

地磁気の直接観測による地球中心核モデリング：外核表面におけるトロイダル磁場分布

Modelling the Earth's core from geomagnetic observations: toroidal magnetic field near the core surface

浅利 晴紀^{1*}

Seiki Asari^{1*}

¹ ドイツ・ポツダム大学

¹ University of Potsdam, Germany

本研究の主題は、人工衛星を用いた地磁気の直接観測による中心核の構造およびダイナミクスの解明である。本発表では、外核表面でのトロイダル磁場分布の推定について報告する。トロイダル磁場は、核内部で卓越し、球殻ダイナモにおいて重要な役割を果たし得る。従って、地球ダイナモを含む核のダイナミクスを理解する上で、その分布を知ることが望ましい。しかし、トロイダル磁場は、地球表面（およびその上）では直接観測されない。そのため地球深部におけるトロイダル磁場の分布は、ポロイダル磁場のように単純な下方接続によって推定することができない。

今回の推定では、電磁流体の力学理論を観測に組み合わせる方法を考案し実施する。主磁場の永年変動モデルから外核表面の流体の流れを逆推定する手法は、既に確立されている。そこで、この逆推定の際に「磁衡流平衡」を制約として仮定し (Asari & Lesur, 2011)、得られた磁衡流モデルからローレンツ力の水平成分の分布を計算する。ローレンツ力からは、外核表面におけるポロイダル電流の水平成分が導かれる。これを核-マントル境界での境界条件とし、マントル内で誘導方程式を解くことにより、核表面におけるトロイダル磁場の分布を求める。

上記の手順は、関連するパラメータを球面調和関数で展開することにより、全てスペクトル領域で行われる。主磁場モデルには、人工衛星 CHAMP の観測データに基づいた GRIMM2 (2000.0年-2010.0年) を使う。導かれるトロイダル磁場には不確定性が伴う。流れのモデル推定に任意性があるためである。そこで、磁衡流モデルを連続的に地衡流へと近づけようとして制約を変化させながら、様々なトロイダル磁場分布を推定することにする。

推定されたポロイダル電流分布は、別に行われた数値ダイナモ実験の結果との比較により評価される。これは、電流に関して他に先験的情報が殆ど無いためである。両者に特徴的な類似性が見られるのは、磁衡流モデルが地衡流にある程度近づけられた際である。このときポロイダル電流は、地衡性の弱い低緯度に集中し、地理赤道に並行に伸びた収束/発散を持つ。一方、磁衡性の強い磁衡流モデルは却下される。高緯度にも目立った電流が存在し、数値実験と共通した電流分布の特徴が見られない。採用された磁衡流モデルに伴うトロイダル磁場は、低緯度で方位角成分に強い磁束を持つような分布となる。これは、外核表面付近の上昇流のシナリオとも一貫する。すなわち、核-マントル境界におけるポロイダル磁場が大西洋半球の赤道域で特に強いのは、トロイダル磁場が同地域の上昇流により歪められ核表面から出現することに依る、というものである。

キーワード: 地球中心核, ダイナモ, 地球磁場, 人工衛星磁場観測, 外核の流れ, 逆推定

Keywords: core, dynamo, geomagnetic field, satellite magnetic observation, core flow, inversion