

認知脳科学的アプローチによる少林寺拳法演武の 感性評価メカニズム解明

Elucidating the Mechanisms of Affective Evaluation for Shorinji Kempo Demonstrations: A Cognitive Neuroscience Approach.

深田 康太[†], 柏井 美貴子[†], 梶川 祥世[‡], 土居 裕和[†]
Kota Fukada, Mikiko Kashiwai, Sachiyo Kajikawa, Hirokazu Doi

[†]長岡技術科学大学, [‡]玉川大学

Nagaoka University of Technology, Tamagawa University

s233326@stn.nagaokaut.ac.jp, m.kashiwai2000@gmail.com, kajikawa@lab.tamagawa.ac.jp,
doidoih@vos.nagaokaut.ac.jp

概要

身体運動の感性評価に関する研究は、日常的な動きから、スポーツなどのパフォーマンス動作まで、多岐にわたる分野で進められている。

本研究は、少林寺拳法の演武動作を題材として、運動経験が感性評価に与える影響を検討し、身体運動経験の観点から、身体運動の感性評価メカニズムに検討を加えることを目的とする。脳波・瞳孔径計測実験を実施し、感性評価時の脳活動の違いを探ることで、感性評価メカニズムの解明を目指す。

キーワード: 身体運動の感性評価, 運動経験, 脳波計測, 瞳孔径計測

1. はじめに

身体運動は、他者の感性評価において重要な手がかりとされており (Tipper et al, 2015), 社会的相互作用や印象形成において重要な役割を果たしている (Johnson & Tassinari, 2007). また、身体運動の感性評価に関する研究は、歩行動作や日常的な動きから、ダンスやスポーツといったパフォーマンス的な動作まで、多岐にわたる分野で進められている (Hayashi et al, 2022; Cross et al, 2011). しかし、身体動作に基づいた感性評価のメカニズムは十分に解明されていないのが現状である。

他者の感性評価が影響する採点競技において、評価基準の透明性や公平性を確保するために、感性評価のメカニズムの解明が求められている。一方、採点競技での感性評価に関する研究は多くはない。

本研究の目的は、少林寺拳法の演武動作を題材として、観察者の運動経験が感性評価に与える影響を検討し、身体運動経験の観点から、身体運動の感性評価メカニズムに検討を加えることである。この目的を達成するために、脳波・瞳孔径計測実験を実施した。少林寺拳法経験者群と未経験者群の生体データから、運動経験の有無が感性評価メカニズムに及ぼす影響を調べた。

2. 方法

2.1 被験者

少林寺拳法経験者 24 名と未経験者 22 名の合計 46 名の被験者を対象として、脳波・瞳孔径計測実験を行った。

2.2 刺激

実験では、少林寺拳法演武動作のポイント・ライト・ディスプレイを刺激として用いた。これを作成するため、少林寺拳法の演武動作を 3 次元モーション・キャプチャで計測した。モーション・キャプチャによる身体動作計測の参加者は、少林寺拳法部に所属する黒帯所持者の男性 2 名・女性 1 名、および、緑帯所持者の男性 2 名・女性 1 名 (平均年齢 20.3 歳) である。黒帯所持者の群は少林寺拳法歴 7 年以上、緑帯所持者の群は少林寺拳法歴 1 年未満である。図 1 は、刺激の一例である。

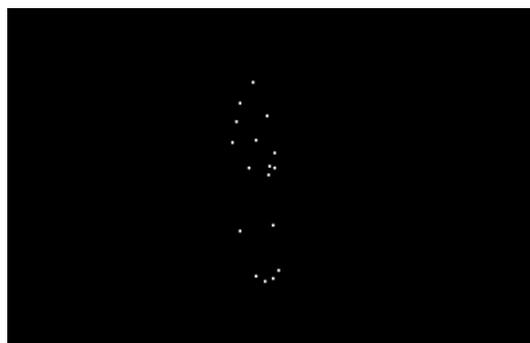


図 1 ポイント・ライト・ディスプレイの一例

2.3 手続き

脳波計測では、国際 10-20 法に基づき、19 チャンネル分の脳波データを取得した。瞳孔径計測には、視線計測機器の Tobii Pro Nano を使用した。刺激提示プログラムは、PsychoPy3 Coder を用いて作成した。刺激提示プ

プログラム 1 試行分の流れを図 2 に示す。注視点を視聴した後、動画刺激が再生され、経験年数に関する質問および 4 つの感性評価質問が提示された。評価項目は、「気迫」、「美しさ」、「動作のキレ」、「力強さ」である。

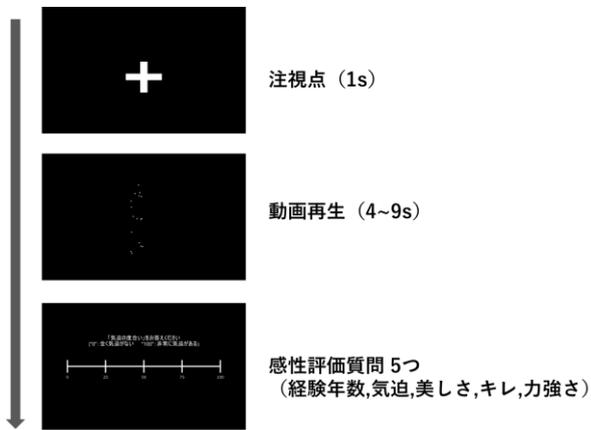


図 2 実験 1 試行分の流れ

2.4 解析

本研究では、ERP（事象関連電位）、瞳孔径を解析対象とした。

ERP 解析では、MATLAB R2019b の EEGLAB v2023.1 を使用した。再基準化と 0.2~30 Hz のバンドパスフィルタを適用したのち、独立成分分析(ICA)を実施した。その後、眼球運動や体動に起因するアーチファクトと考えられる成分を目視で確認し、削除した。解析対象区間は、刺激動画の開始時間を 0ms として設定し、開始前 200ms から開始後 1000ms までとした。この区間に対してエポッキングを行い、-200ms~0ms の区間をベースラインとして使用した。その後、各試行のデータを平均し、加算平均法により ERP 波形を作成した。また、経験者群と未経験者群の脳波活動における差異を検討するために、Python3.12.4 環境下で、scipy 1.13.1、および mne 1.8.0 を使用してクラスターパーミュテーション検定(Maris & Oostenveld, 2007)を実施した。

