

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 31 日現在

機関番号：32623

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22500723

研究課題名（和文）衣服の動作適応の筋電図評価—ユニバーサルデザインの視点から—

研究課題名（英文）Evaluation of motion adaptability of clothes by EMG  
— Aspect of the universal design—

研究代表者

石垣 理子 (ISHIGAKI MICHIKO)

昭和女子大学・生活機構研究科・准教授

研究者番号：70185875

研究成果の概要（和文）：より広い身体条件の着用者に満足される衣服設計を目指し、若年女子と高齢女子を対象として、衣服の動作適応性の評価手法の検討を行った。素材間摩擦を拘束要因としたジャケットの着脱動作における筋電図による定量的評価では、これまで拘束が強い場合の適応動作の違いにより拘束の影響が統計的有意にならなかった脱衣時の評価に、僧帽筋上部を被験筋として加えることが特に有効であることが分かった。また、高齢者の官能評価において、肌触りの評価が動きやすさの評価と相関が高く、影響を与えていると考えられた。

研究成果の概要（英文）：To aim for design of satisfying clothes to a larger number of people with different body types, we examined the valuation method of the adaptability for groups of young women and older women. To study the motion adaptability of clothes during dressing and undressing, an attempt was made at quantitative analysis using EMG, in terms of frictional values between materials as the restriction element. In the case(undressing) that did not show a statistically meaningful effective difference caused by restriction of different motion adaptability due to severe restriction, it became clear that especially measurement of Trapezius upper part is effective. In sensory evaluation by older women, the correlation of touch with motion adaptability is high.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
2012年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・生活科学一般

キーワード：衣生活・動作適応性・筋電図・官能評価・ユニバーサルデザイン

## 1. 研究開始当初の背景

日本の高齢者人口の割合は急激に増加しており、約 25%が高齢者という状況である。現代の高齢者は積極的に元気に活動しようとしており、生活圏の拡大や生活の質の向上

を求めている。衣服については、年齢、体型、障害にかかわらず、機能的で快適な、かつ美的にも満足できるものが求められている。しかし、日本の既製服の現状は、若者を対象とした衣服はあふれているが中年や高齢者が

求める衣服は少ない。

形態や機能などの身体状況は加齢とともに変化するので、元気な若者にとっては問題にならない程度の衣服のゆとりや着脱のための開きの位置や量、衣服重量や衣服の摩擦、衣服素材の伸縮性、ボタンなどの留め具の違いが、加齢などにより身体の衰えている人にとっては着脱のしやすさや着心地を大きく左右することになる。加齢による身体機能の衰えもカバーできる動作適応性の高い衣服設計は、今後さらに重要となろう。また、身体に障害を負った人を対象とする衣服においても、損なわれた身体機能に対して補完性を備えた、着脱の容易な着心地の良い、生活の質を高める衣服が熱望されている。このような衣服を提供するためには、加齢や身体障害による人体形態、運動機能、生理機能の変化を捉え、それに対応する衣服の構造や素材を整理した衣服設計のデータベースが求められる。そのためには、動作適応性をはじめとした衣服の機能性評価の方法を明確にする必要がある。

衣服の動作適応に関する研究は、様々な研究者によって行われているが、動作適応評価の方法は統一されていない。また、表面筋電図を用いた動作適応評価は少なく、特に日常着用する上半身用衣服については殆ど見られないという現状である。我々は、筋電図が身体に与えられた負荷を表現していることから衣服の動作適応評価に筋電図を活用できると考えて、主に着衣による動作拘束の実験的研究に用いて成果を得てきた。また、これまで筋電図の実験や分析は研究者がそれぞれの方法で行っており、衣服の設計に応用できるような着心地（動作適応性）データとしての汎用性に欠けていたが、我々は若年女子を対象として実験を重ね基本的な実験方法の確立に向けて成果を挙げつつある。

## 2. 研究の目的

本研究は、衣服の動作適応性評価方法を確立し、将来的に、より広範囲の着用者の満足を得られるユニバーサルデザインの視点からの衣服設計データベース構築を目指すものであり、高齢社会の中で、人間の尊厳にもかかわる衣生活に寄与する研究課題として位置づけられると考える。

本研究では、筋電図から衣服による動作拘束の負荷程度を量的に把握する上でこれまでに課題として残った点についてさらに検討を進め、実験方法の改善を行い着用実験における妥当性の検証を行う。また、被験者の負担が少ない実験方法と動作適応性の評価方法を見出すために、必要に応じて筋電図以外の客観的指標についても検討を加える。さらに、これまでに高齢者の動きやすさの官能評価が摩擦係数や伸縮性などの直接的拘束

要因とは別の素材特性の影響を受けるという示唆を得ていることから、動きやすさ評価と素材特性評価との関連性について検討し、拘束要因以外の主観評価を説明できる客観指標についても検討を試みる。

