

革新的光科学技術を駆使した最先端科学の創出  
2021 年度採択研究代表者

2022 年度  
年次報告書

玉谷 知裕

東京大学 物性研究所／科学技術振興機構  
特任研究員／さきがけ研究者

高強度テラヘルツ光によって誘起された量子スピン流の学理創出

## 研究成果の概要

本研究では、高強度テラヘルツ(THz)光を半導体に照射することによって生じる超高速スピン流(量子スピン流)の学理を、量子純粋状態を対象とした理論を構築することにより創出することを目的とする。以下、個々の項目に関する研究の進捗状況記す。

### (1) 高強度 THz 光照射下のバルク半導体におけるスピン流生成の理論構築

昨年に引き続き、グラフェンにスピン軌道相互作用とランジュバ効果を考慮したモデルと GaAs を対象としたバルク半導体における非線形光学応答理論の構築を行った。その過程で高強度 THz 光を印加したグラフェンから発生する電流の時間発展を計算することで、発生する高次高調波の強度がせん断応力に依存してどのように変化するかを考察を行なった。その結果、せん断応力の値と入射光の方位角を調節することにより、3次(5次)の高調波が約4桁(10桁)程度制御可能だということを示した。本成果は Physical Review B 誌に Letter として掲載された<sup>1)</sup>。

### (2) 高強度 THz 光照射下の実空間半導体におけるスピン流生成の理論構築

スピントロニクス分野においてスピン流の存在は物質表面に蓄積された磁化の総量によって確認される。そのため光によって誘起されるスピン流の正確な理解のためには、実空間半導体におけるスピン流ダイナミクスの理論が必要不可欠である。そこで研究代表者は、高強度 THz 光を照射した半導体における実空間スピン流生成のダイナミクス理論構築と計算プログラムの実装を行なった。現在計算プログラムの軽量化に取り組んでいる。

### (3) スピン流の定義に関する考察

従来のスピントロニクス分野において、バルク物質中に流れるスピン流の定義は定まっていなかった。そこで研究代表者は DC 電場により駆動された実空間半導体のスピン流ダイナミクスの理論を構築し、物質表面に蓄積されるスピン磁化の総量とスピンホール伝導度を比較することで、スピン流の定義に関する考察を試みた。現在本問題を考察中である。

## 【代表的な原著論文情報】

- 1) “Shear-strain controlled high-harmonic generation in graphene”, Physical Review B, vol 107, No. L081405, 2023.