

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

**Measurement of heat quantity by bias-type calorimeter
for a simulation experiment of divertor thermal load reduction**

菅野浩史¹⁾、岸本大輝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⁾
KANNO Hirofumi¹⁾, KISHIMOTO Hiroki¹⁾, 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., Gunma Col., 3) Osaka Pref. Univ., 4) 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usp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。

この熱負荷低減手法の実証に向け、熱負荷と流入荷電粒子による電流を同時測定可能なカロリメータが開発された。このカロリメータは、これまで電位が制御された粒子源を対象に使用されてきたが[2][3]、この条件は実利用では期待できない。一般には粒子のエネルギーはプラズマの空間電位に影響され、さらにこれは粒子の熱エネルギーと同程度となり、バイアスの最適化は容易な問題ではない。本研究では、従来よりも熱エネルギーが大きなプラズマを用いて測定を行い、この様な条件下でのバイアスの最適化を調べる。

図1に実験装置の概要を示す。左側がプラズマ源で、磁場を形成したガラス管内に高周波をパルス印加して、アルゴンプラズマを生成する。右側の空間にはカロリメータが設置され、プラズマが流入する。カロリメータでは、バイアス電圧 V_{bias} を印加した受熱板の温度を測定して、受けた(検出された)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[2]。粒子のエネルギーが評価できれば、電流との積を時間積算して入射熱量 Q_{in} を得る。磁場・高周波電力・投入ガス量に加えて、高周波印加パルス時間で熱量を変化できる。

図2に、プラズマの条件を一定として V_{bias} を変化させたときの Q_{det} の変化を示す。 $V_{bias} = 0 \sim 5V$ 付近

を最小とし、 V_{bias} がこれより高い場合も低い場合も Q_{det} が増加する。これは、高いバイアスでは電子が、低いバイアスではイオンが加速されたためと考えられる。この結果に対応して Q_{in} の変化も調べ、流入プラズマをモデル化して得られる理論的な熱量変化と照合することにより、最適なバイアスを検討する。詳細は講演にて発表する。

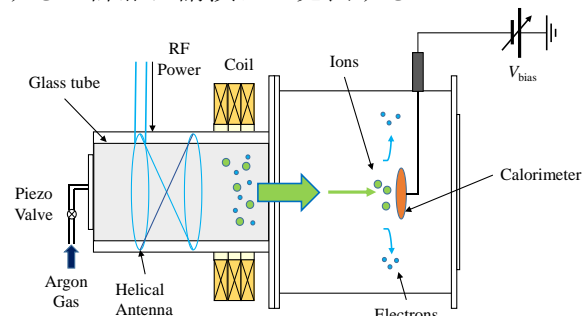


図1 実験装置概要

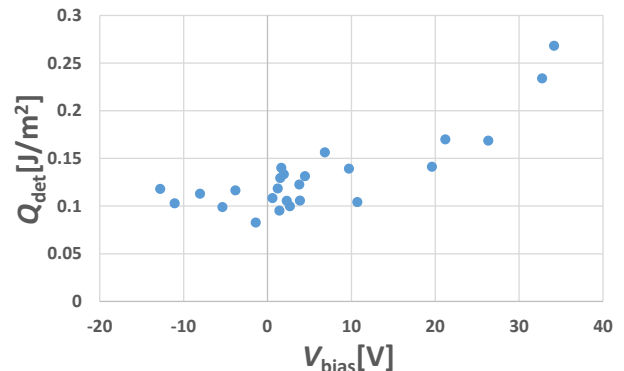


図2 V_{bias} に対する Q_{det} の変化特性

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] K. Ichimura, et al., Fusion Eng. Des. 136, 381-385 (2018).

[3] Y. Nonda, et al., Plasma and Fusion Res. 13, 3405050 (2018).