

2024.12.10 OISTER WS

# 精密偏光観測装置POPOの 開発

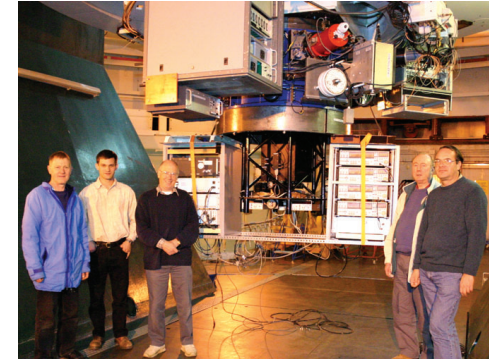
高橋 隼

(兵庫県立大学)

支援: 兵庫県立大学 特別研究助成金、住友財団 基礎科学研究助成、国立天文台 共同開発研究、ひょうご科学技術協会 学術研究助成、日本学術振興会 科研費基盤C、OISTERプログラム

# 開発の背景と動機

- 海外では「高速位相変調」という技法を用いて、 $10^{-6}$  (ppm) 台の偏光度検出精度を達成する装置が実用化されている (PlanetPol, HIPPI, POLISHなど)。
- 10 ppm以下の精度があれば、「月面地球照の観測による生命ホモキラリティ円偏光の検出」が可能となる。
  - ➔ 同型装置の開発を検討



