

2022年度 日本人間工学会 関西支部大会 講演論文集

Japan Human Factors and Ergonomics Society
Kansai Branch



日時:2022年12月10日(土)

場所:近畿大学 東大阪キャンパス・オンライン

主催:一般社団法人 日本人間工学会 関西支部

2022年度
日本人間工学会 関西支部大会
講演論文集



日時:2022年12月10日(土)

場所:近畿大学 東大阪キャンパス・オンライン

主催:一般社団法人 日本人間工学会 関西支部

2022年度日本人間工学会関西支部大会

日 程

2022年12月10日（土）

	A会場（G201）	B会場（G202）	C会場（G401）
9:00	受付開始		
10:00	A1 企画セッション1 (10:00~11:00)	B1 動作・姿勢 (10:00~10:45) 3題	C1 健康 (10:00~10:45) 3題
11:10	支部大会企画セッション (11:10~12:10)		
12:10	昼休み (12:10~13:10)		
13:10	特別講演 (13:10~14:10)		
14:15	人間工学専門家認定機構の 活動内容紹介 (14:15~14:35)		
14:40	A2 企画セッション2 (14:40~15:00)		
15:10	A3 感性・技術受容性・教育 (15:10~16:10) 4題	B2 生体計測 (15:10~16:10) 4題	C2 身体動作・疲労 (15:10~16:10) 4題
16:30	評議員会・役員会合同会議 (16:30~17:30)		

参加者へのご案内

2022 年度日本人間工学会関西支部大会は、近畿大学東大阪キャンパス G 館での対面形式および Zoom によるオンライン形式を併用したハイブリット形式で開催いたします。

<対面参加者の方へ>

- 受付は G 館の 2 階で行います。受付開始時間は午前 9 時です。
- 新型コロナウイルス感染症予防対策のため、以下の点にご協力をお願いいたします。
 - ・ 新型コロナウイルス感染症に関わる症状がある方は御来場をお控えください。
 - ・ 会場の出入口付近に検温器を設置していますので、検温を済ませた上で受付にお越しください。
 - ・ 会場にアルコール消毒用のボトルを設置していますので、適宜、手指を消毒してください。
 - ・ 会場内ではマスクを着用してください。
 - ・ 発表会場内でのお食事はご遠慮ください（ペットボトルやタンブラーなど、蓋つきの容器に入った飲料は可）。
- 会場（G 館）近辺には飲食店が少ないため、昼食をお持ちいただいても結構です。飲食が可能な場所につきましては大会当日にご案内いたします。
大会当日は G 館がある E キャンパスの出入口付近にコンビニエンスストア、テイクアウトの飲食店 1 軒が営業しています。
大学西門近辺には飲食店が多数ありますが、会場との往復に時間を要しますのでご注意ください。
- 大会当日は会場内でゲスト用 Wi-Fi のご利用が可能です。接続情報は当日お知らせします。

<オンライン参加者の方へ>

- 大会用の Zoom ログイン情報は Peatix に参加登録をされた際に入力されましたメールアドレスにお送りします。配信は大会前日です。大会前日の夜間に参加登録をされた方、大会当日に参加登録をされた方には参加者リストにてメールアドレスの確認が取れ次第、ログイン情報をお知らせいたします。
- Zoom の基本操作は、Zoom 公式ヘルプページ <https://support.zoom.us/hc/ja> をご参照ください。
- 大会当日は 9 時 30 分頃より Zoom を開始します。オンライン用の会場としてブレイクアウトルームを 3 室設けておりますので、大会用の Zoom にログイン後、ご自身でブレイクアウトルームにご入室ください。
- Zoom は最新のアプリをインストールすることをおすすめします。
- 参加時のお名前は、「氏名@所属」としてください。参加者のご氏名、ご所属が表示されていない場合、ミーティングから退室していただくことがありますのでご注意ください。
- ご参加にあたり以下の点をお守りいただくようお願いいたします。
 - ・ 録画、録音は行わないでください。
 - ・ ミーティング ID、パスワードは第三者に知らせないでください。
 - ・ 発表中は質疑応答の時間を除き、マイクとビデオを OFF にしてください。

発表者へのご案内

- 一般発表セッションの発表時間は 15 分（発表 12 分、質疑応答 3 分）です。
- 発表中には、第 1 鈴 11 分（1 回）、第 2 鈴 12 分（2 回）、第 3 鈴 15 分（3 回）を運営側で鳴らします。
- 今大会では対面発表、オンライン発表のいずれも大会用の Zoom にログインし、発表資料を画面共有してご発表いただきます。対面発表の方は Zoom のアプリがインストールされた PC をご持参ください。
 - 対面発表の方は会場内の Wi-Fi を介してインターネットに接続の上、Zoom にログインしてください。
 - ログイン後、発表会場のブレイクアウトルームにご自身で移動してください。
 - 対面発表、オンライン発表いずれの場合も、ご自身のセッションでは参加時のお名前を、「発表番号_氏名@所属」としてください。
- ご自身のセッション開始 5 分前には、発表会場のブレイクアウトルームに入室してください。
- 司会から演題の紹介がされましたら、次の操作をした上で発表を開始してください。

対面発表者：マイク OFF（※会場内のマイクを使用）、ビデオ ON、発表資料を画面共有

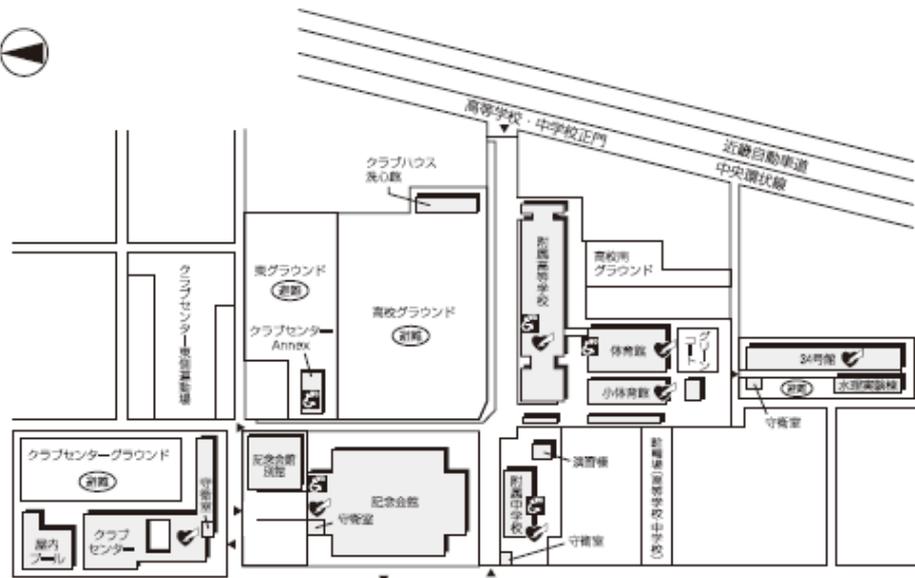
オンライン発表者：マイク ON、ビデオ ON、発表資料を画面共有
- 発表時間終了後、「共有の停止」ボタンを押して発表を終了してください。
- オンライン発表は自動公衆送信による再送信とみなされますので、著作権にご注意ください。

※今大会では対面発表でも Zoom を使いますので全発表者がオンライン発表に該当します。
- Zoom への接続、発表時の Zoom 操作などにつきましては各会場の運営スタッフが、適宜、サポートいたしますのでご安心ください。

座長へのご案内

- セッション開始前に若干の時間の余裕がありますので、事前に発表者の参加を確認してください。
- 進行については一切を座長にお任せしますが、大会スケジュールの管理上、セッション終了時間が延長されないよう時間管理にご配慮ください。
- 発表者が現れない場合、次の発表者を繰り上げてください。また、PC の不具合等で発表が始められない場合には、司会者のご判断で発表順を入れ替えてください。
- 発表時間のタイムキーパーは、運営側の計時係が行います。
- チャットに書き込まれた質問については、司会の判断で読み上げていただくか、書き込んだ方に発言を促してください（会場係がチャットを確認してサポートします）。

2022 年度日本人間工学会関西支部大会会場 近畿大学東大阪キャンパス G 館（総合社会学部校舎）



会場 (G 館)

近畿大学校舎配置図 (令和4年10月現在)

- = AED(自動体外式除細動器)設置場所
- = 車椅子で利用できるトイレの設置場所
- = 災害時一時避難場所

← 近鉄八戸ノ里駅方面

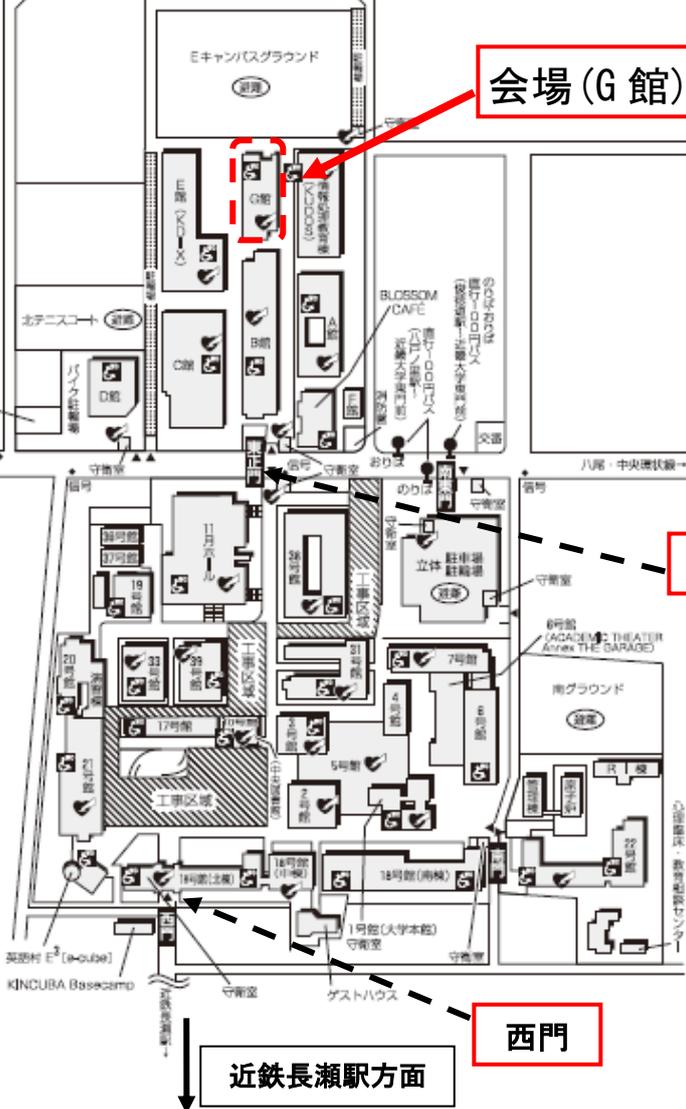
AEDとは
AEDとは、自動体外式除細動器のこと。心臓が小刻みに震えて全身に血液を送り出すことができなくなる心室細動(致死的不整脈)を生じた場合に、心臓に電流を流すことにより正常に戻す(除細動)ための医療機器。電極パッドを傷病者に付は、音声メッセージに従って操作する事で「除細動」が可能です。

AED(自動体外式除細動器)設置場所

1号館(1階)	34号館(1階)	G館(1階)
2号館(1階)	38号館(1階)	KUDOS(1階)
3号館(1階)	39号館(1階)	記念会館(1階)
5号館(2階)	118号館(1階、2階)学生舎	クラブセンター(1階)
7号館(1階)	38メテオレガールセンター	東門守衛室
10号館(1階)	(KINDAI)クリニック	西門守衛室
18号館(1階)	立体駐車場守衛室	Eキャンパス守衛室
21号館(2階)	A館(1階)	バイク駐輪場守衛室
22号館(1階)	B館(1階)	Eキャンパスグラウンド
31号館(3階)	C館(1階)	
33号館(1階)	E館(1階)	

車椅子用トイレ設置場所

1号館(1階)	20号館(1階、4階)	B館(1階)
3号館(1階、2階)	21号館(1階)	C館(1階)
6号館(1階)	22号館(1階)	E館(1階)
7号館(1階、2階)	31号館(1階)	D館(1階)
10号館(1階、10階)	33号館(1階)	G館(1階)
17号館(1階)	38号館(1階、6階)	英語村(1階)
18号館(北棟)(1階)	39号館(1階、6階)	KUDOS(1階)
18号館(南棟)(1階)	11月ホール(1階、3階)	BLOSSOM CAFE(2階、3階)
19号館(1階)	A館(1階)	記念会館(1階)

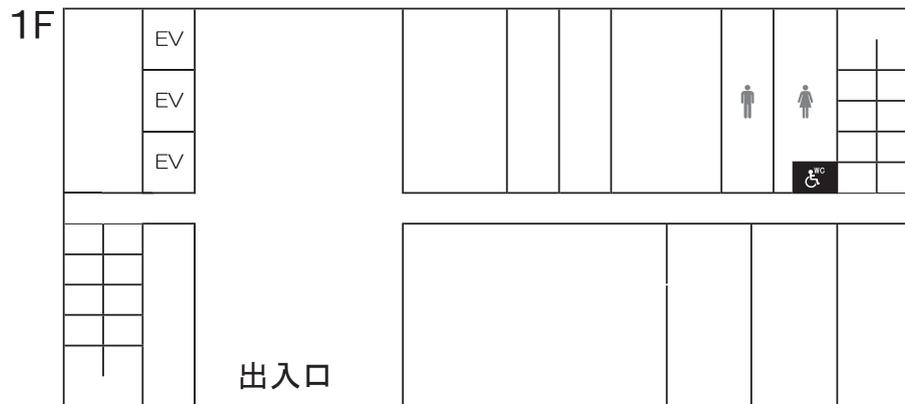


東門

西門

↓ 近鉄長瀬駅方面

【会場案内】 G館

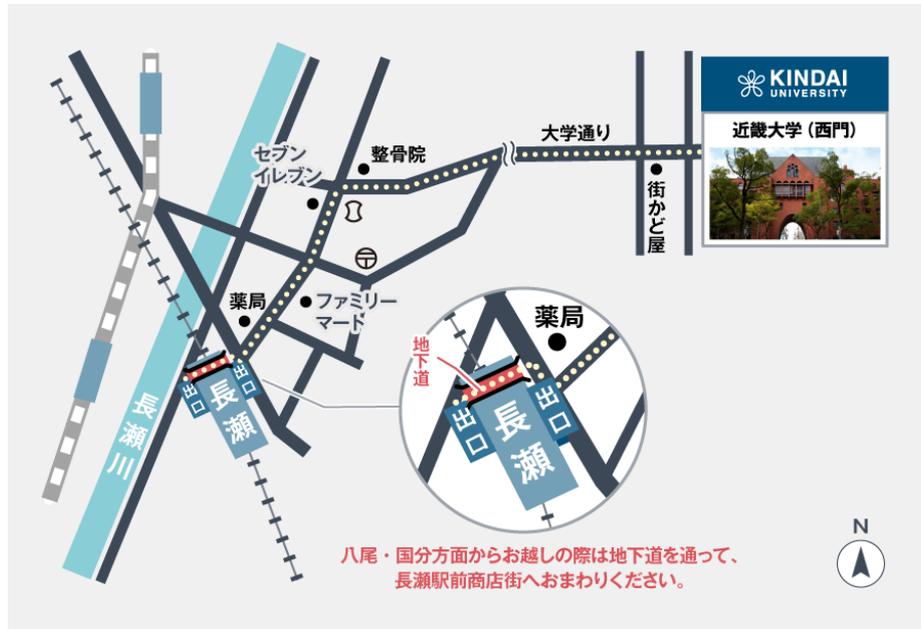


【最寄駅からのアクセス】

■近鉄大阪線 長瀬駅からの経路

長瀬駅から近畿大学西門まで徒歩約10分です。

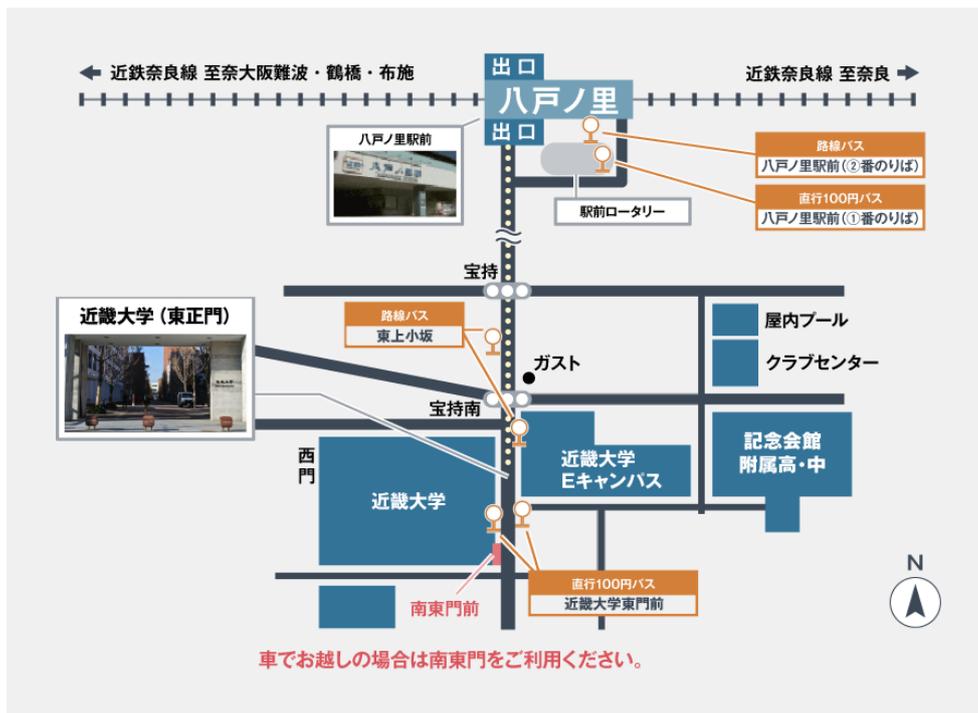
※西門から会場（G館）までは徒歩で約8分かかりますので、長瀬駅から会場までは徒歩で20～25分程度です。



■近鉄奈良線 八戸ノ里駅からの経路（徒歩約20分、バス約6分）

バスをご利用の際は、近畿大学東門前直行バスまたは路線バス（76系統金物団地行き、上小阪住宅前で下車）にご乗車ください。

※大会当日は土曜日のため、バスの運行本数が少なくなっておりますのでご注意ください。



プログラム

特別講演・支部大会企画セッション・企画セッション（A会場 G201）

特別講演

特別講演（13:10～14:10）	司会：佐藤望（近畿大学）
ネットワーク社会における行動・生活を基盤とした研究 久隆浩（近畿大学総合社会学部）	

支部大会企画セッション

支部大会企画セッション（11:10～12:10）	司会：常見麻芙（医療法人山下病院／名古屋市立大学）
持続可能な人間工学を実践するには ～SEGs2040を土台にして～ ○常見麻芙（医療法人山下病院／名古屋市立大学） ○安在絵美（奈良女子大学） ○西澤優里（JR西日本）	

企画セッション

A1 企画セッション1（10:00～11:00）	～企業のみなさんへ～ 人間工学をもっと役立てるために ○佃五月（シャープ株式会社） ○仲谷尚郁（三菱重工業株式会社） ○横山詔常（広島県立総合技術研究所）
A2 企画セッション2（14:40～15:00）	人間工学誌に投稿しませんか？ ○村木里志（九州大学・人間工学誌副編集委員長）

人間工学専門家認定機構の活動内容紹介

人間工学専門家認定機構の活動内容紹介（14:15～14:35）	「活かそう！」人間工学専門家 ○石橋基範（日本大学・人間工学専門家認定機構事務局長），八木佳子（株式会社イトーキ・人間工学専門家認定機構長）
---------------------------------	---

一般発表

A会場 (G201)

A3 感性・技術受容性・教育 (15:10~16:10)		座長：有馬正和 (大阪公立大学)
A3-1	日本の伝統文化適応で先端ロボットが人との親和性を拡大する解の探求 ○中川志信 (大阪芸術大学)	
A3-2	食感の定量化と商品開発プロセスの提案に向けた基礎研究 ○羽深太郎 (京都光華女子大学短期大学部)	
A3-3	ICT 機器に対する捉え方とSociety 5.0 で活用されるシステムの受容性の関係 ○土井俊央 (大阪公立大学)	
A3-4	理科の実験場面における指導の内容が操作パフォーマンスに与える影響 ○辻井寿典 (大阪大学), 来田宣幸 (京都工芸繊維大学)	

B会場 (G202)

B1 動作・姿勢 (10:00~10:45)		座長：廣川敬康 (近畿大学)
B1-1	骨格線認識用 AI カメラによる複数人の同調動作の評価 ○田河琴音 (摂南大学大学院), 川野常夫 (摂南大学), 松尾英治 (松尾電機エンジニアリング)	
B1-2	CNN を用いたお辞儀の識別 ○前之浜脩仁 (大阪産業大学), 杉山直磯 (京都工芸繊維大学大学院), 後藤彰彦 (大阪産業大学)	
B1-3	視覚情報のみで判断される高齢者の姿勢評価に関する研究 -医療従事者によるケンダル分類を用いて- ○杉山直磯 (京都工芸繊維大学), 甲斐義浩 (京都橘大学), 幸田仁志 (関西福祉科学大学), 森原徹 (丸太町リハビリテーションクリニック), 来田宣幸 (京都工芸繊維大学)	

B2 生体計測 (15:10~16:10)		座長：澤島秀成 (奈良県産業振興総合センター)
B2-1	HMD の重量が仮想現実環境における眼球頭部協調運動にもたらす影響 ○武岡楓 (関西大学), 小谷賢太郎 (関西大学), 鈴木哲 (関西大学), 朝尾隆文 (関西大学)	
B2-2	抱っこひも利用時の身体負担評価に関する基礎的研究 ○西岡基夫 (大阪公立大学大学院), 山下久仁子 (大阪公立大学), 板井徹 (株式会社アスコン)	
B2-3	スマートスピーカと重心動揺計測を用いた独居高齢者の健康見守りシステム ○高見惇平 (大阪工業大学大学院), 大須賀美恵子 (大阪工業大学)	
B2-4	車載カメラを用いた自動車ドライバの交差点での不安全行動検出手法の検討 ○三浦皓大 (大阪工業大学), 渡邊陽仁 (大阪工業大学大学院), 竹内大樹 (大阪工業大学大学院), 大須賀美恵子 (大阪工業大学)	

C会場 (G401)

C1 健康 (10:00~10:45)		座長：朝尾隆文 (関西大学)
C1-1	学生のセルフ・コンパッション向上を支援するシステムの開発 ○小泉允志 (大阪工業大学大学院), 大須賀美恵子 (大阪工業大学)	
C1-2	奈良県の農村部および都市部在住高齢者のコロナ禍前後における生活実態調査 -活動量維持群と減少群の特徴検討- ○帯名千滉 (奈良女子大学大学院), 城戸千晶 (奈良女子大学大学院), 久保博子 (奈良女子大学), 東実千代 (畿央大学), 佐々尚美 (武庫川女子大学), 星野聡子 (奈良女子大学)	
C1-3	大学生の入眠・覚醒リズムに関する調査研究 -2019年から2022年における実測調査- ○榎本夕奈 (奈良女子大学大学院), 中川愛子 (奈良女子大学), 河本彩 (奈良女子大学), 城戸千晶 (奈良女子大学), 久保博子 (奈良女子大学)	

C2 身体動作・疲労 (15:10~16:10)		座長：鎌倉快之 (大阪工業大学)
C2-1	健康長寿社会の実現に向けた筋活動量の可視化 ○平田一郎 (兵庫県立工業技術センター), 福井航 (兵庫県立工業技術センター), 福田純 (兵庫県立工業技術センター), 後藤泰徳 (兵庫県立工業技術センター)	
C2-2	デジタルヒューマンによる力学的負荷解析結果に対する近似関数の構成による作業姿勢の最適化 ~荷物持ち上げ時の作業姿勢の最適化~ ○齋藤大和 (近畿大学大学院), 廣川敬康 (近畿大学)	
C2-3	自己申告の確からしさを保証するフリッカー検査器による疲労評価 ○大石和真 (摂南大学大学院), 川野常夫 (摂南大学), 松尾英治 (松尾電機エンジニアリング)	
C2-4	自宅学習における姿勢が疲労・パフォーマンスに及ぼす影響について ○夏舒雲 (奈良女子大学大学院), 久保博子 (奈良女子大学)	

特別講演

(13:10~14:10)

A会場 (G201)

ネットワーク社会における行動・生活を基盤とした研究

講師：久隆浩（近畿大学総合社会学部 教授）

ネットワーク社会における行動・生活を基盤とした研究

Studies based on behavior and life in network society

○久 隆浩*

*近畿大学総合社会学部

HISA Takahiro *

*Faculty of Applied Sociology, Kindai University

1. 私の生活研究の背景

私は 1977 年に大阪大学工学部環境工学科に入学した。この学科は、日本初の環境系学科であり、いわゆる学際的な学科であった。4 年進級時に研究室配属があり、私は上田篤先生が主宰する環境計画学研究室に配属となった。上田先生はさまざまな学問を横断した「総合学」を標榜しており、その薫陶を受けてきた。

上田先生は、当時京都大学人文科学研究所にも所属されておられ、そのこともあって私自身も院生時代に京大人文研の研究会でも活動を行い、分離融合型の研究を行ってきた。文化論の多田道太郎先生や文化人類学の石毛直道先生、社会学の富永茂樹先生など高名な先生方ともお話をさせて頂く機会も頂いた。これらの先生方のお名前を見て気づかれる方もおられると思うが、共通しているのは人々の生活やそこから生み出される文化について研究されているということである。多田道太郎先生は「現代風俗研究会」を設立されており、名前のおり現代の風俗現象を研究する方々が集まった研究会である。

風俗研究としては今和次郎先生が大正時代末期に「考現学」¹⁾を提唱されたことが有名であるが、今先生は戦後「生活学」を提唱されている。今先生は風俗研究家であり、かつ、建築学者でもあった。東の今先生に並び立つ西の生活研究の先駆者は西山卯三先生である。西山先生は戦前の庶民住宅の暮らし方を徹底的に分析し、その成果が集合住宅のダイニングキッチン (DK) として結実することになる。じつは、上田篤先生は京都大学西山研究室の助教授を務めており、私は西山先生の孫弟子ということになる。

2. 私の研究履歴から

私自身の研究履歴を見ても、その柱に人々の意識や行動、生活があることがわかる。修士論文は『道に関する空間論的研究』である。当時、上田先生は

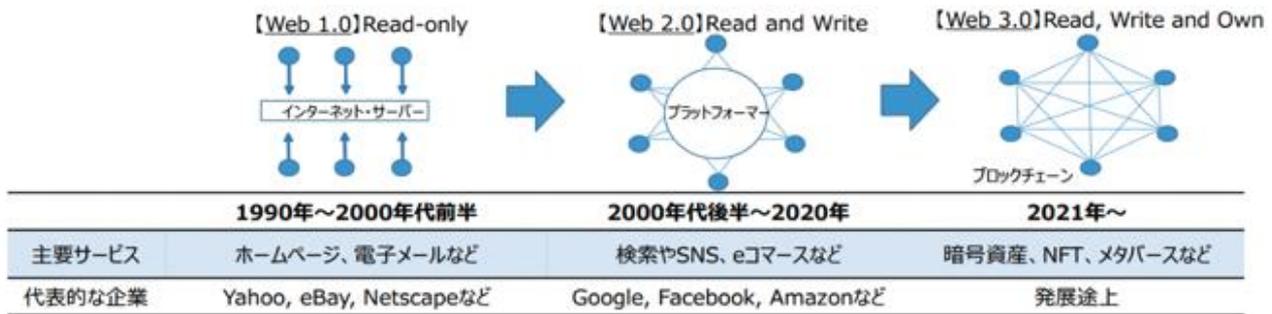
雑誌『都市住宅』²⁾に「ラビリンスの都市」という連載を行っておられた。ラビリンス、つまり迷宮のように広がった都市を分析していこうとするものである。大阪の都心部が典型のように路地が複雑に広がり、ラビリンスのようになった都市の魅力はどこにあるのか、を考えてみようということである。そこで私に与えられたテーマが「ホドロロジー」という概念である。ホドロロジー空間は心理学者の K. レヴィンが提唱したもので、語源は道を意味する古代ギリシャ語の *hodos* から名付けられている。人が道を選択するとき必ずしも最短距離を選択せず、心理的な要因が加味されて経路が決定されることを説明するためにレヴィンが構想したのが、ホドロロジー空間であり、ホドロロジー心理学である。具体的な調査としては、大阪大学のある千里ニュータウン住民にアンケートをとり、どんな状況のときにどのような経路を選択するのかを分析していった。

もともと心理学にも興味があった私だったので、その後も環境心理学、環境行動学的な研究を続けていった。当時は K. リンチの『都市のイメージ』³⁾が注目されていた頃で、都市のイメージ研究や景観研究などを行っていた。野田正彰先生が考案した「写真投影法」⁴⁾を都市計画研究にはじめて取り入れたりもした⁵⁾。

3. ネットワーク社会の進展と行動・生活研究

話は変わるが、これからのネットワーク社会ではますます行動・生活研究が重要になると考える。私はここ 30 年ほどネットワーク社会におけるまちづくりのあり方について研究、実践を行ってきたが、その経験からしても今後は個々人の行動研究や生活研究が重要であると思う。

今、さかんに世間を賑わせているキーワードの一つに Web3.0 があるが、これは個人と社会の関係性を大きく変えていくことになる。Web1.0 の時代には



出典：経済産業省「経済産業政策新機軸部会中間整理」

サーバに置かれた情報を閲覧するのみであったユーザが、Web2.0の時代にはユーザ自らもプラットフォームに情報を書き込み、ユーザ相互の情報交換が可能になった。Web3.0ではプラットフォームを必要とせず、個人同士が相互に情報交換可能になっていく。この活用事例としてブロックチェーン技術を活用した暗号資産がある。つまり、個人が社会を直接動かせるようになっていくということである。

ハーバマスが指摘しているように、「近代」は政治システムと経済システムが生活世界を植民地化した時代であった⁶⁾。私たちはシステムに依存して社会を形成するようになった。しかし、これからは私たちのネットワークが社会システムとなっていく。言い換えれば、私たちの行動や生活の蓄積が社会を形成していく時代になったということである。

都市計画の分野でも今、タクティカル・アーバンイズムやプレイスメイキングという概念が注目を浴びている。『現代美術用語辞典』では、タクティカル・アーバンイズムについて次のように説明している。

「世界的な広がりを見せる市民主導の都市改善運動、またその方法論。社会実験や暫定利用などの「安価で速い、小さな変化」を積み重ねて知見を蓄積しながら、施設の建設や制度設計といった都市計画レベルの「高価で遅い、大きな変化」のあり方に影響を与えることを目的とする。従来のトップダウン型の都市計画とは根本的に異なる、市民による直接的な都市変更の実験と実現がその特質であり、「戦術的（タクティカル）」の語が冠される所以である。」⁷⁾身近な公共空間をイベント等で活用し、都市を魅力的にしていく取り組みが世界中で広がっている。

こうした動きもWeb3.0のもたらす社会形成のあり方と重なっている。このような個人の行動や生活が社会形成に直接つながる時代だからこそ、行動や

生活の研究が重要になってくるといえる。

4. 100年前との相似性

冒頭に今和次郎先生が大正時代末期に「考現学」を提唱されたと述べた。改めてこのこととこれからの行動研究、生活研究を重ねてみると、100年前の時代との相似性が見えてくる。今、私たちは新型コロナウイルスの世界的蔓延の最中にいるが、これも丁度100年前のスペイン風邪の流行と重なる。また、この時代は市民自らが社会を変えていこうとする大正デモクラシー、大正ロマンの時代でもあった。殖産興業で国を豊かにしてきた明治時代が終わり、これからは市民の時代になっていく、そうした時代と捉えることができる。市民自らが社会を動かしていく、そんな時代にどんな人間工学が求められるのか、ともに考えてみたいものである。

参考文献

- 1) 今和次郎, 吉田謙吉: モデルノロヂオ 考現学, 春陽堂 (1930)
- 2) 久隆浩: ラビリンスの都市 IV ホドロロジーの世界, 都市住宅 184号, pp.61-70 (1983)
- 3) K. Lynch: The Image of the City, The MIT Press (1960)
- 4) 野田正彰: 漂白される子供たち, 情報センター出版 (1988)
- 5) 久隆浩, 鳴海邦碩: 子供と地域空間の関わりを分析する手法としての写真投影法の試み, 日本都市計画学会学術研究論文集, No. 27, pp.715-720 (1992)
- 6) J. Habermas: Theorie des kommunikativen Handelns, Frankfurt am Main (1981)
- 7) 現代美術用語辞典, <https://artscape.jp/artword/index.php/タクティカル・アーバンイズム> (2022-08-15)

支部大会企画セッション

(11:10~12:10)

A会場 (G201)

持続可能な人間工学を実践するためには

~SEGs2040を土台にして~

- 常見麻美 (医療法人山下病院 / 名古屋市立大学)
- 安在絵美 (奈良女子大学)
- 西澤優里 (JR西日本)

持続可能な人間工学を実践するには ～SEGs2040 を土台にして～

What We Can Do to Practice Sustainable Human Factors and Ergonomics, Referring to the SEGs 2040

常見麻芙**，安在絵美***，西澤優里****

*医療法人山下病院 **名古屋市立大学 ***奈良女子大学 ****JR 西日本

TSUNEMI Mafu*，ANZAI Emi**，NISHIZAWA Yuri***

*Yamashita Hospital, **Nagoya City University, ***Nara Woman's University, ****West Japan Railway Company

1. はじめに

SDGs (Sustainable Development Goals) は 2030 年を目標に、2016 年から 2030 年までの国際目標として策定されました。17 の目標と 169 のターゲットから成り立つ SDGs は、世界共通の目標と課題が掲げられています。私たちは、SDGs の各目標達成のため、個人・組織・地域で対処できる課題に取り組まなければなりません。しかし、学術団体として SDGs について検討し取り組む団体はまだ数少ない現状です。SDGs 検討委員会は、日本人間工学会が他の学術団体に先駆けて SDGs に関連した活動方針を提言することを目的に、第 7 期日本人間工学会理事会で臨時委員会として 2021 年 5 月に承認されました。学会員から自薦・他薦により委員を広く募集したのちに、2021 年 9 月から 2022 年 3 月まで活動を行いました。SDGs17 の目標から人間工学と関連した 9 つの目標を取り上げ、日本人間工学会から持続可能な人間工学目標 SEGs (Sustainable Ergonomics Goals) 2040 として 9 目標、41 の解決すべき課題から 105 の取り組むべきアクションで構成された提言書を作成しました。

2. 持続可能な人間工学目標 (SEGs2040)

2-1. SEGs2040 の概要説明 (発表：常見麻芙)

SEGs の 9 目標は Ergonomics の「E」の文字に沿って 3 つの層 (人々・社会環境・社会経済価値) で構成され、相互補完的な繋がりがあります。各目標の検討方法はバックキャストの発想で、あるべき未来像から考え、取り組むべき課題とステークホルダーを検討しました。取り組むべきアクションは、状況判断と意思決定のためのメソッドである「OODA (ウーダ) : Observe (見る)・Orient (分かる)・Decide (決める)・Act (動く)」に沿って作成しました。

