

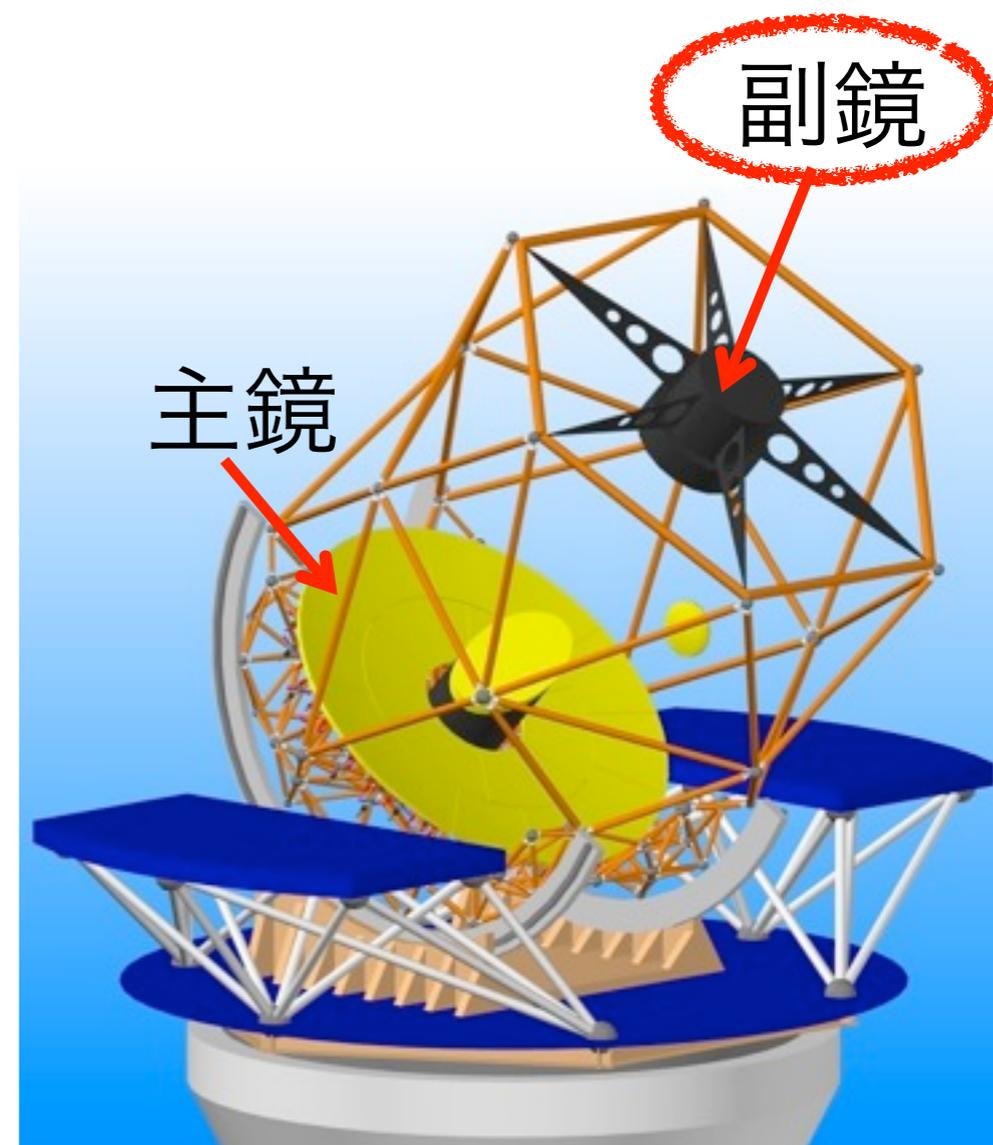
# 京大岡山3.8m望遠鏡計画

## 副鏡計測技術の開発

京都大学 宇宙物理学教室 M1

えみ なおと

江見直人



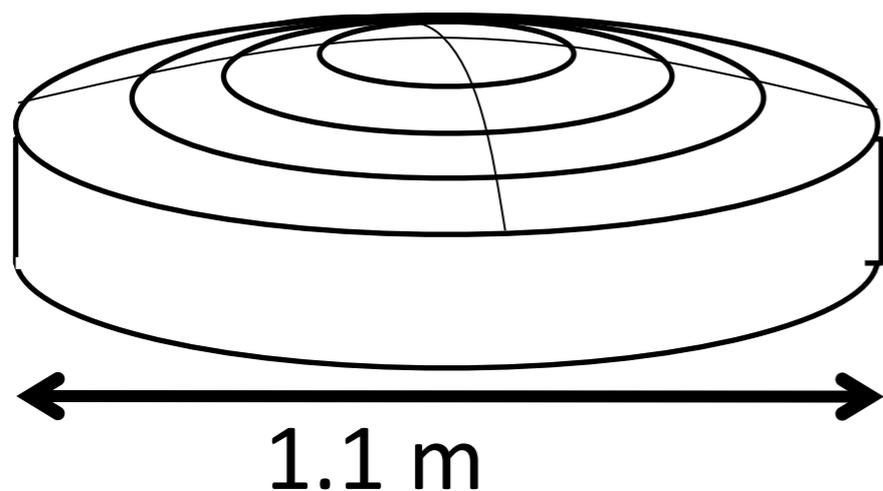
# 副鏡の仕様

形状	直径	曲率半径	表面精度
