

JT-60UとLHDにおけるジャイロ運動論を用いた粒子輸送の比較
Comparison Study of Turbulence Driven Particle Transport Study by Gyrokinetic Linear/Quasi Linear Simulation in JT-60U and LHD

田中謙治¹、竹永秀信²、村岡克紀³、大山直幸²、吉田麻衣子²、D.R. Mikkelsen⁴、C. A. Michael⁵、L.N. Vyacheslavov⁶ 他

TANAKA Kenji¹, TAKENAGA Hidenobu², MURAOKA Katsunori³, OYAMA Naoyuki², YOSHIDA Maiko², MIKKELSEN David⁴, MICHAEL Clive⁵, VYACHESLAVOV Leonid⁶ et al.

¹核融合研, ²原子力研究開発機, ³株式会社プラズワイヤー, ⁴プリンストンプラズマ物理研究所, ⁵オーストラリア国立大学, ⁶ブドカー核物理研

¹NIFS, ²JAEA, ³PLAZWIRE, ⁴PPPL, ⁵ANU, ⁶BINP

電子密度分布はトカマクとヘリカル装置で明確な違いを示す[1]。本研究ではトカマクとヘリカルの粒子輸送の類似性、相違性を理解することによりトロイダル装置における密度分布の形成機構を理解することを目的とする。図1(a)に示すようにJT-60UのELMy Hモードで中心尖塔化した密度分布が観測されている。他のトカマクでも尖塔化した密度分布は観測され、その多くが新古典ウエアピンチでなく乱流揺動により尖塔化することが報告されている[2]。一方、LHDでは磁気丘の強い磁気軸位置(R_{ax})3.5mでは尖塔化した分布となるが磁気丘が相対的に弱い R_{ax} =3.6mでは凹化した密度分布となる(図1(b), 1(c))。 R_{ax} =3.5mと3.6mではヘリカル磁気リップルは $r/a < 0.8$ において同程度であり、その結果、新古典輸送は同程度である。よって、これらの密度分布は乱流揺動の寄与の違いによると考えられる[1,3]。ジャイロ運動論乱流コードGS2を用い、計測で乱流の存在が確認されている領域(JT-60U $r/a=0.35$, LHD $r/a=0.6$)において乱流が駆動する粒子束(Γ)を計算した。図2に計算の収束値における Γ をポテンシャル揺動の振幅の二乗で規格化した規格化粒子束 Γ/ϕ^2 の規格化密度勾配 $(-1/n)(dn/dr)$ への依存性を示す。JT-60U, LHDいずれの場合も $(-1/n)(dn/dr)$ が小さい場合には内向きとなり、増加するに従い外向きに反転する。粒子ソースによるフラックスと新古典輸送によるフラックスが密度揺動による粒子束に比べ無視できる場合は、計算で評価される密度勾配はゼロフラックス付近となる。JT-60Uでは周辺ペデスタルの内側($\rho < 0.9$)、LHDでは最も外殻磁気面の内側($\rho < 1.0$)ではリサイクリングによる粒子ソースは密度分布に与える影響は無視できる。計算値は白抜き矢印で示す実験値と近い値になっており、これは乱流揺動が密度分布の違いを与えることを示唆している。

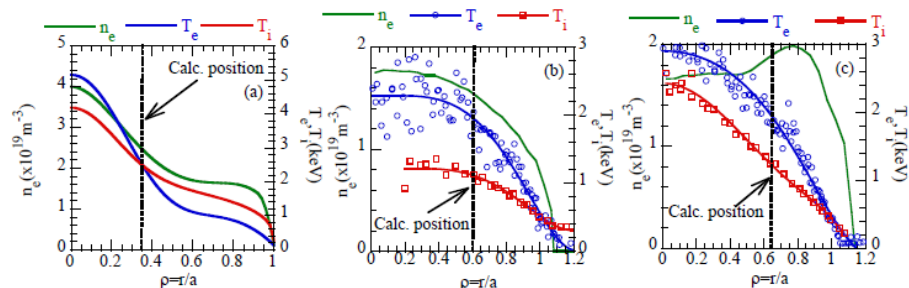


図1 n_e, T_e, T_i 分布の比較(a)JT-60U ELMy H mode (b) $R_{ax}=3.5m$ 強い磁気丘 (c) $R_{ax}=3.6m$ 弱い磁気丘

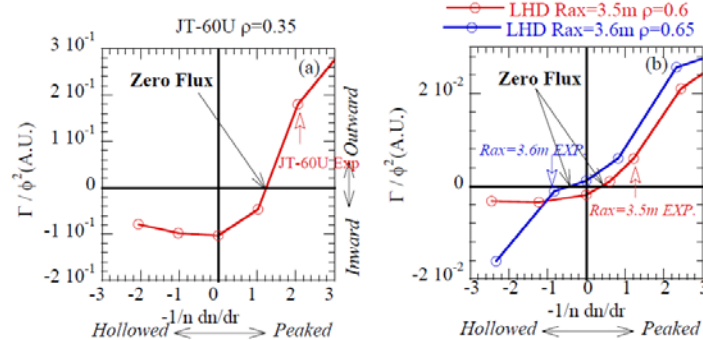


図2 (a)JT-60U, (b)LHD における準線形粒子束の密度勾配依存性

[1] H. Takenaga, K. Tanaka, K. Muraoka, et al., Nucl. Fusion 48 (2008) 075004
 [2] C. Angioni et al., Plasma Phys. Control. Fusion 51 (2009) 12401
 [3] K. Tanaka, H. Takenaga, K. Muraoka et al., Fusion Sci, Tech. 58 (2010) 70