

CTA報告45: CTA大口径望遠鏡 用分割鏡の開発: 耐久性評価

近畿大学: 周小溪, 峪中良介, 野里明香, 北本兼統, 千川道幸

東京大学宇宙線研: 手嶋政廣

茨城大学: 加賀谷美佳, 馬場浩則, 柳田昭平,

田中駿也, 片桐秀明, 吉田龍生

甲南大学: 山本常夏

名古屋大学: 奥村曉

京都大学: 林田将明

ほかCTA-Japan consortium

目次

- LST：大口径望遠鏡
- 分割鏡製作と進捗
- 耐久性実験
 - 擬似酸性雨実験
 - 酸性溶液中での腐食の加速実験
 - こすり実験
- 反射率の10年後の見積り
- まとめ

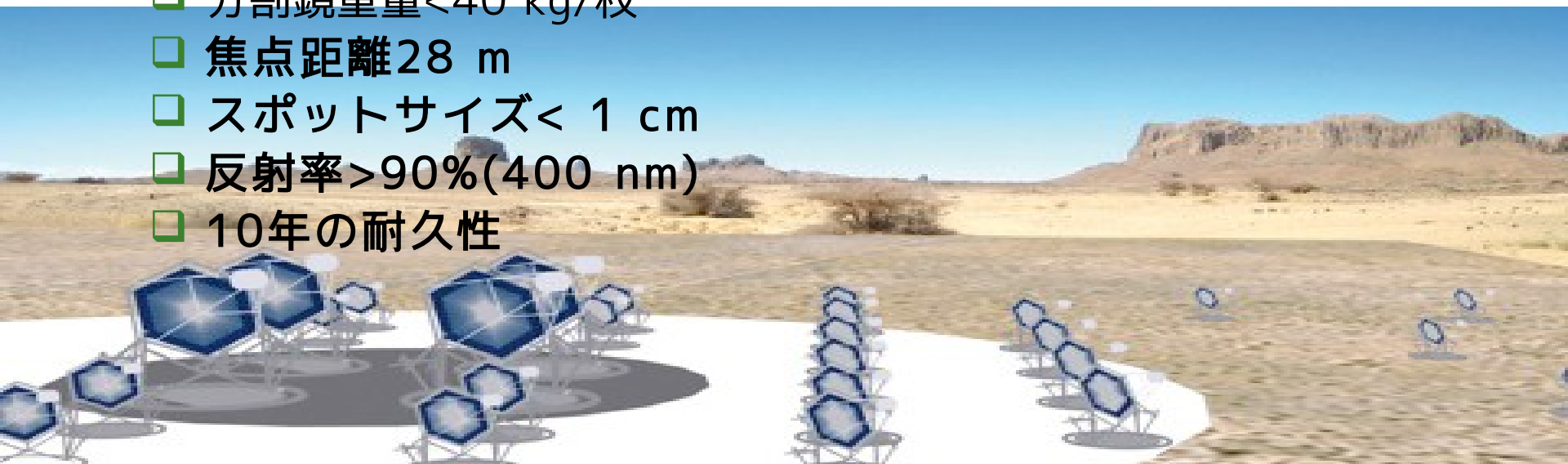
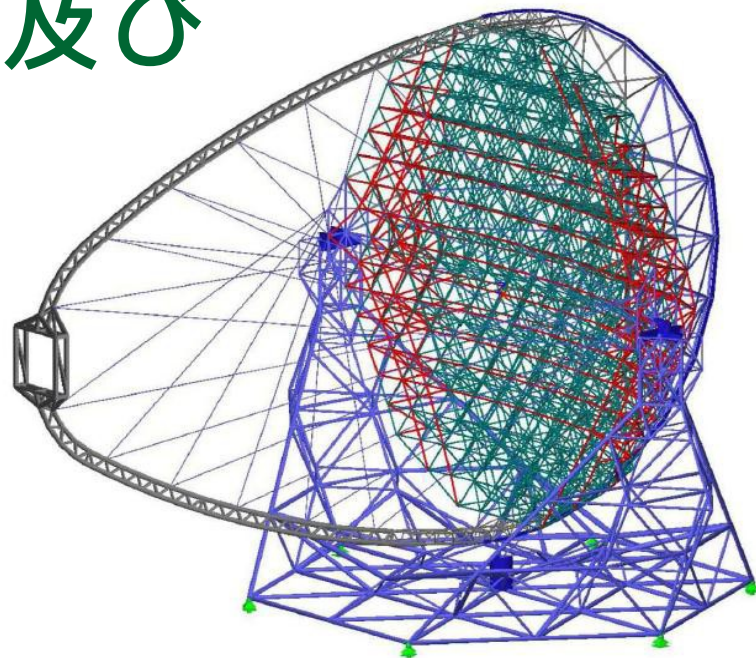
大口径望遠鏡（LST）及び 分割鏡の要求仕様

