

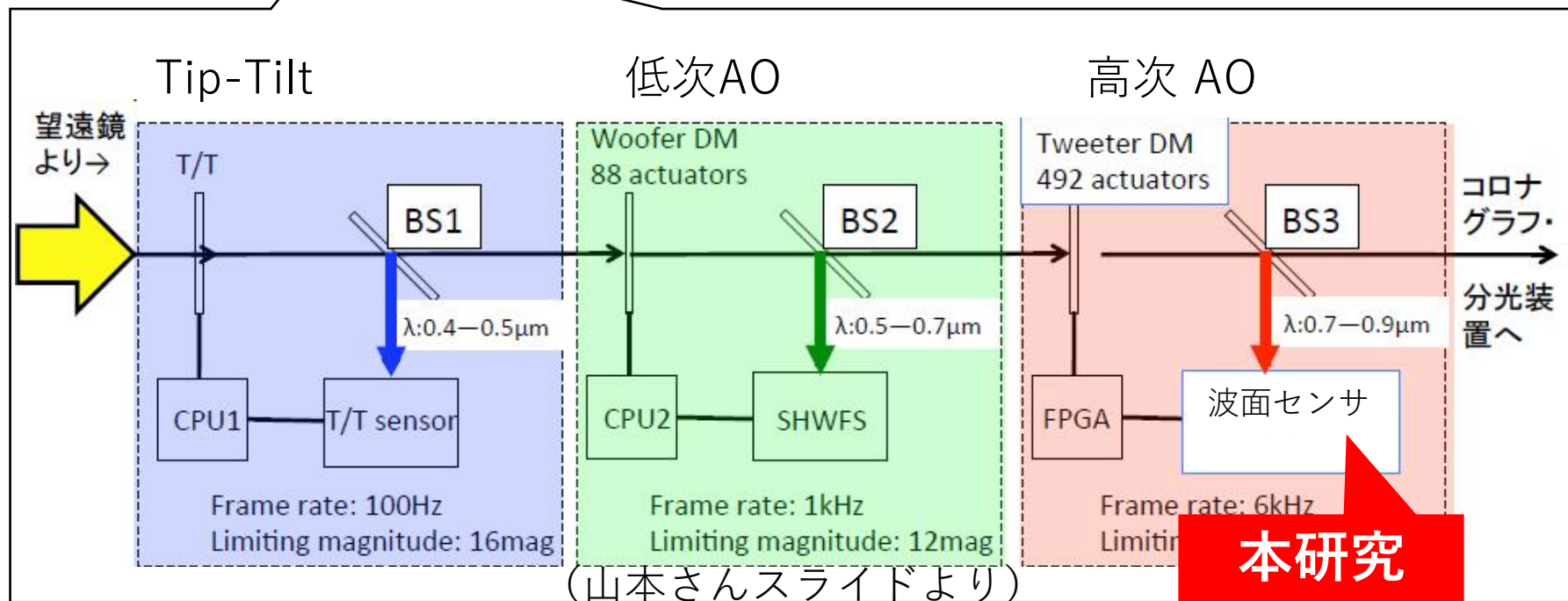
系外惑星観測装置SEICAに 向けた波面センサの開発状況

○ 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

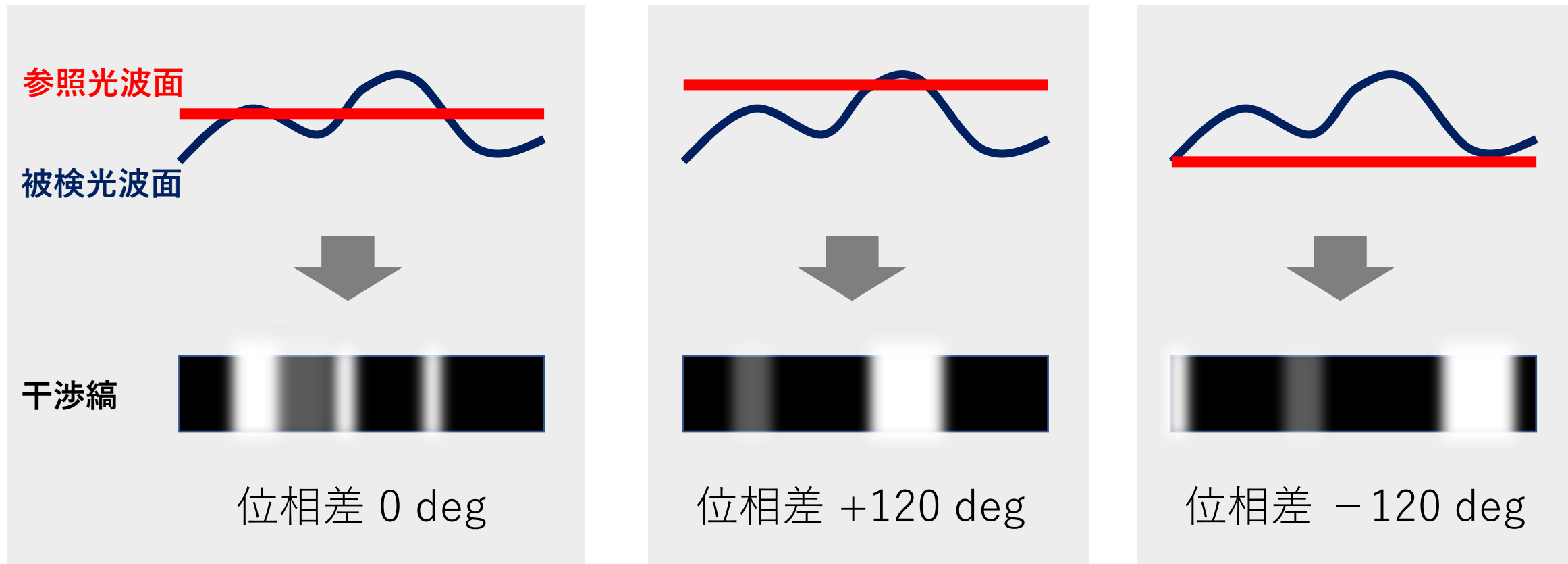
