

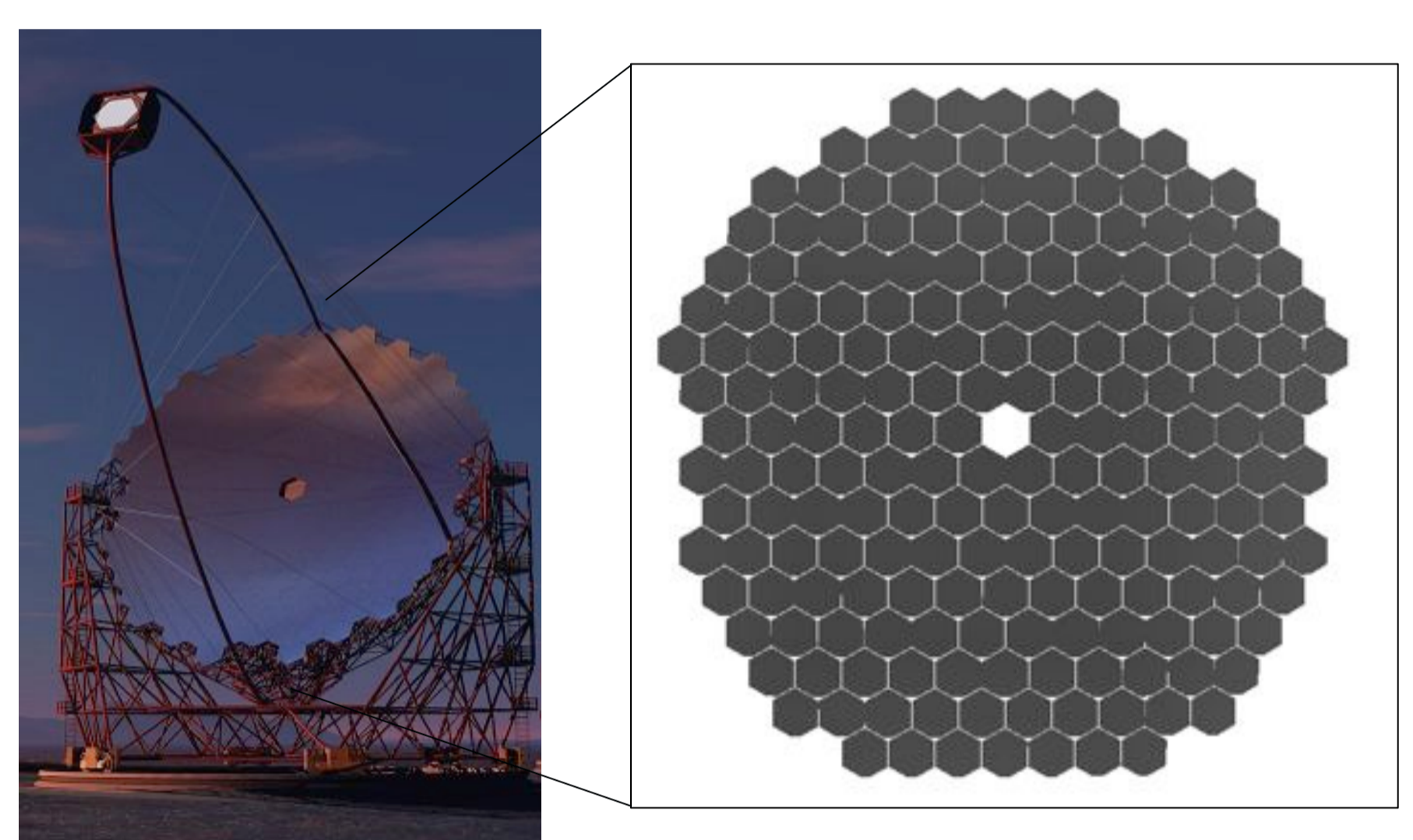
CTA 大口径望遠鏡初号機建設に向けた 光学系最終デザインと品質管理

林田将明 (東大宇宙線研)

