

氏名	ふじ 藤	わら 原	さとし 智
学位(専攻分野)	博士(理学)		
学位記番号	論理博第1333号		
学位授与の日付	平成10年3月23日		
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当		
学位論文題目	Study on geomagnetic transfer functions of Japan islands (日本列島の地磁気変換関数の研究)		

論文調査委員 (主査) 教授 住友則彦 教授 尾池和夫 教授 荒木 徹

### 論文内容の要旨

地球磁場の変化の中で、サブストームに伴うような地球外部に原因を持つ周期数分～数10分の変化には、日本周辺のような中低緯度地方では鉛直成分はほとんど含まれず、水平成分の変化が卓越する。しかし、この磁場変化によって、地球内部に電磁誘導の法則に従って電流が誘導され、結果として鉛直成分を含む2次的な磁場が発生する。この磁場の強さは地球内部の電気伝導度構造に強く依存する。この様な内外磁場の関係は、外部磁場を入力とし内部磁場を出力とする線形式で表され、係数は地磁気変換関数と呼ばれる。変換関数は大地の電気伝導度についての情報を持っているので、これを求めることは地下の電気伝導度構造の推定に有力な手法になる。

申請者は本論文において、主に、わが国における一等磁気測量に付随した地磁気3成分連続観測を利用して、地磁気変換関数の地理的分布と時間変化について論じている。

従来のこの分野の研究では、鉛直成分の地域異常に注目した研究が多かったが、申請者は、地磁気変換関数を一般化し拡張することにより、これまでほとんど得られていなかった水平成分間の地磁気変換関数も求めるとともに、その新しい表示方法を提案した。また、地磁気変換関数の精度を上げるため、調査対象地域から遠く離れた参照観測点のデータを利用する解析手法を採用し、変換関数の精度に詳しい検討を加えている。今回得られた日本全国の地磁気変換関数は、(a)地理的に日本全国にむらなく求められていること、(b)観測機器、解析手法が統一されており、かつ高精度であることが検証されていること、(c)各観測点で真北、偏角の絶対測定が行われているので、分布を地理座標で統一して表現できるなどの点で従来に比べて格段の進歩がみられ、日本列島地域での地磁気変換関数の標準分布となるものである。

日本の様に周囲が海で囲まれているところでは、求められた地磁気変換関数は、通常、高い電気伝導度をもつ海水の影響を受ける。本論文では、日本周辺の海の精密な深さを取り入れた海水への電磁誘導の数値モデルを作成し、海水の効果を計算し補正している。この結果、鉛直成分の地磁気変換関数の異常は全国的にかなり小さくなった。しかし、石狩平野、関東平野などの大規模な平野では高電気伝導度をもつ堆積層を流れる電流の影響が残ることが明らかとなった。

また、水平成分の地磁気変換関数の研究では独自の異常表現方法を考案し、鉛直成分の変換関数が電気伝導度構造の水平方向のコントラストに敏感であることに対して、水平成分の変換関数は観測点直下を流れる電流密度の大小と方向に支配されること、さらに海水より受ける影響は鉛直成分ほど大きくはないことを明らかにした。また、離島や半島では、短周期ほど海側へ迂回して流れる電流が大きいことの明確な表現にも成功している。

次に申請者は、関東平野の堆積層と海水の影響を考慮してもなお、伊豆半島南部から関東平野西部にかけて大規模な地磁気変換関数の異常が見られること、中部日本を南東―北西方向に流れる電流が存在することを示唆する異常を見いだしている。この解釈として、フィリピン海プレートが伊豆半島周辺で陸域の東側に食い込む形になっていることから、従来から指摘されているフィリピン海プレートの電気伝導度の高い上面を流れる電流が伊豆半島南部から関東平野に集中して流れ込むと共に、さらに同様な電流が、中部日本の下部を通り日本海に抜けていることの可能性を新しく指摘した。

申請者は、また、数年にわたる国内観測所のデータを用いて、地磁気変換関数の時間変化の詳細な特性を調べている。こ

れによれば、地磁気変換関数は外部磁場の影響を受けるために全国に共通な季節変化が生じるが、このほかに、周期10分以下の地磁気変換関数に異常な変化がしばしば見られることを見いだした。しかし、この異常変化のほとんどは、定常的な人工ノイズが大きい観測点に見られ、これらは外部磁場の擾乱と人工ノイズの比の大小に依存する見かけ上の変化にすぎないことを突き止めている。しかし、参照観測点を使用することによって、これらノイズの軽減が可能であることも示している。さらに、この解析手法を使用して、北海道南西沖地震に関連すると思われる変換関数の異常変化も検出している。また、この変化が真に震源域における地震に伴う電気伝導度の変化によるものであるかどうかを見るため、数値シミュレーションを行うことから、観測された地磁気変換関数の変化は定量的にもあり得る変化であることを示している。

