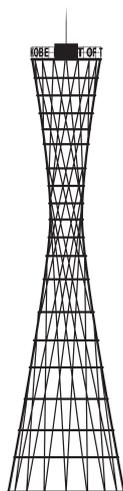




平成 29 年度
日本人間工学会 関西支部大会
Japan Ergonomics Society Kansai Branch

講演論文集



日時：平成 29 年 12 月 9 日（土）

場所：神戸産業振興センター

（神戸市中央区東川崎町 1 丁目 8 番 4 号）

主催：一般社団法人 日本人間工学会 関西支部

後援：兵庫県立工業技術センター

兵庫県立大学

大会スケジュール

平成 29 年 12 月 9 日 (土)

時間	A会場 (901号室)	B会場 (902号室)	C会場 (903号室)	D会場 (904号室)
10:30-11:33	GS1 一般セッション 身体動作	GS2 一般セッション 教育・学習・技能	GS3 一般セッション 医療・看護・介助	
11:33-12:50	昼食			評議員会・役員会合同会議 (11:40-12:40)
12:50-13:53	GS4 一般セッション ユーザビリティⅠ	GS5 一般セッション 生体計測Ⅰ	GS6 一般セッション 心理・ストレス	OS1 企画セッション (海事人間工学研究部会) 海と人
14:00-15:03	GS7 一般セッション ユーザビリティⅡ	GS8 一般セッション 生体計測Ⅱ		OS2 企画セッション 人間工学支援機関における 技術支援・研究事例の紹介
15:10-15:25	人間工学専門家認定機構の活動紹介 (A会場 901号室)			
15:30-16:30	特別講演 (A会場 901号室) 惑星ロボティック探査の現状と将来 ～あかつき金星探査を題材に～ 佐藤毅彦氏 (宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 教授)			
16:40-18:40	懇親会 (レセプションルーム1002)			

※発表時間 (一般セッション及び企画セッション) は1つの演題当たり 15分 (発表 12分、
質疑応答 3分) です。また、発表間の入替え時間は1分間です。

15:30 ~ 16:30

■ 特別講演 (A会場:901号室)

司会 才木常正 (兵庫県立工業技術センター)

惑星ロボティック探査の現状と将来

～ あかつき金星探査を題材に ～

○佐藤毅彦 (宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 教授)

12:50~ 13:53

■ OS1 企画セッション1 (海事人間工学研究部会) 海と人 (D会場:904号室)

オーガナイザー/座長 吉村健志 (海上・港湾・航空技術研究所)

OS1-1 海事人間工学研究部会の歩み

○吉村健志 (海上・港湾・航空技術研究所)

OS1-2 唾液硝酸イオンによる沿岸無線局オペレーターの心的負荷評価を目指して

○北村健一, 村井康二 (神戸大学大学院), 脇田慎一 (産業技術総合研究所)

OS1-3 表情の画像解析と生理計測による緊張ストレス状態の推定評価

○重森康佑 (大阪府立大学), 有馬正和, 北川末幾子 (大阪府立大学大学院),
中丸陽子 (太成学院大学)

OS1-4 竿先から得られた加速度波形の魚種による差異

○高田 優, 有馬拓海, 森田二郎 (神戸市立工業高等専門学校),
荒木 望, 前中一介 (兵庫県立大学), 瀧澤由佳子, 才木常正 (兵庫県立工業技術センター)

14:00~ 15:03

■ OS2 企画セッション2 人間工学支援機関における技術支援・研究事例の紹介 (D会場:904号室)

オーガナイザー/座長 平田一郎 (兵庫県立工業技術センター)

OS2-1 人間生活工学研究センターのものづくり支援

○畠中順子 (人間生活工学研究センター)

OS2-2 京都の伝統工芸で「食べる楽しみ」を叶える, 感性価値の高い機能性介護食器の開発

○竹浪祐介 (京都市産業技術研究所)

OS2-3 足の健康に配慮した地場産業の製品開発支援

○澤島秀成 (奈良県産業振興総合センター)

OS2-4 スマートフォンを活用した足計測によるシューズデザインプロセス

○後藤泰徳, 平田一郎 (兵庫県立工業技術センター)

10:30 ~ 11:33

■ GS-1 身体動作 (A会場: 901号室) 座長 有馬正和 (大阪府立大学大学院)

GS1-1 中敷きの厚さの違いが運動時の身体感覚に与える影響

- 三上隆司 (有限会社タッカコーポレーション),
山代和明, 幾久 健, 小山遥陽, 来田宣幸 (京都工芸繊維大学)

GS1-2 荷物荷重が立位身体動揺に及ぼす影響

- 東 章弘, 松井一洋 (福井工業高等専門学校)

GS1-3 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

- 松井一洋, 東 章弘 (福井工業高等専門学校)

GS1-4 クラシックバレエのプリエ動作の指導における着眼点の分類

- 権野めぐみ, 波多野 裕, 来田宣幸, 野村照夫 (京都工芸繊維大学大学院)

■ GS-2 教育・学習・技能 (B会場: 902号室) 座長 岡田 明 (大阪市立大学大学院)

GS2-1 描画スキル判別のための視線移動解析の試行

- 小坂洋明 (奈良工業高等専門学校)

GS2-2 海上における地形の把握について

- 赤坂柚子 (神戸大学), 渕 真輝, 藤本昌志, 廣野康平 (神戸大学大学院), 小西 宗 (海技教育機構)

GS2-3 操船シミュレータを用いた教育効果の検討について

- 片山裕貴 (神戸大学), 渕 真輝, 藤本昌志, 廣野康平 (神戸大学大学院),
臼井伸之介 (大阪大学大学院), 小西 宗 (海技教育機構)

GS2-4 学校・家庭における防災教育の経験が大学生の防災意識に及ぼす影響

- 澤井由希奈, 木村貴彦 (関西福祉科学大学)

■ GS-3 医療・看護・介助 (C会場: 903号室) 座長 山岡 俊樹 (京都女子大学)

GS3-1 閉鎖空間の造血細胞移植患者ための心身賦活システムの開発

—ユーザー視点からのコンセプトメイキング—

- 上甲志歩, 大須賀美恵子 (大阪工業大学), 多田雄真, 石川 淳 (大阪国際がんセンター)

GS3-2 AR技術による実在の車いすと仮想ユーザーの適合性評価システムの開発

- 西尾 大 (摂南大学), 福井 裕 (大阪府立大), 川野常夫 (摂南大学)

GS3-3 病院看護師のワークライフバランスの良し悪しに関連する失敗傾向や抑うつ状態

- 石松一真 (滋慶医療科学大学院大学), 畑 理恵, 中迫 勝 (大阪産業保健総合支援センター)

GS3-4 電動車いすのジョイスティック操作における腕の筋活動

—一尺側手根伸筋と尺側手根屈筋の活動関係性について—

- ROH HYUNSOO, 桑原教彰, 森本一成, 中迫勝 (京都工芸繊維大学大学院)

12:50 ~ 13:53

■ GS-4 ユーザビリティ I (A会場: 901号室) 座長 荻原 啓 (立命館大学)

GS4-1 没入型 VR 装置を用いた高齢者と若年者の間における車両スピード認知の比較

○内田勇人, 武原進拓, 篠倉良 真, 大野暢亮 (兵庫県立大学大学院), 田村祐一 (甲南大学),
ラビ・バラダン (ジョーンズホプキンス大学)

GS4-2 デジタルヒューマン技術の活用による製品の把持シミュレーション

○平田一郎 (兵庫県立工業技術センター), 宮田なつき, 多田充徳 (産業技術総合研究所),
後藤泰徳 (兵庫県立工業技術センター)

GS4-3 インタフェース操作時における眼球運動と主観評価の関連性の検討

○加藤里佳, 山岡俊樹 (京都女子大学)

GS4-4 音声ガイドアプリをもとにしたストーリー伝達手法について

○難波咲子 (京都女子大学大学院), 山岡俊樹 (京都女子大学)

■ GS-5 生体計測 I (B会場: 902号室) 座長 臼井伸之介 (大阪大学大学院)

GS5-1 起立補助椅子における起立動作の筋活動量とトルクの分析と評価

○富山大基 (近畿大学大学院), 廣川敬康, 北山一郎, 大政光史 (近畿大学)

GS5-2 インラインスケーターによるターン動作に関する筋シナジー解析

○波多野 裕, 来田宣幸, 野村照夫 (京都工芸繊維大学大学院)

GS5-3 驚愕性瞬目反射を用いた自動車のペダル踏み間違い時の動揺検出

○渡邊康教, 小谷賢太郎, 朝尾隆文, 鈴木 哲 (関西大学大学院)

GS5-4 舌の運動リハビリテーションシステムのための健常者運動能力評価

○中谷真太郎 (鳥取大学), 荒木 望 (兵庫県立大学), 西田信一郎 (鳥取大学)

■ GS-6 心理・ストレス (C会場: 903号室) 座長 森本一成 (京都工芸繊維大学大学院)

GS6-1 下肢着圧衣の心臓自律神経系活動に与える効果の精度評価

○中村英夫 (大阪電気通信大学), 片山博志, 喜多輝昌 (株式会社キタイ)

GS6-2 ロボットからの触覚刺激によるヒトの情動変化

○中村教磨, 中谷真太郎, 西田信一郎 (鳥取大学)

GS6-3 連続的時系列評価における曲線描画法の可能性

○西藤栄子, 神宮英夫 (金沢工業大学)

14:00 ~ 15:03

■ GS-7 ユーザビリティⅡ (A会場:901号室) 座長 川野常夫 (摂南大学)

GS7-1 タッチパネル端末の操作姿勢と心身負担に関する研究

○寺岡宏章 (大阪市立大学大学院), 山下久仁子 (大阪市立大学), 岡田 明 (大阪市立大学大学院)

GS7-2 タッチスクリーンによる任意形状ボタンの操作性に関する研究

○駒井美咲, 荒木望 (兵庫県立大学), 三浦久典, 才木常正 (兵庫県立工業技術センター)

GS7-3 呈色試験紙を用いた土壌分析における人に対する色判別装置の優位性

○有馬拓海, 高田 優, 森田二郎 (神戸市立工業高等専門学校), 松井謙介, 伊藤貴康 (明咲出荷組合), 才木常正, 瀧澤由佳子 (兵庫県立工業技術センター)

GS7-4 軽量コードレス掃除機の使いやすさ評価

○佃 五月, 加藤篤史 (シャープ株式会社), 平田一郎, 後藤泰徳 (兵庫県立工業技術センター)

■ GS-8 生体計測Ⅱ (B会場:902号室) 座長 村井康二 (神戸大学大学院)

GS8-1 非標的刺激数の違いがもたらすP300成分と脳内血行動態の特徴抽出

○吉川裕陽, 萩原 啓 (立命館大学)

GS8-2 呈示方法の異なる短期記憶課題における生理・心理差異

○笹部拓矢, 萩原 啓 (立命館大学)

GS8-3 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

○阪田真也, 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), 満洲邦彦 (東京大学)

GS8-4 身体部位の違いが視・触覚刺激による感覚間反応促進効果に及ぼす影響

○水池貴善 (大阪市立大学大学院), 山下久仁子 (大阪市立大学), 岡田 明 (大阪市立大学大学院)

人間工学専門家認定機構の活動紹介

15:10 ~ 15:25

■ 目指せ!人間工学専門家 (A会場:901号室) 司会 才木常正 (兵庫県立工業技術センター)

○山本雅康 (ボッシュ株式会社), 横井元治 (株式会社本田技術研究所), 福住伸一 (日本電気株式会社)

発表者へのご案内

- 発表は会場に設置したプロジェクタでパソコンを用いて行います。パソコンは各自ご持参ください。
- プロジェクタとパソコンを接続するケーブル端子はミニ D-Sub 15pin オスです。
特に、MacBook 等の異端子を有するパソコンを利用する方は必ず接続アダプターをお持ちください。
- 発表時間は一般セッションと企画セッション共に1つの演題当たり15分(発表12分、質疑応答3分)です。
また、発表の間は1分です。スムーズな入替えを行うため、次のご発表者はパソコンを立ち上げる等の準備をお願いします。
- 発表の経過時間をお知らせする予鈴を1回目10分(1鈴)、2回目12分(2鈴)に鳴らしますので、発表時間の厳守をお願いします。なお、1つの演題の終了を知らせる3回目の鈴も15分(3鈴)に鳴らします。
- 持参されたパソコンのトラブルが発生するかもしれません。
念のため、発表スライドのバックアップ・データ(USBメモリ)をご持参ください。
- 人間工学会会員の35歳未満または大学院に在籍している方は、平成29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、審査員(座長および優秀発表賞評価者)が推薦しております。

参加者へのご案内

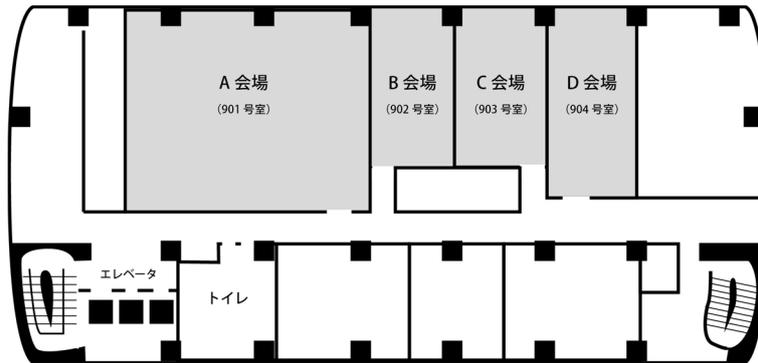
- 昼食は会場の10階レストラン「はあとす」をご利用できます。また、会場から徒歩5分程度の神戸ハーバーランド・モザイクには多くのレストランがあります。
- 休憩室は用意しておりません。ソフトドリンク券を配布しておりますので、レストラン「はあとす」をご利用ください。
但し、利用時間は11時から15時までの間となっておりますので、ご注意ください。
- 会場建物は全て禁煙となっております。喫煙は会場1階の正面玄関外にある灰皿付近でお願いします。
- 昼食時、D会場(904号室)では評議員会・役員会合同会議が行われておりますので、会議が終了するまでは入室しないでください。
- 懇親会会場は18時40分から会場の10F階レセプションルーム1002にて行います。当日参加も可能です。
- 本支部大会開催日は、通りや広場をイルミネーションで飾った「神戸ルミナリエ」も開催されております。行かれる方はJR神戸駅の東隣の元町駅で下車してください。駅の南側からルミナリエ会場にアクセスできます。

会場案内図（神戸市産業振興センター）

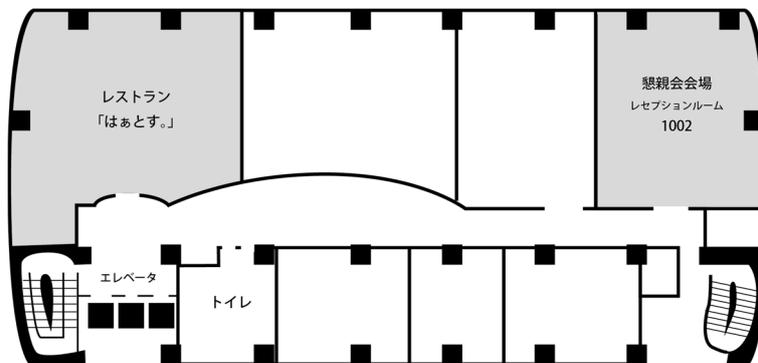


住所：〒650-0044 神戸市中央区東川崎町1丁目8番4号

発表会場（神戸市産業振興センター9階）



懇親会場（神戸市産業振興センター10階）



15:30 ~ 16:30

特別講演 (A会場:901号室)

惑星ロボティック探査の現状と将来

～ あかつき金星探査を題材に ～

佐藤毅彦 (宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 教授)

佐藤毅彦教授のご略歴

1992年、東京理科大学大学院理学研究科物理学専攻より博士（理学）の学位を授与。同年4月から、ハワイ大学天文学研究所の客員研究員として、木星赤外線オーロラの研究に従事。1993年10月にNASAゴダード宇宙センターに派遣研究員（所属はHughes STX社）として在籍し、木星オーロラ研究を継続。1997年春に帰国し、東京理科大学計算科学フロンティア研究センター講師（2001年4月まで）、熊本大学教育学部助教授（2006年11月まで）を経て、宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所教授に着任。2000年12月からPLANET-C金星探査計画（後の「あかつき」）に参加し、搭載カメラのひとつIR2の主任研究員を務める。また、2016年7月からは「あかつき」全体の科学とりまとめを行うプロジェクトサイエンティストを兼務する。現在の専門は、惑星大気における放射伝達や微粒子の性質、それらのダイナミクスなど。

1998年以降、惑星科学研究と並行して「科学教育」にも力を注ぎ、インターネット天文台（ガーナ）の設置・運用、星座カメラ（世界に8ヶ所）の設置・運用を通じて、子どもたちの科学学習をサポート。自身でも、年に20～30時間、小中学校の教壇に立つ。

惑星ロボティック探査の現状と将来 ～あかつき金星探査を題材に～

Failures in Robotic Planetary Missions: The "AKATSUKI" Case

○佐藤毅彦*

*宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所

SATOH Takehiko*

*Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency.

1. はじめに

日本初の金星探査機「あかつき」は、2010年5月21日に種子島宇宙センターからH-IIAロケット17号機により打ち上げられた¹⁾(図1)。惑星間空間を順調



図1：H-IIAロケット二段目から分離され金星へ向かう「あかつき」(右下の明るい部分は地球である)

に航行し同年12月7日に金星に接近、周回軌道へ投入するための逆噴射を行ったものの失敗した²⁾。万全を期したはずのこのオペレーション(以下ではVOI-1と呼ぶ)がなぜ失敗したのか、その背景や宇宙機の開発に関わる考え方などを紹介する。

2. VOI-1失敗の原因を探る

2.1 「あかつき」の主エンジン

逆噴射を行った主エンジン Orbital Maneuver Engine (以下ではOMEと呼ぶ)は、ヒドラジン燃料と酸化剤(MON-3)を用いる2液式で、500Nの推力を発生する。配管系(図2)は最上流に押しガスとしてHeタンク(打ち上げ時約23MPa)、そこから燃料系(図の左)と酸化剤系(同右)へ分岐し、押し出さ

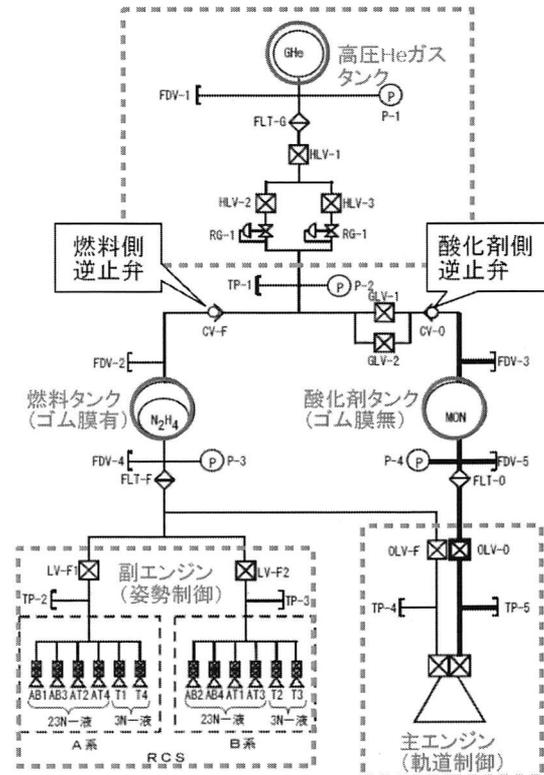


図2：「あかつき」推進系のブロック図

れた燃料と酸化剤は主エンジンの燃焼室に導かれ、そこで出会うことで化学反応を起こし推進力を得るのである³⁾。

想像できるように、燃焼室以外の場所で燃料と酸化剤が出会えば致命的な爆発を起こしかねない。そこで、最上流の分岐点から下流は、燃料側、酸化剤側の各々に逆流防止のための機構が配置されている。VOI-1失敗の直接的な原因は、燃料側逆止弁(CV-F)が何らかの原因で閉塞したことにあって考えられている^{4, 5)}。

燃焼室で出会う燃料(F)と酸化剤(O)は、 $F > O$ となるように設計されている。Oが不足気味の燃焼

とすることで温度を抑え、かつ余剰の F は燃焼室やスラストの内壁を伝わりそれらを冷却する役割をも担う（フィルムクーリングと呼ぶ）。ところが「あかつき」においては、CV-F の閉塞により、F の押し出しレートが低下してしまい、 $F < O$ という状態になってしまった。結果、燃焼室の異常高温を招き、セラミック製のそれは破断してしまったのである。

2.2 どのようにして逆止弁の閉塞は起きたか？

そもそも打ち上げ直後はこの逆止弁は正常に機能していた。「あかつき」は 2016 年 6 月に軌道上で OME の試し噴きを行っており、そのときに記録された各部の圧力・温度、そして得られた加速度はすべてノミナルに近いものであり、問題の兆しは見られていない。それが半年後の 12 月 7 日までの間に何が起こったのであろうか？

答えは逆止弁の構造にあった（図 3）。バルブはシール材として高分子材料を用いており、その中を徐々に燃料や酸化剤蒸気が「透過」することができたのである。したがって逆止弁より上流には本来 He ガスしかないはずであるが、ごく微量の燃料蒸気と酸化剤蒸気が混入し得る状況になっていたのである。

ヒドラジンと酸化剤が出会ったときの化学反応には

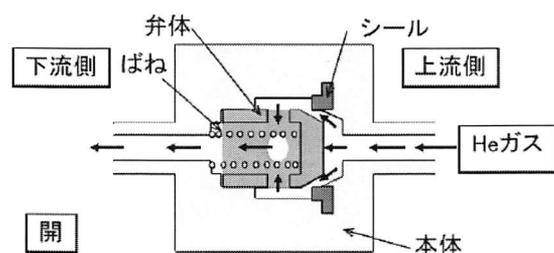


図 3a：逆止弁「開」時断面

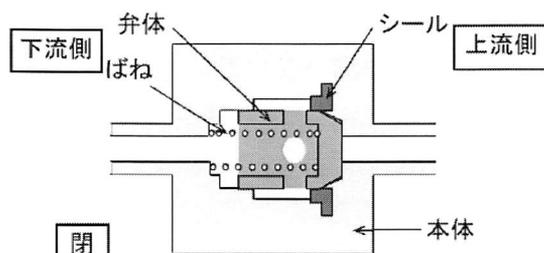
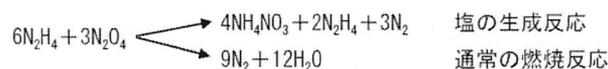


図 3b：逆止弁「閉」時断面

次の二つがある。



短時間に多量のヒドラジンと酸化剤が混合すると後者の爆発的反応が起き、ごく微量の場合は前者のゆっくりとした反応により「塩（硝酸アンモニウム）」を生じる。つまりこの「塩」が逆止弁を詰まらせる原因物質だったと現在では結論されている。

3. トラブルは回避できなかったのか？

3.1 推進系開発時の考え方

加圧ガス供給系配管内で、燃料蒸気と酸化剤蒸気が混合し反応して「爆発的圧力上昇」が生じる危険性は認識されており、それが起きないように各系統には、下記の二重の蒸気混合防止策が施されている。

- 燃料側：タンクの中にゴム膜を設けて燃料と加圧ガスを分離し、さらに燃料蒸気を含んだ加圧ガスが逆流しないように、逆止弁（CV-F）を配置する（図 2 左側）。
- 酸化剤側：遮断弁（GLV-1、2）と逆止弁（CV-O）を直列に配置する（図 2 右側）。
- 遮断弁は、閉故障に対して冗長性を有するように並列に 2 重化する（GLV-1、2）が、逆止弁（CV-F または CV-O）は、閉故障に対して冗長化しない。逆止弁を閉故障に対して冗長化しない理由は、他の宇宙機と比較しても一般的な設計であるためである。

こうした対策は正しく機能して「爆発的圧力上昇」は生じなかったのであるが、一方でゆっくりとした反応による「塩」の生成は起きてしまった。

3.2 事前の予測と見落としていたもの

「塩」を生成するレベルの蒸気混合が、なぜ事前に予測されなかったのであろうか？トラブルシューティングは、次のように進められた。

設計時、バルブを越えての推葉蒸気の移動は弁体とシールの隙間を通過する（徐々に漏れる）ことにより生じるとの考え方（リークモデル）に基づいて、その移動速度を算出していた。しかし VOI-1 失敗を

受けて、実推薬を用いバルブの上下流間の推薬蒸気の移動速度を測定したところ、リークモデルに基づく想定値より大きい移動速度が計測されたのである。こうして、推薬蒸気がバルブのシール材（高分子材料）を透過する事象が推薬蒸気の移動速度に関係している可能性が浮上した。

実測により、「あかつき」の逆止弁を越えての酸化剤蒸気移動は、リークよりも透過の効果が支配的であり、その移動速度はリークモデルで設計時に想定した値より大きかったのである（燃料蒸気の移動はリークモデルによる予測と大きくは違わなかった）。逆止弁（CV-O）および遮断弁（GLV-1、2）における酸化剤蒸気の移動速度の実測値を用いて、加圧ガス供給配管を移動する酸化剤蒸気の量を再推算したところ、推薬充填後から VOI-1 までの時間（約 6000 時間）に、CV-F と燃料タンクとの間の配管に移動した酸化剤蒸気の量は、設計予想値に比べて 2 桁多いと推算された。つまりこれが事前予測で見落としていた部分である。

3.3 検証試験

実機と類似形状の透明な逆止弁モデルの上下流に、軌道上経過時間における酸化剤移動量に相当するヘリウムガス+酸化剤蒸気、およびヘリウムガス+燃料蒸気を供給し、目視で塩が生成していることを確認した（図 4）上で、弁体の動作状態を確認する試験が行われた。試験の結果、10 回のうち 3 回において、ノミナルで「開」動作をする圧力の 2.5 倍に相当する押し込み力でも弁体が動かずに閉塞状態となっていることが確認され、塩の生成によって逆止弁が閉塞する可能性があることが確認されたのである。

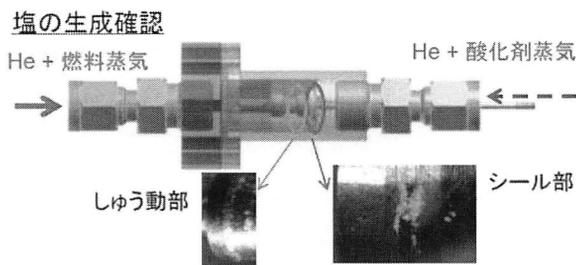


図 4：透明逆止弁モデルを作成して、シール部付近およびしゅう動部近傍に、固体の塩生成を確認

4. Lessons Learned

「あかつき」VOI-1 の失敗を分析し、その原因を究明した結果として、宇宙機用推進系設計基準の改訂が提言された（一部抜粋）。

- 推薬蒸気の移動については、リークと透過の両方の効果を考慮する。
- 特に、酸化剤蒸気の移動については、実液・実バルブ等による実測に基づいた定量化が必須である。バルブや推薬タンク内の気液分離膜は製品改良等により変わることもあり、サブシステム単位での加速試験による検証も適宜行う。
- 塩の生成によって、バルブの動作不具合が引き起こされる可能性があることを考慮して、採用するバルブの特性・個数・配置・配管構成等を、運用期間に対して適切に設定する。

5. VOI-R の成功と金星科学への貢献

5.1 失敗からのリカバリ

原因究明のあと、「あかつき」の金星周回軌道投入再チャレンジの計画が進められた。その多岐に渡る内容について本論では詳述しないが、代表的なものは以下のとおりである。

- 使えなくなった主エンジンに代わり、姿勢制御エンジン（図 2 の左下部）で軌道投入を行う実現性の検討と、実現可能な金星周回軌道の設計、それにより行える科学観測の評価
- 姿勢制御エンジン（触媒反応で燃焼）では不要となった酸化剤を宇宙空間へ投棄し探査機を軽量化する計画
- 約 6 年の期間（次の金星会合まで）におけるコンポーネントの熱環境・放射線環境予測と、設計寿命を越えることの影響の評価

特に「熱」は次の金星接近まで、金星軌道（太陽から 0.72 天文単位、1 天文単位は 1 億 5 千万 km）よりもさらに太陽に近い 0.6 天文単位の近日点を幾度も通らなければならず、非常に心配された事項であった。何とか、9 回の近日点通過を耐え、2015 年

12月7日に、姿勢制御エンジンを用い VOI-R を成功させたのである⁶⁾。

5.2 金星に到着して

金星に到着し科学観測を始めた「あかつき」、そこから届けられるデータは、まさに驚きの連続であった。代表的な発見として、

- 金星地面の起伏がその上空 70 km の雲頂に生じる巨大な重力波の発見⁷⁾ (図 5a)
- 雲頂より 10~20 km 下の「中下部雲層」に発生する赤道ジェットの発見⁸⁾ (図 5b)

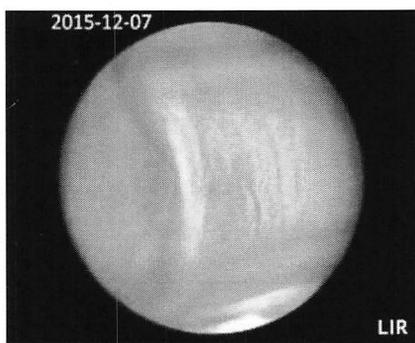


図 5a: LIR が捉えた巨大な重力波模様

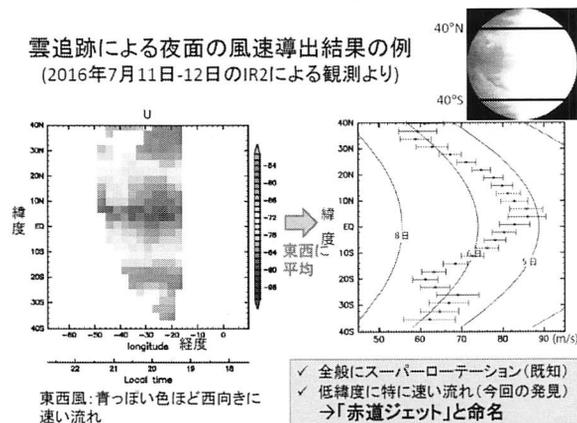


図 5b: IR2による「赤道ジェット」の発見

が挙げられる。本稿執筆時点で、6 台の科学観測機器のうち 2 台がそれらの共通制御装置の不調によりダウンしているが、残る 4 台は新しいデータを定期的に蓄積しており、失敗を乗り越えた「あかつき」は世界の金星科学・惑星科学に貢献し続けている。

6. おわりに

「あかつき」が VOI-1 で経験したトラブル=塩の生

成による逆止弁閉塞は、短期間のミッションであればそこまでの反応は進行しない、つまり気づかないままに終わる性質のものであった。つまり、月探査ミッションであれば同じ構成の推進系で問題は起きないであろう。逆に言えば、「月ミッションは成功したから、金星ミッションもそれでうまくゆくはず」は、やはり通用しない。慢心することなく謙虚にひとつずつ、可能性のあるトラブル要因をすべて見出しつづけてゆくことが宇宙ミッション成功の唯一の王道に違いないのである。

参考文献

- 1) Nakamura, M., et al.: Planet-C: Venus Climate Orbiter mission of Japan, Planet. Space Sci., 55, 1831-1842, doi:10.1016/j.pss.2007.01.009 (2007).
- 2) Nakamura, M., et al.: Overview of Venus orbiter, Akatsuki, Earth Planets Space, 63, 443-457, doi:10.5047/eps.2011.02.009 (2011).
- 3) PLANET-C 中間報告書, JAXA 宇宙科学研究本部・SES データセンター SES-TD-08-008 (2009 年 1 月) .
- 4) あかつき金星周回軌道投入失敗の 原因究明結果を受けた今後の改善事項, 宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所 (2012 年 1 月 31 日, ウェブ公開資料) .
- 5) 第 2 4 号科学衛星(PLANET-C)「あかつき」の金星周回軌道への投入失敗に係る原因究明及び今後の対策について, 宇宙開発委員会 (2012 年 2 月 1 日, ウェブ公開資料) .
- 6) Nakamura, M., et al.: AKATSUKI returns to Venus, Earth, Planets and Space, 68:75, doi:10.1186/s40623-016-0457-6 (2016).
- 7) Fukuhara, T., et al.: Large stationary gravity wave in the atmosphere of Venus, Nature Geoscience, 10, 85-88, doi:10.1038/ngeo2873 (2017).
- 8) Horinouchi, T., et al.: Equatorial jet in the lower to middle cloud layer of Venus revealed by Akatsuki, Nature Geoscience, doi:10.1038/ngeo3016 (2017).

海事人間工学研究部会の歩み

Activity Report of the Technical Committee on Maritime Ergonomics

吉村健志

海上・港湾・航空技術研究所

YOSHIMURA Kenji

National Institute of Maritime, Port and Aviation Technology

1. 設立の経緯と目的

海事人間工学研究部会は、平成25年に発足した比較的新しい研究部会であるが、海をフィールドとした人間工学的研究は古くから重ねられてきた。大橋によると、第一次産業に関する人間工学的課題に取り組む研究者の減少に伴い、研究者の層を多くの機関に増やし広げる必要性が指摘されており、若い研究者による新たな展開が望まれていた¹⁾。そこで、本研究部会は海と関わる人間を対象とするのは変えずに、これまで主な領域であった海上労働科学から、教育訓練、現場の安全性向上、労働安全衛生、交通の快適性、各種ナビゲーション機器、ヒューマンインターフェース、ロボット、バイオメタリック等に対象領域を広げた。また、研究者に限らず、教育者や現場の専門家にも参加を募り、それぞれの立場から問題点を議論し、実学的研究を活発に行える場を提供することを目的とした。本稿では、これまでの4年間の活動を報告する。

2. 研究会の開催

本研究部会は、日本人間工学会の全国大会で一般企画シンポジウムを提案することにより、海事関連研究の成果を発信するとともに、他領域・機関との情報交換の促進を図ってきた。表2は、これまで開催してきた研究会の概要である。自律航行船舶から釣り具の開

発、海女による匠の技の紹介まで、幅広い内容を取り上げて、対象領域の拡大に務めた。

3. 見学会の開催

会員・非会員を問わず若い研究者を対象に、海事関連施設の見学会を開催した(表1参照)。見学会と併せて、初学的かつ実学的な内容の講義もおこなっている。

参考文献

- 1) 大橋信夫, 久宗周二, 川崎潤二: 海上労働に関する労働科学的, 人間工学的研究の歴史と現状, 人間工学, Vol. 45, No.2, pp.71-81 (2009).

表1 見学会の開催

1	見学先	兵庫県立工業技術センター
	開催日	平成25年11月7日
2	見学先	日本郵船株式会社 東京 大井コンテナ埠頭
	開催日	平成26年11月27日
	講演	コンテナ船の運航について 井上一規 (東京海洋大学)
3	見学先	神戸大学 海事科学部 操船シミュレータ
	開催日	平成27年11月20日
	講演	Developmental Retardation Quantification Based on Brain Morphometry Analysis Syoji Kobashi (University of Hyogo)
	講演	Actual Maneuvering Performance of Big Cruise Vessel QUANTUM OF THE SEAS(168,666GT, 347.10m LOA) equipped with pod propulsion system Kazunori Fujise (Hakata Pilot Association, Japan)
4	見学先	東京湾海上交通センター
	開催日	平成29年9月8日



図1 研究部会のロゴ

表 2 研究会の開催概要

平成25年度		平成26年度	
開催日	11月7日	6月5日	日本人間工学会第55回大会
場所	兵庫県立工業技術センター	神戸国際会議場	
テーマ		海難0“ゼロ”を目指して～人間工学の取り組み	
講演1	漁船労働を対象とした時間研究 川崎潤二(水産大学校)	CPCを用いた衝突海難の数値化 竹本孝弘(東京海洋大学)	
講演2	兵庫県立工業技術センターにおけるヒューマンインタフェースに関する研究紹介 瀧澤由佳子(兵庫県立工業技術センター)	漁業での自主改善活動試み 久宗周二(高崎経済大学部)	
講演3		練習船実によるライフスキル変化の検討 太子のぞみ(神戸大学院)	
平成27年度		平成28年度-1	
開催日	6月13日 日本人間工学会第56回大会	6月19日 第52回日本交通科学学会総会・学術講演会	
場所	芝浦工業大学	東京都立産業技術高等専門学校	
テーマ	シーマンシップ	航行安全の課題と将来	
講演1	シーマンシップと海難 竹本孝弘(東京海洋大学)	航行安全を支える情報通信技術 丹羽康之(海上技術安全研究所)	
講演2	海事教育とシーマンシップ 古莊雅生(神戸大学)	航行安全を支える航法 田丸人意(東京海洋大学)	
講演3	一般社会から見たシーマンシップ マリンスポーツ愛好家から見たシーマンシップと湘南工科大学における教育事例 野中誉子(湘南工科大学)	航行安全を支える法学 逸見真(東京海洋大学)	
平成28年度-2		平成29年度	
開催日	6月26日 日本人間工学会第57回大会	6月4日 日本人間工学会第58回大会	
場所	三重県立看護大学	日本大学生産工学部	
テーマ	三重における海事分野の人の匠	超小型センサが切り開く、将来の海事研究	
講演1	三重における海事に関する人の匠 竹内千尋(志摩市議会議員/前志摩市長)	ウェアラブル生体センサの開発と海上労働への応用 樋口行平(アフォードセンス)	
講演2	海女と匠 山下真千代	口腔内総合センシング技術による潜水士の安全確保 瀧澤由佳子(兵庫県立工業技術センター)	
講演3		釣りを科学するセンサ技術 荒木望(兵庫県立大学)	

唾液硝酸イオンによる沿岸無線局オペレーターの心的負荷評価を目指して

Toward Evaluation of Coast Radio Station Operator's Mental Workload Based on Salivary Nitrate Assay

○北村健一** **, 村井康二*, 脇田慎一**

*神戸大学大学院 **産総研 阪大 先端フォトニクスバイオセンシング OIL

KITAMURA Kenichi* **, MURAI Koji*, WAKIDA Shin-ichi**

*Kobe University

**AIST – Osaka University Advanced Photonics Biosensing Open Innovation Laboratory

1. はじめに

本研究の目標は、生理指標を用いた心的負荷評価により、海事社会に関わる人々のヒューマンファクターや業務時に起こりうるヒューマンエラーの発見及び改善を探究することである。既に実績のある生理指標と比較して、本研究で採用する唾液硝酸イオン指標は、測定デバイスが小型であり、容易に持ち運べ、即時にその場で心的負荷評価を計測可能である利点を有する。

まず、海事社会の現場で本指標が有効であるか否かの確認、検証を行う必要があるが、その点については、博多港ポートラジオの沿岸無線局オペレータであるポートコーディネーターを対象とした実地実験により、唾液硝酸イオン指標の有効性を一例であるが示している¹⁾。我々は唾液硝酸イオン指標による心的負荷評価手法の確立を目指す為に、その応答とイベントの関連を精査する為にポートコーディネーターの業務を業務種類及びその業務で使用する使用機器に着目することで分類、細分化した。そして、ポートコーディネーターの業務内容をまとめたイベント表（業務表）を実務に対するワークサンプリングにより改善を重ねて、全てのイベントを網羅可能とした業務表と構築した^{2), 3)}。

本論では、完成した業務表を用いて、各イベントと唾液硝酸イオンの応答特性についての関係を検討、考察した結果を報告する。

2. 博多湾におけるポートラジオ実験

平成28年9月、博多ポートラジオ（福岡市博多区）において、ポートコーディネーターを対象にした唾液硝酸イオン測定実験を行った。データ測定は、実験環

境が通常業務時であることから、測定そのものが実験協力者にとっての負担にならないように、データ測定時間を5分間隔とした。実験協力者には、神戸大学の学術研究に係る行動規範：環境・安全への配慮、生命倫理の尊重のもとに規定された倫理基準に則った実験の説明を行い、同意（署名）を得ている。

2.1 実験協力者

本実験の実験協力者は、博多ポートラジオにおいて業務に従事するポートコーディネーター6名（男2人、女4人）、年齢22～35歳、業務経験年数は5ヶ月の新人から13年5ヶ月のベテランである。実験協力者A～Fの詳細を表1に示す。

表1 実験協力者

実験協力者	年齢(歳)	性別	業務経験年数
A	35	女	13年 5ヶ月
B	24	男	6年 5ヶ月
C	30	男	2年 10ヶ月
D	20	女	2年 5ヶ月
E	35	女	9ヶ月
F	22	女	5ヶ月

2.2 唾液硝酸イオン指標

ヒトは心的負荷を受けた際、血管内皮細胞から血中へNOが放出され、唾液に反映される。唾液腺から得た唾液NOは即時に酸化されてNO₃となる。

本論ではNO₃濃度により心的負荷評価を行うが、ヒトの心的負荷に対する唾液硝酸イオン生理指標の応答メカニズムから、唾液硝酸イオン濃度が高いと心的負荷は高いと評価する。測定器は市販のpHチ

ェッカーのセンサ部に独自の液膜カクテルを塗布することで硝酸イオンの測定を可能としている¹⁾。

3. 業務表

唾液硝酸イオン指標の有効性を検証するために、博多ポートラジオ実験において、ポートコーディネーターの心的負荷評価を行ってきた¹⁾。それら実験から構築した業務表は、業務項目を大分類とし、業務内容の項目を詳細に分類している。大分類は、“通信”、“見張り”、“情報収集”、“通報”、“会話”、“業務日誌記入”、“PC 操作”の業務作業である。

4. 業務表によるイベント特定と応答特性の検討

先行研究によりポートコーディネーターとともに構築した業務表を用いて、本論では実験時に記録された全ての発生イベントを唾液硝酸イオン濃度の変化傾向と比較することで、各イベントに対する応答の特徴について検討する。方法は以下のI~IVの4種類である。

(方法)

- I. 唾液硝酸イオン濃度のピーク。
- II. 唾液硝酸イオン濃度の増加傾向。
- III. 唾液硝酸イオン濃度のボトムピーク。
- IV. 唾液硝酸イオン濃度の減少傾向。

5. 結果と考察

図1に、大分類の一つである通信業務をメインに担当する実験協力者Fに対する唾液硝酸イオン濃度の測定結果の一例を示す。実験協力者は新人であり、業務は上司である実験協力者Aとともにいった。図1は縦軸に硝酸イオン濃度をスケールで、横軸に実験時刻を示している。図1におけるI~IVは4節で示した方法により抽出されたイベントである。

1秒単位のワークサンプリングにより抽出したイベント数は計404件であった。その内の58.7%は業務表における大分類の項目「PC操作(138件)」、「業務日誌(98件)」が占める結果となった。

抽出されたイベントはI~IVの順に13件、21件、11件、19件となった。Iの評価方法では、業務日誌、通信業務が心的負荷要因となることが多かった。

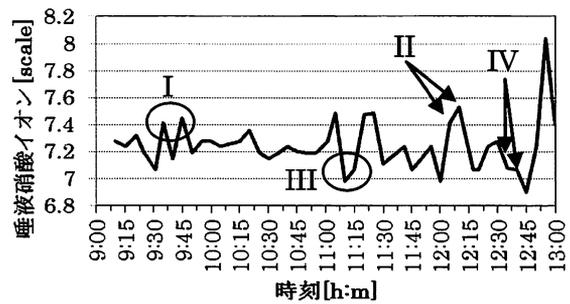


図1 唾液硝酸イオン測定結果

IIの評価方法では、上司との会話(7件)、通信(5件)、見張り(2件)が心的負荷要因であると明確にわかった。

IIIの評価方法では、業務日誌記入(5件)、PC操作(5件)が心的負荷の少ない業務となった。

IVの評価方法では、PC操作及び業務日誌記入が続くケース(11件)、並びに会話及び通信を経てPC操作、業務日誌記入に至るケース(7件)が見受けられた。前者は心的負荷の少ない業務が続いたことによる結果、後者は心的負荷の高い業務が終わったことにより心的負荷が軽減されたと考える。

本結果から、前回の方法³⁾(II)及び減少傾向を加味する新規の方法(IV)による業務抽出方法が最適であり、業務表からうまくイベントを識別することが可能であることが分かった。

参考文献

- 1) K. Kitamura, K. Murai, and S. Wakida: Evaluation of mental Workload for a Newly - Appointed Pilot Using Salivary NO_3^- Concentration and LF/HF Values, Compared with Port-Coordinator, Proceedings of the IFSA-SCIS 2017 (2017)
- 2) K. Kitamura, K. Murai, S. Wakida, and M. Rooks: Evaluation of Mental Workload for Port-Coordinator on an Individual Scale Using Salivary NO_3^- , Transactions of Navigation, vol.2, No.1, pp. 15-23 (2017)
- 3) D. Kamioka, K. Murai, K. Kitamura, and S. Wakida: Construction of Port-Coordinator Duties List for Mental Workload Assessment, Proceedings of 2017 IEEE SMC, pp.3409-3414 (2017)

表情の画像解析と生理計測による緊張ストレス状態の推定評価

Estimation and Evaluation of Mental Stress by Facial Expression Analyses and Physiological Measurements

○重森康佑*, 有馬正和**, 北川末幾子***, 中丸陽子****

*大阪府立大学工学域 **大阪府立大学大学院工学研究科

大阪府立大学大学院看護学研究科 *太成学院大学看護学部

SHIGEMORI Kosuke*, ARIMA Masakazu**

KITAGAWA Makiko***, NAKAMARU Yoko****

*College of Engineering, Osaka Prefecture University

** Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University

*** Graduate School of Nursing, Osaka Prefecture University

**** Faculty of Nursing, Taisei Gakuin University

1. はじめに

四方を海に囲まれた我が国にとって、安全な海上輸送の実現は極めて重要な課題である。近年、船舶事故の総数は減少している（平成28年度で2,014隻）ものの事故原因別の割合を見ると、見張り不十分(391隻, 19%), 操船不適切(274隻, 14%), 機関取扱(170隻, 8%)で、過去5年間ではこれら人為的要因（ヒューマンエラー）が77% (8,327隻) を占めている¹⁾。筆者らは、練習船の乗組員の協力を得て実施した実験で、明石海峡などの輻輳海域や視界が悪い中を航行する場合に航海士のストレスレベルが高くなることを明らかにしている²⁾。ストレスの推定には、自律神経系の心電図を解析して得られる心拍変動性指標が用いられることが多いが³⁾、心電図の計測には人体に電極を装着する必要があるため、筆者らは、非接触で計測することのできる顔の表情に注目し、ストレスレベルを推定・評価することのできる手法の構築を進めてきた。池田らは、フーリエ記述子法を用いて眼や口といった表情要素の輪郭形状を定量的に表現し、両眼と口のフーリエ記述子の变化から感情表出を推定する方法を提案している⁴⁾。しかし、人手によって眼や口の輪郭形状を抽出していたため、解析には膨大な時間と労力を要していた。

そこで本研究では、緊張ストレス環境における顔の表情から画像解析技術によって両眼と口の輪郭形状を自動で抽出し、これらのフーリエ記述子の变化からストレスレベルを推定・評価するための手法の構築を試みた。

2. 表情の画像解析

2.1 眼、唇の検出

顔の表情を画像解析するにあたって、本研究では、変化の現れやすい眼と唇に注目した。カメラから取得した画像からオープンソースツールキットとして良く知られるOpenFrameWorks, FaceTrackerを用いて眼と唇の部位を検出する。FaceTrackerでは輝度値のみを表示するグレースケールに変換された画像から顔の部位を検出する。原画像およびR, G, B成分のみを抽出したものをグレースケール化した画像を図1に示す。これよりRGBのR成分のみの画像が陰影等のノイズの影響を受けにくいことがわかったので、本研究ではR値をグレースケール化した画像を解析することとした。検出部位の画像を2値化し、輪郭のみを取得することで輪郭形状の変化を解析する。

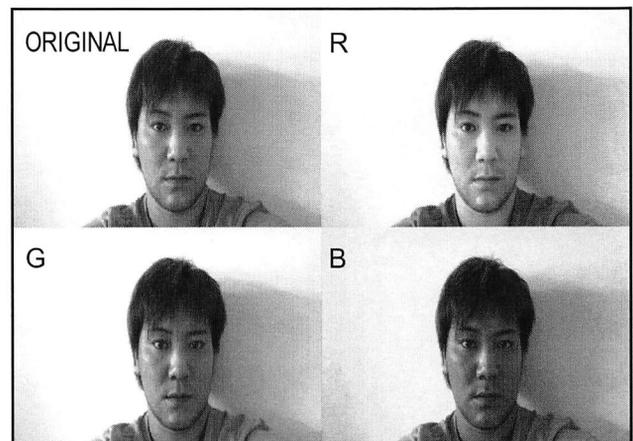


図1 原画像とR, G, B画像のグレースケール変換

2.2 輪郭の抽出

表情要素の輪郭を抽出するための画像の2値化および輪郭形状の抽出方法を、それぞれ図2と図3に示す。画像の2値化において、輝度の閾値で分ける方法では陰影等のノイズの影響が大きく正確な輪郭形状が得られないことがわかったので、元のカラー画像のRGB比をもとに閾値の条件を適切に設定することで、より精度の高い手法とした。図3のように、輪郭画像の縦方向(y座標)にスキャンをして最大と最小を残すことで表情要素の輪郭を取得している。

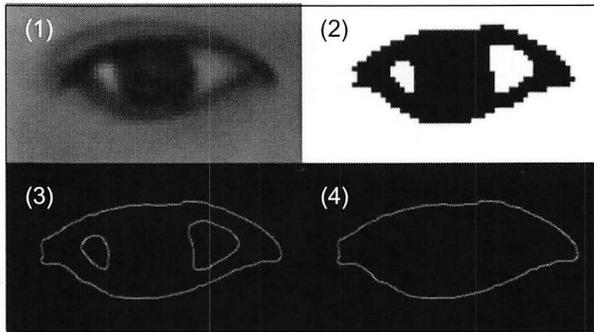


図2 画像解析による輪郭形状の抽出

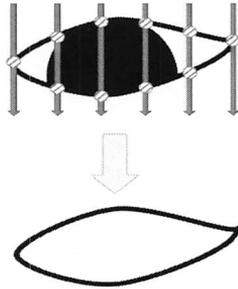


図3 輪郭形状の抽出方法

このようにして得られた両眼と口の輪郭形状の一例を図4に示す。

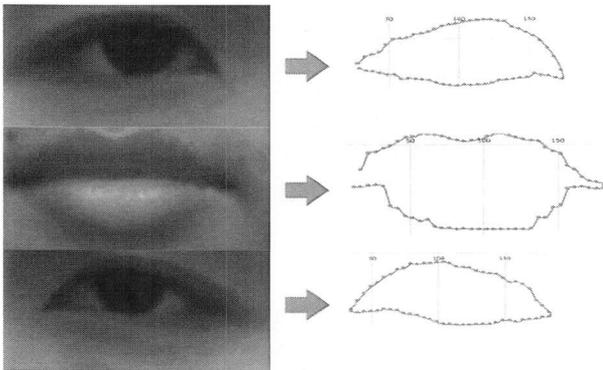


図4 抽出された両眼と口の輪郭形状の一例

2.3 フーリエ記述子法

本研究では、形状を定量的に解析する手法として、フーリエ記述子法を用いる。閉曲線を周波数における振幅成分と位相成分により表現することが可能で、しかも閉曲線(表情要素である眼や口の輪郭形状)の変化を把握しやすいZ型フーリエ記述子を用いることとする。始点 $Z(0)$ から閉曲面を時計回りに s だけ進んだ点を $Z(s)$ とし、その点における方向ベクトルと水平軸とのなす角を $\varphi(s)$ とする。始点における偏角を $\varphi(0)$ とし、閉曲線の周長を L とすると、終点における偏角 $\varphi(L)$ は、 $\varphi(L) = \varphi(0) - 2\pi$ となり、始点と終点において偏角に 2π の差が生じ、不連続な関数となる。閉曲線では始点と終点は一致するため、

$$\varphi^*(t) = \varphi\left(\frac{L}{2\pi}t\right) + t, \quad t = 2\pi\frac{s}{L} \quad (1)$$

