

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  
年次報告書(探索研究)

令和元年度 研究開発年次報告書
--------------------

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 31 年 4 月 1 日～令和 2 年 3 月 31 日

## §1. 研究開発実施体制

(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. 研究開発実施の概要

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。

身体をどのように動かしているかについて比較したところ、研磨作業の動きが均一で滑らかなことが運動データからわかり、筋活動の大きさが初心者と比べ小さいことから、無駄な力が入っていないことがわかった。さらに、技能を可視化するために、言語化が困難な力の入れ方を筋活動から抽出することを試みた。計測した16箇所筋肉のうちどの筋肉を同時に活動させているかを解析した結果、初心者では曲げる筋肉と伸ばす筋肉を同時に活動させていたが、熟練者は、曲げる筋肉と伸ばす筋肉は交互に活動させ、できるだけ小さい筋力で研磨機に押し付ける力を発生していることがわかった。

さらに、作業中の筋活動を計測する場合、筋肉の場所を特定しながら電極を設置しているため計測の準備に時間がかかり、作業者の負担が大きいことが問題であったため、着るだけで多くの筋活動が計測できる装置の開発も行なった (Koike, et al. 2020)。また、同時に活動する筋肉群を用いて運動を定量的に識別することで、運動の区切りを定量化した (Kim, et al. 2020)。

1. Koike, Y., Kim, Y., Stapornchaisit, S., Qin, Z., Kawase, T., & Yoshimura, N. (2020). *Development of Multi-sensor Array Electrodes for Measurement of Deeper Muscle Activation*. *32*(3), 959–966.
2. Kim, Y., Stapornchaisit, S., Kambara, H., Yoshimura, N., & Koike, Y. (2020). Muscle Synergy and Musculoskeletal Model-Based Continuous Multi-Dimensional Estimation of Wrist and Hand Motions. *Journal of Healthcare Engineering*.