

光学素子機械計測進捗状況

2013/2/8

京都大学修士2年 出口和弘

Outline

- 計測技術の概要と計測原理
- 検証実験
 - 実験内容
 - 実験結果
 - 課題

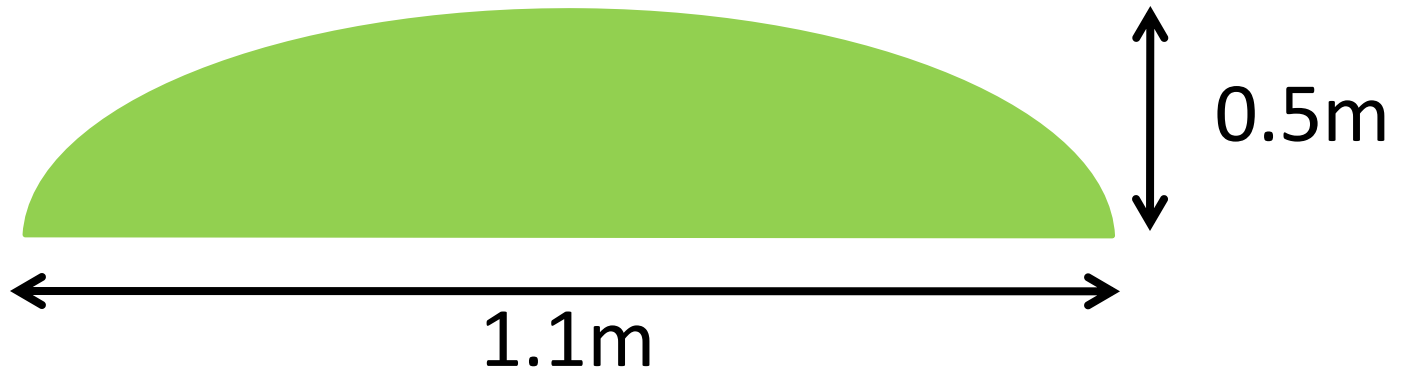
計測技術の概要

目的: 望遠鏡副鏡($\phi 1.1$ m 凸面)の機上計測

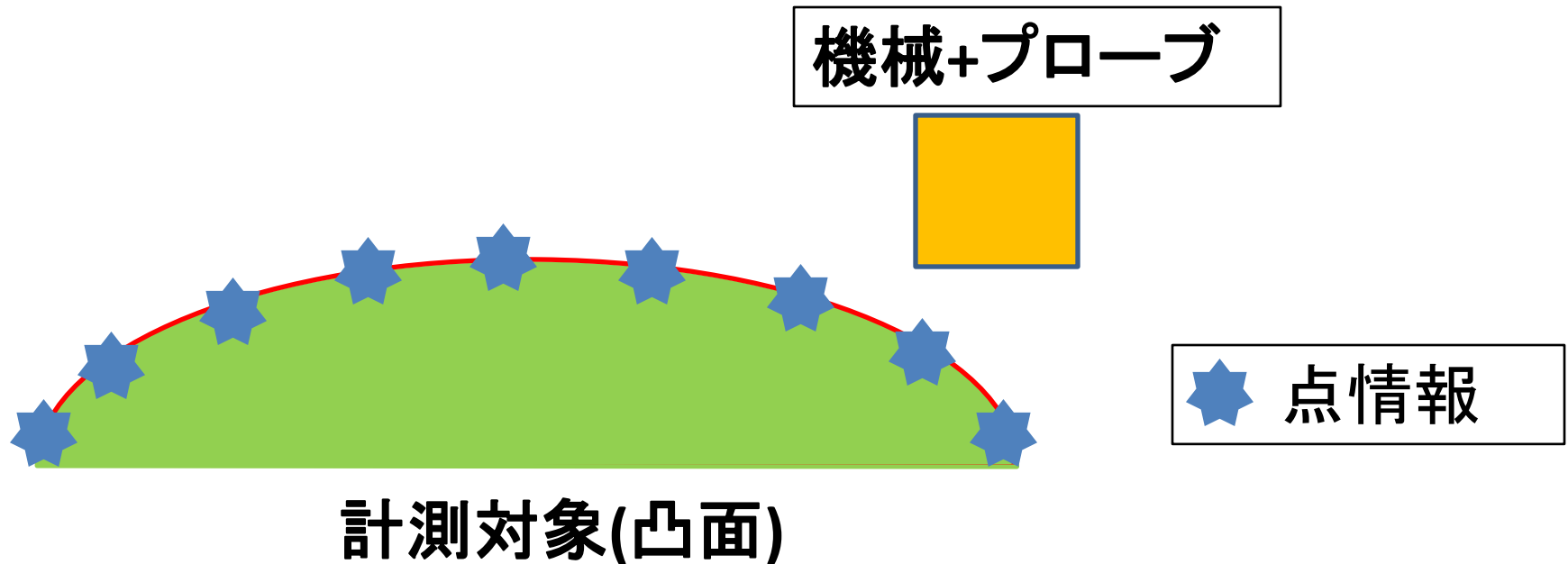
目標仕様

-精度 50nm(RMS)

