

九州人間工学

第44号

(九州・沖縄支部第44回大会講演集)

日時：2023年12月1日

会場：折尾まちづくり記念館

大会長：和田親宗

日本人間工学会 第44回九州・沖縄支部大会

1. 主催：日本人間工学会 九州・沖縄支部

2. 開催日時：令和5年12月1日（金） 9：15～17：25

3. 会場：折尾まちづくり記念館（福岡県北九州市八幡西区堀川町 5-23）

4. 大会実行委員会

大会長：和田親宗（九州工業大学大学院生命体工学研究科）

実行委員：庄司卓郎（産業医科大学産業保健学部）

山田晋平（産業医科大学産業保健学部）

倉岡宏幸（産業医科大学産業保健学部）

5. 開催形式

- ・現地での講演と ZOOM を用いたオンラインのハイブリッド開催です。
- ・現地参加の方は、事前申し込みは必要ありません。直接会場へお越し下さい。
- ・オンライン参加を希望する方は、前日までにお申し込み下さい。
（お申し込み先：庄司卓郎：tshoji@health.uoeh-u.ac.jp）
Zoom の ID とパスワードはお申し込みの方に直接ご連絡します。
- ・総会と理事会は現地のみでの開催とします。

6. 参加費用

		現地参加	オンライン （発表）	オンライン （聴講のみ）
九州・沖縄 在住の方	正会員	2000 円	2000 円	0
	学生会員	0	0	0
	非会員（一般）	4000 円	4000 円	2000 円
	非会員（学生）	2000 円	2000 円	0
それ以外 の方	正会員	3000 円	3000 円	2000 円
	学生会員	2000 円	2000 円	0
	非会員（一般）	6000 円	6000 円	3000 円
	非会員（学生）	3000 円	3000 円	1000 円

※オンライン参加の方の振込先については個別にご連絡致します。

7. 発表者の方へ

- ・現地での発表者の方は、大会事務局が用意する発表用 PC を利用して下さい。
何らかの事情でご自身の PC で発表を希望する方は事前に御連絡下さい。
- ・オンラインでの発表の方は、Zoom に接続して発表をして下さい。
- ・座長の指示に従って発表を開始して下さい。
- ・講演時間は、発表 10 分、質疑応答 4 分です。交代の時間を 1 分取っています。

8. 連絡先・問い合わせ先

事務局：庄司卓郎：tshoji@health.uoeh-u.ac.jp

九州・沖縄支部：<https://www.ergonomics.jp/local-branch/kyushu-okinawa/>

大会プログラム

※演題の前に * が付いている講演は、オンラインでの講演です。

開場 9:00

開会 9:15 開会挨拶

セッション1：一般講演 9:20～10:35

座長：和田親宗（九州工業大学大学院生命体工学研究科）

S1-1 9:20～9:35 ロボット支援手術の環境が術者に与えるストレスに関する人間工学的研究：

Task force for SURgeons' saFety (T-SURF)

木村千香（千葉大学大学院融合理工学府 人間生活工学研究室）

WEI KAIQI（千葉大学大学院融合理工学府 人間生活工学研究室）

志村恵（千葉大学大学院 デザイン・リサーチ・インスティテュート 人間生活工学研究室）

下村 義弘（千葉大学 デザイン・リサーチ・インスティテュート 人間生活工学研究室）

ペエ サンジョン（千葉大学医学部附属病院 泌尿器科）

山田 康隆（千葉大学医学部附属病院 泌尿器科）

趙 雪（千葉大学医学部附属病院 泌尿器科）

田村 貴明（千葉大学医学部附属病院 泌尿器科）

坂本 信一（千葉大学医学部附属病院 泌尿器科）

S1-2 9:35～9:50 * 指先での凹凸の探索動作に着目した触覚記憶に関する基礎的検討

小島 もも（大阪大学大学院 工学研究科）、

近井 学（国立研究開発法人産業技術総合研究所）

井野 秀一（大阪大学）

S1-3 9:50～10:05 ミッドソールの硬度が階段降段動作の衝撃緩衝性と安定性に与える影響

原田 咲月（九州大学大学院 芸術工学府）

Yeoh Wen Liang（佐賀大学）

角 紀行（株式会社ムーンスター）

和田 健希（株式会社ムーンスター）

武本 悠希（株式会社ムーンスター）

村木里志（九州大学大学院 芸術工学研究院）

S1-4 10:05～10:20 化粧水の塗布方法による皮膚への浸透性の違いの検証

古坐 優磨（千葉大学大学院 融合理工学府 人間生活工学研究室）

紀伊馬 未空（千葉大学デザイン・リサーチ・インスティテュート 人間生活工学研究室）

志村 恵（千葉大学デザイン・リサーチ・インスティテュート 人間生活工学研究室）

下村 義弘（千葉大学デザイン・リサーチ・インスティテュート 人間生活工学研究室）

進藤 容（ミツミ電機株式会社 機構部品事業部 技術部）

坂井 雄一（ミツミ電機株式会社 機構部品事業部 技術部）

實藤 佳穂則（ミツミ電機株式会社 機構部品事業部 技術部）

三原 純一（ミツミ電機株式会社 機構部品事業部 技術部）

鈴木 真衣子（ミツミ電機株式会社 機構部品事業部 技術部）

S1-5 10:20～10:35 VRを用いた体感型安全教育の効果に関する研究

白石 彩花（産業医科大学産業保健学部産業衛生科学科）

庄司卓郎（産業医科大学産業保健学部安全衛生マネジメント学）

セッション2：一般講演 10:45～12:00

座長：山田晋平（産業医科大学産業保健学部）

S2-1 10:45～11:00 点眼の失敗を軽減するためのコンサルティングシステムの開発

工藤 大祐（武庫川女子大学 看護学部）

野呂影勇（早稲田大学人間科学学術院）

徳重あつ子（武庫川女子大学看護学部）

片山恵（武庫川女子大学看護学部）

岩崎幸恵（武庫川女子大学看護学部）

浅野利彰（産業医科大学病院眼科医局）

渡部晃久（惺光会 城西ヶ丘眼科）

S2-2 11:00～11:15 キャラクター画像に対するかわいさ評価時の事象関連電位

飯田 龍（千葉大学工学部 人間生活工学研究室）

下村 義弘（千葉大学デザイン・リサーチ・インスティテュート人間生活工学研究室）

S2-3 11:15～11:30 長距離走行時の身体特性による靴の衝撃吸収性能の評価

齋藤 滉太（千葉大学大学院 人間生活工学研究室）

下村 義弘（千葉大学 デザイン・リサーチ・インスティテュート 人間生活工学研究室）

S2-4 11:30～11:45 建設作業員の安全意識にワークエンゲイジメントが及ぼす影響
大庭 明（産業医科大学産業保健学部産業衛生科学科）
庄司卓郎（産業医科大学産業保健学部安全衛生マネジメント学）

S2-5 11:45～12:00 組織コミットメント尺度による異文化間の労働価値観に関する考察
金野 直希（千葉工業大学 社会システム科学研究科 マネジメント工学専攻）
鴻巣 努（千葉工業大学社会システム科学部）

12:00～13:00 昼食休憩

企画セッション 13:00～14:30

DS-1 13:00～13:30 人間工学専門家資格制度と資格取得のメリットについて
松岡敏生（三重県産業支援センター）
井出有紀子（日本電気（株））
八木佳子（（株）イトーキ）

DS-2 13:30～14:00 認定人間工学専門家資格制度の改定について
水本徹（人間工学専門家認定機構、株式会社島津製作所）
浅田晴之（人間工学専門家認定機構、株式会社オカムラ）
八木佳子（人間工学専門家認定機構、株式会社イトーキ）
井出有紀子（人間工学専門家認定機構、日本電気株式会社）
岡田英嗣（人間工学専門家認定機構、パナソニック株式会社）

DS-3 14:00～14:30 人間工学誌のリサーチ・イシュー投稿のお誘い
－人間工学が取り組むべき新技術・社会的課題の展望を共有しよう－
榎原 毅（産業医科大学教授・人間工学誌編集委員長）
村木里志（九州大学教授・人間工学誌副編集委員長）

14:35～14:55 支部総会

セッション3：一般講演 15:00～16:00

座長：庄司卓郎（産業医科大学産業保健学部）

S3-1 15:00～15:15 * 画像処理を活用した水波紋インタラクティブ音響システム
濱本悠太（長崎県立大学 情報システム学部）
辺見一男（長崎県立大学 情報システム学部）

S3-2 15:15～15:30 * 画像処理を用いた注意機能評価システムと従来の検査手法との比較

鍵山嘉史（長崎県立大学大学院地域創生研究科 情報工学専攻）

辺見一男（長崎県立大学 情報システム学部）

S3-3 15:30～15:45 * 会話ロボットによるプッシュ通知と音声コマンドを併用した高齢者の

体内外環境測定システム

辺見一男（長崎県立大学 情報システム学科）

三重野愛子（長崎県立大学 看護学科）

山口多恵（看護学科）

S3-4 15:45～16:00 若年成人の睡眠時姿勢の実態

篠原愛海（九州大学大学院芸術工学府）

至極三保子（株式会社イケヒコ・コーポレーション）

中村八大（株式会社イケヒコ・コーポレーション）

村木里志（九州大学大学院芸術工学研究院） "

セッション4：一般講演 16:10～17:10

座長：倉岡宏幸（産業医科大学産業保健学部）

S4-1 16:10～16:25 つま先歩行時の下肢筋活動強度

高井 伶遠（九州大学 芸術工学部）

原田 咲月（九州大学大学院 芸術工学府）

Yeoh Wen Liang（佐賀大学 理工学部）

村木 里志（九州大学大学院 芸術工学研究院）

S4-2 16:25～16:40 カメラ画像を用いた歩行者の進行方向推定手法の提案

鈴木春菜（九州工業大学 大学院生命体工学研究科）

和田親宗（九州工業大学 大学院生命体工学研究科）

S4-3 16:40～16:55 高齢者の歩行特性を考慮した杖型計測装置に基づく活動量推定手法
の改善

星田 恭佑（九州工業大学 大学院生命体工学研究科）

山邊 郷介（（株）芳野ケアサポート）

近藤 麻里（（株）芳野ケアサポート）

森藤 達雄（（株）芳野ケアサポート）

和田 親宗（九州工業大学 大学院生命体工学研究科）

S4-4 16:55～17:10 肘関節屈曲動作と連動したアシスト力における筋活動の変化

直江 将史 (九州大学大学院 芸術工学府)

YEOH Wen Liang (佐賀大学理工学研究院)

村木 里志 (九州大学大学院芸術工学研究院)

LOH Ping Yeap (九州大学大学院芸術工学研究院)

17:10～17:25 閉会式

※発表時間

一般講演 15分 (10分講演, 4分質疑, 1分入れ替え)

企画セッション 30分

講演概要

ロボット支援手術の環境が術者に与えるストレスに関する人間工学的研究：
Task force for SURgeons' saFety (T-SURF)

○木村 千香*, 魏 恺祺*, 志村 恵**, 裴 祥存***,
山田 康隆***, 趙 雪***, 田村 貴明***, 坂本 信一***,
下村 義弘**
* 千葉大学大学院 融合理工学府
** 千葉大学 デザイン・リサーチ・インスティテュート
*** 千葉大学医学部附属病院 泌尿器科学

**Ergonomic Study of the Stress on Surgeons in Robot-Assisted Surgical Environments :
Task force for SURgeons' saFety (T-SURF)**

Chika KIMURA*, Kaiqi WEI *, Megumi SHIMURA **, Sangjon PAE*,
Yasutaka YAMADA***, Xue ZHAO***, Takaaki TAMURA***,
Shinichi SAKAMOTO***, Yoshihiro SHIMOMURA*****
* Graduate School of Science and Engineering, Chiba University
** Design Research Institute, Chiba University
*** Department of Urology, Graduate School of Medicine, Chiba University

要旨

ロボット支援模擬手術中の術者ストレスを多角的に測定し明らかにすることを目的とした。手術支援ロボットダヴィンチのシミュレータータスク中の術者1名の脳波、筋電図、皮膚コンダクタンス、心拍数、唾液中コルチゾール濃度、NASA-TLXとSURG-TLX、タスク成績を測定した。姿勢の良悪の2条件と環境音の大小2条件とし、タスクはスポンジとエネルギーの2種類実施した。姿勢良条件は通常の手術姿勢とし、姿勢悪条件はアームレストとカメラボタンの使用を制限した。環境音は手術中の録音を用い、通常手術時と同程度または最大音量で再生した。結果、姿勢悪条件でのエネルギータスクで上腕二頭筋と浅指屈筋の%MVCが増加した。環境音大条件でのスポンジタスク、姿勢悪条件でのエネルギータスクで心拍数が増加、主観評価が負担増加、タスク成績は悪化した。手術中の術者は姿勢や環境音により精神的・身体的ストレスがかかり、作業成績にも影響を受けることが分かった。