凸双曲面	1100 mm	3335 mm	RMS $\leq$ 100 nm

## ❖ 計測技術の目標

- 凸面の計測が可能
- 測定精度

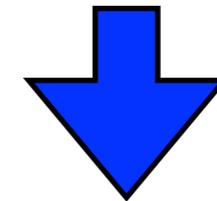
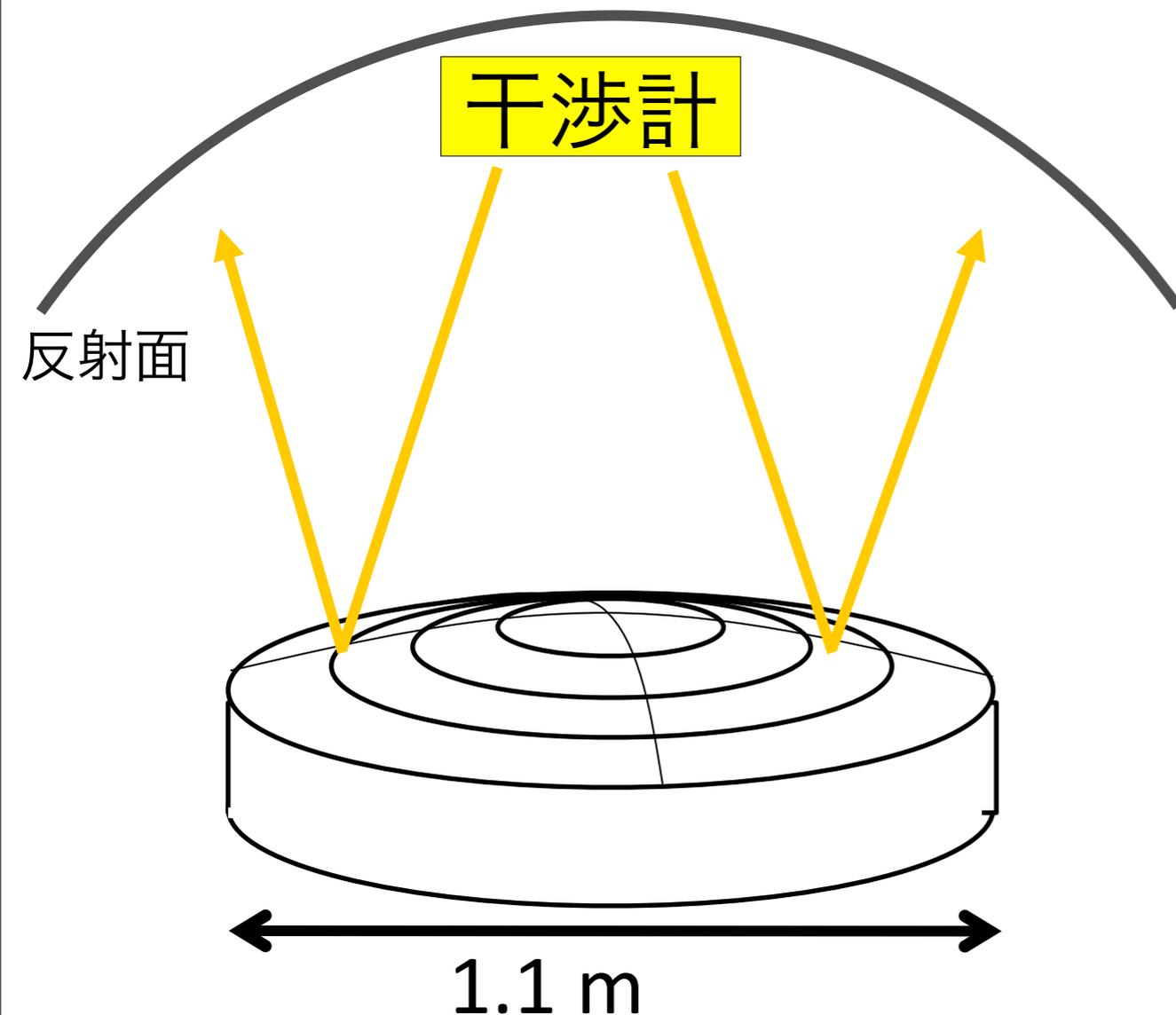
RMS  $\leq$  50 nm



