



Q 何を研究していますか？

A 現代社会を支えているエレクトロニクスの“次の科学技術”を研究しています。

エレクトロニクスはあらゆる電子機器（たとえばスマートフォンやパソコン、テレビなど）の基礎となる科学技術です。電子を小さなボールと見なすと、ボールを移動させたり、一箇所にたくさんのボールを貯めたりすることで電子機器は動作しています。我々が研究する**スピントロニクス**は、電子には**スピン**（ボールの喩えで言うならば、ボールの回転）があることを利用して、もっと効率よく電子機器を動作させようとしています。スピントロニクスとは、スピン+エレクトロニクスの造語です。

Q どんなふうに研究していますか？

A 理論的にスピントロニクスを研究しています。

紙とペンで（最近はタブレットでも）図や数式を使ってスピントロニクス現象を研究します。たとえばファインマン・ダイアグラムや線形応答理論などをしばしば用います。手計算だけではどうにもできなくなってくると、計算機を使って数値的に計算したりします。最近では、有限要素法やマイクロマグネティックシミュレーションなどの数値計算も行うようになっています。

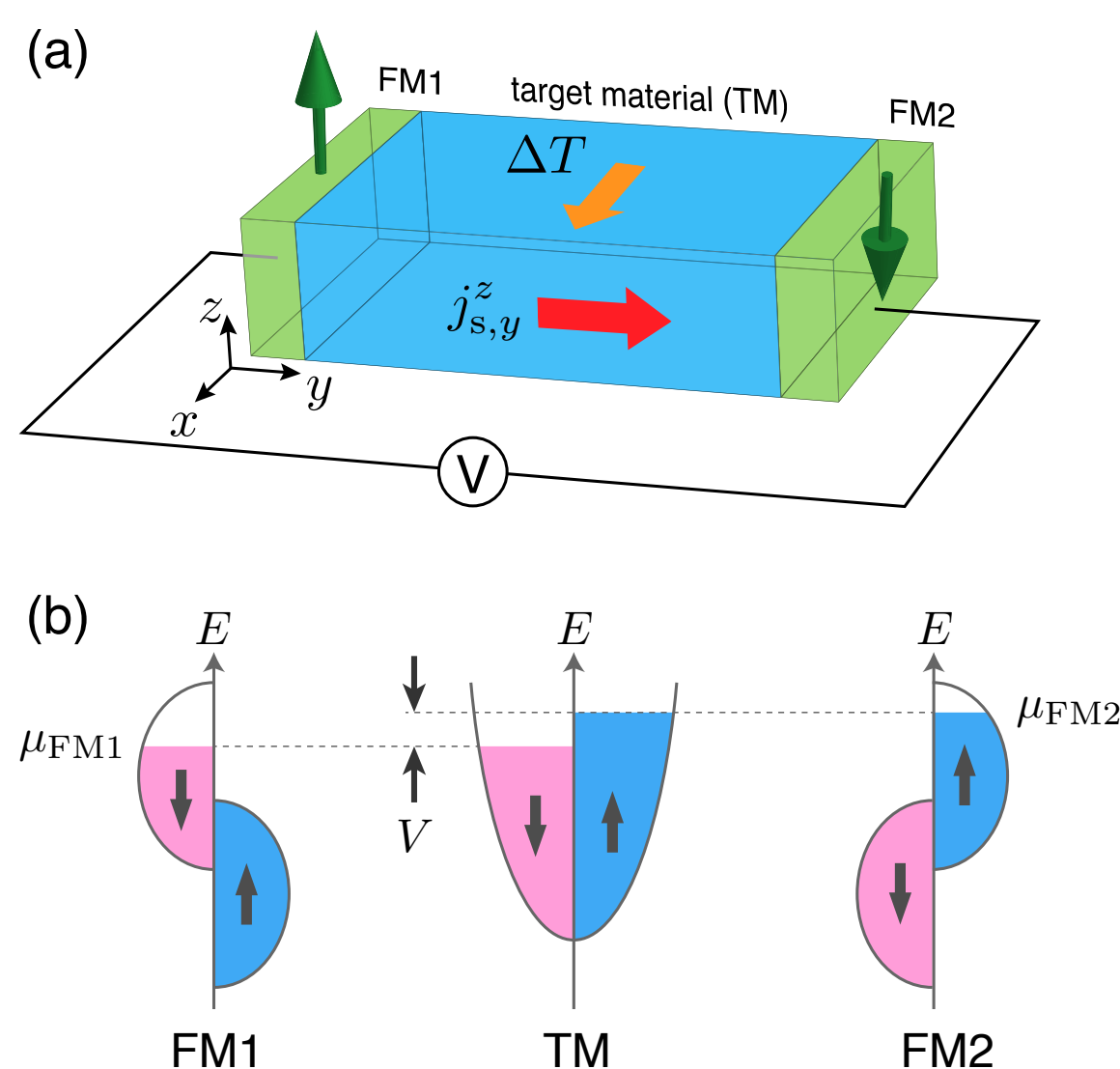
ポイント 基礎研究としてのスピントロニクス

スピントロニクスは工学応用を最終目標としていますが、我々は特にスピントロニクスの**基礎研究**を行っています。つまりスピンの関わる自然現象をよりよく理解することや、よりよく予測する理論を構築することに主眼があります。現状ではスピントロニクスが、エレクトロニクスよりも効率的な“次の科学技術”となるためには、まだ幾つものブレイクスルーが必要だと考えられています。我々は、そのようなブレイクスルーの種を求めて研究しています。

