

# 自由曲面を用いた 超広視野望遠鏡の開発

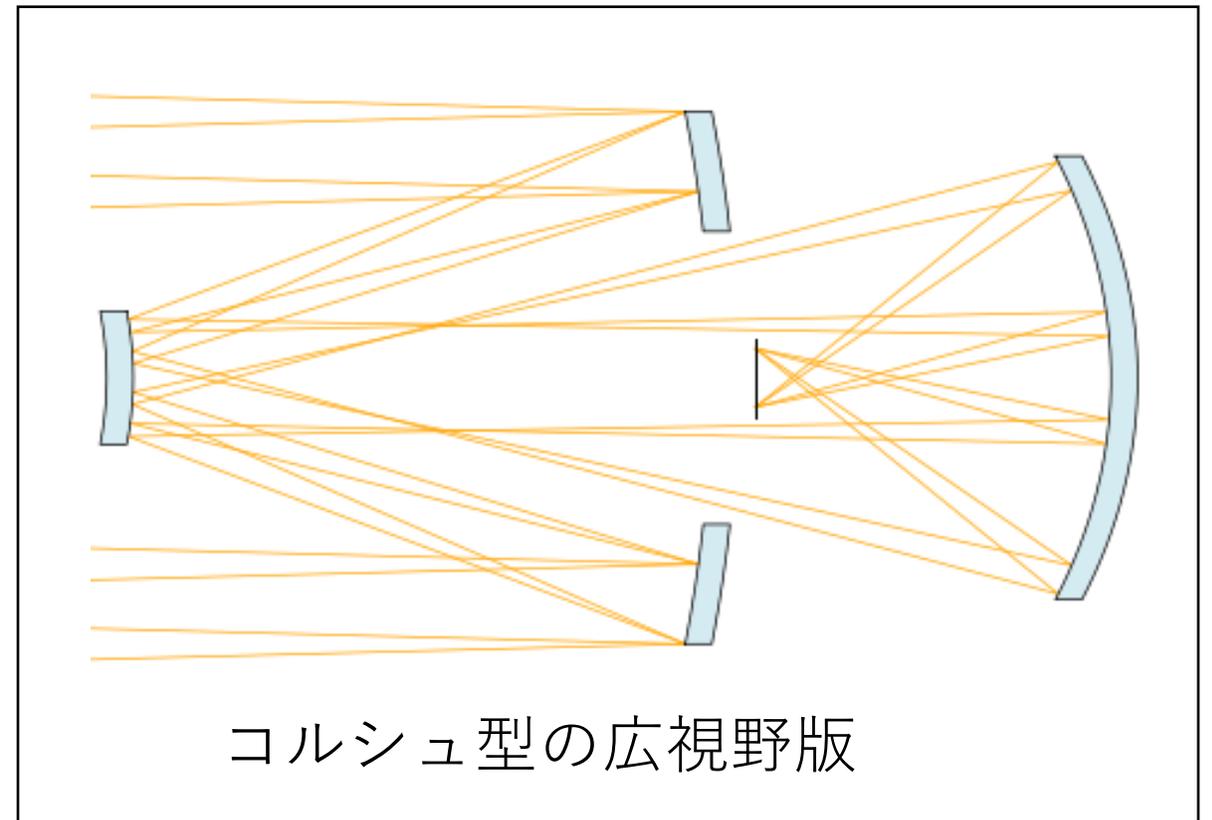
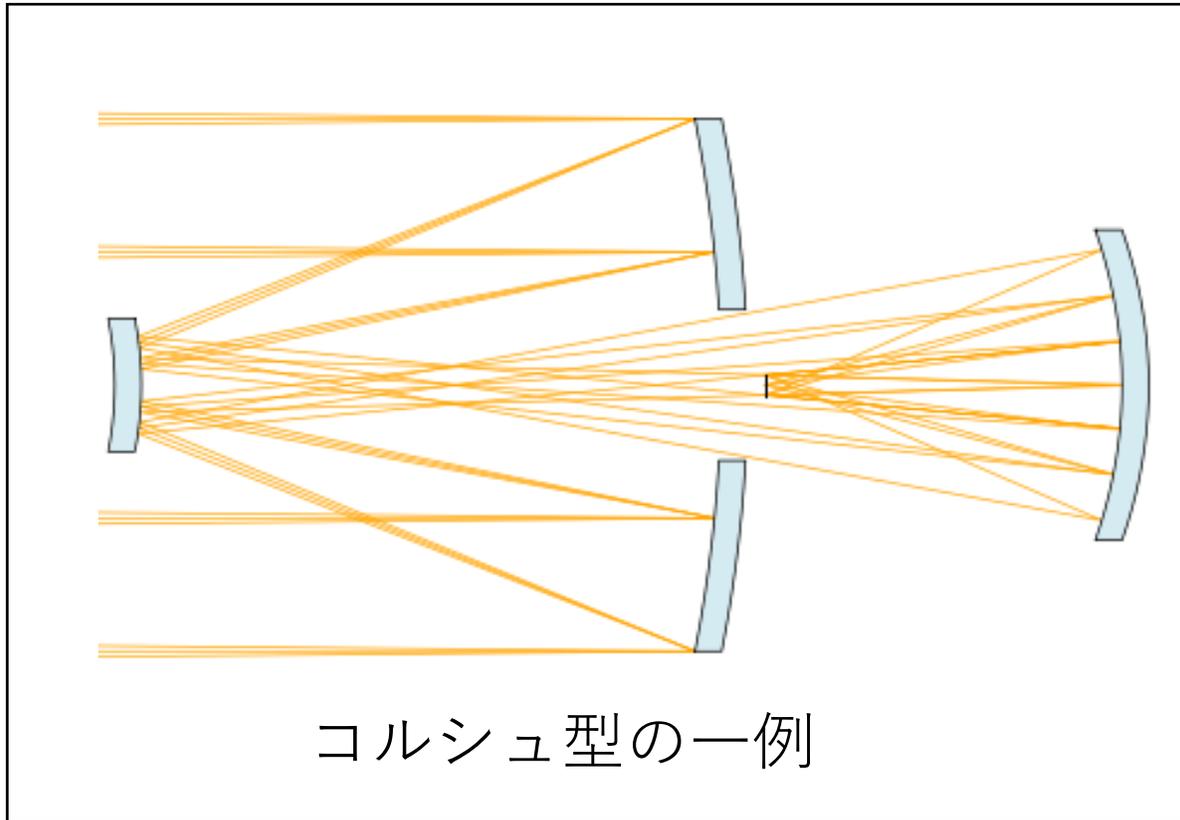
橋ヶ谷武志 栗田光樹夫