稲田知大, 黒田隼人, 手嶋政廣, 中島大輔, 深見哲志 (東大宇宙線研),
加賀谷美佳, 片桐秀明, 重中茜, 本橋大輔, 吉田龍生 (茨城大理),
齋藤隆之 (京大理), 千川道幸 (近畿大理工), 山本常夏 (甲南大理工),
奥村暁 (名大ISEE), 野田浩司 (MPI for Physics)
他 CTA-Japan Consortium

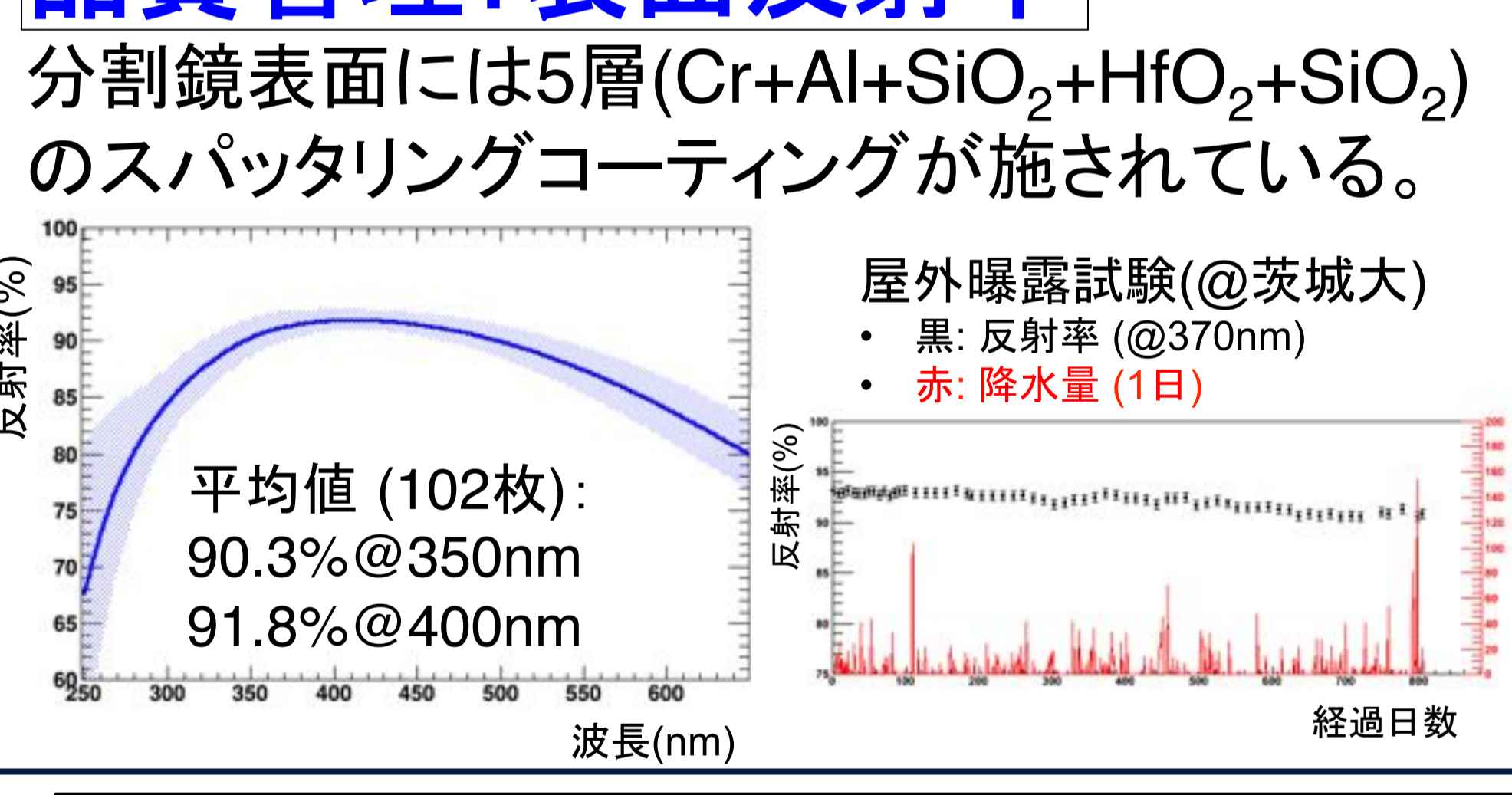
大口径望遠鏡光学系仕様

- 直径 : 23 m、面積: 368 m²
