

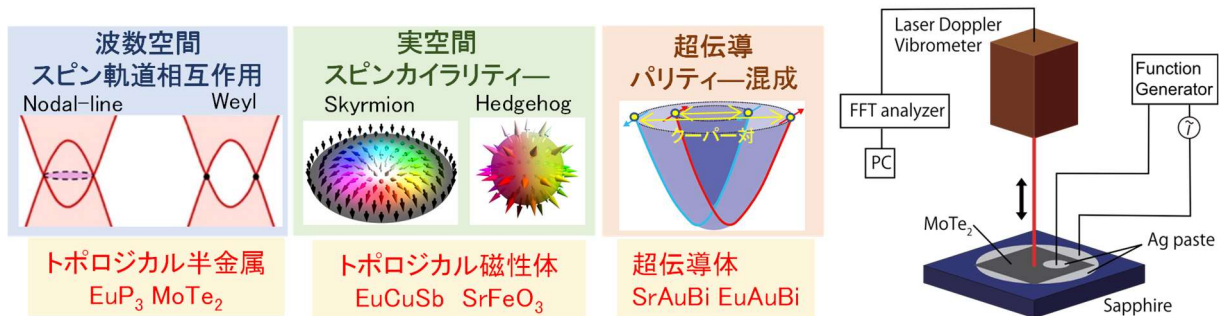
## 新しい電気—振動変換材料の創成の機能検証

大阪大学大学院基礎工学研究科 助教 高橋 英史

近年、高度な情報化社会や持続可能な社会のニーズとして、太陽光や廃熱及び環境振動といった未利用エネルギーを活用した発電素子や高速で動作する電子デバイス、量子コンピュータに代表される高付加価値デバイスの開発が課題となっている。そこで本研究では、トポロジカル半金属と呼ばれる物質群において新機能の創出を目指し、固体が持つ量子位相(ベリー位相)を制御することによる新しい電気—振動応答現象の確立とそのための材料開拓を行う。これにより、振動発電デバイスや振動センサーの可能性の他に、量子コンピュータのためのトポロジカル超伝導探索のベンチマークとなるような、新しい実験手法と材料開拓を行う。

革新的な電子デバイスのための機能開拓において、近年、量子位相(ベリー位相)の重要性が高まっている。ベリー位相は物質内部にエネルギー散逸の少ない電流(トポロジカル電流)を生み出すため、これを効率的かつ簡便に制御できれば、これまでのような散逸電流を制御するエレクトロニクスを超える機能が期待できる。本研究では、ベリー位相に由来した新しい機能応答として、電気(トポロジカル電流)—振動変換を提案する。ベリー位相は固体中の伝導電子によるバンド構造や多数のスピンの作るスピン秩序において特異な構造(トポロジカル構造)がある場合や特殊な超伝導電子対(パリティ混成)の形成により有限になる(図)。一方で、電気—振動変換は強誘電体のような絶縁体材料では広く知られているが、金属材料では光や電場といった電気的な外場は伝導電子の遮蔽効果により結晶内部まで影響を及ぼさない。そのため、トポロジカル半金属ではベリー位相に由来した機能応答は限定されていた。本研究では、「フレキシエレクトリック効果」を用いた新しい電気—振動応答現象の実験手法を開発し(図)、新規な振動発電や振動センサーの材料開拓を目指す。

### 電気—振動変換のための材料候補と測定手法の概略図



#### 【実用化が期待される分野】

新しい原理による電気—振動応答の実現により、身の回りにある環境振動(自動車のモータやコンプレッサの振動等)を用いた発電や、異常振動の観測による自律的なセンサーが実現可能になる。特に本研究で対象とした現象では、デバイスの小型化が容易になると期待できるため、小型の電子デバイスや生体材料と組み合わせた高機能・高付加価値材料への応用の可能性がある。