

令和元年度

日本人間工学会北海道支部大会
講演集

開催日：令和元年 11 月 9 日（土）

会 場：国立大学法人小樽商科大学 3 号館 105 教室

主 催：日本人間工学会北海道支部

令和元年度日本人間工学会北海道支部大会プログラム

開催日：令和元年 11 月 9 日（土）

会場： 国立大学法人小樽商科大学

〒047-8501 北海道小樽市緑 3-5-21 小樽商科大学

<https://www.otaru-uc.ac.jp/>

大会プログラム

12:00～ 受付開始

【支部総会】 支部長：平沢 尚毅

12:20～12:50 日本人間工学会北海道支部総会

【支部大会】 大会長：吉成 哲（室蘭工業大学）

13:00～13:05 開会の辞 大会長：吉成 哲（室蘭工業大学）

13:05～15:05 一般演題 座長：吉成 哲（室蘭工業大学）

1. 認定人間工学専門家の紹介－目指すビジョンと施策－

福住伸一（理化学研究所／CPEJ 機構長）、
鳥居塚崇（日本大学／CPEJ 副機構長）、
八木佳子（㈱イトーキ／CPEJ ビジョン検討 WG リーダー）

2. 災害復興作業の負担軽減に資する作業用具の提案

－生体情報計測による試作スコープの評価－

前田大輔、泉巖（北海道立総合研究機構）、
吉成哲、藤木裕行、柴田義光（室蘭工業大学）

3. 背貼り袋の開封性に対する人間工学的検討

古川優花、小林大二（公立千歳科学技術大学）

4. 精神課題遂行時の生理反応特異性

－感覚取入型課題遂行時の心拍低下－

三宅晋司、黒坂知絵、倉岡宏幸（産業医科大学産業保健学部）

5. 心拍変動解析を利用した心的状態の推定

泉巖、前田大輔、中島康博（北海道立総合研究機構）

6. 仮想現実環境でのタスクに生じる習熟に関する検討

二階堂諒、小林大二（公立千歳科学技術大学）

7. 仮想現実環境のもとでのタスクに対する人間工学的評価

伊藤好輝、小林大二（公立千歳科学技術大学）

8. 介護予防における IoT の利活用に関する研究

ー3D プリンタを活用した知覚入力型ヒールカップの作成を例としてー

山瀬甲人（社会福祉法人 溪仁会）、
永野晴基、千里政文（北翔大学大学院）

9. 音声アシスタントのアクセシビリティに関する実験

菅野百佳、小林大二（公立千歳科学技術大学）

10. 観光客を地元の店へ誘うための情報環境の構築に関する考察

船木雪乃、平沢尚毅（小樽商科大学）

15:05～15:15 休憩

15:15～16:50 基調講演

榎原 毅（名古屋市立大学医学部）

16:50～17:00 閉会の辞 大会長：吉成 哲（室蘭工業大学）

【懇親会】

18:00～ 魚真

会費 5,000 円

北海道小樽市稲穂 2-5-11

<https://tabelog.com/hokkaido/A0106/A010601/1001892/>

Tel 0134-22-0456

一般演題

認定人間工学専門家の紹介

－目指すビジョンと施策－

○福住伸一（理化学研究所／CPEJ機構長）、鳥居塚崇（日本大学／CPEJ副機構長）、八木佳子（株イトーキ／CPEJビジョン検討WGリーダー）

Introduction of Certified Professional Ergonomist of Japan -Vision and enforcement-

Shin'ichi Fukuzumi (RIKEN/Chair of CPEJ), Takashi Toriizuka (Nihon University/vice chair of CPEJ) and Yoshiko Yagi (ITOKI/Vision discussionWG)

1. 人間工学専門家認定機構の概要

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、人間工学専門家認定機構(CPEJ)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、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。

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

表1 認定人間工学専門家資格区分

	主に取得される人	必要学歴	日本人間工学会 会員資格
認定人間工学 専門家 (IEA 認証ライセンス)	企業内などの 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

(シニア制度は資格を保有しているがリタイアされ、特に活動をされない方)

表2 各支部人数に対する専門家人数（全区分合計）の構成比(2019. 9. 20時点)

	支部総 数	CPE全体		
		CPE 総数	JES数	支部人数 に対する 構成比
北海道支部	32	8	3	9.4%
東北支部	50	3	3	6.0%
関東支部	758	224	131	17.3%
東海支部	129	22	16	12.4%
関西支部	247	93	37	15.0%
中国・四国支部	100	31	15	15.0%
九州・沖縄支部	68	11	7	10.3%
合計	1384	392	212	15.3%

また、2019年9月20日現在の認定者数は認定人間工学専門家 232名、認定人間工学準専門家 139名、認定人間工学アシスタント 13名、シニア8名である。企業と大学・研究機関との比率は、専門家が110/232、準専門家が65/139、アシスタントが9/13と企業が半数以上である。これらの地域別の内訳を表2に示す。

北海道支部は8名であり、2017年の4名に比べ、倍増である。内訳は、専門家3名(3)、準専門家5名(1)、アシスタント0名(0)である。

2. 準専門家資格（これまでのポイント）

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。

3. 資格取得のメリットと課題

本資格を有することにより大きく分けて以下の3つのメリットがあると考えている

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

資格取得者はそれぞれ専門家として多方面で活躍し、人間工学の普及に貢献している。しかしながら、これらの人の貢献がなされていることと、資格を保有していることは、必ずしも一致していないと考える。

有資格者に専門家資格取得の理由を聞くと、ビ

ビジネスに役立っているという回答がある一方で、周りに言われたからとか、とりあえず資格を取得しておけば使えるかもしれないからとかといった回答も多く、資格を保有することのメリットも曖昧であるのが現状と考える。

4. 機構のビジョンと施策

新たに掲げる機構のビジョンは以下である。

「機構は、教育機関・研究機関・営利事業体などさまざまな組織・領域の人間工学の専門家から構成されており、その構成員（有資格者）の目指すところは、

① 各々の専門分野において自らの能力を高めるために研鑽を重ねる姿勢をもった人に加え、

② 人間工学を中軸とした総合的、学術的、実務的指導や、全体を俯瞰した視点から人間工学を導入してプロジェクトの遂行になど大きな寄与ができる人とする。

機構としては、新たに、前記②のタイプの専門家を育成・研鑽できる仕組みを構築・提供する機会を提供することに取り組み、専門家の立場から人間工学を普及・発展させる」

例えば、機構事務局に届く人間工学的支援にかかわる問い合わせに対応できる人や、あるプロジェクトの中で人間工学的視点が必要な場合、プロジェクトに入り込んで他のメンバーとともに活動し、求められた成果を創出できるような人が育つ仕組みを構築・提供することなどである。

前記②の観点から見ると、現状の試験方式では、人間工学の専門家として最低限の知識と経験を有する方が合格者となっており、現時点では、機構の全ての会員が、②に該当するわけではない。そのため、今後機構では、多くの会員が、この目指すべきひとつの姿に近づくためのフォローアップなどの支援に取り組みたい。

技術は休むことなく進歩することを考えると、このフォローアップは、繰り返し、継続的に行う必要がある。具体的内容は、今後の議論を反映して行く必要があるが、従来行ってきたセミナーやサロンにおいて、前記②に該当する人の知識、経験、ふるまい等を機構会員間で共有化するとともに、会員が活躍できる場が増えるよう、外部への働きかけを段階的に行う。

また、会員に限らず、すでに機構のビジョンを実践している人をロールモデルとして紹介することも必要であろう。

5. 施策

前述のビジョンを、議論を通じて作り上げていくが、達成に向けた機構としての施策は概ね会員向けと対外的な活動である。具体的内容は今後詰めていくことになるが、概要を以下に示す。

1) 専門家が活躍できる場の提供

これまでのJESシンポジウムなどで、CPEとしての成功体験を話された方も多くいらっしゃるの、そのような情報をまとめて提供できるようにする。また、インパクトがあるような成果はメディアを通じて広めていく。また、新たな活躍の場を開拓するために、多方面と協業していく。

2) 会員のレベルアップに向けて

前述のように、資格取得者は、専門家としてのエントリーレベルの方も多く、資格取得後も継続的に研鑽を重ねる必要がある。そこで、機構として会員に自己研鑽の機会を与えて、人間工学に関するコンサルティングや、プロジェクトの遂行に寄与ができる専門家になるように支援する。

3) 新規会員開拓

- ・ JES内への周知：各イベントで、機構の解説や、機構のビジョンの説明を行う。

- ・ JES外へのアピール：学会やイベントの協賛を通じ、機構の価値や、活動を他学会で発表する。

これらをすぐに同時にすべて対応できるわけではないので、ビジョンそのものの議論と平行してできるところから手をつけるが、そのためには、機構会員全員が共に考え、行動することが不可欠である。機構会員の協力を要請したい。

6. まとめ

人間工学専門家資格制度が発足して16年が経過した現在、表1が示すように、JES会員以外の機構会員数が機構会員の半数近くを占めることは、質の高い人間工学を普及する観点から好ましい傾向にあるといえる。

本ビジョンは2019年4月17日に行われた機構の年次総会で提案され、機構構成員の目指すところが2つあるということが承認された。8月から、機構内に「ビジョン検討WG（リーダー：八木佳子）」が設立され、施策の具体化について検討し、2020年4月の総会で報告する予定である。今後構成員がこのビジョンを共有し、さらに活躍されること、また、多くの人間工学に関わる人がこのビジョンに共感し、資格取得をすることを期待する。

災害復興作業の負担軽減に資する作業用具の提案

—生体情報計測による試作スコップの評価—

○前田 大輔（北海道立総合研究機構）

泉 巖（北海道立総合研究機構）

吉成 哲（室蘭工業大学）

藤木 裕行（室蘭工業大学）

柴田 義光（室蘭工業大学）

Disaster Recovery Work Tool That Is Conducive to Reduce Physical Burden

-Evaluation of Prototype Shovel by Measuring Biological Information-

Daisuke MAEDA (Hokkaido Research Organization),

Iwao IZUMI (Hokkaido Research Organization),

Satoshi YOSHINARI (Muroran Institute of Technology),

Hiroyuki FUJIKI (Muroran Institute of Technology),

Yoshimitsu SHIBATA (Muroran Institute of Technology)

1. はじめに

日本では近年、日降水量が 100mm 以上の大雨の日数が増加しており、1 時間降水量 50mm 以上の短時間豪雨の発生回数も増加傾向にある¹⁾。こうした気候変動により、豪雨災害が繰り返し発生しており、各地に甚大な被害をもたらしている。

豪雨災害では、堤防の決壊や洪水、土砂崩れ等により、大量の土砂や流木が流れ込む。災害からの復興においては、まず初めにこれらの撤去に取り組む必要があり、パワーショベルなどの重機類が配備されるが、建物内や住宅街での作業は、スコップや一輪車等を用いた人海戦術に頼らざるを得ない。水分を含む土砂は重く、除去作業には多大な労力を必要とするが、土砂は放置時間が長くなるほど衛生上の問題が懸念されるほか、水分が抜けて硬くなると作業性が悪くなるため、負担の大きな作業であっても継続して行われる傾向にある。被災地では人員が限られるなか、このような重作業を行う必要があるため、復興作業の負担軽減に資する作業用具の開発が望まれる。

