

筋電センサを用いたふきんの絞り方の評価

大西鮎美¹ 浦田結希² 寺田 努^{1,3} 塚本昌彦¹

概要: 家事労働を市場経済活動と比較するために貨幣評価額を推計する試みは, わが国でも定期的に行われており, 家事活動を定量的に評価することには社会的意義がある. 家事活動の負担の大きさはエネルギー代謝を指標として評価されることが多いが, 短時間でも大きな力を使うふきん絞りのような動作はこのような指標では可視化されづらい. そこで本研究では, 筋電センサを用いてふきんの絞り方の違いによって負担に差があるのかを評価した. はじめにふきんの絞り方の種類を調査するため, 予備実験を行い絞り方をまとめ, その中から横絞り, 縦絞り, 指立て縦絞り, トルネード絞りの4通りの絞り方を対象に筋電センサを腕部に装着して, ふきんを絞る評価実験を行った. 評価実験では絞り方ごとの比較をふきんが含む水分の質量と被験者の主観による順位付け, および筋電センサ値の最大振幅から評価した. 実験の結果, ふきんの絞り方によって使う筋肉が異なることが分かり, 縦絞りでも人差し指を立てるかどうかによっても筋電センサ値が異なることが分かった. 同じ絞り方でも被験者ごとに力が入っている筋が異なっており, 絞り方ごとの特定の力の入れ方は今回の実験からはわからなかったが, 被験者個人ごとの絞り方のなかでは筋電センサ値に一貫性がみられた. トルネード絞りについては, 順位付けの結果をみると最も動作が複雑であったために他の絞り方よりも順位を低くつけていた被験者も多かったが, 10名中4名が2位としており一回の絞り動作では最もかたく絞れている被験者が多かった.

1. 背景と目的

Unpaid Work(無償労働)のひとつである家事活動は, 一般的に各家庭で毎日のように行うものであり, 市場を介さずに行われることが多く, 記録に残ることも少ない. このような無償労働を市場経済活動と比較するために貨幣評価額を推計する試みは, わが国でも定期的に行われており [1], 家事活動を定量的に評価することには社会的意義がある. どのような家事作業の負担が大きいのかを定量的に示すことができれば, より負担の小さな方法の検討や, 負担の大きい作業の自動化の検討にもつながる. 家事労働の可視化は社会的にも求められているが, 家事活動の定量的な評価に関する先行研究は作業時間ベースで評価項目を抽出しており, 負担の大きさをエネルギー代謝を指標として評価しているものが多い [2]. しかし, 短時間でも大きな力を使うものについてはこのような指標では可視化されづらいが, 負担の大きな作業であると考えられる. 家事の中でも負荷が大きなもののひとつに拭き掃除の際に行うふきんを絞る動作が挙げられるが, ふきんを絞る動作は, テーブルを拭く際に, 拭きジワが残ることを防ぐためにもふきんをかたく絞る必要があり, 短時間とはいえ大きな力を使

う. ふきんの絞り方には, 主にふきんを縦に持って絞る縦絞りと横に持って絞る横絞りなどいくつかのパターンがあり, 楽な絞り方は口頭伝承で母親や学校教師から伝えられることもあるが, その絞り方が本当に負担が少ないのかは検証されていない. また, 縦絞りの中でも指を立てて絞ると楽に絞れるといった意見もあるが本当に楽であるかは確かめられていない. スポーツなどにおいて動作を解析する研究は多くあるが, 家事活動が無償労働といわれていることから効率の良い方法や動作があまり分析されていないという現状がある. 家事の定量的評価方法のひとつとして安部らは, 主観評価の身体的負担感と筋電位積分値, 作業時間などの定量的指標との関連度を分析し, 身体負担感を作業時間と筋電位積分値の2つの指標により予測する手法を提案している [3]. このように家事の負荷を体に装着した筋電位センサ値の変化などから評価することで, 短時間に大きな力を使う動作についても効率のよい方法を見つけられる可能性がある. そこで本研究では, 筋電センサを用いてふきんの絞り方の違いによって力の使い方に差があるのかを評価することを目的とする. 本論文では以降, 2章で関連研究を紹介し, 3章で評価実験の内容および4章で結果を述べる. 5章で考察を行い, 最後に6章で本論文をまとめる.

¹ 神戸大学大学院工学研究科

² 日本放送協会

³ JST さきがけ

2. 関連研究

本章では、家事活動の評価に関する研究と筋電位計測による動作の評価に関する研究について述べる。

2.1 家事活動の評価に関する研究

家事活動の実態調査や負荷の評価に関する研究は、これまでにいくつか行われている。松田らは、夫婦の家事時間の規定要因を調査しており、調査結果からは妻が中心となって家事を行い、妻がすべてできない場合に夫が支援するという夫婦の家事分担の様子が示唆されている [4]。筒井の研究では、女性が社会進出をする際に労働時間の追加により女性が減らす家事頻度に比べて、全体的に男性の追加する家事頻度が少ないという結果が家事頻度のデータから推定されている [5]。家事項目ごとにみた場合、妻が労働時間を増やした際に頻度が落ちにくいのは食事の用意とあとかたづけで、頻度が落ちるのは買い物と掃除であるとのことで、家事項目によっても妻にとっては優先度があることがわかるが、台を拭くためにふきんを絞ることは、食事の用意やあとかたづけ、および掃除に含まれ、家庭においてふきんを絞る頻度は家事に注力できない場合には下がっていると考えられる。藤田は、共働き夫婦の家事実態調査をインターネットを通じて行っているが、共働きであっても女性が男性に比べて全ての家事を高い頻度で行っているという結果となっている [6]。また、家事による精神的な負担についても女性が男性よりも高い傾向にあると述べている。このことから、負荷が可視化できた場合、適切な分担の一助となり、家事負担者の肉体的負荷だけでなく、精神的な負担についても改善できる可能性がある。これらの調査より、家事活動は現代でも女性が主に行っていることが多いことが示されているが、女性の社会進出に伴い、男性の分担も行われつつあることがわかる。