と正規化することで、始点と終点の偏角が一致する周長 L の周期関数となる。 $\varphi^*(t)$ をフーリエ級数展開すると、

$$\varphi^*(t) = \mu_0 + \sum_{k=0}^{\infty} (a_k \cos(kt) + b_k \sin(kt)) \quad (2)$$

となり、こうして得られる有限個のフーリエ記述子 a_k, b_k によって、不規則な閉図形の形状特徴を記述することが可能となる。ここに、

$$\mu_0 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \varphi^*(t) dt \quad (3)$$

$$a_k = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \varphi^*(t) \cos(kt) dt \quad (4)$$

$$b_k = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \varphi^*(t) \sin(kt) dt \quad (5)$$

である。また、振幅成分 A_k と位相成分 α_k により、

$$\varphi^*(t) = \mu_0 + \sum_{k=0}^{\infty} (A_k \cos(kt - \alpha_k)) \quad (6)$$

と変形できる。ただし、

$$A_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2} \quad (7)$$

$$\alpha_k = \tan^{-1}\left(\frac{b_k}{a_k}\right) \quad (8)$$

である。

3. 心拍変動性評価

図 5 に示す心電図波形の R-R 間隔のゆらぎとして表される心拍変動は交感神経および副交感神経の活動を反映することが知られている⁵⁾。本研究では、図 6 に示される、この心拍変動のパワースペクトル密度関数の低周波成分 LF と高周波成分 HF を用いて算出する交感神経活動指標 (SNS: Sympathetic nervous system) と副交感神経活動指標 (PNS: Parasympathetic nervous system) を導入して心拍変動の評価を行った。SNS と PNS は、次式で与えられる⁴⁾。

$$SNS = \frac{\sum LF}{\sum HF} \quad (9)$$

$$PNS = \frac{\sum HF}{\sum LF + \sum HF} = \frac{1}{\frac{\sum LF}{\sum HF} + 1} = \frac{1}{SNS + 1} \quad (10)$$

交感神経が活性化しているときは LF 成分が増加し、HF 成分が減少するので、SNS の値は大きくなる。一方、副交感神経が活性化しているときには、HF 成分と LF 成分の値の両方が大きくなるので、SNS の値は小さくなる。また、PNS は LF 成分と HF 成分を合わせたものに対する HF 成分の含有率を表している。よって、交感神経が活性化すると PNS の値は減少し、副交感神経が活性化すると増加する。これらの指標によって緊張ストレス状態にあるか否かが推定・評価できる。

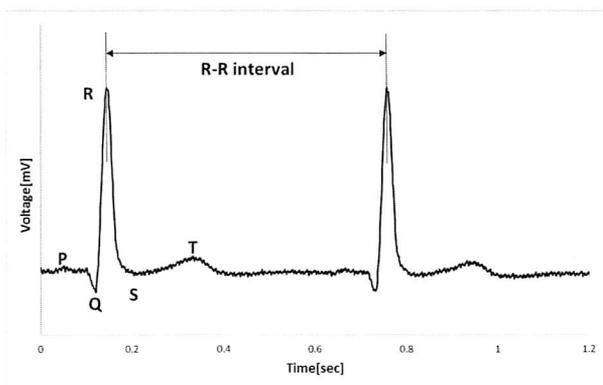


図 5 心電図波形と R-R 間隔の一例

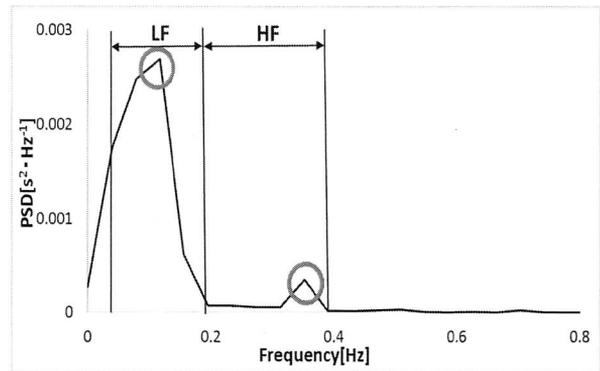


図 6 LF と HF の算出

4. 緊張ストレス環境における生理計測実験

緊張ストレス環境における生理的応答を計測するため、被験者に内田クレペリン検査⁶⁾を行ってもらい、アフォードセンス社製の絆創膏型ワイヤレス生体センサ Vitalgram を用いて心電図を計測した。また、内田クレペリン検査の実施前後と途中 5 分毎に表情の動画を取得することで表情要素の輪郭形状に特徴的な変化があるかどうかを検討する。

ここでは、被験者 A の解析について述べる。図 7 は、被験者 A の交感神経活動指標 SNS の推移を示す。

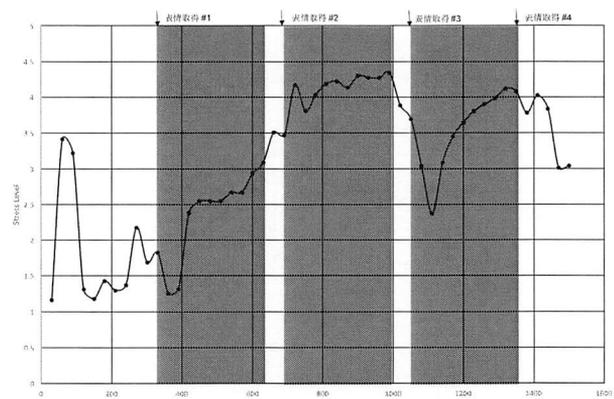


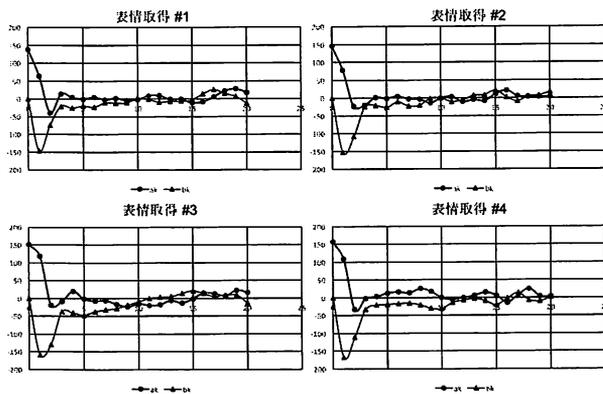
図 7 交感神経活動指標の変化 (被験者 A)

ハッチ部分が内田クレペリン検査を実施している時間であり、1 分間の表情録画時間を挟みながら 5 分間を 3 回、計 15 分間行った。表情は、30 秒間動画で撮影し、陰影等のノイズ混入や瞬きの画像を避けるため 3~5 フレーム毎に無作為に抽出した静止画像 5 枚を解析し、両眼と口の輪郭形状をフーリエ記述子で表現し、その平均値を用いることとした。

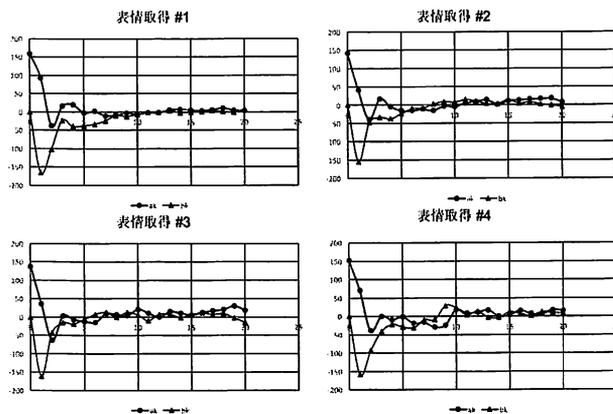
5. 緊張ストレス環境の表情解析

被験者Aの表情解析結果を図8に示す。図は、上から右眼、左眼、口のフーリエ記述子 a_k (●)と b_k (▲)の変化を表している。表情は、図7に示すように、内田クレペリン検査の前(#1)と検査中(#2・#3)、検査直後(#4)の4回取得したものである。表情要素の形状変化を定量的に捉えられていることがわかる。

(a) 右眼



(b) 左眼



(c) 口

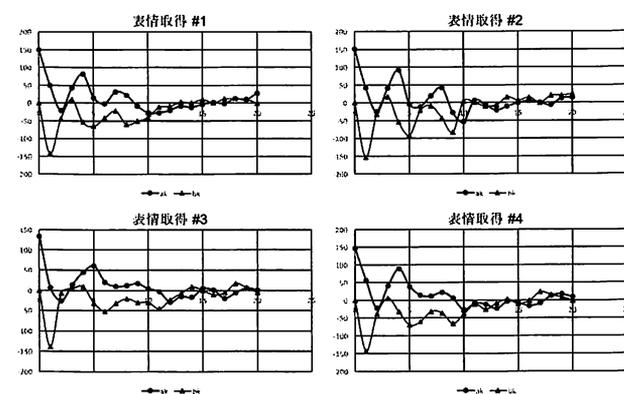


図8 内田クレペリン検査時の表情変化(被験者A)

6. おわりに

本研究では、ヒューマンエラーを未然に防ぐことを最終目標として、顔の表情から緊張ストレスレベルを推定するための手法の構築を試みた。表情の中でも特に生理的・心理的な変化が現れやすいと考えられる両眼と口に着目し、これら表情要素の輪郭形状を画像解析によって抽出する方法を開発した。フーリエ記述子法によって両眼と口の輪郭形状を定量的に把握し、その変化を解析することによって緊張ストレス状態を推定・評価する。

本手法を構築する過程で2名の被験者の協力を得た。現段階では被験者の数が少なく、これら表情要素の変化と緊張ストレス状態との定性的な関係は明らかになっていない。心拍変動性指標に基づく緊張ストレス状態の変化と表情要素の定量的な変化との関係を明らかにするためには、さらに多数の被験者の表情を解析する必要があると考えている。さらに、航海中の航海士の表情および心電図の計測を行い、緊張ストレス状態における表情と心拍変動性指標の関係を明らかにしていきたい。

参考文献

- 1) 海上保安庁: 平成28年海難の現況と対策~大切な命を守るために~ (2017).
<https://www6.kaiho.mlit.go.jp/info/marinesafety/genkyototaisaku/2017/all.pdf> [2017.03.15公表]
- 2) M. Arima, S. Kii: Development of an autonomous human monitoring system for preventative safety in sea transportation, Proc. of OMAE2013, OMAE2013-10504, pp.1-6 (2013).
- 3) 荒木大翔, 有馬正和: 生理指標に基づく緊張ストレス状態の推定モデルの構築, 平成28年度日本人間工学会関西支部大会講演論文集, pp.66-69 (2016).
- 4) 池田和外, 有馬正和, 細田龍介: フーリエ記述子による表情の特徴表現, 平成16年度日本人間工学会関西支部大会講演論文集, pp.214-217 (2004).
- 5) European Society of Cardiology: Heart rate variability, European Heart Journal, pp.354-381 (1996).
- 6) 日本・精神技術研究所: 内田クレペリン検査.
<http://www.nsgk.co.jp/sv/kensa/kraepelin/> [2017.10.26閲覧確認]

竿先から得られた加速度波形の魚種による差異

Difference Between Fish Species in Acceleration Waveform Measured at Rod Tip

○ 高田優*, 有馬拓海*, 森田二郎*, 荒木望**, 前中一介**,
吉田陽一***, 瀧澤由佳子****, 才木常正**,****

*神戸市立工業高等専門学校 **兵庫県立大学大学院

株式会社がまかつ *兵庫県立工業技術センター

TAKADA Yu*, ARIMA Takumi*, MORITA Jiro*, ARAKI Nozomu**, MAENAKA Kazusuke**,
YOSHIDA Yoichi***, TAKIZAWA Yukako****, SAIKI Tsunemasa**,****

*Kobe City College of Technology, **University of Hyogo,

Gamakatsu Pte. Ltd., *Hyogo Prefectural Institute of Technology

1. はじめに

島国である日本では、非常に多くの人が魚釣りを楽しんでいる⁽¹⁾。一口に釣りと言っても、投げ釣り、ウキ釣り等の多くの種類があり、それぞれにおいて個別の技量が必要となる。そこで、著者らは初心者がかつ熟練者のように魚釣りが可能になることを目的に、MEMS (Micro Electro Mechanical System) センサを用いた様々な釣り支援システムについて提案し検討してきた^{(2), (3)}。

そこで、今回、アタリ(魚の捕食動作に伴った釣り糸を介して生じる釣竿等の動き)を MEMS センサで検知して魚種毎の最適なアワセ(釣竿を煽ることで魚を釣針に掛ける)のタイミングを釣り人に提示するシステムを提案する。本稿では、このシステム実現のため、まず、釣竿の先端から得られた加速度データを基に、魚種毎にアタリの差異があるかを調べたので報告する。

2. 実験方法

実験で用いた釣竿(がまかつ製 EG-R S82MH)は全長(竿先と竿元部を継いだ長さ)2.56mであり、これに3軸加速度センサ(STMicroelectronics製, LIS2DH12)を竿先位置に取り付けている(図1参照)。加速度センサのサイズは2×2×1mmであり、測定可能加速度は±24.5G(240m/s²)である。このセンサから得られた加速度データは、SPI通信方式でARMマイコン(NXP製, LPC1768)に送信された後、シリアル

通信でノートパソコン(Lenovo製, ThinkPad Yoga12, COREi3-5005U 2.0GHz)に取り込まれる。加速度データのサンプリング周波数は500Hzである。

この加速度センサを実装した釣竿を用いて、平成29年8月28日と9月8日、兵庫県神戸市の須磨海水浴場中央の防波堤でフィールド実験を行った(図2参照)。このときの天候は両日とも晴れ時々曇り、風速は1m/s以下とほぼ同じ条件であった。実験では、投げ釣り(リール:スピニング, 道糸:PE0.6号, 錘:中通し4号, ハリス:フロロ1号, 一本針:流線9号, エサ:石ゴカイ)により、図3に示す2種類の魚(真鯛とキュウセン)を釣り、そのときの竿先の加速度を測定した。ここでは、加速度センサの3軸方向全ての加速度を測定しておらず、釣竿長手方向に対して垂直方向、つまり、アタリ時に最も大きな加速度が得られると考えられる1軸方向のみの加速度を測定した。

3. 実験結果

真鯛とキュウセンのアタリ時の竿先加速度の時間的変化の典型例を図4(a), (b)にそれぞれ示す。ちなみに、これらの図の波形は、アタリによる竿先の加速度変化だけではなく、竿をほぼ水平方向に保持しているので重力の加速度成分に相当する約-10m/s²が常に加味されている波形となっている。

図 4(a)の真鯛のアタリによる加速度の変化を見ると、200 ms 付近で 20 m/s^2 程度の大きな変化を生じ、その後は典型的な減衰波形となっていることが確認できる。このことから、真鯛のアタリは1回のインパルスの衝撃であることがわかる。一方、図 4(b)のキュウセンの加速度の変化を見ると、400 ms 付近で 20 m/s^2 程度の変化が生じた後、550 ms, 660 ms, 740 ms 付近でも加速度の増加が見られ、単純な減衰波形ではないことが分かる。このことから、キュウセンのアタリは真鯛のそれとは異なり、100 ms 程度の間隔で断続的に繰り返すような衝撃であるといえる。このような違いが生じた理由として、著者らは、口の比較的大きな真鯛は餌を吸い込み一瞬で捕食するのにに対し、口の小さなキュウセンはエサをついばみながら捕食しているのではかと想像している。

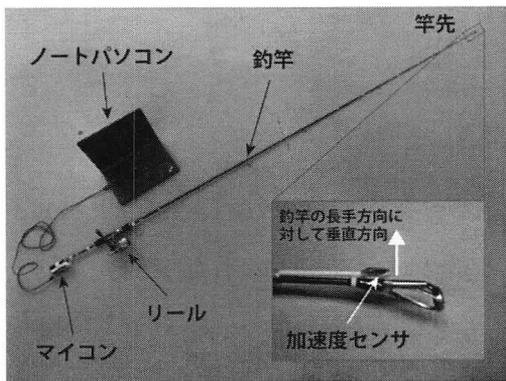


図 1 竿先の加速を測定するシステム

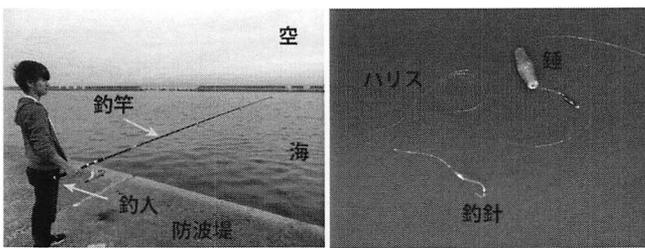
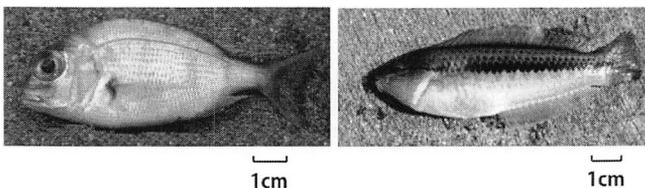
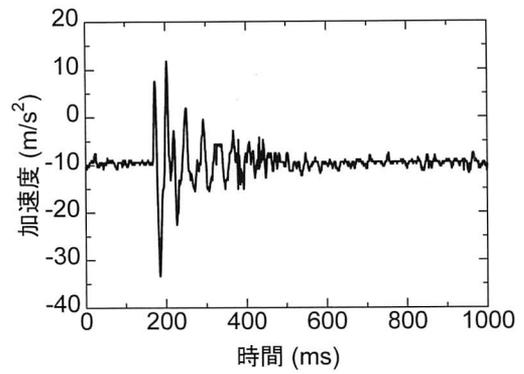


図 2 フィールド実験の現場風景(9月8日)と
使用した仕掛け

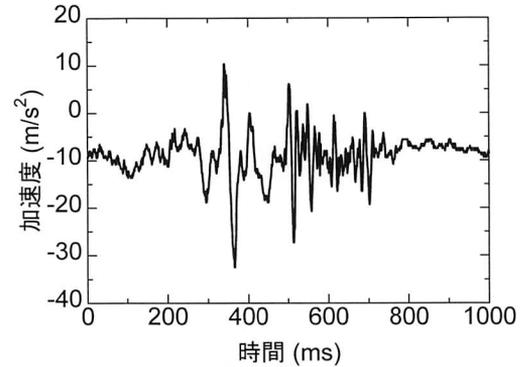


(a) 真鯛 (9月8日) (b) キュウセン (8月28日)

図 3 釣った魚



(a) 真鯛



(b) キュウセン

図 4 アタリ時の竿先加速度の時間的変化の典型例

4. まとめ

本研究で、魚釣りのアタリを MEMS センサで検知して魚種毎の最適なアワセのタイミングを釣り人に提示するシステムを提案した。そこで、フィールド実験で得られた穂先の加速度データを基に、真鯛とキュウセンのアタリの差異について調べた。その結果、真鯛のアタリは1回のみ衝撃であるのに対し、キュウセンのそれは断続的に繰り返すような衝撃であることがわかった。

今後、更に継続してフィールド実験を行い、魚種別のアタリの差異だけではなく、最適なアワセのタイミングについても検討する予定である。

参考文献

- 1) (公)日本生産性本部・レジャー白書 2013, (2013).
- 2) 才木常正, 荒木望ら: 電気学会論文誌 C, Vol.136, no.7, pp.1033-1034 (2016).
- 3) 才木常正, 荒木望ら: 電気学会論文誌 C, Vol.137, no.5, pp.770-771 (2017).

人間生活工学研究センターのものづくり支援

Support for Product Development by HQL

島中順子

一般社団法人人間生活工学研究センター

HATAKENAKA Nobuko

Research Institute of Human Engineering for Quality Life

1. はじめに

一般社団法人人間生活工学研究センター（以下、HQL という）は、1991年の設立以来、人間生活の質的向上を図るための人間生活工学（ものづくりの視点を人間生活に置き、人間の特性（身体、動作、生理、心理、感性等）、生活の特性（嗜好、生活習慣、暮らしぶり等）、生活価値（個人・コミュニティ・社会での体験・共有・参加・帰属等）を科学的・工学的に把握し、ものやサービスの設計・提供に反映させる技術と手法）に基づく製品開発を支援・普及するための事業を行っている。

本稿では、人間生活工学製品機能認証の概要と、技術支援や人材育成における公設試験研究機関（以下、公設試という）との連携について紹介する。

2. 人間生活工学製品機能認証¹⁾

「人間生活工学製品機能認証（以下、人間生活工学認証という）」は、2014年4月にスタートした、製品機能の第三者認証制度である。

人間生活工学認証は、その製品が人間に与える効果や影響（人間生活工学的機能）が、科学的に適切な開発プロセスを経ているかどうか、またその機能が適切に記述・表示されているかどうかを審査し、その機能を認証するものである。

認証された製品機能は、HQLの「人間生活工学認証コミュニケーションサイト」に開発プロセスの情報を掲載する。認証登録された製品等には、カタログ等に認証マークを付与することができる。

（人間生活工学認証の詳細については、人間生活工学認証コミュニケーションサイトを参照されたい。）



人間生活工学認証

図1 認証マーク（基本図形）

「使いやすい、負担が少ない」など、人間に対して一定の効果や影響をもたらす製品機能は、見た目だけでは違いが分かりにくく、また表示においても、効果を科学的な手法によって検証したかどうか不明らかでないことが少なくない。第三者認証を実施することによって、作り手と使い手との間のコミュニケーションを促進し、次のことを目指している。

- ・作り手においては、製品機能の差別化、効果の信頼性向上、企業のものづくり姿勢の証となる。
- ・使い手においては、中立的な第三者機関による情報提供となる。
- ・社会においては、表示・記述の信頼性向上、科学的製品開発の促進につながる。

これまでに認証登録された製品は、次の通りである。

表1 認証登録製品（会社名五十音順）

製品名	会社名
モーションコントロールタイツ	(株) アシックス
電気掃除機「らくわざグリップ」 「新らくわざグリップ」「らくわざフリーグリップ」	(株) 東芝
スバルフォレスター, スバル XV	(株) SUBARU
電気掃除機「スマートアタッチメント」	パナソニック (株)
マツダ アクセラ	マツダ (株)
スタスタ歩けるウォーキングタイツ	ミズノ (株)
シューズ (be, be2, beTE, beフィットネス)	ミズノ (株)
腰部サポートウェア rakunie ラクニエ (2015年モデル)	(株) モリタホールディングス

腰部サポートインナー calena (カレナ)	(株)モリタホールディングス
腰部サポートウェア rakunie ラクニエ (2012年モデル)	(株)モリタホールディングス

3. 技術支援や人材育成における公設試との連携

HQL では、企業に対するものづくり支援において、これまで全国の公設試とさまざまな連携を行ってきた。

3.1 技術支援に関する連携

HQL が行う企業への技術支援では、各社の製品を使用した時の人間の状態を計測することが多い。このようなデータ取得にあたっては、専用の計測機器を用いる必要があり、公設試が保有する人間生活工学実験機器を利用させていただいている(表2)。

表2 HQL 技術支援における公設試との連携事例

テーマ	連携機関(現在の機関名)
・重心位置計測 ・人体 3D 形状計測	東京都立産業技術研究センター
圧力分布計測	大阪産業技術研究所
圧力分布計測	奈良県産業振興総合センター
筋電図計測	兵庫県立工業技術センター
圧力分布計測	福岡県工業技術センター

また HQL は、公設試が行うユニバーサルデザインや使いやすさに関連する研究や事業に、共同研究などで参加させていただくこともある(表3)。

表3 公設試の研究・事業における HQL との連携事例

テーマ	連携機関(現在の機関名)
高齢者・障害者等の自立支援に係る生活実態調査	大阪府産業デザインセンター
人間生活工学に基づく新製品(家庭用品)開発手法の提案	和歌山県工業技術センター
人間生活工学による高齢者にやさしい機能性食器の開発	奈良県産業振興総合センター

3.2 人材育成に関する連携

人材育成では、公設試が主催する企業向け講演会に講師として招聘いただいている。講演テーマは、人間生活工学に基づく製品開発、ユニバーサルデザイン、人間中心設計などで、2000年以降これまでに、13の道府県にのべ24回実施している。また HQL としても、2004年度の中小企業庁委託「人にやさしいものづくり

の普及支援事業」において、宮城県、三重県、山口県、宮崎県の公設試と連携し、企業向けのユニバーサルデザイン講演会を開催している。

その他、公設試の研究員の技術習得をサポートした事例もある(表4)。

表4 公設試の研究員の技術習得のサポート事例

テーマ	連携機関(現在の機関名)
・人間中心のものづくり ・感性計測	静岡県工業技術研究所
高齢者 IT 利用特性データベース構築事業を通じての、人間生活工学技術の習得	奈良県産業振興総合センター
・UD への人間特性データの活用 ・感性価値の人間工学的アプローチについて ・デザインにおける人間生活工学の応用 ・高齢者の生活特性に配慮した食器開発のプロセスについて	長崎県窯業技術センター

4. 公設試との今後の連携への期待

HQL には、全国のさまざまな企業から相談が寄せられる。人間生活工学に初めて取り組む企業には、特にきめ細かな技術支援が望まれるが、地理的な問題や案件の集中などから、HQL 単独では支援が難しい場面もある。今後はさらに公設試との連携を密にし、企業への人間生活工学の普及を進めたい。

人間生活工学認証は、製品機能に対する第三者認証であり、新規参入などでブランド力がない場合でも機能の良さをアピールできるし、信頼性も高まる。ただ人間生活工学認証を取得するには、科学的根拠が必要なため、経験のない企業は難しく思われるかもしれない。HQL では認証コンサルティングも行っているが、今後は、公設試とも連携させていただき、客観的なデータ取得を支援していきたい。

公設試の皆様には、開発製品において、ぜひ人間生活工学認証をご活用いただきたい。

参考文献

- 1) 人間生活工学製品機能認証コミュニケーションサイト: <https://www.hql.jp/certification/> (2017)。

京都の伝統工芸で「食べる楽しみ」を叶える、

感性価値の高い嚥下食用機能性介護食器の開発

竹浪祐介*

*地方独立行政法人京都市産業技術研究所

TAKENAMI Yusuke*

*KYOTO Municipal Institute of Industrial Technology and Culture

1. はじめに

嚥下障害者向けの調整食は、滑らかさを重視する物的な特徴から通常の食器では使いにくく、身体機能に応じた介護食器を利用することが多い。しかし、既存の介護食器は機能性が重視されるあまり、食事の魅力を喚起する感性的価値に大きな課題があり、喫食率に影響があるとされている。

そこで、京都の伝統産業が持つ感性的な効果に着目し、健常者用の食器と比較しても違和感の少ない機能的なデザインと京都の伝統工芸が持つ高い意匠性を融合させることで、使いやすく豊かな食文化を提案できる食器をデザインした。



図1 松花堂弁当セット 完成品

2. 作業療法士へのヒアリング

高齢者及び要介護者の「普段の食生活」についてのヒアリングを行ったところ、概して高齢化や身体障害等は体力の低下とともに喫食率の低下をまねき、健康

な頃の自身と比較して「食が細くなってしまった」と自信を無くしてしまうことが多く、リハビリなどの回復への意欲を削ぐことに繋がってしまうといわれている。病院や介護施設では食事時間にスタッフが常駐しているため、あえて少なめに盛りつけて「おかわり」をしてもらうことで、たくさん食べた充実感を得てもらうなどの対応をしている。

また、介護食器の多くが、使いやすさを優先するために異様な外観となっており、色柄も乳幼児向けのようなものがほとんどで、ユーザーからの明確な改善ニーズは確認できないものの「大人の食事」に適しているとはいえない。

以上の意見を踏まえ、①適切なカロリーを摂取できる容量、②少ない量でも大盛りに見えること、③「たくさん食べた」という充実感、④なるべく「普通の食器」に見えること、の4つを改良デザインの方針とし、京焼・清水焼や京漆器など京都の伝統工芸の魅力を目でも楽しめる松花堂弁当の食器とした。

3. 開発体制

本プロジェクトは、京滋・摂食嚥下を考える会との共同開発体制で行われ、遊部工芸株式会社及び清水焼団地協同組合に製作を委託した。食器の使いやすさの評価は愛生会山科病院及び京都民医連第二病院、京都大学の作業療法士に依頼し、松花堂弁当の内容(料理)は日本料理アカデミーに監修を仰いだ。

4. 開発アイテム

松花堂弁当は、標準として正方形の箱を十字に仕切り、4つのスペースに「中子（なかご）」と呼ばれる小型の器をセットした状態で供され、中子の組み合わせを変化させることで季節の違いや料理のバリエーションに対応できる。今回は汎用性も鑑みた4種の中子と粥椀及びスプーンを開発アイテムとした。以下に各アイテムの説明を記す。

4.1 中子の器

要介護者の中には、半身マヒなどで食器を把持することが難しいケースも多く、片手のみではスプーンで掬った際に器の外にこぼれやすい。そのため、中子の各器には、オーバーハング（返し）を設けることで、片手でも最後の一口まで掬いやすいことを目指した。「返し」は通常の食器には無い要素であり、異様な外観の原因となるため、デザイン上の処理を施した。

4.1.1 三角皿（磁器）

開口部から、一角に設けた返しに向かって緩やかに傾斜をつけ、どこからスプーンを入れても返しに誘導されるフォルムとした。返しを含めた全体を「ハマグリ」に見立てたデザインにまとめることで、返しの違和感を払拭し、吉祥の意味も含ませ祝いの膳にも適した器とした。

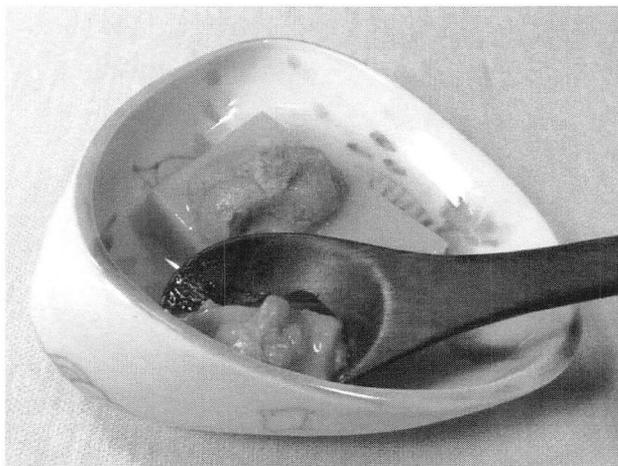


図2 三角皿

4.1.2 丸型小鉢（磁器・陶器）

口縁の内側全周に返しをつけ、どの箇所でも掬っても

こぼれにくい。全周オーバーハングのためプラスチック成形では作りづらいが、陶磁器は一品ずつロクロ成形するために可能な形状で、工程の特性を活かしたデザインとなった。また、返し部に絵柄を施すことで、返しを目立たなくさせた。

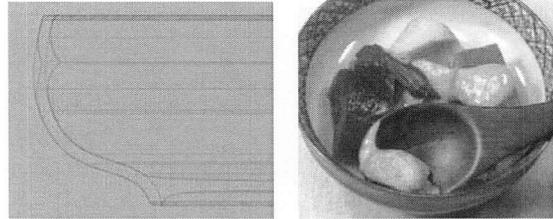


図3 丸型小鉢 左：断面 右：完成品

4.1.3 八角型小鉢（漆器）

松花堂の中子は基本的に「四角と丸」のフォルムで構成されるが、四角形では隅がスプーンで掬いづらいため、大きく面取りを施して八角形とした。角の一つのみに返しを設けている

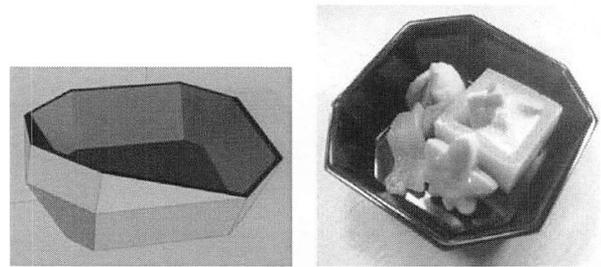


図4 八角小鉢 左：CAD画面 右：完成品

4.1.4 隅切皿（磁器）

松花堂弁当の「杉板」を模したデザイン。杉板にはご飯などを盛りつけることが多いが、汁気の少ない料理やお菓子にも使えるよう、磁器製としている。一边を壁状に立ち上げてスプーンの突き当たりとすることで、こぼしにくくしている。壁の角度は75°と設定したが、陶磁器の焼成工程で生じる変形を考慮する必要があり、微調整が困難であった。

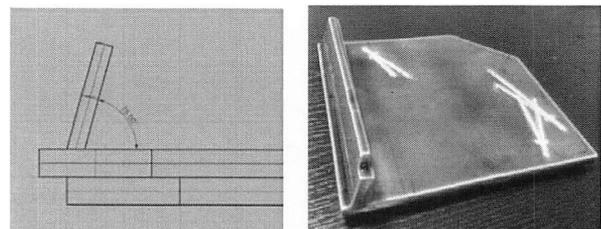


図5 隅切皿 左：CAD画面 右：完成品

4.2 粥椀 (漆器)

丸型小鉢同様、口縁の内側全周に返しをつけ、どの箇所でも掬ってもこぼれにくい。漆器も木地を一品ずつロクロ成形するために可能な形状である。また、返し部は「フタを乗せる段」としても無駄なく機能する。

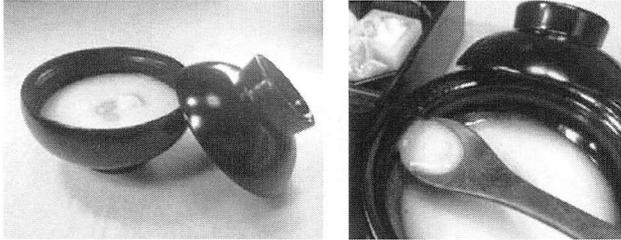


図6 粥椀

4.3 スプーン (漆器)

認知症や高次脳機能障害などを併発している場合、口に入る適量を把握することが難しく、スプーンに乗る限界まで掬って頬張ってしまうため、誤嚥やそれに伴う肺炎に繋がりやすい。そのため「掬え過ぎない大きさ」として掬い面をティースプーン程度の大きさとし、嚥下食を切って食べられるへら状のデザインとした。グリップは握力に応じて二種類のバリエーションがあり、介助者が手を添えやすいよう長めにしている。



図7 スプーン

5. 試作検討

試作は3D-CAD及び3Dプリンタを活用し、細かな角度の修正を繰り返した。漆器や陶磁器での試作に比べ、短期間に多種の形状を出力できるため、効率的な形状検討が可能となった。スプーンは複雑な曲面構成のた

め、手作業でバルサ材を削り出して形状を検討し、3Dスキャナーでリバースエンジニアリングして3Dプリンタ出力を行った。使用テストは京都市民連第二病院の協力を得た。

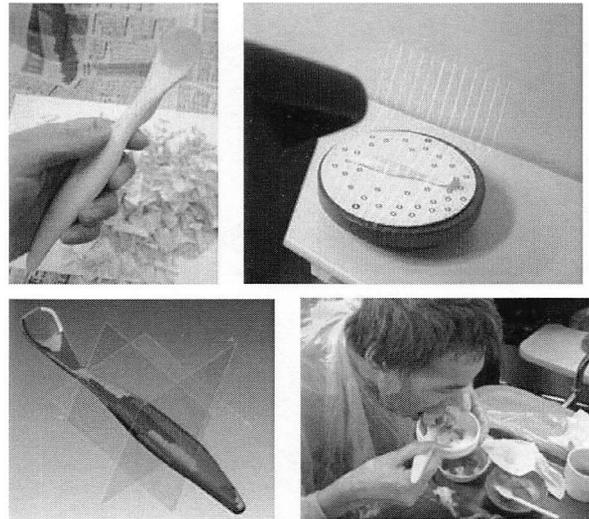


図8 左上：ハンドメイド試作 右上：3Dスキャン
左下：CADでの修正 右下：使用テスト

6. 発表

今回開発した松花堂弁当セットは、日本摂食嚥下リハビリテーション学会の試食イベントで発表され、参加者から使いやすさと美観に好評を得た。特に「普通（に見える）食器で食べる嬉しさ」の声が多く、普段よりも明らかに喫食率が高まった。また、作業療法士や看護師などのプロから機能性の高評価を得られた。



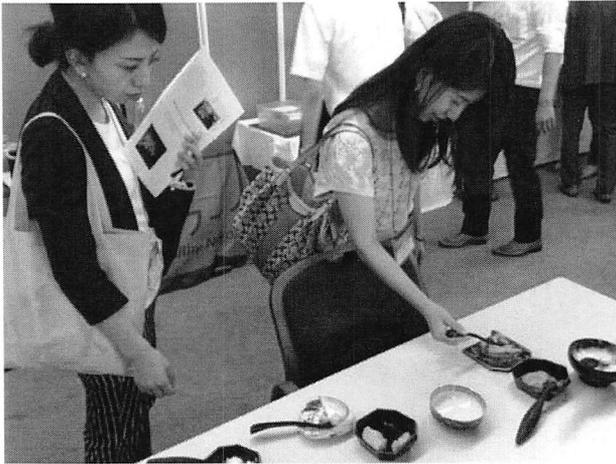


図9 発表の様子

参考文献

- 1) 竹浪祐介: 高齢者のQOL向上のための, 京焼・清水焼による美的感性価値の高い機能性介護食器の開発, 平成 28 年度京都市産業技術研究所研究報告, No.7, pp.75-78 (2016).

7. 結論・今後の方針

当該製品の発表を通じて、従来の介護用食器の多くは「食べる楽しみ」という感性的な要素を考慮された製品が少なかったこと、これに対して当該製品は「こんな器で食べたかった」という好意的な感想が多数寄せられたこと、食欲が増進したことがわかった。

高齢者や要介護者の「より良い食器で食事がしたい」というニーズは、遠慮などの心理的側面から顕在化していなかった。今回の成果はプロジェクト側からの提案で「潜在ニーズ」が明らかとなった典型的事例となった。

一方、松花堂弁当風という「ハレの場の食事」の食器として提案した製品のため、一般ユーザー向けの日常使いの食器としては形状などに改善の余地があった。

現在、家庭用介護食器としての量産化を見据えた商品改良を行っている。¹⁾

足の健康に配慮した地場産業の製品開発支援

Technical support for Foot Care products in Local Industry.

○澤島秀成

奈良県産業振興総合センター

SAWASHIMA Hidenari

Nara Prefectural Institute of Industrial Development

1. はじめに

奈良県の地場産業としては、全国生産量第一位の靴下をはじめ、毛皮革製品、履物、筆・墨、プラスチック製品、木材製品などがあげられる。また、奈良県では、「なら健康長寿基本計画」を策定し、健康で自立して長生きできるような環境の推進に取り組んでいる。

一方、近年、日本人の足の健康については、外反母趾や浮き趾、偏平足などの症状が増えているだけでなく、それらが子ども達の足にも見られるようになってきている。そのことから、奈良県内の企業においても、足の健康に配慮した製品開発が進められている。

本稿では、奈良県産業振興総合センターが、広く県内企業の技術支援に取り組んでいる中、特に足の健康に配慮した地場産業の製品開発支援について紹介する。

2. 製品開発支援事例

2.1 外反母趾に配慮した靴下

奈良県における靴下産業は、これまで OEM 生産が中心であったが、近年、自社製品の開発およびブランド化に取り組む企業が増えてきている。技術支援内容としては、靴下の履き心地の向上に関することから機能性の向上など多岐にわたる。

ここでは、女性や子どもの足における外反母趾が問題となってきている¹⁾中で、外反母趾対策を考慮した靴下の開発支援について紹介する。

図1に外反母趾対策に配慮し、中足骨部を締めて母趾を広げるような力がかかるテーピング靴下を示す。外反母趾対策を考える場合に、その効果の検証方法が比較的難しいのが現状である。そのことから、被験者を対象とした着用実験を行い、その効果について三次元形状計測による足の形状変化から考察を行った。

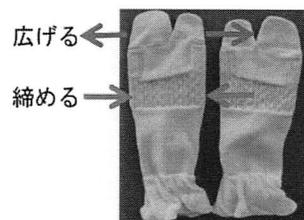


図1. 外反母趾対策靴下

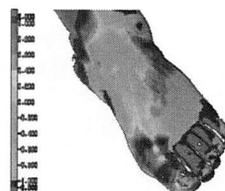


図2. 靴下着用前後の足形状の差異

図2に、外反母趾対策靴下の着用(約3ヶ月)前後の足の形状変化について示す。母趾の付根の部分から最大で2mm矯正されていることが分かった。このように、視覚的かつ定量的にその着用効果が分かることから、更にテーピングの部位や強さの検討が可能となった。

2.2 裸足教育向け靴下

子ども達の足趾の使用を促進する裸足教育が一部で見直され、また大人のスポーツでは、靴の機能に頼らないベアフット(裸足)ランニング²⁾が広まりつつある。ここでは、裸足教育において使用できる靴下の提案、開発および製品化を行った事例³⁾を示す。開発にあたっては、裸足教育などにおいて靴下のみで屋外を活動する場合の要求事項を調査し、その要求を満たすために素材からの検討を行った。様々な素材及び編み方により試作を行った結果、表1に示すC繊維の利用が要求を満たすことが分かった。次

に、図3に示すようなC繊維を用いた試作靴下を作製し、実際に小学校、幼稚園での着用実験を行うことによりその有効性について検証した(図4)。

その結果、約1ヶ月の体育の授業の使用でも破れることなく、小学生93名の90%および幼稚園児36名の全員が、楽しく自然な裸足感覚を味わうことができ、裸足教育で使用できる靴下の製品化が可能となった。

表1. 試作品の耐摩耗試験結果

	A繊維	B繊維	C繊維
素材	ポリエステル	芳香族ポリアミド系樹脂	超高分子量ポリエチレン
一般用途	衣類(比較対象)	防弾チョッキ、手袋など	防弾チョッキ、船舶用ロープなど
試験画像			
破断回数	2028	12559	764113(破断停止)
状態	1000回程度で網目になる	1000回程度で網目になる	大きな変化は見られない



図3. 裸足教育用靴下の試作



図4. 着用実験(左:小学校, 右:幼稚園)

2.3 足趾トレーニング用履物

奈良県における履物産業は、外国製品に押されて厳しい中、それらとの差別化を図るために健康に配慮した製品の開発に取り組んでいる。ここでは、女性の浮き趾が問題となってきている中、図5に示すように意識しなくても足趾が使えるように、足趾部の高さを調整した履物⁴⁾の開発支援について紹介する。

当該履物においても、その着用効果の検証が必要である。試作した履物について、その着用前後において、浮き趾やバランス保持力などへの影響を調べるために、図6に示すように立位の足圧分布、ファンクショナルリーチテスト(Functional Reach Test:以下、FRT)およびFRT計測時の足圧分布および重心前方移動の計測等を行った。その結果、図7および図8の足圧分布に示すように、浮き趾やバランス保持力についての効果が一部の被験者

で認められることが分かった。

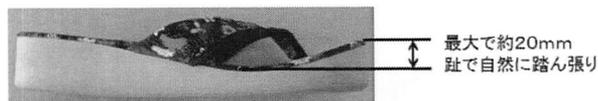


図5. 足趾トレーニング用履物

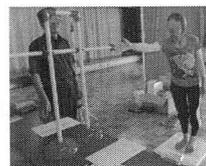


図6. FRT および足圧分布計測



図7. 立位の足圧分布



図8. FRT 計測時の足圧分布及び重心移動

3. まとめ

奈良県が実施している地場産業への技術的支援の一部について紹介した。奈良県内の企業に限らず、健康に配慮した製品や高齢社会に対応するための製品の開発においては、人間工学的な視点が要求されるようになってきている。奈良県産業振興総合センターでは、今後とも企業のモノづくりにおける人間工学の実践を通じて、豊かな社会の形成に貢献していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 山本晴康：外反母趾，臨床外科，pp.885-890,1990
- 2) 吉野剛：裸足ランニング，株式会社ベースボール・マガジン社，2010
- 3) 澤島秀成，井上克昭，能丸巖，村田浩子：裸足教育用ソックスに関する研究，日本人間工学会関西支部大会講演論文集，pp.112-115，2016
- 4) 澤島秀成，杉山陽二：足趾トレーニング用履物の着用効果に関する研究，日本人間工学会関西支部大会講演論文集，pp.119-120，2015

スマートフォンを活用した足計測によるシューズデザインプロセス

Shoes design process using foot measurement with a smartphone

○後藤泰徳*, 平田一郎*

*兵庫県立工業技術センター

GOTO Yasunori*, HIRATA Ichiro*

* Hyogo Prefectural Institute of Technology

1. はじめに

本研究は平成 26 年度より実施している「SIP (戦略的イノベーション創造プログラム) /革新的設計生産技術リアクティブ 3D プリンタによるテーラードラバー製品の設計生産と社会経済的な価値共創に関する研究開発」において実施したものである。この事業では、従来では不可能であった架橋ラバーの 3D プリンタ技術の開発を行うと同時に、個人向けのテーラードランニングシューズを設計・生産し供給するシステム構築を目的としている。IoT 活用により、計測機器のない遠隔地でもユーザによるスマートフォン撮影の足画像からカスタマイズシューズのデザインを注文できる仕組みを開発した。

2. 方法

2-1. 足のカタチを測る

まず現行の足部の測定方法及び手・指のデジタルモデルなどに関する先行研究を調査し、被験者自身で簡便に足部形状の測定が可能となる方法を検討した。デジタルカメラによる写真画像の活用は、足部の臨床評価でも使われており¹⁾、足を側面・後面から撮影し、その画像から関節角度や各部位間距離を計測している。また、2次元フラットヘッドスキャナー利用による手の計測と三次元形状モデル生成に関する先行研究もあり²⁾、スマートフォンに内蔵されたデジタルカメラの活用は今後増加すると推測される。計測方法・計測箇所については、非接触三次元足型計測装置(株式会社アイウェアラボラトリー社製INFOOT)とデータ互換性を保持するため、スマートフォンで足を撮影する場合も、被験者が立位状態(立った状態)で計測することを前提にするなど、同一

条件・同一基準で行うこととした。現在までに測定可能な計測箇所は①足長、②足幅、③足高、④アーチ高、⑤第一趾側角度、⑥踵倒れ角度(プロネーション角度)³⁾とした。開発用に使用したスマートフォンは SONY Xperia Z2(画面サイズ:1920 × 1080 ピクセル, OS : Android 5.0.1)である。



図1 ナビゲーション画面

上記①～⑥の計測項目はナビゲーション画面に従い進めていく。例えば、⑥踵の傾き測定のナビゲーション画面は図1である。踵の傾きは、ランニングシューズの選択・設計においては重要な要因である。そこで、図1に示すようにまず、最初に自身の踵の傾き角度を認識してもらうため、骨格画像を表記した上で、作業内容を告知している。ナビゲーション画面の撮影ボタンをタッチすると撮影画面に移行する。踵の傾き角度計測の場合、ユーザがスマートフォンのカメラ機能を使って(前後面使用可)、自ら足部後方画像を撮影する。撮影後、丸に十字のインジケータが画面上に表示されるので、ユーザ自身で踵部分にドラッグする。次に垂直のバーが表示されるので、下腿の中心に沿うようドラッグすると角度が自動表示される仕組みになっている。同様の方法

で⑤第一趾側角度も計測する。また、①足長、②足幅、③足高、④アーチ高については、スマートフォンに内蔵されている各種センサや画像処理機能を複合的に活用した自動計測方式である。計測部位毎にナビゲーションに従って足の各部位を撮影すると、それぞれの計測部位を即時に自動計算し、表示する仕組みになっている。

2-2. 走法の相違によってソールデザインを変える

このアプリでは、ユーザの「足のカタチ」採寸に加え、「走り方の情報」収集もできるようにしている。「足の情報」収集＝デジタルカメラによる写真画像の活用により得られた足長・足巾などのデータにもとづき、アプリ上で測定寸法に該当するサイズを自動的に選定（＝グレーディング）されるようになっている。また、踵の画像写真から得られた踵の倒れ角度（＝プロネーション）によってもオーバー、ノーマル、アンダーの3種類のシューズのいずれか適合するタイプに選別される（図2）。

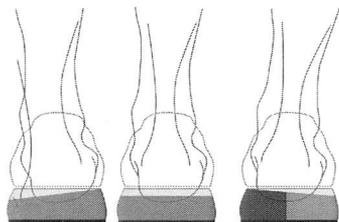


図2 踵倒れ角度によってソールデザインが決定

「走り方の情報」収集では、ランニング時の着地方法（踵か？つま先か？）によってソールを選択するメニュー項目を設けた（図3）。また、快適に走ることを目的にするのか、スピード重視にするかでも選択できるようになっている。



図3 接地によってソールデザインが決定

さらに、路面の種類（舗装路、地面、トラック）によっても選択できるようになっている。アッパーに関してはカラー(5色)のみの選択にしている。

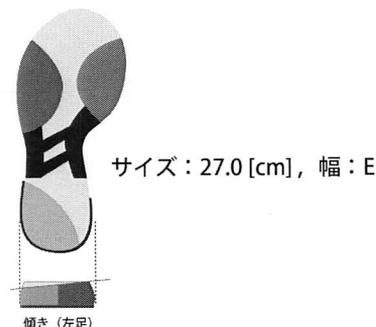


図4 ソールデザイン画面

以上の項目をユーザが選択することで、自身の足や走法にあったソールデザインがサーバを介してスマートフォンに送信される（図4）。なお、このシステムは現実に販売されているシューズを想定したものではなく、あくまでもネットを活用してシューズ購入の可能性を示した一つの試案である。

3. おわりに

以上が今回のアプリ開発の概要であるが、本研究では、アプリ及びそのユーザーインターフェイスのデザインだけでなく、実際に通信できるようにネットワークシステムについても構築している。

前項で述べたユーザのスマートフォンから得られる「足の情報」及び「走り方の情報」は、アプリの通信プログラムによって、兵庫県立工業技術センターのホスティングサーバを経由し、ローカルサーバのシミュレーションプログラムで自動処理され、再びホスティングサーバを経由してスマートフォンに送信される仕組みになっている。

参考文献

- 1) 服林徹, 蒲田和芳監修: 足部スポーツ障害治療の科学的基礎, pp21-41, 有限会社ナップ(2012).
- 2) 横山詔常, 宮田なつき, 橋本晃司, 倉本丈久, 佐々木憲吾, 打田澄雄, 河内まき子, 持丸正明: 既存手袋が適合する手の三次元形状モデルの生成手法, 人間工学 Vol149 No. 4, pp161-169 (2013).
- 3) 西脇剛史監修: 足と靴の科学, pp126-129, 日刊工業新聞社 (2013).

