
日本人間工学会
東海支部 2016 年研究大会
論文集

開催日：2016 年 10 月 15 日（土）

会 場：名古屋市立大学



日本人間工学会東海支部

**日本人間工学会東海支部
2016 年研究大会
論文集**

開催日：2016 年 10 月 15 日（土）

会 場：名古屋市立大学

主 催：日本人間工学会東海支部

大会長：横山清子（名古屋市立大学）



日本人間工学会東海支部
Japan Ergonomics Society Tokai Branch



日本人間工学会東海支部 2016 年研究大会
実行委員（敬称略）

【大会長】

横山 清子
（名古屋市立大学）

【実行委員会顧問】

斎藤 真
（三重県立看護大学、東海支部支部長）

【実行委員長】

榎原 毅
（名古屋市立大学）

【実行委員】

神田 幸治
（名古屋工業大学）

松岡 敏生
（三重県工業研究所）

松河 剛司
（愛知工業大学）

山根 基
（愛知みずほ大学）

庄司 直人
（名古屋市立大学）

蜂須賀 知理
（株式会社デンソー）

日本人間工学会東海支部 2016 年研究大会ご挨拶



人間工学会東海支部 2016 年研究大会
大会長 横山 清子 (名古屋市立大学)

日本人間工学会東海支部 2016 年研究大会を名古屋市立大学北千種キャンパスで開催することとなりました。2005 年 10 月 15 日 (土) 開催の第 6 回大会に引き続き 11 年ぶりの開催となります。

今回は 23 演題のお申込みをいただくことができました。支部会員の皆様方、ならびに、関係各位のご理解、ご支援の賜物と厚く感謝申し上げます。

研究発表は、多様な分野にわたっており、特に、医療・看護、高齢者といったキーワードが目立つのは、高齢社会の要請に沿った傾向と考えられます。分野横断の若手研究者の皆様を中心に、活発に議論、情報・意見交換を行っていただけると幸いです。

特別講演は、本学芸術工学研究科教授、松本貴裕先生による「光の新たな時代の到来：ナノテクノロジーと光で切り開く道」と題して、ノーベル賞にも繋がる世界レベルの最先端技術の話題を、分かり易く御話しいただけるものと楽しみにしております。若手人材企画は、昨年度に引き続き、人間工学測定技法講座の一環として、人間工学実験で活用する生体情報測定装置などの実機デモと使用体験による紹介を予定しています。

最後になりましたが、斎藤真支部長、支部役員の皆様方のご指導、ご協力、そして、大会開催にあたり、ご多用の中を貴重な時間と多大なご尽力を賜りました実行委員の皆様方に心よりお礼申し上げます。

日本人間工学会東海支部
支部長 斎藤 真 (三重県立看護大学)



日本人間工学会東海支部 2016 年研究大会開催にあたり、一言ご挨拶申し上げます。2016 年研究大会は、名古屋市立大学大学院 横山清子先生を大会長として開催の運びとなりました。学会開催にあたり、名古屋市立大学の教職員の皆様、大会実行委員の皆様、ならびに東海支部役員の皆様には深く感謝申し上げます。

名城大学において日本人間工学会東海支部 2000 年研究大会が産声をあげてから早いもので 16 年が経ちました。今年は、6 月に三重県立看護大学において東海支部の役員の皆様からの全面的なご支援のもと、日本人間工学会第 57 回大会を開催いたしました。全国大会の直後にもかかわらず、東海支部の会員の皆様から 23 題の研究発表をお申し込みいただきましたこと、本当にうれしく思っております。

本大会では名古屋市立大学大学院芸術工学研究科教授 松本貴裕先生に「光の新たな時代の到来：ナノテクノロジーと光で切り開く道」と題してご講演をいただくことになりました。松本先生のご専門は、ナノ構造化学、光工学・光量子科学で名城大学 岩谷・赤崎研究室と共同で世界初の電子線励起窒化物半導体レーザの開発に成功されたと伺っております。特別講演では、このような著名な先生から普段聞くことができないお話を拝聴することを楽しみにしているところです。

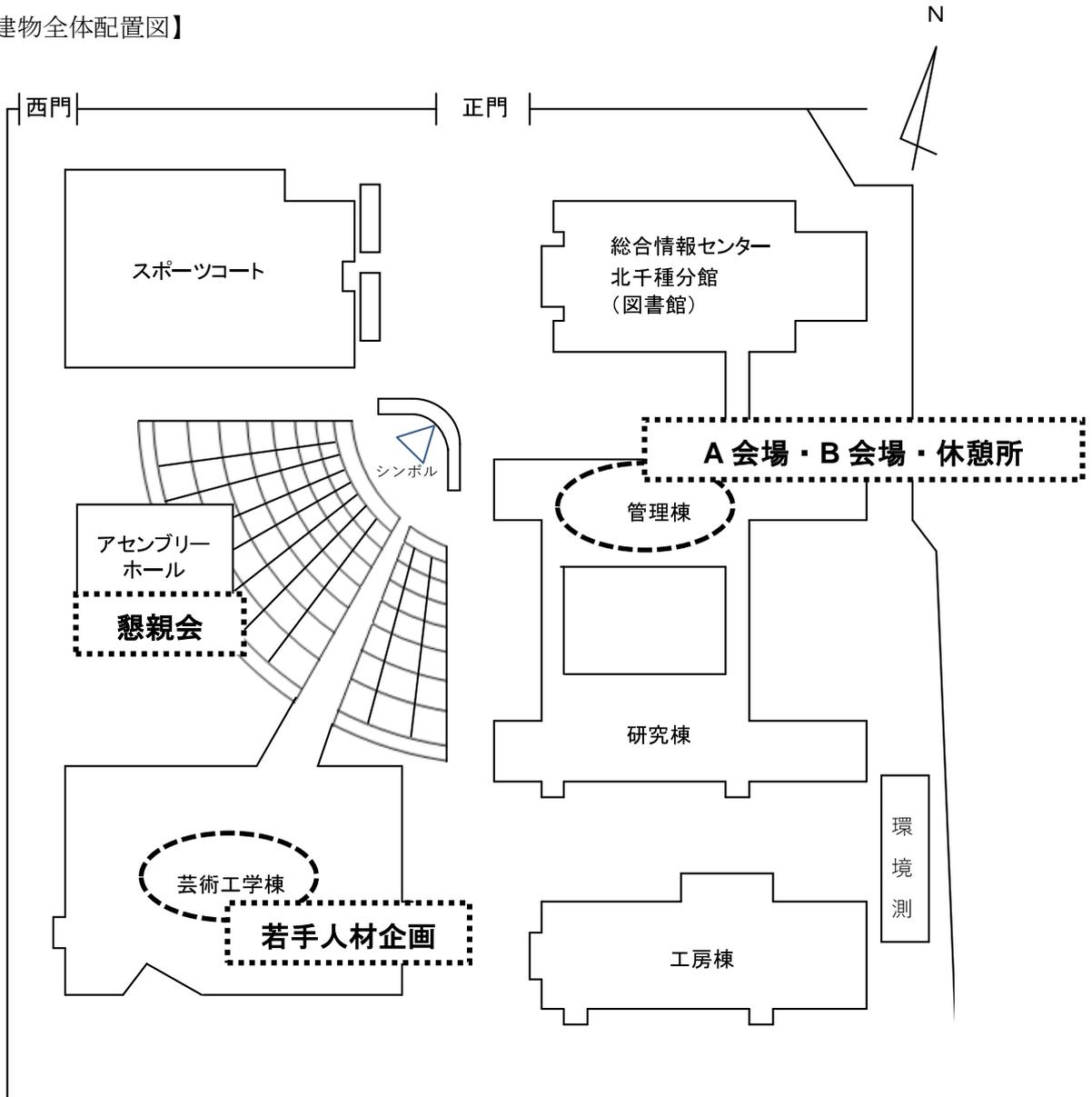
若手人材支援企画として今回も企業における人間工学の取組や企業が求めている人材像などについて、ざっくばらんに企業・学生間で意見交換・情報収集する場の提供いたします。また昨年に引き続き測定技法講座の一環として、人間工学実験で用いる生体信号測定装置、モーションキャプチャ装置、視線解析装置、3D 切削機などの実機デモによる紹介を予定しています。

本大会は、これまでと同様、東海支部の若手精鋭 5 人と新たに 2 人の新人が実行委員として加わり、それぞれの業務を率先して担って下さいました。この場をお借りして若手 7 人の皆様に感謝申し上げます。東海支部は、「若い世代が活躍できる支部」を目標に、若手人材支援事業や若手研究奨励事業の積極的展開など、日本人間工学会の中で最も熱く燃える支部となって人間工学の普及に努めております。

どうぞ、今後とも皆様のご支援、ご指導、ご鞭撻をいただきますようお願い申し上げます。

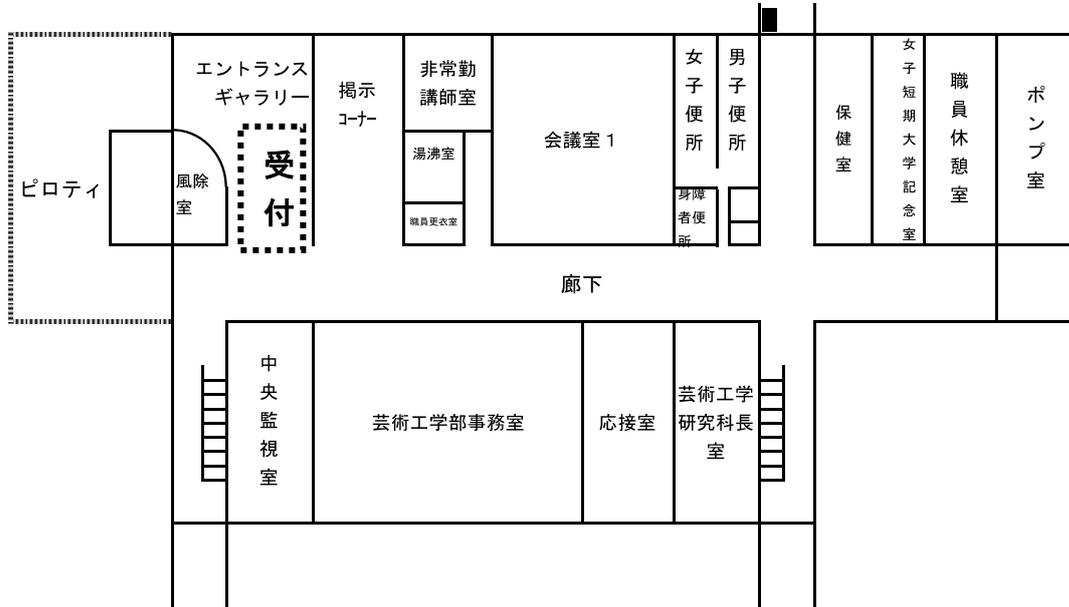
会場案内図

【建物全体配置図】



【管理棟 1 階】

受付：入り口ホール

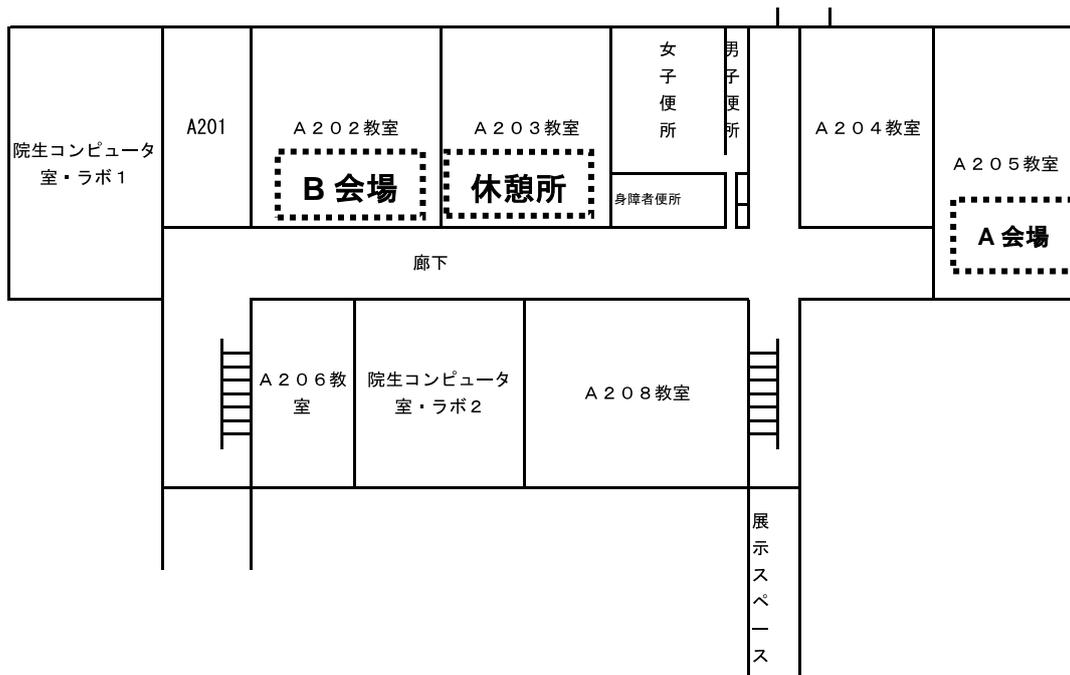


【管理棟 2 階】

A 会場・特別講演会場：A205 教室

B 会場：A202 教室

休憩所：A203 教室



＜大会事務局より参加者の皆様へ＞

1) 受付

大会当日午前 9:00 より管理棟 1 階玄関ホールにて行います。

2) 参加費

「事前参加申し込み」済みの方

日本人間工学会会員 2,500 円、一般 3,000 円

学生(学部・大学院生) 1,000 円(学生証提示)

当日参加

日本人間工学会会員 3,000 円、一般 3,500 円

学生(学部・大学院生) 1,500 円(学生証提示)

論文集のみ 1,500 円

懇親会費 4,500 円

*参加費、懇親会費は当日受付でお支払いください。

＜発表者の方へ＞

1) 発表時間

発表時間は、発表 12 分間、質疑応答 3 分間の計 15 分です。合図として 10 分に 1 鈴、12 分に 2 鈴、15 分に 3 鈴を鳴らします。時間厳守でお願いいたします。

2) メディア受付とビジュアルエイド

発表用ファイルを CD-ROM または USB メモリーで持参し、発表セッションの前までに発表会場の Windows パソコンに保存して下さい。ビジュアルエイドは液晶プロジェクタのみ使用可能です。ご自身の PC をプロジェクタに接続される場合は、予め休憩時間に動作確認を行って下さい。

＜座長の方へ＞

座長の皆様はご担当のセッションの 15 分前までに受付にお越しください。

日本人間工学会東海支部 2016 年研究大会プログラム
期 日:2016 年 10 月 15 日(土)9:30~17:10

13:10~14:10 特別講演(A 会場 : 管理棟 2 階 A205 教室)

「光の新たな時代の到来—ナノテクノロジーと光で切り開く道—」

松本貴裕氏 (名古屋市立大学大学院教授)



講演者プロフィール:

名古屋市立大学大学院芸術工学研究科・産業イノベーション領域教授
東京理科大学理学部卒業、東京大学大学院理学研究科修了
電子線励起窒化物半導体レーザの開発の研究で、名城大学岩谷・赤碕研究室と共同で、Applied Physics Express 誌の Spotlight 論文に選定される。
専門は、ナノ構造化学、光工学、光量子科学など。

9:30~11:00 若手人材支援企画(芸術工学棟 1 階 EWS 室, 3 階 映像スタジオ)

若手人材支援企画 2016

「シリーズ:実務者・初学者のための人間工学測定技法講座」

東海支部会員の講師陣が各種測定法やデータ解析等について、主に実務者・初学者を対象に分かりやすく解説するシリーズ講座を 2015 年秋から実施しています。企業にて製品開発に従事する開発者、製品評価・品質管理担当者、労働安全衛生スタッフなどで、人間工学手法を実務に活かしたいとお考えの方、大学院生など、この機会を是非ご活用ください(今回は若手人材支援企画の一環として無料で実施しますが、通常は有料です)。今後のシリーズ講座の内容は東海支部 HP にて案内いたします。

■第 8 回:「体験から学ぶ測定技術の初歩—生体信号、動作、視線、立体形状を対象として」

生体信号、動作、視線、立体形状の測定を実機を使用して体験します。多用途テレメータを用いた筋電図、心電図、呼吸、3軸加速度の測定、光学式モーションキャプチャシステムを用いた動作測定、モバイル型アイマークレコーダを用いた視線計測を対象とします。また、3D スキャナによる物体の3次元計測と、3D プリンタおよび3D 切削機による造形のデモをご覧いただく予定です。なお、実機体験では、株式会社ナックイメージテクノロジー様のご担当者様のご協力も頂く予定です。



講師プロフィール

横山 清子 氏
(よこやま きよこ)
名古屋市立大学大学院
芸術工学研究科教授。工
学博士。研究領域は、生
体信号処理・情報工学など。



講師プロフィール

松河 剛司 氏
(まつかわ つよし)
愛知工業大学情報科学部
准教授 博士(芸術工学)。
研究領域は、モーションキャ
プチャ、3DCG など。

■A 会場（管理棟 1 階 A205 教室）

1A. 11:10~12:10 座長：大森正子（神戸女子大学）

- 1A1 暑熱曝露時の体温変化及び発汗量と体水分分布との関係について—多周波数生体電気インピーダンス法活用の可能性—
○長副恵里加（三重県立看護大学・学生），中井和佳奈（三重県立看護大学・学生），大西範和（三重県立看護大学），西村直紀（愛知医科大学），松本孝朗（中京大学），杉本直俊（金沢大学）
- 1A2 評価基準の個人差と多様性に配慮したスマホアプリ評価手法の提案
○南雲駿介（愛知工業大学大学院・院生），小林正（愛知工業大学）
- 1A3 百人一首の札判別能力の年齢依存性—競技かるたの友札判別時間の計測—
○後藤昌好（名古屋文理大学・学生），長谷川聡（名古屋文理大学），長谷川旭（名古屋文理大学），宮尾克（名古屋大学）
- 1A4 腕時計型脈波計を用いた心拍変動推定ソフトウェアの開発
○吉田豊（名古屋市立大学大学院），船橋修司（株式会社スズケン），ト部健作（株式会社スズケン），倉田 晃（株式会社スズケン），田中喜久人（株式会社スズケン），大橋隼人（株式会社スズケン），早野順一郎（名古屋市立大学大学院）

2A. 14:20~15:20 座長：山岸未沙子（名古屋大学）

- 2A1 頭部動作のみで操作を行う HMD インターフェースに関する研究
○西原佳祐（愛知工業大学大学院・院生），松河剛司（愛知工業大学）
- 2A2 横画面表示にした携帯型タッチパネル端末の操作方法がポインティング特性に及ぼす影響
○高田航（名古屋工業大学大学院・院生），前畑健太（名古屋工業大学大学院・院生），神田幸治（名古屋工業大学大学院）
- 2A3 キーボードのタイピングミス低減に関する研究（第4報）
○野口真（新潟国際情報大学・学生），上西園武良（新潟国際情報大学）
- 2A4 キーボードのタイピングミス低減に関する研究（第5報）
○藤田郁弥（新潟国際情報大学・学生），上西園武良（新潟国際情報大学）

3A. 15:30~16:15 座長：蜂須賀知理（株式会社デンソー）

- 3A1 身体性を持つエージェントの自動車運転支援に対する主観的評価—高齢ドライバ支援エージェントの開発—
○藤掛和広（名古屋大学未来社会創造機構），田中貴紘（名古屋大学未来社会創造機構），山口拓真（名古屋大学未来社会創造機構），米川隆（名古屋大学未来社会創造機構），山岸未沙子（名古屋大学未来社会創造機構），稲上誠（名古屋大学未来社会創造機構），木下史也（名古屋大学未来社会創造機構），鈴木達也（名古屋大学未来社会創造機構），青木宏文（名古屋大学未来社会創造機構），金森等（名古屋大学未来社会創造機構）
- 3A2 高齢ドライバーのブレーキ反応時間に関する分析—高齢者講習の運転適性診断結果を活用して—
○小池英明（中京大学・学生），樋口恵一（豊田都市交通研究所），向井希宏（中京大学心理学部）
- 3A3 高速道路で発生する事象の情報体系化に関する検討
滝沢正仁（拓殖大学），○大島創（名古屋電機工業（株）），田子和利（名古屋電機工業（株））

■B会場（管理棟1階 A202教室）

1B. 11:10~12:10 座長：瀬谷安弘（愛知淑徳大学）

- 1B1 達成度手法における作業習熟の研究ー 従来手法との比較検討 ー
○西田和磨（名城大学・学生），長崎伸哉（名城大学・学生），福田康明（名城大学），山田裕昭（東海学園大学）
- 1B2 超急性期災害看護におけるレジリエンスー 東日本大震災を経験した産業医と企業立病院看護師の視点から ー
○庄司直人（名古屋市立大学大学院），榎原毅（名古屋市立大学大学院）
- 1B3 指差呼称を定着させる行動モデルの予備的検討
○加藤大資（名古屋工業大学大学院・院生），神田幸治（名古屋工業大学大学院）
- 1B4 自己抜去行動の早期発見に向けた人間工学的研究
○張聖実（三重県立看護大学・学生），長谷川智之（三重県立看護大学），齋藤真（三重県立看護大学）

2B. 14:20~15:20 座長：藤巻吾朗（岐阜県生活技術研究所）

- 2B1 変電所におけるアース線取り扱い作業の負担評価及びその改善
○角田拓朗（三重大学大学院・院生），近藤伸哉（三重大学），池浦良淳（三重大学大学院），杉本敏文（中部電力（株）），三宅勝幸（中部電力（株）），早川聡一郎（三重大学大学院）
- 2B2 心肺蘇生補助台の傾斜角度と胸骨圧迫の質の関係ー 筋電図による評価 ー
○西彩良（三重県立看護大学・学生），長谷川智之（三重県立看護大学），齋藤真（三重県立看護大学）
- 2B3 心肺蘇生補助台の傾斜角度と胸骨圧迫の質の関係ー 動作解析による評価 ー
○豊島亮（三重県立看護大学・学生），長谷川智之（三重県立看護大学），齋藤真（三重県立看護大学）
- 2B4 高齢者のペットボトル開封動作状況の調査
○山下咲衣子（名古屋市立大学大学院・院生），横山清子（名古屋市立大学大学院）

3B. 15:30~16:30 座長：庄司直人（名古屋市立大学）

- 3B1 2色覚の色の見えモデルにおける色弁別閾に関する実験的検討
○安井明代（名古屋市立大学大学院・院生），田中豪（名古屋市立大学大学院）
- 3B2 月経周期と夜間の精神作業が生体に及ぼす影響（1）
○東内友菜（三重県立看護大学・学生），市川陽子（三重県立看護大学院・院生），大平肇子（三重県立看護大学），長谷川智之（三重県立看護大学），齋藤真（三重県立看護大学）
- 3B3 月経周期と夜間の精神作業が生体におよぼす影響（2）
○市川陽子（三重県立看護大学院・院生），東内友菜（三重県立看護大学・学生），大平肇子（三重県立看護大学），長谷川智之（三重県立看護大学），齋藤真（三重県立看護大学）
- 3B4 光色が心拍のフラクタルダイナミクスに与える影響ー ピンクグラスを用いたパイロットスタディ ー
○湯田恵美（名古屋市立大学大学院），吉田豊（名古屋市立大学大学院），小笠原宏樹（名古屋市立大学大学院），早野順一郎（名古屋市立大学大学院）

16:50~17:10 研究奨励賞授与式（A会場：管理棟2階 A205教室）

17:20~ 懇親会（アセンブリーホール）



特別講演

光の新たな時代の到来

-ナノテクノロジーと光で切り開く道-

松本 貴裕 氏
名古屋市立大学大学院
芸術工学部研究科 教授

司会
横山 清子
名古屋市立大学

10月15日(土)13:10~14:10
A会場 : 管理棟2階 A205 教室

光の新たな時代の到来：ナノテクノロジーと光で切り開く道

松本貴裕（名古屋市立大学大学院）

The beginning of a new era of light:

Paving the way towards future technology using nanomaterials and photons

Takahiro Matsumoto (Nagoya City University)

1. はじめに

現代は、光を創成する時代（LED並びにレーザーを開発する時代）から光を自由自在に操作する時代に変貌を遂げようとしている。ナノテクノロジーを駆使したメタマテリアル等¹⁾に代表される人工光制御材料の出現は、今まで光を用いては不可能と思われて来た様々な技術、例えば“透明マント”及び“原子観察可能な光学顕微鏡”の実現を可能とする段階にまで来ており、人類の光に対する接し方に変革を迫っている。

本特別講演では、光の基本的性質に立ち返って、現代の人工光制御材料が簡単な物理的原理よりデザインされていることを概観する。次に、光とナノテクノロジーを組み合わせた研究例として、我々が現在おこなっている以下の2および3に示す取り組みについて紹介する。

2. 電子線励起窒化物半導体深紫外レーザー

医療並びに環境分野等から、有害有機物を構成する分子の共有結合並びに非共有結合を切断可能な小型波長可変深紫外レーザー光源の実現が強く望まれている。しかしながら、現在、我々が利用可能な深紫外レーザーとしては、エキシマレーザー等に代表される大型（100 kg以上）で変換効率が悪く、かつ高価（1000万円以上）なレーザー光源しか存在しない。

近年、我々は名城大学赤崎研究室および岩谷研究室と共同で、GaInN量子井戸半導体を電子線励起することによって、380 nmの紫外線領域でレーザー発振を実現することに成功した²⁾。現在実験で利用している電子線源は大型装置であるが、我々が近年開発に成功したグラフェンナノ構造電子線源を利用することによって深紫外の波長領域（300 nm以下）で小型（1 kg以下）な電子線励起半導体レーザーを実現することが可能となる。

本講演では、電子線励起によるレーザー発振現象の基礎に立ち返ると共に、本技術の今後の展望について紹介する。

3. 量子効果を利用した水素同位体濃縮

重水素は、次世代の原子力エネルギーとして期待されている核融合の燃料であり、核融合炉の実現と共にその燃料の安価な供給が喫緊の課題となっている。重水素は水素の同位体であるため、自然界にはほぼ無限に存在していると言える。しかし、自然界における重水素の比率は0.015%と低いと、現在の電気分解や沸点の違いから軽水と重水を分別するような手法では、莫大なエネルギーを必要とする。このため重水素材料は、現在では非常に高価な材料となっている。

ところで、本講演で紹介する“ナノ結晶Si”は、結晶表面を全て水素原子で化学結合させた構造を有する。本ナノ結晶Siに光を照射すると、化学結合した水素が大量に離脱することが知られている。一方、我々が開発に成功した“ナノ結晶表面を全て重水素原子で化学結合させたナノ結晶Si”は、光を照射しても結合した重水素が離脱しない³⁾。本知見を応用することによって、簡便な形で水素同位体の濃縮をおこなうことができる。

このように、ナノテクノロジーと光の融合によって、(i)重水素を安価に提供する、(ii)原子力発電所から放出されるトリチウムを効率良く回収する、という技術を切り開くことが可能となる。

参考文献

- 1) G. Singh et al. “Review of Metamaterials and its Applications,” International Journal of Engineering Trends and Technology Vol. 19, 305-310 (2015).
- 2) T. Hayashi et al. “Demonstration of Electron Beam Excitation Laser using a GaInN-based Multiquantum Well,” Applied Physics Express Vol. 9, 101001-1 (2016).
- 3) T. Matsumoto et al. “Electroluminescence from Deuterium Terminated Porous Silicon,” Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 36, L1089-L1091 (1997).



