

SEM036-05

会場:301B

時間:5月26日 15:15-15:30

回転球殻 MHD ダイナモに対する初期磁場の影響

The effects of the initial magnetic field on MHD dynamo in a rotating spherical shell

佐々木 洋平^{1*}, 竹広 真一², 倉本 圭³, 林 祥介⁴

Youhei SASAKI^{1*}, Shin-ichi Takehiro², Kiyoshi Kuramoto³, Yoshi-Yuki Hayashi⁴

¹ 京都大学 理学研究科 数学教室, ² 京都大学 数理解析研究所, ³ 北海道大学理学院宇宙物理学専攻, ⁴ 惑星科学研究センター
¹Department of Mathematics, Kyoto Univ., ²Research Inst. Math. Sci., Kyoto Univ., ³Dept. Cosmospice, Hokkaido Univ.,
⁴Center for Planetary Science

天体固有磁場の生成維持機構を調べることを目指した三次元回転球殻内の力学的ダイナモ計算のパラメータ研究では、強い磁場を初期に置く、あるいは外部磁場をかけた状態で磁気対流計算を行なった後に、ダイナモ計算へ切り替える、という手法をとっており、その結果として強磁場ダイナモ解を得ているものが多い。しかしながら、幾つかの研究で指摘されているように、自励的な磁場生成維持が成立するか否かは磁場の初期値に依存している可能性がある。

そこで、本研究では初期磁場の大きさを変えた数値実験を行い、実際に実現する解に違いが出るかを調べた。力学的境界条件として球殻両端が滑り無し条件の場合 (以下, RR) と、球殻下端が滑り無し条件、球殻上端が応力無し条件の場合 (以下, FR) の二通りを考え、熱的境界条件として温度固定境界条件、磁場の境界条件として球殻外部および内核は不導体とした。パラメータ設定は、プランドル数を 1、エクマン数を 10^{-3} 、球殻の内径外径比を 0.35 に固定し、磁気プランドル数を 1 - 20、レイリー数を臨界値の 1.5 - 10 倍まで変えた。数値計算は、初期段階で磁場のない熱対流計算を行ない統計的平衡状態を求め、得られた対流場に対して双極子磁場を付与することでダイナモ計算を実行した。付与した双極子磁場は、統計的平衡状態の熱対流の運動エネルギーと付与した双極子磁場の磁気エネルギーを比較して

- (a) 磁気エネルギーが運動エネルギーに比して二桁大きい場合
 - (b) 磁気エネルギーが運動エネルギーと等しい場合
 - (c) 磁気エネルギーが運動エネルギーに比して二桁小さい場合
- の 3 通りである。

結果は以下の通りである:

(1) 力学的境界条件によらず、初期磁場の磁気エネルギーが小さいほどダイナモ解が成立するためには磁気プランドル数をより大きくする必要がある。

(2) 力学的境界条件が RR の場合には、得られた解は全て ² ダイナモである。

(3) 力学的境界条件が FR の場合には、初期磁場の磁気エネルギーが初期場の運動エネルギーとくらべて (a) 大きい場合、あるいは (b) 等しい場合には、² ダイナモ解が成立するのに対して、(c) 初期磁場が小さい場合には、二層構造のダイナモ解が成立する。またダイナモ解が成立するためには (a), (b) の場合とも、RR の場合より大きな磁気プランドル数が必要である。

キーワード: 回転球殻対流, MHD ダイナモ, 初期磁場

Keywords: Convection in a rotating spherical shells, MHD dynamo, Initial magnetic field