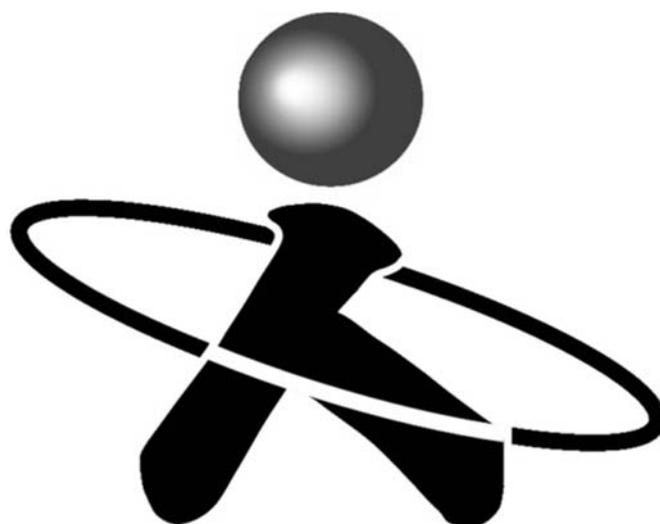


Japan Ergonomics Society Kansai Branch

平成 30 年度
日本人間工学会関西支部大会
講演論文集



主催：一般社団法人 日本人間工学会 関西支部

後援：国立大学法人 滋賀医科大学

日程：平成 30 年 12 月 8 日（土）

場所：ピアザ淡海（大津市）

大会スケジュール

12月8日（土）

	A会場（207号室）	B会場（206号室）	C会場（205号室）
10:30 ～11:33	[一般セッション] 生体計測 A1-1 ～ A1-4	[一般セッション] 身体動作 B1-1 ～ B1-4	[一般セッション] モデル化・事故防止 C1-1 ～ C1-3
11:40 ～12:30	評議員会・役員会 合同会議	お昼休み	
12:50 ～13:00	研究発表奨励賞の表彰 A会場		
13:00 ～14:00	特別講演：「人間工学を活用した産業保健」 講師：埜田（たおだ）和史（滋賀医科大学 准教授） A会場		
14:05 ～14:20	人間工学専門家認定機構の活動紹介 A会場		
14:25 ～15:44	[企画セッション] サービスによる モノづくり OSA2-1 ～ OSA2-5	[一般セッション] 視覚Ⅰ B2-1 ～ B2-5	[一般セッション] 介助動作・器具 C2-1 ～ C2-5
15:45 ～16:48	[一般セッション] ヒューマン I/F A3-1 ～ A3-4	[一般セッション] 視覚Ⅱ B3-1 ～ B3-4	[一般セッション] 医療・看護 C3-1 ～ C3-3
17:15 ～19:00	懇親会：ホテルピアザびわ湖 洋宴会場（ピアザ淡海 6階） 「クリスタル・ルーム」		

※受付は、9:30の開始です。

発表者へのご案内

- 一般セッションの発表時間は15分（発表12分、質疑応答3分）、発表の入れ替え時間は1分です。時間を厳守し、円滑な進行にご協力をお願いします。
- 発表中には、第1鈴10分（1回）、第2鈴12分（2回）、第3鈴15分（3回）を鳴らします。
- 発表は会場に設置したパソコンとプロジェクターを用いて行います。「発表者受付」まで発表スライドの電子ファイルを入れたUSBメモリーをお持ちください。各自で持参したパソコンも利用可能です。用意するケーブル端子はミニD-Sub 15pin凸です。Apple社製コンピューターを利用する方は必ず接続アダプターを持って来てください。
- 人間工学会会員の35歳未満、または学生・大学院生の筆頭発表者は、平成30年度日本人間工学会関西支部優秀発表賞の対象となります。なお、優秀発表賞は、研究の独創性、発展性、妥当性、プレゼンテーションの適切さ等を考慮して、座長および評価者の計3名で審査します。

会場への交通アクセス



【近隣からの所要時間】

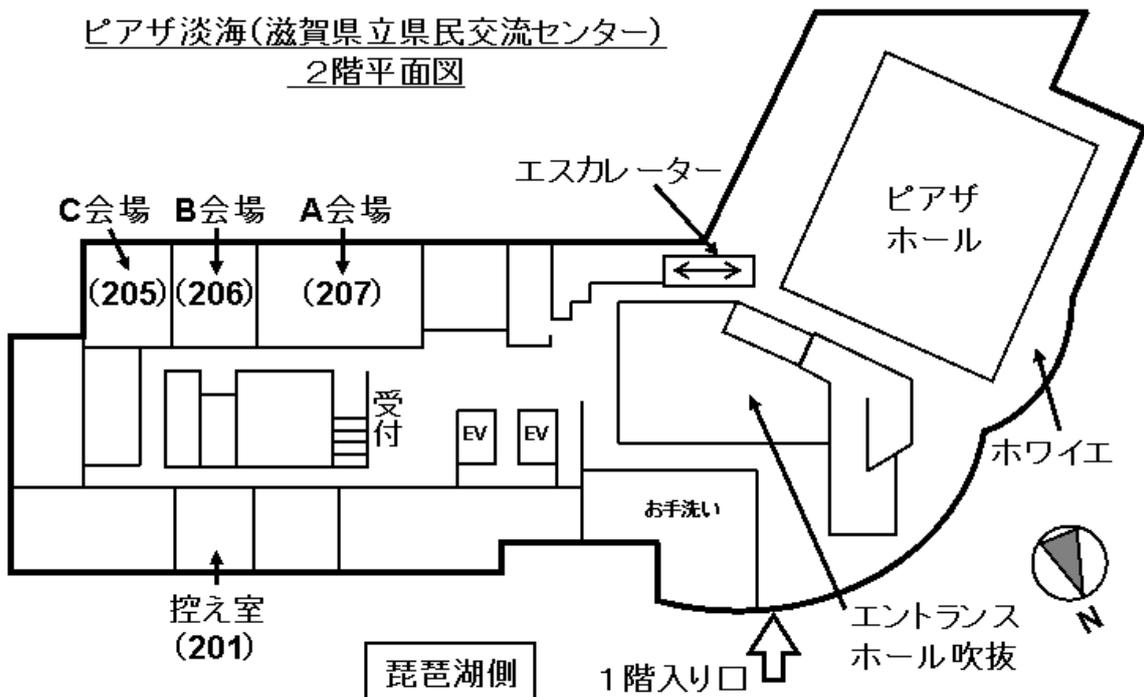
- ・JR 大津駅から京阪・近江バス [草津駅西口行] または [石山駅行] バス停「大津署前」下車 約10分
- ・JR 大津駅からタクシー 約5分
- ・JR 膳所駅から徒歩 約12分, 京阪電鉄 石場駅から徒歩 5分, JR 大津駅から徒歩 約25分
- ・名神大津インターから約7分
- ・地下駐車場 77台 (有料)

会場：ピアザ淡海（滋賀県立県民交流センター）

〒520-0801 滋賀県大津市におの浜 1-1-20

TEL：077-527-3315 FAX：077-527-3319

会場平面図



参加者へのご案内

- 事前に参加申し込みをされた方は、「事前申込受付」にて、その他の方は「当日受付」にて、参加費をお支払いください。
 - 懇親会は、17時15分から会場6階のホテルピアザびわ湖「クリスタル・ルーム」にて行います。当日の参加申し込みも可能です。
 - 全会場、禁煙とさせていただきます。所定の場所以外での喫煙はご遠慮ください。
 - 手荷物預かりのサービスは行いませんので、ご了承ください（207会議室横のコインロッカーをご利用ください）。
 - 他学会の会場で、置き引きなどの被害が報告されています。貴重品は常に携帯していただき、盗難には十分ご注意ください。
 - 駐車場は有料で、割引サービスはありません。
 - 本大会において可能な限り最新のデータを公表していただき、討論を活性化するという観点から、また、情報保護の観点から、発表提示データの写真撮影や録画・録音はご遠慮ください。（本大会の記録係のみ、許可を得て撮影している場合があります）
 - 講演会場内では、スマートフォン、携帯電話などの通信機器類は、電源を切るか、マナーモードに設定してください。
 - 昼食は各自でお済ませください。弁当等は、205もしくは206会議室内にてお召し上がりください。なお、ピアザホールの周辺のホワイエでは飲食が禁止となっています。
- 【会場周辺の飲食店】
- ・ピアザ淡海および隣接のびわ湖ホール内のレストラン
 - ・なぎさのテラス（びわ湖ホールに隣接した4つのカフェレストラン）
 - ・西武大津店およびOh!Me大津テラス（旧大津パルコ）内のレストラン街
- 昼食時、A会場（207会議室）では評議員会・役員会合同会議が行われておりますので、会議が終了するまでは関係者以外の入室をご遠慮ください。

特別講演・企画セッション プログラム

13:00 ~ 14:00

■ 特別講演 (A会場)

人間工学を活用した産業保健

講師：^{たおだ} 埜田 和史 (滋賀医科大学 准教授)

司会：辻村 裕次 (滋賀医科大学)

14:25 ~ 15:44

■ OSA2 企画セッション (A会場)

サービスによるモノづくり

座長：新家 敦 (島津ビジネスシステムズ)

OSA2-1 サービス人間工学によるモノづくり

○山岡 俊樹 (京都女子大学)

OSA2-2 サービスデザインを用いた農作業着 (モンペ) の提案

○荒木 麻耶 (京都女子大学)

OSA2-3 ブール代数アプローチとラフ集合によるサービス要求事項の明確化

○千田 有佳里 (京都女子大学)

OSA2-4 分娩監視装置のユーザビリティ評価とビジネスモデル提案

○村田 愛 (京都女子大学)

OSA2-5 マニユアデザインの現状の把握と考察

○脇 結花莉 (京都女子大学)

人間工学専門家認定機構の活動紹介

14:05 ~ 14:20

■人間工学専門家認定機構 (CPE) の活動紹介 (A会場)

目指せ！認定人間工学専門家

司会：辻村 裕次 (滋賀医科大学)

講師：水本 徹 (島津製作所)

一般セッション プログラム

◆ A 会場 (207 会議室)

10:30 ~ 11:33

■ A1 生体計測

座長：廣川 敬康 (近畿大学)

A1-1 スマホ首の頸部負担に関する研究

○松本 泰明, 川野 常夫 (摂南大学)

A1-2 日常生活での腕時計型活動量計による活動量および睡眠判定に関する研究

○廣田 優, 久保 博子 (奈良女子大学)

A1-3 色の異なる文字を用いた Sternberg 課題による脳活動の変化

○福永 達哉, 萩原 啓 (立命館大学)

A1-4 HDR 映像のコンテンツ視聴が生理心理状態に及ぼす影響 –世代間比較–

○阪本 清美, 山下 久仁子 (大阪市立大学), 岡田 明 (大阪市立大学大学院)

15:45 ~ 16:48

■ A3 ヒューマン・インターフェース

座長：岡田 明 (大阪市立大学大学院)

A3-1 振動スピーカを用いた回転力提示のための内部支持構造の検討

○天野 靖大, 荒木 望, 佐藤 孝雄, 小西 康夫 (兵庫県立大学)

A3-2 ドローンの操縦基礎練習を助けるデバイスの開発

○綾部 加奈子, 大須賀 美恵子 (大阪工業大学)

A3-3 カメラを用いた非接触ヒューマンセンシング

○竹内 大樹, 鎌倉 快之, 大須賀 美恵子 (大阪工業大学)

A3-4 予測的評価のための曲線描画法

○西藤 栄子, 神宮 英夫 (金沢工業大学)

◆ B 会場（206 会議室）

10 : 30 ~ 11 : 33

■ B1 身体動作

座長：朝尾 隆文（関西大学）

B1-1 ワーキングメモリ能力に対する快適歩行運動の有効性

○田村 裕人，萩原 啓（立命館大学）

B1-2 身体的特徴との関連からみた体育授業における男子走幅跳の跳躍距離の個人差

○東 章弘，松井 一洋（福井工業高等専門学校）

B1-3 足関節ブレースが歩幅の変動に及ぼす影響

○松井 一洋，東 章弘（福井工業高等専門学校）

B1-4 中高年に継続的な運動を促すシステムの開発に向けて

○荒井 良太，大須賀 美恵子（大阪工業大学）

14 : 25 ~ 15 : 44

■ B2 視覚 I

座長：萩原 啓（立命館大学）

B2-1 高い天井は創造性を促進するか？

○劉 美加，北村 昭彦，篠原 一光（大阪大学大学院）

B2-2 周辺視野の映像によって引き起こされるわずらわしさを反映する行動指標の研究

○藤原 厚志，篠原 一光，北村 昭彦（大阪大学大学院），村瀬 文彦，内藤 宏（㈱デンソー）

B2-3 触情報の視覚化特性を用いた刺激呈示方法の検討

○泉谷 祐治，小谷 賢太郎，鈴木 哲，朝尾 隆文（関西大学）

B2-4 視点に対する空間情報を用いた視覚誘発電位利用選択インタフェースの検討

○菅野 将輝，荒木 望（兵庫県立大学），中谷 真太郎（鳥取大学），
小西 康夫（兵庫県立大学），瀧 邦彦（東京大学）

B2-5 海上交通におけるランドマーク特定方法の違いについて

○五反田 夏鈴，瀧 真輝，藤本 昌志，廣野 康平（神戸大学），小西 宗（海技教育機構）

15 : 45 ~ 16 : 48

■ B3 視覚Ⅱ

座長：篠原 一光（大阪大学大学院）

B3-1 広範囲目視検査スキル向上のためのアイトラッカを用いた基礎能力訓練ツールの提案

○佐藤 弥由，松延 拓生，満田 成紀，鯨坂 恒夫（和歌山大学）

B3-2 JINS MEME を用いた広範囲の目視検査支援のための作業分類

○金田 茉歩，松延 拓生，満田 成紀，鯨坂 恒夫（和歌山大学）

B3-3 RIA のための注視位置にあるコンテンツの属性を用いたアクセシビリティ

○金崎 千里，松延 拓生，満田 成紀，鯨坂 恒夫（和歌山大学）

B3-4 認知的情報処理における注意配分特性とメンタルモデル構築の関係性についての研究

○鉢嶺 悠美，山岡 俊樹（京都女子大学）

◆ C 会場（205 会議室）

10 : 30 ~ 11 : 17

■ C1 モデル化・事故防止

座長：臼井 伸之介（大阪大学）

C1-1 空港カウンターにおける待ち行列シミュレーション

○足立 唯一，桑原 教彰（京都工芸繊維大学），清水 康介（㈱ブロードリーフ）

C1-2 クラシックバレエの基本姿勢における身体意識の言語化に関する調査

○権野 めぐみ，来田 宣幸，野村 照夫（京都工芸繊維大学）

C1-3 鉄道乗務員を対象とした異常時対応訓練の教育効果の検討

○青木 大輔，和田 一成（西日本旅客鉄道株）

■ C2 介助動作・器具

座長：川野 常夫（摂南大学）

C2-1 座面軌道が異なる起立補助椅子において足の位置による起立負荷への影響

- 富山 大基, 大政 光史, 廣川 敬康, 北山 一郎（近畿大学大学院）

C2-2 車いすから車への移乗の動作解析

- 呂 曉丹（㈱中央ビジネスグループ）, 幾 久健、山代和明、杉山直磯（京都工芸繊維大学）, 後藤彰彦（大阪産業大学）, 来田宣幸（京都工芸繊維大学）, 太田智子（㈱中央ビジネスグループ）

C2-3 移動介助における快適性の評価に関する研究

- 太田智子（㈱中央ビジネスグループ）, 幾 久健、山代和明、杉山直磯（京都工芸繊維大学）, 後藤彰彦（大阪産業大学）, 呂 曉丹（㈱中央ビジネスグループ）, 来田宣幸（京都工芸繊維大学）

C2-4 移乗介助における心身負担の実験的検討 ～徒手介助と立位補助機使用の比較～

- 岩倉 浩司（滋賀医科大学大学院）, 北原 照代, 辻村 裕次（滋賀医科大学）, 山本 遼平（滋賀医科大学大学院）, 埴田 和史（滋賀医科大学）

C2-5 パワーアシスト型福祉用箸のプロトタイプ開発

- 澤島 秀成（奈良県産業振興総合センター）

■ C3 医療・看護

座長：桑原 教彰（京都工芸繊維大学）

C3-1 注射映像および装着型腕模型を用いた脳波・脳内酸素化ヘモグロビン濃度変化による同期現象の比較検証

- 重松 佑奈, 中山 正哉, 玉井 臣人, 石亀 篤司, 真嶋 由貴恵（大阪府立大学）, 川野 常夫（摂南大学）

C3-2 医学生を対象とした腹腔鏡下手術シミュレーターによる評価と指導医による評価の関係性

- 山代 和明（京都工芸繊維大学）, 村上 耕一郎（暁生会脳神経外科病院）, 塩見 尚礼（長浜赤十字病院外科）, 後藤 彰彦（大阪産業大学）

C3-3 造血幹細胞移植患者のためのメンタルケアシステムのユーザ調査

- 上甲 志歩, 大須賀 美恵子（大阪工業大学）, 多田 雄真, 伊藤公美子, 石川 淳（大阪国際がんセンター）

特別講演

日時:12月8日 13:00 ~ 14:00

A会場 (207会議室)

人間工学を活用した産業保健

講師: ^{たおだ}埜田 和史 (滋賀医科大学 准教授)

^{たおだ}埜田 和史 准教授のご略歴

1983年に滋賀医科大学を卒業

卒業後、岡山協立病院にて内科医（呼吸器）として勤務

1987年より滋賀医科大学大学院医学系研究科で手腕振動の生体影響を研究

1991年に学位（医学博士）を取得し、滋賀医科大学大学院医学系研究科修了

修了後、滋賀医科大学 予防医学講座（現在の社会医学講座 衛生学部門）の助手として、労働衛生学の研究に従事

1998年より助教授（現、准教授）

2000年から1年間、スウェーデン王立労働生活研究所客員上級研究員として留学

研究としては、手話通訳者の重度頸肩腕障害を世界で初めて報告し、手話通訳者の健康管理手法に途を拓いた。

教育としては、滋賀医科大学卒業生として、障害学生の支援に関する「障害学生支援室」や、地域“里親”による医学生支援プログラムに関する「里親学生支援室」の設立に尽力した。

資格：認定人間工学専門家、労働衛生コンサルタント

専門分野：労働衛生学、社会医学、人間工学、農村医学、医学教育

研究課題：職業性腰痛・頸肩腕障害の予防、全身振動の生体影響評価、福祉・教育・医療
職場の安全衛生管理、障害者の受療権保障、障害者の二次障害予防など

1. はじめに

医学の領域には、衛生学・公衆衛生学とよばれる領域がある。内科学や外科学のような疾患の診断や治療にかかわる領域が臨床医学として分類されるように、衛生学・公衆衛生学は社会制度と深く関わり、国民の安全や健康の保持増進を目的とすることから、社会医ともよばれている。衛生学・公衆衛生学は、対象とする集団の特性に応じて、地域保健、産業保健、学校保健、農村保健、精神保健などに細分化されている。私の所属する、滋賀医科大学社会医学講座衛生学部門は、産業保健、農村保健を主な研究分野としている。

2. 労働者の安全や健康を巡る制度

産業保健の目的は、労働者の安全と健康の保持増進をはかり快適な職場環境の形成である。労働者が従事する作業の種類は多様で、職場環境も様々である。作業内容や作業環境に起因する労働者の安全や健康に関わるリスクがあり、産業保健の課題がある。我が国では、労働基準法や労働安全衛生法によって、労働者の安全や健康を守り快適な職場環境を形成する義務を事業主が負っている。事業所で産業保健に取り組むのは、事業所内に組織された委員会（衛生委員会や安全衛生委員会と呼ばれている）や産業保健スタッフ（衛生管理者や保健師・看護師や事業所が選任した産業医）である。事業主は、各地に設置された労働基準監督署によって、労働者の安全や健康保持に関する取り組み状況について監督されている。不幸にして、業務に起因して健康障害が発生した場合は労働災害として、労災保険によって医療費や休業中の生活費などが補償される。

3. 職場の安全衛生を脅かす要因

人、労働、環境の3要因の相互間に生じた齟齬（ミスマッチング）は、労働の安全性や快適性を低下させ、健康障害の原因となる。また、作業能率や労働の質を低下させる。

人の要因に属するのは、性別、年齢、体格、体力、性格、健康状態などで、家事・育児負担のように家での疲労原因や疲労回復に影響する事項も人間の要因に属する。心身の障害の有無やその種類・程度もここに属する。

労働の要因には、仕事の種類や作業方法、勤務の形態、雇用関係や労働時間に関することなどである。職種によって、求められる能力や曝される有害因子が異なる。夜勤や交代勤務では体調管理や睡眠時間の確保が大きな課題となる。

環境の要因には、温熱や騒音など物理的な事項や有機溶剤など化学的な事項だけでなく、職場の人間関係など心理社会的な事項も属する。

4. 3 要因間齟齬が労働者の健康障害に結びつく

3 要因間の齟齬が、労働者の健康障害や生産性にどう結びつくのか例を挙げて説明する。例えば、重量物の運搬作業を筋力の弱い女性労働者に担当させれば、作業能率は低下するし、労働者は腰痛や頸肩腕障害などに苦しむことになる。適切な照度が確保されていない環境下で精密作業を行えば、作業効率は低下し、不良品の出現率が高まり、労働者の疲労は強くなる。24 時間業務が連続する医療や運輸業では明け方に事故が発生しやすいことが知られている。明け方に事故リスクが高まる背景には、昼間に活動性のピークを持ち夜間は休眠する人間の生物学的特性と深夜の業務内容との齟齬がある。3 要因間の齟齬を解消・軽減できれば、職場の快適性や安全性が高まり、労働者の能力発揮にも繋がる。産業保健では、作業管理、作業環境管理、健康管理と労働者への教育を介して、3 要因間の齟齬解消に取り組むことになるが、その基礎には人間工学アプローチがある。

5. 人間工学の特徴

改めて言うまでもないが、人間、労働、環境の3 要因間の相互関係を最適化する実践科学

として発展してきたのが人間工学 (Ergonomics: エルゴノミックス) である。欧州の人間工学は、18 世紀以降の産業革命の進行に伴って発生・深刻化した労働者の事故被害や健康障害の予防を目的として発展してきた。欧州の人間工学の先駆者である Grandjean 博士は “Fitting the task to the man” と題した教科書を著している。また、米国では人間工学の同義語として Human factors が使われてきた。Human factors は第 2 次大戦後、米国空軍機の事故対策研究を契機に、人間の認知や心理特性も踏まえた製品や生産工程の設計により、安全で快適な製品を効率よく作り出す学問として出発した。

医学は、人体の構造や生理に通じ医療技術や薬石を介して生体に働きかけることに長じているものの、人間工学が専門とする作業方法や作業環境を人に最適化させる技術を持っていない。

6. 職場での人間工学の活用が期待される領域

6-1. 製造業における腰痛問題

2017 年で 4 日以上 of 休業が必要だった業務上疾病が 7844 件発生しているが、その 65% は腰痛が占めている。職業性の腰痛は、過重な力が生体に加わることや不良な姿勢の連続や反復などにより、生理的な耐性限界を超えた負荷が筋組織などに加わることで生じる。予防対策としては、過重な筋負担や不良姿勢・肢位を減らすことで組織の損傷を防いだり、適切に休息や休憩をとることで損傷した組織の回復を促すことが柱となる。腰痛の予防対策では、人間工学が活用されている。スウェーデンでは、工場の製造ラインの設計段階から労使の代表と人間工学専門家が参加し、作業関連性運動器障害の予防と生産効率の両面が追求されている。韓国では、自動車製造工場の産業保健スタッフのリーダーは人間工学専門家であった。日本でも、大手製造業では部品の重量をコントロールしたり、人間工学の知見を身につけたスタッフがライン設計に加わることで、作業者の負担軽減と生産効率向上が追求されている。しかし、

人間工学を意識的に活用して職場の快適性や安全性を追求できているのは、人材的に恵まれた一部の大企業に止まっている。

6-2. 介護や看護現場での腰痛問題

2017 年の休業 4 日以上 of 業務上疾病と認定された腰痛の 30% は、介護・看護職場で発生していた。介護職や看護師の腰痛について様々な調査が行われているが、現在腰痛の有訴率が 50% を下回ることはまれで、70~80% に達する調査結果も散見される。高齢化社会を迎えた我が国で、腰痛のない介護・看護職場を実現することは、喫緊の課題となっている。2013 年に厚生労働省が公表した「職場における腰痛予防対策指針」では、介護や看護にかかわる社会福祉施設や医療機関の事業主に対して、介護職や看護師の腰痛予防に取り組むことが指示された。その具体的な方策としては、抱き抱えての介護や看護をさせないことを原則に、スライディングシートやリフト、スタンディングマシーンなどの器具を活用し、作業姿勢や作業環境を介護職や看護師にとって負担の少ないものに見直すことを求めている。すでにこうした器具を導入した施設からは、腰痛有訴者の減少や安全性の向上が報告されているが、多くの福祉施設・病院では人力に依存した介護・看護が続いている。在宅での老老介護を含めて、人間工学的な対応が不可欠となっている。

6-3. 障がい者、病気治療中の労働者、高齢労働者の雇用問題

人権意識の向上と労働人口の減少により、心身に障がいのある者や治療中の疾病がある者、60 歳以上の者でも、職場から排除せず労働能力を生かすことが社会の要請となっている。しかし、従来の産業保健が想定していた「人」は、16 歳から 60 歳までの、心身ともに健康で、労働負担に耐え得る「人」であったため、これらの条件から外れた「人」の労働を想定した産業保健のノウハウは極めて少ない。中でも、心身に障がいのある者が働き続けるためには、障がい者の二次障害を予防する観点からも、作業方法や環境について、より適切な人間工学的工夫

が必要となる。国内でも、障害者雇用に積極的な企業では様々な工夫がすでに行われているが、限定的である。障がい者雇用を拡大させるためにも、障がい特性に応じた労働環境の整備が必要であり、人間工学の活用が求められている。



写真 滋賀医大では、完全四肢麻痺の医学生を修学支援した。卒業生は医師として活躍しており、人間工学は重要な役割を果たした。

6-4. 農作業安全の問題

我が国の農民の安全水準は極めて貧弱な状況にある。その象徴は、1971年の公的な調査開始以来、40年を超えて毎年400人近い死亡災害の発生が続いていることである。この間に、農業従事者はおおよそ1/3に減少し、他産業での死亡災害が7割～8割減少していることを考慮すると、農業の置かれた状況が理解できよう。農業の安全対策が進まない背景には、自然相手の農業では作業環境をコントロールすることが困難であることや、作業方法も、栽培する作物や地形によって大きく異なることや、多様な農業機械を使わなければならないことがある。また、働き手の高齢化が進み、農業の中核的な担い手の平均年齢が66歳を超えていることな

どがある。2011～2014年にかけて、全国630例の災害事例についての現地訪問調査では、作業環境の多様性や困難性、農民の高齢化に伴う身体機能の低下、農業機械の危険性などが相乗的に作用して農作業災害が発生する構造が示された。働き手が高齢で自然環境の中で展開される農業だけに、農業機具の安全性はより高いレベルで保障される必要がある。農作業分野でも人間工学の活用が求められている。

7. おわりに

“Fitting the task to the man”に象徴される人間工学が、働く人の安全と健康と快適な職場環境整備を目指す産業保健で活用されることは必然と言える。しかし、現状は、人間工学を活用している、あるいは、人間工学専門家と協力している産業保健関係者はまだ少ない。産業保健領域で人間工学の活用が進み、人に優しい社会が実現することを願っている。

参考文献

- 1) グランジャン, エティエンヌ著, 中迫勝, 石橋富和訳: 産業人間工学-快適職場をデザインする. 2008
- 2) 厚生労働省: 業務上疾病発生状況等調査(平成26年).
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei11/h29.html>
- 3) 厚生労働省: 職場における腰痛予防対策指針.
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000034et4-att/2r98520000034mtc.pdf>
- 4) 日本農村医学会: こうして起こった農作業事故IV～農作業事故の対面調査4年間の総括～. 平成26年度農水省補助事業報告書, 2015

企画セッション 一般セッション

- OSA2 (企画セッション)

サービスによるモノづくり

- A1 生体計測

- A3 ヒューマン・インターフェース

- B1 身体動作

- B2 視覚 I

- B3 視覚 II

- C1 モデル化・事故防止

- C2 介助動作・器具

- C3 医療・看護

サービス人間工学によるモノづくり

Products or systems construction based on Service Ergonomics

○山岡俊樹

京都女子大学

YAMAOKA Toshiki

Kyoto Women's University

1. サービス人間工学とは

人間工学は人間と機械・システムとの関係を最適にする学際的な学問である。21 世紀に入って、ハード優先のモノづくりから、ハードとソフトを一体化したサービスによるモノづくりの必要性が高まってきた。従って、サービス人間工学は人間とサービスシステムとの関係を最適にする学問領域と定義することができる。サービスシステムを「人間に係る様々な要素が UX (ユーザ体験)、ストーリー(物語)や意味性他を介して、サービスとして統合され、人間に対し提供されるシステム」(1)と定義する。このサービス人間工学に包含される既存の人間工学の領域では、一番関係の深いのが認知系であり、これにマーケティングの領域が係わってくる。

人間工学専門家の求められる役割は、サービス要求事項の抽出であり、サービスの構築、評価である。それらの作業はどの専門家でも可能であるが、人間工学専門家ならではの能力は、人間に関する深い洞察力である。以下、サービス人間工学に係る考え方、方法を紹介する。

2. 「人間—サービスシステム」の関係

人間—機械・システム系では、以下の 5 側面がある[1]。

(1)人間—機械系の 5 側面

- ①身体的側面、②頭脳的側面、③時間的側面、
④環境的側面、⑤運用的側面

この 5 側面はサービスシステムにも適応することができ、人間—サービス系を把握するポイントである。以下の接客の 3 原則も重要である。

(2)サービスデザイン(接客面)項目[2]

- ①気配り、②適切な対応、③態度

(3)UX デザイン項目(UX に係る感覚)[3]

- ①非日常の感覚、②獲得の感覚
③タスク後に得られる感覚(達成感、一体感、充実感)
④利便性の感覚、⑤憧れの感覚

- ⑥五感から得られる感覚

(4)ストーリー項目[4]

以下のストーリーが必要となるケースが多い。

- ①最新のストーリー、②現実のストーリー
③歴史のストーリー、④架空のストーリー

(5)70 デザイン項目[5]

人間—機械・システム系を構築するための項目。

- ①ユーザインタフェースデザイン項目(29 項目)
②ユニバーサルデザイン項目(9 項目)
③感性デザイン項目(9 項目)
④安全性デザイン項目(6 項目)
⑤エコロジーデザイン項目(5 項目)
⑥ロバストデザイン項目(5 項目)
⑦メンテナンスデザイン項目(2 項目)
⑧その他(マン・マシン・インタフェースデザイン項目)(5 項目)

3. 汎用システムデザインプロセス

以下の汎用デザインプロセスを活用してサービスシステムを構築する。

(1)汎用システムデザインプロセス[6](図 1)

- ①企業や組織の理念の確認

- ②大まかな枠組みの検討

サービスの方針(目的、目標)を決めるために、事前調査を行う必要がある。

- ③システムの概要：後述する

- ④システムの詳細

システムの概要を受けて、システムの詳細を決めるため、以下の項目を検討する。

- ・市場でのポジショニング
- ・ユーザ要求事項の抽出
- ・ユーザとシステムの明確化(仕様書)
- ・構造化デザインコンセプト

- ⑤可視化

構造化コンセプトに基づき、可視化を行う。

- ⑥評価

可視化案はV & V評価がなされる。

(2) サービスのフレームの概要

4. システム概要について(図1)

上記の③システムの概要について、詳説する。

(1) 目的を決める

5W1H1F(function) + 期待の8つの観点から、目的を決定する。①誰が、②何を、③何時、④どこで、⑤なぜ、⑥どうやって、⑦機能は、⑧期待は

(2) 目標を具体化する

- ①機能性、②信頼性、③拡張性、④効率性
- ⑤安全性、⑥ユーザビリティ、⑦楽しさ
- ⑧費用、⑨生産性、⑩メンテナンス、⑪組織
- ⑫人的資源

(3) 人間とサービスシステムとの役割分担

顧客とサービス提供者の作業の分担を決めることである。例えば、レストランでセルフサービス方式なのか、そうでないのか。

(4) 制約条件を検討する

①社会・文化・経済的制約、②空間的制約、③時間的制約、④製品・システムに係る制約、⑤人間に係る制約(思考、感情、身体)や制約条件の強弱について検討する。

(5) サービスシステムの構成要素の明確化と構造化を行う

想定サービス機能を「目的—手段」の関係から分解して、構成要素を明確にする。人的資源、組織についても同様に行う。

5. 要求事項の抽出

潜在的要求事項を抽出する方法を紹介する。

(1) 制約条件: サービスに係る制約条件を検討する。サービスに係る制約条件を再検討し、制約条件を見直すことにより新しいシステムやサービスの要求事項を発見できる。

(2) 再定義: サービスの再定義を行う

サービスの本質的提供価値を検討する。その価値から要求事項を抽出できる。

(3) 行動観察: 人々の行動を観察して、要求事項を抽出する。調査協力者が通常と違う行動や操作をするのを発見するのがポイントで、その理由、原因をヒアリング、推測する。

(4) 潮流把握: 世の中の潮流を構造的に把握する。街や人々の行動を観察して、世の中の潮流を把握する。抽出した潮流に対し、目的—手段の関係から分解し

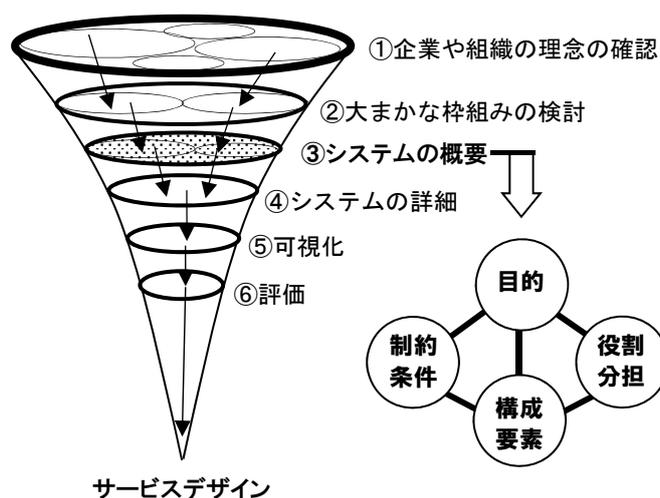


図1 サービス構築のフレーム

て、要求事項を抽出する。

(5) REM法: モノ、システムやサービスの問題点から根本原因、究極目的を探る方法である[7]。

問題点から解決案を考える。問題点からは、“結果→原因”の関係から、分解してゆき、最終的に根本原因を求める。また、解決案から“目的—手段”の関係から、最終的に究極目的を抽出する。究極目的から“目的—手段”の視点で分解すると要求事項を求めることができる。

引用文献

(1) 山岡俊樹編著：サービスデザイン，p. 4，共立出版(2016)

参考文献

- [1] 山岡俊樹，岡田明，ユーザインタフェースデザインの実践，P8-12，海文堂(1999)
- [2] 山岡俊樹編著：サービスデザイン，p. 128，共立出版(2016)
- [3] 山岡俊樹：デザイン人間工学，pp. 145-146，共立出版(2014)
- [4] 山岡俊樹(編著)：サービスデザイン，pp. 46-47，共立出版(2016)
- [5] 山岡俊樹(編著)：デザイン人間工学の基本，pp. 450-462，武蔵野芸術大学出版局(2015)
- [6] 山岡俊樹編著．サービスデザイン，pp68-74，共立出版(2016)
- [7] 山岡俊樹，デザイン人間工学，pp104-105，共立出版(2014)

サービスデザインを用いた農作業着（もんぺ）の提案

Proposal for farmer's workwear using Service Design method

○荒木麻耶*, 山岡俊樹**

*京都女子大学大学院家政学研究科 **京都女子大学

ARAKI Maya*, YAMAOKA Toshiki**

*Graduate School of Home Economics, Kyoto Women's University, ** Kyoto Women's University

1. はじめに

衣料品産業は海外のファストファッションの進出やSPA型の新しいビジネスモデルの台頭により、ブランド構造は変化し、市場の同質化を引き起こしている。また、商品の同質化はさらなる価格競争をもたらし、コスト削減のため、製品の要であるはずのデザインや企画までもアウトソース化している状況にある。その結果、商品企画力やクリエイション力の低下が指摘されており、モノは溢れているものの買いたい服がないという消費者の消費意欲を減退させている。その背景には、「モノ消費からコト消費」という価値観の変化による消費者のニーズの変化もあり、企業は顧客の変化に対応しきれていないことが挙げられる。

本研究では、農作業服（もんぺ）を事例に、ユーザの視点で事業全体を再構築するというサービスデザインの手法を用いて、服飾デザインの提案を行う。

2. サービスデザインのプロセス

サービスデザインのプロセスについて、Stickdorn,Mは、「探求、設計、再構成、実施という4つの作業を繰り返す反復プロセス」⁽¹⁾であると示しており、イギリスの公的機関であるDesign Council⁽¹⁾によって提唱された「ダブル・ダイヤモンド」⁽²⁾が用いられる。ダブル・ダイヤモンドはDiscover（発見）、Define（定義）、Develop（展開）、Deliver（実現）4つのフェーズに分けてデザインのプロセスを構造化している。DiscoverとDevelopのフェーズは発散的に固定概念にとらわれず様々な可能性を切り開くのに対し、DefineとDeliverのフェーズは収束的で、調査結果やアイデアを絞って凝縮することに特徴を持つ。ダブル・ダイヤモンドを図にすると、二つのダイヤモンド（ひし形）を左右に並べた形になる（図1）。

発見フェーズにおいては、ユーザのニーズや状況

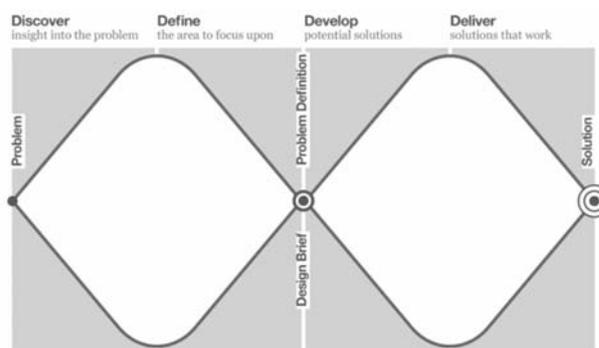
を明確に理解する必要がある。マーケティングの手法を用いて、市場調査やトレンドを情報から読み取ることにはもちろんのこと、実際にユーザを観察し、深いインサイトを取得する必要がある。主な手法としては、ステークホルダー・マップやデザイン・エスノグラフィーを用いる。

定義フェーズでは、発見フェーズで取得したインサイトなどを下に、デザインの方向性を定める。仕様書やデザイン・ブリーフ（クリエイティブ・ブリーフとも呼ばれている）などの1枚の用紙にまとめる。

展開フェーズでは、発見フェーズや定義フェーズで定めた問題を解決したり、ユーザの要求に答えたりするため、コンセプトに基づいたアイデアを創出し、可視化していく。ブレインストーミングやペルソナ設定、ストーリーボードやプロトタイプ作成、ロールプレイングなどの手法を用いる。

実現フェーズでは、展開フェーズで出た解決策を絞り込み、検証及び評価を行う。ここではストーリーテリングやサービスブループリント、ビジネスモデル・キャンバスなどの手法を用いる。

これらのフェーズを繰り返す反復プロセスをサービスデザインプロセスでは行うのである。

図1 ダブル・ダイヤモンド⁽³⁾

3. 服飾デザインプロセス

一般的な服飾デザインのプロセスについては、高橋・大谷の示すとおり、「ファッションアパレル（以下ファッション衣料）の設計は、一連のコンセプトの設定を経た上で、デザイナーが素描または文字などで製造すべき製品を指示し、スタジオのアシスタント等が図化（しばしファッション画という）し、トワリストやパトリエ、あるいはモデリスタやパターンメーカーが「パターン」を作成し、トワルやシーチングで見本を作り、それを修正していくという過程を経る」⁽²⁾とされている。

サービスデザインのプロセスに基づきながら、農作業服の提案を行う。筆者は2014年から2017年まで山口県立大学企画デザイン研究室に所属し、農作業着であるもんぺを「モンペッコ」と称し、提案を行ってきた⁽³⁾。そこで、2017年の開発プロセスを事例として取り上げることにする。

まず、2017年版のもんぺを提案するにあたり、2013年から2016年に提案してきたもんぺを実際に着用し、農作業体験を通じて、インタビューや行動観察を行なった。

次に、仮想視聴覚空間におけるロールプレイングを通じて、ユーザの状況把握及びアイデアの創出を行なった（図2・3）。

そして、簡易ペルソナを作成し、デザインコンセプトを決定した。

コンセプトに基づき、プロトタイプを作成し、着用実験を行い、再度修正した。プロトタイプの作成を何度か繰り返しながら、最終案を決定した。

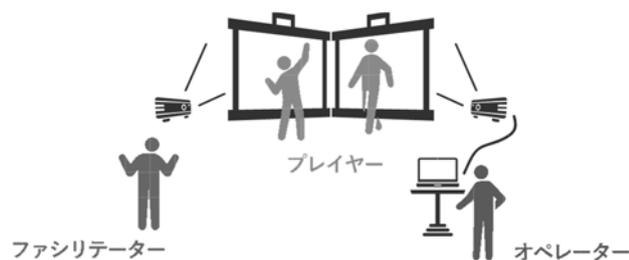


図 2 仮想視聴覚空間のイメージ図

4. 行動観察及びロールプレイによるユーザ要求事項の抽出

田植えや稲刈りは機械で作業することが多いため、服を汚すことはあまりないことが分かった。また、女性の中にはモンペッコであれば問題ないが、

普段着用している農作業着のままではお店などに行きづらいとの声もあった。

現状のもんぺは右前に2重構造のポケットが一つあるだけなので、物を複数入れようと思うと足りず、日常生活では後ろポケットに物を入れることもあるため、後ろにもポケットが欲しいというニーズがあった。

5. おわりに

サービスデザイン手法を用いて、農作業着に対するユーザの要求事項を抽出することはできた。

しかし、2017年のモンペッコは量産及び販売にまで至っていない。そのため、今後は提案した商品が効果的であるかどうか客観的に測定していきたい。

引用文献

- (1) Stickdorn, M. and Schneider, J.: This is Service Design Thinking. Basics-Tools-Cases, BIS Publishers (2012) (スティックドーン, M. 郷司陽子訳: THIS IS SERVICE DESIGN THINKING. Basics-Tools-Cases 領域横断的アプローチによるビジネスモデルの設計, ビー・エヌ・エヌ新社 (2013))
- (2) 高橋正人・大谷毅: ファッションアパレル設計定式化への試み (特集ファッションと設計), 感性工学, 14 (3), pp.149-157. (2016)
- (3) Design Council “The design process”
[https://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/ElevenLessons_Design_Council%20\(2\).pdf](https://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/ElevenLessons_Design_Council%20(2).pdf) (2018/10/26 参照)

参考文献

- [1] Design Council <https://www.designcouncil.org.uk> (2018/10/26 参照)
- [2] Design Council “The Design Process: What is the Double Diamond?”
<https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/design-process-what-double-diamond> (2018/10/26 参照)
- [3] 水谷由美子: 産学公連携事業と「モンペッコ」の共同研究開発, 繊維製品消費科学, 57 (8), pp.600-605 (2016)
- [4] 山岡俊樹: サービスデザイン フレームワークと事例で学ぶサービス構築, 共立出版 (2016)

ブール代数アプローチとラフ集合によるサービス要求事項の明確化

Clarification of service requirements by the boolean algebra approach and the rough set

○千田有佳里*, 山岡俊樹**

*京都女子大学大学院家政学研究科 **京都女子大学

SENDA Yukari*, YAMAOKA Toshiki**

*Graduate School of Home Economics, Kyoto Women's University, ** Kyoto Women's University

1. 背景・目的

サービスシステムの企画段階で、その優劣や妥当性を検討するために、ブール代数アプローチ、ラフ集合、の2つの手法を用い、可能性を考察する。

2. 手法

評価法は以下の2つである。2つの手法の組み合わせで新たな視点ができるのではないかと考えている。ブール代数アプローチ(1)とは分析結果を縮約し、原因を特定する方法である。ラフ集合(2)とは分析結果を縮約し、縮約した結果から近似している集合を把握する。さらに推論や知識獲得ができる手法である。評価項目のウェイト付けの為に AHP(3)を使用する。AHP とは意思決定を行う手法である。

3. 調査方法

調査者に 20 歳代の女子大生 24 人で行った。友達と入りたい喫茶店サービスの組み合わせ構成について調査を行った。そして、ラフ集合を用いて、喫茶店を利用する組み合わせの条件を抽出する。また、AHP を用いて喫茶店を利用する各項目の重要度を把握してから、その重要度の高い項目をブール代数アプローチで、喫茶店を利用する組み合わせを抽出する。アンケートの主な項目は豊富なメニュー具合、居心地の良さ、清潔具合、気持ちの良いインテリアデザインの4つである。それらの項目に対して「求める」、「どちらでもいい」、「求めない」という評価の組み合わせを直行表を用いて作成した。その結果 9 つの組み合わせができ、アンケート回答者にはその 9 つの組み合わせの項目に対して賛同するものはどれかを答えさせた。答えさせる際には想像しやすいように各項目の参考画像を用意した。また、豊富なメニュー具合を A、居心地の良さを B、清潔具合を C、気持ちの良いインテリアデザインを D と表記する。次に回答結果をそれぞれの手法に合わせるた

めに変換を行う。ラフ集合をかけるのに、「求める」を「項目単語 1」、「どちらでもない」を「項目単語 2」、「求めない」を「項目単語 3」とする。ブール代数アプローチでは、「どちらでもない」を「求める」と同等にし、さらに「1」と表記する。「求めない」は「0」と表記する。

4. 結果・考察

4-1. AHP

重要度の平均値を出し、メニューの豊富具合(A)は 0.04、居心地の良さ(B)は 0.14、清潔具合(C)は 0.26、気持ちの良いインテリアデザイン(D)は 0.56 であった。20 代女子大生が友達と利用したい喫茶店サービスは「気持ちの良いインテリアデザイン」である。組み合わせ条件の数値はわからないが、単独の重要度が分かる事でサービスシステムの企画段階時には重要な情報として有効的であると考えられる。

4-2. ブール代数アプローチによる結果

AHP の結果から重要な 3 項目を抽出した。3 つの項目=B:居心地の良さ, C:清潔具合, D:気持ちの良いインテリアデザインである。結論は、賛同した人数が 12 人以上を「1」、12 人未満を「0」とした。今回のアンケート結果では、12 人以上の項目は 2 つで、12 人未満は 3 つという結果であった。

表 1 真理表

組み合わせ の項目	B	C	D	結論
I	1	1	1	1
II	0	0	0	0
III	1	0	0	1
IV	1	0	1	0
V	0	1	0	0

縮約 BCD+Bcd=B

「どちらでもいい」を「求める」と同等にまとめ、今回は1と2をI, 4と8をIII, 5と7をIV, 6と9をVと置き換える。また、揃えるために単独であった3をIIとする。次に結論が「1」のものを選択し、水準が「1」のものにはアルファベット大文字, 「0」にはアルファベット小文字にして表示する。クワイン・マクラスキー法により喫茶店の組み合わせ(表3)を縮約すると、Bとなる。文章化すると、「居心地の良さ」が20代女子大生が友達と利用したい喫茶店になる組み合わせ条件となる。

4-3. ラフ集合

表2 喫茶店の組み合わせ

	A	B	C	D	結論
1	A1	B1	C1	D1	1
2	A1	B2	C2	D2	2
3	A1	B3	C3	D3	2
4	A2	B1	C2	D3	2
5	A2	B2	C3	D1	2
6	A2	B3	C1	D2	2
7	A3	B1	C3	D2	2
8	A3	B2	C1	D3	1
9	A3	B3	C2	D1	2

表3 喫茶店の組み合わせ

●決定ルール/Covering Index (CI)			
Y=1		Y=2	
B1A1	0.5	B2A1	0.143
C1A1	0.5	C2	0.429
C1B1	0.5	D2	0.429
C1D1	0.5	B3	0.429
D1A1	0.5	C3	0.429
D1B1	0.5	D3A1	0.143
A3B2	0.5	A2	0.429
A3C1	0.5	D3B1	0.143
A3D3	0.5	B2D1	0.143
C1B2	0.5	A3B1	0.143
C1D3	0.5	A3D1	0.143
D3B2	0.5		

結論が「Y=1」, 「Y=2」のラフ集合の決定ルールとCI値を求めた結果は表2である。それぞれ12個の決定ルール, 11個の決定ルールが得られた。結果では20代女子大生が友達と利用したい喫茶店になる決定ルールの数は12個である。求められた決定ルールは推論するときには有益な知識である。

5. まとめ

3つの手法を用いて得られた20代女子大生が友達と利用したい喫茶店の条件は、ブール代数アプローチの結果である「居心地がよく清潔である喫茶店」を選ぶ確率がラフ集合によると50%ある。次に、AHPによると「居心地が良い」の重要度は0.26, 「清潔である」は0.14と重要度の高い順で言えば2番目, 3番目の条件である。

本研究におけるそれぞれの手法の特徴は以下のことが分かった。

AHP: 評価項目のウェイト付けに焦点を当てた。
ブール代数アプローチ: サービス項目の組み合わせを特定できる。しかし定量化は出せない。

ラフ集合: サービス項目の組み合わせを特定できる。しかし、今回、決定ルールのCI値がすべて同じで、どの組み合わせ項目を参考にするか選ぶのにはさらに次の検討が必要に考えられる。

いずれの手法も結果を分析している。どの手法もサービスシステムの企画段階で用いても有効的な手法だとわかった。しかし単体の手法だけに頼らず、複数の手法を組み合わせることで企画を進めることがより良いサービスへと作ることが可能ではないかと考える。

参考文献

- 1) 鹿又伸夫, 野宮大志郎, 長谷川計: 質的比較分析, ミネルヴァ書房(2001).
- 2) 森 典彦, 田中 英夫, 井上 勝雄: ラフ集合と感性データからの知識獲得と推論, 海文堂(2001).
- 3) 木下栄蔵: Q & A: 入門意思決定論 - 戦略的意思決定とは -, 現代数学社 (2004).

