

24P12

電氣的に非中性な二流体プラズマの反差動剛体回転
平衡状態の安定性とその速度依存性

Stability of counter-differential rigid-rotation equilibria of electrically non-neutral two-fluid plasma and its velocity dependence

中島雄太郎、岡田敏和、比村治彦、三瓶明希夫
Nakajima Yutaro, Okada Toshikazu, Himura Haruhiko, Sanpei Akio

京都工芸繊維大学・電子システム工学専攻
Department of Electronics, Kyoto Institute of Technology

近年、プラズマの運動をイオンプラズマと電子プラズマの独立な二つの運動によって記述する二流体プラズマモデルの研究が盛んに行われている。二流体プラズマモデルでは、電子密度とイオン密度は等しいとは限らず、準中性条件は必ずしも適用されない。プラズマのイオン密度と電子密度が異なる場合、プラズマの運動はイオンプラズマと電子プラズマの二つの非中性プラズマの運動として考えられる。我々は、R. C. Davidsonが導出した電氣的に非中性で冷たい二流体プラズマに対する二次元の差動剛体回転平衡を、温度が有限な場合のモデルである反差動剛体回転平衡[1]へと拡張した。また、本平衡状態を実験的に検証するために、イオン及び電子プラズマの方位角方向の速度場の測定手法を提案しBX-U装置を用いて初期実験を行った[2]。本平衡は、一様磁場中に円筒状に閉じ込められたプラズマが、イオンと電子プラズマで異なる角速度をもって剛体のように回転する平衡状態である。角速度はイオンプラズマと電子プラズマのそれぞれの反磁性ドリフトとExBドリフトによって与えられる。それらの和が径方向に比例している場合、平衡解は自己矛盾しない。我々はこれまでに、自己矛盾のない平衡解が存在する角速度のパラメータ領域を導出し、イオンプラズマと電子プラズマが互いに逆向きの角速度をもつ領域で平衡解が存在することを明らかにした。しかしながら、実験的に平衡状態を検証する場合、その安定性についても調べる必要がある。

本発表では、反差動剛体回転平衡状態の安定性について報告し、角速度をパラメータとして変化させた場合のその依存性について考察する。我々は安定性を調べるために、PICコード[3]を用いて電位分布の時間発展をシミュレーションし、各空間モードの不安定性の成長率を計算している。シミュレーションでは、二次元の

粒子分布に対して三次元の熱速度を仮定する2D3VのPICコードを用いる。計算の初期条件として、平衡状態の密度分布から、それぞれ10000個のイオンと電子の超粒子を配置し、10ピコ秒ごとの超粒子の移動を計算する。得られた超粒子の分布から密度分布や電位分布が計算される。図1はBX-U装置の典型的なパラメータセットの一つに対して得られる超粒子の分布と電位分布の時間発展である。本発表では以上の結果について考察を行う。

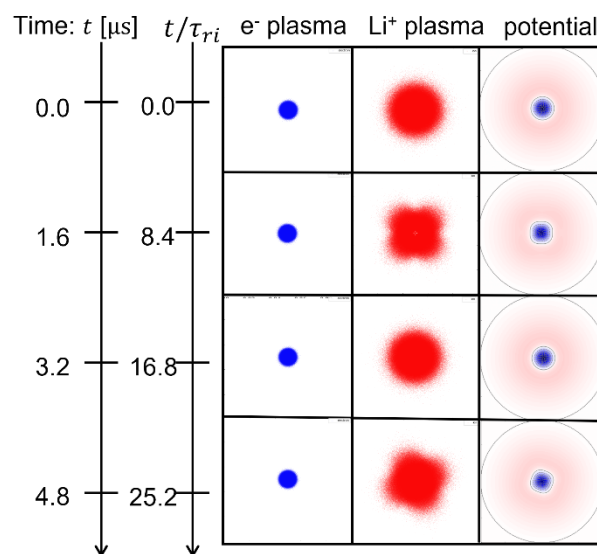


図 1: 反差動剛体回転平衡に対する2D3VのPICシミュレーションの時間発展。青い点は電子、赤い点はリチウムイオンの超粒子である。 τ_{ri} は剛体回転するイオンプラズマの回転周期である。

参考文献

- [1] Y. Nakajima, H. Himura, A. Sanpei, *J. Plasma Phys.* **87** (4), 905870415 (2021).
- [2] Y. Nakajima, H. Himura, T. Okada, *AIP Advances* **12** (4), 045015 (2022)
- [3] M. Sengupta, et al. *Phys. Plasmas*, **24**(3): 032105, 2017.