

総括研究報告書

1. 研究開発課題名：アモルファスメタル応用のポータブル心磁計開発
2. 研究開発代表者：中山晋介（国立大学法人名古屋大学 大学院医学系研究科）
3. 研究開発の成果

本研究では、磁性アモルファスメタルを応用した磁気センサにより、衣服の上から非接触かつ迅速に心機能を評価できるポータブル心磁計を開発する。この目的のために、磁気シールドドレスで pT レベルの磁気分解能を達成する磁気直列グラジオ方式 IPA センサを製作し、実験室系および医療系施設における試験によりセンサの有用性を検証する。

従来の心電図を用いた検査では虚血性心疾患を診断するために負荷心電図など患者への負担の大きい手法を用いる必要があるが、心磁図では安静時でもその兆候を捉えることができる。また心電図では測定できない胎児の心機能を心磁計で測定し、先天性の心疾患を鑑別できるなど、心磁図は新たな診断手法としての有効性が示されている。そこで心臓における高度な生体物理現象・3次元電気興奮/誘導磁界を評価する計測装置が開発できれば、在宅医療ニーズへ応えることができる。

既存の生体磁気診断装置としては、超電導量子干渉計（SQUID）を用いた心磁計・脳磁計などが実用化されているが、磁気シールドだけでなくヘリウム等の冷却溶媒コンテナも必要とするため、導入・維持に多額の費用がかかり、広く普及させることは困難である。そこで本研究では日本社会の医療ニーズを具現化するために、磁性アモルファスメタルを応用することで、従来よりもはるかに小型・安価かつ維持費不要でありながら、生体ベクトル磁界という高度な物理情報を検出する計測装置を開発する。磁界計測によれば、衣服の上から非接触迅速な心機能評価を、装置を留置すること無く頻回に行うことができ、既存の心電図計に比べても、より簡単な使用法の発案も期待できる。

本研究は高感度磁気センサシステムのデバイス開発と、そのセンサを用いた心磁計測方法の臨床応用を両輪として進めている。研究2年目となる本年度においては、MI/IPA 素子を改善発展させて心磁が安定計測できる臨床研究用の高感度磁気センサシステムを試作し、ヒト個体計測に応用して心磁データ収集を行った。

心臓が発生する磁界に対し、皮膚に平行な向きに指向性を持つセンサを最近接させた場合には、数百 pT～数 nT の磁気信号として捉えることができると考えられる。当研究グループの年度当初における心磁計測に使用する基本計測システムでは 200pT (RMS) の分解能であり、今年度末には改良により分解能は 100pT に達した。磁界計測の基礎となる検出回路部分の精度を向上することができた。

本研究の計測機器（診断機器）を用いた診断が、臨床上どのような意味をもつのか、また診断のための有用なデータ・生体情報を得るにはどのような計測方法をとる必要があるかを明確化するため、健常者および軽度心疾患患者における心磁計測を実施した。開発したセンサシステムは体表面接線方向の磁界を計測するので、電流ソースと方向を特定することになる。また、QRS 波ベクトルと T 波ベクトルに対応した角度を任意の生体表面位置で検出できるので、心臓興奮伝導の（脱分極・再分極過程を分解し）評価基準を拡大する可能性が考察された。

これまでの計測結果を踏まえ、本研究の最終成果物となる臨床運用可能なポータブル心磁計としての製品仕様を具体化するための設計に着手した。臨床運用に適した小型・軽量・省電力のセンサシステム構成および、手持型機器としての外装デザインを検討した。