

Japan Human Factors and Ergonomics Society Kansai Branch

**2019 年度
日本人間工学会関西支部大会
講演論文集**



主催：一般社団法人 日本人間工学会 関西支部

後援：金沢工業大学

日程：令和元年 12 月 14 日（土）

場所：金沢歌劇座（金沢市）

大会スケジュール

12月14日（土）

9:30-	受付（金沢歌劇座 A会場[第10会議室]前）			
	A会場 (第10会議室)	B会場 (第5会議室)	C会場 (第6会議室)	D会場 (第7会議室)
10:00-10:30		企画セッション		
10:30-11:00	企画セッション	ユーザー要求 事項抽出方法 を考える	一般セッション	一般セッション
11:00-12:00	続・ポジティブ 心理生理学 A1	B11~B16	動作・リハビリ テーション C11~C16	視覚・視線 D11~D15
12:00-12:30				
12:30-13:00	評議員会 役員会 合同会議	お昼休み		
13:00-13:30				
13:30-14:00		一般セッション	一般セッション	一般セッション
14:00-14:30	脳・生理機能 A21~A25	VR・エージェント B21~B25	安全・安心 C21~C25	評価・ユーザ ビリティー D21~D25
14:30-15:00	金沢21世紀美術館に移動			
15:00-15:30				
15:30-15:45	研究発表奨励賞の表彰			
15:45-16:00	人間工学専門家認定機構の活動紹介			
16:00-16:30	「21世紀のミュージアムを目指す」			
16:30-17:00	黒澤浩美 (金沢21世紀美術館チーフ・キュレーター／学芸課長)			
17:00-19:00	懇親会 金沢21世紀美術館 カフェレストラン Fusion21			

発表者へのご案内

- 一般セッションの発表時間は 15 分（発表 12 分、質疑応答 3 分）、発表の入れ替え時間は 1 分です。時間を厳守し、円滑な進行にご協力をお願いします。
- 発表中には、第 1 鈴 10 分（1 回）、第 2 鈴 12 分（2 回）、第 3 鈴 15 分（3 回）を鳴らします。
- 発表は会場に設置したパソコンとプロジェクターを用いて行います。「発表者受付」まで発表スライドの電子ファイルを入れた USB メモリーをお持ちください。各自で持参したパソコンも利用可能です。用意するケーブル端子はミニ D-Sub と HDMI です。Apple 社製コンピューターを利用する方は必ず接続アダプターを持って来てください。
- 日本人間工学会会員の 35 歳未満、または学生・大学院生の筆頭発表者は、2019 年度日本人間工学会関西支部優秀発表賞の対象となります。なお、優秀発表賞は、研究の独創性、発展性、妥当性、プレゼンテーションの適切さ等を考慮して、座長および評価者の計 3 名で審査します。

参加者へのご案内

- 事前に参加申し込みをされた方は、「事前申込受付」にて、お手続きをお願いします。その他の方は「当日受付」にて、参加費をお支払ください。
- 懇親会は、17 時 00 分から金沢 21 世紀美術館 1 階のカフェレストラン「Fusion21」にて行います。事前に参加申し込みされた方のみとなります。
- 全会場、禁煙とさせていただきます。所定の場所以外での喫煙はご遠慮ください。
- 手荷物預かりのサービスは行いませんので、ご了承ください。
- 他学会の会場で、置き引きなどの被害が報告されています。貴重品は常に携帯していただき、盗難には十分ご注意ください。
- 駐車場は有料で、割引サービスはありません。
- 本大会において可能な限り最新のデータを公表していただき、討論を活性化するという観点から、また、情報保護の観点から、発表提示データの写真撮影や録画・録音はご遠慮ください。（本大会の記録係のみ、許可を得て撮影している場合があります）
- 講演会場内では、スマートフォン、携帯電話などの通信機器類は、電源を切るか、マナーモードに設定してください。
- 昼食は各自でお済ませください。
【会場周辺の飲食店】
 - ・徒歩数分のところ（柿ノ木畠）に、多くの飲食店があります。
- 昼食時、A 会場（第 10 会議室）では評議員会・役員会合同会議が行われておりますので、会議が終了するまでは関係者以外の入室をご遠慮ください。

会場への交通アクセス

会場：金沢歌劇座

〒920-0993 金沢市下本多町 6 番丁 27 番地

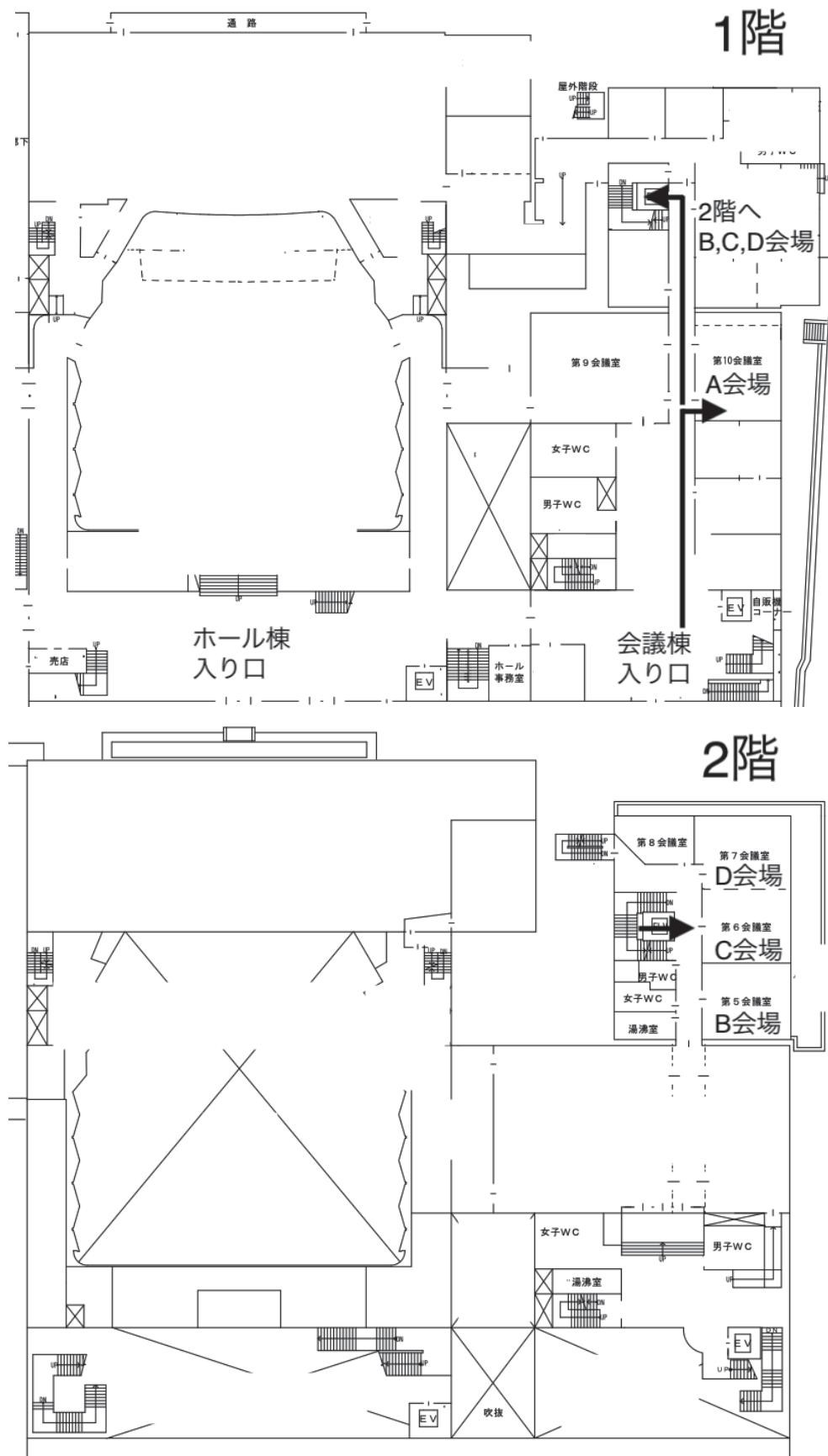
TEL: 076-220-2501 FAX: 076-222-9000



【金沢駅からのアクセス（おすすめ順）】

- ・ **まちバス**(土日祝のみ 20 分間隔で運行、交通系 IC カードも使って便利です)
駅東口 JR バスのりばより乗車、本多町にて下車(約 20 分、運賃 100 円、Suica 可)。
- ・ **北陸鉄道バス** (会場前まで行く路線は限られていますが、徒歩圏内の香林坊を通る路線は多数あります)
駅東口バス 3 番のりばより「東部車庫」「金沢学院大学」行きに乗車、本多町にて下車 (乗車時間 約 20 分、運賃 200 円、Suica 不可)。
ただし、それ以外の行き先のバスも多くは香林坊に停車し、そこからは徒歩で会場に行くことが可能。
- ・ **城下まち金沢周遊バス**
金沢駅東口バス 7 番のりばより乗車、本多町にて下車。右回り・左回りルートどちらも本多町は通ります(乗車時間 右回り約 20 分、左回り約 18 分 運賃 200 円、Suica 不可)。

会場平面図



特別講演・企画セッション プログラム

16 : 00 ~ 17 : 00 特別講演（金沢 21 世紀美術館）p9 – p12

司会：神宮英夫（金沢工業大学）

21世紀のミュージアムを目指す

講師：黒澤浩美（金沢 21 世紀美術館チーフ・キュレーター／学芸課長）

10 : 30 ~ 12 : 00 企画セッション（A会場）統・ポジティブ心理生理学 p13 – p14

企画・司会：PIE 研究部会幹事（中川千鶴、栗谷川幸代、大須賀美恵子）

OSA1 「場」の可視化システム：IoT から IoH への展開

○三宅美博（東京工業大学）

10 : 00 ~ 12 : 30 企画セッション（B会場）ユーザー要求事項抽出方法を考える p15 – p28

座長：山岡俊樹（京都女子大学）

OSB1 ユーザ要求事項抽出方法

○山岡俊樹（京都女子大学）

OSB2 顧客要求の抽出～「ありあたり」を脱する三段跳び

○緒方啓史（株式会社東芝）

OSB3 化粧品におけるユーザー要求事項抽出方法

○森田祐輔

OSB4 サービスデザインにおけるユーザ要求事項抽出方法

○坂口和敏（慶應義塾大学大学院）

OSB5 ファッション業界におけるユーザ要求事項抽出の一考察

○荒木麻耶、山岡俊樹（京都女子大学）

OSB6 分譲住宅設計時におけるユーザー要求事項の抽出について

○安田利宏（有限会社 ランドサット）

人間工学専門家認定機構の活動紹介

15 : 45 ~ 16 : 00 人間工学専門家認定機構（CPE）の活動紹介（金沢 21 世紀美術館）p29 – p30

司会：神宮英夫（金沢工業大学）

認定人間工学専門家の紹介－目指すビジョンと施策

講師：○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）

一般セッション プログラム

◆ A 会場 (第 10 会議室)

13 : 30 ~ 14 : 49

■ A2 脳・生理機能 p31 - p40

座長:廣川敬康(近畿大学)

A21 短期記憶と認知判断課題による集中力の差異

○福永達哉, 萩原啓, 柏原考爾, 篠田博之(立命館大学)

A22 性質の異なる音声課題遂行時における脳活動の調査

○吉川裕陽, 萩原啓, 柏原考爾, 篠田博之(立命館大学)

A23 ピクトグラムの情報処理と大脳半球機能差に関する研究

○塩見晴子, 山下久仁子, 岡田明(大阪市立大学)

A24 ダイバーの安全を見守るヒューマン・モニタリングシステムのシステム設計

○福造博(大阪府立大学), 才木常正, 瀧澤由佳子(兵庫県立工業技術センター), 有馬正和(大阪府立大学)

A25 赤外線カメラを用いた非接触呼吸計測の手法の評価

○中村瑞稀, 鎌倉快之, 大須賀美恵子(大阪工業大学)

◆ B 会場 (第 5 会議室)

13 : 30 ~ 14 : 49

■ B2 VR・エージェント p41 - p50

座長:木村貴彦(関西福祉科学大学)

B21 3次元空間内での作業におけるヘッドアップディスプレイの利用が作業パフォ

ーマンスと作業負担に及ぼす影響の検討

○藤原悠史, 北村昭彦, 篠原一光(大阪大学), 佐々木誠(株式会社コマツ)

B22 仮想空間上での運動状態の提示と事象関連同期の発現に関する検討

○志水啓悟, 荒木望(兵庫県立大学), 中谷真太朗(鳥取大学), 小西康夫(兵庫県立大学)

B23 VR 暴露療法システムのための不安レベル推定手法の検討

○木場晏也, 大須賀美恵子(大阪工業大学)

B24 摳人化エージェントを用いたカウンセリングの効果模擬的体験による評価

○岩崎和子, 来田宣幸(京都工芸繊維大学)

B25 コミュニケーションロボットを用いた挨拶教育システムの提案と試作

○山形隆翔, 桑原教彰(京都工芸繊維大学)

◆ C会場（第6会議室）

10:30 ~ 12:05

■ C1 動作・リハビリテーション p51-p62 座長：石松一真（滋慶医療科学大学院大学）

C11 2台のKinectセンサによる人の動作に基づくロボットの軌道生成

- 喜田悠斗、中川秀夫、廣川敬康（近畿大学）

C12 海水環境における新規の筋電図計測法

- 才木常正（兵庫県立工業技術センター、兵庫県立大学）、瀧澤由佳子（兵庫県立大学）、村井康二（東京海洋大学）、有馬正和（大阪府立大学）

C13 鋳造注湯作業における加速度センサを用いた動作計測

- 兼吉高宏（兵庫県立工業技術センター）、才木常正（兵庫県立工業技術センター、兵庫県立大学）、柏井茂雄（新産業創造研究機構）、松元秀人、長谷俊明（株）三共合金鋳造所

C14 簡易脳波計を用いたBCI型下肢リハビリテーションシステムの開発

- 岸和輝、荒木望（兵庫県立大学）、中谷真太郎（鳥取大学）、小西康夫（兵庫県立大学）

C15 競技選手を対象とした体幹後屈の機能評価法の開発

- 権野めぐみ、来田宣幸、野村照夫（京都工芸繊維大学）、松井知之（丸太町リハビリテーションクリニック）、幸田仁志（関西福祉科学大学）、甲斐義浩（京都橘大学）、竹島稔（石鎚会田辺中央病院）、森原徹（丸太町リハビリテーションクリニック）

C16 片足ジャンプによる筋硬度の変化ースポーツ障害との関連を視点に—

- 西尾真樹、来田宣幸、野村照夫（京都工芸繊維大学）、甲斐義浩（京都橘大学）、竹島稔（石鎚会田辺中央病院）、森原徹（丸太町リハビリテーションクリニック）

13:30 ~ 14:49

■ C2 安全・安心 p63-p72

座長：森泉慎吾（大阪大学）

C21 身体と機器との位置関係による操作パフォーマンスについての考察

- 末吉美喜（（株）メディアチャンネル）、岡田明、永井正太郎、山下久仁子（大阪市立大学）

C22 災害ボランティア活動時の事故における人的要因と予防に関する研究

- 太刀掛俊之（大阪大学）

C23 交通管理のための空港面混雑量評価の検討

- 西澤優里、鳥居塚崇（日本大学）、青山久枝（電子航法研究所）

C24 離れて暮らす高齢者と家族をつなぐ気配りシステムの開発

- 藤岡憧、大須賀美恵子（大阪工業大学）

C25 高齢者の転倒事例の心理学的要因としての注意配分特性の解明

－若年と高齢者の比較－

- 林田脩平、伊丸岡俊秀（金沢工業大学）

◆ D 会場（第7会議室）

10:30 ~ 12:05

■ D1 視覚・視線 p73 - p86

座長：松延拓生（和歌山大学）

D11 速度感覚を変化させる視覚刺激が快適歩行運動中の生理・心理状態に及ぼす影響

○田村裕人、萩原啓、柏原考爾、篠田博之（立命館大学）

D12 視点に対する視覚刺激位置と視覚誘発電位の発生部位に関する検討

○菅野将輝、荒木望（兵庫県立大学）、中谷真太朗（鳥取大学）、小西康夫（兵庫県立大学）、満渕邦彦（東京大学）

D13 マーキングを用いた学習法と視線移動効率化の関連性の研究

○岩崎翔太郎、桑原教彰（京都工芸繊維大学）

D14 眼球・頭部協調運動と視点移動方向の関係

○小林賢司、山中仁寛（甲南大学）

D15 VRを用いたドライビングシミュレータの開発と評価

○山村祥大、桑原教彰（京都工芸繊維大学）

13:30 ~ 14:49

■ D2 評価・ユーザビリティ p87 - p98 座長：新家敦（株）島津ビジネスシステムズ

D21 手に取ってもらえるクイックガイドの検討

吉見邦子、水本徹（株）島津製作所、○西川紀子（デザイン人間工学研究会）

D22 既存のウェブコンテンツをVUIからアクセシブルにする手法

—VUIでのユーザ発話の調査—

○松延拓生、寺地穂高（和歌山大学）

D23 ビスポート場面におけるユーザの評価因子と満足感に関する検討

○小幡浩大、杉本匡史、宮井彩希、山崎陽一、張帆、山本倫也、長田典子（関西学院大学）

D24 牛革を用いた織物の高級感について

○中島一浩、桑原教彰（京都工芸繊維大学）、加納大資、赤路博之（株式会社加納幸）

D25 感動の指数化の提案—芸術祭での記憶を手がかりに—

○市川航暉、神宮英夫（金沢工業大学）

特別講演（金沢 21 世紀美術館）

21 世紀のミュージアムを目指す

講師：黒澤浩美

（金沢 21 世紀美術館チーフ・キュレーター／学芸課長）

講師略歴

黒澤浩美（くろさわ ひろみ）

長野県生まれ

金沢 21 世紀美術館チーフ・キュレーター／学芸課長

ボストン大学（マサチューセッツ州、アメリカ合衆国）卒業後、水戸芸術館（茨城）、草月美術館（東京）を経て2003年金沢 21 世紀美術館建設準備室に参加。建築、ミッションワークの企画設置とコレクションの構築に関わる。2004 年の開館記念展以降、多数の展覧会を企画。「オラファー・エリアソン」「ホンマタカシ」「ス・ドホ」「フィオナ・タン」など、国内外で活躍する現代美術作家の作品を紹介。ミュージアム・コレクションの選定、学校連携や幅広い年齢の来館者に向けた教育普及プログラムも企画実施。2011 年 City Net Asia（ソウル、韓国）、2017 年 OpenArt（エレブロ、スウェーデン）、2018 年東アジア文化都市（金沢）にて総合キュレーターを務める。

はじめに

入館者の減少や予算削減などに苦しむ日本国内の公立美術館。その一方で、地方創生を文化によって実現しようという自治体が、こぞって「芸術祭」の名を借り、数年に一度のアートの祭典を開催している。例えば、愛知県で開催される「あいちトリエンナーレ」は、2019 年度の運営費が約 13 億円だが、会場を貸している愛知県美術館は講師招聘の謝金もままならないと聞く。芸術全般において、イベント開催に偏る中、美術館を取り巻く環境が厳しいのは、真に芸術を「残していく」という意思に欠け、美術館の役割を軽視しているからではないだろうか。

金沢 21 世紀美術館は、今年開館 15 周年を迎えた。そもそも、なぜこの美術館が求められ、何を目指して活動しているのか。金沢 21 世紀美術館にはふたつのミッションがある。ひとつめは文化によるまちづくり、ふたつめには新しい価値の創造である。前者は美術館構想の経緯をみれば、その理由がわかる。後者は美術館が社会で果たす役割や機能から、特に金沢 21 世紀美術館にとって重要と考えられる価値基準をみれば理解しやすい。

「21 世紀のミュージアム」を目指して設置された、金沢 21 世紀美術館の「これまで」と「これから」について発表する。

1. 美術館構想

金沢 21 世紀美術館は、金沢一の繁華街香林坊と日本三大名園の一つ兼六園を結ぶ、中心市街地の一等地に位置する。広さ約 27,000m²の敷地は、元は金沢大学附属小中学校があった。1995 年、郊外へ移転した跡地の活用などについて検討するため、都心地区整備構想検討委員会が設置された。当時、金沢市では、金沢大学の移転、それとともに附属小中学校の移転、石川県庁の移転と、中心市街地から郊外への大型移転空洞化が強く懸念されていた。金沢市は都心の活性化、にぎわいの創出のための施策として、美術館を核とした文化施設の構想を選択し、1996 年、美術館建設準備事務局が発足した。新しい美術館は、地元の美術団体や市民フォーラムでの話し合いを経て、石川県立美術館と住み分けを考え、近現代の作品を中心に扱う美術館と設定された。

2. 建築の特色～愛称「まるびい」～

新しく建設される美術館の建築は、それぞれ異なり、建築それ自体が話題になるほどユニークなものもある。多くは館の所蔵する作品群を中心に、どのような美術館かを体现している。金沢 21 世紀美術館のコンセプトは建築設計を手掛けた SANAA から提案された「公園のような美術館」。駅から車で 10-15 分程度という街中にあって、誰もがいつでも立ち寄ることのできる美術館が目指されている。「気軽さ」「楽しさ」「使いやすさ」は、誰に対しても開かれていることを示す美術館のキーワードである。建物の大きな特徴は、直径 113m の円盤形というユニークな形状で、東西南北 4 つの出入り口があつて正面や裏表の区別がない。敷地内には美術館を回遊する沿道が設けられ、建物の外壁は透明のガラスで視線の透過性が保たれている。館内は、美術館スペースを中心にして交流ゾーンが囲む。交流ゾーンには、レンタルスペースの市民ギャラリー、演劇、コンサート、映画などのためのシアター 21、造形活動のためのキッズスタジオ、託児ルーム、ライブラリー、ミュージアムショップ、情報ラウンジ、カフェレストランなどが備えられている。2004 年に愛称を公募、「まるびい」と、子どもたちに親しみを込めて呼ばれている。

3. 開館までの経緯

80、90 年代に作られた多くの美術館が、建築家の作品として完成されている反面、通常は建物の設計ができあがってから学芸員が入ることが多いため、実際に使う人々の声を反映させたいという金沢市の考えは、後々の美術館活動を円滑に進めることになった。

開館 5 年ほど前から専門家としての学芸員の募集があり、美術館の基本コンセプト、プログラムや収蔵品の内容を建築家に伝え、学芸員と建築家が協働してデザインや機能を構想した。建築家は、現在世界で美術館など数多くの建築を手がける SANAA / 妹島和世(せじま・かずよ) 西沢立衛(にしざわ・りゅうえ) の 2 名である。両者は、金沢 21 世紀美術館などの新しい公共空間の提案を評価され、ベネチアビエンナーレ第 9 回国際建築展において金獅子賞を、建築界の最高賞と呼ばれるプリツカー賞を受賞している。

4. ミッション・ステイトメント～第四世代のミュージアム

金沢 21 世紀美術館は、「新しい文化の創造」と「新たなまちの賑わいの創出」を目的に開設された。美術館として、コレクションの保存・調査・展示・公開・普及はもちろんのことだが、何よりも 21 世紀という大きな歴史の転換点にあたり、コミュニティとどのように関わるかが命題とされた。金沢市による新たなまちづくりは、特に文化面において金沢 21 世紀美術館を中心進められて行った。ミュージアムとまちとの共生により、新しい金沢の魅力と活力を創出し、伝統を大切に、革新的な価値創造に乗り出していった。

* 金沢 21 世紀美術館のミッション・ステイトメント

1. 世界の「現在(いま)」とともに生きる美術館

金沢 21 世紀美術館は、世界の同時代の美術表現に市民とともに立ち会う美術館です。私たちのこの時代には、時間や空間を超えて、従来のジャンルを横断する、様々な表現が現れてきています。これらの芸術活動にじかに触れ、体感することで、地域から、未来の創造への橋渡しをします。

2. まちに生き、市民とつくる、参画交流型の美術館

21 世紀の美術館には、教育、創造、エンターテインメント、コミュニケーションの場など、新たな「まちの広場」としての役割が期待されています。市民や産業界など様々な組織と連携を図り、全く新しい美術館活動を展開します。

3. 地域の伝統を未来につなげ、世界に開く美術館

藩政期から伝わる、工芸をはじめとする地域の固有文化が、多様化する 21 世紀にどのような可能性を持つのか、インターナルチャルな視点に立って問い合わせる実験の場となります。

4. 子どもたちとともに、成長する美術館

未来の文化を創り出す子どもたちに開かれた教室として、見て、触れて、体験できる最適の環境を提供します。子どもの成長とともに美術館も進化し、時代を超えて成長します。

5. 美術館機能の 4 本の柱とミュージアム・アイデンティティ

調査研究

展示公開

収集保存

教育普及／コミュニケーション

開館から 15 年間で収集された作品は約 4,000 点。コレクションは美術館の命である。調査研究、展示公開、収集保存、教育普及の柱は、コレクションに責任を持つ美術館活動を支える。

収集の基本方針

(1) 1980 年以降に制作された新しい価値観を提案する作品

(2) (1)の価値観に大きな影響を与えた 1900 年以降の歴史的参照点となる作品

(3) 金沢ゆかりの作家による新たな創造性に富む作品

6. グローバル化とローカリティ

極端なグローバル化への傾きに抗うように、世界に類例をみない地域の特徴を大切にする動きが加速している。特に、欧米諸国の美術には現れてこなかった、周縁地域における美術の動向や歴史的背景について、文化人類学的見地から研究される動きも加速している。金沢21世紀美術館もこうした考えに寄り添って、調査地域を徐々に拡大してきている。多様な来館者の視線に応えるためにも、さまざまな文化状況を理解し、調査研究していく必要性を感じている。

以上

「場」の可視化システム：IoTからIoHへの展開

Visualization System of Implicit Communication: From IoT to IoH

三宅美博

東京工業大学情報理工学院

MIYAKE Yoshihiro

School of Computing, Tokyo Institute of Technology

1. はじめに

IoT によって巨大な集中処理システムが構築され、さまざまな社会システムにおけるサービスの可視化、可制御化、最適化に役立つものと期待されている。しかし、このような社会の集中制御に進む IoT の拡大の中で、人間の居場所はどこに残されているのだろう。IoT の基盤にあるモノの論理が優先され、それに基づいて社会システムを支配し最適化してしまうのではないだろうか。人間の論理はモノとは異なる。したがって多様性とその共創性を前提とした、「場」における気づきや出会いを支援する IoT でなければならぬのである。

われわれはこのような IoT を、人間のインターネット「IoH」と呼んできた。では、どのように IoT と IoH の相互乗り入れが実現できるだろうか？このような問題意識のもとで、われわれはインターネットを共創の「場」として再生することをめざしている。

2. モノと人間の二重性

モノの論理に基づく IoT が提供するサービスは、その均質性、独立性、最適性によって特徴づけることができる。その一方で人間の論理に基づく IoHにおいては、多様性、関係性、創発性が不可欠である。ひとり一人の人間はそれぞれ異なる背景を有しており、しかも、どのような人間関係の中に置かれるかに依存して、特性が時々刻々と変化するからである。このようなシステムでは最適性は担保されず、むしろ創発プロセスにおけるレバナンシーが重要となる。偶的に生成される関係的な妥当性ということであり、人と人の出会いや気づきは人間を最も特徴づける現象である。

このようにモノと人間は相互に乖離しているようにも思われるが、この2つの論理は相補的な関係にあることに注意しなければならない。われわれは、これを「二重性」と表現してきた[1]。この二重性こそが共創の母体となる基本的な構造だからである。

意識に上る明在的な領域と意識下の暗在的な領域が共存し、その相互作用を介して自己という意識がリアルタイムに創出されると考えることになる。特に、後者の暗在的な領域が身体性や「場」と呼ばれる領域に対応する。

この観点に立てば現在の IoT に欠けているものが何か見えてくる。共創を育むインターネットに不可欠なものは、明在性と暗在性の両領域である。クラウドを基盤にする IoT は明在性に偏っており、ここにおいて IoT における暗在性とは何かという問い合わせ重要な。これが IoH に求められるものである。IoH の特徴である多様性と関係性は、それを生む出す創発性に根ざしており、それは身体的インタラクションを介して頗れる「場」として実現される可能性がある。

3. 共創のインターネットへ

この問い合わせには、クラウドコンピューティングの限界を理解することが有効である。まずクラウド上で均質なサービスを提供することだけでは、多様性に対応することはできないことは明らかであろう。次に、要素間の関係性が重要になるが、このためには構成要素のインタラクションを実現するネットワークも必要とされる。さらに創出性であるが、これは要素レベルでのサービス定義とそのインタラクションから自己組織的に生成することになる。したがって、いま「場」を実装する上で必要とされるコンピューティングは、要素レベルでの情報処理と要素間のインタラクションを可能にする分散処理であることがわかる。インターネットにおけるこのような処理形態はエッジコンピューティングと呼ばれる。ネットワークの中心ではなく周縁における情報処理だからである。

以上の考察から、われわれが求めるネットワークアーキテクチャは以下のようにまとめられるであろう。インターネットにおけるコミュニケーションは、

クラウドコンピューティングとエッジコンピューティングに二重化されなければならない。このときクラウドを介して明在的領域における情報伝達や情報共有が進められ、エッジを介して暗在的領域としての「場」が生成されるのである。これが共創的インターネットの基盤になる。

4. 「場」の可視化システム

このような共創的インターネットに向けての基盤技術のひとつはエッジ領域における「場」の可視化である。そのため、われわれはネットワークに接続された人間の集団の中に、どのように「場」が形成されつつあるかを可視化するためのシステム「SyncViewer」を開発している。身体運動（頷き）のインターパーソナルな同調と共感状態のあいだに相関が確認されたため[2]、この事実に基づいて身体同調をリアルタイムに分析し、「場」を可視化することを可能にしたのである。

このシステムでは、ひとり一人のユーザが IMU センサを装着し、その活動状態（主として頷き運動）を時系列データとして計測し、無線 LAN を介して GPGPU サーバに収集し分析する。時系列データ群は振幅成分と位相成分に分離され、それぞれユーザ間で相関係数を計算することで相関マトリクスを作成する。これらのデータから個々人の身体運動の振幅をノードの大きさとして、同調強度をエッジの太さとしてグラフ表示する。さらに、この分析結果を個々のユーザが上記サーバから読み取ることによって集団としての同調状態が共有でき、結果的に「場」の可視化が実現される。

さらに、本システムを東工大におけるアクティブラーニング型の創造性育成授業に適用し、対面コミュニケーションにおける「場」の可視化システムとしての有効性を感情価を評価するアンケートを用いて分析した。この感情価が授業の開始時と終了時でどれだけ変化したかを定量化し、それがペア間の同調状態とどの程度相關するかを調べたのである。

その結果、インターパーソナルな同調状態にあるペアは、感情価が授業のあいだに増加することが示された。このことは頷き運動の同調状態が「場」に対応することを強く示唆している。さらにパワーと感情価の変化の関係を分析したところ、ここには有意な相関は観察されなかった。つまり活発に頷いているからといって、そこに「場」が生成していると

は言えず、インターパーソナルな身体運動の同調が不可欠なのである。したがって、「場」は個人の活動度には対応せず、ペアの同調度に対応することが確認された。これらの結果は「場」の可視化システム SyncViewer の有効性を明確に示すものである。

5. おわりに

われわれはインターネットを共創の「場」として再生することをめざしている。そのためには人間の多様性と共創性を前提とした「場」における気づきや出会いを支援できる、人間を含むインターネット IoH に進まなければならないと考える。ここで提案した SyncViewer はインターネット上のエッジに実装可能な形式であり、今後の展開においては、クラウド上に実装される IoT 型のシステムとの相互補完関係が重要になるであろう。そして人間が人工物を介して「場」を共有し、共創を実現するための基盤技術に成長することを期待する。

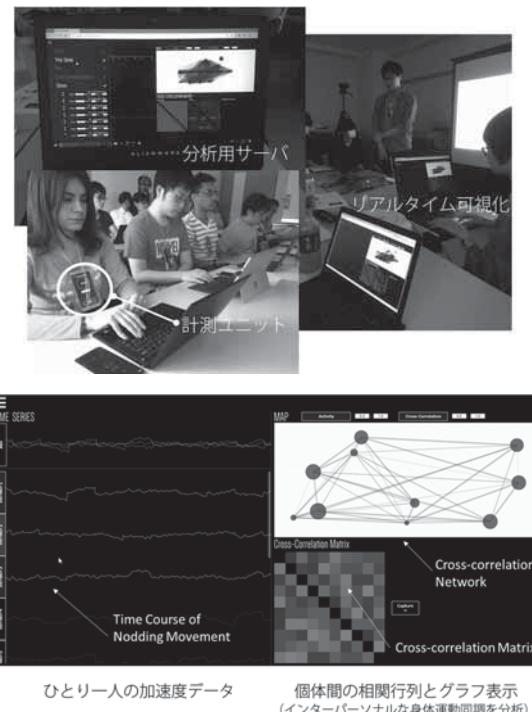


Fig.1 SyncViewer

参考文献

- 1) 三宅美博, "システム設計における共創という姿勢: 自他分離の「境界」から自他非分離の「場」へ," 計測と制御, vol.51, no.11, pp.1037-1044 (2012)
- 2) Yokozuka, Ono, Inoue, Ogawa, Miyake, "The Relationship Between Head Motion Synchronization and Empathy in Unidirectional Face-to-Face Communication," Front. Psychol., 25, 01622 (2018)

ユーザ要求事項抽出方法 A method of user requirements extraction

山岡俊樹

京都女子大学家政学部生活造形学科

YAMAOKA Toshiki

Faculty of home economics, Kyoto Women's University

1. はじめに

ユーザ要求事項(user requirements)は製品やシステム構築の基本的な要件である。ソフトウェア工学の1つである要求工学(requirement engineering)では、要求プロセスを厳密に規定し、要求を抽出できるようしている。ソフトウェア工学の扱う対象はシステムだけでなく、その運用やコストなど広範囲にわたるため、構想段階での準備(立ち上げ)、目的を達成するための要求項目の洗い出し(識別)、更に要望を実現させるための解決案の構築(導出)、最後にその解決案を要求仕様レベルに絞り込む(仕様化)プロセスを行っている。要求定義の内、クライアントが要求している機能が機能要件であり、ユーザビリティ、性能、拡張性、セキュリティなどの機能要件以外を非機能要件という⁽¹⁾。機能要件はある意味では、当たり前品質であり、非機能要件は魅力的品質でもある。

本研究では、ソフトウェア工学が扱う大型システムではなく、製品やサービスデザインのユーザ要求事項を抽出する方法を述べる。製品やサービスデザインのユーザ要求事項抽出は、主に非要求事項を対象にし、特定のクライアントではなく一般のユーザの要求事項を抽出することである。

2. 4つのユーザ要求事項抽出方法⁽²⁾

ユーザ要求事項抽出方法は、①観察方法、②インタビュー方法、③タスクに注目した方法、④システムに注目した方法、である。

以下、詳説する。

2-1. 観察方法

直接観察法(マクロ的視点、ミクロ的視点)と間接観察法がある。アブダクション(abduction)と帰納法(induction)の視点から、データを解釈する。

(1) 直接観察法(マクロ的視点)

(a) 歴史的視点から見る

システムは歴史上の流れの上で成立しているとの視点から観察する。

(b) 環境面から見る

環境面からの我々の行動面や心理面への影響を観察する。

(c) 運用面(メンテナンス、収納、他)を観察する

HMI(Human Machine Interface)やサービスを運用する側面から観察する。

(d) 痕跡を観察する

製品やシステムに残ったユーザによる痕跡を観察する。ユーザの操作や行動の把握が可能となる。

(2) 直接観察法(ミクロ的視点)

(a) 基準の動作との差異を観察する

基準との差異を観察して、問題点を抽出する。ユニバーサルデザインの観点からも同様に考える。

(b) ユーザの行為や作業の流れを観察する

ユーザの行為や作業の流れを観察することにより、様々な問題点を得ることができる。

(d) サービス提供者と顧客とのやり取りを観察する

サービス提供者と顧客とのやり取りを、①気配り、②適切な対応、③態度の流れから、観察し、問題点を抽出する。

(e) 70デザイン項目の視点から観察する

人間一機械系を構築するのに必要な70デザイン項目を活用して観察する。

(3) 間接観察法

センサー、ビデオカメラ等を使ってデータを採取し、間接的にユーザの行動を観察する方法である。

2-2. インタビュー方法

(1) アクティブラシスニング法

実験協力者の回答に対し、相づちを打ち、反復繰り返し、共感を得て、結論を導きだす方法である。実験協力者の発言内容は、グループ化され、問題点や要求事項として整理する。

(2) 評価グリッド法

調査対象の商品の選好に対するユーザのコメントの理由を何回も聞いてゆき、得たデータを階層化してユーザの価値観を探る方法である。

2-3. タスクに注目した方法

(1) 3P(ポイント)タスク分析

人間一機械系の操作画面や機器の操作を中心としたタスクに対して、「情報入手」「理解・判断」「操作」の視点から問題点を抽出し、解決案（ユーザ要求事項）を出す方法である。

(2) 5(ポイント)タスク分析

人間一機械系を中心としたシステム、サービスの問題点や要求事項を抽出する方法である。人間一機械系の5つの側面（①身体的側面、②頭脳的側面、③時間的側面、④環境的側面、⑤運用的側面）の5ポイントから、タスクに対して、要求事項（あるいは問題点）を抽出する。

(3) ユーザビリティタスク分析⁽³⁾

同機能の複数の製品（競合商品など）を対象に、タスク分析を応用して行うユーザビリティ評価手法であり、ユーザ要求事項抽出方法でもある。

各タスクに関し、インターフェース、デザイン上の良い点、悪い点についてユーザにコメントを出してもらい、そのデザインの使いやすさについて、良い、普通、悪い、の3段階評価を行ってもらう。各タスクの操作終了後、総合評価をしてもらう。総合評価は良い点、悪い点についてのコメント、および5点満点中の点数を申告してもらう。総合評価を目的変数、各タスクの評価を説明変数にして、重回帰分析を行うことができ、総合評価に影響を与えるタスクを特定できる。良い点と悪い点の記述は、文章完成法を使っても良い。

(4) タスクシーン発想法

想定する生活時間軸上の各タスクに対して、アイディアを発想する方法である。この発想項目がユーザの要求事項でもある。

2-4. システムに注目した方法

REM (Hierarchical requirements extraction method)

サービス、製品やシステムの問題点から究極の目的と根本原因を探る方法である。サービスを受けた時や製品・システムを操作した時に、悪いと感じた事項を手掛かりに、その根本原因と究極の目的を求める。根本原因を逆に変換すれば、要求事項になる。その手順を以下に示す(図1)。

(1) 究極の目的を求める

- ①問題点を書く
- ②問題点に対し解決案を書く
- ③解決案に対し、目的と手段の関係から、解決案を手段としたときのその目的を書く。
- ④手段と目的の関係から、目的を何回も求め、抽象化された飽和状態である究極の目的を得る。
- (2) 根本原因を求める
- ①問題点に対し、結果と原因の関係から、問題点を結果として、その原因を求める。
- ②求めた原因に対し、結果と原因の関係から、その原因を求め、これを何回も行い、飽和状態である根本原因を得る。

究極の目的の一段下位の項目は、具体的な要求事項である。同様に、根本原因の一段下位の項目を逆に変換すれば要求事項となる。これらの両者が一致した場合、重要な要求事項である。この方法はユーザのインサイト抽出にも活用できる汎用の方法ともいえる。

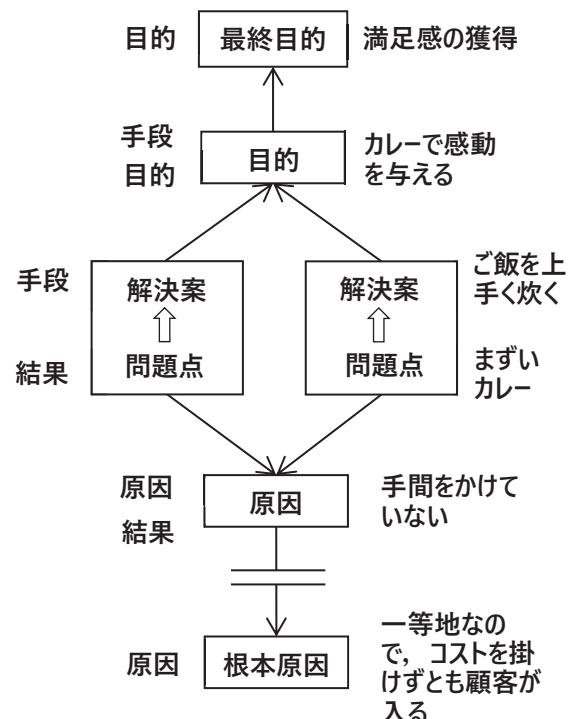


図1 REM

参考文献

- 1) 岡大勝, 三宅和之: 「要求」の基本原則, pp.15-37, 技術評論社 (2009).
- 2) 山岡俊樹: デザイン3.0の教科書, pp.54-69, 海文堂出版 (2018).
- 3) 山岡俊樹: デザイン人間工学, pp.99-103, 共立出版 (2014).

顧客要求の抽出～「ありきたり」を脱する三段跳び Extraction of customer requirements: hop, step, and jump for avoiding common solution

緒方 啓史
株式会社東芝
OGATA Keiji
Toshiba Corporation.

