

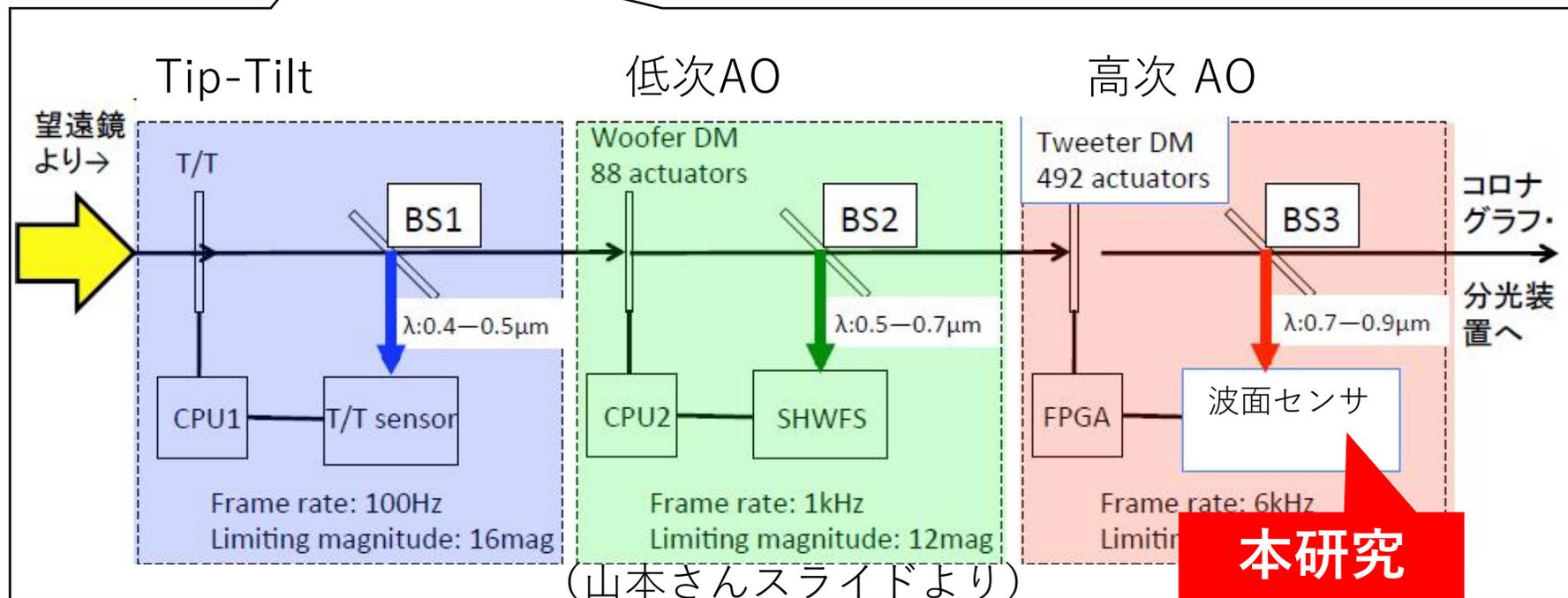
# 系外惑星観測装置SEICAに 向けた波面センサの開発状況

○ 津久井遼（京大D2）

木野勝、山本広大、栗田光樹夫（京大）、松谷晃宏（東工大）

# 研究背景

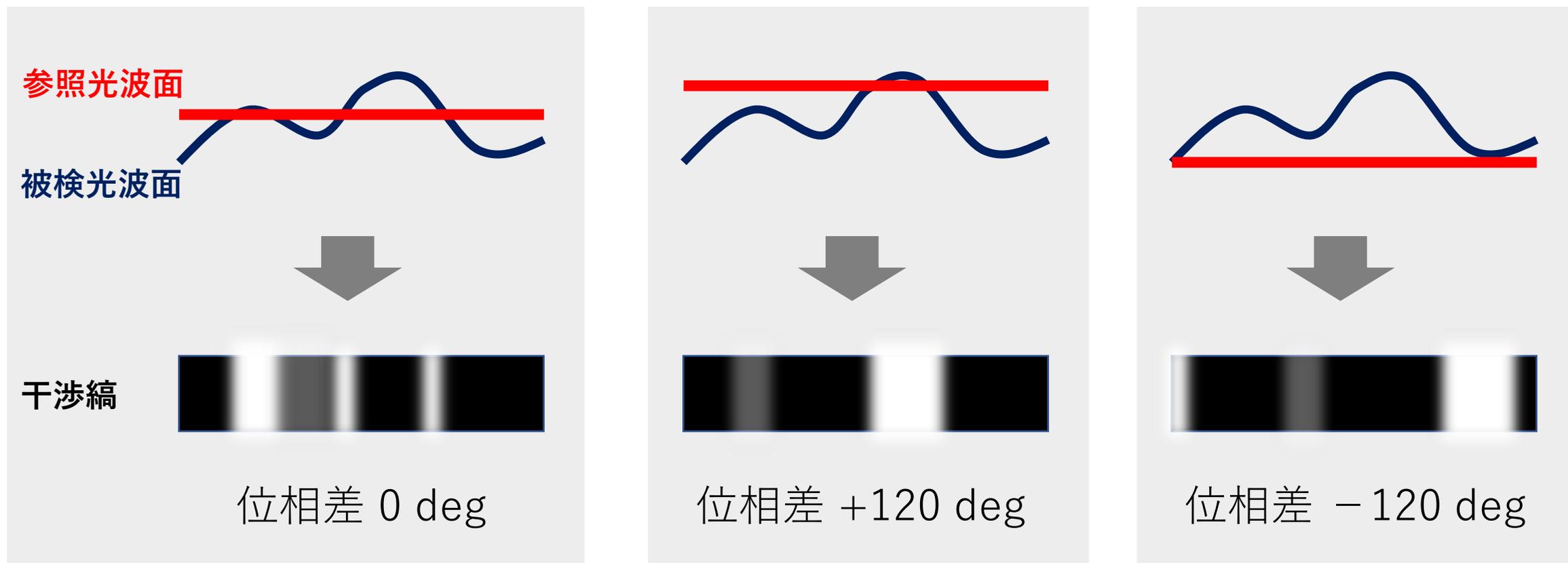
- SEICA : 極限補償光学 + コロナグラフ



- 要求性能 :
  - 高精度測定 ( $<40\text{ nm rms}$ )
  - 高頻度測定 (毎秒6500回)
 } 少ないフォトンで高精度測定 (高効率)
- 従来方式のセンサは毎秒~3000回が高精度測定の限界 → 新方式が必要