■ LST:

- 23 m口径放物面型
- 焦点距離28 m

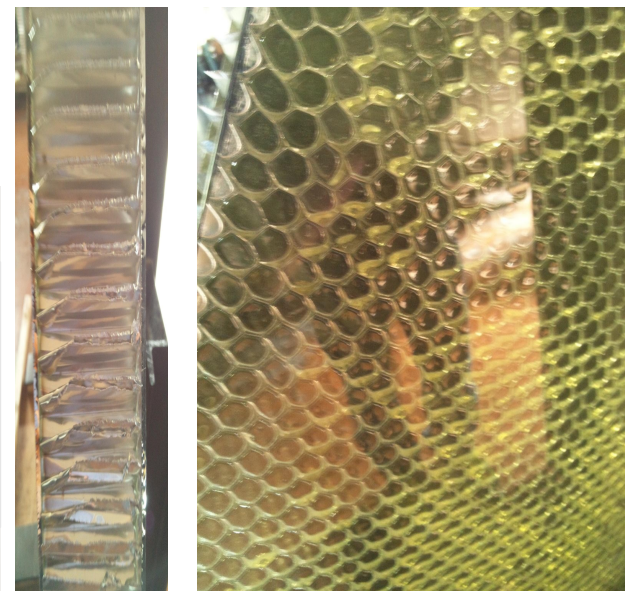
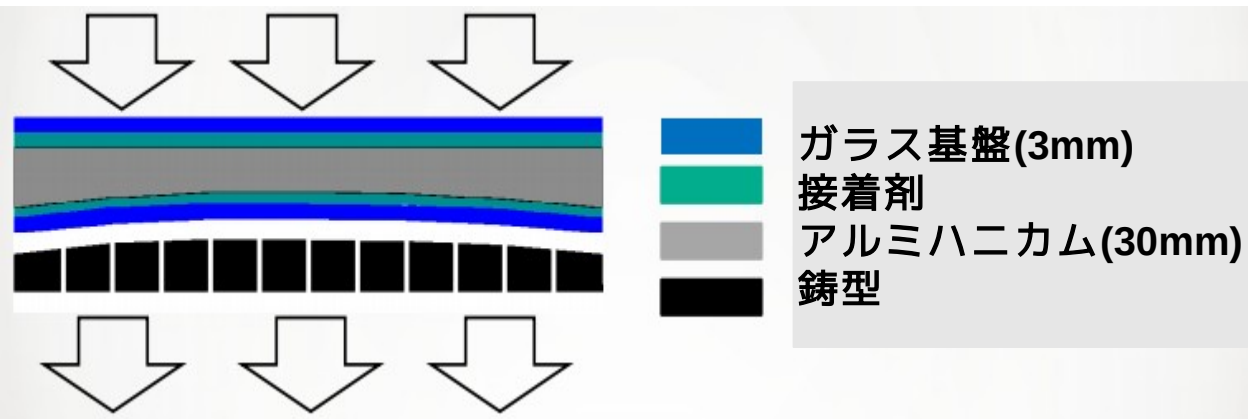
■ 分割鏡:

- 六角形球面、対辺1.5 m
- 分割鏡枚数：1台あたり206枚
- 分割鏡重量<40 kg/枚
- 焦点距離28 m
- スポットサイズ< 1 cm
- 反射率>90%(400 nm)
- 10年の耐久性

