

高精度測定装置を用いた レンズの球面形状・面精度測定手法の習得

(短期滞在実習プログラム報告)

鹿児島大学理工学研究科 M1 武内友希

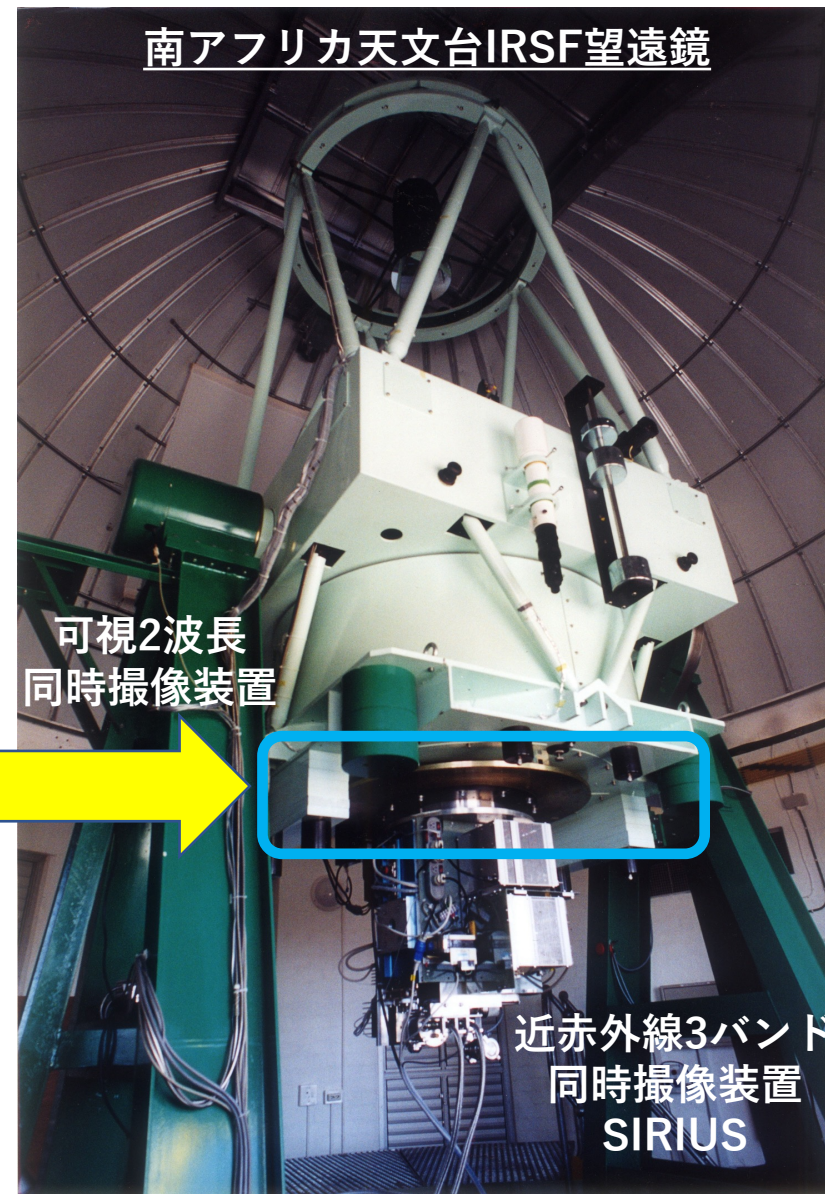
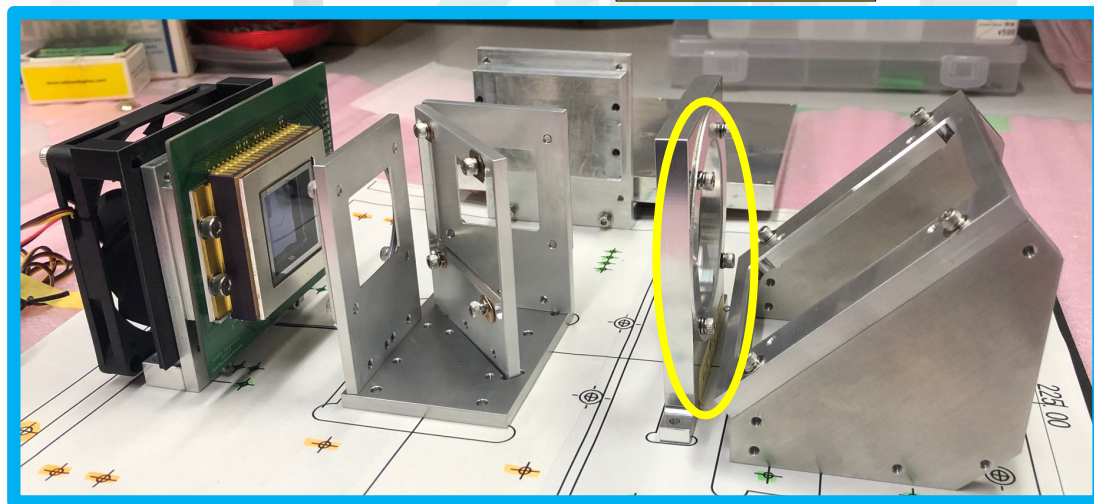
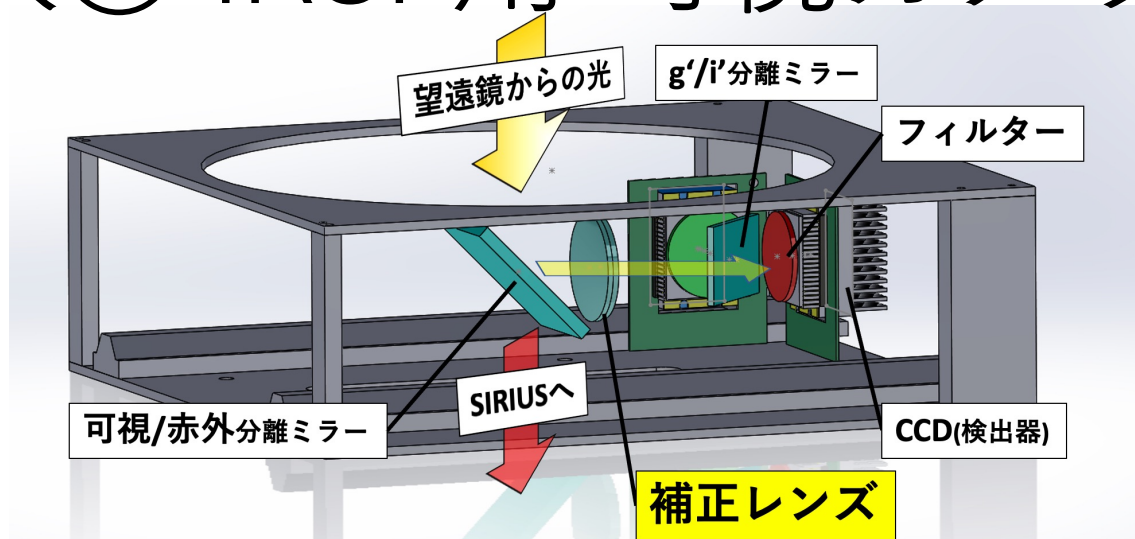
OISTER WS @東京工業大学

