

地球ダイナモにおける誘導起電力の非局所的なメモリー効果

堀 久美子 [1]; 吉田 茂生 [2]
[1] 名大 環境 地球環境; [2] 名大・理・地球惑星

Nonlocal memory effects of the electromotive force on the geodynamo

Kumiko Hori[1]; Shigeo Yoshida[2]
[1] Earth and Environmental Sci., Nagoya Univ; [2] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ.

In the dynamo theory, 'the alpha-effect' is the key concept which connects the small-scale magnetic field with the large-scale field. The alpha-effect represents the electromotive force, approximated to be instantaneous in time and local in space. However, the approximation is valid only when R_m is smaller than 1, and inappropriate when the magnetic Reynolds number R_m is as large as that in the earth's core or the solar convection zone.

We introduce a function ϕ_{qr} as a nonlocal and non-instantaneous extension of the usual alpha-effect, and examine its behaviour as a function of R_m for a kinematic dynamo model. We use G.O.Roberts(1972)' flow, which has a non-zero helicity and two-dimensional periodicity.

As a result, we find that the electromotive force has a nonlocal memory effect, which strongly affects the dynamo action if R_m is larger than $O(1)$, while we confirm that the electromotive force when R_m is smaller than 1 can be approximated by the local alpha-effect. The results demonstrate that the nonlocal memory effect of the electromotive force is important in the geodynamo or the solar dynamo.

ダイナモ作用を解釈する一つの方法が、平均場の理論による方法である。平均場ダイナモ理論において鍵となるのが、小スケール磁場と大スケール磁場の相互作用を表す、誘導起電力項である。通常、この項は瞬間的かつ局所的であると仮定され、「アルファ効果」と呼ばれる効果で近似して扱われる (Steenbeck et al.,1966)。この近似は、磁気レイノルズ数 R_m が 1 より小さい場合には適切である。しかし、地球コアのように R_m が $O(1)$ より大きい場合、この瞬間局所近似は不適切となる可能性がある (G.O.Roberts,1972; Schinnerer et al.,2005)。

それに対し、私たちはこれまでに、地球ダイナモのように R_m が $O(1)$ よりも大きい場合、誘導起電力は非瞬間的で非局所的な効果（非局所的なメモリー効果）をもつということを、G.O.Roberts(1972)のキネマティックモデルにおいて、示した。また、この非瞬間的なメモリー効果の生成は、磁力線のねじれによって理解できることもわかった。

これらは、地球ダイナモにおいて、誘導起電力の非局所的なメモリー効果が重要であることを意味している。