家事活動の負荷の評価について、岡島らは、在宅ねたきり老人の介護のモデル実験で鏡面筋電図とエネルギー代謝率から身体的負担を評価している [7]。稲葉らは、家事労働の作業台の適した高さをエネルギー代謝から調査している [8]。大森は、エネルギー代謝の点から家事労働を詳細な動作ごとに評価しているが、絞る動作については評価は洗濯時のみとなっている [2]。

福原らは、家庭における家事活動のエネルギー消費量の調査と推定方法を検討している [9]。この研究では、評価する家事活動項目は、炊事、壁の拭き掃除、床のモップがけ、草とり、階段の拭き掃除、庭の掃き掃除で、酸素消費量と心拍値などの身体活動量から、エネルギー消費量を調査している。家事活動の評価はこのようにエネルギー代謝や筋電位を指標として行われており、本研究で対象とするふきん絞りは、一度の動作時間が短く持続的なものではないの

で、エネルギー代謝による計測方法は適していないと考えられる。

また、子供に対する教育として家事の実態調査を行わせるという試みもあり、普段見えない家事の負担を可視化することは教育の一環にもなっている [10], [11], [12]。家事の定量的評価方法として安部らは、主観評価の身体的負担感と筋電位積分値、作業時間などの定量的指標との関連度を分析し、身体負担感を作業時間と筋電位積分値の2つの指標により予測する手法を提案している [3]。また、神埼らは手指機能や握力に依存せず簡単に絞れる「ふきん絞り器」を開発し、リウマチ患者への適用のための実験を行っている。実験の結果、手絞りと製品使用で健常者には有意差はなく、製品使用した際の絞れる量に年齢差・握力差・男女差もなかったことから、健常者にとって製品は手絞りと同様の効果が得られることから、このような製品があれば、ふきん絞りが楽になると考えられるが、現状は機器のサイズが大きいため、握力や手指機能の関係でふきんを絞ることが難しいユーザには有効だが、普段ふきんを絞ることのできる健常者にとっては、効率がよいとはいえない [13]。

このような家事労働評価に関する研究の中でも、拭き掃除の評価などは行われているものの、これらは作業時間に着目して評価する家事項目を選択していると考えられ、ふきん絞りのように短時間だが大きな力を使う作業についての評価はあまり行われていない。

2.2 筋電位計測による動作の評価に関する研究

ふきん絞りについて評価する場合、ふきんは主に腕の力を使って絞るため、腕部の力の入れ具合を計測する必要があると考えられる。力の入れ方などの動作の評価に関する研究は、家事労働については少ないが、福祉やスポーツの分野では数多く行われており、筋電位を計測することが多い [14], [15]。

朝倉らは、画像による三次元姿勢計測と筋電位計測を組み合わせることによって、訓練者に客観的な状態やアドバイスをフィードバックとして与える肩の関節拘縮に対するリハビリテーション運動の補助システムを設計している [16]。瀬尾らは取り扱い重量と前屈姿勢による腰部負担評価のための適切な筋電位測定法を検討している [17]。小林らはトレーニングの効果的な指導方法を調査するため、アームカールとトランクカール時の腕部の筋電位を計測し、指導の有無と筋電位値の関連について比較を行った [18]。岡本らは、頸部に装着した筋電位センサの値と自転車の乗り心地の相関関係について調査している [19]。舟久保らは、ヒトの腕の動作を3次元的な自由度から数値化し、上腕、前腕、手首からなる協調動作を解析している [20]。このように、人間の腕動作は力の入り方を筋電センサを用いて評価されることが多く、また上腕、前腕、手首の動きが協調しており、スポーツで速い腕動作から大きな力を出す際にも

表 1 ふきんの絞り方まとめ

No.	絞り方
1	横絞り
1-1	順手—順手
1-2(a)	順手—逆手・内側に絞る → 2-1(a) と同じ
1-2(b)	1-2(a) で人差し指を立てて絞る → 2-1(b) と同じ
1-3(a)	順手—逆手・外側に絞る → 2-2(a) と同じ
1-3(b)	1-3(a) の人差し指を立てて絞る → 2-2(b) と同じ
2	縦絞り
2-1(a)	順手—逆手・内側に絞る → 1-1(a) と同じ
2-1(b)	2-2(a) で人差し指を立てて絞る → 1-1(b) と同じ
2-2(a)	順手—逆手・外側に絞る → 1-2(a) と同じ
2-2(b)	2-3(a) の人差し指を立てて絞る → 1-2(b) と同じ
2-3	順手—順手
3	にぎり絞り
4	トルネード絞り 順手—順手

効率的な協調動作や腕をねじるような回内の動きなどは動作分析時に着目されている [21]。また、小幡らはテニスにおけるグリップの把持力を分析しており、力を入れる対象への把持力も大きな力を伝えるためには必要だと考えられる [22]。よって、ふきん絞りの際にもふきんに対する把持力や腕のねじりなどによる協調的な腕の使い方に着目することは、有効なアプローチであると考えられる。向らは、手の筋電図の平均振幅値解析と APDF 解析を用いて、筆記具の違いが筋活動へ与える影響について検討している [23]。このように、人間の腕部の力の入り方や動作は解析する際には筋電センサの値が用いられることが多いが、主にスポーツや福祉の分野での研究が多い。

以上をふまえ、筋電計測は腕の力の入り具合を調べるのに適した方法であると考えられるため、本研究では、ふきん絞り動作時の力の入り具合を腕部に装着した筋電センサの値から評価することとする。また、先行研究より筋疲労は表面筋電位に影響を与える [24], [25], [26] ことから、ふきんの絞り方を変えて評価する際は、疲労を考慮してランダムに行う必要があると考えられる。