SEGs2040 の各目標項目は以下の通りです。

- SEGs1 : システムズアプローチですべての人の健康・福祉増進の仕組みを作る
- SEGs2 : 人間工学教育の裾野を広げ複雑な社会生態システムの課題を解決する
- SEGs3 : ジェンダー平等に資する人間工学応用を社会常識にする
- SEGs4 : システムズアプローチを活用して全方位調和型の持続可能な社会基盤をつくる
- SEGs5 : 人間工学で新たな働きがい・新たな社会経済価値を創造する
- SEGs6 : 人間工学で産業・技術革新×人々の調和を図る
- SEGs7 : 人間工学で住み続けられるまちをつくる
- SEGs8 : 循環型社会システムを人間工学で実装する
- SEGs9 : ステークホルダーの相互作用をデザインし SEGs 課題を解決する

2-2. SEGs1・SEGs4 の説明 (発表：安在絵美・西澤優里)

今回は、9 目標から SEGs1・SEGs4 について参加者の皆様と内容を共有し、持続可能な人間工学の実践のための SEGs 提言書活用についてお話しします。

人の健康・福祉増進に対して、近年デジタルヘルス・テクノロジーや身体機能拡張技術が発展していますが、健康・福祉における社会全体の問題に対して人間工学的視点から見直すべき課題も多くあります。また、エネルギー問題については、世界全体での課題として認識が高く、様々な分野で考えられてきています。年齢問わず人間工学を活用することで、より良い解決策やアイデアが生まれ、社会実装に繋がっていくことが出来るのではないかと考えています。

参考: 持続可能な人間工学目標 (SEGs2040)



企画セッション

A会場 (G201)

企画セッション1 (10:00~11:00)

～企業のみなさんへ～ 人間工学をもっと役立てるために

- 佃五月 (シャープ株式会社)
- 仲谷尚郁 (三菱重工業株式会社)
- 横山詔常 (広島県立総合技術研究所)

企画セッション2 (14:40~15:00)

人間工学誌に投稿しませんか？

- 村木里志 (九州大学・人間工学誌 副編集委員長)

～企業のみなさんへ～ 人間工学をもっと役立てるために

“For enterprises” How to better utilize ergonomics for work

○佃 五月*, ○仲谷 尚郁**, ○横山 詔常***

*シャープ株式会社 **三菱重工業株式会社 ***広島県立総合技術研究所

TSUKUDA Satsuki*, NAKATANI Takafumi**, YOKOYAMA Noritsune***

*Sharp Corporation, **Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.,

***Hiroshima Prefectural Technology Research Institute

1. はじめに

本企画セッションは、日本人間工学会 企業活動推進委員会において、学会の企業会員に向けて企画立案された。その目的は、「人間工学」を社内でもっと役立てていけるように、今後の活動へのヒントや気づきを得られる機会とすることである。

セッションに参加される企業会員はもちろん、また企業活動に関心がある会員のみなさまにご参集いただき、質疑・応答などを通じて、企業内で人間工学を実践していく際の課題や、当委員会に関するご意見・ご要望なども伺いしたいと考えている。

2. 話題提供

登壇者3名から話題提供される各テーマの要約について、以下に示す。

企業活動推進委員会の活動紹介と企業での取り組み事例の紹介

(シャープ株式会社 佃五月)

日本人間工学会「企業活動推進委員会」は、2018年度に新設された臨時委員会であり、企業における人間工学活動をよりアクティブにしていくことを目的として活動している。これまでに、主に大会のシンポジウムで、企業活動における実践事例の紹介や課題の共有などを行ってきた。

企業内で人間工学を実践していく際には、所属する組織やその中で役割などによってもアプローチ方法は異なるため、様々な課題があるものと思われる。その中で、まず人間工学の活用方法がわからない・具体的なテーマがないというような場合は、学会のイベントや研究会、セミナーなどに参加することで、取り組みのきっかけになる可能性もある。また、具体的なテーマはあるが、進め方や技術的な専

門知識が不足している場合は、人間工学専門家などに相談するのが近道であると考えられる。企業会員の課題や要望を把握しながら、できる限り今後の活動につながるような機会を作ることや、産学官の連携・支援の仕組み構築なども検討していきたい。

当方は現在、家電メーカーでユーザビリティ向上の全社推進に取り組んでいる。社内では事例紹介のニーズも多く、取り組みによる改善効果などを数値化したエビデンスとともに事例化し、情報発信している。本セッションでは、社内推進事例として、4年前に受賞した人間工学グッドプラクティス賞（最優秀賞）に関する取り組みの経緯とその後の展開について紹介する。取り組みを進める段階では、自社だけでは解決できない技術的課題は、人間工学専門家に相談して解決した。またその後の展開では、社内グッドプラクティス制度を構築したことで、取り組みに対するモチベーション向上と動機づけを促すような好事例の横展開が実現できた。

企業内で人間工学を実践する際は、時には社外の専門家の力を借りながら好事例を蓄積し、ノウハウを横展開していくことが重要と考え取り組んでいる。

人間工学はなぜ役に立たなかったのか

(三菱重工業株式会社 仲谷 尚郁)

従来、企業においては人間工学というと、身体的、認知的、心理的側面など人の特性の分析やモデル化を主体とした要素技術としてとらえられてきた。そのためもあってか国内企業において人間工学専門家はユーザーリサーチや品質評価の立場で仕事をされていることが多いようである。人間中心設計プロセスで言う「理解」「評価」にあたるが、モノづくりが主体であった企業にとっては「要件定義」

「設計」が重視される傾向にあるため活動が評価されにくい側面があったと考えられる。一方、設計プロセスに参画するとしても、「要件定義」「設計」が終わった後から参画する立場になることも多い。特に機能優先、プロフェッショナルユースの BtoB 製品においてはなおさらである。このような環境も「なぜ役に立たないのか」という問いが繰り返されてきた要因の一つではないだろうか。

このような状況が続いてきた中で、2021年に改訂された IEA の人間工学の定義とコアコンピテンシーは、その問いに答えるものといえるだろう。ここでは、ウェルビーイングとシステム全体のパフォーマンスとの最適化のため特に、システムズアプローチ (systems approach) によるシステム全体の適正化、設計駆動型 (design driven) による解決策提案、人間中心プロセス (human-centered process) による参加型プロセスの実践、が必要であるとされている。

それらを実践するために、企業の中で行き止まりとなっていた「つながらないプロセス」を「役に立つプロセス」にかえるための「つなげる力」についての考察と合わせ、人間工学を企業活動に組み込む仕組みを考えたい。

公設試における地域中小企業の製品開発支援事例の紹介-広島県の取組-

(広島県立総合技術研究所 横山詔常)

全国の各都道府県に公的試験研究機関 (公設試) は設置されており、地域の中小企業のものづくりの技術的な支援を行っている。使いやすさや感性訴求のものづくりに貢献するため、人間工学に関する調査研究や技術支援が実施されている。

広島県では、「感性イノベーション推進協議会」を設立し、県内企業の感性に訴える新しい商品創出の基盤づくりを推進している。また、中国地域創造研究センターでは、質感色感研究会を主宰し、企業と大学等の専門家のマッチングによる製品開発支援を行っている。広島地域ではこれらの取組を連携させ、感性ものづくりの地域振興、普及を進めている。

我々もこれらの取組に参画し、直接的な技術支援等を行うと同時に、県内企業の技術ニーズなどを研究開発に展開している。本セッションでは、歩行センシング、室内サンダル、化粧用コットンなどの研究開発や技術支援の事例を紹介する。

技術支援活動を通じて得た課題について述べる。企業活動を推進する上で「価値」をどう社会実装するかがカギである。特に人間工学分野では、手に触って使ってもらわないと伝わらない価値を提供する機会が多い。また、出来上がった製品を評価する段階でのみ人間工学的な測定を活用する場合もあり、開発の上流で誰に対してどういった価値を訴求するかの深堀ができていないという問題もある。これらの課題解決には、経営層の理解、企画や営業などとの連携などもそうであるが、地域中小企業では、地域としての幅広いサポートが重要であり、上述した関連機関、公設試のネットワークにてこの課題解決を可能とする体制の構築が必要であると考えている。

3. おわりに

上記の話題提供を通じて、人間工学を企業でもっと役立てていくためのポイントを以下にまとめる。

- ・学会のイベントや研究会、セミナーなどに参加して、気づきや取組みのきっかけを得る
- ・技術的な専門知識などで困った時は人間工学専門家などに相談する
- ・設計プロセスの入り口から出口までをつなげる役割として取り組む
- ・技術課題を社会実装に繋げるべく、産業振興機関や公設試など地域のネットワークを活用する

企業活動委員会では、今後も、大会などを通じて情報発信を継続するとともに、企業会員のニーズに合ったイベントやセミナーなども企画していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 日本人間工学会 企業活動推進委員会：
<https://www.ergonomics.jp/organization/member/committee.html>.

人間工学専門家認定機構の 活動内容紹介

(14:15~14:35)

A会場 (G201)

「活かそう！」人間工学専門家

○ 石橋基範 (日本大学・人間工学専門家認定機構事務局長)

八木佳子 (株式会社イトーキ・人間工学専門家認定機構長)

「活かそう！」人間工学専門家

How to use the Certification Program for Professional Ergonomists

○石橋基範* **, 八木佳子* ***

*人間工学専門家認定機構 **日本大学 ***株式会社イトーキ

ISHIBASHI Motonori* **, YAGI Yoshiko* ***

* Committee on Certified Professional Ergonomist, ** Nihon University, *** ITOKI Corporation

1. 認定人間工学専門家資格制度とは

本制度では、『人間工学の知識、技術、問題解決能力を十分に持ちそれを実践できる人材』に対し、一般社団法人日本人間工学会（以下 JES）が資格を認定しており、2003 年 8 月に発足した。本制度における認定人間工学専門家（CPE）は 2007 年 5 月に国際人間工学連合（International Ergonomics Association : IEA）の認証も取得しており、米国の BCPE（Board of Certification in Professional Ergonomics）や欧州の CREE（Centre for Registration of European Ergonomists）とともに国際的な人間工学の専門家として通用する資格となっている。

2. 認定人間工学専門家の資格区分

認定人間工学専門家の資格区分を表 1 に示す。専門家資格は専門教育経験年数や実務経験レベルに応じて 3 段階に資格を区分している。

表 1 認定人間工学専門家資格区分

	主に取得される人	必要学歴	日本人間工学会 会員資格
認定人間工学 専門家 (IEA 認証ライセンス)	企業内などでの 人間工学エキスパート	大卒以上	不要
認定人間工学 準専門家	大卒または大学院 在籍者	大卒以上	不要
認定人間工学 アシスタント	実務をしている方	6単位以上の 専門教育	不要

2022 年 10 月 11 日現在の認定者数は、認定人間工学専門家(CPE)208 名、認定人間工学準専門家(CAEP)175 名、認定人間工学アシスタント (CEA) 16 名、シニア認定人間工学専門家 12 名である。なお、本制度では 2018 年 11 月 1 日よりシニア会員制度を開始した。年齢 70 歳以上、CPE 継続 15 年以上などの条件を満たし希望される方を、書類審査により「シニア認定人間工学専門家」として認定している。

これらの地域別の内訳を表 2 に示す。表 2 より、関西支部は、会員数に対する専門家資格全般の保有

率が JES 全体に比べて 2.6 ポイント高く、準専門家が専門家より多いという特徴がある。準専門家が実務経験を重ねて専門家へステップアップすることや、大学院生が就職活動の自己 PR 等で準専門家資格を活用していくこと、そして、高い専門性をお持ちの多くの方が専門家を取得して業務等で活用されることが望まれる。

表 2 各支部人数に対する専門家人数
(全区分合計)の構成比(2022.10.11 時点)

支部名	JES		各専門家資格の保有者数					JESの 会員数	支部人数に 対する比率
	支部人数	総数	内訳						
			専門家	準 専門家	アシス タント	シニア			
北海道	27	11	2	8	0	1	2	7.4%	
東北	44	4	3	1	0	0	3	6.8%	
関東	698	227	133	77	9	8	114	16.3%	
東海	120	30	13	11	4	2	15	12.5%	
関西	224	104	39	64	1	0	40	17.9%	
中国・四国	90	22	12	10	0	0	13	14.4%	
九州・沖縄	61	13	6	4	2	1	7	11.5%	
合計	1264	411	208	175	16	12	194	15.3%	

3. 人間工学専門家資格の認定基準

詳細はホームページを参照されたい。

<https://www.ergonomics.jp/cpe/>

3-1. 認定人間工学専門家 (CPE)

認定人間工学専門家は一定の基準を満足する人間工学の実践者であり、その基準は大学などでの教育歴と業務歴によって異なる(表 3)。

表 3 認定人間工学専門家資格の基準

	専門教育 受講年数	実務 経験年数	事例提出	筆記 試験	面接 試験
①	3年	2年	不要	要	要
②		7年	不要	要	要

3-2. 認定人間工学準専門家 (CAPE)

大学で人間工学関連の専門教育を受け、これから認定人間工学専門家の資格取得を目指している人や、

大学を卒業後、人間工学関連の仕事に携わり、将来認定人間工学専門家の資格取得を目指している人を対象とした資格である。以下に示す2条件のいずれかの基準を満たし、書類審査によって認定される。

- 1) 大卒かつ3年以上大学にて専門教育を受講
- 2) 大卒かつ実務経験5年以上

3-3. 認定人間工学アシスタント (CEA)

短大・専門学校・企業研修等で人間工学に関する専門教育を受講し、人間工学の学びに関心を持つ人、実務で人間工学を活用したいと思う人を対象とした資格である。以下に示す2条件のいずれかの基準を満たし、書類審査を経て認定される。

- 1) 短大・専門学校等にて専門教育を受講
- 2) 企業研修などで上記1)同等の教育を受講

4. 準専門家資格

本制度の最上位資格の専門家はIEAに認証されている資格だが、段階的にステップアップができるという他国にない特徴を持っている。

準専門家資格は、大学卒業と同時にしくは修士在学中に取得が可能であり、自身が社会に役立つ人間工学を専門に学習した経歴を周囲に理解してもらうことを可能としている。また、準専門家資格を所有者は、専門家へのステップアップに対しての優遇を受けられる。将来の目標となる専門家を見据え、継続的に学び、そして自らの知識を活用していくモチベーションにもつながっている。

5. 資格取得のメリット

本資格を有することにより大きく分けて以下の3つのメリットがある

- 1) コミュニティの形成
- 2) 専門性の明示や活用
- 3) 仕事の獲得

この3つの項目について、認定人間工学専門家機構の活動例を含め詳細を説明する。

5-1. コミュニティの形成

CPEセミナー/サロン/見学会に参加できる。昨今、多くの情報はネット上に溢れており、資格の有無や学会員かどうかに関わらず、興味関心のある情報は手軽に入手可能である。しかし、人間工学の専門家がどのようにして専門性を発揮したのか、どのような苦労があったのかなどのCPEとしての活動に有効な情報は、直接話をすることで得ることができる。本機構では、人間工学の実践に関わっている現場に

依頼し、見学と意見交換の場を設けている。さまざまな領域の専門家の視点で意見交換を行い、新たな発見や交流が生まれている。

2020年以降、対面での見学会やサロンは実施できていなかったが、COVID-19の状況なども見ながら徐々に対面イベントも復活させていく予定である。と同時に、対面イベントの代わりに実施したオンラインセミナーやワークショップは、特に首都圏以外の会員から好評だったこともあり、今後はオフライン・オンラインの双方の良さを活かす交流機会を検討したい。

5-2. 専門性の明示や活用

CPE活用の具体例として、以下の3件を示す。

- ・社内での人間工学関連プロジェクトの立ち上げ提案時に、必要性や有効性を説明し、周りを納得させる必要がある。その際、「有資格者の提案と説得」で実現できる。
- ・社内外を対象としている人間工学関連業務の遂行の際、プロジェクトとしては認知されていても、個人として資格を有しているかどうかで、顧客からの信頼が違う。そのため、有資格者であることで、個人の成果（業績評価）がアピールできる。
- ・元々の専攻は違うが、途中から人間工学関連業務に従事するようになった場合、学位等ではなく自分の専門性を客観的に示すことができる。

5-3. 仕事の獲得

CPEを活用して仕事を獲得する例を以下に示す。

- ・就職（転職）の際、最近多くのビジネスで求められる「顧客視点」について、自己主張だけでなく、客観的に「顧客視点」を有していると認められ、転職に成功した。
- ・アジア諸国で、人間工学専門家資格を持っていることが国のプロジェクト参加の条件としていところもある。これはCPEにとっては大きなビジネスチャンスとなる。

6. さいごに

本制度は、人間工学実践者が自身の人間工学活動の更なるレベルアップの機会を提供するだけでなく、有資格者が業務上のメリットを享受できる仕組みも提供している。今後、より一層有資格者が増え、本専門家のメンバーが中心となり、様々な分野で人間工学を活用したより良い社会づくりに貢献していくこと願っている。

一般発表

A会場 (G201)

A3 感性・技術受容性・教育 (15:10~16:10)

座長：有馬正和 (大阪公立大学)

- A3-1 日本の伝統文化適応で先端ロボットが人との親和性を拡大する解の探求
- A3-2 食感の定量化と商品開発プロセスの提案に向けた基礎研究
- A3-3 ICT機器に対するとらえ方とSociety 5.0で活用されるシステムの受容性の関係
- A3-4 理科の実験場面における指導の内容が操作パフォーマンスに与える影響

日本の伝統文化適応で先端ロボットが人との親和性を拡大する解の探求

Research of Advanced robots expanding affinity with humans by Japanese traditional culture adaptation.

○中川志信
大阪芸術大学 芸術学部
NAKAGAWA Shinobu
Osaka University of Arts

1. はじめに

人との共生が期待される人間共存型ロボットの研究開発を筆者は継続している。非言語コミュニケーションの適応や、動き・音・物語・造形を一貫する総合芸術的デザインなど従来のデザイン手法とは異なるロボティクスデザイン手法を確立できた。

しかし完成したロボットは機械的で生命感に乏しかった。そこで人がモノを制御して生命感を創生している伝統芸能「文楽人形」に着目し、その定式を先端ロボットに適応した。実験結果から、その文楽人形ロボットは生命感を宿し人との親和性を拡大した。同様に伝統芸能「能」の音に近似するラジオドラマの定式を CG ロボットに適応すると、感情表現の乏しい骨格の CG ロボットでさえ感情豊かに感じる実験結果が得られた。また「能」の音の定式で複数の CG ロボットを統合制御すると、クラシック音楽の定式適応より快適に感じる実験結果も得られた。

本稿では、これら 3 研究の実験と結果を簡潔に紹介した上で、日本の伝統芸能の定式を先端ロボットに適応することで日本文化の自然観や省略美を創生できることや、既に伝統芸能定式を適応されている日本アニメにも少し触れ、この系譜を先端ロボットで継ぐことの意義をまとめている。

2. 文楽人形の定式を適応した先端ロボット

文楽人形の構造は着物を取ると胴体は無く、人形遣いが持つ首と肩と腕先のみに構造物がある動きの自由度の高い構造であった。本研究では文楽人形の生命感を創生に効果のある構造（首・腕・胴体伸縮と胸関節屈曲）を構造に適応した文楽人形ロ

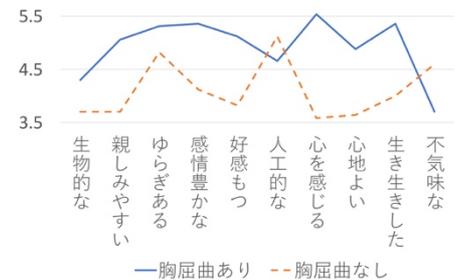


図 1 文楽人形ロボット

ットを制作した（図 1）。

実験は人の骨格を模す従来型と文楽人形適応型のロボットを比較するため、首・

腕・胴体伸縮と胸関節屈曲のあり・なしの動きで印象評価実験を行った¹⁾。実験結果から胸関節屈曲ある動き $p < 0.05$ （図 2）と、首・腕・胴体伸縮と胸関節屈曲のある動きの印象評価が高く $p < 0.05$ 、人への親和性を高めていた。胴体伸縮と胸関節屈曲があることで、従来型の幾何学的動作軌跡に対して自然物の動きに近い有機的な動作軌跡を表現することができた。



3. 能の音の定式を適応した先端ロボット

3-1. 能と NHK ラジオドラマ

能には演者が全く動かないのに舞台が成立する「居グセ」という省略演技がある。複数の演目で分析した結果、能の楽器音や謡いの感情表現で演者の感情表現を代替していた。現代語の NHK ラジオドラマを複数分析した結果、能の省略演技の音と近似していた。特に楽器音や音声も含めて音響の中に、感情表出動作の機能が潜在していた。

実験では能と近似するラジオドラマの音の定式（ラジオ）と、人の日常対話の音の定式（対話）を、感情表現が豊か（感情ロボ）と乏しい（省略ロボ）2つの CG ロボットに適応した印象評価を目的として行った²⁾。実験結果から、ラジオドラマの音を適応した 2つの CG ロボットは共に高く評価された $p < 0.05$ （図 3）。能や NHK ラジオドラマの感情豊かな音情報をロボットに適応することでロボットの感情を一層豊かに感じ、その効果で動きや構造を省略できる可能性も明らかになった。

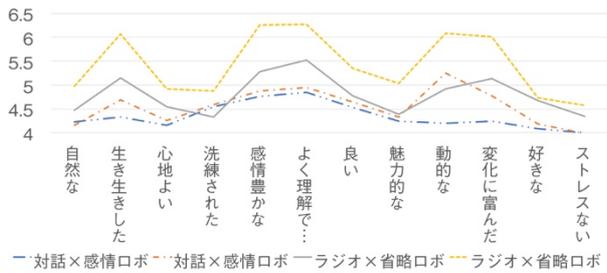


図3 ラジオドラマと対話の音適応ロボットの印象評価

3-2. 能とクラシック音楽の拍による統合制御

能の拍はクラシック音楽と異なり顕著に不規則であった³⁾。また能の拍は自然物のゆらぎの動きに近似していると考えている。山田は自然のゆらぎの動きに演出を加えた方が人に受容されることを明らかにしている⁴⁾。これらから能演者の演出が入った



図4 CG映像による未来の生活空間 (複数の自律的に動くロボットや情報が混在する) の印象評価を目的に実験を行った。

実験結果から、能の定間>能の絶妙間>クラシック音楽の順で高く評価された。「親しみやすい」「ストレスない」「心地よい」「好感持つ」などで検定結果は有意であった $p<.05$ 。人は能の顕著に不規則な拍子不合の拍で制御された複数のロボットなどが混



図5 能とクラシック音楽で制御したCG映像の印象評価でも拍の速い演目カケリで実験用CG映像を制作したため、生活空間の動きには少し速すぎた印象から能の定間が高く評価された。今後は拍が遅い能の演目に変えることで能の絶妙間への評価が変わると考えている。

4. 考察と展望

4-1. 日本文化

伝統芸能の定式を先端ロボットに適応することで、日本文化を象徴する自然観や省略美の創生を、ロボットの動きや構造や音の中にデザインできることが明らかになった。またロボットの感情豊かな動きや音は日本文化のもてなしにつながる。今後、伝統芸能の物語や脚本の定式をロボットに適応することでもてなし創生も明らかになると考えている。

4-2. 日本アニメ

日本アニメも一般的なフルアニメ (1秒間に24枚の絵) を省略したりミテッドアニメ (1秒間に8枚の絵) を独自に開発し世界に受容されている。また本研究を通して、日本アニメの誇張表現や感情表現が文楽人形の動き (胴体伸縮や胸関節屈曲) と同じであることも発見している。

4-3. 今後の展望

先のNHKラジオドラマ同様、日本アニメも文楽人形と共通項目が多いことから先人が伝統芸能から定式を引用し創生してきたと考えている。人と近接するロボット外装には着物などやさしくやわらかい外装が適する先行研究成果から、今後は伝統工芸を革新して先端ロボットの外装に適応する研究を加え、世界に受容されている日本アニメのように、日本文化の定式を適応した先端ロボットの解の探究を深め世界を幸せにする研究開発を展開していきたい。

謝辞

分担者協力者の支援及び科研費 (16H01804)、領域開拓 (AS251Z00297P) の助成に感謝する。

参考文献

- 1) 中川志信, 他: 文楽人形の生命感を与える骨格伸縮構造などを適応した人型ロボットの印象評価, スマートライフ2022大会, pp.47-48 (2022).
- 2) 中川志信: ラジオドラマの音情報適応による想像でロボットの省略演技の可能性を探る研究, 日本人間工学会第63回大会, pp.2B405 (2022).
- 3) 中川志信, 他: 能の拍子不合メカニズムをロボット群の統合制御に適応するデザイン研究, 日本人間工学会第62回大会, pp.2F3-5 (2021).
- 4) 山田光宏, 他: 歩行のCGアニメーションにおける1/fゆらぎの効果, 電子情報学会D Vol.J100-d, No.7, pp.669-708 (2019).

食感の定量化と商品開発プロセスの提案に向けた基礎研究

Basic research for texture quantification and product development process

○羽深太郎

*京都光華女子大学短期大学部ライフデザイン学科

Taro Habuka

*Kyoto Koka Women's University Junior College Department of Contemporary Life Design

1. はじめに

高齢者社会白書によると 2021 年 10 月 1 日現在、日本の総人口の 28.9%が 65 歳以上の高齢者となり、さらに 75 歳以上の高齢者は総人口に対して 14.9%を占める。高齢者が生きがいをもって豊かな生活を送り長寿社会を迎えるために、様々な介護に関する取り組みが行われている。中でも「食」は高齢者自身が今まで培ってきたライフスタイルや嗜好に向けた高齢者の尊厳を保つ重要な要素で、口から食べる事を望む高齢者に向けた、食べやすい介護食の研究開発が求められている。

食品の開発は試作と官能評価を繰り返すことで、求める味覚と食感を実現するのが一般的なプロセスであるが、本研究では実験計画法に基づいて、製造者がコントロールできる食品の材料を組み合わせたサンプルを L18 直交表に従い試作するとともに、クリープメータで食感の特性を計測し官能評価を行う。実験で得られたデータから、食品に使われる材料と食感の物理特性値の関係、ならびに官能評価の関係を明確にすることで、目的の特性を持つ製造条件を求める。さらには得られた波形データを活用し、材料を変化させた際の波形の予測シミュレーションを行う。汎用的な商品開発のプロセスを提案することで、高齢者に向けた食品の商品開発の発展に貢献することを狙う (図 1)。

2. 実験概要

本研究は水ようかんを題材に行う。水ようかんの仕様となる、材料の種類 (制御因子) と量 (水準) は市販品のベンチマークを参考に、小豆や寒天の種類、さらには寒天、砂糖、水分、葛といった原材料の使用量を変化させた条件を L18 直交表に制御因子と水準として割付け、18 種類の試作仕様を決定する。

試作したサンプルは株式会社山電のクリープメータ (RE-233005C) を用い、硬さと付着性を計測する。計測方法は、消費者庁が定める「えん下困難者用食品の表示許可基準」を参考に、直径 40mm、高さ 15mm の計測容器に水ようかんを充填し、直線運動により物質の圧縮応力を測定する。測定に用いるプランジャーは直径 20mm、高さ 8mm の樹脂製のものを使用し、圧縮速度 10mm/sec で 2 回圧縮を行い、荷重を測定する。サンプルは測定前に常温 (20±2℃) の恒温槽で 6 時間以上保存したものを使用する。

今回は、クリープメータを使用した水ようかんの計測方法と試作する水ようかんの条件に関する予備実験を実施したので、その結果を報告する。

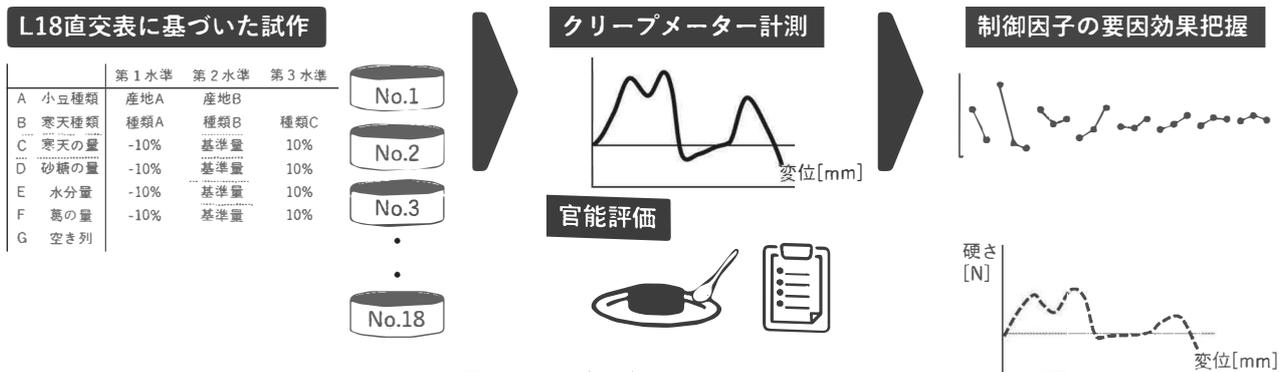


図 1 実験の概要

3. 予備実験と結果

① サンプルの切り出し方法の検討

クリープメータで水ようかんの食感を計測するにあたり、測定誤差を小さくするための検討の1つとして、計用容器に充填する際の水ようかんの切り出し方法を検討した。高さ50mmの市販の水ようかんをφ35mm円筒状のカット治具を使用してくり抜き、容器の上面を満たすよう試料をカットし、上側・真ん中・下側の3つのサンプルを各5つ作成し（図2）、クリープメータで計測を行った（図3）。



図2 サンプルの切り出し方法

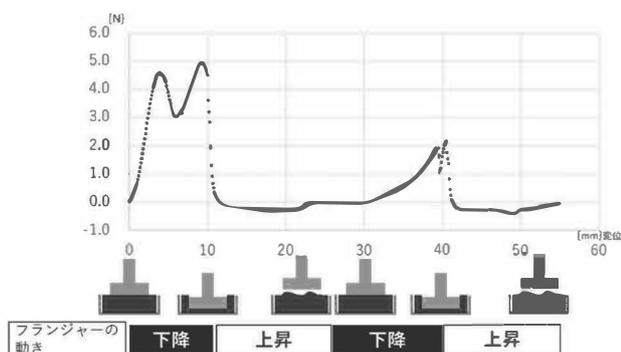


図3 クリープメータ計測結果

結果、破断強度、最大硬さ、付着性のいずれにおいても、真ん中の切り出したサンプルのばらつきが小さいことが確認できた（図4）。今回の結果から、本実験では、試作サンプルの上下をカットし、真ん中の部分を計測と官能評価に使用する。

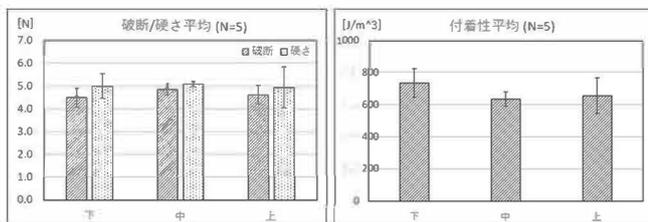


図4 破断強度/最大硬さ/付着性

② ベンチマーク

市販の水ようかんを複数クリープメータで計測して食感のベンチマークを行った。そのうえで硬さ・付着性に差がある3つの商品（サンプルA～C）を用い、3名による官能評価を行った（図5）。

結果、最大硬さ、付着性共に高い数値を示したサンプルAは「しっかりしている」「あずきの感じが強い」「ねばりがある」といったコメントが得られた。一方、最大硬さ、付着性共に小さい数値を示したサンプルCは「口どけが良い」「食べやすい」「さっぱりした」といったコメントが得られ、クリープメータで計測した波形の差を官能評価でも確認する事ができた。

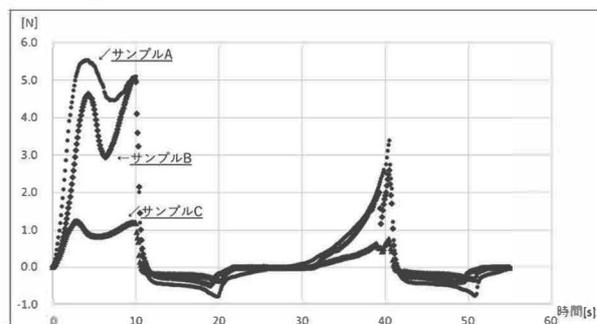


図5 ベンチマーク

当初は10月に被験者を確保した追加の官能評価を予定していたが、対象となる市販の商品が季節限定販売のため実施することが出来ず、傾向の把握に留まった。

4. 今後の予定

今回の検討を踏まえ、L18直交表に基づいた水ようかんのサンプルを試作し、クリープメータを用いた計測と官能評価を実施する。得られたデータから要因効果図を作成し、要因効果図から食べやすく食感が良い水ようかんの条件を求める。最後に求めた条件の水ようかんを実際に試作し、計測と官能評価を行い、狙った目的の食感を有する仕様かどうかの確認実験を行う。

参考文献

- 1) 大下市子: 山口ういろうのテクスチャー特性, 日本家政学会誌, Vol.56, No.11, pp.807-810 (2005).
- 2) 中村卓: 新しい食感のデザイン法, 食品と開発, Vol.53, No.4, pp.4-7 (2011).
- 3) 山野善正: 食品のテクスチャーの評価, 日本食品化学工学会誌, 第44巻, 第2号, pp83-92 (1997).
- 4) 神山かおる, 澤田寛子, 野仲美保, 中城巳佐男: テクスチャー機器分析およびヒトの摂食測定による咀嚼・嚥下困難者用餅の食べやすさ評価, 日本摂食嚥下リハビリテーション学会雑誌, 10巻, 第2号, pp115-124 (2006) 食品のテクスチャーの評価, 日本食品化学工学会誌, 第44巻, 第2号, pp83-92 (1997).

