

脳波パターンの解明

システム科学技術学部 情報工学科
1年 小坂 藍海
指導教員 システム科学技術学部 情報工学科
教授 猿田 和樹
助教 伊東 嗣功
助教 寺田 裕樹

1.はじめに

近年、生体信号を利用した健康管理システムや人間支援システムが開発されてきている。心拍計測技術は健康管理システムとしての応用だけではなく、ゲームコントローラーにも組み込まれるなど日常生活に浸透しつつある。その一方で、生体信号の一つである脳波計を身につけて生活しているようなケースは少なく、心拍計測技術と比較すると脳波計測技術は日常生活に浸透しているとはいえない。そのため本研究では、人間の動作や視覚刺激と脳波信号の関係を解析するべく、運動時の信号解析、視覚情報提示時の信号解析に取り組んだ。

2.実験

2-1. 脳波計測システムの開発

A/D変換部で実験器材と脳波計の間で時間的同期を取れるような脳波計測システムの開発を行った。脳波計測システムのハードウェア部分は楡型電極(OpenBCI社製)、信号増幅回路、A/D変換器(National Instruments社製)で構成されている。信号増幅回路はOpenEEGを参考に設計して基板化し、主に増幅回路部とアナログフィルタ回路部から構成されている。信号増幅回路部ではインスツルメンテーションアンプとオペアンプを用いたDRL回路によるコモンモードノイズ除去と信号増幅を行った。アナログフィルタ回路部では1次ハイパスフィルタ、5次ローパスベッセルフィルタ処理を行った。信号増幅回路の出力をA/D変換器に接続することで、増幅された脳波信号を1000 Hzでcsv形式にて保存することを可能にした。本研究では1 ch 脳波計測システムを開発した(図1)。

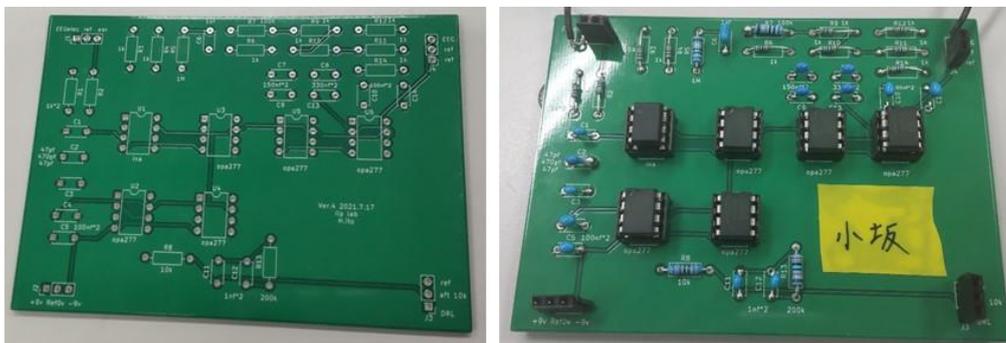


図 1. 設計した信号増幅回路基板(左)、はんだ付けされた信号増幅回路(右)

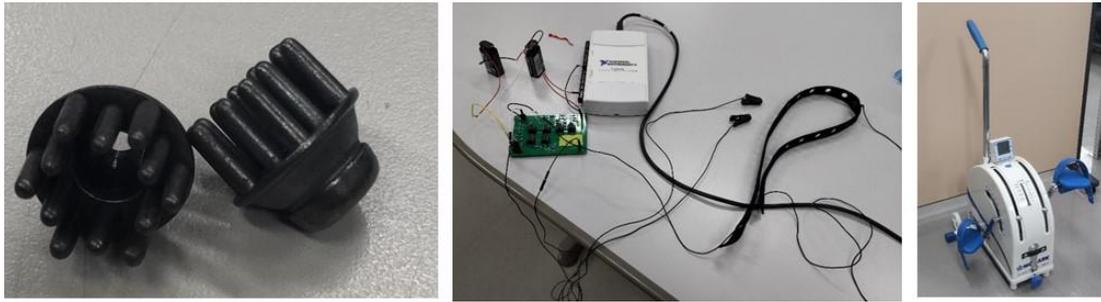


図 2. 櫛型電極(左), A/D 変換器と接続した計測器材(中央), エルゴメーター(右)

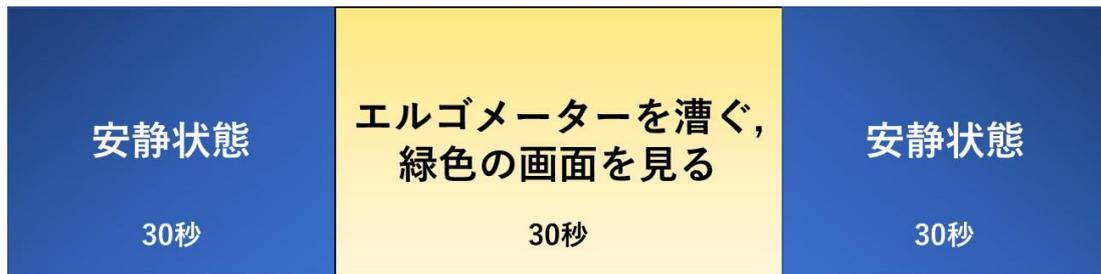


図 3. 各実験のタイムテーブル. 実験時間は合計 90 秒間とした.