中敷きの厚さの違いが運動時の身体感覚に与える影響

Differences of insole thickness is Influence on the body sense when exercise

○三上隆司*, 山代和明**, 幾久健***, 小山遥陽****, 来田宣幸*****

*有限会社タッカコーポレーション **京都工芸繊維大学

MIKAMI Takashi*, YAMASHIRO Kazuaki **, IKUHISA Ken***,
KOYAMA Haruhi****, KIDA Noriyuki*****

* Takka Corporation, **Kyoto Institute of Technology

1. 緒言

一般的に衝撃の吸収を目的として靴に中敷きをいれることが多くみられる。中敷きとは、靴の中敷きにいろいろな材料を用いて形状を工夫することで、足部に対する着地時の衝撃を吸収し、身体への負担を緩和させることだけでなく、足や下肢の使い方に変化を与える効果なども期待されている。また、医療用の装具や市販の機能性中敷きを使用することで、身体への影響を抑えて日常生活を送ろうとするケースもみられる。具体的には、変形性膝関節症や外反母趾や踵骨棘などの痛みに対するアプローチやアスリートの足部の怪我防止など、様々な目的として使用されている。

中敷きを使用する効果としては、一般的には衝撃を吸収することによって、足部にかかる直接的な負担を軽減することが主目的とされ、整形外科的見地や工学的見地からの知見は多くみられる。しかし、身体機能的な観点から動作や姿勢に与える影響については、不明な点も多い。特に、中敷きを使用することによって、下肢や全身の姿勢が変化することで、日常生活や運動場面での運動機能に与える効果については、運動様式や運動形態の違いによってその効果が異なると考えられるが、詳細な検討は少ない。そこで、本研究では、日常的な動作として歩行動作を、運動場面に関連する動作としてジャンプ動作を研究対象とした。

また、中敷きに注目すると、中敷きの材質や形状などによって、身体におよぼす効果は異なると考えられる。ただし、多くの要因を同時に評価することは困難であるため、本研究では、中敷きの厚さに注目することとした。中敷きの厚さは、衝撃の吸収力と関係が深いと考えられるが、それだけではなく、踵を高くする

ことによって下肢を不安定にさせたり、膝や股関節の姿勢に影響を与えたりする可能性が高い。凹凸等の形状の違いや材料・材質の違いについても身体に与える影響は大きいと考えられる。

以上より、本研究では、身体に与える影響を日常生活の歩く動作と多くの運動で必要とされるジャンプ動作を対象として、中敷きの厚さを変えることで、その使用感の違いを明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2.1 実験参加者・中敷き

本研究は健常な男女 41 名を実験参加者とした。参加者に対して、実験内容や発生しうるリスクについて説明し、実験に参加をする同意を得て実施した。

本研究で使用した中敷きは、エチレン・ビニール・アセテート (EVA) を用いて独自に作成した。EVA は中敷きとして一般的に使用されている材料であり、硬度は 60 ± 5 度 (アスカ-C) とした。図 1 に示したように、中敷きの形状は踵から母指球までの長さとし、厚さは 15mm および 30mm の 2 種類とした。

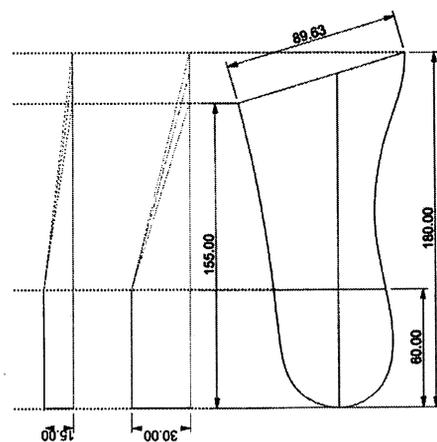


図 1 Design drawing of insoles

荷物荷重が立位身体動揺に及ぼす影響

Effects of Load Carriage on Standing Stability

○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

登山ではバックパックを用いて荷物を運搬するが、より多くの荷物を装備するには背負子の機能を担う金属フレームを伴ったバックパックが用いられる。このようなバックパックを用いた人間工学的研究として、静的にはバックパックの種類による立位姿勢の違い¹⁾が報じられているが、立位バランスに関する知見は得られていない。荷物荷重時の立位バランスは静的姿勢の安定性を評価し、荷物荷重時の安全に関する視座を与える。本研究の目的は、背負子による荷物荷重が立位身体動揺に及ぼす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、健康な18歳以上の男性10名であった(年齢: 19.1 ± 1.5 歳, 身長: 174.9 ± 8.2 cm, 体重: 61.3 ± 5.8 kg)。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(No. 29-4)、被検者からも書面にて実験参加の同意を得た。

2.2 実験方法

被検者は、異なる荷重条件(無荷重を含む)での立位静止を両脚閉足状態、開眼で30秒間、圧力中心測定盤上で行った(図1)。圧力中心(COP)はWiiバランスボード(Nintendo, RVL-021; WBB)を用いて、100Hzでデータサンプリングした。WBBを用いたCOP測定についてはその妥当性と高い信頼性が評価され²⁾、且つ、同一機器内での再現性はよい³⁾との報告がある。荷重条件は、アルミフレーム製背負子(1.45 kg)に5, 10, 15 kgの錘を乗せた3条件に加え、無荷重の計4条件とした(0, 6.45, 11.45, 16.45 kg; それぞれ, L1, L2, L3, お

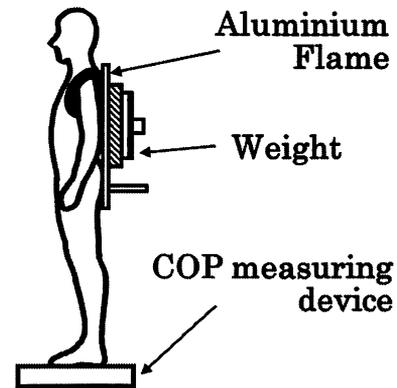


図1. 実験系の模式図

よび L4)。錘の中心は床から平均して 113.2 ± 7.4 cm(身長⁴⁾の $64.7 \pm 2.1\%$ 高)であった。

2.3 分析方法

COPデータから、総軌跡長、矩形面積、外周面積、および実効値面積を求めた。また、総軌跡長について前後成分と左右成分の軌跡長を別々に計算した。

2.4 統計処理

各計算項目における負荷条件間の検定にはFriedman検定を用い、多重比較検定にはTukey法を用いた。統計的有意水準は5%とした。

3. 結果

総軌跡長は、荷重時(L2, L3, L4)は無荷重時(L1)よりも有意に短く(それぞれ, $P < 0.05$)、L2~L4間では有意差はなかった。矩形面積、外周面積、および実効値面積においては、いずれもL4はL1, L2, L3よりも大きかったが(それぞれ, $P < 0.05$)、変量によって差異のある荷重条件間は異なる(図2)。

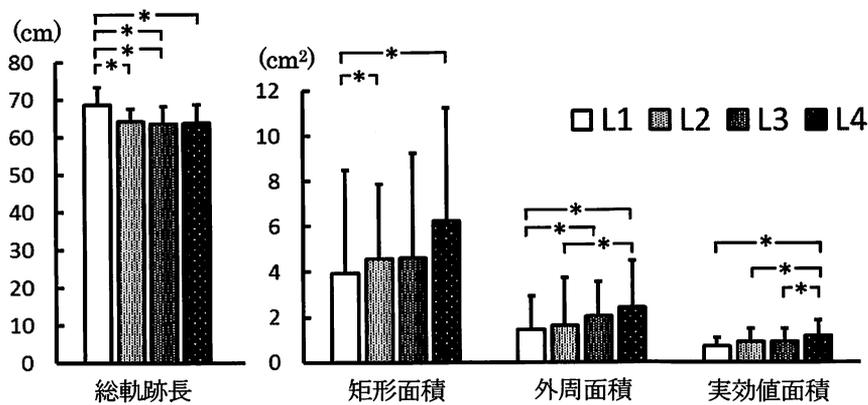


図 2. 各変量の平均±SD (n=10)

総軌跡長は荷重時に短くなったが、前後成分の軌跡長は、荷重時はわずかに減少するのに対し(L1 と L4 の間でのみ有意, $P < 0.05$), 左右成分の軌跡長はそれ以上に減少した(L1 と L3, L1 と L4, L2 と L4 間で有意: それぞれ, $P < 0.05$). このため、軌跡長の左右/前後比は荷重とともに減少し、L1 に対して L3, L4 は有意に小さくなった(それぞれ, $P < 0.05$).

4. 考察

概して、面積関連変量は荷重とともに大きくなる傾向がうかがえたが、逆に総軌跡長は荷重時に減少した。同じ計測時間で総軌跡長が減少するという事は、COP の移動速度は平均的に小さくなることを意味する。とりわけ、無荷重時に比べ、荷重時の COP はゆっくりと広範に動く特徴があると考えられた。COP の移動速度もしくは総軌跡長は、体重増でも増大することが報告されているが⁴⁾、手荷物保持⁵⁾、身体重心周りの外的負荷⁶⁾などの荷物荷重において増加することが知られている。これらの研究はいずれも閉足ではなく、爪先のみまたは足の間が離れた条件で計測されていることや、身体重心よりも低い位置に錘(負荷)の重心がある点で本研究と異なる。また、閉足条件下では左右方向のバランス保持がより求められるところ、錘の重心位置が高いと慣性モーメントが大きくなり、そのため COP の微細な動揺が低減された可能性がある。事実、本研究における荷重時の総軌跡長の減少は主に左右成分に観察され、その結果として、荷重時は、前後成分、すなわち、足関節の背屈筋群と底屈筋群による制御にウエイトが置かれると捉えられた。本研究で用いた最大

荷重(L4)において、面積関連変量は無荷重時のおよそ 1.6 倍(1.58 - 1.68 倍)を示した。一般に、登山における荷物は alpine style であっても最大 20 kg であることを踏まえると、本研究における L4(16.45 kg)はそれに近いことから、本格的な登山を想定した荷重での立位静止時は、無荷重時の 1.6 倍以上の動揺面積が導かれるといえる。立位安定性の確保は、

重量の軽減に他ならず、COP 動揺面積パラメーターはいずれも無荷重時(L1)と L4(錘: 15 kg)の間に有意差を認めていることから、荷重が 15 kg 以上では不安定性が著しく増大する可能性が示唆される。

6. 結論

背負子での荷物荷重による立位静止時の COP はゆっくりと広範に動き、左右成分よりも前後成分を主とした調節を導き、COP 動揺面積を大きくすることが明らかとなった。また、荷重が 15 kg 以上では動揺面積における無荷重時との差異はと著しく、不安定性が一層高まることが示唆された。

引用文献

- 1) Bloom D, Woodhull-McNeal AP: *Ergonomics*, 30: 1425-1430, (1987).
- 2) Clark RA, *et al*: *Gait & Posture*, Vol. 31, No. 3, pp. 307-310 (2009).
- 3) Bartlett HL, *et al*: *Gait & Posture*, Vol. 39, No. 1, pp. 224-228 (2014).
- 4) Hue O, *et al*: *Gait & Posture*, Vol. 26, No. 1, pp. 32-38 (2007).
- 5) Zultowski I, Aruin A: *Work*, Vol. 30 No. 4, pp. 359-368 (2008).
- 6) Qu X, Nussbaum MA: *Gait & Posture*, Vol. 29, No. 1, pp. 23-30 (2009).
- 7) Soles S, Powers P: *CLIMBING: Expedition Planning*, pp. 27-29, The Mountaineers Books, (2003).

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

Effects of a Rigid Ankle Brace on Static and Dynamic Balance

○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

捻挫予防において足関節ブレースは、自分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、足関節捻挫の再発防止を目的として広く使用されている。足関節捻挫の典型的な受傷機転は関節可動域をこえる強制内反動作であり、関節可動域を制限することで捻挫のリスクを軽減できるとされている¹⁾。これまで inversion drop 実験での最大内反角度と内反角速度の減少が報告され²⁾、race-up タイプの足関節ブレースでも垂直跳びの記録が落ちるもののスプリント能力、敏捷性、動的バランスには影響がないことも報告されている³⁾。樹脂製のプレートを使用した固定力の高い rigid タイプの足関節ブレースは、関節可動域の減少とともにニュートラルな姿勢に近い角度でもモーメント発生が報告されている⁴⁾ものの、バランスについての報告はない。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静的・動的バランスに与える影響を明らかにすることとした。

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 13 名であった(年齢: 19.23 ± 1.42 歳, 身長: 175.8 ± 7.0 cm, 体重: 60.74 ± 5.48 kg)。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(No. 29-5)、十分な説明の後、被検者本人から書面にて実験参加の同意を得た。

2.2 実験方法

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)を使用し、ブレース装着(BR)と非装着(NBR)の 2 条件を比較した。すべての BR 条件で足関節ブレースは右足に装着した。静的バランスとして立位静止を両脚閉足状態および右片脚で開眼 30 秒間、圧力中心測定盤上で行った。圧力中心(COP)はバ

ランス Wii ボード(Nintendo, RVL-021)を使用し 100Hz で測定した。バランス Wii ボードを用いた COP 測定についてはその妥当性と高い信頼性が評価され⁵⁾、且つ、同一機器内での再現性はよいとの報告がある⁶⁾。動的バランスの矢状面のバランスとしてファンクショナルリーチテスト(FRT)、前額面のバランスとしてラテラルリーチテスト(LRT_r, LRT_l)を測定した。各測定とも 2 回測定し、その平均をデータとした。

2.3 分析方法

COP データから総軌跡長、外周面積、実効値面積を求めた。また、COP, FRT, LRT の記録から、装着条件間の差(BR-NBR)を算出した。

2.4 統計処理

COP 関連変量については立脚条件(両脚・片脚)と装着条件(BR・NBR)を要因とし、FRT, LRT については方向条件(前・右・左)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。また、各変量について、装着条件間の差と体格(身長, 体重, BMI)の間の相関係数を算出した。有意水準はすべて 5%とした。

3. 結果

分散分析の結果(表 1)、総軌跡長の装着条件および立脚条件の主効果はどちらも有意であり、且つ、交互作用も有意であった(いずれも $P < 0.05$)。外周面積と実効値面積は立脚条件の主効果のみ有意であった($P < 0.05$)。BR, NBR のいずれも両脚よりも片脚の方が総軌跡長は長く、面積は大きかった。さらに総軌跡長については、BR は NBR より有意に短かく($P < 0.05$)、その傾向は片脚条件において顕著であった(交互作用)。FRT, LRT ともに装着条件の主効果は有意ではなかった。また、装着条件間の差と BMI との間の相関は総軌跡長についてのみ有意であった(図 2, $P < 0.05$)。

表 1. 各変量の平均と標準偏差および分散分析結果

変量	両脚		片脚		ANOVA			
	BR	NBR	BR	NBR	主効果(F値)		交互作用	
					立脚条件	装着条件		
総軌跡長(cm)	68.2 ± 5.6	70.5 ± 4.6	140.3 ± 22.2	150.5 ± 27.6	142.14*	11.13*	3.55*	
外周面積(cm ²)	1.50 ± 0.63	1.62 ± 0.55	5.37 ± 1.69	5.35 ± 2.12	91.98*	0.10	0.14	
実効値面積(cm ²)	0.82 ± 0.58	0.78 ± 0.39	1.66 ± 0.57	1.50 ± 0.40	31.77*	2.49	0.58	
変量	FRT		LRT-r		LRT-l		主効果(F値)	
	BR	NBR	BR	NBR	BR	NBR	方向条件	装着条件
動的バランス(cm)	36.8 ± 4.2	36.7 ± 3.4	16.6 ± 2.5	17.3 ± 2.5	17.1 ± 2.4	16.9 ± 2.4	441.00*	0.08

n = 13, 平均 ± SD, *P < 0.05

4. 考察

COP の外周面積は条件間に有意な差がみられなかったが、総軌跡長は足関節ブレース装着により、有意に短くなった。これは COP の移動速度が小さくなったともいえる。また、両脚条件における総軌跡長の装着条件間の差は BMI との間に負の相関関係がみられ、BMI が高い被検者ほど足関節ブレース装着により総軌跡長が減少する傾向がみられた。身体重心位置が高いほど、また身体重心重量が重いほど COP がゆっくりと動くと考えられる。足関節ブレースの固定力(モーメント)は内反外反などの関節角度に曲線的に比例し、ニュートラルな角度でもわずかながら発揮される⁴⁾ことから、立位静止時にも足関節に外力としてモーメントが常に加わっていると考えられ、さらに立位姿勢において重心が高く重くなると、接地面、および足関節の慣性モーメントがより大きくなり、細かく小さな姿勢制御で対応していたものが大きな筋でゆっくりと対応する姿勢制御に変わった可能性がある。交互作用も有意であることから、両脚より片脚がブレースの影響が強く、ブレースを装着していない左足がその影響を緩和していると考えられる。ただし、外周面積に有意な差がみられなかったことから、立位姿勢制御における固有感覚への影響はないと推察される。

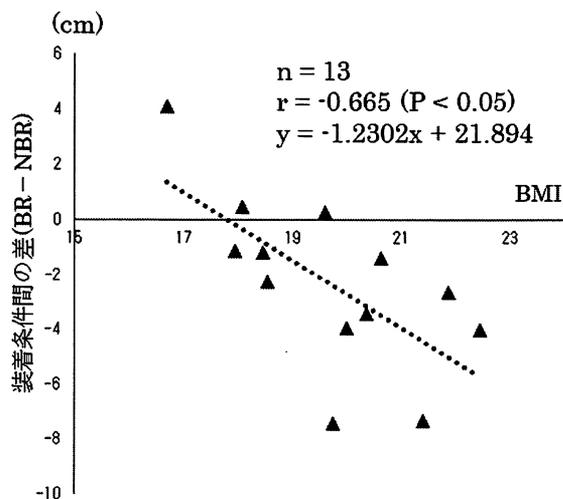


図 1. 総軌跡長における装着条件間差と BMI の関係

一方、FRT と LRT に条件間で有意な差はみられなかった。先行研究では平均台の上をサイドステップで 12 歩歩行する時間で動的バランスを評価し、新しい支持面への重心移動としての動的バランスに影響はないと報告されている²⁾が、本研究では、固定された支持面から遠くへの身体重心移動としての動的バランスを FRT と LRT で評価した。今回の結果は先行研究で不足していた部分を補うものになり、足関節ブレースが動的バランスに影響を与えないと報告した先行研究を支持する結果となった。加えて、FRT、LRT と体格との相関関係はみられなかったことから、静的バランスとは違い、動的バランスは足関節ブレースの影響を受けないと示唆された。

5. 結論

足関節ブレース装着による立位静止時の COP は、動揺面積を変えずゆっくりと動くこと、BMI が高いほどその傾向が大きいことが明らかとなった。また、足関節ブレース装着は動的バランスに影響しないことが示唆された。

参考文献

- 1) Eils E, et al.: Clin Biomech, Vol. 17, No. 7, pp. 525-535 (2002).
- 2) Zhang S, et al.: J Orthop Sports Phys Ther, Vol. 39, No. 12, pp. 875-883 (2009).
- 3) Paris DL: J Athl Train, Vol. 27, No. 3, pp. 253-256 (1992).
- 4) Siegler S, et al.: J Orthop Sports Phys Ther, Vol. 26, No. 6, pp. 299-309 (1997).
- 5) Clark RA, et al.: Gait & Posture, Vol. 31, No. 3, pp. 307-310 (2009).
- 6) Bartlett HL, et al.: Gait & Posture, Vol. 39, No. 1, pp. 224-228 (2014).
- 7) 松井一洋 氏: 第 23 回日本バイオメカニクス学会大会論文集, p. 24 (2014).

クラシックバレエのプリエ動作の指導における着眼点の分類

Classification of attention point in teaching plié motion of classical ballet

○権野めぐみ、波多野裕、来田宣幸、野村照夫

京都工芸繊維大学

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

1. はじめに

プリエは、クラシックバレエ（以下、「バレエ」）において基本的な動作の1つであり、動作と動作をつなぎ踊りに発展させるために必要不可欠である。プリエ（仏: plié）とはフランス語で、「曲げる、折る」という意味であり、バレエ用語としての意味は「両脚を外旋させ、膝を曲げ伸ばす動き」（Ballet Japon）とされている。また、プリエの動作は、下肢をストレッチする効果もあるため、レッスンを開始する際には必ず実施される。以上より、バレエにおけるプリエの役割は極めて大きいと考えられる。

現在出版されているバレエ用語集やレッスン本、指導書などのほぼ全てにおいて、プリエの動作の解説として「膝を曲げる」と書かれている。また、実際のレッスンにおいても「膝を曲げて」という声かけや言葉がけがよく用いられている。一方で熟練者へのレッスンでは「プリエは膝を曲げる運動ではない」「そのプリエはただ膝を曲げているだけでプリエではない」という指導がおこなわれる場合がある。このように客観的な動作としては、膝を曲げる動作が必要であるにもかかわらず、指導場面においては客観的な動作とは異なる表現が用いられることが多くみられる。バレエの指導場面では一般的に、非常に主観的で、かつ感覚的な表現が用いられる傾向にあり、したがって、指導者と指導をうける者との間のコミュニケーションを効果的に行うことが困難である場合が多い。

指導者間でのバレエ指導における表現や指導の言葉の内容に多様性があることは文化的な深まりを意味する場合もあるが、効果的な指導を行うためには、動作に対する表現や評価のポイントが整理されることが望ましいと考えられる。すなわち、動作の指導において

客観的な動作表現で判断することは困難である。このことは、動作の評価基準が定まっていないことを意味し、経験の浅い指導者やダンサーが能率よく指導法や動作を修得することを難しくさせている。しかし、明確な評価法が確立されてはいないというものの優秀なダンサーをたくさん輩出する指導者がいることも事実である。つまり、そのような指導者は経験を重ねる中で判断する能力が高く、独自の判断基準を持っている可能性がある。また、優れたダンサーも自身の身体経験、感覚で動作に対して重要な判断基準を持っているものと考えられる。

以上をふまえ、動作における評価法の確立のためにまずはどこに着目して動作を観察しているかについて明らかにすることが必要と考えられる。そこで本研究では、バレエ指導者やダンサーのプリエに関する知識を引き出すことによって、プリエについての指導上の着眼点を整理、分類し、その着眼点の共通性や意見のバラつきという着眼点から明らかにすることを目的とした。この目的を達成することにより、将来的に評価基準を調査し評価法の確立のための第一歩とすることをねらいとしている。

2. 方法

2.1 調査参加者

本研究の調査参加者はバレエ指導者またはダンサーとして熟練者レベルの男女12名を対象にした。対象者には研究の目的及び方法を十分に説明した後、同意を得た。

2.2 調査方法

プリエ映像を見せ1対1の面接法にて調査参加者に動作の解説をさせた。解説を通じてバレエの動作指導に関する知識を抽出し、カテゴリーに分類した。できるだけ多くの着眼点を抽出できるよう、小学生の趣味でバレエを習うレベルからプロフェッショナルレベルまで幅広いレベルから映像を選定した。

2.3 調査手順

調査参加者には、テレビやラジオの解説者のつもりでなるべく客観的な目線で説明をすることを前提とし、各映像を見ながら「このプリエを見て指摘や感想があれば教えてください」という質問に回答させた。

1回の面接時間は1時間半から2時間とし、調査参加者の会話は了解のもと、デジタル IC レコーダー (OLYMPUS 製、VIN-541PC) で録音した。録音した会話をインタビュー後に全て書きおこし、プリエに関する発話内容をテキストマイニングすることでプリエにおける着眼点の分類をした。

3. 結果および考察

インタビューによって得られたテキストデータを用いてプリエ動作の着眼点を整理した。その結果、プリエ動作を評価する着眼点として、大きく「動作の局面 (以下、「動作局面」)」と「動作の要素 (以下、「動作要素」)」に分けることができた。動作局面は「初期姿勢」「下降局面」「切り返し局面」「上昇局面」「最終姿勢」の5つのカテゴリーから構成された。

また、動作要素については、大きく分けると動作の運動学的側面に着目した「キネマティクス要因」と運動力学的側面に着目した「キネティクス要因」、また、運動の順序や時間的一致に関する「タイミング要因」の3つのカテゴリーから構成された。

まず、キネマティクス要因については、関節の屈曲や伸展などに着目する「関節運動」と、身体部位の移動に着目する「身体部位」の2つのサブカテゴリーに分けることができた。この関節運動については、「骨盤」、「股関節」、「膝」、「足首」、「胸椎」、「肩」などから構成された。また、身体部位については、「お尻」、「足の付け根」、「くるぶし」、「かかと」、「つま先」、

「足裏」、「下腹」、「首」などから構成された。

また、キネティクス要因については、出力している力の方向性やその大きさなどの項目から構成された。

さらに、タイミング要因については、キネマティクス要因およびキネティクス要因の各構成要素が複数組み合わせることによって、そのタイミングの一致や同時性に関する視点であった。

次に、映像の違いによって出現する着眼点について検討する。初心者レベルの動画を観察した場合には、「つま先」といった身体部位の中でも下半身に着目し、また、その方向や角度に着目する着眼点が多かった。また、中級レベルの映像を観察した場合には、初心者レベルで着目した下半身の身体部位の他に「下腹」、「首」、「胸椎」、「肩」といった上半身の着目点が増加する傾向が見られた。なお、初心者レベルで着目した身体部位に対しても「力の方向性」、「動作のタイミング」、「関節の屈曲角度」、「全身の連動」といった着目点や身体以外の「床」、「天井」といった言葉も抽出された。

4. まとめと展望

本研究では、インタビュー調査に基づいて、ボトムアップ的にバレエのプリエ動作に対する評価の着眼点を整理することができた。今後は、それぞれの着眼点において評価の基準を明確にし、どのような動作や運動のパターンがあるかを抽出し、それぞれの動作や運動に対して、良いあるいは悪いといった評価を整理することが必要となる。これらの着眼点および評価基準に基づいて実際のプリエ動作についてキネマティクス要因やキネティクス要因のデータを収集することで、その評価の結果と客観的指標との関係を明らかにすることができると考えられる。

そのようなプロセスを進めることによって、バレエの指導において感覚的あるいは感性的な評価 (伸びやかな、重さを感じて) が意味する客観的意味を明らかにすることができると考えられる。

描画スキル判別のための視線移動解析の試行

Trial Analysis of Eye Movement for Drawing Skill Level Decision

○小坂洋明*

*奈良工業高等専門学校

KOSAKA Hiroaki*

*National Institute of Technology, Nara College

1. はじめに

画家のような描画スキルのある人（以下、熟練者）が絵画を描く際の描写対象の見かたは、初心者や絵を描くのが苦手な人（以下、初心者）のそれとは同じではない、ということが経験的に知られているが、両者で具体的にどのように違うかを調べた研究は僅少である¹⁾。また、その違いが描写時だけでなく、普段ものを見る際にも、何らかの違いがあることが考えられる。これらの違いは描写スキルの判別に利用できる可能性があるが、後者の方が簡単に判別できる。本研究では、熟練者と初心者と単純な図形の輪郭を視線でなぞる際の視線移動の様子を比較し、違いがあるかを調べる。

2. 視線移動記録実験

2.1 実験概要

図1のような単純な図形3種（正方形、正三角形、円）を、1つずつPC画面に表示し、その輪郭を被験者がなぞるように見る。その際の視線移動の様子を記録する。

2.2 実験装置

実験装置を表1に示す。被験者は図形表示用モニターと顔面との距離が60cm程度の位置からモニターを見た。実験の様子を図2に示す。

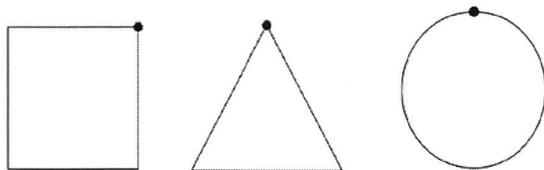


図1 被験者が見る図形

表1 実験装置

視線計測装置	Tobii EyeX (Tobii 社)
図形表示用モニター	LCD-MF225XBR (I-O DATA 社) 使用解像度：1920×1080
ノート PC	EliteBook840 G1/CT (HP 社) CPU：Intel Core i5-4460 メモリ：4GB OS：Windows 7 Pro

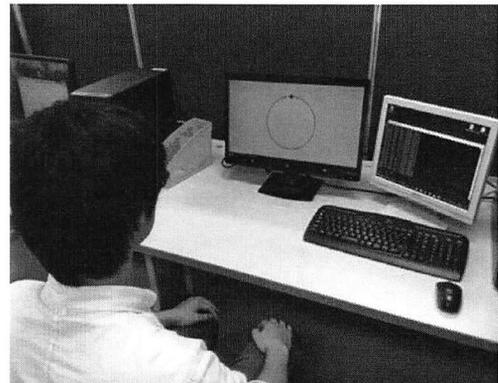


図2 実験の様子

2.3 実験手順

以下の手順で視線移動の記録を行った。

1. 画面左右方向の中心に縦線を表示し、それと被験者の中心を合わせるよう座席位置を調整した。
2. 視線計測装置のキャリブレーションを行った。
3. 図形を画面表示しながら、被験者に実験手順を説明した。
4. 画面に図1の3種の図形のうち1つを表示した。被験者は図形上の黒点を1秒程度注視後、視線でなぞりながら輪郭を一周した。終わったらその旨を実験者に声で伝えた。
5. 残りの2種の図形について、4.を繰り返した。

2.4 被験者

被験者は、本校教員 5 名、学生（5 年生）20 名及び奈良芸術短期大学教職員 7 名、美術科学生 19 名、計 51 名に参加頂いた。被験者には、事前に実験の趣旨や手順を説明し、実験に賛同し自発的に協力してもらえを確認した。

3. 実験結果

今回は、美術科学生と本校学生を解析対象とする。データが良好に記録できた美術科学生 9 名（熟練者とみなす）と、本校学生 20 名（初心者とみなす）について解析する。本校学生のデータ記録例を図 3～5 に示す。図上の点は、ある瞬間に被験者が見ていた座標を示す。

正方形の左辺について、記録された 2 点間の距離の最大値と最大注視時間を熟練者と初心者で比較したところ、分布の傾向に違いが見られた。これにより、スキル判別の可能性や、熟練者の図形の見かたに特徴があるのではないかと考えられる。

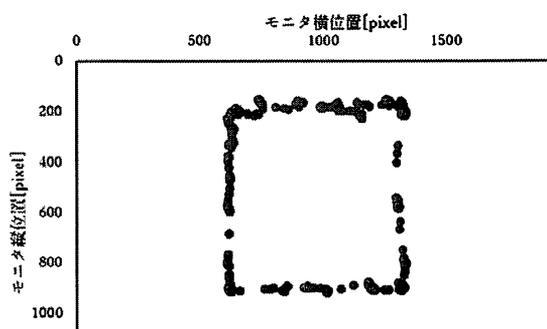


図 3 正方形を見た時の視線移動例

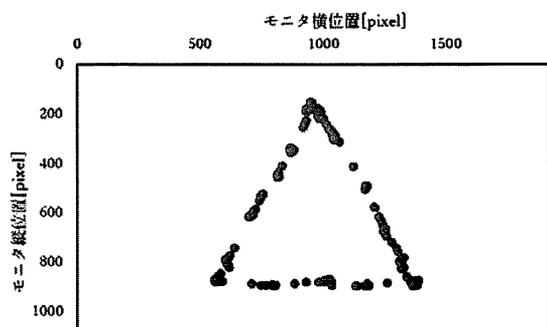


図 4 正三角形を見た時の視線移動例

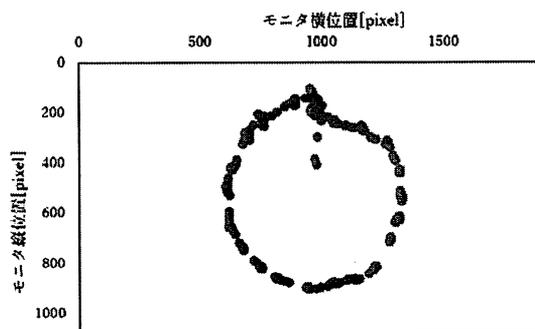


図 5 円を見た時の視線移動例

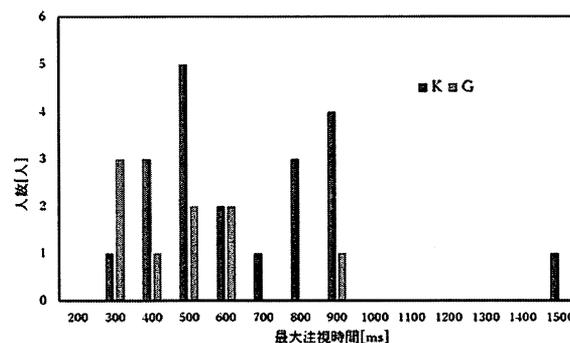


図 6 最大注視時間の分布

(K：初心者、G：熟練者)

4. おわりに

本研究では、描画スキルのある者とない者の両者に単純な図形を見てもらい、その際の視線移動の様子について比較した。その結果、スキルのある者の図形の見かたに特徴があることが示唆された。今後、データ数を増やし解析をさらに進め、実験結果の信頼性を上げ、より深い知見を得たい。

謝辞

本研究へのアドバイスを頂いた奈良芸術短期大学の平田裕信先生と、実験・データ解析に協力してくれた奈良工業高等専門学校電気工学科 5 年生の山鷺拓人君（当時）に感謝致します。

参考文献

- 1) 寶井, 他: 熟練者の視線に基づいたデッサン時の比例法学習支援システムの構築, 人工知能学会研究会資料, SIG-KST-026-05 (2015).
- 2) ロバート・L・ソルソ: 脳は絵をどのように理解するか, pp.149-182, 新曜社 (1997).

海上交通における地形の把握について

Surveying the topography for marine traffic

○赤坂柚子*, 瀧真輝**, 藤本昌志**, 広野康平**, 小西宗***

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

AKASAKA Yuzu*, FUCHI Masaki**, FUJIMOTO Shoji**HIRONO Kohei**, KONISHI Tsukasa***

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

1. 背景・目的

決まった道路の無い海上交通において、操船者はその海域の顕著な物標や島の位置、他船との関係などから自船の進路を決定している。船舶を安全に運航するためには、操船者は船舶の位置を知るため周囲の物標や島などの地形を把握する必要がある。このような、ある空間を移動するための手がかりとなる空間的情報は、「地図」と同様の機能を持つとみなし、認知地図 (cognitive map) と呼ばれている¹⁾。操船者は、自身の認知地図に従って船舶を運航していると考えられる。しかし船舶実習において、操船の目印となる周囲の物標や島などの把握を苦手だと述べる学生もいる²⁾。この理由として、船舶の運航に有効な認知地図を形成していない可能性が考えられる。方向感覚とは、個人内における認知システムを現実世界に整合させることのできる能力であるが³⁾、先行研究では方向感覚が良いと認知地図も良い可能性が示されている²⁾。

一方で、操船者は船舶を運航する際、実際の航海の前に航海計画の策定を行っており、航海計画には、自船が航行する予定進路の海図上への記入、付近の地形、水深の確認等が含まれている。これらの作業は認知地図の形成に影響を及ぼすと考えられる。

陸上における空間認知・認知地図についての先行研究では、道に迷いにくい者は認知地図の形成に長けていると述べている⁴⁾。また空間認知能力が高いと、他人への道案内時に多くのランドマークを分布に偏りなく説明できると述べている先行研究もある⁵⁾。これらの実験には、地図作製課題・方向感覚質問紙・スケッチマップ法などが活用されており、海上における実験にも同様に海図描画課題が活用できると考えられる。

本研究では、海上交通における認知地図形成について、個人の方向感覚、および航海計画の策定の観点から、探索的に検討することを目的とする。

2. 方法

2.1 実験参加者

神戸大学海事科学部航海分野の学生 47 名の協力を得た。座学および3ヶ月間の乗船訓練が終了していたが、海技免状は有していなかった。

2.2 実験場所

明石海峡航路と来島海峡航路の2つの航海上重要な海峡を経由する航海実習において、神戸大学練習船深江丸にて実験を行った。

2.3 実験方法

先行研究²⁾と同様に、今回の実習において航海計画を策定し、かつ実際に通航した明石海峡航路と来島海峡航路の海域について、海図描画課題を実施した。時間は約15分間とし、A4サイズの白紙に、陸岸の線、島、山、灯台などを各目標物の位置関係に気を付けて、海図のようなイメージで描くよう教示した。描画された海図を得点化し、採点を行った。描画された海図の得点化について、明石海峡航路は浮標の位置、地形を含めた計22項目、来島海峡航路は浮標の位置、島の位置・形を含めた計43項目を採点基準とし、1項目1点として採点を行った。先行研究²⁾の採点基準は、法律や物標の名称などの知識による項目が含まれており、純粋に地形の把握についての得点では無かったため、本実験では新たな採点基準を設定した。方向音痴である人はルートを学習するときに移動に役立つ情報に着目する割合が低い⁶⁾とされていることから、採点基準は、熟練者と協議し、その海域を移動するために重要と考えられる項目を選定した。

方向感覚の測定には、方向感覚質問紙簡易版 (SDQ-S)⁷⁾を用い、二回目の海図描画課題を終えた後に実施した。

2.4 分析方法

学生の認知地図形成の要因として、方向感覚と航海計画策定経験の二つが考えられるため、これらについてそれぞれ学生を分類し分析することとした。方向感

覚については方向感覚質問紙の結果より、実験参加者を方向感覚の良い群、方向感覚の悪い群、中間群に分類し、方向感覚の良い群と方向感覚の悪い群について海図描画課題の得点を比較、検討した。

航海計画の策定については、明石海峡航路及び来島海峡航路において、航海計画を策定した学生と策定していない学生について海図描画課題の得点を比較、検討した。実験参加者 47 名中、明石海峡航路の航海計画を策定した学生は 12 名、来島海峡航路の航海計画を策定した学生は 14 名であった。

3. 結果

3.1 方向感覚について

方向感覚の良い群、方向感覚の悪い群のそれぞれの海図描画の平均得点は、良い群 29.2 点 ($SD=8.9$)、悪い群 20.5 点 ($SD=8.3$) であった (図 1)。

3.2 航海計画策定による分類

航海計画を策定した学生と策定していない学生の海図描画課題の得点は、明石海峡航路について、策定した学生 11.4 点 ($SD=4.2$)、策定していない学生 16.0 点、($SD=1.4$) であった (図 2)。また来島海峡航路について、策定した学生 19.7 点 ($SD=5.3$)、策定していない学生 11.0 点 ($SD=5.4$) であった (図 3)。

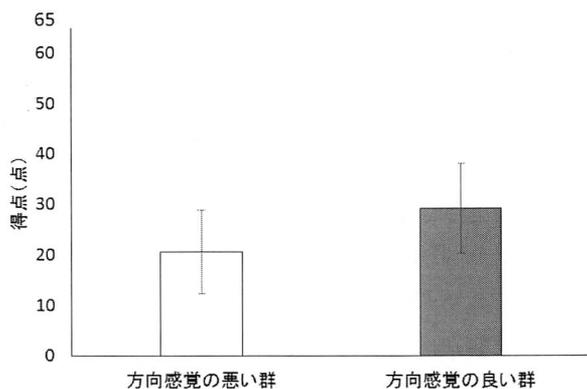


図 1 海図描画得点 方向感覚別

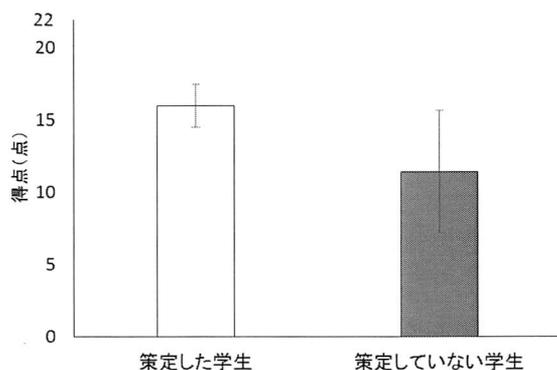


図 2 明石海峡航路海図描画得点 航海計画別

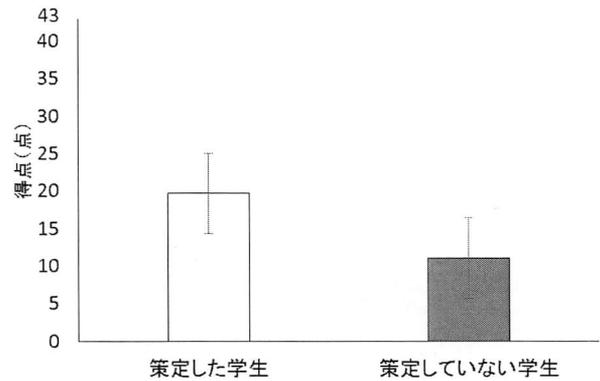


図 3 来島海峡航路海図描画得点 航海計画別

4. 考察

海図描画課題について、方向感覚が良いと課題の得点が高いことから、方向感覚の良い学生ほど、ある海域を移動するために重要となる地形のポイントをよく把握している、つまり船舶の運航により有効な認知地図を形成していると考えられる。

また航海計画を策定した学生の海図描画得点平均の方が、策定していない学生の海図描画課題得点平均より高いことから、航海計画を策定した学生は、策定していない学生より、海上での認知地図の形成がよい可能性が考えられる。

以上のことから、船舶の安全運航についての学生への教育・訓練方法として、航海計画の策定が有効であることが示唆された。

参考文献

- 1) Tolman, E.: On cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 55, pp189-208.(1948).
- 2) 山本さくら: 海上交通の目標物の特定について, 海洋人間学雑誌, Vol.4, No.2,(2015).
- 3) 本間道子: 空間の認知・空間定位、認知距離、イメージ, 国際交通安全学会誌, Vol.10, No.5,(1984)
- 4) 大岸通孝: 空間能力と認知地図形成に関する研究, 金沢大学教育学部紀要, 55 (人文・社会科学編), pp13~18,(2006).
- 5) 佐藤智弘 他: 道の習熟度及び補講環境が空間認知に及ぼす影響に関する研究, 第 8 回情報処理学会東北支部研究会, 資料番号 11-8-A3-4,(2011).
- 6) 新垣紀子: なぜ人は道に迷うのか?: 一度訪れた目的地に再度訪れる場面での認知プロセスの特徴, *Cognitive Studies*, 5(4), pp108~121, (1998)
- 7) 竹内謙彰: 「方向感覚質問紙」作成の試み(1) - 質問項目の収集及び因子分析結果の検討 - 愛知教育大学研究報告, 39 (教科書編), pp127~140, (1990).

操船シミュレータを用いた教育効果の検討について

Investigation of the teaching effectiveness by ship handing simulator

○片山裕貴*, 瀧真輝**, 藤本昌志**, 広野康平**, 臼井伸之介***, 小西宗****,

*神戸大学海事科学部 **神戸大学大学院海事科学研究科

大阪大学大学院人間科学研究科 *独立行政法人海技教育機構

KATAYAMA Yuki*, FUCHI Masaki**,FUJIMOTO Shoji**,HIRONO Kohei**

USUI Shinnosuke***,KONISHI Tsukasa

*Faculty of Maritime Science, Kobe University, **Graduate School of Maritime Science, Kobe University,

***Graduate School of Human Sciences, Osaka University

****Japan agency of Maritime Education and Training for Seafarers

1. 背景・目的

船舶の操縦性能は他の交通に比べて緩慢である。そのため、船舶を安全に運航するためには、操船者は船舶の大きさや操縦性能等の特徴から、他の交通機関に比べ早期から他船の動静の把握、将来予測を行い、衝突回避動作をとる必要がある。衝突回避動作は衝突の数分から数十分前から行っており、その前段階である状況認識は更に早期に行われている。

状況認識には段階があり 1 次は周囲要素の知覚(以下、知覚)、2 次は現状の理解(以下、現状理解)、3 次は将来動向の予測(以下、将来予測)とされている¹⁾。

船舶の衝突回避判断に関しては、現状理解及び将来予測について経験による差があることが示唆されているが²⁾、この研究では現状理解が正しく出来ている者についてのみ将来予測の解析が行われたため、将来予測の経験による差の比較が十分になされていない。

学生の将来予測の特徴を分析し、熟練者の特徴と比較検討することで、効果的な教育、訓練に活用できると考えられる。本研究では、知覚及び現状理解ができていない状況において、学生の将来予測およびその後どのように衝突を回避するかという操船方略を比較し特徴を明らかにする。次に学生に対し教育を行い、その効果を検討することを目的とする。

2. 方法

2.1 実験参加者

学生群として、神戸大学海事科学部航海分野の学生 10 名の協力を得た。学生群の平均年齢は 22.2 歳 ($SD=0.74$)、乗船期間は全員 3.0 月であり、海技免状は有していなかった。熟練者群としては、海技免状を有して単独での操船経験のある現役船長、航海士、及び水先人 7 名の協力を得た。熟練者の平均年齢は 39.3 歳 ($SD=9.5$)、平均乗船期間は 7.3 年 ($SD=7.7$)であった。

2.2 実験方法

2.2.1 シナリオ

操船シミュレータを用い、12 分のシナリオを 2 つ作成した。海域には他船を 3 隻配置し、内 1 隻は方位変化が無く衝突の危険があるものとした(以下、危険船舶)。いずれも昼間の広い海域であり視界良好とした。3 次の将来予測を測定するため、各シナリオ開始前に他船の位置、進行方向、衝突の危険性の有無を伝え 1 次の知覚、2 次の現状理解は既にできている状態にした。2 種類の航海シナリオを行ったが、1 つは映像の解像度のため危険船舶が見にくく、多くの実験参加者が開始時に認識しづらかったため解析から除外した。

2.2.2 操船シミュレータ実験

複数回シナリオを中断し状況認識に関するヒアリングを行うことで被験者の状況認識を測定する SAGAT(Situation Awareness Global Assessment Technique)手法³⁾を参考にした。

シナリオ開始後 3 分経過するごとに、また初めて衝突回避動作を行った時にシナリオを一時停止した。一時停止後直ちに質問紙に回答させた。質問紙には自船を中心とする同心円図が描かれており、そこに一時停止時の他船の位置及び進行方向を図示させた。また、衝突の危険を回避するという点でそれぞれの他船をどのように気にしているのかを 0(全く気にならない)から 10(非常に気になる)までの 11 段階で評価させた(以下、評価値)。評価後、将来予測及び操船方略に関するヒアリングを行った。ヒアリング終了後にシナリオを再開した。

12 分のシナリオ終了後、学生群に対しては熟練者の操船例を示しながら将来予測及び操船方略に関する教育を口頭で行った。

2.2.3 後日調査

学生群を対象に、実験終了後 2 週間以上の期間を空けて後日調査を行った。ある海域に数隻の他船が航行している場面を紙面上に図示し、自船の今後の進路を紙面上に線で描かせた。その進路を選んだことについての理由、考えについてヒアリングを行うことで教育効果の検討を行った。

2.3 分析

操船シミュレータ実験では、シナリオ開始から初めて衝突回避動作を行うまでの時間、初めて衝突回避動作を行った時における危険船舶に対する評価値およびヒアリング調査の内容から将来予測について分析した。今回は将来予測および操船方略について分析を行うために以下の 3 つの評価項目を設け、ヒアリング調査での発言率を測定した。

- ①自船が変針した時の他船の将来動向を述べているか
- ②自船から危険な状況を回避すると述べているか
- ③コースライン(予定進路)にこだわりなく航行すると述べているか

後日調査においても同様にヒアリング調査による発言から上記①～③の項目の評価を行った。

3. 結果

衝突回避動作を行うまでの時間は学生群が平均 3.2 分 ($SD=3.09$)、熟練者群が平均 0.7 分 ($SD=0.47$)であった。衝突回避動作開始時の危険船舶に対する評価値を図 1 に示す。学生群の危険船舶に対する評価値は平均 5.8 ($SD=1.99$)、熟練者群は平均 7.4 ($SD=1.30$)であった。相対的に学生群は熟練者群に比べ危険船舶に対する評価値が低かった。

ヒアリング調査について、評価項目①～③ごとの結果を表 1 に示す。操船シミュレータ実験では、学生群は熟練者群に比べ評価項目②、③に関する発言率が低かった。ヒアリング内容について熟練者群は『予定進路より安全を優先して航行する』『相手船が避ける前に自分から避ける意思を見せる』と自分から危険な状況を避けようとしているのに対し、学生群は『予定進

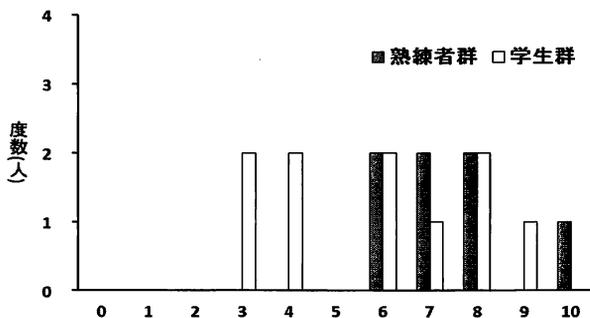


図 1 危険船舶に対する評価

表 1 各評価項目の発言率

	学生群		熟練者群
	シミュレータ実験	後日調査	シミュレータ実験
①	70% (7/10)	70% (7/10)	71% (5/7)
②	50% (5/10)	90% (9/10)	100% (7/7)
③	40% (4/10)	70% (7/10)	100% (7/7)

①自船が変針した時の他船の将来動向を述べているか
 ②自船から危険な状況を回避する行動を取っているか
 ③コースライン(予定進路)にこだわりなく航行すると述べているか

路から離れたくない』『法律上相手が避けてくれるだろう』と危険が至近に迫るまで相手船の動作に頼り、進路を変えない学生がいた。

後日調査時では、学生群の評価項目①に関する発言率は変化がなかったが、評価項目②③に関する発言率は高くなり熟練者群に近づいた。

4. 考察

ヒアリング調査の結果より、評価項目①から学生群は熟練者群と同様に自船が変針した時の将来予測をしているものの、評価項目②においては学生群の発言率は熟練者群の半分であった。これより学生群は熟練者群に比べて自船から危険な状況を回避する動作を行わない傾向があることが考えられる。その原因として、評価項目③より学生群は予定進路にこだわり過ぎており、危険と感じるまで予定進路から離れることを躊躇する傾向があること、図 1 より熟練者群に比べ、他の船舶に対して危険を感じない傾向があることが考えられる。これらの理由から学生群の衝突回避動作を開始する時間が熟練者群に比べて遅かったと推察される。

後日調査の結果から、口頭での教育は、「コースライン(予定進路)にこだわりすぎない」や「自船から危険な状況を回避する方が良い」といった部分について効果があることが示唆された。

参考文献

- 1) Endsley, M.R. : "Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems", *Human Factors*, Vol.37, No.1, pp.32-64, 1995.
- 2) 小西宗他 : "操船シミュレータによる訓練生の状況認識の特徴", *日本人間工学会誌第 52 巻特別号(日本人間工学会第 57 会大会講演集)*, pp. 408-409, 2016.
- 3) Endsley, M.R. : "Situation awareness global assessment technique (SAGAT)", *Aerospace and Electronics Conference, 1988.NAECON 1988.Proceedings of the IEEE 1988 National*, Vol.3, pp.789-795, 1988.