分娩監視装置のユーザビリティ評価とビジネスモデル提案

Usability evaluation of OCU and proposing a new business model

○村田愛*, 山岡俊樹**

*京都女子大学大学院家政学研究科 **京都女子大学

MURATA Ai*, YAMAOKA Toshiki**

*Graduate School of Home Economics, Kyoto Women's University, ** Kyoto Women's University

1. 背景

現在、妊婦検診は初診後から出産まで約 14 回通う必要があるとされている。地方や離島の妊産婦は定期健診のために長距離移動が必要とされている。メロディ・インターナショナル株式会社ではそのような長距離移動のリスクや産婦人科医の負担を軽減させるためにクラウド型胎児心拍計・子宮収縮計を開発した。

2. 目的

本研究ではクラウド型胎児心拍計・子宮収縮計を国内外で普及させるため、医師だけでなく妊婦にとって使いやすい製品への改善策の提案を目的とする。このことから以下の 2 つを本研究の目標とする。

- ① 現段階の機器・マニュアルのユーザビリティ分析と課題点の抽出
- ② 妊婦の抱える不安を支援できるプロダクトデザイン、サービスデザインの提案

3. 調査 1

3-1. 目的

現在メロディ・インターナショナルが販売している分娩監視装置のユーザビリティ評価をするために行った。

3-2. 方法

① 調査協力者

協力者は京都女子大学に在籍する女子学生 9 名、女性職員 1 名である(平均=21.6 歳、SD=1.58)。全員出産経験、妊婦検診の経験はない。

② 調査内容

2 人 1 組でマニュアルを読みながら分娩監視装置を使用してもらい、その様子を撮影した。使用後は 3 種類のアンケートに回答してもらった。撮影したデータはプロトコル分析シートにまとめ、アンケートは NE 比を使用しすぐに改善すべき点を抽出した。

3-3. 結果・考察

プロトコル分析、NE 比により多くの課題点が抽出できた。課題点は機器に関するもの、マニュアルに関するもの、その他の 3 つにグループ分けした。課題点は 87 個抽出できた。下記はその一部である。

【機器に関する課題】

- ・形に意味があると勘違いしてしまう
- ・電源ボタンと音量ボタンを間違える
- ・心拍計・陣痛計の表面の素材が冷たい
- ・フィードバックがない
- ・操作が複雑
- ・使用するのに技術専門家のサポートが必要
- ・使用できる自信がない製品を使い始める前に多くのことを学ぶ必要がある

【マニュアルに関する課題】

- ・マニュアルを見ながら作業しづらい
- ・専門的な用語に関する説明がない
- ・心拍計・陣痛計の役割について説明がない
- ・注意書きが小さい
- ・簡潔でなく、わかりにくい
- ・デザイン、レイアウトの訴求力が弱い
- ・情報が探しにくい
- ・ユーザが達成感・満足感を得られない

【その他の課題】

- ・計測中の姿勢や行動に関して指示がない
- ・心拍計・陣痛計を腹部に固定する際にどの程度締め付ければよいのか分からない
- ・固定するまでの間腹部を出したままなので冷えてしまう

多くの課題点が抽出された原因としてターゲットユーザのずれがあると考えられる。開発当初は産科業界で受け入れられることを目的としていたため、病院で使用することがメインとなっていた。そのため医師、看護師が使いやすい機器、マニュアルを開

発した。しかし現在は医師などの専門家だけでなく妊婦自身が使用することで離島に住む妊婦や産科医療が発達していない海外でも安全に出産できることを目的としている。この場合はターゲットユーザが専門知識を持たない妊婦やサポーターとなるので、当初考えていたユーザとずれが発生し、課題が生まれたと考える。

4. ヒアリング

専門家からの意見を得るためにヒアリング調査を行った。メロディ・インターナショナルの分娩監視装置を使用している国内にある総合病院の産婦人科の医師1名、看護師6名に協力してもらい、妊婦に関することなど幅広い知識を得ることができた。しかし分娩監視装置については特別な情報を保持していなかった。原因としては医師、看護師ともに対面診察をメインにしていたので遠隔システムについて考慮していなかったからであると考えられる。

5. ビジネスモデル

調査1では現在販売されている分娩監視装置のユーザビリティ評価を行った。以降は妊娠、出産の現状把握、それに関わる人がどのようなことを求めているのか、またそれに対してメロディ・インターナショナルの分娩監視装置はどのように関わることができるのかについて考察した。

5-1. 活動理論

妊娠、出産の現状を整理するため、活動理論を用いた。活動理論とは人間の活動の中での対立を捉える理論であり、フレームワークである¹⁾。

妊娠、出産における主体は「妊婦」であり、本研究での対象は「妊婦検診」である。妊婦検診で使用される人工物は「既存の分娩監視装置」である。妊婦検診に関して妊婦にヒアリングを行った結果、現在の妊婦検診は「不安が残る診察」であることがわかった。不安が残る原因として暗黙のルールがある。

「医師は限られた診察時間で必要最低限の検査のみを行い」、「妊婦は医師の診察に従い」、「病院に直接行って検査、診察」を行わなければならない。妊婦が疑問に感じたり、不安に思ったりしたことは医師からすればほんの些細な出来事なので診察時間を理由に流されてしまう。現在よく利用されている集合体は「医療機関や公的機関を通じたコミュニティ」がほとんどである。NPO 団体なども妊婦や夫に対す

るコミュニティを開いているが時間や場所の都合で参加できず、そもそも存在を知らないこともある。診察やコミュニティでは「診察をする側、される側、支援をされる側、受ける側と明確に分業」されており、医師と妊婦など「上下関係がはっきりしている」という現状である。

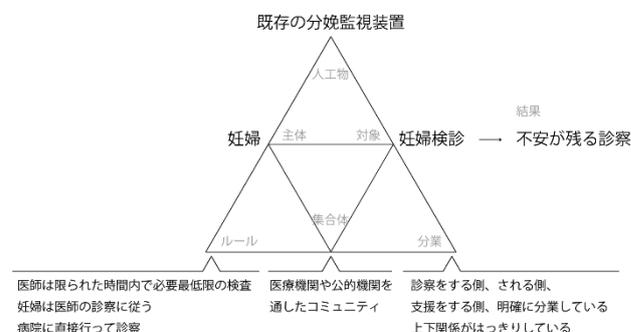


図1 現在の妊娠中における環境

このような現状を踏まえ、今後目指すべき妊娠、出産に関わる環境を考える。上記と同様に妊娠、出産における主体は「妊婦」であり、本研究での対象は「妊婦検診」である。妊婦検診で使用される人工物は「メロディ・インターナショナルの分娩監視装置」である。これまでは時間の都合などから不安の残る診察となっていたが、今後は「不安の残らない診察」をしていく必要がある。「家庭で使用できる」ことから診察前に分娩監視装置で計測し、データを病院へ送る。そうすることでこれまで診察時間内に計測していた分に余裕ができ、「医師は診察時間内で妊婦の質問対応」をすることができる。そのため「妊婦は医師に質問したいことを事前にまとめておく」必要がある。測定結果を病院にデータを送るなどのように、これからの集合体は「医療機関、公的機関、ネットなどより広範囲なコミュニティ」となる。現在では明確に分業されているが、この分娩監視装置が普及されれば「医師が行っていた検査を妊婦が請け負い、医師以外の経験者や支援団体が参加するなど、線引きが曖昧」になっていくと考えられる。また医師と妊婦の間に合った関係性は上下関係ではなく、信頼関係が築かれる。

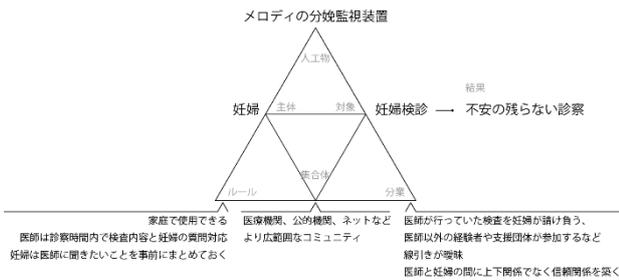


図2 今後の妊娠中における環境

5-2. ダイヤ型ビジネスモデル

開発の工程でビジネスモデルの概要を整理する手法として、ダイヤ型ビジネスモデル(山岡)が提案されている。その後、より具体的に示された詳細版ダイヤ型ビジネスモデル(銅直)が提案された。これを使用し、具体的にメロディ・インターナショナルの分娩監視装置に関するビジネスモデルを考察していく。

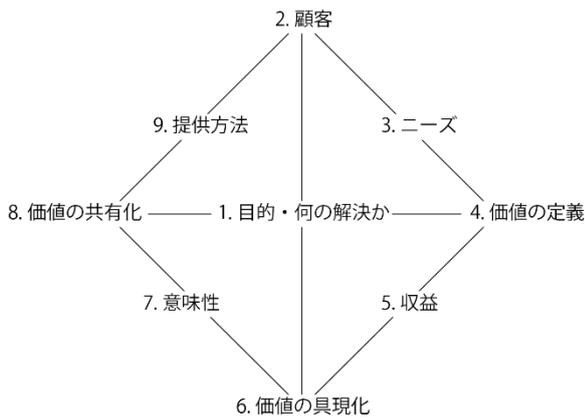


図3 詳細版ダイヤ型ビジネスモデル

①何の解決か

「分娩監視装置で、診察をする。」

②顧客

性別：女性

居住地：国内、地方住み

③ニーズ

【幸福追求ニーズ】

仲良く心温まる人生を送りたい

【ニーズ】

安心して出産に望みたい

【問題点】

妊娠、出産に関して不安がある

④価値の定義

機能性(20%)

楽しさ(30%)

快適性(50%)

⑤収益

表1 利益構造

	Who	What	When
利益	病院	継続利用料	利用中
	公的機関	助成金	利用前

⑥価値の具現化

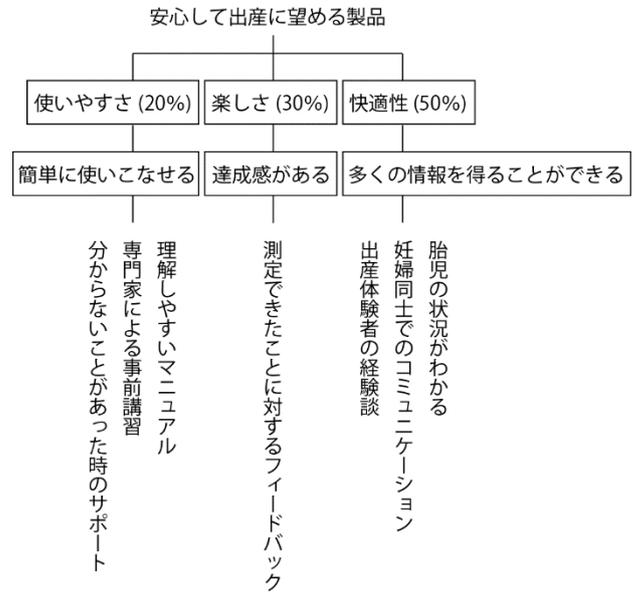


図4 価値の具現化

⑦意味性

・胎児の状況が分かる

【理由】見えない胎児の成長を知ることができ安心できるから。

・妊婦同士でのコミュニケーション

【理由】専門家に質問するほどでもない些細な問題を共有し共感してもらえるから。

・出産体験者の経験談

【理由】専門家に質問するほどでもない些細な問題を共有し共感してもらえるから。

・測定できたことに対するフィードバック

【理由】不慣れな機器に対する不安を解消できるから。

・理解しやすいマニュアル

【理由】不慣れな機器でも使い方を難なく把握できるから。

・専門家による事前講習

【理由】マニュアルでは表記しきれない事態や実際に体験しないとわからないことを理解してもらえるから。

・分からないことがあった時のサポート

【理由】疑問に感じたことをすぐに解決できるから。

⑧価値の共有化

省略

⑨提供方法

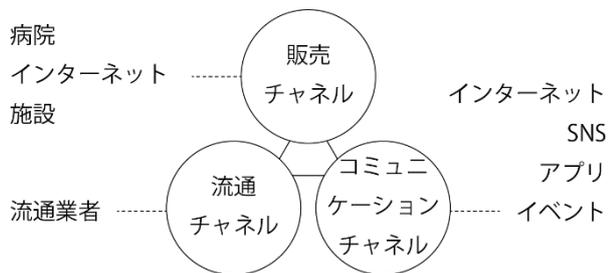


図5 提供方法

6. 調査2

6-1. 目的

妊娠中に感じる不安は誰しも感じるものである。しかし極度の不安や、そこから得る緊張は妊娠中の母体や胎児の健康に影響を及ぼす。そこで妊婦は妊娠から出産までにどのような不安を感じているのか知るためにアンケートを行った。

6-2. 方法

①調査協力者

協力者は妊娠、出産経験のある女性6名とその夫2名である(平均=56.9歳、SD=10.8)。

②調査内容

調査協力者8名にアンケートを配布し、記述してもらった。形式は文章完成法(SCT)と自由記述とした。

表2 質問事項

1.	妊娠初期から後期にかけて感じたポジティブな感情について教えてください。
2.	妊娠初期から後期にかけて感じたネガティブな感情について教えてください。

6-3. 結果・考察

母親、父親共に多くの不安の経験を得ることができた。母親は自身の身体に変化が起きるため、父親よりも多くの不安を抱えていることが分かった。不安の種類のはほとんどは妊婦用不安因子(岩田)でグループ分けすることができた²⁾。

表3 妊婦用不安因子

第1因子	経済的不安因子
第2因子	異常妊娠に関する不安
第3因子	母親役割への不安
第4因子	夫への不安
第5因子	生活(時間)変化への不安
第6因子	情報支援に関する不安

第7因子 身体的変化に対する不安

第8因子 妊娠・出産に伴う支援者に関する不安

グループ分けできなかった不安は子供の性別に関する不安や二人目以降の妊娠の場合の第1子に関する不安などが挙げられた。また不安以外にも妊娠中の自身の体重管理や栄養管理、身体制限にストレスを感じたという声も多くあった。父親も母親ほどではないが不安を感じる場面があった。主に母子の健康に関する不安と経済的な不安を強く感じているようだった。

妊娠中に主体となり、より不安を感じるのは母親であると考えられる。多くの不安を抱える母親をサポートすることは当然必要となるものではあるが、今後は父親に対するサポートも必要である。女性の社会進出が進む現代、家事や妊娠、出産等も母親だけのものではなく父親も参加する家庭が増えつつある。アンケートでも得られたが父親も妊娠中には不安を感じる事が多くある。そのような父親を支えるためにも男性側の不安や悩みなどをサポートする活動が必要とされていくのではないだろうか。

7. おわりに

本研究では分娩監視装置のユーザビリティ評価とビジネスモデルに関する考察をした。ユーザビリティ評価に関しては今後具体的な形を考える予定である。またビジネスモデルについても概要を示しているのみであり、今後より現実的な案を考えて行く。

参考文献

- 1) 小坂 武: システム分析前半における活動理論のもう一つの使い方, 2016年周期全国研究発表大会, pp175-178, (2016)
- 2) 岩田 銀子、橋本 公雄、平井 敏幸、森谷 繁: 初妊婦の不安尺度の作成と不安の構造—信頼性および妥当性の検証—, 北海道文教大学研究紀要, 第33号, pp43-50, (2009)
- 3) 福沢 周亮、桜井 俊子: 看護コミュニケーション—基礎知識と実際, 教育出版 (2006)
- 4) 山岡 俊樹: デザイン 3.0 の教科書, 海文堂出版, (2018)
- 5) フクチマミ: マンガで読む 妊娠・出産の予習BOOK, 大和書房 (2010)

マニュアルデザインの現状の把握と考察 Abstract Format of Japan Ergonomics Society Kansai Branch

○脇結花莉*, 山岡俊樹**

*京都女子大学大学院家政学研究科 **京都女子大学

WAKI Yukari*, YAMAOKA Toshiki**

*Graduate School of Home Economics, Kyoto Women's University, ** Kyoto Women's University

1. はじめに

昨今、様々なサービスがよりリッチコンテンツ化されていく中それに付随する製品もより複雑化・ブラックボックス化していつている。そんな複雑化された製品に必要な不可欠なのはマニュアルである。

本研究のはじまりとして、マニュアルデザインの新しい形を提案する研究を来年度行い予定である。その前段階としてマニュアルデザイン現状の把握とそれに基づいた考察が必要と考えた。マニュアルデザインの研究としては、細かい検証・比較を行っている研究は後述にも表記するが多々存在するが、マニュアルデザインを大きく把握するような研究はなかなかなかったように見えたため、本研究に取り組むこととなった。

本研究は先行研究や調査からマニュアルデザインの現状を把握しながら、後述する調査 1 や先行研究で得た「売れている製品のマニュアルは良いマニュアルである」という自身の設定した仮説を検証し、その後年度の新しいマニュアルデザインの提案に向けての考察を行う。

2. マニュアルについて

マニュアルの言葉の意味についてデジタル大辞泉では次のように述べられている。

- 1 機械・道具・アプリケーションなどの使用説明書。取扱説明書。手引き書。
- 2 作業の手順などを体系的にまとめた冊子の類。
- 3 操作などが、手動式であること。「マニュアル車」⁽¹⁾ 本研究では 1 にあたるものをマニュアルと定義する。

3. 調査 1

3.1 目的

本研究の目的は実際にマニュアル作成に関わっている方にインタビューをすることによりマニュアル

デザインの現状を把握するためである。

3.2 調査方法

マニュアル制作会社の方 1 名

メーカーでマニュアル制作に従事している方 2 名
にマニュアルについてインタビューを行った。

3.3 調査報告

インタビューを行った結果以下のような意見を得ることが出来た。

- ・媒体ではなく web や動画コンテンツなどに力を入れている。
- ・web や動画コンテンツに慣れていないユーザーのためには紙媒体のデザイン改善も重要である。
- ・紙媒体のマニュアルは印刷もしくは PDF 媒体で必ず発行する必要がある。
- ・マニュアルを「免責対策」として作成しているメーカーと「ブランドアピールの機会」と捉えて作成しているメーカーが存在している。
- ・1 種類のカテゴリーで値段やページ数などでマニュアルデザインを比較する研究はなかなかないのでやるとしたらぜひ知りたい。

3.4 考察

現状としては web などに力を入れており、またその方がコスト的にも改善しやすいが、ターゲット層によってはまだまだ紙媒体の改善も必要であるということ。またひとつのブランドとしてマニュアルを捉え、よりユーザーに「好きになってもらう」ためにマニュアルを作成しているメーカーがあることが分かった。ここから「売れている製品には良いマニュアルが付随している」という仮説を立て、その検証に向けて調査を続けて行く。

4. 調査 2

4.1 目的

「売れている製品には良いマニュアルが付随している」という仮説を検証するために1種類の製品カテゴリの中で売上ランキングなどからマニュアルの特徴を分析・把握していく。

また値段やページ数などによってマニュアルに違い

4.2 方法

Amazon のカテゴリ「電子レンジ・オーブンレンジ」売上ランキング 1~100 位 (10/3 時点) から PDF 媒体でマニュアルを入手出来るものを集め、後述する「ランキング・ページ数・値段」などの他に複数のデザイン項目に当てはまるか「はい・いいえ」で分類分けを行った。

4.3 調査項目

調査で分類した調査項目は以下の表 1 で示す。

表 1 マニュアルデザイン調査項目

-
- ・売上ランキングが何位か
 - ・値段がいくらか
 - ・ページ数が何ページか
 - ・手順を説明するための「イラスト」があるか
 - ・手順を説明するための「写真」があるか
 - ・カラー印刷されているか (モノクロでないか)
 - ・紙・PDF 以外の説明ページがあるか
(動画や web の特集ページなど)
 - ・レシピ集などのおまけがあるか
 - ・暖めの構造の説明があるか (Structural model)
 - ・操作手順の説明があるか (Functional model)
 - ・説明以外のための「イラスト」があるか
 - ・説明以外のための「写真・画像」があるか
 - ・確認するような説明文があるか
 - ・「暖める」以外の機能があるかどうか
 - ・企業側から使い方のコツやオススメなどの提示があるか
-

4.4 結果

(1) 単純集計結果

・PDF 媒体でマニュアルを入手出来たものは 86/100 ランキング内に電子レンジやオーブンレンジとは明らかに異なる製品が混じっている, 紙媒体のみのマニュアルのため入手できなかったものなどがあった。
 ・調査項目をもとに当てはまったものを 1 当てはまらなかったものを 0 とカウントし点数化を行いその結果を 100% に変換し図 1 にグラフを示す。

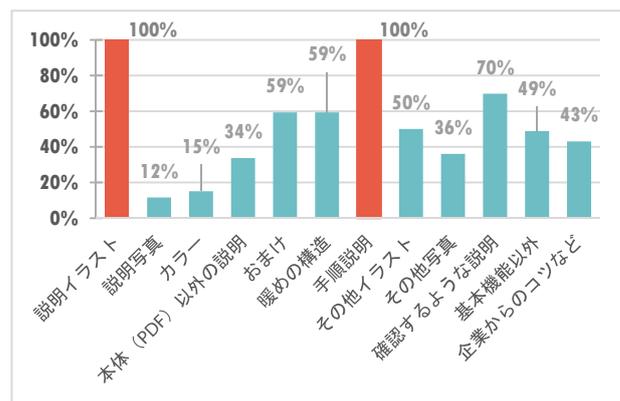


図 1 調査項目結果

図 1 から説明に使用されるイラストと手順の説明は当たり前になっているということが分かる。また確認するような説明があるという項目はよりユーザーに親密さを持たせるための工夫として多くのマニュアルの「困ったら」の項目で確認できた。

(2) ランキングとの関係性

・ランキングとの比較を行うために上位 10 種と下位 10 種の比率の比較を行った結果を図 2・3 に示す。

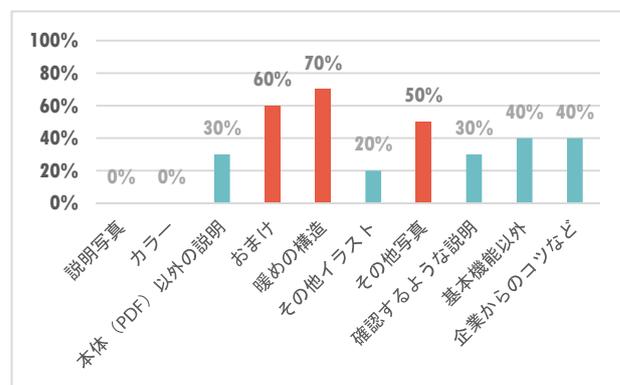


図 2 売上ランキング上位 10 種

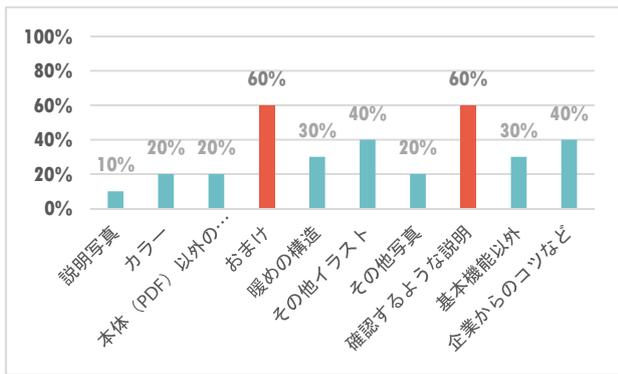


図3 売上ランキング下位10種

考えとしては全ての項目の比率が高いと良いマニュアルと考えられるが図2・3が示すように売上ランキングではその大きな差異は見られなかった。よって1種のカテゴリー内でのマニュアルよし悪しとランキングとの関係性は薄いと示唆される。

(3) 値段との関係性

・製品の値段により違いが出るか分析をするため、値段の高い製品を10種、安い製品を10種の比率の比較を行った。その結果を以下の図4・5に示す。

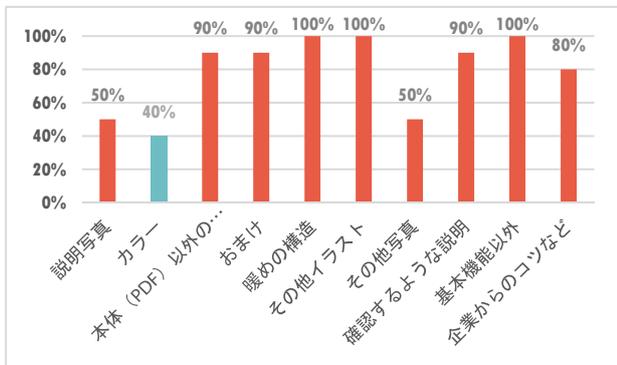


図4 値段順 上位10種

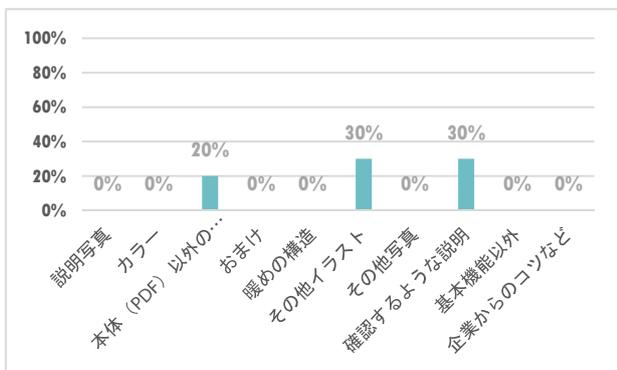


図5 値段順 下位10種

図4・5が示すように値段の高い製品マニュアルは「カラー印刷かどうか」以外の項目は50%以上が当てはまっており、100%の項目も複数見られる。対照的に値段の安い製品のマニュアルは全ての項目で50%を下回っており、一つも当てはまっていない0%の項目も複数見られる。これらから「値段の高い製品には良いマニュアルが付随している」ということが示唆される。

(4) その他の特徴

グラフからではないが実際に全ての対象マニュアルを目にして感じた特徴を複数挙げていく。

- ・基本機能以外のプラス機能が当てはまる機種のほとんどがメーカー側からのコツやオススメが当てはまった。(37/44機種)
- ・フルカラーの説明書はひとつもなく、一緒に載っているレシピの写真もモノクロの説明書があった。
- ・比較的高価な機種は特設のWebページや動画の説明を載せるなど様々な工夫をしている傾向がある。
- ・同じメーカーでもその他のイラスト(主に人)がある機種とない機種がありその違いは値段にあると考えられる。

4.5 考察

これらの結果から1種製品カテゴリーでは「売れている製品には良いマニュアルが付随している」という仮説は成り立たないことが示唆された。それ以上に「値段」との関係性が高く、製品コストの高いものはマニュアルにも多くのコストを流すことが出来ると考えられる。

「高価なもの＝メーカーが自信を持って売りたいもの」だからなのかwebの特設ページやSNSを利用したレシピなども多くみられた。

これは同じメーカーのものでも「その他のイラスト」があるものとないものがあるということからも言えるのではないだろうか。

5. 考察

調査1から「売れている製品には良いマニュアルが付随している」という仮説を立てたが、1種類という小カテゴリーでは仮説は成り立たなかった。しかし、「家電」という少し大きなカテゴリーとして調査すればまた結果は変わって来るのではないかと考える。また「良いマニュアル」大きく括ってしまったが今回調査をしたのは「電子レンジ・オーブンレン

ジ」という小さなカテゴリーだったためそれ以外のものではまた違った結果になる可能性もあるため「家電」という大きいカテゴリーで同様の調査をする意義があると考える。

6. 参考文献

引用部分

1) 「コトバンク, デジタル大泉辞マニユアルとは」, 小学館

(<https://kotobank.jp/word/%E3%83%9E%E3%83%8B%E3%83%A5%E3%82%A2%E3%83%AB-9059>)

参考文献

- 1) 岩井正人: 「製品の使い方」における記号論の適用, デザイン学研究 BULLETIN OF JSSD, Vol40, No6, pp.1-8(1994)
- 2) 岩井正人: 「製品の使い方」に関する記号論の授業—マニュアルデザインの課題として, デザイン学研究 BULLETIN OF JSSD, Vol. 50, No.1, pp.19-26 (2003).
- 3) 下島和彦: [第1回] 企業のCS活動における取扱説明書の役割, マーケットイン視点からの取扱説明書, pp.1-4(2002)
- 4) 中井淳夫: [第2回] 販促ツールとしての取扱説明書, マーケットイン視点からの取扱説明書, pp.1-4(2002)
- 5) 中村あつ子: [第3回] 主婦が取扱説明書に望むこと, マーケットイン視点からの取扱説明書, pp.1-4(2002)
- 6) 向後千春: 操作することはマニュアル文の読みを速める, Japanese Journal of Educational Psychology, Vol.38, pp.330-335(1990)
- 7) 島田英昭: 挿絵がマニュアルの理解を促進する認知プロセス—動機づけ効果と精緻化効果—, 教育心理学研究, Vol.56, pp.474-486(2008)
- 8) 島田英昭: タイトル, 挿絵, 写真がマニュアル読解の動機付けに及ぼす影響, 第13回情報科学技術フォーラム, Vol.3, pp.308-310(2014)
- 9) 大野健彦: うんざりから楽しさへ: ユーザエクスペリエンスを高めるマニュアルデザインの取り組み, 情報処理学会研究報告, Vol.88, No.5, pp.1-8(2013)
- 10) 中谷桃子, 大野健彦, 片桐有理佳, 中根愛, 橋本修司: ユーザを迷わせないマニュアルデザイン, 情報処理研究報告, Vol.2010-HCI-139, No.18(2010)

スマホ首の頸部負担に関する研究

Study of the Loads in the Cervical Region While Using a Smartphone

○松本泰明*, 川野常夫**

*摂南大学大学院 **摂南大学理工学部

MATSUMOTO Hiroaki*, KAWANO Tsuneo**

*Graduate School of Setsunan University, **Faculty of Science and Engineering, Setsunan University

1. はじめに

スマートフォンは、iPhone が 2007 年に米国で発売されてから 2018 年で 11 年が経過し、国内外ともに急速に普及してきており、日本では 2018 年 7 月末時点で利用率が約 75%となっている¹⁾。特に若い世代での普及率が高く、20 代の個人保有率は 94.2%、30 代で 90.4%、13~19 歳で 81.4%の順で高くなっている²⁾。

スマートフォンの画面を長時間のぞき込むことが、頸椎の自然な湾曲がなくなる原因となり、肩こりや頭痛、めまいなどが発症すると言われている³⁾。

このような疾病は「ストレートネック」や「スマホ首」などと呼ばれている⁴⁾。海外では、スマホやケータイで文字入力をする意味の”texting”から、”Text Neck”と呼ばれ広く用いられている。この言葉の名付け親は、Dean L.Fishman で、Text Neck 研究所を設立している^{5),6)}。

本研究では、スマートフォンの画面をのぞき込む姿勢において、首の傾斜角と頸椎の圧迫力の関係、および首の傾斜角と首後部の引張応力の関係を解析的に求めるとともに、スマートフォンをのぞき込むときの頸部の筋電図(EMG)を測定する実験を行って、首の傾斜角による筋負担の違いを比較する。

2. スマホ首のモデルと頸椎圧迫力

松本ら⁷⁾のスマホ首の力学的モデルに慣性力を追加したモデルを図 1 に示す。ここで慣性力は鉛直下方に作用するものとしている。歩行中のスマホの使用、いわゆる「歩きスマホ⁸⁾」やバスの乗車中の使用において鉛直方向に働く慣性力を考慮する。このようなモデルを用いて頸椎圧迫力を推定する。図(a)は前傾によるモーメントを発生する筋肉群の圧迫力 F を、図(b)は自重成分による圧迫力 W を示している。これらから、以下の式が得られる。

$$F \cdot A_n = (H + ma) \cdot A_h \quad (1)$$

$$A_h = rL \sin \theta \quad (2)$$

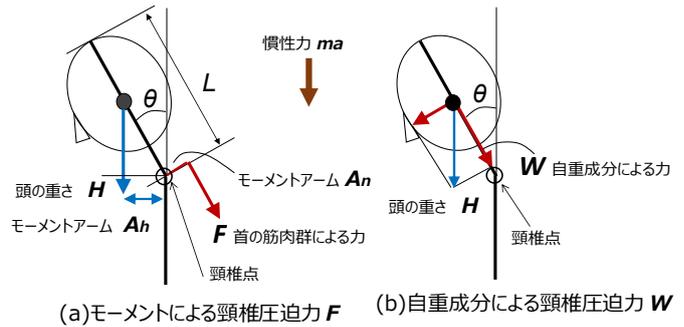


図 1 スマホ首の力学的モデル

$$F = (H + ma) \cdot rL \sin \theta / A_n \quad (3)$$

$$W = (H + ma) \cos \theta \quad (4)$$

$$N_p = F + W \quad (5)$$

ここで首を含めた頭の重さ H は 6kg とする。また筋肉群のモーメントアーム A_n は 28mm, R は重心位置の比で 0.5, L は日本人 20 代男性の平均値である 244mm とする。

図 2 に首の傾斜角 θ に対する頸椎圧迫力を求めた結果を示す。立位で静止している場合は、Hansraj⁹⁾が CAE ソフトを使用して求めているが、それらの値と極めてよく一致している。また、バス乗車中の加速度は通常の場合で、 $0.8m/sec^2$ 、急停車の場合で、

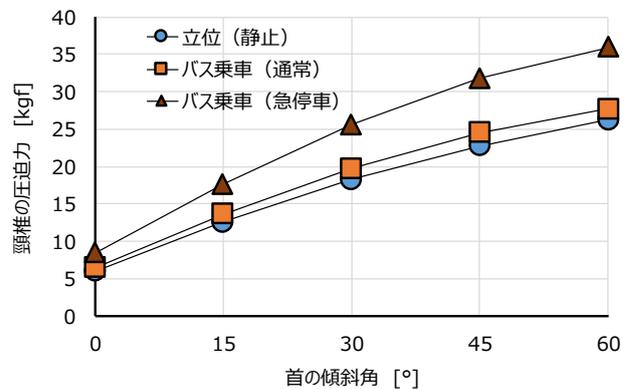


図 2 首の傾斜角と頸椎圧迫力の関係

3.92m/sec² とし¹⁰⁾、それらが鉛直に作用したものとしている。この結果から、スマホ使用中に首には20～30kgの力が作用することがわかる。

3. 構造解析ソフトによる頸部の引張応力

CADソフトのAutodesk Inventorを用いて、頭部のモデルを作成し、有限要素法解析のANSYS(R16.1)を用いて頸部の引張応力を求めた。ここで頭部は球形、頸部は円筒とし、サイズは20代男性の平均値からそれぞれφ196.2mm、φ115.4mmとした。材質はゴム(0.93g/cm³)とした。首の傾斜角が0°、15°、30°、45°、60°となるように各モデルを作成し、首の底面を固定し、頭部の自重による各部の応力分布を求めた。

図3に頭部、頸部の応力分布を求めた結果の例を示す。この頭部モデルは、首の傾斜角が30°の場合である。色の濃い部分が最大引張応力が大きいことを示している。この結果から、首を傾斜させることによって、頸部の後部側の引張応力が大きくなっていくことがわかる。すなわち、頭を前に傾斜させることによって、頸部の後ろ側が強く引っ張られることを示しており、このことから妥当な結果が得られていることがわかる。また、頸部の後ろ側が強く引っ張られることに抗して、周辺の筋肉が収縮して力を発揮し、頭を支えているであろうことが想像される。

図4には、ANSYSで求められた応力分布の中で、最大引張応力の値を首の傾斜角ごとにプロットしたものを示す。この図から、首の傾斜角が大きくなるほど、頸部の後ろ側の引張応力が大きくなることわかる。また、首の傾斜角が15°までは、値が小さく、15°を超えると大きくなることもわかる。傾斜角が60°のときの値は、約67kPaであるので、10°の傾斜につき約15kPa増加することとなる。

4. EMGによる筋負担の測定実験

スマートフォンをのぞき込むときの頸部の筋電図(EMG)を測定する実験を行った。被験者は22歳の男子学生3名とした。実験にあたっては、被験者には実験の内容や危険の可能性、およびその対処方法などを十分に説明し、被験者からインフォームド・コンセントを得て実施した。

実験では、立位の場合と歩行(歩きスマホ)の場合について測定を行った。実験開始前には、図5に示すように首の傾斜角を設定し、被験者には測定中

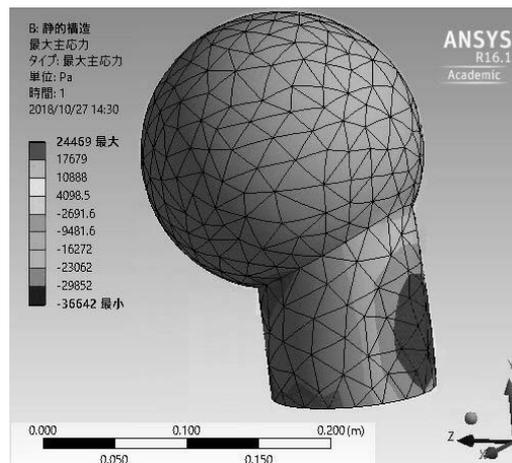


図3 構造解析ソフトによる頸部の応力分布
(頸部の後部側に最大引張応力が作用)

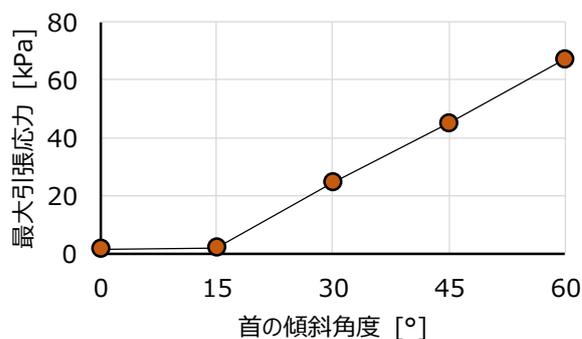


図4 首の傾斜角と最大引張応力の関係



図5 首の傾斜角の設定

にその角度を維持するように指示した。立位の場合は、首の傾斜角度として 0° 、 15° 、 30° 、 45° 、 60° の 5 通りの場合について、それぞれ約 30 秒間維持してもらった。歩行の場合は、 0° 、 30° 、 60° の 3 通りとした。歩行の速度は、現実の歩きスマホを念頭に入れ、両足で 85bpm (毎分 85 歩) とし、メトロノームに合わせて歩いてもらった。

測定の対象とした筋肉は、僧帽筋頸部、僧帽筋上部、三角筋、上腕二頭筋の 4 つとした。筋電図測定の周波数は 1KHz とした。筋負担の大きさを評価するために、記録した筋電図波形の電波整流を行って、測定時間全体で積分値 (筋電積分値) を求めた。さらに、首の傾斜角が 60° のときの筋電積分値が 100% となるように被験者ごとに基準化を行った。

図 6 に首の傾斜角に対する筋負担の大きさの図を示す。実験では、4 つの筋肉について測定を行ったが、首の傾斜に顕著な傾向が見られた「僧帽筋頸部」について図にプロットしている。また、図は立位で静止している場合のみを示している。図から、首の傾斜角が大きくなるほど、筋負担が大きくなっていることがわかる。また、首の傾斜角が 15° までのグラフの傾きと $15^{\circ} \sim 60^{\circ}$ の傾きが異なっており、後者のほうが急になっていることがわかる。この傾向は、図 4 に示した頸部の引張応力の変化の傾向と類似していると言える。このことから引張応力と筋負担には関連があることがわかる。また、首の傾斜角が 15° を超えると、負担が大きくなる傾向があるというひとつの知見が得られる。

図 7 には、先の図 6 に歩行時の結果を追加して示している。歩行時の筋負担についても、立位・静止時の傾斜角 60° のときの筋負担が 100% となるように基準化してプロットしている。図から、傾斜角が 30° 、 60° の場合に、静止時の 2~3 倍の負担となっていることがわかる。このことも新たな知見であると言える。

5. おわりに

本研究では、スマートフォンを使用することが、肩こりや頭痛、めまいなどの原因となることに着目し、スマートフォンの画面をのぞき込む姿勢において、首の傾斜角と頸椎の圧迫力の関係、および首の傾斜角と首後部の引張応力の関係を解析的に求めるとともに、スマートフォンをのぞき込むときの頸部の筋電図(EMG)を測定する実験を行って、首の傾斜角による筋負担の実態を明らかにすることを目的と

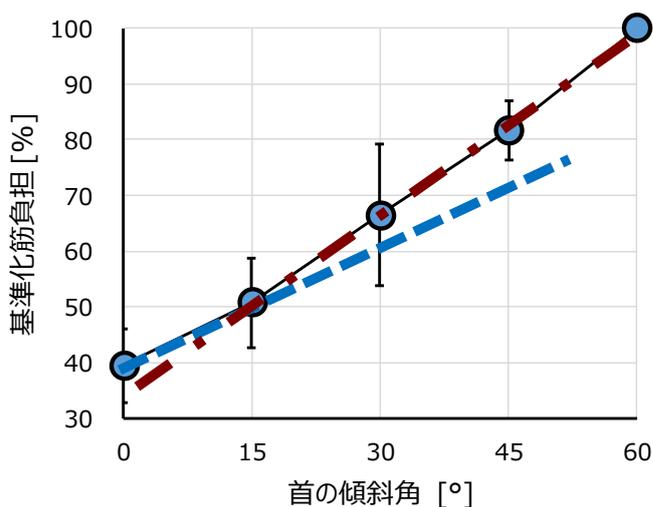


図 6 首の傾斜角に対する筋負担の大きさ (立位で静止状態, 僧帽筋頸部)

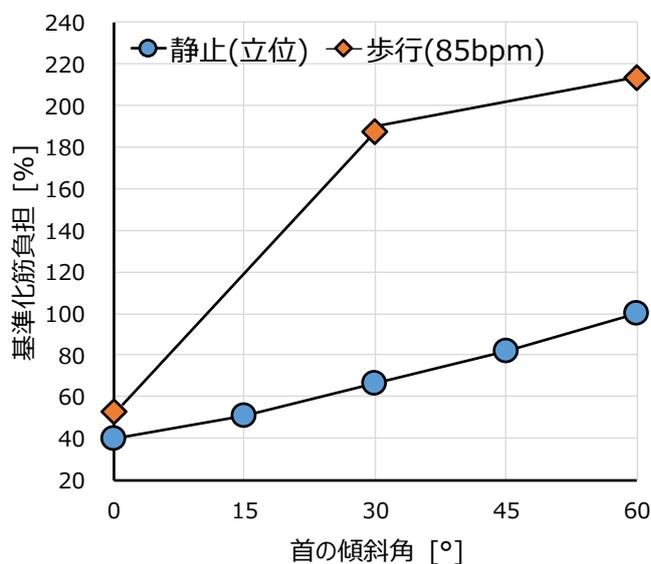


図 7 静止時と歩行時の筋負担の比較

した。本研究の主な結果は以下のとおりである。

- (1) 首の傾斜角が大きくなるほど、頸椎圧迫力は大きくなり、特に、バス乗車中やバスの急停車などのときには、さらに大きくなる。
- (2) 頸部後ろ側の最大引張応力の値は首の傾斜角が 15° までは、値が小さく、 15° を超えると大きくなる。
- (3) 首の傾斜角が大きくなるほど、頸部の筋負担が大きくなり、特に首の傾斜角が 15° を超えると、負担が大きくなる傾向がある。
- (4) 歩行時の頸部の筋負担は、傾斜角が 30° 、 60° の場合に、静止時の 2~3 倍の負担となる。

参考文献

- 1) MMD 研究所(モバイルマーケティングデータ研究所): 2018 年 8 月モバイルデバイスシェア調査, https://mmdlabo.jp/investigation/detail_1737.html, (2018 年 10 月 25 日参照).
- 2) 総務省 : 第 1 章 スマートフォン経済の現在と将来, 平成 29 年版 情報通信白書 第 1 部 pp.1-13, (2017).
- 3) 産経ニュース SankeiBiz : 2012 年 6 月 12 日, <http://www.sankeibiz.jp/econome/news/120612/ecb1206122016001-n1.htm>, (2018 年 10 月 25 日参照).
- 4) 角谷敏宜: パソコン・スマホ病の一症状に対する鍼治療—スマホ首 (ストレートネック) によるめまい・ふらつき—, 医道の日本, 76(2), pp.59-62(2017).
- 5) Neupane, S., Ali, U. I., Mathew, A.: Text Neck Syndrome - Systematic Review, Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR), Vol.3, Issue.7, pp.141-148(2017).
- 6) G.M.Damasceno, A.S.Ferreira, L.A.C.Nogueira, F.J.J.Reis, I.C.S.Andrade, N.M.Filho: Text neck and neck pain in 18–21-year-old young adults, *European Spine Journal*, 27, pp.1249–1254 (2018).
- 7) 松本泰明, 井上友浩, 川野常夫: ウエアラブルセンサーによるスマホ首改善アプリの開発, モバイル学会 研究報告集 Vol.13-2, pp.37-38(2017).
- 8) 小松史旺, 小林吉之, 持丸正明, 三林洋介: 歩きスマホが反応時間および歩行動作に与える影響, *人間工学*, 第 51 巻, 特別号, pp.178-179(2015)
- 9) Hansraj, K.K.: Assessment of stresses in the cervical spine caused by posture and position of the head. *Surgical Technology International*, 25, pp.277-279(2014).
- 10) 関 邦博, 坂本和義, 山崎昌廣: 人間の許容限界ハンドブック, pp.432-443, 朝倉書店(1991).

日常生活での腕時計型活動量計による活動量および睡眠判定に関する研究

A study on activity level and sleep index by wristwatch type activity meter in daily life

○廣田優, 久保博子
奈良女子大学

HIROTA Yu, KUBO Hiroko

Graduate School of Environmental Human Engineering, Nara Women's University

1. 目的

日中の活動時や睡眠時の生理反応を計測する研究において使用される測定機器は、主に実験室で使用される心電図や睡眠ポリグラフ検査等の大型の機器から、小型簡易脳波計や胸部3点誘導法心拍計などの非侵襲かつ小型な機器へと進化しており、実施場所を限定しない計測が簡便になってきている。近年では、一般ユーザーの健康管理を目的に、歩数など多くの情報が計測でき、更にスマートフォンなどと連動して健康増進を図るウェアラブルデバイスが普及し始めている¹⁾。その1つに腕時計型ウェアラブルデバイスがあり、心拍数や睡眠深度等を測定できるものもあるが²⁾、それらの妥当性は明らかにされていない。これらの妥当性を把握することで、より非侵襲性の測定機器の利用が求められる勤労者や高齢者を対象とした研究が容易になる。

そこで本実験は、ある腕時計型活動量計に着目し、従来の測定機器により算出される測定項目と比較し、その傾向を検討することを目的とした。

2. 方法

腕時計型活動量計(株式会社 Fitbit 製、Fitbit AltaHR)を被験者の非利き腕に装着させ、心拍数は3点誘導法心拍計(株式会社 GMS 製、アクティブトレーサーAC301)、睡眠深度は小型簡易脳波計(株式会社プロアシスト製、脳波センサ ZA-9)、歩数や消費カロリー等の活動量指標と睡眠時間や中途覚醒等の睡眠指標は腰装着型活動量計(株式会社アコース製、MTN-220)と比較した。対象者は、心拍計との比較が5人(22±1.2歳)、簡易脳波計との比較が4人(24±1.1歳)、腰部活動量計との比較が24人(16人:24±2.1歳、8人:48±4.4歳)とした。また、実験期間は、2017年4月～5月、10月、2018年11月～2月の間に実施した。被験者には普段通りの生活を送って頂き、被験者の行動や睡眠時刻等の統制は行わなかつ

表 1 実験概要

	実験①	実験②	実験③
時期	2017年4-5月	2017年10月	2018年11-2月
被験者数	n=5 (22±1.2歳)	n=4 (24±1.1歳)	n=24(16:24±2.1歳 8:48±4.4歳)
測定項目	心拍数(日中・睡眠時) 胸部3点誘導法心拍計 (株式会社GMS製)	睡眠深度 小型簡易脳波計 (株式会社プロアシスト製)	睡眠指標・活動量指標 腰装着型活動量計 (株式会社アコース製)
測定機器	腕時計型活動量計(株式会社Fitbit製)		

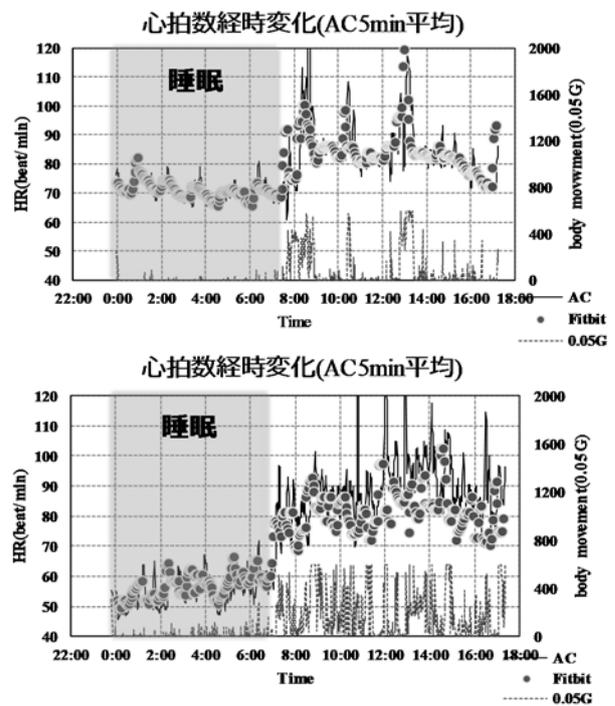


図 1 心拍数経時変化 上: Sub3 下: Sub5

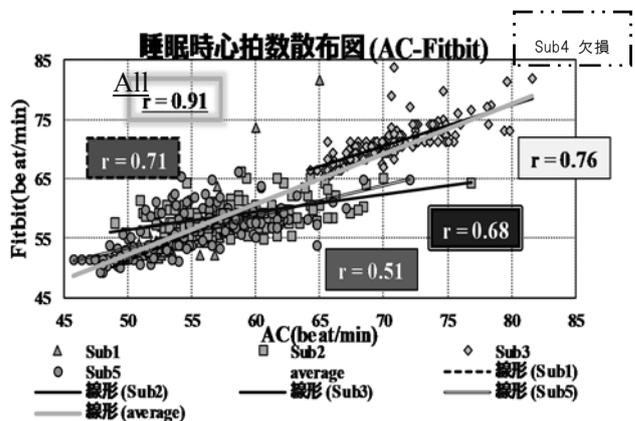


図 2 睡眠時心拍数 (心拍計-腕時計型, n=4)

た。また、倫理指針に基づき書面で同意を得た。

3. 結果

3-1 心拍数の検討

腕時計型の心拍数²⁾と1分間隔で計測した心拍計のデータを3分ごとに抽出し、照合したところ、相関係数は睡眠時が0.72、日中が0.26と低くなった。しかし、心拍計の心拍数を5分ごとに移動平均(図1)すると、相関係数が睡眠時で0.91、日中で0.48となった(図2,3)。睡眠中・日中ともに、被験者の動きが活発でない場合の一致率は高い一方(図1上)、被験者の動きが活発である場合に、心拍計の心拍数と乖離が多くなり、腕時計型の心拍数が低く算出される傾向が見られた(図1下)。

3-2 活動量指標・睡眠指標の検討

腕時計型が腰装着型よりも、睡眠時刻を遅く判定した数は168データ中、就床時刻が99データ、離床時刻が92データであり、就床・離床ともに遅く判定した日が過半数を超えた。相関係数は、就床時刻が0.88、離床時刻が0.95と高い相関が見られ(図4)、総就床時間は1.0±0.1倍の一致率となった。しかし、中途覚醒回数は腕時計型のほうが3.1±3.0倍と非常に多くカウントされていた。

また、1日合計歩数の1週間変化を被験者別に比較すると、一致率が高い被験者がいた一方で、数値に乖離が見られるものの1週間の変化の様子は類似している被験者も存在した(図5)。24人分を平均すると、1.5±0.6倍の多さとなり(図6)、腕時計型は被験者の動きを多くカウントする傾向が確認された。

4. 結論

ある腕時計型活動量計により算出される歩数等の活動量や睡眠指標の傾向を検討した結果、睡眠時の心拍数は0.91と高い相関が認められ、就床・離床時刻の相関も高く、総就床時間は1.0倍の一致率が確認された。一方で、手首に装着する活動量計のため、従来の機器よりも被験者の動きが多く算出される傾向が見られたため、高精度とは言い難かった。しかし、被験者の睡眠リズムなどの生活実態の傾向を把握することは可能であると考え。

参考文献

1) 総務省、平成26年版 情報通信白書のポイント、第1章 ICT がもたらす世界規模でのパラダイムシフト、第4章 ICT の進化がもたらす社会へのインパクトに関する研究、2) Fitbit デバイスはどのように心拍数/睡眠段階を検出しているのですか? ,Fitbit サポート、<https://help.fitbit.com/>

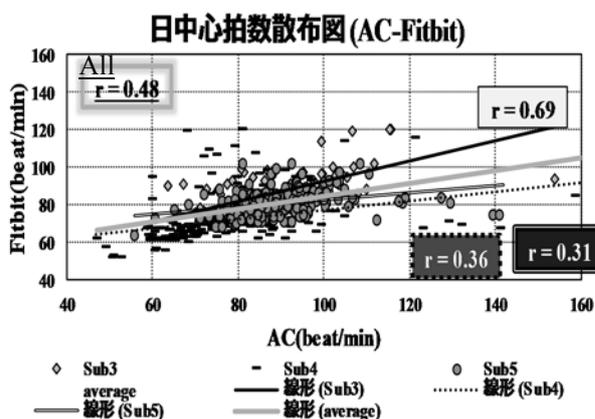


図3 日中心拍数 (心拍計-腕時計型,n=3)

睡眠時刻比較(エステラー-fitbit)

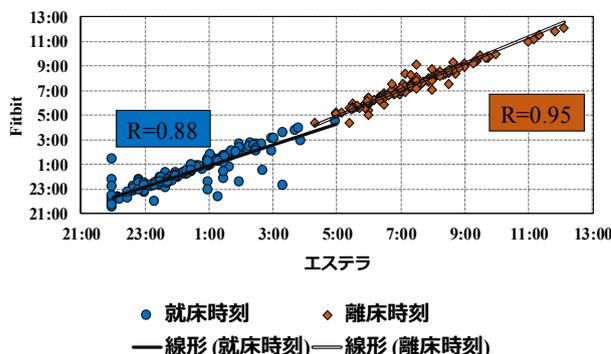


図4 被験者全員の睡眠時刻 相関図

(腰装着型-腕時計型,n=24人*7日)

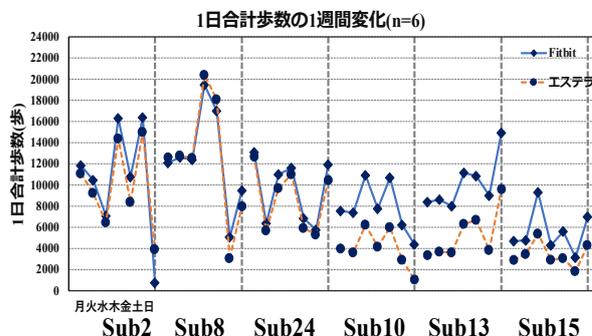


図5 1日合計歩数の1週間変化

睡眠指標・活動量指標

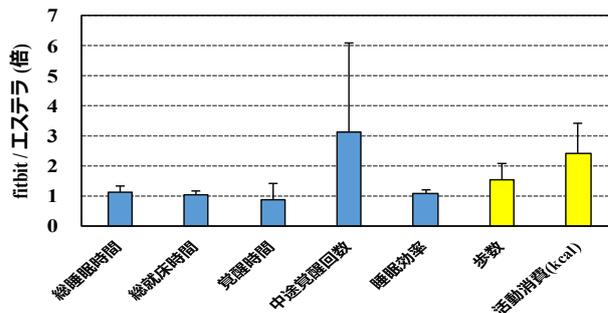


図6 睡眠・活動指標の被験者平均比較

(腰装着型-腕時計型,n=24人*7日=168)

色の異なる文字を用いた Sternberg 課題による脳活動の変化 Changes in brain activity by Sternberg task to use different colored letters

○福永達哉, 萩原啓
立命館大学 情報理工学部

FUKUNAGA Tatsuya, HAGIWARA Hiroshi

College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University.