- 焦点距離 : 28 m (f/D ~ 1.2)
- 主鏡面 : 放物面 (<0.6nsec)
- 分割鏡(球面鏡)198枚
- Active Mirror Control system (光学アライメント補正)
- re-pointing : < 20 sec



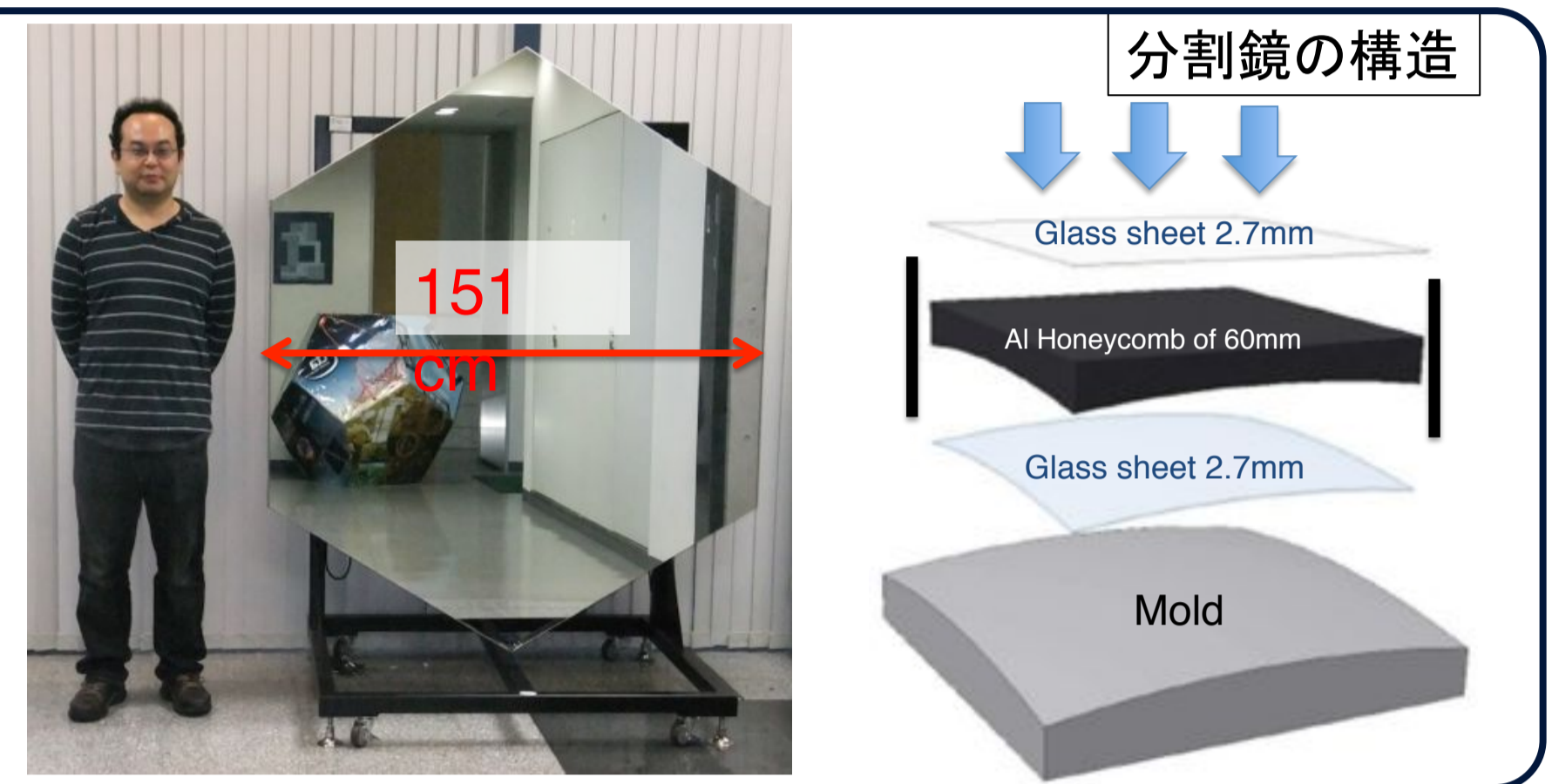
大口径望遠鏡主鏡部の概念図(左)と分割鏡の配置図。中央部は空洞でレーザーやCCDカメラ等の較正用装置設置に使用される。

