

日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2022年06月10日採択

申請者氏名	近藤依央菜 (会員番号 7451)
連絡先住所	〒560-0043 大阪府豊中市待兼山町 1-1 大阪大学理学研究科
所属機関	大阪大学
職あるいは学年	D3：学振
任期(再任昇格条件)	3年(再任不可)
渡航目的	共同研究
講演・観測・研究題目	FPRIME 計画の南アフリカ共和国における望遠鏡インストールと試験観測
渡航先(期間)	南アフリカ天文台サザーランド観測所(南アフリカ共和国、北ケープ州)(2022年7月2日～8月20日)

私は南アフリカ共和国の南アフリカ天文台サザーランド観測所で PRIME(PRime-focus Infrared Microlensing Experiment) 計画における望遠鏡インストール作業に参加しました。

PRIME 望遠鏡は近赤外線ですべての視野 (1.45deg^2) を持ち、世界で初めて近赤外線マイクロレンズ系外惑星探査を行います。近赤外線では、従来の可視光での探査に比べて以下の利点があります。星間減光が強い銀河系中心近くの星数密度の高い領域を観測可能であり、惑星発見数が増えること。また、検出感度が上がるため低質量惑星の発見数も増え、惑星の発見数が従来の可視光観測の10倍以上である42–52個/年にまで増えると期待されていること(Kondo et al. 2022 in preparation)。したがってPRIMEの観測結果を用いることで、星数密度が高い領域での惑星存在量を世界で初めて見積もり、従来の可視光マイクロレンズ観測の結果と比較することで環境による惑星頻度の違いを検証できると考えられています。今回の渡航ではPRIME望遠鏡の本観測に向けて、望遠鏡のインストール作業・光学調整試験・観測準備・試験観測を行いました。本観測に使用される広視野近赤外線カメラ、PRIME-CamはNASAで製作中のため、今回の渡航では光学試験用カメラを用いて光学調整と試験観測を行いました。

インストール作業では、主に天体観測機器の製造会社である西村製作所の方々やサザーランドの技官の方々中心で望遠鏡の組み立てを行いました。方位ベース、ターンテーブル、フォーク、センターピース、トップリング、補正レンズユニット、主鏡というように望遠鏡を少しずつ組み立てていき、電源や水冷用のホースの配線作業等も行いました。私を含め阪大メンバーはその作業の手伝いと、光学調整に向けた準備を行いました。搬入用クレーンが丸一日動かなかったり、望遠鏡のパーツの一部にネズミが住み着いていたので半日かけて掃除を行ったり、ドームのスリットの間が狭く2トンの重さの主鏡がぶつからないように慎重に主鏡を搬入する必要があったり、強風で補正レンズユニットに砂が大量に入り込んで掃除が必要だったり等、トラブルも非常に多かったのですが無事に望遠鏡の組み立てを終えることができました。また、光学調整の準備として、広視野での収差を補正するためのレンズが4枚搭載されているレンズユニットと、カメラが取り付けられる

ローテータープレートの tip/tilt の傾きを測定し、輸送時の振動などによって輸送前と比べて大きくずれていないことを確認しました。

そして望遠鏡の組み立て終了後に、望遠鏡の性能評価、主鏡と光学収差補正レンズユニットの位置合わせを目的とした光学調整を三段階に分けて行いました。①まず三次元位置測定器で両者の位置合わせを行いました。これによって星をカメラに導入しやすくしたあと、②可視光の光学試験用カメラ (*Z*-band) を用いて、2022/7/22 にファーストライトを迎えました。このカメラでは、星をデフォーカスした像から得られた収差パターンを光線追跡ソフトでシミュレーションした収差パターンと比較し、光学系の相対位置を解析的に推定する手法 (Kuijken et al. 2004) とハルトマン試験の2つの手法を用いて、PRIME の視野全体で光軸を微調整して光学性能を最適化を行いました。結果的には②に関して以前日本で行ったテスト結果と比べてそこまでハルトマン定数をよくすることはできませんでした。そこで③近赤外線光学試験用カメラ (*H*-band) を用いて、ハルトマン試験を行いました。この際に光線追跡シミュレーションで得たゼルニケ係数と観測結果を比較することで、光学調整修正量を推定し、光学調整を行いました。その結果、最良値として視野中心でハルトマン定数 $0.26''$ 、視野平均で $0.295''$ を達成することができました。その後、追加のパーツの取り付け等により、最終的な値は視野平均で $0.32''$ になりました。

上記の作業と並行して、試験観測のための準備として、サザーランドの IT の方々と協力し、現地でのネットワークの設定、サーバーの設置・環境設定等を行いました。光学試験後には、試験用カメラと望遠鏡の連動を組み込んだ観測パイプラインの開発やマイクロレンズアラートが出たイベントのフォローアップ観測や標準星の観測等を行いました。

サザーランドでの 50 日間の生活は正直に言うと少し長く感じましたが、毎日非常に充実していました。作業の合間にスプリングボックスを見たり、星空を見たり、南アフリカの自然を十分に味わうことができましたと思います。特に、食事の時間では、共同研究者の David Buckley 氏の他にも、SALT や IRSF の研究者やサザーランドの技術者と一緒になることがあったため、近赤外線観測、観測機器に関してやお互いの研究内容に関する雑談をすることができました。また、作業の空き時間に、SALT、IRSF、ATLAS、KMTNet 等、サザーランドに設置してある他の望遠鏡や観測室など見せてもらいお話することができたため、研究者交流という面でも非常に有意義な渡航でした。

本渡航は、当初は 2021 年 12 月に予定されていましたが、新型コロナの影響で延期になり、不安定な状況のためなかなか渡航の見込みが立ちませんでした。今回、無事に望遠鏡のインストールと試験用カメラでのファーストライトを迎えることができ、大変感激しました。NASA で製作中の PRIME-Cam インストールが今後行われる予定ですが、今回の経験が十分に活かせると考えています。また、サイエンスだけでなく観測機器や技術的な知見・経験を得ることができたため、研究者として視野を広げることができたと思います。

今回の渡航により、装置のインストール作業・試験用カメラでのファーストライト・光学調整・試験観測などの望遠鏡の立ち上げという大変刺激的で貴重な機会に最初から最後まで参加することができました。また、海外の様々な研究者・技術者との国際的な交流や議論ができる有意義な経験となりました。最後になりますが、渡航を援助してくださった日本天文学会早川幸男基金、ならびにその関係者の皆様に厚く感謝申し上げます。