

(第3種郵便物認可)

サイ・テク 知と技の発信

【522】

埼玉大学・理工学研究の現場

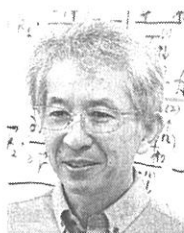
プランク定数(h)という物理定数がある。1900年ごろ、マックス・プランクが黒体輻射スペクトルを理解するために、量子仮説に基づいて導入した量である。 h はその後も、幾度となく重要な局面に登場し、1980年ごろまでには、電子、陽子および中性子が身につけている角運動量のちょうど2倍であることが分かった。これらの粒子は、異なる質量、電荷を持つのだが、不思議なことに角運動量の大きさは全く同じ($h/2$)である。自転に対応するのでも「スピン」と呼ぶが、そのスピンの利用するエレクトロニクスがスピントロニクスである。

自転に時計回りと反時計回りの2通りあるように、スピンにも+

$h/2$ (アップ) と $-h/2$ (ダウン) の2通りある。アップ電子と、それに同数のダウン電子を互いに逆方向に流せば、発熱を回避してスピンを輸送・蓄積することができ、それをデジタル情報の伝達、記憶、演算に利用するのがスピントロニクスの狙いであるが、困ったことに移動に伴って、持っているスピンは自由に動けない束縛電子に奪われて、アップ電子はダウン電子、ダウン電子はアップ電子に変化する。しかも、スピンのリーク先である束縛電子は自由に動ける電子に比べると圧倒的に多数である。例えば金では、電子数の99%程度が束縛電子である。これでは正しい情報は伝達されにくい。

スピンのキャッチボール

酒井 政道 教授

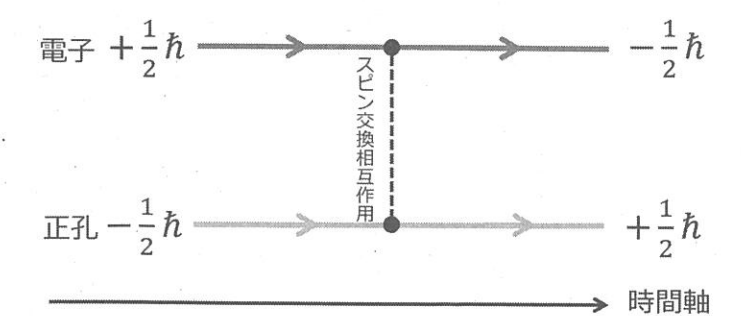


さかい まさみち 1980年生まれ。東北大学大学院博士課程修了(応用物理学専攻)。工学博士。東北大学助手(金属材料研究所)、埼玉大学助教授を経て、2012年より現職。専門は、応用物性・結晶工学。

スピン損失を低減するにはどうすればよいか。私たちの解決方法は、束縛電子にタックルされる前に、仲間の自由電子にスピンを渡してしまつという方法である。自由電子同士でスピンを授受して、結果として、スピンの流れを絶やさないうつにしたい。私たちは、この思いを可能にしてくれそうな電子-正孔補償金属という物質群に注目している。例えば、亜鉛、スズ、白金など約17種類が該当し、また化合物まで含めれば、その種類は少なくない。直線運動しようとする電子に磁場を印加すると円軌道を描くが、これらの金属は円軌道が時計回りの電子と反時計回りの電子を同じ割合で持っている。あたかも電荷が正反対の電子集団がいるので、それを正孔と呼

んでいる。

電子と正孔間でのスピン交換は、アップ電子数増加のタイミングとダウン正孔増加のそれとが同位相になる場合と逆位相となるグループをつくり出す。前者では、アップ電子は容易にスピンを正孔に手渡しできるのに対して、後者の場合では、アップ電子がスピンを手渡す相手がいないので、結果的にスピンをキープしたまま走行し続けることができる。後者がスピン情報を伝達できるのは、前者のグループがいてくれるおかげである。前者は後者の影武者と云ったところであろうか。他にも重要な働きをするかもしれないので、目が離せない。



スピンのキャッチボール