

HONIR 搭載の半波長板の実装

浦野 剛志 秋田谷 洋、森谷 友由希、吉田 道利、川端 弘治、大杉 節、伊藤 亮介、宇井 崇紘、高木 勝俊
大橋 佑馬 (広島大学)、山下 卓也 (国立天文台)



Hiroshima Optical and Near-Infrared Camera

1. HONIRについて

「可視赤外線同時カメラHONIR」

< 設計仕様 >

- 東広島天文台 口径 1.5 m かなた望遠鏡のカセグレン焦点新観測装置
- 0.5 - 2.4 μm の内 2 バンド同時観測が可能
可視 Arm $\times 1$ 、赤外 Arm $\times 1$
(将来は赤外 Arm 1 バンド追加も可能)
- 観測モード: 撮像・分光・偏光・偏光分光
- 視野: 10 arcmin square

< 開発の経緯と今後 >

- 2007: 開発開始
- 2009: 近赤外 1ch 撮像モード導入
- 2011: 2ch (可視 $\times 1$, 近赤外 NIR $\times 1$)
同時撮像モード搭載
- 2013: 分光モード搭載
- 今後: **偏光モード搭載(進行中)** ⇒ 詳細は、秋田谷 洋(広島大学)
「かなた望遠鏡用可視赤外線同時カメラHONIRの開発」

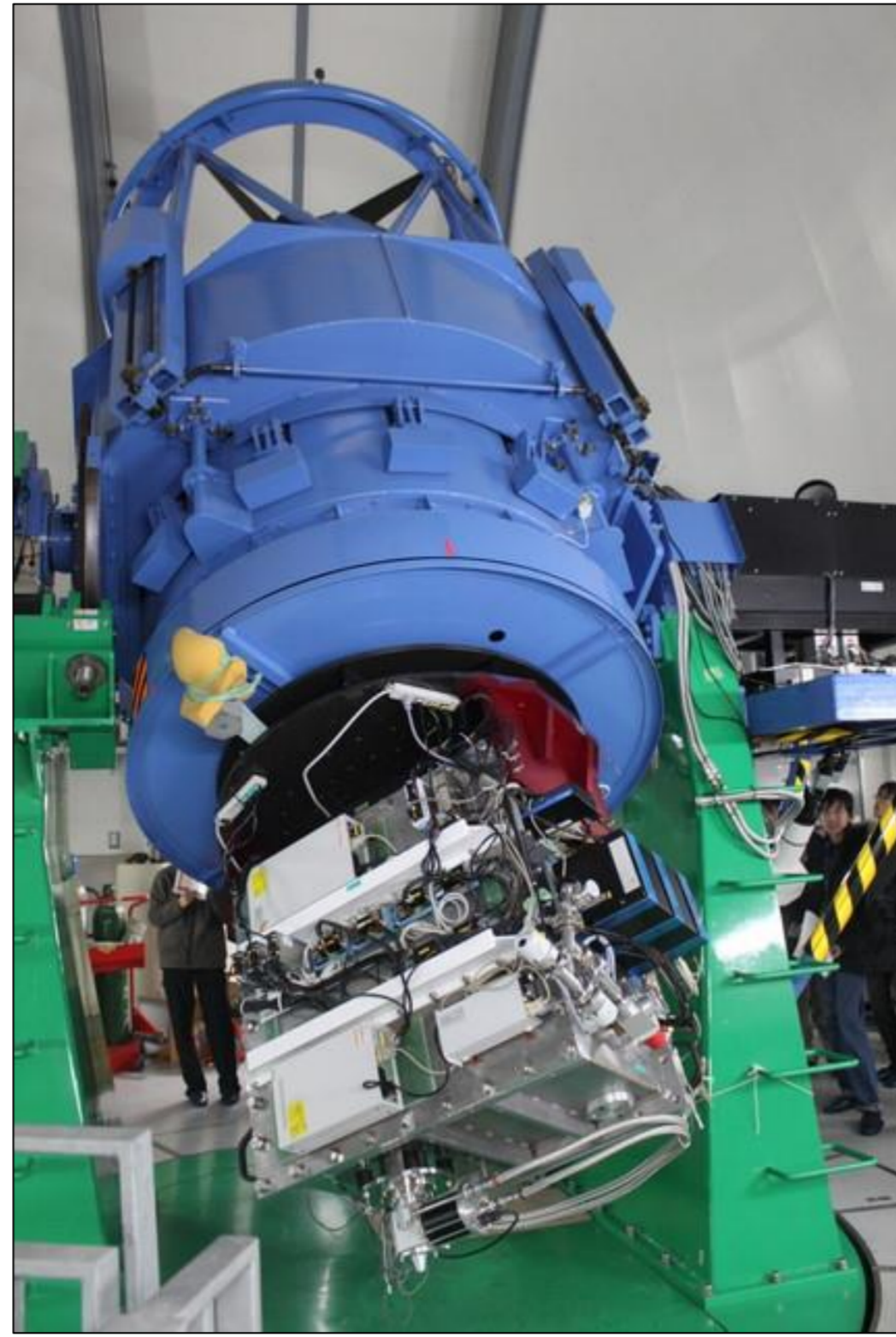


図1: かなた望遠鏡とHONIR

2. 半波長板について

半波長板 — 直行する2つの偏光成分に対し、片方の偏光成分の位相を相対的に半波長分だけずらす素子

半波長板を回転させることで天体偏光面を光軸に対して回転させることができる。

→ 天体の偏光情報を得るための4方位の情報を取得できる。

HONIRの偏光機能に用いられる光学系 — LiYF₄ (YLF) 製 Wollaston prism + super-achromatic 半波長板 + 専用焦点マスク

