

CTA大口径望遠鏡 の分割鏡の開発(2)

近畿大学：周小溪

千川道幸；

宇宙線研：手嶋政廣

甲南大学：山本常夏

茨城大学：吉田龍生

黒田和典；

他CTA-Japanチーム一同

榎本良治；名古屋大学：奥村曉；

松本恵理；京都大学：林田将明；

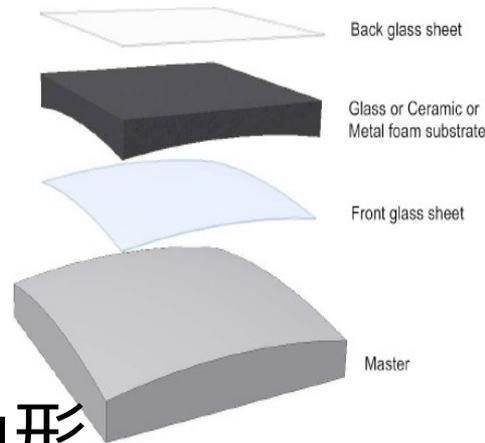
片桐秀明 柳田昭平 加賀谷美佳

目次

- CTA計画(Cherenkov Telescope Array)日本グループ担当のLST(Large Size Telescope)の仕様
- LST分割鏡の試作状況
- 分割鏡の性能実験
 - 鏡表面コーティング腐蝕の加速試験
 - 鏡表面コーティングの強度試験
- まとめ

LST仕様

- 23m口径
- 総重量50t
- 20秒で180°回転
- 約200枚分割鏡



1.5m幅(対辺)の六角形

焦点距離27.6m、スポットサイズ<1cm

多重コーティングCr+Al+SiO₂+HfO₂+SiO₂

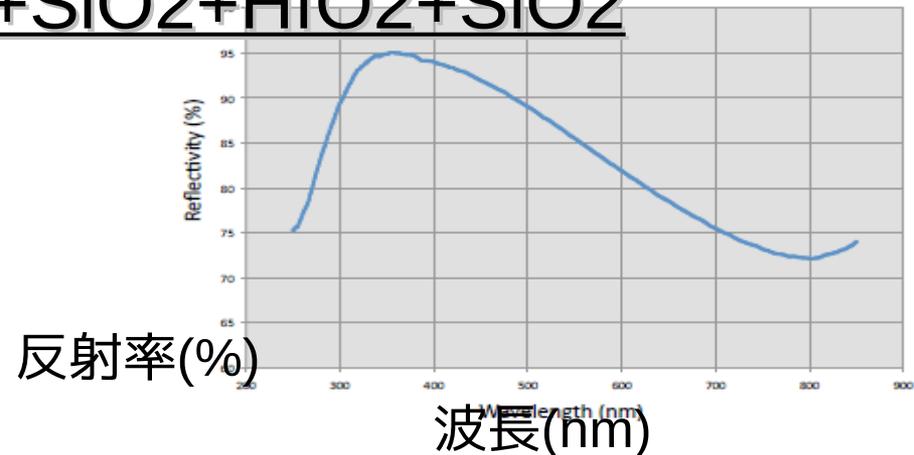
Sputtering coat with (Cr + Al + SiO₂ + HfO₂ + SiO₂) 15.June.2011

