

新望遠鏡開発状況

名古屋大学

栗田光樹夫

岡山UM2011@広島大学

2011年8月10日

開発項目

- CGH干渉計
- 鏡製作
- 分割鏡制御
- 軽量架台

CGH干渉計

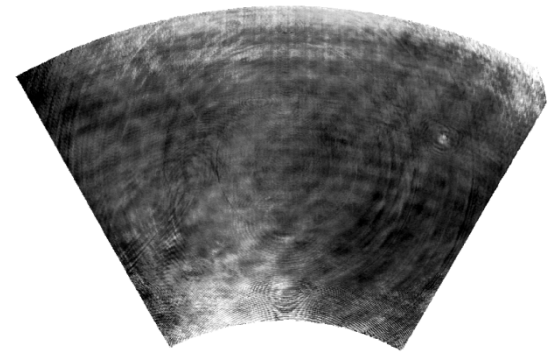
- 特徴

- 振動、レーザーの波長変動、空気揺らぎに強い

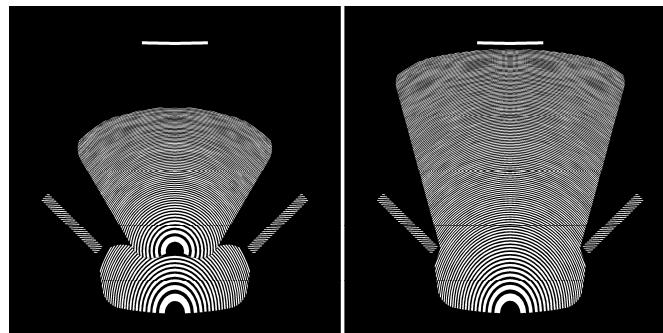
- 高い空間分解能: 1.4 mm

- 2009年10月より運用開始

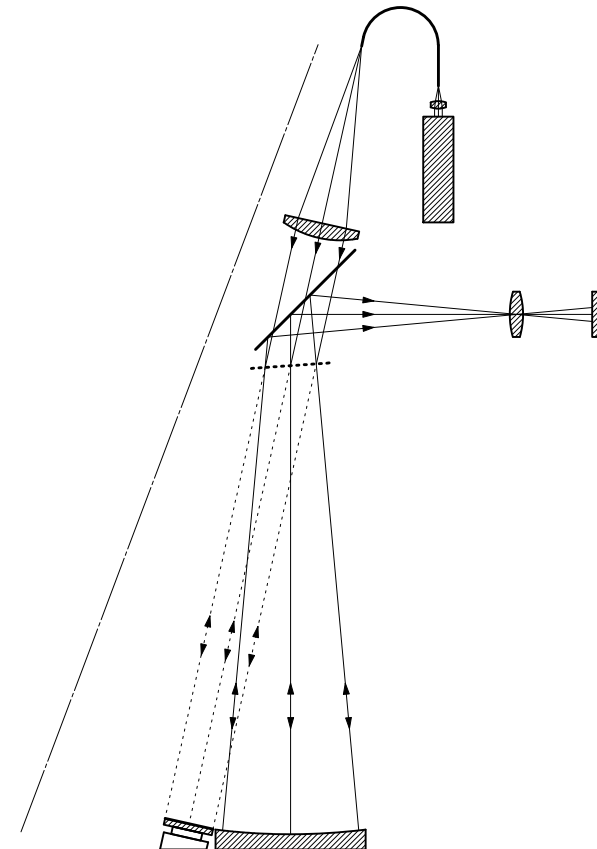
- 以後安定運用



再現性
グレースケール: $\pm 40 \text{ nm}$

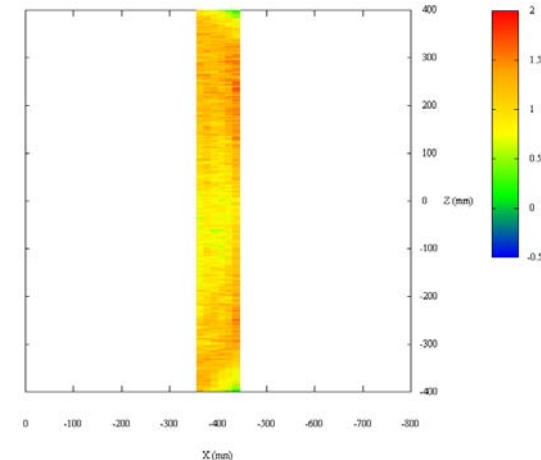
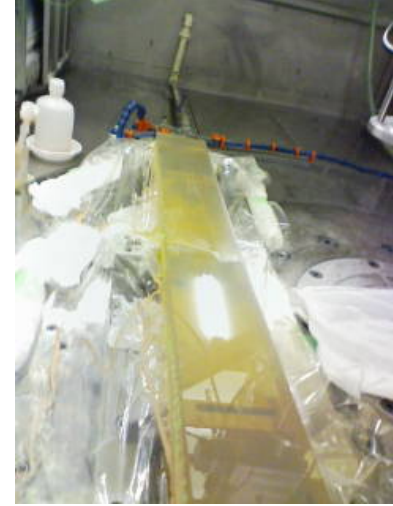


CGH(左:内周、右:外周)



CGH干渉計

- 曲率基準鏡を製作した
 - 個々の鏡の曲率を合わせるための鏡
 - $40\text{ }\mu\text{m}$ 程度の分解能を達成
- 今後の課題(より高い再現性のために)
 - 参照面の位置合わせ
 - タワーの熱変形
 - 空気揺らぎ対策
- 鏡の独立測定により鏡の性能とCGH干渉計の確認(田中さん講演)



