

## X52a 深層学習による超新星シェル膨張予測を用いた高解像度銀河形成シミュレーションの高速化

平島敬也, 森脇可奈, 藤井通子 (東京大学), 平居悠 (ノートルダム大学, 東北大学), 斎藤貴之, 牧野淳一郎 (神戸大学)

高分解能な銀河形成シミュレーションでは、 $N$ 体/Smoothed particle hydrodynamics (SPH) 法や moving mesh 法/adaptive mesh refinement を用いて計算するが、現状のアルゴリズムでは、十分な並列化効率が達成できる並列度に限界がある。例えば、重力だけで相互作用する粒子 (ダークマター粒子と恒星粒子) と、流体力学相互作用する粒子 (SPH 粒子) の3種類の粒子を用いる  $N$ 体/SPH 法による Zoom-in シミュレーションでも  $10^9$  個程度の粒子で銀河を表しており、質量分解能は  $10^3 M_{\odot}$  程度に止まっている (Applebaum et al. 2021).

我々は、 $N$ 体/SPH 法を用いて、スーパーコンピュータ「富岳」上で銀河の個々の星まで分解した star-by-star シミュレーション・コードの開発を進めている。本コードは、階層化独立時間刻み幅法を採用するため、ごく一部のタイムスケールの短い現象 (超新星爆発など) の時間刻み幅だけ短くなり、粒子の演算・通信回数が数百倍に増大しボトルネックとなっている。本研究では、演算・通信回数を減らすため、銀河内の超新星爆発などの領域だけを短い時間刻みで計算する手法を試みる。その実現には、超新星爆発に加熱され時間刻みが短くなるシェル領域 (粒子) を事前に同定する必要がある。解析的手法は等方的な現象しか扱えないため、非等方なシェル膨張を高速に予測するために、将来の映像を予測する深層学習モデル Memory-In-Memory Network (Wang et al. 2018) と画像処理を用いた粒子同定アルゴリズムを開発した。本講演では、開発した深層学習モデル・粒子同定アルゴリズムの様々な密度分布に対するロバスト性の分析結果と並列化実装の状況について報告する。