3. 評価実験

本章では、ふきんの絞り方の違いと腕の力の入り方の関係を調査するために行った評価実験について述べる。

3.1 ふきんの絞り方の種類に関する予備調査

ふきんの絞り方のバリエーションを調査するため、予備調査を行った。被験者は、家事代行業のプロの女性 5 名と大学院生男女 5 名およびそのどちらでもない一般男女 2 名の計 12 名である。絞り方については被験者に始めに指定をせずいつも通りに絞ってもらった。その後で、いくつかの絞り方について口頭と手振りで指示を出し、指示通りに絞る様子を観察した。

調査の結果、被験者は普段ふきんの絞り方を意識しない

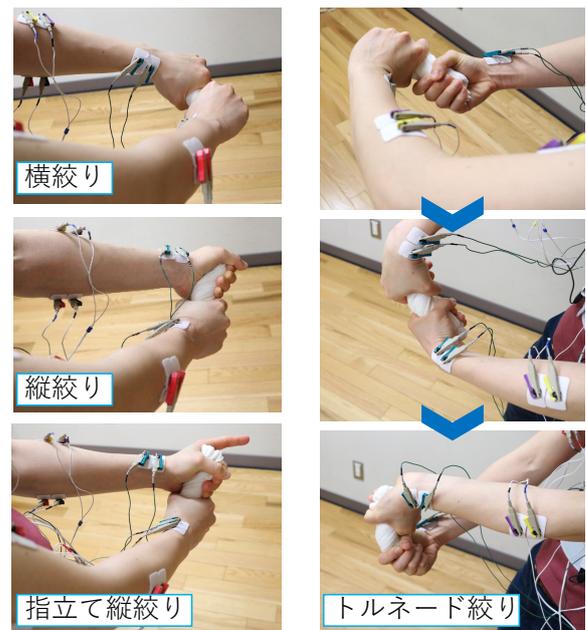


図 1 評価実験で試行する 4 種類のふきんの絞り方

ため、口頭で指示を出しても、絞る方向などが様々に分かれることがわかった。被験者が行った絞り方とそれらから考えられる絞り方をまとめたものが表 1 である。ふきんの持ち方には、主にふきんを縦に持って絞る縦絞りと横に持って絞る横絞りがある。それぞれの中にふきんの持ち方が鉄棒を上から持つようにふきんを持つ順手と、逆上がりの際に親指が外側になるように鉄棒を持つような逆手の持ち方があり、それぞれ片手が順手・逆手となる組み合わせがあることが確かめられた。縦絞りの際には、内側に絞り込むパターンと外側に絞るパターンも観察された。また、検証されてはいないが縦絞りの中でも指を立てて絞ると楽に絞れるという意見もある。その他の絞り方としてそのままふきんを握って絞る方法、および腕をねじった状態からふきんの上下を回転させながら絞る方法等が考えられる。腕をねじった状態からふきんの上下を回転させながら絞る方法については、絞り方の名称が筆者らの調べる限りなかったため、本論文の中ではトルネード絞りと呼ぶこととした。

この中の全ての絞り方を評価した場合、後半になるにつれ疲労により値が変化してしまうと考えられるため、評価実験で行う絞り方を 4 つ選んだ。選んだ絞り方は、表 1 の中で比較的無理な動作なく絞ることができると判断した 1-1 の横絞り、2-1(a) の縦絞り、2-1(b) の指立て縦絞り、および 4 のトルネード絞りである。それぞれ絞る際の腕部の様子を図 1 に示す。評価実験で行うこれらの 4 通りの絞り方を A から D とする。

3.2 実験内容

予備調査で選出した 4 つのふきんの絞り方の違いと腕への力の入り方の関係を調査するために筋電センサを用いて

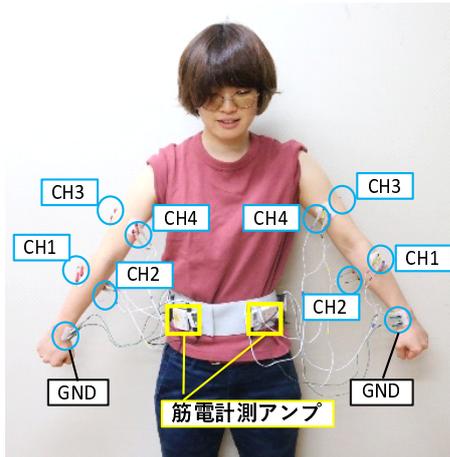


図 2 筋電計測位置

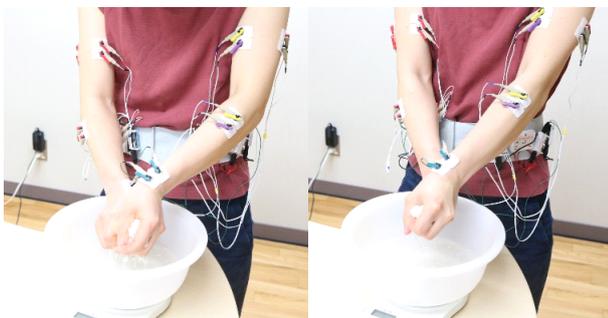


図 3 実験の様子 (縦絞り)

行った評価実験について述べる。実験時の筋電センサの電極装着位置を図 2 に示す。腕部の力の入り具合を調査するために、上腕、前腕にそれぞれ 2 チャンネルずつ筋電計測用の電極を装着した。装着位置は前腕の腕とうこつ筋、尺側手根屈筋、および上腕の上腕 2 頭筋、上腕 3 頭筋の 4 箇所、左右対称に電極を装着した。各チャンネルの電極間距離はそれぞれ 2cm に統一した。筋電計測には ATR-Promotions 社の筋電計測アンプ AMP-151[27]、および無線通信のために TSND151[28] を用いた。計測周期は 1000Hz で、サンプリング平均回数は 2 回とした。センサ値は無線で PC に送信され、記録した。被験者は 20 代から 50 代の男女計 10 名 (男性 5 名、女性 5 名) である。筋電センサの装着手順は、まず電極装着位置にアルコールのティッシュを用いて皮膚前処理を行い、図 2 の位置に電極を貼り付ける。ふきん絞り計測の前に波形にノイズが含まれていないかを確認する。力を抜いた状態で波形がカーブを描く場合、被験者は筋電センサを腕に装着し、図 3 のように直立姿勢で机に向かい、以降の (1) から (5) の手順で実験を行った。