ICT 機器に対する捉え方と Society 5.0 で活用されるシステムの受容性の関係

Relationship between Experience and Attitude of ICT Devices and Acceptability to Technology of Society 5.0

○土井俊央*

*大阪公立大学生活科学研究科

DOI Toshihisa*

*Graduate School of Human Life and Ecology, Osaka Metropolitan University

1. はじめに

現在わが国では、AIなどを活用した高度な技術を取り入れて経済発展と社会的課題の解決の両立を目指す Society 5.0 の実現が推進されている。しかし、誰もが同じように Society 5.0 の新技術・システムを受容できているわけではないと思われる。本研究では、比較的日常的に ICT 機器を利用している若年者を対象にコンピュータのスキルや捉え方が Society 5.0 の新技術への受容性に及ぼす影響を調査した。

2. 方法

調査対象者は大学の工学部機械システム系学科に所属する学生 133 名であった（男性 112 名、女性 21 名、平均年齢：20.2±1.0）。調査は Google Forms を利用したオンラインでの質問紙調査とした。調査内容や倫理面についての配慮についてはビデオ会議ツール（Teams）を利用して口頭で説明し、Google Forms を通じて同意を得た。

質問紙調査は以下の以下のコンピュータの経験・スキルや ICT 機器の捉え方に関する 4 種類の尺度の合計 27 項目について実施した。

(1) ICT 機器に対するストレス 伊藤ら¹⁾の開発した ICT ストレス尺度を参考に ICT 機器利用への意欲や苦手意識に関連する 8 項目（例：ICT 機器の手にストレスを感じることもある）について、「1：全くそう感じない」から「7：非常にそう感じる」までの 7 段階評価を行った。

(2) コンピュータの経験・スキル コンピュータ等の利用方法やその経験に関する 7 項目（例：コンピュータを使ってプログラミングをする）について、「1：全く経験がない」から「7：豊富な経験がある」までの 7 段階評価を行った。

(3) ICT 機器への関与 安藤²⁾を参考に新しい ICT

機器への製品関与に関連する 5 項目（例：新しい ICT 機器を使うことが楽しいと感じる）について、「1：全くそう感じない」から「7：非常にそう感じる」までの 7 段階評価を行った。

(4) Society 5.0 に関連する技術への受容性 Society 5.0 で活用が期待される、自動運転車・ドローンや自動運転車による無人宅配システム・IoT 家電によるスマートハウスを対象にし、それぞれについて「使いたいと思うか」、「利用できるか不安に思うか」の 2 項目ずつと、「コンピュータ、IoT、AI、ロボットなどの高度な技術を活用することが社会に良い変化をもたらすと思うか」について（計 7 項目）、「1：全くそう感じない」から「7：非常にそう感じる」までの 7 段階評価を行った。

ICT 機器に対するストレス、コンピュータの経験・スキル、ICT 機器への関与については、逆転項目の得点を反転した後にそれぞれの尺度の合計点を算出し、その得点を分析に用いた。これらの得点の違いが Society 5.0 の技術に対する受容性の各項目にどのように影響するかを分析した。

3. 結果・考察

3-1. ICT 機器への捉え方によるユーザのクラスタ分け

ICT 機器に対するストレス、コンピュータの経験・スキル、ICT 機器への関与の 3 つの得点によるクラスタ分析（ユークリッド距離、ウォード法）によって回答者を 4 群に分類した。図 1 に各クラスタにおける 3 つの尺度の標準得点の平均を示す。

図 1 に基づいて各クラスタの特徴を以下のように解釈した。クラスタ 1 (n=51) は、コンピュータの経験・スキルは高いがあまり積極的に ICT 機器を使いたいと思っていないタイプである。クラスタ 2

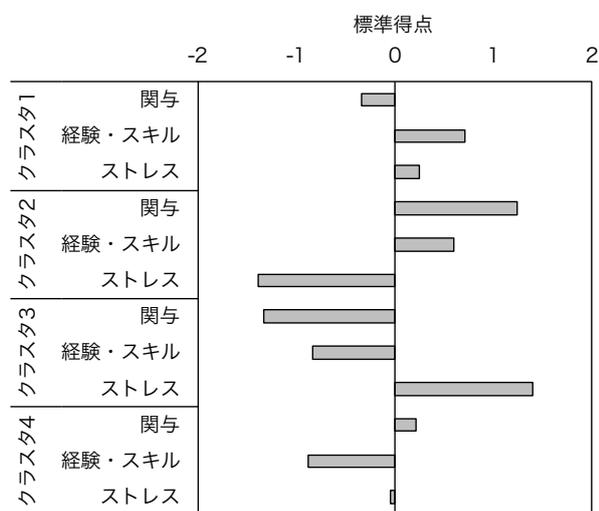


図1 各クラスタのICT機器の捉え方の特徴

(n=24)は、コンピュータの経験・スキルが高くICT機器に対してストレスを感じておらず製品関与も高いタイプである。これとは逆にクラスタ3 (n=16)は、ICT機器に対してストレスを感じており、製品関与も低いタイプである。クラスタ4 (n=42)は、経験・スキルは低くICT機器に対してある程度ストレスを感じているが、製品関与は高いタイプである。

3-2. 各クラスタの Society 5.0 の技術に対する受容性の差異

Society 5.0 の技術に対する受容性に関する9項目について各クラスタ間での差異を検討するためにクラスカルウォリス検定を行い、有意差があった場合にはシェッフェの多重比較を行った。この結果を以下の表1に示す。表1より、自動運転車についての2項目を除く5項目で有意差が認められた。

多くの項目において、クラスタ2の評定値が他のクラスタよりも高く、クラスタ3や4の評定値が比較的低かった。クラスタ2は、経験・スキルも高く

ICT機器に対してポジティブに捉えているため Society 5.0 の新技術に対しても受容性が高いと思われる。しかし、その一方で「うまく利用できるか不安に思う」項目についても有意に高い評定値であった。これはICT機器の利用経験が豊富なため、新技術の利用にあたっての課題や困難さなどをしやすい可能性もある。この点は、今後検証が必要である。また経験・スキルが比較的低く、ICT機器にネガティブな印象を持っていると思われるクラスタ3の受容性は比較的lowであった。

4. まとめと今後の展望

本研究では、ICT機器への捉え方と Society 5.0 の新技術に対する受容性の関連性を調査した。その結果、コンピュータの経験・スキルが高く、ICT機器に対してポジティブなユーザは、新技術をうまく利用できるかという不安を抱えつつも比較的受容していることが示唆された。今後、受容性に影響する具体的なユーザ特性やその組み合わせについて詳細な検討が求められる。また今回は比較的ICT機器に明るいと思われる工学部学生を対象としたが、ICT機器をあまり使っていない高齢者など異なるユーザ層についての調査も求められる。

参考文献

- 1) 伊藤大貴, 手塚浩介, 中原久志, 市原靖士: 教員養成におけるICTストレス尺度の開発, 日本科学教育学会研究会研究報告, Vol. 33, No.2, pp.35-38 (2018).
- 2) 安藤昌也: 人工物の利用におけるユーザ要因の分析とその測定, 人工物発達研究, Vol. 1, No. 1, pp. 135-170 (2008).

表1 クラスカルウォリス検定および多重比較の結果

質問項目	χ^2 値	p値	多重比較で有意差があった条件
自動運転車	使いたいと思う	$\chi^2(3)= 2.63$	0.45
	うまく利用できるか不安に思う	$\chi^2(3)= 1.98$	0.58
ドローンや自動運転車による無人宅配システム	使いたいと思う	$\chi^2(3)= 10.84$	$p<0.05$ クラスタ2>クラスタ3
	うまく利用できるか不安に思う	$\chi^2(3)= 8.42$	$p<0.05$ クラスタ2>クラスタ3
音声で家中のIoT家電を操作するスマートハウス	使いたいと思う	$\chi^2(3)= 10.49$	$p<0.05$ クラスタ2>クラスタ4
	うまく利用できるか不安に思う	$\chi^2(3)= 10.57$	$p<0.05$ クラスタ2>クラスタ3
コンピュータ, IoT, AI, ロボットなどの高度な技術を活用することが社会に良い変化をもたらすと思う	$\chi^2(3)= 16.26$	$p<0.01$	クラスタ2>クラスタ1, 3, 4

理科の実験場面における指導の内容が操作パフォーマンスに与える影響

Influence of instruction content on operation performance in science experiments

○辻井寿典*, 来田宣幸**

*大阪大学 **京都工芸繊維大学

TSUJII Toshinori*, KIDA Noriyuki**

* University of Osaka, ** Kyoto Institute of Technology

1. 目的

理科の実験場面において、技術指導、実験業務の引継ぎ等、実施する際は教科書、指導書、マニュアル等を参考にした操作が行われている。対面で直接指導を行う場合は、指導を受ける側の反応を指導者が観察することが容易であるが、文章での指導やリモートでの指導等の場合は、指導に対する反応を観察することが困難となる。そこで、本研究では指導の内容について注目し、操作前に教示を行うことにより、教示の内容と操作パフォーマンスに関連があるのか、教示により操作中の重要となる動作へ意識を向けることで、操作パフォーマンスが影響を受けるのかを明らかにすることを目的とする。

2. 方法

実験対象者：12名を対象とした。

使用道具：ビーカー、1.5mL チューブ、スポイト、水を用いた。

内容：紙に提示された教示を読み、その教示に従って、ビーカーから 1.5mL チューブへスポイトを使用して、水 1mL を移した。水をチューブへ移す操作を 5 回繰り返し行うことを 1 試行とした。

教示提示の条件：実験時、隣り合った被験者で別の教示が示されるように提示順を複数用意した。

教示の内容：「○○操作してください。」の○○部分を「正確に」等を入れた教示、「○○吸い込むことを意識して操作してください。」と「○○吐き出すことを意識して操作してください。」の○○部分を空白または「正確に」等を入れた教示を示して操作を行った。

データの取得方法：水を測り取る正確性、精度を評価するために、小数点第 2 位まで秤量できる電子天秤を使用し、水 1mL を 1.00g とし、移した水の量を秤量した。

3. 結果

「○○操作してください。」と教示を行った操作の比較

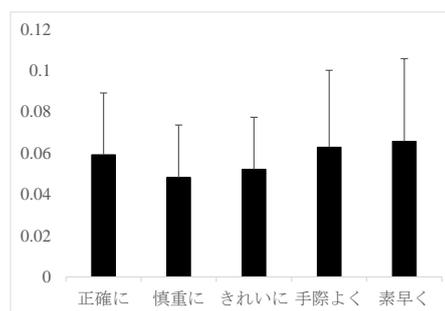


図 1 設定値 1.00g からの誤差(g)

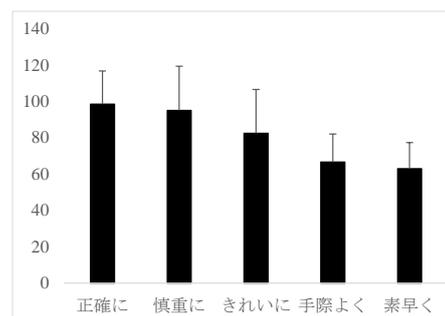


図 2 1 試行の操作時間(秒)

教示の影響を受け、操作のパフォーマンスが変化するの観察するため、「○○操作してください。」の○○部分を「正確に」等を入れた教示を示して操作を行った。操作の正確性、操作時間を比較することにより、教示の影響を確認した。

図 1 に操作の正確性を確認するため、設定値 1.00g からの誤差の結果を示した。今回の条件の中で「慎重に」の誤差の平均値は $0.048 \pm 0.025\text{g}$ 、「素早く」は $0.066 \pm 0.040\text{g}$ であり、この教示の条件間で誤差の差が最も大きくなった。教示内容が操作の正確性に関係するか検討するため、○○部分が誤差の差が最も大きくなった「慎重に」、「素早く」の結果について対応のある t 検定を行った。その結果、「慎重に」

で有意に正確性が高くなった($t(59)=2.18, p=.033$)。

図2に1試行の操作時間を示した。教示内容が操作時間に関係するか検討するため、〇〇部分が「慎重に」、「素早く」の結果についてt検定を行った。その結果、「素早く」で有意に操作時間が短くなった($t(11)=5.23, p=.0003$)。

操作中の一つの動作へ意識を向けた教示を行った操作との比較

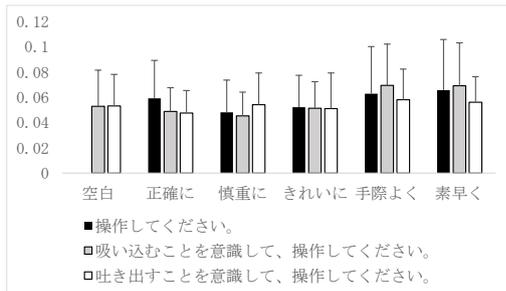


図3 設定値 1.00g からの誤差

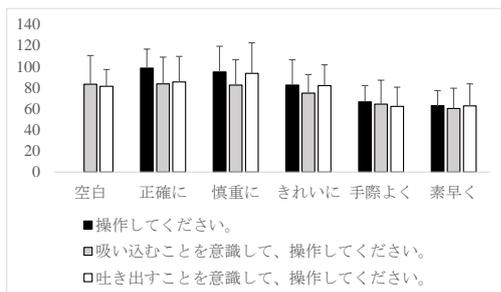


図4 1試行の操作時間

「〇〇吸い込むことを意識して操作してください。」と「〇〇吐き出すことを意識して操作してください。」の〇〇部分を空白または「正確に」等を入れた教示を示して操作を行った。教示により意識を操作中のひとつの動作へ限定して向けることにより操作のパフォーマンスが向上するのではないかと考え、操作の正確性、操作時間を観察した。

図3に操作の正確性を確認するため、設定値 1.00g からの誤差の結果を示した。教示内容が操作の正確性に関係するか検討するため、〇〇部分が空白の「吸い込むこと意識して」「吐き出すことを意識して」の結果についてt検定を行った。その結果、正確性に有意な差はみられなかった($t(59)=.05, p=.96$)。また、〇〇部分が「慎重に」、「素早く」の「吸い込むこと

意識して」「吐き出すことを意識して」の結果についてt検定を行った。その結果、「慎重に」($t(59)=1.84, p=.071$)、「素早く」($t(59)=1.99, p=.051$)となり、正確性に有意な差はみられなかった。

図2に1試行の操作時間を示した。教示内容が操作時間に関係するか検討するために〇〇部分が空白、「慎重に」、「素早く」の結果についてt検定を行った。その結果、空白($t(11)=.40, p=.070$)、「慎重に」($t(11)=2.19, p=.051$)、「素早く」($t(11)=.85, p=.411$)となり、それぞれの操作時間に有意な差はみられなかった。

4. 考察

実験の結果、「〇〇操作してください。」の〇〇部分の教示により操作の正確性、操作時間に影響を与えることが示唆された。「正確に」以外の教示では正確性と操作時間が、トレードオフとみられる関係であった。正確性、操作時間のどちらを重視するのか適した教示を選択することで、操作のパフォーマンスを教示により調節できるのではないかと考えられる。

操作の中の吸い込む動作、吐き出す動作へ意識を向けた教示を行い操作を行ったが、操作の正確性、操作時間に有意な差がみられなかった。今回の実験はスポイトで水を測り取る操作であり、正確性に関して重要となる目盛りに合わせて動作の含まれる「吸い込む」へ意識を向けた教示で、正確性が高くなると想定したが、大きな差はみられなかった。これは、今回の操作自体が比較的簡単で動作も少なかったため、意識が各動作へ分散されるということが起こりにくく、意識を向けることで操作の正確性の向上がみられなかったのではないかと考えられる。教示により操作の中のひとつの動作へ限定して意識を向けることで操作のパフォーマンスが変化するかを明らかにするためには、実験操作の動作の数や難易度の検討が必要である。

一般発表

B会場 (G202)

B1 動作・姿勢 (10:00~10:45)

座長：廣川敬康 (近畿大学)

- B1-1 骨格線認識用AIカメラによる複数人の同調動作の評価
- B1-2 CNNを用いたお辞儀の識別
- B1-3 資格情報のみで判断される高齢者の姿勢評価に関する研究
-医療従事者によるケンダル分類を用いて-

B2 生体計測 (15:10~16:10)

座長：澤島秀成 (奈良県産業振興総合センター)

- B2-1 HMDの重量が仮想現実環境における眼球頭部協調運動にもたらす影響
- B2-2 抱っこひも利用時の身体負担評価に関する基礎的研究
- B2-3 スマートスピーカと重心動揺計測を用いた独居高齢者の健康見守りシステム
- B2-4 車載カメラを用いた自動車ドライバの交差点での不安全行動検出手法の検討

骨格線認識用 AI カメラによる複数人の同調動作の評価

Evaluation of Synchronized Motions of Several People

Using AI Camera Recognizing Human Skeletons

○田河琴音*, 川野常夫**, 松尾英治***

*摂南大学大学院 **摂南大学理工学部 ***松尾電機エンジニアリング

TAGAWA Kotone*, KAWANO Tsuneo**, MATSUO Eiji***

*Setsunan University Graduate School, **Setsunan University, Faculty of Science and Engineering, ***MATSUO Electric Engineering Co.Ltd.

1. 緒言

高齢化が進んでいるわが国において、介助・介護の必要性が高まることが予想できる。しかし厚生労働省の調査によると、労働に起因する腰痛の産業別割合では保健衛生業が 32%を占めており、介護は腰痛を発生しやすい職業の 1 つであると言われている¹⁾。そこで高齢者を介護するためには、腰痛防止を目的とした負担の少ない動き方を身に着けることは重要であり、ボディメカニクスの原理を理解して、身体への負担を少なくする技術を身に着ける必要がある。しかし、ボディメカニクスの原理を実際に正しく行えているかを評価することは困難であると言える。さらに介護の現場は病院の個室や狭い部屋であることが予想されるため、従来のモーションキャプチャでの測定は困難だと考える。そのため、熟練者と初学者の動き方や身体の使い方の違いを、狭い空間でも評価できるシステムが必要である。

また介護動作は、被介護者 1 人につき複数人で行う場合もある。先行研究では、共同作業を行う際に動きが同調するほど、身体への負担が少なくなるという結果となり、共同作業ではお互いの動きを同調させることが重要であるという結論が得られた²⁾。そこで複数人の介護士の動作の同調を評価できることが望まれるが、狭い空間で実際に複数人の動きが同調しているかを判断することは困難である。

本研究では、著者らが先行研究によって開発してきた AI カメラを用いて、実際の作業現場での複数人の動作が同調しているかを評価する方法を確立した。ここでは、同調の度合いを評価する方法と、実際に動作の測定を行い、動きが同調しているかの評価を行った。

2. AI カメラについて

著者らは、先行研究で AI 技術に基づいて人の骨

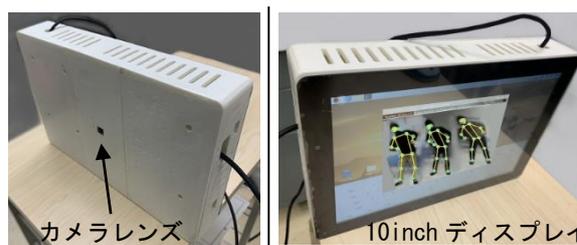
格線を認識できるカメラの開発を行ってきた^{3),4)}。図 1 に示す AI カメラで人を撮影することによって、その人の各関節点の座標を取得することが可能であり、認識した点をつなぐことで骨格線が 10 インチの画面に表示される。

AI カメラは Raspberry PI 4 Model B(CPU : 1.5GHz ARM Cortes-A72 4 コア RAM : 4GB)と、Google Coral Edge TPU USB Accelerator を搭載しており、Coral Accelerator で動作するように改造された PoseNet を用いて骨格線を認識している。この骨格認識ソフトでは、骨格認識を 60~70FPS で認識することが可能で、骨格の表示も含めると 13~20FPS の描画が可能である。また鼻、首、右肩、左肩など計 17 点の XY 座標位置を出力する。複数人の同調の評価には複数人の各関節点の座標を同時に取得する必要がある。開発した AI カメラでは、複数人を同時に認識することが可能であり、複数人の関節点の座標を取得することができるため、2 人以上の動作を解析することが可能となっている。

3. 動作の同調の評価方法

3-1. セグメントどうしのなす角度の算出

動作の同調を評価するにあたって、本研究ではセグメントどうしのなす角度に着目し、複数人の腰や肘などの対応する角度の時間変化が同期することを動作の同調と定義する。



(a) カメラ側 (b) ディスプレイ側

図 1 開発した AI カメラ外観

まず、AI が取得した座標データを用いて、動作の角度変化を算出する。AI が取得した各関節点の座標は csv ファイルで保存されるようにしている。AI が取得した生データはノイズが含まれるため、ローパスフィルタリング処理を行うこととする。

AI が取得した座標のうち、首-骨盤中央-膝の骨格線から、図2に示すような、矢状面から見た際の首と骨盤中央、骨盤中央と膝の2本のセグメントのなす角を考える。角度を求めるにあたって、2本のセグメントを、骨盤中央を始点とするベクトルに変換する必要がある。骨盤中央-首のベクトルを \vec{a} 、骨盤中央-膝のベクトルを \vec{b} とし、それぞれの座標を用いてベクトルの成分を求めることで、式(1)に示す内積の公式と式(2)より角度 θ [rad]を算出できる。

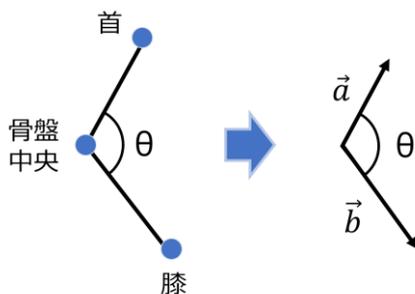


図2 ベクトルへの変換

$$\cos \theta = \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{a}| |\vec{b}|} \quad (1)$$

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{a}| |\vec{b}|} \right) \quad (2)$$

以上のように、2本のセグメントがなす角を算出し、複数人の角度変化を比較することで、お互いの動作の同調度合を評価することが可能である。

3-2. 相関係数による評価

前節で述べた方法で複数人の動作中の1コマごとに着目する角度を算出する。複数人のうち2人ずつの組における角度変化の相関係数を算出し、2人の角度変化に相関があるかを調べる。相関係数は第kコマから第k+29コマの30コマ分のデータから1つを算出し、次いで第k+1コマから第k+30コマの30コマ分のデータから算出するというように1コマず

つずらして算出することによって、相関係数の時間変化を求めることとする。2人の動作が完全に同調していれば、相関係数は1または-1で推移することになる。本研究のAIカメラの撮影速度を約15FPSとすると、約2秒分のデータを用いて1個の相関係数を算出していることになる。

4. 2人の荷作業における同調の評価

4-1. 実験方法

2人の動きが同調しているかどうかを測定するため、2人の被験者が協力してものを持ち上げる動作の評価を行った。本実験では図3のように、2人で1つのテーブルを上方に持ち上げる動作をAIカメラで撮影し、その時に取得した首と骨盤中央および膝の座標から腰の角度を求める。実験条件として、「開眼で、「せーの」という掛け声ありで、同時に持ち上げる」場合（条件1）と、「閉眼で、掛け声なしで持ち上げる」場合（条件2）の2種類を取り上げた。

なお、2人の被験者からインフォームドコンセントを得て実施した。

4-2. 解析結果

図4は2人の荷作業の解析結果である。図4(a)は条件1（開眼、掛け声あり）における左右2人の腰の角度変化、図4(b)は条件2（閉眼、掛け声なし）における2人の腰の角度変化、図4(c)は各条件にお

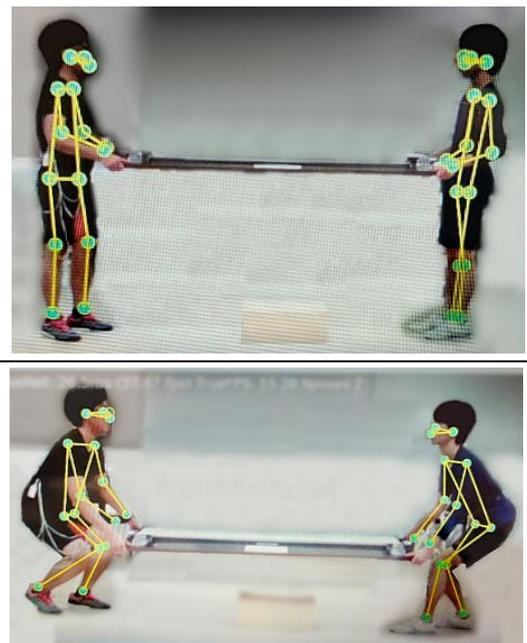
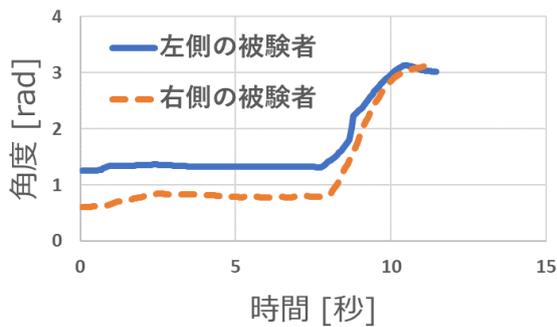
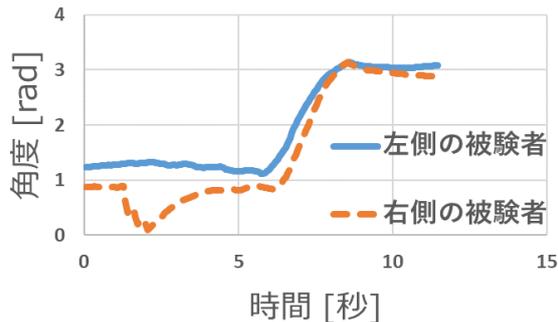


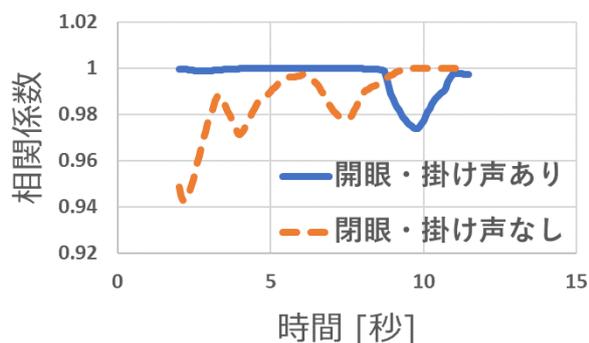
図3 2人の荷作業の例 (AIカメラによる撮影)



(a) 開眼, 掛け声あり条件 1 の 2 人の角度変化



(b) 閉眼, 掛け声なし条件 2 の 2 人の角度変化



(c) 条件別の 2 人の同調度

図 4 2 人の荷作業の解析結果

ける 2 人の角度の相関係数の時間変化（同調度）を表している。本実験では、相関係数が 1 に近づくほど角度変化が類似しており、同調していると考えられる。

図 4 (a)での角度変化の状態とタイミングが合うとき、図 4 (c)の相関係数も 1 に近い値をとることが分かる、2 人が同調しているということが出来る。また図 4 (b)では、角度変化の状態とタイミングがずれている時があり、図 4 (c)からも、お互いの動作は同調していないということが出来る結果となった。

以上のように、お互いの動作が同調している時と同調していない時を評価することができた。既報²⁾から 2 人の動きが同調するほど、それぞれの身体への負担が少なくなることがわかっているため、本研究の AI カメラを用いて同調度を評価することによって、負担の少ない協調作業を探索することができる。

5.3 人の同調運動の評価

5-1. 実験方法

本研究で使用している AI カメラでは複数人を同時に認識することができる。本実験では 3 人が横に並んだ状態で、それぞれ腰を曲げて上半身を左右に動かす動作を撮影し、3 人の同調度を解析した。

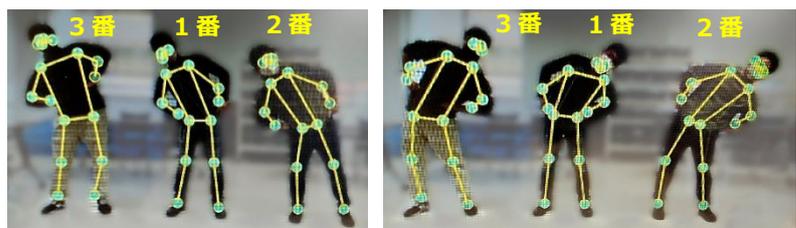
実験条件は 2 種類用意した。まず条件 3 は、1 分間に四分音符が 100 個入る速さをメトロノームで鳴らした状態で、図 5 のように 2 拍ずつ右、真ん中、左、真ん中と動く動作を開眼の状態で行う。条件 4 は、条件 3 と同じ動作を、メトロノームを鳴らさずに閉眼で、各自でテンポを数えて動いた場合とする。被験者には番号をつけ、中央の被験者が 1 番、右側の被験者が 2 番、左側の被験者が 3 番とした。この被験者の番号は、AI カメラが認識して座標を取得した順番となっている。

なお、3 人の被験者からインフォームドコンセントを得て実施した。

5-2. 解析結果

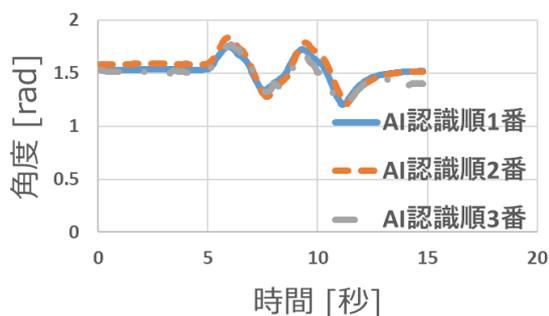
解析は、首-骨盤中央のセグメントと x 軸のなす角度（式 2 の \mathbf{b} ベクトルを $(1,0)$ として θ を求める）を用いて評価した。また相関係数は、1 番と 2 番の 2 人の相関係数、1 番と 3 番の相関係数、2 番と 3 番の相関係数をそれぞれ算出し、それら 3 つの相関係数の平均を同調度とした。

図 6 は、3 人の同調運動の解析結果である。図 6

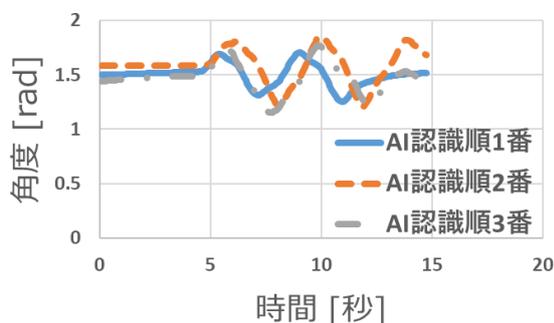


(a) 腰の右曲げ (b) 腰の左曲げ
図 5 3 人の同調運動の例 (AI カメラによる撮影)

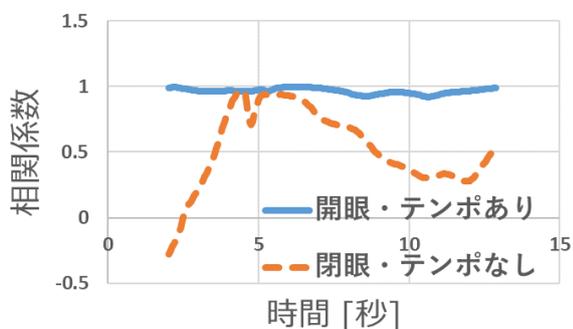
(a)は条件3(開眼, メトロノームによるテンポあり)における3人の角度変化, 図6(b)は条件4(閉眼, メトロノームなし)における3人の角度変化, 図6(c)は3人の同調度のグラフである. 図6(a)の角度変化の状態とタイミングが合うとき, 図6(c)の相関係数が1に近い値になっていることが分かる. これより, 条件3では3人の動きが同調していると判断できる. 図6(b)では, 3人それぞれの角度変化がずれており, 相関係数も安定しておらず, 同調していないと判断できる.



(a) 条件3(開眼, テンポあり)の3人の角度変化



(b) 条件4(閉眼, テンポなし)の3人の角度変化



(c) 条件別の3人の同調度

図6 3人の同調の解析結果

6. 結言

これまでに開発してきた AI カメラを用いて, 複数人の身体各部の座標データから, 複数人の同調を評価する方法を確立した. また確立した方法を用いて, 実際に2人の場合, 3人の場合について動作を測定し, 解析・評価を行った結果, 動作の同調度が適切に評価できることがわかった. よって開発した AI カメラは, 共同作業やダンスなどの同調度の評価のほか, 熟練者と初学者の動作の違いの評価などに有用であることが示された.

今回は AI が取得した座標データを取得し, オフラインで角度変化と相関係数を算出し同調度を調べた. 今回の相関係数の算出方法はリアルタイムにも流用できるため, 今後は AI カメラで撮影した瞬間に, リアルタイムで同調度が表示されるようなシステムの開発を目指す.

参考文献

- 1) 厚生労働省:業務上疾病発生状況等調査(平成31年/令和元年) https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_12883.html (2022.5.14 参照)
- 2) 田河琴音, 大石和真, 川野常夫: 移乗作業における2人の介助者間の同調に関する研究, 2020年度日本人間工学会関西支部大会論文集, pp. 66-677 (2020).
- 3) 田河琴音, 川野常夫, 松尾英治: AI カメラを用いたオンサイト使用のための身体負荷可視化システム, スマートライフ学会 2022年大会研究論文集, pp.17-20 (2022).
- 4) 田河琴音, 川野常夫, 松尾英治: 身体負荷可視化用 AI カメラの開発, 人間工学 58.Supplement, 2D2-06 (2022).