鏡製作

- 研削
 - 鏡をフロートさせ鏡の裏面形状や土台の熱変形の影響を受けない研削法
- 研磨
 - デコンボリューションによる修正研磨
 - ヤトイを付けた縁研磨

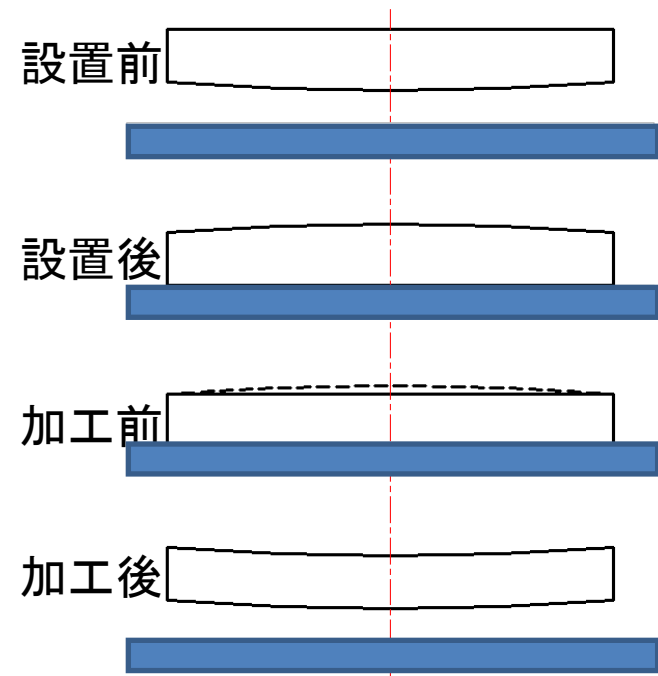
フロート研削

- 課題

- セグメントを土台に直置きすると保持力が強く高精度に研削できるが、土台から外すとセグメントはゆがむ。土台の熱変形についても同様

