03Ep04

原型炉級ダイバータ模擬実験に向けたTPD型定常高密度プラズマ源の開発状況

The State of Development of Steady-State High Density TPD-type Plasma Source for Demo Diverter Simulation Experiment

江角直道[1], 林 祐貴[2], 高木 誠[3], 大野哲靖[3], 近藤綾音[1], 利根川 昭[4],
澤田圭司[5], 門 信一郎[6], 難波慎一[7], 西島大輔[8], 桑原竜弥[3], 杉山吏作[1],
蒲生宙樹[1], 野尻訓平[1], 坂本瑞樹[1], 吉川正志[1], 小波蔵純子[1], 中嶋洋輔[1],
田村直樹[2], 浜地志憲[2], 矢嶋美幸[2], 増崎貴[2]
EZUMI Naomichi[1], HAYASHI Yuki[2], TAKAGI Makoto[3], OHNO Noriyasu[3],
KONDO Ayane[1], TONEGAWA Akira [4], et al.

[1]筑波大学, [2]核融合研, [3]名古屋大, [4]東海大, [5]信州大, [6]京都大, [7]広島大, [8]UCSD
[1] Univ. Tsukuba, [2]NIFS, [3]Nagoya Univ., [4]Tokai Univ., [5]Shinshu Univ., [6]Kyoto Univ., [7]Hiroshima Univ., [8]UCSD

1. はじめに

原型炉ダイバータ設計における多様な配位検討に用いるシミュレーションコードの高精度化のためには原型炉で想定される高密度ダイバータプラズマを模擬した実験による詳細な基礎データの取得が求められる[1]。本研究では高密度プラズマ生成において高い実績を有する TPD 型プラズマ源の知見を基盤として、原型炉級ダイバータ模擬実験の実現に不可欠な高密度プラズマ源の開発を進めている。

2. 開発目標

本研究で開発目標とする TPD 型プラズマ源(図1)では、プラズマ密度 $>10^{20}m^{-3}$, プラズマ直径~50 mm の定常高密度水素プラズマを生成し、放電時のテスト領域のガス圧力 10^{-3} Torr 以下(10^{-6} Torr 台を目標) を維持することを目指している。これらの実現に向けて、1) 陰極(大面積 LaB_6+加熱ヒーター)の開発、2) 高効率強制水冷陽極・中間電極の開発、3) 高密度を維持した大口径化の試験、4) 放電部とテスト部の高い圧力差の実現、5) 水素放電の安定化、に取り組んでいる。各開発試験・試作の成果を TPD-II 装置に適用し、同装置の有する大容量電源を活用して原型炉級ダイバータの高密度プラズマ生成を行う。

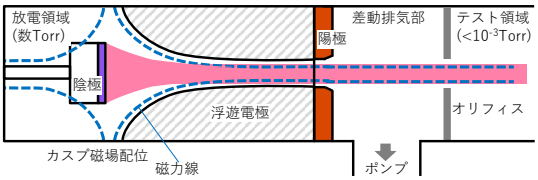

図 1:TPD 型プラズマ源の概略図

3. これまでの開発状況

3-1) 大面積LaB_6及び高効率水冷電極を用いた放電

電位制御性、冷却効率、耐久性を改良した陰極及び中間電極を名大NAGDIS-II装置に設置し、ヘリウムおよび重水素放電試験を実施した。中間電極の分割による水素放電電圧の低下がみられ、中間電極分割による電位分布制御の有効性を確認した。

3-2) リング電極を用いたプラズマ径大口径化試験

筑波大の小型熱陰極アークプラズマ装置CTP-HCのプラズマ噴射部に追加したリング状電極のバイアス電圧により、プラズマ密度およびその径方向分布の変化が観測され、追加リング電極によるプラズマ径方向分布の制御の可能性を示した[2]。

3-3) TPD-II 装置の再稼働・新放電部の作製

高密度プラズマ生成試験を行うため、TPD-II装置の再稼働に関わる種々システムの健全性を確認し、既設の大容量放電電源、プラズマ源を用いた放電試験にてアーク放電プラズマの生成を実現した(図2)。現在、NAGDIS-II等での知見を活用した、高密度放電を実現するためのLaB_6円板加熱ヒーターを有する新型放電部を準備しており、今年度中に放電試験を行う予定である。高密度水素プラズマの物性、放電特性の理解に向けた物理実験を行うため、静電プローブ、分光計測等の計測系の整備も進めている。

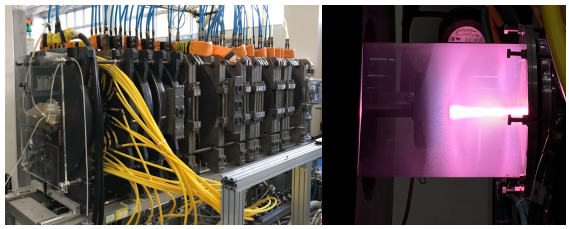

図 2:再稼働した TPD-II 装置(左)と既設放電部を用いて生成した He 放電プラズマ(右).

[1] K. Okano et al., Fusion Eng. Design 136 (2018) 183.
[2] 近藤, 江角 他:本年会ポスター発表, 3P07.

本研究は、核融合科学研究所LHD計画共同研究(NIFS17KOAF005)により支援された。