

## 「基礎研究が発信する革新的デバイス」分野

授賞業績: 巨大磁気抵抗効果(GMR)の発見と革新的  
スピントロニクス・デバイスの創生

### < 共同受賞 >

アルベール・フェール博士 (フランス)

フランス・パリ南大学教授

ペーター・グリュンベルク博士 (ドイツ)

ドイツ・ユーリヒ固体物理研究所

### < 概要 >

パソコンの情報記憶に使われているハードディスクは、年々加速的に性能を向上させ、いまや、パソコンだけでなく、携帯音楽機器、ビデオカメラなど家電にも使われるようになってきました。このように、ハードディスクが飛躍的に記録容量を増やし活躍の場を広げるにあたっては、「巨大磁気抵抗効果の発見」という画期的な技術革新がありました。それを成し遂げたのが、フェール博士とグリュンベルク博士のお2人です。

ハードディスクの容量は年々加速度的に増えていきます。1990年代初めノートパソコンで数十MBだったハードディスクの容量は、現在100GB(1GB=1000MB)程度が標準になっています。最近では、大容量の写真や音楽をパソコンに取り込んだり、また内蔵のハードディスクにテレビ番組を長時間保存したりすることができるようになってきました。ハードディスクがこのように容量を増やし、パソコン以外の家電などにも使われるようになったのは、巨大磁気抵抗(Giant Magneto Resistance, GMR)効果を利用した磁気ヘッドの開発があったからです。

### 巨大磁気抵抗効果(GMR)を利用した磁気ヘッド

ハードディスクは磁気を利用して情報を記録し、それを読み取ります。ハードディスク内には、プラッタと呼ばれる磁性を持った薄い円盤があり、情報が記録されています。そこに磁気ヘッドと呼ばれる素子(部品)を近づけ、記録ビット(情報の一単位)と電流変化の関係をを用いて情報の受け渡しを行います。

ハードディスクの記録容量を増やすには、小スペースに大量の情報を詰め込まなくてはなりません。その

ためには、ディスク上の1ビット当たりの磁性体の体積を少なくする必要があります。しかし磁性体の体積を小さくすると、各ビットから出る磁場が弱まり、書き込まれている磁気情報をヘッドで読み取るのが困難になります。

そこで、微弱な磁場を読み取れる素子、言い換えると、わずかな磁気の違いを電気的信号の変化に変換するヘッド素子の出現が待たれていました。そこに登場したのがGMR素子なのです。

従来読み取りのための磁気ヘッドには磁気抵抗(Magneto Resistance, MR)素子が利用されていました。磁気抵抗とは磁場をかけることで電気抵抗が変化する現象です。電気抵抗の変化は電流値を変えるので、その変化を読み取ることによりハードディスクに書き込まれた情報が分かります。MR素子での抵抗値の変化は最大で数%程度でした。

これに対して、GMR素子は最大で数十%の変化を示します。すなわち、わずかな磁場の変化に対して感度が大幅に改善されたこととなります。これにより、ハードディスク上の狭い領域に多くの磁気情報を詰め込んでも、それらの読み取りが容易になり、ハードディスクの記録容量は飛躍的に増大しました。その後、1990年代後半、GMR効果を利用した磁気ヘッドが開発され、ハードディスクは加速度的に性能を向上させ、用途を広げられました。