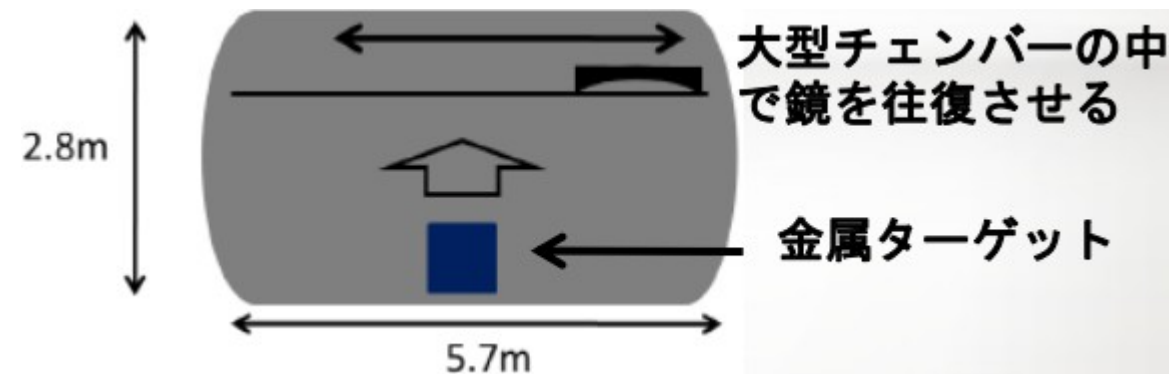


分割鏡の製作

- Cold slump法でガラス基盤を作る

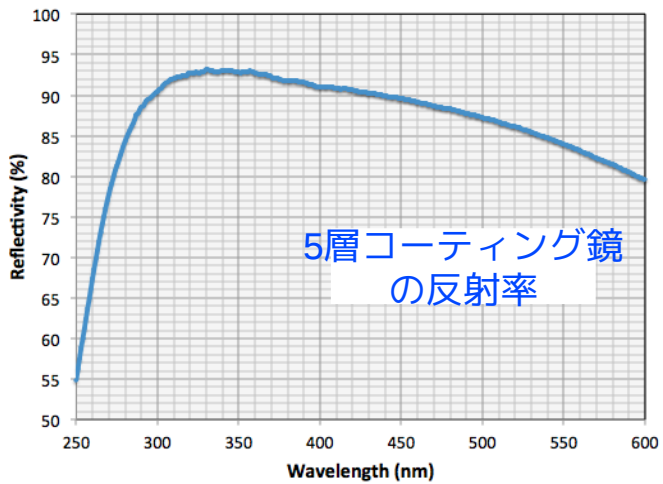
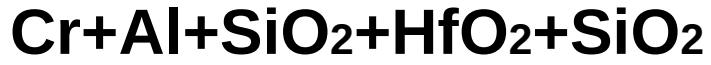