京都大学

2022/09/22

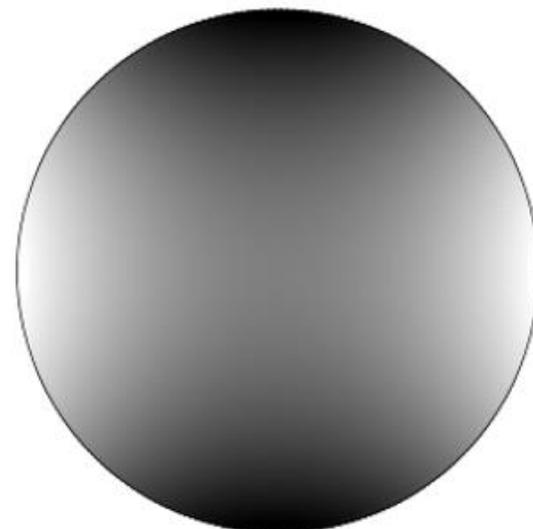
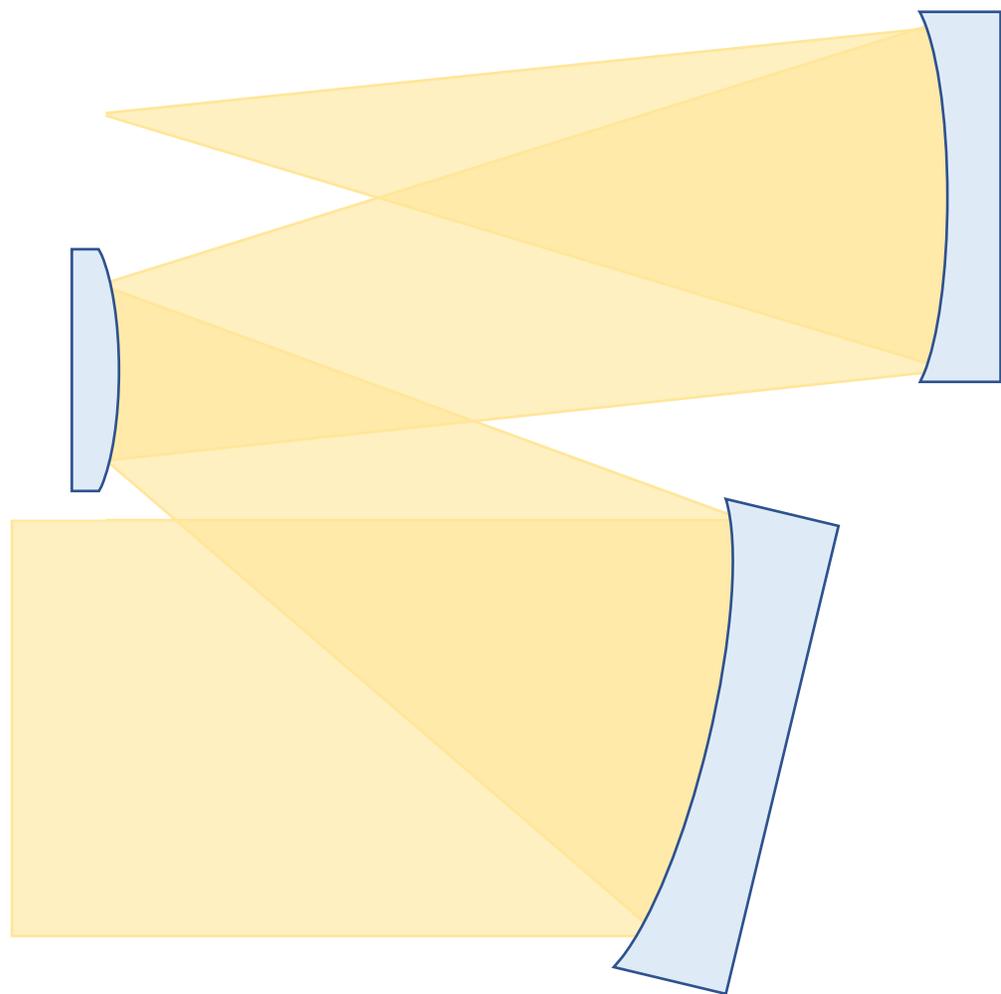
光赤天連シンポジウム

