

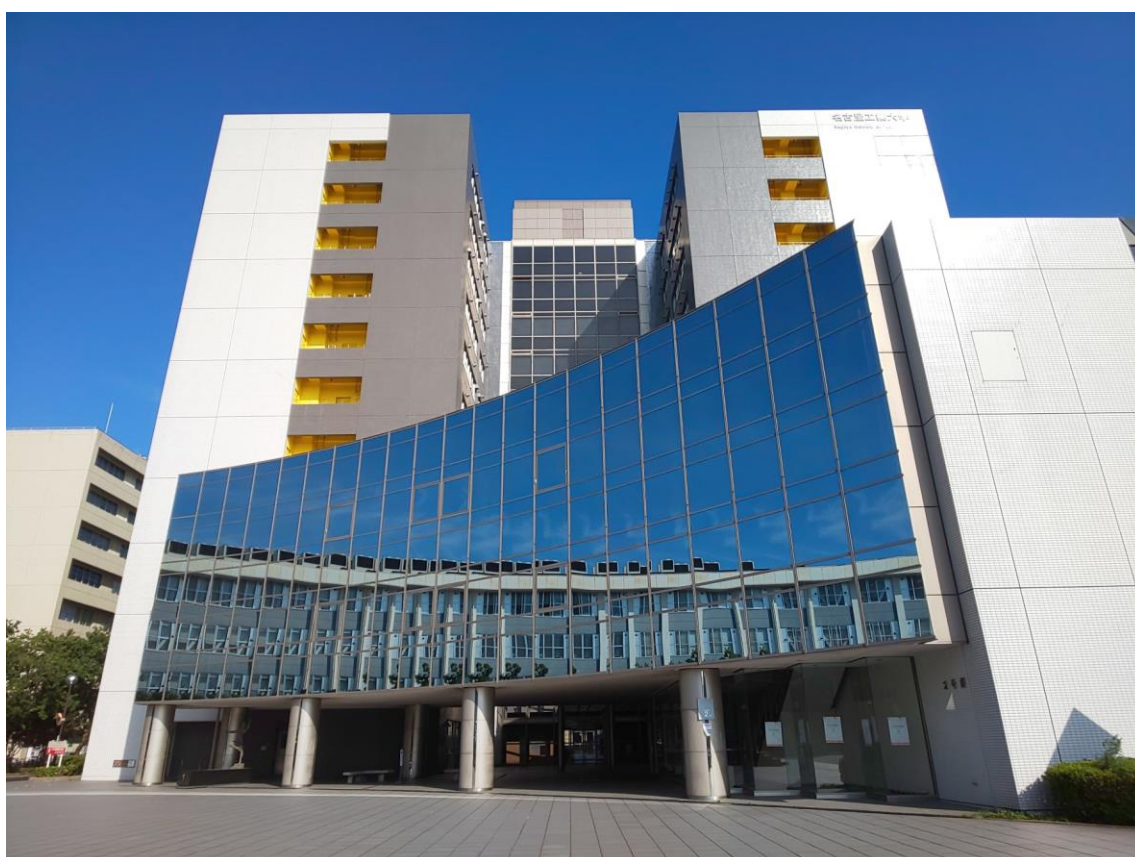
日本人間工学会東海支部 2019 年研究大会 論文集

開催日：2019 年 11 月 2 日（土）

会 場：名古屋工業大学

主 催：日本人間工学会東海支部

大会長：神田幸治（名古屋工業大学）



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 2019 年研究大会

【大会長】

神田 幸治
(名古屋工業大学)

【顧問】

斎藤 真
(三重県立看護大学)

【アドバイザー】

池浦 良淳
(三重大学)

横山 清子
(名古屋市立大学)

【実行委員】

市川 陽子
(三重県立看護大学)

榎原 毅
(名古屋市立大学)

庄司 直人
(朝日大学)

長谷川 智之
(三重県立看護大学)

藤岡 英二
(アイシン精機)

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)

渡津 弘大
(トヨタ自動車)

日本人間工学会東海支部 2019 年研究大会 ご挨拶



日本人間工学会東海支部 2019 年研究大会
大会長 神田 幸治 (名古屋工業大学)

日本人間工学会東海支部 2019 年研究大会を名古屋工業大学にて開催させていただくにあたり、一言ご挨拶を申し上げます。本研究大会が初めて名古屋工業大学で実施されたのは 2010 年であり、以来 9 年ぶりの開催となります。本学は、国内屈指の工科系単科大学として、工学技術の深化と価値創造に貢献する人材を、東海地方をはじめとする全国に輩出しております。将来にわたって人類の幸福や国際社会の福祉を達成するための革新的な学術・技術を創出するという本学の理念は、人間工学の目指す理念と同じであることを考えると、研究大会を本学で開催させていただく意義の大きさを痛感する次第です。とはいえ、今回は無駄を省いたシンプルな会場運営にしております。何卒ご理解ください。

IoT を始めとするインターネットの発展、AI やロボット開発のさらなる展開、自動運転の導入、人口の超高齢化など、新技術の開発や社会の変化に適切に対応するため、人間工学が果たす役割が今後ますます重要になることはいうまでもありません。そのために近年では、実験・調査データやビッグデータなどを適切に分析し新たな知見や価値を導出するためのデータサイエンスが、人間工学でも求められています。そして、従来当前のように使用されてきた統計分析手法の問題点が指摘され、統計学上にある種のパラダイムシフトが生まれつつあります。

このことから、本大会の特別講演では愛知工業大学教授の仁科健先生をお招きし、「統計学の不易流行～遺伝学データからビッグデータまで～」と題したお話をさせていただきます。仁科先生は名古屋工業大学ご在籍時の 2010 年に本研究大会の大会長をお務めになられました。日本を代表する統計的品質管理の専門家でいらっしゃるだけでなく、温かなお人柄とソフトな語り口で人を魅了する先生のお話は必聴です。学生・大学院生の皆様にもぜひお聴きいただければ幸いです。一般演題では、気鋭の若手・中堅の研究者の方々に座長をお願いする東海支部独自の方針を受け継ぐ一方、海事人間工学研究部会の皆様によるセッションも設けました。また、若手の研究者・技術者の方々の育成のため、認定人間工学専門家資格に関する説明会や若手人材育成事業、今後の展開が期待されるご発表に対する研究奨励賞授与も企画しております。さらに懇親会では、ご参加の皆様のますますの議論や活発な交流がなされることを期待しております。



日本人間工学会東海支部
支部長 松岡 敏生 (三重県工業研究所)

日本人間工学会東海支部 2019 年研究大会開催にあたり、一言ご挨拶申し上げます。2019 年研究大会は、名古屋工業大学大学院 神田幸治先生を大会長として開催の運びとなりました。研究大会開催にあたり、名古屋工業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。

本研究大会は、2000 年 10 月に名城大学で初回を開催し、今大会で記念すべき 20 回目を迎えることとなりました。地方支部として 20 回を重ねることは容易ではなく、これまで大会長、実行委員、役員を勤められた諸先生方のご尽力の賜物です。改めて感謝申し上げます。そして、今回も東海地区をはじめ本支部に関係の深い皆様、新たに海事人間工学部会の皆様からもご参加いただき、合計 37 演題もの研究発表をお申込みいただきました。本当に感謝申し上げます。

本研究大会では特別講演として、愛知工業大学 仁科健先生に「統計学の不易流行～遺伝学データからビッグデータまで～」と題してご講演をいただくこととなりました。仁科先生は、品質管理、統計科学、社会システム工学・安全システムをご専門とされ、工業標準化事業表彰経済産業大臣表彰、日経品質管理文献賞など数多く受賞されておられます。また、前職の名古屋工業大学在職時には、名古屋工業大学工場長養成塾塾長として企業の実践的な人材育成にもご尽力されておられました。

本研究大会の特別講演では、ニュース等で耳にしない日はない「ビッグデータ」を取り上げていただきます。一方で、統計科学の本質にも触れていただきたいと思いますので、現在のビッグデータ時代に人間工学研究を行う上で非常に役立つご講演と思い、お話しを拝聴することをとても楽しみにしているところです。

また、本研究大会では、特別講演、研究発表に加えて、支部企画も実施いたします。一つ目は、昨年度に引き続き、人間工学専門家認定機構による日本人間工学会認定人間工学専門家資格についてご紹介いただく予定です。もう一つは、若手人材企画として、大会長の神田幸治先生より、初学者を中心に人間工学実験のはじめの一步、を学んでいただくような企画を予定しています。東海支部のバイタリティー溢れる役員、研究大会実行委員の皆様の企画ですので、研究大会にご参加の皆様には、ぜひ、ご参加いただければと思います。

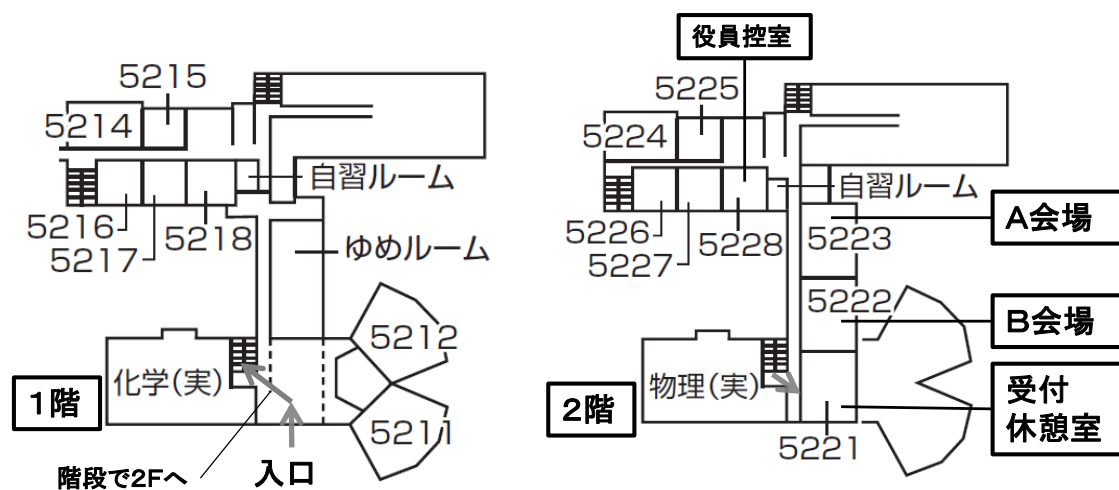
これからも「若い世代が活躍できる元気な東海支部」を引き継ぎ、さらには学会本部とも連携しながら産学官連携等、取組の幅を広げていきたいと考えております。どうぞ、今後とも皆様のご支援、ご指導、ご鞭撻をいただきますようお願い申し上げます。

会場案内

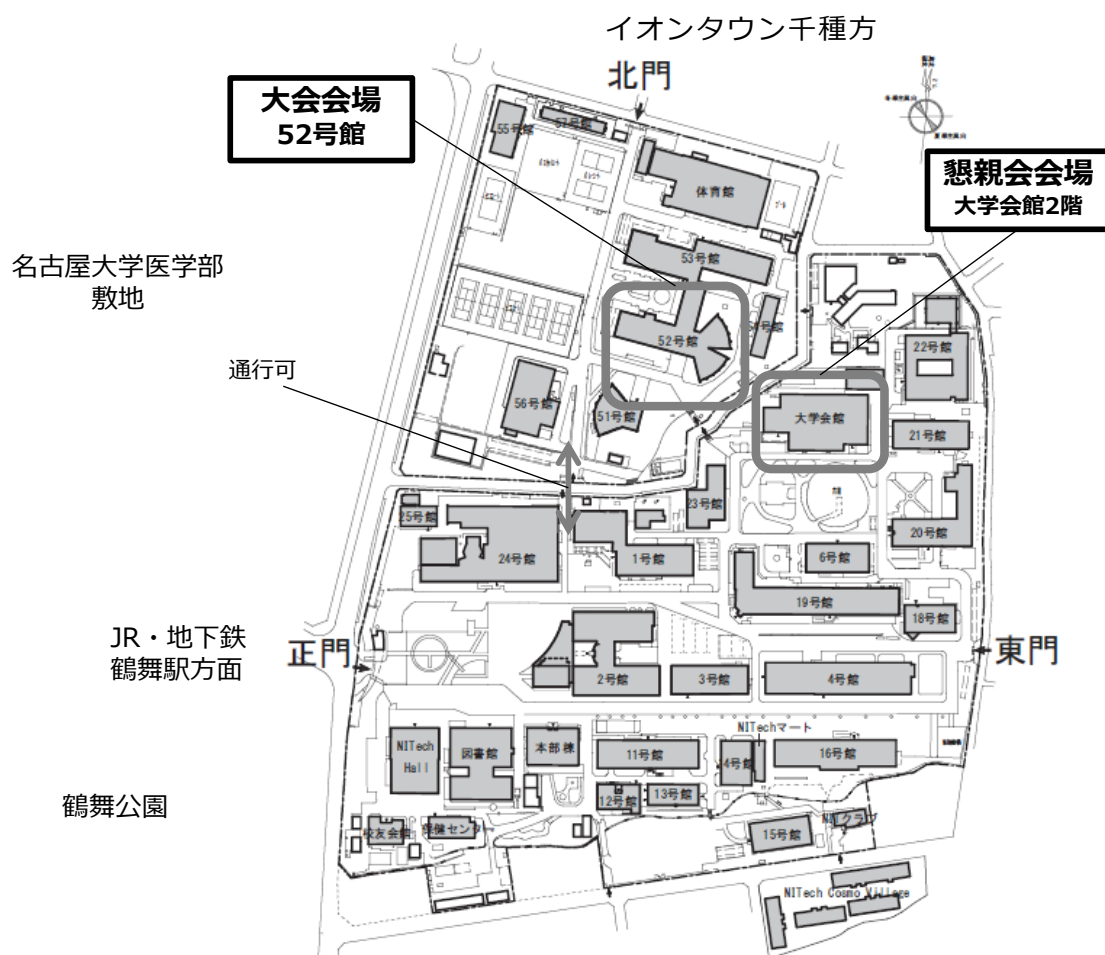
名古屋工業大学 52号館 2階

A会場：5223 講義室 B会場：5222 講義室 受付・休憩室：5221 講義室

52号館館内図



名古屋工業大学構内図



日本人間工学会東海支部 2019 年研究大会プログラム
 期日：2019 年 11 月 2 日（土） 9:30～18:15

	A会場 (52 号館 5223 講義室)	B会場 (52 号館 5222 講義室)
午前 1	1A (座長:山根 基) 9:30～10:45	1B (座長:吉田智幸) 9:30～10:45
午前 2	2A (座長:相撲佐希子) 10:55～12:10	2B (座長:藤掛和広) 10:55～12:10
12:10～13:10	昼休み	
13:10～14:10	特別講演「統計学の不易流行 ～遺伝学データからビッグデータまで～」 (A会場)	
14:20～15:10	特別企画 「認定人間工学専門家の紹介 ―目指すビジョンと施策―」(A会場) 「若手人材支援企画」(B会場)	
午後 1	3A (座長:庄司直人) 15:20～16:20	3B (座長:矢野円郁) 15:20～16:20
午後 2	4A (座長:才木常正) 16:30～17:30	4B (座長:藤巻吾朗) 16:30～17:45
18:00～18:15	研究奨励賞授与式(A会場)	
18:30～20:00	懇親会(大学会館 2 階カフェテリア)	

13:10～14:10 特別講演 「統計学の不易流行 ～遺伝学データからビッグデータまで～」
 (A会場)

14:20～15:10 特別企画
認定人間工学専門家の紹介 ―目指すビジョンと施策― (A会場)

福住伸一氏 (人間工学専門家認定機構・理化学研究所)

認定人間工学専門家について、資格制度や区分、認定基準、取得のメリット等を解説します。

日本人間工学会東海支部若手人材支援企画:人間工学実験前に確認しておくべきこと (B会場)

神田幸治 (名古屋工業大学)

実験心理学分野でとめられている典型的な研究手法を叩き台として、人間工学分野で実験を計画する上で「本当に」大切なことを、ミニレクチャーの形で簡潔にお話します。

一般演題（A会場・B会場）

■A会場（52号館2階5223講義室）

1A 9:30～10:45 座長：山根 基（愛知みずほ大学）

1A1 眼球運動データを用いた振り返りの効果－反応時間の推移について－

○新實希実(三重県立看護大学・学生), 堀田奈菜恵(三重県立看護大学・学生), 八木なつみ(三重県立看護大学大学院・院生), 長谷川智之(三重県立看護大学), 斎藤真(三重県立看護大学)

1A2 眼球運動データを用いた振り返りの効果－注視点分布特性について－

○堀田奈菜恵(三重県立看護大学・学生), 新實希実(三重県立看護大学・学生), 八木なつみ(三重県立看護大学大学院・院生), 長谷川智之(三重県立看護大学), 斎藤真(三重県立看護大学)

1A3 眼球運動データを用いた振り返りの効果－観察技術の変化について－

○八木なつみ(三重県立看護大学大学院・院生), 新實希実(三重県立看護大学・学生), 堀田奈菜恵(三重県立看護大学・学生), 長谷川智之(三重県立看護大学), 斎藤真(三重県立看護大学)

1A4 バイタルサインの異常を認識した際の初学者の眼球運動の特徴

○近藤瑠香(三重県立看護大学・学生), 高橋実久(三重県立看護大学・学生), 岡根利津(三重県立看護大学), 長谷川智之(三重県立看護大学), 白石葉子(三重県立看護大学), 斎藤真(三重県立看護大学)

1A5 初学者の観察時における異常認識について

○高橋実久(三重県立看護大学・学生), 近藤瑠香(三重県立看護大学・学生), 岡根利津(三重県立看護大学), 長谷川智之(三重県立看護大学), 斎藤真(三重県立看護大学)

2A 10:55～12:10 座長：相撲佐希子（修文大学）

2A1 看護学生における月経周期に伴う眠気の変動

○浦野紗帆(三重県立看護大学・学生), 市川陽子(三重県立看護大学), 大平肇子(三重県立看護大学), 横山清子(名古屋市立大学大学院), 斎藤真(三重県立看護大学)

2A2 強度試験を用いた点滴固定方法の検討

○堀木麻由(三重県立看護大学・学生), 松浦早希(三重県立看護大学・学生), 長谷川智之(三重県立看護大学), 斎藤真(三重県立看護大学)

2A3 数量化理論 3 類を用いた点滴固定の形状分類

○松浦早希(三重県立看護大学・学生), 堀木麻由(三重県立看護大学・学生), 長谷川智之(三重県立看護大学), 斎藤真(三重県立看護大学)

2A4 臥床患者に対する効果的な手浴方法の検討－臥床患者への利用と評価－

○大西美佐希(三重県立看護大学・学生), 前田真由美(三重県立看護大学・学生), 長谷川智之(三重県立看護大学), 斎藤真(三重県立看護大学)

2A5 臥床患者に対する効果的な手浴方法の検討－拘縮手患者への利用と評価－

○前田真由美(三重県立看護大学・学生), 大西美佐希(三重県立看護大学・学生), 長谷川智之(三重県立看護大学), 斎藤真(三重県立看護大学)

3A 15:20～16:20 座長：庄司直人（朝日大学）

3A1 低温環境曝露時の手指と足趾における皮膚血管反応の差異

○岸田紗季(三重県立看護大学・学生), 小林梓(三重県立看護大学・学生), 山口華奈(三重県立看護大学・学生), 平生祐一郎(三重県立看護大学), 山根基(愛知みずほ大学), 大西範和(三重県立看護大学)

3A2 低温環境曝露時の laser-Doppler flowgraphy と laser speckle flowgraphy で測定した足趾皮膚血流量の比較

○小林梓(三重県立看護大学・学生), 岸田紗季(三重県立看護大学・学生), 山口華奈(三重県立看護大学・学生), 平生祐一郎(三重県立看護大学), 山根基(愛知みずほ大学), 大西範和(三重県立看護大学)

3A3 低温曝露時の足部皮膚表面における温度分布と血流分布の異同について—thermography と laser speckle flowgraphy を用いて—

○山口華奈(三重県立看護大学・学生), 岸田紗季(三重県立看護大学・学生), 小林梓(三重県立看護大学・学生), 平生祐一郎(三重県立看護大学), 松岡敏生(三重県工業研究所), 西村直紀(日本福祉大学), 山根基(愛知みずほ大学), 大西範和(三重県立看護大学)

3A4 気温条件が夜勤交替制勤務に従事する消防職員の疲労症状に与える影響

○栗原崇浩(名古屋市立大学大学院医学研究科), 山本孔次郎(名古屋市立大学大学院医学研究科), 松木太郎(名古屋市立大学大学院医学研究科), 榎原毅(名古屋市立大学大学院医学研究科)

4A 16:30~17:30 海事人間工学研究部会セッション

テーマ「海と人」 座長：オ木常正（兵庫県立工業技術センター）

4A1 ダイバーの安全監視のための顔における脈波計測の検討

○瀧澤由佳子(兵庫県立工業技術センター)

4A2 実習生を対象とした指差呼称の効果に関する研究

○吉村健志(国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所), 村田信(独立行政法人 海技教育機構)

4A3 ウェアラブル生体センサによる操船シミュレータ訓練評価支援に関する研究

○村井康二(東京海洋大学), 北村健一(鳥羽商船高等専門学校), Jie Wang(Zhejiang Ocean University), Wen Xiaofei(Zhejiang Ocean University), Yibing Wang(Zhejiang International Maritime College), Yang Qilei(Zhejiang International Maritime College)

4A4 衛星による船上死傷事故予防の提案

○北村健一(鳥羽商船高等専門学校), 村井康二(東京海洋大学)

■B会場 (52号館2階5222講義室)

1B 9:30~10:45 座長：吉田智幸（トヨタ自動車(株)）

1B1 力覚と聴覚を組み合わせた HMI を用いたインピーダンス制御型操舵支援手法の受容性評価

○土居雅歩(三重大学・学生), 平田拓也(三重大学大学院・院生), 早川聡一郎(三重大学大学院), 堤成可(三重大学大学院), 池浦良淳(三重大学大学院)

1B2 ITS アクティブマニュアルの理解に対するドライバー特性の影響

○清水亮男(名城大学), 相馬仁(名城大学), 西村尚紀(中央図研), 永尾健太郎(名城大学)

1B3 ITS アクティブマニュアルにおける振動情報伝達の有効性

○永尾健太郎(名城大学), 相馬仁(名城大学), 西村尚紀(中央図研), 清水亮男(名城大学)

1B4 ドライブエージェントに対するコスト評価と日常運転の自己評価について

○藤掛和広(名古屋大学), 田中貴紘(名古屋大学), 吉原佑器(名古屋大学), 青木宏文(名古屋大学), 金森等(名古屋大学)

1B5 視野欠損を有するドライバを対象とした運転リスク評価テストの開発

○稲上誠(名古屋大学), 青木宏文(名古屋大学), 島崎敢(名古屋大学), 岩瀬愛子(たじみ岩瀬眼科), 薄雄斗(たじみ岩瀬眼科), 粕谷真紀子(名古屋大学), 伊藤逸毅(名古屋大学大学院), 寺崎浩子(名古屋大学大学院)