- (1) 右手、左手それぞれ片手ずつ、3kg のダンベルを机上から肘が完全に曲がりきるまで一度上げて下ろす動作を行う。(アームカール)
- (2) 好きに絞ってもらう
- (3) 2 で縦絞り、横絞り、指立て縦絞り、トルネード絞りに当てはまらない絞り方をした場合は、その後残りの

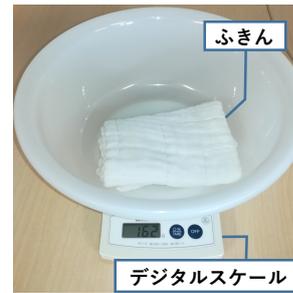


図 4 絞った水分の計測環境

4 つをランダムな順序で行う。2 で 4 つの絞りのいずれかの方法で絞った場合は、残りの絞りをランダムな順序で行う。

- (4) その他、被験者自身が実験中により効率的な絞りを思いついた場合、それを行う。また、もう一度とりたい絞り方があった場合、それを行う。
- (5) ふだんのふきん絞り頻度などについて質問紙調査を行う。

(1) において、ダンベルの重さは被験者間で統一するため、女性被験者でも持ち上げることができる 3kg の質量のものを用いた。なお、(3) での順序は、実験中の試行順序による疲労で絞り具合が変わってしまうことを考慮するため、あらかじめ作成した乱数表に従い、被験者ごとにランダムになるように実験を行った。被験者には台を拭く程度の絞り具合を想定して絞るように伝えた。また、ふきんを絞る際に、1 回の絞り動作で絞り上げる場合と何回かに分けて絞り上げる場合が考えられるため、一回の絞り動作ごとに図 4 のデジタルスケールで水の質量を測り、絞った後にふきんが含む水分の質量を算出した。絞り始める前のふきんの初期状態は水につかった状態である。ふきんが含む水分の質量を算出する理由は、絞った質量だと、始めの 1 回目の絞り動作前のもっとも濡れた水の滴の状態のふきんが含む水分を計測することが難しく、初期値をふきんが完全に水に浸った状態に統一することとしたためである。実験で使用したふきんは図 4 のものに統一し、完全に乾いた状態でのふきんの質量は 37g であった。(5) で行った質問紙調査では被験者は以下の項目に回答した。

- 質問 1 普段ふきんを絞る頻度はどの程度か。
- 質問 2 絞り方を他人に教えてもらったことはあるか。
- 質問 3 1 回目 (普段の絞り方) はなぜその絞り方をしているのか。
- 質問 4 どの絞り方が一番良いと感じたか。(横絞り、縦絞り、指立て縦絞り、トルネード絞りを 1 から 4 位に順位をつけ、「良い」の順序の判断基準について、理由があれば回答。)

4. 実験結果

3.2 節の実験手順で行った評価実験の結果を述べる。表

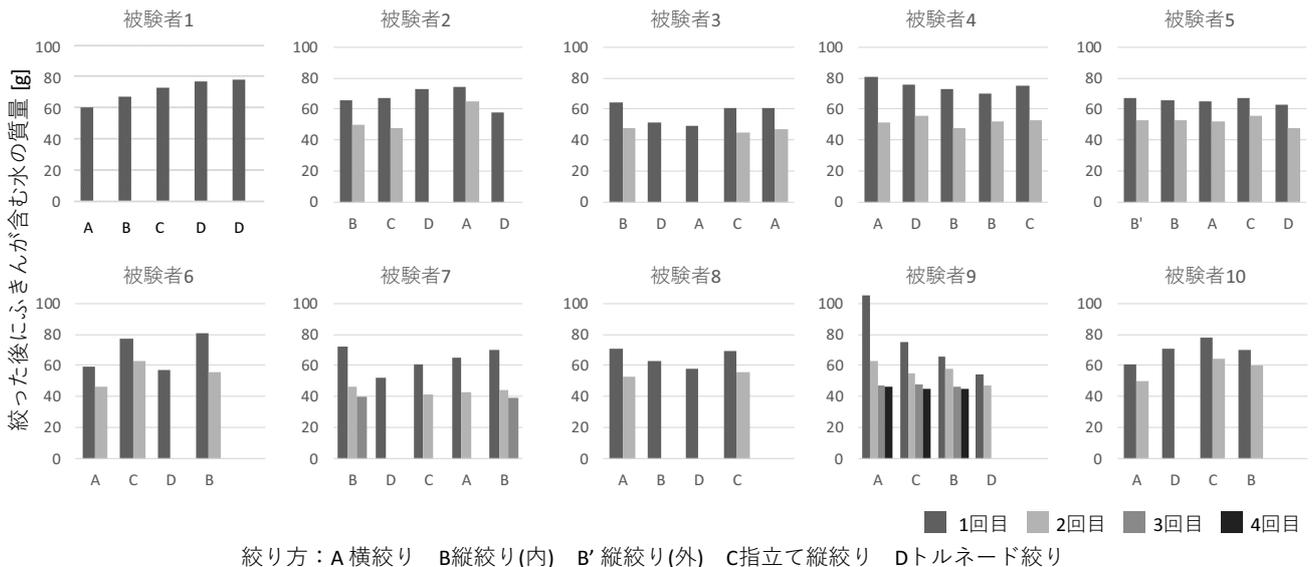


図 5 試行ごとの絞ったふきんが含む水の質量

表 2 ふきんの絞り方の試行順序

試行順序	被験者番号									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	A	B	B	A	B'	A	B	A	A	A
2	B	C	D	D	B	C	D	B	C	D
3	C	D	A	B	A	D	C	D	B	C
4	D	A	C	B	C	B	A	C	D	B
5	D	D	A	C	D	-	B	-	-	-