1. 背景

昨今、顧客やユーザの価値を起点とした事業創出が浸透してきた。製造業でも、顧客価値を把握し、製品やサービスに落とし込むことに注力はじめた。多くの場合、顧客の困りごと解消、既存ソリューションの改善の中に顧客価値を見出し、製品やサービスでその価値を向上させることがゴールとなる。そこでは、現状を整理し、顧客要求を抽出し、新たなソリューションを開発するプロセスが実施される。

このプロセスにおける典型的な落とし穴は、目につきやすいトラブルや分かりやすいニーズに対し、直接的な解決策を探ってしまうことである。表層的な解決策は、後日、同じトラブルが発生する、顧客の想定どおりのメリットが得られないといった結果に至りやすい。さらに問題なのは、こういった直接的な解決策が、競合他社と差別化できず市場競争力のない「ありきたり」な製品やサービスになりやすいことである。もう一步踏み込んで指摘すると、根本原因やニーズを詳細に把握したとしても、常に驚くべき発見があるとは限らず、結局、「ありきたり」なソリューションに至ることも少なくない。では、どうすればこの落とし穴を回避できるのだろうか？

2. 先行研究

この問い合わせに対し、多くの経験豊かなデザイナは「現場を深く観察しインサイトを得る」と回答する。この「インサイト」こそが、顧客の真のニーズと、差異化されたソリューションの両方に至る手掛かりと考えられる。しかし、この用語は、「消費者インサイト」のように、顧客やユーザの潜在的な欲求として扱われたり、現場の観察者が獲得する理解や気づきを意味したりと、定義が曖昧である。それでも、いくつかの先行研究から手掛かりを得ることができる。

例えば、野口¹⁾は、デザイン過程において、「問題把握→解探索→評価」の3段階が螺旋的に繰り返され、その中にある「思考の切り替え」という第4

の段階が重要だと述べている。また、松波²⁾は、新価値創造のために、「気づき→洞察→展望→行動→振り返り」の循環プロセスを提唱し、気づきや洞察のフェーズにおいて「着觀力」、「アブダクション」、「統合」、「リフレーム」が必要であると説明している。デザイン思考は、「共感→問題定義→発想→プロトタイプ→テスト」という循環プロセスを提唱しており、そのための具体的な作業ツールを用意している³⁾。その中でも、問題定義を明確化する「Point of view(以降POVと略す)ステートメント」、および解決すべき課題を明確にする「How Might We Question(以降HMWQと略す)」が、「ありきたり」を脱する上で重要なとされている。

これらの先行知見はいずれも、視点を変えたり、焦点をずらしたりといった思考の内部プロセスを示唆している。これらの知見を手掛かりに、顧客の真のニーズと、差異化されたソリューションの両方に至るための思考法を、情報操作のプロセスとしてできるだけロジカルに整理する。

3. 「ありきたり」を脱する三段跳び

3-1. 思考プロセスの整理

POVステートメント、およびHMWQを含む、新事業アイデア創出ワークショップを6回実施し、150名の社員から中間成果物であるPOVステートメント、HMWQ、および最終成果物である製品やサービスのアイデアを収集した。

どのような情報がどのように操作されて最終アイデアに至ったのかを調べた結果、図1の現状調査～プロトタイピングまでのフェーズを行ったり来たり反復しながら、それぞれのフェーズにおいて次のような情報操作をしていることが明らかになった。

【現状調査】では、インタビューや行動観察により、困りごとや思いがけない体験といった①「事実」を情報収集する。【問題定義】では、その「事実」を解釈できる要因モデルを構築する。最初は、直接的

／表層的な解釈で②「要因モデル」を明らかにし、これを比較対象として、「事実」のもうひとつの解釈、③「要因モデル+」を見出すように努める。【課題定義】では、要因モデル中のいざれかの要因に焦点を絞り、④「問い合わせ」を HMWQ の形式で明文化する。ここでは、今まで注目していなかった要因に目を向けて、ユニークな問い合わせをつくるように努める。【解決策案出】では、種々の強制発想法を用いて、新機軸な製品／サービスの⑤「コンセプト」を案出するよう努める。【プロトタイピング】では、⑥「コンセプト」に基づいて、評価に足る最小限の製品／サービスを手早く具現化し、評価する。

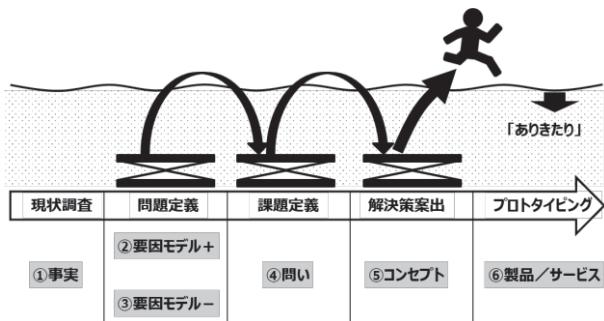


図1 「ありきたり」を脱する思考プロセス、および三段跳びのメタファ

3-2. 事例

先述のワークショップにおいてあるグループは、現状調査で得た「無計画に旅行したため、いろいろなトラブルに見舞われて、妻に怒られた夫」というエピソードから出発し、「お坊さんが旅行の悪い思い出を供養してくれるサービス」という成果を導いた。その際の思考過程を整理すると次のようになる。

問題定義において、図2（左）の実線で表した要因モデルが構築された。これは、事実をそのまま表現した「要因モデル」といえる。続く、課題定義において、はじめのうちは「旅行計画の不備」に紐づく個々のエピソードに着目していた。そのままだと、例えば「どうすれば駅に近いホテルを探し出せるか」のような問い合わせが立てられ、既存の検索サービスのようなソリューションに陥っていたかもしれない。しかし、何度かの反復を経て「悪い旅行体験」に着目しなおし、「どうすればハピニングを楽しかった思い出にできるか」という問い合わせに切り替えた。その結果、先述のユニークなサービスが生まれた。

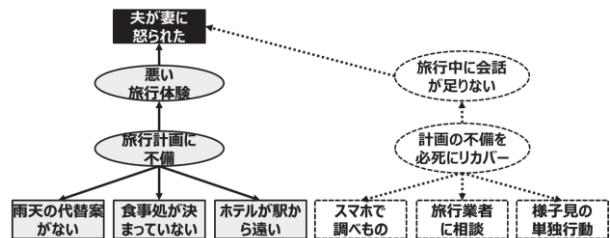


図2 要因モデル（左）、および要因モデル+（右）の例。

ちなみに、「要因モデル+」が構築されていたとすれば、例えば図2（右）のような新たな要因により「問い合わせ」から先の可能性が広がったと考えられる。

3-2. 「ありきたり」を脱する三段跳び

最終的な製品／サービスのユニークさに与える影響を評価すると、問題定義、課題定義、解決策案出の順に大きい傾向が見て取れた。ユニークな③「要因モデル+」を構築できれば、次の問い合わせをつくる際にユニークな要因を選び取ることが容易になり、逆に、新しい要因モデルや問い合わせを導けなかった場合、「ありきたり」を脱するには個人のアイデア発想力に頼るしかなくなる。これは図1のような HOP、STEP、JUMP の三段跳びのメタファで表すことができる。大きく HOP できれば、その落下エネルギーを使って大きく STEP し、同様に大きく JUMP しやすい。HOP、STEP に失敗すれば、最後の JUMP だけで「ありきたり」を脱するのが難しくなる。

5. まとめ

「ありきたり」を脱する思考プロセスを整理し、特に重要な3段階の情報操作についてモデル化し、それぞれの関係性を三段跳びのメタファで表現した。このモデルで表現しきれない思考パターンも存在する。今後、事例を増やし、モデルを精緻化したい。

参考文献

- 1) 野口 尚孝：発想支援方法開発のためのデザイン思考過程モデルの研究：デザイン発想支援の枠組に関する考察(その3)，デザイン学研究，43(1), 19-24 (1996)
- 2) 松波 晴人, 平田 智彦：ザ・ファースト・ペンギンズ 新しい価値を生む方法論, pp. 8-163, 講談社 (2018)
- 3) 東京工業大学エンジニアリングデザインプロジェクト：エンジニアのためのデザイン思考入門, pp. 15, 翔泳社 (2017)

化粧品におけるユーザー要求事項抽出方法

A method of user requirements extraction for cosmetics

森田 祐輔
MORITA Yusuke

1. 背景

ユーザー要求事項に基づく製品開発の重要性は様々な業界で指摘されており、製品ベネフィットやプロダクトの見た目の良さに加え、使用に伴う体験価値も重視する動きが盛んとなっている。ユーザー要求事項は製品カテゴリや特性によって多種多様であり、その抽出方法は多岐に渡り、一様ではない。

本稿では化粧品におけるユーザー要求事項抽出方法について述べる。

2. 化粧品の定義と化粧の目的¹⁾

厚生労働省による化粧品の定義は、「人の身体を清潔にし、美化し、魅力を増し、容貌を変え、又は皮膚若しくは毛髪を健やかに保つために、身体に塗擦、散布その他これらに類似する方法で使用されること」が目的とされる物で、人体に対する作用が緩慢なものという。(薬機法第2条第3項)とされている。

人が化粧をする目的はいくつかの要因があるが、現代では「美粧」という定義で語られることが多く、「美しさ」を文脈とすることが一般的である。化粧には皮膚感触的な快感、快い緊張感、ストレス解消など、化粧行為から得られる満足感があり、自己実現欲求や自己顕示欲求、変身願望の充足になっている。またパウダールームなど、他人の目がある中で化粧を行う際に、世界的有名ブランドを使用している事実も自己顕示欲の充足に繋がっている事例も存在する。

3. 化粧品の購買行動

化粧品をアサエルの4タイプ(製品特性を元に、消費者の購買行動を2軸で4分類したもの)²⁾に適応すると、これまで流通やブランド、価格などの製品特性から、制度品(メーカー直営店舗や取引契約店舗で販売される製品。流通量が制限されており、高価格帯製品が多い。)は複雑な購買行動型、一般品(メーカーから卸を経由し、小売企業で販売される製品。流通量が多く、低価格帯製品が多い。)は不協和低減型に分類されることが多かった。

	高← 関与水準	→低
高↑ ブランド間 知覚 差異 ↓ 低	1 : 複雑な購買行動型 Complex Decision Making <認知→評価→購入>	3 : バラエティ シーキング型 Variety Seeking <認知→購入→評価>
	2 : 不協和低減型 Dissonance Reduction <購入→認知→評価>	4 : 習慣購買型 Inertia <認知→行動>

図1: アサエルの4タイプ

しかし、近年のインターネットの進化によって、製品認知と同時にその評価を確認できることから、購入金額を問わず、失敗しない、もしくは効率的な買物を追求する傾向が強くなっています³⁾、制度品・一般品の区別なく、複雑な購買行動型に変化しつつある。この傾向はインターネットとの高い親和性が前提となるが、中華人民共和国を筆頭に、世界的なECの発展を見る限り⁴⁾、今後世界中で一般化していくことが予測される。

4. 化粧品の製品開発観点

インターネットの進化に伴う購買行動の変化と同様に、マーケティングの概念も変化している。「近代マーケティングの父」と呼ばれるフィリップ・コトラーはその変化を次のようにまとめている。

表1: コトラーが提唱するマーケティング概念の変遷

マーケティング 1.0 (1950年代)	製品中心志向
マーケティング 2.0 (1970年代)	消費者中心志向
マーケティング 3.0 (2010年代)	価値志向
マーケティング 4.0 (2016年)	自己実現志向

化粧品においては化粧行動自体が自己実現欲求の充足手段であることから、1.0と2.0の追求は4.0の追求を包含するため重要な要素である。3.0は製品開発には直結しないが、広告・促進施策検討に必要な要素であり、ユーザーの自己実現をどのように充足するかを伝える重要な観点となる。

5. 化粧品におけるユーザー要求事項抽出方法

化粧品に特化した方法論はなく、FMCG(Fast Moving Consumer Goods:一般消費財)で行われている行動観察やインタビューにてユーザー要求事項を抽出し、定量調査にて検証する。

化粧やスキンケアは自宅などの他人の目に触れにくい閉鎖空間で行われることが多く、製品の使用方法が我流になりがちである。そのため、化粧やスキンケアの過程で行われるその人自身の工夫や誤用は、本人にとっては当たり前であり、インタビューでそれに関する発言を得ることが難しい。そのため化粧品では、行動観察がユーザー要求事項抽出の有効な手法となっている。

5-1. 方法

FMCG 製品の行動観察は、訪問面接調査の形式で行われることが多い。調査対象者の家庭に訪問し、対象行動を観察、調査票に対する聞き取り、質疑応答を行う。調査目的に応じて調査課題は変動するが、観察対象は概ね以下に集約される。

① 時間や手間をかけている行動

調査対象者は達成したい状態に向けて、時間や手間をかけることが多く、ユーザー要求事項に直結していることが多い。また使用時の誤用によって達成を遠ざけている事例もあり、その場合は製品の改善案に直結する。

② 合理的な理由がない行動

「～をやった方がうまくいく」などの願掛け行動は、自己実現欲求や自己顕示欲求などの心理的な理由を伴っており、ユーザー要求事項に直結する。

③ 使用品や使用環境

製品の減り方や容器の汚れ方、行動環境(洗面所や鏡台など)から、調査対象者がどのような価値観であるのかを考察できる。

5-2. 問題点

行動観察に限らず、定性調査の手法上の弱点だが、観察者によって結果が変わってしまうことである。また情報を正確に捕捉できたとしても、解釈次第では的確な製品コンセプトに至らないこともあるため、行動観察の結果が答えに直結するという訳ではない。観測された行動やその解釈を通して、ユーザーにとって「切実な悩み」を抽出することが必要である。

5-3. 解決策

ユーザーの切実な悩みの抽出は、観測行動の中で「解決もしくは達成されればお金を出しても良いこと」を対象とすることが効果的である。この観点での製品開発を方法論としてまとめているのが、梅澤伸嘉氏が提唱する CAS (Concept Assessment Study) やキーニーズ法⁵⁾である。同氏が同手法によって開発した製品の一つに「カビキラー」があり、1982年の発売から今日に至るまでヒットを続けるロングヒット製品となっている。化粧品においては同氏の方法論を元に開発され、ロングヒットを続けている製品として、イミュ社の“塗るつけまつげ”(デジャヴュ ファイバーウィッグ)があり、セルフ市場においてシリーズ売上本数第一位となっている。

同氏の方法論は飽くまでも解決策の一手段だが、その実績から見ても、同方法論の有効性が高いことがわかる。

6. まとめ

本稿では、化粧品におけるユーザー要求事項抽出方法として行動観察と梅澤氏が提唱する方法が有用であることを述べた。化粧品は後進国の進化により世界規模で市場が拡大しており、大手メーカーでは既に海外での行動観察調査を行っている企業もある。海外における行動観察は各国の文化的背景を踏まえた解釈が必要であり、その難易度が更に上がることから、今後は解釈に関する方法論確立が期待される。

参考文献

- 1) 鈴森正幸：人はなぜ化粧をするのか、日本香粧品学会誌 Vol.42, No.1, pp.27–35 (2018)
- 2) Henry Assael : Consumer Behavior and Marketing Action, South-Western Pub(1998)
- 3) 奥谷 孝司：オムニチャネル化する消費者と購買意思決定プロセス－Mobile Device がもたらす小売業の未来と課題－, JAPAN MARKETING JOURNAL Vol.36 No.2, pp.29-31(2016)
- 4) 経済産業省 商務情報政策局 情報経済課：平成30 年度 我が国におけるデータ駆動型社会に係る基盤整備(電子商取引に関する市場調査)報告書, pp.96-102(2018)
- 5) 梅澤伸嘉：ヒット商品開発(第2版)—MIP パワーの秘密—, 同文館出版株式会社, PP.91-145, 218-228

サービスデザインにおけるユーザ要求事項抽出方法

A method of user requirements extraction for service design

坂口 和敏

慶應義塾大学大学院

KAZUTOSHI SAKAGUCHI

Graduate School of System Design and Management, Keio University

1. 人間中心設計によるサービスデザイン

インタラクティブシステムのサービスデザインにおいて人間中心設計¹⁾（以下 HCD）が代表的なアプローチである。UX を志向したデザインを行うことでユーザビリティが向上し、サービスの品質に大きく影響する。ユーザと組織の要求事項の明示にはインタビューや行動観察を活用した利用状況の把握と明示が必要である。しかし、新規のサービスの場合、対象ユーザが特定できないことが多く、利用状況の把握と明示が困難な場合が多い。本研究では新規のサービスに対象を絞り、サービスデザインにおけるユーザ要求事項抽出方法について論じる。

2. HCD の課題

ノーマンとベルガンティはイノベーションには 2 種類あることを指摘している²⁾。1 つは漸進的イノベーションと呼ばれ、特定のソリューションフレーム内の改善を指す。もう 1 つは急進的イノベーションと呼ばれ、フレーム自体を変更し、以前はやっていなかったことをやることである。図 1 は製品の品質とデザインの関係を示している。

A→B : HCD とデザインリサーチによる漸進的なイノベーションにより最高品質に到達する。

B→C : より高いポテンシャルを持つ丘に移動するには急進的なイノベーションが必要であり、技術または意味の変化のいずれかによってもたらされる。

C→D : C に到達した時点では上位に D があるかどうか不明である。また B との上位関係もまた不明である。ここから再び HCD による漸進的イノベーションを繰り返していく。

ある一定の HCD を行うと、品質が最高値に達する時が訪れ、それ以上の上昇を見込めない。そのため、意味の変化あるいは技術の進歩によって違う山に移

動する必要があることを指摘している。フレーム変えた後、再び HCD による漸進的イノベーションを繰り返しさらなる品質の向上を目指す。

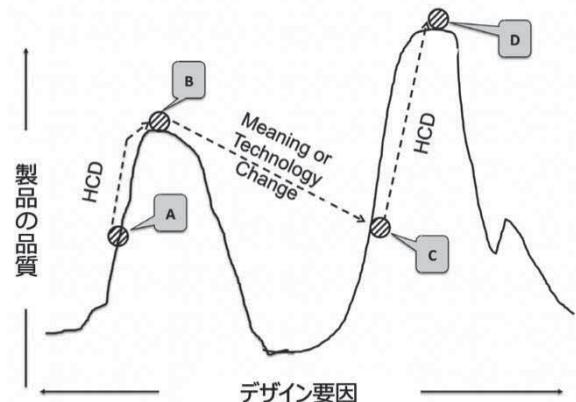


図 1.イノベーションの山登り (1)

3. フレームとユーザの関係

ノーマンの研究を引用してサービスデザインにおける HCD の適用を考えた場合、コンテクスト、ソリューション、ユーザの関係で表 1 に示すマトリクスで整理することができる。サービスのコンテクスト、ソリューションがフレームの内側か外側かで区別した場合、フレーム内であればユーザの特定や探索は可能である。しかし、フレーム外であればサービスの提供ユーザが特定されている場合のみアプローチ可能であり、フレーム外でユーザが不特定の場合のアプローチではそのまま HCD を適用することが難しい。このような状況ではデザインリサーチによる解空間の絞りこみが有効である。

表 1.ユーザとフレームの関係

	ユーザーが特定	ユーザーが不特定
フレーム内	HCD (ユーザー調査型)	HCD (ペルソナ先行型)
フレーム外	HCD (ユーザー調査型)	HCD 適用が難しい

4. デザインリサーチ

製品のデザインリサーチは図2に示すように2つの次元で見ることができる。1つは意味の新しい解釈の探求、もう1つは実用性の検討である。この分析は、ドナルドストークス（1997）の研究に触発され、リサーチは、使用の理解と考慮の探求の2つの側面に沿って特徴付けることができると主張している²⁾。

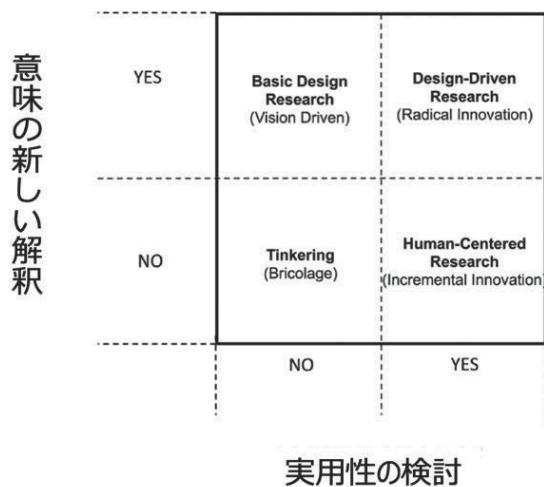


図2.デザインリサーチの種類 (1)

5. デザインドリブンリサーチ

右上の象限に当たるデザインドリブンリサーチ（以降 DDR）は製品に適用されることを意図した新しい意味の創造を目的としたリサーチであり、急進的イノベーションをもたらす。1990年代初頭にイタリアのキッチン用品メーカーAlessiが実施したプロジェクト「Family Follows Fiction」は意味についての新しい知識を生み出すことを目的としたDDRである。このリサーチでは人々が製品を購入する理由と、キッチンウェアを感情的な、遊び心のある、象徴的なコンポーネントのために機能的な使用のために購入するアイテムに変換する方法について深い理解を求めた。その結果、キッチン用品の意味を「ツール」から「愛情の対象」に再定義した。また、このプロジェクトではポストモダニズムと感情に関する建築家エットレ・ソットサスとの共同研究の結果と、他者が行った意味に関する基礎研究を活用している。特に、小児科医および精神分析医のドナルド・ウィニコットによる研究は、子供の心理的発達においてオブジェクトが果たす役割を調査し、その結果が意味の変化に大きく寄与したとされる。

6. DDRによるユーザ要求事項抽出

新規のサービスデザインでは急進的イノベーションのアプローチ(文脈のリフレーム)と漸進的イノベーション(HCD)を組み合わせることで未知のユーザ要求事項の抽出を行う。以下にその手順を示す。

1. 実用性のある新しい意味と技術の調査
2. 引用可能な利用状況例の選定
3. 引用によるサービスの文脈のリフレーム
4. 利用状況例と近似のユーザ属性の特定
5. プロトタイプによる擬似体験の提供
6. オープンな環境下でのテストマーケティング
7. 従来のユーザ調査（インタビューなど）
8. 以降、HCDプロセスの繰り返し

まだ見ぬサービスを言葉や語りだけで被験者に伝えても想像がつかないため、出来るだけリアルな体験を共有できるプロトタイプを作り、様々な属性の被験者から声を集めることが重要である。展示会やクラウドファンディングなど可能な限りオープンな環境下でテストマーケティングを行うことで、未知のユーザの発見にもつながる。その結果、妥当性の高いユーザセグメントの特定が可能となり、従来のHCDの適用が可能になると考える。

7. 結論

本研究ではサービスデザインのユーザ要求事項抽出方法として新規のサービスに焦点を当てて論じてきた。DDRによる実用的な意味と技術の探索を行い、利用状況例の引用でサービスの文脈をリフレームした上で仮説を作り、ユーザ調査を行うことで以降のHCDに必要なユーザ要求事項の抽出につながることを指摘した。今後はDDRの具体的な方法や手順を提案するとともにサービスデザインプロジェクトへの適用を行い、提案の妥当性確認を行う。

参考文献

- 1) ISO9241-210:2010, Human-centred design for interactive systems, (2010)
- 2) Donald A. Norman, Roberto Verganti, Incremental and Radical Innovation: Design Research vs. Technology and Meaning Change, Design Issues, pp78-96, (2013)

引用文献

- (1) Donald A. Norman, Roberto Verganti, Incremental and Radical Innovation: Design Research vs. Technology and Meaning Change, Design Issues, pp78-96, (2013)

ファッション業界におけるユーザ要求事項抽出の一考察

A study of user requirements in fashion

○荒木麻耶*, 山岡俊樹**

*京都女子大学大学院 **京都女子大学

ARAKI Maya*, YAMAOKA Toshiki**

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

1. はじめに

要求事項とは、ユーザー やステークホルダーがシステムに対して抱く様々なニーズや期待の中、デザイン検討において考慮する事柄である¹⁾。要求事項の抽出には、様々な手法がある。本稿では、アパレル業界におけるユーザ要求事項抽出の現状と課題について、文献等の調査から言及する。

2. マーケットインとクリエーションアウト

ファッション業界では、CS（顧客満足）を達成するために、マーケットインまたはクリエーションアウトの発想でビジネスを進める。マーケットインとは、刻々と変化するマーケットを的確にとらえて、個々の生活者のニーズに焦点を合わせることであり、SPAに多く見られる考え方である。一方、クリエーションアウトとは、個性的なファッションをオリジナルに創造し、その創造の産物に生活者が共感することであり、デザイナーブランドなどのビジネスに多く見られる考え方である。どちらも対象となる生活者のライフスタイルを想定してデザインする²⁾。具体的には、マーケットイン発想では、ユニクロ（ファーストリテイリング）やコムサ・デ・モード（ファイブフォックス）、クリエーションアウト発想では、コムデギャルソンやヨウジヤマモトなどのブランドが挙げられる（図1）。

マーケットイン	クリエーションアウト
生活者のニーズに焦点を合わせる。SPAに見られる。 ex) ユニクロ、コムサ、無印良品	創造の産物に生活者が共感する。 デザイナーブランドに見られる。 ex) ヨウジヤマモト、コムデギャルソン

図1 マーケットインとクリエーションアウト

デザイナーブランドでは、デザイナーの美的感覚、価値観、世の中への問い合わせに共鳴し、作り手の哲学をまとめてユーザの心理は働いている。この

ように、受け手の要求事項よりも作り手の思考を重視される。そのため、マスを対象にビジネスを展開する領域であるマーケットイン型のブランドでのユーザの要求事項抽出方法に着目する。

3. 要求事項抽出方法

要求事項抽出方法は、ファッション業界において市場調査の消費者情報として示されている。ファッション業界特有の手法は見受けられず、一般的に流布されている方法が使われている。市場調査における消費者情報は最も重視されており、消費者の全般的嗜好を把握することを中心に、消費行動、支持ファンション、支持カラー、現状のファッション全般に対する不満点などの情報収集する²⁾。

1) 観察調査

①任意写真撮影調査、②スタイルカウント、③入店退店調査などが行われている。

2) 消費者アンケート調査

3) グループインタビュー

4) 販売員によるフィードバック

他によく使われる方法としては、ユーザと直接やりとりする販売員からのフィードバックである。他の手法と異なり注意しなければならないのは、消費者の言語化されたニーズやウォンツを、販売員のフィルターを通じて、フィードバックされるという点である。

ユーザのニーズを反映させ、事業を成功した事例として無印良品（良品計画）がある。無印良品は、生活者とのコミュニケーションを重視し、製品アイデアの収集や、顧客の生の声で生まれた製品の紹介などに力を入れており、HP「暮らしの良品研究所」のIDEA PARK³⁾にて、顧客の声を集めている⁴⁾。実際にIDEA PARKでのコメントから数多くの商品が開発されたり、修正されたりしている。「NEXT to GO -機内を快適に-」プロジェクトでは、飛行機での機内を快適に過ごすための商品開発を行うため、アン

ケートを実施し、アンケート結果の開示を行っている。実際に、トラベルS字フック、くるくるたためるネックピロー、マスク、パーティケアアイテム、足なり直角着圧ハイソックスなどを新たに発売した。

4. 評価されるユーザ中心の製品開発

プロダクトデザインやユーザインタフェースデザイン分野において、ユーザビリティを重視し、人間中心設計に基づき製品設計するのは、当然のことである。しかし、ファッション業界は、トップダウン式の発想を良しとする反面があるため、ユーザ中心の設計があえて評価される対象になっている。

4-1. GU のプロジェクト「GU SHOES LAB」（ファーストリテイリング）

GU SHOES LAB は、日々お客様＜顧客＞から寄せられる声をもとに商品開発を行うプロジェクトである⁵⁾。6000 人によるアンケート調査及び、基準となる M サイズ約 100 名の足の計測を実施し、靴の基準そのものを抜本的な見直しを行う。また、他のシューズメーカーが約 1 年のサイクルでモデルチェンジを行うのに対し、GU はお客様＜顧客＞の声にいち早く応えるため、異例の半年ごとのモデルチェンジを行う⁶⁾。加えて、商品タグには QR コードをつけ、意見や要望をすぐに送れる仕組みを作っている（図 2）。



図 2 マシュマロパンプス（左）と専用 QR コード付きタグ（出典：<https://www.gu-japan.com/jp/feature/shoeslab/pc/>）

4-2. ALL YOURS

ALL YOURS は、製品開発をデザイナーの発想やマテリアルから発想するのではなく、生活しているいろいろな場面で出くわす、不満やストレスから商品開発を行う⁷⁾。目の前の顧客が持つ小さなストレスに想像力を働かせ、リサーチで見えてくる一般的な「不便さ」の中には現れない違和感に気づき、ア

イデアを広げる⁸⁾。つまり、行動観察に基づく製品開発を行っていることが伺える。

4-3. studio CLIP のプロジェクト「みんなでつくる HELLO! iDEA HELLO! New basic」（アダストリア）

購入者を対象にアンケートを実施し、企業内では気付けなかった顧客の視点やニーズを汲み取ることを可能にした。また、顧客と共に商品づくりを行うことは、ニーズを直接聞くことができ、商品に顧客の声を反映させることを可能にした^{9) 10)}。

さらに、服づくりに参加した顧客は、自分の意見が反映された服に対し、他の服とは異なる特別な感情を抱き、ブランド自体のファンにも繋がる可能性がある。

5. 考察

製品開発はユーザ中心でなければならないにも関わらず、上記の取り組みが朝日新聞や日本経済新聞などのメディアでも取り上げられている^{11) 12)}。これは顧客中心を謳っている企業が、市場調査しても、ユーザの要求事項を的確に捕らえられておらず、反映できていなことの表れではないだろうか。

5-1. 問題点

ユーザ要求事項を抽出できないのは次の問題点が考えられる。

① トップダウン式発想

クリエーションアウト型ではない、言い換えると、アノニマスデザインの企業であるにも関わらず、ユーザの調査よりも、トレンドを追い求める傾向にある。そのため、パリコレ等の上位ブランドのコレクションやファッション雑誌をはじめとした市場調査から得られた情報を、マーチャンダイザーの指揮のもと、デザイナーは設計していく流れである。ファッションデザイナーはデザインするにあたりインスピレーションを得るために、身の回りのものやアート、歴史などからリサーチを行うものの、プロダクトデザイナーやウェブデザイナーのようなユーザリサーチに重きを置いていない。マーケターやマーチャンダイザーから、ユーザニーズをデザイナーは共有されるもののデザインに反映されているかは、不明瞭である。

② ODM 型ビジネスモデル

デザイナーを持たずに、商品企画・デザインまでも全て相手先企業に依頼する ODM 型の企業もある。

代表的なブランドには、アメリカのファストファッション大手 FOREVER21¹³⁾ やしまむら¹⁴⁾ がある。近年2社共に客離れが加速し、業績は悪化傾向にある。2008年リーマンショック以降ファストファッショングームが起り、低価格帯のブランドは人気を博していた。

しかし、消費者は徐々に価格の安さだけでなく、品質やサービスに良いものを求めるようになった。ファストファッショングは流行を取り入れながら低価格に抑える必要があり、1シーズン着ることができれば良いとされていたが、消費者は環境問題やサステナビリティに対する意識が高まり、少し高くても長く着られる服への投資が増加しつつある。デザインや企画を自社で行わず、他社任せで運営していたことから、製品への魅力は感じられず、顧客体験も期待できないままである。

5-2. 消費者の価値観の変化

既製服の誕生から今日に至るまでの価値の進化について尾原氏が言及している（表1）⁴⁾。

表1 消費者の価値と背景

年代	価値	主要プレイヤー	背景
1960-	既製服	製造業	高度経済成長
1970-	流行	アパレル流通業	ファッショ市場の急拡大
1980-	ブランド／個性	デザイナー／ブランド企業	日本人デザイナーの台頭、円高
1990-	低価格	SPA型（製造小売業）	バブル崩壊
2000-	利便性／体験	ネット／ラグジュアリーエンターテインメント	ネット普及／グローバル化
2010-	社会善／感情	生活者／社会意識企業	デジタル化

（尾原蓉子『創造する未来』を元に、筆者が作成）

2000年以降は、インターネットの普及とeコマース利用により、「生活者」は主体性を持つようになった。2010年以降、メルカリなどのプラットフォームを利用して、生活者が作り手や売り手へと変化している。また、社会意識の強い企業は、利益を追求

だけでなく、環境やエシカルに配慮しており、社会課題に取り組む企業が評価され始めている。

マズローの欲求5段階説とファッショングとの関係を見ていくと、現在は自己実現欲求の段階にあると考えられる。海外セレブでさえも、ハイブランドの服だけを着るのではなく、H&MやZARAといった一般大衆向けのブランドの服も組み合わせて着用し、自分の価値観に合致するものであれば、ブランド名にとらわれることもなく、ファッショングを楽しむのである（図3）¹⁵⁾。

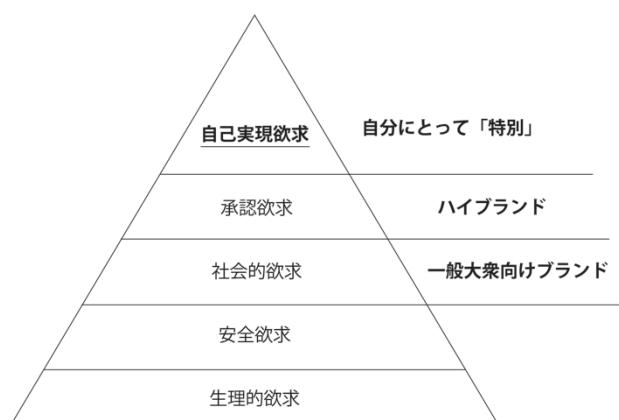


図3 マズローの5段階欲求とファッショング

6. おわりに

以上のように、ユーザの価値観が変化し、ブランドにこだわることなく、自分にとって魅力的であるか特別であるかどうかを重要視する時代になっていく。そのため、従来のビジネスモデルやサービスでは、ユーザを満足させられないのではないだろうかと考える。

ユーザ要求事項抽出方法は、ファッショングに特化した手法は今の所見当たらず、アンケート調査や行動観察を通じて、顧客のニーズを捉えようとしている。

今後は、新たなビジネスモデルや要求事項抽出方法について検討したい。

参考文献

- 1) 山岡俊樹他：デザイナー、エンジニアのためのUX・画面インターフェースデザイン入門、日刊工業新聞社（2013）
- 2) 日本ファッショング教育振興協会編：ファッショングビジネス（II）（2003）。
- 3) IDEA PARK, <https://lab.muji.com/jp/ideapark/> (2019年10月25日参照)

- 4) 尾原蓉子：グローバリゼーションとデジタル革命から読み解く Fashion Business 創造する未来，織研新聞社 (2016)
- 5) GU SHOES LAB, <https://www.gu-japan.com/jp/feature/shoeslab/pc/> (2019年10月25日参照)
- 6) GU SHOES LAB-マシュマロパンプス-, <https://youtu.be/3OIMpm-2ha8> (2019年10月25日参照)
- 7) ALL YOURS, <https://allyours.jp> (2019年10月25日参照)
- 8) 顧客を“共犯者”にする，アパレルブランド「ALL YOURS」流の顧客体験の作り方, <https://exp-d.com/interview/3195/> (2019年10月25日参照)
- 9) 即完売が続くアダストリアの新たな服づくり 「みんなでつくる」が顧客の特別な体験に, <https://exp-d.com/topics/3607/> (2019年10月25日参照)
- 10) みんなでつくる HELLO! iDEA HELLO! New basic, <https://clip-mintskuku.dot-st.com> (2019年10月25日参照)
- 11) GU が靴の新カテゴリー「LAB」開始履き心地を追求, 朝日新聞デジタル, <https://www.asahi.com/articles/ASM8936DRM89ULFA004.html>, 2019年8月9日 (2019年10月25日参照)
- 12) アダストリア, 顧客と一緒に服作り 第1弾はボーダートップス, 日本経済新聞電子版, <https://www.nikkei.com/article/DGXMZO41327770V10C19A2000000/>, 2019年2月15日 (2019年10月25日参照)
- 13) FOREVER21, <https://www.forever21.co.jp/shop> (2019年10月25日参照)
- 14) しまむら, <https://www.shimamura.gr.jp/shimamura/> (2019年10月25日参照)
- 15) COSMOPOLITAN, <https://www.cosmopolitan.com/jp/beauty-fashion/fashion/gallery/g1519/celebrities-wearing-fast-fashion-outfits/sidepanel> (2019年10月25日参照)

分譲住宅設計時におけるユーザー要求事項の抽出について

Extraction of user requirements when designing homes for sale

安田 利宏

有限会社 ランドサット

TOSHIHIRO Yasuda

landsat inc.

はじめに

新築住宅販売におけるユーザーとは、実際に入居する住宅購入者（エンドユーザー）を指す。しかし分譲住宅（建売住宅）販売において、設計者はユーザー＝住宅購入者ではなく住宅販売会社の担当者と打合せし住戸計画を作るので、それがユーザーの要求を正確に満たしているかは設計段階では不透明である。住宅販売会社は各社とも過去の販売実績等から、ユーザー要求の傾向に関するデータを蓄積してはいるが、それに基づいた住戸計画が実現しても、スムーズに販売が進むとは限らない。住宅販売には、住戸計画の出来以外にも、立地・周辺環境・ローン金利・社会情勢・営業マンのスキル、などの要因が複合的に関連するからである。そういう状況下で、他社との差別化を図りながら、いかに効率的に住戸計画を完結させ分譲住宅建築が可能になるかの検証は、どの住宅販売会社においても、重要課題の一つである。本稿では分譲住宅の設計において、販売会社の要求を満たしながら、その奥にあるエンドユーザーのニーズに応えられているかの検証を、2つの実例を通して考察する。

実例1・販売会社要求直接回答型（大和郡山市の分譲住宅・4区画）

2017年に奈良県大和郡山市で竣工した4戸の分譲住宅である。事業者は奈良県内で新築着工件数が一番多い住宅販売会社である。

事業者の要望は、

- 一般的な建売住宅の販売価格帯を保持すること
- 外観は統一感を持たせながら住戸計画はバリエーションを持たせること

などが挙げられた。事業者の要望に対し、以下の

ように設計案をまとめた。



写真1 大和郡山市 の分譲住宅 西側外観

住居外観は、補修可能な範囲で天然木を使用し、大和郡山の古い城下町にも調和するデザインとした。多様性を持たせた住戸計画の実現のため、4区画は下記のように計画した。

- 採光確保が困難な北側A号地は、LDKを2階に配した住戸
- 計画地全体の中央に位置するB号地は、中庭を取ることで居室の採光と通風を確保した住戸
- 角のC号地は外部の視界を遮れる広いバルコニーのある家事動線を考慮した回遊性のある住戸
- D号地はC号地同様、動線に回遊性を持たせながら、C号地と居室の組替えを行った住戸

販売状況は、販売開始日に3住戸が販売が完了し、残りの住宅も早期に販売が完了した。住宅購入者や内覧会参加者にヒアリングしたところ、4住戸の多様な住戸計画と、上質な外観が評価され、設計段階に想定したユーザーの要求事項が満たされた計画であった。

実例2・設計者主導コンセプト型（富山・愛宕町）

の分譲住宅・2区画)

2017年に富山市愛宕町で竣工した2戸の分譲住宅である。事業者は創業20年の富山市内で事業展開している住宅販売会社である。

事業者の要望は、

- ・一般的な建売住宅の販売価格帯を超えて良いので上質な分譲住宅とすること
- ・計画地が富山市内で学区が良い地域であることを考慮した計画とすること
- ・会社が創業20年経ち、節目として富山らしい住宅を作ること

などが挙げられた。

事業者の要望に対し、以下のように設計案をまとめた。



写真2 富山・愛宕町の分譲住宅A号地
ダイニング



写真3 富山・愛宕町の分譲住宅 西側外観

富山県は共働き世帯が多い県民性に加え、平成19年より「ワーク・ライフ・バランスに配慮した柔軟で多様な働き方」が県で促進されていることに注目し、仕事と子育てが両立できる共働き世帯の入居を想定した分譲住宅として計画した。

この2棟の住宅のうち、北側A号地はテレワーカー(在宅勤務)を想定した住宅とし、1階に広いワークスペースを配置した。南側B号地はオンサイトワーカー(職場勤務)を想定した住宅とした。両住宅とも、スキップフロアの空間構成により、上下階のつながりを意識した変化に富む計画とし、家族同士の繋がりを認識できる、住居全体が立体ワンルームのような住戸とした。完成と同時に販売をする予定であったが、販売になかなか結びつかず、現在は販売会社のモデルハウスとして活用している。来場者の反応である。ワンルームの感じが空間の広がりを感じながら、個人の居場所も確保できとても心地よく感じる一方、完全なプライバシーが確保できないのが生活する上で現実的かどうかわからない、という意見が最も多いかった。販売会社スタッフの意見として、コンセプト型のこの住宅は、高価格帯ということもあって販売期間が長期になるのでは、というものであった。

まとめと課題

この2つの実例のみを比較すると、コンセプト型の分譲住宅は販売に結びについていない(ユーザーの要求に応えられていない)実例1は販売会社の販売実績などのデータからある程度要望が的確に整理され、コストも従来の分譲住宅の価格帯に収めていることが、好調な販売につながったと言える。この結果だけでコンセプト型の分譲住宅が販売上不利であるということにはならないが、多くの実例をさらに検証し、住宅販売会社を介した間接的な状態であっても、ユーザーの要求に応えた分譲住宅を提供していかなければならない

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 discussion WG)

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、問題解決能力を充分に持ち、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

(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。

関西支部は93名であり、2017年の66名に比べ、大幅に増えている。その内訳は、専門家39名(30)、準専門家52名(34)、アシスタント2名(2)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、専門に学習した経験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) 「コミュニケーションの形成」
- 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

ジネスに役立てているという回答がある一方で、周りに言わされたからとか、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 人間工学を中心とした総合的、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。具体的な内容は、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。具体的な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いいらっしゃるので、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。

短期記憶と認知判断課題による集中力の差異

Differences in concentration due to short-term memory and cognitive judgment tasks

○福永達哉*, 萩原啓**, 柏原考爾**, 篠田博之**

*立命館大学大学院 情報理工学研究科 **立命館大学 情報理工学部

FUKUNAGA Tatsuya*, HAGIWARA Hiroshi**, KASHIHARA Koji**, SHINODA Hiroyuki**

* Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University,

** College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University.

1. はじめに

現代社会において、多くの車にカーナビやハンズフリー通話機能が設置されており、それらを使用することにより運転時には二重課題により生じる諸問題を解決する技術が必要であると考えられる。そこで、本研究では短期記憶を必要とする課題と視覚・聴覚認識による認知判断の二重課題の有無による脳活動の変化を調べ、それぞれの条件下における集中力の差異を明らかにする。集中力や短期記憶処理を明らかにするために Sternberg 課題を用い、注意力を明らかにするために視覚・聴覚認識課題を採用した。タスクは、Sternberg 課題、Sternberg 課題+視覚認識課題、Sternberg 課題+聴覚認識課題の 3 種類である。

2. 実験方法

2-1. 被験者

本実験は、成人健常者 4 名を被験者として採用し実験を行った。また学内の倫理規定に則り、被験者には実験前に十分なインフォームド・コンセントを得た上で実験を行った。

2-2. 実験概要

脳波の計測には多用途脳波計 EEG1100(日本光電)を用いた。実験のプロトコルを図 1 に示す。

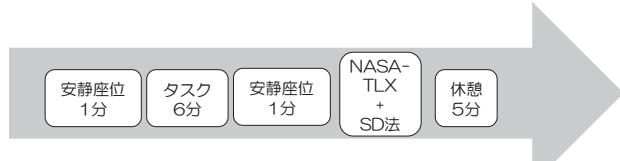


図 1 実験プロトコル

最初に安静座位を 1 分行う。その後、タスクを行い最後に安静座位を 1 分行う。安静座位の後に SD 法と NASA-TLX を行う。これを 1 セットとし、Sternberg 課題、Sternberg 課題+視覚認識課題、Sternberg 課題+聴覚認識課題で 3 セット行う。

Sternberg 課題の内容を図 2 に示す。

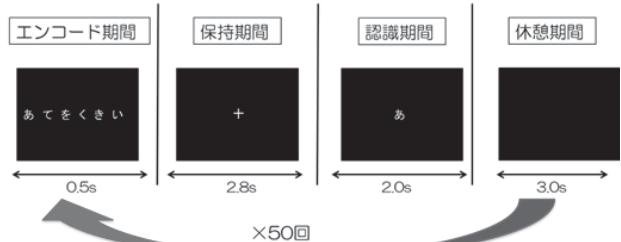


図 2 Sternberg 課題

タスクとして用いた Sternberg 課題は、最初に表示される記憶文字 6 文字を覚えるエンコード期間が 0.5s、次に+記号が表示される記憶の保持期間が 2.8s、最後に 1 文字表字される認識期間が 2.0s で構成される。認識期間に表示された文字とエンコード期間に表示された文字と比較し、記憶文字との一致・不一致を問う課題である。一致の場合はボタンを押してもらい、不一致の場合はボタンを押さない設定で行う。休憩期間 3.0s をはさみこの一連の課題を 50 回行う。なお、表示される文字は母音及び子音の重なりが少なるように選んだかな文字 12 個(あ, い, き, く, す, て, の, は, み, ゆ, れ, を)を刺激として用いた。視覚認識課題では、Sternberg 課題の保持期間に(男右, 女左)と表示された場合左のボタンを押してもらい、(男左, 女右)と表示された場合右のボタンを押してもらう。聴覚認識課題では、視覚認識課題と同じ条件で画面表示ではなく、音声で行う。

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. 計測方法

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

4. 解析評価方法

Fz から θ 波を抽出し, Pz から α 波を抽出する。その後(1)式に当てはめて、集中度合を算出する。

$$\text{集中度合} = \theta Fz / \alpha Pz \cdots \cdots (1)$$

5. 結果

図 3 にエンコード期間による 3 種類の集中度合を比較したグラフを示す。その結果、Sternberg 課題+視覚認識課題の集中度合が高くなかった。

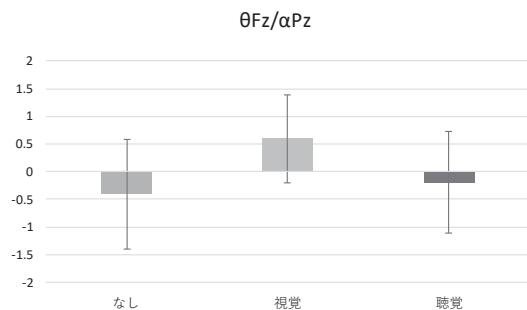


図 3 エンコード期間

図 4 に保持期間による 3 種類の集中度合を比較したグラフを示す。その結果、Sternberg 課題のみの集中度合が低く、Sternberg 課題+聴覚認識課題の集中度合が高くなかった。

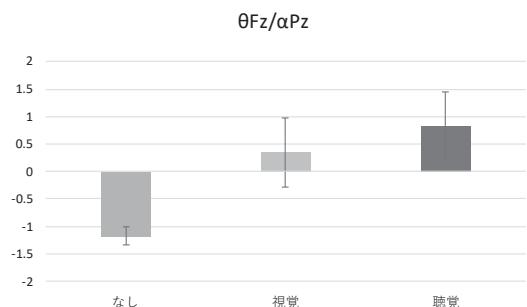


図 4 保持期間

図 5 に認識期間による 3 種類の集中度合を比較したグラフを示す。その結果、Sternberg 課題+視覚認識課題の集中度合が低く、Sternberg 課題+聴覚認識課題の集中度合が高くなかった。

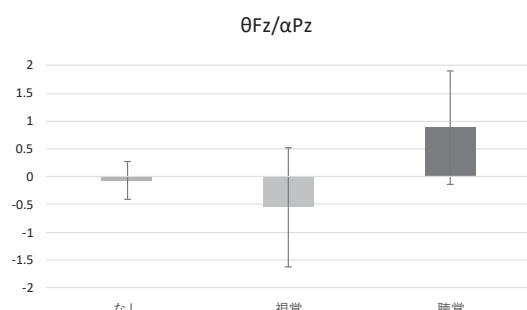


図 5 認識期間

図 6 に 3 種類の正答率を比較したグラフを示す。その結果、Sternberg 課題のみの正答率が高くなかった。

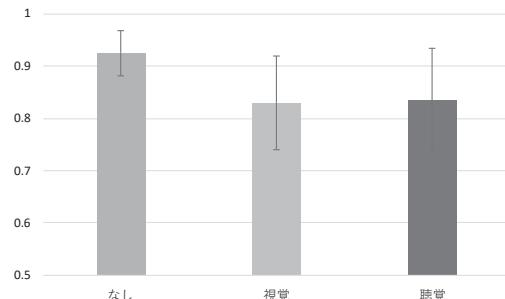


図 6 Sternberg 課題の正答率

6. 考察

図 3 からエンコード期間では、Sternberg 課題+視覚認識課題の集中度合が高い値が示されている。図 4 の保持期間のグラフでは、Sternberg 課題+聴覚認識課題の集中度合が高い値が示されている。このことから音声は記憶の保持に対する集中度への影響が一番大きいものと考えられる。図 5 の認識期間では、Sternberg 課題+聴覚認識課題の集中度合が低い値が示されている。図 6 では Sternberg 課題+視覚認識課題と Sternberg 課題+聴覚認識課題の正答率は変わらない。図 4 と図 5 の結果より、Sternberg 課題+聴覚認識課題の集中度合が高い。一方、図 3 と図 5 の結果より、記憶するエンコード期間に対して、集中できているが解答する認識期間では集中できていないことから、Sternberg 課題+視覚認識課題は、Sternberg 課題+聴覚認識課題に比べ、難易度が高いと考えられる。今後考慮しなければならない点として、認識期間では 2.0s であり、その期間に解答しなければならないが、速く解答した際には、次の期間に進む間の残された時間では、集中度合が低くなる可能性があると考えられる。したがって、解答した時間も注目しなければならない可能性がある。