2B 10:55~12:10 座長：藤掛和広（名古屋大学）

2B1 スマホアプリを用いたセルフモニタリング介入による身体不活動の変化

○山本孔次郎(名古屋市立大学大学院・院生), 谷直道(日本予防医学協会), 大畑えり(日本予防医学協会), 山下紘見(日本予防医学協会), 田中美土里(日本予防医学協会), 上島通浩(名古屋市立大学大学院), 榎原毅(名古屋市立大学大学院)

2B2 家庭学習支援システムの研究—畳み込みニューラルネットワークを用いた人間の集中・非集中状態の把握—

○奥園基一(工学院大学大学院・院生), 黒野昭彦(アイアクト(株))

2B3 超急性期災害医療における組織レジリエンスとノンテクニカルスキルの関連

○庄司直人(朝日大学), 小野圭久(鈴鹿大学), 大城卓也(聖カタリナ大学), 榎原毅(名古屋市立大学大学院)

2B4 納豆容器の開封時における破損軽減に関する研究

○齋藤叶(新潟国際情報大学), 上西園武良(新潟国際情報大学)

2B5 手指部における触覚振動の刺激合成による印象特性について

○水野佑哉(中京大学), 井口弘和(中京大学)

3B 15:20~16:20 座長：矢野円都（神戸女学院大学）

3B1 イヤフォン難聴のメカニズム解明に関する基礎研究－耳年齢調査データに基づく工学的アプローチ－

○木舩蒼馬(工学院大学大学院), 菱田博俊(工学院大学), 山本大(工学院大学大学院), 齋藤和博(東京医科大学), 河野淳(東京医科大学), 菱田啓子(K 子の音楽室)

3B2 イヤフォン難聴のメカニズム解明に関する基礎研究－音エネルギーが聴覚に及ぼす影響－

○山本大(工学院大学大学院), 菱田博俊(工学院大学), 木舩蒼馬(工学院大学大学院), 齋藤和博(東京医科大学), 河野淳(東京医科大学), 菱田啓子(K 子の音楽室)

3B3 自動車用パワーシート作動音の感性品質

○安藤瑛(名古屋工業大学大学院), 川村大伸(名古屋工業大学大学院)

3B4 年齢層によるパイロットランプの色認識の差異

○山下健(相山女学園大学), 内藤章江(お茶の水女子大学), 石原久代(相山女学園大学)

4B 16:30~17:45 座長：藤巻吾朗（岐阜県生活技術研究所）

4B1 着用回数によるパワーアシストスーツの補助効果の変化－筋活動水準に基づく評価－

○徐杰瑞(東京大学大学院・院生), 門倉悠真(東京大学大学院・院生), 福崎千穂(東京大学), 石井直方(東京大学)

4B2 背面支持位置変更時の長時間運転における疲労評価と筋活動量の計測結果に対する検討

○山本幸史郎(三重大学大学院・院生), 浅野克啓(三重大学大学院・院生), 早川聡一郎(三重大学), 池浦良淳(三重大学), 堤成可(三重大学), 山川拓巳((株)タチエス), 吉田優海((株)タチエス), 筒井孝夫((株)タチエス), 戸畑秀夫((株)タチエス)

4B3 試験器等の階段運搬作業における作業負担評価とその改善に関する検討

○立松大輝(三重大学大学院), 近藤伸哉(三重大学大学院), 池浦良淳(三重大学大学院), 杉本敏文(中部電力株式会社), 早川聡一郎(三重大学大学院), 堤成可(三重大学大学院)

4B4 夏期における太陽光利用型植物工場での作業負担に関する実態調査－作業者の心拍数及び酸素摂取量－

○磯山陽介(三重県農業研究所), 北村八祥(三重県農業研究所), 松岡敏生(三重県工業研究所), 小林梓(三重県立看護大学・学生), 岸田紗季(三重県立看護大学・学生), 平生祐一郎(三重県立看護大学), 大西範和(三重県立看護大学)

4B5 夏期における太陽光利用型植物工場での作業負担に関する実態調査－作業者の体温, 衣服内気候－

○平生祐一郎(三重県立看護大学), 松岡敏生(三重県工業研究所), 磯山陽介(三重県農業研究所), 北村八祥(三重県農業研究所), 小林梓(三重県立看護大学・学生), 岸田紗季(三重県立看護大学・学生), 大西範和(三重県立看護大学)

18:00~18:15 研究奨励賞授与式（A会場）

18:30~ 懇親会（大学会館2階カフェテリア）



特別講演

統計学の不易流行

～遺伝学データからビッグデータまで～

仁科 健 氏

愛知工業大学経営学部教授

名古屋工業大学名誉教授

司会

神田 幸治

名古屋工業大学

11月2日(土)13:10～14:10

A会場:52号館2階5223講義室

「統計学の不易流行 ～遺伝学データからビッグデータまで～」

仁科 健（愛知工業大学経営学部教授・名古屋工業大学名誉教授）

このところちょっと収まった感がありますが、ビッグデータということばが新聞を賑わしています。データ駆動型 AI と言われる第 3 世代 AI を支えているのもビッグデータです。滋賀大学にはデータサイエンス学部が創設されました。統計学にとってまさに追い風です。しかし、そのおかげで、P 値による検定を否定するかのような記事が朝日新聞に掲載されました。我々、統計学のユーザーにとって、勉強し直さなければいけない一大事なのでしょうか？

今回の講演では、統計学の不易流行と題して、遺伝学に始まり、ビッグデータに至った近代統計学がどのような発展をみたのか？その発展過程で、何が変わって何が不変なのか？P 値による検定とどのよう付き合っていけばよいのか？ベイズ統計って何なのか？などを、統計学のユーザーの立場からお話ししたいと思っています。

講演者プロフィール：



1977 年名古屋工業大学大学院修士課程修了。1990 年工学博士（東京工業大学）。2018 年から愛知工業大学経営学部教授、名古屋工業大学名誉教授。専門は品質管理。名古屋工業大学在職時、名古屋工業大学工場長養成塾塾長、アジア人財プロジェクトマネジャーとして同大学の工学教育に貢献。1982 年社団法人日本品質管理学会論文奨励賞、1989 年「Estimation of the Amount of Shift Using Cumulative Sum Tests」ほか 2 編で日経品質管理文献賞、2010 年「統計的工程管理（2009 年 朝倉書店）」で日経品質管理文献賞、2016 年 ISO、JIS への貢献により、工業標準化事業表彰経済産業大臣表彰、2018 年「スタンダード 品質管理」（2018 年 培風館（共著））で日経品質管理文献賞など、受賞多数。2018 年から一般社団法人日本品質管理学会中部支部支部長。



特別企画

認定人間工学専門家の紹介
—目指すビジョンと施策—

福住 伸一 氏
人間工学専門家認定機構／理化学研究所

11月2日(土)14:20～15:10

A会場:52号館2階5223講義室

認定人間工学専門家の紹介

ー目指すビジョンと施策ー

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

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

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

1. 人間工学専門家認定機構の概要

本制度では、『人間工学の知識、技術、問題解決能力を十分に持ち、それを実践できる人材』に対し、人間工学専門家認定機構(CPEJ)が資格を認定しており、2003年8月に発足した。その後本資格は、2007年5月に国際人間工学連合(International Ergonomics Association : IEA)の認証も取得し、米国のBCPE(Board of Certification in Professional Ergonomics)や欧州のCREE(Centre for Registration of European Ergonomists)とともに国際的な人間工学の専門家として通用する資格となっている。

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

表1 認定人間工学専門家資格区分

	主に取得される人	必要学歴	日本人間工学会 会員資格
認定人間工学 専門家 (IEA 認証ライセンス)	企業内などの 人間工学エキスパート	大卒以上	不要
認定人間工学 準専門家	大卒または大学院 在籍者	大卒以上	不要
認定人間工学 アシスタント	実務をしている方	6単位以上の 専門教育	不要

(シニア制度は資格を保有しているがリタイアされ、特に活動をされない方)

表2 各支部人数に対する専門家人数(全区分合計)の構成比(2019.9.20時点)

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

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

東海支部の内訳は、22名中専門家15名、準専門家5名、アシスタント1名、シニア1名である。

2. 準専門家資格（昨年度のポイント）

本資格制度は、IEAに認証されている資格でありながら、段階的にステップアップができるシステムとなっていることが他国にない特徴である。

人間工学準専門家資格は、大学卒業と同時にしくは修士在学中に取得が可能である。自身の在学中に社会に役立つ人間工学に興味を持ち、専門に学習した経歴を周囲に理解してもらうことを可能としている。また、準専門家資格を所有者は、専門家へのステップアップに対しての優遇を受けられる。将来の目標となる専門家を見据え、継続的に学び、そして自らの知識を活用していくモチベーションにもつながっている。

3. 資格取得のメリットと課題

本資格を有することにより大きく分けて以下の3つのメリットがあると考えている

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

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

有資格者に専門家資格取得の理由を聞くと、ビジネスに役立てているという回答がある一方で、

周りに言われたからとか、とりあえず資格を取得しておけば使えるかもしれないからとかといった回答も多く、資格を保有することのメリットも曖昧であるのが現状と考える。

4. 機構のビジョンと施策

新たに掲げる機構のビジョンは以下の通りである。

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

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

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

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

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

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

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

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

5. 施策

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

1) 専門家が活躍できる場の提供

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

2) 会員のレベルアップに向けて

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

3) 新規会員開拓

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

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

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

6. まとめ

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

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



日本人間工学会東海支部若手人材支援企画
人間工学実験前に確認しておくべきこと
—湯船に入る前には湯かけをなさい—

神田 幸治
名古屋工業大学

人間工学の分野ではひとを対象とした実験を行う機会が数多くあります。しかし、やみくもに実験をすると、適切なデータが得られず、本当に調べたいことを分析できなくなり、研究の目的を達成できなくなります。そこで今回は、実験心理学分野でまとめられている典型的な研究手法を叩き台として、人間工学分野で実験を計画する上で「本当に」大切なことを、ミニレクチャーの形で簡潔にお話します。具体的には、変数の種類、妥当性と信頼性、実験者と実験参加者が互いに与える影響、実験の利点と欠点など、基本となるポイントを扱います。

是非、実験を実施して卒業論文を書こうという、皆様のご参加をお待ちしております！

11月2日(土)14:20～15:10

B会場:52号館2階5222講義室



一般演題

座 長

【一般演題 A会場】

■セッション1 A (9:30～10:45)

座 長：山根基（愛知みずほ大学）

■セッション2 A (10:55～12:10)

座 長：相撲佐希子（修文大学）

■セッション3 A (15:20～16:20)

座 長：庄司直人（朝日大学）

■セッション4 A (16:30～17:30)

海事人間工学研究部会

座 長：才木常正（兵庫県立工業技術センター）

【一般演題 B会場】

■セッション1 B (9:30～10:45)

座 長：吉田智幸（トヨタ自動車㈱）

■セッション2 B (10:55～12:10)

座 長：藤掛和弘（名古屋大学）

■セッション3 B (15:50～17:05)

座 長：矢野円郁（神戸女学院大学）

■セッション4 A (16:30～17:45)

座 長：藤巻吾朗（岐阜県生活技術研究所）

眼球運動データを用いた振り返りの効果

－反応時間の推移について－

○新實希実, 堀田奈菜恵 (三重県立看護大学・学生),
八木なつみ (三重県立看護大学大学院・院生), 長谷川智之, 斎藤真 (三重県立看護大学)

The effect of reflection measured by eye-tracking technology.

-Shifts in reaction time-

Nozomi Niinomi, Nanae Hotta, Natsumi Yagi

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

1. はじめに

学習における振り返りとは, 具体的な経験, 内省的な観察, 抽象的な概念化, 能動的な試みという振り返りを含むサイクルであるKolbの経験学習モデル¹⁾が教育の場において多様に活用されているように, 学習に必要不可欠である。

看護において観察とは実践の基礎であり, 観察を客観的に評価するために眼球運動を測定する文献が散見されるが, 観察の定義が不明瞭であり, 結果に一定の傾向が認められない²⁾。そこで本研究は, Endsleyの提唱するSituation Awareness (以下: SA) に基づいた意思決定プロセスの概念³⁾を用いて観察を定義付ける。この概念は航空機や船舶における操縦者の状況認識を測るために開発され, 「情報の認知, 現状の理解, 今後の状況予測」の3段階を経て意思決定をするプロセスを示す。看護場面の観察においても, 情報を認知してから意思決定をするというプロセスは共通すると言える。以上から, 本研究は, 眼球運動データを用いた振り返りが観察中の状況認識に及ぼす効果を明らかにすることを目的とする。

2. 方 法

被験者は某看護大学3年生6名とし, 看護場面の観察時に測定した眼球運動データを用いた振り返りを行う介入群, 行わない対照群の2群にランダムに振り分けた。被験者は看護場面と無関係な画像を用いた練習後, アイカメラ (EMR-8B, (株)ナックイメーテックテクノロジー) を装着し, 79.5cm前方に設置した液晶画面上に提示された画像を観察した。提示する看護場面は, A: ブレーキがかかっていない車椅子への移乗の場面 (転倒のリスク), B: 柵のないベッドに臥床中の

場面 (転落のリスク), C: 麻痺側からの食事介助の場面 (誤嚥のリスク)(図1) とした。また, 観察開始からSAにおける「現状の理解」までを反応時間と定義し, 10秒間の観察中に, 場面の問題点に気づいた時点で手持ちの反応ボタンを押してもらうことで計測をした。また観察後に, ①場面の問題点は何か (現状の理解), ②看護師が今すべき行動は何か (意思決定) の2段階に沿って観察内容を口述にて確認した。その後介入群には, 1/5倍速で再生した自己の視線移動と熟練看護師の注視点分布図を用いた振り返りを行った。この一連の流れを, 提示画像を変えて3回実施し, 3日間繰り返し行った。

反応時間の解析は, アイマーク解析ソフトのEMR-dFactory ((株)ナックイメーテックテクノロジー)を用いて, 観察開始から手持ちのボタンを押すまでの時間を算出し, 各群および3日間の反応時間に対してマン・ホイットニーのU検定およびフリードマン検定を施した。観察後の口述内容は定性的に評価した。本研究は, 三重県立看護大学研究倫理審査委員会の承認を得て実施した。(No. 193001)



図1 提示画像C: 麻痺側からの食事介助の場面

3. 結果

図2に各群および3日間の反応時間の推移を示

す。反応時間は、群間および3日間の時系列に有意差は認められなかった。

観察後の口述内容において、介入群はAの場面に関して、1日目に「車椅子のブレーキがかかっていない」という口述に対し、2, 3日目では「看護師がブレーキを握り締めていない状態で患者が座ろうとしている」と、口述に変化がみられた。またCの場面は、1日目の「麻痺側からの食事介助が問題」という口述に変化が見られ、2, 3日目に「患者の嚥下機能に対して適した食事でない」という口述がみられた。これらより、看護場面の状況の理解および認識が変化する傾向が見受けられた。一方で対照群は、Aの場面は、「看護師が患者を見ていないのに立とうとしている」といった内容、Bの場面は、「看護師が無視している」、Cの場面は、「安楽な姿勢でない」といった内容で3日間変化しない口述がみられた。

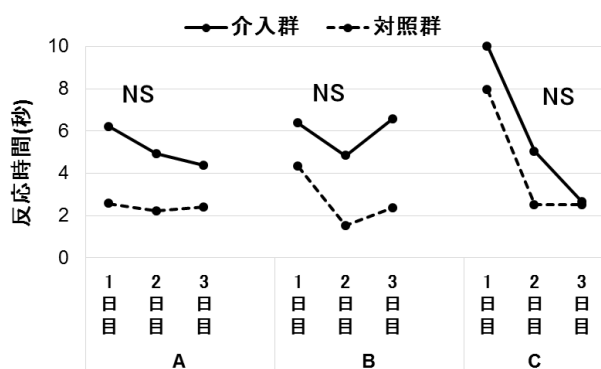


図2 反応時間の結果

4. 考察

群間内、時系列において反応時間の差は見られなかったが、介入群では対照群より反応時間が長い傾向が見られた。介入群は、自己の視線移動と熟練看護師の注視点分布図を用いた振り返りを実施し、自分が見ていなかった場所を意識して観察したことで、反応時間が長くなったと考えられる。一方で対照群は、反応時間が短縮している傾向であったが、これは自己の視線移動と熟練看護師の注視点分布図を用いた振り返りを行わなかったことや、何度も同じ画像を見ることで反応時間が短縮したと考える。

また、観察後の口述内容結果より、介入群では

状況の理解および認識が1日目から3日目の間で変化した一方で、対照群には変化が見受けられなかった。先行研究では、熟練看護師の眼球運動データを用いた振り返りを行うことによって、熟練看護師の観察・判断の特徴への気づきがあると述べていることや⁴⁾、臨床経験豊富な看護師は新人看護師と比べて観察後の具体的な語が多いとの報告があることから⁵⁾、本研究においても、自己の視線移動と熟練看護師の注視点分布図を用いた振り返りを行うことが、観察への気づきが増え、より具体的な観察が促され、看護場面の問題箇所の状況認識が具体化されたと考える。

5. まとめ

自己の視線移動と熟練看護師の注視点分布図を振り返りに使用することで、状況の認識に要する時間に変化はみられなかったが、観察した内容として質的に具体的な語が増加する傾向がみられた。眼球運動データを用いた振り返りが観察中の状況認識に及ぼす効果があるということを示したが、今後は眼球運動データの種類の違いによる有効性の違いを検討する必要がある。

参考文献

- 1) Kolb, D. Experiential Learning as the Science of Learning and Development, 1984, Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- 2) 松本美晴, 他, わが国における看護場面での視線解析を用いた観察力の評価に関する文献検討, 純真学園大学雑誌. 2018, 7, p. 101-107.
- 3) Endsley, M, R. Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. Human Factors. 1995, 37(1), p.32-64.
- 4) 西方真弓, 他, 新人看護師の「観察・判断への気づき」を育てる視線解析を用いた教育プログラムの評価—臨床経験豊富な看護師の「DVD教材」視聴による気づきの分析—, 新潟大学保健学雑誌. 2014, 11, p. 25-32.
- 5) 西方真弓, 他, 看護師の視線運動と観察の意図—新人看護師と臨床経験豊富な看護師との比較—, 新潟大学医学部保健学科紀要. 2012, 10, p. 11-21.

眼球運動データを用いた振り返りの効果

－注視点分布特性について－

○堀田奈菜恵, 新實希実 (三重県立看護大学・学生),

八木なつみ (三重県立看護大学大学院・院生), 長谷川智之, 斎藤真 (三重県立看護大学)

The effect of reflection measured by eye-tracking technology

- Characteristics of fixation point distribution -

Nanae Hotta, Nozomi Niinomi, Natsumi Yagi, Tomoyuki Hasegawa and Shin Saito

(Mie Prefectural College of Nursing)

1. はじめに

看護における観察は、限られた時間の中でケアに必要な情報を取り込み、さらに看護計画を立案するために重要な技術である。しかし、観察技術は目に見えず、その場で客観的に評価することができない、また手順も確立されていないため、初学者への教育が困難である。我々は初学者の観察時の眼球運動に着目し、初学者が振り返りとして自己の眼球運動と熟練者のその差異を知ることが観察技術の向上につながるものと考えた。そこで本研究では、観察時の本人の眼球運動を振り返りに用いることの効果について注視点分布の特性から検討を試みた。

2. 方 法

(1)被験者

被験者は20～36歳(平均年齢23.2歳)の某看護大学の3年生6名とした。

(2)実験条件

実験は、眼球運動データを用いた振り返りを行う介入群と、行わない対照群とし、連続して3日間行った。6名の被験者を無作為に3名ずつ介入群と対照群に振り分けた。

(3)実験手順

手順は①～⑤とした。

①被験者は観察方法の説明と練習を受け、観察方法を十分に理解した上で本実験に臨んだ。

②被験者はアイカメラ(EMR-8B, (株)ナックイメージテクノロジー)を装着し、椅座位で頭部を固定した状態で79.5cm前方の液晶画面上に提示された画像を10秒間観察した。

③被験者が観察中に問題点を発見した時点で直ちに1回目の反応ボタンを押し、次に看護師が今すべき行動がわかった時点で2回目の反応ボタンを押すことと教示した。これらの反応時間は、

眼球運動と同時に記録した。

④観察終了後に観察内容を口述させた。対照群はこの時点で実験終了とした。

⑤介入群は直前に測定した観察中の自己の視線移動と、同一の場면을観察した熟練看護師の注視点分布図を合成した映像を1/5倍速で提示し、振り返りとした。

(3)分析方法

眼球運動の解析はアイマーク解析ソフトEMR-dFactory, (株)ナックイメージテクノロジーを用いた。注視領域は「車椅子ブレーキ」、「車椅子ハンドブレーキ」、「車椅子フットレスト」、「車椅子その他」、「患者」、「看護師」の6項目とし、画像提示から1回目の反応ボタンを押すまでを分析対象とした。注視の定義は0.165秒以上の停留とし¹⁾、注視時間割合を算出した。

(4)提示画像

図1は提示画像で、一般病棟の日常生活の場面に問題点が1点あり、この図は「ブレーキがかかっていない車椅子へ移乗することによる転倒リスク」である。熟練看護師が観察していた重要な注視点分布領域「車椅子ブレーキ」、「車椅子ハンドブレーキ」、「車椅子フットレスト」の3項目を重要領域、画像の問題部分である「車椅子ブレーキ」を危険領域と定義した。



図1 提示した画像(ブレーキがかかっていない車椅子への移乗場面)

本研究は三重県立看護大学研究倫理審査会の承認を得て実施した。(No.192201)

3. 結果

図2は介入群の項目別注視時間割合の平均である。介入群の重要領域の項目別の平均値は、1日目が「車椅子ブレーキ」44%、「車椅子ハンドブレーキ」4%、「車椅子フットレスト」7%となった。2日目が「車椅子ブレーキ」12%、「車椅子ハンドブレーキ」23%、「車椅子フットレスト」7%となった。3日目が「車椅子ブレーキ」21%、「車椅子ハンドブレーキ」11%、「車椅子フットレスト」20%であった。

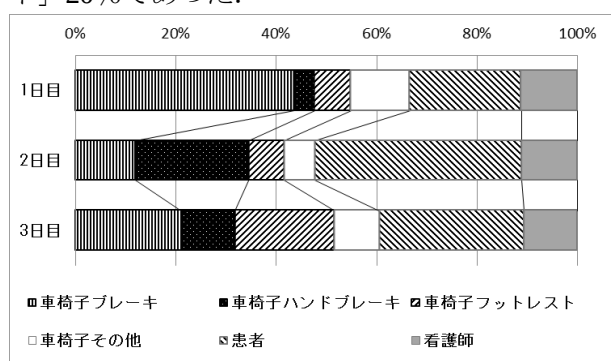


図2 介入群の項目別注視時間割合の平均

図3は対照群の項目別注視時間割合の平均である。対照群の重要領域の項目別の平均値は、1日目が「車椅子ブレーキ」18%、「車椅子ハンドブレーキ」6%、「車椅子フットレスト」9%となった。2日目は「車椅子ブレーキ」8%、「車椅子ハンドブレーキ」6%、「車椅子フットレスト」8%となった。3日目は「車椅子ブレーキ」4%、「車椅子ハンドブレーキ」0%、「車椅子フットレスト」4%であった。

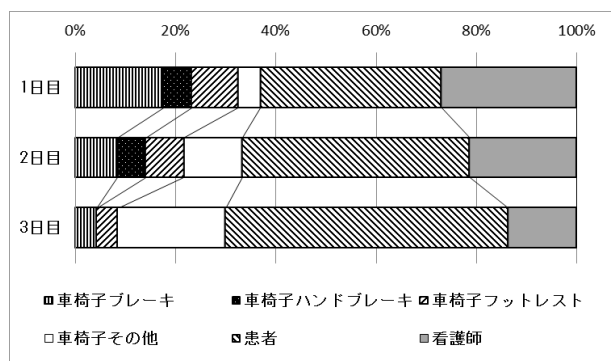


図3 対照群の項目別注視時間割合の平均

重要領域の注視時間割合の変化について、介入群は2日目に減少、3日目に増加し、1日目と3日目では変化があまりみられなかった。しかし、危険領域以外の重要領域2項目の割合が増加した。対照群は重要領域の3項目とも日を迫うごとに減少した。危険領域の注視時間割合は、介入群は2日目に減少、3日目に増加し、1日目と3日目では、3日目が短縮した。

4. 考察

西方ら²⁾によると熟練看護師と自己の眼球運動データを比較することで、「考えていなかった観察ポイントに気づく」ことができていたと報告されている。本研究では熟練看護師の観察意図は伝えず、被験者自身の気づきを促す振り返り方法であったが、介入群にのみ、危険領域以外の重要領域の注視割合が増加する傾向がみられた。このことから、自己の視線移動と熟練看護師の注視点分布図を比較し、自己の観察に不足していたポイントに気づくことができたと考えられる。

一方で、危険領域の注視時間割合は両群で減少した。提示画像は問題点が危険領域を見ただけで判断できる、単純なものであったため、問題を認識するまでの時間が短縮することで、このような傾向がみられたものと推察される。

以上より自己の視線移動と熟練看護師の注視点分布図を比較することで、自己の観察に不足していた点に気づき、重要な領域を選択的に観察するようになることが示唆された。

5. まとめ

自己の眼球運動を振り返りに用いることは有用性が高いことが示された。

参考文献

- 1)柳生聖司, 他, 「注視時の注視点分布特性」, 人間工学.1995,31(特別号),p.214-215.
- 2)西方真弓, 他, 新人看護師の「観察・判断への気づき」を育てる視線解析を用いた教育プログラムの評価ー臨床経験豊富な看護師の「DVD 教材」視聴による気づきの分析ー, 新潟大学保健学雑誌.2014, 11, p.25-32.