本研究では、土砂の除去作業を対象に、身体負担を軽減するスコップの試作検討を行い、スコップ作業時の呼吸代謝計測²⁾により、従来スコップとの違いを評価した。

2. UD雪スコップの流用検討

土砂の除去作業と類似したスコップを用いる作業として、除雪作業がある。除雪作業では、雪をすくい上げる際に上半身が深い前屈姿勢となり、上半身の引き上げに伴う運動負担が大きくなる

(図1左)。吉成らは、除雪作業における上半身の過度な前屈や側屈の低減を目的に、S 字状に大きく屈曲する柄形状を採用した「UD 雪スコップ (図1右)」を開発しており、従来の雪かきスコップと比較し、雪をすくい上げて投雪する動作において、酸素摂取量が有意に低下することを確認している³⁾。

土砂の除去作業においても、すくい上げ動作における運動負担が大きいと考えられることから、UD 雪スコップを流用し、さじ部の材質を土砂の重量に耐えられるよう樹脂から金属へ変更することを検討した (図2)。しかし、除雪作業ではすくい上げた雪を放り出すのに対し、より重い土砂の場合は放り出すことが困難であり、すくい上げた後に運搬用一輪車等に移す動作が行われる。UD 雪スコップでは持ち上げ姿勢におけるさじ部の位置が従来スコップよりも低いため、運搬用一輪車に土砂を移す際、荷台の高さまで腕の力でさじ部の位置を引き上げる必要があり、作業性が悪化することが明らかとなった (図3上)。



図1 柄形状とすくい上げ姿勢の違い

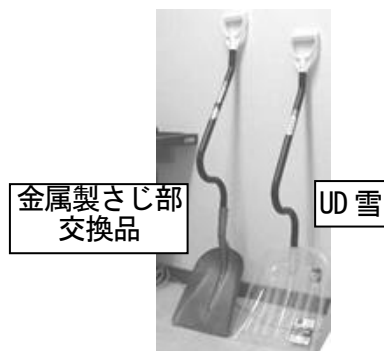


図2 UD雪スコップの流用検討

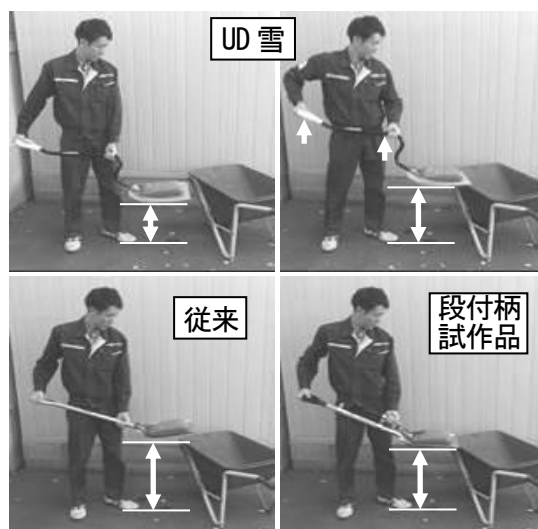


図3 持ち上げ姿勢におけるさじ部の高さ

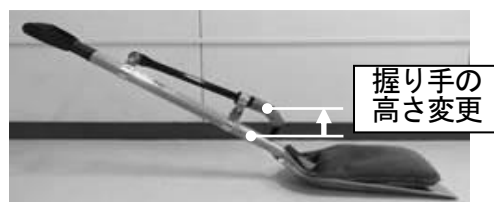


図4 段付柄試作品

3. 土砂除去用スコップの試作検討

土砂の除去作業において、作業性を維持しつつ、すくい上げ動作における運動負担を軽減するため、柄の部分に段差を設けたスコップを試作した（図4）。すくい上げ姿勢における前屈や側屈の低減はUD雪スコップのS形状柄に及ばないが、段差を設けることで従来よりも握り手の位置が高くなるため、作業姿勢の改善が期待される。また、持ち上げ姿勢におけるさじ部の位置がUD雪スコップよりも高いため、運搬用一輪車に土砂を移す際も作業性への影響が少ない（図3右下）。

4. 呼吸代謝計測による評価

実験室環境において、土砂のすくい上げ動作を模擬した呼吸代謝計測実験を実施した。スコップのさじ部に5kgの砂袋を乗せ、持ち上げた姿勢5秒間と下ろした姿勢5秒間とを交互に繰り返す動作を5分間継続し、呼吸代謝計測装置（K5：COSMED社製）を用いて酸素摂取量を計測した（図5）。動作開始後3分から5分までの酸素摂取量の平均値を表1に示す。試作スコップは従来スコップよりも約16%酸素摂取量が低下した。

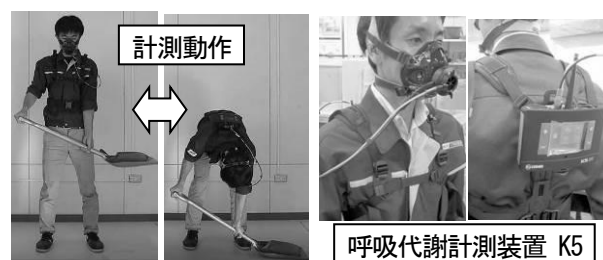


図5 呼吸代謝計測実験

表1 動作後半2分間の酸素摂取量比較

(mL/min)	従来品	試作品
酸素摂取量	888	750

5. まとめ

豪雨災害の復興作業支援に向けて、土砂の除去作業における負担軽減を目的としたスコップを試作し、呼吸代謝計測実験による評価を行った。試作スコップの使用により、土砂のすくい上げ模擬動作における酸素摂取量が低下したことから、作業負担の軽減が期待できる。今後は、さらに生体情報計測による評価を進めるとともに、スコップ形状や材質等の最適化を行い、実用化を目指す。

参考文献

- 1) 気象庁：“気候変動監視レポート2018”，pp. 36-38，2019.
- 2) Tsutomu Suda, et al.：Characteristics in cardio-respiratory responses to simulated-snow shoveling task，Proceedings of the 7th International Symposium on Cold Region Development, IACORDS, pp.584-591，2004, Sapporo; Japan.
- 3) 吉成 哲他：“運動負担予測技術の開発と製品への応用”，北海道立工業試験場重点領域特別研究報告書，pp. 4-14，2005.

背貼り袋の開封性に対する人間工学的検討

古川 優花, 小林 大二 (公立千歳科学技術大学)

Study on the Easiness to Open Pillow Type Packaging

Yuka Furukawa and Daiji Kobayashi (Chitose Institute of Science and Technology)

1. はじめに

包装には瓶やペットボトル、背貼り袋など様々な形状がある。背貼り袋とは「一枚のフィルムを背中合わせでシールして筒状にし、指定の長さで底部を溶着して切断した形状の袋」であり、スナック菓子などの食品包装で使用されている。

包装の開封のしやすさに関わる測定は形状ごとに行われてきた。例えば、A.Yoxall (2006)は瓶の蓋にセンサを取り付け、被験者の最大の回転力を測定し、開封には平均 3.2Nm の回転力が必要であることを示した⁽¹⁾。一方、鈴木ら(2017)はペットボトルの開封操作を分析し、開封する際の持ち方を 9 通りに分類し、各持ち方での握力やつまみ力を測定し、持ち方と必要な握力との関係を明らかにした⁽²⁾。しかし、これまでの研究では、開封する手の条件を考慮した検討は行われていない。

そこで本研究では、食品に使用される背貼り袋の開封性を様々な状況のもとで評価した。

2. 背貼り袋の開封性の調査

2-1. 方法

まず、市販されている製品の背貼り袋の開封性を調査するために、食品 9 種の包装の開封時に生じる手の表面筋電位を測定し比較した。被験者は 20 代男女 11 人を対象とした。測定では短母指外転筋付近と第一背側骨間筋付近の手背に電極を貼付し、手を机の上に置いて静止した状態で安静時の筋電位を測定した後、実験者の合図で普段と同様に被験者に 9 種類から最も開けづらそうな製品と任意の 3 種類の製品を選択させた。ただし、開封が困難な場合には開封を諦めるように指示した。また実験後に被験者から主観的意見を聴取した。

2-2. 測定結果

製品を開封している間の、短母指外転筋付近と第一背側骨間筋付近の表面筋電図の 2 乗平均平方根を安静時における 2 乗平均平方根で除した比率を算出した。以下、これを「筋電位比」と呼ぶ。

開封した製品ごとの筋電位比を分散分析した結果、第一背側骨間筋付近よりも短母指外転筋付近

で有意傾向が見られた。図 1 は、短母指外転筋付近の筋電位比の被験者間での平均である。

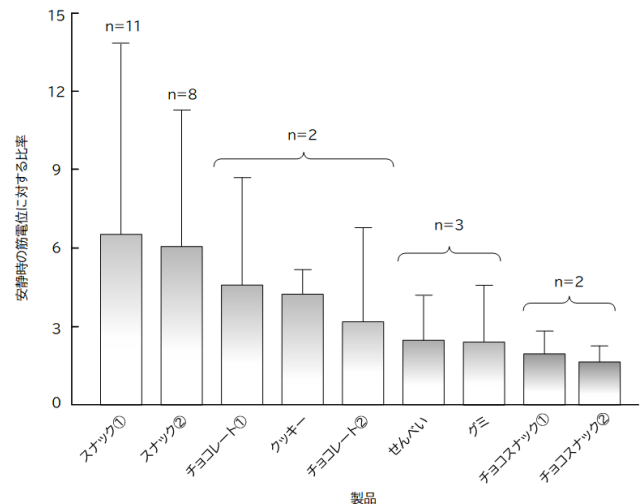


図 1 製品開封時と安静時における短母指外転筋付近の筋電位比

実験について被験者は「空気が入っているとつかみづらい、力が入れづらい、固い」「すべりやすい。力を入れても滑って力が逃げる」と述べていた。このことから、図 1 が示すように、開封のしやすさは、製品の差異だけでなく、指での掴みやすさや滑り具合が影響することが示唆された。

3. 手の状態と開封性との関係の調査

3-1. 方法

指と背貼り袋との摩擦を高めることに着目し、摩擦に関する 2 つの実験を行った。実験 1 では、主観的な開封のしやすさをシェッフェの一对比較法を用いて調べた。一对比較法では OPP パートコート袋を使用し、日常生活で包装を開封する際に考えられる手の状態と摩擦を強化する素材を使用した次の 6 条件での開封のしやすさを比較対象とした。被験者は 20 歳代の学生 14 人とした。

条件 A 手に油が付いた状態

条件 B 手に水が付いた状態

条件 C 手に小麦粉が付いた状態

条件 D 手が乾いている状態

条件 E 鮫皮を包装に接着し、手に小麦粉が付

いた状態

条件 F 鮫皮を包装に接着し、手が乾いている状態

実験 2 では実験 1 の 6 条件で包装を開封した際の手背の 2 部位の表面筋電図を測定した。実験 2 の被験者は 20 歳代の学生 6 人とした。

以上の実験で得られた被験者 6 人による平均筋電位比を条件ごとに比較した。

3-2. 結果

実験 1 の結果、主効果である条件ごとの開けやすさ平均的評価値は図 2 に示す通りであった。図 2 を見ると、乾いた手での開けやすさの平均的評価値は上位から 3 番目であり、最も開けやすかった条件は、包装に滑り止めの鮫皮を接着した状態であった。被験者の意見によると、最も開けづらい条件は 14 人全員が「手に油が付いた状態」、最も開けやすい条件は、半数の 7 人が「鮫皮を袋に接着し手が乾いている状態」と回答し、他は「手が乾いている状態」が 5 人と続いた。ただし、内 2 人は複数条件を回答した。また、「鮫皮が接着されていると手に何が付いていても開けやすさに大きな差異はない」、「小麦粉が付くと意外にも滑らない」などの意見があった。

