

LHD重水素実験におけるダイバータ部トリチウム分布 Distribution of retained tritium in divertor in LHD after the first deuterium experiment

増崎 貴¹、大塚哲平²、矢嶋美幸¹、時谷政行^{1,3}、小川国大^{1,3}、磯部光孝^{1,3}、
LHD実験グループ

MASUZAKI Suguru¹, OTSUKA Teppei², YAJIMA Miyuki¹, TOKITANI Masayuki^{1,3},
OGAWA Kunihiro^{1,3}, ISOBE Mitsutaka^{1,3}, the LHD Experiment Group

¹核融合研、²近大、³総研大

¹NIFS, ²KINDAI Univ., ³SOKENDAI

トカマク型装置における実験では、重水素プラズマでは軽水素プラズマに比べて良好な閉じ込めが得られることが報告されている。ヘリカル型装置においても、同様の同位体効果が得られるかを調べ、同位体効果の物理機構を解明するため、核融合研の大型ヘリカル装置 (LHD) では2017年から重水素プラズマ実験を行っている。重水素同士の核融合反応では、50%の確率でトリチウムが生成される。LHDのプラズマ条件では、発生するトリチウム量はわずかではあるが、主プラズマ中の高速粒子閉じ込めの観点から、重要な研究対象となっている。発生したトリチウムは、あるものはプラズマ中で熱化され、背景プラズマとともにダイバータへ流れる。またあるものは、高いエネルギーを保持したまま、閉じ込め領域の外へ損失し、プラズマ対向壁へ至る。2017年の実験終了後の分析により、これらのトリチウムの内、プラズマ真空容器から排気処理装置へ排出されずに、真空容器内、あるいは排気配管内に留まっているものがあることが分かっている。トリチウムは、真空容器内のどこに、どのように留まっているのかを明らかにすることは、プラズマ・壁相互作用研究上はもとより、安全管理上も重要な課題である。また、真空容器内のトリチウム分布を調べ、高エネルギートリチウムの軌道計算と比較することにより、計算コードの確からしさを検証し、コードの改善に寄与することもできる。

本研究では、特にダイバータ部について、複数のダイバータ板 (炭素材) に残留するトリチウム分布について、トリチウム用イメージングプレート (TIP) を用いて分析した。LHDのヘリカルダイバータはトカマクのポロイダルダイバータと異なり、非軸対称であり、熱・粒子負荷分布は3次元構造となるため、トリチウム

分布も3次元構造となると考えられた。そこでLHDの10あるトロイダルセクションの内、9番セクションの内側ダイバータの典型的な位置から10セット、7番セクションの上下および外側ダイバータの典型的な位置から8セットのダイバータ板を取り外し、それぞれのダイバータ板について1日程度TIP上に静置した。図1に、トーラス内側赤道面近傍の、磁力線構造としては対称な位置の2セットのダイバータ板のTIP画像を示す。この位置のダイバータ板は、冷却配管を挟み込む2分割構造となっている。図で下側の板にダイバータトレースが位置する。トリチウム蓄積量は、ダイバータトレースがない上側の板に多く、また明らかな左右非対称性が見られる。下側の板では、ダイバータトレースでは堆積層が剥離していることが写真から分かるが、剥離した位置ではトリチウム量が少なく、トリチウムは主として堆積層に蓄積されていることが示唆されている。発表では他のダイバータ板の結果も示し、トリチウム蓄積の非対称性などについて、さらに詳細に報告する。

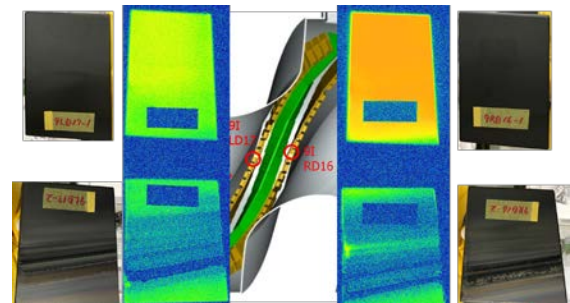


図1 トーラス内側ダイバータ図と、赤道面近傍の、磁力線構造が対称な位置のダイバータ板写真、およびそのTIP画像。ダイバータ板は、2枚の炭素板で冷却管を挟み込む構造となっている。色は、青⇒緑⇒赤でトリチウム量が多いことを示している。