

パルス高熱負荷照射のためのSPICAプラズマガンを用いた
磁場中でのW材料の溶融と飛散の観測

**Observation of W droplets splashing in a magnetic field
by using the SPICA plasma gun for pulsed heat flux irradiation**

池田 拓弥¹, 福本 直之¹, 八木 郁人¹, 山崎 陽亮¹, 淡路谷 研吾¹, 永田 正義¹,
宮澤 順一², 時谷 政行², 増崎 貴², 山田 弘司²
T.Ikeda¹, N.Fukumoto¹, I.Yagi¹, Y.Yamazaki¹, K.Awajitani¹, M.Nagata¹,
J.Miyazawa², M.Tokitani², S.Masuzaki², H.Yamada²

¹兵庫県立大・院工, ²核融合研
¹GSE, Univ. Hyogo, ²NIFS

磁場閉じ込め核融合炉では Edge Localized Mode(ELM)や Disruption による高熱量のパルス熱負荷がプラズマ対向材料表面のクラッキング, 溶融, 飛散などを引き起こす. それらによるダイバータ構造材の破損や, 飛散したドロップレットのプラズマ中への混入による影響などが危惧されている. そこで ITER で想定される熱負荷(ITER-ELMs:1Hz, 0.2-2MJ/m², 0.1-0.2ms)におけるタングステンダイバータ板の健全性の研究が行われている. そのなかでダイバータ材料表面の溶融層形成に関する研究では, 溶融層に電流が流入することで, その電流と周辺磁場による $\mathbf{J} \times \mathbf{B}$ の電磁力によりタングステン溶融層が運動することが明らかになっている. ITER や原型炉ではこの電磁力だけでなくプラズマ圧力も無視できず, それらにより溶融層のダイナミクスが支配されると予想されている. 当研究グループでは, 先進的燃料補給装置として開発された SPICA を用い, これまで不可能であった照射パラメータ領域でのダイバータ材料への模擬熱負荷実験を行っている. 本研究では SPICA で生成した短パルスプラズマをタングステン材料に照射することで, 材料表面に溶融層を形成し, そのダイナミクスについて調べている.

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 (生成加速用電源: 電圧 $V_{\max} = 40\text{kV}$, 容量 $C = 120\mu\text{F}$, 電流 $I_g \sim 300\text{kA}$, 半周期 $t = 50\mu\text{s}$) を示す. SPICA 装置では, 高密度 ($\sim 1 \times 10^{22}\text{m}^{-3}$) かつ高速度 ($100 \sim 300\text{km/s}$) のプラズモイドを生成・加速しターゲット材料に照射することが可能である. そのターゲット材料の設置範囲である内部電極の先端から約 30mm の位置において, カロリメータを用いた測定では, 照射熱負荷は 1.9MJ/m^2 であった. また, 同位置でのロゴスキーコイルによる電流計測により, ターゲットに約 16kA の電流が流入する

ことも明らかとなっている. そして, タングステン板へのプラズマ熱負荷照射実験では, 高速カメラを用いた観測により, タングステン材料表面に溶融層が形成され, そこからドロップレットが飛散することが確認されている.

今回の実験では, 図1に示すように, SPICA 装置の射出口に接続したターゲットチャンバーに磁場生成用のコイルを設置し, コンデンサ電源 ($V_{\max} = 20\text{kV}$, $C = 200\mu\text{F}$) を用いた通電により, ターゲット材料に対して磁場を印加することを可能とした. コンデンサ電源の充電電圧を 14kV とした場合, チャンバー中心での磁場は 0.2T である. ターゲット材は 99.95% の純タングステン板 (2mm 厚) で, プラズマの照射方向に対して 45 度の傾きに固定し, SPICA の電極先端から 30mm までの範囲に設置する. そして高速カメラにより, 磁場中でのターゲット表面の溶融層および, そこから飛散するドロップレットの挙動を観測し, それらのダイナミクスに対する磁場の影響を調べる. 詳細は講演で発表する.

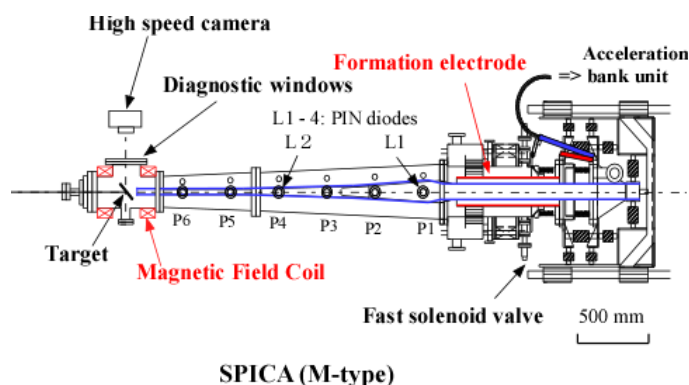


図1. 核融合研 SPICA 装置による LHD 用ダイバータ板への ELM 様パルス熱負荷照射実験