

平成30年6月11日現在

機関番号：32623

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12363

研究課題名(和文)調理動作のバイオメカニクス的研究

研究課題名(英文)Biomechanics of cooking

研究代表者

山中 健太郎 (Yamanaka, Kentaro)

昭和女子大学・生活機構研究科・教授

研究者番号：90359662

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は調理動作のバイオメカニクスの特徴を調べることで、対象として「包丁によるリンゴの丸剥き動作」を取り上げた。女子大学生148名に予備試験を行い、その中から熟練者・未熟練者それぞれ10名ずつを本実験の参加者とした。本実験では参加者の両手の動きをモーションキャプチャー(VICON)で記録し、同時に両手の手指の筋活動も計測した。その結果、熟練者は右手を包丁に固定して数回力を入れながら左手で保持したリンゴをゆっくり回転させ、次に左手で保持したリンゴを持ちかえる、というパターンで左右の手を協調させていた。一方、未熟練者ではこうした左右での協調パターンがみられなかった。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study is to investigate biomechanical features of coordinated bimanual movement in cooking. In this study, we targeted the movement of “peeling a whole apple by a knife”. As a preliminary study, we assessed the movement of peeling a whole apple by a knife in 148 female university students and selected 10 skilled- and 10 unskilled-participants for main experiment. In the main experiment, we recorded kinematic data by 3D motion capture (VICON) and EMG data in bilateral forearm and hand muscles while participant peeled a whole apple by a knife. As a result, we demonstrated that skilled participants fixed their right-hand with a knife and their right-hand muscles reveals 3-4 rhythmical bursts while they rotated an apple by their left-hand slowly, and then they shift an apple in their left hand periodically. On the other hand, unskilled participants did not revealed such bimanual coordinated pattern and periodic bursts of muscle activation.

研究分野：身体教育学

キーワード：運動スキル コーディネーション 運動学習

### 1. 研究開始当初の背景

生活科学においては、我々の身近な生活の中にある様々な物事を科学的に調べ、その成果をよりよい生活を送る上で有効に活用することが重要である。その中で、調理は食物を安全でおいしく、見た目も美しくする上で重要な工程である。

日本では家庭での調理において、包丁で食材を様々な形に切り刻む、フライパン上で調理した食材をひっくり返す、ボウルの中の食材をかき混ぜ泡立てる、といった動作を当たり前のように行う。こうした調理動作は、両手の動きを協調させ発揮する力を繊細に制御する必要のある、きわめて高度な運動スキル (fine motor skill) を要する動作である。しかしながら、こうした調理動作を対象として、力学的特性および筋活動の詳細な測定・分析をした研究は多くない。世界的にみても調理動作そのものを対象とした研究はほとんど見当たらない。そこには西欧諸国と日本の食文化上の違いが影響していると考えられる。すなわち、西欧諸国において家庭ではすでに調理・加工済み食材を用いることが多く、そもそも家庭で繊細な運動制御を必要とする調理動作を行う機会が少ないため、研究対象となりにくい(する必要がない)ということなのかもしれない。それゆえ、こうした日本独自の家庭での調理という文化を継続して伝えていくという意味からも、生活科学・調理学の分野において調理動作のスキルを研究することが重要であると考えられる。

### 2. 研究の目的

本研究は、日本の一般家庭で行われる様々な調理動作を、動作の力学的特性および筋活動等の生理学的特性の両面から明らかにし、その中で、スキルの高いヒトと低いヒトの比較および練習による動作スキル上達の過程から、調理動作の『コツ』について検討することを試みた。本研究ではとくに対象動作を「包丁を用いたリンゴの皮の丸剥き」として、熟練者と未熟練者を比較する調理技術の評価指標に基づいて分類した実験参加者間での動作の違いについて検討し、さらに動作を生み出す筋活動の違いについても、包丁を持つ利き手だけではなく、リンゴを持つ非利き手の活動も含めて検討した。

### 3. 研究の方法

本研究を行うにあたり、まず予備実験として、栄養士養成施設において学ぶ女子大学生を対象として、2015年7月・2016年7月の2回に分けて、計148名に対して「リンゴの丸剥き試験」を実施した。リンゴの重さを量り(311.1±16.2g)、合図とともにリンゴの皮を丸のまま剥き、剥き終わった皮の重さ(25.8±7.1g)を計測した。剥いた皮の割合は8.3±2.3%で、最小2.9%・最大18.0%であった。剥いた皮の長さ(最長のもの・合計)や厚さも計測した。さらに実験者の1名が、剥き終

えたリンゴの表面の美しさを評価した。これらの結果に基づいて、主実験の被験者を選定した。

主実験の実験参加者は、「リンゴの丸剥き試験」の結果に基づいて熟練者と非熟練者に分けて募集し、自由意志により研究協力に同意した20名であった(2015年度熟練者と非熟練者5名ずつ、2016年度熟練者と非熟練者5名ずつ)。実験プロトコルは昭和女子大学倫理委員会の承認を得た。実験参加者から全員に十分に研究の意義・内容の説明をした後、書面で同意を得た。