## 3. 研究の方法

今回の採択期間においては、次の2つの方向から研究を進めた。

1つめ(研究成果(1))は、動作適応性の直接要因となる衣服による拘束の程度を評価するため、これまで進めてきた筋電図の定量的指標としての精度を高める実験方法の検討である。これまでの実験結果により、衣服による拘束が大きい場合には適応的な動作変化が起こることで必ずしも主導筋の活動量が増加しないという結果を得ていることから、このような動作変化を含めて負担の程度を筋活動量で捉えるための新たな被験筋を見出すことを目的とした着用実験を行った。拘束要因には、すでにある程度の結果を得ている重ね着時の素材間摩擦を取り上げ、65歳以上の高齢者と20歳代の若者を対象に実施した。実験服は素材間の摩擦以外の要因を極力減らすために、個人の寸法・形態に適合したものを作成した。官能評価、表面筋電図、関節角度の測定と、2方向から撮影したビデオによる動作の観察を行った。これにより、動作変化が起こるケースもカバーできて尚且つ衣服による動作拘束を定量的に評価できる被験筋の特定を試みた。また、官能評価や筋電図の結果から若者と高齢者の特性を見出した。

2つめ(研究成果(2))は、特に高齢者の動きやすさの評価に間接的に影響を及ぼすと推測される素材特性の項目についての特定と、その主観的評価を裏付ける客観指標を見出すための実験である。これまでの実験で特にその顕著な傾向がみられた伸縮性を拘束要因とし、65歳以上の高齢者と20歳前後の若者を対象に、ジャケットの着用実験を行った。官能評価では、動きやすさの他に肌触りや重さなどの素材特性に関わる詳細な項目について判定させ、動きやすさとの関連について検討した。同時に、着用者のリラックスの程度やストレス度合いの客観指標として脳波と唾液中のアミラーゼ濃度についても測定し、官能評価との関連を見ることによってその有用性についての検討を行った。

## 4. 研究成果

ここでは、上記3. 研究の方法で挙げた2つの研究について、それぞれの具体的な目的、方法等も含めて成果を報告する。

(1) ジャケット着脱時における筋負担の定量的評価について一重ね着による衣服間摩

擦を要因として一

### ① 目的

衣服の動きやすさである動作適応性は、快適性を左右する要因であり、加齢によって身体機能の衰えた高齢者を含む着用者層に広く満足される衣服設計を行うには、着心地のデータベースを効率よく蓄積する必要がある。客観指標としての筋電図においては、一般に筋線維が強い収縮を行うほど筋放電量が増加するので、動作時の拘束が強いほど筋活動量も増加すると考えられるが、これまでの結果から、衣服による拘束が強い場合に動作が変化して被験筋の活動量が減少する場合があることが認められた。

そこで、表面筋電図をよりの確な量的評価指標とするために、若年および高齢女子を対象に、重ね着時の素材間摩擦を拘束条件としたジャケットの着脱における動作適合性について評価実験を行い、拘束による動作変化をカバーする被験筋の抽出を試みた。

### ② 方法

着装条件は、素材表面の摩擦特性が異なる3種のブラウス(サテン、カツラギ、別珍)に裏なしのウールのジャケットを組み合わせた重ね着A、B、Cの3水準とした。それぞれの素材間平均摩擦係数(MIU)は、A:0.144、B:0.331、C:0.409である。

着用者(実験協力者)は20歳前後の健康な若年女子10名と65歳以上の自立した生活を送っている高齢女子10名である。実験動作はジャケットの着脱動作とし、普段慣れている方法で立位にて各2回繰り返し行った。

筋電図は、これまで対象としてきた肩関節の運動に関与する右三角筋前部・中部・後部に加えて、肩部と体幹背面の姿勢に関わる右僧帽筋上部・中部、右広背筋の6か所を同時に導出した。得られた波形は、整流化ののち積分(iEMG)し、最も摩擦の小さい組み合わせの重ね着Aのデータで除した「規格化したiEMG」として量的な検討に資した。また、筋電図解析の補助および動作観察のために、肩関節角度の計測と正面および右側方からのビデオ撮影を行った。さらに、着脱動作時の動きやすさについて、着用者による官能評価を5段階で行った。得られたデータは、動作別に着装条件を要因とした1元配置の分散分析を行い、有意となったものについては多重比較をおこなった。また、加齢による差について検討するために、年齢群を要因に加えた2元配置の分散分析も試みた。

