

# セグメント主鏡の光学調整と制御

木野 勝 (京都大学)



## セグメント鏡

分割数 : 6+12  
大きさ : 対角~1.2 m  
重さ : 約70 kg



**設置精度 : rms  $\leq$  50 nm**

## 外乱

架台の重力変形・熱変形  
: ~100  $\mu$ m 変動は遅い

風圧 : 300 nm @1 Hz  
10 nm @10 Hz

**鏡の段差・傾きをリアルタイムに計測して補正**

## 光学的な位置決定

- 運用前の初期設定 (1~2回/夜)
- 観測時には退避

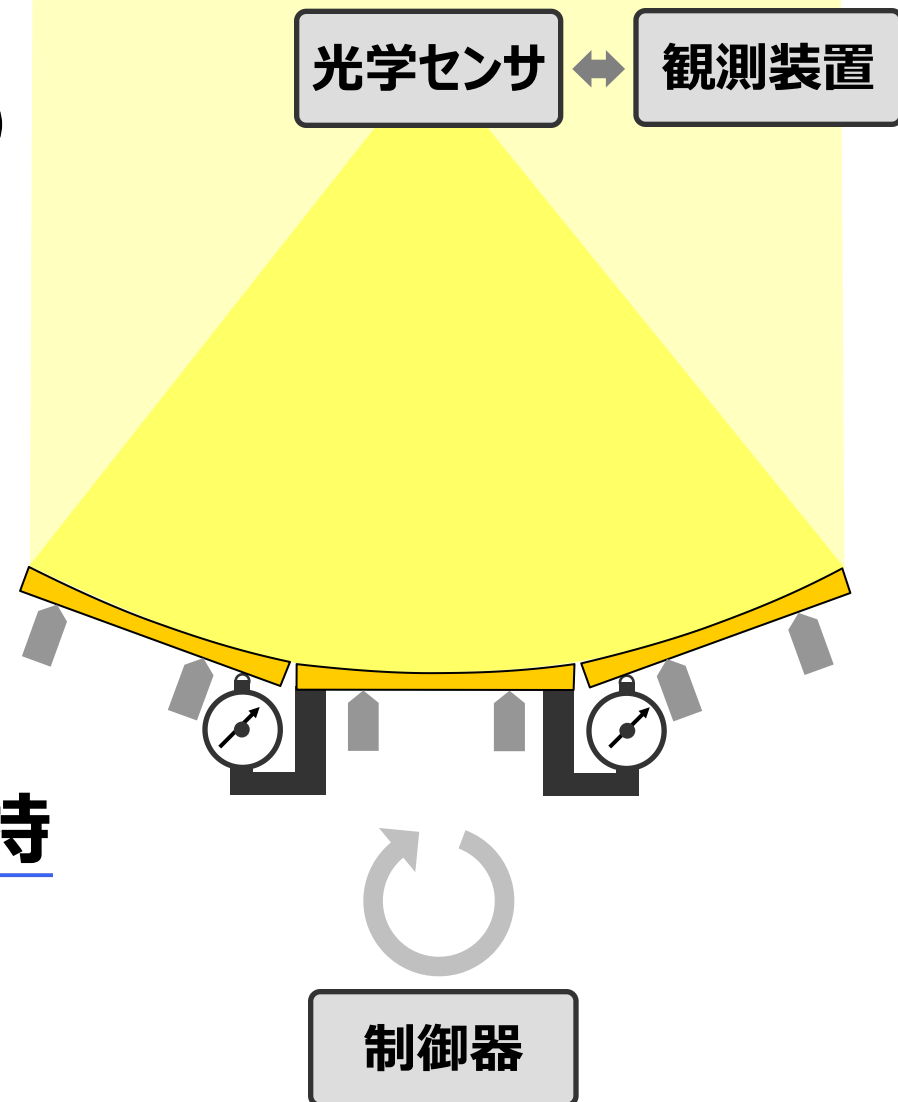
### 焦点に2種類の光学センサ

- ▶ 傾斜センサ (SH)
- ▶ 段差センサ (PCS)

## フィードバック制御による保持

- 観測中もリアルタイム制御

鏡の裏面に変位センサ



10"

New!