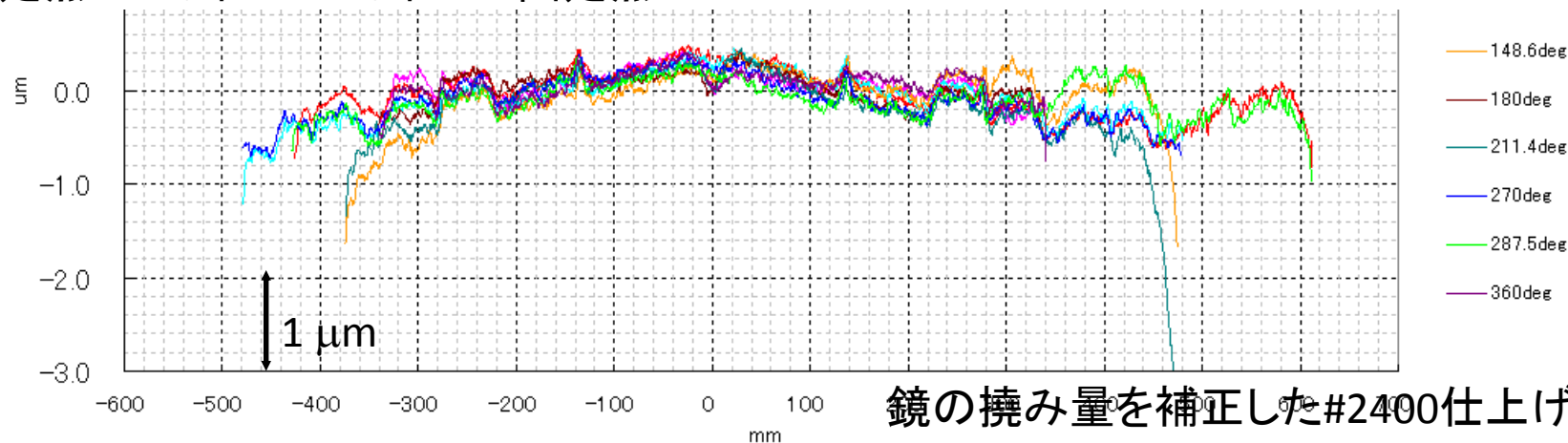
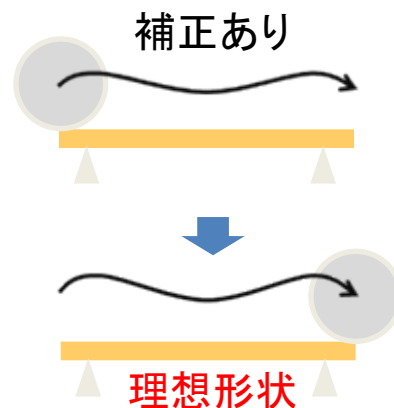
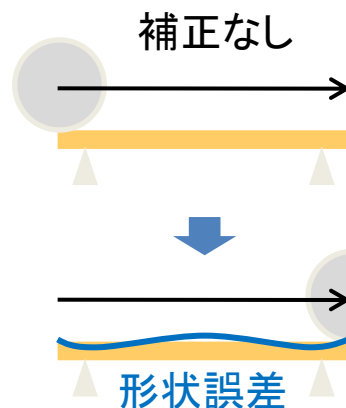
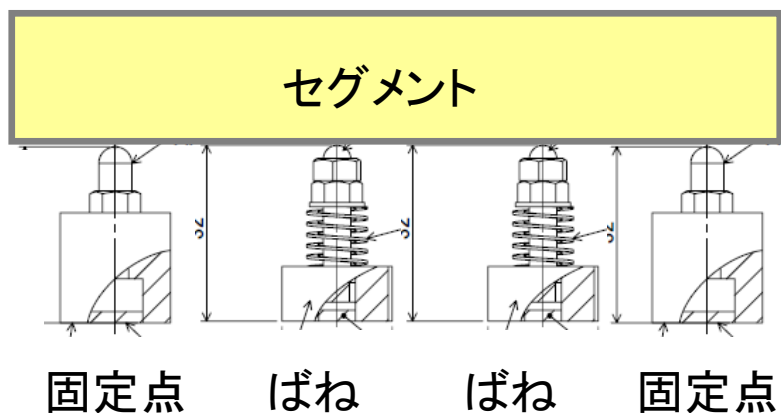
- 解決方法

