

ヘリカル型核融合における α 粒子の閉じ込め性能の研究 Study of alpha particle confinement performance in helical fusion reactor

森涼雅(名大) 關良輔(核融合研) 渡邊清政(名大・核融合研)

MORI Ryoga [*], SEKI Ryosuke [**] and WATANABE Kiyomasa [* and **]

*Nagoya University, **NIFS

1. はじめに

本研究では、核融合発電炉で核融合反応を維持するのに重要な役割を果たす α 粒子の軌道特性を調べた。対象とした核融合炉は、LHDと同じ磁場配位で大きさを4倍にしたもの(FHR2m2相当)とした。軌道計算に使ったシミュレーションコードはMORHコード[1]を基にしたもので、実座標で粒子軌道を追跡できるため α 粒子が真空容器に衝突するまで追跡が可能である。また本研究の独自のテーマとして小半径方向の径電場が粒子軌道に対して与える影響の評価を行った。

2. 解析

ここでは、計算条件となるパラメータを示す。追跡テスト粒子は3.5 MeVの α 粒子で、追跡時間は30 msとした。真空磁場は5Tとした。径電場では空間一様と仮定した。 α 粒子は横長断面の赤道面を始点とした。

3. 結果・考察

α 粒子の軌道特性を■通過粒子、■バナナ粒子、■カオス軌道粒子、■即損失粒子の4つに分類した。また、計算時間中に、真空容器壁に到達して損失した粒子は、□とした。ここで特徴的な粒子軌道を図1に示す。

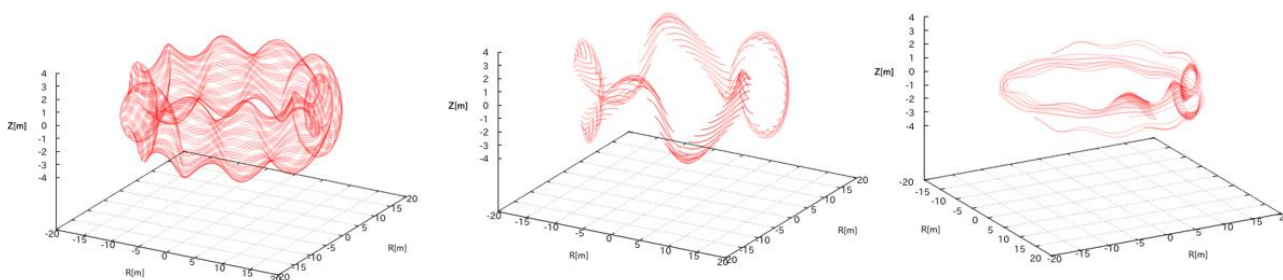


図1. 円筒座標系における各粒子軌道の振る舞い (左)通過粒子, (中央)バナナ粒子, (右)カオス軌道粒子

前述の分類規則に従って図2を作成した。縦軸は粒子の初期速度のピッチ角(磁場と初期速度のなす角), 横軸は α 粒子の始点の大半径 R の座標をそれぞれ示す。ここで、ピッチ角が0.5付近の粒子は、磁力線方向の速度が小さく、 ∇B による反射を受けやすいため、即損失粒子、バナナ粒子、カオス軌道粒子が多く分布している。 $E_r = 15 \text{ kV/m}$ の径電場により、軌道特性に大きな変化はみられないが、大半径($R = 15.4 \text{ m}$)においてバナナ粒子がカオス軌道粒子へと、カオス軌道粒子が通過粒子へと変化していることが分かる。いずれもピッチ角が0.5付近の粒子であることから、径電場は、磁力線方向の速度が小さい粒子に対して、比較的影響を及ぼすことが分かる。発表では、計算コードの内容、結果データの分析手法、さらに径電場強度を大きくした場合の粒子軌道への影響を議論する。

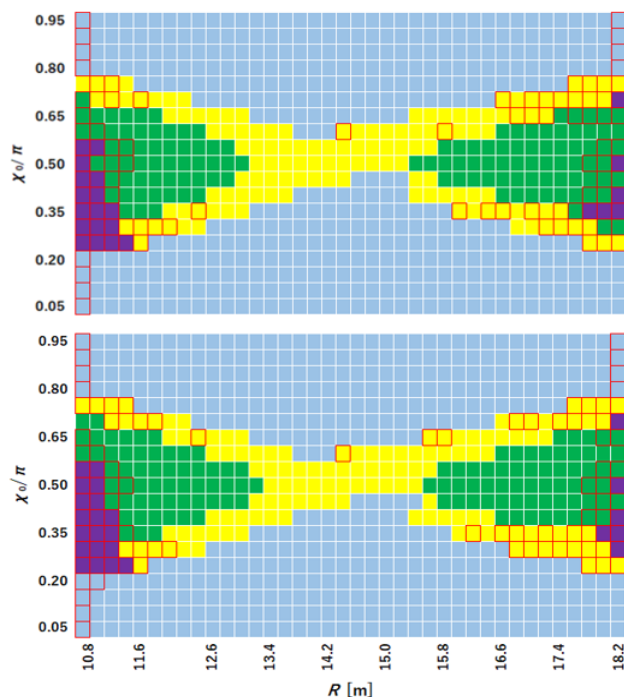


図2. 粒子の軌道特性, (上) $E_r = 0$, (下) $E_r = 15 \text{ kV/m}$