12/12(Eng. F. L.)

12/14

12/19

1/20

1/23

7/4

1月23日の調整後 FWHM $\sim$ 2".24

➔ 分割鏡制御の実装 ➔ 2019Aの運用を開始

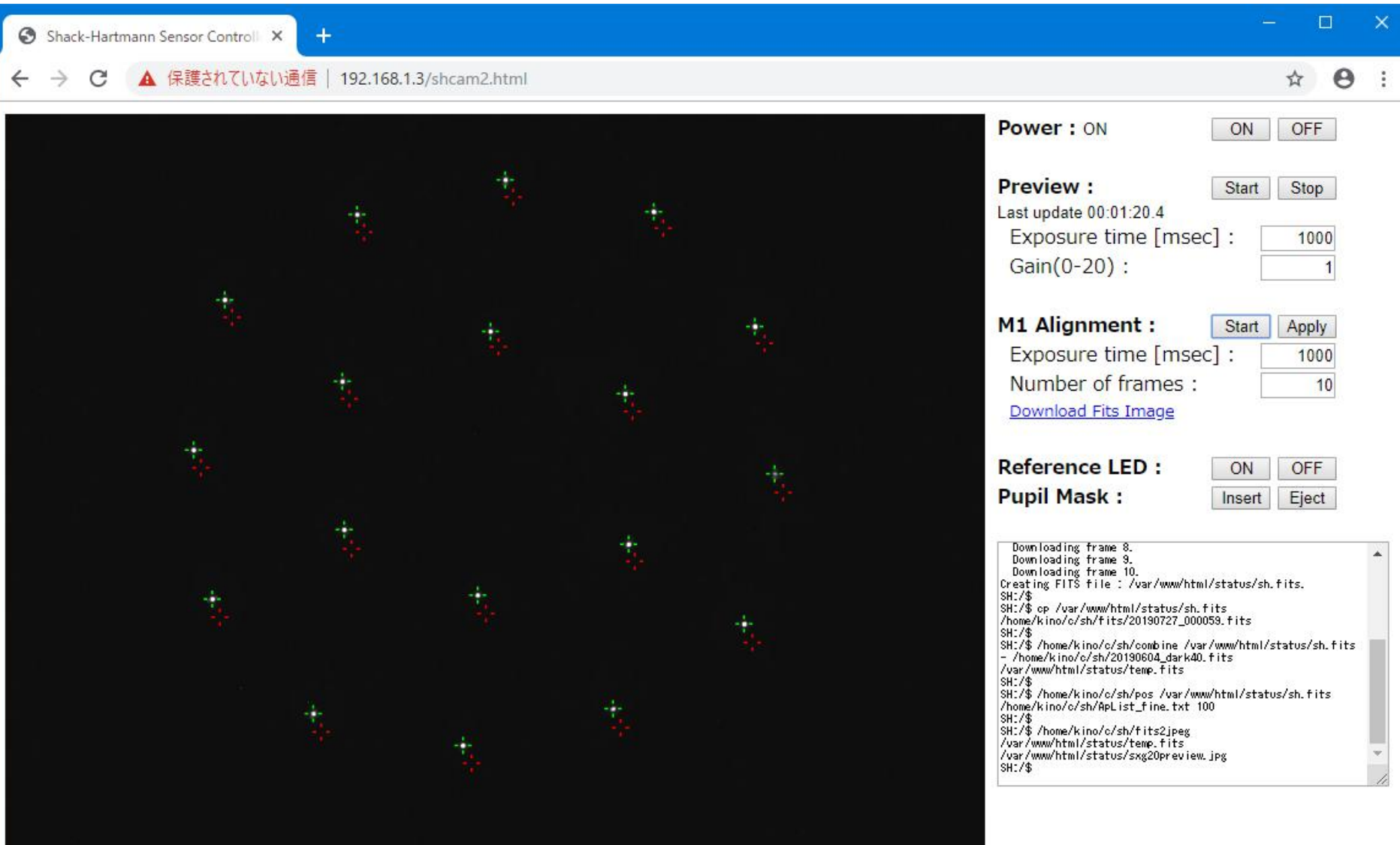
- Shack-Hartmannカメラ 多点モードの実装

- ▶ コマ収差 (副鏡位置)
  - ▶ セグメント毎の焦点ズレ } を自動算出

- Warping Harnessの部分的な運用

7月4日の調整後 FWHM $\sim$ 1".06

## 詳細モード … セグメントあたり1点測定



Shack-Hartmann Sensor Control

