

ビルデ研究室

[個体表面における水素吸収・放出機構]

生産技術研究所 基礎系部門

Department of Fundamental Engineering

専門分野：表面ナノ分子物性

工学系研究科物理工学専攻

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

水素曝露した表面における水素吸収・化学反応・同位体交換

Atomic Scale Clarification of Hydrogen Penetration, Isotope Exchange, and Catalytic Reaction Mechanisms

水素の次世代クリーンエネルギー源としての応用は極めて強く期待されています。将来の「水素社会」に、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不可欠です。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ています。構造的に明確かつ制御した単結晶表面をモデルシステムとして使用し、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。この研究で得られた水素吸収・放出機構の基本的な理解は、新たな性能の高い水素貯蔵材や、より選択性の高い水素化反応触媒の開発に重要な知見になると考えられる。オレフィンの水素化触媒反応に不可欠なパラジウム触媒内部に吸収された水素の役割の解明に成功しました。つい最近、(光)触媒に重要な酸化物幕の中における水素の祖語作用や拡散および核融合炉内壁に大問題になるプラズマ対向材料中における水素同位体の保持の機構の研究も進めています。

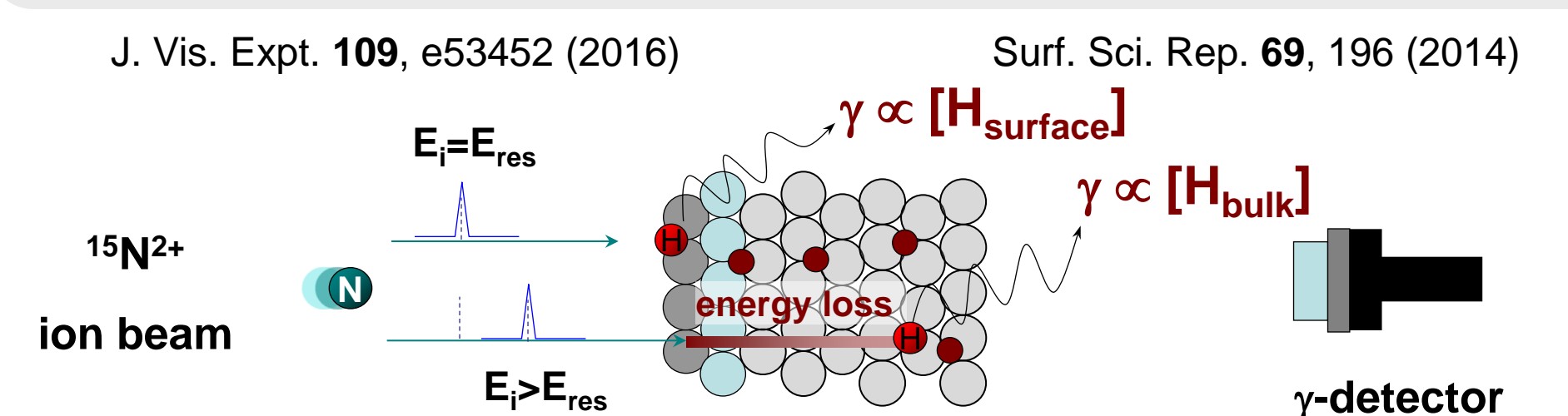
◆ 実験方法

- ✓ **共鳴核反応法 (NRA):** 定量的、非破壊的、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・実空間でナノ材料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