- セグメントが浮いた状態で研削できればいい



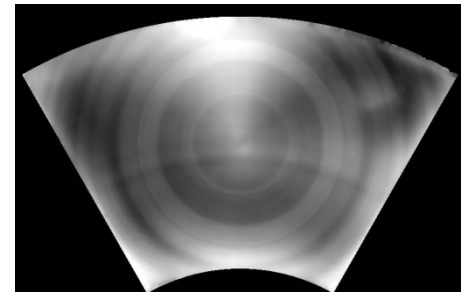
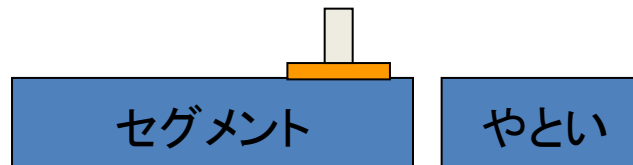
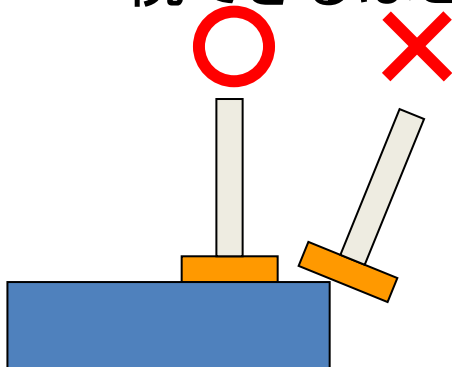
フLOAT研削

- 固定点3点と24点のバネで等圧支持
- 研削圧による変形はFEM解析で推定し、補正研削
 - ホイップフルツリーではFEM解析が困難

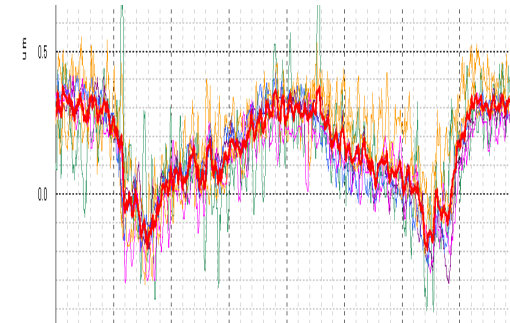


研磨

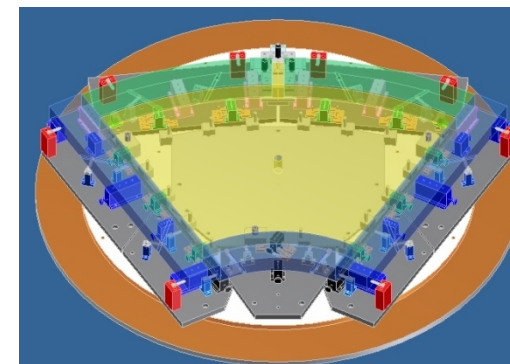
- デコンボリューションを用いた修正研磨
- ヤトイの設置
 - デコンボリューションを用いた修正研磨ではパッドは縁を完全に超える必要がある。
 - ヤトイと鏡の段差を研磨パッドにとって無視できるほど小さくする必要がある。