- スパッタリング法でコーティングする



分割鏡製作の進捗: 表面の耐久性

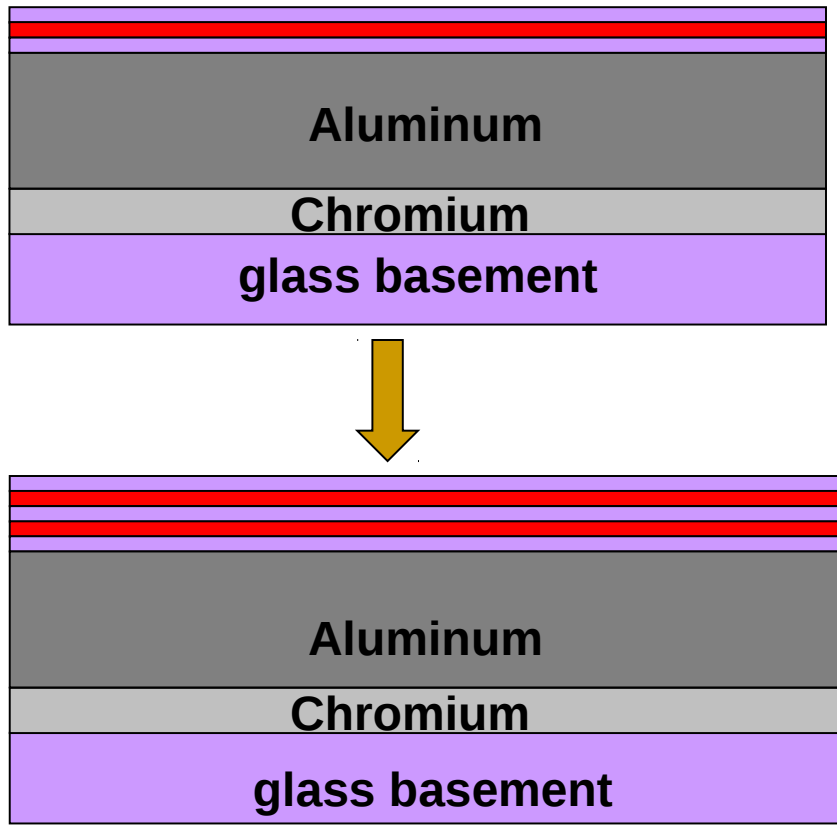
■ 5層コーティング



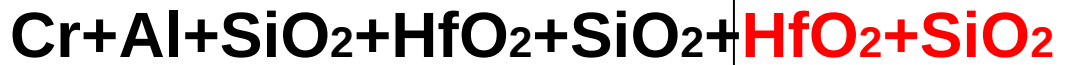
5層コーティング鏡
の反射率

を持たせながら

高反射率(≒90%)



■ 7層コーティング



耐久性実験

10年後反射率(@400nm波長) > 85%を満たすため、分割鏡のコーティング(蒸着、5層スパッタリング、7層スパッタリング)の耐久性実験を行ってきた

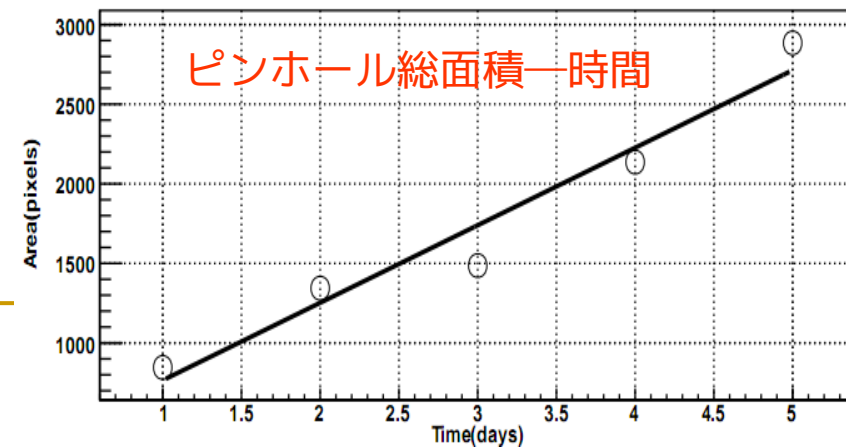
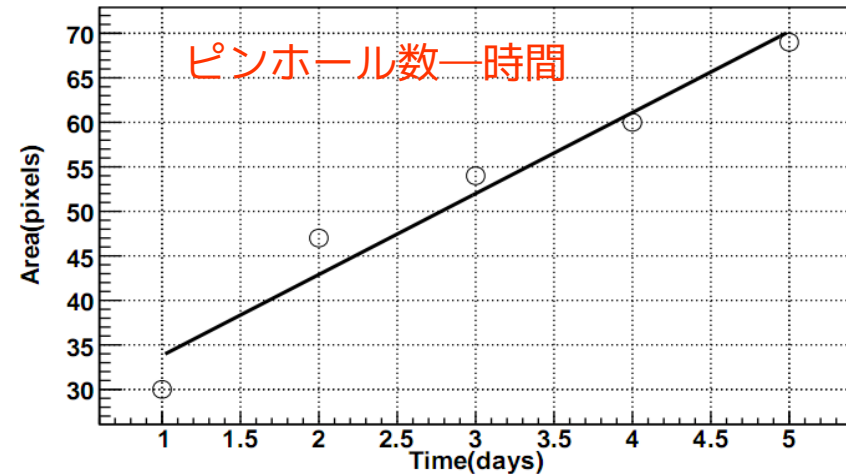
- 擬似酸性雨実験
- 酸性溶液中での腐食の加速実験
- こすり実験