指先での凹凸の探索動作に着目した触覚記憶に関する基礎的検討

○小島もも*, 近井学**, 井野秀一*,**

*大阪大学, **国立研究開発法人産業技術総合研究所

Basic Study on Tactile Memory Focusing on Tactile Fingertip Sensing

Momo KOJIMA*, Manabu CHIKAI**, Shuichi INO*,**

*Osaka University, **National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

1. はじめに

我々は五感を通じて外界の状況を知覚している。中でも触覚は振動、圧力、温度など多様な感覚を知覚できる。これらの触覚情報は皮膚や筋・骨格系のセンサから取得され、複合的な知覚システムによって処理される。皮膚や筋・骨格系のセンサから刺激を知覚すると、脳（中枢）で認知し、対象物の形状や状態を知る。そして、視覚や聴覚による物体の推定、触覚や触力覚による物体の把握によって対象物を同定することができる。

対象物を同定するためには、知覚された情報の一次保持、対象物に関する記憶の検索・照合が行われる必要がある¹⁾。知覚情報の一次保持である感覚記憶について、視覚や聴覚による知見が報告されている。例えば、視覚では、Sperling の実験がある。3行4列の文字列を瞬間提示したところ、直後に再生可能な文字数は12文字中4.5文字であった。一方で、一行分のみ回答する部分報告法では全体報告法より記憶量は多くなるものの、時間により減衰することがわかっている。この実験を皮切りに視聴覚の感覚記憶の研究は数多くなされている。

触覚の感覚記憶について、Bliss は Sperling の実験を参考に指の関節24か所に空気圧を呈示し、結果、最大12か所に提示された刺激の位置に対して3.5か所が正確に記憶されることが示された²⁾。その後、脳イメージングや神経心理学で脳機能の面において研究が進んでいる。Harris は振動刺激に対する指先の感覚記憶の研究を行った。変数として周波数差(0, 1, 2, 3 Hz)と刺激間間隔(1, 2, 5 秒)を設定し、正答率を比較した結果、周波数差が2 Hz以上でチャンスレベル以上になり、刺激間間隔が長いほど正答率が低下することを示した³⁾。

そのような背景から、本研究では触覚刺激の知覚に関する感覚記憶についての基礎的検討として、指先での凹凸（テクスチャ）の探索動作に着目した。本報告では、凹凸に周期性のあるプレートを用いて、その探索動作と触覚記憶について明らかにすることを目的とし、テクスチャに対する探索動作の統制の有無と刺激間の時間間隔を変数として正答率と確信度、探索時間の違いから、触覚の感覚記憶の特徴について考察した。

2. 対象と方法

2.1 実験参加者

本研究では、7名（21-24歳、平均: 22.7歳）の若

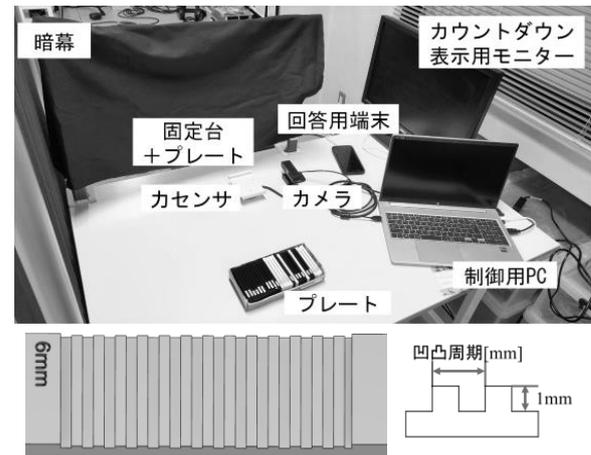


図1 実験装置

(上：概観，下：呈示プレートと断面)

年者に協力いただいた。参加者は全員右利きだった。本研究は、国立大学法人大阪大学大学院工学研究科研究倫理委員会からの承認を受け、実施した(承認番号 4-3-1)。実験に先立ち、実験従事者は参加者に対して実験の趣旨を十分に説明し、承諾を得た。

2.2 触覚刺激呈示プレート

定量化しやすいテクスチャとして単一の矩形凹凸周期をもつプレートを複数種類作成した。プレートの凹凸周期(周期幅)は標準刺激2 mm, 6 mmの2種類に対して、粗さ判定を行うための比較刺激をそれぞれ大小あわせて7種類ずつ作成した。

2.3 実験手続き

実験では、2枚のプレートを呈示し、粗さを判別する方法をとった。参加者は暗幕越しに2枚のプレートを右手示指で順に探索し、標準刺激に対する粗さの大小と、回答に対する自信(以降「確信度」)を3段階(0:わからない, 1:迷いがあつた, 2:自信がある)で回答した。

実験は3種類実施した。まず実験1では、自由探索によるプレートの判別実験を行った。次に実験2では、探索動作を統制して刺激間の待機時間(以降「刺激間間隔」)を1秒にした場合の判別実験を行った。最後に実験3では、刺激間間隔を2, 3, 5秒にした場合の判別実験を行った。なお、個人差を考慮するため、実験2で正答率が8割以上となる組み合わせを採用した。

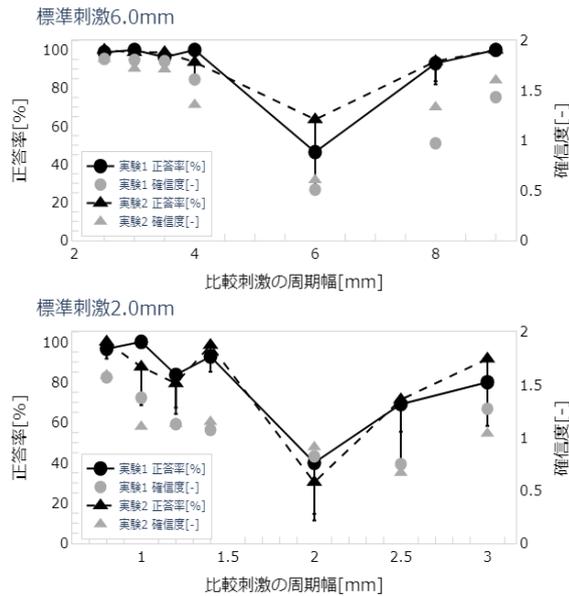


図2 実験1と2の正答率と確信度の比較
(上：標準刺激 6 mm，下：標準刺激 2 mm)

実験2，実験3では探索時間と刺激間隔を統制するためカウントダウンをモニターに表示した。

3. 結果と考察

図2には，実験1と実験2の正答率と確信度を示す。結果から，両実験ともに標準刺激と比較刺激の凹凸周期の差が大きいほど正答率は上昇する傾向があった。標準刺激 2 mm の場合，比較刺激が粗いほうが正答率・確信度ともに低くなった。実験間で正答率に特徴的な差はみられなかった。また，探索動作は指を滑らせる方法や指腹を押しつける方法が観察された。凹凸の細かいプレートでは爪付近，粗い部分では指腹での探索がしやすいという主観報告が3名から得られた。

図3には，実験1の探索回答時間（スタートボタンを押してから粗さの回答ボタンを押すまでの時間）の分布を示す。探索動作の統制がない場合，個人差が大きいものの，平均 5-6 秒であった。また，標準刺激の凹凸周期に近いほど探索回答時間はやや増加する傾向があった。標準刺激 2 mm の場合と比較して，標準刺激 6 mm は探索時間が短く，容易に判別できたことがわかる。

図4には，実験3の刺激間隔ごとの正答率を示す。両標準刺激で時間経過とともに正答率は下がり，ばらつきが大きくなる傾向があった。凹凸周期の差が大きいほうが正答率は高かったが，粗さの違いを明確にラベル付けしやすく，長期間情報を保持できるためだと考えられる。両刺激でチャンスレベルまで低下した試行はみられず，触覚感覚記憶は 5 秒以上続く可能性が示唆された。

4. おわりに

凹凸の触覚記憶は時間経過に伴って減衰する傾

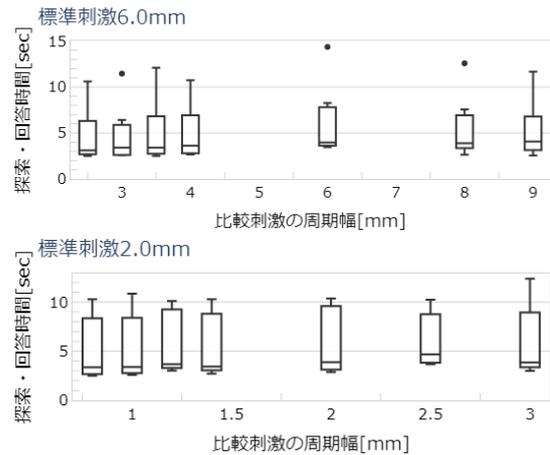


図3 実験1の探索回答時間
(上：標準刺激 6 mm，下：標準刺激 2 mm)

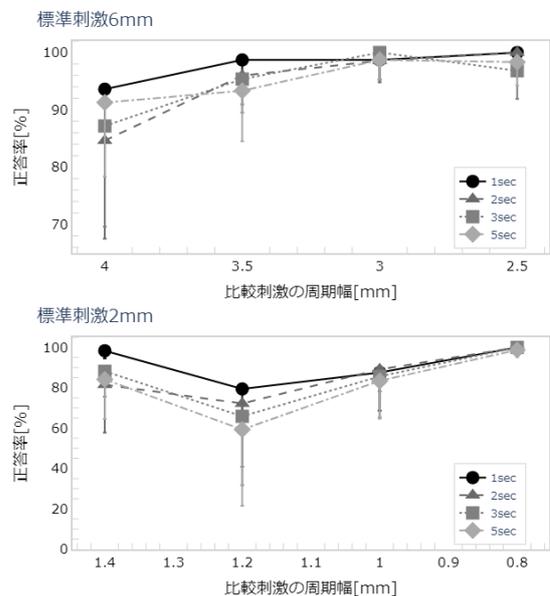


図4 刺激間隔ごとの正答率
(上：標準刺激 6 mm，下：標準刺激 2 mm)

向が見られた。今後，探索動作中の力や動作を群分けした比較などを行い触覚記憶の機序について明らかにしていきたい。

5. 文献

- 1) 八坂一彦, 森友樹, 柘秀人: 触覚刺激の違いによる触覚記憶の特性, 2012年度日本認知科学会第29回大会, pp. 550-554, 2012
- 2) J. Bliss, H. Crane, P. Mansfield, J. Townsend: Information Available in Brief Tactile Presentations, Perception & Psychophysics, vol. 1, pp. 273-283, 1966
- 3) J. Harris, I. Harris, M. Diamond: The Topography of Tactile Working Memory, Journal of Neuroscience, vol. 21, no. 2, pp. 8262-8269, 2001

[連絡先]

こじま もも

e-mail: kojima.m@qolt.mech.eng.osaka-u.ac.