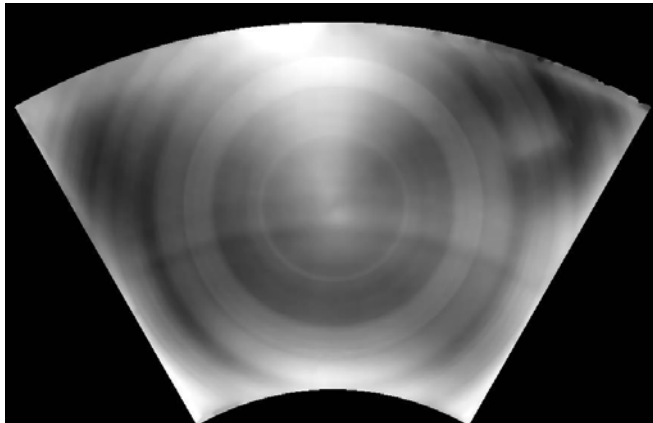
鏡の誤差マップ



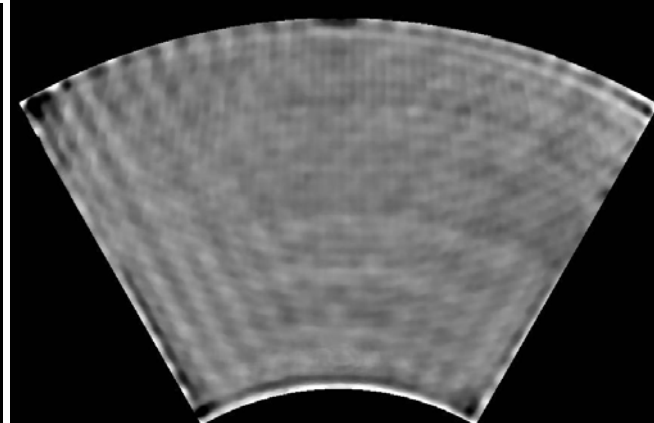
Φ30のパッドによる
除去パターン(PSF)



