

太陽 $\text{Ly}\alpha$ 線偏光分光観測ロケット CLASP 搭載 波長板モーターの開発

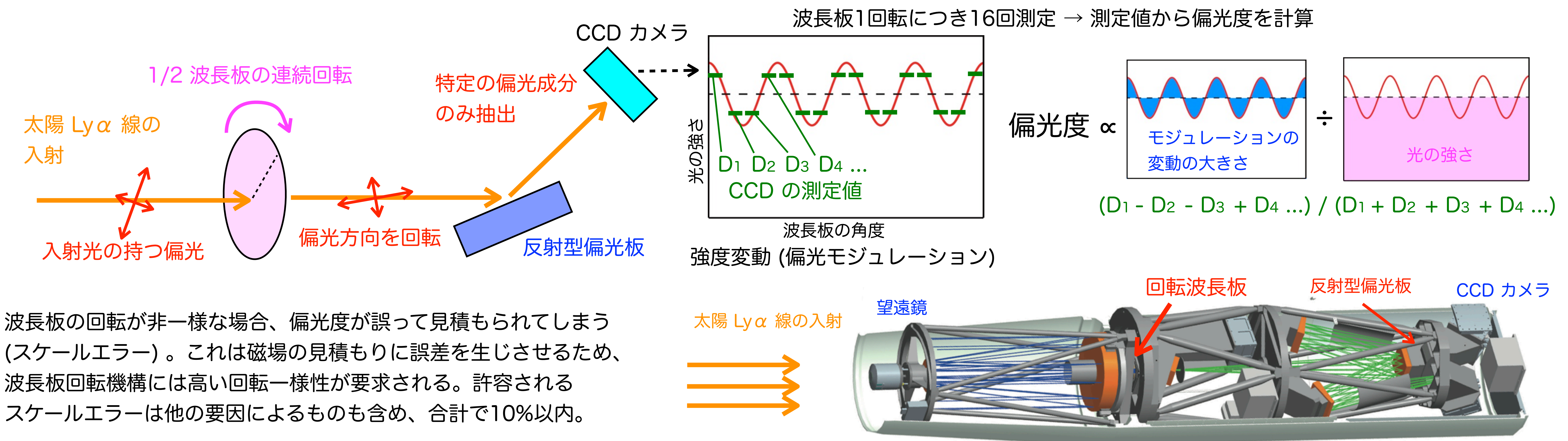
石川真之介※ (国立天文台)、 清水敏文 (ISAS/JAXA)、 鹿野良平、 坂東貴政、 石川遼子、 G. Giono (国立天文台)、
宮川健太 (東京大)、 中山聡、 寅谷敬紀、 田島崇男 (三菱プレシジョン)、 他 CLASP チーム ※ s.ishikawa@nao.ac.jp

概要

我々は、史上初の $\text{Ly}\alpha$ 線(波長121.6 nm)の高精度偏光観測により、ハンレ効果を用いて太陽彩層上部の磁場測定を行うため、国際共同観測ロケットミッションCLASPを進めている。CLASPでは、 $\text{Ly}\alpha$ 線の偏光方向を回転波長板で変化させ、反射型偏光板で特定の方向の直線偏光成分を取り出して時間変化を記録し、タイムプロファイルから偏光測定を行う。CLASPの高精度偏光観測のためには、波長板モーターには高い回転一様性が要求される。CLASPで使用される波長板モーターは、次期太陽観測衛星 Solar-C 搭載機器を見据えて開発してきたものであり、飛翔実証を兼ねてCLASPに搭載される。本年度は、CLASPフライト用のモータードライバの開発を行った。また、環境試験、モーターとドライバの噛み合わせ試験を行い、CLASP の科学要求を満たすことを確認できた。

CLASP による偏光観測

我々は、これまで技術的に困難であった太陽彩層上部・遷移層の磁場測定を行うため、 $\text{Ly}\alpha$ 線(波長121.6 nm の真空紫外線)高精度偏光観測を行い、偏光に含まれる磁場の情報をハンレ効果により読み取る国際共同観測ロケットミッション CLASP (Chromosphere Lyman-Alpha Spectro-Polarimeter、2015年打ち上げ予定)を進めている。CLASP では太陽からの $\text{Ly}\alpha$ 線に対し、一定速度(12.5 rpm、1回転4.8秒)で回転させた 1/2 波長板で偏光方向を回転させ、反射型偏光板で特定の直線偏光方向成分を抽出することで強度変動に変換し(偏光モジュレーション)、振幅と位相から偏光度と偏光方向を計測する(詳細は鹿野講演)。



波長板の回転が非一様な場合、偏光度が誤って見積もられてしまう(スケールエラー)。これは磁場の見積もりに誤差を生じさせるため、波長板回転機構には高い回転一様性が要求される。許容されるスケールエラーは他の要因によるものも含め、合計で10%以内。

