

# 共同研究契約報告書

平成 30 年 4 月 25 日

平成 29 年 6 月 2 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： 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。

住 所： 北海道札幌市北区北 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			←									→
Tweeter WFS/ SPLINE分岐用ダ イクロックミラー製作			←	→			←					→
SPLINE実機用プ リズムホルダ製作										←		→

#### (2) 研究の成果の説明

我々は、将来のTMT時代における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) の検討を進めている。SEITでは、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からなる観測システムを検討している。本研究では、SEITのプロトタイプ機の位置づけでもある京都大学3.8m望遠鏡SEICA搭載に向けた、コロナグラフ「SPLINE (Savart-Plate Lateral-shearing Interferometric Nuller for Exoplanets)」の開発を推進した。図1は、SEICA搭載を計画しているSPLINEの構成である。SPLINEは、4つの方解石製楔形プリズムと、四ホウ酸リチウム(LB4)製サバーバル板から構成される共通光路干渉計である。図1のように、SPLINEからは、恒星光が打ち消し合って除去される「Null出力」と、逆に強め合っ明くなる「Bright出力」が出射される。これまでに、図1の方解石プリズムおよびサバーバル板を製作し、SEICAに搭載するSPLINE実機を構築してきた。この流れを受けてH29年度の主な開発項目は、(1) SPLINE実機の構築の継続と、(2) 装置の安定化に対する取り組みであった。

(1)に関してはまず、図1の方解石プリズムaのホルダを製作した。これまでは市販の回転ホルダを用いていたが、SEICA極限補償光学とSPLINEとの接続部では、光学素子が密に配置されているため、よりコンパクトなホルダが求められる。しかし一方で、H28年度の取り組みにより、各プリズムが高いアライメント精度で設置されなければならないことが分かっている。具体的の方解石プリズムaは、X軸およびZ軸まわりの調整が重要となることが分かっている(図1の座標系参照)。したがってホルダには、極限補償光学部と干渉しないコンパクトさと、XZ軸まわりの微調機構が要求される。H29年度は、コンパクトさと微調機構をあわせもつ専用のホルダを製作した(図2左)。また、H28年度の実機構築において、プリズム位置の不具合によりビームのケラレが生じていたが、修正設計によりその問題も解決し

た。図2中に、構築したSPLINE実機により得られた出力を示す。これまでに、コントラスト $5 \times 10^{-3}$ が得られており、(単色光源ではあるが) 目標値をクリアしている。また、極限補償光学(Tweeter)用波面センサ(波長700-900nm)とSPLINE(波長900nm-)に光を分割するための、ダイクロイックミラーの設計・製作も行った。さらに、SPLINEをSEICAに搭載する際に重要となるリヨストップについて、京大3.8m望遠鏡の主鏡を考慮した初期設計にも着手した。

(2)に関しては、構築中のSPLINE実機のコントラスト安定性を2週間にわたり測定した(図2右)。その結果、初期値に対して1桁以上コントラストが劣化した(図2右a)。コントラストと同時に温度モニタも行い、コントラスト劣化は温度が急激に変化する際に生じていることが分かった。温度に対するコントラスト変化をモデル化し、測定値とフィッティングを行った結果を図2右bに示す。SEICAに搭載する際は、SPLINEの環境温度はおよそ0.1度以内に安定化させることを検討している(図2の測定では、温度変化は2度ほどであった)。このモデル計算が正しければ、温度安定な環境では、コントラスト変化はごく小さくなることが示唆される(図2右c)。安定性測定では、図2左の新ホルダは用いていない。今後は、残りのプリズムホルダを順次製作していく過程で、SPLINEのコントラスト安定性も引き続き追及していく。さらに、ポストプロセス技術についても進展があった。H28年度に、SPLINEで除去できない恒星スペckルを低減する「スペckルナリング技術」を提案し、室内実証試験により6桁オーダーのコントラストを実現した。H29年度はこの開発をさらに進展させ、さらに深いダークホール(恒星残留光が強力に低減された領域)を作り出すことに成功した。さらには、計算機シミュレーションにより、SPLINEを活かした偏光観測モードの検討にも着手した。

以上のように、H29年度はおおむね当初の計画通りに進めることができた。今後は、残りのプリズムホルダの製作やリヨストップの開発、SPLINE後段のポストプロセス技術など、SEICA搭載を視野に入れた開発を引き続き進めていきたい。

