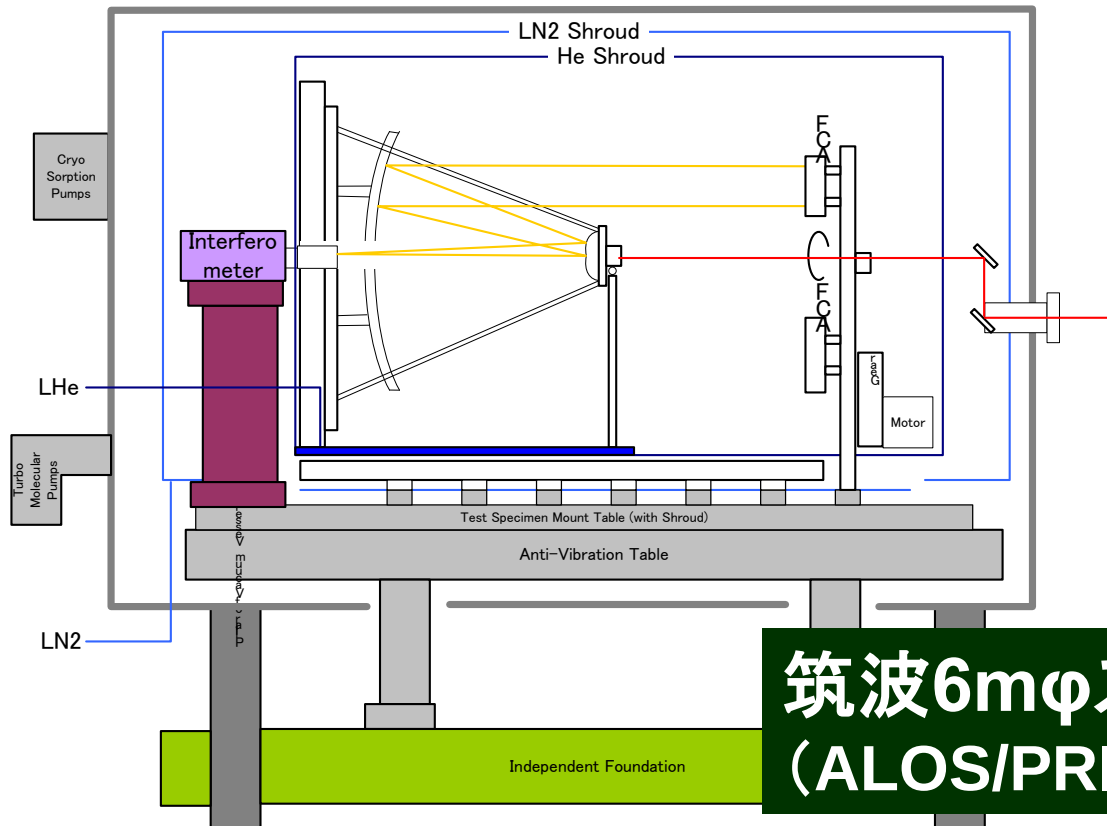


SPICA望遠鏡: 大型宇宙望遠鏡の光学試験技術の確立に向けて

金田英宏（名古屋大学） 中川貴雄、塩谷圭吾（ISAS/JAXA）、
丹下義夫、今井正、片山晴善、菅沼正洋、内藤聖貴（EORC/JAXA）、
丸山健太（ETTC/JAXA）、宇都宮真、小谷政規（ARD/JAXA）、尾中敬（東京大学）

日本の役割: **3mクラスのSiC系材料望遠鏡を6 Kで光学試験**



筑波6mφスペースチャンバーを使用
(ALOS/PRISMやOICETS/LUCE等で実績)

将来のSpace Optics: どのような技術が必要か

- ・宇宙科学: 1mクラス望遠鏡 (WISH: 1.5 m、Solar-C: 50cm以上、JASMINE: 80cm、等) を、**真空下、厳しい温度条件** (精密温度制御、あるいは極低温) で、**高精度な光学測定** ができる技術と設備
- ・地球観測: 静止衛星用2m超口径望遠鏡の熱光学試験技術

・SPICA望遠鏡の意義:

口径 **3.1 m**、軽量 **< 700 kg** $\Rightarrow$ 将来の大型化への先駆け
全SiC系材料 $\Rightarrow$ 鏡材・構造材としての新セラミックス材料評価
軽量athermal光学系の実現

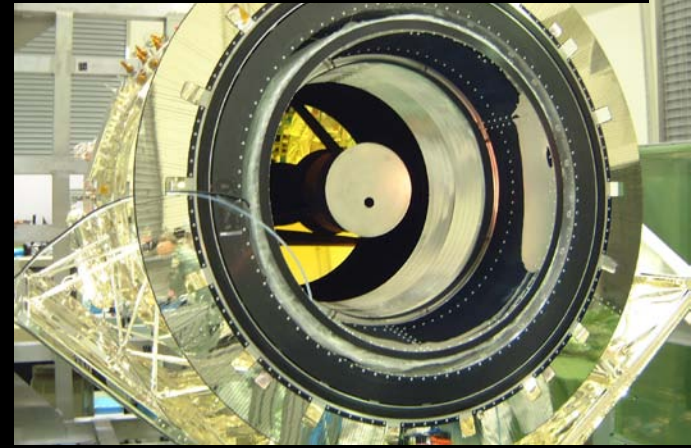
温度 **6 K** $\Rightarrow$ 極端に厳しい温度環境での光学測定技術の確立

SPICA望遠鏡の波面精度: 350 nmRMS @ 6 K
(Herschel: 6 μ mRMS @80 K、「あかり」: 410nmRMS @6 K)

望遠鏡詳細: P3-227: “SPICA Telescope Assembly” by Isaak et al.

世界に誇る日本のSiC鏡の技術

SiC系材料: 熱伝導がよく、熱変形が小さい。クライオスタット内の望遠鏡
放射線耐性が高い。比剛性が高く軽量化に最適。**純国産SiC鏡が、「あかり」で冷却鏡として世界で初めて宇宙に飛んだ。**



SiC主鏡



極低温(10 K)光学試験



あかり軽量望遠鏡

次世代の国産SiC鏡技術
炭素繊維強化型・反応焼結型



新国産SiC鏡技術(C/SiC複合材:日独共同)

SPICA鏡材2大候補の一つ: **HB C_{SiC}** (MELCO+ECM)、高靱性

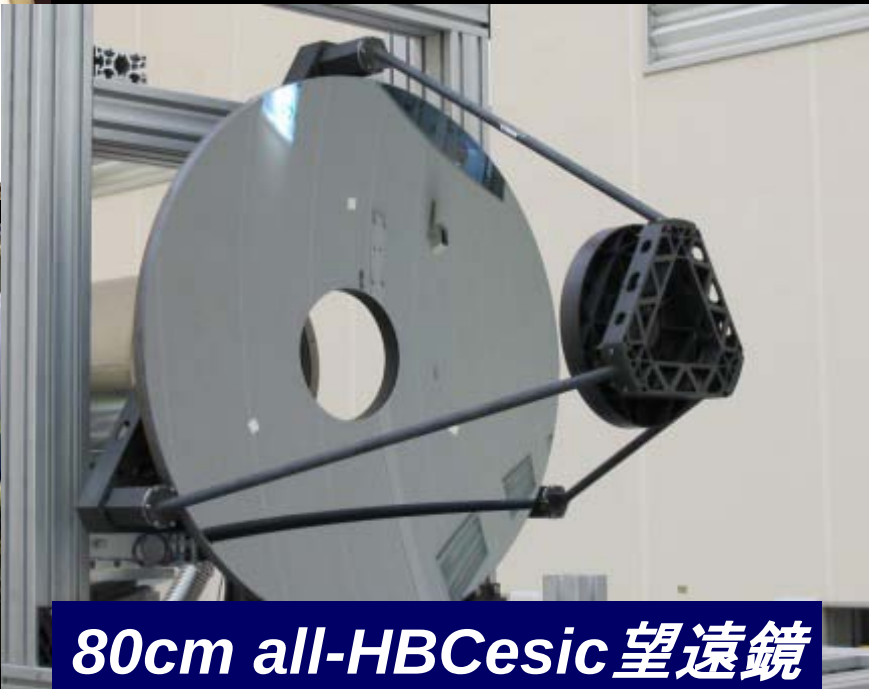
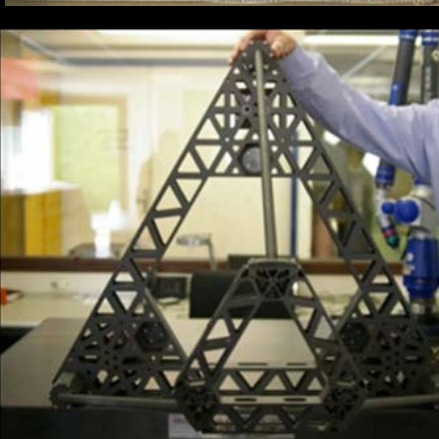
JAXA大型ミラー研究