品質管理: 表面反射率



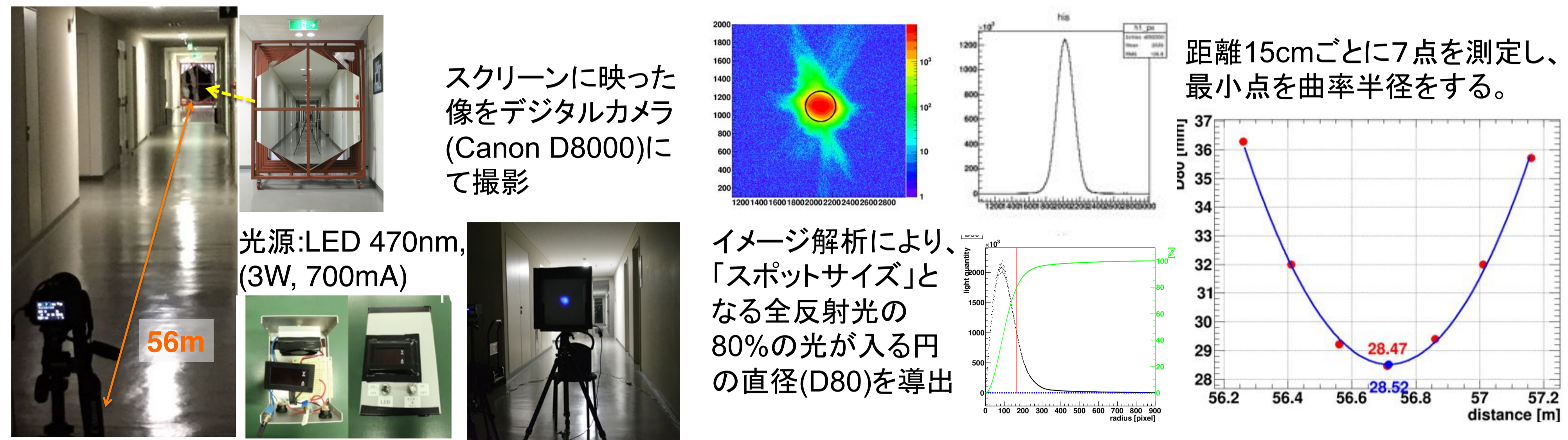
分割鏡(「三光精衡所」との共同開発)

- 曲率半径 (R): 56.0 – 58.4 m
- スポットサイズ : 16.6 mm (33.3mm@2f) (焦点面検出器の1/3 pixel)
- 重量 : 約44kg
- 10年以上の屋外での運用

