

日本-チェコ・スロバキア国際共同研究
「手ごろでクリーンなエネルギー源としての持続可能な水素技術」
2022年度 年次報告書

研究課題名（和文）	Ti ₃ C ₂ MXene 添加と巨大ひずみ加工による AlTiVCr 軽量ハイエントロピー合金の水素貯蔵特性の向上 (EHSAL)
研究課題名（英文）	Enhancement of Hydrogen Storage Properties of AlTiVCr Light Weight High Entropy Alloys (HEA) by Ti ₃ C ₂ MXene and Severe Plastic Deformation
日本側研究代表者氏名	辻 伸泰
所属・役職	京都大学 大学院工学研究科 教授
研究期間	2022年4月1日 ~ 2025年3月31日

1. 日本側の研究実施体制

氏名	所属機関・部局・役職	役割
辻 伸泰	京都大学 大学院工学研究科 教授	研究項目全体の計画、統括
吉田 周平	京都大学 大学院工学研究科 助教	HEA の作製、電子顕微鏡組織観察、研究データの取りまとめ
郭 宝奇	京都大学 大学院工学研究科 特定研究員	巨大ひずみ加工みよる HEA 試料のナノ組織化
高 斯	京都大学 大学院工学研究科 講師	HEA 試料のナノ組織定量化
朴 明験	京都大学 大学院工学研究科 助教	X線回折によるナノ組織化 HEA 解析

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

日本側研究チームは、初年度である 2022 年度に、欧州の共同研究先であるチェコチームおよびスロバキアチームとの定期的なオンライン会議を設定する等、国を超えたチーム間でスムーズに共同研究を実施するための基盤を構築する。その上で、種々の HEA をアーク溶解により作製し、ナノ組織を観察・定量化して欧州チームに提供し、今後主に用いる

最適 HEA を年度末までに決定する。作製した種々の HEA に対して HPT 法による巨大ひずみ加工を施し、高格子欠陥化とナノ組織化を達成する。欧州チームに得られたナノ組織化 HEA を提供するとともに、日本チームは HPT 加工材の組織解析・定量化を行う。

得られた結果を総括し、第二年度以降に水素吸蔵特性に優れたナノ組織化 HEA 実現のための実験計画を決定する。

3. 日本側研究チームの実施概要

2022 年度は、文献調査によって得られたデータをもとに日本チームが種々の HEA のインゴット試料をアーク溶解・鋳造により作製し、そのミクロ組織を評価した。ミクロ組織を解析した結果から、今後の研究に使用する材料として、BCC 構造を有する (1) AlTiVCr 合金、(2) HfNbTiZr 合金、(3) (TiVNb)₈₅Cr₁₅ 合金を選定した。作製した種々の HEA に対して、日本チームが High Pressure Torsion (HPT) 法による巨大ひずみ加工を施し、高密度格子欠陥の導入とナノ組織化を行った。HPT 加工材の変形組織を詳細に解析するため、透過型電子顕微鏡 (TEM)、及び走査透過型電子顕微鏡 (STEM) を用いた組織評価を行った。更に HPT 加工材に対して種々の温度、時間で焼鈍熱処理を施すことで、異なる平均結晶粒径 (6 μm - 40 μm) の完全再結晶組織を有する試料も作製できた。これらの合金試料はチェコチーム、スロバキアチームと既に共有されており、詳細な結晶構造解析や水素吸蔵特性の評価が各国で今後行われる予定である。一部の試料については、スロバキアチームがポーランドの共同研究者の協力のもと Sieverts 法による水素吸蔵特性の測定を開始している。それと並行して、研究を効率化するために日本チーム内でも合金試料の水素吸蔵特性を電気化学的に評価する測定系を開発した。この測定系により、(2) HfNbTiZr 合金、(3) (TiVNb)₈₅Cr₁₅ 合金の水素分圧-組成等温線図を取得し、水素吸蔵特性を評価することが可能であることを確認した。

2022 年 7 月 28 日に 3 国の主要研究者による研究打ち合わせ (キックオフミーティング) を、2022 年 12 月 14 日、2023 年 3 月 16 日に、3 グループ間でのチーム内ワークショップをオンラインにより開催した。ワークショップには 3 グループの代表者と研究分担者、学生が参加し、各グループが直近で得られた研究成果を紹介したほか、実験試料の共有、今後共同で行う実験の計画等について議論が交わされた。これらにより、国を超えたチーム間でスムーズに共同研究を実施するための基盤を構築することができた。