学校・家庭における防災教育の経験が大学生の防災意識に及ぼす影響

Effects of Experiences of Education and Training for Disasters on Consciousness of Disasters in University students

○澤井由希奈・木村貴彦

関西福祉科学大学 健康福祉学部 健康科学科

Yukina SAWAI and Takahiko KIMURA

Department of Health Sciences, Kansai University of Welfare Sciences

1. はじめに

近年、地震、大雨などが多く発生し防災教育の充実が望まれている。災害はいつ起きるかわからない。

「災害体験の風化」、「防災意識の欠如」、「活かされなかった教訓」など新聞紙上や報道番組では取り上げられ、誰もが災害を「忘れていた」ことを指摘する場面も多い。どのようにすれば災害を忘れず、高い防災意識を維持することができるのだろうか。

本研究では大学生が小学校・中学校・高等学校で行ってきた防災教育と防災訓練がどのようなものであり、現在の生活や意識にどれほどの効果がみられるのかを調べ、今後の防災教育をより充実なものにする方略を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

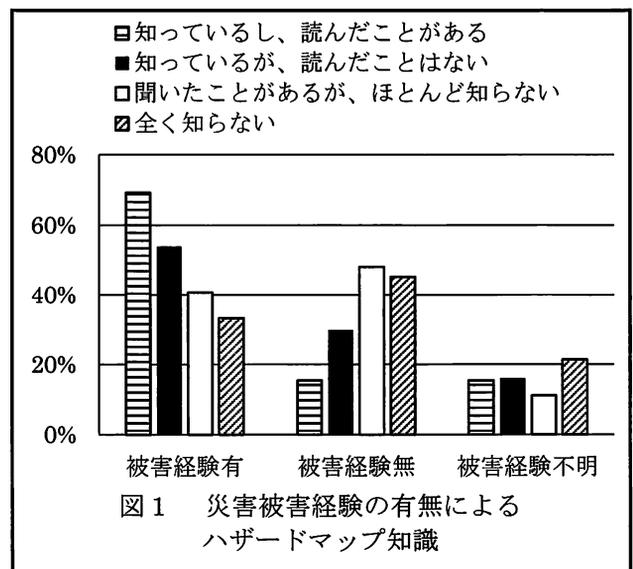
2017年4月28日に4年制大学の2年生148名(女性95名、男性37名)にアンケートを実施した。得られたデータのうち、欠損値のなかった132名のデータを使用した。本調査は関西福祉科学大学研究倫理委員会の承認を受けて実施された(承認番号17-3)。また、調査対象者にはインフォームドコンセントを実施した上、データの利用についての承諾があったもののみ分析の対象とした。

調査用紙は、此松・中北(2010)、重松・向井・石本・亀井・正本(2009)から、自分自身の防災意識・知識、家庭での防災教育、学校での防災教育の質問内容を参考にして作成した。そして、防災教育の印象度や今後防災教育で学びたい内容は何かについても具体的に質問内容を作成し、1. あなた自身や周りの環境・防災知識について、2. 家庭での防災に

ついて、3. 学校での防災についての3つの観点から作成した。

3. 結果 (1) 災害被害経験に基づく知識について

住んでいる地形について「わからない」と答えた人が最も多かった(61人:46%)。自然災害に対して無関心な大学生が多いことが示唆された。東日本大震災では、住んでいる地形や様子を知らず、津波や引き潮によって被害にあった人たちがみられており、居住地域を知る重要性が示された。また、「あなたの家族や親戚で、家具が倒れるほどの、大きな地震などの被害にあった人はいますか」について、「はい」と回答した者は61人(55%)、「いいえ」は49人(45%)であった。これらに基づいて、被害経験の有無による防災知識の違いを図1、2、3に示した。全体として被害経験があると防災知識が高く、災害経験によって防災知識に差が生じることが分かった。



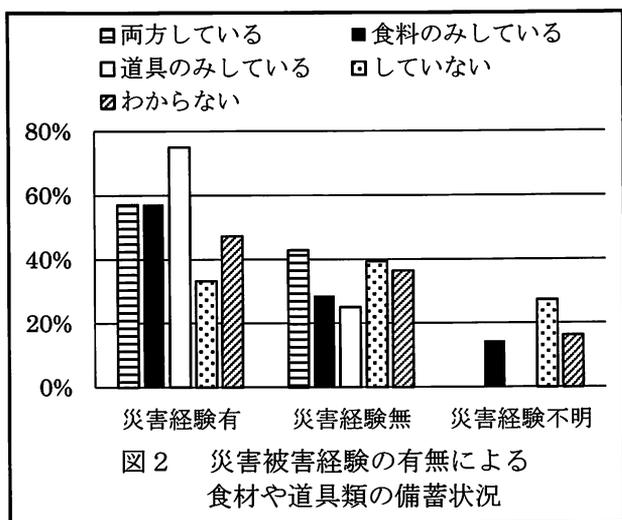


図2 災害被害経験の有無による食材や道具類の備蓄状況

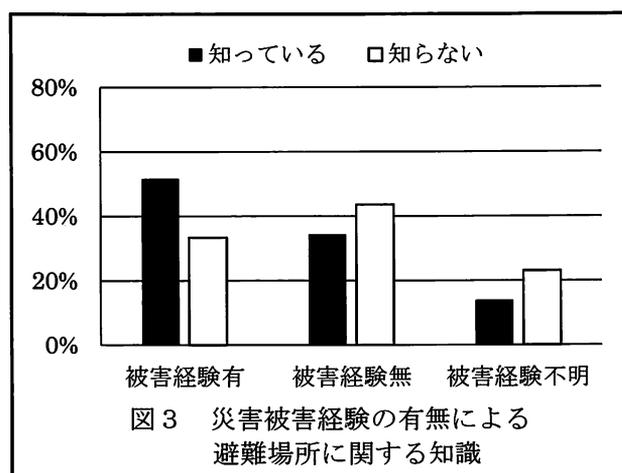


図3 災害被害経験の有無による避難場所に関する知識

4. 結果 (2) 期待されている防災教育の内容

今後、学校での防災教育で学びたい内容についての回答をまとめた(表1)。被害経験がある場合には、災害が起きた時に、どのような場所に避難し行動すればよいのかについて学ぶ機会への期待が80%程度で、被害経験がない場合よりも高いことが示された。したがって、特に被害経験を有する大学生は地震のメカニズムなどの知識に関わるものというよりは、「災害時」または「災害後」の具体的行動や避難場所についての教育を期待していることが明らかとなった。また、これらを学ぶ機会を期待する学生が多いということは、現時点での学校現場における防災教育(例えば避難訓練)だけでは実際に災害が起きた時、行動に結びつかない可能性が考えられる。

したがって、学校での避難方法だけでなく、学校と地域全体で災害に対する避難訓練や防災知識につい

表1 被害経験の有無と今後学校で学びたい防災教育の内容

防災教育で学びたい内容	有	無
災害発生直後に取りべき行動	80%	59%
災害発生の後に取りべき行動	79%	57%
災害発生時の避難場所・避難方法	79%	49%
地域の安全・危険な場所	77%	65%
二次災害について	75%	63%
自分の住んでいる地域で起こりやすい災害	56%	63%
地震災害発生メカニズム	51%	29%
災害に備えて、何をどのくらい備蓄するのか	51%	39%
災害に備えて、日ごろから気をつけておくこと	51%	43%
過去の災害の写真や映像を見る	46%	41%
地震メカニズム	44%	37%
家具等の転落防止の方法	43%	47%
非常食について	38%	37%
防災センターまたは、消防署での学び	38%	33%
過去の体験談を聞く	34%	37%
災害ボランティアへの参加	30%	39%
実際に体験する	2%	0%

て学び、どこにいても自分自身で判断し行動できるような教育機会の提供と、そのためのプログラムを構築していかなければならないと考えられる。

そして、学校が中心となって防災について学ぶ機会を作るためには、家庭や地域との交流を深め、連携のとれる体制を整えることが重要である。

5. 参考文献

- 1) 此松昌彦・中北綾香：和歌山県北部の児童・生徒・学生に行った防災教育意識調査 和歌山大学教育学部教育実践総合センター紀要 No.20, pp133-142 (2010).
- 2) 重松幹二・向井峻大・石井哲人・亀井一郎・正本博士：福岡大学学生および教職員の防災意識調査 福岡大学工学集報 83, pp79-87 (2009).

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—

Development of Mental and Physical Activation System for Patients with Hematopoietic Cell Transplantation in Closed Space — Concept Making from the User's Point of View —

○上甲志歩*, 大須賀美恵子*, 多田雄真**, 石川淳**

*大阪工業大学 **大阪国際がんセンター

JOKO Shiho*, OHSUGA Mieko*, TADA Yuma**, ISHIKAWA Jun**

* Osaka Institute of Technology, ** Dept. of Hematology, Osaka International Cancer Institute

1. はじめに

血液悪性腫瘍の一部の症例では、造血幹細胞移植が治癒を目指した唯一の治療となる。移植後、患者は感染予防のため閉鎖・無菌環境での管理を要する。この状態が長期に渡ることで、患者には大きな心理的・身体的にストレスがかかる。そこで、血液悪性腫瘍患者の精神的ストレスを緩和し、前向きにリハビリテーションに取り組むことを支援するシステムを開発する¹⁾。

大須賀ら^{2),3)}は病床にある患者の心身のケアを目的としたベッドサイドウェルネスシステム(図1)を開発した。ベッド上の足踏みで自然の中を擬似的に散歩するもので、がん患者の倦怠感低減などの効果を示したものの、高価で大型だったために実用化できなかった。



図1 ベッドサイドウェルネスシステム²⁾

そこで本研究では、観察と共感・問題定義・創造・プロトタイプ・テストの5つのステップを何度も回すデザイン思考を用いて、現場のニーズに合った実用的なデバイスの開発を目指す。第1ステップとして、患者にインタビューを行い、多様なニーズにユーザ視点で応えるシステムコンセプトを明確にした。技術指向の開発をすると現場のニーズにそぐわない機能をつけることが往々にしてある。インタビューを通じて「開発者の思い込み」を是正し、「患者の想定外の言動」を発見して、患者の気持ちに寄り添ってシステムの仕様を決めるためである。

2. インタビュー

大阪国際がんセンターにて造血幹細胞移植後に無菌室(クラス5)で生活し、回復後に一般無菌病棟(無菌室より無菌度は落ちるがクラス7を保った無菌環境の病棟、面会・出入りの制限あり)へ移動した5名(10, 20, 50, 60代男性各1名, 30代女性1名)の患者に対し、無菌室での生活、リハビリテーションの実施状況、家族との関わり合いなどについてインタビューを行った(大阪工業大学倫理審査, 承認番号2017-9)。以下に、聴取内容の概要を示す。

2.1 無菌室での生活

無菌室で生活した期間は、35~50日であった。移植後の経過は個人差があるが、初期は発熱、抗がん剤治療による倦怠感が強く、痛みがある場合も多い。この期間は気力がなく何もできずに寝ている状態が続き、身体的症状のつらさと予後に対する不安が大きい。その後、症状が緩和すると、暇な時間に何かをする気力を取り戻す。10~30代は無菌室に持ち込みやすいスマートフォンやタブレットで、アプリゲームをしたり、動画サイト視聴、マンガを読む、SNSをしたりすることが多く、50, 60代はTV視聴と携帯電話でのメールをしていた。

無菌室内ではエンターテインメント性の高いコンテンツへの欲求が低いことが判明した。それよりも、時間や季節の変化を感じたい、家族に依頼している買い物を自分で選びたい、自然の中や非日常の体験をしたい、自宅の自室を見たいなど、人それぞれ欲していることが異なることが明らかになった。

2.2 リハビリテーションの実施状況

今回の対象者は、比較的モチベーションが高く、理学療法士が施術するリハビリ以外にも、体調の良いときに自分でストレッチや椅子に座り続けるなどしていた。人によって取り組み度合いは異なったが、いずれも機能低下を強く自覚していた。一般無菌病棟に移動後は、一般無菌病棟の廊下を 3000 歩/日歩くのが日課であるが、歩き回れるのは廊下のみで、単調な環境に退屈さや人の目に触れる気恥ずかしさを感じていた。

2.3 人との関わり合い

10代、30代の方は毎日家族の誰かが見舞いに来て電話もしており、スカイプなどの TV 電話機能は利用していない。50代、60代はメール(テキスト)によるコミュニケーションに満足していた。無菌室へのスマートホンや携帯電話の持ち込みができ、窓を介した面会もできるため家族との断絶感は想像していたほどではなかった。顔を見て会話するだけでなく、体験の共有を提供する必要があることがわかった。一般無菌病棟に移ってからも患者間の会話は一人(女性)を除いてほとんどないことがわかった。

3. コンセプト

インタビュー前は、無菌室内で精神的ケアと早期のリハビリ支援を同時にめざすべく、ゲーム性のあるリハビリシステムで楽しく運動してもらおうというものを考えていたが、無菌室ではこのような機能が求められていないことがわかった。これには、大阪国際がんセンターでは、今年の4月に病院施設が新しくなり、患者が従来より早く無菌室から一般無菌病棟に移るということも関係している。そこで、無菌室では、ストレス緩和や気を紛らわせる精神的ケア、無菌室を出た患者には自発的かつ継続的はリハビリの支援というように、2段階に分けて検討することにした。

3.1 精神的ケア

精神的ケアについて、患者の様々なニーズに対応できるものとしてインタラクティブ動画を採用する。部屋の壁と天井にプロジェクションマッピングで動画を投影することで、開放感を与える(図2)。他の方法としてより没入感の高いHMD(Head Mounted Display)がある(図3)。HMDの装着は拘束感や不安を与える恐れが

あるが、若い患者では装着自体でテンションが上がることも想像できる。そこで、この2つの提示方法を比較する予定である。

インタラクティブ動画は高原や海など大自然や非日常の体験に加えてリアルタイム性のあるものを用意する。定点カメラにつなげて外界の風景をリアルタイムで見られるようにしたり、自宅にカメラを置いたり家族にカメラを持って買い物に行ってもらい、外の世界に接し体験を共有できるようにする。患者の生活歴や嗜好、精神状態により、求めるコンテンツが異なるので、患者が容易に選択できるようにすることに重点をおく。

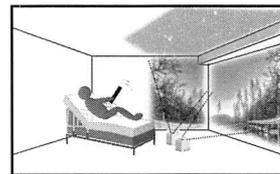


図2 プロジェクションマッピングを用いたシステム構想

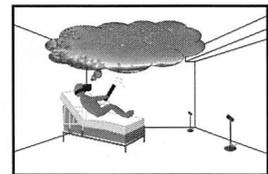


図3 HMDを用いたシステム構想

3.2 身体的リハビリ

廊下を楽しく歩ける仕組み、あるいは、トレッドミルなどを用いてバーチャル空間を歩くもの、さらにゲーム性のあるコンテンツなどを検討する予定である。これには、既に開発したマッサージチェアを利用したインタラクティブ動画システム⁴⁾も活用する。

4. おわりに

少数ではあるが、造血細胞移植後の患者にインタビューし、多様なニーズにユーザ視点で応えるシステムコンセプトを明確にした。今後、プロトタイプを作成し、早い段階でユーザ(患者)に利用してもらおう。感想を聴取するとともにその様子を観察し、課題を抽出して改善していく予定である。

参考文献

- 1) Mieko Ohsuga, Yuma Tada, Jun Ishikawa: Interactive Environment for Hematopoietic Stem-cell Transplant Patients, Proceedings of International Conference on Virtual Rehabilitation 2017 (2017).
- 2) 大須賀美恵子ら: 床の患者のメンタルケアをめざしたベッドサイドウエルネスシステムの開発, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 3(4), pp.213-220 (1998).
- 3) 大須賀美恵子・小山博史: ベッドサイドウエルネスシステムのがん患者への適用, 三菱電機技報, Vol.73, No.11, pp.30-33 (1999).
- 4) 上甲 志歩, 柳口 和哉, 小野 正生, 大須賀 美恵子, 増田 雅亮, 財部 政文: マッサージチェアを用いた心身活性化システム, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2017 (2017).

AR 技術による実在の車いすと仮想ユーザの適合性評価システムの開発

Development of Suitability Assessment System
between Real Wheelchair and Virtual User using Augmented Reality Technology

○西尾 大*, 福井 裕**, 川野常夫*

*摂南大学 **大阪府立大学

NISHIO Dai*, FUKUI Yutaka**, KAWANO Tsuneo

*Setsunan University, **Osaka Prefecture University

1. はじめに

現実空間と仮想空間を重ね合わせる AR 技術 (Augmented Reality, 拡張現実) は、昨今盛んに研究が行われるようになり、観光や工場オペレーション支援、防災教育などに応用されている^{1), 2)}。筆者らはこれまでに、既存の介護ベッドに仮想の高齢者を重ね合わせ、その高齢者のベッド上でのずれや負担を計算することによって既存のベッドを評価するシステムを構築してきた³⁾。

本研究では、現実に存在する「車いす」を、タブレット PC を通して眺めると、仮想のユーザが現れ、車いすとユーザの適合性や転倒の危険性などを評価できるシステムを構築する。本システムは車いすユーザである実際の高齢者や障がい者が転倒の危険性評価などを行うのが困難であるため、同じ体格の仮想ユーザが代役として行うシステムである。

2. ARシステムの構築

タブレット PC に筆者らが独自に開発したソフトウ

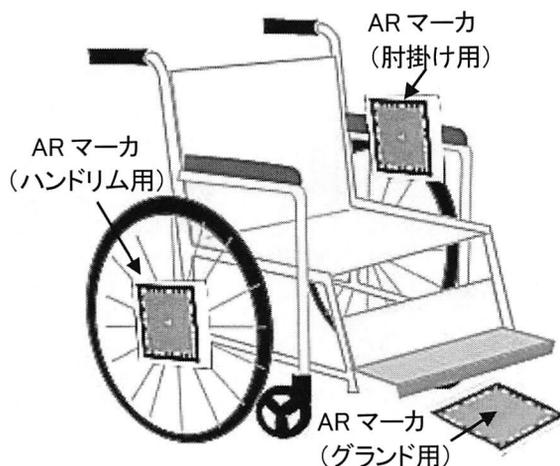


図1 車いすとARマーカの配置箇所

ェアをインストールし、背上げベッドの評価を行うための AR システムを構築した。タブレット PC は Xperia Tablet S (Android OS/SONY 製) を使用した。ソフトウェアは、ゲームエンジンの Unity (Unity Technologies 製) とプログラミング言語 C# を用いてパソコン上で開発した。AR マーカの認識には、AR ライブラリの Vuforia (PTC 製) を用いた。

図1に本システムで用いた一辺 15cm の正方形のマーカと車いす周辺の配置箇所を示す。AR ライブラリを用いることによって、マーカが写ったタブレット PC のカメラ映像から、カメラとマーカとの 3 次元の相対的な位置関係が計算によって求まる。さらに、マーカの位置座標 (基準となる別のマーカとの相対座標) と姿勢 (3 軸周りの回転角度) を求めることができる。その情報を基にして、ディスプレイの現実の映像に仮想高齢者モデルの CG をリアルタイムに重ね合わせて表示 (重畳表示) させることにより、あたかも現実に存在するかのように見せることができる。

3. 車いすとユーザの適合性評価例

3.1 座面高さの適合性

図2に仮想ユーザにより車いすの座面高さの適合性評価を行った例を示す。ここで仮想ユーザは車いすの利用を予定している実際のユーザの体格に合わせた代役である。AR マーカは座面とグラウンド (床) に配置し、それぞれの座標から座面高さを求め、仮想ユーザが座って、フットレストに足を置いたときにフィットするサイズであるかどうかを判定する。

図の例では、利用予定のユーザにとっては車いすが少し小さい判定となり、「5cm 座面が高い車いすを利用しましょう」と表示されている。

3.2 ハンドリムの位置の適合性

図3にハンドリムの位置について評価した例を示す。先行研究⁴⁾に基づいた標準のグリップ姿勢との違いを評価し、ハンドリムの前後の位置や直径について適当な値が表示される。

3.3 車いすの転倒危険性の評価

図4に車いすが傾斜したときの転倒危険性を評価した例を示す。利用予定のユーザと同じ体格の仮想ユーザが座って傾斜したときに、ユーザと車いすを含めた重心を求めて転倒するかどうかを判定する。図のタブレット PC には、傾斜角度と転倒の危険性はないことが表示されている。傾斜角度は AR マーカの座標から推定できる。また傾斜方向は前後左右とし、斜面を走行中の加速度も考慮する。

4. おわりに

本研究では実在の車いすを利用しようとする際に、サイズが適合するかどうか、坂道で転倒しないかをあらかじめ同じ体格の仮想ユーザで簡単に評価できる AR システムを構築した。

参考文献

- 1) 川野常夫, 福井 裕: 特集①: 分野別人間工学の現状と将来 (13) - モバイル情報機器の人間工学の現状と将来 -, 人間工学, Vol.51, No.3, pp.174-182 (2015) .
- 2) 田上慎, 飛澤健太: AR (拡張現実) は, 人間が手にした新たな未来: AR の変遷と展望, 情報管理, Vol.59, No.8, pp.526-534(2016).
- 3) 西尾 大, 福井 裕, 川野常夫: ARによる仮想高齢者を用いた設置済み背上げベッドの評価システム, 平成 28 年度 日本人間工学会関西支部大会講演論文集, pp.48-51(2016).
- 4) 堀内和禎, 川野常夫, 山本義秋: 車椅子着座時における車輪の操縦位置および操縦方向と上肢発揮力の関係, 平成 19 年度 日本人間工学会関西支部大会, pp.63-66(2007) .

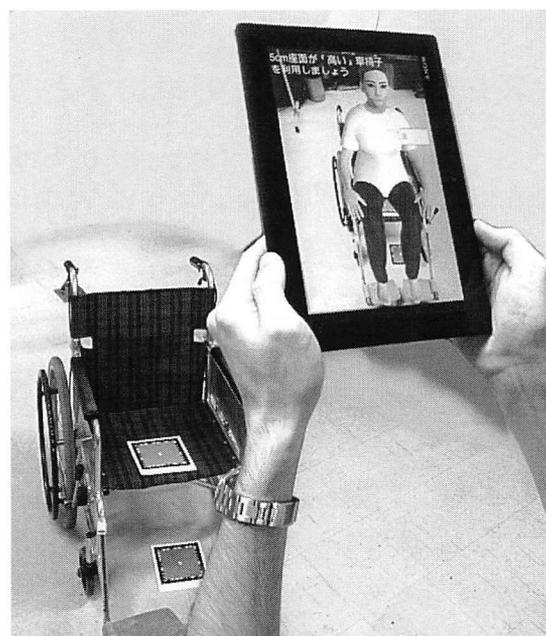


図2 ユーザの代役による座面高さの適合性評価



図3 ユーザの代役によるハンドリムの適合性評価



図4 ユーザの代役による車いす転倒危険性の評価

病院看護師のワークライフバランスの良し悪しに関連する

失敗傾向や抑うつ状態

Error-Proneness and Depression State associated with Perceived Work-Life Balance among Hospital Nurses

○石松一真*, 畑理恵**, 中迫勝**

*滋慶医療科学大学院大学 **大阪産業保健総合支援センター

ISHIMATSU Kazuma*, HATA Rie**, NAKASEKO Masaru**

*Graduate School of Health Care Sciences, Jikei Institute,

**Osaka Occupational Health Support Center

1. はじめに

超少子高齢化の進展, 労働者のライフスタイルの多様化などを背景に, 「仕事と生活の調和 (work-life balance: WLB)」の促進が期待されている。

WLBを規定する要因として, 労働時間や生活時間などをはじめとした社会組織的要因だけでなく, WLBのあり方に関する捉え方などの主観的要因を考慮することの重要性を示唆する研究報告^{1,2,3)}も増えている。

例えば青木ら¹⁾は, 二交代制勤務に従事する常勤の女性看護職を対象に, WLBの自己評価と関連する要因として, 勤務関連条件に注目して検討した。結果, 労働時間の長さは必ずしもWLBの自己評価に反映されるとは限らないこと, 平常の生活での時間的な余裕や深夜勤務後の次の勤務までの時間といった仕事と生活を「繋ぐ」要因がWLBの自己評価に関連する可能性があることを示唆するデータを報告した。その上で, 青木らは, 心身への労働負担や健康障害がどのようにWLBと関連しているかについて検討する必要性についても言及している。

精神的健康度との関連などについても指摘されている²⁾WLBは, 業務の安全や質を確保する上でも重要となる。WLBの自己評価に影響を及ぼす要因と考えられる長時間労働は, 健康を阻害するストレスとなる。交代制勤務との関連が指摘されているうつ状態は, 労働者の全般的な認知機能低下につながり, 結果としてインシデントやアクシデントを助長する可能性がある。

そこで本研究では, WLBの自己評価と関連する要因

を明らかにすることを目的とし, WLBの自己評価と失敗傾向や抑うつ状態との関連について焦点を絞って検討した。

2. 方法

2-1. 調査対象

近畿圏の4病院に勤務する看護師を対象に1200部の調査票を配布した。

2-2. 調査項目

調査票は, 「一般特性と勤務条件27項目」, 「健康と健康障害5項目」, 「疲労2項目」, 「腰痛について11項目」, 「頸肩腕障害について11項目」, 「ストレスによる症状について10項目」, 「労働と家庭9項目」, 「WLBについて3項目」, 「職業性ストレス簡易質問紙」, 「失敗傾向尺度」, 「抑うつ状態自己評価尺度」, 「気がきく尺度」から構成された。

特に本研究で注目した「WLBについて」, 「失敗傾向尺度」, 「抑うつ状態自己評価尺度」について, 詳細を以下に記述する。

1) WLBについて

WLBに関する3つの質問項目に対し, 回答者は7段階評価を行った。

質問項目「あなたのいまの仕事は, 思った以上にあなた個人の活動や家庭で生活に大きな影響をしますか (仕事が個人の活動や家庭の生活に及ぼす影響)」については, 「0. 全くない」から「6. 非常に

強い」の7段階で回答を求めた。質問項目「あなたのいまの労働時間の長さは、家族や仕事以外の社会活動をするにはちょうどいいですか（労働時間が社会活動に及ぼす影響）」については、「0. 全くよくない」から「6. 非常によい」の7段階で回答を求めた。質問項目「あなたの仕事と家族の生活は、バランスがとれていると思いますか（仕事と家族の生活とのバランス）」については、「0. 全くバランスがとれていない」から「6. よくバランスがとれている」の7段階で回答を求めた。

2) 失敗傾向尺度⁴⁾

失敗傾向尺度 (Error Proneness Questionnaire: EPQ) は、「アクションスリップ」, 「認知の狭小化」, 「衝動的失敗」の3因子25項目から構成された。

回答者は「非常によくある」から「まったくない」の5段階評価を行った。スコアリングでは、各質問項目について「非常によくある(4点)」から「まったくない(0点)」に換算し、各因子を構成する質問項目のスコアを合計し、各因子の得点とした。

EPQでは、得点が高いほど「失敗傾向」が高いことを意味する。

3) 抑うつ状態自己評価尺度⁵⁾

抑うつ状態自己評価尺度 (CES-D) は、20項目から構成された。

回答者は、過去1週間の自分のからだや心の状態について、「めったに、またはまったくない(1日未満)」から「たいてい、またはいつもある(5~7日)」の4段階で回答した。スコアリングでは、逆転項目の処理後、各質問項目について「めったに、またはまったくない(0点)」から「たいてい、またはいつもある(3点)」に換算し、質問項目のスコアを合計した。

2-3. 調査手続き

調査票と調査に対する同意書は、平成26年10月29日から平成26年12月24日に対象施設に発送し、調査票のみの返送を求めた。調査票は自記式で、調査に参加した対象者は、質問項目への回答後、各自封印の上、個別郵送または一括収集による返送を行った。

回収期限は調査票発送後約1か月以内とした。

2-4. 分析方法

回収した調査票について記入不備等を精査した後、不完全記入の調査票を除外した。その上で女性看護師のみを分析対象とした。

まず、WLBの自己評価と勤務関連条件との関係を検討するため、WLBの自己評価と週当たりの労働時間及び月当たりの残業時間について相関分析を行い、Pearsonの積率相関係数(r)を算出した。

次に、WLBの自己評価(仕事と家族の生活とのバランスに関する質問項目の評価値)に基づき、WLBの自己評価低群(評価値: 0, 1), 中群(評価値: 2, 3), 高群(評価値: 4, 5, 6)の3群に分類した。その後、「WLBについて」, 「失敗傾向尺度」, 「抑うつ状態自己評価尺度」について群間比較をするため、対応のない一要因分散分析を行った。多重比較にはボンフェローニ法を用いた。

統計的分析にはSPSS (SPSS version 22.0 for Windows, IBM Corporation)を使用した。

2-5. 倫理面への配慮

調査は、労働者健康安全機構産業保健調査研究倫理審査委員会の承認を得た後、その倫理規定に従って実施した。

まず、調査対象施設に研究目的、方法等を説明した書類と個人情報の取扱い等の配慮を記した書類、調査票、配布準備と回収までの調査計画書を提示し、承諾を得た。次に、調査票と研究協力の同意と倫理的配慮事項を同封した文書を対象施設あるいは個人宛に郵送した。倫理事項については、回答済みの調査票の返送をもって同意を得たものと判断した。回収した調査票は匿名化し、どの調査段階においても個人を同定できないようにした。

3. 結果と考察

女性看護師639名のデータを分析対象とした。

3-1. WLBの自己評価と労働時間及び残業時間との関係

WLBの自己評価と週当たりの労働時間及び月当

たりの残業時間との関係を検討するため、相関分析を行った。結果、WLBの自己評定と労働時間との間 ($r = -.025, p = .537$), WLBの自己評定と残業時間との間 ($r = .036, p = .385$) には有意な相関関係は認められなかった。この結果では、WLBの自己評定と労働時間や残業時間との関連は弱い、WLBの自己評定の分布を含めた検討を行う必要がある。

3-2. WLBに関する質問項目の評定値の群間比較

WLBに関する3つの質問項目に対する評定値を3群で比較した (Tab. 1)。

Tab. 1 WLBに関する質問項目の評定値の群間比較

	WLB		
	低 <i>n</i> = 173	中 <i>n</i> = 349	高 <i>n</i> = 107
仕事と家族の生活とのバランス	0.6 (0.5)	2.5 (0.5)	4.5 (0.7)
仕事が個人の活動や家庭の生活に及ぼす影響	4.9 (1.4)	3.9 (1.3)	3.5 (1.7)
労働時間が社会活動に及ぼす影響	0.7 (0.9)	2.2 (1.0)	3.8 (1.3)

注) 平均 (標準偏差)

まず、「仕事と家族の生活とのバランス」の評定値について、対応のない一要因分散分析を行った結果、群の主効果が有意であった [$F(2, 627) = 1810.09, p < .001$]。多重比較の結果、低群、中群、高群の順で評定値が有意に高かった。従って、低群、中群、高群は、WLBの自己評定が有意に異なる3群として機能していることが明らかとなった。

次に、「仕事が個人の活動や家庭の生活に及ぼす影響」と「労働時間が社会活動に及ぼす影響」の評定値について、それぞれ対応のない一要因分散分析を行った。結果、いずれの質問項目においても、群の主効果が有意であった [それぞれ $F(2, 627) = 38.68, p < .001$; $F(2, 627) = 294.12, p < .001$]。多重比較の結果、「仕事が個人の活動や家庭の生活に及ぼす影響」の評定値は低群、中群、高群の順で低くなり、WLBの自己評定が低い群ほど、いまの仕事が個人の活動や家庭での生活に及ぼす影響が思った以上に大きいと感じていることが明らかとなった。一方、「労働時間が社会活動に及ぼ

す影響」の評定値は、低群、中群、高群の順で高くなり、WLBの自己評定が高い群ほど、いまの労働時間の長さは、家族や仕事以外の社会活動をする上でちょうど良いと感じていることが明らかとなった。

3-3. 失敗傾向及び抑うつ状態に関する尺度得点の群間比較

1) 失敗傾向

EPQ総得点とWLBの自己評定との関連を Fig. 1 に示す。対応のない一要因分散分析を行った結果、WLBの主効果が有意であった [$F(2, 609) = 14.75, p < .001$]。多重比較の結果、低群、中群、高群の順にEPQ総得点が有意に低くなった。これらの結果は、WLBの自己評定と失敗傾向が関連し、WLBの自己評定が低い群ほど、失敗傾向が高いことを示している。

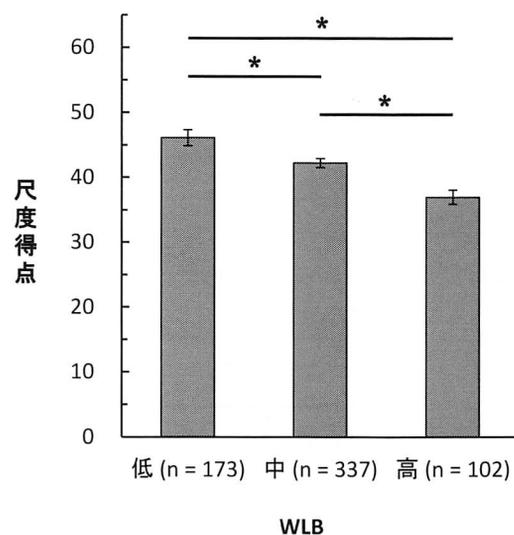


Fig. 1 失敗傾向尺度総得点の群間比較

エラーバーは標準誤差を示す。* $p < .05$ 。

欠損値のあった27名のデータは分析から除外した。

失敗傾向について詳細な検討を行うため、EPQの下位因子得点についてそれぞれ対応のない一要因分散分析を行った (Tab. 2)。結果、いずれの下位因子得点においてもWLBの主効果が有意であった [アクションスリップ: $F(2, 609) = 11.18, p < .001$; 認知の狭小化: $F(2, 609) = 12.08, p < .001$; 衝動的失敗 $F(2, 609) = 13.08, p < .001$]。多重比較の結果、低群は、中群、高群に比べてアクションスリップの得

点が有意に高かったが、中群と高群の間に有意差はみられなかった。認知の狭小化については、低群で最も得点が高く、中群、高群の順に低くなった。衝動的失敗については、高群は低群や中群に比べて有意に得点が低く、低群と中群の間には有意差はみられなかった。

これらの結果は、認知の狭小化—緊張や時間的切迫、不安など、内外のストレスに影響されるために起こる失敗やアクションスリッパ—よく慣れた状況で自分の行為にあまり注意が向けられなくなることで起こる失敗が、WLBの自己評価が低い群ほど生じやすい傾向にあることを示している。

Tab. 2 失敗傾向尺度の下位因子得点の群間比較

	WLB		
	低 (n=173)	中 (n=337)	高 (n=102)
アクションスリッパ	20.1 (6.8)	18.3 (5.7)	16.6 (5.6)
認知の狭小化	17.7 (6.6)	16.2 (5.3)	14.2 (5.0)
衝動的失敗	8.4 (4.4)	7.8 (3.2)	6.1 (2.5)

注) 平均 (標準偏差)

2) 抑うつ状態

CES-D得点とWLBの自己評価との関連をFig. 2に示す。

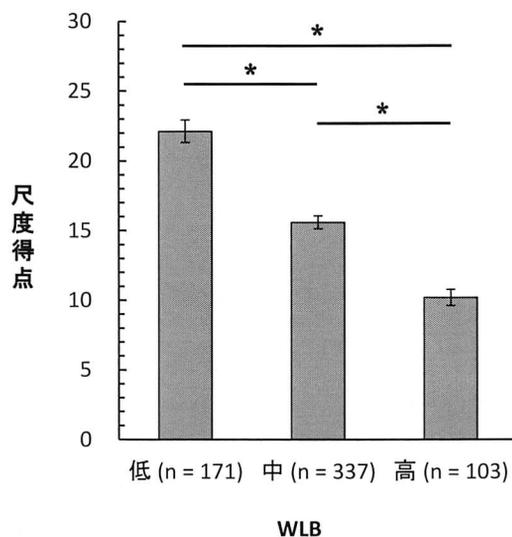


Fig. 2 抑うつ状態自己評価尺度得点の群間比較

エラーバーは標準誤差を示す。* $p < .05$ 。

欠損値のあった28名のデータは分析から除外した。

対応のない一要因分散分析を行った結果、WLBの主効果が有意であった [$F(2, 608) = 63.64, p < .001$]。多重比較の結果、低群、中群、高群の順にCES-D得点が有意に低くなった。

これらの結果は、WLBと抑うつ状態が関連し、WLBの自己評価が低い群ほど、抑うつ状態が高いことを示している。

4. おわりに

ワークライフバランス (WLB) の自己評価と関連する要因を明らかにすることを目的に、WLBの自己評価と失敗傾向や抑うつ状態との関連について検討した。本研究より、WLBの自己評価と失敗傾向や抑うつ状態は関連し、WLBの自己評価が低い群ほど、抑うつ状態が高く、また内外のストレスや不注意による失敗が生じやすい傾向にあることが明らかとなった。

謝辞

本研究は、平成26年度産業保健調査研究として実施され、「社会保健福祉職場におけるワークライフバランス—ストレスと筋骨格系障害の予防の視点から— (研究代表者: 伯井利明)」として平成27年度産業保健調査研究発表会にて報告された結果の一部を再分析したものである。

参考文献

- 1) 青木喜子, 石松一真, 中迫勝: 病院看護職のワーク・ライフ・バランスの自己評価に影響を及ぼす勤務関連要因の検討: 二交代制勤務の女性看護職を対象として. 医療の質・安全学会誌, 11(suppl), 285 (2016).
- 2) 中井正美, 織田侑里子, 他: 病院に勤務する看護師のワークライフバランスと精神的健康度の関連, 日本健康教育学会誌, 19(4), 302-312 (2011).
- 3) Makabe S, Takagai J, et al.: Impact of work-life imbalance on job satisfaction and quality of life among hospital nurses in Japan, Industrial Health, 53(2), 152-159 (2015).
- 4) 山田尚子: 失敗傾向質問紙の作成及び信頼性・妥当性の検討. 教育心理学研究, 47, 501-510 (1999).
- 5) Radloff LS: The CES-D scale: A self-report depression scale for research in the general population, Applied Psychological Measurement, 1, 385-401 (1977).

電動車いすのジョイスティック操作における腕の筋活動

- 尺側手根伸筋と尺側手根屈筋の活動関係性について-

Muscle Activity of User Arm in Joystick Operation of Electric Wheelchair - Relationship between Extensor Carpi Ulnaris and Flexor Carpi Ulnaris Activity -

○ ROH Hyunsoo*, 桑原教彰*, 森本一成*, 中迫 勝**

*京都工芸繊維大学大学院

ROH Hyunsoo*, KUWAHARA Noriaki*, MORIMOTO Kazunari*, NAKASEKO Masaru**

* Kyoto Institute of Technology

1. はじめに

高齢者人口の急激な増加に伴い電動車いすの利用者が増えており、電動車いすでの安全で快適な走行を確保する必要がある¹⁾。そのため、たとえば座位姿勢や走行する路面の状態などが利用者を与える影響など多くの研究が行われてきた^{2), 3)}。車いす操作における筋負担の評価には筋電位などの生理指標を用いることが多いが⁴⁾、筋負担の根源がどこに由来しているかを筋線維の活動から検討した例は少ない。筋負担の原因の一つに筋線維の活動の連動性の乱れにあるとの仮説のもと、本研究では電動車いすのジョイスティック操作における腕の筋肉の間の活動連動性について検討した。

2. 実験方法と条件

2.1 実験手順

実験開始前に実験協力者の年齢、身長、体重を記録した。筋電測定用の電極を右腕の尺側手根伸筋部と尺側手根屈筋部、上腕二頭筋部、僧帽筋部に貼った。筋電図計測装置は YS-BioMeasIII (ゆうい工房製) を用いた。測定データは装置内で RMS 処理され、サンプリングレートは 50Hz である。実験開始前に必ず基準動作を行わせ、ノイズが少なく筋電計測が確実にできることを確認した。筋電計測の準備が完了したら、実験協力者は停止状態の電動車いすに搭乗する。その際、フットレスト、アームレスト、背もたれを用いて深く座るよう指示した。

実験には市販の電動車いす((株)今仙技術研究所, EMC-230)を用いた。大きさは長さ 104cm, 幅 60cm,

高さ 94cm, シート幅 39cm, シート長さ 40cm, 背もたれ高さは 43.5cm であった。電動車いすの正面にメトロノームを表示するディスプレイ(IBM 製, L201p 9320-HJ1, 20.1 型)を設置した。ディスプレイ表面から電動車いすのシートまでの距離は 192cm, 背もたれまでの距離は 202cm であった。図 1 に実験風景を示す。

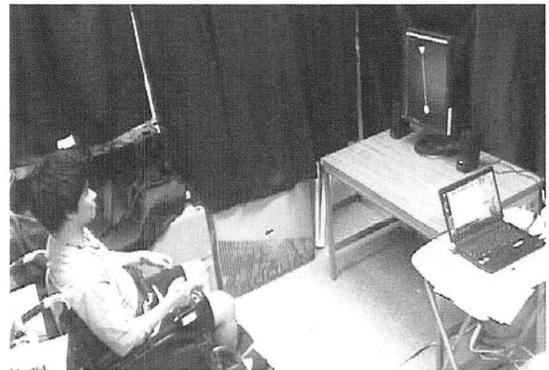


図 1 実験風景

筋電の計測開始後に、ジョイスティックを操作するよう指示した。実験協力者にはディスプレイに表示されるメトロノームの左右の動きに合わせて、ジョイスティックを前後に動かす動作を行わせた。ジョイスティックの握り方は実験協力者の自由とした。また、メトロノームの表示にはアプリケーション(Aspario 製メトロノーム Windows10 用)を用いた。実験協力者にはメトロノームの棒が左に傾く際にはジョイスティックを前に押す動作を、逆にメトロノームの棒が右に傾く際にはジョイスティックを後ろに引く動作をするように教示した。なお、ディ

スプレイに提示するメトロノームの周期は 30, 60, 90, 120bpm (beat per minute) の 4 条件とした。実験開始前に各条件で 10 分間のジョイスティック操作を行わせた。各条件での操作が終わる度に、2 分間の休憩を設けた。

2.2 実験環境と実験協力者

実験は温度管理が可能な室内で行い、空調の設定温度を 23℃とした。実験中は衣類による電極への影響を減らすため上半身の服装を半袖のシャツを着用させた。

実験協力者には研究の目的及び実験方法、使用する機器の概要を説明するとともに、実験協力者の意思によりいつでも実験を中断・中止できることを説明した。実験協力者は健康な 20 代の男性 5 人であった。平均年齢は 23.6±3.3 歳、平均身長は 174.2±7.4cm、平均体重は 63.0±3.7kg (平均値±標準偏差) であった。実験協力者は裸眼もしくは矯正視力は正常で、ディスプレイ上のメトロノームを見るには十分だった。

3. 実験結果

3.1. 平均筋電位

メトロノームの速さ 30, 60, 90, 120bpm の 4 条件における、ジョイスティック操作による尺側手根伸筋部 (以下、伸筋)、尺側手根屈筋部 (以下、屈筋)、上腕二頭筋部 (以下、二頭筋)、僧帽筋部 (以下、僧帽筋) の筋負担量を見る。各筋の表面筋電位の全操作時間での平均値を求めたのが図 2 である。

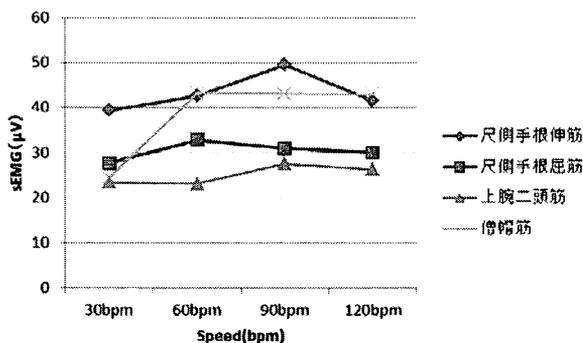


図 2 各筋の平均筋電位

この図より、上腕二頭筋や屈筋や伸筋の筋電位はメトロノームの速度が変化してもほぼ変わらないことが見て取れる。これらの筋負担は今回設定したジョイス

ティックの繰り返し動作における筋負担に大きな差を生じさせない程度の負荷であることがわかる。一方、僧帽筋の場合はメトロノームの速度が 30bpm から 60bpm になると極端に筋電位が大きくなり、その後はほぼ一定の値を示した。このことより、操作に用いられる筋負担はメトロノームの速度により異なることが示唆された。

メトロノームの速度が変わると、伸筋と僧帽筋での筋負担量の変化が大きかったが、屈筋と二頭筋では大きな変化は見られなかった。全体の筋負担量で見るとメトロノームの速度が速くなる程、伸筋の筋負担量が大きくなったが、120bpm では逆に低下した。これはジョイスティックの前後操作の速度が速くなると伸筋よりも僧帽筋が使われるのではないかと推測される。

3.2. 伸筋の筋電位ピークの間隔

実験開始直後 1 分間と終了前 1 分間において、ジョイスティックを前に倒す時の伸筋の筋電位ピークの間隔傾向を求めた。メトロノームの速さ 30bpm から 120bpm の 4 条件毎に、実験開始直後 1 分間と終了前 1 分間での伸筋の各ピーク間の時間差に周期を足して 1 周期ごとの伸筋のピークの間隔を求めた。計算式を以下に示す。

$$\text{伸筋のピーク時間差} = (\text{伸筋ピーク 1} - \text{伸筋ピーク 2}) + \text{周期 (秒)}$$

伸筋ピーク 1: 前のピーク発生時刻

伸筋ピーク 2: 次のピーク発生時刻

一例として、伸筋の 90bpm でのピークの間隔傾向を図 3 に示す。

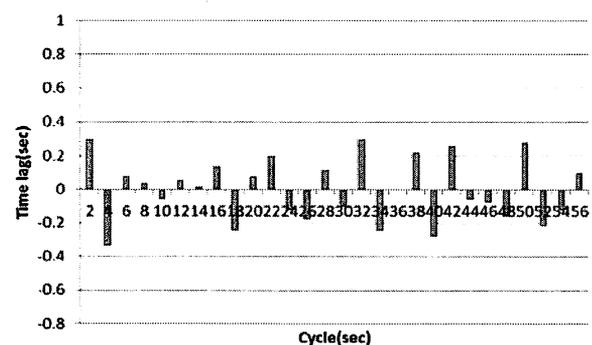


図 3 伸筋の筋電位ピークの間隔傾向

伸筋の1周期毎の時間差を見ると、操作開始4秒ですでに時間差が生じており、その後も、ジョイスティックの操作をメトロノームの周期に合わせるために、遅れたり速くなったりを繰り返していることがわかる。この傾向は、メトロノームの速度30bpmから120bpmにおいても同様に見られたことから、伸筋の筋活動はメトロノームの速度に依存しないと思われた。つまり、筋活動における一定の収束傾向があるわけではなく、常に微調整をして同期させようとしている様子が伺えた。

また、全操作時間におけるピークの間隔の絶対値の平均を求め、メトロノームの速度条件毎に操作時間のずれを比較した。この時、各々の値を速度条件毎に対応する周期で割って基準化した。ジョイスティック操作の全体時n間における伸筋のピークの間隔の絶対値の平均値を図4に示す。メトロノームの速度の違いの方がジョイスティックの操作を同期させやすいため、時間ずれは小さくなると推測したが、逆に、速度が上がるに従い明らかに時間ずれは小さくなった。つまり、繰り返し周期の遅い操作の方が同期させにくい動作を強いられている可能性がある。そこで、1周期あたりのピーク間隔を検討することにした。

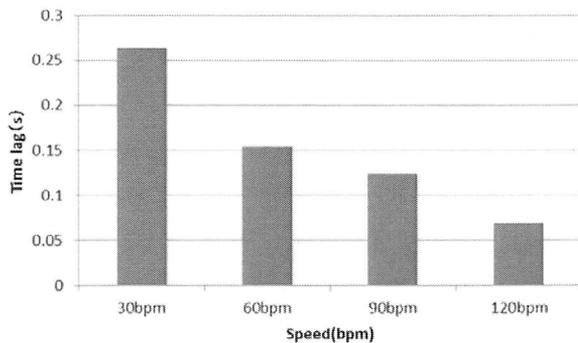


図4 伸筋の全操作時間における筋電位ピークの時間間隔の平均値

図5に1周期当りのピークの間隔傾向の平均を示す。この図からわかるように、メトロノームの速度が上がると従い時間差は大きくなり、逆に、非常に早いジョイスティック操作(120bpm)では時間差が短くなった。この理由として考えられることは、筋負担に関する実験結果で触れたように、非常に早い繰り返し操作

(120bpm)では伸筋よりも僧帽筋を使う動作に移っている可能性がある。それにより伸筋への負担が減り時間差の短縮につながったと考える。以上のように、メトロノームの速度が速くなる程、伸筋のピークの間隔が延びる傾向が見られ、さらに速くなると逆に縮まった。これは伸筋の筋負担量の変化と同じ傾向であった。

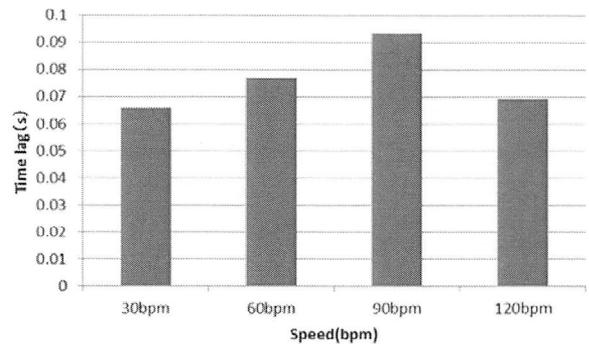


図5 伸筋の1周期当りの筋電位ピークの平均時間間隔

3.3. 屈筋の筋電位ピークの間隔

伸筋の場合と同じように、実験開始直後1分間と終了前1分間において、ジョイスティックを前に倒す時の屈筋の筋電位ピークの時間間隔を求めた。メトロノームの速度30bpmから120bpmの4条件毎に、実験開始直後1分間と終了前1分間での屈筋の各ピーク間の時間差に周期を足して1周期ごとの伸筋のピークの間隔を求めた。計算式を以下に示す。

$$\text{屈筋のピーク時間差} = (\text{屈筋ピーク1} - \text{屈筋ピーク2}) + \text{周期 (秒)}$$

屈筋ピーク1: 前のピーク発生時刻

屈筋ピーク2: 次のピーク発生時刻

屈筋の90bpmでのピークの間隔傾向を図6に示す。

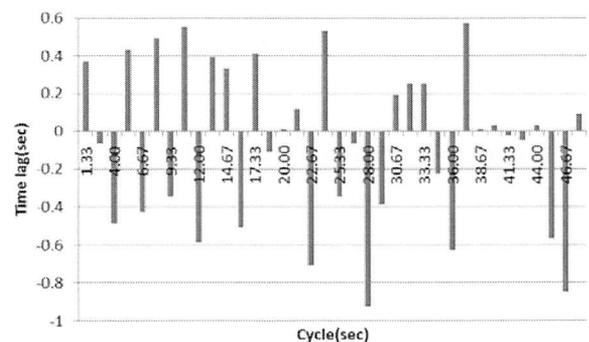


図6 屈筋の筋電位ピークの間隔傾向

操作開始4秒で時間差が見られたことから、屈筋の場合も同期ずれは早い段階に生じることが示された。また、メトロノームの速度60bpmと90bpmでは、時間差が正と負を行き来していることが見て取れる。これは同期ずれの調整をしようと調整量の加減を周期ごとに行っていることによると思われる、一定の傾向で調整量が収束するといった筋活動になっていないことがわかる。

3.4. 伸筋と屈筋との時間差

伸筋と屈筋の筋電位ピーク発生の同期ずれを見るため、伸筋のピーク発生時刻と屈筋のピーク発生時刻の差を求めた。図7に90bpmでの伸筋と屈筋のピーク発生時間差の変化推移を示す。

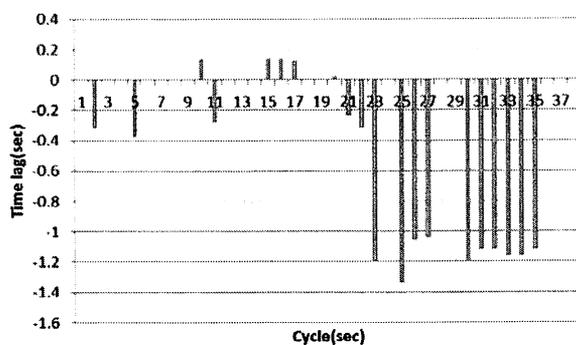


図7 伸筋と屈筋の時間差の変化推移

ジョイスティックの繰り返し操作が速くなると同期の調整の困難になると思われる、図からわかるように、伸筋と屈筋との筋活動の同期ずれは操作の早い段階で生じており、操作時間の経過に伴い大きくなり、筋の同期活動への修正が効かなくなったと考えられる。また、全条件における伸筋と屈筋の同期ずれについて考察した。同期ずれの傾向と筋負担量の傾向から操作速度が速くなる度に筋の使い方が変わるのではないかと考える。

4. まとめと今後の課題

本研究では視覚情報に同期させたジョイスティック操作における筋活動の連動性を検討することで、操作の早い段階で筋活動の同期性が乱れることなど、これまで電動車いすのジョイスティック操作に関して検討が不十分であった筋負担評価への新たな知見を得た。

しかし、本実験では若年者のジョイスティック操作における筋電位の測定を行ったのであり、得られた知見がそのまま高齢者の場合にも適用できるかは不明のままである。そのため、今後は高齢者での操作負担の計測が必要であるが、若年者でのジョイスティック操作開始直後に筋活動に同期ずれが見られたことから、高齢者での操作では筋電位計測に対する十分な配慮をした実験をしなければならない。つまり、個々の筋線維にダメージを与えない程度の負担を課すということに注意が必要になる。また、得られた成果の信頼性を高める必要もある。特に、屈筋の筋電位測定は困難な場合が多く発生したので、測定精度をどのようにして上げるかが課題として残った。なお、将来的には他の複数の筋線維間の筋活動の関連性（同期性や連動性など）について検討することも残されている。

参考文献

- 1) 公益財団法人日本交通管理技術協会：電動車いすの安全利用の手引き，平成15年3月（平成29年3月最終更新），警察庁：電動車いすの安全利用に関するマニュアルについて(オンライン)
<https://www.npa.go.jp/bureau/traffic/anzen/e_wheelchair.html>.
- 2) 松尾優子ほか5名：車椅子走行時における乗り心地と重心移動について—平坦路・段差路走行時の重心移動—，日本感性工学会論文誌，Vol. 12, No. 1, pp. 1-5 (2013).
- 3) Yasuyuki Matsushita, Noriaki Kuwahara, Kazunari Morimoto: Relationship between Comfortable Feelings and Distribution of Seat Pressure in Sustaining a Sitting Posture for a Long Time, In: Stephanidis C. (eds) HCI International 2014 - Posters' Extended Abstracts, pp. 473-478. Communications in Computer and Information Science, vol. 435, Springer, Cham (2014).
- 4) 山田奈央, 桑原教彰, 中迫勝, 森本一成: 電動車いすの勾配走行時における快適性評価の試み, 日本人間工学会関西支部平成27年度支部大会論文誌, pp. 103-106 (2015).