-計測範囲 $\phi 1.1 \times t 0.5$ m

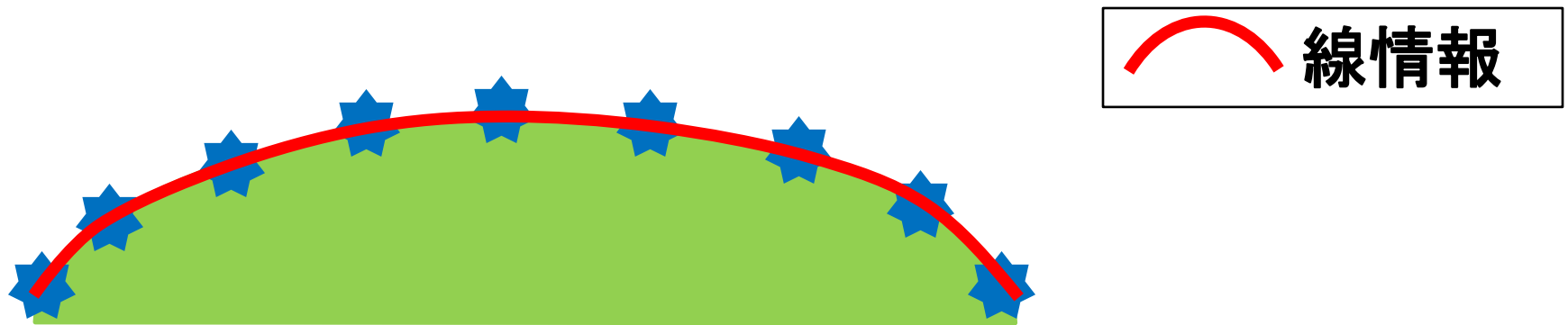


計測技術の原理



- 研削盤にプローブを取り付け、走査によって計測対象表面の点情報を得る
研削盤の座標+プローブの計測値= 3次元点情報

計測技術の原理



- 点情報を滑らかにつないで線情報を得る
- 線情報を繋ぎ合わせて面情報を生成

計測技術の検証実験

- 実験目的