CNN を用いたお辞儀の識別 Identifying bowing using CNNs

○前之浜脩仁*, 杉山直磯**, 後藤彰彦*
*大阪産業大学 **京都工芸繊維大学[院]

MAENOHAMA Naoto*, SUGIYAMA Naoki**, GOTO Akihiko
*Osaka Sangyou University, **Kyoto Institute of Technology

1. 緒言

挨拶は、人と人との信頼関係に重要な役割を果たしており、その方法は文化や地域によって多種多様に存在する。日本では、頭を下げて礼を行うお辞儀が一般的に用いられている。お辞儀は挨拶としての趣旨だけでなく感謝や謝罪の場面でも利用される。そのため、お辞儀の動作は、相手への印象の善し悪しに大きく影響する。そこで、我々は日常的にビジネスマナーとしてお辞儀を練習し、その動作を評価しておく必要がある。しかし、お辞儀の評価は、素人目には困難である。

そこで、本研究では、身近なスマートフォンのカメラ機能にて撮影した映像からお辞儀を評価するアプリケーションソフトウェアの開発を目的とし、識別モデルの構築を行った。本稿では、研究の基礎的段階として、立礼時の屈曲動作から2つの角度をマーカーレスモーションキャプチャより算出し、会釈、敬礼、最敬礼の3つのお辞儀の動作を識別するCNNモデルを構築した。

2. 計測方法

2-1. 計測条件

被験者は、ビジネスマナー講座等でお辞儀について指導された経験がない20歳から22歳の大学生12名とした。計測前に被験者は、右矢状面を映したビジネスマナーの講師による会釈、敬礼、最敬礼の動画を視聴した。その後、視聴させた動画と同じく3つのお辞儀を5回ずつ行わせた。その際、全身を映した被験者の右矢状面をビデオカメラにて撮影した。なお、お辞儀は、被験者の前方2m先に直立している人物に対して行われた。

2-2. 解析方法

撮影されたお辞儀の動作は、人の目や関節のキーポイントを検出するOpenPose²⁾によって解析された。

OpenPoseは入力画像または動画に映る人に対して、25個のキーポイントを検出し、各キーポイントにおける画像上の座標値を得ることができる。今回はお辞儀中の首と腰の屈曲に着目したため、キーポイントのNose, MidShoulder, MidHipより首の角度(θ_0 とする)と、MidShoulder, MidHip, RKneeより腰の角度(θ_1 とする)を算出した。図1に動画(抜粋した画像)より得られた骨格モデルの例および算出した角度の位置を示す。

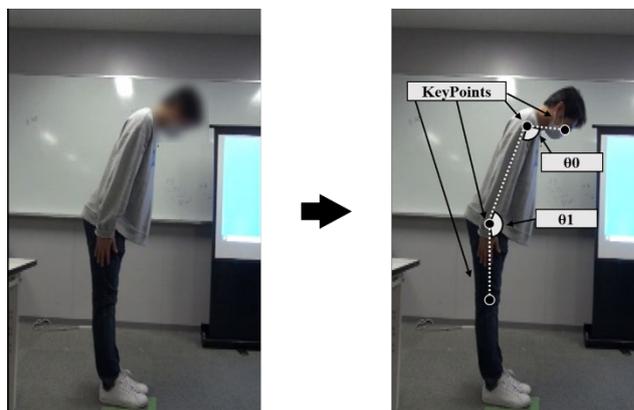


図1 キーポイントおよび算出した角度

そして、得られた角度を深層学習の入力データとして使用するために、グレースケール画像への変換を行った。画像への変換を行うにあたって、最小と最大の閾値が必要となる。3つのお辞儀における θ_0 の角度変化量は、直立時がおおよそ190度であったため、 θ_0 の閾値は、115と200とした。同様に θ_1 は、直立時が150度であったため、 θ_1 の閾値は75から160とした。図2に角度変化を示すグラフからグレースケール画像へ変換された例を示す。グレースケール画像は、高さが角度(θ_0 か θ_1)、幅が時間(フレーム数)であり、グレーの濃淡によって角度の大きさが表されている。角度が大きいほど白くなり低いほど黒くなる。

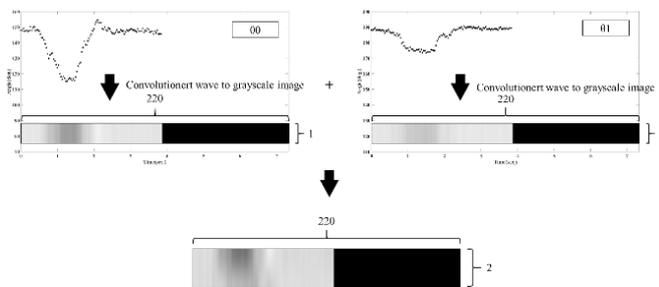


図2 2つの角度変化における
グレースケール画像への変換例

グレースケール画像は角度1つにつき1つ作成された。深層学習を用いるにあたって、事前に画像サイズの統一を行う必要がある。そこで、すべてのお辞儀から最大時間を確認し、その最大時間を基準にゼロパディングを行った。そして、幅の調整を行った後、 θ_0 と θ_1 の画像を結合し、入力画像を作成した。そのため、入力画像は高さが2ピクセル、幅が220ピクセルである。

2-3. CNN を用いた学習

学習および識別モデルは、深層学習ライブラリの Keras (backend TensorFlow) にて構築された。Keras, TensorFlow-gpu のバージョンは、2.8.0 と 2.2.0 とした。構築した CNN モデルを表1に示す。

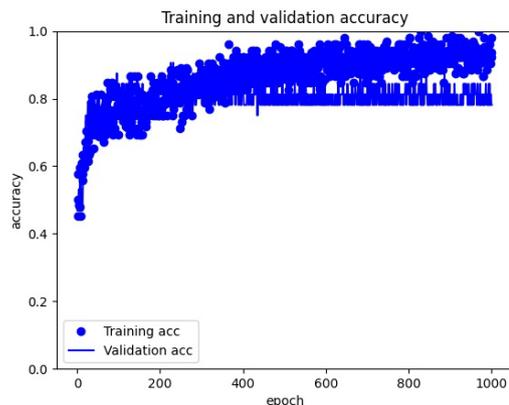
表1 CNN モデル

Layer	Filter size	Stride	Output size
Input			(2,220,1)
Convolution (64)	(1,3)	(1,1)	(2,218)
Activation function (Relu)			
Maxpooling	(1,3)	(1,1)	(2,216)
Dropout (0.5)			
Convolution (128)	(1,3)	(1,1)	(2,214)
Activation function (Relu)			
Maxpooling	(1,3)	(1,1)	(2,212)
Dropout (0.5)			
Flatten			(54272)
Dense (256)			
Dense (3)			
Activation function (Softmax)			

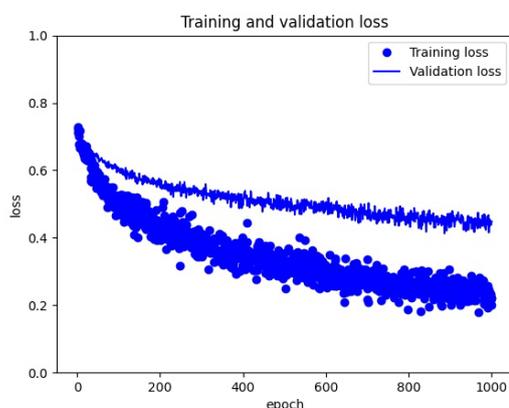
入力画像は、会釈、敬礼、最敬礼ごとに60枚あり、それら60枚を7:3の比率にて訓練データと検証データへ分割した。今回は、3つのお辞儀を識別する3分類のモデル、敬礼と敬礼以外を識別する2分類のモデルと会釈と最敬礼を識別する2分類モデルの3つのモデルを構築し比較した。モデルの構成は全て表1と同じとしたが、3分類の際は、損失関数を交差エントロピーとし、2分類は、2値交差エントロピーとした。最適化アルゴリズムは全てAdamとし、学習率は低めの 10^{-6} に設定した。バッチ数は32とし、エポック数は1000とした。

3.結果と考察

図3に最も学習率が高かった会釈、最敬礼の2分類における学習曲線を示す。



(a) 正解率の学習曲線



(b) 損失の学習曲線

図3 会釈と最敬礼の2分類における学習曲線

最後10回の各パラメータの平均を算出すると訓練データは、正解率が $94 \pm 2\%$ 、損失が $23 \pm 2\%$ であり、検証データは、正解率が $80 \pm 3\%$ 、損失が $44 \pm 1\%$ であった。

4. 結言

お辞儀の識別モデルとして、3つのCNNモデルを構築した。会釈と最敬礼を識別するモデルが最も正解率が高かったが、検証データの学習率は低いため、層の見直しおよび画像増強を行っていく。

参考文献

- 1) 柴田寛. “お辞儀の主観的印象と社会的文脈に対する適切さ”. 心理学研究, Vol. 85, No.6 pp.571-578 (2015)
- 2) Zhe Cao, Gines Hidalgo, Tomas Simon, Shih-En Wei, Yaser Sheikh : OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields, arXiv:1812.08008. <https://arxiv.org/abs/1812.08008>,

視覚情報のみで判断される高齢者の姿勢評価に関する研究 -医療従事者によるケンダル分類を用いて-

A study on the assessment for posture of old people using only visual information:
Using Kendall Classification by Medical Professionals

○杉山直磯*, 甲斐義浩**, 幸田仁志***, 森原徹****, 来田宣幸*

*京都工芸繊維大学 **京都橘大学 ***関西福祉科学大学

****丸太町リハビリテーションクリニック

SUGIYAMA Naoki*, KAI Yoshihiro**, KODA Hitoshi***, MORIHARA Toru**** and KIDA Noriyuki*

* Kyoto Institute of Technology, ** Kyoto Tachibana University,

*** Kansai University of Welfare Sciences, **** Marutamachi Rehabilitation Clinic

1. 緒言

現在、日本は 65 歳以上の高齢者の割合が人口の 21%を超えた超高齢社会を迎えている¹⁾。それに伴い、「健康上の問題で日常生活が制限されることなく生活できる期間」と定義される健康寿命の重要性も高まっている。平均寿命および健康寿命は、年度が経つにつれ男性・女性ともに増加しているが、その差は縮まっていない。この不健康な期間と呼ばれる差を減らすために、老年性症候群 (Geriatric Syndrome) の予防が重要な課題となる。老年性症候群は、加齢によって各臓器の機能が低下してしまい、日常生活の自立に影響を与える症状・兆候の総称である³⁾。症候群に含まれる症状・兆候は、50 以上あり、種類によって重要度は変わってくるが、少なからず治療やケアが必要となる⁴⁾。しかし、このような症候群に属する加齢性筋肉減弱症 (サルコペニア) や骨粗鬆症の診断は、高価かつ専門性が高い検査が必須であるため、簡易的に検診を受けることが難しく早期発見に結びつけていない。そこで、簡便な評価方法として「姿勢評価」に着目した。姿勢評価は、臨床において患者の容態を読み取る際に重要な指標となる。視覚情報のみで姿勢評価を行う場合、国内外でよく用いられている方法としてケンダル姿勢分類がある⁵⁾。本研究では、このケンダル分類を用いて、評価の時の判断の技能の明確化を目指す。本稿では、高齢者の右矢状面を写した画像に対して 3 種の画像処理を行い視覚情報のみで得られるケンダル分類の判断にどう影響するか調べた。

2. 実験方法

2-1. 調査対象および調査方法

医療従事者の方々へ調査用の URL を送付し、オンライン上にて回答を依頼した。調査用の Web サイトは、心理学実験で用いられる jsPsych⁶⁾ を利用し作成され、回答は、所持しているサーバーへ自動的に保存されるようにコーディングを行った。

2-2. 回答者および調査項目

回答者は、医療従事者 28 名 (年齢 31.1 ± 8.0 , 経験年数 8.2 ± 6.8) を対象とし、表示された画像において自身が判断するケンダル分類をそれぞれ選択させた。調査項目は、全身を写した高齢者の右矢状面画像におけるケンダル分類の評価および 5 段階による評価の確信度とした。矢状面の画像は 28 枚用意され、全ての画像に対して 3 種類の画像処理を行った。図 1 に例となる処理別の画像を示す。

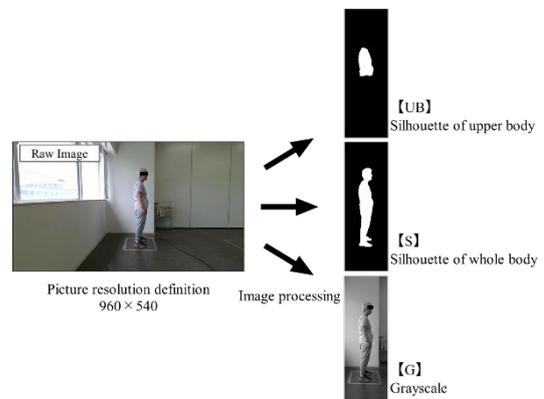


図 1 3 種類の画像処理

回答者は、1 人につき 28 枚×3 種類(それぞれを画像処理を UB,S,G とする)の計 84 枚の回答を行った。また、回答者の基本情報として、氏名、年齢、医療に携わった経験年数も収集した。

2-3. 分析方法

画像処理による回答の関係性および一致性の評価には、カイ二乗検定と Cohen の kappa 係数を使用した。組み合わせは、UB-S, UB-G, S-G の3つであり、画像1枚に対する各組み合わせのクロス集計を行った上で検定処理と係数を算出した。そして、これら処理を画像28枚に対して全て行い、3つの組み合わせにおける回答の傾向を確認した。その際カイ二乗検定は、 $p < .05$ を統計学的有意とし、Kappa 係数の区分は、文献に従い 0 以下を No Agreement, 0.01~0.2 を Slight, 0.21~0.4 を Fair, 0.41~0.6 を Moderate とした。

また、画像28枚における回答との対応関係をコレスポネンス分析より調べた。重みづけは頻度とした。そして、得られたパイプロットに対してウォード法による階層的クラスタリングを行った。その際のクラスタ数は2とした。なお、解析におけるクロス集計、カイ二乗検定、kappa 係数の算出およびコレスポネンス分析には IBM SPSS Statistics Version 28(IBM 社製)を使用し、クラスタリングには、MATLAB Statistics and Machine Learning Toolbox(The MathWorks, Inc.社製)を使用した。

2-4. 倫理的配慮

調査用の Web サイトには、研究目的を含めた研究の概要、研究参加の任意性、個人情報保護、研究結果の公表・開示、研究参加にもたらされる利益および不利益、研究終了後の情報・データ等の取扱い方針が示されており、同意が得られた場合のみ回答できるようにサイトを構成した。本研究は京都工芸繊維大学研究倫理委員会の承認を受け実施した。

3. 結果および考察

3-1. 画像処理の組み合わせにおける回答の関係性および一致性

カイ二乗検定より UB-S, UB-G, S-G の3つの組み合わせにて有意な差が見られた画像数は、4枚、6枚、10枚であり、S-G が最も多かった。S-G の回答にて関係性が見られたため、次に回答の一致性の評価として kappa 係数を算出した。図2に kappa 係数による区分の度数を示す。

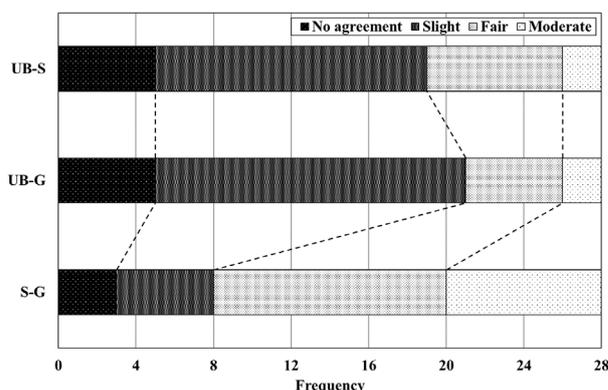


図2 kappa 係数による区分の度数

3つの組み合わせにおける kappa 係数は、UB-S が -0.08 から 0.49 (0.14 ± 0.14), UB-G が -0.11 から 0.49 (0.13 ± 0.15), S-G が -0.11 から 0.49 (0.27 ± 0.17) であった。どの組み合わせにおいても最大値は、0.49 であり、区分の最大も Moderate であったが、その度数を比較すると UB-S, UB-G と S-G は異なることがわかる。区分ごとに見ていくと UB-S と UB-G は、kappa 係数が低いため、画像の半数以上が 0.4 以下の No agreement および Slight に属していた。一方で S-G は、Fair および Moderate が多いことから、回答は関係性があるだけでなく、一致性もあることが示唆された。上半身のみの画像と全身を写した画像の評価は、乖離しており、回答者は上半身のみで姿勢を評価していないと考えられる。また、S-G の回答に一致性はある程度見られたが、一致していない画像もあった。S では塗りつぶしの関係上、高齢者の腕や手の位置がわからなく、グレースケール画像によって情報を開示されることで、分類の認識を再度変更していると考えられる。

3-2. コレスポネンス分析およびクラスタリング

画像28枚と回答されたケンダル分類の対応関係を可視化するためにコレスポネンス分析を行い、UB, S, G におけるパイプロットを得た。第2軸までの累積寄与率は、UB が 87.7%, S が 84.6%, G が 82.9%であった。図3にコレスポネンス分析によって得られた各画像のパイプロットを示す。

そして、さらに得られたパイプロットに対して、ウォード法による階層的クラスタリングを適用し、グルーピングを行った。クラスタリングされた結果を図4に示し、2分割されたグループにおけるケンダル分類の割合を図5に示す。

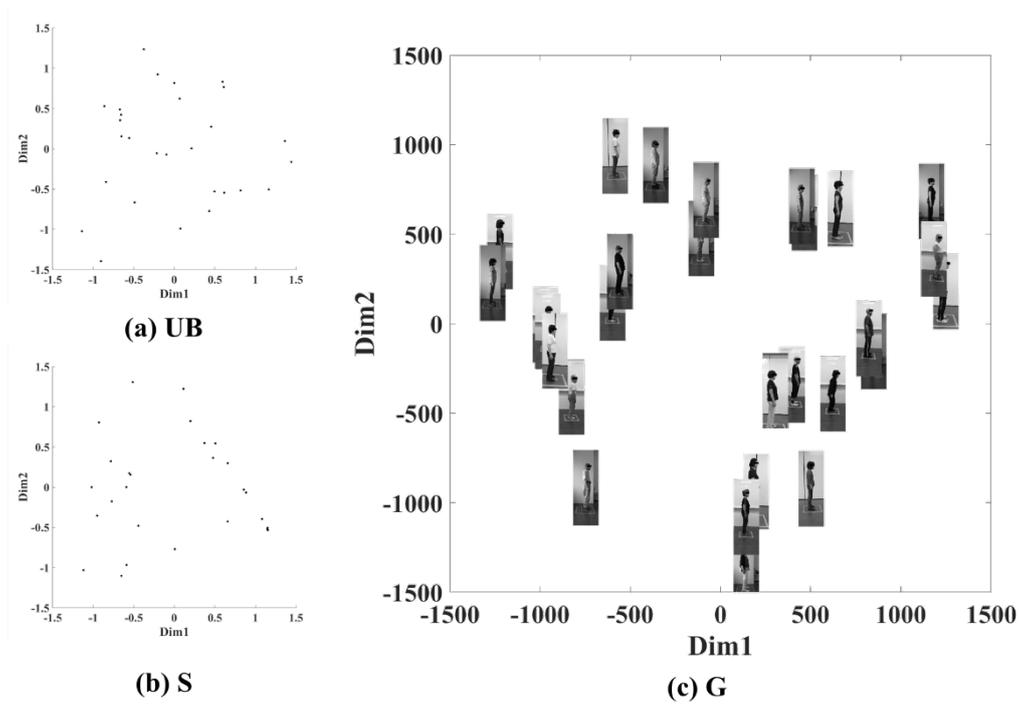


図3 コレスpondンス分析による画像28枚と回答の対応
Gのみ画像を挿入し、バイプロットの座標を1000倍としている。

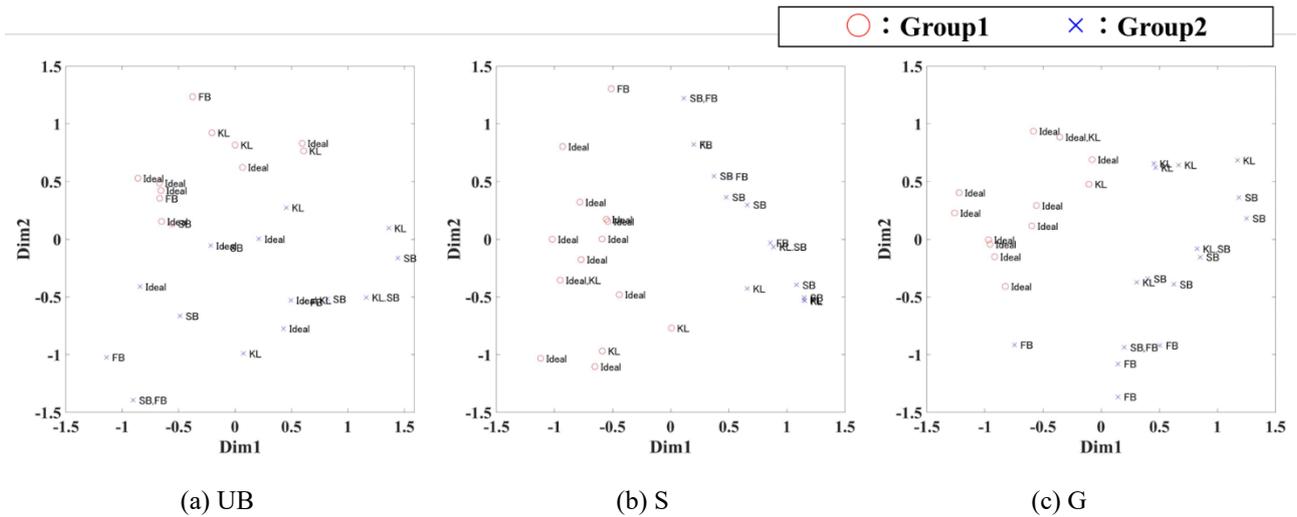


図4 クラスタリングによって分けられた画像28枚と回答の対応

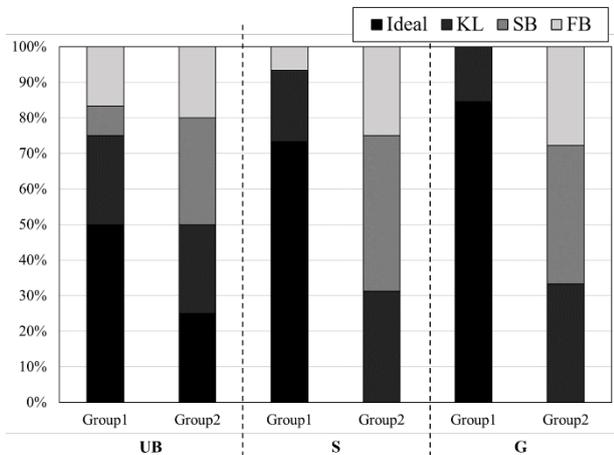


図5 2グループにおけるケンダル分類の割合

なお、図4のバイプロットに示しているラベルはGにて最も回答数が多かった分類名としている。プロット間の距離は対応関係の強弱を表している⁸⁾ため、S,Gグラフにおいて4分類のうちIdealとKL, SBとFBの2つの関係が読み取れた。

UBからGにかけてグループ1のIdealの割合が大きくなっていき、GにはSBとFBが0となった。回答は、画像の情報量が大きくなるにつれ、分類も収束していき、その収束はIdealとIdeal以外(not-ideal)へおおよそ分かれていく傾向が得られた。

3-3. グループと回答の一致性が高い画像との関係

一致性が高い画像はクラスタリングされた2グループのうちどちらへ属するかを調べた。図6にグループ別の kappa 係数の度数を示す。

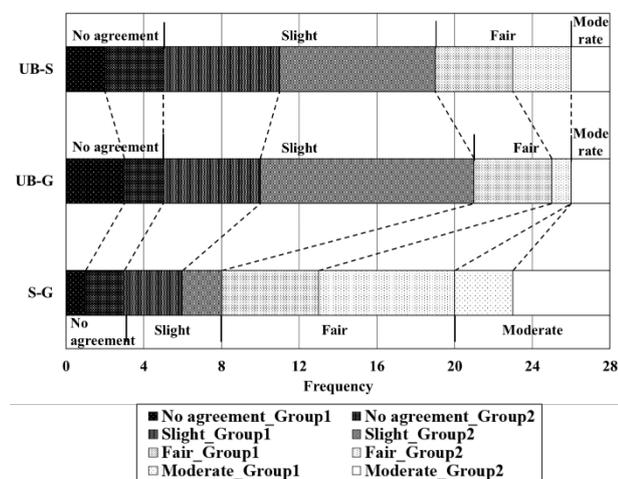


図6 グループ別の kappa 係数の度数

S-G の Fair+Moderate に着目すると、どちらもグループ1よりグループ2の方が多く結果であった。また、UB-S, UB-G の Moderate においてもグループ2にて度数が見られた。回答の一致は、分類において判断がぶれていないことを表しており、それはグループ1よりも2で傾向が見られた。分類を行う際、断定しやすい姿勢はグループ1が主となっている Ideal よりも Not-ideal でないかと考える。

3-4. 触診を加えた回答における分類違い

触診と視診にて判断されたケンダル分類と視診のみで最も回答が多かったケンダル分類の比較を行った。触診と視診の評価を基準とした時、視診のみの2分類 (Ideal, Not-ideal) は 20/28=71.4%であり、4分類では、11/28=39.3%であった。Ideal か Not-ideal のような2分類は、視診でも7割の評価の一致を示していた。しかしながら、本来の4分類になると4割となり、視診のみの評価は、触診の評価の半数以上が異なった。

4. 結言および今後の展望

高齢者の右矢状面画像を用いた医療従事者のケンダル分類の回答より、下記の結果を得た。

- UB-S, UB-G, S-G の3つの組み合わせにおける回答は、カイ二乗検定より S-G の組み合わせにて最も関係が見られ、また Kappa 係数よりその一致性も高い結果であった。

- 画像の情報量によって回答は収束していき、かつその収束は Ideal と not-ideal に分かれる傾向であった。

- 一致性の高い姿勢画像は、ideal が主のグループ1よりも不良姿勢のグループ2の方が多かった。

- 触診を加えた評価は、視診のみの評価と比べて、2分類 (Ideal, Not-ideal) であると評価の一致は7割で、本来の4分類であると、4割であった。高齢者の姿勢が正常か異常かであれば画像からでもある程度判別できることが示唆された。このことをふまえて、今後は近年発展している深層学習のCNNを使用して判別モデルの開発に取り組んでいく。

参考文献

- 厚生労働省. “令和2年版厚生労働白書 ー令和時代の社会保障と働き方を考えるー”. 平成30年度・令和元年度厚生労働行政年次報告.
- World Health Organization. ” WHOQOL - Measuring Quality of Life| The World Health Organization”. <https://www.who.int/toolkits/whoqol>, (参照 2022/05/31).
- 木村琢磨. “I. 老年症候群と高齢者総合的機能評価”. 日本内科学会雑誌. Vol.107, No.12, p.2420-2429. https://www.jstage.jst.go.jp/article/naika/107/12/107_2420/_pdf/-char/ja, (参照 2022/05/23).
- 鳥羽研二. “8. 老年症候群と総合的機能評価”. 日本内科学会雑誌. Vol.98, No.3, p.589-594. https://www.jstage.jst.go.jp/article/naika/98/3/98_589/_pdf/-char/ja, (参照 2022/05/23).
- Kendall, Florence P/ McCreary, Elizabeth Kendall/ Provance, Patricia G. “Muscles: Testing and Function, with Posture and Pain” Lippincott Williams and Wilkins. 2014, 560p.
- de Leeuw, J. R.. “jsPsych: A JavaScript library for creating behavioral experiments in a web browser”. Behavior Research Methods 2015, 47(1), 1-12. doi:10.3758/s13428-014-0458-y.
- Cohen, J. “A coefficient of agreement for nominal scales”. Educational and Psychological Measurement 1960. Vol.20, No.1, pp.37-46.
- 川畑一光, 岩間徳兼, 鈴木雅之. “Rによる多変量解析入門”. オーム社. 2018. 417p., ISBN978-4-274-22236-8.

HMD の重量が仮想現実環境における眼球頭部協調運動にもたらす影響

Effects of HMD weight on eye-head coordination movements in virtual reality environments

武岡楓*, 小谷賢太郎*, 鈴木哲*, 朝尾隆文*

*関西大学システム理工学部

TAKEOKA Kaede*, KOTANI Kentaro*, SUZUKI Satoshi*, ASAO Takafumi*

*Faculty of Engineering Science, Kansai University.

1. 序論

近年、拡張現実(AR)や仮想現実(VR)の広がりにより、ヘッド・マウント・ディスプレイ(HMD)の装着時に装着者の視線や眼球の動きを追跡するアイトラッキングの需要が高まっている¹⁾。このようなアイトラッキング技術と VR を組み合わせると、被験者の視覚的な注意があらゆる瞬間でどこにあるのかを正確に知ることができる。VR は多様な環境をシミュレーションできるので、従来までは危険を伴い、物理的に困難、地理的な問題のため実現が難しかった研究を VR で再現でき、VR 内で視線予測モデルを生成できる。また他にも、VR にアイトラッキングを組み合わせることで foveated reading(ユーザ視線の中心部分のみ高解像度で描写し、その他の部分を低解像度で描写する技術)を活用でき、より高い没入感と現実世界に近い体験が可能になる²⁾。しかし、VR におけるアイトラッキング技術を使用する際の問題点として、物理現実(PR)環境と VR 環境では異なる眼球頭部協調運動(EHC)が生じることが知られている³⁾。眼球と頭部は複雑に連動しており PR と VR で異なる EHC が生じると VR においてアイトラッキング技術を使い PR では実現困難な環境における視線予測モデルを生成する場合、VR で生成した視線予測モデルの結果を PR で活用できないといった問題点が存在する⁴⁾。他にも foveated reading を十分に活用できず VR においてより高い没入感と現実世界に近い体験の実現が困難になる問題が生じてしまう。Pfeil らによると VR による EHC の変化は、視界内の指標を注視するタスクにおいて、VR ユーザは、ほとんどのタスクで頭を回転させる傾向があるからであると推測されている¹⁾。しかし、この PR と VR における EHC の差異の明確な原因は未だ解明されていない。

そこで、我々は VR と PR で EHC が異なるのは、HMD の重量と視野角の制限が原因であるという仮説を立てた。VR では頭部に HMD を装着するため、その HMD の重量が直接頭部やその運動に影響を与えている⁵⁾。HMD を装着し VR をプレイすると、その重量から首や背中、そして頭に痛みが発生する可能性がある⁶⁾。また HMD は重量が前方のディスプレイ部分に偏っているため、HMD 装着者の頸部に負荷がかかるといった非日常的な負荷が加わっていると報告されている⁷⁾。また、ヒトの視野角は 220°ほどであると言われているのに対して、先行研究で用いられるような一般的な VR 用 HMD の視野角は 110°と狭い⁸⁾。このように VR では、PR では存在しないような HMD の重量や HMD による視野角の制限が存在し、それらが自然な人の行動を阻害している可能性がある。またその影響によって人がどのよ

うな行動をするかについては未だ知見が少ない。

本研究では、HMD の重量が PR と VR において異なる EHC が生じる原因となっているのかや EHC にどのような影響を与えているかを実験的に検証する。重量の影響を探るため、VR 用 HMD 吊り上げ装置を使用し擬似的に VR 用 HMD の重量を無くした際の眼球・頭部の動き方、EHC の変化について調査した。

また上記の要素に加えて先行研究では言及されていなかった跳躍距離(任意の 2 つの指標間の距離)が EHC に与える影響についても実験的に検証した。

2. 実験

2-1. 被験者

男性大学生 6 名の被験者で行った。そのうち 1 名は眼鏡を着用しており、そのうえから HMD を装着した。また被験者は 6 名とも VR の経験があった。

2-2. 実験装置

図 1 に実験装置の構成を示す。実験装置は、VR 空間提示用 PC、VR 用 HMD (HTC VIVE Pro Eye)、ディスプレイ、ベースステーション、ハンドコントローラーによって構成されている。HMD、アイトラッキングの仕様については表 1,2 にまとめた。

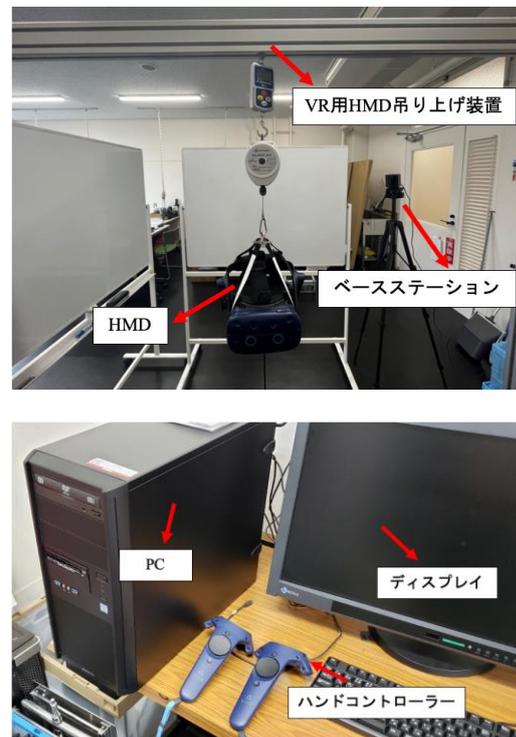


図 1 実験装置の構成

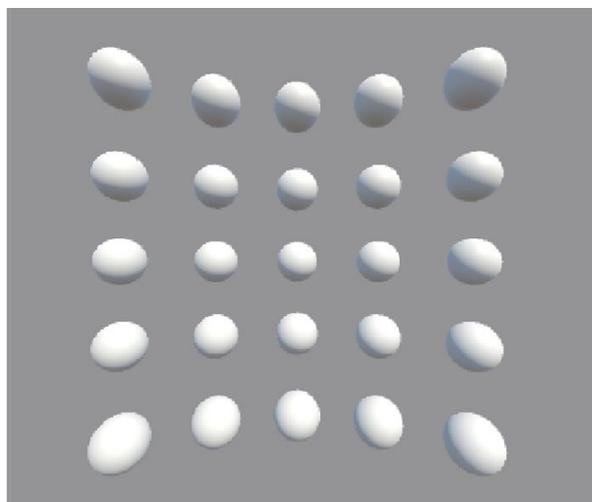
表1 HMDの仕様⁹⁾

項目	内容
スクリーン	デュアルAMOLED3.5インチ(対角)
解像度	片目あたり1440×1600ピクセル 合計2880×1600ピクセル
リフレッシュレート	90Hz
視野角	110°
接続	USB-C 3.0, DP 1.2, Bluetooth

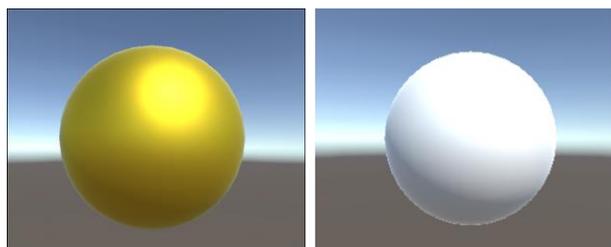
表2 アイトラッキング仕様⁹⁾

項目	内容
視線データ出力周波数(両眼) FOV20°以内	120Hz
精度	0.5°~1.1°
追跡可能視野角	110°

本研究で被験者に提示する VR 映像および実験で使用する指標提示システムは Unity3D で作成した。画面には、被験者から等距離にある 5x5 の球体オブジェクト(指標)が映し出されている。(図2) VR 空間の座標は、水平右方向に x 軸、鉛直上方向に y 軸、視線の奥行き方向に z 軸をとっており、被験者の頭部の位置が $x=0[m], y=2.9[m], z=0[m]$ となるように設定している。指標の直径は 0.50[m] であり、数量は全部で 25 個あり 5x5 で図 2 のように並んでいる。それぞれの指標には 14.4° と 16° の倍数の鉛直方向と垂直方向の角度が割り当てられ、カメラから 7.0[m] の距離にある。高さはカメラの地面からの距離 2.9[m] と中央の指標の高さが同じになるように設定している。出力された映像の解像度は、片目あたり 1424×1584px、リフレッシュレートは 90Hz であった。



(1) 実際に見ている映像



(2) (a) 指標(黄色) (b) 指標(白)

図2 HMDに投影する映像

2-3. 実験手順

被験者を椅子に座らせ、HMD を装着してもらい、映像を提示した。そして HMD に提示される指標に対する眼球運動と頭部運動を検出し、記録した。2 種類の実験は 2 種類 (A と B、詳細は 2.4 参照) で構成されている。

実験 A の手順を以下に示す。

- 1) 被験者に実験手順 2)~6) について説明する。この際、被験者には、実験中は任意の指定ルートを移動する指標(黄色)を自然な視線移動で追いかけること、以下で紹介する探索試行以外では指標(黄色)以外へは視線を動かさないこと、実験開始後 3 秒間は中央の指標以外を見ないことを教示した。
- 2) 指標(黄色)は実験開始 3 秒後に中央に出現する。
- 3) 3 秒後、指標(黄色)は任意の座標に移動し 5 秒間表示する。
この 5 秒間の間に被験者には指標がどこに移動しているか把握してもらう。この行為を探索試行と呼ぶ。
- 4) 5 秒経過後、指標(黄色)は元の位置に戻る。
- 5) 3 秒後、探索試行で移動した先程の座標に指標(黄色)が移動するため、その指標を自然な視線運動で追ってもらう(本番)
- 6) 3 秒経過後、指標は現在の位置から次の任意の座標に移動し 5 秒間表示する。以下 3) と同じ
- 7) 3)~5) を 18 回繰り返す。

次に実験 B の手順を以下に示す。

- 1) 被験者に実験手順 2)~4) について説明する。この際、被験者には、実験中は任意の指定ルートを移動する指標(黄色)を自然な視線移動で追いかけること、指標(黄色)以外へは視線を動かさないこと、実験開始後 3 秒間は中央の指標以外を見ないことを教示した。
- 2) 指標(黄色)は実験開始 3 秒後に中央に出現する。
- 3) 3 秒後、指標(黄色)は任意の座標に移動し 3 秒間表示する。移動した指標を自然な視線移動で追う。(本番)
- 4) 3) を 12 回繰り返す。

2-4. データ分析

跳躍距離の制限の有無が EHC にどのような影響を与えるかを知る為に実験を A, B の 2 種類に分けた。

実験 A では、Pfeil の先行研究¹⁾の VR 実験に視野角の制限が加わっている条件である。Unity3D の制約により Pfeil の実験環境と同様の視野角(110°)ではなく、視野角は 60°とした。そのため指標が視野の範囲外に提示される可能性があるため、探索試行という準備段階を設けている。実験 B では、Pfeil の先行研究の実験環境(視野角 110°)を本研究の実験環境(視野角 60°)で可能な限り再現した実験条件であり、全ての指標が視野内で移動する。どちらの条件においても任意のルートで移動する指標を自然に視線移動して追ってもらった。表 3 に実験条件を示す。独立変数は重量(2 水準(HMD の重量なし

条件, HMD の重量あり条件 (770g)⁸⁾ と跳躍距離 (2 水準, 視界内指標提示のみ条件, 視界外の指標提示を含む条件) の二種類であり, 従属変数は全視線運動中に現れる EHC (Eye only, Classical, Predictive) が占める割合とした. Eye only は眼球だけの運動, Classical は指標に向かって頭部よりも先に眼球が動く運動 (一般的な EHC), Predictive は頭部が眼球よりも先に動く運動である. これらの運動を時間経過による眼球角度, 頭部角速度をもとにそれぞれの運動に分類した. 視界内指標提示のみ条件の場合の跳躍距離は平均 6.01[m]であり, 視界外の指標提示を含む条件の跳躍距離は平均 2.34[m]であった. EHC の運動の違いが重量と跳躍距離により影響するののかはカイ二乗検定により評価した.

