

平成 30 年 9 月 6 日現在

機関番号：27401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K07244

研究課題名(和文) 把握運動における道具の有無の観点からみた利き手の機能的潜在性

研究課題名(英文) Existential reason of human handedness examined from tool-use during grasping tasks

研究代表者

青木 朋子 (Aoki, Tomoko)

熊本県立大学・環境共生学部・准教授

研究者番号：50433412

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：右利き若年者6名を対象に、道具(箸)あるいは指によって、3軸フォースセンサーを配備した物体を把握し、ターゲットまで移動させる課題を右手、左手それぞれで実施した。3次元モーション計測システムを用いて、課題時の物体、親指指先と各関節、人差指の指先と各関節のマーカー位置を測定した。その結果、物体がターゲットに置かれるまでの所要時間は、左手の方が右手より遅いこと、左右差は箸の方が指に比べて大きいことが明らかとなった。上下方向の座標から躍度を算出したが、箸・指、利き手・非利き手、ターゲット大・小のいずれの条件においても大きな違いは見られず、今後、前後方向や左右方向も調べる等、さらなる検討が必要がある。

研究成果の概要(英文)：Healthy right-handed 6 adults grasped an object with 3 axes force center and moved to small or large target using the two digits or chopsticks. Using 3D motion capture system, positions of the object, the thumb and the index finger were examined. Exerted forces to the object were measured with the force center. The EMG (electromyogram) of the musculus flexor digitorum superficialis and the extensor digitorum muscle were also examined. It was demonstrated that time required to move the object was longer for the task with the left hand than the right hand. The hand difference was more predominant in the tasks with chopsticks than the digits. Jerk of the object and fingertips was calculated at up-down direction. However, any difference was not observed between right and left hands, between chopsticks and the digits, and between small and large targets. Therefore, this parameter might not evaluate "awkwardness" in movements.

研究分野：応用人類学

キーワード：利き手 道具 把握運動 動作解析

## 1. 研究開始当初の背景

ヒトの身体は、一見、左右対称に見えるが、実際には心臓や肺、大脳半球等の左右非対称が存在する。ヒトの行動レベルでの顕著な左右非対称に、一方の手を選択的に用いる、利き手の存在がある。しかしながら、このいわば当たり前の現象が、どのような機序によって形成されるのかは未だ不明である。ヒトでは人種や文化に関わらず、約 90%が右利き、残りの約 10%が左利きである (Goble & Brown 2008)。また、右利きの 96%では、言語機能が左半球優位である (Knecht et al. 2000)。そのため、これまで利き手の形成と言語機能の左半球優位の関連性について多くの議論がなされてきた。つまり、人類の祖先が約 200 万年前に道具の作製・使用を始めたことに伴って、ヒトでは右利きが進化し、道具の作製・使用方法を伝達するための言語の必要性が高まったことで、右手の運動を制御する左半球が言語も制御するようになった、というのである (Corballis 2003)。しかしながら、ヒト以外の霊長類にも利き手が存在すること (Boesch 1991)、ヒト以外の霊長類でもブローカ言語野は左半球の方が大きいこと (Cantalupo & Hopkins 2001) が報告されており、利き手の形成と言語能力の発達との因果関係ははっきりとしない。

手の左右差と課題の難易度について定量的に調べた先行研究は極めて少なく、どのような条件下で利き手・非利き手の差が顕著なのかははっきりしない。Provins & Magliaro (1993) は、書字課題では握力発揮課題に比べて左右差が大きかったと報告している。一方、Hausmann et al. (2004) は、人差指の単純なタッピング課題における左右差は、4 指の連続したタッピング課題に比べて大きかったと報告している。こうした知見を考慮合わせると、手指の左右差は、タッピングのような実験課題における難易度よりもむしろ習熟した道具使用動作で強調される可能性が考えられる。

## 2. 研究の目的

本申請研究では、道具使用の有無、使い慣れた道具とそうでない道具、正確性を要する難しい課題とそうでない課題の異なる条件で把握運動を実施し、手指の 3 次元動作解析と把握物体に対して発揮される 3 軸方向の作用力分析、さらには筋電図解析を行い、異なる条件下で手の左右差がどのように変化するのかを調べ、利き手の機能的潜在性について検証することを目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1) 被験者

18~22 歳の健常若年者 6 名を被験者とした。エンジンバラ式利き手テスト (Oldfield 1971)

を用いて、被験者全員が右利きであることを確認した。すべての被験者に対して、実験の内容と実験の際に起こりうる危険性について十分に説明した上で実験参加の同意を得た。

### (2) 実験手順

被験者には、右手あるいは左手を用いて、スタートポジションに置かれた把握物体を指先あるいは箸で摘み上げた後、移動させ、ターゲットポジションに置くように指示した。これらの動作はできるだけ速く、正確に行うように指示した。右手の場合、スタートポジションは被験者の右側 (ターゲットポジションからの距離は 10 cm) に、左手の場合は左側に設置した。道具使用なしの条件では指先で、道具使用ありの条件では箸で、物体を把握・操作するよう指示した。使い慣れた道具の条件では、箸は標準的なサイズ (長さ: 23 cm、末端の直径: 6 cm、先端の直径: 3 cm、重量: 3 g) を使用した。予備実験において、使い慣れていない道具の条件で、箸の末端と先端の直径は同じだが、長さが 2 倍 (46 cm) のものを使用した。非利き手の左手でこの条件を実施することが非常に困難であることが判明したため、本申請研究では、使い慣れた道具とそうでない道具の比較は行わないこととし、標準的なサイズの箸のみで実験を実施した。また、正確性を要する条件ではターゲットの大きさを 2×2 cm、簡単な条件では 4×4 cm とした。つまり、右手・左手 (2 条件) × 道具使用の有無 (2 条件) × ターゲットの大きさ (2 条件) の計 8 条件を実施した。条件はランダム順とし、各条件 3 試行を実施した。そして、3 試行のうち、物体と指 (あるいは箸) が接触してから離れるまでの課題所要時間が最も短い試行を分析に用いた。