2に各被験者が行ったふきん絞りの試行順序を示す。

普段の絞り方を行う理由についての質問3の回答は、いつも行う方法であるため慣れていて力を入れやすいからという意見が多かった。また、普段横絞りを行っている被験者の中には、ふきんを持った際に自然な手の形(順手)であるから、これが当たり前だと思っていたから、という理由もあった。横絞りの被験者の中でも、被験者4は縦絞りと同じように腕をひねった状態から絞り始めており、始めにひねった状態なので一気に固く絞れるという理由を挙げている。

一回目の絞り方は全ての被験者について縦絞り、横絞りのいずれかであり、Aの横絞りを行った被験者は6名、Bの縦絞りを行った被験者は3名で、被験者5のみA Dの4通りの挙げていた以外の縦絞りの外側に腕をひねるパターンで絞ったため、これを縦絞りの派生型としてB'と区別した。表3に被験者の性別および利き手の情報と、質問紙調査の質問1から質問3の回答を示す。また、表4に質問紙調査の質問4で各被験者が回答した良いと感じた絞り方をまとめたものを示す。表3と表4から、はじめに行ったふきんの絞り方が最も良いと思うと答えた被験者が10名中8名で、被験者3と被験者8がいつもの絞り方であるよりもそれぞれ指立て縦絞りと縦絞りが良いと思うと回答し

ていた。図5に被験者ごとの1回の絞り動作ごとにデジタルスケールで計測し、ふきんが含む水の質量を算出したグラフをまとめたものを示す。ふきんが含む水の質量が小さいほど、かたくふきんを絞れているといえる。グラフから被験者1は全ての絞り方で1回ずつしか絞り動作を行わなかったのに対し、被験者9はA, B, Cの3つの絞り方で4回ずつふきんを絞っていた。図5では各絞り方ごとに最後の絞り動作が行われたあとのふきんが含む質量は、一番初めに行っただけの絞り方がもっともふきんが含む水の質量が小さく、いつもの絞り方が最もかたくふきんを絞れているということがわかった。しかし、Dのトルネード絞りについては、被験者2, 6, 7, 10のように他の絞り方では2回以上の絞り動作でふきんを絞り上げているのに対し、一度でふきんを絞り上げていることがわかった。また、ふきんを最もかたく絞っていたのは、被験者7で、その次にかたく絞っていたのが被験者9であったが、いずれも女性であった。

被験者1, 3, 7, 9の絞り方ごとの筋電センサ値のグラフを図6, 図7, 図8, および図9に示す。これらの筋電センサ値の波形よりふきんの絞り方によって使う筋肉が異なることが分かり、人差し指を立てるかどうかによっても筋電センサ値が異なることが分かった。この被験者1, 3, 7, 9の4名の中では、被験者7のみ左利きで、かつほとんど両利きに近いという被験者であったため、他の被験者と比べると左手と右手の筋電位の値の差が小さく、両腕の筋肉を使って絞っていると考えられる。被験者1はどの絞り方でも一度しか絞る動作を行わなかったが、被験者3, 7, 9はそれぞれいくつかの絞り方で、複数回絞る動作を行っており、縦絞りであれば縦絞りの中では、波形はその他の絞り方の波形よりも筋電値が一貫して似たパターンとなっ

表 3 被験者情報と質問紙調査結果

	被験者 1	被験者 2	被験者 3	被験者 4	被験者 5	被験者 6	被験者 7	被験者 8	被験者 9	被験者 10
性別 (M / F)	F	F	M	F	M	M	F	M	F	M
利き手 (R / L)	R	R	R	R	R	R	L	R	R	R
普段 (1 回目) の絞り方	横	縦	縦	横	縦 (外)	横	縦	横	横	横
ふきん絞りの頻度	1 回/月	2, 3 回/週	1, 2 回/週	2 日に 1 回	2 回/週	2 回/年	1 回/月	2 回/年	2 回/月	1 回/月
絞り方を習ったか	なし	あり	なし	あり	なし	なし	なし	なし	なし	なし

表 4 各被験者による絞り方の順位づけの結果

順位	被験者 1	被験者 2	被験者 3	被験者 4	被験者 5	被験者 6	被験者 7	被験者 8	被験者 9	被験者 10
1	横	縦	指立て縦	横	縦 (外)	横	縦	縦	横	横
2	縦	指立て縦	縦	縦	トルネード	トルネード	トルネード	トルネード	縦	縦
3	指立て縦	横	トルネード	トルネード	縦 (内)	縦	横	横	指立て縦	指立て縦
4	トルネード	トルネード	横	指立て縦	指立て縦	指立て縦	指立て縦	指立て縦	トルネード	トルネード
5	-	-	-	-	横	-	-	-	-	-