擬似酸性雨実験

酸性雨の成分を模擬し(HNO_3 成分： H_2SO_4 成分=2:1)、溶液に蒸着コーティング鏡を浸す

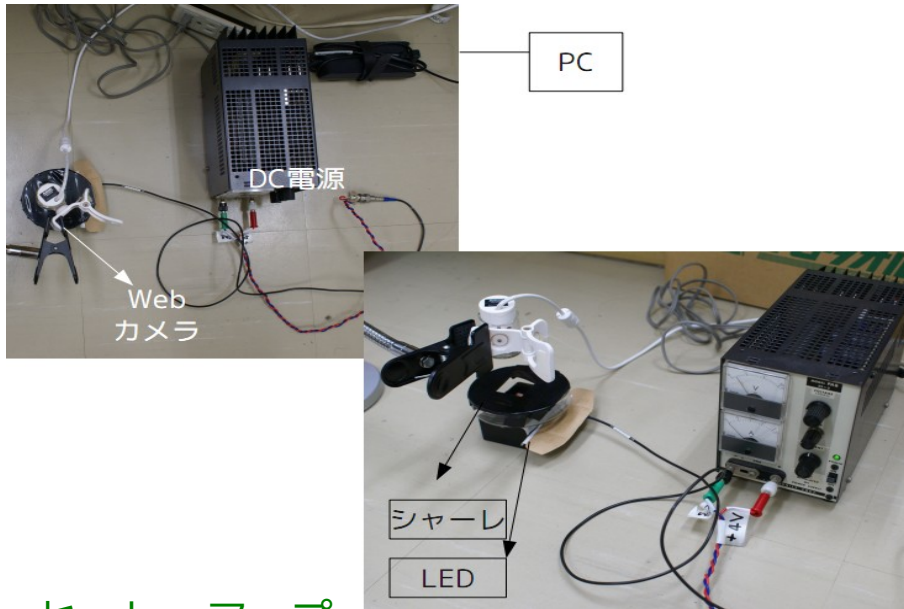
- 透過光を後から当たって撮影
- 鏡表面のピンホール数や面積の変化を調べる

一回目実験(5日間)		二回目実験(5日間)	
実験の条件	表面の状態	実験の条件	表面の状態
空気	変化なかった	空気	変化なかった
飲用水、精製水	四日目に曇った	精製水	変化なかった
pH5擬似酸性雨	Pinhole大きくなり続けた	pH5擬似酸性雨	pinhole大きくなり続けた
pH3擬似酸性雨	二日目に全て溶けた	pH3擬似酸性雨	二日目に殆ど溶けた

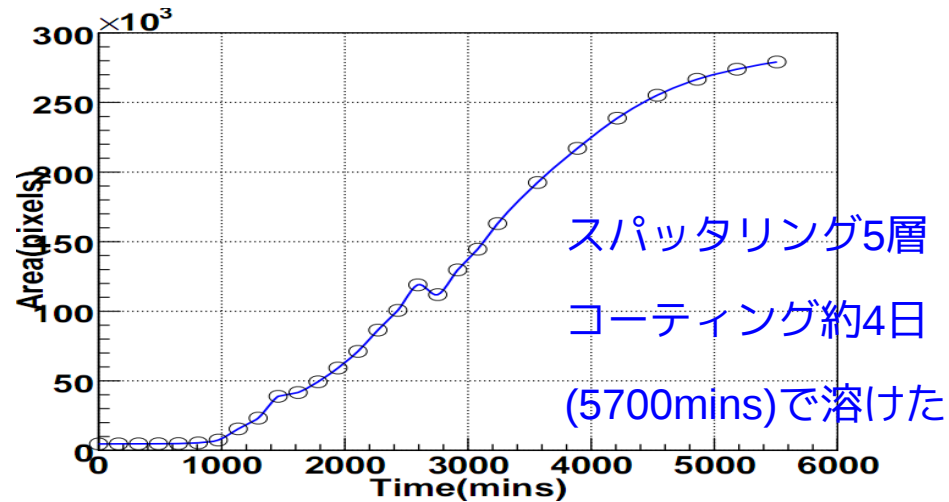
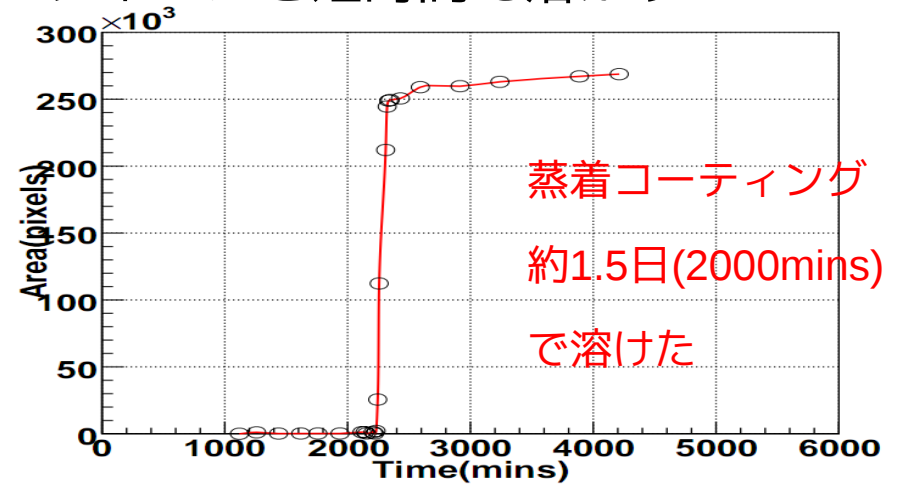


