

銀河銀河間ガス研究会 2023 グループワーク

最終更新日：2023/07/19

IGM 観測 (柏野大地)

メンバー：磯部優樹, 西垣萌香, 松本明訓, 佐藤理究

課題：IGM/CGM 観測の検討

- 1) JWST Cycle 3 (10月締切) に挑戦するつもりで実現可能な IGM/CGM 観測を提案せよ。その他の望遠鏡を組み合わせても良い。
- 2) 現在の技術レベルでは解決が不可能な IGM/CGM に関する根本的な科学的課題を見出し、その解決のためにはどのような将来観測が必要になるか検討せよ。

全員で同じ課題に取り組んでも良いし、二手に別れてそれぞれの課題に取り組んでも良い。

参考文献

JWST User Documentation:

<https://jwst-docs.stsci.edu>

Astro2020 Decadal Survey Report:

<https://www.nap.edu/resource/26141/interactive/>

IGM 理論 (島袋隼士)

メンバー：Yuri Oku, 梅田滉也, 中島光一郎, 中根美七海

課題：機械学習を用いた宇宙暗黒時代・宇宙再電離期探査

内容：近年、機械学習の発展が目覚ましい。天文学でも機械学習を導入するケースが増えてきており、再電離や 21cm 線研究の文脈でも機械学習が導入されている。ニューラルネットワークを用いたエミュレータをマルコフ連鎖モンテカルロ (MCMC) 法と組み合わせることで、パラメータ推定にかかる計算時間の短縮が可能になった ([1])。また、21cm 線パワースペクトルや画像から直接再電離パラメータを推定する逆問題でもニューラルネットワークが使われている ([2],[3],[4])。さらに前景放射除去にもガウス過程やオートエンコーダーが使われている ([5],[6])。最近では、異なる観測量を結びつける手法にも使われている ([7],[8]) この先、機械学習を用いた宇宙暗黒時代・宇宙再電離期探査はますます重要性を増していくと予想される中で、理論研究のみならず、将来の IGM 観測を見据えて、機械学習をどの様に応用

できるかを考えていきたい。

参考文献：

- [1] Schmit & Pritchard (2018)
(<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2018MNRAS.475.1213S/abstract>)
- [2] Nicolas et al (2019)
(<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019MNRAS.484..282G/abstract>)
- [3] Shimabukuro & Semelin (2017)
(<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2017MNRAS.468.3869S/abstract>)
- [4] Zhao et al (2022)
(<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2022ApJ...926..151Z/abstract>)
- [5] Mertens et al (2018)
(<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2018MNRAS.478.3640M/abstract>)
- [6] Weitan et al (2019)
(<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019MNRAS.485.2628L/abstract>)
- [7] Shimabukuro et al (2022)
(<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2022RAA....22c5027S/abstract>)
- [8] Yoshiura et al (2021)
(<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2021MNRAS.506..357Y/abstract>)

銀河観測 (中島王彦)

メンバー：Yechi Zhang, Miftahul Hilmi, 萩本将都, Fuga Komori, 柳澤広登

課題：初代銀河および Population III 星生成の観測的研究

JWST は昨年の夏に科学観測を始めて以降、特に遠方宇宙観測分野を飛躍的に成長させている。その一つの大きな目標として、初代銀河の同定および性質理解がある。これは初期宇宙の天体形成のみならず、より大質量天体への進化や銀河間ガスの再電離現象とも密接に関わる重要な研究対象である。本課題の執筆時点では初代銀河の発見には至っていないが、初代銀河において生成される初代星と同様に原始ガスから生まれた星（種族 III 星, Pop III 星と以下略す）を持つ候補天体は報告され始めており[1, 2]、さらなる観測的研究発展が今後期待される。

ここでは、JWST や他の（将来の）観測装置を使うことで、どのように初代銀河や Pop III 星生成の現場を観測的に見つけることができるのか、そしてそれらの性質として何を観測的に明らかにすることが重要なのか議論してもらいたい。

内容：

1. JWST の最初の 1 年間で初代銀河や Pop III 星の観測的研究の状況をグループ内でまとめる (例えば、[1, 2])。
2. 更に研究を発展させるために、今後どのような観測アプローチが有益と考えられるか全員で検討し合う。まずは観測実現性については深く考えず、自由な発想で。観測アプローチには、(i) 候補天体の探し方、(ii) 天体の同定、(iii) 天体の性質理解が含まれる。文献[3, 4, 5, 6]をきっかけの参考として挙げる。
なお、Pop III 星の性質理解に向けた観測的研究は遠方宇宙でなくても、例えば銀河系や近傍銀河の金属欠乏星の観測的研究でも迫ることができる。様々な観測的研究の相補性についても考慮できると望ましい。
3. 2 で挙げた観測アプローチを実現させるために必要な観測装置について議論し合う。もし JWST や既存の観測装置では不十分である場合は、TMT や将来の観測ミッションも考慮に入れる (例えば、[6])。それでも不十分である場合は、どのようなスペックを持つ観測装置が必要であるか提言する。
4. (オプション) 観測アプローチを検討する上で、理論的な観測予想を参照すると思われる。それら既存の理論的研究の問題点・今後の展望について議論する。