# 測定原理：位相シフト干渉法

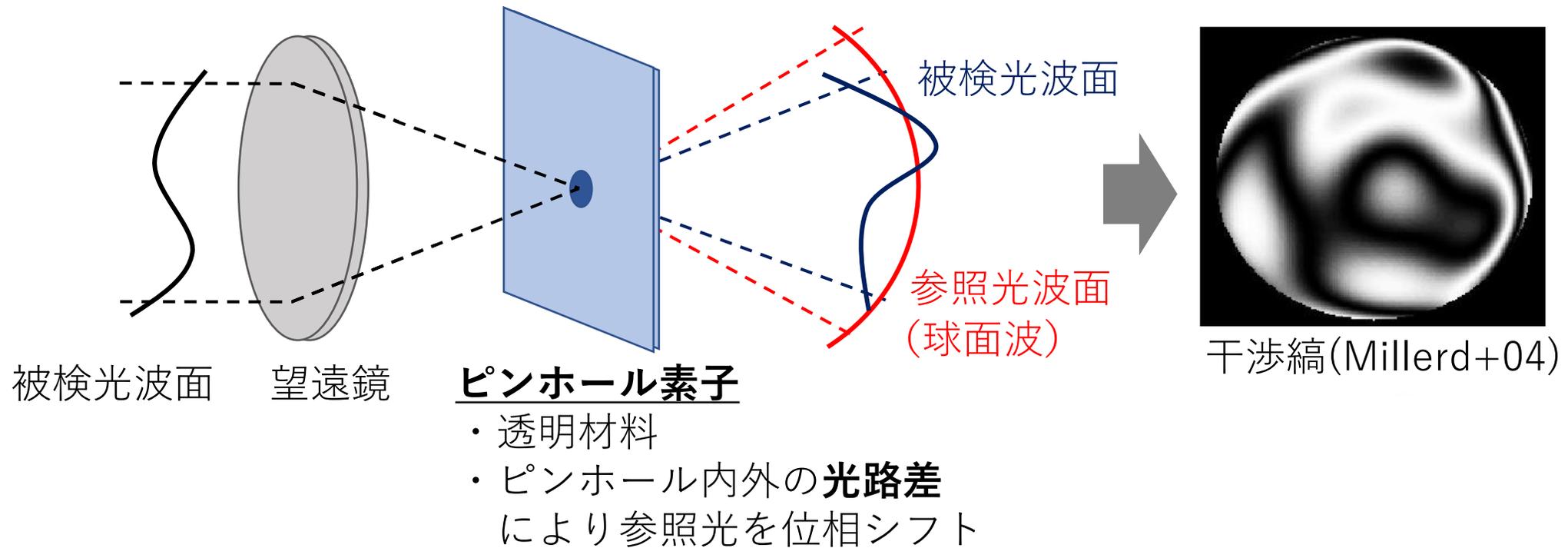
- 高効率を実現可能
- 概念：



⇒ 3種類の干涉縞(0,  $\pm 120$  deg)から、被検光の波面形状を計算

