

**京都大学教育研究振興財団助成事業  
成 果 報 告 書**

2020年 4月 23日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団

会 長 藤 洋 作 様

所 属 部 局 理学研究科

職 名 特定助教

氏 名 黒田 大介

助 成 の 種 類	<b>令和元年度 ・ 研究活動推進助成</b>		
申請時の科研費 研究 課 題 名	直線偏光度を用いた太陽系小天体の表層粒径を推定する手法の確立		
上記以外で助成金 を 充 当 した 研 究 内 容	なし		
助成金充当に関 わる共同研究者	(所属・職名・氏名) 該当者なし		
発表学会文献等	(この研究成果を発表した学会・文献等) なし		
成 果 の 概 要	<b>研究内容・研究成果・今後の見通しなどについて、簡略に、A4版・和文で作成し、添付して下さい。(タイトルは「成果の概要／報告者名」)</b>		
会 計 報 告	交付を受けた助成金額	1,000,000 円	
	使用した助成金額	1,000,000 円	
	返納すべき助成金額	0 円	
	助成金の使途内訳	費 目	金 額
		機材購入(光学部品)	293,475
		機材購入(駆動部品)	326,145
		工具	17,180
		消耗品	57,168
	国内旅費	231,374	
	今後の使用見込み	74,658	
当財団の助成に つ い て	(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。) 新たな取り組みを始めるスタートアップ資金として大変有用だと思います。今後も続けていただきたいと考えています。新型コロナウイルスの影響で、やむを得ず次年度に繰り越すことになりましたが、研究期間(10ヶ月程度)は、もう少し長くても良いように感じました。		

## 成果の概要 / 黒田大介

### 1) 研究内容

太陽系の小天体である小惑星や彗星には、その天体の形成や進化の履歴を追跡できる情報が残っており、太陽系の起源と進化を解き明かすために、必要不可欠な研究対象である。近年、申請者たちは、小天体の表層を探る新たな手法とすべく偏光撮像観測を行ってきた。この中で、細粒の彗星ダストより彗星核の直線偏光度が高いこと(Kuroda+2015, ApJ, 814)、表層組成が同じでも直線偏光度に差異があること(Ishiguro, Kuroda+2017, Icarus, 154)、予想外の極めて高い直線偏光度をもつ小惑星の存在(Kuroda+2018, A&A, 611) といった新たな発見があった。このような研究は、小天体の表層に偏光度に影響を及ぼすメカニズムがあることを示唆するが、どのような物理量に起因するのか、まだ明らかではない。

本研究は、実際に小天体表層でどのような現象が起こっているかを解明する天体観測と、現象の素過程を解明する実験室測定を有機的に結び付ける手法で行う。これにより、偏光度や反射率の増減に關与する物質組成、粒子サイズ、空隙構造など、表層の光散乱特性について調査する。

### 2) 本助成金による成果

望遠鏡を用いた小天体の偏光撮像観測と、天体観測を模した実験室内で行う偏光度測定との2つの手法を併用して行うにあたり、前者は数年前から先行して実施していたが、後者の整備が課題であった。

本助成金を用い、光源と検出器のなす角度が変わる天体観測を模した直線偏光度の測定器を設計、製作した(図1)。この測定器は、Rバンド(628 nm)相当の光源から射出した光線が、サンプル表面で反射する。その光を偏光素子で平行と垂直成分に分離し、検出器である2台のカメラに結像する仕組みである。光学部品(ビームスプリッター型の偏光素子、半波長板、光学フィルタ、光源など)、回転駆動部品、アルミフレームを新規購入し、既存のカメラと組み合わせた。サンプルは手動で配置するが、調光、移動、測定はコンピュータ上のソフトウェアから制御できるようになった。実測定の前に、偏光度を較正する手法を検討中である。