眼球運動データを用いた振り返りの効果

－観察技術の変化について－

○八木なつみ（三重県立看護大学大学院・院生）、
新實希実、堀田奈菜恵（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）

The effect of reflection measured by eye-tracking technology.

- Changes in observational skill -

Natsumi Yagi, Nozomi Niinomi, Nanae Hotta,
Tomoyuki Hasegawa and Shin Saito (Mie Prefectural College of Nursing)

1. はじめに

近年、看護場面の観察時の眼球運動を測定することで観察技術の客観的評価を試みる文献が散見されるが、眼球運動のデータを用いた学習効果を明らかにした文献は少ない¹⁾。本研究は、眼球運動のデータを用いた振り返りの観察技術への効果を明らかにするために、客観的および主観的指標から観察技術の変化を検討する。

2. 方 法

(1) 被験者

被験者は、平均年齢 22.1 歳の某看護大学 2、3 年生 10 名とした。

(2) 実験条件

実験は、眼球運動のデータを用いた振り返りを行う介入群、振り返りを行わない対照群の 2 群に、無作為に 5 名ずつ割り付けた。

(3) 実験方法

実施手順は 1) ～5) とした。

1) 看護と無関係な静止画を用いた観察の練習を実施した。

2) 被験者はアイカメラ（EMR-8B, (株)ナックイメージテクノロジー）を装着後、79.5cm 前方に置いたモニターに提示した看護場面の静止画を 10 秒間観察し、同時に眼球運動を測定した。提示画像は、ある問題点を 1 つ含む場面とし、A：転倒のリスク、B：転落のリスク、C：誤嚥のリスクの、観察時に必要とされる専門的知識量が異なる 3 つの場面を用いた（図 1）。

3) 介入群は、直前に測定した自己の視線移動と、同一の場면을観察した熟練看護師の注視点分布図を合成した映像を 1/5 倍速で提示し、振り返りとした。1) ～3) を提示する場面を変えて 3 回行い、この一連の流れを 3 日間繰り返し実施した。

以下の 4) 5) は実験 3 日目にのみ実施した。

4) 全ての観察と振り返りの終了後、3 つの場面を踏まえた、問題点を複数含む場面の観察を 30 秒間行った。観察後に、気づいた問題点および看護師が必要な行動を口頭で確認した。

5) 3 日間を通した自己の観察技術の変化を問う質問紙を実施した。質問紙は Endsley の概念（図 2）²⁾ を用いて、観察技術を段階に分けて質問項目を作成した。質問項目は 3 つの場面ごとに、①情報収集ができるようになったのか、②問題点に気づくことができるようになったのか、③看護師が今すべき行動がわかるようになったのかの 3 項目に、④総合的に観察ができるようになったのかを加えた 4 項目とした。選択肢は「変わらなかった」を 0、「できるようになった」を 5 とした 6 段階の選択肢を用いて回答を得た。また、観察や振り返りに対する自由記載を設けた。

(4) 分析方法

観察時に気づいた問題点および必要な行動の正答数に対して t 検定、アンケートの回答に対してマンホイットニーの U 検定を実施し 2 群比較を行った。

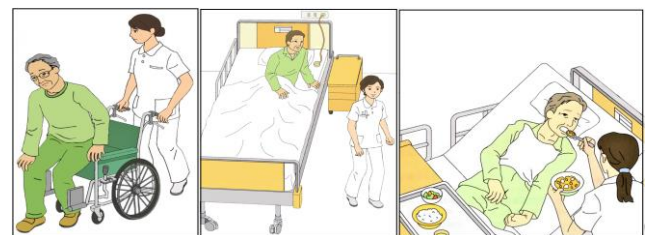


図 1 提示した看護場面（左から A, B, C）

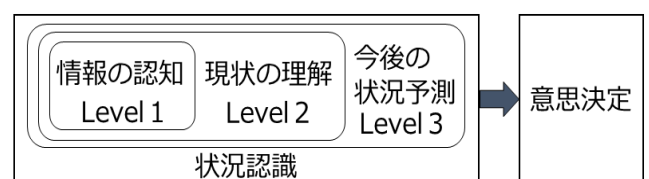


図 2 状況認識に基づいた意思決定プロセス

3. 結果

問題点を複数含む場面の観察において、気づいた問題点および必要な行動の正答数（平均値±標準偏差）は、介入群が 2.2 ± 0.4 点、対照群が 0.4 ± 0.5 点であり、t 検定の結果 1%水準で介入群が有意に高かった。また、主観的な観察技術の変化を問う質問紙の結果は、A の場面に対する質問項目③では 5%水準（表 1）、B の場面に対する質問項目②では 5%水準（表 2）、C の場面に対する質問項目①では 1%水準、質問項目④では 5%水準（表 3）で介入群が有意に高かった。自由記載では、「熟練看護師の注視点分布図を見て、次に活かせるようになった。」「自分の視線移動と熟練看護師の注視点分布図のずれを見ることで、自分が確認できていない点に気づけた、あるいは熟練看護師がなぜこの部分を注視したのかを考えることができた。」などの記載がみられた。

表1 観察技術の変化（A：転倒のリスク）

	質問項目			
	①	②	③	④
介入群 (n=5)	4.0 ± 0.0	4.0 ± 0.0	4.0 ± 0.5	5.0 ± 0.5
対照群 (n=5)	3.0 ± 1.5	2.0 ± 0.5	1.0 ± 1.0	4.0 ± 1.5
検定	NS	NS	*	NS

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$ （中央値±四分位偏差）

表2 観察技術の変化（B：転落のリスク）

	質問項目			
	①	②	③	④
介入群 (n=5)	4.0 ± 0.0	4.0 ± 0.0	4.0 ± 0.0	4.0 ± 0.5
対照群 (n=5)	4.0 ± 1.5	1.0 ± 1.0	2.0 ± 1.0	3.0 ± 1.0
検定	NS	*	NS	NS

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$ （中央値±四分位偏差）

表3 観察技術の変化（C：誤嚥のリスク）

	質問項目			
	①	②	③	④
介入群 (n=5)	4.0 ± 0.0	5.0 ± 1.0	5.0 ± 1.0	4.0 ± 0.0
対照群 (n=5)	3.0 ± 1.0	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.5	2.0 ± 0.5
検定	**	NS	NS	*

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$ （中央値±四分位偏差）

4. 考察

眼球運動データを用いた振り返りは、自己と熟練看護師の観察を比較することで、熟練看護師の観察の特徴に気づくことができる³⁾。また自己の観察の不足に気づき、次に活かすことで、観察技術を向上させたと考えられる。

Aの場面は専門的知識を比較的必要とせず、視覚情報だけで判断が容易であり、Endselyの概念における「意思決定」までにおいて振り返りの有効性が示された。またBの場面は、視覚情報と専門的知識を必要とし、「現状の理解」および「今後の状況予測」の段階に限り効果がみられた。Cの場面は専門的知識を必要とし、視覚情報だけでは判断が困難であり、「情報の認知」という観察の初段階に限り有効であった。

西方ら⁴⁾は、看護師が持つ専門的知識が観察に影響をおよぼすことを示している。本研究の振り返りは知識の提供がないため、知識を必要とする場面では、振り返りの有効性が観察の初段階に限定されたと考えられる。一方で、Cの場面は総合的な観察技術が向上したことから、熟練看護師の注視点分布図を見て観察の根拠を思考することが、知識の提供を補う可能性が示唆された。

5. まとめ

眼球運動のデータを用いた振り返りは、観察技術を向上させる。また、観察する看護場面の専門的知識の必要量によって、振り返りが有効である観察技術の段階が異なることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 寺井梨恵子, 他, 看護場面における視線解析を用いた研究の動向と今後の課題, 石川看護雑誌. 2017, 14, p. 13-22.
- 2) Endsley, M. R. , Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. , *Human Factors*. 1995, 37(1), p. 32-64.
- 3) 西方真弓, 他, 新人看護師の「観察・判断への気づき」を育てる視線解析を用いた教育プログラムの評価—臨床経験豊富な看護師の「DVD 教材」視聴による気づきの分析—, 新潟大学保健学雑誌. 2014, 11, p. 25-32.
- 4) 西方真弓, 他, 看護師の視線運動と観察の意図—新人看護師と臨床経験豊富な看護師との比較—, 新潟大学医学部保健学科紀要. 2012, 10, p. 11-21.

バイタルサインの異常を認識した際の初学者の眼球運動の特徴

○近藤瑠香, 高橋実久 (三重県立看護大学・学生),
岡根利津, 長谷川智之, 白石葉子, 斎藤真 (三重県立看護大学)

Characteristics of eye movements of novice when recognizing vital sign anomalies

Ruka Kondo, Miku Takahashi, Ritsu Okane, Tomoyuki Hasegawa,
Yoko Shiraishi and Shin Saito (Mie Prefectural College of Nursing)

1. はじめに

看護において、患者の異常に的確に対応するためには、看護の基本となる観察力が求められる。看護の初学者を対象とした視線解析を用いた近年の研究では、危険場面や日常業務における観察が主であるが、患者に異常が生じている場面における観察の特徴を明らかにした研究は少ない。そこで、本研究では、初学者が観察時に患者の異常を認識した際の眼球運動の特徴を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

研究参加者(以下、参加者)は、A大学看護学科の全ての臨地実習の単位を取得した4年生15名に依頼した。本研究は眼球運動測定装置を使用するため、屈折異常以外の眼疾患がない者を対象とした。眼球運動の計測は眼球運動測定装置(アイマークレコーダーEMR-8B: (株)ナックイメージテクノロジー社、以下、EMR)を使用した。また、研究参加者は、EMRを装着した状態で椅子に座り、55.0cm前方に置いた27インチの液晶画面(ProLite XB2780HSU, iiyama)に映した実験課題を観察した。実験中は、キャリブレーションエラーを防ぐため、参加者の頭部をヘッドレストに固定した。

実験手順は、はじめに、実験内容を画面に提示しながら、事例をふまえ必要な観察を行うよう口頭で説明し、事例文を画面に提示した。事例の内容は「女性、肺炎にて入院、酸素吸入1L/分、輸液投与80ml/時を行っている。」である。事例文の提示時間は制限せず、参加者が読み終わり次第、口頭で読み終わったことを知らせてもらった。次に、参加者は事例の静止画を30秒間観察した。

事例の静止画は、模擬患者が生体モニターを装着し、酸素投与と持続点滴を行いながらベッドに臥床した状態である。生体モニターはバイタルサイン<SpO₂ 89%>の異常を示している。

計測した眼球運動のデータは、アイマークデ

ータ解析ソフトウェア(EMR-dFactory Ver2.7: (株)ナックイメージテクノロジー社)を用いて解析した。注視領域として「顔」「前胸部」「SpO₂の値」「モニター」「酸素流量計」「カニューレ」「吸引瓶」「点滴」「その他」を設定した。本研究では、柳生らの定義¹⁾を用いて、約2°の範囲内に0.165秒以上視線が停留した場合を注視とした。

分析は、領域ごとに注視時間、注視回数を算出した。また、「SpO₂の値」を注視した後の視線移動、及び、各領域における2領域間の視線移動を分析した。注視時間及び注視回数については領域ごとに異常を認識した人(以下、認識群)と、異常を認識しなかった人(以下、非認識群)で比較し、t検定を行った。本研究では、5%未満を有意水準とした。本研究は三重県立看護大学研究倫理審査会の承認を得て実施した(No.192801)。

3. 結果

参加者15名のうち、キャリブレーションエラーを認めた1名を除く、14名のデータを分析した。そのうち、認識群は9名、非認識群は5名であった。

(1) 領域別注視時間

領域ごとの注視時間の結果を図1に示す。

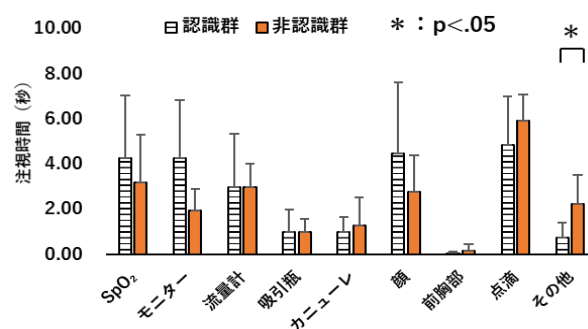


図1. 領域ごとの注視時間

認識群、非認識群ともに「点滴」の注視時間が最も長い傾向が見られた。t検定の結果、非認識

群は認識群より「その他」の注視時間が有意に長かった($p<.05$).

(2) 領域別注視回数

領域ごとの注視回数の結果を図2に示す.

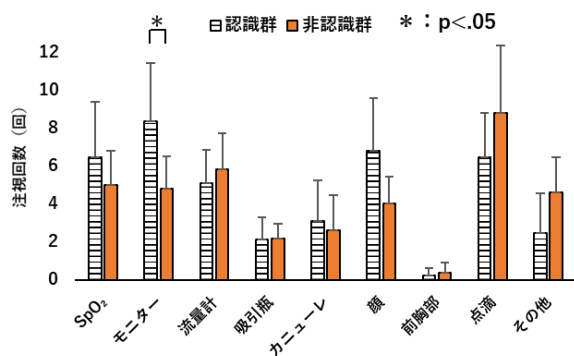


図2. 領域ごとの注視回数

t検定の結果, 認識群は非認識群より, 「モニター」の注視回数が有意に多かった($p<.05$).

(3) 2領域間の視線移動

認識群の「SpO₂の値」を注視した後の視線移動を図3に示す.

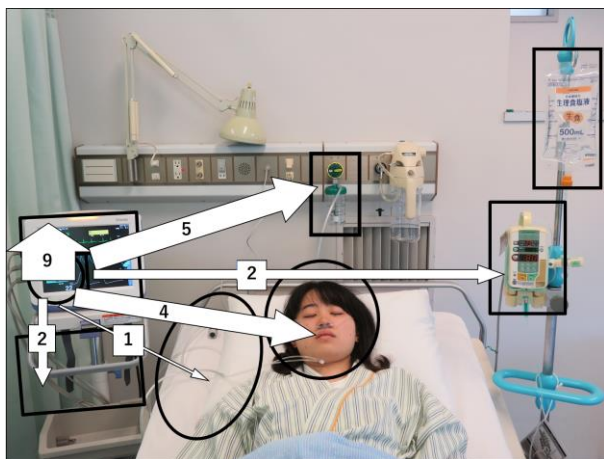


図3. 認識群: 「SpO₂の値」注視後の視線移動
 <矢印: 1回以上の視線移動, 数字は人数を表す>

認識群では「モニター」「流量計」「カニユーレ」「顔」「点滴」「その他」の6領域への視線移動が見られた. 一方, 非認識群では, 「モニター」「流量計」「点滴」「その他」の4領域のみであった. さらに, 注視回数で有意差を認めた「モニター」を含む2領域間における視線移動についても分析した. 認識群では, 「SpO₂の値」「顔」「流量計」「点滴」「その他」の5領域への視線移動が過半数以上の人にみられた. 一方, 非認識群では「SpO₂の値」「点滴」「その他」の3領域への視線

移動が過半数以上の人に見られた.

4. 考察

領域別注視時間, 領域別注視回数, 及びモニターを含む2領域間の視線移動の結果から, 認識群は, 呼吸状態を把握するために必要な領域をより多く観察していたと考える. また, SpO₂の値の低下を認識したことで, 呼吸状態の把握に必要な領域を関連させながら観察していることが推察される.

そして, 「SpO₂の値」を注視した後の視線移動の結果から, 異常の認識の有無に関わらず, 初学者は「モニター」や「流量計」を共通して注視しており, これらは提示された事例文から読み取った内容を確認していることが考えられる. それに加えて, 認識群では患者の顔色やカニユーレの状態など, より詳細に酸素療法に関連した観察が行われていたと考える. よって, 認識群では, バイタルサインの異常と酸素療法に関連する情報を観察しながら, 患者の状態を把握したり, 異常が生じている原因をアセスメントしようとしていたことが考えられる.

呼吸状態の評価について, フィジカルアセスメントのガイドブックでは, 胸郭の形状や動きの観察が求められている²⁾. しかし, 本研究では異常の認識の有無に関わらず, 「前胸部」の観察が少ない傾向にあった. これは, 模擬患者の「前胸部」が寝衣で隠れていたことや, 静止画であったことが影響していると考えられる. また, 初学者の前胸部を観察することへの認識の低さや観察技術が不足していることも推察される.

本研究によりバイタルサインの異常を認識した際の初学者の眼球運動の特徴が示唆された. 今後は今回の研究結果をもとに, 有資格者の眼球運動の特徴を明らかにし, 初学者と有資格者の観察の差異を定量的に明らかにすることで, 初学者への看護教育の構築につなげていくことができると考える.

参考文献

- 1) 柳生誠司他, 「注視時の注視点分布特性」, 人間工学, Vol.31 (特別号), 214-215, 1995
- 2) 道又元裕他編, 「エキスパートナース・ガイド 人工呼吸管理実践ガイド」, 照林社, 2009

初学者の観察時における異常認識について

○高橋実久, 近藤瑠香 (三重県立看護大学・学生)
岡根利津, 長谷川智之, 斎藤真 (三重県立看護大学)

Study of abnormal awareness during observation at novice
Miku Takahashi, Ruka Kondo, Ritsu Okane, Tomoyuki Hasegawa and Shin Saito
(Mie Prefectural College of Nursing)

1. はじめに

初学者の観察を対象とした研究は、眼球運動測定装置を用いて数多くされている。対象とする観察場面は、車いす移乗やベッドサイドにおける転倒リスクの予知および術後患者の合併症の予測といった、危険予知トレーニング (KYT) がほとんどであり、分析は、観察対象における注視時間および注視回数が主流である¹⁾。一方で、初学者の観察において、実際に異常を示している場面の定量的な評価および異常認識を扱った研究はほとんど行われていない。以上から、本研究は、初学者が患者および医療機器を観察した際に、それらから発せられる異常状態に対する認識の特徴を明らかにすることを目的とする。

2. 方 法

研究参加者 (以下: 参加者) は、某看護大学の4年生13名とした。実験方法として、はじめに実験について説明を行い、眼球運動測定装置 (株) ナックイメージテクノロジー, EMR-8B, 以下: アイカメラ) を装着、頭部を固定し、55cm前方に設置されたディスプレイに画像を提示した。参加者は実験に慣れるために、ディスプレイに実験で提示される画像とは無関係の画像を数枚用いて、異常状態を認識した際に、反応スイッチを押す練習を行った。その後、本実験として、図1に示す正常場面の画像1枚、異常あり {(SpO₂ 97%→90%)、酸素流量計 (1L/m→0L/m)、輸液ポンプ (80ml/h→300ml/h)} の画像3枚を交互に提示 (計6枚) し、参加者は、観察を行いつつ、異常を認識した際にスイッチを押すこととした。観察終了後には、参加者に異常認識の有無について口頭で回答させた。眼球運動は、解析ソフトウェア (株) ナックイメージテクノロジー, EMR-dFactory) を用いて分析した。注視エリアは、生体モニター、酸素流量計、輸液ポンプの3領域を設定し、各エリアの注視回数、注視時間を測定した。異常場面において、異

常箇所に視線が停留してから反応スイッチを押すまでの時間を反応時間とし、ノンパラメトリック検定を行った。また、異常を認識した群 (以下: 認識群) と認識していない群 (以下: 非認識群) における正常時と異常時の注視回数、注視時間は、対応ありのt検定を行った。注視の条件は柳生らより、0.165秒以上の停留とした²⁾。本研究は、三重県立看護大学研究倫理審査会から承認を得て実施した。(No. 191301)



図1 正常場面の静止画

3. 結果

図2に異常箇所における認識の有無の割合を示す。酸素流量計は他の異常箇所より異常認識が少なく、全体の38%であった。

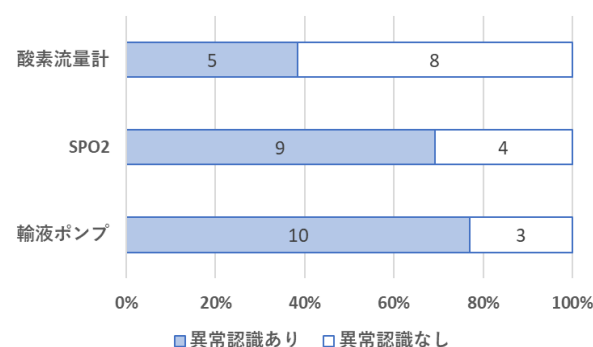


図2 異常認識の有無の割合

各異常場面に対する反応時間を図3に示す。反応時間の中央値は、酸素流量計1.0秒、モニター2.7秒、輸液ポンプ1.4秒であり、各異常に対する

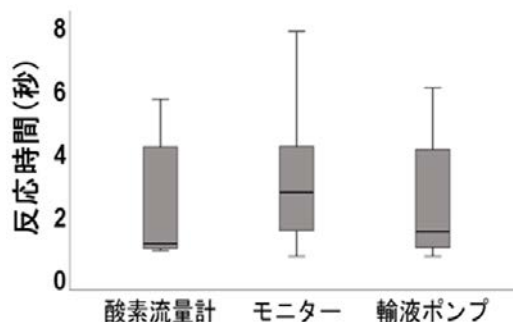


図3 各異常場面における反応時間

反応時間に有意な差は認められなかった。

図4は異常認識群, 図5は非認識群の正常時と異常時との異常箇所における注視回数, 注視時間の比較である。認識群では, 注視回数に有意な差はなく, 注視時間においては, 輸液ポンプにのみ1%水準で有意な差が見られた。一方で, 非認識群では, 注視回数, 注視時間ともに, モニターにおいて5%水準で有意な差が認められた。

