

対話タスクにおける脳波の分析

The EEG Analysis of Interactive Tasks

植野 雅之^{*1}, 和田 慎二郎^{*2}, 高見 友幸^{*1}
 UENO Masayuki^{*1}, WADA Shinjiro^{*2}, TAKAMI Tomoyuki^{*1}

^{*1}大阪電気通信大学 総合情報学部

^{*1}Osaka Electro Communication University, Faculty of Informatics

^{*2}プール学院大学 短期大学部

^{*2}Poole Gakuin Collage

Email: ueno@osakac.ac.jp

あらまし：ゲームなどを用いた高度インタラクティブ教育コンテンツにおける様々な演出の有効性を評価・分析するためには、プレーヤーの精神的ストレス状況や集中状態をその生理指標から抽出できると理想的である。脳波は脳の活動をその表皮上の電極からの電気的信号から捉えようとするものであり、有効に利用できれば認知的活動を正確に捉えることができる可能性がある。今回は、幾つかの対話的タスクを準備し、これらの対話的タスクにおける脳波の周波数成分比を観察した。また、対話的タスクの負荷を変化させ、脳波の周波数成分比がどのように変化するかを観察した。

キーワード：高度インタラクティブ教育コンテンツ、対話タスク、脳波

1. 序

ビデオゲームとは、「遊び」を目的とする対話的なコンテンツであって、様々なメディア技術により幾つかの演出が施されることにより成立していると考えられる。逆に言えば、中心となる個々の「遊び」は他愛のないものであっても、演出がうまく機能すれば、教育要素を持つものでもビデオゲームとして成立する。

プレーヤーの状況・状態、すなわち、その対象に集中しているか、そうでないかは、様々な生理指標を統合することにより、分析できる可能性がある。このようなヒューマンデータをうまく収集・分析することができれば、これまでのアンケート等の評価方法とは比べものにならない精度でプレーヤーの行動、応答の時間的な変動を得ることが可能になると考えられる。

ここで用いる生理指標には心拍、脳波など様々なものがあるが、認知などの活動の中心は中枢神経系である脳が司ることから、脳波は、正確かつ時間遅れといった要素を考慮する必要のない情報が得られることが期待できる。一方で、多チャンネルで微弱な電気信号を扱うために、眼球運動、心拍、汗など、また、その他電子機器が発生する信号といったアーチファクト（人工的信号）などの影響をどのように減らすか、脳波計の電極の取り扱いなどの実験上の運用面でのスキルが要求される、容易に計測がおこなえない、といった問題がある。

ここでは、複数の異質な対話的タスク下での脳波を計測し、周波数スペクトル分析を用いて、その分布を観察した。また、対話的タスクにおける負荷を変化させ、脳波の分布にどのような変動が観られるかを観察した。

2. 実験計画

2.1 安静閉眼時と対話的タスク

以下に示すように安静閉眼状況に加えて、4種類の対話的タスク状況での脳波計測をおこなった。なお、これらの対話的タスクの操作状況は被験者の対話状況の挙動を記録するようにしている。

- | | |
|-------------------|----------------------------------|
| (1)安静閉眼状況 | 目を閉じて座っている状況 |
| (2)AddTwo | 2桁の数字の加算（暗算）30問 |
| (3)TargetClick | 出現する円形標的をクリック |
| (4)TargetTracking | 一定速度で移動する円形標的
内にカーソルを100秒維持する |

(2)AddTwoは、暗算であるので、内省的操作によるタスク、(3)TargetClickと(4)TargetTrackingは、視覚認知及び手の協応行動によるタスクとなっている。

実験においては、それぞれのタスクについて、3セッション程度繰り返した後、数分の休憩を置いて、別のタスクをおこなう形式で実施した。また、脳波データとしては、眼球運動によるアーチファクトを防ぐため、左右後頭部のデータO1,O2のデータを用いている。

また、各タスクの負荷については、(2)AddTwoでは、与える数の桁数を1桁、2桁、3桁と変えておこなった。(4)TargetTrackingでは、ターゲットの移動速度を3段階で変化させた。

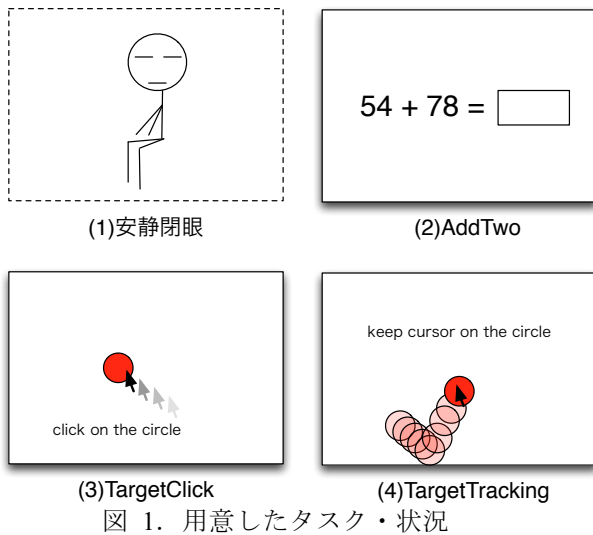


図 1. 用意したタスク・状況

3. 実験結果

3.1 α 波成分・ $\beta + \gamma$ 波成分比

全体に対する α 波成分, $\beta + \gamma$ 波成分の比は, 複数の被験者の複数のセッションの計測結果を平均化しても, ほぼ一定の成分比となり, α 波成分, $\beta + \gamma$ 波成分をプロットすると図 2 のようになる.