# 凸面鏡の計測

❖ 干渉計を使った光学的な計測が主流

副鏡よりもさらに大型の  
反射面やそれを固定する  
ための設備が必要



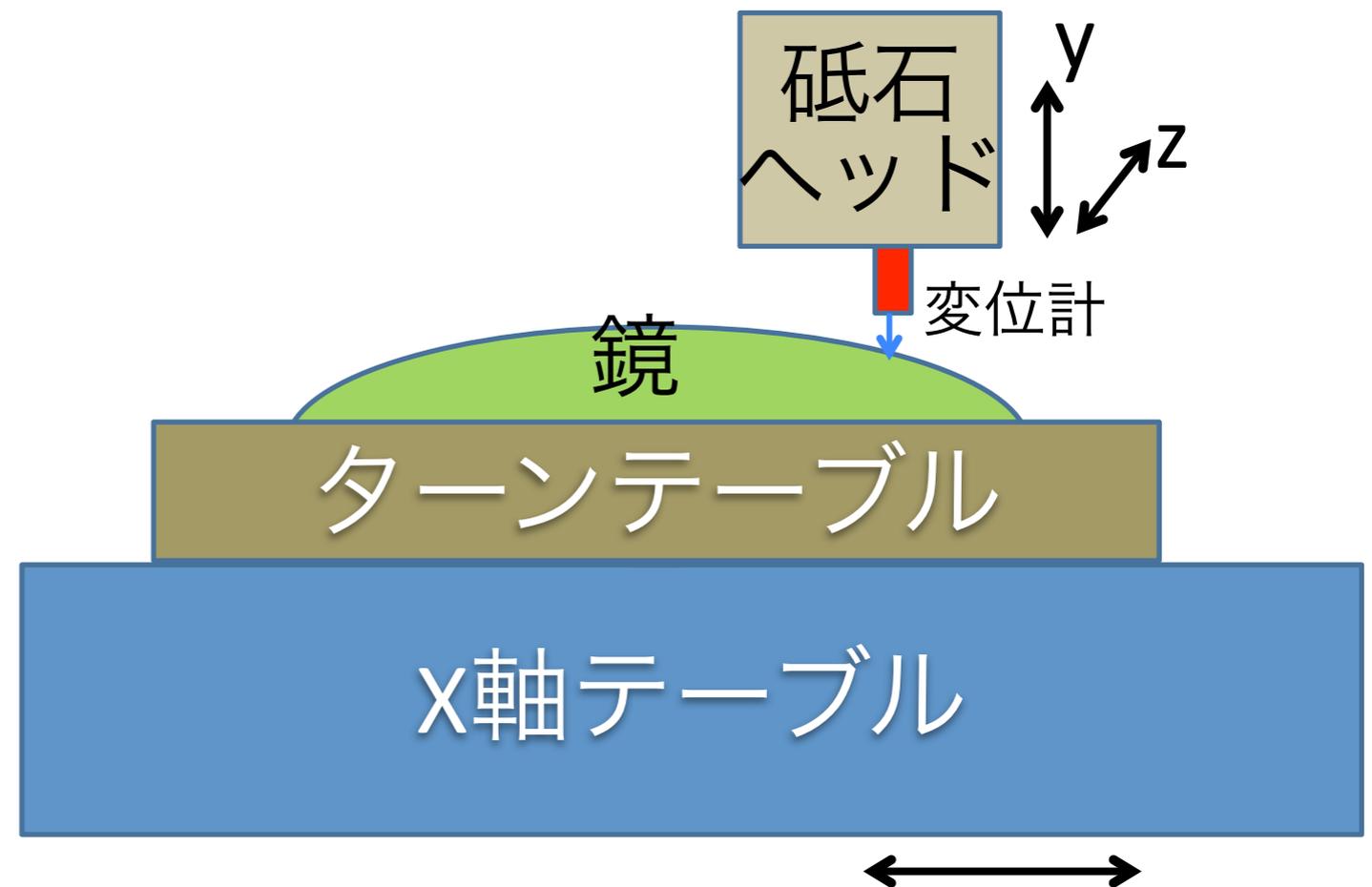
光学的な計測以外の  
新しい方法

# 我々の研究

- ❖ 研削盤(鏡の加工機)の活用…機械的計測  
砥石の代わりに変位計を取り付けて鏡の表面を  
スキャンさせることで、計測器として使用する



ナガセインテグレックス製