半波長板

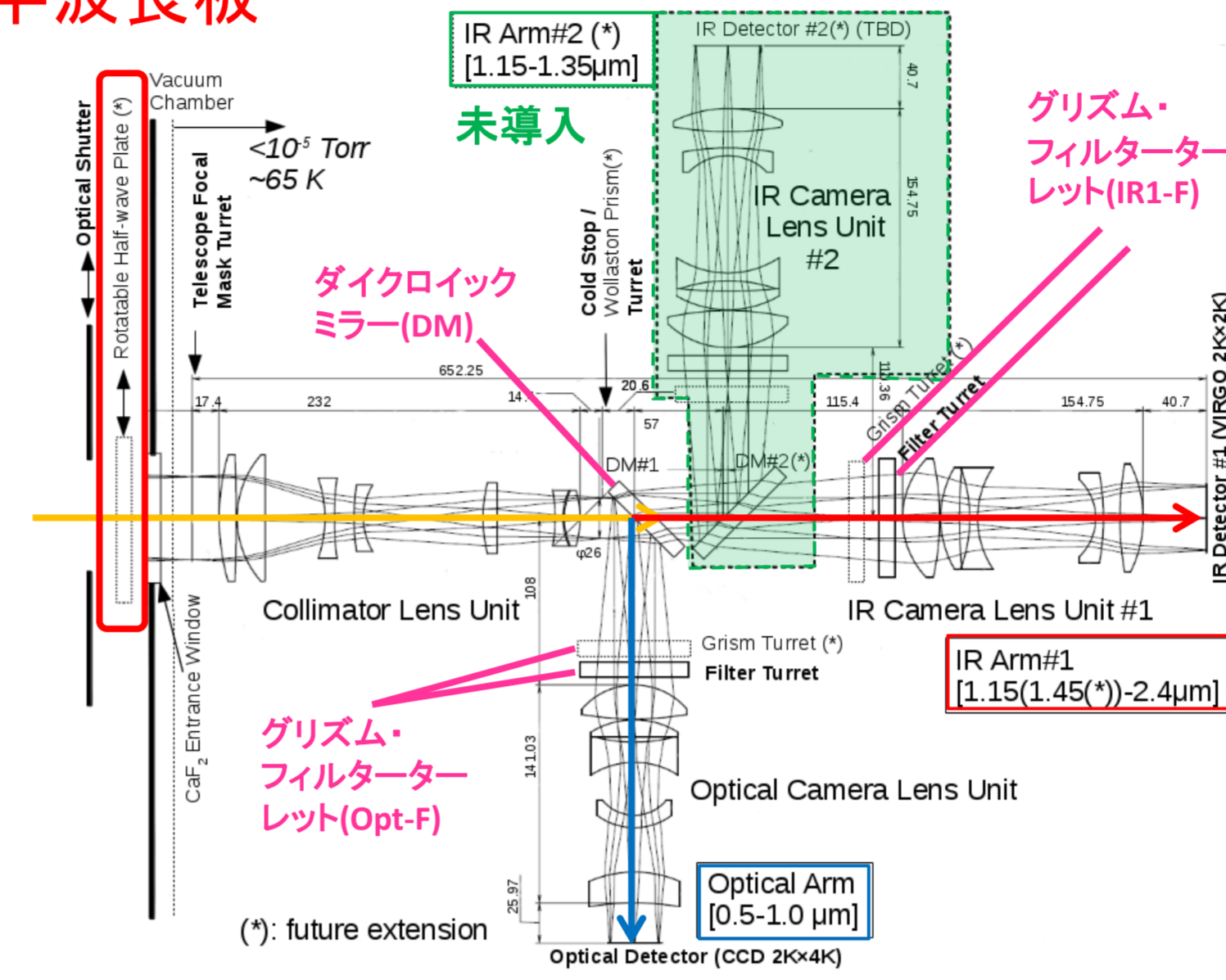


図2: HONIRの光学設計

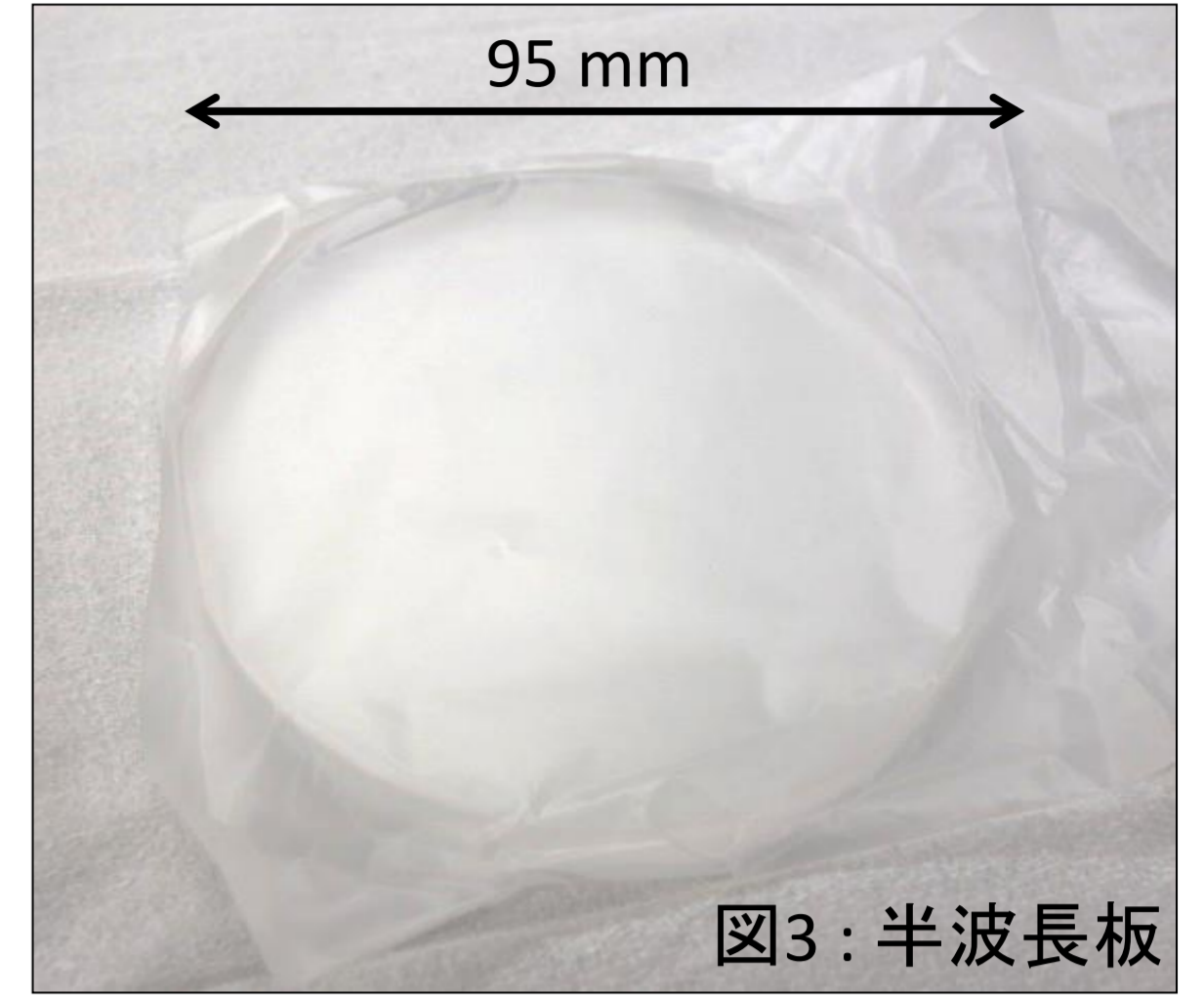


図3: 半波長板

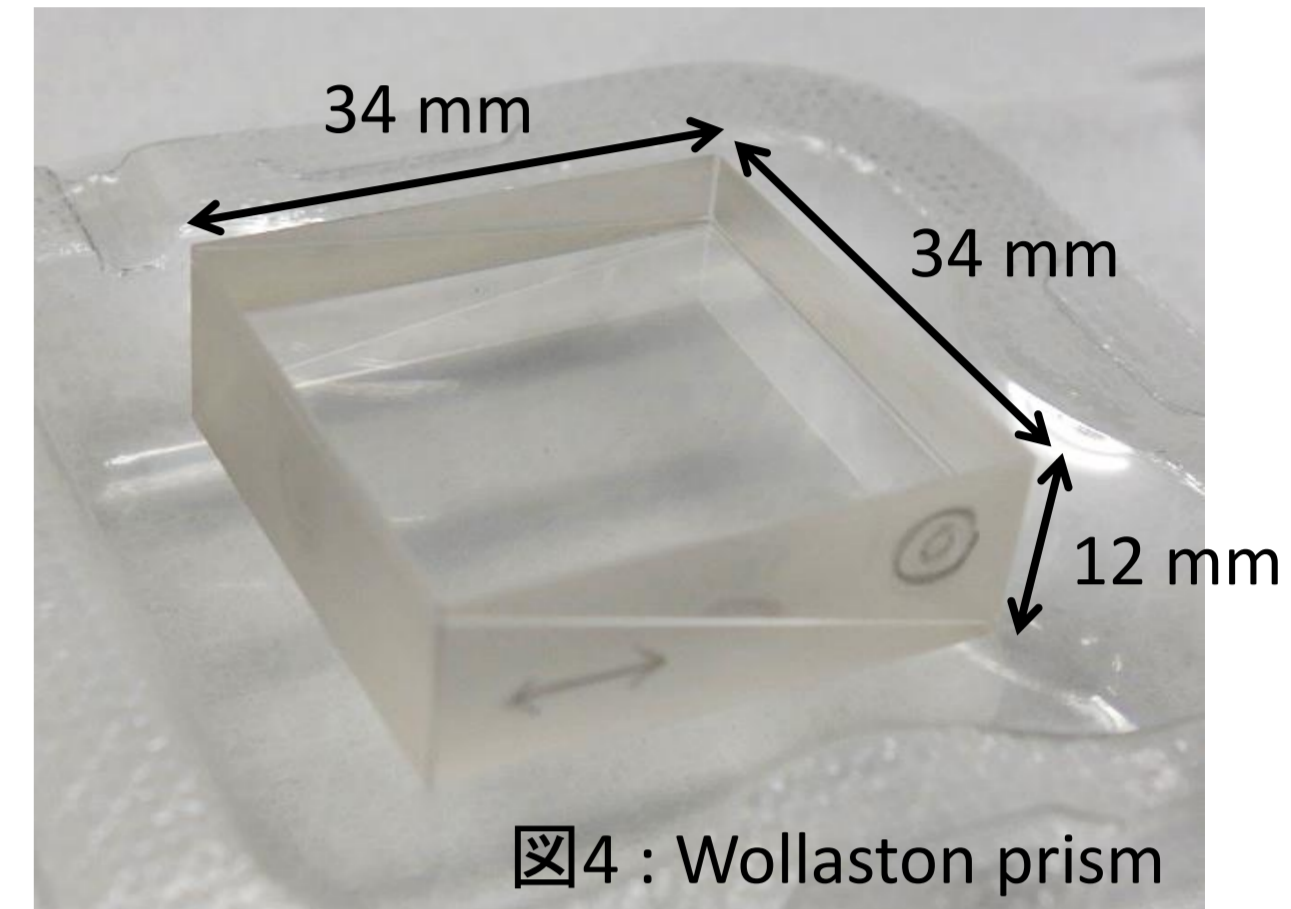


図4: Wollaston prism

< 開発状況 >

- 2013/5 - 7: フォトセンサーによる位置検知のためのセンサー回路の構築 → 4. 位置検知
