

事象関連電位による操作判断の情報処理過程の評価 Evaluation on judgment of handling by Event-Related Potentials

キーワード: 事象関連電位(ERP : Event Related Potential), 操作, 認知, P300

人間生活工学研究室: 内藤 陽介

■Abstract:

There are only few previous researches about judgment of handling. In this study, we examined the usefulness of the event-related potentials as an objective evaluation indicator for judgment of handling. Subjects assessed possibility of basic shape intuitively and confirmed P100 and P300 from event-related potentials during the evaluation. As a result, P300 at Fz showed large amplitude for clear possibility evaluation, and P300 at Fz, Cz, Pz, T3, T4 showed long latency for vague possibility evaluation. P100 at O1, O2 showed different activity to both the amplitude and latency for different shape. It is suggested that ERP is a useful indicator because we were able to evaluate objectively some handling judgment by using event-related potential.

■背景

様々な対象を操作する現代社会では、正しい操作方法の知覚が必要となる。これまで操作方法の判断について、主観評価、反応時間、エラー率などを用いた研究などが行われている。しかし、脳波などを用いた客観的評価指標は確立されていない。本研究では、操作判断と情報認知の関係に注目し、どのような情報認知プロセスをたどるのか、ヒトの内部で起こっている操作判断の処理過程を脳波(事象関連電位)により観測し、操作判断における客観的な評価指標として検討を行った。

事象関連電位とは、心的課題を行う場合に特定の刺激や課題に関連する事象に対して発生する脳の微小な電位変動のことである。先行研究では、事象関連電位 P300 成分について刺激に対する認知機能が高いときに振幅が大きく、潜時が短くなり、覚醒水準が低下するときに振幅が小さく、潜時が長くなること(koshino ら, 1993)や、P300 振幅は刺激に対する処理資源の配分度を反映すること(Gaillard, 1988)などが確認されている。

■目的

本研究では、操作判断における事象関連電位を観測することで、操作評価に対する認知過程を探ること、そして、操作に対する評価指標として、事象関連電位の有用性を検討することを目的とした。

■方法

実験に用いた刺激は、操作方法(押す、倒す、回転、スライド)の 4 水準と操作対象(四角柱、四角錐、円柱、円錐、半球)(図1)の 5 水準を組み合わせた 20 組を用いた。被験者が操作対象に対して指示された方法の評価を行う際、事象関連電位のどのような成分がどの部位で誘発されるかを観測した。情報処理過程における事象関連電位の変化の差を用い評価指標としての有用性の検討を行った。

実験タスクは、注視点、操作内容指示、注視点、操作対象呈示、注視点を 1 試行とし、それを繰り返した(図 2)。被験者は操作対象が呈示された際、できる限り早く対象へ行う操作の可能性評価を行った。評価開始から、回答までの時間、評価終了までの事象関連電位の測定をした。実験は1セット 20 組×15 試行の計 300 試行に分け、4 セット計 1200 試行を行った。測定項目は、事象関連電位(頭皮上7部位: Fz, Cz, Pz, O1, O2, T3, T4)、反応時間、主観的可能性評価(5段階: 0%, 25%, 50%, 75%, 100%)とした。被験者は9名の健康な男子学生で平均年齢は 23±3 歳であった。実験は気温 25℃、相対湿度 50% の人工気象室内で行った。

統計解析は、得られたデータについて、操作対象(5 水準)×操作内容(4 水準)の二元配置反復測定分散分析、Bonferroni 多重比較検定、相関分析を行った。全ての検定において有意水準は 5% とした。また、明確さ = |可能性評価 - 50| を新たな変数として使用した。

■結果

実験の結果、O1, O2 部位で P100 成分、Fz, Cz, Pz, T3, T4 部位で P300 成分の顕著な活性を確認した。各成分について振幅/潜時を算出し、分析を行った。結果を以下に示す。

P100 成分

O1, O2 部位では操作対象の変化における主効果が見られた。O1, O2 部位の P100 成分において有意差を示した操作対象の変化を図 3 に示す。O1, O2 部位については、有意差は確認されたがその差に統一した傾向は見られなかった。また、可能性評価と P100 振幅・潜時に正の相関が見られた。