実験 2 の結果について、開封時と安静時の平均筋電位比を条件ごとに比較した結果、第一背側骨間筋付近では条件間で有意差が見られなかった($p=.36$)。一方、短母指外転筋付近では有意差が見られた($p=.018$)。つまり、開封時に手に掛かる負荷は、短母指外転筋付近の表面筋電図で評価できることが示唆された。また、多重比較の結果、条件 A と条件 E、条件 A と条件 F の間に有意確率 10% で有意傾向が見られた。

4. まとめ

背貼り袋の開封性の調査では、「持ち手が滑りやすい」などの被験者の主観的意見より、開封性は製品や素材の特性だけでなく、袋を把持できることが開封性に影響を及ぼすことが示唆された。

家庭のキッチンなどで包装を開封する状況を踏まえ、手の状態ごとに開封性を主観的および客観的な手法、つまり、一対比較および筋電位で評価する方法を試みた結果、開封時に手に掛かる負担の大きさは短母指外転筋付近の手背の表面筋電位で評価できることが分かった。具体的には、滑りやすいなど、把持が難しい状況では、把持力を大きくする必要が生じ、母指に大きな力を掛ける必要がある。これによって、短母指外転筋付近の表面筋電位の振幅が大きくなる可能性が高い。

また、手の状態、および、袋と手の摩擦を高める素材貼付の有無といった 6 条件での開封性を比較した結果、包装の持ち手を滑りづらくすると、利用者の親指への負担が減少し、開けやすいと感じられることが判った。つまり、包装の把持のしやすさ、滑りにくさが、開封時の把持力に影響を及ぼすことが、開封の容易さに強く関係することが示唆されたと言える。

今後は背貼り袋以外の包装、例えば、ペットボトルなどの開封性についても、本研究で得られた筋電図による評価手法、把持と開封性との関係に関する知見が適用できることを明らかにしていきたい。

参考文献

- 1) A. Yoxall: Openability: Producing Design Limits for Consumer Packaging, Packaging Technology and Science, Vol. 19, No. 4, pp. 219-225 (2006).
- 2) 鈴木美咲: 健常女性のペットボトル開封操作の分析—若年者と高齢者の違い—, 国際医療福祉大学学会誌, Vol. 22, No.2, pp. 37-45 (2017)

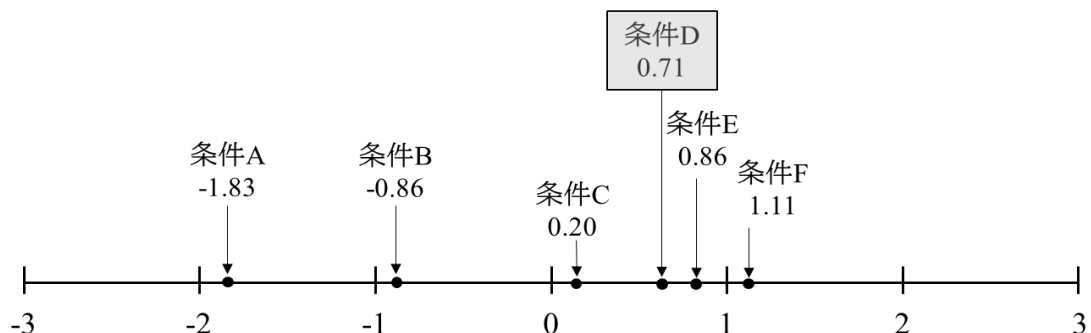


図2 各条件での開けやすさの平均的評価値

精神課題遂行時の生理反応特異性

－感覚取入型課題遂行時の心拍低下－

○三宅 晋司（産業医科大学産業保健学部）

黒坂 知絵（産業医科大学産業保健学部）

倉岡 宏幸（産業医科大学産業保健学部）

Specific physiological responses induced by mental tasks

-Bradycardia induced by a sensory intake task-

Shinji MIYAKE (Univ. Occup. & Environ. Health, School of Health Sciences),

Chi'e KUROSAKA (Univ. Occup. & Environ. Health, School of Health Sciences),

Hiroyuki KURAOKA (Univ. Occup. & Environ. Health, School of Health Sciences)

1. はじめに

鏡映描写課題などの感覚（環境）取入型課題を遂行すると心拍低下が起こる¹⁾。生理指標によるメンタルワークロードの評価を行う場合、このような特異的な課題によるその他の生理指標の変化を検討しておく必要がある。本研究では血圧と心拍変動性指標について検討した。

2. 方法

21 名の男子大学生に特性の異なる複数の精神課題を遂行させ、その際の心電図と連続血圧（日本コーリン BP608）を測定し（作業前安静時 REST を含む）、心拍数 HR、心拍変動性スペクトルの各指標 LF、HF、LF/HF、収縮期血圧 SBP、拡張期血圧 DBP を算出した。精神課題は、暗算課題 MA（図 1. 被験者の回答および正誤に関わらず 5 秒毎に問題が提示され、タイムプレッシャーが大きい）、埋め込み図形テスト EFT（図 2. 難しい課題であるが、わからなければ次の問題に進んでよいと教示しており、ワークロードは低い可能性あり）、鏡映描写課題 MT（図 3. マウスの X 軸と Y 軸を入れ替え、表示された屈曲路を辿らせるもの。時間制限を設けないセルフペース課題であるが、難易度が高い）の 3 種類を各 5 分間 PC にて遂行させた。各作業終了時に NASA-TLX による主観的ワークロード評価を行い、WWL を算出した。各指標は標準得点化後に分散分析と多重比較（REGW-F）を行った。

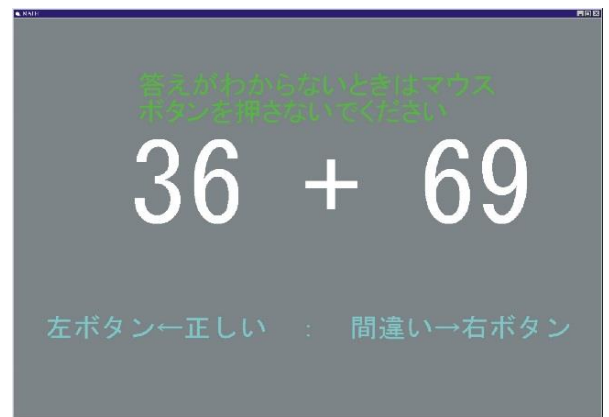


図1 暗算課題MAの画面例

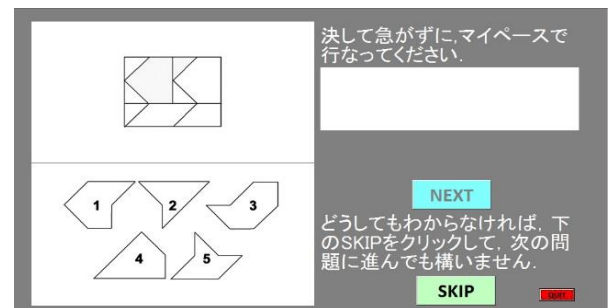


図2 埋め込み図形テストEFTの画面例

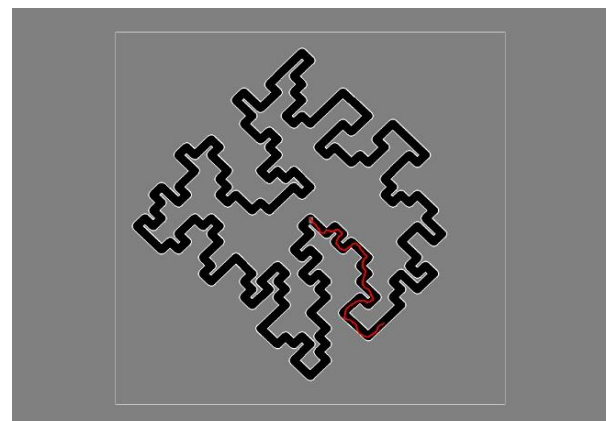


図3 鏡映描写課題MTの画面

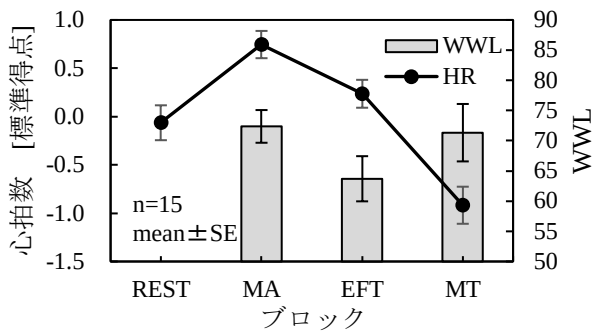


図4 心拍数と主観的メンタルワークロード

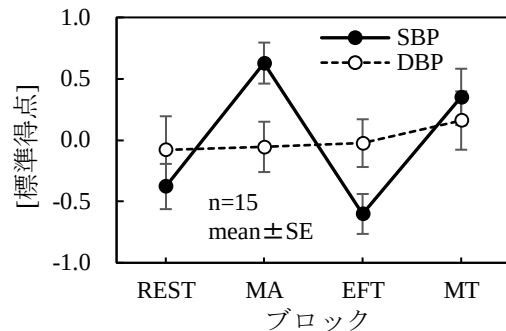


図5 血圧

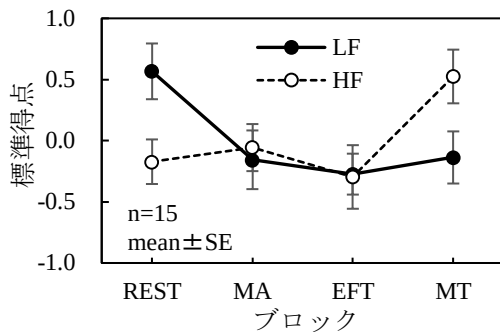


図6 心拍変動性指標 LF, HF

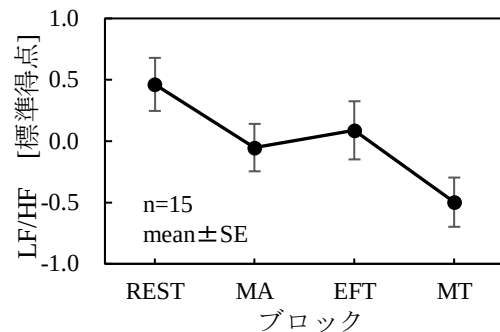


図7 心拍変動性指標 LF/HF

3. 結果

血圧が正常に記録できなかった6名を除く15名を解析対象とした。図4にHRとWWLを示した。HRは安静時に比べてMT作業時に有意な低下とMA時に有意な上昇が認められたが ($p < 0.05$)、WWLには作業の主効果は認められなかった。SBPは安静時に比べ、MAとMT時に有意な上昇を示したが、DBPにはブロックの主効果は認められなかった(図5)。心拍変動性指標では、安静時に比べ、HFがMT時に高い値を示したが、LF、HFともにブロックの主効果は認められず(図6)、LF/HFはMT時に有意な低下を示した(図7)。

4. 考察

MAとMTは主観的メンタルワークロードが等しいのに、HRは増加と減少という全く反対の反応を示した。HRの低下は感覚取入型課題の特徴であり、このような特異的な精神課題においてはHRの変化はメンタルワークロードの指標にはなり得ない(変化量のみ注目すれば別)。一方、SBPはMAとMTの両方で上昇しており、かつEFTでは低いという主観的ワークロードと相関する変化を示しており、メンタルワークロード評価では有効な指標と考えられる。ただし、連続的にSBPを測定するには高価な連続血圧計を用いて、センサー

