

兵庫県立大学における磁化同軸プラズマガンの開発・応用研究 Studies of development and application of magnetized coaxial plasma gun at University of Hyogo

福本直之, 昌子紘己, 岩本和樹, 大島卓巳, 坂本研介, 永田正義
N. Fukumoto, H. Shoji, K. Iwamoto, T. Oshima, K. Sakamoto, M. Nagata

兵庫県大・院工
GSE, Univ. Hyogo

兵庫県立大学では、これまで多くの磁化同軸プラズマガン (MCPG) を開発してきた。それらは、磁場閉じ込め核融合炉への先進的燃料補給やダイバータ材料への短パルス熱負荷試験等に応用されている。これらの応用では、局所的な燃料粒子供給や、繰り返しの燃料供給やパルス熱負荷照射が求められており、孤立した短パルスのコンパクトトーラス (CT) プラズマの連続射出の技術開発が必要である。そこで、最近ではCTプラズマの連射技術の開発として、ヘリカル内部電極を用いた新たなMCPGの開発も行っている。

1) 新型MCPGの開発

従来のMCPGでは、準定常的に印加されたバイアス磁場とガン放電電流周期が関係してCTプラズマが伸長し、長パルス化する傾向がある。そこで、局所的な連続した粒子供給や熱負荷照射を可能とするため、孤立した短パルスのCTプラズマを連続射出することを目指し、内部電極とバイアス磁場コイルを螺旋構造に一体化した新たな構造のMCPGを考案し、その装置開発を行っている。この新型MCPGでは、放電電流の反転とともに、バイアス磁束の極性も反転し、ガン放電電流の半周期毎に極性の異なる孤立したCTプラズマが射出されることが期待できる。また、電源もガンとガスパフの2系統となり、システムとしても簡略化される。

2) 短パルス熱負荷試験用プラズマ照射装置の開発

ダイバータとして、先進的な液体金属ダイバータや革新的な易融金属ペブルダイバータの研究が進められている。しかし、プラズマ照射時の熱負荷特性については詳細が分かっておらず、基礎的な特性試験が望まれている。そこで、短パルス熱負荷試験装置として、旧SPICA

用の高性能加速電源と組み合わせたMCPGによるプラズマ照射システムを開発している。SPICA装置では、タングステン板へプラズマ照射で、材料表面に溶融層を形成し、ドロップレットの飛散や磁場印加による溶融層の安定化などの観測に成功している。それと同等の熱負荷照射能力をもった試験装置を大学の実験室レベルで実現し、先進的、革新的なダイバータ材への短パルス熱負荷試験を行う予定である。

3) QUESTにおける先進的燃料補給法の開発

磁場閉じ込め核融合炉への先進的燃料補給法の開発研究として、九州大学QUEST装置においてCT入射実験を行っている。これまでに、OH-STプラズマにおいて、ディスラプション無く密度上昇を確認し、CT到達位置による密度分布制御の可能性を示した。さらに、RFを用いた非誘導電流立ち上げSTプラズマへのCT入射を行い、粒子供給および高密度化のための入射条件を明らかにすることを目指している。さらに、この高性能CT入射装置を用いて、QUEST装置と切り離れた状態で材料へのプラズマ照射を行う実験も計画している。

また、新たに、東大のRT-1装置において磁気圏プラズマへのCT入射によるオーロラ現象の模擬実験への応用も準備が進められている。これら兵庫県立大学によるMCPGの開発・応用研究について網羅的に報告する。

(関連発表：2P79, 2P80, 2P81, 2P91)

これらの研究の一部は、核融合科学研究所のネットワーク型共同研究 (NIFS19KNWH001)、一般共同研究 (NIFS19KEMF142)、双方向型共同研究 (NIFS20KUTR157) の助成を受けることで大きく進展している。