一般演題

座 長

【一般演題 A会場】

- セッション1 A (11:10～12:10) 座 長：大森正子
(神戸女子大学)
- セッション2 A (14:20～15:25) 座 長：山岸未沙子
(名古屋大学)
- セッション3 A (15:30～16:30) 座 長：蜂須賀知理
(株式会社デンソー)

【一般演題 B会場】

- セッション1 B (11:10～12:10) 座 長：瀬谷安弘
(愛知淑徳大学)
- セッション2 B (14:20～15:20) 座 長：藤巻吾朗
(岐阜県生活技術研究所)
- セッション3 B (15:30～16:30) 座 長：庄司直人
(名古屋市立大学)

暑熱曝露時の体温変化及び発汗量と体水分分布との関係について

—多周波数生体電気インピーダンス法活用の可能性—

○長副恵里加（三重県立看護大学・学生）、中井和佳奈（三重県立看護大学・学生）
大西範和（三重県立看護大学）、西村直紀（愛知医科大学）、松本孝朗（中京大学）、
杉本直俊（金沢大学）

Relationship between changes in body temperatures and sweat rate and body water distribution in response to heat exposure

-Possibility in practical use of multi-frequency bioelectrical impedance analysis-
Erika Nagasoe, Wakana Nakai, Norikazu Ohnishi (Mie Prefectural College of Nursing),
Naoki Nishimura (Aichi Medical University), Takaaki Matumoto (Chukyo University),
Naotoshi Sugimoto (Kanazawa University)

1. はじめに

地球温暖化に伴って夏季の気温が上昇し、熱中症患者数は増加傾向にあり、特に高齢者においてリスクは高い。熱中症の原因は、過度の体温上昇と脱水である。体温上昇は脱水によって発汗が減少することでより顕著となるため、脱水の有無やその程度の評価は熱中症予防のための有用な指標である。

近年、保健・医療・看護の分野では身体組成の計測に多周波数インピーダンス法が用いられている。多周波数インピーダンス法では、低周波数帯の電流が細胞外のみを、高周波数帯の電流が細胞外と細胞内の両方を流れる特性を利用し、低周波数帯で細胞外液量を、高周波数帯で体水分量を測定し、その差から細胞内液量を求める。その妥当性については検討がなされており^{1,2)}、堤らはこれを用いて高齢者の脱水のリスクについて評価を行っている³⁾。また、この方法は、定期的に測定を繰り返すことが可能であることから、体水分分布を経時的に評価することができると考えられる。

そこで本研究では、暑熱曝露時に多周波数生体電気インピーダンス法を用いて、体水分分布を経時的に評価すると共に、体温変化や発汗量と比較することにより、それが暑熱曝露時の脱水の程度を反映し、体温調節反応と相関するかどうかを検討することを目的とした。

2. 方法

(1) 対象

被験者は、特別な病気をもたない若年成人女性4名、男性3名であった。実験に先立ち、研

究の目的、方法、予想されるリスクなどを説明し、参加の同意を得た。

(2) 実験手順

被験者は実験開始の3時間前より絶飲食とし、実験直前に排尿を済ませた。実験は、室温38.5℃、相対湿度60%の環境条件に設定した人工気候室（エスペック株式会社）内で実施した。被験者は、半袖Tシャツおよびハーフパンツを着用し、体重計上に設置したベッド上に仰臥位で90分間安静を維持した。実験中鼓膜温、皮膚温、皮膚血流量を連続的に測定した。実験前および実験中10分毎に体水分分布および体重を、実験後には尿量を測定した。

(3) 測定方法

右手第三指の末節掌側および前腕でlaser-Doppler 組織血流計（ALF-21、Advance）を用いて皮膚血流量を測定した。体温はサーミスタ温度計（センサテクニカ）を用い、皮膚温を前胸、上腕、大腿、下腿で測定し、鼓膜温を慈大式鼓膜温用プローブ（センサテクニカ）で測定した。体水分分布は身体組成分析装置（MLT-550N、東レ・メディカル株式会社）を用いて、左側手首および足首に電極を装着して測定した。電子台はかり（Sartorius、IS150IGG-H）を用いて体重を1g精度で10分毎に計測し、体重減少量を有効発汗量とした。また、実験前後の衣服の重量変化と暑熱負荷後身体に残った汗をタオルで拭き取り、その重量を合わせて無効発汗量とし、有効発汗量の合計との和を総発汗量とした。

3. 結果

暑熱曝露中、被験者7名全員で体重は発汗に

伴い減少し（図 1）、鼓膜温は上昇した（図 2）。しかし、身体組成分析装置を用いて測定した体水分量は個人差が大きく、体重減少量や尿量と一致した変化を示さなかった（図 3、4、5）

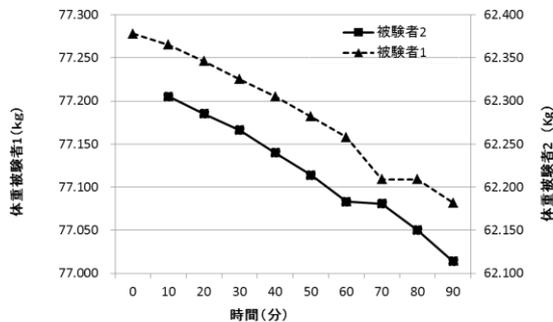


図 1 体重の経時変化

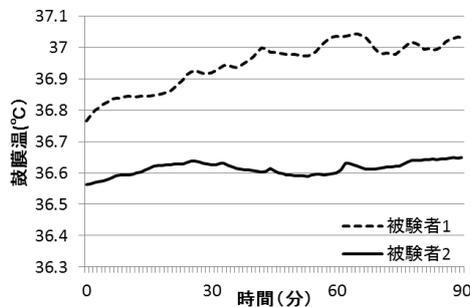


図 2 鼓膜温の経時変化

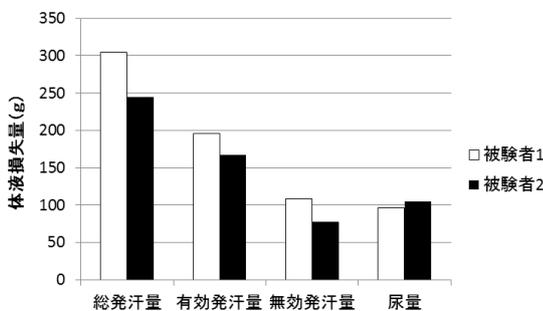


図 3 総発汗量および尿量

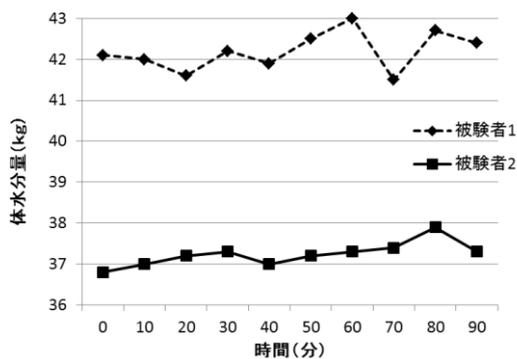


図 4 体水分量の経時変化

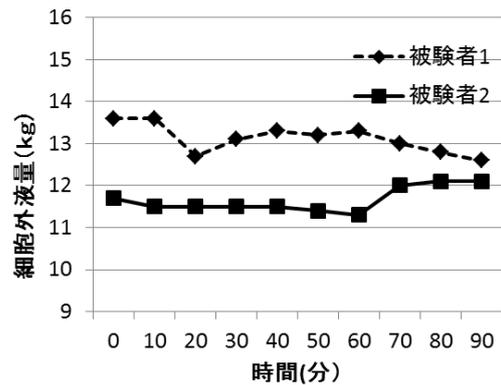


図 5 細胞外液量の経時変化

4. 考察

本研究で測定した暑熱曝露時の体水分分布の変化には、ばらつきが大きく、体重減少量と一致した変化を示さなかった。これには、暑熱環境下で長時間姿勢を維持することが困難であること、発汗自体や発汗による電極の接着性の変化などの電気抵抗値への影響が関係すると考えられ、さらに検討を進める必要があるものと推察された。

5. まとめ

本研究では若年成人男女を対象に、暑熱曝露時の体水分分布の変化を、多周波数生体電気インピーダンス法を用いて測定した。体水分分布は個人によってばらつきがあり、体重減少量と一致する傾向を示さなかった。これには、測定姿勢や発汗の影響などが関係すると考えられ、今後さらに検討を要するものと推察された。

参考文献

- 1) 金憲経、田中喜代治、中西とも子、天具均、高齢者の身体組成を評価する多周波数インピーダンス法、筑波大学体育科学系紀要 22、1999年、p 55-62
- 2) 田中喜代治、金憲経、生体電気インピーダンス (B I) 法とその応用、臨床検査 42、p 1055-1058
- 3) 堤雅恵、佐藤美幸、小林敏生：ケアハウス入所高齢者における体内水分量の季節変動-バイオインピーダンス法を用いた夏季と冬季の比例検討-、山口県立大学部紀要 8、2004、p 19-22

評価基準の個人差と 多様性に配慮したスマホアプリ評価手法の提案

○南雲駿介（愛知工業大学大学院・院生）、小林正（愛知工業大学）

A proposal of a smart phone applications evaluation method
considering individual differences and varieties of evaluation criteria

Shunsuke Nagumo (Aichi Institute of Technology), Tadashi Kobayashi(Aichi Institute of Technology)

1. はじめに

スマホアプリの個人利用においては、「このアプリは可愛くて自分の好みに合っている!」、「必要な機能が無いから私には使いにくい」、「他の類似のアプリと比べて使いにくい」などのように個人的な評価基準、すなわち「ユーザーの好き嫌い」、「ユーザーにとって必要な機能の有無」や「過去の経験との比較」など個人差がある多様な評価基準でアプリを評価している。

ユーザーによってアプリの評価が異なる場合には、アプリの導入検討者や、アプリ製作者はアプリの良否を判断しにくい。そこで、ユーザーの評価基準の個人差や過去の類似経験の有無などに配慮することにより、バラバラなアプリ評価を同一基準の評価に補正できないかと考えた。

アプリ評価を補正するにはまず、評価基準の個人差や多様性の発生因子を特定する必要があるため、本研究ではアプリの細かい操作レベルのMI（マイクロインタラクション）に着目した。

例えば、下方向へスクロールするMIを実行すると画面上部のメニューが隠れるアプリがあるとす。メニューが隠れた分だけリストの表示項目は増えるが、今開いているリストが何か分からないと感じるユーザーもいる。このMIを経験し、慣れているユーザーには問題なくても、慣れていないユーザーには上に少しスクロールしないと何のリストか分からない点が気に入らないことがある。このようにアプリ評価に個人差が発生するMIに着目してユーザーがアプリのどこをどのような基準で評価しているのかを把握し、アプリのMIごとの評価を個人差や多様性を踏まえて平準化する補正は可能かどうかを検討した。

本研究では、さらに個人差の発生因子のアプリ評価への影響の大きさも勘案した補正もできるよう改善することによりユーザーのバラバラなアプリ評価を同一基準の評価にする方法を研究した。

2. インタビュー手法による調査

本研究ではインタビュー手法を用いて調査を行い、ユーザーがアプリを評価した理由の個人差や多様性について探り、ユーザーのアプリ評価の違いの発生因子を調べ、バラバラな評価を平準化する補正の可否について調べるデータを得た。このデータから、類似アプリの経験や知識がある場合と無い場合での評価の変化状況を調べてみた。

インタビュー時に使用するアプリとしてはユーザーの個人差や多様性を引き出しやすいMIがあるものが望ましい。条件に適したアプリには音楽アプリやニュースアプリなどがある。この中で個人差を引き出しやすいと考えられる操作性のMIがある音楽アプリの「Rocket Player」を使用した。テスターは学生12名に協力してもらい、端末はandroidのタブレットを使用した。

2.1 インタビューの実施内容

インタビューではアプリと個々のMI評価だけでなく、アプリに関する情報を提供することで、ユーザーがアプリに慣れ、他のアプリの情報を得ていくと、アプリやMIの評価がどう変化していくかについても調べることにした。

アプリ評価の変化状況を調べることにより、テスターのアプリ評価基準が確立しているのか、他のMIの情報を得ると変わるのか、またMI評価の変化の大きさからどのMIがアプリ評価の個人差を大きくしているのかなどを判断できると考えた。提供した情報は以下の2種類である。

- ① MIごとの説明
- ② MIごとの類似MI情報

インタビューは以下の手順で行い、アプリ全体や各MIについて1~5点で評価してもらった（Tはテスター、Iはインタビュアー）。

1. 1回目のアプリ全体評価、MIごとの評価(T)
2. 上記①の情報の提供(I)
3. 2回目のMIごとの評価(T)
4. 類似のアプリとMIの経験について質問(I)
5. 2回目のアプリ全体評価(T)

- 6. 上記②の情報の提供(I)
- 7. 3回目のMI ごとの評価、アプリ全体評価(T)

2.2 インタビュー結果

前記手順の3では、知らなかったことを知ったことでの驚きなど、7ではテストで使用したMIと類似MIとの比較などの評価理由を特定できた。4では2回目までの評価理由の背景となるデータを得た。

今回のインタビューで聞き出した個々のMIの評価理由を分類、整理して得られた、評価に影響を与える5つの因子を表1に示す。

表1. 評価に影響する因子

因子	説明
好み	ユーザーの好み
経験	ユーザーのこれまでの経験
比較	特定アプリとの比較
驚き	ユーザーが受けた驚き
性格	ユーザーの性格そのもの

今回のインタビューでは「これはクソアプリだ!」といった短気な性格が表れた意見も出たため、性格による影響も無視できないことが分かった。しかし、臆病な性格などのように言葉には表れにくい性格の影響を見極めるのは難しい。このため本研究では補正を行う対象から性格の影響を除き今後の課題とした。

3. 評価の補正方法の考案

MIの評価理由として個人的な好みや経験、他のアプリとの比較などの因子の影響を確認できた場合、以下の手順で評価の補正を試みた。

1. 1回目のMI評価の理由の中の好みや経験、比較などの因子ごとに評価を補正
2. ①の情報を得た後の2回目のMI評価の変化理由の中の評価に影響する因子ごとに点数を加減して評価を補正
3. ②の情報を得た後の3回目のMI評価の変化理由の中の評価に影響する因子ごとに点数を加減して評価を補正

ユーザーが評価を変更する場合には、1点ずつの加減が多いため因子ごとに補正する点数として1点ずつの補正基準を設定した。しかし、この方法では評価に影響する因子が多い場合に補正がうまく行かないことが分かった。

この状況を改善するために、「好み」、「経験」及び「比較」の因子が複数組み合わせあって影響している場合などの補正基準を考えた。3回のMI評価を通じて同じ理由が複数回出てきた場合には、重複して補正しないなどの基準を付け加えた。これによって「好み」因子は問題なく補正でき、過剰補正となる評価結果の数を減らすことができた。

また、テスターが対象MIを特別良いMIと比較して極端に低く評価した場合などのように、「比較」因子と「経験」因子対応の補正として対象MIと比較MIに差があつて、評価が低すぎる場合の補正基準も作成した。

4. 考察

本研究で提案する補正方法を実行すると、好みや驚きなどの単純な因子については問題なく補正を行うことができた。また好みや経験、比較などの複数の因子を補正するための改善を行った結果、同一基準の補正に近付けることができた。さらに「比較」因子対応の補正も対象MIと比較MIの差が判断できれば問題なく補正できると考えられる。しかし、「経験」因子対応の補正では類似のMI経験があつてユーザーが慣れていてもユーザーによって評価の変化が大きい場合や小さい場合があり、単純に補正を行うのは難しいことが分かった。

5. 成果と今後の方向性

本研究では、まず個々のMI評価に影響する因子をインタビュー手法で抽出した。次に、抽出した評価の因子から個々のMI評価の補正方法を考え、補正を試みた。また、この方法で補正がうまく行かない場合に対処するために新たな補正基準を付け加えて補正方法の改善も行った。この結果、経験と性格以外の因子による評価への影響は比較的簡単に補正でき、補正前よりもアプリ評価の良否を判断しやすい評価結果となった。今後は経験や性格による評価も含む、より完成度の高い補正方法の研究を続けて、補正方法をより現実的なものに近づきたい。

参考文献

- 1) Dan Saffer, 「マイクロインタラクション - UI/UX デザインの神が宿る細部」、武舎広幸・武舎るみ訳、オライリー・ジャパン、2014

百人一首の札判別能力の年齢依存性

— 競技かるたの友札判別時間の計測 —

○後藤昌好 (名古屋文理大学・学生)、長谷川聡 (名古屋文理大学)、
長谷川旭 (名古屋文理大学)、宮尾克 (名古屋大学)

Age dependence of the discrimination ability of Hyakunin-isshu cards

- Measurements of discrimination time between two cards of similar reading sound used in Karuta -

Masayoshi Goto, Satoshi Hasegawa, Akira Hasegawa (Nagoya Bunri University),
Masaru Miyao (Nagoya University),

1. はじめに

競技かるたは、百人一首の上の句を聴き下の句の書かれた札を取る競技である。百人一首において上の句が途中まで同じものを友札と言う。例えば2文字以上が他と共通の札は51枚ある。競技かるたにおいて友札の判別時間が問題である¹⁾。

本研究では、A「あきの」「あきか」、B「うか」「うら」、C「ほ」「ふ」(1文字目から異なるが子音が共通)の3種の友札を利用した。3種の友札の判別時間について調べ、被験者の年齢の影響を知ることを目的とした。

2. 方法

年齢19～86歳の、競技かるた未経験者92人を被験者として、以下の2つの実験を行った。

(1) 実験1： 3組の友札 (の各片方) A「あきの」、B「うか」、C「ほ」のそれぞれについて、決まり字の直前を起点(0秒)として0.02秒、0.04秒、…0.10秒の5種類の長さの読み上げ音声を用意し(図1参照)、短いものから順に5種類を聴かせ、各回で「友札のどちらと判別したか」と判別した「確信度」を0(わからない)から10(確実)の11段階で尋ねた。3組の友札ABCの提示順は、順序効果を避けるため被験者ごとにローテーションした。

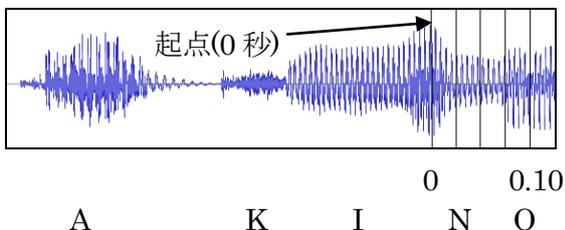


図1. 音声の波形 (「あきの」)

(2) 実験2： 友札ABCについて、被験者に左右 (例えば友札Aでは「あきの」が右、「あきか」が左)と明示し、左右のどちらかがランダムな順で読まれることを説明する。左の札が読まれたらコントローラーの左ボタン、右の札が読まれたら

右ボタンを押すように指示し、読み上げ開始からボタンが押されるまでの「判別時間」を記録した。



図2. 実験2の様子

3. 結果

実験1の結果を図3に示す。横軸は、決まり字の直前(「あきの」は「き」の終わり、「うか」は「う」の終わり、「ほ」は「ほ」の最初)を起点とした読み上げ時間(0.02秒ごとの5種類の音声サンプルの再生時間)を示す。縦軸は、誤答の場合の確信度を負にして合計した平均値すなわち、 $\langle \text{確信度} \rangle = \langle \text{正答の確信度} - \text{誤答の確信度} \rangle$ を示す。起点付近では確信度はゼロに近く、再生時間が長いほど上昇し0.1秒では10に近くなるが、友札の種類によって上がり方は異なる(図3)。

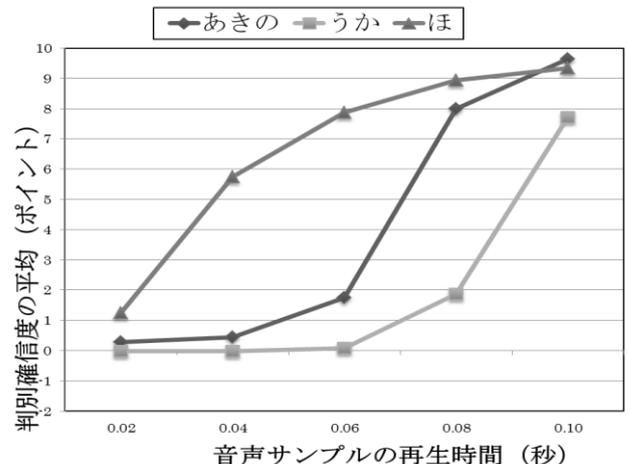
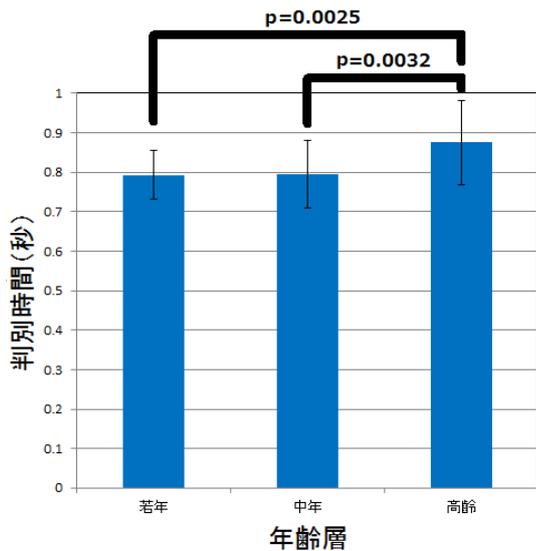
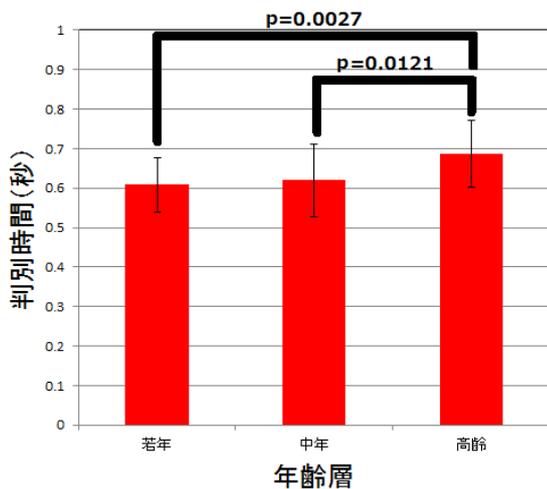


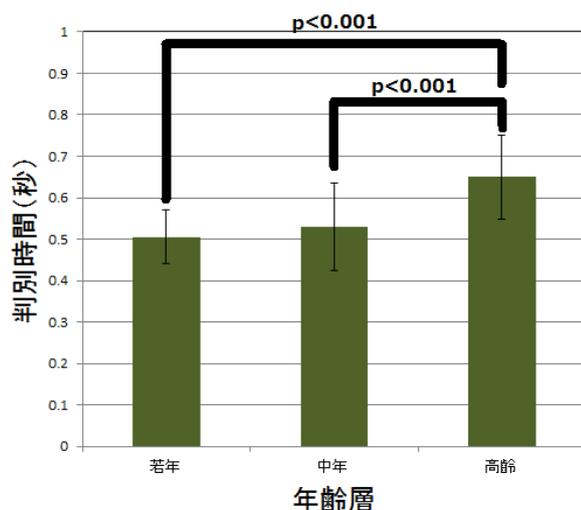
図3. 友札ごとの判別確信度推移



(a) 友札A 「あきの」



(b) 友札B 「うか」



(c) 友札C 「ほ」

図4 友札判別時間の年齢層別比較

実験2の結果を、友札の種類別に図4(a)～(c)に示す。図4では、被験者92人を、「若年」19～39歳の34人、「中年」40～59歳の34人、「高齢」60～86歳の24人に分けて判別時間を比較した。

友札の種類にかかわらず(a)友札A、(b)友札B、(c)友札Cとも「高齢」では「若年」や「中年」に比べて判別時間が有意に長い(図4)。

4. 考察

先行研究¹⁾で「認識しやすい札と認識しにくい札がある」ことが示されているが、本研究の3種でも判別時間に差が見られた。

先行研究¹⁾では「決まり字より手前で認識する場合は約26%」起こっていたが、これは、全日本かるた協会所属の52名(A級8名を含むF級まで)の選手での実験であった。本研究の被験者は全員が未経験者であり、誤答をマイナスとして含めた確信度の平均では、決まり字前での判別は0ポイントに近かった。

先行研究¹⁾において、認識時間が「上級者ほど早いという傾向はみられない」とされ、かるた競技の級に「他の能力」が関係する可能性や、使用した音声は「選手の間で有名な読手であるので…級の上下に関係なく…早い段階で判別できてしまう」可能性が考察された。未経験者を被験者とした今回の研究では読み上げ音声への習熟の影響はない。

本研究では、高齢者で判別時間の伸長が見られた。習熟度の判別時間への影響を調べる際に、経験要因のプラスに加齢によるマイナス要因が加わる可能性があり、仮に上級者に高齢者が多い場合などは、加齢の影響も重要である。

5. まとめ

今回、未経験者の友札判別の時間推移と判別時間への年齢の影響を調べた。加齢により判別の時間が伸長することが示された。

今後、先行研究¹⁾のような競技経験者との比較をしたい。また、同じ被験者が経験を経るに伴って判別時間が変化するかどうか調べたい。

参考文献

- 1) 武田昌一, 長谷川優, 津久井勤, 桐生昭吾, 「小倉百人一首競技かるた選手の出札認識タイミングの聴取実験による検討」、電子情報通信学会論文誌 2016/7 Vol. J99-A No. 7

腕時計型脈波計を用いた心拍変動推定ソフトウェアの開発

○吉田豊¹, 舟橋修司², 卜部健作², 倉田 晃², 田中喜久人², 大橋隼人², 早野順一郎¹

1. 名古屋市立大学大学院 医学研究科, 2. 株式会社スズケン

Development of heart rate variability estimation software using a wristwatch-type pulse wave

Y.Yoshida¹, S.Funahashi², K.Urabe², A.Kurata², K.Tanaka², H.Ohashi², J.Hayano¹

1. Nagoya City University Graduate School of Medical Science

2. SUZUKEN CO., LTD.

1. はじめに

人類全体の高齢化が進む中で、健康政策のゴールは平均寿命の延伸から健康寿命の延伸に移りつつある。健康寿命を延伸するためには、健康診断による予防と治療を中心とする従来の医療だけでなく、日常生活の自己健康管理が必要である。これには身体機能や活動度の長期的変化を把握するセルフ・モニタリングが効果的である。

著者らは、知の拠点・あいち重点研究プロジェクト(2010年～2015年)において腕時計型脈波・活動量モニタリング装置を開発した。また、終夜睡眠中の脈波から心拍変動を分析して、睡眠時無呼吸の判定を行うアプリケーションソフトも開発した。ここでは、脈波から心拍変動を推定するアルゴリズムとその精度について述べる。

2. 実験方法

2.1 測定装置

測定は開発した3軸加速度センサー内蔵腕時計型脈波・活動量モニタリング装置を用いた(Fig1, SUZUKEN CO., LTD.)。外形寸法はW52×D46×H21 mm, 質量は46 g, 脈波はLED(ピーク発光波長570nm)とフォトディテクタで検出する。3軸加速度センサーにはピエゾ抵抗型を用いた(ダイナミックレンジ, ±3G)。サンプリング周波数は32Hz, リチウムイオン電池により脈波を約11時間連続記録できる。加速度は腕または腰で測定する。腰の場合は付属の加速度センサーコードを腰ベルトに装着する。

2.2 対象と実験 プロトコル

健康者16名(男性15名, 女性1名, 38歳±9歳)を対象に, 自宅で就寝前に脈波計とホルター心電計(Cardy 303 pico, SUZUKEN CO.,LTD)を装着し, 23時から翌日7時まで測定を行った。実験日はアルコールの摂取を禁止した。

3. 解析方法

3.1 心拍変動推定アルゴリズム

脈波の周波数変化から心拍変動を推定するアルゴリズムを説明する。

3.1.1 スプライン関数による脈波の補間

脈波のnotchにより, 脈波の周波数を正確に計算できない場合がある。そのため, 前処理としてスプライン関数を用いて脈波が正弦波になるように補間した。処理方法は, 1セグメント0.5secの計算窓を設定し, 各セグメントで最大値と25%tile値以下のデータを抽出して, これらのデータをスプライン関数でリサンプリング10Hzで補間した。

3.1.2 PFD(Pulse Frequency Demodulation)

脈波の中心周波数を F_r として, カットオフ周波数 $F_c=F_r/3$ のLow-pass filterに通して, F_r を推定した⁽¹⁾。

3.1.3 Bar filter

PFDで推定された脈拍間隔時系列の局所的に振幅の大きい波形をBar filterで直線補間した。

Bar filter の条件を下記に示す。

①Barの長さ: 0.3~2sec,

②Barの傾き: $-100 \leq a \leq 100$

③Barからの深さまたは高さが300ms以上の波形を対象とする。

これらの条件を満たしたとき, Barの両端の座標から直線 $y=ax+b$ を計算して直線補間した。



Fig.1 Wristwatch-type pulse wave.