### ③ 結果

官能評価の分散分析の結果は、着衣脱衣いずれにおいても0.1%水準で動作のしやすさに着装条件が影響し、拘束が大きいほど動き

にくかった。

筋活動量の分散分析の結果、着衣動作においては三角筋前部、中部、後部および僧帽筋中部、広背筋で0.1%の水準で、また脱衣動作においては三角筋前部、中部、後部、僧帽筋上部、広背筋で0.1%、僧帽筋中部で1%の水準で着装条件が有意となり、いずれも摩擦が大きい重ね着で筋活動量が増加していた。これまでの実験では、拘束が大きい重ね着の脱衣時には適応的な動作の変化などからデータのばらつきが生じ三角筋のみでは水準間の差は有意とならなかったが、今回の条件では、新しく加えた僧帽筋上部および中部、広背筋のいずれにおいても拘束の大きい重ね着CとAおよびBとの間でCの筋活動量が有意に増加していた。中でも、僧帽筋上部については、多重比較における各水準間の有意差の検出水準(p)が高齢者、若年者および被験者全体のいずれにおいても1%以下で、非常に有用性が高かった(図1)。官能評価では差がなかった高齢者脱衣時の重ね着BとCの間においても、僧帽筋上部の活動量では差が検出され、Cが有意に大となり、筋負担の増加が認められた。

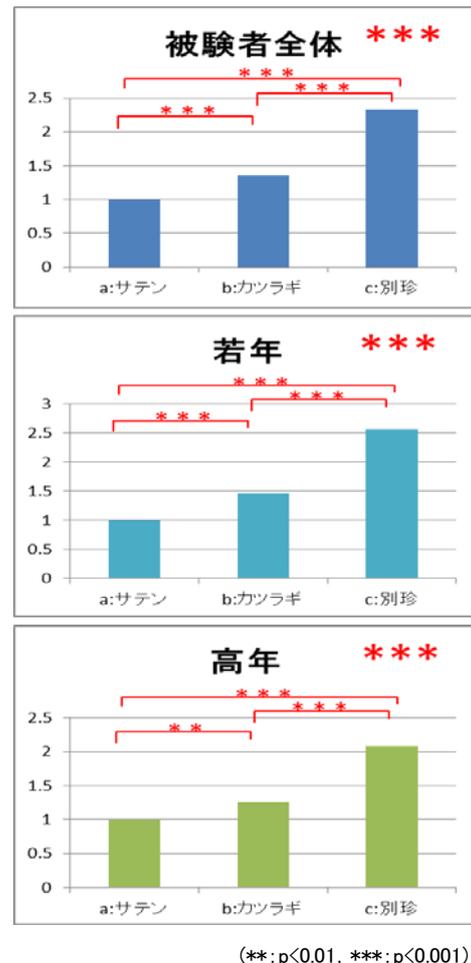


図1 右僧帽筋上部における脱衣時の筋活動量の比較

また、年齢群間の差について有意となったのは、着衣時の三角筋前部( $p < 0.01$ )、三角筋後部 ( $p < 0.05$ )、および脱衣時の三角筋前部 ( $p < 0.05$ ) であり、いずれも重ね着 B と C の差が高齢者は若年者より小さかった。その他の部位および測定部位 6 か所の筋活動量合計値については年齢群間の差は認められなかった。

これらのことから、今回加えた被験筋の有効性が確認できた。しかしながら一方で、定量評価に用いるには様々な動作変化に対応した多点同時導出が必要なため、着用者の身体に装着した多くの電極やコードが自然な実験動作自体を損ねかねないという矛盾を生むこととなった。データベース構築のためのデータを多く得るには、実験協力者(着用者)の実験要因以外の負担を軽減し、実験を可能な限り簡便に実施できるように計画することが必要である。しかしながら、電極の大きさなど測定機器の技術的限界を含む現状の実験環境を鑑みると、筋電図は日常動作における動作適応性の定性評価指標として用いるのが特に有効であり、定量評価時にはそのようなデメリットの可能性との兼ね合いを考慮した実験計画が重要であると考えられる。

## (2) 高齢者と若年者の着心地評価—官能評価、脳波、唾液アミラーゼ測定による検討—

### ① 目的

これまで快適な衣服の設計を目的として高齢者と若者を対象に衣服の動作適応に関する着用実験を行ってきた。その結果、主観評価は拘束性以外の要因に影響を受けることがあり、高齢者では衣服の動きやすさの感覚に剛軟度やドレープ係数等の素材特性が影響を与えている可能性が示唆された。

そこで、主観的な動作適応性評価に影響を与える素材要因を捉えるために、高齢者と若者を対象に詳細な項目での官能評価を実施した。さらに、主観評価に上記のような複雑な要素が含まれる場合、その結果を筋電図のみで客観的に裏付けることは難しいと考え、新たな指標を得ることを目的として、着用者の心理的な反応が反映されると考えられる脳波と唾液アミラーゼ濃度の測定を行い、その実験方法や有用性について検討した。