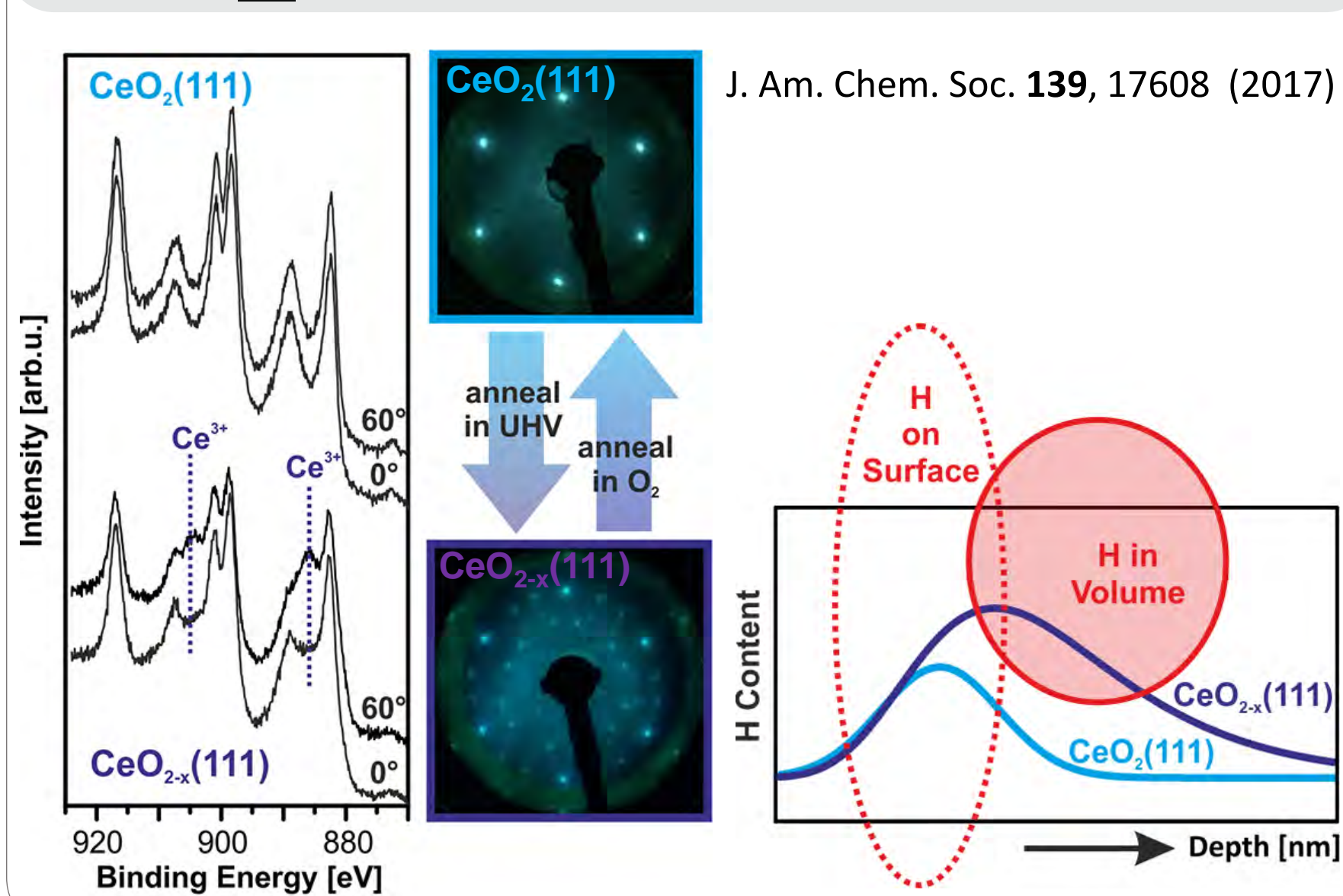
◆ 最新の研究の話題

- ✓ 水素吸蔵材, プラズマ対向材料 → 水素吸収・保持・放出の機構
- ✓ 水素化触媒反応 → サブサーフェス水素の反応性
- ✓ (光)触媒反応 → TiO₂やCeO₂中における水素・欠陥の相互作用・拡散