酸性溶液腐食の加速実験1

濃度0.1mol/L(pH=1)の溶液で鏡コーティングを短時間で溶かす



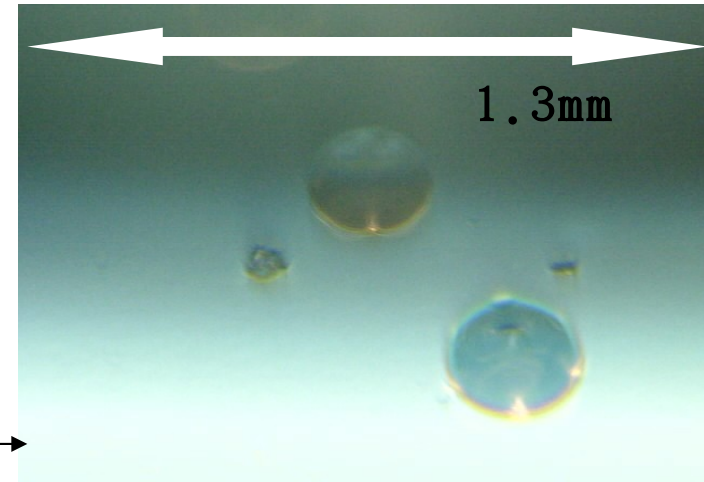
セット・アップ：
闇の環境
LED光源裏から照射、
カメラ・システム：3分間おきに撮影



酸性溶液腐食の加速実験2

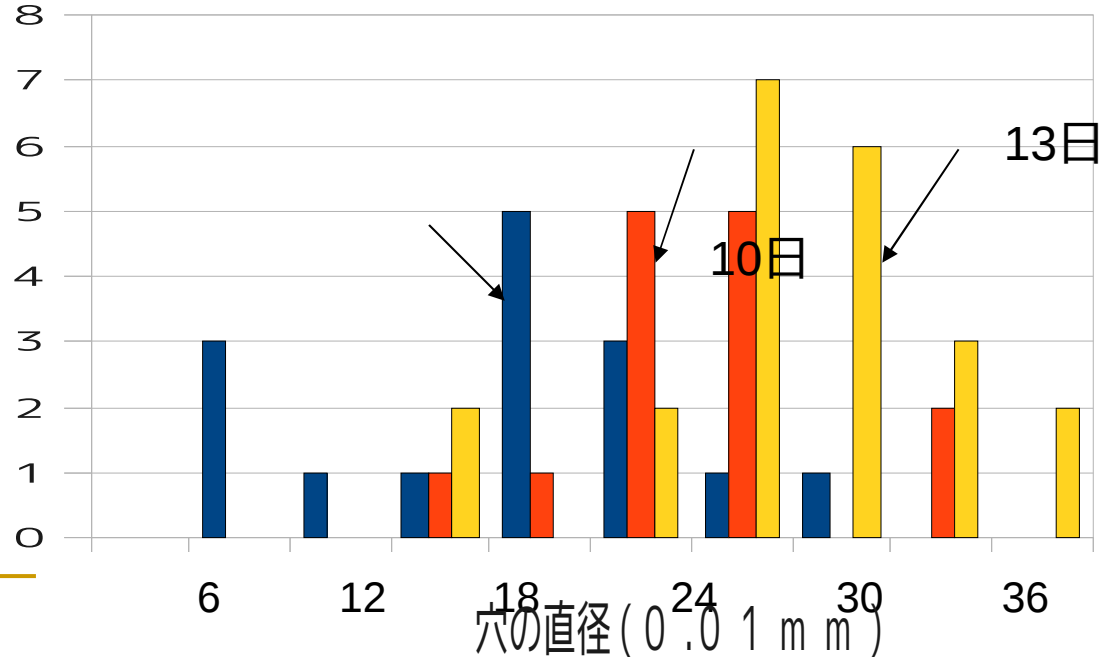
濃度0.1mol/L(pH=1)の溶液、
7層スパッタリング・コーティングは
測定期間内では有意な変化が見られなかった:
15日経ち、透過光(全層を貫通するpinhole)なし
顕微鏡で観察、表面に穴が現れた