「高精度測定装置を用いたレンズの球面形状・面精度測定手法の習得」

- 導入① IRSF用 可視カメラの開発
- 導入② 可視カメラに用いるレンズの評価
- 導入③ レンズ測定手法
- 導入④ 短期滞在実習の目的

- 実習報告① NH6による測定
- 実習報告② 測定における工夫点
- 実習報告③ 測定結果
- 実習報告④ 実習で学んだこと・まとめ

導入① IRSF用 可視カメラの開発



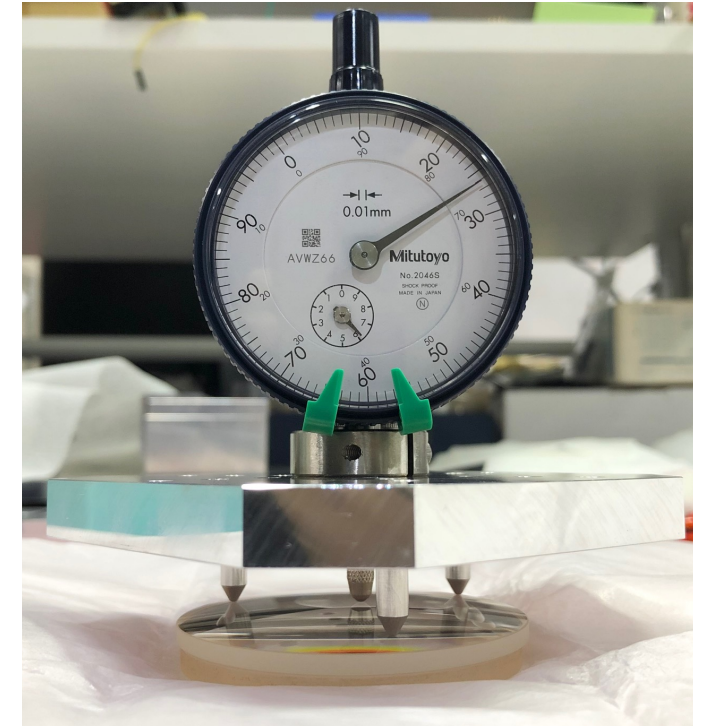
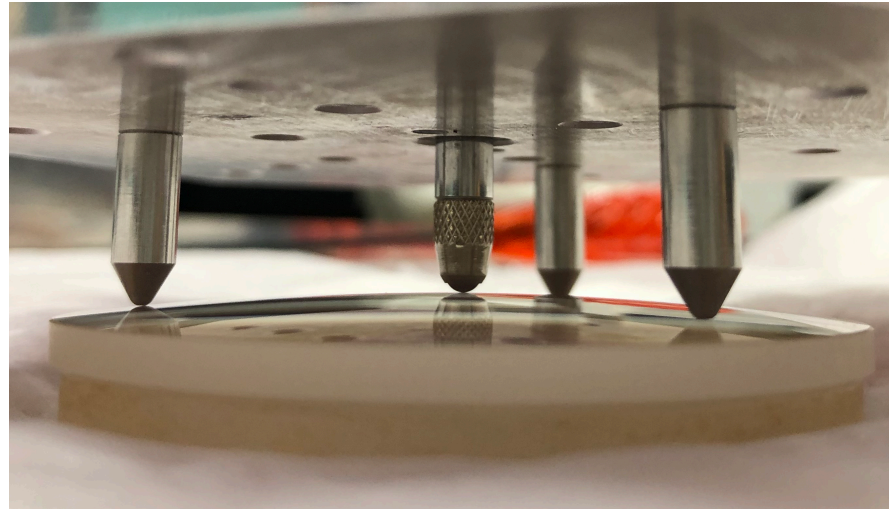
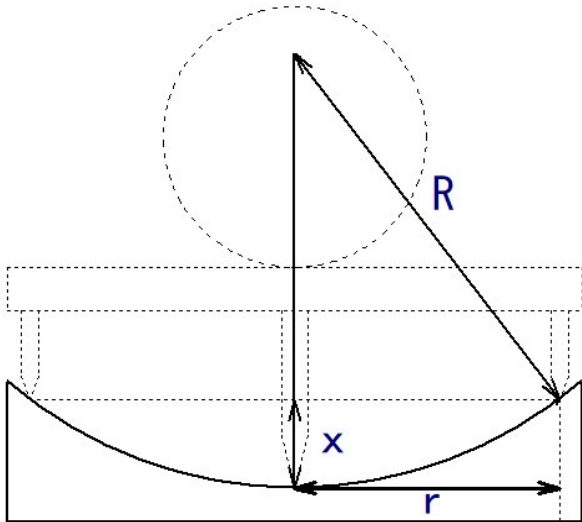
- 鹿児島大学では、新たなIRSF用可視カメラの開発を始めた。