# 従来の広視野化の限界

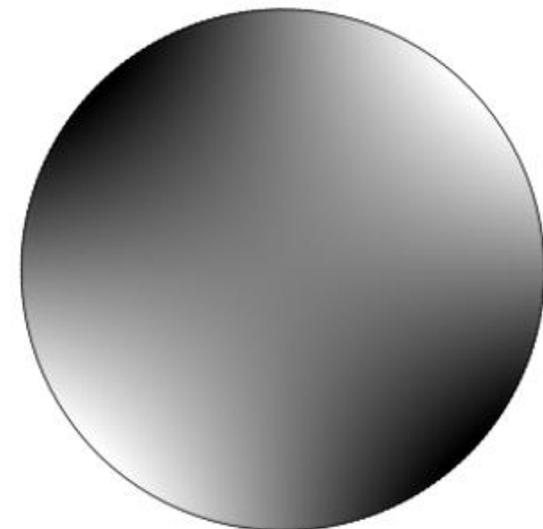


主鏡の穴が大きくなり有効径が小さくなる

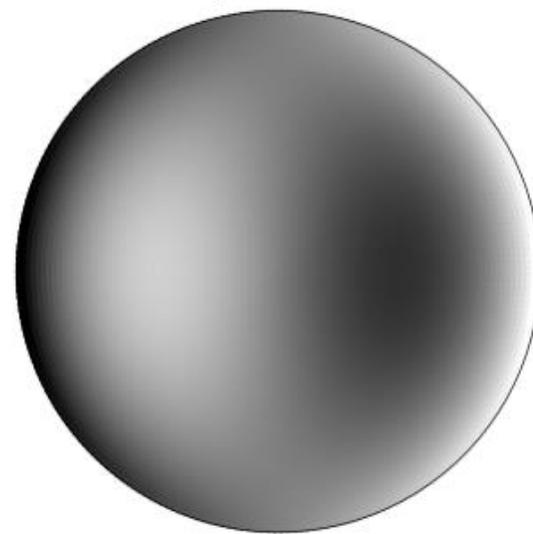
# 軸外し化と自由曲面



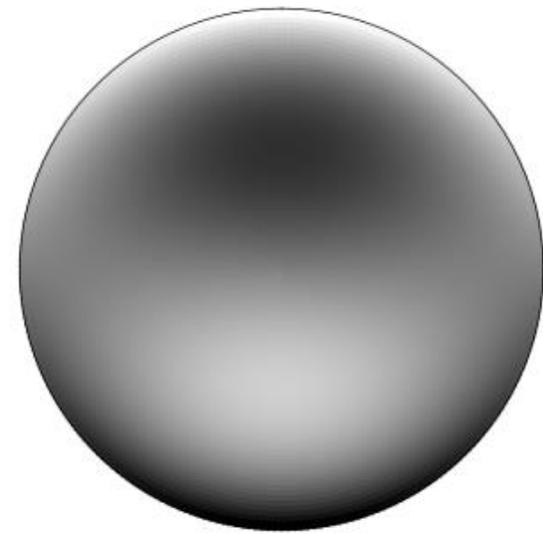
$j = 5$



$j = 6$



$j = 7$

