

## 極短パルス電子線によるダイナミクス計測

Investigation of reaction kinetics induced by ultra-short electron beams

## 研究分野

Department

ナノ極限ファブリケーション  
Advanced Nanofabrication

## 研究者

Researcher

吉田陽一 楊金峰 菅晃一 神戸正雄  
Y. Yoshida J. Yang K. Kan M. Gohdo

## キーワード

Keyword

量子ビーム誘起超高速現象、フェムト秒光パルス・電子ビーム、放射線化学  
quantum-beam-induced ultrafast phenomena, femtosecond electron beam/laser, radiation chemistry

## 応用分野

Application

材料評価、リソグラフィ  
materials evaluation, lithography

## 研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

## 背景

極限ナノファブリケーションを実現するために材料中に量子ビームが誘起する基礎過程の解明を目指しています。そのためのツールとして、世界最高時間分解能を有するフェムト秒・アト秒パルスラジオリシスシステムの研究開発を行っています。

## 概要・特徴

フェムト秒極短パルス電子ビームを時間分解分光法に適用し、量子ビーム誘起反応による過渡種（ホール、電子、ラジカル）のダイナミクスを実測する装置と測定法を開発・運用しています。電子ビームによる分析光の発生により、THz光も使えるようになり、測定対象、現象に合わせた測定が可能です。パルス電子線の短パルス化と、時間分解分光法の高時間分解化の実現に注力しています。

## 技術内容

我々は、量子ビームが誘起する超高速反応の基礎過程の解明を目指し、極短パルス電子線によるダイナミクス計測を行っています。フェムト秒・アト秒パルスラジオリシスでは、試料に量子ビーム(電子線)を照射し、分析光(紫外・可視・近赤外・遠赤外)の吸収・透過率の解析により、反応ダイナミクスの計測を行っています。この計測により、電離放射線の利用が検討されている次世代ナノファブリケーション、放射線治療、原子炉水化学等における量子ビーム誘起による超高速反応の知見の提供が可能となります。図にはエタノールやシリコンに電子ビームを照射した直後に起きるピコ秒オーダーの反応の観測例を示します。

## 社会への影響・期待される効果

放射線場や宇宙空間での材料の劣化や、材料中の電荷キャリアの動き、EUVリソグラフィー等の次世代半導体微細加工技術の基礎過程の解明に役立つ知見を与えます。これらの知見の材料へのフィードバックが極限空間での活動を支える材料や、次世代材料の開発の契機となることを期待します。

また、極短パルス電子ビームは、物質を高密度にイオン化・励起できる可能性があり、新たな材料プロセスの可能性を秘めています。

## 【論文 Paper】

- [1] T. Toigawa, et al., Radiat. Phys. Chem. 123, 73-78 (2016); T. Kondoh, et al., Radiat. Phys. Chem. 84, 30-34 (2013); T. Kondoh, et al., Radiat. Phys. Chem. 80, 286-290 (2011); 80, 286-290 (2011).  
 [2] I. Nozawa, et al., Phys. Rev. ST Accel. Beams 17, 072803 (2014).  
 [3] K. Kan, et al., Rev. Sci. Instrum. 83, 073302 (2012); J. Yang, et al., Nucl. Instr. Meth. A 629, 6-10 (2011).