→現在機械設計まで完了しており、**24年9月ファーストライト予定**
- 部品が設計値通りにできているか、装置で使えるか評価が必要

導入② 可視カメラに用いるレンズの評価

<自作球面計による曲率半径>

$$x = R - \sqrt{R^2 - r^2} \quad \leftrightarrow \quad R = \frac{x^2 + r^2}{2x}$$

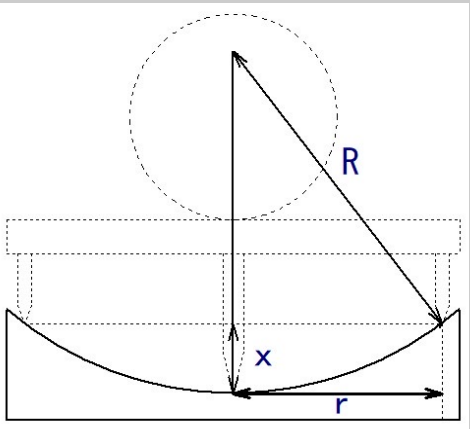
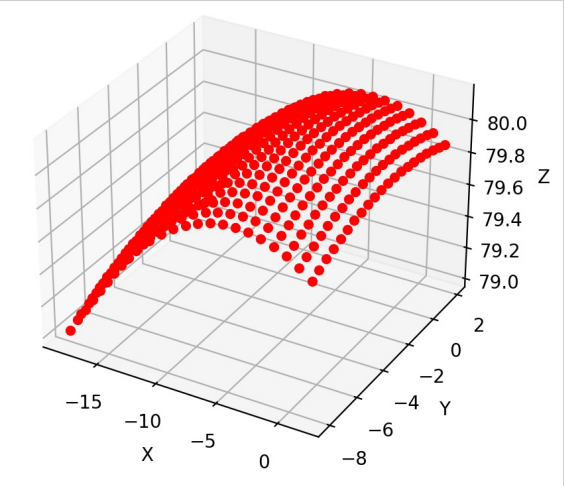
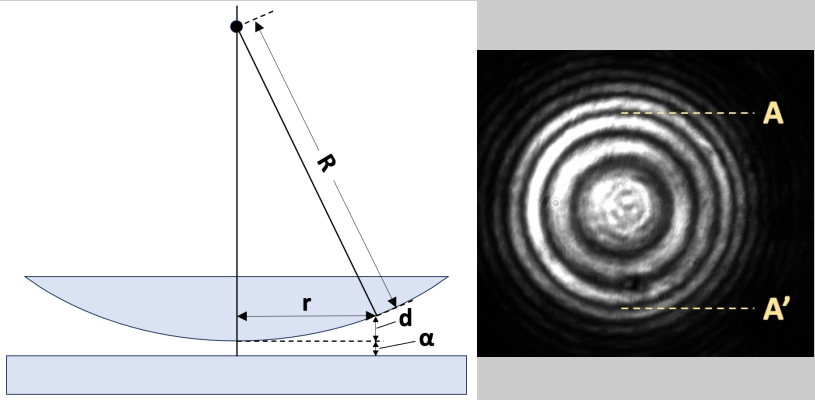
x ... 球面計による基準面からの高さ
 R ... 曲率半径
 r ... 球面計による基準面の半径



