

近傍銀河の形成・進化の探求

Formation and evolution of local galaxies

森正夫

筑波大学計算科学研究センター

1. 研究目的

本研究では高精度観測データと大規模シミュレーションを組み合わせ、近傍銀河の形成・進化の詳細なモデルを構築し、数値銀河考古学を完成させることを目標にする。そして、銀河の形成・進化の研究を通して、宇宙物理学における最大の謎とされているダークマター (DM) の性質及びその諸問題について詳細に調査することを目的とする。2025 年度も引き続き、天の川銀河やアンドロメダ銀河、近傍の銀河やそれに付随するダークマターハロー (DMH) が、銀河集団という環境の中でどのような歴史を歩んで現在に至り、またこれからどのような未来が待ち受けているのかを、N 体計算及び流体の大規模シミュレーションを実行する。

2. 研究成果の内容

今世紀になって、アンドロメダ銀河のハロー中に多数のサブストラクチャーが発見されてきた。一方で、それらの生成過程は銀河の形成・進化を研究する本質的な役割を果たすが、未だ発展途上である。例えば、天球面上で巨大な面積を占める、Andromeda Giant Stream や、同一の恒星ストリームから枝分かれしたように見えるパラレルストリーム (Stream C と D) や、その近傍に位置する同程度の金属量の構造をもつストリーム (Stream B, Eastern Extent) の形成過程を大規模数値シミュレーションにより調査した。特に、Andromeda Giant Stream と Eastern Extent の形成過程、また、Stream C と D の生成過程に関してその形成過程モデルの構築に成功し、論文にまとめた。

また、深層学習による潮汐破壊されたダークマターサブハローの密度分布推定に関する研究や、銀河衝突による銀河円盤及び銀河中心ブラックホールの進化に関する研究についても順調に進み、研究成果が出始めた。

3. 学際共同利用プログラムが果たした役割と意義

本研究では、銀河同士の衝突に起因する銀河形成モデルをその衝突速度や質量・サイズ等について様々なパラメータ空間を十分な分解能で調査することが求められた。このような膨大なパラメータ空間を扱うため、高い演算性能を持つ Miyabi や Pegasus による大規模並列パラメータサーベイが重要な役割を果たした。

4. 今後の展望

我々は、銀河形成・進化におけるバリオンの複雑な流体力学的挙動とダークマターや恒星系における無衝突多体系のダイナミックスをできるだけ正確に取り入れた銀河進化モデルの構築を進めている。そのために、学際共同利用による SPH 法による流体と N 体のハイブリッド計算を用いた大規模計算を今後も継続して行う。

銀河形成・進化におけるバリオンの複雑な流体力学的挙動とダークマターや恒星系における無衝突多体系のダイナミックスをできるだけ正確に取り入れた銀河進化モデルの構築を進めている。そのために、学際共同利用による SPH 法による流体と N 体のハイブリッド計算を用いた大規模計算を今後も継続して行う。

5. 成果発表

(1) 学術論文

Simultaneous formation of the Andromeda Giant Southern Stream and the substructures in the Andromeda Halo, Yamaguchi, Mori, Kirihara, Miki, Ogami, Chiba, Komiyama, Tanaka, 2025, PASJ, 77, L36-L42

(2) 学会発表

Mori, Masao, “Evolution of Mass and Structure in Dark Matter Halos: Scaling Laws from Dwarfs to Galaxy Clusters”, Cosmology 2025, Elba Island (Italy), Sep. 9-12, 2025

(3) その他

使用計算機	使用計算機		配分リソース※	
	に○	当初配分	移行*	一般利用による追加
Pegasus	○	5400		
Miyabi-G	○	10854		
Miyabi-C	○	6400		

※配分リソースについてはノード時間積をご記入ください。

*バジェット移行を行った場合、「+2000」「-1000」のように記入