両手の手指の動作学的データは、モーションキャプチャー(3次元動作解析システムVICON)を用いて計測した(図1)。反射マーカー(直径15.0mm)を包丁(T8シリーズ、竹内刃物製作所; 全長330mm・刃渡り210mm・重量160g)上の3-4か所と、参加者の両手の肩・肘・手首(内側・外側)と利き手の親指の指先・付け根、非利き手親指等の計10か所に装着した(図2)。



図1 モーションキャプチャーを用いた動作計測の様子

また、2016年度の測定においては、生理学的データとして、左右の母指球筋および右第一背側骨間筋・左円回内筋に筋電計(FSE-SEMG1, 4 Assist)を装着し、表面筋電図(EMG)を記録した。



図2 筋電計を装着した様子

リンゴの丸剥きにおける包丁の持ち方、剥くスピードは参加者に任せ、熟練者と非熟練者とも1個を剥き終えた時点で測定終了とした。動作の確認を行うために、ビデオカメラによる動作の撮影も行った。

記録した動作学的データおよび生理学的データから、熟練者・非熟練者の左右の指先および手の動き・包丁の動き方等を比較した。リンゴの丸剥き動作には個人差が大きく、実験参加者ごとに様々な特徴が見出された。そこで、熟練者・未熟練者に特徴的なデータを

示し、それらについて考察を行った。

#### 4. 研究成果

リンゴの丸剥きにおける動作学的データを分析する際に、右手・左手・リンゴ・包丁の全体が姿勢の変化により動いてしまう可能性を考慮して、包丁の『あご』と呼ばれる刃の手前の部分を原点に、包丁の刃を y 軸上に固定して、包丁に対する相対的な右手・左手の動作を検討した。

まず、熟練者の代表的な例として、実験参加者 A のデータを示す。動作データから、包丁と右手が一体化してほとんど動かさず、左手を回転させながらリンゴの皮を剥いている様子が確認できた(図 3 上)。一方、この時の動作データの時系列と筋活動をみると、包丁を持つ右手の指の筋がリズムカルに 3-4 回収縮すると、左手の指の筋が大きく収縮するというパターンを繰り返していた(図 3 下)。これらの結果は、熟練者は包丁を持った利き手は力を入れるだけで大きく動かさず、左手で持ったリンゴを徐々にずらしながら皮を剥いていき、ある程度進むと左手のリンゴを持ちかえていることを示していた。

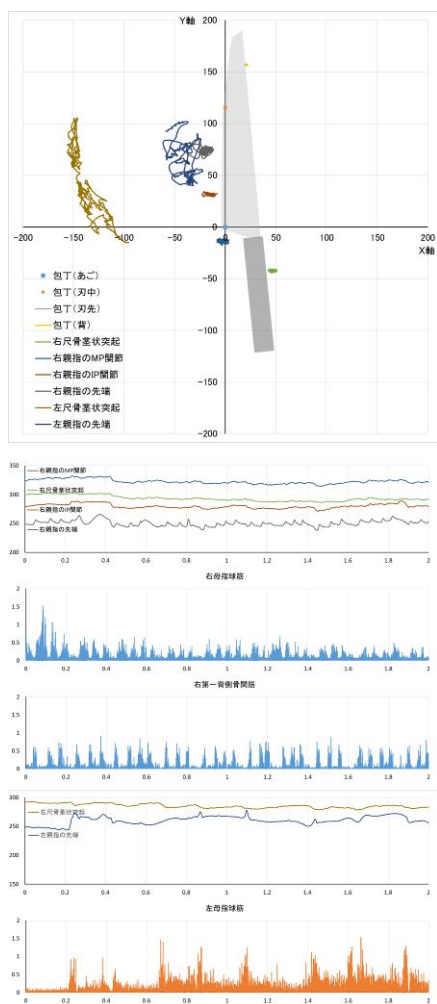


図3 実験参加者 A (熟練者)の動作(上)と筋活動(下)

重要な特徴として、右手に筋活動がリズムカルに生じて力を入れたり抜いたりしているときには、左手は弱い筋活動が継続的に生じリンゴを保持しているだけであった。今度は反対に左手に大きく筋活動が生じリンゴを持ちかえているときには右手に筋活動は表れなかった。大事なのはこの利き手と非利き手の連動した筋活動パターンが、ほぼ一定の間隔でみられたことである。

次に、未熟練者の代表例として、実験参加者 B のデータを示す。動作データから明らかなのは、右手が熟練者と異なりわずかにスライドして、包丁に対して手が少し動いていることが確認できた。また、左手の動きも不規則で直線的であった(図 4 上)。この時の動作データの時系列と筋活動をみると、熟練者と異なり包丁を持つ右手の指にリズムカルな収縮が見られず不規則であり、左手の指の筋の収縮が生じる間隔も長くそのタイミングも不規則になっていた(図 4 下)。これらの結果は、未熟練者は包丁を持った利き手を微妙に動かし、同時に左手も動かすことで不規則に細かな調整をしながらリンゴの皮を剥いていることがわかった。