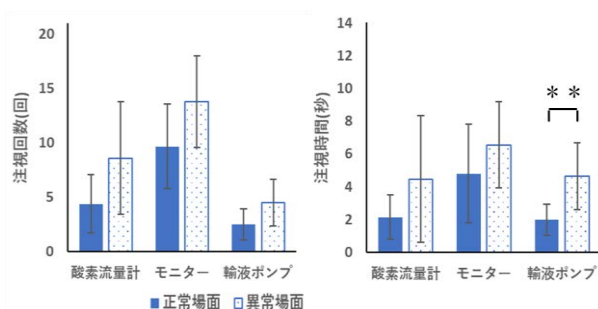


図4 正常時と異常時の注視回数・時間(認識群)

* *: $p < 0.01$

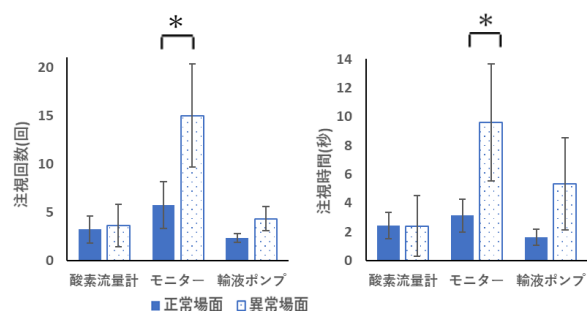


図5 正常時と異常時の注視回数・時間(非認識群)

* : $p < 0.05$

4. 考察

酸素流量計の異常は, 注視した場合においても, 異常認識ができず, 見落としやすい傾向が示された。学生を対象とした先行研究では, 酸素流量計があることを確認したのは87%, 酸素流量の値ま

で確認したのは7%のみという報告³⁾があり, 本研究と類似していた。厚生労働省が公表している酸素流量計に関するヒヤリハットは, 「医師の指示流量と実際の酸素流量と違う」や, 「酸素0.7Lの指示が7L流れていた」ことが報告されており, その要因は確認不足がほとんどである。本研究において, 認識群は, 異常箇所の情報量の大小に関わらず異常認識ができていることから, 酸素流量計の視認性の問題ではなく, 観察者側に問題があると推察される。

初学者は, 患者よりも情報量の多い医療機器を集中的に観察する傾向があり, 本研究の結果から, 非認識群はモニターを, 認識群は輸液ポンプをより注視した。さらに, 異常時の観察では, 注意深く異常箇所を観察している⁴⁾。一方で, 他の重要な領域への観察が不十分になることが考えられる。これらは, 過去の演習や実習での経験等が影響していると推察される。したがって, 異常を見落とさず, 患者の状態を早期に把握・対応するために, 自身がもつ知識と関連づけられた意図的な観察⁵⁾を行うための教育が必要であると考える。

本研究では, 異常箇所を1か所のみを設定し, 実験を行ったが, 臨床現場においては, 様々な異常の発生が予想される。今後は, 複数の異常を含んだ際における異常認識の特徴を明らかにしていく必要があると考える。

参考文献

- 1) 寺井梨恵子他, 看護場面における視線解析を用いた研究の動向と今後の課題, 石川看護雑誌, 2017, 14, p. 13-22
- 2) 柳生聖司他, 注視時の注視点分布特性, 人間工学, 1995, 31(特別号), 214-215
- 3) 坂田扶実子, 坂本貴子他, 看護学生の術後患者の観察に関する調査, 純真学園大学雑誌, 2018, 7, p. 73-78
- 4) 横井達枝他, 危険場面における看護学生と熟練看護師の注視の比較, 日本看護技術学会誌, 2014, 13(2), p. 132-139
- 5) 大黒理恵他, 熟練看護師のベッドサイド場面観察時の特徴, 日本看護技術学会誌, 2017, 15(3), p. 218-226

看護学生における性周期に伴う眠気の変動

○浦野紗帆（三重県立看護大学・学生），市川陽子，大平肇子（三重県立看護大学），
横山清子（名古屋市立大学大学院），斎藤真（三重県立看護大学）

Changes in sleepiness associated with the menstrual cycle in nursing students
Saho Urano, Yoko Ichikawa, Motoko Ohira (Mie Prefectural College of Nursing),
Kiyoko Yokoyama (Nagoya City University), and Shin Saito (Mie Prefectural College of Nursing)

1. はじめに

看護学生は一般大学生に比べ睡眠の質が低いことが報告されている¹⁾。臨床現場における正確な判断が必要とされる看護職や実習中の看護学生にとって、良好な睡眠は重要であると考えられる。また、女性の38%が「月経に関連して睡眠の変化」を自覚しており、そのうち53%が「月経とともに眠気が増大する」、40%が「月経前に眠気が増大する」と訴えているとの報告がある²⁾。

そこで、本研究は、看護学生における性周期に伴う眠気の変動を明らかにすることを目的とした。今回は卵胞期および月経期における睡眠感と眠気感の変動を調査したので報告する。今後は、本研究を発展させ、性周期を考慮したセルフケアや勤務管理等へ応用したいと考える。

2. 方 法

(1) 研究参加者

研究参加者（以下、参加者）は、研究への同意が得られた20歳代の健康な女子看護学生3名であった。参加者の基礎体温は二相性であった。

また、参加者の身体活動の強さは2.0～5.9METs（弱い～普通）の範囲内であった。METs（metabolic equivalents）は、身体活動時のエネルギー消費量を安静時エネルギー消費量の何倍にあたるかを指数化したものである。

参加者には、調査前夜よりアルコールとカフェインを摂取しないこと、毎食食事を摂取し間食をしないこと、日中の仮眠をしないことを依頼した。

(2) 測定項目

本研究の測定項目は睡眠感、眠気感とした。睡眠感の測定にはOSA睡眠調査票³⁾（以下、OSA）を用いた。OSAは、得点が高いほど睡眠感が良いことを意味し、各因子（Ⅰ：ねむ気因子、Ⅱ：睡眠維持因子、Ⅲ：気がかり因子、Ⅳ：統合的睡眠因子、Ⅴ：寝つき因子）の得点で評価した。

また、眠気感の測定には関西学院式眠気尺度⁴⁾（以下、KSS）を用いた。KSSは、得点が高いほど眠気感が強いことを意味する。

(3) 手順

参加者には、事前にOSAとKSSの調査用紙を渡し、月経開始後2日目～4日目、および月経開始後8日目～10日目にOSAとKSSに回答するよう依頼した。OSAは就寝前と起床後に、KSSは昼食前に回答するよう依頼した。その後、OSAとKSSの回答を回収し、月経期における各参加者の得点の変動と卵胞期における各参加者の得点の変動を算出した。

3. 結果

(1) OSA

月経期3日間における各参加者の因子別得点の得点差は因子Ⅰ：4.7～13.1点、因子Ⅱ：1.3～4.8点、因子Ⅲ：4.2～19.8点、因子Ⅳ：2.3～8.7点、因子Ⅴ：5.7～6.0点であった。一例として因子Ⅳについての因子別得点を図1に示す。卵胞期3日間における各参加者の因子別得点の得点差は因子Ⅰ：0.2～9.8点、因子Ⅱ：4.3～8.8点、因子Ⅲ：1.8～21.4点、因子Ⅳ：6.7～17.3点、因子Ⅴ：3.7～8.3点であった。一例として因子Ⅳについての因子別得点を図2に示す。

また、参加者全員のOSA因子別得点の平均を表1に示す。

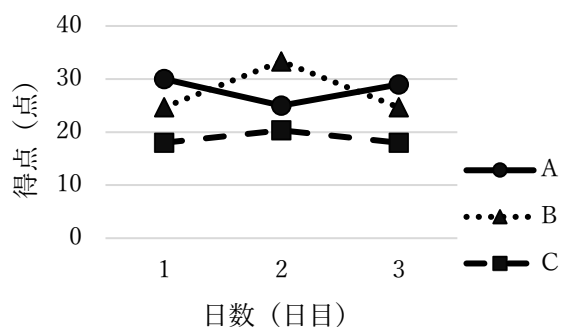


図1 OSA因子別得点 因子Ⅳ（月経期）

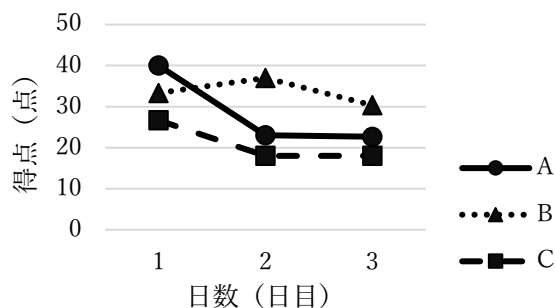


図2 OSA因子別得点 因子IV (卵胞期)

表1 OSA 参加者全員の平均得点 (点)

	月経期		卵胞期	
	平均得点	(SD)	平均得点	(SD)
因子Ⅰ	24.1	(4.2)	26.9	(4.0)
因子Ⅱ	28.9	(3.5)	29.1	(3.5)
因子Ⅲ	23.9	(2.5)	27.8	(1.7)
因子Ⅳ	24.8	(5.2)	27.7	(4.2)
因子Ⅴ	26.7	(5.7)	28.7	(4.4)

(2) KSS

月経期における各参加者の得点を図3に示す。次に、卵胞期における各参加者の得点を図4に示す。各参加者の月経期3日間の得点差は0.2~0.8点であった。各参加者の卵胞期3日間の得点差は0.6~2.1点であった。

また、参加者全員のKSSの得点の平均を表2に示す。

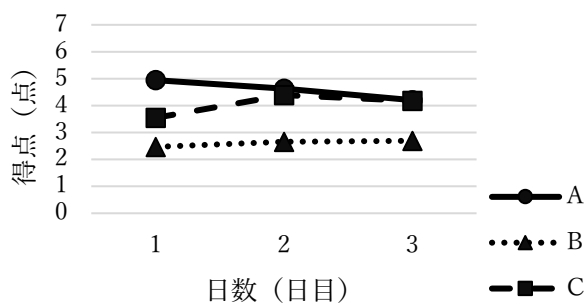


図3 KSS参加者別得点 (月経期)

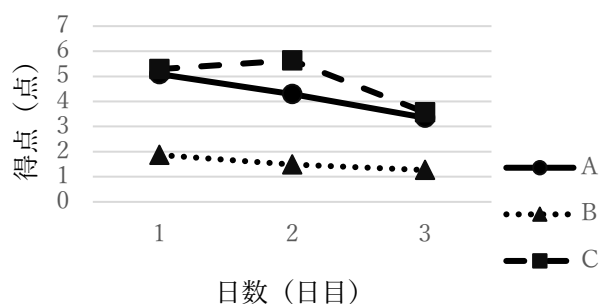


図4 KSS参加者別得点 (卵胞期)

表2 KSS 参加者全員の平均得点 (点)

	平均値	(SD)
月経期	3.5	(1.4)
卵胞期	3.7	(0.8)

4. 考察

OSAの各因子の得点は平均24.1~29.1点であり、健康女性における月経期と卵胞期のOSA得点を調査している本間ら⁵⁾の研究と同等の結果が得られた。また、KSSの得点は平均3.5~3.7点であり、健康な女子大学生における30日分のKSS得点について報告している市川ら⁶⁾の研究と同等の結果が得られた。今後、サンプル数を増やし、月経期、卵胞期、黄体期における熟眠感と眠気感の変動をより詳細に検討する必要がある。

5. まとめ

本研究は看護学生における性周期に伴う眠気の変動を明らかにすることを目的とした。本研究では、各周期の睡眠感と眠気感の変動について知見を得た。今後はさらにサンプル数を増やし、卵胞期、黄体期、月経期各期の睡眠感と眠気感を調査していく。

参考文献

- 1) 石川りみ子, 他, 看護学生の睡眠習慣と食習慣に関する研究, 沖縄県立看護大学紀要, 2005, 第6号, p. 1-8
- 2) 石束嘉和, 月経周期と睡眠-月経関連症候群と睡眠障害を含む一, 睡眠医療, 2012, 6(3), p. 419-424
- 3) 小栗貢, 他, OSA 睡眠調査票の開発-睡眠感評定のための統計的尺度構成と標準化-, 精神医学, 1985, 27(7), p. 791-799
- 4) 石原金由, 他, 眠けの尺度とその実験的検討, 心理学研究, 52(6), p. 362-365
- 5) 本間裕士, 他, 月経周期に伴う自覚的睡眠感の変動-OSA 睡眠調査票を用いて-, 精神医学, 1995, 37(5), p. 485-491
- 6) 市川陽子, 他, 月経周期が眠気感および精神的負担案におよぼす影響, 日本人間工学会東海支部 2018 年研究大会論文集, 2018, p. 52-53

強度試験を用いた点滴固定方法の検討

○堀木麻由, 松浦早希 (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)

Comparative study of drip fixing method by debonding test
Mayu Horiki, Saki Matsuura, Tomoyuki Hasegawa and Shin Saito
(Mie Prefectural College Of Nursing)

1. はじめに

点滴の固定方法において, 現在では科学的根拠に乏しく, 病院や施設間で異なる状況であることが廣本らの実態調査で明らかとなっている¹⁾. 計画外抜去を予防する要因の1つに強固な固定方法が挙げられる. 五嶋ら, 黒川らの先行研究により皮膚保護剤の固定方法において剥離方向に対する強度の高い方法が示されたが^{2,3)}, 計画外抜去において点滴に張力がかかる方向は剥離方向に限らない. そのため様々な方向に対して強度の高い固定方法を明らかにする必要がある.

本研究は点滴の固定に使用されるサージカルテープ, カテーテルのループおよび皮膚保護剤の形状と牽引方向の力に対する強度の関係について強度試験を行い, 強固な固定方法を検討した.

2. 方法

点滴の固定方法が記載されている教科書を参考に, 本研究では試験体を第1群: サージカルテープの形状, 第2群: カテーテルのループの形状, 第3群: 皮膚保護剤の形状に選定し, 強度試験の対象とした. 第1群のコネクター固定の形状は, Ω 固定 (12.5mm, 25mm幅), α 固定 (12.5mm幅), クロス固定 (25mm幅) の4形状とした. 第2群のループの形状は, U字固定, S字固定, 円型固定の3形状とした. 第3群の皮膚保護剤の形状は, 切れ込み無し, 切れ込みありかつ不織布で周囲が覆われているもの3種の4形状とした. 皮膚保護材はすべてA社のものに統一した. 試験体を牽引する素材は, 医療現場で汎用性の高いカテーテル (TI-U750P, テルモ) にステンレスワイヤーロープ (直径1.0mm) を通して使用した.

強度試験は1試験体について5回ずつ施行し, データの最大値と最小値を除いた3回分の測定値を採用した. 試験は牽引方向で行った. 剥離試験機は高速剥離試験機 (IPTS-50N, (株) IMADA) を使用した. カテーテルを試験体で固定し, 300mm/minで牽引した. 試験機に付属されている

ソフトウェア (Force Recorder Standard) を用いて, 牽引開始から剥離するまでにかかる力の最大値 (以下: 牽引強度) と最大値までの時間 (以下: 牽引時間) を算出した. 統計解析は, 各群に対し一元配置分散分析とTukeyの多重比較を施した.

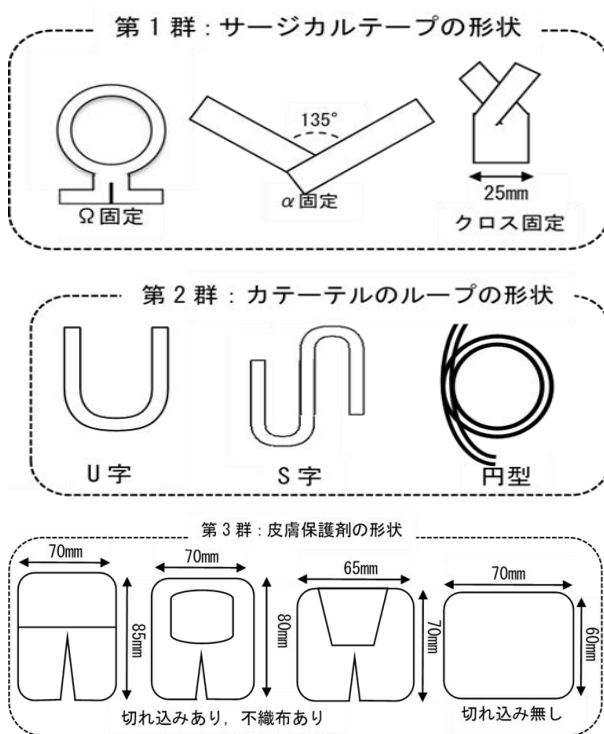


図1 強度試験に用いた試験体

3. 結果

第1群の結果を図2に示す. 強度試験において, 牽引強度は Ω (12.5mm) と Ω (25mm), α (12.5mm) において5%, クロス (25mm) と Ω (12.5mm), Ω (25mm), α (12.5mm) において1%水準で有意差が認められた. 牽引時間はクロス (25mm) と Ω (12.5mm), Ω (25mm), α (12.5mm) において1%水準で有意差が認められた.

第2群の結果を図3に示す. 牽引強度はU字とS字, 円型において5%水準で有意差が認められた. 牽引時間は円型とS字, U字において5%, S字とU字において1%水準で有意差が認められた.

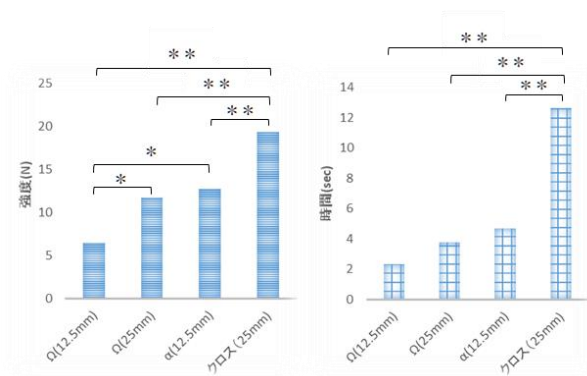


図2 第1群の牽引時間および牽引強度

*: $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$

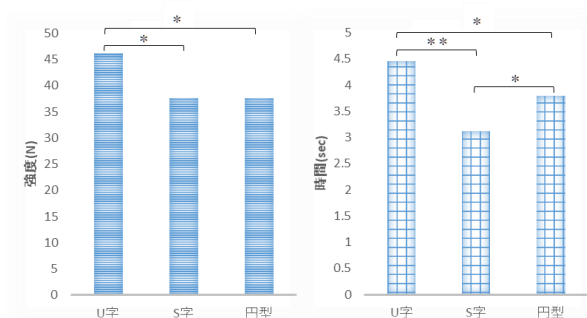


図3 第2群の牽引時間および牽引強度

*: $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$

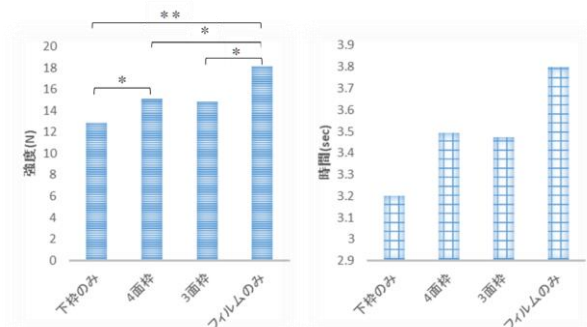


図4 第3群の牽引時間および牽引強度

*: $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$

第3群の結果を図4に示す. 牽引強度は下枠のみとフィルムのみにおいて1%, 4面枠と下枠のみ, フィルムのみ, 3面枠とフィルムのみにおいて5%水準で有意差が認められた.

4. 考察

サージカルテープの形状において, クロス固定ではテープの中央近くにカテーテルが配置されることによって牽引による力が分散され強度が高くなっていると考えられる. また, α固定は黒川らの先行研究により剥離方向に対する強度が

低いことが示されている³⁾ ことに加え, 本研究において牽引方向の力に対してもクロス固定と比較して有意に強度が低いことが明らかとなったことから, コネクター部の固定方法においてはクロス固定に統一することによって強固な固定が行えると考えられる.

ループの形状において, U字固定においては牽引時カテーテルにかかる力が2方向に均等に分散されることによって強度が高くなっていると考えられる. またS字, 円型においてはカテーテルの湾曲が強く, テープで固定する際にカテーテルとテープの間に隙間ができやすいことにより強度が低くなると考えられる. そのため, カテーテルはU字で固定することが強固な固定に有効であると考えられる.

皮膚保護材の形状において, 強度試験中に皮膚保護材の下をカテーテルが滑る現象が確認されたため, 不織布や切れ込みがないものが最も強度が高いとは限らないと考えられる. また, 先行研究では剥離方向にて実験を行っておりその結果では不織布, 切れ込みがないドレッシング材は剥離強度が最も低いことから³⁾ 力のかかる方向によって強度に差が出ることが考えられる.

以上のことからクロス固定やU字でのカテーテル固定を組み合わせることで, より強固な固定が可能になると考えられる.

5. まとめ

今回の実験で, サージカルテープの形状においてクロス固定が最も強度が高いことが示された. カテーテル固定においてはU字固定が最も強度が高い事が示された. 皮膚保護材の形状においては牽引方向の力に対してはフィルムをみの皮膚保護材が最も強度が高い事が示された.

参考文献

- 1) 廣本麻緒, 他, 静脈留置針の固定方法に関する実態について, 日本人間工学会東海支部 2017 年研究大会論文集, 2017, p. 40-41
- 2) 五嶋了脩, 他, 点滴チューブの固定と皮膚保護材の形状について, 日本人間工学会東海支部 2017 年研究大会論文集, 2017, p. 42-43
- 3) 黒川珠羅, 他, 静脈内留置針の固定方法にける物理的強度試験, 日本人間工学会東海支部 2018 年研究大会論文集, 2018, p. 48-49

数量化理論3類を用いた点滴固定の形状分類

○松浦早希, 堀木麻由 (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)

Sharp classification of fixing methods using quantification theory type 3

Saki Matsuura, Mayu Horiki, Tomoyuki Hasegawa and Shin Saito

(Mie Prefectural College of Nursing)

1. はじめに

臨床現場では, 水分や栄養素の補充を目的に点滴が行われる. その際に, 点滴の固定が確実に行われないと, 計画外抜去につながる恐れがある. したがって, 点滴の確実な固定は患者の安全のために重要である. ところが, 点滴固定の方法が記載されている参考書には様々なパターンの固定方法が示され, 標準的な方法や根拠は明確にされていない. また, 廣本¹⁾は, 点滴固定の教育に関して, 上司や先輩の経験に基づいており, 根拠が明らかにされていないと指摘している. 固定方法が病院や施設で統一されていない現状では, 勤務異動や復職する看護職者にとって, エラーを生じる危険性が懸念される. そこで本研究では, 看護学教育に用いられている教科書, 参考書に記載されている点滴固定の形状について, 関係性を分析し, 分類を試みた.