参考文献

- [1] Maiolino et al. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2023arXiv230600953M/abstract>
[2] Vanzella et al. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2023arXiv230514413V/abstract>
[3] Nakajima & Maiolino <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2022MNRAS.513.5134N/abstract>
[4] Katz et al. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2022arXiv220704751K/abstract>
[5] Trussler et al. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2022arXiv221102038T/abstract>
[6] Subaru / TMT Science Book 2020 <https://tmt.nao.ac.jp/researchers/science>

銀河理論 (扇谷豪)

メンバー：大滝恒輝, Yi Xu, 金田優香, 北川周哉, 渡辺くりあ

近年、星質量がダークマター質量を上回るような「ダークマター欠乏銀河」が観測されています[1]。これらの銀河の形成に関してどのような理論モデルが提唱されているか調べましょう(e.g. [2,3])。それぞれのモデルの強みと弱みを議論してください。また、どのような観測をすれば理論モデルに制限をつけられるかも議論してください。

Recent observations discovered galaxies lacking dark matter. In extreme galaxies, the stellar mass exceeds the dark matter mass [1]. What theoretical models have been proposed for the formation of such dark matter deficient galaxies (e.g. [2,3])? What are the advantages and disadvantages of each model? What observations can put constraints on the models?

References

[1] <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2018Natur.555..629V/abstract>

[2] <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2021ApJ...917L..15L/abstract>

[3] <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2022MNRAS.510.2724O/abstract>

AGN 観測 (今西昌俊)

メンバー：桐原崇亘, Zhong Yuxing, 山本卓, Shun Hatano, Zhu Chenghao

銀河の(スフェロイド成分の)星質量と、中心の超巨大ブラックホールの質量に相関があることから、宇宙の星と超巨大ブラックホールは「共進化」してきたと考えられている。現在主流の冷たい暗黒物質に基づく銀河形成理論によれば、ガスに富む銀河同士の合体の際に、両者の質量が飛躍的に増大すると予想されている。それを観測的に検証するには、合体銀河において、星生成活動による銀河の星質量の増加と、超巨大ブラックホールへのガスの質量降着(AGN 活動)による質量の増加を見積もる必要がある(ブラックホール同士の合体も少しは質量増加に効いている可能性もある)。合体銀河の観測では、空間的に広がって分布する星生成活動は比較的容易に検出し、その規模を見積もることができるものの、AGN 活動はサイズ的に小さいため、すぐに周囲の星生成領域や、銀河中心に集中して分布するガスと塵の奥深くに「埋もれて」しまい、きちんと検出して研究することが非常に困難になる。本講演では、近傍($z < 0.3$)のガスに富む銀河同士の合体で作られる超高光度赤外線銀河(ULIRG)の、主に私自身が実施してきた、あるいは計画中の観測研究の例を取り上げるが、

1.

ULIRG 中の超巨大ブラックホールの質量成長を研究する上で、既存の観測施設で実施可能な、もっと優れた他の方法がないか検討せよ。また、このような将来計画があれば研究が飛躍的に進むというアイデアがあれば、それも提案せよ。

2.

宇宙の星と超巨大ブラックホールの共進化、特に超巨大ブラックホールの質量成長を研究する上で、近傍の合体銀河である ULIRG を例に挙げたが、他にもっと有効な天体があるか自由に議論せよ。

以上、私の気づかない優れたアイデアがあれば、将来的な共同研究を模索していきたい。

参考文献：

Imanishi 2023, Proceedings of the IAU Symposium No. 380 in press

<https://www.icrr.u-tokyo.ac.jp/~ono/work/GalaxyIGM2023/ImanishiIAUS380.pdf>

AGN 理論 (野村真理子)

メンバー：Keita Fukushima, Dongsheng Sun, 戸丸一樹, 仲野友将

課題：アウトフローの多階層構造と AGN フィードバック

- 1) AGN におけるガス噴出現象は、ブラックホール近傍のジェットや円盤風から、広がった分子ガスアウトフローまで様々なスケールで生じています ([1]およびその引用文献)。各スケールで放出されるアウトフローについて、観測から示唆されるアウトフローの空間的なスケールや質量・運動量・エネルギー放出率などの特徴を調べるとともに、現在考えられている放出メカニズム (独自に考えても良い) を整理してください。
- 2) スケールの異なるアウトフローが互いにどのように影響を与えているか考察してください (参考 [2])。
- 3) これらを踏まえて、ジェットやアウトフローによる AGN フィードバック過程を解明するために、どのような理論研究が提案できるか考えてください。

参考文献：

[1] <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2018NatAs...2..176C/abstract>

[2] <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2015ARA%26A..53..115K/abstract>