没入型 VR 装置を用いた高齢者と若年者の間における車両スピード認知の比較

Comparative Study of Traffic-Related Cognitive Function between the Elderly and the Young Participants with Traffic Simulator on Virtual Reality System

○内田勇人*, 武原進拓**, 篠倉良真**, 大野暢亮**, 田村祐一***, ラビ・バラダン****

*兵庫県立大学大学院環境人間学研究科 **兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科
甲南大学知能情報学部 *ジョンズ・ホプキンス大学

UCHIDA Hayato*, TAKEHARA Nobuhiro**, SASAKURA Ryoma**, OHNO Nobuaki**,
TAMURA Yuichi***, VARADHARN Ravi****

*Graduate School of Human Science and Environment, University of Hyogo, Japan, **Graduate School of Simulation Studies, University of Hyogo, Japan, ***Faculty of Department of Intelligence and Informatics, Konan University, Japan, Division of Biostatistics & Bioinformatics, Sidney Kimmel Comprehensive Cancer Center, Johns Hopkins University, U.S.A.

1. 目的

日本の総人口に占める高齢者（65歳以上者）の割合は年々増加しており、2016年（平成28年）時は27.3%に達している。この割合は他国と比較しても高く、今後さらに上昇していくことが予測されている[1]。こうした高齢化の進展に伴い、近年、高齢者の交通事故問題が喫緊の課題となっている。

高齢者の交通事故問題の中でも、交通死亡事故に占める高齢者の割合がおよそ54%であり、他の年齢階層と比較して顕著に高い[2]。死亡事故の状況を見ると、歩行中の事故が約46%を占め、中でも走行車両が通過する直前直後の横断時における死者数が最も多い。これら状況下における事故発生の要因として、高齢者は高齢者自身と車との間の距離認知が正確にできていない可能性が高くいくつかのアプローチがなされている[3-5]。

その一方で、高齢者の道路横断時における事故の要因は、車両の色や日照の相違（例えば昼間と夕方）の影響を受けることから、様々な条件下での実証研究の必要性が求められている[4, 5]。しかしながら、屋内外の環境下で道路横断に関連するこうした条件を設定することは極めて困難であり、車両を走行させる点からも特別の環境下での調査が必要になる[5]。

本研究はこうした調査研究上の制約を鑑み、没入型

ヴァーチャルリアリティ(VR)装置 CAVE を用いて高齢者における事故要因の解析調査を試みることにした。VR技術を用いることで、安全にかつ常に同じ状況を容易に再現でき、同一条件の実験を多くの研究参加者に対して行うことが可能である[5, 6]。車両の色や周囲の風景なども即座に変更することができる。

本研究は没入型 VR 装置 (CAVE) を用いて、高齢者における車両スピードの認知について明らかにすることを目的とした。その際、高齢者の特徴を把握するために若年者も研究参加者として選択し、高齢者と若年者間でそれらに違いがみられるかどうかについて検討を加えた。

2. 方法

2.1 研究参加者

研究参加者として、高齢者20名(男性14名、女性6名。平均年齢70.6歳±3.4歳)と若年者20名(コンピュータ関係専攻の大学生および大学院生、男性18名、女性2名。平均年齢23.1歳±1.8歳)を選択した。高齢者は、A市の社会福祉協議会を通じて募集を行った。

2.2 調査項目

調査項目は先行研究[3-6]に準拠し、性別、年齢、身長、体重、体力(握力、開眼片足立ち時間、歩行

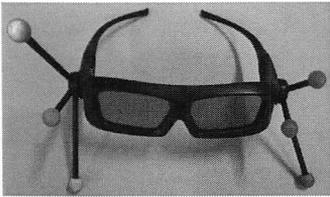


図1 立体視メガネ



図2 コントローラ

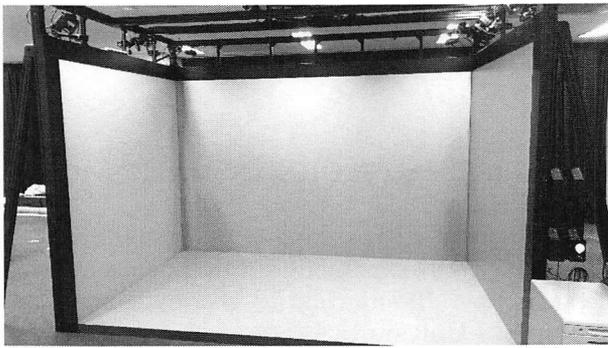


図3 CAVE 外観

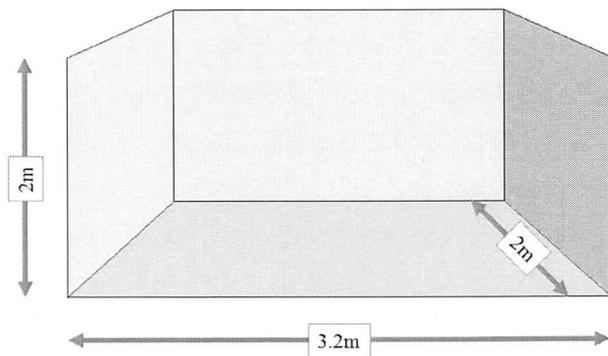


図4 CAVE 装置の寸法



図5 CAVE 実験の様子



図6 日産 MARCH 白色と同青色

はじめに、研究参加者は立体視メガネ（図1）を装着した上でコントローラ（図2）を手に持ち、仮想空間内の歩道上に道路へ向かって立ち、「外出先から帰宅途中に近道となるため道路を横断したいと思っている」というシチュエーションのもと、正面スクリーン（図3から図5）奥から手前に向かって走行する車両がこれ以上接近すれば横断を思いとどまるという限界地点をコントローラにて教示した。次に、トラッキングシステムによって取得する立体視メガネの座標、つまり被験者の頭の位置座標と仮想空間内の車の座標を比較し、その時点での被験者と車両との距離を記録する、こととした。

各種条件として車両（日産 MARCH）の色は白と青の2色（図6）とし、それぞれにおいて走行速度が30km/h、50km/hの2パターン、空の風景が昼間と夕暮れ時の2パターンで行い、各パターンにおいて3回ずつ計測を行った。なお、本調査で用いた道路横断断念距離の計測は、実際の公道上での調査との間の比較研究においてその信頼性と妥当性は検証されている[6]。

分析方法として、各種条件下の2群間の比較には Student の t 検定を用いた。統計学的検討は IBM SPSS Statistics 24 を使い、危険率5%未満をもって有意とした。

2.3 倫理上の配慮

全ての研究参加者に対して、事前に「個人情報の保護」「実験協力の任意性と辞退の自由」について説明を行い、同意を書面にて得た上で調査を行った。なお、本調査は兵庫県立大学環境人間学部の倫理委員会の承認を受け、実施した(受付番号145)。

速度)、各種条件下における道路横断断念距離を選んだ。道路横断断念距離の計測は以下の方法で実施した。は

3. 結果

VR下における道路横断断念距離から推定した車両

が研究参加者の前を通過する所用時間と体力テストの歩行速度から計算した道路横断完了時間の差を計算したところ、高齢者と若年者ともに車両が通過する所用時間より道路横断完了時間の方が短かった。

高齢者と若年者の間で道路横断断念距離平均値を比較したところ、いずれの条件下においても若年者より高齢者の方が有意に長かった ($P < 0.05$, $P < 0.01$)。その一方で、高齢者の場合、昼間における白色車両においては「30km/h 走行」より「50km/h 走行」の方が道路横断断念距離平均値は有意に長かったが ($P < 0.01$)、白色車両における夕方、青色車両における昼間と夕方においては、「30km/h 走行」と「50km/h 走行」の間で道路横断断念距離平均値に有意な差はみられなかった。

若年者においては、車両の色、昼間と夕方の相違に関わらず、全て 30km/h 走行より同 50km/h 走行の方が道路横断断念距離平均値は有意に長かった ($P < 0.01$)。

高齢者と若年者の間で体格と体力テストの結果を比較したところ、若年者より高齢者の方が男性は有意に身長が低く体重は重く握力が弱く、女性は有意に身長が低く体重は重かった (各 $P < 0.05$)。男女ともに高齢者と若年者の間で開眼片足立ち時間、歩行速度に有意な差はみられなかった。

4. 考察

本研究における高齢者の体格と体力を全国平均値と比較したところ、男女ともに身長は高く体重は重く、特に体重は男性で 6.9kg、女性は 3.3kg 重かった。握力は男女いずれも全国平均値より強く、筋量の多さが推察された。ボランティア活動といった社会活動への参加度も高いことから、活動的な高齢者であることが示唆された。

VR 下における道路横断断念距離から推定した車両が研究参加者の前を通過する所用時間と体力テストの歩行速度から計算した道路横断完了時間の差を計算したところ、高齢者と若年者ともに車両が通過する所用時間より道路横断完了時間の方が短いことがわかった。すなわち、高齢者と若年者ともに全員が無事に道路横断を終えられる距離で横断を断念しており、道路横断における事故発生の危険性は低いことが明らかになっ

た。いずれの条件下においても若年者より高齢者の方が道路横断断念距離は有意に長く、若年者より高齢者の方が余裕をもって道路横断の可否を判断していることが示唆された。

その一方で、若年者との比較において高齢者特有の特徴も看取された。若年者は、全ての条件下で車両スピードが 30km/h 走行より同 50km/h 走行の方が道路横断断念距離平均値は有意に長かったものの、高齢者はほとんどの条件下で 30km/h 走行と 50km/h 走行の間で道路横断断念距離平均値に有意な差はみられなかった。高齢者はいずれの車両スピードにおいても、事故の発生という点では問題はみられなかったが、車両スピードの違いにおける認知の点では必ずしも十分な判断ができていない可能性が示唆された。高齢者は車両が 30km/h で接近しても、50km/h で接近した場合と同じ距離で横断を断念しており、慎重に道路横断を行う姿勢のあらわれとも評価できるが、接近する車両のスピードが正確に把握できていないとも考えることができる。いずれにしても、これらの点については、今後、車両スピードをさらに高速 (例えば 60km/h、70km/h) に設定した場合や同一の研究参加者に対して再テストを実施するなどして検証を重ねていきたいと考える。

また今回の研究参加者は比較的に健康度の高い高齢者であったことから、必ずしも体力のレベルが高くない高齢者や年齢が 75 歳以上の後期高齢者を対象として同様の調査を実施し、高齢者の道路横断時における事故発生の要因に関するより詳細な分析を進めたいと考える。

5. 結論

本研究は CAVE と呼ばれる没入型 VR 装置を用いて高齢者と若年者の間における車両スピード認知の相違に関する比較研究を行った。分析の結果、本研究における高齢者と若年者は全員が無事に道路横断を終えられることが明らかになった。その一方で、若年者と比較して高齢者は多くの条件下で、車両スピードの違いにおける認知の点では必ずしも十分な判断ができていない可能性が示唆され、今後の研究課

題と判断された。

(本稿は、第二著者の武原進拓氏が兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科へ提出した修士論文の一部に加筆修正を行った)

参考文献

- [1] 内閣府, 平成 29 年版高齢社会白書, (内閣府, 平成 29 年). (最終アクセス 2017/9/30)
http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2017/zenbun/29pdf_index.html
- [2] 警察庁, 交通事故発生状況, (警察庁, 平成 28 年). (最終アクセス 2017/1/30)
<https://www.npa.go.jp/toukei/koutuu48/toukei.htm>
- [3] 内田 勇人, 朝居 由香里, 藤原 佳典, 新開 省二, “地域在住高齢者における車両スピード認知と身体能力との関係”, 厚生指標, 53(10), 7-12, (2006) .
- [4] 桜井 良太, 藤原 佳典, 内田 勇人, “高齢者は安全かつ正確に道路を横断できるか? : 自己身体能力認識と速度知覚からの行動科学的検討”, 研究結果報告書集 : 交通安全等・高齢者福祉 16, 19-22, (2010).
- [5] 水戸部 一孝, 鈴木 雅史, 吉村 昇, “車道横断体験用シミュレータによる高齢歩行者交通事故の誘発要因の検討”, 生体医工学 Vol. 49 No. 1, 108-115, (2011).
- [6] 井上 卓茉, “CAVE を用いた道路横断時の距離認知シミュレータの開発”, 兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科 修士論文 (2014).

デジタルヒューマン技術の活用による製品の把持姿勢シミュレーション

Product's Grasping Posture Simulation using Digital Human Technology

○平田一郎*, 宮田なつき**, 多田充徳**, 後藤泰徳*

*兵庫県立工業技術センター **産業技術総合研究所

HIRATA Ichiro*, MIYATA Natsuki**, TADA Mitsunori*, GOTO Yasunori*

* Hyogo Prefectural Institute of Technology, **National Institute of Advanced Industrial Science and Technology.

1. はじめに

本研究は、製品の握りやすさの評価を簡易に行えるシステムを構築することが目的である。

デジタルヒューマンを用いた握りやすさの評価は、製品開発の上流工程において有効な評価方法である。通常この方法では、試作品の把持姿勢を光学式のモーションキャプチャ（以降、MoCAP）で計測し、計測した姿勢データをデジタルハンドモデルに反映させる必要がある。しかし、上記方法で計測するためには赤外線反射型マーカの貼り付けや赤外線カメラのセッティング、モデル作成に時間がかかる。そこで本研究では、安価で簡易に計測可能な機器を用いて、製品モデルを実体化せず仮想的に把持姿勢を計測する方法について検討した（図1）。

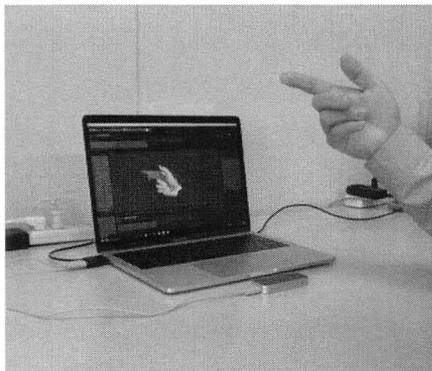


図1 仮想的な把持姿勢の計測

(W80×D30×H11mm) な上、セッティングも容易である。コンピュータに接続した Leap の上で手をかざすと手と指の動きを計測することができる。Leap で計測した姿勢データをコンピュータ上で再現するためのデジタルヒューマン基盤ソフトウェアとして、産業技術総合研究所が開発している DhaibaWorks²⁾（以降、Dhaiba）のハンドモデルを活用した。

Dhaiba のハンドモデルは 20 個の関節リンク構造とそれを覆う表皮形状で構成されており（図2）、多様な把持姿勢を再現可能である。本研究では Leap で取得した手関節の動作データをもとに上記 20 個の関節リンク構造を変化させて把持姿勢を再現した。

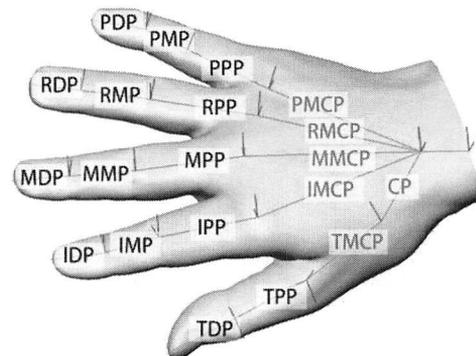


図2 ハンドモデルの関節リンク構造

2. 方法

把持姿勢を計測する装置として、小型モーションコントローラである Leap Motion Controller¹⁾（以降、Leap）を用いた。Leap は 2 個の赤外線カメラと赤外線照射 LED で構成された装置で非常にコンパクト

3. 精度比較

仮想的な把持姿勢について精度検証するため、Leap を用いた「仮想的な把持姿勢データ」と、「実際の製品の把持姿勢」との姿勢の比較を行った。製品の把持姿勢は、MoCAP (OptiTrack 製 Flex13, 8 台の赤外線カメラ) で計測した。

MoCAP で計測する際は、Dhaiba 上に被験者と同じサイズのハンドモデルを生成し、そのハンドモデルに予め設定された特徴点（26 箇所）と同じ位置に赤外線反射型マーカーを張り付けた状態で計測し（図 3 左）、Dhaiba 上でハンドモデルの特徴点同士をフィッティングさせることにより把持姿勢を再現した。Leap による仮想的な姿勢計測では、同製品の SDK で算出される関節位置情報を Dhaiba 上で関節角度に変換し、MoCAP データの処理で用いた被験者のハンドモデルに与えた。画面上に表示した CAD モデルをハンドモデルが把持する姿勢になるように Leap 上で手を動かし、仮想的に把持姿勢を生成した。第三指と第五指がモデルに設定したエリア内に収まり、母指球がモデルと接触する姿勢になる状態を最適姿勢として採用した（図 3 右）。MoCAP による計測時間は、赤外線カメラの設置およびキャリブレーションと赤外線反射型マーカーの貼り付けを含めて約 5 時間を要した。Leap による計測は、モデルの設定を含めて約 1 時間で実施した。

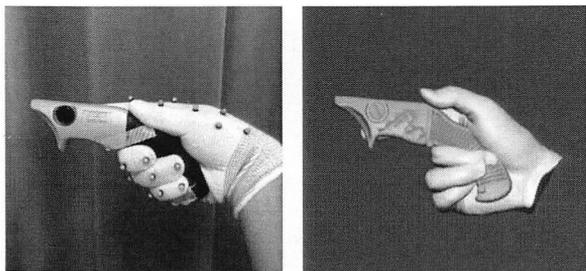


図 3 MoCAP による計測（左）と Leap による計測（右）

4. 比較結果

姿勢データの比較は、それぞれのハンドモデルのリンク構造の x 軸周りの回転角度を比較した。x 軸周りは「指の屈曲／伸展角」である。それぞれ 3 回ずつ計測した角度データの平均値を比較に用いた。把持姿勢データの比較結果を図 4 に示す。

第一指と第二指は、MoCAP で計測した場合と Leap で計測した場合で角度が反対方向に曲がっていることがわかった。第三指から第五指に関しては、MoCAP で計測した姿勢より Leap で計測した方が屈曲は大きくなる傾向にあることがわかった。また、MP 関節（第三指では MPP）および PIP 関節（第三指では MMP）の誤差が大きいことがわかった。

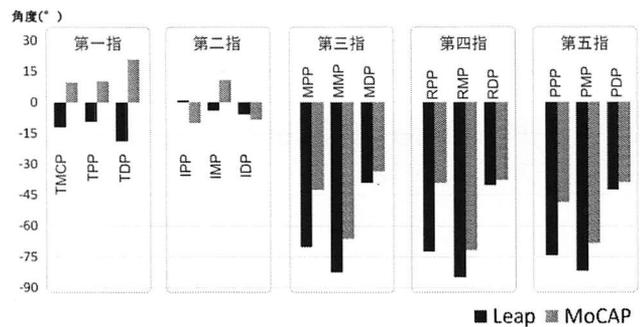


図 4 x 軸周りの角度差

5. 考察

第一指に大きな誤差が生じている原因として、計測中に Leap から第一指が隠れてしまうことが考えられる。この問題は、計測方向を変えた場合でも同じ現象になるか今後検討する必要がある。

第三指から第五指についての誤差は、Leap による計測において、屈曲／伸展および内転／外転のみを同定しており、内旋／外旋が反映されていないことが原因として考えられる。また、計測中に指同士が重なり合う現象が生じていることを確認しており、Dhaiba のハンドモデルの指の干渉設定を行うことにより上記問題を解決できるか検討予定である。

6. おわりに

本研究では、デジタルヒューマンを用いて「握りやすさ」を評価するため、Leap を用いて簡易に把持姿勢計測を行う方法について検討した。

MoCAP による姿勢計測と比較した場合、非常に短時間で計測できることがわかった。しかし、把持姿勢の再現性についてはもう少し検討が必要であることもわかった。

今後は、把持姿勢の種類を増やして精度検証を進めると同時に、Leap で計測した把持姿勢データを用いて「製品モデルにハンドモデルを自動フィッティングさせる方法」について検討する予定である。

参考文献等

- 1) <https://www.leapmotion.com/>
- 2) <https://unit.aist.go.jp/hiri/topics/06.html>

インタフェース操作時における眼球運動と主観評価の関連性の検討

Relationship between eye movement and subjective evaluation during interface operation

○加藤里佳*, 山岡俊樹**

*京都女子大学大学院 **京都女子大学

KATO Rika*, YAMAOKA Toshiki**

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

1. はじめに

ICT (Internet Communication Technology) の急速な進化に伴い、幅広い年齢の人々が様々な場面で情報機器を利用する機会が増えている。機器とユーザの円滑なコミュニケーションを実現するために、設計段階におけるヒューマンマシンインタフェース (HMI) のユーザビリティ評価は重要である。評価方法としては、アンケートや発話思考法が用いられている。しかし、これらの手法は評価することに慣れていない評価者にとっては、操作についての評価やデザインの印象を述べるのが困難な場合がある。また、操作における作業時間や達成度等のパフォーマンスについて評価は可能であるが、ユーザの心理的側面の推定は難しいという課題がある。そのため、主観評価と対応関係が良い客観評価方法を見つける必要がある。本研究では、主観評価に関わる指標として、生理指標を用いることにより、客観評価を可能にすることを旨とする。生理指標のうち、特に眼球運動は、操作対象への興味や理解、意図などの心理的な要因を反映することが知られている¹⁾。そこで本研究では、インタフェース操作時の眼球運動に着目し、課題遂行時に発生するサッカド特性が主観評価の指標となり得るかを探る。そのために、インタフェース操作時の眼球運動および主観評価の測定を行い、その関連について検討した。評価者の眼球運動から主観的な感情を推定することにより、ユーザの心理的側面を考慮した定量的なユーザビリティ評価が可能になると考えられる。

2. 眼球運動および主観評価測定

2.1 目的

本実験の目的は、対象インタフェースの操作に対する

主観評価量と操作時の眼球運動特性を導出し、その関連を分析することである。複合機の操作画面を対象とし、数種類の画面デザインおよび操作課題を提示した場合について、それぞれの条件下における操作課題遂行時の眼球運動の特性と主観評価から得られた心理状態との対応付けを行う。

2.2 測定条件と手順

女子大学生 10 名 (平均 20.9 歳) のインタフェース操作課題遂行中の眼球運動および主観評価を測定した。6 種類の複合機の操作画面 (図 1) を PC モニタ上に提示し、各画面について任意のボタンをクリックすることにより選択させる操作課題 (表 1) を設定して遂行させた。以下、測定手順を述べる。

- (1) 操作課題を 1 種類ずつ、PC モニタ上に文章で表示し、実験協力者に読み上げてもらい、内容が理解できたらクリックするように指示した。
- (2) 操作画面を表示し、(1)の操作課題を遂行するように指示した。このときの眼球運動を Tobii X2-30 アイトラッカーを用いて測定した。
- (3) 各操作課題終了後直ちに、実験協力者に 2.3 で述べる主観評価を実施した。

2.3 主観評価項目

実験協力者は、各操作課題について「安心」「不安」「苛立ち」「焦り」「難しさ」の 5 つの項目の心理状態の強弱に関して 0~10 の 11 段階で評価を行った。これらの評価項目の選定は、一過的な作業等によって生じるストレス (負担) に鋭敏な感情構造に基づく評価尺度を用いて行った²⁾。本評価尺度は、製品開発や環境設

計の際にユーザのストレスを評価し、その改善に資することを目的としている。

2.4 眼球運動測定項目

眼球運動は、停留点数と停留時間についてデータを取得した。また作業成績の項目として、反応時間およびエラー率を導出した（表2）。

3. 眼球運動と主観評価の分析

3.1 正誤結果と主観難易度との関連

図2に主観評価項目の「難しさ」における正誤結果を示す。高難度と評価した場合33%は正解である。これより、反応時間とエラー率のみに着目するパフォーマンス評価を行う場合、ユーザビリティに関してユーザの主観を考慮した考察を得ることは難しいと予想される。

3.2 解析方法

インタフェース操作課題遂行時における、眼球運動と主観評価の関連について正準相関分析を用いて解析した。正準相関分析とは2群の相関が高くなるような重み付けを考えた新たな変数を合成して作成する手法であり、2つの変数群の関係を表すことができる。本稿では、眼球運動についての変数群（反応時間、停留点数、停留時間）と主観評価の変数群（安心、不安、苛立ち、焦り、難しさ）を用いて正準相関分析を行った。

3.3 結果

2.3および2.4で述べたデータを用いて分析したところ、表3の結果を得られた。第一正準相関係数は0.7681であり、眼球運動についての変数のセットと主観評価変数のセットの相関はあるといえる。さらに第二正準相関係数は0.3999であり、第一正準相関係数とは別の角度から、眼球運動と主観評価の関係を低いながらも表しているといえる。正準変量の解釈については、変数の平均値に影響を受けることがない正準構造ベクトルを用いて行った⁴⁾。分析から得られた正準構造ベクトルを図3から図6に示す。眼球運動の第一正準構造ベクトルを見ると、「停留時間」、「反応時間」の関連性が高いことがわかる。情報検索作業の反応時間は停留時間と停留点数

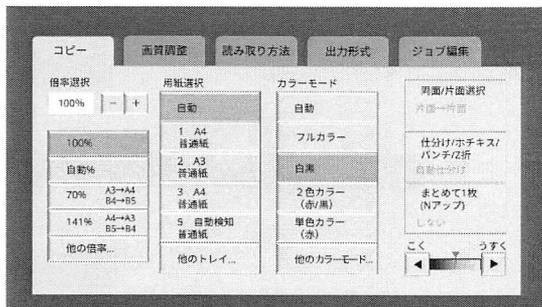
から予測できるとされており、反応時間の延長は停留時間の延長で説明できる⁴⁾。よって、眼球運動の第一正準変量は「作業時間」と解釈できる。主観評価の第一正準構造ベクトルをみると、どの変数も関連が高いが、「不安」、「苛立ち」、「焦り」、「難しさ」が正の値、「安心」が負の値になっている。これより、作業時間が延長するにしたがって、操作課題の遂行に対する主観的ストレス（負荷）が大きくなることが伺える。次に眼球運動の第二正準構造ベクトルを見ると、「停留点数」の変数が負の高い値、その他の変数は低い値となっている。よって、この正準変量は「停留点数」に関するものだと考えることができる。主観評価の第二正準構造ベクトルをみると「安心」が正の高い値となっている。したがって、操作課題遂行中の眼球運動特性のうち停留点数と、主観評価項目の安心が関連しているということがわかる。

3.4 考察

本稿では、インタフェース操作課題遂行中の眼球運動と主観評価についての関係を検討するために正準相関分析を用いて分析を行った。分析結果は次の通りである。まず、眼球運動と主観評価の第一正準変量から、反応時間および停留時間という作業時間は、操作に対する不安や難しさというユーザの操作課題に対する主観的ストレスと対応するということがわかる。次に第二正準変量からは、眼球運動特性の停留点数と主観評価項目の安心の変数が関連していることがわかる。これより、操作課題遂行時の停留点数が少ないほど、ユーザの安心感が高いということを推定できる可能性があることが示唆される。注視点付近から視覚情報を取得している停留点は、ユーザの認知処理を反映することから⁵⁾、操作画面および操作課題と安心感の関係を明らかにしていきたいと考える。

4. おわりに

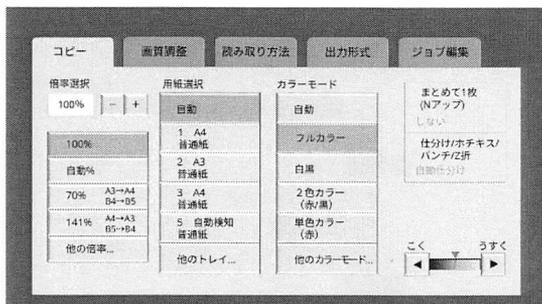
本研究では、インタフェース操作時の眼球運動と主観評価の関連性を検討した。今後の課題としては、眼球運動特性の停留点数と主観評価の安心感の関連について妥当性を検証することが挙げられる。



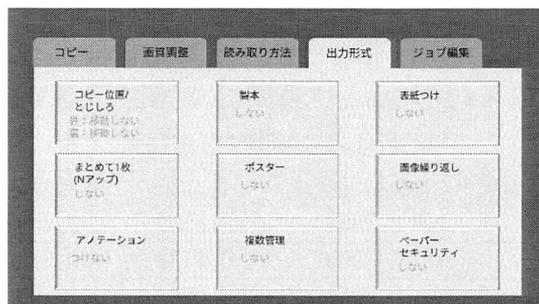
操作画面 1



操作画面 5

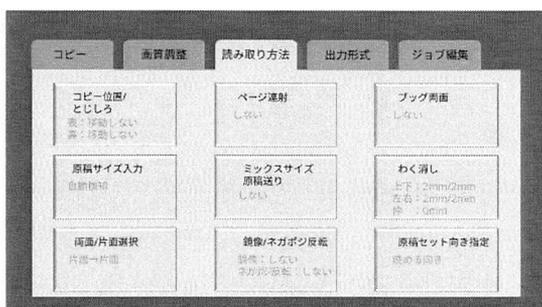


操作画面 2

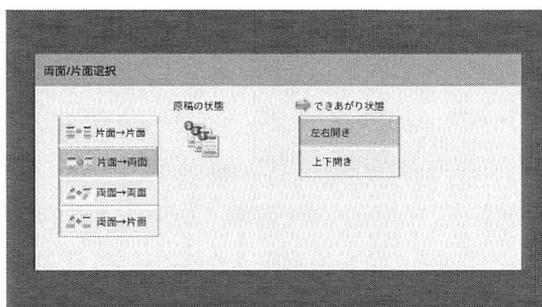


操作画面 6

図 1 操作画面



操作画面 3



操作画面 4

表 1 操作課題

課題	内容
課題 1	カラーで印刷されるように設定してください
課題 2	片面原稿が両面（上下開き）に印刷されるように設定してください
課題 3	課題 2 の続き
課題 4	課題 2 の続き
課題 5	用紙にページ番号を付けて印刷されるように設定してください
課題 6	課題 5 の続き

表 2 測定項目とその説明

項目	説明
反応時間 (秒)	操作画面の提示から、クリックまでの時間
エラー率 (%)	課題に応じてクリックされたボタンの正誤率
停留点数 (個)	各課題画面における停留点の数
停留時間 (秒)	各課題画面における個々の停留時間を加算した時間

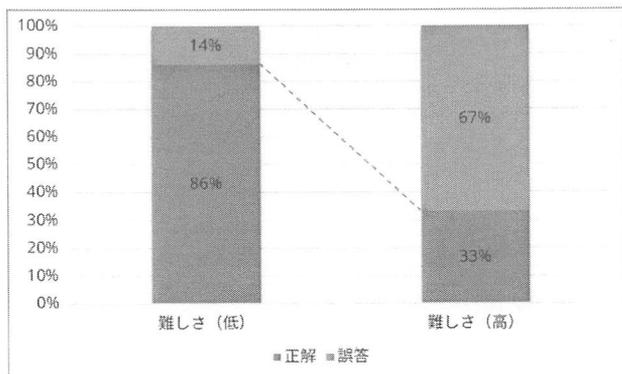


図2 主観難度と正誤結果の関連

表3 インタフェース操作時の眼球運動と主観評価における正準相関分析結果

正準変量	正準相関係数	寄与率	累積寄与率
1	0.7681	0.8599	0.8599
2	0.3999	0.1138	0.9738
3	0.2051	0.0262	1.0000

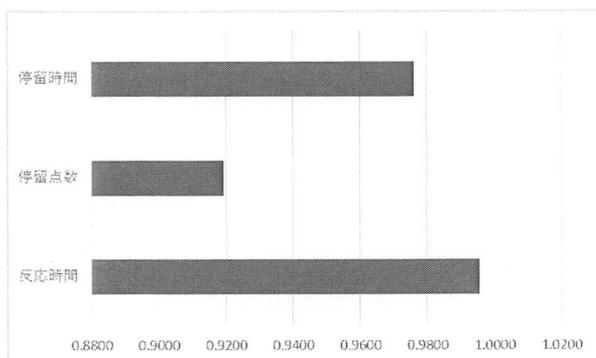


図3 眼球運動の第一正準構造ベクトル

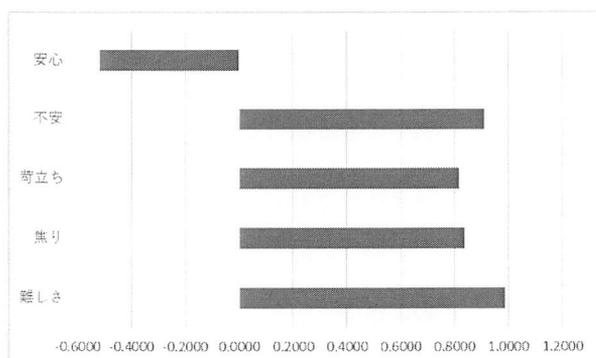


図4 主観評価の第一正準構造ベクトル

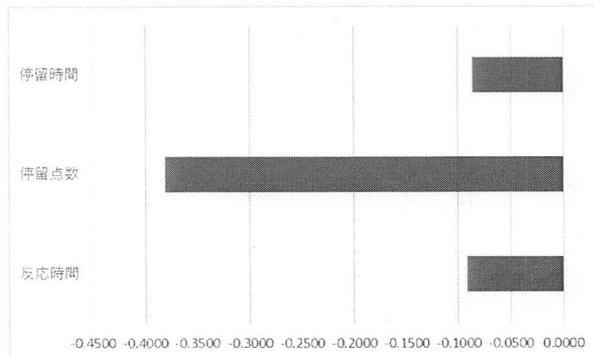


図5 眼球運動の第二正準構造ベクトル

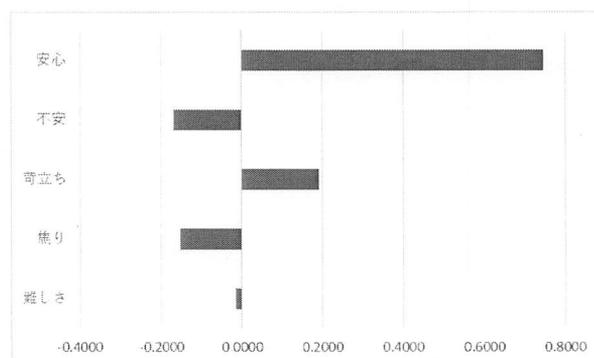


図6 主観評価の第二正準構造ベクトル

参考文献

- 1) Dario D. Salvucci and John R. Anderson: Automated Eye-Movement Protocol Analysis”, HUMAN-COMPUTER INTERACTION, Vol.16, pp.39-86 (2001).
- 2) 鈴木まや, 平尾直靖, 寺下裕美, 織田弥生, 八木昭宏: 一過的なストレス評価質問紙の項目と利用方法の検討, 人間工学, Vol.35, No.4, pp.259-270 (1999).
- 3) 山田智哉, 正準相関分析による家計の所得と消費の関係, 札幌学院商経論集 21(2), pp.35-52,(2004).
- 4) 古川敦康, 村田厚生, 眼球運動による反応時間のモデリングに基づく情報検索作業特性の評価, 人間工学, Vol.40, No.4, pp.186-194, (2004).
- 5) 大野健彦, 視線から何がわかるかー視線測定に基づく高次認知処理の解明, 認知科学, Vol.9, No.4, pp.565-579, (2002).

音声ガイドアプリをもとにしたストーリー伝達手法について

Technique for transmitting story based on Audio guide application

○難波咲子, 山岡俊樹

京都女子大学大学院 家政学研究科 生活造形学専攻

NAMBA Sakiko, YAMAOKA Toshiki

School of Home Economics, Design and Ergonomics, Kyoto Women's University.

1. 背景

京都市の年間観光客数は、平成27年に過去最高となる5,684人を記録した。観光客数は今後も増加が見込まれる。この状況を鑑みると、観光地を訪れた際に適切な情報提供を行うことが観光客増加、地域経済活性化において重要である。現在の観光情報の提供は視覚に頼るものが多い。しかし、視覚を用いて情報を収集するため周囲への注意が散漫になりやすく、目の前の実体に集中することを妨げる。視覚を主に用いる情報提供にはいくつかの問題点があるため、視覚のみに頼らない新しい情報提供サービスが必要であるといえる。

2. 目的

本研究では聴覚を主に用いる音声観光ガイドに着目し、ユーザが音声ガイドを視聴する際に、効果的となる情報の要素（文章量、文章構成、文章内容など）を究明する。

3. 音声ガイドアプリ

本研究では、富士ゼロックス株式会社提供の観光ガイドサービスのスマートフォンアプリをもとにして研究を行う。このアプリはGPSによる位置情報を利用して、設定されたポイント半径（20m）に観光者が近づくと、自動的に音声ガイドが再生される仕組みである。音声ガイドアプリのコンテンツは1つの目的地に対し、前半パートと後半パートの2部構成となっている。前半パート終了後に、後半パートを聴くかどうか選択肢が画面上に表示される。

4. 適切な文章量の把握

4.1 方法

音声読み上げソフトを用いて、1つの観光地について説明する音声を作成した。音声は4種類あり、それぞれ文章量が異なる。音声の再生時間は①20秒（131mora）、②40秒（210mora）、③57秒（295mora）、④67秒（352mora）である。実験協力者は9名（20～22歳、女性）である。4種類の音声から2つの音声をランダムで再生し、文章量が適切だと感じた方に1を付けていく一対比較を行った。実際の音声ガイド使用シーンを想定し、実験協力者には起立した状態で、片手にスマートフォンを持ち、片耳にイヤホン装着して聴いていただいた。

4.2 結果

合計得点が高いものから②40秒（20点）、①20秒（17点）③57秒（9点）、④67秒（6点）となった。

表1 文章量に対する一対比較の評価結果

	合計得点	平均点	標準偏差
①20秒	17点	1.889	1.197
②40秒	20点	2.222	0.629
③57秒	9点	1.222	0.629
④67秒	6点	0.667	0.816

4.3 考察

1つの観光地に対する音声ガイドでは、最も得点が高くなった再生時間40秒（210mora）が適切な文章量だとわかる。しかし、ユーザにとって適切な文章量は文章内容に対するユーザの興味関心や、ユーザの事前知識にも左右されると考えられる。再生時間40秒が、すべての観光地の音声ガイドにおいて適切だとは言いえないが、一つのめやすとなると考えられる。

起立補助椅子における起立動作の筋活動量とトルクの分析と評価

Analysis and Evaluation of Line Active Mass and the Torque of the Rising Movement with STARTING ASSISTING CHAIR.

○富山 大基 (近畿大学大学院 生物理工学研究科)

廣川 敬康, 北山 一郎, 大政 光史 (近畿大学 生物理工学部)

Hiroki TOMIYAMA (Kinki Graduate, School of Biology-Oriented Science and Technology.),

Noriyasu HIROKAWA, Ichiro KITAYAMA, Mitsushi OHMASA

(Kinki University, School of Biology-Oriented Science and Technology.)

1 研究背景と目的

現在の社会背景として、高齢化と介護者の不足が問題となっている。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、筋力の衰えた高齢者や下肢が不自由な人にとって起立動作は困難であり、転倒のリスクも高い¹⁾。よって、起立動作を容易に行えるため工夫が重要である。ここでは、起立補助椅子を用いることで日常生活動作の水準の向上に貢献することが目的である。

坂東他²⁾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の良さへの影響を検討している。結果としては下方向に弧を描く軌道(下に凸)が最も安心して立ち上がることができた。しかし、市販されている補助椅子の多くは上方向に弧を描く軌道(上に凸)がほとんどである。

本研究では、起立動作を行う際に座面がガスプリングにより押し上げられ、上に凸、下に凸の軌道で上昇しながら移動する仕組みを用いた起立補助椅子(図1)を試作した。それらの起立補助椅子を使用したときに起因する身体活動を一般の椅子からの起立動作と比較して評価を行う。

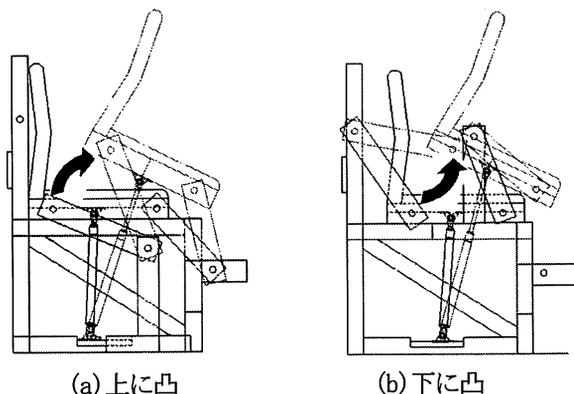


図1. 起立補助椅子と座面の軌道

2 実験方法

表面筋電計(エスアンドエムイー社)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Vitrode F、(日本光電工業社)を貼り付け、測定肢は全て右側部とした。背屈筋、股関節伸展筋、膝関節屈曲・伸展筋、足関節筋の最大筋力(kgf)を測定し、最大筋活動量(MVC: Maximal Voluntary Contraction)を測定した。これにより、被験者による筋活動をMVCで基準に正規化した筋活動量指標(%MVC)により評価する。また、足元の床反力計から被験者の起立動作による体重移動を3軸センサにより測定する。なお、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。

3 解析条件

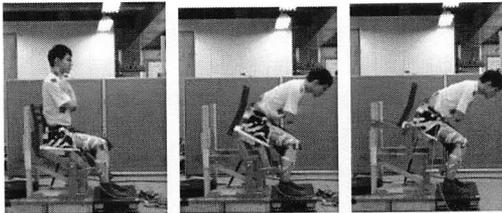
起立動作の写真から姿勢をデジタルマネキンにより設定する(図2)。図2はBody Shape Designer((株)アイヴィス)を用いて作成した解析モデルであり、静的な力学負荷を評価することができる。被験者は成人男性4名(年齢:22.5歳,身長:平均175.5cm,体重:平均76.2kg)とした。

(1)起立動作を測定して床反力(f_z)を図3に示す。この図3を基に起立動作を6段階に分けてデジタルマネキンを作成した。各段階の対象姿勢は段階1:着座状態,段階2:上体前傾開始,段階3:臀部離床,段階4: f_z 最大値,段階5:下肢関節伸展,段階6:起立動作終了(立位姿勢)とした。

(2)一般の椅子に加えて上に凸,下に凸の座面軌道の起立補助椅子の3種類を比較した。

(3)起立動作の条件は、被験者のタイミングで立ち上がる“自由”と立ち上がり開始から5秒間で動作を完了できるように被験者に促して行う“5s”の2条件で試みた。なお、試技はそれぞれ3回行った。

被験者



デジタルマネキン



(a) 段階1 (b) 段階3 (b-1) 上に凸 (b-2) 下に凸

図2. 起立動作による姿勢とデジタルマネキン

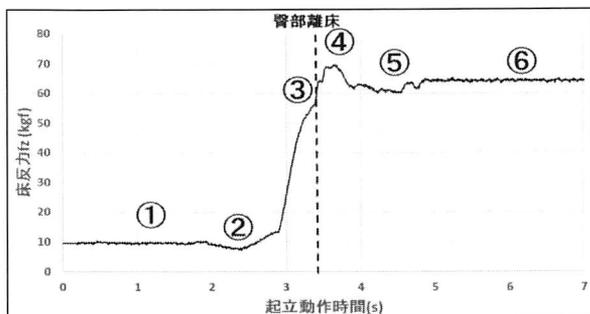


図3. 起立動作における床反力 f_z の例

4 結果

起立動作の段階1~6を解析した結果、段階3~4が最も身体に負担がかかる姿勢であった。ここでは段階3について図4に示す。図4に示すように、前脛骨筋では補助椅子は一般の椅子より補助椅子の方が筋活動量は約65%小さくなっている脊柱起立筋、内側広筋、外側広筋では下に凸の軌道が最も筋活動量が小さいことが分かる。また、起立動作を通して条件“5s”の方が“自由”より筋活動は小さくなった。

デジタルマネキンによる身体の関節トルクの解析については一般の椅子より補助椅子の方が動作を通して全体的に小さくなった。

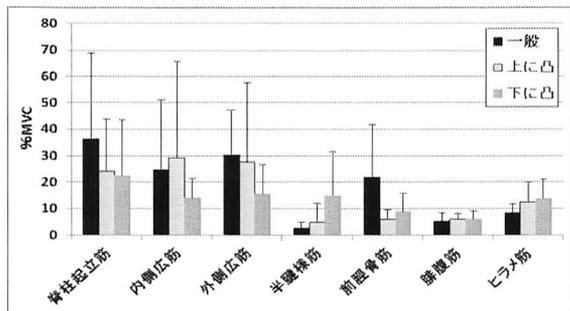


図4. 座面軌道による筋活動量への影響 (段階3)

5 考察

下腿部の前脛骨筋について考察する。段階3において被験者の臀部が離床するとき、身体の重心は足関節の位置まで移動する。その際に一般の椅子からの臀部離床時では、身体の重心は足関節よりも後方に位置している。また、補助椅子からの臀部離床時での身体の重心は補助力によって足関節より前方へ移動している。そのため、一般の椅子から起立するとき前脛骨筋が収縮して、さらに上体を前方へ移動させる働きが行われていると考えられる。補助椅子もそれぞれ上体は傾いているが、補助力によって図2における反時計まわりのトルクが打ち消され、身体の重心は前方へ移動することができたと考えられる。よって、前脛骨筋は補助椅子の方が一般の椅子よりも筋活動は小さくなったと考えられる。次に脊柱起立筋については臀部離床時に一般的な椅子では上体の傾きが大きくなってしまいが、補助椅子を用いることで、上体の傾きが小さくなるため、筋活動量が小さくなると考えられる。また、内側・外側広筋において下に凸の軌道が最も筋活動量が小さくなる理由としては、段階1~3を通して膝関節の角度の変化が少ないためと考えられる。これにより、下に凸の補助椅子は臀部離床前に身体の重心を前方へ移動させることが補助できたと考えられる。

また、起立動作を“5s”としたときに全体的な筋活動量が小さくなっている要因としては、“自由”のときよりも動作速度が遅いため、身体のバランスを保ちながら立ち上がることができたため筋活動量は“5s”の方が小さくなったと考えられる。また、“5s”では上体の傾きが小さく、垂直に近い動作を行う傾向が本実験での被験者にみられた。

6 結言

補助椅子の方が一般の椅子よりも被験者の下肢に働く筋活動および関節トルクは全体的に小さくなった。また、下に凸の座面軌道の方が上に凸より臀部離床前に身体の重心が前方へ移動するため、内側・外側広筋の筋活動量が小さくなったと考えられる。

参考文献

- 1) 藤澤他：“日常生活活動の分析”，医歯薬出版株式会社 (2002)
- 2) 坂東他：上肢支援型起立補助装置の開発，座面移動軌道と心地の関係，岐阜県生活技術研究所研究報告資料，No. 10 (2007)

インラインスケーターによるターン動作に関する筋シナジー解析

Muscle synergy analysis applied to turning motion of in-line skates

○波多野裕、来田宣幸、野村照夫（京都工芸繊維大学）

HATANO Yutaka, KIDA Noriyuki, NOMURA Teruo (Kyoto Institute of Technology)

1. はじめに

インラインスケートとは、アイススケートのブレード状に細いウィール(車輪)を縦一列に配置したローラースケートの一種である。インラインスケートは足首をブーツで固定し、斜面を走行することから、アルペンスキーの動きに酷似しているとされている(Robert, 2010)。Kroll et al(2005)のスキーとインラインスケートの筋活動の比較では、筋活動の強度は異なるが、パターンが似ていることから技術習得練習に利用できるとした。しかし、強度の違いにより、2つの動作における筋活動の役割を評価できていないのではないかと考えた。そこで、運動制御における冗長性の問題へのアプローチとして適応されているシナジー解析により、動作に必要なシナジーを抽出することで、強度に左右されず筋活動の役割を評価できるのではないかと考えた。また、シナジーを比較することでより正確にスキーとインラインスケートの動作を比較できるとも考えた。したがって、本研究ではシナジー解析を適応し、インラインスケーターによるターン時の筋シナジーを抽出することで、ターン動作を評価・検討することを目的とした。

