

日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2022年6月10日採択

申請者氏名	中野覚矢 (会員番号 7996)
連絡先住所	〒464-8602 愛知県名古屋市千種区不老町 理学部C館 C418 教室
所属機関	名古屋大学
職あるいは学年	M2
任期(再任昇格条件)	
渡航目的	研究集会でのポスター発表
講演・観測・研究題目	Characterization of sensitivity and responses of a 2-element prototype wavefront sensor for millimeter-wave adaptive optics attached to the Nobeyama 45 m telescope
渡航先(期間)	カナダ (2022年7月16日～8月5日)

2022年7月17日から22日にかけて¹, カナダのケベック州モントリオールで開催された国際研究会: SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation に参加した。この研究会は地上・宇宙望遠鏡とそれらの計測装置に関する研究会であり, 世界中の研究者やエンジニアが参加・発表を行った。研究会は12の分野に分かれており, 私はそのうちの補償光学を扱う分野である *Adaptive Optics Systems VIII* にてポスター発表 (発表題目: “Characterization of sensitivity and responses of a 2-element prototype wavefront sensor for millimeter-wave adaptive optics attached to the Nobeyama 45 m telescope”) を行った²。

補償光学は, 主に地上に設置された可視光・赤外線望遠鏡において, 地球大気の揺らぎの影響を補正する技術のことを指す。一方で, 電波望遠鏡における補償光学は, 主に風・熱・重力に起因する望遠鏡変形の補正に着眼している。これは, 電波観測では大気の影響が小さいが, 比較的大口径な電波望遠鏡では, 風・熱・重力による変形の影響を受けやすいためである。特に, 次世代の直径50 mクラスの電波望遠鏡で高感度の天体観測を実現するためには, 観測中に変動する風や熱による望遠鏡変形の補正が不可欠となる。よって, 電波望遠鏡における補償光学の実現のためには, まずはリアルタイムで変化する望遠鏡の変形量を測定する手法を確立させなければならない。

そこで, 我々は電波望遠鏡の変形量を測定する手法として, 電波の干渉を応用した開口面干渉法を提案した。我々の手法では, まず, 望遠鏡主鏡に設置した電波放射器から

¹ただし, 航空費が安くなるように滞在期間を長くした。当初の渡航期間は2022年7月15日～7月25日であったが, 往路便のスケジュール変更があり, 7月16日発の便に搭乗した。また, 帰国前のPCR検査で陽性となり, 陰性となるまで時間を要したため, 帰国が8月5日となった。

²ポスターはSPIEのホームページ

(<https://spie.org/astronomical-telescopes-instrumentation/presentation/Characterization-of-sensitivity-and-responses-of-a-2-element-prototype/12185-265>)にて閲覧できる。また, arXivにも投稿した proceeding (<https://arxiv.org/abs/2207.07196>) が後日出版される予定である。

発せられた電波を望遠鏡の受信機で受信し、計算機に入力する。そして、もう1つの電波を直接計算機に入力し、2つの電波を干渉させることで、干渉縞を得る。干渉縞は2つの電波が通った経路長の変化によって変動するため、干渉縞の時間変化から電波放射器を設置した箇所の変形量を求めることができる。我々は、この手法を用いて野辺山 45 m 電波望遠鏡の変形検出の実験を行い、風速や気温の変化に連動した望遠鏡変形の検出に成功した。得られた検出精度は $\sim 8 \mu\text{m}$ であり、Large Submillimeter Telescope (LST) や Atacama Large Aperture Submillimeter Telescope (AtLAST) といった次世代の大型電波望遠鏡が目指す検出精度 ($\sim 20\text{--}40 \mu\text{m}$) に対しても有意な精度である。

以上の実験結果を7月20日のポスターセッションで発表した。ポスターセッションは7月18日から21日まで4日間あり、基本的に各日程の18:00–20:00に実施された。発表は広い会場で参加者が自由に興味のある発表を聞きに行く形式で行われ、1日あたり約300枚のポスターが貼り出された。会場では酒類を含むドリンクやスナック菓子が振る舞われ、さながら立食パーティのようにビールを片手に議論をする様子が見られた。私の発表には少なくとも Fred Young Submillimeter Telescope (FYST) や Caltech Submillimeter Observatory (CSO) の研究者が来ており、研究成果を海外の電波望遠鏡の研究者に共有するという目的は概ね果たせたと思われる。発表を聞いた研究者には $\sim 8 \mu\text{m}$ の検出精度が高く評価されたが、補償光学の分野には可視光や赤外線を専門とする研究者が多かったため、研究内容に関する本質的な質問は多くなかった。ある研究者からは、日本における長野県の場所や、望遠鏡に登った感想などを聞かれた。また、「大学に行っていないから物理のことは分からないが日本語の勉強をするために学会に来ている」という人に日本語と宇宙の基本的な質問を30分程度された。他の研究者からは、私の研究内容は補償光学における波面センサではなく、むしろレーザー等による距離計測に属するとの意見もいただいたため、今後何らかの研究会に参加する際は発表する分野を吟味する必要がある。FYST の研究者からは望遠鏡変形に伴うポインティングのずれがどの程度あるか質問されたが、それは本研究の範疇を超える内容であった。2022年5月の新たな実験では、望遠鏡変形の測定と並行して月輪郭の観測を行ったため、望遠鏡変形に伴うポインティングのずれは今後の解析において明らかとなるだろう。また、我々の研究の次のステップは、測定した変形量に基づいた、アクチュエータによる望遠鏡構造の制御にある。今回の研究会で、Keck Observatory の研究者と議論し、電波望遠鏡に適したアクチュエータとして Voice Coil を紹介していただいた。後に Voice Coil は電波望遠鏡には不適であることが分かったが、今後は国内の制御工学の専門家との共同研究により、電波望遠鏡の変形を補正する可変形鏡の研究を進める予定である。

今回の渡航は私の初めての海外渡航であるだけでなく、初めての対面での研究会への参加となった。今後の研究にとどまらず、私の人生にとって貴重な経験をさせていただいた。この場を借りて、渡航を支援していただいた日本天文学会、早川幸男基金と関係者の皆様に深く御礼申し上げます。