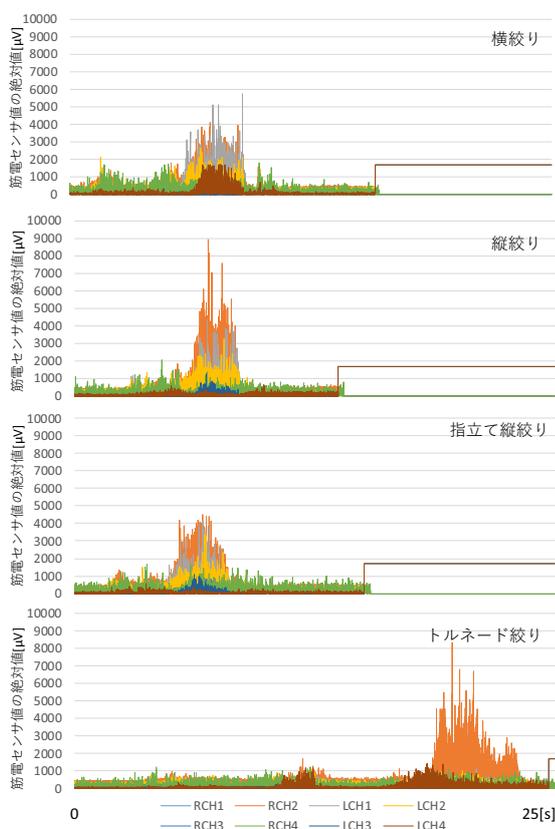


図 6 被験者 1 の絞り方ごとの筋電センサ値

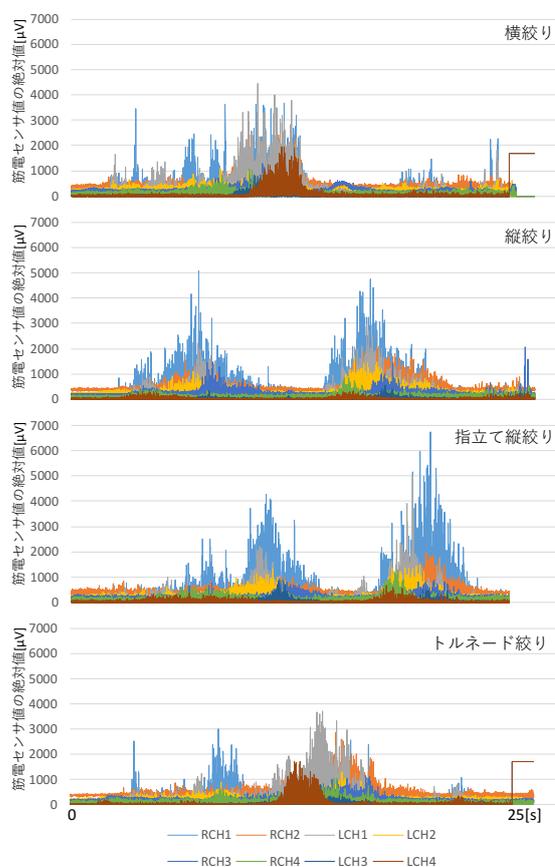


図 7 被験者 3 の絞り方ごとの筋電センサ値

ていた。筋電位の値は脂肪などの体の組成の個人差によって、被験者間で直接値を比較することは難しいと考えられるが、センサの着脱を行わなければ、個人の中では絞り方間で値の違いを分析可能と考え、表 5 に各被験者の筋電センサ値の最大振幅が最も大きかった絞り方と、最も最大振幅が小さかった絞り方をまとめた。

5. 考察

被験者 1 の場合、瞬間的に最も大きな力が出ているのは縦絞りやトルネード絞りであったが、最も固く絞ることができた横絞りは、腕の複数の筋に負荷が分散して絞られて

いることがわかる。また、トルネード絞りの際は、他の絞り方より絞るのに時間がかかっていた。縦絞りで大きな力を出ることができていたことについて、スポーツ分野でも、B の縦絞りのふきんの持ち方は、剣道の竹刀を持つ際の持ち方とも同じであり、志沢らの研究 [29] から竹刀も内側に絞り込みながら振る動作があるため、ふきんを縦に持って内側に絞る動作は、よりすばやく大きな力を出せるのではないかと考えられる。表 4 の良いと思った絞り方のランキングの理由では、良いと思った絞り方の 1 位は一番慣れているからという理由が多く、最も良くないと順位

表 5 筋電センサ値の振幅が最小最大であった絞り方

筋電センサ値の 最大振幅	被験者 1	被験者 2	被験者 3	被験者 4	被験者 5	被験者 6	被験者 7	被験者 8	被験者 9	被験者 10
最大	縦	指立て縦	指立て縦	指立て縦	縦(外)	指立て縦	指立て縦 トルネード	横	トルネード	トルネード
最小	指立て縦	横	トルネード	横	指立て縦	トルネード	縦	縦	指立て縦	横