- 8 - 11: メカ設計 { 回転機構 → 3. メカ設計
スライド機構
- 12 - : 配線・組立・動作試験 → **2014/1 に完成予定**

3. メカ設計

< メカ全体 >

筐体とシャッターの間に組み込む

- 筐体からくる寸法制限
350 mm (横) \times 530 mm (縦) \times 130 mm (高さ)
- 実際的设计
330 mm \times 450 mm \times ??? mm
- 筐体と半波長板の距離の制限 137 mm
- 実際的设计 58.5 mm

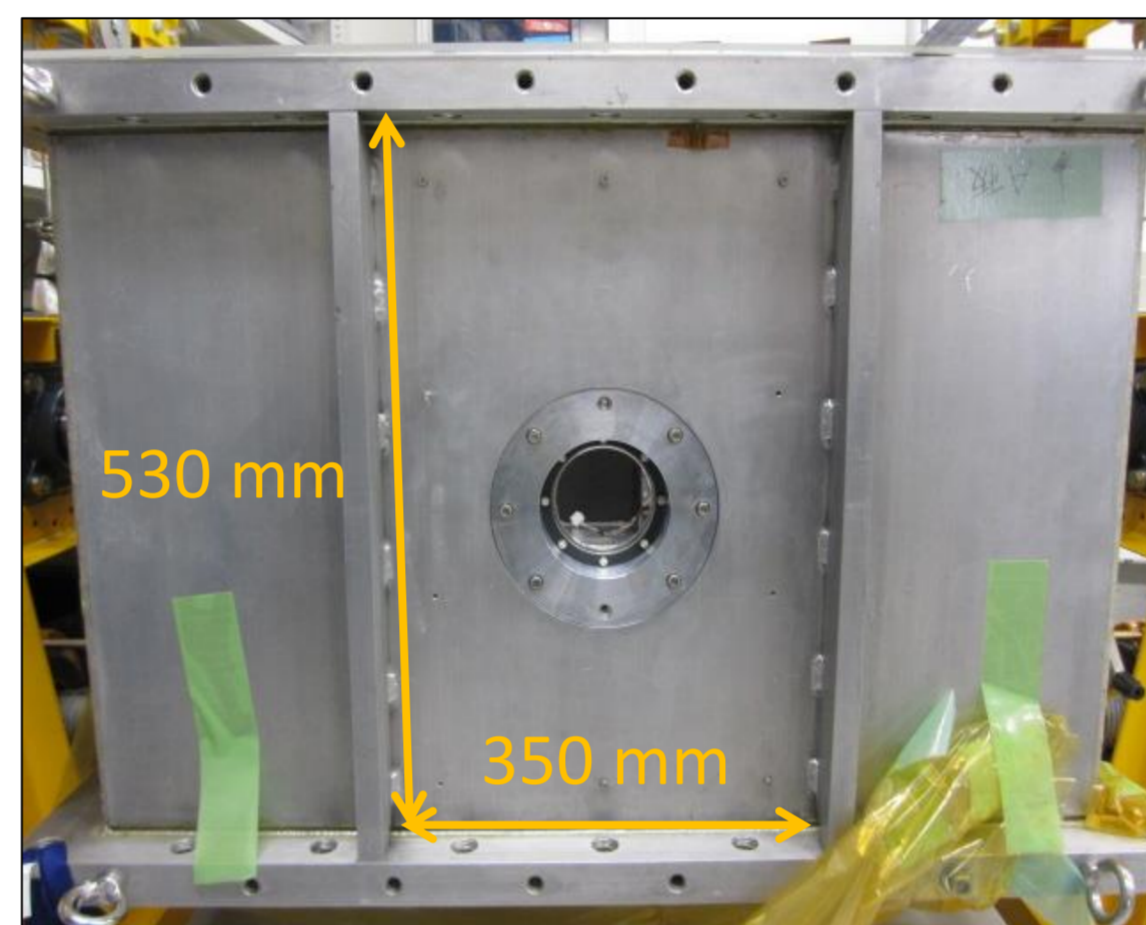


図5: 半波長板を設置する筐体側面

< 回転機構 >

偏光度の精度を上げるためには方位精度が要求される

- 偏光度測定精度 0.05 % 以下を目指し、半波長板方位角決定精度 0.04 度を実現
- ベアリングはクロスローラーリング (THK: RA13008C CC0) を選定
- 歯車比を 5.3 : 1 (160 mm : 30 mm) にし、ギアにノーバックラッシギアを選定

