

氏 名	いっ せ たけ ひ 瀬 建 日
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 2374 号
学位授与の日付	平 成 13 年 5 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 地 球 惑 星 科 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	Regional differences of the anisotropy and differential rotation of the inner core (内核異方性の地域性と内核の差分回転)
論文調査委員	(主 査) 助教授 中 西 一 郎 教 授 尾 池 和 夫 教 授 梅 田 康 弘

論 文 内 容 の 要 旨

半径 6371km の地球は地殻、マントル、外核（液体）、内核（固体）に分けられる。申請者は主論文においてこの地球中心にある半径 1217km の内核を地震波記録を用いて、その構造と動的性質を詳細に調べている。

主論文では、地球中心に位置する内核（固体核）の弾性的異方性と内核のマントルおよび地殻間の差分回転について、詳細な地震学的解析の結果を示している。この内核の異方性と差分回転は外核（液体核）と内核（固体核）の地質学的時間スケールでの成長、および地磁気成因論とも関連する重要な研究テーマである。

申請者は 3 種類の地震波形データを解析している。1) 南極昭和基地で約 30 年間に亘って記録された HES 地震計によって記録されたアナログ記録、2) 気象庁松代地震観測所で記録されたアナログ記録、そして 3) 近年展開された高精度グローバル地震計観測網で記録された広帯域デジタル記録を解析している。南極昭和基地で記録された膨大なアナログ連続記録が本申請論文のような本格的なグローバル地震学の研究に使用されたのは初めてである。

申請者は内核異方性の地域性（3 次元的变化）を地震波の詳細な解析によって明らかにした。申請者はオーストラリア、アフリカ、南太平洋の 3 地域下の内核を研究対象としている。以下解析結果について述べる。オーストラリア下の内核では、ICB（Inner Core Boundary）直下に厚さ約 200km ほどの等方性の層が存在し、異方性が見いだされるのは深さ約 200km 以深であることを示した。一方他の 2 地域ではこの等方性層が見いだされず、内核の弾性的異方性には明らかな地域性が存在することを示した。

次に申請者は、内核のマントルに対する差分回転の問題を扱った。地震波の解析には主に南極昭和基地において約 30 年間に亘って記録されたアナログ連続記録を用いた。このデータの詳細な解析の結果、これまで言われている数度/年の差分回転は検出されず、差分回転が存在しても高々 0.2 度/年以下であることを示した。

以上のように内核異方性および差分回転に関する新たな知見を見いだした。これらは地質学的時間スケールでの内核の成長、および地磁気成因論の議論において考慮されるべき重要な成果である。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

地球中心に位置する内核の構造およびその動的性質は未だ不明な事が多い。例えば、内核が固体であるという決定的な証拠もまだ発見されていない。申請者は主論文の中で、地震波の詳細な解析により、この内核に関する重要な知見を明らかにした。内核異方性の 3 次元的不均質、および内核とマントル間の差分回転についてである。内核の異方性に関しては 1986 年に Morelli et al. と Woodhouse et al. によって、全く異なる地震波の解析から、その存在が議論されるようになった。その後多くの研究が行われているが、内核内での異方性の分布、対称軸の方向、3 次元的不均質については未だ明らかになっていないことが多い 1995 年に Glatzmaier and Roberts は、MHD ダイナモの数値シミュレーションから内核がマントルに対して年数度速く回転している可能性があることを示した。このシミュレーション結果に刺激され、Song and Richards と

Su et al. が内核を貫通する地震波を解析し、Glatzmaier and Roberts が示唆したような内核の差分回転を支持する地震波の走時異常の時間変化を見いだしたことを報告した。この問題に関してもその後多くの研究が行われているが、未だ決着はついていない。

申請者は、上記の内核異方性と差分回転の2つの問題に対して行った詳細な地震波解析およびその結果について、主論文の中で詳しく述べている。以下ではこの2つの問題に対して順に論文審査の結果を報告する。

申請者が上記の問題に関して大きな成果を上げることが出来た1つの要因として、申請者が解析した地震波形記録が上げられる。申請者は、南極昭和基地で約30年間に亘って記録された地震波形記録の存在に着目し、この膨大なデータの詳細な解析を行いさらにこのデータを最新のグローバル地震計観測網による広帯域地震波形記録によって補強した。

内核異方性の3次元的不均質について。

オーストラリア、アフリカ、南太平洋の3地域下の内核の異方性を、それぞれの地域に対して独立に調べている。また、地殻およびマントルの3次元的不均質の影響を取り除くために、伝播経路が近い PKP (BC) 波と PKP (DF) 波の走時差の解析を行った。前者は内核を伝播しない。一方、後者は内核を貫通するが、それ以外では前者と極めて近い経路を伝播する。PKP (BC) 波と PKP (DF) 波の走時差の解析を行うことにより、地殻およびマントルの3次元的不均質の影響をほぼ取り除くことに成功している。もちろん、申請者はこの影響の除去が完全ではないことを十分認識しており、論文の中で解析結果についての詳しい誤差の評価を行っている。

オーストラリア下の内核に関して、これまで予想されていた結果とは異なる結果を得ている。従来この地域に対しては、異方性は弱く1%程度であろうと考えられていた。申請者は、地震波線数および地震波線の方角について従来よりも密度の高いデータを用いて解析を行い、オーストラリア下の内核では上部約200kmに等方的な層が存在し、この層よりも下部が3.2%の異方性を持つことを示し、従来の結果が内核異方性の3次元的不均質を無視したための見掛けの結果であることを示した。また申請者は異方性の対称軸の決定も試み、対称軸が地球回転軸から約10度傾き、極の位置を北緯80度、東経103度と推定している。従来の研究では多くの場合、対称軸は地球回転軸と一致すると仮定して解析が行われていた。申請者の結果は従来のグローバル地震観測網のみの記録を用いた粗い解析に対して、その解析結果の再検討を迫る重要な結果である、アフリカと南太平洋に対しては異方性の大きさをそれぞれ2.5%と2.7%と推定している。

上記のような内核異方性の3次元的不均質の存在は内核成長時における外核流体の流れに伴う応力による鉄結晶の選択配向の複雑さを示していると考えられ、地質学的時間スケールでの内核成長を考える際の重要な知見を見いだしたと考えられる。

内核のマントルに対する差分回転について。

申請者は上記のオーストラリア下の内核異方性に関する解析結果、すなわち異方性の対称軸が地球回転軸から約10度傾いていることを用いて、内核内の地震波速度異常の時間変化を解析した。その解析結果は、差分回転が小さいこと、つまり差分回転がたとえ存在しても高々0.2度/年であることを示した。この結果は差分回転の存在を否定するものではないが、差分回転が従来期待されていたよりも1桁小さいことを示唆する重要な結果であると考えられる。申請者が地震学的に推定した内核の差分回転が従来予想されていたよりも少なくとも1桁遅いことは数値シミュレーションによる地磁気成因論に影響を与える可能性がある。

以上のように申請者は、南極昭和基地で記録された30年間の連続記録の存在に着目し、これを最新の広帯域デジタル記録によって補強しながら内核異方性の3次元不均質および内核の差分回転を決定した。これは地質学的スケールでの内核の成長および地磁気成因論への重要な地震学的貢献であり、今後のこの分野のみならず地球の進化等関連分野の発展を促すことが期待される。以上のことから、本申請論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。なお、平成13年2月21日に主論文に報告された研究業績を中心としこれに関連した研究分野について試問を行った結果、合格と認めた。