

# CTA報告26: CTA LST用分割鏡の開発

山本常夏、松本恵理 : 甲南大理工

榎本良治、手嶋政廣、 : 宇宙線研

奥村暁 : 宇宙研

加賀谷美佳、片桐秀明、吉田龍生 : 茨城大理

千川道幸、周小溪 : 近大理工

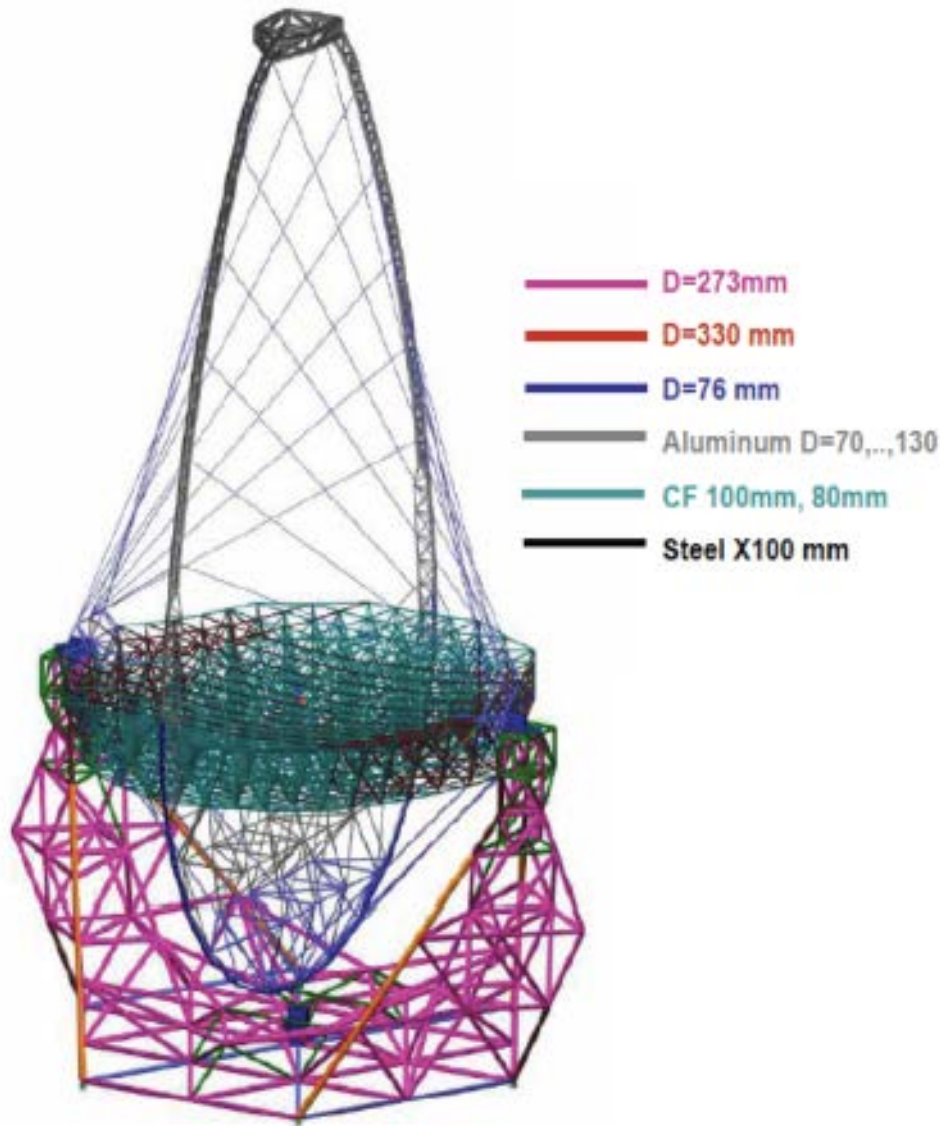
林田将明 : 京大理

他 CTA-Japanコンソーシアム

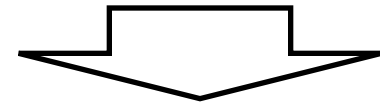
- 分割鏡の仕様
- 高反射率多層コーティング
- 分割鏡の構造
- 試作鏡製作状況

