

P212b 慣性変化法によるマンツルの熱対流シミュレーション

竹山浩介(東京工業大学), 斎藤貴之(東京工業大学), 牧野淳一郎(理化学研究所)

地球内部のマンツル層は、熱対流をしていることがわかっている。この熱対流が、地球の熱循環や地震など、様々な現象の原動力になっている。マンツル対流のシミュレーションは、運動方程式の慣性項を無視し、また非圧縮性を仮定して陰的に解く方法が一般的である。しかし、この方法は大規模な並列計算に不利であり、また粘性の空間変化が大きい場合への対応が困難であることなどが欠点として挙げられる。そこで本研究では、マンツル内部の熱対流を陽的に計算できる方法を開発することを目的とした。

陽的に解く方法では、対流の時間スケールに対してクーラン条件により定まる時間刻み幅が非常に小さくなる。そこで、本研究では熱対流の計算時間を短縮するための「慣性変化法」を定式化した。慣性変化法はレイノルズ数が1以下の流体では、流れの性質がほとんど変わらないことに注目し、運動方程式の慣性項を実際よりも大きくする手法である。これによりクーラン条件が緩和され、また、運動量拡散にあわせた時間刻み幅を大きくすることができる。本研究では、粒子法的一种である Density Independent SPH 法を使って、マンツルの熱対流を陽的に計算するコードを開発した。

結果、レイノルズ数が非常に小さい高粘性流体において、慣性変化法によりレイノルズ数を1近くにしても、温度分布、速度分布、熱流束に大きな変化はなかった。これにより計算時間が大幅に短縮され、また陽解法にしたことで大規模な並列計算にも有利になる。