修正研磨結果

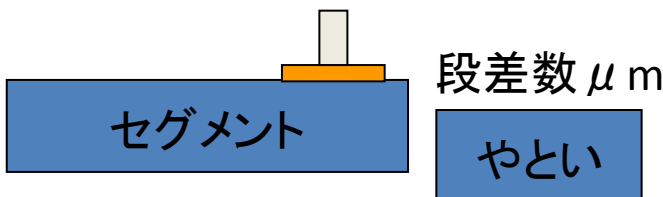


−1000 − +1000 nm
研削＋フラッシュ研磨後

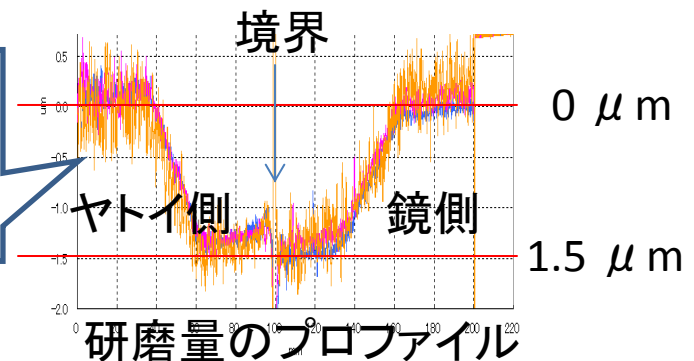


−100 − +100 nm
修正研磨後

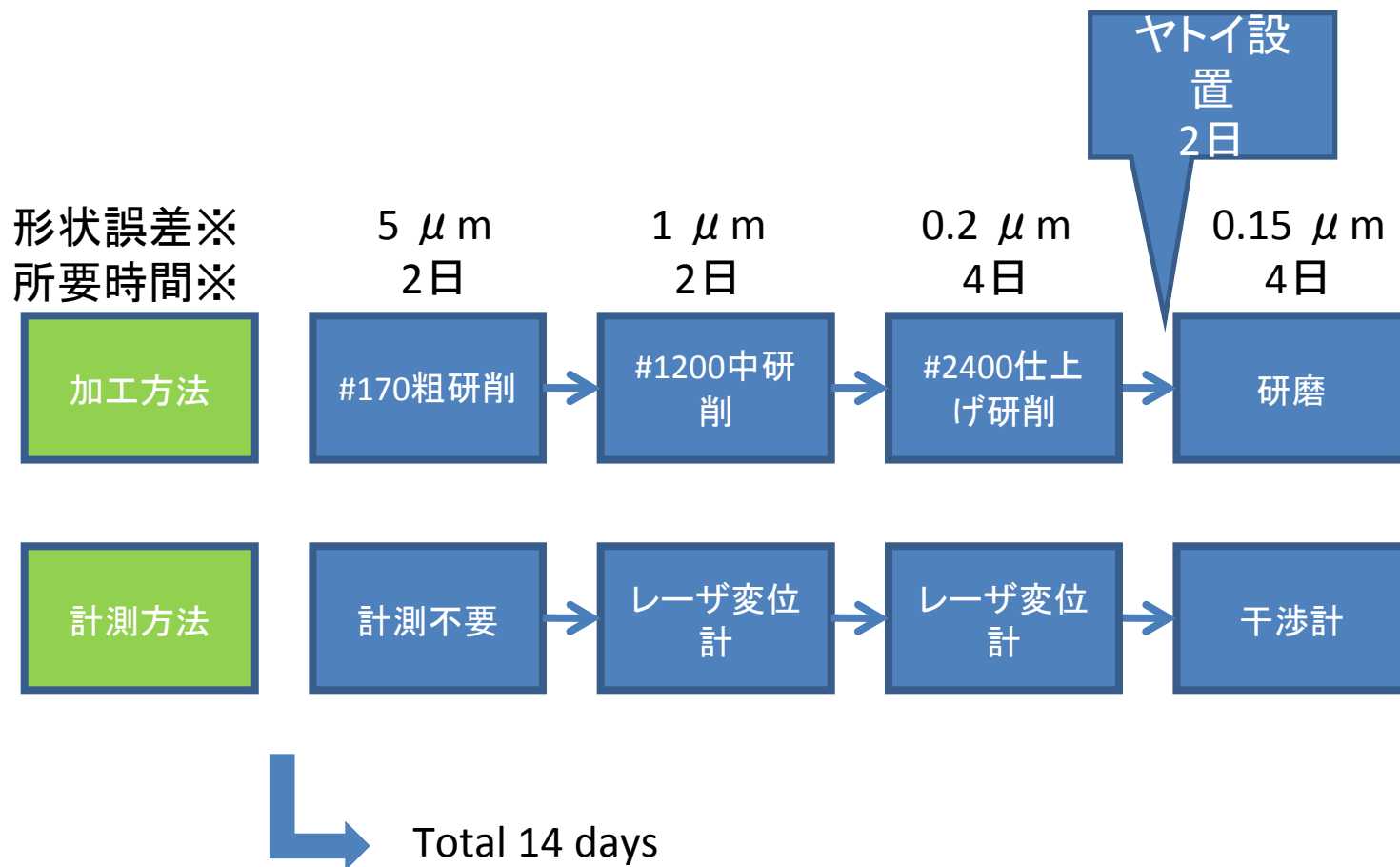
- 縁以外は意図通りの修正研磨が出来た。
- パッドが固すぎてヤトイとの段差によって縁の研磨がうまくいかなかった。
- より柔らかい研磨パッドの調査中。