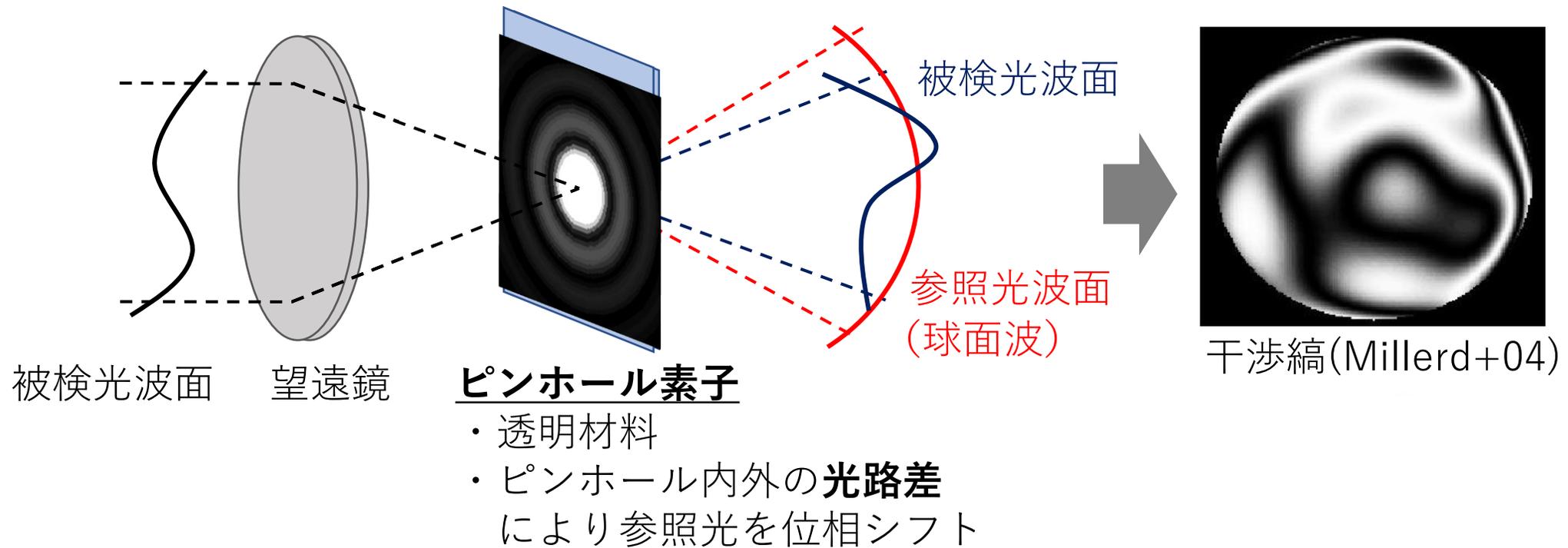
# 本波面センサの概要

- 点回折干渉計(PDI)：星像より小さいピンホールにより参照光を生成



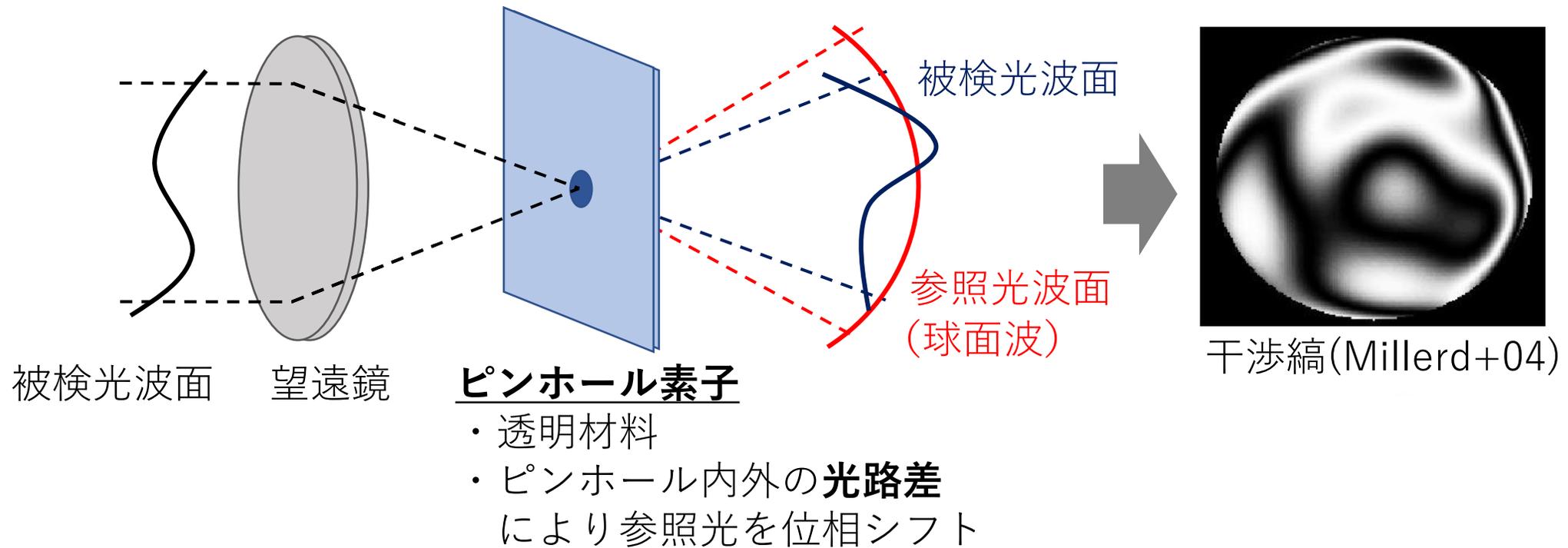