2-2.脳波計測実験

開発した1ch 脳波計測システムを用いて, 実験タスクに依存した脳波の周波数解析を試みた. 実験参加者は椅子に座った状態で, 下肢運動タスクもしくは色画像提示タスクに取り組んでもらった. 櫛型電極の位置は頭頂部の運動野付近に設置した[図2左]. 下肢運動タスクはポータブルエルゴメーター(モナーク社製)を漕いでもらい, 30rpmほどの軽度な運動を遂行するタスクとした[図2右]. 色画像提示タスクは実験参加者がPC上に表示される緑色の画面を注視するタスクとした. 各タスクの前後30秒ほどの間, 安静状態で椅子に座る時間を設定した[図3]. その安静状態下の脳波信号とタスク下での脳波信号を比較することで, タスク依存に依存して脳波信号が変化するのか解析した.

3.結果と考察

実験参加者は開発した脳波計測システムを用い, 図3の実験内容に従い安静状態下における脳波計測, 色画像提示タスクや下肢運動タスク時における脳波計測を行った. 安静状態下における脳波波形の一例を図4に示す. 図4は1秒間における $10\mu\text{V}$ ~ $20\mu\text{V}$ ほどの脳波由来と考えられる信号である. 脳波波形の電圧は $10\mu\text{V}$ ~ $20\mu\text{V}$ ほどと報告されており, 従来報告通りの脳波信号が計測出来ていると考えられる[1]. 実験タスクに依存した脳波信号の変化を確かめるため, タスク遂行中の1秒毎の脳波信号をフーリエ変換し, その平均を算出した(図5). 図5ではタスク前の安静状態における結果が青色の実線, 各タスク中の結果が橙色の実線, タスク後の安静状態における結果が灰色の実線で示されている. 色画像提示タスクと安静状態を比較した場合, 画像提示中に α 波帯域である10 Hz付近の一部が抑制される傾向を示した. これまでに実験参加者への視覚刺激中に α 波が抑制されるという報告がある[2]. それに類似した α 波抑制の傾向を確認できたと考えているが, 自主研究期間中に有意差検定まで達成できなかった.

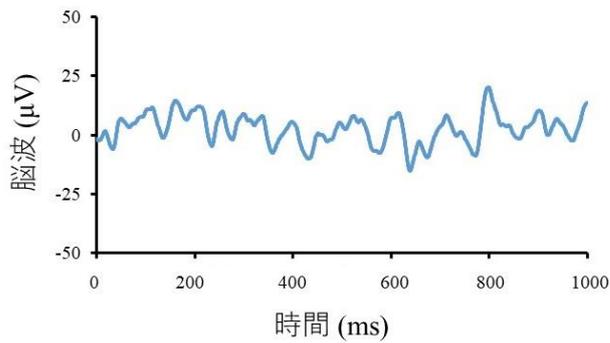


図 4. 安静状態下にて計測された 1 秒間の脳波波形の例

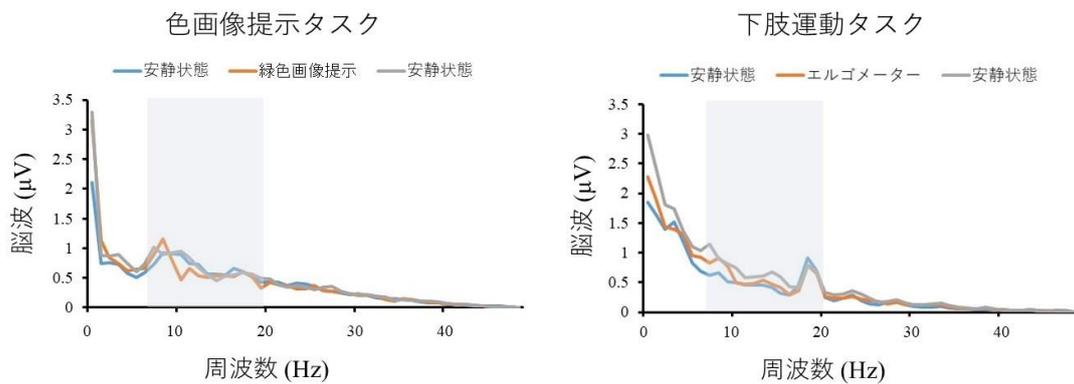


図 5. 色画像提示タスク時，下肢運動タスク時の脳波の周波数

グラフ青色の実線は画像提示前や運動前の安静状態下における周波数を示し，灰色の実線は画像提示後や運動後の安静状態下における周波数を示す。

脳波信号の 8 Hz~20 Hz をグレーで表示した。

下肢運動タスクと安静状態を比較した場合，どちらも 20 Hz 付近の信号が重畳していることを確認した．そのため 20 Hz 付近の信号は下肢運動タスクに依存した信号ではないと考えられる．今回の実験構成は頭皮に計測用ゲルを付着させずに計測する dry electrode を採用し実験を行った．Dry Electrode と頭皮の接触が弱い場合に 20 Hz ノイズが重畳する可能性が OpenBCI のフォーラムで指摘されている．そのため下肢運動タスクの実験は失敗したと考えている．

4. おわりに

視覚情報や運動情報が脳波信号にどのように関係しているのか明らかにするため，1ch 脳波計測システムを開発し色画像提示タスク，下肢運動タスクに取り組んだ．色画像提示タスク中に 10 Hz 付近の信号が抑制される傾向を示し，下肢運動タスクには失敗した．今後は Dry Electrode 電極を利用した脳波計測を進めていき，脳波計測の日常応用の可能性について検討していきたい．

参考文献

- [1] Mark F. Bear, B.W. Connors, Michael A. Paradiso, Neuroscience: Exploring the Brain, Lippincott Williams & Wilkins (2006)
- [2] S. Palva, J.M. Palva., “New vistas for alpha-frequency band oscillations” , Trends Neurosci., vol. 30, pp. 150–158, (2007)