

# 「発展的研究計画スタート支援」(2022年度支援分) 報告書

○ 氏名 : 小林 真  
所属ユニット : 超高流束協奏材料ユニット  
研究テーマ : 水素超透過による材料内過飽和量水素の移行現象の理解と応用の創出

## 1. 研究の目的・意義

本研究は、イオン注入により材料内へ導入した水素同位体の移行現象を表面改質により制御することで、平衡状態では不可能な過飽和量の水素の流れを材料内で形成させ、この現象を駆動する材料・水素同位体の相互作用を定式化することで予測可能とし、応用することを目的とする。具体的には、物質界面を移動する水素同位体移行現象の定量と、過飽和量の水素により材料内に発生する微細構造発展を実験的に調べ、素過程の結合として現象を表現しプログラムに記述することで予測可能とする。そして、先進的水素過吸蔵合金の創生、高効率水素排気ポンプ、トリチウム除染手法の構築へ展開する。

## 2. これまでの研究成果および進捗状況、今後の研究展望

本研究で購入した水素超透過試験用チャンバーについて、電源系の整備、真空ポンプの取付け、圧力調整機構の設置、ガス供給系の整備、試料温度の校正を行い、高周波電源による加熱で水素同位体プラズマを生成することに成功した。試料へのプラズマ曝露に伴う水素同位体透過挙動を調べると共に、不純物層を利用した水素同位体分離の実証実験を行った。水素・酸素混合ガスを用いたプラズマ曝露実験では、試料表面に酸化層が発達し、それに伴い水素同位体透過速度が変動した。一方アルゴンガスを導入することで酸化層が除去され、透過速度が回復することも確認された。また、軽水素・重水素・酸素混合プラズマ曝露による水素同位体分離実験では、重水素と比較して高い軽水素透過速度が測定され、水素同位体分離の可能性が示された。

超透過現象を応用したトリチウム除染法について理論計算にてその実用性を検証し、ステンレス中に滞留したトリチウムに対し、真空下加熱やイオン照射と比較して高速で効率的にトリチウム除染が可能であることを示した。今後、民間研究助成金などを活用し、水素同位体を用いて実証試験を行う予定である。

プラズマ核融合学会のシンポジウムや ITC にて本研究に関する招待講演を行い、レビュー論文を投稿した。さらに、プラズマ核融合学会でのシンポジウムを企画し、高密度水素注入に伴う材料構造変化現象の学術的重要性をコミュニティと共有した。

### 3. 支援を受けた金額及び主な用途

水素超透過試験装置 1 式 : 8,760 千円

ソレノイドコイル 2 式 : 1,650 千円

### 4. これまでの客観的成果とそれぞれの項目の今年度の予定

#### 4. 1 共著を含む投稿論文、著書

(著者名、論文名、出版社、accepted date)

- [1] M.I. Kobayashi, et al., Plasma and Fusion Research, 18 (2023) 2105073.
- [2] Chase N. Taylor, Masashi Shimada, Yuji Nobuta, Makoto I. Kobayashi, et al., Nuclear Materials and Energy, 34 (2023) 101323.
- [3] Takuya Nagasaka, Teruya Tanaka, Makoto Kobayashi, et al., Materials Science Forum 1106 (2023) 117-126.
- [4] Takuya NAGASAKA, Makoto I. KOBAYASHI, et al., Plasma and Fusion Research, 18 (2023) 2505085.

#### 4. 2 国際・国内学会等での発表

(発表者、タイトル、会議名、招待講演・口頭・ポスターの区分)

- [1] M.I. Kobayashi, et al., The 31st International Toki Conference on Plasma and Fusion Research, invited.
- [2] M.I. Kobayashi, and Y. Oya, 31st International Toki Conference, Poster.
- [3] 小林 真、他、2022 年プラズマ核融合学会、口頭発表
- [4] 小林 真、他、原子力学会 2023 年春の年会、口頭発表
- [5] 小林 真、 2022 年プラズマ・核融合学会第 40 回年会、口頭発表

#### 4. 3 外部資金への応募・獲得結果(直接経費の配分額)及び応募計画

(科研費は年度、種目、不採択の場合は評価値)

- [1] 向科学技術振興財団 令和 4 年度助成、採択 1,500 千円
- [2] 田中貴金属記念財団 2022 年度「貴金属に関わる研究テーマ」、不採択
- [3] 第 54 回(2023 年度)三菱財団自然科学研究、不採択
- [4] 量子科学技術研究開発機構 2023 年度原型炉開発共同研究、採択、1,000 千円
- [5] 科研費基盤研究 B、不採択
- [6] 科研費萌芽研究、不採択
- [7] 創発的研究支援事業、不採択
- [8] 中部電力 原子力安全技術研究所 公募研究(一般)、採択(分担)
- [9] 量子科学技術研究開発機構 2024 年度原型炉開発共同研究、採択  
今年度は引き続き科研費、創発事業等への申請を予定している。

以上