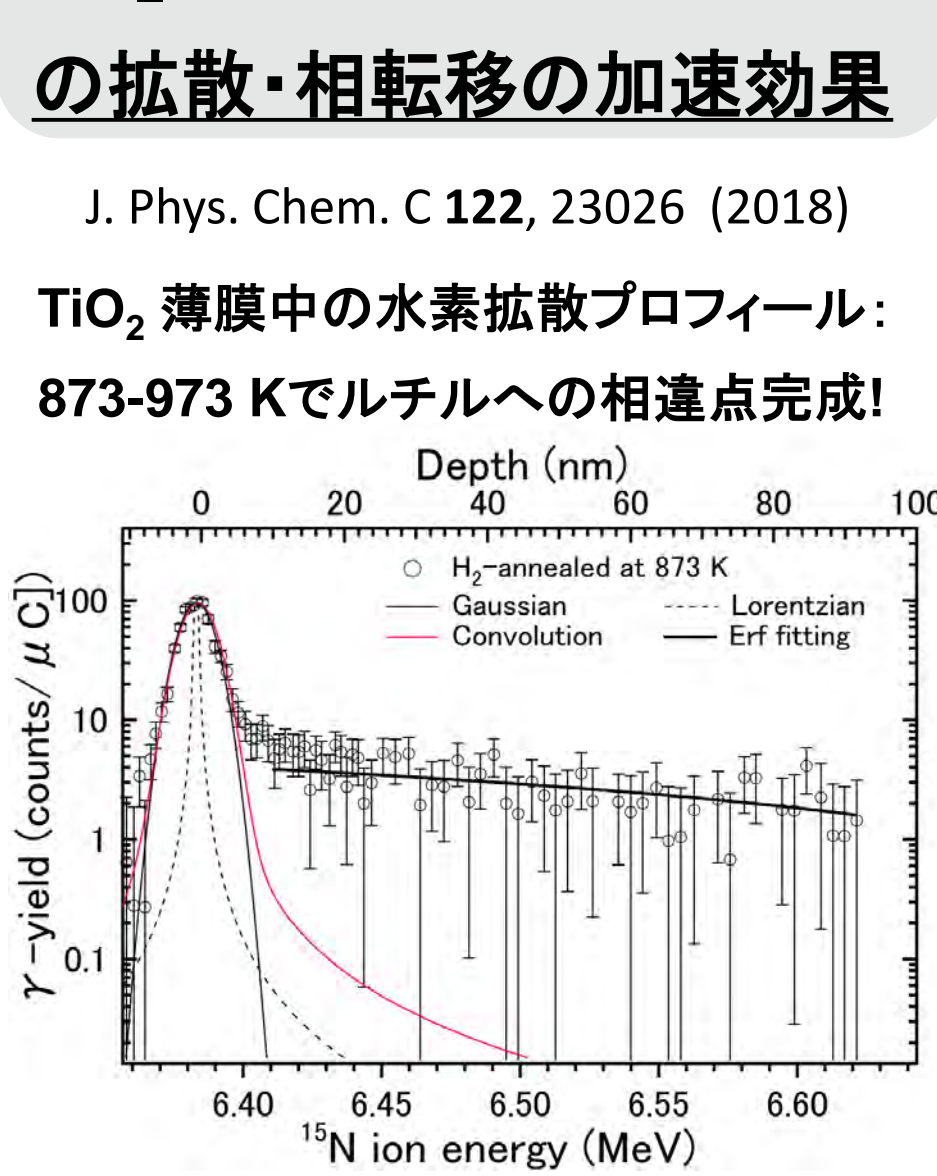
NRAの原理 $^{15}\text{N}(6.385 \text{ MeV}) + ^1\text{H} \rightarrow ^{12}\text{C} + \alpha + \gamma(4.43 \text{ MeV})$