保護されていない通信 | 192.168.1.3/shcam2.html

**Power :** ON

**Preview :**    
Last update 00:01:20.4  
Exposure time [msec] :   
Gain(0-20) :

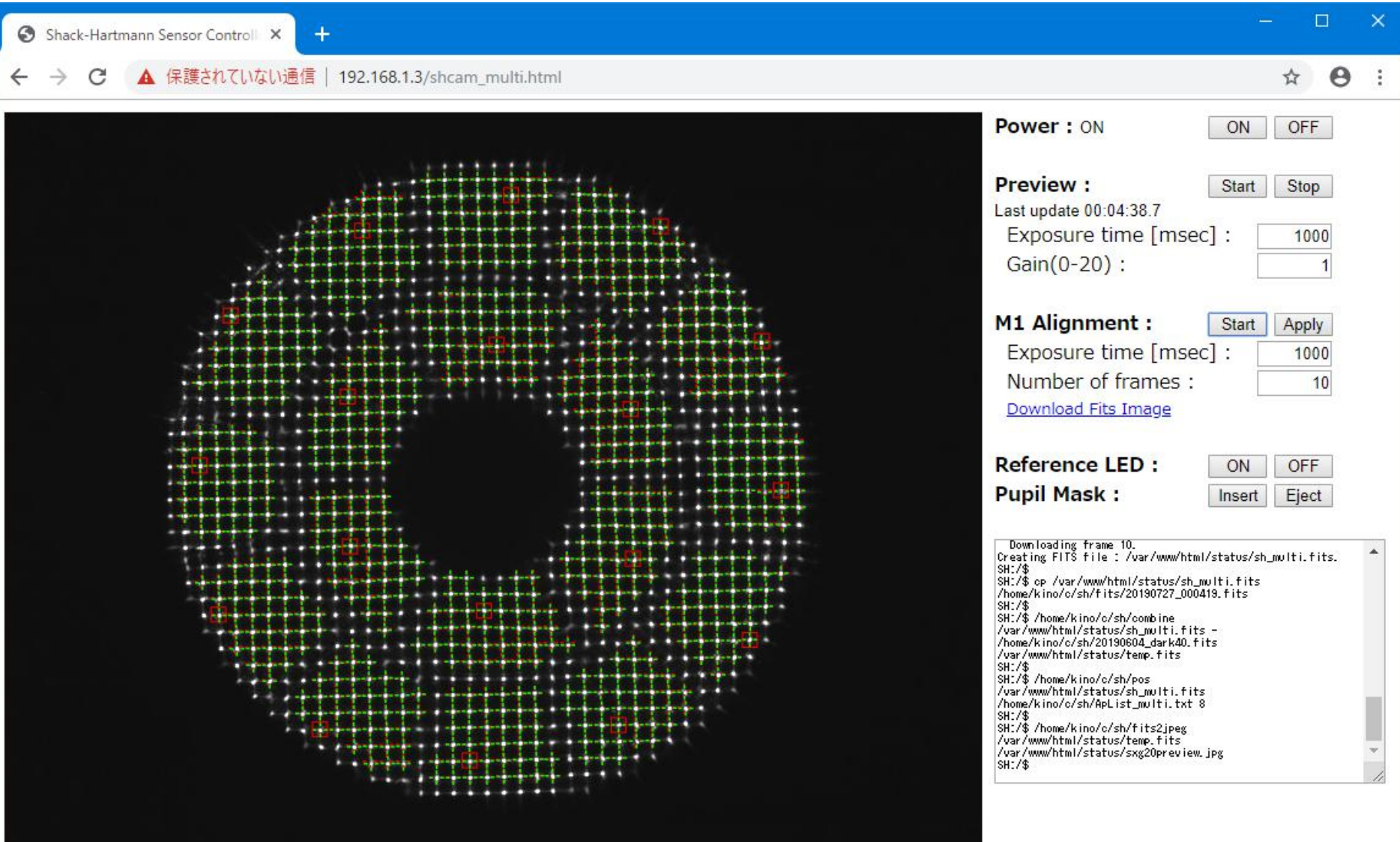
**M1 Alignment :**    
Exposure time [msec] :   
Number of frames :   
[Download Fits Image](#)