2. 方法

インラインスケートのインストラクター資格などを有する男女4名(年齢 37.5 ± 12.8 歳)を対象者とした。なお、本研究の遂行にあたり、京都工芸繊維大学のヒトを対象とする研究倫理審査委員会の承認を得た。さらに、対象者には研究の目的および方法を十分に説明したあと書面で研究参加への同意を得た。

測定にはワイヤレス筋電計(SPORT SENSING社製, SS-WS1221)を用いた。動作解析のために、ビデオカメラ(CASIO社製, EX-F1&EX-100)で撮影を

行った。シャッター速度は1/500秒、サンプリング速度は29.97fpsで行った。

筋電計は両足の前脛骨筋(TA)、腓腹筋(GAS)、外側広筋(VL)、半腱様筋(SEM)の計8筋に装着し、サンプリング周波数を1000Hzとした。測定動作は全長5m、幅4mの平坦な空間内で左回り(右足が外側)のターンを1人10回行った。このとき、助走については自由な距離をとらせ、空間を走り抜けるのに3-4秒となるようにした。測定場所は、神戸市の体育館を使用した。分析範囲は、進行方向をy軸とした時y軸と右足のインラインスケートとの角度が最も平行に近づいた時間(ターンの頂点)を算出し、ターンの頂点から前後1秒間を分析範囲とした。

得られた筋活動データに対して、20Hzの2次のバターワースハイパスフィルタおよび200Hzの2次のバターワースローパスフィルタを用いて信号処理をし、その後全波整流を行った後に5Hzの2次バターワースローパスフィルタを用いて平滑化をおこなった。得られたデータから筋シナジーを抽出するために非負値行列因子分解(以下NMF)をおこなった。NMFとは非負値行列である $n \times m$ 行列 V を2つの非負値行列 $n \times k$ 行列 W 、 $k \times m$ 行列 H に近似的に分解するアルゴリズムのことである。行列 W と行列 H の k は任意数であり、 k の条件は $k \leq \min(m, n)$ である。行列 W の各行は各シナジーの活性係数の時系列変化を示し、行列 H は、各筋がどの程度筋シナジーに貢献しているかを示す係数である。本研究では、NMFのアルゴリズムとして行列 V と行列 WH の距離をEuclid距離の2乗で定義し、この距離を最小化した。任意数 k の決定方法については、行列 V と分解後の行列 WH との決定係数 R^2 を用いて評価した。

3. 結果および考察

各シナジー数の決定係数 R^2 の値で一要因分散分析を行った結果、有意な主効果が見られた。Tukey法より、対象者Aはシナジー数が1と2, 2と3の間に有意な差が見られ、その他の対象者ではシナジー数が1と2の間に有意な差が見られた($p < .05$)。このことから、本研究のシナジー数は2と3の2種あるとした。

NMFより得られたシナジー行列のプロファイルの最大値と最小値より40%値を算出した。この40%値以上のプロファイルを活動あり、40%値未満を活動なしとして、各シナジーの活動時間割合を算出した。シナジーがx軸のプラス側(ターンの頂点より後1秒)またはマイナス側(ターン頂点より前1秒)に寄る特徴が見られた(Fig.1)。また、同様の特徴が他の対象者でも見られた。

次に、活性係数行列より各シナジーで最大活性筋のプロファイル値の40%値で筋活性の有無を判別し、10回の試技中5回以上活性有りの筋をシナジーごとにまとめた(Table.1)。シナジーの活動時間割合の特徴と活性係数行列より、x軸のマイナス側で活動する特徴をターンシナジー、プラス側で活動する特徴をバラスト機能シナジーと解釈した。

最後に、対象者Aでは2つのシナジーがターンシナジーの特徴を持っているのに対して、他の対象者は1つのシナジーのみであった。対象者Aと他の対象者のターンシナジーが同じような特徴を持っているのかを判断するために、対象者Aと他の対象者のターンシナジーの活動時間割合の平均と標準偏差を算出した。対象者Aと他の対象者でFig.1のx軸・y軸ともに平均値に大きな差は見られなかった(Fig.2)。また、標準偏差においても大きな差はみられなかった。これらのことから、対象者Aのみシナジー数が多かったのは、ターンシナジーが2つに分かれていたからであると考えた。これにより、シナジー数の違いにより「動作の上手さ」を可視化できることを示唆した。

4. 参考文献

- 1) Robert Ropret: The application of rollerblades in alpine skiers training, Physical culture, Vol.64, No.1, pp.72-78 (2010)
- 2) Kroll, J. Schiefermuller, C. Birklbauer, J. & Muller, E: In-line skating as dry land modality for slalom racers-electromyographic and dynamic similarities and differences, In: E. Muller, D. Bacharch, R. Klika, S. Lindinger, & H. Schwameder (Eds.), Proceedings from: The thirth international Congress on Skiing and Science, pp. 76-86 Oxford, UK: Mayer & Mayer Sport (2005)

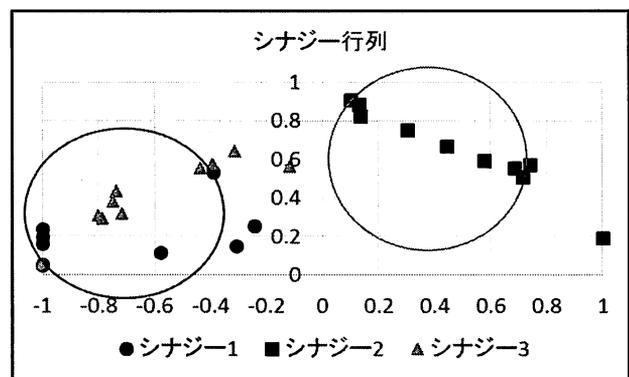


Fig.1 : 対象者Aの各シナジー活動時間割合

Table.1 : 各シナジーの活性筋

	対象者A	対象者B	対象者C	対象者D
シナジー1	R-TA,R-GAS	R-TAL-TA	R-TA	R-TA,R-VL
シナジー2	R-TA,R-VL,L-VL	R-TA,L-SEM	R-TA,L-TA	R-TA
シナジー3	R-TA			

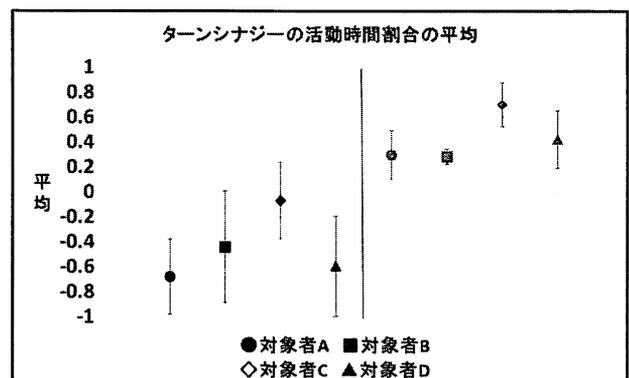


Fig.2 : シナジーの活動時間割合の平均

(左 : Fig.1 の x 軸の平均と標準偏差

右 : Fig.1 の y 軸の平均と標準偏差)

驚愕性瞬目反射を用いた自動車のペダル踏み間違い時の動揺検出

Attempt to detect shaking at pedal misapplication by using startle blink reflex

○渡邊康教*, 小谷賢太郎*, 朝尾 隆文*, 鈴木 哲*

*関西大学大学院 理工学研究科

WATANABE Yasunori*, KOTANI Kentaro*, ASAO Takafumi*, SUZUKI Satoshi*

*Graduate School of Science and Engineering, Kansai University

1. 序論

自動車のペダルの踏み間違い事故は、運転者の死亡率が高く重大事故につながりやすい¹⁾。事故を防止する、あるいは事故を減らすための取り組みが必要である。ペダルの踏み間違いを起こしたドライバは、驚き慌てることで、踏み間違いを修正できなくなると考えられており²⁾、またドライバが動揺している場合など感情が高まっている場合は、事故の発生確率が約10倍に高まるとされる³⁾。ドライバの動揺状態を検出した場合、車両側で制動制御を行うことで、事故を未然に防ぐことができると考える。そこで本研究では、ヒトの防御反射のうち最も速く発現し⁴⁾、明瞭な外部刺激によって現れる⁵⁾驚愕性瞬目反射に着目し、ドライバがペダルを踏み間違えた際の驚愕性瞬目反射の検出ができるか調査した。

2. 実験方法

2.1 被験者

運転免許を所持している、インフォームドコンセントを得た健康男子大学生6名(21±1歳)であった。

2.2 実験装置

ペダル操作課題を試行するため、ペダル、モニター、シート、ハンドルそしてスピーカーからなる実験装置を構築した。また瞬目測定のためPolymate(API132m:デジテックス研究所開発)および銀皿電極を用いて右眼電位を収録した。条件は先行研究⁶⁾ののっとり時定数0.5秒、ローパスフィルタ30Hz、サンプリング周波数を500Hzとした。

2.3 課題

主課題と副次課題からなるタスクを被験者に与えた。主課題はペダル操作課題である。実験装置前方のモニターに、緑色、または赤色の丸印が呈示される。被験者は緑色の場合アクセルペダル、赤色の場合ブレーキペダルを速やかに踏む。なお間違えたペダルを踏んだ場合は、動揺喚起のため「フィードバック刺激(以下FB)」と称する画像、音声からなる刺激を50%の確率で呈示した。FBに用いられる画像は、自動車がコンビニに衝突したときのもの。音声はエ

ンジンの吹けあがる音(誤ってアクセルペダルを踏んだ場合)や、タイヤのスキール音(誤ってブレーキペダルを踏んだ場合)とした。

副次課題は、被験者の主課題に対する注意を低下させる目的で、主課題と同時に音時間弁別課題⁷⁾を与えた。

2.4 実験手順

被験者にはまず実験内容の説明と同意を得た上でFBの呈示を行い、刺激に対する順応を行った⁸⁾。次に副次課題で反応するべき440Hz単音(300ms)を、被験者が覚えるまで呈示して実験に移った。被験者を装置に着座させ、実験中ハンドルを握るよう教示。実験ではFig. 1に示すタスクを、1ブロックで最大100回試行した。

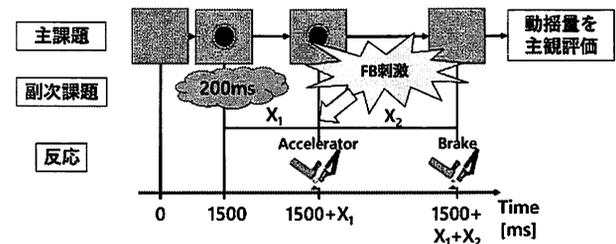


Fig. 1 実験タスク

被験者が主課題を誤った場合、主課題の示すペダルを踏み直したら実験を中断し動揺量の主観評価を行った。被験者1名に対して最大10ブロック分行い、ブロック間は被験者が必要とする休憩を設けた。

2.5 データ解析

被験者が主課題を誤り、ペダルを踏み間違えた瞬間に呈示する、FBの有無(“FB”, “NO-FB”)を2水準とし、それぞれ驚愕性瞬目が測定されるのかを調査した。瞬目の検出は湯瀬らの方法⁹⁾に準じ、瞬目の発現時間は、平滑化微分したEOG波形振幅が平均値と偏差を2倍したものの和以上となった瞬間とした。主課題を誤った瞬間にFBが呈示されることから、驚愕性瞬目の判断基準は、先行研究の実績¹⁰⁾より主課題を誤った瞬間から80ms以内に現れた瞬目とした。被験者の動揺評価にはCR-10をベースとした指標を用いた。

3. 結果と考察

Fig. 2 に、主課題を誤った瞬間から瞬目が観測されるまでの時間と頻度、Fig. 3 に被験者が主課題を誤ったときの動揺の主観評価値を示す。動揺の主観評価値はFBを与えたときに有意に上昇していた。また被験者6名中4名に、主課題を誤ってから次の試行が開始される1600ms以内に瞬目を観測した。動揺の主観評価の値に有意差が現れているが、FBが呈示された場合、そうでない場合共に、主課題の間違いから80ms以内には瞬目が検出されなかった。また主課題間違いから80ms以後に観測された瞬目に関しては、FBの呈示有無で瞬目発現時間に有意な差が現れなかった。

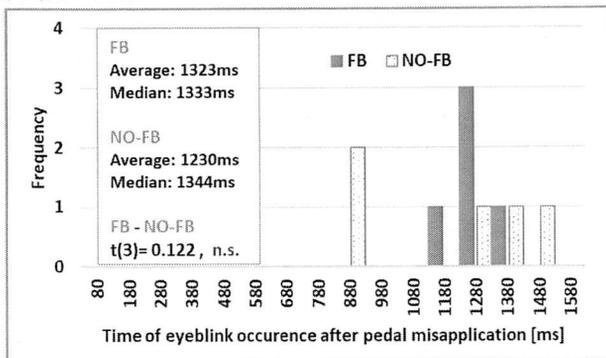


Fig. 2 瞬目発現時間

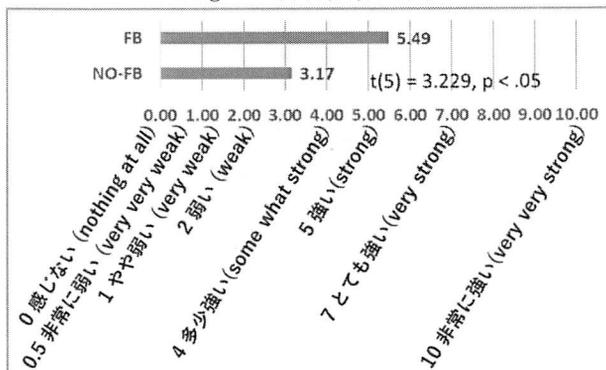


Fig. 3 動揺主観評価

本実験では視覚と聴覚の2つのモダリティにより、より実車環境に近い驚愕を喚起させる刺激を使用した。驚愕性瞬目反射と思われる瞬目の検出はみられなかった。実車での環境下では、40-70dBの車内騒音が発生しているとされ¹¹⁾、聴覚刺激は車内騒音を超える80dB以上であれば驚愕性瞬目反射が出現する⁴⁾ことが知られている。今回の実験条件をより実車に近い環境にすることができれば、驚愕性瞬目反射の検出の可能性が高まることが予想される。

また一般に実車状況下では、ペダルを踏み間違えたドライバはパニックに陥る可能性が高いと考えられるが、今回の実験ではFB刺激によって喚起される驚愕の効果は十分でなかった可能性が考えられる。課題に対して関心がある状況では、驚愕性瞬目反射が弱くなる⁴⁾とされている。本実験では課題遂行のためペダルを操作する主課題に対応することを優先

するよう教示したため、被験者の主課題を遂行しようとする意識が高くなり、その結果、課題の関心度が通常の自動車運転時に比べて高くなってしまった可能性がある。今後は実車を用いた研究、または被験者の集中を十分に分散させた状態での驚愕刺激を与えるといった対応が必要と考えられる。

4. 結論

ペダルを踏み間違えたドライバの動揺は、運転に集中した条件では瞬目反射と関連付けられなかった。今後瞬目の発生条件や反応強度を精査し、運転時のドライバの置かれる状況をより再現した実験条件で動揺時の瞬目を観測できるのかを中心に調査を進め、動揺検出によって事故を低減する方法が存在するか明らかにしていく。

謝辞

この研究には、公益財団法人国際交通安全学会1706C研究調査プロジェクトの研究成果が含まれております。

参考文献

- 1) 篠原 一光, 呉景龍, 木村貴彦, 白石修士, 田久保宣晃: アクセルとブレーキの踏み違え エラーの原因分析と心理学的・工学的対策の提案, 公益財団法人国際交通安全学会 平成 23 年度研究調査プロジェクト(H2294), (2012)
- 2) Richard A. Schmidt, and Douglas E. Young: Cars gone wild: the major contributor to unintended acceleration in automobiles is pedal error, *Frontiers in Psychology*, 25 November, (2010)
- 3) Thomas A. Dingus, Feng Guo, Suzie Lee, Jonathan F. Antin, Miguel Perez, Mindy Buchanan-King, and Jonathan Hankeya: Driver crash risk factors and prevalence evaluation using naturalistic driving data, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 113, No. 10, pp. 2636-2641, (2015)
- 4) 山田 富美雄: 瞬目による感性の評価 - 驚愕性瞬目反射と自発性瞬目による感情評価 -, *心理学評論*, Vol. 45, No. 1, pp. 20-32, (2002)
- 5) 福田 亮子: 特集③人間工学のための計測手法 第2部: 周囲環境と人体影響の計測 一光・視環境と視覚の計測一, *人間工学*, Vol. 51, No. 2, pp. 86-96, (2015)
- 6) 八江 優輝, 小川 雄太, 伊賀崎 伴彦, 村山 伸樹: 瞬目情報のロジスティック回帰分析による運転中の眠気推定, 平成 25 年度電気関係学会九州支部連合大会 (第 66 回連合大会) 講演論文集, pp. 532, (2013)
- 7) 平井 敏幸, 須田 和也, 西條 修光: 「二重課題法」による各種動作の精神的負荷に関する研究, *日本体育大学紀要*, Vol. 22, No. 1, pp. 25-30, (1992)
- 8) Christian Grillon, Mark Pellowski, Kathleen R. Merikangas, and Michael Davis: Darkness facilitates the acoustic startle reflex in humans, *Biological Psychiatry*, Vol. 42, pp. 453-460, (1996)
- 9) 湯瀬裕昭, 田多英興: 瞬目の自動検出と瞬目波形解析, *人間工学*, Vol. 30, No. 5, pp. 331-337, (1994)
- 10) 田多英興, 山田富美雄, 福田恭介: まばたきの心理学, 北大路書房, (1991)
- 11) 中村 光勇, 山下 剛: 自動車の快適性と車室内音, *日本音響学会誌*, Vol. 46, No. 9, pp. 759-763, (1990)

舌の運動リハビリテーションシステムのための健常者運動能力評価 Evaluation of tongue motor ability for swallowing rehabilitation

○中谷真太郎*, 荒木望**, 西田信一郎*

*鳥取大学 **兵庫県立大学

NAKATANI Shintaro*, ARAKI Nozomu**, NISHIDA Shin-Ichiro

*Tottori University, ** University of Hyogo.

1. はじめに

人口における 65 歳以上の高齢者の比率が 25% を超えた我が国において、高齢者の健康寿命を延ばすための手法が求められている。健康寿命の延伸にとって重要な機能として、口からの食事が挙げられる。摂食嚥下機能は単なる栄養摂取だけでなく生きる喜びそのものに繋がるとされ、嚥下機能の障害と生活の活力度の低下に相関が見られたとの報告もある¹⁾。

一方で、老人保健施設の入所高齢者のうち 3 割近くが嚥下障害を有しているとする報告もあるなど、これまで嚥下機能の維持向上について十分な対策が取られてきたとは言えない。嚥下体操など、専門家がいないうちでの嚥下機能の訓練（リハビリテーション）手法は提案されているものの、その効果を非専門家が評価することは困難で、モチベーション維持が難しい。

そこで我々は、専門家がいなくともリハビリテーションの効果を可視化できる嚥下機能の訓練システムの開発を目指している。このシステムは、特に自分自身での評価がしづらい舌の運動に着目し、使用者自らが舌の動きを視覚的に確認できるメリットがある。

本稿では、開発したシステムを健康な人に対して適用し、想定通りの動作を行うことができるか確認する。また、実際のトレーニングメニュー作成に向け舌運動能力の定量的な評価手法の検討を行う。

2. 舌運動機能のリハビリテーションシステム

提案するシステムのコンセプトを図 1 に示す。本システムは、舌の動作時に発生する口腔内の電位変化を計測するための測定部、測定した信号から舌の動作を識別するための識別部、識別結果を提示するための液晶ディスプレイに分けられる。

液晶ディスプレイ上に表示されたカーソルは舌動作（突き出し、挙上、左右）に応じて上下左右に動かすことができる。ランダムな位置に提示されるターゲットに向けて動かすことを目指すように指示することでゲーム的に舌の運動を誘導でき、舌の運動機能のリハビリテーションにつながると期待できる。

3. 実験準備

被験者は舌の運動に問題のない 3 人の男性（22-23 歳）とした。実験に際しては鳥取大学倫理委員会の承認を得た上で、被験者に対する十分なインフォームドコンセントを得ている。

舌の動作を識別するため、マウスピース型装置を利用

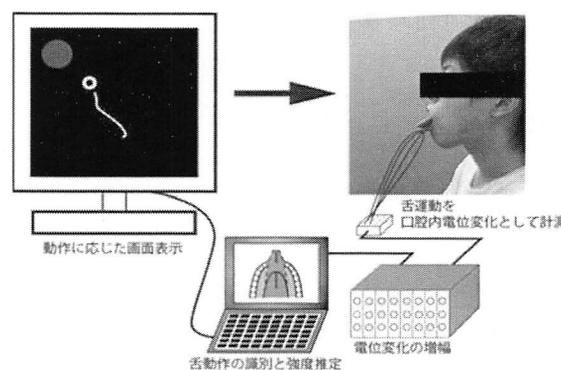


図 1 システムのコンセプト

して測定した舌動作時の口腔内電位変化を利用する手法²⁾を採用した。この手法は、マウスピース上に設置した電極からのコードが口から出るものの、口蓋にセンサを設置する手法や、咽頭部に電極を設置する手法と比較して被験者の運動自由度を十分確保できる。

歯ぐき上の電位変化を測定するため、被験者ごとに硬質プラスチック製の歯科用マウスピースの 5 か所（左右第一・第二大臼歯の間、左右第一小臼歯と犬歯の間、左右中切歯の間）に穴をあけ、直径 1 mm 程度の銀球電極（UL-3010, ユニークメディカル）を固定した。中切歯の根元に設置した電極を基準電極として、その他の電極との電位差を生体アンプによって 1 万倍に増幅し、15 Hz のハイパスフィルタと 3 kHz のローパスフィルタを適用した上で 1 kHz のサンプリング間隔で記録した。記録される信号は、電極と筋肉との位置関係から主に茎突舌筋やオトガイ舌筋の活動に由来したものであると考えている。

3. 予備実験と舌動作の識別

被験者には予備実験として 4 つの舌動作を繰り返し行わせ、その際の電位変化を記録した。この時、5 s 間の静止の後 7 s 間動作（いずれも状態変化時には 3 s 間の移行期を確保した）を繰り返し、計 140 s 間の信号を記録した。動作の種類は突き出し、挙上、右ほへの押し付け、左ほへの押し付けの 4 種類であり、各動作を順番に行った。

こうして計測された信号から 1 s ごとの周波数スペクトル密度(PSD)を求め、複数の帯域(11-50, 51-100, 151-200, 201-250 Hz)の PSD を特徴量として least-squares probabilistic classifier (LSPC)を用いた舌の

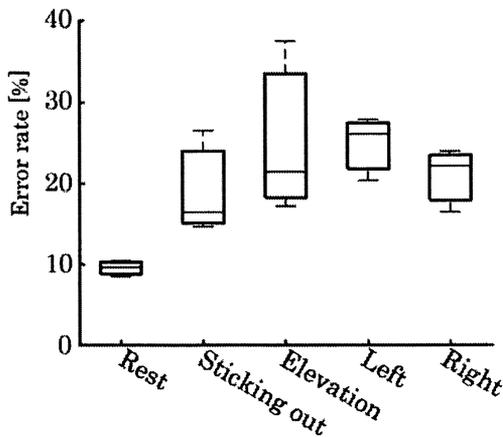


図2 各動作の誤識別率

動作識別を行った²⁾。

2セット 280 s 間のデータを用いて、4分割の交差検証によって識別性能を評価した。結果として3人の被験者の5動作(突き出し: Sticking out, 挙上: Elevation, 右: Right, 左: Left, 静止)の平均識別率は、移行期データを除くデータのうち識別に成功したデータ数を識別した全データ数で割ったものを識別率とすると83.2%であった(最高84.7%, 最低82.2%)。図2に、各動作の識別結果の誤識別率を示す。ここから、脱力時の識別性能が高い一方で挙上時の識別性能が悪い場合がある。しかし舌挙上時の誤識別の多くは脱力と判断されているため、挙上動作中の筋疲労などによって十分な筋力を出し続けられず、脱力と判断されている可能性があると考えられる。

4. システムによるフィードバック実験

次に、開発したリハビリテーションシステムを用いた舌運動機能の定量的な評価手法を検討した。この実験では、1440×810ピクセルの液晶ディスプレイの中央に白いドーナツ状のカーソルを表示する。被験者は自らの舌を、突き出し、挙上、右、左に動かすことでカーソルを上下左右に動かすことができる。舌の動作状態は250 msごとに行った。あらかじめ予備実験で得られた被験者ごとのパラメータを識別に利用した。各被験者は、初めからとまどうことなくカーソル操作できた。

被験者に対しては、カーソルをターゲットに向かわせるように指示した。ターゲットは、中央からの距離と角度がランダムな場所に表示される白い円であり、ディスプレイの真上方向を0°として時計回りを正とした場合、8方向(0, 30, 60, ..., 300, 330°)からランダムに選択された方向に生成される。この時、中心からの距離(50–400ピクセルの範囲)とターゲットの直径(24–124ピクセルの範囲)もランダムに選択される。5試行で1回の実験として5回の実験を行い、被験者ごとに25試行の実験を行った。なおターゲットに到達するまでの時間が40 s以上かかった場合、その試行は失敗としてデータを除去した。

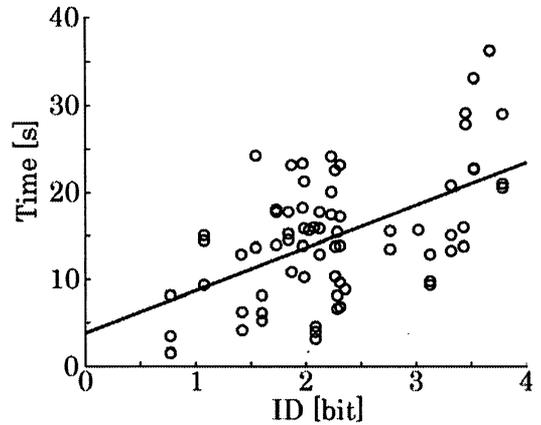


図3 課題の難易度 ID とターゲット到達時間 T の関係

5. 結果と考察

ターゲット到達までの時間が40 sを超え失敗と判定されたのは全75試行(3人×25試行)中4試行だった(成功率95%)。残りの71試行の結果を用いて、インタフェースの性能指標として知られるFitts則によるシステムの性能評価を行った。Fitts則は、現在地からターゲットまでの距離Lとターゲット直径Wによって求められる達成困難度 $ID = \log_2(1+L/W)$ が、ターゲットに到達するまでの時間Tに比例するという法則である。またこの時の傾きの逆数は性能評価指標として、異なるインタフェース間の性能比較に利用することができる。

図3に、有効な71試行の難易度と到達までの時間の関係を示す。ばらつきはあるものの、おおよそ比例関係にあるといえる。このとき3人の平均性能評価指標は0.2 bits/sであった(0.20, 0.18, 0.22 bits/s)。

異なる被験者間で同じインタフェースを利用する場合、性能評価指標は被験者ごとの巧拙に依存すると考えられる。このシステム操作の巧拙と舌の運動機能が関連づけられれば、性能評価指標を舌の運動能力の評価基準として利用できる可能性がある。

謝辞

実験に用いたマウスピースは鳥取大学医学部付属病院小谷勇教授・中力直樹歯科技工士の協力により製作された。この研究は科研費(17K13089)の支援を受けて行われた。

参考文献

- 1) 三浦ら：地域高齢者における活力度指標と摂食・嚥下関連要因との関連性，日本老年医学会雑誌，Vol. 50, No. 1, pp. 110–115 (2013)。
- 2) S. Nakatani, N. Araki, and Y. Konishi, “Tongue-motion Classification Using Intraoral Electromyography for a Tongue – computer Interface,” *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics Motion*, pp. 2349–2353 (2015)。

下肢着圧衣の心臓自律神経系活動に与える効果の精度評価

Precision of Heart Rate Variability with Compression Socks

○中村英夫*, 片山博志**, 喜多輝昌**

*大阪電気通信大学 医療福祉工学部 **株式会社キタイ

NAKAMURA Hideo*, KATAYAMA Hiroshi**, KITA Terumasa**

*Faculty of Biomedical Engineering, Osaka Electro-Communication University, **Kitai Co. Ltd.

1. 研究背景

着圧衣の効果は健康・医療分野においてすでに認められている。リンパ浮腫や下肢静脈瘤の生成防止のために弾性ストッキングを着用させることは臨床では通常である。スポーツ分野における着圧衣の効果に関する研究も数多く報告されている。着圧衣を着用して走行したときの弾性ストッキングが生体に与える影響について調査した研究がある¹⁾。結果、着圧衣が生理的に変動を与えるような効果は認められなかった。また、Duffieldら²⁾は繰返しスプリントさせたときの着圧衣の生体反応について調査した。筋痛軽減及び疲労回復に対して多少の効果は認められたが、その他生理的な指標には有意な変化は見られなかったと報告している。つまり、多くのスポーツにおける着圧効果に関する研究では着圧衣が生体指標に有意な反応は支持されていない。

そこで本研究では、強着圧靴下及びサッカー用靴下の着圧が異なる2種を用意し、安静立位姿勢での心臓自律神経系活動を心拍変動からトーン-エントロピー法を用いて比較し、多くの報告と同様の結果を得られるかについて検討し、さまざまな心拍変動解析法の精度も含めて評価することを目的とする。

2. 実験方法

2.1 被験者

本実験では男性の方が生理的条件を整えやすい理由で健康男性のみに被験者を限定している。被験者数は14名とした。年齢分布は 21.2 ± 1.6 歳(平均 \pm SD, 以下同様)である。実験前にインフォームド・コンセントを被験者に実施し、実験内容について理解してもらったうえで同意を得た。本研究手法については大阪電気通信大学倫理委員会の承認を得ている。

2.2 靴下着圧計測

本研究では強着圧靴下とサッカー用靴下の2種類を用いて着圧反応を比較する。強着圧靴下の材質はポリエステルと綿をそれぞれ85%, 15%の表糸, ポリウレタン伸縮系繊維を裏糸とした。着圧はSalzman AG社製のMSK MKで計測し、外踝近傍で 26.3 ± 0.5 mmHg, 腓腹部下部で 20.5 ± 1.3 mmHg, 膝関節下近傍で 14.5 mmHgであることを確認した。また、サッカー用靴下は表糸をポリエステル長繊維として編みこんだ。外踝近傍で 17.0 ± 0.8 mmHg, 腓腹部下部で 15.0 ± 0.8 mmHg, 膝関節下近傍で 20.5 ± 1.3 mmHgであった。強着圧靴下の方がサッカー用靴下より着圧が強いことを確認した。

2.3 心拍数計測

心拍数は心電図R-R間隔を時系列的に記録して算出する。心電図は胸部3極誘導法により記録した。電極は使い捨てのAg/AgCl電極を用いた。また、心電図はサンプリング周波数1kHz, 分解能12bitでPCに記録する。心電図からR波の検出とR-R間隔の時系列データの算出はオンラインで開発したソフトウェアにより自動的に記録される。心電図増幅器も独自に開発し、周波数帯域10-100Hz, 増幅率60dBとした。

2.3 実験プロトコール

実験手順は心拍数の測定時間間隔を5分に固定して安静立位時で測定した。最初に靴下着用せず5分間測定する(以下, Preとする)。その終了後, サッカー用靴下もしくは強着圧靴下のいずれかを着用して同様に5分間心拍数を計測する(以下, Wとする)。その後, 靴下を脱衣して再度素足で5分間心拍数を測定する

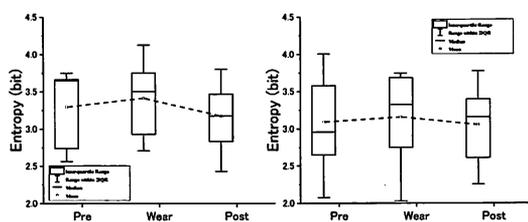


図 1 エントロピーの変化動態: (a) 強着圧靴下
(b) サッカー用靴下

(以下, Post とする)。つまり, 2 種の靴下を着用する前後に素足で 5 分間ずつ測定する試行を各被験者に実施してもらった。

3. 心拍変動解析法

2.3 節で実施した各試行で得られた心拍数について各種心拍変動解析法を適用し, 比較する本研究ではトーン-エントロピー法, 周波数パワースペクトル解析法及び時間領域解析法を適用する。

トーン-エントロピー法は Oida らが開発した隣あう R-R 間隔変化率の統計的性質に着目した手法であり, 再現性が高く, さまざまな実験で得られた心拍データを同一空間上で絶対的に比較が可能で有用であることが報告されている³⁾。

周波数パワースペクトル解析法及び時間領域解析法は従来法として使用されている。本研究ではトーン-エントロピー法との精度の相違を比較するために適用することとした。

4. 実験結果

本研究の結果より, 安静立位時での着圧効果について Pre, W, Post の試行間と靴下の種類間とで二元配置分散分析法を適用して心拍数と心拍変動とについて変動の有無を調査した。

図 1 に靴下ごとの各試行におけるエントロピーの変化を示した。靴下間及び各試行間のいずれにも統計的な有意差は観察されなかった。また, 心拍数, 周波数パワースペクトル解析の指標, LF/HF, HF と時間領域解析法の指標である SDNN, RMSSD のいずれにおいても統計的な有意差は観測できなかった。しかし, 本実験結果から, 図 1 のように靴下着用時にエントロピーが増大する傾向が観察された。靴下着圧効果は安静立位時には

統計的な有意差は見られない。ただし, Tukey 法による p 値は靴下間で 0.12, Pre と Post 間では 0.99 とほぼ 1 に近いものの, W との比較では心拍数では Pre に対して 0.45, Post に対して 0.37 であり, エントロピーについては Pre と Post 間では 0.85 に対して, W と Pre で 0.81 と高いが, W と Post で 0.48 と低くなっている。その他の指標においても靴下着用時の W において微妙な変動が見受けられる。また, 精度に関してはエントロピーは 4%程度であるが, LF/HF, HF ともに 20%超え, SDNN, RMSSD も 10%を超える。よって, トーン-エントロピー法の精度の高さが示された。

5. 考察

以上のように統計的に有意な差がみられなかった原因として安静立位姿勢では靴下着圧による静脈還流が十分に得られていない可能性が考えられる。靴下着圧は筋収縮による静脈還流を補助していると考えられ, 動作をとまなわぬ静的条件下では有意な変動が得られないと考えられる。よって, 動作をとまなう運動条件下での着圧効果を調査する必要がある。また, 被験者数が十分でないため有意な変動が観測できなかった可能性も否定できない。今後より被験者数を増やすことで着圧効果についての検証を継続する。

6. 結論

本研究の結果より, 安静時靴下着圧が心臓自律神経系活動に与える効果について有意な差は観測されなかった。しかし, 傾向として心拍変動解析指標のいずれにおいても靴下着圧時に微妙な変動を認める。このことからより被験者を増やすことで差を明らかにできる可能性がある。また, 運動時での効果についても検証する必要がある。

参考文献

- 1) Ali A., Creasy R.H., Edge J.A.: Physiological effects of wearing graduated compression stockings during running, *Eur J Appl Physiol*, vol.109, no.6, pp.1017-25, 2010.
- 2) Duffield, R. and Portus M.: Comparison of three types of full-body compression garments on throwing and repeat-sprint performance in cricket players, *Br J Sports Med*, vol.41, no.7, pp.409-14, 2007.
- 3) Oida E., Moritani T. and Yamori Y.: Tone-entropy analysis on cardiac recovery after dynamic exercise, *J Appl Physiol*, vol.82, no.6, pp.1794-, 1997.

ロボットからの触覚刺激によるヒトの情動変化

Tactile stimulation from the robot affects to emotion of human

○中村数磨*, 中谷真太郎*, 西田信一郎*

*鳥取大学

NAKAMURA Kazuma*, NAKATANI Shintaro*, NISHIDA Shin-Ichiro*

* Tottori University

1. 緒言

タッチ動作は、単なる物理的な刺激にとどまらず、動作を受けた人の感情に影響を与えることができるとされる。タッチ動作による感情的な影響を利用した例として、がん患者の疼痛緩和や、アルツハイマー型認知症患者の攻撃性の低減¹⁾などがあるが、いずれも詳細な機序については不明な部分が多い。また、実際の介護現場では人材不足の問題もありタッチ動作を利用した介護手法が大きく広がってはいない。

本研究では、外部からのタッチ刺激による情動生成の可能性の実験的な裏付けと、その成果を利用したヒトの情動制御、つまりロボットによるタッチケアの実現を目的とする。

本稿では特に、ヒトに対して呼びかけを行う目的で用いられることが多いたたく (Tap) 動作に着目する。押し付け力と、たたく周期を変化させることで異なる触覚刺激 (タッチ刺激) を生成し、この動作が人の情動に対して与える影響について検証実験を行う。

2. タッチ刺激の生成

2.1 タッチ刺激システム

図1に我々が最終的に目指すタッチによる情動生成のコンセプトを示す。ここでは、ヒトに対してロボットがタッチ刺激を与えると同時に、その影響をカメラなどで表情をモニタする。その後、タッチ刺激によって生じた情動をフィードバックすることで次の動作を決定、生成という流れを繰り返し行うことで、対象の情動を目標まで変化させることを目指す。

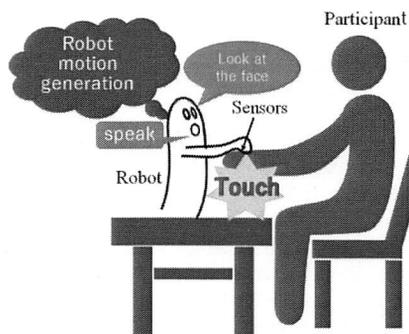


図1 タッチケアシステムの概要図

実験では、図2に示すような対象者の状況に関係なく一定の間隔かつ一定の強さでタッチ動作を行うことが可能なロボットシステムを試作し、ロボットが生成したヒトに対するタッチ刺激によって生じる情動をアンケート調査する。

2.2 タッチ動作の選定

本稿では、ヒトを呼びかける際などにも利用されるたたく (Tap) 動作を対象とし、動作の違いによってヒトが受ける印象の違いについて調査した。今回試作したロボットは、たたく動作以外に握る動作、なでる動作を行うことができる。これらの動作は Steve ら²⁾が行ったヒトがヒトに対して行うタッチ動作を分類した Touch dictionary で示された 30 種類の動作から、手のみで行える動作を選定し、グループ化を行うことで動作の決定したものである。ここで、たたく動作は前腕部を手の平で一定の間隔で押し付けることを指す。

今回の実験で行うたたく動作は、肘関節に目標軌道として正弦波を与え、位置制御を使って軌道追従させることで実現した。肘関節に与える目標軌道とたたく前腕部の位置は被験者ごとに実験前に調整を行い、一定の押し付け力を出せるようにした。

3. 実験

本稿では、被験者に対して特定のタッチ動作を試作したロボットでたたく動作を行い、その動作によって被験者に生じた情動を被験者にアンケートで評価してもらった実験を行った。

本実験では、ロボットの動作パラメータである、たたく際の押し付け力とたたく周期を変化させることで、タッチ動作が被験者の情動に及ぼす影響を評価した。

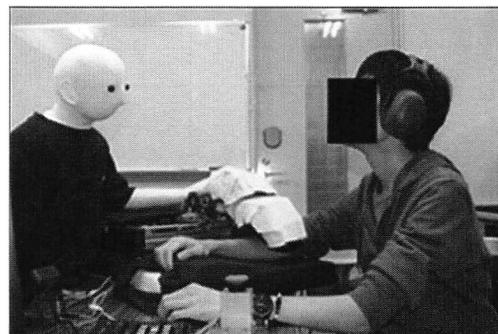


図2 試作したタッチケアロボット

3.1 実験装置

今回の実験で用いるロボットは 1 軸のスライド機構と 2 軸の回転機構の計 3 つの自由度を持ち、それぞれが連携して動くことでタッチ動作の生成を行う。

たたく動作は、押し付け力は、「弱」と「強」の 2 パターン、たたく周期は「遅い」、「中間」、「速い」の 3 パターンに変化させられるようにした。「弱」と「強」はそれぞれ約 3 N、約 6 N の力を腕に加えた。またたたく周期は、0.5 s、1.0 s、1.5 s に設定した。

3.2 実験環境

今回行った実験では腕の感覚に障害のない 20 代の男性 3 人（平均年齢 23 歳、右利き 2 人、左利き 1 人）の右前腕部に対してたたく動作を行った。すべての被験者には、実験前に十分に実験内容の説明をしており、十分なインフォームド・コンセントを得ている。実験中は被験者に耳栓とイヤークフを装着してもらい、ロボットの動作音の影響を低減させた。

ロボットが行った動作を受けて被験者自身に生じた感情の動きを調査するために、アンケートでは、ラッセルの円環モデルをもとに Pleasant/Unpleasant および Activated/Deactivated の二つの項目に対して数値的に評価を行った。回答は各動作終了後すぐに答えられるよう回答時間を設け、入力を行う際タッチ動作を受けていない左手で入力できるようテンキーを用いた。

3.3 実験方法

実際行った実験の流れについて述べる。まず実験開始前に被験者にロボットの動きを確認させ、実験の内容の説明を行う。その後、ロボットの動作を行う位置に右前腕部を移動するよう指示し、その位置にクッション材を

置きその上に腕を置かせる。被験者ごとに一定の押し付け力を得るため、ロボットの肘関節に与える目標軌道を設定する。実際の実験はディスプレイ上で指示を表示することで進める。またタッチ刺激を受けている際は、ロボットの目を見ることを指示した。また、アンケート入力終了後はタッチ動作の影響をキャンセルするため 60 秒間の休憩時間を設けた。

実験に際して順序効果や交互作用の影響を極力抑えるため、力とたたく周期の組み合わせに 1 回前の条件を含めて偏りが出ないようにした。一人の被験者に対して計 12 回を 1 セットとしてたたく動作を行った。

4. 実験結果

たたく動作時の押し付け力と周期を変化させた場合の 3 人の被験者の情動に対する影響を示す。たたく周期と Activated/Deactivated の関係を Fig.3 に示す。Fig.3 に示した関係の相関係数は -0.59 であった。ここから、たたく周期が遅くなればなるほど Deactivated に影響しているように見える。また、押し付け力の変化と Activated/Deactivated の関係を Fig.4 に示す。この結果を比較すると押し付け力が 6 N 時の方が 3 N 時に比べて Activated/Deactivated の平均値が有意に高かった (t 検定, $p=0.001$)。ここから、たたく力の増加が Activated を想起させていると考えられる。

5. 考察

今回得られた結果から、たたく動作の速さと Activated の間には正の相関がみられた。ここから、今回生成した動作は呼びかけ時のように相手の注意を引き付ける動きに近い動作となっている可能性があるといえる。一方、力が弱く周期が遅いほうが Deactivated になりやすいことが確認できた。ここから、今回の設定パラメータにおける遅い動作や弱い力というのは、背中をゆっくりと撫でたりたたいたりされるようにリラックスしやすい刺激になっている可能性がある。

6. 結言

ロボットによるタッチケア実現を目指し、ヒトに対してタッチ刺激可能な装置を試作した。試作した装置を用いてたたく動作に注目し調査を行った。その結果、押し付ける強さや周期を変化させた際の活性・不活性と快・不快の変化が被験者間である程度一致していることを確認した。今回の結果からは、たたく動作(Tap 動作)の周期や力は特に情動モデルにおける Activated に影響するという結果が得られた。

参考文献

- 1) P. Hawranik et al., "Therapeutic touch and agitation in individuals with Alzheimer's disease.", *Western journal of nursing research*, Vol. 30, No. 4, pp. 417-434 (2008)
- 2) S. Yohanan, K. E. MacLean, "The Role of Affective Touch in Human-Robot Interaction: Human Intent and Expectations in Touching the Haptic Creature", *Int J Soc Robot*, Vol. 4, No. 2, pp. 163-183 (2012)

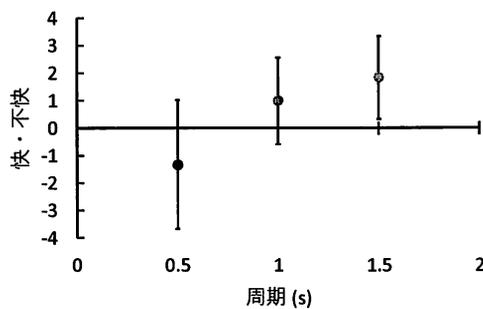


図3 周期と快・不快の関係

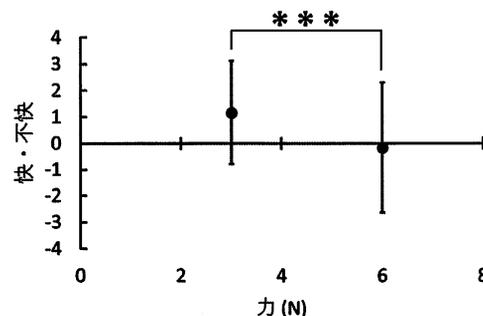


図4 力と快・不快の関係

連続的時系列評価における曲線描画法の可能性

The Possibility of CDM (Curve Drawing Method) for Continuous Time-series 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

時々刻々と変化する状況など、感性の連続的な時間的変化が存在するもの。この時系列評価手法として提案している「曲線描画法」について、前報^{1)~4)}までが1項目による時系列評価の検討だったのに対して、本報では複数項目での評価。分析によって、ユーザビリティや医療領域など、多様な領域での利用/応用の可能性を明らかにする。

従来、連続的な時系列評価では、心電計測や脳波など、リアルタイムに得られる自律神経系にもとづく生理機能データの取得によっていた⁵⁾。ところが、それらのデータでは、身体へのセンサー装着によるストレスなど、日常性を担保した計測が難しい。また、実験室ではなく現場の実験環境では、センサーの発信機と受信機間の距離の制約によって、計測精度の低下、最悪の場合は計測不可能といった状況も発生する。そうした場合に対応できる時系列評価手法として提案したのが「曲線描画法」^{1)~4)}であった。これは、主観的項目について、どの程度感じていたかを曲線で評価する手法であり、記憶を手掛かりとした評価法である。

もし、この手法で複数項目の評価ができたなら、生理機能データが1項目の総合評価だけしか調べられないのに対して、曲線描画では、各項目の評価パターンの特徴を把握でき、「どの部分でどのように評価したか」がわかる。さらに、各評価パターンの相互の関係からは総合評価を頂点とする下位項目の位置づけ(構造)が、言語的意味ではなく、実験的に確かめられる。この両者の関係からは、「目的に応じた総合評価値を高めるには、主にどの下位項目のどの部分に留意して設計すれば良いか」といった最も知りたい情報の手がかり

りが得られる。

そこで本報では、先行研究^{1)~4)}より長い時間の刺激とそれ用の評価シートを作成して曲線描画法の多様な領域での活用を目指すとともに、複数項目の時系列評価からはその評価構造検証の可能性を調べた。

2. 研究

2.1 研究のプロセス

研究のプロセスを図1に示した。

刺激に対して、1) VAS尺度^{6), 7)}による一定間隔の時系列評価と、「曲線描画法」による連続的時系列評価との比較検討、2) 客観的データの心電計測結果と、主観的項目(面白さ)の曲線描画結果との比較検討から、曲線描画法の有効性を調べた。それらの結果を踏まえて、複数項目の曲線描画結果を検討し、本手法による連続的時系列評価の構造と可能性を調べた。

刺激: 芸術活動とその後の講義

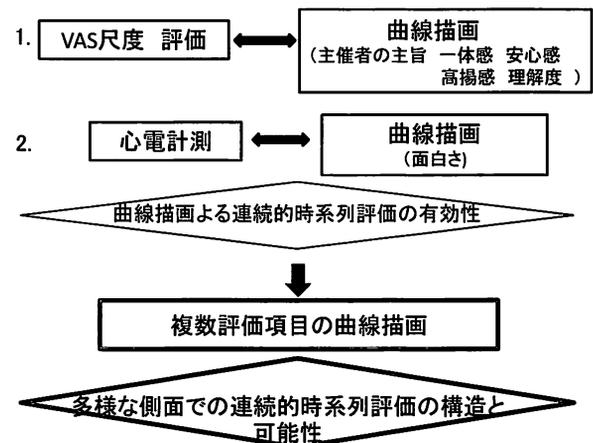


図1. 研究のプロセス

2.2 実験

刺激：イベント会社が企画したワークショップ（芸術活動：漁網の共同制作，ひととのつながり，風景への愛着，記憶を目指した終日活動）と，その体験をおとした講義（77 分間）を対象とし，その講義内容は 11 フェーズで構成されていた（参照：図 4，図 5）。

評価項目：芸術活動のワークショップと講義の主催者の主旨（一体感，安心感，高揚感，理解度）と「面白さ」の計 5 項目を，評価項目とした。

実験対象者：VAS 尺度評価者 48 名（男女学生），心電計測と曲線描画対象者は 48 名中の男子学生 3 名（ワークショップの経験あり 2 名，経験なし 1 名）であった。

1) VAS 尺度による間隔的時系列評価

規定範囲の線分上（感じない～感じる）に，感じる程度を距離で記した。時系列評価の間隔は，ワークショップの始まる前半，中盤，後半であった。

2) 心電計測

2 秒ごとの心拍指標値（HF 値）を求めた。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。

3) 曲線描画とその分析

評価シート（図 2）：X 軸は講義の経過時間（描画の手がかり用として等分割線を加筆），Y 軸は評価値。

5 項目についてマグニチュード推定法（ME 法）⁸⁾で「感じない」から「強く感じる」までを，講義終了直後に，講義を振り返って曲線で評価した。曲線の描画方法は講義前に事前に説明した。

曲線から求められる評価値（Y 値）は，画像解析ソフト“Graphcel”を用いて，刺激時間 77 分間を 200 に分割（等間隔）して，評価値数 201 個を取得した。描画例を図 2 に示した。

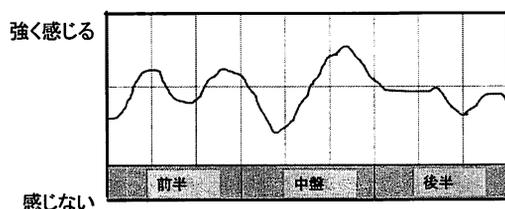


図 2 評価シートと曲線描画例

3. 結果と考察

3.1 VAS 尺度による一定間隔での時系列評価と曲線描画法 GDM による連続的時系列評価 — 変動係数の比較

ワークショップ終了後に振り返って，主催者の主旨 4 項目について，VAS 尺度で一定間隔（ワークショップの前半，中盤，後半）の時系列評価を行い，得られた評価値から変動係数を求めた。一方，ワークショップ体験後の講義の後に，曲線描画法で連続的時系列評価して，得られた評価値から変動係数を求めた。実験対象者ごとの両変動係数の関係を散布図に示した（図 3）。図には結果例として，主旨 4 項目のうち「安心感」と「理解度」の結果を示した。

ここで，ワークショップ体験後に VAS 評価をして，その後の講義で主催者の主旨をどの程度感じたかを曲線描画したために，VAS 尺度法と曲線描画法の双方の関係には，一定の相関が期待された。それにも関わらず，いずれの評価項目でも，両変動係数間に，大きな相関がなく，むしろほとんど相関が認められなかった。このことから，VAS 尺度による刺激提示後の振り返りの評価が，時系列を表現していない可能性があるといえる。

