

K-025

## 型に着目した実験における腕の角度解析の検討 Consideration of angle analysis of arm in experiment focused on form

比嘉優<sup>†</sup> 神里志穂子<sup>†</sup> 野口健太郎<sup>†</sup> 池松真也<sup>†</sup> 鈴木龍司<sup>†</sup>  
Suguru Higa Shihoko Kamisato Kentarou Noguchi Shinya Ikemathu Ryuuji Suzuki

### 1. はじめに

近年、技能伝承のために様々な動作解析が行われ、それらの応用が検討されており[1]、教育の現場においても講義の授業評価や教育手法カイゼンの試みが多く行われている[2].

本研究の目的は、機器取扱いなどに関する動作特徴を抽出し、工学実験を要領よく行う学生とそうでない学生の相違点を明らかにすることで、工学実験における効果的な教育法を確立することである。これまで、情報工学系の電子機器を取り扱う計測実験において、動作と機器取扱いの関連性について検討を行ってきた[3,4].

本稿では、生物学系の実験においても実験動作と器具取扱いの関係性が得られるかどうかを検討するために上肢動作の角度解析を行った。

### 2. 計測実験

今回の実験では、典型的な学生実験の1つである微生物培養を実験テーマとし、両腕の各関節角度を解析、動作特徴の抽出を試みた。この実験は通常、クリーンベンチと呼ばれる無菌操作を行うための装置の中で行う。今回は、動作解析を行うため疑似環境を作り、実験を行った。被験者には、実験経験のある学生とない学生の2名に対し微生物培養実験を行ってもらった。また、実験終了後、実験全体(実験手順・器具取り扱い・実験時間)に関するアンケートを実施した。

#### 2.1 使用器具と実験環境

今回の実験環境を図1に、実験に使用した器具を表1に示す。被験者の前には透明なアクリル板があり、アクリル板の下から腕を入れて実験を行う。使用器具は事前に配置し、学生は中央の椅子に座って単独で実験を行った。また、首の付け根付近(左右)、両腕の肩・肘・手首・手の甲の合計10箇所反射マーカを取り付け、

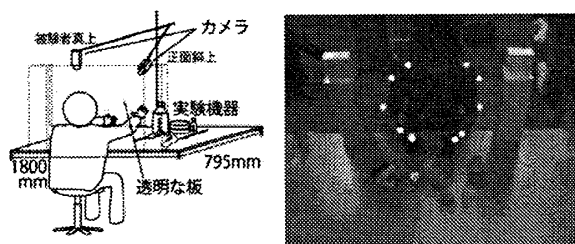


図1 実験環境

<sup>†</sup> 沖縄工業高等専門学校 Okinawa National College of technology

表1 使用器具一覧

器具名/試薬	数量
シャーレ	3
圧力ピン	2
培地 (MRS 培地 + 0.05%炭酸カルシウム)	200 ml
サンプル (乳酸菌)	15 ml
ガン	1
ピペットマン (1000 $\mu$ l)	1
チップ (ピペットマン用, ガン用[20 ml])	1

天井と正面斜め上の2ヶ所から光学式モーションキャプチャで上肢動作の計測を行った。

#### 2.2 実験条件と実験手順

微生物培養実験では、以下に示す1~6までのステップを行う。被験者には事前に実験手順書を渡し、確認してもらった。実験では、手順の2~6までを1サイクルとし、これを3回繰り返す。

1. ピペットマン、ガンにチップを取り付ける
2. ピペットマンでサンプルを1ml吸い出す
3. シャーレにサンプルを出す
4. ガンで培地を20 ml吸い出す
5. シャーレに培地を出す
6. サンプルと培地が混ざるようにシャーレを回す

### 3. 実験結果

学生A(経験あり)と学生B(経験なし)の総実験時間はそれぞれ3分11秒、3分41秒であり、30秒近くの差が見られた。図2に学生Aと学生Bの上肢の軌道を示す。これは学生の両腕を上部から見た軌道図であり、右側の軌跡が右腕、左側の軌跡が左腕を示している。図の下側から肩、肘、手首、手の甲の順番となっている。今回、学生2名の実験動作を確認したところ、肩と肘の動きに