表 3 実験条件

項目	内容
被験者	A~F:大学生6名
独立変数	2種類 (重量, 跳躍距離)
従属変数	3種類 (Eye only, Classical, Predictive)
重量の水準数	2
跳躍距離の水準数	2
座標数	25(5x5)
視野	60°

3. 実験結果

図 3 に実験 B における VR 用 HMD の重量変化が三種類の EHC の割合の分布に与える影響, 図 3 の結果における EHC の種類と重量の条件を表 4 に示す. 図 3 から HMD の重量が減少しても EHC の割合の分布はあまり変化しなかったことがわかる. 表 4 からカイ二乗検定を行った結果, 有意差は得られなかった ($\chi^2=0.212, df=1, p=0.645, \phi=0.0330$) ことから, 重量は EHC 影響を与える要因とは言えないことが示された.

図 4 に VR における跳躍距離が EHC の割合の分布に与える影響, 図 5 に先行研究(Pfeil)と本研究の実験 B での EHC の割合の比較を示す. 図 4 の結果における EHC の種類と跳躍距離の条件を表 5 に示す. 図 4, 5 から跳躍距離が短い場合 (実験 B) は跳躍距離が長い場合 (実験 A) に比べて Eye only の割合が高く, Classical の割合が低くなっていた. つまり, 跳躍距離に制限をかけた場合, 被験者は頭をあまり動かさずに眼球だけで運動しており, この特徴は PR の EHC の特徴と酷似していることがわかる. また図 5 から Pfeil らの VR タスク(全指標は視界内に存在し頭部を動かさずに全指標を捉えることができる)と本研究の実験 B の EHC の割合を比較すると, Pfeil らの実験結果では, Classical の割合が高く頭部をより動かすような結果が得られていたが, 本研究の実験 B の結果では Pfeil らの VR 実験の結果と同様に全指標は視界内に存在し頭部を動かさずに全指標を捉えることができるにもかかわらず, Pfeil らの PR 実験と同様の結果である Eye only の割合が高く眼球だけで指標を捉える傾向が見られた.

表 5 からカイ二乗検定を行った結果, 有意な差が得られた. ($\chi^2=66.5, df=1, p=3.54 \times 10^{-16}, \phi=0.577$) よって跳躍距離は有意に EHC 影響を与える要因であることが示された.

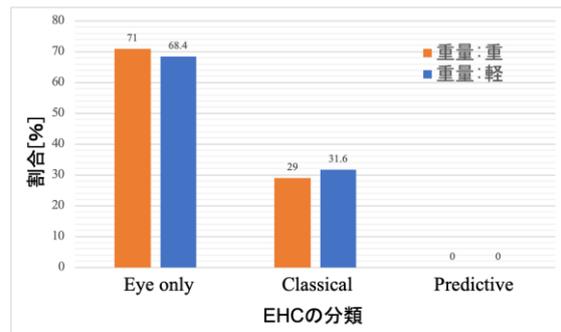


図 3. VR における HMD の重量変化が EHC の割合の分布に与える影響 (実験 B)

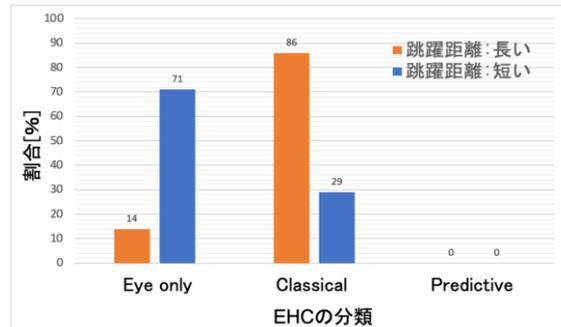


図 4. VR における跳躍距離が EHC の割合の分布に与える影響

表 4. EHC の種類と重量の条件

	Eye only	Classical	Predictive
重量:重	71	29	0
重量:軽	68	32	0

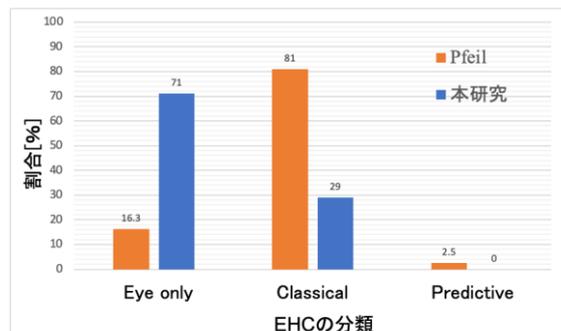


図 5. 先行研究 (Pfeil) と本研究の実験 B での EHC の割合の比較

表 5. EHC の種類と跳躍距離の条件

	Eye only	Classical	Predictive
跳躍距離:長い	14	86	0
跳躍距離:短い	71	29	0

3. 考察

重量は有意に EHC 影響を与える要因とは言えないという結果が得られた. ただし, 本研究に用いた VR 用 HMD 吊り上げ装置は HMD を鉛直方向に吊り上げることで被験者にかかる重量を擬似的に減少させてはいるが, 拘束が完全に存在しないとは言い切

れず、頭部の回転時に違和感が残り、実際のタスクに影響を与えている可能性は無視できないと考えられる。このような拘束感を完全になくした場合の EHC の運動比率は今後のさらなる検討を要する

また実験 B において Pfeil らの VR タスクと同様に全指標は視界内に存在し頭部を動かさずに全指標を捉えることができるにもかかわらず、Pfeil らの PR タスクと同様の結果である Eye only の割合が高く眼球だけで指標を捉える傾向があるという結果が得られた原因として Pfeil らと本研究では、本研究の方が視野に占める指標の大きさが大きくなっており、このような影響についても検討が必要である。

以上のことから跳躍距離は有意に EHC 影響を与える要因であるという結果が得られたが、今回の研究だけでは跳躍距離が EHC に影響を与える要因であると断言することはできないと考えられる。

4. 結論

本研究では、重量と先行研究では言及されていなかった跳躍距離が EHC にどのような影響を与えているかを実験的に検証した。重量の検証実験においては VR 用 HMD 吊り上げ装置を使用し擬似的に VR 用 HMD の重量を無くした際の眼球・頭部の動き方、EHC の変化について調査した。結果、重量は有意に EHC 影響を与える要因であるとはいえないことが示された。

また跳躍距離において、跳躍距離が短い場合は、跳躍距離が長い場合に比べて Eye only の割合が高く、Classical の割合が低くなっていた。つまり、跳躍距離に制限をかけた場合、被験者は頭をあまり動かさずに眼球だけで運動しており、この特徴は PR の EHC の特徴と酷似していることがわかった。

今回の実験から EHC に影響を与える要因として想定されるものは重量以外の要因、例えば視野角の制限などの可能性があり、これらの影響について今後検証を進めていこうと考えている。

参考文献

- 1) Pfeil, K., Taranta II, E. M., Kulshreshtha, A., Wisniewski, P., and LaViola, Jr., J. J.: Comparison of Eye-Head Coordination Between Virtual and Physical Realities, SAP '18, (2018)
- 2) VR とはどのようなもの？活用事例やおすすめの VR ヘッドセットなどをご紹介します, DosparaComputerShop, https://www.dospara.co.jp/5info/cts_str_peri_vr, (参照 2022-10-28)
- 3) VR の光と闇！VR が持つメリットとデメリットとは？, VR inside, <http://vrinside.jp/knowledge/vr-crime/>, (参照 2022-10-28)
- 4) 沖中 大和, 満上 育久, 八木 康史, 人の眼球と頭部の協調運動を考慮した視線推定, 情報処理学会研究報告, 2016
- 5) 真壁亮太, 伊藤弘大, 大倉典子, 木村昌臣, 多田 充, 頸部トルクを基準とした HMD の重心と重量の許容範囲の検討, 2021 年総合大会 (2021)
- 6) VR がゲームのテスト環境をどのように変えたか, PTW, <https://www.ptw.com/ja/lab/article-how-virtual-reality-has-changed-game-testing-environment>, (参照 2022-10-29)

- 7) Thuresson, M., Linder, J. and Harms-Ringdahl, K.: Neck muscle activity in helicopter pilots: effect of position and helmet-mounted equipment, Aviation, space, and environmental medicine, Vol. 74, No. 5, pp. 61–67, (2003)
- 8) VR 酔いを防ぐにはどうすればいい！？～エンジニア視点で考える原因と対策～, C&RXXR, https://xr-creek.jp/topics/vr_sickness, (参照 2022-10-28)
- 9) 「VIVE PRO EYE」, VIVE, <https://enterprise.vive.com/jp/product/vive-pro-eye/>, (参照 2020/2/04)

抱っこひも利用時の身体負担評価に関する基礎的研究

Basic Research on Evaluation of Physical Stress of Using a Baby Carrier

○西岡基夫*, 山下久仁子**, 板井徹***

*大阪公立大学大学院生活科学研究科 **大阪公立大学研究推進課 *** (株) アスコン

NISHIOKA Moto*, YAMASHITA Kuniko**, ITAI Toru***

*Graduate School of Human Life and Ecology, Osaka Metropolitan University,

** Osaka Metropolitan University, ***ASCONE Co. Ltd.

1. はじめに

抱っこひもは 2000 年頃からカラフルで多機能な海外製のベビーキャリアが国内でも流行し、現在では様々なタイプやデザインが開発されている。その普及が進む一方で、乳幼児が落下する事故が増加し、安全性に対して注目が集まった。2015 年には抱っこひも安全協会が設立され、消費者庁や各地方自治体も落下事故防止への注意喚起を行っている。

抱っこひもは大きくキャリア・スリング・ラップ・ヒップシートに分けられ、その有用性は乳幼児の発育度やユーザーのライフスタイルなどにより異なる。安全性以外にも軽量化・携帯性・着脱のしやすさなど、機能面でのニーズに対する開発は多いが、「乳幼児を抱く」行為で生じる肩部・腰部への負担に対する取り組みは、その効果が明確に示されていない。

既往研究では水村らは抱っこひもの有無による身体負担の違いを筋活動から検討している¹⁾。また石垣らは圧力センサーを用いて抱っこひも使用時のフィット感について検討を行っている²⁾が、抱っこひも使用時の身体負担部位を評価する手法を確立するためには測定方法や条件設定など、より多角的な検討が必要と考える。これらの状況を踏まえ、本研究では抱っこひも利用時のユーザーへの身体負担の測定方法を検討し、さらにタイプの違いによる身体負担への影響についての評価も行った。

2. 研究方法

2-1. 評価項目の検討

測定項目の候補として・重心動揺・姿勢変化・腹部の圧力計測・肩部の圧力計測を対象として被験者 2 名に対して予備実験を行った結果、腹部と肩部の接触圧の計測を中心に測定を行うこととした。

2-2. 実験方法

実験は大阪公立大学生生活科学部人工気候室で実施

した。実験サンプルはユーザーの身体的負担が大きくなる生後 5~7 ヶ月の「腰すわり期」に対応したキャリアタイプ 1 種類 (エルゴベビー社製: 以下 EB) と形状や素材が異なるヒップシート 5 種類 (BABY&Me (現アスコン) 社製: 以下 BM、Jinjiang Carnival Baby 社製: 以下 BA、ミアミリー社製: 以下 MM、ポグネー社製: 以下 PG、Lucky 社製: 以下 PB) を用い (写真 1)、10kg の乳児ダミー人形を搭載した状態で被験者に装着した。被験者は女子学生 5 名 (平均年齢 21.4 歳、平均身長 160.4 cm) で、装着には全製品の装着に習熟しているメーカー開発者が担当した。なお、実験遂行にあたり、大阪市立大学生生活科学部研究倫理委員会の承認を得ている。



写真 1 キャリアタイプとヒップシートタイプ

2-2-1. 腹部圧力測定

ヒップシートに乳幼児を載せた状態で、ユーザーの腹部とヒップシート間の圧力分布の違いを測定した。素材や形状の異なるヒップシートの比較として、実験サンプルは BM, PG, MM, PB, BA の 5 種類で、すべて肩ベルト無し、ヒップシートのみを装着し、被験者が人形を支えた状態で計測を行った。被験者の骨盤付近に体圧センサー (ニッタ社製: ISCAN100) を装着し、立位で 30 秒間静止している状態の接触圧を計測した。

2-2-2. 肩部圧力測定

キャリアタイプ EB と肩部のベルト位置・形状が

比較的近似している BM をヒップシートのサンプルとし、2-2-1 同様のダミー人形を用いて肩部の接触圧を測定した。腹部測定と同じ被験者にて 15 分間抱っこひもを使用し、5 分ごとに立位静止状態で各 30 秒間圧力データを導出した。

3. 結果と考察

3-1. 腹部圧力測定

測定エリア内で荷重のかかった単位面積当たりの荷重値（以下接触圧力）を算出した。全体的に PG に高い圧がかかる傾向がみられた。次に局所的な圧の高さを比較するために、測定中のピーク荷重値を平均化した（図 1）。最もピーク荷重値が低かったのは BM だった。接触圧力は高い傾向がみられることから、広い接触面積に圧が分散されており、反対に PB に圧が 1 ヶ所に集中する傾向があるといえる。分布図からもヒップシート横から大腿部にかけてのフレーム部分が身体に強く当たっている可能性が示唆されている。一方、接触圧力の高かった PG のピーク荷重値は余り高くない。PG は芯材を覆うウレタンが最も厚く、硬めのものが使用されていることの影響が考えられる。

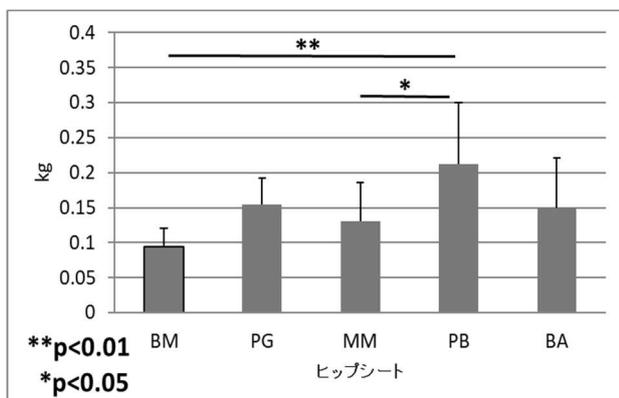


図 1 腹部ピーク荷重値

3-2. 肩部圧力測定

5 分ごとの接触圧力値を比較した（図 2）。キャリアタイプの EB がヒップシートタイプの BM より全ての時間で高い圧力値を示した。特に EB は装着直後と比較して 5 分後・10 分後に有意に圧力値が増加傾向を示した。それに対して BM は経過時間による変化の幅が小さく、有意な増加は認められなかった。また個人間のばらつきも EB より BM が小さいことから、ヒップシートによる肩部への負担軽減の効果が考えられる。またピーク荷重値の比較でも（図 3）、

装着直後は両タイプに明確な差はみられないが、5 分後と 10 分後で EB は BM より有意に大きくなり、局所的に負荷が増加することが明らかになった。一方で BM は 15 分間で局所的負担はみられず、被験者間のばらつきも少ないことから肩部への負担が少ない抱っこひもである可能性が示唆された。

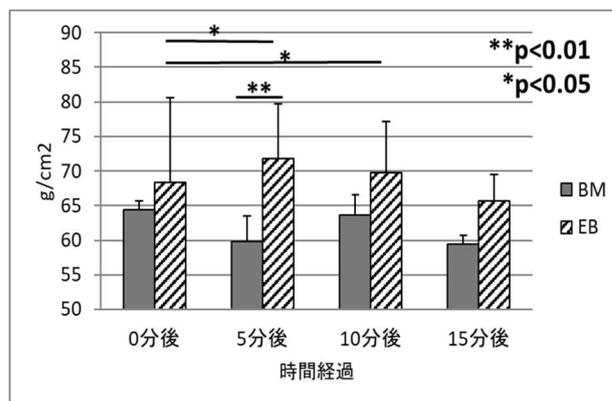


図 2 肩部接触圧力

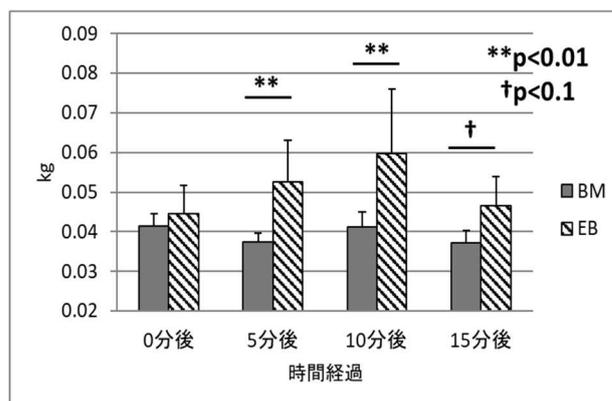


図 3 肩部ピーク荷重値

4. まとめ

本研究を通じ、抱っこひもの身体負担評価方法として接触圧の測定が一定の効果が得られると考えられる。今後は測定部位や実験時間など詳細について検討を進め、育児経験者による評価も実施したい。

なお、本研究は大阪公立大学と株式会社アスコンによる共同研究 (J211000083) により、取りまとめたものである。

参考文献

- 1) 木村真由美、他：子守帯の使用が乳児を抱える姿勢保持に伴う主観的疲労度および筋活動に及ぼす影響、体力医学、大会抄録、775 (2011)
- 2) 石垣理子、他：子守帯の快適性評価 - 感応評価と接触圧からの検討 -、学苑、No,793、119-125 (2006)

スマートスピーカと重心動揺計測を用いた 独居高齢者の健康見守りシステム

Health Monitoring System for Elderly Living Alone Using Smart Speaker and Center of Gravity Measurement

○高見 惇平*, 大須賀美恵子**

*大阪工業大学大学院ロボティクス&デザイン工学研究科

**大阪工業大学ロボティクス&デザイン工学部

TAKAMI Jumpei*, OHSUGA Mieko**

* Graduate School of Robotics and Engineering, Osaka Institute of Technology

**Faculty of Robotics and Engineering, Osaka Institute of Technology

1. はじめに

近年、日本では独居高齢者や高齢者のみが住んでいる世帯が増加している。それに伴い、家族と高齢者が離れて過ごしている世帯では、離れて過ごす高齢者の体調の変化や近況を知りたい、遠隔でコミュニケーションをとるのが難しいという課題が挙げられていると報告されている¹⁾。

我々は、日常の動作の中で、危険度が高い入浴の見守りに着目した。既存の見守りシステムは入浴中の異常を検知することに限られている。独居高齢者の安全な入浴を支援し、高齢者の入浴前後も含めた入浴行動をその家族に共有し、高齢者の異変に家族が気付くきっかけや会話の糸口となるシステムが必要であると考えた²⁾。前報²⁾では藤岡¹⁾らの研究の一部として、スマートスピーカを用い、高齢者の体調や入浴に関する情報を高齢者とスマートスピーカとの会話から取得し、高齢者に適切な入浴行動を促し、家族がいつでも高齢者の情報を確認できるシステムの構築を行い、評価実験を行った。本報告では、高齢者の体調を高齢者自身の主観評価だけでなく、バランス Wii ボード(任天堂)を用いた重心動揺検査からも取得し、高齢者へのより適切な入浴行動の提案を行う手法について報告する。

2. 重心動揺

重心動揺とは、人の直立姿勢時に生じる微小な揺れを人体の重心の動揺として捉えるものである。重心動揺検査は、めまい・平衡機能障害の診断を目的として行われ、装置の上に乗るだけで計測ができ、身体に装置をつける必要がないため、低負担で計測を行うことができる。装置によって記録されるものは、床と身体との接触面に働く力の分布の中心点である足圧中心点であり重心動揺そのものではないが、静止立位姿勢では身体重心のほぼ真下に足圧中心点が位置するため、足圧中心点の移動を記録することで、重心動揺の変化を調べることができる³⁾。重心

動揺の評価には、動揺面積、足圧中心の総軌跡長、動揺中心変位、ロンベルク率、パワースペクトルなどがある。

重心動揺検査は、めまい・平衡障害の診断の他に疲労の検出やバランス機能のチェックを目的に行われる。山本⁴⁾の研究では、空港貨物取扱業務の作業前後で、作業自体に伴う疲労によって直立時の動揺が増加の傾向を示すことを報告した。中野⁵⁾らの研究では、工場での作業前に重心動揺検査を含むバランス機能のチェックを行い、個人内変動分析によって機能低下を判定しアドバイスをを行うシステムの開発を行い、作業安全活動への応用を試みた。また山田⁶⁾らの研究では、疲労状態の判定の6つの指標の中に重心動揺を組み込んだ、労働の現場で蓄積疲労の兆候を検出できるシステムの開発を行った。

本研究では、重心動揺検査から高齢者の体調の変化や疲労、長期的な身体の衰えを検出し、高齢者自身が自身の異変に気づき適切な入浴行動を行う支援をすることと、高齢者の様子を家族に知らせることを目的とする。本発表では、提案システムの概要を示し、重心動揺から体調の変化や疲労を検出できるかどうかの予備的検討結果について発表する。

3. 提案システムの概要

システムにはバランス Wii ボードとカメラなしのスマートスピーカを用いる。バランス Wii ボードは、高齢者宅の洗面所に設置し、高齢者は起床時と入浴前に重心動揺の計測を行う。高齢者には入浴開始時にスマートスピーカと会話を行なってもらい、スマートスピーカからの質問に答えながら、その日の健康状態、入浴方法(「お風呂」、「シャワー」、「入浴を控える」)、入浴時間を報告してもらう。また重心動揺の計測結果から、高齢者の動揺に個人内変動が生じた場合は、入浴方式や入浴時間に対しての提案を行い、高齢者の安全な入浴の支援を行う。高齢者は提案に対して強制的に従う必要はない。スマートスピー

一かから取得した情報はクラウド上に記録して、家族が確認できるようにする(図1)。

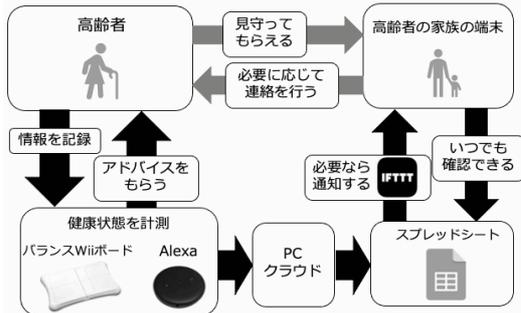


図1 システムの構成

4. バランス Wii ボードの精度確認実験

重心動揺はゲーム用のインタフェースとして開発されたバランス Wii ボードでも精度良く計測できることが報告されている⁷⁾。しかし稀に精度の悪いものが存在するため、実験に使用する予定のバランス Wii ボード 2 台に対して精度調べ、誤差が大きすぎないことを確認した。

5. 予備実験

重心動揺が、体調の変化や疲労時にどのように変化するかを調べるために、健康な大学生、大学教員を対象に予備実験を行った。現段階で結果を示せるのは一人分である。期間は約1か月、一計測は起床時排泄後と入浴前に行った。計測にあたっては、バランス Wii ボードの上に楽な姿勢で立ち、ノート PC の画面が目の高さに位置するように設置した。モニタ画面上に開眼計測時用の視標を提示した。視標は呼吸統制の周期に合わせて拡大と縮小を繰り返す円とした。同時に呼気と吸気を区別する音を鳴らし、閉眼でもタイミングをとれるようにした。被計測者は、計測時の体調やふらつきは感じるかどうか、前日の運動量などの記録をつけた。計測は、開眼と閉眼、5秒周期(吸気時間2秒、呼気時間3秒)と10秒周期(吸気時間4秒、呼気時間6秒)を掛け合わせた4通りの計測を60秒ずつ行った。

記録したデータの中には、計測開始の10秒は姿勢が安定していないものと、60秒分のデータが全て記録できていない回があったため、計測開始10秒から40秒の重心動揺が記録できている区間を解析対象とした。

重心動揺指標として、重心動揺の面積(矩形面積)、総軌跡長を求め、呼吸周期の影響を見るために周波数解析も施した。

その結果、矩形体調と主観申告による疲労との関係は見いだせなかった。軌跡長からは、腰痛や頭痛、運動を行った日、いつもよりも作業時間が長い日に長くなる傾向が見られた(図2)。周波数解析により、呼吸の周波数成と同じ周波数の成分が見られた。

今回の結果では、矩形面積は計測中の欠伸やくし

やみの我慢などの動揺で大きく変化し、体調や疲労との区別がつかなくなってしまったと考えられる。総軌跡長は体調や疲労の指標として使える可能性が示された。一般的な重心動揺計測では呼吸統制を指示することがほとんどないが、今回の結果で呼吸成分が重心動揺に現れることが確認されたので、計測時の呼吸を統制するか同時計測するかの必要があると考えている。

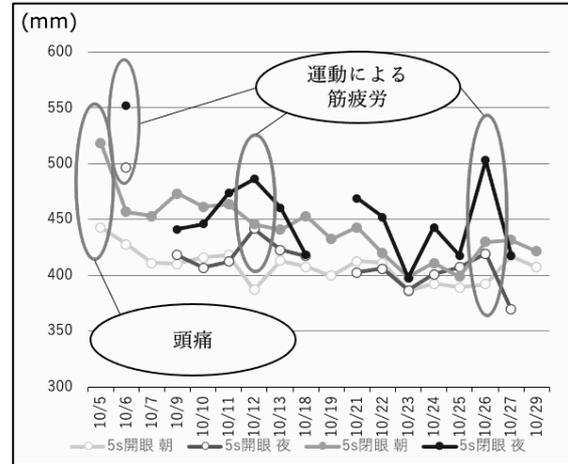


図2 総軌跡長と体調・疲労の関係

6. おわりに

今後、被測定者の人数を増やし、体調と総軌跡長、それ以外の指標との関係性を定量的に解析する。また、呼吸(たとえば体幹の周囲長)との同時計測を行い、呼吸の重心動揺への影響を精査する。その後、コンセプトに沿ったシステムの実装を行い、大学生と大学教職員を対象に実験を行い、体調変化や疲労判定の妥当性を確認する。これらの予備的検討を経て、独居高齢者とその家族を対象に評価実験を行い、システムの操作性、受容性、効用を評価する予定である。

参考文献

- 1) 藤岡憧ら: 離れて暮らす高齢者と家族をつなぐ気配りシステムの開発, 人間工学, 56(Supplement), pp.1E1-01(2020)
- 2) 高見惇平ら: スマートスピーカを用いた離れて過ごす高齢者の入浴見守りシステムの開発と評価, 日本人間工学会第62回, pp.2E2-1(2021)
- 3) 内田茂博: 身体重心と足圧中心, 理学療法ジャーナル 52巻7号, p.653(2018)
- 4) 山本高司: 直立時動揺と疲労, 体力科学 28巻1号, pp.18-24(1979)
- 5) 中野 紀夫ら: 立体バランス機能評価と作業安全支援への応用, 40巻Supplement号, pp.190-193(2004)
- 6) 山田晋平ら: 過重労働対策のための蓄積疲労の簡便な検出手法, 生体医工学, Vol.50, No.6, pp.552-563(2012)
- 7) Clark, Ross A., et al.: Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance., *Gait & posture* 31(3), pp.307-310(2010).

車載カメラを用いた自動車ドライバの交差点での 不安全行動検出手法の検討

Detection of Unsafe Driving Behavior at Intersections Using In-Vehicle Cameras

○三浦皓大*, 渡邊陽仁**, 竹内大樹**, 大須賀美恵子*

*大阪工業大学ロボティクス&デザイン工学部

**大阪工業大学ロボティクス&デザイン工学専攻

MIURA Akihiro*, WATANABE Haruhito**, TAKEUCHI Hiroki**, OHSUGA Mieko*

*Faculty of Robotics and Design, Osaka Institute of Technology

**Graduate School of Robotics and Engineering, Osaka Institute of Technology

1. はじめに

日本における交通事故件数は年々減少しているものの依然として年間 30 万件以上発生している¹⁾。なかでも 24 歳以下の若者による事故は、約 37,000 件、そのうち右折事故発生件数は、10 万人あたり 150 件（どちらも 2 輪車を含む）と他年齢群より約 3 倍以上であると報告されている¹⁾。

右折事故が発生する要因は、安全不確認や注意力散漫である²⁾。そのため対向車や右折先の歩行者、自転車などの発見が遅れ事故を起こすことがある。

そこで、本研究では、右折時に注意を向けるべき対象を確認しない不安全行動の低減を目標とすることにした。右折時に視線方向を推定、注意すべき対象に視線を向けなかったときに、運転終了後にドライバにそのこと知らせ、事故に繋がる不安全行動を減らす努力をしてもらう。右折時における視線に着目した既存研究では、アイカメラを用いて実車で視線を計測した研究や³⁾、装着型センサと車載カメラを利用して運転行動を計測し、安全運転ができていないときに音声でドライバに知らせる研究がある⁴⁾。これらの研究はいずれもドライバに計測用のデバイスを装着しておりドライバに負担をかける。そこで、本研究では、ドライバに負担をかけない非接触の視線計測をめざし、車載カメラを用いて頭部回転角度と眼球回転角度を推定することにした。本発表では、ドライバが注意すべき対象物に注意を向けたかどうかを運転後にドライバに知らせ、ドライバに運転行動の変容を起こさせるシステムを提案するとともに、実車でも用いられる非接触リアルタイム視線推定の可能性を調べる基礎検討結果について報告する。

2. 提案手法

頭部回転角度と眼球回転角度の推定には、Google 社が開発したオープンソース機械学習ライブラリの MediaPipe⁵⁾ の FaceMesh 機能を利用する。MediaPipe はグラフィックボードなしで高速処理が可能なことからこれを採用した。

FaceMesh で、眼や鼻、虹彩周辺を含む 478 個の特徴点の 3 次元座標を取得し、これらの特徴点を用いて頭部回転角度と眼球回転角度を推定する。具体的には坂下ら⁶⁾ や西本ら⁷⁾ のアルゴリズムを参考に次の手順で行う。頭部回転角度の推定には、鼻、顎、右目、左目、左端の口、右端の口の合計 6 個の特徴点を利用し、PnP (Perspective-n-Points) 問題を解くことで回転ベクトルと並進ベクトルを算出する。求めた回転ベクトルを回転行列に変換した後、回転行列と並進ベクトルを利用して頭部回転角を推定する。眼球回転角度の推定には、左右の虹彩周りの特徴点 10 個を利用して虹彩の中心座標を求め、これと眼球周りの特徴点を利用して算出された眼球の重心を利用して眼球の中心座標を算出し、回転角度を求める。虹彩を用いるのは RGB カメラでは、瞳孔の検出が難しいからである。以上の手順で求めた頭部と眼球の回転角度の推定値を用いて視線方向の推定を行う。さらに、視線方向にある対象物を認識時間の平均である 0.2 秒以上見たときに対象物を注視した、つまりこれを確認したと判定する⁸⁾。

3. 実験環境の構築

実験には静置型のドライビングシミュレータ (Driving Simulator, 以下 DS) を用いる。図 1 に配置を示す。DS の環境構築及び走行ルート設計には、フォーラムエイト社が開発した UC-win/Road⁹⁾ を用いた。

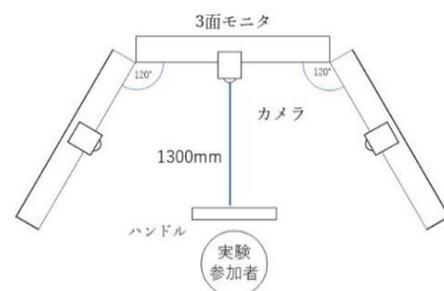


図 1 実験システム

走行ルートには、3車線の道路上に信号ありの交差点および4輪車と2輪車を道路上、歩行者を歩道に表示する。町並みはリアルな道路に近づけるために建物や標識などを表示する。

作成した走行ルートとステアリングおよびアクセル・ブレーキの操作から求めた自車位置より求めたドライバ視点の画像を42型の3面モニター(Panasonic製, TH-42LF8J)に投影する。3台のカメラ(Logicool製, 画像 Full HD 1080p)をモニターの上に配置し、ドライバ役の実験参加者の顔を含む頭部を撮影する。左右を含め3台のカメラを使用するのは顔を左右に大きく回転したときに正面カメラから得られる特徴点の推定精度が悪くなるからである。実車ではそれぞれ、正面フロントガラス、左右のAピラー付近を想定している。

4. 推定可能性の検討

提案手法の可能性を調べるための予備実験を行った。ここでは、頭部回転角度推定の結果について述べる。図2に実験の様子を示す。

9軸モーションセンサ(LP-RESEARCH, LPMS-B2)を実験参加者の頭頂部に装着させ、これを用いて比較のための頭部回転角を計測した。3面モニターの実験参加者の目の高さの位置に、正面から左右70度まで視角2度ずつの指標を提示した(図3)。5秒ごとに筆者の口頭による教示とともに視標の大きさを変えて見るべき方向を指示した。図1のハンドルを顎台に置き換え、実験参加者には顎先の位置は動かさずに、眼は顔の正面を向け頭のみを回転するように指示した。



図2 実験の様子

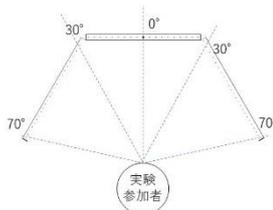


図3 指標の配置

結果の一例を図4に示す。角度は指標をランダムに指定したときのものである。モーションセンサで取得したYaw角と動画から推定した回転角を重畳している。推定角度データは取得した動画のフレームレートが変動するため、モーションセンサデータのサンプリング周期(5ms)に合わせて、3次スプライン補間を用いて等時間間隔でリサンプルした。この例では、推定角度とモーションセンサでの計測値差の絶対値の平均は3.1度標準偏差は1.9度であったが5度以上の差が生じた区間が14.3%以上あった。なお、今回は記録した動画を再生しながらプログラムにとり込んで解析したが、リアルタイムでの推定も可能である。

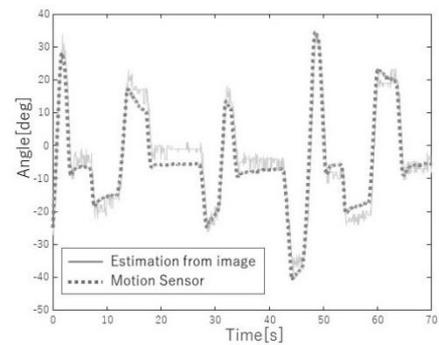


図4 実験結果

5. まとめと今後の予定

頭部位置固定と言う限定された条件であるが、回転角度のリアルタイム推定の可能性を示した。今後、眼球回転角度の推定アルゴリズムを実装するとともに、頭部と眼球が自由に動く条件で、実験参加者を増やして精度評価を行う。さらにこれらのデータから視線方向を推定し注視対象と注視時間を求める。これらはDS実験では自車位置が既知で、対象物も実験者が配置しているため特定されており、比較的容易である。当面は、この設定で提案システムの有用性の評価を行う予定である。実車では自車位置の推定と対象物の検出が必要となるが、運転後のフィードバックを目的としているのでリアルタイムの縛りはなく実現可能性はあると考えている。

参考文献

- 1) 政府統計の総合窓口(e-Stat): 令和3年中の交通事故の発生状況, 警視庁交通局, <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/>, 最終閲覧日 2022.11.05
- 2) ITARDA: 信号交差点における右折事故, 2012. <https://www.itarda.or.jp/contents/172/info95.pdf>, 最終閲覧日: 2022.11.07
- 3) 坂口雄介: 自動車運転時における交差点右折時の視線運動解析, 現代社会文化研究, Vol. 73, pp.51-61 (2021).
- 4) 小坂田光, 多田昌裕, 岡田昌也, 蓮花一己: リアルタイム安全アドバイスシステムの高齢運転者講習への応用, 交通工学論文集, Vol.4, No.2, pp.A_187-A_195 (2018).
- 5) MediaPipe: <https://google.github.io/mediapipe/>, 最終閲覧日: 2022.11.08.
- 6) 坂下祐輔, 藤吉弘亘, 平田豊: 画像処理による3次元眼球運動計測, JSEM 日本実験力学会特集号, 画像処理による生体評価, Vol.6, No.3, pp.26-33 (2006).
- 7) 西本隆平, 大須賀美恵子, 鎌倉快之: 前庭動眼反射に着目したドライバ状態評価に向けて -カメラを用いた頭と目の動きの推定, 自動車技術会 2021 年春季学術講演 (2021).
- 8) 永井大介, 谷川賢一: 聴覚・視覚刺激反応時間に関する研究, 昭和医学会雑誌, Vol.46, No.1, pp.27-34 (1986).
- 9) FORUM8: <https://vr.forum8.co.jp/>, 最終閲覧日: 2022.11.08.

