

# VR グローブを用いた細胞培養における 熟達者と非熟達者の手指動作の比較分析

長田 慧<sup>†</sup> 加納 徹<sup>†</sup> 赤倉 貴子<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 東京理科大学工学部情報工学科

## 1. はじめに

現在、日本の医薬品産業は世界の一角を占めているが、Good Manufacturing Practice(GMP)という医薬品製造に関する基準の違反が後を絶たない。原因の一つとして、無菌操作の手指動作に関して、コンタミネーションリスクを避けるための熟達者特有の技術や思考が定量化されていないという問題がある。技術を伝達するには、手指動作についてスキルを定量化することが重要であり、実際にピアノ演奏[1]や、アーチェリー[2]など、楽器やスポーツなどの分野において研究が行われている。そこで本研究では、VR グローブを用いて、無菌操作の一種である細胞培養における、熟達者と非熟達者の手指動作の比較分析を行うことを目的とする。

## 2. 分析システム

本研究では、NOITOM社のHi5 VR GLOVEとHTC社のVIVE Trackerを用いて、手首の絶対座標、手首を基準とした各指の相対座標、手の角度を取得し、WEBカメラで撮影した作業風景と、得られたデータから手指動作の比較分析を行った。データ取得システムの開発環境にはUnityを用いており、機能としては、取得した座標値をCSVに書き込む機能、作業時間計測のためのストップウォッチ機能、作業風景撮影機能、分析の際のフェーズ分割用のスタンプ機能がある。

## 3. 評価実験

本研究は、熟達者として薬学部の細胞培養経験のある教員3人、非熟達者として薬学部の学生6人を対象とした。本研究では、パネルや紐を用いて疑似的に安全キャビネットを再現し、水を培地として、電動ピペッターや細胞培養フラスコなどの実際に細胞培養に用いる器具を用いて、実験を行った。実験の流れは、まず実験の説明を行い、作業の確認、練習をしてもらってからVRグローブを装着し、キャリブレーションを行い、細胞培養の作業をしたのち、アンケート調査を行う。細胞培養操作については、以下の順で行った。

- i. 細胞培養フラスコを開ける
- ii. メスピペットを電動ピペッターに装着する
- iii. 細胞培養フラスコから古い培地を吸い上げる
- iv. 培地を廃液ボトルに吐き出す
- v. メスピペットを外し、ごみ箱に捨てる
- vi. 遠沈管の蓋を開ける
- vii. iiと同様

- viii. 遠沈管から新しい培地を吸い上げる
- ix. 培地を細胞培養フラスコに吐き出す
- x. vと同様
- xi. 細胞培養フラスコと遠沈管の蓋を閉める

分析は、上記の全11フェーズに対して、作業時間、作業動画から、見て判断できる違いを比較分析した後、得られた座標データを用いて、平均値と標準偏差、座標値の時間変化や軌跡のグラフ化、絶対座標をフリーエ変換したグラフ、3次元の時系列データを用いたDTWの値を用いて行った。

## 4. 結果・考察

分析の結果、特に熟達者の技術力が表れた作業があることが示された。そのフェーズと熟達者の特徴は以下の表1のようになった。

表1. 差が大きく出たフェーズ

フェーズ	熟達者の特徴
ii, vii	非熟達者より約7秒早かった ピペットを袋から出すのがスムーズ
iii, viii	1-2回のピペット操作で吸い上げていた
ix	吐き出す速度は25秒前後 左右の手首の高さがほぼ同じ
全体	前後の動きに関して無駄がなかった

さらに、熟達者は、細胞培養フラスコの持ち方、容器の蓋の持ち方、閉め方などについてもコンタミネーションリスクを避けるために、工夫をしていることが示された。

## 5. まとめ

本研究では、細胞培養における熟達者と非熟達者の手指動作の比較分析を行うことで、熟達者特有の技術的な特徴を考察することができた。

今後の課題として、さらに多くのデータを取得することで、熟達者として必要な技術なのか、個人的な特徴によるものなのかを分析し、非熟達者に指導すべき内容を定量化し、教育に対する有効性を検討していく必要がある。

## 参考文献

- [1] 松井遼太, 長谷川麻美, 竹川佳成, 平田圭二, 柳沢豊, “ピアノ教師向け悪癖発見支援システムの設計と実装および評価,” 情処学論, vol.16, no.4, pp.789-797, 2022.
- [2] 川口碧, 三武裕玄, 長谷川晶一, “角速度センサを用いたアーチェリー動作の比較及び差異の可視化,” 信学論(D), vol.J103-D, no.9, pp.632-643, 2020.