反射率>93%

2分角以下の角度分解能

重量<50kg/枚

耐久性>10年



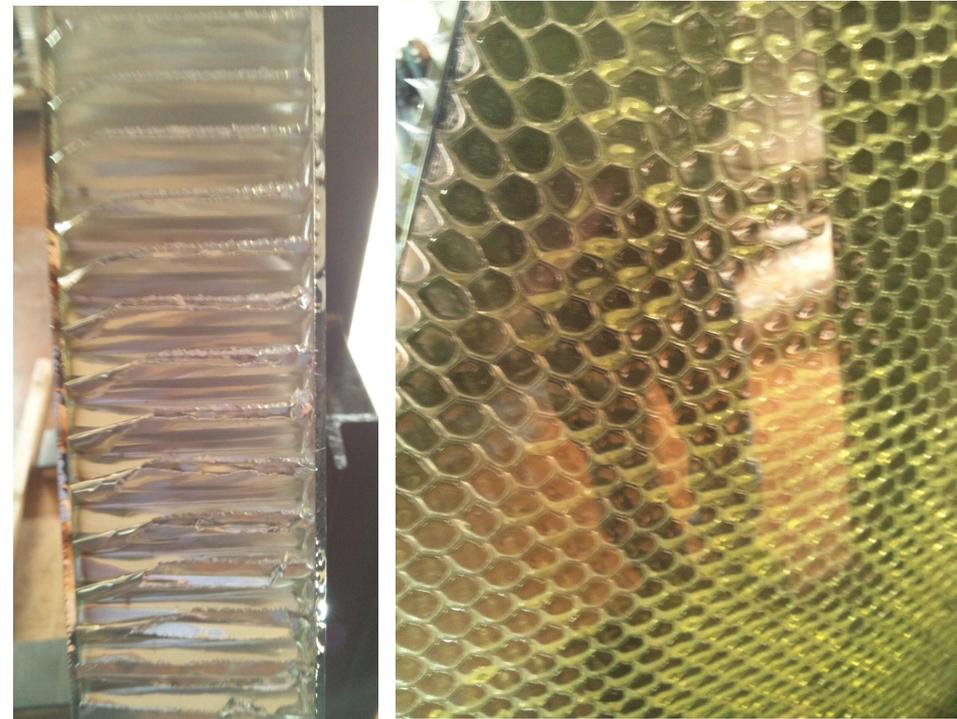
LST分割鏡の試作：

1.5 m幅試作鏡の状態



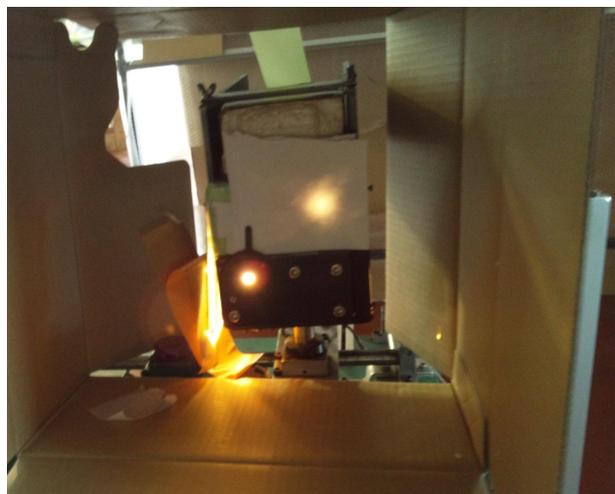
上図：1.5幅試作鏡

右図：鏡の側面と裏面(3mm
マルチコーティング鏡+アル
ミハニカム+ガラス)



スポットサイズの測定

1.2m幅MST(Middle Size Telescope)試作鏡の集光状態：



光源：白熱電球, 半径10mm

MST仕様：焦点距離16.07 m, 曲率半径32.14 m

各サンプルの焦点距離：

No.1	32654
No.2	32465
No.3	32705
No.4	32530

(mm)