- SEICA : 極限補償光学 + コロナグラフ



- 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

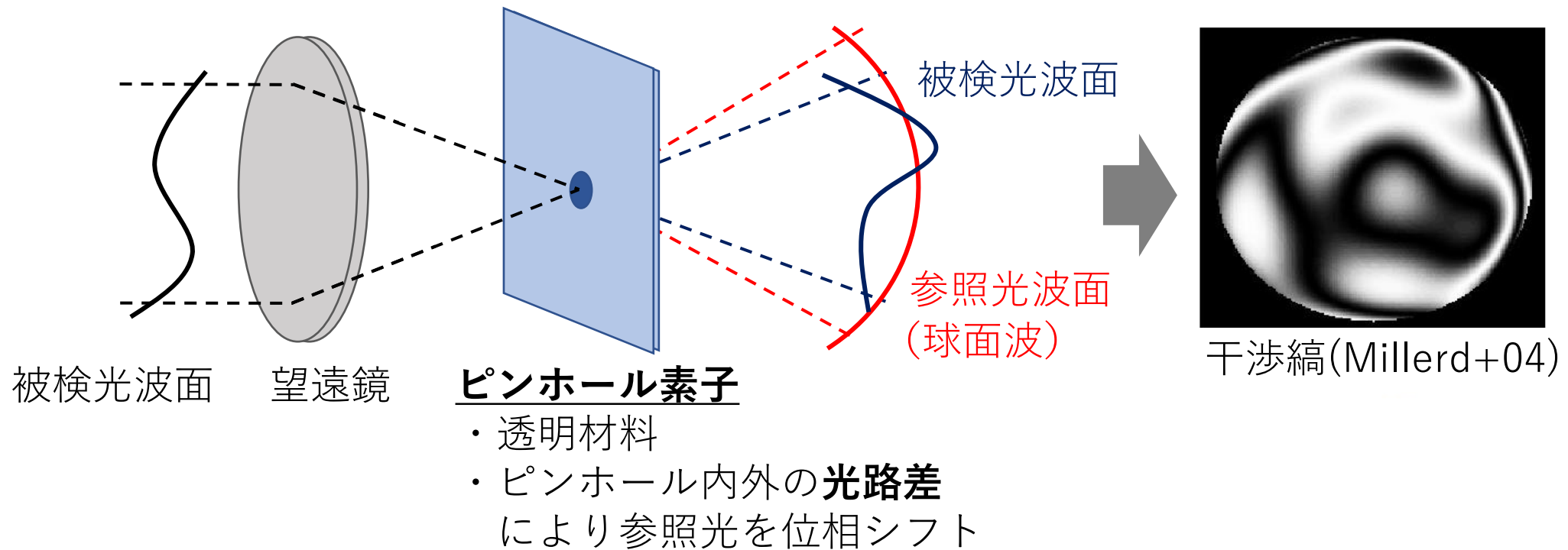
- 高効率を実現可能
- 概念：



