

SQUID による生体磁気検出 — MEG, MSG —

Detection of biomagnetic signals by SQUIDs

— magnetoencephalography and magnetospinography

○足立善昭¹ (1. 金沢工大)

°Yoshiaki Adachi¹ (1. Kanazawa Inst. Tech.)

E-mail: adachi.y@gmail.com

神経や筋肉など生体内の電氣的活動に伴って発生する磁場を体表面で検出して、それらの機能情報を得る生体磁気計測は、超電導量子干渉素子(SQUID)の実用化例では最も知られているものである。多数の SQUID 磁束計からなるセンサアレイを装備した心磁計(MCG)や脳磁計(MEG)が医療機器として製品化され、心臓や脳の疾患の診断に役立てられている。また、MEG は高い時間分解能で脳の機能情報が非侵襲的に得られるため、神経科学のツールとしても利用されてきた。特に、脳波のように多数の電極を頭皮に装着する手間がないこと、また、測定中に MRI のような大きな騒音が出ないという特長は、それらに対する我慢の難しい小児を対象とした脳機能の検査には有用である。ヘルメット型センサアレイの大きさを小児向けに最適化した小児用 MEG も開発されている。

一方、われわれは生体磁気計測の非侵襲性、高時間分解能を生かして、脊髄や末梢神経などの脳以外の神経機能を可視化し、神経疾患の診断に役立つ脊磁計(MSG)の開発を進めている。MEG がシナプス後電位に伴う磁場信号を検出対象とするのに対して、MSG は軸索を伝播する活動電位に伴う磁場信号を検出対象とする。神経への電気刺激によって誘発し、上行する神経信号に由来した磁場を SQUID 磁束計アレイで検出する。得られた磁場データに対して空間フィルタ法による磁場源解析を適用し、再構成された軸索周囲の電流分布の時間的变化から、神経信号の伝播が疾患により障害されている箇所を特定することができる。開発当初は電気刺激を与えやすく、磁場源が浅く比較的大きな信号が期待できる頸髄の検査のみを対象としていた。その後、MSG のハードウェアの改良に加えて、信号処理による電気刺激アーチファクトの除去や電気刺激方法自体の工夫により、近年は腰椎部や上肢／下肢の末梢神経など、頸椎から下の様々な部位の神経活動の観測も可能となっている。現在、民間企業の協力で MSG の実用化が進められている。脊髄は、脳や心臓とは異なり、これまで非侵襲的に機能情報を得る手段がなく、生体磁気の検出が唯一の機能検査方法である。対象となる疾患の患者数は MEG よりもはるかに多いため、MSG が医療機器として製品化されれば、より多くの病院へ導入が進むと考えられる。

従来、SQUID の超電導状態を維持するのに、大量の液体ヘリウムを消費していたために、それによるランニングコストの高さが生体磁気計測普及の障害となっていた。しかし、近年は冷凍機によるヘリウム再凝縮システムの導入により、ランニングコストの問題は大幅に改善している。また、SQUID よりも磁場分解能は劣るが、極低温を必要としない磁気センサで生体磁気を検出する試みも進んでいる。MEG や MSG などの生体磁気計測のこれまで以上の普及が期待される。