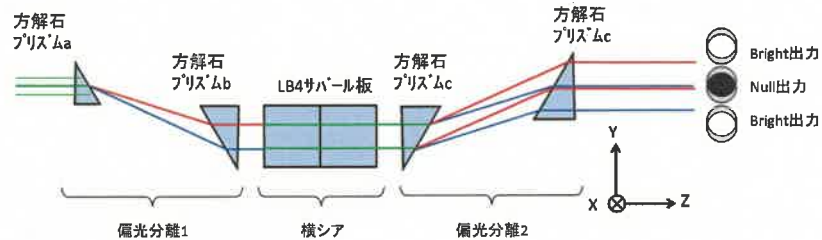


図1：SEICA搭載を目指したSPLINEの概要。

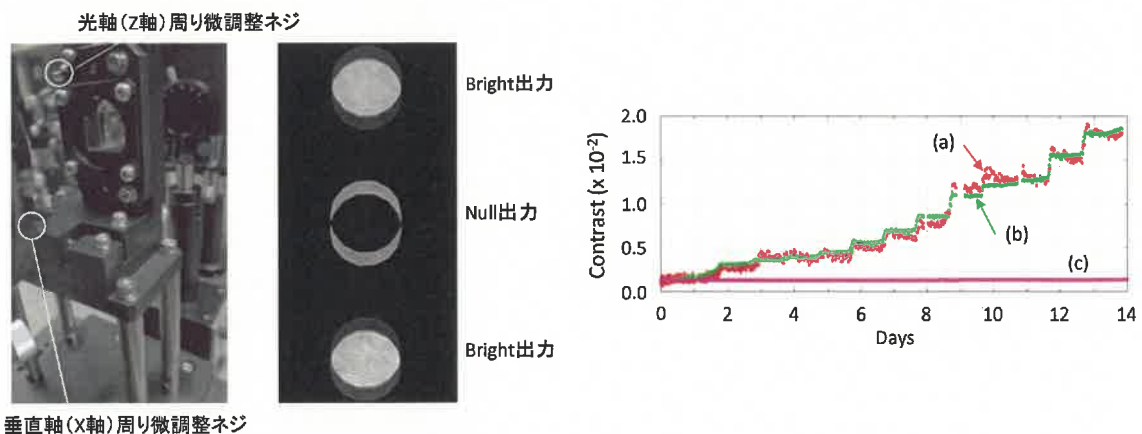


図2：H29年度成果の概要：(左) 製作した方解石プリズムaのホルダ。(中) 動作試験により得られたSPLINE出力。(右) SPLINE実機による安定性試験(図1の1光路のみの測定)。

# 使用実績報告書

大学名 国立大学法人北海道大学

Second-Earth Imager for  
研究題目 TMT(SET)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 村上尚史

## 1. 総括表

区分	費目	予算額(円)	決算額(円)	研究費の充当額(円)	備考
支出	物品費	1,200,000	1,680,960	1,680,960	
	旅費	200,000	119,040	119,040	
	その他の経費	400,000	0	0	
	合計	1,800,000	1,800,000	1,800,000	
収入	研究費の額	1,800,000	1,800,000		
	自己調達額	0	0		
	その他	0	0		
	合計	1,800,000	1,800,000		

## 2. 決算費目別内訳

(A) 支出

a 物品費(中項目:設備備品費・消耗品費)

中項目	品名	仕様	数量	単価 (税込/円)	金額 (税込/円)	発注 年月日	検収 年月日	支払 年月日	備考
設備備品費	ダイクロミラー	DIMEDH-20S04-W30M-R70/82-	1	292,507	292,507	H29.12.12	H30.2.23	H30.3.30	
設備備品費	ファイバローレンチップ型レーザ光源	ソーホ S1FC635	1	199,800	199,800	H30.2.15	H30.2.21	H30.3.30	
設備備品費	方解石プリズムホルダー	(水平回転・光軸周回転微調整付)	1	745,200	745,200	H30.1.22	H30.2.13	H30.3.30	
消耗品費	【SOFT】ライセンスマイクロソフト Windows10Pro		1	8,020	8,020	H29.12.11	H29.12.14	H30.1.31	
消耗品費	光ファイバー測定台	A5052(黒アルマイト)	1	91,908	91,908	H29.11.29	H29.12.26	H30.1.31	
消耗品費	SMAファイバーアダプタープレート	ソーホ SM1SMA	1	3,996	3,996	H29.12.11	H29.12.22	H30.1.31	
消耗品費	マルチポジションライタ	ソーホ ELL9K	1	47,304	47,304	H29.12.11	H29.12.22	H30.1.31	
消耗品費	電動フィルターリップマウント	ソーホ MFF102/M	1	89,532	89,532	H29.12.11	H29.12.22	H30.1.31	
消耗品費	SMA型光ファイバーホルダー	シグマ光機 FOP-1-SMA	1	27,000	27,000	H29.12.11	H29.12.22	H30.1.31	
消耗品費	ホストマウントアダプタ	ソーホ ELLA1	1	5,508	5,508	H29.12.11	H29.12.22	H30.1.31	
消耗品費	ホストスタンド	シグマ光機 PST-30	6	772	4,634	H29.12.13	H30.1.15	H30.2.28	端数調整
消耗品費	ホストスタンド	シグマ光機 PST-40	6	993	5,959	H29.12.13	H30.1.15	H30.2.28	端数調整
消耗品費	ホストスタンド	シグマ光機 PST-55	6	1,213	7,283	H29.12.13	H30.1.15	H30.2.28	端数調整
消耗品費	FC型ファイバーホルダ	シグマ光機 FOP-1	1	25,379	25,379	H29.12.13	H30.1.15	H30.2.28	
消耗品費	樹脂リング	シグマ光機 DR-50-5	1	883	883	H30.1.10	H30.1.15	H30.2.28	
消耗品費	レンズ用テッシュ	ソーホ MC-5	2	1,463	2,926	H30.1.10	H30.1.15	H30.2.28	
消耗品費	同軸レンズホルダ	シグマ光機 SLH-25	1	17,884	17,884	H30.2.15	H30.2.21	H30.3.30	