2. 方 法

(1) 対象とした固定方法について

看護学教育に用いられる教科書や参考書類から, 点滴固定法について調査し, 得られたサンプルから, CDCガイドラインに則った17サンプルを対象とした.

(2) 固定方法の分類について

17サンプルの固定方法を, 輸液セット, ドレッシング材およびサージカルテープを用いて, 左腕を模した模型の前腕に再現し, その過程を写真撮影した. 図1に固定方法の一例を示す. これらの写真を基に, 固定方法のカテゴリ, アイテムを分類し, 固定強度に関わる7カテゴリ, 16アイテムを選別した. 17サンプル, 7カテゴリ, 16アイテムに対応するダミー変数表を作成し, 数量化理論3類を用いて分析を行い, 類似性の検討を行った.

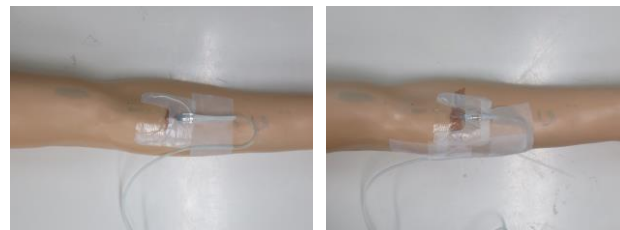


図1 固定方法の一例

表1 固定方法のカテゴリおよびアイテム

カテゴリ	アイテム	表記
ドレッシング材枠	補助テープ付きドレッシング材	不織布有
	補助テープなしドレッシング材	不織布無
ドレッシング材のスリット	スリットありドレッシング材	スリット有
	スリットなしドレッシング材	スリット無
コネクター固定のテープ	コネクター固定部のテープあり	テープ有
	コネクター固定部のテープなし	テープ無
ループの形	U字ループ	U字
	その他の形状のループ	その他
テープの枚数	使用テープが1枚	1枚
	使用テープが2枚	2枚
	使用テープが3枚以上	3枚以上
ルート固定のテープ幅	ルート固定に使用するテープの幅が12.5mm	12.5mm
	ルート固定に使用するテープの幅が25mm	25mm
	ルート固定に使用するテープの幅が50mm	50mm
テープの重なり	テープの重なりあり	重なり有
	テープの重なりなし	重なり無

3. 結果

数量化理論3類の結果を図2に示す. 有効軸を検討すべく, 固有値0.3以上を有効と定義し, 第1軸(固有値0.4894)と, 第2軸(固有値0.3123)を有効な軸とした.

第1軸は, 正の方向に, 「テープの枚数が3枚以上, 重なり有, スリット有, U字ループ」が位置したことから強度が高い傾向にあると考えられる. また, 負の方向に「ドレッシング材不織布無し, スリット無し, その他のループの形状」などが位置したことから, 強度は低い傾向にあると考えられる. 以上のことから, 第1軸は「強固ー薄弱軸」に関する軸であると考え

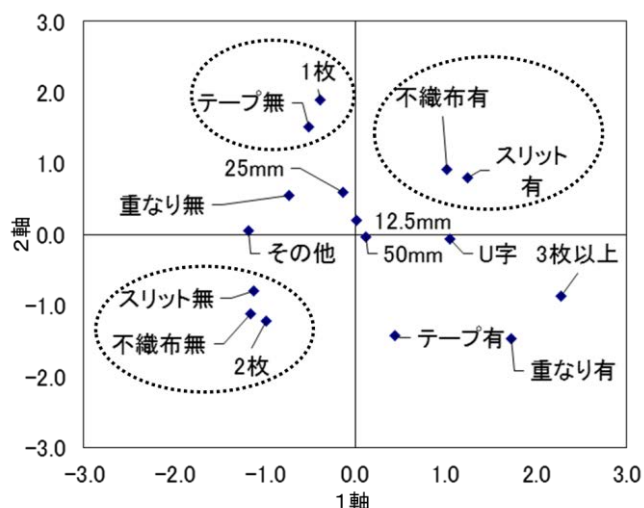


図2 数量化理論3類による散布図

られる。

第2軸は、正の方向に「テープの枚数が1枚、コネクター固定のテープ無し、ドレッシング材の不織布有」が位置したことから、必要なテープ類が少なく、単純な固定に用いられる傾向にあると考えられる。また負の方向に「重なり有、コネクター固定のテープ有、テープの枚数が2枚、3枚以上」などが位置したことから、必要なテープ類が多く、複雑な固定に用いられる傾向にあると考えられる。以上のことから第2軸は「単純－複雑軸」に関する軸であると考えられる。

散布図から、交点から離れた特徴のあるグループが3つ抽出された。

第3象限に位置したグループ（スリット無、不織布無、2枚）は、強度が低く、複雑な固定である。単体では強度が低いため、抜去を防止する効果は期待できないが、他のアイテムを組み合わせることで強度を高めることができる。しかし、強度が低いアイテムを使用していることから、牽引や剥離方向の力に対して十分な強度が保つことができないと考えられる。そのため、自身で安静を保つことができるといった、抜去のリスクが低い患者に有効であると考えられる。

第2象限に位置したグループ（1枚、テープ無）は、強度は低い、単純な固定である。テープと皮膚の接触する面積が少ないため、皮膚への負担が軽減できる。そのため、皮膚が脆弱

な患者や、短期間で点滴が終了する患者に対して有効であると考えられる。

第1象限に位置したグループ（不織布有、スリット有）は、強度が高く、単純な固定である。強度が高いため、計画外抜去は起こりにくいと考えられる。そのため、ルートを引っ張ってしまうなど、点滴を抜去するリスクの高い患者に対して有効であると考えられる。

4. 考察

点滴の固定方法は、医療現場における経験に基づいた方法がほとんどであり、科学的根拠が乏しいことから様々なパターンが混在していることが推察される。本研究から、点滴固定の形状は2つの軸と3つのグループに収束することが明らかになった。経験的に行われていた点滴固定は、これらの要件が背景にあったものと推察される。点滴固定に使用するドレッシング材やサージカルテープを選択する際には、2つの軸を考慮し、対象となる患者が安静を保持できるかなどの抜去のリスクの有無や患者の皮膚の状態、点滴の持続時間といった患者特性を考慮する必要がある。

対象の患者に最適な点滴固定を行うために、固定方法の根拠の確立と固定方法を標準化することを今後の目的とする。

5. まとめ

本研究では、点滴固定の方法は2つの軸と3つのグループに収束することが明らかになった。今後は点滴固定の方法の根拠を確実にすることと固定方法の標準化を目指す。

参考文献

- 1) 廣本麻緒他,「静脈留置針の固定方法に関する実態について」, 日本人間工学会東海支部 2017年研究大会論文集, 40-41, 2017

臥床患者に対する効果的な手浴方法の検討

－臥床患者への利用と評価－

○大西美佐希, 前田真由美 (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)

Clinical evaluation of hand bathing with the plastic bags for bedridden patients

Misaki Onishi, Mayumi Maeda, Tomoyuki Hasegawa and Shin Saito
(Mie Prefectural College of Nursing)

1. はじめに

手浴とは指先から手首までを湯につけて洗う一連の行為であり, 特に拘縮や, 自力で手の清潔保持ができない患者には有効なケアである. 手浴の効果としては, 清潔保持や温熱刺激による手指の運動機能の改善, リラックス効果などがあげられる¹⁾. 臨床現場では手浴の必要性の認識は高いものの, 時間的余裕や実施場所の狭さなどから実施頻度は低い. 昨年, 我々は臥床患者の手浴を容易に行うことができる手浴用ビニール (以下, 手浴キット) を試作した²⁾. 本研究は昨年の試作品の欠点である大きさを改良した手浴キットについて患者, 術者の主観評価および手洗い効果評価用蛍光塗料を用いた洗浄効果から検討を行った.

2. 方 法

(1) 研究対象者

研究対象者は某看護大学の20～25歳 (平均年齢21.65歳) の女子学生20名とした.

(2) 実験方法

研究対象者は施術する者 (以下術者) と清潔保持の自立していない臥床患者役として手浴を受ける者 (以下患者) として交互に手浴を行い, それぞれの立場で手浴キットの構造, 手浴の効果に関する質問に回答することとした. 手浴キットの製作においては, 男性 (70～79歳) の手長, 手幅, 握り拳囲, 上腕囲の値の平均値に3SDを加えた値を用いた³⁾.

(3) 実施手順

術者が実施する手浴手順は①～⑤とした.

- ①必要物品を用意し, 患者が臥床しているベッドを60度ギャッチアップする.
- ②手浴キットに患者の腕を入れ防水のため紐で結び, タオルで腕を安定させる.
- ③ピッチャーの湯 (39℃, 1200ml) を手浴キットに入れ, 開口部 (以下, 間口) を閉じた状

態で患者の手を60秒間浸す.

- ④患者の腕が湯に浸からないように持ち上げながらガーゼと石鹸を使用し80秒間洗浄した後約400mlの湯で洗浄する.
- ⑤患者の腕を手浴キットから抜去, 排水する. 患者の手を拭き, 使用した物品を机に戻す.
- (4) 質問紙の内容

質問紙は術者側と患者側の2種類とした. 術者側は手浴キットの構造およびユーザビリティ (使いやすさの主観評価) についての項目を腕部 (3項目), 手浴部 (9項目) の計12項目とした. また, 患者側は手浴キットの構造およびユーザビリティについての項目を腕部 (3項目), 手浴部 (3項目) の計6項目とし, 手浴の効果についての項目を負担感 (2項目), 湯 (温度) の快適さ (2項目), 湯 (量) (1項目), 爽快感 (1項目) の計6項目とした. いずれの項目も4段階の評価とした.

(5) 洗浄効果

洗浄効果は, 手掌, 手背に手洗い効果評価用蛍光塗料を均一になるように塗布し, 手浴前後に卓上暗室を用いデジタルカメラで撮影した. その後, 撮影された画像は画像処理ソフト (Adobe Photoshop Elements 9) で蛍光塗料の面積を比較し, 洗浄率を算出した.

(6) 統計処理

質問紙は, χ^2 検定および残差分析を施した.

3. 結果

(1) 術者側の回答結果 (表1)

腕部の広さは, 狭さを指摘するのが55.0%と多かった ($p<0.01$). 抜去のしやすさはややしにくい (50.0%, $p<0.05$), しにくい (30.0%, $p<0.05$) で否定的な評価であった.

次に手浴部に関して, 手浴のしやすさは否定的な意見が55.0%であった ($p<0.01$). 洗浄時における間口の安定感は, 有意差は認められなかった. 湯投入時における湯が漏れる不安感があったと

いう意見が多かった (50.0%, $p<0.05$).

(2) 患者側の回答結果 (表 2)

腕部の広さは挿入時ではやや狭い (45.0%, $p<0.01$), やや広い (50.0%, $p<0.01$) と二分した. 抜去時では狭さを指摘するのが75.0%で最も多かった ($p<0.01$).

次に手浴部における縦方向の広さは, 広さの指摘が60.0%で肯定的であった ($p<0.01$). 横方向の広さは, やや広い (35.0%, $p<0.05$), やや狭い (45.0%, $p<0.05$) で二分した. 湯が漏れる不安感について, 有意差は認められなかった.

(3) 自由記載

術者からは患者の腕の位置を決めることの困難さの指摘があった. 一方で, 洗面器を用いた手浴と比較し場所をとらないこと (術者) や, 保温性に優れていること (患者) などの肯定的な評価も認められた.

表1 手浴キットの構造およびユーザビリティ(術者)

項目	←否定的 回答率(%) 肯定的→				χ ²
	4	3	2	1	
挿入時の腕部の広さ	0.0	55.0 ††1,4	40.0 †1,4	5.0	**
抜去のしやすさ	30.0	50.0 †1	15.0	5.0	*
手浴のしやすさ	0.0	55.0 ††4	15.0	30.0 †4	**
洗浄時の間口の安定感	0.0	35.0	25.0	40.0	NS
湯投入時に湯が漏れる不安感があるか	5.0	25.0	50.0 †4	20.0	*

**: $p<0.01$, *: $p<0.05$, ††: $p<0.01$, †: $p<0.05$

表2 手浴キットの構造およびユーザビリティ(患者)

項目	←否定的 回答率(%) 肯定的→				χ ²
	4	3	2	1	
挿入時の腕部の広さ	0.0	45.0 †1,††4	50.0 †1,††4	5.0	**
抜去時の広さ	0.0	75.0 †2,††1,4	20.0	5.0	**
縦方向の広さ	0.0	30.0	60.0 †1,††4	20.0	**
横方向の広さ	0.0	45.0 ††4	35.0 †4	20.0	*
湯が漏れる不安感があるか	10.0	35.0	30.0	25.0	NS

**: $p<0.01$, *: $p<0.05$, ††: $p<0.01$, †: $p<0.05$

(4) 洗浄効果

手浴キットを用いた手浴による洗浄効果は平均84.6%の洗浄率が算出された.

4. 考察

腕部の大きさは, 昨年の試作品よりも大きくしたにもかかわらず術者, 患者ともに狭いことを指摘した. これは腕をキットから抜去する際に湯の水分がキットの内壁に付着し, ビニールと皮膚が密着してしまうことが原因であると推察された. 腕部の大きさを拡大することは手浴キットの大きさと構造上困難であることから, 腕の挿入および抜去がしやすいように現在は円柱である腕部の形状を蛇腹状に改良するなど, ビニールの皮膚との接触面積を小さくすることを検討することも有効であると考えられる.

次に手浴部の使いやすさは評価が二分したが, 今回の手浴では洗浄率が平均84.6%となった. 地寄らはスクラブ法による手洗いでは手の左右, 甲掌に関係なく, 90秒間の洗浄でほぼ80%の洗浄率が得られることを示しており⁴⁾, それと同等以上の洗浄効果が得られたことから手浴の手技を行うには十分な空間であったと考えられる.

さらに患者の主観評価として1200mlの湯に60秒間浸けたことで爽快感が得られたことから, ベッド状態で臥床している患者にも通常の手浴と同等の効果があったと考えられる. また患者の主観評価から, 今回のキットは手浴部の広さについて肯定的な意見が多く, 十分なスペースを確保できたものとする.

5. まとめ

手浴キットの設計要件について腕部および手浴部の大きさ, 洗浄率について実用に供する新たな知見を得た. (本手浴キットは特願2019-28353で三重県立看護大学が特許出願中である.)

参考文献

- 1) 宮下輝美, 他, 臨床における手浴の実態調査, 日本看護技術学会誌, 7(2) 30-36, 2008
- 2) 湊川穂乃香, 他, 臥床患者に対する効果的な手浴方法の検討, 日本人間工学会東海支部2018年研究大会論文集, 64-65, 2018
- 3) 一般社団法人人間生活工学研究センター, 日本人の人体寸法データブック, 2004-2006
- 4) 地寄悠吾, 他, 蛍光測定を利用した新しい手指衛生手技評価法, 医療薬学, 39(4) 251-256, 2013

臥床患者に対する効果的な手浴方法の検討

—拘縮手患者への利用と評価—

○前田真由美, 大西美佐希(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)

Clinical evaluation of hand bathing with the plastic bags for bedridden patients with the contracture

Mayumi Maeda, Misaki Onishi, Tomoyuki Hasegawa and Shin Saito

(Mie Prefectural College of Nursing)

1. はじめに

拘縮手の患者は、手掌、指腹に覆われた爪が白癬菌に感染しやすく、感染予防の観点から手浴による清潔ケアが必要である。しかし、拘縮手患者の手浴ケアは患者への身体負担が強いことや実施するための用具類に適切なものがないため十分に行われていないのが現状である¹⁾。そのため湊川らは手浴用ビニール袋(以下手浴キット)を開発し、臥床患者への利用と有効性を検討した²⁾。本研究では開発された手浴キットを昨年度の研究結果に基づき改良し、拘縮手の患者へ利用するため患者、術者の主観評価および洗浄効果から検討を行った。

2. 方 法

(1) 研究対象者

研究対象者は某看護大学の20～25歳の(平均年齢21.65歳)の女性20名とした。

(2) 実験方法

研究対象者は施術する者(以下術者)と拘縮を想定した患者役として手浴を受ける者(以下患者)として交互に手浴を行い、それぞれの立場で手浴キットの構造、手浴の効果に関する質問に回答することとした。患者には右肘関節を三角巾で一定の角度に固定し、手は親指を手掌の中で把持した状態とした。手浴キットの製作においては、男性(70～79歳)手長、手幅、握り拳囲、上腕囲の値の平均値+3SDの値を用いた³⁾。

(3) 実施手順

術者の実施手順は①～④とした。

- ①必要物品を用意し、臥床している患者の背部にクッションを入れ左半側臥位にさせる。
- ②患者の左側に立ち、患者の右腕の下に防水シートとタオルを引き、患者の右手に手浴キットを入れ、肘周辺程度で紐を結ぶ。
- ③シャワーボトルの湯(39℃, 100ml)を使用し患者の手を濡らし、手をガーゼで80秒間洗浄する。その後、約300mlの湯で洗浄する。
- ④患者の腕を手浴キットから抜去、排水する。

患者の手を拭き、物品を机に戻す。

(4) 質問紙の内容

質問紙は術者側と患者側の2種類とした。術者側は手浴キットの構造およびユーザビリティ(使いやすさの主観評価)についての項目を腕部(3項目)、手浴部(10項目)の計13項目とした。また、患者側は手浴キットの構造およびユーザビリティについての項目を腕部(3項目)、手浴部(3項目)の計6項目とし、手浴の効果に関する主観評価についての項目を体位(3項目)、爽快感(1項目)の計4項目とした。いずれの項目も4段階の評価とした。

(5) 洗浄効果

洗浄効果は、手掌、手背に手洗い効果評価用蛍光塗料を均一になるように塗布し、手浴前後に卓上暗室を用いデジタルカメラで撮影した。その後、撮影された画像は画像処理ソフト(Adobe Photoshop Elements 9)で蛍光塗料の面積を比較し、洗浄率を算出した。

(6) 統計処理

質問紙の統計処理は、 χ^2 検定および残差分析を施した。

3. 結果

(1) 術者の評価

表1に術者の回答結果を示す。腕部の広さは、やや狭いとの指摘が70.0%と多かった($p<0.01$)。手浴のしやすさは、ややしにくいという意見が50.0%と多かった($p<0.01$)。洗浄時の間口の安定感では、有意差は認められなかった。湯が漏れる不安感では、有意差は認められなかった。手浴キットの使いやすさは、やや使いやすいが60.0%と多かった($p<0.01$)。

(2) 患者の評価

表2、表3に患者側の回答結果を示す。腕部挿入時の広さの評価では有意差は認められなかった。腕部抜去時の広さの評価は、やや狭いという指摘が60.0%と多かった($p<0.01$)。

手浴部の縦方向と横方向の広さは、やや広いが65.0%と多く($p<0.01$)、横方向のそれはやや

広いという指摘が50.0%と多い(p<0.05). 湯が漏れる不安感では, 有意差は認められなかった.

手浴中の腕全体の負担感の評価では, あまりないという意見が55.0%と多かった(p<0.05). 胸部の圧迫感の評価は, 有意差は認められなかった. 左半側臥位で実施する安楽さの評価では, やや安楽, 安楽ともに(45.0%, p<0.01)と多かった. 手浴の爽快感の評価は, やや感じたという意見が80.0%と多かった(p<0.01).

表1 手浴キットの構造およびユーザビリティ(術者)

項目	←否定的 回答率(%) 肯定的→				χ ²
	4	3	2	1	
腕部の広さ	0.0	70.0 ↑↑1.4	25.0	5.0	**
手浴のしやすさ	0.0	50.0 ↑↑4	15.0	35.0	**
洗浄時の間口の安定感	10.0	40.0	35.0	15.0	NS
湯が漏れる不安感があるか	5.0	35.0	35.0	25.0	NS
手浴キットの使いやすさ	10.0	25.0	60.0 ↑↑1 ↑4	5.0	**

** : P<0.01, * : P<0.05, ↑↑ : P<0.01, ↑ : P<0.05

表2 手浴キットの構造およびユーザビリティ(患者)

項目	←否定的 回答率(%) 肯定的→				χ ²
	4	3	2	1	
腕部の挿入時の広さ	10.0	45.0	30.0	15.0	NS
腕部の抜去時の広さ	10.0	60.0 ↑1.2.4	15.0	15.0	**
縦方向の広さ	0.0	5.0	65.0 ↑↑3.4	30.0 ↑4	**
横方向広さ	5.0	30.0	50.0 ↑4	15.0	*
湯が漏れる不安感があるか	10.0	15.0	40.0	35.0	NS

** : P<0.01, * : P<0.05, ↑↑ : P<0.01, ↑ : P<0.05

表3 手浴の効果に関する主観評価(患者)

項目	←否定的 回答率(%) 肯定的→				χ ²
	4	3	2	1	
実施中の腕全体の負担感があるか	25.0	55.0 ↑↑1	15.0	5.0	*
胸部の圧迫感があるか	20.0	25.0	30.0	25.0	NS
左半側臥位で実施する安楽さ	0.0	10.0	45.0 ↑↑4	45.0 ↑↑4	**
爽快感	0.0	15.0	80.0 ↑↑1.3.4	5.0	**

** : P<0.01, * : P<0.05, ↑↑ : P<0.01, ↑ : P<0.05

(3) 洗浄効果

手浴キットを用いた手浴による洗浄効果は平均74.0%の洗浄率が算出された.

4. 考察

術者および患者の主観評価から, 手浴キットの腕部は腕の挿入, 抜去が円滑に行われないことが示され, 今後は形状の変更も含めて改善する必要があると推察される. 手浴部について術者および患者の主観評価から, 術者にとって手浴の手技が行えるスペースは十分であると考えられる.

今回の洗浄効果として 74.0%の洗浄率であったが, 地寄らはスクラブ法による 90 秒間の手洗いの洗浄率は, ほぼ 80%であることを示しており⁴⁾, これよりやや低くなっている. また, 手浴をややしにくいと感じている術者も多く, 自由記載からも拘縮のため洗いにくいという意見があった. そのため, 洗浄方法について課題があると考えられる.

患者の手浴の効果に関する主観評価から, 手浴実施時の腕の負担をあまり感じることなく, 体位の安楽さや爽快感が得られていることから, 拘縮のある患者に対して本手浴キットを用いることの有効性が示唆された.

5. まとめ

手浴キットは, 腕の拘縮のある患者に対して有効であることが示された. 今後は洗浄方法, 腕部の挿入抜去に関して再度検討する必要がある. なお本手浴キットは, 三重県立看護大学が特許出願中(特願2019-28353)である.

