トラクターHMI判別課題中のP300成分に与える操作意思の影響

○吉岡 直人（ヤンマーホールディングス株式会社，大阪工業大学）
荒木 信之（ヤンマーホールディングス株式会社）
大須賀 美恵子（大阪工業大学）

Effect of Operation Intention on P300 Component in Tractor HMI Discrimination Task
Naohito YOSHIOKA (Yanmar Holdings Co., Ltd., Osaka Institute of Technology),
Nobuyuki ARAKI (Yanmar Holdings Co., Ltd.),
Mieko OHSUGA (Osaka Institute of Technology)

1. はじめに

ヒューマンマシンインターフェース（以下，HMI）の配置について，ユーザの想定配置と実際の配置の乖離度の評価手法として，コクピットHMI画像を用いた判別課題中の事象関連電位（以下，ERP）P300成分の振幅値を用いた評価を検討してきた¹⁾．A. Azizianらの研究²⁾では，判別課題中のERPは，判別刺激間の空間的な類似性の影響を受けることが示唆されている．一方で我々の研究では，判別刺激間の空間的な類似性については十分に検討がなされていない．本研究では，乖離度の定量的な評価を目指し，HMI画像を用いてオッドボール課題を課した場合と，操作の意思をもたせた上で判別課題を課した場合のP300成分の違いを検討した．

2. 実験

実験は，大阪工業大学ライフサイエンス実験倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号：2019-2）．実験参加者は，文書によるインフォームド・コンセントを得たトラクター運転経験のある一般健康常成人20名（平均年齢54.7歳，男性19名，女性1名，平均運転経験年数17.5年）であった．実験課題は，オドボール課題と，操作指示を与えた判別課題の2つであった．オドボール課題は，図1の5種の画像のうち1つを標的的刺激とし，5回行われた（一部の参加者は4回）．5種の画像は均等にランダム呈示され，標的的刺激と標準刺激の呈示比は，1:4であった．その後，4種の操作指示（加速，減速，バック，作業機下げ）と図1の5種の判別刺激（ハンドル左側，ハンドル右側，ペダル，シート左側，シート右側）を組み合わせた全20通りの判別課題¹⁾を行った．操作指示，判別刺激の順に呈示し，操作指示を確認したら，指示に対応する操作機器の想定位置を意識し，意識した位置と続け

て呈示された判別刺激が一致した場合（一致）とそうでない場合（乖離）を手元の2つのボタンにより判別させた．課題中の脳波（F3，Fz，F4，C3，Cz，C4，T5，P3，Pz，P4，T6）を計測した．

図1 実験に用いたトラクターHMI画像

3. 結果

表1は，各操作指示による想定画像の全実験参加者の集計表である．一つの操作指示あたり複数の画像を想定した参加者もいる．

表1 操作指示ごとの想定位置の集計表

	HAND_L	HAND_R	PEDAL	SEAT_L	SEAT_R
Accelerating	0	9	9	10	1
Braking	1	7	10	8	1
Back	7	7	2	8	1
Tiller down	1	3	0	3	15

解析対象は，作業機下げの指示に対してシート右側のみを想定した14名分のデータとした．判別刺激呈示時点をトリガとし，脳波を切り出した．脳波は，60 Hzのノッチフィルタ，1-30 Hzのバンドパスフィルタをかけて，独立成分分析により眼

電成分のアーチファクトを除去した後、判別刺激の種類ごとに加算平均し、参加者ごとの波形を算出した。図2は、シート右側を標的刺激としたオドボール課題中のERPの波形で、図3は、作業機下げ指示時のHMI判別課題中のERPの波形である。波形は、それぞれ解析対象とした14名分のERPの総加算平均である。

図2 オドボール課題中のERPの波形

図3 作業機下げ指示時の
HMI判別課題中のERPの波形

参加者ごとに加算平均して得られた波形の200～400 ms間の最大値をP300成分としその振幅値を求めた。図4と図5は、オドボール課題中およびHMI判別課題中のP300成分の振幅値の平均及び標準偏差である。判別刺激を要因とした対応のある一要因分散分析を行った結果、両課題とも主効果が有意であった [$F(4, 13) = 5.10, p < 0.01$, $F(4, 13) = 5.46, p < 0.01$]. Tukey-Kramerの下位検定により有意な差が見られた組み合わせを図に示した (*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$)。

4. 考察

オドボール課題では、標的刺激時の振幅は、全ての標準刺激時の振幅より大きく、標準刺激間では有意な差がなかった。今回の標準刺激間では、空間的な刺激の類似性の影響は少ないと考えられる。一方で、HMI判別課題中

の標的刺激 (SEAT_R) は、HAND_L および PEDAL に比べ有意に大きい。HAND_R と SEAT_L との有意な差は見られなかった。また、標準刺激間では、HAND_R は、PEDAL に比べ振幅が有意に大きい。表 1 のように、作業機操作レバーは、ハンドル左右や、シート左側にも存在する場合がある。多くの農家では作業用途に応じて複数のトラクターを保有しており、それらのHMI配置は機種により異なる³⁾。このため、標的刺激と判定していないものの、想定位置としての反応が表れたものと考えられる。すなわち、オドボール課題とは異なり、操作意思を持つことにより、一部の標準刺激の振幅が大きくなったと考えられる。刺激の空間的な類似性の影響は少なく、操作意思による影響が振幅値に反映されたと考えられる。

図4 オドボール課題のP300振幅

図5 HMI判別課題のP300振幅

参考文献

- 1) 吉岡直人他：“ユーザが想定するHMI配置と実際の配置の乖離度評価手法の提案”，自動車技術会論文集，Vol.50，No.6，pp.1659-1664，2019.
- 2) A. Azizian, et al.: “Electrophysiological correlates of categorization P300 amplitude as index of target similarity”, Biological Psychology, Vol.71, pp. 278-288, 2006.
- 3) 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構：“農業機械の安全性に関する研究（第25報）”，pp.55-74，2005.