

論文審査の結果の要旨

氏名 浅利 晴紀

本論文は、地表で観測される数 10 年の時間スケールの磁場変動からコア表面の流れ場を推定する手法に関して、詳細かつ厳密な吟味を行なうことによって、コア表面流推定の限界を明らかにし、従来の解析によって得られているコア表面流の多様性の原因を解明している。さらに、コア表面流の推定に、地球自転速度変動の観測から求められる、地球内部のコアとマントル間の角運動量交換の様子を制限条件として加えることによって、コア表面流推定の精度を原理的に可能な範囲内で向上させると共に、コアとマントルのカップリングの実態を明らかにすることを目指している。コア全体の角運動量を計算するために、コア内部の流体運動の速度場として、自転軸を中心とする同心円筒群の剛体的な回転を想定していることは、コア内において地球の自転に伴うコリオリ力が卓越し、粘性力が極めて小さいと考えられることと調和的であり、妥当な仮定と考えられる。

本論文は 6 章から構成される。第 1 章はイントロダクションであり、これまでのコア表面流の研究と地球自転速度変動と磁場変動との係わりについての研究を整理し、本研究の動機づけを行なっている。第 2 章では、コアとマントルのカップリングについて地形トルクを仮定し、磁場変動からコア表面流の推定を行なう際に、地表での磁場変動測定に伴う誤差が、推定されるコア表面流にどの程度の不確実性を生じるかを厳密に評価している。コア表面流の推定には、このような観測誤差に加えて、この手法に伴って原理的に不確定となる部分が存在する。第 3 章では、この不確定な部分を実際の磁場変動の解析に基づいて具体的に提示している。第 2 章及び第 3 章の解析によって、従来推定されているコア表面流の多様性の原因が解明された。第 4 章では、コアとマントルのカップリングの原因として、電磁気的な相互作用を考え、磁場変動と自転速度変動を同時に説明できるコア表面流とその不確実性を定量的に見積もっている。この解析によって、電磁気的なトルクによって、磁場変動と自転速度変動を満足する表面流とその時間変動が存在することが示されたが、コア内に仮定した同心円筒間の相対的な短周期の変動は、電磁結合のみによっては説明出来ないことが明らかとなった。この結果からは、地球のコアとマントルの結合のメカニズムとして、電磁トルクのみが働いているのではなく、別の結合メカニズムが必要であるという重要な結論が導かれる。続いて第 5 章ではコアとマントル

のカップリングとして、第 2 章と同様にコア-マントル境界の凸凹による地形結合を考えて解析を行い、磁場変動と自転速度変動の両者を満足するコア表面流に伴うコアとマントルの相互作用の変動を求めている。地形結合を考えた場合には、その結合が強く短い周期の変動も引き起こすことが可能であるために、コア表面流は自転速度変動を説明することに加えて、コア内に想定した円筒間のカップリングも説明することが出来る。このことは、実際の地球においてコアとマントルの相互作用のメカニズムとして、コア表面の凸凹に伴う地形結合が重要な役割を果たしていることを示唆するものである。最後の第 6 章では以上述べてきた第 2 章から第 5 章までの解析で得られた成果を簡潔にまとめている。

コアのダイナミクス、特にコア内の流体の運動については、直接観測は不可能であり、本論文で扱っている磁場変動からコアの表面流を推定することが、殆ど唯一に近い観測的な方法である。本論文は、地球表面で観測される磁場変動からコア表面流を推定する研究において、従来さまざまなモデルが提案されていた状況を整理し、本質的な不確定性とコア表面流推定の限界を明らかにすることによって、この手法について総括的な評価を与えるとともに、コアとマントルのカップリングによる角運動量交換によって自転速度変動が生じている、という制限条件を導入することによって、コア表面流の推定に加えて、コアとマントルのカップリングのメカニズムについても知見を得たものである。これらの方法を適用するにあたって、新たに厳密な定式化を行い、定量的に意味のある結果を得ていることも評価できる。本論文は、今後のコア表面流の推定からコアのダイナミクスを検討する上で、重要な基礎を与えるものであり、この分野の研究において重要な寄与をなす論文である。

なお、本論文第 2 章については、清水久芳・歌田久司との共同研究であるが、論文提出者が主体となって定式化・解析を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

以上の理由より、博士（理学）の学位を授与できると認める。