# 機械的計測の特徴

❖ あらゆる形状の測定が可能

もちろん凸面も可能！

❖ 変位計の性能や機械の運動誤差が測定精度にそのまま効いてくる

測定精度  $\text{RMS} \leq 50 \text{ nm}$  を達成できるのか

# 変位計



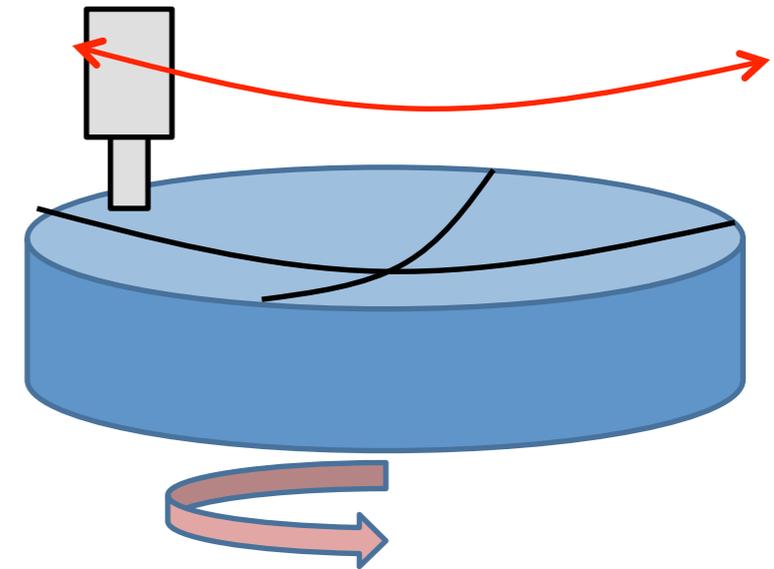
- KEYENCE 分光干渉レーザー変位計  
測定面に非接触で測定可能

メーカー	型番	サンプリング周期
KEYENCE	SI-F01	200 us (5 kHz)