⇒ 3種類の干渉縞(0, ± 120 deg)から、被検光の波面形状を計算

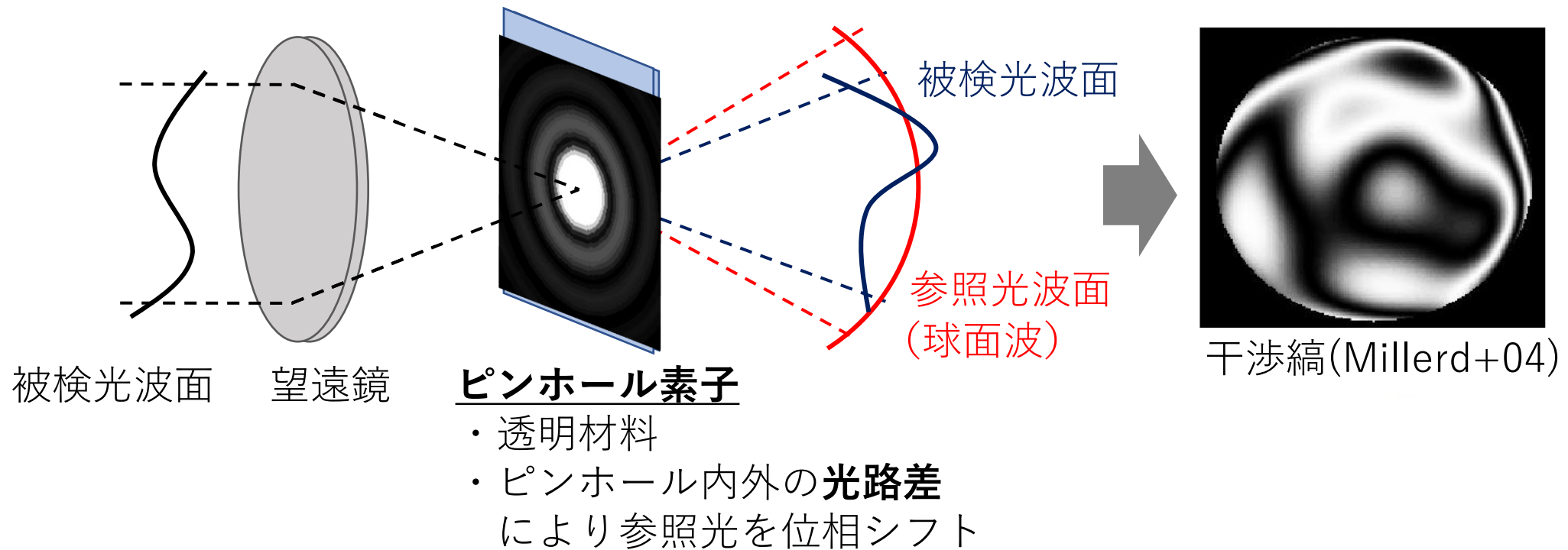
本波面センサの概要

- 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



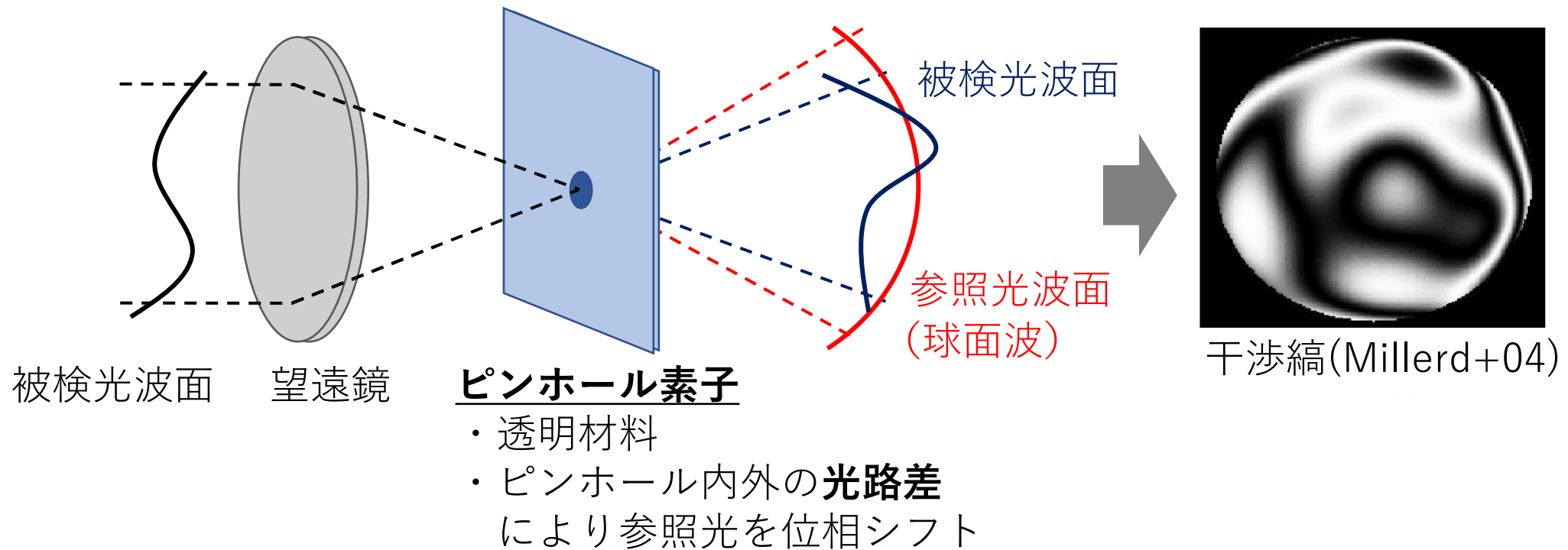