ミッドソールの硬度が階段降段動作の衝撃緩衝性と安定性に与える影響

○原田 咲月(九州大学大学院 芸術工学府)
Yeoh Wen Liang(佐賀大学 理工学部)
角 紀行(株式会社ムーンスター)
和田 健希(株式会社ムーンスター)
武本 悠希(株式会社ムーンスター)
村木 里志(九州大学大学院 芸術工学研究院)

要旨

階段降段は、接地時に大きな衝撃を受け、不安定になりやすいことから衝撃吸収や安定保持がより求められる動作といえる。靴着用時にはミッドソールが衝撃を和らげ安定を保つ補助をするが、ミッドソールは材質によってその特性が異なる。本研究では、ミッドソールの硬度が階段降段動作の衝撃緩衝性と安定性に与える影響を検討することを目的とした。

若年成人 12 名を対象とし、硬度の異なるミッドソールを用いた靴 3 種類と裸足の計 4 条件で階段降段動作と床反力を計測した。その結果、初期接地（歩行周期 0%時）の足関節および足底角加速度、第五中足骨骨頭加速度の大きさが高硬度条件において小さかった。一方、床反力の垂直・前後・左右分力の第一極大値は条件間で有意な主効果が認められなかった。ミッドソールの硬度が高い靴を着用した際には、急激な接地を避け衝撃を和らげるよう足部の運動を制御することで衝撃緩衝性は一定に保たれていること、本実験で対象とした硬度の範囲においてはミッドソールの硬度が左右方向の安定性に与える影響は小さいことが示唆された。

化粧水の塗布方法による皮膚への浸透性の違いの検証

○古坐優磨(千葉大学大学院融合理工学府)
 志村恵(千葉大学・デザインリサーチ・インスティテュート)
 紀伊馬未空(千葉大学大学院融合理工学府)
 進藤容(ミツミ電機株式会社 機構部品事業部 技術部)
 坂井雄一(ミツミ電機株式会社 機構部品事業部 技術部)
 實藤佳樋則(ミツミ電機株式会社 機構部品事業部 技術部)
 三原純一(ミツミ電機株式会社 機構部品事業部 技術部)
 鈴木真衣子(ミツミ電機株式会社 機構部品事業部 技術部)
 下村義弘(千葉大学・デザインリサーチ・インスティテュート)

Verification of differences in skin penetration by different methods of lotion application

Yuma KOZA (Graduate School of Science and Engineering, Chiba University)
 Megumi SHIMURA (Design Research Institute, Chiba University)
 Miku KIIMA (Graduate School of Science and Engineering, Chiba University)
 Yasushi SHINDO (MinebeaMitsumi Inc.)
 Yuichi SAKAI (MinebeaMitsumi Inc.)
 Katsunori SANEFUJI (MinebeaMitsumi Inc.)
 Junichi MIHARA (MinebeaMitsumi Inc.)
 Maiko SUZUKI (MinebeaMitsumi Inc.)
 Yoshihiro SHIMOMURA (Design Research Institute, Chiba University)

要旨

化粧水は、皮膚に浸透することで保護に有効である。しかし、その塗布方法が皮膚への浸透度と与える影響は不明である。本研究では、化粧水を手で塗布した状況を再現したスタンプを用いた場合（徒手法）と、化粧水を60 μ mの微細粒子として噴霧した場合（噴霧法）の化粧水の皮膚への浸透性の違いを検証した。被験者は、日常的に化粧水を使う健康な大学生10名（男子5名、女性5名）とした。実験では、徒手法と噴霧法の2条件下における、前腕と頬に化粧水を塗布したときの皮膚電気伝導度を測定した。解析区間は、化粧水塗布前の5分（ベースライン）、化粧水塗布後の3分、化粧水拭き取り（皮膚に残った化粧水をろ紙で除去）後の10分間とした。実験の結果、噴霧法が徒手法と比べ、皮膚への浸透性が高いことが示唆された。噴霧法では、微細粒子が皮丘と皮溝に付着し、皮膚上の凹凸を埋め尽くすことで皮膚への浸透性が高まると推察される。

VR を用いた体感型安全教育の効果に関する研究

○白石 彩花（産業医科大学産業保健学部産業衛生科学科）
庄司 卓郎（産業医科大学産業保健学部安全衛生マネジメント学）

Research on the effectiveness of safety training using VR.

Ayaka SHIRAISHI (University of Occupational and environmental Health, JAPAN)
Takuro SHOJI (University of Occupational and environmental Health, JAPAN)

要旨

本研究では、VR を用いた危険体感型安全教育が、従来の座学での教育より安全意識を高めることに有効であるか検討した。一般に安全教育の効果を適切に評価した研究は少ない。その背景に、評価する指標が明確に無いことがあげられる。本研究では、効果指標の選定を行い、通常、教育やセミナーの評価として行われる教育への印象の主観評価以外に、模擬作業時の安全行動得点等を指標とする評価方法を構築した。実験は大学生 26 名を対象に新入者安全教育を模して行った。安全意識に関するアンケート等に回答してもらった後に、対象者を無作為に 2 群にわけ、それぞれ従来型の講義型安全教育と VR を用いた体感型安全教育を受講してもらった。教育終了後、再度安全意識に関するアンケート等への回答と簡単な作業を実施してもらった。両群の比較から、模擬作業の安全行動点数と注意箇所数が体感型安全教育の方が講義型安全教育よりも有意に多く、安全を意識して作業をしていたことが明らかになった。また、安全意識アンケートについては 28 項目中 4 項目で体感型安全教育の方が講義型安全教育よりも有意に点数が高いという結果が得られた。

点眼の失敗を軽減するためのコンサルティングシステムの開発

○工藤大祐*, 戸上英憲**, 徳重あつ子*, 野呂影勇***

*武庫川女子大学, **産業医科大学, ***早稲田大学・エルゴシーティング

Developing a consulting system to reduce eye drop failures

Daisuke KUDO*, Hidenori TOGAMI**, Atsuko TOKUSHIGE*, Kageyu NORO***

*Mukogawa Women's University, **University of Occupational and Environmental Health, Japan

***Waseda University・Ergoseating

1. 点眼について

眼科疾患は加齢性疾患が多くを占めており、慢性的な視覚障害は生活の質に多大な影響を与える。眼科疾患による視覚障害を軽減するための支援は重要であり、その中でも点眼は眼科領域における主要な治療手段となっている。

筆者による先行研究では、若年者と高齢者の点眼動作を比較したところ、若年者よりも高齢者で点眼の失敗が多く、点眼時の頸部の伸展角度が点眼の成功・失敗には重要であることを明らかにした¹⁾。若年者では、身体可動に柔軟性があるが、高齢者では、加齢現象に伴い、関節可動域制限や円背姿勢などの変化が現われてくる。今回、30歳代の男女に高齢者の円背姿勢や関節可動域の制限を再現できる高齢者疑似体験スーツを着用してもらい点眼を行ってもらった。(図1)

若年者と疑似高齢者の点眼姿勢と CSV グラフを提示する。これらの CSV グラフは後述するデジタルフロアと各圧力センサーを用いて収集したデータで作成した。(図2・図3)



図1 成人と疑似高齢者の点眼姿勢

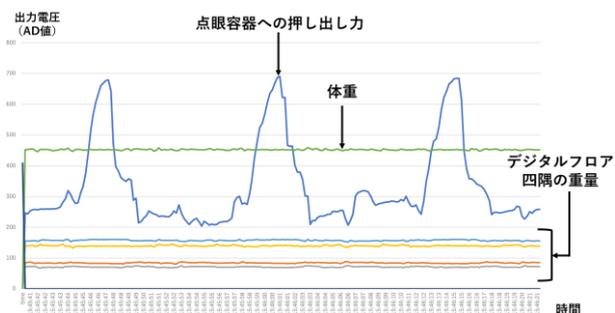


図2 成人の CSV グラフ

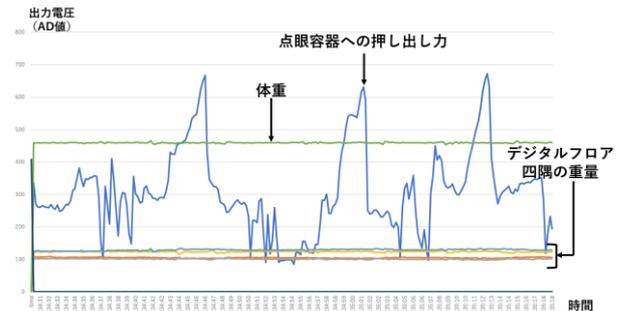


図3 疑似高齢者の CSV グラフ

若年者では、身体可動に柔軟性があるため、点眼時に後方に体重が移動できており、椅子の背もたれを十分に使用することができている。しかし、疑似高齢者では、円背姿勢があるため、体幹を後方に反らした姿勢保持が困難になっており、頸部の伸展のみで点眼を行うことになる。頸部の伸展が不十分な場合、点眼を失敗するリスクがある。

CSV グラフを比較すると疑似高齢者では、波形に揺れが多数生じており、肘関節の可動域制限があるため、点眼動作がスムーズに行えていないと考えられた。加えて、高齢者の場合では、眼の調節力も低下するため点眼行為に影響もあると考える。

また、筆者は142の眼科病棟の看護師を対象に点眼指導の実態調査を行った。その結果、看護師は高齢者への点眼指導に関して困難感を抱いていることが明らかとなっている。点眼指導時における看護師の困難感の一部を提示する。(表1)

表1 点眼指導時に困難であった事例や感じたこと

患者が高齢である (33件)
認知機能の低下がある (32件)
身体機能の低下がある (21件)
誤った点眼手技・知識 (17件)
視力低下・視野障害がある (14件)

(複数回答・自由記載の改変)

以上のことから、コンサルティングシステムを開発することで患者の失敗例の要点が説明でき、個別性のある支援を行うことが可能と考える。

2. 研究の目的・センサーリンクについて

本研究では、点眼の失敗軽減を目的としたコンサルティングシステムの確立を目的とした。

例として Roland Zemp

(sensomative GmbH/Biomechanics dept., ETH Zurich)
の開発製品には、骨盤底筋トレーニング機器
Acticoreなどに、図4のようなリンクを構成している。
本研究でも同様にコンサルティングシステムの
開発を行っている。(www.acticore.com)



図4 センサーリンクの一例

Google フォームを骨格として用い、それを Web
サイトへ埋め込んでいる。(そのフォームの要
所にアバターを挿入し、動画を画面(タブレ
ット)に表示、患者への情報伝達(自動診断ツ
ール参照)を行う。(図5)



図5 Google フォームとアバター

本プロジェクトでは、リンクの節点(node)にセン
サーを多用している(沈み込み測定装置やデジ
タルフロアも含まれる)ことから、センサーリン
ク(図6)と呼ぶこととした。

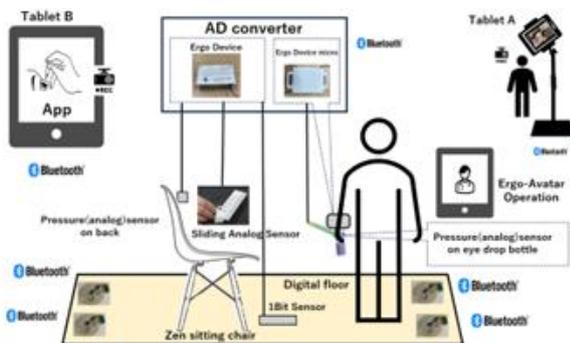


図6 本研究のセンサーリンクの概要

3. デジタルフロア

本研究では、点眼時の姿勢や動作の動揺を測定
する目的で新たに「デジタルフロア」という装置
を開発した。(図7) デジタルフロアは、床の四隅
にワイヤレスの重量計があり、床面に禅座の椅子
が固定されている木製のフロアである。特徴とし
て、1つ目は床面上で身体の重心が移動した方向を
定性的にはあるが表示できること。2つ目は、禅
座の椅子を床に固定することで、点眼に必要な体
動以外の動きを最小限に抑えることができる点で
ある。大きさは床の厚さ 18mm, 幅 1250mm(L)と
630mm(R)で、既存の床の上に設置する。

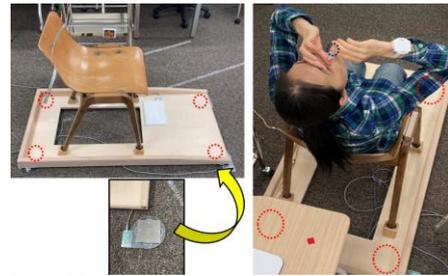


図7 デジタルフロア

4. 圧力センサー

点眼容器への押し出し力を測定するセンサー、
および椅子の背もたれを使用時の背部への圧力セ
ンサーには、高分子厚膜フィルムセンサー
(FSR400・FSR408)を用い、足部接地の確認には
接触センサー(1-bit センサー²⁾)を用いた。これ
らのセンサー類を AD 変換装置に接続した。

5. 結果および考察

成人、疑似高齢者ともセンサーリンクを用いた
点眼動作を観察することが可能であった。センサ
ーリンクを用いることで、一連の点眼動作を同じ
時間軸で観察でき、点眼動作の不備や点眼失敗の
際に、コンサルティングシステムを用いて要点を
説明することが可能であると考えられる。

6. システム導入の限界

本研究におけるデバイスは手製であり、低コス
トの機器を採用した。そのため、性能は精密レ
ベルの素子には劣ると考えられる。しかし、限ら
れたスペックの中で目的に合った設計をすることで
、様々なスペースに合ったコンサルティングシステ
ムが構築できると考える。

7. 結論

センサーリンクを用いた指導システムは完成し
たといえる。今後、当システムを用いた小型なコ
ンサルテーション装置を開発し、眼科病棟や眼科
診療所での臨床応用を視野に入れていく。

8. 文献

- 1) 工藤大祐・片山恵・徳重あつ子・阿曾洋子：若
年者および高齢者の自己点眼の成功・失敗に関係
する動作要因，看護人間工学会誌第1巻，p25-p30，
2019
- 2) 戸上英憲・渡部晃久・藤巻吾朗・近藤寛之・野
呂影勇：手術用椅子の開発のためのセンサーの応
用-1-bit センサーの開発と応用 1-九州人間工学
(40)，p5-p6，2019

謝辞

本研究においてご指導くださいました産業医科
大学眼科医の浅野利彰氏，惺光会 城西ヶ丘眼科 眼
科医の渡部晃久氏に心から感謝申し上げます。

工藤大祐：daisuke@mukogawa-u.ac.jp

キャラクタ顔画像に対するかわいさ評価時の事象関連電位

—キャラクタに対する“かわいい”感情と P300, N170 の関係—

○飯田龍*, 下村義弘**

*千葉大学, **千葉大学デザイン・リサーチ・インスティテュート

Event-Related Potentials during Evaluation of Cuteness in Character Facial Images
-Brain Functional Model for Understanding the Mechanisms of Cute Emotions-

Ryo IIDA*, Yoshihiro SHIMOMURA**

* Chiba University, ** Design Research Institute, Chiba University

1. 背景

近年, 世界中で数多くのキャラクタが生み出されており, キャラクタを用いた経済効果は大きくなっている. その主要な要因として, キャラクタのかわいさが挙げられる. 感情の表出は生物的な基盤があり, 生理学的指標を用いることでそのメカニズムを明らかにすることができる. そこで, 本研究は生理学的指標の1つである脳波に着目し, “かわいい”感情の機能を理解できる脳機能モデルを明らかにすることを一連の目標とする. また, かわいさが生理学的に評価できれば, 介護ロボットや自動走行自動車などのモノとヒトのインターフェースの開発にも応用することができる.