熱変形: 61nmRMS@18 K
CTE異方性(293-10 K): 4%

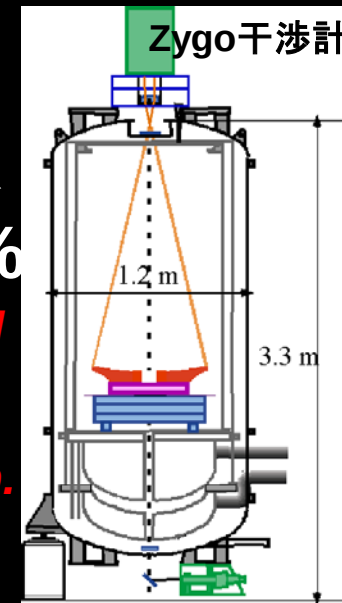
Enya et al. 2010 submitted

品質評価方法の確立

Kotani et al. in prep.



80cm all-HB C_{SiC} 望遠鏡

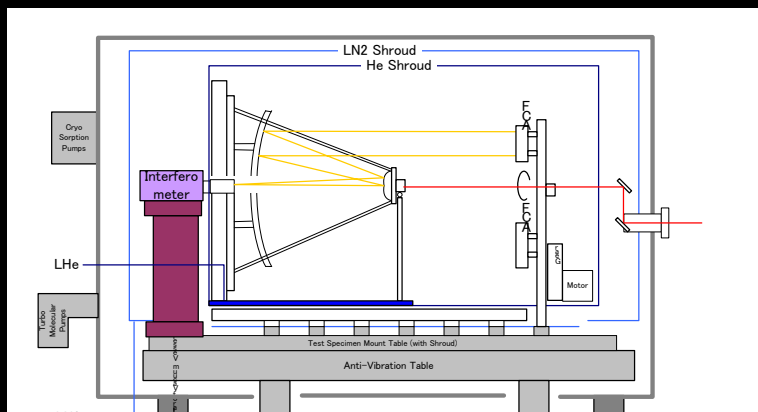


