

日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2023年09月10日採択

| | |
|------------|---|
| 申請者氏名 | 大滝恒輝 (会員番号 7684) |
| 連絡先住所 | 〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学計算学研究センター |
| 所属機関 | 筑波大学 |
| 職あるいは学年 | D3：学振 |
| 任期(再任昇格条件) | |
| 渡航目的 | 大学でのセミナー発表、共同研究 |
| 講演・観測・研究題目 | Study of collision frequency between dark matter subhalos and bifurcation channel for dwarf galaxy formations |
| 渡航先(期間) | ドイツ ミュンヘン、イタリア ローマ (2023年10月2日～10月12日) |

今回の渡航を援助して下さった早川幸男基金ならびに関係者の皆様に深く感謝を申し上げます。

私は、ドイツのミュンヘン大学 (Ludwig Maximilian University of Munich; LMU) とマックス・プランク地球外物理学研究所 (Max-Planck-Institute for Extraterrestrial Physics; MPE)、イタリアのローマ大学 (Sapienza University of Rome) において、最近の研究成果 (Otaki & Mori 2023) に関する講演を行った。ドイツでは A. Burkert 氏 (LMU, MPE)、イタリアでは R. Schneider 氏 (Sapienza) が世話人となり、それぞれの研究室に滞在して研究の議論や今後の共同研究の話し合いを進めた。

講演内容は、ダークマターサブハロー同士の衝突現象の頻度と衝突によって形成する矮小銀河の物理過程を調査した研究である。現在の銀河形成の標準モデルである冷たいダークマターに基づいた階層的構造形成論によると、銀河全体の約90%以上をダークマターが占めていると考えられている。しかし最近、ダークマター質量が恒星質量と同程度以下であるダークマター欠乏銀河が発見され、標準モデルに大きな影響を与えた。私たちは、ダークマター欠乏銀河の形成過程として、ガスを含んだダークマターサブハロー同士の衝突過程に着目した。位相分布関数を用いた解析的モデルと数値シミュレーションを用いて、ダークマターサブハロー同士の衝突現象が天の川銀河のような大質量銀河内で頻繁に起きていることを求めた。次にダークマターサブハロー正面衝突時の物理過程を調査した。衝突現象の解析的モデルや数値シミュレーションの結果、低速度の衝突ではダークマターを多く含む矮小銀河、中程度の速度の衝突ではダークマター欠乏銀河、高速度の衝突では銀河は形成しないことを突き止めた。このような研究成果を銀河形成分野の専門家が多く集う研究室でセミナー発表し、さらなる発展について議論することが本渡航の目的であった。

ドイツでの講演には約20名の研究者・大学院生が参加し、終了後には多くの質疑や議論、意見交換が行われた。Burkert氏とはダークマターサブハロー内のガス・ダークマター

の比とダークマター欠乏銀河を形成する速度条件との関係について議論した。その翌日に実施した新たな解析では、ダークマター欠乏銀河が形成されないようなガス・ダークマター比の臨界条件があることが分かった。現在は、メールでの議論を継続しており、新たな共同研究へと発展しつつある。M. Behrendt 氏 (LMU, MPE) や L. Romano 氏 (LMU, MPE) とは、銀河衝突シミュレーションの手法やダークマターサブハロー同士の衝突現象の解析的モデルについて議論した。他にも、天の川銀河内でのダークマター欠乏銀河の観測可能性や衝突後に通過したダークマターサブハローの行く末など、様々な参加者から多くの質問を受け、活発な議論となった。

また、大質量銀河と矮小銀河の相互作用のシミュレーションをしている大学院生の A. Ivleva 氏 (LMU) との質疑応答の中で、ラム圧によって剥ぎ取られたガスの中からダークマター欠乏銀河のような天体が形成している可能性があることを知らされ、議論が白熱した。一般的に、剥ぎ取られたガスは重力的に束縛されておらず、低質量な天体しか形成されないと考えられている。それに対して、そのシミュレーションでは矮小銀河程度の星質量まで成長している可能性がある。Ivleva 氏の研究はダークマター欠乏銀河を対象としていなかったが、ガスが多く含まれたダークマター欠乏銀河の形成シナリオは理論的に困難であるため、私にとって非常に興味深い研究である。現在も連絡を取り合い、情報共有を行っている。

イタリアでは、約 10 名の研究者・大学院生に対して講演を行った。ダークマター欠乏銀河が衝突によって誘発的に形成されるのか、もしくは潮汐相互作用で剥ぎ取られた銀河なのかといった形成過程に対して、Schneider 氏は化学的な観点から本研究を考察した。このことは本研究の今後の発展として重要な点であり、星の金属量の違いがダークマター欠乏銀河の起源を示唆する可能性があることを議論した。L. Graziani 氏 (Sapienza) とはコード開発や GPU コンピューティングについて話し合った。

イタリアでの講演の翌日には、Schneider 氏の研究室のミーティングに参加して、意見交換を行った。大学院生は主にシミュレーションを用いた初代銀河の形成過程や大質量ブラックホールの質量関数などの研究をしている。博士後期課程の学生が似た研究を行う博士前期課程の学生を積極的に指導し、研究方法や技術等を継承しているようであった。また Schneider 氏から銀河形成シミュレーションコード `dustyGadget` を紹介していただいた。シミュレーション内の化学進化計算をさらに向上させたモデルの構築を目指しており、その今後の発展と、共同研究について打ち合わせを行った。

新型コロナウイルスの流行や戦争による燃料価格高騰などの影響によって、海外での発表の機会が少なかった私にとって、今回の滞在は大変貴重な経験となった。特にヨーロッパ圏の研究者同士は交流関係が広いことに加え、繋がりが強く、頻繁に各地に赴いて共同研究をするようである。本渡航は、海外での研究活動の重要性を再認識したとともに、私自身の今後のキャリアパスを考える上でも大きな影響を与えたため、非常に有意義なものであったと感じている。