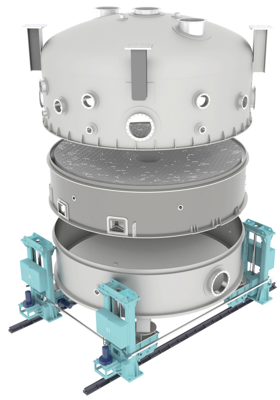
The University of Tokyo Atacama Observatory 6.5m telescope : Design of Mirror Coating Systems and its Performances II

H. Takahashi [1] et al. [1] U-Tokyo

Abstract

- TAO用の蒸着装置の仕様のまとめ、成膜性能を評価。
- 2020年1月までにメインチャンバーをはじめ、成膜に必要なすべての機器が完成。
- 2020年2～4月にかけて蒸着試験を実施。
- TAO望遠鏡の鏡の仕様を満たすコーティングを実現。



Introduction

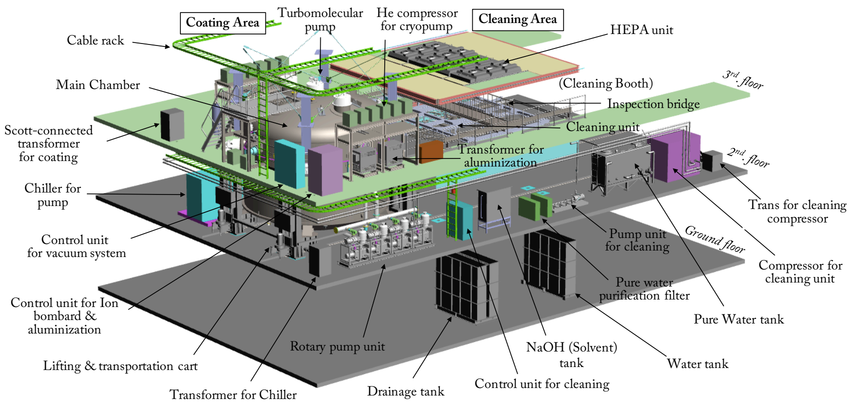
- チャンバーは上釜＋主鏡セル（PMC）＋下釜の３層構造。
- TAO主鏡はPMCにインストールされた後、取り外されることはない。
- 金属膜は（可視光）～近赤外～中間赤外で高い反射率を実現する**アルミ**コーティング。
- 山頂で、洗浄・剥離・蒸着まですべての工程を行う → **All-in-one Coating Facility on summit**

Facility

- 移動昇降台車
  ：望遠鏡下→洗浄エリア→蒸着エリアまでを約30tonのPMCを安全に運ぶ。
- 洗浄システム
  ：古い金属膜を剥離して、鏡をキレイに洗浄する。
- 蒸着装置
  ：新しいアルミ膜をコーティングする。

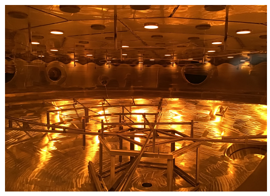
Table 1 : Specifications of Mirror Coating Facility

Chamber	
Diameter	6850 mm
Height	7872 mm (excluding PMC)
Weight (including Cart, PMC & PM)	73 tons
Main material	Stainless steel
Vacuum (higher port)	< 4 x 10^{-3} Pa
Vacuum (lower port)	< 4 x 10^{-1} Pa
Evaporation section	
Number of filament	147
Power supply	Applying in 4 separate series
Film thickness	100 - 120 nm
Uniformity of film thickness	RMS=10 nm, P-V~20 nm
Reflectivity	**>85% (0.35 – 0.9um)** **>90% (0.9 – 1.2um)** **>95% (1.2 – 40um)**
Uniformity of Reflectivity	<1% (RMS)
Cleaning section	
Degree of clean booth	Class 10,000 (IOS7 standard)
Solvent	Sodium Hydroxide
Lifting and Transportation Cart section	
Motive power (transportation)	2 motors
Motive power (lifting)	4 motors independently control
Maximum load weight	60 tons
Maximum lifting stroke	1750 mm
Maximum lifting speed	89 mm/min (50Hz)
Maximum Moving speed	6800 mm/min (50Hz)



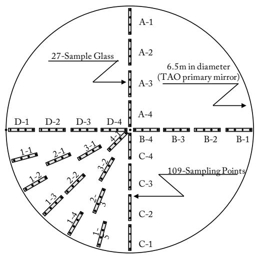
Process

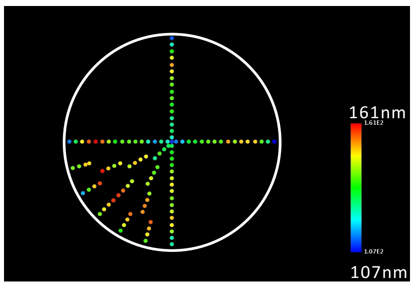
- 洗浄
  ：**水酸化ナトリウム液**でアルミ膜を除去。
  ：純正で洗浄。
  ：（可能な限り）エアブローで水分を飛ばす。
- イオンボンバード
  ：チャンバー内に封入したガスを電離させて、鏡面を叩くことで洗浄で取れない鏡面の酸化膜や微小粒子を飛ばす。
- 蒸着
  ：予めアルミを溶かしこんでおいた147本の**フィラメント**に電流を流して溶融・蒸発させて、鏡面にアルミ膜を生成する。
  ：**タングステンネット**を採用 → 液垂れの防止。