倍率×100



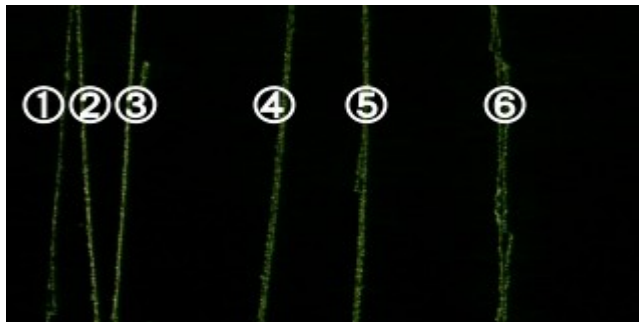
穴の直径を統計し、
15日
ヒスグラフで分布
の推移を表す

穴の数の

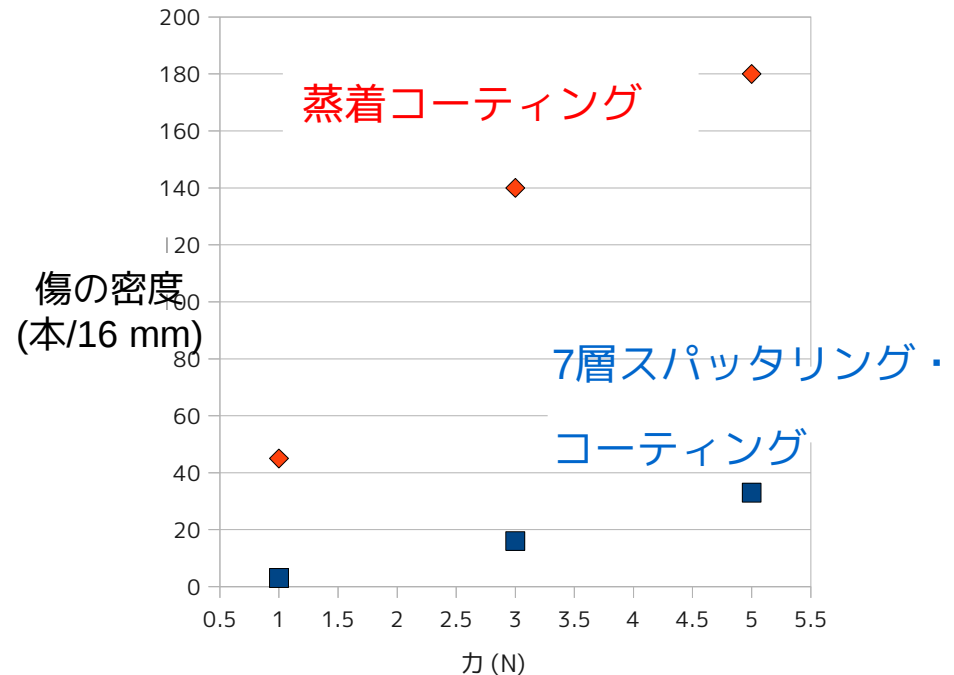


こすり実験: コーティングを砂消しゴムで擦り、傷の本数で評価

- I、一定の力で鏡表面を擦り
- II、傷の本数(abrasion)—擦り回数(strokes)の関係より傾きを求める
- III、異なる力で I と II を繰り返す
- IV、平均の傷の本数(abrasion)--力(force)の関係を表す