CLASP 搭載波長板モーター

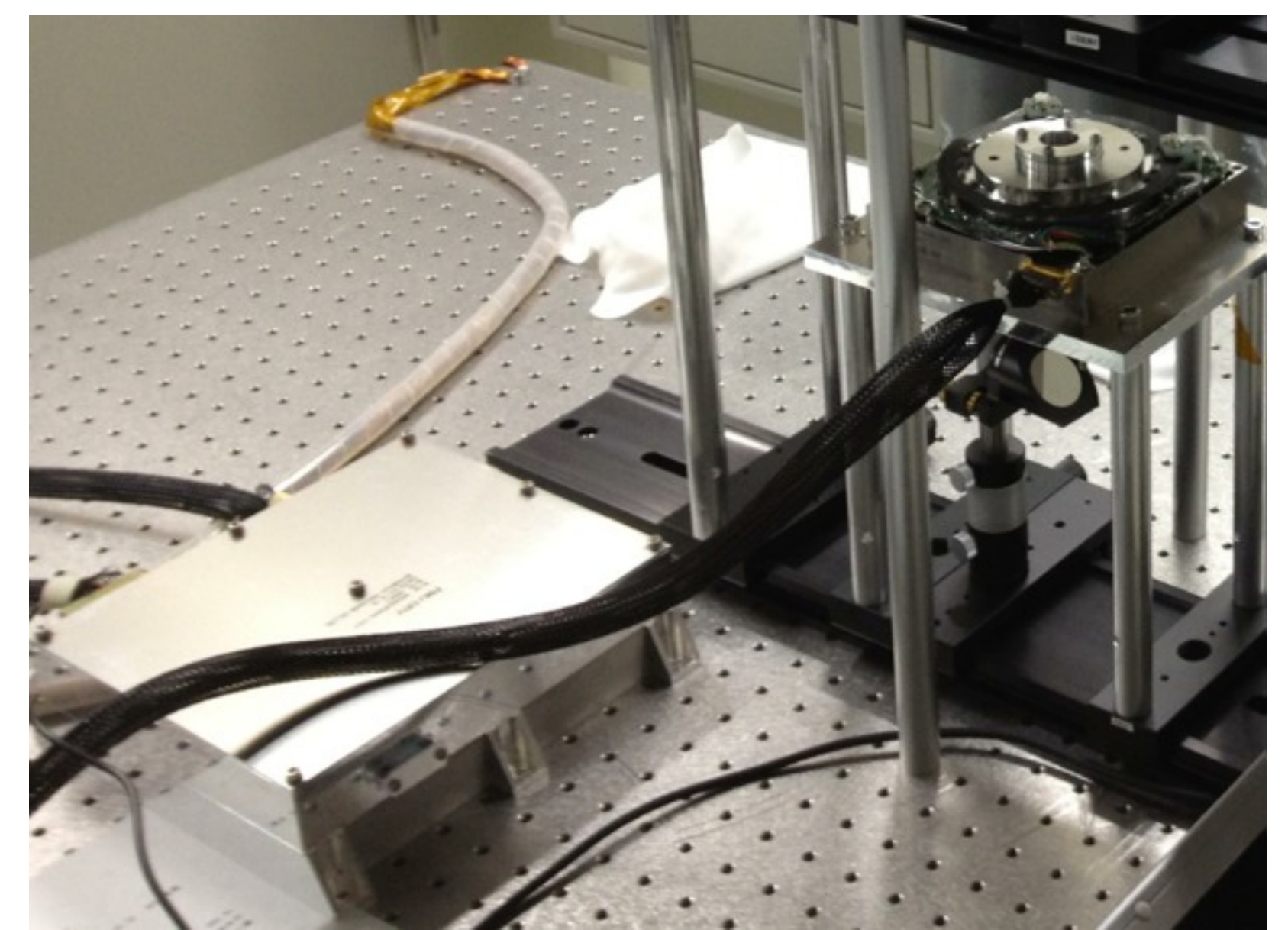