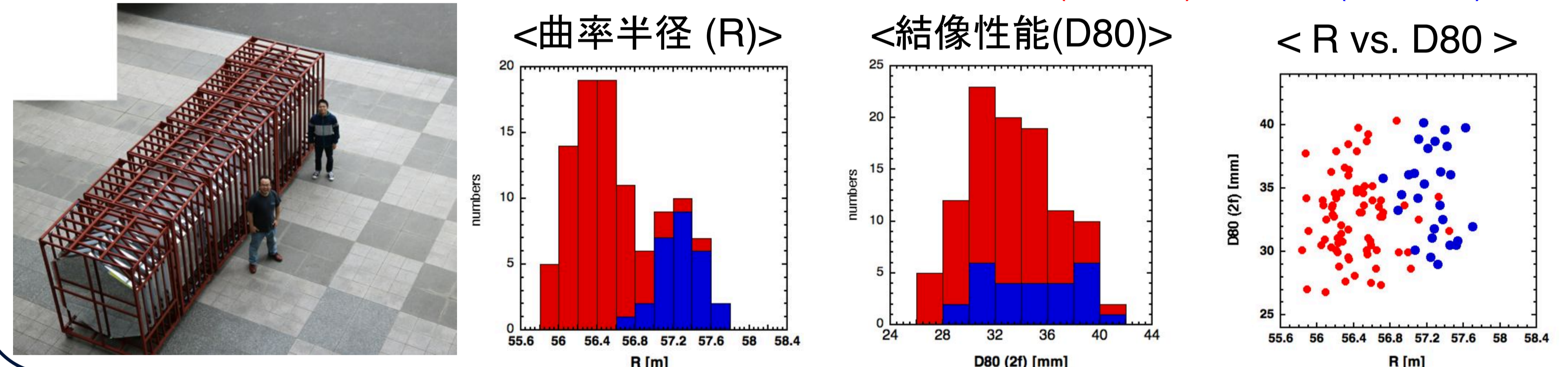


品質(性能)管理: 鏡面精度測定

点光源を用いた『2f法』により、曲率半径と結像性能(スポットサイズ: D80)を測定。

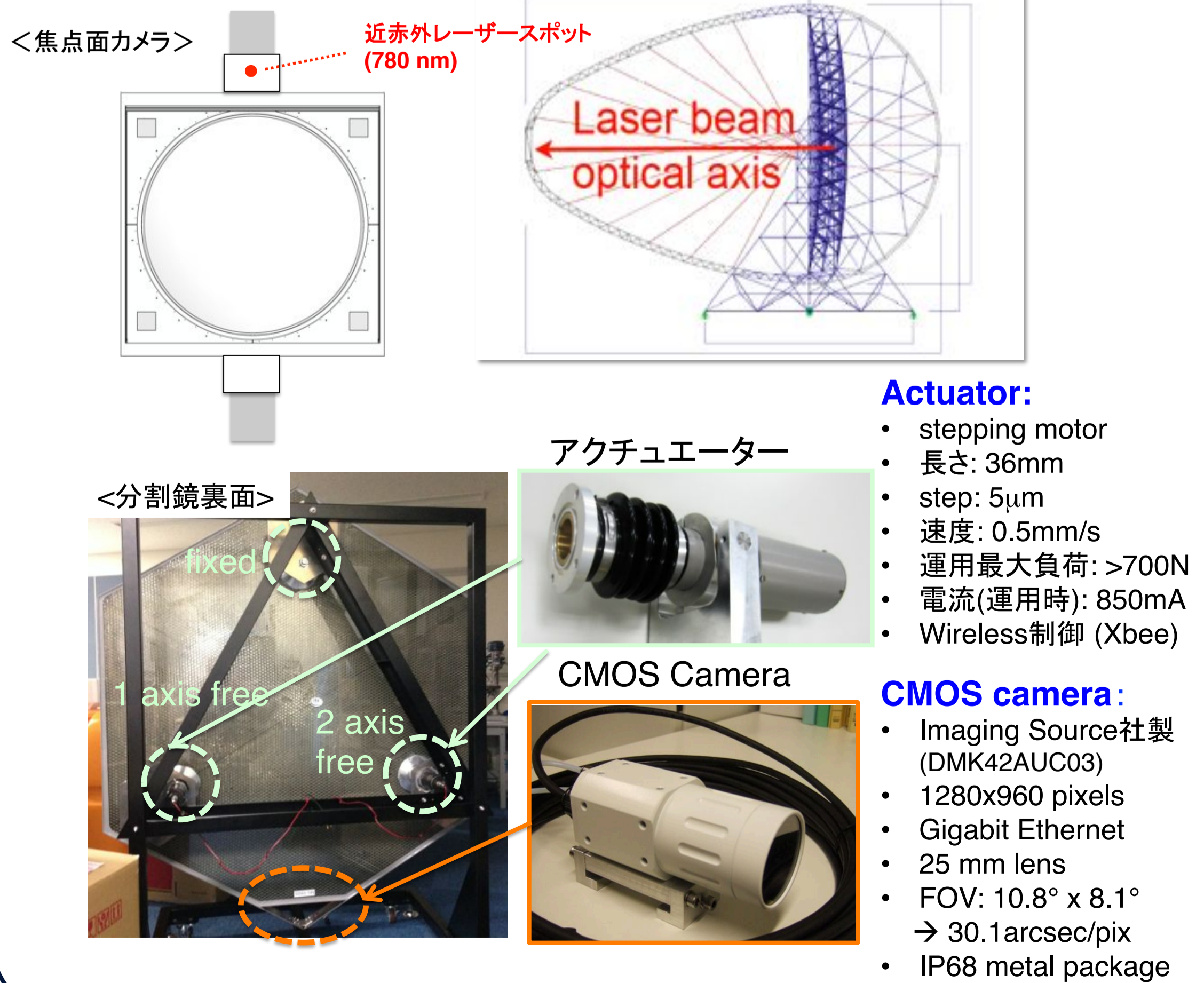


これまで作成した102枚 (12枚 in 2014FY, 30枚 in 2015FY, 60枚 in 2016FY)の測定結果。