

# 日本天文学会早川幸男基金による渡航報告書

## *Understanding the Epoch of Cosmic Reionization II*

氏 名：影浦優太（東京大学宇宙線研究所 M1  
（渡航当時））

渡航先：イタリア セスト

期 間：2025年1月11～19日

本渡航では、イタリア北東部のセストで行われた国際研究会“Understanding the Epoch of Cosmic Reionization II”に参加し、“Unveiling a Late and Rapid Cosmic Reionization History through Lyman-alpha Emission from ~600 Galaxies Observed by JWST”という題目で口頭発表を行った。研究会では、クエーサーや銀河、21 cm線など様々な手法を用いた宇宙再電離の研究や、宇宙再電離期の銀河の性質に関わる観測・理論の第一人者が集まり、活発な議論が行われた。

私はジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（JWST）で観測された赤方偏移 $z\sim 5-14$ の銀河のライマンアルファ（Ly $\alpha$ ）輝線測定に基づき、宇宙再電離史を調べる研究を行っている。再電離が進行していない遠方宇宙では、Ly $\alpha$ 輝線は銀河間物質中の中性水素に吸収されるため、遠方銀河のLy $\alpha$ 輝線強度の統計的調査を行うことで宇宙再電離の進行史を推定することができる。私はJWSTで観測された最大規模の銀河サンプルを用いて再電離史を調べ、 $z\sim 7-14$ における高い中性水素割合から、再電離が遅い時代から急激に始まるという結果を得た。また、理論モデルとの比較により、近傍と遠方で電離光子脱出率に大きな進化がなければ観測された再電離史の説明が難しいという問題を明らかにした。本渡航の直前に研究結果をまとめて論文投稿し（Kageura+25 in press）、研究会ではこの論文に基づいて発表を行った。発表後には、Ly $\alpha$ 輝線銀河の赤方偏移進化や理論モデルとの比

較について、多くのご質問をいただいた。また、私が研究するLy $\alpha$ 輝線銀河以外にも、クエーサーや21 cm線など、様々な手法を用いた宇宙再電離史の推定について、最新の研究結果から多くの知見を得ることができた。

研究会はアルプスの山中にあるオーストリアとの国境付近の小さな村で開催され、スキーリフトに近いホテルが会場だった。研究会中は私を含め多くの参加者が会場のホテルに宿泊しており、ホテルのレストラン内の一角が研究会参加者に割り当てられていたため、朝夜の食事の際にも幅広い参加者と議論や交流の場を持つことができた。

研究会には宇宙再電離の第一人者が多く集まり、私の研究に直接関係する多くの研究者と議論をすることができた。Charlotte Mason氏とは、Ly $\alpha$ 輝線観測からベイズ推定により宇宙再電離史を推定する手法や、Ly $\alpha$ 輝線観測を用いた再電離研究の将来計画について議論を行った。研究会の主催者であるAndrei Mesinger氏とは、私が再電離史の推定に用いているシミュレーションコード21 cmFASTの最近の開発状況について教えていただき、観測結果と理論モデルの比較について議論を行った。Andrea Ferrara氏やPratika Dayal氏とは遅く急激な再電離の理論的な起源について議論を行い、本研究会の後に別の研究会でもお会いしてさらに議論を深めることができた。このほかにも多くの参加者と議論を行った。

国際研究会での口頭発表はこれが初めてであった。本研究会には私の他に学生の参加者がおらず心細さはあったものの、多くの経験豊富な研究者と交流をすることができた。また、ありがたいことに自身の発表の後には良い発表だったと多くの人に声をかけていただいた。一方で、最前線の研究者の議論にはついていけない部分もあり、Ly $\alpha$

以外の幅広い手法やシミュレーションなど、自分自身の研究内容以外の幅広い知見の重要性を痛感した。本研究会は私自身の研究内容と密接に関わるもので、これほど多くの関連分野の第一人者と議論できる機会は滅多にないと思われる。本渡航

で得られた学びを今後の研究に活かし、宇宙再電離の理解をさらに深めていきたい。最後に、本渡航をご支援いただいた早川幸男基金、関係者の皆様に深く感謝申し上げます。大変ありがとうございました。



写真 イタリアの山中にある研究会会場の様子

## 日本天文学会早川幸男基金による渡航報告書

### *Observations with the Subaru Telescope, and Oral Presentations at Seminars*

氏 名：柳澤広登（東京大学宇宙線研究所 M2  
（渡航当時））

渡航先：アメリカ ハワイ州

期 間：2025年1月10～15日

本渡航では、すばる望遠鏡による観測、およびセミナーでの口頭発表を行いました。以下に本渡航の内容を報告させていただきます。

私は修士1年の時に、ビッグバン元素合成 (BBN) において作られたヘリウムと水素の存在比である原始ヘリウム存在比 (YP) を求める研究を始めました。BBNは、宇宙膨張・宇宙マイクロ波背景放射とともにビッグバン宇宙論を支える三つの柱と言われる観測結果ですが、近年の観