測定範囲	最小スポット径	分解能
0.05 ~ 1.1 mm	$\phi 20 \mu\text{m}$	1 nm

# 計測実験

実際に研削盤に変位計を取り付け、鏡面を測定する。



## ❖ 目的

- 機械的計測で目標精度を満たす測定ができるかの確認  
つまり、このシステムが使えるかどうか！

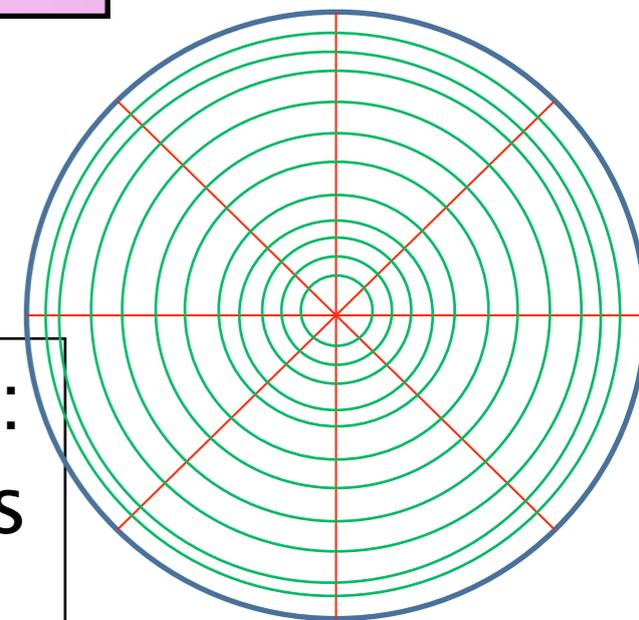
## ❖ 内容

目標測定精度  $RMS \leq 30 \text{ nm}$

- 測定面：直径150 mmの凹面  
(副鏡は1100 mmの凸面)