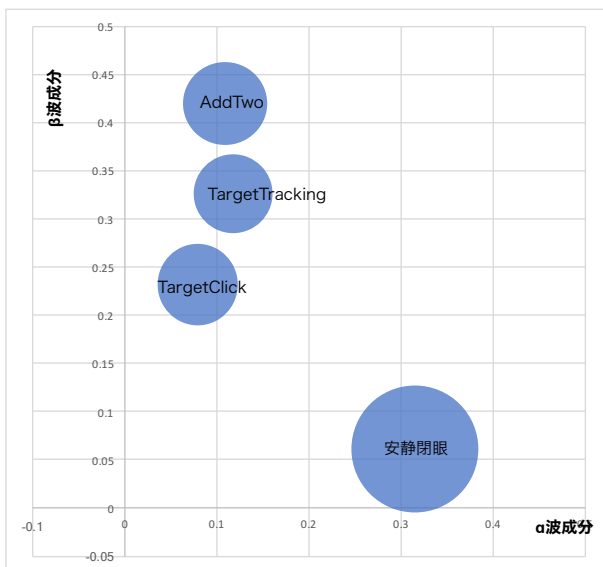


図 2. α 波成分--- $\beta + \gamma$ 波成分プロット
(但し, 円の大きさは β 波成分の標準誤差)

3.2 負荷の増減による成分比変化

各タスクにおける負荷(移動物体の速度, 桁数等)を変化した場合に脳波成分がどのように変化するかを求めた. (2)AddTwo において, 桁数を 1,2,3 と変えた場合, 脳波成分の大きな変動は図 3 のようになり, ほとんど見られなかった.

一方, TargetTracking にて, 速度を変えた場合には, 被験者による個人差が大きく, 一定した傾向は見られなかった.

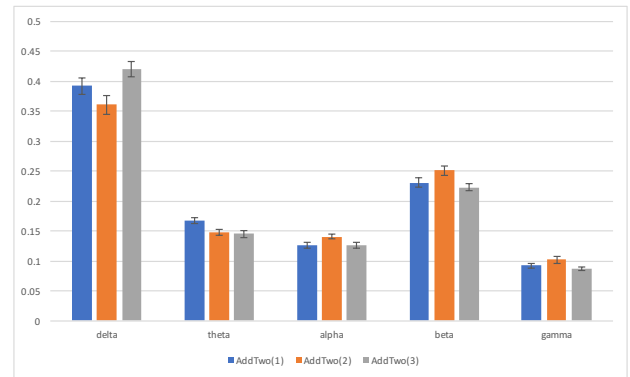


図 3. AddTwo の桁数(1,2,3)による脳波成分の変動

4. 展望

各タスク状況における脳波の周波数成分を比較した結果, 一般的に言われているようにリラックス時に α 波成分が増大し, 暗算などの内省的思考を伴う作業では $\beta + \gamma$ 波成分が最大となった. 一方でゲーム状況と一般的な認知的タスクとの差は $\beta + \gamma$ 波成分では必ずしも明確とまらない結果となった.

また, 負荷を変えた際には, タスクの種類によって, 脳波成分の変動の様子はかなり異なることが確認できた. (2)AddTwo では, 桁数などを変化させても脳波成分の変動は見られなかった. これはタスクの性質として暗算が内省的な操作であり, 桁数が変わっても情報処理過程に大きな差が出ないためと考えられる. 一方で(4)TargetTracking においては, 変動の様子は桁数の場合と異なり, 大きく変動するが被験者間の個人差が大きく, 概観する限りは一定の傾向が見られなかった. これは被験者の認知能力, 情報処理能力といったものが反映している可能性がある. さらに区間を区切った分析や時系列的な分析, 及びタスクのログに基づいた状況との突き合わせなどによって, 被験者の個人差が何によるものかを突き止める必要がある.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 (26350293) の助成を受けたものです.

参考文献

- (1) Masayuki Ueno, Shinjiro Wada and Tomoyuki Takami, Development of Game Player Analysis with Physiological Indexes, Proc. of The 4th 2015 IEEE Global Conference on Consumer Electronics (IEEE GCCE 2015),p.339-340,2015
- (2) 植野雅之, 和田慎二郎, 高見友幸, 対話的タスクにおける心拍緊張度指標の安定性の評価, ゲーム学会学会誌, 2016 (印刷中)
- (3) 植野雅之, 和田慎二郎, 高見友幸, ゲームプレイ時における集中状態のモデルと生理指標, ゲーム学会合同研究会研究報告, Vol.14,No.1,p.6-7(2016)
- (4) 植野, 和田, 高見, 高度インタラクティブ教育コンテンツにおける集中状態の分析, 教育システム情報学会全国大会論文集(2016)