

ダイバータ熱負荷低減模擬実験のための
バイアス型カロリメータによる熱量測定 II
Measurement of heat quantity by bias-type calorimeter
for a simulation experiment of divertor thermal load reduction II

渋谷正樹¹⁾、菅野浩史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⁾
SHIBUYA Masaki¹⁾, KANNO Hirofumi¹⁾, FURUKAWA Takeru¹⁾, NAKAMOTO Satoshi¹⁾,
TAKENO Hiromasa¹⁾, MATSUURA Hiroto²⁾, NAKASHIMA Yousuke³⁾, HIRATA Mafumi³⁾

1)神戸大、2)大阪公立大、3)筑波大

1) Kobe Univ., 2) Osaka Metropolitan Univ., 3) Univ. Tsukuba

核融合発電の実現に向けた最重要課題の1つとして、ダイバータ板の熱負荷損耗問題がある。この熱負荷を低減するための手法として、著者等は、荷電粒子分離機能を持つカusp型直接エネルギー変換器(Cusp-Type Direct Energy Converter: CuspDEC)の利用を提案している[1]。この手法では、ダイバータプラズマの流入経路にカusp磁場を配置し、流入する荷電粒子を極性ごとに分離する。それぞれの粒子の進行方向に、粒子の極性に応じたバイアス電圧を印加したダイバータ板を設置する。これらのダイバータ板からの逆電界により粒子を減速させ、熱負荷を低減させる。

これまでの研究では、この熱負荷低減手法実証のため、プラズマによる熱負荷および流入荷電粒子による電流の同時測定を可能にするカロリメータを用いて測定を行うことで、最適なバイアスを調べてきた[2]。前報[2]では、電位制御されていないプラズマが対象であり、空間電位が不明のため、測定結果の分析に問題が残った。本研究では、出口に浮遊電極を備えたプラズマ源を用いて同様の実験を行う。出口電極の浮遊電位を測定して、その情報を活用することで結果の分析を容易にし、提案している熱負荷低減手法の有用性を実証する実験を補助することが目的である。

実験には、研究室に既設の統合型直接発電模擬実験装置[3]を利用した。図1に実験装置概要図を示す。

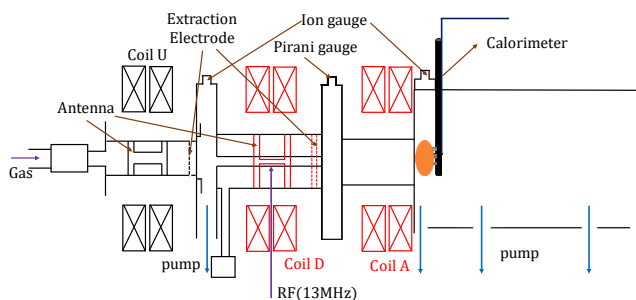


図1 実験装置概要図。

プラズマは外部磁場(図中Coil D)が印加できるガラス管内に高周波放電で生成される。軸方向の両端には絶縁された金属壁があり、プラズマ自体で電位が形

成される。下流側の金属板は多孔電極(図中Extraction Electrode)であり、下流の真空容器内にプラズマを流出させ、電極自体の電位が測定できる。プラズマはCoil Aの作る磁場で真空容器内のカロリメータ[2]に導かれる。これにバイアス電圧 V_{bias} を印加し、受熱板の温度変化から熱量 Q_{det} を計測すると同時に、バイアス回路に流入してきた電流 I_{in} を測定する。適当に仮定したプラズマの空間電位と流入電流から、カロリメータに流入したと考えられる入射熱量 Q_{in} を算出する。

図2に、 V_{bias} を変化させたときの流入電流 I_{in} の変化の例を示す。 V_{bias} に応じて流入する粒子は変化するが、高い温度の粒子は弱い逆電界を乗り越えて流入し得る。 $-40V$ 付近でイオンと電子のそれぞれの電流が打ち消されているが、この電圧は従来の実験に比べて低い。その他詳細は講演にて発表する。

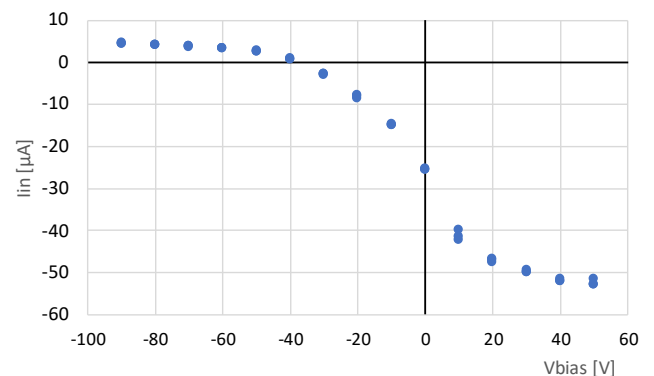


図2 V_{bias} に対する I_{in} の変化特性。

本研究は、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] 菅野他, プラズマ・核融合学会第38回年会, 22P-5F-04 (2021).

[3] 竹野他, プラズマ・核融合学会第37回年会, 1P100 (2020).