

過渡的ヌル点におけるトーラス放電機構の検証
Verification of torus discharge mechanism at transient null point

野間 健太郎⁽¹⁾, 魏 啓為⁽¹⁾, 井 通暁⁽¹⁾, 辻村 亨⁽²⁾
 Kentaro Noma⁽¹⁾, Keii Gi⁽¹⁾, Michiaki Inomoto⁽¹⁾, Toru Tsujimura⁽²⁾

⁽¹⁾東京大学, ⁽²⁾核融合科学研究所
⁽¹⁾The University of Tokyo, ⁽²⁾NIFS

研究背景・研究目的

一般的なトカマクにおける定常ヌル点での放電開始条件の評価には, Lloydの表式[1]による0次元的评价が広く用いられている. しかし, 真空容器外部に設置したポロイダル磁場コイルを用いて球状トカマクプラズマの立ち上げを行うUTST装置では, 真空容器壁の影響により装置内部に過渡的なヌル点形成される[2]. このような環境下でのトーラス放電を適切に評価するには装置の電磁界解析を含めた新たな評価モデルが必要となる.

本研究ではUTST装置のプラズマ立ち上げを最適化することを目的に, トーラス放電の新たな評価モデルとして二次元流体モデルの構築を行っている.

流体モデル

このモデルでは粒子連続の式と電磁場の方程式を連立し解くことで電子密度や電磁場の空間的・時間的发展を算出する. 今回は, 計算を進めるための前提条件となる1)ドリフト速度 v や拡散係数 D , 電離係数 α 等の巨視的な輸送パラメータが決定可能であること, 2)それらの緩和時間が十分短いこと, の2つの事項を検証するため, モンテカルロ法を用いた電子スオーム解析を行った.

電子スオーム解析の結果

計算の結果, 輸送パラメータのうち最も緩和に時間がかかるのは換算電離係数 α/N であり, その緩和時間は図1に示すように電場の磁場方向成分の大きさ $|E_B|$ に反比例することが確認された. UTSTのヌル点近傍に発生する電場を考慮すると緩和時間は2~3 μ sとなり, これは背景電磁場の変化に対し十分小さいと判断できる量である.

また, 各輸送パラメータの背景電磁場に関する依存性をまとめると表1のようになった. こ

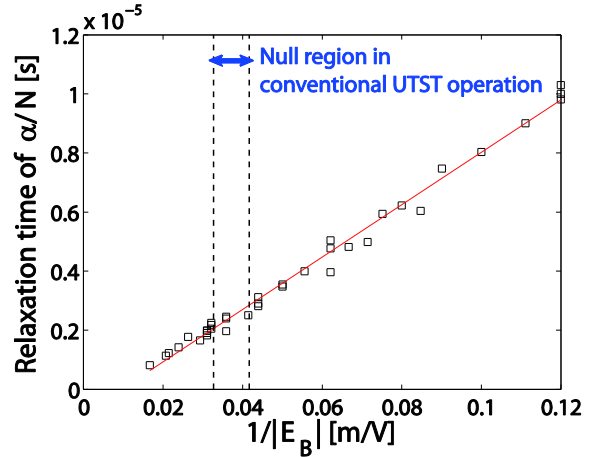


図1 α/N の緩和時間と電場の磁場方向成分の大きさ $|E_B|$ の逆数との関係

表1 各輸送パラメータの背景電磁場に関する依存性

	B 方向	E_{\perp} 方向	$E \times B$ 方向
v	E_B 依存	~ 0	$\sim E_{\perp}/B$
D	E_B 依存	$\propto E_B /B^2$	$\propto E_B /B^2$
α/N	E_B 依存		

れらの関係性を用いることで, 背景電磁場の二次元分布から計算に必要な輸送パラメータを見積もることが可能となる.

今後は流体モデルによる放電シミュレーションを進めるとともに, 実験結果との比較を行いモデルの妥当性を検証する予定である.

謝辞

本研究はJSPS日中韓フォーサイト事業, NIFS共同研究NIFS15KNTR001, ならびに科研費15H05750, 15K14279, 26287143, 25820434の助成を受け遂行されました. 関係者の皆様方に厚く御礼申し上げます.

[1] Lloyd B. *et al.*, Nucl. Fusion, **31**, 2031, 1991
 [2] M. Inomoto *et al.*, Nucl. Fusion, **55**, 033013, 2015