

事象関連電位 P300 計測のための フィードバック付きオドボール課題呈示法についての検討

A Study on Oddball Tasks with Feedback for Measuring P300.

小池忠^{*1}

Tadashi Koike

吉川大弘^{*1}

Tomohiro Yoshikawa

古橋武^{*1}

Takeshi Furuhashi

^{*1}名古屋大学大学院工学研究科

Graduate School of Engineering Nagoya University

P300 is an Event-Related Potential (ERP), which is elicited as a positive component with a latency around 300ms after an infrequent stimulus appearing. We often use an oddball task for inducing P300. This paper carries out an experiment for measuring P300 in the oddball task with feedback. The author defined the feedback to show users whether their answers were correct or not. The result showed that the scores of "enjoying" and "not boring" in a semantic differential method improved more in oddball tasks with feedback than without feedback.

1. はじめに

P300 とは、二種類以上の刺激を呈示した際、意識している低頻度の刺激の呈示約 300ms 後に生じる陽性電位のことである。P300 を計測するための課題として、オドボール課題が用いられる。オドボール課題とは、頻度の異なる刺激が繰り返し呈示される中で、低頻度の刺激に意識を向ける課題であり、筆者らではこれまで、黄色い円を用いた視覚刺激を利用してきた[三輪 18][高倉 17]。ここでは、大きな円を高頻度の刺激（スタンダード刺激）、小さな円を低頻度の刺激（ターゲット刺激）として、ターゲット刺激呈示時にボタン押すように被験者に指示している。しかし、従来のオドボール課題は、単調で飽きやすいという問題があった。飽きてしまうと脳波の振幅が小さくなり[入戸野 06]、P300 計測の妨げになる。そこで、オドボール課題に対する飽きない工夫として、P300 を計測可能なゲームの開発を、本研究の最終的な目標とする。しかし、ゲームには様々な要素があり、その全ての効果を一度に検証するのは難しい。そこで本稿では、要素の一つであるフィードバックに着目し、オドボール課題におけるフィードバックの効果に関する検討を行う。

2. 実験

2.1 フィードバックありオドボール課題

フィードバックありのオドボール課題では、図 1 に示すように、刺激呈示の後にフィードバック時間を 200ms 設ける。呈示刺激がターゲット刺激で、ボタンを押していた場合は“○”を画面に表示する。呈示刺激がターゲット刺激にもかかわらずボタンを押さなかった、あるいは、スタンダード刺激にもかかわらずボタンを押してしまった場合は“×”を画面に表示する。

2.2 実験概要

視覚オドボール課題を用いて、被験者の興味の持続に対するフィードバックの効果についての実験と検討を行った。被験者は健康な 20 代男性 12 名で、電極の位置は国際 10-20 法[H.H.Jasper 58]に則り、1 電極 (Pz)、及び基準電極として A₁, A₂ (耳朵) に電極を装着した。サンプリング周波数を

連絡先: 小池忠, 名古屋大学大学院工学研究科, 名古屋市中種
区不老町工学部 3 号館 301 号室, 052-789-2793, 052-789-
3166, koike@cmplx.cse.nagoya-u.ac.jp

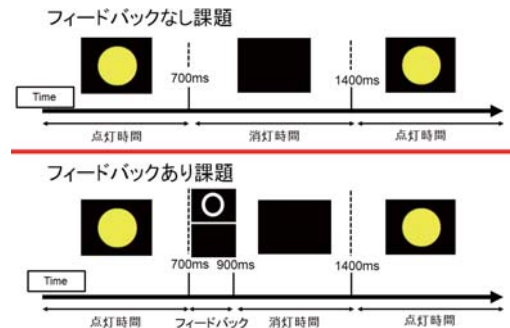


図 1: 使用するオドボール課題の流れ

1000Hz として計測を行った。刺激点灯時間は 700ms、刺激消灯時間は 700ms とした。刺激呈示数は 1 セット当たりターゲット刺激 22 点灯、スタンダード刺激 88 点灯とした。ターゲット刺激を、スタンダード刺激に対する半径比が 90%, 70%, 50% となるように 3 種類の難易度を設定し、各課題（フィードバックあり／なし）、各半径比（3 種類）で被験者 1 人あたり計 6 セット行った。また順序効果を考慮して各被験者の課題の順番を設定した。被験者の興味が持続しているかの評価には Semantic Differential 法 (SD 法) を用いた。SD 法の評価のため、アンケートを 1 セットごとに実施し、全 10 項目を 1 から 7 の 7 段階で評価をしてもらった。この 10 項目のうち、興味の持続に関する“集中できる”、“疲れない”、“楽しい”、“飽きない”の 4 項目を評価の対象とした。また、各被験者の加算平均波形から、P300 が計測できているかを目視で確認し、両課題間の頂点潜時と振幅の変化についても確認した。P300 の頂点潜時とは刺激呈示から P300 の頂点までの時間であり、P300 の振幅とは P300 の頂点の電位である。

2.3 結果と考察

SD 法のスコア

全被験者の SD 法のスコアの平均値を図 2 に示す。図 2 より、“集中できる”、“楽しい”、“飽きない”の 3 項目において、フィードバックあり課題のスコアの方がフィードバックなし課題のスコアよりも高いことがわかる。また、4 項目をそれぞれ対応のある t 検定で検定したところ、“楽しい”、“飽きない”の 2 項目で統計的有意差が認められた (それぞれ $p=0.000$, $p=0.002$)。

