

日本－スイス 国際共同研究「再生可能エネルギー媒体としての水素研究」 2020 年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	再生可能エネルギー活用のための新規水素貯蔵合金の開発とその実用化を目指した設計指針の構築
研究課題名（英文）	Development of new hydrogen storage alloys for utilization of renewable energy and construction of the design guidelines aimed at practical use
日本側研究代表者氏名	佐藤 豊人
所属・役職	東北大学金属材料研究所・助教 芝浦工業大学 工学部機械機能工学科・特任准教授
研究期間	2018 年 7 月 1 日 ～ 2022 年 3 月 31 日

## 1. 日本側の研究実施体制

ワークパッケージ③		マグネシウム系合金の水素吸蔵・放出反応における結晶構造の観察
氏名	所属機関・部局・役職	役割
佐藤 豊人	東北大学・金属材料研究所・助教 芝浦工業大学・工学部機械機能工学科・特任准教授	放射光 X 線・中性子回折実験及び結晶構造解析

ワークパッケージ④		マグネシウム系合金の水素吸蔵・放出サイクル特性評価及びマグネシウム系水素貯蔵合金の材料設計指針の構築
氏名	所属機関・部局・役職	役割
佐藤 豊人	東北大学・金属材料研究所・助教 芝浦工業大学・工学部機械機能工学科・特任准教授	マグネシウム系合金の水素吸蔵・放出サイクル特性評価
折茂 慎一	東北大学・材料科学高等研究所・所長	マグネシウム系合金の水素吸蔵・放出サイクル特性評価及び材料設計指針の構築に関する助言
河野 龍興	東北大学・金属材料研究所・特任教授	マグネシウム系合金の水素吸蔵・放出サイクル特性評価及び材料設計指針の構築に関する助言
高木 成幸	東北大学・金属材料研究所・准教授	第一原理計算に基づくマグネシウム系合金の熱的安定性評価

## 2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

本研究は、安価で高い重量・体積水素密度を有するマグネシウムに着目して、マグネシウムを含む新たなマグネシウム系水素貯蔵合金の開発とその実用化に向けた設計指針の構築を目的とする。

2019 年度の結果から開発目標となる 50 °C・数 MPa 以下で 1.4 mass%以上の水素を可逆的に吸蔵・放出するマグネシウム系合金が得られた。また、このマグネシウム系合金の基軸となる合金の水素吸蔵反応過程での結晶構造を明らかにした。

2020 年度は、開発目標に達したマグネシウム系合金に着目して、日本側及びスイス側チームが共同で水素吸蔵・放出反応のサイクル特性評価、水素吸蔵過程での結晶構造解明を実施する。

更に、これまでの結果を踏まえ、実用化を目指した水素貯蔵合金の設計指針構築を目指す。

### 3. 日本側研究チームの実施概要

再生可能エネルギー媒体としての水素を効率的に利用するためには、高密度に水素を貯蔵し、適度な条件下で作動する水素貯蔵合金の開発が不可欠である。更に、その開発基盤を確立するためには、水素吸蔵・放出反応の機構解明及び合金設計指針の構築が応用と学術的な基礎研究の両面において切望されている。

そこで、本研究では、軽量かつ豊富な資源のマグネシウム (Mg) に着目し、日本（東北大学 金属材料研究所、東北大学 材料科学高等研究所、芝浦工業大学 工学部機械機能工学科 代表者:佐藤豊人）とスイス（スイス連邦 工科大学ローザンヌ校 代表者:Andreas Züttel）が共同で実用化を目指した Mg 系水素貯蔵合金の開発を目的に研究を遂行している。更に、本研究では、既存の水素貯蔵合金  $\text{LaNi}_5\text{H}_6$  (1.4 mass%、 $92 \text{ KgH}_2/\text{m}^3$ ) よりも高い重量・体積水素密度を有し、実用可能と予想される  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 $3 \text{ MPa}$  以下での水素吸蔵・放出反応を開発目標値に設定して、この目標値を超える新規 Mg 系水素貯蔵合金を開発する。

2020 年度、日本側研究チームでは、開発目標に達した Mg 水素貯蔵合金  $(\text{Y, Mg})\text{T}_2$  とその類似結晶構造を有する合金に着目して、水素吸蔵過程での結晶構造を中性子回折で評価・解明し、室温近傍での水素吸蔵・放出サイクル特性を評価した。

$(\text{Y, Mg})\text{T}_2$  において、 $T$  に Co が含む場合、開発目標の水素吸蔵量に達し、中性子回折実験から Co の有無により水素の原子位置が異なることが明らかになった。

$(\text{Y, Mg})\text{T}_2$  とその類似合金の室温近傍での水素吸蔵・放出サイクル特性評価を 100 サイクルまで実施した結果、 $(\text{Y, Mg})\text{T}_2$  は、水素吸蔵・放出反応の繰返しに伴い、 $(\text{Y, Mg})\text{T}_2$  の一部の Mg が析出し、吸蔵された一部の水素が材料中に留まることが示唆された。この Mg の析出が水素吸蔵量と水素吸蔵・放出の平衡圧力の低下の要因になることが予想された。一方、類似結晶構造を有する合金では、水素貯蔵量と水素吸蔵・放出の水素圧力が、100 サイクルまで安定していることが明らかになった。