

脳波と Brain Computer Interface Electroencephalogram and Brain Computer Interface

長谷まり子、太田裕治

Hase MARIKO, Yuji OHTA

(お茶の水女子大学大学院 ライフサイエンス専攻)

1. はじめに

近年、脳活動に伴い変化する脳波を用いたインターフェイス (Brain Computer Interface) が注目を集めている。1990年代に入り多チャンネル脳波計の性能や解析技術が大きな進歩を遂げたことがBCIの研究を開始させたと言える。本稿ではブレイン・コンピュータ・インターフェイス及び脳波について解説する。

2. 脳波と脳波計測方法

歴史的には1875年イギリス人の生理学者R. Catonがウサギの脳から記録しており、1929年にドイツのHans Bergerはヒトの脳波の記録に成功した。現在では、脳波は臨床補助診断として広く用いられている。記録方法は一つの脳波用電極を頭皮上に置き、他の電極を耳もしくはオトガイに置く。この両者間に生じた電位変化を記録する。臨床的には21個の電極を国際法に従って頭皮に配置して脳の各部位の電位変化を記録する。しかし、研究用では60個の電極を装着したりすることもある。電極は円盤電極や皿状電極を導電性ペーストや特殊な帽子で頭皮に固定する場合そして針電極を皮内に装着する場合、スポンジに電解質溶液を満した電極をバンドで固定する場合がある。長所としては、針電極の場合を除き基本的に侵襲性がないこと、安価なことである。しかし、短所としては導電率の異なる脳・硬膜・脳脊髄液・頭蓋骨・皮膚を通して

観察することで空間分解能の低さ、高周波の活動の低減、頭皮との接触不良による雑音混入、筋電図の混入などがある。

3. 基礎的脳波の種類

ヒト・動物の脳は常に様々な周波数からなる電気の振動を発生している。周波数帯域ごとに名前がつけられておりそれぞれ異なった生理学的な意義を有している。以下に分類を示す。 α 波とは周波数8~13 Hzで振幅が20~5 μ V。覚醒、安静、閉眼の状況下で後頭部優位に出現する。 α 波は正常成人の安静閉眼状態の覚醒時脳波の基本律動をなしている。 α 波は開眼や精神的緊張、暗算などの精神活動、入眠により抑制させる。これを α 波抑制といい α 抑制の後に α 波の変わりに β 波が頭頂部付近に出現する。 β 波は周波数14~30 Hzで振幅が5~30 μ V。覚醒時、心理的興奮、情動、注意集中時によくみられる。 θ 波は周波数4~7 Hzで振幅が50 μ V以下。入眠時あるいは強い感覚刺激により頭頂葉、側頭葉で認められることがある。 δ 波は周波数0.5~3.5 Hzで振幅約100 μ Vの波で睡眠中とくに前頭葉に見られる。

脳波は電気活動の総和として記録される、神経細胞の膜の内外で数ミリ秒で変化する電気信号が信号伝導として起きている。神経細胞どうしは、シナプスで神経伝達物質を受容器で受け取り信号の伝達をしている。

4. Brain Computer Interface (BCI)

人の脳内に流れる電気信号をコンピューターに直接結びつけることで考えるだけでコンピューターを操作できるインターフェイスのことを総称してブレイン・コンピュータ・インターフェイスと呼ぶ。

ブレイン・コンピュータ・インターフェイスには帽子型の電極を使って頭の表面で脳波信号を読み取る手法と、脳に電極を直接植え込みニューロンの活動を信号として読み取る手法が考えられている。また、BCIの機能による分類もある。脳機能の働きが視覚や聴覚などの感覚、手足や眼を動かすといった運動機能、思考や推論を行う認知機能に分類ができるためそれぞれと関連するBCIが考えられる。感覚型BCIは外界の物理的刺激を外部装置により電氣的に変換し人工的に神経系に伝える。運動型BCIは脊髄や末梢神経の損傷により脳からの運動指令が筋肉に伝えられない場合このタイプのBCIが利用可能であると考えられる。また認知型BCIとよばれるものに高次脳機能と呼ばれる機能を代償するBCIがある。もし、思考や意思を扱う認知型BCI技術が実現化されれば例えばコンピューターを操作するときにマウスを使いカーソルを操作する代わりに、脳からの信号で直接カーソルを移動させたりクリックをすることが可能になるのではないかと考えられている。

5. 具体的なBCI

BCIの研究は1991年、J.R.Wolpaw教授の論文に登場したのが最初である。この論文の内容としては脳波の出し方を訓練して、それを用いてコンピュータ画面上のカーソルを操作するというものである。この研究の目的は身体障害

者の機能補助である。最近、日本での研究例として生体信号を利用し各種の電子機器を操作する入力システム、「MCTOS」がある。「MCTOS」は額につけたディテクタで頭部の生体信号を検出し、機器制御信号に変換する。動作原理としては額に装着したディテクタで意識的に発生させた頭部の生体信号を検出してA/D変換する。この信号で機器を操作するための制御信号を作る。つまり、意識的に生体信号を発生させることで一般的なスイッチを押したことと同様な働きをする。BCIで注目する点としては意識の興奮の度合いにより変化する脳波(β波)の強さに注目することである。β波の強さのレベルが設定した閾値を超えると信号を発生する仕組みである。BCIの研究の多くは身体障害者の機能補助を目的とすることが多い。ゆえに、コミュニケーションのために利用するため自分でコントロール可能な脳波であるβ波を多くは利用している。

6. まとめ

本稿では脳波と機械を結ぶ試みであるBCIについて解説した。今後、機械と人を結ぶインターフェイスについて研究を進めていければと考えている。

参考文献

- 1) 二唐東朔・安部紀一郎 基礎人体機能学 廣川書店、43-114 2002
- 2) 櫻井靖久 医用工学MEの基礎と応用 共立出版株式会社 278-314 1980