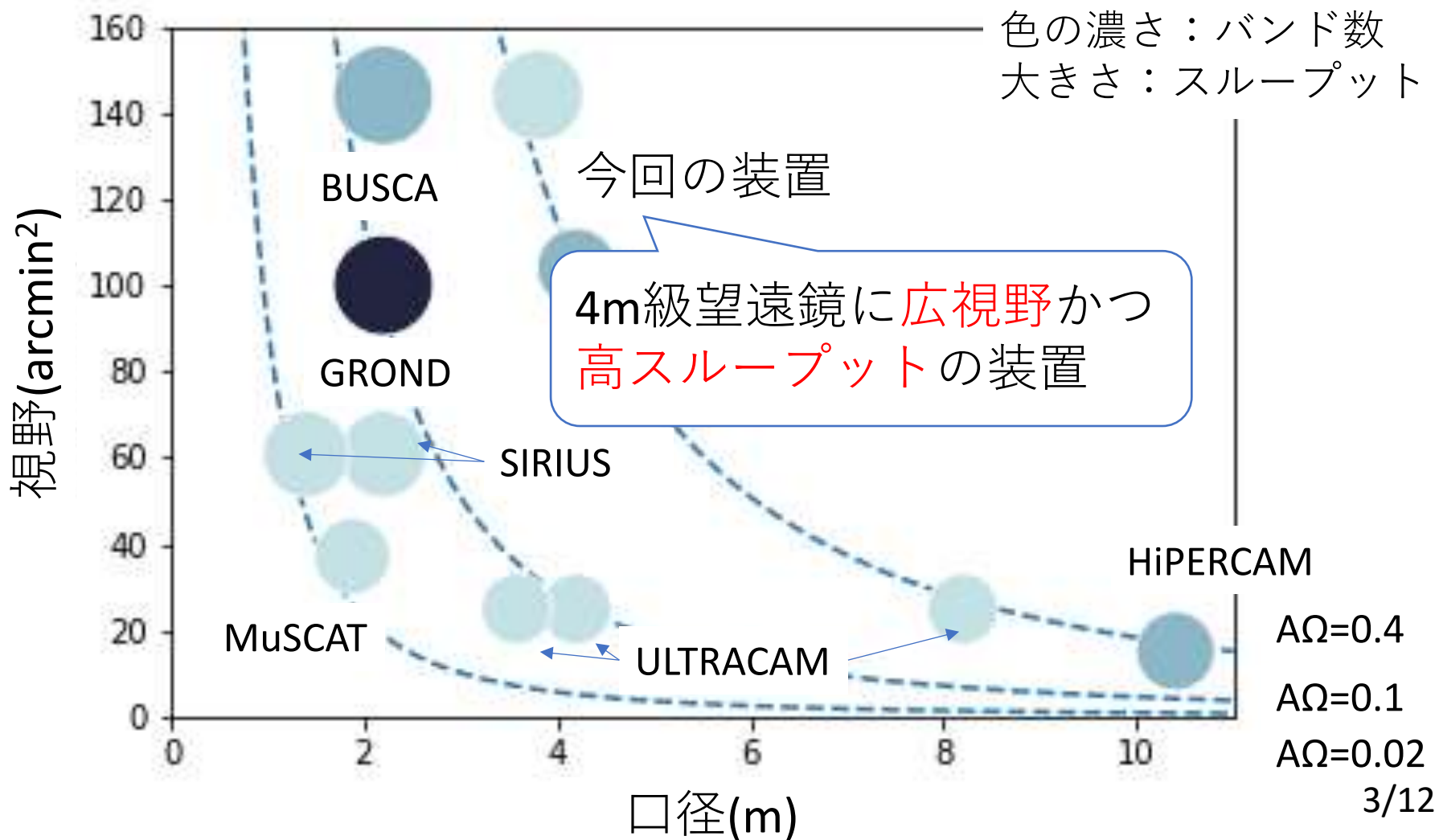
# 世界の主な多色同時カメラ



# 世界の主な多色同時カメラ



# 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 <sup>2</sup>
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 <sup>2</sup>
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

