

地磁気ダイナモとコアーマントル相互作用

Geodynamo and the core-mantle interaction

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

地球の磁場の主要成分は地球中心部の流体コアで生成維持されている。この地球磁場は地球の歴史のほとんどの期間にわたって現在と同じ程度の強度を持ち、地球の自転軸方向の軸双極子が卓越しているという磁場の形も長期間安定したものである。一方では、地球の歴史に比べると短い時間間隔（最近では100万年間に5回程程度の頻度）で磁場は逆転をくりかえしている。この地球磁場の逆転が周期的でなく不規則に起こっていることも磁場不安定性の特徴としてあげられる。コアは周囲を熱容量の大きなマントルで囲まれ、その原動力となるエネルギー源はマントルの活動に伴う冷却過程なので、コアでの磁場の生成維持はマントルの活動が支配していると考えられる。一方、磁場の逆転をはじめとする磁場変動の原因については、コア内のダイナモ作用に固有の内的要因によるものか、マントル等の外的要因によるものかは、まだ確定していない。本講演では地磁気ダイナモに関する最近の研究をレビューし、特にマントルとコアの相互作用が地磁気ダイナモに対してどのような影響を与えているかについての検討を行う。

最近行われるようになったダイナモシミュレーションモデルの計算では、物性的には特に粘性力とコリオリ力の比をあらゆるエクマン数等が実際の地球とはほど遠いものであるにも関わらず、一様な流体核においてダイナモ作用によって自発的な磁場が生成維持されることが示されたこと、及びコア内での流れ場が大きく異なっても、コアの外側では同じような双極子磁場が卓越した磁場が生成されることを示したことが、重要な成果である。粘性係数を短波長で大きくして小さいスケールを抑えてエクマン数を小さくしたシミュレーションでは、磁場が逆転するモデルも得られている。

コアとマントルの相互作用を示す観測的な証拠としては、局所的には不規則に起こっている磁場逆転の頻度が、1億年という時間スケールではゆっくりと規則的に変動していることである。コアの活動に関わる時間スケールは長くとも数10万年と考えられるので、1億年という時間スケールはマントルの活動で決まっていると考えられる。また、磁場逆転の際の仮想地磁気極（VG P）の通る軌跡が、マントルに固定した特定の場所を通っている可能性があることが示唆されていること、及び現在の磁場の非双極子成分による磁気異常の停滞成分が、長期にわたってマントルに対して同じ場所に留まっていることも、マントルとコアの相互作用の証拠とされている。

コアの活動に直接影響を与えるのはコアとマントルの境界を通してであると考えられる。マントル最下部は地震学の観測によって、水平方向の不均質が大きな場所として知られている。その場所はD''層と呼ばれているが、D''層の厚さは場所によって変化し、地震波速度の不均質も数%と大きい。この不均質の原因は温度の不均質だけで説明するのは困難であり、マントル最下部を構成する岩石の物質、組成の違いも必要とされる。この不均質構造によるコアへの影響としては、境界の熱的な不均質、コアーマントル境界の凸凹、電気伝導度の不均質が考えられる。境界の凸凹がコアの流れ場に与える影響は、比較的に短期の磁場変動を引き起こす原因と考えられている。熱的な不均質は重要と考えられ、室内実験、数値シミュレーション、解析的手法によって多くの研究が行われている。熱的な不均質の影響はダイナモシミュレーションモデルにも取り入れられているが、現在までのところ、上に述べた観測的な事実を説明するには至っていない。D''層の電磁気的な不均質構造のコアの活動に対する影響は最近調べられるようになってきたばかりであるが、今後の進展が期待される分野であり、上記の証拠を説明可能かどうかの検討を行う。