

トポロジカル材料科学と革新的機能創出  
2020 年度採択研究者

|                  |
|------------------|
| 2020 年度<br>年次報告書 |
|------------------|

松永 隆佑

東京大学 物性研究所  
准教授

トポロジカル半金属を用いたテラヘルツ高速エレクトロニクス・スピントロニクス素子開  
拓

## § 1. 研究成果の概要

ディラック半金属薄膜におけるテラヘルツ帯の高調波発生に注目し、その周波数変換効率の最適化を目指すため、メタマテリアル蒸着した半導体基板とディラック半金属  $\text{Cd}_3\text{As}_2$  薄膜を組み合わせた際のテラヘルツ電場増強度を評価する数値シミュレーションを行った。また非線形応答を示す空間反転対称性の破れたワイル半金属にも注目し、type-II ワイル半金属である層状化合物  $\text{WTe}_2$  のテラヘルツ線形応答および非線形応答を調べた。テラヘルツ第 2 高調波を室温で観測し、テラヘルツ帯としては非常に強い周波数変換が可能であることを実証した。また結晶の厚みに対するテラヘルツ透過率を調べることで、線形応答関数が結晶内部で極めて空間不均一になっている可能性を見出した。

さらに高密度励起したディラック電子系における誘導放出の可能性を探るため、 $\text{CdTe}$  基板上にエピタキシャル成長したディラック半金属  $\text{Cd}_3\text{As}_2$  薄膜を用いて、光励起キャリアダイナミクスの測定を行った。バンド内遷移とバンド間遷移のクロスオーバーが生じる 15-40THz 領域において時間領域分光でプローブしながらスペクトル変化を調べたところ、急激な透過率上昇とともに吸収率の増大を観測した。複素応答関数の解析から、光励起してキャリア密度が増えることでドローデ応答による誘導吸収が高周波側へ伸びるとともに、プラズマ周波数が上昇することで屈折率が著しく減少して表面反射ロスが減少していることがわかった。この結果は誘導放出などの非線形応答を調べるためには単なる透過率ではなく複素光学伝導度スペクトルを観測することが非常に重要であることを示している。