

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」 2019 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
研究期間	平成30年7月1日～平成33年6月30日

1. 日本側の研究実施体制

ワークパッケージ No. 1		マグネシウム系合金の合成
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	研究の統括 マグネシウム系合金等の合成と評価
折茂 慎一	東北大学・材料科学高等研究所・副所長	マグネシウム系合金等の合成に関する立案と助言
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等の合成に関する立案と助言
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

ワークパッケージ No. 2		マグネシウム系合金の水素吸蔵・放出特性評価
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	研究の統括 マグネシウム系合金の水素吸蔵・放出特性評価
折茂 慎一	東北大学・材料科学高等研究所・副所長	マグネシウム系合金の水素吸蔵・放出特性評価に関する立案と助言
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・放出特性評価に関する立案と助言
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

本研究の目的は、マグネシウム系水素貯蔵合金等の開発とその実用化に向けた設計指針の構築であるため、平成31年度は、100 °C 以下、数 MPa 以下で可逆的な水素吸蔵・放出反応を示すマグネシウム系水素吸蔵合金の開発を目標に研究を遂行する。平成31年度、日本側では、マグネシウム等を主原料とするマグネシウム系合金の系統的な合成及び水素吸蔵・放出特性の評価を行い、開発目標を達成するマグネシウム系水素吸蔵合金を選定する。

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、適度な条件下で使用可能な水素貯蔵合金の開発に加え、その水素吸蔵・放出反応の機構解明及び開発指針の構築が、応用・学術研究の両面において不可欠となっている。

そこで、本研究では、日本（東北大学 金属材料研究所 代表者：佐藤豊人 助教）とスイス（スイス連邦工科大学ローザンヌ校 代表者：Andreas Züttel 教授）が共同し、軽量かつ豊富な資源のマグネシウム（Mg）に着目して、実用化を目指した Mg 系水素貯蔵合金の開発を目的に本研究を遂行している。本研究における研究の達成目標は、実用化されている水素貯蔵合金 LaNi_5H_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 °C、3 MPa 以下で水素吸蔵・放出を示す新規 Mg 系水素貯蔵合金の開発とする。

2019 年度、日本側研究チームでは、実用化されている水素貯蔵合金よりも高密度に水素を吸蔵するマグネシウム系ラーベス相合金 LaMg_2 を基点にして、同型結晶構造を有する $(Y, \text{Mg})T_2$ （ T : 遷移金属）及びその関連合金の試料合成、合成条件の最適化、100 °C 以下での水素吸蔵・放出特性評価を実施した。

T が Ni の場合（ $\text{Y}_{0.5}\text{Mg}_{0.5}\text{Ni}_2$ ）、室温近傍での可逆的な水素吸蔵・放出反応が、報告されていたが、水素吸蔵圧力が高く、その吸蔵量は、約 1.0 mass%であった。2019 年度の日本側研究チームの結果から Y と Mg の含有量を調整することで、水素吸蔵・放出圧力と水素吸蔵量が制御された結果が得られた。更に、Ni の一部を遷移金属に置換することによって、100 °C、3 MPa 以下で 1.4 mass%以上の水素が可逆的に吸蔵・放出されることが明らかになった。

試料合成の結果から $(Y, \text{Mg})T_2$ の合成温度よりも高温で熱処理することで $(Y, \text{Mg})T_2$ とは異なる新規相が得られた。この新規相の結晶構造は、X 線回折結果によって $(Y, \text{Mg})T_2$ の特徴的なラーベス多面体を有することが明らかになった。この新規相においても、100 °C、3 MPa 以下の条件下で 1.4 mass%以上の水素が可逆的に吸蔵・放出されることが明らかになった。