

## 先端技術キーワード解説

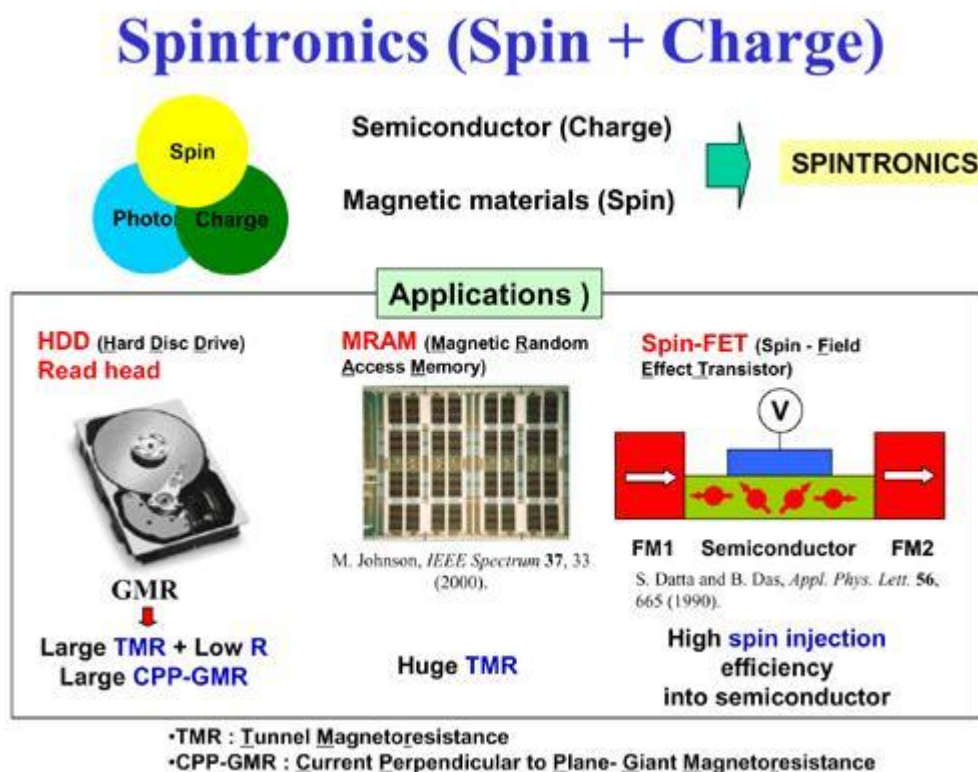
## 知っておきたい最新の動き

## [スピントロニクス (Spintronics) ]

2010年3月11日、科学技術振興機構、東北大学、慶応大学から、「絶縁体に電気信号を流すことに成功」と驚くような発表がありました。これは、東北大学金属材料研究所の齊藤英治教授らのグループが、電子の自転「スピン」を用いることで絶縁体に電気信号を流す方法を見出したとのことです。通常、絶縁体には電気が流れませんが、最新の方法で電気信号をスピンの波に変換して磁性ガーネット結晶と呼ばれる絶縁体へ注入、絶縁体中を「スピンの波」として伝送し、再び電気に変換することによって、絶縁体中も電気信号を伝送できることを発見したとのことです。

通常の金属や半導体を流れる電流は、ジュール熱と呼ばれるエネルギー損失を伴います。これを回避するために、極低温下における損失の発生しない超伝導現象を用いる方法が研究されてきましたが、実用化への道はまだ見えていません。今回、発見された絶縁体中の伝導にはこのジュール熱の発生がなく、かつ室温でも動作することから、新しい省エネルギー情報伝送手法としても注目されるとのことです。

近年、電子のスピンという特性を活用して生まれるスピン依存伝導現象の理解が進み、電子が持っている電荷を活用した半導体デバイスに替わり、電子スピンの性質を積極的に利用した新たなスピントロニクス素子の開発が急速に進んでいます。今回は、このスピントロニクスについて焦点を当ててみたいと思います。



スピントロニクスとは、固体中の電子の電荷とスピン（自転運動）の両方を工学的に利用、応用する分野のことです。スピンとエレクトロニクスから生まれた造語です。近年の代表的な応用例としては、1988年に発見された巨大磁気抵抗（GMR）効果があります。これは、ハードディスクの記憶容量を飛躍的に増

大きめました。また、現在、実用化に向けて取組み中のものとして、次世代不揮発性メモリの MRAM が  
あります。

スピンとは電子の自転運動であり、この自転運動（循環電流）により磁気モーメントが発生します。また、スピンの性質として角運動量はある一定の値しかとることができません。簡単に言うと、いろいろな向きを示すが回転速度は一定ということです。

通常の固体ではスピンの向きがばらばらで、固体全体でみるとスピン運動から発生する磁気モーメントはありません。

これに対して、鉄やニッケル、コバルトなどの一部の金属は、室温、しかも外部から磁場を加えない状態で、一定の領域にわたってスピンの向きがそろっているものがあります。個々のスピンの磁気モーメントは互いに強め合うため、全体としての磁気モーメントは非常に大きくなります。このような性質を強磁性と言います。このような性質を持つ強磁性体とはいわゆる永久磁石のことです。

本発表における「スピンの波」として伝送するのは、「純スピン流」と呼ばれるもので、電荷は流れることなく スピンのみが流れている状態です。純スピンの特徴は、電流とは異なり オームの法則に相当したエネルギー散逸機構が無く、更に量子力学的重ね合わせ状態を生成することが容易である点です。

そして、この純スピン流の生成、検出には、スピンホール効果、逆スピンホール効果が応用されています。スピンホール効果とは、電場を試料にかけるとスピン流がそれに垂直に誘起される効果です。一方、逆スピンホール効果とは純スピン流が電流に変換される現象であり、最近、見出されました。本逆スピンホール効果の特徴は、スピン蓄積を経ること無くスピン流を直接電流に変換できることです。

本発表のようなスピンの応用は、量子情報スピントロニクスと従来のエレクトロニクスとの架け橋となるものです。将来に向けて、大きな可能性が広がっているように思います。

(東北大学 <http://www.tohoku.ac.jp/japanese/2010/03/press20100311-01.html> などを参考)

(図は、(独)物質・材料研究機構 [http://www.nims.go.jp/apfim/spintronics\\_j.html](http://www.nims.go.jp/apfim/spintronics_j.html) より引用)

(注)

本解説は、執筆当時の状況に基づいて解説をしております。ご覧になる時には、状況が変わっている可能性がありますので、ご注意をお願いします。

Copyright (C) Satoru Haga 2010, All right reserved.

<b>技術・経営の戦略研究・トータルサポーター</b>	工学博士 中小企業診断士 社会保険労務士(登録予定)
<b>ティー・エム研究所</b>	代表 <b>芳賀 知</b>
E-Mail: <a href="mailto:info_tm-lab@mbn.nifty.com">info_tm-lab@mbn.nifty.com</a>	URL: <a href="http://tm-lab@a.la9.jp/">http://tm-lab@a.la9.jp/</a>