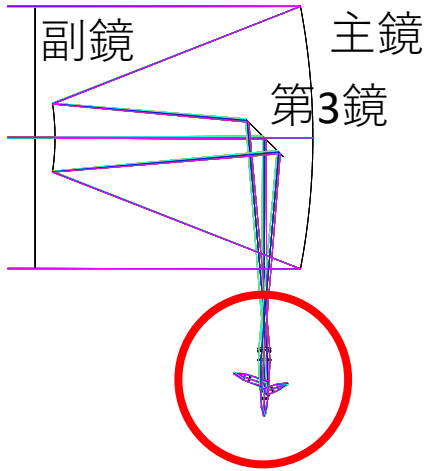
- 大きいピクセルサイズ
- 明るいF値

## 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

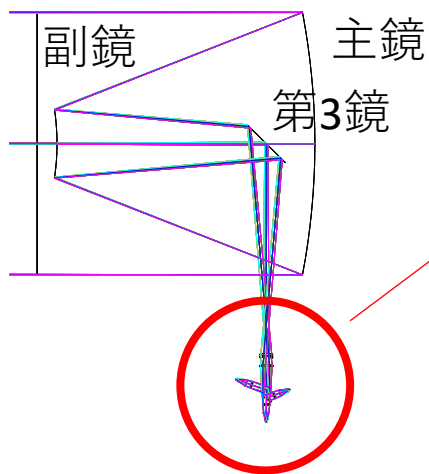
# 光路圖

---





# 光路図



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)

コーリメータ系  
(3枚)

rバンド  
(4枚)

iバンド  
(4枚)

