



# A Geomagnetic Secular Variation Study by Separation of A Field Variation into Its Spectral Components

糸田, 千鶴

---

(Degree)

博士 (理学)

(Date of Degree)

1992-03-31

(Date of Publication)

2008-07-23

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲1126

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.11501/3062300>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1001126>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



氏名・(本籍)	いと たち づ 糸 田 千 鶴 (兵庫県)
博士の専攻 分野の名称	博士(理学)
学位記番号	博い第22号
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位授与の日付	平成4年3月31日
学位論文題目	A Geomagnetic Secular Variation Study by Separation of A Field Variation into Its Spectral Components (変動成分分離による地磁気永年変化の研究)
審査委員	主査 教授 安川 克己 教授 宇井 忠英 教授 伊東 敬祐

### 論文内容の要旨

地球磁場の変動成分の主要なものの一つである数百年から数千年の時間で変動する永年変化成分の特徴を、古地磁気永年変化記録から調べた。論文の第1部では、変動成分を分離するために用いた方法を日本の古地磁気永年変化記録に適用して紹介した。論文の第2部では、イギリス、北アメリカ、オーストラリア、それぞれの湖成堆積物から復元された古地磁気永年変化記録から、変動成分を分離して特徴を記載し、第1部で得た日本の記録からの結果と合わせて比較検討を行った。以下に概略を記す。

ある地点で得られた古地磁気永年変化記録は、地球磁場の様々な変動成分が重なり合っているため複雑な動きを示すと考えられる。重なり合った変動それぞれに特徴的な周期性があれば、それを手がかりに変動を分離することが可能である。古地磁気永年変化記録から、特定の変動成分を分離して取り出しその特徴を調べるために、次の4段階からなる手法をとった。

1) 地磁気方向の永年変化記録を地心双極子磁場方向からの変動量として表現する。座標変換を行い、地磁気方向ベクトルを、地心双極子磁場方向からの直交二成分(東西方向への角度:EW成分,上下方向への角度:UD成分)に分解する方法と、地心双極子磁場方向に直交する平面に投影する方法を用いて表現する。偏角・伏角成分を用いて変動量を表現する時には、観測地点の緯度による見かけ上の偏角変動の振幅の変化が生じる。新しい直交二成分を使えば、この効果を消すことができ、変動量を等価に扱うことができる。

2) 変動に含まれている周期成分を調べる。最大エントロピー法を用いた周期解析を、EW・UD成分について行う。両成分を一つの複素数として表現し、地心双極子磁場方向に直交する平面内での

回転運動の周期性も調べる。結果から、特徴的な変動成分があると思われる周期帯を明らかにする。

3) 帯域通過フィルターを用いて、特徴的な変動成分が存在すると思われる周期帯の変動をとりだす。

4) とりだした変動成分を、地心双極子磁場方向に直交する平面に投影し、変動の形態を、曲率を使って表現する。

日本の過去約11000年間(11500B.P.~400B.P.)の古地磁気永年変化記録から、二つの周期帯の変動成分を取り出した。3500~1200年の周期の変動は、時計回りの回転運動で特徴付けられた。過去約400年間の磁場観測の記録から考えられる西方移動が、11500B.P.にまで遡って存在していたことが示された。時計回りの動きは、8000~4500B.P.にかけて中断していた。日本の近くで、停滞性磁場が発生、あるいは強度変化の振幅を増加させたために、変動の形態が乱されたと考えられる。この3500年間が停滞性磁場の活動期間にあたり、その前後の期間が休止期間にあたる可能性が考えられる。

800~600年の周期を持つ変動は、地心双極子磁場方向に直交する平面内で振動していた。振動方向は、11500~7500B.P.、6500~3500B.P.、2250~400B.P.、それぞれの期間内ではほぼ一定であった。振動の原因となった強度変化をする磁場が、3000~4000年間ほぼ同じ位置にあったことが示唆される。あいだにはさまれた7500~6500B.P.と3500~2250B.P.の期間は、振動方向の不安定な変化が示された。地球磁場が、一つの安定状態から次の安定状態へと移行する時期に対応する可能性が考えられる。

イギリス・北アメリカ・オーストラリアの過去約10000年間の記録に同様の解析手法を適用した結果、3000~2000年の周期を含む変動成分と1200~1000年の周期を含む変動成分とが共通して取り出された。日本の周期3500~1200年の変動成分は、両方の成分を含んでいると考えられる。

過去約10000年間にわたる西方移動の卓越性が、日本の長周期変動と、他の3地点の長周期・短周期両成分から示された。時計回りの動きを示す期間は、反時計回りの動きを示す期間にくらべ、回転の極性が変化するまでが長い。回転運動に近い変動形態は、時計回りの期間に多く、回転運動の振幅は時計回りの期間の方が大きい。特に、4200~1700B.P.にかけて変動の振幅が大きく時計回りの回転運動をしているという特徴が、日本の長周期変動と他の3地点の短周期変動とに、共通していた。これらの特徴は、非双極子磁場の移動成分は、西方移動が卓越しているという磁場観測記録からの解釈と整合する。