1. はじめに

日頃の生活の中で暗記することは多い。そのためには効率的に記憶するための集中力が必要になってくる。そこで本研究では、異なる色彩を用いて、短期記憶処理の相違を見だし、差異を明らかにすることを目的とした。集中力と短期記憶処理を明らかにするために Sternberg 課題を用いて実験を行った。Sternberg 課題では、表示された文字に対する脳内でのエンコード、保持、認識の期間に分離されるため、短期記憶処理の異なる段階を調べることが可能である。Sternberg 課題を用いて、色彩による集中力と記憶力の関係を調べる。

2. 実験方法

2-1. 被験者

本実験は、成人健常者 10 名を被験者として採用し実験を行った。また学内の倫理規定に則り、被験者には実験前に十分なインフォームド・コンセントを得た上で実験を行った。

2-2. 実験概要

脳波の計測には多用途脳波計 EEG1100(日本光電)を用いた。

実験のプロトコルを図 1 に示す。



図 1 実験プロトコル

最初に安静座位を 1 分行う。その後タスクを行い最後に安静座位を 1 分行う。安静座位の後に SD 法を行う。これを 1 セットとし、Sternberg 課題の色彩を、黄色、青色、赤色、白色、緑色で 5 回行う。

タスクの内容を図 2 に示す。

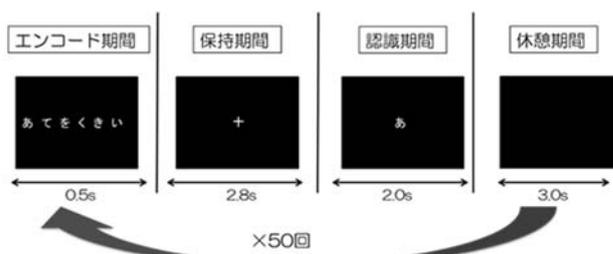


図 2 Sternberg 課題

タスクとして用いた Sternberg 課題は、最初に表示される記憶文字 6 文字を覚えるエンコード期間が 0.5s、次に + 記号が表示される記憶の保持期間が 2.8s、最後に 1 文字表示される認識期間が 2.0s で構成される。認識期間に表示された文字とエンコード期間に表示された文字と比較し、記憶文字との一致・不一致を問う課題である。

一致の場合はボタンを押してもらい、不一致の場合はボタンを押さない設定で行う。休憩期間 3.0s をはさみこの一連の課題を 50 回行う。なお、表示される文字は母音及び子音の重なりが少なくなるように選んだかな文字 12 個(あ, い, き, く, す, て, の, は, み, ゆ, れ, を)を刺激として用いた。

なお、タスクの順序効果を考慮し、タスクパターンは被験者ごとにランダムで行った。

3. 計測方法

脳波計測では国際式 10-20 法に従い、被験者の頭部 Fz, Cz, Pz, C3, C4, A1, A2 により導かれる脳波を計測した。電極の接触抵抗値を 10kΩ 以下とした。

SD 法では、各色彩の雰囲気評価をするために、眠いかどうか、疲れるかどうか、明るいか暗いか、文字が読みやすいか、集中できるかを、-3 から 3 の 7 段階で被験者に記入してもらう。

4. 解析評価方法

Fz から θ 波を抽出し、Pz から α 波を抽出する。

その後(1)式に当てはめて、集中度合を算出する。
集中度合 = $0Fz / \alpha Pz \dots (1)$

5. 結果

図3にエンコード期間による色彩の集中度合を比較したグラフを示す。その結果、黄色の集中度合が高いことがわかる。

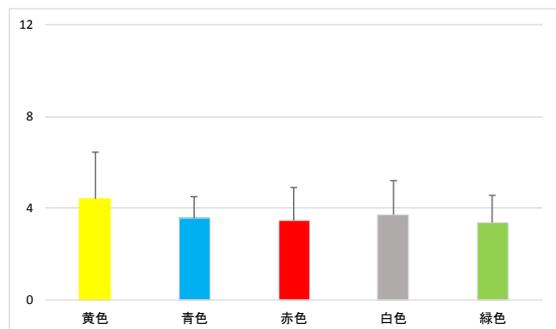


図3 エンコード期間

図4に保持期間による色彩の集中度合を比較したグラフを示す。その結果、黄色の集中度合が高いが、青色と白色が低いことがわかる。またエンコード期間に比べて値が小さいことがわかる。

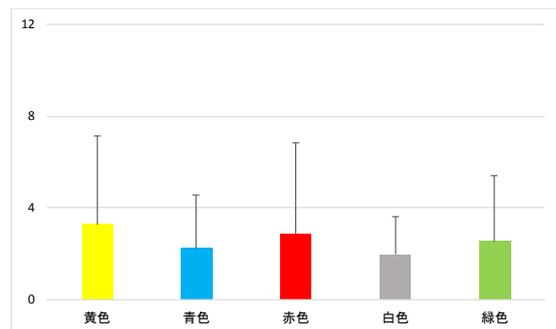


図4 保持期間

図5に認識期間による色彩の集中度合を比較したグラフを示す。その結果、黄色と緑色が高いことがわかり、またエンコード期間や保持期間に比べて値が大きいことがわかる。

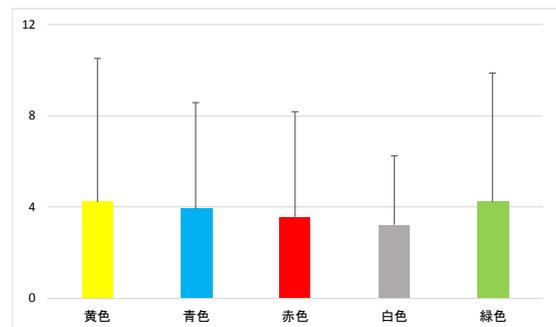


図5 認識期間

図6に Sternberg 課題の平均点を示す。その結果、緑の平均点が高く、黄色の平均点が低いことがわかる。

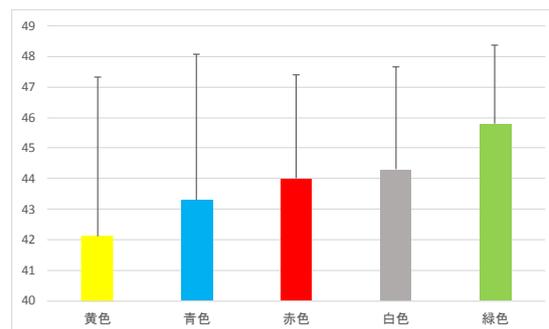


図6 Sternberg 課題の平均点

6. 考察

図3からエンコード期間では、黄色の集中度合いが高い値が示されている。このことから黄色が集中度合を大きくさせ、赤色・青色・緑色が集中度合が小さいものと考えられる。

図4の保持期間のグラフでは、黄色が一番大きい値になっている。このことから黄色は記憶の保持に対する集中度への影響が一番大きいものと考えられる。

図5の認識期間では、緑色が一番大きい値になっている。Sternberg 課題の平均点からも一番高い平均点数となった。したがって、認識のしやすさは緑色が適しているといえる。

最後にエンコード期間、保持期間、認識期間では、黄色が高いにも関わらず、Sternberg 課題の平均点数は黄色が一番低い。エンコード期間と保持期間の集中力は Sternberg 課題の平均点数に関係していない可能性がある。

一方、緑色は認識期間では集中力が一番高く Sternberg 課題の平均点数も一番高いことから、認識期間の集中力は Sternberg 課題の平均点数に影響していると考えられる。

参考文献

- 1) 平松優一, 入倉隆: 有彩色光が作業能率に及ぼす影響, 芝浦工業大学卒業論文集, pp.1-2 (2013).
- 2) 俣江忠, 上堀内健二, 上園友哉, 塗木淳夫, 湯ノ口万友, 黒野明日嗣: Sternberg 課題遂行中の認知症患者と健常者の脳波トポグラフィを用いた早期診断法に関する研究, 生体医工学会誌 49(1), pp.260-263 (2011).

HDR 映像のコンテンツ視聴が生理心理状態に及ぼす影響 —世代間比較—

Effect of high dynamic range video content viewing on physiological and psychological states: a comparison between age groups.

○阪本清美（神戸芸術工科大学）

山下久仁子、岡田 明（大阪市立大学）

Kiyomi SAKAMOTO (Kobe Design University),
Kuniko YAMASHITA, Akira OKADA (Osaka City University)

1. はじめに

輝度範囲の拡大による映像品質向上に関して、最近、HDR (High Dynamic Range)方式が注目され始めている。しかしながら、高精細ディスプレイの輝度範囲の拡大については、HDR 映像による放送や映像配信はまだ限られた範囲に留まっており、HDR 映像の制作ノウハウもこれから蓄積されていく段階であり、HDR 映像による生体への影響の臨床的な裏付けおよび知見も得られていないのが現状である¹⁾。そのため、筆者らは先行研究²⁾において、58 インチの4KTV を用い、4K-HDR (High dynamic range)と 4K-SDR (Standard dynamic range)の輝度レンジの異なる映像コンテンツ視聴時における心理・生理状態の評価を20歳代の16名の実験参加者で行った。そこで、今回は、先行研究²⁾で発表したデータに加え、新たに16名の60歳代のデータを取り、HDR 映像のコンテンツ視聴が生理・心理状態に及ぼす影響について年代による差があるのかどうか、20歳代と60歳代で世代間比較を行ったので、その実験結果を報告する。

2. 実験方法

60歳代の実験条件は20歳代で行った実験条件²⁾と同じ条件を採用した。

実験参加者：実験参加者は60歳代の16名で、選択条件として裸眼あるいは矯正視力(眼鏡あるいはコンタクトレンズ装着)0.8以上であることの視力統制を行なった。実験にあたっては、実験参加者に対して文書によるインフォームドコンセントを得た。なお、この実験は大阪市立大学大学院生活科学研究科研究倫理委員会の承認を受けている (No. 17-35)。

ディスプレイ：58インチ HDR (High dynamic range) 対応 4KTV (Panasonic, TH-58DX950) を用いた。

測定項目：生理評価の測定項目として、瞬目率、

心拍数、交感神経活動度 (LF/HF)、副交感神経活動度 (HF/(LF+HF))、NIRS (near infrared spectroscopic topography, 近赤外分光法) による脳血液動態 (O₂Hb, Total-Hb) を採用した。主観評価として、画質や感情および自覚症評価を項目とした独自に開発した質問紙及びインタビューを行なった。

視距離：150cm を採用した。

実験環境：23°C・50%RH に設定された人工気候室内で行った。照度はリビングを想定し、画面下水平面 100lx とした。

輝度レンジ：HDR (High dynamic range) 対応 4KTV を用いて、4K-HDR (High dynamic range; 0~1000nit) (以下 HDR) と 4K-SDR (Standard dynamic range; 0~100nit) (以下 SDR) の輝度レンジの異なる映像視聴を行った。

コンテンツ：映像コンテンツとして、以下の3種類を使用した。

コンテンツ①：夜景で暗い部分の中に街の明かりやネオンサイン、車のヘッドライト等の明るい部分も含まれている映像

コンテンツ②：南国の風景で太陽や空や光線の反射、波しぶきなど全体的に明るい部分が多い映像

コンテンツ③：刀鍛冶や美しい傘張りの様子など伝統工芸の映像で、近景で炎の燃え上がる様子や色の変化があり、やや動的な動きを含む映像

手続き：各コンテンツは約3~4分間で、各コンテンツ視聴前に1分間の安静時間及び視聴後に2分間の安静時間を挟みながら、輝度レンジの異なる同一コンテンツ (HDR と SDR) を連続して視聴した。この間連続して上記生理指標の測定を実施し各コンテンツの各輝度レンジ視聴後に主観評価を行った。

なお、順序効果を配慮し、輝度レンジ及びコンテンツの順番は実験参加者ごとに入れ替えた。また、評価実験の結果に大きく影響する可能性があるため、

現在視聴しているコンテンツの輝度レンジについて実験参加者には知らせないようにした。

統計解析：映像コンテンツ毎に、輝度レンジ間(HDR, SDR)及び世代間(20歳代, 60歳代)で、主観評価、生理評価に差があるかどうかを二元配置分散分析法(対応あり)で検定を行った。各要因の交互作用に有意差が見られた場合には単純主効果の検定を行い、単純主効果が有意な場合については大小の比較検定を行った。なお、有意水準を $p=0.05$ に設定したが、 $p<0.10$ も有意傾向ありとして取り上げた。

3. 結果と考察

(1)主観評価

コンテンツ①において、輝度レンジの主効果は、「鮮やかさ」、「はっきりした」、「立体的な」($p<0.01$)、「臨場感」、「迫力感」、「動的な」、「質感」($p<0.05$)等の項目で有意となり、HDR の評価スコアは SDR のそれと比較して高かった(図 1)。すなわち、HDR に特徴的なこれらの項目は、SDR よりも HDR で高い評価となった。一方、実験参加者世代の主効果については「覚醒的」のみ有意となり($p<0.05$)、60歳代が20歳代に比較して高かったが、その他の項目では世代による主効果に有意差は見られなかった。また、輝度レンジと世代の交互作用では「鮮やかさ」で有意差が、「迫力感」で有意傾向が見いだされ($p<0.05, p<0.1$)、下位検定の結果、いずれも20歳代のみ輝度レンジの単純主効果が有意となり($p<0.01$)、HDR の評価スコアは SDR のそれと比較して有意に高かった($p<0.01$) (図 2, 図 3)。このことは、20歳代では高輝度レンジの HDR 映像を標準的な輝度レンジの SDR 映像に比較してより鮮やかで迫力があると感じているが、60歳代は HDR と SDR の映像の鮮やかさや迫力感に差を感じていないことを示しており、高齢者の鮮やかさや迫力感に対する感度が若年者に比較して低くなっている可能性があるのではないかとと思われる。

コンテンツ②においては、輝度レンジの主効果は、「臨場感」で HDR の評価スコアが SDR のそれと比較して有意に高くなる傾向があっただけで($p<0.1$) (図 4)、その他の項目では有意差は見られなかった。世代間については「明るい」、「覚醒的」で主効果が有意となり($p<0.01, p<0.05$)、60歳代の評価スコアが20歳代に比較して高かったが(図 5)、輝度レンジと世代の交互作用に有意差は認められなかった。コン

テンツ②は、全体的に明るい部分の多い映像であるため、両世代ともに輝度レンジの差を感じにくかったのではないかとと思われる。

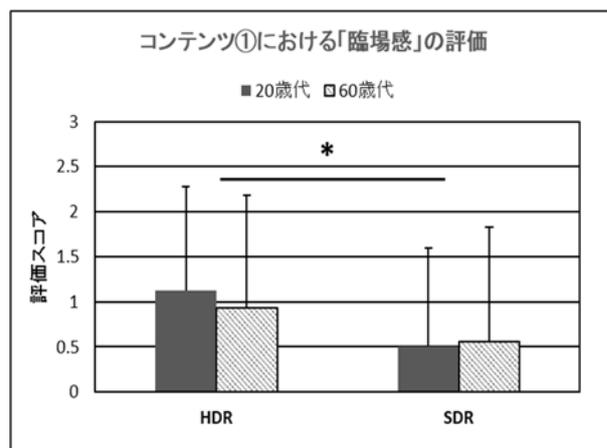


図1 「臨場感」の主観評価スコア
(コンテンツ①：夜景) (*: $p<0.05$)

注) 図1から図10の20歳代のデータは文献²⁾から引用されたものである。

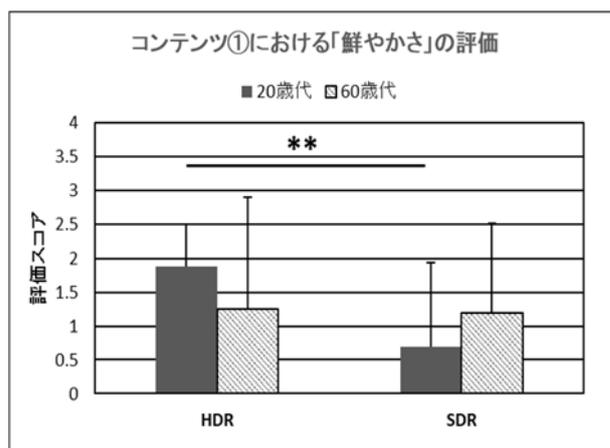


図2 「鮮やかさ」の主観評価スコア
(コンテンツ①：夜景) (**: $p<0.01$)

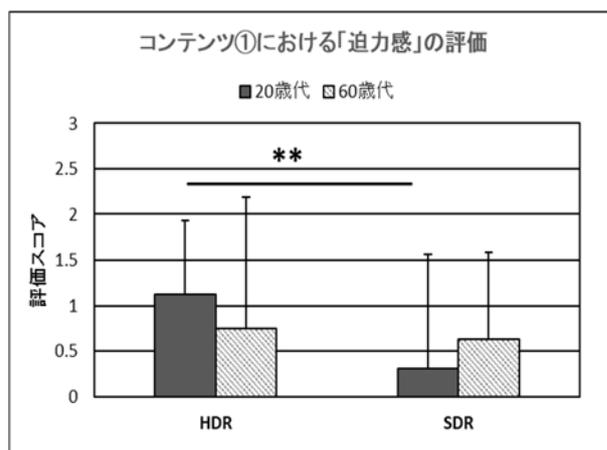


図3 「迫力感」の主観評価スコア
(コンテンツ①：夜景) (**: $p<0.01$)

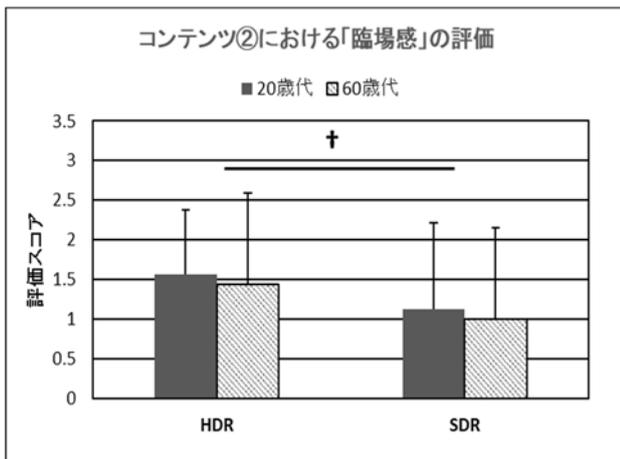


図4 「臨場感」の主観評価スコア
(コンテンツ②：南国の風景) (+:p<0.1)

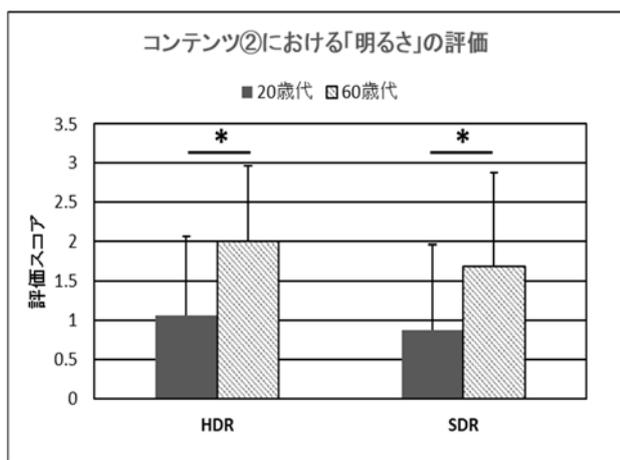


図5 「明るさ」の主観評価スコア
(コンテンツ②：南国の風景) (*:p<0.05)

コンテンツ③では、輝度レンジの主効果は「精細感」、「鮮やかさ」、「はっきりした」、「質感」(p<0.05)等の項目で有意となり、HDRの評価スコアはSDRのそれと比較して高かった(図6)。コンテンツ①同様、HDRに特徴的なこれらの項目は、世代にかかわらずHDRで高い評価となった。一方、「まぶしくない」でも輝度レンジの主効果は有意であったが(p<0.05)、HDRの評価はSDRのそれと比較して反対に低かった(図7)。世代の主効果については「覚醒的」(p<0.01)、「自然な」「はっきりした」(p<0.05)で有意となり60歳代が20歳代に比較して高かった。また、「わずらわしくない」、「快不快」、「楽しい」、「好き」等の感性的な指標で60歳代が20歳代に比較して高い傾向(p<0.1)があったことから察すると、コンテンツ③(伝統工芸)は高齢者に好まれる傾向があったのではないかと思われる。世代と輝度レンジの交互作用に有意差は認められなかった。

また、全コンテンツを通して「目の疲れがない」の評価では、コンテンツ①において輝度レンジの主効果にHDRが低くなる有意傾向があっただけで(p<0.1)、コンテンツ②、③では有意差が認められなかったことから、世代にかかわらず高輝度映像における目の疲労への影響はさほどなかったのではないかと思われる。

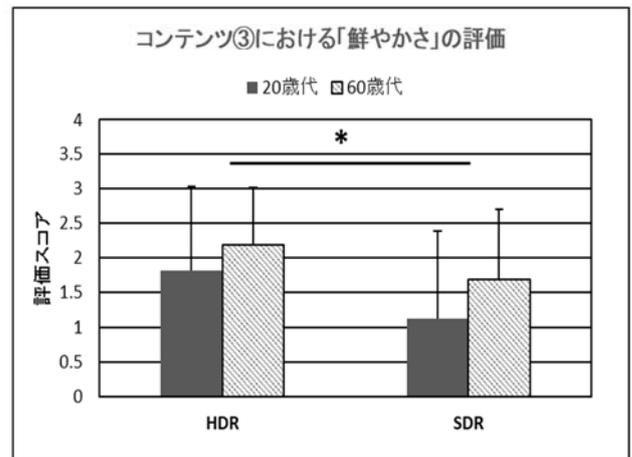


図6 「鮮やかさ」の主観評価スコア
(コンテンツ③：伝統工芸) (*:p<0.05)

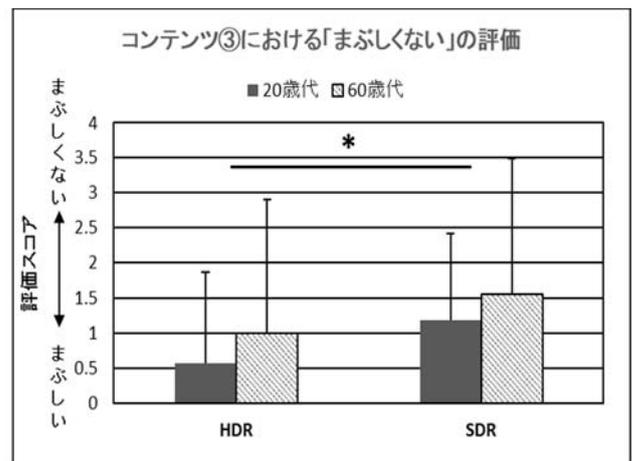


図7 「まぶしくない」の主観評価スコア
(コンテンツ③：伝統工芸) (*:p<0.05)

(2)生理評価

コンテンツ①において、輝度レンジの主効果はNIRSのO₂Hb右、Total-Hb右(p<0.01)で有意となり、HDRの値がSDRのそれと比較して小さかった(図8)。また、LF/HFでHDRの値がSDRのそれと比較して有意に小さくなる傾向があった(p<0.1)。一方、世代の主効果は、視聴中の瞬目率のみ20歳代の値が60歳代のそれと比較して有意に大きくなる傾向があったのみで(p<0.1)、交互作用もすべての項目で有意差は認められなかった。このことから、世代に関係な

く、HDR 映像を視聴中の前頭葉における脳活動は鎮静化し、交感神経活動も小さくなる、すなわち生理的にはゆったりとリラックスして、より現実に近い夜景の映像を視聴している状態であると推測される。

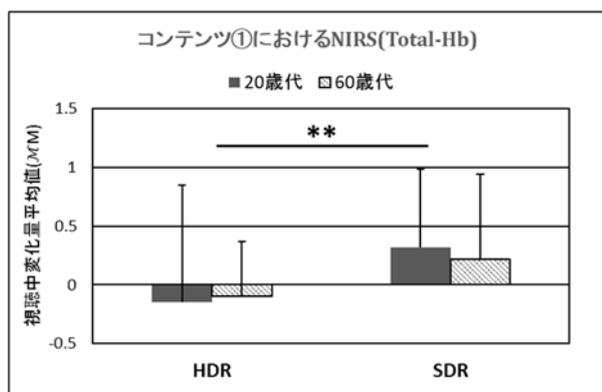


図8 映像視聴中の NIRS (Total-Hb) 変化量 (コンテンツ①: 夜景) (**:p<0.01)

コンテンツ②においては、輝度レンジの主効果は NIRS の Total-Hb 左 (p<0.05)のみ有意となり、HDR の値が SDR のそれと比較して大きかった(図9)。世代の主効果は、HF/(LF+HF)のみ60歳代の値が20歳代のそれと比較して有意に大きくなる傾向があったのみで(p<0.1),交互作用もすべての項目で有意差は認められず、輝度レンジ間、世代間ともに目立った傾向は認められなかった。

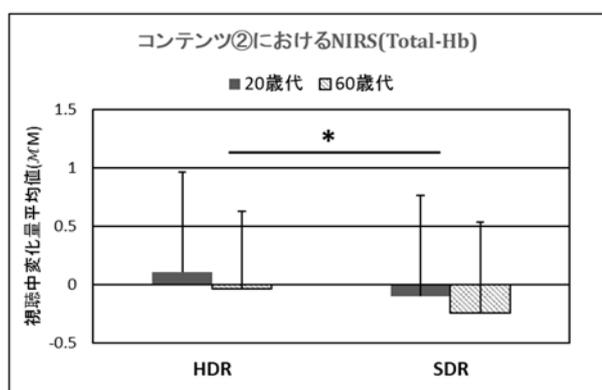


図9 映像視聴中の NIRS (Total-Hb) 変化量 (コンテンツ②: 南国の風景) (*:p<0.05)

コンテンツ③において、輝度レンジと世代の交互作用が NIRS の O₂Hb 右, Total-Hb 右, O₂Hb 左, HF/(LF+HF)で有意となり(p<0.05), 下位検定の結果、NIRS の値については60歳代ではSDRの値がHDRのそれと比較して有意に大きかったのに対し

(p<0.01), 20歳代ではHDRの値の方が大きかった(図10)。世代の単純主効果はSDRでのみ60歳代のNIRSの値が20歳代のそれと比較して有意に大きかった(p<0.05)(図10)。また世代の主効果は、心拍数で60歳代の値が20歳代のそれと比較して有意に大きくなった(p<0.05)。このことから、主観評価やインタビュー結果もあわせて考えると、60歳代はコンテンツ③に高い関心を示し、心拍数の増加を誘引したのではないかと推測されるが、輝度レンジに関しては、はっきりし過ぎてまぶしさを感じるHDRよりもやや抑えた映像であるSDRの方をより好んで注視し、NIRSの値が大きくなった可能性も考えられる。

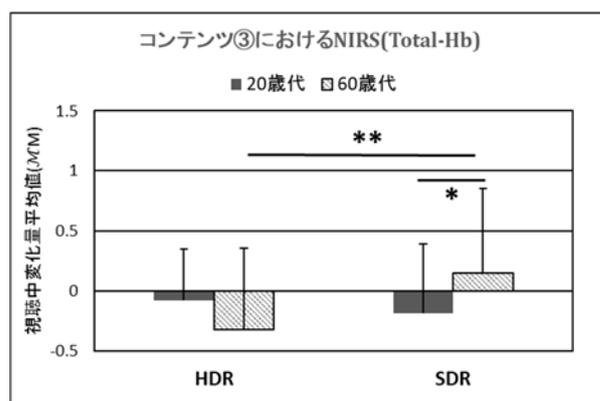


図10 映像視聴中の NIRS (Total-Hb) 変化量 (コンテンツ③: 伝統工芸) (**:p<0.01, *:p<0.05)

4. まとめ

コンテンツの内容により違いはあるものの、HDR映像視聴による生理心理状態に及ぼす影響について、世代間に大きな差は認められなかった。世代に関わらずHDR映像でSDR映像よりも主観的評価が高くなる項目も多く見られ、目の疲れにもほぼ差異は見られなかったが、同時に生理評価結果との関連を解釈するには難しく、今後コンテンツの種類や視聴時間、異なる世代による実験等、例数を増やして更なる検討を行う必要がある。

参考文献

- 1) 総務省: 情報通信審議会 情報通信技術分科会 放送システム委員会(第53回) 資料, 53-3 HDR 作業班報告, pp. 19-20(2016).
- 2) 阪本清美, 山下久仁子, 岡田明: 高輝度レンジの映像視聴が生理・心理状態に及ぼす影響, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.20, No. 2, pp.123-134 (2018).

振動スピーカを用いた回転力提示のための内部支持構造の検討

Examination of internal support structure of a Vibration speaker for rotatory force presentation haptic interface

○天野靖大, 荒木望, 小西康夫, 佐藤孝雄
兵庫県立大学

AMANO Yasuhiro, ARAKI Nozomu, KONISHI Yasuo, SATO Takao
University of Hyogo

1. はじめに

人体に加わる力に反応する感覚として力覚があり、力覚として感じる力には並進方向の力である並進力と回転方向の力（トルク）がある。これらの力が人体に作用したときの感覚により情報提示を行う装置のことを力覚提示装置と呼ぶ。力覚提示の主な方式としては接地型と非接地型の 2 種類が存在する。接地型はマニピュレータやワイヤ等を用いて操作点に反力を提示するものである。この手法は高い自由度で力覚を提示できるが、アクチュエータを固定するための接地点を必要とするため装置が大がかりになりモバイル機器への応用が困難である。

これに対して、直接的な力の作用なしに力覚を提示する手法が非接地型である。この非接地型では人間の錯覚を利用した方式が近年提案されており、その中で振動スピーカを用いて非対称振動を指先に印加するにより一方向に牽引されるような力を錯覚として提示する手法が田辺らにより報告されている¹⁾。この手法の特徴は、空中（非接地）において連続的に牽引されるような並進力を提示できる点である。また、この錯覚として提示される並進力は、振動により指に生じる加速度に関係していることを示唆する結果が示されている¹⁾。そのため、指に生じる加速度を変化させることで並進力だけではなく回転力も提示できる可能性がある。

そこで本研究では、振動スピーカの内部構造を変化させることで指先に生じる加速度を変化させ、回転力を提示する手法の検討を行った。

2. 実験装置

本研究では指先に振動加速度を提示するためのアクチュエータとして、先行研究と同様の振動スピーカ（Vibro Transducer Vp2: アクレーヴラゴ製、φ43 × 15 mm, 35 g）を改造して使用した。この振動スピーカは内部の振動子が図 1(a)のように 3 点で支持さ

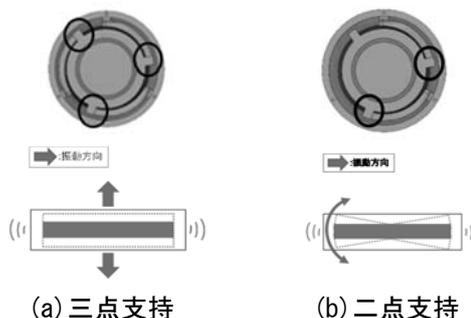


図 1 振動スピーカ内部構造と振動イメージ

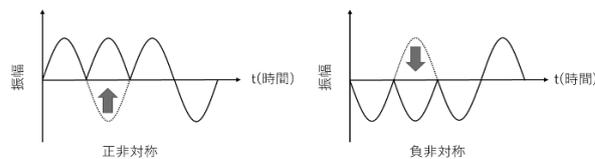


図 2 入力波形

れており、並進方向のみの振動が発生するようになっている。この振動方向を変化させるために本研究では図 1(b)のように支持構造を 2 点のみとし、支持点を結ぶ線を軸として回転方向の振動が生じるような構造の振動スピーカを試作した。振動スピーカに入力する信号は先行研究¹⁾と同様に、図 2 に示すような、正弦波の波形の 2 周期内で半周期分の振幅を反転させた非対称の振幅波形を用いることにした。実験では音声編集ソフトである Audacity を用いて作成した 150 Hz の正弦波から生成した非対称振動波形を用いた。振動波形の出力は PC のイヤホンジャックから行き、パワーアンプ IC(TA7368P)を用いた増幅回路(最大出力電圧±7.0V)で信号を増幅させて、振動スピーカに入力した。また、振動スピーカにより指に生じる加速度は 3 軸加速度センサ(LIS2DH12: STMicroelectronics 製、2 × 2 × 1 mm)を用いて測定を行った。なお、加速度データのサンプリング周波数は 500Hz である。

3. 実験方法

被験者は20代の成人男性1名である。実験では、図3のように振動スピーカを利き手で把持し、図2に示した正非対称および負非対称の2つの振動を提示した。なお、先行研究により正非対称振動を印可した場合には図3(a)の矢印で示した方向の並進力を、負非対称振動を印可した場合にはその逆方向の並進力を錯覚として感じる事が示されており、本実験でも同様の現象を確認している。また、このときの示指(親指, 人差し指)に対してせん断方向に加わる加速度の時間的変化を加速度センサにより測定した。加速度センサは振動スピーカの示指の腹部との間に配置した。振動によって振動スピーカやセンサを滑り落とす可能性を考慮し、加速度センサを示指にテープで固定した。

4. 実験結果

図1(b)に示した二点支持構造の振動スピーカを把持して非対称振動を与えたところ、三点支持では得られなかった回転するような牽引感覚を持つとの回答を得た。また、このときの回転方向は正非対称振動で図3(b)のような左方向回転、負非対称振動で右方向回転であった。

そこで指先に加わる加速度を詳細に調査するため、1秒間の振動を10回分計測し、指腹部に加わる加速度の時間的変化の平均値を求めた。図4は2周期分(80ms)の正非対称振動の指先加速度であり、図4(a)は並進力を感じる三点支持構造での、図4(b)は回転力を感じる二点支持構造での親指と人差し指で測定した加速度を示す。

図4(a)と(b)を比較すると、三点支持の場合では親指と人差し指の加速度が同方向であるのに対して、二点支持では各示指で生じる加速度が逆になっていることが分かる。このことが、二点支持構造の場合に三点支持構造では得られなかった回転力を感じた理由であると考えられる。

各示指に生じる加速度が図4のようになった理由としては、図1(a)の三点支持の場合、三点で固定されているため一方しか往復振動を行えず、示指に生じる加速度が同方向になる。一方、本研究で検討した図1(b)の二点支持では内部で回転運動を生じるため、示指に生じる加速度が逆方向になったと考えられる。したがって、振動スピーカ単体で回転提示を行うためには固定されていない部分が必要だと考

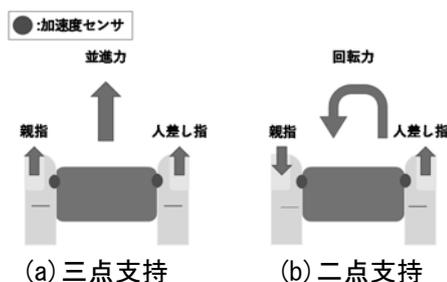
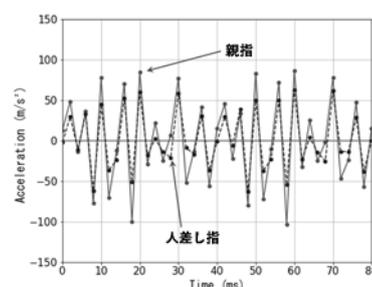
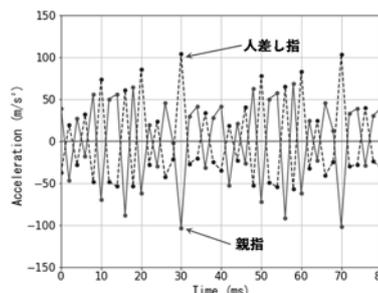


図3 振動スピーカの把持方法と加速度測定位置



(a) 三点支持



(b) 二点支持

図4 指先加速度の時間変化(正非対称振動印可時)

えられる。また、図1より回転する方向は特定の位置を把持した時に限られると考えられる。

以上より、回転には二点支持かつ把持位置が関係していると考えられる。

5. まとめ

本研究で、回転力提示のための振動スピーカの内部支持構造の検討を行った。示指に生じる加速度データを基に、加速度の比較を行った。その結果、三点支持と二点支持で示指に生じる加速度が異なり、内部構造の違いによる回転力提示の可能性を示した。

今後、把持位置で示指に生じる加速度の変化、回転力提示のための最適な構造を検討する予定である。

参考文献

- 1) 田辺 健, 矢野 博明, 岩田 洋夫: “振動スピーカを用いた力覚提示手法の知覚特性”, 計測自動制御学会論文集, Vol.53, No.1, 31/40, (2017).

ドローン操縦基礎練習を助けるデバイスの開発

Development of a device that aids basic practice of drone maneuvering

○綾部加奈子, 大須賀美恵子
大阪工業大学工学部ロボット工学科

○AYABE Kanako, OHSUGA Mieko
Osaka Institute of Technology

1. はじめに

ドローンの世界市場は、2016 年で 39 億ドル(約 4300 億円)、2020 年予測では 112 億ドル(約 1 兆 2 千億円)と見込まれている。日本でも、世界に遅れているものの 2016 年で 353 億円、2020 年には 678 億円を見込んでいる¹⁾。これにより将来的に約 14 万人パイロットが不足するという。

しかし、航空法改定などの逆境によりドローンに触れる機会が少なく、新たにパイロットを目指す人が操縦技術を学ぶのは容易なことではない。また、従来の操縦デバイスである RC (Radio Control)用送信機には 2 つのモードが存在し、一方のモードで練習し慣れてしまうと違うモードでの操縦がしづらくなり、応用が利きにくい。

そこで本研究では、ドローンの基礎練習の際に、操縦の基本となる舵角操作の強弱とドローンの姿勢変化との関係を体得させることを考えた。既存の操縦デバイスを用いず、腕の動きや姿勢で操縦する装着型デバイスを用い、ドローンの姿勢を直感的にユーザーに知らせるフィードバック機能を付加することで、これを実現する。

2. システム

2-1. 概要

Fig.1 は開発する操縦システムのイメージである。ドローンの操作は腕の動きと手のジェスチャで行う。特に舵角の操作を直感的に行えるように、前に伸ばした腕の捻りと上下の動きと対応させる。ドローンの姿勢はドローンを直接見て視覚的に確認することもできるが、これに加え、ドローンの姿勢を検知して音と振動でフィードバックする機能を付加する。これにより、ユーザーは自分の打った舵に対し、ドローンがどう変化したかをより直感的に知ることができる。

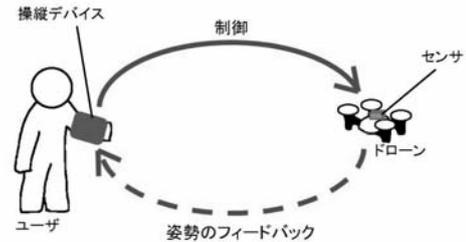


Fig.1 システムのイメージ

2-2. プロトタイプ構成

プロトタイプ構成を Fig.2 に示す。ドローンは Mambo (Parrot 社) を使用し、将来的にどの機種でも対応できるようにペイロード内に収まる小型慣性センサ LPMS-B2 (LP-RESEARCH 社) を取り付けた。操縦のための装着型デバイスは Thalmic Labs 社のアームバンド型ジェスチャコントローラ Myo を使用した。Myo は高感度の 9 軸慣性計測ユニット (IMU: Inertial Measurement Unit) と 8ch の筋電 (EMG: Electromyography) センサを搭載している。事前に Myo で計測したデータからジェスチャを識別するモデルを作成し、使用時にはこのモデルを用いてジェスチャ識別しドローンに送るコマンドを生成する。このコマンドを各モータのパラメータを反映することでドローンを操縦する。

ジェスチャとコマンドの対応表を Tab.1 に示す。

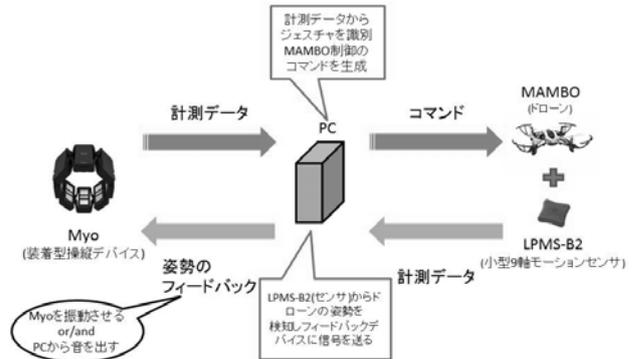


Fig.2 プロトタイプ構成

Tab.1 ジェスチャとコマンド

コマンド	ジェスチャ
forward-high	背屈強
forward-low	背屈弱
back-high	拳屈強
back-low	拳屈弱
Landing(Emergency stop)	強く握る
lock/unlock	ダブルタップ
stop(command stop)	手を振る
neutral	腕を前に出す&脱力
rolling right-high	右ひねり深
rolling right-low	右ひねり浅
rolling left-high	左ひねり深
rolling left-low	左ひねり浅
ascend	腕を振り上げる
descend	腕を振り下げる

3. モデルの作成のための予備検討

ニュートラル（中立状態）は腕をまっすぐ前に伸ばして脱力している状態である。この状態からの腕の上下と捻りは、加速度で識別可能であると考えている (Fig.3)。それ以外のジェスチャに関しては、ロジックに基づくモデルでは識別が難しいため機械学習を用いることにした。学習にはサポートベクターマシン(SVM: Support Vector Machine)を用いる。SVM は 2 群の分類問題を解くために考えられた学習アルゴリズムで、学習データを多次元空間にマッピングし 2 群に分ける境界となる超平面を各群の最も近いデータの距離が最大になるよう最適化する。

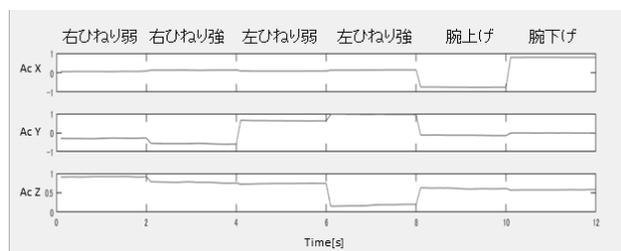


Fig.3 加速度で識別できる動作

学習で識別したいジェスチャは手首の拳屈背屈動作に強弱をつけたもの、拳を握る、ダブルタップ、手を振る(手の水を払う動作)の 7 動作である。

データ収集の参加者には Myo を装着してもらい、

それぞれの動作を 2 秒ずつ短い中立状態を挟んで連続して行わせた。これを 1 試行とし、休憩を挟みながら 2 試行行った。これを 1 セットとし、Myo の付け直しと 3~5 分ほど休憩を挟み 3 セット行った。なお、データ収集は大阪工業大学ライフサイエンス倫理委員会の承認を経て実施した (承認番号 2018-24)。

計測した EMG データは絶対値変換を施し、加速度、角速度データとともに 0.3 s の移動平均をかけ、0.1 s ごとのデータセットを作成した。Fig.4 に一例を示す。動作ごとの特徴的なパターンがあり試行間の違いが小さいことがわかる。

SVM には RBF カーネルを用い、1/10 のデータを学習に用い、残りのデータで評価する方法で行った。少数数例の結果では、すべてのペアの正識別率が 95% を超えるハイパーパラメータ (コストパラメータ C, RBF パラメータ γ) の組み合わせが得られている。今後、誤識別の原因分析と対策の検討、N を増やした評価が必要である。

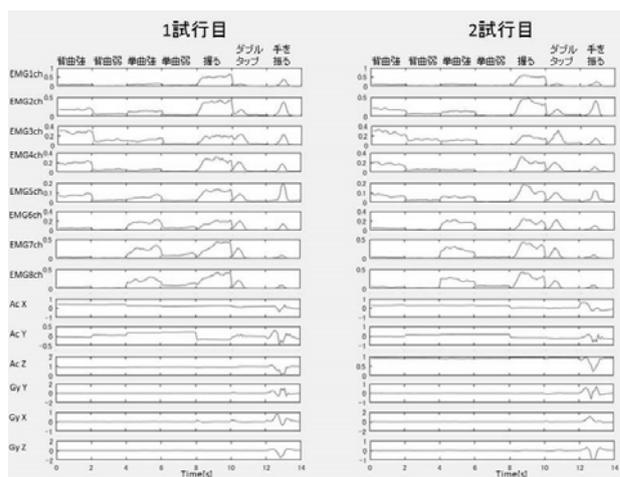


Fig.4 学習に用いるデータ例

4. おわりに

ドローンパイロットの基礎練習を支援するデバイスを提案した。今後は、モデルによるジェスチャ識別の正識別率を向上させ、ドローンの操縦を自然に行うことができるようにする。次に、音と振動によるフィードバックの方法の検討と実装、操縦訓練として機能するか、効果があるかの評価を行う。

参考文献

- 1) 野波 健蔵：ドローン経済応用のすべて—開発の基礎から活用の実際まで, pp.2-8, オーム社 (2015).

カメラを用いた非接触ヒューマンセンシング

Non-contact Human Sensing using Camera

○竹内大樹*, 鎌倉快之*, 大須賀美恵子**

*大阪工業大学情報科学部 **大阪工業大学ロボティクス&デザイン工学科

TAKEUCHI Hiroki*, KAMAKURA Yosiyuki*, OHSUGA Mieko**

*Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology,

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

1. はじめに

近年自動運転化に向けた運転支援, インタラクティブな支援を行う IoT 家電, 日常の健康維持管理など様々な場面でヒトの状態を推定する技術の需要が高まっている. このようにヒトの健康や安全を支援するには生理, 心理状態の推定とそれに則した適切な支援が不可欠である. センサを体に装着した生理計測では, 装着の手間やコードなどによる動作の制限など被計測者に大きな負担が強いられ, これを日常の中に取り入れることは難しい. その対策として装着型や簡易接触型のセンサなど比較的低負担な計測手法の開発も進められている¹⁻²⁾.

ここでは低負担な計測手法のひとつとして汎用な RGB カメラを用いた非接触計測について示す. この計測によって脈波や瞬目の検出が可能であるとされており³⁻⁴⁾, これを用いたシステムを構築し, 計測結果について検討した.

2. 手法

2-1. 顔・顔パーツ検出

本システムでは, 脈波や瞬目の検出の前提として, 画像から顔と顔パーツを検出する. 顔と顔パーツの検出には機械学習ライブラリ dlib と顔・顔パーツ検出用の学習済みデータを使用する⁵⁾. 本システムでは検出された顔領域の中から最大のもの対象に顔ランドマークという 68 個の特徴点を割り当てることで顔パーツを検出する.

2-2. 脈波検出

脈波検出には肌色の緑成分の変動を利用する. これは血中ヘモグロビンの吸光特性が緑色の波長帯域にピークを示していることで, 血液量の増減による血中ヘモグロビンの相対的な量の増減が皮膚表面での緑色光の吸収量に直接的に影響を及ぼしているからである⁶⁾.

脈波検出には頬の領域を利用する. 顔ランドマークの特徴点より頬付近を関心領域に設定し, その領

域内の肌色成分を持つ画素から緑色成分のみを抽出し平均をとる. ここでは均等拡散モデルを用いた肌色の抽出⁷⁾を行っている. これは照明条件の変化に対してロバストな肌色抽出の方法とされている.

図 1 は頬の領域を決定し検出を行っている際の一例で, 顔・顔パーツの輪郭に示される点がランドマーク, 左頬付近に示される四角形が脈波検出の関心領域を示す.

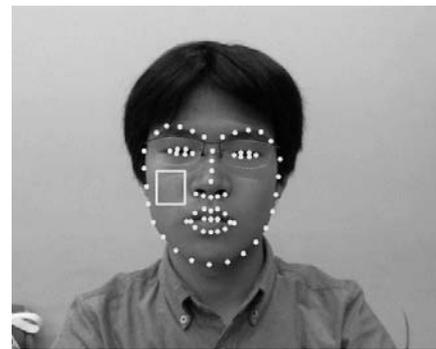


図 3 検出画面 (被写体は著者)

2-3. 瞬目検出

瞬目検出には, 上瞼と下瞼のランドマークの距離の変化に基づく開口度波形を利用した. この際, 目頭と目尻のランドマークの距離で除算することで正規化を行っている. この波形は, 垂直眼電図における瞬目と同様の波形を示すことが知られている⁸⁾.

3. システム構築

本システムには Logicool 社製の C615 PORTABLE HD WEBCAM を使用しており, これはフレームレートが 30FPS の USB カメラである. このカメラを Intel Core i5 2.5GHz の CPU, 8GB のメモリを搭載したパソコンに接続し, 脈波および瞬目の検出を行う.

また映像の処理には Python3.6.5 を利用している.

4. 結果

図 2 は本システム利用時に提示される計測画面の一例である. 上部のグラフは 2-2 の緑成分の時系列変化示しており縦軸が緑成分の量, 横軸が時間(秒)

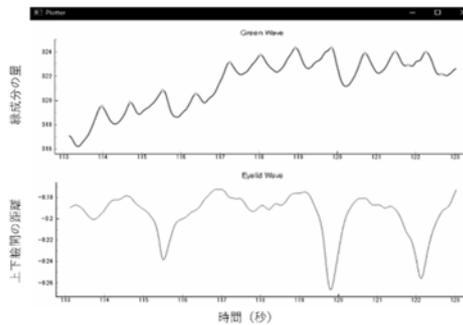


図 2 計測結果

を表している. 下部のグラフは 2-3 の目の開口度の波形を示しており縦軸が距離を表している. 各データのサンプリング間隔は今回使用したカメラのフレームレートより 1/30 秒となっている.

緑成分の時系列変化のグラフより波のピークを検出する. このタイミングは拍動のタイミングと同期しておりその間隔と個数から RR 間隔と脈拍数の算出が可能であると考えられる. また, 開口度のグラフは下に大きく変動している部分が瞬目のタイミングであることから, この波形からは瞬目のタイミングと瞬目波形が読み取れることがわかる.

5. 考察

5-1. 脈波検出について

計測結果から算出した脈拍数とセンサで計測した脈拍数を比較したところ, 安定した環境条件下では十分な一致が見られた. しかし光環境の変化や被測定者の動きなどがある場合には計測が難しい. そのため, 暗所などでの計測を可能にするために近赤外線カメラを用いたり, 深度 (距離) センサを用いて被計測者の動きを捉え, 計測精度の向上に活かすなどの対策が考えられる.

5-2. 瞬目検出について

開口度波形の変化と映像を比較したところ, 瞬目に同期した波形変化が出現した. 筆者らは過去に瞬目波形を表 1 のような 5 つのパターンに分類し, その出現頻度変化による覚醒状態の推定に取り組んだ⁸⁾. 本システムでも類似した瞬目波形が取得可能であることから, 覚醒状態の推定への応用が考えられる.

6. おわりに

このように非接触低負担センシングの一端として RGB カメラを用いた脈波や瞬目の計測の可能性が示された.