部分を動かさないといった拘束が必要であり、実場面での応用は難しい。したがって、脈波等を用いたSBPの推定が不可欠である。

近年頻用されているLF/HFは安静時に比べてMT時に有意な低下を示し、これはHFの上昇(副交感神経系の亢進→HR低下)とLFの低下によるものである。LF/HFを交感神経系の指標と考えると、MT時のHRの低下を交感神経系の抑制として説明はできるが、MTの主観的メンタルワークロードが高いことを交感神経の抑制と結びつけるには難がある。このように感覚取入といった特異的な特徴を持つ作業においては、心拍変動性スペクトルの指標(心拍数を含む)では正しくメンタルワークロードを評価できない可能性があり、生理反応の課題特異性を考慮した生理指標による評価が必要である。あるいは、前述のように、課題の特性に依存せず、同一方向へ変化するSBP等の指標の利用が好ましい。

参考文献

- 1) Lacey JJ, Kagan J, Lacey BC, Moss HA: The visceral level: Situational determinants and behavioral correlates of autonomic response. In P. H. Knapp (ed.): Expression of Emotions in Man. pp. 161-205, International Universities Press, 1963

心拍変動解析を利用した心的状態の推定

○泉 巖（北海道立総合研究機構）

前田 大輔（北海道立総合研究機構）

中島 康博（北海道立総合研究機構）

Estimation of Mental State Using Heart Rate Variability

Iwao Izumi (Hokkaido Research Organization),

Daisuke Maeda (Hokkaido Research Organization),

Yasuhiro Nakajima (Hokkaido Research Organization)

1. はじめに

近年の健康志向の高まりを背景として、日々の体調維持を目的としたメンタルケアに関する技術開発が積極的に行われている。このような技術開発の現場では、対象者に及ぼす心的効果を検証するため、ヒトの心的状態を客観的・定量的に把握するための技術が望まれている。こうした技術はいくつか提案されているものの、計測精度や主観的評価との整合性などの面で課題があり、現在も試行錯誤が続けられているところである。

本研究では、自律神経機能に着目した心拍変動解析および脳波解析により、心的ストレス課題遂行後に暗室で照明を観察した被験者の心的状態に関する客観的・定量的な推定を行った。

2. 計測および解析手法

2.1 心拍変動解析

ヒトは自律神経系の交感神経と副交感神経の支配を受けており、交感神経活動は緊張や興奮した状態で優位となり、副交感神経活動は睡眠などのリラックス状態で優位となることが明らかになっている¹⁾。心拍変動解析は、心拍情報の時系列データから抽出した R-R 間隔(R-R Interval:RRI)を用いて自律神経状態を推定する手法である²⁾。

本研究では、心電心拍センサ (DL-320 : S&ME 社製) を用いて計測した心電図(サンプリングレート:1000Hz)から RRI を算出し、RRI の周波数解析によって得たパワースペクトル値を積分することで、LF 成分(Low Frequency : 0.04-0.15Hz)および HF 成分(High Frequency : 0.15-0.40Hz)を求め、その比である LF/HF を心的状態の指標として用いた。LF/HF は自律神経状態の指標とされており、数値が上昇すると交感神経活動が優位である状態、低下すると副交感神経活動が優位である状態を意味する。

2.2 脳波計測

ヒトの思考や情動などに関する機能と関連があるとされる前頭葉に着目し、2ch 脳波センサ (DL-160A : S&ME 社製)を用いて、Fp1-A1、Fp2-A2 誘導による前頭葉の脳波計測(サンプリングレート:1000Hz)を行った。

瞬目によるアーチファクトの影響を取り除いた後、脳波データを周波数解析することで得たパワースペクトル値を積分し、熟考や意識集中といった覚醒状態時に活性化するとされる β 律動成分 (14.0-20.0Hz)を算出した。

3. 実験方法

3.1 心的ストレス課題

心的なストレス応答を増大させる課題の一つとして、内田クレペリン検査が報告されている³⁾。こうした継続的な計算作業は、心的な疲労やストレスを負荷する手法として先行研究で多く利用されている。本研究では、内田クレペリン検査を模した計算課題を10分間継続させることで、被験者に心的ストレスを提示した。

3.2 観察用照明

点灯 LED 照明とゆらぎ LED 照明の2種類を用いた。後者は「1/f ゆらぎ現象」を発光制御に応用したもので、炎のように光がゆらめく照明である⁴⁾。両者の形状は同一のものを使い、30s 間の平均照度が一致するように調整を行った(図1)。



図1 観察用照明

3.3 手順

図2に実験手順を示す。明室に座位姿勢で5分間安静にした後、10分間計算課題を提示した。その後、暗室で照明を5分間観察した場合の心電図および脳波の測定を行った。被験者は40代の健康な男性1名とした。

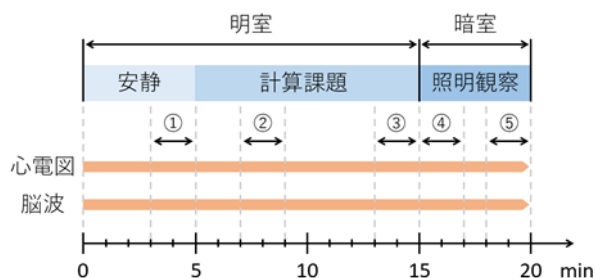


図2 実験手順

4. 結果

各タスクにおけるLF/HFおよび β 律動成分の算出結果を図3、図4に示す。LF/HFおよび β 律動成分は計算課題開始後から上昇するが、その後照明観察に移ると低下し始め、時間経過により安静時と同程度の数値まで回復することが確認された。

タスク切替のタイミングである計算課題時(13-15min)と照明観察時(15-17min)におけるLF/HFと β 律動成分の変化に着目すると、点灯照明の場合(LF/HF:23%減、 β 律動成分:50%減)に対し、ゆらぎLED照明の場合(LF/HF:71%減、 β 律動成分:83%減)は急激に低下していた。

5. 考察

計算課題の提示中における β 律動成分の活性化から、被験者は計算作業へ集中して意識を向けた覚醒状態であったことが考えられる。また、計算課題の提示中におけるLF/HFの変化から、被験者は緊張や興奮状態で優位となる交感神経活動が活性化し、リラックス状態で優位となる副交感神経活動が低下していたと考えられる。

このことから、被験者は計算課題により強制的に計算作業へ集中させられ、その結果として心的ストレスを受けたことが推定でき、LF/HFはヒトの心的ストレス状態を、 β 律動成分はヒトの覚醒状態を推定する指標の1つとして応用できることが考えられる。

また、計算課題終了後のLF/HFおよび β 律動成分の変動は、2種類の照明に違いが見られた。こ

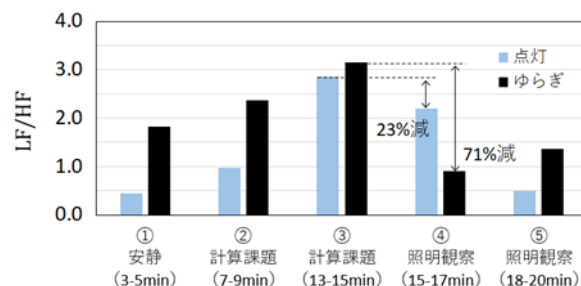


図3 実験中の心拍変動(LF/HF)

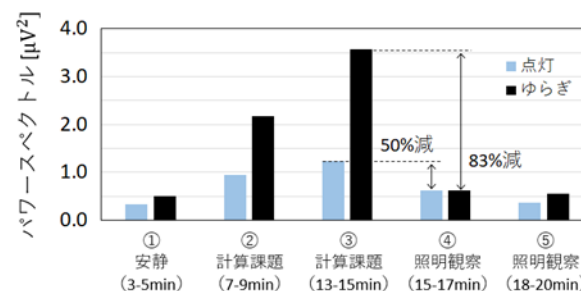


図4 実験中の脳波(β 律動成分)

のことから、ゆらぎ特性を有する照明は心的なストレスや覚醒状態に与える影響が点灯照明とは異なる可能性が考えられる。

6. まとめ

本研究では心拍変動解析および脳波解析により、心的ストレス課題遂行後に暗室で照明を観察した被験者の心的状態推定を行った。その結果、LF/HFはヒトの心的ストレス状態を、 β 律動成分はヒトの覚醒状態を推定する指標の1つとして応用できることを示した。また、ゆらぎ特性を有する照明は、心的なストレスや覚醒状態に与える影響が通常の照明とは異なる可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 浅井 麻紀：“自律神経機能検査”，文光堂，2015。
- 2) 三宅 晋司：“商品開発・評価のための生理計測とデータ解析ノウハウ”，NTS，2017。
- 3) 坂本 千秋他：“主観的および客観的ストレス応答を増大させる課題の提案”，日本官能評価学会誌，Vol. 20, No. 1, pp. 16-21, 2016。
- 4) 橋場 参生他：“ゆらぎ信号を用いた電子機器制御技術”，北海道立工業試験場報告，No. 305, pp. 87-90, 2005。

仮想現実環境でのタスクに生じる習熟に関する検討

二階堂 諒, 小林 大二 (公立千歳科学技術大学)

Study on the Learnability of Tasks in Virtual Environment

Ryo Nikaido and Daiji Kobayashi (Chitose Institute of Science and Technology)

1. はじめに

先行研究では、実環境と VR 環境で何らかのタスクを行う際のユーザの感覚、具体的には、運動主体感などを人間工学的観点から比較・検討してきた。運動主体感(SoA)とは、ユーザが自らの身体で運動している感覚のことである⁽¹⁾。

タスクを繰り返すことによって生じる「習熟」過程においては、状況判断に不慣れで意識的な理解が必要な状態から、無意識的に状況を判断できる状態へと移行していく。

そこで本研究では、実環境と VR 環境で同じタスクを繰り返し遂行した場合の習熟と、運動主体感との関係を明らかにすることを目的とした。



(i) 実環境



(ii) VR 環境

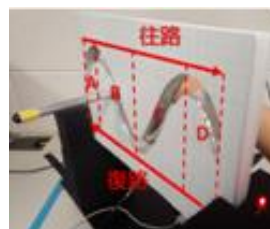
図 1 実環境と VR 環境での実験の様子

2. 実験方法

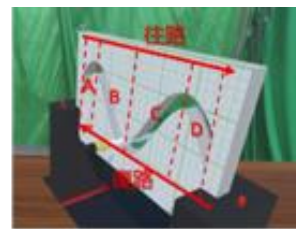
実験は、A グループの被験者 14 人(21 歳~24 歳)と B グループの被験者 13 人(21~22 歳)で行った。A グループは、VR 環境下でタスクを 5 回試行し、休憩後に実環境のもとでタスクを 5 回試行した。一方、B グループは、実環境のもとで、タスクを 1 日あたり 5 回、2 日間に涉って試行した。全ての被験者からは事前にインフォームドコンセントを得た。

被験者に提示したタスクは、図 2 のようなパネルに開けられた経路に棒を通し、経路に接触せずに経路の両端を一往復するものとした。

VR 環境では、被験者が HMD(ヘッドマウント



(i) 実環境



(ii) VR 環境

図 2 被験者から見た実環境と VR 環境の様子

ディスプレイ)を装着し、実環境と同じ状況を見せてタスクを遂行させた。なお、被験者が持つ棒は力覚提示デバイスである SPIDAR を用いて制御した。タスク中の被験者の手の動きは、モーションキャプチャ・デバイスで記録した。