測定を突き詰めた(偶然誤差の見積もり、系統誤差の考慮)

しかし、ひとつの手法だけでは正しく評価できているか心配

導入③ レンズ測定手法

	球面計	非接触3次元測定器	ニュートンリング
測定	基準面からの高さの差	範囲内の高さの情報 (XYZデータ400点)	ニュートン縞の間隔
原理	$R = \frac{x^2 + r^2}{2x}$	球面の式へのフィッティング	縞の間隔 → 曲率半径
概念図			

名古屋大学に非接触3次元測定器があることを知る

導入④ 短期滞在実習の目的

- レンズをより高精度に測定できる装置や測定について教わる
 - **非接触3次元測定装置**(三鷹光器NH6)、**フィゾー干渉計**(清原光学)
 - **自身のレベルアップ、研究室としての蓄積**
 - **IRSF用 可視カメラの開発の光学試験へ活かす**
- 曲率半径測定装置としての球面計の確認



短期滞在実習プログラムを利用し、名古屋大学Uir研究室にて2023.6.18-6.23の1週間、指導をうける機会をいただいた

「高精度測定装置を用いたレンズの球面形状・面精度測定手法の習得」

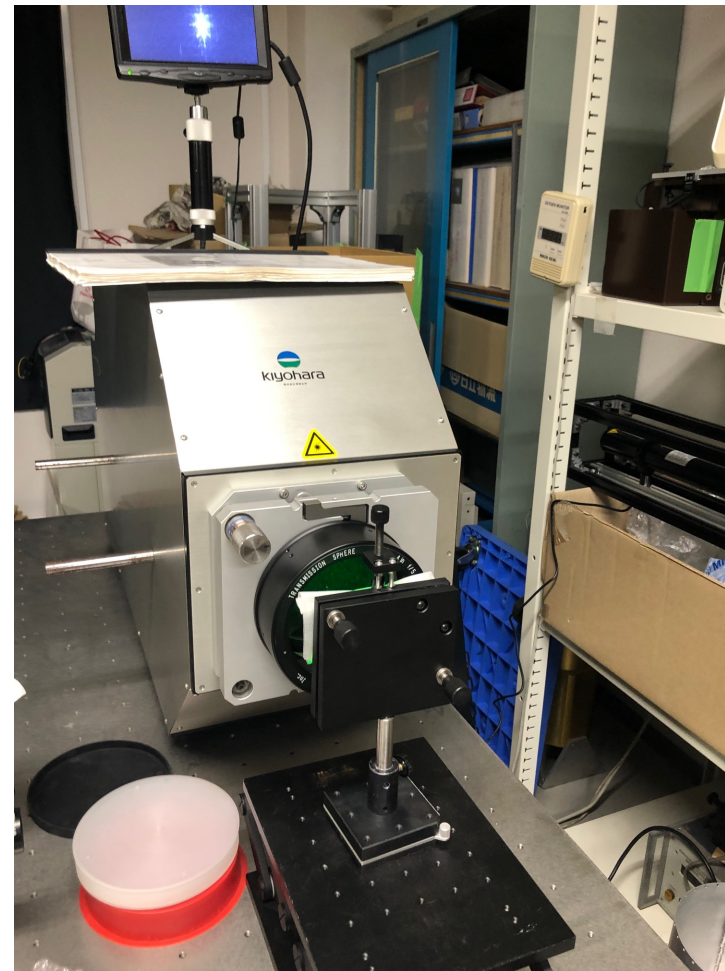
- 導入① IRSF用 可視カメラの開発
- 導入② 可視カメラに用いるレンズの評価
- 導入③ レンズ測定手法
- 導入④ 短期滞在実習の目的