本システムでは顔・顔パーツを検出していることから, 視線や顔の表情といった指標の取得も考えら

表 2 瞬目カテゴリ分類 (出展: 文献 8))

カテゴリ	定義	
A		標準
B		(振幅大 or 標準) and (立上り遅 and/or 立下り遅)
C		振幅小 and not (立上り早 and 立下り早)
D		not 振幅大 and (立上り遅 and/or 立下り遅)
E		振幅小 and (立上り早 and 立下り早)

れる. 今後は今回示した脈波および瞬目の検出精度の検証と向上を進めるだけでなく, この新たな指標の検出を可能にするシステムの開発にも取り組んでいく.

参考文献

- 1) 板生清, 駒澤真人: ウェアラブルデバイスの応用近未来の展開, エレクトロニクス実装学会誌, Vol. 18, No. 6, pp. 384-389, (2015)
- 2) 大須賀美恵子: バイタルセンシングウェアの応用可能性について, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2017, (2017)
- 3) Chihiro Takano, Yuji Ohta: Heart rate measurement based on a time-lapse image, Medical Engineering & Physics 29, pp. 853-857, (2000)
- 4) 鎌倉快之, 大須賀美恵子: カメラ映像からの脈波および瞬目波形計測と覚醒状態判定, ヒューマンインタフェース学会, (2017)
- 5) Dlib C++ Library, <http://dlib.net>
- 6) 小原一誠, 阿部誠, 杉田典大, 吉田智契, 吉澤誠: 映像からの脈波情報抽出, 計測自動制御学会, (2014)
- 7) 田中昭二, 田中聡: 照明条件の変化にロバストな顔部位領域の追跡, 電子情報通信学会技術研究報告: 信学技報, 101 巻, 624 号, pp. 73-78
- 8) 鎌倉快之, 大須賀美恵子, 井上裕美子, NOPSUWAN CHAI Roongroj, 野口祥宏: ドライバの覚醒状態評価に向けた瞬目カテゴリ分類, ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集 (CD-ROM), 2008, NO. 1541, (2018)

予測的評価のための曲線描画法

The CDM (Curve Drawing Method) for Time-series Predictive Evaluation

○西藤栄子, 神宮英夫

金沢工業大学感動デザイン工学研究所

SAITO Eiko, JINGU Hideo

Research Laboratory for Affective Design Engineering, Kanazawa Institute of Technology

1. はじめに

本報では、「もしも、『ひとと、もの・こととの関係』がこのまま続くとしたら、評価はどのように変化してどの程度の評価値が得られるか」という時系列評価の予測を、連続的時系列評価手法として考案した「曲線描画法(CDM)」^{1), 2)} ができるか、その可能性を検討した。

もし時系列評価予測の可能性を検証できれば、これまでの多くが、実験で求めた評価値から目的の評価値を推定してその「推定値」をものづくりに活かしていたのに対して、実際に CDM で求めた「実験値」の「時系列予測値」をものづくりに組み込むことができる。これによって作り手の意図をより効果的に反映させられる。さらに一定の精度で予測的評価ができれば、長時間の連続的評価が必要な研究領域での活用も期待できる。

このような曲線を描く時系列評価の別法に、UX カーブがあげられる³⁾。本研究の CDM が刺激直後に全体を振り返って感じた程度を曲線で評価するのに対して、UX カーブでは評価曲線でのタッチポイントとしての特徴的な時点(変曲点)ごとの間の評価値差が評価の意味の強さを表す。いわば経験をもとに区切られた時点ごとの評価を調べる手法ともいえる。したがって、このような経験に基づく時点ごとの評価の仕方・考え方からいえば、「もしもこのような関係がこのまま続いたら」という全体の流れで行う予測的評価は難しいといえよう。一方の CDM では、振り返って刺激全体を把握してから曲線で評価するために、その延長上の「もしもこの関係が続いたら」という予測的評価の可能性が期待できる。

そこで本報では、タスクから受ける「リアルタイム」での疲労度と、「そのタスクがこのまま続いたら」という疲労予測値との関係を調べて、CDM による時

系列での予測的評価の可能性を調べた。

2. 研究方法

タスクは、ボールペンによる文章の書き写しであった。この作業中の疲労度を心拍変動の指標値から求め、続いて「もしもこのまま書き続いたら、1 時間後にはどの程度の疲労感を感じるか」を CDM で予測させた。リアルタイムの心拍変動の指標値と曲線描画での予測値パターンとの対応性を調べて、CDM による時系列感性評価予測の可能性を検討した。

2.1 実験

タスク用ボールペン 2 種(グリップ付, 高価格品とスタンダード品)と、任意書籍の規定ページを選び、その書き写しをさせた。作業時間は 5 分間、指示は「できるだけ早く正確に書いてください」として書籍内容の興味関心が作業に影響することを避けた。実験対象者は男女学生 10 名(男子 7 名, 女子 3 名)であった。

1) 心電計測

タスクの書き写し作業(5 分間)での心拍指標値(HF)を 2 秒間隔で求めた。そのときの取得データ数は 150 個であった。HF は高周波数帯 0.15~0.4(Hz)の各値、使用した心電計測器はマイクロメディカルデバイス社製 RF-ECG であった。HF は、生体の個人差を考慮して平方根に換算した。

2) 曲線描画

研究室で独自に開発した描画解析システム(Graph Drawing Application, iPad 活用)の画面に直接曲線描画させた。その評価画面は(図 2 参照)、X 軸が予測経過時間(1 時間)、描画の手がかりとして 20 分ごとに分割補助線を加えた、Y 軸は疲労予測値「感じない」~「強く感じる」とし、マグニチュード推定法で、0~1.0 の範囲で評価させた。

3) 追加実験：疲労とボールペンの高級感イメージとの関係を知るために、男女学生 38 名(男子 25 名, 女子 13 名)を対象に、二者択一で、高級感のイメージ評価をさせた。

3. 結果と考察

3.1 心拍指標値 HF による作業中の疲労

2 種類のボールペンによる作業中の疲労度について、30 秒間のフェーズごとに HF の平均値を算出してプロットしたのが図 1 (事例：対象者 No.1) である。リアルタイムでの疲労度はこの回帰係数によって検討した。ここで、HF は副交感神経の働きで、この値が高いとリラックスを、低いと疲れを感じていることになる。図 1 では、高価格品で、回帰係数-0.667(マイナス)を示し、疲労が蓄積して疲れを感じた。逆に、スタンダード品では 0.387(プラス)であり、徐々に作業に慣れてリラックスした。この傾向は他の対象者でも同様であった。対象者 No.5 では高価格品の回帰係数は-0.597, スタンダード品で 1.129 を示し、製品間での疲労傾向の違いは、No.1 よりも大きかった。

3.2 CDM による作業後の疲労予測

作業直後の「このままこの作業を 1 時間続けたら」という疲労予測傾向を CDM で求めた結果、作業中はリラックスしていた対象者であっても、曲線がプラス方向で高くなり、この作業をさらに 1 時間も続けると疲労が蓄積すると予測したことが示された。対象者 No.1 では、高価格品、スタンダード品の双方で同

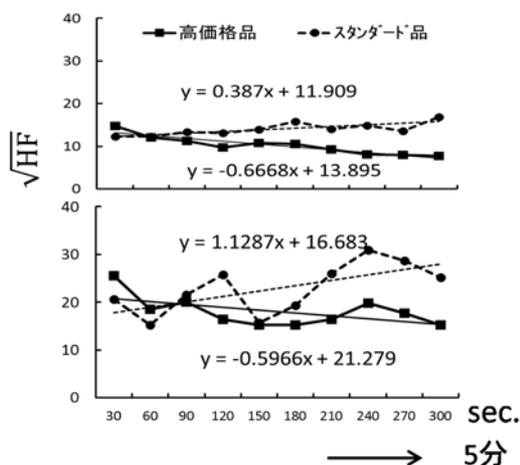


図 1 対象者 No.1(上図)と No.5(下図)の作業中の疲労傾向

程度の疲労予測値を得た ($F(1, 298)=0.278, n.s.$). それに対して、作業中の製品間での疲労度(HF の回帰直線の勾配)に No.1 よりも大きな違いを示した対象者 No.5 では、疲労予測値のパターンでも、高価格品とスタンダード品との間に大きな差が示された ($F(1, 298)=142.622, p < 0.001$). 他の対象者でも同様の傾向を得た。

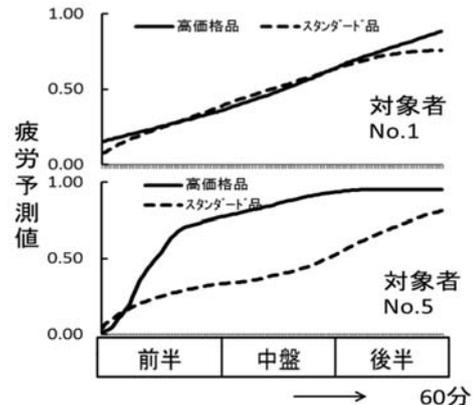


図 2 CDM による対象者 No.1 と No.5 の疲労予測値

3.3 作業用ボールペンの高級感と疲労

価格の異なる 2 種類のボールペンの高級感イメージを調べた結果、38 名中 35 名 (男子 23, 女子 12) 92.1%が、高価格品に高級感を感じた (男女差、無し, $\chi^2=0.001, df=1, n.s.$). これによって作業疲労に高級感イメージは影響しないことがわかった。

4. まとめ

CDM での疲労予測値パターン(挙動)は、作業中の疲労度 (HF の回帰係数) の大きさと対応することを確めた。併せて疲労度には製品の高級感イメージは関係せず、製品特性によることも示唆された。これらの知見が CDM で得られたことから、この手法の予測的評価の可能性を検証することができた。

参考文献

- 1) 西藤栄子, 神宮英夫: 雰囲気の時系列評価とその問題点, 第 16 回 日本感性工学会大会予稿集, F63, pp.1-3 (2014) .
- 2) 西藤栄子, 神宮英夫: 雰囲気の時系列官能評価 -- 感動曲線描画法の有用性--, 日本官能評価学会誌, Vol.19, No.1, pp.20-28 (2015).
- 3) Sari Kujala, Virpi Roto, Kaisa Väänänen-Vainio-Mattila, Evangelos Karapanos, Arto Sinnelä: UX Curve: A aluating method for evlong-term user experience, Interacting with Computers, Vol.23, pp.473-483 (2011).

ワーキングメモリ能力に対する快適歩行運動の有効性

Effectiveness of comfortable walking for increasing of working memory capability

○田村裕人, 萩原啓

立命館大学 情報理工学部

TAMURA Hiroto, HAGIWARA Hiroshi

College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

1. はじめに

近年, 高齢化の進行に伴い認知症患者数の増加が問題となっており, 認知症の予防法や脳の活性化法が求められている. 本研究では, 10m 歩行テストを用いて被験者ごとの快適歩行速度を計測し, トレッドミル上での快適歩行時と平常時のワーキングメモリ課題における脳活動の状態を脳波や NIRS による脳内血行動態の計測により調べた.

2. 実験方法

2-1. 実験概要

本実験は, 健常な大学生 8 名(男性 8 名 年齢 19~22 歳)の協力のもと計測を行った. 研究対象者には計測前に十分なインフォームド・コンセントを得た上で実験を実施した. 脳波の計測には多用途脳波計 EEG1100(日本光電), 脳内血行動態の計測には近赤外光イメージング装置 NIRStation OMM-3000(島津製作所)を用いた.

2-2. 実験内容

実験プロトコルを図 1 に示す. 3 分間の AAT(Alpha Attenuation Test ; α 波減衰テスト, 閉眼 30 秒・開眼 30 秒×3 回), タスク(3 種類), 3 分間の AAT の計測の流れを 1 サイクルとした. また, 計測の前後に RAS(Roken Arousal Scale ; 疲労・覚醒主観評価指標)の記入を実施し, 1 サイクルごとに 5 分間の休憩を取り入れた.

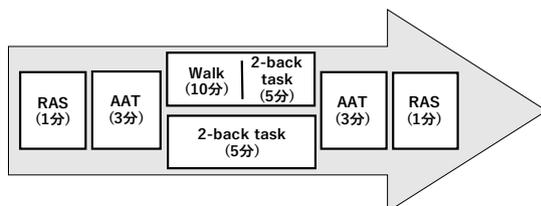


図 1 実験プロトコル

タスクは被験者毎の快適歩行速度と 1.5km/h で 15 分間, 平常時聴覚 2-back 課題(歩行なし)で 5 分間の

3 種類で行った. 歩行タスク後半の 5 分間は聴覚 2-back 課題を歩行と同時にを行った. 歩行はトレッドミル(コンビウエルネス社製 Sports Art 6300)を用いて行った. また, 順序効果を考慮し, タスクの順序は被験者ごとにランダムにした. さらに, 被験者には事前計測として 10m 歩行テストを実施した. 10m 区間の歩行にかかった時間から時速を算出し, 3 回の平均値を各被験者に応じた快適歩行速度とする.

3. 評価方法・計測部位

脳波計測では, 国際 10-20 法に従い, 被験者の頭部に電極の装着を行い A1,A2,Fz,Cz,Pz,C3,C4,O1,O2 により導かれる脳波を計測した.

計測した脳波に対してノイズ処理を行い, α 波帯域のパワースペクトルを算出した. そして閉眼ごとに平均を求め, 閉眼平均パワーを開眼平均パワーで割った値で表される覚醒度の指標値 α 波減衰係数(AAC ; Alpha Attenuation Coefficient)と定義し, タスク前後の覚醒度の評価指標として用いた.

閉眼時の α 波出現量が多く, 開眼時の α 波出現量が少ない時に AAC の値が大きくなり, 覚醒度が高いと言える¹⁾.

NIRStation のプローブは, 被験者の頭部に専用ホルダーを装着し取り付けた. 解析には「ワーキングメモリ」に特に関係が深いと考えられる 1ch(前頭前野右側), 10ch(前頭前野中央), 19ch(前頭前野左側), 25ch(左背外側前頭前野)を使用した.

RAS は疲労・覚醒度を主観評定値によって定量化するために開発された, 主観評価指標である²⁾.

4. 結果

表 1 に聴覚 2-back 課題の正答率, 反応時間を示す. 正答率の項目より, 平常時のみ 80% を下回り, 快適速度において最も正答率が高くなった. 反応時間においては平常時で最も早く, 1.5km/h で最も遅くなった.

表 1 2-back 課題結果

	平常時	1.5km/h	快適速度
正答率(%)	79.22	83.71	88.61
反応時間(msec)	883.77	943.32	932.49

歩行速度の違いによる RAS の結果を図 2, 図 3 に示す. 1.5km/h では全般的活性, 快適速度では眠気, 注意集中困難の項目が有意に減少した. また, 共通してリラックスの項目が減少した.

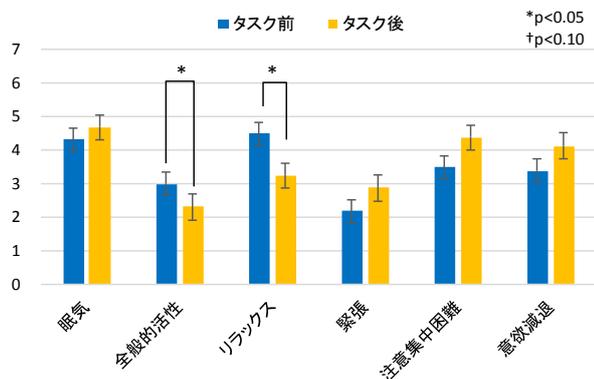


図 2 RAS(1.5km/h)

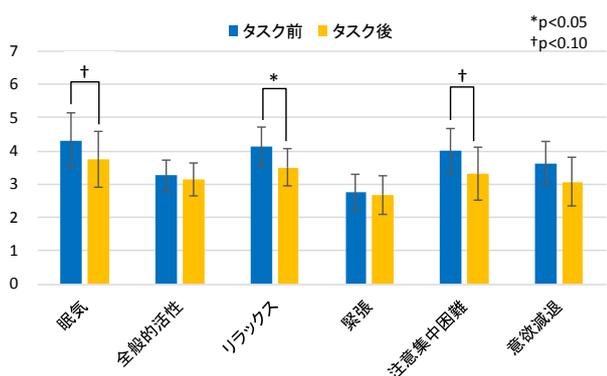


図 3 RAS (快適速度)

図 4 にタスク前後の AAC の値を示す. 1.5km/h は AAC の値がほとんど変化しないのに比べて平常時では減少し, 快適速度では増加した.

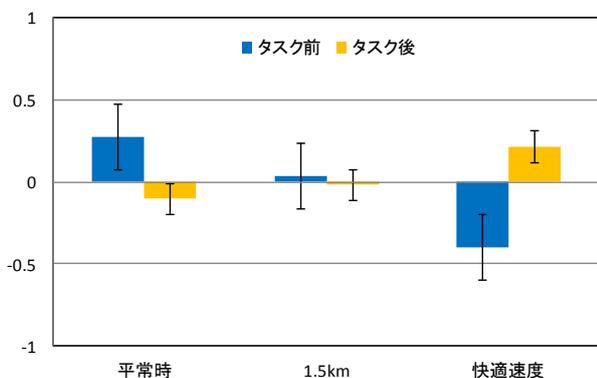


図 4 AAT

図 5 に 2-back 課題中の脳内 oxyHb 濃度変化の積分値を比較したものを示す. 全チャンネルで平常時の値が最も低く, 前頭前野の 1ch, 10ch において快適速度が最も高い値を示した. 左背外側前頭前野の 25ch においては 1.5km/h が最も高くなった.

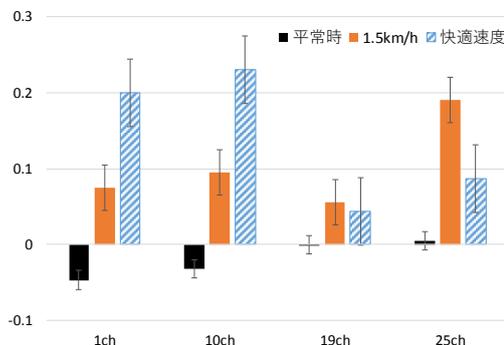


図 5 脳内 oxyHb 濃度

5. 考察

実験の結果, 2-back 課題正答率に大きな差は見られなかったが, 覚醒度や脳内 oxyHb 濃度に違いが見られた. 覚醒度と主観評価を合わせて比較すると, 唯一覚醒度が上昇した快適速度では, RAS で眠気と注意集中困難の項目が減少しており, 普段から行う慣れた歩行速度によってワーキングメモリ能力が発揮しやすい状態を作り出していると考えられる. また, 25ch(背外側前頭前野)は主に注意・制御を司る部位と考えられている. そのため, 慣れない速度である 1.5km/h 歩行時の脳内 oxyHb 濃度が最も高くなったと考えられる. さらに, 平常時に比べて, 歩行と 2-back 課題を同時に行う条件で脳内 oxyHb 濃度が高く, 快適速度において最も高い値を示していることから, ワーキングメモリ能力は快適歩行運動中に鍛えることで覚醒度が高まり, 脳を活性化させることが示唆された. しかし, トレッドミル上だけではなく, 普段の歩行においても同様の結果を得ることが出来るかを検証する必要があると考えられる. また, 性別や日頃の運動量の違いによって脳内変化の特徴に差異がみられるのか検討を行う必要がある.

参考文献

- 1) 萩原啓, 荒木和典, 道盛章弘, 斎藤正己: 覚醒度の定量的評価方法とその応用に関する研究, 精神神経学, Vol.99, No.1, pp.23-34 (1997).
- 2) 高橋誠, 北島洋樹, 本城由美子: 精神的作業負担チェックリストの作成とそれによる眠気とリラックス状態の関係構造の検討, 労働科学, Vol.72, No.3, pp.89-100 (1996).

身体的特徴との関連からみた体育授業における男子走幅跳の 跳躍距離の個人差

Individual Differences of Jump Distance for Running Long Jump in Relation to the Physical Characteristics of Male Students in PE Class

○東 章弘, 松井 一洋
福井工業高等専門学校

AZUMA Akihiro, MATSUI Kazuhiro

Course of General Education, National Institute of Technology, Fukui College

1. 緒言

走幅跳は助走, 踏切, 空中姿勢, 着地が一体となった陸上競技の一種目として, 小学校から高校まで幅広く体育授業で採用されている。短距離種目の選手は走幅跳にも出場するなど, 跳躍距離は疾走能力との関連が強く, 助走速度と跳躍距離との関係は数多く報告されてきた^{1,2,3)}。

しかしながら, 体育授業の学習者は競技選手とは異なり, 身体的特徴に大きな多様性が認められる。身体的特徴を, 身体組成の観点から筋力/筋パワー発現の身体資源としての除脂肪量, 不活性物質である錘としての脂肪量と捉えると, 身体的特徴が跳躍距離に影響を与えることが想定される。

跳躍距離に対して身体的特徴が関与する程度を明らかにすることは, 学習者の練習意欲や記録の評価に対して重要な資料の提供となると考えられる。

したがって, 本研究の目的は, 体育授業における男子走幅跳の跳躍距離に対する身体的特徴の影響を明らかにすることであった。

2. 方法

2-1. 被検者

高専の体育授業を受講する 3 年生男子を被検者とした (年齢: 17.2 ± 0.4 歳, 身長: 169.8 ± 11.6 cm, 体重: 59.9 ± 8.1 kg, 体脂肪率: $12.8 \pm 3.9\%$)。被検者には研究の趣旨と手順について説明し, 全員から書面による同意を得た。なお, 本研究は福井工業高等専門学校の研究倫理審査委員会の承認を得ている (承認番号: 29-1, 30-1, 30-2)。

2-2. 研究手順

被検者は 5 回にわたる走幅跳の授業を受講し (90 分×5 回), 最終段階で各自の最高跳躍距離を記録し

た。授業では, 助走, 踏切, 跳躍姿勢, および着地について段階的に指導されたが, 助走距離の設定や踏切の練習に多くの時間が費やされた。また, 授業の前に, 50 m 走タイムが測定された。体脂肪率は, 8 箇所 (手と足) が装備され, 且つ, 異なる 2 周波数によるインピーダンス式体組成計 (TANITA 製, RD-800) を用いて計測した。

2-3. 分析方法

体重と体脂肪率から脂肪量 (FM) と除脂肪量 (LBM) を求めた。身体的特徴として, 身長, LBM, FM が跳躍距離の変動をどの程度説明するかを調べるため, 跳躍距離 (m) を従属変数, 身長 (cm), LBM (kg), FM (kg), および 50 m 走タイム (50mRT, s) を説明変数とする重回帰分析を行った。助走速度と関連性の高い 50mRT と跳躍距離の負の相関についてはこれまで報告されており⁴⁾, 本研究では身体的特徴との比較の観点から, 50mRT を疾走能力を示す変数として説明変数に加えた。4 つの説明変数はそれぞれ相加的に従属変数に関与するとの仮定の下, 説明変数の標準偏回帰係数と決定係数からそれぞれの関与度を求めた。

2-4. 統計処理

重回帰分析は Stepwise 法を用いた。統計的有意水準は 5%とした。

3. 結果

重回帰分析の結果, LBM, FM が有意な説明変数として採択され (どちらも $P < 0.05$), 身長は有意ではなかった。重回帰式は, $\text{跳躍距離} = 0.017 \times \text{LBM} - 0.041 \times \text{FM} - 0.587 \times 50\text{mRT} + 8.049$ となり, 決定係数は $r^2 = 0.540$ ($P < 0.05$) であった。決定係数と標準偏回

帰係数 (LBM: 0.224, FM: -0.263, 50mRT: -0.601) から, LBM は跳躍距離の変動の 11% を $((0.540 \times 0.224 \times 100) / (0.224 + 0.263 + 0.601))$, FM は 13% を $((0.540 \times 0.263 \times 100) / (0.224 + 0.263 + 0.601))$, 50m 走タイムは 30% を説明する $((0.540 \times 0.601 \times 100) / (0.224 + 0.263 + 0.601))$ と算定された (計 54%) .

4. 考察

本研究では 8 電極, 2 周波数による体組成計で体脂肪率が測定された. インピーダンス式の体脂肪評価において, これまで DEXA 法との比較から, 4 電極よりも 8 電極の方が優れ⁵⁾, 2 周波数では DEXA 法と有意差を認めないこと⁶⁾が報告されていることから, 本研究では高い精度で体脂肪率が測定されていると捉えられた.

50mRT が最も跳躍距離に対して関与度が大きいことは十分に想定される. 50mRT は疾走能力そのものを表し, 助走速度を決定付ける変数であるといえる. 助走速度と跳躍距離との正の相関は数多く報告されており^{1,2,3)}, 大きな水平速度は跳躍距離を増大する上で重要な要因であることは言うまでもない. さらに, 50mRT と跳躍距離との間の有意な負の相関⁴⁾が報告されていることから, 50mRT が疾走能力を代表し, 助走の水平速度が跳躍距離に対して大きく影響を及ぼしたことが, 50mRT の関与度を大きくしたと考えられる.

一方, 跳躍距離に関与する LBM は筋力/筋パワーを発揮する身体資源であるとみなせる. 走幅跳では疾走能力としての走パワーが要求されるだけでなく, 力強い踏切によって垂直方向の加速が求められる. すなわち, 大きな跳躍距離を導くには速筋を主とした筋量が不可欠である. LBM の回帰係数は+であり, 筋量が多いことが跳躍距離の延伸に利益となることが示された.

他方, FM の回帰係数は-であり, 脂肪量の増加は跳躍距離に不利益をもたらすといえる. 不活性物質としての FM は錘の役割を果たすことが明らかとなり, その程度はわずかながら LBM よりも大きい. したがって, LBM と FM は跳躍距離に対して拮抗する作用を与えると捉えられるが, LBM も重量という点では錘であり, このため, LBM の関与度は FM よりも小さかった可能性がある.

以上のことから, 身体的特徴において, 身長ではなく体重の構成要素である LBM および FM が跳躍

距離に関与する要因となり, 大きな LBM と小さい FM は跳躍距離に利益をもたらすことが明らかとなった. 疾走能力と比べるとそれらの関与度は小さいが, 体育授業の学習者 (男子学生) にとって, 身体組成の改善 (適正体重の維持) は健康課題であるとともに, 走幅跳の跳躍距離に影響することとしても動機付けを与えられる可能性が示唆された.

5. 結論

身体的特徴を除脂肪量と脂肪量の観点から走幅跳の跳躍に対する影響を疾走能力 (50m 走タイム) とともに重回帰分析によって調べた. その結果, 50m 走タイムが最も大きく跳躍距離に関与するものの, 除脂肪量は跳躍距離に対して利益を, 脂肪量は不利益を与える有意な説明変数として採択され, 男子走幅跳の体育授業において身体組成がパフォーマンスに与える客観資料が得られた.

参考文献

- 1) Hay JG: The biomechanics of the long jump. *Exerc Sport Sci Rev*, Vol.14, No.1, pp.401-446 (1986).
- 2) Hay JG, et al: The techniques of elite male long jumpers. *J Biomech*, Vol.19, No.10, pp.855-866 (1986).
- 3) Lee A, et al: A biomechanical analysis of the last stride, touchdown, and takeoff characteristics of the men's long jump. *J Appl Biomech*, Vol.10, pp.61-78 (1994).
- 4) Azuma A & Matsui K: A method for evaluating jump skill using the speed-effectiveness index for the running long jump in PE classes. *Bulletin of Hokuriku Society of Physical Education, Health and Sport Sciences*, No.54, pp.7-13 (2018).
- 5) Pietrobelli A, et al: New bioimpedance analysis system: improved phenotyping with whole-body analysis. *Eur J Clin Nutr*. Vol.58, No.11, pp.1479-1484 (2004).
- 6) Alves FD, et al: Comparison of two bioelectrical impedance devices and dual-energy X-ray absorptiometry to evaluate body composition in heart failure. *J Hum Nutr Diet*, Vol.27, No.6, pp.632-638 (2014).

足関節ブレースが歩幅の変動に及ぼす影響

Effect of a Rigid Ankle Brace on Variability of Step Length during Treadmill Walking

○松井 一洋, 東 章弘

福井工業高等専門学校

MATSUI Kazuhiro, AZUMA Akihiro

Course of General Education, National Institute of Technology, Fukui College

1. 緒言

足関節ブレースは、装着者自身で着脱することができ、繰り返し使用することが可能なことから、捻挫からの復帰段階のみならず捻挫予防において広く使用されている。足関節捻挫は強制内反動作が典型的な受傷機転であり、関節可動域の制限が捻挫受傷リスクの軽減につながるとされている¹⁾。足関節ブレース装着時の変化として、inversion drop 実験では最大内反角度と内反角速度の減少が報告され²⁾、垂直跳びの記録は減少するが、スプリント能力、敏捷性、動的バランスには影響がないことが報告されている³⁾。樹脂製のプレートを使用した rigid タイプの足関節ブレースは固定力が高いとされ、内外反の関節可動域減少とともに受動的な内外反動作中のモーメント発生が報告されている⁴⁾。一方、足関節ブレースは、通常、片足にしか装着しないことから、動作の非対称性が生ずる可能性がある。足関節ブレースは動的バランスに影響しないと報告されている³⁾⁵⁾が、動作の非対称性による変動については調べられていない。本研究の目的は、固定力の高い rigid タイプの足関節ブレースの装着が歩幅の変動に与える影響を明らかにすることであった。

2. 方法

2-1. 被検者

被検者は足部に整形外科的疾患のない 18 歳以上の健康な男性 10 名（年齢: 19.2 ± 1.5 歳, 身長: 176.9 ± 5.8 cm, 体重: 62.41 ± 6.23 kg）であった。被検者には研究の主旨と内容について十分な説明を行うとともに、全被検者から書面にて実験参加の同意を得た。なお、本研究は、福井工業高等専門学校の研究倫理審査委員会にて承認されている（No. 29-5, 30-3）。

2-2. 実験方法

被検者には 5 つの異なる速度（0.83, 1.11, 1.39, 1.67, および 1.94 m/s）でトレッドミル歩行を行わせ

た（各速度 1 分 30 秒で漸増、計 7 分 30 秒歩行）。その際、被検者にスポーツタイプの足関節ブレース（日本シグマックス, ZAMST A2-DX）を右足に装着した場合（BR）と装着しない場合（NBR）の 2 条件で歩行させ、両条件において、右側方からビデオカメラで矢状面を撮影した（30 fps）。ビデオデータにおいて、各速度の最後の 50 歩が歩幅の分析に用いられた。

2-3. 分析方法

各速度条件の 50 歩のビデオデータから、フォーアシスト社製デジタルソフト G-Dig を用いて歩幅（Step length）を求めた。左右の踵の接地位置を交互にデジタル化し、デジタル間に進んだ距離（ D_T : トレッドミル速度×時間）に左右踵のデジタル位置の差（ D_L ）を考慮して計算した。例えば、右側矢状面撮影（進行方向: 右）で x 座標の右が+のとき、右足接地の x 座標（ x_i ）と続く左足接地の x 座標（ x_{i+1} ）の差: $D_L = x_{i+1} - x_i$ をこの間の D_T に加算した結果が歩幅となる（歩幅 = $D_T + D_L$ ）。デジタル化においては踵が接地した瞬間か、瞬間でなくともその後に確実に接地したと認められる位置を指定して正確な接地座標の取得を行うことにより、歩幅の分析精度はデジタルの解像度に依存することとなり、フレーム率には依存しない。このように算定された 50 歩の歩幅の平均 μ と標準偏差 σ を求め（ μ を個々人の歩幅とした）、変動係数（CV）を $CV = \sigma / \mu$ の式で算出した。また、各速度について全被検者の CV を平均し、平均 CV と速度との関係を二次曲線回帰式によって導いた。

2-4. 統計処理

歩幅について、速度と装着条件を要因とする二要因分散分析（repeated measures）を用い、事後比較検定には Holm 法を用いた。有意水準はすべて 5% とした。

3. 結果

歩幅の分散分析の結果、主効果は速度条件については有意であったが ($P < 0.05$)、装着条件は有意でなく、かつ、交互作用も有意ではなかった (Holm:すべての速度間において、低速度 > 高速度; いずれも $P < 0.05$)。歩幅の CV の分散分析結果においても、速度条件の主効果のみ有意であったが ($P < 0.05$)、装着条件と交互作用は有意ではなかった (Holm: $1.94 \text{ m/s} > 1.11 \text{ m/s}$, $1.94 \text{ m/s} > 1.39 \text{ m/s}$; いずれも $P < 0.05$)。歩幅の CV と速度の二次曲線回帰式の重相関係数は BR, NBR とも有意であり (いずれも $P < 0.05$)、歩幅の CV が最小となる速度は、BR は 1.19 m/s 、NBR は 1.24 m/s と、BR の方がわずかに小さい傾向があった (図 1)。

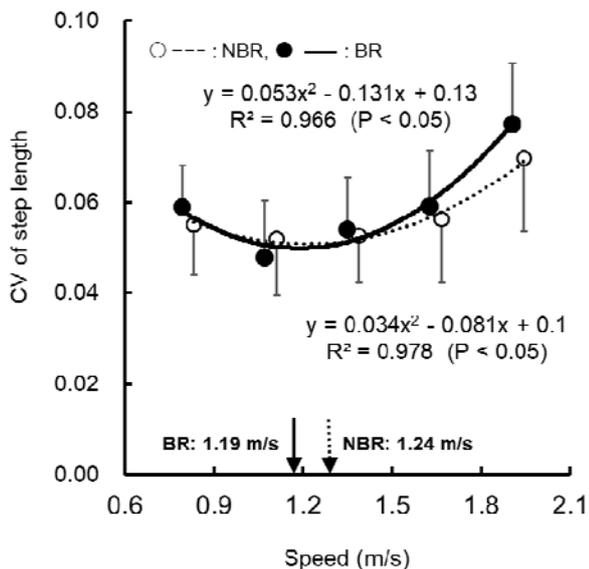


図 1 歩幅の CV (y) と速度 (x) の関係。矢印は二次曲線回帰式における歩幅の CV が最小となる速度。

4. 考察

歩幅や歩幅の CV に足関節ブレースの影響 (装着条件の主効果) は認められなかったが、どちらの条件においても速度の主効果は有意であった。歩幅は速度増加とともに増大する傾向が、歩幅の CV は 1.2 m/s 前後を最小として低い速度および高い速度で増大する傾向が認められた。歩幅の CV が中程度の速度で最小になることについては既に知られており (Yamasaki et al., 1991)、本研究でも同様の結果が示された。さらに本研究では、ブレースを装着すると、歩幅の CV が最小となる速度が非装着時よりもわずかに小さくなることが観察された。足関節ブレースによる動きの制限やパフォーマンスに対する影響に

についてはこれまで報告はなく、ブレース装着による非対称性が身体運動に与える不利益はほとんどないと考えられている。事実、歩行時の歩幅もブレース装着によって変化はなかったが、連続する速度の中で cyclic な動きの変動を調べると、安定的と捉えられる速度について装着条件間でわずかな違いが認められた。換言すれば、ブレースを着用した場合、動きの安定をより遅い速度で求める傾向がうかがえる。本研究ではブレース着用に伴う非対称性が発現することを仮定し、歩行をターゲットとして歩幅の CV を調べた。低体力者や高齢者などの歩行は主要な日常活動動作であり、安全面からその安定性を考慮すると、ブレース着用時は通常よりゆっくりした歩行が推奨される。

5. 結論

足関節ブレース装着による歩幅への影響について、歩幅と歩幅の CV に装着条件間の差は認められなかったが、歩幅の CV が最小となる速度はブレース装着時は非装着時よりもやや小さい傾向がみられた。

参考文献

- 1) Eils E, et al.: Comprehensive testing of 10 different ankle braces. Evaluation of passive and rapidly induced stability in subjects with chronic ankle instability. Clin Biomech, Vol.17, No.7, pp.525-535 (2002).
- 2) Zhang S, et al.: Efficacy of an ankle brace with a subtalar locking system in inversion control in dynamic movements. J Orthop Sports Phys Ther, Vol.39, No.12, pp.875-883 (2009).
- 3) Paris DL: The Effects of the Swede-O, New Cross, and McDavid Ankle Braces and Adhesive Ankle Taping on Speed, Balance, Agility, and Vertical Jump. J Athl Train, Vol.27, No.3, pp.253-256 (1992).
- 4) Siegler S, et al.: The three-dimensional passive support characteristics of ankle braces. J Orthop Sports Phys Ther, Vol.26, No.6, pp.299-309 (1997).
- 5) 松井一洋, 東章弘: 足関節ブレースが静的および動的バランスに与える影響. 平成 29 年度 日本人間工学会 関西支部大会 講演論文集, pp.29-30 (2017).
- 6) Yamasaki et al.: Sex difference in the pattern of lower limb movement during treadmill walking. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, Vol.62, No.2, pp.99-103 (1991).

中高年に継続的な運動を促すシステムの開発に向けて

Toward the development of systems that facilitates continuously exercise
for middle-aged and elderly people

○荒井良太, 大須賀美恵子

大阪工業大学工学部ロボット工学科

ARAI Ryota, OHSUGA Mieko

Osaka Institute of Technology

1. はじめに

平均寿命の延伸に伴い健康寿命にも注目されるようになってきた。健康寿命とは「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」である。2013年の日本の平均寿命は男性 80.21 歳、女性 86.61 歳、健康寿命は男性 71.19 歳、女性 74.21 歳であり、介護が必要な期間は男性で約 9 年、女性で約 12 年もあることになる¹⁾。この期間の短縮は高齢少子化の課題解決につながる。

活動的で運動をしている人とそうでない人を比べると要支援・要介護に至るまでの期間が大きく異なり、健康寿命の延伸には、中高年のうちから継続的に運動することが重要であると言われている²⁾。厚生労働省の平成 29 年 国民健康・栄養調査によると 20~64 歳で日常的に運動している人の割合は男性 26.3%、女性 20.0%で「健康日本 21(第二次)」の目標、男性 36%、女性 33%に及ばない³⁾。歩数や消費カロリーなどを測定して毎日の運動を促進するウェアラブル端末やスマートフォンのアプリが数多くあるが、ユーザが継続的に利用できるとは限らない。

そこで、本研究では、ユーザの視点に立って継続的な運動の実現を支援するシステムをめざすことにした。はじめに中高年にインタビューを行い、運動の実態や運動できない理由などを調査し、これに基づいて開発するシステムのコンセプトを明確にした。

2. インタビュー

中高年の生活の実態を調査し、運動習慣がある人には継続できる理由、運動習慣がない人には運動できない理由や運動への関心を調べた。インタビュー

は 28~64 歳の 22 名（男性 11 名、女性 11 名、平均年齢 48.3 歳、フルタイムで就労している教職員）を対象に行った。（大阪工業大学ライフサイエンス委員会倫理審査、承認番号 2018-18）。

2.1 運動習慣の有無

日常的に運動している（30 分以上の運動を週 2 回以上行っている）人は 22 名中 9 名（男性 6 名 55%、女性 3 名 27%）であった。全国平均より運動習慣のある人が多く、健康への関心が高い層と考えられるが、活動量を計測するウェアラブル端末を利用している人はいなかった。運動する習慣がある人には、昔していた運動を継続している人が多く、“ジムや教室に通って周りの人と一緒に体を鍛える”、“ゲームを楽しむために歩く”といった健康増進以外にも目的がある人がいることがわかった。

一方で、日常的に運動していない人は 22 名中 13 名であり、運動の必要性を感じない 2 名を除き、運動する意思はありながら、運動するのが面倒・忙しくて時間がないなどといった理由で継続的に運動できていない。週 1 回運動するのが時間や体力の限界であるという人が多いが、通勤時や勤務中の移動、買い物などで少しでも歩くように努力する、建物内の 1~3 フロアは階段で移動する、ちょっとした空き時間や何かしながら腰の捻り運動などを行っているという人もいた。わざわざ運動する時間を割かなくても手軽に運動ができ、自動的にデータを蓄積しアドバイスしてくれるシステムがあれば運動できるかもしれないという意見があった。

2.2 求められているもの

ウェアラブル端末やスマートフォンアプリにある活動量を測定してユーザにフィードバックする機能

と、活動量に応じて運動を薦める機能は必須である。これに加え、活動量が足りないときに手軽に行える運動（ながら運動やついで運動）を薦め、実施したかどうかを確認して記録する機能も必要である。ともにユーザ自らが行動を起こさなくても、システム側から働きかける、つまり、運動のきっかけを与えることが望まれる。さらに継続し習慣化させるには、毎日の生活の一部に組み込むことと、飴（目標を達成している場合に褒めるなど）と鞭（達成していない場合にそのまま続けたときのネガティブな将来像を提示するなど）による動機付けが求められる。

3. コンセプト

活動量の測定と記録はスマートフォンのアプリを利用する。将来的にはウェアラブル端末の利用も考えるが現状では保有率が低いためである。一日の活動量（当初は歩数）をフィードバックし活動量に応じて運動を薦めたり、動機付けのために対話したりするために、AI スピーカを導入する。帰宅したユーザに AI スピーカが声掛けをし、ユーザ自らアプリを開いて活動量を確認して AI スピーカに報告させる。面倒だと感じるユーザにはスマートフォンのデータを直接取得してもよいが、主体性を与える仕組みは残した方がよいと考えている。一日に必要な活動量を満たしていないときには、AI スピーカはユーザに椅子に座って TV を見ながらも手軽に行える運動を薦める。具体的には、下肢筋力維持を目的とした椅子からの立ち上がり・着座動作、かかとの上げ下げ、ストレッチを目的とした腰の捻りなどである。これらの運動をスマートフォン内蔵の加速度・角速度センサを用いて検出する。

4. 運動検出方法の予備検討

スマートフォン内蔵センサによる推奨運動の識別が可能かどうかの予備検討を行った。測定はスマートフォンの保持方法（衣服のポケットに入れる・手に持つ）を変えて実施した。以下に結果の一部を示す。Fig. 1 はスマートフォンの加速度・角速度の 3 軸を表したものである。Fig. 2 は椅子の立ち上がり・着座動作（ズボンの左ポケットに入れて行ったとき）、Fig. 3 はかかとの上げ下げ

動作（肘を伸ばし太腿の外側に両手をつけた状態でスマートフォンを手に持った時）、Fig. 4 は腰のひねり動作を行っている時（胸の前で両手でスマートフォンを持って腕でひっぱるように腰を捻った時）の 3 軸加速度、3 軸角速度の測定結果である。スマートフォンの初期姿勢は加速度データから判定でき、各動作は加速度・角速度の 6 軸のいずれか（複数）に特徴的な変化が表れており識別可能性を示している。

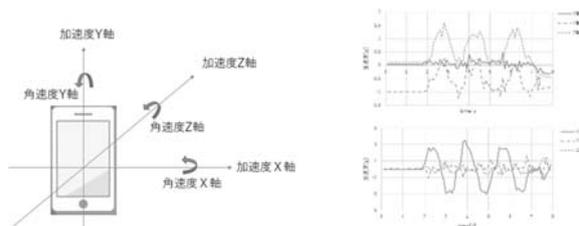


Fig.1 スマートフォンの加速度・角速度の 3 軸

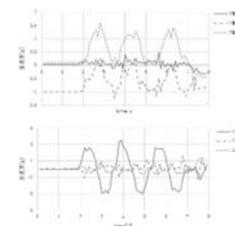


Fig.2 椅子からの立ち上がり・着座動作

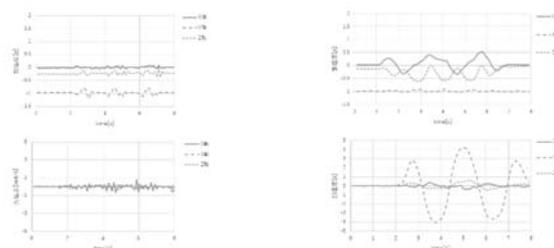


Fig.3.かかとの上げ下げ

Fig.4 腰のひねり動作

5. おわりに

運動検出方法の予備検討は N=1（著者）のデータである。今後、倫理審査を経て N を増やして個人に依存しない識別方法を検討する。スマートフォンと AI スピーカを用いたアプリの開発を進め、中高年の方に実際に使用・評価してもらって改良点を抽出し改良を行うというループを回し、求められるシステムに近づけたいと考えている。

参考文献

- 1) 辻一郎：健康づくりによる社会的成果—健康日本 21(第 2 次)の戦略と展望—, 日健雑誌, 25(4), pp280-286 (2017)
- 2) 岡崎和伸：健康寿命を延伸する運動の効果, 日本生理人類学会誌, Vol.22, No.1, pp.39-44 (2017).
- 3) 厚生労働省「平成 29 年国民健康・栄養調査結果の概要」 <https://www.mhlw.go.jp/content/10904750/000351576.pdf>, 参照日：2018.10.24

高い天井は創造性を促進するか？

Can creativity be enhanced under higher ceilings?

○劉美加, 北村昭彦, 篠原一光

大阪大学大学院人間科学研究科

LIU Meijia, KITAMURA Akihiko, SHINOHARA Kazumitsu

Graduate School of Human Sciences, Osaka University.

1. はじめに

人は常に外部環境の中に存在し、外部環境から認知活動に影響を受けている。外部環境の要因の 1 つに天井高が挙げられる。

先行研究では、天井高の操作方法がディスプレイ上に提示された画像の場合と実物の天井の場合が混在し、天井が高い場合拡散的思考を促進するかどうかの観点においても見解が一致していない⁵⁾⁸⁾。

また、fMRI を使用した研究によると、高天井条件の部屋の画像を提示した場合、視覚空間の探査および注意に関与する脳部位が活性化することが知られている⁹⁾。しかし、天井が高い場合の参加者の行動変化や感情・覚醒の変化については検討されていない。

そこで、本研究では、ディスプレイ上に提示される画像内ではなく、現実世界の天井高を操作し、天井高が創造性に与える影響を検討するため、拡散的思考に関する課題を行い、課題中の視線測定および質問紙による感情・覚醒の評価を実施した。拡散的思考の指標として、物の新用途考案課題および結果の予測課題を用いた。実験参加者内要因として比較を行った。

2. 方法

本研究は大阪大学大学院人間科学研究科行動学系研究倫理委員会による承認を受けた上で実施された。

実験参加者 大学生 32 名(男性 16 名, 女性 16 名, 平均年齢 22.6 歳)が実験に参加した。全員からインフォームドコンセントを取得して実験を行った。

実験装置 参加者は、スぺーシアパイプおよびスチレンボードにより構成された空間内(縦 1.6m×横 1.8m)に設置された椅子に座り、手前の机上で課題に取り組んだ。天井のスチレンボードを設置・取り外すことにより、天井の高さを操作した。天井高は、高天井条件 2.0m, 低天井条件 1.5m であった。視線を向ける対象の測定として、Panasonic 社の HX-A1H ウェアラブルカメラを用いた。

実験課題 先行研究³⁾で使用された創造性テストを用いた。新聞紙と漫画本について、本来の用途以外の使用方法を可能な限り多く回答させた。また、「人間が寝なくても生きていけるようになったら、

何が起こるでしょうか」「地球上から水がなくなったら、何が起こるでしょうか」という二つの結果予測課題に可能な限り多くの回答をさせた。

創造性の指標 Guilford(1967)²⁾と Silvia ら(2008)⁷⁾に従い、創造性の指標として流暢性(アイデアの数)、柔軟性(カテゴリーの数)、希少的独自性(ある回答が全参加者の全回答の中に占める割合が 5%未満で 1 点, 1%未満で 2 点とした場合の合計点)、評価的独自性(大学生 10 名に各回答がどれ程独創的であったかを「1. 全く独創的でない」から「5. 非常に独創的である」の 5 件法で評価させた得点)を採用した。

感情・覚醒の調査 織田ら(2015)⁶⁾の感情・覚醒チェックリスト(EACL)を使用した。

手続き 参加者は高天井・低天井の各条件で新用途考案課題と結果の予測課題を 1 題ずつ行った。1 題につき 3 分間であり、参加者は与えられた課題に対し思いっただけ多くアイデアを挙げるよう教示された。天井高の条件の順番および課題の提示順番はランダム化されており、課題間(2 分間)と条件間(5 分間)で休憩を取ることができた。

3. 結果

創造性 創造性の各変数の天井高の条件ごとの平均値および標準偏差を表 1 に示した。各変数で天井高について対応のある t 検定を行った結果、低天井条件よりも高天井条件の方が創造性の流暢性、柔軟性、希少的独自性、評価的独自性の得点が高かった。

表 1 創造性各変数の平均値および標準偏差

	高天井条件		低天井条件		t (df)
	M	SD	M	SD	
流暢性	7.85	1.22	6.25	2.49	7.16(31)***
柔軟性	6.11	1.66	4.25	2.01	6.95(31)***
希少的独自性	5.72	2.19	3.29	2.26	7.80(31)***
評価的独自性	3.84	2.43	2.67	2.62	5.39(31)***

*** $p < .001$

感情・覚醒 各尺度の天井高の条件ごとの平均値および標準偏差を表 2 に示した。各変数で天井高について対応のある t 検定を行った結果、低天井条件より高天井条件の方が緊張覚醒(-), エネルギー覚醒(+), 喜び, 高天井条件より低天井条件の方が緊張覚醒(+), エネルギー覚醒(-), 嫌悪が高かった。

表2 感情・覚醒各尺度の平均値および標準偏差

	高天井条件		低天井条件		t (df)
	M	SD	M	SD	
緊張覚醒(+)	19.2	10.8	58.6	10.1	7.21(31)***
緊張覚醒(-)	74.4	12.3	28.9	14.7	7.91(31)***
エネルギー覚醒(+)	48.2	16.1	29.4	15.8	5.94(31)***
エネルギー覚醒(-)	21.8	12.8	49.1	13.4	6.98(31)***
喜び	45.2	15.6	22.7	13.9	6.69(31)***
嫌悪	18.3	14.7	40.8	17.3	6.87(31)***

*** p < .001

天井・側方に視線を向けた時間 課題中および休憩中、天井・側方に視線を向けた時間の割合の平均値および標準偏差を表3に示した。

各変数で天井高について対応のある t 検定を行った結果、課題中は天井高の条件による差はなかったが、休憩中は低天井条件よりも高天井条件の方が天井・側方に視線を向けた時間は長かった。

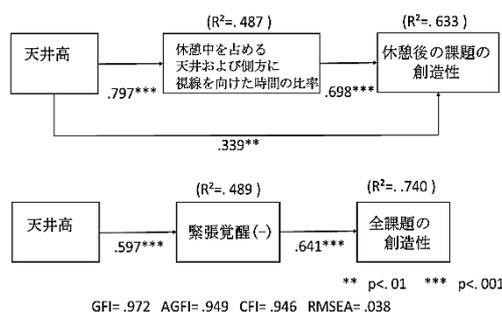
表3 天井・側方に視線を向けた時間の割合(%)

	高天井条件		低天井条件		t (df)
	M	SD	M	SD	
課題中	4.5	1.1	4.3	1.5	1.84(31)
休憩中	57.3	10.8	12.6	9.2	24.78(31)***

*** p < .001

関連性の検討 天井高が創造性に及ぼす影響に対し、休憩中に天井・側方に視線を向けたことおよび感情・覚醒状態が媒介する可能性が考えられるため、パス解析を行った。図4に示した結果が得られ、高い適合度が示された。図4では、標準回帰係数をパス係数とし、有意なパス係数のみを示した。天井高が創造性に及ぼす影響には、休憩中に天井・側方に視線を向けたことおよび緊張覚醒(-)が媒介する関係性が示された。

図4 パス解析(標準化解)



4. 考察

先行研究⁸⁾と比較すると、背景画像と異なり、現実世界では仮説通り天井が高いことがアイデアの数、多様性、独創性といった創造性全般を促進することが明らかになった。参加者が天井との距離を知覚できる状況にすることで、天井を高く知覚できるようになったと見られる。パス解析の結果、高天井が創造性を促進する原因として、視線移動の増加やリラックス効果が間接的に関与していることが示唆され

た。天井が高くなると視線移動が増加する現象は、先行研究⁹⁾を支持し、脳部位の活性だけでなく、実際の行動で現れたことを示すものとなった。眼球運動が創造性に及ぼす影響を示す先行研究¹⁾もあることから、高天井が視線移動を増加させ、左脳と右脳の連携が強化された結果、創造性が促進された可能性がある。また、ポジティブな感情価が知的柔軟性を向上させることを示した先行研究⁴⁾から、リラックス効果の増大がポジティブな感情価の増加に寄与し、創造性を向上させた可能性が考えられる。