最後に、本研究より、カーナビなどの二重課題を用いらなければならない時では、視覚刺激に比べ、積極的に音声を取り入れることが推奨される。

参考文献

- 1) Kazuo Katae, Kazushi Hirasawa: The Declining Birthrate and Educational Investment and Achievement, The Journal of Educational Sociology, 82, pp.43-59 (2008)

性質の異なる音声課題遂行時における脳活動の調査

Brain activities during performance of auditory tasks with different characteristics

○吉川裕陽*, 萩原啓**, 柏原考爾**, 篠田博之**

*立命館大学大学院 情報理工学研究科 **立命館大学 情報理工学部

YOSHIKAWA Hiroaki*, HAGIWARA Hiroshi**, KASHIHARA Koji**, SHINODA Hiroyuki**

* Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University,

** College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University.

1. はじめに

日常生活において、複数の作業を同時並行で行う状況下に置かれることがしばしばある。複数の作業を同時並行で処理する二重課題状況下では、それぞれの作業を単一で行う場合に比べ、作業負荷が高くなりパフォーマンスが低下することが知られている。近年、情報機器の小型化により、カーナビなどの車載情報機器やスマートフォンの操作といった情報取得・処理を行う機会が以前よりも増加しており、二重課題となりえる状況も増加している。一方で、作業効率や利便性の獲得のため、歩行や運転などへ影響を与えていく音声による作業支援が提案されている。しかしながら、音声によって呈示される情報に対して、要する処理・注意の違いによる脳活動について研究されたものは少ない。

本研究では、呈示される音声情報の質の違いに着目し、実験を行った。自動車運転中の通話やカーナビのような音声聴取を行う際には、認知判断や短期記憶といった種々の処理を要する。そこで本研究では、基礎研究として単調課題と音声による短期記憶課題、または認知判断課題を二重課題として行った際の脳活動とパフォーマンスについて調査を行った。

2. 実験方法

被験者は健常な大学生7名(男性7名 年齢:22~24歳)で十分なインフォームド・コンセントを得た後に実験を行なった。脳波の計測には多用途脳波計EEG1100(日本光電)を用いて計測を行った。また、主観評価には日本語版NASA-TLXを用いた。

実験プロトコルをFig.1に示す。タスクは単調課題単体、単調課題+音声短期記憶課題(1-back), 単調課題+音声短期記憶課題(2-back), 単調課題+音声認知判断課題の4種類のタスクでFig.1のプロトコルを4セット行った。主課題となる単調課題には標的追従課題(Unimove)を用いた。Unimoveは、パソコン画面上に8の字を描くようにオレンジ色のマーカーがゆっくりと動いており、そのマーカーをマウスで追従する課題である。マーカーとマウスのポインタとの距離を計算することで追従誤差の算出を行った。また、オレンジ色のマーカーがランダムなタイミングで黒色に変化(以降、オレンジ→黒色→オレンジ…と変化)する。その各タイミングで被験者にマウスをクリックしてもらい、反応時間計測をすることで主課題への注意を反応時間で評価を行った。

副課題となる音声課題には1-back課題、2-back課題とstroop課題を用いた。1-back課題では、1から4までの数字を3500msec±500msec間隔でランダムに呈示し、聞こえた数字の1個前に呈示された数字と同じ数字の場合にのみ被験者にはボタンを押してもらうように指示した。2-back課題では、1-back課題と同様の刺激と呈示間隔で、2個前に呈示された数字と同じ数字の場合にのみ被験者にはボタンを押してもらうように指示した。stroop課題では、男性の声または女性の声で「みぎ」または「ひだり」という音声が呈示される。被験者には、男性の声で呈示された場合には呈示された音声通りにキー(みぎ→右キー、ひだり→左キー)を押し、女性の声で呈示された場合には呈示された音声と逆のキー(みぎ→左キー、ひだり→右キー)を押してもらった。

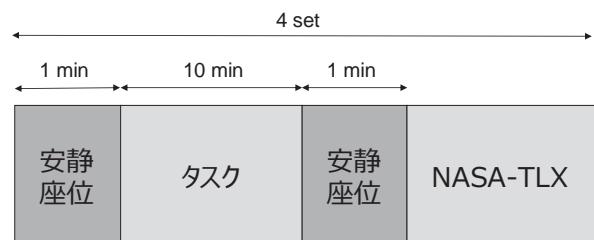


Fig.1 : 実験プロトコル

3. 評価方法

脳波計測では、国際10-20法に従い、被験者の頭部に電極を装着し、Fz, Cz, Pz, C3, C4, A1, A2により導かれる脳波を計測した。先行研究においてタスク要求が増加するとFzのθ波が増加し、Pzのα波が減少すると報告されている。またそのα波とθ波の比率を取ったθ波(Fz)/α波(Pz)という指標も提案されている[1]。精神的疲労に関する研究でも前頭のθ波が精神的疲労の増加に伴い増加すると報告されている[2]。これらより、Fz-A1とPz-A1から導かれる脳波を解析位置とし、刺激呈示後1000msecを1エポックとし、フィルタ処理とFFTによる周波数解析を行った。4Hzから8Hzをθ波帯域パワースペクトル、8Hzから13Hzをα波帯域パワースペクトルと定義し、解析を行った。日本語版NASA-TLXは精神的要求、身体的 requirement、時間的切迫感、作業達成度、努力、フラストレーションの6項目に対する尺度を評価し、各タスクにおける主観的メンタルワークロードをAWWL(Adapted Weighted WorkLoad)得点の算出を行った[3]。

4. 結果

Fig.2に各タスク10min間のFzにおけるθ波とPzにおけるα波の比である $\theta Fz/\alpha Pz$ を示す。ただし、1-backの結果はノイズのため1名除いた6人の結果である。 $\theta Fz/\alpha Pz$ の値は質の同じ短期記憶課題である1-backと2-backではより難易度の高い2-backで大きな値を示した。また、2種類の短期記憶課題と認知判断課題であるstroop課題では、短期記憶課題でより大きな $\theta Fz/\alpha Pz$ の波を示した。

今回の実験では、短期課題の難易度と質の違いによってθ波帯域の変動が見られたが、α波帯域には各課題間でほぼ違いは見られなかった。

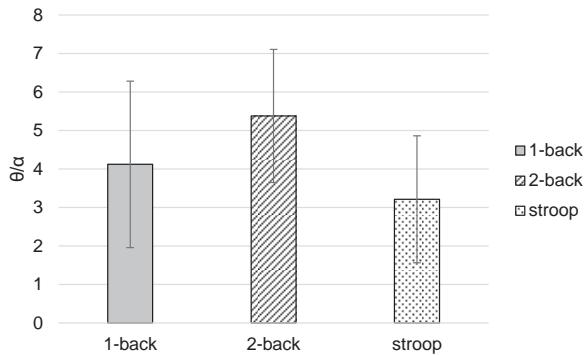


Fig.2:各タスク中の $\theta Fz/\alpha Pz$ 総量

Fig.3にNASA-TLXより算出された各タスク遂行後におけるAWWL得点を示す。追従課題のみと1-back, 2-backとstroop課題でそれぞれ同程度のAWWL得点が得られた。

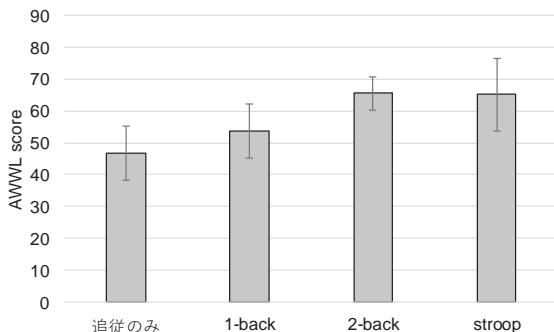


Fig.3:AWWL得点

Fig.4に各タスクにおける10min間の標的追従課題の平均追従誤差を示す。二重課題状況下である、2-back課題遂行時に追従誤差が小さくなる傾向が見られた。しかし今回の実験では、短期記憶課題の難易度、タスクの質の違いによって大きな差異は見られなかった。

Fig.5に標的追従課題におけるマーカー色変化に対する平均反応時間を示す。二重課題状況下において、反応時間が長くなる傾向が見られ、2-back課題遂行時に反応時間が長くなることが見られた。

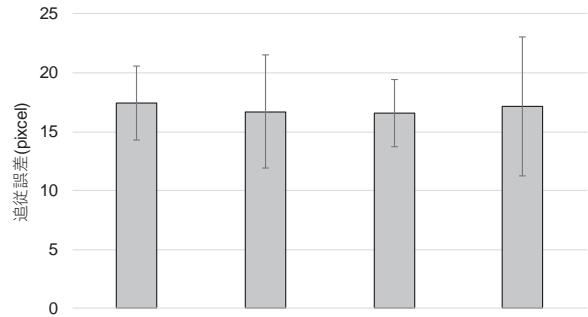


Fig.4:標的追従誤差

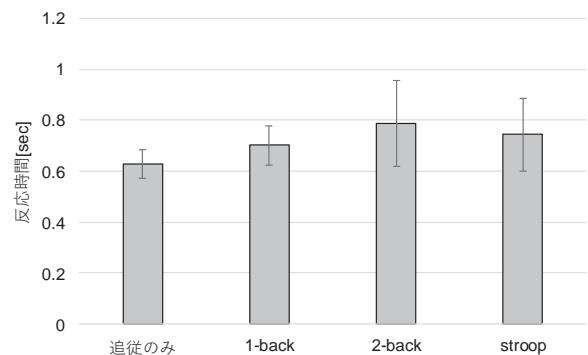


Fig.5:マーカーの色変化に対する反応時間

5. 考察

短期記憶課題遂行時には、先行研究と同様にタスク要求の増加とともに精神的疲労によってθ波の増加が1-backと2-back間で見られた。また、AWWL得点からも1-backと2-back間でメンタルワークロードが増加していることが見受けられる。一方、認知判断課題であるstroop課題のAWWL得点は2-back課題と同程度のメンタルワークロードを示しているが、タスク中のθ波は異なる結果を示した。これは、Fzにおけるθ波が短期記憶に関する作業負荷を反映する可能性を示した。音声課題の質、二重課題の有無によらず、マーカーの平均追従誤差に大きな差異は見られなかつたが、2-back課題遂行時に追従誤差が小さくなる傾向が見られた。これは、被験者にかかる作業負荷が過不足ない状態であったため、高いパフォーマンスを維持できていたと考えられる。しかしながら、マーカーの色変化に対する反応時間は2-back課題遂行時にもっとも長くなっていた。これは、作業記憶量が大きい場合には突然の変化に対応することが難しいということが考えられる。

参考文献

- 1) Holm, A., Lukander, K., Korpela, J., Sallinen, M., and Müller, K.M.: Estimating brain load from the EEG, The Scientific World Journal, 9, pp.639-651 (2009).
- 2) Wascher, E., Rasch, B., Sänger, J., Hoffmann, S., Schneider, D., Rinkenauer, G., et al.: Frontal theta activity reflects distinct aspects of mental fatigue, Biological psychology, 96, pp.57-65 (2014).
- 3) 三宅晋司, 神代雅晴: メンタルワークロードの主観的評価法 NASA-TLX と SWAT の紹介および簡便法の提案, 人間工学 29(6), pp.399-408 (1993).

ピクトグラムの情報処理と大脳半球機能差に関する研究

Pictograms recognition based on functional hemispheric differences

○塩見晴子*, 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

SHIOMI Haruko*, Yamashita Kuniko**, OKADA Akira*

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

**Research Support Department, Osaka City University

1. はじめに

ピクトグラムとは、視覚イメージを抽出し、抽象化した図記号の一種である。つまり、ピクトグラムは文字でも絵でもないが、言葉による制約を受けずに情報を伝達することができるツールとして、今日至る所で使用されている。

一般的に、分析的思考が必要な言語情報は大脳の左半球で処理され、直感的思考を伴う幾何学图形などは右半球で意味処理が行われるとされている。視覚伝導路の関係から、右半球で情報処理が行われる場合は左視野に、左半球で行われる場合、右視野に視覚刺激を提示させた方がより早く正確に理解されると考えられている。この大脳半球の非対称性に着目し、左右視野の比較を行う方法を視野分割提示法という。北神ら(2003)¹⁾は具象性の高い名詞を表すピクトグラムを対象に、この方法を用いて実験を行った。初見のピクトグラムを用いた認知テストを実施し、4~8日の期間を設け同一のテストを再度行い、ピクトグラムの学習が進む前後で左右の視野差がどう変化したのか分析している。実験の結果、ピクトグラムの学習が進むと、ある課題ではその情報処理において、左視野優位、すなわち右半球優位へ移行することが示された。これを踏まえ、抽象性の高い案内用図記号を対象に類似の実験を行ったところ、ピクトグラムの学習とは無関係に、これを用いた認知テストを繰り返した際、大脳半球の優位性が移行する可能性が示唆された。北神らの研究では、ピクトグラムの学習が進むと、大脳半球の優位性が変化すると結論づけられており、認知テスト自体の習熟が影響した可能性については述べられていない。

そこで、本稿では次の2点を明らかにすることを目的に、具象性の高い名詞を表すピクトグラムを用いた認知テストを実施した。

- ①ピクトグラムの学習に関係なく、認知テストを繰り返すことでの左右視野の優位性が変化する可能性(①テスト間分析)。
- ②ピクトグラムの学習によって、左右視野の優位性が変化する可能性(②セッション間分析)。

2. 実験方法

2-1. 刺激と装置

視野分割提示法を用いた認知テストを行った。視覚刺激として、具象性の高い名詞を示すピクトグラ

ム²⁾64種を使用した(図1)。すべての刺激は視角で2.6度×2.6度とし、参加者から33cm離してノートパソコンの画面上に提示した。刺激提示にはVisual Basic 6.0を使用した。認知テストでは、提示された2つのピクトグラムが示す指示内容について、実際の大きさを比較する課題(以下、心的サイズ比較課題)を参加者に課した。刺激提示から回答までの反応時間を評価指標としている。



図1 具象性の高い名詞を示すピクトグラムの例
(左:猫 中央:魚 右:はさみ)

2-2. 参加者

参加者は22~24歳の右利きの女性6名である。

2-3. 実験手続

ピクトグラムの学習に関係なく、認知テストを繰り返すことでの左右視野の優位性が変化する可能性について検討するため、4分間のインターバルを挟んで2つのテストを実施した。初めのテスト(テストA)では24種類のピクトグラムを用いて心的サイズ比較課題を実施し、後のテスト(テストB)では全く異なる24種類を用いて同一の課題を行った。

さらに、ピクトグラムの学習によって、左右視野の優位性が変化する可能性について検討するため、3日以上のインターバルを挟み、テストA及びテストBをもう一度実施した。初日に行ったテスト群をセッション1とし、インターバルを挟んだ後をセッション2とした(図2)。

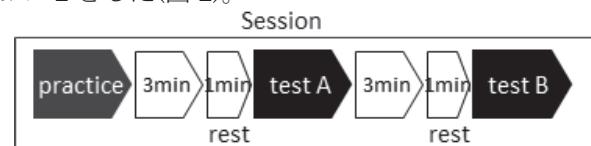


図2 各セッションの実験の流れ

北神ら(2003)の実験に準じて、まず画面中央に注視点を2秒提示し、次に同じく画面中央に標準刺激となるピクトグラムを1秒提示した。その後、再び注視点を0.5秒提示し、注視点が画面から消失すると同時に比較刺激となるピクトグラムを、中央から右方向若しくは左方向に、視角で4.3度の位置で0.1秒提示した。比較刺激が消えた後、試行間の間隔と

してブランク画面を2秒提示した。この間に参加者に標準刺激の指示対象に対し、比較刺激の指示対象の実際の大きさが大きいか、小さいかについて指定したキーを押すことで判断するよう求めた(心的サイズ比較課題)。このサイクルを1試行とした(図3)。

すべての参加者は初めに練習を16試行行った後、本試行(テストA,B)を24試行(左右視野ともそれぞれ12試行)×2回実施した(図2)。これをセッション1とし、3日以上置いた後同じテスト(セッション2)を行った。また、セッション1の実施後およびセッション2の開始前に、参加者にテストで用いたピクトグラムの一覧を配布し、それぞれの視覚的な大きさのイメージについて7段階で評価するよう求めた。

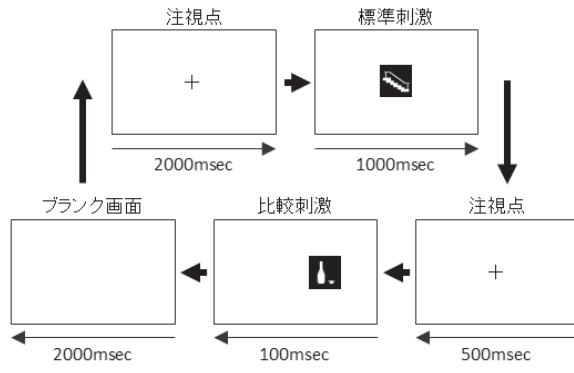


図3 心的サイズ比較課題(1試行例)

3. 実験結果

参加者6名のうち1名の実験手順に不備が見られたため、他の5名の結果について記述する。

前述の①テスト間分析、および②セッション間分析、の2項目について左右視野の優位性が変化する可能性を検討した。

3-1. テスト間分析

a. セッション1

セッション1の各テストにおける比較刺激の提示視野ごとに反応時間の平均値を算出し、テスト(テストA/テストB)×提示視野(右視野/左視野)の二元配置分散分析を行った。その結果、テスト×提示視野の交互作用は認められず、またテストおよび提示視野の主効果に有意差は認められなかった。

b. セッション2

セッション2の反応時間について、テスト(テストA/テストB)×提示視野(右視野/左視野)の二元配置分散分析を行った。その結果、テスト×提示視野の交互作用はみられなかったが、提示視野の主効果にのみ有意差($p<.05$)がみられた。そこでテストの各水準における提示視野の多重比較検定を行ったところ、テストBで有意差($p<.005$)が認められた(図4)。

3-2. セッション間分析

テストA及びテストBを一つのテストとみなして計48試行の反応時間の平均を算出し、セッション(セッション1/セッション2)×提示視野(右視野/左視野)の二元配置分散分析を行った。その結果、セッ

ション×提示視野の交互作用はみられず、提示視野にのみ主効果が認められた。セッションの各水準における提示視野の多重比較検定を行ったところ、セッション1で有意差($p<.05$)が認められ、セッション2でも有意差($p<.005$)がみられた(図5)。

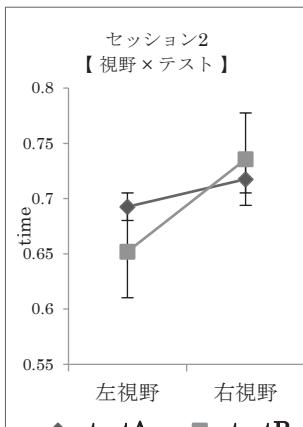


図4 テスト間分析-セッション2

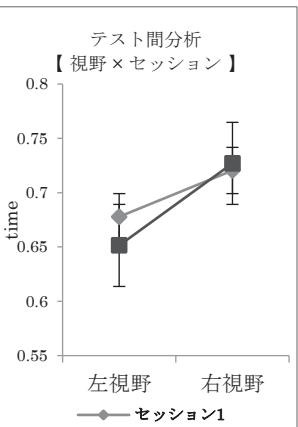


図5 セッション間分析

4. 考察

テスト間分析—セッション2の結果、テストAでは左右の視野差は見られなかったが、テストBでは左視野の優位性が認められた。よって、ピクトグラムの学習に関わらず、これを用いた課題を繰り返した場合、その認知において右半球が優位に働くことが推測された。しかし、セッション1ではテスト×提示視野の交互作用およびそれらの主効果に明らかな有意差はみられなかった。その理由として、参加者の人数が少なかったこと、各テストにつき24回の試行数が十分でなかった可能性が考えられる。

セッション間分析に関しては、セッション1で左視野優位($p<.05$)が認められ、セッション2でより左視野での反応時間が短くなった($p<.005$)。このことから、ピクトグラムの学習が進むと、特定の課題下ではその情報処理が右半球優位に移行する可能性が推察された。

以上の2点から、ピクトグラムの情報処理には、ピクトグラム自体の学習と、認知テストを繰り返したことの双方が影響する可能性が示唆された。

5. 終わりに

具象性の高い名詞を示すピクトグラムについて、特定の課題下での認知のされ方について検討した。今後は抽象性の高いピクトグラムを用いて分析を継続する予定である。

参考文献

- 1) 北神慎司, 井上智義, 西崎友規子, PICシンボルの情報処理と大脳半球差, 視覚シンボルの心理学, プレーン出版, pp.121-135, 2003
- 2) 公益財団法人共用品推進機構, コミュニケーション支援用絵記号デザイン原則(JIS T0103), http://www.kyoyohin.org/ja/research/japan/jis_t0103.php, (閲覧日 2018.12)
- 3) 永江誠司: 脳と認知の心理学—左脳と右脳の世界—, プレーン出版, 1999

ダイバーの安全を見守るヒューマン・モニタリングシステムのシステム設計

Development of a Human Monitoring System for the Preventative Safety of Divers

○福造博*, 才木常正**, 滝澤由佳子**, 有馬正和*

*大阪府立大学大学院 **兵庫県立工業技術センター

FUKUZO Hiroshi*, SAIKI Tsunemasa**, TAKIZAWA Yukako**, ARIMA Masakazu*

*Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University,

**Hyogo Prefectural Institute of Technology

1. はじめに

平成16年から平成23年の間の潜水事故発生件数の変化¹⁾を見ると、事故発生件数は減少していないのがわかる。事故発生件数および死者者数の減少を目指すためには、ダイビング講習や注意喚起だけでなく、常にダイバーを監視し、即座に事故への対応をするシステムが必要である。本研究では、ダイバーを監視する一つの方法としてリアルタイムでダイバーの心理状態を推定するシステム設計を試みた。

心理状態を推定する手法として、心拍変動性指標が用いられることが多い。心拍変動性指標を求めるためには心電図のR波と呼ばれる特徴的な波形の間隔（R-R間隔という）を求める必要がある。そのため、ダイバーの心電図計測を行う必要がある。これまで水中で心電図計測を行なった例があるが、防水マグネリードを使用して計測を行なっていた²⁾。しかし、以前生体電極の構造を工夫することで、電極が水に浸かった状態での筋電図計測に成功した³⁾。この電極を用いることで水中での心電図計測ができるようになり、同時にR-R間隔を計測することを可能にした。

本研究では水中における心電図計測からリアルタイムで心拍変動性指標を算出するシステムを提案する。

2. 心電図計測手法

本研究で用いる生体電極を図1のように加工する。クロロプロレンスponジゴム（以後、CRスponジゴムという）を円筒状に切り抜き、この中心に円筒状の貫通穴を開ける。CRスponジゴムの半径方向に切り込みをいれ、そこに導線を通し電極（ユニークメディカル製 Ag/AgCl皿電極 EPA-12）をCRスponジゴムの平面の部分にアクリル板を接着する。

このようにすることで、図1のように肌が接触したときにCRスponジゴムの内側と外側で絶縁され、生体電極同士が短絡状態にならないようにした。

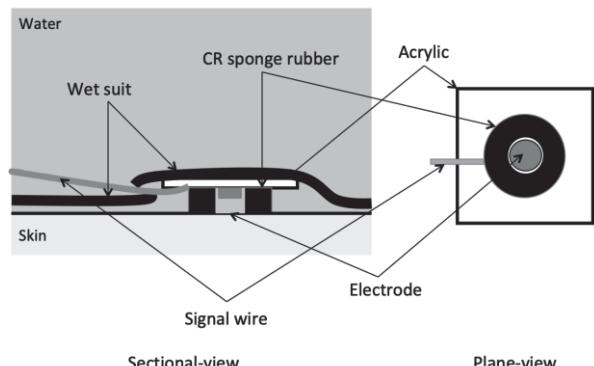


図1 生体電極の概要

3. 心拍変動性指標

心拍変動性指標を算出するためには心電図計測から得られたR-R間隔を時系列データに並べる。そのグラフからパワースペクトル密度関数を求め、0.04-0.15Hzの値をLF、0.15-0.4Hzの値をHFとして求める。そして、式(1)、(2)よりSNS、PNSを導入する。交感神経が優位であるときはSNS、副交感神経が優位であるときはPNSが大きくなるため、値を読むことでその人の心理状態が推定することができる。

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

$$PNS = \frac{\sum HF}{\sum LF + \sum HF} \quad (2)$$

3. 解析方法

生体電極で得られた信号をオペアンプで増幅しADC（Microchip Technology Inc.製 MCP3208）にて

サンプリング周波数 200Hz でデジタル変換した後、マイコン（RS 製 Raspberry Pi 3 Model B+）に記録した。そして 28s 計測した後、心電図データをもとに心拍変動性指標を算出するプログラムを Python3 で組んだ。そして、マイコンでプログラムを実行することにより、リアルタイムで被験者的心拍変動性指標を算出することを可能にした。

4. 実験方法

被験者（23 歳、男性）に浴槽（長さ×幅×深さ：内寸 930mm×480mm×510mm）の中で仰向けの状態で安静にしてもらった。

心電図の計測は水道水に食塩を混ぜて作成した模擬海水の中で行った。（5.53S/m, 34.2°C）生体電極の取り付け位置については、一つは左胸の第四肋間の高さに取り付けた。生体電極の固定方法は、切り込みを入れたウェットスーツを着用し、切り込み口から生体電極を入れ、ウェットスーツの伸縮により固定した。もう一つの生体電極は水中に浮かばせた。これらの電極を生体アンプに接続し、ADC を介してマイコンに記録した。生体アンプは信号を 900 倍に増幅し、オフセット電圧を 2.25V 与えている。また、生体アンプと ADC、マイコンは耐圧容器に入れられ、全て水に沈んだ状態で実験を行なった。実験の様子を図 2 に示す。



図 2 実験環境

5. 実験結果

模擬海水中において実験した結果を図 3 に示す。図 3 を見ると、約 1 秒間に一度電圧の値が大きくなる R 波を確認することができる。しかし、ノイズの影響で一部隠れているところがあるため、下向きに大きくなっている S 波を検出することにした。S 波を検出することで S-S 間隔を計測することができた。また、計測した S-S 間隔からパワー

スペクトル密度関数を求め SNS、PNS を求めることができた。

以上より水中において、被験者的心電図計測から心拍変動性指標の算出までリアルタイムで行うことができるシステム設計ができたことがわかる。

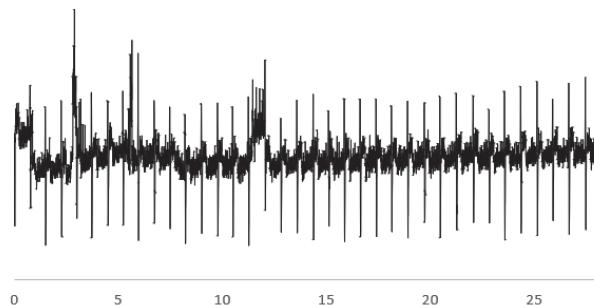


図 3 心電図計測結果

6. まとめ

本研究では、ダイバーの心理状態の監視を目的として水中での心電図計測から解析までのシステム設計を試みた。今後は計測機器の小型化を目指す。また、ウェットスーツに電極を実装し、実海域での実験を試みる。なお、本研究は大阪府立大学大学院の「研究倫理委員会」の承認を得て実施したことを附記する。

謝辞

本実験のウェットスーツ生地を提供して頂いた（株）モビーディックに感謝する。本研究の一部は日本学術振興会科学研究費基盤研究（C）No. 17K00291 によった。

参考文献

- 1) 一般財団法人 日本海洋レジャー安全・振興協会 DAN JAPAN, 平成 25 年 潜水事故の分析, pp.1-4, (2016) .
- 2) 久保田洋一, 河合祥雄, マリン実習参加者における誘発潜水反射心電図と心拍変動記録, 順天堂スポーツ健康科学研究 第 1 卷第 2 号（通巻 14 号）, pp.184-187, (2009) .
- 3) 才木常正, 瀧澤由佳子, 村井康二, 有馬正和, ダイビング用の水中筋電位センサ, 電気学会論文誌 C, Vol.139, No.6, pp.719-724, (2019).

赤外線カメラを用いた非接触呼吸計測の手法の評価

Assessment of Non-contact Respiration Measurement Method Using Infrared Camera

○中村瑞稀*, 鎌倉快之**, 大須賀美恵子***

*大阪工業大学大学院情報科学研究科 **大阪工業大学情報科学部

***大阪工業大学ロボティクス&デザイン工学部

NAKAMURA Mizuki*, KAMAKURA Yoshiyuki**, OHSUGA Mieko***

*Grad. Sch. Information Sci. and Tech., Osaka Institute of Technology,

**Fac. Information Sci. and Tech., Osaka Institute of Technology

***Fac. Robotics and Design, Osaka Institute of Technology.

1. はじめに

生体信号を計測することは、ヒトの健康状態、精神状態を推定するために有用である。生体信号の計測を日常的に様々な場面で行うためには計測の手間、負担が少ないものが望ましい。本研究では赤外線カメラを用いて呼吸を計測する。カメラを環境に埋め込むことで、非接触で低負担、計測を意識させない測定ができる。

既発表¹⁾ではカメラを用いた呼吸の計測の可能性を示したが、本稿では非接触での呼吸の計測結果と、ピックアップセンサ（装着型）、バイタルセンシングチェア（低負担型）による呼吸の計測結果との比較を行う。

呼吸は意識下でも無意識下でも制御されるという特異性を持ち、呼吸の速さや深さなどには自律神経活動を反映しているとされ²⁻⁴⁾、呼吸の計測で精神状態が推定できるはずであり計測の需要は高いと考えられる。加えてヨガや禅などの呼吸法のように意識的に呼吸を制御することで自律神経に影響を与える人をポジティブな状態にする試みも行われている⁵⁾。本稿の結果を通じ、非接触計測の精度を高め、呼吸の制御（呼吸誘導）などの応用へと繋げる。

2. 方法

2-1. 赤外線カメラからの呼吸波形の検出

距離計測が可能な赤外線カメラを利用し被測定者の胸部・腹部領域とカメラとの距離の変化を計測することで、呼吸に伴う胸部・腹部の上下動を捉え、呼吸波形の検出が可能である¹⁾。本稿では、図1のように、計測領域を胸部、腹部に分けて計測した。

2-2. 装着型センサによる呼吸の計測

装着型センサによる計測では、日本光電社製の呼吸ピックアップ TR751T を腹部に装着し日本サンテ

ク社製の Polym-Resp に接続し、時定数 3.0s として腹部の周囲長の変化を計測した。

2-3. バイタルセンシングチェア⁶⁾による呼吸の計測

バイタルセンシングチェアは心拍と呼吸の計測が可能なイス型の装置で筆者の一人がティ・エステック株式会社とともに開発を行ったものである。呼吸の計測は座面に組み込まれた 4 つの圧力センサによって前後と左右の体動を計測することで行った。



図1 距離映像、胸部（矩形領域上部）と腹部（矩形領域下部）の領域を可視化

3. 実験

実験は既発表と同様のもので文書によるインフォームド・コンセントを得た 20 代の健常男性 10 名の協力を得てデータを取得した（大阪工業大学ライフサイエンス倫理委員会承認番号 2018-39）。被測定者に心電、眼電、脈波、呼吸の計測のためのセンサを装着し、ディスプレイの正面に配置したバイタルセンシングチェアに座らせ、バイタルセンシングチェアの容量結合型電極を用いた心電の計測と圧力センサによる呼吸の計測とカメラによる映像の録画を行った。実験で被測定者は口頭の指示による呼吸統制と重心移動テストを行い、その後映像を 21 分間視

聴させた。休憩 5 分を取り、もう一度 21 分間映像を視聴させた。映像視聴中は 3 分ごとに眠気と集中度を質問しジェスチャにより回答させた。また映像は筆者らが指定したもの（内容に変化の少ない自然のドキュメント映像）と被測定者に任意に選択させたもの（映画やドラマ、アニメなど）の 2 種類を交互に視聴させた。

赤外線カメラには Intel 社製の Realsense D435 を使用した。カメラは高さ 15 cm 程の三脚を装着し、設置場所は被測定者が座ったバイタルセンシングチェアの前 1.5m ほどの距離の高さ 80 cm 程の机の上とした。距離映像は 640×480 ピクセル、30fps の設定で録画を行った。同時に RGB 映像、赤外線映像の録画も行った。

4. 結果と考察

実験で取得した録画映像からは 2-1 節の方法で呼吸波形を取得した。胸部と腹部は目測でみぞおちを中心として上下に領域を指定した。

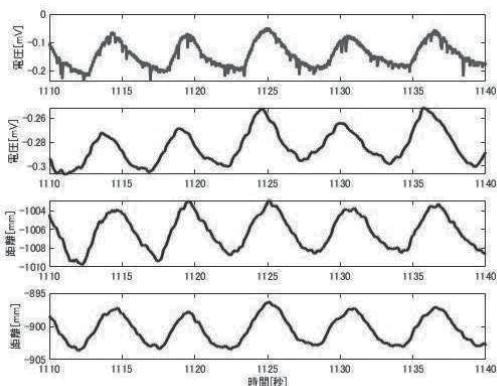


図 2 各センサによる計測結果

図 2 はある被測定者の計測結果の 30 秒間分を抽出したものである。一段目が装着型のセンサ、二段目がバイタルセンシングチェアの圧力センサから得た前後方向の重心移動、三段目と四段目は赤外線カメラによる距離映像から得た呼吸波形で三段目が胸部、四段目が腹部に領域を指定したものである。いずれの計測方法、計測場所においても、呼吸様の変化が見られた。この例では位相はほぼ同期しているが、一部に位相が反転する場合があった。計測不備などを除いた被測定者 6 名のデータについて、装着型のセンサによる呼吸波形とバイタルセンシングチェア、赤外線カメラによる計測波形を目視で比較し、呼吸波形が得られているかどうかを判定した。呼吸

とみなせる波形が得られた区間は、バイタルセンシングチェアでは、80%が 1 名、40%が 4 名、20%が 1 名で、赤外線カメラでは、被測定者、部位に関わらず、80~90%の区間で呼吸とみなせる波形が得られていた。いずれの手法も呼吸様の波形が得られなかつたのは呼吸以外の体動の影響による場合がほとんどである。そのため、赤外線カメラによる計測では、着座状態では体動の少ない腹部の方が計測の安定性が高い傾向にあった。また、バイタルセンシングチェアでは、着座の位置や臀部のサイズと圧力センサとの位置関係の影響もあったと考えられる。

5. おわりに

本稿では赤外線カメラを用いて非接触で呼吸の計測を行い、装着型のセンサやバイタルセンシングチェアなどの接触型のセンサと比較し、非接触での計測の有効性について検討した。赤外線カメラを用いた場合でも今回のような座位で安静時であれば装着型のセンサと同様に呼吸の計測が行えた。今後は、特に非接触計測について、装着型センサとの同期性や位相反転についての検証、立位や座位、腹式や胸式といった呼吸方法と計測位置との関係や影響などの検討を進める。

参考文献

- 1) 中村瑞稀, 竹内大樹, 鎌倉快之, 大須賀美恵子：“カメラを用いた非接触生体信号計測”，人間工学 55 卷 Supplement 号, p. 1D3-6
- 2) 大須賀美恵子：呼吸；人間計測ハンドブック基礎編 2.7 節，産業技術総合研究所人間福祉医工学研究部門編集，朝倉書店, pp. 92-94, 2003
- 3) Milic-Emili J: Recent advances in clinical assessment of control of breathing., Lung, 160, pp. 1-17, 1982
- 4) 梅沢章男：第 11 章 呼吸活動, 新生理心理学 第 1 卷, 宮田洋監修, 藤澤清志, 柿木昇治, 他編集, 北大路書房, pp. 196-209, 1998
- 5) 大須賀美恵子：“S2E4-6 呼吸の低負担計測とポジティブ状態創出への応用可能性”，人間工学 55 卷 Supplement 号 p. S2E4-6
- 6) 大須賀美恵子：“バイタルセンシングチェアの応用可能性について”，ヒューマンインターフェースシンポジウム 2017 論文集, pp. 571-574, 2017

3次元空間内での作業におけるヘッドアップディスプレイの利用が 作業パフォーマンスと作業負担に及ぼす影響の検討

The influence of Head-up Display on task performance and task load on 3D space

○藤原悠史*, 北村昭彦*, 篠原一光*, 佐々木誠**

*大阪大学大学院人間科学研究科 **株式会社コマツ

FUJIWARA Yushi*, KITAMURA Akihiko*, SHINOHARA Kazumitsu*, SASAKI Makoto**

*Graduate School of Human Sciences, Osaka University, **Komatsu. Ltd.

1. はじめに

視覚的な作業を支援するための情報提供機器としてヘッドアップディスプレイ (Head-up Display : HUD) が注目されている。HUD では利用者の前方空間上に情報が表示されることで、情報読み取り時に生じる視線移動量が低減する。そのため作業パフォーマンスが高くなり、作業負担が軽減すると考えられる。

また、これまで情報を片目にのみ表示する単眼 HUD が検討されてきた。一般的な HUD である両眼 HUD に比べて単眼 HUD 利用時は HUD 像が遠方に知覚される¹⁾。その結果、HUD 像と作業空間の間の奥行き方向への注意移動が軽減され、作業パフォーマンスが高くなると考えられる。一方、単眼 HUD では HUD 像の知覚が不安定となり、利用者の負担が増大する可能性もある。

本研究では、3次元空間内での作業において HUD の利用が作業パフォーマンスと作業負担に及ぼす影響について検討した。

2. 方法

2-1. 実験参加者

実験参加者は 18 名（男性 9 名、女性 9 名）で、平均年齢 23.39 歳（標準偏差 2.49）であった。

2-2. 実験装置と刺激

実験装置の配置図を図 1 に示した。実験参加者の前方奥にタッチモニタとロボットアームを設置し、右手前にモニタを設置した。実験参加者からタッチモニタまでの距離は 500cm で、モニタまでの距離は 63.3cm であった。実験参加者の右に設置したディスプレイ上の画像をハーフミラーで反射させて HUD 像を表示した。実験参加者から HUD 像までの距離は 250cm であった。実験参加者の目の前に設置した偏光フィルタによって、単眼 HUD と両眼 HUD を切

り替えた。ロボットアームはジョイスティックを用いて上下左右前後に動かすことが可能であり、先端にはタッチペンを取り付けた。

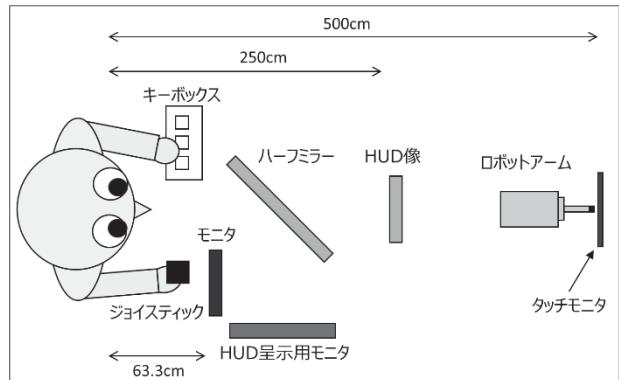


図 1 実験装置の配置図

2-3. 手続き

実験では HUD またはモニタに表示された作業情報を参照しながらロボットアームを操作する課題をおこなった。作業情報として 3×3 の 9 マスの正方形の中に複数の数字が入った画像が表示された。前方奥のタッチモニタ上に 3 色（青、黄、緑）に塗り分けられた 3×3 の 9 マスの正方形が表示された。実験参加者はロボットアームを操作して、作業情報内の数字と対応するタッチモニタ上のマス目を数字の順にタッチする課題をおこなった。

以下に 1 試行の流れを示した。まず、HUD またはモニタ上に作業情報が表示された。その後、実験参加者は情報内の「1」と対応するタッチモニタ上のマス目の位置へロボットアームを移動させ、マス目をタッチした。タッチする瞬間にそのマス目の色をキーボックスで回答した。その後、ジョイスティック上のボタンを押してロボットアームをスタートの座標へ戻した。残りの箇所に関しても、数字の順番に最後まで同様におこなった。1 試行が終わると新しい情報が表示され、終了時間まで試行を繰り返した。

情報の呈示方法（実験条件）はモニタ条件、単眼HUD条件、両眼HUD条件の3条件であり、実験は条件ごとのブロックでおこなった。情報内の数字の数（セットサイズ）は、5個と7個と9個の3水準設けた。セットサイズと情報内での数字の位置は各ブロック内でランダムであった。

各ブロックの終了後に日本語版 NASA-TLX に回答するように求めた。また、各ブロックの前後に近点計による検査を実施し、疲労感 VAS 検査への回答を求めた。

2-4. 測定指標

作業パフォーマンスの指標として1試行の作業時間用いた。1試行の作業時間は、情報表示開始から最後の数字のマス目の色をキー押しで回答するまでの時間とした。

主観的な精神的負担の指標として、日本語版 NASA-TLX の適応加重平均ワーカロード得点（AWWL 得点）と下位項目（知的知覚的要求、身体的要求、タイムプレッシャー、作業成績、フラストレーション、努力）の得点を用いた。主観的な疲労感の指標として、疲労感 VAS 検査²⁾の得点を用いた。また、眼への負担の指標として、近点計において指標が読み取れる距離の限界値（近点距離）を用いた。

2-5. 実験計画

実験条件（モニタ、単眼HUD、両眼HUD）×セットサイズ（5個、7個、9個）の参加者内2要因計画であった。各ブロックの課題時間は15分間であった。実験は大阪大学大学院人間科学研究科行動学系研究倫理委員会の審査と承諾を得ておこなった。

3. 結果

データに欠損があった1名を除いた17名分のデータを対象に分析をおこなった。

1試行における各条件の平均作業時間を図2に示した。実験条件×セットサイズの2要因分散分析をおこなった結果、実験条件の主効果が有意であり($F(2, 32) = 5.69, p < .05, \eta^2 = .15$)、モニタ条件で単眼HUD条件と両眼HUD条件よりも作業時間が長かった($p < .05$)。セットサイズの主効果が有意であり($F(2, 32) = 345.95, p < .01, \eta^2 = .96$)、5個、7個、9個の順に作業時間が長くなった($p < .01$)。実験条件とセットサイズの交互作用は有意ではなかった($p > .05$)。

各条件の平均 AWWL 得点に関して 1 要因分散分析をおこなった結果、実験条件の主効果は有意では

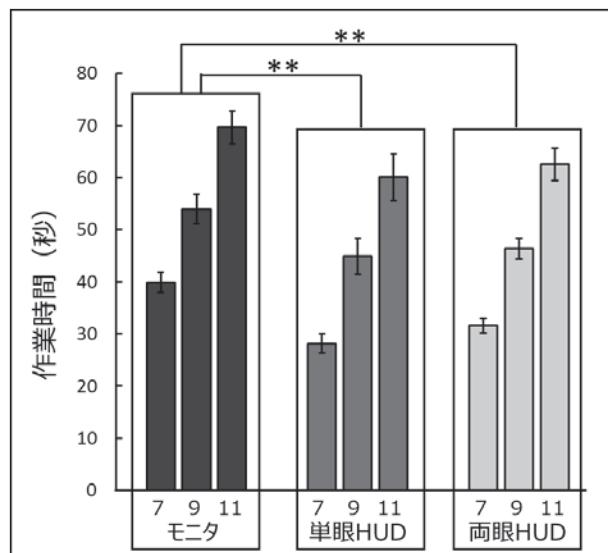


図2 各条件の平均作業時間

なかった($p > .05$)。下位項目に関しても 1 要因分散分析をおこなったが、いずれの項目においても条件間で有意差がみられなかった($p > .05$)。

疲労感 VAS 検査の課題前後での得点の変化量に関して 1 要因分散分析をおこなった結果、実験条件の主効果は有意ではなかった($p > .05$)。

近点距離に関して実験条件×課題前後の 2 要因分散分析をおこなった結果、実験条件と課題前後の主効果およびそれらの交互作用はいずれも有意ではなかった($p > .05$)。