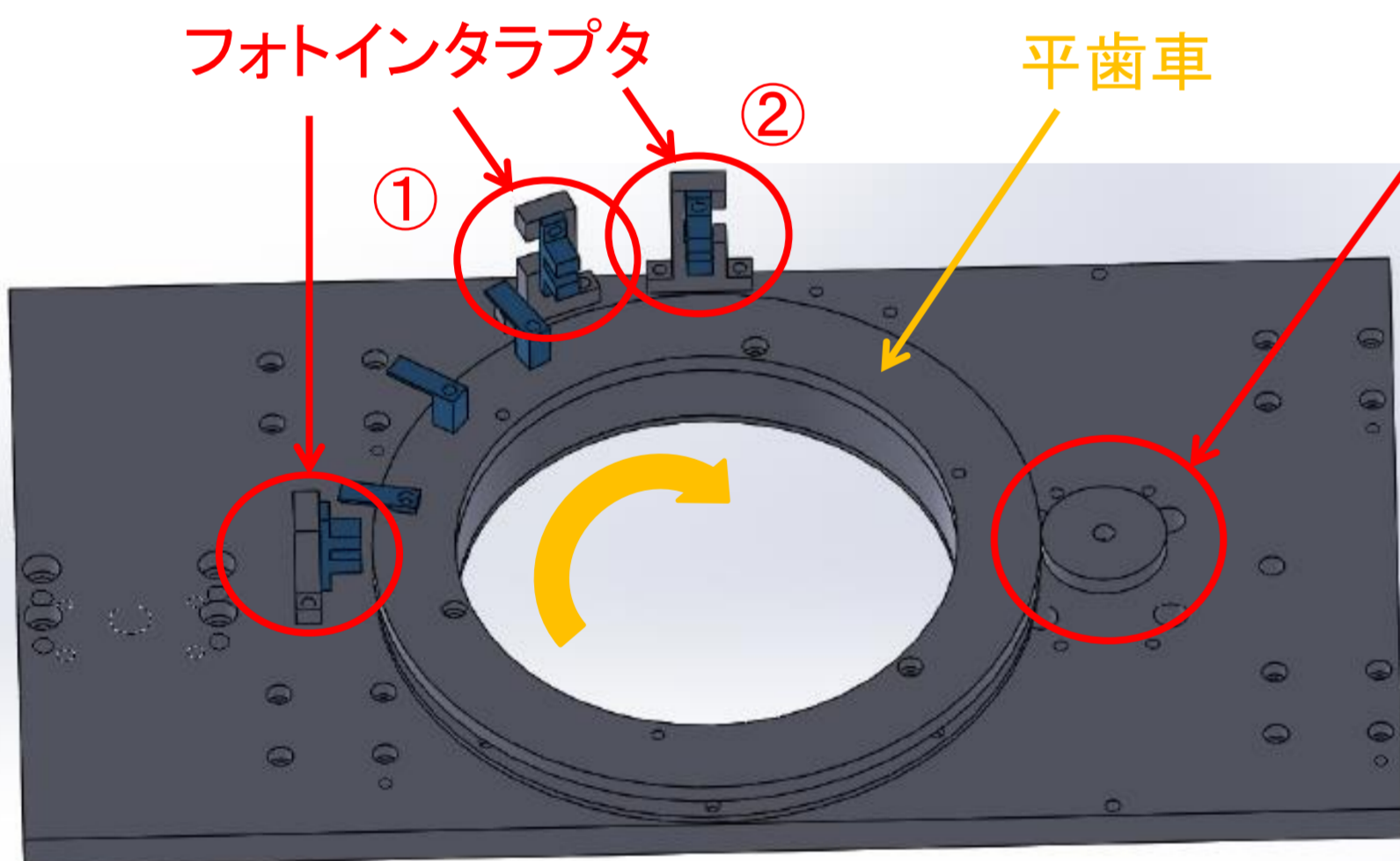


図6: 回転機構部分



バネの力によって、バックラッシを取り除く
図7: ノーバックラッシギア (KG: NS50SU 60B + 0505)
2相ステッピングモーターを使用 (oriental: PK243DA)

— フォトセンサーを 67.5°・90° に設置 —
→ 必要な4方位 (0°・22.5°・45°・67.5°) を正確に検知する

- 22.5度 — フォトインタラプタ①が反応
- 47.5度 — フォトインタラプタ①・②が反応
- 67.5度 — フォトインタラプタ②が反応

< スライド機構 >

半波長板自体の出し入れを行う ← 偏光観測時のみ使用するため

- スライドはボールねじとリニアガイドを利用することで実現
- ボールねじと繋げるモーターは、負荷トルク 0.03 N・m と加減速トルク 10^{-5} N・m を補えるトルク 0.1 N・m のある ブレーキ付き5相ステッピングモーター を選定