主鏡放物面を構成するため、仕様曲率半径範囲にてほぼ均質な分布になるように、三種の異なるRを持った mold から、最終的にそれぞれから同数ずつ作成する。以下は、**Mold-A(赤:74枚)**, **Mold-B(青:26枚)**から作成。



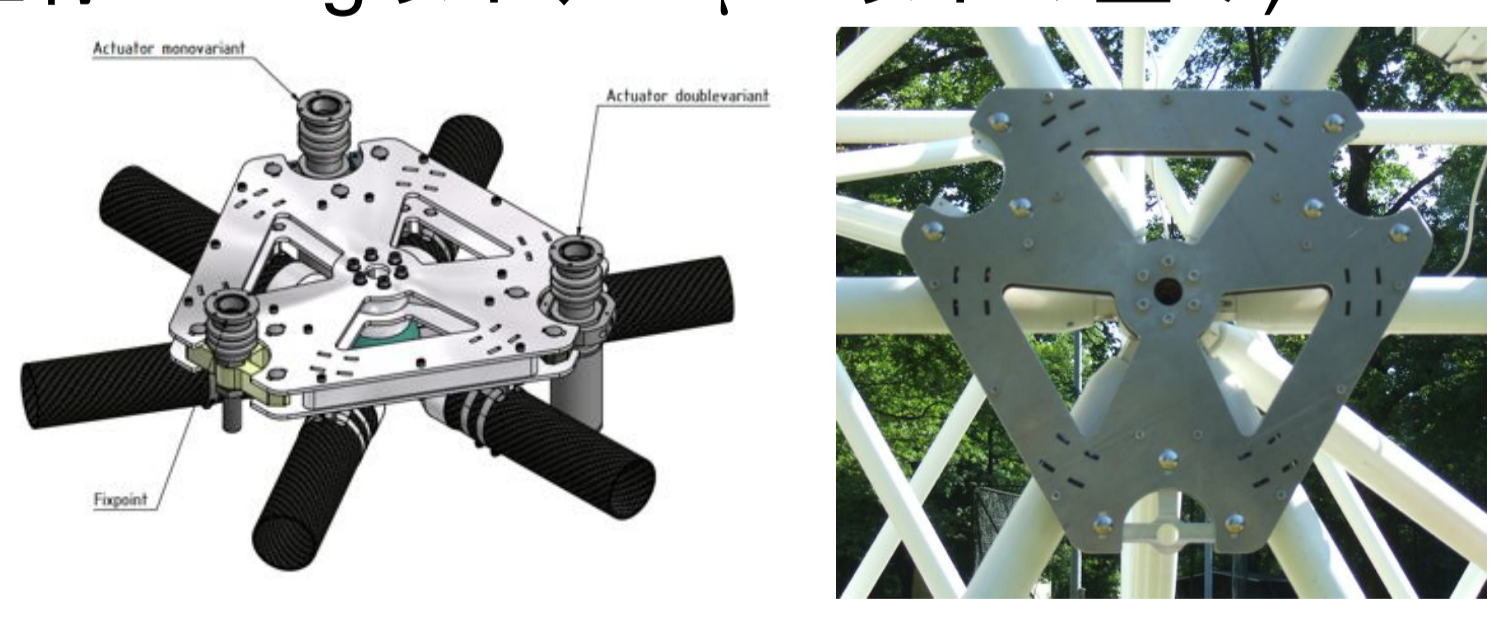
光軸アライメント補正機構: 『Active Mirror Control (AMC) System』