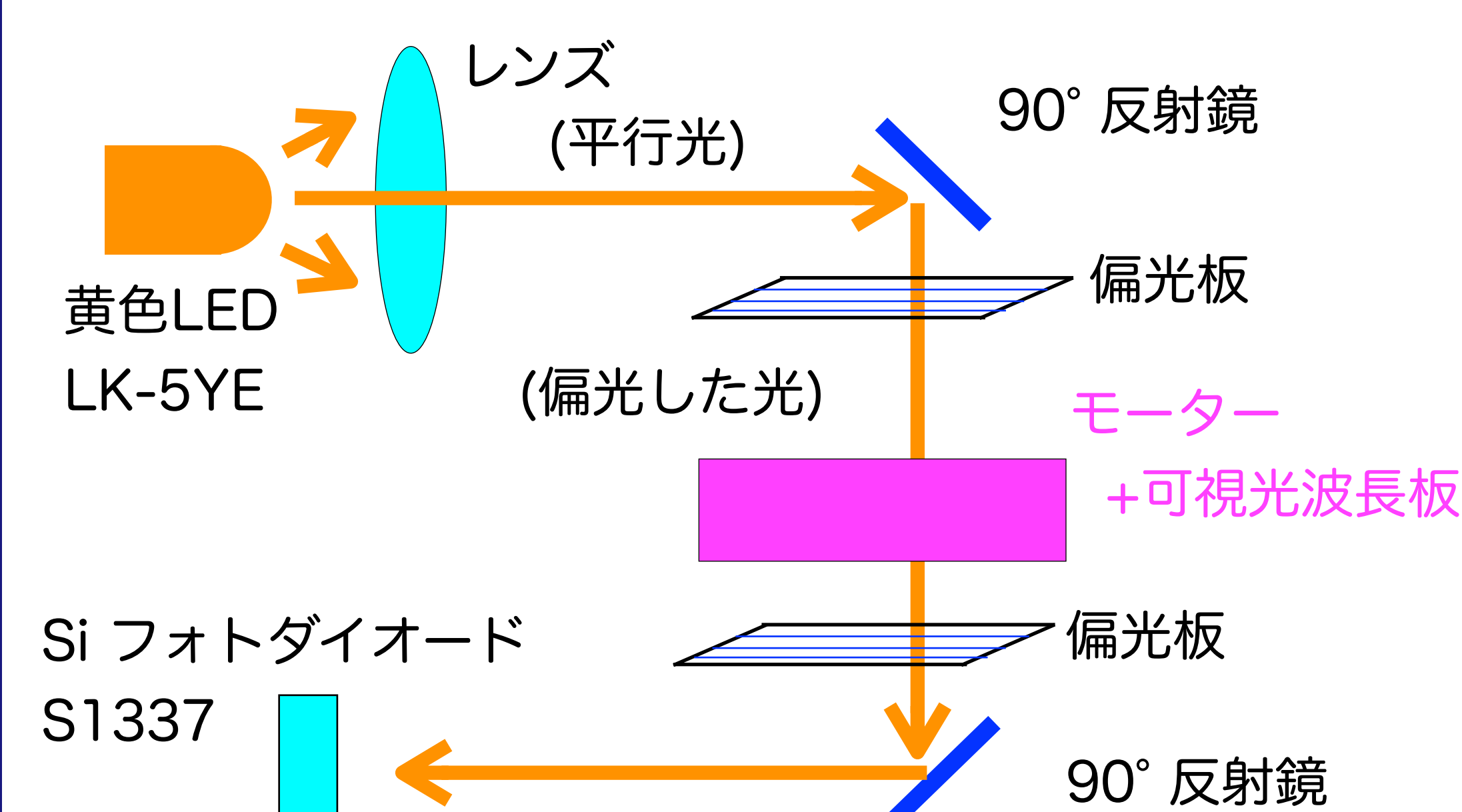