本計測技術で目標精度が達成可能か検証

- 実験方法

凹面鏡($\phi 150$, 球面)を計測し、Fizeau干渉計と比較

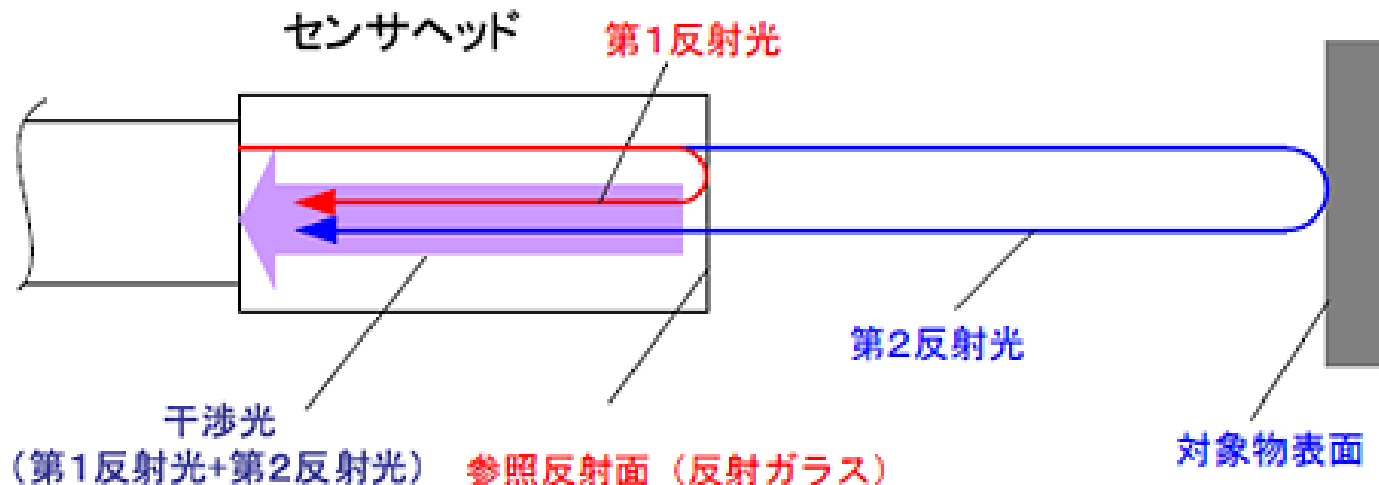
実験

~使用したプローブ~

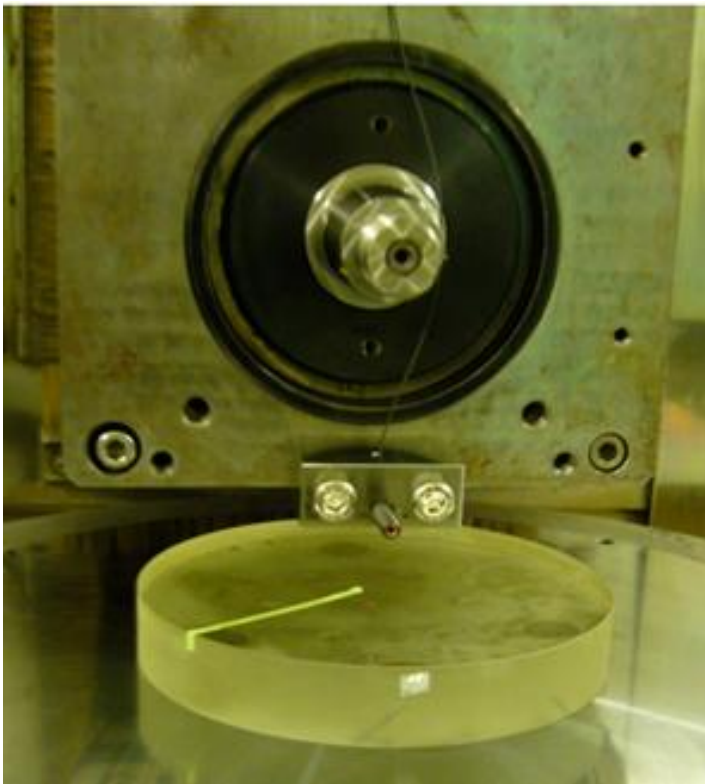
キーエンスSI-F 01

レーザー変位計

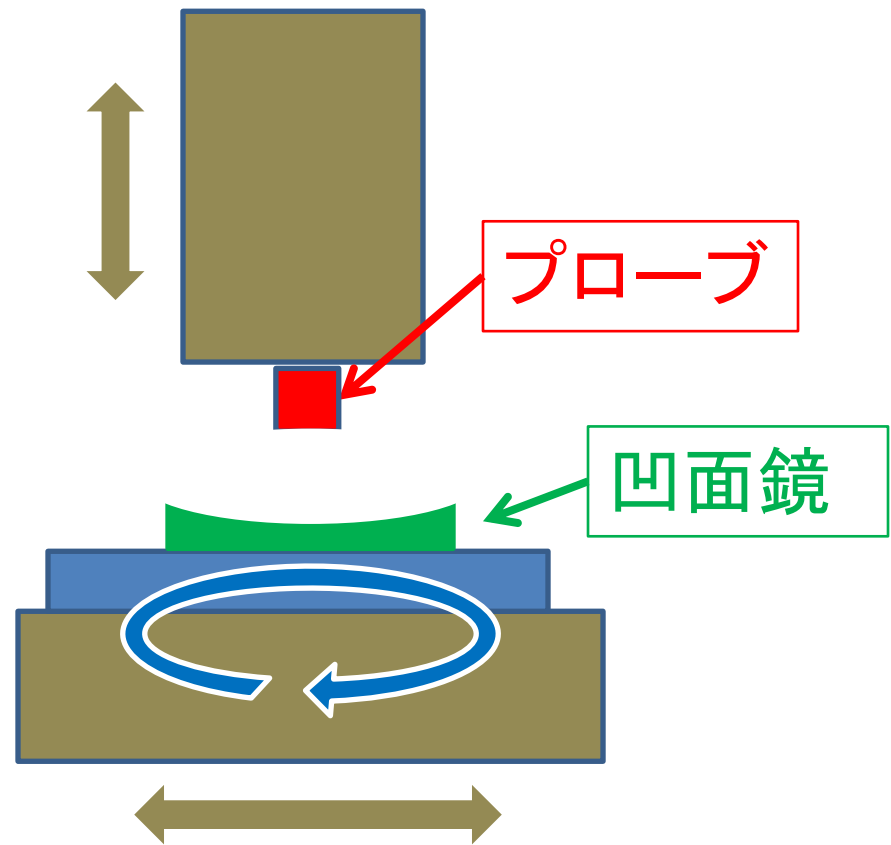