大口径望遠鏡は、ガンマ線バーストなどの「突発天体」観測用に全天どこでも20秒以内に向けられる高速回転仕様であり、炭素繊維強化プラスチックで構成された軽量柔構造のため、構造体(光学系)に最大10mmほどの歪みが生じる。その歪みを補正するために、分割鏡1枚1枚の向きをアクチュエータで動かして調整する機構がAMCシステムである。このシステムでは、鏡の向きの基準点は、望遠鏡中心(最安定点)にある近赤外線レーザーから焦点面カメラ横のスクリーンに向けて照射されたスポットを光軸点とし、分割鏡一つ一つに取り付けられた小型CMOSカメラでそのレーザースポットを撮影モニターすることで、光軸点のズレに応じて鏡の向きを一つ一つ独立に調整する機構である。

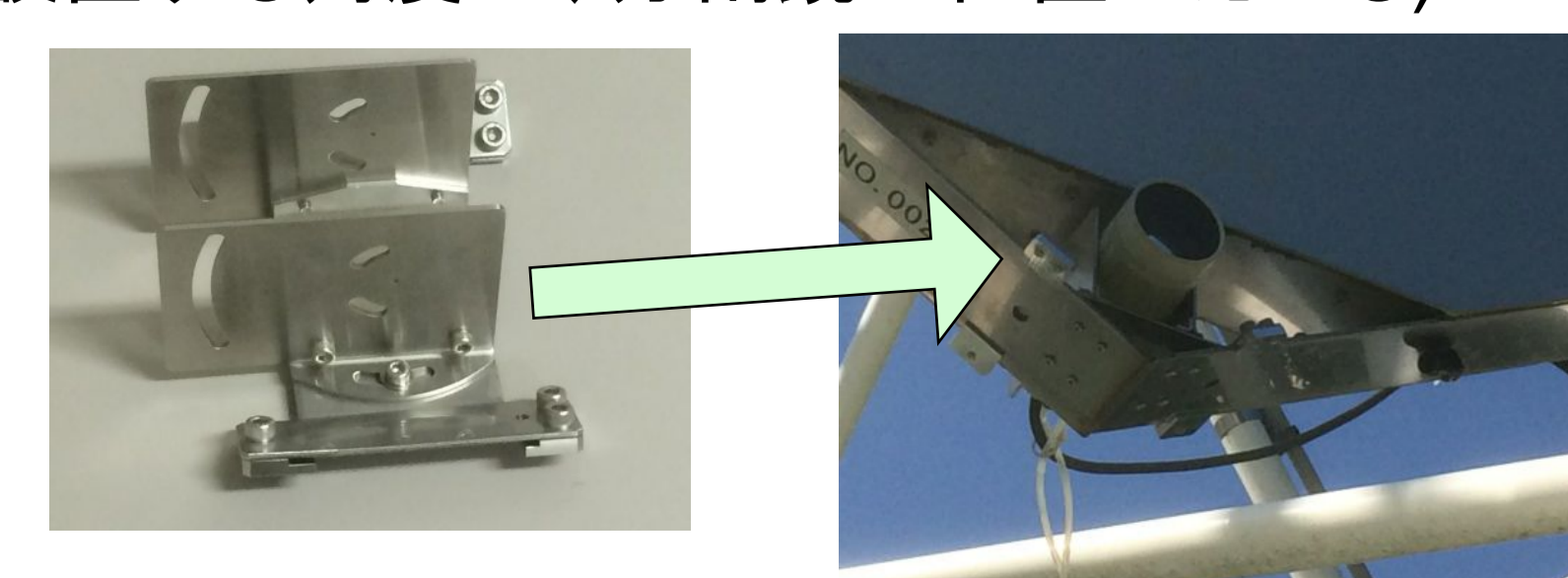


インターフェイス

構造体 ↔ アクチュエーター(分割鏡)を繋ぐ (仕様: 10 kg以下、15 μm以下の歪み)