### GMR素子の開発経緯と受賞者の関わり

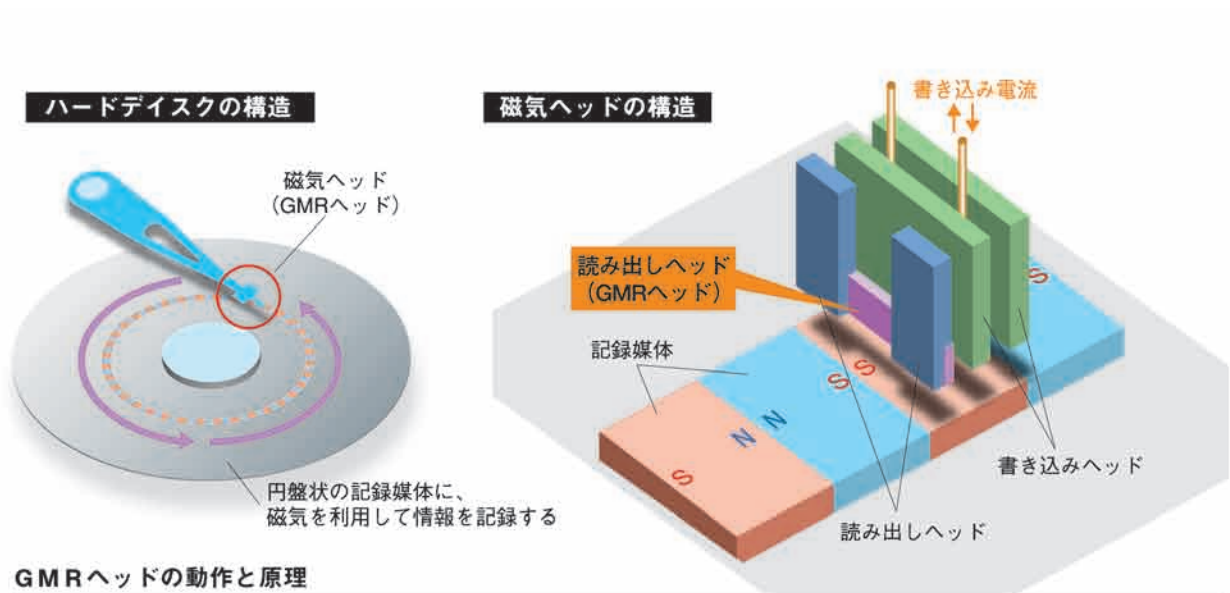
ハードディスクの飛躍的な高密度化をもたらしたGMR素子の出発点となったのは、1980年代後半における巨大磁気抵抗効果の発見でした。1988年、パリ南大学のフェール博士らのグループは、鉄(Fe)とクロムの(Cr)の薄膜を交互に数十層重ねた多層膜が、液体ヘリウム温度(4.2K)という低温で、約50%という当時としては驚異的なGMRを示すことを発見しました。

同じ頃、これとは独立に、ドイツ・ユーリヒ固体物理研究所のグリュンベルク博士らのグループがCrの薄膜を鉄の薄膜で挟んだ三層薄膜が室温で1%程度のGMRを生じることを発見しました。そして、これ以降、強磁性金属(FeやNi)の層と非磁性層を交互に重ねた多層膜の多くがGMR効果を示すことが明らかになっていきました。

磁気記録のブレークスルーとも呼ぶべき画期的なGMR素子は、まさに両博士の発見を元に誕生したのです。(GMR素子はスピンという電子の性質を利用するため、スピントロニクス・デバイスとも呼ばれます)

現在ではさらに巨大な磁気抵抗値を示すトンネル磁気抵抗

(Tunneling Magneto Resistance, TMR)を用いた製品の開発も進んでいます。GMR効果の発見は、短期間でハードディスクの記録密度を飛躍的に高め、パソコン以外の電気製品へもハードディスクの用途を拡大しました。両博士の基礎的な研究がIT技術の促進に果たした役割は歴史的に非常に重要で、不動の評価を得ています。



### GMRヘッドの動作と原理

GMRヘッドが移動すると、ディスク表面の磁石の向きの変化によりGMR素子の磁石の向きが変化する。このときGMR効果によって素子の抵抗値が変化するために、電気信号として検出することが可能になる。このGMR素子のおかげで、非常に微小なビットからの微弱な磁場変化も検出することが可能となり、ハードディスクの高密度化が進んだ。