- 実習報告① NH6による測定
- 実習報告② 測定における工夫点
- 実習報告③ 測定結果
- 実習報告④ 実習で学んだこと・まとめ

短期滞在実習報告

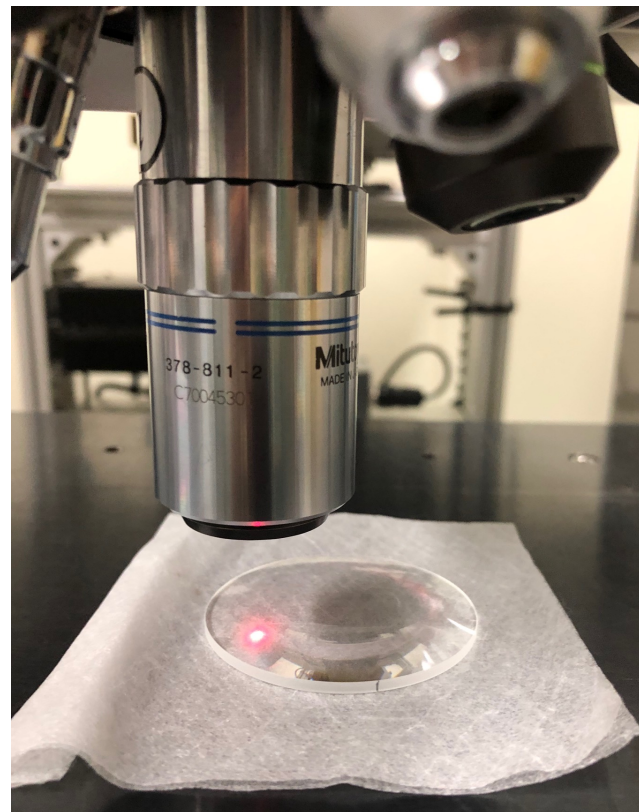
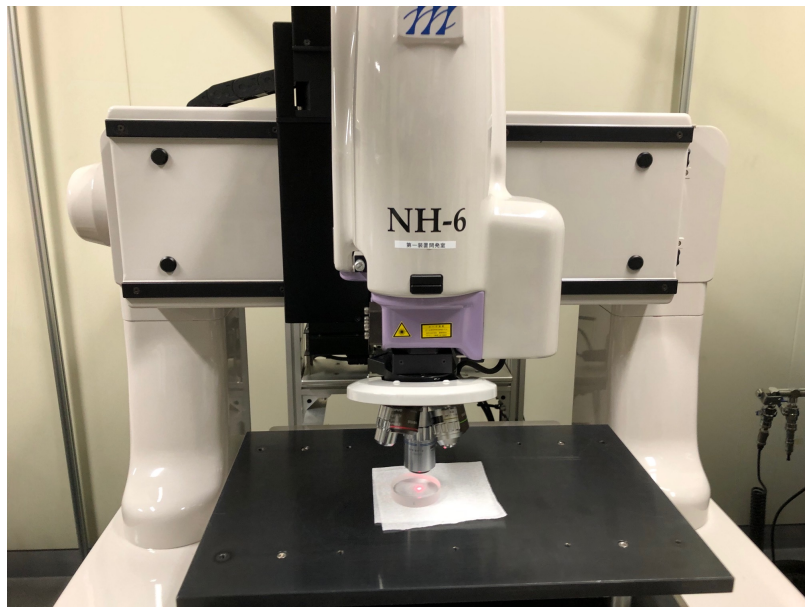


NH6(非接触3次元測定装置)