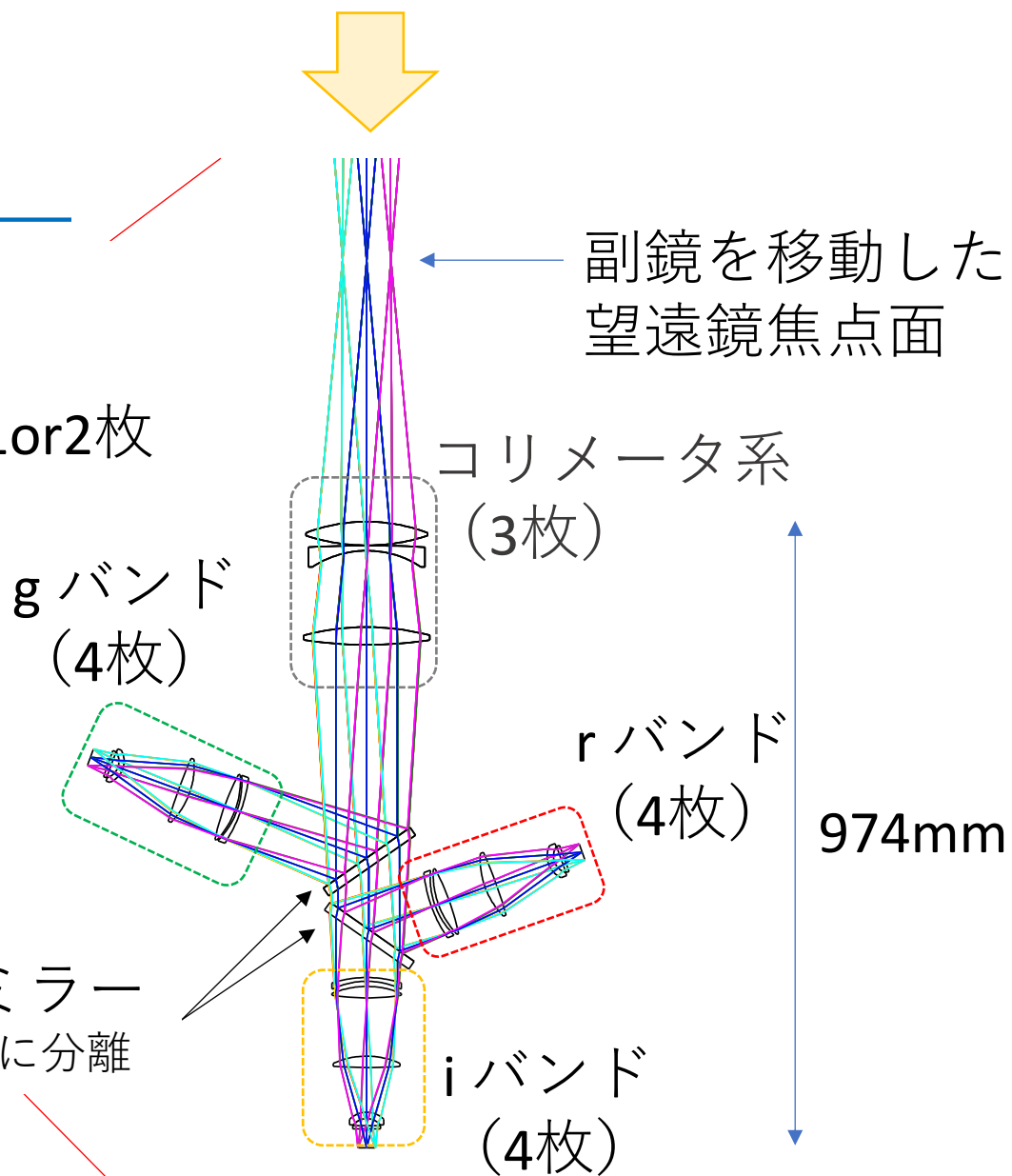
974mm

副鏡を移動した  
望遠鏡焦点面

# 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

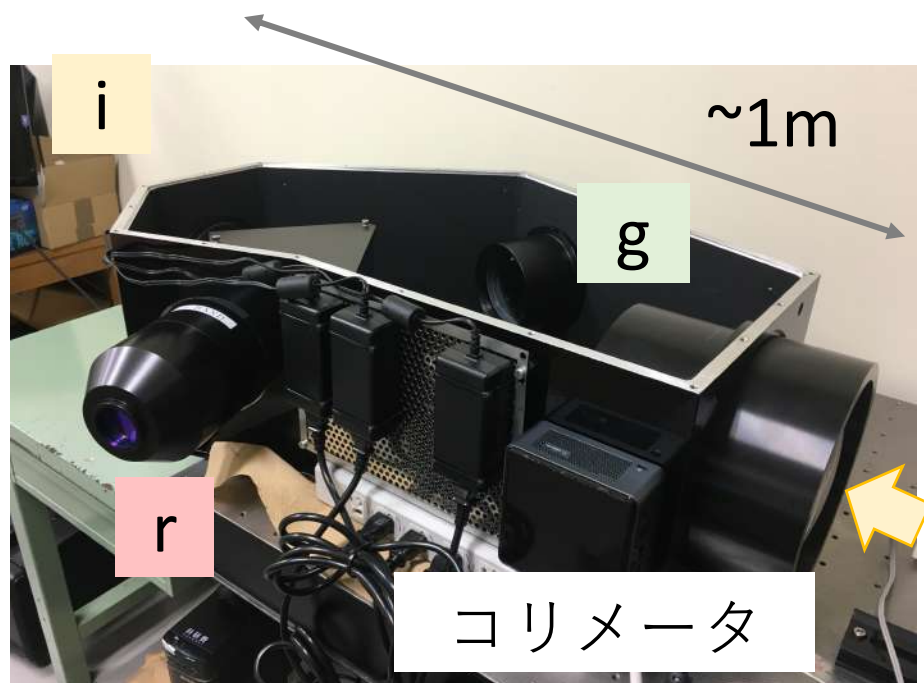
ダイクロイックミラー  
：光を透過光と反射光に分離



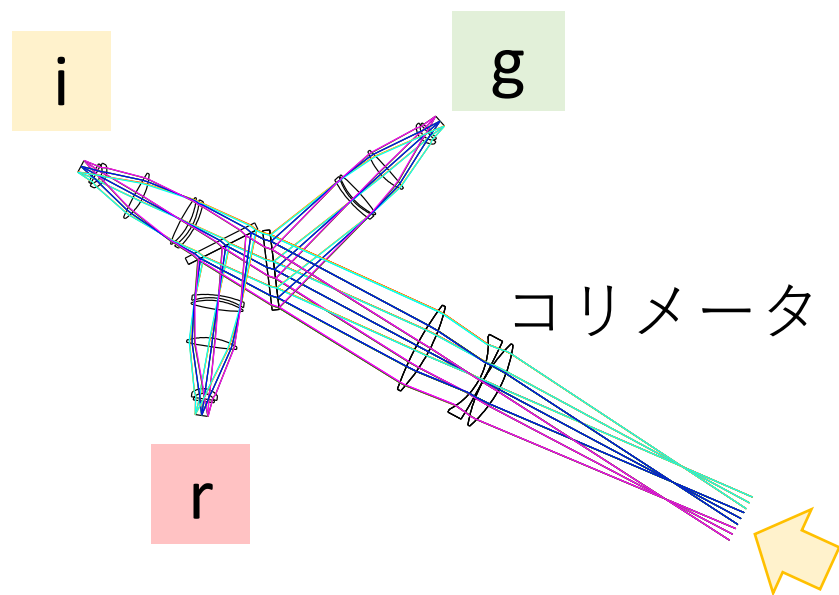
# 仕様

	要求性能	最終設計仕様
結像性能	0.8 arcsec (EE > 80%)	0.8 arcsec (EE > <b>73%</b> )
CCD	E2V 42-40 3台	E2V 42-40 3台
フォーマット サイズ	2048 × 2048 pixel <sup>2</sup>	2048 × 2048 pixel <sup>2</sup>
