

未来社会創造事業 探索加速型
「持続可能な社会の実現」領域
終了報告書(探索研究)

令和2年度 終了報告書

平成30年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：小池 康晴]

[東京工業大学科学技術創成研究院・教授]

[研究開発課題名：「身体知」の可視化と伝承]

実施期間：平成30年11月15日～令和3年3月31日

§ 1. 研究実施体制

(1) 「小池」グループ (東京工業大学)

① 研究開発代表者: 小池 康晴 (東京工業大学 科学技術創成研究院 教授)

② 研究項目

- 技能の特徴抽出
- 技能の可視化、可感化
- 次世代に匠の技を伝承するための技術の開発

§ 2. 研究実施の概要

研磨作業における熟練者の技能の特徴を抽出するために、研磨作業を工程ごとに分け、それぞれの工程の結果を評価した。また、同時に、どのように身体を利用しているのかを調べるために、工程ごとに加速度計を用いて身体の運動と、筋電図と呼ばれる筋肉の活動量を計測した。研磨作業の工程は、深い凹凸を研磨する荒研ぎ、表面を平らにする中研ぎ、最後に仕上げ研ぎの3段階からなる。それぞれの工程の違いを定量的に評価するために、表面の滑らかさを専用の装置を使って計測した。その結果、熟練者は、中研ぎの段階で、初心者の仕上げ研ぎと同様の表面状態になっており、場所ごとのばらつきも少ないという結果であった。

作業中の筋活動を筋シナジーと呼ばれるタスクに応じて協調的に活動する筋肉群を解析したところ、熟練者は磨く動作に応じて異なる筋シナジーを動作に同期して精度よく活動させていることが分かった。さらに、筋シナジーが脳のどの場所で学習されているのかを解明するために、脳波、筋活動、運動を同時に計測し、筋活動からは筋シナジーを推定した後、指の運動を識別した。また、脳波からは独立成分分析により得られたコンポーネントから指の運動を推定した。指に関する筋肉は前腕の深部に位置しているため、アレイ型電極を用いて独立成分分析により深部の筋活動と表層の筋活動を分離して筋シナジーを推定した(Kim et al. 2020)。また、脳波からも独立成分分析により指の運動を推定するために必要なコンポーネントを抽出することができた。

研磨作業のような力作業をどのように学習しているのかを解明するために、計算機シミュレーションにより事前知識が無い状態で試行錯誤により力の生成を学習するモデルを構築した。力場の特性に応じて、脳の異なる学習が利用されている可能性を示唆する結果が得られた (Kambara et al.

2021)。

1. Y Kim, S Stapornchaisit, M Miyakoshi, N Yoshimura, Y Koike, The Effect of ICA and Non-negative Matrix Factorization Analysis for EMG Signals Recorded From Multi-Channel EMG Sensors, *Frontiers in Neuroscience* 14, 1254, 2020
2. Hiroyuki Kambara, Atsushi Takagi, Haruka Shimizu, Toshihiro Kawase, Natsue Yoshimura, Nicolas Schweighofer, Yasuharu Koike, Computational reproductions of external force field adaption without assuming desired trajectories. *Neural Networks*, 139(July), 179–198, 2021.