NIRSとEOGによるオMISSIONの検出

○清水 健太(法政大学院理工学研究科)

鈴木 郁(法政大学院)

A omission detecting with NIRS & EOG

Kenta SHIMIZU (Hosei University, Graduate School of Science and Engineering),

Kaoru SUZUKI (Hosei University)

1. はじめに

現実にかかる様々な事故の中にはオMISSIONエラーという、時間や手間を省くために面倒な手続きや手順を省略することによって生じるエラーに伴う事故が存在する。本研究は被験者に計算を要する課題を行わせることによりオMISSIONを誘発させ、NIRS(近赤外線分光法)を用いて、前頭部の血流変動からオMISSIONの兆候を見極めることができるか否かを検証するものである。

NIRS(近赤外線分光法)とは、酸素化ヘモグロビン(oxy-Hb)、脱酸素化ヘモグロビン(deoxy-Hb)の濃度(mM)を光路長(mm)との積(mM・mm)として計測できる手法である¹⁾。本研究では、前頭部をNIRSで計測する。前頭部は、短期記憶や思考、意思決定などを司る部位である²⁾。

これまでの計測から、NIRSだけでは現状、どの血流変化がオMISSIONに関連しているかの判断が難しい。そこで、今回の研究ではEOG(眼電図)の測定を導入し、前頭部の血流変動と瞬目の状態からオMISSIONを検出できるか否かを検討する。

EOGとは眼球の電位差を検出し、眼球の動き、特に、瞬き(瞬目)の様子を測定するものである³⁾。瞬目は認知状態と関連があり、認知状態推定のための有用な指標となる可能性があるとされる⁴⁾。

2. 実験方法

2. 1. 課題の内容

実験には3桁引く2桁の計算を行わせる、自作のゲームをPC上にて被験者に行わせた。出題周期は20秒であり、前半の10秒が課題試行時間、後半の10秒がレスト(休憩)時間である。

課題試行時間中、ゲーム画面には上部に計算式が表示され、下部に2つの解答ボタンが表示される。解答ボタンには数値が表示されていて、計算式の答えとなる数字が表示されているボタンをクリックする。レスト時間中には計算式は表示され

図1 NIRSヘッドユニットとEOG電極の装着例

ず、ボタンもクリックできない状態となる。この20秒周期を30回繰り返す。

2. 2. 実験方法

NIRSとEOGは図1のように装着する。なお、頭部に装着されているものがNIRSのヘッドユニット、左眼球周囲に装着されている電極がEOGの計測用電極である。

課題は2回行う。1回目は呈示された計算式の答えを導き出してから解答する(以下、計算あり)。2回目は計算をせず、ランダムにボタンを押していく(以下、計算なし)。本研究では、与えられた計算課題を省かずに試行していることから、1回目の状態を、オMISSIONをしていない状態とする。対して、与えられた計算課題を省いて試行していることから、2回目の状態を、オMISSIONをしている状態とする。なお、今回は予備実験として、自身を被験者として行った。

3. 実験結果

計算ありの状態で計測を行った結果を図2、計算なしの状態で計測を行った結果を図3に記す。なお、30課題のうち、前半の5題のみを呈示した。また、枠内が課題遂行時間であり、図2の両矢印(↔)で記した部分、図3の向かい合った矢印(→ ←)で記した部分が課題呈示から解答に要した時間である。

図2 計算をした状態でのoxy-Hbと瞬目の変化

図3 計算をしない状態でのoxy-Hbと瞬目の変化

図2より、問題を呈示してから解答ボタンを押すまでは瞬目が抑制されていることがわかる。

また、NIRSの結果を見る限り、計算ありの状態となし状態を比較しても明確な違いは見いだせない。むしろ、計算なしの状態の方が、最もヘモグロビン濃度が高い部分がある。アーチファクトである可能性があるが、現状では判別がつかない。

4. 考察と今後の展望

4. 1. 考察

通常、思考や演算などの内的注意を要する場合は瞬目が増進され、視覚課題などの外的注意を要する場合は瞬目が抑制される⁴⁾。図2を参照すると問題を呈示してから解答ボタンを押すまでは瞬目が抑制されていることがわかる。そのため、この区間において、内的注意よりも外的注意が支配的であるものと考えられる。

このことから、計測にEOGを使用する際、内的注意に重点を置き、視覚情報を用いない課題設計をするか、外的注意に重点を置き、視覚情報を用いた課題設計をするかが重要な問題となる。

4. 2. 課題の設計

本紙の実験とは他に、オMISSIONを誘発させるように設計した、別のゲームを用いた実験を行った際、実験後に被験者に実験の感想を聞いたところ、「騙されると思って、最後まで警戒していた」という感想が多数挙げられた。

また、これまでの実験結果から、時間制限がある課題を行わせた場合、その制限によるプレッシャーによって、前頭部の血流が賦活されるのではないかという懸念が生じた。このことから、以下の2点を課題設計に取り込む。

まずは、課題の複雑化である。実験中に被験者が警戒した理由は、計測機器をつけるという、慣れない環境下で実験を行っていたためと思われる。また、計測機器をつけてから即座に本実験用の課題を行わせたことによって、実験の意図が見透かされ易くなってしまったことも原因の一つと思われる。そこで、今後は主題の実験課題以外のものも含めた課題を複数行わせることにより、計測機器をつけるなどの、実験を行う環境に慣れさせ、その上で本実験を行わせる。このことにより、実験の真意を悟られにくくする。

次に、時間制限の廃止である。今までに使用した実験課題は全て、指定時間内に解答をさせるというものだった。そこで、今後はレスト時間のみを固定し、解答に要する時間を無制限とする課題を作成する。それに伴い、今までの解析方法とは異なる、新たな解析方法を模索する必要がある。

参考文献

- 1) 岡田英史・星詳子・宮井一郎・渡辺英寿:NIRS—基礎と臨床—, 新興医学出版社, 3-5, 2012.
- 2) WOT-220/WOT-100パンフレット
http://www.hitachi-hightech.com/file/jp/pdf/products/ind_solutions/ict/human/brain/WOT-220_100_121002.pdf
(2016/3/30閲覧)
- 3) 湯瀬 裕昭, 田多 英興:“瞬目の自動検出と瞬目波形解析”, 人間工学, Vol. 30, No. 5, pp. 331-337, 1994.
- 4) 田邊 喜一, 安井 淳美:“加算作業による瞬目波形の変化について—高速度ビデオカメラを用いた波形データの取得とその予備的分析—”, 人間工学, Vol. 46, No. 2, pp. 180-183, 2010.