

数値ダイナモモデルにおけるジャーク様磁場変動検出の試み：第二報

眞鍋 佳幹 [1]; 高橋 太 [2]
[1] 九大・理・地惑; [2] 九大・理・地惑

Preliminary study of detecting jerk-like magnetic secular variation in a numerical dynamo model (II)

Yoshiki Manabe[1]; Futoshi Takahashi[2]
[1] Earth and Planetary Sciences, Kyushu Univ.; [2] Kyushu Univ.

The geomagnetic field, which is generated by the geodynamo, varies in a wide range of time scale. Focusing on short time scale variation, it is well known that a sudden and abrupt change in the first time derivative of the magnetic field (a V-shape-like change) occurs in typically one-year time scale. This abrupt change is called the geomagnetic jerk. Although we don't fully understand the mechanism of the geomagnetic jerk, it is said that the geomagnetic jerk is an internal origin in a broad sense. In this study, we examine magnetic field variation using a result of numerical dynamo simulation in order to see whether or not any jerk-like variation could be observed in the numerical model. The adopted values of the Ekman number in the model is 3×10^{-5} . We investigate the magnetic field at the core-mantle boundary and the surface truncated at spherical harmonic degree 12 according to geomagnetic observations. In the previous report at the JpGU Meeting 2017, we showed a difficulty to calculate the first and, especially, second time derivatives with finite differencing due to rounding error. In order to resolve the problem, we have examined time-series of all the modes of Gauss coefficients, that is, 168 modes. It is found that the low-degree modes such as dipole and quadrupole, which slowly vary with respect to time, are most seriously contaminated by the effect of rounding. On the other hand, many of higher-degree modes, which shows more rapid temporal change, are less contaminated. Based on the analysis, we tried some other methods. Among them, smoothing time-series of Gauss coefficients turns out to be a useful method. We calculate time derivatives of Gauss coefficients as in the following way: (1) the first time derivative is calculated by finite differencing, (2) smoothing curve of the first time derivative is calculated, (3) the second time derivative is evaluated from the smoothed curve. Using the time derivatives obtained by the procedure, we investigate global secular variation and secular acceleration to search for any jerk-like rapid magnetic field change. We will report details of the analysis methods and results of the investigation.

地球磁場は地球ダイナモ作用によって生成・維持されている。その地球磁場の変動のうち、1年以上の周期の変動を地磁気永年変化といい、地球磁場の1階時間微分として表現される。地磁気永年変化が数年間程度の時間スケールにおいて、時折、急激な変動(V字型の変動)を示すことがあり、この現象は地磁気ジャークとして知られている。地磁気ジャークの発生メカニズムについてはいまだに解明されていない点が多く存在するが、地球ダイナモに成因があると考えられている。本研究において、我々は数値ダイナモモデルで地磁気ジャークに類する磁場変動が再現されているか否かの検証を行った。ダイナモモデルに用いたエクマン数は 3×10^{-5} である。解析にはコア-マントル境界と地表での磁場三成分を用いた。その際、球面調和関数展開で12次までの係数を採用した。JpGU Meeting 2017では、中心差分を用いて1階時間微分と2階時間微分の計算を行ったが、丸め誤差の影響で、特に2階時間微分では、適切に計算をすることは困難であることがわかった。我々はこの問題を改善するために、ガウス係数の全てのモードの時系列について調査を行った。調査の結果、高次のモードより双極子や四重極子のような低次のモードの方が、緩やかな時間変化をすることがわかった。しかし、逆に、低次のモードの方が丸め誤差によるノイズが見られた。この解析に基づいて、我々はいくつかの方法を試みたところ、ガウス係数の時系列を平滑化することが有用な方法であることがわかった。我々以下の手順に沿って、ガウス係数の時間微分を行った。☑差分法で磁場の1階時間微分を計算する。☑磁場の1階時間微分を平滑化する。☑平滑化した磁場の1階時間微分を用いて2階時間微分を計算する。我々は平滑化を行ったガウス係数を用いて、地磁気ジャークに類する磁場変動を調査した。本発表ではこの調査の詳細な解析方法と解析結果について報告する。