

## 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

我々の住む銀河はどのように誕生し、進化してきたのか。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とする。また、銀河の形成・進化を通じて、宇宙物理学における最大の謎であるダークマター (DM) の性質および関連する諸問題を詳細に調査することを目的とする。2024 年度も引き続き、天の川銀河やアンドロメダ銀河、近傍の銀河および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み現在に至り、さらに未来にどう進化するかを、 $N$ 体計算および流体の大規模シミュレーションを駆使して調査した。具体的には、銀河衝突、銀河進化と銀河中心核の関係、そして現在の標準的な構造形成理論である Cold Dark Matter (CDM) の銀河スケールにおける諸問題に焦点を当てて研究を行った。

#### 2. 研究成果の内容

現在の標準的な銀河形成モデルである CDM モデルに基づく、銀河には恒星質量の約 100 倍以上のダークマターが存在していると考えられている。しかし、最近の観測によれば、ダークマター質量が恒星質量に比べて同程度以下である矮小銀河が発見されており、これは CDM モデルに対する新たな問題を提起している。このようなダークマター欠乏銀河の多くは、大きな有効半径で低い表面輝度を特徴とする **Ultra Diffuse Galaxies (UDG)** に分類されている。UDG のような広がった星分布を持つ銀河の形成過程には、フィードバック駆動のガスアウトフローによる重力ポテンシャルの変動が重要な役割を果たしていることが示唆されている。本研究では、天の川銀河に付随するような大質量のホストダークマターハロー内を運動する小質量のダークマターサブハロー同士の衝突によってダークマター欠乏銀河が形成される可能性について研究し、その形成条件を明らかにした。さらに、超新星フィードバックを受けるガスの熱力学進化モデルを変更し、フィードバックの効果が最も強いモデルと弱いモデルのシミュレーションを実行することで、サブハローの衝突進化過程に与える影響を調査した。その結果、サブハロー衝突によって形成されるダークマター欠乏銀河の性質にフィードバックモデルの取り扱いが大きな影響を与えることを示唆した。

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、ダークサテライト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ダークサテライトの質量、星形成や超新星フィードバックモデルの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 Wisteria-O や Cygnus、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

Koki Otaki; Masao Mori, “Frequency of the dark matter subhalo collisions and bifurcation sequence arising formation of dwarf galaxies”, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 525, 2535-2552(2023)

他

(2) 学会発表

Masao Mori; Shunji Tanaka, “Influence of dark matter on the dynamical evolution of satellite galaxies associated with the Galaxy”, International Conference on Resolving Galaxy Ecosystems Across All Scales, The Chinese University of Hong Kong, 12/11 - 12/15 (2023)

他

(3) その他

使用計算機	使用計算機に ○	配分リソース※		
		当初配分	移行*	追加配分
Cygnus	○	11,000	0	
Pegasus	○	2,000	0	
Wisteria/BDEC-01	○	250,000	0	
※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				