

# J-PARC 物質・生命科学実験施設における「水素」材料科学

SATテクノロジー・ショーケース2026

## ■ はじめに

大強度陽子加速器施設(J-PARC) 物質・生命科学実験施設(MLF)では、400 MeV線形加速器、3GeV シンクロトロン加速器(RCS Rapid-Cyclling Synchrotron)により加速された陽子を用い、パルス状の中性子およびミュオンを発生させ、21本の中性子ビームラインと4本のミュオンビームラインにおいて、基礎的研究から産業利用まで幅広い分野での利用研究が行われている。2023年4月からは、800 kWの陽子を安定的に利用できるようになった。海外からも多くの申請があり、世界的な研究拠点の一つとなっている。学術的研究のみならず、産業利用の分野においても、企業との共同研究をはじめとする産学連携アプローチにより多くの成果が上がっている。

## ■ 活動内容

中性子およびミュオンは、X線とは異なる特徴を有している。

- **軽元素の観測**  
中性子は水素やリチウムなど軽元素にも感度がある。また正ミュオンは水素の同位体として振る舞う。
- **磁性**  
中性子もミュオンも小さな磁石として振る舞うため物質の磁気的な性質を調べられる。
- **高い透過率**  
中性子もミュオンも透過率が高く物質内部の情報を得られる。
- **動きを見る**  
中性子やミュオンにより分子や原子のダイナミクス(動き)を調べられる。

今回の発表では、J-PARC MLFを用いて得られた「水素」をキーワードする成果を紹介する。

### 1. 水素添加によるステンレス鋼の強度・延性同時向上メカニズム(その場中性子回折)

水素添加により微小ひずみで双晶が発生し、転位運動が抑制され強度が増加。水素添加により強度と延性を両立させる原子レベル機構を解明。

### 2. 燃料電池内部の生成水の中性子イメージング

作動中PEFC内部の水生成・滞留を可視化。水管理最適化の定量指針を提示。

### 3. 水素貯蔵材料 $MgH_2$ 中の水素状態の $\mu$ SR観測

ミュオンを擬似水素として導入。 $MgH_2$ 中の水素吸蔵・放

出過程の電子状態を実験的に裏付け。 $MgH_2$ の実用化に向けた指針を提供。

### 4. 高圧下での鉄への水素取り込み(中性子回折)

地球核条件下での鉄中水素溶解度とサイト占有を解明。地球内部の軽元素起源解明に新知見。

### 5. アイオノマー膜のプロトン輸送と界面構造(中性子準弾性散乱・反射率法)

Nafion膜の水和状態依存のプロトン移動性と界面構造を定量化。高性能燃料電池膜設計への指針を提示

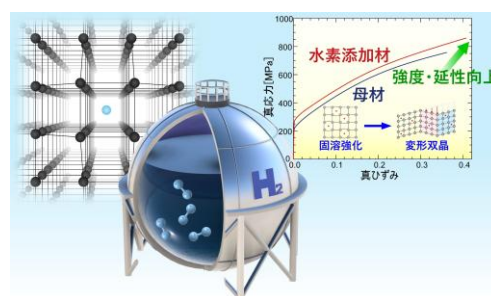
## ■ 関連情報

J-PARC MLF ホームページ

<https://mlfinfo.jp/ja/>



J-PARC MLF 実験施設



水素添加によるステンレス鋼の強度・延性同時向上メカニズム

代表発表者 大友 季哉(おおとも としや)  
所 属 高エネルギー加速器研究機構  
物質構造科学研究所/J-PARC センター  
問合せ先 〒319-1106 茨城県那珂郡東海村白方 203-1  
TEL: 029-284-4333 FAX: 029-284-4899  
toshiya.otomo@j-parc.jp

■キーワード: (1) 中性子・ミュオンビーム  
(2) 水素  
(3) 材料科学

■共同研究者: 佐野亜沙美  
日本原子力研究開発機構・J-PARC センター