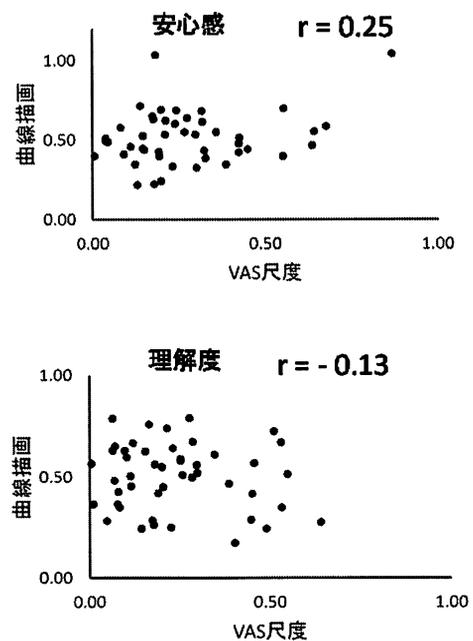


図 3 VAS 尺度で求めた変動係数と曲線描画法で求めた変動係数の関係

3.2 心電計測結果との比較による曲線描画法の有効性

心電計測で、講義中の気分の変化を客観的かつリアルタイムに取得した。これと、面白さの曲線描画結果（主観的データ）とを比較検討して、本手法の有効性を検討した。

まず時間（X）軸を、講義内容（11フェーズ）の長さに応じて比例配分した。心電計測で求められる心拍変動指標値（HF 値）からは、フェーズごとの変動係数を算出した。一方、曲線描画法で得た「面白さ」の評価値（0～1.0）からも、フェーズごとの変動係数を算出した。両手法で求めた変動係数を比較すると（図4）、ワークショップ経験者は「土地」「風景」の話で、心拍変動と曲線描画のいずれの変動係数も高くなり、気持ちが大きく動かされたことがわかった。逆に、ワークショップ経験無しの人ではその部分で、気持ちの変化が経験者より少なかった。このように曲線描画で、心拍変動と同様の傾向が得られたことから、本報でも先行研究^{1)~3)}と同じように、「曲線描画法による評価結果の有効性」が再検証された。

評価シートのフォームについても、描画用目安線を時間の長さに応じて比例配分せず、等間隔にした場合でも、客観的データの心電計測結果と大きなズレがなかった。この結果から、評価シートのフォームの違いが結果にそれほど大きく影響しないことも示唆された。

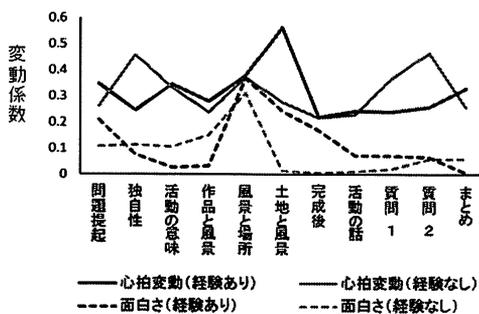


図4. 心拍変動指標値と曲線描画による評価値から求めた変動係数の比較

注) ワークショップ経験ありと経験なし

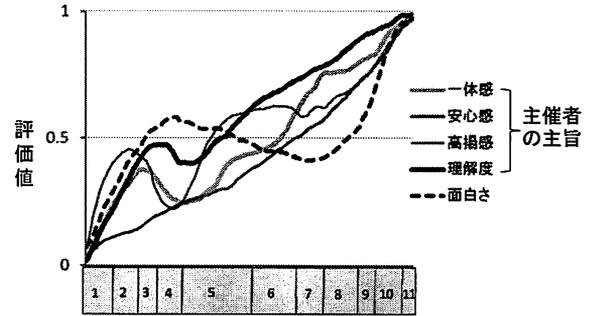


図5. 主催者の主旨4項目と面白さを加えた5項目の曲線描画結果

注1) 講義フェーズ: 1.問題提起, 2.独自性, 3.活動の意味, 4.作品と風景, 5.風景と場所, 6.土地と風景, 7.完成後, 8.活動の話, 9.質問1, 10.質問2, 11.まとめ

注2) 対象者A: ワークショップ経験あり

3.3 曲線描画法による複数項目の時系列評価

心電計測などの生理機能データでは、総合評価1項目についての連続的時系列評価ができる。しかし様々な領域でのデザイン。設計に必要な情報は、総合評価だけでなく、その下位項目との関係性についてである。

そこで曲線描画で得た5項目（主催者の主旨4項目と面白さ）の評価結果例（対象者A）を図5に示した。これらの評価パターンから、特に主催者の主旨「理解度」と「一体感、安心感、高揚感の時系列評価平均値」の関係性を調べた（図6-1）。その結果、言葉の意味から総合評価と位置づけられる「理解度」と、その下位の「一体感、安心感、高揚感」の合成曲線が類似し（ $r=0.964$ ）、これら3項目は講義の理解度の下位項目であることが確かめられた。この評価の構造的なことから、3項目の時系列評価値を高めることが理解につながるということが分かった。一方、面白さと主催者の主旨4項目との関係（図6-2）では、両者の相関係数が前述より低くなり、面白さは理解度の下位項目とはいえ、むしろ理解度と同一レベルの別の意味として位置付けられることが判明した。

このように複数項目の曲線描画結果からは、各研究内容に応じた評価の構造を実験的に検証できた。この結果に基づいて総合評価を高める下位項目の評価パターンを検討することで、「どの項目をどのように設計すればよいか」の手がかりを得ることが示唆された。

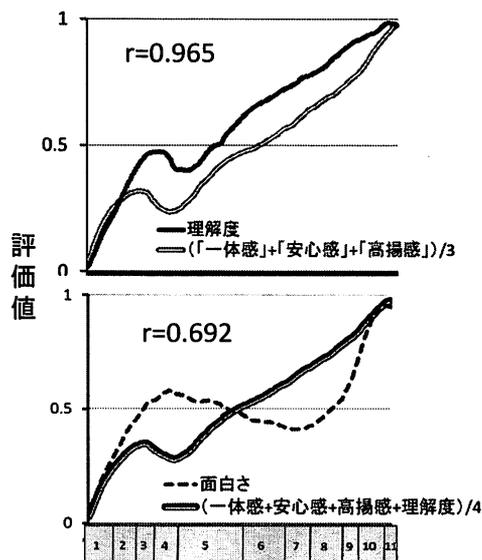


図 6. 5 項目の曲線描画 —合成曲線の検討
 上: 図 6-1 主催者の主旨(理解度と 3 項目合成曲線)
 下: 図 6-2 面白さと主旨 4 項目合成曲線
 注 1, 2) 図 5 と同じ

4. おわりに

生理機能データに代わる時系列評価手法として「曲線描画法」を提案し、この手法の有効性を、VAS 尺度、心拍変動との比較検討から確かめた。この結果を踏まえ、複数項目 5 項目（主催者の主旨 1. 一体感, 2. 安心感, 3. 高揚感, 4. 理解度と, 5. 面白さ）の曲線描画を行った。その結果、「理解度」と「一体感, 安心感, 高揚感」の合成曲線間に高い相関が認められ、3 項目は理解度の下位項目であることを実験的に確かめた。「面白さ」では、先の 4 項目合成曲線との相関が低くなり、理解度の下位項目とはいえ、むしろ同一レベル（総合評価）に位置する項目であることも判明した。

このように、生理機能データからは 1 つの総合評価情報しか得られないのに対して、曲線描画では、複数項目の評価パターン情報が得られること、そしてそれらの情報からは、評価の構造的なわかり、総合評価につながる重要な下位の評価内容を知ることができることも検証できた。

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: 状況設計に必要な雰囲気の評価とそれに関する気分, 平成 27 年度 日本人間工学会関西支部大会 講演論文集, pp.75-78 (2015).
- 3) 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, 19, 1, pp.20-28 (2015).
- 4) 西藤栄子, 神宮英夫: 効果的な状況設計のための時系列感性評価の可能性 — 「感動曲線描画法」による評価と気分の効果 —, 日本感性工学会論文誌, Vol.16, No.1, pp.1-7, (2017).
- 5) 西藤栄子, 神宮英夫: 雰囲気の感度分析による評価値と生理的反応との対応性, 第 15 回 日本感性工学会大会予稿集 CD-ROM C52, pp.1-3 (2013).
- 6) 神宮英夫: 曲線描画の心理学的背景, 第 19 回 日本感性工学会大会予稿集, C13, pp.1-2 (2017).
- 7) 山下利之: 特集③ 人間工学のための計測手法, 第 3 部: 心理計測と解析 (1), 一質問紙による計測と解析 —, 人間工学, Vol.51, No.4, pp.226-233 (2015).
- 8) 山口静子: 解説 マグニチュードエスティメーション考, 日本官能評価学会誌, Vol.5, No.2, pp.129-135 (2001).

タッチパネル端末の操作姿勢と心身負担に関する研究

Influence of touch panel operation postures on mental and physical loads

○寺岡宏章*， 山下久仁子**， 岡田明*

*大阪市立大学大学院生活科学研究科 **大阪市立大学研究支援課

TERAOKA Hiroaki*, YAMASHITA Kuniko**, OKADA Akira*

*Graduate School of Human Life Science, Osaka City University,

**Research Support Department, Osaka City University

1. はじめに

近年急速にタッチパネル端末が普及し、特にモバイル機器に関しては、住宅や学校、移動中の乗り物など場所に限らず使用できるので、その結果長時間使用されている。このような状況に伴い、筋骨格系疾患の発症率が増加すると懸念されている⁽¹⁾。

この筋骨格系疾患、例えば肩こりは日本人にとって大きな悩みとされ、国民生活基礎調査からも肩こりに悩んでいる人は多く存在することが明らかになっている⁽²⁾。こうした問題を引き起こしている原因には他にも「座る姿勢」が挙げられる。人の姿勢と骨盤の関係において、特に脊柱は立位姿勢が最も自然な状態になるように作られており、不自然な姿勢をとると身体にとって負担がかかる。また長時間の着座は、運動不足による身体機能の低下や下肢の圧迫による血行不良の原因となる。

このような健康への問題以外にも、タッチパネル端末といった機器類が進化し、その結果近年の職場環境は変化している。そうした変化の一つとして、立位姿勢が取り入れられつつある。オフィス家具メーカーから立位用のデスクや高さを調節できるデスクが販売されており、オフィスワークに立位を取り入れた効果に関する既往研究もいくつか報告されている⁽³⁾。

しかし、既往研究では実験作業としてPC作業や組み立て作業の評価が多く、タッチパネル端末での評価はあまり検討されていない。

そこで本研究では、タッチパネル端末操作時の身体姿勢の自由度の高さに着目し、その身体姿勢の違いが心身に及ぼす影響について検討した。より心身の負担の少ないタッチパネル端末を用いる姿勢の提案を目的とする。

本研究ではタッチパネル端末の中でも、スマートフォンとタブレット端末を対象として、予備実験を行い、それらに基づき以下の実験を進めた。

2. 実験 1

スマートフォンの操作姿勢の違いに関する予備実験に基づき、実験 1 では、スマートフォンの操作姿勢ごとに比較し、違いを検討することを目的とした。

2.1 実験方法

○実験参加者

健康な大学生男女 8 名（男性 4 名、女性 4 名）が参加した。なお、参加者には事前に実験の目的や意義を説明し、同意を得た。

○実験環境

室温 23℃、湿度 50% に設定された人工気候室で行った。照度 1000lx に設定し、画面に照明の映り込みがないように配慮した。

○実験装置

Apple 社の iPhone5s を使用した。

○実験課題

スマートフォンを用いて、片手で文字入力作業を行う。

○実験条件

立位、半立位、椅子座、床座の 4 条件（図 1）とした。

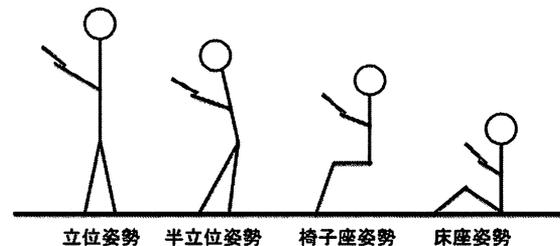


図 1 姿勢条件

○測定項目

1) 頸部角度

3次元動作解析装置 (VENUS 3D, 株式会社ノビテック) を用いて頸部の屈曲角度、視距離を計測するために、スマートフォン、身体の操作手側 (手根骨、外側上顆、肩峰点、頸椎点、外眼角点、重心点) に直径 2.5cm の測定用マーカーを貼付した (図 2)。重心位置は頸椎点から 16cm 上もしくは、頭頂点から 15cm 下とした。また屈曲角度を重心位置と頸椎点を結んだ直線と垂直軸とのなす角度とした。

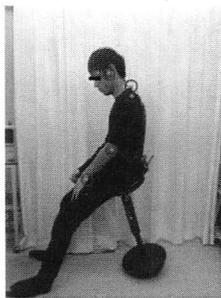


図2 マーカー位置

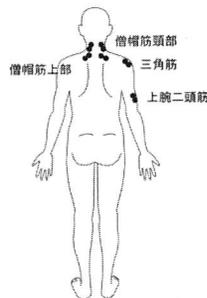


図3 電極位置

2) 表面筋電位

実験参加者には筋電図解析に必要な電極を操作手の上腕二頭筋、利き手側三角筋、左右僧帽筋 (頸部、上部) の計 6 箇所 に貼付した (図 3)。

3) 主観評価

身体に関する疲労や痛みをとらえるために疲労部位しらべを行い、その他の疲労をとらえるために自覚症しらべを行った。これらは日本産業衛生学会産業疲労研究会で作成された方法⁽⁴⁾を用いた。

○実験手順

実験開始時にタッチパネル端末の使用状況に関するアンケートと自覚症しらべを行い、終了後には主観評価を課した。また再度自覚症しらべを行った。視距離 25~30cm 以内で操作し、1条件につき 5 分間文字入力作業を行ってもらった。条件間には 2 分間の休憩をいれ、疲労が残らないようにした。なお、順序効果を相殺するため、実験参加者ごとに条件の順番を入れ替えた。

2.2 結果と考察

1) 頸部屈曲角度

図 4 は実験参加者 a の頸部屈曲角度の経時的変化を示すグラフである。頸部の屈曲度合いは、姿勢条件で平均角度に違いがみられた。頸部の屈曲角度が異なることより、荷重が変化し負担も異なると思われる (Hansraj KK

ら, 2014)。

他の実験参加者についても姿勢による差異が示されていた。しかし姿勢による、個人差が大きい結果となった。頸部屈曲角度の傾向としては、立位が最も少ない屈曲を示した参加者が多く、椅子座で最も大きい屈曲を示した参加者が多かった。

2) 表面筋電図

図 5 は実験参加者 a の左僧帽筋頸部の筋電位の値を積分したグラフである。

左僧帽筋頸部に注目すると、立位に関しては他の姿勢より筋活動量が低く、床座姿勢は他の姿勢より高く、これは頸部屈曲度の結果と一致する。しかし、左僧帽筋上部に関して比較してみると、筋活動量に違いは見られず頸部屈曲度と一致しない結果となった。

3) 主観評価

主観評価から姿勢ごとに負担感の差は見られたものの、姿勢ごとに共通する傾向は得られなかった。姿勢ごとに主観評価の合計得点を比較すると椅子座が高い得点になっており、この結果は、屈曲角度の変化と一致しないものとなった。この原因として、主観評価において女性の方が床座姿勢で評価が高くなっていったことや聞き取り調査の結果から、生活習慣や慣れの影響が大きかったことが考えられる。

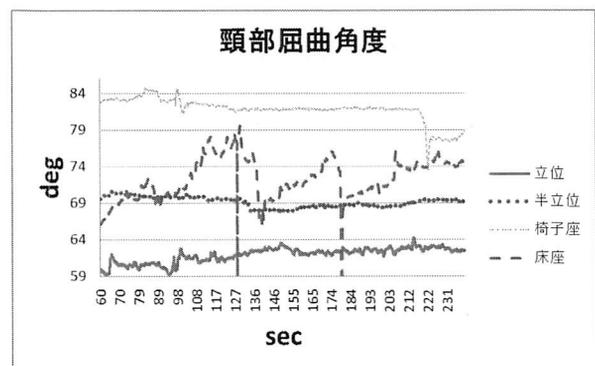


図4 姿勢別の頸部屈曲角度 (実験参加者 a)

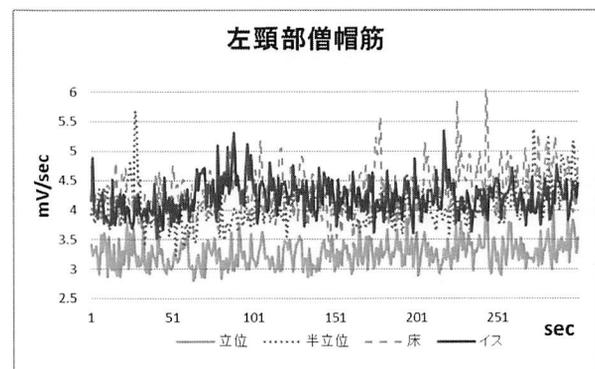


図5 左頸部筋電位積分値 (mV/sec) (実験参加者 a)

当初は立位姿勢が最も負担が少なく半立位姿勢、椅子座姿勢と負担が少なくなり、床座姿勢が最も負担が大きくなると仮説を立てていた。しかしこれらの結果から、仮説とは異なる部分があり、姿勢ごとに負担に差があることは示されたものの、個人差が大きい結果となった。また屈曲角度と主観評価の結果が一致しない点が存在し、主に参加者の生活習慣や慣れの影響があると考えられた。

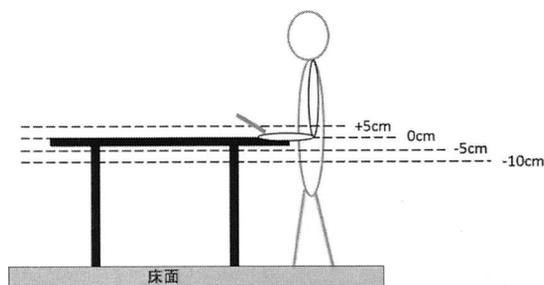


図6 実験4条件

3. 実験 2

次に近年職場環境などでタブレット端末が用いられるようになり、またオフィス環境の変化も考慮し、立位姿勢でのタブレット端末操作時の最適な条件について明らかにするための実験を行った。既往研究より、最適な条件であっても長時間その姿勢を維持し続けることで、負担が蓄積されてしまうことが明らかになっている。そこで今回の実験では、先行研究で明らかになった立位作業姿勢として適切な挿入時間⁶⁾を参考にし、短時間での立位姿勢作業時の最適な姿勢条件について検討した。

3.1 実験方法

○実験参加者

健康な男子大学生2名、女子大学生2名の計4名が参加した。視力(矯正視力を含む)は平均0.9, 最小値が0.8であった。なお、参加者には事前に実験の目的や意義を説明し、同意を得た。

○実験環境

実験1と同じ。

○実験装置

Apple社のiPhone miniを使用した。

使用したデスクは(ERGOTRON社のLearnFit®座位・立位昇降デスク)であり、作業面幅60.5cm、奥行き55.9cmであった。床から作業面への高さ調節範囲は74~114cmである。

○実験条件

肘頭高と作業面高の肘高さの差10cm、±5cm、0cmの4条件とした(図6)。今回の実験では、実際のオフィス現場を想定したため、立位姿勢に関しては厳密な統制はせず、自然に文字入力作業に集中する条件とし、足を置く範囲はデスク作業面の手前の端の中央の真下を中心とする60cm×60cmの正方形の領域内とした。立位で作業する際には、肘で机にもたれかかることを許可した。

○実験課題

タブレット端末を用いて、両手で文字入力作業を行う。

○測定項目

1) 頸部角度

3次元動作解析装置(VENUS 3D, 株式会社ノビテック)を用いて傾斜角度を計測するために、操作手側(手、肘、肩峰点、転子点、頸椎点、重心点)に直径2.5cmの測定用マーカーを貼付した。重心位置は実験1と同じである。

2) 表面筋電位

実験参加者には筋電図解析に必要な電極を左右前腕、左右上腕二頭筋、左右僧帽筋頸部の計6箇所貼付した。

3) 圧力分布測定

シート状の圧力センサ(BPMS 圧力分布測定システム, ニッタ株式会社)を使用した。これを上下昇降デスクに貼り付け、前腕の圧力分布を測定した。

4) 主観評価

実験1と同様の自覚症しらべを行い、また実験1で使用した疲労部位しらべに、頸部、背部をさらに詳しく分類したものを使用した。また作業面高の高さに関する7段階尺度(かなり低い・低い・少し低い・ちょうど良い・少し高い・高い・かなり高い)による主観評価を行った。

○実験手順

実験開始時に自覚症しらべを行い、終了後にも自覚症しらべを行った。1条件につき5分間文字入力作業を行い、1条件ごとに主観評価を行った。条件間には3分間の休憩をいれ、疲労が残らないようにした。なお、順序効果を相殺するため、実験参加者ごとに条件の順番を入れ替えた。

3.2 結果と考察

主観評価では、実験参加者全員が0~+5cmの間で「ちょうど良い」との評価が得られ、このうち実験参加者b,cでは肘高0cm, +5cmの二つの条件で「ちょうど良い」の評価が得られていた。この結果は、予備実験の結果と一致した。

そこで実験参加者別に検証すると、実験参加者aの頸

部屈曲角度に関して、机の高さが上がるにつれて屈曲角度も大きくなり、実験1と同様に頸部の負担も少なくなったのだと考えられる(図7)。圧力分布のピークでは、肘+5cmの条件で数値が高くなっており、肘-10cm、-5cmで数値が低くなっていった。このことから机の高さが肘より高い条件で机が腕の荷重を支えていることが確認された。また筋電図において、左頸部僧帽筋では肘+5cmの条件で他の条件より筋活動量が少なかった(図8)。前腕の荷重値に関して、実験参加者a, b, cでは肘+5cm条件で他の条件より高い数値が示されていた(図9, 10)。実験参加者dでは、肘-10cm条件の時に荷重値が高くなっていったが、これは他の姿勢に比べて腰を曲げ腕に体重をのせ体を支えていたためであると考えられた。これらのことから、短時間での立位姿勢作業時の最適な姿勢条件としての、肘高と肘+5cm条件の有効性を示す結果が得られた。

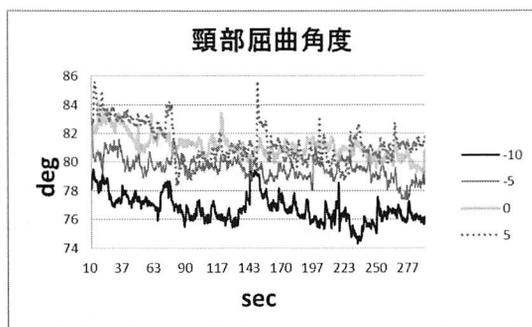


図7 頸部屈曲度(実験参加者a)

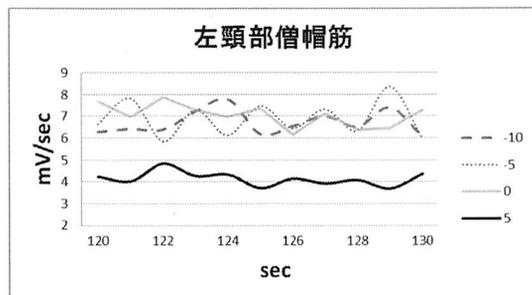


図8 左頸部僧帽筋電位積分値(mV/sec)(実験参加者a)

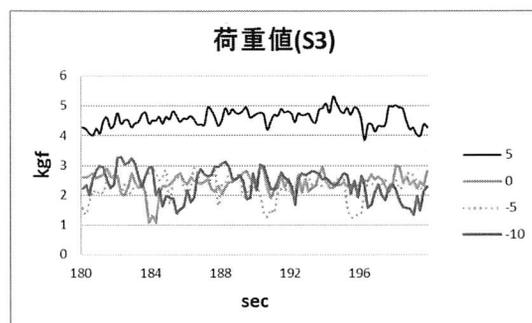


図9 頸部屈曲角度(実験参加者c)

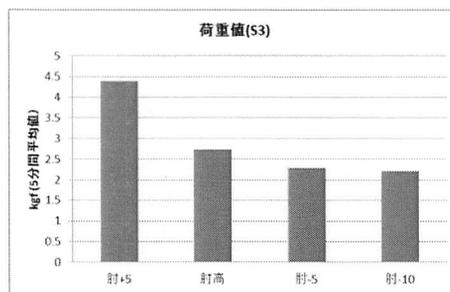


図10 頸部屈曲角度(実験参加者c)

4. まとめ

本研究では、タッチパネル端末使用時における身体姿勢の違いによる心身への負担を三次元動作解析、筋電位測定、主観評価、荷重分布測定を用いて、多面的に分析した。

その結果、スマートフォン操作に関しては、身体姿勢の違いにより、頸部の負担に違いがみられたものの、姿勢ごとに共通する傾向は得られず、個人による影響が大きい結果となった。またタブレット端末の操作に関して、短時間での立位姿勢作業時の最適な姿勢条件として、作業面高が肘高から肘+5cmの間が有効だと考えられた。

今後は、タブレット端末使用時の使い方、操作特性をさらに明らかにし、より最適な操作条件を明らかにしていこうと考えている。そしてタッチパネル端末操作時の身体自由度の高さを活かし、これまで以上に身体の負担を軽減させる姿勢変化を検討していく予定である。

<参考文献>

- Gold JEL, Driban JB, Thomas N, Chakravarty T, Channell V, Komaroff E: Postures, typing strategies, and gender differences in mobile device usage: an observational study.
- 平成28年度国民生活基礎調査
2018, 10, 19: <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa16/dl/04.pdf>
- 吉田 貴久, 阿久津 正大, 竹川 優一: オフィス作業における座位・立位可変機の使用状況と作業負担 45spl(0), 416-417, 2009
- 日本産業衛生学会産業疲労研究会. 「自覚症しらべ」, <http://square.umin.ac.jp/of/index.html>, アクセス: 2017年10月25日
- 著者: KENNETH K. HANSRAJ, MD, CHIEF OF SPINE SURGERY, NEW YORK SPINE SURGERY & REHABILITATION MEDICINE, NEW YORK, NEW YORK: Assessment of Stresses in the Cervical Spine Caused by Posture and Position of the Head, 出典: Neuro and Spine Surgery SURGICAL TECHNOLOGY INTERNATIONAL XXV
- 茂木ら: 上下昇降デスクを使用した立位作業の適切な挿入時間の検討, 人間工学 52, S424-S425, 2016

タッチスクリーンによる任意形状ボタンの操作性に関する研究

A Study on Usability of Arbitrary Shaped Buttons on a Touch Screen

○駒井美咲*, 荒木望*, 三浦久典**, 才木常正*,**

*兵庫県立大学工学研究科 **兵庫県立工業技術センター

KOMAI Misaki*, ARAKI Nozomu*, MIURA Hisanori**, SAIKI Tsunemasa*,**

*University of Hyogo, **Hyogo Prefectural Institute of Technology

1. はじめに

近年、スマートフォン等の携帯情報端末が急速に普及している。そして、携帯情報端末は、電子メールやSNS等のコミュニケーションだけではなく、ゲームや移動物体（例えば、ドローン）のコントローラ等のアミューズメントにも利用されるようになった。このため、携帯情報端末のタッチスクリーン上で、人々は四角形のキーだけではなく様々な形状のキャラクターやボタンを日常的に操作している。しかしながら、タッチスクリーンの操作性に関する研究としては、四角形のボタン（キー）において適切なサイズ等が調べられている程度であり^{2~4}、他の任意形状のボタンを対象として系統的に調査した報告は見当たらない。

そこで本研究では、四角形以外の任意形状として基本図形の一つである円形に注目し、被験者にタッチスクリーン上に表示した円形ボタンを操作して貰い、ボタンをタッチするまでの時間からタッチし易いボタンサイズを客観的に検討した。更に、実験終了後に被験者にアンケートを行い、ボタンサイズ毎にタッチのし易さを答えて貰い、主観的な評価も行った。

2. 実験方法

実験前、被験者に椅子（高さ45cm）に座って貰い、左手で把持したタブレットコンピュータ（Microsoft製 Surface 3, 10.8inch）のタッチスクリーンを右の人差指で操作し易くなるような姿勢になって貰った。実験に参加した被験者は利き手が右手の19~24歳の理系の大学生20名（男性14名、女性6名）であり、日常的にスマートフォンを利用しているのでタッチスクリーンによる文字等の入力作業には慣れている。

実験では、タッチスクリーン上に円形ボタン群を表示し、その内の一つのボタンを白から灰色に変えることで被験者に指示して、指示ボタンをタッチする作業を繰り返して貰った。表示するボタン群は図1に示す

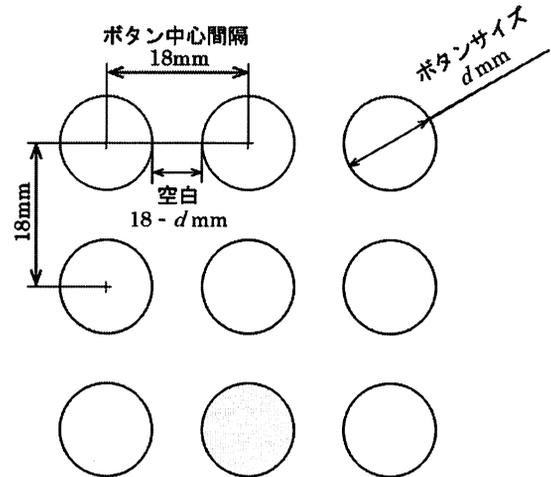


図1 タッチスクリーンに表示する円形ボタン群

ように3×3で配列された9個の円形ボタンで構成されており、これらボタン群をタッチスクリーン中央部の54×54mmの領域に表示した。実験で用いた円形ボタン群のボタンサイズは直径8から18mmの2mm刻みの6種類であり、これら全てのボタンは中心間隔18mmで配置している。このため、直径8, 10, 12, 14, 16, 18mmのボタン間の空白はそれぞれ10, 8, 6, 4, 2, 0mmとなる。

ボタン指示はタブレットコンピュータが行っており、被験者が指示ボタンをタッチした直後に次のボタンが指示される。ボタン指示の順番はランダムに決定され、9個全てのボタンが被験者に一通りタッチされたら1種類のボタン群の実験が完了する。実験の順序は、1回目は直径18mmのボタン群から始め徐々に小さくし、2回目は逆に直径8mmのボタン群から始め徐々に大きくしている。つまり、被験者は同じ直径のボタン群の実験を2回行うことになる。

実験中、タブレットコンピュータでは、ボタンが指示されてから被験者がタッチするまでの時間（以

後、反応時間という)をデータとして記録している。これらの物理データを基に、ボタンサイズ等と操作性の関係を客観的に評価した。

更に、実験終了後には、被験者にボタンサイズ毎のタッチのし易さを4段階(「タッチし易い」、「ややタッチし易い」、「ややタッチし難い」、「タッチし難い」)で答えて貰うアンケートを行った。そして、タッチのし易さを「タッチし易い」方から3, 2, 1, 0点とし、ボタンサイズ毎の被験者全員の平均得点を求めた。これらの平均得点により各ボタン群に対する操作性について主観的評価を行った。

3. 実験結果

ボタンサイズと反応時間の関係を図2に示す。黒丸印はサイズ毎の反応時間のデータ360個(被験者20名×実験2回×ボタン9個)の平均値を表し、エラーバーはその標準偏差を表す。この図より、ボタンサイズが大きくなるに伴い平均反応時間が短くなり、ボタンサイズ16mmを最短に、その後、長くなっていることがわかる。このことから、タッチ操作の素早さの面では、最も短い反応時間を有している16mmのボタンが操作性に特に優れていることが明らかになった。このことは、一概にボタンサイズが大きくしても、操作性が向上しないことを表している。この理由としては、ボタンサイズが大きく、つまりボタン間の空白が極端に狭くなることで、被験者の指示ボタンに隣接するボタンへの意識(注意)が大きくなり、脳内の認知処理が多くなったことが原因であると著者らは推測している。このような観点から、最短の反応時間であるボタンサイズ16mmの空白が2mmなので、円形のボタンにおいては直径に対して1割程度以上の間隔を設けて配置することが望ましいと推測できる。

次に、ボタンサイズに対する被験者のタッチのし易さに関するアンケート結果を図3に示す。この図より、ボタンサイズが大きくなるに伴い被験者のタッチのし易さの平均得点が高くなり、ボタンサイズ16mmを最

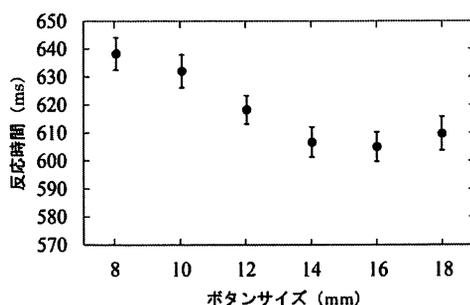


図2 ボタンサイズと被験者の反応時間の関係

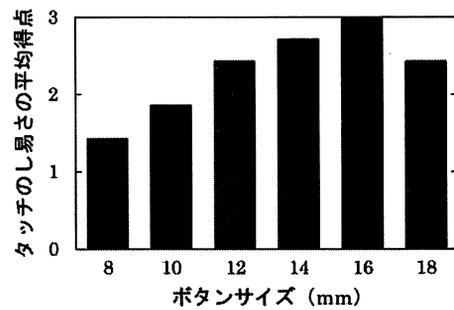


図3 ボタンサイズに対する被験者のタッチのし易さ

高に、その後、低くなっていることがわかる。タッチのし易さの平均得点が高いことはそのサイズのボタンを被験者がよりタッチし易いと感じているので、主観的な結果においても反応時間から得られた客観的な結果と同様に、最も操作し易いボタンサイズが16mmであることが明らかになった。

4. まとめ

本研究では、タッチスクリーンに表示された3x3配列の円形ボタン群(ボタンの中心間隔は18mm一定)の操作性についてボタンサイズを変えて調査した。その結果、直径16mm(空白2mm)のボタンが客観かつ主観的に操作性が高いことがわかった。このことから、円形ボタンを配列する時にはボタン直径の1割程度以上の空白を設ける方が良いと考えられる。

今後、他の様々な形状のボタン群についても主観かつ客観的に操作性を調べ、操作性を考慮したタッチスクリーン上でのボタン群の適切デザイン指標を示したいと考えている。

参考文献

- 1) 総務省: 平成28年版 情報通信白書, p.301 (2016).
- 2) 岩瀬弘和, 北岡正敏: ターゲット形状がタッチ画面の操作性に及ぼす影響, 人間工学, 39(6), 300-307 (2003).
- 3) Perhi P, Amy K, et al: Target Size Study for One-Handed Thumb Use on Small Touchscreen Devices, Proceedings of MobileHCI 2006, 203-210 (2006).
- 4) 西村崇宏, 土井幸輝, 藤本浩志: タッチパネルタブレット端末における人差指の接触角度を考慮したボタンのサイズ及び間隔の評価, 日本感性工学会論文誌, 14(3), 343-350 (2015).

呈色試験紙を用いた土壌分析における人に対する色判別装置の優位性

Superiority of Imaging Device to People in Soil Analysis
with Color Reaction Test Paper

○有馬拓海*, 高田優*, 森田二郎*, 松井謙介**, 伊藤貴康**,
才木常正***,****, 瀧澤由佳子***

*神戸市立工業高等専門学校 **明咲出荷組合

兵庫県立工業技術センター *兵庫県立大学大学院

ARIMA Takumi*, TAKADA Yu*, MORITA Jiro *, MATSUI Kensuke**,

ITO Takayasu**, SAIKI Tsunemasa***, TAKIZAWA Yukako***

*Kobe City College of Technology, ** Meisho Farm Organization,

Hyogo Prefectural Institute of Technology, * University of Hyogo.

1. はじめに

農業では作物の品質向上, 収穫量の増加のため, 土壌の pH 値や養分含有量等を分析し, それらを適切な値に調整することが望ましい. この分析には専門の分析装置を用いれば高精度な結果が得られるが, 実際には農家が分析機関に依頼して行われるため時間とコストがかかる. そこで, 日常的には農家自ら現場で実施できる化学反応によって変色する試験紙 (以後, 呈色試験紙) が用いて土壌分析が行われている.

具体的には, 土壌と蒸留水を攪拌した液に呈色試験紙を浸し, その色と試験紙に付帯の色見本を見比べて色を判別し, 対応する値を分析値として読み取る. しかし, この方法は屋外での人による判別であるため, 同じ懸濁液であっても環境光や観測者によって分析結果が異なる恐れもあり, その正確さは不明である.

そこで, 我々は一定照明下でカラーセンサにより試験紙の色を計測し, その結果から pH 値や養分含有量を分析するポータブル土壌分析装置を提案した. そして, 呈色試験紙の一つである pH 試験紙を対象に, 人及び本装置を模したカラーセンサを用いたシステムによる呈色判別実験を行った. そして, 得られた分析値の平均値とばらつきから, 本システムの方が正確に分析できることは確認できた. しかし, 分析の正確さにおける具体的な差については, 人の場合の分析値は回答であり, 本システムのそれは階調値であるため, それらの量を直接比較して得ることはできない.

本研究ではそれぞれの分析値から呈色判別の正確さを数値化して正答率として求め, 本装置の人に対する優位性が具体的にどの程度かを議論した.

2. 人による呈色判別の正答率

人による呈色判別の正答率の算出に用いる分析値は以下のような実験方法により求める.

室内照明下で被験者 10 人 (年齢 33~62 才, 色覚

異常なし) に机 (高さ 74cm, 机上の照度 680lx) を前に椅子 (高さ 42cm) に座ってもらい, 机上に試験紙 (以後, 試験紙サンプル) と色見本を提示した.

被験者に提示した試験紙サンプルの例を図 1 に示す. 試験紙サンプルは pH 試験紙 (東洋濾紙製, pH 間隔 1, 測定範囲 pH1~11, テープ幅 0.9cm) を 1cm に切断し, それを pH5, 6, 7 の溶液に浸して作成した. ちなみに, 農作物の生育に最適な pH 値は 4.0~8.0 の範囲である. 一方, 試験紙サンプルと同時に提示した自作の色見本を図 2 に示す. この色見本には均等目盛と, 目盛の下に 0~16 の番号が印刷され, 4 目盛毎に pH 試験紙に付帯の色見本から切り取った pH4 から 8 までの色紙が貼り付けられている.

実験では被験者には pH 値 3 種, 各 5 個の試験紙サンプル 15 個をランダムな順序で順次提示し, 色見本と見比べて, 最も近いと思う色を色見本の番号で回答してもらった. このとき, 試験紙サンプルが pH 試験紙であることの見え方は与えないようにした.

なお, 実験開始前には, 被験者に実験内容を説明し, インフォームドコンセントを得た.

上記の実験で得られた各 pH 値につき 50 個分 (5 枚×10 人) の回答した色見本の番号をまとめて表 1



図 1 試験紙サンプルの例 (pH5)

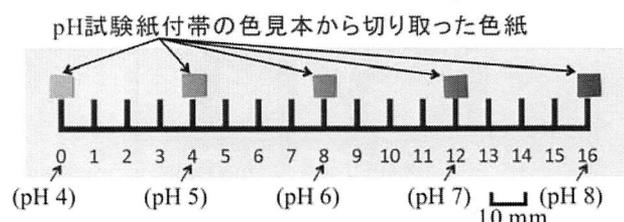


図 2 被験者に提示した色見本

に示す。次に、この結果から人による呈色判別の正答率を以下のように求める。

まず、被験者が各 pH 値の試験紙サンプルに対して回答した色見本の番号の分布は表 1 中の平均値と標準偏差で決まる正規分布と仮定する。次に、この番号での分布から色見本での pH 値での分布へと換算する(図 2 参照)。ここで、試験紙サンプルの pH 値は pH1 ずつ異なることから、pH 値 α のサンプルのときの正答は pH 値での分布における pH 値 $\alpha \pm 0.5$ の範囲内であると考える。本研究ではこの範囲にある面積が全ての範囲の面積に占める割合を正答率として算出する。

人による呈色判別の正答率を図 3 に示す。この図を見ると約 50%~60%の正答率であり、一定照明下であっても被験者は pH 試験紙の pH1 の違いを正確に判断することが難しいことが明らかになった。

3. カラーセンサを用いたシステムによる呈色判別の正答率

カラーセンサを用いたシステムによる呈色判別の正答率の算出に用いる分析値は次のような実験方法により求める。この実験では、カラーセンサとして RAW データ (16bit) が得られるデジタル一眼カメラ (Canon 製, EOS Kiss X5) を使い、このカメラで前節と同様の pH 値 5,6,7 の試験紙サンプル各 20 個を一定照明下 (試験紙サンプル周辺の照度は 1670lx) で撮影する。次に、得られた RAW データを画像処理ソフトウェア (Adobe 製, Photoshop Element) で読み込み (8bit へ変換)、試験紙中央付近の 100×100 画素領域の RGB 成分の階調値の平均値 (以後、試験紙サンプルから得た階調値) を求める。

このような方法で求めたカラーセンサから得られた RGB 成分の階調値を試験紙の pH 値毎にまとめて表 2 に示す。次に、これらの結果から本装置による呈色判別の正答率を以下のように求める。ここでは、RGB 成分のうち表 2 の pH 値間で比較的平均値の変化が大きい B 成分の結果を用いる。

まず、本システムから得た階調値の分布についても正規分布と仮定する。次に、この階調値での分布から

表 1 被験者が回答した色見本の番号

試験紙サンプルのpH値	pH5	pH6	pH7
平均値[番号]	6.1	9.6	11.0
標準偏差[番号]	2.0	2.0	2.1

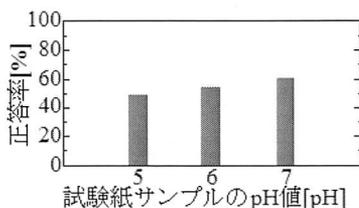


図 3 人による呈色判別の正答率

表 2 カラーセンサを用いたシステムから得た階調値

試験紙サンプルのpH値	pH5	pH6	pH7
R成分			
平均値[階調値]	109.4	102.4	92.8
標準偏差[階調値]	5.6	5.9	5.0
G成分			
平均値[階調値]	134.3	135.7	129.8
標準偏差[階調値]	4.5	5.4	4.1
B成分			
平均値[階調値]	61.7	74.9	80.4
標準偏差[階調値]	2.3	2.8	2.3

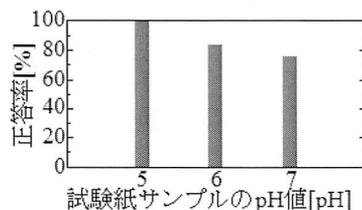


図 4 カラーセンサを用いたシステムによる呈色判別の正答率 (B 成分の階調値から算出)

pH 値での分布へ推定することを考える。表 2 から pH5,6,7 と階調値の関係はわかっている。これ以外の値については、pH6 以下と pH6 以上の範囲に分け、pH6 以下は表 2 中の pH5,6 とそれらに対する階調値、pH6 以上は pH6,7 とそれらに対する階調値から線形補間する。これにより、本システムから得た階調値から pH 値へと推定する。次に、前節と同様にこの pH 値での分布のうち pH 値が $\alpha \pm 0.5$ の範囲内にある部分の面積が全ての範囲の面積に占める割合を求め、これを正答率とする。

カラーセンサを用いたシステムによる呈色判別の正答率を図 4 に示す。図 4 から、本システムの場合の正答率は約 75~100%となり、比較的高い呈色判別ができることが伺える。

次に、これらの値を人による色判別の正答率と比較すると、カラーセンサを用いたシステムの方が約 15%~50%高いことが明らかとなり、本ポータブル土壌分析装置の優位性が具体的に示された。

4. おわりに

本研究では、ポータブル土壌分析装置の有用性を調べるため、pH 試験紙を対象として、人及び本装置を模したカラーセンサを用いたシステムによる分析値から正答率を求めた。その結果、カラーセンサを用いたシステムによる正答率は人のそれと比べて約 15%~50%程度高いことがわかり、本装置の優位性を具体的に明らかにすることができた。

今後、pH 値等の分析値の判断処理も組み込み、ポータブル土壌分析装置を試作する予定である。

参考文献

- 1) 芝 他: 読み取り誤差を考慮した試験紙吸光光度法による簡易土壌養分検査装置, 平成 27 年度日本人工学会関西支部大会講演予稿集, pp.35-36 (2015)

軽量コードレス掃除機の使いやすさ評価

The Usability Evaluation of a Lightweight Cordless Vacuum Cleaner

○佃五月*, 加藤篤史*, 平田一郎**, 後藤泰徳**

*シャープ株式会社 **兵庫県立工業技術センター

TSUKUDA Satsuki*, KATO Atsushi*, HIRATA Ichiro**, GOTO Yasunori**

*Sharp Corporation, ** Hyogo Prefectural Institute of Technology

1. はじめに

シャープでは、国際規格 (IS09241-210) に基づいて、ユーザー中心設計 (UCD) に取り組んでいる¹⁾。掃除機においても、UCD 活動を通じて新規仕様の搭載や使用性改善等を行ってきたが、やはり使いやすさを追求するとコードレスタイプに行き着いた。コードレスタイプは、これまでもキャニスター型・スティック型で展開してきたが、重い・吸引力が弱い等の課題があった。特にスティック型は、サッと使える手軽さは魅力だが、手元にバッテリーやモーター等を備える構造上、腕等に負担がかかりやすい。そこで、準備から部屋各所の掃除における身体的負担をできるだけ小さくすることを目指して、軽量コードレス掃除機 (キャニスター型) の開発を行った。本稿では、実際の身体的負担について、筋負担・動作解析・主観評価の測定により定量的に検証した結果について報告する。

2. 実験方法

2.1 実験対象の製品

実験は、3種類の掃除機 (A, B, C) を用いた。主な仕様を表1に示す。Bが今回開発した製品であり、実験では発売製品と同等の仕様を備えた試作品を用いた。

表1 掃除機の主な仕様

評価対象	A	B	C
タイプ	コード付き キャニスター	コードレス キャニスター	コードレス スティック
形名	EC-G8X	EC-AS500	EC-A1R
総質量 (本体のみ)	4.5kg (2.9kg)	2.9kg (1.8kg)	1.5kg

2.2 実験方法の概要

被験者は、年齢33~64歳 (平均48.3歳)、身長150

~167cm (平均159.0cm) の一般女性12名にて実施した。全員、普段は週に数回以上掃除しており、また現在使用中の掃除機のメーカーやタイプは統一されていないが、買い替えを検討中の方である。

実験は、「表面筋電位の測定と主観評価 (実験1)」と「動作解析と主観評価 (実験2)」にて行った。それぞれの掃除機を用いて、日常の掃除を想定した6種類のタスク (表2) を実施し、各タスクの終了後には主観評価 (ボルグスケール: 10段階、使いやすさ・ゴミの取れ感: 5段階) を行った。使用する掃除機の順番は、順序効果を考慮しランダムとした。

表2 各タスクの内容

No.	概要	内容
T1	掃除の準備	収納場所から取り出し、掃除開始直前までの準備をする
T2	床掃除	(1) 直線を掃除 (ヘッド部5往復) (2) 机下掃除 (蹲踞, ヘッド部5往復) (3) 机下掃除 (立位, ヘッド部5往復)
T3	の階段の掃除	(1) 床から5段目を掃除 (本体床置き) (2) パイプを外したハンディ形状とし、3~5段目までを掃除 (両手持ち)
T4	高所の掃除	ヘッド部をブラシに差替え、エアコン上部を想定して、高さ2.3mの板の天面部を掃除 (ヘッド部を5往復)
T5	部屋全体の掃除	6畳フローリング部屋 (コンセント2ヶ所、テーブル2ヶ所、砂ゴミ<約40g>14ヶ所) を想定したエリアを掃除

2.3 実験1 (表面筋電位の測定)

筋電位の測定箇所は、利き手側の「撓側手根屈筋、長・短撓側手根屈筋、三角筋」と「脊柱起立筋」で、S&ME社製携帯型データ収集解析システム DL-4000 (DL-4000) にて計測。タスクは表1のT1~T5の全てを実施し、手順は、事前インタビューと最大筋肉

量の測定をした後に、タスク実施と主観評価を各タスクで繰り返し行った。また T5 については、図 1 の実験環境にて、「Start」地点から「Goal」まで左回りに掃除してもらい、床に配置した砂ゴミを全て吸い取る課題とした。

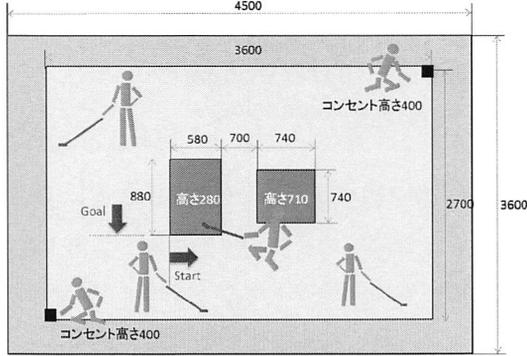


図 1 T5 の実験環境

2.4 実験 2 (動作解析の測定)

動作解析の測定は、ノビテック社製 VENUS3D を用いて、マーカーを頭頂部から足首の 15ヶ所に貼り付けて計測した。タスクは表 1 の T5 のみを行い、タスク実施後に主観評価と事後インタビュー等も行った。

3. 結果

3.1 実験 1 (筋負担)

特に明確な差が確認された T3 の分析結果について述べる。分析方法は、階段の各段に区切り、1 秒間あたりの積分値を算出した後に、各段において、A, B, C で最も積分値の高かった項目を 100%とした場合の他の項目の割合(筋負担率)を算出した。この値を用いて、分散分析と多重比較による有意差検定を行った。図 2 に示すように、B は負担率が低い傾向にあり、特に 1 段目と 5 段目で有意差が確認された。

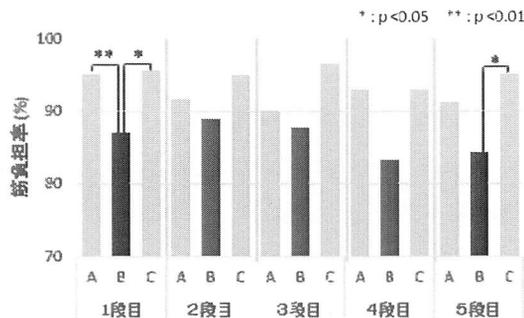


図 2 長・短撓側手根屈筋の筋負担率 (T3-1)

長・短撓側手根屈筋は、手を甲側に曲げる筋肉であり、段差でのヘッドの持ち上げ時に効果的であることが示された。

3.2 実験 2 (動作解析)

被験者の「頭頂部の移動距離」「タスクにかかった時間」「作業中の腰の曲がり角度」について、全被験者の平均値を算出し、A, B, C の平均値について分散分析と多重比較による有意差検定を行った。図 3 は移動軌跡の比較例だが、全員の平均値は A (49,556 mm), B (15,143 mm), C (19,052 mm) となり、全ての間で有意差 ($P < 0.01$) が確認された。その他、時間や腰の曲がり角度、主観評価(ボルグスケール、掃除しやすさ、ゴミの取れ感等)についても、B の優位性が確認された。B は、コードの抜き差しなども不要で、かつ吸引力が高くゴミがスムーズに取れることから、移動距離も短く作業の時短にも繋がり、掃除時の身体負担が軽減されたと考えられる。

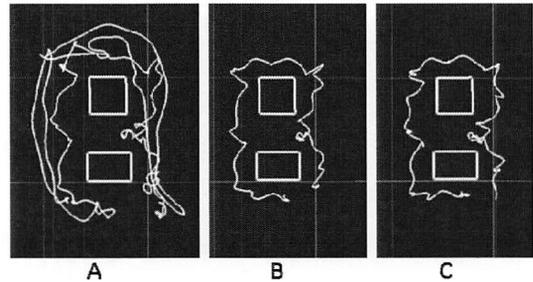


図 3 移動軌跡の比較例 (40 代女性)

4. まとめ

身体的負担をできるだけ小さくすることを目指した軽量コードレス掃除機(キャニスター型)を開発(2017年9月発売)し、その有効性について筋負担・動作解析・主観評価の計測により実証できた。今後もより快適な掃除機について追究して行く。

最後に、本評価実験の実施に際し、ご協力いただいた被験者等の方々に、心より感謝する。

参考文献

- 倉持, 佃: ユーザー体験を考慮した開発のための UCD8 原則と応用, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2017, pp.511-514 (2017).

