

平成30年8月31日

若手研究者海外挑戦プログラム報告書

独立行政法人 日本学術振興会 理事長 殿

受付番号 201880011
氏名 吉浦 伸太郎
(氏名は必ず自署すること)

若手研究者海外挑戦プログラムによる派遣を終了しましたので、下記のとおり報告いたします。
なお、下記記載の内容については相違ありません。

記

- 派遣先: 都市名 メルボルン (国名 オーストラリア)
- 研究課題名 (和文) : MWAによる宇宙再電離期21cm線観測データの解析
- 派遣期間: 平成30年5月15日 ~ 平成30年8月15日 (93日間)
- 受入機関名・部局名: University of Melbourne · School of Physics
- 派遣先で従事した研究内容と研究状況 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

本派遣中に従事した主な研究内容は電波望遠鏡MWAの観測データの解析である。使用したデータはドリフトスキャン観測のデータ、および超低周波帯のデータである。ドリフトスキャン観測のデータは出国前から予備解析を行っていたが、使用していた計算機の故障のため数ヶ月に渡ってデータへのアクセスができない状態にあった。そのため特に超低周波帯(74MHz - 100MHz)のデータ解析を中心に行った。この周波数帯の観測データは主に、宇宙再電離期以前の時代からの中性水素21cm線の観測を目的として得られたものである。

まず、私はMWAグループのデータ解析用ソフトウェアReal Time System(RTS)およびパワースペクトル計算コードであるCHIPSを用いた解析を行った。ここでは10時間分の観測データを扱い、系統誤差の原因を探るために地球の電離層の影響やラジオなど人工電波の影響を定量的に評価した。さらに、10時間分のデータから特に状態の良い3時間分のデータを選び、パワースペクトルの計算を行った。中性水素21cm線のシグナルの検出には銀河系由来のシンクロトロン放射や系外銀河などの電波源の影響を軽減する必要がある。今回得られたパワースペクトルの値は理論的に予測される中性水素21cm線パワースペクトルより2桁以上大きい。しかし、今回の解析では前傾放射や系統誤差の影響を軽減することで、先行研究の値よりも数倍良い上限値を得た。

私の所属する熊本大学のグループは以前より、この周波数帯の21cm線バースペクトルに注目しており、MWAや次世代望遠鏡SKAによる感度の見積もりや、数値計算を用いたシグナルの予測を行ってきた[Yoshiura et al 2015, Shimabukuro et al 2016]。今回行った超低周波観測データを用いたバースペクトルの解析の目的は、これまでの予測の検証や実際の観測に伴う困難を発見することにある。本期間中に、バースペクトルの計算コードの作成、MWA超低周波観測データを用いたバースペクトル解析を行い、前景放射のバースペクトルへの影響や観測データの系統誤差の影響を調べた。

6. 研究成果発表等の見通し及び今後の研究計画の方向性 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

< 研究成果発表等の見通し >

(1)超低周波観測データのRTSとパワースペクトルによる解析

本年度中に論文としてまとめ、学術誌へ投稿予定である。メルボルン大学やカーティン大学の共同研究者との共著であり、私は第二著者としてデータの解析を担当する。

(2)MWA観測データのバイスペクトルによる解析

12月に日本で開かれる国際会議での成果発表を念頭に解析を進めている。これまでバイスペクトルを用いたMWAのデータ解析は行われていない。そのため、バイスペクトルの解析結果も本年度中に論文としてまとめ、学術誌への投稿を行う予定である。私は第一著者として論文の執筆、データ解析の全てを担当する。

< 今後の研究計画の方向性 >

本研究では、MWAの観測する再電離用の観測領域3つのうちの1つにのみ注目していた。前景放射である銀河系の放射は天球面の方向によって大きく異なるので、他の領域のデータとの比較を行い、その影響を調べる。また、21cm線シグナルの検出のために、前景放射除去にも挑戦していく。さらに、現在、アンテナの数が増えたPhase II MWAが観測を進めている。超低周波での追加観測も予定されているので、さらに質のいいデータを増やし21cm線の検出や新たな系統誤差等の発見を目指す。

バイスペクトルによる解析に関して、今回は超低周波データを中心に解析を進めてきたが、より高い周波数の観測データの解析も有用である。より高周波のデータは宇宙再電離期中性水素からの21cm線の検出を目的としている。複数の周波数帯のデータを比較することで、バイスペクトル解析における前景放射の影響を明らかにする。

7. 本プログラムに採用されたことで得られたこと (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

MWAグループで行われている観測データ解析の手法について学び、実際に様々な解析を行うことができた。3ヶ月に渡って集中してデータ解析を行ったことで、電波干渉計による低周波観測データの様々な困難を目の当たりにし、解析の現状を学ぶことができた。派遣期間中に西オーストラリアにあるカーティン大学を訪れ、そこでもデータ解析を行った。MWAのデータ解析は完成されたものではなく、日々進歩しているため、遠隔地からその手法を学ぶことは容易ではない。今回、各地で直に最先端の研究者と議論をすることが非常に有効であることを痛感した。

MWAは国際協力の元に建設・運営されている望遠鏡であり、その解析にも多くの国の研究者が関わっている。特に宇宙再電離期やそれ以前に存在した中性水素からの21cm線の観測には非常に丁寧なデータ校正が必要であり、様々な問題によって解析は複雑になる。そのため、前景放射や電離層の影響など個別の問題点に関してそれぞれ専門的に研究する研究者がおり、その成果を結集して最終目標である21cm線の検出を目指している。今回の滞在で、このような国際共同研究の一端を担う上で、自身のあり方を学ぶことができた。

派遣期間中は主にメルボルン大学で研究を進め、毎日共同研究者や同室の研究者、所属する学生との議論をおこなった。日々の議論を通して、世界で共同研究をしていくための最低限のコミュニケーション能力は養えた。しかし、よりスムーズに深い議論を行うためには、英語に関して高度なスキルが求められる。

今回の滞在で、今後海外の研究者と共同研究を進めたり、大規模なプロジェクトへ参加したりする上で、どのように研究を進めていくべきか、また、自分にどのような能力が足りていないかを学ぶことができた。