

高井理恵子¹, 浦野創², 福田武司¹大阪大学大学院工学研究科¹, 原子力機構²Rieko TAKAI¹, Hajime URANO², Takeshi FUKUDA¹Osaka Univ.¹, JAEA²

磁場閉じ込め高温プラズマにおける輸送は、微視的乱流である異常輸送により決定される。乱流輸送はプラズマ中の圧力勾配や電流密度勾配によって励起される微視的揺動であり、炉心から熱を散逸させる。そのため、乱流による熱輸送の理解は核融合炉性能の予測精度向上に不可欠となっている。そこで、本研究ではJT-60の実験データを用いて磁場閉じ込めプラズマにおける熱流束に対する密度や温度、速度の勾配、磁場構造の影響を、電子系輸送・イオン系輸送それぞれについて調べる。

使用したデータは負磁気シア放電のもので、加熱方法はNBIのみである。熱流束 Q は TOPICS を用いて計算し、ジャイロボーム値 Q_{gb} で割った無次元数である Q/Q_{gb} を評価に用いた。ただし、ジャイロボーム値 Q_{gb} は、以下の式により計算した。ただし、 i, e はそれぞれイオンと電子を、 n は密度 [$/m^3$]、 T は温度[J]、 v_{th} は熱速度[m/s]、 $\rho_{i, e}$ はイオン・電子ラーマ半径[m]、 R_0 はプラズマ大半径[m]を表す。

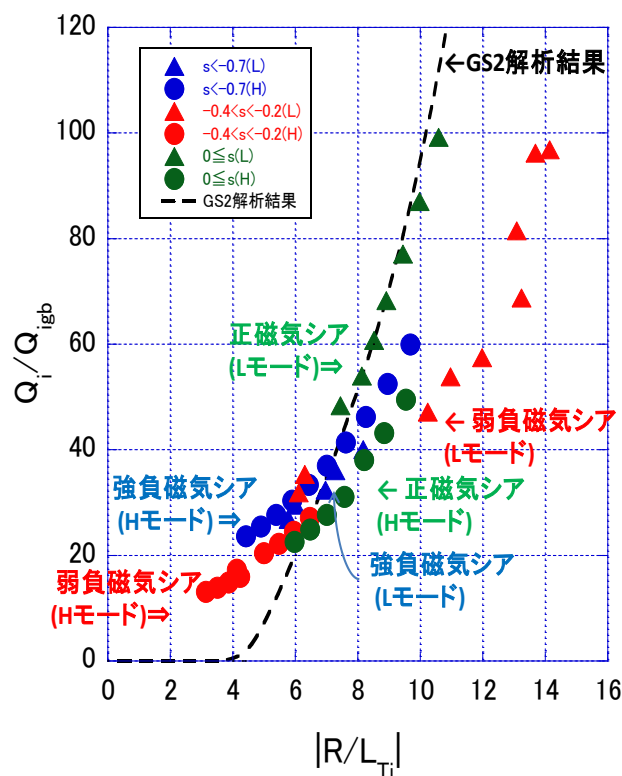
$$Q_{i, e, gb} = n_e T_{i, e} v_{i, eth} \rho_{i, e}^2 / 2\sqrt{2} R_0^2 \quad [1]$$

イオン系における熱流束に対するイオン温度勾配の影響を調べるため、 Q_i/Q_{igb} と $|R/L_{Ti}|$ の関係に注目した。 Q_i/Q_{igb} と $|R/L_{Ti}|$ の関係を図1に示す。使用したデータはJT-60の実験データのうち負磁気シア放電のもので、プラズマ小半径 $\rho=0.4\sim0.6$ とした。

ここで、JT-60の実験データの解析結果を、E.G.Highcockの行った図1に黒色点線で示した $q_0 = 1.4$, $s = 0$, flow shear = 0 の条件下におけるGS2を用いたシミュレーションの結果^[1]と比較した。JT-60の解析結果もGS2によるシミュレーション結果も、 Q_i/Q_{igb} と $|R/L_{Ti}|$ の関係には正の相関が見られ傾向が類似しており、正磁気シアの実験データが、GS2解析結果に極めて近かった。

磁気シア s の値を $s < -0.7$ の強負磁気シア、 $-0.4 < s < -0.2$ の弱負磁気シア、 $0 \leq s$ の正磁気シアと分類すると、弱負磁気シアのものが Q_i/Q_{igb} が小さくなり、熱流束がジャイロボーム値に最も近くなった。さらに、正磁気シアのデータについては、LモードとHモードのデータを比較すると、Hモードのデータのほうが Q_i/Q_{igb} が小さくなり、熱流束が低減していることがわかった。

本講演では、以上の結果に加え、熱流束とプラズマ回転速度の関係、さらにイオン系のみならず電子系における熱流束に対する電子温度勾配や電子密度勾配、磁気シアの影響についての解析結果も報告する予定である。

図1 Q_i/Q_{igb} と $|R/L_{Ti}|$ の関係

参考文献

- [1] E.G. Highcock, M. Barnes, F.I Parra, A.A.Schekochihin, C. M Roach, and S. C. Cowley PHYSICS OF PLASMAS 18, 102304 (2011)