## Large Size Telescope

- 24m口径 パラボラ
- >400m<sup>2</sup>反射面積
- 総重量～50t
- 20秒で180° 回転
- **～200枚**の1.5m口径分割鏡
- 27.6m焦点距離

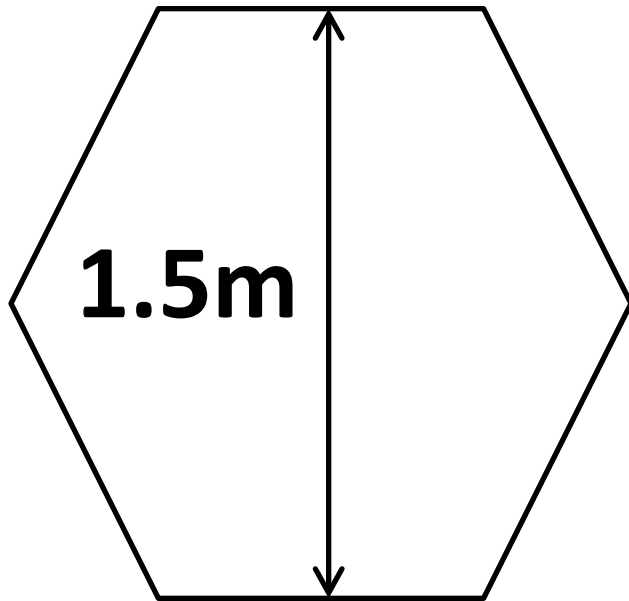


**1分割鏡50kgだと  
鏡全体で10tになる**



**安価で軽量かつ  
10年以上の耐久性**

# Large Size Telescopeの分割鏡 に要求されるスペック



- 1.5m幅の6角形( $\sim 2\text{m}^2$ )
- 焦点距離27.6mの放物面
- 焦点でのスポットサイズ $< 1\text{cm}$
- 軽量( $< 50\text{kg/枚}$ )・丈夫
- 93%以上の反射率
- 50万円以下
- 10年以上の耐久性

