

研究テーマ アルミ合金中の水素原子挙動の研究

所属 先進アルミニウム国際研究センター(併任)

教授 西村 克彦

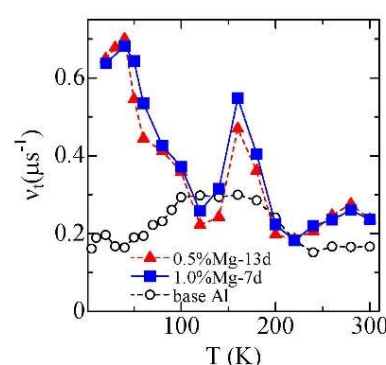
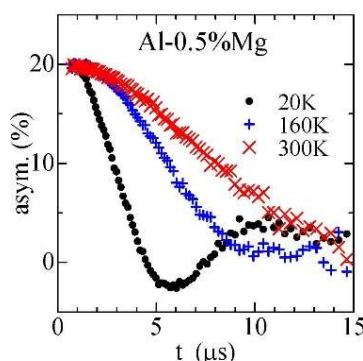
研究の背景および目的

金属材料の水素脆性は広く知られた現象だが、金属中水素原子の直接観察の困難さにより、拡散や捕獲に関する実験的データは限定されている。水素ガス・液体の安全な運搬・利用を推進するためには、保管・運送に利用する金属材料の水素脆性対策が求められる。電荷+eを持つ正ミュオンの特徴は、金属合金中で電気化学的に水素イオンと類似の振る舞いをすることであり、水素拡散挙動を調査する良いプローブとなる。そのため、鉄鋼の水素脆性機構の解明や固体燃料電池のイオン拡散調査などに応用されている。近年アルミ合金でも明らかになってきた水素脆性破壊を抑制するため、ミュオンスピン緩和法を応用し、水素原子の拡散を抑制する溶質元素を見いだす。

■ おもな研究内容

- 6000系アルミ合金の湿潤下疲労試験では、Al-Mg-Si-Cu合金は水素脆化を示さず、Al-Mg-Si合金は水素脆化を示すが実験的に確かめられている。微量に添加したCuが水素拡散を抑制し、水素の粒界集積を抑制する機構を明らかにする。

- 第一原理計算によりアルミニウム中の3d遷移元素と水素の結合エネルギーを調査した結果、Al-Sc合金で溶質元素Scが強く水素原子を捕獲して、水素拡散を抑制する可能性を見いだした。また、アルミニウム中で3d遷移元素と水素の結合エネルギーが原子番号により系統的に変化する可能性も見いだした。よって、これらのことをミュオンスピン緩和測定で実験的に検証する。



(左) Al-0.5%Mg合金のミュオンスピン緩和スペクトル、(右) ミュオン捕獲率の温度変化：ピーク温度＝溶質元素と水素の結合エネルギー



J-PARC
MLF
D1ライン
ミュオン検出器

期待される効果・応用分野

アルミ合金中で水素原子の拡散を抑制する溶質元素を見だし、水素原子が粒界等に凝縮してガス化し水素脆性破壊を誘発することを抑制する。よって、水素脆性を抑制する工業的手法を得て、水素エネルギー社会の基盤材料の安全性を高める。この研究の学術的新規性は、アルミ合金中の溶質元素と水素の結合エネルギーに関する実験的・理論的データを同時に提供することである。

■ 共同研究

- 「Early stage cluster structure of Al-Mg-Si-Cu alloy」(理化学研究所仁科加速器センター、ラザフォード・アップルトン研究所)
- 「Hydrogen trapped sites in aluminum alloys studied by zero-field muon spin relaxation method」(高エネルギー加速器研究機構、日本原子力研究開発機構)
- 「Time variations of three dimensional atomic structure and number density of solute-element precipitations of aluminum alloys」(総合科学研究機構中性子科学センター)

研究分野	固体物性、組織制御、格子欠陥、量子ビーム
キーワード	アルミ合金、ミュオンスピン、中性子線、放射光、磁気特性

研究者URL: https://evaweb.u-toyama.ac.jp/html/437_ja.html