ボールねじ リニアガイド

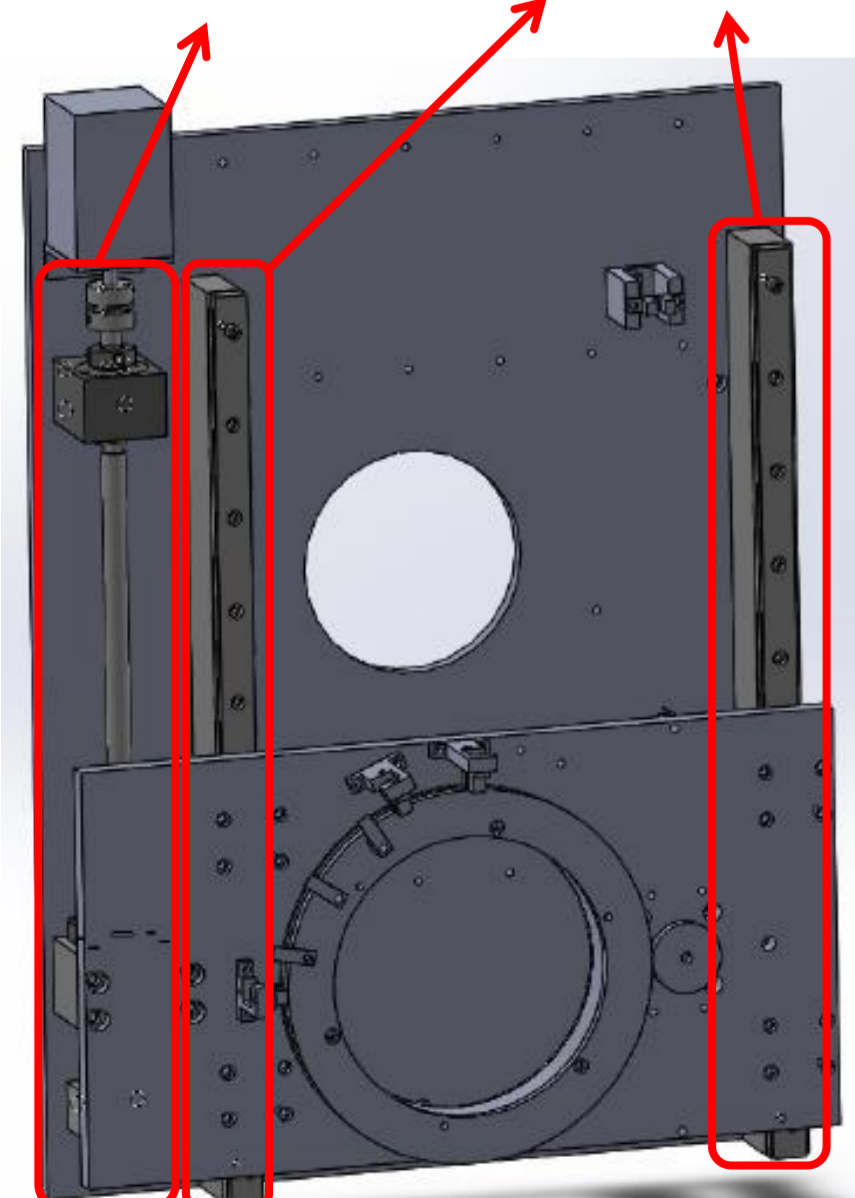


図8: 半波長板の全体像とスライド機構の様子

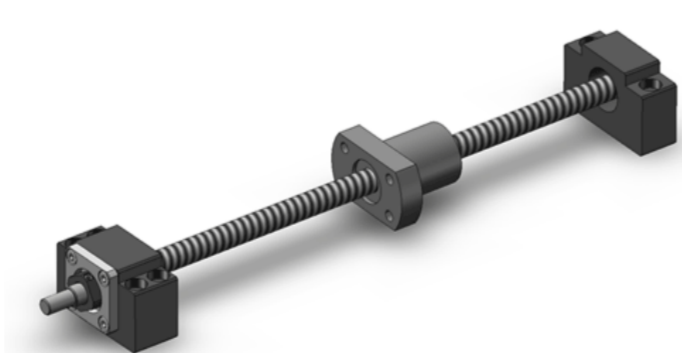


図9: ボールねじ (misumi: BSS1004G-350-SC10)



図10: ブレーキ付き5相ステッピングモーター (oriental: RKS544MA)