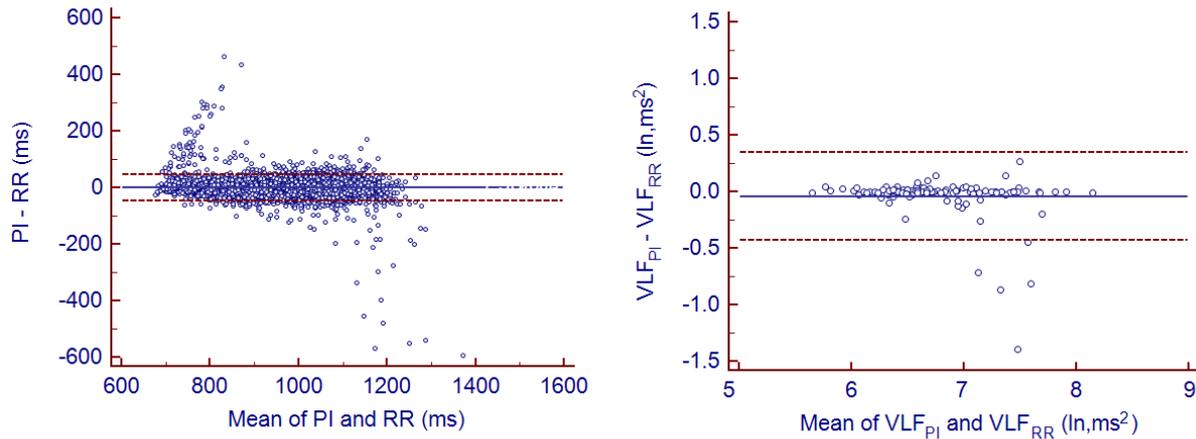


Fig.2 Bland-Altman Plot of estimated value and golden standard(mean \pm 2S.D.).

Table.1 Average of HRV parameters.

	RR	VLF	LF	HF	LF/HF
r	0.92 \pm 0.03	0.96 \pm 0.03	0.93 \pm 0.04	0.52 \pm 0.18	0.69 \pm 0.10
B.A.P	-0.05 \pm 3.43	-0.01 \pm 0.34	0.07 \pm 0.40	0.20 \pm 0.78	-0.10 \pm 0.60

B.A.P : mean \pm 2S.D.

3.2 心拍変動パラメータと統計解析

脈波から推定した脈拍間隔時系列PI(t)とホルター心電計から得られたR-R間隔時系列RR(t)からそれぞれ、1秒毎のPIとRRを求め、FFTを用いて計算窓3分間のPower spectral densityよりVLF, LFおよびHFを求めた (VLF: 0.0033~0.04Hz, LF: 0.04~0.15Hz, HF: 0.15~0.4Hz)。統計解析はMedCalc Ver.14を用いて、心拍変動パラメータの相関を求めた。また、RR(t)から得られた指標をgolden standard として、PIとRR, VLF_{PI}とVLF_{RR}, LF_{PI}とLF_{RR}, HF_{PI}とHF_{RR}, (LF/HF)_{PI}と(LF/HF)_{RR}のBland-Altman Plotをそれぞれ作成して心拍変動の推定精度を評価した。

4. 結果-考察

図2はRRとVLFのBland-Altman Plotの一例である。この例のRR, VLF, LF, HF, LF/HFの相関係数はそれぞれ, r=0.97, r=0.93, r=0.96, r=0.77, r=0.76となり、すべて有意な相関を得た (p<0.001)。Bland-Altman Plotについて、RRが短いときはPIを過大評価し、RRが長いときはPIを過小評価することがある。VLFとLFは差が0付近に分布し、HFとLF/HFはランダム誤差が大きくなった。

表1は全被験者の相関係数とBland-Altman Plotの平均値と標準偏差である。RR, VLF, LFは高精度で推定できるが、HF, LF/HFの推定精度は低い結果となった。しかし、睡眠時無呼吸の心拍変動はVLF領域のゆらぎが多く出現する。そのため、本研究が開発したアルゴリズムを用いて脈波から心拍変動を再現することにより睡眠時無呼吸判定を十分に行える。

5. まとめ

本研究が開発した腕時計脈波およびアプリケーションソフトは、HFパワーの評価には向いていないが、心拍数、VLFおよびLFパワーは高い精度で推定できることから、今後予想されている健康寿命の延伸を目的とした自己管理を基盤とする医療に貢献できる。

謝辞

本研究は2010年~2015年、知の拠点・あいちから助成を受けた。実験に協力いただいた被験者に感謝する。

参考文献

- 1) J.Hayano et al, "Assessment of pulse rate variability by the method of pulse frequency demodulation", BioMedical Engineering Online, 2005 Nov 1;4:62.

頭部動作のみで操作を行うHMDインターフェースに関する研究

○西原佳祐（愛知工業大学大学院）、松河剛司（愛知工業大学）

Study of Interface for HMD Using Only a Head Motion

Keisuke NISHIHARA (Aichi Institute of Technology),

Tsuyoshi MATSUKAWA (Aichi Institute of Technology)

1. はじめに

VR元年と呼ばれる平成28年は様々なメーカーより、VRの為のヘッドマウントディスプレイ（以下HMD）が発表された。それらのHMDはヘッドトラッキング機能を持っており、頭部回転の情報を扱うことにより、リアリティのあるVR表現を可能としたコンテンツが多く生まれている。しかしながら多くのVRコンテンツはヘッドトラッキング機能のみではなくコントローラーを併用して操作を行うものが多い。筆者らはこれまでにゲームパッドのみで行う操作とヘッドトラッキングとゲームパッドを併用して行う操作において、移動量の多い操作では併用時の操作の方が早いことを明らかにした⁽¹⁾。本研究では併用操作ではなくヘッドトラッキングのみでの操作を対象とし、実験用アプリケーションを自作して実験を行った。

2. 方法

2.1 実験被験者

実験の被験者は愛知工業大学の学生8名（平均21.5（±3.5）歳）である。全員が正常な視力あるいは眼鏡などで矯正後正常な視力であった。本実験で使用するHMD（OculusVR社製 Oculus Rift DK2）は眼鏡をかけたまま使用する事ができる為、眼鏡使用者は眼鏡をかけた状態で実験を行った。

2.2 実験タスク

本研究の実験では被験者は椅子に座り、ゲームパッドを手にした状態でHMDを装着し、HMDに表示されるVR空間内の10個のアイコン型のボタンのうち、ランダムに指示されたボタンを以下の2つの方法で操作を行う。

操作①（GamePad）：ゲームパッドの十字キー（上下左右）を使ってボタンを選択状態にし、ゲームパッドの決定ボタンで決定する。

操作②（HeadTrack）：HMDのヘッドトラッキング

機能を使ってボタンを選択状態にし、選択状態が1秒続くことで決定とした。

指示されたボタンに対して決定処理を行うと、次のボタンが指示されるので上記操作を繰り返して行う。

操作に慣れる為、練習として操作①と操作②を1分間ずつ交互に各4回、計8分間行った。練習後、休憩をとり、操作①を3分間行い、再度休憩をとった後に操作②を3分間行った。

2.3 表示画面

図1に示すような画面を被験者に提示して実験を行った。操作①ではゲームパッドの十字キーの上下左右で選択されているボタンが遷移する。操作②ではHMDの画面中心部分がボタンと重なると選択状態となる。操作①では、ゲームパッドのボタンを押すことで決定し、操作②では選択状態のまま1秒間注視し続けることで決定する。

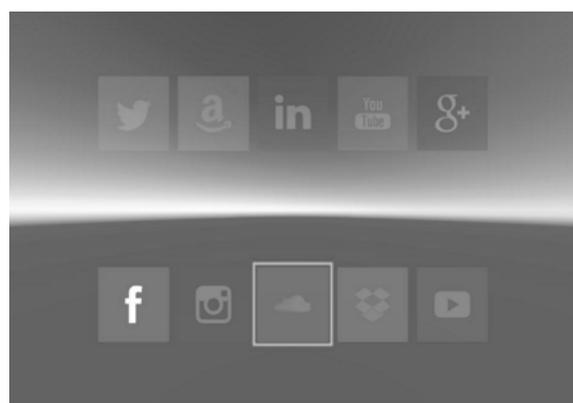


図1 HMDに表示するVR空間内のボタン

2.4 実験装置

HMD上にVR空間を表示し、その空間内にあるボタンを操作し、操作時間を計測するために以下の実験環境を構築した。HMD（OculusVR社製 Oculus

Rift DK2) およびゲームパッド (logicool社製 F710) をノート型パーソナルコンピュータ (マウスコンピューター社製, NextGear-Notei5702PA2, Windows8.1 64bit, IntelCorei7, RAM 32GB, NVIDIA GeforceGTX970M) に接続し、HMDに表示するVR空間画面の生成、ヘッドトラッキング、ゲームパッド操作の処理、操作時間の記録を行った。

3. 結果

図2にゲームパッドのみを選択操作に用いた操作① (GamePad) とヘッドトラッキング機能のみを操作に用いた操作② (HeadTrack) の3分間の指示ボタン決定回数の被験者8名の平均を求めたものを示す。ゲームパッド使用時は平均 217.87 回、ヘッドトラッキング機能使用時は平均 96.87 回となった。図3に操作①、操作②における各被験者の選択決定操作の平均時間を示す。ゲームパッドのみの操作に比べ、ヘッドトラッキング機能のみの操作の場合、どの被験者もヘッドトラッキング機能の方が選択に時間がかかっていることがわかる。1回あたりの平均時間は、ゲームパッドのみの場合、0.83 秒であり、ヘッドトラッキングのみの場合、1.87 秒となった。また、ヘッドトラッキングのみでの操作の場合、ゲームパッドでの操作に比べ被験者ごとの差が少ないことがわかる。また、各被験者の選択失敗回数も計測したが、どちらの実験においても失敗操作はほとんど見られなかったため大きな違いはなかった。

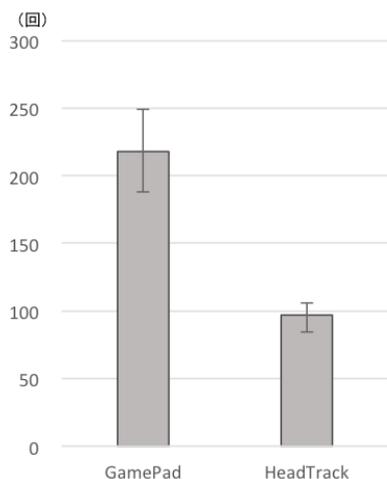


図2 指示ボタン決定操作の平均回数

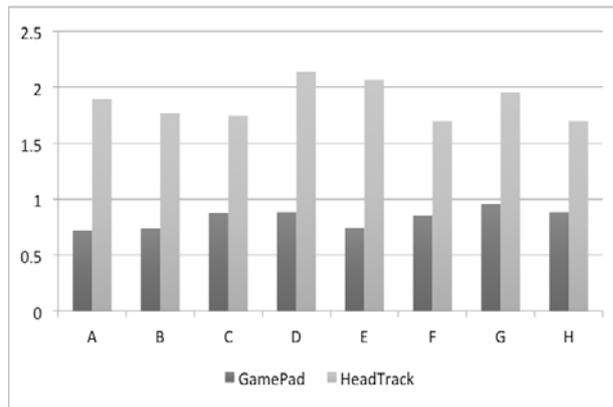


図3 各被験者の選択決定操作1回あたりの平均時間

4. 考察

決定操作の平均回数において、ゲームパッドでの操作の方がヘッドトラッキングより回数が少ないのは、ヘッドトラッキングでの操作で決定に必要な注視時間が大きく関係していると思われる。平均選択時間はゲームパッドよりも大幅に遅いが、これは注視時間の1秒も含めた選択時間であり、その1秒を引いた場合0.87秒となり、指示されたボタンまでの移動時間に大差がないと考えられる。

実験後のアンケートにより半数以上の被験者が選択注視時間について短くしても問題ない、あるいは、選択中のアクションがあるともっと良いと回答したため、注視時間をさらに短く、あるいは選択中のアクションを分かりやすくすることにより選択回数が増えるのではないかと考える。

5. まとめ

本研究ではHMDを装着した状態でVR空間内に10個のボタンを配置し、ランダムに指示されるボタンを選択する実験をゲームパッドのみでの操作と、ヘッドトラッキングのみでの操作の2実験によりその差を明らかとした。今後は、選択注視時間を短くすることによる違いも明らかにすることでよりゲームパッドに代替できるシステム開発を行う予定である。

6. 参考文献

1) 西原佳祐, 松河剛司: HMDにおけるヘッドトラッキング機能を用いたインターフェースの検討, 人間工学, vol. 52, Supplement, pp. 224-225, 2016

横画面表示にした携帯型タッチパネル端末の操作方法が ポインティング特性に及ぼす影響

○高田航, 前畑健太 (名古屋工業大学大学院・院生), 神田幸治 (名古屋工業大学大学院)

Effects of operational methods on pointing characteristics of mobile devices
equipped with touch screen in landscape mode

Wataru Takada, Kenta Maehata, and Koji Kanda (Nagoya Institute of Technology)

1. はじめに

近年, 情報技術の革新とともに情報端末の性能も向上し, スマートフォンなどの携帯端末は急速な普及を遂げた. タッチパネルを有効な入力インタフェースとして活用するためには, ユーザの操作特性に関する基礎的知見の獲得が必要である. 携帯型タッチパネル端末の操作特性を評価した研究は多数行われており, GUI設計に関する一定の知見は蓄積されている. しかし, 携帯型タッチパネル端末を横画面表示で操作する状況は一定数あるにもかかわらず, 横画面表示の操作方法をふまえた評価は成されていない.

また, タッチパネルは画面レイアウトをソフトウェアの書き換えのみで容易に変更でき, 画面インタフェースの設計自由度が非常に高い. しかし一方で, ウェブサイト閲覧や文字入力画面などではスイッチのサイズが小さく, タップミスが誘発されるという問題があり, 操作性向上に向けた課題であるといえる. 解決策の一つとして, 横画面で文字入力画面等を表示すると広範囲で操作が行うことができ, タップミス減少に繋がるのではないかと考えられる.

そこで, 本研究ではスマートフォンのGUI設計指針に対する基礎的知見の獲得を目指し, 操作する画面の向きと操作方法による影響を考慮しつつ, ボタンの位置と操作性の関係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, 日常的にスマートフォンを操作する大学生 10 名 (男性 9 名, 女性 1 名) を対象とした. 平均年齢は 21.3 ± 0.5 歳であった. 全員が右利き, かつ 1 年以上のスマートフォン使用歴があった.

2-2. 実験器具

携帯型タッチパネル端末は GALAXY NEXUS SC-04D (サムスン電子製) を使用した. 画素数

720×1280pixel, 幅 68×高さ 136×厚さ 8.8mm, 画面 4.7 インチ, 重量 135g であった. ピクセル密度は 312dpi であった. 事前の質問紙調査結果から, 最頻値である 4.7 インチの画面を選定した.

2-3. 刺激

図 1 に示す 5×9 の 45 カ所の内, 中心の注視点を除く 44 カ所に 42×42pixel の十字をターゲットとして表示させた.

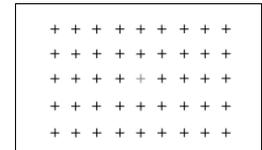


図 1 ターゲット表示位置
注視点はターゲットと同じ十字を用いた. 背景色は白でターゲットの色は黒であった.

2-4. 手続き

横向き片手操作, 横向き両手操作, 横向き卓上片手操作, 縦向き片手操作の 4 つの操作方法を実験因子とし, 各操作方法で以下の手続きを行った. 中心に表示された注視点をポインティングすると 1~5s のブランクの後に, 44 か所の中からランダムでターゲットが表示された. ターゲットをポインティングすると, 再び注視点が表示された. この操作を 44 個のターゲットすべてに対してポインティングするまで繰り返し行わせた. ターゲットが表示されてからタップを行うまでの時間を反応時間として記録した. 各操作方法で 1 試行ずつ行った. 操作方法の順番はカウンターバランスをとった.

3. 結果

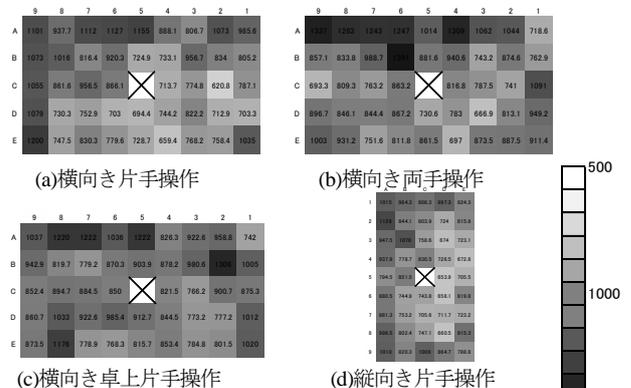


図2 各操作方法の平均反応時間分布(ms)

各操作方法別の平均反応時間の分布を図2に示す。平均反応時間について各操作方法別に行を要因とする一要因分散分析を行った(図3～図6)。結果は(a)横向き片手操作条件で主効果は有意であり ($F(4,45)=7.10, p<.01$) , (b)横向き両手操作条件でも主効果が有意であった($F(4,45)=5.18, p<.01$)。また, (c)横向き卓上片手操作条件の主効果は有意であり ($F(4,45)=3.86, p<.05$) , (d)縦向き片手操作条件にも有意な主効果が認められた ($F(9,81)=3.35, p<.01$)。

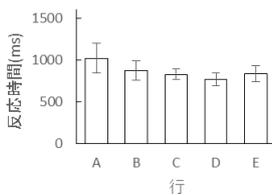


図3 (a)の行平均反応時間

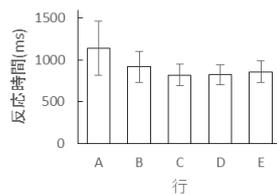


図4 (b)の行平均反応時間

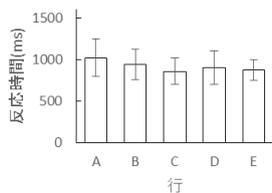


図5 (c)の行平均反応時間

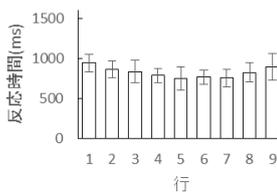


図6 (d)の行平均反応時間

次に、平均反応時間について各操作方法別に行を要因とする一要因分散分析を行った(図7～図10)。結果は、(a)横向き片手操作条件で主効果は有意であった($F(9,81)=4.58, p<.01$)が、(b)横向き両手操作条件では有意な主効果が認められなかった($F(9,81)=0.09, ns$)。また(c)横向き卓上片手操作条件で主効果は有意ではなかった($F(9,81)=1.67, ns$)が、(d)縦向き片手操作条件の主効果は有意であった($F(9,81)=8.74, p<.01$)。

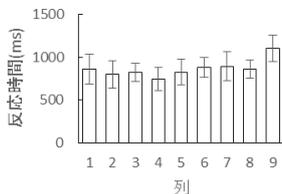


図7 (a)の列平均反応時間

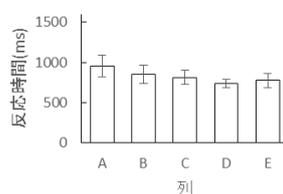


図8 (b)の列平均反応時間

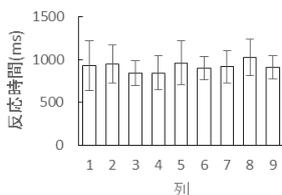


図9 (c)の列平均反応時間

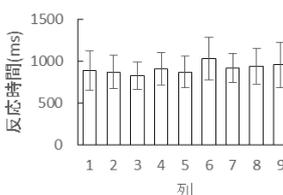


図10 (d)の列平均反応時間

4. 考察

Cardら¹⁾は指の初期位置からターゲットまでの距離が遠いほどポインティング時間は長くなるという報告をしており、西村ら²⁾は母指手根中手関節を起点として伸展、屈曲を伴わずに操作が行える領域では早くポインティングができると報告している。この2つの仮説は、全操作方法における列と行の平均反応時間で効果が得られた条件に当てはまっている。

一方で、結果から(b)横向き両手操作の列と(c)横向き卓上片手操作の列の平均反応時間の効果のみが認められなかった。これは、(b)横向き両手操作の場合は左右対称の操作を行い、両手の母指の初期位置から全ターゲットまでの距離が列方向に対してほぼ等しかったため効果が認められなかったのではないかと考えられる。また(c)横向き卓上片手操作の場合は、他の操作方法と違い地面に対して水平に指を動かすことができたため、効果が認められなかったのではないかと考えられる。

5. まとめ

本研究では、携帯型タッチパネル端末の操作性向上を目指し、操作方法がポインティング特性に及ぼす影響を評価することを目的として実験を行った。結果は、およそ先行研究の結果と一致した。また、縦画面表示ではあまり操作しない両手操作におけるポインティング特性が明らかとなり、新たな知見が得られたといえる。

今回は反応時間の評価しか行っておらず、GUI設計指針の構築までは至らなかった。今後はポインティング位置の座標を記録しタッチ感知領域を考慮して検討を行う必要がある。

参考文献

- 1) Card SK, English WK, et al: Evaluation of mouse, rate-controlled isometric joystick, step keys, and text keys for text selection on a CRT, *Ergonomics*, 21, 601-613, 1978.
- 2) 西村崇宏, 土井幸輝, 他: タッチパネルタブレット端末におけるディスプレイの表面特性が操作性に及ぼす影響, *日本感性工学会論文誌*, 12(3), 431-439, 2013.