非標的刺激数の違いがもたらす P300 成分と脳内血行動態の特徴抽出

Features of P300 and brain hemodynamics depend on number of non-targets difference

○吉川裕陽*, 萩原啓*

*立命館大学情報理工学部

YOSHIKAWA Hiroaki*, HAGIWARA Hiroshi*

*College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University,

1. はじめに

近年、情報化社会や長時間労働を背景に仕事の量や質に関して向上を要求されることがストレスとなっていることが報告されている。これを改善するためには集中力を高め、作業効率を向上させる必要がある。作業効率を向上させる手法として処理する情報量を増減させることは有用であると仮定し、本研究では不必要な情報量の違いによって注意・集中量の違いや特徴を複数の心理・生理評価から調査した。

2. 実験方法

2.1 被験者

本実験は、健康な大学生5名(男性5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)、脳内酸素化ヘモグロビン濃度の計測には近赤外光イメージング装置OMM3000(島津製作所)を用いた。

図1に実験のプロトコルを示す。実験プロトコルは3分間のAAT(閉眼30秒・開眼30秒間×3回)、約7分間のタスク(オドボール課題)、3分間のAAT(閉眼30秒・開眼30秒間×3回)の合計約13分間の計測を1サイクルとして実験を行い、1サイクルごとに被験者には5分間の休憩をとってもらった。また、計測前後にRAS(Roken Arousal Scale:疲労・覚醒主観評価指標)の記入を行ってもらった。

タスクとして用いるオドボール課題は、20%の確率でボタンを押す標的刺激、80%の確率でボタンを押さない非標的刺激がディスプレイに1000msec呈示される。刺激はいずれも単色画像による色刺激である。非標的刺激の種類を1種類、2種類、4種類とした「2色課題」、「3色課題」、「5色課題」の3パターン、それぞれ緑色=80%、緑色:青色=40%:40%、緑色:青色:黄色:紫色=20%:20%:20%:20%とした。いずれのパターンでも標的刺激には赤色を用い、ディスプレイに赤色が呈示された場合には被験者にボタンを押してもらおう。

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. 評価方法

脳内酸素化ヘモグロビン濃度変化の測定は頭部ホルダを被験者に装着し、認知・判断をつかさどる前頭連合野の3部位(1, 10, 19ch)、注意・制御をつかさどる左背外側前頭前野の1部位(25ch)を計測した。

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, O1, O2, A1, A2により導かれる脳波を計測した。

事象関連電位の一波形であるP300の振幅値は刺激に対する注意・集中量の評価が可能であり、振幅が大きいほど課題に対する注意・集中量が高いことを示す。

計測した脳波にノイズ処理を行い、 α 波帯域のパワースペクトルを算出した。その後、閉開眼ごとの平均を求め、平均パワー比を以下の式で表される覚醒度の指標値AAC(Alpha Attenuation Coefficient: α 波減衰係数)と定義し、タスク前後の覚醒度評価として用いた。

$$\alpha\text{波減衰係数(AAC)} = \frac{\text{閉眼時平均パワー}}{\text{開眼時平均パワー}}$$

閉眼時の α 波出現量が多く開眼時の α 波出現量が多く、開眼時の α 波出現量が少ないときにAACの値が大きくなり、覚醒度が高いといえる¹⁾。

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手法である。「眠気」、「全般的活性」、「リラックス」、「緊張」、「注意集中困難」、「意欲減退」を2つの評価語の平均評定値によって評価する。これにより疲労・覚醒状態の変化ステージの分析が可能となる²⁾。

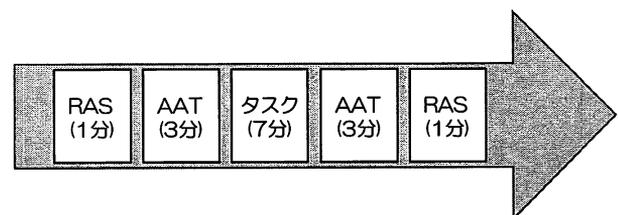


図1 実験プロトコル

4. 結果

図2に測定部位ごとの標的刺激に対するP300振幅を被験者ごとに正規化し加算平均したものを示す。2色課題での振幅が全部位において大きくなる傾向が見られた。3色, 5色では全部位で振幅が小さくなる傾向が見られた。

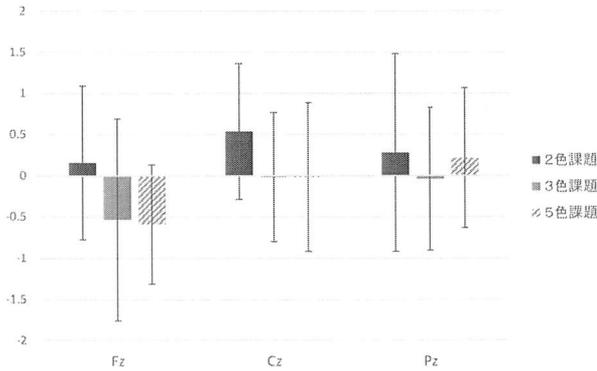


図2 P300 振幅値

図3, 4に非標的数の違いによるRAS(眠気, 全般的活性)の結果を示す。2色, 3色課題では眠気が増加し, 全般的活性が減少していた。5色課題では眠気は変化せず, 全般的活性が増加していた。

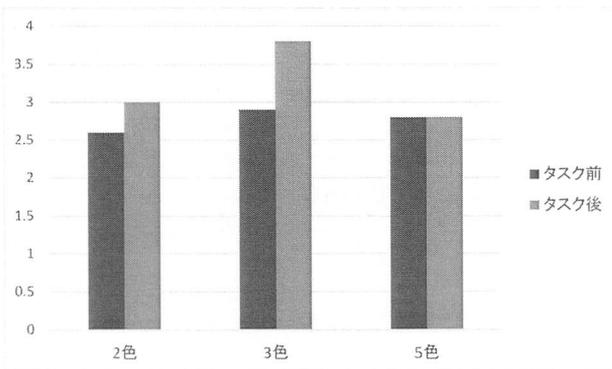


図3 RAS(眠気)

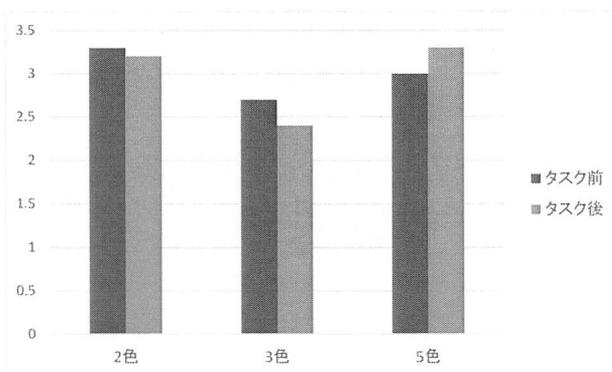


図4 RAS(全般的活性)

図5にタスク前後でのAACの値を被験者ごとに正規化し, 加算平均して比較したものを示す。すべてのタスクパターンにおいてタスク前からタスク後にかけてAACの値が減少していることが分かる。また, 非標的刺激数が増えるにつれて覚醒度の低下が大きくなっていった。

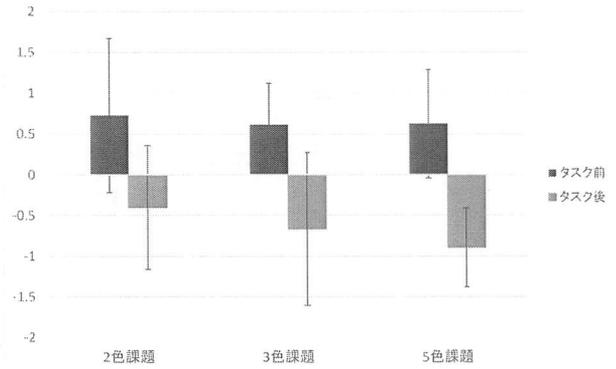


図5 タスク前後のAAC

図6に1chのタスク中の脳内酸素化ヘモグロビン濃度変化の積分値を示す。2色課題では減少, 5色課題では増加傾向が見られた。また, 計測したすべてのchにおいて同様の傾向が見られた。

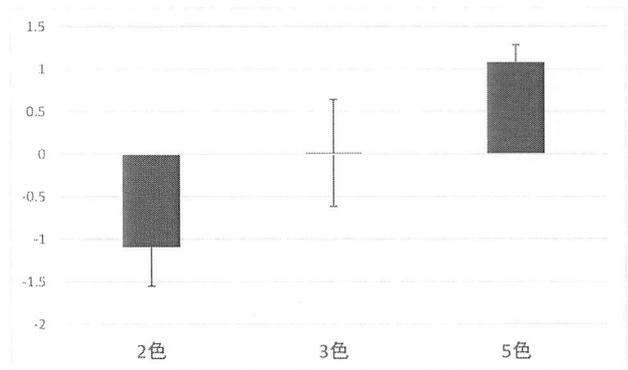


図6 脳内 oxyHb 積分値

5. 考察

図2より, 2色課題において最も集中力が高く, 3色・5色課題では集中力が低下する傾向が見られた。また, 図5より非標的刺激が増えるにつれて覚醒度が低下する傾向が見られた。これらのことから, 同一の単調作業であっても非標的刺激, 不必要な情報が増えるにつれ集中力が低下し, 覚醒度が低下すると考えられる。

しかし, 5色課題では図4に示したRASにおいて全般的活性がタスク前後で上昇傾向, 図6に示した脳内酸素化ヘモグロビン濃度の増加傾向が見られた。この結果から, 受動的であっても多くの情報を与えた場合には脳の活動が活性化する可能性があると考えられる。今後は, 自律神経系にも着目し, 与える情報量と心身の関係性を調査していきたい。

- 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)

呈示方法の異なる短期記憶課題における生理・心理差異

Physiological and psychological differences in short-term memory tasks with different presentation methods

○笹部拓矢*, 萩原啓*

*立命館大学 情報理工学部

SASABE Takuya*, HAGIWARA Hiroshi*

* College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University.

1. はじめに

現代社会の問題として、高齢化問題が深刻化しつつある。現在の高齢者の占める割合は総人口の 25%にも上り、4人に1人が65歳以上の高齢者であり、高齢者の増加に伴い認知症問題も深刻化している。この問題を防ぐため、高齢者の効果的な脳の老化予防や認知症のリハビリテーションの技術が必要になるものと考えられる。認知症の原因の一つとして短期記憶機能の低下が挙げられる。そこで、本研究では呈示方法の異なる短期記憶メモリを必要とするタスク中においての脳内血行動態及び心拍変動と心理的に与える影響を明らかにすることを目的とした。

2. 実験概要

本実験は、健常な大学生5名を被験者として採用し実験を行った。また、実験前にインフォームド・コンセントを得て実験を実施した。本研究での呈示刺激として視覚で行うN-back課題と聴覚で行うN-back課題を用いた。視覚で行うN-back課題は数字を呈示する課題と計算問題の結果を記憶しつつ課題を行う2種類を行った。実験プロトコルは次のようにした。安静座位60秒、タスク180秒、安静座位60秒で計測を行った。計測前後には被験者にRASの記入を指示し、順序効果が無いように条件の順序はランダムで実験を行なった。

3. 解析方法

3.1 NIRS

図1に示すようにNIRSの計測位置は認知判断にかかわる1ch、10ch、19ch(前頭連合野)、注意実行制御に関

係する25ch(前頭前野背外側部)とした¹⁾。

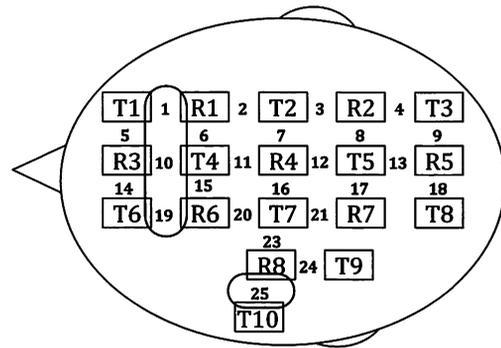


図1 NIRS解析位置

3.2 心電図

心電図の解析には心拍HFを用いた。HFは心拍変動の周波数解析で算出される0.15Hz-0.4Hzの周波数成分を累積したものであり、副交感神経系の活動度合に関する指標である。本研究では心電図の棘波であるP、Q、R、S、T波のうちR波とR波の間隔をとることで心拍周期の変動を得た。

3.3 RAS

RAS (Roken Arousal Scale) は、疲労・覚醒度合いの主観評価指標である。6つの感覚尺度である「眠気・全般的活性・リラックス・緊張・注意集中困難・意欲減退」の項目を基に定量的に評価することができる。各感覚尺度の評価は、それぞれの該当する質疑応答の評価項目2個から求められる。評価項目は「あてはまらない～非常にあてはまる」の7段階評価から選択する形式となっている。

4. 結果

4.1 平均反応時間

平均反応時間は視覚 1back 586ms、聴覚 1back 748ms、計算 1back 651ms、視覚 2back 677ms、聴覚 2back 877ms、計算 2back 978ms となった。

4.2 エラー回数

エラー回数を図 2 に示す。各タスクエラー回数が 1back よりも 2back の方が大きくなり、タスク間ではエラーが大きい順に計算、聴覚、視覚の順となった。

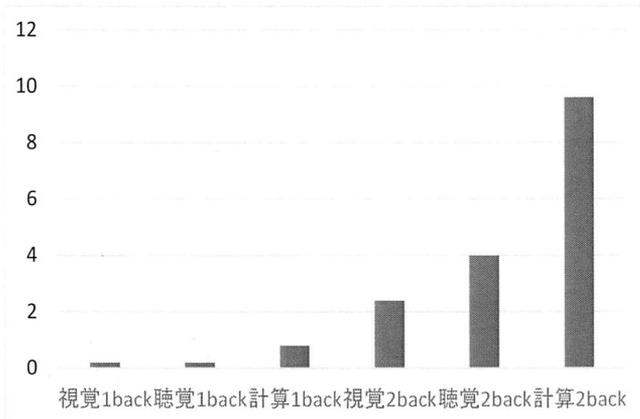


図 2 エラー回数

4.3 脳内酸素化ヘモグロビン(oxyHb)

今回は前頭連合野左側に位置する 19ch に着目し、タスク中の脳内酸素化ヘモグロビン濃度変化の積分値の結果を図 3 に示す。1back では視覚、聴覚、計算といった順で oxyHb の値が大きくなり 2back では計算、聴覚、視覚の順で oxyHb の値が大きくなった。

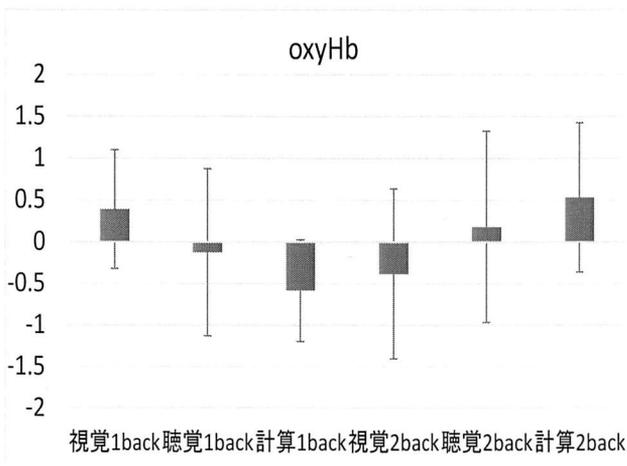


図 3 oxyHb

4.4 心拍 HF

タスク中の心拍 HF の値を図 4 に示す。1back では

視覚、計算、聴覚の順で大きくなり、2back では計算、聴覚、視覚の順で大きくなった。

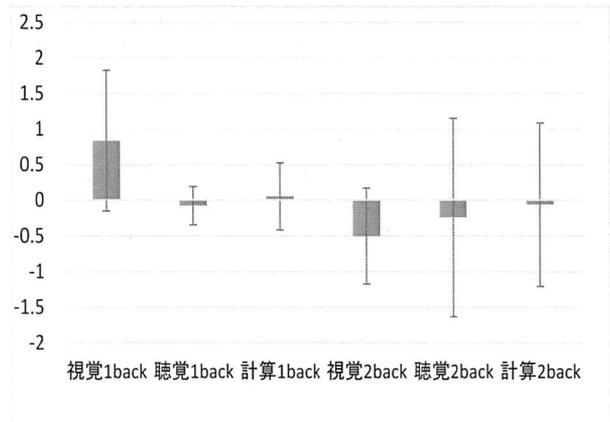


図 4 心拍 HF

4.5 RAS

RAS から得たデータを基に各感覚尺度の値を算出し、タスクの種類ごとにタスク前後のリラックス、全般的活性を求めた。リラックスでは計算以外の 1back で上昇そのほかは減少した。全般的活性では聴覚 2back、計算 2back で上昇そのほかは減少した。

5. 考察

エラー回数が大きい順に計算、聴覚、視覚の順となったことからタスクの難易度が計算、聴覚、視覚の順で高いと考えられる。図 3 の結果からタスクの呈示方法の違いによる脳内酸素化ヘモグロビンの変化が確認できた。タスクの難易度が 1 番高い計算 2back の oxyHb の値が一番大きいことから最も脳内活性化していると考えられる。心拍 HF ではタスクの難易度や oxyHb 濃度との関係性は見つけられなかった。被験者数がまだ少なく oxyHb 濃度、心拍 HF でのばらつきが目立つことから被験者数を増やすことが今後の課題である。

参考文献

- 1) 志村孚城:近赤外分光法による前頭前野計測—認知症の早期発見とリハビリテーション方法の評価— pp. 18-19 コロナ社(2009)

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

Effects of Spatial Information of Visual Stimulation Pattern
for State Steady Visual Evoked Potential

○阪田真也*, 荒木望*, 中谷真太郎**, 小西康夫*, 満淵邦彦***

*兵庫県立大学 **鳥取大学 ***東京大学

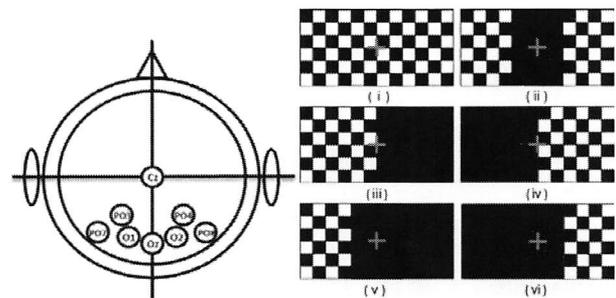
SAKATA Shinya*, ARAKI Nozomu*, NAKATANI Shintaro**,
KONISHI Yasuo*, MABUCHI Kunihiko***

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

1. はじめに

近年、脳活動から利用者の意図などを推定し利用する Brain Computer Interface (BCI) の研究が広く行われている。特に、一定間隔で周期的に点滅する視覚刺激を与えることで生じる定常視覚誘発電位 (SSVEP) は BCI の特徴量としてよく利用されている¹⁾。この SSVEP を用いた BCI の応用例としては視覚を用いたメニュー選択インタフェースなどがあり、体が不自由な人のコミュニケーションツールとしての利用が期待されている。SSVEP を用いた BCI では、通常、視覚刺激を行った際に視覚野である後頭部付近で測定し、得られた脳波に提示したパターンの点滅周期と同じものが含まれているかどうかで注視したパターンの識別を行う。しかしながら、モニタのリフレッシュレートや高調波、SN 比などの制約から、視覚刺激に使うことのできる周波数は限定されており、限られた周波数で識別できるパターン数を増やすことが課題となっている。このため、周波数強度だけでなく点滅パターンの位相を利用するものや、複数の周波数のパターンを同時に提示する手法など、多くの手法が提案されている¹⁾。その中で Zheng²⁾らは視点の左右で異なる周波数のパターンを提示する手法を提案している²⁾。この研究では、視点に対し左右でそれぞれ異なる周波数のパターンを提示し、3種類の周波数で9つのパターンを識別することに成功している。この手法は複数の周波数と視点に対するパターンの空間情報を利用した手法であるといえる。

そこで本研究では、単一の周波数で点滅するパターンを用いて、視点に対して提示する位置を変化させることにより、空間的な情報をパターン識別に利用する可能性について検討を行った。



(a) 測定位置 (b) 刺激に用いたパターン
図1 実験概要

2. 実験方法

被験者は20代の健康な男性1名とする。脳波の計測には誘発電位測定用電極(日本光電)および生体アンプ(AB-611J, 日本光電製)を使用した。脳波の測定位置は図1(a)に示すように視覚野である後頭部付近の7カ所とし、基準電極は頭頂部のCzとした。また、サンプリング周波数は1000 Hzとし、アンプのゲインを $10 \mu\text{V/V}$ として計測した。視覚刺激には中央に赤の十字マークで注視点を表示した白と黒のチェッカーボードパターンを使用し、一定間隔で白黒反転させることで視覚刺激を実施した。チェッカーボードは1マスを 100×100 pixelとし、刺激には解像度 1920×1080 pixel, リフレッシュレート120 fpsの液晶モニタ(BenQ, XL2411)を使用した。刺激パターンは図1(b)に示すように、注視点に対して全面、左右、左のみ、右のみに表示される計6種類のパターンを用いた。被験者はモニタから約70 cm程度離れた位置にリラックスした状態で座り、モニタの中心にある注視点を見るように指示した。視覚刺激の刺激周波数は12 Hzとし、実験時間は刺激なし10 s, 刺激あり20 sを繰り返し行い、計90 sとした。

データの解析については、はじめに 7 カ所で測定した視覚刺激時の脳波について、データ数 1000 点、オーバーラップ 900 点で離散フーリエ変換を加算平均し、刺激周波数である 12 Hz での周波数強度を求め、次に Oz 以外の 6 カ所の周波数強度を、後頭部の中央にあたる Oz の周波数強度で割ることで、Oz に対する強度比を算出した。図 1(b)に示したパターンに対する SSVEP の評価については、図 1(b)の(i)の全面を刺激するパターンを使用した場合の強度比を基準とし、この基準からの差分で各パターンの SSVEP の強度変化を評価することとした。

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

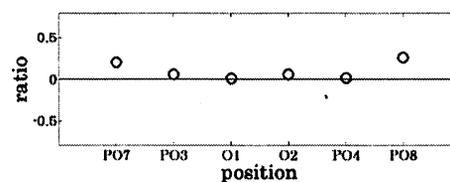
3. 実験結果

図 3 に、図 1 (b)の (ii) から (vi) のパターンについて、(i) のパターンを基準に評価した結果を示す。図 3 (a) より、測定位置が中心から離れるにつれて強度の比が高くなっていることがわかる。一方、図 3 (b) の左半面を刺激した場合では右脳側での測定位置 (O2, PO4, PO8) での強度の比が高く、(c)の右半面を刺激した場合では右脳側での測定位置 (O2, PO4, PO8) において強度の比が低くなっていることがわかる。また、図 3 (d)より、刺激位置をより左側にすると、測定位置が中心からより遠い右脳側の PO8 において強度が高くなっている。さらに、図 3 (e)より、刺激位置をより右にすると (c) と比べ全面刺激との差が少なくなるが、中心から遠い左脳側の PO7 において強度の比が高くなることを確認できる。

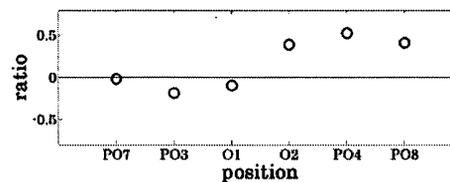
4. まとめ

以上の結果より、視点に対して視覚刺激する位置を変えることにより、脳波の測定位置によって差異が生まれることが確認できた。視点に対し左側を刺激した場合、右脳側での反応が強くなり、右側を刺激した場合、左脳側での反応が強くなった。また一概には言えないが、視点に対して視覚刺激する位置が中心から離れるごとに、Oz での反応が弱くなり測定位置が中心から離れるごとに反応は強くなっていった。これについては、被験者の数を増やし検証する必要がある。

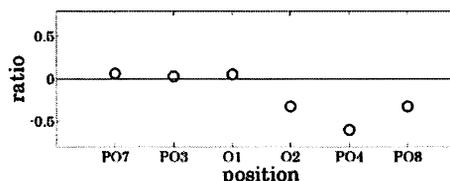
以上の結果より、単一の周波数で点滅する視覚刺激を用いて、視点に対し刺激する位置を変えるだけで BCI の識別数を増やすことが可能を示した。



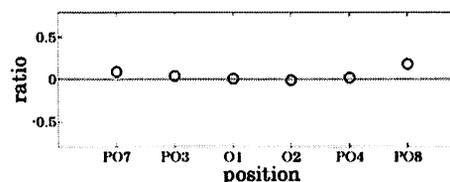
(a) 実験条件 (ii) 両側刺激時



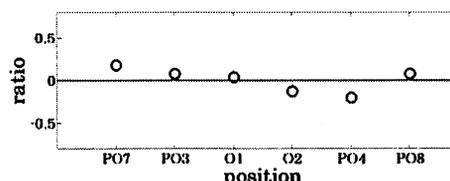
(b) 実験条件 (iii) 左半面刺激時



(c) 実験条件 (iv) 右半面刺激時



(d) 実験条件 (v) 左側刺激時



(e) 実験条件 (vi) 右側刺激時

図 3 図 2 (i) の全面刺激パターン提示時の強度比に対する各パターン提示時の強度比変化

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) Danhua Zhu, Jordi Bieger, et al. "A Survey of Stimulation Methods Used in SSVEP-Based BCIs." Computational Intelligence and Neuroscience, Vol. 2010, No. 1, pp. 1-12 (2010).
- 2) Yan Zheng, Gao Xiaorong, et al. "Right-and-left visual field stimulation: A frequency and space mixed coding method for SSVEP based brain-computer interface." SCIENCE CHINA, Vo.54, No. 12, pp. 2492-2498 (2011).

身体部位の違いが視・触覚刺激による感覚間反応促進効果に及ぼす影響

Influence of tactile stimulation sites on cross-modal reaction promotions effect

○水池貴善*, 山下久仁子**, 岡田明*

*大阪市立大学大学院生活科学研究科, **大阪市立大学研究支援課

MIZUIKE Takayoshi*, KUNIKO Yamashita*, OKADA Akira*

*Graduate School of Human Life Science, Osaka City University,

**Research Support Department, Osaka City University,

1. はじめに

近年、高度に発達したセンシング技術や制御技術などを活用して操作者が気づかない、あるいは気づく前に機械システム側が危険を察知し警報を出すといった人間-機械系の実現が可能となりつつある。一例として前方対象物に対して自動車を減速・停止させるといった運転支援システムなどが実用化されている。しかし、このような車載の運転支援システムの稼働により車速制御などが自動的に実行される際にはこれらに対する予告（注意喚起や警告）が行われなければ、ドライバーは突然の運転状況の変化にかえって混乱をきたす恐れがある^{1) 2)}。そのため、人間と機械系をより円滑に結び付ける為には注意喚起や警告を人間の特性を考慮した上で適切に提示することで、運転中における視覚対象物の発見などの反応時間の短縮に貢献できると考え研究を進めた。

具体的な注意喚起や警告に関して考えると、先行研究では視覚刺激に対する反応時間（RT）がそれに先立ち提示される聴覚刺激、触覚刺激（振動）から影響を受ける効果が示されている³⁾。なかでも、本研究では外界からの情報に左右されにくいという観点から触覚刺激（振動）に着目した。しかし現状では、触覚刺激（振動）を与える効果的な身体部位に関して検討した研究は行われていない。

そこで本研究では身体部位の違いが視・触覚刺激による感覚間反応促進効果に及ぼす影響を検討した。またこの研究では人間の認知特性を考慮した人間-機械系支援システムの構築を目指す基礎研究の一環として、触覚刺激提示後に出現する視覚目標に対する反応時間に着目した。

2. 実験

2.1 方法

1) 実験参加者

20歳から29歳までの健常な大学生10名（男性5名、女性5名）が実験に参加した。

2) 装置

刺激コントロールユニット（MaP1645SCU3LT, ニホンサンテック株式会社）を用いて、振動子（4.5cm×1cm）と5mm赤色LEDを動作させ、Input Monitor（ニホンサンテック株式会社）を介して反応時間を計測した（図1）。

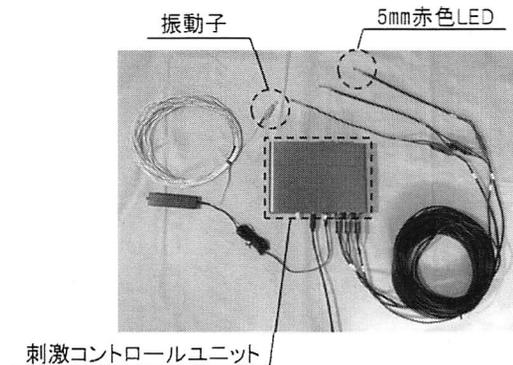


図1 各種実験装置

3) 身体部位別振動刺激箇所

本実験では人体の体表部における触2点弁別閾と体表部における圧覚の閾値（Weinstein, 1968）を参考に、図2に示す5箇所（手、腹、背、足（甲）、足（裏））を振動箇所とした。

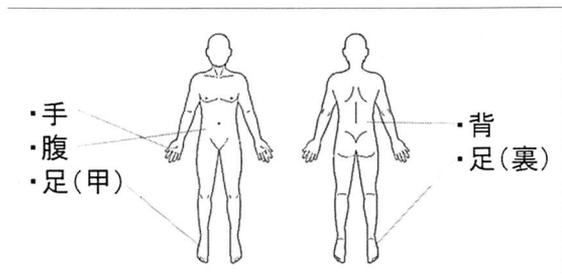


図2 振動箇所

4) タスク

- ・参加者を椅子に着座させ、150cm先に赤色LEDを目の高さに配置した。
- ・予備実験の結果に基づき、サブタスクとして赤色LEDの配置と同平面上に3つの数字(2桁の数字2つ、1桁の数字1つ)の足し算をプロジェクターを用いて投影した。また、参加者の有効視野の範囲を考慮して投影した3つの数字の足し算の計算式は縦10cm、横45cm以下の大きさ(視角20度以内)に設定した⁴⁾。さらに赤色LEDの配置は計算式を中心に点灯するように設定した(図3)。
- ・3つの数字の足し算の計算式は8000msごとにランダムに切り替わるよう設定した。
- ・振動箇所による順序効果を相殺するためラテン方格を用いて振動刺激を与える箇所の順番を決定した。

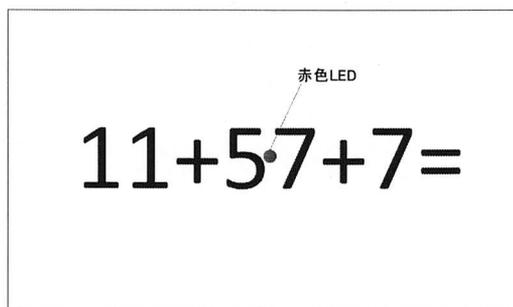


図3 3つの数字の足し算の一例

5) 実験環境

- ・室温23℃、湿度50%に設定された人工気候室を使用した。
- ・照度：椅子周辺は300lxに設定し、赤色LED周辺はプロジェクター投影中も問題なく発見できるように100lxに設定した。

6) 手続き

- ・参加者の前方に配置した赤色LEDを点灯させ、参加者の利き手(全員右)に持たせた計測スイッチを用いて反応までの時間を計測した(図4)。
- ・実験参加者には赤色LEDが点灯したらすぐに手元のスイッチを押すよう指示した。
- ・触覚刺激となる振動(S1)と視覚刺激となる赤色LED(S2)の提示時間はそれぞれ100msとした。
- ・振動刺激のタイミングはS2提示前の900msから100msまで、100msごとに9水準を設定した。試行にあたって振動刺激は実験課題とは無関係(副次刺激)なので無視するように教示した。参加者が点灯を予測したり、振動に反応したりしないように振動のみの試行および振動を伴わない試行を1セットあたり9試行ずつ含め、また全実験参加者においてランダムに提示した。以上全27パターンを7000msごとに区切って1セットとし、実験を行った(図5)。
- ・実験終了後は参加者に簡単な聞き取り調査を行った。

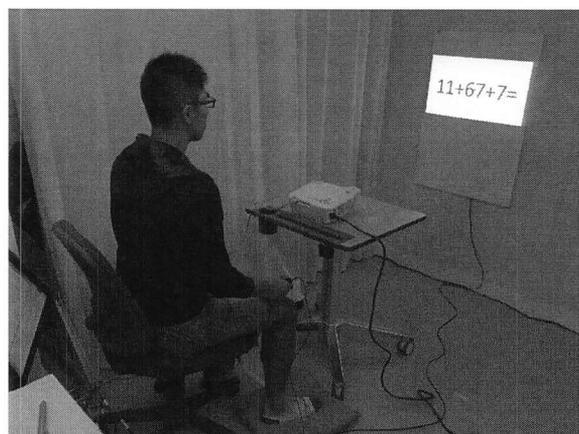


図4 実験風景(足(甲)装着時)

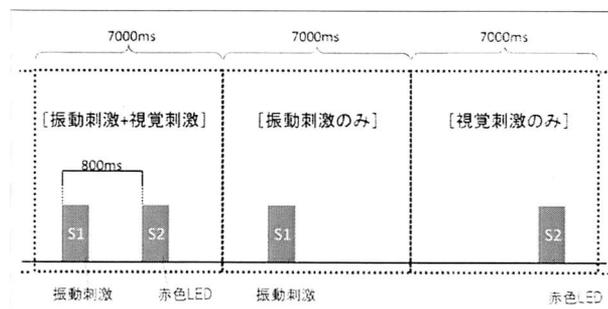


図5 刺激タイミングの流れ

3. 結果と考察

3.1 振動箇所別結果

図6は振動刺激(S1)+視覚刺激(S2)時の参加者全員の振動箇所別総反応平均時間である。最も反応時間が短いのは足(甲)であり、353.9msであった。以下順に手:366.2ms、足(裏):367.0ms、背:389.3ms、腹:398.2msという結果であった。ただし振動箇所と参加者を要因とする二元配置の分散分析の結果、振動箇所間に有意差が見られなかった。実験終了後の聞き取り調査では振動箇所別の好みや主観的感覚(ある部分では速く反応でき、ある部分では反応が遅くなった等)があったが、反応平均時間には差がないということが示唆された。

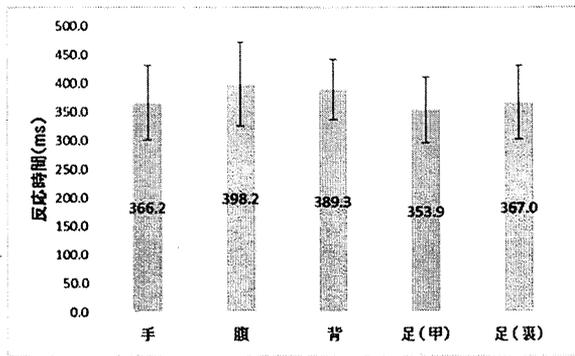


図6 振動箇所別平均反応時間

3.2 振動提示時間別結果

図7~11は実験参加者の平均反応時間を振動箇所別の振動提示時間ごとに分けた結果である。これらから振動箇所全体(5箇所)の振動提示時間別の平均反応時間を割り出すと赤色LED提示時間からみた振動S1の提示時間が-400msの時が一番短く(333.1ms)、-900msの時が一番長い(416.1ms)という結果となった。

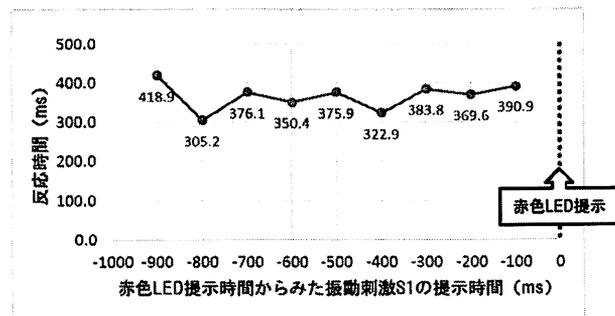


図7 手の振動提示時間別平均反応時間

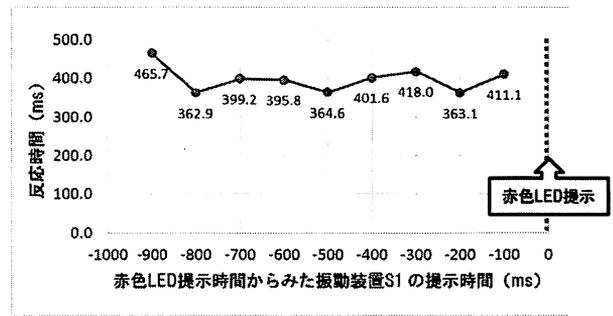


図8 腹の振動提示時間別平均反応時間

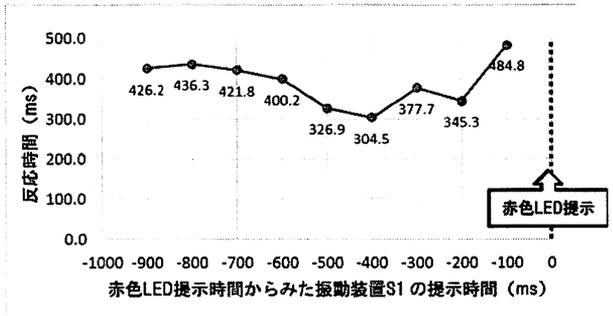


図9 背の振動提示時間別平均反応時間

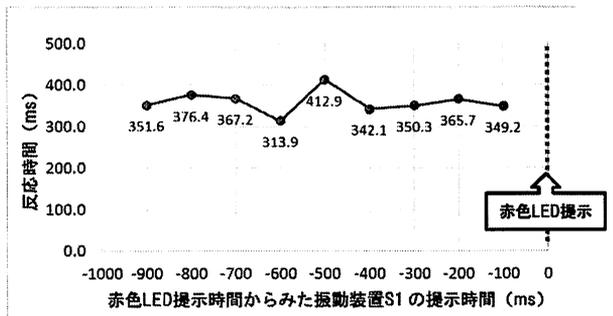


図10 足(甲)の振動提示時間別平均反応時間

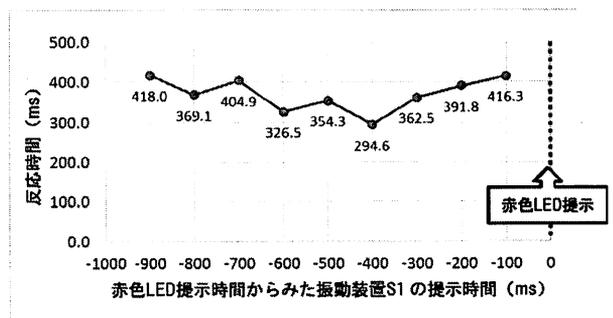


図11 足(裏)の振動提示時間別平均反応時間

3.3 参加者別平均反応時間

実験参加者を最も平均反応時間の短い振動箇所別に分類すると、

- ・手 が最も反応時間の短いタイプ A (3名)
 - ・足(甲) が最も反応時間が短いタイプ B (3名)
 - ・足(裏) が最も反応時間が短いタイプ C (4名)
- の3タイプに分けられる傾向が見られた。

図12~14は参加者をタイプごとに分けた振動箇所別の平均反応時間を示す。

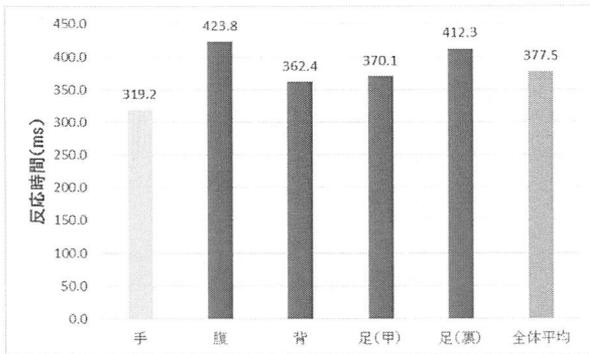


図12 振動箇所別平均反応時間 (タイプ A)

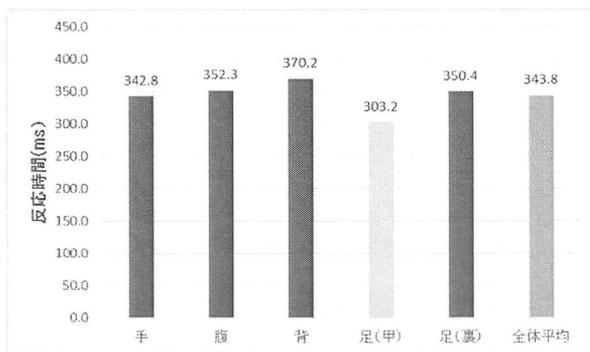


図13 振動箇所別平均反応時間 (タイプ B)

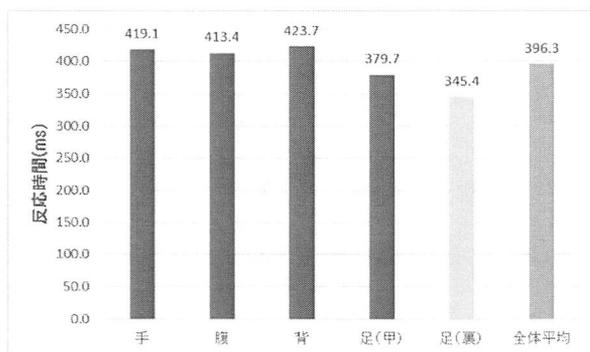


図14 振動箇所別平均反応時間 (タイプ C)

3.4 聞き取り調査

タイプ B の2名からは振動箇所の違いはあまり影響がないように感じるという意見が聞かれた。タイプ C の参加者からは振動刺激により、赤色 LED が点灯していない場合でも誤って押ししまいそうになったという意見が多く聞かれた。タイプ A の3名全員からは刺激提示のタイミングは赤色 LED 提示のタイミングとほぼ同タイミングの場合が一番反応しやすい、反応が安定してできたという意見が聞かれた。またこれは、実際のタイプ A の参加者3名の平均反応時間の結果と照らし合わせてみると、他の参加者に比べ赤色 LED 提示時間から見た振動装置 S1 の提示時間が-100ms の時は振動箇所の違いによらずほぼ同程度の平均反応時間となっていた。

まとめ

本研究では視覚刺激に対する反応時間がそれに先立ち提示される振動刺激から影響を受ける感覚間反応促進効果に関して身体部位の違いに基づき検討した。振動箇所別の平均反応時間に関しては有意な差は見られなかったが、参加者ごとの平均反応時間と聞き取り調査からの主観評価が相対する傾向が見られた。

今後は参加者ごとの振動箇所の特徴に着目し研究を進め、タイプごとに応じた振動箇所や提示時間を検討していく予定である。

参考文献

- 1) 稲垣敏之: リスク環境における人と知能機械の協調をデザインする, 電子情報通信学会誌, 89(12), 1026-1031, 2006.
- 2) 末長修, 桂山博樹, 吉池健人: 聴覚先行手がかり刺激による注意喚起が人間操作者の反応時間に与える影響, 人間工学 Vol. 48, No.1, pp.17-26 (2012).
- 3) 小久保博幸, 大坪治彦: 視・聴・触覚刺激による感覚間反応促進効果, 日本認知心理学会発表論文集, 2004(0), 054-054, 2004.
- 4) 三浦利章, 篠原一光: 注意の心理学から見たカーナビゲーションの問題点, 国際交通安全学会誌 Vol26, No.4, 2001.

目指せ！人間工学専門家

○山本 雅康, 福住 伸一, 横井 元治 (人間工学専門家認定機構：CPE)

About Certification Program for Professional Ergonomists

Masayasu YAMAMOTO, Shin'ichi FUKUZUMI Motoharu YOKOI

(Committee on Certified Professional Ergonomist)

1. 認定人間工学専門家資格制度とは

本制度では、『人間工学の知識、技術、問題解決能力を十分に持ち、それを実践できる人材』に対し、(社)日本人間工学会(以下JES)が資格を認定しており、2003年8月に発足した。その後本資格は、2007年5月に国際人間工学連合(International Ergonomics Association: IEA)の認証も取得しており、米国のBCPE(Board of Certification in Professional Ergonomics)や欧州のCREE(Centre for Registration of European Ergonomists)とともに国際的な人間工学の専門家として通用する資格となっている¹⁾。

2. 認定人間工学専門家の資格区分

認定人間工学専門家の資格区分を表1に示す²⁾。専門家資格は専門教育経験年数や実務経験レベルに応じて3段階に資格を区分している。

表1 認定人間工学専門家資格区分

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

2017年9月19日現在の認定者数は認定人間工学専門家 205名、認定人間工学準専門家 109名、認定人間工学アシスタント 12名である。

3. 人間工学専門家資格の認定基準

※詳細はCPEホームページ参照 <https://www.ergonomics.jp/cpe/>

1) 認定人間工学専門家

認定人間工学専門家は一定の基準を満足する人間工学の実践者であり、その基準は大学などでの教育歴と業務歴によって異なる(表2)。

認定試験は毎年9月に東京で実施し、専門家取得を目指し全国より応募、受験されている。なお、2018年度からは大阪でのサテライト受験が可能となる事が2017年9月のJES幹事会で承認された。

表2 認定人間工学専門家資格の基準

	専門教育 受講年数	実務 経験年数	事例提出	筆記 試験	面接 試験
①	3年	2年	不要	要	要
②	-	7年	不要	要	要
③	-	10年	要: 3例	不要	不要

※表中③は2018年受験を最後に特例措置終了。

2) 認定人間工学準専門家

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

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

3) 認定人間工学アシスタント

短大・専門学校・企業研修等で人間工学に関する専門教育を受講し、人間工学を学び関心を持った人、または実務で人間工学を活用したいと思う人を対象とした資格である。以下に示す2条件のいずれかの基準を満たし、書類審査によって認定される。

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

4. 準人間工学専門家資格

本資格制度は、IEAに認証されている資格でありながら、段階的にステップアップができるシステムとなっていることが他国にない特徴である。

人間工学準専門家資格は、大学卒業と同時にし

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

5. 資格取得のメリット

本資格を有することにより大きく分けて以下の2つのメリットがあると考えられる

- 1) 「知識を活かす」ことができる
- 2) 「知識を増やす」機会を得られる

この2つの項目について、認定人間工学専門家機構の活動例を含め詳細を説明する。

1) 知識を活かす

・ ERGO Directory

JESの広報委員会と連携し、ウェブサイト上にERGO Directory を設けている。これは人間工学専門家のデータベースとして運用されており、人間工学専門家を必要とする法人や一般ユーザなどが、専門分野に合わせ検索及び問合せが自由にできるものとして活用されている。すなわち認定者にとっては専門分野の紹介やコンサルティングの受託情報などを社会に発信できる場として活用が可能である。

・ 人間工学グッドプラクティス賞 (GP賞)

JESが人間工学とその研究成果を広く社会全般に普及させることを目的とし、研究成果を応用したもののづくり、人間工学の研究成果を踏まえた社会活動の中で優れた業績をGP賞として表彰している。このGP賞の登録時には、認定人間工学専門家の推薦は応募条件のひとつとなっており、認定者の持っている知識の活用ができるとともに自身の業績の発信の場として利用することができる。

・ 事業機会の拡大

近年、アジアやBRICS諸国での産業発展に伴い、人間工学の重要性が認識されつつあるとともに、人間工学専門家資格自体も注目されてきている。すなわち、専門家資格を保有していることによってこれらの海外プロジェクトへの参加が可能になるというメリットがある。

2) 知識を増やす

・ CPEセミナー

より深く実践的な人間工学の学習機会の提供とし

て機構主催のセミナーが資格保持者に対して開催されている。毎回、本セミナーでは人間工学の研究成果を応用し、実践されているものづくりの現場に実際に足を運び、見学と意見交換会が実施されている。さまざまな領域の専門家の視点で活発な意見交換がおこなわれ、新たな発見や交流がシナジーとして生まれている。

関西エリアでは2011年にパナソニック電工株式会社(当時名称)で開催された³⁾。また、本年(2017年)度は大和ハウス総合研究所(奈良市)で同セミナーを開催した(図1)。



図1. 大和ハウス総合研究所での様子

上記の他に、認定者には専門家同士の交流会(CPEサロン)やJES大会などでのシンポジウムも随時開催し、活動の場の提供がされている。自らが情報を発信する場を企画すれば、結果、通常では得ることのできない多数の専門家の視点からのフィードバックを得ることが可能となる。

6. さいごに

今後、今まで以上に数多くの人間工学実践者が本制度の認定を受けて、自身の人間工学活動の更なるレベルアップの機会として活用いただくとともに、本制度の更なる活性化及び人間工学の社会的認知の向上に向け、積極的に参加していただければと思う。そして、本専門家のメンバが中心となり、様々な分野で人間工学を活用したより良い社会づくりに貢献していくこと願っている。

参考文献

- 1) 吉武良治：認定人間工学専門資格制度の概要と専門家への期待, 人間工学, Supplement, pp. 62-63, 2016
- 2) 横井元治：認定人間工学専門家とは, 日本人間工学会第53回大会シンポジウム, 2012
- 3) 会報人間工学専門家認定機構Vol. 30, 2012.

平成 29 年度 日本人間工学会関西支部大会

- 大会長 才木常正（兵庫県立工業技術センター 生産技術部 上席研究員、
兵庫県立大学大学院 電気系工学専攻 客員教授）
- 副大会長 荒木 望（兵庫県立大学大学院 機械系工学専攻 准教授）
- 事務局長 瀧澤由佳子（兵庫県立工業技術センター 生産技術部 主任研究員）
- 実行委員 平田一郎（兵庫県立工業技術センター 生産技術部 主任研究員）
- 実行補佐 荒田健太郎、石塚春菜、岸和輝、駒井美咲、阪田真也、作田陸、
志水啓悟、菅野将輝、瀧口義宏、中島圭補、名和賢 <50 音順>
（兵庫県立大学 知能計測制御工学研究室 学生）

平成 29 年度日本人間工学会 関西支部大会 講演論文集

発行日 2017 年 12 月 9 日

発行者 平成 29 年度日本人間工学会関西支部大会事務局
〒654-0037 神戸市須磨区行平町 3-1-12
兵庫県立工業技術センター
生産技術部 電子・情報グループ内
Tel 078-731-4332 Fax 078-735-7845

印刷所 株式会社 七旺社