

# SPICA装置を用いた高速磁化プラズマ/中性粒子フローによるLHD用材料照射実験 The LHD material irradiation experiments with high speed magnetized plasma / neutral particle flow using the SPICA equipment

浅井康博<sup>1</sup>, 大西晃司<sup>1</sup>, 北川賢伸<sup>1</sup>, 佐久間一行<sup>1</sup>, 菊池祐介<sup>1</sup>, 福本直之<sup>1</sup>, 永田正義<sup>1</sup>,  
高橋俊樹<sup>2</sup>, 増崎貴<sup>3</sup>, 時谷政行<sup>3</sup>, 宮澤順一<sup>3</sup>, 山田弘司<sup>3</sup>

ASAI Yasuhiro<sup>1</sup>, ONISHI Koji<sup>1</sup>, KITAGAWA Yoshinobu<sup>1</sup>, SAKUMA Ikko<sup>1</sup>, KIKUCHI Yusuke<sup>1</sup>,  
FUKUMOTO Naoyuki<sup>1</sup>, NAGATA Masayoshi<sup>1</sup>, et al.

兵庫県立大院工<sup>1</sup>, 群馬大院工<sup>2</sup>, 核融合研<sup>3</sup>  
Univ. Hyogo<sup>1</sup>, Gunma Univ<sup>2</sup>, NIFS<sup>3</sup>

## 1. 研究背景

核融合炉心プラズマにおいてEdge Localized Mode (ELM)不安定性やDisruption現象に伴うパルスの熱粒子負荷によりプラズマ対向材料表面の溶融と溶融層の移動, クラックが発生する. それによるダイバータ構造材の破損, Droplets ejectionによるプラズマ中への不純物流入などが危惧されている. そのためITER運転時に想定される間欠的な繰り返し高熱負荷 (ITER-ELMs: 1 Hz, 0.2-2 MJ/m<sup>2</sup>, 0.1-0.2 ms) に対するタングステン(W)・ダイバータ板の健全性や高熱耐性低損耗W材料の開発が重要課題となっている. これに対して電子ビーム等を用いたWの損耗評価がなされているが, 実際には材料表面上に蒸気遮蔽層が生成され損耗緩和が予想される(Vapor Shielding Effect). そのため実機に近い条件であるプラズマによる照射実験を行い損耗評価し, ELM許容量や寿命予測のデータベースを構築することが必要である.

## 2. 研究内容

図1にコンパクト・トロイド型磁化プラズモイド生成用 SPICA 装置 (生成電圧:  $V_{\max}=40$  kV, 容量  $C=0.12$  mF, 電流  $I_g \sim 300$  kA, 半周期  $t=0.05$  ms) を示す. SPICA 装置による照射実験の特徴として, 高速度 (100 ~300 km/s) かつ高密度 ( $\sim 1 \times 10^{22}$  m<sup>-3</sup>) のプラズモイドの生成が可能であるため, 1 keV (重水素換算) の高エネルギー粒子による短パルス照射実験が実現できる. ターゲット材料は W, カーボンだけでなく, LHD ダイバータ用の W 被覆カーボンタイルも使用している. 前回の実験では, 45 ショットのプラズマ照射 (0.3 MJ/m<sup>2</sup>) によって, W 表面にクラックが観測された. 一方, W 被覆カーボンタイルは同条件での照射後も表面に大きな変化が認められなかった.

実験では, W の溶融 Droplet が観測されるプラズマ条件 (熱負荷  $>1.3$  MJ/m<sup>2</sup>) を見出し, W 溶融層の動きについて調べることを目的にし

ている. 今回の実験では, カロリーメータの計測から, 内部電極の先端から 3 cm の位置で 1.8 MJ/m<sup>2</sup> まで増大することを確認できた. そこで装置改良として, 内部電極の先端の長さを延長し, さらに図1に示す様な照射用ターゲットチャンバーを設けた. また, W サンプルは電極先端から 1~3 cm の距離 (可変) を離れた位置にプラズマの照射方向に対し 45 度の傾きをつけて設置できるようにしている. 照射サンプルは, 厚さが異なる純度 99.95 % の 2 枚の W 板 (3 mm, 2 mm) を隣接するように並べ, その段差によって溶融層の移動が観測できるように工夫している. また, W ホルダーはヒータで 300 °C 以上に加熱する. 計測では, 高速カメラを用いて W 溶融層がターゲットから飛散する過程を観察する.

今後の計画として, 既存のコンデンサー電源 ( $V_{\max}=20$  kV,  $C=0.2$  mF) を用いてターゲットに対し磁場を印加し, その方向と大きさ ( $\sim 1$  T) を変えることで溶融層の動きについて明らかにする. 詳細は講演時に発表する.

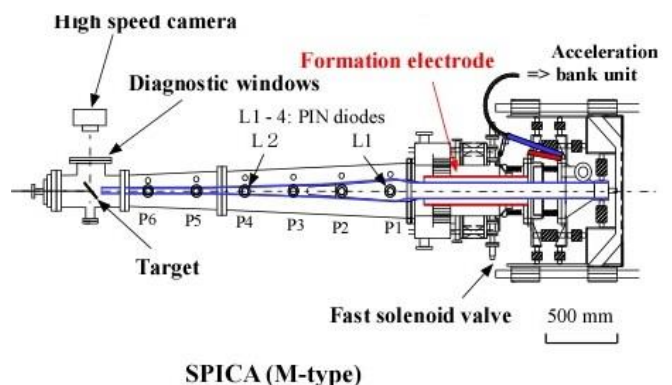


図1 核融合研 SPICA 装置による LHD 用ダイバータ板への ELM 様パルス熱負荷照射実験