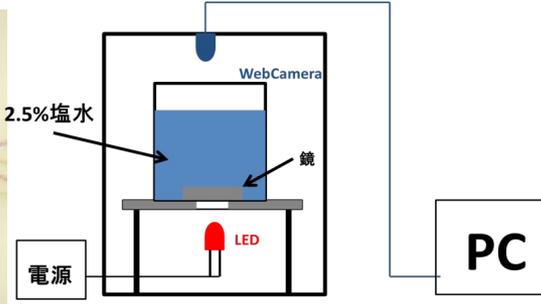
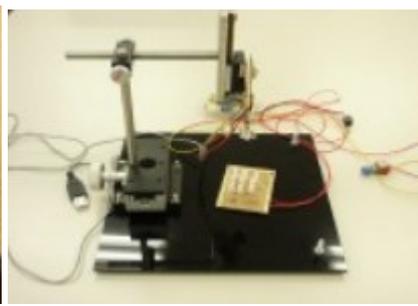
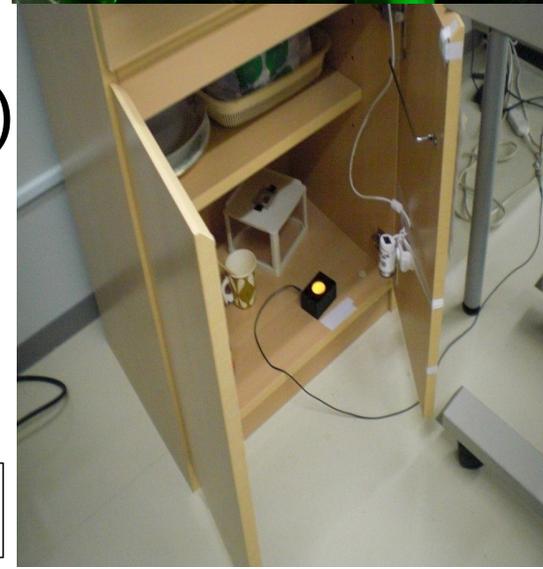
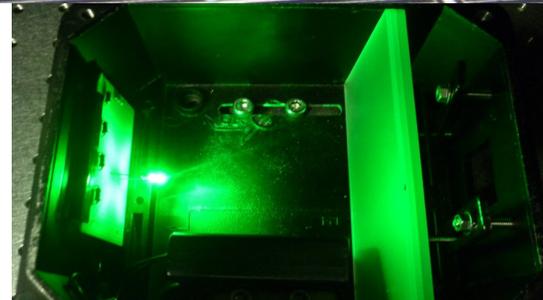


分割鏡の性能実験

鏡表面コーティングの腐蝕の加速実験

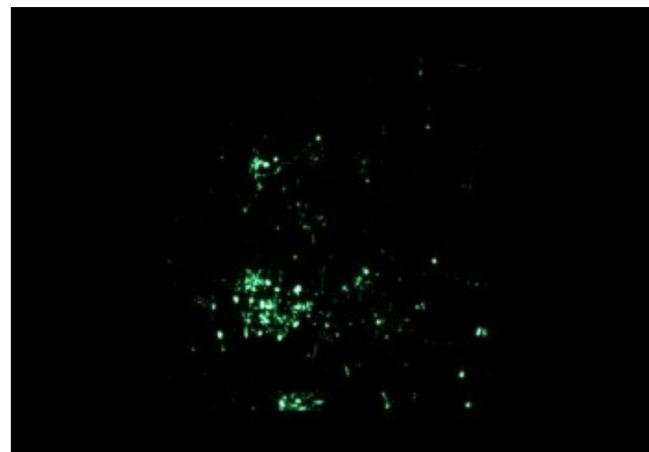
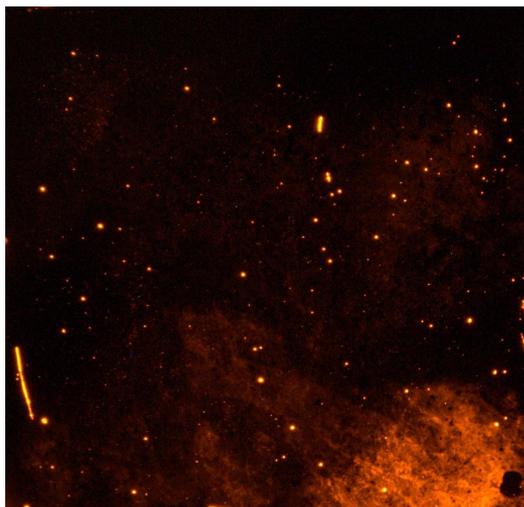
- 擬似酸性雨での実験(近畿大学)
- 塩水、漂白剤での実験(甲南大学)
- 塩水、酸性溶液での実験(茨城大学)