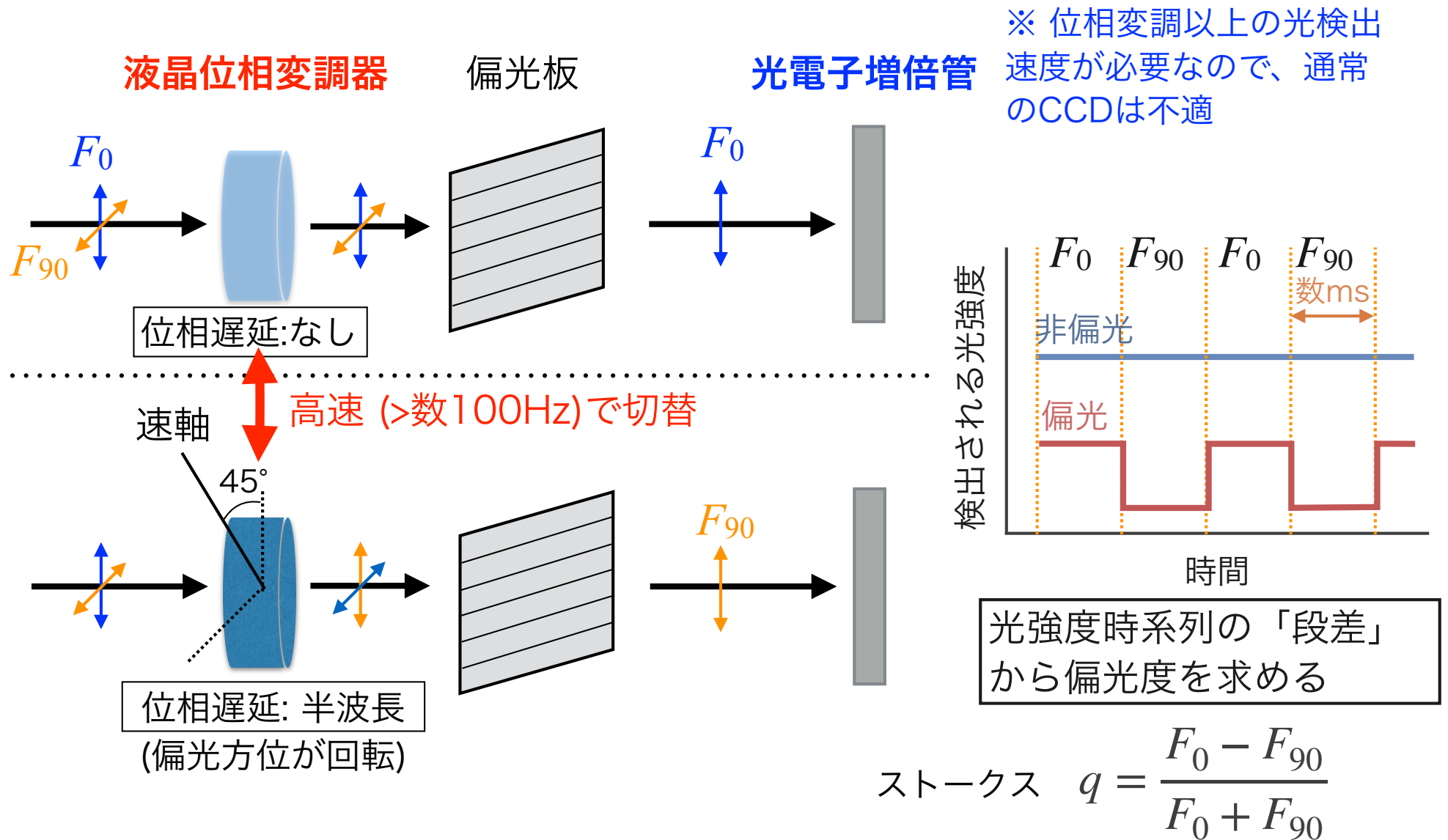
▲ PlanetPol



▲ 月面地球照 (月に映る地球の光)

# 高速位相変調型の偏光装置

大気変動の時間尺度を上回る速さで位相変調をかけながら、光強度を連続的に測定する



# POPO開発方針・現状

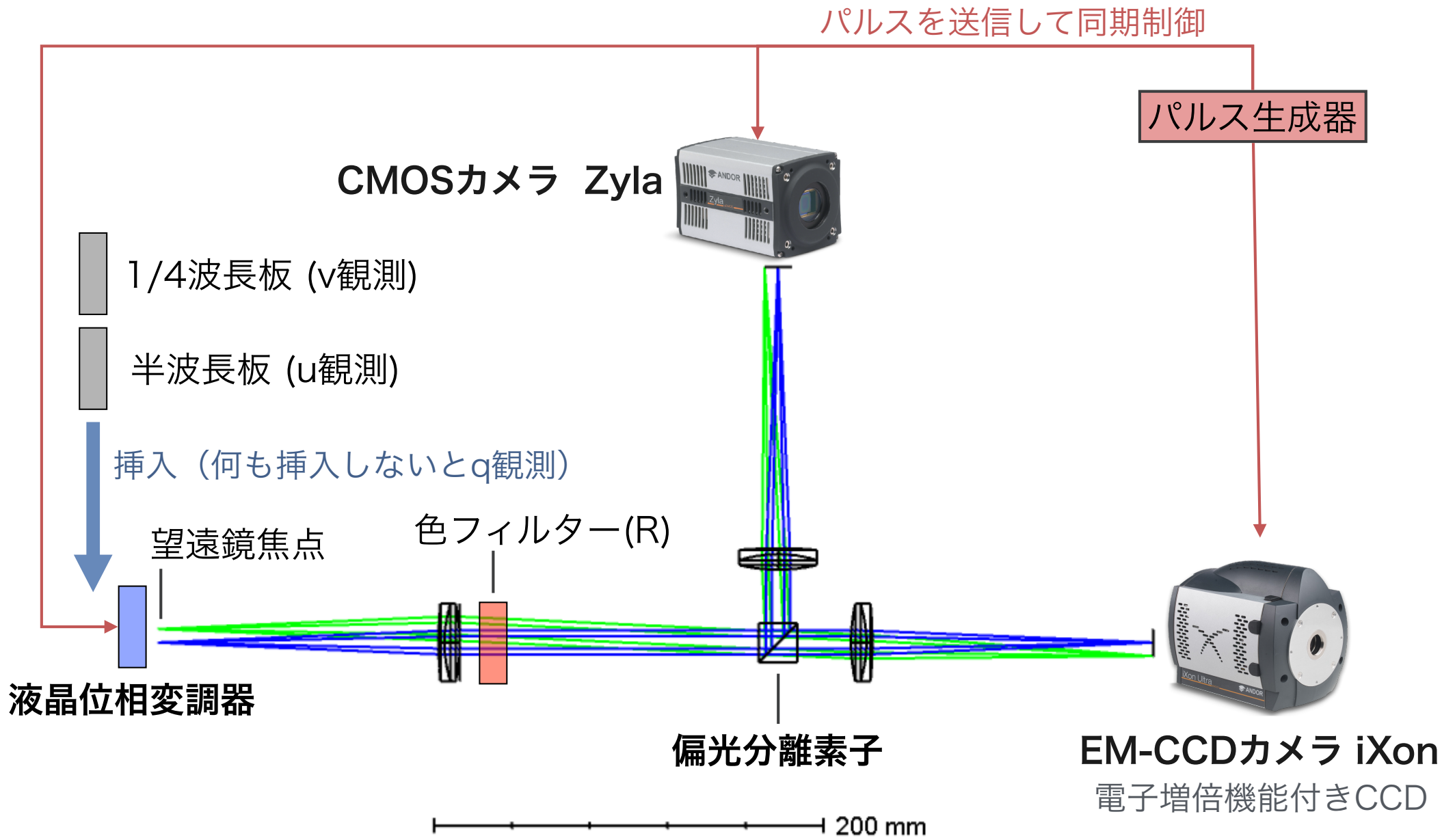
- HIPPI 等の先行装置をモデルとして、高速位相変調型の装置 POPO (POLarimeter for Precision Observations) を開発する。
  - 目標精密度は、直線偏光度で ppm台、円偏光度で~10 ppm
  - 高速「位相変調&光検出」→ 秒以下の時間分解能も達成可
- 先行装置で使われる光電子増倍管は空間分解能を持たないという弱点がある。
- 近年、CMOSカメラ等の高速カメラの進化は著しい。
- ➔ POPOでは、光検出器を光電子増倍管から高速カメラに置き換え、撮像機能を持たせることを目指す。