4. 考察

本研究では、HUD 利用時にモニタ利用時よりも作業効率が良くなることが示された。HUD 利用時は情報を読み取る際に生じる視線移動量が低減して、情報確認が容易になり、作業を効率的におこなうことができたと考えられる。したがって、3次元空間内での作業において HUD の利用が作業効率を高めることが示唆された。

また、単眼 HUD の利用は作業効率を高めないものの、作業パフォーマンスと負担の両方において単眼HUDと両眼HUDの間に差がみられなかった。単眼HUDでは左右の眼で視覚情報が異なることによる見づらさが指摘されることがあるが、実際には付加的なデメリットが生じない可能性が示唆された。

参考文献

- Sasaki, T., Hotta, A., Moriya, A., Murata, T., Okumura, H., Horiuchi, K., Okada, N., Ogawa, M., & Nagahara, O. (2010). Hyperrealistic Display for Automotive Application, SID 2010, 953-956.
- 産業疲労研究会. “疲労感 VAS 検査方法”, <http://www.hirougakkai.com/VAS.pdf>, (参照 2019-10-08)

仮想空間上での運動状態の提示と事象関連脱同期の発現に関する検討

A Study of Relationship Between Event-Related Desynchronization and
Virtual Body Motion using Head Mount Display

○志水啓悟*, 荒木望*, 中谷真太朗**, 小西康夫*

*兵庫県立大学 **鳥取大学

SHIMIZU Keigo*, ARAKI Nozomu*, NAKATANI Sintaro**, KONISHI Yasuo*

*University of Hyogo, **Tottori University

1. はじめに

近年、VR ゴーグルと呼ばれる没入型ヘッドマウントディスプレイが安価に利用できるようになり、その応用が盛んに検討されている。特にリハビリテーションの分野では、VR ゴーグルにより再現した仮想空間上の身体を使用者自身の身体の代わりに動作させることによって運動機能や感覚機能を回復させようという試みが行われている¹⁾。

その一方で、VR ゴーグルを用いたとき、使用者が想定している運動と仮想空間上の身体の動作に大きな遅延時間があると、VR 酔いと呼ばれる現象が生じることが知られている。この VR 酔いは、仮想空間上の身体が自分の身体であるという自己身体所有感、あるいは仮想空間上の身体を自分が動かしているという感覚である運動主体感に影響を及ぼす実動作と仮想空間上の身体の動作とのずれが一因となっていることが考えられている。

そこで、本研究では、運動企図時に運動野付近の脳波で生じる事象関連脱同期の強度が自己身体所有感や運動主体感の強度に比例すると仮定し、実動作と VR ゴーグルで提示する仮想空間上の身体の動作との間に設けた遅延時間と事象関連脱同期の強度との関係について調査を行った。

2. 実験方法

本実験は実動作と仮想空間上の身体の動作との間の遅延時間による自己身体所有感や運動主体感の変化を客観的に評価することを目的としている。M.A.F. Ismail らの研究では自己身体所有感は一般に実動作と仮想空間上の身体の動作の遅延が 0.1 秒より大きくなる時、運動主体感は 0.19 秒より大きくなる時に損なわれることが指摘されている²⁾。そこで我々は、運動企図時に運動野付近の脳波で生じる事象関連脱同期 (Event-Related Desynchronization: ERD) の強度が自己身体所有感や運動主体感の強度

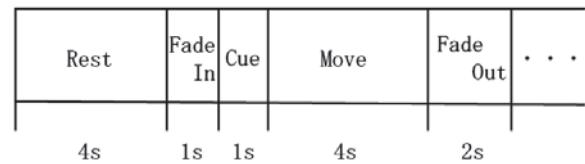


図 1 本実験のタスク

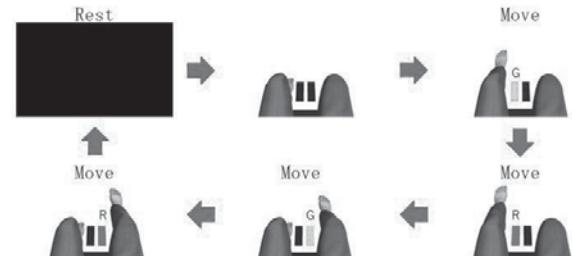


図 2 仮想空間上の動作映像の推移

に比例すると仮定し、仮想空間上の身体の動作を実際の動作から 0.1 秒および 0.2 秒遅らせて被験者に提示した際の脳波の測定を行った。実験は 6 名の男性健常者で行った。脳波の計測には誘発電位測定用電極 (NE-121J, 日本光電) および生体アンプ (AB-611J, 日本光電) を使用した。被験者の動作を仮想空間上の身体に反映するためにモーションセンサデバイスである Kinect V2 (Microsoft) を使用し、仮想空間上での運動状態を提示するために、VR ゴーグルとして Oculus Rift CV1 (Oculus) を被験者に装着した。また、今回の実験は Kinect により取得した身体動作を直接仮想空間上の身体に提示したときの遅延時間を 0 秒と仮定した。

図 1 に本実験のタスクを示す。Rest では被験者に何も映っていない画面を 4 秒間提示する。Fade In ではその画面から仮想空間上の身体が映るように 1 秒以内で変化させる。Cue では音を鳴らし、運動開始時のタイミングを提示する。そして、Move では被験者は左足の上げ下げ、右足の上げ下げを 4 秒間行う。この時、図 2 の足の間にあるオブジェクトの色が緑(G)から赤(R)に切り替わり、緑(G)の時に足を

上げ、赤(R)の時に足を下げる。なお、この動作は Kinect により外部から計測しており、被験者の実際の動作と VR ゴーグルで提示される動作とに 0, 0.1, 0.2 秒の遅延時間を設定している。最後に Fade Out では仮想空間上の身体の映像から Rest の時と同じ画面に 2 秒間で切り替える。これらを 5 回繰り返し、計 60s で実験を行った。

3. 解析方法

脳波の計測は国際 10-20 法に基づき頭頂付近の Cz, C1, C2, FCz, FC1, FC2, CPz, CP1, CP2 で行い、基準電極は右耳たぶの A2 とした。また、サンプリング周波数を 1000 Hz, アンプのゲインは 10 μ V/V とし、0.5Hz~100Hz のバンドパスフィルタを適用した。

解析では、ノイズ除去のために各測定点でのデータから全測定結果の平均値を減じる処理を施した。その後、Rest の 4 秒間のデータと Move の 4 秒間のデータを抽出し、それぞれのデータに窓幅を 1000, オーバーラップを 900 とした短時間フーリエ変換を適用し、加算平均して各周波数の周波数強度を求めた。また、ERD 強度を以下の式で求めた。

$$ERD (\%) = \frac{\sum P_r - \sum P_m}{\sum P_r} \times 100 \quad (1)$$

ここで、 $\sum P_r$, $\sum P_m$ は安静時 (Rest), 動作時 (Move) におけるそれぞれの周波数強度の和である。ERD には 8-13 Hz 帯域で発現する α -ERD と、18-30 Hz 帯域で発現する β -ERD がある。本実験系では β -ERD を用いて評価を行うため、式 (1) の $\sum P_r$, $\sum P_m$ については 18-30 Hz の周波数強度の和を計算するものとした。また、各条件間で対応のある t 検定を行い、有意差($p < 0.05$)の有無を調査した。

4. 実験結果

図 3 に Cz での脳波から計算した ERD 強度と遅延時間との関係を示す。図 3 の各遅延条件における ERD 強度の平均値はそれぞれ 21.6% (0 秒), 24.3% (0.1 秒), 21.9% (0.2 秒) であった。これらの結果については各条件間で有意な差を確認することはできなかった。一方で、実験後に被験者に「遅延時間を 0 秒, 0.1 秒, 0.2 秒とした時に仮想空間上の身体の動作に対して違和感があったか」とアンケートを取ったところ、「遅延時間が 0.2 秒の時に違和感があった」という答えがあった。

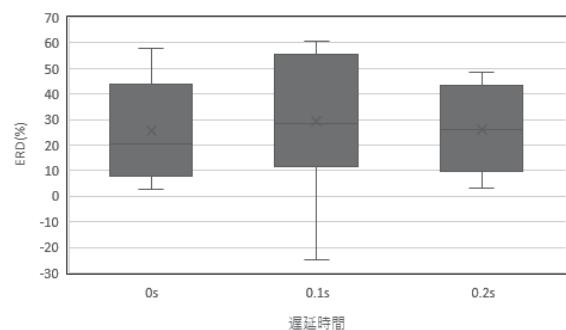


図 3 Cz における ERD 強度と遅延時間の関係

5. 考察

以上のことから、今回の実験では実動作と仮想空間上の身体の動作との間の遅延時間による自己身体所有間や運動主体間と ERD との間に相関を見いだすことはできなかった。一方で、アンケートの結果からは遅延時間 0.2 秒で表示に違和感があるとの解答があった。本実験では実際に体を動作していることから、ERD はこの実動作により強く発現し、表示の遅延により感じる違和感をとらえることができなかつたのではないかと考えている。

これについては、今後、遅延時間をさらに伸ばして実験を行うことに加え、アンケートにあった「違和感」を捉えるために、近年その応用が盛んに行われている mismatch negativity (MMN) などの事象関連電位を使った評価手法についても検討を行う必要があると考える。

6. おわりに

本研究では実動作と VR ゴーグルを用いて提示した仮想動作との間の遅延時間と ERD 強度について調査を行った。

謝辞

本研究は JPSP 科研費 JP16K21290, JP19K04298 の助成を受けたものです。

参考文献

- 須藤珠水ほか，“一人称視点による模倣運動を利用した運動・感覚リハビリテーション”，高次脳機能研究, Vol.36, No.3, pp.426-431, 2016
- M.A.F. Ismail et al., “Robot’ Hand Illusion under Delayed Visual Feedback: Relationship between the Sence of Owenership and Agency”, PlosOne, 11, 7, e0159619(2016)

VR暴露療法システムのための不安レベル推定手法の検討

Estimation of Anxiety Level using Physiological Measures to Control Virtual Reality
Exposure Therapy System
○木場晏也*, 大須賀美恵子**

*大阪工業大学工学部ロボット工学科 **大阪工業大学ロボティクス＆デザイン工学部

KOBA Haruya*, OHSUGA Mieko*

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

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

1. はじめに

不安症は、特定のものに対して過度な不安を感じることで生活に支障をきたす精神疾患である。不安症患者の認知行動療法の一つに暴露療法がある。暴露療法には、不安症患者が不安に感じているものを実際に見てもらう、経験してもらう *in vivo* 暴露療法、患者にイメージ想起させて行うイメージ暴露療法がある。さらに、近年では、Virtual reality (VR) 空間を利用して行う VR 暴露療法も試みられている。

暴露療法は従来の薬物療法と同等の効果があるとされているが、その方法はまだ確立されているとは言えない。暴露療法を臨床現場で行う際は一番不安に感じる状態を 100 点、不安を感じない状態を 0 点として、不安対象の点数付けを行う。この点数を Subjective unit of disturbance (SUD) という。これを点数順に並び替え不安階層表を作り、その表の中の比較的中程度(50 前後)の不安から暴露を始めることがよいとされている¹⁾。程よい強さの不安から暴露療法から始めると治療効果が高まるという知見が得られているが²⁾、最初から不安が強すぎると治療を受ける患者の抵抗感が増す。そのため多くの場合、比較的点数が低い不安対象から暴露療法を始める。しかし、低い不安対象から馴れさせるように治療を行うと、不安症患者の症状と情緒と記憶に関係すると言われている扁桃体が刺激されず、一度緩和された症状が再発する可能性も示唆されている²⁾。再発は薬物療法でも多く見られており、不安症患者を治療する際の大きな問題点となっている。

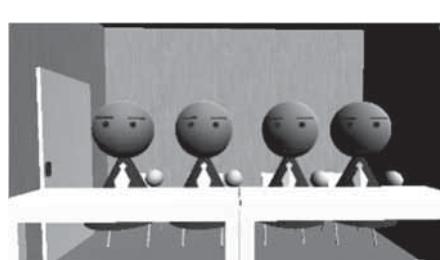
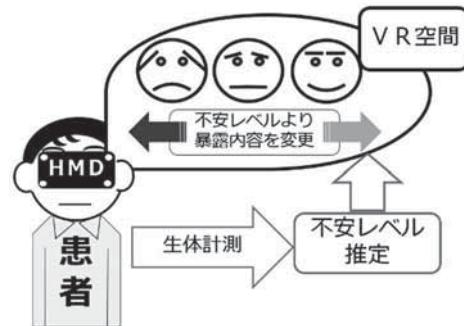
2. VR 暴露療法

Head Mounted Display(HMD)を装着し、VR 空間内で暴露療法を行う。VR 暴露療法は *in vivo* に比べて、安全かつ場所や人手の面において低コストという利点がある。また、患者が想起するイメージを把握で

きないイメージ療法と異なり、セラピストが患者と体験を共有でき、暴露レベルの制御が可能である。

3. VR 暴露療法システムにおける不安制御の提案

今回提案するシステムは不安症の中でも、社会的状況、コミュニケーション場面を不安対象とする社会不安症患者（社交不安症、対人恐怖症）を対象とする。患者の治療への抵抗感を減らし、より治療効果が高く、症状の再発を防止する暴露療法を行うには、患者の不安レベルを推定し、これを適切に制御することが重要であると考えた。不安の推定には、被測定者にさほど負担を与えずに計測できる生理指標を用い、不安の制御には、VR 空間のコンテンツを適応的に変化させる。VR 空間は患者に HMD を装着して提示する (Fig.1)。プロトタイプでは、面接やスピーチをする VR 空間を unity で開発し (Fig.2)、CG の面接官の表情や質問内容、動作を変えることで不安レベルを制御する。



4. 不安レベル推定手法の検討

4-1. 実験方法

生理指標を用いて、不安のレベルを推定するための予備的検討を行った。倫理審査の関係で、現段階では著者の一人が実験参加者となった。現実空間で5~6分の就職模擬面接時と、その前後の安静3分の生理指標(心電、呼吸、皮膚コンダクタンス(SC))を計測した。実験終了後に撮影された実験風景を見ながら、質問や回答時の不安を10段階評定した。実験風景をFig.3に示す。



Fig.3 実験風景

4-2. 結果と考察

面接前安静時、面接時、面接後安静時の心拍数、呼吸、皮膚コンダクタンスレベル(SCL)、皮膚コンダクタンス反応(SCR)，主観評定値の時系列変化をFig.4に示す。これらから得た指標の条件ごとの平均値、標準偏差をFig.5に示す。

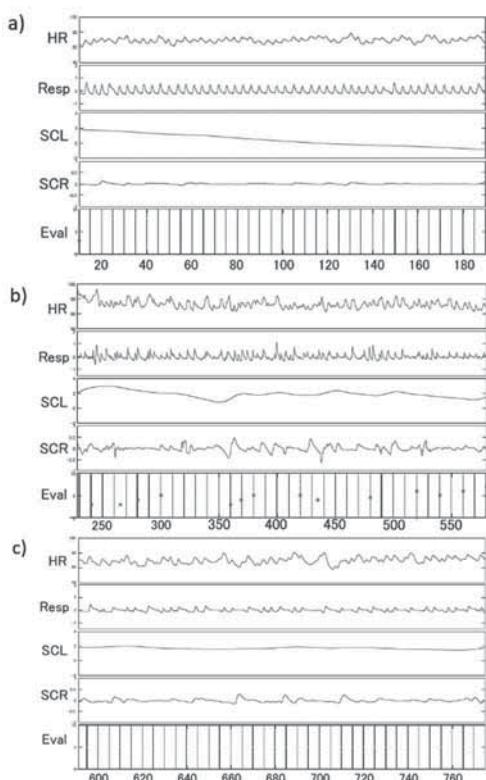


Fig.4 生理反応と主観評定値の時系列変化

a) 面接前安静，b) 面接中，c) 面接後安静

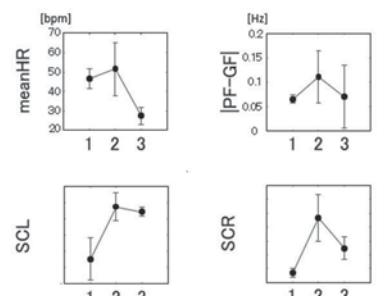


Fig.5 条件ごとの指標値の平均と標準偏差
1:面接前安静時 2:面接時 3:面接後安静時

主観評定値は、面接の進行と共に上昇し、面接終了時にピークに達した。模擬面接により不安を想起できたと言える。平均心拍数は前安静と比べて面接時に上昇、面接後は低下した。皮膚電気コンダクタンスは、SCLは模擬面接開始直後にピークに達し、面接後安静まで高値を保った。また、模擬面接官の質問の直後にSCRの生起が見られた。これらより、心拍とSCを用いた不安レベルの推定が行えることが期待できる。呼吸の不安定性(ピーク周波数と重心周波数の差の絶対値)も模擬面接で増加しているが、発話の影響が大きいので、発話区間とそうでない区間を分けて解析する必要がある。

撮影した映像を観察して、視線が定まらないところや手を動かす動作を確認した。視線や瞬目、手振り・身振りなども不安レベル推定に有用だと考えられる。

5. おわりに

不安を適切なレベルに制御するVR暴露療法システムを提案した。この目的のための不安推定に、心拍・皮膚コンダクタンスを用いる可能性を確認した。今後はN数を増やし、指標も拡張して、不安レベルを定量的に推定する手法を開発し、提案したVR暴露療法システムに適用してその有効性を確認する。

参考文献

- 板野:不安障害に対する認知行動療法—エクスピージャー法をどのように導入するか、そのコツを探る—、第108回日本精神神経学会学術総会、Vol. 115, No.4, pp.421-428 (2013).
- MichelleG.Craske, MichealTreanor, ChrisConway, Tomislav Zbozinek, and Bram Vervliet: Maximizing Exposure Therapy ; An Inhibitory Learning Approach, Behaviour Research and Therapy, Vol. 58, No.4, pp.10-23 (2014).

擬人化エージェントを用いたカウンセリングの効果-模擬的体験による評価

Effects of Counseling Using Anthropomorphic Agents: Evaluation by Simulated Experience

○岩崎和子*, 来田宣幸**

*京都工芸繊維大学大学院 **京都工芸繊維大学

IWASAKI Kazuko*, Kida Noriyuki **

*Graduate School of Science & Technology, Kyoto Institute of Technology, **Kyoto Institute of Technology.

1. はじめに

心理カウンセリングでは、目に見えない心の領域が扱われる。現代のストレス社会では、あらゆる現場で心理カウンセリングのニーズが高まっている。心理カウンセリングは、専門的技能を備えたカウンセラーが、主に対話を通じて、心の課題を解決するための手助けをおこなうものである。また、対面での面談カウンセリングの代用として、これまで電話を用いたカウンセリングがおこなわれてきた。

擬人化エージェントとは、人間や動物に似た振る舞いをするアバターを通じた、相互作用が可能な技術的インターフェースであり、コミュニケーションツールとして活用可能性が広がっている。また、カウンセリングの可視化やWebカウンセリングによる心理面接過程を可視化し、被面接者の発話時間や沈黙時間、内容分類が報告されている¹⁾。そこで、擬人化エージェントを用いたカウンセリング（以下、「擬人化エージェントカウンセリング」）のシステムを構築することができれば、カウンセラーやクライアントに対して効率性などの観点から効果がみられるのではないかと考え、擬人化エージェントカウンセリングのシステムを作成した²⁾。しかし、音声の遅延などが発生したため、カウンセリングとしての心理的プロセスへのアプローチに課題が残った。

本研究では、擬人化エージェントカウンセリングによる心理的な反応を評価できるようにするために、音声遅延が発生しにくい環境を構築することを第1の目的とし、その上で、実物のカウンセラーが見える条件、擬人化されたカウンセラーが見える条件、カウンセラーが見えない条件の3つで、クライアント役の反応を比較することを第2の目的とした。

2. 方法

2-1. 擬人化エージェントシステムの構築

カウンセラーの前に配置されたノートパソコン

（以下、「カウンセラーカー」）のフロントカメラでカウンセラーの表情を読み取り、FaceRig[®]を用いてリアルタイムで擬人化エージェントに表情を反映させ、この擬人化エージェントの表情を、クライアントの前に配置されたディスプレイに表示させた。また、クライアントのノートパソコン（以下、クライアントPC）のフロントカメラで撮影したクライアントの表情は、加工することなく、カウンセラーの前に配置したディスプレイ画面に表示させるようにした。双方の音声は、加工することなく、ディスプレイに付属したスピーカーから出力させた。本研究では、音が遮蔽された隣室にカウンセラーとクライアントが着席した環境で、HDMIの有線ケーブルで接続することによって、音声遅延が発生しないようにした。

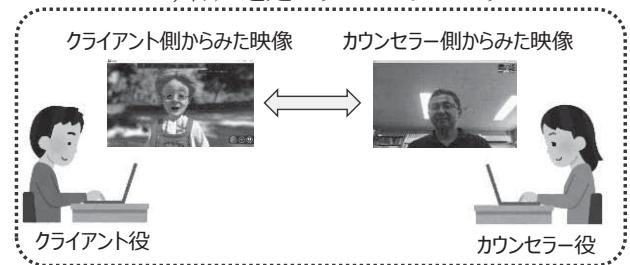


図1 擬人化エージェントカウンセリングの概要

2-2. 評価実験

システムの試行と調査は、臨床心理士の資格を有するカウンセラー役と一般学生によるクライアント役1名によって実施した。本カウンセリングシステムを用いて、2つの教室に分かれて「いぬばら法」による模擬カウンセリングを実施した。いぬばら法とは、クライアントが犬もしくはバラになりきり、悩みをカウンセラーに相談するカウンセリングのトレーニング技法であり、カウンセリングの研修場面などでよく実施されているものである。下記の3つの条件設定と順序で、約10分間ずつ実施した。

条件1：クライアントPCに擬人化エージェントを表示させ、クライアントは、擬人化エージェントを

通じてカウンセラーの行動を見ることができる。

条件 2：擬人化エージェントを用いず、クライアント PC にカウンセラーの実物の表情を表示させ、クライアントはカウンセラーの容姿やうなずきなどの行動をそのまま見ることができる。

条件 3：クライアント PC に何も表示されず、クライアントは、カウンセラーの行動を見ることができない。

クライアントの部屋にビデオカメラを設置し、行動や発話等を記録した。記録された映像から、カウンセラーの発言時間、クライアントの発言時間、クライアントの沈黙時間を求めた。

3. 結果

模擬的カウンセリング前後におこなわれるラポール形成のための会話や振り返りなど、カウンセリングと直接関係のない部分は分析対象外とした。その結果、本研究で分析対象となった時間は、条件 1 で 507 秒、条件 2 で 801 秒、条件 3 で 839 秒であった。このうち、クライアントの発話時間は 1 分間あたり条件 1 で 44.3 秒、条件 2 で 47.0 秒、条件 3 で 45.3 秒であった。また、カウンセラーの発話時間は 1 分間あたり条件 1 で 15.9 秒、条件 2 で 11.7 秒、条件 3 で 12.7 秒であった。

次に両者とも発話していない沈黙時間について検討すると、1 分間あたり条件 1 で 3.2 秒、条件 2 で 3.2 秒、条件 3 で 3.0 秒であった。この沈黙時間をカウンセラーの発話後にクライアントが発話するまでの沈黙時間、クライアントが発話後にカウンセラーが発話するまでの沈黙時間、クライアントの発話中に発生する沈黙時間の 3 つに分けて集計すると、カウンセラーの発話後にクライアントが発生するまでの沈黙時間は 1 分間あたり条件 1 で 0.2 秒、条件 2 で 0.3 秒、条件 3 で 0.2 秒であった。クライアントの発話中に発生する沈黙時間は 1 分間あたり条件 1 で 1.7 秒、条件 2 で 2.1 秒、条件 3 で 0.8 秒であった。また、クライアントの発話後にカウンセラーが発話するまでの沈黙時間は、1 分間あたり条件 1 で 1.3 秒、条件 2 で 0.4 秒、条件 3 で 2.0 秒であった。

4. 考察

クライアントの沈黙は、クライアントが自らの内面に向かっている時間として重要であるとされ^{3,4)}、特にカウンセリング後半でその重要性が高まるといわれている。本研究では、1 分間あたりの沈黙時間

が 3 秒程度であったため条件による明確な違いを検出するには至らなかった。しかし、クライアント PC に何も表示させなかつた条件 3 で沈黙時間が最も短く、電話での対応において相手の反応が視覚的に把握できない場合、沈黙を許容することができず、発話を連続させる可能性があることとの関連性がうかがえた。さらに、沈黙時間を詳細に検討した結果、クライアントが発話中に沈黙する時間は条件 2 の実表上が見える条件で最も長く、カウンセラーの表情がみえることで、内省をより促す効果が発生する可能性を示唆すると考えられる。

条件 1 の擬人化エージェントを表示させた条件での沈黙時間は 1.7 秒であり、条件 3 の顔表示なしと比較すると長い値であった。これは、クライアントにとって、擬人化エージェントのぎこちない動きであっても、瞬き、口の開け閉め、うなずき、首を傾げるといった表情反応が見え、コミュニケーションを築き、発展させることにより、内省にアプローチするというカウンセリング効果を高めた可能性を示唆すると考えられる。

本研究は、擬人化エージェントカウンセリングのシステム構築とその試行テスト（3 条件の比較）が主たる目的であったため、定量的および統計的な比較はできておらず、カウンセリング効果については確定することはできない。今後、多くの評価者を対象として評価検証をおこなうことが必要である。また、クライアントにカウンセラーの表情反応が見えることが効果的であるとすると、今後は、どのような表情がよりクライアントの内省へのアプローチを促進するのかなどの問い合わせに対する検証が必要になると考えられる。

参考文献

- 1) 江原康生: こころの可視化, 可視化情報学会誌 36(143), 30-34. (2016)
- 2) 岩崎和子・来田宣幸: 擬人化エージェントを用いたカウンセリングの可能性に関する研究、日本応用心理学会第 76 回大会論文集(2019).
- 3) 神田橋條治:精神療法面接のコツ 岩崎学出版社. pp.43-46. (1990).
- 4) 長岡千賀・小森政嗣・桑原知子・吉川左子・大山泰宏・渡部幹・畠中千紘:心理臨床初回面接の進行-非言語行動と発話の臨床的意味の分析を通じた予備的研究-社会(2011).

コミュニケーションロボットを用いた挨拶教育システムの提案と試作

Consideration of Greeting Education System Utilizing Communication Robots

○山形 隆翔*, 桑原 敦彰**

*京都工芸繊維大学大学院

YAMAGATA Ryuto*, KUWAHARA Noriaki**

*Graduate School of Science and Technology, Kyoto Institute of Technology

1. 緒論

現在、夫婦共働きの世帯数が増加したことで家庭教育よりも幼稚園教育が重要視されている。しかし幼稚園教育を行うための幼稚園教諭は低賃金や長時間労働などの理由により不足していることが問題視されている。また近年、ロボットの高性能化や活用が進み、幼稚園の現場においても登園管理などに利用され始めている。いまだ未就学児教育への活用可能性が未知数であるこれらを活用できれば、少ない教諭での園児への教育を実現することができ、充実した幼稚園教育を行うことができると考えられる。

本研究では、お辞儀の動作を検出してロボットが挨拶を認識し、挨拶を返すというシステムを試作および運用することで、幼稚園教育へのロボットの活用可能性およびその課題を明らかにすべく実験を行った。

2. 実験

2-1. 実験準備

実験に用いるシステムを構築するにあたり、実際に園児のお辞儀動作を撮影する実験を行った。幼稚園児6名(男性3名、女性3名)を対象に、正面と側面からお辞儀動作を撮影した。実験で得られた風景を図1に示す。



図1 お辞儀動作の撮影実験風景

2-2. 実験機材

実験を行うにあたり、本研究ではコミュニケーション

ロボットである PaPeRo i(NEC プラットフォームズ)を使用した。実物の写真を図2に示す。PaPeRo iはロボット型インターフェースと高速ネットワークゲートウェイが一体となった製品であり、顔認識やテキスト読み上げ、マイクによる音声聞き取りなどの機能を備えている。



図2 コミュニケーションロボット PaPeRo i

2-3. 実験方法

実験は登園時の幼稚園児178名に対し実施した。エントランスの通路正面にロボットを設置し、登園時の挨拶を内蔵のカメラで撮影し、その際のお辞儀動作を検出させた。確実に全身を撮影するため、園児とロボットの距離は210cmを確保している。また、園児の反応などを観察するために同時に実験風景の撮影も行った。実験を行った際のエントランスの模式図と実際の実験風景を図3,4に示す。

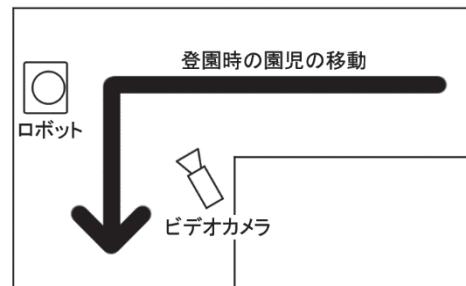


図3 実験現場の模式図



図4 実験風景

3. 実験結果と考察

登園中の園児の様子を撮影したところ、図5に示す通り多人数でもほぼ問題なく人体を検出することができた。また、お辞儀を検出して挨拶の発声を返す動作も確認することができた。

しかしながら、登園時と言う事もあり園児の素早い動きに追随することは難しく、歩きながら少しだけ頭を下げるような挨拶やお辞儀動作自体が素早い挨拶は検出することができなかった。また、幼稚園教員の指導でロボットの前で園児に整列してもって挨拶をするといった事も行ったが、計12回の整列のうち認識した回が7回に留まるなど挨拶部分の認識には課題が残る結果となった。

また、反応を返す部分に関しても問題が残った。お辞儀の角度がもっとも深い体勢になってからロボットが反応を返すまでに約2秒程度の時間差が発生するため、幼稚園児がロボットから反応が無いと解釈して注目がロボットから他へ移ってしまうこともあった。

さらに、全身を撮影するための距離の確保が問題の一つとなった点も挙げられる。ロボットと園児の距離感が日常行う挨拶の距離から離れてしまうとの指摘を幼稚園教諭の方から頂いた。この点が幼稚園児の興味を引きづらかった原因の一つであると考えられる。



図5 動作検出の様子

4.まとめと今後の課題

本研究では、動作解析を利用したコミュニケーションロボットによる挨拶教育システムを試作し運用することで、情操教育分野へのロボットの活用可能性を検討した。本実験では日常行われる動作の一つとして登園時の挨拶動作の検出を行ったが、ロボットが反応を返す、園児の興味関心を引くといった面で課題が残る結果となった。また、今回ロボットが認識できる動作の速度の問題から、幼稚園児の素早い動きに対応するための改善が必要であることも分かった。

一方で、上体の角度からお辞儀を検出して反応を返すプロセスそのものは混雑環境下でも問題なく機能しており、反応速度の問題が解決すれば幼稚園児と挨拶を通じたコミュニケーションを取るような運用も可能であると考えられる。

以上より、コミュニケーションロボットを用いた情操教育は、認識できる動作速度と反応を返す速度の向上によって活用可能性が拓けると考えられる。今後の課題としては、上記の問題の解決の他に返す反応の多様化やより詳細な挨拶動作の評価などが挙げられる。

参考文献

- 1) 内閣府, 内閣府男女共同参画曲ホーム, 男女共同参画とは, 男女共同参画白書, 男女共同参画白書 平成28年版, 第3章 仕事と生活の調和(ワーク・ライフ・バランス)(オンライン), 入手先 <http://www.gender.go.jp/about_danjo/whitepaper/h28/zentai/html/honpen/b1_s03_00.html> (2017).
- 2) 福田, 桑原, 森本: コミュニケーションロボットによる未就学児の情操教育への応用研究, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 116, No.360, pp.95-98 (2016).
- 3) 田中: 幼児教育現場におけるソーシャルロボット研究とその応用, 日本ロボット学会誌, Vol. 29, No.1, pp.19-22 (2011).
- 4) 田中, 小嶋, 板倉, 開: 子供のためのロボティクス: 教育・療養支援における新しい方向性の提案, 日本ロボット学会誌, Vol. 28, No.4, pp.455-462 (2010).

2台のKinectセンサによる人の動作に基づくロボットの軌道生成

Robot Trajectory Generation based on Human Movements using two Kinect Sensors

○喜田 悠斗*, 中川 秀夫**, 廣川 敬康**

*近畿大学大学院, **近畿大学, **近畿大学

KITA Yuto*, NAKAGAWA Hideo**, HIROKAWA Noriyasu**

* Graduate school of Kindai University, **Kindai University.

1. 緒言

近年、移動型ロボットに大きな期待が集まっているが、実用化が進んでいないのが現状である。一番の要因として、現状のロボットの判断力が人間に比べて非常に劣っていることに加え、ロボットの決められた作業を早く正確に行う能力を生かす場所がない、必要としないなどが普及を妨げていると考える。

マントルシステムロボットが現状、実用化に近いロボット形態であると考え、重要な判断は「人間」が行い、その他の判断を実行するのは「ロボット」が行う。加えて、人間ができないことをロボットが行う状況において、肢体・下肢不自由者や高齢者が挙げられる。

肢体・下肢不自由者を支援する方法の1つとして介助犬の導入が挙げられる。介助犬は、手足が不自由な人に代わって仕事を行う犬である。しかし、現在日本における介助犬の実働頭数は66頭と非常に少なく、介助犬を必要としている人々（約15,000人）のニーズに応えられないのが現状である。

介助犬の主な仕事動作としては、落下物の把持、指定物の把持、緊急事態の確保である。また、介助犬を必要としている人々のニーズによっては、ドア開閉、衣服の脱衣補助、車椅子の牽引などの仕事動作が挙げられる。

以上の理由から、図1のマントルシステムロボット²⁾に基づき、肢体・下肢不自由者を支援する介助犬ロボットの開発を最終目的にし、本研究では介助犬の仕事動作の一つであるドア開閉動作に着目し、人のドア開閉時の動作に基づいて軌道生成を行う。

2. Kinectの概要

人のドア開閉時の動作分析をするために、Kinect¹⁾を用いる。

Kinectは、RGBカメラ、距離センサ及び専用のソフトウェアを動作させるプロセッサを内蔵したセンサがあり、人間の体幹の左右/上下方向を検知すると、人間の体がジョイスティックとなり、機械的操作をすることができる。センサで常に人間の位置、身長を測定し、上下の角度の自動調節が行われる。

すなわち、Kinectから、3次元座標位置（センサを原点とした座標系）を取得し、その値をリアルタイムで算出することができる。図2にKinectの名称、表1にKinectの仕様を示す。

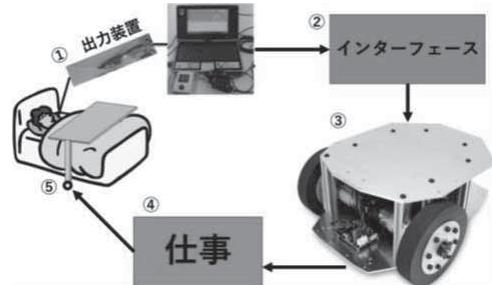


図1. 介助犬ロボットシステム



図2. Kinectセンサの名称

表1. Kinectセンサの仕様

項目	仕様
カラーカメラ解像度	VGA方式、640×480 pixel
深度カメラ解像度	Light Coding方式、640×480
フレームレート	30fps
深度検出範囲	(nearモード)400~3500mm
視野角	垂直43deg. 水平57deg.
附属センサ	加速度センサ、マイクロフォン

3. Kinect座標系から基準座標系への変換

図3のようなセッティングを行う。

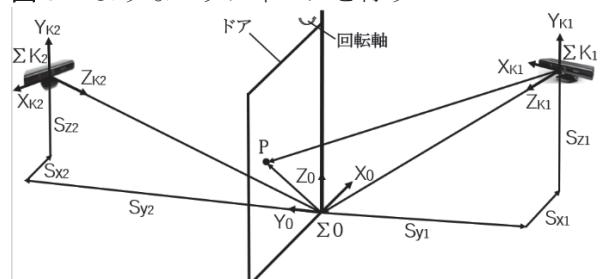


図3. 測定方法

基準座標系Σ0は、Z₀軸をドアの回転軸に一致させ、ドア幅方向をX₀軸、床面が原点の右手座標系である。

Kinect座標系ΣK1は、カメラ中央軸をZ_{K1}軸、上方向をY_{K1}とする左手座標系である。

ΣK_1 の原点位置ベクトル ${}^0 S_1 = (S_{x1} \ S_{y1} \ S_{z1})^T$ は既知

とする。

ドアノブの位置について、 ${}^0P = (P_x \ P_y \ P_z)^T$ に手を当て、Kinectで手先位置の測定を行う。

その結果、 ${}^{K1}P_1 = (x_{k1} \ y_{k1} \ z_{k1})^T$ が得られたとする。

${}^0P - {}^0S_1$ と ${}^{K1}P$ は同一ベクトルより、オイラー角 (φ, θ, ψ) を求める。

$${}^0P - {}^0S_1 = \begin{pmatrix} P_x \\ P_y \\ P_z \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} S_{x1} \\ S_{y1} \\ S_{z1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} P_x - S_{x1} \\ P_y - S_{y1} \\ P_z - S_{z1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

すると、次式が成立する。

$${}^0P = {}^0R_k {}^{K1}P + {}^0S_1 \quad (2)$$

まず、左手座標系から右手座標系に軸を入れ替え、 Z_0 軸回りの回転角 φ は、

$$\varphi = \begin{pmatrix} C\varphi & -S\varphi & 0 \\ S\varphi & C\varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_k \\ z_k \\ -y_k \end{pmatrix} \quad (3)$$

X_0, Y_0 軸回りの回転角 θ, ψ は微少量であるから近似式を利用する。この結果、 φ, θ, ψ を用いて、回転行列 0R_k は次式のように求めることができる。ここで、

$\sin \theta = \theta, \cos \theta = 1, \sin \psi = \psi, \cos \psi = 1$ とする。

$${}^0R_k = \begin{pmatrix} C\varphi & -S\varphi & 0 \\ S\varphi & C\varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\theta & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -\psi \\ 0 & \psi & 1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

よって、変換式は、

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = {}^0R_k \begin{pmatrix} x_k \\ z_k \\ -y_k \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} S_{x1} \\ S_{y1} \\ S_{z1} \end{pmatrix} \quad (5)$$

である。

ただし、 $S = \sin \psi, C = \cos \psi$ とする。 $\sum K_2$ についても同様に計算していく。

4. 動作軌道における測定方法

Kinectで骨格と3次元座標データを検出するため、Arduino³⁾とProcessingを用いて通信を行う。

Processingで、骨格モデルを表示し、右手と重心の3次元座標データを読み込みArduinoへ送る。Arduinoは送られてきたデータを読むことができる。

ドアを開けるために立ち止まる位置からドアを閉めるまでの一連動作をKinectで測定を行う。

2台のKinectで測定を行うため、重複した2つの測定データが検出される。そのデータを1つのデータとしてドッキングさせる。Kinectは、ドアから同じ距離の位置に設置してあるので、測定データの距離の値で判断する。

そこで、得られた右手と重心の3次元座標系データから一連動作の軌道生成を行う。また、右手と重心の位置関係から距離と角度を求める。

5. 測定結果

図4にドアを開閉する際の右手と重心の軌道生成を示し、図5に右手と重心の距離と角度の関係を示す。軌道生成のグラフから一連動作によって、右手と重心の位置関係が読み取れる。

また、距離と角度の関係からドアを開ける時は、右手と重心の距離が近くなり、閉める時は、遠くなっていることが読み取れる。

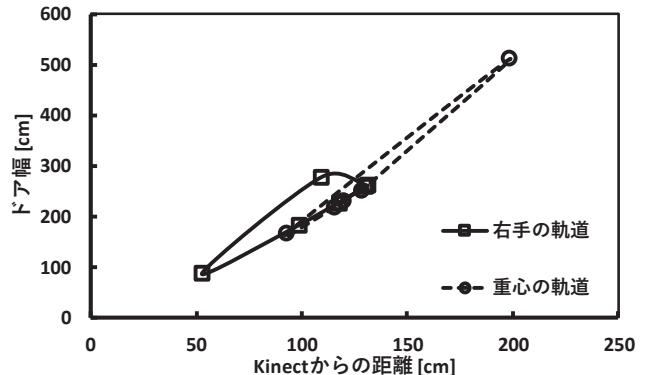


図4. 右手と重心における軌道生成

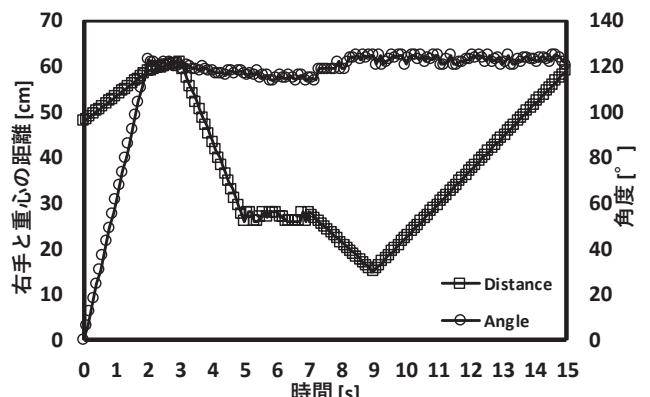


図5. 右手と重心における距離と角度の関係

6. 結言

介助犬ロボット用にドアを開閉する機構を取り付けるために、人のドア開閉時における動作分析を行った。

Kinectで右手と重心の3次元座標系の位置を検出し、その軌道を示すことで、位置や距離、角度の関係について確認することができた。

これを踏まえ、人の右手はロボットアームやハンドに、人の重心はロボットの重心と置き、人がドアを開閉する際の軌道生成をロボットアームやハンドに代用させることで、ドア開閉動作を行うことが可能ではないかと考える。今後の課題としては、本研究で求めた軌道生成と自己位置推定を組み合わせてロボットを動かすことを想定している。自己位置推定の方法として、天井の角の位置をKinectを用いて測定を行い、得られた座標系からロボットの座標を得ることができるのでないかと考えている。

参考文献

- 1) 杉浦 司, 岩崎 修介; Kinect for Windows SDK プログラミングガイド, pp. 64–79, (2012).
- 2) 北山 一郎, 中川 秀夫; 気体流量センサを用いた重度障がい者用データ入力装置(呼気マウス)の開発, Mem. Faculty B. O. S. T. Kindai University No. 30 pp. 17–28, (2012).
- 3) 国野 宜; Arduino プログラム全集, pp. 161–170, (2014).

海水環境における新規の筋電図計測法

Novel method of Electromyogram Measurement in Seawater Environment

○才木常正*,**, 滝澤由佳子**, 村井康二***, 有馬正和****

*兵庫県立工業技術センター **兵庫県立大学, ***東京海洋大学, ****大阪府立大学

SAIKI Tsunemasa*,**, TAKIZAWA Yukako**, MURAI Koji***, ARIMA Masakazu****

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

Tokyo University of Marine Science and Technology, *Osaka Prefecture University

1. はじめに

島国の日本ではマリンスポーツが盛んであり、ダイビングを100万人以上が楽しんでいる¹⁾。更に、国家資格の潜水士の合格者が毎年5千人以上もいることから、水中で工事やレスキューを行う職業ダイバーも多くいる。ダイビングは、趣味、職業に関係なく、日常の生活環境ではない水中での活動(作業)となるため、常に危険が伴う。ダイビングを安全に行うために、ダイバー自らも注意して行動していることは当然ながら、バディ(相棒)システムによる行動等のクロスチェックもしているが、依然、死亡等の重大事故は無くならない。このような事故を少しでも少なくするために、ダイバーの行動を監視して見守るシステムが期待されている。ダイバーの行動監視としてはビデオカメラや加速度センサ等が考えられるが、我々は周波数分析を行うことで筋肉の疲労度も推定できる筋電図²⁾に注目した。

水中で筋電図を測定した研究として、水泳選手に生体電極を装着し、効率的な泳ぎ方を調べた報告³⁾がある。これら実験では、体に貼り付けた生体電極や生体アンプ等をテープで覆って完全に防水し、水泳時の筋電図を測定している。このように体に生体電極等を直接装着する方法は実際にダイビングを行う上で困難である。そこで、以前、我々はダイビング時に着用するウェットスーツの組み込みを想定して、構造を工夫した生体電極を製作し水中での筋電図の測定に成功した⁴⁾。

本研究では、更なる生体電極装着の簡略化ため、ダイバー周囲環境となる海水の導電性を利用した新規の筋電図計測法を提案する。そして、本提案手法の可能性について、実験を基に検証する。

2. 提案する筋電図計測法

本計測法では、ダイバー全体を包む海水を巨大な一つの電極(以後、海水電極という)として利用す

る。そして、測定対象部位に一つの小さな海水と隔離した電極(以後、隔離電極という)を設置し、海水電極とこの電極間に生じる電圧信号を測定する(図1参照)。このため、本提案手法は従来手法に比べて、必要な生体電極数が約半分となり、生体電極装着の簡略化を図れる利点がある。

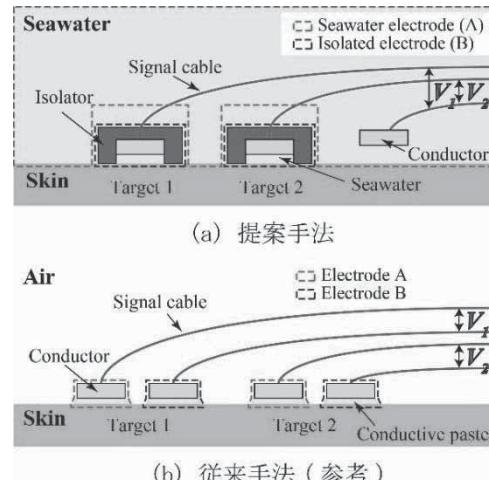


図1 海水環境における筋電図計測の原理

3. 実験方法

本提案手法の実現可能性を調べるために、実海域ではなく模擬海水を張った浴槽で筋電図計測実験を行った。

実験では、図2に示すように被験者1名(男性49歳)に浴槽の中で半座位の状態で、 $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ の導電率5.3S/mの塩水に首まで浸かってもらった。そして、図3に示した隔離電極を前腕の橈側手根屈筋(FC)と尺側手根伸筋(EC)の中央部上に手芸用織ゴムで取り付けた。ちなみに、これら隔離電極はアクリル構造物の上に円環形のクロロプレンスponジゴム(外径20mm、内径7mm、厚み5mm、CSC2硬度:39)を接着剤で取り付け、スポンジゴム中空部に市販の銀/塩化銀電極(ユニークメディカル製EPA-12、直徑

6mm, 厚み 3mm) を埋め込み製作している(図3参照). このような構造とすることで、装着時には皿電極前の凹部の海水と隔離電極外のそれとは電気的に絶縁される. この凹部の海水は陸上での生体電気計測の導電性ペーストと同じ役目をする.