### (3) 実験装置

3 次元モーション計測システムを用いて、物体把握課題時の被験者の手指と箸、物体の座標を 3 次元動作解析した。被験者の手の甲 3 点、親指の 3 関節、人差指の 4 関節、把握物体 2 点の計 12 カ所に、LED マーカー (直径 3 mm) を取り付けた。8 台のカメラによって計測した計測点の xyz 座標から、把握物体の操作にかかる時間、速度、加速度、躍度、関節角度等を算出した。把握物体には 1 台の 3 軸フォースセンサーを配備し、作用力を測定した。また、筋電図測定システムを用いて、右手・左手の浅指屈筋と総指伸筋の筋電図の測定も試みた。

## 4. 研究成果

指あるいは箸が物体に接触してから離れるまでの時間 (スタートポジションからターゲットポジションまでの物体移動時間) は、指・箸、ターゲット大・小のすべての条件において、利き手である右手の方が非利き手の

左手よりも速かった。しかしながら、箸による物体移動では指による移動に比べて、より顕著な左右差が認められた。ターゲット大では、ターゲット小に比べて移動時間が短い傾向が見られたが、利き手・非利き手ほどの大きな差は見られなかった。これらの結果から、左手による物体移動には右手に比べてより長い時間を要すること、さらにはその左右差は指による物体移動よりも箸による移動の方が顕著であることが明らかとなった。つまり、右利き者の利き手・非利き手の把握運動において、道具ありの方が道具なしに比べて顕著であることがわかった。また、ターゲットが小さい場合にはより長い時間をかけて物体を移動させることで、より正確に物体位置を調整する戦略を用いることも明らかとなった。

物体が最終的に置かれた位置とターゲットの位置の誤差は、箸による物体移動ではターゲット大・小の両方で右手の方が左手に比べて小さかったが、指による移動ではターゲット大・小のどちらにおいても左右差は認められなかった。物体とターゲットの誤差は、箸・指の両方の条件でターゲット小の方がターゲット大に比べて小さい傾向が見られた。つまり、指による物体移動では、右手・左手のどちらにおいても、ターゲットの大きさに関わらず、物体の最終的な位置を調整することが容易だが、箸による物体移動では物体の最終的な位置を調整することが困難であり、ターゲットが大きい場合にはそれほど正確な位置調整を行っていない可能性が考えられる。

物体移動中の把握力の最大値は、右手・左手、指・箸、ターゲット大・小で同程度の値となった。このことから、すべての条件において適切な力調整が行われており、必要以上に強い力は発揮されていなかった可能性が高い。

物体や親指指先、人差指指先の上下方向の位置情報から躍度を算出したが、右手・左手、指・箸、ターゲット大・小で同程度の値となった。躍度から滑らかな動きが行なわれたかどうかを調べる試みを行ったが、上下方向、さらには躍度の大きさだけから「ぎこちない動き」を評価することは困難である可能性が高い。今後、左右方向や前後方向についても躍度を算出する、さらには一定以上の値を上回る回数を調べる等、さらに詳細な分析が必要である。

また、筋電図測定システムを用いて、右手と左手の浅指屈筋と総指伸筋の表面筋電図を測定したが、それぞれの筋の活動量は箸・指、利き手・非利き手、ターゲット大・小の条件で大きな違いは見られなかった。今後はこれらの筋のうち、課題に使用する指に対応する位置をさらに正確に調べ、電極を貼る等の対策が必要である。

本申請研究では、右利き者が右手あるいは左手によって、指または箸で物体を把握し、

異なる大きさのターゲットに物体を置いたときの物体と親指、人差指の位置、発揮力、筋電図をそれぞれ3次元動作測定システム、3軸フォースセンサー、筋電図測定システムを用いて測定した。その結果、右利き者が物体の把握・操作を行った場合の利き手・非利き手の差は道具なしの課題より道具ありの課題の方が大きいことが明らかとなった。ターゲット大・小では、これほど大きな左右差は見られなかったことから、課題の難しさというよりは道具の有無が左右差に大きな影響を及ぼす可能性が高い。しかしながら、本申請研究で実施したのは限られた条件であり、今後、様々な条件を組み合わせることで実験を行うことによって、道具の有無や課題の難しさと利き手・非利き手の運動機能の違いをより深く調べることが必要である。さらに、本申請研究では、右利き者のみを対象として実験を実施したが、今後は左利き者や強い右利き傾向の人と弱い右利き傾向の人など、様々な被験者を対象に実験を今後行うことで、利き手と道具の関係性についてより深く検証できる可能性が高い。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 件)

なし。

〔学会発表〕(計 件)

なし。

〔図書〕(計 件)

なし。

〔産業財産権〕

なし。

出願状況(計 件)

なし。

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計 件)

なし。

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

なし。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

青木 朋子 (AOKI TOMOKO)

熊本県立大学・環境共生学部・准教授

研究者番号：50432412

(2) 研究分担者

なし。

(3) 連携研究者

関 和彦 (SEKI KAZUHIKO)

国立精神・神経医療研究センター・神経研究  
所モデル動物開発研究部・部長

研究者番号：00226630

(4) 研究協力者

Marc H Schieber