

## 【背景と経緯】

電子は「電気」と「磁気」の2つの性質を持ちますが、「磁気」の起源は電子の自転運動であることがわかっています。近年、ナノテクノロジーのめざましい発展によって、電気の流れである「電流」だけでなく、ミクロの世界の電子の自転の向きを揃えた磁気の流れ「スピン流」を利用することが可能になりました。これまでにスピン流と磁石の性質との密接な関係が調べられており、様々な省電力ナノデバイス開発が世界中で進められています。

従来、スピン流を作り出すには、

- (1) 磁石を使う
- (2) プラチナなどの貴金属を使う<sup>3)</sup>

という2つの手法が知られていました。

## 【研究の内容と成果】

今回当研究グループでは、振動する金属中における磁気の流れを精密に表す基礎方程式を導き、音波を用いた新しいスピン流生成原理を発見しました。

参考図 (a) のように圧電素子を用いて音波を金属に注入すると、表面音波<sup>4)</sup> と呼ばれる音波が x 方向に伝播し、金属結晶が局所的に回転するように変形します。この回転変形によって金属内部に特殊な磁場<sup>5)</sup> が誘起されます。表面音波の強度が最大となる表面付近で、この磁場の強度も最大となります。

電子スピンは磁場の方向に揃い、エネルギーが最小となるように、磁場の強い場所へ移動する性質が知られているため、表面音波によって誘起された磁場が最大となる表面付近に向かってスピン流が流れます。

本研究で導かれた基礎方程式を用いて、表面音波によって生成されるスピン流の大きさを計算した結果、プラチナのような貴金属よりも、アルミニウムや銅のようなありふれた金属を用いた方が大きくなることが明らかになりました。その結果、

- (3) 銅やアルミニウムのような身近で安価に手に入る金属を使う

という第3の手法が見出されました。

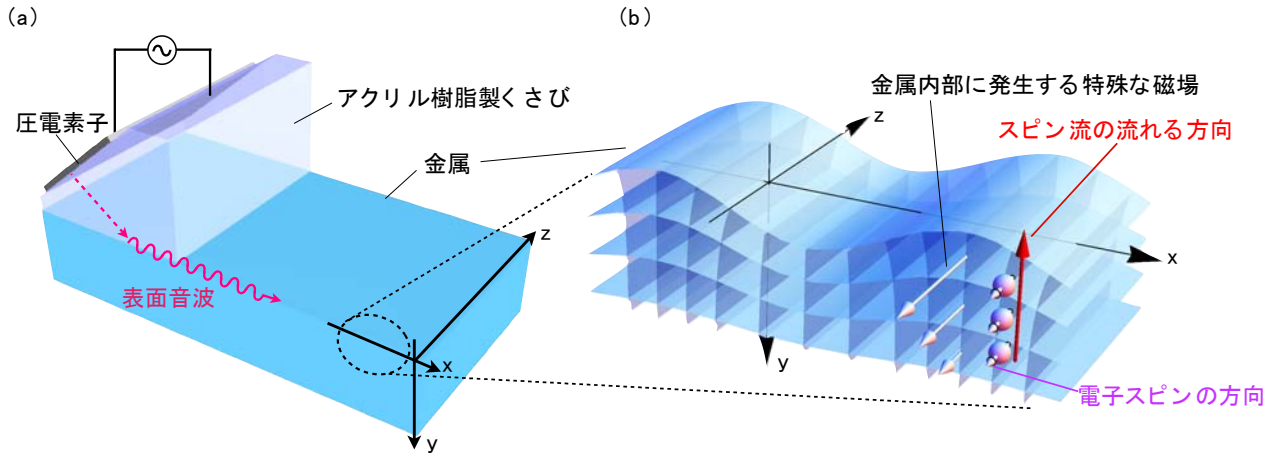
## 【今後の展開】

この新手法によれば、磁気的な影響を避けたいデバイス中でスピン流を活用でき、プラチナなど高価な貴金属を使うことなくスピン流を生み出すことが可能となります。その結果、レアメタルフリーな省電力磁気デバイス開発につながると期待されます。

---

本研究の一部は、独立行政法人科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業等「スピン流による熱・電気・動力ナノインテグレーションの創出」の一環として実施されました。

【参考図】



音波によるスピン流生成。(a) 圧電素子によって音波を発生させると、アクリル樹脂製くさびを通じてアルミニウムの表面付近に音波（表面音波）が注入される。表面音波は、x 方向に伝播し、y 方向に減衰する。(b) 表面音波によって金属内部に特殊な磁場が発生し（白矢印）、磁場の強度は表面付近で最大になる。電子スピンはこの磁場に揃い、エネルギーが最小となるように磁場の強い表面付近へ移動する（赤矢印）。