次に、海水電極の一部となる真鍮板(100mm × 50mm × 5mm)を浴槽底のほぼ中央、つまり被験者の太股の下に沈めた. そして、これらの電極を自作の生体アンプに接続し、更に生体アンプを市販のオシロスコープに接続した. ちなみに、この生体アンプは1 Hz以上の生体電気信号を1200倍に増幅することができる.

そして、測定準備が終了した後、被験者に手関節の最大角度までの掌屈と背屈動作を約1秒間で繰り返してもらい、この時のFCとECから得られる生体電気信号をオシロスコープにてサンプリング間隔16μsで記録した.

なお、本実験は大阪府立大学の倫理委員会の承認(承認期日 2019年3月5日)を得ている.

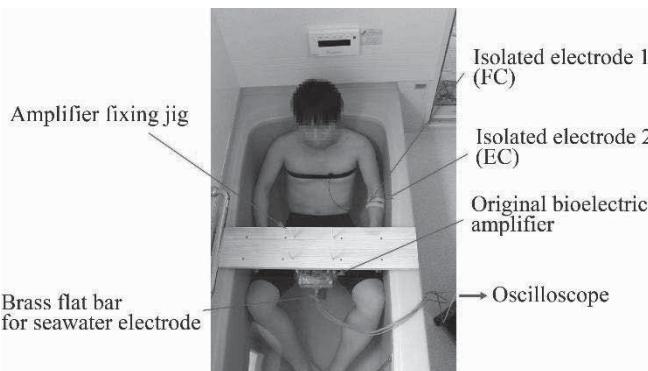


図2 海水中での筋電図計測実験での被験者の様子

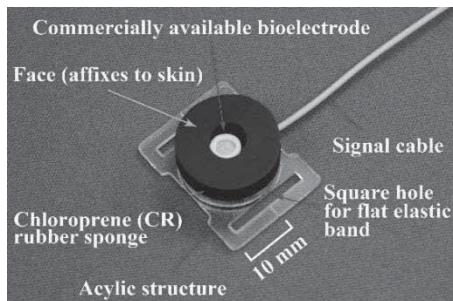


図3 製作した隔離電極

4. 実験結果

手関節の掌屈と背屈動作時の被験者前腕のFCとECで得られた生体電気信号をそれぞれ図7(a), (b)に示す. これらの図を見ると、急激な変化をする電圧が約1秒毎にFCとECで交互に観測され、筋電

位が測定されていることがわかる. 以上のことより、本提案手法で筋電図の測定が可能であることが明らかになった.

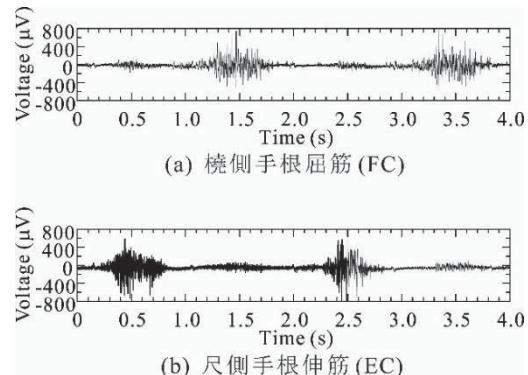


図4 手関節の掌屈と背屈動作時の筋電図

5. まとめ

本研究では、海水を隔離する特殊な構造を有する生体電極を用いることで、装着する生体電極数を従来の半分にすることが可能な新規の筋電図計測法を提案した. そして、模擬海水中での被験者の手関節の動作実験により、筋電図の測定が本提案手法で可能であることが明らかになった.

今後、本提案手法の心電図計測への可能性についても検討し、実海域でのフィールドテストを行う予定である.

謝辞

本実験のウェットスーツ生地を提供して頂いた(株)モビーディックに感謝する. 本研究の一部は日本学術振興会科学研究費基盤研究(C) No.17K00291によった.

参考文献

- (公財)日本生産性本部, レジャー白書 2016, 生産性出版, p.69 (2016).
- 木塚朝博, 増田正, 木竜徹, 佐渡山亜兵, 表面筋電図, 東京電気大学出版, p.55, (2006).
- J. Martens, P. Figueiredo, and D. Daly, Electromyography in the four competitive swimming strokes: a systematic review, Electromyography and Kinesiology, Vol.25, No.2, pp.273-91, (2015).
- 才木常正, 瀧澤由佳子, 村井康二, 有馬正和, ダイビング用の水中筋電位センサ, 電気学会論文誌C, Vol.139, No.6, pp.719-724, (2019).

鋳造注湯作業における加速度センサを用いた動作計測 Motion Measurement Using Acceleration Sensor in Casting Pouring Work

○兼吉高宏*, 才木常正**, 柏井茂雄***, 松元秀人****, 長谷俊明****

*兵庫県立工業技術センター **兵庫県立大学

新産業創造研究機構 *(株)三共合金鋳造所

KANEYOSHI Takahiro*, SAIKI Tsunemasa*,**, KASHIWAI Shigeo***,
MATSUMOTO Hideto****, HASE Toshiaki****

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

The New Industry Research Organization, *Sankyo Co. Ltd.

1. はじめに

鋳物の生産、すなわち、鋳造作業において溶解した金属を型に流し込む注湯作業は、鋳物の品質に大きく影響する。近年の機械化・自動化による省力化は鋳造作業においても進んでおり、金属を溶かす「溶解作業」(図1)や型を造る「造型作業」においてはかなり進んでいる。しかし、注湯作業においては、溶湯の組成や湯量の変化、あるいは、鋳物形状により注湯作業を適正化する必要があり、未だ手作業で行われていることが多い。特に、試作鋳物や薄肉複雑形状品の鋳造、小ロット生産においては、熟練者の作業に依存する部分が大きい。

以上のような背景から、鋳物の品質向上や安定的に生産を行うための品質管理のため、さらには、高齢化が進む熟練者の技能伝承といった面からも注湯作業における作業者の動作計測・解析が重要であり、これまでARマーカー追尾法で計測した例がある¹⁾。

ARマーカー追尾法では、位置関係は把握できるが、速度や回転動作の細かな動きは捉えにくいと考え、本研究では、加速度センサを用いて鋳造注湯作

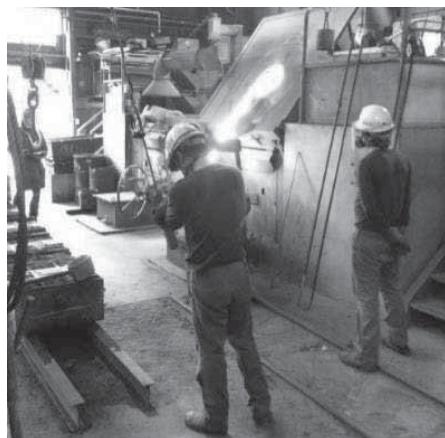


図1 溶解炉から取鍋へ移す作業

業における人の動作計測を行い、動作の解析や注湯作業の評価が行うことができるか検討した結果を報告する。

2. 実験方法

注湯作業は、予め準備した鋳型（砂型）に対して溶解した金属（湯）を流し込む作業であり、手作業で行う場合は溶解炉から取鍋に、さらに柄杓に取り出し流し込む。そこで、図2に示すようにXYZ方向

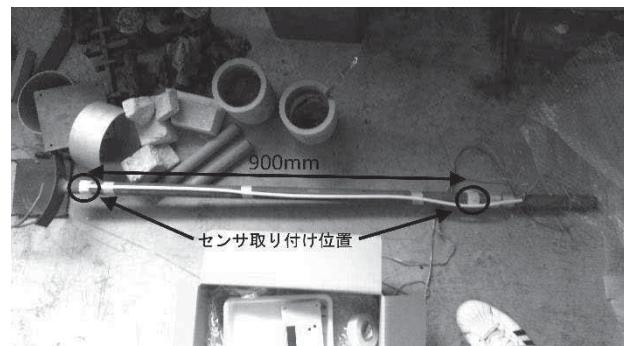


図2 注湯作業用柄杓とセンサ取り付け位置



図3 柄杓とセンサ軸との関係

の3軸加速度センサ（ANALOG DEVICES 製、ADXL345（±16g モード））を柄杓の2箇所取り付け、注湯作業中の加速度変化を測定した。なお、センサの各軸と柄杓の関係は図3に示す通りである。

加速度センサからの信号は、手元のスイッチでマイコン（Arduino UNO Rev.3）に取り込み、SDカードに記録される。樹脂3Dプリンタで作製したケー

スに、電源及び各制御回路をパッケージングし、作業者のベルト等に固定できるよう、取り付け部を備えた。図4に注湯作業の計測の様子を示す。



図4 計測した注湯作業の様子

3. 実験結果

図6に注湯作業時に計測した加速度センサのXYZ軸の加速度変化を、図7に図6の最初の5秒間を拡大したものを示す。なお、センサ1、2とも大きな差異はなかったので、柄の先端部分に取り付けたセンサ1のみのデータを示している。

1回の注湯作業で4つの鋳型に注湯を行っており、それぞれ一点鎖線で区切っている。最初の鋳型（図6の鋳型1）は、他の3つの鋳型に比べて大きく、注湯時間が長くなっている。

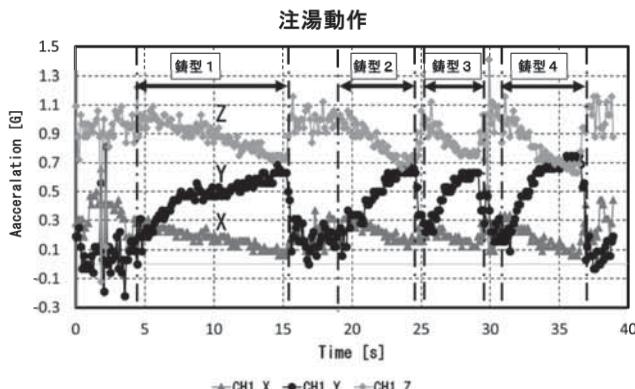


図6 注湯時の加速度変化

注湯作業の基本的な動作は、鋳型に柄杓に入っている湯を流し込むための回転動作が主となり、湯の入り口（湯口）との位置関係を調節する上下・左右動作が加わることとなる。

図6において、X軸方向すなわち柄の長手方向には大きな変化は見られない。一方、柄の長手方向と垂直な方向であるY軸および重力方向のZ軸では、大きな変化が認められる。Y軸方向の変化は、時間とともにプラス方向に変化し、注湯終了時に急激に下

がる。Z軸方向の変化は、Y軸方向の変化とプラスマイナスが逆方向に変化している。これは、柄杓の回転により、重力ベクトルに対するY軸とZ軸の角度が変化し、検知している重力加速度が変わるために解釈できる。

それぞれの注湯動作のデータから動作を評価してみる。注湯動作前に湯を注ぐ位置調整のための動きが小さな振動として捉えられており、その後柄杓をゆっくりと回転させながら湯を注ぐ動作が測定されている。小さな鋳型である鋳型2、3、4では、スムーズな回転動作となっているが、大きな鋳型1では、回転途中（図6の約7秒付近）で曲線の屈曲が見られる。これは、注湯量を調節するために柄杓の回転速度を変化させていると考えられる。

4. まとめ

加速度センサを用いて鋳造注湯作業における人の動作計測を行い、動作の解析や注湯作業の評価について検討した。

注湯作業に用いる柄杓に加速度センサを取り付け、XYZ各軸の加速度変化を測定することにより、柄杓の回転動作を捉え、湯の調整状態や動作の滑らかさがある程度把握が可能なことがわかった。なお、回転動作のみの計測であれば、YZ軸の2軸の加速度センサでも十分に測定・評価が可能であると考えられる。

注湯作業の時間や柄杓の動きは動作解析だけでなく、鋳造シミュレーション等の基本データとなるため、注湯作業における鋳型内の湯流れ解析や鋳造欠陥等の品質把握にも役立つと考えられる。

熟練者と初心者による違いや位置情報を捉えるためのモーションキャプチャ等との併用による動作解析など、今後も引き続き検討を続けていく予定である。

参考文献

- 1) 本山, 岩本, 徳永, 岡根: ARマーカー追尾手法を活用した注湯動作測定技術の開発, 日本鋳造工学会第172回全国講演大会講演概要集, pp.45 (2018).

簡易脳波計を用いた BCI 型下肢リハビリテーションシステムの開発

Development of BCI-Based Lower Limb Rehabilitation System Using Low-Cost Simple Electroencephalograph

○岸和輝*, 荒木望*, 中谷真太郎**, 小西康夫*

*兵庫県立大学 **鳥取大学

KISHI Kazuki*, ARAKI Nozomu*, NAKATANI Shintaro**, KONISHI Yasuo*

*University of Hyogo, **Tottori University

1. はじめに

本研究グループでは、脳波から推定した運動意図に応じて動作するブレイン・コンピュータインターフェース (Brain Computer Interface: BCI) 利用型の下肢リハビリテーションシステムの研究を行っている¹⁾。これは使用者の運動意図と患部への運動刺激を一致させることで神経回路の再構築を促し、運動機能改善・回復を目指すものである。このシステムでは使用者の運動意図を外部から推定するため、運動企図時に運動野付近の脳波で発現する事象関連脱同期 (Event-Related Desynchronization: ERD) と呼ばれる現象を利用している。ERD とは、運動企図を行った際に脳波の運動野付近で特定範囲の周波数強度が減少する現象のことである。この ERD は実際の運動が伴わなくとも運動のイメージを行うだけで発生するため、完全に運動機能が麻痺した患者であっても運動意図を読み取ることが可能となる。

しかしながら、従来のシステムでは ERD 取得のために大型の生体アンプを必要とし、実用的な使用や現場での実験が困難であった。そこで本研究では、OpenBCI (www.openbci.com) と呼ばれる簡易脳波計を用いることで実用的なシステムを構築できる可能性を確認したので報告する。

2. 下肢リハビリテーションシステム

図 1 に本研究グループで研究を行っている下肢リハビリテーションシステムの概念図を示す。本システムは脳波を測定する計測装置と脳波の解析、動作識別を行う計算機、および使用者の足に対して強制的に足こぎ動作を与えることができる動力付エルゴメータによって構成されている。

本システムでは、運動野付近の脳波に発現する ERD を利用して使用者の運動企図の有無を推定するため、頭頂部付近の脳波を計測する。次に、この脳波を周波数解析し、足こぎ運動に関連する ERD

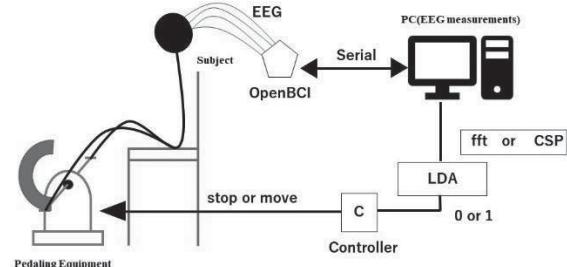


図 1 下肢リハビリテーションシステムの概念図

が発現する β 波帯域 (18-30 Hz) の強度を計算する。ERD が発現すると、安静時 (運動企図を行っていない時) と比較して運動企図時に β 波帯域の周波数強度が減少することが知られているため、これをを利用して運動企図の有無を線形判別器 (Linear Discrimination Analysis: LDA) などで判別する。この判別結果に基づいて動力付エルゴメータにより使用者の足を強制的に回転させることにより運動企図に応じて運動刺激を行うシステムとなっている。

一方、これまで脳波の測定には誘発電位測定電極 (NE-121J, 日本光電製) および大型の生体アンプ (AB-611J, 日本光電製) 使用してきた。この生体アンプを使用した理由は、本システムの特徴量である β 波帯域で発現する ERD が比較的変化の小さい脳波であり、アクティブ電極などを使用した簡易脳波計では測定が困難であったためである。この大型生体アンプの使用が本システムを実験室外の環境で利用するための問題点の一つとなっていた。

3. OpenBCI を用いた ERD 計測実験

そこで本研究では、比較的安価な簡易脳波計である OpenBCI を使用し、図 1 の下肢リハビリテーションシステムの特徴量である β 波帯域の ERD が計測できるかの確認を試みた。図 2 に示す OpenBCI は中央が本体となっており、この部分で信号の測定および PC への無線送信を行っている。また、この

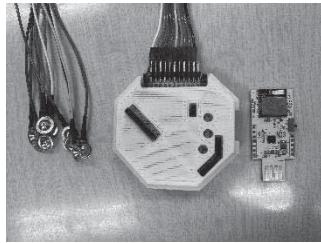
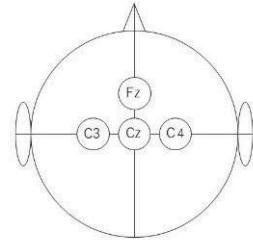


図 2 OpenBCI (左:皿電極, 中央:本体, 右:受信機)



(a) 実験の様子



(b) 脳波測定位置
図 3 実験の様子と脳波測定位置

本体は 3.7 V のリチウムバッテリーで駆動する事が可能で、その他の外部電力を必要としない事が特徴である。図 2 右の装置は PC へ接続する信号受信機である。電極については本体ヘッドセットに付属されている簡易電極と、図 2 左に示した Gold Cup Electrodes と呼ばれる皿電極の 2 種類が存在するが、今回は皿電極を使用することとした。皿電極を頭皮に貼り付ける際には日本光電製の導電ペーストを使用することとした。

実験では 20 代の健康な男性に図 3(a)のように椅子に座ってもらい、足にはエルゴメータ装置を取り付ける。この状態で静止 15 秒、足こぎ動作 15 秒を交互に繰り返す計 90 秒の実験を行った。実験中、足に関連した運動野がある図 3(b)に示す頭頂部付近の計 4 か所で OpenBCI による脳波計測を行った。基準電極は額 (Fpz) とし、サンプリング周波数は 250 Hz とした。

脳波の解析では、得られた脳波に対して離散フーリエ変換を行って周波数強度を計算し、静止時および動作時の 18-30 Hz 帯域の強度の和 I_r および I_m をそれぞれ計算した後に、次式にて ERD 強度を求めた。

$$ERD = (I_r - I_m)/I_m \quad (1)$$

4. 実験結果

足こぎ運動時の脳波をそれぞれ生体アンプ (AB-611J) と簡易脳波計 (OpenBCI) で計測したデータに対して時間周波数解析を行った結果を図 4 に示す。

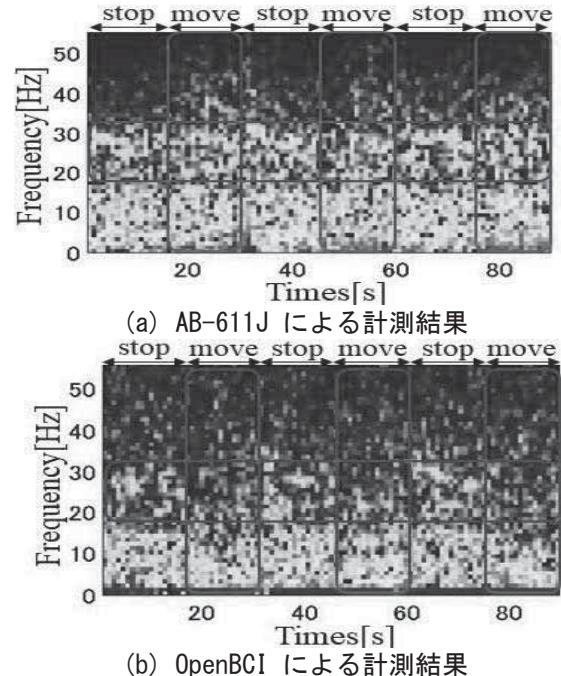


図 4 足こぎ動作時の脳波の時間周波数解析結果

図 4(a)が生体アンプにより測定したデータであり、図 4(b)が OpenBCI による計測結果である。いずれの図においても β 波帯域 (18-30 Hz) で運動に関連した周波数強度の変化がみられる。また、式(1)を用いて ERD 強度を求めた結果、OpenBCI の ERD 強度は 0.28 であったのに対し、生体アンプの強度は 0.30 と同程度であることを確認した。次に、この ERD 強度から LDA により動作判別を行ったところ、正答率が 70% 程度であった。これは従来から行っている生体アンプを使用した場合と比較しても同程度の精度である。以上の結果から簡易脳波計を用いてのリハビリテーションシステムの開発が可能であると考えられる。

5. おわりに

下肢リハビリテーションシステムの脳波測定に簡易脳波計の利用を検討し、実用的なシステムを構築できる可能性を確認した。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16K21290, JP19K04298 の助成を受けたものです。

参考文献

- Y. Nishida et al.: "Improvement of Pedaling Motion Classification Using Spatio-Temporal Filtering For BCI Rehabilitation System", ICIC Express Letters, Vol.8, No.4, pp.1061-1066 (2014)

競技選手を対象とした体幹後屈の機能評価法の開発

Development of functional evaluation method for trunk back flexion for athletes

○権野めぐみ*, 来田宣幸*, 野村照夫*, 松井知之**, 幸田仁志***, 甲斐義浩****,
竹島稔*****, 森原徹**

*京都工芸繊維大学, **丸太町リハビリテーションクリニック, ***関西福祉科学大学,
****京都橘大学, *****石鎚会田辺中央病院

NISHIO Masaki*, KIDA Noriyuki*, NOMURA Teruo*, MATSUI Tomoyuki**, KODA Hitoshi***,
KAI Yoshihiro****, TAKESHIMA Minoru*****, MORIHARA Toru**

*Kyoto Institute of Technology, ** Marutamachi Rehabilitation Clinic, *** Kansai University of Welfare
Sciences, ****Kyoto Tachibana University, ***** Sekitetsukai Tanabe Central Hospital,

1. 緒言

スポーツや医療の現場ではパフォーマンスの向上やスポーツ障害の予防などの実現をめざして、選手の身体機能や運動機能の評価が実施されている。特に柔軟性は、練習による疲労の蓄積や軟部組織の微細な損傷などが反映されるため、全身の関節可動域は重要な評価法である。可動域の中でも肩の外旋や股関節の屈曲など四肢の評価法については信頼性や妥当性が確認されている手法が多い。

しかし、体幹部に関しては、競技パフォーマンスや腰痛などの障害との関連から重要であることが指摘されているものの、左右方向の回旋角度など評価法は少なく、再現性や妥当性において課題が多いとされている。また、姿勢との関連から体幹の前後屈時の脊柱可動性に注目が集まっており、体幹後屈時の姿勢評価を簡便にかつ精度高く評価することができれば、様々な領域に貢献できる可能性が高い。近年、可搬性および携帯性の高いモーションキャプチャ装置が使用されるようになり、これらの装置を使うことで簡便に評価できる可能性が高まってきた。

そこで、本研究では、体幹部の新しい機能評価法として最大後屈動作時の形態を計測する方法を開発し、その方法を用いて全身の可動域および骨格との関連を検討することを目的とした。

2. 方法

2-1. 対象者

対象者は、競技スポーツの専門的トレーニングをおこなっている小学校4年生から中学校3年生までの男女43名（各学年4名から10名）であった。対象者および保護者に対して本研究の趣旨と内容につ

いて書面を用いて説明した上で、同意を得て実施した。

2-2. 体幹後屈角度測定

体幹後屈角度の測定では、最初に肩幅程度に両足を開いて立ち、手は腰に当てた状態をさせ、その後、膝を伸ばした状態のまま、上半身を後屈させて、最も後方に到達した状態で3秒間程度の姿勢保持をさせた（図1左）。角度の測定では、光学式三次元動作解析装置（OptiTrack V120 DUO）を用いて、体表上に配置した反射マーカーの座標を取得した。反射マーカーはテーピング上に配置したセットを作成し（図1右）、体幹後屈姿勢が安定した段階で胸骨から順番に配置した。また、大腿部にも同様の反射マーカーのセットを配置した。

角度の算出は、胸部の2つのマーカーで作られる線分と垂直軸との角度を胸部角度とし、大腿部の2つのマーカーで作られる線分と垂直軸との角度を大腿部角度とした（図2）。また、胸部角度と大腿部角度の差を胸部-大腿部差とした。



図1 姿勢とマーカー



図2 角度

2-3. 身体機能評価

4名の整形外科医師と12名の理学療法士がメディ

カルチェックと全身の可動域測定を実施した。メディカルチェックでは、自覚症状やストレステストなど理学所見の結果から、腰と下腿・足についてけがの疑いを確認した。全身の関節可動域（肩内外旋、股関節屈曲、HBD、体幹回旋、頸部回旋）は、3人1組の検者が代償動作が発生しないよう対象者の身体を固定した上で、ゴニオメーターを用いて測定した。HBDは腹臥位にて膝を屈曲させ、臀部と踵部の距離を1cm単位で測定した。

3. 結果

表1に男女別の体幹後屈角度の平均値を示した。t検定の結果、胸部角度および大腿部角度では女性で有意に高い値であったが、胸部-大腿部差は有意ではなかった。月齢との相関を男女別に求めた結果（表2）、いずれの変数も有意な相関は認められなかった。

体幹後屈角度と全身の可動域測定との関係を検討した結果（表3）、男子では胸部角度と右肩外旋角度、大腿部角度と左方向頸部回旋角度との間に有意な相関がみられ、女子では大腿部角度と左方向体幹回旋角度との間に有意な相関がみられた。胸部-大腿部差では男女とも有意な相関は認められなかった。

理学所見等に陽性が認められた選手は、腰で11名（25.6%）、下腿・足で28名（65.1%）であった。2要因分散分析の結果（表4）、けがの疑いの有無では、腰のけがにおいて胸部角度と胸部-大腿部差で有意な主効果がみられ、けがの疑いがある選手で低い値であった。

4. 考察

テーピングに反射マーカーを配置したセットを作成し、最大後屈動作が安定した段階で貼付したため、1人あたりの測定時間は1分間程度と非常に短く、簡便に測定することができた。また、本研究では詳細な検討には至っていないが、反射マーカーをアレイ式に配置することで角度差などをより細かく検討することができる点において臨床上の有用性が高いと考えられる。

体幹後屈動作時の角度について、胸部も大腿部も女子で有意に高い値であったが、胸部と大腿部の差に性差は認められなかった。けがなどの評価値を作成するためには、胸部の後傾角度だけでは性差の影響を受ける可能性があるため、胸部と大腿部の差を求めるなどの手続きが必要になると考えられる。また、最大体幹後傾時の胸部角度や大腿部角度は全身

の関節可動域とほぼ有意な相関は認められず、各部位の回旋可動域等とは異なった身体機能を評価している可能性があり、従来の計測では検出できなかつた身体の状態や変化を把握できる可能性がある。

また、けがとの関連を検討した結果、腰に問題がある選手で有意に低い値となっており、実用性の観点からも意義のある計測といえる。

表1 体幹後屈角度の性差

	男子		女子		<i>t</i>	<i>p</i>
	<i>M</i> ± <i>SD</i>	<i>M</i> ± <i>SD</i>	<i>M</i> ± <i>SD</i>	<i>M</i> ± <i>SD</i>		
胸部角度	85.0±12.1	97.6±19.9	2.68	.010 *		
大腿部角度	12.5±5.7	19.5±9.7	3.09	.003 **		
胸部-大腿部差	72.4±12.2	78.0±15.8	1.39	.171		

p*<.05, *p*<.01

表2 体幹後屈角度と月齢との相関

	男子		女子		<i>r</i>	<i>p</i>
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>		
胸部角度	-.280	.185	-.060	.771		
大腿部角度	-.096	.655	.272	.180		
胸部-大腿部差	-.231	.277	-.241	.236		

表3 体幹後屈角度と可動域の関係

	胸部角度		大腿部角度		胸部-大腿部差	
	男子	女子	男子	女子	男子	女子
	<i>r</i>	<i>r</i>	<i>r</i>	<i>r</i>	<i>r</i>	<i>r</i>
肩						
外旋(右)	-.447 *	-.054	-.214	-.140	-.340	.017
外旋(左)	-.204	-.059	-.180	.134	-.117	-.155
内旋(右)	-.154	.094	.111	.141	-.203	.033
内旋(左)	.098	-.068	-.089	.157	.138	-.181
股関節						
屈曲(右)	.208	.079	.340	.108	.047	.034
屈曲(左)	.144	.211	.098	.121	.096	.191
HBD(右)	-.128	-.043	-.051	.133	-.102	-.136
HBD(左)	-.177	-.032	-.197	.244	-.083	-.189
回旋						
頸部(右)	.167	.166	.320	.008	.015	.204
頸部(左)	.352	.014	.435 *	-.332	.144	.220
体幹(右)	.122	.119	-.009	.194	.125	.031
体幹(左)	.005	.235	-.145	.458 *	.072	.017

**p*<.05

表4 けがとの関係

	主効果				交互作用	
	性		疑いの有無		性×疑いの有無	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
腰						
胸部角度	4.87	.032 *	5.09	.029 *	0.01	.920
大腿部角度	3.30	.076	0.18	.676	1.59	.214
胸部-大腿部差	2.39	.129	5.92	.019 *	0.75	.390
下腿・足						
胸部角度	7.77	.008 **	0.94	.338	0.77	.385
大腿部角度	9.34	.004 **	0.55	.464	0.01	.916
胸部-大腿部差	2.28	.138	0.50	.483	0.92	.341

p*<.05, *p*<.01

片足ジャンプによる筋硬度の変化-スポーツ障害との関連を視点に

Changes in muscle stiffness by jumping with single leg

○西尾真樹*, 来田宣幸*, 野村照夫*, 甲斐義浩**, 竹島稔***, 森原徹****

*京都工芸繊維大学, **京都橘大学, ***石鎚会田辺中央病院, ****丸太町リハビリテーションクリニック

NISHIO Masaki*, KIDA Noriyuki*, NOMURA Teruo*, KAI Yoshihiro**, TAKESHIMA Minoru***, MORIHARA Toru****

*Kyoto Institute of Technology, **Kyoto Tachibana University, *** Sekitetsukai Tanabe Central Hospital, ****Marutamachi Rehabilitation Clinic

1. 緒言

運動過多による子どものスポーツ障害については、下肢での発生が多く、シンスプリントやジャンパー膝などがみられる。シンスプリントは固い地面でのランニングやジャンプなどの過度な練習、シューズの不適合、扁平足や足関節の柔軟性の低下といった身体的特徴などが背景要因となり、着地動作による地面からの反発を受けて発生する過労性の骨膜炎とされる。特に競技を始めた初心者に多く、また、初期の段階で見つけることが大切であるが、気づかぬ場合が多く小中学生の発症など防ぐのが難しい。

着地動作での衝撃吸収には足底部のアーチ機能や下腿三頭筋の筋活動等が貢献するとされている。本研究では、着地動作による下腿三頭筋の一過性の変化を評価できれば、スポーツ障害予防のための評価法開発に繋がる可能性があると考え、筋硬度の変化とスポーツ障害の関係を検討することを目的とした。

2. 方法

2-1. 対象者

対象者は、競技スポーツの専門的トレーニングをおこなっている小学校4年生から中学校3年生までの男女43名（各学年4名から10名）であった。専門種目はバドミントン、フェンシング、カヌーであり、週に2回程度以上の練習に参加していた。対象者および保護者に対して本研究の趣旨と内容について書面を用いて説明した上で、同意を得て実施した。

2-2. ジャンプ動作

本研究は室内で実施し、対象者自身が普段使用している体育館シューズを履いておこなった。本研究で用いた動作は20秒間の片足8の字ジャンプ動作とし、長さ70cmのビニールテープで作成した十字

上（図1）で実施した。身体は常に前を向くようにし、できる限りはやく右前→左前→右後ろ→左後ろ→右前→・・・の順に着地するよう指示した。口頭での説明と実演のデモンストレーションのあと、1分間程度の練習時間を確保した。測定は利き足のみの1回とし、20秒間で何周できたかを数えた。

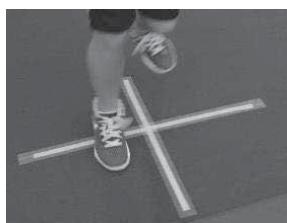


図1 ジャンプ

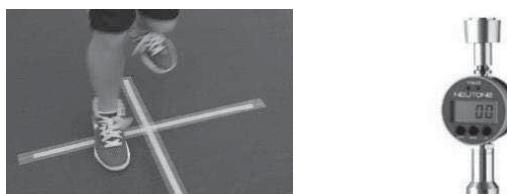


図2 筋硬度計

2-3. 測定方法

筋硬度の測定には、筋硬度計（NEUTONE TDM-Z1、図2）を用い、腓腹筋を測定対象筋とした。測定部位は下腿の最大周径部のアキレス腱の直上とした。両足に均等に体重が乗った安静立位姿勢で実施した。測定者は筋硬度計を対象筋に垂直に当て連続して5回測定し、最大値と最小値を除いた平均の値を測定値とし、ジャンプ前後にそれぞれ3回測定した。

本研究は3名の測定者にて実施したため、測定信頼性を確認するための予備実験をおこなった。被験者10人に対して本実験と同じプロトコルで測定した結果、検者内誤差ICC(1,3)はそれぞれ.940,.876,.876であり、3回の測定の平均値を用いることとした。また、検者間誤差を示すICC(2,1)は.849であり、一定の水準が確認された。

2-4. メディカルチェックと統計

本研究の対象者に対して、ジャンプ実験と同日に全身のメディカルチェックを実施した。4名の整形外科医師と3名の理学療法士が自覚症状やストレス

テストなど理学所見の結果から、肩、肘、腰、膝、下腿・足の5部位についてけがの疑いを確認し、下腿・足については、シンスプリント、扁平足、アキレス腱炎、シーバー病についてその疑いを確認した。メディカルチェックの結果（陽性・陰性）を被験者間因子、ジャンプ前後を被験者内因子とする2要因分散分析を用いて、けがと筋硬度の関連を検討した。

3. 結果

理学所見等に陽性が認められた選手は、肩で3名（7.0%）、肘で2名（4.7%）、腰で11名（25.6%）、膝で6名（14.0%）、下腿・足で28名（65.1%）であった。下腿・足のうちシンスプリントが5名（11.6%）、扁平足が8名（18.6%）、アキレス腱炎が15名（34.9%）、シーバー病が2名（4.7%）であった。

2要因分散分析の結果（表1）、すべてのけがにおいてジャンプ前後で有意な主効果がみられ、ジャンプ後に有意に高い値となった。次にけがについては、アキレス腱炎で有意な主効果がみられ、アキレス腱炎の疑いが認められた選手で有意に高い値であった。

また、下腿・足では、有意な交互作用が認められたため、単純主効果を検討した。その結果（図3）、下腿・足に所見がみられた選手は、ジャンプ後により高い値を示した。

4. 考察

ジャンプ動作後、どの被験者にも筋硬度の上昇がみられた。これはジャンプによる足底背屈動作や着地時の伸張性収縮等によって筋緊張や筋の状態の変化が発生したためと考えられ、本ジャンプ動作は下腿三頭筋への負荷を適切に生じさせられたといえる。また、アキレス腱炎の疑いのある選手では、ジャンプ前後とも筋硬度が高く、下腿の筋緊張がアキレス腱への負荷を高めている可能性が示唆された。ただし、横断的研究であるため、筋硬度の高さがアキレス腱炎を誘発したのか、炎症の結果、筋硬度が高まつたかについて特定することは困難である。

次に、下腿・足に所見が認められた選手はジャンプ前後の筋硬度差が大きな値であった。シンスプリント、扁平足、アキレス腱炎、シーバー病では有意な交互作用は認められなかつたが、いずれも疑いが認められた選手が少なかつたため検出力が低かつたことが影響していると考えられる。なお、下腿・足うちシンスプリントでジャンプ前後の差が最も大きな値であった。したがつて、シンスプリントをはじ

めとする下腿・足のスポーツ障害については、ジャンプ動作を反復することで、筋硬度が高まりやすい人で発生の割合が高い可能性が示唆される。

ジャンプによる筋硬度変化には、筋の生理学的側面と動作のキネマティクス的側面の両者が影響していると考えられ、特徴的な動作などの検討も必要であり、縦断的調査等も踏まえて検討を加えていく必要もある。しかし、本研究の結果、筋硬度が高まるような着地動作を反復することで、障害を誘発している可能性を指摘できた点は重要であり、今後、筋硬度計を用いた筋硬度の変化などを指標化することができれば、簡便な測定によってスポーツ障害の予防に繋がる可能性があるといえる。

表1 メディカルチェックと筋硬度変化の関係

	主効果		交互作用			
	ジャンプ前後		疑いの有無			
	F	p	F	p	F	p
肩	10.89	.000 **	0.80	.376	0.55	.464
肘	5.91	.019 *	0.21	.652	0.04	.841
腰	27.38	.000 **	0.12	.734	0.00	.987
膝	15.52	.000 **	0.00	.968	0.00	.961
下腿・足	37.32	.000 **	3.51	.068	4.70	.036 *
シンスプリント	35.32	.000 **	1.17	.286	3.99	.052
扁平足	31.60	.000 **	0.09	.770	1.31	.260
アキレス腱炎	43.29	.000 **	4.61	.038 *	2.57	.117
シーバー病	17.90	.000 **	1.85	.182	2.84	.099

*p<.05; **p<.01

足・下腿での所見有無

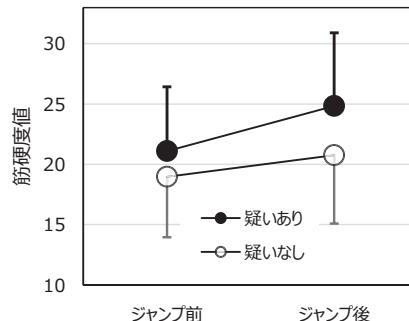


図3 ジャンプ前後における筋硬度の変化

参考文献

- 伊藤浩充他: 高校男子サッカー選手のシンスプリントの関わる下腿・足部の発生因子, 神戸大学医学部保健学科, No.21, pp.1-10 (2006).
- 佐伯純弥: シンスプリントに関連するのはどの筋か, せん断波エラストグラフィーによる検討 (2016).
- 肥田朋子, 天野幸代: 筋硬度計による生体の硬さ測定, 名古屋学院大学論集, 46, 2. (2010).