CLASP フライト用波長板モーター

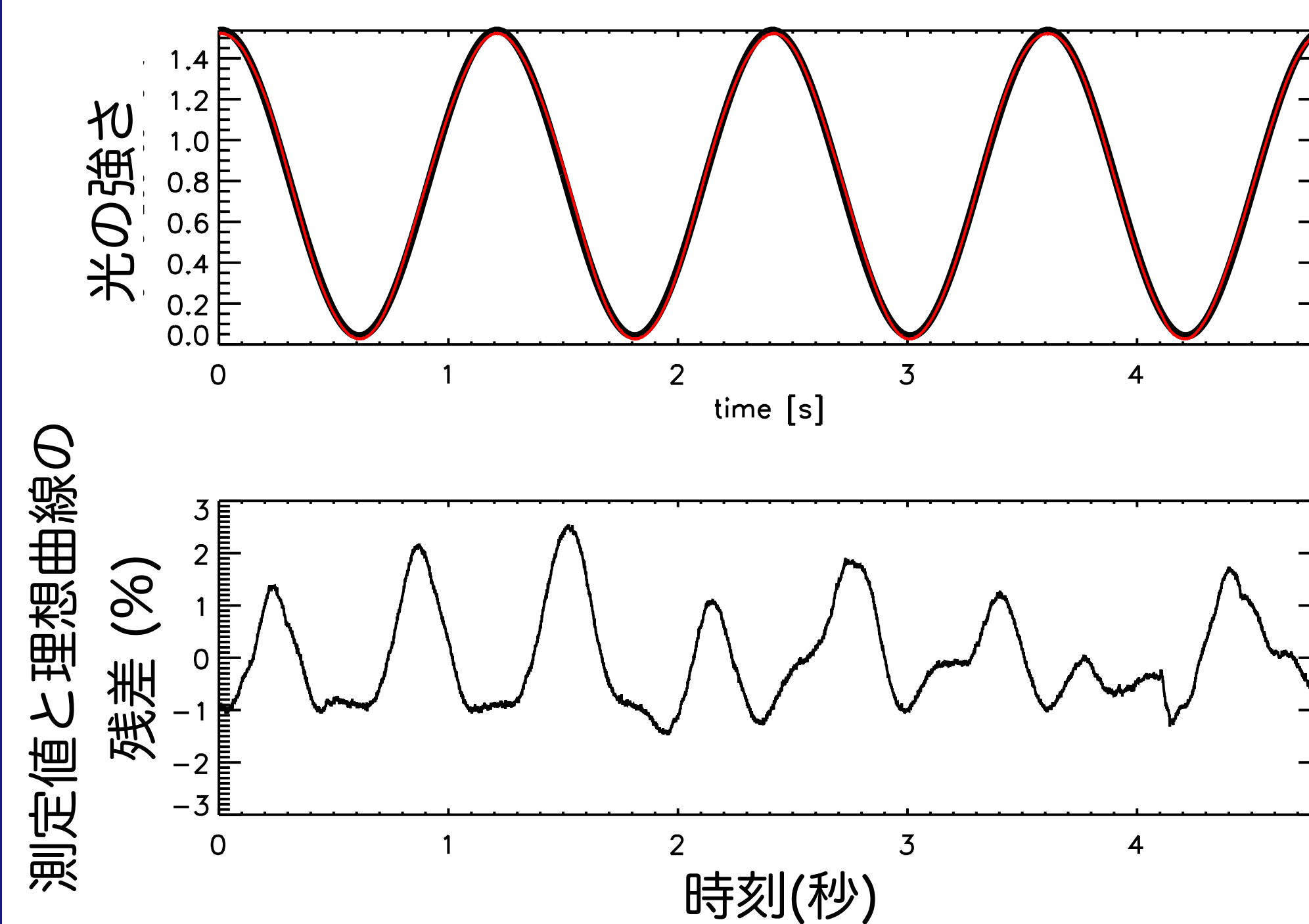
CLASP で使用される波長板モーターは次期太陽観測衛星 Solar-C に搭載予定の光学磁場診断望遠鏡 (SUVIT) のため、JAXA宇宙科学研究所を中心とした Solar-C ワーキンググループが理学委員会戦略的開発研究経費の支援のもとで三菱プレシジョン社と共同開発してきたものである。Solar-C に向けた飛翔実証を兼ね、CLASP に搭載される。

噛み合わせ・性能確認試験

フライトモーター及びドライバを用いて、偏光板により直線偏光させた可視単色光をフライトと同じ回転速度で回転させた可視光用1/2波長板に通し、偏光モジュレーションを取得する試験を行った(手法は昨年度確立、成影他が昨年度報告)。



試験時のモーター及びドライバ



測定された偏光モジュレーション(赤)に、フィッティングで得られた理想的なモジュレーション(黒)を重ねたもの。モジュレーション強度の理想曲線からのずれは最大で ~3%以下。

CLASP フライト用モータードライバの開発

- CLASP の科学目標を達成するため、CLASP に最適化した以下のような機能を持つフライト用モータードライバの開発を行った。
- CLASP の回転速度である12.5 rpm に最適化した、高い回転一様性を実現するために新規開発された角度追従の回転駆動制御
 - 回転位相と同期した CCD 撮像のタイミングを指示するデジタル信号の出力
 - テレメトリ用の HK 信号の出力
(波長板角度、角度制御指令値と実際の角度のずれ、モーター駆動電流、モーター温度)

開発ドライバにはワークマンシップエラー検出を目的とした振動試験(ロケット搭載機器の試験条件を規定した NASA-STD-7001 準拠)、および想定温度範囲での熱サイクル試験(-20°Cから60°C、1サイクル)を行い、問題点なく製作されていることを確認した。



CLASP フライト用モータードライバ

CLASP 観測と同じ計算方法で偏光度を波長板1回転ごとに見積もったところ、回転が完全に一樣な場合の値からのずれは RMS 0.006% であり、昨年度実施した評価用ドライバによる結果(0.05-0.07%)と比べて1桁向上していることがわかった。

→ 波長板モーターの回転非一様性によるスケールエラーは十分小さく、要求を満たす

今後は、フライト波長板のマウント、波長板軸と撮像信号のタイミングを一致させる為の波長板の角度調整を行い、打ち上げへの準備を進める。