

拡張MHD効果を取り入れたフィードバック不安定性解析

Feedback instability analysis with extended MHD effects

渡邊 智彦^{1*}, 平木 康隆²

Tomo-Hiko Watanabe^{1*}, Yasutaka Hiraki²

¹核融合科学研究所, ²名古屋大学

¹National Institute for Fusion Science, ²Nagoya University

静穏時オーロラ・アークの自発的成長とその非線形発展を調べるために、我々は、磁気流体方程式にもとづいた磁気圏モデルと二流体方程式から導出された電離層モデルを結合させた磁気圏-電離層結合系モデルを構築し、その線形解析ならびに非線形シミュレーションを行ってきた。これまでの非線形シミュレーションにより、フィードバック不安定性の非線形段階において、二次的に成長するKelvin-Helmholtz的な不安定性が発達し、磁気圏中の渦度や電流分布、さらに電離層密度揺動のパターンの変形をもたらすことが分かってきた[1]。さらに、双極子磁場中で任意の密度分布をもつ磁気圏プラズマの磁気流体モデルを構築し、不均一なAlfven速度分布のもとでフィードバック不安定性の線形解析を行っている。

一方、高温で希薄な磁気圏では、理想磁気流体モデルの適用範囲を超えた種々の効果がしばしば現れる。例えば、密度の急激な減少をとまなうオーロラ加速域では、イオンまたは電子スキン長が、磁力線垂直方向の波長に比べて無視できない効果を持つ可能性がある。後者は、shear Alfvenモードに対し電子慣性に起因する分散効果をもたらす。また、磁場強度の減少とイオン温度の上昇により磁気赤道付近ではイオン有限ジャイロ半径効果が無視できなくなる。これらの効果は、本来、運動論的取り扱いを必要とするが、その前段階として、拡張MHD効果を取り入れた流体モデルによる解析は、M-I結合系の基本的特性を理解する上で有益である。

講演では、不均一な密度分布を持つ場合の解析手法から議論し、電子慣性効果やイオン有限ジャイロ半径効果、などのモデル化とその妥当性およびフィードバック不安定性に及ぼす影響について評価する。

[1] T.-H. Watanabe, "Feedback instability in the magnetosphere-ionosphere coupling system: Revisited", Phys. Plasmas, Vol.17, in press (2010).

キーワード: 磁気圏-電離層結合, オーロラ, シミュレーション

Keywords: magnetosphere-ionosphere coupling, aurora, simulation