参考文献

- 1) 中田弘子, 小林宏光, 川島和代, 「長期臥床患者の拘縮手への効果的な清潔ケアの検討」, 日本看護技術学会誌, 2012, 10(2), 14-22
- 2) 湊川穂乃香, 長谷川智之, 斎藤真「臥床患者に対する効果的な手浴方法の検討」 日本人間工学会東海支部 2018 年研究大会論文集, 2018, 64-65
- 3) 一般社団法人人間生活工学研究センター, 「日本人の人体寸法データブック 2004-2006」
- 4) 地寄悠吾, 中村暢彦, 濱武清範, 川田将義, 石川誠司, 矢野義孝「蛍光測定を利用した新しい手指衛生手技評価法」, 医療薬学, 2013, 39(4), 251-256

低温環境曝露時の手指と足趾における皮膚血管反応の差異

○岸田紗季, 小林梓, 山口華奈 (三重県立看護大学・学生),
平生祐一郎 (三重県立看護大学), 山根基 (愛知みずほ大学),
大西範和 (三重県立看護大学)

Differences in skin vascular responses between finger and toe during mild cold exposure
Saki Kishida, Azusa Kobayashi, Hana Yamaguchi (Mie Prefectural College of Nursing),
Yuichiro Hirao (Mie Prefectural College of Nursing), Motoi Yamane (Aichi Mizuho College),
and Norikazu Ohnishi (Mie Prefectural College of Nursing)

1. はじめに

冷え性に悩まされている人は日本人女性の半数以上いるとされている。手足に冷えを感じている人が多いが、特に足で顕著であり、冷え性に悩む人への商品も足に焦点をおいた展開が多い。手足は他の部位よりも質量あたりで大気に触れる面積が広く、熱交換の効率が高い。皮膚血流量の減少は、皮膚温の低下を引き起こし、外気との熱勾配を小さくして熱放散を減少させる。手指及び足趾の皮膚には、毛細血管をバイパスする最大直径が大きい動静脈吻合 (AVA : arteriovenous anastomoses) が豊富に存在する。AVAが拡張、収縮することで皮膚血流量は著しく増減し、皮膚からの熱放散量を左右する。低温曝露時には、体温低下を防止するために、手指や足趾でAVAが強く収縮し、皮膚温が著しく低下すると考えられる。しかし、AVAが多い手指と足趾でも特に足趾が冷える要因については不明であり、手指と足趾の皮膚血流調節の違いについて調べる必要性は高い。

そこで本研究では、低温曝露時の手指及び足趾の皮膚血管反応の差異を観察し、その調節の違いについて検討することを目的とした。

2. 方 法

(1)対象

被験者は健康な成人男女11名であった。事前に自覚症状に関するアンケートを行い、実験実施に問題がないことを確認した。被験者には実験に先立って実験の目的、方法、予想されるリスク等を説明し同意を得た。

(2)実験の手順と方法

被験者は半袖Tシャツ、ハーフパンツを着用し、室温32℃、相対湿度50%に設定した人工気候室 (エスペック株式会社)に入室し、約20分間椅座位安静を維持した。その間に必要なプローブ等を装着し、その後室温を約50分かけて32℃から20℃

(相対湿度50%)まで低下させ、その後さらに約20分間20℃を維持した。実験中、レーザードップラー組織血流計 (ALF-21, Advance) を用いて、左手指及び足趾の尖部 (掌側) で皮膚血流量を1秒毎に測定し、60秒間の平均値として分析に用いた。また、鼓膜温をサーミスタ温度計 (慈大式鼓膜温用プローブ、センサテクニカ) で測定した。

3. 結果

指尖及び足趾の皮膚血流量は、室温の低下に伴い減少したが、減少の程度や推移には個人差が認められた。図1～3には経時変化の典型例を示した。被験者1では、皮膚血流量は手指と足趾で同じように減少したが、足趾で少なかった (図1)。被験者2では、室温低下開始時に手指と足趾に血流量の差はほとんど見られなかった。室温低下開始後、血流量は手指ではほとんど減少しなかったが、足趾では室温低下開始直後より減少し始め、実験中減少し続けた (図2)。被験者3では、室温低下初期に手指と足趾で血流量に差があり、足趾の皮膚血流が早期に低下した (図3)。鼓膜温と皮膚血流量の関係では、3名とも皮膚血流量が手指より足趾で高い鼓膜温で減少を開始しており (図4～6)、血管収縮閾値鼓膜温が高い傾向にあった。被験者1と3においては、血管収縮閾値鼓膜温以上でも皮膚血流量が手指より足趾で少なかった (図4, 6)。被験者2では、手指より足趾で血管収縮閾値鼓膜温がかなり高かった (図5)。

4. 考察

本研究において、皮膚血流量は手指より足趾で少ない傾向にあった。また徐々に低下する室温に対して、手指に比べ足趾の血流量が早期に減少する傾向にあり、血管収縮閾値鼓膜温が高い傾向が認められた。血流量の違いには血管密度の違い等、血管収縮閾値鼓膜温の違いには、交感神経活動に対する血管平滑筋の感受性の差等が関係すると

推察され、手より足で冷えが強い要因である可能性が高い。しかし、本研究の室温変化の範囲内で、手指の血管収縮や足趾の血管拡張が十分に生じていたかどうかは不明であり、今後、室温の変動範囲や曝露時間を変えて、皮膚血流変化の全容を捉えた上で検討する必要がある。

5. まとめ

手より足において冷えが強い要因について検討することを目的に、室温低下時の手指及び足趾

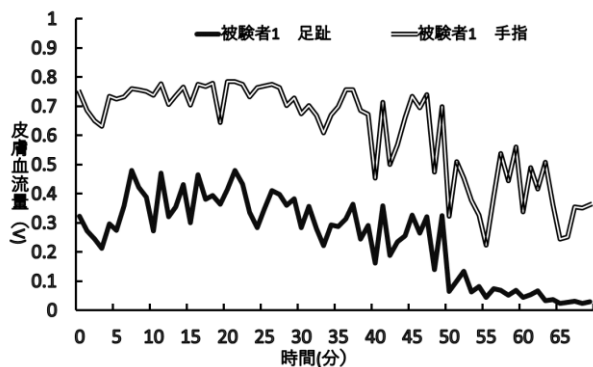


図1 被験者1における手指及び足趾皮膚血流量の経時変化

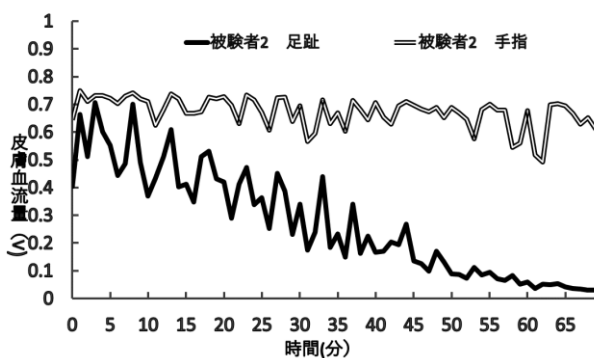


図2 被験者2における手指及び足趾皮膚血流量の経時変化

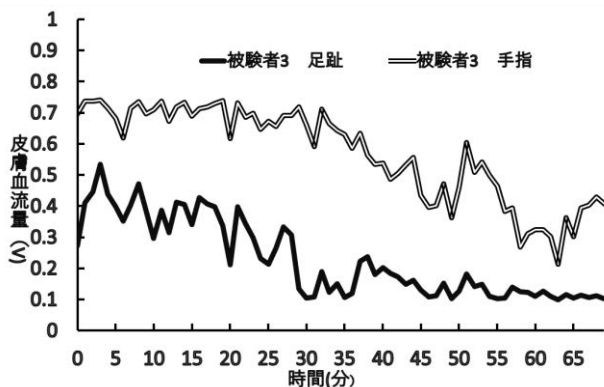


図3 被験者3における手指及び足趾皮膚血流量の経時変化

における皮膚血管反応の差異を観察した。その結果、足趾で手指より皮膚血流量は少なく、血管収縮が高い体温で生じることが観察され、血流量の違いには血管密度の違い等、血管収縮閾値鼓膜温の違いには、交感神経活動に対する血管平滑筋の感受性の差等が関係する可能性が推察され、この2要因が関係すると考えられた。今後、室温変動範囲や負荷時間を変えて追究し、皮膚血流変化の全容からその要因について検討する必要がある。

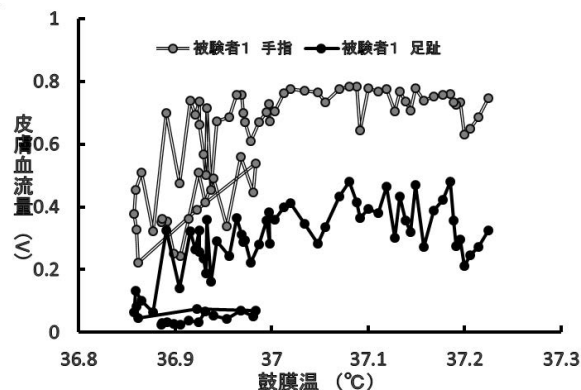


図4 被験者1における鼓膜温と皮膚血流量の相関関係

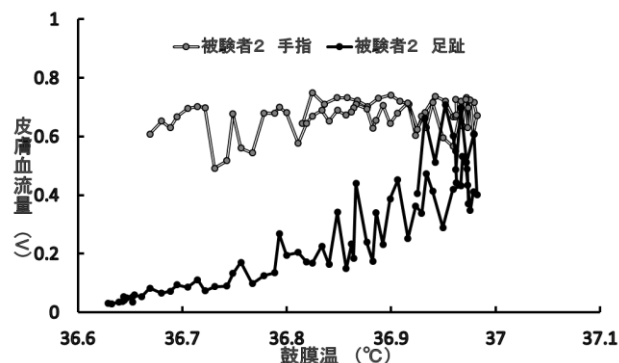


図5 被験者2における鼓膜温と皮膚血流量の相関関係

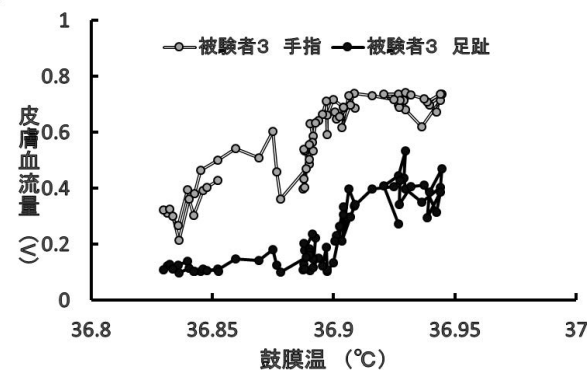


図6 被験者3における鼓膜温と皮膚血流量の相関関係

低温環境曝露時のlaser-Doppler flowgraphyとlaser speckle flowgraphyで測定した足趾の皮膚血流量の比較

○小林梓（三重県看護大学・学生），岸田紗季（三重県看護大学・学生），
山口華奈（三重県看護大学・学生），平生祐一郎（三重県看護大学），
山根基（愛知みずほ大学），大西範和（三重県看護大学）

Comparison of toe skin blood flow measured by laser-Doppler flowgraphy
and laser speckle flowgraphy during mild cold exposure

Azusa Kobayashi, Saki Kishida, Hana Yamaguchi,

Yuichiro Hirao (Mie Prefectural College of Nursing), Motoi Yamane (Aichi Mizuho College) and
Norikazu Ohnishi (Mie Prefectural College of Nursing)

1. はじめに

Laser-Doppler flowgraphy (LDF) は、皮膚血流量の測定に多用されており、生体組織にレーザー光を照射し、赤血球の動きで生じる反射光の周波数変調から皮膚血流量を算出する。皮膚血流量の細かな変化を連続的かつ容易に評価できる優れた長所があるが、測定範囲がレーザー光の照射部と受光部の間1mm以内に限られる短所もある。一方、Laser speckle flowgraphy (LSFG) は、近年実用化が進み、視神経乳頭の血流分布や網膜血流の測定等に使用されるようになった方法で、レーザー光を照射時に散乱光の干渉により発生する赤血球のスペックルを撮像して、その時間あたりの移動距離から血流量を算出する。動画あるいは静止画として血流を視覚的に評価することができ、複数の部位を数値化できるといった長所があるが、短時間しか計測できない短所もある。

手足の皮膚血管は、真皮に存在する毛細血管網に加え細動脈から細静脈へ毛細血管網をバイパスする動静脈吻合 (AVA, arteriovenous anastomoses) があり、特に指尖や足趾に豊富である。AVAの最大血流量は大きく、その増減により体温調節に関与している。また、感覚刺激や感情など精神的な影響によっても収縮することから、手指や足趾の血流量は、体温調節や心理的要因の評価指標となっている。LDFとLSFGは、皮下約1mmの深度で血流量を測定でき、両法の長所を考えると、AVAと毛細血管を合わせた皮膚血流評価に有用であると推察されるが、指尖や足趾では、血流の急激な変化や、部位差が大きいことから、それぞれの短所を踏まえた評価が必要であると考えられる。

そこで、本研究は低温曝露時にLDF及びLSFGで足趾皮膚血流量を測定し、その変化を比較して両者の妥当性について検討することを目的とした。

2. 方 法

1) 対象

被験者は健康な若年成人女性12人であった。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

実験は室温32℃、相対湿度50%の環境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、約20分間椅座位安静を維持し、その間に必要なセンサの装着や装置の設定を行った。その後、室温を4分間に1℃の速度で32℃から20℃まで低下させ、続いて20分間20℃を維持した。実験中、鼓膜温、LDFによる足趾血流量を連続的に測定した。また、5分毎にLSFGにより血流量を測定した。

3) 測定方法

足趾皮膚血流量は、左親指腹側からLDF装置 (ALF-21, 株式会社アドバンス) で1秒毎に測定するとともに、LSFG装置 (LSFG-DI-E, ソフトケア株式会社) で、10秒間両足足部背側を撮像し足趾皮膚血流量を測定した (図1, 部位①)。さらに、鼓膜温をサーミスタ温度計 (慈大式鼓膜温用プローブ, センサテクニカ) を用いて右耳で測定した。

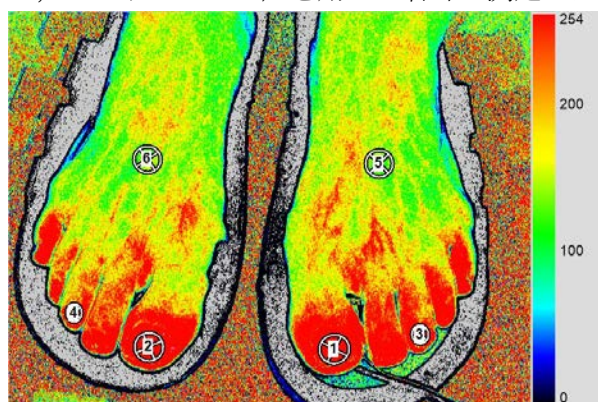


図1 LSFGで測定した血流画像 (10秒間の積算値)

3. 結果

図2及び図3に足趾皮膚血流量の経時変化の典型例を示した。LDFで測定した足趾皮膚血流量は、室温低下とともに増減を繰り返しながら下降し、その後横ばいとなった(図2)。LSFGの測定値もLDFの場合と同様の傾向を示した(図3)。被験者毎の、LSFGによる血流量と同じ測定時間帯のLDFによる血流量の間には、有意 ($p < 0.01$) な正の相関関係が認められた(図4)。また、両者は鼓膜温に対して有意 ($p < 0.01$) な正の相関関係を示した(図5及び図6)が、LSFGよりLDFによる血流量において鼓膜温との相関が高い傾向にあった。

4. 考察

LDFとLSFGによる足趾皮膚血流量の変化の傾向はほぼ一致していた。鼓膜温に対する相関関係は、LDFによる血流量がLSFGによるそれと比べ高い傾向にあり、体温調節系の入出力関係を評価する精度がLDFで高い可能性が推察された。現時点では、LSFGは間欠的に短時間でしか測定できず、血流の変化が大きい足趾では全体的傾向を捉えにくいと考えられた。従って、LSFGの二次元的に測定できる利点を活かすためには、時系列的な値を評価し易いLDFとの併用が推奨される。

5. まとめ

本研究では、室温が徐々に低下する過程で、LSFG及びLDFで測定した足趾皮膚血流量を比較し、両者の妥当性を検討した。血流量変化は、両法でほぼ一致していたが、鼓膜温との相関関係はLDFで高い傾向にあり、間欠的に短時間で測定するLSFGでは、血流量のばらつきに影響を受けやすいと考えられた。従って、現時点では両者の併用が推奨される。

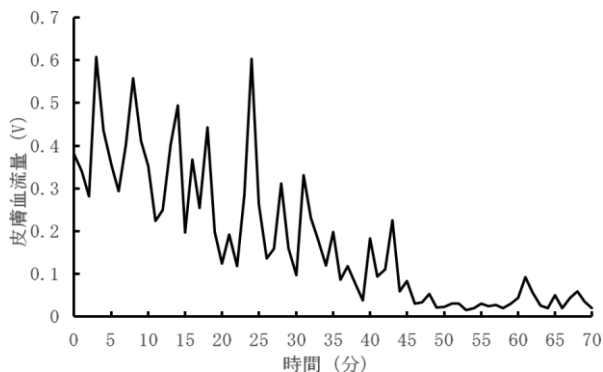


図2 LDFによる足趾皮膚血流量の経時変化

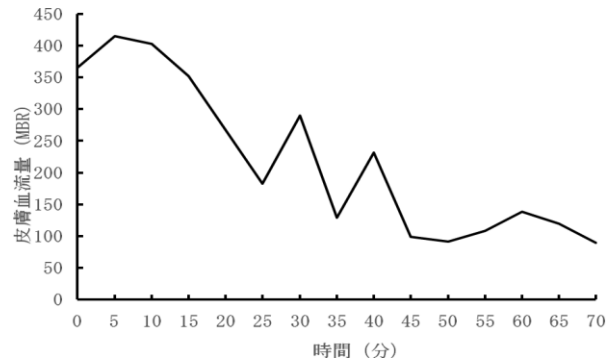


図3 LSFGによる足趾皮膚血流量の経時変化

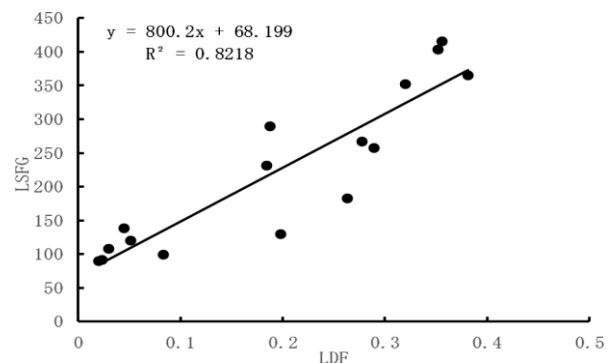


図4 LDFとLSFGによる足趾皮膚血流量の相関関係

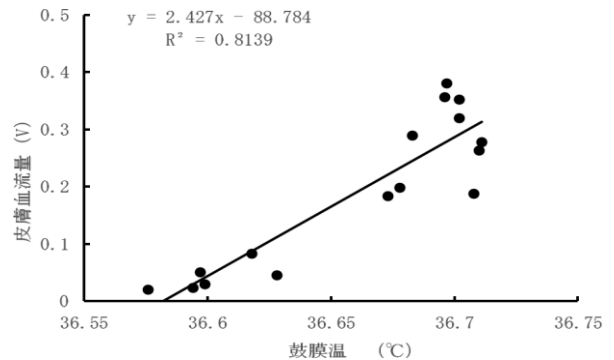


図5 鼓膜温とLDFによる足趾皮膚血流量の相関関係

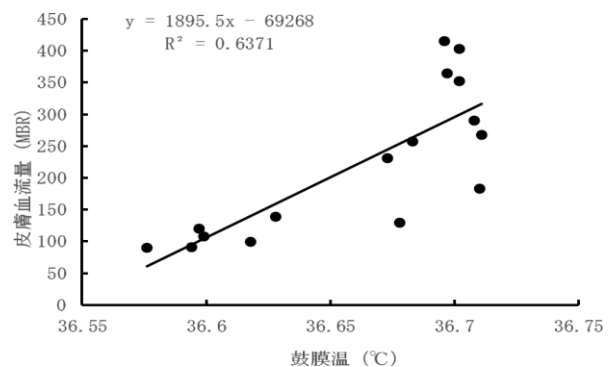


図6 鼓膜温とLSFGによる足趾皮膚血流量との相関関係

低温暴露時の足部皮膚表面における温度分布と血流分布の異同について

—thermographyとlaser speckle flowgraphyを用いて—

○山口華奈, 岸田紗季, 小林梓 (三重県立看護大学・学生),

平生裕一郎 (三重県立看護大学), 松岡敏生 (三重県工業研究所),

西村直紀 (日本福祉大学), 山根基 (愛知みずほ大学), 大西範和 (三重県立看護大学)

Discrepancy between temperature and blood flow distribution in foot skin during mild cold exposure

-By using thermography and laser speckle flowgraphy -

Hana Yamaguchi, Saki Kishida, Azusa Kobayashi, Yuichiro Hirao (Mie Prefectural College of Nursing),

Toshio Matsuoka (Mie Prefectural Industrial Research Institute),

Naoki Nishimura (Nihon Fukushi University), Motoi Yamane (Aichi Mizuho College),

Norikazu Ohnishi (Mie Prefectural College of Nursing)

1. はじめに

日常的に四肢に強い冷えで苦痛を感じる冷え症は、日本人女性の約半数にも上る。冷え症は身体の末梢部、特に足部に強い冷えを感じる人が多い。冷えの感覚は自覚的であり、冷え症の人の温度感覚が鋭敏であるか否かは不明であるが、冷えを感じる原因は、皮膚部位の温度が低下することである。皮膚温は室温の低下に伴い熱放散が増大することで下降するが、皮膚血流が変化して身体の深部から運ばれる熱が増減することにも大きな影響を受ける。そのため、冷えの評価に客観的指標として皮膚温を測定した場合、室温の大きな変化がなければ、皮膚温の変化には皮膚血流量の増減が影響すると推測がおこなわれる。

冷えは、それを感じやすい足部においても、足趾で顕著であるなど、部位による違いがある。その評価には、赤外線 Thermography が、体表面からの赤外線の放射強度から皮膚温を測定でき、温度分布を色分布で画像化できることから有用であり、多用される。一方、近年 Laser speckle flowgraphy による血流分布の二次元マッピングが可能になっており、皮膚血流の評価にも用いられ始めている。両方法は、環境温が同じ条件ではあれば分布状態が一致すると考えられるが、環境温が変化する条件下では不明である。そこで、本研究では、室温を低下させた際の赤外線 Thermography による温度分布画像と Laser speckle flowgraphy の血流分布画像を比較し、それらが一致するか否かについて検討することを目的とした。

2. 方 法

A. 被験者

被験者は健康な男女9名（男性2名、女性7名）であった。実験を行うにあたって、研究の目的、内容、方法やリスクについて文書と口頭により説明し同意を得た。

B. 実験手順及び測定方法

実験は人工気候室（エスペック株式会社）で行った。被験者は実験用のTシャツと短パンに更衣後、環境温32℃、相対湿度50%に設定した人工気候室に入室し、約20分間の椅坐位安静状態を保った。その後、4分間に1℃の速度で32℃から20℃まで連続的に室温を低下させ、続いて20分間20℃を維持した。その間5分おきに赤外線Thermograph (R300SRまたはInFReC G100EX, 日本アビオニクス株式会社、以下TG)を用いて足部の皮膚分布画像を、Laser speckle flowgraph (LSFG-PI-E, ソフトケア有限会社、以下LSFG)を用いて足部の血流画像を撮影した。また、自覚的温冷感には10cmのVisual analogue scale (以下VAS)を用いて全身及び左右の足部の主観的温冷感を測定した。