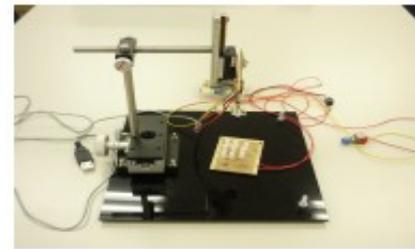
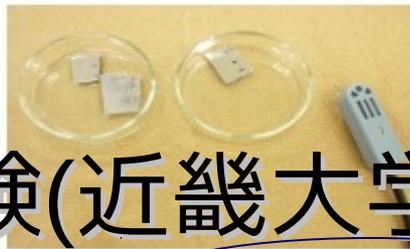
製造会社三鷹光器での鏡表面強度実験



腐蝕の加速実験で調べたい事

- 腐蝕速度と腐蝕性溶液の濃度、成分の関係
- ピンホールの成長が反射率に当たるの影響
- 加速実験と実際観測でのコーティング腐蝕速度の関係





酸性雨による加速実験(近畿大学)

ID No.	pH	EC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	R1	R2
		uS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	%	%
LA PALMA-A	5.23	24.2	0.984	0.269	1.510	0.235	0.370	2.422	1.383	1.738	2.200	2.00	-3.07
LA PALMA-B	5.85	21.6	0.953	0.282	1.584	0.224	0.328	2.565	1.316	1.754	1.840	1.47	-1.17

——La Palma雨成分の解析(茨城大)