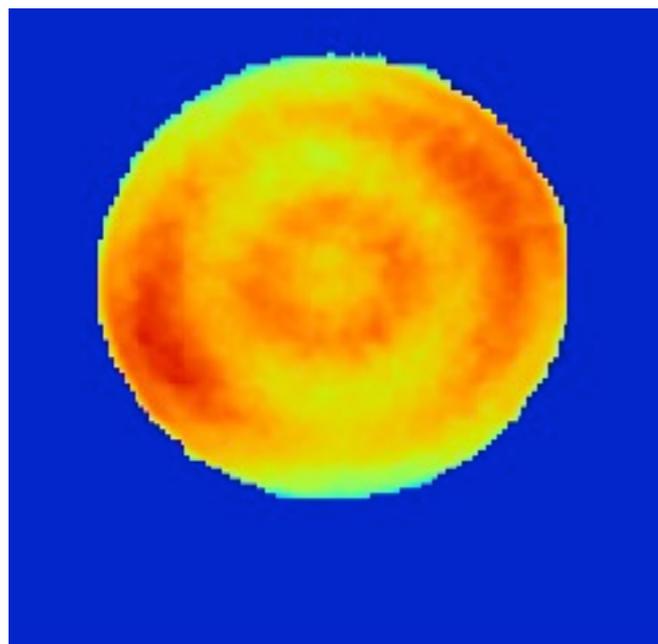
- 図のように測定面をスキャン
- 干渉計で評価

スキャンパス:  
4 radial lines  
25 circles



# 結果

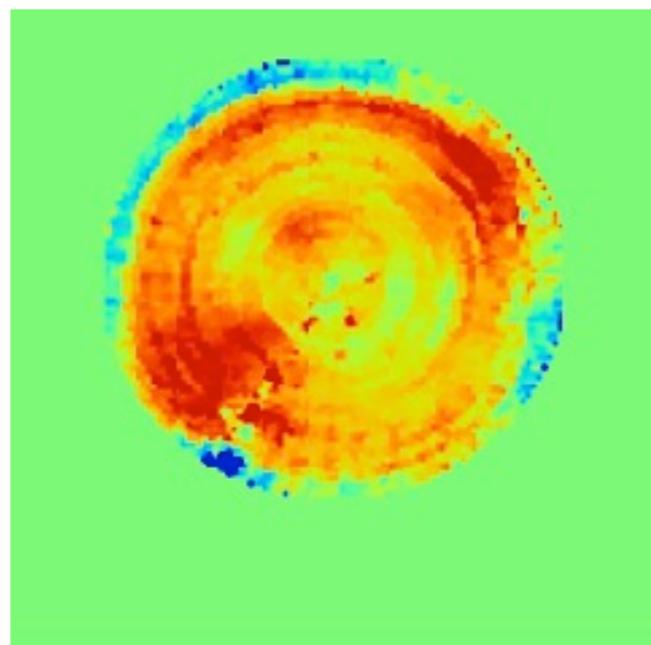
干渉計  
(光学的計測)



-0.1 um 0.1

鏡の真の形状  
(仮定)

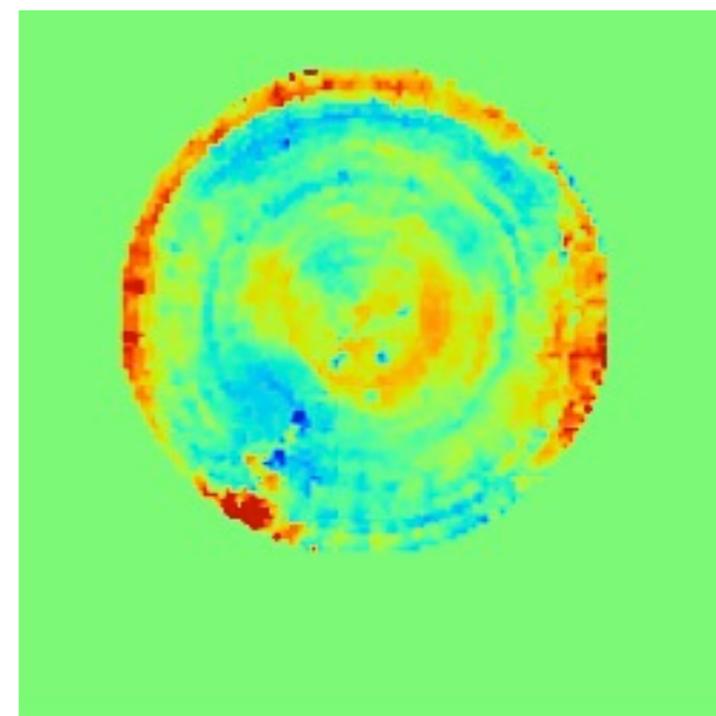
本研究  
(機械的計測)