瞳孔径解析では、前処理として左右の瞳孔径データに含まれる欠損値をスプライン補間により補完した。移動平均処理を実施した後、左右の瞳孔径データを平均し、平均瞳孔径を算出した。実験刺激映像の開始時間を 0s とし、開始前 1s から実験刺激映像終了までを解析対象とした。開始前 1s から 0s の区間をベースラインとし、瞳孔径データに対してベースライン補正を行った。また、最も短い実験刺激時間に合わせ、0s 以降の平均瞳孔径を算出した。さらに、瞳孔径データを経

験者群と未経験者群に分け、瞳孔径データのクラスターパーミュテーション検定を行った。

3. 結果

3.1 ERP 解析

ERP 波形とクラスターパーミュテーション検定の結果を図 3 に示す。図中の緑色の部分は経験者群と未経験者群で有意な差があった箇所を示している ($p < 0.05$)。前頭部 (F3、Fz、F4) と左前側頭部 (T7) において、未経験者群が経験者群と比較して ERP 振幅が有意に大きかった。

3.2 瞳孔径

瞳孔径のクラスターパーミュテーション検定結果を図 4 に示す。図中の緑色の部分は経験者群と未経験者群で有意な差があった箇所を示している ($p < 0.05$)。経験者群は未経験者群と比較して、刺激の視聴中に瞳孔径が拡大していることが確認された。

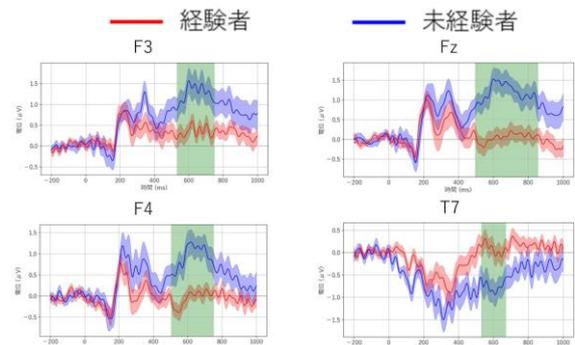


図 3 F3, Fz, F4, T7 における ERP 波形

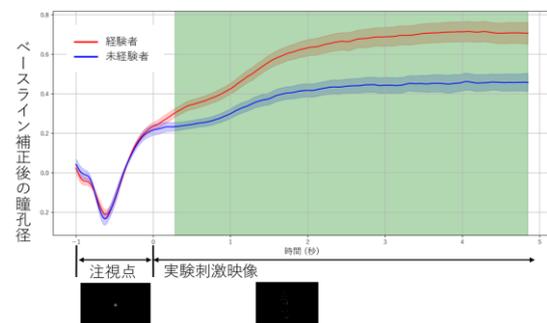


図 4 瞳孔径の時系列変化

4. 考察

ERP解析の結果、未経験者群の前頭部でP600の振幅が大きくなっていた。P600は通常、言語の文法エラーに関連して出現するが(Friederici, 2004; Friederici, 2002)、本研究では運動観察時にも現れた。動作の理解に認知的負荷がかかることで、予測困難な動作が文法エラーに類似した処理を引き起こした可能性がある。一方、経験者群では動作の予測が可能であったため、P600が確認されなかったと考えられる。

瞳孔径解析の結果、経験者群は未経験者群よりも瞳孔が拡大していた。Hess & Polt(1960)では、興味のある対象では瞳孔は拡張し、興味のない対象では瞳孔が収縮することが示されている。このことから、経験者群は自身の経験と関連する動作や、「型」の動作に対する熟知によって、強い関心を示した可能性が考えられる。一方、未経験者群にとって演武動作は未知のものであり、それが認識や関心の低さにつながったと考えられる。

本研究の結果から、運動経験者は未経験者と比較して異なる感性評価メカニズムを有している可能性が示唆された。

文献

- Tipper, C. M., Signorini, G., Grafton, S. T. (2015). Body language in the brain: Constructing meaning from expressive movement. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 450. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00450>
- Johnson, K. L., Tassinari, L. G. (2007). Compatibility of basic social perceptions determines perceived attractiveness. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(12), 5246–5251. <https://doi.org/10.1073/pnas.0608181104>
- Maris, E., Oostenveld, R. (2007). Nonparametric statistical testing of EEG- and MEG-data. *Journal of Neuroscience Methods*, 164(1), 177–190. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2007.03.024>
- Hoerl, A. E., & Kennard, R. W. (1970). Ridge regression: Biased estimation for nonorthogonal problems. *Technometrics*, 12(1), 55–67.
- Friederici, A. D. (2004). Event-related brain potential studies in language. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, 4(6), 466–470. <https://doi.org/10.1007/s11910-004-0046-x>
- Friederici, A. D. (2002). Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(2), 78–84. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01839-8](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01839-8)
- Hess, E. H., Polt, J. M. (1960). Pupil size as related to interest value

of visual stimuli. *Science*, 132(3423), 349–350. <https://doi.org/10.1126/science.132.3423.349>