身体と機器との位置関係による操作パフォーマンスについての考察 The effect of the orientation of an operator's position on direction judgment

○末吉美喜*, 岡田明**, 永井正太郎**, 山下久仁子***

* (株) メディアチャンネル **大阪市立大学大学院 ***大阪市立大学研究支援課

SUEYOSHI Miki*, OKADA Akira**, NAGAI Shotaro**, YAMASHITA Kuniko**

*Media Channel, Inc. **Graduate School of Human Life Science, Osaka City University *** Research Support Department, Osaka City University

1. はじめに

乗り物の運転や音量の調整など、システムや製品に対する操作の方向と、それによって制御される対象物の運動の方向との間に対応関係がある場合、その対応がイメージしやすいことは操作負担やヒューマンエラーを低減させ安全性や使用性を高めるために重要である。

身体に対する操作対象デバイスの位置と運動方向の対応関係の認知には操作に関するユーザのメンタルモデルが関与していると考えられており、特に心的な回転を伴う操作についてはメンタルローテーション課題として心理学等で扱われてきた。また、操作方向と出力方向との対応関係の具体的な設計原則については国際規格 (ISO) としてガイドラインがまとめられている。

しかし、それらの原則はユーザが操作デバイスと正立方向で対面している状態かつ利き手での操作が前提となっており、正立していない条件あるいは非利き手では必ずしも当てはまるものではない。ウェアラブル機器やロボットの遠隔コントロール等、現実の操作場面では方向認知に視覚的イメージや空間的座標系に頼ることができない場面もあり、前報では身体と機器との位置関係と操作方向の認知の関係について利き手と非利き手で検討した¹⁾。

その結果、上下方向の認知について、利き手では身体と機器との方向・位置に関係なく手の遠位方向を上、近位方向を下とみなす傾向にあり、非利き手は空間的な上下関係に基づいて操作の方向を判断していること、左右方向は利き手・非利き手にかかわらず身体を基準として左右を認知している可能性が示唆された。これにより、身体に対する上下・左右方向の認知および操作には視覚的イメージだけではなく体性感覚的イメージも関与していると考えられる。

そこで、本研究では、視覚的イメージを得にくくい

視点位置（操作デバイスの裏側からの操作）を条件の一つとして設定することにより、操作者自身からみた左右方向の操作の認知的負荷を検討することを目的に、身体と機器との位置関係や手の向きが異なる操作タスクを設定し、操作パフォーマンスの比較を試みた。

2. 実験

2-1. 方法

実験の目的や内容の説明を受けて同意を得られた男女学生 8名（全員利き手が右手）が実験に参加した。

使用した操作機器は直径 18 mm、奥行き 20 mm のダイヤル型デバイスであり（図 1）、右回転、左回転を開始した時点の左右の方向が対応する電圧値として検出された。

- 1) 実験協力者は椅子に着座し、PC から発せられる「うえ」「した」「みぎ」「ひだり」の 4つの音声のうち、「みぎ」または「ひだり」の音声に対応して、できるだけ早く該当方向にダイヤルを回転させた
- 2) ひとつの実験条件について 4 つの方向の音声が 5 回ずつランダムな順番で発せられ、音声が発生してからダイヤルを動かすまでの時間が記録された

操作条件として以下の条件を設定し、利き手である右手での操作について検討した。

- ・前方表面操作（図 1 control 条件）
-ダイヤルと身体が正立方向で対面
- ・前方裏面操作（図 2(a) top entry (b)bottom entry）
-機器が身体の前方にあり、top entry はダイヤルの上方から操作し、bottom entry はダイヤルの下方から操作した
- ・背面操作（図 2(c) top entry (d)bottom entry）
-機器が身体の背後にあり、top entry はダイヤルの

上方から操作し、bottom entry はダイヤルの下方から操作した

また、それぞれについて裏面から客観的にみた左右に基づく操作（-正）と操作者自身からみた左右に基づく操作（-逆）の両方を課した。

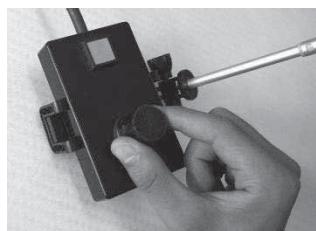


図 1 ダイヤル型デバイス
(control 条件)

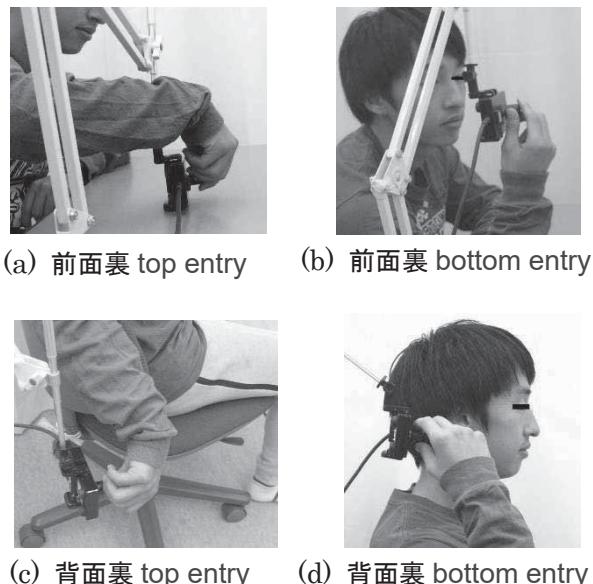


図 2 操作条件

3. 結果

3-1. 反応時間

図 3 は実験協力者 8 名の各条件における反応時間の平均値と標準偏差を示したものである。なお、縦軸は操作時間そのものではなく、個人差を考慮して正規化した値となっている。

条件間で反応時間を比較してみると、「逆」に比べて「正」の方が相対的に大きい値を示しているものの、「正」の前面裏 top entry, bottom entry, 背面 top entry, bottom entry の 4 条件間に有意差は認められなかった。

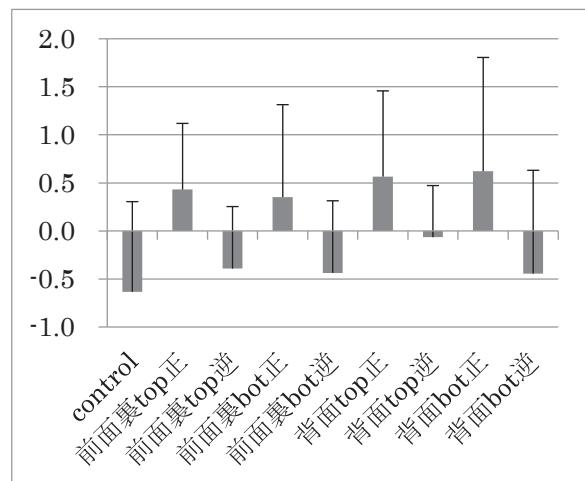


図 3 反応時間（縦軸は反応時間を正規化した値の実験協力者全員の平均値および標準偏差をあらわしている）
※正規化の算出 ((実験協力者の各反応時間) – (その実験協力者の平均時間)) / (その実験協力者の標準偏差)

3-2. 考察

認知的負荷が高いと考えられる「正」の操作イメージでの前面裏 top entry, bottom entry, 背面 top entry, bottom entry の 4 条件間に差異があると予想し、背面の条件でイメージしやすい top entry では他の条件に比べ反応時間が小さくなるという仮説を立てていたが結果は得られなかった。また、反応時間に個人差が大きく表れた要因として操作方略自体が個人により異なる可能性が考えられたため、一部の参加者については追加のインタビューを行った。その結果、「正」の条件では視覚的イメージをいたいで左右の判断をする方略、手の動きの感覚（体性感覚）に基づいて左右を判断する方略、左右のイメージを捨てて手の動かし方のシナリオを作り操作する方略の 3 つが挙げられた。

今後の研究の課題として、操作者の習熟度も考慮した評価手法を検討し、操作方略の違いによる方向認知と身体感覚による操作のパターンについて分析を進めていきたい。

参考文献

- 1) Fuchigami, M., Okada, A., Tamura, H., Omori, M. : A comparative study of brain activities engaged in interface operations by means of NIRS trajectory map, HCII 2007, Springer-Verlag, pp.830-839 (2007)

災害ボランティア活動時の事故における人的要因と予防に関する研究

Human factors and prevention in accidents during disaster volunteer activities

○太刀掛 俊之*

*大阪大学キャンパスライフ健康支援センター

TACHIKAKE Toshiyuki*

*Health and Counseling Center, Osaka University

【目的】本研究では、東日本大震災のケースを主とした災害ボランティア活動に焦点をあて、事故やヒヤリハットが生じた人的要因やその予防について検討する。事故予防のための取り組みについて、例えば、産業労働場面であれば、法律や企業等の方針のもと、各構成員のスキルや経験に応じた一連の安全教育が実施される。一方、災害ボランティア場面では、状況が常に変化し、かつ任意に参加する者の行動責任が強く問われることから、事故予防の機会提供や仕組みが脆弱であると考えられる。

災害ボランティア場面においては重大事故に至らないまでも多くのヒヤリハット事例や小事故が生じているが、その多くは参加者自身の個人的な要因に留まらず、様々な要因が存在する。太刀掛（2014）はそれらの背景要因のひとつとして、ボランティア参加者の過度なモチベーションの高さが原因となり、事故やヒヤリハットに繋がる可能性を指摘した¹⁾。本研究では、整理した発話データについて、第三者の専門家によるスーパーバイズを得ながら、より詳細なレベルから、ボランティア活動時の事故リスクに関わる背景要因を明らかにし、危機回避のための方策を検討した。

【方法】ボランティア活動時の事故・ヒヤリハット事例とその背景を探索するため、調査協力者の許可を得たうえでインタビュー形式の調査（半構造化面接法）を実施した。太刀掛（2014）で対象にした調査協力者のうち、大学生が関わる活動の観点から、東日本大震災等の災害ボランティアを担ってきたNPO法人、市区町村社会福祉協議会、行政、大学、学生団体の関係者計10名の聞き取り内容を抽出した。聞き取り内容は、あらかじめ準備した次の項目であった。（1-1）活動中に自分自身またはメンバー

がヒヤリハットした事例や事故に遭遇した事例（周囲で見たり聞いたりしたケースを含む）（1-2）上記の事例発生に至った理由について（1-3）ヒヤリハットや事故事例を収集する体制の有無（1-4）体制が無い場合の理由について（2-1）活動前または活動中における安全教育の実施有無とその内容について（2-2）これまで安全教育や安全管理の実施に不足があったとすればどのような点か？（2-3）不足がある場合の理由について（3-1）災害ボランティアを実施するうえで、安全管理上の気がかりな点について（3-2）ボランティア時に事故が発生した場合の責任主体についてどのように考えるか、の9項目であった。なお、各インタビューについては、調査協力者からの許可を得たうえで録音による記録を行った。また、インタビュー内容については、文書化と整理を行ったうえで、これまで目を通していなかった第三者の専門家に確認を依頼し、助言を受けながら発話内容の分類と概念の検討を行った。

【結果及び考察】がれき撤去に伴う釘等の踏み抜き、泥だし作業に伴う側溝の蓋による挟まれ事故のほか、災害ボランティア活動の多様な作業の広がりに伴う事故やヒヤリハット、またはその可能性が抽出された。背景要因については、ボランティア参加者の知識不足、作業の急ぎ、疲労、慣れのほか、ボランティア場面を特徴づける要因として、すでに指摘されていたボランティア参加者の過度なモチベーションに加えて、ボランティア参加者から受け入れ側に対する配慮、または受け入れ側からボランティア参加者への遠慮といった、ボランティア参加者側と受け入れ側との関係性の要因が見出された。また、具体的な危機回避の取り組みとしては、安全に関する事前講習の実施、講習以外の安全に関する伝達、活動

マニュアルや資料の準備、活動グループの編成、活動現場の作業管理、活動の振り返りといった準備や工夫が全体を構成していた（図1）。なお、復旧と復興の2つのフェーズに分けて検討を行ったところ、復旧フェーズでは、経験を有する者と作業を行うことで事故を防ぐ可能性が高くなる。一方で、復興フェーズでは、日常生活場面と重なる作業が増えていくことから、ボランティア参加者自身の安全態度で事故を防げるものが多くなると考えられた。

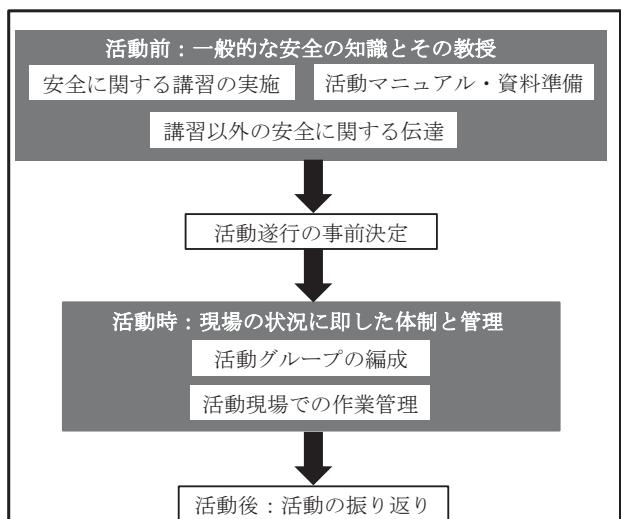


図1. ボランティアの安全確保に至るプロセス

さらに、安全を確保する責任の主体について検討を行った結果、ボランティア参加者（ここでは大学生）を抱える組織（ここでは大学）が、活動に付随する事故について、どのように責任を負うべきか、どのような機会を通じて安全確保の方策を取ることができるか、について結論をまとめることは難しいことが明らかとなった。しかしながら、少なくとも災害ボランティア活動に携わる関係者が、ボランティア参加者自身が保険に加入することや、活動内容の公表などによって透明性を高めることなどをしながら、可能な限り、危険回避のための方策を取り組むことが、最大限有益な活動を可能にするものと考えられた。

以上の知見を俯瞰すると、ボランティアの自発性と安全の確保に伴う管理的側面との両立の難しさについて指摘することができた。ボランティアの自発

性に基づく活動は、本来は誰かに管理されるものではない。そのため、管理的側面を強調せず、自発性を尊重したまま安全が確保されるためにどうすれば良いかを検討することで、ボランティア本来の目的が達成されるものと考えられた。その具体例として、経験者と初心者が同等な立場で安全について意見を交換し、知識や経験を共有できるグループを編成した良好事例が見出された。

【今後の展開】研究で最も重視する点は、ボランティア場面の安全「管理」の提言を進めていくのではなく、ボランティア実践者の自由な発想と高い動機づけに基づく活動を支援する知見を提供することである。これまでの知見では、ボランティア場面における普遍的な理論とするには不十分であるため、定量的な手法を用いて、引き続き、実際場面に還元できるような知見を得る必要があるだろう。

ボランティア行動の原理には、他者への利他性が根底にある。Batson (2010)によれば、他者に奉仕する行動によって得られる利益については、多くの知見がこれまで蓄積されてきたが、共感によって誘発される利他性の不利益（積極的なボランティア行動によって自らの安全や健康を害してしまう現象）が生じるメカニズムについては、極めて研究が少ないことが指摘されている²⁾。事故の予防にあたって、これらの現象に関連する背景要因を理解し、自ら行動することの有効性についてさらに検証したい。

【参考文献】

- 1) 太刀掛俊之: 災害ボランティア活動時の事故と危険回避に関する研究 -東日本大震災のケースを中心とした聞き取りから-, 日本応用心理学会第81回大会論文集, pp.71 (2014).
- 2) Batson, C. D.: ALTRUISM IN HUMANS First Edition, Oxford University Press. (2011) (C. ダニエル・バトソン 菊池章夫・二宮克美(訳) 利他性の人間学 -実験社会心理学からの回答-, 新曜社 (2012))

【謝辞】本研究は、JR西日本あんしん社会財团平成25年度公募助成(westjrf13R012)及び科学研究費補助金(16K12836)の助成を受けて実施された。

交通管理のための空港面混雑量評価の検討

Examination of airport surface congestion evaluation for traffic management

○西澤優里*, 鳥居塚崇**, 青山久枝***

*日本大学大学院, **日本大学, ***電子航法研究所

NISHIZAWA Yuri*, TORIIZUKA Takashi**, AOYAMA Hisae***

*Graduate school of NIHON University, **NIHON University, ***Electronic Navigation Research Institute

1. はじめに

近年、航空交通の需要増加に伴い航空交通量は世界中で増加傾向にあり、取り扱う航空機数の多い繁忙空港とその周辺空域では混雑が発生している。このような混雑は航空機運航の定時性への影響のみならず、燃料の消費や環境問題への影響が懸念される。また、運航者や運用者の業務負担を増加させ、安全性の維持・向上への配慮も必要となる。このような混雑緩和の対策として、従来の研究では滑走路付近に出発機が同じ時間帯に集合することによる混雑の緩和を主に行われてきた¹⁾。しかし、実際には滑走路付近以外でも航空機同士の干渉が起きており、混雑発生の要因となっているが体系的な解決手法がないのが現状である。

本研究では空港内の航空機同士の干渉について現状を把握し分析することによって空港面における混雑量評価手法を検討した。また、混雑量評価手法を用いて航空機同士の干渉など混雑を予測し、交通管理の指標として活用を考慮した効果の確認を行った。本稿では空港面における航空機の航跡データを用いて検討した空港面混雑量評価手法とその予測値に基づいた混雑エリアの特定および混雑緩和のための交通管理手法の提案を行う。

2. 手法

2-1. 使用したデータおよびシミュレータについて

本研究では関西国際空港を対象として空港面混雑の予測と交通管理による効果の導出を行った。図1に示すような空港面のレイアウトや航空機の運航スケジュールに関するデータは電子航法研究所が国土交通省航空局より提供して頂いたものを使用した。

また、混雑量評価結果と実際の交通流の様子を比較するために電子航法研究所で所有する空港面交通シミュレータを用いた。これは空港内の航跡データから航空機の走行経路等交通流の再現が可能である。

2-2. 混雑量評価手法について

先行研究²⁾より航空機の航跡データおよび運航スケジュールを用いて空港面の混雑量評価を行った。空港の駐機場周辺を交通流などの条件によって12個のエリアに分割し、各エリアを通る誘導路における15分あたりの航空機の占有時間(以下TWY占有時間:Ttwy)を累計して混雑量の予測とした。混雑量評価に利用した計算式を以下の①②に示す。①の係数は先行研究²⁾より導出されたものを使用しており、出発機は対象空港における通常のプッシュバックに必要とする時間として5分、その他エリアを通過あるいは到着するのみである航空機は1分とした。

$$Ttwy1 = p \cdot n \quad - (1)^2)$$

$$Ttwy2 = b \cdot n \quad - (1)^{2,2})$$

$$Ttwy1 + Ttwy2 \geq 9 \quad - (2)^2)$$

p: エリア通過機と到着機

b: 出発機

n: 航空機数

①と②の式より累計で15分あたりTWY占有時間が9分以上であるという②式の成立する時間帯の算出を行った。先行研究³⁾より混雑の要因を持っていると判断したエリア(以下混雑エリア)を検証した。対象とした混雑エリアを図1に示す。空港面交通のシミュレーションにより実際の運用の様子との比較を行った。

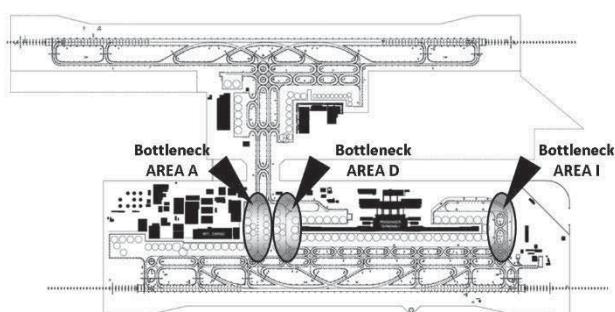


図1 関西国際空港のレイアウトと混雑エリア

3. 結果

前章で述べた手順を踏まえて対象空港内における混雑発生時間とその発生エリアの同定を行った。その結果、該当時間帯およびエリアでは航空機同士の干渉を確認することができた。図2,3に航空機同士の干渉が確認されたエリアの15分あたりのTWY占有時間とその時のエリア内の航空機の状況を示す。混雑が発生すると予測された時間帯、およびエリア内では、出発機および近隣を通行する航空機により通行が妨げられている、または経路を通行する航空機の進路が交差することによって干渉している等の混雑が確認された。またこれらの予測は、図1に示すエリア周辺の駐機場の出発機のプッシュバックおよび着陸時刻より導出ができたことが確認された。また混雑する時間帯に該当する出発機のプッシュバック時間や経路を適切に調整することにより航空機相互の干渉を緩和することが可能であることを確認した。これは、あらかじめ空港内の時間帯ごとの交通情報をより正確に把握することにより、混雑が発生しやすい時間帯とその要因の同定が可能となることを意味する。空港のレイアウト等の情報と、任意の日の運航スケジュールから混雑量評価手法を用いて混雑を予測し、スムーズな空港運用のための交通管理手法としての利用可能性を確認した。

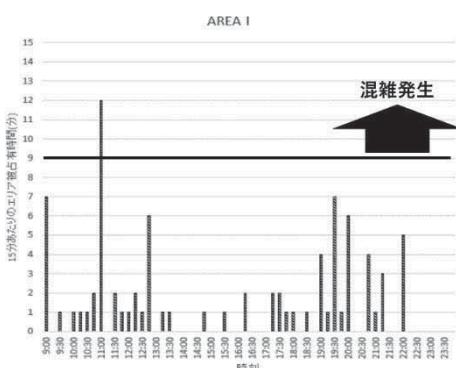


図2. 15分あたりのエリア内の占有時間

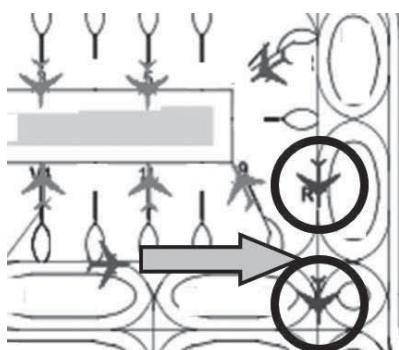


図3. 混雑予想時間帯のエリア内航空機干渉の様子

4. まとめ

本研究では空港面の航空機走行に関するデータ等より得られた航空機の誘導路占有時間の予測より空港面混雑量評価を行い、交通管理への応用の検討を行った。運航スケジュールより得られた空港運用に関わる様々なデータを用いて対象空港のレイアウトを考慮し運用を算出するために定義した式より混雑に影響を与える時間の集計を行った。その結果、航空機同士の干渉が大いに予想される時間帯とエリアを的確に導出できることができた。航空機の運航スケジュール変更に関わらず、この定義したエリアおよび式に当てはめることにより簡単に混雑を予測することが可能であることが考えられる。また、今後の航空交通量のさらなる増加に対応するために空港内の混雑エリアとその時間帯を的確に把握することは効率の良い空港運用を行うための交通管理に繋がる。

5. 今後の展望

本研究のように任意の空港内の混雑を運航スケジュールよりあらかじめ予測し、発生箇所を特定する手法は今後、飛行場管制を行う管制官への業務支援として応用できることが考えられる。具体的には、あらかじめ混雑や航空機同士の干渉が予想されるエリアとその時間を情報として伝えることにより発生する混雑状況にあらかじめ対応の準備をすることができる。また、得られたデータより今後の適切な空港設計および拡張へ活用できることが考えられる。

参考文献

- 1) 住谷：成田空港の出時刻調整による空港面交通の混雑緩和の検証、信学技報, Vol. 117, No. 182, SANE2017-32, pp. 21-26, 2017.
- 2) 西澤, 青山, 山田, 鳥居塚：空港面混雑量評価の方法に関する検討, ヒューマンインターフェースシンポジウム 2019, 3C2-4, pp.129-133, (2019).
- 3) 西澤, 青山, 鳥居塚：関西国際空港における航空機地上走行に関する分析, 人間工学, 54巻 Supplement号, 1B2-2, (2018)
- 4) 国土交通省 AIS JAPAN Japan Aeronautical Service
Center:<https://aisjapan.mlit.go.jp/html/AIP/html/DomesticAIP.do>

離れて暮らす高齢者と家族をつなぐ気配りシステムの開発 Development of an attentive system that connects the elderly and family

○藤岡 憲*, 大須賀 美恵子**

*大阪工業大学工学部ロボット工学科 **大阪工業大学ロボティクス&デザイン工学部

Fujioka Sho*, OHSUGA Mieko**

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

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

1. はじめに

近年、世界的に高齢者の人口が増加しており、日本でも高齢者社会が進んでいる。日本国内の高齢化率は年々増加しており、内閣府の平成30年版高齢者会白書によると、平成29年10月1日の時点で総人口の27.7%が65歳以上に及ぶ¹⁾。高齢化が進むことで様々な問題があり、そのうちの一つは独居高齢者または高齢者夫婦のみで暮らす人が増加していることである。内閣府の平成30年版高齢者会白書によると2016年の時点で高齢者のいる世帯は全世帯のうち48.4%であり、そのうち単独世帯は27.1%，夫婦のみ世帯は31.1%となっており、高齢者がいる世帯の半数以上が独居または夫婦のみで生活している¹⁾。そこで、本研究では、独居高齢者または高齢者夫婦世帯と家族とが離れて暮らすことで生じる問題を解決するシステムを目指すことにした。はじめに親と離れて暮らす40代～60代にアンケートを行い、普段のやりとりや離れて暮らすことによって生じる困りごとを調査し、これに基づきシステムのコンセプトを作り、プロトタイプを開発した。

2. アンケート

アンケートは高齢の親と離れて暮らしている40～60代の17名（男性8名、女性9名）を対象に行った。（大阪工業大学ライフサイエンス委員会倫理審査、承認番号2019-3）。質問項目は、回答者と親の年齢と親の要介護度²⁾、親の同居者の有無、親の住まいまでの移動時間と移動手段、親とのコンタクトの方法と連絡頻度で、最後に不便な事と困りごとを記入してもらった。

2.1 アンケート結果

調査対象者の親（25名：父親8名、母親17名）のうち、自立20名（80%）、要支援1名（4%）、要介護が（16%）となった。同居者は独居者が3名（12%）、夫婦世帯が3組6名（24%）、入院、施設で生活をし

ている人が3名（12%）、回答者の兄弟や親戚と暮らしている人が13名（52%）となった。

連絡頻度は、17名中、週に数回4名（24%）、月に数回4名（24%）、年に数回5名（29%）、未記入者6名（24%）であった。

連絡方法は、17名中電話のみ8名（47%）、訪問のみ3名（18%）、電話と訪問2名（12%）、電話とメッセージ2名（12%）、未記入2名（12%）となり、連絡手段には電話が多く使われていることがわかった。

連絡の目的は、親の体調の変化や近況を知りたいというものが多く、中には認知症防止のために話をしたいという目的もあった。

心配事は高齢の親の体調や車の運転についてが多く、困りごととしては、親が電話したくても回答者が電話に出られないときが多いことや、高齢の親は耳が遠くなっていること、メールの操作もできないため、遠隔でコミュニケーションを取るのが難しいということが挙げられた。運転については、免許返納を勧めたいが、顔を合わせてゆっくり話をする時間が少ないという意見が得られた。

アンケートとは別に、高齢者用の住居型施設に行く機会がありそこで生活している高齢者や介護スタッフの話を聞いた。困りごととして、複数の薬の服用管理を自分でするのは難しい、リハビリや入浴などの予定を覚えていられないことが挙げられた。家族に連絡をとりたくても、相手が忙しいかもしれない、遠慮してしまうという声もあった。

3. 提案するシステムのコンセプト

アンケートとヒアリングから得たニーズをもとに、以下の3つの機能を実現するシステムを提案する。

1つ目は、高齢者へのリマインダ機能である。服薬や行動予定を登録すると、予定時間（または少し前）に、行動を促すアラームをするものである。

2つ目は、見守り機能である。転倒や重篤な状態の検出だけでなく、日々の生活のリズムの乱れや体

調の緩やかな変化を捉えるものが望ましい。

3つ目は遠隔のコミュニケーションを助けるシステムである。考慮すべきことは「話の重さ」と「緊急度」「相手の状態」の三つだと考える。「話の重さ」では、たとえば、免許返納や施設入居など大事な話は直に会ってするのが望ましい。これを遠隔で支援するとなると、触覚も伝わるバーチャル空間の提供が必要である。また、話の内容によって話がはずむ環境や雰囲気を創出できるとなおよい。

緊急度と双方（特に家族側）の状態（忙しさ、何をしているか）に応じて、TV電話、電話、伝言、テキストメッセージなどの連絡方法を選択して提案する（図1）。例えば、高齢者が動けなくなった場合は、家族側は状態によらず連絡を受取りたい。逆に高齢者が不急の用事を頼みたいときは伝言でよいかも知れないし、世間話をしたいときには、家族側に時間の余裕があるときにTV電話や電話をするのがよい。

4. プロトタイプ

提案システムの機能の実現方法としてAIスピーカーを起用した。理由は家庭への普及が高まっているデバイスで、音声対話ができ、種々のスキルが提供されていること、独自のスキル開発ができることがある。AIスピーカとのやりとりの時間や場所、内容で生活パターン³⁾、音声で健康状態を把握できる可能性がある。

ここでは、画面付であること、開発環境が整っていることから、AIスピーカとしてAmazonのAlexaを選定した。最初に、家族側の忙しさに応じて高齢者に連絡方法を提案する機能を実装した。将来的には、AIスピーカやIoTセンサで相手の状態を推定する予定であるが、まずは、Googleカレンダーに予め入力してもらった予定と連絡内容に基づいて連絡方法を提案するものとした（図2）。これにより、高齢者は相手に気配りができる、家族も都合のよいときに連絡をもらえて罪悪感等がなくなる。

プロトタイプの評価を行う前に、高齢者施設の運営者や入居者、親と離れて暮らす教員などからコメントを得た。コンセプトは概ね賛同されたが、この機能だけでは不十分であることもわかり、改善・追加機能のヒントを得た。連絡方法では、希望する連絡がいつ可能かを伝えてその時間にならリマインドする機能、コミュニケーションを促進する目的で、双方に時間余裕があるときや家族の記念日などに連

絡をとり合うことを薦める機能などである。一方で、ぬいぐるみや人形に愛着を持って持ち歩き、話しかける人が多いことがわかった。その中に無線接続のマイク・スピーカを仕掛けて、AIスピーカの機能を持ち歩き可能にすることが考えられる。

図1 緊急度と状態によって連絡手段を提案するシステムの構想

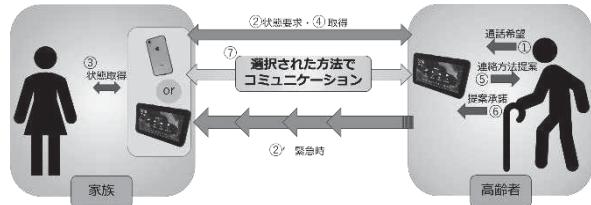
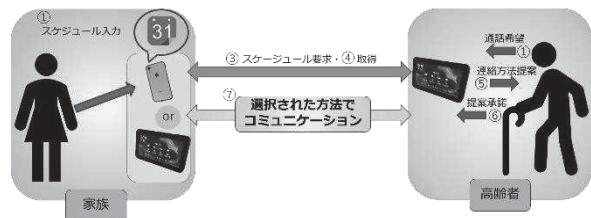


図2 開発したプロトタイプ



5. おわりに

AIスピーカを用いて、家族スケジュールに合わせた連絡手段の提案を行うプロトタイプを開発した。今後、機能追加、持ち運びの実現をめざし、ターゲットユーザである独居高齢者とその家族に継続して利用してもらい、受容性や有用性の検証を行いたい。

参考文献

- (1)内閣府「平成30年版高齢者白書(概要版)」
https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2018/html/gaiyou/s1_1.html, 参照日：2019.10.10
- (2)厚生労働省「要介護認定の概要」：
https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/ukushi_kaigo/kaigo_koureisha/nintei/gaiyo2.html, 参照日：2019.10.10
- (3)王晶：独居高齢者の自立性を向上させるスマートスピーカを利用した見守りシステムの提案
(2019)修士論文 <http://hdl.handle.net/10119/16014>

高齢者の転倒事例の心理学的要因としての注意配分特性の解明 若年と高齢者の比較

Characteristics of spatial attention in peripersonal space as a cognitive factor of fall.
-Comparison of performance on attentional visual field task between young and elderly people-

○林田脩平*, 伊丸岡俊秀**

*金沢工業大学大学院システム設計工学専攻 **金沢工業大学

SHUHEI Hayashida *, TOSHIHIDE Imruoka **

*System Design Engineering, Kanazawa Institute of Technology, ** Kanazawa Institute of Technology.

1. 目的

高齢化社会が進む中、介護が必要となる主要な原因として転倒の問題が注目されている。

武藤¹⁾によると、転倒経験は、骨折に至らないまでも転倒への恐怖心や不安感が生じることがあり、そのために転倒以降の活動範囲が狭まり、要介護状態に陥る場合がある。転倒や骨折は、日常生活における活動性の低下と要介護者の増加に関係していることから、転倒予防は重要な課題の一つとされ、予防する意義は極めて高い。

高齢者の転倒に関する研究では、高齢者の運動機能に注目した研究が多く行われてきた。しかし、高齢者が転倒する要因は運動機能の低下だけではなく、認知機能にも問題があることがわかつてきた。歩行と認知機能の関係について、細田ら²⁾は立位および歩行時に、空間的注意を上下方向に動かしたときの特性については明らかにした。しかし、彼らの研究では上下、左右方向に広がりをもった空間内の注意の分布特性は明らかになっていない。また、他にも空間内の注意の分布について高齢者と若年者の比較を行った研究は多くあるが、そこでは前額平行面での実験のみが行われ、歩行時に重要となる下方向での特性は調べられていない。

そこで、本研究では空間的注意研究で一般的に用いられる前額平行面で課題を行う条件に加え、下方向条件を設け、歩行環境における身体周囲の空間的注意特性を明らかにすることを目的とする。

2. 方法

2-1 実験参加者 実験参加者は、石川県内の大学生16名と石川県内在住の65歳以上の高齢者13名とした。実験参加者の平均年齢は、若年者では21.4歳、高齢者では75.9歳であった。全員が裸眼、または眼鏡、コンタクトレンズの矯正により正常な視力を有している者であった。

2-2 刺激 Fengら³⁾が使用した、妨害刺激の中から目標刺激を見つける能力を測定する attentional visual field task を用いた。正方形の大きさは、一辺 2.7° で、線の色は黒であった。十字の領域は、直径 53.0° であった。目標刺激は、円の中に黒塗りの正方形で構

成され、円の大きさは 2.7° × 2.7° 、正方形の大きさは、一辺 1.4° であった。目標刺激が出現する場所は、上下左右の4方向の目標偏心 5°、10°、15°、20° の4か所であった。ディスプレイの角度は、正面と下の2条件であった。



図 1 AVF task

2-3 機材 実験刺激を呈示するため、ノートパソコンとウェアラブル端末を使用した。実験参加者の反応の採取ためにテンキーとマウスを使用した。歩行させるためのルームランナーを用いた。首の角度を測定するため、レーザー距離計とメジャーを用いた。実験は暗い室で行われ、視距離は1mの位置で課題を行った。歩行を行いながらの課題遂行となるため、安全の確保のためにルームランナーの脇には手すりとなる台を設置し、すぐ近くに常に実験者が付き添った。

2-4 手手続き 実験は全て、時速0.5~4km/hで歩行を行ながら実施した。試行が始まると、ディスプレイの中央に固視点が800ms間呈示された。続いて、画面中心にT字が上下左右いずれか向いたものとT字の周辺に上下左右の偏心5°、10°、15°、20°の16か所の丸のいずれか1か所に黒点が同じタイミングで表れた。次に500msの間、マスクが画面全体にランダムな方向に呈示された。マスク消失後、黒点の位置と方向を口頭で報告し、次にT字の向きを口頭で応答を行った(図1)。以上の一連の流れを1つのディスプレイ角度条件で192試行実施し、首の角度を正面と下の2つの角度条件分繰り返した。下条件においては、「苦しくない程度に下を向いてください」と教示した。なお、順序効果を無くすためにカウンターバランスを取り、無作為な順番で課題を行った。

3. 結果

目標である黒点検出の正答率を測度とした。中心

課題の正答率が50%に満たなかったことやデータに欠損があったため、7名の高齢者データを以降の分析から除外した。

若年群の前額平行面条件と下方向条件の結果を図2のaとbに、高齢者群のそれぞれの結果をcとdにそれぞれ示す。

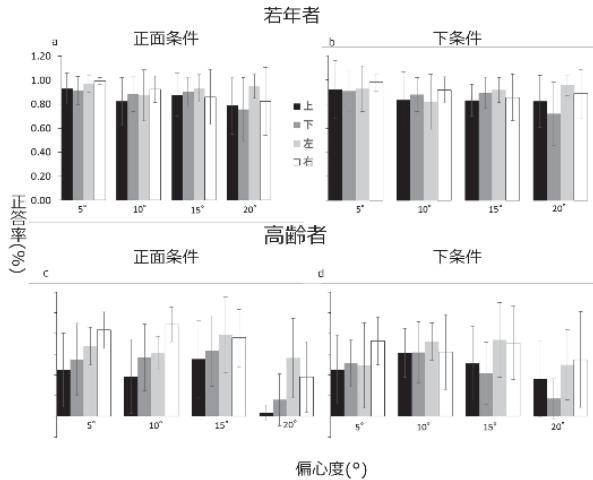


図2 年齢別によるモニターの位置と偏心度と目標刺激の方向の正答率と標準誤差 (a: 若年・前額平行面, b: 若年・下方向, c: 高齢・前額平行面, d: 高齢・下方向)

図2に示したデータについて4要因の分散分析を行った。本研究の主要な興味の対象である年齢要因およびディスプレイ位置要因に関係して、2種類の3次の交互作用が見られた。まず、年齢×ディスプレイ位置×目標方向の交互作用に有意傾向が見られた ($F(3, 60)=2.67, p<.01$)。さらにディスプレイ位置×偏心度×目標位置の交互作用が有意となった ($F(9, 180)=1.98, p<.01$)。その他にも有意な主効果や2次の交互作用が多数見られたが、ここでは3次の交互作用の下位検定結果について詳細に報告する。

年齢とディスプレイ位置と目標刺激の方向の交互作用について、目標が上方向に出た時に年齢とディスプレイ位置の単純交互作用が見られた。また、ディスプレイ位置に関係なく年齢と目標刺激の方向の間の単純交互作用が見られた。他には、高齢者群のみでディスプレイ位置と目標刺激の方向の単純交互作用が有意であった。それぞれの下位検定を行ったところ、高齢者群のみで目標が上方向の時にディスプレイ位置の効果が有意であり、高齢者では視野の上側に呈示された目標の検出成績は、下方向よりも前額平行面で悪くなることが示された。また、高齢者ではディスプレイ位置に関係なく、目標の方向の効果が有意であり、視野の左右方向の目標に比べて上下方向の目標の検出成績が悪くなることが示された。

ディスプレイ位置と偏心度と目標位置の交互作用について、目標が上方向に出た時にディスプレイ位

置と偏心度、目標が右方向に出た時にディスプレイ位置と偏心度の単純交互作用が出た。また、偏心10°の時と20°の時に、ディスプレイ位置と目標刺激の方向の間の単純交互作用が見られた。さらにディスプレイ位置に関わらず偏心度と目標刺激の方向の単純交互作用が有意であった。ディスプレイ位置と目標刺激の方向の偏心度の効果のみ下位検定を行った結果を以下に示す。前額平行面では目標が上、下、右のときに偏心度の効果があるのに対して、下条件では目標が下のときのみ偏心度の効果が得られた。

4. 考察

本研究の目的は、下方向条件を増やし、歩行環境において周囲の空間の特性を明らかにすることであった。特に2つのディスプレイ位置条件間の違いと年齢群間の空間的注意特性の違いに注目して結果の解析を行ったところ、2つの興味深い交互作用が得られた。

まず第一に、高齢者群では歩行方向に対して斜め下方向での検出成績に比べ、前額平行面での検出成績が下がる傾向があり、それは視野の上側への目標呈示時に見られた。研究当初、我々は下方向での検出成績の低下が見られる場合に歩行時の転倒の原因となりえるということを想定していたが、それとは逆に前額平行面での低下が見られたことになる。ただし、これは歩行時に鉛直方向での注意移動が難しいことを示している可能性があり、通常歩行中は下方向に向いている注意が正面に向いた際に、再度下に注意を向けるのが難しいという可能性はあるだろう。

次に、年齢にかかわらず、前額平行面では目標が視野から遠い位置で上側と下側、右側に呈示されたときに検出する成績が下がることが示された。下方向においては、目標が視野から遠い位置で下側に呈示された時のみ検出する成績が下がることが示された。

5. 参考文献

- 1) 武藤芳照: 転倒予防——転ばぬ先の杖と知恵, pp.17, 岩波新書 (2013).
- 2) 細田貴治・櫻田 武・山本紳一郎: 歩行中の空間的注意分布に関する高齢者の特異的傾向, 日本機械学会, Vol. 27, No.14-67, pp.475-476 (2015).
- 3) Fergus, F., Jing, C., Brian, L., Sylvain M., & Gary N., HeeSun C: Differential age-related changes in localizing a target among distractors across an extended visual field, European Journal of Ageing, Vol. 14, No.2, pp 167-177 (2017).

速度感覚を変化させる視覚刺激が 快適歩行運動中の生理・心理状態に及ぼす影響

Effects of visual stimuli changing speed perception on
psychophysiological states during comfortable walking

○田村裕人*, 萩原啓**, 柏原考爾**, 篠田博之**

*立命館大学大学院 情報理工学研究科 **立命館大学 情報理工学部

* TAMURA Hiroto, ** HAGIWARA Hiroshi, ** KASHIHARA Koji, ** SHINODA Hiroyuki,

* Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University,

** College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University.

1. はじめに

通常、人間の自己運動感覚は体性感覚、視覚情報、そして内耳による前庭感覚など複数の情報が統合されることで生じている。先行研究¹⁾ではトレッドミル上の快適な速度による歩行によって、脳活動の活性化が示唆された。しかし、トレッドミル上では景色が変化しないため、自己運動感覚に体性感覚と視覚情報の不一致による影響を及ぼすと考えられる。そこで本研究では、快適歩行運動中に速度感覚を増加させる視覚刺激を与え、脳波計測による覚醒度、NIRS による脳内血行動態の計測、心電図計測による自律神経活動の変化、主観指標による主観的変化から生理・心理状態に及ぼす影響について調査することを研究目的とした。

2. 実験方法

2-1. 実験概要

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

2-2. 実験内容

実験プロトコルを図 1 に示す。3 分間の AAT (Alpha Attenuation Test ; α 波減衰テスト、閉眼 30 秒・開眼 30 秒 × 3 回)、タスク (4 種類)、3 分間の AAT の計測の流れを 1 サイクルとした。また、タスク後に VAS (Visual Analogue Scale) の記入を実施した。

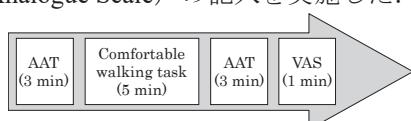


図 1 実験プロトコル

5 分間のタスクは視覚刺激速度が 0 km/h, 1.5 km/h, 快適速度 (Comfortable), 快適速度の 2 倍 (Fast) の 4 種類で行った。0 km/h は通常のトレッドミル上を想定したドットが固定された視覚刺激である。また、タスク中は各被験者に応じた快適速度による歩行をトレッドミル（コンビウェルネス社製 Sports Art 6300）を用いて行った。速度感覚を変化させる視覚刺激にはオプティカルフロー（光学的流動）を用いた。ドットの移動速度は各設定速度における前進移動をシミュレートした。この視覚刺激は被験者の 25cm 前方にトレッドミル上の歩行動作に干渉しないようラボジャッキを用いて設置した 42 インチディスプレイ (REGZA 42ZT3) に表示した。また、順序効果を考慮し、タスクの順序は被験者ごとにランダムにした。本実験に先立ち、被験者には事前計測として 10m 歩行テストを実施した。10m 区間の歩行にかかった時間から時速を算出し、3 回の平均値を各被験者に応じた快適速度とする。

3. 評価方法・計測部位

心電図の計測は 3 点誘導法により右鎖骨と左肋骨に電極を貼り、その電位差から検出した。心電図の解析には交感神経活動の指標として LF/HF を用いた。

脳波計測では、国際 10-20 法に従い、A1,A2,Fz,Cz,Pz,C3,C4,O1,O2 より導かれる脳波を計測した。計測した脳波に対しノイズ処理を行い、 α 波帯域のパワースペクトルを算出した。そして閉開眼ごとに平均を求め、閉眼平均パワーを開眼平均パワーで割った値で表される覚醒度の指標値 α 波減衰係数 (AAC ; Alpha Attenuation Coefficient) と定義し、タスク前後の覚醒度の評価指標として用いた。閉眼時の α 波出現量が多く、開眼時の α 波出現量が少ない時に AAC の値が大きくなり、覚醒度が高いと言える²⁾。

NIRStation のプローブは、被験者の頭部に専用ホルダーを装着し取り付けた。解析には 1ch・10ch・19ch(前頭連合野), 25ch(背外側前頭前野)を使用した。

VAS は白紙に 100mm の線を引き、その中央を快適速度、左端を最も遅い、右端を最も速いとしたときにタスク中の視覚刺激による速度感覚を線を引いて示し、被験者の主観的な速度感覚として評価した。

4. 結果

視覚刺激の違いによる VAS の結果を図 2 に示す。Fast の値が最も高く 0 km/h, 1.5 km/h と比較して有意な差がみられた。また、Fast を除く 3 条件では 50 と同等かそれ以下という傾向がみられた。

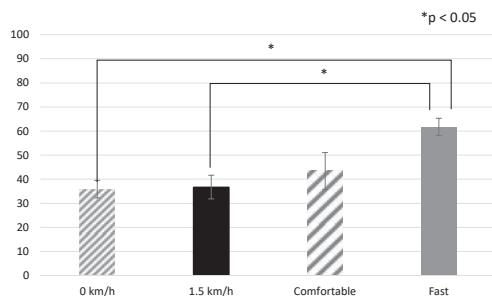


図 2 Visual Analogue Scale

図 3 にタスク前後 3 分間の LF/HF の値の変化量を示す。0 km/h では大きな変化がみられなかったが、1.5 km/h では増加、Comfortable と Fast では減少する傾向がみられた。

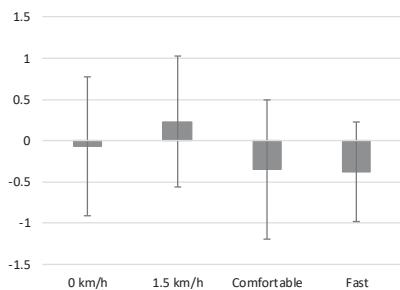


図 3 LF/HF

図 4 にタスク前後の AAC の値の平均値を示す。0 km/h においてタスクの前後で有意な差がみられた。また、Fast において唯一タスクの前後で AAC の値が増加している傾向がみられた。

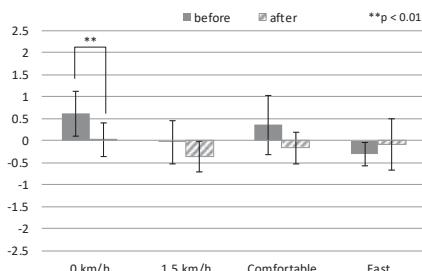


図 4 AAC

図 5 はタスク中 5 分間の脳内 oxyHb 濃度変化積分値の平均値をチャンネルごとに示したものである。0 km/h において最も高い値を示しており、視覚刺激の速い Comfortable, Fast においては 0 km/h, 1.5 km/h と比較して小さい値を示した。

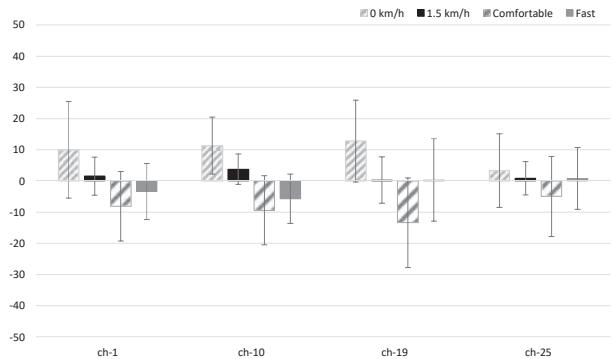


図 5 脳内 oxyHb 濃度変化積分値

5. 考察

VAS の結果から、異なる速度の視覚刺激によって速度感覚の感じ方に変化がみられた。一方で、主観的に速度感覚の増加を感じているにも関わらず、交感神経の活動度は速い視覚刺激になると減少する傾向がみられた。そのため、0 km/h と 1.5 km/h の視覚刺激に比べてリラックスして歩行している可能性が考えられる。さらに、0 km/h では AAC が有意に減少していたため、歩行と一致しない視覚情報によって覚醒度が低下した可能性が考えられる。また、この条件では最も高い脳活動がみられ、快適速度では最も低い脳活動がみられた。これは、体性感觉と異なる視覚情報の統合が負荷としてかかっているからだと考えられる。

結論として、実際の歩行と異なる視覚刺激を与えることで、速度感覚だけでなく生理・心理状態にも影響を与えることが示唆された。

参考文献

- 1) 田村裕人, 萩原啓: ワーキングメモリ能力に対する快適歩行運動の有効性, 平成 30 年度日本人間工学会関西支部大会講演論文集, pp.48-49 (2018)
- 2) 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)

視点に対する視覚刺激位置と視覚誘発電位の発生部位に関する検討

Effects of Visual Stimulus Locations for Steady State Visual Evoked Potential

○菅野将輝*, 荒木望*, 中谷真太朗**, 小西康夫*, 満渕邦彦***

*兵庫県立大学 **鳥取大学 ***東京大学

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

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

1. はじめに

近年、マウスやキーボードなどの身体動作を必要とするインターフェースを使用せず、脳活動に応じて直接機械を操作するブレイン・コンピュータ・インターフェース (Brain Computer Interface: BCI) の研究が広く行われている。中でも、一定間隔で点滅する視覚刺激を注視した際に発現する定常状態視覚誘発電位 (Steady State Visual Evoked Potentials: SSVEP) を特徴量として用いる手法は、情報伝達速度が高く信号雑音比が良いことから注目されている。しかしながら、SSVEPに基づく BCI では一定間隔で点滅する視覚刺激を用いることから、モニタのリフレッシュレートなどの物理的制約あるいは、光過敏性発作の危険性などの安全性の観点から、視覚刺激としての使用に適した点滅周波数は限られている。このため、この限られた点滅周波数を使って識別可能数を増加させることが重要な課題となっている。

この課題に対して我々は、注視点から離れた位置を刺激すると刺激位置により左脳・右脳で SSVEP の反応強度に差異が生じるため、この空間情報を利用して識別可能数を増加させる可能性を示した¹⁾。しかしながら、注視点から刺激位置までの距離と反応強度の変化の詳しい調査は行っていなかった。

そこで本研究では、注視点からの視覚刺激パターンの位置を一定間隔で変化させた時の SSVEP の空間的な反応強度の違いについて調査を行い、SSVEP が発生する範囲と右脳と左脳の反応強度の差異について調査を行った。

2. 実験方法

本研究では注視点に対する視覚刺激位置を一定間隔で変化させた時の視覚野の反応部位の変化の調査を行った。図 1 にその実験の様子を示す。被験者はモニタから 40 cm 離れた位置でモニタ内の注視点を右目のみで注視した。この時、左目は眼帯を用いて視覚刺激の影響を受けないようにした。また、目

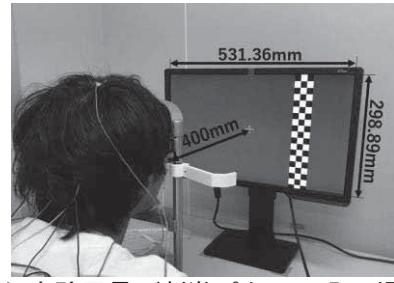
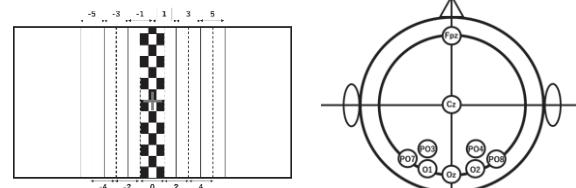


図 1 実験風景 (刺激パターン 5 の場合)



(a) 視覚刺激パターン (b) 脳波測定位置

図 2 視覚刺激パターンと脳波測定位置

の検査などで用いられる顎台を用いて目の高さの位置がモニタの中心になるように顎の位置を調整し、画面の中心と右目の位置が一致するように固定した。表示するモニタは解像度 1920×1080 pixel (531×299 mm), リフレッシュレート 144 fps の液晶モニタ (XL2411, BenQ 製) を用いた。視覚刺激は 174×1080 pixel とし、刺激提示は 1 マス 58×58 pixel の正方形の白黒部を反転させることにより行った。刺激パターンについては、図 2 (a) に示すように画面中央に表示するパターンを刺激位置 0 とし、表示位置を左右に 78 pixel (パターン幅の半分) ずつ変化させた計 11 パターンとした。このため、パターンの水平方向の中心座標 h_i は刺激位置を i として $h_i = 960 + 78i, i = -5, \dots, 5$ となる。視覚刺激実験では刺激周波数を 16Hz とし、2 秒間の休息、8 秒間の視覚刺激注視を 1 セットとした 10 秒間のタスクを、重複がないようにランダムに選択した 11 箇所の刺激位置のパターンを用いて計 110 秒間行うものを 1 試行とした。1 回の実験につきこの試行を試行間の休憩を 30 秒とり、5 試行計測を行った。

脳波の計測には誘発電位測定電極 (NE-121J, 日本

光電製), 生体アンプ (AB-611J, 日本光電製) を使用した. 脳波の測定は図 2(b)のように, 左脳側に位置する O1, PO3, PO7 と右脳側に位置する O2, PO4, PO8, さらに後頭部中央に位置する Oz, 頭頂部の Cz で計測を行った. 基準電極は Fpz とし, ボディーアースは右肘とした. サンプリング周波数は 1000 Hz, アンプのゲインを $10\mu\text{V}/\text{V}$ 設定した.