**(高い精密度 or 高い時間分解能) and 撮像機能**  
を持つ特徴的な装置になる

2020年頃から開発を始め、ハードウェアが一旦完成。  
2024年11月から、なゆた望遠鏡に取り付けて試験観測中。



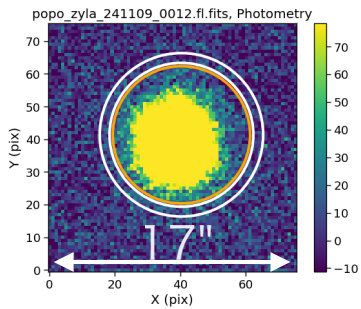
# POPO 光学系/制御



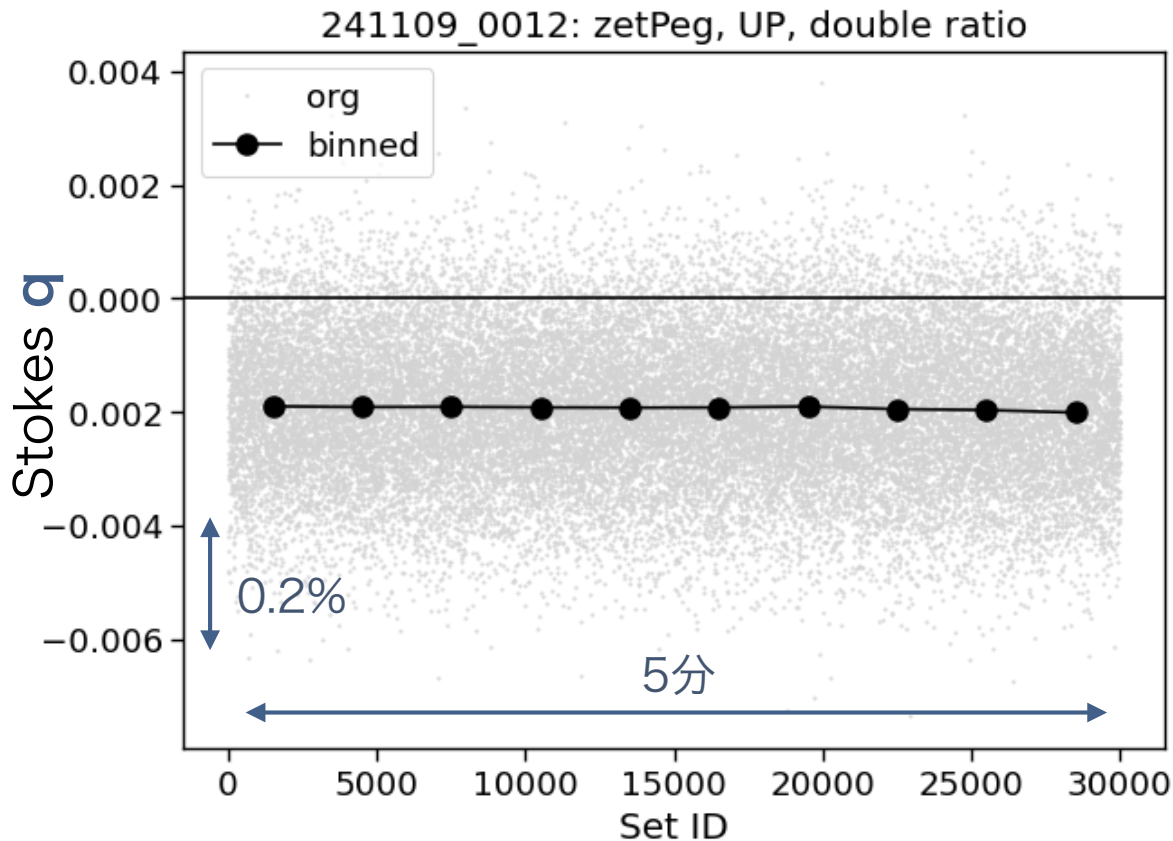
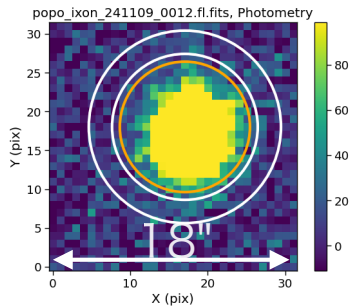
# 試験観測1: 無偏光星

