

理工系

次世代素子につながる、従来より百倍大きい
「スピンホール効果」の観測に成功

東北大学大学院文学研究科教授 高梨 弘毅

【研究の背景】

電子は、電荷とスピンという二つの性質を持ちます。スピンは磁気の根源であり、電子一つ一つは微小な磁石として振る舞います。この電子スピンを積極的に利用することにより、電荷のみに注目してきた従来のエレクトロニクスを凌駕する新しいエレクトロニクスを創成しようという分野をスピントロニクスと呼んでいます。

スピントロニクスでは、スピンの方向の揃った電子を流すことが最も重要であり、スピンの方向を揃えるには、通常、強磁性体が必要と考えられていました。

ところが、強磁性体でない物質（非磁性体）でも、電流を流すだけで電子のスピンの向きによって電子の流れる方向が変わり、スピンの方向の揃った電子の流れ（スピン流）を作ることができることが明らかになってきました（図1）。

これが「スピンホール効果」です。磁性体を用いないスピン流の生成・検出が可能となるため、スピンホール効果は新しいスピントロニクスデバイス（素子）の創製に繋がります。

しかしながら、検出される電気信号が小さく、観測するためには、複雑な素子構造や大きな外部磁場を必要とするなど、応用に向けて多くの課題がありました。

【研究の成果】

私たちは、スピンホール効果を出す非磁性体として金（Au）に、また、スピン流を生成・検出するための強磁性体として鉄白金（FePt）という材料に注目し、多端子デバイスでのスピンホール効果の電気的検出を試みました。

図2に示すように、FePt電極からAuに電流を流すことで、電流方向とは逆側に配置したAuホールクロスにもスピン流を誘起することができます。

さらに、Auホールクロス内では、上向きスピンと下向きスピンの逆方向に流れるスピン流を利用することで、スピンホール効果による横方向の電圧が検出できるようになります。

今回の研究では、デバイスの面と垂直方向に磁化を有するFePtを使用することにより、素子構造および測定の見簡素化に成功するとともに、室温で得られたスピンホール効果の信号が、これまでよりも100倍程度大きいことがわかりました。

【今後の展望】

今回、Auのスピンホール効果がスピン流の生成・検出の手法として有効であることが実証されました。

将来的には、固体磁気記憶素子における新しい読み出し手法や磁気センサなどへの応用、あるいは、高効率スピン源として、幅広い展開が期待されます。

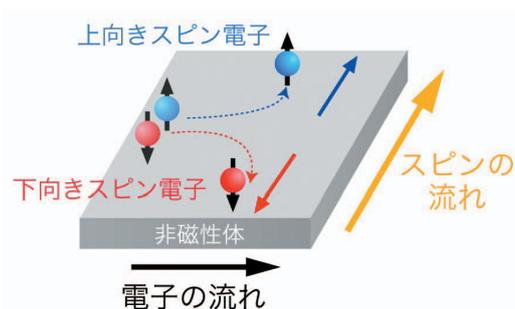


図1 スピンホール効果の概念図。
非磁性体を通る電子が、そのスピンの方向に依存して反対方向に散乱される。その結果、横方向にスピンの流れが形成される。

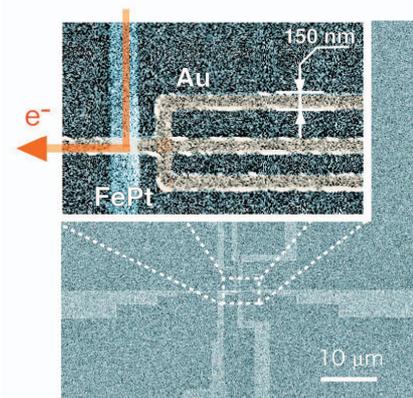


図2 室温巨大スピンホール効果を観測した素子の走査電子顕微鏡像およびナノサイズ素子の拡大像。
FePtスピン注入源（青色）から電子スピンを注入し、Auホールクロス（橙色）でスピンホール効果による電圧を測定した。

【交付した科研費】

平成19—22年度 特定領域研究「スピン流の創出と制御」