

エネルギー貯蔵システム 実用化に向けた 水素貯蔵材料の 量子ビーム融合研究

独立行政法人
日本原子力研究開発機構
量子ビーム応用研究部門

大学共同研究機関法人
高エネルギー加速器研究機構
物質構造科学研究所

独立行政法人
産業技術総合研究所
エネルギー技術研究部門

放射光 X 線と中性子線を相補協力的に利用して、水素貯蔵合金の実用化に向けた課題解決を目指すプロジェクトを開始

【エネルギー貯蔵システムの必要性】

現在、環境負荷の少ない低炭素社会の実現やエネルギーセキュリティ問題を解決するために、グリーンイノベーションによって再生可能エネルギーの導入と普及の拡大、高効率なエネルギー利用システムの開発が強く求められています。太陽光や風力などの自然エネルギーは需要と供給のバランスをとることが困難ですので、それらによって発電された電力の余剰が生じた際には、そのまま利用されないということが起こってしまい、結果的に無駄が生じてしまいます。余剰の電力を有効利用するためには、これを一旦貯蔵して、必要な時に必要な場所で再利用できるシステムが必要となります。

【エネルギー貯蔵媒体としての水素】

電力を貯蔵する媒体として、水素が有力な候補として考えられます。水素は電力との相互変換が可能な唯一のエネルギー媒体で、燃料電池の燃料として使用することで、効率良く電力として利用することができます。しかし一方で、水素ガスの状態ではエネルギー密度が低いため、水素を高密度に、安全に、そして低コストで貯蔵・輸送する方法の確立が必要です。その貯蔵方式の一つとして、固体の水素貯蔵材

料への貯蔵があります。固体中へ貯蔵するため、圧縮ガスに比べて、小体積に、そして安全に貯蔵が可能になります。水素貯蔵材料の中でも水素貯蔵合金は候補材料として考えられていますが、その実用化に向けては、まだ解決すべき課題が多いのが実状です。

【水素貯蔵合金実用化への課題】

実用化の課題は一般的には、(1)実効的な水素貯蔵量(高重量水素密度、小体積)、(2)繰り返し耐久性、(3)材料コスト、(4)反応速度、(5)水素化物の安定性、(6)安全性、といった課題が挙げられます。現在のところ、これらの条件を全て満たす材料は得られていません。定置型エネルギー貯蔵システムへの利用を考えたとき、繰り返し耐久性が最も重要な課題となります。毎日一回程度の水素吸蔵・放出のサイクルを10年間繰り返すとすると、その回数は3,000から4,000回となります。実用化にはそれ以上の繰り返し耐久性が必要となりますが、現状で有望とされている材料でも、100回の吸蔵放出のサイクルで、約20%吸蔵能が低下してしまいます。

【この研究課題の実施内容】

文部科学省 光・量子融合連携研究開発プログラム

での研究課題「エネルギー貯蔵システム実用化に向けた水素貯蔵材料の量子ビーム融合研究」では、原子力機構量子ビーム応用研究部門から2グループ、高エネ機構物構研中性子科学研究系から1グループ、産総研エネルギー技術研究部門から1グループが参画して、放射光と中性子を相補的、融合的に利用した、水素吸蔵・放出反応による水素貯蔵合金の劣化メカニズムの解明を目指した研究開発を進めています。水素吸蔵・放出反応過程を時分割かつその場観察する計測技術の開発・高度化を実施して、研究基盤の構築を進めるとともに、それを利用した劣化に関わる構造的因子の抽出を実施していきます。材料

劣化に関わる構造変化を、サブ nm から nm 領域の格子欠陥そのものによる原子位置の乱れ、nm から 10 nm 領域の中距離秩序の乱れや格子欠陥の導入が促進される組成揺らぎ、1,000 nm 以上の部分的な非晶質化や不均化という様々な空間スケールのマイクロ構造として分類し、それぞれに適した測定手法を用いた研究を進めています。得られた結果を総合的に評価して、構造的知見に基づいた既存材料の耐久性向上や次世代材料開発の指針を提示することで、水素貯蔵合金を利用したエネルギー貯蔵システムの実用化を加速し、グリーンイノベーションに貢献したいと考えています。

本課題の実施項目(実施主担当者)

- ① 放射光計測技術の高度化による水素吸蔵放出過程その場計測環境開発 (原子力機構 町田晃彦(XRD)、松村大樹(XAFS))
- ② 放射光その場観察による水素吸蔵合金の評価 (原子力機構 町田晃彦(XRD)、松村大樹(XAFS))
- ③ 高温高圧下における新規合金の探索 (原子力機構 齋藤寛之)
- ④ 中性子その場観測による水素貯蔵材料における水素観測 (高エネ機構 大友季哉)
- ⑤ 水素貯蔵材料の劣化機構解明と新規軽量材料の探索 (産総研 中村優美子)

放射光、中性子、材料開発グループの緊密な連携

原子力機構の有する放射光計測技術、高エネ機構が有する中性子散乱計測技術、産総研の有する合金作製、評価技術と局所構造解析技術を利用した研究を緊密な連携のもとに実施しています。

原子力機構

放射光 X 線回折、XAFS
SPring-8 原子力機構 BL
BL22XU, BL14B1

高エネ機構(再委託)

中性子全散乱
J-PARC, MLF
BL21, NOVA

産総研(再委託)

水素貯蔵合金の合成、評価
局所構造解析
産総研つくば中央第 5

今年度の主な活動

第一回技術検討会議(キックオフ) 2013年9月3日(火) 於 大型放射光施設 SPring-8 内放射光物性研究棟

第二回技術検討会議 2014年1月27日(月) 於 大型放射光施設 SPring-8 内放射光物性研究棟

今後、研究成果の発信に努めていきたいと思っておりますので、どうぞよろしくお願い申し上げます。

お問い合わせ先

独立行政法人 日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門(播磨地区)
高密度物質研究グループ 町田晃彦(課題代表者)
〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都1丁目1-1
Tel: 0791-58-2701(代表) Fax: 0791-58-0311