これにより、オドボール課題でフィードバックを行うことの効果が表れたといえる。

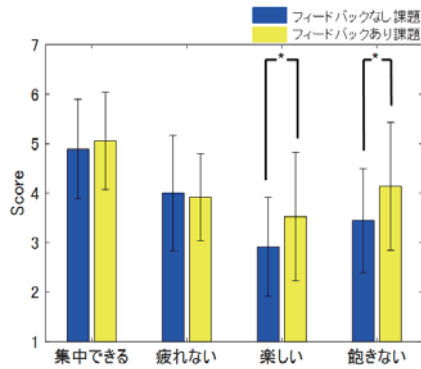


図 2: 全難易度を統合した SD 法のスコアの平均

難易度別にみた SD 法のスコアの平均値を図 3 に示す。図 3 より、難易度 90 におけるフィードバックあり課題の SD 法のスコアが、4 つの項目全てで高い傾向にあることがわかる。また、各難易度、各 4 項目それぞれに対して対応のある t 検定で検定したところ、難易度 90 の“楽しい”という項目において、統計的有意差が認められた ($p=0.002$)。難易度 90 の課題を終えた直後のアンケートの自由欄には、「×がでると次頑張ろうと思う」「間違えると悔しいので熱中できる」という意見があったため、間違えたときの悔しい気持ちが興味をひいている可能性が示唆された。

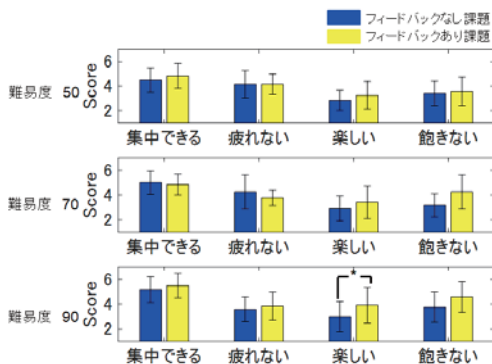


図 3: 難易度別にみた SD 法のスコアの平均

頂点潜時と振幅

例として、ある一人の被験者の加算平均波形を図 4 に示す。図 4 より、フィードバックのある課題から得られた脳波からも、P300 が計測できていることがわかった。他の 11 名についても同様に計測できていた。全被験者の頂点潜時と振幅の平均を図 5 に示す。図 5 より、フィードバックがある場合とない場合で頂点潜時と振幅に差がほとんどないことがわかる。確認のために、頂点潜時と振幅の全難易度の平均に対して対応のある t 検定で検定したところ、統計的有意差は認められなかった (それぞれ $p=0.332$, $p=0.484$)。

3. まとめ

本稿では、オドボール課題におけるフィードバックの効果について検討を行い、フィードバックありの課題が、なしの課題

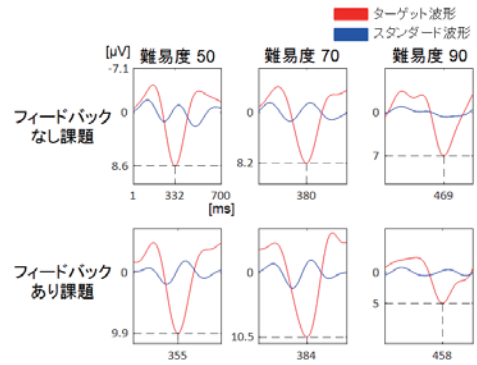


図 4: ある一人の被験者の加算平均波形

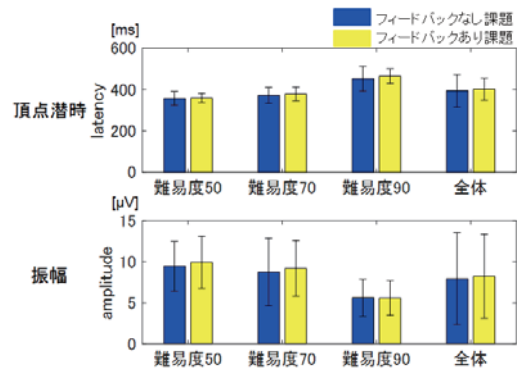


図 5: 全被験者の頂点潜時と振幅の平均

と比べて、被験者が“楽しい”、“飽きない”と感ずることを確認した。また、両課題間で頂点潜時と振幅に大きな差がないことがわかった。今後は、ゲームに関する様々な要素を個別に検討し、最終的には P300 を計測できるゲームの開発を行っていく予定である。なお本研究の一部は、独立行政法人科学技術振興機構 (JST) の研究成果展開事業「センター・オブ・イノベーション (COI) プログラム」の支援によって行われた。

参考文献

- [H.H.Jasper 58] H.H.Jasper, : The ten-twenty electrode system of the international federation, *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, Vol. 10, No. 2, pp. 371–375 (1958)
- [高倉 17] 高倉 健太郎: 脳波に含まれる P300 の工学的応用に関する研究, Master's thesis, 名古屋大学大学院工学研究科計算理工学専攻 (2017)
- [三輪 18] 三輪 晃暉: 脳波データを用いた MMSE スコアの推定に関する検討, 電子情報通信学会技術研究報告 = IEICE technical report: 信学技報, Vol. 117, No. 417, pp. 5–10 (2018)
- [入戸野 06] 入戸野 宏: 映像に対する注意を測る-事象関連電位を用いたプローブ刺激法の応用例-, 生理心理学と精神生理学, Vol. 24, No. 1, pp. 5–18 (2006)