事象関連電位 P300 は刺激提示後, 潜時約 300 ms 付近に表出する陽性波で, 刺激に対する評価や判断に関与している. 興味がない画像の視覚刺激の場合と比べ, “かわいい”感情を抱く画像の視覚刺激の場合は P300 成分の振幅が増大することが示されている¹⁾. また, 事象関連電位 N170 は潜時約 170 ms 付近に表出する陰性波で, 顔の初期検出に関与する. N170 は顔以外の視覚刺激を提示した場合に比べ, 顔刺激を提示した場合には振幅が増大する²⁾. 以上から, キャラクタ画像から得る“かわいい”感情は P300 成分と N170 成分に表出し, かわいさによって振幅が増大すると予測した.

2. 実験方法

2.1 刺激

Midjourney (画像生成 AI) を用いて, 200 枚のキャラクタ画像を作成した. その後, 307 px の正方形に収まるように顔を切り抜き, グレースケールに変換, 輝度を平均化し輝度値 128 となるように調整した (図 1 左). 被験者は, 実験前に 200 枚の画像のかわいさを 3 段階で評価した (図 1 右). 刺激は 1920×1080 px の黒い画像の中心部に表示された. その結果, “かわいい”と評価された画像 60 枚と “かわいくない”と評価された画像 60 枚を実験条件刺激として選択した.

2.2 反応課題

実験は 3 ブロックで構成され, 各ブロック 200 回の実験試行を行った. 各試行では, 初めに注視点を 500 ms 提示し, 次にかawaii感情判定タスクを 1000 ms 行い, 最後にブランクを 1500 ms もしくは

2000 ms 提示した. かわいい感情判定タスクでは, キャラクタ画像 (ターゲット刺激, $p = 0.2$) かノイズ画像 (標準刺激, $p = 0.8$) がランダムに提示された. 提示された刺激がキャラクタ画像の場合, “かわいい”と判断したら右のボタン, “かわいくない”と判断したら左のボタンを両手示指でできるだけ早く押すように, ノイズ画像の場合はボタンを押さないように教示した.

2.3 記録

記録部位は国際 10–20 法の F3, Fz, F4, Cz, P3, Pz, P4, O1, Oz, O2 に関電極, 連結した両耳朶に基準電極をそれぞれ置き脳波測定した.



図 1 作成した視覚刺激と主観評価画面

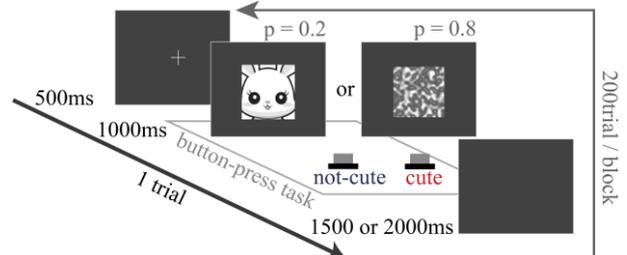


図 2 実験試行

3. 解析方法

0.5~35 Hz のバンドパスフィルタと 49~51 Hz のノッチフィルタをかけ, アーチファクトが混入した試行を除去し, 視覚提示 200 ms 前から 500 ms の試行ごとに切り分けた. 被験者ごとに 3 つの条件で別々に平均化した後, 被験者 10 人の総加算平均を行なった. P300 の解析は各被験者平均後の波形に対して, 250~500 ms 間における F3, Fz, F4, Cz, P3, Pz, P4 の頂点振幅を電極ごとに求めた. この振幅に対して, “かわいい”条件と “かわいくない”条件の 2 群間で t 検定を行なった. 同様に N170 成分の解析では 140~200 ms 間における Pz, O1, Oz, O2 の頂点振幅を求め, 2 群間で t 検定を行なった. $p < 0.05$ を統計学的に有意とした.

4. 結果

4.1 P300 の解析

図 3 に被験者 10 人の Cz における条件別の加算平均後の波形を示す。また、図 4 に各関電極における条件別加算平均波形の P300 頂点振幅を示す。

図 3 よりキャラクタ画像提示から潜時約 300 ms 後に、陽性成分の波形が見られた。また、“かわいい”条件と“かわいくない”条件共に、類似した波形形状を示し、ノイズ画像では異なった形状を示した。次に、各関電極における P300 成分の頂点振幅では“かわいい”条件と“かわいくない”条件間で F3 ($t(9) = 2.72, p = .01$), Fz ($t(9) = 2.45, p = .02$), Cz ($t(9) = 1.98, p = .04$) で有意差が認められた。F4 ($t(9) = -0.06, p = .48$) と Pz ($t(9) = 1.51, p = .08$) では有意差が認められなかった(図 4)。

4.2 N170 の解析

各関電極の N170 成分の頂点振幅において、“かわいい”条件と“かわいくない”条件間で Pz ($t(9) = -1.04, p = .16$), O1 ($t(9) = -0.85, p = .21$), Oz ($t(9) = 0.36, p = .36$), O2 ($t(9) = 0.22, p = .41$) において有意差が認められなかった。その為、この結果が個人差の影響によるものかを考察するため、各被験者平均後の波形観察を行った。被験者 1 人における Oz の加算平均後の波形を図 5 に示す。図 5 では、140~200 ms 間で陰性成分が観測されノイズ画像条件でも低度な陰性成分が見られた。

5. 考察

キャラクタ顔画像のかわいさによって P300 成分の振幅が変化し、“かわいい”と感じる場合の方が増大した。これは Yanagi(2014)らの先行研究の内容と一致し、キャラクタの顔画像によって“かわいい”感情を得た場合でも振幅が増大することが明らかになった。F4 で有意差が見られなかった点は、被験者の大半が右利きであった点や反応課題でのボタン配置に左右差があった点などが考えられるが、更なる解析が必要である。図 5 における頂点振幅の潜時は“かわいい”条件で 172.5 ms, “かわいくない”条件で 174.0 ms であった。これらの波は潜時 170 ms 付近の陰性成分として観測され、かわいさによって N170 成分の振幅が変化した可能性がみられた。しかし、被験者全体の総加算平均結果において N170 成分の振幅が有意に増加しなかった。理由は、図 5 においてノイズ画像条件でも 170 ms 付近に陰性成分が見られたことから、標準刺激が荒く顔画像として認知された可能性が考えられる。標準刺激をより周波数の高い画像に変更し、多くの被験者で実験を行う必要がある。

6. 今後の展望

P300 成分がキャラクタのかわいさを説明できる生理指標であるかを明らかにするために、かわいさに関する主観評価を VAS 指標で取得し、“かわ

いい”感情の主観評価値と P300 成分における事象関連電位の頂点振幅が相関関係にあるかを解析する。また、N170 成分でもキャラクタのかわいさによって振幅が変化するのかについても検討する。

7. 文献

- 1) Itier, R. J., & Taylor, M. J. : N170 or N1? Spatiotemporal differences between object and face processing using ERPs, *Cerebral cortex*, 14(2), 132-142, 2004.
- 2) Yanagi, M., Yamasaki, Y., Yamariku, Y., Takashina, T., Hirayama, Y., Horie, R., & Ohkura, M. : Physiological responses caused by kawaii feeling in watching photos, *AHFE2014*, v(n), 839-847, 2014.

[連絡先]

飯田 龍

e-mail : ryoiida11@gmail.com

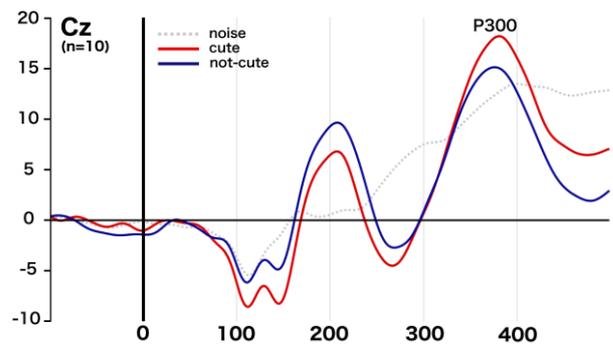


図 3 Cz の総加算平均波形 (n = 10)

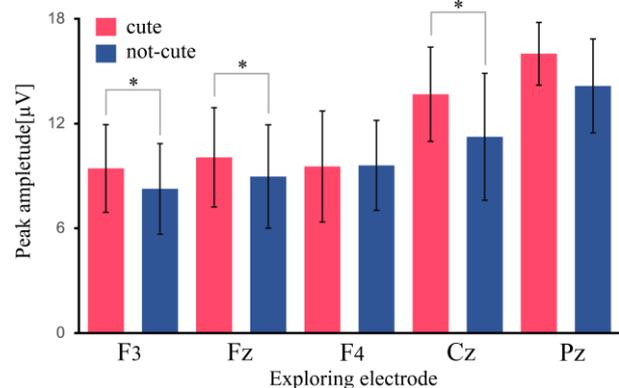


図 4 各関電極における P300 の頂点振幅

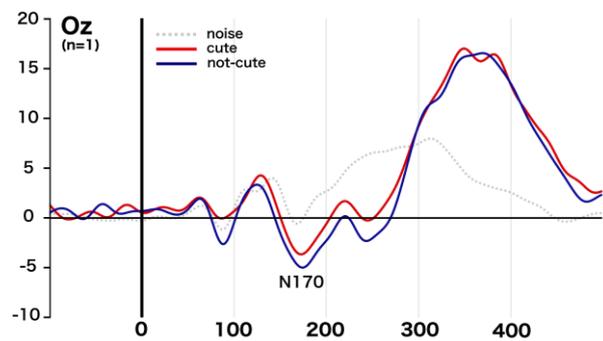


図 5 Oz の加算平均波形 (n = 1)

長距離走行時の身体特性による靴の衝撃吸収性能の評価

○齋藤 滉太(千葉大学大学院 融合理工学府)

下村 義弘(千葉大学デザイン・リサーチ・インスティテュート)

Evaluation of Shoe Shock Absorption Performance by Physical Characteristics during Long Distance Running

Kota SAITO (Graduate school of Science and Engineering, Chiba University)

Yoshihiro SHIMOMURA (Design Research Institute, Chiba University)

要旨

背景：近年ランニングは運動習慣の一つとして幅広い人々に取り入れられている。それに伴い、パフォーマンス向上や怪我の防止を目的とした靴の研究が多く見受けられる。その一つに身体への衝撃負荷を測定する研究があるが、長距離走行中の時間経過における衝撃負荷の変化に着目した研究は少ない。本研究では、長距離走行時の衝撃負荷および筋活動から靴の衝撃吸収性能を評価することを目的とした。

方法：4名の男子大学生を対象にトレッドミル上で50分間の走行を実施した。着用シューズ内の衝撃吸収インソールの有無を実験条件とした。身体への衝撃負荷を下肢遠位端、下腿遠位端、額部の加速度計にて計測した。また、衝撃吸収に関わる筋の活動量を大腿直筋、大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋の表面筋電計にて計測した。

結果・考察：大腿直筋、大腿二頭筋、前脛骨筋において、時間経過により筋活動量が有意に減少した。ランニングシューズを評価する際に長時間走行を取り入れることの有用性が示唆された。

建設作業員の安全意識にワークエンゲイジメントが及ぼす影響

○大庭 明（産業医科大学産業保健学部産業衛生科学科）
庄司 卓郎（産業医科大学産業保健学部安全衛生マネジメント学）

Effects of work engagement on work attitudes of construction workers.