P300 振幅

Fz 部位においては操作内容の変化における主効果、また交互作用が見られた。Fz 部位の P300 振幅において各部位の四角錐、円柱に操作内容の変化におけるグラフと四角錐、円柱における可能性評価の結果を図 4 に示す。四角錐において押すが大きく、円柱において回転が有意に大きい値を示した。Cz, Pz 部位においても同様の傾向を示した。また、可能性評価においては四角錐の押すは小さく、円柱の回転は大きいという、異なる結果が示された。Fz 部位 P300 振幅と明確さに正の相関を確認した(図 5)。

P300 潜時

Fz, Cz, Pz, T3, T4 部位において操作内容の変化における主効果が見られた。例として Cz 部位においてスライド行為に有意な差を示した操作内容の変化と可能性評価の円柱、円錐、半球の平均値のグラフを図 6 に示す。他の行為に比べスライドの行為が有意に長かった。他の部位においても同様の傾向を示した。また、スライド行為について可能性評価では 50% に近い値を示していた。

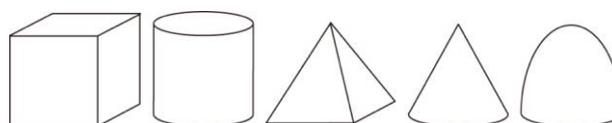


図1 刺激(操作対象)

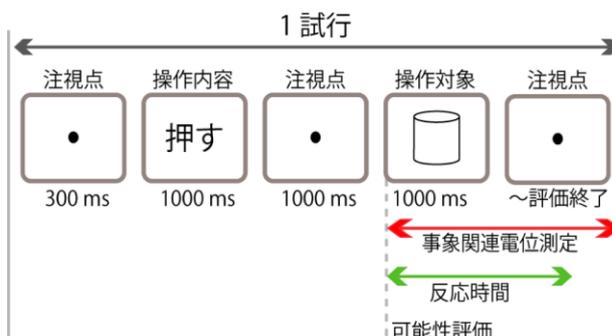


図2 実験タスク

■ 考察

P100 成分

刺激の形を識別するタスクにおいて O1, O2 部位の P100 を確認しており、形の違いによる同成分の潜時の差を示すことが確認されている(佐藤ら, 2005)。本研究の結果、形の識別において同部位に主効果が見られ、P100 潜時の差に同様の結果を示した。さらに振幅においても形の識別における関係性が示唆された。また、可能性評価の高いものほど振幅・潜時の値が大きくなる傾向を示した。形の識別の際、可能性の高さと関係する要素を知覚していると考えられる。

P300 振幅

ターゲット刺激が自然、または不自然なとき大きな P300 振幅を誘発することが報告されている(後藤ら, 2006)。このことから内容と対象の組合せの不自然さにより可能性が低い場合も、大きい振幅が発生したと考えられる。P300 振幅、特に Fz 部位における振幅は、行為の試行性の明確なもの(主観的可能性が高い/低い)に対し、大きくなることが示唆された。

P300 潜時

事象関連電位 P300 成分の潜時は脳内の刺激処理時間を反映することが確認されている(McCarty and Donchin, 1981)。実験の結果、スライド行為の潜時は有意に長く、可能性が曖昧なため脳内での処理時間が延長したものと考えられる。P300 潜時は、操作内容の判断時間を反映しており、評価が 50% に近いものは P300 潜時が長くなることが示唆される。

■ まとめ

実験の結果、O1, O2 部位の P100 成分から操作方法に関係なく操作対象の形についての識別、Fz 部位の P300 振幅から操作における可能性の明確なものの判別、Fz, Cz, Pz, T3, T4 部位の P300 振幅から可能性の 50% 近いものの判別を示した。操作判断における情報処理過程で P100, P300 成分の活性、部位ごとの機能差を観測することができた。また、一部ではあるが事象関連電位を用いた客観的評価が行えたのではないかと、このことから事象関連電位の操作判断における評価指標としての有用性が示唆された。

■ 参考文献

- [1] Koshino, Y., Nishio, M., and Murata, T., 1993, The influence of light drowsiness on the latency and amplitude of P300. Clin Electroencephalogr 24(3):110/113
- [2] Gaillard, W., 1988, Problems and paradigms in ERP research. Biol Psychol 26:91/109
- [3] 佐藤剛実ら, 2005, 色と形の識別における事象関連電位早期成分の比較. 電子情報通信学会 信学技報 12:53/56
- [4] 後藤紀美子ら, 2006, オドボール課題における視覚刺激の不自然さが事象関連電位に与える影響. 電子情報通信学会 信学技報 12:19/24
- [5] McCarthy, G. and Donchin, E., 1981, A metric for thought: a comparison of P300 latency and reaction time. Science 211(4477): 77/8