**Reference LED :**

**Pupil Mask :**

```
Downloading frame 8.  
Downloading frame 9.  
Downloading frame 10.  
Creating FITS file : /var/www/html/status/sh.fits.  
SH:/$  
SH:/$ cp /var/www/html/status/sh.fits  
/home/kino/c/sh/fits/20190727_000059.fits  
SH:/$  
SH:/$ /home/kino/c/sh/combine /var/www/html/status/sh.fits  
- /home/kino/c/sh/20190604_dark40.fits  
/var/www/html/status/temp.fits  
SH:/$  
SH:/$ /home/kino/c/sh/pos /var/www/html/status/sh.fits  
/home/kino/c/sh/ApList_fine.txt 100  
SH:/$  
SH:/$ /home/kino/c/sh/fits2jpeg  
/var/www/html/status/temp.fits  
/var/www/html/status/sxg20preview.jpg  
SH:/$
```

## 多点モード … セグメントあたり約40点測定



Shack-Hartmann Sensor Control

保護されていない通信 | 192.168.1.3/shcam\_multi.html

**Power :** ON

**Preview :**    
Last update 00:04:38.7  
Exposure time [msec] :   
Gain(0-20) :

**M1 Alignment :**    
Exposure time [msec] :   
Number of frames :   
[Download Fits Image](#)

**Reference LED :**

**Pupil Mask :**

```
Downloading frame 10.  
Creating FITS file : /var/www/html/status/sh_multi.fits.  
SH:/$  
SH:/$ cp /var/www/html/status/sh_multi.fits  
/home/kino/c/sh/fits/20190727_000419.fits  
SH:/$  
SH:/$ /home/kino/c/sh/combine  
/var/www/html/status/sh_multi.fits -  
/home/kino/c/sh/20190604_dark40.fits  
/var/www/html/status/temp.fits  
SH:/$  
SH:/$ /home/kino/c/sh/pos  
/var/www/html/status/sh_multi.fits  
/home/kino/c/sh/ApList_multi.txt 8  
SH:/$  
SH:/$ /home/kino/c/sh/fits2jpeg  
/var/www/html/status/temp.fits  
/var/www/html/status/sxg20preview.jpg  
SH:/$
```