Kaneda et al. 2010

主鏡の低温試験@ISAS

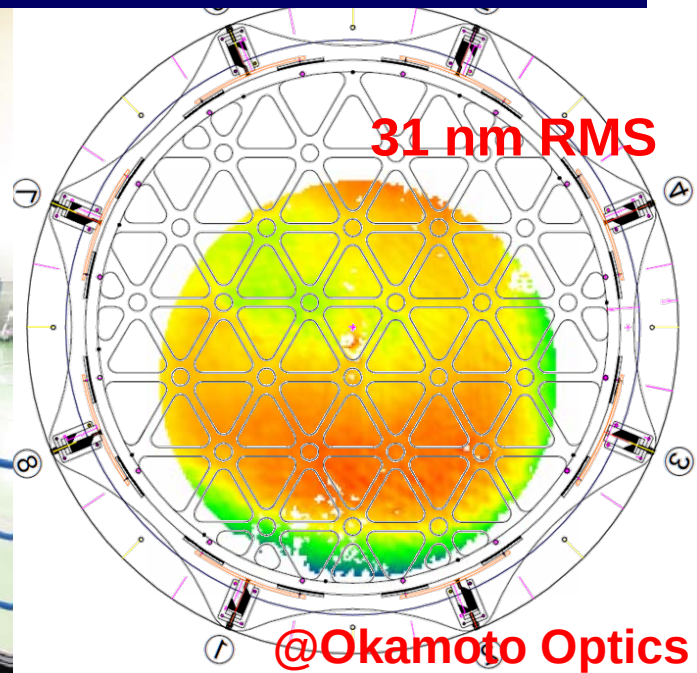
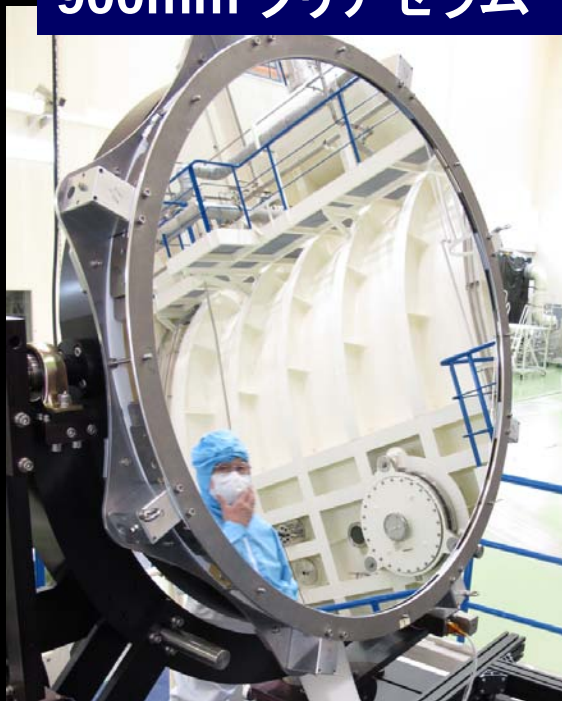
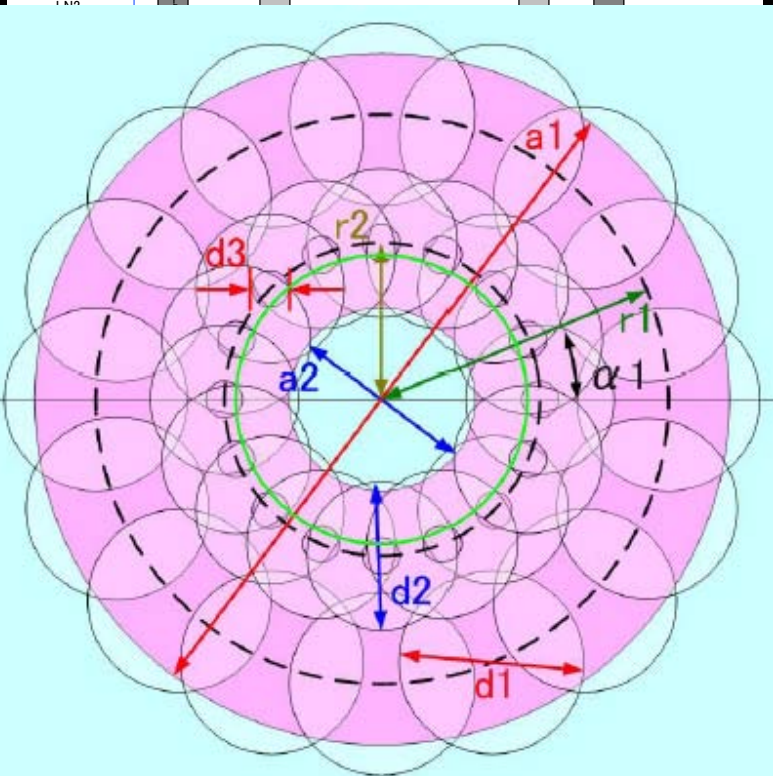
波面縫い合わせ計測 (Stitching Interferometry)