Akira OHBA (University of Occupational and environmental Health, JAPAN)
Takuro SHOJI (University of Occupational and environmental Health, JAPAN)

要旨

建設現場で働く作業員において、メンタルヘルス不調が不安全行動に繋がるという知見が公表されて注目されている。また、生活習慣を含むフィジカル要因、メンタル要因が良好である労働者はワークエンゲイジメントが高いことが報告されている。これらのことから、設備・工程の改善と同時に、労働条件の改善を通じた作業員の意識の変化が建設作業の不安全行動の防止に重要では無いかと考えられる。本研究では、建設現場で働く作業員を対象に、紙面及びGoogle フォームを用いた質問紙調査を行い、「労働条件」「安全管理の方針」「現場風土」「ワークエンゲイジメント」が「安全意識」に及ぼす影響について検討した。その結果、作業員同士が信頼し合える風土があり、安全管理に熱心に取り組んでいる現場の作業員はワークエンゲイジメントが高く安全意識も高い傾向が見られた。その一方で上下関係が厳しい現場では、安全意識が低い傾向が見られた。ワークエンゲイジメントと安全意識の間にも有意な相関が見られた。以上のことから、現場の風土や安全管理への取り組みが職場の風土やワークエンゲイジメントを通じて作業員の安全意識に影響しているのでは無いかと考えられた。

組織コミットメント尺度による異文化間の労働価値観に関する考察

○金野 直希(千葉工業大学大学院 社会システム科学研究科)
鴻巣 努(千葉工業大学 社会システム科学部)

A Study of Cross-Cultural Work Values Based on the Organizational Commitment Scale
Naoki KONNO (Graduate School of Social Systems Science, Chiba institute of technology)
Tsutomu KONOSU (Faculty of Chiba Institute of Technology)

要旨

本研究では、組織コミットメントとパーソナリティの関係を調査し、労働価値観について考察した。調査対象は日本・タイ・ベトナムの358名、質問項目は125項目であった。国籍別に組織コミットメントの3次元および4次元それぞれの構成要素との相関を求めた。ワークモチベーションの下位尺度と規範的・情動的・存続的・価値的コミットメントの相関が認められ、パーソナリティの下位概念との相関も認められた。二元配置分散分析からは、組織コミットメントを従属変数とした国籍と楽観性に主効果と交互作用が認められた。

ここから、仕事に対する目的意識を持たせることや、自社に限らず広い視野でのマネジメントを行うことで組織コミットメントの向上が見込めると考えられる。また、タイとベトナムでは楽観性との関連でコミットメントが異なることが想定され、多国籍プロジェクトにおけるメンバへのアプローチを検討するうえで有効な変数となることが示唆された。

画像処理を活用した水波紋インタラクティブ音響システム

○濱本悠太*, 辺見一男**

*長崎県立大学情報システム学部, **長崎県立大学情報システム学部

Water ripple interactive sound system using image processing

Yuta Hamamoto *, Kazuo Hemmi **

University of Nagasaki, Information Systems

1. はじめに

日本には水を用いた伝統的なアートが多く存在し、水の美しい音や視覚的な魅力を活かしている。例えば、ししおどしや水琴窟など、水の流れを通じて自然の美しさや季節感を表現する手法は古くから人々に親しまれてきた。近年、情報技術の進歩により、水を媒体としたインタラクティブサウンドシステムが研究されている。趙ら¹⁾は水面への刺激で音楽を生成するシステムを、平井ら²⁾は入浴中の動作から音楽を生成するシステムを開発した。上記のシステムでは、物理的な水圧センサや浮きが水の動きを直接感知している。本システムは画像処理による非接触的な手法を音楽生成の根幹とした。これにより、ユーザーは、水に触れながら画像処理された水紋を視覚的に捉え、奏でた音を聞くことで、直感的に没入感ある体験が可能となる。本研究の目的は、水を用いたインタラクティブな音楽システムを開発し、「触覚的」かつ「視覚的」かつ「聴覚的」な音楽体験を提供することである。

2. サウンドシステム

2.1 システムの概要

図 1 に示すように、本システムでは、水を張った容器を使用し、三脚に取り付けた USB カメラで容器全体を撮影する。図 2 に示すように、水面に映る光の変動に対応するため、画像の明暗を変更するプログラムを組み込んだ。この変更はユーザーが手動で設定することができ、異なる環境や光源下でも安定してシステムが動作するようにした。次に、水面の動きに焦点を当て、水面の動きにおける注目領域に適応的閾値処理を適用し、光の反射に合わせた 2 値化処理を行う。さらに、波の動きをより強調するために、ラプラシアンフィルタを適用する。その後、容器の左右で異なる音声を流すため、画面を左右に分割し、各領域でエッジ検出とエッジ数のカウントを行う。そして、処理画面内で一番大きな移動物体を特定することで、手の位置が画面中央より左にあるか右にあるかを判定する。最後に、ユーザーが設定した音声再生のための閾値と手の位置に基づいて、適切な音声ファイルが再生される。ユーザーはプログラムの稼働中に特定のキーで再生される音声を切り替えることができる。図 3 に示すのはエッジ処理検出後のシステムの実行画面である。



・容器の右側と左側で異なる音が流れる。

・かき混ぜる速さ(エッジの数)に応じて、音のピッチが変化する。

図 1 システムの概要図

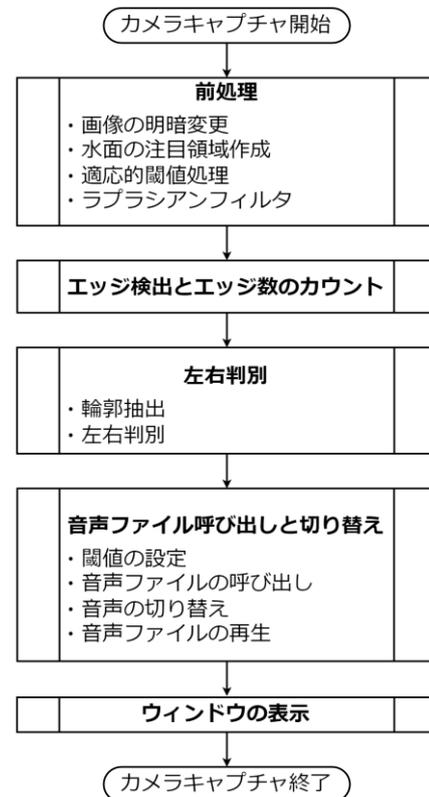


図 2 システムのフローチャート

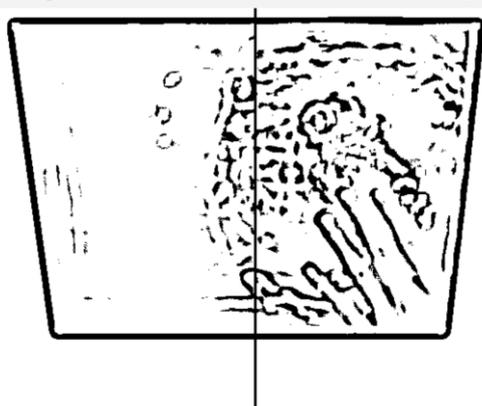
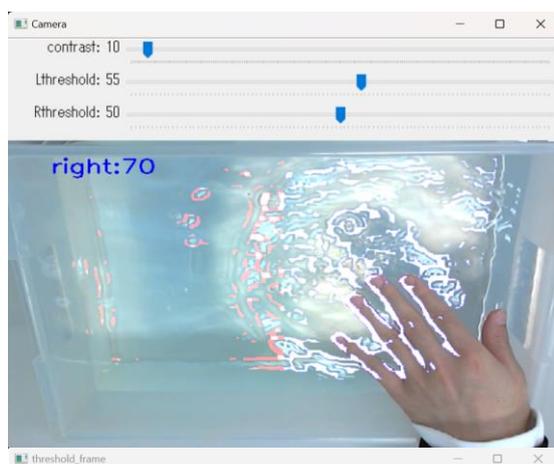


図3 波の波紋をエッジ検出している画面

2.2 システムの機能

本システムは水をかき混ぜた時のエッジの本数に応じて流れる音のピッチが変化する。これにより、早くかき混ぜると高い音が出て、ゆっくりかき混ぜると低い音が出る。また、容器の左側では「チャッポン」と何かが水に落ちる音が鳴り、容器の右側ではカエルが「ゲロゲロ」と鳴く音が流れる、というように、かき混ぜる位置に応じて異なる音が鳴るように設計した。これらの機能によって、本システムはコントロールすることが難しいとされる水を用いた演奏ができる。

2.3 音楽の生成

本システムでは、水をかき混ぜた時のエッジの数に応じて流れる音のピッチを変化させるため、図4に示すように、リサンプリングとタイムストレッチの技術を使用してピッチシフトを行っている。図5に示すように、ピッチシフト処理を複数回行うことにより、一つの音源から異なる複数のピッチの音声ファイルを生成でき、ユーザーはシステムで再生される音声フォルダを簡単に作成できる。したがって、ユーザーは、システムの内部構造を気にせず、自分好みの音楽を生成・カスタマイズし、自分だけの音楽体験を楽しむことができる。



図4 ピッチシフト処理手順

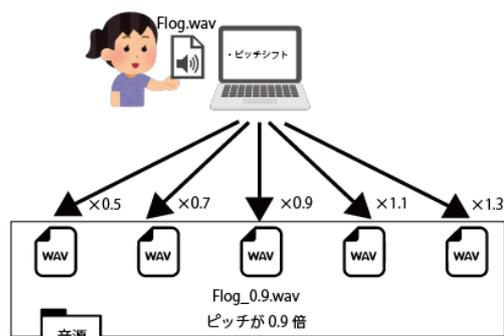


図5 音声フォルダの作成

3 おわりに

本研究では、従来の物理的なセンサや浮きではなく、画像処理を介した非接触的な手法を用いて、水の波紋を視覚的に捉え、それを音楽へと変換することで、没入感ある体験を提供することを目的とした。

今後の課題として、水面の状態に合わせて自動的に閾値を設定するアルゴリズムを導入し、ユーザーにとってストレスなく安定した音楽体験の提供を実現したい。

4. 参考文献

- 1) 趙・木下：水とのインタラクションを利用した音楽表現システムの提案，全国大会講演論文集第71回（インタフェース），p-p.247-248，2009
- 2) 平井、藤本、井口、佐近田、楽しんで入浴できるインタラクティブサウンド風呂システム、インタラクション 2002 講演論文集、pp.149-150、2002

[連絡先]

はまもと ゆうた

e-mail : yuta.h.817@gmail.com

へんみ かずお

e-mail : @gmail.com

画像処理を用いた注意機能評価システムと従来の検査手法との比較

○鍵山嘉史*, 辺見一男**

*長崎県立大学大学院地域創生研究科, **長崎県立大学情報システム学部

Comparison of Attentional Function Evaluation System Using Image Processing and Conventional Testing Methods

Yoshifumi KAGIYAMA*, Kazuo HEMMI**

* University of Nagasaki, Graduate School of Regional Design and Creation **University of Nagasaki, Information Systems

1. はじめに

脳卒中や認知症を対象とするリハビリテーションにおいて、コンピュータを用いた練習機器や評価機器が臨床場面に導入されはじめています。評価用の機器としては、従来の紙上での検査をタブレットやPCで実施することによって筆圧や座標間の移動時間等の情報を得ることができる機器が開発されている¹⁾。運動練習機器としては、脳卒中患者の運動麻痺に対して、振動刺激を制御しながら運動をサポートする機器等が開発されている²⁾。これらの機器の導入に伴って、セラピスト（理学療法士、作業療法士、言語聴覚士の総称）が得られる情報量が増加し、質の高いリハビリテーションや自主トレーニングの提供に繋がっている。

我々の研究室では、注意機能を評価するシステムの研究を行ってきた。注意機能とは、覚醒状態を維持し、状況に応じて脳の機能をどこに優先的に振り分けて、効率的な処理を進めるかを調整するはたらきである³⁾。Geschwindは注意機能を、選択性、持続性、転導性、多方向性、感受性に分類している。⁴⁾選択性注意は、無数の外在刺激の中から必要な少数に注意を向ける機能で、持続性注意は選択した刺激に向けた注意を一定時間持続する機能である。転導性注意は、一定の刺激に注意を持続しつつも必要とあらばより重要な刺激に向けて従来の注意を転導する機能である。注意を多方向に向ける機能によって注意の転導を可能にしている。注意の感受性とは、生体の状態によって注意の配分を決める機能である⁵⁾。これらの注意機能の特性の中で、選択性注意に着目し注意機能評価システムを検討した。

