

## 審査の結果の要旨

氏名 吉村 由多加

地磁気は、外核において液体鉄が対流することにより電磁石の要領で発生する。本研究は、地磁気の基本的性質の一つである地磁気強度の長期的な変動の理解を目指す。地磁気強度の情報は、地磁気生成・変動メカニズムを解明する上で必須である。また、地磁気によるシールド効果により、地球環境は太陽風による大気の剥ぎ取りや高エネルギー銀河宇宙線の入射等から保護されている。従って、過去の地磁気変動を知ることが、地球環境のより良い理解にも貢献する。本論文は、以下の5つの章からなる。

第1章では、約3000万年前の古地磁気強度の平均と変動の研究を行う背景や意義と、論文の全体構成が述べられている。数千万年スケールでの古地磁気強度変動と、その地磁気逆転頻度と関係、古地磁気強度の推定手法や試料として用いる物質、平均的地磁気強度を求める際に必要となる、永年変動を平均化するために求められる強度データの個数について、既往研究を概観し、未解決の問題とそれに対する本論文の目的・位置づけが記されている。

第2章では、約3000万年前の絶対古地磁気強度の変動および平均値について議論している。絶対古地磁気強度の推定実験には、エチオピアに存在するアフリカ・アラビア巨大火成岩岩石区の連続的溶岩シーケンスから採取された試料を用いた。古地磁気強度推定には、綱川・ショー法を用いた。この手法は、テリエ法で問題になっていた過大見積もりや加熱による試料の変質を防ぎ得る点で注目されている。加熱に対する安定性や磁性鉱物の粒径の分析を行い、データの信頼性の評価を行った。統計的基準に基づき、精度の高い溶岩流平均のみを選別した結果、平均地磁気双極子モーメントは、 $4.2 \pm 2.1$  ( $\times 10^{22} \text{Am}^2$ ) となった。これは現在の約55%であり、先行研究で議論的となっていた過去2億年間の中央値を支持する。また、本研究と同じ手法で推定された、過去約8000万年にわたる5つの平均地磁気双極子モーメントは、概ね一致した。これは数千万年スケールにおいて地磁気強度の平均が一定である可能性を示しており、地磁気強度の基本的性質の理解につながる重要な成果である。

第3章では、約3000万年前の相対古地磁気強度の変動について議論している。加熱を伴わず推定できるので、加熱による変質のために第2章で絶対古地磁気強度を推定できなかった溶岩流においても、玄武岩試料から相対古地磁気強度を推定することができた。最下部の磁極期について、第2章の絶対古地磁気強度よりも詳細な地磁気強度の永年変動を復元することができた。既往研究による地磁気クロン C11r における深海堆積物由来の相対古地磁気強度変動を本研究の結果と比較したところ、強度の増減パターンが良く一致した。火山岩と堆積物による記録をつなぐ、古地磁気強度による対比は世界で初めての例である。

第4章では、地磁気強度の永年変動を平均化するために必要な強度データの個数と、実際に用

いた個数により平均値がどのくらいの確率で正確なのかについて議論している。先行研究では、永年変動を平均するためには 25 枚以上の溶岩流を用いる必要があるとされていた。本研究では、解像度の高い古地磁気強度変動曲線とされている PISO-1500 の過去 78 万年間の部分が、真の地磁気強度変動を表していると仮定して、モンテカルロ法を適用した。ランダム抽出した強度データの平均値が PISO-1500 の平均値の±10%の範囲に含まれる確率を正解の指標とし、100 万回繰り返し試行することで正解する確率を計算した。その結果から、正確性を示す確率は平均に用いた強度データの個数の関数で表せることを導いた。これは新しい発想による表現手法である。得られた確率関数によって、第 2 章と先行研究で得られた過去 1 億 3000 万年間の地磁気双極子モーメントのデータに重み付けを行ったところ、地磁気強度は数千万年にわたって一定値のまわりを変動していたことが示唆された。

第 5 章では第 2～4 章で得られた知見をまとめるとともに、今後の研究の展望を述べている。全体を通して本論文は、約 3000 万年前の古地磁気強度に関して、豊富なデータに基づいて信頼性の高い結論を導くとともに、長期的な古地磁気強度変動について、斬新なアイデアに基づく解釈を加えた、意欲的なものである。本研究で得られた知見は、地磁気強度変動の理解に重要な進展をもたらすものであるとともに、今後の古地磁気強度推定の研究指針としても有用であると考えられ、新規性・発展性が十分に認められる。

なお、本論文第 2 章、第 3 章は山崎俊嗣、山本裕二、Hyeon-Seon Ahn, Tesfaye Kidane, 乙藤洋一郎との共同研究であるが、論文提出者が測定から解釈まで主体的に行ったものであり、論文提出者の寄与が充分であると判断される。

よって本論文は博士（環境学）の学位請求論文として合格と認められる。

以上 2017 字