- 分解能 1nm
- 計測レンジ 1.1mm
- スポット径 20 μ m



実験 ~計測システム~

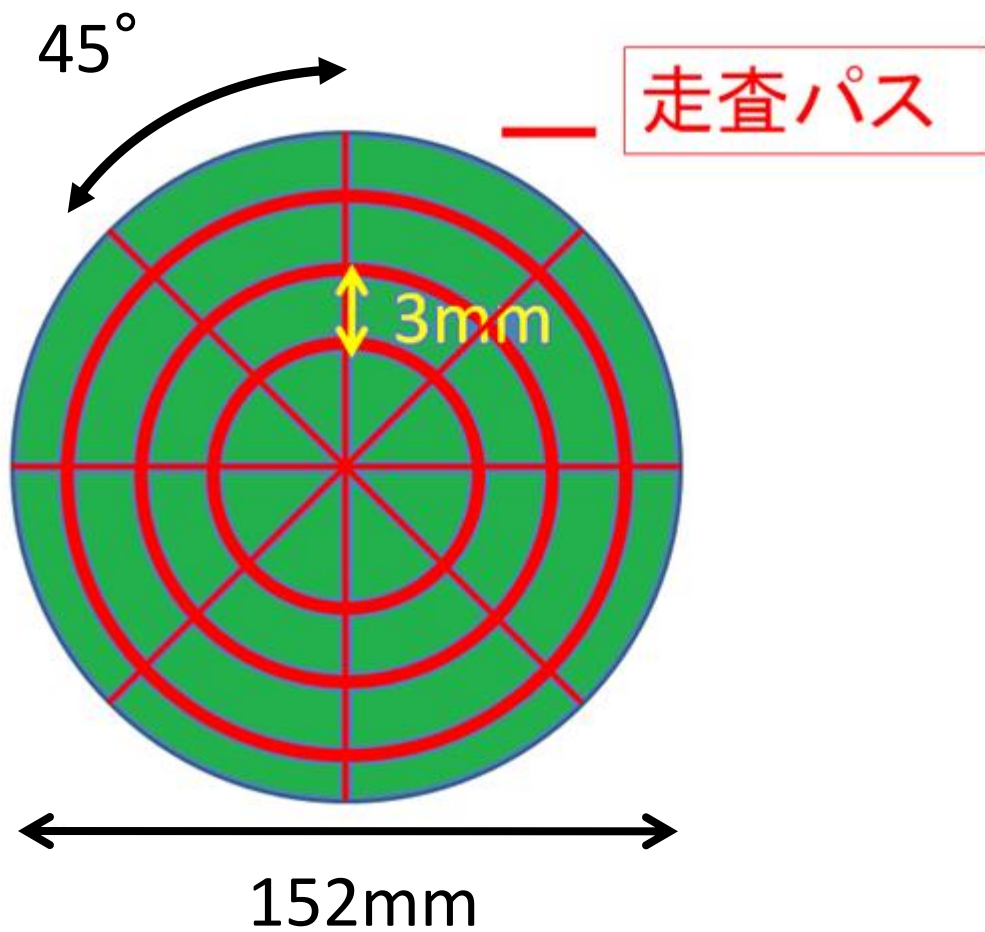


ナガセインテグレックス
ナノセンター研削盤



直交2軸と回転軸を使って走査

実験 ～計測パス～

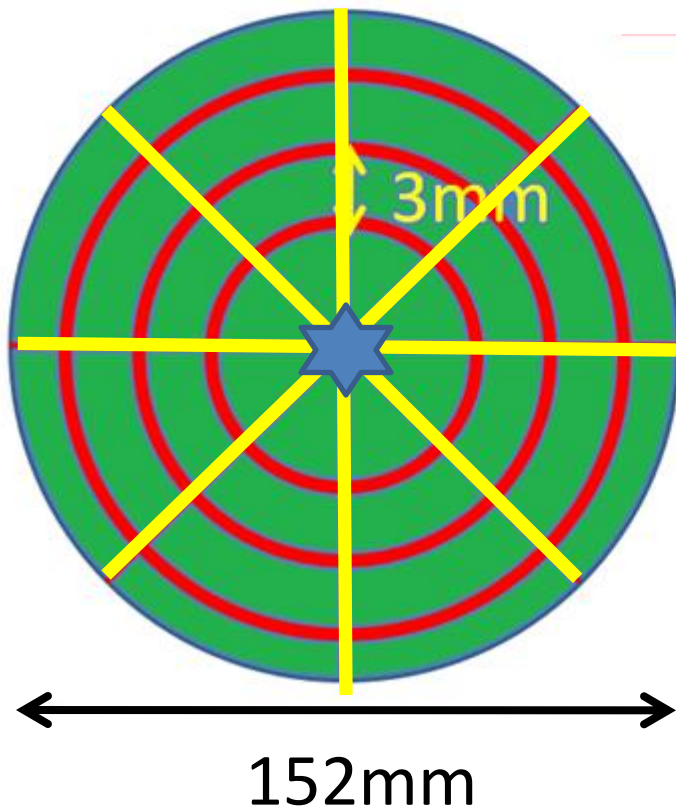


4 方向直線計測
&
円計測

解析