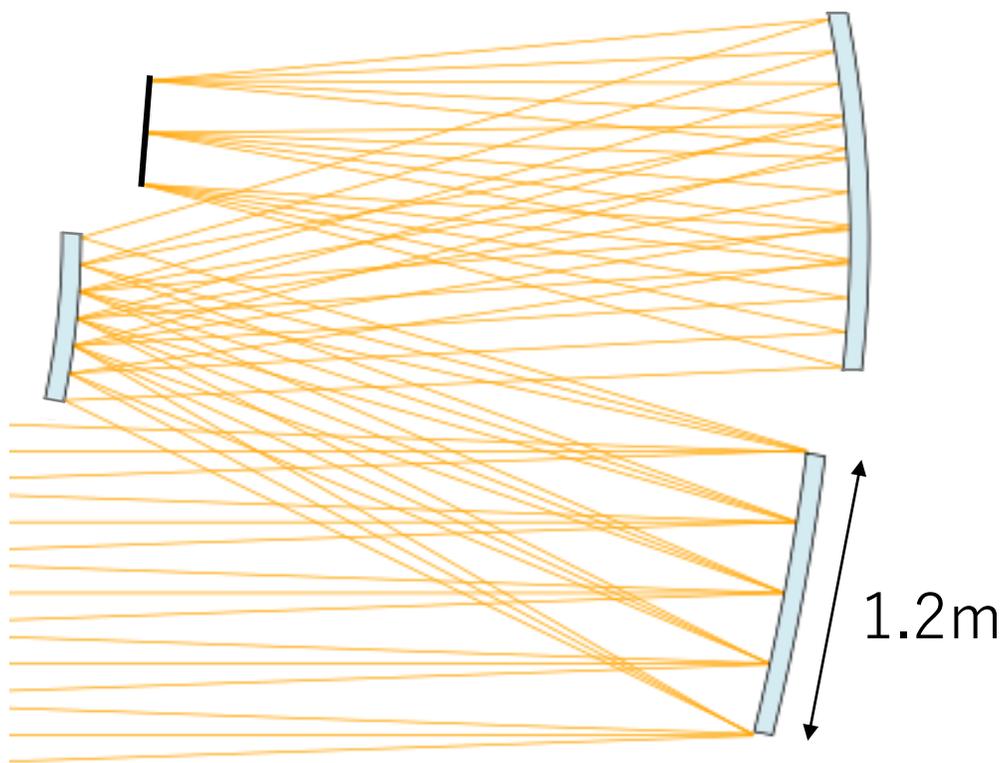


$j = 8$

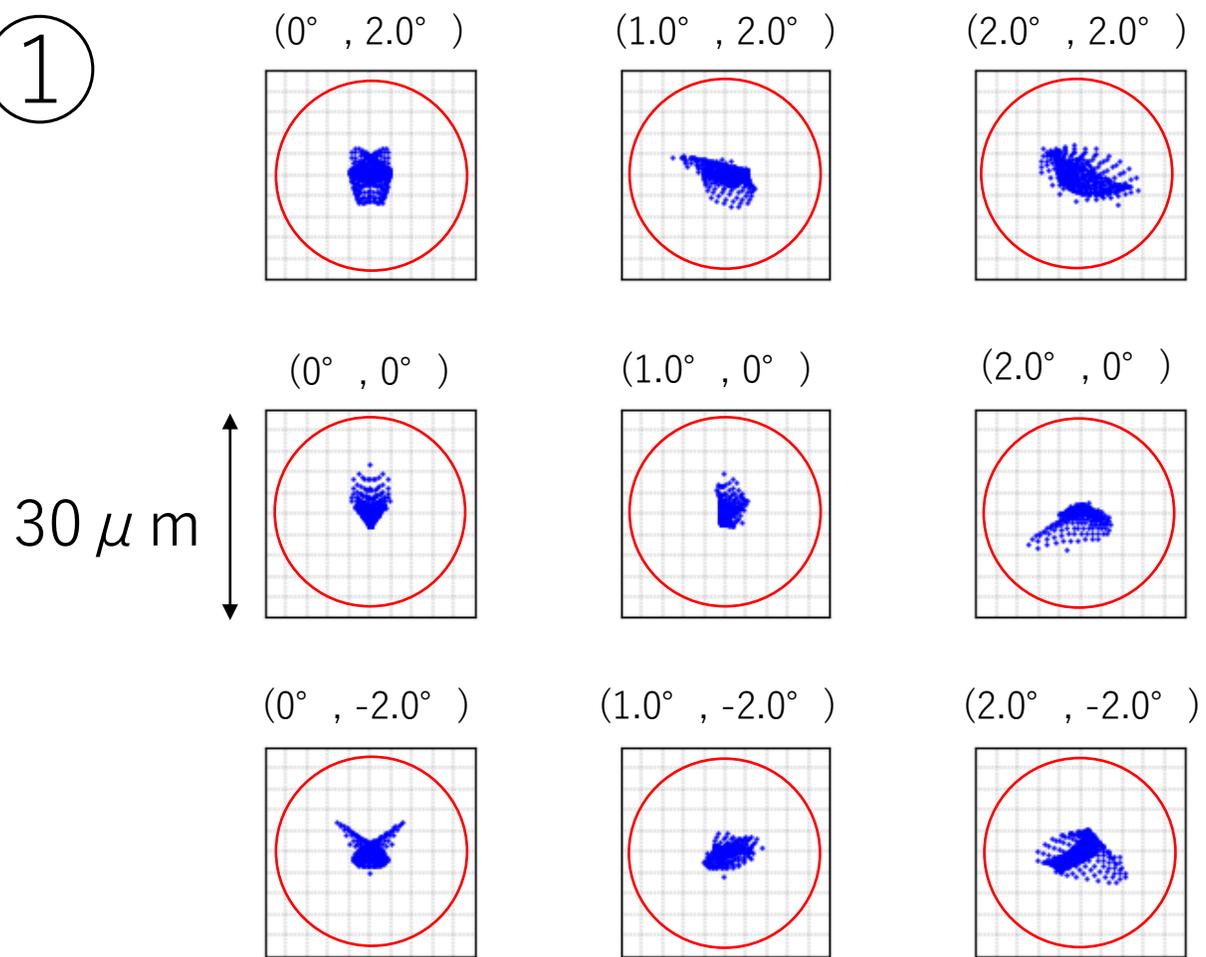
非回転対称性に由来する収差が発生

ゼルニケ多項式

# 自由曲面軸外し3枚系①



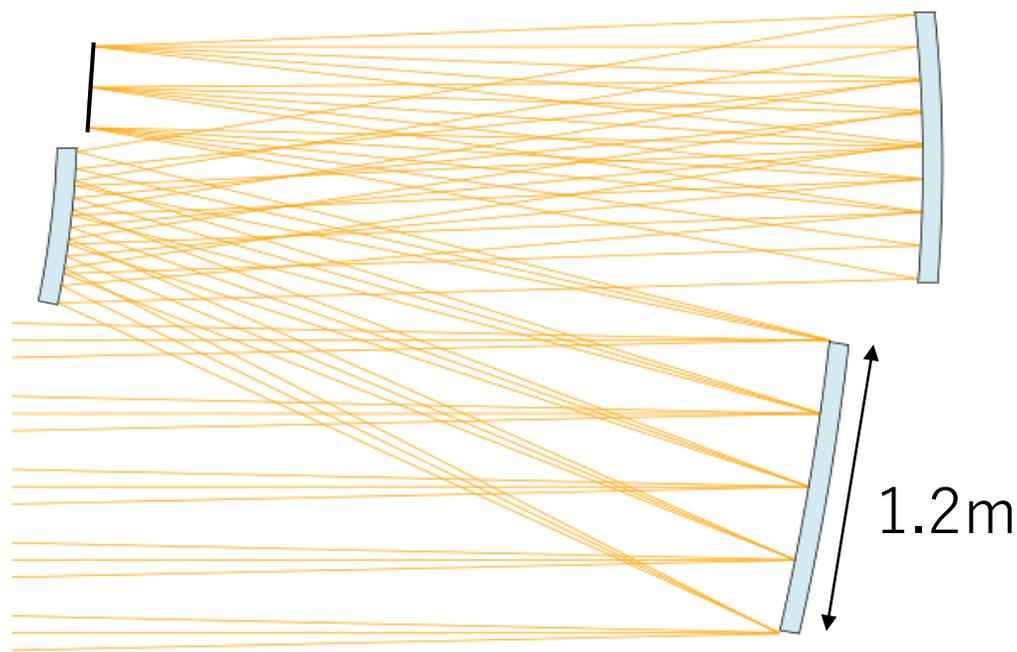
F#5.3:赤外( $2.0\ \mu\text{m}$ )で**4×4度**



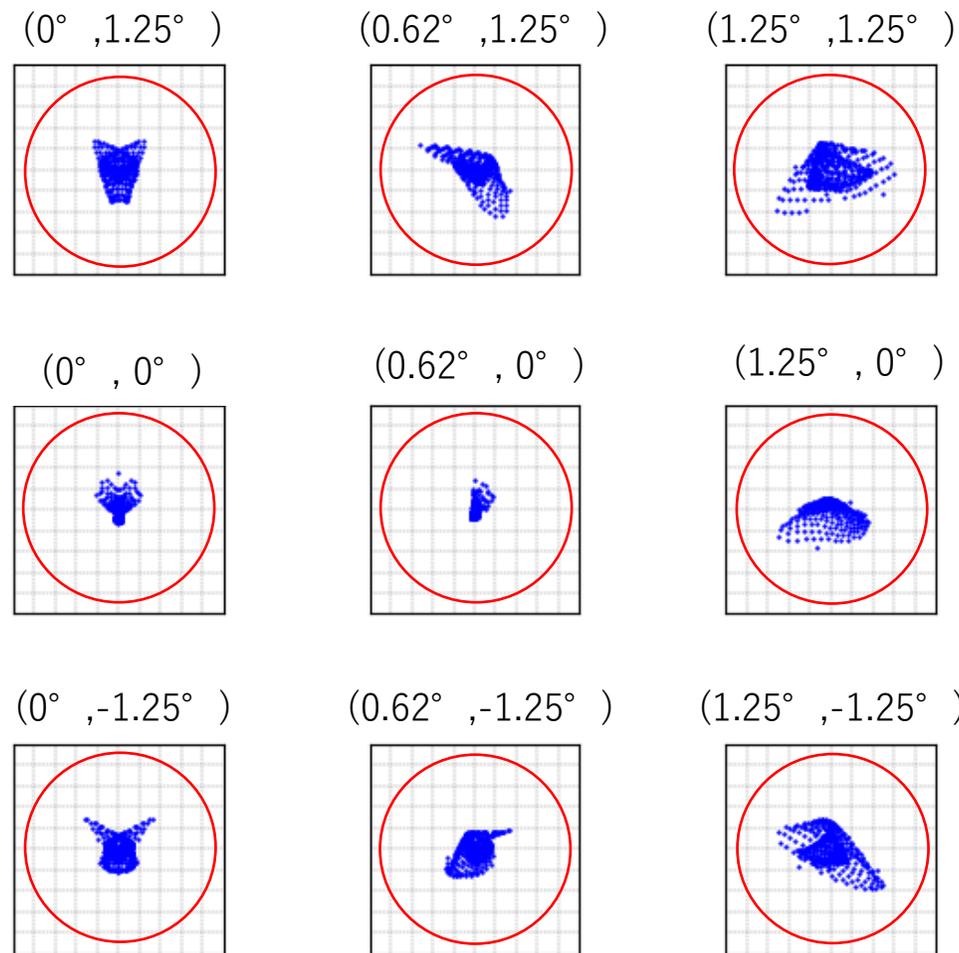
