

【特別推進研究】  
理工系



研究課題名 ナノ物質科学と強電場非線形光学の融合によるフォトニクスの新展開

京都大学・化学研究所・教授 かねみつ よしひこ  
金光 義彦

研究課題番号： 19H05465 研究者番号：30185954

キーワード： 光物性、ナノ物質、強電場非線形光学、高次高調波発生、テラヘルツ分光

【研究の背景・目的】

近年の高強度・超短パルスレーザー技術の進展により、新しい光科学が拓かれつつあります。強電場光パルスを固体に照射することにより新しい現象が発現し、その現象の理解と利用が期待されています。その一つに、入射電場の整数倍の周波数を持つ高次高調波の発生があり、赤外線からX線に至る幅広い波長をカバーできる光源やアト秒 ( $10^{-18}$  秒) パルス光源としての利用が考えられています。さらに、レーザーの持つ強い光電場は、ツェナートンネリングなどの高電場現象を誘起し、固体の電子状態を劇的に変化させることも可能であり、物質相の制御技術や光周波数で動作する高速な光スイッチング技術、新しい分光技術など、新しいフォトニクスの基盤技術になると期待されます。本研究では、特異な電子状態を持つ固体結晶やナノスケールで構造制御したナノ物質を創製できる物質科学と精緻な先端レーザー技術を融合し、新しいフォトニクス技術としての強電場光科学の発展に挑戦します。

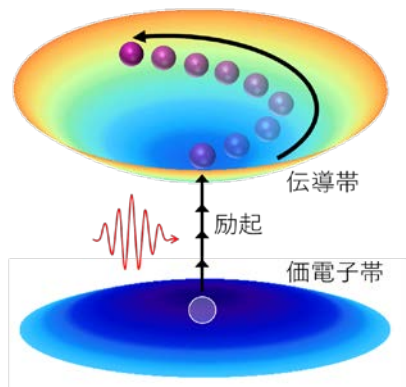


図 1 強電場光パルス照射によって、伝導帯に生成される電子とバンド内で加速される電子が引き起こす新しい光学現象に注目

【研究の方法】

研究代表者のグループは、これまでナノ物質科学に関する豊富な研究実績を背景に、新しい固体結晶やナノ物質の光学応答に関する研究を展開してきました。光電場の位相が制御された光パルスを用いた超高速分光により、強い電場下でのナノ物質の特性を明らかにし、新しい光学現象の発見に挑みます。さらに、位相や偏光などの特性が精密に制御された強電場光パルスやテラヘルツパルスの発生技術を利用して、結晶やナノ物質の電子運動や電子状態の制

御に挑み、強電場光科学の深化と応用展開を目指します。

【期待される成果と意義】

原子や分子を中心に発展してきた強電場光技術とナノ物質光科学・固体光物性の融合による非線形光学の普遍的な理解が、新しい学術分野を開拓すると期待されます。この基盤的な学術分野の開拓により、光科学研究を格段に発展させる新たな分光技術、新しい物質制御技術、さらには光加工技術や光エネルギー変換技術などの開発へ繋がり、広い研究分野にインパクトを与えるものと期待されます。

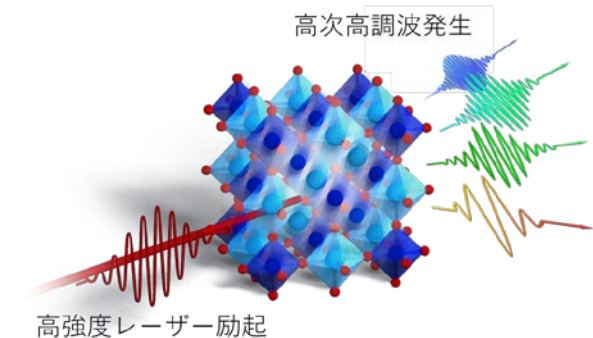


図 2 強電場光パルス照射を固体に照射し、これにより駆動された固体中の電子から放射される高次高調波発生の概念図

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ H. Tahara, Y. Kanemitsu *et al.*, “Harmonic quantum coherence of multiple excitons in PbS/CdS core-shell nanocrystals”, *Phys. Rev. Lett.* **119**, 247401 (2017).
- ・ Y. Sanari, Y. Kanemitsu, H. Hirori *et al.*, “Zener tunneling breakdown in phase-change materials revealed by intense terahertz pulses”, *Phys. Rev. Lett.* **121**, 165702 (2018).

【研究期間と研究経費】

令和元年度ー令和5年度 429,300千円

【ホームページ等】

<https://www.scl.kyoto-u.ac.jp/~opt-nano/>