

リング型永久磁石のカusp磁場によるダイバーター熱負荷低減模擬実験 Simulation experiment of divertor thermal load reduction by cusp magnetic field using ring type permanent magnet

岸本大輝¹⁾、菅野浩史¹⁾、中本聡¹⁾、竹野裕正¹⁾、市村和也²⁾、松浦寛人³⁾、
中嶋洋輔⁴⁾、平田真史⁴⁾

KISHIMOTO Hiroki¹⁾, KANNO Hirofumi¹⁾, NAKAMOTO Satoshi¹⁾, TAKENO Hiromasa¹⁾,
ICHIMURA Kazuya²⁾, MATSUURA Hiroto³⁾, NAKASHIMA Yousuke⁴⁾, HIRATA Mafumi⁴⁾

(1)神戸大、2)群馬高専、3)大阪府大、4)筑波大)

(1)Kobe Univ., 2)Nat. Inst. Tech., Gumma Col., 3)Osaka Pref. Univ., 4)Univ. Tsukuba)

研究背景／目的

著者等は、核融合直接発電での利用を想定したカusp型直接エネルギー変換器を、ダイバーター熱負荷の低減に利用することを提案している[1]。カusp磁場で荷電分離し、分離粒子それぞれに応じてバイアスしたダイバーター板からの電界で粒子を減速して、熱負荷を低減するものである。

本研究では、この手法の小規模模擬装置での実証を目指している。装置構成では、軸上にヌル点、即ちカusp磁場を有するリング型磁石を用いる。これにコイル磁場を合わせて電子を偏向する磁場を形成し、バイアス可能なカロリメータと組み合わせて模擬実証実験を行う。

実験装置

図1は、実験装置の模式図である。図の左側で、高周波印加によりアルゴンプラズマを生成する。生成用にコイル磁場が印加されるが、これは下流の荷電分離の磁場形成にも利用される。プラズマが流れ込む右側にカロリメータがあり、これの上流に磁石を配置する。プラズマは磁石の中空部を通過した後、電子は偏向され、イオンのみがカロリメータに入射する。カロリメータの受熱板はバイアス可能で、流入電流も計測できる。バイアス変化により、流入電流の変化と受熱板の温度変化を同時に計測することで、熱負荷低減の実証を目指す。

数値計算による磁場設計

カusp磁場は数値計算で設計した。磁石の上流側のカusp磁場をコイル磁場で解消しつつ、下流側のカusp磁場を残す必要がある。本体装置の制約を考慮して市販の永久磁石を選定し、異形の2個を縦続配置することで実現した。

図2は磁石付近の径および軸方向断面で、プラズマ生成部の下流端を軸方向0としている。青の長方形が磁石の断面、橙の直線がカロリメータ

メータの受熱板の断面、黒の曲線が磁力線を表している。他の色の曲線は電子の軌道計算結果で、図中に示す様に入射点の半径位置で区別される。この計算では、コイル電流は90Aで、電子のエネルギーが10eVである。この条件下でカロリメータの前にヌル点のある望ましい磁場構造が形成され、電子が偏向されていることがわかる。

実験結果を含めて詳細は講演で発表する。本研究は、筑波大学とNIFSの双方向型共同研究(NIFS19KUGM147)の支援を受けている。

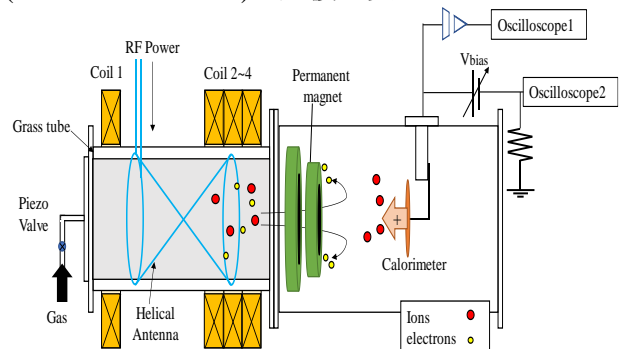


図1：熱負荷測定模擬実験装置

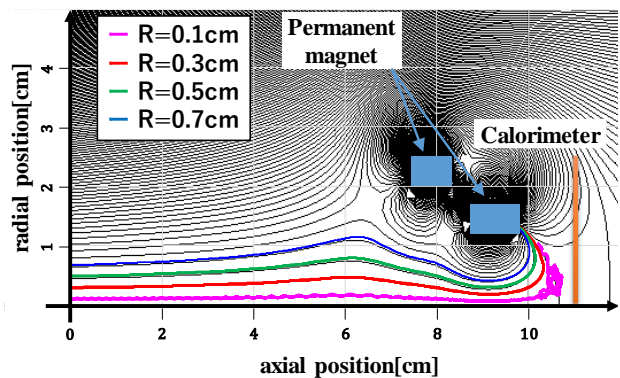


図2：磁場・軌道計算

[1] H. Takeno, et al., Trans. Fusion Sci. Tech., Vol. 63, pp. 131-134 (2013).