長周期の変動成分は、日本と北アメリカの記録では、時計回りの回転運動で特徴付けられた。イギリスとオーストラリアの記録では、直線的な動きが支配的であり、回転運動はほとんど見られなかった。北半球の3地点の長周期の変動成分の相関関数から、 $0.16^{\circ} \sim 0.13^{\circ} / \text{year}$  の速度で変動パターンが西へ移動していることを支持する結果が得られた。この動きが地軸の回りを一周するのに必要な時間は、2300~2800年で、取り出した変動の周期帯と矛盾しない。イギリスの記録で回転運動がはっきりしないのは、非双極子磁場が低緯度付近を移動したためであると考えた。3地点で最も高緯度に位置するイギリスでは、低緯度を動く移動性磁場による地磁気方向の変化の振幅が最も小さく、他の原因による動きに隠されて見えにくくなったと考えられる。

オーストラリアの記録に含まれる長周期の変動成分はEW成分の振幅が大変小さい。柱状試料の古

地磁気記録から磁場変動を復元するとき、柱状試料の物理的なねじれをとるためにした手続きで、E W成分の長周期の変動まで、減衰させられてしまったと考えられる。UD成分は、日本と100年のずれを持って相関していた。オーストラリアの記録は、日本の記録とほぼ同じ経度の地点から得られたものである。変動がほぼ同時に起こっているとみれば、この周期帯の変動が移動性磁場の成分を含んでいるとする北半球の記録間の相関関数の解釈と矛盾しない。

北アメリカの長周期の変動成分では、約2000B.P.に、反時計回りの動きが時計回りの回転を中断して始まっていた。日本の記録に見られたものと同様、北アメリカの近くの磁場が強度変化を始めたことによる変動と解釈した。停滞性磁場が突発的に発生、あるいは、強度変化の振幅が大きくなることで支持される。イギリスの長周期の変動は、9800~6000B.P.と5000~2000B.P.のそれぞれの期間内では一定方向に振動していた。約1000年間の移行期間はさんで、3000~4000年間振動方向が一定しているという性質は、日本の短周期の変動成分でもみられた。停滞性磁場の強度変化の振幅が変わることにより、一つの地点に最も強く影響を及ぼす磁場が変わることが原因と考えることができる。日本の長周期の変動に含まれていた停滞性磁場の活動を示すと思われる期間は、3500年間だった。3000~4000年間という時間が、停滞性磁場の活動に深く関係した長さである可能性が示唆される。

## 論文審査の結果の要旨

地球の磁場は時々刻々と変化している。その変化の大部分には周期性があり、日周変化から数万年周期の変化まで、多様である。周期性をもつ変化の原因は、地球外と地球内に、大別される。本論文は、地球内部に原因をもつ周期変化の新しい解析手法の開発と、それに基づいて地球内部、特に中心核における磁気原因解明へのアプローチを試みたものである。従って、論文は2部より構成され、第1部では地磁気周期分析の新しい方法及びその日本での地磁気永年変化への適用であり、5章より構成されている。第2部は、この方法による地磁気永年変化の全地球的記録の分析であり、7章よりなる。

第1部、第1章では、研究の目的及びその歴史的背景についてのべている。

第2章では、解析に用いた永年変化曲線のよってるところを概説し、

第3章では本研究で新たに開発された方法について、詳しい記述が行なわれ、実際に西日本において求められている永年変化に対して、適用が試みられている。

第4章では上記の方法及び結果についての考察が行なわれており、第5章の結論を導いている。

第2部、第1章では米国、欧州、豪州における地磁気永年変化の研究概観が行なわれ、日本を含めた汎地球的解析の意義が述べられている。

第2章では、まず英国における地磁気永年変化記録に対して本研究で開発された手法が適用されている。次いで

第3章では北米における永年変化記録に対してこの手法を適用し、

第4章ではオーストラリアの記録に適用している。そして

第5章で上記4つの結果の相関関係を調べ、

第6章で地球全体に亘る地磁気の変化の様相を論じている。

本研究で用いられた地磁気変化解析の手法は、通常用いられている地磁気変化記録（偏角，伏角，強さ）を，地心双極子磁場からの変動量に置き換えることから始まる。変換された変動量を東西成分と上下成分で表現してこの周期解析を行い，両成分を複素数表示することにより地心双極子磁場の直交平面上での回転運動を求めることを容易にしている。この方法によって，日本の地磁気永年変化を調べたところ，時計まわり回転で特徴づけられる3500-1200年周期の変動及び地心双極子磁場に直交する平面上で振動する800-600年周期の変動を識別することに成功した。そして前者は，地球磁場の非双極子成分が西方移動することによるものであり，後者は地球磁場が一つの安定状態から次の安定状態に移行する時期に対応するものであるとの考えを示している。

英国，北米，豪州の永年変化についての解析結果は，3000-2000年周期及び1200-1000年周期の変動成分の存在を示しており，上記日本の変動に対応するものである，としている。これら相互の時間的ずれから，非双極子磁場の西方移動をあきらかにしている。

以上のように本論文は地磁気の永年変化の解析に役立つ新手法を開発し，非双極子磁場成分の西方移動を明確に示すなど独創性に富んだ地球電磁気学的研究であり，地磁気変化の原因として地球中心核内の電流系の挙動を探る上で，今後かなり有効な寄与を果たすことが期待されるものである。よって申請者糸田千鶴は博士（理学）の学位を得る資格があるとみとめる。