キーボードのタイピングミス低減に関する研究 (第4報)

野口真 (新潟国際情報大学・学生) 上西園武良 (新潟国際情報大学)

Research on incorrect typing decrease of a keyboard (Part 4)
Makoto Noguchi & Takeyoshi Kaminishizono
(Niigata University of International and Information Studies)

1. はじめに

パソコンの入力作業の際、タイピングミスをすることがある。この不具合に対して、富樫¹⁾、藤井²⁾は、キーボードの改善によるミスの低減を提案している。ミスの分類は、録画した映像画面(タイピング中の被験者の「入力画面」と「指の動き画面」)を用いて行っている。しかし、分類に多大な時間がかかる(約1時間/人)という問題点がある。

この問題に対して佐護³⁾は、映像に代わり、ログ(キーをどの順番で入力したかの記録)による分類の可能性を提案し、実際に分類を行っている。その結果、高い分類精度(94%)を維持しながら、分類に要する時間を短縮している(約0.5時間/人)。さらに、分類不可であったいくつかのミスは、ログに加えて、「キーの入力から次入力までの時間間隔」を記録することで分類できるのではないかと提案している。

本研究は、上記の佐護の提案「ログとキー入力間の時間間隔を記録することでタイピングミスの分類ができるのではないか」を実験的に検証する。

2. 分離の可能性について

ログとキー入力間の時間間隔を記録することで、分類が可能になるミスのパターンは「巻き込み」(入力すべきキーの隣のキーも同時に入力してしまうミス)と「隣タイプ」(入力すべきキーの隣のキーの誤入力)である。「巻き込み」は、入力時間間隔が短く、「隣タイプ」は入力時間間隔が長いと考えられるので、ログとキー入力間の時間間隔を記録することで分離できる可能性がある。

分離が可能であるための条件は、まず、被験者ごとの「巻き込みの最大時間間隔」が「隣タイプの最小時間間隔」より短いことが必要であり、さらに被験者全体に対しても、この条件を満足している必要がある。

3. 分離の検証のための実験

3.1 方法

(1)実験目的

「ログとキー入力間の時間間隔」を記録することで、「巻き込み」と「隣タイプ」の分離が可能であるかを明確にする。

(2)実験環境及び装置

新潟国際情報大学の実験室において、文書入力画面と指の動き画面を同時録画し、実験を行った。これに加え、キーのログとキー入力間の時間間隔を記録した。録画映像はログと入力間の時間間隔の分類精度を算出する際に使用する。

(3)被験者

通常、ローマ字でキーボード入力を行っている新潟国際情報大学の学生19名(男性16名、女性3名、年齢20~22歳)である。

(4)実験手順

被験者に読取用文書をワードに入力してもらう。この入力作業中に画面(入力および指の動き)を録画し、ログとキー入力間の時間間隔を記録した。文書として、500文字の日本語ワープロ検定試験問題を使用した。

3.2 検出方法

(1)記録方法

フリーソフト(HiMacroEX)を使用して、ログとキー入力間の時間間隔を記録した。これにより、どのような順番で入力されているか、またキーの入力から何秒後に次のキーが入力されたかが記録される。

(2)解析方法

読取用文書をアルファベットに置き換えたものと、記録したログを比較し、読取用文書のアルファベットと入力されたアルファベットが一致しない箇所でもミスが発生したと判断した。その後、「入力された順番」と「誤打したキーの周辺配列」、さらにミスタイプされたキーとミスタイプになる前のキー入力間の時間間隔を調べ、表1のパターンで分類した。

3.3 実験結果

検出された巻き込みの時間間隔(t_1)は t_1 0.048s、隣タイプの時間間隔(t_2)は t_2 0.071sで

表1 タイピング上のミスの分類

名称	ミスの内容
隣タイプ	隣のキーを押してしまう
巻き込み	隣接するキーの同時押し
先打ち	文字を順番通りに打たない
すかし	文字の抜け
ダブルタップ	2回連続で同じキーを入力

あった。従って、0.049s～0.070sに両方が入らないギャップ範囲が存在し、今回の被験者(N=19)に対しては、分離が可能であった。

4. 考察

4.1 母集団での分離の精度

上記のギャップ範囲の中心が0.06sとなり、この0.06sを分離の境界値にすることで、母集団に対してどの程度のエラーで分離が可能かを検討した。

隣タイプの度数分布は、図1のグラフの様になり、正規分布を仮定した。この正規分布の0.06s以下の面積は4.9%となった。したがって、分離境界値0.06sを用いると、母集団では約5%エラーが起こることになるが、実用的には問題ないレベルである。

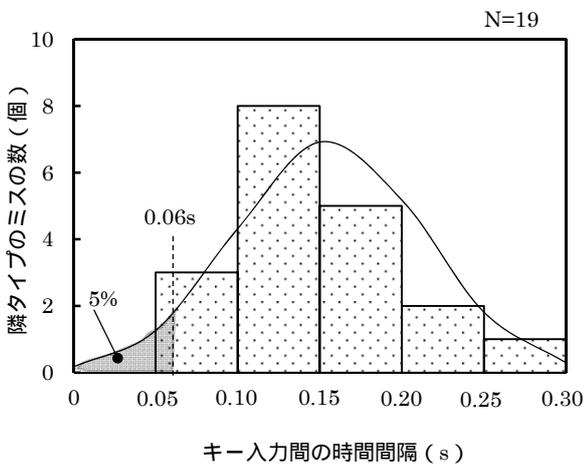


図1 隣タイプの最小時間間隔の分布

4.2 分類精度

検出されたタイピング上のミス(N=391)を0.06sを分離境界値として解析を行った結果、ログのみで分類できなかったミスは37個で分類精度は90.1%。ログとキー間の時間間隔で分類できなかったミスは14個で分類精度は96.2%となった(図2)。キー入力間の時間間隔を記録することで、

ログのみより分類精度が6.1%向上した。

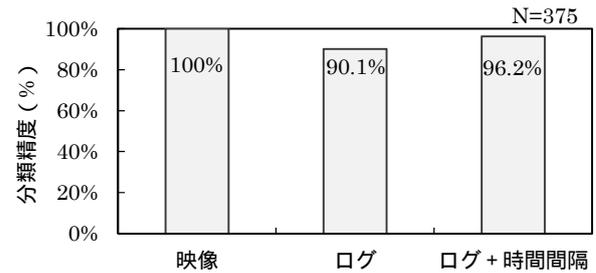


図2 分類精度の比較(タイピング上のミス)

5. 課題

分類を自動化すれば、短時間で解析を行うことができる。しかし、映像による分類では、100%の分類精度であるが、自動化が困難である。一方、ログとキー入力間の時間間隔による分類では、高い分類精度を維持しながら、自動化は容易である。

そこで、分類の高速化に向けて、ログとキー入力間の時間間隔を用いて記録、自動分類できる解析ソフトの開発が今後の課題である。

6. まとめ

実験を行った19名の被験者に関しては、キーの入力から次入力までの時間間隔で巻き込みと隣タイプを分離することができた。タイピング上のミスのみでの分類結果は、分類精度がログのみの解析と比べて6.1%高いという結果を得た。また、母集団に対しては、0.06sを分離の境界値とすることで、5%のエラーが発生するが、実用的には問題ないレベルでの分離が可能である。

参考文献

- 1) 富樫拓真、上西園武良: キーボードの誤タイピング低減に関する研究第1報、日本人間工学会関東支部2012年研究大会論文集、74～75、2012
- 2) 藤井勇次、上西園武良: キーボードの誤タイピング低減に関する研究第2報、日本人間工学会東海支部2013年研究大会論文集、72～73、2013
- 3) 佐護菜摘、上西園武良: キーボードの誤タイピング低減に関する研究第3報、日本人間工学会東海支部2015年研究大会論文集、50～51、2015

キーボードのタイピングミス低減に関する研究（第5報）

藤田郁弥（新潟国際情報大学・学生） 上西園武良（新潟国際情報大学）

Research on incorrect typing decrease of a keyboard (Part 5)

Fumiya Fujita & Takeyoshi Kaminishizono

(Niigata University of International and Information Studies)

1. はじめに

パソコンのキーボード入力作業をしていると、タイピングミスをすることがあり、入力作業に時間がかかってしまう。そこで、富樫¹⁾はタイピングミスを減らすため、実験によりタイピングミスのパターンを解析し、ミスが多いパターンやキーの箇所を映像から分析することを提案している。しかし、この研究においては、実験後のタイピングミス解析に1人分につき約1時間かかり、研究を効率的に進めることが難しいという問題点がある。佐護²⁾は映像での解析は時間効率が悪いと考え、キーのログ記録による解析を考案している。その結果、1人分のミスパターンの解析時間を約30分に短縮することに成功している。富樫¹⁾、佐護²⁾等の方法では1つ1つ手作業でタイピングミスを検出しているため、間違えて別のミスとして認識してしまう等のヒューマンエラーが発生する可能性がある。また、多人数のタイピングミスパターンを解析する必要があるため、本研究では、20人分解析を行う際に2時間以内に解析を終了することを想定し、被験者1人につき5分程度でタイピングミスのパターンを解析することが可能なプログラムを作成することを検討する。

2. 自動化を行うための方策

2.1 方法

まず、前処理として被験者に入力してもらう文章のローマ字化を行う。次に、キーボード入力の被験者実験を行う。そして、得られたキー入力と時間間隔のデータからミスパターンの分類を行うデータ処理を実行する。データ処理の段階では、実験で得られた「入力されたキー」とローマ字化した「正解のキー」を比較する。この段階で、両者が一致しない場合に「時間間隔」を用いてミスパターンの分類を行い、その後、ミスパターンのファイル記録を行う。これを最後の文字の比較が行われるまで続ける。

2.2 開発言語

本研究では開発言語としてVisual Basic（以下

VB）を使用した。

2.3 使用ソフト

被験者実験におけるデータ取得用として、「キーのログ」と「時間間隔」を記録可能なフリーソフト（HiMacroEx）を使用した。さらに、データの入出力用としてExcelを使用した。

3. 開発したアプリケーション

3.1 アプリケーション

VBで開発したアプリケーションは、以下の2つである。

- ・フリーソフト（HiMacroEx）から得られた「キーのログ」と「時間間隔」の2つのデータをExcelに自動入力できるアプリケーション
- ・Excelに入力した2つのデータと「正解のキー」からミスタイプを解析可能なアプリケーション

3.2 タイピングミスの判別方法

本研究では、キーボードの改良によるタイピングミスの低減を目指している。このため、ユーザーの思い違い等キーボード以外の要因によって発生するミスは分類から除外する。

従って、ミスパターンの分類は表1のタイピング上のミスの分類を用いてアプリケーションの作成を行うこととした。ミス毎の判定条件は表1の通りである。「隣タイプ」と「巻き込み」の境界値となる0.06秒は、野口³⁾の結果を採用した。また、表1の5つのミスパターンのどれにも該当しない場合は、「分類できず」と分類することとする。

3.3 開発上の問題点

開発にあたり、次の2つの問題が生じた。

(1) 対応済の問題点

「巻き込み」のミスパターンの中に2種類のミスが存在した。1種類目のミスは、例えば、「表面」をHYOUMENNと打つべきところをHYUOUMENNというように、本来の「Y」を押した後に隣り合ったキーである「U」を押してしまうミスである。2種類目のミスは、例えば、「表面」を間違えてHUYOUMENNというように、隣り合った「U」を押してしまった後に本来の「Y」

表1 タイピング上のミスの分類

名称	エラーの現象例	分類のための判定条件
隣タイプ	隣のキーを押してしまう	・隣り合っている ・時間間隔が0.06秒以上
巻き込み	隣接するキーの同時押し	・隣り合っている ・時間間隔が0.06秒以上
先打ち	文字を順番通りに打たない	入れ替わっている
すかし	文字の抜け	次のキーが打たれている
ダブルタップ	2回連続で同じキーを入力	同じキーが続いている

を押すミスである。この問題点を解決するにあたって、各々の場合で異なった分岐を作り、両者とも「巻き込み」のタイピングミスと分類するようにした。

(2) 今後対応する問題点

今回のプログラムでは、「隣タイプ」と「巻き込み」のミスに関しては、対象とするキーの左右のキーをミスタイプの判別対象とした。しかし、実際には左右だけでなく、上下のキーをミスタイプするケースが19件発生し、判別を行うことができなかった。この問題点に対する方策としては、対象キーの上下のキーに対して判別範囲を拡大することにより、判別可能となる。この対策を行うことによって、分類精度を野口³⁾等と同様の96.2%に向上できる。

3.4 結果

19人分の解析を行った結果、1人当たりの解析時間は10分程度であった。さらに、ミスの総数が375個であった。このうち、自動化のプログラムでの解析方法により分類できないミスが30個であった。従って、本研究で作成したアプリケーションでのミスの分類精度は92.0%となった。解析の時間に関しては、富樫¹⁾等の方法に比べて三分の一に短縮できた。

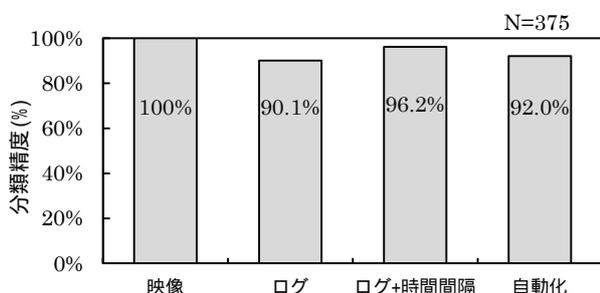


図1 分類精度の比較

5. 課題

課題としては、目標とした1人当たり約5分での解析が未達であった点である。解析時間が10分かかった内訳としては、データ変換に1分、データ処理に8分、データ保存に1分である。データ処理に8分かかった要因は、対象とするキーの上下でミスが発生した場合、判別できないため、マニュアル処理を行う必要であったためである。対策としては、前述のように、上下でのミスの判別を可能にすることである。これにより、データ処理の場面でのマニュアル処理を削除でき、1分程度でのデータ処理が可能となる。処理全体としては、1人当たり3分程度に短縮が可能となる。

6. まとめ

自動解析が可能なプログラムにより、1人当たりの解析を約10分に短縮することが可能となった。富樫¹⁾、佐護²⁾等の方法に比べ短い時間での解析が可能となった。分類できるタイピングミスは全体のミスの92.0%となった。

参考文献

- 1) 富樫拓真、上西園武良: キーボードの誤タイピング低減に関する研究第1報、日本人間工学会関東支部2012年研究大会論文集、74~75、2012
- 2) 佐護菜摘、上西園武良: キーボードの誤タイピング低減に関する研究第3報、日本人間工学会関東支部2015年研究大会論文集、50~51、2015
- 3) 野口真、上西園武良: キーボードの誤タイピング低減に関する研究第4報 (印刷中)

身体性を持つエージェントの自動車運転支援に対する主観的評価 －高齢ドライバ支援エージェントの開発－

○ 藤掛和広*, 田中貴紘*, 山口拓真*, 米川隆*, 山岸未沙子*, 稲上誠*, 木下史也*, 鈴木達也*, 青木宏文*, 金森等*
* 名古屋大学 未来社会創造機構

The subjective value to the embodiment-agent of driving support - Development of the agent to support an elderly driver -

FUJIKAKE Kazuhiro*, TANAKA Takahiro*, YAMAGUCHI Takuma*, YONEKAWA Takashi*, YAMAGISHI Misako*, INAGAMI Makoto*, KINOSHITA Fumiya*, SUZUKI Tatuya*, AOKI Hirofumi* and KANAMORI Hitoshi*
* Institute of Innovation for Future Society, Nagoya University

1. はじめに

道路交通場面に於いて、高齢ドライバが関わる事故の増加が指摘されている¹⁻²⁾。このことから、高齢ドライバの事故予防に関する研究³⁾や、安全教育プログラムの研究⁴⁾がなされている。更に、高齢ドライバへの対策として、エージェントによる運転支援の研究も行われている⁵⁾。

エージェントによる運転支援に関しては、近年、身体性のあるロボットの活用が検討されている⁵⁾。身体性のあるエージェントを利用することで、表現の多様化、受容性の向上、同乗者効果等が期待されている。しかしながら、身体性のあるエージェントに対して、利用者がどのような心象となるのかは明らかではない。例えば、身体性のあるエージェントを車載器として運転席付近に配置することについて、拒否感や嫌悪感を持たれる可能性も考えられる。

そこで本研究では、アンケート調査の自由記述の内容から、身体性のある運転支援エージェントに対する心象を検討する。

2. 方法

本研究では、エージェントを搭載したドライビングシミュレータ(以下、DS)を体験した男女に、エージェントの運転支援に関してアンケート調査を行うものである。アンケートは、エージェントに対する評価及び自由記述で構成されている。

DSについて

使用したDSは、名古屋大学未来社会創造機構が独自に開発したものである(写真1参照)。

シナリオについて

DSで使用した交通場面のシナリオは、仮想距離1 km程度の直進の市街地道路である。

直線の道路の途中には3カ所の交差点があり、ランダムに直交車両が出現する。また、途中、路肩(自車両の左側)に、歩行者・駐車車両がランダムに出現する。

DSを運転する時間は、約3分程度である。

エージェントについて

使用したエージェントは、小型ヒューマノイドロボットの「Sota(ヴイストーン株式会社製)」である(写真1参照)。

エージェントは、DSと連動しており、歩行者や駐車車両に近づくと「歩行者がいますね」等の発言をする。また、交差点付近では「一時停止線がありますね」と発言し、左右確認のジェスチャ(左右の首振り)をする。なお、ドライバが理想的な走行をした場合には、ドライバの運転を褒める機能も有している。

更に、エージェントには、運転場面を録画する機能もある為、走行後に危険場面の振り返りを行うことが出来る。

回答者について

自由記述の回答者は、男女42名(21~72歳:平均年齢 42.1±14.3歳)である。

写真1 実験風景



3. 結果

本稿では、アンケート調査の結果の内、自由記述の内容について報告する。

回答された自由記述の内容はセンテンス化した後に、カテゴリ分類した。その結果、センテンス化した記述内容は、「感想」「外観」「存在感」「注意喚起」「親しみ」「パートナー」「有効性」「改善提案」「DSの機能」「実車とのギャップ」の10項目に分類された。また、センテンス化した記述内容に対して、「ポジティブ」「ネガティブ」「ニュートラル」の評価も行った。

カテゴリ分類した記述内容の集計を表1に示した。記述内容の集計から、ネガティブな記述に比べて、ポジティブな記述の方が多く見られた。

更に、「感想」「外観」「存在感」「注意喚起」に関する記述内容の具体例を表2に示した。

4. 考察

記述内容の集計結果では、ポジティブな評価が多く、身体性のあるエージェントに対する心象が良好なことが明らかである。更に、「感想」「外観」の具体的内容から、運転支援技術への期待感やエージェントの可愛らしさを指摘する意見も見られる。このことから、身体性のあるエージェントに対する心象は非常に好意的であったと言える。また、「感想」「外観」「存在感」の記述内容から、身体性のあるエージェントに対する受容性の高さも見られている。

しかしながら、「存在感」での具体的な記述内容の中には、エージェントの身体性に対するネガ

表1 センテンス化した記述の集計（記述の数）

カテゴリ項目	ポジ ティブ	ネガ ティブ	ニュー トラル	合計
感想	5			5
外観	6	1		7
存在感	9	3	4	16
注意喚起	3	7	1	11
親しみ	3			3
パートナー	4			4
有効性	3			3
改善提案		3	4	7
DSの機能		2		2
実車とのギャップ		2	1	3
合計	33	18	10	61

表2 記述内容の具体例

カテゴリ 項目	記述内容 (ポジティブな内容は+, ネガティブな内容は-)	評価
感想	実用化したものを使ってみたい。(20代)	+
	ロボットが身近なものになって欲しい。(40代)	+
外見	外見は愛嬌があって良いと思う。(40代)	+
	外見は良いと思う。(60代)	+
存在感	ロボットに対する煩わしさはない。(20代)	+
	不快感などはない。(60代)	+
	ロボット自身が阻害要因になった。(50代)	-
	音声だけの方が良いと思う。(70代)	-
注意喚起	見落としがちな点を分かりやすく指摘されるので、分かりやすかった。(40代)	+
	ロボットに言われた方が、音声のみよりも、受け入れたいと思う。(40代)	+
	元々注意していた箇所で注意喚起されると、「まだ気づいていない危険があるのか?」と不安になる。(40代)	-
	ロボットからのアドバイスの内容について、「そうだ」と思える様な納得性がないと、利用したいとは思わない。(50代)	-
	分かっていることを言われると、邪魔だと感じる。(60代)	-

※ 記述内容にある「ロボット」とは、エージェントのことである。

ティブな意見も見られた。このことから、今後、身体性のないエージェント(2Dキャラクタや音声のみ)との比較も必要と考えられる。

更に、「注意喚起」の記述内容からは、今後、運転支援の内容に関する検討と共に、ドライバ個々への最適化についての検討も必要なことが示唆された。

5. まとめ

本研究では、アンケート調査の自由記述から、身体性のある運転支援エージェントに対する心象を検討した。その結果、身体性のあるエージェントに対する心象は良好で、受容性も高いことが明らかとなった。また、エージェントの運転支援に関して、幾つかの課題も示唆された。

参考文献

- 1) 総務省統計局, 平成28年8月人口推移, 2016.
- 2) 内閣府, 平成28年度版交通安全白書, 2016.
- 3) 自動車技術会編, 高齢者運転適性ハンドブック, 2005.
- 4) 向井希宏他, 高齢ドライバーに対する教育プログラムの開発, 国際交通安全学会誌, 32, 14-22, 2007.
- 5) 田中貴紘他, 高齢ドライバーの運転支援を行うドライバーエージェントの提案, HAI シンポジウム2015, 2015.

高齢ドライバーのブレーキ反応時間に関する分析

—高齢者講習の運転適性診断結果を活用して—

○小池英明（中京大学・学生）、樋口恵一（豊田都市交通研究所）向井希宏（中京大学）

An analysis about an elderly driver's reaction velocity of braking

-Utilize driving aptitude test result of a learning course for the elderly-

Hideaki Koike(Chukyo University), Keiichi Higuchi(Toyota Transportation Research Institute), and Marehiro Mukai(Chukyo University)

1. はじめに

急激な高齢化が進んでいるわが国では、高齢者の運転免許保持者数も急増しており、平成27年時点で免許保有者数の約5人に1人が高齢者である¹⁾。それに伴い、高齢ドライバーによる交通事故の割合が年々増加している。この高齢ドライバーに関連する交通事故や危険運転は、身体能力・認知能力の低下が起因となる操作ミス、判断ミスによるものが多い。

近年、自動車メーカーが開発を進めている自動ブレーキなどの運転支援システムは高齢ドライバーの交通事故や危険運転を防ぐ対策として有効に機能する可能性がある。一方、自身の運転状況を確認する機会としては、免許更新時に受講が義務付けられている高齢者講習がある。当該講習は、運転状況の確認を主目的としているため、講習結果を活用した調査・研究などは活発に行われていない。唯一、運転特性の追跡調査のため講習結果を活用している研究¹⁾では、ブレーキ反応が劣っている高齢者は運転行動評価が悪いことを明らかにしている。

本研究では、先行研究にて高齢ドライバーの運転行動評価と密接な関係が指摘されているブレーキ反応時間に着目し、高齢者講習の結果及び独自で実施したアンケート調査に基づいて、ブレーキ反応時間に影響を及ぼしている要因を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

(1) 調査方法

調査対象は、トヨタ中央自動車学校で高齢者講習を受講した235名(男性：154、女性：84名)とした。高齢者講習では、シミュレーターを使用して単純反応検査及び注意配分・複数作業検査を行う運転適性診断、動体視力・水平視

野・夜間視力の測定、自動車学校教官と教習所内を走行する運転行動診断が行われ、さらに、75歳以上の受講者は講習予備検査が実施される。これらの検査結果の活用の承諾が得られた受講者には、自動車の運転状況や今後の運転に対する意向、健康状況や日常の活動状況などに関するアンケート調査への回答を依頼した。

(2) 分析方法

ブレーキ反応時間は、運転適性診断の結果を用いる。当該時間は、「自動車走行時における子どもの飛び出し事象でのアクセルからブレーキへの踏みかえ時間」をシミュレーターで計測した数値である。なお、受講者に手渡される診断票には、同一年階層と比較した5段階(5：優れている、4：やや優れている、3：普通、2：やや注意、1：注意)の評価結果が付加されている。

本研究では、ブレーキ反応時間に関する同一年齢層での評価結果を活用し、評価値3～5を「普通以上群」、1～2を「悪い群」の2群に分けて、群間比較に基づいてブレーキ反応時間に影響している要因の抽出を行う。なお要因については、講習結果及びアンケート結果より、認知-判断-操作の要因になり得る因子を選択した(表1)。また、講習内容が追加される75歳以上と、70-74歳に分類のうえ分析を行った。

表1 要因一覧

認知能力	講習予備検査(総合得点) [※]	
身体能力	視力(動体視力、水平視野) [※]	1日15分以上の歩行有無
健康状態	糖尿病有無	入院経験
活動状況	趣味・娯楽の数 [※]	高齢者クラブへの加入状況

[※]定量データ

なお、定量データは平均値の差の検定(t検

定)、定性データは比率の検定 (χ^2 検定) に基づく群間比較から、影響要因を明らかにする。

3. 結果

表 2 に定量データの t 検定結果、表 3 に定性データの χ^2 検定結果を示す。

表 2 定量データの検定結果

	70歳-74歳		75歳-	
	普通以上	悪い	普通以上	悪い
講習予備検査平均得点	検査なし		82.4	78.2
n			33	87
P値			0.034*	
水平視野(平均値)	87.7	87.0	87.9	82.4
n	54	92	24	68
P値	0.33		0.006*	
動体視野(平均値)	0.6	0.5	0.5	0.4
n	54	92	24	68
P値	0.42		0.027*	
趣味娯楽数(平均値)	2.5	2.1	2.2	2.0
n	54	92	24	68
P値	0.02*		0.24	

表 3 定性データの検定結果 (回答数と P 値)

		70歳-74歳		75歳-	
		普通以上	悪い	普通以上	悪い
1日15分以上の歩行有無	あり(n)	38	78	23	59
	なし(n)	16	14	1	9
	P値	0.04*		0.22	
糖尿病有無	あり(n)	10	8	6	8
	なし(n)	84	44	18	60
	P値	0.08		0.12	
入院経験有無	あり(n)	27	40	16	37
	なし(n)	27	52	8	31
	P値	0.45		0.29	
高齢者クラブへの加入	あり(n)	14	25	8	36
	なし(n)	40	67	16	32
	P値	0.87		0.09	

(1) 認知能力とブレーキ反応時間

ブレーキ反応時間の 2 群において講習予備検査の平均得点に有意な差が確認された (表 2)。ブレーキ反応時間が同一年齢層と比較して普通 (同じ) か優れている高齢者は、ブレーキ反応時間が悪い (遅い) 高齢者と比べて講習予備検査の平均得点が高い。

(2) 身体能力とブレーキ反応時間

水平視野及び動体視力については、75 歳以上でブレーキ反応時間の 2 群において有意な差が確認された。いずれも、ブレーキ反応時間が普通以上の高齢者の視力が高い。(表 2)

一方、1 日 15 分以上の歩行の有無について

は、ブレーキ反応時間に明解な差が見られず、影響要因とはなり得ていない。(表 3)

(3) 健康状態とブレーキ反応時間

健康状態として、糖尿病の有無及び入院経験の有無を指標として χ^2 検定を行った。(表 3) その結果、両指標とも明解な差が確認されなかった。

(4) 活動状況とブレーキ反応時間

趣味娯楽の数については、70 歳-74 歳において有意な差が確認され、ブレーキ反応時間評価が普通以上の高齢者の方が、趣味娯楽数が多くなる傾向が確認された。(表 2)

一方、高齢者クラブ (老人会) への加入状況は、ブレーキ反応時間に影響していない。

4. まとめ

免許更新の際に受講が義務付けられている高齢者講習結果を活用して、高齢者のブレーキ反応時間に影響を与える要因の抽出を行った。75 歳以上は、認知能力 (講習予備検査の総合得点平均値)、水平視野、動体視力において有意差が認められ、いずれも結果が良い高齢者のブレーキ反応時間が普通以上になる傾向が確認された。一方、70 歳-74 歳では、趣味娯楽の数のみ有意差が確認でき、趣味娯楽が多い高齢者はブレーキ反応時間が普通以上であることが明らかになった。

一方、定性データを媒介にした分析 (糖尿病の有無、入院経験の有無、高齢者クラブへの加入) では、有意差が見られなかった。今回は、健康状態、活動状況を判別するマクロ的な指標を用いているため、今後は、病状や活動内容などミクロ的な変数を用いて分析を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 自動車安全運転センター; 高齢運転者に関する調査研究 (Ⅲ) 報告書, 平成 25 年度調査研究報告書, 平成 26 年 3 月

高速道路で発生する事象の情報体系化に関する検討

滝沢正仁（拓殖大学），○大島創（名古屋電機工業株），田子和利（名古屋電機工業株）

Systematization of Information Related to Events on Expressway

Masahito Takizawa (Takushoku University), Hajime Oshima (Nagoya Electric Works CO., LTD.),
and Kazutoshi Tago (Nagoya Electric Works CO., LTD.)