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 <sup>2</sup>	12 x 12 arcmin <sup>2</sup>
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)	<b>65%</b> (g), <b>79%</b> (r), <b>61%</b> (i)
ケラレ	なし	なし

# 組立後の装置

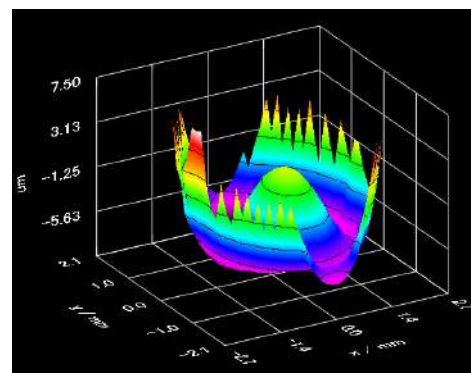
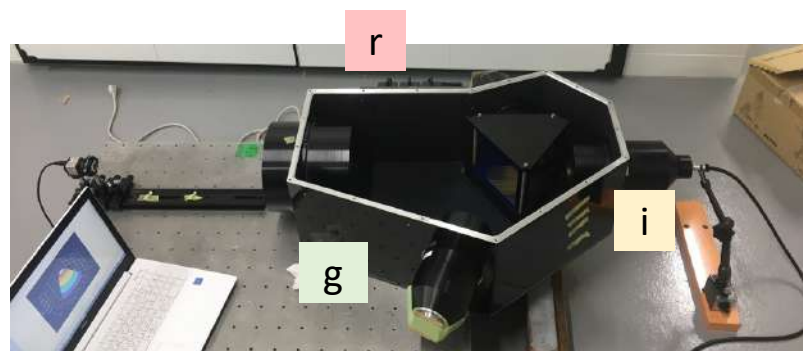
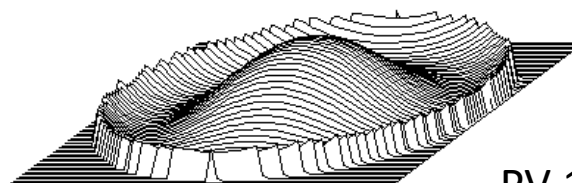
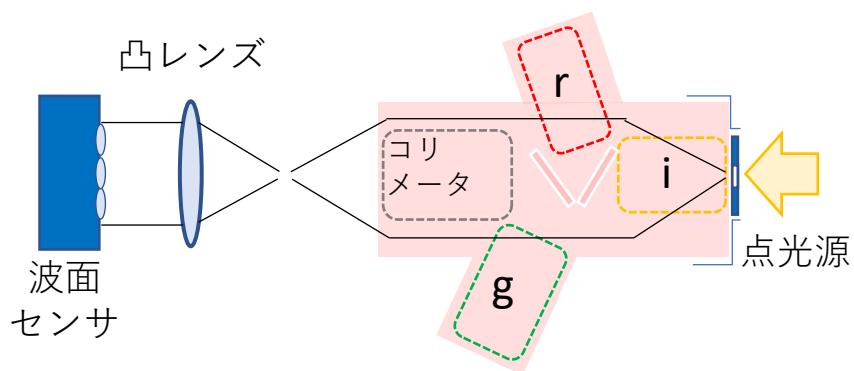


