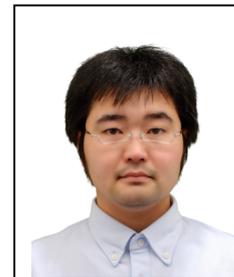


新任教員紹介

医用生体工学科・助教 安藝史崇

略歴

1985.05 広島生まれ
2011.03 東海大学開発工学部医用生体工学科卒業
2013.03 東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻修士課程修了
2019.03 秋田大学大学院工学資源学研究科電気電子情報システム工学専攻博士課程修了
2019.03 博士（工学）取得
2019.04 現職



担当科目

入門ゼミナール，情報処理実習，応用数学 B，電気工学実習，電子工学実習，
生体機能代行装置学実習 1・2，基礎医学実習，電気電子工学総論

研究活動内容

1. まえがき

本稿では、これまで取り組んできた研究について紹介し、今後の研究に対する抱負を述べる。以下に、主に研究して来た 2 つの研究活動、(1)ラットの驚愕刺激誘発行動における運動野・脊髄・末梢神経活動の電気生理学関連性の研究、(2)感温磁性体を利用したハイパーサーミアにおける磁場印加時のワイヤレス温度計測システムの構築について紹介する。

2. 研究概要

2.1 ラットの驚愕刺激誘発行動における運動野・脊髄・末梢神経活動の電気生理学関連性の研究¹⁾

運動神経プロテアーゼ(NMP)の開発のための基礎実験として、ラットの運動皮質、脊髄、坐骨神経、および大腿神経に外科的に電極を埋め込み、自発運動と驚愕聴覚刺激によって引き起こされる不随意運動の 2 つの別々の条件下で得られた信号波形を比較し分析した。

実験には 250 から 350g のラットを用意し、中枢での信号と末梢神経との時間軸上の相関を検討するために左の大腿神経と坐骨神経に双極電極を達着し、左運動野に硬膜上電極を設置し、さらに右運動野と基底核である脚橋被蓋核に定位脳手術装置を用いて双極同心円針電極を挿入した。続いて、ラットの脳波を長時間安定して計測可能な汎用計測システム(multi-purpose rat physiological measurement systems (MUPREMS))を利用して、自由行動下および音刺激を与えて驚愕反応を誘発させた際の行動記録および各双極電極からの信号を汎用脳波計(Nicare One)にて計測した。図 1 に MUPREMS を利用した計測システムの概要図を示す。

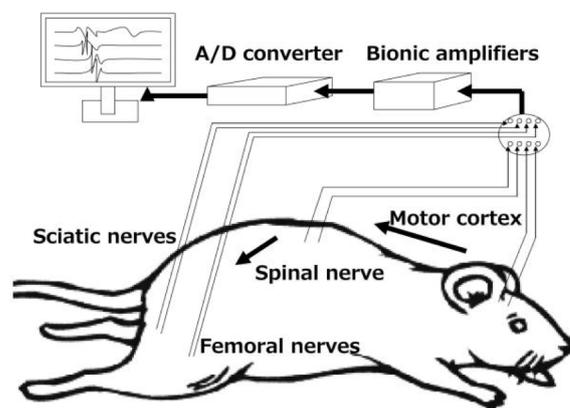


図 1 MUPREMS を利用した計測システムの概要図

聴覚刺激によって誘発された神経活動では、脊髄神経の応答ピークが刺激後約 14ms の潜時に観察され、坐骨神経および大腿神経は刺激の 16.5 から 18ms 後にそれぞれ観察された。感覚誘発皮質電位は、N1（第一陰性）ピークとして観察されたが、末梢神経活動の前に運動における初期（準備）神経活動は観察されなかった。さらに、随意運動において観察された神経活動でも、脊髄神経ピークから坐骨神経および大腿骨活動ピークまでの時間遅延が確認され、脊髄から坐骨神経反応までの時間遅れは、大腿神経反応よりも短いことを確認した。しかしながら、聴覚誘発状態と自発的運動状態の間では、振幅には有意差を示さなかった。

以上の結果から、開発した手法により自発的および聴覚的に誘発された運動発生波のシグナル伝達過程を、双極移植電極を用いて観察できることを確認した²⁾。また、坐骨神経痛から大腿骨への反応信号が取り消されず自発的な状態になるまでに時間

遅延が発生することを確認した。しかしながら、意図駆動型制御プロテゼシステムの利用には、モータ出力プロセスのための皮質信号の検出の調査が必要であることを明らかにした。

