E-4

双腕ロボットの制御に向けた脳の左右差に対する基礎的検討

A Study on the Difference of Both Sides of the Brain for Dual Arm Robot Control

○陳佳駿 [1]，高藤美泉 [2]，内木場文男 [2]，齊藤健 [2]
*Kashun Chin[1], Minami Takato[2], Fumio Uchikoba[2], Ken Saito[2]

Abstract: This paper discuss about the difference of both sides of the brain by measuring the brain waves using electroencephalogram (EEG). We measured the brain wave of human body in the case of sound input and simple motion. If the characteristic response had measured, it can be applied to the robot control. We are studying about dual arm robot control using brain waves. In this paper, we measured the brain waves of both sides of the brain. As a result, difference of both sides of brain could measure by using β wave of brain waves.

1.　はじめに

脳機能の画像化の進歩に伴い，様々な脳機能イメージング functional MRI (f-MRI), Positron Emmision Tomography (PET), Magnetoencepha-lography (MEG)などを用いた高次脳機能の研究が進んでいる．しかし，脳機能イメージングの測定装置は高価であり，かつ大型であるため，簡易測定が困難である．一方で electroencephalogram (EEG)を用いた脳波計測は，機能イメージングの測定装置に比べて安価であり，かつ小型であるため簡易測定に利点がある．脳波計測は，脳神経細胞の電気的活動を頭皮上に配置した電極の電位差により計測するものであり，その大きさは数 μV～数十 μV と微弱な信号である[1]．臨床的に，てんかん発作時の発作間欠期における突発性異常波の検出だけではなく，神経生理学的に脳機能や局在を鋭敏かつ簡便に評価できる臨床検査法である[2]．その中でも，脳波を用いた筋萎縮性側索硬化症患者や脊椎の損傷等による部位の特定[3]，身体欠損等の患者に使用される義手や車椅子に関する研究が盛んに行なわれている．そのためには，脳の左右側面に存在する運動野を研究することが必要とされている．

近年，脳には両半球間で働きに違いがあることが確認されている．例えば言語処理や論理処理は左半球優位，視覚情報の空間把握は右半球優位であるなど，脳に伝わる情報の種類によって脳機能に左右差が存在する[2]．運動に対しては運動野と運動前野には，体表面の体部位局在性があり，受信器，効果器の対称的位置関係が大脳皮質上で保たれている事が知られている[2]．しかし，運動における脳機能の左右差については不明点が多い．

我々は，人間の脳波を用いて双腕ロボットを制御する研究を行っている．

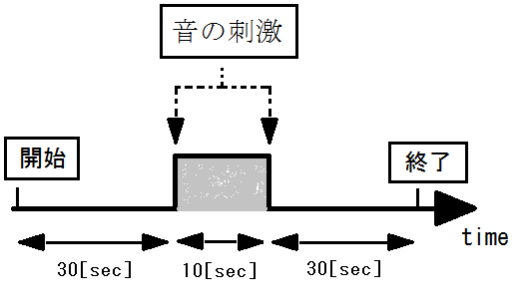

Figure. 1 Paradigm of experiment.

本論文では運動に関係していると考えられる運動野，運動前野に着目し，EEG 計測器を用いて脳波計測を行い，脳の左右差に対する検討を行ったので報告する．

2.　EEG を用いた脳波測定

被験者は健康な男子大学生 1 名（26 歳）である．本研究ではハンドグリップ（5kg）を用いて音信号に対する反応を測定する課題を行った．被験者を安静閉眼状態にし，音信号を受けた場合に，ハンドグリップ(5kg)を握らせる(右手動作). 次の信号を受けたらハンドグリップを放して(右手動作)安静閉眼状態に戻る. これを一つのループとして脳波を計測した(Figure. 1). 動作間隔は 10 s，安静閉眼状態がそれぞれ 30 s で，1 ループ 70 s で実験を行った．

脳波測定には国際 10-20 電極法[1](Figure. 2)を用い，サンプリング周波数は 256Hz とした． グランド(GND)，基準電位(reference)を両耳に接続し[1]，運動野 C1~C4，運動前野 Fc3~Fc6 の部位に電極を装着した．

1:日大理工・院(前)・精機，　2:理工大学・教員・精機

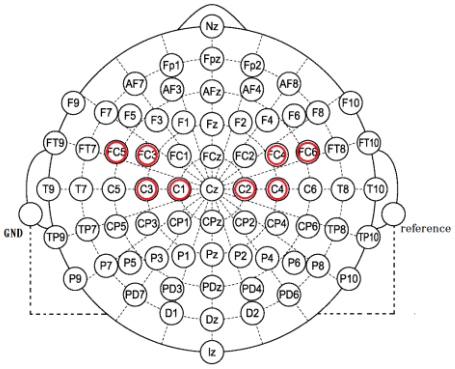

Figure. 2 International 10-20 system for experiment.

