

日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2024年6月10日採択

申請者氏名	深川奈桜 (会員番号 6068)
連絡先住所	〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1 国立天文台 すばる棟
所属機関	国立天文台
職あるいは学年	特別客員研究員
任期 (再任昇格条件)	
渡航目的	(I) 研究集会でのポスター発表, (II) 共同研究
講演・観測・研究題目	Contribution of individual astrophysical events to chemical evolution of dwarf galaxies
渡航先 (期間)	(I) Nuclear Physics in Astrophysics XI, (II) Institut Astrophysique de Paris (2024年9月13日~9月29日)

本渡航において、私は、2024年9月15日から20日に開催された研究会 ”Nuclear Physics in Astrophysics XI (NPA-XI)” においてポスター発表を行いました。また、パリ天体物理学研究所にて論文共著者と将来の研究等について議論しました。

初めに、対面での研究会への参加と共同研究を通し、多様な分野やコミュニティの研究者と接する機会をいただき、誠にありがとうございました。早川基金と研究会主催者からの部分援助に加え、研究会や研究所の方々に受け入れていただき実現した渡航でした。

13日金曜日の飛行機で経由地のフランクフルトに無事到着後、さらに長距離バスで数時間移動し、研究会の会場があるドレスデンに着きました。NPAは隔年開催であり、核物理や星の元素合成、化学進化等の分野に関連する実験・理論・観測的研究の成果について、70以上の講演が行われました。私は、元素の供給源や発生頻度の低い現象（レアイベント）の元素組成へのインパクト等に焦点をあて、矮小銀河の化学進化について議論した成果（Fukagawa N., Prantzos N., 2023, MNRAS, 524, 4688、参考文献含む）について、”Contribution of astrophysical sources to the chemical evolution of dwarf galaxies” という題目で発表しました。

この研究において取り組んだのは、矮小銀河が小質量銀河の合体により形成される場合の元素組成比を化学進化モデルを用い予測し、その結果をもとに、低金属量環境における元素の供給源とレアイベントの役割について議論する、ということです。詳しくは出版論文を見ていただきたいのですが、面白いのは、化学進化モデルにおける元素の供給源の中に、低金属量環境における窒素やフッ素、鉄より重い元素などの供給源の一つであると言われている自転速度の大きい大質量星（高速自転星）が含まれるため、矮小銀河における鉄より重い元素（ストロンチウムやバリウムなど）の組成の予測に、高速自転星内部で起こる遅い中性子捕獲過程（sプロセス）の寄与が現れうることです。また、小質量銀河では星形成率が平均的に低く、単位時間当たり形成される星の数が少ないため、発生頻度が低い速い中性子捕獲過程（rプロセス）の候補天体以外の供給源もレアイベントになりうるという点です。

実際に、矮小楕円体銀河が小質量銀河の合体により形成されることを仮定し、レアイベントが散発的に発生するような化学進化モデルを用いて元素組成比 ($[\text{Sr}/\text{Fe}]$, $[\text{Ba}/\text{Fe}]$, $[A/B]$ は元素 A の存在量の B に対する比の対数) を予測したところ、小質量銀河で発生する個々の現象による元素組成比へのインパクトが合体後の矮小銀河の元素組成比に反映されうるという結果が得られました。r プロセス天体等のレアイベントによるインパクトが低金属量で大きいことに加え、質量、金属量、自転速度の異なる大質量星での s プロセスによる寄与により、合体後の矮小銀河の元素組成比の分散の一部が作られうること、つまり、自転速度の異なる個々の大質量星が、s プロセスにより鉄より重い元素の組成に寄与する可能性を、単純なモデルを用い明確に示しました。

ポスター発表では、この結果に対し異なる観点から質問を受け議論しました。例えば、合体する小質量銀河の個数の見積りについての質問に対し手法を説明しましたが、視野を広げると、銀河の個数や分布はダークマターの性質などによるはずで、銀河群より小さい規模では、宇宙論モデルによる予測と観測が必ずしも一致しないことが指摘されているので、そのような問題が念頭にあっての質問だったのかもしれませんが。また、実験により測定される核反応率の不確定さが、星の元素合成計算を介し、結果に反映される可能性についての質問を受けました。異なる分野の研究者との議論を通し研究の可能性を広げることができたのと同時に、低金属量環境における元素の供給源に関し議論すべきことが多くあることを再認識しました。

セッションにおいても、元素や核種に関する講演を通し、研究の参考になる情報を多く得ることができました。日程が比較的密だったので、会場で議論に至らず残った質問もあります。それらは、今後文献調査や講演者との連絡等を通し解決したいです。また、主に高校生を対象としたアウトリーチ活動についての講演では、プログラム参加者を指導する人への教育についての質問と議論がありました。

NPA-XI の参加者全体に対し、日本の研究機関からの参加者は多くはありませんでした。また、化学進化モデルを用いた研究についての講演が複数あるような環境で、周りの研究者を尊敬しつつ、自分の研究や自分自身の独自性を出せるかどうかは課題の一つでした。幸い、参加者の中に過去に議論したことがある方や共同研究者の知人がいらして、頻繁に声をかけていただいたので、緊張が和らぎました。その助けがあり、星の元素合成に関する講演への質問や、研究会の一部として開催された公開講演会への出席などを通し、研究会に貢献できたのではないかと思います。

研究会終了後、夜行バスでドレスデンからパリへ移動しました。ドイツとフランスとの国境の近くで、窓から農園が見えました。白ワインになるぶどうの木かもしれません。手元にパスポートを用意していましたが、国境での手続きはありませんでした。

長距離バスでの移動には、安価であり乗車時の手続きが簡単であるという利点があります。同時に、道路状況により出発・到着時刻が遅れることがありました。移動中は資料を読んでいましたが、乗車時間が長いので、時間の点では列車や飛行機の方が効率が良い場合があると思います。

渡航期間後半は、パリ天体物理学研究所において論文共著者である Nikos Prantzos 氏と議論し、次の研究につながるようなアイデアを得ました。銀河で重要となりうる物理

過程について惑星の運動を例に教えていただいたり、元素の供給源に関して星の質量放出について説明していただいたり、幅広い視点から議論してくださいました。また、短時間ではありましたが、化学進化モデル作成の基礎部分に取り組みました。

研究所からセーヌ川の方へ歩いていくと、パンテオンの近くを通り、ノートルダム大聖堂の近くに出ます。2019年に起きた火災後の修復のため、まだ作業用のクレーンが見えましたが、12月上旬に公開が始まると聞きました。大聖堂のように、化学進化モデルも研究者から研究者へ伝えられてきた遺産のような面があるのかもしれないと思いました。また、立ち寄ったパン屋には出身等の異なるスタッフがいて、店名の通り理想郷のように雰囲気は温かなところでした。帰国後、研究の理想郷はどのようなところか思いをめぐらせつつ、渡航での議論を活かし研究計画を作成しています。これらを実行し、将来の議論につなげたいと思います。