

日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2024年01月11日採択

申請者氏名	木村和貴 (会員番号 7577)
連絡先住所	〒 980-8578 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3
所属機関	東北大学
職あるいは学年	特任研究員
任期 (再任昇格条件)	3年 (再任不可)
渡航目的	研究集会での招待発表
講演・観測・研究題目	Co-evolution of Accreting Protostar and Circumstellar Disk in 3D : Evolution toward the Supermassive Star Formation
渡航先 (期間)	スイス (2024年1月10日~1月12日)

本渡航では、2024年1月10日から12日にかけてジュネーブ天文台 (スイス) にて行われた国際研究会 “Formation, Evolution and Signatures of Supermassive Stars” に参加しました。この研究会は太陽の1万倍以上の質量を持ついわゆる超大質量星に焦点を当てた研究会で、ジュネーブ天文台の Devesh Nandal さんが主催した研究会となっています。参加者は30人程度と比較的小規模ですが、理論から観測まで様々な観点から超大質量星を研究している人々が集まり、密な議論や交流が行われました。

超大質量星は、宇宙初期の紫外光が強い領域など特別な環境下で形成されると考えられている天体です。特に赤方偏移 $z \sim 6-7$ で $10^9 M_{\odot}$ 以上の質量を持つような超大質量ブラックホール (supermassive black holes, SMBH) がいくつも観測されているのですが、理論的には通常の初代星からこのような SMBH へと成長することは難しく、超大質量星が起源の1つとして考えられています。多くの研究により SMBH は銀河と影響を与え合いながら共進化していることが示唆されているため、こういった超大質量星や SMBH の理解を深めることは宇宙初期における銀河を含む天体形成の理解にも繋がります。近年ではジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡により高赤方偏移でのブラックホールや銀河の観測例が続々と出てきており、その中で超大質量星の注目度も高まっているのを感じています。

私は “Co-evolution of Accreting Protostar and Circumstellar Disk in 3D : Evolution toward the Supermassive Star Formation” というタイトルで招待講演を行いました。本講演では私がこれまで取り組んできた、原始星がガス降着によって超大質量星へと成長していく過程を追った3次元輻射流体シミュレーションの内容についてお話ししました。私の計算は原始星の内部構造までを分解した超高解像度の計算になっており、ガス降着していく原始星の構造がどのように進化するか注目しているという点で、これまで行われてきた計算とは異なるものになっています。従来この手の計算では、原始星のような小さなスケールは解かず1次元星進化計算などの結果を元にモデル化するのが主流でした。しかしながら、原始星の光度や回転はフィードバックとしてガス降着を阻害し超大質量星が形成されなくなる可能性もあるため、その進化を正確に知ることが重要となります。私

は角運動量や乱流を持つガス雲内でも過去の1次元星進化計算と同様に原始星が進化するのかを調べるために、このようなシミュレーションを行なっています。今回の私の研究では、超大質量星形成の初期段階のみを計算しましたが、3次元的に複雑なガス降着の下でもこれまでの1次元星進化計算が示唆していたような原始星構造が実現されることを確認しました。さらに、本計算では原始星内部の回転プロファイルも明らかにすることができます。かつてから原始星の回転が強すぎると遠心力によってガス降着が阻害される可能性が議論されていたのですが、今回明らかとなった回転プロファイルは過去のモデルで星から角運動量を引き抜きつつガスを降着させることのできるものと非常に似通ったものになっていました。これは回転を考慮しても超大質量星が形成され得ることを示唆しています。発表終了後に質問をいくつか受けましたが、やはり研究内容的にも星の進化計算を世界的にリードしてきたジュネーブ天文台の人々に強い興味を持ってもらえたように感じました。

また、他の参加者の方々の発表も非常にためになるものでした。超大質量星はその形成過程に関してさまざまなアイデアが提案されているのですが、今回の研究会では普段日本国内では聞けないものについても詳しく話を聞くことができました。特に Lorenz Zwick さんの講演では、銀河合体によって形成される supermassive disk が超大質量星のように直接重力崩壊することによって $10^{6-8} M_{\odot}$ のブラックホールができるという話をされていて印象に残っています。モデル計算なので本当に起こるかどうかに関して今後シミュレーションなどによる検証が必要ですが興味深い内容でした。さらに、銀河や星団の中に超大質量星あるいは $100 M_{\odot}$ を超えるような Very Massive Star が存在するかを研究している人たちのトークから観測的な知見も多く得ることができました。現状では、非常に重たい星が存在することで説明できる観測事実はあるが超大質量星の存在を裏付ける確たる証拠はなく、今後より詳細な観測を行なって詰めていく必要があるという印象でした。私は理論家ですが、自分の研究している天体がこの宇宙に実在することをぜひとも証明して欲しいという想いです。

最後に、今回の渡航では自分の研究内容を同じ分野の研究者に宣伝でき海外で活躍している方々ともコミュニケーションを取ることのできる良い機会となりました。研究会参加にあたって援助して頂いた日本天文学会早川幸男基金の関係者の皆様に心から感謝致します。