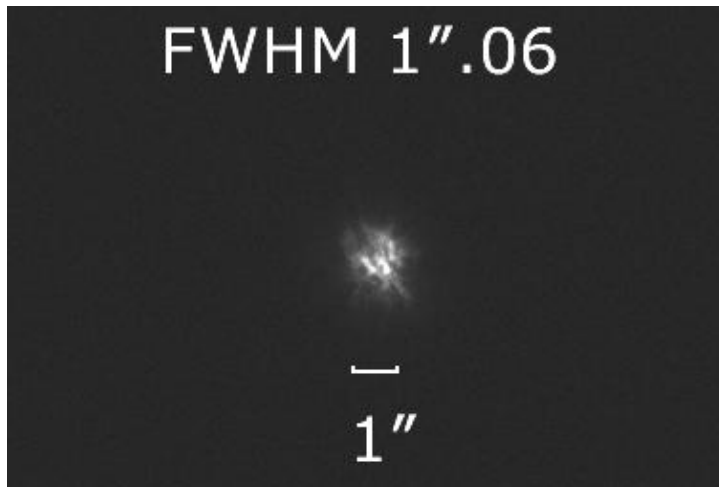
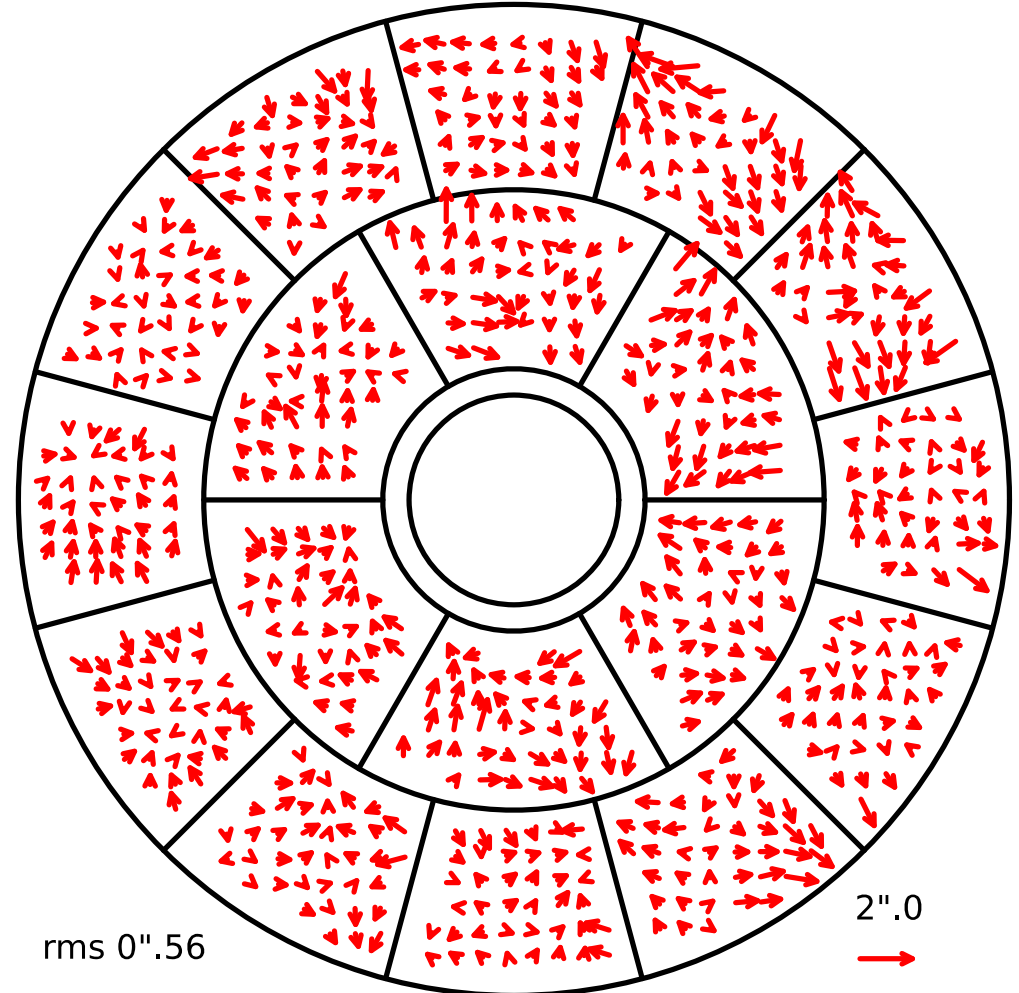
# 測定可能な情報

