



研究領域名 表面水素工学:スピルオーバー水素の活用と量子トンネル効果の検証

大阪大学大学院・工学研究科・准教授

もり こうすけ
森 浩亮

領域番号: 21B206 研究者番号: 90423087

【本研究領域の目的】

水素原子が固体表面を高速に拡散する『水素スピルオーバー』現象の原理原則はいまだブラックボックスである。本研究領域では、スピルオーバーにより生成した活性水素種を使いこなすための制御因子を正しく理解し、またその画期的な活用法を提案することを第一の目的とする(図1)。

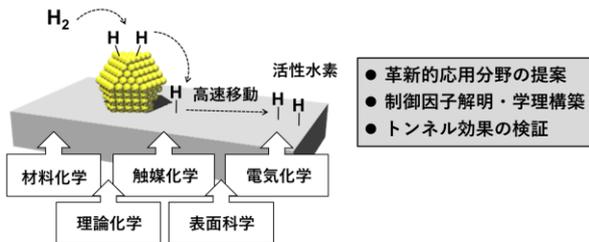


図1. 水素スピルオーバー現象の解明と利用

一方で、『水素の量子トンネル効果』が、化学反応を制御できる可能性を秘めた新しい反応パラダイムとして近年注目されている。物質を粒子として扱う古典力学では、アレニウスの式に従い熱を加えれば反応が加速するが、熱力学とは関係なく量子トンネル効果によってポテンシャル障壁を透過して化学反応が進む場合がある(図2)。本研究領域では、水素スピルオーバー現象における量子トンネル効果の関与を検証し、従来の速度論的・熱力学的概念を覆す新たな反応制御のパラダイムとして利用するための学理(表面水素工学)構築を目指すことを第二の目的とする。目的達成のため、材料化学、触媒化学、電気化学、表面科学、理論計算分野を索引する次世代が、新材料合成、新機能発現、新原理の創出をターゲットに連携する。

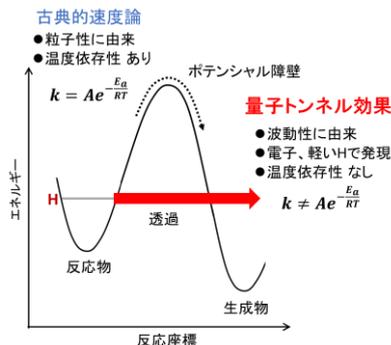


図2. 量子トンネル効果の概念図

【本研究領域の内容】

本研究領域の大きな達成課題は、『革新的応用分野の提案』、『制御因子解明・学理構築』、『量子トンネル効果の寄与を検証』である。実験班の森グループ(A01班)、本倉グループ(A02班)、青木グループ(A03班)は、それぞれ革新材料合成、新触媒プロセス、電気化学セルの開発に取り組み、水素スピルオーバーの新たな活用法を提案する。同じく実験班の三輪グループ(A04班)は、水素様素粒子であるミュオンをプローブにスピルオーバー水素の動的な挙動を直接観察し、電荷、存在位置、拡散速度などの基礎情報取得を目指す。実験班は同時に、各分野における量子トンネル効果の関与を検証も行う。理論計算班の日沼グループ(A05班)は、スピルオーバーメカニズムの理論的・系統的理解を独自に進め、さらに実験班に対し理論的裏付けの提供を行う。

【期待される成果と意義】

『水素の利用技術』は、エネルギー戦略の中心に位置付けられるとともに、今後の日本の経済成長を支える成長戦略の中でも中核を担っている。本研究領域の主題である『高速に固体表面を移動する高活性なスピルオーバー水素を自在に操る指導原理の構築』は、水素の製造、貯蔵、輸送、利用技術はもとより、さらにその先を見据えた次世代水素社会のキーテクノロジーになりうる。

【キーワード】

水素スピルオーバー: 気相の水素分子が、酸化物表面上に吸着した金属を介して高活性な単原子として流れ出し、高速に拡散する現象
量子トンネル効果: 電子や質量の軽いH原子では波動性が顕著であるため、熱力学とは関係なくポテンシャル障壁を透過して化学反応が進む現象

【領域設定期間と研究経費】

令和3年度-5年度 104,600千円

【ホームページ等】

<http://www.mat.eng.osaka-u.ac.jp/surface-hydrogen-engineering>
mori@mat.eng.osaka-u.ac.jp