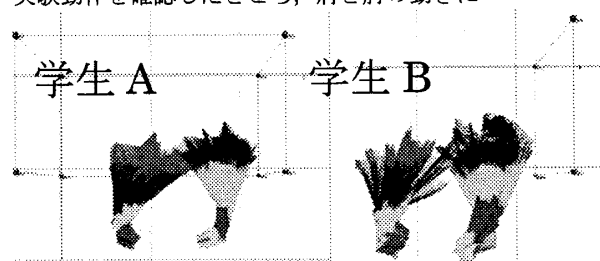


図2 学生Aと学生Bの両腕の軌道

違いが見られたため、図3と4に学生Aと学生Bの肩関節角度と肘関節角度の計測結果を示す。横軸が時間(s)、縦軸は関節角度(度)である。

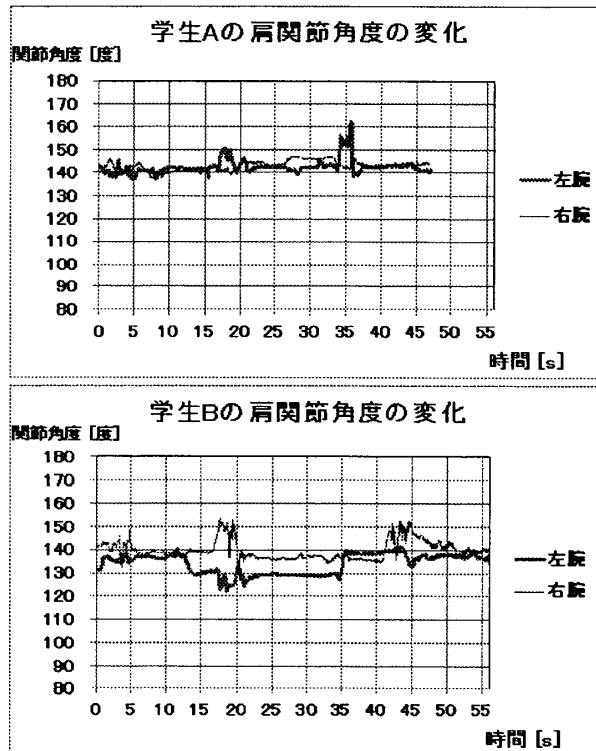


図3 肩関節角度の変化

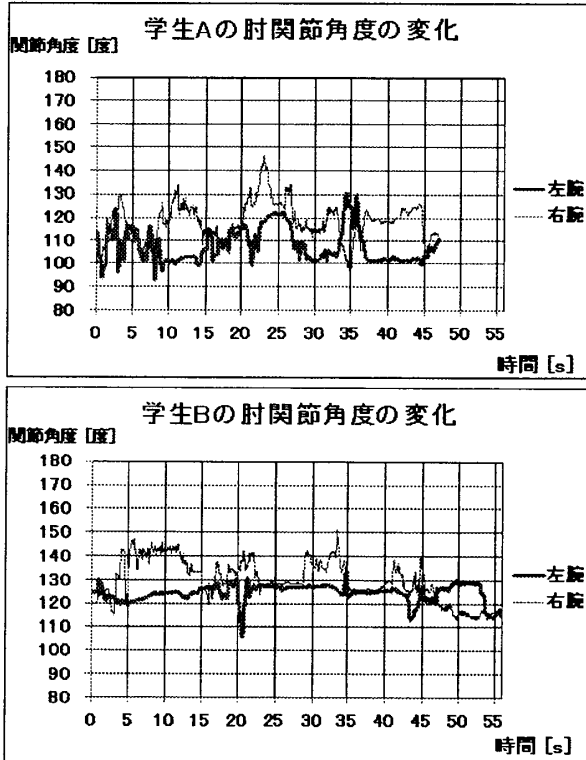


図4 肘関節角度の変化

#### 4. 考察

図2の軌道を比較すると、学生Aは肩の動きが小さく肘から先の部分で実験を行っているのに対し、学生Bに関しては、腕全体を動かして実験を行っているのが見られる。図3と4からもわかるとおり、学生Aは上腕部分(肩)の角度の変化が小さく、前腕部分(肘から先)の角度の変化が学生Bに対して大きい。

このことから、学生Aは、肩の関節をあまり動かさず上腕を固定して実験動作を行っているため、上肢の自由度が少ない分、安定した動作が行えていると示唆される。一方、学生Bは、肩関節、肘関節ともに動かして実験動作を行っているため、自由度が多く不安定な動作になっていることが示唆される。また、アンケート調査では、実験はスムーズに行え、器具の取扱いが十分できたと学生Aが答えたのに対して、学生Bは、実験は普通通りに行えたが、器具の取扱いに関してうまく使用することができなかつたと答えている。このことから、手順は理解していたが、器具をうまく扱えないため、実験をスムーズに行えていなかったということが示唆され、それが角度変化の結果にも現れていると考えられる。

生物学系の実験では実験時間が早いほど成功する確率が上がると考えられている。学生Aは学生Bよりも実験時間が短いため、成功確立が高い。そのことから、スムーズに実験動作を行うことが、実験を要領よく行うためにも大事であると考えられる。

#### 5. まとめ

本稿では、微生物培養実験の上肢動作の角度解析を行い、生物系の実験においても動作と器具取扱いの関係性が得られるかどうかを検討した。その結果、学生Aは、上腕部分をあまり動かさず、肘から先の部分で実験を行っており、学生Bに関しては、上腕から腕全体を動かして実験を行っていた。また、安定した実験を行うには、上肢の自由度が関係していると示唆された。

今後、被験者数をさらに増やして関節角度における機器・器具取り扱いに関する動作特徴を定量化する必要がある。

#### 参考文献

- [1] 藤田 光伸, 他 2 名, “機械操作における認知能力の熟練技能解明とその応用に関する研究”, Vol.4, No.1, pp.67-77 (2002).
- [2] 大北 正昭, 他 4 名, “鳥取大学工学部電気電子工学科における教育改革と評価”, 工学教育, Vol.53-3, pp.81-86 (2005).
- [3] 比嘉 修, 他 6 名, “工学実験における学生の視線と習熟度の関係”, 第5回情報科学技術フォーラム(FIT2006), pp.439-440, (2006).
- [4] 比嘉 優, 他 4 名, “手先躍度と学生実験の熟達度の関係性”, 平成19年度電気関係学会九州支部連合大会, 08-2A-01, (2007).

#### 謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(基盤研究(C)), 18500688)及び長岡技術科学大学の平成20年度「分類(C)高専との共同研究の推進」により行われた。