→ スライドのエンドリミットを検知するフォトインタラプタを設置

4. 位置検知

フォトインタラプタにより半波長板の回転方位角を検知させる

- ドライバーとフォトインタラプタをつなげる回路の構築
- フォトインタラプタは遮光時ONタイプ・ドライバの出力で駆動するタイプを選定

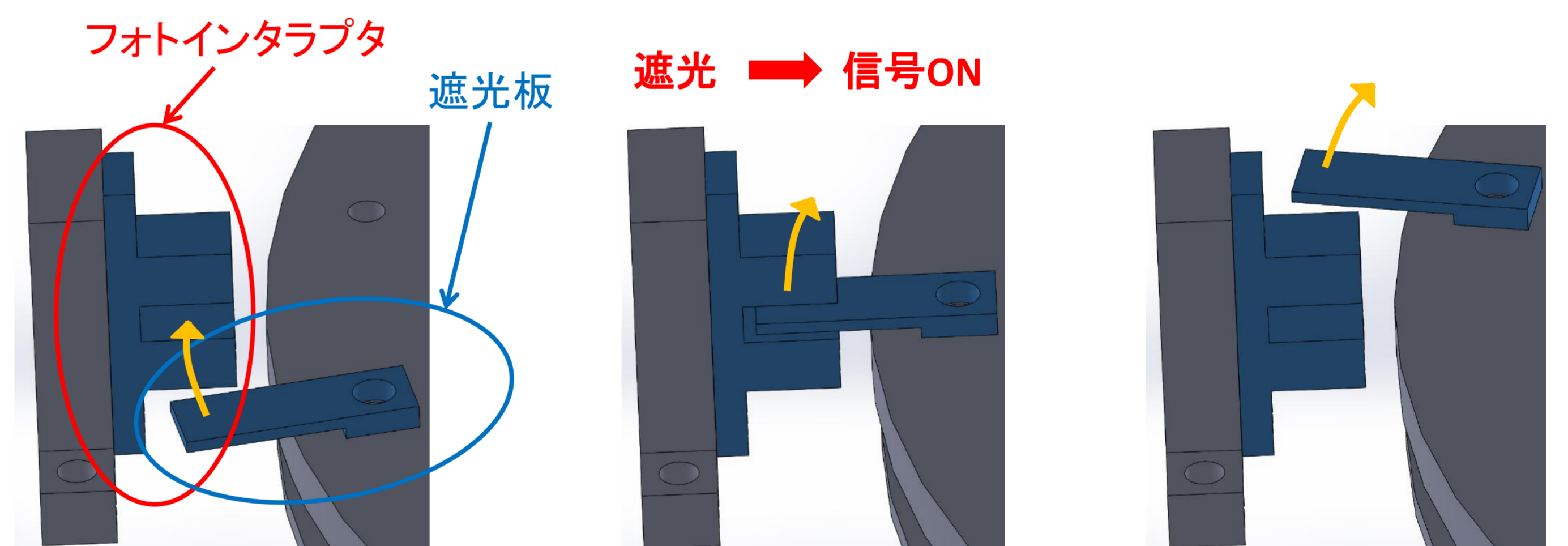


図11: フォトインタラプタ駆動様子

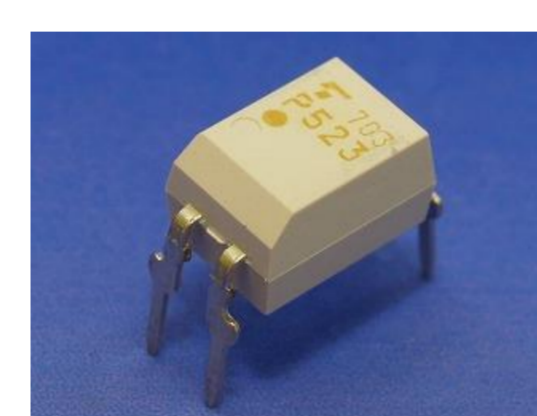


図13: フォトカプラ (TOSHIBA: TLP523) (電圧値の変換スイッチ)



