

LHD第一壁における水素同位体保持量評価 Evaluation of Hydrogen Isotope Retention in the First Wall of LHD

矢嶋美幸¹⁾, 吉田直亮²⁾, 増崎貴¹⁾, 時谷政行¹⁾, 大塚哲平³⁾, 本島巖¹⁾
Miyuki YAJIMA¹⁾, Naoaki YOSHIDA²⁾, Suguru MASUZAKI¹⁾,
Masayuki TOKITANI¹⁾, Teppei OTSUKA³⁾, Gen MOTOJIMA¹⁾

1)核融合研, 2)九大応力研, 3)近畿大学
1)NIFS, 2)Kyushu Univ., 3)Kindai Univ.

1. はじめに

LHD重水素実験後の水素同位体の真空容器内部分布について明らかにすることは、将来のヘリカル型核融合炉を検討する上で重要な課題の一つである。LHDはトカマクに比べて複雑な真空容器内構造をもつため、プラズマとの相互作用によるプラズマ対向壁の損耗や堆積は場所によって大きく異なる。そのためプラズマ対向壁における水素同位体の滞留・脱離を一般的なSUSや炭素材に関する既存のデータから評価することは非常に難しい。さらに、水素同位体の蓄積についてより詳細に理解する為には過去の実験履歴の効果についても考慮する必要がある。そこで本研究では、LHD真空容器内部の典型的な場所である次の9カ所に、SUS316L試料を設置した：トーラス内側赤道部（3~5）、トーラス外側赤道部（6~8）、ヘリカルコイル容器（9, 10）、下側ポート部（12）。試料は、①未照射試料（SS10）、②前の実験サイクルに曝した試料（C18）、③切り出したLHD保護壁（PP）の3種類とした。これらの試料について、イメージングプレート法および昇温脱離ガス分析法を用いてトリチウム分布および蓄積量を調べた。

2. 分析結果

各試料について、走査型電子顕微鏡（SEM）を用いて表面観察を行った。また代表的な試料に対して透過型電子顕微鏡（TEM）による微細構造観察を行った。その結果、トーラス外側赤道部に設置した7, 8の試料が他の試料に比べて最も厚く再堆積層が形成されていた。これはダイバータから直接飛来した炭素が堆積したものと考えている。また、前サイクル後に4, 6の試料に形成された再堆積層の膜厚はそれぞれ140.0 nmおよび30.0 nmであったが、本サイクル

後で形成された再堆積層膜厚は3.4 nm、2.0 nm程度であった。加えて、前サイクルでは4~6の試料の母材部分にHeバブルの形成が確認されたが、本サイクルの試料では確認できなかった。恐らく、LHD重水素実験後に実施した水素グロー放電によるスパッタリングによって再堆積層およびHeバブルを含む母材が削られたものと推察される。

また、イメージングプレート（IP）を用いて各試料表面におけるトリチウムβ線強度を相対的に比較した。具体的には、試料をIP上に静置し、IPに付与された積算放射線強度を測定した。この積算放射線強度にはトリチウムβ線と、試料の放射化に起因するγ線の影響が含まれる。したがって、試料とIPとの間に遮蔽フィルムを挿入し、IPに付与されたγ線強度のみを測定し、両者の差分を取ることで、トリチウムβ線強度を抽出した。図1に再堆積層の膜厚に対するトリチウムβ線強度プロットした結果を示す。膜厚が厚い試料の方が、トリチウムβ線強度が高くなる傾向にあることが確認された。以上の結果から、第一壁表面にはダイバータから飛来した炭素と共にトリチウムが蓄積し、グロー放電による影響が大きい場所ではトリチウムは効果的に除去されるが、少ない領域では除去できず蓄積されるものと推察される。口頭発表では昇温脱離ガス分析法を用いて明らかにした水素同位体蓄積量についても報告する。

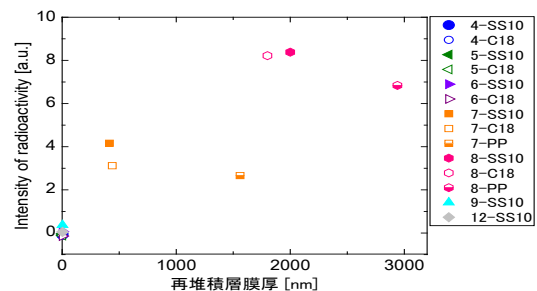


図1 トリチウムβ線強度と再堆積層膜厚の関係。