

コア起源磁場の真の姿

True magnetic field at the core surface

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

昨年秋の電磁気学会の発表では、マントル最下部の電気伝導度に水平方向不均質がある場合に、コア表面の軸対称なトロイダル磁場に伴ってコアからマントルに流れ込む漏れ電流が、地球表面で観測可能なポロイダル磁場を生成することを、新たに導出された不均質電磁気構造中の電磁場変動を記述する方程式を時間積分することにより示した。さらに、実際に地表で観測される非双極子磁場の空間分布を再現する、コア表面の軸対称トロイダル磁場の緯度分布を見出した。しかし、その際には電気伝導度不均質の分布としては、地震波速度構造のパターンをそのまま用いていることから、地球磁場の非双極子磁場のかなりの部分がD”層で作られている可能性を指摘するにとどまっていた。

上記の計算からは、マントル最下部の薄い層が上側のマントルに比べて電気伝導度が高いことによって、漏れ電流はほぼこの層内に限られ、またトロイダル磁場は、層内で急激に減少し、層の上面でほぼ消え去ることがわかった。このように電流系が薄い層の中に閉じこめられている場合には、この層内で作られる定常的なポロイダル磁場は、コア表層のトロイダル磁場と層内の電気伝導度不均質（水平方向の微分）によって解析的に記述される。一方、地表で観測される磁場からこのマントル最下部層内の電流系及びポロイダル磁場を直接計算することが可能である。本研究では、この関係式をもちいることにより、マントル最下部の薄い層で生成される磁場が地表で観測される地球磁場の非双極子磁場を出来るだけ良く近似するという条件を用いて、観測される磁場からこの層の電気伝導度不均質構造の直接推定を行った。本研究では、簡単なトロイダル磁場から出発して、上記の条件を満たす電気伝導度構造を最小自乗法により推定した。求められた電気伝導度構造は、地震波速度構造との類似を示す。特に環太平洋と太平洋を含む半球でよい一致を示す。前回の結果と合わせると、非双極子磁場のかなりの部分が、マントル最下部の層内で作られていることが立証されたと考えられる。

このインバージョンによって、地表で観測される磁場から、マントル最下部で生成される磁場を抽出すると共に、その残渣としてコア起源のポロイダル磁場を分離することが出来る。求められたマントル起源の磁場は、双極子成分は小さく、四重極子磁場は観測される磁場とは異なり、また軸対称磁場の生成効率は低いが、コア表面での3次以上の非軸対称磁場の70%程度を説明するものである。この磁場の鉛直成分の分布をみると、太平洋半球で顕著に見られ、非双極子磁場の停滞成分とされてきたものがすべて含まれている。これらの停滞性磁場成分に関しては、マントルの熱的不均質構造がコアの流体運動に影響を与えている証拠とされ、実験的にも、数値シミュレーションでも、また解析的な研究においても多く研究されてきたが、実際に観測される長期にわたる安定性は説明されていない。本研究に述べるメカニズムによって、これらの磁気異常と地震波速度構造との相似性を説明すると共に、その長期にわたる安定性についても根拠を与えることができる。コア起源の磁場については、双極子、ガウス係数のH₂₁成分、及び軸対称磁場が卓越する。さらに今回推定されたトロイダル磁場は、T₂₀成分が卓越し、ほぼ赤道半対称である。これらのコア表面でのポロイダル磁場とトロイダル磁場は、コアのダイナモ過程を考えるうえで重要な情報を与えるものである。