

ビルデ研究室

[金属表面における水素吸収：原子レベルの理解と制御]

生産技術研究所 基礎系部門

Department of Fundamental Engineering

<http://oflab.iis.u-tokyo.ac.jp>

専門分野： 表面ナノ分子物性

工学系研究科物理工学専攻

金属表面における水素吸収機構の解明

Nanoscale Analysis of Hydrogen Penetration, Diffusion, and Reactions at Surfaces and Interfaces

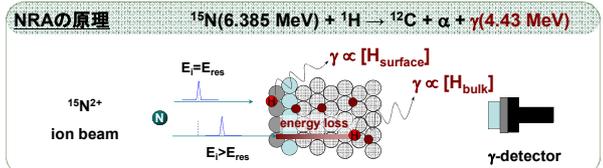
水素を次世代のクリーンエネルギー源として使用するのには非常に強く期待されています。この「水素技術」の世界で、表面経由で金属内部へ水素が進入する過程は、水素貯蔵材、水素純化装置、燃料電池さらには水素化反応の触媒等に関連します。本研究では、気相の水素分子、表面に吸着した水素原子と金属内部に溶解した水素、それぞれの状態を繋げる微視的な経路を解明します。構造的に明確な又は組成を制御した単結晶表面をモデルシステムとして使用して、同位体標識化により水素の進入過程を原子レベルで明らかにします。この方法で得た水素吸収機構の基本的な理解は、新たな高性能水素貯蔵材と、より選択性の高い水素化反応触媒の開発に不可欠な知見になることを期待しています。

◆ 実験方法

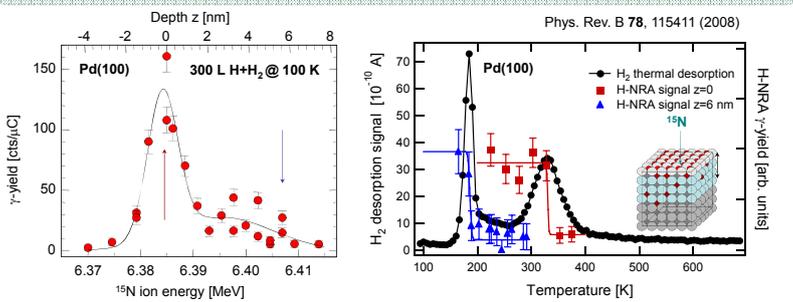
- ✓ **共鳴核反応法 (NRA)**: 非破壊的、定量的、高分解能の水素深さ分析・表面吸着とサブサーフェスに吸収された水素の同定・実空間で金属に溶解した水素分布の視覚化
- ✓ **昇温脱離法 (TDS)**: 水素種の熱的な安定性の評価・水素吸収速度の測定・表面とサブサーフェス水素の交換反応・気体、表面、固体内の水素交換における同位体効果の観察

◆ 最新の研究の話題

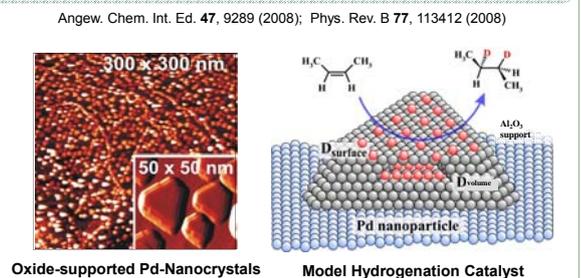
- ✓ 水素吸蔵剤 → 水素吸収・放出の機構
- ✓ 水素化反応触媒 → サブサーフェス水素の反応性
- ✓ 半導体MOSデバイス → 水素不純物と信頼性の関係



表面に吸着した水素とサブサーフェス水素の識別方法 (NRA+TDS)



Pdナノ粒子に吸収された水素と触媒反応性の関係



Pdナノ粒子はオレフィン(C=C二重結合を持つ炭化水素分子)の水素化反応触媒に使用されている。Pdナノ粒子内部に吸収した水素の触媒反応での必要性をNRAによる直接に証明できました。

パラジウム表面における水素進入機構とサブサーフェス水素化物の核生成の原子レベルイメージ