顕微鏡の透過光で見た鏡表面(真実幅1mm), 16 mm幅範囲内の傷の本数を数える

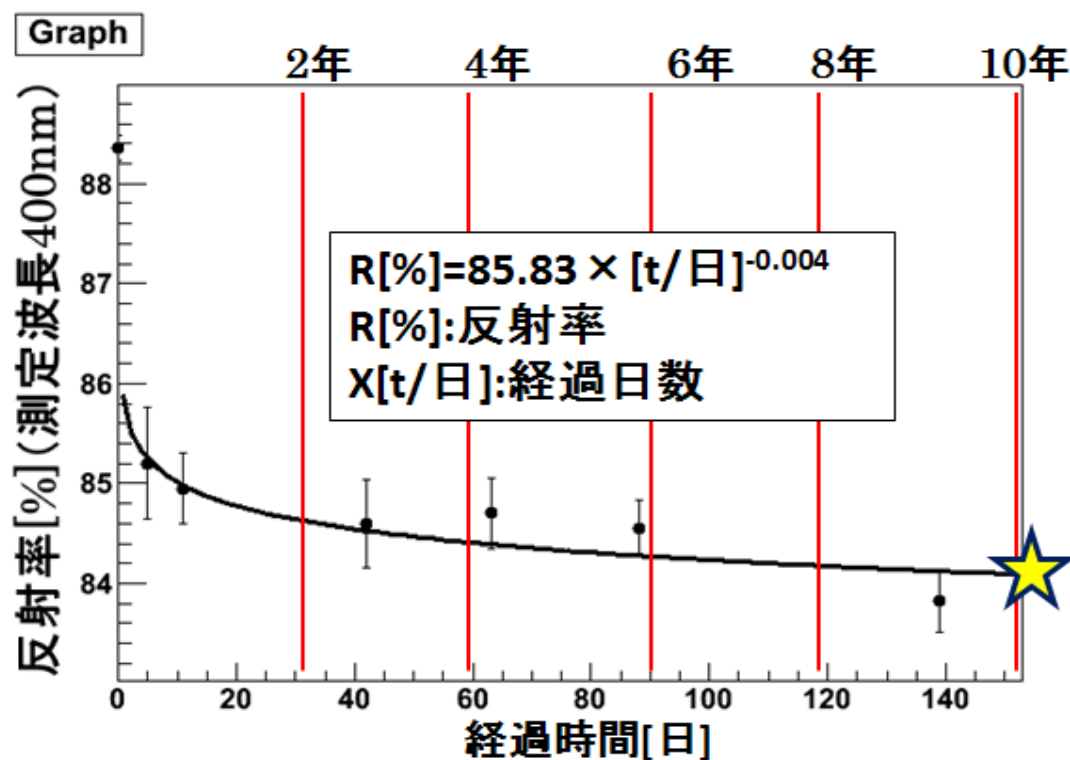


10年後の反射率の見積もり

茨城大学

望遠鏡設置候補地の年間降水時間⇒355時間/年

腐食加速試験における浸漬時間⇒3336時間⇒約9年半の暴露に相当



水戸の雨を用いた腐食加速試験結果
各測定日に16箇所の反射率を測定し、平均値をプロット

試験前の反射率⇒88.36%
10年後の見積りは約84.13%
反射率の低下量⇒約-4.23%

腐食加速試験(浸漬)では
要求を満たしているといえる。



今後

7層コーティングを施したサンプル鏡を用いてサイクル試験を行い、より暴露環境に近い腐食加速試験を行う。

まとめ

- 分割鏡製造の進捗：
5層コーティング→7層コーティング
- 耐久性実験：分割鏡の蒸着とスパッタリング・コーティングのサンプルを使って耐久性実験を行った
 - － 酸性腐蝕の加速実験により、スパッタリングは蒸着より、7層は5層よりコーティングの耐久性が強いことを確認
 - － こすり実験により、7層スパッタリングは蒸着よりコーティングの強度が強いことを確認
- 反射率の10年後の見積り：反射率の10年の低下量-4.23%

今後の展望

- 分割鏡の表面評価：PMD測定法
- 多方面の強度と耐久性試験：コーティング強度、耐久性、接着剤強度、耐久性