Q どんな成果が出ていますか？

A 以下で最近の研究成果を少し紹介します。

「**横型熱スピン変換を用いた発電機構の提案**」 **論文** J. Fujimoto and M. Ogata, Appl. Phys. Lett. **120**, 122404 (2022). **SCI** **F**



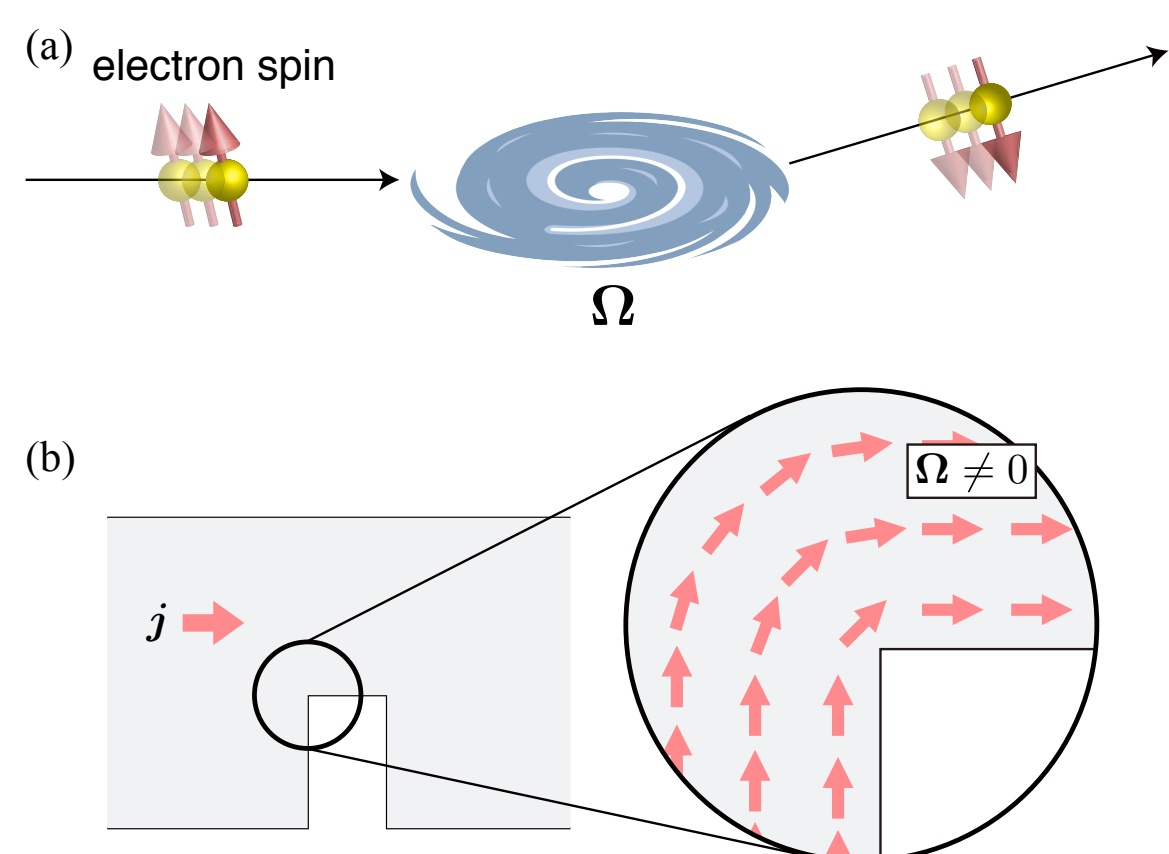
エネルギー問題が深刻になり、排熱を利用した発電への関心が高まっています。熱と電気の相関現象であるSeebeck効果を用いた発電は非常によく研究されており、その性能指数をいかに高めるかという段階になっています。しかしSeebeck効果は温度勾配に平行に電圧が生じる現象ですが、工学応用上は温度勾配に垂直に電圧を取り出すことが望ましいため、デバイス設計を工夫する必要がありました。

そこで我々は、スピン自由度を介した、シンプルな構造に基づく、新しい横型熱発電機構を提案しました（左図）。具体的にはスピンHall効果が強く起こる物質を考え、温度勾配を加えることで、過渡的にスピン流が温度勾配に垂直に生じる現象を用い、さらに強磁性体を接合することで電圧に変換するというものです。

☆ 本論文は、Applied Physics Letters の Featured **F** と Scilight **SCI** に選ばれました。

「**電流渦による磁性の制御**」

論文 J. Fujimoto, W. Koshibae, M. Matsuo, and S. Maekawa, Phys. Rev. B **103**, L220402 (2021).



渦という構造は、渦巻き銀河のような超巨大なスケール（ $\sim 10^{21}$ m）からナノメートルスケール（ 10^{-9} m）の超伝導の渦糸まで現れ、相互作用する多粒子系に見られる普遍的な構造の一つです。そのような渦がスピンと相互作用すること[左図(a)]が近年注目されており、液体金属流体や表面弾性波などを用いた実験がなされていました。

そのような流れのなかで、我々は、電流の渦に着目しました。特に、電流の渦で磁性を制御できるのではないかと考え、理論的にそれを示しました。これは電氣的に磁性を制御する新しい機構の提案で、左図(b)のように試料にノッチ構造を用意することで渦を作ればよい点が大きな特徴です。理研のグループによって行われた磁気スキルミオンの生成・消滅実験を説明できうる理論となっています。



藤本研究室では意欲的な学生を募集中！
まずはお気軽に藤本までご連絡ください

資料作成年月：2022年7月 作成者：藤本純治（助教）
メールアドレス：jfujimoto@mail.saitama-u.ac.jp
研究室ウェブサイト：https://spin.eeap.saitama-u.ac.jp

