

Q30a 磁気回転不安定性によるダイナモ効果

中原淳二 (広大理)、草野完也 (広大先端)、三好隆博 (広大理)

我々は宇宙プラズマディスクにおける磁気回転不安定性によって生成される乱流と MHD ダイナモとの関係を局所モデルによる 3 次元シミュレーションを用いて調べた。シミュレーションは理想 MHD 方程式に基づいて行われ、数値粘性を可能な限り排除するため差分回転と共に動く格子点を使った Arbitrary Lagrangian Eulerian (ALE) 法が用いられた。初期磁場としては一様なトロイダル磁場が与えられた。異なるシアパラメータ $q = -d \ln \Omega / d \ln R$ ($q = 0.75, 1.0, 1.5, 3.0$) によるシミュレーションの結果から、運動エネルギーから磁気エネルギーへのエネルギー変換率 ($\dot{E} = -\int_V \mathbf{V} \cdot (\mathbf{J} \times \mathbf{B})$) は $q \leq 1.5$ の場合には負の値を持つことがわかった。このことは、磁気回転不安定性における磁気エネルギーの増幅は乱流場によるダイナモ効果によってではなく、差分回転を通してポテンシャルエネルギーが磁気エネルギーに変換される結果として実現することを示している。一方、 $q = 3$ の場合には $\dot{E} > 0$ となることから、速度シアが十分大きい時にのみ乱流ダイナモが作用することが明らかになった。速度シアの違いによって \dot{E} の符号が異なる原因を調べるため、場をトロイダルフリーモード (m) に分解することにより \dot{E} のスペクトル解析を行った。その結果、 $q = 3$ の場合、 $m = 0$ 付近のモードがダイナモ作用を担うことが見出された。 $m = 0$ モードの生成は流体力学的な不安定性として知られる Rayleigh Instability によって作り出されることから、宇宙プラズマディスクにおいてダイナモが作用するためには Rayleigh Instability が不安定化しなければならないと考えられる。