

ウェーブレットを用いたガウス係数の時系列解析

Time-series analysis of gauss coefficients by the use of wavelet

浅利 晴紀[1], 清水 久芳[1], 歌田 久司[1]

Seiki Asari[1], Hisayoshi Shimizu[2], Hisashi Utada[2]

[1] 東大・地震研

[1] ERI, Tokyo Univ., [2] ERI, Univ. of Tokyo

世界各地の地磁気観測所のデータを使ってガウス係数を求め、得られた内部起源・外部起源の係数それぞれについて、ウェーブレット変換を用いて時系列解析を行った。マザーウェーブレットとしては、geomagnetic jerk に相当するような微係数の不連続を検出することの出来るものを用いた。その結果、内部起源磁場の jerk 的な変動が検出されたが、外部起源のガウス係数にも同時期に同様な変動が見られた。しかし、non-zonal 成分に現れていることから、これは内外分離が不完全であるためと推測される。本講演では、ガウス係数のウェーブレット変換の結果と、より正確にガウス係数を求める試みについて述べる。

地球磁場は、主にコア流体のダイナモ作用により生成された内部起源磁場と、地球磁気圏や電離層に起因する外部起源磁場の重ねあわせであり、その時間変動は非常に広い帯域を持つことがわかっている。このうち外部起源に帰着するとされているのは、主に地磁気脈動、日変化、磁気嵐などの比較的短周期成分、及び11年を周期とする太陽活動に伴う変動である。一方、60年、400年、8000年程度の時間スケールをもつ長期変動が報告されているが、これらは内部起源の変動であると考えられている。地表で観測される内部起源の最も短い周期は、マンツルの電気伝導度構造によって決まるが、現在のところその決定的なモデルは得られていない。

世界各地の地磁気観測所では、ある年を境にしてそれまでのトレンドに大きな変化が生じる現象が記録されており、この変化は Geomagnetic jerk と呼ばれている。最もよく知られているのは、1969年前後に多くのヨーロッパの観測所でみられた偏角の永年変動の変化で、地表でみる限り1、2年程度で変化が完了する。この現象は内部起源であるという説が有力であるが、未だに議論の余地はある。また Geomagnetic jerk 自体も、このままの解釈でよいのか疑問が残る。jerk を検出するため Alexandrescu et al. (1995) は、観測所地磁気時系列データにウェーブレット変換を適用した。Geomagnetic jerk のような微係数の不連続を検出できるようなマザーウェーブレットを用い、時系列にどのような不連続がいつ起こったのかを客観的に求めたのである。しかし、この解析では jerk の起源はどこか等の疑問には答えられない。

本研究では磁場ポテンシャルの球関数展開によって内部・外部に分離されたガウス係数に同様な変換を適用し、グローバルスケールでは jerk が検出されるか、またその原因は内部・外部のどちらであるかを調べた。用いるデータは、1959年から1991年まで連続的に磁場データが得られた全ての世界各地の観測点(88箇所)の年平均値である。各観測点の磁場データから X、Y、Z の3成分を利用してポテンシャルの球関数展開を実施した。展開には Gubbins(1983)の stochastic inversion を採用した。これはコア表面上の磁場 r 成分の分散について予め制約を与えた上で最小二乗解を推定する方法である。観測点が88点あることから原理的には8次までガウス係数を求めることが出来るが、今回の計算では打ち切りの次数を7次までとした。求められたガウス係数と DGRF の比較から、値は一致していないものの同じような時間変動していることが確認できたので、時系列解析にはこの結果を用いることにした。

内部起源の幾つかのガウス係数については、1970年、1980年前後に微係数の不連続が存在する可能性があることがわかった。外部起源のガウス係数にも、3次の幾つかの non-zonal 成分に同時期に不連続性が見られた。しかしこれは non-zonal であることから、むしろ内外分離が確実に行われていないためと考える方が自然である。また、外部の non-zonal 係数については、時系列に0値からのオフセットや解析期間全体にわたるトレンドが見られたが、これらも内外分離に問題があることを示すものといえる。この原因としては、観測点付近の地殻による局所的な磁気異常の影響を考慮していないことが挙げられる。計算した内部の係数と DGRF が一致しなかったことも、このような補正がなされていなかったことによると推測される。本講演では、球関数展開およびガウス係数の内外分離をより正確できるようにするために行った改善とその結果についても述べる。