

The physics prize inside the iPod

iPodの中のノーベル物理学賞

Nature Vol. 449 (643) / 11 October 2007
Geoff Brumfiel

2007年のノーベル物理学賞は、磁気記憶装置を劇的に小さくするかぎとなる効果を発見した2人の研究者が受賞することになった。今回、賞を分け合うことになったのは、1988年に巨大磁気抵抗（GMR）効果を発見したフランスのパリ南大学のアルベール・フェールとドイツのユーリヒ固体物理研究所のベーター・グリュンベルクである。スウェーデン王立科学アカデミーは10月9日、この2人に賞を贈ることをストックホルムで発表した。

GMR効果は、ナノテクノロジーと「スピントロニクス」の分野でいち早く重要な応用が可能になった効果の1つとされている。

フェールは「とても光栄で、うれしく思います。科学はすばらしいものです」と電話での記者会見でこう述べた。

GMR効果の基礎になっているのは電子のもつスピンである。電子のスピンは磁場を作り出し、上向きか下向きに整列することもできる。電子が物質の中を通過する際には、物質中の電子のスピンが自分と同じ向きに整列している場合には容易に通過することができるが、自分とは逆向きに整列している場合には抵抗を受ける。

フェールとグリュンベルクは、わずか数十ナノメートルの薄さの磁性材料と非磁性材料を交互に重ねた多層膜を使って、この効

果を独立に発見した。多層膜に磁場をかけ、すべての磁性層の電子のスピンを同じ向き（例えば上向き）に整列させると、同じ向きのスピンをもつ電子はこの材料の中を容易に通過することができるが、逆向きのスピンをもつ電子はなかなか通過することができない。

これに対して、磁場を弱くすると、各層の電子のスピンが上向き、下向きと交互に並ぶようになる。その結果、多層膜の中を通過するすべての電子が抵抗を受けることになり、正味の抵抗はこの場合のほうが大きくなる。磁場の変化に伴う多層膜の抵抗の変化量は、それまでに観察されていた変化量に比べてはるかに大きかったため、「巨大磁気抵抗」とよばれることになった。

この効果を利用して、小さな磁場に極めて敏感に反応する素子が開発された。ハードディスクドライブは、ディスク表面の磁場のパターンとして情報を蓄えている。GMR効果が発見されるまで、ハードディスクの

データの読み出しには金属製の誘導コイルが用いられていた。電磁誘導の法則上、コイルにはある程度の大きさが必要であり、1ビットの情報を貯蔵するのに必要な面積も大きかった。パリ南大学のClaude Chappertは「GMR効果は、これらに比べて格段に小さな磁気ヘッドを作ることを可能にしたのです」と説明する。この発見は家電に革命を起こした。「MP3プレイヤーが広く使われるようになったのも、その1つです」。

1990年代末には、GMR効果を使った素子がエレクトロニクス産業のいたるところで使われるようになっていた。これには、IBM アルマデン 研究センター（カリフォルニア州サンノゼ）の物理学者Stuart Parkinの研究により多層膜の製法が簡略化されたことも関係している。Parkinはこれまでにいくつかの物理学賞をフェールやグリュンベルクと共同受賞してきたが、今回のノーベル賞受賞者には入らなかった。英国ケンブリッジ大学のTony Bland

は「ParkinはGMR効果が商品化されるかぎとなる貢献をしましたが、フェールとグリュンベルクはこの効果の発見者です。この分野の研究者たちは、今回の判断をおおむね妥当と考えるでしょう」と述べる。

「GMR効果の用途は、情報の記憶だけではありません」とフェールは指摘する。この発見は、電子の電荷だけでなくスピントロニクスという新しい工学分野も誕生させた。オランダのフローニンゲン大学のBart van Weesは、スピントロニクスは近い将来、電力なしでも安定にデータを保持し、一部のコンピューターの起動をもっと速くするようなランダムアクセスメモリーを可能にするだろうと考えている。光ファイバーシステムと従来の半導体の間で情報をやりとりする新しい方法も生まれるかもしれない。

さらにその先には、電流の代わりにスピントロニクスを利用する情報処理技術が考えられている。これはまだ理論的な可能性にすぎない



南フランス大学（仏）のアルベール・フェール教授（左、69歳）とユーリヒ固体物理研究所（独）のペーター・グリュンベルク教授（右、68歳）。

が、Chappertは、そうしたコンピューターは既存のコンピューターよりも高速で、電力消費もはるかに少なくなるはずだと考えている。「スピントロニクスはたくさんの可能性を秘めているのです」と彼は語っている。