2. 結果

環境温32℃においては、TGで測定した皮膚温は高い状態にあり、LSFGで測定した皮膚血流量も比較的多かった。特に足趾で温度が高く血流が多い傾向にあった。室温低下とともに皮膚温は低下し、皮膚血流量は減少したが、変化はいずれも足趾で顕著であった。室温低下前には、3名の被験者において足趾から足背にかけて皮膚温分布に左右差が認められ（図1）、その際のLSFGで測定した皮膚血流分布にも、類似した左右差が認められた（図2）。この左右差は、皮膚温分布においては室温低下後（環境温20℃）も維持される傾向にあった（図3）が、皮膚血流分布では不明確となった（図4）。

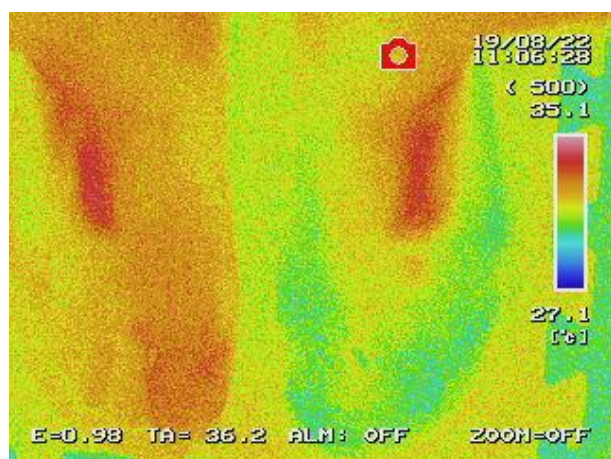


図1. TGで測定した温度画像（環境温32℃）

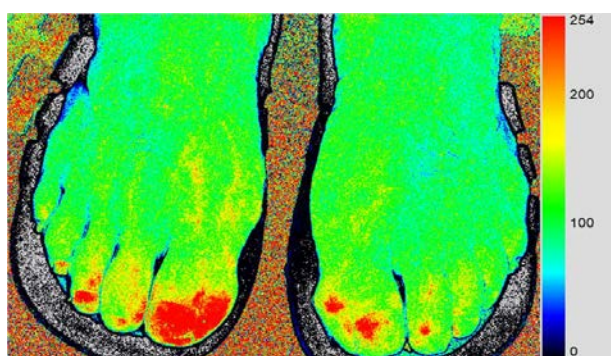


図2. LSFSGで測定した血流画像, 10秒間の積算値（環境温32℃）

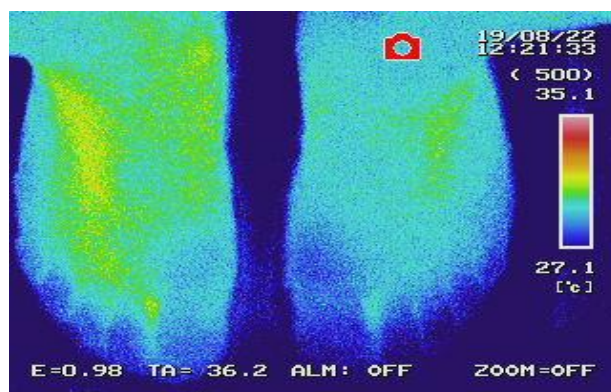


図3. TGで測定した温度画像（環境温20℃）

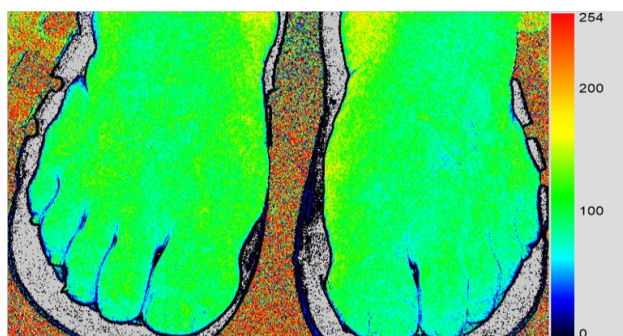


図4. LSFSGで測定した血流画像, 10秒間の積算値（環境温20℃）

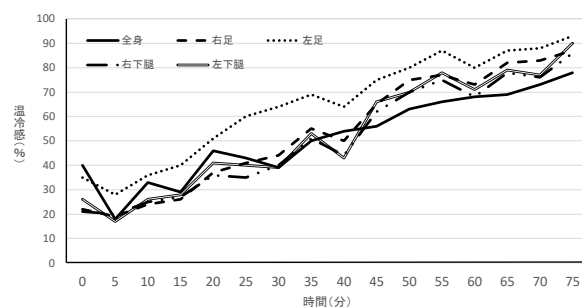


図5. 室温低下開始後のVASによる5分毎の主観的温冷感の推移（温冷感は上昇するほど冷たいことを表す。）

また, 3名中で1名のみが左右の温度差を認識していた（図5）.

4. 考察

本研究では, 室温32℃の環境条件において, LSFSGによる血流分布に左右差がある例（図1）が認められ, その差がTGの温度画像分布に反映されていたと考えられる（図2）. 一方, 室温低下に伴って, 同じ被験者においてLSFSGで観察した血流は減少し, 分布に左右差がほとんどなくなったことから, 血管収縮が最大に近い状態となったと推察される. これに対して, TGによる温度分布の左右差は維持される傾向にあり, 赤外線放射でとらえた皮膚表層の温度は, 血流変化に対して遅れを生じると推察された. また, 左右差が認められた被験者においても, 温度の違いを認識していない例が認められ, 部分的な冷えの感覚にはかなり個人差があるものと推察された.

5. まとめ

本研究では, 室温低下に伴うTGによる温度分布とLSFSGによる血流分布の変化について検討した. 室温32℃の環境条件において, LSFSGによる血流分布とTGの温度分布に左右差が認められる例があり, その左右差は, 室温低下に伴って, 血流では不明確となり, 温度では維持される傾向にあった. このことから, 皮膚表層の温度は血流変化に対して遅れを生じていたと推察される. また左右差を認識していない例が認められ, 部分的な冷えには気付きにくい可能性があるかと推察された.

気温条件が夜勤交替制勤務に従事する消防職員の疲労症状に与える影響

○栗原崇浩、松木太郎、山本孔次郎、榎原 毅（名古屋市立大学大学院医学研究科）

Effects of thermal environment on subjective fatigue symptoms of firefighters and emergency medical service crews engaged in night shift work

Takahiro KURIHARA, Taro MATSUKI, Kojiro YAMAMOTO and Takeshi EBARA
(Nagoya City University Graduate School of Medical Sciences)

1. はじめに

全国の消防職員の出動件数は近年増加傾向にあり、名古屋市においても救急出動件数は13.3万件（／年、平成30年）と過去最高を記録している¹⁾。これは3.9分間に1回のペースで出動要請がかかっている状況であり、消防職員の疲労軽減対策は急務である。

消防職員は、感染予防のために個人保護具（マスク・手袋・防護ジャンパーなど）を装着して任務にあたっており、屋外での患者搬送や車両への移乗、階段昇降などの移動など、身体負担の高い労働に従事している。夏季は暑熱環境下、冬季は寒冷環境下での労働となるが、消防職員の労働において、気温環境要因が主観的疲労症状に直接与える影響についてはほとんど明らかにされていない。

そこで本研究では、夜勤交代制勤務に従事する消防職員（救急・消防隊員）を対象に、気温条件が自覚的疲労症状に与える影響を調査した。

2. 方 法

2-1. 調査対象者

名古屋市消防局の市内4か所の消防署に勤務する80人を対象に夏季・冬季を含めた3日間の質問票調査を実施した。配布した80人のうち回答があったのは78人（回答率97.5%）、延べサンプル数は $n=702$ （人・日・時点）（78人×3日×3時点）であった。データの未回答などの欠損データはなかった。

2-2. 調査内容

勤務中の主観的疲労症状の評価は新版自覚症しらべ²⁾を用いた（5群25項目、5件法）。調査は1回勤務中（8:45～翌日8:45）のうち3時点（8:45、20:45、翌8:45）で行い、主観的疲労症状の変化を調査した。主観的疲労症状の評価は1-5点の各項目を計25問回答し、5群に分けて合計スコアを計算した。自覚症しらべは、a)ねむけ感（眠気・覚醒度）、b)不安定感（注意集中困難・中枢神経系疲労）、c)不快感（身体・精神疲労）、d)だるさ感（局所筋骨格系負担）、e)

ぼやけ感（感覚器・眼精疲労）の5群で労働に起因する主観的疲労症状の様相を捉えるものである。

気温条件に関する情報は、当該地域の調査日における気温のデータ（最高・最低）を気象庁のホームページ³⁾からダウンロードし、今回の解析では最高気温を変数として用いた。

2-3. 統計解析

主要アウトカムは自覚症しらべの5群の合計スコア（各群5項目で構成、各群のスコア範囲：5～25点／群）をそれぞれ用いた。要因変数は、気温条件の変数として、日内最高気温を $<10^{\circ}$ 、 $10\sim30^{\circ}$ 、 $30^{\circ}<$ の3水準にカテゴリ化した。調査時点（3水準）および気温条件（3水準）、気温条件、調査時点、気温条件と調査時点の交互作用を固定因子、個人を変量因子とし、また翌日の疲労回復に影響する仮眠時間を共変量として一般線形モデル（GLM）により主効果・交互作用を求めた。

3. 結 果

調査対象者の年代は20代：16名（20.5%）、30代：24名（30.8%）、40代：18名（23.1%）、50代：20名（25.6%）であり全員男性であった。平均仮眠取得時間（／勤務）は 255.8 ± 84.2 分であった。調査対象日の最高気温は 38° 、最低気温は 4.9° であり、各サンプル数は気温： $<10^{\circ}$ （ $n=174$ ）、 $10^{\circ}\sim30^{\circ}$ （ $n=378$ ）、 $>30^{\circ}$ （ $n=150$ ）であった。また、各自覚的疲労症状のベースライン時点（8:45）のスコアは、ねむけ感 7.4 ± 3.2 点、不安定感 5.9 ± 2.0 点、不快感 6.0 ± 2.2 点、だるさ感 6.4 ± 2.6 点、ぼやけ感 6.3 ± 2.7 点であった。

図1に各自覚的疲労症状に対する時点別の気温条件の影響を示した。気温条件で自覚疲労症状に影響が見られたのは、「ぼやけ感」のみであった（ $p=0.04$ ）。多重比較では、[気温： $30^{\circ}<$]に比べ有意に[気温： $10^{\circ}\sim30^{\circ}$]および[気温： $<10^{\circ}$]の水準は有意に合計スコアが高かった（いずれも $p<0.01$ ）。時間の推移によって自覚的疲労症状に有意差が認められたのは、「ねむけ感（ $p<0.01$ ）」、「不

快感($p < 0.01$)、「ぼやけ感($p < 0.01$)」であった。各群とも交互作用は認められなかった。

4. 考 察

消防職員の個人効果を変量因子とし、翌日の疲労回復に影響する仮眠時間を共変量として調整を行い、気温条件が自覚的疲労症状に与える影響を調べた結果、気温条件はぼやけ感に影響を与えていることが示された。ぼやけ感は、目がしょぼつく、目がつかれる、などの5項目で構成されており、主に眼精疲労に起因する疲労様相である。気温が低い方が眼精疲労の訴えが増えている点は、近年、気温の低下がドライアイの訴えを高めるという報告⁴⁾と合致している。

一般線形モデル(GLM)により背景にある多様な交絡要因を調整した結果、その他の疲労様相については、気温条件の影響は認められなかった。一方で、ねむけ感、不快感、ぼやけ感の時間推移については交絡要因を調整した後も主効果に有意差が認められたことから、夜勤帯を含む長時間勤務によるそれら疲労様相の亢進は、仮眠を取得しても解消しきれていないことが示された。

また、ねむけ感においてはベースライン時点のスコアが他の群と比較して相対的に高いことも注目すべきである。日周性疲労の観点から、前日の睡眠では疲労回復が充分ではなく、疲労蓄積の可能性も示唆されることから、前日の睡眠時間の影響なども考慮した包括的な解析を今後進めていく予定である。

【参考文献】

1) 名古屋市消防局:平成 30 年中の名古屋市救急統計について

(<http://www.city.nagoya.jp/shobo/cmsfiles/contents/0000101/101121/H30kyuukyutoukei.pdf>)

2) 日本産業衛生学会産業疲労研究会:新版「自覚症しらべ」(<http://square.umin.ac.jp/of/service.html>)

3) 気象庁:過去の気象データ・ダウンロード(<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/>) (アクセス日: 2019/9/24)

4) Association for Research in Vision and Ophthalmology. "Drop in temperature may explain the increase in dry eye suffering." ScienceDaily. ScienceDaily, 4 March 2011. Available from (www.sciencedaily.com/releases/2011/03/110303111632.htm)

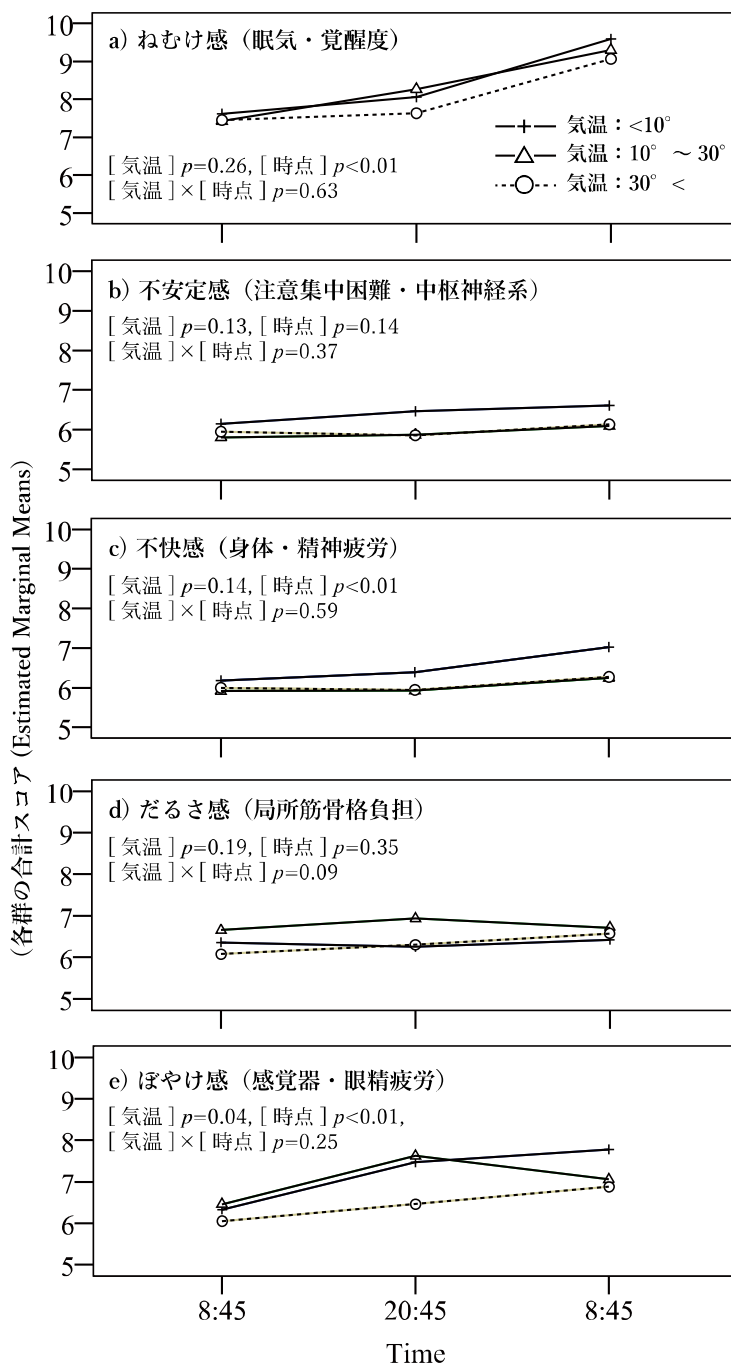


図1 新版自覚症しらべの5群別合計スコア (気温条件および時点の比較)

各群の合計スコアは、個人を変量因子、仮眠時間を共変量とした一般線形モデル (GLM) により推定した主効果の推定平均値

【謝辞】

本研究の推進にあたり、多大なるご協力を頂いた名古屋市消防局の皆様に感謝の意を表す。

ダイバーの安全監視のための顔における脈波計測の検討

○瀧澤由佳子（兵庫県立工業技術センター）

Pulse Wave Measurement on Face for Safety Monitoring of Diver
Yukako Takizawa (Hyogo Prefectural Institute of Technology)

1. はじめに

国土を海に囲まれた日本ではマリンレジャーが身近であり、ダイビングを100万人以上が楽しんでいる¹⁾。レジャーだけでなく職業ダイバーもいることから、より多くの人が海中での活動を行っている。しかし、海中は人の生活環境ではないため、危険を伴い、毎年、重大事故が報告されている²⁾。

そこで、我々は事故を未然に防ぐため、ダイバーの安全監視を目的とした水中での心電図等のセンシングについて検討してきた³⁾。

一方、最近ではダイビングマスク（以下、マスクという）用のヘッドアップディスプレイ⁴⁾が市販されており、今後、ますますマスクに様々な電子デバイスが搭載されると考えられる。

本研究では、一つの試みとしてマスクに光電センサを組み込み、これを用いた脈波計測について検討する。ちなみに、現在、鼻部用の光電センサが市販されているが、ダイビングでは耳抜き（鼓膜の内部と外部の圧力差を解消するための動作）時に鼻をつまむため、鼻部にセンサを設置するのは望ましくない。今回、第一段階として、陸上において顔での脈波計測の可能性について検討した。

2. 実験方法

実験では、まず顔における脈波計測を行う位置を検討した。本研究では光電センサをマスクへの組み込みを想定しているため、マスク装着時に顔に接触する部分であるスカート付近を計測箇所の候補とした。図1に示すように被験者（女性48才）にスカート部分を口紅で着色したマスク（タバタ製M1002）を装着させ、顔との接触部分をマークした。この部分を基に呼吸等の動作で比較的顔の動きが少なく、片あたりせずセンサが設置できると考えられる額部の4か所を選んだ。これらは同図に示した計測箇所A～Dであり、A：眉間点⁵⁾上方4cm、B：眉間点上方1cm、C：眉間点上方4cm右方3cm、D：眉間点上方1cm右方3cmである。

これらの計測箇所において脈波計測するため、図2に示すような実験ジグと光電センサを用いた。このジグで被験者の顎と左右のこめかみを固定ジ



図1 スカート部を着色したダイビングマスクと脈波計測部位

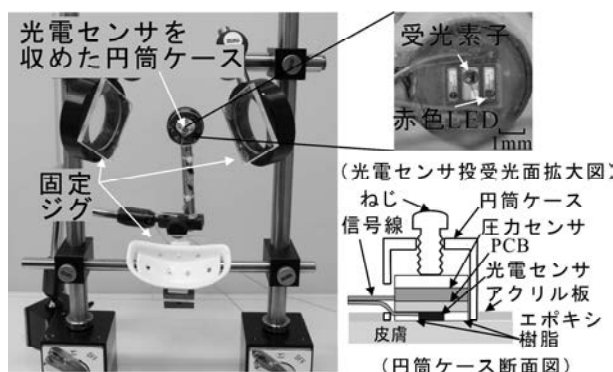


図2 実験ジグと光電センサ

グで押さえることで顔の位置を固定した。一方、光電センサ（新日本無線製NJL5501R、サイズ：1.9mm^l×2.6mm^w×0.8mm^h）は円筒ケース（PMMA樹脂、7.6 mm^φ×9mm^h）に収め、計測箇所A～Dに配置できるようにした。この円筒ケースの断面図を同図に示す。最下部（皮膚に接触する部分）にPCB基板（6mm^φ×1.25mm^l）に実装配線され、投受光面の高さに合わせて周囲をエポキシ樹脂で盛った光電センサを配置した。そして、このPCB基板の上に皮膚にかかる圧力（以下、圧力という。）を計測する圧力センサ（共和電業製PS-05KC、6mm^φ×0.6mm^l）を配置した。さらに、円筒ケースの上部にはねじ（M2）があり、これを回すことで圧力が調整でき、実験では0, 1, 2, 4, 7, 10kPaとした。

脈波計測実験では、定格5Vを光電センサに印加し、赤色光（波長660nm）投光時の出力電圧をデータロガー（Graphtec製GL900）によりサンプリング周波数500Hzで記録した。さらに、参照のため生体電極（Ambu製P-00-S）を被験者の左右の前腕に装着し、生体アンプ（TEAC製BA1008）を介して前述のデータロガーで心電図を同時に記録した。

なお、実験は被験者として著者が行ったため、倫理委員会の承認は得ていない。

3. 実験結果

顔における光電センサの出力電圧波形および同時に計測した心電図の例を図3に示す。この計測箇所はA:眉間点上方4cmであり、圧力は1kPaである。これらの波形を比較すると出力電圧波形のピークは心電図の各R波から約0.25秒後に認められ、心電図と同期していると考えられるため、顔での脈波計測の可能性があると考えられる。

次に、圧力と光電センサの出力電圧の関係について調べた。ここでは各実験で得られた出力電圧波形から1周期の最大値と最小値の差を振幅として5周期分の振幅の平均値を算出し、これにより評価した。その結果を図4に示す。横軸は圧力であり、縦軸は出力電圧波形の振幅である。この図から、概して圧力が1~7kPaの範囲で振幅が比較的大きく得られており、脈波計測の可能性があるとわかった。計測箇所の違いについてはDが他よりも振幅が大きい傾向にあった。この場所は他よりも肉厚であって皮下の血管の体積が大きかった可能性がある。一方、圧力が10kPaでは比較的小さい振幅値しか得られておらず、この結果からは脈波計測が困難であったと考えられる。しかし、水压10kPaであれば水深1m相当であり、この水深で人の血流が止まるとは考え難い。今回の実験では皮膚にかかる圧力は部分的であるが、水中では身体全体にかかる。このことが陸上と水中との計測結果の違いに影響する可能性がある。今後、水中での脈波計測実験を行い、陸上との比較を詳細に検討する必要がある。

4. まとめ

本研究では、ダイバーの安全監視のため、ダイビングマスクに組み込んだ光電センサによる脈波計測を想定し、陸上において顔の額部での脈波計測の可能性について検討した。その結果、皮膚にかかる圧力が概ね1~7kPaの範囲で脈波計測ができる可能性があることがわかった。しかし、陸上とは異なり、水中では水压が身体全体にかかる。今後は水中での脈波計測実験を行い、陸上との違いについても検討する。

謝辞

本実験のダイビングマスクを提供いただくと共

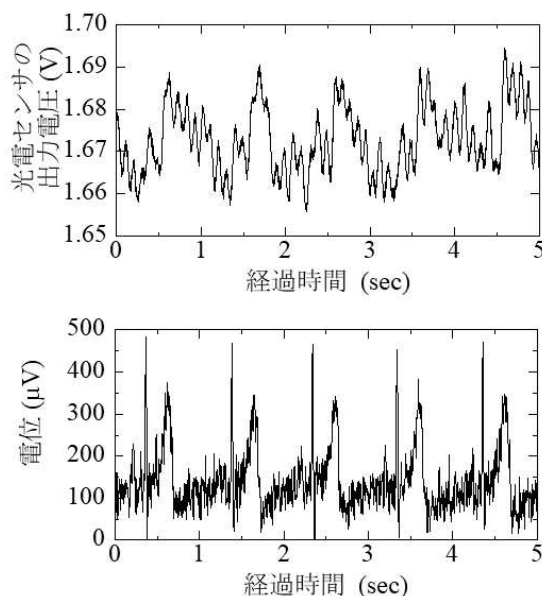


図3 顔における光電センサの出力電圧波形（上段）および同時に計測した心電図（下段）

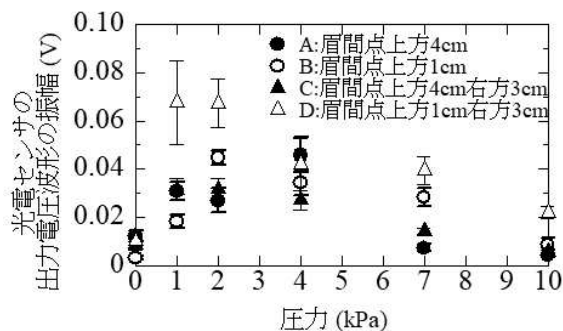


図4 皮膚にかかる圧力と光電センサ出力電圧波形の振幅との関係

に、ダイビング行動について助言をいただいた株式会社タバタに感謝する。本研究の一部はJSPS 科研費No.17K00291の助成を受けた。

参考文献

- 1) (公財) 日本生産性本部, レジャー白書 2016. 2016, p. 69.
- 2) (一財) 日本海洋レジャー安全・振興協会, 平成 25 年度潜水事故の分析 レジャー白書 2016, p. 2.
- 3) 例えば, 才木常正, 瀧澤由佳子, 他, 海水中での心電図計測, 電気学会論文誌 C. 2019, 139(6), p.p. 757-758.
- 4) (株)タバタ社 Scubapro オンラインカタログ, <https://www.tabata.jp/scubapro/pdf/scubapro2019.pdf>, (参照 2019.9.27)
- 5) JIS Z8500:2002, 人間工学—設計のための基本 人体測定項目.