Ph=5擬似酸性雨の製作：

1 mol/Lの硫酸と 1 mol/Lの硝酸を体積比N/S=2:1で精製水と混合

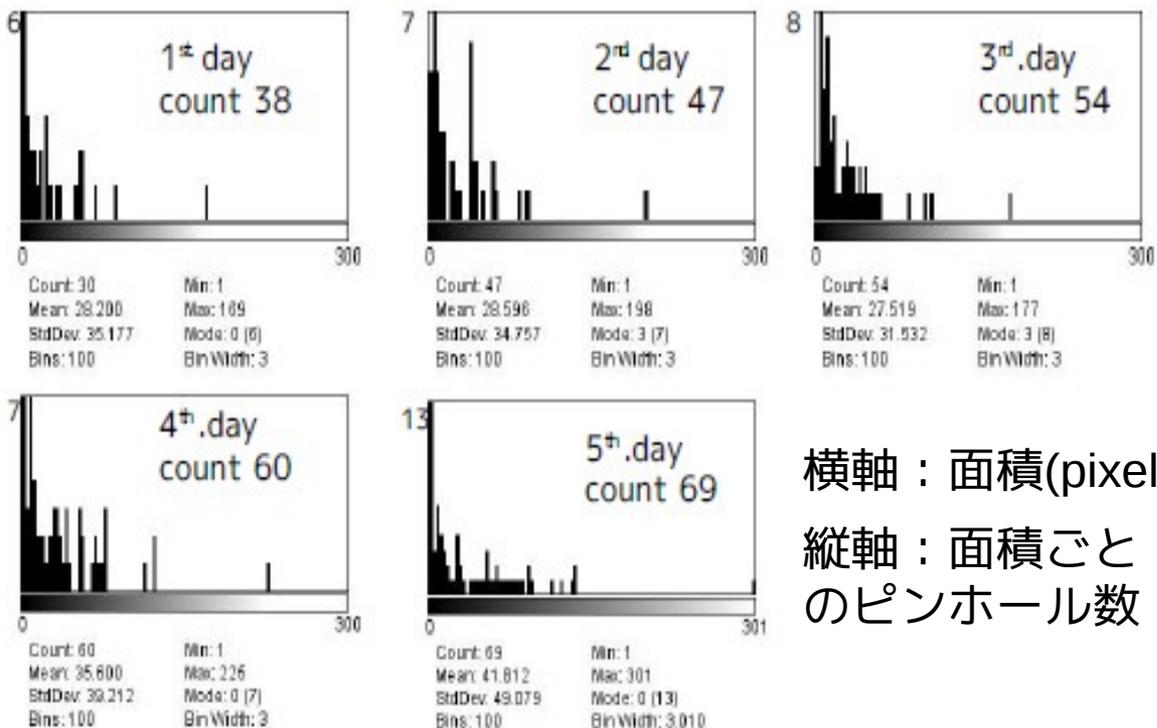
データの記録：

鏡の裏面か光源を当て、RAWデータで写真を取る

データ解析：

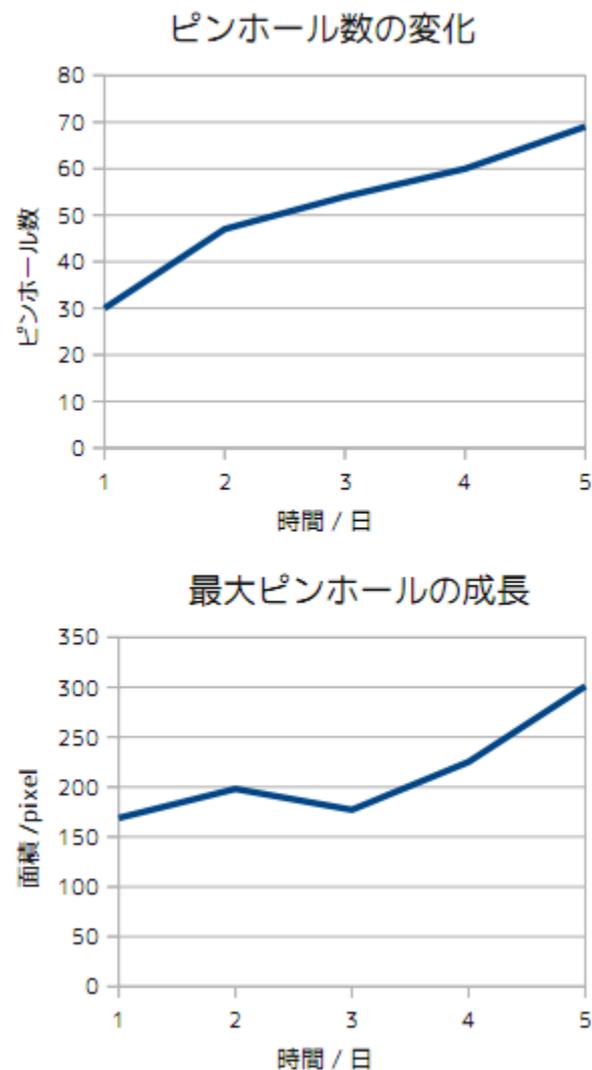
ピンホールと思われる部分の数を数え、体積を測る

データの解析



横軸：面積(pixel)
縦軸：面積ごとのピンホール数

上図：写真ごとのピンホール分布の解析
右図：ピンホールトータルの数の変化
最大面積を持つピンホールの成長



鏡表面コーティングの強度試験

- 試験機

超薄膜スクラッチ試験機 CSR-2000 型

- 測定条件

スクラッチ速度：10 $\mu\text{m}/\text{sec}$

励振振幅：100 μm

荷重印加速度：50 mN/60sec

- 測定サンプル

スパッタリングコーティング($\text{Al} + \text{SiO}_2$)：厚さ約0.08 μm

蒸着コーティング($\text{Al} + \text{MgF}_2$)：厚さ約0.04 μm

鏡表面コーティングの強度試験

スパッタリングコート 測定 Data 1