-0.1 um 0.1

真の形状 + 測定誤差

干渉計との差



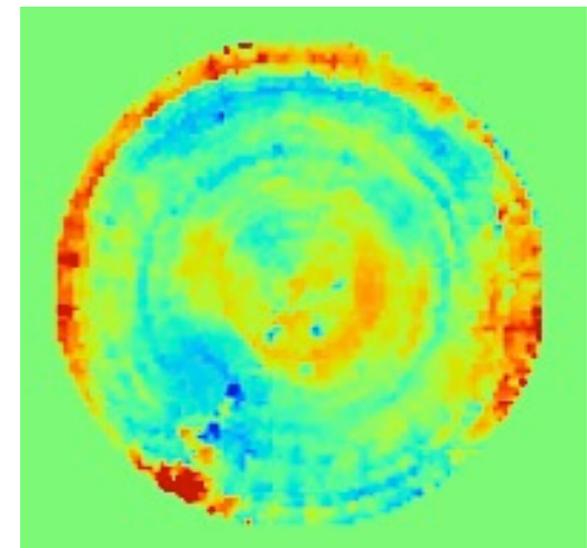
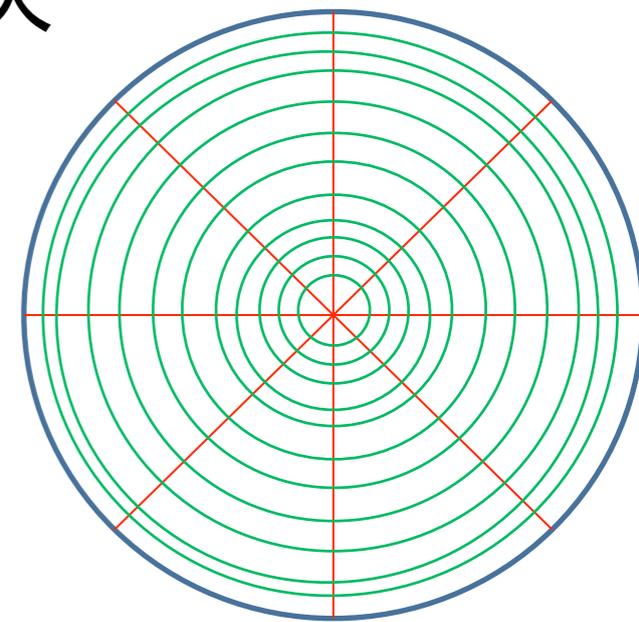
-0.1 um 0.1

**RMS = 26 nm**

測定誤差のみ

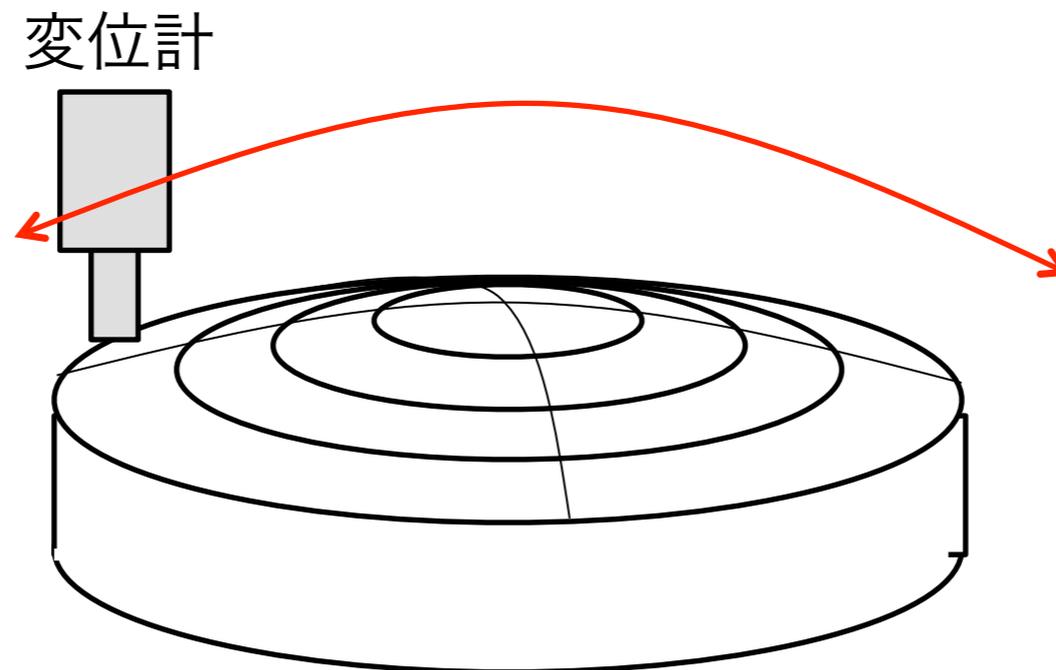
# 今後の課題

- 実際に副鏡と同サイズの鏡で実験
- 最適なスキャンパスの開発
- 変位計のデータから面の形状を生成する最適なアルゴリズムの開発



# まとめ

機械的計測であらゆる形状の面の  
高精度測定をすることができる！



この技術開発を進めて行きます！