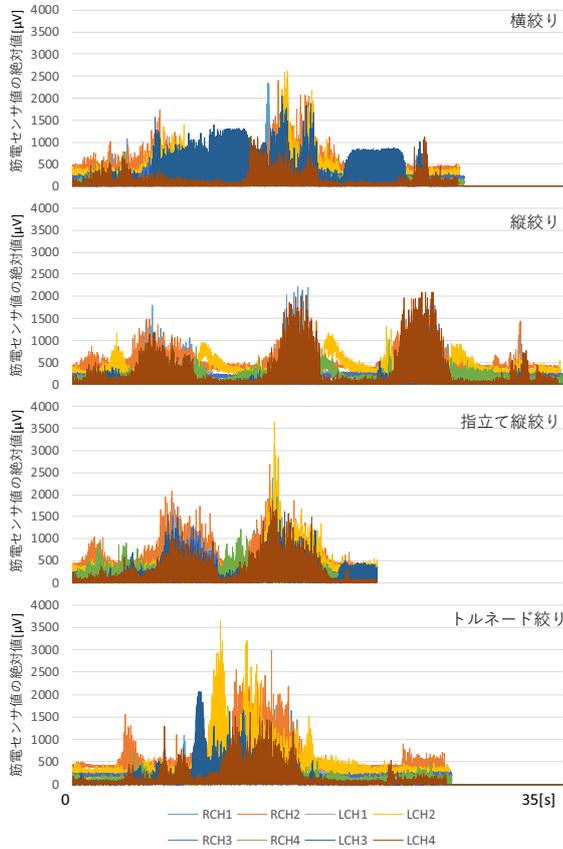


図 8 被験者 7 の絞り方ごとの筋電センサ値

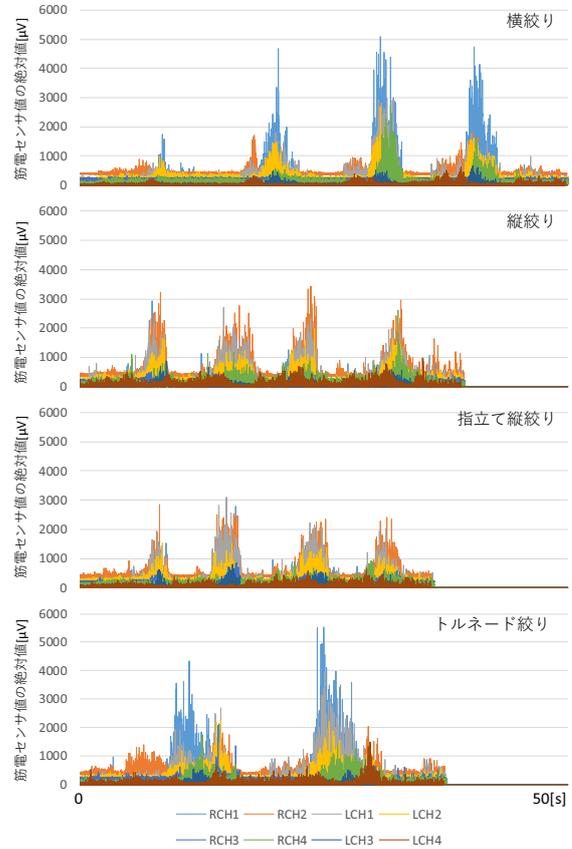


図 9 被験者 9 の絞り方ごとの筋電センサ値

付けした絞り方は力が入れにくかったという理由が多かった。これについて、図 5 および表 5 より、最大振幅が大きい絞り方のほうが、被験者は力が入りにくかったといっていることが多く、腕に力が入っているにもかかわらず、絞る動作に効率よく力を使えていなかったために、力が入りにくかったと答えたのではないかと考えられる。図 6, 図 7, 図 8, および図 9 からは、同じ絞り方でも被験者ごとに力が入っている筋が異なっており、絞り方ごとの特定の力の入れ方は今回の実験からはわからなかったが、複数回絞る際に 1 回目と 2 回目の波形はパターンが似ていたことから、被験者個人ごとの絞り方のなかでは筋電位の変化には一貫性があるのではないかと考えられる。トルネード絞りについては、順位付けの結果をみるともっとも動作が複雑であったために他の絞り方よりも順位を低くつけていた被験者も多かったが、10 名中 4 名が 2 位に順位付けしており、その理由が最も絞れているような気がしたからなどであった。トルネード絞りについては、1 回の絞り動作がひねった状態から絞り始めてひねりを戻した後にさらにもう

一度腕をひねる、という長い動作でひねり戻しの動きに加えてさらにひねる動作があるため、一度で多くの図 5 をみても、一回の絞り動作では最も絞れている被験者が多かった。今回の実験では絞り方ごとの比較をふきんの水分と被験者の主観による順位付け、および筋電センサ値の最大振幅から評価したが、筋電位は積分値でも評価を行うことで筋ごとにどの程度使ったかをより詳細に分析できると考えられ、今後は積分値などによる評価も行う必要がある。また、普段の絞り方がもっとも良かったという意見も多かったが、普段の絞り方以外をはじめて行う被験者も多かったため、今後はあらかじめ絞る練習を行い、慣れた状態で複数回実験するなどして、慣れの影響を減らし絞り方を評価することがよいと考えられる。

6. まとめ

本論文では、家事活動のひとつで比較的大きな力を使うふきん絞りについて、筋電センサを用いて計測を行い、絞り方ごとの腕への力の入り具合の違いについて評価した。

はじめにふきんの絞り方の種類を調査するため、予備実験を行い絞り方をまとめ、その中から横絞り、縦絞り、指立て縦絞り、トルネード絞りの4通りの絞り方を対象に筋電センサを腕部に装着して、ふきんを絞る評価実験を行った。評価実験では絞り方ごとの比較をふきんが含む水分の質量と被験者の主観による順位付け、および筋電センサ値の最大振幅から評価した。実験の結果、同じ絞り方でも被験者ごとに力が入っている筋が異なっており、絞り方ごとの特定の力への入り方は今回の実験からはわからなかったが、複数回絞る際の波形パターンが似ていたことから、被験者個人ごとの絞り方のなかでは筋電位の変化には一貫性があるのではないかと考えられる。トルネード絞りについては、順位付けの結果をみるともっとも動作が複雑であったために他の絞り方よりも順位を低くつけていた被験者も多かったが、10名中4名が2位に順位付けており一回の絞り動作では最もかたく絞れている被験者が多かった。実験の結果、ふきんの絞り方によって使う筋肉が異なることが分かり、縦絞りでも人差し指を立てるかどうかによっても筋電センサ値が異なることが分かった。今後は筋電位の最大振幅や波形評価だけでなく積分値などによる評価も行う必要がある。また、普段の絞り方がもっとも良かったという意見も多かったが、普段の絞りがかた以外をはじめて行う被験者も多かったため、今後はあらかじめ絞る練習を行い、慣れた状態で複数回実験を行うことで、慣れの影響を減らし効率のよい絞り方を評価することがよいと考えられる。

