

軸方向プラズモイド合体におけるFRCプラズマへの粒子・磁束供給法の開発 Development of refueling/refluxing method of FRC plasma by axial plasmoids merging

備後光貴¹, 小林大地¹, 関太一¹, 浅井朋彦¹, 高橋努¹

Mitsutaka Bingo¹, Daichi Kobayashi¹, Taichi Seki¹, Tomohiko Asai¹, Tsutomu Takahashi¹

¹日大理工
Nihon Univ.

1. 研究背景・目的

近年、磁場反転配位（Field-Reversed Configuration：FRC）の新しい生成法として超音速/超アルヴェン速度に加速されたプラズモイドを衝突合体する手法がTAE Technologies社のC-2シリーズや日本大学のFAT-CM装置で開発された。この方法では捕捉磁束の大きいFRCプラズマが生成されることが確認されている^[1]。

本研究では、衝突合体法を応用してFRCプラズマへの新たな粒子・磁束供給の開発を目指す。図1に示すように、FRCプラズマの両端部から対称に装置軸に沿って加速されたプラズモイドを入射し衝突合体を起こす。結果、プラズモイドの持つ運動エネルギーや高温・高密度プラズマを効率よくFRCプラズマに供給し、粒子・磁束が増加されることが期待される。後述する各運転条件におけるプラズマパラメータの比較から粒子・磁束供給の効果を評価する。

2. 実験方法

FAT-CM装置を用いて、新たな粒子・磁束供給法を検証するために、各生成部に配置されたシータピンチコイルとは別駆動可能なコイルの電流波形を制御することで、局所的に磁場を変化させ、ノンテアリング再結合^[2]により初期プラズモイドを各生成部でそれぞれ2ずつ生成した。加えて、磁気圧勾配により移送タイミングに時間差を作り、1個目のプラズモイド衝突合体で生成されたFRCプラズマに対して2個目のプラズモイドを両端から衝突させた。また、電流波形を変化させることにより、1個目のプラズモイド同士を衝突させFRCプラズマを生成

/維持する運転条件（Mode1）、1個目のプラズモイド同士を衝突させた後、FRCプラズマの両端から2個目を入射する運転条件（Mode2）を確立した。

3. 実験結果

本研究で開発した手法において、片側生成部のみで運転した場合（Single）及び、Mode1・2で運転した場合の閉じ込め部における典型的な諸量を表1、表2に示す。

表1より、Mode1に比べてMode2では、約46%の粒子数増加と約30%のポロイダル磁束増加が示された。また、表2に示した結果より、粒子・磁束の減衰時間はそれぞれ約1.5倍、1.7倍伸長したことが確認された。

表1 各運転条件におけるパラメータの比較

Plasma parameter	Single		Mode1	Mode2
	~25 μ s (1st)	~50 μ s (2nd)	~50 μ s	~50 μ s
$r_{\Delta\phi}$ [m]	0.078	0.090	0.16	0.21
ϕ_P [mWb]	0.060	0.11	0.61	1.9
n_e [$\times 10^{20} \text{m}^{-3}$]	2.8	2.4	0.92	1.3
N_T [$\times 10^{19}$]	0.43	0.75	0.87	1.9

表2 各運転条件における粒子・磁束減衰時間

Plasma parameter	Mode1	Mode2
τ_N [μ s]	117	170
τ_ϕ [μ s]	67	115

参考文献

- [1] T.Asai et al, Nucl. Fusion **59**, (2019) 056024
[2] M. Tuszewski, et al, Phys. Fluids B 3,10 (1991).

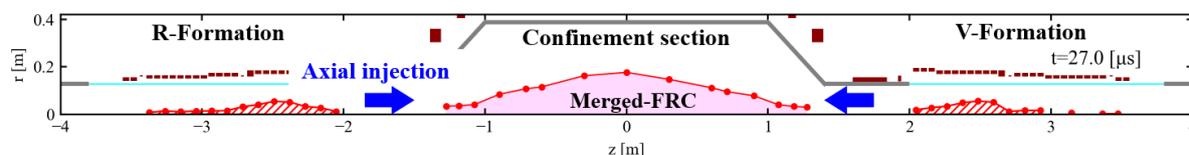


図1 軸方向プラズモイド合体における粒子・磁束供給法の概念図