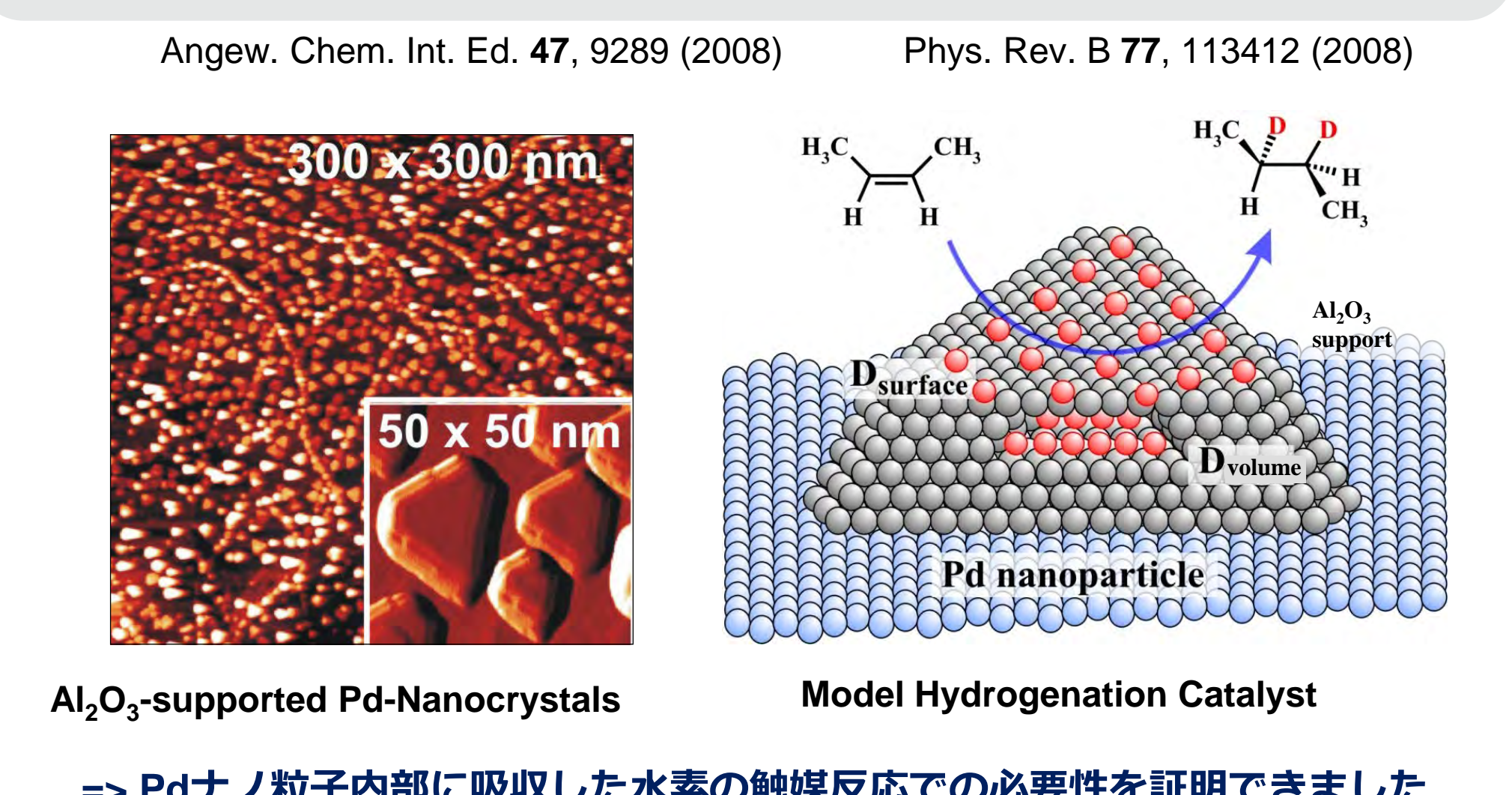
還元CeO_{2-x}の表面下における酸素欠損による水素の安定化



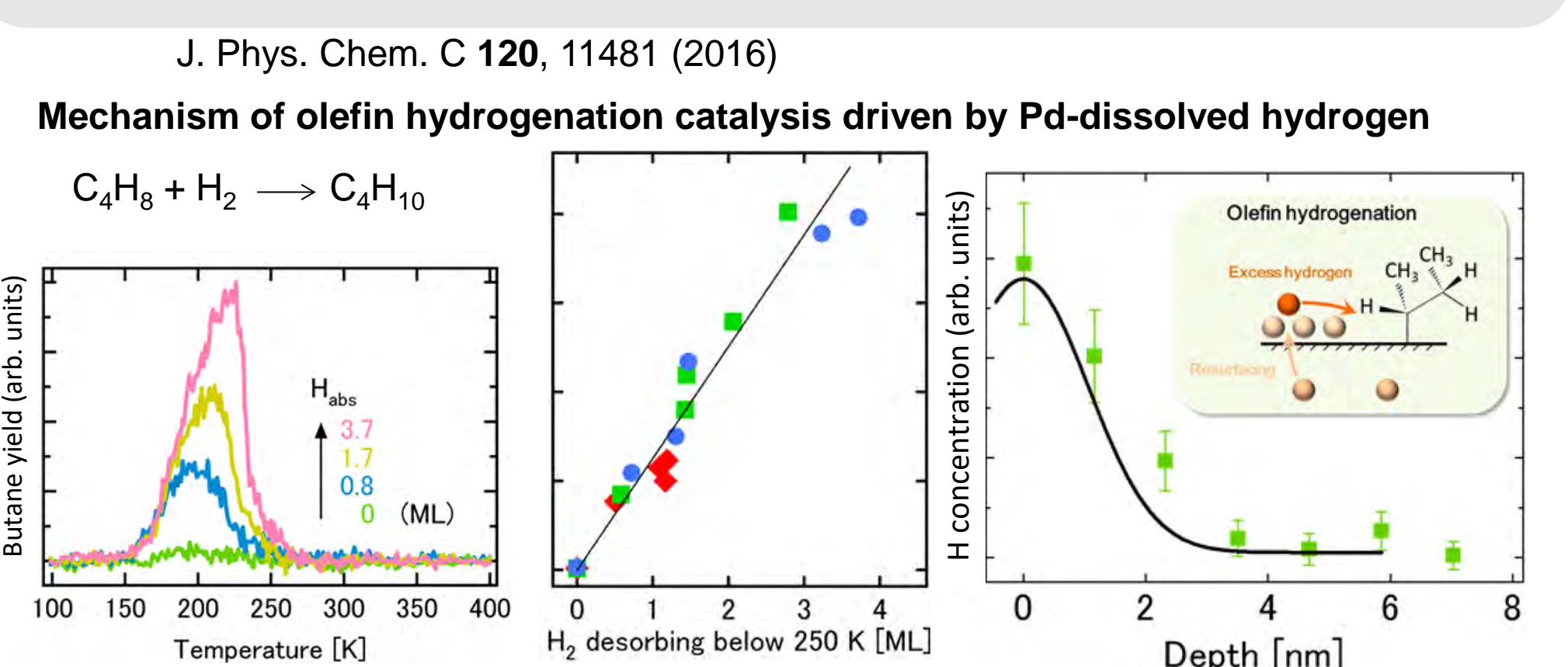
TiO₂薄膜中に存在する水素の拡散・相転移の加速効果



Pdナノ粒子に吸収された水素とオレフィンの水素化触媒反応性の関係



Pd内部から再表出する水素が触媒水素化反応を誘引



Pd表面構造に敏感な水素進入機構又はPd(110)表面の構造改質による水素吸収・放出の制御