また、実環境と VR 環境における A グループの被験者の運動主体感を測定するため、各環境での試行終了後に、9 問の質問項目から成る身体化感覚(SoE)を調べる質問紙⁽²⁾を用いて、まったくそうは思わない(-3)から、強くそう思う(+3)の 7 段階で回答させて記録した。この回答から、SoE の構成要素である身体所有感(SoBO), 自己位置感覚(SoSL), 運動主体感(SoA) のスコアを算出した。

3. 実験結果および考察

初めに、A グループに対して行った VR 環境と実環境での身体化感覚の質問紙調査の結果を図 3 に示す。

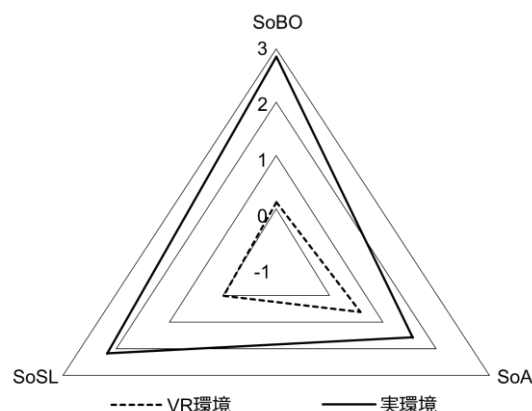


図 3 実環境と VR 環境における身体化感覚 (SoBo, SoSL, SoA のスコア) の比較

図3より、Aグループの身体化感覚は、実環境の方が有意水準5%のもとで有意に高かった($p=.00$)。これについて被験者は、「VR環境では棒を動かしている手の感覚と視覚が一致しない」と述べていた。このことから、VR環境では、力覚と触覚の不一致が生じていたことがVR環境での運動主体感の低下に繋がったと言える。

そこで、両環境下でのタスクのパフォーマンスを比較した結果、図2の区間Bでは経路に棒が誤って複数回接触したケースが他の区間に比べて多く、棒の操作が難しかったことが分かった。この区間Bで棒が経路に接触していた時間のうち、最も長かった時間を「最長接触時間(t_m)」とし、試行ごとに各被験者の t_m の平均($\bar{t}_m$)を求めた。AとBグループの $\bar{t}_m$ の変化をそれぞれ図4、図5に示す。

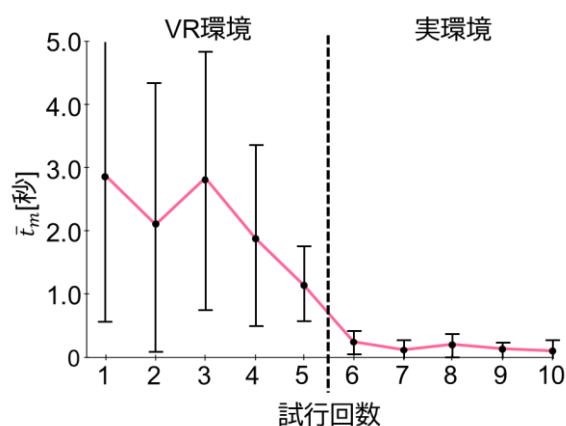


図4 Aグループの場合 (VR環境と実環境)

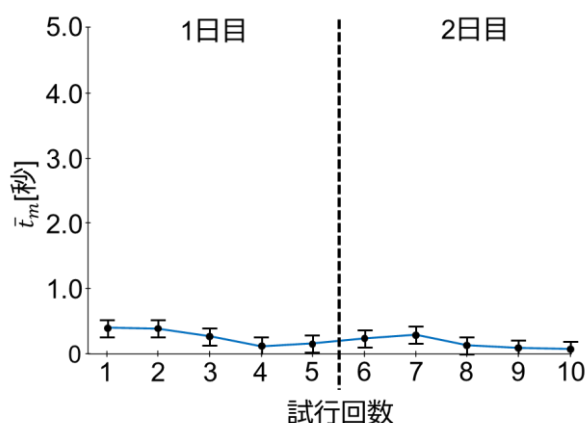


図5 Bグループの場合 (実環境2日間10試行)

図4、図5より、タスク環境に関わらず習熟効果が見られたことが分かる。そこで、Aグループは実環境、BグループはVR環境で5回試行した後、両グループが実環境で試行した第6試行の $\bar{t}_m$ を比較した結果を図6に示す。

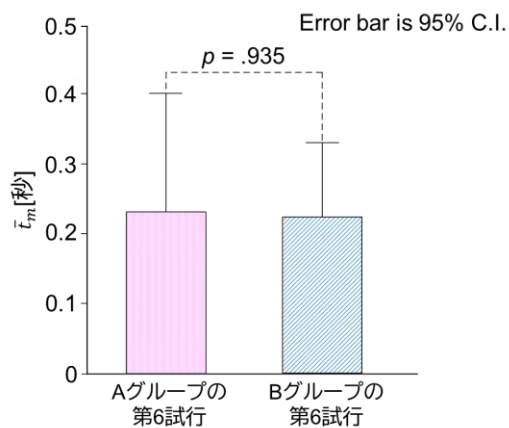


図6 各グループの第6試行での $\bar{t}_m$

図6より、タスクの試行環境に拘わらず、第6回の実環境でのタスクのパフォーマンスに有意差が見られなかった。つまり、タスク環境に関わらず、習熟効果が同様に生じたと言える。この点についてBグループの被験者は、「VR環境から実環境のタスクに移り、視覚や力覚がより正確に感じ、棒を思うままにコントロールできた」と述べていた。

VR環境では、実環境での視覚や力覚とは完全には一致しない。しかし、タスク遂行の難点やタスク遂行に当たっての注意点を強調していたことが、実環境での訓練で得られるのと同様な習熟に繋がった可能性が高い。

4. まとめ

本研究では、実環境とVR環境で同じタスクを繰り返し試行した場合でのパフォーマンスの変化を調べた。その結果、身体化感覚が異なるVR環境と実環境のいずれの環境下で訓練しても、その後の実環境のタスクのパフォーマンスには有意差が生じなかった。今後は、他のパフォーマンスの測定項目に注目し、実環境とVR環境の訓練によるその後の実環境の習熟の違いを探っていきたい。

参考文献

- (1) Gallagher: Philosophical conceptions of the self: Implications for cognitive science. Trends in Cognitive Science, vol. 4, no.1, pp. 14-21 (2000).
- (2) Daiji Kobayashi et al.: Effect of artificial haptic characteristics on virtual reality performance In: Yamamoto S., Mori H. (eds): HIMI 2019, LNCS11570, pp.24-35 (2019).

仮想現実環境のもとでのタスクに対する人間工学的評価

伊藤 好輝, 小林 大二 (公立千歳科学技術大学)

Evaluation of the Performance for Tasks in Virtual Environment

Yoshiki Ito and Daiji Kobayashi (Chitose Institute of Science and Technology)

1. はじめに

仮想現実環境(VR: Virtual Reality)に関する研究では, VR でのタスクと求められる空間の質との関係に明確な基準がないように, ユーザの視点から VR のシステムを評価した研究も少ない。

先行研究⁽¹⁾では, タスク遂行中のエラーが生じてから復帰するまでの表面筋電位の変化が, 実環境と VR 環境といった環境によって異なることを Synofzik et al.⁽²⁾が提唱している図 1 に示すような運動主体感(SoA: Sense of Agency)の概念モデル, および, Kiltner et al.⁽³⁾らが VR 環境の評価に用いた身体化感覚(SoE: Sense of Embodiment)などの感覚・知覚概念に基づいて考察した。

そこで本研究では, 先行研究と同様に, タスク遂行中にエラーが生じてから復帰するまでの表面筋電位の変化について, さらに検討を加え, 環境の違いがエラーからの復帰に至るまでの知覚・認知プロセスに及ぼす影響と各環境において同様のタスクを遂行した場合のパフォーマンスの違いを用いて探った。

2. 実験方法

被験者に提示したタスクは, 図 2 に示すように, 被験者に対して斜めに(135°)設置したパネルの経路に棒を通して接触しないように両端を往復させるものとした。このタスクを VR 環境と実環境の 2 つの環境下で行わせて, タスク遂行中の被験者の小指(小指外転筋)と前腕(尺側手根屈筋)付近の表面筋電図を測定した。

被験者は VR 環境と実環境の両方の実験を 1 日で行うことが可能な 14 人とし, 被験者内計画で実施した。なお, 全ての被験者から事前にインフォームドコンセントを得た。

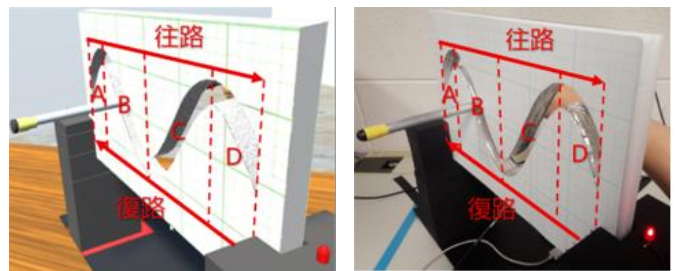


図 2 VR 環境と実環境でのタスク遂行の様子

3. 実験結果

2 つの環境下でタスクを行った結果, 図 2 に示した B 区間では, 棒と経路が接触する回数が最も多かった。そこで, この区間での被験者の手と腕の表面筋電図を測定した。ただし, 解析には 14 人の被験者の内, 表面筋電図にノイズの混入が少なかった 7 人分のデータを用いた。

図3は棒が接触してから2秒間の表面筋電位の振幅を加算平均した上で, 30区間の移動平均を求めた波形である。本研究では, 加算平均した波形に含まれていた, 接触してから最初に大きな振幅が現れるまでの時間(潜時)と, 大きな振幅の幅(筋活動時間)に着目し, 各環境との関係を調べた。この結果を図4と図5に示す。

