

攪拌液体リチウムと定常水素プラズマとの相互作用に関する基礎実験 Interactions between Steady State Hydrogen Plasma and Stirred Liquid Lithium

廣岡慶彦^{1,2}、周 海山²、小野雅之³
 Yoshi HIROOKA^{1,2}, Haishan ZHOU², Masa ONO³

核融合研^{1,2}、総研大²、プリンストン大³
 NIFS¹, Sokendai², PPPL³

背景・目的

1980 年台後半に TFTR で発見された所謂 Supershot 閉じ込めモードは、ヘリウムプラズマで予め壁コンデショニング施して閉じ込め実験中の壁からの水素リサイクリングの低減させることでコア閉じ込め改善が起るものである。以来、種々の壁コンデショニング法を用いて、主として中小環状閉じ込め装置でリサイクリングの低減により閉じ込め性能の改善が観測されてきた。

NSTX では、固体リチウムに比べて粒子制御能力が持続することを期待して「静止」液体リチウムそのものをダイバーターとして採用した実験を開始した。当初、高性能 H-mode 閉じ込めを達成したが、結局、時間の経過と共に液体表面の水素飽和または酸化物等の固体不純物沈積が起り、水素リサイクリング制御が困難になることが分かった。「流動」液体ダイバーター概念は、この問題を根本的に解決できるものと期待されるが、本研究は、前段階として、液体リチウムを機械的に攪拌することで水素・不純物の影響を抑制することを実験的に検証することが目的である。

方法

図-1 に今回の実験に用いた「攪拌機能」付き液体リチウム温調器を示す。図中の回転攪拌棒が定常プラズマ照射下の液体リチウムを（手動）流動させる。プラズマ照射は、定常プラズマ装置：VEHICLE-1[1]を用いて行われた。プラズマパラメータは密度 10^{10}cm^{-3} 台、電子温度 $\sim 5\text{eV}$ である。

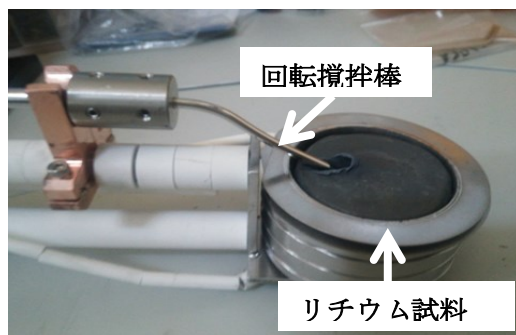


図-1 液体リチウム攪拌実験セットアップ。

結果

講演者らは、過去約 10 年に渡って固体・液体リチウムの水素プラズマとの相互作用に関しての実験的研究を行ってきた。その結果、固体に比べて液体リチウムの場合、水素リサイクリングが約 30%低い事が分かった[2]。これは、水素輸送が Fick 型固体拡散から Einstein-Stokes 型液体拡散に替わるためであると理解されている。

図-2 に今回得られた結果の一例として、200℃程度で、水素リサイクリング（H α 測定結果：赤色曲線）が十分長時間（300 秒以上）の定常状態に達した後、液体攪拌した場合の影響を示す。これから明らかに攪拌によって水素リサイクリング率が減少していることが分かる。これは、前述のように表面近傍での水素の飽和状態を攪拌によってリフレッシュすることにより水素吸収能力を回復させたものであると考えられる。また、同図には、Li-I 発光強度（青色曲線）も示されているが、これは、攪拌による影響をほとんど受けていない事が認められる。これに対して、ヘリウムのリサイクリング率は、逆に、攪拌によって増大することも同様の実験から明らかになった[3]。

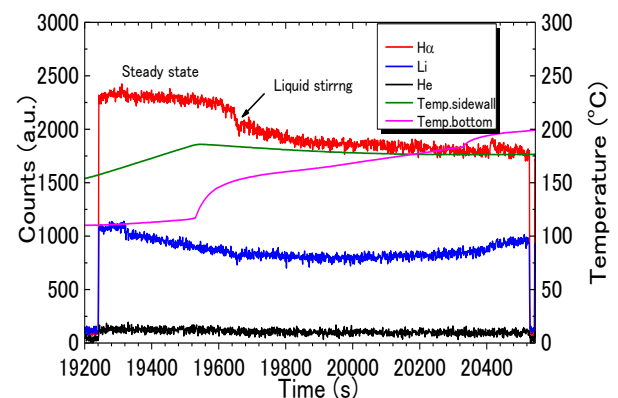


図-2 液体リチウムの攪拌の水素リサイクリング挙動への影響。

- [1] Y. Hirooka et al., JNM **337-339**(2005)585-589.
- [2] Y. Hirooka et al., Nucl. Fusion **46**(2006) S56.
- [3] Y. Hirooka et al., Paper presented at ISLA-2013.