


Dec. 18, 2020  
(Keio Techno-Mall @ Online)



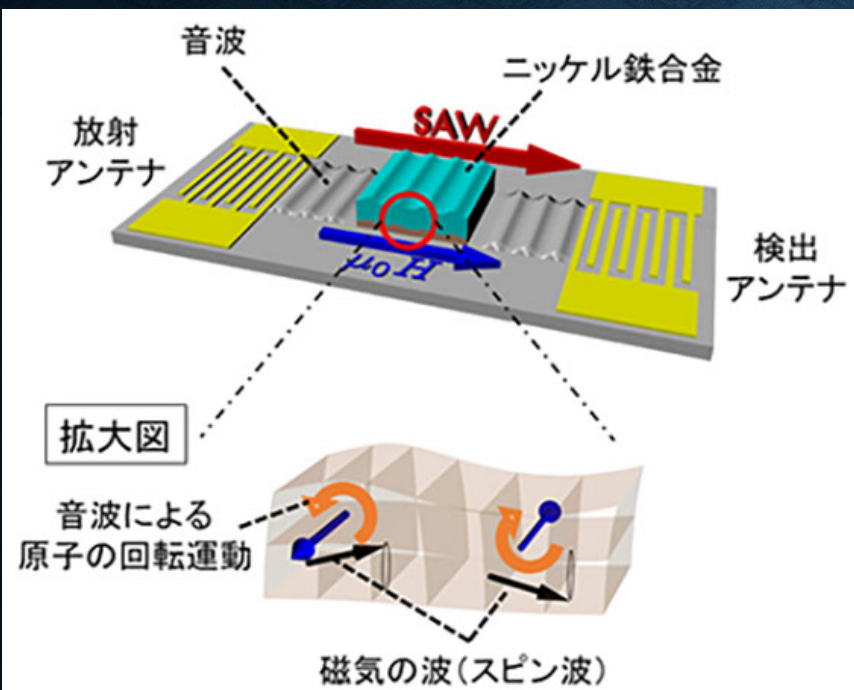
# 一般相対性理論を応用した スピントロニクス技術 ～研究シーズ集～

能崎幸雄 (物理学科)



# 音波を用いた磁気回転効果の発見

## ～磁気回転効果のスピンドバイス応用に道を拓く～

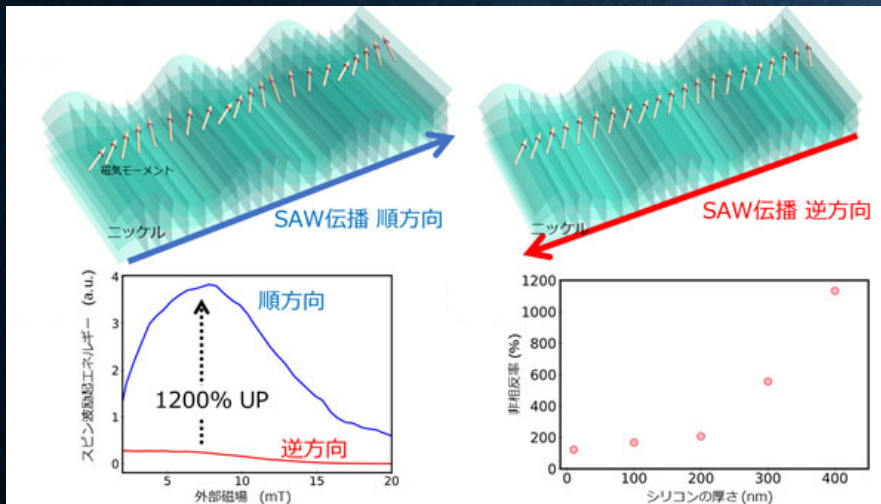


Kurimune, Matsuo, and YN  
*Physical Review Letters*  
Vol. 124, 217205 (6 pages) (2020).