図 4, 図 5 より, VR 環境では実環境と比べて潜時および筋活動時間が有意に長かったことが分かる。

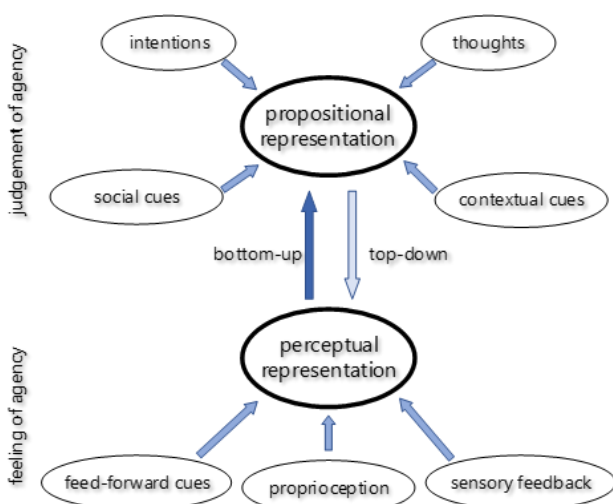


図1 運動主体感の2段階モデル⁽²⁾

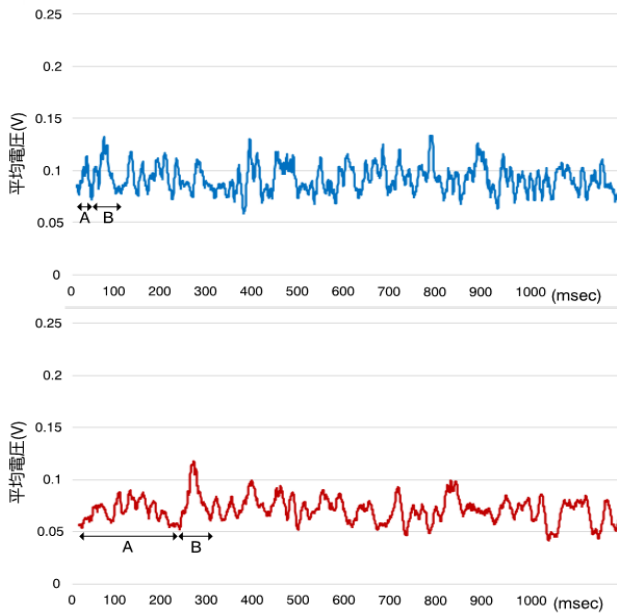


図3 実環境(上)とVR環境(下)の表面筋電位の移動平均

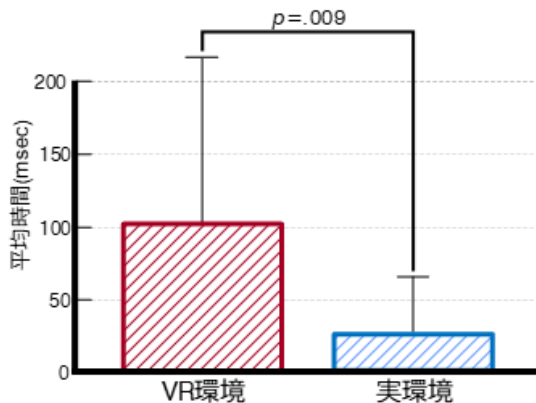


図4 潜時の比較 (n=7)

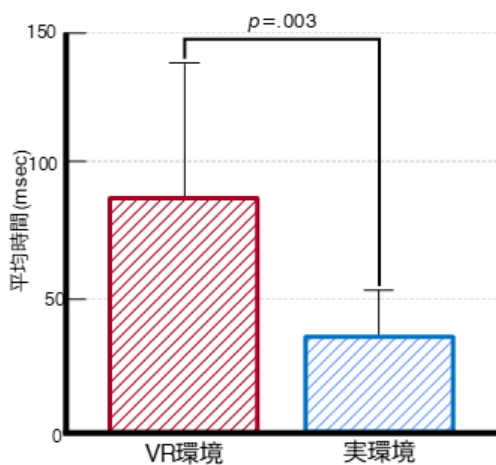


図5 筋活動時間の比較 (n=7)

4. 考察

VR の潜時が実環境に比べて長い点について被験者は「VR 環境では力覚を通して接触したことが認識しづらい」と述べていた。つまり、VR 環境では経路に接触したことを知覚するまでに時間が掛かり、棒を経路から離すための筋活動が生じるまでの時間が長くなったと言える。

一方、VR 環境での筋活動時間が長くなる点については、「VR 環境のタスクにおいて B 区間の径路の側面のどちらに接触しているのかわからない」、「VR 環境では行っている感覚と目に見えている感覚が一致しない」との意見が多かった。このことから、視覚には接触していないように見えても力覚では接触しているといった感覚の不一致が生じたことで、図1の知覚表象の形成が困難となり、より高次の judgement of agency による判断へと移行し、棒を経路から離すための正しい動作ができずに失敗を繰り返していたため、比較的長い時間、筋肉が活動していたと言える。

5. まとめ

本研究では、同じタスクを VR 環境と実環境で実施し、その際の被験者の筋電図を通して、パフォーマンスの特性を考察した。具体的には、棒が経路に接触した時点から 2 秒間の表面筋電位の振幅を加算平均した波形に現れた潜時と筋電活動時間に着目した。その結果、VR 環境の場合では、感覚の不一致によって接触からの復帰動作の遅れや失敗が生じたことが、被験者の主観的意見からも明らかとなった。

参考文献

- (1) Daiji Kobayashi et al.: Effect of artificial haptic characteristics on virtual reality performance In: Yamamoto S., Mori H. (eds): HIMI 2019, LNCS 11570, pp. 24–35, (2019).
- (2) Synofzik, M. et al.: Beyond the comparator model: A multi-factorial two-step account of Agency. Consciousness and Cognition, Vol. 17, No. 1, pp. 219-239 (2008).
- (3) Kilteni et al.: The Sense of Embodiment in Virtual Reality, Presence, Vol. 21, No. 4, pp. 373-387 (2012)

介護予防におけるIoTの利活用に関する研究

—3Dプリンタを活用した知覚入力型ヒールカップの作成を例として—

○山瀬 甲人（社会福祉法人 溪仁会）

永野 晴基（北翔大学大学院 修士課程）、千里 政文（北翔大学大学院）

Use of IoT Technology for Care Prevention

-A Study of 3D Printed Heel Cup Using Perceptual Stimulation-

Kanto YAMASE (Keijinkai Social Welfare Corporation),

Haruki NAGANO (Hokusho University), Masahumi CHISATO (Hokusho University)

1. はじめに

わが国の人口は 2010 年を境として総人口が減り続ける中、高齢化率の上昇により社会保障費が増大している。そのため、介護予防がクローズアップされ、理学療法士も心身機能に障がいを持つ人から健常者へと対象者を拡大した。障がい者に対するリハビリテーションから予防重視に方向転換していくことは課題が多く、理学療法士は専門職として問題解決の提案を求められている。一方、近年は技術の進歩により、さまざまな分野で IoT や ICT が活用されてきている。また、デジタルファブリケーションの普及により、従来は専門技術を必要としてきた困難な技術も個人レベルで扱うことが可能となり、ものづくりの敷居が低くなった。そのため、デジタルファブリケーションと IoT 技術を組み合わせることで、問題解決の手段として活用されてきている。しかし、福祉、特に介護予防の分野では IoT や ICT のような先進技術を使用した研究は少ない。本研究は介護予防における IoT の利活用に関する一例として、知覚入力型ヒールカップを作成した。

2. 介護予防とIoT

2-1 知覚入力型ヒールカップの意義

身体活動が寝たきりや健康寿命の延伸につながることは明らかになっており、歩行は身体活動の基準の一つとなっている。厚生労働省の「健康日本 21」では 1 日に歩く歩数や時間といった量的な基準を提示しているため、継続する上で明確な目標をもつことができる¹⁾。しかし、質的な面である歩容に関しては専門家の間だけで認知されており、一般に浸透しているとは言えない。

介護予防教室でも歩行指導は行われているが、医療・介護保険対象外のために時間的制約がある

ことや 1 対多数のポピュレーションアプローチをとることが多い。そのため、知識の教示や集団での軽運動のみに終始し、運動指導として限界があり学習効果が低い。効果的に運動学習を行うためには、外在的フィードバックと知覚による内在的フィードバックを併用し自動化を目指す必要があることが明らかになっている²⁾。

歩行での足底からの知覚は運動制御や運動学習に重要な働きをしている。また、荷重連鎖の起点となるため一般的な足底板や足部の装具は物理的にアライメントを修正するものが多いが、知覚入力に着目した研究は少ない。そこで、本研究は介護予防と IoT の観点から歩行の知覚入力に着目し、3D プリンタを用いて歩行動作の指導ツールとなる知覚入力型ヒールカップ作成した。

2-1 知覚入力型ヒールカップの作成

3D プリンタは、医療や福祉、建築などのさまざまな分野で普及されてきたため、安価になってきており、個人レベルで従来のものづくりでは困難であった複雑な造形が可能になった。鋳造は鋳型により形が固定されてしまうが、3D プリンタでの作成は、3 次元データでモデリングすることで自由度の高い造形ができ、個々に異なった造形が比較的手軽にできる。ヒールカップの作成は足の形が人それぞれ異なるため、個人に合わせて成型する必要がある、3D プリンタを活用することは有効である。

知覚入力型ヒールカップのデータ作成は、写真測量ソフトウェア (Agisoft Metashape: Agisoft 社) 及び 3D モデリングソフトウェア (3DSMAX: オートデスク社) を使用した。ヒールカップの作成工程は以下の通りである。

はじめに足底のスキャンを行う。近年はスキャン技術が進歩し、専用ソフトウェアを用いること

で精度の高いスキャンモデリングを行うことが可能になった。スキャン方法は、安価で専門道具を必要としない SFM 処理で行う。写真によるスキャンは、スキャンを行う場所が利用者の個人宅や介護予防教室などでも可能であり、設備機器の環境に依存しない利点がある。足底のスキャンを行う際は、全体をモデリングすると歪みが生じるため、歩行時に足底の変形が少ない踵部分とする。また、母趾球、小趾球、足底の中央、踵中央、足底外側、足底内側、外踝、内踝の計 8 カ所にマーカーを貼付することで、次工程の目印とする。写真は約 100 枚撮影し、写真測量ソフトウェアでデータを読み込んだ後、足底の 3 次元化を行う。

次にヒールカップ形状のモデリングを行う。3D モデリングソフトウェアで 3 次元化したデータを読み込み、マーカーに合わせて不要部分を削除する。また、スキャンデータは足の原型であるため、プール演算機能でヒールカップの造形をする。歩行では初期接地時が歩行の運動連鎖に影響を与えるため、あおり運動の始まりである踵骨外側に約 10mm の突起を作成して知覚できるようにする。踵外側接地を強調することで IC(Initial Contact)から LR>Loading Response)にかけて外側への荷重を促し、自然なあおり運動を誘導して歩行改善を行う。

最後に 3D プリンタを用いて造形する。使用した 3D プリンタ (AnetA8 : Shenzhen Anet Technology 社) は、熱溶解積層型でフィラメントは弾力性のある熱可塑性ポリウレタンを使用する(図 1)。

3. 考察

本研究は知覚入力型ヒールカップの作成を例として、介護予防における IoT の利活用の方法を構築した。IoT における 3D プリンタを活用したヒールカップ作成に 3 つの利点があることが解った。

1 つ目は、足底のスキャン方法が手軽なため、費用が安価で作成環境に依存しないことである。足底のスキャンはカメラのみで可能であり、写真データを遠隔地で受け取り、ヒールカップの作成もできる。ヒールカップのモデリングは専門技術が必要であるが、足底の 3D スキャンは写真撮影のみであるため、カメラがあればだれでも行うことができる。

2 つ目は、対象者に合わせた足底をデータ化することで、マスカスタマイゼーションが可能なの

とである。1 回のスキャンデータ作成をすることで複製が可能であるため、その人に合ったヒールカップの複数が簡単にできる。

3 つ目は、足部データを元に多様な活用が出来ることである。例として対象者の足部のアライメント変化の経過、別の装具の作成がある。

予防の重要性が認知され、理学療法士も 1 次予防や健康増進の活動に介入するようになってきたが、従来と同様な方法で地域を支えていくことは困難である。一方、IT の浸透が生活を多方面で良い方向に変化させるデジタルトランスフォーメーションが起きており、今後も加速することが予測される。専門職も先進技術を学ぶことで新たな価値創造を図り、問題解決に向けた案を提示することが求められてきている。今後は試作したヒールカップの有効性を検証し、介護予防に実践的に活用していくことを検討している。



図 1 知覚入力型ヒールカップ

参考文献

- 1) 厚生労働省:“健康づくりのための身体活動基準 2013”, pp 14-17, 2013.
- 2) Anne Shumway-Cook, Marjorie Woollacott 著, 田中 繁, 高橋 明訳:“モーターコントロール 原著第3版 運動制御の理論から臨床実践へ”, 医歯薬出版, 東京, pp 20-45, 2009.
- 3) Kirsten Gotz-Neumann 著, 月城 慶一, 山本澄子他訳:“観察による歩行分析”, 医学書院, 東京, pp 24-57, 2005.
- 4) 渡辺 崇史:“3Dプリンターの基礎知識”, 日本義肢装具学会誌, Vol. 32, No. 3, pp. 148-153, 2016.