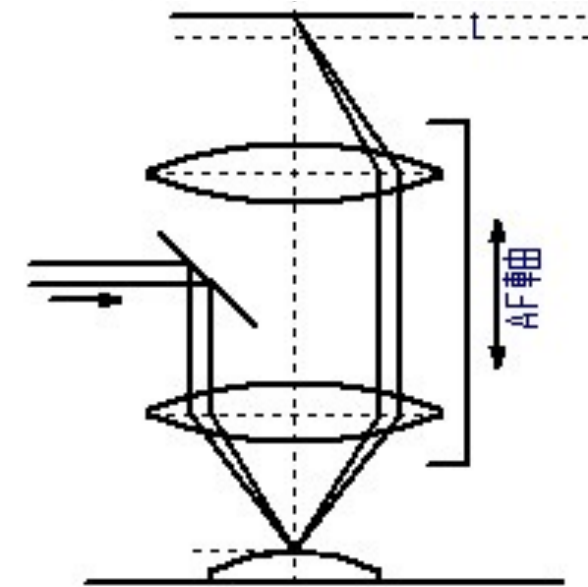
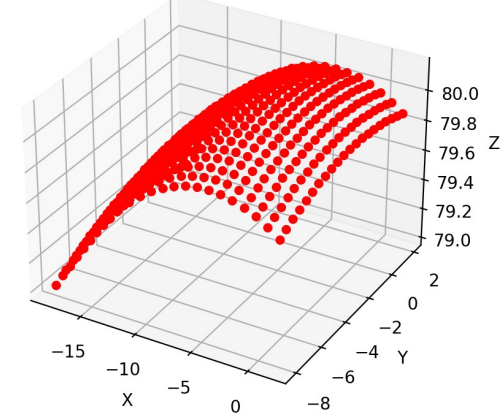


フィゾー干渉計

実習報告① NH6による測定



NH6による測定

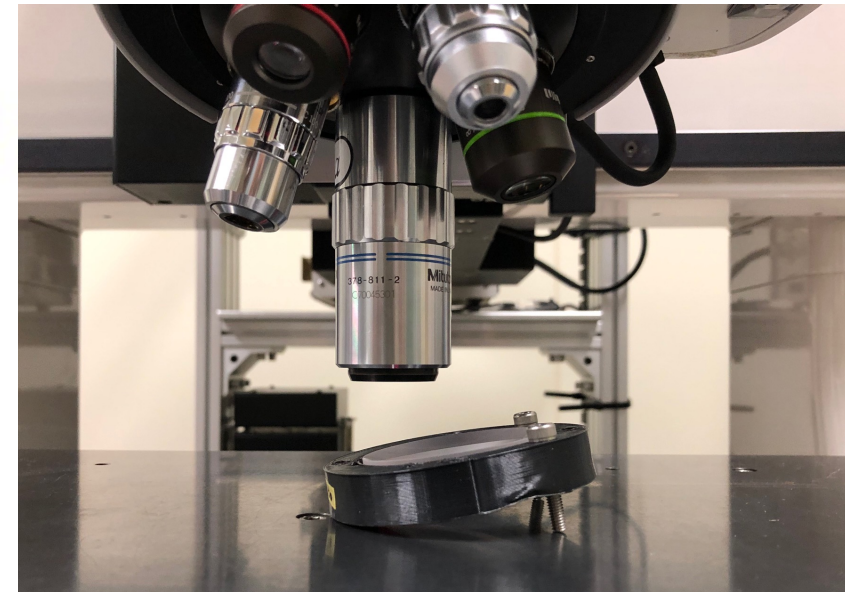
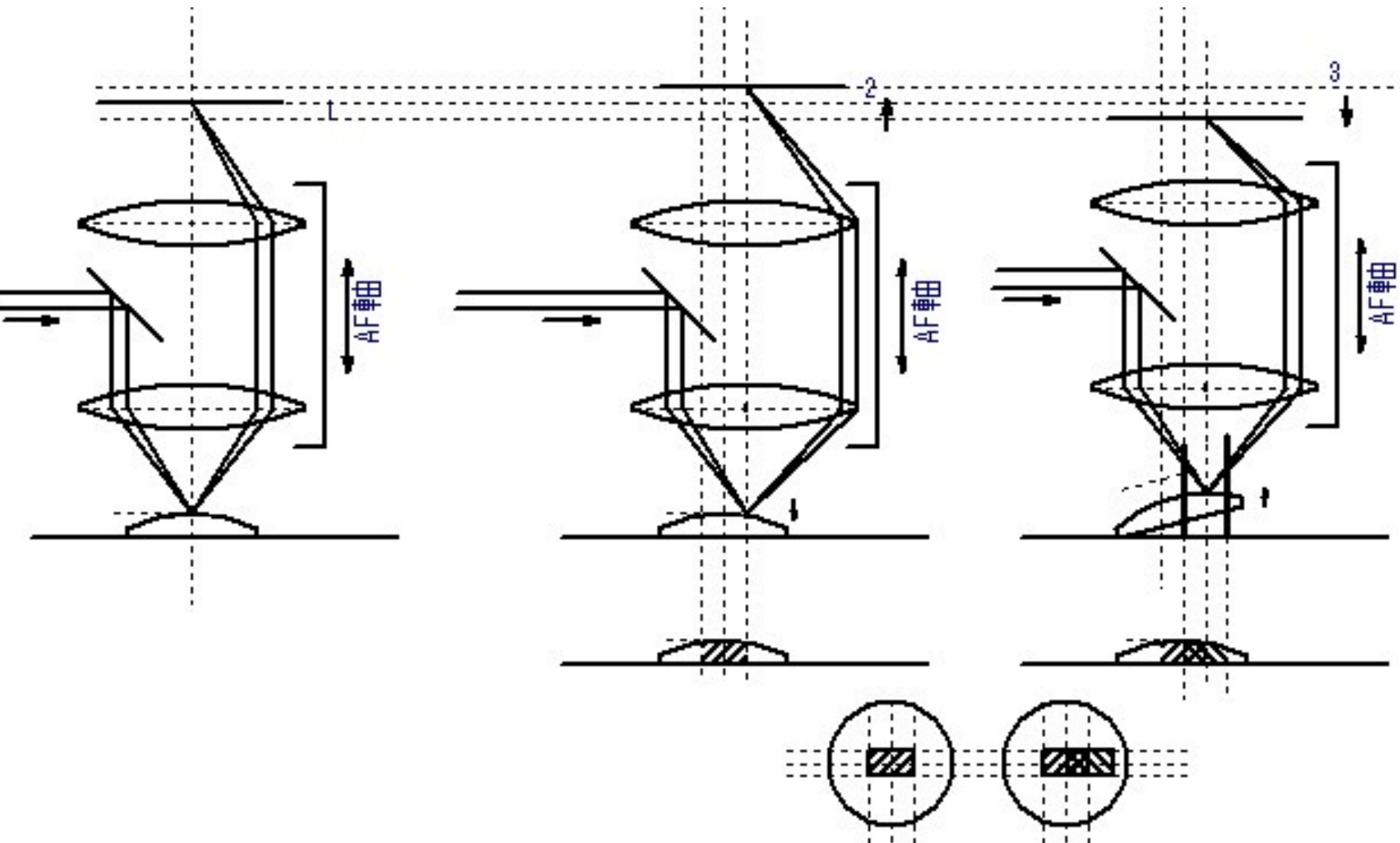


