

一般空間座標を用いたジャイロ運動論の変分原理による定式化
The variational formulation of the gyrokinetic system
in general spatial coordinates

洲鎌英雄^{1,2}

Hideo Sugama^{1,2}

核融合科学研究所¹, 総合研究大学院大学²

National Institute for Fusion Science¹, Graduate University for Advanced Studies²

ドリフト運動論に用いられたオイラー的変分原理による定式化 [1] を拡張して静電乱流ジャイロ運動論に適用し、ジャイロ中心分布関数が満足するジャイロ運動論の方程式と静電ポテンシャル場が満足するジャイロ運動論的ポアソン方程式からなる支配方程式系を一般空間座標において導出する [2,3]. さらに、静電乱流ジャイロ運動論的系におけるラグランジアン的一般座標変換に対する不変性から、支配方程式系の解であるジャイロ中心分布関数と静電乱流ポテンシャル場が満足する運動量バランス方程式を導く。また、衝突項や他のソース項がジャイロ運動論的方程式に付加された場合に運動量バランス方程式がどのように修正されるかも明らかにする。従来の空間並進変換を用いて導出された運動量バランス方程式には一般的に非対称な正準圧力テンソルが現れるのとは対照的に、本研究で導かれた運動論的バランス方程式では、座標系に付随する計量テンソル成分に関してラグランジアンの汎関数微分を取るにより、対称圧力テンソルが直接的に現れる。この対称圧力テンソルは、運動量輸送に対する新古典効果ならびに静電乱流効果を含むことが示される。本研究で得られた結果は、トカマク・ヘリカル系を含むトロイダルプラズマにおける新古典・乱流輸送のジャイロ運動論的グローバルシミュレーションのエネルギー・運動量バランスの精度検証や輸送フラックスの評価等に役立つ。

[1] H. Sugama *et al.*, Phys. Plasmas **25**, 102506 (2018).

[2] H. Sugama *et al.*, submitted to Phys. Plasmas.

[3] H. Sugama *et al.*, *The Eulerian variational formulation of the gyrokinetic system in general spatial coordinates*, arXiv:2009.00259 (2020).