1. はじめに

我々は、高速道路に設置された道路情報板で使用され、様々な文化的背景のドライバーへ、事前学習なしに単独でメッセージを伝達できるグラフィックシンボルの体系化に取り組んでいる。

シンボルが指し示す「何か」を、記号論の分野では「レファレント (referent)」と呼ぶ¹⁾。

道路情報板のシンボルにはレファレントが存在しない。デザイナーは、シンボルと共に表示される交通事象を表す単語（以下、事象名）をレファレントとみなすか、「事象名」からドライバーの安全に寄与するレファレントを主観的に想定しなければならない。

そこで、本研究では、「適切なレファレント」を選定する方法を探るため、現状の道路情報板のシンボルのレファレントとみなされる「事象名」の性質を、ドライバー側の意識から明らかにすることを試みた。

2. 方法

300名（男性179人／女性121人）の普通免許保有者へwebアンケート調査を行い、事象名7つ（「霧」、「落下物」、「事故あり」、「火災」、「故障車」、「地震」、「低速作業車」）から類推するイメージを自由記述させた。

得られた回答のうち有効回答と判断した文章を事象名ごとにまとめ、形態素解析により品詞単位に分割した。次に、事象名ごとに、先行研究でシンボルの理解と相関があるとされている²⁾、有意味度 (meaningfulness)、熟知度 (familiarity) を確認した。最後に、事象名に対してドライバーが類推するイメージについて、語の出現頻度と共起性に着目してテキストマイニング³⁾を行い、語または概念の相互関係を整理した。

3. 結果と考察

有意味度は、日本語では、一定時間に連想した語数/被験者数×100によって算出される⁴⁾。しかし、本調査のような時間制限なしに得た回答であっても相対的に事象名の有意味度を比較することは可能であると考え、形態素解析の結果から、延べ語数/有効回答数、異なり語数/有効回答数と文数/有効回答数を算出した。有効回答数毎の延べ語数および文数は、いずれも「霧 (13.75語, 2.35文)」が最も高く、「低速作業車 (6.85語, 1.24文)」が最も低いという結果となった。

無効回答が、事象名が指す実際の交通事象との遭遇経験が少ないことを表しているものと仮定すると、不明などの回答率は事象名の熟知度の指標となることが示唆できる。そこで、無効回答数と「延べ語数」、「異なり語数」、「文数」（それぞれ有効回答数で割った値）の関係を見るために相関係数を算出したところ、総じて0.7以上と高い相関関係にあり、先行研究²⁾を裏付ける結果となった。以上から、レファレントの理解度の間接的な確認指標として、自由記述で得た語数と文数は、事象名の有意味度の指標、不明などの回答数は、事象名の熟知度の指標として扱えることを示唆できたと考える。

テキストマイニングによる分析では、まず、事象名ごとに、語の出現頻度と共起性 (Jaccard係数) の高い上位20語をまとめた。次に、事象名毎に共起ネットワーク図⁵⁾を作製し、共起線で結ばれた語同士の関係を原文との照合により精査し、ドライバーが事象名から典型的に連想する情報（以下、関連情報）を抽出した。さらに、関連情報は交通事象の発生原因、交通事象の発生状況（または交通事象に遭遇する状況）、交通事象によって引き起こされる結果、交通事象によってドライバーに求められる対応の4つに分類した。

この分析の動機は、事象との因果を示唆するような語、例えば、「故障車」で類推された「渋滞」のように、事象名相互や各事象名に共通して出現した語の関係強度がレファレントの理解に差を及ぼしているのではないかという仮説に至ったことにある。

分析の結果、事象との因果を示唆する語が多く抽出され、各語は事象の発生を中心として時系列に分類可能なこと、分類の区分は因果関係にあり、各語の共起は因果関係として繋がっていることを発見した。そこで、可視性を高めるために事象ごとに分類結果を有向グラフでまとめた。ここで得た大きな傾向は、以下の通りである。

- ・自然災害の発生原因を表す語は抽出されず、人的災害は他の事象の原因や結果となっている。
- ・「事故」、「渋滞」、「減速」、「車間距離」のように、結果、対応を示す関連情報には事象名によらず共通しているものが多い。

以上から、全7事象名の回答を一まとめた共起ネットワーク図を作製し、共通項の数を確認した。最後に本研究の成果として、全7事象の共通項について共起の強さを考慮して関連性の比較が行える体系図としてまとめた(図)。

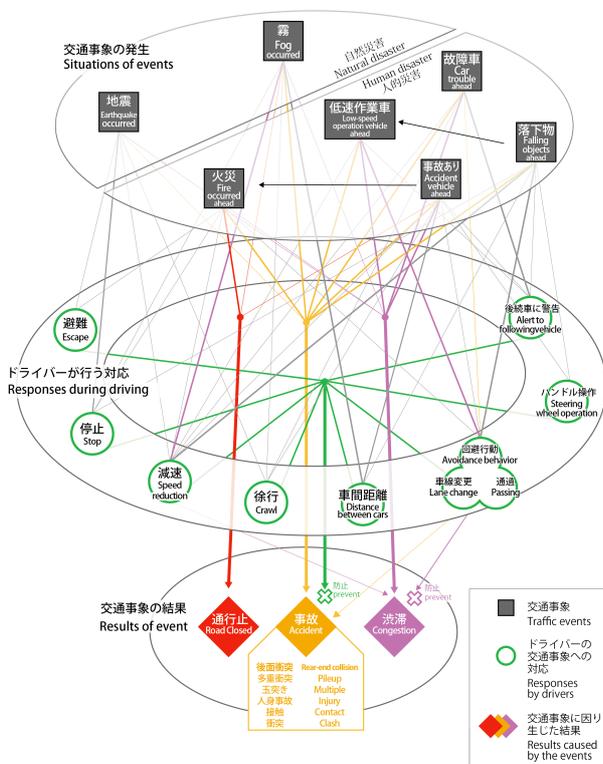


図 全7事象名と共通した関連情報の体系図

5. まとめ

分析結果から、相対的ではあるが、レファレントについて、理解度と相関が高いとされる熟知度と有意味度が検証可能なことを示した。

考察から、事象名に関連して類推される概念が、相互の因果関係という性質によって成り立っていることを示唆した。これを踏まえ、「事象名同士の関係や各事象名に関連してイメージされる情報は、連続的な因果という性質で繋がっているため、この構造を体系的に捉えることが重要である」と結論づける。さらに、この「複合的な情報」こそシンボルの適切なレファレントではないかと考える。この結論は、シンボルのデザインにおける図材選定や、表現の体系的な指針として役立つことが期待できると考えている。

より具体的にレファレントを設定するには、管理者側の認識や、実際に発生した交通事象の因果関係、現状のメッセージ内容やその提供頻度、さらに他国のドライバーの熟知度、有意味度、加えて、日本人との文化の違いなども整理し、本研究で得た結果と照合することが必要である。

以上を課題とし、多様な文化、多様な媒体への提供を目指した、体系的なシンボルのデザインに取り組んでいく。

参考文献

- 1) C. K. Ogden, I. A. Richards, 「The meaning of meaning, Reissue edition」, 39-44, 1989
- 2) S. J. P. McDougall, M. B. Curry, and O. Bruijn 「Measuring symbol and icon characteristics: Norms for concreteness, complexity, meaningfulness, familiarity, and semantic distance for 239 symbols」, Behavior Research Methods, Vol. 31, Issue 3, 487-519, 1999
- 3) 樋口耕一, 「テキスト型データの計量的分析—2つのアプローチの峻別と統合—」, 理論と方法, Vol. 19, No. 1, 101-115, 2004
- 4) 秋田清, 「日本語二字音節の無連想価と有意味」, 人文学/同志社大学人文学会 編, Vol. 74, 57-66, 1964
- 5) 吉見憲二他, 「共起ネットワーク分析を用いた訳あり市場の考察 - 「カニ」と 「ミカン」のユーザーレビューを題材として -」, GITS/GITI 紀要 2011-2012, 31-39, 2012

達成度手法における作業習熟の研究

—従来手法との比較検討—

○西田和磨（名城大学・学生），長崎伸哉（名城大学・学生），
福田康明（名城大学），山田裕昭（東海学園大学）

Study of work learning in achievement method
-Comparison with the conventional method -

Kazuma Nishida (Meijo University), Shinya Nagasaki (Meijo University),
Yasuaki Fukuta (Meijo University), and Hiroaki Yamada (Tokeigakuen University)

1. 緒言

近年の市場では，消費者ニーズの多様化や製品の短命化が著しく，国内製造業においては製造品目の多品種化や製造ライン立ち上げ期間の短縮化が要求されている．このような多品種少量生産における工数見積もりには，習熟効果の把握が必要となる．このことは生産システムを設計する上で多くの利用価値を含んでいると言える．

一般に習熟における従来の解析には，対数線形習熟モデルが適応されてきたが，この習熟評価における解析は習熟過程の作業時間の低減を表す習熟傾向を主体とした評価法であり，作業時間のばらつきについては検討されていない．

そこで，本研究では習熟における作業時間のばらつきを考慮した本研究室独自の手法である達成度手法を提示すると共に，その有効性を検討するため，身体労働作業と知的労働作業の2種類の実験作業を行い，達成度手法の有効性を検証した．

2. 習熟の評価法

2.1 累計平均線形習熟モデル

対数線形習熟モデルにおける累計平均線形モデルは式(1)で与えられる¹⁾．

$$T_A = T_1 N^{-\alpha} \quad \dots \dots (1)$$

式(1)において， T_A ：累計平均時間値， T_1 ：1回目観測時間， N ：作業の繰り返し回数， α ：習熟係数（両対数グラフの勾配）を示す．

式(1)の両辺の対数をとると，式(2)となる．

$$\log T_A = \log T_1 - \alpha \log N \quad \dots \dots (2)$$

ここで，両対数グラフ上では直線となり，習熟率 P はつぎのように求められる．

$$P = \frac{T_1 (2N)^{-\alpha}}{T_1 N^{-\alpha}} \times 100 (\%)$$

$$= \left(\frac{1}{2}\right)^{\alpha} \times 100 (\%) \quad \dots \dots (3)$$

2.2 達成度手法

達成度手法とは，ある作業を行う際その作業時間のばらつきを把握し，達成度 Q により作業の習熟状態を数値的に評価する手法であり，一般に式(4)であらわされる²⁾．

$$Q = 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1}{\delta_{\infty}}\right)} \quad \dots \dots (4)$$

ただし， δ_{∞} は標準変動を示す．

さらに達成度の評価理論をもとに，作業の習熟過程を表示する傾向式は式(5)であらわされる．

$$t = a N^b \ast (\delta_1 N^{b'}) \quad \dots \dots (5)$$

式(5)において， t ：作業時間， a ：初期作業時間， N ：作業の繰り返し回数， b ：傾向指数， δ_1 ：初期変動率， b' ：変動指数， \ast ： \times または \div を示す．

3. 実験作業

実験作業では身体労働作業としてリング挿し作業，知的労働作業としてカード分類作業を行った．この両作業をそれぞれ15サイクル連続して行い，その時間を測定した．

実験条件はつぎのとおりである．

- (1) 各実験作業は立位姿勢とし，その作業時間の測定を行った．
- (2) 被験者は本実験作業の未経験者で21歳から23歳の健常な男子学生を各10名とした．
- (3) 実験室内の環境条件は，温度25～28℃，湿度50～65%，照度500 lxと設定した．
- (4) 実験開始前に被験者全員に対して各実験作業の内容や注意事項，個人情報管理については紙面および口頭で説明し，被験者よ

り実験協力の同意を得た（インフォームド・コンセント）。

- (5) 本実験は名城大学の人を対象とする研究に関する倫理審査委員会の承認を得た。

4. 実験結果の解析

実験作業の例として身体労働作業による被験者の解析結果を図1, 図2に示す。図1には累計平均線形習熟モデル, 図2には達成度手法における傾向式の作図を示す。両図を比較すれば, 図1から対数線形習熟モデルは作業時間の減少のみを表している。しかし, 図2の達成度手法における傾向式は, 習熟過程における作業時間の減少傾向とばらつきの双方を把握でき, 多面的に評価できる。

また知的労働作業においても同様の解析を行った結果, 身体労働作業と良好な関係が認められた。

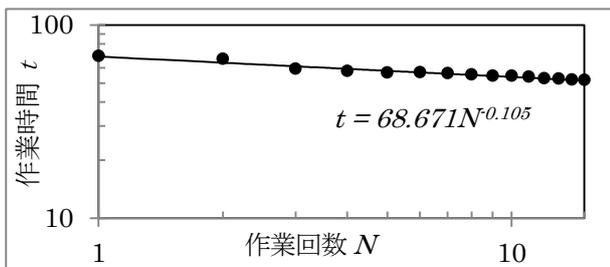


図.1 累計平均線形習熟モデルの解析

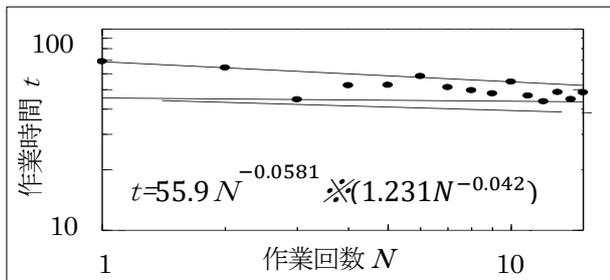


図.2 傾向式の解析

5. 傾向指数 b と変動率 δ との関係

図3は達成度手法における身体労働作業と知的労働作業それぞれの傾向指数 b と変動率 δ との関係を示した。図より, 両作業とも傾向指数 b の増加に伴って変動率 δ が減少する負の相関関係が見られる。そこで, 両者間の相関係数 r を求めて検定を行った結果, 有意水準1%での有意が認められた。これより, 作業時間のばらつきが習熟の増加と共に減少するような作業では, 達成度手法による解析がより有効となる。そこで, 傾向指数 b を独立変数, 変動率 δ を従属変数とした回帰方程式

を式(6), 式(7)に示す。

$$\text{身体労働作業 } \delta_1 = -0.742b + 1.051 \dots (6)$$

$$\text{知的労働作業 } \delta_2 = -0.732b + 0.993 \dots (7)$$

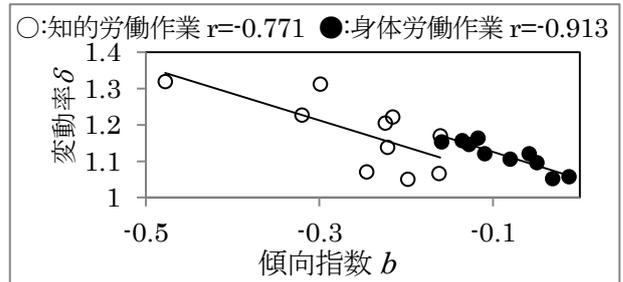


図.3 傾向指数 b と変動率 δ との関係

6. 習熟評価モデル図

図4は身体労働作業における習熟評価のモデルを示す。この図は, 傾向指数 b を把握することにより変動率 δ を把握することができ, さらに達成度 Q を推定することが可能となり, これにより習熟を容易に評価することができる。

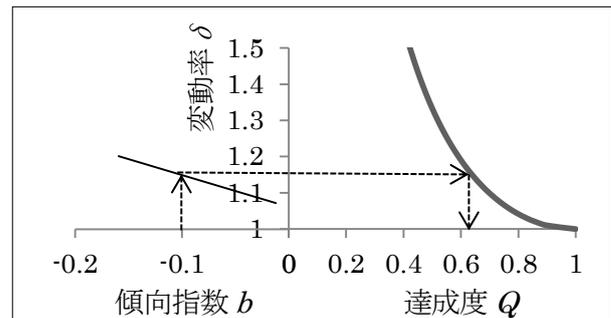


図.4 習熟評価法のモデル

7. 結言

- (1) 達成度手法による習熟解析は, 対数線形習熟モデルと比較し, 習熟過程における作業時間の減少のみならず, ばらつきと双方の減少も考慮することで習熟評価により有効である。
- (2) 変動率 δ と傾向指数 b の関係について両作業とも両者間には有意水準 1%で有意が認められた。
- (3) 作業の習熟を容易に把握することのできる評価指標モデルとその評価指標を提示した。

参考文献

- 1) 師岡孝次:「習熟性工学」, 建帛社, pp. 8-10, (1969)
- 2) 平田将太他:「連続的なセル生産作業の習熟評価に関する研究」, 人間工学, Vol.48, pp.55-61, (2012)

超急性期災害看護におけるレジリエンス
—東日本大震災を経験した産業医と企業立病院看護師の視点から—
 ○庄司直人、榎原 毅（名古屋市立大学大学院）
Resilience in Disaster Nursing during Hyperacute Phase
-Lessons from Occupational Physician and Nurse Experienced Great East Japan Earthquake-
Naoto Shoji and Takeshi Ebara (Nagoya City University Graduate School of Medical Sciences)

1. はじめに

近年、自然災害や人為的災害が増加している。各地で対策が練られ、東海地方では南海トラフ地震に対する備えを中心に進められている。中央防災会議（2012）による試算によれば、人的被害予測は死者数32万3千、負傷者数62万3千、要救助者数34万に上る。仮に南海トラフ地震が発生した場合には、医療機関は平時の入院患者や外来患者に加え、甚大な数の被災者の対応にも迫られる。また、日本では自然災害が多いが、近年では原子力事故を筆頭に化学テロなどCBRNE（化学・生物・放射性物質・核・爆発物：大規模災害となり得るもの）災害への対策も求められる（大保, 2013）。

そうした災害対策には以下の大きな2つの柱がある。1)マニュアルの整備を含めBCP（事業継続計画）の整備、2)災害対応専門職チームの強化。これらは着実に進められている。しかし、これらの対策だけですべてを解決できるわけではない。当然マニュアルなどで不確実性の高い災害時対応のすべてを網羅することはできない。加えて、災害時医療支援専門チームが各地から被災地内の医療機関に到着するまでには相応の時間を要する。そのため超急性期（発災より48時間以内）においてはその場に居合わせた人員で不確実性の高い混乱した状況に対処することになる。

こうした現実を鑑み一般の医療従事者の超急性期の不確実性を乗り切るレジリエンスを検討することは重要課題と言えよう。そして、本研究では看護師に着目する。なぜならば看護師は最大母数を持つ医療従事者である。さらに医師は状況次第で治療に専念し、現場のマネジメントは看護師にゆだねられる公算が高い。本研究では超急性期の災害看護におけるレジリエンスを検討する。

2. 方法

超急性期の災害看護におけるレジリエンス対応について、大企業工場内の産業医と近接する企

業立病院の看護師が当時取った対応についてインタビュー調査を実施した。そこで得た質的データをうい主題分析を行い、当時の状況・発生した脅威、グッドプラクティス、残された課題について整理した。発生した脅威はライフライン・通信インフラの断絶、医療資機材の破損、食料の不足などに起因する適切な医療・看護を脅かすものを指す。

対象者：大手企業産業医1名、同企業産業看護師1名（東日本大震災当時は同企業立病院勤務）。対象者は希少なCBRNE災害にも精通する産業医療従事者であるため、本調査への協力を依頼し快諾を得た

調査時期：平成28年9月

調査場所：対象者の勤務する工場内診療所の会議室

調査内容：東日本大震災の発災48時間以内におこった出来事、グッドプラクティス、残された課題を中心にインタビュー

3. 結果

主題分析から、当時の状況・発生した脅威、グッドプラクティス、残された課題を表1に整理した。発生した脅威は地震そのものに起因するもの（ケースNo. 1, 2, 3, 4）、地震被害により生まれた社会的要求に起因するもの（ケースNo. 5, 6）、医療者のスキルに起因するもの（ケースNo. 7, 8）3つに大別された。グッドプラクティスは7つ抽出された。医師の対象者が強調したことは、「医療資源を的確に把握し何をどこまでやるのか明示することが必要だった」ということである。看護師からは、「共通してリーダーシップを発揮できる人材の必要性」が強調された。両対象者とも「人は災害時に思いもよらない行動をとる」ことへの対処の必要性を唱えた。両対象者はスタッフなど周囲を巻き込みその場を乗り切るために必要なこととして上記を挙げた。

表1 東日本大震災の脅威、グッドプラクティス、課題

ケース No.	当時の状況・発生した脅威	グッドプラクティス	残された課題
1	思わぬ行動をとる人々の集団	「避難せよ！（命令）」の防災無線、ただ事ではないと気づくきっかけに	災害時の集団心理の理解
2	スタッフの思考行動停止	具体的な指示を含む、停滞する状況を打破するリーダーシップ	停滞した状況を打破するリーダーシップを育む方法
3	2度の震度6弱の地震	工場内各責任者が自主的に屋外避難し、指定場所へ迅速に参集	-
4	連絡手段が途絶し診療所を離れ巡回することができない/人的被害が予測できない不安	マニュアル通りの実践が不可能になり、BCPでも想定外のことが起こったものの、迅速な受け入れ態勢を整備	BCPのどこにも災害保健師がいない、必要な存在
5	工場内立入禁止の状況のなか、製品供給先、サプライチェーンから1500人が押し寄せ、24時間体制で稼働/産業医が常駐	全国の支社から産業医を招集、工場内で起こり得ることをすべて洗い出し、診療所で必要になる資機材は全くないことを確認。 近接する企業立病院が救急の場合に完全バックアップすることを確約し、土地勘のない産業医が安心。 医療資源を把握したうえで何をどこまでやればよいか明確にした。	医療資源の見極め、起こり得ることの予測から診療までの全体像をつくり上げる能力
6	5により安全確保が不十分なまま稼働し、工場長が不安に	上記5を受け、起こり得ることを全て説明し対策としてすべきことが限られることを説明。AED設置指示と具体的な指示が書かれたネームカードを作成し配布を指示	
7	医師が患者診療で手いっぱいの中で、トリアージできる人がいない	経験豊富な看護師がトリアージを一手に引き受け、医師から一任の承諾を取り付けた	人手の足りない現場でキーマンが必要 優秀なバイスタンダーの育成
8	患者/スタッフの無知	-	その状況において絶対にやってはいけないことの明示

4. 考察

本研究で得たグッドプラクティスは、災害当時の状況を乗り切るために必要なこととして挙げられており、看護師のレジリエンスに関連する資料として妥当であろう。対象者の勤務する工場では建屋は工場全体が立ち入り禁止になるほどの被害を受けたが、約12,000人の従業員に診療所で治療が必要になるような人的被害は出なかった。産業医や看護師など医療従事者の活躍もさることながら、一般従業員たちの平時の整理整頓やケースNo.2のように訓練をいかし適切に対処したことが大きく貢献しているようにもみえる。彼らの活躍が医療従事者のレジリエンスに貢献する可能性を示唆する結果とも言えるかもしれない。

また、No.7からは看護師のレジリエンスには医師との合意形成が大きく寄与すると考えられる。これは医師が意思決定者となることが多い医療の場で働く看護師特有のレジリエンス要因とな

る可能性がある。その他、本研究の結果からは医療資源の把握と明示、医学的知識、心理学的知識、リーダーシップなどが看護師のレジリエンス要因である可能性が示唆されたといえよう。

5. まとめ

本研究では考察の最後に述べた複数の要因が、超急性期の災害対応から得た看護師のレジリエンスに関連する可能性を示した。今後も同様の手法によるエビデンスを蓄積し、看護師のレジリエンスを検討する。

6. 参考文献

- 1) 中央防災会議、「内閣府南海トラフシナリオ一次報告」、中央防災会議、2012
- 2) 大保 勇他、「Nuclear (核) / Radiation (放射線) テロ・災害時における外傷患者対応と診療放射線技師の役割」、日本臨床救急医学会雑誌 vol.16、No.5、707-713、2013

指差呼称を定着させる行動モデルの予備的検討

○加藤大資（名古屋工業大学大学院・院生），神田幸治（名古屋工業大学大学院）

Preliminary examination for behavioral model to perform pointing and calling

Daisuke Kato (Nagoya Institute of Technology), and Koji Kanda (Nagoya Institute of Technology)

1. はじめに

ヒューマンエラー防止の有効な方法として指差呼称が知られている。指差呼称とは「作業の操作の対象を指差し、対象の状態や操作内容を発する確認方法¹⁾」であり、エラー防止効果があると考えられている²⁾。それゆえ管理者が様々な現場で指差呼称を導入する試みがあるが、実際には作業の現場で定着しない問題がある。

一方で、鉄道運転士研修中の車掌を対象にした質問紙調査より、指差呼称をしない理由が指差呼称をせずとも失敗しないとの認識だったことを踏まえ、パソコン上でソフトウェアを用いた指差呼称のエラー防止効果を体験させ、その効果を実感させる研究³⁾がある。

このように指差呼称を実施させる試みでは、現場の意見をより詳細に調べ、かつその意見を実験で検証することが必要である。

そこで本研究では、愛知県所在の瓦メーカ M 社の協力のもと、出荷作業時の指差呼称を定着させる行動モデルの予備的検討を目的に、質問紙調査で把握した現場の意見を実験で検証した。

実験計画作成の際は、質問紙調査の結果と、健康習慣に関する行動モデル KAP モデル⁴⁾（知識の普及が健康・栄養問題について好ましい態度を形成し、好ましい習慣につながるという考え）と、行動変容を促すために重要とされる自己モニタリング⁵⁾（自分の頭の働きと行動を自分で知って調整すること）を参考にした。