~線データの繋ぎ合わせ~

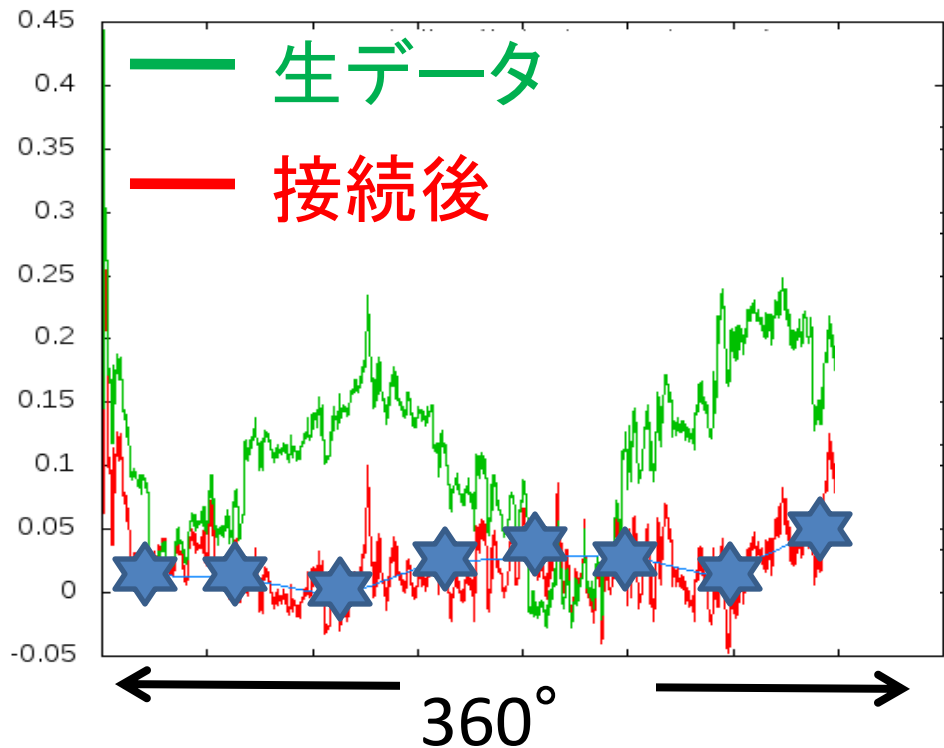
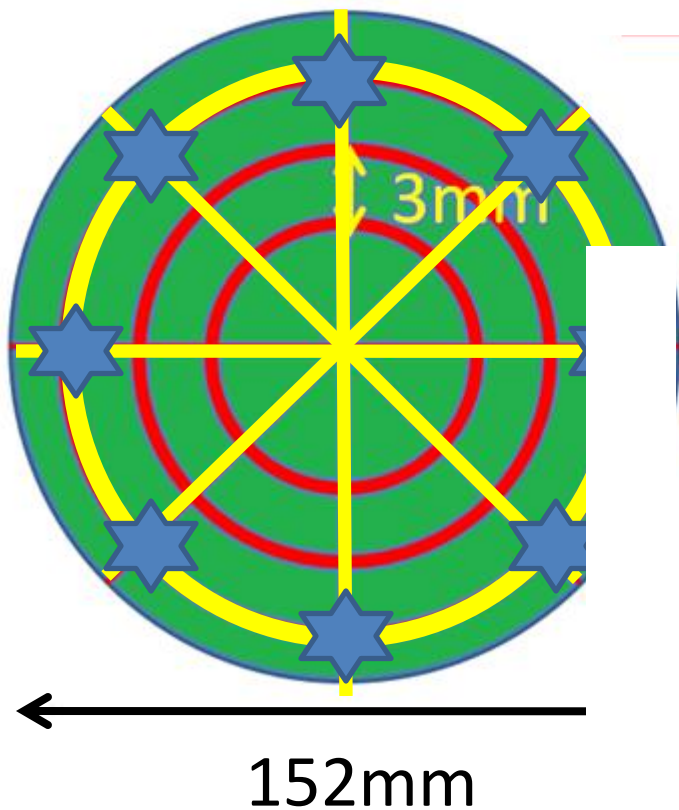
- 中心で4本の位置合わせ
↳ 基準平面作成



解析

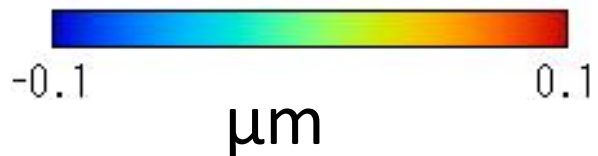
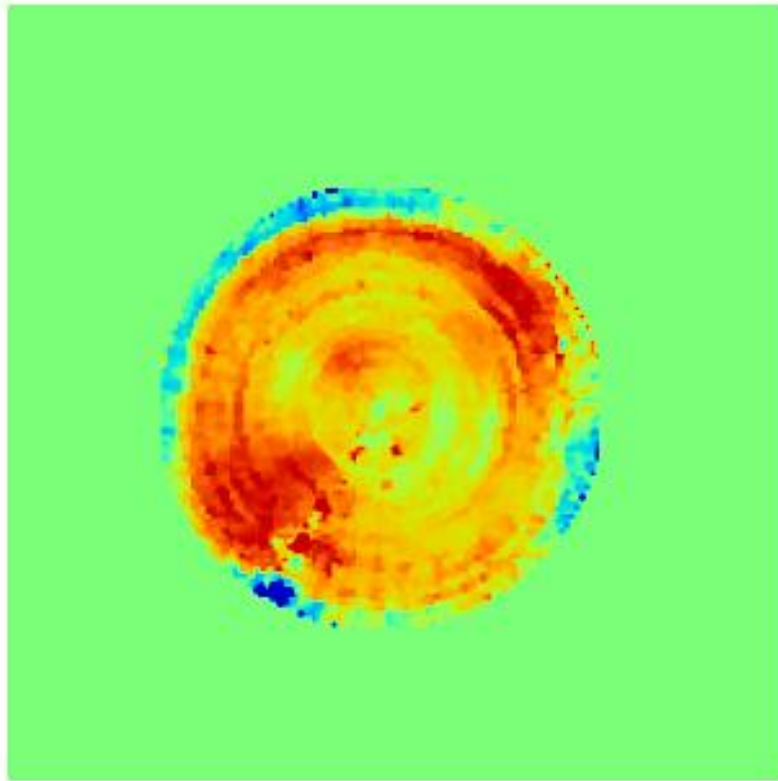
~線データの繋ぎ合わせ~

