共同研究契約報告書

平成31年3月31日

平成30年6月1日付

「Second-Earth Imager for TMT (SEIT) 実現に向けた高コントラスト観測システムの開発」研究代表者:国立大学法人北海道大学大学院工学研究院・講師・村上 尚史

上記共同研究契約について、下記のとおり報告いたします。

所在地:札幌市北区北13条西8丁目

名 称:国立大学法人北海道大学

代表者:大学院工学研究院長 増田 隆夫 印

記

- 1. 成果報告書(別紙のとおり)
- 2. 使用実績報告書(別紙のとおり)

以上

成果報告書

1. 研究の実績

(1)研究の実施日程

'' _													
	研究項目				実		施	日		程			
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
	SPLINE動作試験 と性能評価				•		-						← →
	せいめい望遠鏡 瞳製作							•					
	SPLINE実機用レン ズおよびレンズホル ダー設計・製作							4					*
	SPLINE用低次波 面センサー検討							•					-
	ポストプロセス技術 開発			•									-

(2)研究の成果の説明

我々は、TMT時代の系外惑星探査に向けて、高コントラスト観測システムSEIT (Second-Earth Imager for TMT) の開発を進めている。SEIT観測システムの基本構成として、大気揺らぎを補正するための極限補償光学、恒星光を低減するコロナグラフ、コントラスト向上と惑星のキャラクタリゼーションを目指したポストプロセス装置などを検討している。本研究課題の目的は、SEITのプロトタイプの位置づけでもある京都大学せいめい望遠鏡(口径3.8m)の高コントラスト観測システムSEICA (Second-generation Exoplanet Imager with Coronagraph and Adaptive optics) への搭載を目指した、コロナグラフSPLINE (Savart-Plate Lateral-shearing Interferometric Nuller for Exoplantes) を開発することである。

図1に、SEICAシステムにおけるSPLINEまわりの光学系の模式図を示す(レンズ間距離などは正確ではないので注意されたい)。SPLINEは、4つの楔形方解石プリズムと四ホウ酸リチウム (LB4) 製サバール板から構成される共通光路横シアリング干渉計であり、Tweeter用可変形鏡の後段に置かれる。H29年度までにこれらの偏光プリズムの製作が完了し、SEICA搭載に向けたシステム化を行った。また、第1プリズム(楔形方解石プリズムのうちの一つ)について、前段の極限補償光学系との機械的干渉を避けるため、コンパクトかつ微調機構をもつ専用のホルダを製作した(平成29年度報告書を参照)。これを受けてH30年度当初に予定していた開発項目は、(A) 残りのSPLINEプリズムホルダの製作、(B) 装置の安定化に対する取り組み、(C) Lyot stopなど残りの光学系に向けた検討、(D) ポストプロセス技術の基礎開発、などであった。

項目(A)については、同時に進めている極限補償光学Woofer部の設計が固まった結果、残りの偏光プリズムについてはホルダのコンパクト化の必要がない(現有のプリズムホルダを活用できる)との結論に至った。

項目(B)については、平成29年度より引き続きコントラストの長時間安定性のモニター観測を予定し

ていたが、せいめい望遠鏡瞳の製作(下記)を待って行う段取りとしたため、今年度は実施に至らな かった。一方、最先端コロナグラフの安定化のための重要な技術として、コロナグラフ用低次波面セ ンサ(CLOWFS) の検討に着手した。我々は、低次波面誤差を測定するために、SPLINEによって除去さ れた恒星光を再利用するアプローチを新たに検討し、原理実証のための計算機シミュレーションなど を実施した。その結果、振幅収差は考慮しないなど理想的なシチュエーションではあるが、提案する アプローチによる低次位相収差測定が可能であることが示唆された。本成果は未だ検討の初期段階で はあるが、SPLINEのシステム安定化に対する取り組みとともに、平成31年度も引き続き進めていきた い。

項目(C)に対しては、偏光プリズムホルダの新たな製作が必要なくなったことを受けて、平成30年度 はSPLINE後段のリレーレンズ系の製作を行った。具体的には、集光レンズ1. コリメータレンズ、集光 レンズ2(カメラレンズ)を製作した(図2)。レンズの設計においては、Lyot面(再結像望遠鏡瞳面) および焦点面において収差が十分に小さくなることを確認した。レンズの鏡筒も製作することにより、 平成31年度に予定しているシステム化に向けた準備を整えた。当初に予定していたLyot stopの製作は、 平成30年度は見送ることとした。これは、Lyot stopの製作は注意深い設計が必要となるため、まずはせ いめい望遠鏡瞳を製作し、望遠鏡搭載を想定したデモ観測を実施したのちにLyot stopを製作することと したためである。平成30年度は、せいめい望遠鏡瞳の製作が完了し、これを用いたSPLINE観測試験を 開始した(図3)。

ポストプロセスとしては平成29年度より引き続き、スペックルナリング技術の基礎開発を推進した。 スペックルナリングとは、コロナグラフで除去できない残留恒星光を、光波面制御により強力に除去 する(ダークホールを形成する)技術である。我々は、液晶デバイスを利用したスペックルナリング 技術の開発を継続して行った。制御点数の多さという液晶デバイスの利点を活かすことにより、これ までに類を見ない圧倒的に巨大なダークホールの形成に成功した (Murakami et al., in prep.)。

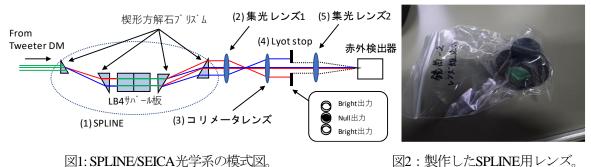


図1: SPLINE/SEICA光学系の模式図。

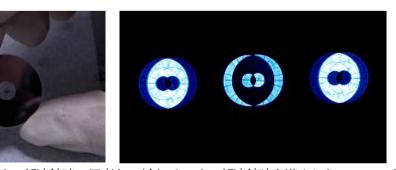


図3:(左) 製作したせいめい望遠鏡瞳の写真と、(右) せいめい望遠鏡瞳を導入したSPLINEの試験結果 (Lyot面での観測像)。中央がサイエンス光路、左右は除去された恒星の光路であり、低次波面センシ ングに活用できると期待している。