柔らかいパッドなら
 $4\mu\text{m}$ 程度の段差
があっても同じよう
に研磨できた。



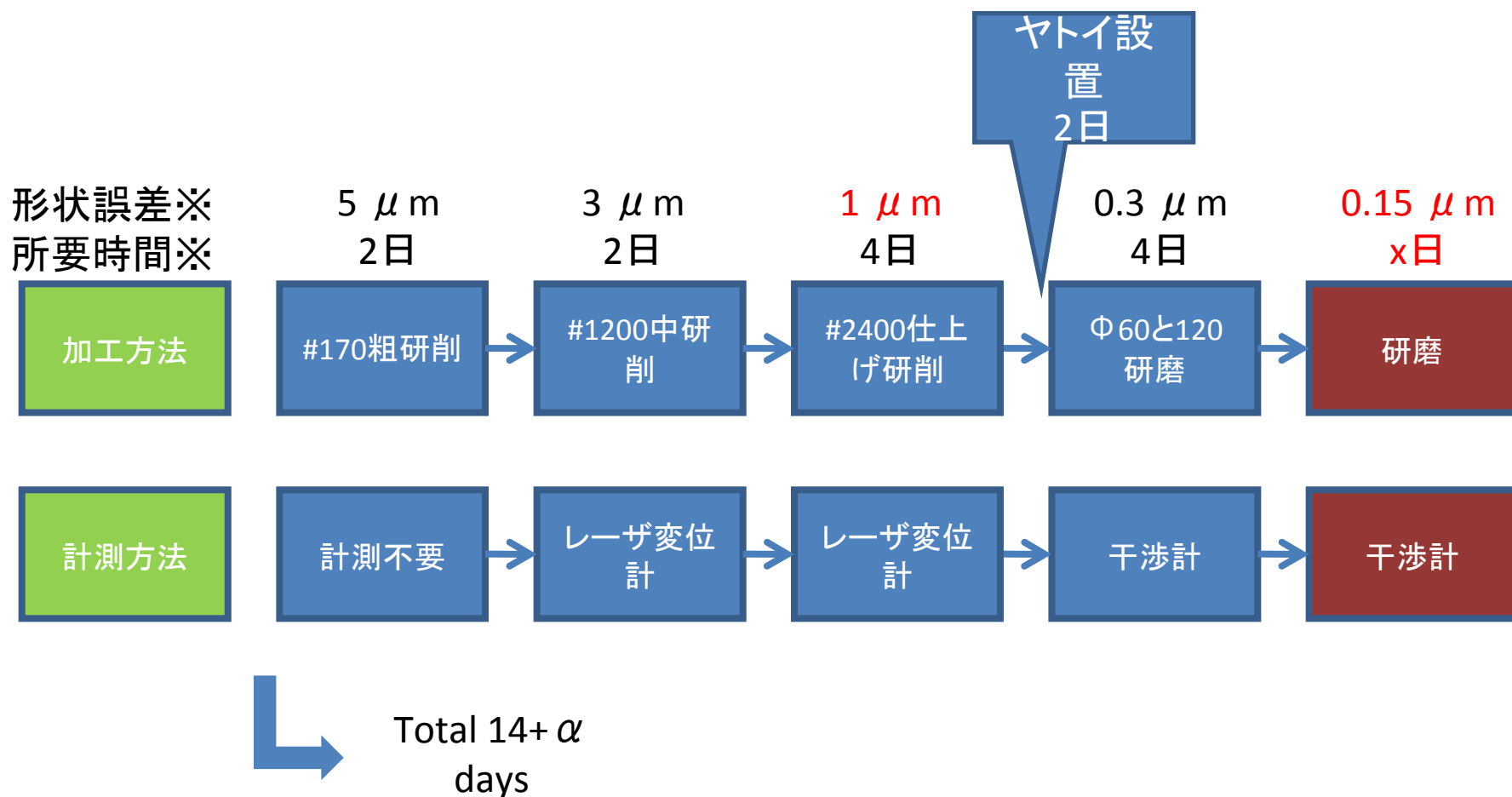
鏡製作プラン(目標)



※形状誤差はP-V値

※砥石の交換と研磨機のセットアップ時間は含まず

鏡製作プラン(現状)