○ : 回折限界のスポットサイズ

## Euclidの**30倍**の視野を達成

# 自由曲面軸外し3枚系②



10  $\mu\text{m}$

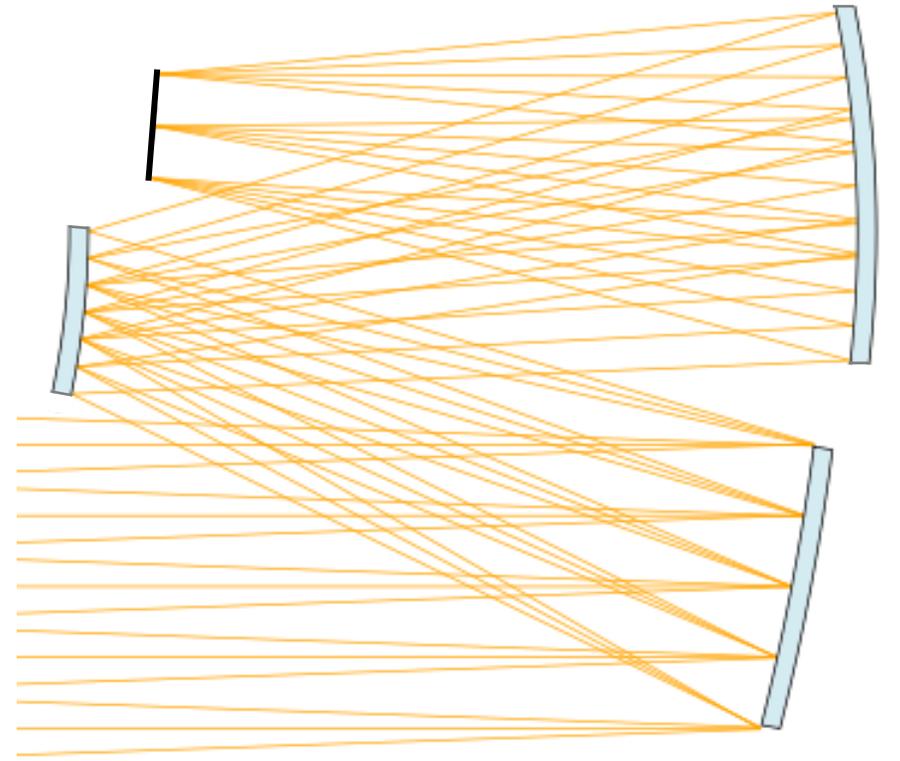


F#6.3:可視( $0.55 \mu\text{m}$ )で**2.5 × 2.5度**

○ : 回折限界のスポットサイズ