## 詳細モード

- 各セグメントの傾斜2軸

## 多点モード

- 各セグメントの傾斜2軸
- 各セグメントのピストン軸
- 副鏡の傾斜2軸 (コマ収差)
- 副鏡のピストン軸 (フォーカス)
- 各セグメントの形状誤差



7月4日のベクトルマップ  
ハルトマン定数 0".56

4月2日 72センサでの運用を開始

ただし低ゲイン

## 制御誤差の補正

- エッジセンサ出力の環境依存
- センサアームの重力変形
- 天体高度による副鏡フォーカス軸のずれ
- 温度による //
- 天体高度による副鏡傾斜( $\theta_y$ )軸のずれ

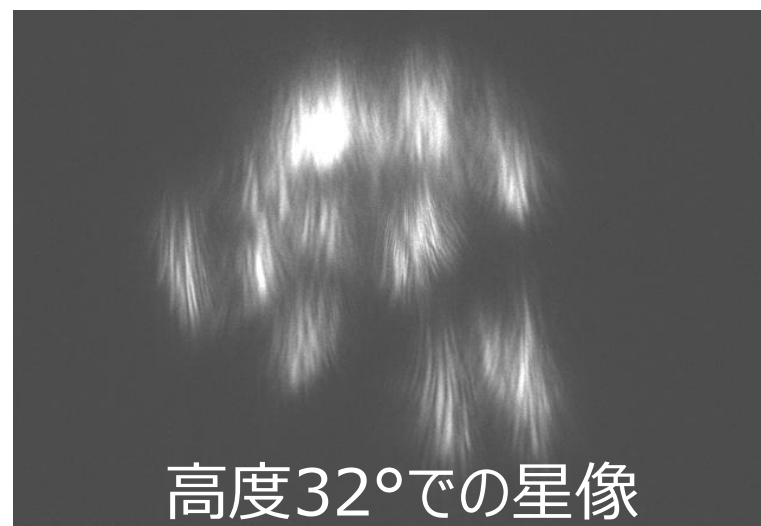
4月4日実装済

まだ

4月12日実装済

まだ

近日実装予定





## アクチュエータ

- アクチュエータ自体の故障
    - ▶ 駆動限界に到達
- なし  
時々

## エッジセンサ

- センサ自体の故障
    - ▶ 作業時の破損
    - ▶ 主鏡清掃時の水濡れ
    - ▶ **原因不明**
  - 配線の故障
  - センサ取り付けネジの接着剥離
- 4回  
2  
1  
1
- 要注意
- 1回  
たくさん

予備を購入予定

## 制御器

- 3月に制御PC故障 → 仮PCで運用開始 → 5月23日に更新
  - ドライバ回路
- なし

## Shack-Hartmannカメラ

- 詳細・多点モード なし
  - 広域モード
    - ▶ 基準光源の接着剥離 1回
- 接着剤を変更

## 位相カメラ

(開発中)

## 主鏡支持

- ラテラル支持の接着剥離 1回
  - 支持機構固定ロッドの破断 1回
- 接着面積を増加

# 今後の作業項目

## 望遠鏡制御

- 副鏡傾斜( $\theta_y$ )軸の自動補正 ◀ 近日
- 導入・追尾精度の向上 ◀ 2~4週間

## 分割鏡制御

- センサアーム重力変形の補正 ◀ ~1ヶ月
- 内周リング用アーム台座、内周リング用対向板ホルダを低熱膨張材料で再制作 ◀ ~1年
- 位相カメラの実装 ◀ ~半年

## 鏡面精度の向上

- Warping Harnessによる鏡面補正の実装
  - ▶ 主鏡アキシャル支持点の接着 ◀ 運用が安定した後