データの解析では, 雑音除去のため後頭部の 7 箇所で計測したデータから Cz の値を減じ, データ数 2000 点, オーバーラップ 1500 点で離散フーリエ変換したものを加算平均し, 刺激周波数である 16Hz での周波数強度を SSVEP 強度として計算した. また, 得られた SSVEP 強度の 5 試行分の平均値を用いて刺激位置と SSVEP 強度に関する解析を行った.

3. 実験結果

被験者 8 名(平均年齢 22.63 ± 0.99 歳)で実験を行った. 図 3 に被験者全員の各刺激位置における左脳側(O1, PO3, PO7), 右脳側(O2, PO4, PO8)の SSVEP 強度の合計を示す. 図 3 より, 注視点から刺激位置が遠くなると右脳・左脳ともに SSVEP 強度の合計が減少することが分かる. また, 右脳側と左脳側の差異を評価するために対応のある t 検定を行ったが, この結果からはどの刺激位置においても有意差は得られなかった ($p > 0.05$). そこで, 被験者ごとに刺激位置と測定位置における SSVEP 強度の分布を確認した. その一例として, 図 4, 5 に刺激位置 -2, 0, 2 における各測定位置での SSVEP 強度を示す. なお, 今回の実験では図 4 と同様の傾向の被験者が 2 名, 図 5 と同様の傾向の被験者が 6 名確認された. 図 4において, 刺激位置 -2 で視覚刺激を提示した際に右脳側の周波数強度が増加し, 反対に刺激位置 2 で視覚刺激を提示した際に左脳側の周波数強度が増加しており, 図 5 ではその逆となっていることが分かる. 生理学的には, 左視野の視神経は右脳側に, 右視野の視神経は左脳側に接続されることが知られており, 図 4 はこの知見に基づく結果であると考えられる. 一方で, 今回の実験では一定数の被験者で図 5 のように真逆の反応が見られるという興味深い結果が得られた. なお, どちらの被験者においても視点から視覚刺激の提示位置を変化させた時に, 左脳・右脳で SSVEP の反応に差異が生じていることが分かった.

なお, 今回の実験では被験者の実際の注視点につ

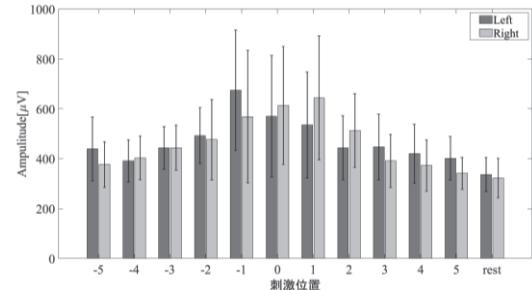


図 3 各刺激位置における SSVEP 強度の合計

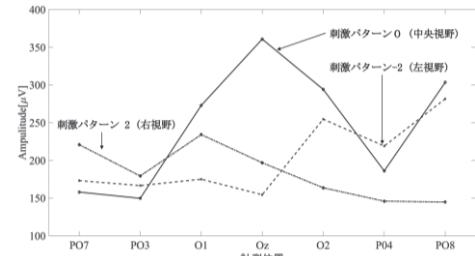


図 4 刺激位置に対する SSVEP 強度の分布 (2/8)

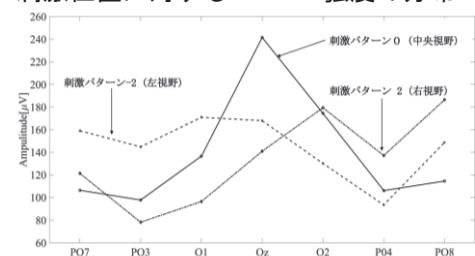


図 5 刺激位置に対する SSVEP 強度の分布 (6/8)

いては確認していないため, 今後アイトラッキングなどを用いて詳細な確認実験を行う必要がある.

4. まとめ

本研究では, 視点に対して視覚刺激位置を変化させた時の SSVEP の空間的な反応強度の違いについて調査を行った. SSVEP の反応が得られる注視点からの距離を示し, 視神経の接続に基づく被験者と異なる被験者が存在することを示した.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16K21290, JP19K04298 の助成を受けたものです.

参考文献

- 菅野将輝ほか：“視点に対する空間情報を用いた視覚誘発電位利用選択インターフェースの検討”, 平成 30 年度日本人間工学会関西支部大会講演論文集, pp.66-67 (2018).
- Zheng Yan, Gao Xiaorong, et al. “Right-and-left visual field stimulation: A frequency and space mixed coding method for SSVEP based BCIs.” SCIENCE CHINA, Vol.54, No.12, 2492-2498.

マーキングを用いた学習法と視線移動効率化の関連性の研究

Study on the relationship between learning method using marking and improvement of eye movement efficiency

○岩崎翔太郎*, 桑原教彰*

*京都工芸繊維大学大学院

IWASAKI Shotaro*, KUWAHARA Noriaki*

*Kyoto Institute of Technology

1. はじめに

近年、日本では教育改革のため、勉強の基礎を重視した「詰め込み教育」から、道徳を重視する「ゆとり教育」へと変化した。しかし、2003 年の PISA 調査¹⁾で、子供の学力低下が問題となった。PISA 調査の結果を受け、2009 年頃から学習指導要領を改訂し、「ゆとり教育」から「詰め込み教育」へと変化した。「ゆとり教育」から脱却したことにより、2012 年の PISA 調査²⁾では、2004 年の同調査と比較して、学力が向上していることが認められた。

しかし、生徒を対象とした内閣府調査では「勉強や進路」に関する悩みが最も多く、日本の学力向上という事実はあるものの生徒が学習面で不安を抱えている結果となった³⁾。

生徒が、学習内容を理解出来るように様々な教育的な取り組みが行われた。その一つとして学習方略がある。学習方略とは、より効果的に学力を向上させるための学習上の作戦のことである。例として、事前に勉強計画を立て計画通りに学習を実行する「プランニング方略」、漢字や英単語などを繰り返し書くことで覚える「反復方略」、学習者自身の知識と学習したいことを結びつける「精緻化方略」などが挙げられる。学習方略のうちの一つとしてマーキング法がある。マーキング法とは、問題文の重要なポイントに対してマーカーペンでマーキングすることで、単語を強調する学習法である。鈴木らの研究⁴⁾では、マーカーペンを用いてマーキングしたときの記憶や疲労感について述べている。西村らの研究⁵⁾では、マーキング法を用いることで学習効果があることを示唆していたが、学習効果がある理由の解明には至っていない。

本研究では、マーキング法による学力向上が、マーキングによる視線移動、すなわち情報探索の効率化によるものであると仮定し、成績上位者と下位者の視線を計測して比較した。

2. 実験

2-1. 実験目的

マーキング法により視線移動が効率化するかどうかを計測するため、マーキング法で学習する前とマーキング法を用いて 1 週間学習してもらった後で、それぞれ視線を計測した。また、重要なポイントを見抜くことが出来ているかどうかを確認するため、問題の正答率に関しても計測をした。

2-2. 被験者

東大阪市の進学塾に通う中学 2 年生と中学 3 年生の、男女合わせて 20 名に実験協力を得た。

2-3. 問題仕様

科目は英語を使用し、2 日とも時制に関する並び替え問題 10 問を使用した。問題の作成には、実験日時点で被験者が学習したことのある英単語のみを使用するよう細心の注意を払い、同進学塾に協力を得て問題を作成した。

実験に使用した問題の一部を図 1 および図 2 に示す。

私たち 毎年 教会で この歌を 歌います

図 1. 実験に使用した問題の一部（和文）

every year / we / sing / this song / in the church

図 2. 実験に使用した問題の一部（英文）

また、計測を正確に行うために予備実験を行ったところ、単語間の距離を 3.3cm 以上空けたときに正確に計測できるようになったため、単語間の距離は

3.3c,m とした.

2-4. 実験方法および計測方法

本実験にあたり、被験者には実験での成績が進学塾の成績に一切影響しない旨を伝え、緊張せずリラックスして問題を解いてもらうように伝えている。

実験は1人ずつ行うため、実験時別室に案内し、実験時以外は普段通り塾での授業を受けてもらっている。被験者を別室に案内した後、以下の手順で実験を行う。

1. 実験の意図を説明する。
2. 正確な視線を計測するため、キャリブレーションを行う。
3. 問題形式、問題数、実験の進行方法について説明する。
4. 日本語訳を読んでもらい、読み終わったら挙手してもらう。このとき視線の計測は行わない。
5. 英語を表示し、答えが分かった段階で挙手してもらい口頭で解答してもらう。後に採点を行うため、解答は記録する。このとき英語を表示したときから挙手してもらうまでの視線を計測する。
6. 4と5を10回繰り返す。

キャリブレーションについて図3および図4に示す。

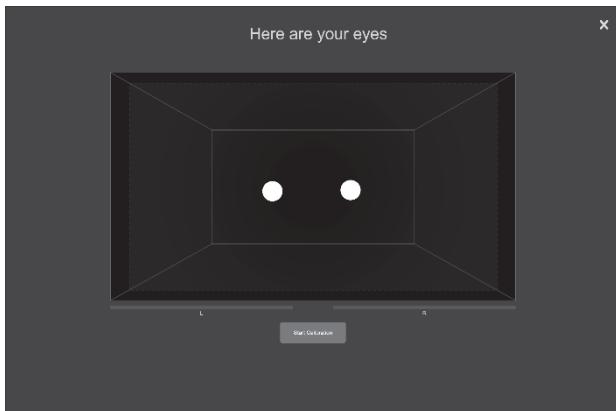


図3. 眼、頭の位置調節画面



図4. 視線計測テスト画面

図3の画面では、被験者が画面中心部を見ている状態で、2つの白い円形が画面内四角形の内側に収まるように、画面からの距離や椅子の高さを調節する。図4の画面では、被験者の見ている場所と視線データに差異がないかを確認する。被験者が青い円形を一定時間見続けると、小さくなつて消えるようになっているため、被験者に青い円形を全て消してもらう。視線計測のための機器はTobii Eye Tracker 4Cを使用する。Tobii Eye Tracker 4Cを図5に示す。



図5. Tobii Eye Tracker 4C

Tobii Eye Tracker 4CはUSBで接続することができ、パソコンの画面下部に置くことで、パソコンの前に座っている被験者の視線を瞳孔-角膜反射法で測定する。実験に使用したパソコンおよびTobii Eye Tracker 4Cを接続したときの全体図を図6に示す。

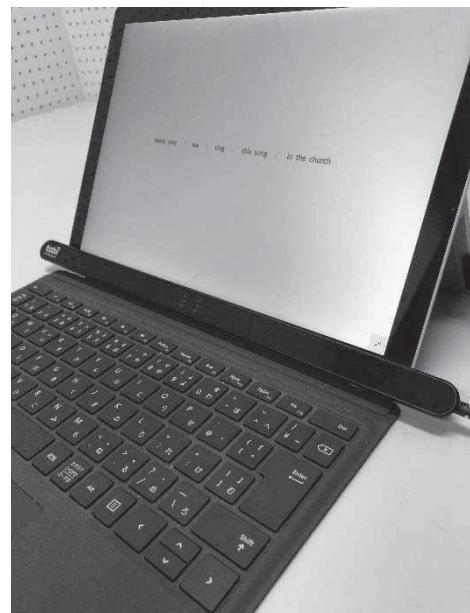


図6. 実験に使用したパソコンの全体図

2-5. マーキング法

本実験では、マーキング法を学ぶ前に一度問題を解いてもらった後、1週間後にもう一度別の問題を解いてもらっている。1週間の間にマーキング法を用いて並び替え問題を50問解いてもらった。本実験問題を解くにあたり、重要なポイントは主語、動詞、目的語であり主語、動詞、目的語、場所を表す単語、時間を表す単語の順番に並び替えたとき問題を正解できるようになっている。マーキングをする対象は主語、動詞、目的語でそれぞれ橙色、緑色、青色で塗ってもらった。

3. 実験結果

3-1. 視線計測に関する結果

視線計測に関する実験結果は、マーキング法を学ぶ前の実験結果の一部を図7、マーキング法を学んだ後の実験結果の一部を図8に示す。

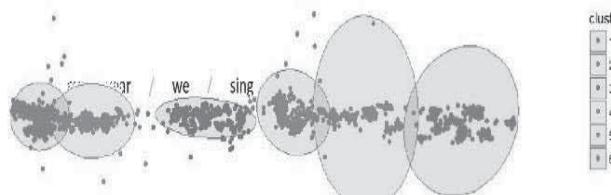


図7. マーキング法を学ぶ前の視線データ

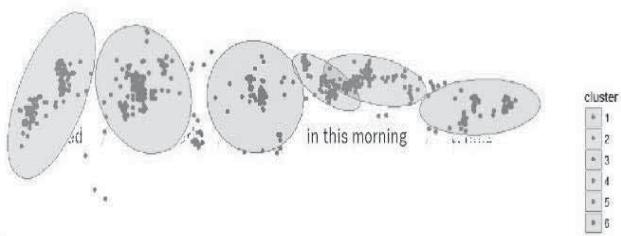


図8. マーキング法を学んだ後の視線データ

計測した視線の座標データは、クラスタリングを行った。このクラスタ数は問題文の英単語数と同じ数で色分けも行った。マーキング法を用いて学習する前、英単語をじっくり読みとっているような視線が多くあるのに対して、マーキング法を学んだ後は英単語を長時間見ていることが少なかった。これらの図は成績下位者のものであるが、成績上位者にも同等の結果が見られる。

3-2. 正答率に関する結果

本実験の正答率に関する結果を表1に示す

表1. 被験者の正答率

被験者	1日目	2日目
1	10	10
2	10	10
3	10	10
4	10	10
5	10	10
6	8	10
7	7	欠席
8	10	10
9	10	10
10	9	10
11	7	10
12	10	10
13	6	10
14	9	10
15	10	10
16	8	9
17	0	10
18	10	10
19	10	10
20	10	10

実験問題10問を1問1点で採点し、10点満点とした。1日目はマーキング法を学ぶ前に実験した点数、2日目はマーキング法を学んだあとに実験した点数を表している。2日目で欠席した1名を除き、1日目と2日目を比較して10点満点の維持または得点が上がっていることが確認された。

4. 考察

今回の実験では、時制に関する英語の並び替え問題を扱った。正答率の観点では、マーキング法を学ぶ前とマーキング法を学んだ後で、被験者全員の正答率が低下していない点から、西村らの研究のようにマーキング法に学習効果があることが支持される結果となった。

マーキング法を学ぶ前に英単語をじっくり読み取っているような視線が多かった理由は、英単語を見ても主語、動詞、目的語などを判断するのに時間がかかり、頭で考えている間ずっと同じ単語を見ていたからではないかと考えられる。

一方でマーキング法を学んだ後では、英単語をじっくり見ているような視線は、マーキング法を学ぶ前と比べて少ない。正答率が上昇しているという点と合わせて考えると、重要なポイントである主語、動詞、目的語に素早く気づき頭の中で上手く並び替

えることが出来ているのではないかと考えられる。つまり、マーキング法を学ぶ前よりもマーキング法を学んだ後の方が、目からの情報探索の効率が上がっていると推測できる。また、いずれの英単語も視線の滞留時間が短くなっているので、正答率の上昇だけでなく解答速度も上昇していることが分かる。

参考文献

- 1) 文部科学省、統計情報、PISA（OECD 生徒の学習到達度調査）2003 年度調査

http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/001/04120101.htm

- 2) 平成 26 年度文部科学白書、第 1 章 教育政策の総合的推進

http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpab2015_01/detail/1361516.htm

- 3) 内閣府、平成 25 年度小学生・中学生の意識に関する調査報告書

https://www8.cao.go.jp/youth/kenkyu/thinking/h25/juni_or/pdf_index.html

- 4) 鈴木里佳 他、蛍光色によるマーキングの効果、人間工学、Vol.38、pp500-501（2002）

- 5) 西村浩樹 他、蛍光マーカーペンを用いた情報整理方法が学習者の視線移動に与える影響の研究、科学・技術研究、Vol.6、No.1、pp59-66（2017）

眼球・頭部協調運動と視点移動方向の関係

Relationship between Eye-Head Coordination and directions of eye fixation movements

○小林賢司*, 山中仁寛**

*甲南大学 自然科学研究科 **甲南大学 知能情報学部

KOBAYASHI Kenji*, YAMANAKA Kimihiro**

*Graduate School of Natural Science, Konan University,

**Faculty of Intelligence and Informatics, Konan University.

1. はじめに

自動車運転をはじめとする人間-機械系システムにおいて、作業者のヒューマンエラーを防止するためには作業者のメンタルワークロード (MWL) や情報収集可能範囲である有効視野の評価が重要である。これらを推定・評価する手法として、各種生体信号を用いて客観的かつ定量的に MWL や有効視野を評価する手法が提案されている。その中でも、眼球運動を計測する手法では、将来的にカメラを用いた非接触での実現性が高いことから期待されている¹⁾。

著者らは、視認行動に着目し MWL が低く有効視野が比較的広い場合は眼球運動が先行し、MWL が増加し有効視野が狭窄した場合には頭部運動が先行することを明らかにしている²⁾。しかしながら、この特性は体の正面から他方への視点移動時に限定した検討であり、他方から正面へ戻る場合の視点移動時にも同様であるかは明らかではない。頭部運動に関連する頸部の回転エネルギーは、正面へ戻る場合に大きくなることから視点移動方向によって眼球・頭部協調運動の特性が異なる可能性が考えられる。

そこで、本研究では視点移動が他方から体の正面へ戻る場合においても有効視野の内外で上記特性があるか否かを明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法

2-1. 実験参加者

実験参加者は、21~23 歳の健常な学生 5 名であった。実験参加者には、事前に実験に関する説明を行い、書面により同意を得たのちに実験を実施した。

2-2. 実験手順と条件

被験者は、頭部に接触型視線計測装置(SR Research, EYE-LINK II), ジャイロセンサー(MicroStone, MP-G3-00B)を装着した状態で着座し、50cm 前方の 60 インチのディスプレイ(SHARP, LC-60US40)に提

示される数的確認課題を完全自由視のもとで行った。

数的確認課題とは、図 1 に示すように、画面上に表示されている直径 1° の円形の注視点から、垂直、斜め、水平の各距離に表示される直径 3° の数字に対して、視点移動を行い、その数字を口頭で回答する課題である。数的確認課題は、体の正面から 3 方向に数字が提示される 3 条件(図 1(a))と、他方向から体の正面に向かって数字が提示される 3 条件(図 1(b))の計 6 条件とした。また、各条件につき数的確認は 9 回課される。数字の提示位置は図 1 に示すとおり、各方向に 3 つの距離とし(注視点を見ている時の有効視野内に提示される数字が 1 つと有効視野外に提示される数字が 2 つ)，ランダムに 3 回ずつ繰り返される。なお、有効視野外に提示される数字については、スピーカーから流れる 2 つの音刺激(1000Hz, 3000Hz)によって判断させた。

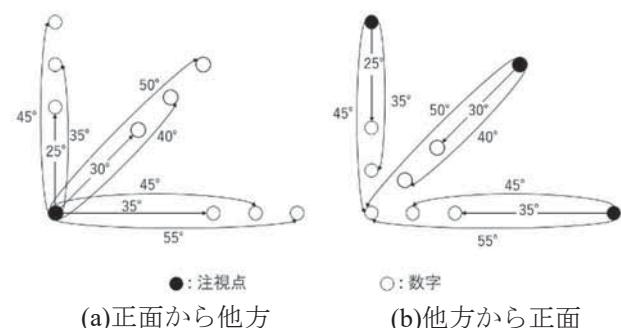


図 1 提示刺激のイメージ図

2-3. 評価指標

著者らの先行研究結果²⁾により、有効視野外への視点移動においては、頭部運動が支配的となることから、頭部運動の移動量が増加すると考えられる。そこで、藤森ら³⁾によって提案されている視点移動中の頭部運動が占める割合である頭部運動分担比を評価指標として用いる。

頭部運動分担比は、接触型視線計測装置によって得られる眼球運動量と、ジャイロセンサーから得られる頭部運動量から算出する。両運動量は異なる計測器により得られるため、標準化処理を行った。頭部運動量を眼球運動量で除した値を頭部運動分担比とした。そのため、分担比が1以上の値を示した場合は頭部運動が支配的であると判断できる。

3. 実験結果

図2に注視点から数字までの距離と頭部運動分担比の関係を示す。垂直、斜め、水平のいずれの方向においても、体の正面から他方への視点移動の場合、視点移動距離が大きくなるに従って頭部運動分担比が大きくなっている。距離が最も大きい場合には、頭部運動分担比が1以上となっている。これは、体の正面から他方への視点移動では、先行研究の結果と一致している。一方、他方から体の正面へと視点移動を行った場合は、同様の傾向はみられなかった。これは、前述したように、頭部運動に関連する頸部の回転エネルギーが、他方へ行く場合と、正面へ戻る場合で異なった特性を有している可能性があることが考えられる。

また、今回の実験では他方から正面への視点移動条件の場合に、移動距離に関わらず注視点を最大距離に設定しており、全ての条件で視点移動により正面に戻るわけではない。これについては、今後の検討が必要である。

4. おわりに

本研究では、眼球・頭部協調運動と視点移動方向の関係性を調査した。その結果、視点移動距離が大きくなるほど頭部運動が支配的になるという傾向は、視点移動方向によって異なる可能性を示唆する結果であった。

ただし、本研究で得られた結果の妥当性並びに再現性を検証するためには、さらなる被験者実験を実施し、データを増強する必要がある。

謝辞

本研究の一部は、私立大学等経常費補助金「大学間連携等による共同研究」の支援を受けたことを付記し深謝する。

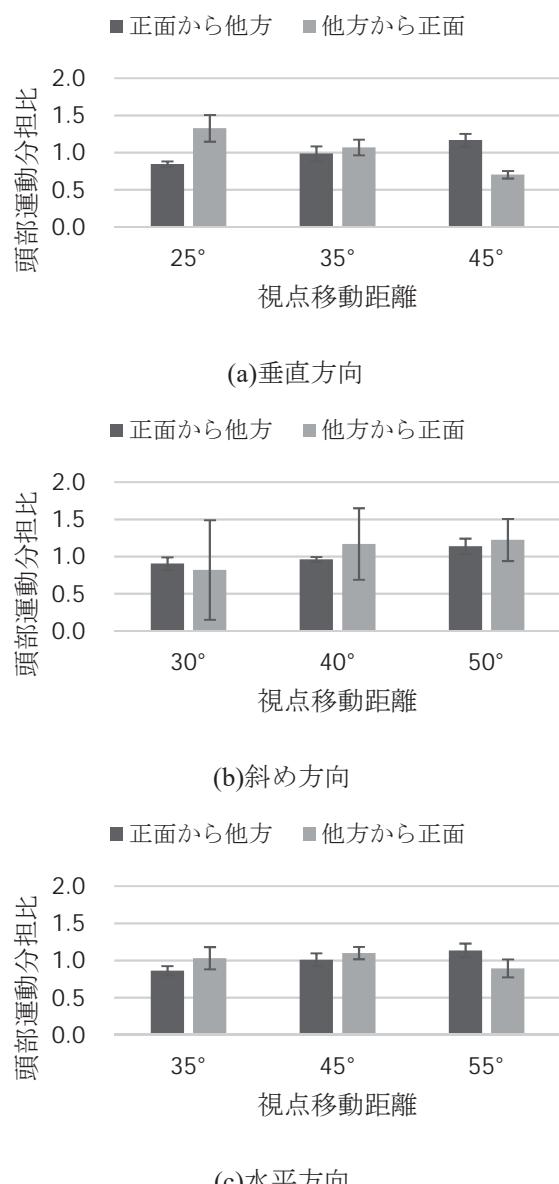


図2 視点移動距離と頭部運動分担比の関係性

参考文献

- 1) Kapitaniak, B. et al.: Application of eye-tracking in drivers testing, International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health, Vol. 28, No.6, pp.941-954 (2015).
- 2) 森島圭祐 他: 眼球・頭部協調運動と有効視野の関係, 日本経営工学会論文誌, Vol. 67, No.3, pp.252-260 (2016).
- 3) 藤森充 他: 高速道路運転における頭部運動と視線挙動, 計測自動制御学会論文集, Vol. 37, No.1, pp.36-43 (2001).

VRを用いたドライビングシミュレータの開発と評価 Development and Evaluation of Driving Simulator using VR

○山村祥大, 桑原教彰
京都工芸繊維大学大学院

YAMAMURA Shota, KUWAHARA Noriaki
Graduate School of Kyoto Institute of Technology

1. はじめに

近年、高齢者が運転する自動車による交通事故の割合の増加が社会問題となっている。対して、高齢ドライバーの運転免許証の自主返納の奨励や自動車教習所による高齢ドライバーを対象とした講習の開講などの対策が施されている。しかし、特に山間部などの公共交通機関の発達していない地域においては、自動車無しでの生活は困難であり、運転免許証の自主返納が進んでいないのが現状である。また、高齢ドライバーを対象とした自動車教習所の講習は、講師の人数不足により、開講が難しい教習所も存在する。自動車が原因となる交通事故は技術の進歩により減少傾向にある一方で、交通事故の高齢層の割合は年々増加している。

本研究の目的は、高齢ドライバーが引き起こす交通事故を減少させる対策の一つの提案としてUnityというゲーム開発エンジンでVR技術を用いたドライビングシミュレータを開発、評価することである。誰でも簡単に、実際の自動車の運転に近い状態で、視線計測も含めた自動車運転についてのデータを採集することができる。一般に、高齢者が引き起こす交通事故の増加について、老化による視野の狭まり（視野狭窄）や車両等の速度の見積もり（知覚判断）が正しく行われなくなることが要因の一つと言われている。視線計測データを扱うことで、高齢者と若年者の視野や速度の見積もり能力を比較することも可能である。さらに、運転中の交通事故に似たシミュレーションで危険なシーンを体験することも可能にする。実際には体験しにくい交通事故の体験もシミュレーション上なら簡単に行うことができる。

2. 地域別交通事故状況の調査

実際の運転に近いドライビングシミュレータの開発するため、交通事故の状況や傾向からシーンを作成する必要がある。今回は京都府に調査の対象を絞った。京都府警に協力を仰ぎ、府内で地域を都市

部、山間部、その他で分割し、それぞれの交通事故の状況を提供していただいたデータから分析した。さらに、都市部と山間部それぞれの警察署の交通課の方に、地域ごとの交通事故についてのインタビューを行った。

まず、京都府警から提供していただいた、京都府の地域別、事故種類別の過去2年間の交通事故の件数から都市部、山間部、その他の地域のそれぞれの事故の割合を求め、地域別の交通事故の傾向を分析した。それぞれの地域別、事故種類別のグラフを図1、2、3に示す。どの地域も事故種類では追突、出会い頭、事故場所では単路、交差点での交通事故が大半を占めていることが分かる。都市部は次いで右左折時の交通事故が多いが、山間部はほぼ追突と出会い頭が占め、その他の事故は少ないことから、都市部は交通量の多さから、交差点での事故が多いことが考えられる。

次に、グラフだけでは読み取れない各地域の交通事故の状況などを調査するため、警察署の交通課の方にインタビューを行った。インタビューで得られた結果を表1に示す。主に発生件数の多い出会い頭や追突、交差点での交通事故について伺った。地域によって交通事故の傾向が全く異なることやグラフのみでは知ることのできなかった交通事故の状況を把握することができた。

以上の調査から、地域ごとで多発している交通事故をドライビングシミュレータで再現する。

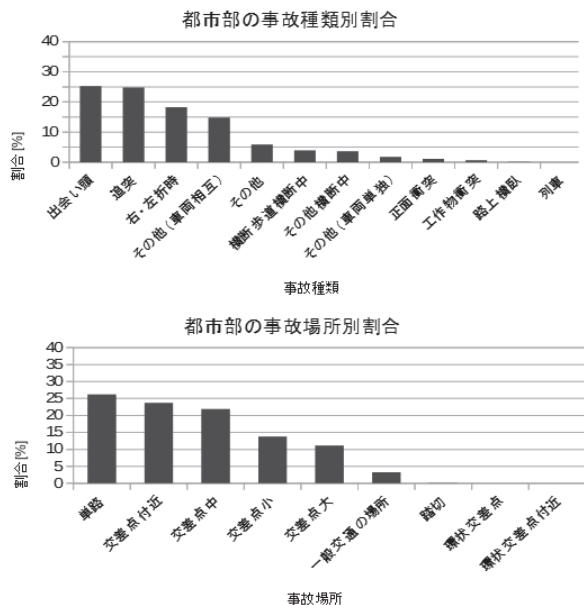


図1 都市部における種類別と場所別の事故割合

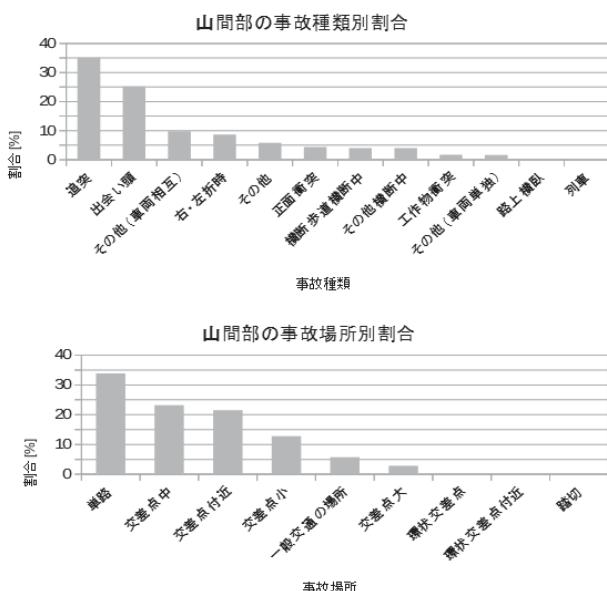


図2 山間部における種類別と場所別の事故割合

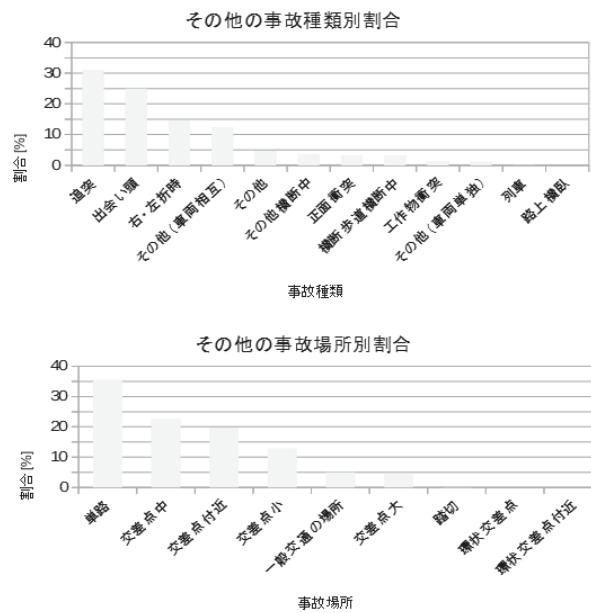


図3 その他の地域における種類別と場所別の事故割合

表1 インタビュー結果

	都市部	山間部
出会い頭	視界の悪い場所で発生することが多い	視界が開けている場所で発生することも多い
追突	交差点で停車中の車に追突することが多い	交差点でないところで右折待ちの車に追突することが多い
速度	交通量の多さから速度が出ていない	交通量が少ないため速度が出てしまう
車対人	交差点の横断歩道で発生することが多い	単路の何もないところで発生することが多い

3. ドライビングシミュレータの開発環境

今回のドライビングシミュレータの開発における周辺環境を以下に示す。

3-1. Unity

Unityはユニティ・テクノロジーズ社が提供するゲーム開発プラットフォームである。3Dゲームを手軽に開発することが可能であり、VRとの相性もいい。また、Unityにはアセット(Asset)と呼ばれるツールが存在し、自動車等のドライビングシミュレータに必要となる要素を最初から作らずとも利用できる。よって、今回のドライビングシミュレータの開発はUnityで行う。

3-2. VIVE Pro Eye

HTC VIVE 社の VIVE Pro Eye は、VR 空間を体感するための HMD（ヘッドマウントディスプレイ）に眼球の動きや焦点をトラックするアイトラッキング技術を搭載したものである。ドライビングシミュレータ体験者がシーン毎に、どこを見て運転しているかをデータとして得ることができる。

3-3. ハンドルとフットペダル

体験者が実際に自動車を運転しているように体感するため、Unity 上で運転する自動車は、ハンドルと、アクセルとブレーキのあるフットペダルで操作する。

4. 開発手順

ドライビングシミュレータの開発手順を以下に示す。

- Unity でアセットを用いてドライビングシミュレータの環境（自動車、道路、信号機等）を作成する。作成した環境の例を以下の図 4 に示す。危険なシーンを作成するため、アセットの歩行者を利用した。任意のタイミングで歩行者を動かすために、自動車があるエリアに侵入した際、歩行者が歩きだすようにコーディングによって設定した Unity では基本的動作にコーディングは必要ないが、細かい動作を必要とする際はコーディングが必要になる。

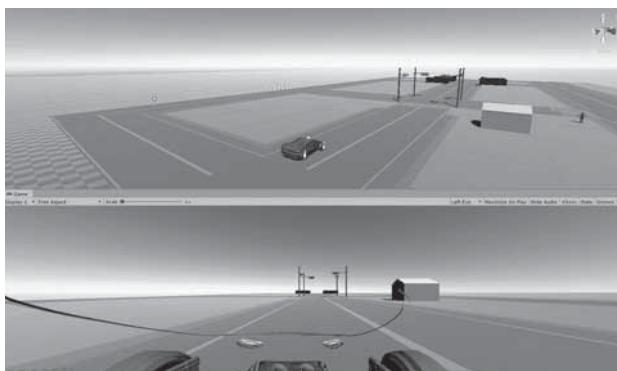


図 4 ドライビングシミュレータの環境

- ハンドルとフットペダルを PC に接続し、Unity の自動車を操作できるように設定する。自動車を操作するキーをハンドル、フットペダルにそれぞれ設定することで操作可能にした。

- HMD (VIVE Pro Eye) で Unity で作成した環境を見られるようにするために「SteamVR Plugin」

を用い、HMD と Unity を連携する。「SteamVR Plugin」はアセットの一種であり、HMD と Unity が連携するために必要なアセットである。

4. HMD でアイトラッキングを利用可能にし、Unity 内でどこを見ているかを視覚可能にする。

5. 結果・考察

5-1. 結果

今回、ドライビングシミュレータで作成したシーンは、調査から得た、よく起こっている交通事故のうち、出会い頭、交差点での右左折、歩行者の飛び出しによる危険シーンを再現した。以下にそれぞれの危険シーンを図 5、6、7 に示す。

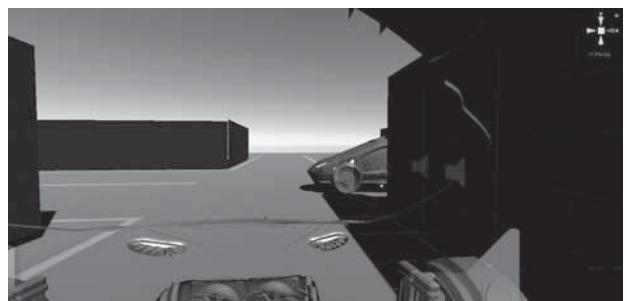


図 5 出会い頭の危険シーン



図 6 交差点右左折の危険シーン

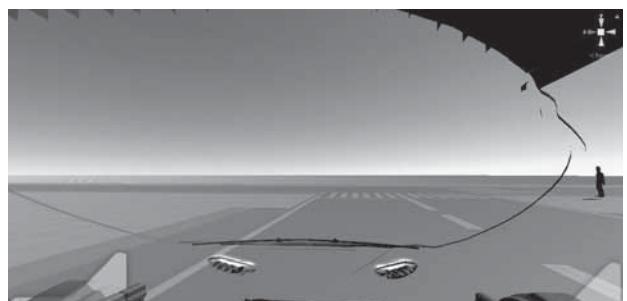


図 7 歩行者の飛び出しの危険シーン

2019年度 日本人間工学会関西支部大会

危険なシーンをUnityを用い、VRで再現することができた。実際に運転席で自動車を運転しているように体感することが可能になった。しかし、現段階では、見ている場所を視覚化することができない。

5-2. 考察

本研究から、UnityによるVRのドライビングシミュレータの可能性が得られた。既存のドライビングシミュレータと比較し、状況把握のために周りを見る必要があるため、より実際の運転に近い体感ができると考えられる。しかし、HMDで見ている画面の動きと自身の感覚のずれがあり、VR酔いが発生することも考えられる。より実際の動きに近い感覚のシミュレータを開発することが今後必要だと考える。さらに、アイトラッキング機能については今後実装予定である。

6. おわりに

今回の研究において、UnityによるVRのドライビングシミュレータの開発の可能性が評価でき、また、簡単かつ現実味のあるドライビングシミュレータの可能性も感じられた。より現実に寄せたシミュレータを開発することやアイトラッキング機能を搭載することが今後必要になるので、引き続き本研究に取り組みたい。

参考文献

- 1) 潘為淵・覓捷彦:HMDを用いたドライビング練習システムの作成, 第77回全国大会講演論文集, 2015年, 1号, pp655-656(2015).
- 2) 木村一裕・清水浩志郎:高齢ドライバーの運転能力と走行環境評価に関する研究, 土木学会論文集, 1995年1995卷518号, pp.69-77(1995).

手に取ってもらえるクイックガイドの検討

Investigation of use friendly quick guide

吉見邦子、水本徹*、○西川紀子**

* (株) 島津製作所 **デザイン人間工学研究会

YOSHIMI Kuniko, MIZUMOTO Toru*, NISHIKAWA Noriko**

*SHIMADZU CORPORATION, ** Design Ergonomics research society

1. はじめに

メーカーは、取扱説明書はボリュームが多く読む負担が大きいと考え、よく使う機能の操作方法を容易に理解できるようにするためクイックガイド（一般的に A3 や A4 サイズ 1 枚程度に収まる簡易的な取扱説明書）を提供している。つまり、クイックガイドは、まだ製品に対するメンタルモデルが構築されていないユーザーに対して、メンタルモデルを構築するための第一歩となるものである。しかし、メーカーの意図に反し、クイックガイドは使えないというユーザーからの声が多い。

2. 目的

本研究ではデジタルカメラを題材に、クイックガイドが手に取られるかどうかと、製品に対するメンタルモデル構築との関係性を確認する。

3. 方法

実験協力者（20 代女性 10 名）の前に対象物を図 1 のように並べ、「デジタルカメラに保存されている写真を Wi-Fi でスマートフォンに送る」というタスクを与え、対象物を手に取る順序を記録し、なぜその順に手に取ったかをインタビューにより確認した。



図 1 実験対象物の設置

対象物は以下のとおりであり、クイックガイド A を置くケース、B を置くケースでそれぞれ 5 名ずつ実験した。

- デジタルカメラ
- スマートフォン
- 取扱説明書（B5 サイズ 2 つ折り冊子 104 ページ）
- クイックガイド A（B5 用紙 8 つ折り）または B（B8 サイズ冊子タイプ 10 ページ）

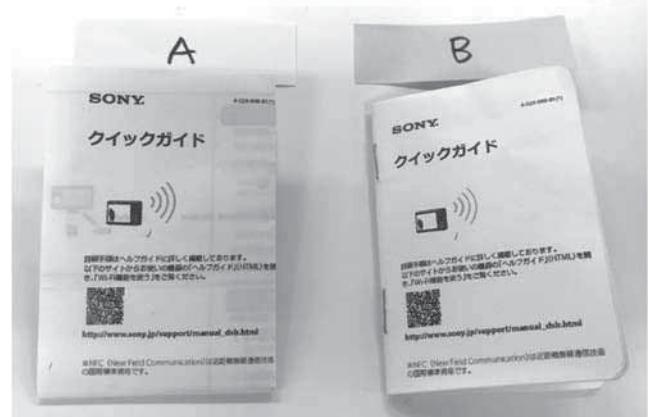


図 2 クイックガイド A と B



図 3 実験の様子

4. 結果

クイックガイド A, B の違いに関わらず、表 1 のとおり 10 名中 8 名が一番目にデジタルカメラを手に取った。クイックガイドの違いにより最初に手に取るものとの差異は認められなかった。インタビューによりデジタルカメラを手に取った理由を確認したところ、実験対象と機種が異なってもカメラという製品を使用した経験があるため、触っているうちにタスクが実行できると考えたとの回答であった。

デジタルカメラを触ってもタスクがクリアできない場合には、8名中5名が取扱説明書を手に取った。その理由は、取扱説明書はすべての機能について正しく詳しく書かれており、目次から自分の知りたい情報へ簡単にたどり着くことができると考えた。一方、クイックガイドは情報量が少なく、自分が知りたいことが知りたい詳しさで記載されていないと思うため手に取らなかつたとの回答であった。

デジタルカメラを手に取った後に取扱説明書ではなくクイックガイドを参照した実験協力者は8名中2名だった。この2名はクイックガイドの表紙のWi-Fiマークに気が付き、タスクとの関連があると判断したため手に取つたとのことであった。

表 1 実験協力者が手に取つたものと順番

実験協力者 (*)	手に取つた順番
1 (A)	カメラ - 取説
2 (A)	カメラ - クイックガイド
3 (A)	取説 - クイックガイド
4 (A)	カメラ - 取説 - クイックガイド
5 (A)	カメラ - スマートフォン
6 (B)	取説 - クイックガイド
7 (B)	カメラ - クイックガイド - 取説 - クイックガイド
8 (B)	カメラ - 取説
9 (B)	カメラ - 取説 - クイックガイド
10 (B)	カメラ - 取説 - クイックガイド

* はクイックガイドの種別を示す

5. 考察

実験とインタビューの結果から、よく使う機能の

操作方法をクイックガイドという形で簡易的な取扱説明書として提供してもユーザーは手に取らず、ユーザーのやりたいことをイメージさせる情報が表紙から読み取れた場合に限って、クイックガイドを手に取るということが分かる。

これに対して、取扱説明書には必要な情報がすべて詳しく記載されているという認識が持たれていることが分かる。取扱説明書のページ数が多い場合でも、調べたいことがあれば目次を手掛かりに情報を探すという意見もあり、取扱説明書は「最短ステップで手戻りなく正しい使い方を知りたい」というユーザーの要求に対応できていると考える。

今回の実験協力者はカメラの使用経験があることから、カメラ操作の Structural Model¹⁾を理解していないものの Functional Model を想像することができたため、触っているうちに正しい操作を探し当てられると思いカメラを手にするが、触っても目的の操作にたどり着けず、すべての情報を網羅しているであろう取扱説明書で操作方法を調べようとしたと考える。この結果から、メンタルモデルのうち Structural Model が構築されていなくても、一部の Functional Model が構築されている場合は、まず対象物を触ってみようと考えるのではないかと推察する。その場合、クイックガイドはメーカーが設定した役割を果たせておらず、ユーザーの手に取られないことになる。

6. 今後の取り組み

今回の実験では、表紙から目的の機能が詳しく記載されているクイックガイドであることが読み取れる場合は、ユーザーが手に取るということが分かった。しかし、ユーザーの使い勝手や制作コストを考慮すると、すべての機能ごとにクイックガイドを用意すればよいわけではない。

今後は、実験協力者が使用したことがない Structural Model 、 Functional Model ともに構築されていない製品を題材に同様の実験を行い、今回の実験との違いを確認し、クイックガイドのあるべき姿を検討していきたい。

参考文献

- 1) Preece, J. et al.: Human–Computer Interaction, pp.123-139, Addison-Wesley Publishing Company. (1994)

既存のウェブコンテンツを VUI からアクセシブルにする手法 -VUI でのユーザ発話の調査-

Proposal of method to make existing web contents accessible using VUI
- Investigating user speech on the VUI -

○松延拓生, 寺地穂高

和歌山大学システム工学部

MATSUNOBE Takuo, TERACHI Hotaka

Faculty of Systems Engineering, Wakayama University.