# 計量器メーカー“三光精衡所”との共同開発



Telescope Array の分割鏡を制作した実績があり、蒸着やスパッタリング用の大型チャンバーを持っている。

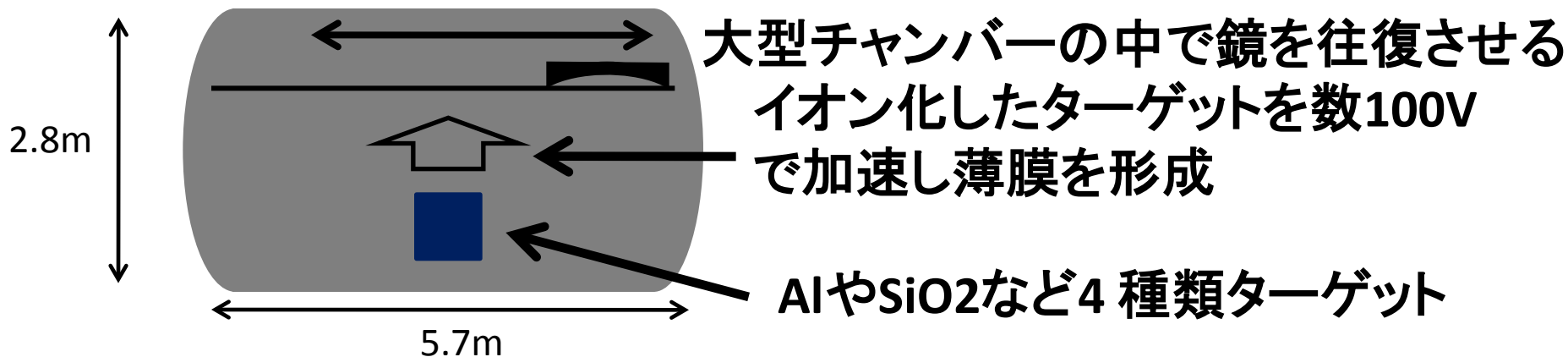


スパッタリング チャンバー

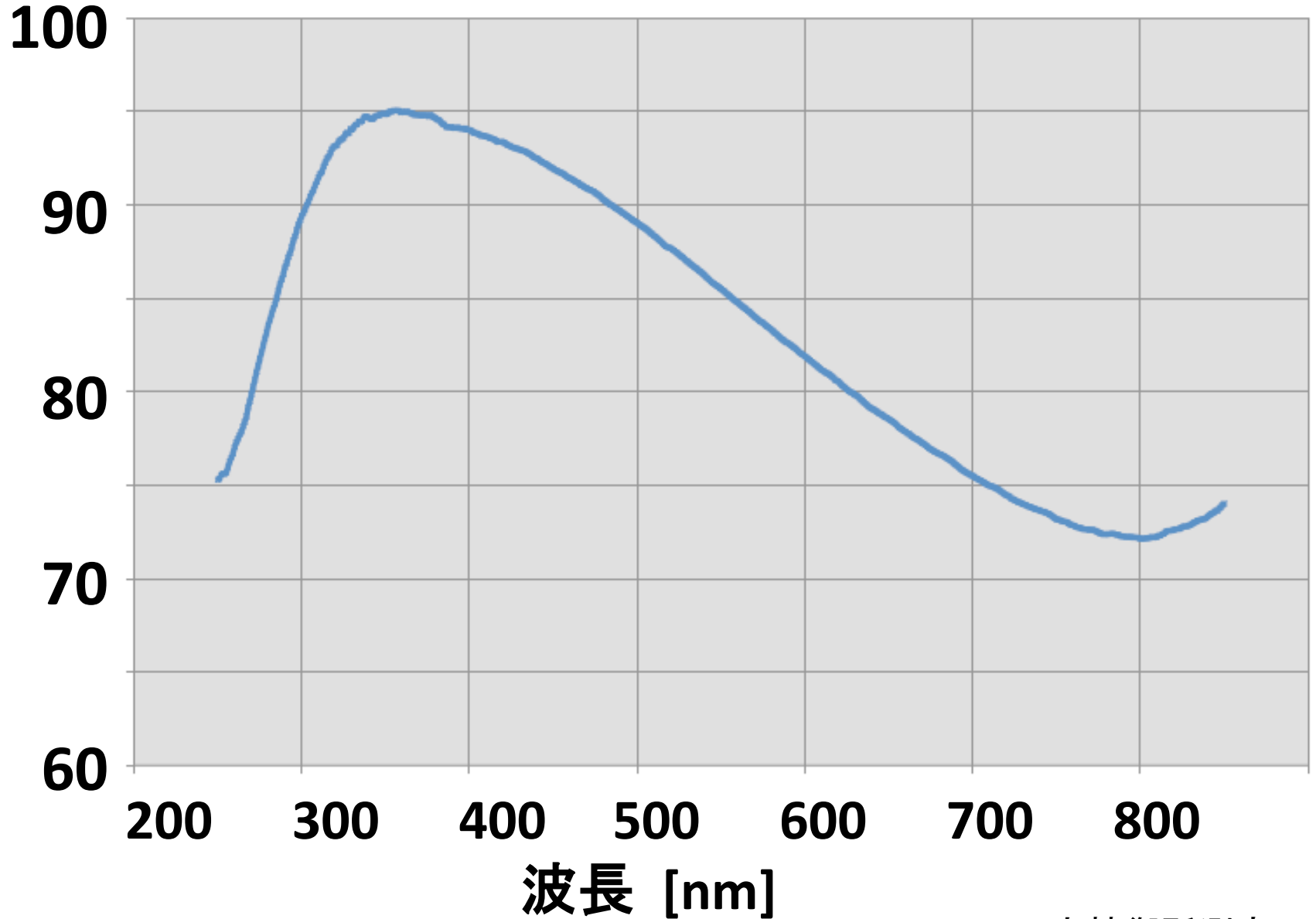


クリーンルーム

- アルミの反射率 --- 70~80% (紫外領域)
- 屈折率の異なる物質により $\lambda/4$ の多層膜を作り、干渉効果で反射率を上げる
- 耐久性を上げるためスパッタリング法により薄膜の作製を行う