2. 質問紙調査

2.1 方法

質問紙 1 と質問紙 2 に回答させた。

2.1.1 調査回答者

質問紙 1 の回答者は M 社の社員 133 名（平均 39.6 歳）であった。質問紙 2 の回答者は、M 社の社員 25 名（平均 42.7 歳）であった。

2.1.2 調査項目

質問紙 1 では指差呼称には効果があると思うか（問 1）、指差呼称を実際に行っているか（問 2）、などの設問に対し、まったくそう思わない・あ

まりそうは思わない・どちらとも言えない・ややそう思う・完全にそう思う、の 5 段階で評価させ、指差呼称が実施されない原因と指差呼称の実施に必要なことに関する意見を記入させた。

質問紙 2 では先の質問紙で抽出された指差呼称が実施されない原因 12 項目と指差呼称の実施に必要なこと 10 項目に対し、同様に 5 段階で評価させ、「指差呼称が実施されない原因」の各項目に関して「指差呼称の実施に必要なこと」で挙げたどの解決方法が有効かを回答させた。

2.2 結果

質問紙 1 において、問 1 に対してややそう思う・完全にそう思う、のいずれかで回答した人を対象に、問 2 の回答に関して χ^2 検定を実施した結果、まったくそう思わない・あまりそう思わない、の回答が有意に多かった。

質問紙 2 に関して、指差呼称が実施されない原因 12 項目に関して χ^2 検定を実施した結果、「意識が低いことが原因である」に対して、ややそう思う・完全にそう思うと回答した人が有意に多かった。また、「意識が低いこと」を解決する方法は何か、指差呼称の実施に必要なこと 10 項目から選択させたところ、「重要性を認識すること」が有意に多く選択された。

3. 実験

3.1 方法

3.1.1 実験参加者

実験参加者は学生 8 名（平均 23.1 歳）であった。

3.1.2 課題

模擬出荷課題を実施した。実験参加者は荷揃えが発注書と同じか確認し、荷揃えの内容が正しければそのまま、間違いがあれば在庫の商品と入れ替えて出荷する課題（図 1、図 2）を 10 試行×4 セット実施した。2～4 セット目の初めに干渉を行い、各セット後に質問紙調査を実施した。4 セットの条件は全て異なり、内容は次の 4 つであった。統制条件では指差呼称を行わなかった。方法条件では指差呼称を用いて課題を実施した場面を撮影した動画を見せた。効果（知識）条件では厚労省ウェブ記載の指差呼称の効

果^⑥を読ませた。効果(体験)条件では指差呼称をしなかった1セット目、および指差呼称をした2セット目、3セット目の正答数を呈示した。

3.1.3 刺激

模擬出荷課題では瓦の出荷を想定し、本平瓦、飛鳥野瓦、段付飛鳥野瓦、素丸瓦、和形の五種類の瓦を用いた。瓦はM社ウェブ記載の写真を印刷して使用した。1枚当たりの瓦の大きさは縦4.5cm横4.5cm程度とした。

3.1.4 実験計画

行動変容条件4水準(統制, 方法, 効果(知識), 効果(体験))の一要因参加者内計画を実施した。

3.1.5 手続き

初めに教示をし、練習施行の後、1セット目を実施した。次に指差呼称の動画を見せ、練習施行の後、2セット目を実施し、質問紙に回答させた。指差呼称の効果に関する記述を黙読させ、3セット目を行い、質問紙に回答させた。15分の休憩を入れ、その際に1, 2, 3セットの採点と成績の提示をして、4セット目を行い、質問紙に回答させた。

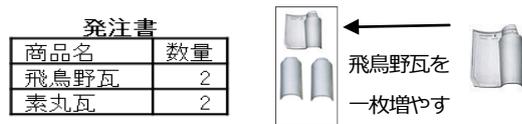


図1 模擬出荷課題 1試行の例



図2 模擬出荷課題 1セットの例

3.2 結果

指差と呼称の実施数に関して、1要因参加者内分散分析を実施した結果、いずれも方法条件より、効果(知識)条件・効果(体験)条件で、有意に多く実施された(図3)。また、質問紙の回答に関しても同様に検定を行った結果、指差呼称に対する意識は、方法を知ることに加えて、知識・体験を経ることで、有意に向上した(図4)。

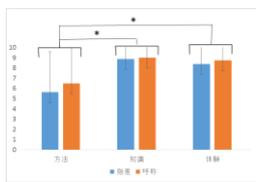


図3 指差呼称実施数

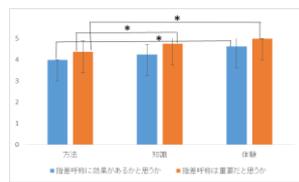


図4 指差呼称に対する意識

4. 考察

質問紙調査の結果から、指差呼称には効果があると意識されているが、実施はされていないことがわかった。2回目の質問紙調査の結果から、「重要性を認識する事で意識が高まり、指差呼称が実施される」という仮説が考えられる。この結果は、指差呼称に効果があると思っていることと一見矛盾するが、知識や体験などにより多くの情報を持てば、従来よりもさらに効果を明確に認識し、それに伴い指差呼称の実施頻度が増加するのではないかと推測される。実験時の質問紙において、指差呼称に対する意識は方法を知るのみでも高い水準にあったが、知識や体験を得ることでさらに意識は高まり、指差呼称実施数も同様に増加していることから、ある一定以上の理解が指差呼称を促す可能性がある。

また、出荷作業のミス(誤出荷)は発覚まで時間を要し、体験を得ることが困難な可能性があり、普段の作業では自己モニタリングが難しいため、既存研究にあるエラー防止効果を体験させるソフトウェアは、この意味でも有効だと考えられる。

行動モデルに関しては、KAPモデルのように、知識の獲得が、指差呼称の実施を促したことから、健康習慣におけるモデルが指差呼称のような作業現場の習慣に応用できる可能性が示唆された。

5. まとめ

本研究では出荷作業時の指差呼称を定着させる行動モデルについて、質問紙調査で得た現場の意見と健康習慣に関する行動モデルから仮説を立て、実験で検証した。その結果、指差呼称の方法を知るだけよりも、その効果を知識や体験を経て認識する方が有意に多く指差呼称が実施されたことから、仮説が成り立つ可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 財団法人鉄道総合技術研究所：鉄道技術用語辞典 第2版 丸善、東京、2006。
- 2) 芳賀繁：指差しが眼球運動に及ぼす効果—指差呼称による、エラー防止効果のメカニズムの検証—, 人間工学, 43, 140-141, 2007。
- 3) 増田貴之, 佐藤文紀：指差喚呼によるヒューマンエラー防止効果を体感する, RRR, 71, 4, 8-11, 2014。
- 4) 吉田亨：健康教育と栄養教育(4)健康教育の評価とヘルスプロモーション, 臨床栄養 85(7), 853-859, 1994。
- 5) 植木理恵：自己モニタリング方略の定着にはどのような指導が必要か学習観と方略知識に着目して, 教育心理学研究 52, 3, 277-286, 2004。
- 6) 厚生労働省：職場安全サイト 安全衛生キーワード 指差呼称, Retrieved September 24 2016, available from http://anzeninfo.mhlw.go.jp/yougo/yougo72_1.html.

自己抜去行動の早期発見に向けた人間工学的研究

○張 聖実 (三重県立看護大学・学生)

長谷川智之、斎藤 真 (三重県立看護大学)

Ergonomic study for the early detection of self-removal of drip infusion

Satomi Cho, Tomoyuki Hasegawa and Shin Saito

(Mie Prefectural College of Nursing)

1. はじめに

自己抜去とは、患者本人が故意に点滴刺入部やその周囲を触るなどして、針が完全に抜けたこと、あるいは完全に抜け落ちなくても点滴注入が困難となることである。

認知症や不穏、せん妄などによって起こることが多いため、老人や術後の患者にみられる¹⁾²⁾。自己抜去は、患者の生命に関わることもあるため、多くの医療施設では重大な問題である。

自己抜去を予防するため、さまざまな予防具が用いられているが、ほとんどが部分的、全身的な拘束を強いる用具である。人権擁護の観点や、拘束による活動量減少などから、身体機能の低下へとつながることが多いため、拘束しない方法を取るべきである³⁾。

我々は、自己抜去行動を早期に発見する工学的な支援用具が有効であると考えた。そこで本研究は、自己抜去予防具作成の基礎段階として、点滴刺入部固定用キットを覆う保護具を試作した。

2. 方法

(1) 試作した保護具について

本研究では、点滴刺入部を保護する用具として、布とプラスチック樹脂を用いた点滴刺入部保護具および点滴刺入部保護具が剥離されないようにするためのカバー (A、B) を2種類試作した。今回は試作した2種類のカバーと、コントロールとして伸縮包帯を巻いただけの合計3種類で比較を行った。なお、3種類とも市販の点滴刺入部固定用キットを用いてテープ固定を行った。なお実験時、各被験者に穿刺は行っていない。

①コントロール (通常の方法)

コントロールは点滴刺入部固定用キットで固定し、その上から点滴刺入部保護具を粘着性伸縮ガーゼ包帯で固定、さらに伸縮包帯を巻いて固定を行った。

②カバーA

カバーAは、通常の方法であるコントロールの上に、考案したカバーAで固定を行う方法である。カバーAは、幅約75mmの包帯状の布で先端に3本の紐がついている。カバーAを腕に一周巻き、この紐で結ぶことで固定する。

③カバーB

カバーBは、カバーAと同様コントロールの上に考案したカバーBで固定を行う方法である。カバーBは、幅約75mmの包帯状の布で腕に二周巻くところがカバーAと異なる点である。カバーBの固定方法もカバーAと同様3本の紐を結ぶ方法である。

(2) 被験者

被験者は、実験への同意が得られた某大学の21～24歳 (平均年齢22.0歳) の男女大学生12名とした。

(3) 実験手順

被験者には実験の説明をし、同意を求めた。次に各被験者には各固定方法を見ないように指示をし、準備が終わるまで閉眼させた。実験は順序効果を排除するため、3条件をランダムに行うように計画した。被験者は、実験者の開始の合図で保護具を取り外すこととした。開始の合図から、保護具を取り外すまでの被験者の行動を被験者の真上からビデオカメラにて撮影し、実験終了後に時間を計測した。時間は開始の合図から点滴刺入部固定用キットが全面的に見えた段階までを

計測した。

(4) 分析方法

全ての被験者について各方法の時間を計測し、対応のある分散分析を施した。分散分析で有意差が出た場合、Bonferroniの多重比較を施した。

3. 結果

図1は3種類の保護具の取り外しにかかった時間である。所要時間の平均値および標準偏差は、カバーなし18.1±11.8秒、カバーA73.9±27.5秒、カバーB89.1±43.2秒であった。また、所要時間の平均値の差はカバーなしとカバーAは55.8秒、カバーなしとカバーBは71.0秒であった。分散分析の結果、票1に示すように、保護具間において1%水準で有意差が認められた。Bonferroniの多重比較の結果、カバーなしとカバーA、カバーなしとカバーBの取り外しにかかる時間には1%水準で有意差が認められた。

表1 分散分析表

要因	平方和	自由度	平均平方	F値	有意確率
固定方法	33529.03	2	16764.51	25.204	0.000
誤差	14633.96	22	665.145		
全体	48162.99	24			

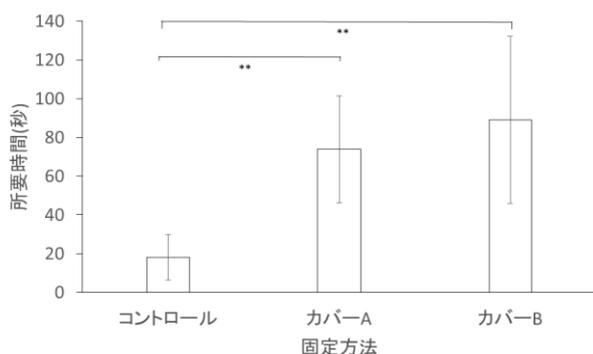


図1 保護具取り外しにかかる時間の平均および標準偏差(n=12)**:p<0.01

4. 考察

今回考案した点滴刺入部の保護具を用いることは、明らかに自己抜去に至るまでに時間を要する。時間的な余裕は、自己抜去行動が開始されて

から約1分～1分20秒程度とすると、看護師がベッドサイドにかけつけるのに十分な時間である。

この場合、保護具に自己抜去行動を検知するための電気的なセンサをつけることでナースステーションあるいは看護師に直接信号を送ることが可能となる。したがってカバーAまたはBにセンサを埋め込むことが有効な手段であるといえよう。

しかし、点滴刺入部からでなく、ルートを直接引っ張ることで自己抜去をされた場合、今回考案した保護具のみでは、固定が十分でないことが想定される。したがって、腕全体を保護する形状も取り入れるなど、他の自己抜去用具との併用も視野に入れる必要がある。

5. まとめ

自己抜去行動の予防は、点滴刺入部を保護する形状の保護具とそれにセンサを埋め込むことで、有効な物になるものと推察された。今後、保護具の改良と適切なセンサの組み合わせを進めていく予定である。

参考文献

- 1) 田中志子他、「認知症患者の状態に関する調査 平成26年7月15日における入院患者の状態についての考察」、日本慢性期医療協会誌 Vol. 22、No. 5、22-29、2014
- 2) 勝部早織他、「精神科病棟における身体抑制患者のルート類自己抜去の要因に関する研究 インシデント分析より」、日本精神科看護学術集 Vol. 56、No.3、68-72、2013
- 3) 宍戸由美他、「人間としての尊厳を改めて考える 身体拘束廃止対策委員会活動を通して」、日本慢性期医療協会誌 Vol. 23、No.6、66-69、2016

変電所におけるアース線取扱い作業の負担評価及びその改善

○角田拓朗(三重大学大学院・院生), 近藤伸哉(三重大学), 池浦良淳(三重大学大学院), 杉本敏文(中部電力株式会社), 三宅勝幸(中部電力株式会社), 早川聡一郎(三重大学大学院)

Work load evaluation and its improvement for handling of earthed lines in an electrical power substation

Takuro Tsunoda, Shinya Kondo, Ryojun Ikeura (Mie University), Toshifumi Sugimoto, Katsuyuki Miyake (CHUBU Electric Power Co., Inc.) and Soichiro Hayakawa (Mie University)

1. 緒言

変電所作業には、筋力を要する作業や狭い場所で同じ姿勢を維持しながら行う作業があり、高齢化が進むと健康被害につながるものが懸念されている。本研究では変電所における作業のうち、負担の大きいアース線取扱い作業を取り上げ、肉体的負担を評価するとともに、それを軽減するための改善策を検討する。

まず、腰への負担として、脊柱起立筋力及び椎間板圧迫力について、現状の作業を評価する。次に、改善策を検討し、それによりどの程度負担が軽減できるかを評価する。

2. アース線取扱い作業と負担評価

アース線取扱い作業では、図1に示すように、長さ6m、重さ4.8kgの絶縁棒の先端に、長さ8m、重さ3.9kgのアース線の端を引っ掛け、所定の位置にアース線の先端を接続する。図に示すように、棒の下方を把持し、上方へ突き上げるとともに、腰をそらしている。従って、腰には大きな負担がかかることが予想される。

アース線取扱い作業の重力がかかる様子を図



図1 アース線取扱い作業 (例:154kV 機器)

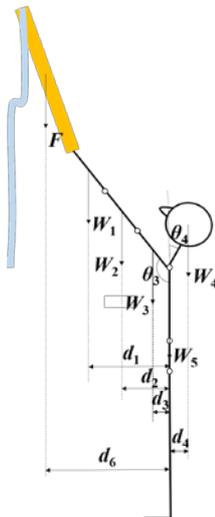


図2 力の作用図

2に示す。負担を評価するモデルは身長170cm、体重65kgの30歳男性を想定する。本研究では、腰部に作用するモーメントを計算し、それにより、脊柱起立筋による力と椎間板圧迫力を計算して、腰部負担を評価することを行った。腰部に作用するモーメント M の算出は、以下の式¹⁾を用いた。

$$M = W_1 d_1 + W_2 d_2 + W_3 d_3 + W_4 d_4 + W_5 d_5 + F d_6 \quad (1)$$

ここで、 $W_1, W_2, W_3, W_4, W_5, F$ はそれぞれ手、前腕、上腕、頭および首、腰部から上の体幹、絶縁棒とアース線を合わせた質量による重力を表す。ここでは、 $W_1=7.6$ [N], $W_2=21.7$ [N], $W_3=35.7$ [N], $W_4=53.5$ [N], $W_5=233.1$ [N], $F=85.3$ [N]とした。また、 $d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6$ はそれぞれ手の重心から腰部までの水平距離(0.32[m]), 前腕の重心から腰部までの水平距離(0.20[m]), 上腕の重心から腰部までの水平距離(0.07[m]), 頭と首の重心から腰部までの水平距離(-0.11[m]), 腰部から上の体幹の重心から腰部までの水平距離(0[m]), 絶縁棒及びアース線の重心から腰部までの垂直距離(2.32[m])を表す。

腰部に作用するモーメント M を計算した結果、201.1[N・m]となった。E.R.Tichauerらの研究によれば、表1²⁾より腰部の負担度は非常に重いことがわかる。次に、腰部モーメント M より脊柱起立筋による力 F_m と椎間板圧迫力 F_c を以下の式³⁾を用いて計算した。

$$F_a = 0.0001 \times \{42.61 - 0.356 \times (180^\circ - R_h)\} \times M^{1.8} \times 13.6 \times g \times 0.0465 \quad (2)$$

$$D = 0.067 + 0.082 \times \sin(180^\circ - R_h) \quad (3)$$

表1 腰部負担の評価基準

腰部に作用するモーメント [N・m]	腰部の負担度	備考
0° 39.2	軽い	訓練の有無、性別にかかわらず許容できる。
39.2° 84.3	やや重い	ある程度の訓練を必要とする。
84.3° 135.2	重い	作業員の選択、訓練および休息の配慮を必要とする。
135.2°	非常に重い	一般に一日の持続的作業は不可能。作業員の採用と訓練に多大の配慮を必要とする。

$$F_m = (M - F_a \times D) / E \quad (4)$$

$$F_c = F_m - F_a + W_u \times g \times \cos(R_a) + W_L \times g \times \cos(R_a) \quad (5)$$

ここで、 F_a は腹圧、 R_a は大腿部/上体傾斜角、 D は腹圧まわりの回転モーメントアーム長、 E は脊柱起立筋のモーメント長、 W_u は上半身質量、 W_L は負荷質量、 R_a は腰部(L5/S1関節面)の傾斜角度、 g は重力加速度を表す。計算の結果、脊柱起立筋力 F_m は3,040[N]、椎間板圧迫力 F_c は3,048[N]となった。椎間板圧迫力は3,400[N]を超えると椎間板が破損し、腰痛を発症するとされており、計算された値はそれに迫るものであり、改善が必要である。

3. 絶縁棒改良案とその負担評価

本報告では、絶縁棒の下端を延長して地面に接しさせ、絶縁棒やアース線の重力を地面に逃がすことで、作業者の負担を減らす方法を検討する。改良案のイメージ図を図3に示す。ここで、絶縁棒と地面のなす角 θ を 60° とした。

図3における腰部に作用するモーメントの算出方法を以下に示す。

$$M = W_1 d_1 + W_2 d_2 + W_3 d_3 + W_4 d_4 + W_5 d_5 + F d_6 \quad (6)$$

ここで、 d_6 は手に作用する負荷から腰部までの垂直距離(0.77[m])を表し、手に作用する負荷 F は以下のように求める。

$$F = W_6 l \cos 60^\circ + W_7 L \cos 60^\circ / d_7 \sin 60^\circ \quad (7)$$

なお、 W_6 、 W_7 はそれぞれ絶縁棒の質量による重力、アース線の質量による重力を表す。ここでは、 $W_6=62.9$ [N]、 $W_7=38.2$ [N]とした。また、 L 、 l 、 d_7 はそれぞれ絶縁棒の下端からアース線取付け位置

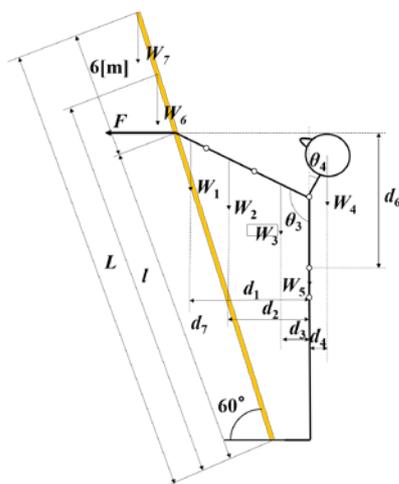


図3 絶縁棒改良イメージ図

表2 絶縁棒改良前後の腰部負担比較結果

	改良前	改良後
腰部に作用するモーメント [N・m]	201.1	110.1
脊柱起立筋 [N]	3040	1753
椎間板圧迫力 [N]	3048	1907

までの距離(8.02[m])、絶縁棒の下端から絶縁棒重心までの距離(3.54[m])、絶縁棒の下端から作業者の把持位置までの距離 (2.02[m])を表す。

腰部に作用するモーメント、脊柱起立筋による力、椎間板圧迫力の絶縁棒改良前後の比較結果を表2に示す。腰部に作用するモーメント、脊柱起立筋による力、椎間板圧迫力は絶縁棒改良前と比べて、絶縁棒改良後は値が大きく改善されていることがわかる。ただし、改良後の腰部に作用するモーメントは表1から「重い」となっているため、作業員の選択、訓練および休息の配慮を必要とする。

4. 結言

変電所で行うアース線取扱い作業について、腰部の負担を評価し、作業に使用する絶縁棒の改良案を示し、その負担を評価した。その結果、改良前に比べ、改良後は腰部に作用するモーメント、脊柱起立筋による力、椎間板圧迫力の値が小さくなり、作業者の負担も小さくなることが確認された。

改良案は、絶縁棒を地面に接するため、アース線の鉛直方向の操作が困難となる。そこで、棒の伸縮機構を検討する必要がある。そして、伸縮機構を備えた改良絶縁棒を試作し、現場での評価を行っていくことが今後の課題となる。

参考文献

- 1) 立川史郎, 大里正一, 「林業労働における作業姿勢の評価方法について(II)」, 岩手大学農学部演習林報告 21号, 65-74, 1990
- 2) TICHAUER, E. R. : The biomechanical basis of ergonomics, John Wiley & Sons. New York, 1978
- 3) 山田秀幸, 大谷津裕, 石原嘉一, 首藤俊夫, 土屋正春, 「人間適合性評価を目的としたコンピュータマネキンの研究開発」, 三菱総合研究所所報, 118-137, 2005

心肺蘇生補助台の傾斜角度と胸骨圧迫の質の関係

—筋電図による評価—

○西 彩良, 豊島 亮 (三重県立看護大学・学生)

長谷川智之, 斎藤 真 (三重県立看護大学)

Relationship between quality of chest compression and inclination angle of CPR stool

-Using electromyogram-

Aira Nishi, Ryo Toyoshima, Tomoyuki Hasegawa and Shin Saito (Mie Prefectural College of Nursing)

1. はじめに

ベッド上に跪いて実施する胸骨圧迫時の術者の安定した姿勢を担保するため、心肺蘇生補助台（以下：補助台）を試作した結果、十分な効果が認められた¹⁾。さらに術者の姿勢を前傾させて重心を前に移動させることにより、より効率的に胸骨圧迫ができるものと仮定し、補助台の角度を変えることを試みた。そこで本研究では、補助台の傾斜角度と胸骨圧迫時の術者の動作について筋電図から検討することとした。

2. 方法

(1)研究参加者

研究参加者は某大学女子7名とし、年齢21.7±0.6歳、身長162.1±4.9cm、体重54.4±6.5kgであった。

(2)測定項目

測定項目は胸骨圧迫の深さ（以下 depth）、筋電図（以下 EMG）、官能評価とした。depth は蘇生訓練用人形の胸壁の上下運動を、ポテンシオメータにて電圧に変化した。EMG の被験筋は上腕三頭筋、三角筋、僧帽筋、脊柱起立筋、腹直筋、外腹斜筋、大腿四頭筋、大腿二頭筋の計8ヶ所とし、研究参加者の胸骨圧迫時の筋活動はEMG アンプ（Biometrics 社 SX230-1000型）を用いて双極誘導法によりサンプリング周波数1.5KHzでPCに取り込んだ。官能評価は順位回答法を用いて、ずり落ちやすさ、ひざの痛み、体重のかけやすさ、胸骨圧迫のしやすさの4項目について評価を行い、さらに自由回答を得た。

(3)実験手順

実験は、床面に対し補助台を0°、5°および10°にセットした3条件とした。（図1）実験開始前に、胸骨圧迫をガイドラインの規定にある5~6cmの深さで押せるように約1分間練



図1 補助台の傾斜角度（左から0°、5°、10°）

習し、その後に筋電電極を装着した。研究参加者は胸骨圧迫を110bpmに合わせ120秒間実施し、圧迫時にはdepthおよびEMGを収録した。圧迫終了後、30分間の休息をとった。3条件終了後に、順位回答を行った。角度を変える順番は研究参加者ごとに無作為とした。

(4)分析方法

depthは、30秒間の胸骨圧迫の深さの平均値を算出した。EMGは、フィルター処理（notch filter 60Hz, band pass filter 5-600Hz）を行い、全波整流後、30秒ごとの積分値（以下 iEMG）を算出した。depthおよびiEMGはノンパラメトリック検定を施した。順位回答については、各項目の1位を人数で示した。

(5)倫理的配慮

倫理的配慮として、研究参加者の権利と安全を最優先した。

3. 結果

図2にdepthの結果を示す。3群間および経時的変化において有意差は認められなかった。図3および図4にiEMGの結果を示す。全被験筋において、3群間および経時的変化において有意差は認められなかった。図5に順位回答の結果を示す。傾斜角度をつけるほど圧迫時に体重がかけやすく、胸骨圧迫を行いやすいという意見が多かったが、角度をつけるとずり落ちやすく、膝が痛むという意見も多く出た。また、

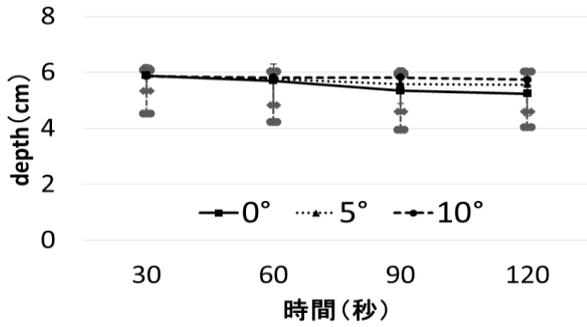


図2 depthの時系列結果
(n=7 中央値, 範囲:最小値・最大値)