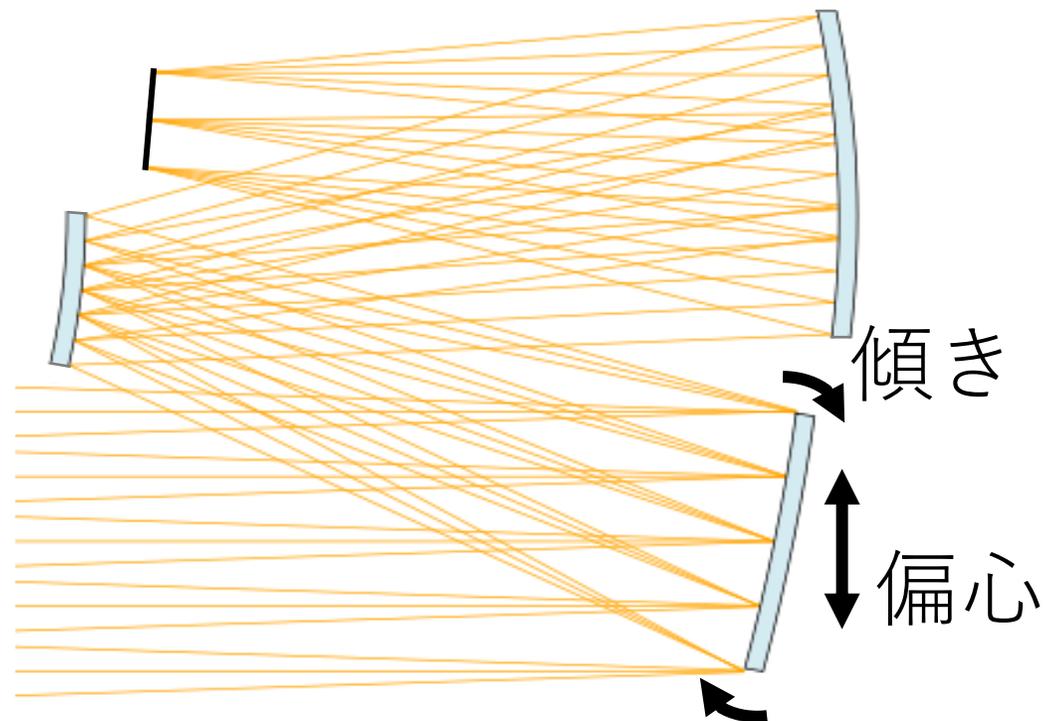
## Euclidの**11倍**の視野を達成

# 軸外し光学系の技術課題



- 1) 組立許容誤差
- 2) 有効径に対する体積アップ
- 3) 自由曲面の製造

# 1. 組立許容誤差

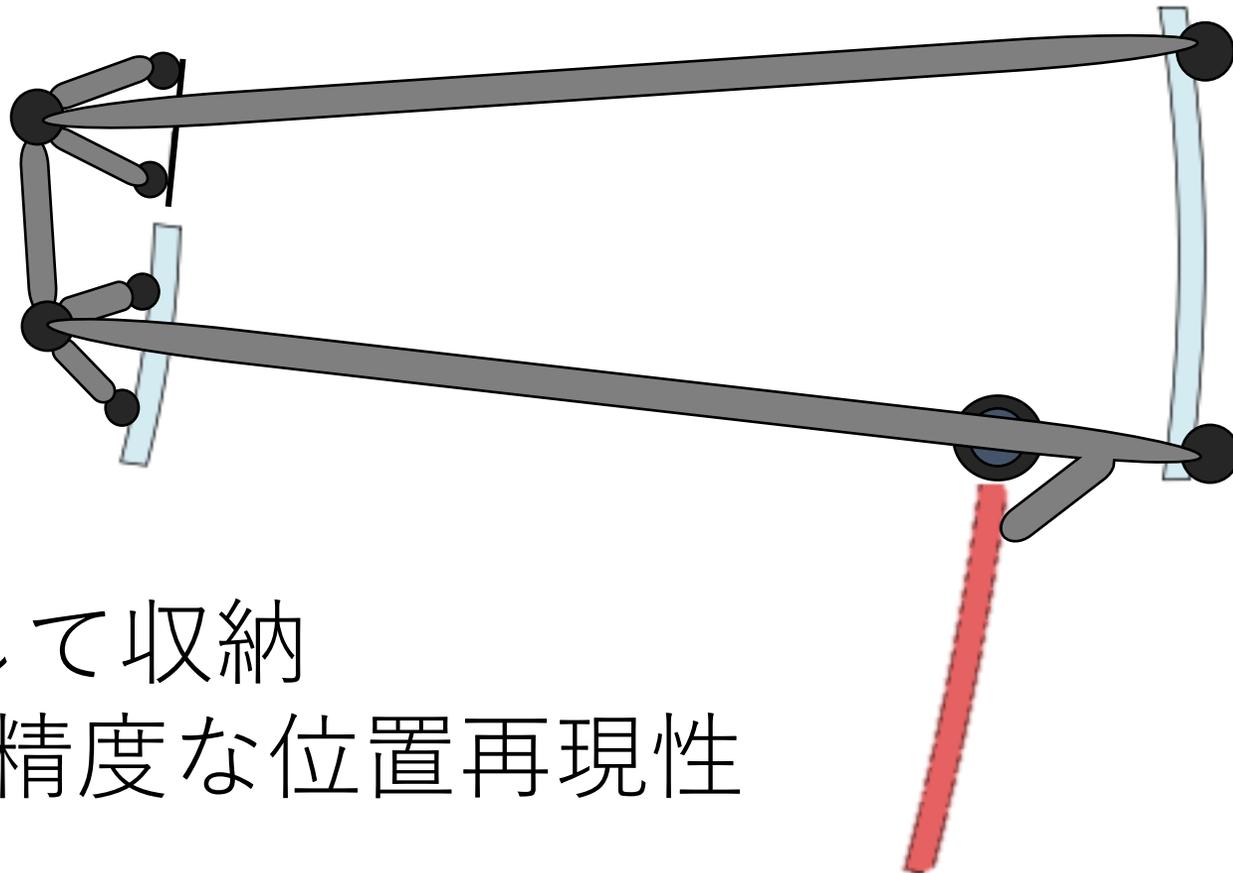


	視野[平方度]	偏心[mm]	傾き["]
光学系①	16	0.5	30
光学系②	6.25	0.15	22
Euclid	0.53	0.15	30

十分な実現可能性

## 2. 体積アップ

有効径に対し体積が大きくなり、ロケット搭載が困難



主鏡を回転して収納

1軸回転で高精度な位置再現性

# 3. 自由曲面の製造

非球面量の大きな鏡の製造は世界的な課題



1m凸非球面



せいめい望遠鏡



1.4m 超精密研削盤

非球面の加工実績あり  
2mまで製造可能



2mまで加工可能なロボット研磨計測機  
と加工中の1.8m軸外し放物面鏡

# 展望

- 博士期間を用いて地上の実証機（口径50cm）を製作
- 具体的なサイエンス
  - 遠方銀河サーベイ
  - 弱い重力レンズ天体サーベイ
  - 他にあれば教えてください

## まとめ

- 自由曲面を用いた超広視野光学系を設計  
：赤外で $4 \times 4$ 度、可視で $2.5 \times 2.5$ 度
- 組立許容誤差は従来レベル
- 単純な展開機構で体積の問題を解決
- 日本独自の技術で鏡を製造