

磁気地衡流ダイナモの非線形解

Nonlinear solution of magnetostrophic dynamo

櫻庭 中 [1]

Ataru Sakuraba[1]

[1] 東大・理・地球惑星科学

[1] Dept. of Earth and Planetary Science, Univ. of Tokyo

地球の液体コア（外核）の中の流れや電磁場は、基本的には、コリオリ力、ローレンツ力、浮力、および圧力勾配がバランスし、その他の慣性力や粘性力はほとんどゼロに近いような、磁気地衡流状態にあると考えられている。磁気地衡流では、磁場はどんな分布でもとりうるわけではなく、回転軸と同軸の円筒面に作用する、円筒を回転させようとするローレンツ力によるトルクがゼロにならなければならないという、テーラーの制約条件が課せられる。たとえばコアのねじれ振動とは、このテーラー状態を基本状態としたときの、円筒の角速度の周期的変動をいい、数十年スケールの地球の自転角速度変動と関係づけられて議論されている。ねじれ振動の周期やそのふるまいは、コアの基本状態がどうであるかに依存しており、定量的な議論をおこなうには、そもそもコアの中で許される流れと磁場の構造を知る必要がある。もっと一般的に、地磁気がなぜこのような強度に保たれているのか、それを維持するためのパワーはどれだけ必要か、などといった問題に答えるためにも、コアの基本状態を知ることはきわめて重要である。

この問題に答えるには、おそらく2つのアプローチがありうる。ひとつは、流れと磁場の支配方程式をすべて解き、結果的に慣性力や粘性力が小さいような状態を実現するやり方であり、これは地球ダイナモの大規模数値シミュレーションとして近年さかんにおこなわれている。もうひとつは、慣性力と粘性力をゼロにした、純粋な磁気地衡流の方程式を直接解くことである。この場合、流れと磁場の非線形偏微分方程式を、ニュートン・ラフソン法などのなんらかの反復法をもちいて解くことになる。しかしながら粘性がゼロという条件のために、通常の流体力学の問題に適用できる既存の方法では扱うことができず、これまでもほとんどその解法については議論されてこなかった。そこでわたくしは、この問題を再考し、適用可能な計算アルゴリズムを提示する。とくに、回転する非粘性の箱形流体内の磁気地衡流ダイナモを考え、定常解の存在可能性について議論する。