図14: フォトインタラプタ (omron: EE-SX3088)
・フォトインタラプタ自体の電源 ON・OFF

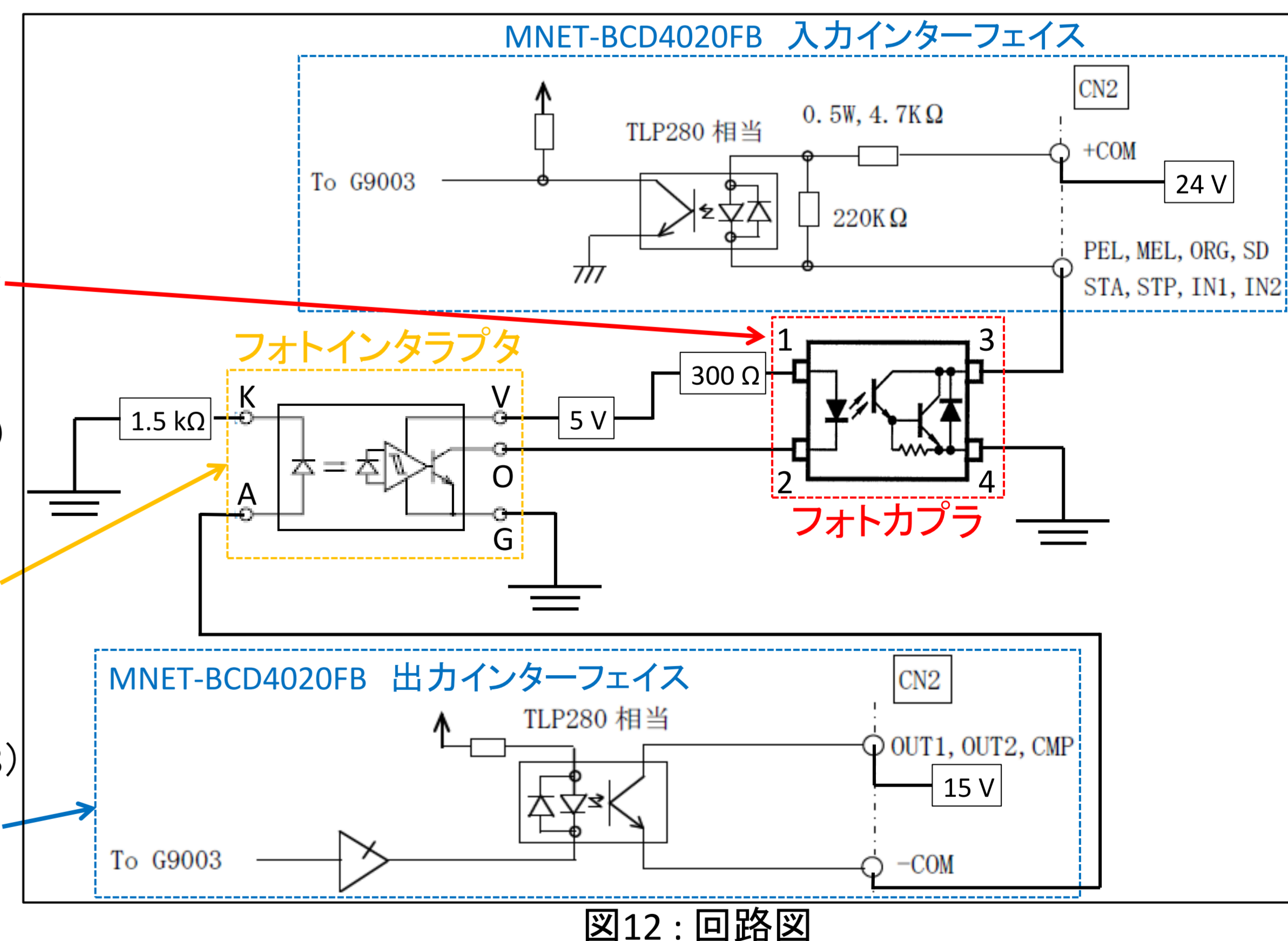


図12: 回路図

製作した回路は

- ・スライド機構は2つ
- ・回転機構は3つ

使用する電源の 5 V、15 V、24 V は各々1つのコネクタにまとめている

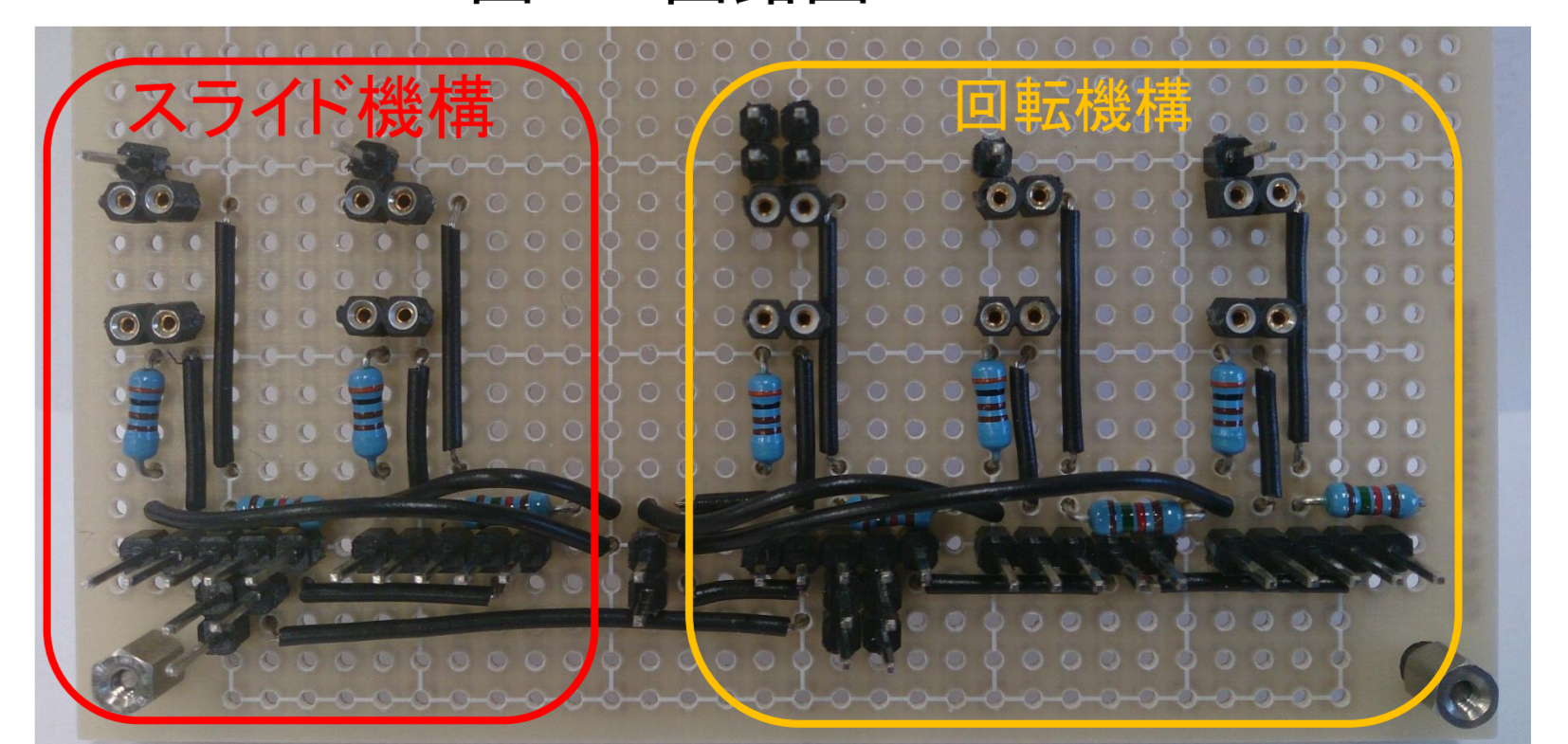


図15: 実際の回路

Summary

- 東広島天文台 かなた望遠鏡のカセグレン焦点新観測装置「可視赤外線同時カメラHONIR」の偏光観測のための半波長板の実装を行っている。→ 2014/1に完成予定。
- 約半年かけて、位置検知のためのセンサー回路の構築・スライド、回転機構のメカ設計を終了させた。

- 今後、ドライバとフォトセンサー・モーターの配線、組立、動作試験を行っていく。
- その後、HONIR に搭載し偏光度測定精度を評価する。そしてブレーザー(活動銀河核: AGN)等の偏光の研究に活かす。

HONIRのURL - <http://hasc.hiroshima-u.ac.jp/instruments/honir/index-j.html>