### ② 方法

着用者は 65 歳以上の健康な高齢女子 10 名と比較のための 20 歳前後の健康な若年女子 10 名である。

実験用衣服は衿無し・長袖・裏なしの前ボタン開きジャケットで、伸長率の異なる 3 種のデニムで作成し、サイズは S、M、L を用意

した。タンクトップの上にジャケットを着て、両上肢動作 5 種(90 度前挙、180 度前挙、90 度側挙、180 度側挙、最大後挙)を行い、ジャケットを脱ぐまでを一連の動作とした。なお、ジャケットの着用順は順序効果を除くためにランダムとした。

動作直後の脳波測定(開眼、閉眼)、動作後の唾液中のアミラーゼ濃度測定を行った。脳波測定については、(株)デジタルメディックのポータブル脳波計「ミュージックブレインシステム」を用いた。測定前の緊張度が一定となるように 30 秒の簡単な暗算を行わせ、データが得られた 9 名の安静時の  $\alpha$  波の出現率でリラックス度を評価した。アミラーゼ濃度測定には、ニプロ(株)の酵素分析装置「唾液アミラーゼモニター」を用い、得られたアミラーゼ濃度(kIU/L)をストレス度の指標とした。なお、脳波とアミラーゼ評価ではコントロールとしてタンクトップのみの測定を実験服 3 着の前と後に行い、前後の差分を用いて慣れの効果を排除した。また、実験状況の記録と解析時の補助のために、正面または後方からのビデオ撮影を行った。

官能評価は実験の最後に行い、「着やすさ」、「肌触り」、「重さ」、「身体へのなじみやすさ」、「動きやすさ」、「総合評価」を 5 段階で評価させた。得られたデータは、衣服全体および条件別に各評価項目間の相関係数を求めるとともに、評価項目ごとに着用条件(素材)を要因とした 1 元配置の分散分析を行った。

### ③ 結果

#### ア. 官能評価について

高齢者の動きやすさについての評価の平均値は素材の伸縮性の大小の順序と一致せず、伸縮性以外の素材特性が影響していることが確認できた。総合評価と肌触りおよび身体へのなじみやすさの相関が 0.746、0.729 と高かった。動きやすさと相関が高いのは総合評価、肌触りで、0.679、0.651 であった。分散分析の結果、素材の伸縮性が有意であったのは総合評価と肌触りであった。

若年者においては、動きやすさと相関が高いのは重さ、総合評価、着やすさ、肌触りで、0.809、0.760、0.731、0.714 であり、高齢者よりも多くの項目間で動きやすさとの相関が高かった。総合評価との相関は動きやすさが 0.760 と高く、高齢者が肌触りや身体へのなじみやすさとの相関が高かったことと異なる傾向が認められた。分散分析の結果、すべての項目に着衣条件(素材の違い)が有意であった。着用者の動きやすさの評価の平均値は素材の伸縮性の大小の順序と一致しなかったものの、個人内での順序では 7 割が伸縮性の順と一致し、高齢者が 1 割であったことと異なっ

ていた。

#### イ. 脳波および唾液中のアミラーゼ濃度と官能評価との関係

高齢者においては、脳波、唾液中のアミラーゼ、官能評価の3つの指標で、実験用衣服の快適と考えられる評価の順序が一致したのは着用者の半数であった。

若年者では、脳波、アミラーゼ、官能評価の3つにおいて、着衣条件3着の序列がすべて一致した着用者は、高齢者が8例中4例であったのに対し、今回の若年女子データにおいては認められなかった。快適と考えられる評価の2着間の序列について、脳波と官能評価で一致率が比較的高いものは重さと動きやすさであり、脳波と伸縮性の順序との一致率は44%であった。アミラーゼ濃度と比較的一致率が高い官能評価項目は総合評価であり、アミラーゼと伸縮性との一致率は40%であった。

#### 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)

[学会発表] (計3件)

- ① 石垣理子、動作適応性評価を目的とした実験方法の検討—官能評価、脳波、唾液アミラーゼ濃度の測定—、日本繊維製品消費科学会、2013年6月23日、椛山女学園大学(愛知県)
- ② 猪又美栄子、高齢女性の着心地の評価、日本家政学会、2013年5月19日、昭和女子大学(東京都)
- ③ 石垣理子、ジャケット着脱時における筋負担の定量的評価について—重ね着による衣服間摩擦を要因として—、日本繊維製品消費科学会、2011年6月26日、武庫川女子大学(兵庫県)

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

石垣 理子 (ISHIGAKI MICHIKO)  
昭和女子大学・生活機構研究科・准教授  
研究者番号：70185875

##### (2) 研究分担者

猪又 美栄子 (INOMATA MIEKO)  
昭和女子大学・生活機構研究科・教授  
研究者番号：50184784

##### (3) 連携研究者

なし