7P21

リング型永久磁石のカスプ磁場によるダイバータ熱負荷低減模擬実験 II

Simulation experiment of divertor thermal load reduction by cusp magnetic field using ring type permanent magnet II

菅野浩史 1)、岸本大輝 1)、渋谷正樹 1)、古川武留 1)、中本聡 1)、竹野裕正 1)、
松浦寛人 2)、中嶋洋輔 3)、平田真史 3)
KANNO Hirofumi1), KISHIMOTO Hiroki1), SHIBUYA Masaki1),
FURUKAWA Takeru1), NAKAMOTO Satoshi1), TAKENO Hiromasa1), et al.

1)神戸大、2)大阪府大、3)筑波大
1) Kobe Univ., 2) Osaka Pref. Univ., 3) Univ. Tsukuba

核融合発電の実用化における最重要課題の一つに，ダイバータ板の熱負荷損耗がある．この熱負荷の低減手法の一案として，荷電粒子分離機能を持つカスプ型直接エネルギー変換器 (Cusp-Type Direct Energy Converter : CuspDEC) を利用することが提案されている[1]. CuspDEC を設置することで流入プラズマの荷電粒子を極性ごとに分離し，分離された粒子の進行方向の先にダイバータ板をそれぞれ配置する．ダイバータ板を粒子の極性・エネルギーに応じてバイアスし，これによる逆電界により粒子を減速させ，熱負荷を低減させるというものである．

本研究では，この手法の小規模模擬装置での実証を目的とする．前報[2]では装置設計と初期実験結果について報告した．本報では，プラズマをより高い密度として入射熱負荷を増大させた実験を報告する．

図1に実験装置の概要示す. 左側がプラズマ源で，高周波のパルス印加によりアルゴンプラズマを生成する．右側の空間には，カロリーメータが設置され，その上流にカスプ磁場を有するリング型磁石を配置する．磁石のカスプ磁場にプラズマ生成用のコイル磁場を合わせ，電子を偏向させる磁場を形成する．プラズマは磁石の中空部を通過し，電子は偏向され，イオンのみがカロリーメータに流入する. 受熱板にはバイアスが印加可能なため，これにより熱負荷を低減する．使用するカロリーメータは熱負荷と流入荷電粒子による電流が同時測定可能であり[3]，受熱板の温度を測定して，検出される熱量Q_{det}を得ると同時に，バイアス回路に流れた電流を測定する．粒子のエネルギーを評価し，電流との積を時間積算して入射熱量Q_{in}を得る．

図2に，受熱板の印加バイアスを20Vで一定とし，磁場コイルに流す電流I_Bを変化させたときのQ_{det}の変化を示す．グラフより，一部の点を除き磁石を配置することでQ_{det}が減少しており，熱負荷の低減効果がみられる．これは，磁石がない場合は受熱板に到達する電子が磁石との合成磁場で偏向され，受熱板に流入する量が減ったためだと考えられる．この結果に対応してQ_{in}の変化も調べ，磁石による熱負荷低減効果を評価する．詳細は講演にて発表する．

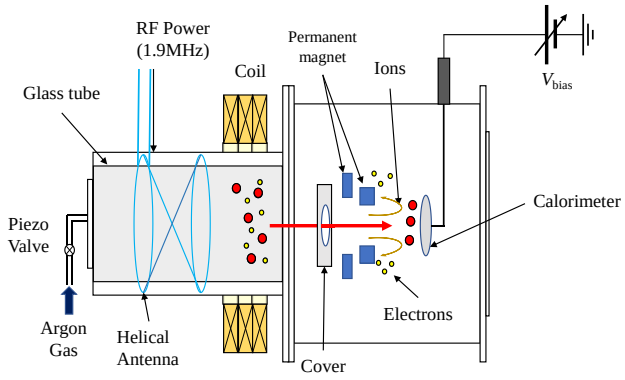

図 1　実験装置概要

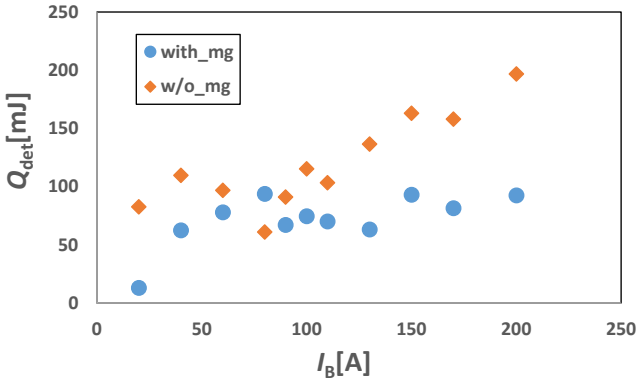

図 2　I_B に対する Q_{det} の変化特性

この研究は，核融合科学研究所および筑波大学との双方向型共同研究 (NIFS19KUGM147)の支援を受けている．

[1] H. Takeno, et al., Trans. Fusion Sci. Tech. Vol. 63(1T), 131-134 (2013).
[2] 岸本他，プラズマ・核融合学会第 38 回年会，22P-5F-03 (2021).
[3] K. Ichimura, et al., Fusion Eng. Des. 136, 381-385 (2018).