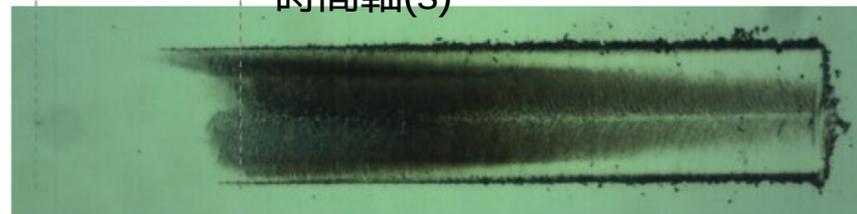
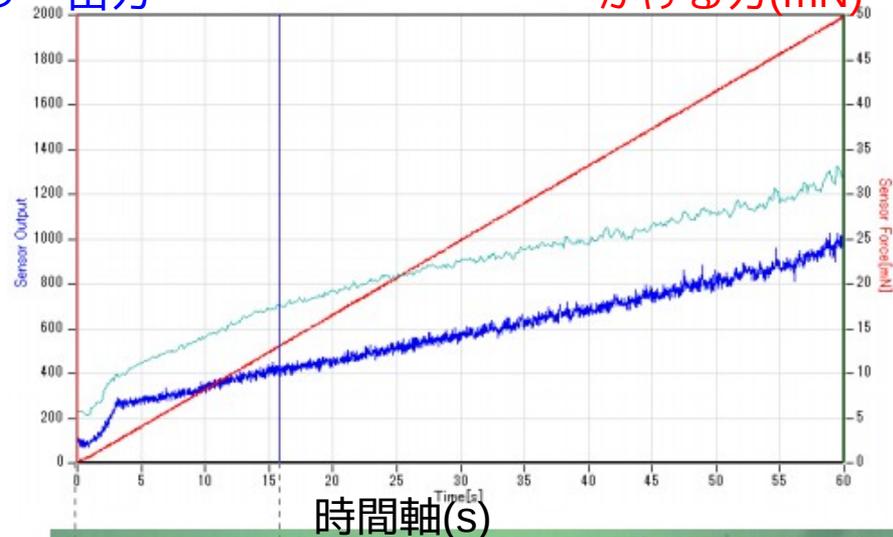
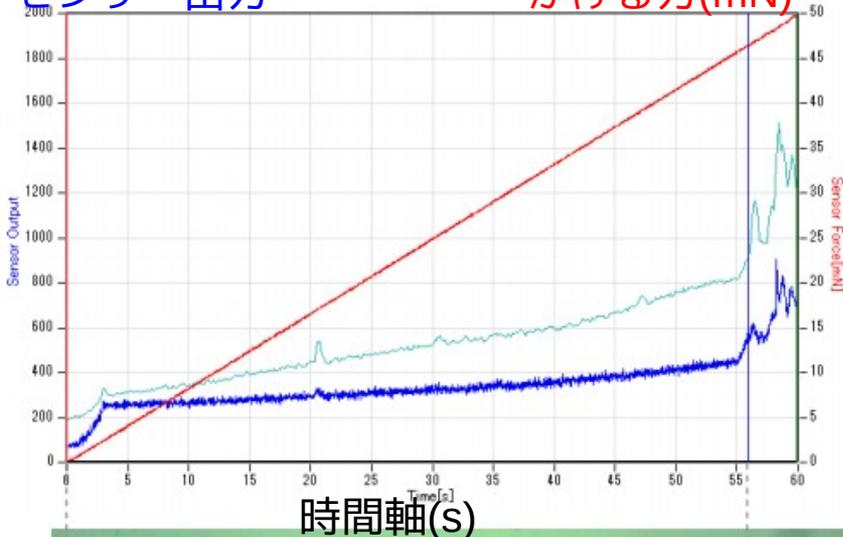
蒸着コート 測定 Data 2

センサー出力

かける力(mN)

センサー出力

かける力(mN)



	スパッタリングコート	蒸着コート
No.1	46.6	12.4
No.2	44.8	13.0
No.3	46.4	13.4
ave.	45.9	12.9

— 破壊ポイント荷重値[mN]

まとめ

- LSTの1.5幅試作鏡の状態：
 - 反射率 > 90%
 - スポットサイズ ~ 1cm
- 鏡表面コーティングの耐久性：
 - コーティングの腐蝕過程とピンホールが反射率に対しての影響を調べ続けている
- 鏡表面コーティングの強度：
 - スパッタリングコーティング > 蒸着コーティング

今後の展望

- ナミビアに設置している鏡の測定を行い、結果を比較する
- 2012年：1台望遠鏡を設置する、50枚分割鏡を作成予定
- 2015-2016年から：8台望遠鏡の設置に1600枚分割鏡が必要；
3年×600枚/年で作成できる(24時間フル稼働2.5枚/日)