

ヘリオトロンJにおけるモーメント法を用いた新古典輸送解析 Analysis of the neoclassical transport using the moment-method in Heliotron J

松下健太郎、中村祐司
Matsushita Kentarou, Nakamura Yuji

京都大学大学院エネルギー科学研究科 〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄
Graduate School of Energy Science, Kyoto University, Gokasho, Uji-shi, Kyoto-fu 611-0011, Japan

核融合プラズマの磁場閉じ込めにおいて、粒子とエネルギーの輸送現象について理解することは重要である。特に、トーラスプラズマ内の温度・密度勾配に駆動される新古典輸送は、ヘリカル系において重要となる。

京都大学にあるヘリカル系磁場閉じ込め装置ヘリオトロンJでは、閉じ込められるプラズマは上から見ると円よりも四角形に近い形をしており、磁場は次式で表され、

$$\frac{B}{B_0} \approx 1 - \epsilon_h \cos(l\theta - m\varphi) - \epsilon_b \cos m\varphi - \epsilon_t \cos \theta,$$

トロイディシティ ϵ_t とヘリシティ ϵ_h に加えて“バンピネス ϵ_b ”という磁場成分をもつ。バンピネスはプラズマの辺の部分と角の部分の磁場の強弱比を表す。このバンピネスを強めることによって新古典輸送を抑えられることが期待できている[1]が、ヘリオトロンJの新古典輸送に関してまだ十分な解析が行われていない。

本研究では、新古典輸送について拡散係数や熱流束、ブートストラップ電流を評価する。温度は一定にし、粒子密度を変えることによって衝突周波数 $\nu^* \propto n/T^{3/2}$ を変化させる。解析では径方向電場と磁場配位の依存性について調べる。解析にはDKESコードとモーメント法を組み合わせた手法を用いる[2]。DKESコードはドリフト運動方程式を数値的に解き、単色エネルギーに対する新古典輸送の係数が得られる。しかし、DKESコードのみでは不十分な面があるため、モーメント法によってDKESコードの出力を用いたエネルギー積分を行う。

図1と図2はそれぞれ、バンピネス ϵ_b とヘリシティ ϵ_h を変化させたときの粒子拡散係数 D を表す。図1より、 ϵ_b の値を負にすることによって拡散係数が減少することが示される。よってバンピネスは新古典輸送を軽減させる。図2より、 ϵ_h が減少するにつれて拡散係数が減少してい

き、減少率はしだいに大きくなることが示される。

今後は粒子拡散係数について、径方向電場を含めた更なる解析を行うとともに、熱流束やブートストラップ電流にも解析を拡張していく。

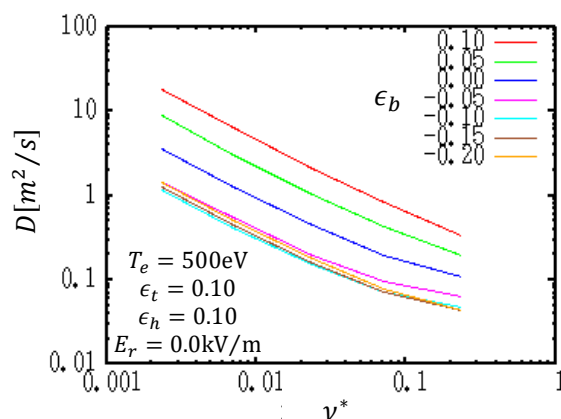


図1. 各バンピネス ϵ_b における衝突周波数 ν^* に対する粒子拡散係数 D

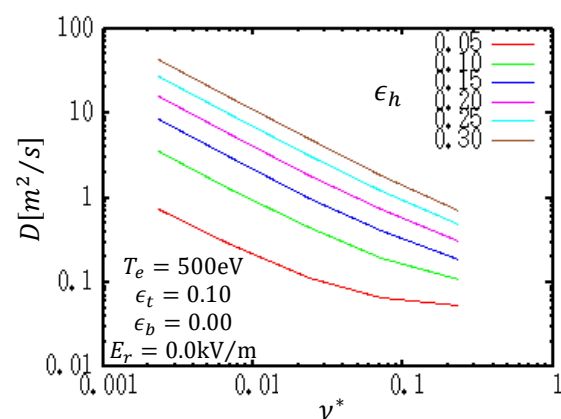


図2. 各ヘリシティ ϵ_h における衝突周波数 ν^* に対する粒子拡散係数 D

References

- [1] M. Wakatani, Nuclear Fusion, 40, 3 (2000)
- [2] H. Sugama and S. Nishimura, Phys. Plasmas 9, 4637 (2002)