

研究課題名：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

研究代表者：小林 真

1. 支援期間終了後の研究展開

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。

昨年度は本研究を実施するプラットフォームとなる実験装置の設計、納品を完了し、ポンプや計測機器の取付け、電源の整備を実施した(図1)。また、材料中の水素同位体の輸送現象に関する計算コード群の開発を行った。

今後は、本プラットフォームや計算コード群を活用し、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予定である。

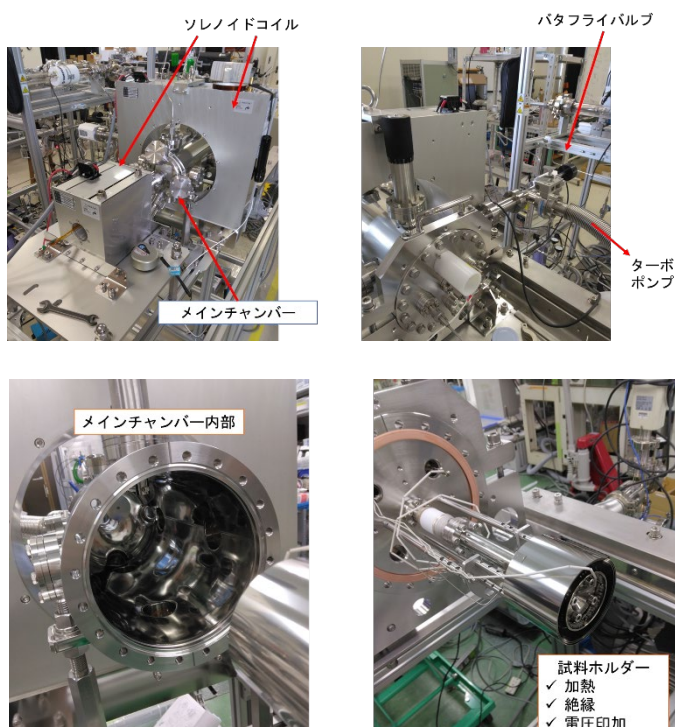


図1 本事業で整備した水素超透過試験装置の外観

2. 成果と成果の発表

昨年度整備した計算コードの一例として、高流速の水素を用いた同位体交換により、核融合炉等で使用した構造材料からの高効率なトリチウム除染が可能か検討するためのシミュレーションコードについて記載する。材料中においてトリチウムは欠陥などに捕獲され安定化するため、除染が困難となる。水素注入はこれら欠陥を水素により占

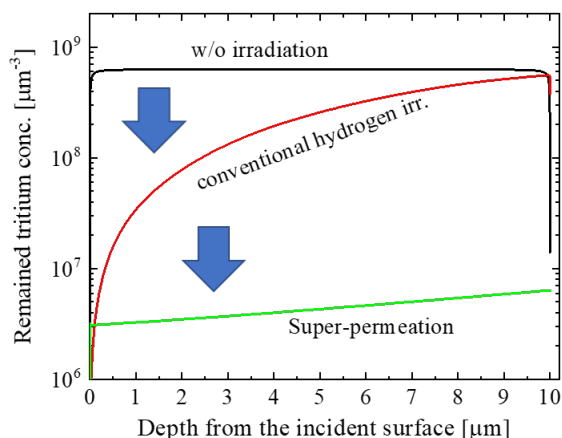


図2 各除染法によるステンレス中に滞留したトリチウムの深さ分布変化の予測[1]

有させ実効的に捕獲サイトを消滅させることでトリチウムの除染が高効率に進むと考えた。図2はステンレス中に滞留したトリチウムの深さ方向分布の予測値である。図中横軸の0 μm の位置から水素イオン照射を行うと、照射しない場合と比べて表面トリチウム濃度が減少することがわかる。しかしながら、表面に入射した水素の大部分は入射面から再放出してしまうため、内部に滞留したトリチウムの除染には効果的でない。一方、超透過現象を利用し高い流束の水素の流れをステンレス中に形成することで、材料全体に渡って効率的にトリチウム除染が可能であることが予測された。

昨年度は上記コードだけでなく、材料中の欠陥の移行現象に関するコードなども整備している。

共著を含む投稿論文、著書

- [1] M.I. Kobayashi, Y. Hatano, M. Hara, Y. Oya, Y. Yamauchi, T. Otsuka, T. Nagasaka, “Control and application of ultrahigh flux hydrogen in materials”, Plasma Fusion Res. 18 (2023) 2105073.

国際・国内学会等での発表

- [2] M.I. Kobayashi, Y. Hatano, M. Hara, Y. Oya, Y. Yamauchi, T. Otsuka, T. Nagasaka, “Control and application of ultrahigh flux hydrogen in materials”, The 31st International Toki Conference on Plasma and Fusion Research (ITC31), invited.
- [3] 小林 真、波多野雄治、原 正憲、大矢恭久、山内有二、大塚哲平、長坂琢也、超高流束水素の制御と応用、プラズマ核融合学会、口頭
- [4] 小林 真、山内有二、長坂琢也、純バナジウム中の水素同位体蓄積挙動のモデリング、原子力学会 2023 年春の年会、口頭

3. 外部資金獲得の実績または見通し

獲得した外部資金を以下に示す。

- [1] 一般財団法人 向科学技術振興財団 令和4年度助成、 応募研究名「プラズマと材料の非平衡反応による水素同位体分離の実証」 1,500 千円
今後も引き続き民間・公官庁の助成金に応募する予定である。