参考論文10篇は、地球内部の構造を地表で観測される様々な物理量から明らかにするための様々な手法を用いた研究成果を論じたものであり、いずれも申請者の活発な研究活動を示している。

## 論文審査の結果の要旨

地殻の電気伝導度構造とその変化を明らかにすることは、地殻のテクトニクスや地殻の活動を知る上で重要な研究課題の一つである。申請者は広くわが国における均質なデータを用い、地磁気変換関数の地理的分布と時間変化の特性について研究を行った。また、一部地震活動との関係も明らかにしている。

第一に、申請者自身が担当した国土地理院の全国一等磁気測量で副次的に得られている地磁気3成分の連続観測データに着目し、磁気測量本来の目的とは異なった蓄積された膨大なデータの有効な利用を考えだし、日本各地の地磁気変換関数の導出を試みた事は高く評価される。比較的観測時間の短いデータからでも精度良く地磁気変換関数を得る手法を開発することで、128分以下の短い周期の地磁気変換関数を各点において同一の手法で高精度に求めている。

申請者は、従来からの鉛直成分の地磁気変換関数に加え、地磁気変換関数を一般化することで、これまで、ごく一部しか求められていなかった水平成分の地磁気変換関数を求めた。前者が一般には比較的広域且つ水平方向の電気伝導構造を反映する事に対して、後者の水平成分の地磁気変換関数は、観測点直下の電流の存在に敏感であるので、地磁気観測から新たな情報を引き出すことに成功したと言える。また、水平成分の地磁気変換関数の表示方法にも工夫を加え、地下の電流系を容易に把握できるようにした事は高く評価される。

一方、申請者は日本列島周辺で地磁気変換関数にもっとも影響を与えている海水の影響を数値モデルシミュレーションによって除去している。海水の影響は従来から議論の有るところであったが、今回の精密な計算結果による補正で、地下の電気伝導度、電流の異常の原因に大きく迫ることができるようになった。鉛直成分と水平成分の変換関数の情報を組み合わせで、今まで得られなかった日本列島内の地磁気誘導電流の詳細が得られている。特に、フィリピン海プレート上面の高電気伝導度層を伝って流れる伝導電流が伊豆半島—中部日本—日本海へと流れることを示唆したことは画期的であり、申請者の手法の利点が大いに生かされた成果である。近年、地下の電気伝導度構造解析のためにMT法（地磁気・地電流法）が盛んに行われているが、日本列島内の複数の場所で、大規模な伝導電流の存在が認められたので、これらによる電磁場のゆがみをあらかじめ考慮した解析が必要且つ重要であり、申請者が得た日本全国の地磁気変換関数の分布は、この目的のために標準場を与えたという点が最も評価される。

第二に、申請者は地磁気変換関数の時間変化の研究を行っている。地磁気変換関数の時間変化と地殻活動との関連は地震予知や火山噴火予知等の観点から社会的にも重要な研究であり、従来から数多くの研究がなされてきた。申請者は国内の地磁気観測所及び地磁気連続観測点計8カ所のデータを用い、地磁気変換関数の時間変化の特性を詳しく調べている。地磁気活動の季節変化の影響が、人工的なノイズ強度との関連で、変換関数の見かけ上の変化として系統的に入り込む現象を見い出しており、地殻活動に関連した変換関数の時間変化の抽出が容易でないことを明らかにしている。しかし、こうした現象も本論文で示された解析を行えば、見かけ上の変化として有る程度分離が可能であることも示している。実際に、1等磁気点での繰り返し観測データから、北海道南西沖地震に関連すると思われる地磁気変換関数の時間変化を検出することに成功している。この例では、地震との関連の可能性を示したことだけにとどまっているが、今後の観測の解析手法への指針を与えたこと、さらに本論文から得られた知見を今後の観測成果へ適用出来る事を見いだしたことの価値は高い。

本研究で用いられたデータは、申請者自らが、多年にわたり、観測の計画、準備、現地における入念な測定の実施等を通

じて得られたものである。本論文はこれらデータに基づく、周到な解析から成果の解析までを独自に一貫して行った労作で、地磁気の鉛直及び水平成分間の変換関数から、地下の電気伝導度構造や地磁気誘導電流の詳細をどこまで検出することができるかに迫った研究である。解析手法と成果の両面において、今後のこの種の研究への指針と基準を与えたものである。こうした点から、本論文の地球電磁学的手法による地殻構造および地殻活動の研究への貢献はきわめて大きいと考えられる。よって、本論文は、博士（理学）の学位論文として価値があるものと認めた。

なお、平成10年2月2日、主論文および参考論文の内容とそれに関連した研究分野について口頭試問を行った結果、合格と認めた。