2.2 感温磁性体を利用したハイパーサーミアにおける磁場印加時のワイヤレス温度計測システムの構築²⁾

高周波磁場を体外から印加することにより、体内に注入した磁性体を誘導加熱により発熱させることで、がん腫瘍の増殖を抑制するハイパーサーミアを可能とするシステムを構築してきました。ここでは、Resovist®および感温磁性体の混合物の磁気特性を利用したワイヤレス温度計測・誘導加熱システムの研究について紹介する。

がん治療法の一つであるハイパーサーミアには、「ソフトヒーティング法」と呼ばれる、腫瘍内に高周波磁場により発熱する感温磁性体(FILCT)を注入し、体外から高周波磁場により誘導加熱により患部をピンポイント加温する手法がある。発熱効率を上げるために、MRI用の造影剤であるResovist®を混合したReso-FILCTが考案された。さらに、FILCTの温度に依存した透磁率の変化をPickup coilに発生する誘導起電力として検知することで、FILCTを発熱体としてだけではなく温度プローブとして利用し、発熱体を誘導加熱しながら同時に温度測定を可能とするワイヤレス温度計測・誘導加熱システムを考案した。実際に、体内環境を模擬した37℃恒温環境を構築し、ワイヤレス温度計測・誘導加熱システムを用いて、Reso-FILCTを加熱しながら温度検知が可能となるDrive coilから発熱体までの距離を物理実験により検証した。図2に構築したワイヤレス温度計測・誘導加熱システムの構成図を示す。

Reso-FILCTが37℃と45℃の際に検出された誘導起電力の差をSignal、37℃から45℃までの標準偏差の最大値をNoiseとしてS/N比を算出すると、1.0 cmの条件にて28.6 dB、2.0 cmの条件にて25.6 dB、3.0 cmの条件にて23.1 dB、4.0 cmの条件にて18.0 dB、5.0 cmの条件にて14.9 dB、6.0 cmの条件にて-16.0 dBであることを確認した。

以上の結果から、本手法においてReso-FILCTを発熱体として利用することで、体内深部5.0 cmまでの範囲にて非観血的に温度検知と同時に45℃に局所加温が可能であり、臨床応用への可能性が示された。しかしながら、Resovist®は粒子径がおよそ4 nmの超常磁性ナノ微粒子であり、投与後48時間で体外に排出されるため、Resovist®をFILCT付近に留置させる手法の課題を明らかにした。

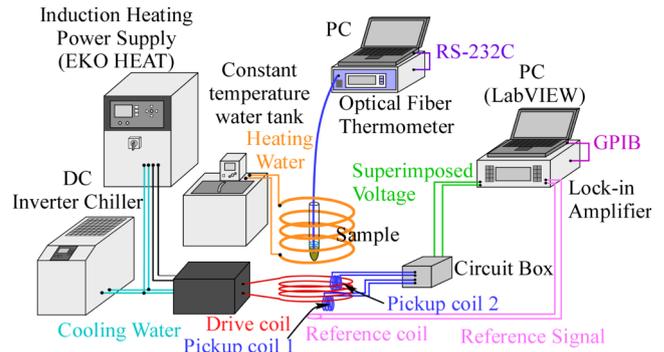


図2 ワイヤレス温度計測・誘導加熱システムの構成図

3. 今後の研究

これまでの研究成果をもとに以下の研究を進めていきたいと考えている。

1つは、運動神経プロテゼ(NMP)のための非侵襲的皮質信号の検出法として、脳波を利用したリアルタイム測定において随意と不随意を判別する検出法の構築を考えている。

2つ目は、「ソフトヒーティング法」において発熱体としてFILCTではなく、ステントなどの体内設置型の医療用具を利用することで、より低侵襲なハイパーサーミアの実現を考えている。

参考文献

- 1) F. Aki, T. Kenmoku, K. Yamazaki, et al., The electrophysiological relationships between motor cortex, spinal cord and leg peripheral nerves evoked by startle sound stimuli using rats - A fundamental study toward the development of neuromotor prostheses -, Journal of Advanced Science, Vol.23, No.3+4, pp.26-31 (2013).
- 2) F. Aki, T. Kenmoku, K. Yamazaki, et al., A CONCEPTUAL DESIGN TOWARD A COMPUTER CONTROLLED ADOPTIVE LEG PROSTHESIS FOR DISABLED PEOPLE, Proceedings of International Conference Interfaces and Human Computer Interaction, pp.322-324 (2012).
- 3) 安藝史崇, Tonthat Loi, 齊藤 元, 吉村 昇, 水戸部一孝, Resovist®および感温磁性体の混合物の磁気特性を利用したワイヤレス温度計測・誘導加熱システムの研究, 電気学会論文誌 A, Vol.139, No.1, pp.38-44 (2019).