将来の1m超口径の宇宙望遠鏡の光学計測に必須の技術

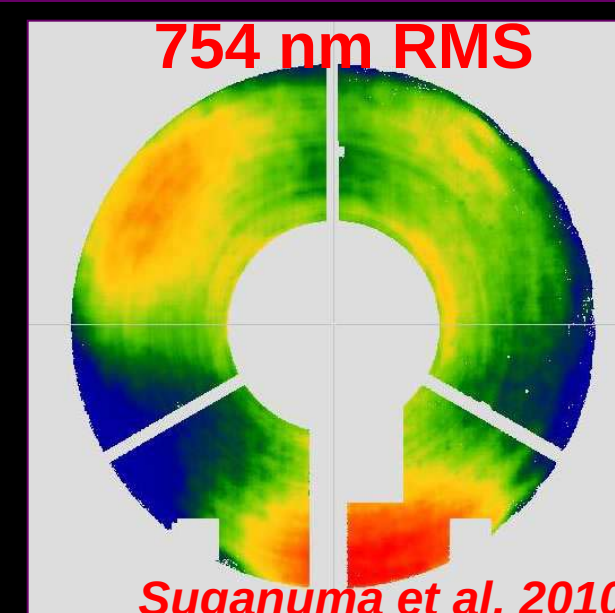
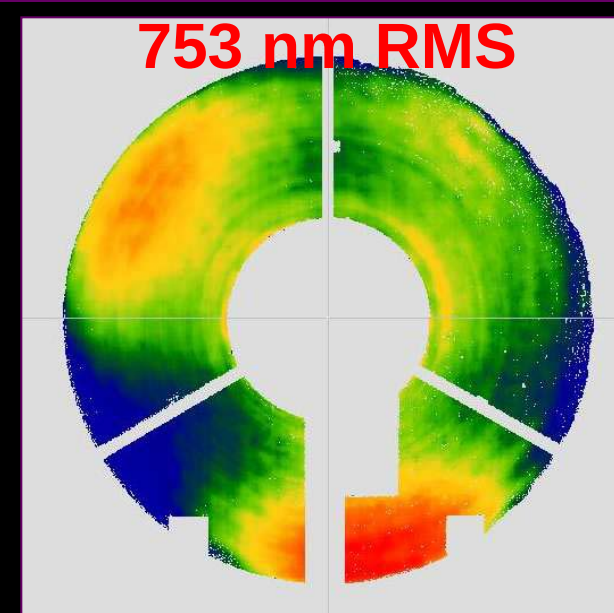
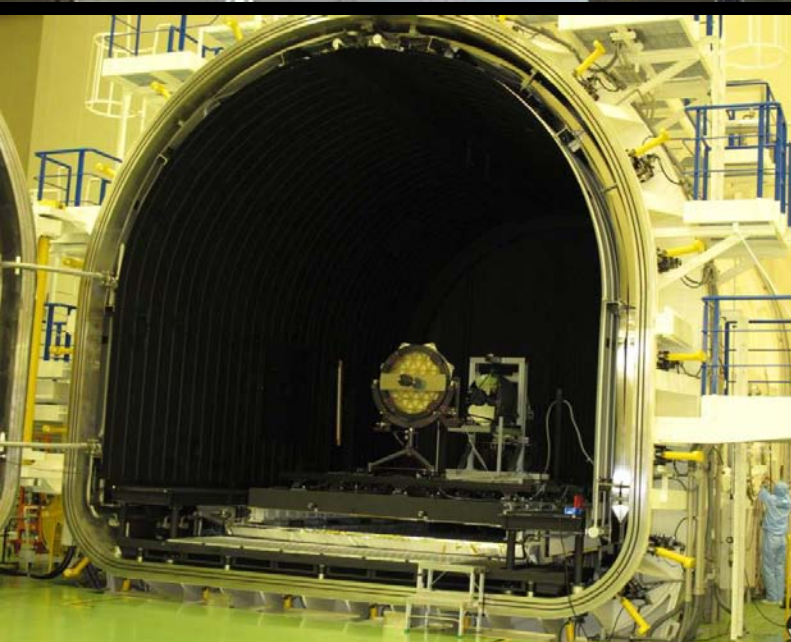
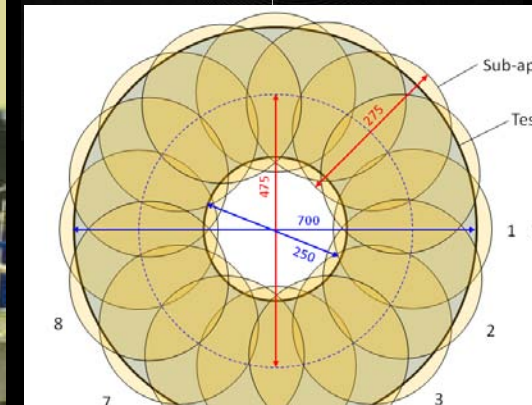
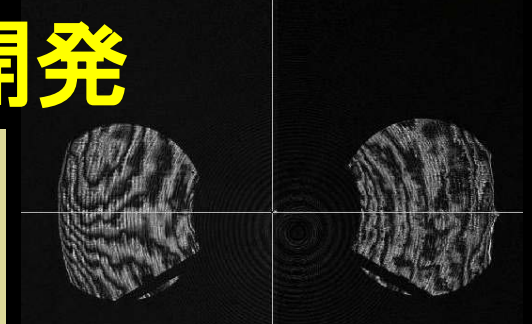