3.　脳波解析結果

このパラダイムにおける反応時(30 s~40 s)を着目し，Figure. 3 に左右対称の電位図をプロットした．C1-C2，Fc5-Fc6 の比較結果は左脳にある電極 C1，Fc5 の電位差が大きく表れた．しかし，C3-C4，Fc3-Fc4 の比較結果はその逆を示している．

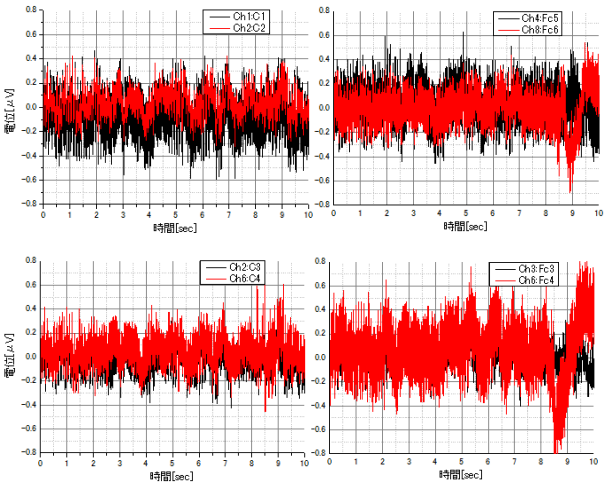

Figure. 3 The diference of symmetrical electrode.

横軸 0 s は刺激の呈示開始時間である. 黒線は左脳が測定された電位, 赤線が右脳が測定された電位である.

生体信号の解析にはプロットされた時間系列データのみでは解析が困難であるため，本研究には高速フーリエ変換 Fast Fourier Transform (FFT)[4]を用いて解析が行った. スムージングは Savitzky-Golay 法[5]を使用した. 脳波のβ波(13~30Hz)を使用して左右の運動野からの差異を検出した. Figure. 4 に左脳に装着した C1, C3, Fc3, Fc5 に対して，右脳に装着した C2，C4，Fc4，Fc6 より振幅が大きいことを示している．よって，右手が動作を行った場合に，脳の左半球が優位であることを明らかにした.

横軸はβ波(13~30Hz)の周波数帯域である．黒線が左脳の結果，赤線が右脳の結果を示している．同図より右手がハンドグリップを握る時に，脳の左半球が優位であることを明らかにした.

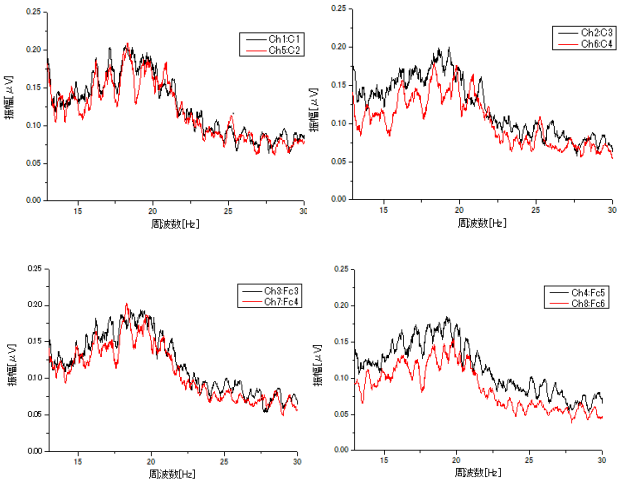

Figure. 4 Frequency analysis using FFT.

4.　まとめ

本論文では運動に関係していると考えられる運動野, 運動前野に着目し，EEG 計測器を用いて脳波計測を行い，脳の左右差に対する検討を行った．その結果，脳波のβ波(13~30Hz)を使用して左右の運動野からの差異を検出することが可能であることを明らかにした．今後，脳波を利用した双腕ロボットの制御を行う予定である.

参考文献

[1] 「生体信号　計測と解析の実際」，鈴木良次　佐藤俊輔　池田研二　吉川昭　著, 平成元年 5 月 20 日発行

[2] 「臨床脳波と脳波解析」，鶴紀子　著，　平成 11 年 11 月発行

[3]「画像診断のための脳解剖と機能系」, Hans-Joachim Kretschmann，Wolfgang Weinrich 著，昭和 59 年発行

[4] 「信号解析　信号処理とデータ分析の基礎」，馬杉正男　著，平成 14 年 12 月発行

[5] 「多変量解析法入門」，永田靖　棟近雅彦　著，平成 11 年発行