引用文献

- 1) Fleck, J. I., et al.: The impact of eye movements on a verbal creativity task, *Journal of Cognitive Psychology*, vol27, pp866-881
- 2) Guilford, J. P.: The nature of human intelligence, New York, NY: McGraw-Hill (1967)
- 3) 林 美都子: 手がかり連想を用いた創造性テストに関する質的採点基準作成の試み, 2012年度日本認知科学会第29回大会, pp.4-11
- 4) Isen, A. M., Johnson, et al: The influence of positive affect on the unusualness of word associations, *Journal of Personality and Social Psychology*, vol48, pp.1413-1426 (1985)
- 5) Meyers-Levy, J., & Zhu, R., J.: The Influence of Ceiling Height: The Effect of Priming on the Type of Processing That People Use, *Journal of Consumer Research*, Vol34, pp.174-186 (2007)
- 6) 織田弥生ほか: 感情・覚醒チェックリストの作成と信頼性・妥当性の検討, *心理学研究*, Vol. 85, No.6, pp.579-589 (2015)
- 7) Silvia, P. J., et al: Assessing creativity with divergent thinking tasks: Exploring the reliability and validity of new subjective scoring methods, *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, Vol. 2, pp.68-85 (2008)
- 8) 杉本匡史ほか: 天井高が認知課題成績に及ぼす効果: 拡散-収束課題, 空間記述文読解を用いた検討, 2012年度日本認知科学会第29回大会, pp.1-12
- 9) Vartanian, O., et al: Architectural design and the brain: Effects of ceiling height and perceived enclosure on beauty judgments and approach-avoidance decisions, *Journal of Environmental Psychology*, Vol. 41, pp.10-18 (2015)

周辺視野の映像によって引き起こされる わずらわしさを反映する行動指標の研究

The study of behavioral indexes reflecting annoyance caused by image presented in the peripheral view field

○藤原厚志*, 篠原一光*, 北村昭彦*, 村瀬文彦**, 内藤宏**

*大阪大学大学院人間科学研究科, **株式会社デンソー

FUJIWARA Atsuto*, SHINOHARA Kazumitsu*, KITAMURA Akihiko*,
MURASE Fumihiko**, NAITO Hiroshi**

* Graduate School of Human Sciences, Osaka University; ** DENSO CORPORATION

1. はじめに

日常生活において IT 機器はより必要不可欠なものとなっている。しかし、時折その使用感に対し、ネガティブな感情を抱くことがある。その際によく「わずらわしい」という表現が使用される。IT 機器がわずらわしく感じられると、評価や信頼性の低下を招くことがある。結果として IT 機器が使用されにくくなることが予想されるが、それが安全性に関わる機器の場合、危険を引き起こす可能性もある。よって、わずらわしさを許容可能な水準に抑えることは重要であり、わずらわしさを評価測定する指標が必要である。

しかし、「わずらわしさ」に関する研究は少なく、構成概念(「物理的使いにくさ・使い方わかりにくさ」、「機器の能力不足による使いにくさ」、「強制される手続き」)について検討したもの¹⁾や、自動車用ヘッドアップディスプレイについての評価²⁾を調べた研究がある程度である。先行研究ではわずらわしさの主観評価が用いられており、わずらわしさが行動に与える影響は明らかではない。また、ユーザビリティ評価において行動指標を使用できれば、わずらわしさをより客観的に評価しやすくなる。

そこで、本研究では、IT 機器の一つとして電子ミラーに注目し、反応時間や眼球運動を行動指標として測定し、わずらわしさを反映するか検討した。

電子ミラーとは、ドアミラーやルームミラーの代わりにカメラとディスプレイを用いて、周辺環境を

確認するもので、今後の普及が見込まれる装置である。2016年6月18日に国土交通省が生産を許可し、2018年には電子ミラーを装備した市販車が登場している。

電子ミラーの利点として、ミラーレスとなるため、従来よりも死角が少なくなること、夜間・降雨時でも視認性が高まることなどがあげられ、電子ミラーにより安全性はより高まると期待される。

一方で、電子ミラーの問題点として、従来のミラーより距離感がつかみにくいこと、ゼブラゾーンやガードレールがディスプレイに提示されたときにわずらわしく感じられることなどが考えられる。

本研究では周辺視野のディスプレイ上にわずらわしさを誘発する視覚刺激を提示して、これが眼球運動や反応時間などの行動指標に与える影響を検討した。

2. 方法

本研究は大阪大学大学院人間科学研究科行動学系研究倫理委員会の承認を受けたうえで実施した。

2-1. 実験参加者

大阪大学に所属する学生 24 人(平均 21.35 歳, SD = 1.00, 男性 10 名, 女性 14 名)が実験に参加した。

2-2. 刺激

予備実験により選定した横縞模様が縦方向に流れていくという動画を使用した。縞模様の周波数は 5Cpm であり、縞模様移動速度は、速度低 4.08(deg/s)、

速度高 20.12(deg/s)であった。

また縞模様以外に誘目性の高いと考えられる **mondrian** 刺激(図 1)も使用した。この刺激は、様々な色からなる複数の四角形を組み合わせた刺激である。**mondrian** 刺激を 10 種類用意し、17ms ごとに切り替えつづけることでわずらわしいと感じられる動画を作成した。これらの速度高、速度低、**mondrian** 刺激をわずらわしさ条件とした。



図 1 **mondrian** 刺激

2-3. 装置

小型ディスプレイ (91mm×134mm) をセンターメータの位置にくるよう固視点の真下に配置した。実験参加者との距離は 100cm とした。非接触アイトラッカー (Tobii TX300) で眼球運動を測定し、また眼電位センサ (Jins MEME) とビデオカメラ映像 (SONY HDR-AS50) で瞬目を計測した。

2-4. 手続き

課題は実験参加者から 200cm 離れたスクリーン上に提示された(図 2)。キー押しで試行を開始し、2 秒間固視点が提示された後に、ターゲットが提示された。固視点は中央・右・左のいずれかに提示された。ターゲットの提示位置は、固視点に遠い・近い×左右の計 4 条件あった(図 3)。ターゲットである飛び出し画像が中心(固視点)を向いている場合にはキー押しで反応し、そうでない場合は押さずに 1 秒待つという go/no-go 課題を行った。これを 1 試行として連続で 10 試行を行った後、10 秒間ブランク画面を挟み、次の 10 試行が始まるという流れであった。

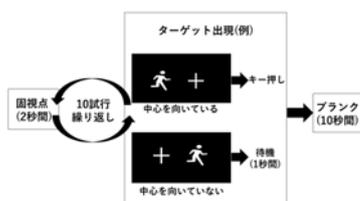


図 2 実験手続きの流れ

—主観評価 ターゲットは固視点の左右に 4 か所提示された(図 3)。ターゲットがそれぞれの位置にあ

るときの電子ミラーのわずらわしさを評定させた。速度低・高・**mondrian** 刺激それぞれを電子ミラーに提示し、固視点の真下に **mondrian** 刺激が提示されているときを 100 としたときのわずらわしさをマグニチュード推定で評価させた。

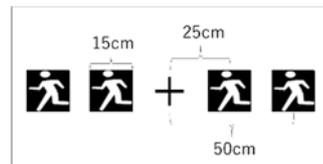


図 3 刺激の配置図

—眼球運動 ターゲット出現時のサッカーボール潜時、ターゲットに視線が向くまでの移動速度、瞬目を計測した。

—実験計画 実験計画についてわずらわしさ 3 条件と映像なし条件それぞれを 1 ブロックとして各 120 試行ずつあり、計 4 ブロック行った。また主観評価と合わせて、実験時間は約 1 時間だった。また本実験の前に、練習試行を 10 試行行った。

3. 結果

眼球運動を良好に測定できた 11 名を対象に分析を行った。分散分析と相関分析は全て個人差を考慮して、標準化してから分析をしている。

—主観評価 わずらわしさの主観評価は、速度低条件が 76.93、速度高条件が 99.93、**mondrian** 条件が 104.79 であった。わずらわしさ条件と固視点位置条件の二要因分散分析を行った結果、わずらわしさの主効果が有意であった($F(2,46) = 23.46, p < .001$)。Shaffer 法の多重比較では速度低条件と速度高条件 ($p < .001$)、速度低条件と **mondrian** 条件 ($p < .001$) の差が有意であった。

—反応時間 各わずらわしさ条件における主観評価と反応時間の相関分析を行った結果、相関は有意ではなかった ($r = -0.09, p = 0.17$)。

—眼球運動 わずらわしさの主観評価と眼球運動の各指標について、視線の移動速度のみ正の相関が見られた ($r = 0.33, p < .001$)。主観評価とサッカーボール潜時 ($r = -0.38, p < .001$) と瞬き ($r = -0.20, p < .05$) の間に負の相関が見られた。

一重回帰分析 主観評価を目的変数、視覚刺激3条件における眼球運動を説明変数として重回帰分析を行ったところ、主観評価のみ推定値が有意だった(表1)。またわずらわしさの条件ごとにも重回帰分析を行い、速度高条件ではサッカーD潜時と初回サッカーD距離、mondrian条件では移動速度の推定値が有意だった(表2、表3、表4)。

表1 わずらわしさ全体の重回帰分析

説明変数	推定値	t値	p値
サッカーD潜時	0.06	0.87	0.39
初回サッカーD距離	-0.01	-0.07	0.95
初回サッカーD時間	-0.54	-1.15	0.25
移動速度	-0.63	-0.42	0.68
主観評価(速度低,速度高)	26.00	5.22	0.00***
主観評価(速度低,mondrian)	24.04	4.79	0.00***
固視点(中央,左)	6.41	1.19	0.24
固視点(中央,右)	-0.45	-0.09	0.93
切片	91.55	3.28	0.00***

$R^2 = 0.30, F(8,90) = 4.74, p < .001$
 *** $p < .001, ** p < .01, * p < .05$

表2 速度低条件の重回帰分析

説明変数	推定値	t値	p値
サッカーD潜時	-0.16	-1.41	0.17
初回サッカーD距離	-0.14	-1.70	0.10
初回サッカーD時間	-1.13	-1.45	0.16
移動速度	-9.03	-1.92	0.07
切片	243.97	4.76	0.00***

$R^2 = 0.28, F(4,28) = 2.66, p = .05$
 *** $p < .001, ** p < .01, * p < .05$

表3 速度高条件の重回帰分析

説明変数	推定値	t値	p値
サッカーD潜時	0.31	2.74	0.01*
初回サッカーD距離	0.23	2.37	0.03*
初回サッカーD時間	0.28	0.35	0.73
移動速度	-3.94	-1.11	0.28
切片	-1.52	-0.02	0.98

$R^2 = 0.38, F(4,28) = 4.37, p < .01$
 *** $p < .001, ** p < .01, * p < .05$

表4 mondrian条件の重回帰分析

説明変数	推定値	t値	p値
サッカーD潜時	0.01	0.06	0.95
初回サッカーD距離	0.09	1.48	0.15
初回サッカーD時間	-0.71	-1.35	0.19
移動速度	2.66	2.38	0.02*
切片	101.10	3.80	0.00***

$R^2 = 0.39, F(4,28) = 4.47, p < .01$
 *** $p < .001, ** p < .01, * p < .05$

4. 考察

主観評価について縞模様の移動速度が速いほど、わずらわしく感じられることが示された。コントラストの高い、細かいストライプパターンや高輝度の点滅光は視覚的負担が高いことが知られており³⁾、輝度変化の速さや点滅光の頻度が負担やわずらわしさに影響を与えたと考えられる。またmondrian条件も点滅の頻度が高く、同じ理由でわずらわしいと感じたと考えられる。しかし速度高条件とmondrian条件には有意差はなく、実験参加者の内観でも11人中6人が速度高条件を、5人がmondrian条件をわずらわしいと評価しており、どちらがよりわずらわしく感じられていたかという人数に偏りはなかった。

反応時間はわずらわしさを予測しないことが示されたが、眼球運動については、サッカーD潜時と視線の移動速度で一部わずらわしさを予測することが示された。

サッカーD潜時の長さは注意と関連があることが知られており、固視点に対する注意が解放されるまでの時間が、潜時に反映される⁴⁾。また前もって注意を向けることでサッカーD潜時は短くなることから、ターゲットへの注意の配分量とサッカーD潜時の間に相関がある⁵⁾。以上から、わずらわしい刺激が周辺視野にあるとき、ターゲットに対して早く多くの注意を向けられると考えられる反面、固視点に対する注意は少なく、視野内にあっても認識しづらい可能性が示唆された。

瞬目は注意や明るさの変化に影響を受ける。特に1つの対象に継続的に注意を向けている場合、瞬きの回数は少なくなる⁶⁾。本研究の結果からは、速度低条件に比べて、速度高条件の方が明るさの変化は激しいため、それが影響した可能性を排除できないが、サッカーD潜時の結果と合わせて考えると、注意が関係していると考えられる。ただし、相関係数は大きくないため、わずらわしさの影響は大きいとは言えない。

視線の移動速度について、わずらわしいほど、移動が速くなった。サッカーD前の固視点に対する注意配分量が多くなるほど、サッカーDの最高速度が

遅くなるという指摘されており⁷⁾、今回の結果はサッカー前注視が弱くなっていることが考えられる。しかし、本研究では最高速度ではなく、平均速度であることやメンタルワークロードなども速度に影響を与える要因として挙げられるため⁸⁾、今後の詳細な検討が必要である。

重回帰分析の結果では、全体的に決定係数の値が小さく、行動指標でわずらわしさを評価することは困難である(表 1)。また全体的にサッカー前注視とわずらわしさの関係は負の相関関係であったのに対し、速度高条件(表 3)の結果は矛盾する結果となった。このことから、ある機器を評価する指標として行動指標のみを用いることは困難であり、主観評価との併用が必要と言える。

わずらわしさ条件ごとの重回帰分析について、主観評価で差があった速度低条件(表 2)と速度高条件(表 3)や *mondrian* 条件(表 4)を比較すると、少なくとも一部の眼球運動はわずらわしさを予測すると言える。しかし速度高条件と *mondrian* 条件では、わずらわしさを予測する行動指標の傾向がほとんど異なっている。よって、視覚刺激の特性によって生じるわずらわしさの性質が異なる可能性がある。今後は輝度変化や色などによる誘目性といった要因を統制して実験を行う必要がある。

5. まとめ

本研究では、わずらわしい映像を周辺視野に提示した際の課題成績と眼球運動を測定した。また主観評価との関連から行動指標としての可能性を検討した。その結果、課題成績にはわずらわしさの影響は見られなかったが、眼球運動はわずらわしさを予測することが示唆された。眼球運動は注意と関連があるため、機器使用の安全性という観点から、より詳細な検討が必要である。

わずらわしさを評価するにあたって、行動指標を使用するには限界があることが示された。速度高条件ではサッカー前注視と初回サッカー前距離が、*mondrian* 条件では移動速度がわずらわしさを予測するという重回帰分析の結果から、行動指標はわずら

わしさを誘発する原因を検討する目的で使用することができるとは考えられない。また本研究では、行動指標には条件ごとの結果に違いが見られたことから、わずらわしさを指標として使用するには慎重な態度が求められる。

本研究では主に視覚的なわずらわしさを取り上げたが、実際の場面では多種多様なわずらわしさがある。そのため、性質が異なるわずらわしさでも眼球運動や注意との関連を調べていくことが必要である。

参考文献

- 1) 篠原一光, 藤原厚志, 紀ノ定保礼, 柿崎勝: ICT 機器利用時の煩わしさを構成概念分析, シンポジウムモバイル17 研究論文集, pp.55-60 (2017).
- 2) 森田和元, 益子仁一, 岡田竹雄: 自動車用ヘッドアップディスプレイの煩わしさ感に関する考察(第 1 報)-表示位置と運転者の目の位置による影響-, 照会誌, Vol.81, No.2, pp.89-95 (1997).
- 3) 日比野治雄: 動画映像表現に関する心理評価の試み-視覚的ストレスの視点から, 映像情報メディア学会誌, Vol.54, No.4, pp.559-564 (2000).
- 4) Fischer, B., Breitmeyer, B.: Mechanisms of visual attention revealed by saccadic eye movements, *Neuropsychologia*, Vol.25, No.1, pp.73-83 (1987).
- 5) 松原和也, 金子瑞樹, 塩入諭, 矢口博久: サッカー前注視と先行注意移動, 光学, Vol.35, No.3, pp.156-164 (2006).
- 6) 橋本卓見: 注意領域への集中力向上を目的とした領域外における視覚刺激, 第 16 回日本バーチャルリアリティ学会大会, pp.1-4 (2011).
- 7) 海老澤嘉伸, 杉浦光洋: 視標と注視点条件の視覚依存性意識的サッカー前注視特性への影響, 映像情報メディア学会誌, 映像情報メディア, Vol.52, pp.1730-1737 (1998).
- 8) 森島圭祐, 大本浩司, 山中仁寛: 有効視野を用いたメンタルワークロード推定手法の基礎検討-ドライビングシミュレータ操縦を題材として-, *YAMAHA MOTOR TECHNICAL REVIEW*, Vol.49, pp. 98-106 (2013).

触情報の視覚化特性を用いた刺激呈示方法の検討

Examination of stimulus presentation method using visualization characteristics of tactile information

○泉谷祐治*, 小谷賢太郎 **, 鈴木哲 **, 朝尾隆文 **

*関西大学大学院 **関西大学システム理工学部

IZUTANI Yuji*, KOTANI Kentaro**, SUZUKI Satoshi**, ASAO Takafumi**

*Graduate School of Engineering, Kansai University, **Faculty of Engineering Science, Kansai University

1. はじめに

視覚障がい者が文字情報を得る手段として、世界的にも点字がよく利用されている¹⁾。しかし、実際に点字を触読できる人の実際に点字を触読できる人の割合は約 12.7%と低く²⁾、また後天盲にとって点字を習得することは困難である³⁾という意見もある。そこで近年では、点字に代わる視覚障がい者への情報伝達手段として、文字や図形をそのままの形で触読することができる触覚ディスプレイの研究が行われている。しかしこの触覚ディスプレイを用いての文字認識について、複雑な形状の文字での正答率が低いことや⁴⁾、一部の単純な形状の文字についても正答率が低いことが報告されており⁵⁾、いまだに文字認識の正答率が低いことが問題として知られている。

触覚ディスプレイを用いた文字認識の正答率が低い原因として、水上ら⁴⁾は文字の画数の多さによる認識の難しさ、軌跡が不連続なことによるイメージのしにくさの2点を述べている。三根⁵⁾は触覚における文字伝達の難しさについて、斜め方向の刺激を水平・垂直方向に誤認することやストローク間の相対的な位置関係を把握することが困難であることによるのではないかと考察している。しかしこれらの研究は触覚に呈示された文字を正しく認識することができるかについての調査が主であり、触覚により与えられた情報がどの程度正確に認識されているかについては明らかにされていない。

ヒトが触覚で得た文字を認識する際のプロセスについて考えると、まず触覚で得た文字情報がどのような形状であるかをイメージし、その後イメージした像とヒトが記憶している文字との照合がおこなわれる。そして最終的に記憶しているものと合致した文字を、触読した文字として認識し回答することになる。和氣ら⁶⁾はこれを視覚化と呼んでいる。つまりヒトは触覚から得た文字情報を一度頭の中でイメージし、記憶と照合することで認識していると考えられる。この視覚化の過程において触覚で得た情報がイメージしにくいことが正答率の低下につながることで、触覚に与えた文字情報の一部がずれて知覚されていたといった報告⁵⁾などがあり、視覚化が行われる過程で情報の変形が起きていたことが考えられる。以上から視覚化においてどのように触覚情報を

認識しているのかを検証することが触覚情報認識において重要であると考えた。

そこで我々は触覚情報を視覚化する際に情報が変形して認識されていると考え、この情報の変形を前もって反映させた刺激形状を呈示することで、より正確な情報をユーザに伝達することが可能になると予想した。本研究では視覚化で起こるずれを定量化する方法としては画像処理に用いられる幾何学変換であるアフィン変換の理論を応用し、前もってアフィン逆変換行列により触刺激を変形させて呈示することで、情報認識率が高まるかどうかを実験的に検証した。

2. 空気噴流刺激型触覚ディスプレイ

今回作成した触覚ディスプレイの概略図を図1に示す。エアコンプレッサ（日立日立工機 EC1430H2）で空気を圧縮し、精密レギュレータ（CKD RP2000-8-08-G49PBE）で空気を適切な圧力に調節し、空気の入出力を電空レギュレータ（CKD EVD-1900-P08 SN）によってストレートノズルから空気噴流を呈示する。この空気噴流刺激をArduino（Me-baseboard）からモータードライバ、ステッピングモーター（42BYG Stepper Motor）に信号を送り、ストレートノズルをx, y 軸に移動させることにより掌になぞり書きのような刺激呈示を実現した。

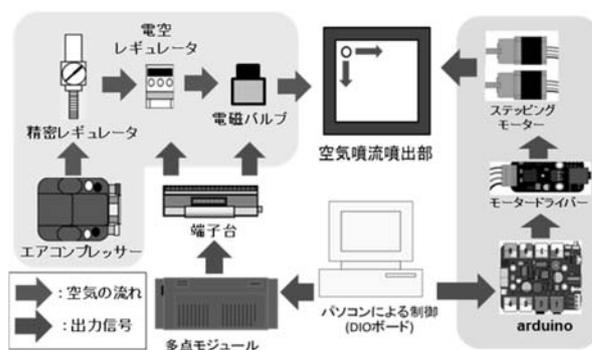


図1 実験装置概略

3. 実験方法（検証実験）

3.1 実験目的

実際に刺激を視覚化した際にずれが生じるのか、またそのずれには傾向が存在するのかについて評価を行った。

3.2 実験環境

実験参加者の非利き手掌を触覚ディスプレイにかざし、刺激を感じやすい位置で手の位置を決定後、聴覚による影響を排除する為にヘッドホンを着用してもらい、常時ホワイトノイズを再生した。また、実験参加者の利き手側には刺激を回答する為のタブレット端末(SONY Xperia Z4 Tablet)とペンを用意した。

3.3 実験手順

実験手順を以下に示す。また実験条件を表 1 に示す。

1. 練習として 2, 3 試行行ったのちに、刺激呈示箇所を固定する為には手掌の位置決めを行う。
2. 実験開始の合図の後、1本の線刺激が2回手掌に呈示される。この刺激を感じた通りにタブレット端末に手書きで回答してもらう。これを1試行とする。
3. 1セット10試行とし、5セット、計50試行を行う。
4. 1セット終了ごとに休憩が必要な場合は休憩を挟む。実験再開の際には手掌の位置ずれが起こらないように留意する。

評価対象の刺激は図 2 に示す UP, DOWN, LEFT, RIGHT line とし、それぞれの刺激は1セット内に1本ずつとし、これを計5セット行っているので各刺激を5回ずつとダミー刺激を合わせて50試行呈示した。また、あらかじめ呈示する線を予測されないように水平、垂直な線形状を避け、時計回りに20°回転させた線刺激を評価対象として用いた。

表 1 実験条件

刺激長さ	25[mm]
刺激線太さ	1[mm]
1本線刺激呈示時間	1.25[s]
繰り返し時間間隔	2.0[s]
呈示圧力	285[kpa]
刺激呈示速度	20[mm/s]
1セットあたりの試行数	10試行
セット数	5セット
全試行回数	10試行×5セット=50試行

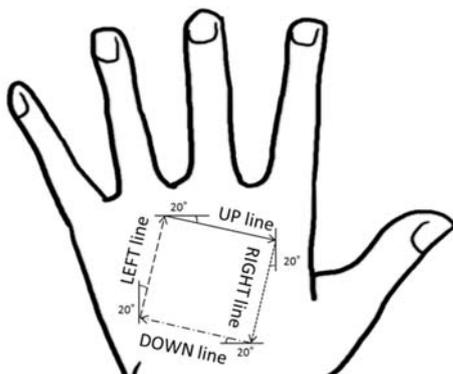


図 2 評価対象とした呈示刺激

4. 解析方法

本実験ではアフィン変換の理論にならない、図 3 で示すように変換が行われていると仮定して、あらかじめ目標刺激にアフィン変換逆行列を用いて変換することで、回答刺激を目標刺激に合わせようと試みる。そこで、アフィン変換行列を求めるため、目標刺激と回答刺激のずれを以下の3つの特徴量で定義した。

・移動量： t [px]

回答画像と目標

刺激の各線分の中点 M, M' を求め、その中点間の距離を移動量 t とした。

$$t = \sqrt{(M'_x - M_x)^2 + (M'_y - M_y)^2}$$

・回転量： θ [deg]

回答画像と呈示した刺激の各線分の始点同士を合わせた時になす角を θ とし、内積の定理により回転量を算出した。

$$\cos \theta = \frac{xx' + yy'}{LL'}$$

・拡大縮小量： A [-]

回答した線長さが、呈示した線長さに対してどの程度の長さであったか、その比率を拡大縮小量と定義した。

$$A = \frac{L'}{L}$$

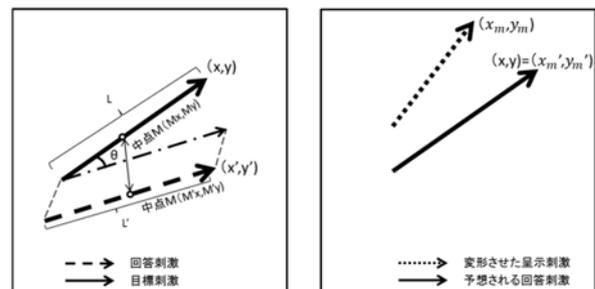


図 3 ずれ量算出方法（左）およびアフィン変換逆行列により変形させた刺激の一例（右）

5. 実験結果

図 4 に一例として LEFT line 呈示時の画像とその値を示す。また図 5~7 に LEFT line 呈示時の各実験参加者の移動量、回転量、拡大縮小量の平均値を示す。

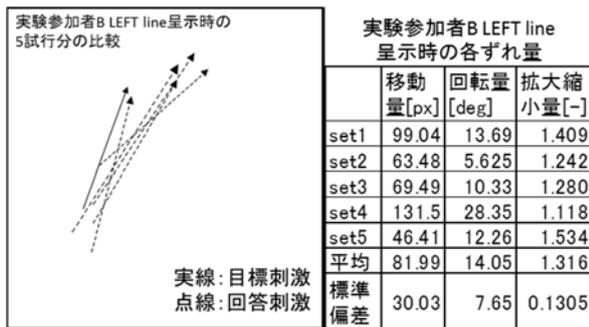


図4 刺激形状比較（左）とその各ずれ量（右）

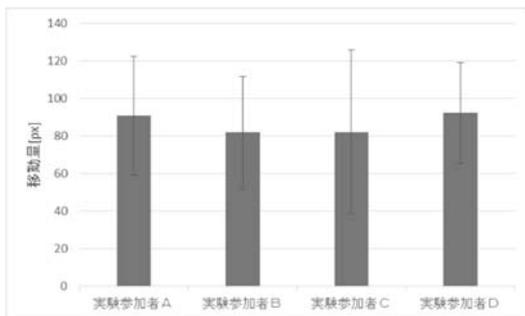


図5 実験参加者ごとの移動量

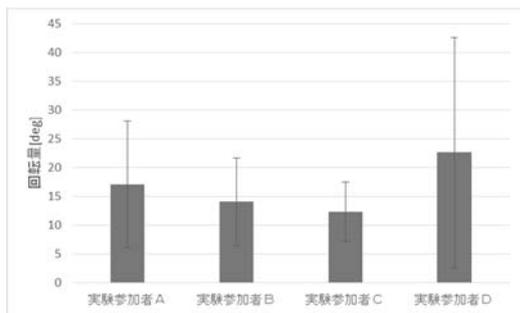


図6 実験参加者ごとの回転量

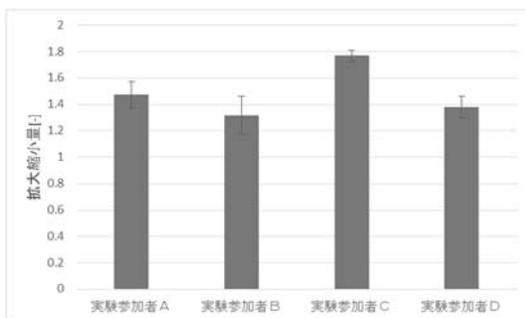


図7 実験参加者ごとの拡大縮小量

6. 考察

図4の刺激形状比較画像より、目標刺激とは異なる回答がなされており、回答刺激の平均値は目標刺激とは異なる傾向が見てとれる。これは和気ら⁶⁾の報告に存在する「視覚化」であると考えられ、各ずれ量の標準偏差より、一定の範囲で視覚化にばらつきが存在することがわかる。このことより、今回呈示した刺激に対して実験参加者は一定の視覚化を行っていることが考えられる。

また図5~7より実験参加者ごとの各ずれ量にも個人差が存在することが分かり、このことより個人

ごとに視覚化特性が異なっているのではないかと考えられる。

視覚化した情報が回答ごとにばらつく要因として、得た情報を触運動によって再現する際のモダリティの変換において情報の減衰、すなわち情報の不明瞭化が起こる⁷⁾ことが原因であると考えられる。

これらのことから回答刺激のずれ量の平均値を元にアフィン変換のパラメータを算出することとした。

7. アフィン変換

評価実験により算出した拡大縮小量、回転量を元に個人ごとに刺激形状ごとのアフィン変換行列を作成した。目標刺激に相当するベクトル (x, y) を視覚化によって得られるベクトル (x', y') に変換するアフィン変換行列は以下の通りとなる。

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A \cos \theta & -A \sin \theta & 0 \\ A \sin \theta & A \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

x : x 座標
 y : y 座標
 A : 拡大縮小量 [-]
 θ : 回転量 [deg]

また、アフィン変換逆行列は以下のようになり、これをもって目標刺激ベクトル (x_m, y_m) を変形した。

$$\begin{pmatrix} x_m \\ y_m \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A \cos \theta & -A \sin \theta & 0 \\ A \sin \theta & A \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

x_m : 変形させた刺激呈示ベクトルの x 座標
 y_m : 変形させた刺激呈示ベクトルの y 座標

この変形させたベクトルを呈示することで、以下のような変換によって視覚化した際に呈示刺激と同じ図形を知覚できると考えた。

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A \cos \theta & -A \sin \theta & 0 \\ A \sin \theta & A \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_m \\ y_m \\ 1 \end{pmatrix}$$

このように変形刺激を呈示し、得られた回答刺激が目標刺激として回答できると仮説を立て実験を行なうこととした。

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_m' \\ y_m' \\ 1 \end{pmatrix}$$

x_m : 変形させた刺激呈示ベクトルを呈示した際の回答ベクトルの x 座標

y_m : 変形させた刺激呈示ベクトルを呈示した際の回答ベクトルの y 座標

8. 実験方法（評価実験）

3章で行った検証実験の実験結果を元にアフィン変換逆行列を作成後、図3に示すように目標刺激をその行列により変形させ、その刺激を実験参加者に呈示した。検証実験と同様に実験環境、実験手順で実験を行なった。

9. 実験結果

今回評価実験を行なった実験参加者は検証実験の

際に行った実験参加者 B, C の 2 名を対象に行った。横軸に実験参加者、縦軸に各ずれ量の平均値をとり、目標刺激に対して回答刺激にどれだけのずれ量が存在したかについて、刺激変形前後を比較したグラフを図 8~10 に示す。結果として図 8, 9 より移動量及び回転量ともに刺激変形後のほうがずれ量が大きい結果となり、図 10 より拡大縮小量に関しては実験参加者 B, C ともに刺激変形後の方がずれ量が小さい結果となった。

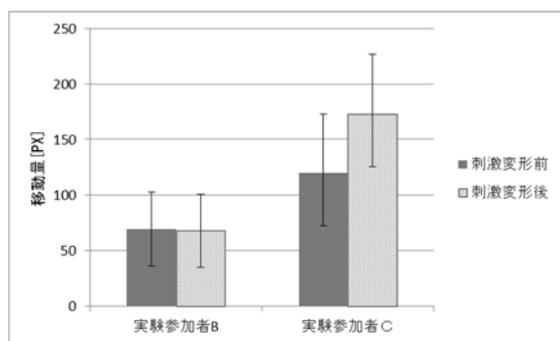


図 8 実験参加者ごとの刺激変形前後での移動量

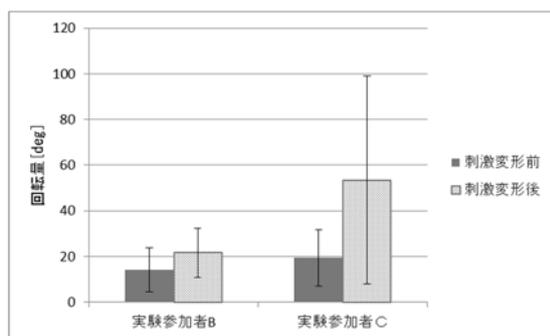


図 9 実験参加者ごとの刺激変形前後での回転量

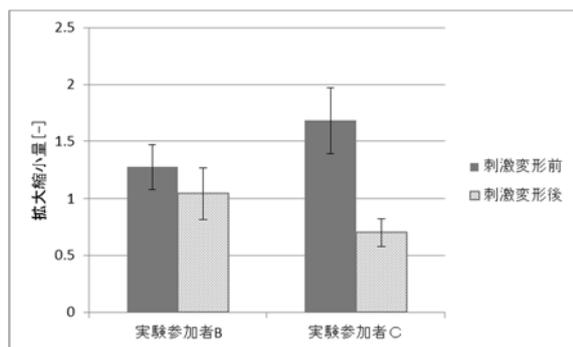


図 10 実験参加者ごとの刺激変形前後での拡大縮小量

10. 考察

アフィン変換行列の逆行列による変換を試みて、知覚刺激を目標刺激に近づけようとした結果、部分的に各ずれ量が減少する様子も認められたものの、全体的にばらつきが増加する様子が認められた。特に実験参加者 C の回転量ではその傾向が顕著に認められた。

ばらつきが増大する原因として、刺激変形前後で

の刺激長さの変化が関係していると考えられる。図 7 で示した通り、全体的に実験参加者は呈示刺激を大きく見積もる傾向があった。これによりアフィン変換逆行列で変形させた刺激の長さが短くなった。清水ら⁸⁾が行った実験において、呈示する文字サイズを小さくすればする程正答率が下がるといった報告がなされている。これは言い換えると文字サイズが小さくなれば視覚化が曖昧になってしまい、正答率が下がってしまっていることを示しており、今回も同様に刺激長さが短くなってしまったことにより、刺激の全体像があいまいになったと考えられる。

以上の結果より刺激長さが短くなるとアフィン変換による効果が情報伝達の正確性に寄与せず、逆にあいまいさを増加させる結果となってしまったと考えられる。

これらのことから今後の展望として、アフィン変換逆行列で刺激変形させた際により情報の損失が行われないような刺激長さでの呈示を検討する必要がある。

謝辞

本研究の一部は KU-SMART プロジェクト及び科研費 (17H01782) により行われた。

参考文献

- [1] 大山正, 今井省吾, 和気典二: 新編 感覚・知覚心理学ハンドブック; 誠信書房, pp. 1308-1309, pp. 1312-1313 (1994)
- [2] 厚生労働省社会・援護局生涯保健福祉部: 平成 18 年身体障害児・者実態調査結果, pp. 24-26 (2008)
- [3] 芳賀洋一, 松永忠雄, 水島昌徳, 戸津健太郎, 江刺正善: 形状記憶合金マイクロアクチュエータを用いた視覚障害者用 2 次元ペンディスプレイ; 日本機械学会第 3 回福祉工学シンポジウム講演論文集, pp. 197-199 (2003)
- [4] 水上陽介, 内田啓治, 澤田秀之: 糸状形状記憶合金の振動を利用した高次知覚生起による触覚呈示; 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 12, pp. 3739-3749 (2007)
- [5] 三根純: 点運動情報の触覚伝達による文字コミュニケーションにおけるひらがな文字の認識率調査; 早稲田大学理工学術院基幹理工学研究科情報理工学専攻修士論文 (2015)
- [6] 和気典二: 触覚的記憶; 現代基礎心理学 4 記憶, 東京大学出版会 小谷津孝明(編), 6 章, III 節, pp. 164-179 (1982)
- [7] M. I. Posner: Characteristics of visual and kinesthetic memory codes; Journal of Experimental Psychology, Vol. 75, No. 1, pp. 103-107 (1967)
- [8] 清水豊, 和気典二: 感覚代行のための一筆書きによる文字の触認識; 人間工学 Vol. 19, No. 2, pp. 91-97 (1983)

視点に対する空間情報を用いた視覚誘発電位利用選択インタフェースの検討

A Study of Menu Selection Interface Based on Spatial Information of Steady State Visual Evoked Potential

○菅野将輝*, 荒木望*, 中谷真太郎**, 小西康夫*, 満洲邦彦***

*兵庫県立大学 **鳥取大学 ***東京大学

SUGANO Masaki*, ARAKI Nozomu*, NAKATANI Shintaro**, KONISHI Yasuo*, MABUCHI Kunihiko***

*University of Hyogo, **Tottori University, ***The University of Tokyo

1. はじめに

近年, 使用者の脳活動を読み取り, 使用者の意図に応じて機械を操作するブレイン・コンピュータ・インタフェース (Brain Computer Interface: BCI) の研究が広く行われている. 特徴量には運動企図時に脳波の特定の周波数帯域の強度が減少する事象関連脱同期や, 特定の事象に対して発現する事象関連電位, そして一定間隔で点滅する視覚刺激を注視した時に発現する定常状態視覚誘発電位 (Steady State Visual Evoked Potentials: SSVEP) などがある.

SSVEP を用いる BCI は他の特徴量を用いる BCI と比べ情報伝達速度が高く, 信号雑音比が良いことからよく利用されている. また, SSVEP を用いる BCI にはマークなどで意味付けされた視覚刺激を使用者が注視することにより使用者の意図を外部に伝えるメニュー選択インタフェースなどがあり, 体の不自由な人のコミュニケーションツールとして利用が期待されている.

しかしながら, 視覚刺激をモニターで提示する際にモニターのリフレッシュレートの約数の周波数でなければならないことや, 低い周波数になると光過敏性発作を誘発する危険性が高くなるため, 視覚刺激として使用できる周波数が限られている. そのため, SSVEP を用いる BCI では限られた周波数で識別可能数を増やすことが重要な課題になっている.

識別可能数の増加方法としては, 視覚刺激の位相のずれを利用することや, 同時に数種類の周波数の視覚刺激を表示することなどがある. その中で, 昨年度行った研究において, 単一の周波数で点滅する視覚刺激を用いて, 視点に対して刺激する位置を変えるだけで BCI の識別可能数を増やすことが出来る可能性を示した¹⁾.

そこで本研究では, 注視点に対して両側刺激する両側刺激, もしくは左側のみ, 右側のみを刺激する片側刺激を用いて 1 つの周波数で 3 つの識別パターン²⁾の作成が可能か検討を行い, 実際に用いられるようなサイズの視覚刺激を使用し, 選択インタフェースとして使用できるかについても検討を行った.

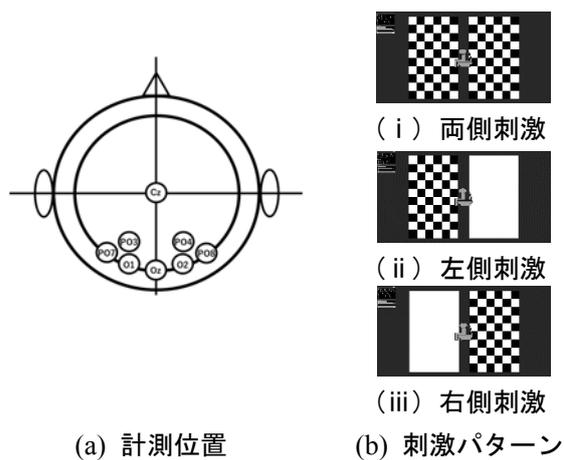


図 1 実験概要

2. 実験方法

脳波の計測には誘発電位測定電極 (NE-121J, 日本光電製), 生体アンプ (AB-611J, 日本光電製) を使用した. 脳波の測定は図 1(a)のように, 左脳側に位置する O1, PO3, PO7 と右脳側に位置する O2, PO4, PO8, さらに後頭部中央に位置する Oz で計測を行った. 基準電極は頭頂部の Cz とし, ボディーアースは右肘とした. またサンプリング周波数を 1000 Hz, アンプのゲインを $10\mu\text{V}/\text{V}$ として計測を行った. 視覚刺激には図 1(b)に示すようなチェッカーボードと白色部の組み合わせからなるパターンを使用し, 中央に注視点として任意形状のマーカを設置した. 視覚刺激についてはチェッカーボード部のみ白黒部を反転させることで行った. チェッカーボードのサイズは 1 マス 90×90 pixel であり, 縦に 10 マス, 横に 6 マス表示し, 二つの刺激の間隔は 60 pixel 離して表示した. 表示するモニターは解像度 1920×1080 pixel, リフレッシュレート 120 fps の液晶モニター (XL2411, BenQ 製) を用いた.

被験者は 20 代の健康な男性 1 名とする. 被験者は図 1(b)に示すような 3 種類の視覚刺激のパターンにおいて, 視覚刺激中心に位置するマークをそれぞれ 10 秒間注視した. データの解析には正準相関分析 (Canonical Correlation analysis: CCA)²⁾を用いた. CCA は SSVEP を用いる BCI で利用されており, 脳波にどの周期の成分が含まれているかを相関係数

により評価する手法である. SSVEP では視覚野付近の脳波で視覚刺激と同周期およびその定数倍周期の強度が増加する. このことを利用し, CCA では視覚刺激で提示した周期およびその定数倍の周期をもつ信号の合成波と脳波との相関係数を計算することで SSVEP の発現について評価を行う. ここでは右脳側, 左脳側それぞれの SSVEP の発現強度を個別に評価するため, 図 2 のように右脳側 (O1, PO3, PO7) で測定した脳波から CCA により計算した相関係数を ρ_R , 左脳側 (O2, PO4, PO8) で測定した脳波から CCA で計算した相関係数を ρ_L として, これらの関係について調査した.

なお, 本実験は兵庫県立大学倫理委員会の許可を受け, 被験者からインフォームド・コンセントを得ている.

3. 実験結果

図 1(b) で示した 3 つの視覚刺激のパターンを 8 Hz で点滅させた場合の脳波について CCA による評価を行った. 各パターンを注視した 10 秒間のデータを窓幅 3000 ms, オーバーラップ 2500 ms で CCA を用いて解析したものを図 3 に示す. 図より, 左側刺激を行った場合の右脳側, 左脳側の CCA による相関係数の平均値はそれぞれ $\bar{\rho}_L = 0.20$, $\bar{\rho}_R = 0.33$ と, 右脳側で相関係数が大きくなる傾向があった. 右側刺激を行った場合には $\bar{\rho}_L$, $\bar{\rho}_R$ とも 0.3 付近でばらつきが大きくなった. 両側刺激を行った場合には $\bar{\rho}_L = 0.48$, $\bar{\rho}_R = 0.47$ となり, いずれも片側刺激と比較して相関係数が増加した. また他の周波数で点滅する視覚刺激を注視した場合も同様の結果となり, 左右の片側刺激, 両側刺激で右脳側, 左脳側に反応の差異が生じることを確認した.

4. 考察

図 3 において視神経の接続を考えれば, 左右の片側刺激を与えた際に, 刺激を与えている側の反応は小さくなると思われる. しかしながら, 今回の実験では特に右側刺激を行った場合に左脳側だけでなく右脳側にも同様の反応が生じていることが分かる. 今後, なぜこのような反応が生じるのか詳しく調査していく.

一方で, 図 3 からも 3 つのパターンには明確な差異が生じることが確認できる. そこで, この差異を用いた選択インタフェースの検証として図 4 に示すような 4 つのメニューに対応する視覚刺激を提示した. 上部の 2 つのパターンは 8 Hz で点滅し, 下部の 2 つのパターンは 6 Hz で点滅している. 図 5 の視覚刺激による実験の結果, それぞれ異なる反応が得られ, 分類が可能であることを確認した. 以上より, 片側刺激型パターンが選択インタフェースに利用可能であることを示した.

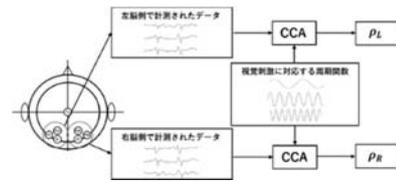


図 2 CCA を用いた解析の概略図

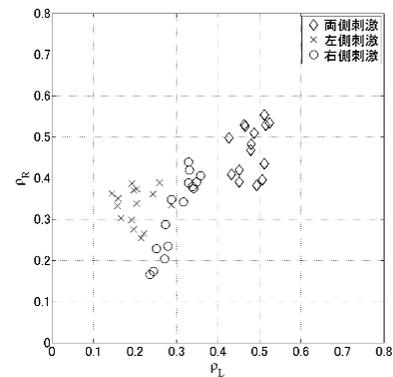


図 3 各刺激パターンに対する反応の変化

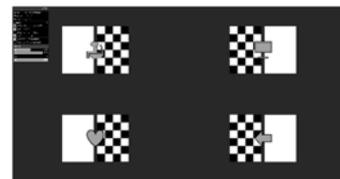


図 4 選択インタフェースを想定した視覚刺激

5. まとめ

本研究では SSVEP を用いた BCI について, 注視点に対して左右にチェッカーボードパターンを配置した視覚刺激を行うことにより, 1 つの周波数で 3 つの状態を分類できることを示した. また, この片側刺激型のパターンを用いた選択インタフェースの検証を行い, 情報伝達効率を向上させる可能性を示した.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16K21290 の助成を受けたものです.

参考文献

- 1) 阪田真也: “定常視覚誘発電位と視点に対する空間情報を利用したインタフェースの検討”, 平成 29 年度日本人間工学会関西支部大会講演論文集, pp.95-96 (2017)
- 2) Zheng Yan, Gao Xiaorong, et al. “Right-and-left visual field stimulation: A frequency and space mixed coding method for SSVEP based BCIs.” SCIENCE CHINA, Vol.54, No.12, 2492-2498

海上交通におけるランドマーク特定方法の違いについて Differences of the process on identifying landmark for marine traffic

○五反田夏鈴*, 瀧真輝**, 藤本昌志**, 廣野康平**, 小西宗***

*神戸大学海事科学部 **神戸大学海事科学研究科 ***独立行政法人海技教育機構

GOTANDA Karin*, FUCHI Masaki**, FUJIMOTO Shoji**, HIRONO Kohei**, KONISHI Tsukasa***

*Faculty of Maritime Science, Kobe University, **Graduate School of Maritime Science, Kobe University,
***Japan agency of Maritime Education and Training for Seafarers

1. はじめに

船舶を安全に運航するにあたり、自船の位置を知ることが重要な要素の1つである。自船の現在位置を知るためには、周囲の灯台や山頂、島などのランドマークと自船との位置関係を海図上で照らし合わせなければならない。このような海図上での作業はチャートワークと呼ばれ、視界が良い場合は主に自船から見たランドマークの方位を利用し、雨等で視界が悪い場合は主にレーダーによって測定した陸岸との距離を利用して自船の現在位置を特定する。操船者はこの作業を10分毎や15分毎といった一定の間隔で行うことが求められる。加えて周囲を見張り操船を同時に行う必要があることから、海図と周囲に見える景色を素早く一致させ、周辺の地理的環境を把握しておく必要がある。

先行研究では、地理の把握には個人の方向感覚が影響するということが示唆されており¹⁾、方向感覚が良い学生は方向感覚が悪い学生に比べて、航路の見学とその説明を受けた後の海図描画課題の平均得点が高いという傾向が示されている。²⁾ これらのことから、方向感覚が良い学生と悪い学生とでは船上からランドマークを特定する方法や考え方が異なることが考えられる。

そこで本研究では、方向感覚の違いなどによってランドマークの特定方法にどのような違いや特徴があるのかを分析・検討することを目的とし、方向感覚が良くて海図描画課題の出来が良い学生と方向感覚が悪くて海図描画課題の出来が悪い学生という対照的な学生を抽出し、ヒアリング調査を行った。

2. 方法

2.1. 調査参加者

神戸大学海事科学部航海分野の学生44名の協力を得た。その内、筆者と同じ研究室に所属する学生3名と海技免状を有する学生3名を除外した学生38名を調査対象とした。調査学生は3ヶ月の乗船訓練を修了していた。

2.2. 調査方法

2.2.1. 学生の抽出

学内の練習船実習時に、方向感覚の測定と海図描画を実施した。方向感覚の測定には方向感覚質問紙簡易版(SDQ-S)を用いた³⁾。方向感覚質問紙簡易版(SDQ-S)は20項目からなる質問紙であり、各質問項目に対して「よくあてはまる」から「ほとんどあてはまらない」までの5件法で回答するものである。海図描画課題は、白紙に対象海域を海図のように描画させるものである。A4サイズの白紙に、北の方向がわかるように印を記入させたのち、島や陸岸の線、灯台などのランドマーク、航路、コースラインおよびそれらの名称等を、それぞれの大きさや位置関係に注意して描画するよう教示した。海域は航海計画の策定および操船シミュレータで実習を行った来島海峡航路のある海域を対象とした。

方向感覚質問紙簡易版と海図描画課題の結果から、方向感覚が良くて海図描画課題が高評価である学生3名(良高群)と、方向感覚が悪くて海図描画課題が低評価である学生3名(悪低群)の合計6名をヒアリング調査対象として抽出した。具体的には、方向感覚質問紙簡易版の得点結果より方向感覚の良い上位6名と方向感覚の悪い下位6名をそれぞれ抽出した。次に抽出した学生の海図描画課題を評価し、方向感覚の良い上位6名から海図描画課題が高評価であった学生3名、方向感覚の悪い下位6名

から海図描画課題が低評価であった学生3名を抽出した。海図描画課題の評価は、神戸大学海事科学部航海分野の航海経験を有し海技免状を保有する教員3名が総合的に判断した。

2.2.2. ヒアリング調査

抽出した計6名それぞれに対し、海上交通におけるランドマーク特定方法についてヒアリング調査を実施した。ヒアリング調査では、ランドマークの方位や周囲の状況等、自身の経験や普段の行動、考え方を尋ねた。得られた回答から、良高群と悪低群とを比較し特徴を分析した。

3. 結果

『チャートワーク中に自船の針路を意識しているか』という質問に対し、良高群からは「意識している」「東西南北は考えていなくて、周囲のランドマークの配置を気にしている」「方角は意識していないが、地図上での向かっているランドマークや海域を意識している」という回答が得られた。一方、悪低群にも「意識している」と回答した学生が1名いたが、残りの2名は「意識していない」と回答した。

『海図を見た後、ランドマークがある方向を何方位に分けて予想するか』という質問に対し、良高群のうち2名は「8方位程度」と回答し、1名は「方位を先に測ってしまう」と回答した。一方、悪低群の2名が「4方位程度」と回答し、1名が「4方位から8方位程度」と回答した。

『昼間または夜間のどちらのほうがチャートワークをしやすいか』という質問に対し、良高群のうち2名が「昼間」と回答し、1名が「夜間」と回答した。一方で、悪低群は3人ともに「夜間」と回答した。回答の理由として、“昼間”と答えた学生は「視認できるランドマークが多いため」「参考になる情報が多いため」と回答し、“夜間”と答えた学生は「灯台が光っているから見つけやすい」「見えるものが限られているため」と回答した。

『どんな場合にランドマークを発見し辛いか』という質問に対しては、良高群と悪低群の両方から

「同種のランドマークが密集している場合」という回答が得られた。

4. 考察

方位について、良高群は自船の針路を意識する傾向にあり、悪低群は意識しない傾向にあった。また、良高群は自身の“やり方”を具体的に回答する傾向にあった。さらにランドマークを特定する際に良高群の方がより方位を細かく区切る傾向にあった。目視するランドマークと海図上のランドマークを一致させるにあたって、自船の針路情報は、当該ランドマークが右に見えるのか、もしくは左に見えるのかといったことに始まり、さらにどの方向に見えるのかを推測することに必要であることから、良高群はこの点を基礎技能として習得していると考えられる。

昼夜の別について、良高群のほうが昼間と回答する傾向にあり、悪低群は夜間と回答した。昼間の理由としては見える情報の多さを挙げており、自身で特定しやすいランドマークを選定し、また周辺の情報を利用して特定していると考えられる。対して、夜間の理由としては、光っているというコントラスト的に発見しやすいことや、夜間のために見える情報が少ないことを挙げており、周辺情報を利用せずに当該ランドマークだけを発見しようとする傾向があることが推察される。

良高群と悪低群の両方から、同種のランドマークが密集している場合にランドマークを特定しづらいとの回答が得られたことから、良高群であっても同種のランドマークが密集している場合には、その特定が難しくなるケースもあることが考えられる。

参考文献

- 1) 山本さくら：海上交通における目標物の特定について、海洋人間学雑誌, Vol.4, No.2, (2015)
- 2) 赤坂柚子：海上交通における地形の把握について、平成29年度 日本人間工学会関西支部大会講演論文集, pp37~38, (2017)
- 3) 竹内謙彰：方向感覚と方位評定, 人格特性及び知的能力との関連, 教育心理学研究 第40巻 第1号, (1992)

広範囲目視検査スキル向上のための アイトラッカを用いた基礎能力訓練ツールの提案

Proposal of a training system for fundamental capability of visual inspection
with wide-viewing-angle using eyetracker

○佐藤弥由*, 松延拓生**, 満田成紀**, 鯨坂恒夫**

*和歌山大学大学院システム工学研究科 **和歌山大学システム工学部

SATO Miyu*, MATSUNOBE Takuo**, MITSUDA Naruki**, AJISAKA Tsuneo**

*Graduate School of System Engineering, Wakayama University,

**Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

1. はじめに

工場などの生産現場では、顧客に対する品質保証のため、外観検査を行うことで見た目に問題がある製品の流出を防いでいる。外観検査の一つとして、人の目で確認し欠点の検出・判断を行う目視検査があげられるが、見方における具体的な訓練方法が確立されていないといった課題がある。

本研究では、目視検査者の見方における基礎能力を訓練するためのシステムを提案する。訓練者は広視角で行う目視検査作業者を対象としており、アイトラッカを用いることで視線の動きを活かした訓練内容の設定を行った。

2. 関連研究

人間がもつ視覚機能を利用した見方として、佐々木は周辺視目視検査法を提案している¹⁾。これは視野全体を見渡す(周辺視)ことで、違和感として欠点を検出するものである。また実際の検査現場でも、生産性の増加と見逃し率の減少に効果があったと実証されている²⁾。一方で、本研究が対象とする広い面積の製品でも同様に対応できるかについては、いまだ検証が不十分である。

周辺視目視検査法を習得するための訓練方法として、中嶋らはコンピュータを用いた訓練システムを提案している³⁾。このシステムは、見方を3つの要素(周辺視・瞬間視・衝動性眼球運動)に分けて個別に訓練した後、それらを組み合わせた訓練を行うものである。また今後の課題として、アイカメラを用いた視線変化の分析、および検査現場での適用があげられている。

3. 基礎能力訓練ツールの提案

3-1. 訓練内容の検討

中嶋らの提案した訓練ツールをもとに、アイトラッカを取り入れた訓練内容の検討を行った³⁾。広範囲目視検査における周辺視目視検査法の効果は不明瞭であるが、訓練すべき見方の要素としては通ずる部分があると仮定した。

本研究では、アイトラッカの役割として「訓練品質の保証」と「訓練効率の向上」の二点を目的とした。周辺視および瞬間視の訓練では、注視しなければならない時に注視しているかどうかアイトラッカを用いて確かめることで、訓練者の正しい能力を計測できるようにした。また衝動性眼球運動の訓練では、視線計測を取り入れた訓練内容にすることで、効率よく訓練が行えるようにした。

3-2. 訓練環境

訓練時はアイトラッカ(Tobii社製:Tobii Eye Tracker 4C)で視線を計測し、データに応じて適宜訓練画面や結果画面への反映を行う。なお、訓練環境は実際の検査現場の視野角に基づき、27インチのディスプレイ(EIZO社:CG277)で行うものとした(図1)。

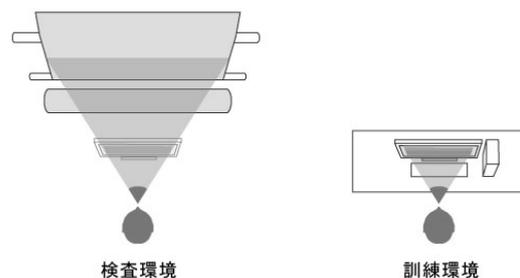


図1 検査環境と訓練環境の対応図

3-3. 周辺視訓練ツール

周辺視の訓練では、視野における認識範囲の拡大を目的とする。訓練者には画面中央の視標（黒点）を注視してもらい、任意のタイミングで上下左右のいずれかに検知対象（グレーの点）を表示させる。有効視野範囲である水平方向 $30[^\circ]$ 、垂直方向 $20[^\circ]$ を最大として、どの程度認識できているかをそれぞれ4段階で計測する。その際、訓練者の視線が黒点から外れるとアラートが表示される。結果画面（**図2**）では、訓練者の認識できた範囲を提示する。

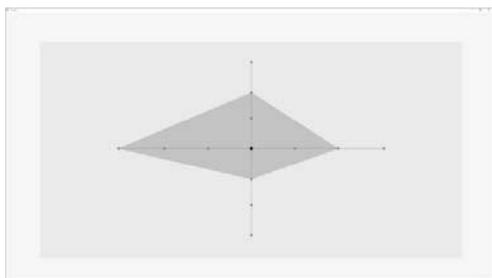


図2 周辺視訓練ツールの結果画面

3-4. 瞬間視訓練ツール

瞬間視の訓練では、欠点を視野に入れてから認識するまでの反応時間の短縮を目的とする。訓練者には訓練画面の中央にある黒点を注視してもらい、任意のタイミングで 3×3 配列の C を表示する。その際、50[%]の確率でランダムな箇所に入力される O を探してもらい、認識するまでの反応時間を計測する（**図3**）。黒点注視時は、周辺視と同様に視線が外れるとアラートが表示される。結果画面では、平均反応時間および最高/最低反応時間を提示する。



図3 瞬間視訓練ツールの訓練内容

3-5. 衝動性眼球運動訓練ツール

衝動性眼球運動の訓練では、視線が移る際の移動速度の高速化を目的とする。訓練者には注視すると次の箇所に移動する黒点を目で追ってもらい、30秒間の移動速度をアイトラッカで計測する（**図4**）。結果画面では、注視点から黒点までの平均移動速度および最高移動速度を提示する。

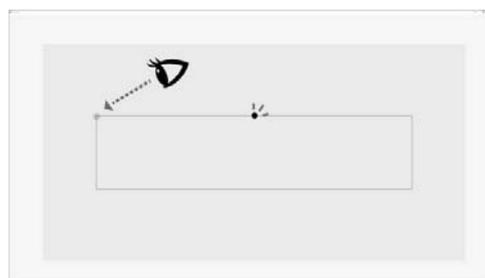


図4 衝動性眼球運動訓練ツールの訓練内容

4. 考察

本ツールを検査現場に試験導入した結果、アラートの過度な表示や視線に対する反応の不具合などがみられた。今後は動作改善および修正を行った上で、改めて検査現場でのデータ収集を行っていきたい。また課題としては、検査員の力量レベルをパラメータ化することがあげられる。熟練者の力量レベルと訓練者の成績とを比較することで、個々に合わせたフィードバックや訓練方法の提案ができるようになると思う。

5. おわりに

本研究では、広範囲を対象とした目視検査スキルを訓練するための方法として、アイトラッカを用いた基礎能力訓練ツールについて検討した。なお本研究は、和歌山大学研究論理審査会の承認を得たものである（承認番号：平 29-01-6）。また日本バイリン株式会社との共同研究の元を実施され、被験者協力、ならびに種々の御助言を賜りました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 佐々木章雄: 周辺視目視検査法[II]理論的解説, IE レビュー, 日本 IE 協会, Vol.46, No.5, pp61-68(2005).
- 2) 菅原隆宏, 篠田心治, 内田元就, 佐々木章雄, 松本俊之, 丹波明, 川瀬武志: 不良項目別の有効視野範囲と目視角度に着目した新たな周辺視目視検査の作成手順の提案, 日本経営工学会論文誌, Vol.62, No.4, pp.153-163(2011).
- 3) 中嶋良介, 稲垣一平, 松本俊之: 周辺視目視検査法を習得するための訓練システムの開発, 日本経営工学会論文誌, Vol.66, No.3, pp267-276(2015).

