

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

支援期間：2022年6月27日—2023年3月31日

1. 研究の進捗状況

本研究では水素吸蔵材料表面に不純物層を形成し、そこに水素同位体プラズマを曝露することで、材料内に注入された水素同位体の再放出を妨げ、過飽和量の水素同位体が材料中に侵入・貯蔵された構造を形成させる。進捗状況としては、上記の実験を実施するための装置の設計と発注を行った。また、装置の納品にはかなりの期間を要するため、北海道大学との共同研究によりモデル材料（純バナジウム箔）を用い、重水素イオンビーム照射及び昇温脱離実験による基礎研究を行った。この基礎研究で得られた水素同位体の滞留量や脱離挙動を解析するための数値解析モデルを作成している。

2. これまでの成果と今年度の成果の見通し

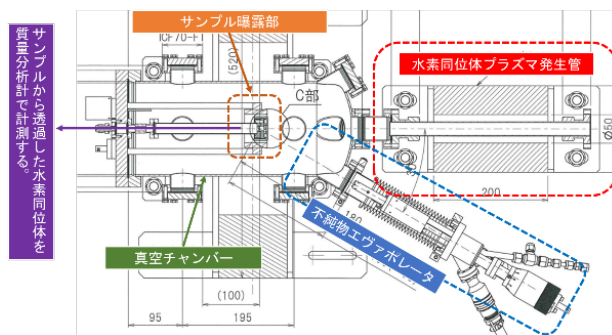
今年度は、本研究構想について、The 31st International Toki Conference on Plasma and Fusion Research (ITC31)にて、招待講演（発表タイトル：Control and application of ultrahigh flux hydrogen in materials）を行った。本発表については、Plasma and Fusion Research 誌に投稿予定である。また、プラズマ核融合学会のシンポジウムにて発表（発表タイトル：超高流束水素の制御と応用）を行った。

2023年3月に開催される日本原子力学会春の年会にて、純バナジウムへの水素同位体イオン注入及び昇温脱離実験に関する口頭発表（発表タイトル：純バナジウム中の水素同位体蓄積挙動のモデリング）を予定している。この内容については、北海道大学工学部の山内先生の協力の下、本研究における実験装置納品前に研究の見通しを得るために先行して行われたものである。イオン注入実験と相補的に水素同位体ガス曝露試験も実施し、数値解析モデルの妥当性検証を進め、次年度に国際会議にて発表・論文投稿を計画している。

また、3. に示す新規購入装置の納品後、水素同位体超透過実験を行い、水素同位体の過飽和貯蔵を実証する試験を行う予定である。

3. 予算の使用状況と予定

予算は全額執行予定である。内訳としては、水素吸蔵材料であるマグネシウム箔を購入すると共に、以下に示す水素超透過試験装置の購入に充てた。この装置は真空チャンバーに不純物エヴァポレータ、水素



本研究予算で購入する装置の概要

同位体プラズマ発生管が取り付けられており、チャンバー内部にサンプル曝露部が設置された構造である。サンプル曝露部ではOリングにより金属箔膜をタイトに緊縛し、ヒーターにより温調する。水素同位体プラズマ発生管に水素同位体ガスを導入し、高周波加熱により発生したプラズマは、ソレノイドコイルにより収束されサンプル入射面に到達し入射される。この面とは逆の面（背面）側は、サンプルにより真空チャンバーと隔絶されており、真空排気が可能である。これにより、プラズマ曝露によりサンプルを透過した水素同位体を別の真空系に取り付けた質量分析計にて計測することが可能である。不純物エヴァポレータは酸化物(熱的に安定な Al_2O_3 など)を電子線により気化、加速しサンプルに入射させる装置で、数 Å の精度で酸化物層の厚みを調整し形成させることが可能である。サンプル表面にて、水素同位体プラズマと酸化物層入射位置が一致するように設計されている。

以上が本装置の設計仕様である。

4. 次年度以降の展開の見通し

外部資金の獲得状況次第ではあるが、製作した水素超透過試験装置を用い、学際研究を展開する。

本研究目的のひとつである過飽和水素同位体貯蔵構造の発現に関する実証実験を進める。得られたデータを用いて科研費の申請につなげるなど、外部資金獲得に努める。

また、以下に示す通り、既に民間研究助成金に採択されており、その研究を進める。研究内容は材料表面不純物堆積層の物理スパッタリングを用いた水素同位体分離であり、効率的な水素社会構築に貢献するものである。

数値解析モデルを用いた炉材料からの効率的なトリチウム除染法の実用性検証を行っている。解析データを基に外部資金の獲得に努める。

5. 外部資金獲得の実績または見通し

現時点で、以下の2件の水素同位体分離に係る研究（A:水素同位体分離の原理実証研究、B:同位体分離に寄与する表面不純物薄膜層の貴金属による安定化の実証研究）について民間研究助成金に応募した。1件採択、もう1件は審査中である。

A) 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」→採択通知受領(12/7)

B) 一般財団法人 田中貴金属記念財団 2022年度「貴金属に関わる研究テーマ」、応募研究名「金被覆により安定化された不純物薄膜層を利用した高効率水素同位体分離の実証」→審査中

引き続き積極的に民間・公官庁の助成金に応募する予定である。