

論文審査の結果の要旨

氏名 畠山唯達

地球磁場とその変動の研究は地球中心核（コア）のダイナミクスを理解する上で非常に重要である。地球磁場は地球の歴史の初期である40億年前から存在していたと考えられているが、過去の磁場変動を解析する上で問題となるのは、グローバルな磁場分布の時間変化を連続的に調べることができるのは、装置による観測がある最近数100年間に限られていることである。それ以前の長い時代の磁場変動は、岩石に記録された過去の地球磁場の化石を調べる古地磁気学の方法によって調べられる。古地磁気データは一般に時間精度が磁場変動の時間スケールに比べて粗いために、磁場変動について調べられる性質も統計的な量であり、過去の磁場変動の重要な指標となるのは、長期間平均して得られる定常的な“平均地球磁場”と、変動する磁場の時間変動の振幅（“古地磁気永年変化”とよばれる）の二つである。従来の研究ではこれらの平均地球磁場と古地磁気永年変化は、それぞれ別々に解析されてきた。本研究では、地球磁場の長期的な変動を統一的に理解するために、平均地球磁場と永年変化を同時に解析することにより、古地球磁場の変動に関して信頼できるモデルを提出することができた。

本論文は4章から構成され、主要な部分を占める2章と3章ではそれぞれ、磁場永年変化が平均地球磁場へ与える影響、及び平均磁場と永年変化の同時解析法とそれに基づく最近5百万年間の磁場に関する解析結果、が詳細に述べられている。第1章は序論であり、本研究の動機となった古地磁気研究の歴史と現状、特に平均地球磁場及び地磁気永年変化についての研究について詳しく述べられている。第2章では古地磁気測定から推定される平均磁場方向への古地磁気永年変化の影響について、本研究で行った数値実験による解析結果が述べられる。古地磁気データは、過去の地球磁場の方向についての情報が主なものであり、地球磁場強度については磁場方向に比べるとデータ量が少なく精度も劣るためにグローバルな磁場変動の統計的な解析には適していない。グローバルな磁場変動を表すには磁気ポテンシャルの球関数展開の展開係数であるガウス係数を用いるのが最も有効な方法である。しかし、磁場方向データのみからガウス係数を求めるとする場合、ガウス係数の絶対値は決定できず相対的な値しか求められないだけでなく、地磁気永年変化がある場合には、観測データから求められるガウス係数の期待値は、真の平均値から系統的なずれを生じる。本研究では古地磁気永年変化モデルとして、それぞれのガウス係数が平均値の

まわりに正規分布して独立に変動するというモデルを採用し、これらのガウス係数の平均値から求めた磁場の平均方位と、各地点で求めた磁場の平均方向とのずれの量を、モンテカルロ法による数値シミュレーションと解析的な方法によって推定した。このずれの量は中緯度で最大となり、その大きさは数度程度となっている。このずれは、観測データから平均的な磁場を求めるときには、地軸双極子以外の量を作り出してしまうので、解析に際しては考慮すべき量である。

第3章では、第2章での結果に基づき、平均地球磁場と古地磁気永年変化の大きさを、同時に矛盾なく求めるための新しい方法を考案し、その方法を最近500万年間の古地磁気データに適用している。この平均地球磁場と古地磁気永年変化の同時インバージョンでは逐次的な方法が用いられる。古地磁気永年変化の大きさの初期モデルを仮定して、それを用いて古地磁気データの平均から平均地球磁場を求め、次にその平均磁場を基本場として用いてデータの分散から永年変化を求めるという方法である。本研究ではこの新しい方法により、過去5百万年間の火山岩による古地磁気データを用い、信頼できる過去の平均磁場及び永年変化を求めることができた。平均磁場についてはこれまでのモデルに比べて、空間精度の高い結果が得られている。また、今回得られた平均地球磁場モデルでは、正磁極期及び逆磁極期のいずれにおいても地軸双極子 g_{10} の次に顕著な成分は地軸4重極子 g_{20} であることを見出した。古地磁気永年変化については、地軸双極子 g_{10} の変動は小さく、 g_{21} 、 h_{21} 成分の変動が顕著であるという結果が得られた。この結果は磁場と磁場変動の成因に重要な示唆を与えるものである。第4章はまとめの章であり、2章及び3章の結果が簡潔にまとめられている。

以上述べてきたように、本論文は古地磁気データを用いて過去5百万年の磁場変動の様相について、平均的な地球磁場及び古地磁気永年変化の新しいモデルを提出しており、過去の磁場変動の研究に重要な寄与をなすものである。よって、審査委員一同は、論文提出者に対し、博士（理学）の学位を授与できると認める。