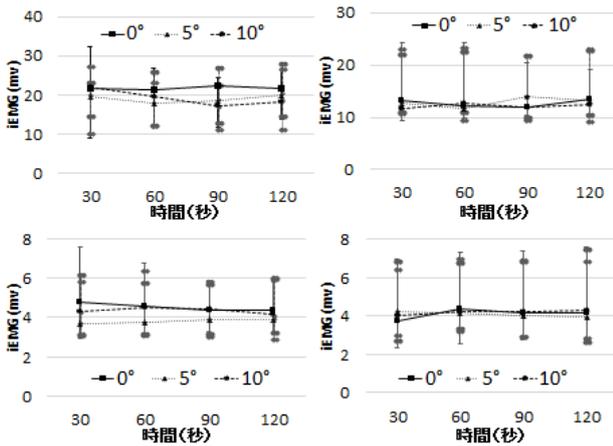


図3 iEMGの時系列結果
(n=7 中央値, 範囲:最小値・最大値)
左上: 上腕三頭筋, 右上: 三角筋
左下: 僧帽筋, 右下: 脊柱起立筋

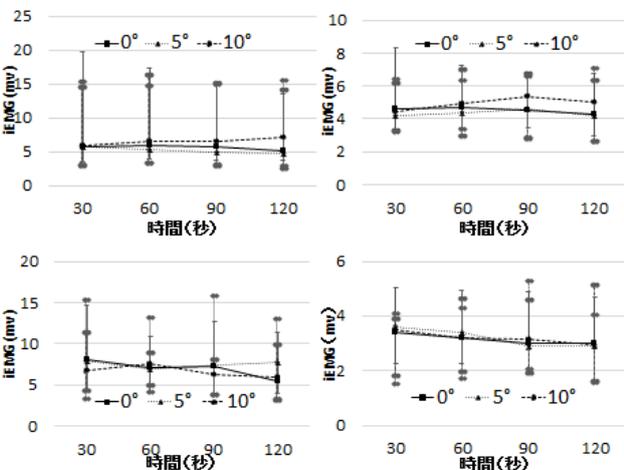


図4 iEMGの時系列結果
(n=7 中央値, 範囲:最小値・最大値)
左上: 腹直筋, 右上: 外腹斜筋
左下: 大腿四頭筋, 右下: 大腿二頭筋

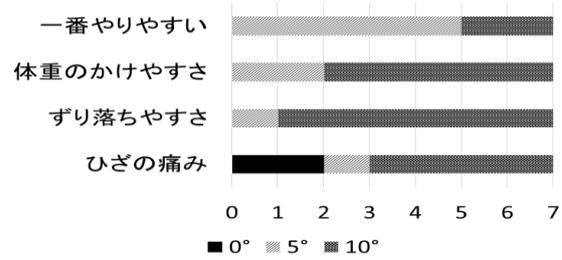


図5 順位回答1位の結果 (n=7)

自由回答では、「0°だと腕がつかれる」、「0°は5°、10°に比べて体重がかけづらかった」などの意見が得られた。

4. 考察

補助台の傾斜角度に伴う胸骨圧迫の動作の特徴として、傾斜角度は胸骨圧迫の質や筋活動に影響しないことが明らかとなった。我々の仮説では、補助台の傾斜角度により、胸骨圧迫実施時に体重がかけやすくなると想定していたが、傾斜角度が胸骨圧迫時の筋活動に影響を与えなかった理由として、補助台を使用することで下腿が接地し体幹が安定したため¹⁾、多少の角度変化でも体を安定させた状態で胸骨圧迫が実施できたと考えられる。官能評価では、補助台の傾斜角度に伴うメリットおよびデメリットが明確となった。一方で、0°すなわち標準的な胸骨圧迫に対する否定的な意見も認められた。以上より、「人に物を合わせる」人間工学的視点から、人が作業しやすい環境を設計することは重要であり、デメリットを解消し、メリットを有効に活用することが出来るよう検討を行うことで、術者が胸骨圧迫を実施しやすい環境を作り出すことが可能となるのではないかと考える。

5. まとめ

本研究より、補助台を使用する際の角度の変化と胸骨圧迫の質は大きく関係しないということが明らかとなった。

参考文献

- 1) 下村茉莉奈他, 「胸骨圧迫時の術者の足部接地に関する検討」日本人間工学会東海支部 2013 年研究大会論文集, 40-41, 2013

心肺蘇生補助台の傾斜角度と胸骨圧迫の質の関係

—動作解析による評価—

○豊島 亮, 西 彩良 (三重県立看護大学・学生)

長谷川智之, 斎藤 真 (三重県立看護大学)

Relationship between quality of chest compression and inclination angle of CPR stool

-Using motion capture-

Ryo Toyoshima, Aira Nishi, Tomoyuki Hasegawa and Shin Saito (Mie Prefectural College of Nursing)

1. はじめに

効果的な胸骨圧迫は、救助者の肩と腕が傷病者の胸骨に対して垂直に圧迫することであると先行研究より明らかになっている^{1,2)}。立位での胸骨圧迫は、術者の身長の違いが胸骨圧迫の質に影響を与え、ベッド上で両膝をついた状態では術者の下腿が安定せず、有効に実施できない³⁾。そこで、ベッド上で有効な胸骨圧迫を行うため、術者の下腿を支える心肺蘇生補助台(以下:補助台)を試作した⁴⁾。本研究では、補助台の傾斜角度を変化させることで、胸骨圧迫の質に影響を与えるかについて検討する。

2. 方法

(1) 研究参加者

研究参加者は某大学女子7名とし、平均年齢21.7±0.6歳、身長162.1±5.0cm、体重54.4±6.5kgであった。

(2) 測定項目

測定項目は胸骨圧迫の深さ(以下:depth)、動作解析、主観評価とした。depthは、蘇生人形の胸壁の上下運動を、ポテンショメータにて電圧に変化した。動作解析は、マーカーを頭頂、肩峰、肘関節、尺骨茎上突起、大転子、膝関節、踵部、第一趾、ベッド上に2か所設置し、計10か所とした。主観評価はVisual Analog Scale(以下:VAS)を使用し、測定項目はひざの痛み、ずり落ちやすさ、圧迫しやすさの3項目とした。

(3) 実験手順

研究参加者には補助台の角度を0°および5°、10°と前傾させた3条件で胸骨圧迫を行った(図1)。胸骨圧迫は110bpmにて、120秒間実施し、実験開始前に胸骨圧迫をガイドラインの規定にある、5~6cmの深さで1分間練習



図1 3条件の胸骨圧迫時の姿勢
(左から前傾角度0°、5°、10°)

を行った。実験は、3条件の順番を無作為で行い、各条件間には30分間の休憩を確保した。なお、各条件実施後に、主観評価を記入させた。

(4) 分析方法

depthは30秒間の胸骨圧迫の深さの平均値を算出した。動作解析は動作解析ソフトframe-DIAS IV((株)DKH社製, PH-1432A)を用いてサンプリング30Hzにて計測し、動作開始5秒と終了5秒を用いて解析を行った。評価項目は肘関節角度、股関節角度、膝関節角度、足関節角度、圧迫角度、尺骨茎状突起と大転子を結んだ距離(以下:体幹-圧迫点距離)とした。depthおよび動作解析の3群間および時系列変化はノンパラメトリック検定、VASは一元配置分散分析を用いて評価した。

(5) 倫理的配慮

研究参加者の権利と安全を最優先した。

3. 結果

depthは、3群間および時系列変化において有意差は認められなかった(図2)。全ての関節角度および圧迫角度は、3群間、開始5秒および終了5秒において有意差は認められなかった(図3, 4)。体幹-圧迫点距離は、3群間および開始5秒および終了5秒において有意差は認められなかった(図5)。VASは、3群間において有意差は認められなかった(図6)。

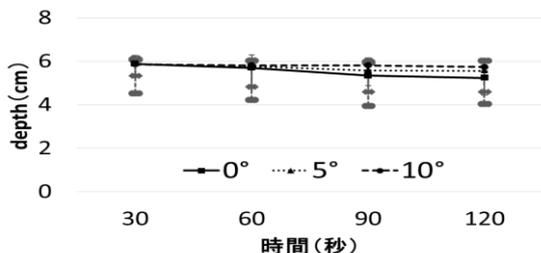


図2 depthの時系列結果 (n=7)
中央値 (最小値-最大値)

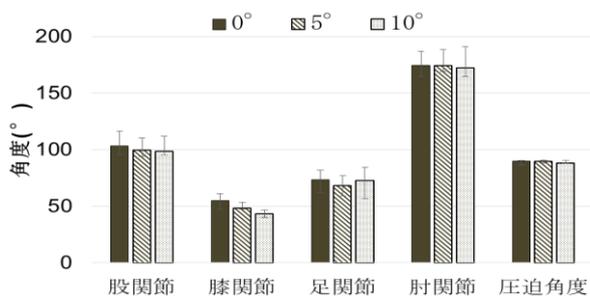


図3 胸骨圧迫開始5秒 (n=7)
中央値 (最小値-最大値)

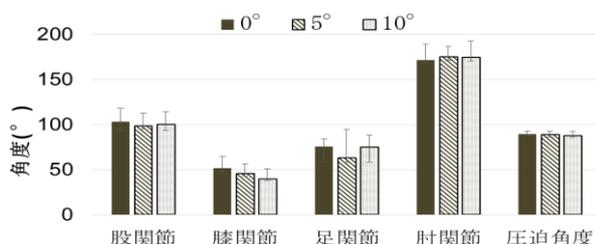


図4 胸骨圧迫終了5秒 (n=7)
中央値 (最小値-最大値)

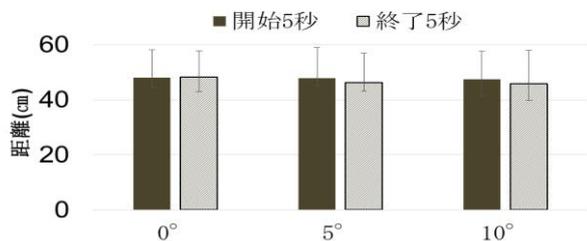


図5 体幹一圧迫点距離 (n=7)
中央値 (最小値-最大値)

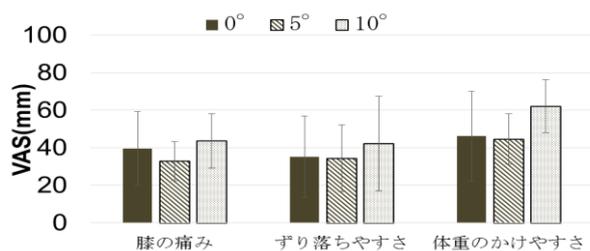


図6 VAS (n=7)
平均値±標準偏差

4. 考察

本研究の結果から3条件とも depthは5~6cmを推移しているため補助台の傾斜角度により胸骨圧迫の質は変わらないことが明らかとなった。望月らは、立位姿勢の安定性を評価する上で、一定の支持基底面積内で重心移動できる範囲である安定性限界内に身体重心線が収まっていることが姿勢保持の要件であると述べている⁵⁾。本研究の結果から、補助台の傾斜角度が上昇するにつれ、膝関節角度は減少することが明らかとなった。これらは、支持基底面積内に身体重心線を収めるために、膝関節による補助台の傾斜角度の相殺が影響していると考えられる。したがって、肘関節、股関節、足関節、体幹一圧迫点距離、圧迫角度に有意差が見られなかったと考えられる。VASで有意差が見られなかったのは膝関節で姿勢を調整したことにより膝に集中して負担がかからなかったこと、補助台に被せていた布の摩擦がずり落ちにくさに影響していたと考えられる。また、補助台の使用により下腿が安定し、質の高い胸骨圧迫を実施することができたと考えられる。今後の課題としては胸骨圧迫時の重心動揺について検討し、重心と傾斜角度の関係性を明確化する。

参考文献

- 1) Mayrand KP, et.al. A Simulation-based Randomized Controlled Study of Factors Influencing Chest Compression Depth, West J Emerg Med, Vol.16 (7), 1135-40, 2015
- 2) 安田康晴他, 「救急車内における胸骨圧迫に関する研究」, 日臨救医誌 (JJSEM), 377-81, 2012
- 3) 神谷菜月他, 「医療現場における心肺蘇生の特性の検討」 日本人間工学会東海支部 2013年研究大会論文集, 38-39, 2013
- 4) 下村茉莉奈他, 「胸骨圧迫時の術者の足部接地に関する検討」, 日本人間工学会東海支部 2013年研究大会論文集, 40-41, 2013
- 5) 望月下, 「立位姿勢の安定感と重心動揺計によるバランス能力評価指標との関連性」 文京学院大学保健医療技術学部紀要, 第2巻, 55-60 2009

高齢者のペットボトル開封動作状況の調査

○山下咲衣子（名古屋市立大学大学院・院生）、横山清子（名古屋市立大学大学院）

Survey on Opening Motion of PET Bottle Cap for Elderly People.

Saeko Yamashita(Nagoya City University) and Kiyoko Yokoyama (Nagoya City University)

1. はじめに

現在、日本は超高齢化社会であり、海外でも高齢化が進行している。そのため、高齢者にとって使用時の身体負担が少なく、かつ、使いやすい製品のユニバーサルデザインに関して高い関心が寄せられている。しかし、多種多様の製品を網羅的に対象とすることは不可能であり、高齢者に対する使用感向上を必要とする製品は多数存在する。

一例として様々な容器に備わっているキャップ部分の形状は、女性にとっては、手や腕などに必要以上の負担がかかっていることがわかっている。(1)ペットボトルキャップの開閉動作と言った日常生活に欠かせない動作でも、筋力が低下した高齢者にとっては、大きな負担であり、自身では開けられないことも多いなどの調査結果も得ている。そのため、今後増加する高齢者のためにも、日用品使用のユーザビリティ向上や身体負担低減のための補助具やシステム作りといったユニバーサルデザインの開発が求められている。

そこで本研究では、製品使用時の筋負担を低減する設計や自助具の製作を目標とし、ペットボトルを対象として、高齢者のキャップ開閉動作状況の調査を目的とする。

2. 方法

実験参加者は65歳以上の女性14名(71±4.3歳；平均±標準偏差)である。参加者には文書による測定内容の説明を行い、同意を得て実施した。手順は以下のとおりである。

- ① 筆記によるアンケートにより、日常生活におけるペットボトルの使用回数、キャップ開閉時の使用感等について調査する。
- ② 飲料が満タンに入った500mlのペットボトルを対象として日常的に行うキャップの開閉動作を行っていただき、観察すると同時に、3方向からの写真撮影を行った。
- ③ キャップの周りに紙粘土を巻きつけた状態で、キャップ開閉動作時と同様の握り方、力でキャップを握っていただく。その時の握り形状

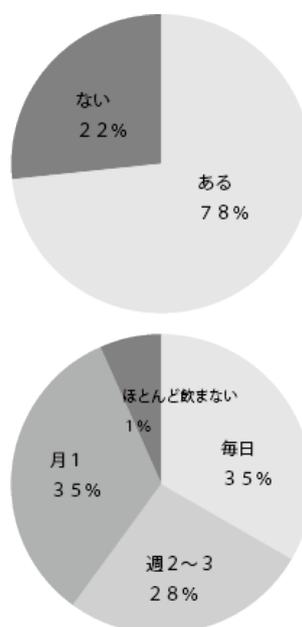
を損なわないように、紙粘土をキャップから外す。

- ④ ヒアリングにより、日常的なペットボトル使用に対する使用感などを調査する。
- ⑤ ③で取り外した紙粘土については、測定後数日間乾燥させ、乾燥したものを3D スキャナ (FAST Scan :Polhemus 製) による立体形状測定を行う。
- ⑥ 測定データを3次元 CAD ソフトに入力し、握り方の類似した実験参加者の握り形状データを平均化したモデル形状を作成する。
- ⑦ モデル形状から、3D 成型機により、キャップ開閉自助具の模型を制作する。

3. 結果

① アンケート

図1に、1) 日常生活において握力の低下で困っていることはありますか？ 2) ペットボトル飲料は普段飲まれますか？ 3) 500ml サイズのペットボトルキャップを開閉する際に困りますか？ の3点に関する回答数を示す。



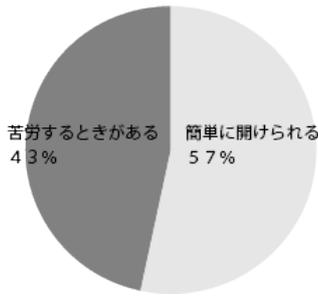


図1 筆記によるアンケート調査の結果

②開封動作観察

握り方は大きく分けて2種類あることがわかった。上から握りこむタイプ(図2)と横から握りこむタイプ(図3)の2種類である。78%の方が図2の上から握りこむタイプであった。

ペットボトル上部に紙粘土をつけ(図4)、握りやすい形状まで握り込んでもらい(図5)、ペットボトル開封時における手の内側の形状の抽出を行っている様子を示す。



図2 上から握りこむ握り方



図3 横から握りこむ握り方



図4 キャップに紙粘土をつけたペットボトル

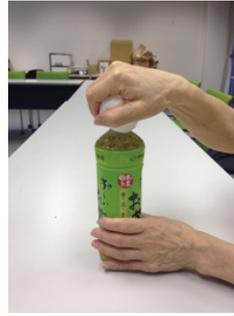


図5 握りやすい形状まで握りこんだ様子

4. 考察

ペットボトルの使用頻度について、週2～3回以上ペットボトル飲料を飲むとの回答が63%であり日常的に飲まれていた。500mlサイズのペットボトル開封について、苦労するとの回答が43%で約半数であった。また、聞き取り調査において、2ℓのペットボトルの場合だと苦労するとの回答もあったことから、容器が大きくなりサポートする手に力が入りにくいサイズになることで、より開封動作は困難になることが推察される。聞き取り調査では、他に困難な作業としてジャムなどの瓶の開封動作が挙げられた。

今回はすでに開封されたキャップの開封動作を調査したため、キャップが回転しやすい状態での握り形状を採取できたと考えられる。ペットボトルを初めて開封する際の動作においては、より力が必要となるために、力を補うため握り方が異なってくる可能性がある。

5. まとめ

本調査において、ペットボトルの開封時における意識や動作がわかった。今後は作成した自助具の模型を用いて、実際のキャップ開封動作を行った際の筋電図測定を実施し、自助具の有無による筋負担の比較を行いたいと考えている。

参考文献

- 1) 大木 吉浩, 谷井 克則, 菊池 季比古, 椎名 次郎「高齢者の生活筋力と生活用品に関する研究 (第3) ペットボトルの開栓および菓子袋の開封における筋負担: ペットボトルの開栓および菓子袋の開封における筋負担」人間工学246-247, 1998

2色覚の色の見えモデルにおける色弁別閾に関する実験的検討

○安井明代 (名古屋市立大学大学院・院生)、田中 豪 (名古屋市立大学大学院)

Experimental Examination of Color Discrimination Threshold in Dichromatic Color Appearance Model

Akiyo Yasui and Go Tanaka (Nagoya City University)

1. はじめに

色情報は様々な場面で直感的な情報として有用であり、伝達手段として利用されているが、正常色覚を持つ人を基準とすることが多い。しかし、赤や緑の区別が難しいなど、正常色覚とは異なる色覚特性 (2色覚など) を持つ人もいる。したがって、このような人への配慮が必要であり、そのためには、このような色覚特性を持つ人の色の見えを正しく知る必要がある。

2色覚者の色の見えについては片目2色覚者の実験を基にしたBrettelら¹⁾のモデル (以下“Brettelモデル”と呼ぶ) を用いることが多い。このモデルでは、等エネルギー白色光条件下 (等エネルギー白色光順応下) で2色覚者の色の見えのシミュレーションを行っている。

しかし、現実世界の光源は環境により異なり、等エネルギー白色とは限らない。吉澤ら²⁾は、Brettelモデルに照明条件を考慮した色順応過程 (von KriesモデルあるいはCIECAM02³⁾ を導入したモデル (以下“吉澤モデル”と呼ぶ) を提案した。彼らは、異なる照明下でMacbeth ColorCheckerを測色し、大きな色差について吉澤モデルの妥当性を示した。

大きな色差についてヒトの色知覚を正確に評価することは難しいが、見分けられる色の限界 (色弁別閾) を測定することは可能である。本報告では、2色覚者の色の見えに関する心理物理学実験を行い、色弁別閾の観点においてBrettelモデルと吉澤モデルの正確性を比較検討する。

2. 方法

任意の2色 U 、 V について、2色覚での見えをシミュレーションしたものをそれぞれ U' 、 V' とする。シミュレーションが正確であった場合、 U と U' 、 V と V' はそれぞれ2色覚者にとって同じ色に見える。このとき、2色覚者にとって、 U と V の色差と U' と V' の色差は等しくなる。

本研究では、色差が微小な U と V を用い、2色覚者の色弁別閾を求める。 U と V 及び U' と

V' の色弁別閾の一致度によりモデルの正確性を評価する。色弁別閾は、筆者らが以前実施した実験⁴⁾と同様の実験により求めることができる。具体的な実験方法を以下に述べる。

2-1. 2色覚での色の見えのシミュレーション

液晶ディスプレイの標準の色空間であるsRGB空間³⁾にて、Brettelモデル及び吉澤モデルを用いて2色覚での見えをシミュレーションする方法をそれぞれ“方法1”、“方法2”と呼称する。方法1では、正常色覚者に対するディスプレイの表示色をBrettelモデルにより2色覚者の色の見えに変換しRGB値を求める。方法2はsRGB色空間 (D65) での色順応を考慮し、正常色覚者に対するディスプレイの表示色をvon Kriesモデルを用いて等エネルギー白色光条件下の値に変換した後、Brettelモデルを用い、2色覚者の色の見えに変換しRGB値を求める。各方法の詳細については、文献4)を参照されたい。

2-2. 色刺激の提示

暗室内にて液晶ディスプレイ (EIZO, ColorEdge CG247, 24.1インチ) を用い、8ビット色深度で実験を行った。なお、オペレーティングシステムはWindows 10を使用した。

暗室に設置したディスプレイに輝度35 cd/m²のグレーを背景色として表示する。ディスプレイの輝度は、分光放射輝度計KONICA MINOLTA CS-2000で測定した。更に、画面中央に黒色の“+”記号を表示する。+記号の1.5 deg上または下に中心を持ち、背景色と微小な色差を持つ直径が1 degの小円を100 ms表示し、被験者は小円が消えた後に表示位置を二者強制選択で応答する。

小円の色は、背景色のRGB値について1成分のみを変調したものである。Rの値を増加させる場合を R^+ 、減少させる場合を R^- と表記する。例えば背景色0のRGB値が(204, 204, 204)であるとき、 R^+ 方向の変調では小円のRGB値は OR_1^+ : (205, 204, 204)、 OR_2^+ : (206, 204, 204)、…となる。GやBの値を増減させる場合も同様の表記法を用いる。これらの色刺激を提示することを“提示1”と呼び、 $\{OR_i^+\}$ のように表す。

一方、上述の色刺激について、方法1または方法2で変換した色を提示することを“提示2”と呼ぶ。例えば、 OR_1^+ を方法1で変換（Brettelモデルでシミュレーション）した色を $OR_1^+[1]$ で表し、その提示は $\{\theta_{OC}^+[1]\}$ で表す。また、方法2で変換（吉澤モデルでシミュレーション）した場合は $OR_1^+[2]$ で、その提示は $\{\theta_{OC}^+[2]\}$ で表す。提示2では背景色も変換され、それらを $0[1]$ 、 $0[2]$ で表す。

2-3. 被験者

被験者は、2型2色覚者2名である。色覚は石原色覚検査表及びアノマロスコープで確認した。

2-4. 実験手順

被験者は暗室に入り5分待つ。次に背景色を表示したディスプレイを2分眺める。その後、2-2で変調した色についてランダムに複数回表示し、弁別実験を行った。ここで、 0 及び $0[2]$ の色度は $(0.31, 0.33)$ で、 $0[1]$ の xy 色度は $(0.33, 0.32)$ である。

2-5. 色弁別閾の計算

文献4と同様にして色弁別閾を求める。 R^+ 方向の提示1を例にして説明する。 $\{OR_1^+\}$ 、 $\{OR_2^+\}$ 、…はそれぞれ複数回提示されており、各提示での小円表示位置の回答の正答率を求める。更に、背景と小円の色について等エネルギー白色光下でのCIELAB色差 ΔE_{aE}^* を求め、横軸に ΔE_{aE}^* 、縦軸に正答率となるようにプロットする。このデータをワイブル分布を用いて近似し、近似曲線上において正答率が80%となる ΔE_{aE}^* を背景色 0 における R^+ 方向での色弁別閾 Θ とする。

提示1の場合、 ΔE_{aE}^* は、方法1または方法2を用いて提示色刺激を変換した後を求める。 OR_1^+ を提示後に方法1で色変換した背景と小円の色差を $\Delta E_{aE}^*(\{OR_1^+[1]\})$ で表す。 $\Delta E_{aE}^*(\{OR_1^+[1]\})$ 、 $\Delta E_{aE}^*(\{OR_2^+[1]\})$ 、…から色弁別閾 $\Theta(\{OR^+[1]\})$ が求められる。提示2の場合は、提示後の色変換は行わず、 $\Delta E_{aE}^*(\{OR_1^+[1]\})$ 、 $\Delta E_{aE}^*(\{OR_2^+[1]\})$ 、…から色弁別閾 $\Theta(\{OR^+[1]\})$ を求める。

モデルが色弁別閾に関して正確であれば、提示1と提示2の Θ の値は一致する。

3. 結果と考察

背景色 0 を輝度 35 cd/m^2 、 xy 色度 $(0.31, 0.33)$ とした場合の各変調方向の Θ を図1に示す。方法2（太い実線と破線）ではB方向に関する Θ は一致しているが、R方向とG方向ではずれている。一方、方法1（細い実線と破線）では B^+ 方向を除いて Θ

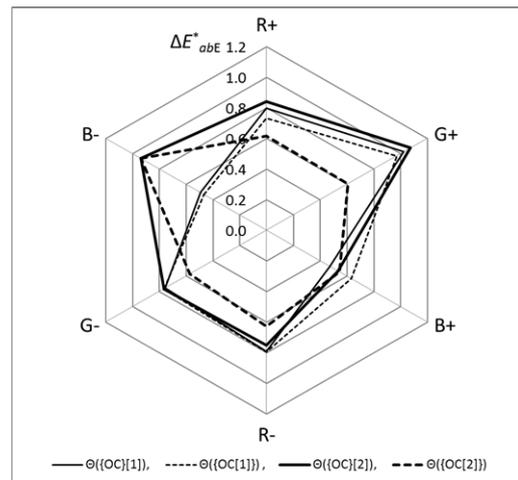


図1：背景色 0 における各変調方向での色弁別閾 Θ （被験者2名の平均値）

のずれは小さい。 $\Theta(\{OC\}[1])$ と $\Theta(\{OC[1]\})$ 並びに $\Theta(\{OC\}[2])$ と $\Theta(\{OC[2]\})$ の相関係数は、それぞれ 0.93 と 0.44 であった。ここで、 C は R^+ 、 G^+ 、 B^+ 、 R^- 、 G^- 、 B^- の六つを代表したものである。