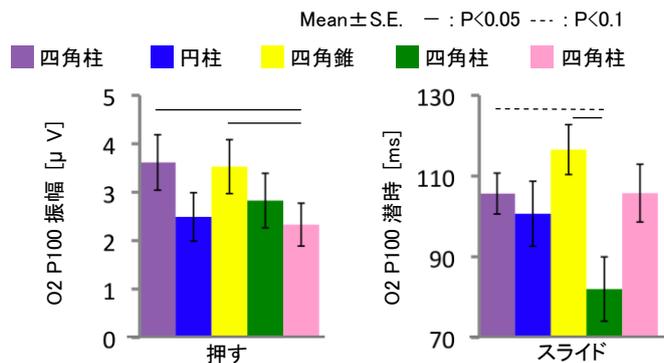


図 3: P100 成分例

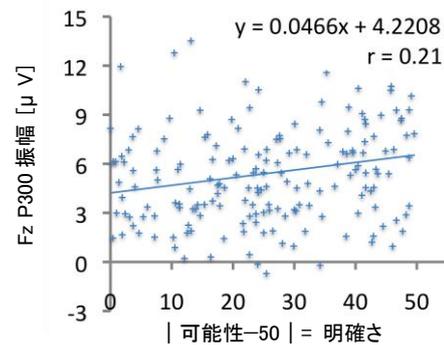


図 5: Fz 部位 P300 振幅と明確さの相関

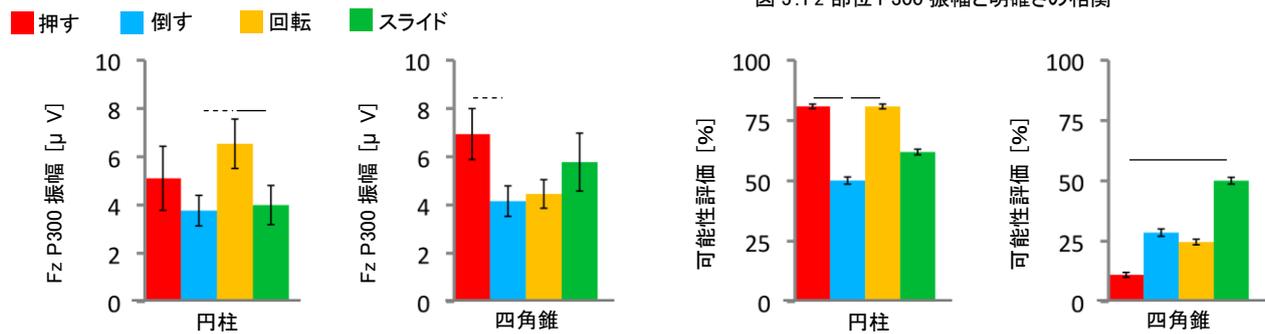


図 4: 円柱、四角錐での操作内容変化における Fz 部位 P300 振幅と可能性評価の比較

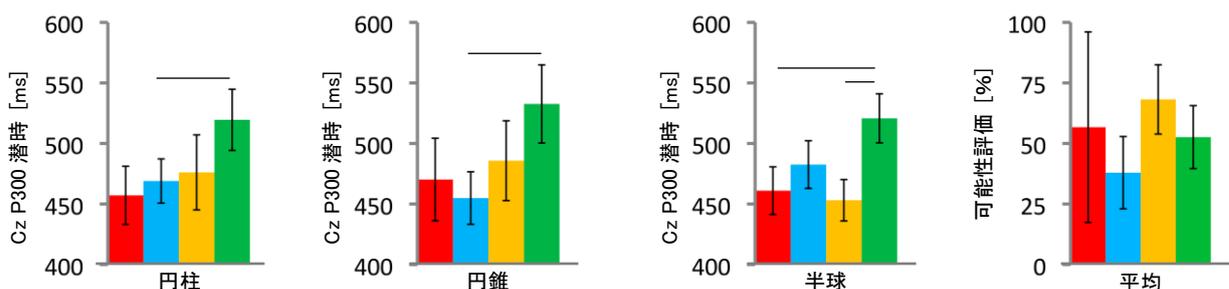


図 6: P300 潜時スライド行為と可能性評価(平均: 円柱、円錐、半球)の比較例