

強磁性トンネル磁気抵抗効果から生体磁気センサまで

安藤 康夫

東北大学大学院工学研究科応用物理学専攻

From ferromagnetic tunnel magnetoresistance to biomagnetic sensor

Yasuo Ando

Graduate School of Engineering, Tohoku University

はじめに 1994年に我々のグループで強磁性トンネル磁気抵抗 (TMR) 素子が室温で大きな磁気抵抗効果を示すことを示してから四半世紀があつたという間に過ぎた。この間関連する大きな発見がいくつかあり、またスピントロニクス領域が形成されて、新しいデバイス創成の機運が高まったにもかかわらず、いっこうに出てきていないと感じることが多い。本稿はこれまで自分が携わっていた研究課題から得た結果と教訓を紹介し、生体磁気計測という新たな挑戦的な課題の現状と展望についてこれまでの経験をもとにして述べる。

ハードディスクドライブ (HDD) 1990年台に自分が会社勤めをしていた当時、携わっていた研究課題が塗布型の磁気記録媒体であったので、大学に赴任後に着手した HDD の研究開発のテーマは無理なく理解できた。そんな最中に発見された TMR 効果であったため、否応なしにこの素子を何とか使いこなす研究を推進していった。TMR 発見当初は、こんな nm オーダーの絶縁体を壊すことなくデバイスに使いこなす技術など到底無理だと思ってしまった。しかし世の中の技術の進展は驚くもので、2000年代には TMR 素子は HDD の読み出しヘッドに使われるようになり、いくつかの会社で大量に安定に生産できるところまでになった。まさに「最初から限界を設定すべきでない」という気持ちがたたき込まれた。

不揮発性磁気ランダムアクセスメモリ (MRAM) 2000年代になると TMR 素子を MRAM に応用するプロジェクトが始まった。文科省や経産省から独自のプログラムが立ち上がったため、両者の間に挟まれた我々は、そのやりくりに苦労した思いが強い。いずれにしても、当時は次世代のメモリは MRAM であると信じて企業、大学共にそれなりの時間を費やして研究を進めた。しかし当然ながら他のメモリも同じかそれ以上のペースで開発を進め、現在、誰が勝者であるのかよく分からず、達成感のない状況である。MRAM 開発は現在も進められているが、「研究も開発も旬を逃したら意味がない」という気持ちが強く残された。

高感度磁気センサ 2010年代になって自分たちの研究の主題を TMR 素子を用いた高感度磁気センサにシフトし始めた。TMR 素子が高感度磁気センサに使えることは、素子発見の直後からわかっていたことで、誰もが研究をし始められたはずであるが、なぜかその研究に着手する人はあまりでてこなかった。技術の新鮮さ、市場の規模など理由はあると思うが、実際に手がけてみると開発すべき課題は以外に多く、また潜在的なアプリケーションも非常に多いことを痛感している。特に私が究極の課題と見据えている生体磁気センサに関しても、決して夢物語ではないと確信している。図1は心臓からの生体信号である心磁ではなく、ある手法で心臓の動き(脈波)を磁気センサでモニタした結果である。センサは体表面から10cm以上離れているにもかかわらず心臓の動きのみならず、体表面が心拍に伴い振動し、被験者AとBとであきらかにその振動に差が見られる。これは生体磁気センサの転用例であり、工夫しだいでこれまでの常識とは異なったものも観測可能ということである。これまでの研究のなかで得た教訓をもとに「限界を定めず」「旬を逃さず」生体磁気センサを是非実現させたいという思いを講演当日は併せて述べたいと思う。

謝辞 本研究は JST S イノベプロジェクト、先端スピントロニクス研究開発センターおよびスピントロニクス学術連携研究教育センターの支援を受けて行われた。

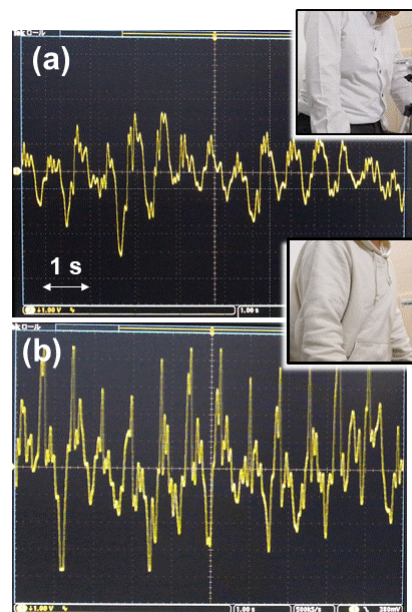


図1 心臓からの脈波信号を TMR 磁気センサで捉えた結果。(a), (b)は被験者の違い。