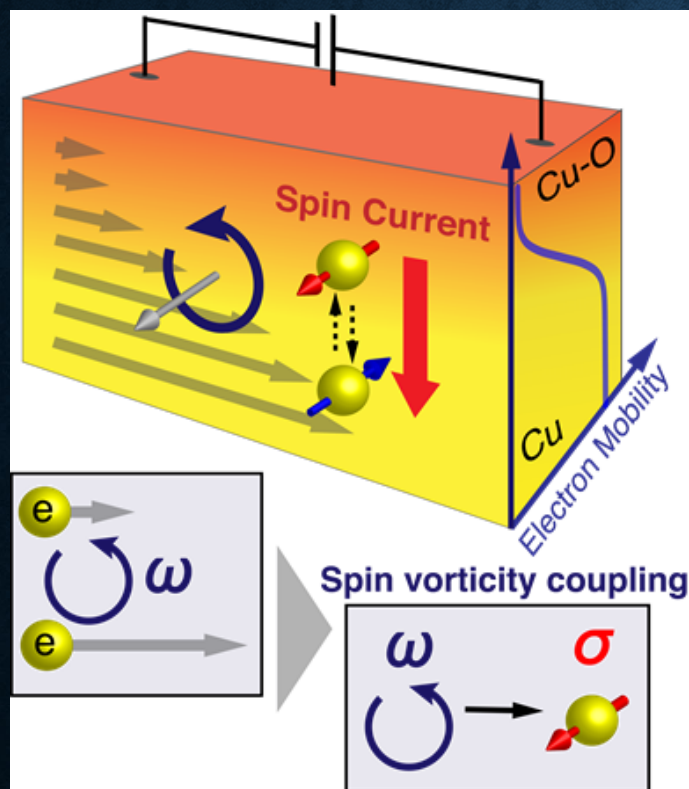
磁気回転効果は、物質の磁気源が電子の回転運動であることを示す普遍的な物理現象であり、全く新しい磁気制御方法として期待されていました。効果の大きさは、最新の遠心分離器で回転させても地磁気よりも弱く、物質の磁気制御に使えませんでした。研究グループは、1秒間に10億回以上の速さで原子が局所的に回転する音波がニッケル鉄合金磁石に巨大な磁気回転効果(地磁気の10万倍以上)を発生することを世界で初めて発見しました。この発見は、音波を注入した磁石に現れる普遍的な効果であり、すべての最先端磁気デバイスに応用可能です。さらに、電流に比べて発熱の少ない音波を用いた磁気制御に大きく道を拓くものであり、磁気を用いた大容量記憶(スピン固体メモリ)や高速情報処理(スピン波論理演算回路)の大幅な省電力化が期待されます。

# 音波によるスピン波伝搬の巨大な整流効果を発見 ～スピン波ダイオードの実現に大きく前進～

磁石と半導体を組み合わせた複合材料において、音波の注入方向と磁気の向きにより、磁気の波「スピン波」の振幅を大きく変調できることを発見しました。従来の方法では、磁石をナノメートルスケールの厚さにすると順方向と逆方向に伝搬するスピン波の振幅が同等になり、スピン波の整流動作を実現することが困難でした。本研究グループは、膜厚が20ナノメートルの薄膜ニッケル磁石と400ナノメートルの半導体シリコンを組み合わせたニッケル／シリコン複合材料（複合材料）を作製し、逆方向のスピン波振幅を順方向の12分の1以下に低減できることを明らかにしました。本研究でスピン波の巨大な一方通行性が実証された新しい複合材料によって、スピン波の伝搬と干渉を論理演算に利用するスピン波デバイスの実現に不可欠なスピン波ダイオード開発が大きく前進することが期待されます。