一般発表

C会場 (G401)

C1 健康 (10:00~10:45)

座長：朝尾隆文 (関西大学)

- C1-1 学生のセルフ・コンパッション向上を支援するシステムの開発
- C1-2 奈良県の農村部および都市部在住高齢者のコロナ禍前後における生活実態調査
- C1-3 大学生の入眠・覚醒リズムに関する調査研究
-2019年から2022年における実測調査-

C2 身体動作・疲労 (15:10~16:10)

座長：鎌倉快之 (大阪工業大学)

- C2-1 健康長寿社会の実現に向けた筋活動量の可視化
- C2-2 デジタルヒューマンによる力学的負荷解析結果に対する
近似関数の構成による作業姿勢の最適化
～荷物持ち上げ時の作業姿勢の最適化～
- C2-3 自己申告の確からしさを保証するフリッカー検査器による
疲労評価
- C2-4 自宅学習における姿勢が疲労・パフォーマンスに及ぼす
影響について

学生のセルフ・コンパッション向上を支援するシステムの開発

Development of a System to Help Students Improve Self-Compassion

○小泉允志*, 大須賀美恵子**

*大阪工業大学大学院ロボティクス&デザイン工学研究科

**大阪工業大学ロボティクス&デザイン工学部

KOIZUMI Masashi*, OHSUGA Mieko**

* Graduate School of Robotics and Engineering, Osaka Institute of Technology

** Faculty of Robotics and Design, Osaka Institute of Technology

1. はじめに

近年、学生のメンタルヘルスが問題となっている。令和3年版自殺対策白書(厚生労働省)¹⁾によると、学生・生徒の自殺率が過去5年と平均比較して増加している。また、15~39歳の死因の第一位は自殺で、これは、G7において日本のみである。学生の自殺の背景に、学業不振、進路に関する悩み、孤立・孤独感などが挙げられる²⁾。これらのストレスの蓄積はうつ病のリスクにもつながる。日本を含むアジア圏においては、抑うつ症状を呈する大学生が38%いる³⁾。

我が国ではメンタルヘルスに問題を抱える学生の早期発見と介入をめざし、国公立大学では学生相談センターなどが90%前後で設置されている⁴⁾。にもかかわらず、自殺学生への関与率は高くなく、自殺予防には日常的に接している周囲の学生や教職員の気づきが重要とされている²⁾。全国大学協連の調査によると、学生が相談しやすい相手は「友人」が最も多く、次いで「親」となっており、一方で、悩んでいることを相談する相手がいないと回答している学生も17%いる⁵⁾。

昨今、コロナ禍によりオンライン授業が増加し、学生間の交流が制限され、相談相手を見つけたり、周囲の友人や教職員が学生の変化に気づいたりすることが難しくなった。このような状況においては、学生の悩みなどの問題に周囲が気づくことが困難になり、学生が自分で自身のメンタルヘルスの状態を把握して変化に気づき、適切な対処を取ることが求められる。

2. セルフ・コンパッション

近年メンタルヘルス向上に関して、セルフ・コンパッション(Self-Compassion: 以下、SC)という心理学的概念が注目されている。SCとは、「苦しみや失敗の経験に直面したときに、自分に対する思いやりの気持ちを持ち、否定的経験を人間として共通のものとして認識し、苦痛に満ちた考えや感情をバランスが取れた状態にしておくという感情的にポジティブな自己態度」と定義され、自分への優しさ(Self-

Kindness)、共通の人間性(Common Humanity)、マインドフルネス(Mindfulness)の3つの中核要素から構成されている⁶⁾。SCが高い人ほど、身体的な健康状態が良く、不安や抑うつが低く、ストレスに対する回復力が高いことがわかっている⁷⁾。

SCを強化することを目的としたマインドフル・セルフ・コンパッション(Mindful Self Compassion 以下、MSC)というトレーニングプログラムがあり、世界中で取り組まれている。MSCでは8週間のコースで、週1回2.75時間のプログラムの実施に加え、半日の瞑想リトリート(本来の自分に戻る時間をもつこと)を行う。MSCは不安や抑うつ、知覚ストレスを低減させ、全体的なウェルビーイングを改善する効果があることが検証されている⁸⁾。しかし、MSCのワークの中には視覚イメージ想起を用いたものがありこれが苦手な人には難しい。また、自分に対してコンパッションを持って接することに抵抗感や違和感を覚える人も一定数存在している。

3. 本研究の概要

イメージを用いたMSCのワークをバーチャル空間上で視覚的に提示することで、イメージ想起が苦手な人でも、容易にMSCを実践できるのではないかと考えた。また、自分自身にSCを向けることに抵抗感を感じる学生でも抵抗感を持たずに実践できるように、バーチャル空間とアバターを用いたセルフトークシステムのコンセプトを提案する。これを具現化したシステムの開発に向けて、構成要素を決めるための調査とプロトタイプ開発を行った。

4. 調査

本システムのシナリオは、MSCの視覚イメージを利用したワーク⁹⁾をもとに改変し作成した。バーチャル空間上に、参加者と参加者の大切な人(家族や親)を提示する。参加者は、大切な人のアバターに入ってその人になりきって自分が抱える悩み(誰にでも話せる程度のもの)を自分のアバターに話す。次に視点を切り替え、自分のアバターに入り、大切

な人のアバターの悩みに対しコンパッション（思いやり）を持って答えるというものである。自分の悩みをテーマにしたセルフトークではあるが、第三者の悩みという設定にすることで、他者へのコンパッションがSCになるというしくみである。

システム構成を決めるため2つの調査を行った。初めに20～30代の大学生18名を対象に日常生活で利用しているデバイス、アバターの選定嗜好に関する調査（承認番号2022-31）を行った。その結果、デバイスについてはスマートフォンに次いでノートPCが利用されており、HMD(Head Mounted Display)を日常的に利用している人はいなかった。HMDを利用したセルフトークシステムを用いた既存研究がある¹⁰⁾、HMDは日常的に使われていないこと、スマートフォンでは画面が小さいことから、本システムでは、PCとモニターを用いることにした。

アバターの選定では、写真から作られた3Dアバター、アニメアバター、動物アバター等、計5種類のアバターの中から自分の分身として使いたいと思うアバターを選択してもらった。前述の研究¹⁰⁾では、本人の写真から忠実に再現されたリアルアバターを使用している例があるが、今回の調査では、リアルアバターは「自分に似すぎたアバターに抵抗がある」と言った意見があり、アニメアバターを選択するという回答が最も多かったことから、本システムでは、アニメアバターを利用することにした。

次に、アニメアバターとの会話に対する抵抗感を調べるために、本学のオープンキャンパスにて、高校生25名に対して調査を行った(承認番号2022-33)。①プロジェクターにアバターとリアルな人の両方を提示(図1左)、②アバターのみを画面上に提示(図1中)、③人のみを提示し(図1右)、それぞれ高校生とフリートークを行い、最後にアバターと人のどちらの方が話しやすいかについてのアンケート調査をした。その結果、差はないという結果となり、アバターとの会話に抵抗感がないことがわかった。

5. プロトタイプ開発

調査をもとに構成要素を確定し、プロトタイプを構築した(図2)。実装環境はノートPC、Webカメラで構築し、セルフトークシステムはUnity¹¹⁾を用

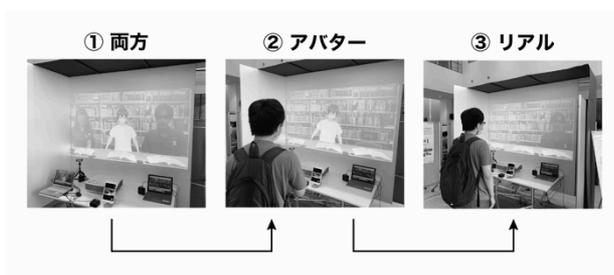


図1 アバターとの会話に対する抵抗感の調査手順



図2 システム構成

いて開発した。提示するアバターはVRoid Studio¹²⁾を用いて作成し、アバターの動きにWebカメラでモーションキャプチャした参加者の上半身の動きを反映するようにした。

6. 今後

開発したプロトタイプを用いて、学生を対象に評価実験を行い、自分に対してSCを与えることへの抵抗感や、システムの変容性、継続的利用の可能性について調査するとともに、改良点を抽出する予定である。

参考文献

- 1) 厚生労働省：令和3年版自殺対策白書，https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hukushi_kaigo/seikatsuhogo/jisatsu/jisatsuhakusyo2021.html，参照日2022.11.01
- 2) JASSO：コロナ禍による学生のメンタルヘルス，https://www.jasso.go.jp/gakusei/about/seminar_kikkinkadai/icsFiles/afiedfile/2022/02/25/r3kikkintitech.pdf，参照日2021.11.01
- 3) Steptoe, A., Tsuda, A., Tanaka, Y.: Depressive symptoms, socio-economic background, sense of control, and cultural factors in university students from 23 countries, *International journal of behavioral medicine*, Vol.14, No.2, pp.97-107 (2007).
- 4) JASSO:学生支援の現状と課題，https://www.jasso.go.jp/statistics/gakuseitorikumi/icsFiles/afiedfile/2021/03/12/h2Otorikumi_houkoku-part1.pdf，参照日2022.11.01
- 5) 全国大学生協連：第57回学生生活実態調査，https://www.univcoop.or.jp/press/life/pdf/pdf_report57.pdf，参照日2022.11.01
- 6) Neff, K. D.: The development and validation of a scale to measure self-compassion, *Self and identity*, Vol.2, No.3, pp.223-250 (2003).
- 7) MacBeth, A., Gumley, A.: Exploring compassion: A meta-analysis of the association between self-compassion and psychopathology, *Clinical psychology review*, Vol.32, No.6, pp.545-552 (2012).
- 8) Bluth, K., Gaylord, S. A., Campo, R. A., et al.: Making friends with yourself: A mixed methods pilot study of a mindful self-compassion program for adolescents, *Mindfulness*, Vol.7, No.2, pp.479-492 (2016).
- 9) Neff, K. D., Germer, C. K.: マインドフル・セルフ・コンパッションワークブック，星和書店(2021).
- 10) Slater, M., Neyret, S., Johnston, T., et al.: An experimental study of a virtual reality counselling paradigm using embodied self-dialogue, *Scientific reports*, Vol.9, No.1, pp.1-13 (2019).
- 11) Unity: Unity, <https://unity.com>，参照日2022.11.01
- 12) VRoid Studio: VRoid Studio, <https://vroid.com>，参照日2022.11.01

奈良県の農村部および都市部在住高齢者のコロナ禍前後における生活実態調査

-活動量維持群と減少群の特徴検討-

A Field Survey before and during the COVID-19 in Older Adults living in Rural and Urban Areas of Nara Prefecture

-Characterization of activity maintenance group and reduction group-

○帯名千滉*, 城戸千晶*, 久保博子**, 東実千代***, 佐々尚美****, 星野聡子*****
 *奈良女子大学大学院 **奈良女子大学工学部 ***畿央大学健康科学部
 ****武庫川女子大学生生活環境学部 *****奈良女子大学生生活環境学部

OBINA Chihiro*, KIDO Chiaki*, KUBO Hiroko**, AZUMA Michiyo***,
 SASSA Naomi****, HOSHINO Satoko*****

*Graduate School of Humanities and Sciences, Nara Women's University,

** Faculty of Engineering, Nara Women's University, *** Faculty of Health Sciences, Kio University,

**** School of Human Environmental Science, Mukogawa Women's University,

***** Faculty of Human Life and Environment, Nara Women's University

1. はじめに

高齢化の進行に伴い、近年はただ長生きするだけでなく、心身の健康を維持し、健康寿命の延伸や生活の質 (QOL) を向上させることが重要視される。そうしたなか、新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の流行により、日々の活動制限が余儀なくされ、高齢者においても活動量の低下や交流の減少、それに付随するさまざまな健康被害が懸念される¹⁾。

高齢者におけるコロナ禍前後の生活変化に着目した先行調査では、アンケート調査による主観的データを検討したものが多く²⁾³⁾、活動量や睡眠などの実生活のデータを定量的に測定し、コロナ禍の影響を検討した調査は少ない。また、地域によりコロナの影響程度や生活習慣なども異なると考えられるが、対象地域の違いに着目し、コロナ禍前後の生活実態の変化を検討している調査も少ない。

そこで本研究では、奈良県の農村部および都市部在住の健康な高齢者を対象に、活動量などの生活実態調査を行った。コロナ禍前後の生活実態や健康感の変化について、地域別に把握し、その特徴を明らかにすることを目的とした。また、一般に高齢者においても活動量の維持は心身の健康維持のために重要であるとされるが、本調査において、約半数の被験者でコロナ禍での活動量低下が確認された⁴⁾⁵⁾。したがって、本発表では活動量に着目し、歩数の変化率からコロナ禍で活動量を維持した群と減少した群に被験者を分類し、両群の特徴検討を行った。

2. 方法

生活実態調査は2019年度(コロナ前)および2021年度(コロナ禍)に実施し、両年度とも夏期(7~8月頃)と冬期(1~2月)の2期間実施した。コロナ禍調査における被験者は、コロナ前に本研究室の生活実態調査に参加した奈良県の農村部および都市部在住の健康な高齢者に再度調査協力の依頼をした。コロナ禍の実測調査概要を表1に示す。測定項目等については、コロナ前調査もほぼ同様である。調査期間は各期間のうち約1週間とし、計測は、腰部装着型の多機能万歩計を装着していただくことで活動量や睡眠を測定した。その他、温湿度計による住宅内温熱環境や健康関連 QOL 指標である SF-36、IADL 指標である FAI などの質問紙も配布し回答を得た。

コロナ前・コロナ禍調査の夏期・冬期の全4期間の調査に参加した被験者を解析対象とし、地域別にコロナ禍前後のデータを多変量反復測定で比較した(多重比較の調整 Bonferroni, *p<0.05, **p<0.01,)。

表1 実測調査概要

各期間における計測概要		2021年度夏期	2021年度冬期	
調査時期		2021/7/17-8/26	2022/1/19-2/19	
被験者	農村部	19名 73.2±7.1歳 (男性8名、女性11名)		
	都市部	16名 78.7±6.5歳 (男性7名、女性9名)		
全4期間参加した健康な高齢者		合計 35名 75.7±7.3歳 (男性15名、女性20名)		
測定項目	環境 (10分間隔)	居間温湿度	○	○
		寝室温湿度/照度	○	○
	生活行動 (2分間隔)	寝床内温湿度	-	○
		活動量 (歩数・総消費量など)	○	○
	心理量・申告	睡眠(就床離床時刻・睡眠効率など)	○	○
		OSA睡眠調査票(MA版) [※]	○	○
	生理量	健康関連QOL(SF-36)	○	○
		生活行動記録表 [※]	○	○
	アンケート	血圧・脈拍 [※]	-	○
		フレイル度 (基本チェックリスト)	○	○
手段的日常生活動作(IADL (FAI))		○	○	
	性格検査 (MPI)	○	-	
	その他アンケート	○	○	

※最初の3日間のみ実測

3. 結果・考察

3-1. 活動量（歩数）の変化

活動量指標として歩数に着目した（歩数以外の活動量指標も歩数と同様の变化傾向を示した）。図1に地域別コロナ禍前後の歩数の変化を示す。農村部は冬期コロナ禍で歩数が減少し、都市部は夏期コロナ禍での減少が顕著であった。しかし、歩数は個人差も大きく、個別の変化に着目すると、コロナ前に歩数が多い人は減少量も多いがコロナ禍での歩数も多い傾向にある一方、もともと少ない上にコロナ禍でさらに減少した人もみられた。したがって、その減少量がその人にとってどのくらいの変化なのかという点にも着目するため、コロナ前の歩数を基準に歩数の変化率を算出した。結果、コロナ禍で20%以上歩数が減少した人の割合は、農村部は夏期コロナ禍約21%・冬期コロナ禍約53%であり、都市部は夏期コロナ禍約80%・冬期コロナ禍約47%であった（図2）。

夏期コロナ禍は、都市部では周辺府県で緊急事態宣言が出ていた⁶⁾ことなどもあり外出制限や自粛が比較的強いられる環境であったのに対し、農村部では夏期調査時は同地域内で感染者が一人も出ていなかったことや活動量を伴う農作業なども実施されていたことが、このような地域差に通じたのではないかと考える。

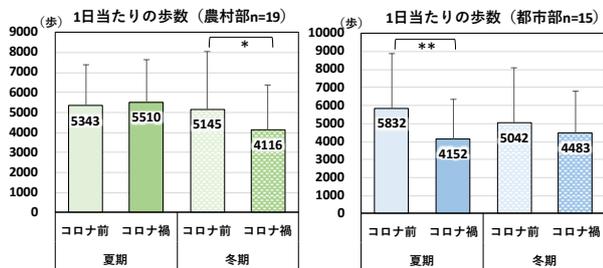


図1 歩数の変化（左：農村部，右：都市部）

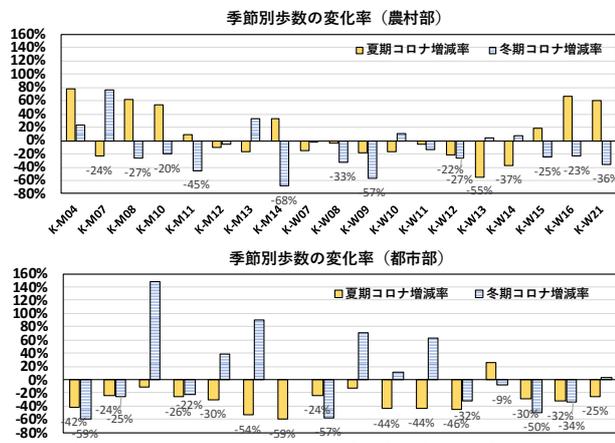


図2 個別の歩数変化率（上：農村部，下：都市部）

3-2. 睡眠の変化

客観的な睡眠指標の一つとして活動量計により計測された「就床時刻-全就床時間(TIB)-起床時刻」の結果を図3に示す。農村部では、コロナ禍前後の比較では睡眠指標に有意な変化はみられなかったが、夏期に比べ冬期は起床時刻が遅く、全就床時間が長い傾向にあった。これは、農村部は夏期のみ農作業を行う被験者が多いことが影響していると考えられた。一方都市部では、季節間の変化は農村部ほどではなく、夏期コロナ禍においてのみ就床時刻が前進する傾向がみられた。都市部で就床時刻が前進した理由については明確にできていないが、都市部被験者なかには「食事が終わりテレビを見ながら何分間かうっかりねる。そのためベッドに入ったがいつ寝たか分からない。」といった自由記述や、在宅時間の増加傾向がみられ、コロナ禍においてダラダラした時間が増えたり、在宅時間の増加に伴いやることがなく床に就くのが早まるといった状況が生まれていた可能性も示唆された。睡眠の質を評価する睡眠効率や、主観的睡眠評価 OSA-MA 得点では、両地域ともコロナ禍前後で有意な変化はみられなかった。

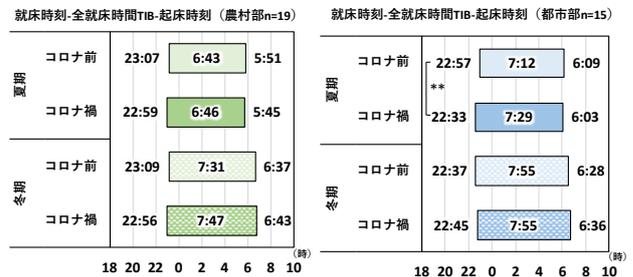


図3 睡眠の変化（左：農村部，右：都市部）

3-3. 健康関連 QOL の変化

質問紙 SF-36 による健康関連 QOL は、8つの概念（下位尺度）で構成され、そこから3側面のサマリースコア（身体・精神・役割社会面）を算出できる。3側面のサマリースコアでは、いずれも両地域ともコロナ禍前後で有意な変化はみられなかった。しかし、都市部においてのみ下位尺度得点のうち【社会生活機能】においてコロナ禍で得点が有意に減少し、夏期コロナ禍で50%、冬期コロナ禍で約69%の人は得点が減少した。農村部で同得点が減少した人は、夏期コロナ禍で約16%、冬期コロナ禍で約37%であった。社会生活機能得点は、人との付き合いに関する質問で構成されていることから、都市部では、特に

人付き合いに関する制限がコロナ禍において継続的に健康感（QOL 得点）へ影響を与えていたということが明らかになった。

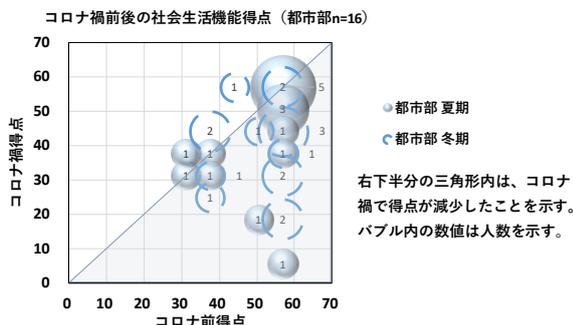


図4 社会生活機能得点の変化（都市部）

3-4. 活動量維持群と減少群の特徴検討（方法）

コロナ禍の生活実態の変化として活動量の低下がみられたことから、コロナ禍において活動量(歩数)を維持した群と減少した群の特徴を検討した。「3-1. 活動量(歩数)の変化」よりコロナ禍において歩数が20%以上減少した人が一定数いたことから、減少量が20%以上減少した人を「減少群」、20%未満または増加した人を「維持群」とした。

群の分類後、同じコロナ禍という状況であっても、夏期調査時と冬期調査時では、コロナ禍に対する考え方や制限の程度なども異なると考えられたため、夏期・冬期ごとに、対応のないT検定またはカイ二乗検定にて群間に違いがみられた項目を抽出した。個人特性である性格や年齢、男女差についても群間で比較したがそれらの項目には群間の違いはみられなかった。なお、維持群または減少群は、コロナ禍でどのような生活を過ごした人だったのか、あるいはコロナ禍でどのような生活の変化があった人だったのかという点に着目するため、群間比較では、コロナ禍調査時の得点(測定値)またはコロナ禍前後の得点(測定値)変化量について検討した。

3-5. 活動量維持群と減少群の特徴検討（夏期結果）

表2-1, 2-2に夏期調査において群間で有意な差がみられた項目を示す。夏期は、両群の割合に地域差がみられたため(表2-2)、その他の群間比較で差がみられた項目では、対応のないT検定にて地域差による影響も検討した(表2-1)。結果、群間で違いがみられた項目の多くで地域差もあることが分かった。

したがって、夏期コロナ禍においては、農村部で

あるということが、維持群であったことの要因の一つとして考えられた。夏期コロナ禍の農村部では、半数以上の人々が農作業を実施していたことのほか、感染者数などの点からもコロナ禍という影響は都市部と比べ比較的小さく、お互いの家を行き来するなどの活動も実施されていた可能性もあり、そうした日々の行為が活動量維持に繋がったのではないかと考える。

その他の群間で差がみられた項目より、個人差や地域差があるものの、維持群は【コロナ禍の役割社会面のQOL】が高く、QOL下位尺度の一つである【全体的健康感の変化量】も増加傾向にあり、【コロナ禍の外出時間割合】が長い傾向にあった。一方、減少群の方が【コロナ禍の精神的側面のQOL】は高く、【コロナ禍のくつろぎ趣味勉強時間割合】が長かったことから、コロナ禍において活動量が減っても、趣味などを行い在宅時間を有効に過ごすことなどで、精神面のQOLは維持されたのではないかと考える。また、地域の影響(年齢等)も関係するが、維持群の方が、有意差はないものの、仕事(農作業を含む)を行っていた人も多い傾向にあり、そうしたことも活動量維持や社会面のQOL得点に通じたと考える。

表2-1 群間の比較 T検定の結果（夏期）

夏期データ：対応のないT検定

指標	項目	群	n数	平均値	標準偏差	両側p値	地域差 T検定p値
QOL指標	コロナ禍 精神面QOL得点	減少群	17	56.5	7.9	0.04	0.04
		維持群	18	51.1	6.9		
	コロナ禍 役割社会面QOL得点	減少群	17	44.9	9.7	0.02	0.03
		維持群	18	52.7	8.7		
生活行動	全体的健康感得点	減少群	17	-1.8	5.5	0.03	0.64
		維持群	18	2.7	6.5		
	コロナ前後変化量	減少群	17	14.5	9.2	0.05	0.06
		維持群	18	21.8	11.7		
外出時間割合*	減少群	17	23.6	10.9	0.01	0.01	
	維持群	18	15.2	6.1			

*35%以上の4名(減少群1名,維持群3名)を除くと有意差はみられなくなった

表2-2 群間の比較 カイ二乗検定の結果（夏期）

夏期データ：カイ二乗検定

項目	分類	両側p値
地域	農村部	0.02
	都市部	
減少群(n=17)	n=4	0.02
維持群(n=18)	n=13	
	n=15	n=3

3-6. 活動量維持群と減少群の特徴検討（冬期結果）

表3-1, 3-2に、冬期調査において群間で有意な差がみられた項目を示す。

冬期は、コロナ禍でも【旅行】を行っていることや、主観的睡眠評価のうち【入眠と睡眠維持の得点】がコロナ禍で向上したことが維持群であることと関連すると考えられた。旅行は活動量維持に貢献する行為である一方、旅行を行うにはある程度の体力が

必要だと考えられ、日頃から活動している人（維持群）だからこそ、旅行を実行できていたとも考えられた。また、冬期調査時は周辺府県にも非常事態宣言は出しておらず、人々もコロナ禍の生活に徐々に適応してきたことが推測され、こうした背景により冬期のみ【旅行】という項目が抽出されたと考える。また、維持群では、主観的睡眠評価のうち入眠と睡眠維持得点だけでなく【コロナ禍の OSA 疲労回復得点 標準化得点(50 点が平均値)】が 50 点以上の人の割合も多かったことから、活動を行っている人は良く眠れており主観的睡眠評価も高くなることが示唆された。一方、減少群では健康関連 QOL の下位尺度得点のうち【体の痛み得点（得点が高いほど、体の痛みがなく、痛みによる活動の妨げがないことを示す）】が低下し、活動量減少群は、コロナ禍で活動しなくなったことで身体機能が衰え体の痛みにも意識が向くようになったのではないかと推察する。生活行動については、減少群でコロナ禍の【身支度入浴時間】が減少傾向で、これは外出機会の減少に伴い入浴や身支度も減ったのではないかと考える。しかし、生活行動時間割合は3日間の行為から算出している為、ある一日のデータを大きく反映した可能性もあり、その点については今後検討する必要がある。

表 3-1 群間の比較 T 検定の結果 (冬期)

冬期データ：対応のない T 検定

指標	項目	群	n数	平均値	標準偏差	両側p値
QOL指標	体の痛み得点	減少	17	-5.8	8.5	0.02
	コロナ前後変化量	維持増加	17	2.6	10.8	
睡眠指標	OSA入眠と睡眠維持得点	減少	17	-2.0	3.2	0.01
	コロナ禍前後変化量	維持増加	17	1.8	4.5	
	全就床時間	減少	17	0:24:00	0:42:16	0.05
	コロナ禍前後変化量*	維持増加	17	0:05:11	0:39:22	
生活行動	身支度入浴時間割合	減少	17	-1.53	2.30	0.03
	コロナ禍前後変化量	維持増加	17	0.24	2.17	

※ 1:30以上増加した1名(減少群)を除くと有意な差はみられなかった

表 3-2 群間の比較 カイ二乗の結果 (冬期)

冬期データ：カイ二乗検定

項目	分類		両側p値
コロナ禍 旅行の有無	旅行なし	旅行あり	0.00
減少群(n=17)	n=14	n=3	
維持群(n=17)	n=5	n=12	
コロナ禍 OSA疲労回復得点 標準化得点分類	50点以上	50点未満	0.04
減少群(n=17)	n=7	n=10	
維持群(n=17)	n=13	n=4	

4. 倫理面への配慮

本研究は科学研究費補助金（基盤研究(B) JP16H03027 の一部および特別研究員奨励費 JP19J22081) の助成を受けて実施した。

倫理配慮に関して、調査前に各調査対象者からインフォームド・コンセントを得ており、本研究は奈良女子大学研究倫理審査委員会の承認を受けている。

5. まとめ

コロナ禍前後夏期冬期の全4期間の生活実態調査に参加した奈良県内の農村部と都市部の高齢者を対象にコロナ禍前後の生活実態やQOLを比較した。

時期に違いはあるものの、両地域でコロナ禍において活動量の変化が確認された。都市部でのみ変化がみられたのは睡眠指標のうち就床時刻、健康関連QOLの社会生活機能得点であった。また、コロナ禍で活動量を維持した人の特徴として、夏期コロナ禍は農作業に関わる地域差が大きかったが、冬期コロナ禍では地域差はみられず旅行を行っていたことや主観的睡眠感との関連がみられた。

コロナ禍において高齢者の生活実態に変化がみられたが、健康関連QOL指標のサマリースコアでは両地域ともコロナ禍での有意な変化はみられなかった。この結果に関して、コロナ禍をはじめとした非常事態下での高齢者の健康維持を検討するにあたり、今後はコロナ禍においても高いQOL得点であったのはどのような人だったのか、コロナ禍でのQOL要因等についても解析を進める必要があると考える。さらに、コロナ禍における生活実態の変化は、季節差や地域差だけでなく、その中でも個人差がみられたことから、平均で捉えるだけでなく、活動量やQOLが大きく減少した人など個人に着目して特徴を捉え対応を検討する必要もあると考える。

参考文献

- 1) 木村美也子 他：新型コロナウイルス感染症流行下での高齢者の生活への示唆：JAGES 研究の知見から、日本健康開発雑誌,第41号, p3-13(2020).
- 2) 渡邊栄弘 他：新型コロナウイルス感染症の活動自粛による高齢者の心身機能の現状,健康支援,第23巻,1号,p15-20(2021).
- 3) M.Yamada et al. : The Influence of the COVID-19 Pandemic on Physical Activity and New Incidence of Frailty among Initially Non-Frail Older Adults in Japan:A Follow-Up Online Survey,J Nutr Health Aging,25(6),p751-756(2020).
- 4) 帯名千滉 他：奈良県の農村部および都市部在住高齢者のコロナ禍前後における生活実態調査,日本人間工学会第63回大会,2022年7月.
- 5) 帯名千滉 他：奈良県の農村部および都市部在住高齢者のコロナ禍前後における生活実態調査,第44回日本家政学会関西支部大会,2022年11月.
- 6) 内閣官房：新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言の実施状況に関する報告,令和3年10月.