# 本波面センサの概要

- 点回折干渉計(PDI)：星像より小さいピンホールにより参照光を生成



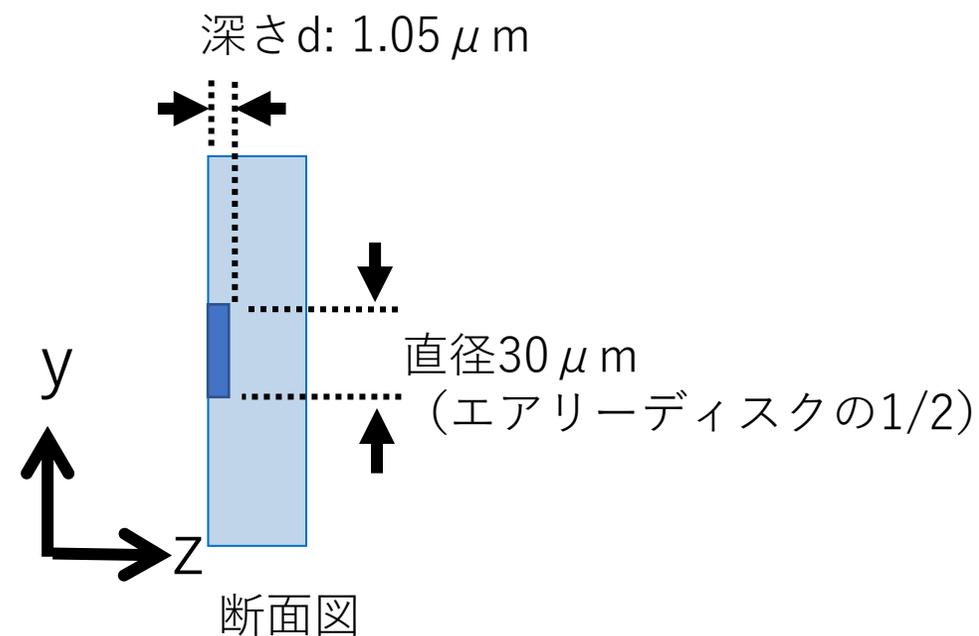
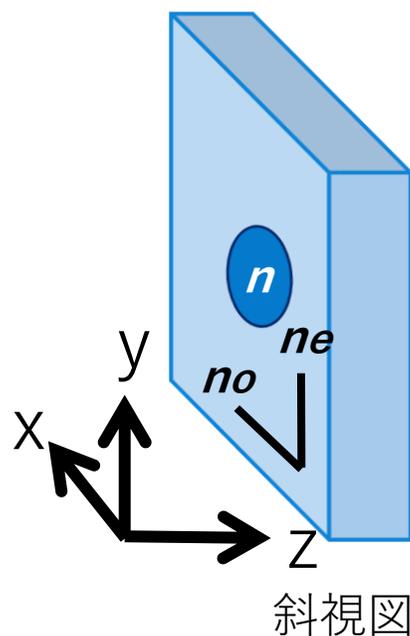
# 本波面センサの概要

