

# ダブルプラズマガン装置における核融合炉壁材料への ELM 様パルスプラズマ照射実験

佐久間一行  
兵庫県立大学院工

## 1. 研究背景

核融合炉の実現において、炉壁材料の熱負荷に対する健全性の評価は重要な課題である。特に核融合炉では、熱負荷はプラズマ状態で与えられるため、粒子負荷も加わり壁材料との相互作用はより複雑になる。現在、ITER 計画等でも採用されているトカマク方式による磁場閉じ込め核融合炉においては、Type I Edge Localized Modes(ELM) を伴う運転シナリオが想定されており、炉壁構造体であるダイバータは ELM に伴うパルス熱・粒子負荷にさらされる。ITER において想定されている Type I ELM による熱負荷は  $0.2\text{-}2\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ 、 $0.1\text{-}1\text{ms}$ [1] であり、これらの熱負荷にさらされたダイバータ材料は損傷・溶融しダイバータが機能を果たせなくなる可能性がある。

一方で、高熱・粒子負荷にさらされた炉壁材料は、材料自身が溶融・蒸発することで、材料表面に熱緩衝バリアとなる蒸気層を形成し、後続の熱負荷を緩和する働き(蒸気遮蔽効果)が ELM による熱負荷によっても生じることがシミュレーション研究等 [2] によって示唆されている。しかしながら、その影響を定量的に調査した実験データは少なく、炉壁材料の寿命予測の精度向上には蒸気遮蔽効果の解明が必要である。本研究では、ELM 様パルスプラズマ照射実験を通じて蒸気遮蔽効果の定量評価および物理現象の解明を最終目標としている。

## 2. 実験装置

本研究グループでは、以前から磁化同軸プラズマガン (MCPG) 装置を用いて、炉壁材料への ELM 様パルスプラズマの照射実験を行ってきた [3]。これによると、炉壁材料上に蒸気層を形成する程度のパルス熱負荷が与えられているため、この MCPG 装置を 2 台用いたダブルプラズマガン装置を開発した。この装置は、1st パルスプラズマによって蒸気層を形成し、そこに後続のパルスプラズマを模擬した 2nd パルスプラズマを照射する。これによって、蒸気遮蔽効果の定量評価を実験的に行う。

本研究においては、このたび新規に開発したダブルプラズマガン装置において初期特性評価および炉壁材料への照射実験を行い、材料表面近傍の分光計測によって蒸気層の形成が生じているかを調査する。さらに、蒸気遮蔽効果の定量評価として、カロリメータを用いて吸収エネルギー密度計測を行う。

発表では、ダブルプラズマガン装置の初期実験による特性と核融合炉壁材料への照射実験結果についてその詳細を報告する。

[1] G. Federici et. al., Plasma Phys. Control. Fusion **45** (2003) 1523-1547.

[2] A. Hassanein et. al., J. Nucl. Mater. **390** (2009) 777-780.

[3] Y. Kikuchi et. al., J. Nucl. Mater. **438** (2013) S715-S718.