NH6光路図



レンズ4枚、5つの曲率半径を用いて測定を行った
各点における高さを取り、XYZの3次元データを得る

実習報告② 測定における工夫点



装置に対してレンズを傾ける→より広い範囲での高さをとる
治具を自作、5つの傾きでレンズの測定を行なった。

実習報告② 測定における工夫点

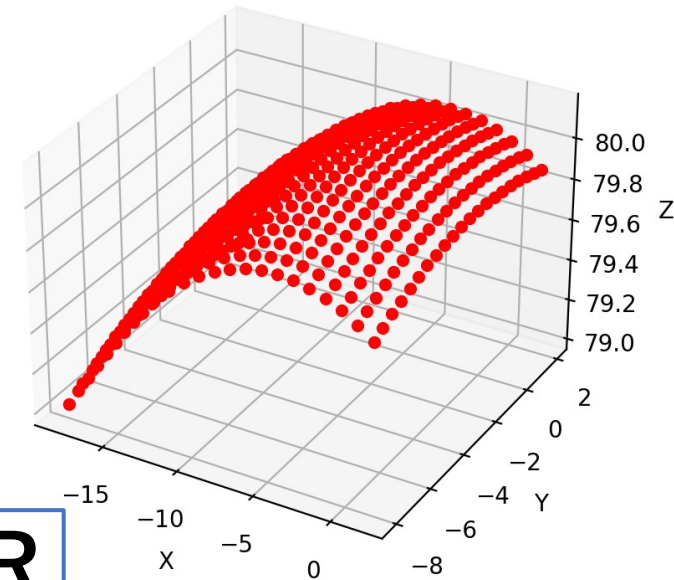
$$x^2 + y^2 + z^2 + ax + by + cz + d = 0 \quad R = \sqrt{\frac{a^2 + b^2 + c^2}{4} - d}$$

NH6

X,Y,Z
データ

最小二乗法
フィッティング

曲率半径R



× 10回
(5領域, 2回ずつ)