- 点回折干渉計(PDI)：星像より小さいピンホールにより参照光を生成



# 本波面センサにおけるピンホール素子

- 3種類の干渉像 → 3通りの光路差が必要
- 複屈折結晶により達成

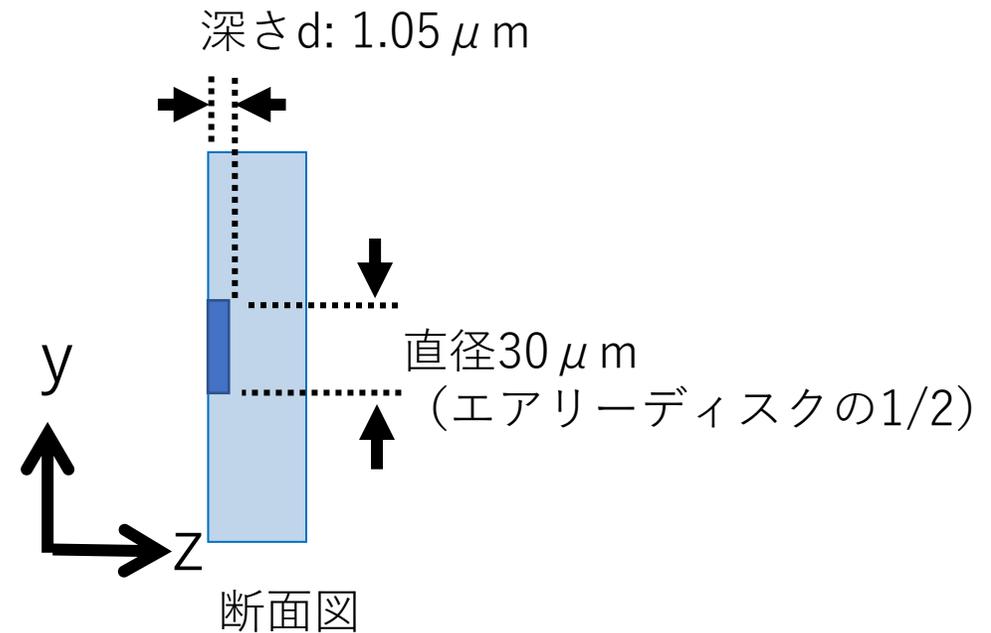
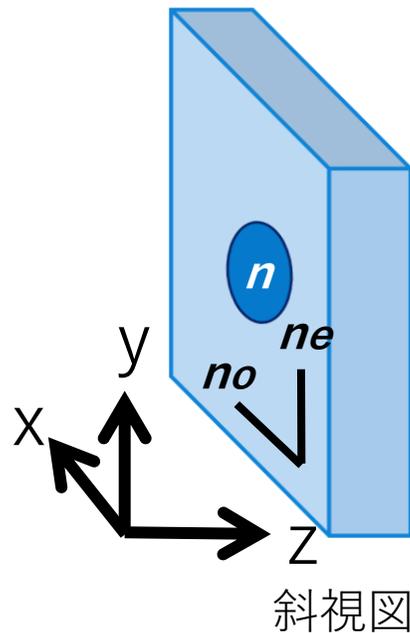


|        | 素材            | 屈折率                      |
|--------|---------------|--------------------------|
| 基板     | 酸化チタン(複屈折結晶)  | $n_o = 2.52, n_e = 2.79$ |
| ピンホール部 | 酸化ニオブ(複屈折でない) | $n = 2.28$               |



# 本波面センサにおけるピンホール素子

- 3種類の干渉像 → 3通りの光路差が必要
- 複屈折結晶により達成



| 光路        | ピンホール内外の光路差  | 位相差      |
|-----------|--------------|----------|
| 透過, 偏光方向x | $(n - n_o)d$ | -120 deg |
| 透過, 偏光方向y | $(n - n_e)d$ | 120 deg  |
| 反射        | 0 (鏡面反射)     | 0 deg    |

# 開発状況

- 測定原理の定式化：完了
- 素材の選定：完了
- ピンホール素子の設計（シミュレーション）：完了  
→ **Applied Optics**に論文掲載（Tsukui+2020）
- ピンホール素子の試作：**実施中**（試作品完成）  

- 波面センサの測定試験：**実施中**（原理実証に成功）

# ピンホール素子の試作

- 東京工業大学・松谷先生らと共同で実施中

(画像非公開)

# ピンホール素子の試作

|      | 理想   | 試作品   |
|------|--|-------|
| 断面形状 |  <ul style="list-style-type: none"><li>• 直径30 <math>\mu\text{m}</math></li><li>• 深さ1.05 <math>\mu\text{m}</math></li><li>• 表面は面一</li></ul> | (非公開) |
| 位相差  | 0, 120, -120 deg   | (非公開) |

# 波面センサの測定試験

- 光学系 (京大内) :
  - ピンホール素子は試作品を搭載
  - 金属部品類は大阪電気通信大学に加工依頼

(画像非公開)

# 波面センサの測定試験

- 原理実証に成功
- 測定精度の定量評価は現在実施中

(画像非公開)

# まとめ

- 系外惑星観測装置SEICAに向けた波面センサを開発中
  - 高い測定精度と測定頻度の両立が必要
  - 複屈折結晶を用いた点回折干渉計方式
- ピンホール素子の試作と原理実証に成功
- 今後の課題：
  - 測定精度の定量評価
  - ピンホール素子の改良
  - 目標性能が達成できれば、SEICAに組み込んで試験