

変革を駆動する先端物理・数学プログラム (FoPM)

国外連携機関長期研修 報告書

氏名	武田 佳大
所属部局	理学系 研究科 天文学 専攻
受入先	LINE 株式会社
日程	西暦 2022 年 4 月 1 日 ~ 西暦 2023 年 9 月 30 日

2022 年 4 月 1 日から、2023 年 9 月 30 日まで、LINE 株式会社にて共同研究を行った。この共同研究のテーマは、「原始銀河団探査のための深層学習技術の開発とその適用」である。近傍宇宙に存在する銀河団の前駆隊であると考えられる原始銀河団は、銀河の形成進化を研究する上で重要なターゲットであるが、高赤方偏移における原始銀河団の探査は、未だ十分に進んでいないのが現状である。その理由の一つとして、高赤方偏移における三次元的な空間構造を決定することの難しさが挙げられ、私はこれを深層学習技術によって解決することを研究してきた。本共同研究では、深層学習技術、とりわけ点群データに関しての知見を豊富に持った LINE 株式会社の藤原研人氏と協力することでこの課題を解決し、高赤方偏移における銀河進化研究の新たな扉を開きたいと考えた。

研究内容

共同研究開始以前に私は PointNet (Qi et al. 2017) と呼ばれる点群解析深層学習モデルを応用し、原始銀河団検出が可能であることを初めて示していた。この PointNet は点群解析のための深層学習モデルとしては基礎的なモデルであり、その後より多くの発展的モデル (e.g., PointNet++, Qi et al. 2017; DG-CNN, Wang et al. 2018) が提案されている。本共同研究では、三次元的な位置の不確かな銀河分布に対して有効なモデルを先行研究から探索し、最適なモデルを組み合わせる新たな深層学習モデルを構築した。そしてシミュレーションデータに対して適用することで、その性能評価および予想される原始銀河団の性質等を議論した。

現地での経験

企業との共同研究により、私が在籍している天文学専攻では得がたい情報科学の知見や GPU などの豊富な計算資源にアクセスすることができた。特に深層学習では大規模データを用いた学習やパラメータチューニングを行う必要があり、それらをスムーズに行い、改善や結果の解釈に多く時間を割くことができるようになったことは非常に大きかった。また、Computer vision Lab Virtual Human Unit の一員としてミーティングに参加し、CV 分野の最先端の手法やその実際の開発現場を目の当たりにしたことは自分にとって良い経験となった。チームでコードを共有しながら開発する経験を通じ、大規模な開発に対応できるスキルを習得した。これは今後の研究開発において貴重な財産となることを確信している。

研究成果

私たちは PCFNet という原始銀河団を検出する新たな深層学習モデルを開発した (Takeda et al. 2024)。本モデルは従来よりも 5 倍以上の原始銀河団メンバー銀河を検出できる性能を持つ。この PCFNet を観測データ (HSC-SSP Deep/UltraDeep 領域) へ適用し、121 個の原始銀河団を検出した。さらに、検出した原始銀河団のメンバー銀河の性質を調べることで、フィールドの銀河と比べて明るい銀河が多いことが明らかになった。

本共同研究を通じて、チームでの機械学習研究の進め方を学び、実践的なスキルを大幅に向上させることができた。また、学術的研究と産業応用の橋渡しをする重要性を改めて認識し、自身の研究をより広い視点で捉える契機となった。今回の研究成果はすでに論文としてまとめてあり、The Astrophysical

Journalにて出版済みである。また、今回検出した原始銀河団候補の分光追観測を実施予定であり、今後のさらなる発展が期待される。

最後に、本共同研究の機会をくださったLINE株式会社の皆様、とりわけご指導いただいた藤原研人氏、ならびに Computer Vision Lab の皆様に深く感謝申し上げます。また、この機会を提供してくださった Beyond AI インターンシップを企画・運営されたUGIPにも感謝申し上げます。



LINE株式会社本社四ツ谷タワーにて撮影（2022年8月）