JINS MEME を用いた広範囲の目視検査支援のための作業分類

Task Classification for visual inspection with wide-viewing-angle support using JINS MEME

○金田 茉歩*, 松延 拓生**, 満田 成紀**, 鯨坂 恒夫**

*和歌山大学大学院システム工学研究科 **和歌山大学システム工学部

KANEDA Maho*, MATSUNOBE Takuo**, MITSUDA Naruki**, AJISAKA Tsuneo**

*Graduate School of System Engineering, Wakayama University,

**Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

1. はじめに

近年、工場などの生産現場では、生産後の外観検査の自動化が進められており、カメラによる画像認識が用いられている。しかし、外観検査の自動化には、「機械では見逃してしまう欠点がある」、「人間の目による検査のほうが品質がよい」といった課題がある¹⁾。そのため、機械だけで外観検査は行いにくいといった現状があり、人間の目による外観検査として目視検査が行われている。しかし、目視検査は視覚に対する依存度が極めて高く、検査者は欠点の見落としがないうような集中力を維持して検査を行わなければならない。よって、時間経過による集中力の低下や疲労は検査品質に影響を及ぼすことが懸念される。そこで、集中力や疲労の変化を検出し将来的にリアルタイムでの支援を目指し、本研究では広範囲の目視検査を対象にウェアラブルデバイスを用いて作業分類することを目的とした。

2. 関連研究

目視検査における疲労として、斉藤²⁾ は多数の作業者に共通して目の疲労を主訴とする心身の不調の発生を挙げている。検査区間を長時間注視するのは困難であるため、「手や足を動かす」などの作業姿勢の変化や「わき見」などの副次的行動が見られる。これは規則性や単調性に耐えられない作業者の自己防衛の反応の現れであるとしている。

本研究の対象は立位で行われる目視検査作業としたため、前述の疲労であげられた目の疲労はもちろん、作業姿勢の疲労も考えられる。対象の目視検査はダイナミックな動作を伴う作業があるため、将来的に集中力や疲労の変化を検知するには、ダイナミックな作業を除くために作業の分類が求められる。



図 1：目視検査現場の様子

3. 方法

眼鏡型ウェアラブルデバイス JINS MEME ES R を用い、目視検査現場(図1)での特徴行動を検出する。このデバイスには3点式眼電位センサ、3軸加速度センサおよび3軸角速度センサが搭載されている。各センサから得られたデータをもとに、視線方向、瞬目および頭部の動きを抽出した。

被験者には、広範囲の目視検査作業に従事している、視覚矯正をしていない検査者2名を用いた。

手順として、被験者にはまず実験概要を説明し同意を得たうえで、JINS MEMEを装着した状態で約20分間普段どおりに検査をしてもらった。検査には、検査対象物のセット作業も含まれる。JINS MEMEにより3点式眼電位センサ、3軸加速度センサおよび3軸角速度センサの値を記録した。その他の測定項目として、ビデオカメラで検査中の動作や作業内容を録画し、終了後には簡単なヒアリングを行った。

本研究は和歌山大学研究倫理審査会の承認を得て実施した(承認番号:平29-01-5)。



図2：作業分類

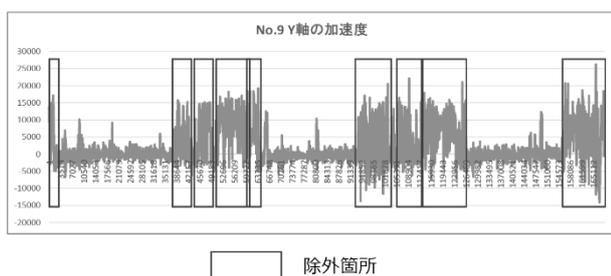


図3：Y軸の加速度

4. 結果

まず、ビデオカメラの記録より、検反前の検反物のセットから検反後の梱包作業までのすべてを対象とし、作業を分類したものを図2に示す。次に、各センサのデータから作業に対応した特徴行動を確認した。図3にある被験者のY軸の加速度の変化を示す。枠で囲んだ部分は頭部の動きとして変化が顕著に出ている部分である。

5. 考察

検反面を見る目視検査作業は図2の③であり、それ以外の作業ではダイナミックな動作が多く見られた。そのため、すべての作業を対象に集中力と疲労の変化を検出するのは困難であると考えた。そこで、ダイナミックな動作を伴う作業を除き、動作の安定している図2の③の目視検査作業中のみを対象として検知することが有効と考えた。前述したように、図3に示したように枠内部分は加速度の閾値設定により特定可能である。

また、被験者のヒアリングより「眼鏡が重い/気になる」という意見も得られた。本実験は視覚矯正のない被験者で行ったため、眼鏡に不慣れなことが原因だと考えられる。目視検査の現場においては、眼鏡による視覚矯正を行っている人も従事している。JINS MEMEに対して意見を伺ったところ、通常の眼鏡に比べて眼鏡を着用したままの目視検査に慣れれば対応できそう、という意見も得られた。視覚矯正のある人に対しても、度付きレンズへの変更も可能であるためJINS MEMEが有効であると考えられる。

本実験では生データを得るためにJINS MEME ES Rを使用したが、実際の支援では安価なJINS MEME ESを使用する予定である。JINS MEME ES Rのサンプリング周波数が100Hzであるのに対し、ESは20Hzであり精度には課題があり今後検証が必要である。

6. おわりに

本研究では、広範囲の目視検査における一連の作業を分類した。本研究の目標であるリアルタイム支援を行うためには、まずダイナミックな作業を除く必要がある。JINS MEMEから得られるY軸の加速度よりデータの変化が大きい箇所を除外する方法が有効であると考えられる。

今後の課題として、瞬目の強さや単位時間当たりの瞬目回数の時間的変化を疲労と検知することを考えている。個人差への対応としてSVMなどの機械学習を用いることを検討している。そして、疲労を検知した後、休憩を促す通知や検反物の流れるスピードを遅らせるといった支援を考えている。

なお本研究は、日本バイリーン株式会社との共同研究の元に実施され、被験者協力、ならびに種々の御助言を賜りました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 外観検査(目視検査)自動化の傾向, 株式会社アクティブ.
http://www.active-ltd.co.jp/trend_visual_check.php
(2018 10/26 参照)
- 2) 齋藤むら子: 目視検査作業と疲労, からだの科学, Vol.148, pp.67-73, 1989.

RIA のための注視位置にあるコンテンツの属性を用いた アクセシビリティチェック手法

Accessibility check method for RIA that use attributes of contents at gaze position

○金崎千里*, 松延拓生**, 満田成紀**, 鯨坂恒夫**

*和歌山大学大学院システム工学研究科 **和歌山大学システム工学部

KANESAKI Chisato*, MATSUNOBE Takuo**, MITSUDA Naruki**, AJISAKA Tsuneo**

*Graduate School of System Engineering, Wakayama University,

**Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

1. はじめに

近年, Rich Internet Application (以下 RIA) が普及してきている. これは, JavaScript などを使用して開発されており, より操作性や表現力に優れたウェブアプリケーションのことである (図 1 にタブの UI 例を示す). HTML に Tab という要素はないが, タブに見えるようにプログラムされている. このようリッチな UI により, 従来の HTML や CSS のみで表現された静的なウェブに比べ, ユーザビリティの高いウェブとなっている.

前述のリッチな UI は, 操作によって表示される情報に動的な変化が生じる. そのため, 視覚情報に頼れないユーザには, UI の意味や状態の変化が伝わらずアクセシブルでないという問題が発生している. そこで, W3C が WAI-ARIA¹⁾ という仕様を定めており, RIA に適切な属性が付加されれば, アクセシブルになる. しかし, 動的な UI は JavaScript によって実現されていることが多く, 従来のアクセシビリティチェックツールでは対応できていないのが現状である. そこで本研究では, 動的な UI に対応するアクセシビリティチェック手法の提案を目的とする.

2. 注視位置にあるコンテンツの属性を用いた RIA アクセシビリティチェック手法

RIA は属性値が動的に変化するため, チェックツールではその変化に対応する必要がある. そこで, RIA を利用する際, 情報入手の手段として一番用いられている視覚に注目した. ユーザの注視しているコンテンツの属性および属性値を取得することで, RIA を利用する際にユーザがどんな情報を必要としているのか把握する. UI の情報を伝えるために, WAI-ARIA は role 属性と aria-属性の二つを定義している. Role 属性はコンテンツの役割を示し, aria-属性はコンテンツの状態を表す.

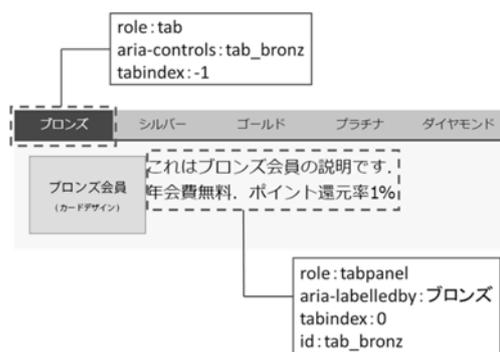


図 1 UI の各要素からツールで取得される属性

表 1 タブ UI に設定された属性と属性値の意味

属性	属性値	意味
role	tab	タブの役割をする UI である
aria-controls	tab_bronz	ID が「tab_bronz」のコンテンツを制御する
tabindex	-1	[Tab] を押した時にフォーカスが移動する優先順位を指定

2-1. RIA アクセシビリティチェックに必要な情報

本研究では, 前述の属性に加え WAI-ARIA で定義されていないが RIA のアクセシビリティに関係する属性も取得する. 例として, タブから取得される属性および属性値を図 1 に示す. また, UI 部分から取得される主な属性およびその意味を表 1 に表す. これらの属性値から, このサンプルは「タブ」という UI であり, ID が「tab_bronz」である要素を参照しているといった情報を把握することができる.

2-2. システム構成

主要ブラウザの中で HTML5 および CSS3 に対応している Chrome の拡張機能 (Extension) として, アクセシビリティチェックツールを開発した. Chrome Extension とアイトラッカは直接やりとりできない

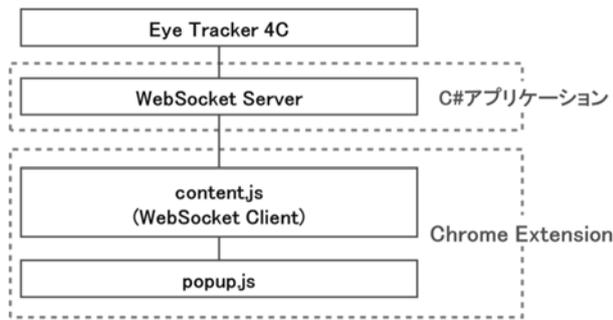


図2 実装したシステムの構成

ため、注視位置の座標を WebSocket 経由で受け取り、Chrome Extension でその座標上にあるコンテンツの DOM 要素や属性を取得する（システムの構成を図2に示す）。注視位置測定に用いたアイトラッカは Tobii 製 EyeTracker4C である。

3. RIA アクセシビリティ評価実験

提案するアクセシビリティチェック手法を評価するため、実験を行った。松井²⁾の研究における UI 分類を元に七つの UI を選定し、アクセシビリティ評価用のサンプルサイトを作成した。使用した UI は、Site Navigator-General, Button, Checkbox, Tab Panel, Dialog Nonmodal, Alert, Slider である。

ウェブは様々な経路で利用可能なため、三人の被験者に対しレンタル DVD サイトにおいて「新規会員登録を行う」というタスクを与えた。タスク実施時に取得したデータの一部を表2に示す。この一覧表を使って四人の被験者に評価させた。提案手法は開発者向けのため、WAI-ARIA に関する有識者または JavaScript を用いたウェブ開発の経験者を選定した。その上で、対象とする UI についての説明を行い評価してもらった。評価基準は、該当 UI に、WAI-ARIA および松井²⁾が定めている属性が付加されているかである。本研究は和歌山大学研究倫理審査会の承認を得て実施した（承認番号：平 29-01-4）。

4. 結果と提案手法の改善案

評価作業後のヒアリングの結果、ウェブアクセシビリティに関する知識がほとんどない評価者は、ユーザがウェブサイトを利用する際の動きに興味を持たず、単純に正しい属性および属性値が定義されているのみチェックしていた。一方、ウェブアクセシビリティに関心がある評価者は、機械的に属性お

表2 被験者に提示した注視位置の情報

ホーム画面									
リンク	親要素	要素	子テキスト	aria	type	aria*	tabindex	その他の属性	
header	h1	ホーム							
	li	a	ホーム	menuItem		aria-haspopup false	-1	href	/home.html
	li	a	サービス一覧	menuItem		aria-haspopup true	-1		
						aria-expanded false			
	li	a	在庫を探す	menuItem		aria-haspopup true	-1		
						aria-expanded false			
	li	a	ログイン	menuItem		aria-haspopup true	-1		
						aria-expanded false			
●	li	a	ログイン	menuItem		aria-haspopup true	-1		
						aria-expanded false			
	li	a	ログイン	listItem		aria-haspopup false	0		
	li	a	新規会員登録	listItem		aria-haspopup false	0	href	/ForExperiment.html
●	li	a	新規会員登録	listItem		aria-haspopup false	0	href	/ForExperiment.html

よび属性値のチェックを行うのではなく、ユーザの動きについても把握しようとしていた。よって、RIA のように動的な UI を含むウェブサイトのアクセシビリティをチェックする際は、従来のソースファイルを対象にしたアクセシビリティチェックツールではなく、本提案手法のようにユーザの利用の流れを把握できるチェック手法の方が有効と考えられた。

また、要素やコンテンツの構造、入れ子関係、UI の変化が読み取りにくいといった問題点が挙げられた。この問題に対し、UI の構造を分かりやすくするため、一覧表を階層表示する改善を考えた。方法として、該当要素が、BODY 要素から何階層目にあるかを取得する。この階層上の位置を一覧表に反映することで、要素やコンテンツのまとまりが分かりやすくなると考える。

5. おわりに

本研究では、RIA のアクセシビリティチェック手法の提案を行った。動的に変化する RIA から操作者がどのように情報を把握しているか検討可能とした。今後の課題としては、取得したデータ一覧を改善するために HTML 要素から取得する情報を見直し、取得した情報をもとに表の階層化を行い、より評価のしやすい見せ方を検討していく。

参考文献

- 1) W3C/WAI, Accessible Rich Internet Applications (WAI-ARIA) 1.1, CR 27 October 2016, <https://www.w3.org/TR/wai-aria-1.1/>.
- 2) 松井真子, 松延拓生, 満田成紀, 福安直樹, 鯉坂恒夫: アクセシビリティ向上を目的とした HTML 属性記述の分類と系統化, 情報処理学会研究報告, 2016-SE-192(8), pp.1-8 (2016).

認知情報処理における注意配分特性と メンタルモデル構築の関係性についての研究

A study of relationships between Mental model construction and
global / local processing in cognitive information processing

○鉢嶺悠美, 山岡俊樹
京都女子大学

HACHIMINE Yumi, YAMAOKA Toshiki
Kyoto women's University

1. はじめに

ユーザにとって使いやすい・分かりやすいインターフェースを提案するためには、人間が外界の情報をどのように得ているのか、また、その認知処理について知る必要がある。認知心理学的側面からメンタルモデル(ユーザの操作イメージ)を研究することにより、ユーザの理解を助ける情報の提示が可能になると考える。

2. 注意配分特性について

人間は外界にあふれる情報の中から、必要な情報を取捨選択しなければならない。あらゆる状況に対応できるように、人間の認知処理は様々な機能を備えている。その一つが、注意の焦点の調節である(1)。人間は課題の要求に合わせて、焦点の空間的規模を操作する。視覚情報はその視覚的なサイズにより階層構造を持っていることが多い。例えば、人体は頭、胴体、四肢により構成され、顔は目・鼻・口のような部位によって構成される。処理モードを切り替え、焦点のサイズを変化させることにより、このような階層構造を持つ視覚情報の処理を行う。

Navon(1977)は複合パターン(compound pattern)を用いて研究を行った(2)。この実験では、小さなアルファベット(small characters/局所文字)が大きなアルファベット(large character/大域文字)を形成する複合パターンが用いられ、特定のアルファベットへの反応時間が計測された。その結果、大きなアルファベットの反応時間の方が速く、視覚的情報処理における大域優先効果が明らかになった。また、局所処理モード(the local level)と大域処理モード(the global level)を操作する実験では、大域処理モード時の顔の再認記憶成績が良くなることが分かっている(Macrae & Lewis, 2002)。

3. 実験

3-1. 実験概要

メンタルモデルを構築する際にも、その操作内容によって適切な処理モードがあると考えられる。視覚的注意における処理モードの適性が、メンタルモデルの構築にどのような影響を与えるのかを明らかにすることを実験目的とする。

3-2. 実験方法

本実験では、ブロックパズルを用いて指定した形を組み立ててもらった。全体把握(パズルの完成像のイメージ)と局所情報の観察(パーツの細かい形の組み合わせや位置など)が必要となるように課題を指定した。ブロックパズル組み立て後に注意の処理モードを操作し、組み立てたパズルを再度組み立てる際の、局所処理モード群と大域処理モード群間の比較を行った。実験協力者は京都女子大学学生 13 名(局所処理モード群 7 名、大域処理モード群 6 名)であった。

・課題 1 (約 10 分) ブロックパズルの組み立て 2 種類の課題(図 1,2)を用意し、説明書を基に組み立ててもらった。課題の特性を表 1 に示す。

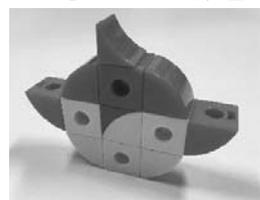


図 1. ブロック A



図 2. ブロック B

表 1. 2 種類の課題の特性

	完成形の解釈	色数	説明書の枚数
A	顔	2(赤, ピンク)	1
B	実験協力者に より異なる	1(白)	3

・課題2(約4分) 複合数字選択問題
局所処理モード/大域処理モードを操作するための課題である。数字の複合パターンを用い、小さな数字、あるいは大きな数字に注意するように指示し、特定の数字を抹消させた(図3)。1分間時間を測り、3回試行した。



図3. 複合パターン例

・課題3(約10分) ブロックパズルの組み立て(再)
課題1で組み立ててもらったブロックを、記憶を頼りに再度組み立ててもらった。

3-3. 結果・考察

(1)ブロックA・Bの難易度

課題3で2種類の課題を再び組み立ててもらった時、ブロックBよりもブロックAの方が、作業時間が長かった。また、ブロックAは完成形まで組み立てられなかった実験協力者がいた。このことから、ブロックAの難易度が高かったことが分かった。

(2)局所処理モード群と大域処理モード群間の比較

課題3の完成度(ブロックの位置・向きの正答率を点数化したもの)で比較を行ったが、局所処理モード群と大域処理モード群間に差は見られなかった。しかしながら、課題3の作業時間と課題1の作業時間の差異を、母数である課題1の作業時間で割った時の、作業時間当たりの差異から次のようなことが分かった(表2. 3A-1A/1A)。ブロックAでは局所処理モード群の方が、大域処理モード群よりも

作業時間が短くなっていた。ブロックBでは大域処理モード群の方が、局所処理モード群よりも作業時間が短くなっていた。ブロックBがより手順的でブロックをまとまりごとに記憶できるのに対し、ブロックAは一つ一つ組むことで徐々に全体像が浮かび上がるものであった。これは、ブロックBが並列的な組み立て、そして課題Aが逐次的な組み立てが必要であったことを示す。大域処理モードの全体の把握の優位性、局所処理モードの狭範囲の集中の優位性が指摘されているため、本実験結果にもその傾向が現れたのだと考えられる。

4. 今後の方針

本実験での問題点として、課題1で最初にパズルを組み立てた際の①説明書図面の読み取りの個人差、②パズルの組み立ての個人差が挙げられる。今後の改善として、個人差が生まれにくい課題の選定、注意配分の個人特性を事前に測ることが必要である。

参考文献

- (1)大橋智樹・行場次朗・大槻孝介・守川伸一, 複合数字抹消検査による全体・部分情報に対する注意配分特性, 平成11年度人間工学会関西支部大会講演論文集, pp65-68
- (2)David Navon(1977), Forest Before Trees: The Precedence of Global Features in Visual Perception, *Cognitive Psychology*, pp353-383
- (3)Macrae, C. N., & Lewis, H. L. (2002). Do I Know You? Processing Orientation and Face Recognition, *Psychological Science*, pp194-196

表2. 課題1・3作業時間の比較

	課題A				課題2			
	課題1	課題3			課題1	課題3		
	作業時間	作業時間	3A-1A	3A-1A/1A	作業時間	作業時間	3B-1B	3B-1B/1B
Gav	136	234.6	98.6	0.78	265.7	148.9	-116.8571	-0.35
Lav	213.5	208.8	-4.8	0.07	208.5	183.3	-25.2	-0.01

※課題3Aで完成できなかった実験協力者のデータを除いた平均値。

※作業時間は全て秒表示である。

空港カウンターにおける待ち行列シミュレーション

Queueing simulation at airport counter

○足立唯一*, 桑原教彰*, 清水康介**

*京都工芸繊維大学 **株式会社ブロードリーフ

ADACHI Yuichi*, KUWAHARA Noriaki*, SIMIZU Kosuke**

*Kyoto Institute of Technology, **Broadleaf Co., Ltd.

1. はじめに

空港において、搭乗手続きや手荷物預かりの手続きサービスを円滑に旅客に提供することは顧客満足度の向上にとって重要な要素の一つである。空港の搭乗手続きなどは他の公共交通機関に比べ、保安上の問題などにより必要な手続きが多くなり、待ち時間が長くなってしまいうことに加え、混雑時には待ち行列が発生することにより待ち時間は長時間に及び、サービスの質を悪化させる原因となっている。一方、窓口を必要以上に配置することは運営上の費用において問題となるため、旅客に対して効率よくサービスを提供することが要請されると共に、運営上での費用が抑制されること¹⁾が求められる。

本研究の目的は某空港において、混雑時最も待ち時間が長くなる手荷物カウンターに焦点を当て、混雑挙動をモデル化してシミュレーションし、カウンター窓口業務を最適化することが目的である。今回は基礎的な検討として、簡易なモデルを用いて発生する混雑状況の再現を行い、モデルと実際の間生じた差についての考察を行った。

2. 手荷物カウンター調査

手荷物カウンターにおける業務内容を把握し、シミュレーションモデルを作成するため、手荷物カウンター調査を行った。調査内容については、カウンター係員に対するインタビュー等の現地調査、及び航空会社がサービス改善を目的として繁忙時の混雑状況を記録した映像を使用し、動作分析ソフトOTRS®¹⁰⁾により係員の作業内容や所要時間について分析した。

まず、現在の手荷物カウンターにおけるレイアウト

の概略図を図1に示す。客は手荷物カウンターに到着すると、まず検査機に向かいセキュリティチェックを受け、その後、カウンターで手荷物を預ける。検査機とカウンターの数はそれぞれ最大 4 機と 15 ブースであり、混雑具合等の状況によって変化する。また、並び方については、検査機前ではフォーク型と並列型を組み合わせたような形であり、カウンター前では並び方に規則性は見られなかった。

次に、検査機とカウンターにおける作業内容をまとめたものを表1に示す。検査機とカウンターの業務内容は標準業務とイレギュラー業務に大別される。標準業務とはどの客にも必ず行われる業務の事で、各窓口の基本業務となる。それに対してイレギュラー業務はある特定の客にのみ必要となる作業であり、検査機における開被検査やカウンターでサーフボードや楽器等の特殊荷物を受託する際などが挙げられる。また、イレギュラー業務は標準業務に比べ、所要時間が大幅に長いことが計測により判明した。以上が手荷物カウンター業務の基本内容であり、これらの調査内容から簡易なシミュレーションモデルを作成する。

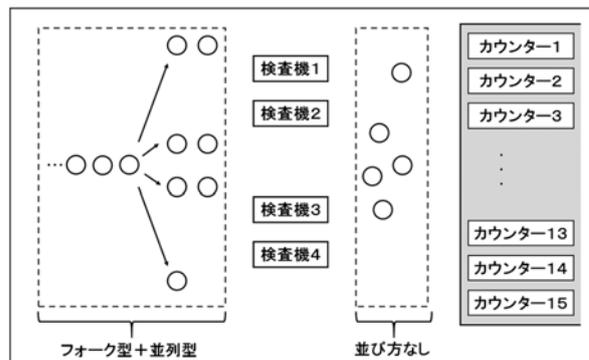


図1 手荷物カウンターレイアウト

表1 窓口作業内容

窓口	業務分類	業務内容
検査機	標準業務	セキュリティチェック
	イレギュラー業務	開被検査
カウンター	標準業務	手荷物受託
	イレギュラー業務	特殊手荷物受託, チェックイン, 重量超過清算等

3. 待ち行列シミュレーション

3.1 簡易モデル作成

待ち行列に影響を及ぼす要因については数多く挙げられ、これらの要因を現実の問題に適切に対応させる必要がある。文献³⁾では基本的な要因として三大要因と呼ばれる「客の到着分布」「サービス時間分布」「窓口个数」を含む11要因が挙げられている。今回のシミュレーションモデル作成に当たっては調査内容をこれらの要因に対応させ、簡易モデルの作成を行った。表2に簡易モデルの概要を示す。

まず、シミュレーションにおける到着の対象については、セキュリティチェックや手荷物受託など、窓口のサービスは主に荷物に対して行われるため、人が所持している荷物を到着の対象として考える。そのため、到着の対象が集団で到着するか個別で到着するかについては、空港における客の到着は1人ずつであるが、1人の客がいくつかの手荷物を持って来るため、集団到着となる³⁾。客の到着分布について、本検証は実際に対応した入力を得られた際に、適切な出力が得られるかを検証する為、到着分布は計測した到着間隔データを確率分布とせずそのまま使用する。サービス時間分布については、カウンターと検査機ともに標準業務のみを対象としている。また、並び方についてカウンター調査では複雑な並びが観測されたが、モデルが複雑になる上、日によって並び方に变化もあった為、シミュレーションにおいてはフォーク並びで統一した。ポーキング、短気な客³⁾とは行列の長さや待ち時間の長さが原因で並ぶのをやめてしまう客の事であるが、空港

の搭乗手続きにおいてはこの現象が起きるとは考えにくい為、排除している。

その他、先行研究⁴⁾においてフォーク並びで生じる歩行距離による影響等も指摘されているが、今回のシミュレーションにおいては考慮しないものとする。

表2 簡易モデル概要

客の到着分布	: 計測された到着間隔を使用
サービス時間分布	: データにより到着分布作成
窓口个数	: 窓口个数の時間変化を計測
客の母集団	: 無限母集団
到着単位	: 集団到着
待合所の広さ	: 無限待ち行列可能
行列の並び方	: フォーク並び
客の立去り	: ポーキング, 短気な客なし
サービス順序	: 先着順
窓口の並び方	: 混合型
サービス単位	: 個別サービス

3.2 待ち行列シミュレーション

本検証で使用するプログラムのフローチャートを図2に示す。また、シミュレーションによる検証手順を次に示す。

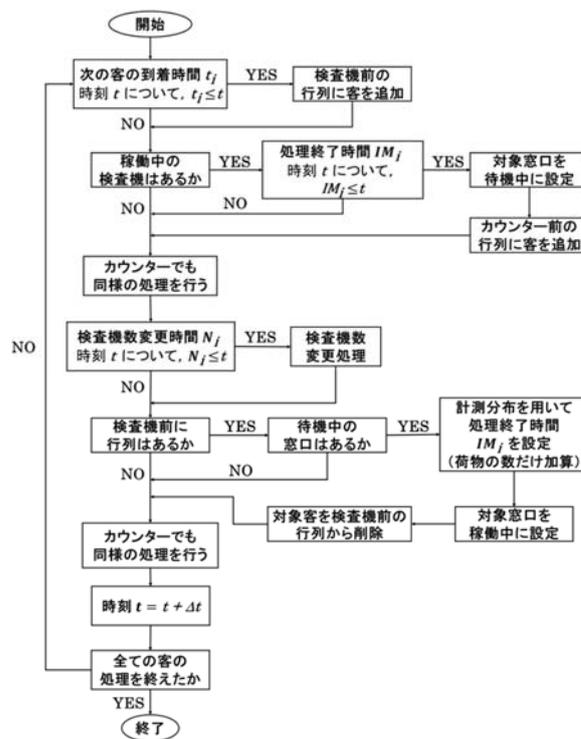


図2 プログラムフローチャート

- ①業務開始前からの動画データを用いて 60 分間の荷物の到着間隔，荷物数を計測（415 名）
- ②動画データからサービス時間分布及び窓口個数の時間変化を計測。
- ③プログラムに①②を入力し，客毎の待ち時間及び行列長の時間変化を得る。
- ④③の計算を 500 回行い，平均値を得る。

以上のシミュレーションにより計算された客毎の待ち時間を図 3 に，検査機前の行列長変化を図 4 に示す。なお，カウンター前の行列については，シミュレーションにおいて一度も発生しなかった。

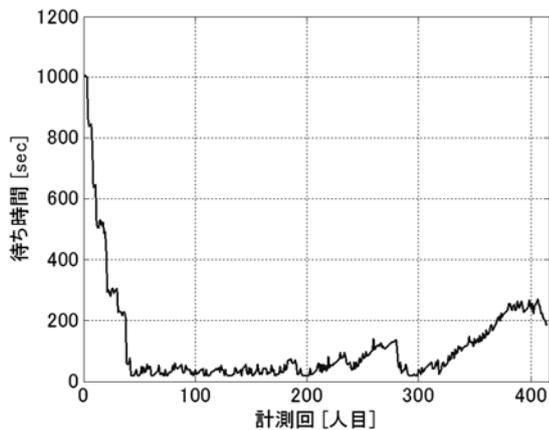


図 3 客毎の待ち時間

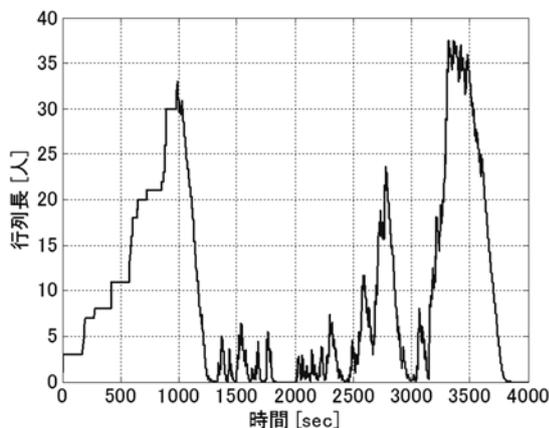


図 4 検査機前の行列長変化

まず，図 3 について計測開始から 988 秒までカウンターは開いていない為，最初の数十人についてはカウンターが開くまでの待ち時間も追加され，待ち時間が長くなっている。また，図 4 の行列長において，2800 秒及び 3400 秒辺りにおいて行列が長くなっており，それに対応して図 3 の 270 人目，400 人目辺りの待ち時間も長くなっているのが確認でき，行列長と待ち時間の対応が見て取れる。

4. シミュレーションと実際について

4.1 行列長の時間変化

シミュレーションによって得られた結果と動画計測によって得られた結果を比較する。シミュレーションによる結果はデータ数が多く，これら全てに対して動画計測を行ない比較するのは困難である。そのため，等間隔で計測点を設定し比較を行った。

50 人毎の行列長の比較結果を図 5 に示す。なお，15 人目までの結果はカウンターが開いていない為，客が到着するだけなので，シミュレーションと実際が一致する結果となっている。全体としては，各点において偏差は見られるが，シミュレーションは平均値であり実測と必ずしも一致するものではないことを考慮すると，大まかな挙動が表現できているのが見て取れる。また，45 分のデータを除きシミュレーションの結果が実測より小さい値となっている事については，イレギュラーや歩行距離などの要素を排除している為であると考えられる。

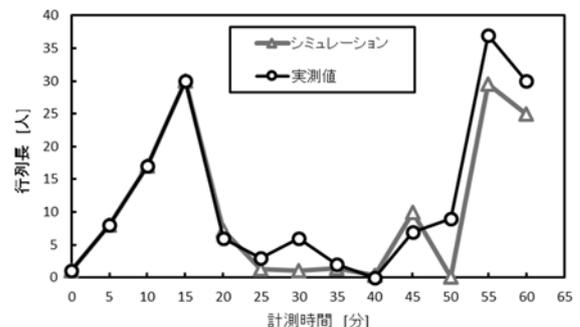


図 5 行列長比較

4.2 待ち時間の工程の違い

待ち時間の比較は、全体の待ち時間に加え工程の違いについても比較を行う。工程ごとの待ち時間計測結果を図6に示す。なお、計測について途中 249 人目を計測しているのは、実測において 250 人目が間違えて並び途中で引き返した為である。また、100 人目で検査機の待ちが発生しているのは、途中で荷物の中身を確認していた為である。実測値とシミュレーションにおける主な違いは、イレギュラー業務、及びカウンターでの待ち時間の2点にある。

まず、イレギュラー業務についてであるが、50, 249, 400 回目のカウンター処理時間は 100 秒を超えており、標準業務のサービス時間を大きく上回るものである。その為、動画では詳細について確認はできなかったが、イレギュラー業務が発生しているものと予想される。また 249 人目の検査機の処理においては、開被検査が発生しておりこちらもイレギュラー業務となっている。このように実際ではある特定の客に対してイレギュラー業務が発生し、待ち時間に大きな影響を与える。また、検査機における開被検査は別の場所へ移動したのち行われる為、検査機の処理を止めないのに対し、カウンターにおけるイレギュラー業務はその窓口で行われる為、カウンターの処理を止めてしまう。これは次に述べるカウンターでの待ち行列発生の原因の一つであると考えられる。

カウンターでの待ち時間についてであるが、シミュレーションではカウンターで待ち行列が発生していないのに対し、実測においてはカウンターでの待ち時間が発生している。この原因としては実際ではカウンターで数名の行列が発生している事や、行列がない時もカウンターへの誘導が上手くいかず待ちが発生している事が挙げられる。これは先ほど述べたイレギュラー業務による影響や、並び方による影響、歩行距離による影響、係員毎の作業のバラつきによる影響などが挙げられる。待ち時間の比較についても、この2点を除けば行列が長くなることによ

る待ち時間の増加も確認でき、概ね実際との対応は見て取れる。

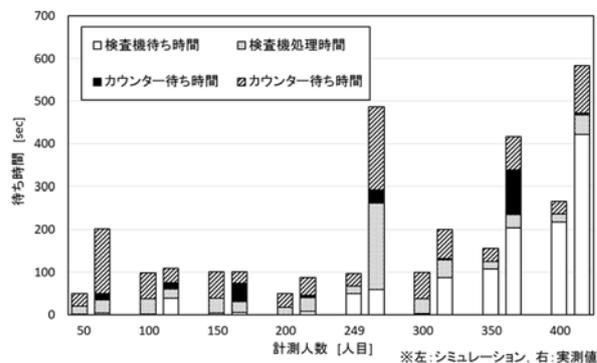


図6 工程ごとの待ち時間比較

5. おわりに

今回の検証においてシミュレーションにより、実際混雑挙動をある程度表現できることが確認できた。また、現在のシミュレーションモデルと実測における比較からシミュレーションモデルで考慮すべき要因を明かにした。窓口業務の最適配置には実際への適合度が重要となる為、今回の検証により明らかとなった要因をさらにシミュレーションに組み込み、より正確に実際に対応させることが今後の課題として挙げられる。

参考文献

- 1) 伊藤祥展・則武通彦・山田忠史・井川智弘: 空港ターミナルにおけるチケットカウンターの規模決定,平成 12 年度土木学会関西支部年次学術講演会概要,pp.IV-25-1—IV-25-2(2000).
- 2) 「OTRS」は日本及びその他の国における株式会社ロードリーフの商標または登録商標です。
<https://www.otrs.jp/>
- 3) 西田俊夫: 待ち行列の理論と応用,pp.6-23 (1971).
- 4) 柳澤大地・友枝明保・木村紋子・西成活裕: 歩行距離を考慮した待ち行列の理論による待ち行列システムの解析,日本応用数理学会論文誌,Vol.18,No.4,pp.507-534(2008).

クラシックバレエの基本姿勢における身体意識の言語化に関する調査

Research of verbalizing embodied somatognosis for basic posture of classic ballet

○権野めぐみ, 来田宣幸, 野村照夫
京都工芸繊維大学

GONNO Megumi, KIDA Noriyuki, NOMURA Teruo
Kyoto Institute of Technology

1. はじめに

「クラシックバレエ教育に関する全国調査」によると、日本全国のクラシックバレエ(以下、バレエとする)教室は 4,534 件、バレエ人口は約 40 万人と推定される¹⁾。また、日本のバレエ教育は、3 歳以下の幼児が学んでいるバレエ教室が 22 %もある一方で、半数近いバレエ教室で 60 代の人も学んでおり、バレエは生涯学習の種目として定着してきた²⁾。

このように日本において、バレエ学習は日常的な身体活動の 1 つといえる。しかし、日本ではバレエ指導における統一された資格がないこと、また、各セクターでの独自の資格は存在するものの資格がなくても指導者として働くことや教室を開くことが可能なため、バレエ学習が一般化しているにも関わらず、指導者は明示化された知識と、主に自ら身体知に基づいて指導していると考えられる。その結果、学習環境にバラツキがあると想定される。バレエ学習現場での指導法は、(1) 指導者が実際に動いて動作の手本を見せる、(2) 指導者が学習者の身体を触って修正する、(3) 指導者が言葉で説明する、の 3 つの方法が一般的であるが、本研究では言葉での指導に着目した。

バレエの指導における声かけは指導者の身体知に基づくものが多いと感じる。身体知の言語化は技術の上達や感受性の向上に役立つ³⁾とされ高い身体技術と芸術的感性が求められるバレエの学習において有効だと考えられる。しかし、身体知の言語化は無意識の意識化により環境や自らの身体から体感できることを増やすことが目的であり、身体意識という主観的なものを主観的な言葉で表現することが発見のツールであるという意識が重要で言葉にした内容を形式知として即他者と共有をすることが目的ではない⁴⁾ともされている。バレエ学習環境において指導者の身体知に基づく言葉が多用されているのであれば、指導者と身体意識が近い学習者にはわかりやすく機能向上に役立つが、多くの人が共感し共有す

るという点では難しいと考えられる。指導者が指導上でどのような言葉がけをし、指導者間でどの程度の共通性や共通理解があるか、また、学習者にとってどのような言葉がけがわかりやすいと感じられるかといったことが検証されていない。

そこで本研究では、バレエの基本姿勢に関する指導上の声かけについて質問紙調査を用いて定量的に評価し、指導上の声かけを整理・整備することを目的とした。その第一歩として、本調査ではバレエ指導者のバレエの基本姿勢に対する身体意識や指導上の言葉かけについての自由記述式質問紙調査を行った。

2. 方法

2-1. バレエの基本姿勢の定義について

「クラシックバレエのプリエ動作における着眼点の整理」(権野ほか, 第 9 回日本ダンス医科学研究会学術集会, 2018)においてバレエ熟練者を対象としたインタビュー調査を行った結果、プリエ動作の説明中に「引き上げる」、「床を押す」、「ターンアウト(アンドゥ・オール)する」という表現が多用されていることがわかった。この 3 点はプリエ以外のどのバレエ動作にも共通する注意点と考え、バレエの基本姿勢を保つために必要なポイントとした。

さらに熟練ダンサー 2 名に聞き取り調査を行い、「身体を引き上げる」、「床を押す」の 2 点は「立つ」ために必要なポイントとし、「立つ」姿勢を保ちながら「ターンアウト(アンドゥ・オール)」をすることをバレエの基本姿勢とした。

また、「ターンアウト(英) / アンドゥ・オール(仏)」は大腿骨の外旋を意味する解剖学的に説明できる言葉であるが、「引き上げる」、「床を押す」の 2 点は運動学や解剖学的に説明ができない抽象的かつ、主観的な言葉や文ではあるが、さまざまなバレエ学習についての書籍⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾において明記されていることをふまえ、バレエ業界では誰もがわかる一

一般的な言葉や文である判断した。



図1 バレエの基本姿勢のポイント

2-2. 調査参加者

本調査の参加者はバレエ指導者40名(女性31名, 男性9名)を対象とし, 対象者には調査の目的と方法を書面にて説明し同意を得た。

2-3. 調査方法

調査参加者に質問紙を配布し自由記述で回答させた。質問内容は「(1) 立つ (①身体を引き上げる, ②床を押す), (2) ターンアウト, のバレエの基本姿勢のポイントに対してあなたの身体感覚やコツを教えてください。」とし, 質問項目は「Q1:この動作を実現させるために, あなたはどのような意識で身体を動かしていますか?, Q2:あなたが指導するとき, この動作を実現させようとするときどのような言葉がけをしますか?」とした。(1)-①, (1)-②, (2), の3つのポイントに対し, 各々2つの質問項目, 合計6つの質問に回答させた。なお, 1つの質問に対して複数回答可能とした。

表1 質問内容

(1)-① 立位, 身体を 引き上 げる	Q1:この動作を実現させるために, あなたはどのような意識で身体を動かしていますか?
	Q2:あなたが指導するとき, この動作を実現させようとするときどのような言葉がけをしますか?
(1)-② 立位, 床を押 す	Q1:この動作を実現させるために, あなたはどのような意識で身体を動かしていますか?
	Q2:あなたが指導するとき, この動作を実現させようとするときどのような言葉がけをしますか?
(2) ターン アウト	Q1:この動作を実現させるために, あなたはどのような意識で身体を動かしていますか?,
	Q2:あなたが指導するとき, この動作を実現させようとするときどのような言葉がけをしますか?