2. 注意機能の従来の検査手法

臨床場面において、注意障害に対する検査は机上検査が多く用いられてきた。中でも紙面に記載されたターゲットを順に線で結んでいく Trail Making Test (以下 TMT) は、短時間で実施することができ、教示が簡単なことに加えて使用手による成績への影響が少ないとされるためスクリーニング検査としてよく用いられている。日本語版 TMT-A は、A4 用紙上に左右偏りなく配置された 1~25 までの数字を、紙から鉛筆を離すことなく連続して繋いでいく。全ての数字をつなぎ終えるまでの時

間を測定し、年代別のカットオフ値と比較して注意機能を評価する。TMT-A は注意機能の選択性注意と、注意を維持する持続性注意を評価することができる。

TMT-A は、注意機能評価として手軽に利用できる一方で、使用回数に伴う学習効果が認められており、練習効果の推移や、進行性疾患の経過観察に不向きな点もある。また、評価する注意の範囲が紙面上のみに限定され、どの数字の探索に時間を要したかという注意の方向性を評価することは困難であった。

3. 空間スイッチを用いた注意機能評価システム

3.1 システム概要

本システムで空間スイッチを用いることで、ターゲットの配置を前額面に近い位置まで拡大することが可能となった。また、評価する注意の範囲が拡大することに加えて、紙上の検査では困難であった、注意の方向性を 14 方向に分割して個別に比較することが可能となる。注意の方向性を評価することによって、リハビリテーション課題の難易度を段階付けることが可能となり、患者にあわせた効率的な課題設定が可能となる。

本研究で構築するシステムの概要を図 1 に示す。このシステムは画面上にターゲットをランダムに表示し、手でターゲットを遮るとターゲットが消失する。一定時間を置いた後、別の位置にターゲットが新たに表示される。



図1 注意機能評価システム

出現するターゲットの大きさは一定とし、赤色で表示する。出現する位置は、縦5×横6、計14個を表示する。ターゲットの連続表示時間は10秒と

し、10秒を超えてもターゲットを遮ることがなかった場合はその位置を記録し、別の位置にターゲットを再表示する。実験中は遮ったターゲットの位置とターゲットを遮るまでの要した時間を記録する。

3.2 対象者

本研究の対象者は軽度認知障害(MCI)患者10名、アルツハイマー型認知症(AD)患者25名、レビー小体型認知症(DLB)患者2名の計37名で、平均年齢78.4(SD=5.6)歳。対象者は、構築したシステムの実施に影響を及ぼすような視力障害や身体機能障害がなく、在宅から通院する外来患者とした。

ADを原因とする認知機能障害の初期には注意障害は目立ちにくいことが多いが、症状の進行によって、選択性注意と分配性注意の成績が障害されやすいことが報告されている。いくつかの研究においては選択性注意がADの早期に障害されることが報告されており、MCIに該当する患者では選択性注意が障害され、持続性注意、分配性注意については機能が維持されるという報告がある⁶⁾。今回MCI、AD、DLBを対象に、構築したシステムを使用してもらい、注意機能評価としての有用性を検証した。

3.3 評価方法

評価環境は椅子とPCとの距離を固定し個室にて実施する。PC画面中央のマーカ―の位置に対象者の顔面を配置するようカメラの角度を調整し、ターゲットが表示される位置にリーチが十分に可能かを確認する。評価は練習実施後に2回実施する。教示は「画面上に表示される赤丸を手で遮って下さい。」とした。評価後に続けて視覚性・聴覚性の注意機能検査としてTMT-Aと数唱を実施し注意機能評価システムとの比較検証を行う。

4. 結果

本システムの合計所要時間は、平均30.5±6.1秒、最小値が19.9秒、最大値が47.3秒であった。画面上の14個のターゲット位置における平均所要時間を図2に示す。

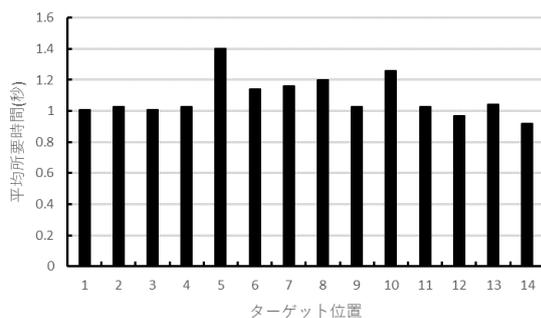


図2 各ターゲットの平均所要時間

TMT-Aは、所要時間平均が81.7±31.2秒であった。数唱はカットオフ値を下回ったものが順唱0名、逆唱2名であった。

5. 考察

今回、空間スイッチを用いてシステムを構築することで、従来の検査手法では得られなかった広い空間への注意機能を評価することが可能になった。各ターゲット位置の平均所要時間は、右下の14が最も平均所要時間が短く、左上の5が最も平均所要時間が長くなった。対象者全員が右利きであったため、右側空間に関しては利き手の影響が考えられる。また、本システムの開始点が左上の5で、平均所要時間が1.57±0.61と他のターゲット位置と比較して長くなっているため、開始時に注意を切り替えて集中することに時間を要したことが考えられた。検査開始から、終盤にかけて徐々に所要時間が延長するような反応は見られなかったが、反応の連続性から持続性注意を評価することができた。また、TMT-Aでは教示を保持できず鉛筆を離したり、教示の理解に時間のかかる軽度認知症患者に対して、混乱なく評価を完遂することが可能であった。

6. おわりに

今回開発したシステムを用いて、注意の方向性を評価することができた。

今後は、本システムと、TMT等の評価結果との詳細な比較検証を行い、注意機能評価として実用化を目指したい。

7. 参考文献

- 1) 武田隆宏：タブレット端末を利用したスマートTMTの開発，第一工業大学研究報告第33号，pp. 47-50, 2021.
- 2) 川平和美・下堂蘭恵：脳卒中片麻痺患者への麻痺回復と運動再学習促進するリハビリテーション - 促通反復療法とコンピュータ化訓練機器の開発について - ，バイオメカニクス学会誌，Vol131, No4, pp. 201-205, 2007.
- 3) 鈴木匡子：注意障害の不思議，神経心理学，第35巻，第2号，pp70-76, 2019.
- 4) Geschwind N. Disorders of attention: a frontier in neuropsychology. Phil Trans R Soc Lond 1982;B298:173-185
- 5) 山鳥重：神経心理学入門，pp45-46, 医学書院，1985.
- 6) 鈴木隆雄・島田裕之：基礎からわかる軽度認知障害(MCI)，pp83-90, 医学書院，2015.

[連絡先]

鍵山 嘉史

e-mail: mc222002@sun.ac.jp

会話ロボットによるプッシュ通知と音声コマンドを併用した高齢者の体内外環境測定システム

○辺見一男*, 三重野愛子**, 山口多恵**

*長崎県立大学情報システム学部, **長崎県立大学看護栄養学部)

A System for Measuring the Internal and External Environment of the Elderly Using Push Notifications and Voice Commands with a Conversational Robot.

*Kazuo HEMMI, **Aiko MIENO and **Tae YAMAGUCHI

*University of Nagasaki, Information Systems, **University of Nagasaki, Nursing and Nutrition

1. はじめに

日本の高齢化率（65歳以上の人口）は2022年時点で29.0%と過去最高を記録している¹⁾。高齢化率は今後も増加し、2070年には38.7%にまで上昇すると予想されており日本の高齢化は急速に進行していくと考えられている。さらに深刻なのは、65歳以上の一人暮らしの高齢者の数が男女ともに増加傾向にあり、この傾向は今後も解消される気配はない。令和2年には男性の15.0%、女性22.1%が独居高齢者となっている。このような高齢社会に対応するためには、高齢者が心身ともに自立し健康的に生活できる期間（健康寿命）をできるだけ伸ばすような仕組みを構築することが重要となる。

我々の研究室ではタブレットを用いて高齢者の健康寿命を延伸するシステム²⁾やスマートスピーカーを用いて口腔機能の向上をサポートするシステム³⁾の研究を行ってきた。しかしながら高齢者を対象にタブレットやスマートスピーカーを用いて実験を行ったが高齢者は積極的に受け入れてくれなかった。その理由は機能的な問題ではなく、高齢者が親近感を感じるような特徴を有していなかったからだと感じている。そこで、見た目が非常に愛らしくて「かわいい！」と感じるコミュニケーションロボット（ユニロボット社のUnibo）を用いて高齢者をサポートするシステムを提案しタブレットやスマートスピーカーに実装したソフトウェアを移植してきた⁴⁾。

医療機関では体温などの測定は医療従事者が巡回しながら行っているために測定を忘れることは起こらない。高齢者の自宅でも同様にUniboが声をかけることにより測定を行う方式を採用することにより定期的に測定を行えると考えた。そこで、本研究ではUniboから声をかけることにより測定を行うシステムについて報告する。

2. 会話ロボット（Unibo）を採用した理由

我々の研究グループでは、タブレットやスマートスピーカーを用いた研究を行ってきた。しかし

ながら、これらのデバイスは高齢者からは好意的な印象を持たれることはなかった。そこで高齢者にとって親しみやすいUniboを用いることとした。図1にこれまでの研究で用いてきたデバイス

（タブレット、スマートスピーカー、Unibo）を示す。タブレットの操作はタッチパネルで行うが高齢者がタッチしても反応しない事例が散見された。スマートスピーカーは音声操作が可能なので操作性は良いが幾何学的な外観から高齢者は親しみを感じなかった。Uniboはかわいらしい外観を持つ上に、頭部や手を動かすことができる。また、頭部にはディスプレイが搭載されており画面に喜怒哀楽を表現する目や口のアニメーションを表示することができるためにある程度の感情を表現することができる。さらに、マイクとスピーカーを搭載しているので人の音声を理解して返答するような会話機能を有している。



操作方法：
タッチパネル

(a) タブレット



操作方法：
音声

(b) スマートスピーカー（Echo Spot）



操作方法：
音声

(c) 会話ロボット（Unibo）

図1 これまでに用いたデバイス

さらに、UniboにはBluetooth機能が内蔵されており、BLE（Bluetooth Low Energy）を搭載した

機器からデータを取得することが可能である。BLE 機器を接続することによって機能を拡張することができる点も Unibo を採用する上で重要な要素であった。

3. システム構成

図2に本研究で用いるシステムの構成を示す。左側の長方形で囲んだ部分が生体データ計測装置であり、高齢者の健康管理に重要となる体温計、パルスオキシメーター、血圧計を用いる。右側の長方形で囲んだ部分が生活環境計測装置であり、室内の気温と湿度の測定を行う。

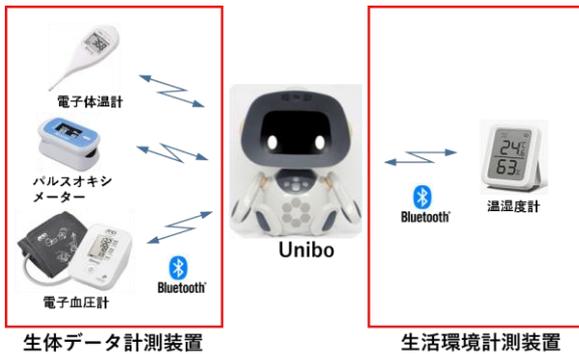


図2 Unibo を核とした計測システムの概要

このシステムは高齢者の自宅で使用することを想定している。生体データに関して、日常生活では計測を忘れる恐れがあるので、時間になったら Unibo が声をかけることにより測定を行う方式を採用した。図3にシステムの実行手順を示す。

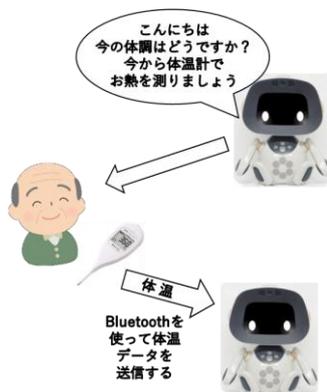


図3 システムの実行手順

4. 開発環境

Unibo のプログラム開発はユニロボット社が提供している開発環境 (Skillcreator) により行う。Skillcreator とは、ノードと呼ばれるブロックを組み合わせてプログラムを作成するビジュアルプログラミング環境のことをいう。図4に Skillcreator を用いた生体データ計測プログラム例を示す。同図は、指定時間にプログラムを自動起動し、体温を測定するプログラムを示している。

Unibo と体温計は BLE にて接続する。このため Unibo と体温計はあらかじめペアリングを行う必要がある。



図4 Skillcreator によるプログラム例

図4中の右下に示している「接続処理」ノードが働くと体温計のデータ (体温) が BLE を通して Unibo に送信され、Unibo が体温の値を音声で示す。生活環境計測は、指定した時間に温湿度を計測し、Unibo がその値を音声で示す。

5. おわりに

本稿では Unibo と BLE を搭載したセンサーを組み合わせて高齢者の対内外環境を測定するシステムの構成方法について述べた。この時、測定は Unibo から声をかけることによって開始するようにした。これによって測定を忘れる事態が起こりにくくなる可能性が期待される。今後は高齢者の自宅に Unibo を導入して有効性を確認したい。

6. 文献

- 1) 厚労省ホームページ: "令和5年版高齢社会白書" <https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2023/html/zenbun/index.html>, (2023年11月15日検索)。
- 2) Aiko Mieno・Kazuo Hemmi・Takuya Nagamine・Naomi Yamasumi・Hitomi Sakamoto・Eriko Yoshida: Development of Oral Function Improvement System Using Tablet Computer, The 5th International Conference on Behavioral, Economic, and Socio-Cultural Computing (BESC2018), Kaohsiung, Taiwan, 2018.
- 3) 辺見一男・三重野愛子・山下ゆり: プッシュ通知と音声コマンドを併用した口腔機能訓練支援システムの提案, 日本人間工学会九州・沖縄支部会第42回大会, pp.19-20, 2021-12.
- 4) 辺見一男・三重野愛子・山口多恵: 会話ロボットとセンサーを組み合わせた高齢者の体内外環境測定システムの提案, 日本人間工学会九州・沖縄支部会第43回大会, S5-5, 2022-12.