装置の写真



光路図

# 評価方法・結果



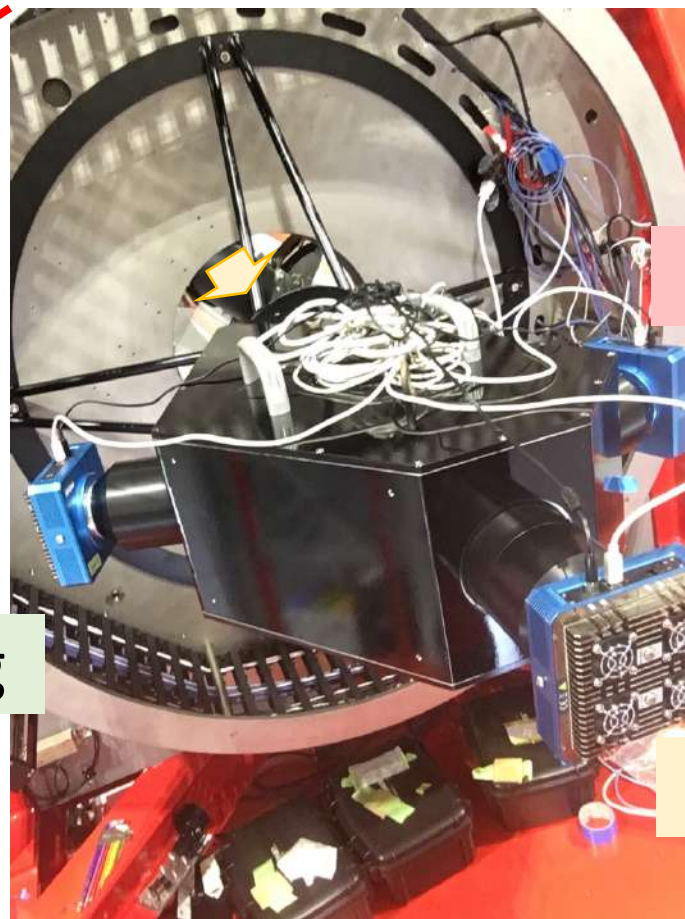
上：理想波面、下：測定波面

- 測定波面と理想波面のゼルニケ係数の差を測定する
- 許容誤差より大きい場合、光学素子を調整する

# 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



g

r

i

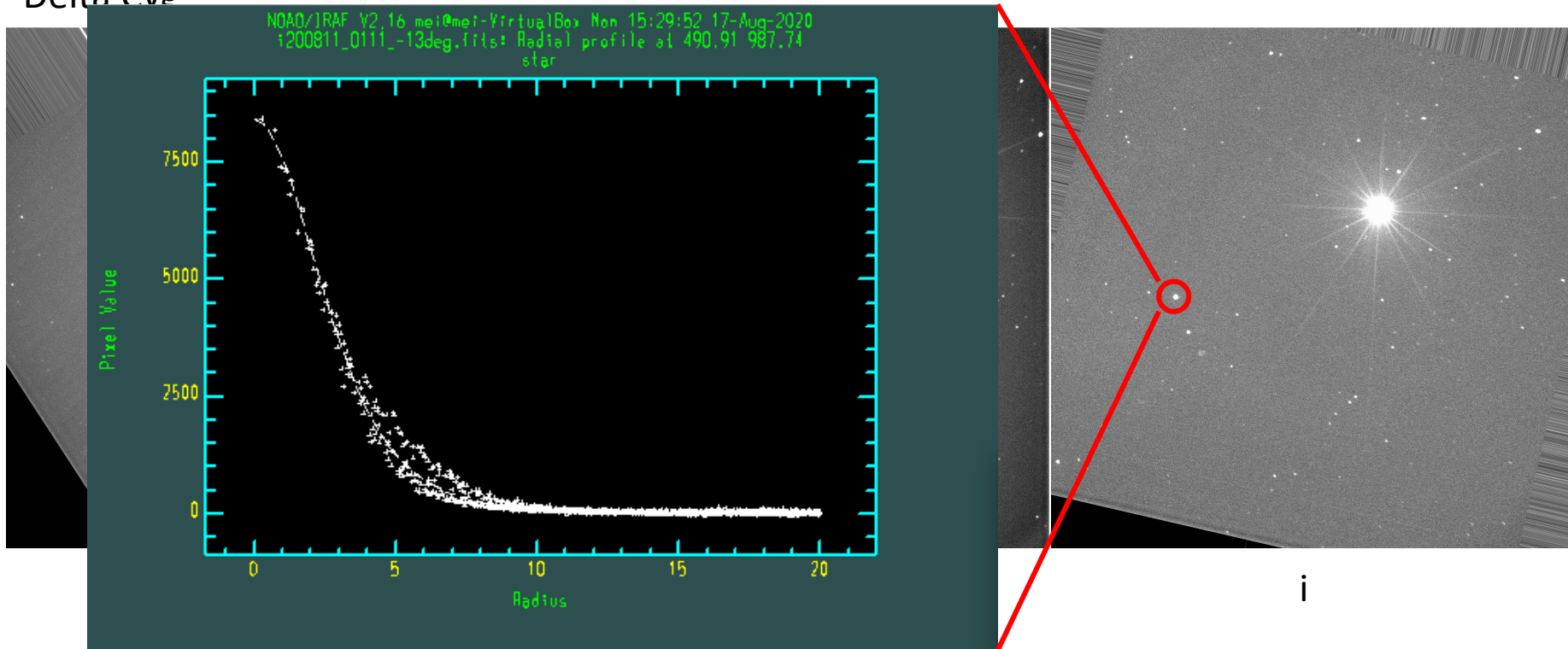
視野回転補正

5秒積分で最小FWHM：1."9