# 反射率は紫外領域で95%を達成している



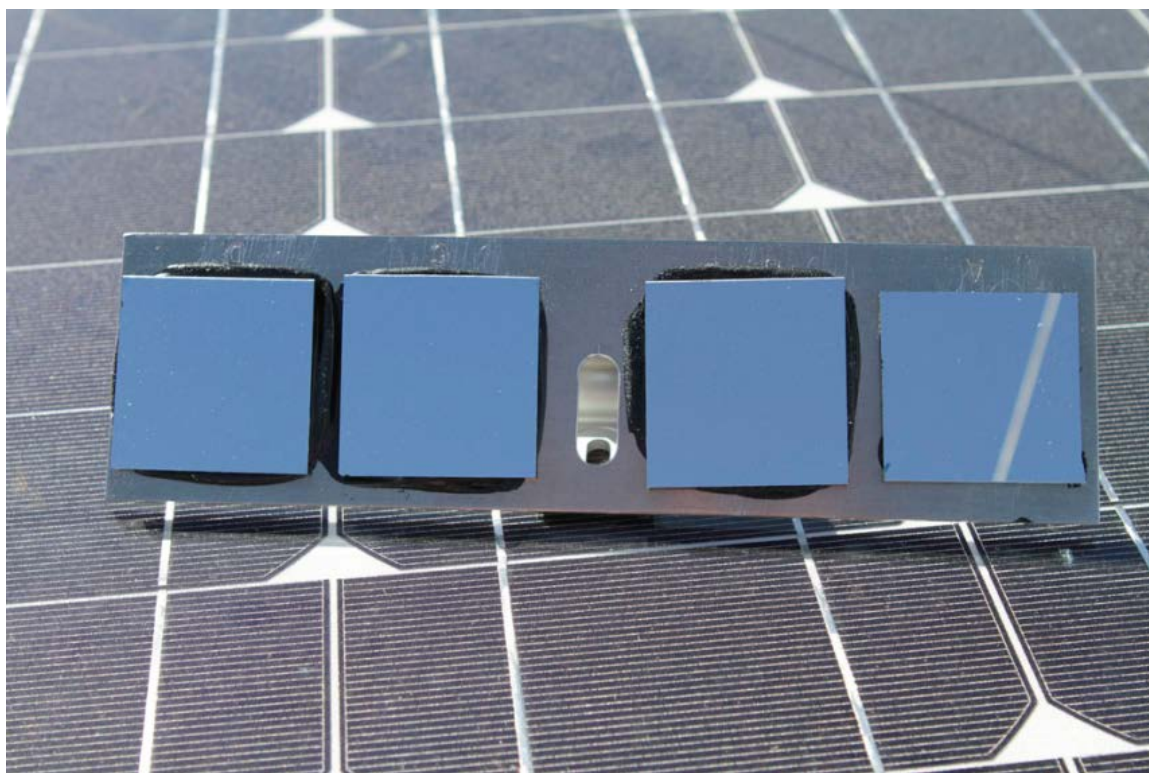
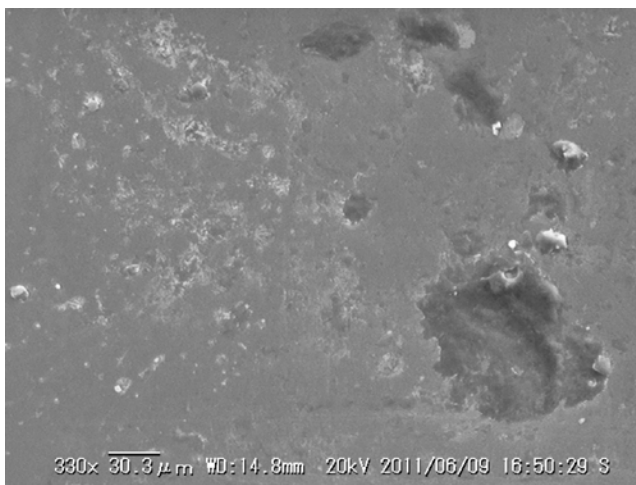
2011.Jun, 三光精衡所測定