[連絡先]

辺見 一男 (へんみ かずお)
e-mail : hemmi@sun.ac.jp

若年成人の睡眠時姿勢の実態

- 篠原 愛海(九州大学 芸術工学府)
至極 三保子
中村 八大(株式会社イケヒコ・コーポレーション)
村木 里志(九州大学大学院芸術工学研究院)

Actual Condition of Posture during Sleep in Young Adults

Aimi SHINOHARA (Graduate School of Design, Kyushu University)

Mihoko SHIGOKU

Hachidai NAKAMURA (IKEHIKO CORPORATION Co.)

Satoshi MURAKI (Faculty of Design, Kyushu University)

要旨

現代では8割以上の方が睡眠に関する問題を抱えている。良質な睡眠を得るためには睡眠環境、特に寝具が大事であるが、より良い寝具を追求するためには睡眠中の姿勢・動作の実態を知ることが必要である。本研究では若年成人の寝具上での睡眠姿勢・動作の実態を明らかにすることを目的に調査を行った。大学生および大学院生12名を対象に夏季の一晚の睡眠の実態を調査した。被験者宅の寝室に延長アーム付きの三脚を用いてビデオカメラを設置し、ベッド上部から睡眠姿勢のタイムラプス撮影を行った。撮影は広角モードを用いてマットレス全体が映るよう調整した。就寝および起床時間の指定、寝具上での行動の制限は行わず、被験者には日常通りの睡眠をとってもらった。画像解析より睡眠姿勢(仰臥位、左右側臥位、伏臥位)、寝返り回数、体動回数、枕やブランケット等の使用状況について分析を行った。本発表では個人差に触れながら睡眠時の寝具上姿勢・動作の特徴について報告する。

つま先歩行時の下肢筋活動強度

○高井 伶遠(九州大学 芸術工学部)
原田 咲月(九州大学大学院 芸術工学府)
Wen Liang YEOH (佐賀大学 理工学部)
村木 里志(九州大学大学院 芸術工学研究院)

Lower Limb Muscle Activity during Toe Walking
Reon TAKAI (School of Design, Kyushu University)
Satsuki HARADA (Graduate School of Design, Kyushu University)
Wen Liang YEOH (Graduate School of Science and Engineering, Saga University)
Satoshi MURAKI (Faculty of Design, Kyushu University)

要旨

本研究はつま先歩行を以下の2点で検討することを目的とする。まず、通常歩行との比較を通じて、動作や下肢筋活動の違いを明らかにすること。次に、リハビリテーションの現場などで行われているカーフレイズ動作と比較し、足底屈筋群のトレーニングとしての効果の可能性を示すことである。

実験被験者は男性7名、女性7名とし、通常歩行と足関節底屈の程度を変えた3段階のつま先歩行の計4つの歩行条件。そして高速と低速のカーフレイズをそれぞれ両足、片足立ち状態で行う計4つのトレーニング条件を設定した。各条件で三次元動作解析システムを用いた動作計測と、フォースプレートを用いた床反力計測を行った。また、両脚の腓腹筋内側頭と腓腹筋外側頭の表面筋電位を測定した。本大会では、表面筋電位の測定結果を中心に研究内容の報告を行う。

カメラ画像を用いた歩行者の進行方向推定手法の提案

○鈴木春菜, 和田親宗

九州工業大学 大学院生命体工学研究科

Proposal of a Method for Estimating the Direction of Travel of Pedestrians Using Camera Images

Haruna SUZUKI and Chikamune WADA

Kyushu Institute of Technology

1. はじめに

視覚情報のない状態で、数メートル直進すると、自分の意思とは反して左右どちらかに曲がってしまう現象が生じる。この現象を「偏軌」と呼ぶ。偏軌は視覚障害者にとって単独歩行の安全性を低下させると考える¹⁾。そのため、歩行中に偏軌の検出および通知を行うシステムの開発が必要である。検出については、足に加速度センサを装着し足の動きを取得した後にデータの類似度を計算することで偏軌傾向を検出する研究がある²⁾。しかし、偏軌を検出するためには過去の歩行データが必要となるため精度よく検出を行うためには時間がかかるという問題がある。本研究では、システム開発の始めとして検出部分に焦点を当て、歩行者の進行方向を推定することを目標とした。

従来の歩行者の進行方向推定の手法として、GPS(Global positioning system)³⁾やRFID(Radio frequency identification)タグ⁴⁾を用いた手法が提案されているが、使用場面が限られている。また、人は進行方向を知覚する際にオプティカルフローを手がかりとしている⁵⁾。以上のことを踏まえ、特殊なセンサを要せず、容易に取得できるカメラ画像から進行方向を推定する手法を提案し、その有効性を検証する。

2. 提案手法

提案手法の全体的な流れを図1に示す。

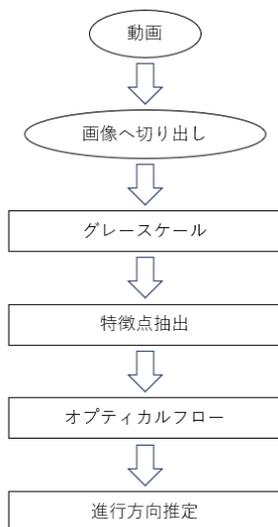


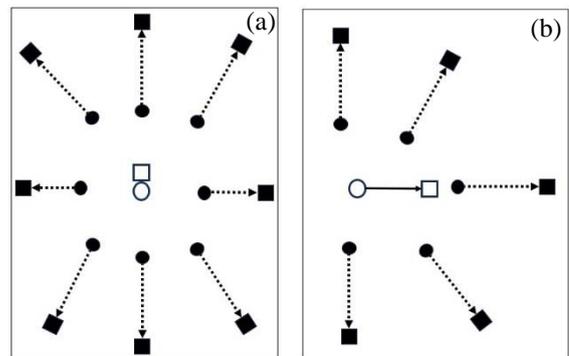
図1 提案手法の概略図

2.1 オプティカルフロー

本研究ではオプティカルフローと呼ばれる画像処理技術を活用している。オプティカルフローは、異なる時間に撮影された2枚の画像間で同じ対象の対応付けを行い、移動量をベクトルデータとして表したものである⁶⁾。撮影しているカメラが固定されている場合は対象の運動を解析することが可能であり、反対に撮影対象が静止している場合はカメラの動きを推定することができる。本研究では、ある点に対してその点を含む周囲の 3×3 のパッチに含まれる9つの画素が同じ動きをしているという仮定のもとに計算を行うLucas-Kanade法を用いた⁷⁾。また、画像の拡大縮小、回転、照明変化に強く特徴点情報を多く取得することができるSIFT(Scale-invariant feature transform)を用いた。

2.2 進行方向推定

本研究では、オプティカルフローの結果を活用して進行方向を推定する。概略図を図2に示す。オプティカルフロー(破線矢印)では1フレームで検出された全特徴量に対応するベクトルの始点(黒丸)と終点(黒四角)を得ることができる。これらのベクトルの始点と終点のそれぞれの平均値を計算した。その後、平均を取った始点(白丸)と終点(白四角)を結んだベクトル(実線矢印)を求めた。このベクトル方向を画面全体の動きとし、これを進行方向とする。以降、これを進行方向ベクトルと呼ぶ。



破線矢印：オプティカルフロー，●：始点，■：終点，○：始点の平均，□：終点の平均，実線矢印：進行方向ベクトル

図2 進行方向の推定手法の概略図

(a:直進例 b:曲がっている例)

歩行者が直進しているか、進行方向が曲がっているかを判定するために、以下の2つの閾値を設定した。

①進行方向ベクトルの長さ

②進行方向ベクトルの x 成分(地面と平行方向)

これらの閾値は直進した際に得られた動画を用いて設定した。長さは歩行者の動きの大まかなスケールを反映し、x 成分は水平方向の移動を示している。

3. 実験手順および結果

3.1 実験手順

歩道上でスマートフォンを被験者の目の高さで持ち 30fps で動画を撮影した。また、インテル社製の RealSense T265 を用いて歩行中の進行方向角度を同時計測し、進行方向の真値とした。測定は1名で行い、直進のみと曲がっている歩行をそれぞれ 10 秒程度、2 度測定した。

3.2 解析方法

RealSense T265 から得た歩行者の yaw 角データと比較を行った。n 枚目と n+1 枚目のフレームにおける yaw 角の差分を確認した。直進歩行したデータを解析した結果、差分が 3 度未満であった。よって 3 度未満の場合は直進、3 度以上の場合は曲がっているとした。

3.3 結果と考察

実験結果を以下の表 1 にまとめる。

表 1 実験結果(フレーム数)

		推定値	
		直進	曲がる
実測値	直進	65	14
	曲がる	6	14

直進時は 82%、曲がっている時は 70%の正答率であった。誤判定をなくすため、本研究では他の閾値を設定するなどいくつかの手法を試したものの、望ましい結果を得ることはできなかった。また、既存の研究²⁾では定量評価はなされていないため、直接比較することはできなかった。

動画に歩く際の身体が揺れが反映されるため、直進しているのにも関わらず、体の揺れを曲がっていると捉えてしまう場合に誤判定となっていた。閾値として x 成分を利用しているため縦の揺れ(地面と垂直方向)に対する対策はできていたものの、横の揺れ(地面と平行方向)に対応できなかったことが原因だと考える。

また、撮影時に身体の動きではない画面の揺れによる誤判定も確認できた。これは、スマートフォン

カメラを手で持ち撮影したことにより発生していると考えられる。

4. まとめと展望

本研究では歩行者の目線のカメラ映像を用い、歩行者の進行方向を推定する手法を提案した。この手法では、オプティカルフローを用いて進行方向ベクトルを算出することで、進行方向を推定できることが示唆された。進行方向の推定において、身体やカメラの揺れと進行方向が変化することで生じる揺れの区別が精度向上のための課題としてあげられる。これらの揺れをよりはっきりと区別することで、進行方向推定の精度を向上させる可能性を考えている。

今後の研究では、異なるデータ利用方法を比較検討し、進行方向推定における揺れの区別をさらに明確にする手法を模索する。その過程で、目線カメラ画像による歩行者の自己位置推定の研究等も参考に研究を進めていきたい。また、ハードウェアによる誤判定の要因を減らすためカメラの固定方法についても比較検討を行う必要がある。さらに、本研究の実験においては、データ数が限られているため、今後は様々なパターンにおいて実験を進め、手法の汎用性の向上を目指していきたい。

文献

- 1) 田内雅規, 他: 視覚障害者支援技術の現状と問題点: 単独歩行について, 計測と制御, 34(2), pp. 140-146, 1995.
- 2) 中内 亮介, 他: 視覚障害者のための歩行動作に注目した偏軌傾向発見, 第 11 回情報科学技術フォーラム, pp. 635-636, 2012.
- 3) 李 欣洙, 他: GPS, 歩数計及び方位計を用いた歩行者移動経路追跡法, 電子情報通信学会論文誌 J84-B(12), pp. 2254-2263, 2001.
- 4) 内田 敬, 他: RFID タグによる位置特定と歩行者ナビゲーションシステムの開発, 電子情報通信学会誌, pp. 1-8, 2003.
- 5) J. J. Gibson: The perception of the visual world. The Riverside Press, Cambridge, MA, 1950.
- 6) ビジュアル情報処理編集委員会. “ビジュアル情報処理”, 財団法人 画像情報教育振興協会(CG-ARTS 協会), pp. 159-162, 2007.
- 7) OpenCV team, “オプティカルフロー(Optical Flow)”, http://labs.eecs.tottori-u.ac.jp/sd/Member/oyamada/OpenCV/html/py_tutorials/py_video/py_lucas_kanade/py_lucas_kanade.html, (アクセス日: 2023/11/20)

