

磁場閉じ込め核融合プラズマと磁気圏-電離圏結合系の理論モデルの共通性

Similarities between theoretical models for magnetic confinement fusion plasma and magnetosphere-ionosphere coupling

渡邊 智彦^{1*}

Tomo-Hiko Watanabe^{1*}

¹核融合科学研究所

¹National Institute for Fusion Science

磁場閉じ込め核融合プラズマと磁気圏プラズマは、それぞれ、実験室および自然界における高温磁化プラズマの代表例である。本研究では、両者に共通する理論およびシミュレーションモデルとその適用について議論する。ここでは、イオンジャイロ周波数より十分低い周波数を持つ現象、すなわち、磁気流体 (MHD) およびドリフト波乱流などを対象とする。

核融合プラズマは強い磁場により閉じ込められ、また、地球近傍の磁気圏プラズマは双極子磁場により束縛されている。両者ともその β 値は低く、磁力線垂直方向にジャイロ半径より十分長い波長をもつ揺動には、簡略化MHD方程式が良いモデルとなる。我々は最近、核融合プラズマの磁気流体理論において確立されたこの方程式系を磁気圏-電離圏結合系に適用し、オーロラ・アーク成長の非線形シミュレーションを行っている[1]。講演では、まず、その理論および数値モデルと得られた結果の概略を述べる。

一方、ドリフト波乱流による異常輸送現象の解析のために、磁場閉じ込め核融合分野において、ジャイロ運動論にもとづく理論およびシミュレーション研究が急速に進展してきた。ジャイロ運動論は、磁力線垂直方向にジャイロ半径程度の短い波長をもつ揺動に対しても有効であり、MHDの適用範囲を超えて、運動論的效果を含む微視的揺動を扱うことが可能となる。ここでは、我々が進めている磁場閉じ込めプラズマのジャイロ運動論的シミュレーション[2]とそのモデルの概略を紹介し、さらに磁気圏プラズマへの適用性について議論する。

参考文献

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

[2] T.-H. Watanabe, H. Sugama, and S. Ferrando-Margalet, "Reduction of Turbulent Transport with Zonal Flows Enhanced in Helical Systems", Phys. Rev. Lett. vol.100, 195002 (2008).

キーワード:シミュレーション,磁気流体,ジャイロ運動論

Keywords: simulation, magnetohydrodynamics, gyrokinetics