Coating Test

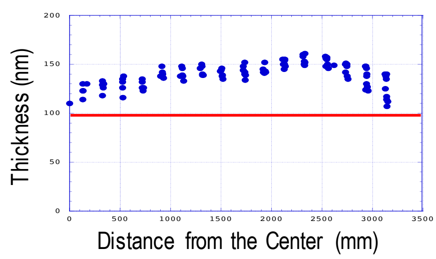
- 必要真空度になるか？またその時間を見る。
- 147本のフィラメントを**４系統**に分けて段階的に蒸発させる。
- 27枚のガラスピース、各４箇所、計108箇所で膜厚計測。
- （今回は）11サンプルの反射率を測定。





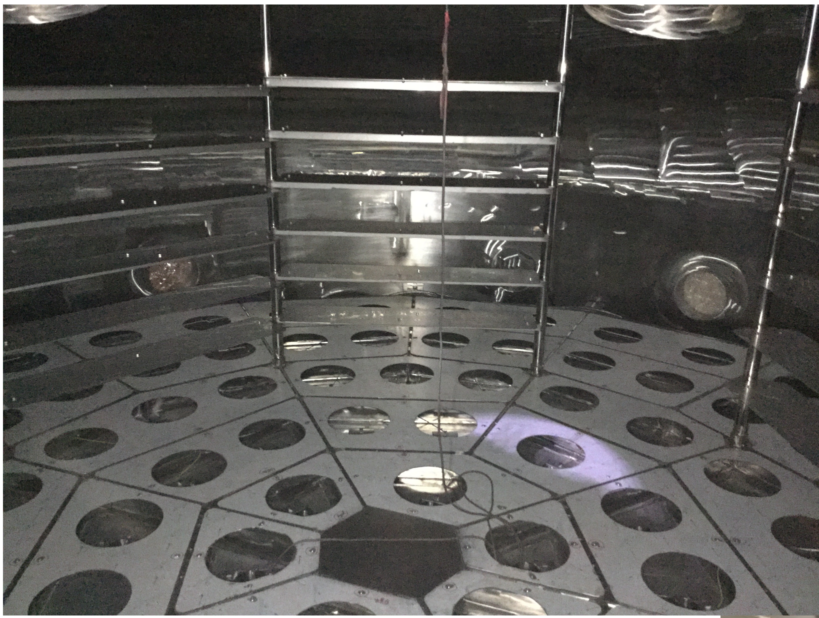
Results

- **約半日**で**8x10^{-7}torr**に到達 → 合格
- フィラメントからの蒸発率**～92%** → 合格
- すべてのサンプル場所で**>100nm** → 合格
- 全108箇所でテープテストクリア → 合格
- 反射率：全波長域で**> 95%** → 合格



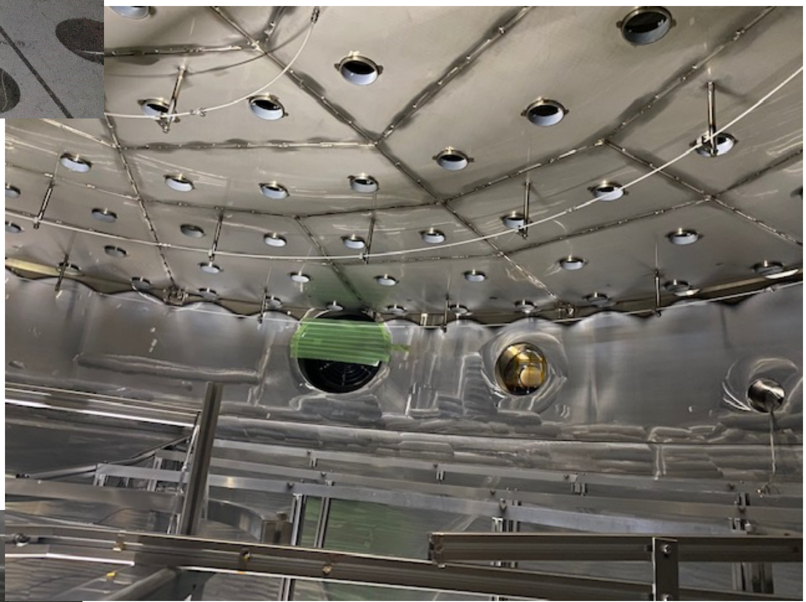
Future Prospects

- 2021年3～4月にチリに輸送、2022年1月～山頂設置、2022年4月～主鏡蒸着。
- M2, M3のコーティングもこの装置で行う。
- サブミリ波観測を視野に入れ、もうちょっと厚い膜厚生成も。
- 幅鏡への銀コートも？
- コーティング劣化の環境依存性のよい指標。世界のコーティング屋さんとの情報共有。



チャンバーの中
（上釜の上部）

チャンバーの中
（中間床とイオンボンバード電極）



チャンバーの中
（下釜とサンプル台）

蒸着総合性能評価試験