

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 理学 )	氏名	岡崎 智久
論文題目	Characteristics of Electrical Anisotropy in Magnetotelluric Responses (地磁気地電流法の応答関数における電気伝導度異方性の特性)		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文は、地下の電気伝導度異方性構造を扱ったもので、前半部では1次元多層構造における電磁応答関数を解析的に導出しその物理的意味を議論し、後半部では異方性の存在がその成因の候補として考え得る電磁応答の“異常位相”（異常位相は通常期待される象限から逸脱する特異な位相応答のことで、まれに観測から得られた応答関数に出現することが報告されている）現象を扱い、分類・整理を容易にする新たなダイアグラムを考案し、それを実データに適用している。</p> <p>本論文は4章構成になっているが、第1章では、過去の異方性に関わる先行研究を概説し、本論文における研究の意義を説明し、第2章では、マグネトテルリクス法（地磁気地電流法）のインピーダンステンソルの電気伝導度が等方的である場合の基礎理論を概説している。</p> <p>第3章では、まず、電気伝導度に異方性がある場合の1次元成層構造の電磁応答関数に関する先行研究を概説するとともに、これまで漸化式の形式で求められていた1次元成層構造に対する電磁応答関数に対してスケール変換をした上でテイラー展開し、2次までの展開係数を求めている。その導出過程、および、応答関数の振る舞いや0次、1次、2次の展開係数が持つ物理的意味を理論的に詳述している。さらに、2次元構造の走向判定を異方層を含む1次元成層構造に対して拡張し、本論文で導出されたインピーダンスをその判定に用いることで、虚部と実部それぞれから求められる走向に本質的な違いが存在することなど詳述している。</p> <p>第4章では、電磁応答の異常位相に関して記述し、異常位相の出現に関して、客観的に判断するために新たに提案した指標やダイアグラムの説明、実データへの適用を行っている。このダイアグラムは、周波数ごとのインピーダンスのモジュールを用い、異常位相の出現判定基準を満たす座標回転角を図化する方法である。さらに、2次元異方構造を含む数値計算を基にして、このダイアグラムで見出すことのできる異常位相出現範囲の上限・下限が、2次元の構造走向ないし異方性の軸を示していること述べている。</p> <p>さらに、この新しい判別方法を、異常位相の報告があった国内2か所での観測事例に適用し、異常位相が出現する観測点の空間分布を明らかにした。加えて、2次元異方構造で解釈する場合、その異方軸方向と2次元走向を見積もり、今後の構造解析や将来の検証に指針を与えた。</p> <p>最後の第5章では、この論文から得られた主たる結果を整理し、結論が述べられている。また、本研究の成果に基づいた展望も述べられている。</p>			

(続紙 2 )

(論文審査の結果の要旨)

異方性伝導度の1次元成層構造に対する既知の漸化式形式の電磁応答関数は、多層の場合には解析的な表現式を得ることは実質的に不可能である。そのため、ある特定のモデル構造を設定し、そのパラメータを代入し数値的に求めることしかできなかった。申請者は、任意の数の異方層を含む1次元成層構造に対する電磁応答関数をテイラー展開し、2次までの展開係数を解析的に求めることに初めて成功し、長周期での応答関数の振る舞いを調べた。その結果、応答関数の係数がすべて実数になることや、0次の係数は最下層の無限等方導体の効果を表すこと、1次の係数は各層のコンダクタンス総和を表すこと、2次の係数において初めて異方層の層順が影響することなど、その物理的意味を明らかにした。また、応答関数の実部と虚部に違いが出てくることも初めて見出した。

そして、2次元構造の走向判定を、異方層を含む1次元成層構造に対して拡張し、2次までの展開したインピーダンスをあてはめると、虚部より求められる走向は異方性層のコンダクタンスの最大方向を示すが、実部より求められる走向は、ある異方性層と最下層の電気伝導度の比がファクターに含まれるため、例えば、最下層の電導度が大きいときには、これら2つの走向の差が顕在化することなど、長周期側での重要な振る舞いを一般的な形で示した。このように長周期側での解析的な表現式を得たことにより、漸化式を数値的に用いたモデル毎の個別検討が必要であった推論を、理論的・一般的に明快な結論として明らかにしたと言える。

異常位相を含むデータは、解析手法の高度化に伴い、等方3次元構造ないし異方2次元構造として解釈されるようになってきたが、その解釈には試行錯誤的方法によらざるを得ず、データから構造情報を容易に抽出する手法の開発が望まれていた。また、異常位相の出現は座標系に依存するため、その出現範囲についても判別する手段が必要であった。申請者は、このことを同時に解決できる独自のダイアグラムを提案した。これにより、観測点ごとに異常位相の出現周期帯やその程度を視覚的に認識し判別できるようになった。さらに、2次元異方構造を含む数値計算を行い、このダイアグラムで示される異常位相出現範囲の上限・下限が、2次元の構造走向ないし異方性の軸を示していることを示した。

この新しい判別方法を、国内2か所での異常位相の報告があった観測事例に適用し、異常位相が出現する観測点の空間分布を明らかにするとともに、異方性が存在するとしたときの異方性の方向と2次元構造解析を用いる場合の走向に関しての検討を行っている。導出された異常位相の出現に関する指標関数は、異常位相が異方性に原因がある場合に限らず、異常位相が出現する観測点分布を確認し構造解析に反映させる必要があるような場合にも広く応用できるものである。

以上のことより、調査委員会は、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと判断した。また、平成30年1月17日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日：                    年            月            日以降