謝辞 本研究の一部は、JST さきがけ (JPMJPR15D4) の支援によるものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] 内閣府経済社会総合研究所国民経済計算部地域・特定動
定科: 家事活動等の評価について - 2011年データによる
再推計 - (June 2013).
- [2] 大森和子: 家事労働のエネルギー代謝に関する研究, 家政
学雑誌, Vol. 25, No. 1, pp. 1-10 (1974).
- [3] 阿部圭子, 小川哲史, 木村 猛, 吉田正樹: 家事作業におけ
る身体負担感の定量化法, パナソニック電工技報, Vol. 58,
No. 1, pp. 74-79 (Mar. 2010).
- [4] 松田茂樹, 鈴木征男: 夫婦の労働時間と家事時間の関係,
家族社会学研究, Vol. 13, No. 2, pp. 73-84 (2002).
- [5] 筒井淳也: 女性の労働参加と性別分業, 日本労働研究雑誌,
No. 648, pp. 70-83 (July 2014).
- [6] 藤田朋子: 共働き夫婦の家事: 職務評価ファクターを援用
した測定の試み, 女性学研究, Vol. 23, pp.109-130 (Mar.
2016).
- [7] 岡島史佳, 富田守: 在宅ねたきり老人の介護における身体
的負担, 日本家政学会誌, Vol. 41, No. 12, pp. 1131-1135
(1990).
- [8] 稲葉ナミ, 桑田百代, 三東純子, 湯本和子: 家事労働の至適
領域について (第1報), 家政学雑誌, Vol. 17, No. 3, pp.
185-187 (1966).
- [9] 福原桂, 金子佳代子: 家庭における家事活動のエネルギー
消費量およびその簡易推定方法の検討, 日本家政学会誌,
Vol. 49, No. 7, pp. 775-781 (1998).
- [10] 黒田秀子, 竹中真希子, 稲垣成哲, 大久保正彦, 出口明子,
土井捷三: カメラ付き携帯電話を利用したカリキュラム
の開発と評価: 小学校1年生の生活科「いえのしごとに
チャレンジしよう」, 日本科学教育学会研究会研究報告,
Vol. 19, No. 2, pp. 47-50 (2004).
- [11] 加藤 悦, 安藤知子, 加藤とみえ, 平山静子, 樋口哲子, 佐藤
清子: 高校生の家庭生活に関する実態と意識 (第2報): 家
事労働について, 日本家庭科教育学会誌, Vol. 27, No. 2,
pp. 1-6 (1984).
- [12] 竹中真希子, 稲垣成哲, 黒田秀子, 大久保正彦, 出口明子:
ケータイと Web 共有システムを利用した生活科の学習支
援: 家庭における児童の取材活動に関する保護者の評価,
日本教育工学会論文誌, Vol. 29, pp. 105-108 (2006).
- [13] 神初美, 元木絵美, 浅井剛: 手指機能や握力に依存せず簡
単に絞れる「ふきん絞り器」の開発とリウマチ患者への
適用, 兵庫医療大学紀要, Vol. 5, No. 2, 11-16(2017).
- [14] 服部託夢, 原良 昭, 橋詰 努: 筋力トレーニングの定量的評
価手法の開発, 兵庫県立福祉のまちづくり研究所報告集,
pp. 51-55 (2011).
- [15] 岡 秀郎: 正常歩行中の下肢筋活動様式に関する筋電図学
的研究, 関西医科大学雑誌, Vol. 36, No. 1, pp. 131-152
(1984).
- [16] 朝倉 僚, 宮坂淳介, 近藤一晃, 中村裕一, 秋田純一, 戸田真
志, 櫻沢 繁: 筋電位計測と画像による姿勢計測を用いたリ
ハビリテーション支援システムの設計 (ヒューマンコミュ
ニケーション: 価値ある生活環境構築のための情報技術
論文特集), 電子情報通信学会論文誌, Vol. 97, No. 1, pp.
50-61 (Jan. 2014).
- [17] 瀬尾明彦, 宇土 博, 吉永文隆: 取扱い重量と前屈姿勢によ
る腰部負担評価のための筋電位測定法, 産業医学, Vol. 35,
No. 1, pp. 19-24 (1993).
- [18] 小林理紗, 藤本 実, 寺田 努, 塚本昌彦: 筋電センサを用
いた筋力トレーニング支援方法の評価, 情報処理学会シン
ポジウムシリーズ マルチメディア, 分散, 協調とモバイル
シンポジウム (DICOMO2012) 論文集, pp. 1912-1918
(July 2012).
- [19] 岡本裕司, 中野公彦, 大堀真敬, 多加谷敦, 須田義大, 堀 重
之: 筋電位測定による自動車の乗り心地評価, 生産研究,
Vol. 62, No. 3, pp. 267-270 (2010).
- [20] 舟久保照康, 中川 元, 武内泰男, 山口隆男, 齊藤之男, 河村
洋: ヒトの腕の動作解析, バイオメカニズム, Vol. 3, pp.
97-103 (1975).
- [21] 湯 海鵬, 阿江通良: バドミントンのスマッシュ動作の3
次元動作解析: 腕とラケットの速度を中心に, バイオメカ
ニズム学会誌, Vol. 18, No. 3, pp. 164-172 (1994).
- [22] 小幡勝彦, 蝶間林利男: 9105 テニスにおけるストローク
の分析: グリップとの関係について, 日本体育学会大会号
第33回, p. 698(Oct. 1982).
- [23] 向 大輔, 小山秀紀, 野呂影勇: 振幅確率密度関数を用いた
ボールペン使用に伴う筋活動の評価, 日本生理人類学会
誌, Vol. 11, No. 3, pp. 105-111 (2006).
- [24] 小木和孝: 筋疲労時の表面筋電図の周波数分析, 労働科学,
Vol. 38, pp. 519-528 (1962).
- [25] 原 良昭, 吉田正樹, 松村雅史, 市橋則明: 積分筋電図に
よる筋活動の評価, 電気学会論文誌, Vol. 124, No. 2, pp.
431-435 (2004).
- [26] 野阪美貴子, 諸岡晴美, 鳥海清司, 諸岡英雄: 筋電位測定に
よる筋疲労軽減タイプ弾力靴下の衣服圧設計, Journal of
Textile Engineering, Vol. 52, No. 5, pp. 205-210 (2006).
- [27] AMP-151, ATR-Promotions: [http://www.atr-
p.com/products/AMP-151.html](http://www.atr-
p.com/products/AMP-151.html)
- [28] TSND151, ATR-promotions: [http://www.atr-
p.com/products/TSND121.html](http://www.atr-
p.com/products/TSND121.html)
- [29] 志沢邦夫, 高野一宏, 時本謙資, 山本唯博, 原 義克, 八
木沢誠, 小倉 貢: 剣道の面打ちにおける「手のうち」の
研究, 武道学研究, Vol. 18, No. 2, pp. 105-106 (1985).