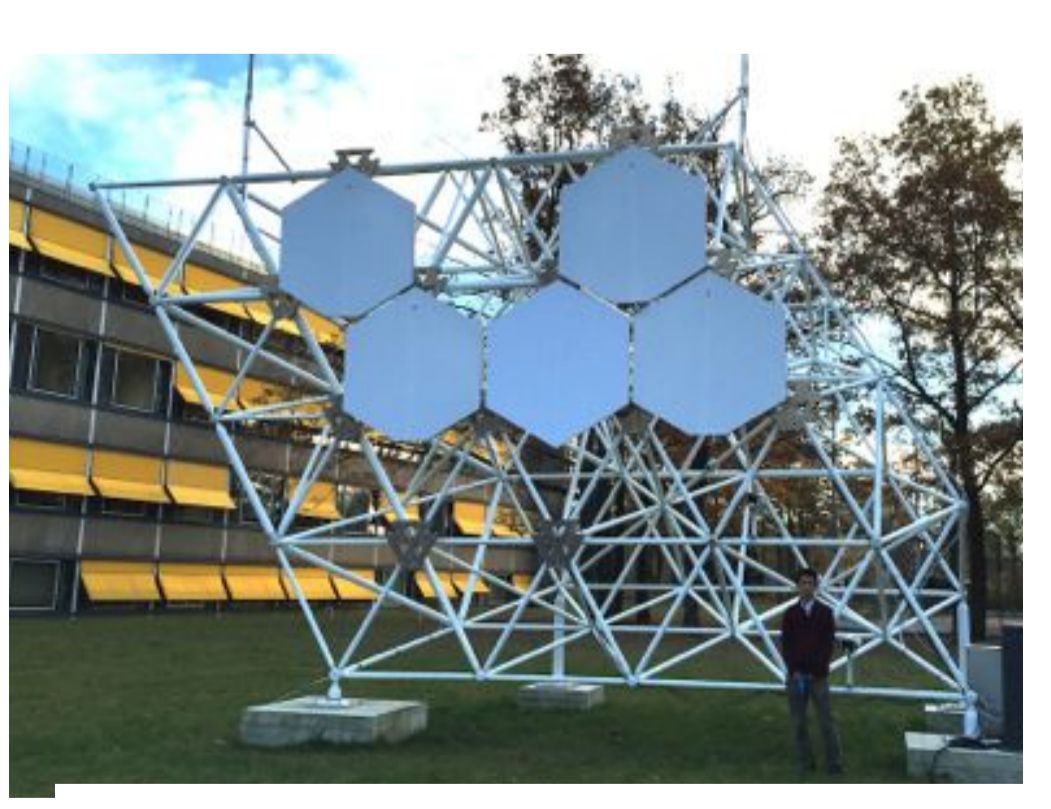


CMOS camera ↔ 分割鏡を繋ぐ 上下、左右それぞれ±12°程度以内の方向調整可 (設置する角度は、分割鏡の位置に応じる)



システム性能評価

マックスプランク物理学研究所(ドイツ、ミュンヘン)の庭に建てられた望遠鏡構造体の1/8部分を示した試験構造体に5枚分割鏡を設置し、屋外にてAMCシステムの性能評価を行った。



約5000回(一晩)試行の結果

AMC補正テスト後の光軸スポットのCCDカメラ上の位置(中心[0,0]が光軸。そこからのズレが補正精度を表す) 緑円(目標性能): 14秒角 → 全ての試行にて達成