2-4. 調査手順

各質問の回答内容を箇条書きにまとめ, 文に分解した。さらに同じ質問項目内で同じ内容と表現の回答は1つにまとめたのちリストを作成した。これを基にKJ法を参考に分類・整理を行ったところ, (1) 身体意識・声かけの表現の種類分類, (2) 身体意識・言葉かけの達成目的分類, の2つ分類方法ができた。

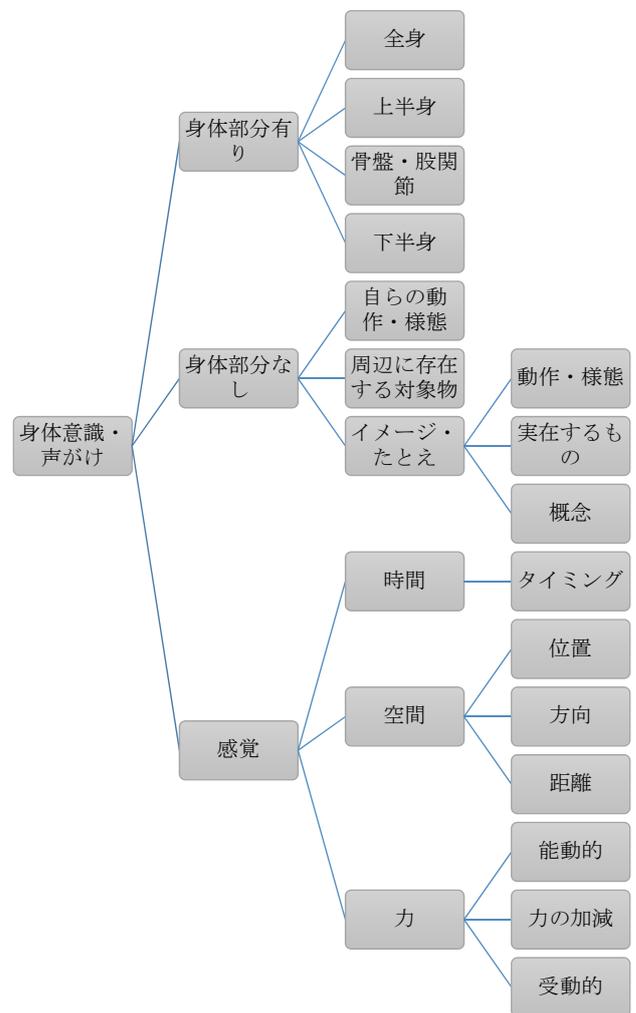


図2 (1) 身体意識・声かけの表現の種類分類

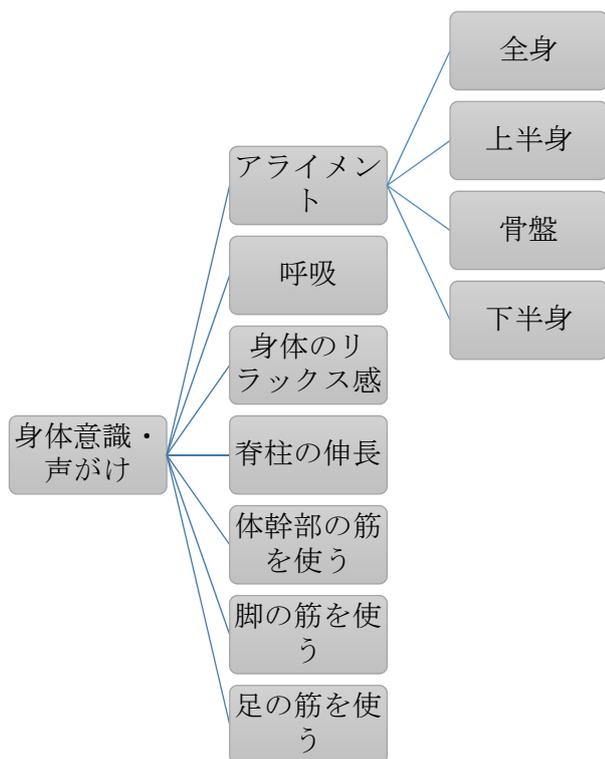


図3 (2) 身体意識・声かけの達成目的の分類

3. 結果

上記の分析の結果以下のことがわかった。

(1) 個人間での回答の比較

自らの身体意識を問う Q1:この動作を実現させるために、あなたはどのような意識で身体を動かしていますか？と、他者に対する声かけを問う Q2:あなたが指導するとき、この動作を実現させようとするどどのような言葉かけをしますか？の2つの質問に対する回答において達成目的は一致していた。文の表現についても全く一緒、またはほぼ変わらなかった。

表2 身体意識と声かけの回答比較例

姿勢ポイント	Q1 の回答	Q2 の回答
立位 (身体を引き上げる)	重力に対し垂直方向に抵抗する	重力に抵抗して
立位 (床を押す)	床下 10cm まで踏んであるつもりで立つ	床下 10cm まで床を踏見しめて
ターンアウト	内転筋の回旋	内転筋の回旋を意識して

(2) 他者間での回答の比較

- ① 1 つの表現でも複数の達成目的を持つ文があった。
- ② 同じ達成目標に対して多様な表現があった。
- ③ 同じ達成目的に対して評価基準が違うものがあった。

表3 ①1つの表現で複数の達成目的回答例

足裏の3点の意識について

下半身のアライメント
身体のリラックス感
足の筋を使う

表4 ②多様な表現の回答例

骨盤のアライメントについて

骨盤を立てる
骨盤をまっすぐ
骨盤をまっすぐ立てる
骨盤が前傾しない
骨盤が後傾しない
骨盤をタックインしすぎないように
骨盤を理想的なポジションに運ぶ
骨盤を床に対して垂直に安定させる
骨盤を床に対して垂直に立てて
骨盤の角度は変えない
足の付け根をまっすぐに保つ
仙骨を少し立てるように

表5 ③評価基準が違う回答例

胴を長く	胴を短く
お尻を下げる	お尻の下を下げない
踵に体重がかからないように	踵で床を押す

(3) 「身体を引き上げる」と「床を押す」について

「身体を引き上げる」という言葉は誤解を招くので使わない、「引き上げるよりむしろ逆に重心を下げる」、「身体を引き上げてという腰から上だけを上げてしまいがちなので、床を押すことによって勝手に身体が上がっていくのを感じてもらおう」、といった回答があった。このように、「身体を引き上げるこ

とと床を押すことは同時に行うので分けずに2つをセットで考える」といった趣旨の回答が多く見られた。

(4) バレエの基本姿勢の各ポイント間の比較

立位（身体を引き上げる）、立位（床を押す）、ターンアウト、の各ポイントにおいてどの達成目的も含まれていた。ポイントによって各達成目的の数に違いが見られた。

4. まとめおよび考察

本調査の結果からバレエの指導では指導者の身体知に基づく言葉がけが多用されていることがわかり、バレエという身体活動の学習において指導者の身体知は重要な役割を果たしていることがわかった。指導者の優れた身体知は重要ではあるが、同じ達成目的に対して評価基準にバラツキがあるということは形式知として評価基準が定まっていないといえる。これを踏まえ指導上声かけの整理・整備は必要であると示唆される。

参考文献

- 1) 海野ほか：日本のバレエ学習人口とバレエ参加率に関する大規模社会調査の比較分析，東洋大学社会学部紀要，no. 1, pp.61 (2012).
- 2) 海野ほか：日本のバレエ教育期間における教師の現状と課題—『バレエ教育に関する全国調査』に基づく考察—，舞踊學，no. 35, pp.17 (2012).
- 3) 諏訪：身体知獲得のツールとしてのメタ認知的言語化，人工知能学会誌，Vol. 20, no.5, pp.525 (2005).
- 4) 諏訪：スポーツの技の習得のためのメタ認知的言語化：学習方法論（how）を探求する実践，近未来技術と情報科学-スポーツと情報技術-，抄録，(2007).
- 5) Miyako レッスン 吉田都のエッセンス・バレエ・クラス，pp.26, 株式会社新書館 (2011).
- 6) バレエの筋肉、使えてますか？，pp.16, 株式会社新書館 (2011).
- 7) バレエの立ち方できてますか？，pp.27, 東洋出版株式会社 (2017)
- 8) ダンサーなら知っておきたい「からだ」のこと，pp.52-55, 株式会社大修館書店 (2008).

鉄道乗務員を対象とした異常時対応訓練の教育効果の検討 Effects of Train Crew Training of Coping with Abnormal Conditions.

○青木大輔, 和田一成
西日本旅客鉄道株式会社 安全研究所

AOKI Daisuke, WADA Kazushige
Safety Research Institute, West Japan Railway Company

1. はじめに

近年、東日本大震災などの大規模災害の頻発により、鉄道乗務員の異常時対応能力の向上が重要な課題となっている¹⁾。漆原・作山・吉川²⁾では、鉄道版 CRM 訓練作成の研究²³⁾の成果を活用し、鉄道乗務員向けの異常時対応訓練プログラムを開発した。この訓練は、2013 年から A 鉄道会社で毎年行われており、「状況に応じた柔軟かつ最適な考動」ができる乗務員を育成することを目的として、全乗務員を対象に実施されている。想定外の状況への対応スキルを養うことも重要な目的であるため、毎年度題材を変えて実施されてきた(表 1)。本研究では、このような異常時対応訓練が対応スキルの向上に効果があるのかを検証するために、訓練の前後に受講者に対するアンケート(以下、「受講者アンケート」とする。)を実施してきた。

本稿では、受講者アンケートの 2014 年度以降の評定値の分析結果、ならびに、2017 年度の自由記述の分析結果について報告する。

表 1 各年度の訓練題材

年度	訓練題材
2013	地震・津波
2014	地震・津波(短縮版) 身近な事象(線路内立入)
2015	トンネル内列車火災
2016	トンネル内列車火災(短縮版) 身近な事象(ホーム非常ボタン)
2017	大規模災害(土砂崩壊)

2. 方法

2.1 調査対象者

受講者アンケートは A 鉄道会社の鉄道乗務員を対象に行った。対象者は各年度とも 7~8 職場の 1,000 名程度で、5 年でのべ 5,253 名であった(2013 年度

1,035 名、2014 年度 1,033 名、2015 年度 1,023 名、2016 年度 1,094 名、2017 年度 1,068 名)。なお、受講者アンケート実施職場のうち 1 職場については 2014 年度からの継続調査職場(以下「B 職場」とする。)であるが、それ以外は毎年度調査職場を変更しているため、調査協力者は各年度で異なっている。

2-2. 質問内容

訓練には 6 項目の着眼点(状況把握、役割分担、コミュニケーション、協力者を探す、チームワーク、落ち着く)があり、これに対応した 6 つの質問項目を作成した。項目ごとに訓練での習得目標に合致した表現とそれに対立する表現を左右両極に提示し(表 2)、どちらの考え方に近いかを 7 段階の数字から選択させた(7 段階評価)。また、訓練を通じて「学んだこと」「気付いたこと」で、日常業務に取り入れていることについて記述式で回答を求めた。訓練受講前後に同じ質問内容のアンケートを実施し回答を求めた。

表 2 訓練の着眼点と質問項目

訓練の着眼点	質問項目
①状況把握	自ら率先して情報を集め、行動すべきだ
②役割分担	数人で対処する状況では、役割を決めて行動すべきだ
③コミュニケーション	「おかしい」「変だな」と感じたら、必ず相手に言おうと思う
④協力者を探す	周りの人に協力を仰ぐことも必要だ
⑤チームワーク	自分の職種にこだわらずチームで対処することが大切だ
⑥落ち着く	まずは自分を落ち着かせることが優先だ

2-3. 手続き

受講者は訓練が始まる前に、1 回目のアンケートに回答した。その後、3~5 名程度で一組となり訓練を受講した。訓練ではスクリーンに自分が乗務して

いる列車が地震や津波などの災害に遭遇する映像が流れ、場面ごとに行動の選択が迫られる。受講者は周囲と協力しながら行動を選択し、次の場面へと進んでいく。これを危機を脱する場面を目指して約1時間行う。その後訓練の解説を聞いた後、再びアンケートに回答した。アンケートを含め訓練終了までは約2時間であった。

3. 結果

3-1. 受講前後の評定値の比較

質問項目別に2014年度から4年間の評定値を図1に示す。各年度の訓練効果を確認するために、年度ごとにアンケート結果を受講前後でt検定により比較した(有意水準5%, t境界値1.96)。その結果、各項目ともすべての年度で受講後の評定値が受講前より有意に高くなっていた。このことから、単年度で見ると受講後に意識が高まっており、訓練の効果が示されていることが分かる。

3-2. 各項目の受講前の評定値比較

「受講者全体」の6項目のうち、「チームワーク」に係る受講前の評定値が各年度とも他の項目に比べて低く(図1)、受講前に「1~3」の低い評定値を回答した受講者が約20%を占めている(表3)。これらことから、他の5項目に比べて異常時にチームで対処する意識が低い受講者が多いと考えられる。

表3 受講前に「1~3」の低い評定値を回答した割合

	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
n	1033	1023	1094	1068
①状況把握	7%	7%	8%	9%
②役割分担	4.9%	4.6%	5.8%	6.9%
③コミュニケーション	10.5%	11.5%	13.5%	12.2%
④協力者を探す	5.4%	6.1%	5.9%	6.7%
⑤チームワーク	21.4%	18.7%	20.7%	21.0%
⑥落ち着く	9.1%	10.3%	11.2%	9.7%

3-3. 継続調査職場(B職場)の4年間の経年比較

4年間の経年比較を行うためにB職場での4年間の各項目の評定値について年度4(2014-2017)×前後2(受講前・受講後)の2要因の分散分析を行ったところ、いずれの項目でも前後の主効果が有意となり(③コミュニケーション: $F(1, 762) = 57.09, p < .01$; ⑤チームワーク: $F(1, 762) = 134.69, p < .01$)、年度ごとの訓練の効果が示された。また、交互作用が「コミュニケーション」において有意傾向($F(3, 762) = 2.29, p = .08$)、「チームワーク」において有意であった($F(3, 762) = 5.36, p < .05$)。下位検定を行ったところ、どちらの項目でも受講前の評定値が2014年度より2016年度で有意に高くなっていた(いずれも $p < .05$)。つまり、「コミュニケーション」と「チームワーク」に関しては、訓練で高まった意識が1年以上の期間持続していたと考えられる(図2、図3)。他の項目にはこれらの効果はなく、持続性は確認されなかった。

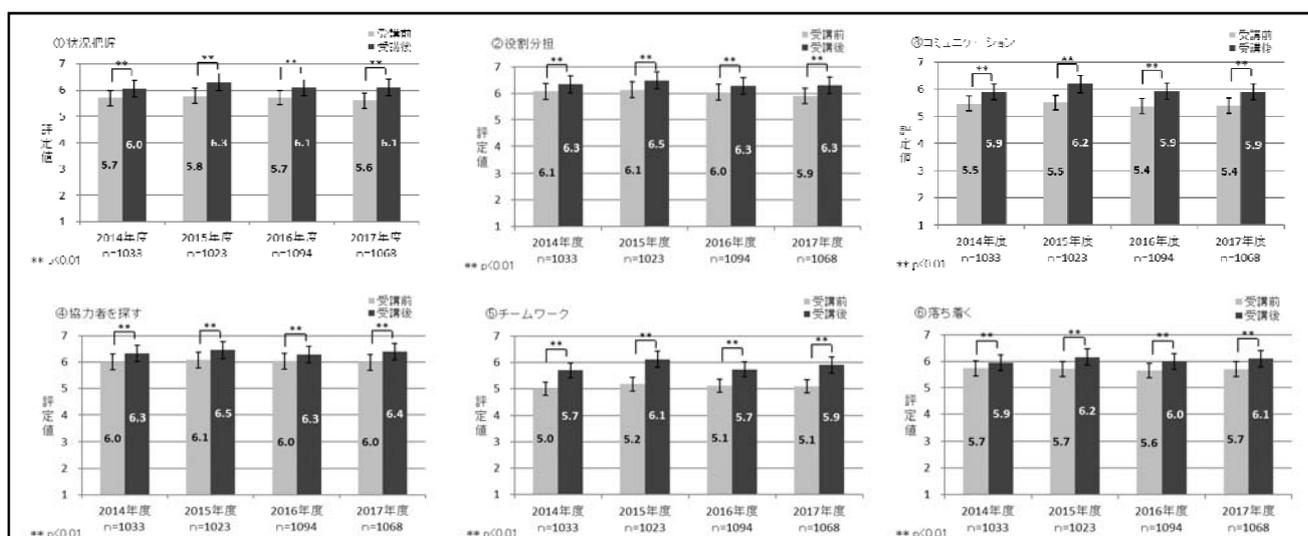


図1 受講前後の各項目の評定値

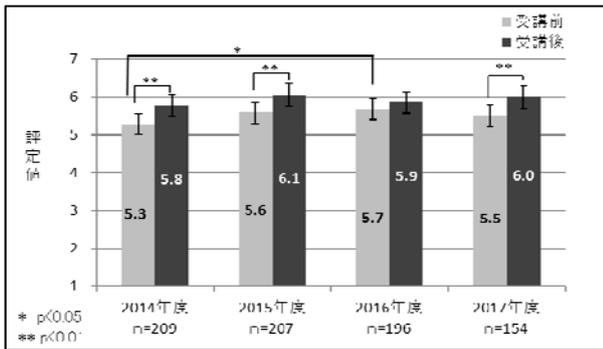


図2 ③コミュニケーション 経年比較【B職場】

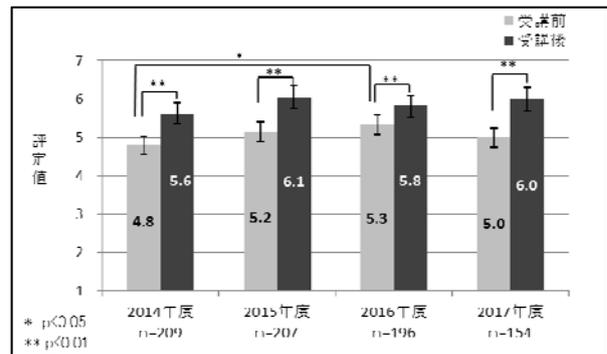


図3 ⑤チームワーク 経年比較【B職場】

4. 自由記述に係る分析結果

4-1. キーワード相互間の関連性の分析

訓練を通じて「学んだこと」「気付いたこと」で、日常業務に取り入れていることに関する2017年度の自由記述(414件)についてテキストマイニングを行った。これにより、抽出したキーワードのうち、訓練効果との関連が高いと考えられる3つのキーワード(①「異常時」②「大切、大事」③「難しい」と他のキーワードとの関連性を分析した。その結果、以下の通りとなった。

- ①「異常時」は「落ち着く」「協力者を探す」と関連が強かった(図4)。
- ②「大切、大事」は、「落ち着く」「協力者を探す」と関連が強かった(図5)。
- ③「難しい」は、「状況把握」「情報共有」と関連が強かった(図6)。

これらの結果から、受講者が「異常時には落ち着き、協力者を探すことが大切であるが、状況把握や集めた協力者間の情報共有は難しい」と考えている可能性がうかがえる。

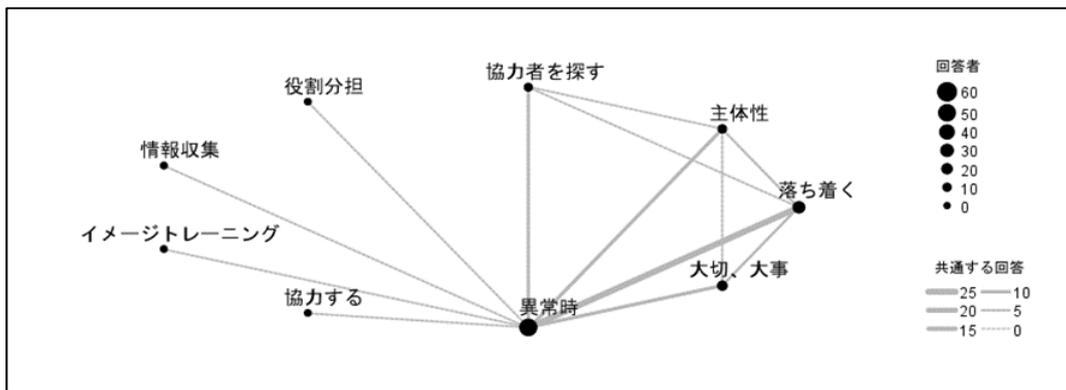


図4 「異常時」と他のキーワードの関連

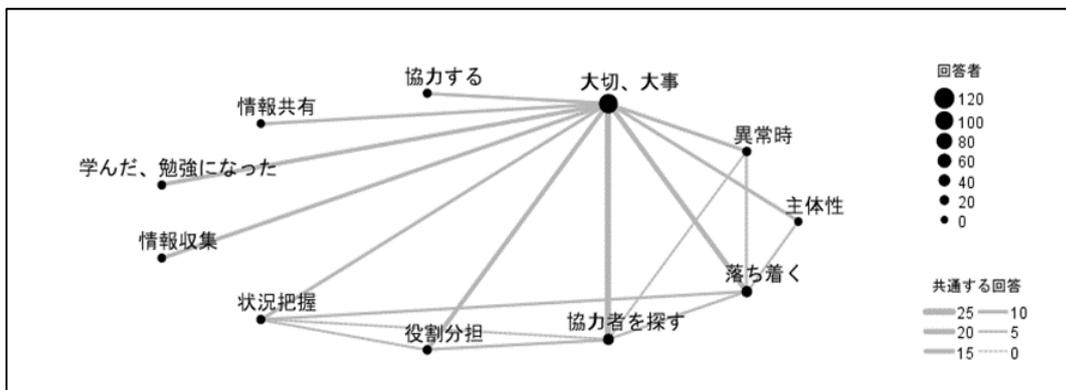


図5 「大切、大事」と他のキーワードの関連

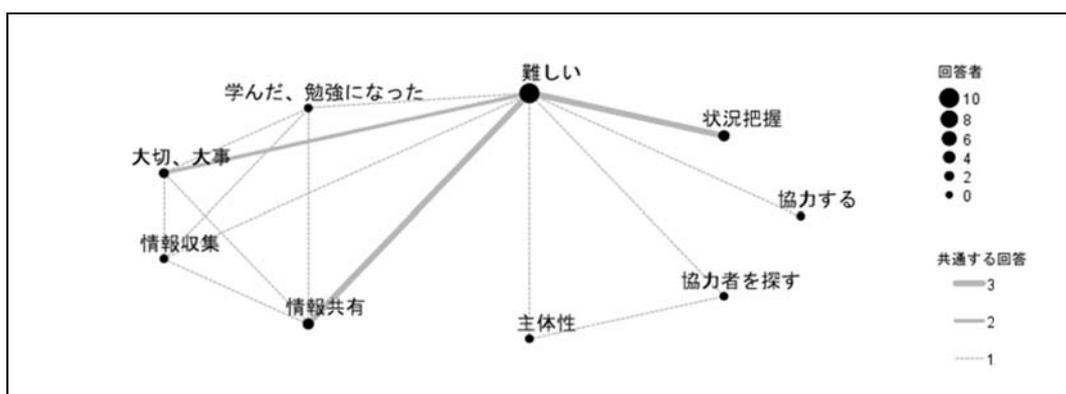


図6 「難しい」と他のキーワードの関連

5. 考察

分析の結果、いずれの年度でも受講後の評定値が有意に上昇しており、年度ごとの訓練の効果が示された。また、職場を固定して経年比較したところ、「コミュニケーション」と「チームワーク」の2項目で訓練の効果が持続する可能性が示されたが、残りの4項目では持続性は確認されなかった。このように、項目による訓練効果の持続性の違いが示されたが、少なくとも訓練の受講直後には意識が向上することが示されている。したがって、いずれの項目においても、訓練で学んだ内容を日常業務に組み込む工夫を行い、定着させていくことが必要と考えられる。

項目別にみると、いずれの年度とも、「チームワーク」の受講前の評定値が他の5項目よりも低くなっていた。また、受講前に「1~3」の低い評定値を回答した受講者の割合を見ても受講者全体の約20%を占めており、やはり他の5項目よりも多かった。このことは、訓練の効果として、受講直後は意識が高まり、ある程度の持続性はあるものの、基本的に他の項目よりも意識が低い傾向にあることを示している。つまり、異常時にチームとして対処することが十分に意識されていないと考えられる。その背景には自由記述の分析から示されるとおり、「状況把握」や「情報共有」に難しさを感じていることが影響している可能性が考えられる。

したがって、チームで対処する意識を高めるためには、「相手に情報を正確に伝える」や「相手の情報を聞き出す」などのコミュニケーション能力を高め

ることが有用であると考えられる。これにより、協力者間での状況把握や情報共有が円滑になり、チームで対処する意識が改善されることが期待される。

6. まとめ

年度ごとの異常時対応訓練の効果は示されたが、効果の持続性については教育内容による違いが示唆された。

また、教育目標の一つである「チームワーク」については、受講者の意識が他の項目よりも低く、背景には「状況把握」や「情報共有」に難しさを感じている可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 漆原健, 作山雄一, 吉川宏典, 乗務員の「エラー回避スキル向上プログラム」の開発, JREA, Vol.58(6), pp.39590-39593, (2015).
- 2) 横江隆司, 和田一成, 沖覚, 守屋祥明, 藤野秀則, 阿部啓二, 石橋明, ミスの連鎖を排除する仕組みの構築に関する研究, 研究成果報告書, Vol.3, pp.5-9, (2010).
- 3) 一瀬拓郎, 山田勝也, 和田一成, 阿部啓二, 異常時の対処方に関する研究 鉄道版 CRM (R-CRM) の構築に向けて, 安全研究所ジャーナル, Vol.7, pp.9-12, (2014).

座面軌道が異なる起立補助椅子における足の位置による起立負荷への影響

Influence on the Standing Burden Exerted by the Position of the Foot in the Standing Assist Chair with Different Seat Surface Trajectory

○富山大基*, 廣川敬康**, 大政光史**, 北山一郎**

*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

TOMIYAMA Hiroki*, HIROKAWA Noriyasu**, OHMASA Mitsushi**

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

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

1. 諸言

現在の社会的背景として、老化や介護者の不足が問題となっている¹⁾。日常生活を行う上で椅子に腰かけている時間が多く、移動する際には椅子から立ち上がって行動する。そのため、椅子からの起立動作は移動動作の起点となり、行う頻度も多い。しかし、筋力の弱い高齢者や下肢の障害を持つ高齢者にとって、起立動作は困難であり、転倒のリスクは高い²⁾。そのため、起立運動が容易に行えるように工夫することが重要である。坂東他³⁾は座面の昇降機を用いて異なる軌道を描く起立動作を行う上で心地よさへの影響を検討している。その結果、下方向に弧を描く軌跡は、最も安心して立ち上がることができた。しかし、市販されている起立補助椅子のほとんどは、上向きに円弧を描く軌道を描いている。

本研究では、椅子から立ち上がる際の身体への負担を軽減することを目的とし、座面の上昇軌道が異なる 2 種類の起立補助椅子を坂東他³⁾を参考にして製作し、起立動作を行う使用者の身体にかかる負担を分析する。また、この条件のもとで被験者の与える負担に関連する力学的指標をさらに検討するため、森岡他⁴⁾の実験条件を参考に起立動作の際に足の位置を 3 種類に分けて実験を行い、座面軌道によって下肢の筋活動量および関節トルクにどのような影響が生じるのかを検討する。デジタルマネキン（動作シミュレーションソフトウェア）を用いた関節トルクの分析と筋電図を用いた筋活動量の測定を行い、起立時の運動特性に着目して起立負荷を評価する。

2. 研究手法

2-1. 実験環境

本研究の実験器具として製作した起立補助椅子の 2 次元図を図 1 に、その起立補助椅子の座面の上昇

軌道を図 2 に示す。なお、椅子の座面の高さについては日本人男性に最適な高さ（床から 450mm）³⁾に設定した。座面下部にはガススプリング（日本、TOKICO, Y-2 シリーズ）を取り付け、ガスの圧力によって座面を押し上げる。なお、ガススプリングのガス反力は、ストローク最大長 330mm 時で最小推力 279N、ストローク最小長 472mm 時で最大推力 372N の製品を採用している。

本研究で用いる実験システムには、表面筋電計（日本、有限会社エスアンドエムイー、DL-140）と PowerLab（米国、AD Instruments, 16/35）、フォープレート（日本、株式会社テック技販、TF-4060）を採用した。表面筋電計を用いて、脊柱起立筋、内側広筋、外側広筋、半腱様筋、前脛骨筋、腓腹筋、ヒラメ筋の筋活動を測定した。以上の筋の筋腹部に電極（日本、日本光電株式会社、Vitrode F）を貼り付け、測定肢は全て右側部とした。これらの筋の筋活動量を最大筋活動量(MVC: Maximal Voluntary Contraction)で基準に正規化した筋活動量指標(%MVC)により評価する。EMG で測定されたデータは、アナログ出力箱（日本、有限会社エスアンドエムイー、DL-721）を通過し、パーソナルコンピュータに記録され、EMG が増幅器および AD 変換器を通過してから PC に格納される。なお、Lab Chart 7（日本、バイオリサーチセンター株式会社）をデータストレージソフトウェアとして使用し、サンプリング周波数は 1000Hz、バンドパスフィルターは 20-1000Hz とし、整流平滑化後に筋活動を測定した。また、床反力については、足元のフォープレートによって 3 軸の反力を測定する。統計処理はエクセル統計（日本、社会情報サービス）による一元配置分散分析 (ANOVA)（対応あり）における Holm 検定を用いて、有意差は 5%未満とした。

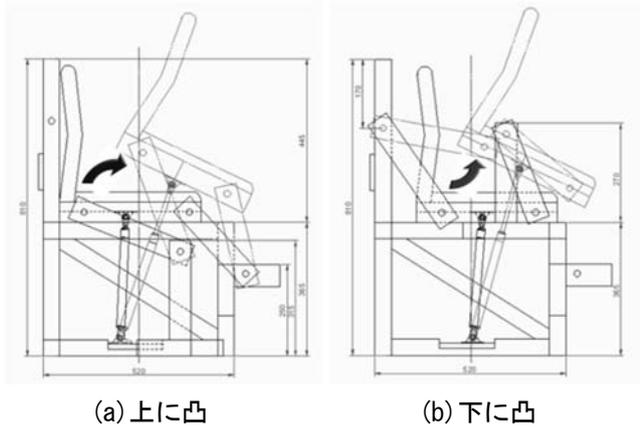


図 1. 起立補助椅子と座面の軌道

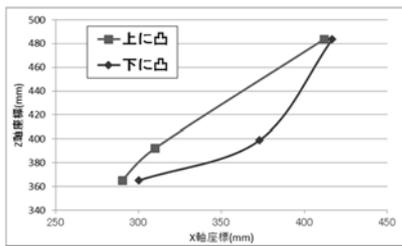


図 2. 座面の中心点の上昇軌道グラフ

2-2. 実験条件

被験者は健康な成人男性 9 名とした (平均年齢 22.5±0.8 歳, 平均身長 172.1±4.3cm, 平均体重 65.4±12.8kg).

先行研究⁴⁾より, 本研究では座面の補助力を頼りにゆっくりと立ち上がる高齢者を使用者として想定していることから, メトロノームのタイミングに合わせて前傾開始から 5 秒で立位姿勢になるよう被験者に指示した. このように設定した条件から起立動作の負荷を評価するにあたって, 本研究では被験者に対して足の位置を変更した. 足の位置を決定する要素として, 着座状態 (段階 1) の際に膝関節の角度が 90° のとき足位置 0mm (基準点) とし, 水平方向 -50mm, 50mm の 3 種類で起立動作を行いデータを測定した. 椅子の種類および足の位置の測定順序は無作為に決定した.

2-3. 起立動作の段階分け

フォースプレートにより測定した床反力 (f_z) を基に起立動作を次の 6 段階に分けた (図 3).

- ① 段階 1 : 着座状態
- ② 段階 2 : 上体前傾開始
- ③ 段階 3 : 臀部離床直前時

- ④ 段階 4 : F_z 最大値 (足関節最大背屈位)
- ⑤ 段階 5 : 下肢関節伸展
- ⑥ 段階 6 : 起立動作終了 (立位姿勢)

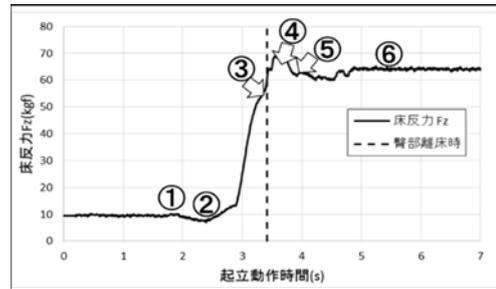
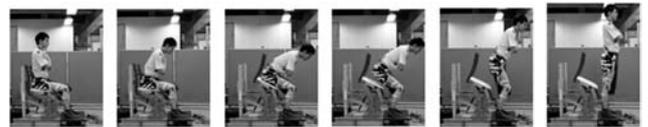


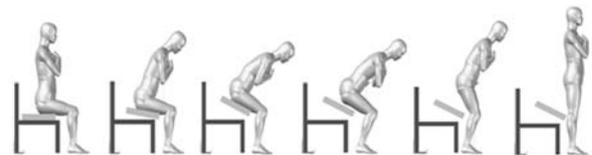
図 3. 起立動作における床反力 (F_z) の一例

2-4. 解析手法

起立動作をビデオカメラにより撮影し, 6 段階の静止画像を参照して被験者の姿勢のデジタルマネキンを設定した (図 4, 5). 図 4, 5 は Body Shape Designer (日本, 株式会社アイブイ) を用いて作成した解析モデルであり, 静的な力学負荷を評価することができる.

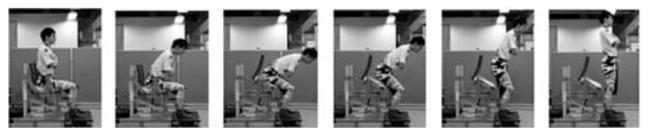


(a) 起立動作 6 段階の静止画像



(b) デジタルマネキンによる起立動作姿勢

図 4. 起立補助椅子からの起立動作 (上に凸)



(a) 起立動作 6 段階の静止画像



(b) デジタルマネキンによる起立動作姿勢

図 5. 起立補助椅子からの起立動作 (下に凸)

3. 結果および考察

フォースプレートで測定した足元における床反力の変化は段階1を基準線とすると、段階2で基準線を下回り、段階3において急な傾きを示して上昇し、段階4において被験者の体重を上回り床反力が最大点に達する。その後、下肢関節の伸展につれて被験者の体重以下を推移し、段階6において立位姿勢となり被験者の体重で安定する⁵⁾。ここでは、段階3~4において動作全体的に測定筋の筋活動量が活発になったため、段階3~4の%MVC及び関節トルクの結果に着目して考察を行う。図6~8の全てにおいて、一般の椅子（以下、“一般”）と下に凸の起立補助椅子（以下、“下に凸”）の間に外側広筋、前脛骨筋に有意な差がみられた。また、前脛骨筋の%MVCにおいて一般の椅子と上に凸の起立補助椅子（以下、“上に凸”）に有意な差がみられた。

椅子からの起立動作における身体重心の軌道は体幹前傾に伴い、前下方へ移動し、臀部離床時に上方へ移動する。その際に働く筋活動は、前傾姿勢（段階2）において、脊柱起立筋による前傾角度の制動と前脛骨筋による足部の固定が行われる。その後、段階3において、身体重心を大腿部から足部への支持基底面まで移動させる。その瞬間に体幹、下肢全体の筋が収縮する。特に前脛骨筋が下腿の前傾角度を制御するために大きく収縮する⁶⁾。その結果が図6~8の段階3の“一般”の数値において顕著に表れている。一方で起立補助椅子を用いることによって前脛骨筋の%MVCを大きく減少させることができている。これは、表1~2に示す段階3~4にかけての下腿傾き（足関節の背屈角度）の変

化量が“下に凸”を用いることで減少したためと考えられる。よって、“下に凸”の座面軌道は下腿の傾きを小さく保つことで前脛骨筋の%MVCを減少させることができたと考えられる。

脊柱起立筋の%MVCは2種類の起立補助椅子が“一般”より減少傾向を示しており、足位置0mm、+50mmにおいてはその差は顕著に表れている。脊柱起立筋は前傾角度の制動として働いた後、体幹の伸展筋として働く。また、段階3における“下に凸”の座面の傾き（20°）は“上に凸”（28°）よりも水平に近い。そのため、表1~2に示す段階3~4にかけての体幹の前傾角度の変化量は“下に凸”が最も小さくなっている。よって、段階4における“下に凸”のときの筋活動量は総じて減少傾向を示したと考えられる。

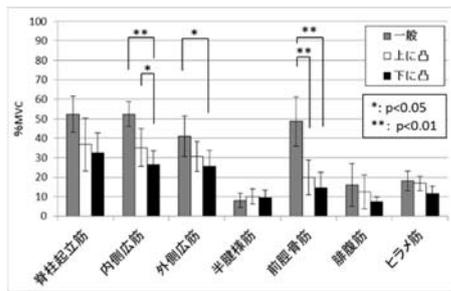
また、段階3~4において、抗重力伸展筋（ここでは、内側広筋、外側広筋、腓腹筋、ヒラメ筋）が働くことで下肢関節が協調して伸展運動を行い、狭くなった支持基底面から身体重心が外れないように真上に上昇させる。図6~8より、足位置0mmのとき内側広筋の%MVCは“下に凸”が3種類の椅子の中で最も有意に減少し、外側広筋の%MVCは総じて“下に凸”の方が“一般”より有意に減少している。これは表1より、“下に凸”の座面軌道によって身体重心の位置が段階3においてすでに前方へ移動しているため、膝関節トルクが減少し、膝関節伸展筋である外側広筋の筋活動量は減少したと考えられる。また、腓腹筋、ヒラメ筋の%MVCの差が椅子の種類間にみられなかった要因としては、下肢関節伸展時で足関節の角度はほぼ変化がなかったためと考えられる。

表1. デジタルマネキンによる解析結果（段階3）

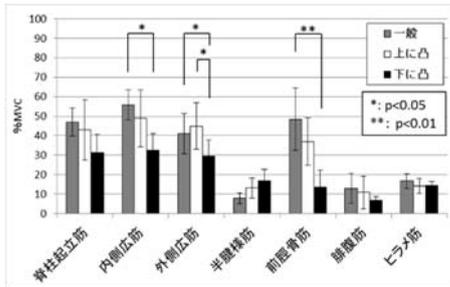
段階3 足位置	膝関節トルク[N・m]			足関節から身体重心までの距離[mm]			前傾角度[°]			膝関節角度[°]			下腿傾き[°]		
	一般	上に凸	下に凸	一般	上に凸	下に凸	一般	上に凸	下に凸	一般	上に凸	下に凸	一般	上に凸	下に凸
0mm	-5.91	-9.51	-0.81	12.51	26.91	56.39	59.33	51.89	55.89	93.78	101.67	102.89	78.33	68.89	69.56
-50mm	-2.40	-6.65	-0.08	8.03	64.11	79.05	59.56	48.67	51.22	88.33	95.11	100.11	74.56	64.11	65.89
+50mm	4.08	-5.73	4.98	-8.10	32.80	57.28	64.33	52.89	64.11	97.00	101.44	103.11	84.00	72.33	74.11

表2. デジタルマネキンによる解析結果（段階4）

段階4 足位置	膝関節トルク[N・m]			足関節から身体重心までの距離[mm]			前傾角度[°]			膝関節角度[°]			下腿傾き[°]		
	一般	上に凸	下に凸	一般	上に凸	下に凸	一般	上に凸	下に凸	一般	上に凸	下に凸	一般	上に凸	下に凸
0mm	-32.16	-28.50	-23.94	47.49	33.57	53.55	60.56	47.22	49.89	102.78	109.56	113.89	69.11	66.22	69.22
-50mm	-18.82	-24.61	-17.09	80.72	62.56	84.13	56.33	44.22	42.78	105.11	110.56	116.11	68.11	64.00	65.89
+50mm	-16.50	-26.88	-12.48	63.93	38.84	41.06	59.11	49.33	56.78	106.11	109.00	118.11	70.67	68.33	72.67

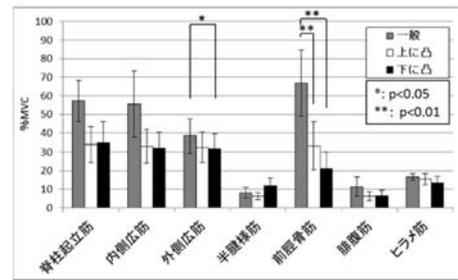


(a) 起立動作段階3の場合

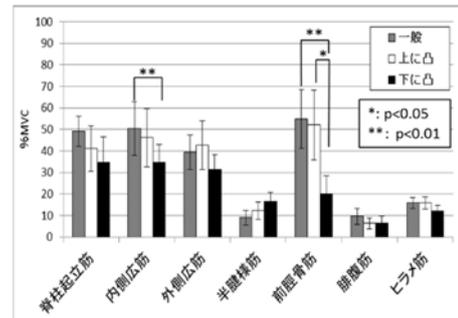


(b) 起立動作段階4の場合

図6. 足位置0mmの場合の筋活動量

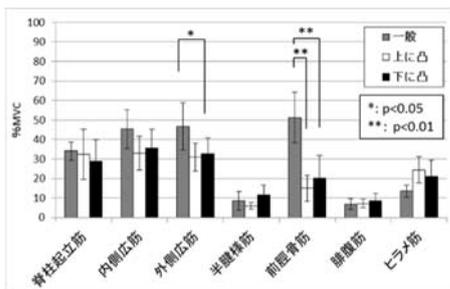


(a) 起立動作段階3の場合

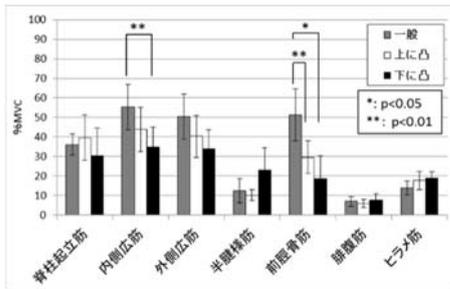


(b) 起立動作段階4の場合

図8. 足位置+50mmの場合の筋活動量



(a) 起立動作段階3の場合



(b) 起立動作段階4の場合

図7. 足位置-50mmの場合の筋活動量

4. 結言

“下に凸”の座面の傾きにより段階3~4にかけて体幹の前傾角度の変化量は“下に凸”が最も小さくなった。よって、段階4における“下に凸”のときの脊柱起立筋の筋活動量は総じて減少傾向を示したと考えられる。次に“下に凸”の座面軌道によって身体重心の位置が段階3においてすでに前方へ移動している

ため、膝関節トルクが減少し、内側広筋・外側広筋の筋活動量は減少傾向を示したと考えられる。前脛骨筋の%MVCは、動作時間に関わらず“下に凸”が“一般”より有意に減少した。同じく“下に凸”の座面軌道による身体重心の位置によって下腿の傾きを小さくすることで前脛骨筋の%MVCを減少させることができたと考えられる。以上より、3種類の椅子の中で最も“下に凸”の座面軌道の起立補助椅子から立ち上がる時、下肢関節伸展筋および膝関節の負荷を最も軽減できると考えられる。

参考文献

- 1) Mitchell 他: 日本の高齢者介護: 展望と展開, ESRI Discussion Paper Series No.118 (2004).
- 2) 藤澤他: 日常生活活動の分析, pp. 249-258, 医歯薬出版株式会社 (2012).
- 3) 坂東他: 上肢支援型起立補助装置の開発(第2報), pp. 40-43, 岐阜県生活技術研究所研究報告 No. 10 (2007).
- 4) 森岡他: 手すりを用いたトイレでの立ち上がり動作における負担の定量的評価方法の検討, pp. 219-228, 人間工学, Vol. 49, No. 5 (2013)
- 5) 後藤他: 立ち上がり動作, pp. 25-40, 関西医学, No. 2 (2002).

車いすから車への移乗の動作解析

Motion analysis of transfer from wheelchair to car

幾久 健*, 山代 和明*, 杉山 直磯*, 後藤 彰彦**,
来田 宣幸*, ○呂 暁丹***, 太田 智子***

*京都工芸繊維大学 **大阪産業大学 ***株式会社中央ビジネスグループ

IKUHISA Ken *, YAMASHIRO Kazuaki *, SUGIYAMA Naoki*, GOTO Akihiko **,
KIDA Noriyuki *, LU Xiaodan ***, OTA Tomoko***

* Kyoto Institute of Technology, ** Osaka Sangyo University, ***Chuo Business Group co., Ltd.

1. はじめに

介護現場において介護者が腰痛などで現場を離れざるを得ない状況がある。介護者が自分の体を守るために、バイオメカニクスなどの論理一貫した知識、技術が必要となる。さらに、被介護者が快適に感じる方法も重要となる。これらのことを含め、我々は高品位介護と呼び、三次元の動作解析を行い、熟練介護者と非熟練介護者の比較している。これまで、ベッド上での体位変換、ベッドから車いすへの移乗やポータブルトイレへの移乗などに対して実験を行い、得られたデータを基にテキストを作成してきた。

一方、自宅での介護を考えると介護施設での介護作業以外の項目も含まれると考えられる。そこで、本研究では在宅介護のテキストを作成することを目標に、車いすから車への移乗を対象とし、動作解析を行った。

2. 実験方法

車いすから車への移乗のために、カーシートを用意し、車の天井やドアなどの制約条件を考慮した図 1 に示すような実験環境を整えた。被験者は、介護経験 23 年の介護士と介護の経験が全くない者である。前者を熟練者、後者を非熟練者と呼ぶことにする。被介護者は健常者であるが、実験時は要介護 3 を想定し、自分一人で歩けない状態であると教示されている。

被験者には、介護者と被介護者ともに 25 個の赤外線反射マーカーを添付した。その位置情報は、MAC3D System (Motion Analysis 社製) で測定を行った。赤外線カメラは 5 台用いた。また、3 台のビデオカメラにより、実験風景を記録した。

3. 実験結果

3-1. 工程分析

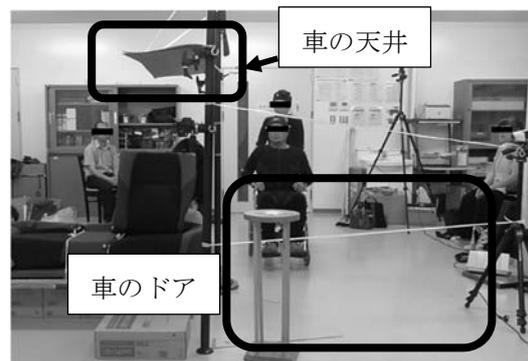


図 1 実験環境及び制約条件

車いすから車への移乗は、ビデオ撮影動画より、9 工程に分けることができた。それらは、工程 1 は移動動作（動作開始から介護者が車椅子から手を放すまで）、工程 2 は固定動作（車椅子のロックが完了し、介護者が手を放すまで）、工程 3 は回り込み動作（工程 2 から介護者が車椅子を回り、患者に触れるまでとした。）、工程 4 はペダル外し動作（車椅子のペダルから両足を降ろし、介護者が手を放すまで）である。工程 5 では抱え込み動作（工程 4 から被介護者の臀部が車椅子から離れるまで）、工程 6 で持ち上げ動作（工程 5 から被介護者が立ち上がるまで）を行い、工程 7 で体勢の調整（工程 6 から被介護者の臀部が下がり始めるまで）を行った後に、工程 8 で着座動作（工程 7 から被介護者が着座後に手を持ち変えるまで）を行っている。最後は工程 9 で着座の体勢調整（工程 7 から被介護者が着座後に手を持ち変えるまで）をした。

ここで移乗の動作である工程 5, 6, 7, 8, が重要である。これらの様子を図 2-図 5 に示す。作業時間の合計は、熟練者が 49 秒, 51 秒であり、非熟練者は 45 秒, 44 秒であった。各工程での作業時間を図 6 に示す。移乗動作の重要部分、工程 5-8 を見ると、工程 5 の抱え込み動作では非熟練者の作業時間

が長いことが分かる。一方、工程 6, 7, 8 では熟練者の作業時間が長い。この作業時間から推察すると、非熟練者には抱え込みの動作が難しいと考えられる。また、工程の 5-8 は慎重にすべき工程と考えられる。この推察は非熟練者の教育に使うことができる。



図 2 熟練者による工程 5 (抱え込み動作)



図 3 熟練者による工程 6 (持ち上げ動作)



図 4 熟練者による工程 7 (体勢の調整)



図 5 熟練者による工程 8 (着座動作)

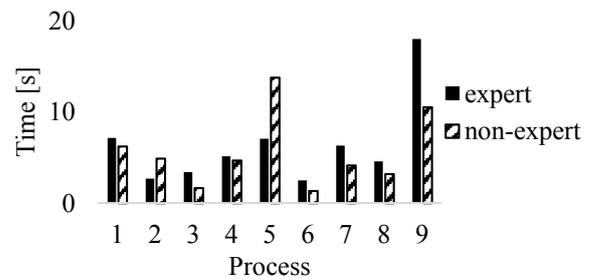


図 6 各工程における作業時間

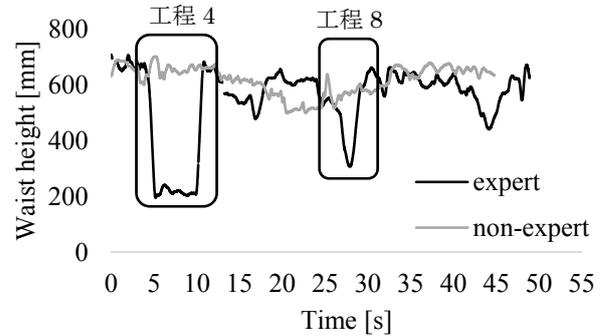


図 7 実験環境及び制約条件



図 8 非熟練者による工程 8 (着座動作)

3-2. 腰の高さの変化

動作の解析に当たって、腰の高さに注目をした。図 7 に全行程の腰の高さの変化を示す。熟練者と非熟練者で大きく異なっているのは、図中線で囲んだ工程 4, 8 であった。工程 4 は、車いすペダル外す動作であり、熟練者は被介護者の足をペダルから外すときにしゃがみこんでいることが分かる。工程 8 の着座動作では、熟練者は被介護者を着座させる際に自分の腰を落としていることがわかる。図 5 に工程 8 の例として示したのは、熟練者である。非熟練者の工程 8 の画像を図 8 に示す。明らかに腰の高さが異なっている。被介護者の立場からすると、非熟練者の場合、自分の方に介護者が倒れてくるような感覚になり、不安を感じるのではないかと推察される。

4. おわりに

在宅の介護で頻繁に出会う状況の一つとして、車いすから車への移乗の動作解析実験を行った。

移動介助における快適性の評価に関する研究

Study on evaluation of comfort in transfer care

幾久 健*, 山代 和明*, 杉山 直磯*, 後藤 彰彦**,
呂 曉丹***, ○太田 智子***, 来田 宣幸*

*京都工芸繊維大学 **大阪産業大学 ***株式会社中央ビジネスグループ

IKUHISA Ken *, YAMASHIRO Kazuaki *, SUGIYAMA Naoki*, GOTO Akihiko **,

LU Xiaodan ***, OTA Tomoko***, KIDA Noriyuki *

* Kyoto Institute of Technology, ** Osaka Sangyo University , ***Chuo Business Group co., Ltd.

1. はじめに

介護の世界において、我々は高品位介護を推奨して研究をしてきた。元来それは介護者の離職率低減のための、“腰痛にならないための科学的なアプローチ”であった。しかしながら、ベテランの介護者になるべく長く現場で介護に当たってほしいという願いは、被介護者にどのような影響を与えているかだろうという点を考察してきた。その結果は全くシンプルで、“被介護者が快適”であることに行きついた。

しかしながら被介護者から快適な介護であったかどうかを直接聞き出すことは困難であった。科学的な手法で快適性を評価する必要がある。そこで本研究は、その第一歩として、Jerk と呼ばれる、加速度の変化率を用いることを試みた。これまでに Jerk が 0 に達する回数を運動中の加速や減速を求めるときに用いた研究がある¹⁾。また、Flash と Hogan²⁾はこの Jerk の評価関数である Jerk-cost を提案した。これは動きの滑らかさを示す指標であり、本研究ではこの指標と Jerk が 0 に達する回数によって快適性を検討する。

2. 実験方法

2-1. 被験者

介護経験年数が 8.5 年でスライドボードを使用した介護を 6 年経験している被験者を熟練者とした。また、介護経験年数が 6 年で普段スライドボードを使用していない被験者を非熟練者とした。被介護者は、半身麻痺を想定したモデルである。

2-2. 実験方法

対象とした介護動作は、スライドボードを用いた車椅子からベッドへの移乗動作である。なお、被介護者の頭の頂点の鉛直方向の動きのみに注目している。測定は、介護者に 21 点、被介護者 7

点赤外線反射マーカを体に貼付し、MAC3D System (Motion Analysis 社製) を用いて動作を測定した。その際のサンプリングレートは 120Hz である。介護動作は熟練者、非熟練者ともに 4 試行ずつ行なった。実験風景を図 1 に示す。



図 1 実験風景

3. 実験結果及び考察

車椅子からベッドへの移乗介護は、4 つの工程に分けることができた。第 1 は移乗準備工程、第 2 はスライドボード挿入工程、第 3 は移乗工程、第 4 は移乗後の調整工程である。これらの工程に要した時間は、熟練者がそれぞれ、25.6 秒、7.6 秒、1.9 秒、5.9 秒である。全体で 41.0 秒の作業となる。また、非熟練者の工程に要した時間がそれぞれ、28.0 秒、11.0 秒、2.6 秒、12.8 秒である。全体で 54.4 秒の作業となる。

これら 4 つ工程の中で、本研究では快適性に大きく影響を及ぼすのは移動中であると考え、第 3 工程について着目した。第 3 工程の始まりと終わりの様子を図 2、3 に示す。

Jerk-cost は式(1)で定義される。ここで、JC は Jerk-cost、t は時間、x は位置とする。

$$JC(t) = \int \left(\frac{d^3x}{dt^3} \right)^2 dt \quad [(m/s^3)^2/s] \quad (1)$$



図2 第3工程開始姿勢



図3 第3工程終了姿勢

被験者の頭の頂点のマーカの鉛直方向の動きを調べた. 図4が位置の変化, 図5が速度変化, そして図6が加速度の変化である. 熟練者と非熟練者の間の違いは, そう明快ではないように思われる. これらデータより, Jerk の変化を求めたのが, 図7である. この図7の熟練者と非熟練者を比較すると非熟練者の Jerk の方が大きく変動していることがみられる. さらに Jerk のデータより, 時間軸の0に達する回数と Jerk-cost の比較を図8に示す. 熟練者, 非熟練者の Jerk が0に達する回数がそれぞれ11回と17回であった. また, Jerk-cost がそれぞれ $31.1 [(m/s^3)^2/s]$ と $32.2 [(m/s^3)^2/s]$ であった. ここでも熟練者と非熟練者に違いがみられている. どちらも熟練者が小さい値となっている. これは, 熟練者の動きがよりスムーズであることが考えられる.

