

### 3次元ダイナモシミュレーション：モデル間の類似と相違

## Three-dimensional self-consistent dynamo simulation: Similarities and differences among the models

# 河野 長[1]

# Masaru Kono[1]

[1] 岡山大固地研

[1] Inst. for Study of Earth's Interior, Okayama Univ.

1995年に最初の3次元無矛盾ダイナモモデルが発表されて以来7つのグループから結果が発表されている。これらのモデルでは、境界条件や無次元パラメーターの値、更には基礎方程式までさまざまに異なっており、結果の相互の比較はそう単純ではない。しかし、これらの結果が多く重要な内容を含んでいる事は確かであり、各モデルを調べ地球磁場の起源について理解を深めたい。検討の結果、基本的に2組に分けられることが分かった。すなわち Glatzmaier and Roberts は残りのものに比べて数桁エネルギーが高い状態を扱っている。しかしこの点を除けば、モデル間のさまざまな違いにもかかわらずむしろよく似た点が多いという結論になった。

1995年に最初の3次元無矛盾ダイナモモデルが発表されて以来、これまでに7つのグループからシミュレーション結果が発表されている。具体的には、(1) Kageyama and Sato (1995), (2) Glatzmaier and Roberts (1995), (3) Glatzmaier and Roberts (1996), (4) Kuang and Bloxham (1997), (5) Kitauchi and Kida (1998), (6) Christensen, Olson, and Glatzmaier (1998), (7) Sakuraba and Kono (1999) の各グループである。(1)と(2)は、著者は同じだが、扱っているモデルがブシネスク近似と非弾性近似で全く異なっている。これらのモデルでは、境界条件や無次元パラメーターの値、更には基礎方程式までさまざまに異なっており、結果の相互の比較はそう単純なことではない。しかし、これらのシミュレーション結果が多く重要な内容を含んでいる事は確かであり、各モデル間の相違や似ている点を調べ、地球磁場の起源について理解を深めたい。

この目的を果たすために以下のようにして各モデルの結果を調べた。(1)無次元数の定義を統一する。(2)基礎方程式の違いを検討する。(3)各モデルのふるまいについて、共通する点と異なっている点を明らかにする。(4)こうした類似と相違を引き起こす物理的原因を考察する。(1)は、特にレーリー数が定義の違いで何桁も値が変わることを防ぐために必要である。

以上の検討の結果、上記のグループは基本的に2組に分けられることが分かった。すなわち Glatzmaier and Roberts (1),(2)は残りの(3)-(7)に比べて数桁エネルギーが高い状態を扱っている。この結果、前者では流体運動、ダイナモ作用とも内核に接する円筒 (tangent cylinder) の中で活発であるのに対し、後者ではこの円筒の外側にテーラーコラム状の対流セルが並び、基本的には熱輸送もダイナモ作用も全てこれらのセルによって行われ、円筒内は不活発である。しかしこの点を除けば、モデル間のさまざまな違いにもかかわらずむしろよく似た点が多いという結論になった。すなわち、生成される磁場は基本的には双極子が卓越しており、コアの表面では対流セルの端点に相当する位置で集中した磁束 (flux patch) が見られる。このように類似点が多い理由は扱っている状態が基準状態からあまりはなれていないためである。つまり非弾性近似を用いても、あるいは圧縮性流体として扱っても、解く方程式は基準状態からのずれ(擾乱)であり、その量があまり大きくない範囲ではブシネスク近似の場合と比べて大きな差は出な

い。したがって、これらのモデルに共通する性質は、地球磁場の起源に重要な示唆を与えている可能性がある。今後はこうした性質を抽出し、観測されている性質と比較することが重要である。