- 中心で4本の位置合わせ
↳ 基準平面作成
- 円計測を交点で接続

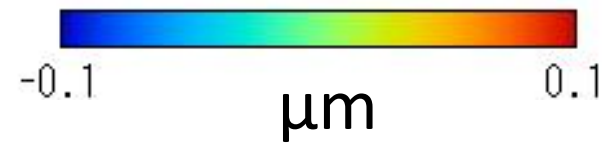
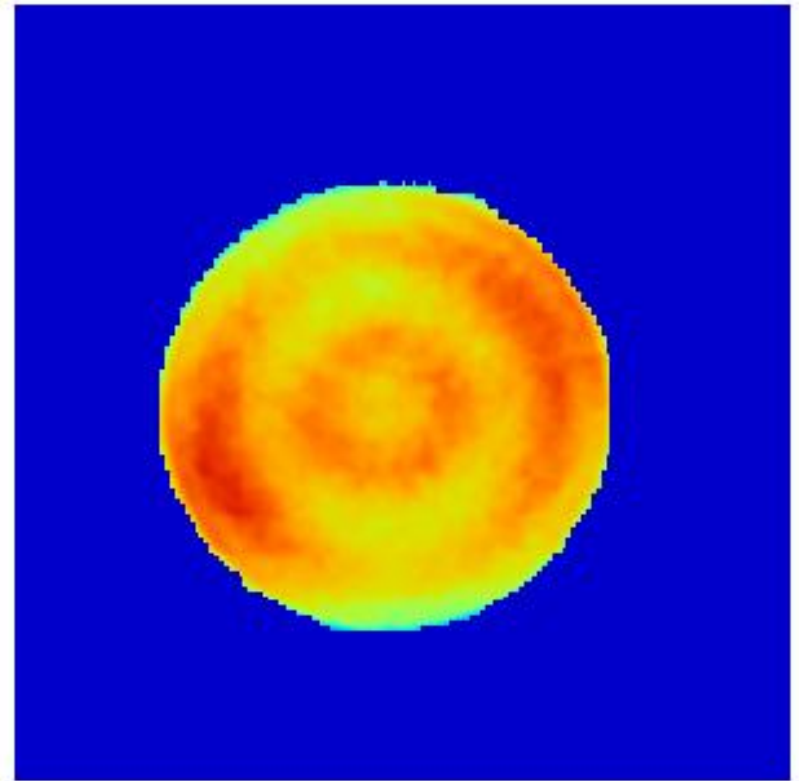


実験結果

今回の実験結果

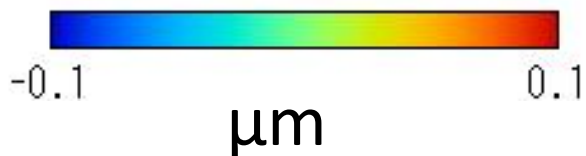
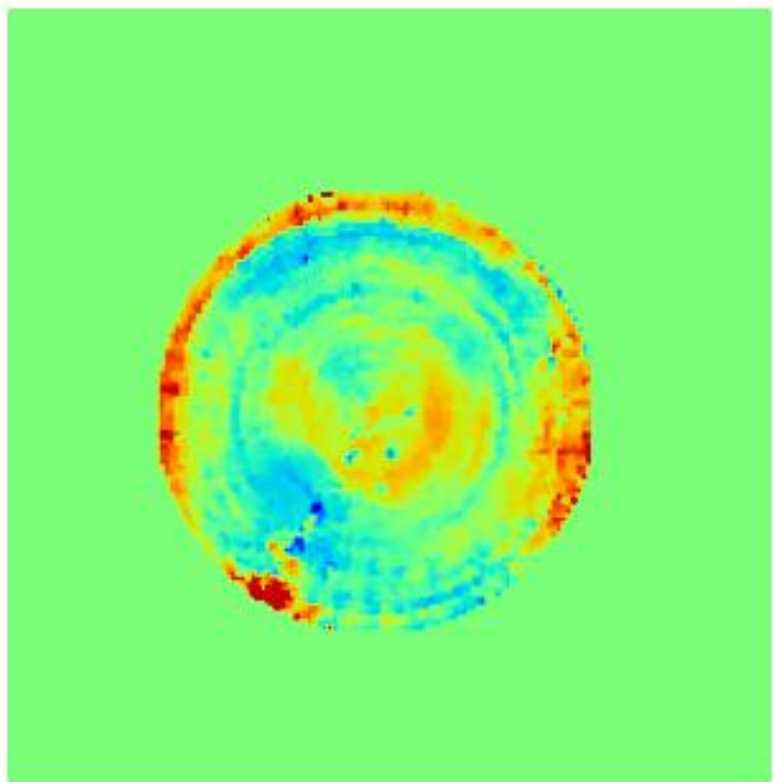