[連絡先]

鈴木 春菜

e-mail : suzuki.haruna155@mail.kyutech.jp

高齢者の歩行特性を考慮した杖型計測装置に基づく活動量推定手法の改善

○星田 恭佑*, 和田親宗*, 山邊郷介**, 近藤麻里**, 森藤達雄**

*九州工業大学 大学院生命体工学研究科 **株式会社芳野ケアサポート,

Improvement of Activity Estimation Method using a Cane-type Measurement Device for Elderly Walk
Kyosuke HOSHIDA*, Chikamune WADA*, Gousuke YAMABE**, Mari KONDO**, Tatsuo MORIFUJI**

* Graduate School of Life Science and Systems Engineering, Kyushu Institute of Technology

**Yoshino Care Support

1. はじめに

高齢者の健康の維持・増進には、ある程度の日常的な身体活動が必要であり、身体活動を行う指標として活動量（エクササイズ量）が定められている¹⁾。高齢者が自らの活動量を把握すること、あるいは介護者が高齢者の活動量を知ることができれば、介入等により、健康の維持や改善が可能になると考える。活動量の計測には、例えば腰に付ける製品などはあるものの、わざわざ装着する必要がある。ここで、高齢者の要支援者の70%が日常生活で杖を使用していること²⁾から、所属研究室では杖に計測装置を取り付け、普段使っている杖で活動量の推定をおこなうことを提案し、開発研究を進めている³⁾⁴⁾。提案手法では、歩行時の杖の動きを計測し、取得データに対し機械学習手法を用いることで歩行や起立動作等を識別し、動作継続時間の乗算により活動量を推定する。先行研究では高齢者体験キットを用いて歩行→起立・着座→歩行→起立・着座→歩行→階段昇降→静止立位の長い連続動作の動作セットを作成し、深層学習モデルにより動作識別を行った⁵⁾。高齢者体験キットを用いることで、高齢者に近い動作を再現できたものの、高齢者のすり足のような特徴的な歩行を考慮していないこと、識別する日常動作の種類の一つである階段昇降の必要性についての課題が挙げられた。そこで、本研究では高齢者の歩行特性⁶⁾を考慮した歩行を含む日常動作を連続で行うことで動作セットを作成し、活動量推定モデルを再構築し動作の識別精度の向上を目指す。

2. 活動量推定手法

杖型計測装置による動作識別と活動量推定の流れを図1に示す。杖にサンプリング周波数100HzのIMU（Inertial Measurement Unit, ロジカルプロダクト社製、小型9軸ワイヤレスモーションセンサ、40mm×30mm×20mm、約30g）1台を取り付け、杖の動きの3軸加速度と3軸角速度を計測する。取得データを基に深層学習モデルを用いて杖使用時の一般的な5動作（静止立位、歩行、起立・着座、上り歩行、下り歩行）の識別を行う。歩行、起立・着座、静止立位は日常生活の基本的な動作であり、下肢筋力や心肺機能を維持するのに重要である⁷⁾⁸⁾。先行研究⁵⁾では階段昇降を行っていたが、階段を利用する状況で杖のみ、もしくは手すりを併用する場合など、環境によって変化するため本実験では日常生活

で移動としての実用性のある坂道のり下り歩行を行った。また、動作の種類ごとに厚生労働省により定められている運動強度（Mets）を用い、活動量を運動強度（Mets）×時間（h）として求める¹⁾⁹⁾。

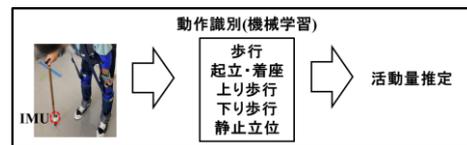


図1 動作識別及び活動量推定の流れ

具体的な推定手法を述べる。まず、3軸加速度・角速度のデータに対して、スライディングウィンドウ方式を用いて連続データのセグメント化を行う。本研究ではスライディングウィンドウ方式のセグメントサイズを300[sample]、オーバーラップ率は50%と定めた。次に、セグメント化されたデータを深層学習モデルに入力し、5動作を分類する。過去の深層学習モデルではCNNを用いていたが、動作識別精度を表すF-measureが最高で0.72⁴⁾と低い結果であった。一般的に動作分類を高精度に行うことができる深層学習モデルとしてCNNやLSTMが多く用いられる。CNNは画像処理などに用いられることが多い深層学習モデルで入力データにカーネルと呼ばれる格子状の数値データを設定したストライドの大きさ毎にずらして掛け合わせていくことにより、IMUの波形の形状的な特徴量を抽出することができる。今回は、LSTMのように時系列上の古いデータから学習するのではなく、時系列上の新しいデータからも学習できるBiGRUを用いて高い精度で動作識別を可能にしている。そのため、本研究では高精度で識別可能なCNNとBiGRUを組み合わせた深層学習モデルを使用する。

3. 実験手順

実験では11名の若年被験者に高齢者体験キット（高齢者疑似体験教材、三和製作所）を着用させ、5つの連続動作を杖に装着したIMUで計測した。高齢者体験キットの外観図を図2に示す。体験キットは肘と膝を曲げにくくなるようにサポーターで固定し、手首に500[g]、1[kg]の重りバンドにより腕と足を上げにくくし、1[kg]の重りを4つ入れている重り付きベストで体全体を動かしにくくする。さら

に前かがみ姿勢体験ベルトにより前傾姿勢を維持させる。さらに、被験者に高齢者の歩行特性を模擬した5パターンの歩行をおこなわせた。以下に5パターンの歩行の詳細を述べる。(1)歩行速度の低下、歩幅の減少、歩隔の増大を考慮し、歩行速度を0.7m/s、歩幅を0.54m、歩隔を0.48mと定めた歩行¹⁰⁾、(2)足の振り出しを少なくするすり足歩行、(3)歩行時に杖に体重の20%をかける歩行¹¹⁾、(4)左右の足で踏み出す速度が異なる歩行、(5)体幹のバランスが崩れた歩行の5種である。被験者は各歩行パターンを5回ずつ繰り返し行い、計25回実施した。その後、被験者ごとのデータをスライディングウィンドウ方式でセグメントし、Leave-One-Out法で深層学習モデルの学習を行った。動作識別の評価指標としてF-measureを使用した。本実験は九州工業大学大学院生命体工学研究科の研究倫理審査を受けて実施した。

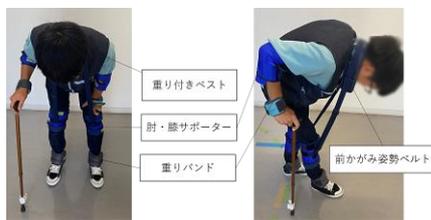


図2 高齢者体験キットの外観

4. 結果と考察

表1はCNNと本研究で使ったCNNとBiGRUを組み合わせた深層学習モデルの動作識別結果を示している。CNN+BiGRU(1)は先行研究で使ったモデル、CNN+BiGRU(2)は本研究の動作セットに再構築したモデルになる。

表1 CNNとCNN+BiGRUの比較

	静止立位	歩行	起立・着座	下り歩行	上り歩行
CNN	0.854	0.990	0.836	0.857	0.992
CNN+BiGRU(1)	0.850	0.994	0.834	0.874	0.996
CNN+BiGRU(2)	0.862	0.992	0.837	0.901	1.000

表1より、CNNは歩行と上り歩行の値が0.99、0.992と非常に高く、良好な値を示した。しかし、静止立位と起立・着座に対するスコアが比較的低い傾向が見られる。次にCNN+BiGRU(1)では、歩行と上り歩行のスコアは0.994と0.996で、CNNよりもさらに高い性能を示している。静止立位、起立・着座、下り歩行に対して高い値を出しているがCNNと比較してあまり大きな差は見られないことが分かる。最後にCNN+BiGRU(2)では、上り歩行に対するスコアが1.0で、最も高い性能を示している。静止立位、歩行、起立・着座、下り歩行に対するスコアも高く、全体的に優れた結果が得られた。そのため、動作の種類に応じて最適なアルゴリズムを選択し深層学習

モデルを再構築することが重要であり、動作識別精度の向上が期待できると考える。

5. おわりに

本研究ではIMUを取り付けた杖型計測装置で活動量の推定を行うシステムの実現に向けて、高齢者の歩行特性を考慮した動作セットの作成を行い、深層学習モデルで学習することで日常生活動作の識別精度を検証した。検証の結果、静止立位、歩行、上り歩行、下り歩行を高精度で識別することはできたが、起立・着座の識別精度は低い結果となった。今後は起立・着座の動作の識別精度を高めるため動作データを追加し深層学習モデルを改善する必要がある。また実際に高齢者の動作データを用いて動作識別の検証を行う。

参考文献

- 厚生労働省：健康づくりのための身体活動基準，2013.
 - S.M. Bradley et al : Geriatric assistive devices Am Fam Physician, Vol. 84, pp. 405-411, 2011.
 - 黄賛初 et al : 杖型計測装置による日常動作の識別方法の提案，2019年日本生体医工学会九州支部学術講演会，1A4，2019.
 - T. Terukina et al : Activity Recognition using Instrumented Cane with Force Sensor and Inertial Measurement Unit for Elderly People, 7th International Symposium on Applied Engineering and Science, BM-113, 1page, 2019
 - T. Yoshida and C. Wada : Improvement of Physical Activity Estimation Using the Inertial Measurement Unit based Cane Measurement Device, J. Mech. Elect. Intel. Syst., Vol. 6, No. 1, pp. 31-44 2023
 - 長崎浩：老人の歩行，バイオメカニズム Vol. 19, No. 3, pp. 148-152, 1995.
 - 進藤伸一：障害高齢者の杖歩行能力に関連する筋力と関節可動域，秋田大学医短紀要 8, pp. 75-79, 2000.
 - 上村さと美・秋山純和：起立運動を用いた運動負荷法の生理的運動強度-健常な中高年期の男性と若年男性の比較-，理学療法学，Vol. 26, No. 1, pp. 89-93, 2011.
 - 厚生労働省：身体活動・運動の単位，2006.
 - 金俊東：加齢による下肢筋量の低下が歩行能力に及ぼす影響，体力力学，Vol. 49, No. 5, pp. 589-596, 2000.
 - 建内宏重 et al : T字杖への荷重量の変化が片脚立位時の安定性と下肢筋活動に与える影響，理学療法学，Vol. 29, No. 6, pp. 225-229, 2002.
- [連絡先]
星田 恭佑
e-mail : hoshida.kyosuke179@mail.kyutech.jp

肘関節屈曲動作と連動したアシスト力における筋活動の変化

直江 将史 (九州大学大学院芸術工学府)

YEOH Wen Liang (佐賀大学理工学研究院)

村木 里志 (九州大学大学院芸術工学研究院)

LOH Ping Yeap (九州大学大学院芸術工学研究院)

Effects of Assistive Force Changes at Varying Angles on Muscle Activity during Elbow Flexion

Masashi NAOE (Graduate School of Design, Kyushu University)

Wen Liang YEOH (Faculty of Science and Engineering, Saga University)

Satoshi MURAKI (Faculty of Design, Kyushu University)

Ping Yeap LOH (Faculty of Design, Kyushu University)

本研究は、肘の屈曲動作中の肘角度の変化に伴うアシスト力の変化が筋活動に与える影響を明らかにすることを目的とした。右利きの健常者8名を対象とし、座位姿勢で右腕にアシスト機器を装着した。上腕二頭筋の40%MVCに相当する重りを持ち、肘角度30°~130°の屈曲動作を3秒間行った。アシスト域 (30°~80°と80°~130°) に対し、アシスト力が一定の2条件、増加させる1条件、減少させる1条件を設定し、3回ずつ試行した。屈曲動作中の表面筋電図から各条件における上腕二頭筋と上腕三頭筋の筋活動量を算出した。結果として、アシスト力の条件と肘の角度では上腕二頭筋の筋活動に主効果が認められた。上腕二頭筋と上腕三頭筋の同時活動 (co-activation) に関しては、肘の角度とアシスト力の条件の交互作用が認められた。

2023 年度 九州人間工学 第 44 号
(日本人間工学会九州・沖縄支部第 44 回大会講演集)
2023 年 12 月 1 日

編集: 日本人間工学会 九州・沖縄支部 第 44 回大会事務局