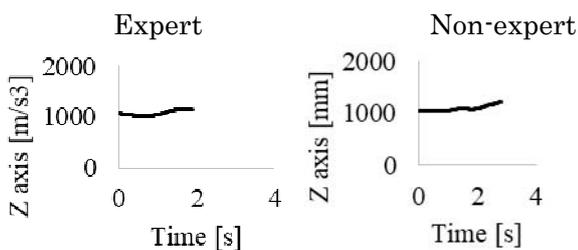


図4 被介護者頭部のZ軸位置の変化

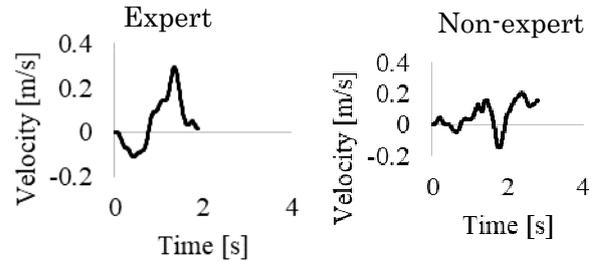


図5 被介護者頭部のZ軸速度の変化

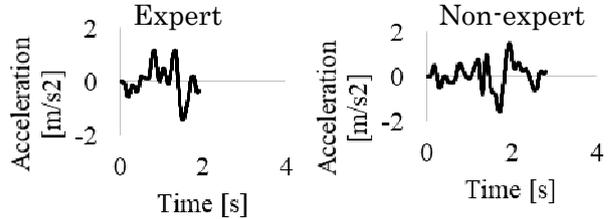


図6 被介護者頭部のZ軸加速度の変化

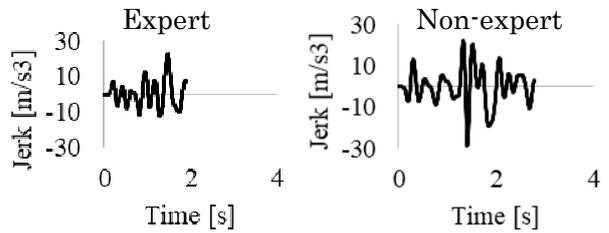


図7 被介護者頭部のZ軸Jerkの変化

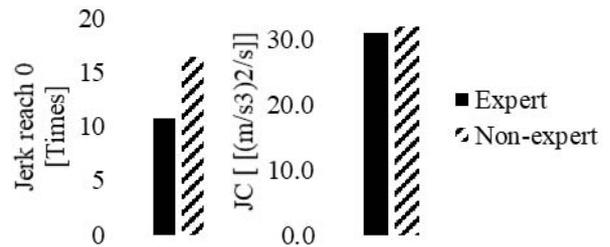


図8 Jerk が0に達する回数と Jerk-cost

4. おわりに

被介護の介護時の快適性を評価するために, 動作解析のデータを利用して Jerk より, 快適性に関係するパラメータをより求めた. 熟練者が快適な状況を作っていると考えれば, Jerk によりそれは評価できる可能性を得た.

参考文献

- 1) 大淵 修一, 小島 基永: 巧緻運動の評価: Jerk Index の応用とその妥当性の検討, 理学療法学, Vol. 23, No.2, pp.497, (1996).
- 2) Flash, T. and Hogan, N.: The Coordination of Arm Movements: An Experimentally Confirmed Mathematical Model. Journal of Neuroscience, vol. 5, pp.1688-1703. (1985).

移乗介助における心身負担の実験的検討 ～徒手介助と立位補助機使用の比較～

An experimental study on the physical and mental load due to transfer care
— Comparison between manual transferring and using a standing machine —

○岩倉浩司*, 北原照代**, 辻村裕次**, 山本遼平*, 埤田和史**

*滋賀医科大学大学院医学研究科看護学専攻 **滋賀医科大学社会医学講座衛生学部門

IWAKURA Hiroshi*, KITAHARA Teruyo**, TSUJIMURA Hiroji**, YAMAMOTO Ryohei*, TAODA Kazushi**

*Graduate School of Nursing, Shiga University of Medical Science; **Div. of Occupational and Environmental Health, Dept. of Social Medicine, Shiga University of Medical Science

1. はじめに

様々な業種の職場において腰痛が発生しており、業務上の負傷に起因する疾病のうち 8 割以上となっている¹⁾。特に近年では社会福祉施設で多発しており、業務上腰痛発生件数の 3 分の 1 を占めている²⁾。看護・介護職員の腰痛予防については、厚生労働省が 2013 年に公表した改訂「職場における腰痛予防対策指針」の中で、事業者に対し、「原則として人力による抱え上げは行わせない」と明記され、患者等の残存機能を有効に活用するために積極的な福祉用具の使用が推奨されている。同指針には、作業姿勢・動作の見直しの中で、スライディングボードやスライディングシートの他に、「対象者が立位保持できる場合には、スタンディングマシーン（以下、立位補助機）等の使用を含めて検討し、対象者に適した方法で移乗介助を行なわせること」と立位補助機についても言及されている。スライディングボードや移乗用リフトに関する研究では、介助作業負担の軽減が示されている³⁾。しかしながら、立位補助機に関しては、必要性が認識されているにも関わらず、その対象者の適用条件が明らかでなく、移乗介助負担の検討が十分に行なわれていない。そこで今回、立位補助機を用いた移乗介助における作業負担を明らかにすることを目的として実験を行った。

2. 対象と方法

2-1. 対象者

介助作業の実務経験のない A 大学理学療法学科及び B 大学生活福祉学科の学生に協力を得た。介助者役と被介助者役のペアは同性とし、体重の軽い方を被介助者役とした。研究に支障をきたすような運動器疾患等が被験者にならないことを実験前に確認することとした。

2-2. 実験課題

徒手及び立位補助機使用によるベッドから車いすへの移乗介助（以下、前者を〔徒手〕、後者を〔機器〕）を実験課題とした。まず、被介助者にベッドでの端座位をとらせ、開始肢位とした。〔徒手〕では、介助者は被介助者を抱きかかえて、ベッドから車いすへ移乗させる。〔機器〕では、介助者は、1：立位補助機を被介助者の前方に移動、2：腰背部にスリングを装着、3：立位補助機を動作させて被介助者を立たせ、4：立位補助機に支持された被介助者を車いすの前方に移動、5：被介助者を車いすに降ろし、6：スリングを外して、課題終了とした。

2-3. 実験準備

課題の遂行前に、被験者に対して、実験参加の説明と同意の取得、医師の問診、準備体操を行い、心拍計及び下肢老人体験キット（被介助者役のみ、写真 1）を装着した。老人体験キット装着は、〔徒手〕で被介助者が自力で立ち上がれないようにするためである。その後、徒手による移乗介助技術及び立位補助機の使用方法に関して十分な練習を行わせた。



写真 1 老人体験キット

2-4. 実験手順

図1に示した手順で課題を3セッション行わせた。

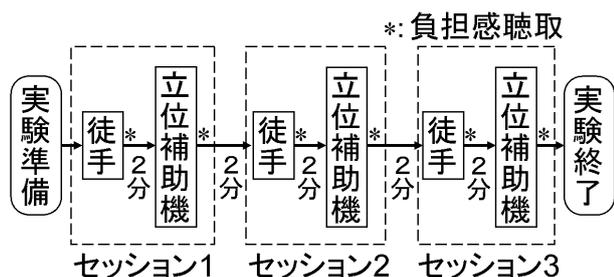


図1 実験手順

2-5. 測定指標

- ・修正 Borg スケール：課題遂行の負担感（痛み、つらさ、不快感など）について、各課題終了後10秒以内に、両被験者別で各々の正面に掲示したスケールの該当する番号（0：感じない～10：非常に強い）を指差して回答させた。
- ・心拍数：各被験者の手首に光検知型の心拍計（A360, Polar Electro Oy, Finland）を装着し、1秒ごとの脈拍数を測定した（写真2）。



写真2 心拍計

2-6. 解析

課題遂行中の心拍数の中央値を算出した。修正 Borg スケールでの立位補助機使用による負担軽減効果の判定は、[徒手]と比較した同一セッションの[機器]の回答値が3セッション中、1セッションでも小さかった場合を『効果あり』とした。全てのセッションで小さくならなかった場合を『効果なし』とした。効果あり群と効果なし群で心拍数中央値を比較検討した。

2-7. 倫理的配慮

被験者に研究の目的、方法及び実験に伴う不利益や危険性を文書と口頭で詳細に説明し、実験参加は任意であることを告げた。被験者から自発的な書面による同意を得た。実験に際しては医師が待機し、体調の変化が認められた場合は直ちに実験を中止し、対処できる体制を整えた。なお、本研究は滋賀医科大学倫理審査委員会の承認（番号 29-236）を得て、

実施した。

3. 結果

3-1. 被験者の属性

介助者役は、男性 6、女性 8 の計 14 名で、年齢 20.2 ± 1.9 歳、身長 164.6 ± 9.0 cm、体重 60.9 ± 10.0 kg であった。被介助者役 14 名では、年齢 20.9 ± 2.6 歳、身長 160.8 ± 7.4 cm、体重 50.8 ± 8.0 kg であった。

3-2. 修正 Borg スケールの回答

介助者および被介助者における[徒手]と[機器]の修正 Borg スケール回答値を、それぞれ図2と図3に示す。介助者で『効果あり』は12名、被介助者で『効果あり』は7名であった。

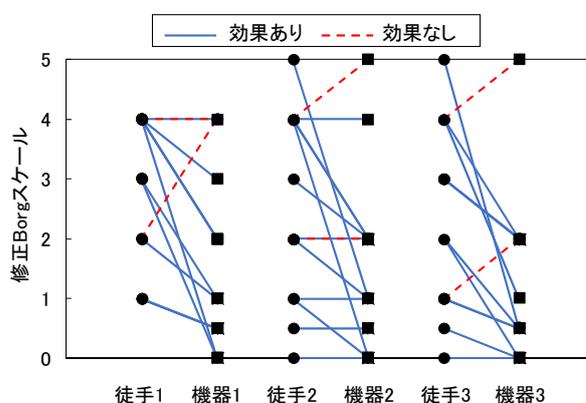


図2 介助者における修正 Borg スケール回答値

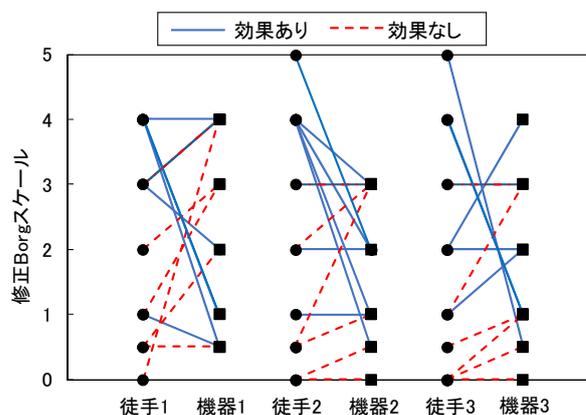


図3 被介助者における修正 Borg スケール回答値

3-3. 心拍数

介助者の心拍数について、効果あり群を図4に、効果なし群を図5に示す。効果あり群で、3セッション中1セッションでも[機器]の心拍数が低かった者は、12名中3名であった。介助者の効果なし群の2名は、いずれも3セッション中少なくとも1セッションで[機器]の心拍数が低かった。

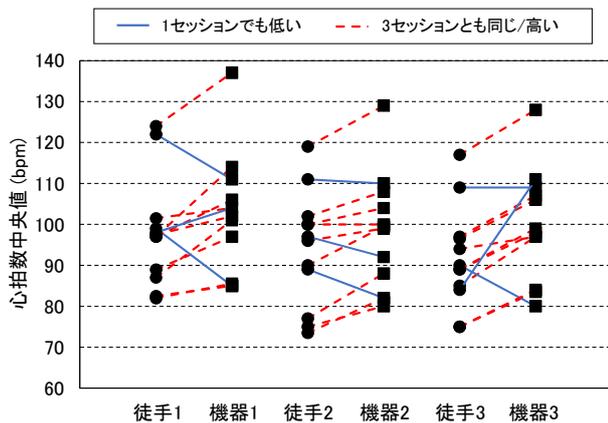


図4 介助者の心拍数（効果あり群, n=12）

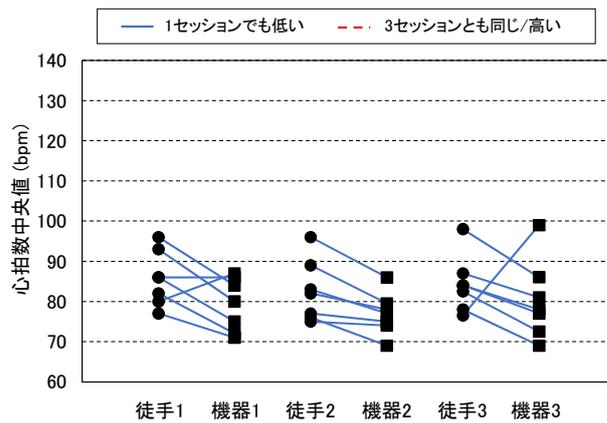


図7 被介助者の心拍数（効果あり群, n=7）

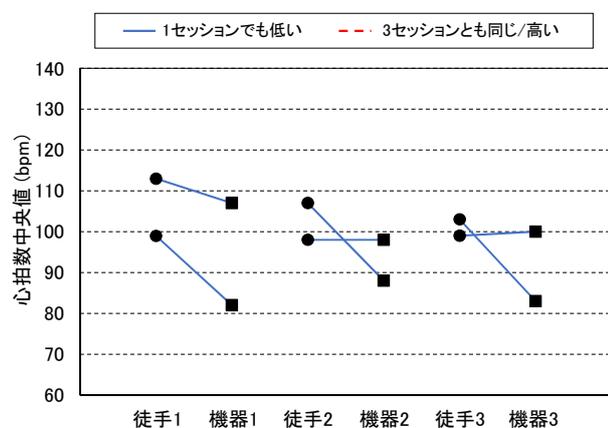


図5 介助者の心拍数（効果なし群, n=2）

被介助者の心拍数について、効果あり群を図6に、効果なし群を図7に示す。効果あり群、効果なし群のいずれも、3セッション中少なくとも1セッションで「機器」の心拍数が低かった。

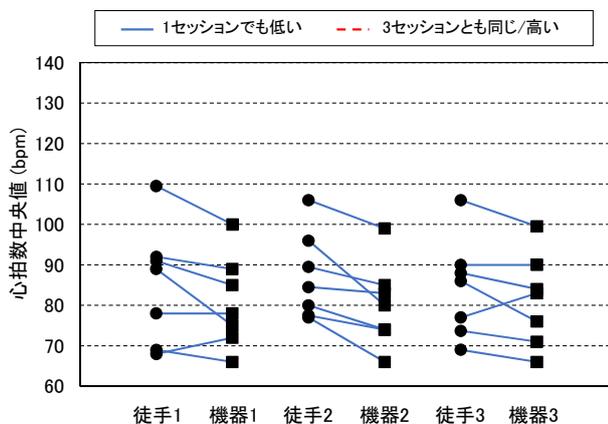


図6 被介助者の心拍数（効果あり群, n=7）

4. 考察

4-1. 介助者について

介助者の修正 Borg スケール回答値は、「徒手」と比べて「機器」で小さい傾向がみられたが、効果あり群の心拍数は、「機器」で低いとはいえなかった。その理由について、考察する。

「徒手」では、介助者は被介助者と胸どうしを密着させて抱え上げ、その状態で方向を転換し、被介助者を車いすに着座させる。「徒手」の介助者負担とは、抱え上げを行う際に動員する筋の負担、中腰姿勢における腰部の負担および被介助者を転倒させないよう安全への配慮による心理的負担が考えられる。一方で、「機器」は、立位補助機が人力の代用で抱え上げ、人の筋負担や腰部負担を機器が代償する。先行研究では、リフト介助は人力介助より介助者の腰部負担軽減対策に有効⁴⁾であるとされており、本実験でも、立位補助機による介助負担感の軽減効果が示された。一方、効果あり群で、「徒手」と比べて「機器」での心拍数が同じか高かった介助者が12名中10名いた。本実験では、介護経験のない学生を被験者とし、実験前に十分な練習を行ったが、立位補助機の操作の未熟練により、手順を間違えるわけにはいかないという心理的重圧感を払拭できなかったことが考えられる。

4-2. 被介助者について

被介助者の修正 Borg スケールの回答値をみると、『効果あり』『効果なし』は7名ずつと同数だった。徒手による被介助者の負担としては、抱え上げられる際の腋窩の痛みや不快感、転倒の恐怖心などが挙げられる。機器による被介助者の負担としては、スリング装着による圧迫感やスリングからずれ落ち

るかもしれないという恐怖心などが考えられる。実験後の被介助者への聴き取りでは、介助者が発した被介助者の不安を誘発するような声が評価に影響したケースがあった。また、立ち上がりの際にスリングが腋を圧迫したり、足が滑りそうになって踏ん張ったりしたことによる負担感、また、老人体験キットと機器の脛当てとの不適合による不快感を訴えるケースもあった。こうした立位補助機の構造に起因する問題も負担感の評価に影響した可能性がある。

心拍数については、効果あり群、効果なし群いずれも、[機器]での心拍数が低くなることを認めた。Garg⁵⁾らは、「福祉用具を使用は、最も快適で、最も安全な方法である」と報告している。また、富岡³⁾らも「適切な福祉用具を使用した介助方法は、被介護者にとって快適である」と報告している。本実験において被介助者は、立位補助機使用により比較的安楽に移乗介助を受けることができたものと考えられる。

5. 結語

介助者については、徒手介助と比べて立位補助機使用による介助負担感の軽減効果が示唆された。しかしながら、効果あり群において心拍数が低くなることは認められなかった。被介助者について、立位補助機使用により負担感が軽減するとは言えなかったが、心拍数が低くなることは全員に認められた。今後、同時に測定した僧帽筋部と腰部脊柱起立筋群の筋電図の結果も合わせて、引き続き検討する予定である。

6. 謝辞

被験者として実験に協力いただいたA大学理学療法学科及びB大学生生活福祉学科の学生の皆様に深謝いたします。また、被験者募集や実験場所の確保に全面的にご協力いただいた白星伸一先生（本学研究生）及び富田川智志先生（本学大学院医学研究科博士課程）に深謝いたします。

参考文献

- 1) 中央労働災害防止協会: 労働衛生のしおり, P19
- 2) 厚生労働省: 業務上疾病発生状況等調査 <https://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzensei/i11/h29.html>
- 3) 富岡・他2名: 福祉用具の有効性に関する介護負担の比較研究—福祉用具使用の有無および作業姿勢の適正—, 産衛誌, Vol. 49, pp.113-121 (2007).
- 4) 富岡・他2名: 移乗介助におけるリフトの腰部負担軽減の効果—介護者の介助技術の習得度を考慮した有効性の検証—, 産衛誌, Vol. 50 pp.103-110 (2008).
- 5) Garg A, Owen B, Beller D, Banaag J. A biomechanical and ergonomic evaluation of patient transferring tasks: bed to wheelchair and wheelchair to bed. *Ergonomics* 1991; 34: 289-312.

パワーアシスト型福祉用箸のプロトタイプ開発

Development of Prototype of Power Assisted Chopsticks for Disabled person

澤島秀成*

*奈良県産業振興総合センター

SAWASHIMA Hidenari*

* Nara Prefecture Institute of Industrial Development

1. はじめに

手の動きが不自由な人が食事を行うための自助具として、さまざまなタイプの福祉用箸がある。しかし、それらの福祉用箸は、手の把持力がある程度残っている人の自助具としては有効であるが、把持力が極端に低い人や巧緻性に問題のある人においては使用が困難である。一方、食事介助を受けている被介助者は、本来、自分自身の好みに合わせた食べ方（好きなものを、好きな順、好きな分量、好きなペース）で食事をしたいと感じているのが現状である。本研究では、現状の福祉用箸を十分に使いこなせない人の自律的な食事作業を支援することを目的とした、パワーアシスト型の電動福祉用箸の考案、設計およびプロトタイプ実装について検討を行った¹⁾。

2. システム設計

2-1. 食材保持部の設計

電動福祉用箸の開発ベースとしては、モータの取り付け場所などを考慮して、図1に示すような二本の箸がプラスチック支持部により一体化されたものを使用した。箸の把持力については、力量計測装置を利用して計測した結果、やや強く食材を保持する場合でのトルクは 3.5-15.9N・cm であったことから、最大トルク 14.7-17.6N・cm のサーボモータを使用した。さらに、福祉用箸にモータを直接装着する場合、食材によっては、その把持力を制御することが難しいことから、本研究では、福祉用箸の蝶番部にモータを取り付け、モータ駆動部と箸の間に、バネや糸を介することによって、把持力を適切に調整する仕組みを考案し、採用した。



図1 開発ベースとした福祉用箸

2-2. 操作部の設計

箸を操作（制御）するには様々なセンサの利用が考えられるが、本研究では、表1に示すように8種類のセンサについて予備実験を通じて検討した。

表1 各種センサの検討結果

センサ	検討結果
ジョイスティック	箸とは別に卓上などに設置する必要がある。操作性は良く、また、細かい制御も可能。
曲げセンサ	体の一部や箸本体に装着が可能。適切な場所に装着（設置）することで、細かい制御も可能。
押しボタン	ON/OFFのみで操作感が良い。細かい制御が不可能であり、強弱のモード設定など新たな仕組みが必要。
筋電センサ	装着・取り外しに手間がかかる。操作および制御も難しい。センサが高価。
加速度センサ	体の一部や箸本体に装着が可能。適切な場所に装着（設置）することで、細かい制御も可能。
接触位置センサ	箸とは別に卓上などに設置する必要がある。適切な場所に装着（設置）することで、細かい制御も可能。
圧力センサ	センサの大きさや形状にもよるが、体の一部や箸本体に装着が可能である。適切な場所に装着（設置）することで、細かい制御も可能。
モーショセンサ	体の一部や箸本体にセンサを装着（設置）する必要はないが、別途PCが必要。細かい制御にはコツが必要。

福祉用箸に用いるセンサとしては、特に、ユーザの操作性や装着性が重要である。ここでは、各種センサの検討結果より、ジョイスティックおよび加速度センサによるプロトタイプ実装および筆者自身の食事作業における評価結果について報告する。

3. プロトタイプ開発

3-1. ジョイスティックによる実装

図2にジョイスティックによる電動福祉用箸のプロトタイプを示す。ジョイスティックを倒す方向

や傾き角度で、箸の閉じる角度を自由に調節できるように実装した。その結果、利き手以外の手や、肘、足などで箸の制御が可能となり、実際の食事においても問題なく使用することが出来た。

また、無線モジュールを使用して操作部を箸本体から完全に切り離すこと（図3右図）により、介助者が被介助者の手を取って箸操作をすることなく、遠隔操作により、横や対面からジョイスティックを操作するだけで食事介助が可能となり、被介助者が自分のスタイルで食事を進めることが可能となった。

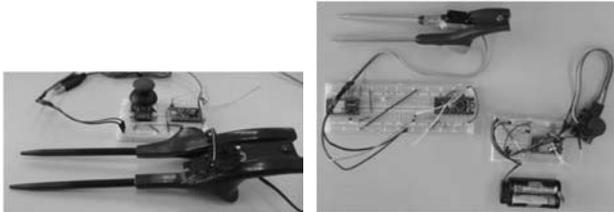


図2 ジョイスティックによる電動福祉用箸
(左:ユーザ操作, 右:遠隔操作)

3-2. 加速度センサによる実装

加速度センサの利用は、箸操作をする手や他の部位の動作を通じて箸を制御する方法と、箸の後端にセンサを設置し、箸の角度のみで箸を操作する方法が考えられるが、後者の方は箸を手に固定するだけで、装着性及び操作性が非常に高いことから、後者でプロトタイプを実装した。

箸の角度による制御については、これまでの研究結果²⁾に加え、予備実験として、加速度センサを箸後端に取り付け、食材を切る、つまむ、移動、口の中の中で箸を開放する動作を何度も繰り返し、その時の加速度センサのXYZ方向の値を計測した。

計測データは、図3に示すように、データマイニング手法であるJ48アルゴリズムの決定木分析を用いて、加速度センサの値と動作の関係を決定した。

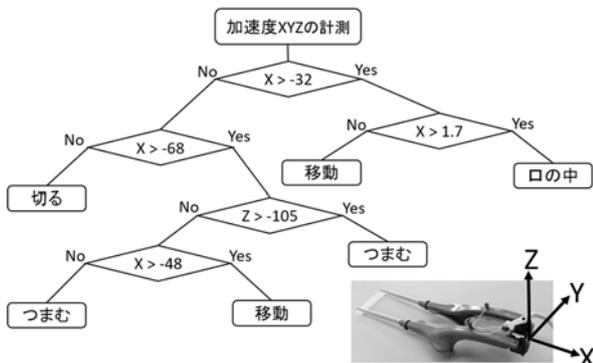


図3 加速度センサによる電動福祉用箸

また、その結果に基づき、加速度センサからの情報の処理プログラムをマイコンに書き込み、図4に示すようなプロトタイプの実装を行った。その結果、実際の食事においても非常に操作性が良く、自然な食事作業が可能となった。

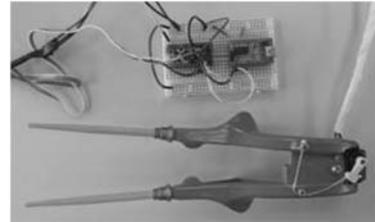


図4 加速度センサによる電動福祉用箸

4. まとめ

本研究では、手の不自由な人の自律的な食事作業を支援するためのパワーアシスト型の電動福祉用箸の考案、設計およびプロトタイプ実装を行った。その結果、表2に示すように、いくつかの欠点はあるものの、実用に耐えうるプロトタイプの作製が可能となった。

今後の課題としては、安全性について検討を重ねた後、実際に手の不自由な人の食事作業における実証実験を通じて、実用化を進めていく必要がある。

表2 電動福祉用箸の評価結果

センサ	利点	欠点
ジョイスティック (ユーザ操作)	・体の一部や利き手以外の手で制御が可能。 ・細やかな制御にも対応可能。	・細やかな操作には若干慣れ・コツが必要。
ジョイスティック (遠隔操作)	・使用者だけでなく介助者が遠隔で操作。 ・被介助者のスタイルで食事が可能。	・食べる人の動作や意思に合わせて操作する必要がある。
加速度センサ	・箸の角度だけで制御でき、操作部が不要。 ・操作性が高い	・細やかな操作には若干慣れ・コツが必要

参考文献

- 1) 澤島秀成, 島悠太: パワーアシスト型福祉用箸の開発に関する研究, 奈良県産業振興総合センター研究報告, pp.1-4(2017)
- 2) 澤島秀成, 中川博敬, 山岡俊樹: 福祉用箸の利用特性に関する比較検討, 平成19年度日本人間工学会関西支部大会講演論文集, pp.51-54(2007)

**注射映像および装着型腕模型を用いた
脳波・脳内酸素化ヘモグロビン濃度変化による同期現象の比較検証**
Comparison of the Synchronization Using Injection Movie and Wearable Arm Model by
EEG and Oxyhemoglobine

○重松佑奈*, 中山正哉*, 玉井臣人*, 石亀篤司*, 真嶋由貴恵*, 川野常夫**
*大阪府立大学 **摂南大学

SHIGEMATSU Yuuna, Nakayama Masaya, Tamai Takahito, ISHIGAME Atsushi, MAJIMA Yukie,
KAWANO Tsuneo

* Osaka Prefecture University **Setsunan University

1. はじめに

近年、熟練技術者がもつ技能を次世代の技術者へと継承することの難しさが問題となっている。たとえば、新米の看護師と比較して熟達した看護師は患者に注射を打つ際の痛みが軽減されることが多い。これは長年の経験により培われたものであり、口伝での継承は困難とされる。先の研究では、看護師が患者に声をかけることで脳波の同期を引き起こし、リラックスした状態で注射を打つことで痛みを感知させないようにしている可能性が高いことが判明した。¹⁾²⁾また人の思考、理性、感情は脳の中でも前頭前野に関係しているとされている。さらに、脳の局所血流変化は酸素化ヘモグロビン濃度変化ともっとも相関すると考えられている。

注射に関する研究を行う際倫理上の問題から実際に注射を行うことは難しく、代替手段として注射を模した刺激を与える必要がある。

そこで本研究では、同期研究をしていく上で注射時の痛み刺激の代替手段としてタブレットによる注射映像の投影および装着型静脈注射トレーナーによる模擬注射を用い、看護師・患者の脳波および前頭前野の酸素化ヘモグロビン濃度変化および α 波含有率の同期を比較することで注射刺激の代替手段を検討した。

2. 実験

本研究では、注射時の痛み刺激の代替手段としてタブレットによる注射映像の投影および装着型静脈注射トレーナーによる模擬注射を用い脳波と酸素化ヘモグロビン濃度変化を比較した。

2-1.使用器具

- (1) 脳波計（ミュージズブレインシステム：株式会社デジタルメディック社製） 2台
- (2) NIRS（ウェアラブル光トポグラフィ：株式会社NeU製） 2台
- (3) iPad(Apple社製)
より実際の注射に近く見えるよう患者の前腕を覆うことができるサイズのものを用いた。

- (4) 装着型静脈注射トレーナー(株式会社坂本モデル製)

患者役の腕に巻くため、刺入時の環境をより現実によく再現することができた。

2-2.実験概要

同意の得られた患者役 3 名、看護師役 1 名の計 4 名の被験者を以下の状態において脳波計および NIRS で同時計測した。

2-2-1. 平常時

目を閉じた平常時、目を開けた平常時をそれぞれ 30 秒としてとった。

2-2-2. タブレットによる注射映像の投影

前腕を覆う形で設置した台にタブレットを乗せた。タブレットの位置は、患者役から自分の腕のように見える場所とした。また、消毒・駆血帯については患者自身の腕に対して行い、その後タブレットを乗せる形とした。図 1 に実験の様子を示す。



図 1 注射映像での実験風景

2-2-3. 装着型静脈注射トレーナーへの模擬注射

腕に巻く形の装着型静脈注射トレーナーを用い、前腕部に装着し模擬注射を行った。また、消毒については装着型静脈注射トレーナーに、駆血帯については患者自身の腕に対して行った。

また患者役の被験者に対しては、実験前後に注射に関するアンケートを行った。アンケートでは、注射に対する恐怖心、注射のときに見ているところ、一番緊張したタイミング、注射映像と腕模型のどち

らがより恐怖心を感じたかを質問した。

3. 解析方法

脳波および Oxy-Hb 変化は、ヒトの精神状態を表すとされている。覚醒時における脳波は周波数ごとに、 θ 波 (4~7Hz)、 α 波 (8~13Hz)、 β 波 (14~25Hz) の三種類に大別される。以下の式を用いて 1 秒ごとの α 波含有率、 β 波含有率について算出した。

$$\frac{\sum_{f=8}^{13} N_f}{\sum_{f=4}^7 N_f + \sum_{f=8}^{13} N_f + \sum_{f=14}^{25} N_f} \quad (1)$$

ここで、 N_f は周波数 f [Hz] の各時刻におけるパワースペクトルを表す。ノイズを除去するため、2 次のバターワースフィルタ (カットオフ周波数 0.5Hz) による平滑化をした。

Oxy-Hb 変化については、NIRS を用いて前頭前野を計測した 10ch のうちの有効な 1ch を用いた。またサンプリング間隔が 0.2 秒であり、脳波と比較するために 1 秒ごとの平均を用いることとした。

4. 結果

個々の患者役の α 波含有率、 β 波含有率、酸素化ヘモグロビン濃度変化については大きな変化が見受けられなかった。しかし、看護師役の Oxy-Hb 変化については模擬注射の方がより大きく出る傾向となった。図 2 に看護師役の Oxy-Hb 変化の比較を示す。

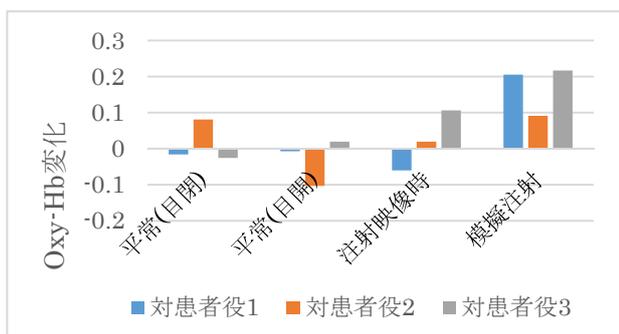


図 2 看護師役の酸素化ヘモグロビン濃度変化の比較

α 波含有率の同期現象に関しては、患者役がより恐怖心を感じていない手段がより同期したという結果となった。表 1,2 に注射映像でより恐怖を感じた患者役 3 の α 波含有率の推移を示した。

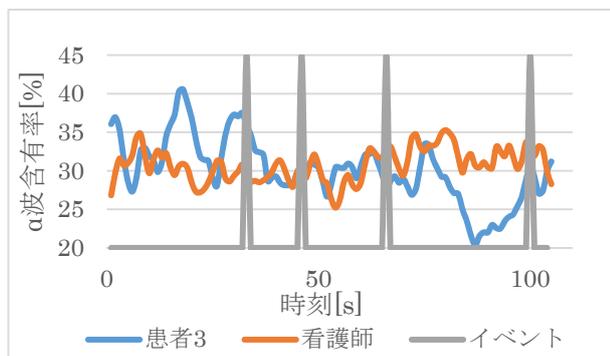


図 3 患者役 3 の注射映像時の α 波含有率

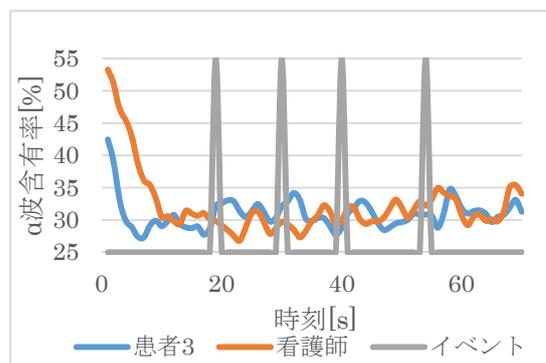


図 4 患者役 3 の模擬注射時の α 波含有率

5. 考察

今回の実験では、看護師役の Oxy-Hb 変化に大きな違いが出た。これは注射映像にでは映像を見ているだけであることに比べ模擬注射では注射針を刺すという工程があるため、より脳が活動したためであると考えられる。実際に注射を行うという手順が Oxy-Hb 変化に大きく影響を与えているため、看護師役の Oxy-Hb 変化を計測する際には模擬注射を使った方がよいと考えられる。

アンケートの結果によると、患者役 1,2 は腕模型への模擬注射により恐怖を感じ、患者役 3 は注射映像により恐怖を感じた。この結果は α 波含有率の同期として表れていた。患者役において 2 つの注射の代替刺激は個人の特性による影響が大きく一概にまとめることができなかった。

今後の課題として、今回は注射刺激の代替手段として注射映像と装着型静脈注射トレーナーの 2 つのみについて比較したが、その他のラバーハンド錯覚や注射映像を投影する手法等についても比較検証することがあげられる。また今回は看護師役が注射経験の豊富な方 1 人に固定して行っていたため看護師の特性による影響を検討できなかった。今後注射経験の浅い方など被験者のサンプルを増やす必要がある。

参考文献

- 1) 岸田直久 他: “注射技術における脳波の同期についての検討”, 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会 2014 講演論文集, p.1012-1010(2014)
- 2) 川野恒夫 他: “採血実施時における看護師と患者の脳波の同調現象”, 人間工学会関西支部 K404, (2014)

医学生を対象とした腹腔鏡下手術シミュレーターによる評価と 指導医による評価の関係性

Relation between evaluation of the laparoscopic simulator and
evaluation of the advising doctor for medical students

○山代和明*, 村上耕一郎**, 塩見尚礼***, 後藤彰彦****

*京都工芸繊維大学 **啜生会脳神経外科病院

長浜赤十字病院外科 *大阪産業大学

YAMASHIRO Kazuaki*, MURAKAMI Koichiro**, SHIOMI Hisanori***, GOTO Akihiko****

*Kyoto Institute of Technology, **Tesseikai Neurosurgical Hospital,

Nagahama Red Cross Hospital, *Osaka Sangyo University

1. はじめに

腹腔鏡下手術はその手技を習得するための練習に時間を要する。そのため、教育方法の進展が求められる。代表的なものの一つとしてシミュレーターがある。これはモニター上に仮想の臓器を配置し、それに対して鉗子を操作し、指定した手術を行うことができる。しかしながら、シミュレーターだけでは指導という立場を内包した教育はすることができない。

私たちは先行研究としシミュレーターを使用した医学生の眼球運動やその時の指導医の指導内容を纏めた結果を報告した。¹⁾

本報はシミュレーターによる評価と指導医による評価の関係性を調べ、指導としての教育を内包した教育システム構築の可能性を検証した。

2. 実験

2-1. 被験者

被験者は指導医としての資格をよする経験年数 18 年の外科医とした。

2-2. 測定対象

先行研究において対象とした医学生 37 人の作業をしている動画とした。医学生は指導を受け手術シミュレーターを使用したのは 2 回目であった。

2-3. 実験内容

図 1 に実験風景を示す。被験者は測定対象の動画を閲覧し、その作業に対して A, B, C, D, E の段階評価をした。A から良く E にかけて悪いという評価である。

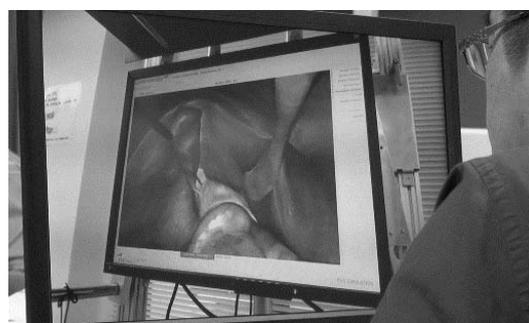


図 1 実験風景

3. 結果

3-1. 指導による医学生の評価

表 1 に指導医の評価によって分けられた医学生を示す。医学生が最も多く分けられたのは B 評価であり、次に C の評価であった。

表 1 指導医の評価によって分けられた
医学生の人数

評価	A	B	C	D	E
医学生(人数)	6	15	8	7	1

3-2. シミュレータの評価と指導医の評価の比較

医学生の使用したシミュレーターにおいて作業の結果は 67 項目で評価される。指導医の評価との関係性を明らかにするためにシミュレータの評価と指導医の評価の差異を明らかにした。それにより差異の見られた 23 項目を表 2 に示す。評価項目において 01 による評価と数値による評価をしていた。

本報では数値で評価をしている項目の内、56 番の左手鉗子の移動距離と 57 番の右手鉗子の移動距離に着目し、指導医によって行った段階評価ごとの平均値を求めた。E 評価については対象となった医学

生が1人だけなので平均値は求めていない。図2に56番の左手鉗子の移動距離のシミュレータの評価項目と指導医の評価を比較したグラフを示し、図3に57番の右手鉗子の移動距離のシミュレータの評価項目と指導医の評価を比較したグラフを示した。どちらの項目もA評価の医学生が最も移動距離が短く、C評価にかけて移動距離が伸びている。しかしながらD評価においてはB評価の医学生と近似の値であった。

表2 差異の見られた評価項目の一覧

番号	評価項目	意訳	評価方法
40	Actual result for Time Complete Task	作業の達成時間	数値
42	Actual result for Time Cautery Used	電気メスの使用時間	数値
43	Actual result for Duct Proximal Clipped	近位胆管のクリッピング	01表記
44	Actual result for Duct Distal Clipped	遠位胆管のクリッピング	01表記
45	Actual result for Artery Proximal Clipped	近位胆管動脈のクリッピング	01表記
46	Actual result for Artery Distal Clipped	遠位胆管動脈のクリッピング	01表記
47	Actual result for Duct First	胆管から処置をしたか	01表記
48	Actual result for Gallbladder Dissected	胆嚢の解剖	01表記
49	Actual result for Gallbladder Removed	胆嚢の除去	01表記
50	Actual result for Fluid Left	終了時点での体液残量の有無	01表記
51	Actual result for Blood Loss	出血量	数値
54	Actual result for Clips Placed	留置できたクリップの本数	数値
55	Actual result for Clips Dropped	失敗したクリップの本数	数値
56	Actual result for Left Path Length	左手鉗子の移動距離	数値
57	Actual result for Right Path Length	右手鉗子の移動距離	数値
58	Actual result for Excessive Blood	大量の血液	01表記
59	Actual result for Bleed Sim End	出血によるシミュレータの終了	01表記
60	Actual result for Damage Bile Duct	損傷胆汁漏れ	01表記
61	Actual result for Damage Cystic Artery	胆嚢動脈の損傷	01表記
62	Actual result for Damage Gall Bladder	胆嚢の損傷	01表記
64	Actual result for Damage Common Bile Duct	共通の胆管の損傷	01表記
65	Actual result for Duct Cut Before Clip	クリッピング前の胆管の切断	01表記
66	Actual result for Artery Cut Before Clip	クリッピング前の胆管動脈の切断	01表記

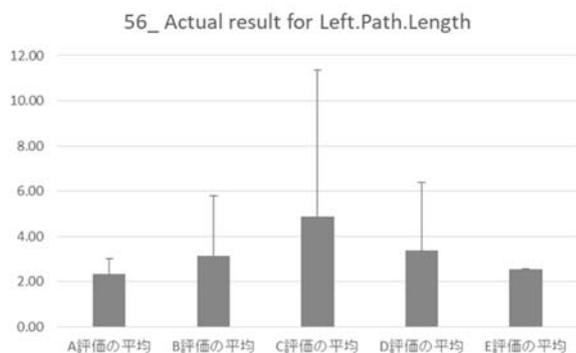


図2 56番の左手鉗子の移動距離_シミュレータの評価項目と指導医の評価の比較

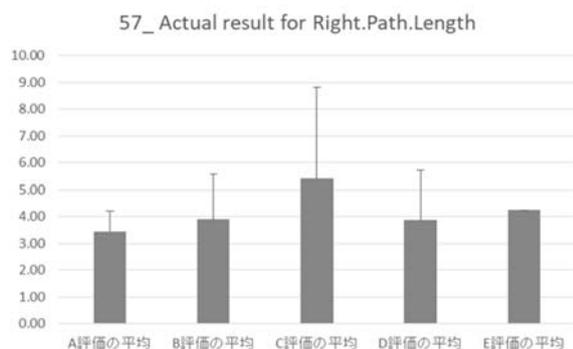


図3 57番の右手鉗子の移動距離_シミュレータの評価項目と指導医の評価の比較

4. 考察

鉗子の移動距離によって移動距離が短いほど指導医の評価がよいことが分かった。このことから指導医の評価と一致して評価することが可能と考えられる。しかしながらD評価においてもB評価に近似の値であった。そして指導医によってD評価を与えた医学生のうち、鉗子の操作方法に難がありD評価をしたと発言していた。このことからD判定の医学生で鉗子の移動距離が短いのは鉗子进行操作していない(動かしていない)ため、移動距離が短いと考えられる。そのため、シミュレータの評価だけではなく指導医の評価判断、すなわち鉗子操作(把持鉗子で把持しているか)などを評価できることでより正確な評価ができると考えられる。

5. まとめ

本研究によってシミュレータの評価と指導医の評価を比較することで医学生の作業の評価点を明らかにすることが可能であることが示唆された。また指導医の評価判断が教育支援システムの構築に有用であると考えられる。

参考文献

- 1) "Construct of Learning Model for Laparoscopic Surgery", K.Yamashiro, A.Goto, H.Shiomi, K.Murakami, DHM 2018, LNCS 10917, pp.558-566 (2018).

造血細胞移植患者のためのメンタルケアシステムのユーザ試用調査 User Trial of Mental Care System for Patients with Hematopoietic Cell Transplantation

○上甲志歩*, 大須賀美恵子*, 多田雄真**, 伊藤公美子**, 石川淳**

*大阪工業大学大学院 **大阪国際がんセンター

JOKO Shiho*, OHSUGA Mieko*, TADA Yuma**, ITO Kumiko**, ISHIKAWA Jun**

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

** Osaka International Cancer Institute

1. はじめに

造血細胞移植患者は感染予防のため無菌室(クラス 5)での長期に渡る治療となり、心理的・身体的に大きなストレスがかかる。そこでデザイン思考を用いたユーザ視点の開発をめざし患者にインタビューし、コンセプトを明らかにした¹⁾²⁾。本システムでは 360° インタラクティブ動画をを用いた 2 種類のコンテンツと 2 種類の映像提示方法をユーザが自由に選択でき³⁾、本人のスマートホンで見渡しやズームイン・アウトの視点操作ができる⁴⁾。医療従事者と移植患者のシステム評価でメンタルケアに有用である可能性が示された⁵⁾。本研究では多様な患者がいる中でどのような患者が本システムを好むのかユーザ試用調査を行い、コンテンツの拡大の指針を得る。

2. 開発したシステム

2-1. 映像提示方法

無菌室の壁と天井にプロジェクションマッピング (PM)で動画を投影し、開放感を与える。他の方法として没入感の高い Head Mounted display(HMD)がある。ユーザは体調や興味に応じて選択できる。

2-2. インタラクティブ動画

海や草原、外国の街並みなど予め用意したものと、360° カメラで撮影するリアルタイム動画の 2 種を提供する。後者は外の世界に接し、家族と体験を共有できるようにすることを目的としている。全天球映像は Unity にてバーチャル空間の球体に動画を張り付け、中心に視点カメラを配置しこれを操作して視点を動かす。リアルタイム動画では、360° カメラ映像出力用 PC に撮影している映像を表示、TeamViewer を用いて Unity を搭載した PC と画面共有する。Unity にてこれをキャプチャーしバーチャル空間の球体に 360° 動画として張り付けている。

3. ユーザ調査(倫理審査承認番号 2017-31-1)

3-1. 方法

大阪国際がんセンターの血液内科病棟(クラス 7 を保った無菌環境の病棟、面会・出入り制限あり)の廊下突き当りにある休憩スペース(Fig. 1)にて体験会(2018年9月18-19日10:00~17:00)を開いた。事前に体験会開催のチラシを病棟に掲示し(Fig. 2)、興味を持った患者に自由に参加・体験してもらい、簡易的なインフォームド・コンセントを得て意見・感想を得た。



Fig. 1 体験会の場所



Fig. 2 体験会募集のチラシ

PM(Fig. 3)とスピーカー、HMD を設営し、360° カメラは三脚に取り付け廊下に設置した。

予め用意した 360° 動画は、川のせせらぎが聞こえる森林、波が寄せて返す浜辺、音楽とともに自然の情景が変わるもの、様々な動物が迫るもの、人が行きかう外国の街並みのものなど 16 種類用意した (Fig. 4)。これらは以前行った移植患者へのインタビューから見たい風景の意見⁶⁾を基に選定した。

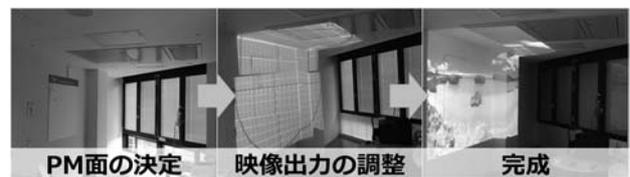


Fig. 3 PMの様子



Fig. 4 360° 動画の例 (海・森・N.Y.)

3-2. 結果

参加者の属性と体験内容を Table. 1 にまとめた。全員が“VR”についてテレビから言葉としての認識はあったが実際に体験することは初めてであった。7名はチラシを見て訪れ、VRに興味のなかった3名については医師や家族に勧められて参加した。

Table. 1 参加者の属性と体験内容

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
年齢	67	52	71	78	61	40代	60代	60代	57	50代
性別	男	女	男	女	男	女	男	女	女	女
VRに興味があつての参加	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×
体験した もの										
HMD	○	○	○	○	○	○	○	※※	○	○
プロジェクション マッピング	×	○	○	○	○	○	※	○	○	○
インタラクティブ動画	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
リアルタイム動画	×	×	×	○	○	○	※	※※	×	×

※ 検査時間が迫っていたため未体験

※※ HMDを自身の首で支えられないと医師によりストップ

PMは空間が広がったように感じ癒される、利用するために病室から出る理由になるという感想を得た。どの要素が癒しに貢献しているか尋ねたところ、壁と天井に投影すること、足元から聞こえる自然界の音が聞こえることが、自然に包まれている、外の世界を想像させリラックスした気分になると答えた。

リアリティと迫力においてはPMよりHMDが良いと体験した全員の支持を得た。しかし、眼鏡をかけている患者が多く、装着において窮屈さがあり、催しがあれば使いたいという意見にとどまった。目に疾患のある1名の患者は、普段は色がよくわからないですごしているが、HMDで久しぶりに遠くまで鮮明に色が見えて嬉しかったと話した。

チラシを見て訪れた7名のうち3名はどちらのコンテンツについても画質の粗さについて言及した。

HMD使用時、装着直後は上下に向いたり左右を見渡したりしたが、しばらくすると正面を向いたまま左右60°程しか首を振らなかった。

よく選ばれた動画は森と海である(Fig. 4)の左と中央。病気を患ってから外に行けない、病棟だと外界の様子がわからず自然に触れたいとの患者の願いから選ばれた。長く視聴されたものも森と海であった。外国の街並みは海外経験のある患者が好んだが、殆どは海外ではなく日本の観光地が見たいと言った。

リアルタイム動画は意義には賛同してもらえたが、自分が使いたいという人はいなかった。

4. 考察

4-1. 患者の特性について

画質について言及した3名は技術職(現役, OB)で、特にHMDに興味を持って体験に参加した人であり、期待値が高い傾向にあると考えられる。他7名は画質について触れず、映像内容について多くコメントした。今回参加していないVRに興味を持たない属性にも動画充実により受け入れられると予想する。

HMDの見渡しでは、参加者の半数は点滴の管があり無意識に動きが制約されていたと考えられる。

4-2. 動画コンテンツについて

よく選ばれた動画から、自然のものであっても、画面全体に揺らぎや動きがあるものがより映像への興味に繋がると思われる。この年代は海外などの未知の土地ではなく、なじみのある景観の動画を好むことがわかった。気温や季節と遮断された場所での治療のため季節を感じたいと切望していた。過去の経験を彷彿させることが重要になり、動画選択でタイトルに地名をつける改善も効果的だと考える。

造血幹細胞移植患者は若年患者も多い。リアルタイム動画のコンテンツは以前の意見聴取にて“家族と過ごしたい”という望みから生まれた⁹⁾。しかし、今回は対象が中高年となり、一人の時間の過ごし方を確立していたため、体験を誰かと共有する必要を感じておらず、興味を持つに至らなかったと考える。

5. おわりに

開発したシステムの体験会を開き、どのような患者が興味を持つか調査した。また動画充実に向けての指針を得た。今後は癒しや気分転換の効果について質問紙と生理指標を用いて評価する。

本発表の一部は、科研費基盤研究(C)18K10728の助成を受けて実施した。

参考文献

- 1) Ohsuga, Tada, et al: Interactive environment for hematopoietic stem-cell transplant patients, International Conference on Virtual Rehabilitation, 2017.
- 2) Ohsuga, Joko, et al: Mental support system for hematopoietic stem-cell transplant patients isolated in a protective environment, 23rd Annual CyberPsychology, CyberTherapy & Social Networking, 2018.
- 3) 上甲, 大須賀, 他: 造血細胞移植患者のための無菌室内メンタルケアシステムの開発. 生体医工学, Abstract, S80, 2018.
- 4) 上甲, 大須賀, 他: メンタルケアをめざしたインタラクティブ動画システムの操作方法に関する検討. 人間工学, 54, 1G4-4, 2018.
- 5) Joko, Ohsuga, et al: Development of Mental Care System for Patients Recuperating in a Sterile Room after Hematopoietic Cell Transplantation, 40th Annual International Conference of the Engineering in Medicine and Biology Society, 2018.
- 6) 上甲, 大須賀, 他: 閉鎖空間の造血細胞移植患者のための心身賦活システムの開発-ユーザ視点からのコンセプトメイキング-, 平成29年度日本人間工学会関西支部大会講演論文集, pp. 41-42, 2017.

平成 30 年度 日本人間工学会 関西支部大会

- 大会長 辻村 裕次 (滋賀医科大学 社会医学講座 衛生学部門)
- 事務局長 北原 照代 (滋賀医科大学 社会医学講座 衛生学部門)
事務局員 片倉 美千子 (滋賀医科大学 社会医学講座 衛生学部門)
加藤 正人 (滋賀医科大学 社会医学講座 衛生学部門)
- 実行委員 西田 直子 (京都学園大学 健康医療学部 看護学科)
白星 伸一 (佛教大学 保健医療技術学部 理学療法学科)
辻 修嗣 (生田病院 リハビリテーション科)
富田川 智志 (京都女子大学 家政学部 生活福祉学科)
岩倉 浩司 (滋賀医科大学大学院 医学系研究科)
久郷 真人 (滋賀医科大学大学院 医学系研究科)
山本 遼平 (滋賀医科大学大学院 医学系研究科)
- 実行補佐 久保 若菜
雲丹亀 彩香
亀井 風花
(京都女子大学 家政学部 生活福祉学科)

平成 30 年度 日本人間工学会 関西支部大会 講演論文集

発行日 2018 年 12 月 8 日

発行者 平成 30 年度 日本人間工学会関西支部大会 事務局

〒520-2192 滋賀県大津市瀬田月輪町

滋賀医科大学 社会医学講座 衛生学部門内

TEL 077-548-2187, FAX 077-548-2189

E-mail: jeskb30@belle.shiga-med.ac.jp

大会ウェブページ <http://www.shiga-med.ac.jp/~jeskb30/>

印刷所 滋賀医科大学 生活協同組合