- 天体:  $\zeta$  Peg (R=3.4mag)
- 観測設定: 200 fpsで5分間

CMOS



EM-CCD



	平均値	標準誤差
q	-0.19%	7 ppm

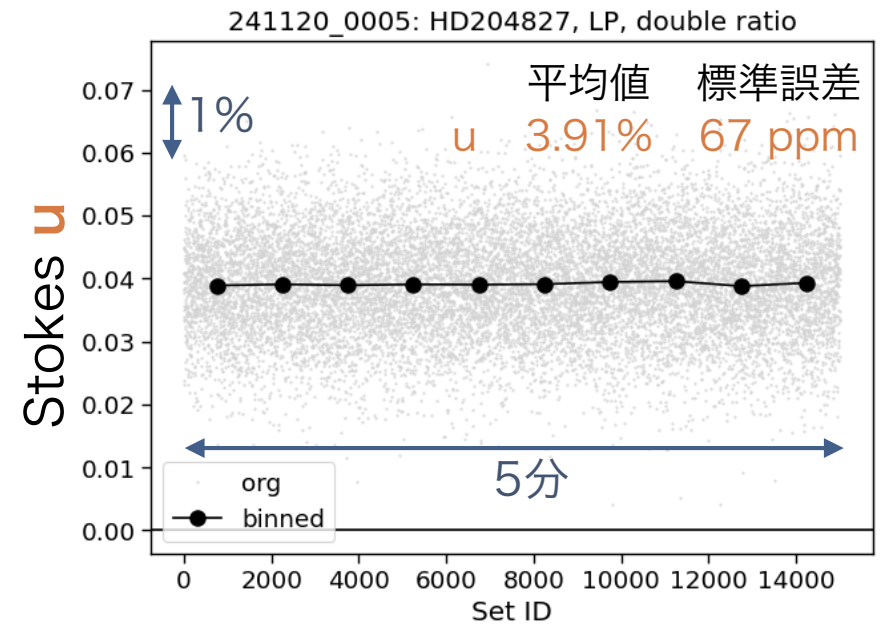
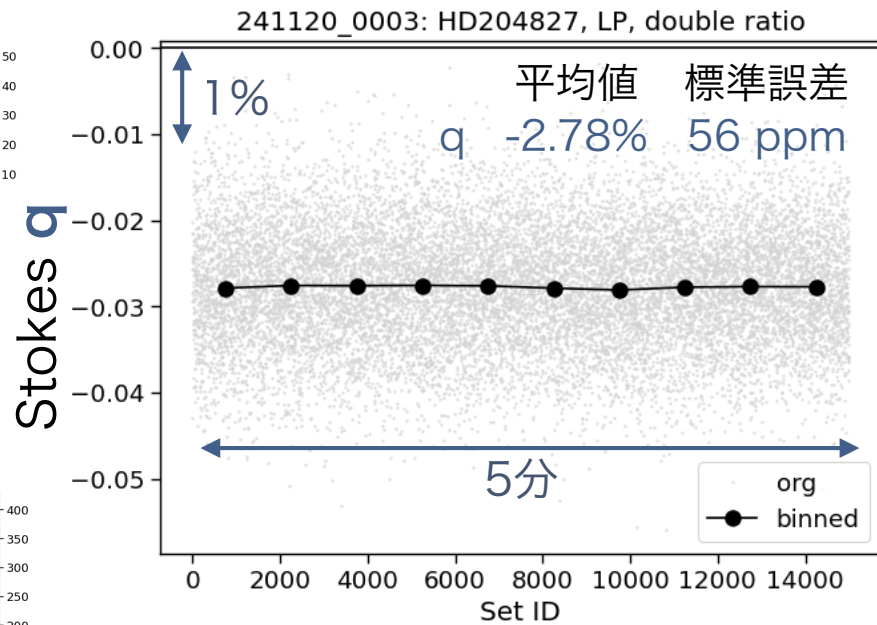
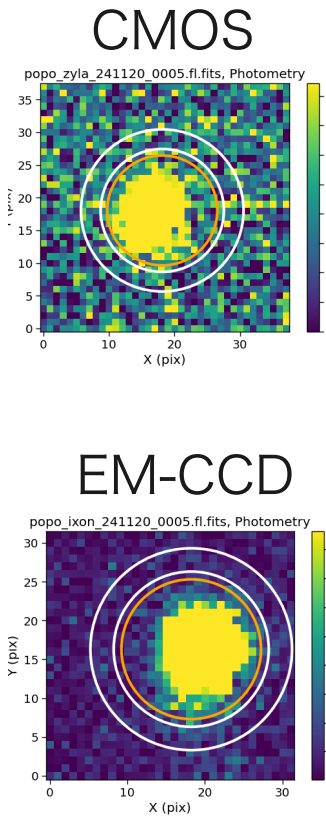
↑ 器械偏光

10 ppm未満 の標準誤差が得られた

double ratio 法という、高速変調型装置では一般的ではない計算方法を採用することで精密度が向上することが分かった。詳細は割愛。

# 試験観測2: 直線偏光星

- 天体: HD 204827 (R=7.3 mag)
  - 直線偏光度  $P = 4.89\%$  (Schmidt+ 1992)
- 観測設定: 100 fpsで5分間、(EM-CCD) 50倍の電子増倍

