

研究室紹介

エネルギー利用のための水素化物の材料科学(東北大学金属材料研究所折茂研究室)

東北大学金属材料研究所水素機能材料工学研究部門；助教
佐藤豊人

私の所属研究室(折茂研究室)は、東北大学金属材料研究所水素機能材料工学研究部門と材料科学高等研究所デバイス・システムグループに所属するメンバーで構成されております。所属部局は異なりますが、研究室の主要研究テーマは、将来の水素社会構築に不可欠である「水素」に着目して、エネルギー利用のための水素化物の材料科学を念頭に置き、高効率でのエネルギー変換・貯蔵・輸送などに適した様々な材料(水素化物)の創製と社会実装を目指した研究を行っております。

当研究室では、主に(1)再生可能エネルギー媒体としての水素を原子として貯蔵する材料研究(水素貯蔵材料)⁽¹⁾、(2)高速イオン伝導材料やそれを実装した次世代電池材料研究⁽²⁾⁽³⁾、(3)数万気圧(=数GPa)の高圧合成技術による新たな水素化物探索およびその物性研究⁽⁴⁾を遂行しております。

水素は、物質内で図1に示すプロトン(H^+)、ヒドリド(H^-)、電荷中性の水素(H^0)、共有結合性を有する水素($H^{cov.}$)というように様々な状態で存在し、その状態に依存して、多様な材料特性・物性が出現されます⁽⁵⁾。そのため、上記のいずれの研究テーマにおいても水素がどのような状態

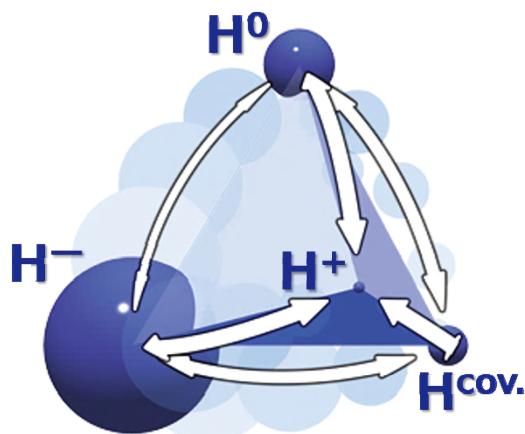


図1 四面体の各頂点に水素の結合状態と大きさを示す水素ダイアグラム⁽⁵⁾。(オンラインカラー)

でどこに位置し、どのような動きを伴って物質固有の特性・物性が出現されるか?の理解が基礎研究のみならず、産業利用への展開を目指す応用研究においても重要なキーワードになります。この理解を深める上で、X線や中性子に代表される量子ビームの利用も不可欠になります⁽⁶⁾。当研究室では、各研究テーマを効率的かつ迅速に遂行するために所属研究室内で実施可能な材料合成・評価、理論計算に加え、国内外の大型放射光・中性子散乱実験施設(SPring-8, J-PARC, 米国オークリッジ国立研究所 SNS等)でのX線・中性子回折実験や中性子非弾性散乱実験等も相補利用して研究活動を実施しております。

これまでの研究成果の一例として、共有結合性水素とヒドリドが共存する錯体水素化物における水素吸蔵過程(水素化反応)と水素放出反応(脱水素化反応)に関して、研究室内で材料合成・評価を行い、原子位置を明らかにするX線・中性子回折、原子・分子の動きを明らかにする中性子非弾性散乱、理論計算も相補利用して、その反応機構が解明されました⁽¹⁾。当研究室では、水素化物に着目しておりますが、このような合成から評価・解析に至る一連の流れは、材料の研究開発で必要不可欠なプロセスとなっております。従って、このプロセスで用いられた評価手法および得られた知見は、水素化物を含む新しい材料の研究開発や反応プロセスの解明につながることを期待されます。

更に当研究室は、「水素」をキーワードに、国内の著名な研究者とともに、水素を「使いこなす」ためのサイエンス(2018-2022年度文部科学省科学研究費助成事業 新学術領域研究「ハイドロジェノミクス」、領域代表 折茂慎一⁽⁷⁾)、再生可能エネルギー媒体としての水素を効率的に貯蔵する材料に関する国際共同研究(JST 戦略的国際共同研究プログラム(SICORP) 日本-スイス共同研究 再生可能エネルギー媒体としての水素研究、研究代表 佐藤豊人)、産学連携による共同研究活動などにも取り組んでおります。

詳しい研究紹介は、当研究室のホームページ(<http://www.hydrogen.imr.tohoku.ac.jp/index.html>)を参照下さい。

文 献

- (1) T. Sato, L.L. Daemen, Y.Q. Cheng, A.J. Ramirez-Cuesta, K. Ikeda, T. Aoki, T. Otomo and S. Orimo: ChemPhysChem, **20** (2019), 1392-1397.
- (2) S. Kim, H. Oguchi, N. Toyama, T. Sato, S. Takagi, T. Otomo, A. Dorai, N. Kuwata, J. Kawamura and S. Orimo: Nat. Commun., **10**(2019), 1081.
- (3) K. Kisu, S. Kim, M. Inukai, H. Oguchi, S. Takagi and S. Orimo: ACS Appl. Energy Mater., **4**(2020), 3174-3179.
- (4) S. Takagi, T. Ikeshoji, T. Sato and S. Orimo: Appl. Phys. Lett., **116**(2020), 173901.
- (5) S. Takagi and S. Orimo: Scr. Mater., **109**(2015), 1-5.
- (6) T. Sato, S. Takagi, S. Deledda, B.C. Hauback and S. Orimo: Sci. Rep., **6**(2016), 23592.
- (7) <https://www.hydrogenomics.jp/>

(2020年5月28日受理)[doi:10.2320/materia.59.500]

(連絡先: 〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1)