大学生の入眠・覚醒リズムに関する調査研究 —2019 年から 2022 年における実測調査—

Research and study about sleep patterns in university students

— Survey for 4 years between 2019 and 2022 —

○榎本 夕奈*¹, 中川 愛子*², 河本 彩*², 城戸 千晶*², 久保 博子*²

*¹ 奈良女子大学大学院, *² 奈良女子大学

ENOMOTO Yuna*¹, NAKAGAWA Aiko*², KAWAMOTO Aya*², KIDO Chiaki*², KUBO Hiroko*²

*¹Graduate School, Nara Women's University, *²Nara Women's University

1. 背景・目的

睡眠不足は生活習慣病やうつ病といった心身の健康リスクの向上¹⁾や免疫機能²⁾との関連が明らかになっている。睡眠不足だけでなく不規則な入眠・覚醒リズムも、肥満や抑うつとの関連する³⁾ことや日中の眠気や疲労感を増加させる⁴⁾ことが明らかになっており、健康な睡眠習慣への意識は社会的にも高まっているといえる。

睡眠習慣に関する研究は、就床・離床時刻を記録させるなど主観的な申告によるものが多く、一方、実験室などで客観的に測定を行う場合は就床時刻などのスケジュールが管理されるため、流動的な社会生活の中で人々がどのような入眠・覚醒リズムを有しているのか、実態の把握は十分には行われていない。そこで活動量計による客観的な指標を取り入れた日常生活における実測調査を 2019 年から 2022 年の 4 年にわたり実施した。

本調査は大学生を被験者とした。大学生は社会的な時間制約をもたらす授業やアルバイトにおいて個人による自由度が高い。加えて 2020 年以降のコロナ禍での生活は、オンライン講義による通学頻度の低下や課外活動の停止など、時間制約をさらに低減させるものだったと考えられる。大学生においては学年が上がるにつれて睡眠相が後退する⁵⁾という報告もあるため、4 年度にわたる調査をまとめるにあたっては、学年による影響やコロナ禍における社会的な背景の影響について複合的に考察する必要がある。

本報告では 4 年度の調査で得られた計 44 名のデータを、年度や学年での群間比較を行う他、同一人物から継続して得られた結果と照らし合わせることで、睡眠・覚醒リズム等について、学年による影響とコロナ禍における社会的な時間制約の影響について検討した。

2. 方法

2-1. 実測概要

表 1 に実測の概要を示す。女子大学生 31 名を対象に 2019 年 4 月中旬から 8 月上旬⁶⁾、そのうち 25 名を対象に 2020 年 5 月中旬から 9 月上旬⁷⁾、新たな被験者も募り 28 名を対象に 2021 年 5 月下旬から 6 月下旬⁸⁾、2019 年度 1 回生であった 11 名について 2022 年 5 月中旬から 6 月中旬に実測を行った。

腰装着型の活動量計を入浴時以外終日装着させ、起床・就床時刻を毎日記録させた。また実測の前後に日常生活や睡眠についてたずねるアンケート、朝型夜型質問紙⁹⁾、エプワース眠気尺度日本語版¹⁰⁾、モーズレイ性格検査¹¹⁾、GHQ 精神健康調査¹²⁾などの調査に回答させた。また各年の数日ずつについて、起床時の主観的睡眠感を、I 起床時眠気、II 入眠と睡眠維持、III 夢み、IV 疲労回復、V 睡眠時間の 5 つの因子で得点化できる OSA 睡眠調査票 MA 版¹³⁾ (OSA-MA) に回答させた。

本調査は奈良女子大学研究倫理審査委員会による認証を得て実施し、全被験者から倫理指針に基づき書面で同意を得た。

表 1 実測概要

実測期間	2019年	2020年	2021年	2022年
	4-8月 16週間	5-9月 16週間	5-6月 4週間	5-6月 4週間
被験者	健康な女子学生 計44名 □:学年 ** :追跡者			
	① 15名* ③ 11名*	② 14名* ④ 11名*	④ 17名 ③ 11名*	④ 11名*
計測項目	生活行動	就床/離床時刻など(活動日誌による)、日中活動量・中途覚醒回数・睡眠効率・入眠/覚醒時刻など(活動量計による) 【2020年】電子機器利用時間		
	環境量	【2020-2022年】寝室温湿度、寝室照度		
	アンケート	大学生の睡眠と活動に関するアンケート、OSA睡眠調査票MA版、朝型夜型質問紙、エプワース眠気尺度日本語版 【2020年】モーズレイ性格検査 【2021, 2022年】GHQ精神健康調査		

2-2. 統計解析

統計解析には IBM SPSS Statistics ver.25 および 28 を使用した。対応のない群間の平均の差の比較には一元配置分散分析、対応のある群間には反復測定分散分析を行い、有意確率 0.05 未満 (* : $p < 0.05$) を有意とした。群間の比較においては Bonferroni 法により有意確率の補正を行った。

3. 結果

3-1. 全体の傾向について

(1) 年度・学年別（7 群）での睡眠の比較

図 1 に各年度・各学年の平均入眠時刻、覚醒時刻と、それらの間の時間である睡眠時間 SPT (Sleep Period Time) を示す。n 数はそれぞれ軸項目下に示し、前年度からの追跡者を含む群には「★」または「☆」を付した。

入眠時刻が最も早かったのは 2019 年度の 1 回生で 0:26、最も遅かったのは 2020 年度の 4 回生で 1:44 であり、その差は 1 時間 18 分であった。

覚醒時刻についても、最も早かったのは 2019 年度の 1 回生で 7:25、最も遅かったのは 2020 年度の 4 回生で 8:44、その差は 1 時間 19 分であった。入眠時刻、睡眠時間 SPT、覚醒時刻のいずれにおいても 7 群間で有意な差はなかった。

図 2 に、寝床で横になっていた全体の時間である全就床時間 TIB と、そのうち「眠っている」と判定された時間の合計である総睡眠時間 TST (Total Sleep Time) の各群の平均を示す。全就床時間 TIB に対する総睡眠時間 TST の割合は睡眠効率として、睡眠の質の指標となる。全就床時間 TIB には 7 群間の差はなかったが、複数の群との比較で 2021 年度の 1 回生の総睡眠時間 TST が有意に短かった。

(2) 年度別、学年別（各 4 群）での睡眠の比較

入眠時刻/睡眠時間 SPT/覚醒時刻を、年度別に平均した結果を図 3-1、学年別に平均した結果を図 3-2 に示す。年度ごとの 4 群、学年ごとの 4 群どちらにおいても、入眠時刻、睡眠時間 SPT、覚醒時刻に差は見られなかった。

(3) 起床時の主観的睡眠感について

図 4 に各年度・各学年の OSA-MA の因子 V 睡眠時間の平均標準化得点 (50 点が全国平均得点) を示す。7 群での比較においても、年度ごと、学年ごとの各 4

年度・学年別 平均 入眠時刻/SPT/覚醒時刻

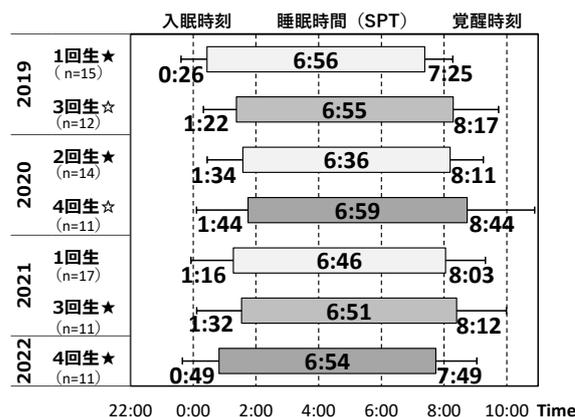


図 1 年度・学年別 平均入眠時刻/SPT/覚醒時刻

年度・学年別 平均 全就床時間TIB・総睡眠時間TST

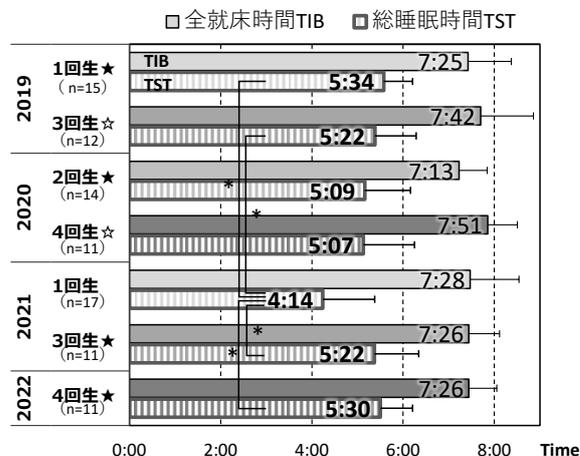


図 2 年度・学年別 TIB (上) /TST (下・太枠)

年度別 平均 入眠時刻/睡眠時間SPT/覚醒時刻

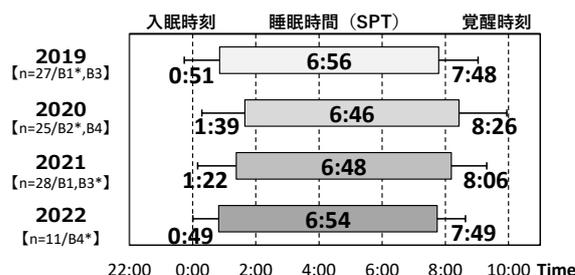


図 3-1 年度別 平均入眠時刻/SPT/覚醒時刻

学年別 平均 入眠時刻/睡眠時間SPT/覚醒時刻

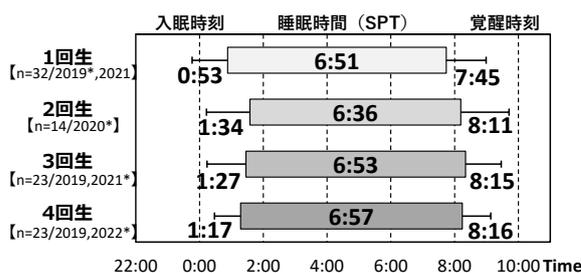


図 3-2 学年別 平均入眠時刻/SPT/覚醒時刻

群での比較においても有意な差はなかった。同一 11名の年度ごとにおいても同様であり、全体の傾向として主観的睡眠感得点に差や変化は見られなかった。

(4) 同一人物 11 名における 4 年度の睡眠の比較

全体 44 名のうち、2019 年度 1 回生から 2022 年度 4 回生まで追跡することのできた 11 名の入眠時刻／睡眠時間 SPT／覚醒時刻を **図 5** に示す。覚醒時刻について、2019 年度は 7:07 であったのと比較し、2020、2021 年度は 8:07、8:12 と有意に後退していた。2022 年度には 7:49 であり、2019 年度との間に有意な差は認められなくなっていた。入眠時刻や睡眠時間 SPT には年度による差はなかった。

3-2. 個人による差について

主観的睡眠感について、全体の傾向においては差が見られなかったが、個人ごとのデータ (n=31、欠測日のあった 2 名で n=25、30) において年度による比較を行うと、11 名中 9 名で一つ以上の因子得点に年度での差があった。最も変化した人が多かったのは因子 V (睡眠時間) で、5 名の被験者で年度による有意な差が見られたが、どの年度間で差があるかは個人により様々であった。

図 6-1、6-2、6-3 に、4 年間追跡できた被験者である sub. A、B、C、3 名それぞれの、入眠時刻と覚醒時刻の実測値を年度ごとにプロットしたものを示す。2019、2020 年度は、2021、2022 年度のデータ数に応じて、16 週間から同時期の 4 週間程度を抜き出してプロットした。

sub. A は 11 名全体の平均 (**図 4**) と同様の傾向が見られたが、sub. B は 2020 年度から 2022 年度で平均入眠時刻が 20 分ほど前進しただけであった。また sub. C はばらつきが大きいので、平均覚醒時刻は最も早い年度と最も遅い年度で 1 時間 30 分以上の差があるが、統計的な有意差はなかった。

sub. C は、平均入眠時刻、覚醒時刻には年度間による有意差がなかったものの、OSA-MA の変化は他の 2 名より多く (A は 1 因子、B は 0 因子、C は 2 因子で年度による差が見られた)、また 4 年度で計 6 回実施したアンケートにおいて「睡眠に関して特に悩みがありますか」という質問に、すべての時期で「ある」と回答していた。

起床時の主観的睡眠感と回答前日の睡眠変数との関連について検討したところ、個人によって関連の

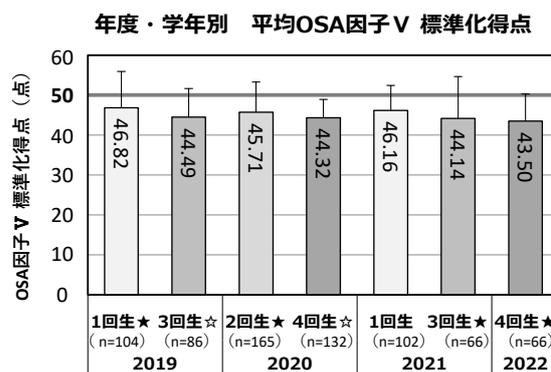


図 4 年度・学年別 OSA 因子 V 平均得点

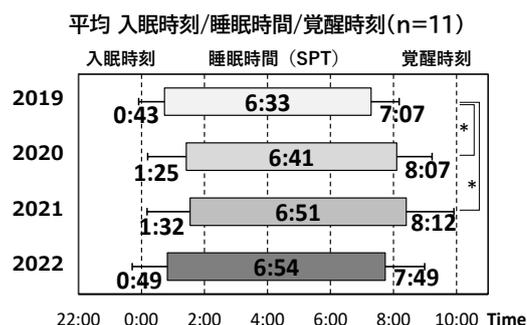


図 5 同一 11 名 平均入眠時刻/SPT/覚醒時刻

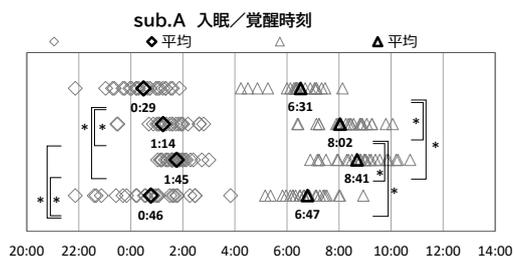


図 6-1 sub. A (平均型) 入眠時刻/覚醒時刻

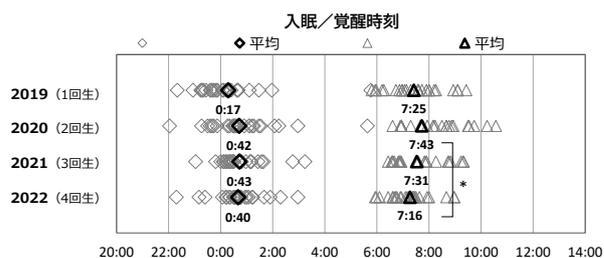


図 6-2 sub. B (変化なし型) 入眠時刻/覚醒時刻

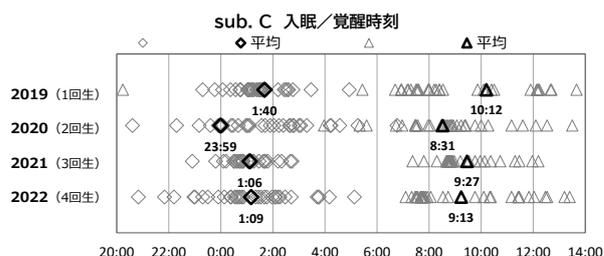


図 6-3 sub. C (ばらつき型) 入眠時刻/覚醒時刻

見られる OSA-MA 因子と睡眠変数の組み合わせは様々であり、睡眠変数との関連においても個人による差があることがうかがわれた。

4. 考察

4-1. 入眠・覚醒リズムの変化について

延べ91名のデータにおいては入眠・覚醒リズムの年度、学年による有意な差は見られなかったが、同一人物11名の追跡結果からは、1回生であった2019年度と比較して2020、2021年度で睡眠相が後退し、4回生となった2022年度に前進して戻るといった経過が観察された。同様の傾向が、学年を混合させた年度別平均(図3-1)では見られるが、実施年度を混合させた学年別平均(図3-2)では見られないことから、この入眠・覚醒リズムの変化は学年が上がっていくことによるものではなく、コロナ禍での状況によるものであると考えられる。

4-2. 主観的睡眠感の個人差について

OSA-MAによる主観的睡眠感調査は、被験者固有の睡眠感をとらえるものではなく日々変動する睡眠感を尺度化したものである¹³⁾。平均値からは読み取ることのできない個人内の変化や、客観的睡眠変数と主観的睡眠感の関連があることが示唆される。

5. 結論

特に2020年度において、コロナ禍により社会的な時間制約が一斉に低減するという前代未聞の状況下でのデータが得られた。そのようなデータを、学年による群分けや同一人物における経過と比較することで、入眠・覚醒リズムなどについて、学年による差よりも社会的な時間制約による影響が大きいことを示した。多くの大学では、授業や研究室といった時間制約をもたらす要因の選択における個人の自由度は、学年が上がるにつれて増す。一般的に学年によるものと捉えられている睡眠の差は、学年が上がることによって社会的な時間制約が変化するために生じる差であると考えられる。

生活にどの程度の時間制約を設けるか、その選択を個人で自由に行っている裁量の大きい大学生では特に個人による差は大きいと考えられるため、睡眠変数、主観的睡眠感得点の変化やそれらの関連については、今後個人に焦点を当てた仔細な考察が必要である。

参考文献

- 1) 厚生労働省健康局(2014年3月)「健康づくりのための睡眠指針2014」
<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/0000047221.pdf>
- 2) 岡村尚昌ほか(2010), 睡眠時間は主観的健康感及び精神神経免疫学的反応と関連する, 行動医学研究, 15,1,33-40.
- 3) 三島和夫(2019), 社会的ジェットラグと睡眠, 学術の動向, 24,8,32-39.
- 4) 田村典久, 田中秀樹, 駒田陽子, 成澤元, 井上雄一(2019). 平日と休日の起床時刻の乖離と眠気, 心身健康, 学業成績の低下との関連. 心理学研究, 90(4), 378-388.
- 5) 山本隆一郎, 野村忍(2009). Pittsburgh Sleep Quality Indexを用いた大学生の睡眠問題調査. 心身医学, 49,7,817-825.
- 6) 久保博子, 榎本夕奈, 城戸千晶「大学生の睡眠実測調査からみた睡眠習慣の変化について」. 日本睡眠学会第46回定期学術集会, 2021年9月, 福岡
- 7) 榎本夕奈, 城戸千晶, 久保博子「コロナ禍における大学生の睡眠実態調査からみた睡眠習慣と睡眠評価」. 日本睡眠学会第46回定期学術集会, 2021年9月, 福岡
- 8) 城戸千晶, 榎本夕奈, 中川愛子, 久保博子. 「with コロナ期における大学生の睡眠習慣および睡眠評価の実態」. 日本睡眠学会第47回定期学術集会, 2022年6月, 京都
- 9) 石原金由, 宮下彰夫, 犬上牧, 福田一彦, 山崎勝男, 宮田洋(1986). 日本語版朝型-夜型(Morningness-Eveningness)質問紙による調査結果. 心理学研究, 57(2), 87-91.
- 10) Misa Takegami 1, Yoshimi Suzukamo, Takafumi Wakita, Hiroyuki Noguchi, Kazuo Chin, Hiroshi Kadotani, Yuichi Inoue, Yasunori Oka, Takaya Nakamura, Joseph Green, Murray W Johns, Shunichi Fukuhara (2009). Development of a Japanese version of the Epworth Sleepiness Scale (JESS) based on item response theory. SLEEP MEDICINE
- 11) MPI 研究会(1969)『新・性格検査法—モーズレイ性格検査法—』誠信書房.
- 12) 中川泰彬, 大坊郁夫(2013)『日本版GHQ精神健康調査票手引き(増補版)』日本文化科学社.
- 13) 山本由華吏, 田中秀樹, 高瀬美紀, 山崎勝男, 阿住一雄, 白川修一郎. 中年・高齢者を対象としたOSA睡眠感調査票(MA版)の開発と標準化(1999).

健康長寿社会の実現に向けた筋活動量の可視化 Visualization of Muscle Activity for a Healthy Longevity Society

○平田一郎*, 福井航*, 福田純*, 後藤泰徳*

*兵庫県立工業技術センター

HIRATA Ichiro*, FUKUI Wataru*, Fukuda Atsushi*, GOTO Yasunori*

*Hyogo Prefectural Institute of Technology

1. はじめに

本研究は、健康長寿社会の実現を目指し、人々が健康を維持するための行動を促すための方法について検討している。現在、日々の行動を簡易に計測し、筋活動量を部位ごとに分析する方法についての研究を進めている(図1)。これまでに、メンタルモデルダイアグラム¹⁾と呼ばれる UX デザイン手法を応用して身体活動を分類する方法について報告した²⁾。メンタルモデルダイアグラムを用いることにより、生活活動のメッツ表³⁾に記載されている事例を類似した身体活動ごとに分類し直し、日常生活における身体活動とメッツ値との関連性を明確化した。身体活動をより詳しく確認する方法として、これまでのメッツ値に加え、身体の各部位における筋活動量を可視化することを検討している。これにより、活動の違いによる身体の衰えや強化すべき箇所を確認しやすくなる。本稿では上記を実現するための取り組みについて報告する。

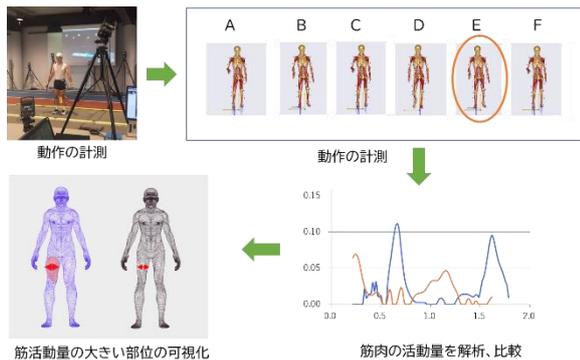


図1 筋活動量の比較

2. 筋骨格モデルシミュレーションの活用

筋活動の計測は、計測対象の部位に電極を貼り付けて活動電位の変化を分析するのが一般的である。しかしこの方法では計測に時間がかかり、被験者への負担も大きい。そこで本研究では「筋骨格モデル」

を用いて筋活動量のシミュレーションを行った。

筋骨格モデルのシミュレーションツールである Anybody⁴⁾により解析した例として、歩行時の歩幅の違いにおける筋活動量の比較結果を図2に示す。この解析方法は、身体全体の筋肉の活動量をそれぞれ解析可能であるため、筋電センサによる計測よりも多くの部位の解析が可能である。

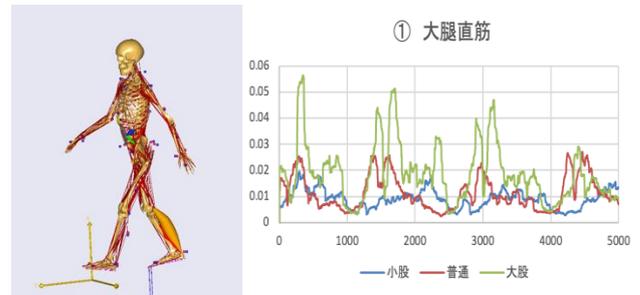


図2 筋骨格モデルによる筋活動シミュレーション
(歩行姿勢の違いによる大腿直筋の活動量比較)

3. 日常動作の計測

3-1. 事前計測データとの対応づけ

これまでに実施してきたメッツ表等を確認しながら日々の活動をするのは難しい。そこで、日常生活の活動とメッツ表との関連性をリアルタイムに確認可能な日常活動量可視化システムの構築を目指している。このシステムでは生活者の日常活動を計測し、筋活動量を計算してリアルタイムに生活者にフィードバックするものである。しかし現状は、解析結果をフィードバックするまでに時間がかかってしまう。そこで、各動作の筋活動量については筋骨格モデルにより事前に解析する予定である。事前に動作計測と筋活動量を計算しておき、それらの蓄積した筋活動量結果をもとに、リアルタイムに計測した動作データと関連付けすることにより、日常活動をもとにした筋活動量をリアルタイムにフィードバックさせることが可能となる。

3-2. センサ以外の動作計測方法の検討

日常活動の計測する方法としては、これまでに壁面や階段、歩行器等に測距センサを取り付けて動作計測する方法について取り組んできた⁵⁾。この方法に加え、より簡易に動作計測可能でかつ筋活動量解析にも活用可能な動作データの計測方法について検討した。

筋活動量の解析に活用する筋骨格モデルは、逆動力学計算により解を求める。逆動力学計算では、剛体リンクモデルに動作データを反映して関節トルクや関節間力を求めることから日常活動の「動作データ」が必要である。逆動力学計算に用いる動作データの取得方法として光学式モーションキャプチャによる動作計測が一般的である。上記は、対象者に多数の反射マーカを貼り付けて、複数台の赤外線カメラで撮影して動作を計測する方法である。この方法は、計測精度が高い反面、カメラ位置の設定や反射マーカの取り付けなど計測するための準備が大変である。そこで本研究では、被験者に反射マーカを貼り付けなくても動作計測可能なシステムを構築するために、汎用カメラで撮影した映像から姿勢を推定して動作データとして活用する方法を検討した。動作データのもととなる姿勢を推定する方法として Open Pose⁶⁾ を活用した。Open Pose は深層学習により人体の骨格を推定するモデルである。

3-3. 3D アニメーション作成ツールの活用

映像データから動作データを取得する方法として、Open Pose と並行して別の方法についても検討した。より容易に筋活動の解析を行う方法として、3D アニメーション作成ツールとして提供されている Plask⁷⁾ を活用した動作データ取得および筋骨格モデルへの反映を試みた(図3)。Plask では、動画データをもとに3D モーションデータ (bvh 形式) が自動生成される。出力された BVH ファイルを筋骨格モデルに反映させたところ、問題なく解析できることがわかった(図4)。

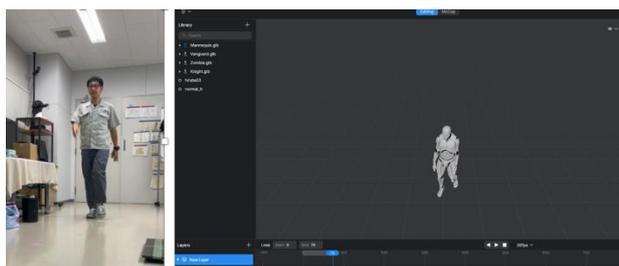


図3 アニメーション作成ツール (Plask)

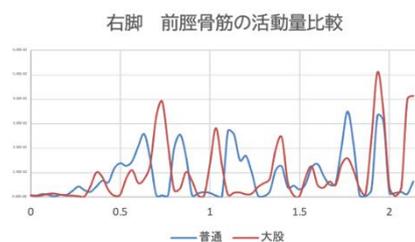


図4 Plask データを活用した解析結果例

4. おわりに

本稿では、健康長寿社会の実現する方法として、筋骨格モデルを用いた筋活動量計算とそのための姿勢計測の取り組みについて報告した。筋骨格モデルによる解析には動作データが必要であり、動作データを取得する方法として、深層学習による骨格推定モデルや3D アニメーション作成ツールの活用を試みて検証した。今後は、取得した動作データと解析結果を関連付ける方法や、結果をユーザに効果的にフィードバックさせる仕組みについて検討していく予定である。

参考文献

- 1) INDI YOUNG, 田村大 (監訳): メンタルモデル-ユーザーへの共感から生まれる UX デザイン戦略-, 丸善出版 (2014) .
- 2) 平田一郎, 福井航, 福田純, 後藤泰徳: メンタルモデルダイアグラムを応用した日常生活活動分類-健康長寿社会に向けた取り組み-, 第17回日本感性工学会春季大会予稿集 (2022) .
- 3) 運動基準・運動指針の改定に関する検討会 報告書, 厚生労働省, p55 (2013).
- 4) Michael Damsgaard, John Rasmussen, Søren Tørholm, Christensen, Egidijus Surmaa, Mark de Zeeb, Analysis of musculoskeletal systems in the AnyBody Modeling System, Simulation Modelling Practice and Theory, Vol14, pp.1100-1111, (2006).
- 5) 平田一郎, 後藤泰徳: 健康モデル化を目的とした日常行動計測アプリケーション, 日本デザイン学会 第67回研究発表大会(2020).
- 6) Julieta Martinez, Rayat Hossain, Javier Romero, James J. Little, A simple yet effective baseline for 3d human pose estimation, Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), pp. 2640-2649, 2017
- 7) <https://plask.ai/> (2022年11月4日確認)

デジタルヒューマンによる力学的負荷解析結果に対する 近似関数の構成による作業姿勢の最適化 ～荷物持ち上げ時の作業姿勢の最適化～

Optimization of Working Postures using Approximated Function for Physical Load Analysis by Digital Human : Optimization of Load-lifting Postures

○齋藤大和*, 廣川敬康**

*近畿大学大学院 生物理工学研究科 **近畿大学 生物理工学部

SAITO Yamato*, HIROKAWA Noriyasu**

*Graduate School of Biology-oriented Science and Technology, Kindai University,

**Faculty of Biology-oriented Science and Technology, Kindai University.

1. 緒言

人に配慮した製品設計を行う際には、製品使用時に使用者の身体にかかる負荷を軽減することが求められる。その際、デジタルヒューマンを使用して力学的負荷解析を行うことにより、実験参加者による実験回数を削減して、製品の設計や使用動作を詳細に検討することが可能となる。さらに、解析と最適化計算手法を連係することにより身体的負荷が小さな動作を合理的かつ効率的に求めることが期待できる¹⁾。その一方で、デジタルヒューマンを用いた最適化計算には多大な計算コストを必要とするため、本研究では、近似関数を構成して最適化計算を行うことにより計算コストを低減する。

2. 研究の構成

2-1. 研究の全体構成

本研究では、後出の図2に示すように、製品を使用する際の一連の動作を複数の時刻で分割し、時刻間における姿勢の連続性を考慮して各姿勢の最適化を行う。各姿勢の最適化過程における身体的負荷の評価には関節トルク比²⁾を用い、その近似関数を構成して最適化計算を行う。

以下に、本研究の全体構成を示す。

1. $l = 1$ とする。
2. 第 l 姿勢について、3～7 を実行して最適解を求める。
3. 初期解 $\mathbf{x}_1 = (x_{1,1}, x_{1,2}, \dots, x_{1,n})$ に基づいてデジタルヒューマンで姿勢を作成し、力学的負荷解析を行う(図1(a)①, 同図(b)①)。 $k = 1$ とする。
4. 設計変数 $x_{k,i}$ ($i = 1, 2, \dots, n$) を $\Delta x_{k,i}$ ずつ変動さ

せたサンプル点①, ②, ... に対して、力学的負荷解析を行う(図1(a), 同図(b))。

5. これまでに力学的負荷解析を行ったサンプル点を用いて目的関数と制約条件(評価関数と総称する)の近似関数を構成する(図1(c))。
6. 最適化計算で $\mathbf{x}_{k+1} = (x_{k+1,1}, x_{k+1,2}, \dots, x_{k+1,n})$ を求める(図1(d))。
7. $k = k + 1$ として2に戻る。このとき、近似関数を構成する際の変動量を $\Delta x_{k,i} = 0.5 \Delta x_{k-1,i}$ に縮小する(図1(e))。
8. 第 l 姿勢の最適解を第 $(l + 1)$ 姿勢における初期解とし、 $l = l + 1$ として2に戻る(図1(e)～同図(h))。

2-2. 関節トルク比を用いた身体的負荷の評価

関節トルク比は、関節が発揮できる最大関節トルクに対し、関節が発揮するトルクの比である。関節トルク比を用いることにより、関節トルクが同じであっても、最大関節トルクが小さいほど関節トルク比の絶対値が大きくなり、大きな負荷として評価できる²⁾。なお、最大関節トルクはトルクの向きと関節の回転角度によって変化するため³⁾、その変化を考慮して関節トルク比を計算する。

2-3. 近似関数の構成

サンプル点での解析結果に基づいて評価関数の近似関数を構成する問題は最適化問題を構成する。この問題の設計変数は近似関数を表す近似曲面の方程式に含まれる係数、目的関数はサンプル点における評価関数値とその近似関数値との誤差の2乗和の最小化となる。この最適化問題に一般縮小勾配法(Generalized Reduced Gradient, GRG)を適用して

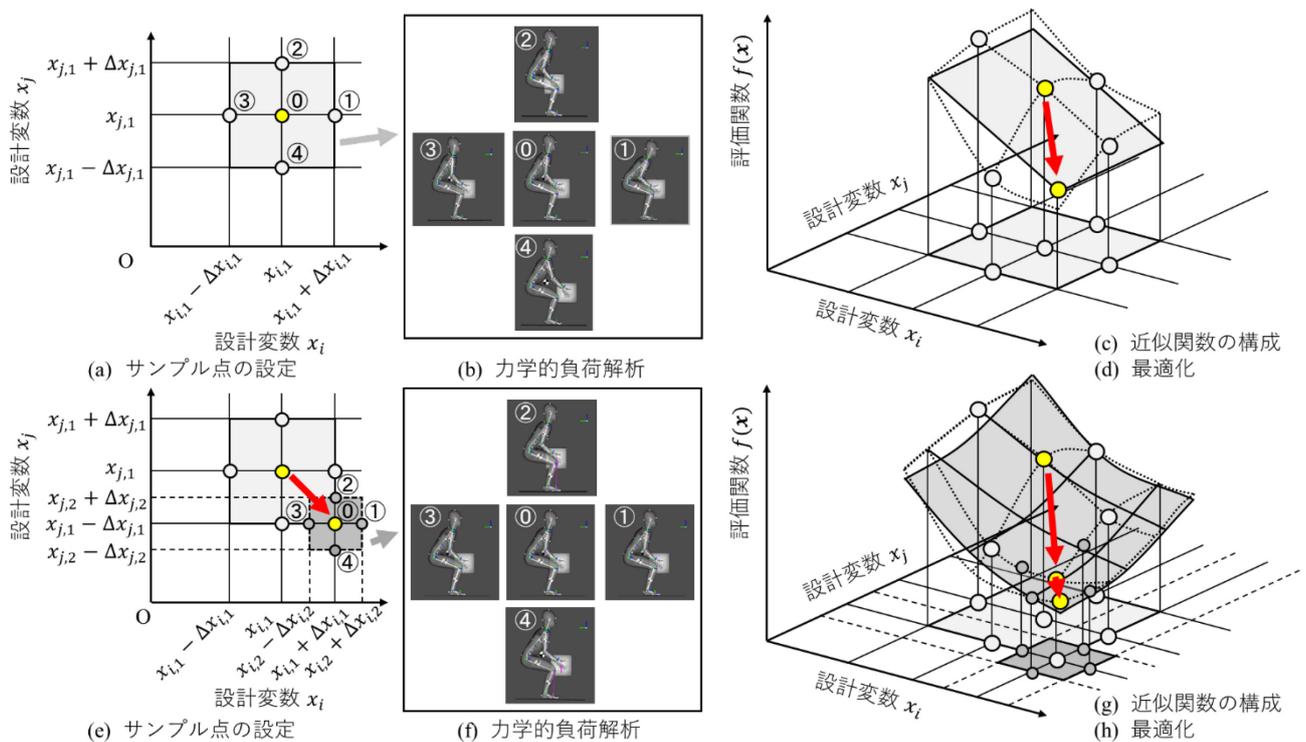


図1 本研究の構成

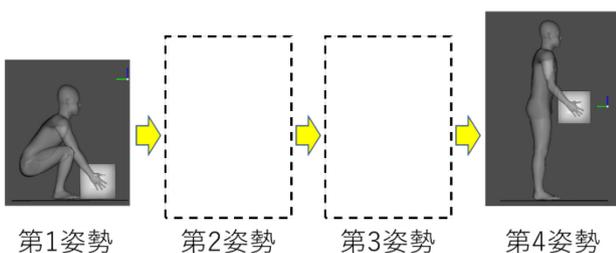


図2 荷物の持ち上げ時の作業姿勢

近似曲面の係数を決定する。

2-3. 近似関数を用いた最適化

2-1 項の 6 における最適化問題は、関節トルク比の最小化問題となることから、GRG を適用して解を求める。このとき、対象とする問題に応じて必要な制約条件を設定して最適化問題を構成する。

3. 実行結果

3-1. 最適化条件

本研究では、図2に示すように、床に置かれた箱（1辺50cmの立方体で質量20kg）を左右対称の姿勢で持ち上げる動作を対象として、両膝関節を屈曲した状態から直立状態までを4つの時刻で分割し、第1姿勢から第3姿勢までの最適化を順に行う。すなわち、第1姿勢の最適化結果を基に第2姿勢を最適化し、さらに第2姿勢の最適化結果を基に第3姿勢の最適化を行う。それぞれの時刻における腰の高

さと箱底面の高さはそれぞれ、第1姿勢では302mmと0mm、第2姿勢では580mmと345mm、第3姿勢では733mmと493mm、第4姿勢では882mmと710mmとする。デジタルヒューマンとしてはDhaibaWorks（産業技術総合研究所）の男性標準体型モデル（身長169.1cm、体重65.3kg）を用いる。