測技術の向上にも関わらず、あまり議論がなされていませんでした。そこで私は、BBNで主に作られる元素であるヘリウムに注目しました。YPは、多くの近傍銀河のヘリウムと水素の存在比  $\text{He}/\text{H}$  と、酸素と水素の存在比  $\text{O}/\text{H}$  を求め、BBNでOが作られないことを利用して、 $\text{O}/\text{H}=0$  における  $\text{He}/\text{H}$  を推定することで求められます。そのため、正確なYP測定のためには  $\text{O}/\text{H}$  が非常に低い領域にある銀河である極金属欠乏銀河 (extremely metal-poor galaxy; 以下 EMPG) を多数観測する必要があります。過去の観測では EMPG がほとんど使われておらず、系統誤差の大きい結果になっていました。そこで、EMPGの個数を増やしてより正確にYPを測定し、ピッ

グバン宇宙論の検証, さらにはそれを超えた宇宙論を制限することを目標として, 研究を進めていました. すばる望遠鏡の観測は元々修士1年の秋(2023年11月)に予定されており, 解析手法の確立や系統誤差の評価を進め, 観測ターゲットの選定も行っていたのですが, 直前になってすばる望遠鏡の主鏡に問題が出てしまい, 観測が中止になってしまいました. 今回の渡航は, その観測が1年延期されてようやく実現したものになります.

観測は二晩かけて行われました. 初日は天候に恵まれ, 半夜の観測で6天体も観測することができました. これまで三鷹からのリモートでEMPG観測に何度か参加してきたのですが, これほどスムーズに多くの銀河を観測できたのは初めてでした. 自分が選んだ天体を実際に観測するというのは非常に楽しいものだと感じました. 二日目は残念ながら曇りでデータは得られませんが, 観測の楽しさと厳しさの両方を知ることができたという意味で, 非常に良い経験になっ



写真 すばる望遠鏡を見下ろした写真. 主鏡・主焦点などが写っている.

たと思います. また, 曇りで観測ができない間に, サポートアストロノマーの田中壺さん, 指導教員の大内正己さん, 共同観測者の松本明訓さんと, すばる望遠鏡での新しい観測について議論をさせていただき, 先日そのアイデアをもとにすばる望遠鏡に観測提案を出すことができました. データは得られなかったものの, 今後の研究にも繋がる議論ができ, 大変有意義な時間でした. なお, 一日目に得られたデータは, 現在準備中の論文(Yanagisawa et al. 2025 in prep.)にまとめ, 査読論文に投稿する予定です.

また, 田中さんのご協力で, 日没前にはすばる望遠鏡内部を見学させていただきました. 画像では見たことがあったし, 望遠鏡の原理も知ってはいたつもりだったのですが, 実際に自分自身の目で見たすばる望遠鏡は, 想像を遥かに超えていました. まず, その大きさに圧倒され, 次にこの巨大な装置を精密に制御する技術に衝撃を受けました(写真). さらには, すばる望遠鏡が25年間も天文学分野で第一線の装置として活躍している裏では, 多くの人々が日々整備を行ってくださっているということも知りました. 私が観測を行って, 得られたデータで研究ができるということは, これらの人々の弛まぬ努力のおかげであるということを知り, 感謝の気持ちを忘れずに研究をしなければならぬと痛感しました.

観測の翌日は, ヒロの山麓施設でのセミナーで口頭発表を行いました(写真). すばる望遠鏡の観測が中止になっていた時期に私がジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡(JWST)のデータで行った遠方銀河のHe/Hに関する研究を紹介するとともに, すばる望遠鏡によるHe/H研究についても議論を行いました. 特にJWSTで見つかった遠方銀河のバルマー輝線比異常に関する研究(Yanagisawa et al. 2024, ApJ, 974, 180)については多くの質問を頂き, 興味を持っていただけたことを嬉しく思いました. 中には私が持っていなかった視点からの質問もあり, 今後の研究にも繋

がる議論ができたと思います。

上述のように大変実りある経験ができたのは、早川幸男基金のご支援のおかげです。今回の経験を今後の研究に活かし、より良い研究ができるよ

う精進してまいります。本渡航をご支援いただいた日本天文学会、早川幸男基金、関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

### Hayakawa Satio Fund

## 早川幸男基金とは

「早川幸男基金」は、日本天文学会元理事長・故早川幸男氏のご遺志に基づき、ご遺族から日本天文学会に寄付された750万円を創設基金として、1993年に設けられました。若手天文学研究者の海外学術研究援助を目的としています。

毎年4回（3, 6, 9, 12月の10日が締め切り）募集を行い、一年に総額600万円程度の渡航費の援助を行っています。渡航期間は、締め切り月の翌月の1日から3ヶ月後の月末までが対象となりますが（例えば、3月10日締め切りの場合、4月1日から6月30日まで）、前回の募集に間に合わず渡航した場合、納得する事情説明がある場合には、その直後の回の締め切りに応募することが可能です。

当基金は現在も寄付金によって継続され、毎年多くの若手天文学研究者の海外研究活動を支えています。この基金を活用し、ぜひ、世界に向け研究活動の幅を広げてください。詳しくはホームページをご覧ください。

### 早川幸男基金ホームページ

[https://www.asj.or.jp/jp/activities/expenses/hayakawa\\_fund/](https://www.asj.or.jp/jp/activities/expenses/hayakawa_fund/)