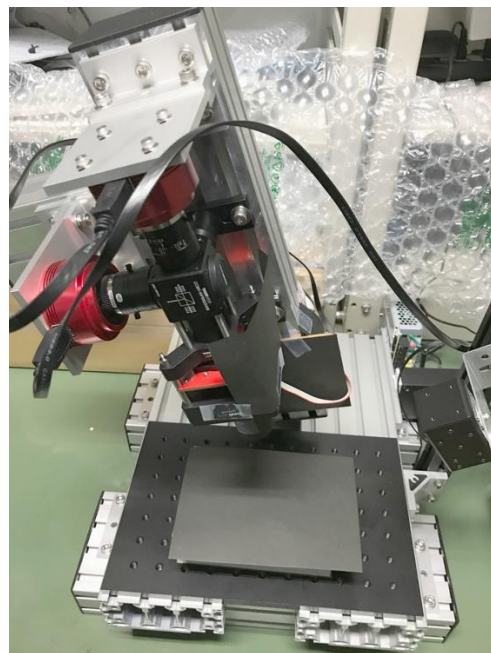


図1 製作した偏光度測定器

実際に地球岩石(細粒の堆積岩である泥灰岩)を用いた試験測定では、光源と検出器のなす角度に伴い、直線偏光度の変化を得られる期待した性能を確認できた(図 2)。今後、様々なサンプルを測定する計画であるが、岩石を破碎し粒径を揃えるために試行錯誤を繰り返してしており、まだ良い手法が見つかっていない。

一方、小天体の偏光観測は、過去に実績のある北海道大学附属天文台の偏光撮像装置 MSI を使用して、19 夜 8 天体について実施した。この観測の旅費および滞在費の一部に本助成金を用いた。一般に、位相角(太陽-小惑星-地球のなす角度)の高い条件で観測した小天体の直線偏光度は、表層組成や、アルベド、粒子サイズに起因して顕著な差がみられる。申請者は、この条件を満たす地球近傍小惑星をターゲットとしている。観測機会が限られることから研究例が少ないため、その意味では先駆的な立場にいる。したがって、新たな知見が得られる可能性が高いテーマであるだけでなく、データ収集することで統計的な議論をすることもできる。

2019 年度の観測の中で、特殊な偏光特性を示す小惑星を確認でき、過去に得られた観測データも合わせ現在論文を執筆中である(図 3)。なお、論文執筆中のため具体的な小惑星名は記述しない。その他に、不可欠な偏光度の較正用データの取得および解析を行い、他の観測者も使用できるように共有した。

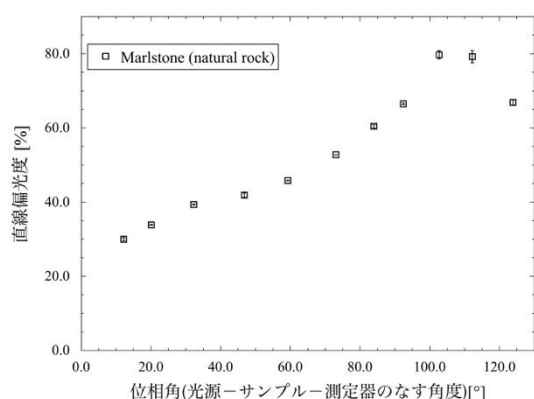


図 2 地球岩石の偏光度の測定例

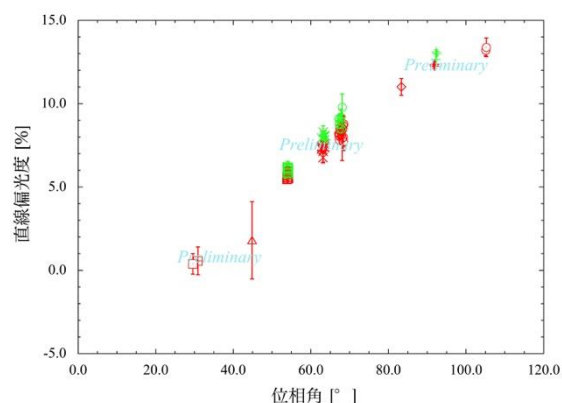


図 3 小惑星の位相角-偏光度プロット

### 3) 今後の見通し

残念ながら、2020 年度の科研費を得ることはできなかった。しかしながら、本助成金で製作した偏光度測定器を用い、安価で入手しやすい地球岩石を対象として測定を行うことから始め初期成果としたい。他の研究費を調達できれば、この調査を様々な隕石に広げ、表層組成、表層の粒子サイズや空隙構造が、偏光度に影響を及ぼすメカニズムを調査する。

また、今秋には、小惑星探査機はやぶさ 2 の探査天体である Ryugu の観測好機を迎える。探査による表層素性が明らかな天体の観測はこれまでなく、本研究の最重要ターゲットである。国内外複数の望遠鏡時間を確保して、この観測を実現したいと計画中である。