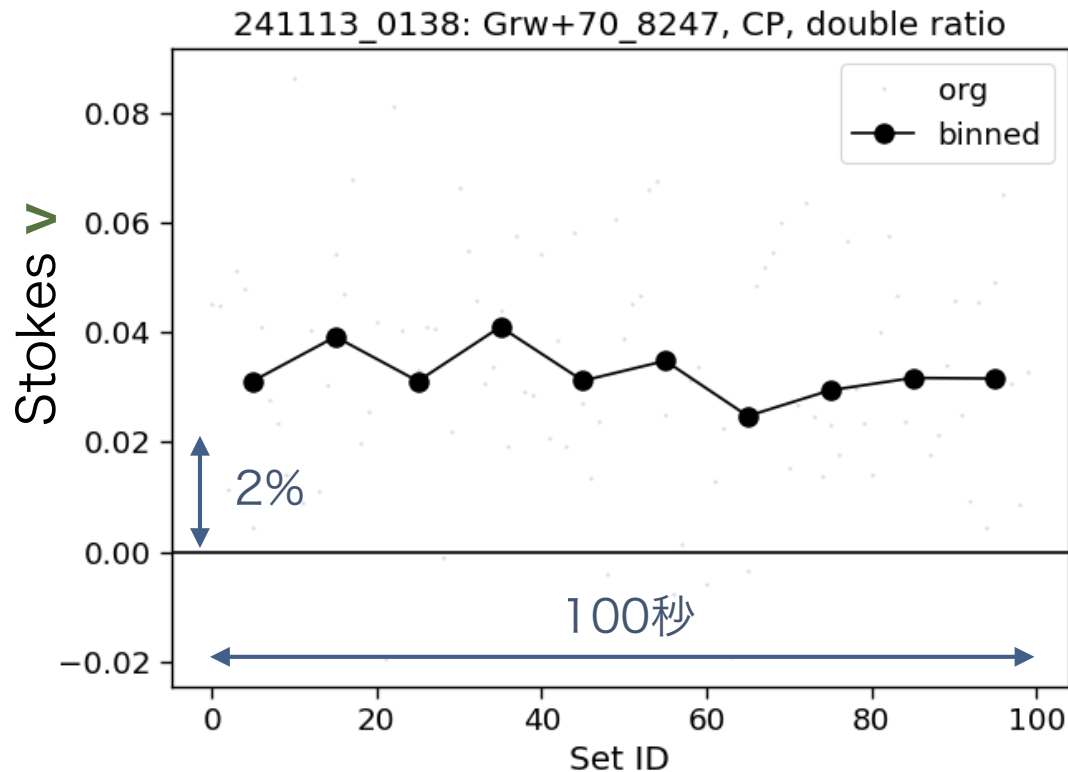
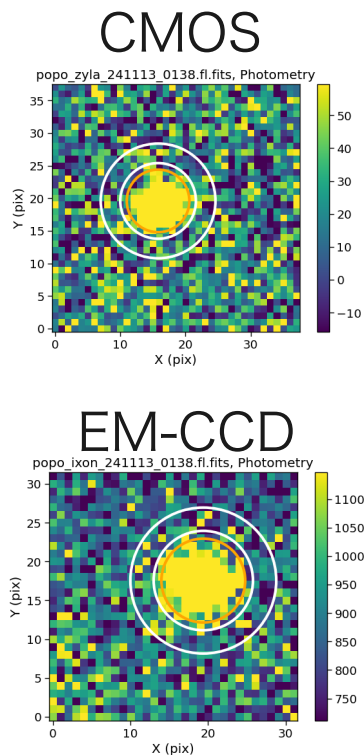


	観測値	文献値
偏光度	4.80%	4.89%
方位角	62.7°	59.1°

- 文献値とおおよそ整合的な観測値が得られた
- 系統誤差も認められる

# 試験観測3: 円偏光星

- 天体: Grw +70 8247 (R=13.5 mag)
  - 唯一の円偏光標準星 (白色矮星)
  - 円偏光度  $|v| = 3\%$ 強 (West 1989)
- 観測設定: 2 fpsで100秒間、(EM-CCD) 50倍の電子増倍



※100秒x4回の測定

	平均値	標準誤差
v	3.40%	0.11%

文献値と整合的な値が得られた



# 現状まとめと今後

## • 現状

- 高速位相変調型でありながら撮像機能を持つ偏光観測装置POPOを開発している。
- ハードウェアの開発は一旦完了し、試験観測を行っている。
- 最高で 7 ppm の標準誤差を達成した。
- 直線偏光度・円偏光度とも、文献値とおおよそ整合的な測定値を得ているが、系統誤差も認められる。
  - 正確性を向上するには、器械偏光やクロストークを評価し、補正式を確立する必要がある。

## • 今後

- 今年度中に点光源についての性能評価を終えたい。
- 内部での運用の後、できるだけ早く、なゆた共同利用やOISTERへの提供を開始したい。