3-2. 最適化問題の定式化と解法

各姿勢においては、骨盤高さと箱の底面の高さを固定し、腰関節角度 θ_1 (°)と箱の水平方向の位置 y_1 (mm)を設計変数として最適化を行う。目的関数は腰関節における伸展の関節トルク比の最小化とし、制約条件として、体の重心が支持基底面の上方に存在してバランスがとれている条件、箱と体が干渉しない条件、設計変数が近似関数の変動量を超えない条件を導入する。なお、後出の図4に示すように、本研究では各関節の屈曲と伸展、外転と内転のように相反する向きの関節トルク比をそれぞれ正負の値で区別して表現するため、本最適化問題の目的関数は腰関節トルク比の絶対値の最小化とする。また、設計変数以外の関節角度等は従属変数とし、デジタルヒューマンによる解析を行って値を決定する。

ここで、近似関数を構成する際の設計変数の変動量は、 $k=1$ のとき $\Delta\theta_1=10^\circ$ 、 $\Delta y_1=100$ (mm)とする。最適化計算には、Microsoft Excel のソルバーアドインに含まれる「GRG非線形」を使用する。

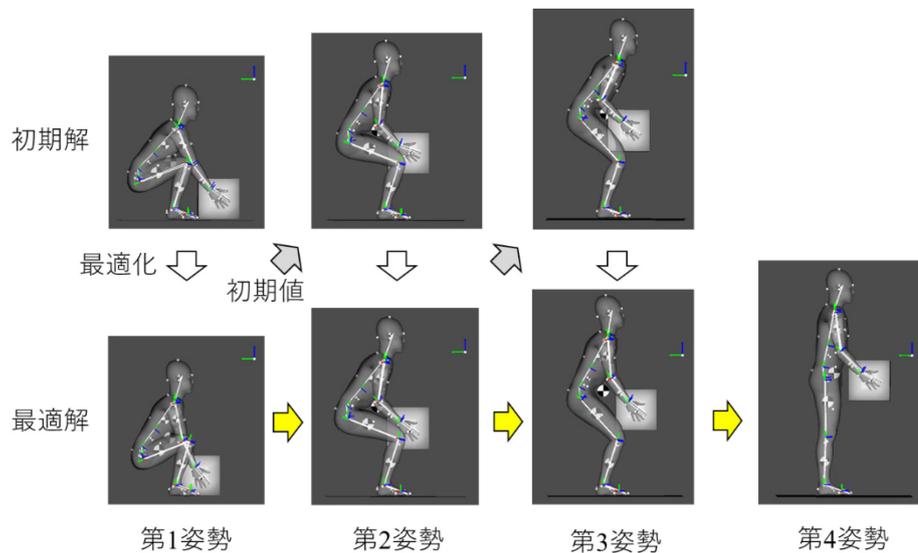


図3 荷物の持ち上げ動作における各姿勢の初期解と最適解

3-3. 近似関数の構成

本最適化問題における設計変数は2個である。そのため、 $k=1$ の場合はサンプル点が5個であり、近似関数を2次近似するためにはサンプル点の数が不足するため近似関数は平面とする。 $k=2$ の場合はサンプル点が新たに5個追加されて10個となるため近似関数は2次曲面とする。2-3項に示すように、それぞれの近似関数における係数の決定問題は最適化問題として構成されるため、3-2項に示す最適化問題同様、Microsoft Excel のソルバーアドインに含まれる「GRG 非線形」を使用して決定する。

3-4. 結果と考察

図3に、第1～第3姿勢における最適解を示す。また、図4に、関節トルク比の変化を示す。図3の上段は第1～第3姿勢の初期解、下段はそれらの最適解であり、下段の第1～第4姿勢が荷物を持ち上げる際の最適な動作となる。

第1姿勢においては、初期解では箱の位置が体から離れていたため、腰関節にかかる関節トルク比が大きかったが箱の位置を体に近づけ、さらにそれによって上体を引き起こすことが可能となり、腰関節の関節トルク比の絶対値が低減できている。なお、最適解の姿勢では両脚を開いており、その間で箱と体を近づけているため箱と脚は干渉していない。また、第2姿勢においては、最適解での関節トルク比が初期解での関節トルク比より増大しているが、その理由は、第2姿勢の初期解では体の重心位置が支持基底面の上方に存在していないためバランスが取れていないが、バランスが取れるように上体を若干

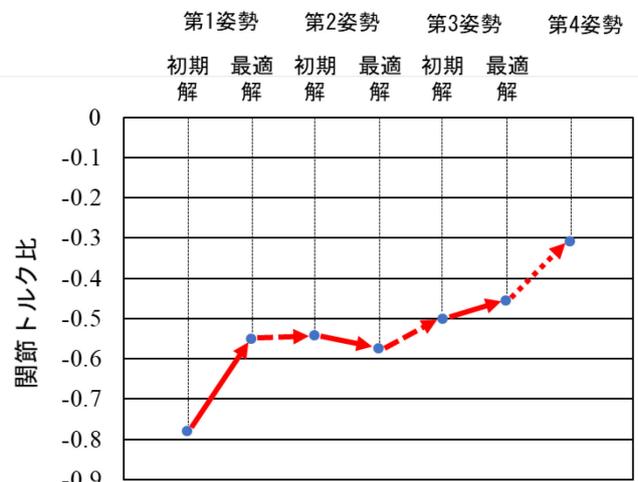


図4 荷物の持ち上げ動作の最適化における関節トルク比の推移

前傾しているためである。第3姿勢では、さらに上体を引き起こすことによって腰関節にかかる関節トルク比の絶対値が低減できている。なお、箱と体が遠ざかっているのは、第2姿勢から第3姿勢に立ち上がるにつれて両膝の間隔が狭くなることから、箱と脚との干渉を避けるためである。

また、図4より、第1姿勢、第3姿勢において、最適化計算を行うことにより腰関節の関節トルク比の絶対値を低減できていることが確認できる。特に、第1姿勢においてはその効果大きい。この理由としては、第1姿勢の初期解では箱が体から遠かったことが一因として挙げられるが、そのような場合でも箱と体を適切に近づけることができている。一方、第2姿勢では箱と脚との干渉を避けるためには、箱

と体を近づけることに限界があることから腰関節の関節トルク比の絶対値は若干増加している。

4. 結言

本研究では、デジタルヒューマンを用いて力学的負荷解析を行うことによって一連の動作を最適化するための方法を示し、荷物を持ち上げる動作に適用してその有効性を検証した。提案手法では、デジタルヒューマンでの解析結果に基づいて構成した近似関数を用いて最適化計算を行うことによって、身体的負荷が小さい動作を少ない計算コストで求めることが可能である。今後、設計変数となる関節の変化の向きも考慮して、より複雑な動作に対して適用することを検討している。

参考文献

- 1) 茅原崇徳他：デジタルヒューマンモデルを用いた身体負担評価に基づく製品の最適設計法（手すり設置位置の設計への適用），日本機械学会第26回設計工学・システム部門講演会講演論文集，No. 2506 (2016).
- 2) 齋藤大和他：デジタルヒューマンを用いた人間工学設計のための関節トルク比に基づく身体的負荷の評価とその軽減，日本人間工学会第62回大会，2G2-1 (2022).
- 3) 荒川裕司：プロが教える筋肉の仕組み・はたらきパーフェクト事典，ナツメ社，pp.260-261 (2019).

自己申告の確からしさを保証するフリッカー検査器による疲労評価 Fatigue Evaluation with a CFF Tester Assuring the Validity of Subjective Response

○大石和真*, 川野常夫**, 松尾英治***

*摂南大学大学院 **摂南大学理工学部 ***松尾電機エンジニアリング

OISHI Kazuma*, KAWANO Tsuneo**, MATSUO Eiji***

*Setsunan University Graduate School, **Setsunan University, Faculty of Science and Engineering,
***MATSUO Electric Engineering Co.Ltd.

1. はじめに

点滅光の点滅非点滅の閾値を測定するフリッカー検査は、中枢神経系の疲労の検出や精神疲労の判定などに利用されてきており、人間工学や生理学の分野では定番の検査法となっている^{1), 2)}。代表的な検査器では、赤色 LED を 60Hz の点滅から周波数を徐々に下げていき「ちらつき」を判別できるようになったときの周波数のことをフリッカー値と言う（下降系列のちらつき閾）。一般に人は疲労すると、フリッカー値が下がる。この値は人によって、また年齢によって異なるため、絶対値で疲労を評価することはできないが、仕事の前後などの相対値で疲労を評価することができる。しかしながら、従来のフリッカー検査では、ちらつきが見えるかどうかの判別は被検者の自己申告によって行うしかなく、そこには被検者の気まぐれな恣意性や虚偽の申告ができる虚偽性などの問題が含まれることから検査の客観性に問題があった。

本研究では、自己申告の確からしさを保証するために、7セグメント LED を用いたフリッカー検査器を製作し、実際の疲労評価を行って検査器の精度を確認した。本来 7セグメントは、表示する数字の部分点を点灯し、背景となる部分を消灯することによって数字を表示するものであるが、本研究では背景部

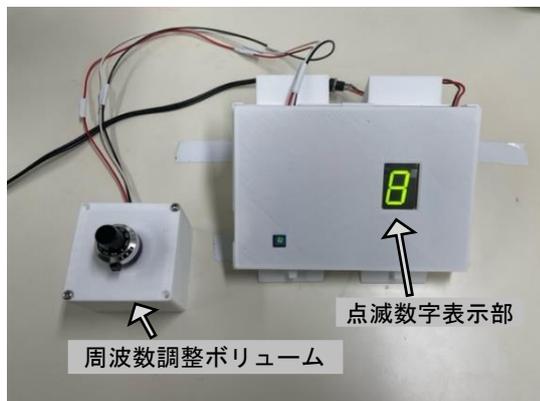


図1 7セグメントのフリッカー検査器の外観

分を点灯状態にし、数字部分を点滅状態にした。この状態で被検者が点滅を判別して回答した数字が正しければ、点滅を確かに判別できていると判断される³⁾。

2. 7セグメント LED によるフリッカー検査器

図1に本研究で開発した7セグメント LED によるフリッカー検査器の外観を示す。検査器は点滅数字の表示部と点滅周波数の調整ボリュームで構成している。

7セグメント LED（縦 27.7mm，横 20mm）の色は緑色とし、使用したマイコン内蔵の PWM 発生回路で駆動してデューティ比を変更する、すなわち 1（点灯）と 0（消灯）の時間割合を変更することで明るさを変更できるようにした。ここでは、デューティ比が約 50%となるように設定した。

LED の点滅周波数については、マイコン内蔵のタイマーの周期を 20~70Hz の間で設定するようにし、それに応じた PWM 信号を発生するようにした。周期の設定はタイマー用のレジスタの値を変えればよく、図1の周波数調整ボリューム（ポテンショメータ）に対応する入力電圧を A/D 変換してレジスタに設定するようにした。結果として出力される矩形波の周波数（フリッカー値）はデジタル・オシロスコープを用いて確認する（図2）。

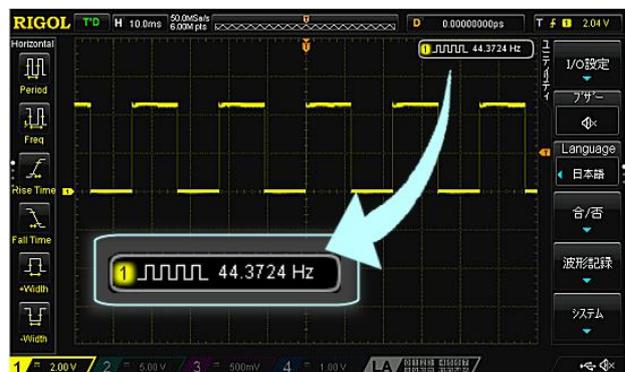


図2 デジタル・オシロスコープによる周波数測定

3. 疲労評価実験

被検者は眼に特に異常のない 20 歳代の男女学生延べ 18 名とし、それぞれインフォームドコンセントを得て疲労評価実験を行った。

検査の頻度は、基本的に午前中に 1 回測定し、仕事後の午後に 1 回測定した。ここで仕事とは、実験者が指定するものではなく、大学生各自の普段の研究活動（主に VDT 作業）とした。

フリッカー値の測定とともに、その時点の主観的疲労感を 5 段階（疲労なしが 1、疲労しているが 5）で調査した。

検査では、検査者が 0 と 8 を除く 1~9 の合計 8 通りの数字（図 3）からランダムに選択し、60Hz の点滅から徐々に周波数を下降させ、点滅が確認できるときに見えた数字を回答してもらい、正答であった時の周波数（下降系列のフリッカー値）を記録する。同様の検査を続け、正答であった時の周波数 3 回分の平均値をフリッカー値とした。

検査の際、検査器および周囲の明るさは約 500lx、LED と目の距離は 40cm とした。

4. 結果

図 4 に 7 セグメント LED を用いたフリッカー検査器でのフリッカー値と主観的疲労感の関係を示す。ここでは、18 名の被検者の仕事前と仕事後でプロットする点のマーカを、それぞれ白丸と塗りつぶした丸として表記している。その結果、18 名中 16 名は仕事前の点がグラフの右下、すなわちフリッカー値が高く、主観的疲労感が低い領域に分布し、仕事後の点はグラフの左上、すなわちフリッカー値が低く、主観的疲労感が高い領域に分布した。このことは仕事後に疲労が増加しているという極めて妥当な結果を示しており、相関係数が -0.48 と負の相関 ($p=0.003$)

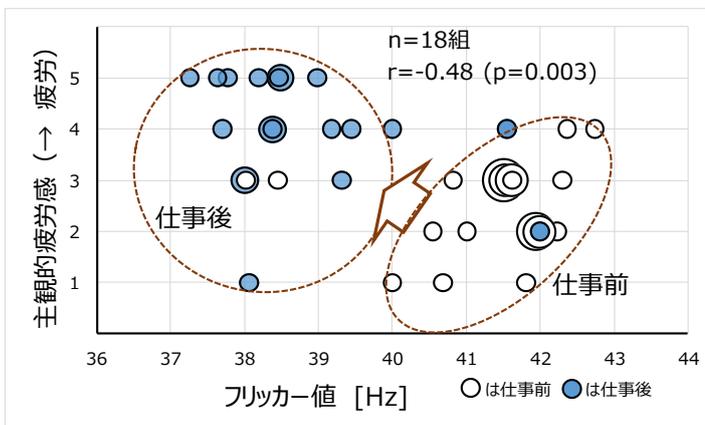


図 4 フリッカー値と主観的疲労感の関係



図 3 検査に用いた数字（点滅させる LED）

をとることからも、本研究で開発したフリッカー検査器が正確に評価できていることを示している。18 名中 2 名は仕事後（午後）に疲労が回復したケースであるとも考えられる。

今回の実験で得られた結果は、一般的に提唱されているフリッカー検査におけるフリッカー値が低下すると主観的疲労感は上昇するという結果に当てはまる。よって、7 セグメント LED を用いた疲労検査器では、数字を用いることによる自己申告の確からしさを保証し、かつ疲労検査器として一定の精度をもつことがわかった。

5. おわりに

従来のフリッカー検査器では、自己申告によって判定されるため、客観性に問題があった。本研究では、自己申告の確からしさを保証するために、7 セグメント LED を用いたフリッカー検査器を製作し、実験を行って精度を検証した。結果、7 セグメント LED を用いたフリッカー検査器では、フリッカー値と主観的疲労感の関係から、疲労することによりフリッカー値が下がるという結果が得られた。

今後、被検者の数を増やすことによって更なる精度の評価をするともに、他の疲労評価法との相関も見ていくこと、また、今回製作した 7 セグメント LED を用いたフリッカー検査器を、より簡便に疲労を評価できるよう改良する必要があると考える。

参考文献

- 1) 橋本邦衛：Flicker 値の生理学的意味と測定上の諸問題 —Flicker Test の理論と実際—、産業医学、5-9、pp.563-578 (1963).
- 2) 福井 裕、川野常夫：被検者の恣意性や虚偽性を排除する多点 LED 式フリッカー検査装置の開発、モバイル学会誌、6-2、pp.51-58 (2016).
- 3) 岩木 直、原田暢善、産業技術総合研究所：ちらつきの知覚閾値の測定装置及び測定方法、国際特許、国際公開番号 WO 2011/030622 A1、pp.1-38(2011).

自宅学習における姿勢が疲労・パフォーマンスに及ぼす影響について

Effects of posture on fatigue and performance in a home-studying environment

○夏舒雲*, 久保博子**
 *奈良女子大学大学院 **奈良女子大学工学部
 XIA Shuyun*, KUBO Hiroko**

*Graduate School Nara Women's University, **Nara Women's University.

1. はじめに

2020 年より新型コロナウイルスが流行し始めた。2022 年より半分以上の大学が全対面授業は可能になったが、約 70%の学生がオンラインと対面のハイブリッド型の授業を希望することが明らかになったため、ハイブリッド型の授業形態が求められる傾向にある²⁾。ハイブリッド授業場合、学生が個人パソコンで長時間モニタを見つめることに伴い、猫背程度が増加になり、生徒が課題に対する持続的な意欲を保てない可能性が増加する^{3) 4)}。

また、自宅学習の調査結果により、日本人が床座での作業を好む傾向が見られた⁵⁾。床座と椅子座の比較実験の結果により、床座は椅子座より自由に動いたため、覚醒度が上がり、作業パフォーマンスに有利な影響を与えた⁵⁾。ただし、床座は長時間になると、猫背がひどくなり、腰に大きくリスクを与え、パフォーマンスは下がることが考えられる。

また、オンライン授業では日常活動量が下がる⁶⁾。一日の総座位時間は多ければ多い程死亡リスクが上がると指摘されている⁷⁾。

近年、座位と立位の作業姿勢を容易に切り替えることが可能なスタンディングデスクがオフィス作業現場に導入されている。これの活用が腰部痛、気分などの主観的健康状態の改善といった様々な健康増進効果を誘導する可能性についても指摘されている⁸⁾。

しかし、オフィス作業を対象としたスタンディングデスクの検討が存在しているが、授業を視聴するようなオンライン学習環境での検討はまだ不足している。

本研究は腰に大きなリスクを与えない安定な座位姿勢や覚醒度が上げられる姿勢で覚醒度が上げられることを想定して、座位姿勢と立位姿勢を導入し、学習パフォーマンスに及ぼす影響について検討を行った。

表 1 実験の概要

期間	2022年8月11日-2022年9月25日	
場所	奈良女子大学H棟401 (環境人間工学実習室)	
被験者	健康な女子大生10名	
時間	9時~ / 13時~	
条件	A座位姿勢	
	B立位姿勢	
	C (座位+立位) 混合姿勢	
測定項目	生理量	体温、血圧、心拍数、活動量
		脳波、脈脛 (寸法、水置換)
	心理量	疲労度、健康感
	作業	講義、NBACK、カラーワード、講義内容クイズ

表 2 実験のスケジュール

	0分目	10分目	70分目	100分目
タイム	入室説明	移動 機器装着	PC作業1	講義 (閉眼1, 閉眼2)
心拍数				疲労申告
脳波				pc作業2
健康申告	●			●
疲労調査	●			●
確認テスト				●
浮腫み測定		●		●
条件A	座位姿勢		座位姿勢	
条件B	座位姿勢	立位姿勢	座位	座位姿勢
条件C	座位姿勢	座位	立位	座位

2. 方法

実験概要は表 1 に示す。2022 年 8 月 11 日から 2022 年 9 月 25 日まで、大学の実習室に 1 名または 2 名で (インターネットで公開されている) 60 分間のオンライン授業を A 座位姿勢、B 立位姿勢及び座位と C 座位と立位の混合姿勢の 3 条件で視聴した。C 混合姿勢条件では「座位姿勢」、「立位姿勢」、「座位姿勢」、「立位姿勢」の順番で 15 分ごとに姿勢の変更を指示した。作業の前後に PC 作業を課した。

被験者 10 名は平均な体質、生活習慣を持っている



図 1 実験の風景

女子大生である。座位と立位のデスクの高さは工学スライディングスケールを用いて、立位姿勢では机は身長65%から6cm引いた高さに調整し、座位では座椅子の高さは被験者それぞれの身長23%に調整し、机の高さは身長0.41%に調整した。被験者は3つの姿勢条件で全てに参加してもらうため、一人3回の実験に参加してもらい、別の日の同じ時間帯に実施した。

心拍R-R間隔、脳波、疲労度、作業成績などを計測し、集中力、パフォーマンスについて検討した。

PC作業は注意力のテストとして、「Nback」と「Color word」2種類があり、「Nback」はスライドに1枚ずつ1つのアルファベットを表示する。スライドは自動的に流れ、4枚目に1から3までの数字を表示する。その数字に対応する何枚前に表示したアルファベットを紙に記録する。「Color word」はスライドに1枚ずつ1つの色を付けた色意味の文字を表示する。文字のインクの色を紙で記録する作業である。

統計処理ソフトは、IBM SPSS Statistics 26を使用した。2群間の平均値のT検定を用い、3群間の平均値は一元配置分散分析を用いて解析した。条件ごとに経時的な変化傾向は反復測定分散分析を用いて解析した。

3. 結果

3.1 実験前の簡易健康調査

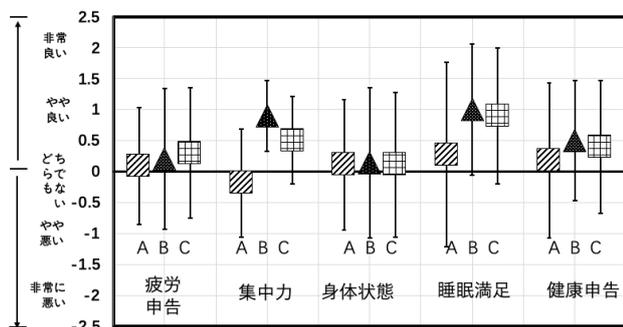


図2 実験前の簡易健康調査

実験を実施する前に被験者に疲労に関する申告、集中力、身体状態、昨夜の睡眠時間、健康などに関する5段階の評価を課した(図2)。条件ごとに有意な差が認められなかった。

3.2 心拍変動 (パワースペクトル解析)

心拍のR-R間隔から、LF/HF交感神経活動を解析

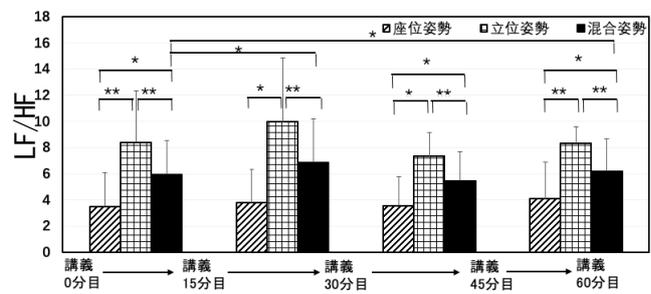


図3 講義中の4期 心拍 LF/HF

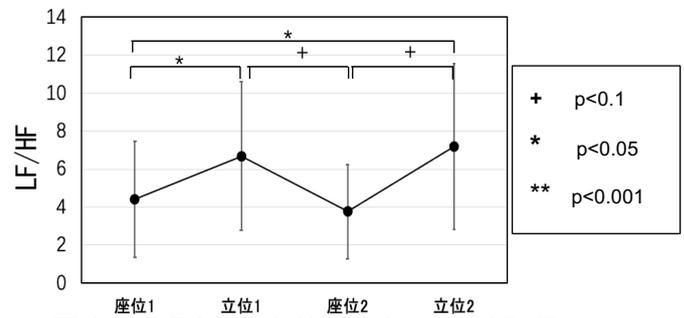


図4 C混合姿勢条件講義中の心拍 LF/HF

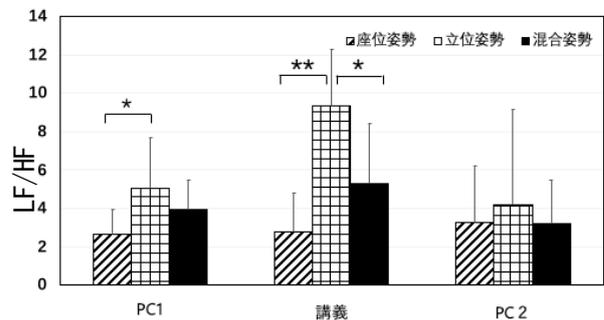


図5 講義とPC作業 心拍 LF/HF

した。講義の継続に沿って、C条件の姿勢変化を考慮して、15分間ごとに4期に分けて変化を検討した(図3)。4区間において、AとBやBとCの間に全ての時間帯で有意な差が認められた。AとCについては、第2区間以外の全ての時間帯で姿勢ごとに有意な差が認められた。B条件、C条件、A条件の順に高かったことが見られた。

また、C混合姿勢条件では第1区間と比べると、第2区間、第4区間は有意に上昇したことが認められた(図4)。

PC作業と講義視聴の全過程では、PC作業1回目の時に、A座位姿勢と比べると、B立位姿勢は有意に高かったことが認められた。講義の間にB立位姿勢はA座位姿勢とC混合姿勢とそれぞれに有意な差が認められた。条件C混合姿勢の条件で、立位姿勢を加えたので、A条件よりLF/HFはやや高いことが分かった(図5)。

3.3 脳波

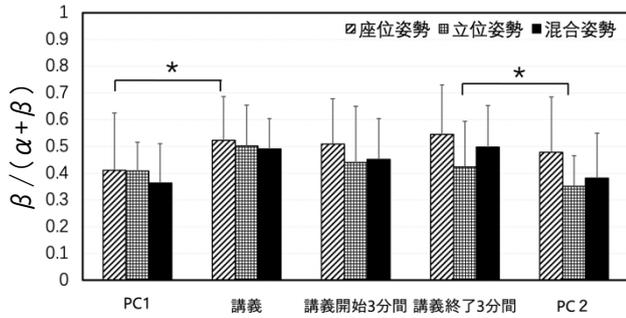


図6 脳波含有率 $\beta/(\alpha+\beta)$

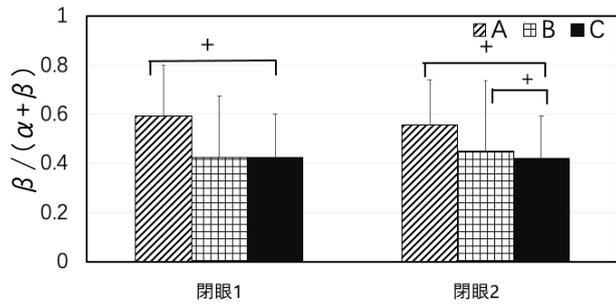


図7 脳波含有率 閉眼時 $\beta/(\alpha+\beta)$

脳波の計測結果より α 波と β 波を抽出し、 $\beta/(\alpha+\beta)$ を比較した結果、条件別に有意な差は認められなかったが、A 座位姿勢は PC 作業 1 回目と比べると、講義時は有意に高くなったことが認められた。また、B 立位姿勢は講義終了時と比べると、PC 作業 2 は有意に低くなったことが分かった (図 6)。

講義実施中 30 分目に一回 3 分間と、講義が終わった時点にもう一回 3 分間の 2 回の閉眼状態を取り、脳波を計測した。閉眼時の $\beta/(\alpha+\beta)$ 割合を比較した結果を図 7 に示す。条件ごとに有意な差が認められなかったが、 $\beta/(\alpha+\beta)$ について、A 座位姿勢の方が、B や C よりやや高い傾向であった。

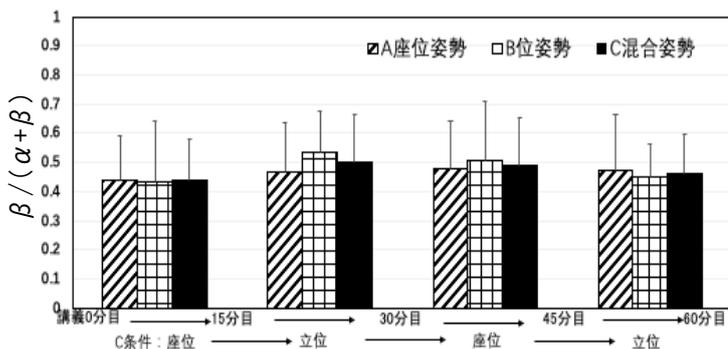


図8 講義中の4期 $\beta/(\alpha+\beta)$

講義の継続に沿って、4 期に分けて閉眼時を抜いた $\alpha/(\alpha+\beta)$ を検討した (図 8)。条件ごとに、有意な差が認められなかった。

3.4 疲労申告

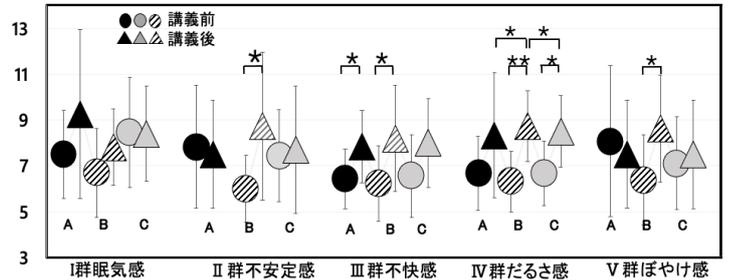


図9 授業前後の疲労申告

実験開始の時点と講義が終わる時点で 2 回、作業に伴う疲労状況の経時的変化をとらえるため、産業疲労研究会による自覚症状しらべ調査票を用いて評価した (図 9)。自覚症状しらべ調査票はねむいなどは I 群、不安な感じがするなどが II 群、頭がいたいなどが III 群、腕がだるいなどは IV 群、目がしょぼつくなどは V 群である。5 段階で評価したところ、自覚症状しらべは B 立位条件では講義前の群に比べると、後の II 不安定群、III 不快群と IV だるさ群は有意に高いことが認められた。また、講義後の IV 群だるさ感については、B 立位条件は A 座位と比べると、C 混合条件の方が有意に高くなった。

3.5 注意力テスト

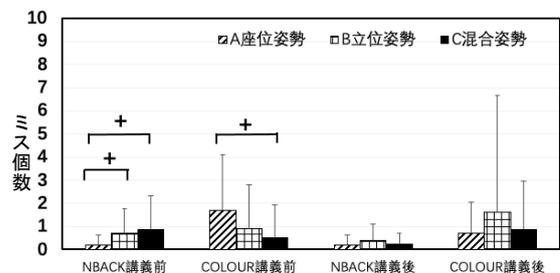


図10 注意力テスト 結果

パソコンを用いて講義前と講義終の 2 回注意力テストを行った。テストの本番をする前に 1 分間の練習時間を設けた。テストは「Nback」と「Color word」の 2 種類である。結果は図 10 に示す。講義前後とも有意な差は認められなかった。

4. 考察

本研究は姿勢に着目し、作業の効率と健康感の変化に及ぼす影響について実験を行ったが、条件ごとに大きな差は認められなかった。

実験の結果について、自律神経バランスの指標として心拍 LF/HF の結果により、B 立位姿勢が他の条件より高かったことが分かった。B 条件は立位姿勢なので、立つこと、運動することにより座位安静より循環系との関係で交感神経系が優位に働き、A 条件と C 条件より高い結果を出ることが考えられる。C 条件は 2 回立位姿勢を入れたので、交感神経系が常時座る姿勢より優位に働くため、LF/HF が増加するが考えられる。A 座位姿勢は LF/HF は B と C より安定で上下変動が少なくなったと見られた。

高田によれば、LF/HF の目安として日常安静時は 2~3、副交感神経活動の抑制または交感神経活動の興奮状態では 4.0 以上の値が目安となることである⁹⁾。この文献と比較すると、B 立位姿勢は副交感神経活動の抑制または交感神経活動の興奮状態であると考えられた。

脳の興奮状態あるいは安静状態を表す指標としての脳波の結果、条件ごとに有意な差は認められなかったが、 α 波はリラックス状態の時に、 β 波は興奮状態のときによく現れることを考えると、実験を実施する全過程において、A 座位姿勢の β 波の割合は B と C 条件よりやや多いため、やや興奮している傾向が見られた。

疲労調査の結果により、A と C 姿勢と比べると B 立位姿勢の方は疲労が発生しやすい、不快感が高い、不安定感が高いことが分かった。座位姿勢は混合姿勢と比べるとやや覚醒度が高いことが明らかになった。

4. まとめ

本研究は姿勢に着目し、作業の効率と健康感の変化に及ぼす影響について実験を行った。その結果、心拍、脳波、疲労調べ、集中力テストの結果を総合的に考察すると、A 姿勢の方が、体動量は少なく、心拍変動は比較的安定し、B、C 条件より

快適で、安定し、リラックスして覚醒度もやや高くなることが窺える。

しかし、被験者人数が少なく、C 座位+立位姿勢の混合姿勢における姿勢交換の区切りの時間、被験者は立位作業を慣れていないなども結果に影響が出ると考えられる。

参考文献

- 1) 文部科学省,大学等における授業の実施方針等に関する調査(2022).
- 2) 株式会社Schoo,オンライン授業の実態に関する学生アンケート(2021).
- 3) 福市彩乃,山本佑実,菅村玄二:授業場面での座が眠気,疲労,認知機能に及ぼす効果-あぐらと椅座位との比較,日本教育工学会論文誌 Vol.42(4), 369-377(2019).
- 4) RISKIND, J. H. and GOTEY, C. C.” Physical posture: Could it have regulatory or feedback effects on motivation and emotion?” Motivation and Emotion, No.6,pp.273-298(1982).
- 5) 夏舒雲,久保博子: 自宅学習における姿勢が疲労・パフォーマンスに及ぼす影響について,人間工学会 第63回大会(2022).
- 6) 城戸千晶,榎本夕奈,中川愛子,久保博子:「withコロナ期における大学生の睡眠習慣および睡眠評価の実態」,日本睡眠学会第47回定期学術集会,(2022).
- 7) van der Ploeg HP, Chey T, Korda RJ, Bank E, and Bauman A. Sitting time and all-cause mortality risk in 222 497 Australian adults. Arch Intern Med 172 : 494-500,2012.doi:10.1001/archinternmed.2011.2174.
- 8) Pronk NP, Katz AS, Lowry M, and Payfer JR. Reducing occupational sitting time and improving worker health : the Take-a-Stand Project, 2011. Prev Chronic Dis 9: E154, 2012. doi: 10.5888.pcd9.110323.
- 9) 高田晴子,高田幹夫,金山愛:心拍変動周波数解析の LF 成分・HF 成分と心拍変動係数の意義,HEP Vol. 32, No. 6, pp.20(2005).

2022年度 日本人間工学会関西支部大会

大会長 佐藤望（近畿大学総合社会学部総合社会学科心理系専攻）

支部大会ハイブリッド開催実行委員会

委員長 鎌倉快之（大阪工業大学 情報科学部）

委員 荒木望（兵庫県立大学大学院工学研究科機械工学専攻）

支部大会準備委員 近畿大学総合社会学部総合社会学科心理系専攻教員

2022年度 日本人間工学会関西支部大会 講演論文集

発行日 2022年12月10日

発行者 2022年度 日本人間工学会関西支部大会事務局
〒577-8502

東大阪市小若江3-4-1

近畿大学総合社会学部 佐藤研究室内

TEL：06-6721-2332

E-mail：jesw2022.taikai@socio.kindai.ac.jp