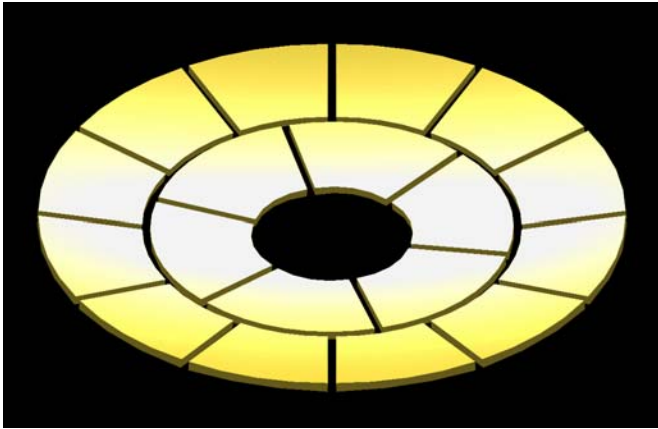
※形状誤差はP-V値

※砥石の交換と研磨機のセットアップ時間は含まず

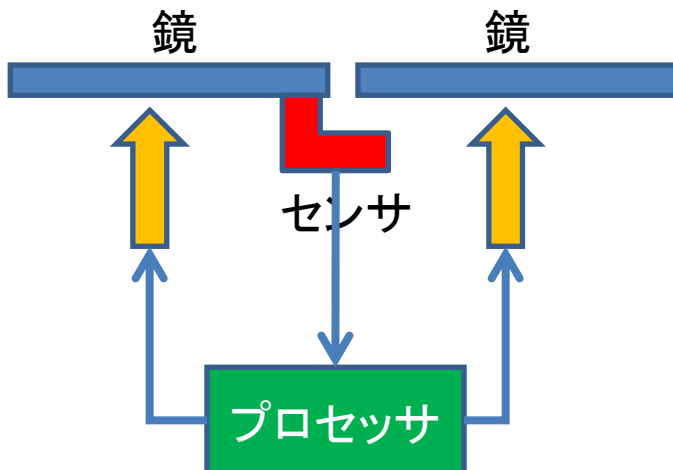
今後の課題

- SSDの評価
- エッジエフェクト(縁ダレ、縁上がり)
- 研削の精度向上
- 研磨の高速化(最適化)
- 圧力制御研磨(ヤトイが不要となる)

分割鏡制御

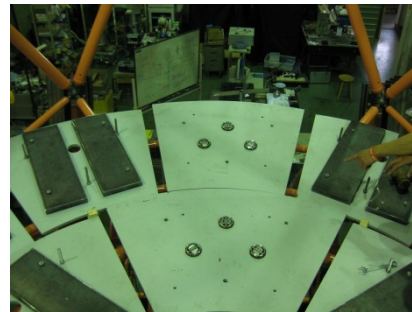


- **扇型**の分割鏡
 - 可視近赤では本計画だけ
 - 鏡の種類が少ない
 - 整列のための計算式が異なる
- 計算式が完成した
- ハードウェアに対する制約も確定した



やったことわかったこと

- 京大で開発していた主鏡支持機構を名大にある望遠鏡に載せ、鉄板ダミー鏡で試験開始
 - 実際の追尾速度で内周外周1枚ずつの鏡の段差を維持する制御試験
 - これまでに機械的なバグ出しを行った
- ギャップセンサの値が温度と湿度によって変動するため、温度計と補正テーブルを開発中（出口さん講演）



軽量架台

- 片側のモータで駆動試験

- 目標性能:

- 速度 $2^{\circ}/s$ 、

- 加速度 $1^{\circ}/s^2$

- を試験(合格)

- $15''/s$ の追尾速度相当での駆動誤差はモータエンコーダ値で $0''.4$ (P-V)、鏡同士のギャップにおいて50nm程度の振動。

- 課題

- より滑らかな駆動(ゲイン調整)

- トラスメンバーの隙間が数か所あり

- 弱い基礎のため望遠鏡本体及び分割鏡において厳密な制御試験ができない