# 電流の渦から磁気を生み出すことに成功 ～銅の傾斜材料を利用したスピントロニクス材料革命～

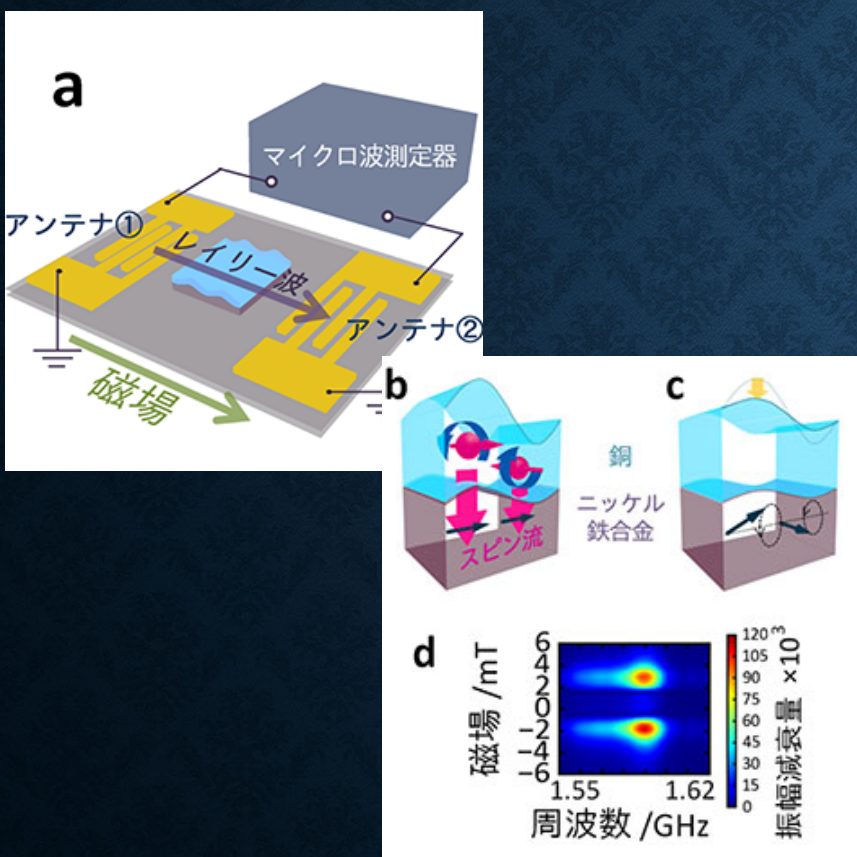


表面を酸化した銅において電流が磁気の流れ「スピン流」を生み出す現象が、電流の渦を起源とする証拠を発見しました。本研究で実証された新しいスピン流生成法によって、磁石や貴金属を必要としない省エネルギー磁気デバイスの実現が期待されます。今回、金属薄膜の表面酸化が電流渦を生成し、大きな直流スピン流を生み出すことを実験的に解明しました。一方、異種物質を原子層オーダーで積層する最先端の成膜技術を駆使することにより、酸化手法に比べて電気伝導率の傾斜構造をより精密に制御できます。これにより、表面酸化銅やプラチナを上回るスピン流生成効率が実現できると考えられます。また、従来のスピン流生成法とは異なり、磁石や貴金属を必要としないため、磁気デバイスの高性能化・省電力化だけでなく、安価なレアメタルフリー技術として大きく貢献できます。

Okano, YN et al.,  
*Physical Review Letters*  
Vol. 122, 217701 (6 pages) (2019).

# 音波を用いて銅から磁気の流れを生み出すことに成功 ～磁石や貴金属を必要としない磁気デバイス開発へ～

表面を酸化した銅において電流が磁気の流れ「スピン流」を生み出す現象が、電流の渦を起源とする証拠を発見しました。本研究で実証された新しいスピン流生成法によって、磁石や貴金属を必要としない省エネルギー磁気デバイスの実現が期待されます。交流スピン流の生成に用いたSAWフィルター素子は、スマートフォンなどの携帯情報通信端末に広く搭載されています。本研究で実証された新しいスピン流生成法は、このSAWフィルター素子を用いてスピン流を生成し、携帯端末内で情報記録やデジタル情報処理を行う磁気デバイスの機能動作を省電力に制御できる可能性を提供します。また、従来のスピン流生成法とは異なり、磁石や貴金属を必要としないため、磁気デバイスの高性能化・省電力化だけでなく、安価なレアメタルフリー技術として大きく貢献できます。



# 能崎研究室ホームページ



<http://www.phys.keio.ac.jp/guidance/labs/nozaki/index.html>