

## 実地球環境での地球磁場・変動シミュレーション

### Simulation study on the Earth's magnetic field and its variations

# 浜野 洋三[1]

# Yozo Hamano[1]

[1] 東大・理・地球惑星物理

[1] Dept. Earth & Planetary Physics, Univ. of Tokyo

地球内部は大局的には岩石圏であるマントルと金属鉄を主成分とするコアの2層構造を持ち、誕生初期に高温であった地球の冷却過程に伴う対流運動が、地球表面で見られる地震、火山、地球磁場変動、等の様々な地球現象を生じている。固体地球科学の目的はこうした複雑な地球内部の構造、組成及び状態を明らかにし、そこで生起する様々な時間・空間スケールの物理・化学プロセスを解明し、さらにその将来の発展を予測することにある。

地球の電磁環境は、地球中心部の流体核における対流運動が地球磁場を生成維持し、地球外から進入してくる有害な宇宙線が地表に到達するのを妨げている。一方、この高層電離圏での活動は電磁場変動を生じ、それによって地球内部には誘導電流が流される。地球内部に流される誘導電流は地球内部の電気伝導度分布に依存することから、地表で観測される電磁場変動を使って、マントルの電磁気構造の探査される。地球内部の電磁気構造はマントルの状態(温度、部分熔融)、組成を明らかにし、マントル活動の実態解明に役立つものである。

このような地球電磁気プロセスに関して、地球シミュレータを用いた大規模シミュレーションが必要とされる課題は、(1)地球流体核における磁場生成過程(ダイナモプロセス)の大規模シミュレーションによって、地球磁場生成の実態解明。(2)複雑な3次元構造を持つ地球内部の電磁気構造を探査し地球内部のマントル活動解明をめざして、電磁場変動源である電離圏での電磁プロセスを把握し、地球内部の複雑な3次元電磁気構造を探査するため、3次元電磁気構造をもつ地球における電磁感応プロセスの大規模シミュレーション、の二つにまとめられる。

1990年代後半から始まったMHDダイナモシミュレーション研究により、コアにおける地球磁場生成過程に関する知見は深まった。これらのシミュレーション研究により流体核において対流運動によって実際に磁場の生成維持が可能であることが確かめられるとともに、生成される磁場が地球磁場と同様に双極子磁場が卓越することも示された。しかしながら、これまでのシミュレーション研究では計算機の制約から、地球のコアでの物性(特に粘性係数)を忠実に再現することは困難であり、実際の地球と比較すると低レイリー数、高エクマン数の領域での計算にとどまっている。粘性の大きさを示す無次元数であるエクマン数にすればおよそ $10^{-5}$ がそれ以上の研究が主体であった。しかし、実際の地球のエクマン数は $10^{-9}$ がそれ以下であると考えられており、これまでのシミュレーション研究においては、真にコアで起こっている低粘性の電磁流体運動が再現されているとは思われない。地球シミュレータを利用することにより1~2桁エクマン数を下げることが可能となり、低粘性での電磁流体の運動が、より地球に近い状況で再現することが可能となり、地球コアでの磁場生成プロセスの実態に迫れることが期待される。

一方、3次元電磁気構造を持つ地球の電磁感応プロセスの定式化はこの数年間に極めて活発化した分野であり、周波数空間及び時間空間での様々なFORWARD MODELの計算手法が開発され、計算が行われている。しかし、表層の海陸分布による複雑な電気伝導度の不均質分布による影響を取り入れ、より深部の電気伝導度構造を探査するためには、これらの手法による計算にはすべて大規模な数値計算を必要とする。観測される磁場変動からInversionを行って地球内部の3次元構造を推定するためには、forward計算の多くの回数の反復計算を必要とするものであり、従来の計算機パワーでは困難がともなうため、いまだグローバルな3次元構造の探査には至っていない。地球シミュレータにより解像度の高いforward計算の計算時間を短縮し、多数回の反復計算を行うことが可能となり、3次元的なマントルの電磁気構造が明らかとなることが期待される。