

## フーリエ展開および子午面空間差分による地球ダイナモの数値計算(2)

A numerical method for geodynamo simulations based on Fourier expansion in longitude and finite difference in meridional plane (2)

# 大石 裕介[1]; 櫻庭 中[2]; 浜野 洋三[3]

# Yusuke Oishi[1]; Ataru Sakuraba[2]; Yozo Hamano[3]

[1] 東大・理・地球惑星; [2] 東大・理・地球惑星科学; [3] 東大・理・地球惑星物理

[1] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo; [2] Dept. of Earth and Planetary Science, Univ. of Tokyo; [3] Dept. Earth & Planetary Physics, Univ. of Tokyo

地球のダイナモ作用を数値シミュレーションで再現することを目的とした研究はこれまで数多くなされてきた。それらの研究における共通の問題点は用いているパラメーターが地球のコアにおいて予想される値とかけ離れていることである。こういった値を用いた数値シミュレーションの結果が現実の地磁気に適用可能かについては確認がない。そこで、われわれは現実の地磁気の挙動を理解するために、地球コアの実際の物性値になるべく近いパラメーターを用いたダイナモモデルを構築することを目的としている。

従来、ダイナモ問題において一般的に用いられている手法はスペクトル変換法である。これはすべての変数を球面調和関数展開した上で空間微分をスペクトル空間で行い、スペクトル係数の時間発展方程式を解く手法である。この手法において最も計算時間を要するのはスペクトル変換であり、その計算量は空間 1 次元あたりの自由度 (スペクトル係数の個数) を  $N$  とおくと、 $N$  の 4 乗に比例する。実際の地球コアに近いパラメーターで計算するためには、たとえば  $N$  が 1000 を超えるような高解像度シミュレーションが必要とされる。そういった計算を実行するためにはスペクトル変換法の計算量を軽減する必要がある。そこでわれわれは経度方向に変数をフーリエ展開した上で、スペクトル係数の時間発展方程式を子午面空間差分によって解く手法を開発している。この方法であれば、スペクトル変換は FFT を用いて高速に行うことができ、計算量は  $N$  の 3 乗にさらに  $\log(N)$  を乗じたものに比例する程度ですむ。そのため  $N$  が大きいときの計算量はスペクトル変換法に比べ大幅に軽減することができ、これまでよりも高解像度の計算が可能になると考えられる。

本研究でのコード開発では、Christensen et al. (2001. PEPI. 128, 25) で提唱されたダイナモベンチマークの結果と比較することで精度の検証等をおこなった。前回の地球電磁気・地球惑星圏学会において case0 (回転球殻での熱対流) について発表した。本発表では case1 (絶縁体の内核・CMB が共に回転するダイナモ) の結果についても述べる。case0 において最も高い解像度で計算した結果では、運動エネルギー密度および、局所的な定義点でのいくつかの値ともに 1.5 %以内のずれで一致した。また、解の経度方向へのドリフト速度は約 6 %のずれであった。case1 では運動・磁気エネルギー密度、定義点での値は 3 %以内のずれで一致し、解の経度方向へのドリフト速度は約 9 %のずれであった。また、case1 の速度場、磁場のパターンは計算したあらゆる解像度において一致した。今後はコードにさらに改良を加えた後、超並列計算機による高解像度シミュレーションをおこなう。本発表ではその並列化手法についても述べる予定である。