提示1と提示2の Θ の値について、Brettelモデルの方が吉澤モデルよりもずれが小さい。すなわち、今回の実験条件では、色弁別閾に関してはBrettelモデルの方が適切であると考えられる。

4. まとめ

今回の実験結果からは、Brettelモデルに基づいてディスプレイ上で2色覚者の見えをシミュレーションする場合、色弁別閾に関しては色順応を考慮しなくてよいと考えられる。今後、他の背景色で実験を行うなど更なる検討を予定している。

参考文献

- 1) H. Brettel et al., “Computerized simulation of color appearance for dichromats,” J. Opt. Soc. Am. A, Vol.14, No.10, pp.2647-2655, 1997
- 2) 吉澤将則、矢口 博、「観察条件を考慮した二色型色覚の色見え」、日本色彩学会誌、Vol.32、No.3、pp.175-184、2008
- 3) 日本色彩学会、新編色彩科学ハンドブック第3版、東京大学出版会、2011
- 4) A. Yasui and G. Tanaka, “Examination of effects of chromatic adaptation on color discrimination threshold in dichromatic color appearance,” The 11th Int. Conf. Computer Science & Education, pp.15-20, Nagoya, Japan, 2016

月経周期と夜間の精神作業が生体におよぼす影響(1)

○東内友菜（三重県立看護大学・学生）、市川陽子（三重県立看護大学院・院生）、
大平肇子、長谷川智之、齋藤真（三重県立看護大学）

Relationship between menstrual cycle and mental work in night

Yuna Tonai, Yoko Ichikawa, Motoko Ohira,

Tomoyuki Hasegawa and Shin Saito (Mie Prefectural College Of Nursing)

1. はじめに

女性は、月経周期による影響を受け、疲労感やメンタルワークロードが卵胞期と黄体期によって異なることが知られている¹⁾。

女性が生き生きと仕事をこなし、家事や育児と両立させていくためには、テレワークに代表されるICTの活用が総務省等から推奨されている²⁾。

しかし、こうした在宅での勤務形態は時間や場所にかまわず作業ができる反面、深夜に作業が集中することも多く、かえって負担となることも考えられる。特に女性の深夜勤務は、ホルモン動態に影響を与え、悪性腫瘍、循環器疾患、消化器疾患等の危険因子を含んでいることが指摘されている³⁾。

そこで本研究では、月経周期と夜間の精神作業が生体におよぼす影響について検討を試みた。

2. 方法

(1) 被験者

被験者は、実験への同意が得られた健康な学生13名に依頼し、その中から基礎体温が二相性を示す21～23歳（平均年齢22歳）の7名とした。これらの被験者は、経口避妊薬を含めたすべての薬剤の服用がない者かつ非喫煙者である

基礎体温は、基礎体温計（ソフィアレイ BT16R、ニシトモ）を用いて2月経周期以上測定し、二相性を確認した。各被験者には、卵胞期、黄体期に1回ずつ実験を行った。

また、実験前日から激しい運動やアルコール類、カフェイン類の摂取を禁止した。研究の実施にあたっては三重県立看護大学倫理審査会から承認を得た。

(2) 測定項目

測定項目は、フリッカー（竹井機器工業 T.K.K. 501c、以下CFFと略記）、新版疲労感自覚症しらべ（以下自覚症しらべと略記）および日

本語版NASA-TLX(以下NASA-TLXと略記)とした。

(3) 作業内容および実験手順

作業内容は、パソコンを用いた2桁の加算作業を1時間とした。被験者は、18時に来室、夕食後の20時～23時に仮眠をとらせた。CFFと自覚症しらべの測定は、午前0時を基準に、2時、4時、6時、8時に行った。作業は、午前1時、3時、5時、7時に実施した。午前8時にNASA-TLXの測定を行った。なお、課題には報奨金を与えて全力で取り組むように指示した。

(4) 統計処理

CFF、自覚症しらべともに分散分析を施し、有意差の認められた場合、午前0時を基準にダネットの多重比較を施した。また月経周期間では、対応のあるt検定を施した。

3. 結果

図1にCFFの増減率を示す。CFFは、測定開始時の午前0時の値を基準とし、午前6時には卵胞期で7.7%まで低下、黄体期で8.1%まで低下した。また分散分析の結果、卵胞期、黄体期において、それぞれ5%、1%水準で有意差が認められた。ダネットの多重比較の結果、卵胞期で午前4時と午前6

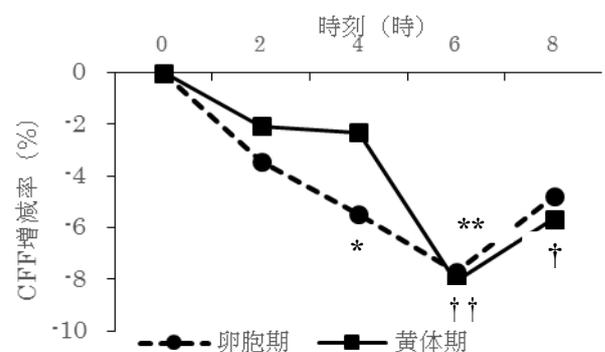


図1 CFFの増減率(n=7)

*または†:p<0.05、**または††:p<0.01

表1 自覚症しらべ (n=7)

時刻	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00
周期	Average (SD)				
第Ⅰ群 卵胞期	1.8 (0.41)	1.77 (0.72)	2.2 (0.95)	2.86 (0.97)	2.86 (0.87)
	ねむけ感 黄体期	1.6 (0.43)	1.45 (0.49)	2.02 (0.85)	2.77 (0.64)
第Ⅱ群 卵胞期	1.1 (0.09)	1.22 (0.19)	1.26 (0.21)	1.46 (0.40)	1.29 (0.21)
	不安定感 黄体期	1.1 (0.09)	1.14 (0.17)	1.17 (0.17)	1.29 (0.26)
第Ⅲ群 卵胞期	1.3 (0.23)	1.34 (0.33)	1.69 (0.41)	1.94 (0.45)	2.11 (0.55)
	不快感 黄体期	1.4 (0.39)	1.37 (0.41)	1.71 (0.44)	1.89 (0.43)
第Ⅳ群 卵胞期	1.1 (0.14)	1.25 (0.31)	1.51 (0.28)	1.37 (0.20)	1.46 (0.30)
	だるさ感 黄体期	1 (0.06)	1.11 (0.09)	1.34 (0.33)	1.29 (0.30)
第Ⅴ群 卵胞期	1.8 (0.46)	2.28 (0.45)	2.51 (0.64)	2.83 (0.80)	2.66 (0.81)
	ぼやけ感 黄体期	1.3 (0.34)	1.88 (0.52)	2.43 (0.49)	2.37 (0.64)

** : p < 0.01、* : p < 0.05、NS : 有意差なし

時に5%と1%水準で有意差が認められた。また黄体期では午前6時と午前8時に1%と5%水準で有意差が認められた。

表1に自覚症状しらべの結果について示す。分散分析の結果、卵胞期の全ての群と黄体期の「Ⅰ群：ねむけ感」、「Ⅲ群：不快感」、「Ⅴ群：ぼやけ感」に1%水準で有意差が認められ、また黄体期の「Ⅱ群：不安定感」、「Ⅳ群：だるさ感」に5%水準で有意差が認められた。

月経周期間で比較を行った結果、午前0時の時点で「Ⅴ群：ぼやけ感」において1%水準で有意な差が認められ、卵胞期の方が高値を示した。一方、その他の群および時間において月経周期間での有意差は認められなかった。

4. 考察

今回の実験では、CFF値および疲労感自覚症しらべにおいて有意差が認められなかった。松井らは、黄体期は1日を通して「Ⅰ群：ねむけ感」が強いこと、身体的・精神的にも変化が大きいことを指摘している¹⁾。松井らの研究は、日中で生活の負担の少ない日を条件としている点が異なる。

したがって本研究では負担の大きい精神作業を行わせたため、その負荷の方が顕著に表れたものと考えられた。このことはCFFの低下率が卵胞期-7.7%、黄体期-8.1%と日間低下率である-5%よりも低値を示したことから推察された。

5. まとめ

働く女性が健康を維持し、安全で快適な作業を行っていくためにも、月経周期と夜間の精神作業による影響を把握していくことが必要である。

参考文献

- 1) 松井真弓他、「月経周期の違いが疲労感と精神負担感に与える影響」、産業保健人間工学研究第18巻特別号、50-53、2016
- 2) テレワークの推進、総務省ホームページ、www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/telework/index.htm、2016年9月26日
- 3) 久保達彦、「交代制勤務による発がんリスクコミュニケーション」、睡眠医療、8(1)、69-73、2014

月経周期と夜間の精神作業が生体におよぼす影響(2)

○市川陽子（三重県立看護大学院・院生）、東内友菜（三重県立看護大学・学生）、
大平肇子、長谷川智之、斎藤真（三重県立看護大学）

Relationship between menstrual cycle and workload on night mental work

Yoko Ichikawa, Yuna Tonai, Motoko Ohira,

Tomoyuki Hasegawa and Shin Saito (Mie Prefectural College of Nursing)

1. はじめに

日本では、少子高齢社会による労働者人口減少が問題となっている。そこで、政府はワーク・ライフ・バランスの実現や女性の就業機会拡大等を目的に、テレワークなどのICT活用を推進している¹⁾。しかし、テレワークは育児中の女性が在宅で仕事をすることができる等のメリットがある反面、作業が深夜に集中することも考えられる。

これまでに、深夜作業は昼間の作業に比べて疲労感が増大すること等が報告されている²⁾。また、これまでの報告で女性は月経周期により疲労感やメンタルワークロードに影響を受けることが明らかとなっている³⁾。深夜の作業時に増大する疲労感は男女で異なる可能性があるが、夜間の作業に関する性差の研究は少ない。

そこで、本研究では月経周期と夜間の精神作業が生体におよぼす影響について検討した。

2. 方法

(1) 実験参加者

研究への同意が得られた 21~23 歳の健康な女子大学生 7 名を実験参加者とした。実験参加者 7 名は、基礎体温が 2 相性を示し、非喫煙者かつ経口避妊薬を含めたすべての薬剤の服用がない者である。実験参加者には、実験前日からの激しい運動やアルコール摂取、カフェインの摂取を禁止した。実験参加者は、実験当日 18 時に実験室へ入室し、夕食を摂取後、20 時~23 時に仮眠室にて仮眠をとり、23 時に再度実験室へ入室した。また、実験時間内の 4 時~5 時に軽食を摂取した。

実験は、実験参加者それぞれについて、卵胞期に 1 回、黄体期に 1 回実施した。

研究の実施にあたっては三重県立看護大学倫理審査会から同意を得た。

(2) 測定項目

測定項目はフリッカー（以下 CFF）、作業パフォーマンス、日本語版 NASA-TLX（以下 NASA-TLX）とした。CFF の測定には竹井機器工業 T. K. K. 501c を用いた。作業パフォーマンスの指標には、二桁の単純加算作業の正答数を用いた。

(3) 実験手順

実験参加者に対し、1 時~2 時、3 時~4 時、5 時~6 時、7 時~8 時に加算作業の課題を課し、0 時、2 時、4 時、8 時に CFF を測定した。8 時には NASA-TLX を用いて夜間の加算作業について振り返る時間を設けた。

測定や作業のない時間は、激しい運動や睡眠を避け、自由に過ごしてもらうこととした。

また、実験参加者には事前に CFF の測定方法と作業の手順、NASA-TLX の回答方法について説明し、測定と作業に慣れる時間を設けた。

(4) 分析

CFF と作業パフォーマンスについて継時的変化を調べ、Dunnett の多重比較を行った。さらに、CFF、作業パフォーマンス、NASA-TLX について卵胞期と黄体期を比較し、対応のある t 検定を行った。分析には SPSS (Ver. 24) を用いた。

3. 結果

CFF は 6 時に最も低い値を示し、卵胞期が 33.0 ± 4.0 Hz、黄体期が 34.0 ± 3.4 Hz であった。Dunnett の多重比較の結果、卵胞期では 4 時と 6 時において有意差 ($p < 0.05$, $p < 0.01$) を認め、黄体期では 6 時と 8 時において有意差 ($p < 0.01$, $p < 0.05$) を認めた。正答数は、卵胞期では 7 時~8 時が最も少なく、 741.0 ± 195.6 問、黄体期では 5 時~6 時が最も少なく、 851.3 ± 238.4 問であった。Dunnett の多重比較の結果、卵胞期の 5~6 時と 7~8 時において有意差 ($p < 0.05$) を認めた (図 1)。

CFF を卵胞期と黄体期で比較した結果、有意差はみられなかった。正答数を卵胞期と黄体期で比

較した結果、7時～8時において黄体期の正答数が卵胞期よりも有意に多かった(p<0.01) (表1)。

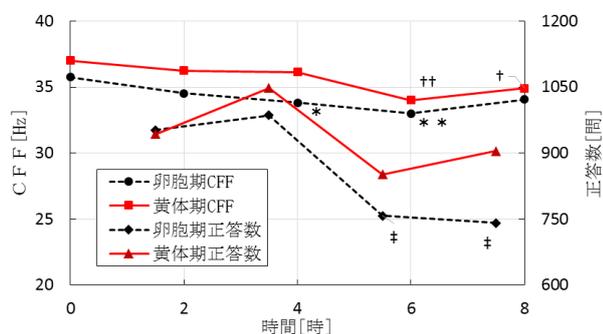


図1 CFFと正答数の経時変化(n=7)
*, †, ‡:p<0.05、**, ††:p<0.01

表1 卵胞期と黄体期の正答数の比較(n=7)

	卵胞期[問]		黄体期[問]		
	Average	(SD)	Average	(SD)	
1～2時	952.7	(218.3)	943.7	(285.1)	NS
3～4時	985.6	(231.6)	1048.0	(257.1)	NS
5～6時	757.7	(236.3)	851.3	(238.4)	NS
7～8時	741.0	(195.6)	904.9	(203.9)	**

** : p<0.01、NS:有意差なし

NASA-TLXの得点を卵胞期と黄体期で比較した結果、「知的・知覚要求」の得点は、卵胞期35.4±14.7、黄体期62.4±23.2で、黄体期の得点が卵胞期よりも有意に高かった(p<0.05)。その他のNASA-TLXの得点、およびWWL(weight workload)については、卵胞期と黄体期で有意差がみられなかった(表3)。

表2 卵胞期と黄体期のNASA-TLXの比較(n=7)

	卵胞期		黄体期		
	Average	(SD)	Average	(SD)	
知的・知覚要求	35.4	(14.7)	62.4	(23.2)	*
身体的要求	47.4	(19.9)	44.3	(22.4)	NS
タイムレジャー	39.2	(19.6)	50.2	(25.5)	NS
作業能率	48.9	(18.0)	34.0	(10.3)	NS
努力	67.9	(12.3)	68.9	(13.6)	NS
フラストレーション	48.3	(14.2)	39.2	(21.3)	NS
WWL	50.5	(4.2)	55.5	(11.5)	NS

*:p<0.05、NS:有意差なし

4. 考察

夜間の精神作業時は、5時～8時にかけて負担が強くなり、作業パフォーマンスも低くなることが示唆された。先行研究においても8時～12時の連

続26時間覚醒時はトラッキング課題のパフォーマンスが5時～9時にかけて最も低下することが報告されており⁴⁾、本実験の結果と合致する。

今回の実験では、7時～8時において、卵胞期よりも黄体期の作業パフォーマンスが高かった。これは、黄体期では交感神経が卵胞期の時よりさらに優位となっており、より覚醒した状態で作業をしていたためと推察する。先行研究において、月経前の不快症状が強い女性では黄体期後期に交感神経活動の指標(SNSIndex)が高くなることが報告されている⁵⁾。交感神経優位の状態で作業を続けると負担も強くなると考えられるが、今回の実験ではCFFとNASA-TLXに月経周期の違いがみられなかった。これは、今回の実験では作業の負荷が強かったため、卵胞期黄体期ともに交感神経が優位となり、月経周期の影響が小さくなったためと考える。

5. まとめ

夜間の精神作業時は、卵胞期よりも黄体期に作業パフォーマンスが高くなることが示唆された。黄体期には交感神経が優位となり、夜間の精神作業後の負担が強くなる可能性があるため、夜間の精神作業時の交感神経活動および作業パフォーマンス、作業後の負担に関して今後検討する。

参考文献

- 1) テレワークの推進、総務省ホームページ、http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/telework/ (2016年9月26日)
- 2) 久保智英他、『「自覚症しらべ」による連続夜勤時の疲労感の表出パターンの検討』、産業衛生学雑誌、第50巻、133-144、2008
- 3) 松井真弓他、「月経周期の違いが疲労感と精神負担感に与える影響」、産業保健人間工学研究、第18巻特別号、50-53、2016
- 4) Dawson D, Reid K: Fatigue, alcohol and performance impairment, Nature, 388 (6639): 235, 1997
- 5) 松本珠希他、「ゆらぎの科学と女性心身医学-月経周期に伴う心とからだの変化と自律神経活動との関連-」、日本女性心身医学会雑誌、12巻3号、433-443、2007

光色が心拍のフラクタルダイナミクスに与える影響：

ピンクグラスを用いたパイロットスタディ

○湯田恵美, 吉田 豊, 小笠原宏樹, 早野順一郎
名古屋市立大学大学院 医学研究科

Effects of colored light on heart rate dynamics
A pilot study on pink glasses

E. Yuda, Y. Yoshida, H. Ogasawara, J. Hayano
Nagoya City University Graduate School of Medical Sciences

1. はじめに

光はその波長や波長成分のバランスによって、体温調節、ホルモン分泌、睡眠-覚醒サイクル、覚醒、認知機能等に異なった作用を示す^{1,3}。生活環境の照明の波長や成分を変えることで、生体機能を最適に制御できる可能性があるが、様々な健康状態の人が過ごす場所で、個人に適した照明を実現する事は難しい。そこでカラーグラスで目に入る光の成分を調節することにより、必要な生体機能の制御を行う試みがなされている。最近、その実用例として赤紫色のサングラス(以下、ピンクグラス)によって、更年期障害の女性の気分や疲労感、イライラ感が主観的に改善したという報告が注目されているが、客観的指標による検証はなされていない。そこで、ピンクグラスの装着が健常者の心拍変動や心拍ダイナミクスに与える影響を日常活動下で検討した。

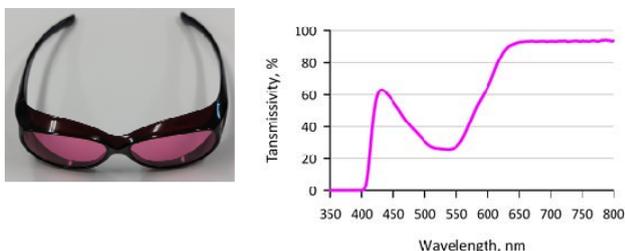


Figure 1. ピンクグラスとその透過率スペクトル

2. 方法

2.1 対象

生体工学研究室に勤務する非喫煙、正常色覚健常者 5 名 (37 ±13 歳、女性 2 名) を対象とした。

2.2 ピンクグラス

ピンクグラスは東海光学(株)の「美美ピンク」

を使用した(Fig. 1)。このグラスは青色 435~480 nm、赤色 610~750 nm の光に対しては高い透過率を持つが、緑色 500~560 nm に対する透過率が低い特性を有している。

2.3 実験プロトコール

各被験者は、勤務形態が類似した 4 日間を選択し、内 2 日間はピンクグラスを装着し、他の 2 日間はグラスを装着せずに過ごした。眼鏡使用者ではオーバークラスとして、眼鏡の上から装着した。4 日間の内、どの日にグラスを装着するかは、被験者間で順序効果がカンターバランスされるようにした。08:30、ホルター心電計(Cardy 303 pico+, (株)スズケン)を前胸部に装着し記録を開始した。グラス装着日には 08:35~08:50 にピンクグラスを装着し、そのまま 12:30 までの間、業務に従事させ、12:30 にカラーグラスを外した。グラス非装着日には、グラスを装着せず同様に業務に従事させた。なお、被験者の業務内容は、パソコンに向う仕事が殆どで、研究室には外光が入射する窓はなく、照明は蛍光灯照明であった。

2.4 データの測定と分析

装着日、非装着日とも、09:00~12:30 の間の心電図を分析対象とした。ホルター心電図解析装置 (Cardy Analyzer 05、(株)スズケン) により、全ての R 波を検出し、1 拍毎の R-R 間隔の時系列データを得て、以下の 3 種類の分析を行った。まず、高周波数(HF, 0.15-0.45 Hz)成分のパワーを算出し、心肺系の休息の深さの指標とした⁴。突発性心拍数変化の起こり易さの指標として、心拍数の変動の大きさとその出現頻度間の確率密度関数の非ガウス性を測定し、交感神経過活動性の指標とした⁵。さらに、detrended fluctuation analysis (DFA)によって心拍の短時間および長

時間 scaling exponent α_1 および α_2 を求め、心拍調節系の健全性を反映するフラクタル性または複雑性の指標とした⁶。

2.5 統計解析

統計解析には Statistical analyses system ver. 9.4 (SAS institute Inc., Cary, NC, USA) を用い、反復測定混合モデル分散分析によって、ピンクガラスの装着の有無を繰り返し変数、年齢、性別を、独立変数として分析した。P < 0.05 を統計的有意性の判定基準として用いた。

3. 結果

Fig. 2 は、ピンクガラス非装着時と装着時の心拍変動および心拍ダイナミクスの指標の、年齢、性別の影響を調整した最小二乗平均とその標準誤差である。平均 NN 間隔、SDNN、HF パワー、DFA α_1 、 λ_{25s} には、ピンクガラス装着の有意な影響はなかった。一方、 α_2 は、ピンクガラス非装着時には、全例が 1.0 より大きな値を示したが、装着時には減少し、平均値が 1.0 に近づいた。

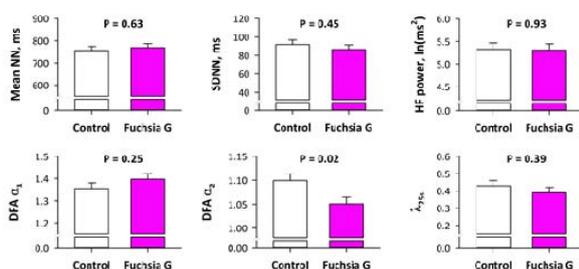


Figure 2. ピンクガラス非装着時 (Control) と装着時 (Fuchsia G) の心拍変動と心拍ダイナミクス

4. 考察

健常者 5 名に 09:00~12:30 の間、ピンクガラスを装着させた結果、心肺系の休息度の指標、交感神経過活動性の指標、短時間の心拍ダイナミクスの指標には、有意な変化は見られなかったが、長時間の心拍ダイナミクスを反映する α_2 は、非装着時より減少し、平均値が 1.0 に近づいた。この結果は、ピンクガラスの装着によって、装着中の心拍ダイナミクスのフラクタル性や複雑性が増加することを示唆している。

本研究で使用したピンクガラスは、更年期障害や月経前症状を有する患者を対象とした長期装用(1か月間に1日3時間5日以上)の実験で、気分、疲労感、イライラ感の改善が観察されている。本研究は、男性を含む健常者を対象に、午前中の

活動下における急性効果を見たものなので、両者の結果を直接組み合わせることはできないが、 α_2 の値が 1.0 に近づきフラクタル性や複雑性を増したという結果は、心拍に関連する生体調節系の状態が健全性を増したことを示唆する。冠動脈疾患を合併する末期腎不全慢性透析患者では、 α_2 の値が 1.0 から遠ざかるほど死亡リスクが高まることが知られている⁶。

非イメージ形成性機能には体温調節、ホルモン分泌、睡眠-覚醒サイクル、覚醒、認知機能などが含まれるが、これらの機能は melanopic 成分と呼ばれる 460 から 480 nm の青色光に対して特異的な感受性を有する。著者らは有機発光ダイオード (OLED、organic light-emitting diode) を光源とする研究で、melanopic 成分を豊富に含む青色 OLED 光は、赤色や緑色の OLED 光に比べて、自律神経から見た覚醒レベルを高めることを示した²。さらに、最近の研究で、覚醒レベルの維持には、melanopic 成分の絶対量だけでなく、相対的な melanopic 成分の含有率の高さが重要であることが分かった³。Fuchsia カラーガラスは緑色の成分を遮断することで、青色の成分の比率を高めることから、非イメージ形成性機能を介して心拍数を調節する中枢機能に影響を与え、心拍ダイナミクスのフラクタル性や複雑性を増加させている可能性がある。

参考文献

- 1) V. Daneault, et al. Light-sensitive brain pathways and aging. *J Physiol Anthropol* 35, 9 (2016).
- 2) E. Yuda, et al. Suppression of vagal cardiac modulation by blue light in healthy subjects. *J Physiol Anthropol* in press, (2016).
- 3) E. Yuda, et al. Enhancement of autonomic and psychomotor arousal by exposures to blue wavelength light: Importance of absolute and relative contents of melanopic component. *J Physiol Anthropol* in press, (2016).
- 4) J. Hayano, et al. Hypothesis: respiratory sinus arrhythmia is an intrinsic resting function of cardiopulmonary system. *Cardiovasc. Res.* 58, 1 (2003).
- 5) K. Kiyono, et al. Non-Gaussian heart rate as an independent predictor of mortality in patients with chronic heart failure. *Heart Rhythm.* 5, 261 (2008).
- 6) H. Fukuta et al. Prognostic value of nonlinear heart rate dynamics in hemodialysis patients with coronary artery disease. *Kidney Int.* 64, 641 (Aug, 2003).

日本人間工学会東海支部 2016 研究大会論文集

編集者 日本人間工学会東海支部
発行日 2016 年 10 月 15 日
発行 日本人間工学会東海支部 2016 年研究大会事務局
名古屋市立大学（大会長：横山 清子）
〒464-0083 愛知県名古屋市千種区 2-1-10
e-mail : jes-tokai@ergonomics.jp
印刷 合資会社 黒川印刷

*本論文を無断で複製・転載することを禁じます。

*落丁・乱丁本はお取替え致します。