

受付 ID	16a20
分野	宇宙

GPU を利用した輻射流体計算による銀河形成シミュレーション

GPU-Accelerated Radiation Hydrodynamic Simulation of Galaxy

Formation

吉川耕司

筑波大学 計算科学研究センター

1. 研究目的

宇宙初期における天体形成過程の研究では、中性ガスの中で天体形成が進むため天体からの輻射輸送が重要な役割を果たし、天体形成の数値シミュレーションについても輻射輸送を考慮する必要がある。輻射輸送計算は計算コストが非常に大きいためこれまでの研究の多くでは整合的には考慮されず、ようやく近年になって天体からの輻射輸送とガスの流体力学的効果を同時に解く輻射流体シミュレーションによる天体形成の数値シミュレーションが行われるようになった。しかしながら、現在行われている輻射流体シミュレーションのほとんどは、電離した領域で電子が基底状態に再結合する際に出る電離光子(再結合光子)の影響を無視する近似(on-the-spot 近似)を採用している。これは、再結合光子が空間的に広がった光源からの輻射であり、輻射輸送の計算コストが極めて大きいためである。この近似は再結合光子の平均自由行程が十分短い場合は正当化できるが、実際の天体形成では常にこの近似が正当化できるわけではない。

本プロジェクトでは輻射流体シミュレーションを用いて輻射輸送が重要な役割を果たす初代星・原始銀河の形成過程を調べ、更にこれまで考慮されてこなかった再結合光子が形成過程に及ぼす影響を研究することを目的とする。また、同様に空間的に広がった光源からの輻射である星間空間のダストによる赤外線放射についても、これらを考慮した輻射輸送・輻射流体シミュレーションを行い、天体形成に及ぼす影響を研究する。

2. 研究成果の内容

本年度の研究では、これまでのコードで考慮されていなかった水素分子の形成・解離過程を含む化学反応ネットワークと水素分子によるガスの冷却の効果を取り入れ、また空間的に広がった光源からの放射としてこれまでに実装済みの電離水素の再結合放

射の他に、電離したヘリウムの再結合放射と bound-bound 遷移からの放射のうちエネルギーが水素の Lyman limit を超えるものを組み込み、電離光子を放出する天体が存在する状況下での重力収縮するガス雲に与える影響を調べた。その結果、再結合放射の有無によりガス雲の収縮に力学的な影響が発生しうることを見出した。

3. 今後の展望

平成29年度には、より多くの状況での水素・ヘリウムの再結合放射の影響を系統的に調査することを目指す。また、我々が開発した空間的に広がった光源からの輻射輸送をとく計算アルゴリズム ART 法は、ガスの再結合放射だけではなく星間ダストからの放射にも適している。今後は、星間ダストからの放射についてもこの手法を用いて数値シミュレーションを行うことを予定している。

4. 成果発表

論文：

学会発表：渡邊歩, 吉川耕司, 岡本崇

“重元素の超微細構造線を用いた中高温銀河間ガスの観測可能性について”

日本天文学会 2017 年春季年会(九州大学) 2017 年 3 月

使用計算機	使用計算機に○	配分リソース*
HA-PACS	○	
HA-PACS/TCA		
COMA		
※配分リソースについては 32node 換算時間をご記入ください。		