Fizeau干渉計の結果



実験結果

実験とFizeau干渉計の差分



干渉計との差 26nm(RMS)

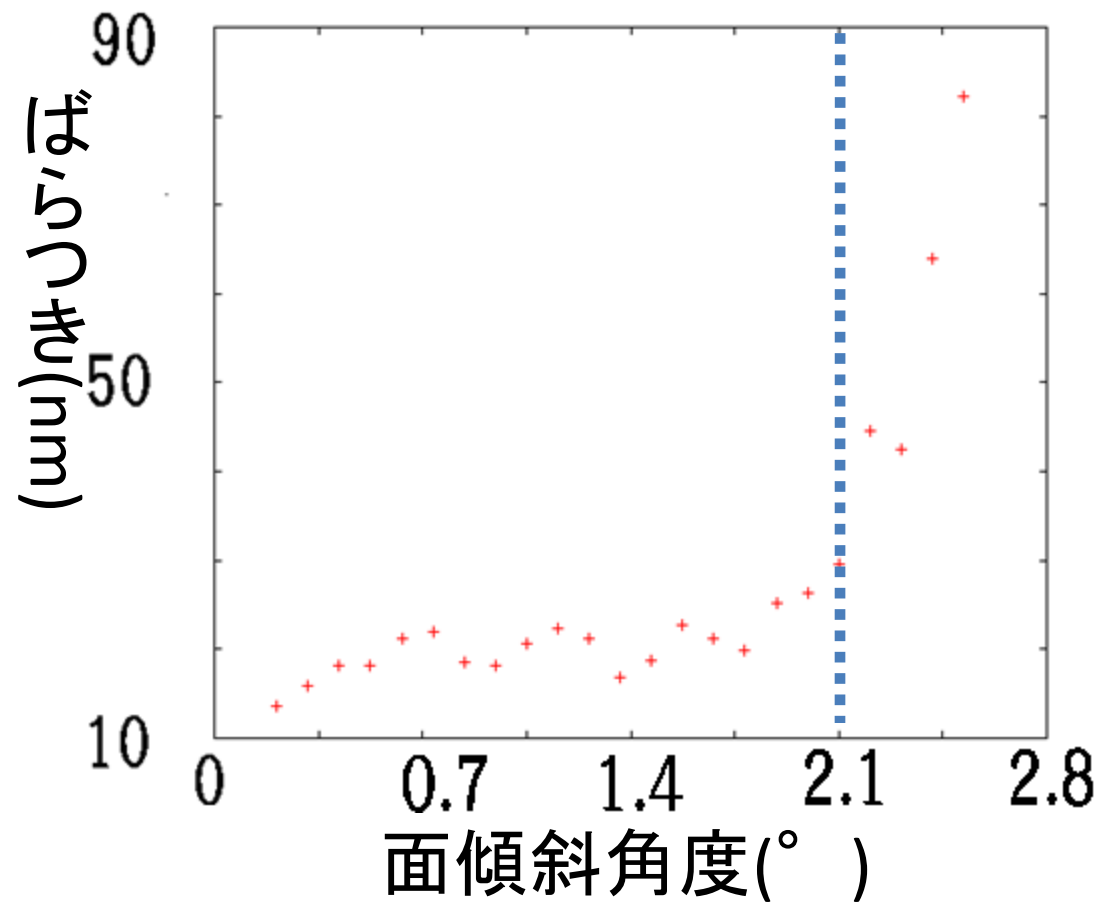
外周へ行くほど差が大きくなる
傾向

↓

計側面の傾きによるプローブ
安定性の悪化が原因

考察

面傾斜ごとの計測値のばらつき(RMS)