## 反射率の経年変化加速試験



鏡の耐久性能を測定するため、塩水や弱酸性水溶液などに鏡を浸し、反射率の時間変化を計測している。

塩水に1ヶ月つけて腐食した鏡の電子顕微鏡画像

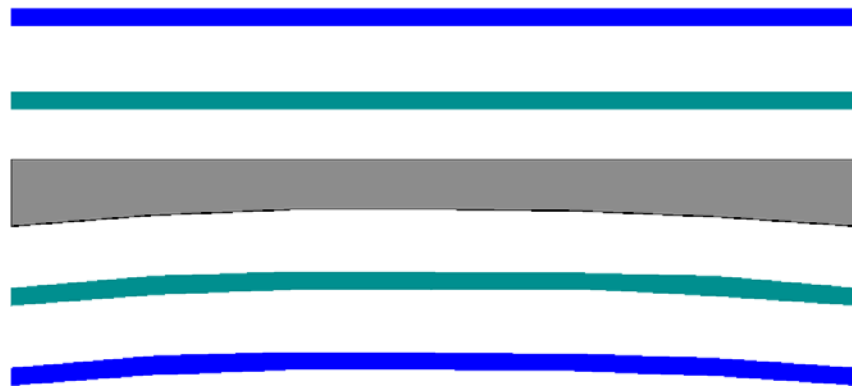


試作鏡をCTA建設サイト候補地に設置し経年変化を測定

# 分割鏡の構造



アルミハニカムを六角形に切りさらに放物面上に削る  
それをガラスと樹脂で挟む



ガラス

樹脂

アルミハニカム

樹脂

ガラス(～3mm)