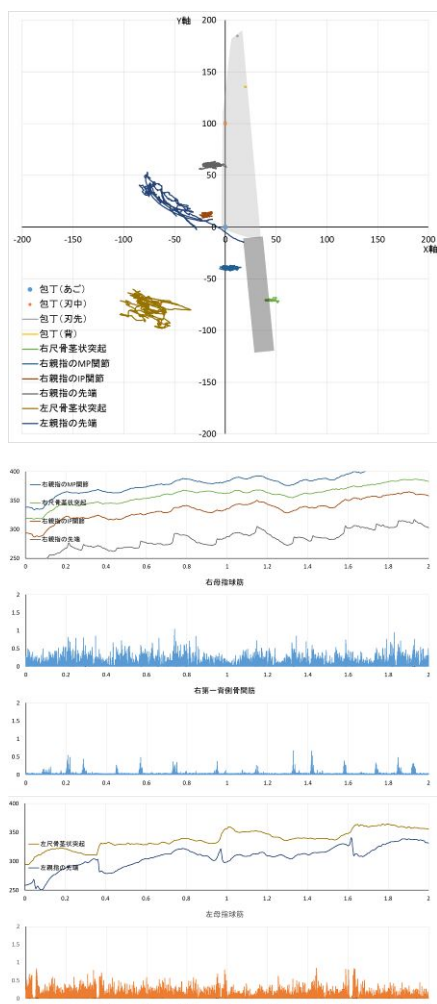


図4 実験参加者 H (未熟練者)の動作(上)と筋活動(下)

この例に出した熟練者と未熟練者の間では、包丁の持ち方や両手のなす角度も大きく異なった。他の参加者をみてもこれらの点には個人差が大きかった。参加者の手の大きさや筋力が異なるため、適した持ち方は参加者それぞれで異なるのかもしれない。一方で、利き手の周期的な筋活動や、利き手と非利き手の連動性は熟練者においてより明瞭にみられる特徴であった。

まとめると、熟練者のリンゴの丸剥き動作は、右手が包丁に固定され周期的な筋活動によりリズムカルに力を発揮し、左手はリンゴを保持しつつ円弧を描くように回転させ一定の間隔で持ちかえる、という利き手と非利き手の間の連動した筋活動のパターンを有していた。一方で非熟練者の動作は、パターン化されていない不規則な筋活動の連続であった。すなわち、熟練したリンゴの丸剥き動作は、利き手と非利き手の間で連動したパターン化された動きを運動学習により身につけたものと考えられ、今後はその運動学習の過程を詳細に追跡・検討することが必要であろう。

これらの知見は、調理動作の『コツ』を検討する上できわめて重要なものであった。またこれを調理動作のスキルの学習の補助に用いることが、日本の一般家庭で行われる調理動作という技能の伝達をより円滑にする一助となるものと考えられた。

#### 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 0 件)

[学会発表](計 8 件)

Yamanaka K. **Cortical EEG dynamics during reaching movement under the influence of the mirror illusion.** *Society for Neuroscience 47th Annual Meeting, November 11-15, 2017, Washington DC, USA*

秋山久美子 山中健太郎 **リンゴの丸むき操作における巧拙と包丁操作の関係(2).** 日本調理科学会平成 29 年度大会, 2017.8.31-9.1, お茶の水大学, 文京区(東京都)

Yamanaka K. **Participant's strategy of response execution/inhibition training linked with chocolate image affects subsequent chocolate intake.** 第 40 回 日本神経科学大会, 2017.7.20-23, 幕張メッセ, 千葉市(千葉県)

秋山久美子 山中健太郎 **リンゴの丸むき操作における巧拙と包丁操作の関係.** 日本調理科学会平成 28 年度大会, 2016.8.28-29, 名古屋学芸大学, 日進市(愛知県)

Yamanaka K. **Effect of handedness on unilateral and bilateral reaching movements under the influence of the mirror illusion.** *Society for Neuroscience 46th Annual Meeting, November 12-16, 2016, San Diego, California, USA*

Yamanaka K. **Handedness-related differences in EEG activities during preparation for bimanual selective execution/ inhibition task.** 第 39 回 日本神経科学大会, 2016.7.20-22, パシフィコ横浜, 横浜市(神奈川県)

Ishikawa F. Yamanaka K. **Performance and ERP in the Iowa Gambling task is related to body weight and daily eating behavior in Japanese healthy young females.** *Society for Neuroscience 45th Annual Meeting, October 17-21, 2015, Chicago, Illinois, USA*

Yamanaka K. Ishikawa F. **Cortical responses and autonomic balance related to risky decision-making in the Iowa Gambling task.** 第 38 回 日本神経科学大会, 2015.7.28-31, 神戸国際会議場, 神戸市(兵庫県)

[図書](計 0 件)

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

[その他]  
ホームページ等

#### 6. 研究組織

##### (1)研究代表者

山中 健太郎 (YAMANAKA, KENTARO)  
昭和女子大学・生活機構研究科・教授  
研究者番号: 90359662

##### (2)研究分担者

秋山 久美子 (AKIYAMA, KUMIKO)  
昭和女子大学・生活機構研究科・教授  
研究者番号: 80155291