

新たな生産プロセス構築のための電子やイオン等の能動的制御による
革新的反応技術の創出

2020年度採択研究代表者

2020年度 年次報告書

吉信 淳

東京大学 物性研究所

教授

時空間で精密制御した輻射場による表面反応プロセス

§ 1. 研究成果の概要

我々は時間および空間領域で精密に制御した輻射場を積極的に利用して固体表面における反応プロセスを制御・駆動することを目標としている。2020年度は既設の装置を使って研究項目で計画した研究を行った。

東京大学グループでは、THz パルスを用いて吸着原子・分子の運動を時間領域で精密に制御するための基礎情報を得るために、対象分子の吸着ポテンシャルエネルギーおよび吸着種の振動スペクトルを調べた。Pt 表面に吸着したメタンおよび CO₂ の吸着エネルギーを精密決定し、Cu 表面に吸着した CO₂、ギ酸、フォルメートの全振動領域のスペクトルを測定した。また、Pt 表面にポンプとして THz パルスを入射し、第二高調波発生をプローブとする時間分解測定を行い、THz パルスが金属表面の電子状態を変調する様子を実時間で観測した。さらに既設の Yb ベースの高安定再生増幅器を用いて、数 THz から 40THz 帯まで中心周波数可変のキャリアエンベロープ位相制御した高強度 THz パルス発生システムを構築した。

京都大学グループでは、深紫外プラズモン発現金属薄膜の構築を目指して、単層グラフェンを成長させた Ir 表面に銀を蒸着した。3.4eV 付近の近紫外領域に 50%程度の強い吸収帯が発現した。Rh 表面に作製したグラフェンに In を蒸着し紫外域の反射率変化スペクトルを測定したところ、紫外域に In 由来の吸収帯が観測された。時間依存密度汎関数計算によりプラズマ振動数の高い In や Al の単原子層からなる表面ナノ構造の光学応答シミュレーションを行うとともに、金属表面の物理吸着メタンではプラズモン励起への影響が限定的であることがわかった。さらに、レア・イベント観測時空間分割計測手法の確立にむけて、ヘテロダイン検出和周波発生振動分光による表面吸着氷構造の研究と二次元電子分光法によるペリレン系有機薄膜の励起子エネルギー拡散過程の研究を行った。

§ 2. 研究実施体制

(1) 吉信グループ (研究機関別)

- ① 研究代表者: 吉信 淳 (東京大学 物性研究所 教授)
- ② 研究項目
 - ・狭帯域 THz パルスによる低エネルギー振動励起による表面反応の駆動
 - ・広帯域 THz パルスによるポテンシャル変調した表面反応の駆動
 - ・ポラリトン形成構造をもつモデル触媒における THz 駆動表面プロセス

(2) 渡邊グループ

- ① 主たる共同研究者: 渡邊 一也 (京都大学 大学院理学研究科 教授)
- ② 研究項目
 - ・深紫外プラズモン発現金属薄膜作製
 - ・深紫外局在プラズモン発現ギャップ構造の作製

- ・レア・イベント観測時空間分割計測手法の確立
- ・深紫外プラズモンによる反応場構築