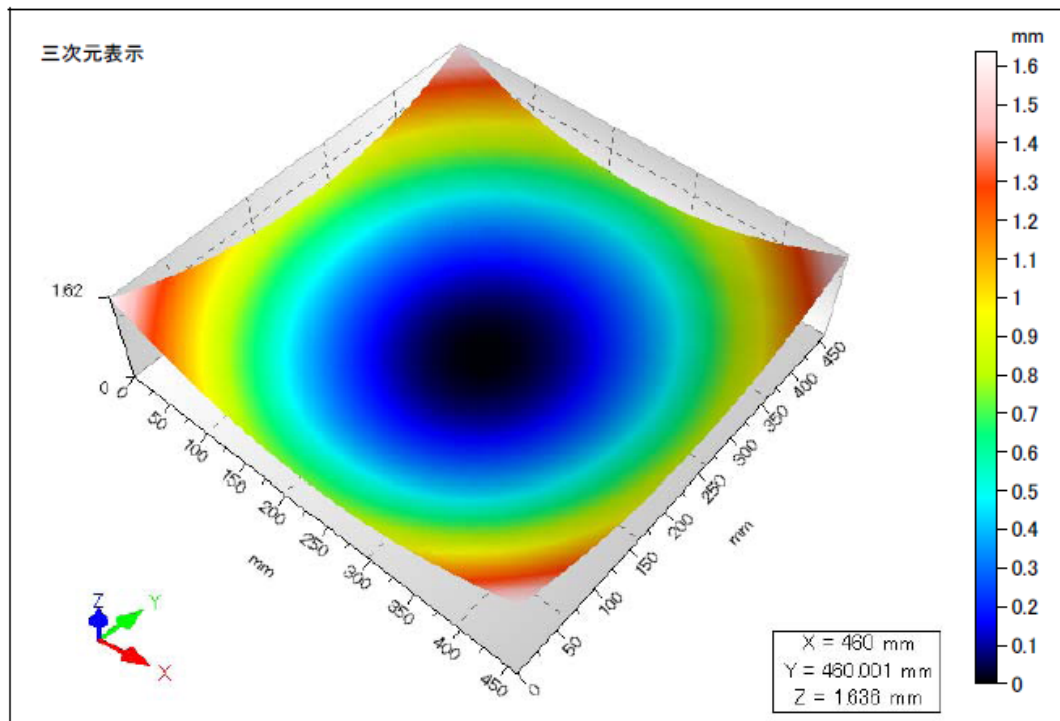
このガラスに曲率を持たせる



## 50 cm四方の試作鏡



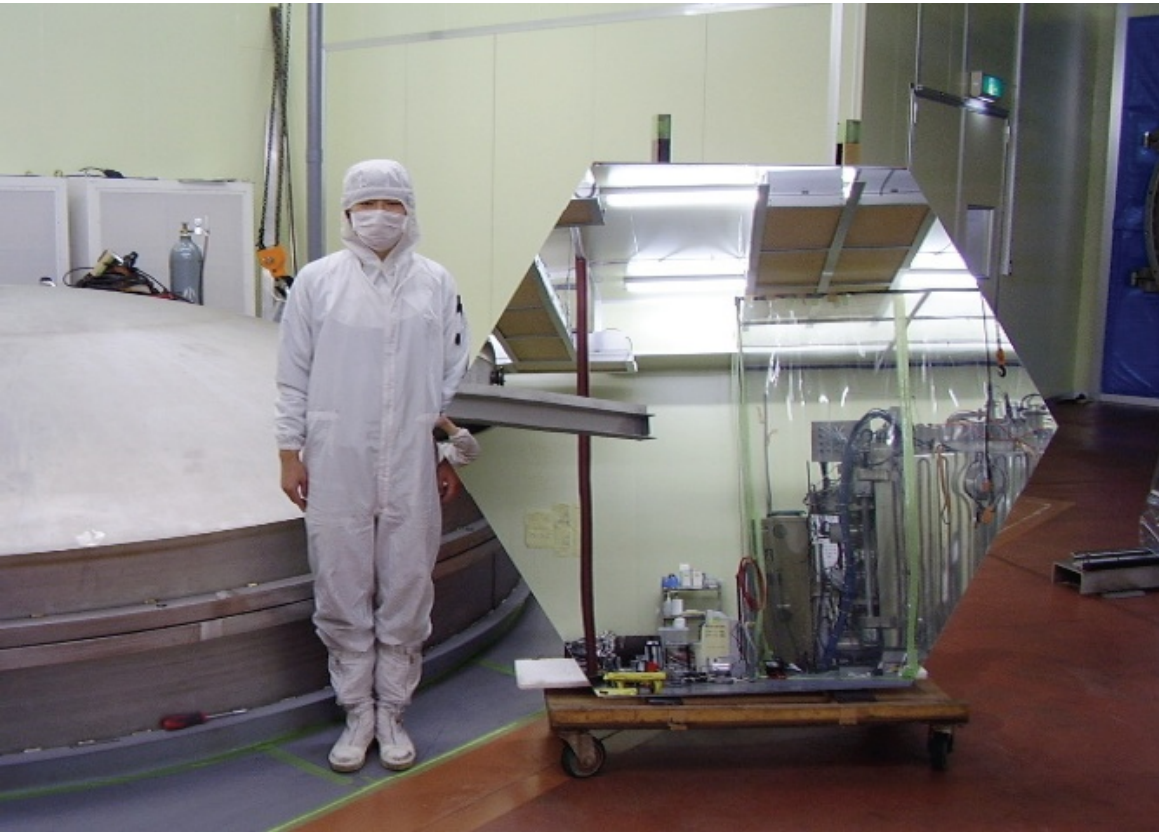
## 三鷹光器で鏡の3次元構造を精密測定



曲率半径が30mの鏡を試作した。曲率半径の実測値は32.7m  
で、30mでのスポットサイズは15mm (10mmが要求値)。

# 試作分割鏡

今年度初の時点で試作した1.5m幅の試作鏡で  
既に0.04x0.1度のスポットサイズを達成  
(0.03x0.03度が目標)



# 1200mm MST mirror の試作



30mm 厚 Aluminum foam (中国Beihai社製)  
3mm 厚ガラスでサンドイッチ

焦点距離: 16125mm (Target: 16000mm)  
PSF: ~20mm Full width (cf. PMT 50mm)  
反射率 at 350nm: 94%  
重量: 29kg



# まとめ

- 大型真空チャンバを開発し、高反射率放物面鏡を三光精衡所と共同開発している。
- 分割鏡の大きさは1.5m幅で、曲率半径55.2m
- アルミのハニカムかフォームを構造に入れることにより、軽くて丈夫な分割鏡を開発
- 既に95%の高反射率を実現している。
- 耐久性能について 加速試験を行っている

- 現在 : 分割鏡の生産にめどがついた
- 今秋 : 製造方法の最適化、耐久性のテスト、
- 年末 : 実際の仕様に合う試作鏡の製作
- 来年 : 量産体制の確立