

# 回転球殻電磁流体の熱対流シミュレーションで見出されたジェット

## A jet-like structure revealed by a numerical simulation of rotating spherical shell magnetoconvection

# 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

地球のコアの対流をモデル化するとき、もっとも重要となる無次元パラメータのひとつが、運動方程式における粘性項の相対的重要度をあらわすエクマン数 ( $E$ ) である。コアの粘性は非常に低く、 $E=1.0e-9$  以下と見積もられているが、これまでのダイナモやマグネトコンベクションの非線形数値計算でもちいられている値はせいぜい  $E=1.0e-5$  程度で、これ以下にしようとする、計算時間の制約などから、超粘性項や数値解の対称性の導入など人為的な仮定が必要であった。低エクマン数の電磁流体の対流を特徴づける重要な指標のひとつは運動エネルギー密度に対する磁気エネルギー密度の比である。これはレイリー数がそれほど大きくない場合には  $E$  の逆数に比例し、地球のコアでは数千倍以上にも達する。これまでの数値計算ではこの比はせいぜい10倍のオーダーであったが、エクマン数を1桁下げると、これが100倍を超えるようになり、流れや磁場の変動の時間スケールや物理過程において質的な変化がおこる可能性がある。

本研究では、これまでの計算に比べてエクマン数を1桁程度下げた、 $E=2.0e-6$  の非線形マグネトコンベクションの数値計算をおこなった。対流は球殻内外にかけた温度差による浮力で駆動される。基本場として回転軸に平行な一様磁場を与え、比較的レイリー数の小さい領域で計算をおこない、磁場と流れ場の相互作用を詳細に観察した。赤道面付近の流れ場は、内核まわりを蛇行しながら周回する西向きの温度風と、外側（マントルに近い側）に停滞して存在するいくつかの渦で特徴づけられる。温度風領域にも大規模な渦が発生しているが、そのうち高気圧性の渦に磁束が選択的に閉じ込められ、渦が発達する。磁場によって肥大化した高気圧渦が強い西向き温度風と相互作用することで、渦の下流側に、マントル側から内核側に向かって吹きおろす薄いジェット様の流れが生み出される。ここでは磁場強度の勾配が急激に変化していて、カレント・シートが形成されており、電流と平行に流れが生じることで、ちょうどローレンツ力がコリオリ力によって相殺されるあんばいになっている。この磁場構造は電磁流体中の衝撃波に似ているともいえるが、運動方程式においてコリオリ力が重要である点においてやや趣を異にする。

簡単な見積もりによると、地球のコアでは厚さ15km程度、速さ1cm/s以上のジェットが予想される。実際の地球でこのような構造が本当にありうるのか、あったとすれば地磁気変動にどのような影響を及ぼしうるのか、また磁場ではないが温度差によって駆動される同様のジェット流 (Sumita and Olson, 2002) との関係などについても報告する。