r, iバンド右上に非点収差のような星像が見られる

# エンジニアリングFL (2020/08/11)

Delta Cvr



視野回転補正

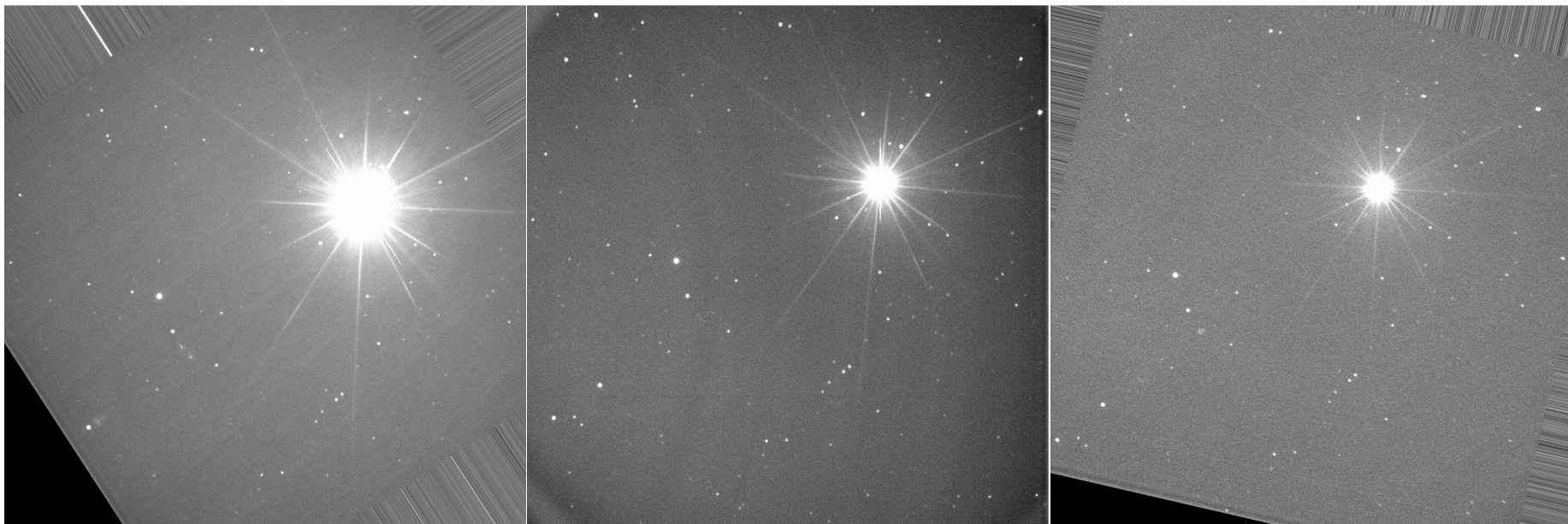
5秒積分でFWHM：1."9

r, iバンド右上に非点収差のような星像が見られる



# エンジニアリングFL (2020/08/11)

Delta Cyg



g

r

i

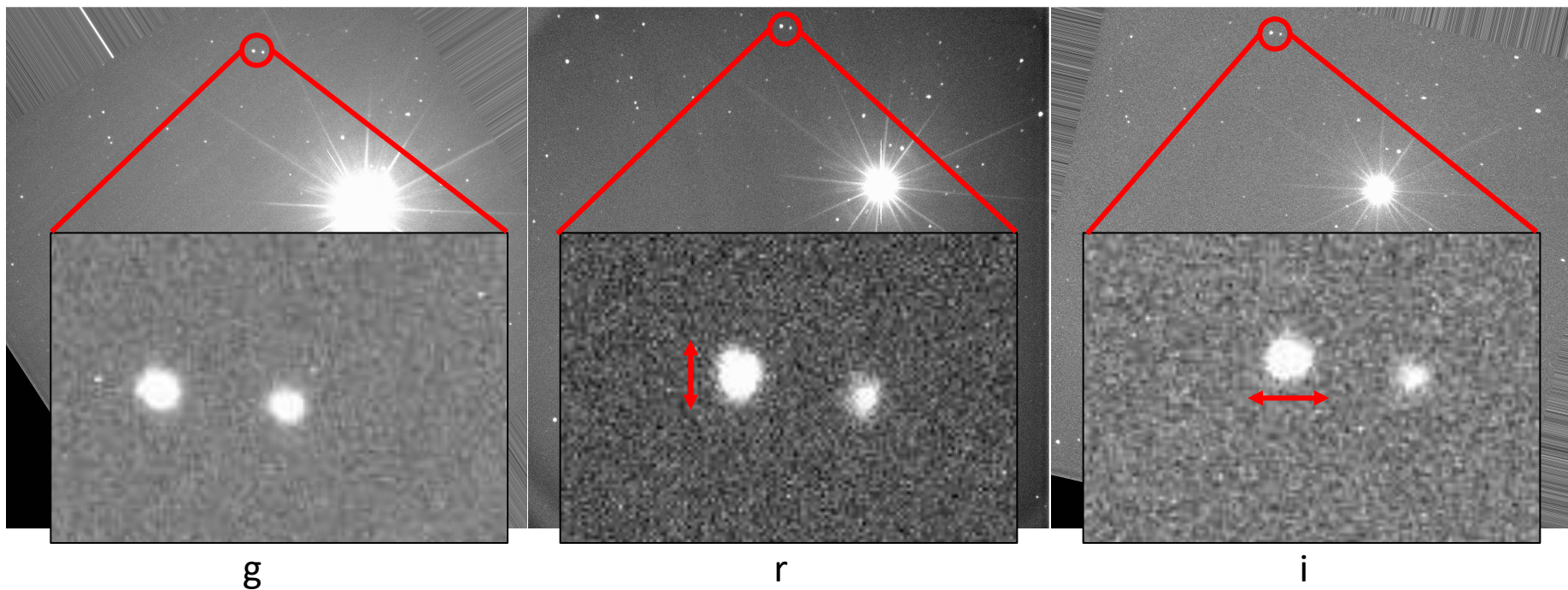
視野回転補正

5秒積分で最小FWHM：1."9

r, iバンド右上に非点収差のような星像が見られる

# 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

# 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
  - 性能評価の実験データを取得
  - 現在はせいめい望遠鏡で性能を評価中
- 今後
  - 室内実験で性能を高める
  - 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