1. はじめに

近年、ユーザからの質問などに音声で応答するバーチャルパーソナルアシスタント(以下 VPA と記す)が登場したことにより、音声で操作するインターフェース (Voice User Interface 以下 VUI と記す) が普及してきた。代表的なものには Apple 社が提供している Siri や Amazon 社が提供している Alexa, Google 社が提供している Google Assistant などがある。しかし、VPA からは事前に対応させた情報にしかアクセスできないのが現状であるため、得ることのできる情報はウェブ上にある多量の情報の僅か一部にしかすぎないという問題がある。またウェブでは RIA(Rich Internet Application)と呼ばれる表現力やユーザビリティをデスクトップアプリケーション並みに向上させたものが増加している。そこで、既存の RIA を含む様々なウェブを VPA からアクセシブルにすることで、VUI に頼らざるを得ないユーザも幅広い情報を得ることを可能にする方法を検討する。本研究では、VUI から既存のウェブコンテンツにアクセスする際のユーザの発話を調査し、その結果から提案方法について考察する。

2. 対象 VUI について

VUI はスマートフォンだけではなく様々なデバイスに搭載されるようになった。中でも、VPA が搭載されたスマートスピーカーは、米国では 2018 年末時点で使用ユーザは 18 歳以上の人口の 26.2% である 6,640 万人ほどとされ、1 億 3,300 万台のスマートスピーカーが使用されている¹⁾。また、スマートスピーカーの市場シェア率は Amazon 社が 61.1%, Google 社が 23.9% を占めている¹⁾。そのため、本研究では市場シェア率が最も高い Alexa を用いる。

Alexa は標準機能の他に、Alexa Skill と呼ばれるアプリケーションを導入することで様々な機能を拡張できる。Alexa Skill を実行させた際のシステムの流

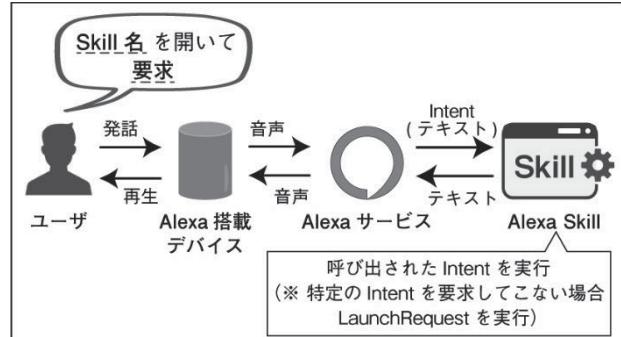


図 1 Alexa Skill を実行した際の流れ

れを図 1 で示す。

Alexa Skill は Intent と呼ばれるユーザの要求に対応して実行されるイベントを作成しておくことで、ユーザの要求に応じた処理を実行する。その際、ユーザの発話がどの Intent を要求しているのかをシステムが理解できるよう、Intent 毎に考えられる発話を設定しておく必要がある。この事前に想定された発話内容のことをサンプル発話と呼び、想定外の発話があった際にはユーザが期待した処理を行うことができずユーザに対してエラーを返す。VPA におけるユーザビリティはこの想定した発話の設計が重要である²⁾。

本研究では既存のウェブに VPA からアクセスすることを想定しており、ユーザの発話を全て事前に想定し対応させるということは現実的でない。そこで、想定した発話に誘導することが必要である。その際、ユーザが Alexa Skill を呼び出したが、特定の Intent を要求してこなかった場合に提供されるシステムのメッセージ (LaunchRequest により提供) が活用できないかと考えた。このメッセージにより、デザイナのメンタルモデルとユーザのメンタルモデルを一致しやすくする。そこでメッセージによって、ユーザの発話にどのような変化があるかを調べるために以下の調査を行った。

3. 発話調査

この調査では、和歌山大学図書館の開館時間を調べる機能を対象に設定した。図書館のウェブサイトで使用されている“開館時間”という言葉をユーザに発話するよう誘導できるかを確認する。

被験者は和歌山大学に所属する学生 10 名である。被験者には事前に実施する発話調査の手順と、発話データの扱いについて説明を行い、同意を得た上で調査を行った。被験者の属性については、VPA の利用状況に関してアンケートとヒアリングを行い確認した。その結果日常的に VPA を利用している者は 2 名で残り 8 名は利用していない被験者であった。

調査の手順として、最初に一般的な VPA との対話について説明を行った。次に、2 つのシチュエーション (S1,S2) を提示し、どのような発話を用いるかを Wizard of Oz 法^{2,3)}を用いて調査した。すべての調査で S1,S2 の順番に提示した。また、VPA 役が行う応答は、考えられる回答を事前に用意し、被験者からの発話に対して適切だと判断した応答を行った。S1,S2 それぞれの説明は以下のとおりである。

- ・ S1 の説明：「あなたは今日(10月 21 日 月曜日)，和歌山大学の図書館に行こうと思っているが図書館が何時に閉まるのか分からないので音声アシスタントから情報を得ようとした。」
- ・ S2 の説明：「あなたは今週の土曜日(10月 26 日)，和歌山大学の図書館に行こうと思っているが何時に開館するか分からため、音声アシスタントから図書館の開館時間の情報を得ようとした。」

4. 結果

提示シチュエーションごとの“開館時間”的発話の有無を表 1 に示す。被験者が最初に発話した内容で“開館時間”を含まないものを表 2 に示す(開館時間に対応すると思われた単語を太字で示す)。

5. 考察とまとめ

発話調査の結果、S1 における“開館時間”に対応する言葉は被験者によって様々であった。しかし、S1 では“開館時間”を使わなかったが S2 において“開館時間”を用いた被験者は 6 名であった。これは S2 で用いた“開館時間の情報を得ようとした”という表現から、被験者をデザイナが想定した発話へ誘導できたと考えられる。

また、S2 の発話において“開館時間”を含めなかった被験者 3 名は、S1 と S2 において同一の発話を

表 1 提示シチュエーションごとの
“開館時間”的発話の有無

	VPAを日常的に利用していない被験者								利用している被験者	
	u1	u2	u3	u4	u5	u6	u7	u8	u9	u10
シチュエーション 1 (S1)	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×
シチュエーション 2 (S2)	○	○	○	×	○	○	○	○	×	×

表 2 “開館時間”的発話の内容

	シチュエーション 1 (S1)
u1	和歌山大学 図書館のサイトを開いて
u2	和歌山大学の図書館の今日の閉館時間を教えて
u3	和歌山大学の図書館は平日何時に閉まりますか？
u4	和歌山大学の図書館の開館スケジュールを教えて(*)
u6	和歌山大学の図書館は今日何時に閉まりますか
u7	和歌山大学 図書館の利用時間で検索
u8	和歌山大学の図書館は今日何時にしまる？
u9	和歌山大学 図書館(*)
u10	和歌山大学の図書館の情報を教えて(*)

(*)を付けた被験者は S2 においても同一の発話をした

していた。そのうちの 2 名は VPA を日常的に利用しているユーザであった。この 2 名は一度目の発話に“開館時間”にあたる言葉がなく、ユーザがどのように発話すればよいのかをシステム側から聞き出そうとしているのではないかと考えられた。

今回行った調査から、ユーザの発話は事前に与えるシステムのメッセージにより誘導できると考えられた。システム内で使用する言葉は、メンタルモデルに大きく影響する⁴⁾。今後、GUI と VUI のギャップをなくすウェブコンテンツの設計と VUI からのメッセージの内容について検討する。

参考文献

- 1) Bret Kinsella, Ava Mutchler:Smart Speaker Consumer Adoption Report 2019, https://voicebot.ai/wp-content/uploads/2019/03/smart_speaker_consumer_adoption_report_2019.pdf, (2019).
- 2) Cathy Peral 著、川本大功訳：デザイニング・ボイスユーザーインターフェース、オライリー・ジャパン(2018)。
- 3) 平川麗奈, 李晃伸, 神沼充伸: 自然な車室内音声対話インターフェースの実現に向けた対話デザイン検討のための対話収集実験, 第 81 回全国大会講演論文集(1), pp.355-356 (2019)。
- 4) 松延拓生, 佐藤陽彦:パソコンソフトの日本語メニューの標準化, 人間工学, Vol.34, Supplement, pp.386-387, (1998)。

ビスポーク場面におけるユーザの評価因子と満足感に関する検討

A Study on User's Evaluation Factors and Satisfaction in Bespoke Scenes

○小幡浩大*, 杉本匡史*, 宮井彩希*, 山崎陽一*,

張帆*, 山本倫也*, 長田典子*

*関西学院大学

OBATA Kodai*, SUGIMOTO Masashi*, MIYAI Saki*, YAMAZAKI Yoichi*,
FANG Zhang*, YAMAMOTO Michiya* and NAGATA Noriko*

*Kwansei Gakuin University

1. はじめに

インターネットの発展による第4次産業革命(Industrie4.0)の進行により、顧客の好みや用途に合わせるカスタマイズ需要の増加が想定される¹⁾。顧客の意思を反映できるカスタマイズ製品は、より顧客のニーズを満たし、製品に対する満足度の向上につながると考えられる。しかし一方で、カスタマイズ製品は顧客の選択肢数を増加させ、顧客の購買行動において多くの決定を迫ることになる。そのため、カスタマイズ製品の購買行動における意思決定を補助するための推薦システムが必要である。

このような推薦システムの一例として、ファッション分野では、ビスポーク(bespoke)と呼ばれる、スーツのカスタマイズにおける顧客の補助サービスが存在する。ビスポークとはテーラーや販売員などが対話しながら服を仕立てることが転じて、顧客の好みや要求に合わせて製造することを意味する。文献におけるビスポークの出現頻度は近年再び増加傾向にあり、注目が高まりつつある²⁾。しかしユーザがビスポークに対してどのような評価を行い、ビスポークのどのような点から満足感を得ているかは定かではない。

そこで本研究では、評価グリッド法³⁾を用いたインタビュー調査を通してビスポークの評価因子を明らかにすることを目的とする。評価グリッド法を用いたインタビュー調査自体は著者らの研究⁴⁾で行っているが、被服購買行動における異なるタイプの参加者の存在⁵⁾を考慮していない。そのため、本研究ではまず質問紙を用いて被服購買行動における参加者をタイプ分類する。次に、異なるタイプ間でビスポークに対する評価構造における因子の比較を行う。被服に関する考えが異なるタイプにおいても同様の評価因子が抽出される場合、その評価因子はどのタイプにおいても評価される重要な因子と考えられる。また数多くのサービスの評価に関する研究で焦点を当てられている満足感^{6), 7)}の喚起要因についても考察を行う。

2. 被服行動尺度を用いた顧客のタイプ分類

2-1. 方法

2-1-1. 参加者

実験には、スーツの製造販売会社のファミリーバザール(2018/9/15-17)でオーダースーツを購入した直後の顧客37人(男性35人、女性2人、18~69歳、平均年齢=42.7±15.7)が参加した。参加者は販売員と相談しながら少なくとも1着のオーダースーツを購入した。また参加者はファミリーバザールの約1か月後にオーダースーツを受け取った。

2-1-2. 手順

参加者はスーツ注文後に、評価グリッド法³⁾を用いた個別インタビュー調査と被服行動尺度⁸⁾を用いた質問紙調査に参加した。

評価グリッド法³⁾は、個人がもつ評価構造の解明を目的とした個別インタビュー手法である。手順等は次章に示す。

被服行動尺度⁸⁾は、衣服の選択行動と使用行動の様式を測定するための質問紙である。被服行動尺度は合計20項目4尺度(流行性尺度、機能性尺度、適切性尺度、経済性尺度)の質問紙であり、参加者は各項目に対して7段階(1:全くあてはまらない~7:非常によくあてはまる)で評定を行う。本研究では、経済性尺度の項目である「百貨店やブティックよりは、スーパー・マーケットで服を買うことが多い」が現代の被服行動に合わないことから、その項目を削除した。項目を削除したこと、また被服行動尺度が作成された時代から被服行動が変化している可能性があることから、確証的因子分析(主因子法、バリマックス回転)を行った。解釈の容易さを考慮し、3因子を採択した。各因子名は、項目を削除する前の因子名を考慮し、「流行性尺度」「機能性尺度」「社会性尺度」と名付けた(表1)。以降、本研究では19項目3尺度の質問紙を被服行動尺度として用いる。

2-2. 結果

2-2-1. クラスタ分析

被服行動尺度の各尺度(流行性尺度、機能性尺度、社会性尺度)の合計を算出し、標準化を行い、その値に対してクラスタ分析(Ward法)を行った。分析

表 1 本研究における被服行動尺度

因子名	質問項目
流行性	いまどのようなファッショングはやっているかについてよく知っている 最新のファッショングを着るようにいつもこころがけている ファッショング雑誌をよく読む
機能性	自分自身を人と区別してより個性的に見せるために流行している服を着る 最新のファッショングについて知るために多くの店を見てまわる どんなに気に入った服でも高ければ買わない
社会性	その時の仕事の内容にふさわしい服装をするようにしている 吸湿性の良い生地の服を選ぶ 保温性や通気性の良い服を選ぶ 衣服のデザインよりはそれを着たときの動きやすさを重視する
流行性	華美さよりは機能性を重視して衣服を選ぶ 安い服であれば少しくらい気に入らなくても買うことがある 丈夫で長持ちする服が良い 人が「嫌いな」服装をしているのを見ることは耐え難い
機能性	多少値段が高くても品質の良い衣服を選ぶ 不謹慎だと人に思われる服装はしたくない
社会性	自分の着ている衣服が社会的にみてふさわしいものであるかどうかをいつも考える 自分にとって高価な衣服は必要がないと思う その場に合った服装というものは必要であると思う

には統計ソフト「R」を用いた。クラスタ数は、クラスタ内の人数および人数比を考慮し、3 クラスタを選択した。この3 クラスタをクラスタ A, B, C とする。クラスタ A は 17 人（男性 16 人、女性 1 人、18 ~ 69 歳、平均年齢 = 42.8 ± 14.9）、クラスタ B は 10 人（男性 10 人、18 ~ 61 歳、平均年齢 = 39.3 ± 14.4）、クラスタ C は 10 人（男性 9 人、女性 1 人、19 ~ 68 歳、平均年齢 = 45.8 ± 19.2）であった。

2-2-2. 分散分析

クラスタ (3 : A, B, C) × 被服行動尺度 (3 : 流行性尺度、機能性尺度、社会性尺度) を要因とする二要因分散分析を行ったところ、有意な交互作用が見られた ($F(4, 68) = 14.7, p < .01$)。そのため単純主効果の検定を行った（図 1）。その結果、流行性尺度に関しては、クラスタ A の得点が他のクラスタの得点より有意に高かった (A-B : $t(34) = 5.2, p < .01$, A-C : $t(34) = 5.1, p < .01$)。機能性尺度に関しては、クラスタ B の得点が他のクラスタの得点より有意に高かった (A-B : $t(34) = 3.4, p < .01$, B-C : $t(34) = 3.3, p < .01$)。社会性尺度に関しては、クラスタ A, B の得点がクラスタ C の得点より有意に高かった (A-C : $t(34) = 7.0, p < .01$, B-C : $t(34) = 8.0, p < .01$)。

2-3. 考察

分散分析の結果から、クラスタ A は他のクラスタと比較して、高い流行性尺度得点によって特徴づけられたため、流行性重視タイプと名付けた。同様にクラスタ B は高い機能性尺度得点によって特徴づけられ、機能性重視タイプと名付けた。クラスタ C は他のクラスタと比べ全ての尺度の得点が低く、被服に関するこだわりがないと考えたため低関心タイプと名付けた。

3. 評価グリッド法を用いたスーツのビスポート場面における評価因子の抽出

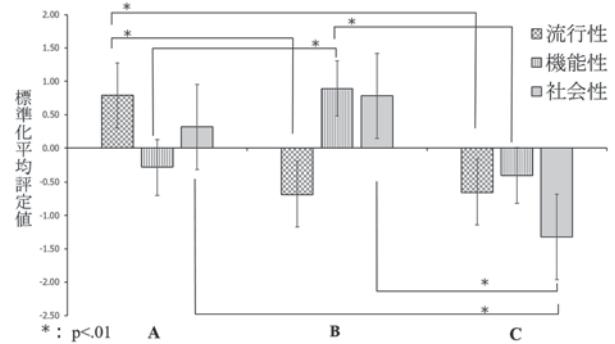


図 1 各クラスタの平均評定値および単純主効果の検定の結果

前章で分類した各タイプの参加者に対して、E-grid を用いた評価構造の抽出を行った。この評価構造における因子を比較することで、スーツのビスポート場面における評価因子を抽出した。

3-1. 結果

3-1-1. 評価グリッド法

スーツのビスポート場面を構成する評価因子を抽出するため、評価グリッド法³⁾を用いたインタビューを行った⁴⁾。手順としては、選好判断とラダーリングの2段階のインタビューを行った。選好判断では、参加者が感じる比較対象物の評価項目の抽出を行った。また、ラダーリングでは、その評価項目を構成する具体的な要因（下位概念）とその評価項目から生じる抽象的な価値判断を尋ねた。下位概念を尋ねる質問をラダーダウン質問、上位概念を尋ねる質問をラダーアップ質問といい、これらを繰り返すことで参加者の評価構造を可視化することができる。

本実験では、選好判断の質問として既製品のスーツ購入場面と比較したスーツのビスポート場面のポジティブな点とネガティブな点について尋ねた。その後、選好判断の回答に対してポジティブ/ネガティブな点の原因を尋ねるラダーダウン質問、ポジティブ/ネガティブな点によって生じることを尋ねるラダーアップ質問を行った。インタビューは、基本的に実験者と参加者の1対1で行われ、参加者は既製服の購入場面と比較したビスポート場面のポジティブ/ネガティブな点に関するインタビューに対して回答した。インタビューの回答時間は、合計で約20分（ポジティブな点に関するインタビュー約10分、ネガティブな点に関するインタビュー約10分）であった。また、8名の参加者の中にはネガティブな点が「特にない」と回答し、これらの参加者についてはネガティブな側面についてのデータは得られなかつた。

3-1-2. E-Grid を用いた分析

インタビューの分析には E-Grid (評価グリッド法ビジュアル分析システム)⁹⁾を使用した。得られた評

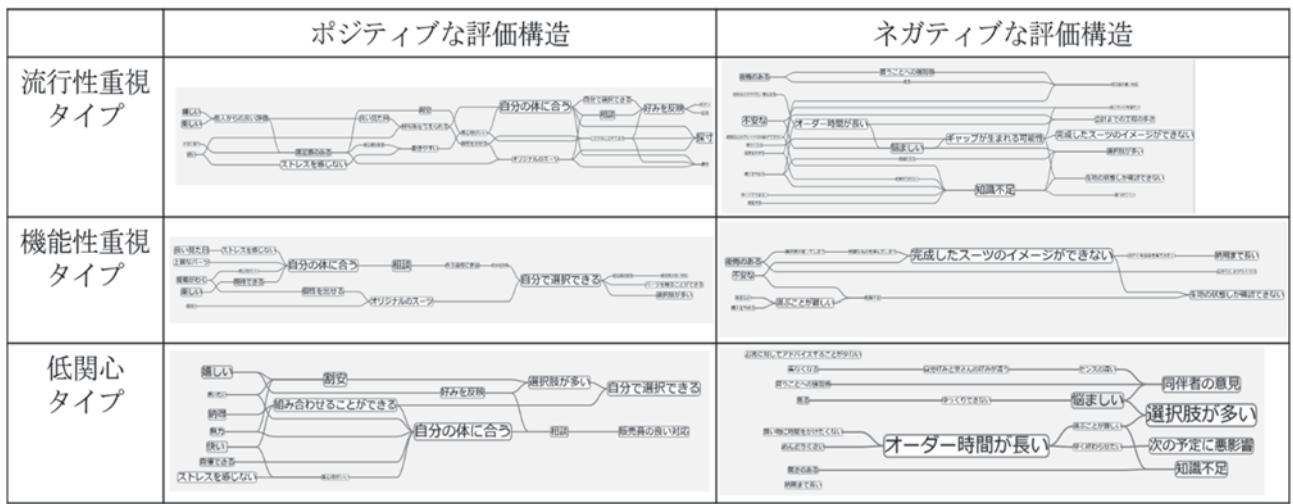


図 2 各タイプのポジティブ/ネガティブな評価構造

価項目の中で同じ意味だと考えられるものが存在したため、評価項目を統一する処理を行った(例:「自慢できる」「見せびらかすことができる」などを「自慢できる」に統一)。出現する評価項目数を調節する閾値は、ポジティブな評価構造は0.15、ネガティブな評価構造は0.36とした。閾値はポジティブな評価構造とネガティブな評価構造の項目数が同程度になるように設定した。本研究では、2章で分類したタイプごとにE-Gridを用いて評価構造を出力した(図2)。

3-2. 結果

各タイプの評価構造を比較した結果、ポジティブな評価構造では「ストレスを感じない」「自分で選択できる」「好みを反映」「相談」「自分の体に合う」「着心地がいい」の6項目、ネガティブな評価構造では「悩ましい」「知識不足」の2項目が3タイプ共通の項目であった。共通項目の原因を明らかにするため、8つの共通項目の下位項目を確認した(表2)。その結果、22種類の下位項目が抽出され、そのうち異なるタイプにおいて、共通項目だけでなく、その下位項目もともに同じであった項目が4種類あった。

また満足感について明示的に表現する項目を抽出することができたのは流行性重視タイプのみで、「満足感のある」の下位項目は「割安」「安心感のある」「オリジナルのスーツ」であった。

3-3. 考察

8つの共通項目は、衣服の選択行動と使用行動に関して重要視する点が異なる3タイプにおいても共通して得られたものである。このことから、スーツのビスポーク場面における重要な評価因子であると考えられる。さらにポジティブな共通項目は顧客が既製品のスーツではなくビスポークスーツを購入する理由であり、ネガティブな共通項目はビスポークスーツの購入をためらう理由であると考えられる。

また「着心地がいい」の下位項目が「体に合う」「体に合う」の下位項目が「相談」という項目の関係性は、3タイプの間において、共通項目だけでなく、その下位項目も共通していた。「着心地がいい」「体に合う」「相談」というこの一連の評価構造は、スーツのビスポーク場面において性質の異なる様々な顧客が共通して重視する要因であり、ビスポークにおける特に重要な部分であると考えられる。ネガティブな評価構造では、「悩ましい」の下位項目である「選択肢が多い」が流行性重視タイプと低関心タイプで共通であり、「知識不足」の下位項目である「生地の状態しか確認できない」が流行性重視タイプと機能性重視タイプの2タイプで共通してみられた。2タイプでしか共通しなかった理由として、ネガティブな評価構造は、ポジティブな評価構造に比べ回答者数が少ないので、得られた評価項目が少なかったことが考えられる。この点を考慮すれば、「選択肢の多

表 2 共通項目と各タイプの下位項目
(上の表: ポジティブ、下の表: ネガティブ)

共通項目	下位項目		
	流行性重視タイプ	機能性重視タイプ	低関心タイプ
ストレスを感じない	動きやすい	自分で体に合う	着心地がいい
好みを反映			
自分で選択できる	安心感がある バーツを触ることができる 選択肢が多い		-
ボタン 生地			
好みを反映	自分で選択できる		選択肢が多い 相談
相談	好みを反映 作る過程に参加		販売員の良い対応 相談
自分の体に合う	相談 自分で選択できる 探す 裏地	相談	
着心地がいい	自分の体に合う こだわることができる	自分の体に合う	自分の体に合う
共通項目	下位項目		
	流行性重視タイプ	機能性重視タイプ	低関心タイプ
悩ましい	選択肢が多い ギャップが生まれる可能性	選ぶことが難しい	同伴者の意見
知識不足	生地の状態しか確認できない 選択肢が多い 見つけにくい	生地の状態しか確認できない	-

下線部:異なるタイプで共通項目だけでなく、その下位項目も同じ項目

さ」による決定時の認知負荷や、「生地の状態しか確認できない」、すなわち「完成品のイメージができない」ことによって喚起されるであろう不安感が、ビスパークのネガティブ側面における重要な要因であると考えられる。

次いで流行性重視タイプの満足感について考察を行う。まず流行性重視タイプにだけ満足度について明示的に表現する項目を抽出できた理由は、流行性重視タイプが重視する流行性は、流行りの生地やボタン配置などから判断できるものであったため、完成品がなくても評価が可能であったためと考えられる。その一方、機能性重視タイプにおいて重視されるであろう機能性は、着た時の動きやすさなど完成品がなければ評価しがたかったため、満足感という評価因子が抽出されなかつたと考えられる。同様に低関心タイプに関しては、被服に対する関心が低かったため、満足や不満といった評価を重視しておらず、そのため満足感に関する項目が得られなかつたと考えられる。

次に、流行性重視タイプにおいて満足感の喚起要因であった「割安」「安心感のある」「オリジナルのスーツ」について考察する。過去の満足感に関する研究⁹⁾によると、顧客満足度はサービスの品質と顧客の期待との差分と定義されている。割安¹⁰⁾とは分量や質の程度に比べて値段が安いことを意味し、経済的な満足感が高い状態であると考えられる。「安心感のある」に関して、土井ら⁷⁾は、接客カテゴリにおいて安心感を提供することが顧客の満足感につながりやすいことが明らかにしており、本研究でも同様の結果が得られた。加えて、近藤¹¹⁾は他者にアピールするための手段として消費者の感性はファッションに対してより高度なオリジナリティを求めていいると述べており、「オリジナルのスーツ」は顧客の満足感を喚起させるものであると考えられる。これらのことから、複数の要因から喚起される総合的な単一の感情¹²⁾であることが本研究でも明らかになった。特定の要因に焦点を当てるのではなく、ポジティブあるいはネガティブな面全体に焦点を当てる本研究において、これらの個別要因が抽出されたことは、本研究の手法の妥当性と、抽出された要因の網羅性を示していると考えられる。

4. おわりに

本研究では、被服行動尺度を用いた顧客のタイプ分類と、評価グリッド法を用いたスーツのビスパーク場面における評価因子の抽出を行った。その結果、顧客は「流行性重視タイプ」「機能性重視タイプ」「低関心タイプ」の3つのタイプに分類され、また評価構造やその構成因子はタイプ間で異なった。スーツのビスパーク場面における評価因子に関して、「ストレスを感じない」「自分で選択できる」「好みを反映」

「相談」「自分の体に合う」「着心地がいい」「悩ましい」「知識不足」の8項目は性質の異なる3つのタイプにおいても共通して評価されており、また流行性重視タイプの満足感は「割安」「安心感のある」「オリジナルのスーツ」と複数の要因から喚起されていることが分かった。これらの知見は、ビスパーク等の推薦システムの満足度向上・改善に貢献すると考えられる。

参考文献

- 1) 加藤哲夫: インダストリー4.0に想起される新たなイノベーション分類の提言, 国際P2M学会誌, Vol.12, No.2, pp.129-144 (2018).
- 2) Google Books Ngram Viewer (2019年9月13日閲覧). https://books.google.com/ngrams/graph?content=bespoke&year_start=1800&year_end=2008&corpus=17&smoothing=3&share=&direct_url=t1%3B%2Cbespoke%3B%2Cc0#t1%3B%2Cbespoke%3B%2Cc0.
- 3) 讃井純一郎: 商品企画のためのインタビュー調査: 従来型インタビュー調査と評価グリッド法の現状と課題, 品質, Vol.33, No.3, pp.13-20 (2003).
- 4) K. Obata, M. Sugimoto, S. Miyai, Y. Yamazaki, F. Zhang, M. Yamamoto, and N. Nagata: Construction of Customers' Emotion Model in the Bespoke Scene Using Evaluation Grid Method, IEEE International Conference on Consumer Electronics (in press).
- 5) 隅元美貴子, 柳田元継: 被服行動とライフスタイルの関連性, 山陽論叢, Vol.21, pp.79-85 (2015).
- 6) 嶋田敏, 多比良恵, 原辰徳, 新井民夫: サービス受給中の期待形成を考慮した待ち時間に関する顧客満足度の解析, 日本経営工学会論文誌, Vol.64, No.3, pp.386-398 (2013).
- 7) 土井彩容子, 山岡俊樹: 製品・サービスの利用経験におけるユーザの満足に影響を与える出来事と感情の関係性の理解, 日本感性工学会論文誌, doi: 10.5057/jjske.TJSKE-D-18-00061 (2019).
- 8) 永野光朗: 被服行動尺度の作成, 繊維製品消費科学, Vol.35, No.9, pp.468-473 (1994).
- 9) Y. Onoue, N. Kukimoto, N. Sakamoto, and K. Koyamada: E-grid: a visual analytics system for evaluation structures, Journal of Visualization, Vol.19, No.4, pp.753-768 (2016).
- 10) 松村明: 大辞林第三版, 三省堂 (2006).
- 11) 近藤隆司: テキスタイルデザインと日本人の感性, 繊維機械学会誌, Vol.54, No.6, pp.216-218 (2001).
- 12) 近藤隆雄: サービス・マーケティング－サービス商品の開発と顧客価値の創造－, 生産性出版 (1999).

牛革を用いた織物の高級感について

Study on woven fabric using leather

○中島一浩*, 桑原教彰*, 加納大資**, 赤路博之**

*京都工芸繊維大学 **株式会社加納幸

NAKAJIMA Kazuhiro*, KUWAHARA Noriaki*, KANO Masashi**, AKAJI Hiroyuki**

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

1. はじめに

西陣織は京都の伝統的な先染め織物であるが、昭和50年以降、企業数・織機台数・従業者数・総出荷金額のいずれも縮小傾向にある¹⁾。原因としてはバブル景気崩壊以降の長期にわたる需要不振や、平成25年以降の円安による生糸価格の上昇、従業者の高齢化および織り手の不足などが挙げられる¹⁾。明治維新前にすでに西陣機業で生産されていた帯地・着物・金襷の先発部門が西陣機業全体の9割を占めており、各織屋は特定の品種に特化している場合が多い¹⁾。したがって機業全体として変化することが極めて困難であり、需要が増えない限り衰退の一途をたどるものと考えられる。

新たな需要を生むためには、今までにない付加価値を持った生地を生産することが求められると考えられる。具体的には、インテリアグッズなどのアパレル業界に広く用いられる汎用性があることや、今までにない風合いを持つことが挙げられる。

西陣には伝統技法として引箔（ひきばく）と呼ばれる技術がある。これは和紙を0.2~0.3mm程度の細さに裁断し、糸状にしたものを作り込んでいく技法である。

某企業では、この引箔の技術を応用し、和紙の代わりに裁断したレザーを織り込むことで、レザーにとってかわる生地として、新たな付加価値のある生地が作成できるのではないかと考えた。

本研究の目的は、レザーを織物に織り込む上で起こる問題点を明らかにし、生産工程を最適化することとする。

2. レザー織物の条件

牛革を絹糸で織り込んだ生地（以後レザー織物）の条件として、

①革と絹糸で構成されており、革の風合いが感じられること

②西陣織のジャカード紋様が織り込めること

③90センチの幅で織ること

を設定した。①、②は生地そのものの新規性にあたる部分で、③は用途拡大のためである（一般的な帯の幅は約30センチ）。今回の実験ではジャカード模様無し+牛革が白のもの、ジャカード模様あり+牛革が白のもの、ジャカード模様あり+牛革に黒のパインソーン柄のプリントを施したものの3種類をそれぞれ作成した。ジャカード模様には紗綾型と呼ばれる紋様²⁾を用いた

3. 革を編み込む方法

絹糸で構成される織物にレザーを織り込む方法として、先述の引箔という技法を応用し、和紙の代わりにレザーを裁断し（図1）、自動引箔装置によって絹糸の組織に組み込んだ。織機は丹後の某企業の90センチ幅のジャカード織機に、西陣の自動引箔装置を取り付けたものを用いた（図2）。

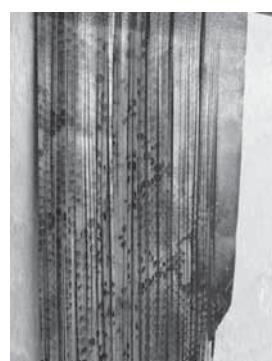


図1 裁断されたレザー



図2 自動引箔装置

4. 技術的・機械的工夫

和紙をレザーに置き換えた場合の問題点として、
①厚さが異なること
②滑りやすさが異なること
③プリントレザーを用いた際に、柄がずれること
④求められる細さが異なること
が制作過程で明らかになった。これらをふまえて行った調整を以下に示す。

4-1. 厚さの調整

通常の引箔で用いられる和紙の厚みが約 0.1mm 程度であるのに対してレザーは数倍の厚みがあり、織り込む際に無理が生じるため、完成した生地にシワや歪みが表れることが問題となつたため、レザーを薄く加工した。調整の中で、レザーを薄くしすぎると、その柔らかさで和紙では生じないねじれやよれが生じることも明らかになった。結果、牛革において 0.4mm の厚さのものを用いた。

4-2. 裏面の処理

通常の引箔において、和紙を縞糸の様に引き込む際には滑らかに和紙が織り込まれるが、レザーの裏には微細な起毛があり、摩擦が生じるため、レザーの引き込みが困難であった。そのためレザーの裏面に薄い和紙を貼り付ける工程を追加し、その後レザーを裁断した。

4-3. レーザー測定器の導入

レザーにプリントを施し、ジャカード紋様にプリント柄を重ねた表現を生地に反映させる場合、裁断されたレザーが均等に引き込まれなければ、柄に想定していない段ずれが生じることがわかった。この段ずれをなくすために、レザーが引き込まれるタイミングの部分にレーザー測定器を設置した。設置したレーザー測定器を自動引箔装置と連動させ、あらかじめレザーの端の裏に塗布した赤色を感知させた。

4-4. 裁断幅の調整

和紙を用いた通常の引箔であれば、その表現に応じて 0.152mm~1.01mm の間で裁断する細さが決められ、太いほど和紙の印象が強くなる。レザーを用いる場合、レザーそのものの風合いが強く生地に反映されることが新規性につながると考えられるため、より太く裁断することとし、織り込む過程で問題の

生じない範囲で最も太く裁断した。結果として、通常和紙では用いられない太さの 1.317mm に裁断したレザーを用いた。

5. 作業効率の計測

上記の方法で生地が実際に作成される様子を、ビデオカメラで撮影した。裁断されたレザーが自動引箔装置によって正常に引き込まれた場合(a)と、何らかの不都合が生じ手動で引き込んだ場合(b)、レザーが破れるなどして捨てられた場合(c)をそれぞれ計測した。結果を以下の表 1 に示す。

表 1 引き込まれたレザーの本数

計測時間 (調整等の時間を含む)			60 分 16 秒
(a)正常	105	(b)手引	38
(c)捨て	36		

表 1 の結果より、もとのレザーが実際に生地に使われた割合 (歩留まり率) を計算すると 79.9% となつた。また 1 時間あたりの生地の生成スピードは約 25cm となつた。

6. 今後の課題

歩留まり率に関しては改善の余地がある。特にレザーにプリントを施した場合において、捨てられるレザーが発生するとその部分の柄が生地に反映されなくなるため、より改善が求められる。捨てられるレザーが発生する要因として、革が薄すぎてよれてしまうこと、裏面に貼った和紙が剥がれてしまうことなどが考えられる。革の厚さ・裏張りの和紙の再検討が今後の課題となる。



図 3 パイソン柄+ジャカード紋様の生地

参考文献

- 1) 第 22 次西陣機業調査委員会: 西陣機業調査の概要 (西陣機業調査報告書), pp.2-4, 22, 28-32(2019).
- 2) 世界文化社: 帯と紋様 (2008)

感動の指数化の提案 —芸術祭での記憶を手がかりに— The index of affection -Using memories for art festivals-

○市川航暉, 神宮英夫
金沢工業大学情報フロンティア学部
ICHIKAWA Kouki, ZINGU Hideo

Kanazawa Institute of Technology, College of Informatics and Human Communication

目的

人の記憶に残るには多くの要因が必要になってくる。その一つとして満足度が考えられ、その満足度につながるのが感動である。感動することでそのことが記憶に残りやすくなるとなれば、記憶に残るイベントのプロデュースにつなげることができる。記憶に残るイベントにするにはまず、鑑賞者に強い印象を与える必要がある。芸術祭を例にすると、訪れた鑑賞者に感動を与え、記憶に残すことができれば、「もう一度行きたい、他の人にも感じてもらいたい」など前向きな印象を与えることができ、その後記憶に残っていくと考えられる。このようにプロデュースの場で応用することで、集客率やリピート率も上がるであろう。

本研究では感動しやすいと考えられる、芸術祭の作品を刺激とし実験を行う。その中で、感動と記憶のつながりを生理指標に基づき検証する。記憶に残っている作品を鑑賞している時と、記憶に残っていない作品を鑑賞している時の生理指標の結果を比べることで、記憶に残った作品を鑑賞している時の心の動きが明らかになる。

また、鑑賞する上で鑑賞者の目線も記憶に関係してくると考えられる。学習などで事前に予習したことは、当日の学習で理解が深まり記憶に残りやすいだろう。よって、事前の学習の有無によって感動の大きさ、記憶の残りやすさに違いが出ると考えられる。今回は実験を行う上で実験参加者を2つのチームに分けた。1つ目のチームは作品の誘致や企画を行う、ディレクターの視点を事前に学習し、当日学習したことを意識しながら鑑賞を行う。以後Aチー

ムとする。もう1つのチームは事前に学習はなく、作品だけでなく風景も対象とし、鑑賞者の目線を意識しながら鑑賞を行う。以後Bチームとする。AチームとBチームを比べた場合、学習を行ったAチームの方が作品を鑑賞した際、理解が深く心の動きも大きいと考えられる。

よって、生理指標の結果を元に感動を指数化し、記憶に残る方法を応用することで、より効果的なプロデュースの有り様に貢献することを目的とする。

方 法

実験参加者 実験参加者は美術系大学の女子学生7名であった。

刺激 ある芸術祭の作品を刺激とした。

機材 心電計4台、ノートパソコン4台を使用した。

手続き Aチーム、Bチームそれぞれのチーム2名に心電計を装着してもらい芸術祭を2日間チームごとに見学してもらった。鑑賞後、7名全員にアンケートを行い、印象に残った作品を記入してもらった。1週間後、1か月後に再びアンケートを記入してもらった。

結 果

鑑賞時の2秒ごとのHF(0.15~0.40Hz)値を実験参加者ごとに、それぞれ鑑賞した作品について30秒区切りの平均を算出し縦軸にHF値、横軸に時間(数字は鑑賞していたリアルタイムの分)をとりグラフにしたもの一部が図1、図2である。図1はAチームIさんのアンケートで当日記憶に残っていると回答した作品を鑑賞している時のHF値のグラフで、図

2はAチームIさんのアンケートで当日記憶に残っていないと回答した作品を鑑賞している時のHF値のグラフである。

両チームの4名ともアンケートで印象に残っていると答えた作品は、印象に残っていないと答えた作品と比較すると、HF値の高低が激しく、緊張や興奮と、リラックスを繰り返していた。特にHF値が高い状態から、急激に下降し、再び急激に上昇する動きが顕著に見られる作品は記憶に残っていた。

記憶に残っている作品は、心の動きが大きく、感動していると考えられる。なので、心の動きの振れ幅が大きいと、HF値の分散が大きくなると考えられる。実験参加者ごとに、当日記憶に残っている作品全てのHF値の分散、当日記憶に残っていない作品全てのHF値の分散、1週間後記憶に残っている作品全てのHF値の分散を算出した。その結果を図3に示す。Aチームの2人は当日印象に残っていない作品全てのHF値の分散が最も大きく、Bチームの2人は当日印象に残っていない作品全てのHF値の分散が最も小さいという結果になった。

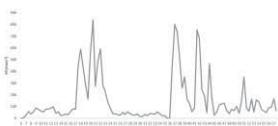


図1 AチームIさんの記憶に残っている作品HF値

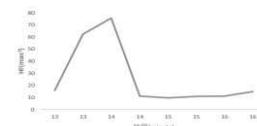


図2 AチームIさんの記憶に残っていない作品HF値

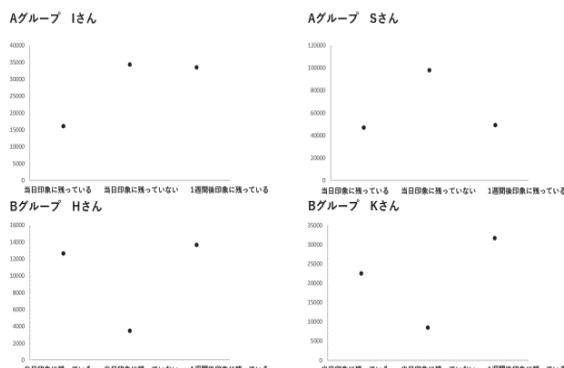


図3 合計の分散

考 察

アンケートで記憶に残っていると回答した作品のHF値のグラフを見ると、値が激しく上下し

ている。これはAチーム、Bチーム共に見られた結果であった。このことから、記憶に残りやすい要因の1つとして心の動きの激しさが考えられる。感動が生まれると、心の動きが激しくなり、後に記憶として残ったと考えられる。

また、AチームとBチームを比べた時、違いが見られた。

1つは分散の値である。結果で述べた分散を比べた時、真逆の結果が表れた。理由は鑑賞を行った目線が違ったことが考えられる。Bチームは自分達の好きなように鑑賞者の目線で作品を鑑賞した。なので、純粋に楽しむことで感動し、心の動きの振れ幅が大きい作品が記憶に残っていたと推測される。一方Aチームはディレクター目線で鑑賞を行った。事前に学習したことがあるので、作品を鑑賞すると、純粋に楽しむのではなく、学習したことを思い出しながら鑑賞していたのではないかと推測される。学習したことを理解しようと観察していたので、心の動きが小さくなかったと考えられる。なので、記憶に残ってはいるが感動はあまりしていない可能性がある。

もう1つは作品の感じ方である。当日のアンケートをコレスポンデンス分析にかけたところ、Aチームは「大きい、四角い、柔らかい」など、作品の感想が多く見受けられ、Bチームは「心地いい、ドキドキする、ゆったりする」など、作品を見て自分が思った感想が多く見受けられた。

心の動きが激しいと感動するという結果は同じだが、感動の大きさを比べると、鑑賞者の目線の方が記憶に残っている作品の感動は大きいという結果になった。なので、感動を与えるという面では事前に学習などせず、知識を持たないで純粋に楽しんだ方が記憶に残る時の感動は大きいと考えられる。

これらのことから、プロデュースの面では興奮や緊張とリラックスを繰り返すような作品、もしくは作品の配置にすることで人の記憶に残りやすくなると考えられる。

付記：「本研究は感動創造研究所（株式会社ムラヤマ）の協力を得ています。」