本波面センサの概要

- 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



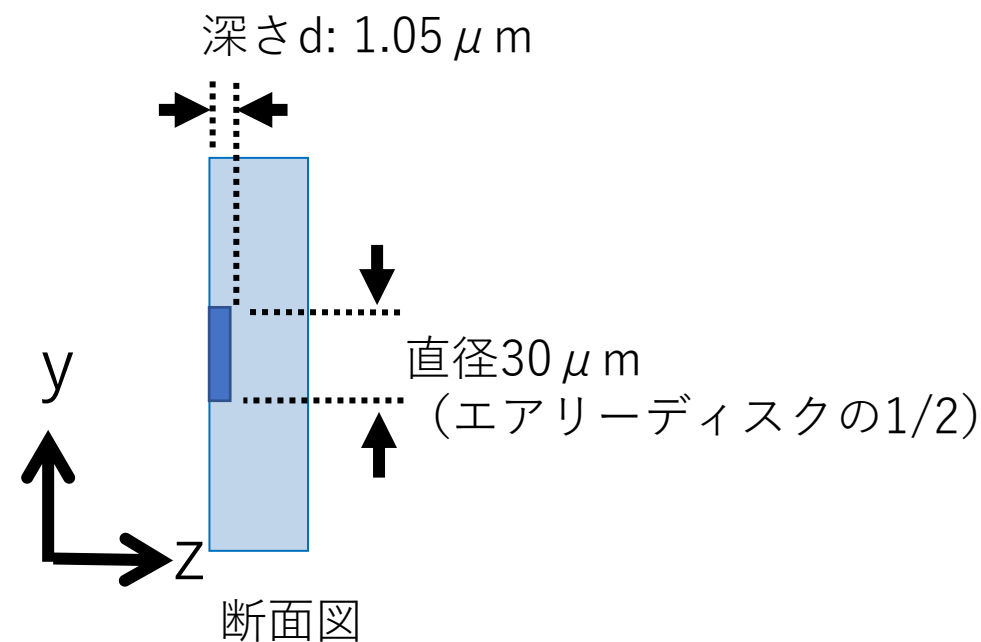
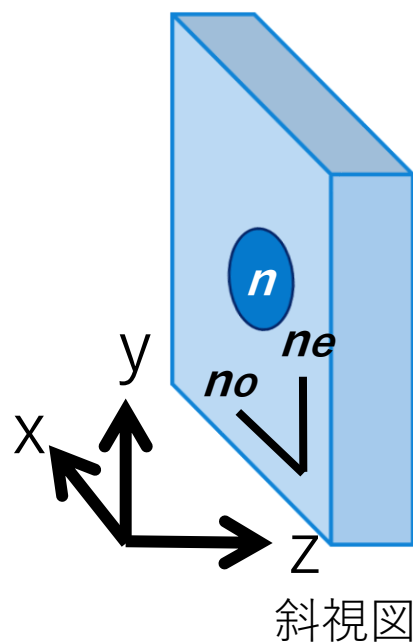
本波面センサの概要

