

## 地球コアの乱流がもたらす地磁気双極子モーメントの周期的変動

# 櫻庭 中 [1]; 浜野 洋三 [2]

[1] 東大・理・地球惑星科学; [2] 東大・理・地球惑星物理

### Periodic change of geomagnetic dipole moment caused by turbulence in Earth's core

# Ataru Sakuraba[1]; Yozo Hamano[2]

[1] Dept. of Earth and Planetary Science, Univ. of Tokyo; [2] Dept. Earth & Planetary Physics, Univ. of Tokyo

The geomagnetic field is the most important information about the dynamics of the core. However, the observable window of the geomagnetic wavenumber spectrum is limited, because small-scale magnetic fields considerably attenuate when observed at a distance and contaminated by crustal magnetization and external fields. On the other hand, the time spectrum has much wider window owing to accumulation of paleomagnetic data. In particular, the magnetic dipole moment is the robustest quantity characterizing the geomagnetic field, so it is important to know how it changes in time.

There have been several attempts to infer turbulent energy spectrum in the core by using the time spectrum of the geomagnetic dipole moment. However, the physical grounds to connect wavenumber and time spectra and also magnetic and kinetic energy spectra are still vague. We proposed a method to infer the wavenumber spectrum of the electric current density at the core-mantle boundary (CMB) from the time spectrum of the geomagnetic dipole moment, using an idea that the time spectrum of the dipole moment is proportional to that of the surface integral of the electric current at the CMB (Sakuraba and Hamano, *Geophys. Res. Lett.*, 2007). Numerical simulations of Earth-type dynamo indicate that we can obtain the wavenumber kinetic energy spectrum near the CMB because it is similar to that of the electric current. The problem is how to explain the relationship between the time and wavenumber spectra. We made an assumption that the electric current at the CMB is quasi two-dimensional and the pattern propagates westward, and used the Taylor's hypothesis.

Laboratory experiments and numerical simulations show that large-scale cells in convection of low Prandtl number liquid metal oscillates regularly (e.g., Yanagisawa et al., *Rengo Taikai* 2007). This result leads to speculation that there are a number of large-scale oscillating convection cells in the Earth's core. In this case, a mean flow such as the westward drift is needless, and the time scale of the convection cell determines the characteristic frequency of the magnetic field variation. We will discuss which way of explanation for the characteristic frequency of the geomagnetic field is appropriate and what problems or new information ensue when applied to the Earth's core.

コアのダイナミクスを知るためのもっとも有用な情報源は、いうまでもなくコアが発する磁場である。しかしわれわれが見ることのできる地磁気の空間スペクトルの窓は限られている。コア起源の短波長の磁場は距離による減衰が激しく、地殻の磁化や外部起源磁場による擾乱によってかき消されてしまうからである。いっぽうその時間スペクトルについては、近年の古地磁気データの蓄積もあいまって、かなり広い時間スケールでその変動の様子を見ることができる。なかでも地磁気双極子モーメントは、地球磁場を代表するもっともロバストな物理量と考えられ、その時間変動の特徴を知ることが重要である。

地磁気双極子モーメントの時間スペクトルから、コアのダイナミクス、とくに乱流の運動エネルギースペクトルを推定する試みはこれまでもいくつか存在するが、空間・時間スペクトルの関連性、および磁場・流れスペクトルとの関連性については、議論があいまいなままであった。著者らは、コア表面を流れる電流の成分を表面積分した量の時間スペクトルが、双極子モーメントの時間スペクトルと比例関係にあることをもちいて、古地磁気データからコア表面の電流分布の空間スペクトルを推定する方法を提案した (Sakuraba and Hamano, *Geophys. Res. Lett.*, 2007)。地球型ダイナモの数値シミュレーションによれば、コア表面の電流とその直下の流れ場の空間スペクトルはよく似ており、結果的にコア表面付近の流れのようすを知ることができる。この際もっとも問題になるのは、時間スペクトルと空間スペクトルとをどう関連付けるかである。われわれは、コア表面での電流が、南北方向に伸びた、2次元的な分布を示すこと、およびそのパターンが西方移動することを仮定し、テーラーの仮説からこれら異なるスペクトルを関連付けた。

いっぽう、プラントル数の小さい液体金属流れの大規模対流セルが、規則的な振動を示すことが室内実験や数値計算などからあきらかになっている (たとえば柳澤ら, 連合大会 2007)。この事実を地球のコアに類推して適用すると、コア内に比較的大規模な対流セルが存在し、それらがある周期で脈動している、という描像を得ることができるだろう。この場合、必ずしも西方移動のような平均流の存在を仮定する必要はなく、対流セル自身の時間スケールで、磁場変動の卓越周期が決まるであろう。対流セルの大きさは、おそらく外核の深さで決まる。講演では、磁場変動の卓越周期を説明するこれら2つの仮説の整合性、地球のコアに適用した場合の問題点、またはそこから示唆される新しい知見について、議論する。