

日本-ドイツ・フランス国際共同研究 「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）	極低温(液化)水素の安全な貯蔵と輸送に向けた日欧国際協力 (STACY)
研究課題名（英文）	Towards Safe Storage and Transportation of Cryogenic Hydrogen (STACY)
日本側研究代表者氏名	田中 裕久
所属・役職	学校法人関西学院 関西学院大学 大学院 理工学研究科 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
田中 裕久	関西学院大学・大学院 理工学研究科・教授	研究代表者

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

産業界にもヒアリングして研究対象とする液化水素(LH₂)の潜在的リスクを抽出し、水素ガスと LH₂ の境界条件(温度・気液混合・自然換気等)のギャップを明確化する。水素爆発を未然防止する受動的な水素再結合触媒(PAR)を設計・試作し、ラボ反応評価を実施する。特に液化水素運搬船での使用を鑑み、長期航海における貴金属表面の酸化汚染を想定し、新規触媒を設計開発する。ドイツの共同研究機関を訪問し、開発触媒を大型耐圧反応装置にて評価する。欧州の共同研究者と実験解析結果について討論し、研究戦略を共有する。

3. 日本側研究チームの実施概要

ワークパッケージ No.3：液化水素(LH₂)の潜在的リスクとなる水素爆発を未然防止する受動的な水素再結合触媒(PAR: Passive Autocatalytic Recombiner)を完成させることを最終目標に掲げて、2022年度の研究を実施した。

(1) 潜在的リスクの洗い出し

[計画]マイナス 253 °Cといった極低温かつ、ガス状水素の約 800 倍という高密度の LH₂ に対する安全性に関しては、まだまだ知見が不十分といえる。2022 年度は、LH₂ 独自の潜在的リスクを水素ガスと比較し洗い出して、LH₂ に適した PAR を新たに設計開発する。

[実績]LH₂ 独自の潜在的リスクとして、①極低温(-253 °C)、②高エネルギー密度(気体の 800 倍)、③漏洩時の高膨張の 3 つを抽出した。求められる PAR の設計は①③に対しては触媒活性強化、②に対しては触媒活性抑制(発火防止)という相反したものとなることが判明した。

(2) 悪環境を想定したロバストな触媒設計と大型耐圧反応装置での実験

[計画]安全対策として触媒が具備すべきものは、ベストコンディションでの最高性能ではなく、ワースト条件において発揮可能な性能下限値が必要十分であることと言える。自動車排ガス浄化触媒技術を応用して、悪環境でも性能が発揮できるロバストな触媒を開発する。

[実績]A: 触媒貴金属の表面汚染対策

A-1:水膜対策：親水性・疎水性を制御した対策触媒および形状の異なる触媒を試作した。9月に大学院生とともに共同研究機関ドイツ FZJ を訪問し、大型耐圧反応装置 REKO-4 を用いて再活性試験を実施し、対策効果を確認した。今後 SPring-8 での貴金属表面での吸着構造観察と紐づけていく。

A-2: CO 被毒対策：触媒活性を阻害する被毒物質の代表格である CO をターゲットとして、触媒貴金属の合金化、担体の組成変更により、耐被毒性のある触媒を開発した。新規試作触媒の高い CO 被毒耐性と低温活性を確認した。SPring-8 における in-situ DXAFS により活性発現のメカニズムを明らかにできた。今後、学術論文として公表していく。

ワークパッケージ No.5：国際共同研究を効率的に推進するとともに、研究成果を取りまとめ、法規情報を集約し、研究成果をシームレスに社会実装できるよう、知財権獲得、国際学会・研究論文による成果公開、一般市民や大学生向けの国際ワークショップ開催等、成果普及のための啓蒙活動を展開することを毎年の目標に掲げる。

[計画] 大学院生が主体となって第 1 回の国際ワークショップを企画開催する。

[実績]

① 第 1 回 STACY 国際シンポジウムの開催：2022 年 12 月 15 日(木)

関西学院大学 大学院 理工学研究科 田中研究室の学生が Organizing Committee を務め、第 1 回 STACY 国際シンポジウムを企画し、招待講演者に依頼状を送り、プログラムを立案し、会場の手配、見学会、意見交換会の手配までを一貫して準備し開催した。

見学先としては、川崎重工業殿のご協力をいただき、液化水素荷役実証ターミナルと水素ガスタービンコージェネレーションシステム活用スマートコミュニティ実証地の 2ヶ所をバスにて巡回した。独仏からの参加者も含めて総勢 84 名の大規模な会合

となった。

- ② ヤング・ジェネレーション・シンポジウム(YGS) : 2022年12月16日(金)
ポストシンポジウムとして、関学・神戸三田キャンパスにて学生中心のYGSを開催した。独仏の学生、関学の学生だけでなく、大阪大学や長岡科学技術大学、放送大学等からも学生が参加し、研究発表と相互交流を図ることができた。参加者数105名と盛会であった。