- 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

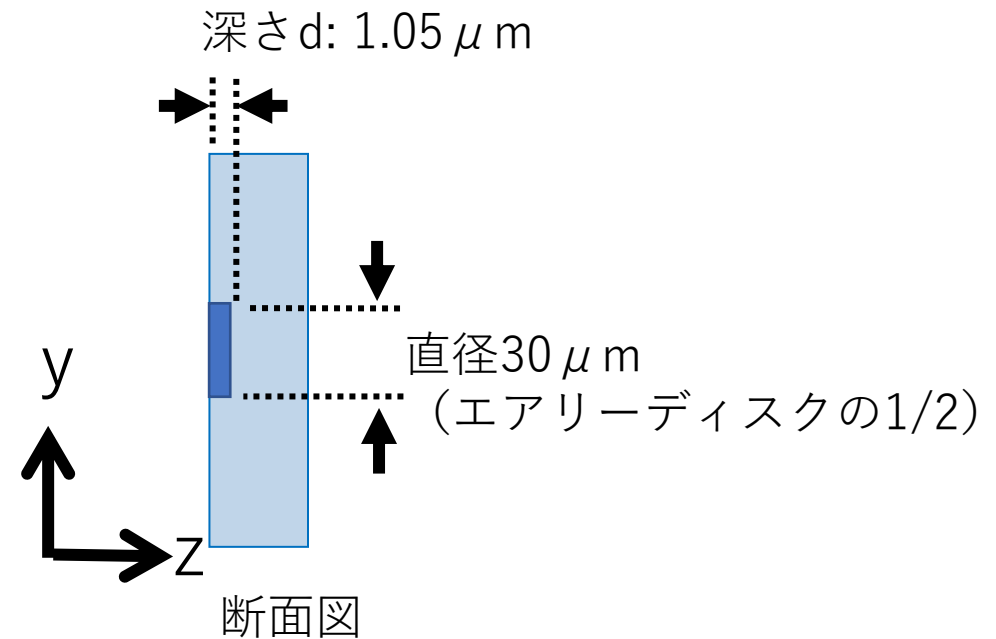
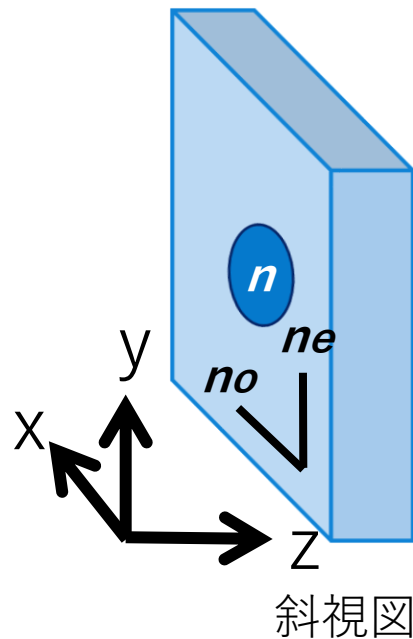


	素材	屈折率
基板	酸化チタン(複屈折結晶)	$n_o = 2.52, n_e = 2.79$
ピンホール部	酸化ニオブ(複屈折でない)	$n = 2.28$




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

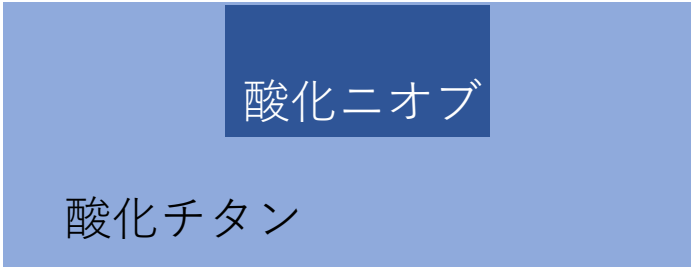
- 測定原理の定式化：完了
- 素材の選定：完了
- ピンホール素子の設計（シミュレーション）：完了
→ **Applied Optics**に論文掲載（Tsukui+2020）
- ピンホール素子の試作：**実施中**（試作品完成）

- 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">• 直径30 μm• 深さ1.05 μm• 表面は面一	(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