2.1° から急激に悪化

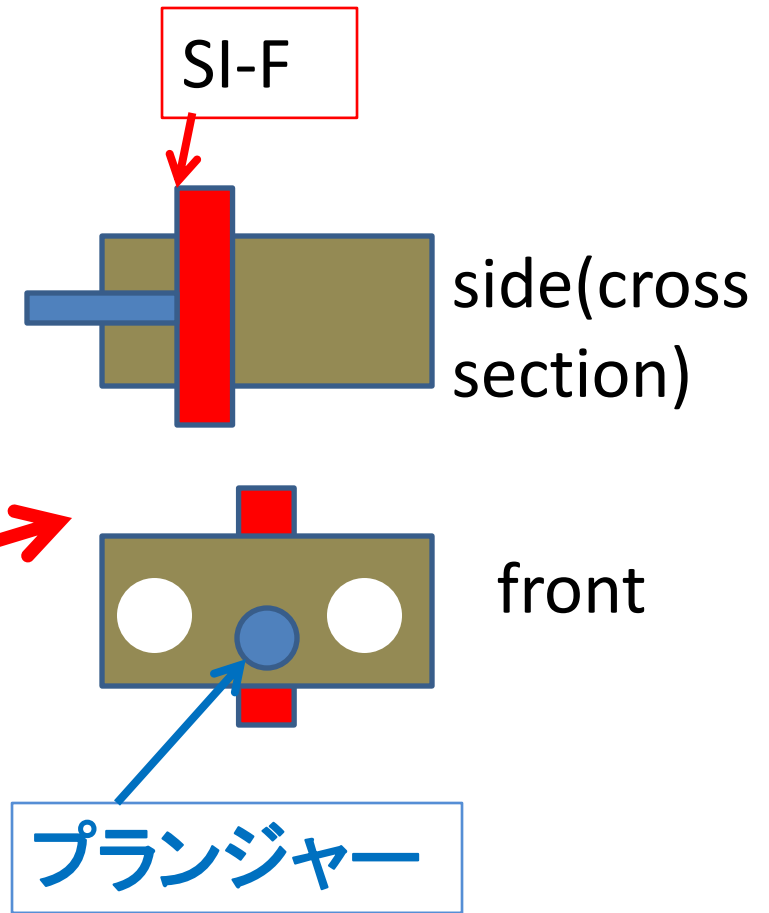
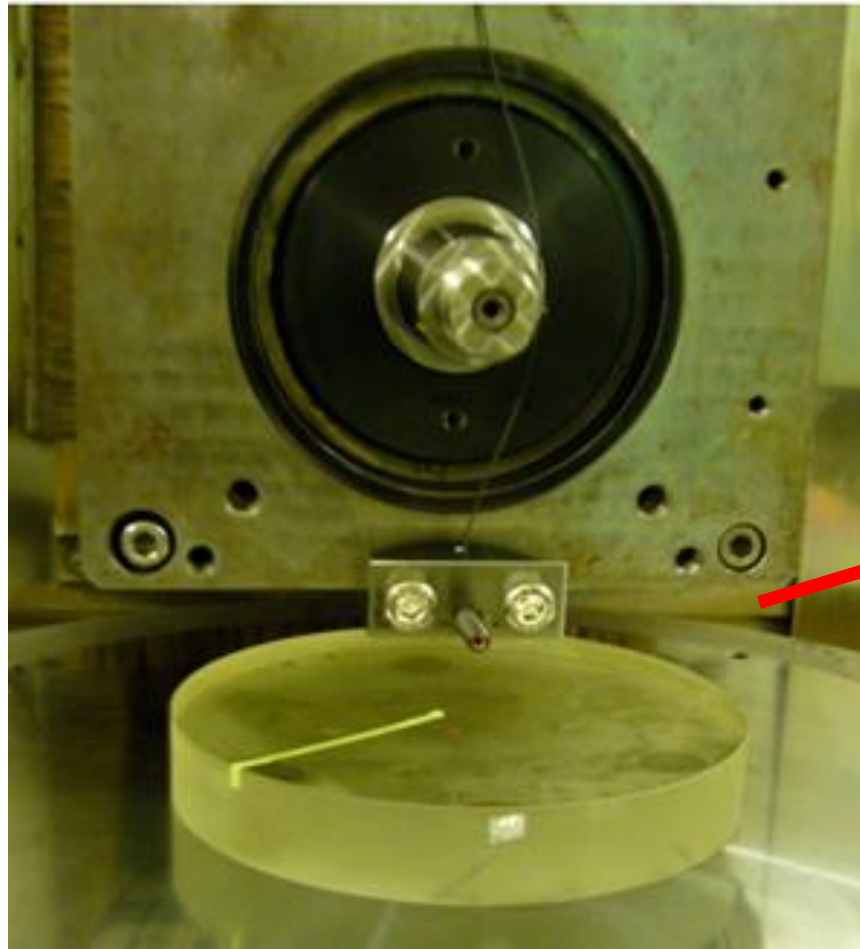
副鏡の傾斜~7°

まとめと課題

- 研削盤+プローブで副鏡の機上計測技術を開発中
- 凹面鏡を計測し干渉計の結果と比較
 - 大まかな形状トレスは可能
 - 計側面の傾斜によって精度悪化
 - プローブの改良 ⇒ 大角度に対応
 - 計測パスの改良 ⇒ 小角度で済むパス

実験

~計測システム~



研削盤性能

駆動軸	真進度 (P-V)
x 軸	0.38 $\mu m/1000mm$
y 軸	0.32 $\mu m/200mm$
z 軸	0.35 $\mu m/1000mm$
B 軸	0.1 $\mu m/rotation$

駆動軸ごとの真進度精度

駆動軸	位置決め精度 (P-V)
x 軸	0.40 $\mu m/2250mm$
y 軸	0.17 $\mu m/280mm$
z 軸	0.16 $\mu m/1000mm$

駆動軸ごとの位置決め精度

駆動軸	同期運動精度 (P-V)
x 軸	0.18 $\mu m/100mm$
y 軸	0.15 $\mu m/100mm$
z 軸	0.15 $\mu m/100mm$

駆動軸ごとの同期精度