音声アシスタントのアクセシビリティに関する実験

菅野 百佳, 小林 大二 (公立千歳科学技術大学)

Study on the Accessibility of Smart Speakers

Momoka Kanno and Daiji Kobayashi (Chitose Institute of Science and Technology)

1. はじめに

様々な現場で音声アシスタント（スマートスピーカー）が使用されている例を実験した結果、アメリカでは介護現場のユーザを対象とした活用方法に関する検討が進んでいないことが分かった。

R. Budiu と P. Laubheimer (2018) は、音声アシスタントについてユーザビリティテストを行い、音声アシスタントの UI の特性の評価を行うため、17 人の被験者に Alexa, Google assistant, Siri に対して「天気を聞く」、「有名な人の誕生日を聞く」といった簡単な質問と「映画監督の Stanley Kubrick の最後から 2 番目の映画が作られた年」、「週末の Moss Beach への行き方」といった少し複雑な質問をさせた。その結果、音声アシスタントは UI の特性を最低限満たしているが、少し複雑な質問をするとその特性を満たさないこと、音声アシスタントの使い勝手を向上させる必要があること、音声アシスタントの使い勝手に対する被験者の主観的評価が低いことが分かった。しかし、ユーザの満足度は低くなかった⁽¹⁾。

そこで本研究では、日本の介護現場向けの音声アシスタントの開発を人間中心設計に基づいて行うことを目的とし、音声アシスタントのアクセシビリティに関して実験を行った。

2. 実験方法

2-1. 被験者

被験者は60代が3人、70代が4人、80代が7人、90代が1人、年齢不明が4人の高齢者19人と、介護職員3人とし、事前にインフォームドコンセントを得た。

2-2. 実験日時・場所

実験は、2019年9月26日と27日に札幌市の介護施設、2019年10月5日と6日に網走市の介護施設2件、さらに、網走市内の高齢者の自宅で実施した。

2-3. 課題

実験に用いたデバイスは、Amazon.com 社が開発した“Amazon Echo Dot 第2世代”とした。また、被験者への実験課題は、Amazon Music の音楽をかけるスキルと、日本生命が提供する“ニッセイ脳ト

レ”のスキルを利用することとした。ただし、高齢者がデバイスの名称や、発話する内容を憶えられないことを想定し、「私の名前はアレクサです」「アレクサ、坂本九の曲をかけて」など書いた紙を高齢者に提示し音読させた。課題の内容について以下に説明を加える。

課題1は音楽をかけるスキルを利用するものであり、被験者の好きな曲や好きな歌手の曲をデバイスで再生させた後で、再生を止めさせた。このとき、曲が Amazon Music で対応していない場合もあるので、話しかけてもらう前に実験者が Amazon Music で調べて曲が対応していることを確認した。しかし、被験者から曲名や名前が出てこない場合や、特に好きな曲がないといった場合には、介護職員の指導のもと選択した「坂本九の曲」、「ソーラン節」、「ラジオ体操」の何れかをかけさせた。

課題2は被験者に「アレクサ、ニッセイ脳トレをひらいて」と話しかけさせて、デバイスの指示に従って対話をさせた。

2-4. 測定項目

試行中の被験者の様子は、実験者が事前に用意した調査用紙に記録した。また、課題終了後にはデバイスを体験したことに関する9項目の質問に「とても思う」、「そう思う」、「そう思わない」、「とても思わない」の何れかを口頭で回答させた。また、高齢者がデバイスを利用している様子を観察した施設職員からもデバイスの利用に関する意見を聴取した。

3. 結果

3-1. 実験結果

実験の結果、実験者の補助を必要とせずに2つの課題を達成できた被験者は19人中6人であった。各課題達成の成否を表1に示す。なお、表1の課題欄は「○：実験者の補助なしで課題を達成した」、「△：実験者の補助ありで課題を達成した」、「×：実験者の補助があっても課題を達成することが難しい」ことを表す。補助とは、次に話す単語を教えたり、使い方の指示をしたりすることである。

課題1の時間は、音楽が再生されるまでの時間、課題2の時間は、課題を利用し終えるまでの時間である。

表1 課題達成の正否の結果

被験者	性別	区分	課題1	時間(秒)	課題2	時間(秒)
1	男	要介護2	○	40	△	149
2	女	要介護4	○	16	△	175
3	女	要介護1	×	65	×	62
4	女	要介護1	△	28	△	219
5	女	要介護1	△	15	○	140
6	男	要介護2	○	27	○	157
7	男	要介護3	×	37	×	183
8	男	要介護1	○	10	○	183
9	女	要介護2	△	110	△	114
10	女	要介護2	×	81	×	237
11	女	要介護1	△	43	○	163
12	女	不明	○	14	○	200
13	男	要介護1	△	116	○	172
14	男	不明	×		×	
15	女	要介護2	△	35	△	177
16	女	不明	△	93	×	
17	女	不明	○	18	○	167
18	男	不明	○	52	○	196
19	女	要支援2	○	17	○	173

次に、表1で実験者の補助なしで課題を達成できなかった被験者が述べていた、達成が難しい理由を表2に示す。表2より、課題達成を阻んだ要因のうち、「デバイスのウェイクワードである、『アレクサ』の発音が難しい」が最も多かった。このため、課題2では実験者が一緒にウェイクワードを発話したが、3人には「ニッセイ脳トレを開いて」の発話が困難であった。また、発声に物怖じしていた被験者の声は小さく、デバイスによる音声の聞き取りが出来ないケースもあった。

3-2. コンテンツへの要件

高齢者に行った実験結果と介護職員に行った意見の聴取から得られた介護現場における音声アシスタントへの要件を以下に記す。

- ・ウェイクワードを日本語名にする
- ・長い言葉を発話させない
- ・話しかける場所を分かりやすくする
- ・音声入力制限時間を長くする
- ・デバイスの話すスピードを遅くする
- ・デバイスに興味を持ってもらう
- ・介護職員にも使えるようにする

- ・安価にする
- など

表2 被験者の実験中の様子、被験者の意見

課題	課題が一人で出来なかった原因	人数
1	「アレクサ」の発話が難しい	7
	ウェイクワードを忘れる	6
	物怖じする	5
	人の名前の発話が難しい	2
	発話に気を取られ、課題の目的を忘れる	1
	制限時間内に発話できない	1
2	デバイスからの問いかけに対応できない	7
	うまく発話できない	3
	発話での反応の仕方が分からない	3
	デバイスの音声を聞き取ることが難しい	3

4. まとめ

本研究では、日本の介護現場向けの音声アシスタントの開発を人間中心設計に基づいて行うことを目的とし、音声アシスタントのアクセシビリティを高めるため、高齢者に音声アシスタントの利用を体験させる実験を行った。その結果、発話すべき内容を紙に書いて提示するなどの支援を要することが判った。また、発話することに対する物怖じによってデバイスが利用できな例も観察された。アクセシビリティは高くないことが明らかとなった。また、アクセシビリティを高めるためには「ウェイクワードを日本語名にする」、「受付の制限時間を長くする」、「デバイスの話すスピードを遅くする」などの改善が必要であることが判った。

今後は、この実験から得られた結果をもとに、スキルを開発し、高齢者を対象に作成したスキルのテストを行い、音声アシスタントのアクセシビリティを検証したい。

参考文献

- 1) R. Budi and P. Laubheimer, “Intelligent Assistants Have Poor Usability: A User Study of Alexa, Google Assistant, and Siri”, <https://www.nngroup.com/articles/intelligent-assistant-usability/>, July 22, 2018, retrieved in June 6, 2019.

観光客を地元の店へ誘うための情報環境の構築に関する考察

○船木 雪乃（小樽商科大学）

平沢 尚毅（小樽商科大学）

Research of constructing information environment for
inviting tourists to local stores

Yukino FUNAKI (Otaru University, School of Commerce),

Naotake HIRASAWA (Otaru University, School of Commerce)

1. はじめに

当研究室では、ニセコ地区の冬期中長期滞在客を地元の商業施設へ誘導するための基礎的な研究として、彼らの行動研究を行ってきた^[1]。その結果、特徴的な次の2つの行動パターンを得ることができた。

（1）滞在者は、決まった一定の行動パターンを繰り返す傾向があり、飲食店などの新しい商業施設を探索する行動はあまりとらない。

（2）滞在者が新しい店を訪問する場合、情報源の90%は口コミである。

これらの知見は、限られた旅行滞在期間の中で、情報検索を行い、様々な店を利用するという従来の印象とは異なるものであった。彼らが行動を拡張して様々な場所へ移動するには、情報検索を充実する以上に考慮すべき要求があることが想定された。そこでまず我々は、上記（1）の特徴に対して「従来の習慣とは異なる新たな店を訪れる」という状況を探索して、決まっている生活行動が変わるにはどのような意思決定状況があるかを分析することにした。

ここから得られた知見によって、観光客を様々な商業施設に誘導するための情報環境を構想するためのユーザ要求事項を導くことができると考えた。したがって、我々は、行きつけの飲食店から新しい店を訪れる意思決定状況を明らかにすることにより、情報環境を構築するためのユーザ要求事項を導くことを目的とした。

2. 1 調査方法

質問紙調査により、普段利用している外食店を変え、新しい店を選び来店した際の状況に関する情報を収集した。対象は20代の学生男女で、調査は2017年12月に、質問紙を配布し記入してもらう形で行った。回答者は男子44名、女子21名

であった。主な調査項目は、以下の4つである。

①個人属性

②普段利用している外食店の概要

③新しい店選んだ際について、その経緯、探索方法、最終的な決め手

④新しい店を利用した際の満足度

2. 2 分析方法

得られた調査データをシナリオ法^[2]に基づいてシナリオ化しこのシナリオを次の手順で分析した。

（1）個々のシナリオから意思決定を行う『プロセス』を特定。

（2）新しい店を決定する際、その状況に存在する役割を特定。

（3）このプロセスでの役割から店へ誘導されるパターンを特定。

（4）新しい店を選び入店する事を支援する情報環境を構築するためのユーザ要求事項を抽出。

3. 結果/考察

質問紙調査データから、普段外食をしないと答えた1名分を除き64個のシナリオを作成することができた。シナリオは大きく分けて事前に新しい店をPCの検索などで調査し計画する場合と、計画せずに現場で考える場合の2つがある。表1に、それを、1人の場合とそれ以外に分けて集計した。

表1 シナリオ集計結果

時間 人数	事前計画	現場計画	計
1人	6シナリオ (9.3%)	11シナリオ (17.2%)	26.5%
複数人	8シナリオ (12.5%)	39シナリオ (60.9%)	73.4%
計	21.8%	78.1%	100%