曲率半径R 10点

平均, σ

実測値
± 不確かさ

NH6で得られたxyzのデータから、最小二乗法のフィッティングにより球の半径を求める。

実習報告③ 測定結果

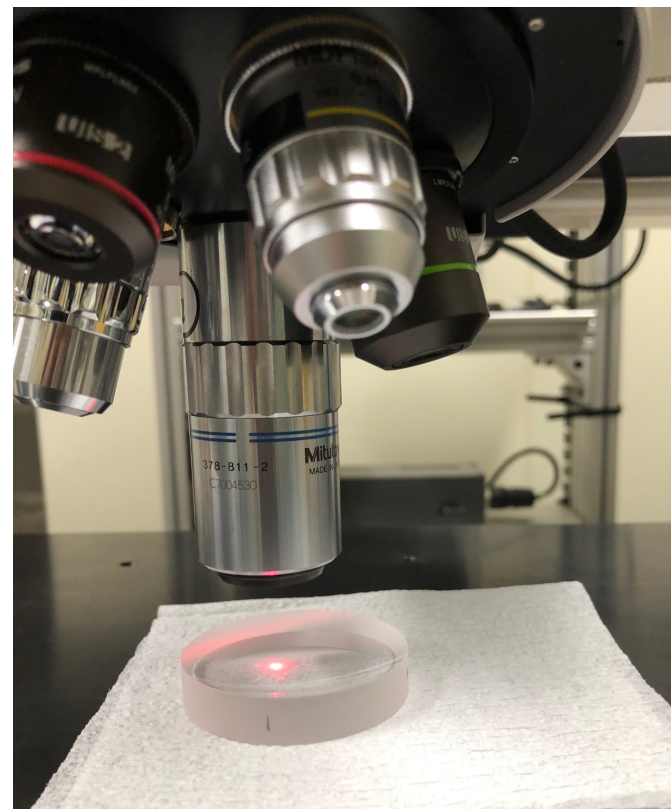
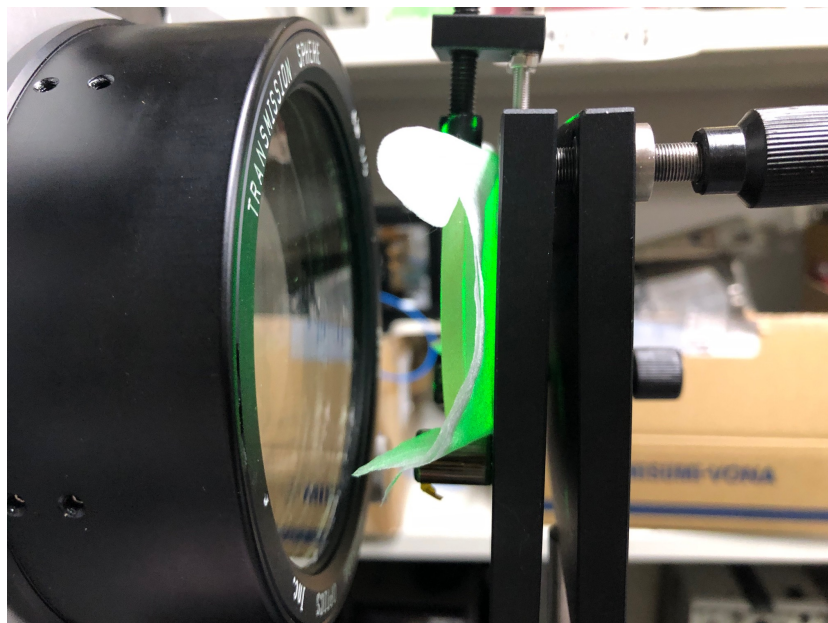
※メーカー焦点距離公差2%

	公称値※ (mm)	NH6 実測値(mm) ±不確かさ 3σ	球面計 実測値(mm) ±不確かさ 3σ	球面計 系統誤差 (mm)
レンズ①	-64.60	-64.62 ± 0.03	-67.57 ± 0.05	
レンズ②	103.36	103.4 ± 0.1	101.48 ± 0.09	
レンズ③	258.40	258.40 ± 0.06	258.0 ± 0.4	
IRSFレンズ①	259.5	259.9 ± 0.2	260.2 ± 0.2	259.2~262.0
IRSFレンズ②	-1300	-1297.9 ± 0.9	-1280 ± 3	-1270~-1300

- ・ 反射防止コートのある・なしで測定の精度が大きく変わった
- ・ 公称値と比較すると、NH6のほうが近くなっている印象
- ・ 球面計との比較では、系統誤差の範囲内で合致している

短期滞在実習まとめ

- 触ったことのない大きな装置を間近で触れ、自分で動かすことによる理解の向上
- 別の大学の実験室の雰囲気
- 光学実験の際の心構え



まとめ

- 短期滞在実習によって名古屋大学Uir研で1週間ご指導いただき、面形状・面精度の測定を行った
- 装置を実際に触って教わることによる理解やスキルの向上
 - 非接触3次元測定装置(三鷹光器NH6)
 - フィゾー干渉計(清原光学)
- IRSF用 可視カメラ(24年9月ファーストライト)の光学試験を進めていく

