

Q13a ダスト内部エネルギーの制限を考慮した星間ダスト熱史追跡シミュレーションコードの開発

天崎賢至 (東北大学), 梨本真志 (東京大学), 服部誠 (東北大学)

今後 10 年間に計画されているさまざまな CMB 偏光観測精密測定で得られるデータは、星間ダストの物理の理解の深化につながるデータの宝庫でもある。それらのデータを最大限に活用するためには、物理モデルに基づいた星間ダストの熱史を追跡するシミュレーションコードが必須である。

先行研究では、小さいダスト粒子の温度が加熱源の一つである CMB 温度よりも極端に低い温度に長時間留まるという不自然な結果を示していた。また、「ダストが放射する光子のエネルギーは、ダスト自身が持つ内部エネルギーを超えてはならない」という物理的要請 (Internal Energy Bound, IEB) が考慮されていなかった。

そこで、IEB がダスト放射に与える影響を調べた。例えば、1 ナノサイズのグラファイトが 3 K のとき放射できる光子の最大周波数はおよそ 2 GHz となる。我々は、IEB を考慮した加熱と冷却過程の双方をストカスティックに扱うシミュレーションコードを開発した。このコードを様々なダスト粒子に適用し温度の時間変化を調べた。この結果、ナノサイズの粒子の温度は 10 K 程度に落ち着くことを示した。我々のこの手法は、小さいダストの温度が CMB 温度よりも極端に低い温度に長時間留まるという先行研究の問題を解消した。

また、計算コストの大幅な削減のためには、冷却過程を連続冷却モデルで近似できることが鍵である。そこで、ストカスティック冷却と連続冷却の結果の比較を行い、その近似の精度の検証を行なった。