

PPS020-14

会場:103

時間:5月24日 12:00-12:15

マクロ・スピンモデルによる磁場反転の物理～地磁気、太陽・惑星磁場～ Coupled macro-spin models for polarity reversals — earth, sun, and planets —

中道 晶香^{1*}, 森 希², 森川 雅博², 毛利 英明³, D. Schmitt⁴, A. Ferriz-Mas⁵, J. Wicht⁴

Akika Nakamichi^{1*}, Nozomi MORI², Masahiro MORIKAWA², Hideaki MOURI³, D. Schmitt⁴, A. Ferriz-Mas⁵, J. Wicht⁴

¹ 京都産業大学 神山天文台, ² お茶の水女子大学, ³ 気象研究所, ⁴ マックス・プランク研究所, ⁵ ヴィーゴ大学

¹Koyama Astr. Obs., Kyoto Sangyo Univ., ²Ochanomizu Univ., ³Meteorological Research Institute, ⁴Max-Planck-Institut, ⁵Dept. de Fisica Aplicada, Univ. de Vigo

地球、太陽、幾つかの惑星の磁気反転ダイナミクスを記述する現象論モデルとして、マクロ・スピンモデルを提案する。このモデルは、磁場を生成・維持するダイナモ機構は複数の小さなダイナモ要素から成り、それらの磁場・電流を介した大域的相互作用によって全体の複雑なダイナミクスが構成される、という考えに基づく。本来は磁気流体力学で記述される複雑な地磁気反転の力学から、その本質を抽出したミニマル・モデルである。

実際このモデルは、時間発展、パワースペクトル、定常極性期間分布、短期変動など、ほとんどの地磁気反転や変動の主要観測事実を再現する。地球の場合、ダイナモ要素はコリオリ力に支えられたセル(シート)であると考えられる。

このモデルは、コアハロー2相共存、つまり局在化し束縛されたスピンのコア相と、全体に広がったハロー相との共存を特徴とする。大局的な双極子磁場を決める前者を、速く変動する後者が小さな揺動を与え続けることによって間欠的に地磁気反転が起こるのである。それぞれの相は、地磁気の定常成分、変動成分に相当する。このように、逆磁束斑の存在とその速い時間変動は、ハロー相のスピンのよると考えられる。

さらにこのモデルは、引き込み現象も記述する。同じモデルでスピン数を増やすと引き込み現象が発現し、準周期的な太陽磁場変動の特徴を良く再現する。さらにこの準周期性とともに、低振動数領域で $1/f$ 揺らぎが存在することも見出される。これは太陽黒点変動に見出される $1/f$ 揺らぎに相当するだろう。太陽の場合のダイナモ要素は、超粒状斑と水平磁場の存在から示唆されるように、対流層の乱流が作る階層的な巻き込み渦であると考えられる。

このモデルを元に、MHD 基礎方程式の重要項の解析から、惑星・衛星・太陽・星にわたる、磁気モーメントの大きさに対するスケーリング則が得られる。そしてこのスケーリング則

は実際の観測結果においても成立している。このように、結合したダイナモ要素のネットワークとして、一般のダイナモ機構を捉えることは的を得ていると考えられる。背景には、ダイナモ機構の普遍性が存在するようだ。

キーワード: 地磁気, ダイナモ, スケーリング, 結合スピン, 太陽磁場

Keywords: geomagnetism, dynamo, scaling, coupled-spin, solar magnetism