口径に匹敵するサイズの大型平面鏡が存在しない。平面形状測定が困難。
⇒ SPICAの場合、**2枚の90cm**平面鏡を **$\pi/8$** ステップ回転。32 sub-apertures.

900mm クリアセラム® 鏡、50 kg、 $\pi/8$ 回転用支持



波面縫い合わせ実験とアルゴリズム開発



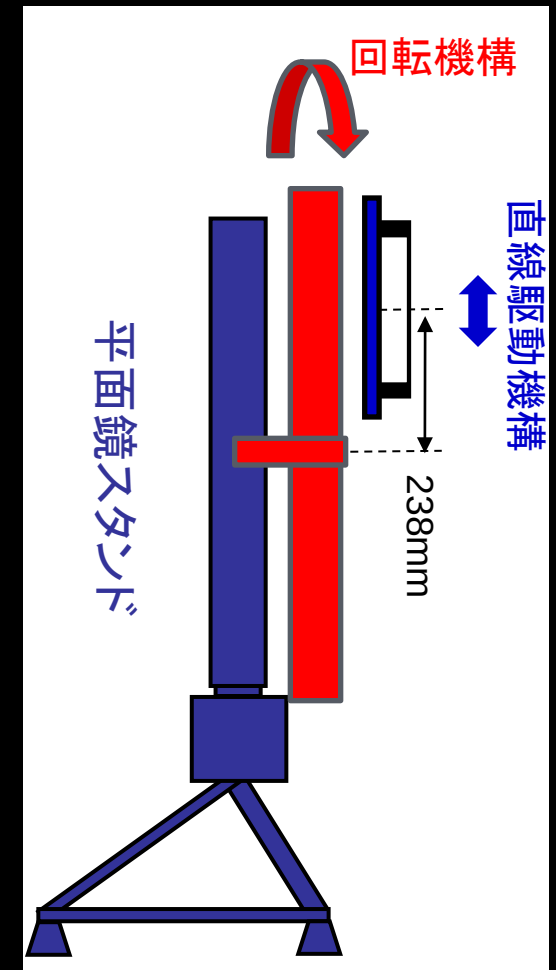
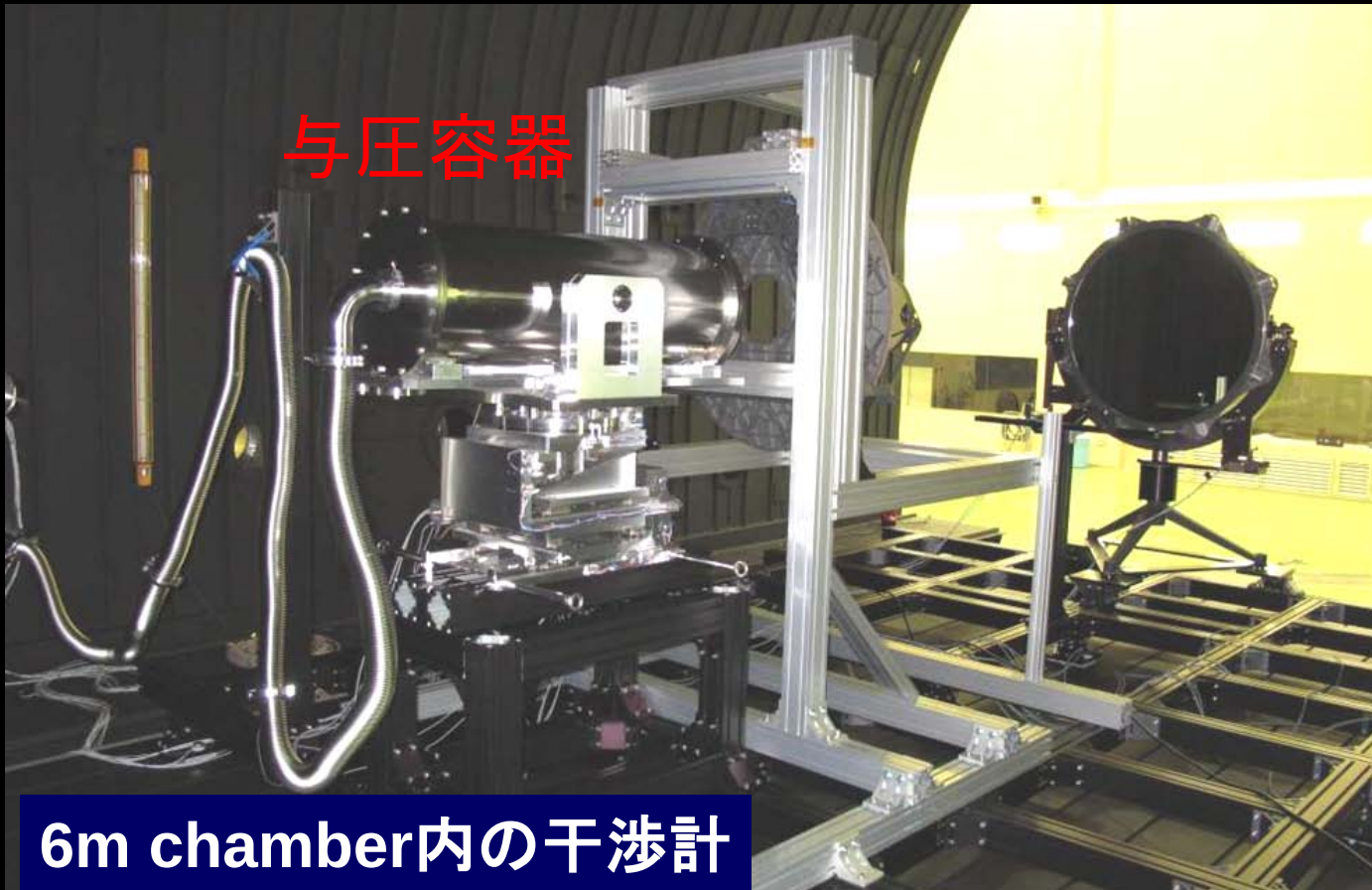
Suganuma et al. 2010

全面測定(マスク無し)

縫い合わせ計測結果

試験時の真空温度制御・平面鏡変形除去

- ・チャンバー入射窓、光引出しの問題 ⇒ **チャンバー内**に干渉計
- ・平面鏡形状の誤差伝播 ⇒ 真空中で温度を制御して試験する
宇宙望遠鏡で大問題。**平面鏡固有変形**を取り除くことが重要。



波及効果

- ・大型宇宙望遠鏡(地球観測 & 天文)の汎用光学試験設備の確立
温度制御用のシュラウド(高精度あるいは極低温に対応)
高速干渉計 & 5軸ステージをリモート制御
e.g. Solar-C、JASMINE、WISH、
 - ・大型宇宙望遠鏡光学試験のための波面縫い合わせ法の確立
新アルゴリズム開発、汎用ソフトウェア開発
e.g. WISH、IXO、1m超口径望遠鏡
 - ・セラミックス材料の品質保証技術、物性評価技術の確立
- ⇒ 大型ミラー研究をきっかけに、JAXA他本部間・大学連携を発展