

# 日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2019年12月10日採択

申請者氏名	恒任優 (会員番号 7275)
連絡先住所	〒606-8502 京都府京都市左京区北白川追分町
所属機関	京都大学大学院 宇宙物理学教室
職あるいは学年	M2
任期 (再任昇格条件)	
渡航目的	1. 研究集会での口頭発表 2. 共同研究
講演・観測・研究題目	1. Polarization Imaging of M87 Jets by General Relativistic Radiative Transfer Calculation based on GRMHD Simulations 2. Sgr A* 地平面スケールでの偏波画像シミュレーションの星間散乱および干渉計特性を踏まえた解析
渡航先 (期間)	1. 米国 Charlottesville, VA 2. 米国 Boston, MA (2020年1月27日～2月4日)

この度私は、第108回早川幸男基金の助成によりアメリカ合衆国の2都市を訪問し、自分の研究成果について国際会議での口頭発表および共同研究を行ったので、以下のように報告します。

バージニア州シャーロットビルで開催された本会議 “Space VLBI 2020: Science and Technology Futures” は、近年に入り超長基線干渉計 (VLBI) 観測の分野で盛んに提唱されている宇宙ミッション (Space VLBI) から期待される科学成果とそれを支える技術向上に焦点を当てており、科学と技術の統一的な議論から Space VLBI の動機と方向性を考えるものです。本会議で私は “Polarization Imaging of M87 Jets by General Relativistic Radiative Transfer Calculation based on GRMHD Simulations” と題した口頭発表を行いました。偏波画像観測は昨年4月に活動銀河核 M87 中心ブラックホールの観測画像を発表した Event Horizon Telescope (EHT) の次なるトピックとして位置付けられており、ここからは長らく謎とされている活動銀河核ジェットの磁場による駆動機構の解明が大いに期待されています。私の取り組んだ研究では、一般相対論的磁気流体計算 (GRMHD) モデルの物理量を参照した輻射輸送計算を行うことで、M87 ブラックホール付近の偏波画像をシミュレーション予測しました。それらの計算結果から、ブラックホール直近領域の偏波ベクトルは強いファラデー回転を受けるが、磁場構造の情報は残り、その空間分布はブラックホールのスピンの速さによって異なる。更にこれまで注目されてこなかった円偏波についても、電子-陽子間の結びつきの強さによってはブラックホール付近の高エネルギー領域で直線偏波からのファラデー変換が起り、強い成分が観測されうる。という結果を提示しました。本発表ではこれらの成果を通じ、将来的な高分解能、高感度の直線偏波・円偏波観測によってジェットを駆動するブラックホールのスピンやその付近の二温度プラズマと磁場の構造が解明できる可能性を提示しました。質疑応答では VLBI 観測に携

わる参加者を中心に多くの質問をいただき、休憩時間等での対話も含め、実観測における偏波検出感度の具体的現状や、M87のみならず他の対象天体ごとの天球面上の位置による観測精度の違いを今回の成果と照らし合わせて議論することができました。こうした観点からの議論は理論シミュレーションのみに着目しては得難いものであり、今回の結果の観測可能性や今後の研究の方向性を考える上で非常に有意義なものでした。また、本会議の数多くの発表の中でロシアの RadioAstron と並び日本の VSOP および VSOP2 への言及がなされ、Space VLBI ミッションにおける日本の存在感の大きさと世界が寄せる貢献への期待を感じました。

この会議の終了後、私はボストンに移動し、MIT ヘイスタック天文台の秋山和徳氏と共同研究を行いました。まず同氏と共にハーバード・スミソニアン天体物理センターを訪問し、Ramesh Narayan 氏らのグループセミナーにて研究成果を発表し議論を行いました。同氏からは特に円偏波の増幅に関して興味を持ってもらい質問を受けたので、その場で詳細な過程を解説し、今回得られた成果を宣伝することができました。更にここでは私と同じく EHT 観測イメージの予測に取り組む研究者たちと情報交換を行い、互いの最新の成果を共有した上で今後の展開の方向性を議論しました。特に、当センターでは M87 の偏波観測で注目されている Rotation Measure (RM) の空間分布のシミュレーション予測に取り組んでおり、観測からの需要に分業によるチームプレイでいち早く応えるその迅速さ、柔軟さを見ることができました。次に私は MIT ヘイスタック天文台を訪れ、秋山氏ならびに同天文台の森山小太郎氏と今後の具体的な研究について EHT 実観測の見地から議論および解析を行いました。私はこれからの研究で M87 と並び EHT の主要ターゲットとされている銀河系中心の電波源 Sgr A\* の偏波画像予測を行うことを考えており、その観測においてネックとされている高い変動性と星間散乱の効果を踏まえた研究の手法と方向性を両氏と議論しました。そこでまとまった今後の方向性として、Sgr A\* の画像予測に際しては VLBI 観測のビジビリティや雑音、そして星間散乱の影響を組み込んだモーメント解析、つまりシミュレーション画像に対して模擬観測処理を行った上で、傾斜角やブラックホールスピンを始めとする未確定な数多くのパラメータについてカタログ的に予測画像を作成し、将来の観測に備えることになりました。更にそのための準備として、両氏が開発した解析モジュールを導入し、私が計算したイメージに対して星間散乱の効果を与え、さらにそのイメージを干渉計で観測した時の結果をシミュレートする環境を整えました。

今回参加した国際会議と共同研究を通して、世界の最前線の場で EHT を始めとする VLBI での観測研究とそれに関する理論研究に携わる研究者と交流することができました。ここで得られた成果と刺激を、上で述べた Sgr A\* の偏波画像予測を始めとする今後の研究の糧として活用していきたいと思えます。最後になりますが、今回の渡航に際して多大な援助をして下さった日本天文学会早川幸男基金のみなさまに心からお礼申し上げます。本当にありがとうございました。