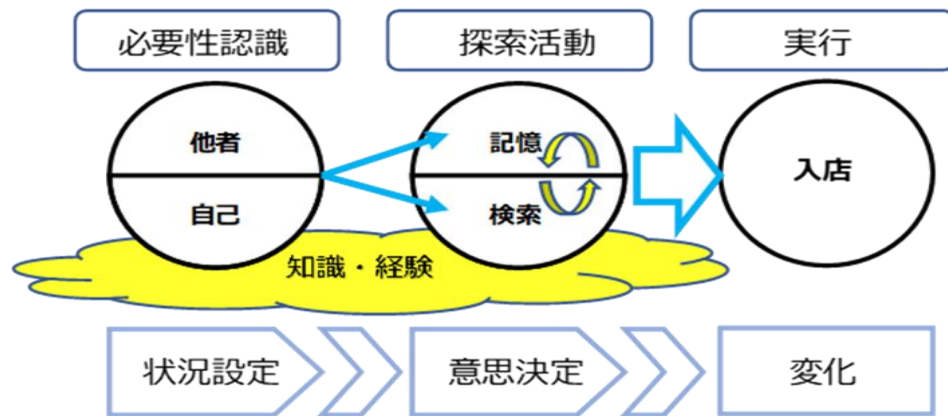


図1 外食店の意思決定プロセス

シナリオの分析結果、初めて行く店を決定するまでのプロセスは、図1のように整理することができた。まず、外食する必要性を感じた自己/他者によって、飲食店に行く状況が設定される。次に、様々に探索して店が決定される。最終的に、決定した店に向かい実際に入店する。最初の2つのプロセスでは、人が持つ知識や経験から強い影響を受けていた。その知識/経験とは、例えば通学中に目にしていて店の看板や他者から聞いた店に関する情報、店に対して本人が抱いている印象等である。また、食事を共にするメンバー間の人間関係やそれぞれの嗜好のように、飲食店とは直接関係のない要因も意思決定に大きく影響していた。

次にシナリオから新しい店を決める際に関わってくる全ての役割を抽出した。これらの役割は、新しい店を訪れる集団に関わるもの・構成員の役

割・外部からの情報の3種に分類された（表2）。

以上の役割が関係して新しい店へと誘導されるパターンは4つに分類できた。

<1>情報ホルダー型（78%）：情報ホルダーの発言により誘導される。

<2>メディア探索型（16%）：情報メディアを用いた探索結果により誘導される。

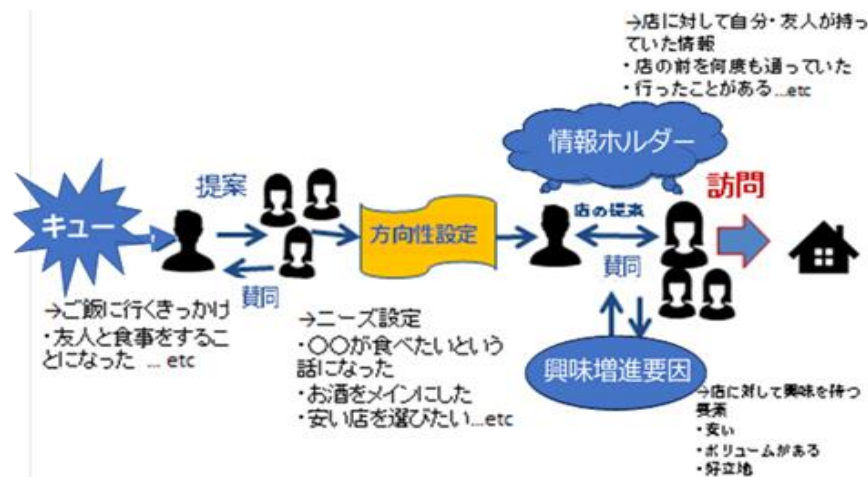
<3>情報誘導型（3%）：意図せずに遭遇した情報により誘導される。

<4>主導者決定型（3%）：主導権のある者からの指示で誘導される。

この中で最も割合の高かった情報ホルダー型のパターンの例を図2に記す。

表2 新しい店の決定に必要な要素と役割

要素	役割定義
集団の方針	
状況設定	「友人との下校時に食事に行くことになった」等 場の設定
食事の方向性	「〇〇が食べたい」等 飲食店を絞るニーズ
コミュニティの習慣	新入生歓迎会・忘年会等 コミュニティが持っている伝統的な習慣
構成員関連	
方向性提示者	「〇〇が食べたい」等 食事の方向性を提示する人
情報ホルダー	店を探すことになる以前から店に関する情報を持つ人
探索者	新しい店を一から探す人
提案者	外食や新しい店を提案する人
賛同者	店を提案した際、賛同する人
意思決定者	店を決定する人
外部情報	
興味増進要因	店のメニュー・口コミ等 存在を知った後興味が湧く要因
キュー	新しい店に行くことになったきっかけ
情報源	店を探す際、情報探索のリソース



4. 情報環境構築のための要求事項

- ・意思決定者は、飲食の目的地へ向かう行動途中の情報に強く影響されている。

5. 活動紹介

観光客を地元の店へ誘うための要求事項を満たす仕組みには、一般的にはホテルのコンセルジュサービスがある。しかしながら、今回対象としている多くの宿泊施設にはコンセルジュを設置する余裕がないため、それに代わる仕組みが必要となる。そこで、観光行動を動的に支援するサービスとして、スマートフォンによるものが適すると考え、この要求事項を満たすアプリケーションを構想することにした。

事例として、開発中のARアプリ^[3]を紹介する。このアプリケーションのコンセプトは、観光客の外出行動を誘発し飲食店に訪問する際の意思決定を支援することである。街歩きの際にポイントを通過すると、スマートフォンから店の案内があり、ARで料理が浮かび上がるという機能を設計中である。また、このアプリケーションを実装する環境として、小樽市のゲストハウス「Otaru YaDo」を中心とした地域連携プロジェクト「Buzz サービス」がある^[4]。このプロジェクトの目的は、観光客と地元との交流を活性化するために、Otaru YaDoとその周辺の飲食店が協力関係を構築することである。このプロジェクトでは、前述のアプリケーションやWEBサイトを開発している（図3）。

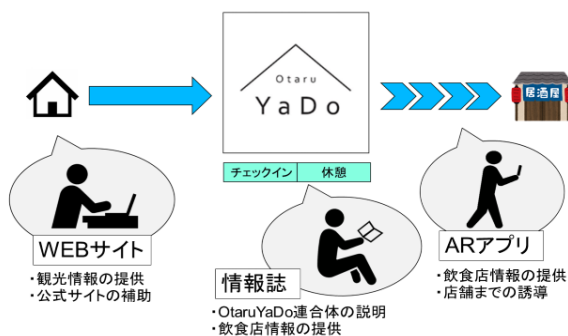


図3 Buzzサービス概略図

6. まとめ

この研究の最終目的は、観光客を様々な商業施設に誘導するための情報環境を構想することである。これに向け今回、情報環境の構想に必要なユーザ要求事項を導くことを目的とした。そのために、日常生活の中で行きつけの飲食店から新しい店を訪れるという状況を調査対象とし、その意思決定状況を明らかにする研究を行った。

最終的に抽出されたユーザ要求事項から、観光客が地元の飲食店を訪問する為には、まず第一に、その観光地の飲食店に精通している人物からの情報/またはその人物からの直接の勧めによって観光客を外食に向かわせる必要性があること、また、外食の目的地までの道中でも断続的に情報を提示する媒体を観光客に携帯してもらう必要性が示唆された。

今後の展望として、今回抽出された要求事項を基に実際にサービスを設計し、評価と再構築を繰り返して実装に近づけることを目標とする。

7. 謝辞

この学会論文は、私自身の大学学部卒業論文を草案としました。学部卒業論文を共に執筆して頂いた小谷木望未さんに深く感謝申し上げます。また先行研究の執筆者である卓田郁也さんは、本研究室に在籍当時から親身に助言と支援を下さいました。この研究論文は卓田さんの残してくださった研究成果の基に執筆されたものであり、卓田さんには厚く御礼を申し上げ、感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 卓田郁也, 山田敏弥, 平沢尚毅, “中長期滞在型観光客を支援する情報環境に関する一考察”, 平成29年度日本人間工学会北海道支部大会講演集, p.17-20, 2017.
- [2] 黒須正明, “マイクロシナリオ手法”, メディア教育開発センター研究報告, 2006.
- [3] 高木郁也, 船木雪乃, 平沢尚毅, 深田秀実, “観光客を誘導するARシステムの有効性”, 観光まちづくり学会第18回大会, p.21, 2019.
- [4] 尾山千寛, 船木雪乃, 平沢尚毅, 深田秀実, “地域連携を考えたゲストハウスのあり方〜ゲストハウスOtaru YaDoを例に〜”, 観光まちづくり学会第18回大会, p.24, 2019.

基調講演

『産業保健人間工学と
筋骨格系障害に関する研究動向』

榎原 毅

(名古屋市立大学医学部)

講演概要

働く人の安全・健康を扱う産業保健領域における人間工学の話題をオムニバスの紹介できればと思います。

” Physical activity paradox” の話や近年の腰痛研究など、従来型の負荷・負担モデルに代表されるような人間工学アプローチでは対処困難になってきており、IEA2018 でもだいぶ取り上げられていました。

また、バイオメカニクス規格としても有名な ISO11228-1（重量物運搬のリスク評価法）も大幅改訂(2019 年発行予定、 TC159/SC3) が現在進む中で、だいぶホリスティック・アプローチの視点も含まれるようになりつつあります。

個人的に取り組んでいる研究では、スマホ内蔵センサーのログ情報を使ったモバイル・ヘルス・テクノロジー研究の話なども紹介させていただきます。近年では頸部痛の有病率の増加が問題誌されており、スマホ・タブレットなどの小型携帯端末利用による影響が唱われていますが、そのリスク要因の同定と対策にはバイオメカニクスのアプローチだけでは限界がありますので、そのあたりの課題なども話題提供できればと思います。

最後に、学会改革・戦略委員会で取り組んでいる人材育成プログラム「エルゴノミクソン」の活動についても紹介させていただきます。

榎原先生 経歴

2019 年度: 名古屋市立大学, 大学院医学研究科, 准教授

2015 年度～2019 年度: 名古屋市立大学, 大学院医学研究科, 講師

2015 年度: 名古屋市立大学, 医学研究科, 講師

2012 年度～2015 年度: 名古屋市立大学, 医学(系)研究科(研究院), 講師

2009 年度～2011 年度: 名古屋市立大学, 大学院・医学研究科環境労働衛生学分野, 講師

2007 年度: 名古屋市立大学, 大学院・医学研究科, 助教

2006 年度: 名古屋市立大学, 大学院医学研究科, 助手

2005 年度～2006 年度: 名古屋市立大学, 大学院・医学研究科, 助手

役職

(一社) 日本人間工学会理事 (2012～2016)、同副理事長(2016～)、同学会改革・戦略委員会委員長(2016～)、人間工学誌編集委員会副委員長(2012～)、日本産業衛生学会代議員・東海地方会理事 (2007～)、Journal of Occupational Health 編集委員 (2014～, Ergonomics 領域委員長:2016～現在) ほか。

専門

専門は、産業保健人間工学（作業関連運動器疾患(WMSDs)予防策）、ビッグデータを利用したライフログ解析の産業保健応用、産業人間工学のメタアナリシスなど。

令和元年度日本人間工学会北海道支部大会講演集

発行日：2019 年 11 月 9 日

発行者：一般社団法人日本人間工学会北海道支部

大会長：吉成 哲（室蘭工業大学）