実習生を対象とした指差呼称の効果に関する研究

○吉村健志（国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所），疋田賢次郎（国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所），楠 将史（独立行政法人 海技教育機構）

A Study on Effectiveness of “Pointing and calling” that Performed by Trainee
Kenji Yoshimura (MPAT), Kenjiro Hikida (MPAT), and Masashi Kusunoki (JMETS)

1. はじめに

指差呼称は、危険予知活動の一環として、作業対象、標識、信号、計器類に指さしを行い、その名称と状態を声に出して確認することである。

指差呼称の効果は、選択反応課題を課したいくつかの実験結果から明らかにされている^{1,2)}。

ところが、指差呼称になじみのない場合は、指差呼称することが負担となり、エラー低減効果が見られなかったり³⁾、指差呼称によりエラーが防止できるという感覚が得られにくいことから、指差呼称の実施が徹底されず、形骸化している可能性が指摘されたりするなど⁴⁾、実施者の熟達度などが効果に影響を与えることが知られている。

一方、船舶機関士を養成する過程において、熟達者から初心者への技術伝承や、効果的な訓練手法の体系化など、認知工学や認知工学的な見地から機関士養成訓練法に関する研究が進められている^{5,6)}。このような船舶用機関を含むプラントの機器操作作業は、指示と実行の間に指示内容を保持しておく「時間経過」が存在しており、鉄道場面での指差呼称とは異なった特徴を有している⁷⁾。

そこで、本研究では、船舶機関を対象とした指差呼称の効果を実験的に明らかにするために、機関科実習生に発電機の並行運転を行わせて、指差呼称がエラー発生率及び所要時間に及ぼす影響を実験によって確かめた。

2. 方法

実験は、海技教育機構の練習船「銀河丸」において、平成26年11月29日から12月3日まで6日間と、平成27年1月6日と1月7日の2日間、計8日間にわたって行われた。

銀河丸に乗船中の機関科実習生61名が、指差呼称なし条件の実験に参加した。そのうち59名が、指差呼称あり条件の実験にも参加した。

実験課題は、銀河丸の配電盤実習装置を用いた発電機の並行運転とした。作業手順は、①原動機始動、②電圧の確認及び調整、③周波数の確認及び調整、④同期検定器始動、⑤同期検定器の回転

方向調整、⑥同期投入、⑦同期検定器停止、⑧負荷配分、⑨負荷移行、⑩解列、⑪原動機停止である。

まず、指差呼称をおこなわせない条件で実習生に実験課題を行わせた。次に、指差呼称をおこなわせる条件で同課題を行わせた。なお、参加者の熟達度の違いによるミステイクエラーの発生率を標準化する目的で、いずれの条件においても、実験者が作業手順を随時指示した。また、実験中はビデオ撮影による行動記録と、実験者による観察を実施した。

4. 結果及び考察

実験課題を開始してから終了するまでに要する時間をストップウォッチで計測した。図1に、実験条件別にみた所要時間の分布を示す。

指差呼称なし条件では、最短で2分48秒、最長で15分22秒を要し、平均すると5分07秒であった。一方、指差呼称あり条件において、最短で3分38秒、最長で8分57秒を要し、平均すると5分25秒であった。指差呼称を行うことで、所要時間の平均は6%延長した。

分析にあたり並行運転の作業手順を、実験者から指示されたスイッチ等を操作するだけの作業手順と、指示された計器の読み取りと調整が求められる作業手順に分類した。また、映像による行動記録及び観察記録に基づいて、エラーを抽出した。例えば、異なる計器に表示されている値を読んだ場合、計器に表示されている値を読み間違えた場合や、異なるスイッチを操作した場合などがエラーとして抽出された。

まず、実験条件別にエラーの発生率をみると、指差呼称なし条件では手順あたり平均0.11であったのに対し、指差呼称あり条件では平均0.03であった。この結果は、選択反応課題²⁾やプラントの現場で行われている操作作業（バルブを開ける、スイッチを切るなど）⁷⁾の誤反応率と同様にエラーの減少傾向を示している。また、作業手順別にエラーの発生率をみると（図2）、②電圧の確認及び調整と⑧負荷配分を除いた全ての手順で、指差

呼称あり条件においてエラーの発生率が低下した。特に、スイッチ操作のみの手順はいずれもエラーの発生率が低下した。このことから、指差呼称には実習生の機器操作を対象とした作業においても、エラーを減少させる効果があると考えられる。

次に、②電圧確認及び調整と⑧負荷配分について、指差呼称あり条件でエラーの発生率が増加した理由を考察する。銀河丸の配電盤実習装置には電圧計と電力計が隣接して設置されており、②では電圧計を、⑧では電力計を読み取る際に、間違っており計器を読み取るエラーが抽出された。一方、指差呼称を行わなかった場合、参加者がどの計器を読み取っているのか分かりにくいいため、エラーを抽出するのは難しい。つまり、指差呼称を行わなければエラーは潜在化し、指差呼称を行えばエラーは顕在化すると考えられる。他の計器読取及び調整が必要な手順についても同様の問題が含まれているものの、特に計器の読み取り間違いを誘発しやすい手順②と⑧において、指差呼称のエラーを潜在化及び顕在化させる効果が顕著に現れたと考えられる。

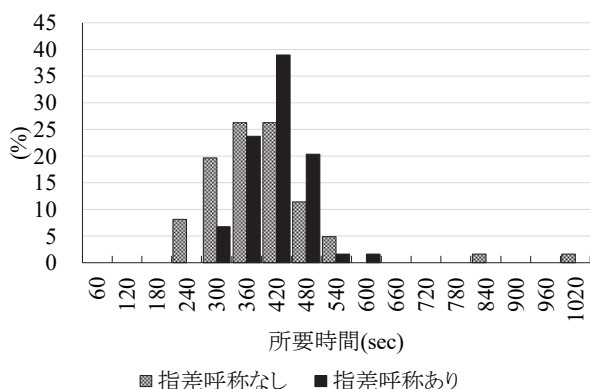


図1 実験条件別にみた所要時間の分布

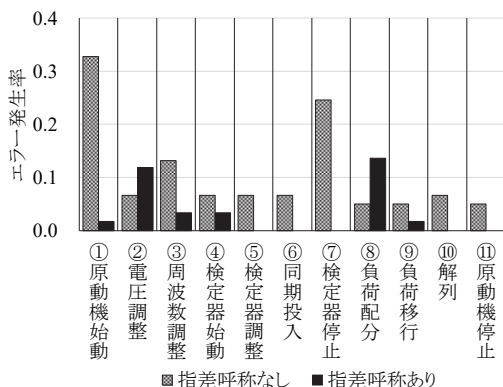


図2 実験条件別にみたエラー発生率

5. まとめ

本研究では、指差呼称の効果を定量的に明らかにするために、機関科実習生を対象とした実験を行った。その結果、指差呼称を行わせた場合の作業時間の延長は6%であったこと、また実験と同時に行った主観調査の結果⁸⁾から、指差呼称に効果があるとの回答が8割を超えたことなどから、指差呼称は、少ない時間的コストで大きなエラー防止効果が期待できるものといえる。また、指差呼称は、エラーの発生率を低下させる効果があるとともに、エラーを顕在化させる効果も期待できる。

本研究は、独立行政法人海技教育機構との共同研究の成果である。

参考文献

- 1) 清宮栄一ほか、複雑選択反応における作業方法と Performance との関係について—「指差・喚呼」の効果についての予備的検討—、鉄道労働科学、1965、17、p.289-295.
- 2) 芳賀繁ほか、「指差呼称」のエラー防止効果の室内実験による検証、産業・組織心理学研究、1996、9(2)、p.107-114.
- 3) 塚田哲也ほか、プラントにおける効果的な指差呼称のあり方に関する検討(1)、日本人間工学会第29回関東支部大会講演集、1999、p.512-513.
- 4) 重森雅嘉ほか、指差喚呼のヒューマンエラー防止効果体感プログラム、鉄道総研報告、2012、26(1)、p.11-14.
- 5) 松崎範行ほか、船舶機関士の熟達化に関する認知的研究、日本マリンエンジニアリング学会誌、2010、45(2)、p.112-120.
- 6) 松崎範行ほか、船舶機関士の熟達化に関する認知的研究 第2報：ERMにおけるグループ討論学習法の効果について、日本マリンエンジニアリング学会誌、2012、47(6)、p.125-131.
- 7) 彦野賢ほか、プラントにおける効果的な指差呼称のあり方に関する検討(4)、人間工学、2002、Vol.38 特別号、p.512-513.
- 8) 吉村健志ほか、練習船実習生を対象とした指差呼称の効果に関する研究、第15回航海訓練所研究発表会予稿集、2015.

ウェアラブル生体センサによる操船シミュレータ訓練評価支援に関する研究

○村井康二（東京海洋大学），北村健一（鳥羽商船高等専門学校），Jie Wan, Xiaofei Wen（浙江海洋大学），Yibing Wan, Yang Qilei（浙江国際海運職業技術学院）

Study on Simulator-based Training Evaluation Support System Using Wearable Vital Sensor
Koji Murai (Tokyo University of Marine Science and Technology), Kenichi Kitamura (National Institute of Technology, Toba College), Jie Wang and Xiaofei Wen (Zhejiang Ocean University), Yibing Wang and Yang Qilei (Zhejiang International Maritime College)

1. はじめに

交通システムにおける移動体の操縦訓練については、まずシミュレータを使用することが一般的である。また、ライセンス取得のために、そのシミュレータ訓練が義務化されている場合もある。船の操縦（操船）に対しても、水先案内人（水先人）のライセンス取得については、シミュレータによる訓練が各等級に対して一定時間課せられている。また、Bridge Resource Management (BRM) 訓練¹⁾も実施されている。

シミュレータ訓練の評価は、船の物理的な運動結果（進路、速力、航跡等）、各操船イベントに対する操船者のパフォーマンス、操船判断とその判断時機等を総合的にインストラクターが評価している。しかしながら、現在の評価要素の中には、操船者（訓練生）の生理的応答（内的応答）については、加味されていない。

訓練生の操船時の心的負荷²⁾については、個人差もあり相対的数値となるが、定量的評価が可能であることから、インストラクターおよび訓練生が操船中の内的応答を知りえる重要な評価要素（評価データ）の一つであると考えられる。このような考え方は、すでに国際的にも共通の理解が得られており、本論では国際共同研究としてウェアラブル生体センサを用いたリアルタイムでの心的負荷を測定した結果について検討、考察する。

2. 実験方法

操船シミュレータ実験は、浙江海洋大学（中国）のスクリーン型操船シミュレータを用いて実施した。当該シミュレータのスペックは教育訓練用シミュレータとして国際的に一般的なものである。実験協力者は、専門家（外航船船長経験者）3名、浙江海洋大学学部3年生4名（航海系ライセンスコース）である。実験協力者には、事前に実験内容について書面を用いた説明を行い、同意、署名を得ている。本実験は東京海洋大学における人を対象とする研究倫理審査委員会の承認を受

けている（2018年9月21日承認）。図1に操船シミュレータ実験のイメージを示す。実験では操船シミュレータ訓練を想定するため、学生の操船時にはインストラクター／教員を配置した。

操船シナリオは、多くの操船判断を必要とする複数の狭水道が交差する輻輳・狭水道海域であり、実験協力者に馴染みのある大学近隣の舟山群島海域とした（図2中の円部分）。



図1 操船シミュレータ実験の概要（船橋内イメージ）

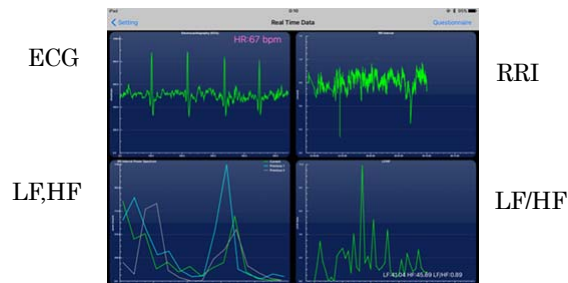


図2 操船シナリオの概要（舟山群島海域）

次に、本研究で使用したウェアラブル生体センサ³⁾と測定データ画面をそれぞれ示す（図3）。訓練生およびインストラクターはリアルタイムで測定データ画面（ECG、心拍数、心拍R-R間隔（RRI）、LF/HF）を確認することが可能であるが、本実験では、リアルタイムで自身のデータを確認することによる操船結果への影響を鑑み、測定後に確認することとした。センサは胸部に縦または横向きに貼り、測定画面で、測定データ（ECG）を確認することで、装着状態を確認した。



(a) ウェアラブル生体センサ



(b) モニタ画面

図3 ウェアラブル生体センサとモニタ画面

3. 結果と考察

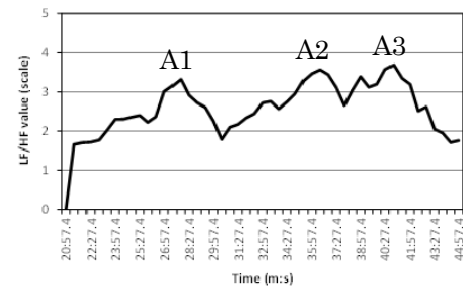
図4に専門家1名、学生2名に対する測定結果(LF/HF値)例を示す。図4から、専門家は操船イベントに対して、明確なピーク値(図4(a)中:A1~A3)を確認することができ、メリハリのある良い緊張を示していると考ええる。次に、学生に関しては、インストラクターの存在に因ることも考えられるが、操船イベントに対して、インストラクターに自らの判断を確認することで安心する明確なピーク変化(LF/HF値の減少:図4(b)中:B1,B2)が確認できる。また、他方の学生については、操船開始前の緊張後は、操船状況をあまり把握することが出来なかったためか、過緊張タイプとは逆の無緊張タイプの応答(図4(c)中:C1)を確認することができた。

これらの結果から、訓練生の操船中における心的負荷をリアルタイムで確認することにより、インストラクターは訓練生の内的応答を知り、操船に対する状況認識や操船判断等を推測することが可能であると考ええる。さらに、訓練生はデブリーフィングで自身の内的状態を合わせて、より有効な講評を行えることが可能になると考える。

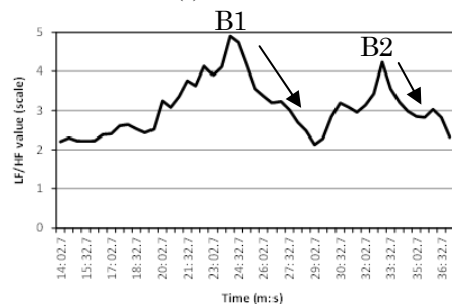
4. まとめ

本論では、ウェアラブル生体センサを用いて、リアルタイムで心的負荷等を測定し、訓練生(操船者)の生体データを確認することで、シミュレータ訓練に対するより有効な訓練評価を行うことの可能性を確認することができたと考ええる。

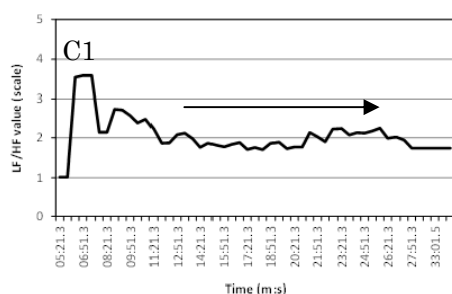
今後は、さらに国際的にデータの蓄積を行い、訓練生の評価を支援するシステム構築を進め、操船シミュレータの評価システムの開発に発展させて行きたい。



(a) 専門家



(b) 学生(インストラクター依存型)



(c) 学生(無緊張型)

図4 測定結果(LF/HF値)

参考文献

- 1) Michael R. Adams, Shipboard Bridge Resource Management, Nor'easter Press, 2006.
- 2) 村井康二, 林 祐司, 三好雄一, 井口征士, 実船操船とシミュレータ操船における操船者の目視領域と緊張度に関する基礎研究, 電気学会論文誌 C 編, 2003, 123(7), p.1311-1318.
- 3) AffordSENS Corporation HP. Available online: <http://www.affordsens.com/> (accessed in September 2019)

衛星による船上死傷事故予防の提案

○北村健一（鳥羽商船高専），村井康二（東京海洋大学），富山貴史（鳥羽商船高専）

Suggestion of Using Satellites to Prevent Fatal and Injury Accident on Board a Ship

Kenichi Kitamura (National Institute of Technology, Toba College (CMT)), Koji Murai (Tokyo University of Marine Science and Technology), and Takashi Tomiyama (CMT)

1. はじめに

発表者が所属する鳥羽商船高等専門学校をはじめとする第一種船舶養成施設に指定される学校等の学生（学生）は，三級海技士資格試験と同水準の教育を受けている．その教育課程において，乗船履歴を積むために，断続的に実施される乗船実習を合計して一年間経験する必要がある．乗船実習は，独立行政法人海技教育機構が所有する，全長100m前後の動力船および帆船上で実施される．船舶といった非日常的な閉鎖空間で時間を過ごすことになる学生の精神的負担は多大であり，その負担が及ぼす身体的リスクは陸上におけるものよりも大きいと考える．一方で，学生は訓練生として乗船するが実船上での経験が乏しいため，社会人海技士と比較して身体的リスク認知が不得手であると考え．本研究は，海技士養成教育における一年の乗船実習の間に船上で起こりうる身体的リスクの軽減のために，学生自身が容易にリスク認知の可能な手段の確立を目標に定める．その目標達成の一助になると考えた，衛星利用による，繋離船作業中の係留索が及ぼす身体的リスクの軽減案を本紙で示す．

2. 係留索による事故の対策

繋離船作業とは，船舶が係留施設へ接岸・離岸する際に船員および陸上作業者の間で係留索が受け渡される行為のことを示すが，繋離船作業および荒天による船体動揺が原因で張力が発生し係留索が破断する事例が報告されている¹⁾．その事例の中には係留索と接触し死傷する事故も発生している．船舶運航会社で10年以上勤務していた報告者の富山は，係留索の破断事故は世に報告されている以上に多発していたと認識している．したがって，これまで乗船実習中に係留索が死傷事故を起こしたといった報告は聞こえてこないが，将来的には起こる可能性も否定できないため，学生の人命を守るべく，事故防止の対策を検討する必要があると考える．

図1および図2は左舷側係留中の船の船首側を撮影したものである．図1は船首上甲板を映したもので，図2は陸上から延びている係留索を映したものである．図1において，複数の係留索が敷き詰められて様子が伺えるが，船員はこの状態に至るまで係留索に張力がかかった状態で繋離船作業を行っている．一方で図2において，船首から延びている係留索が陸上の突起物（ボラード）にかかっているのを見て取れる．このボラード付近で，陸上作業者は船員と係留索の受け渡しを行っている．破断後の係留索の動きを想定し，身体的リスクの影響の小さいと推定した個所はスナップバックゾーン（SZ）²⁾と呼ばれるが，船員および陸上作業者はこのSZ内で作業を行っている．

SZは係留索が切れて跳ねると，おおよそこの位置に向かうはずだといった検証のない推測の下で定められている．現状の繋離船作業における死傷事故対策としては，SZ内で作業を行うといった試みしかなされておらず，また，SZの事故対策の有効性の検討はなされていない．SZの有



図1 船首上甲板における係留索の状態



図2 陸上からの船首係留索の状態

効性検討が難しい理由としては、①係留索は様々な素材で作成されているが、それも加味して個体値に差がある、②係留索にかかる張力は、船の係留状態によって異なるため、サンプル数を重ねるのが厳しい、③係留索の切断個所の選定が無数にある、④大型の切断機器を甲板上に設置する場所の選定も難しい、といった内容が挙げられる。

したがって、現状はこの推定されているSZを採用しつつ衛星を利用し、教育における学生の安全の確保を目指した研究を提案する。具体的には、乗船実習における学生の行動を衛星で把握することで、設定したSZ内をはみ出した場合はブザーの警告により学生自身に身体的リスクを知らせる、といったものを目指す。

3. 衛星使用の着想に至る経緯

当初はビーコンによるブザー警告を考案していた。直線的な指向性を持つビーコンのセンサ応答範囲でもってSZを囲い、SZの出入りする人を管理する、といった考えである。しかしながら、情報通信研究機構の研究員の話を見ると、実際の現場での使用感は精度的に良くないとされている。例えば自動ドアのセンサとしてビーコンは使用されているが、反応しない場合もある。また、ビーコンだと不特定の場所で作業を行う陸上作業者のリスク評価が難しいこと、船を運航するための他の機器の邪魔にならないよう考慮した場合に船の甲板上に設置場所の選定が困難であるといった観点から、ビーコンは断念した。したがって、本研究を実施するにあたり、船甲板上で邪魔にならない箇所はどこかと考えた場合に、上甲板が外にむき出しになっていることもあり、衛星利用に至った。

4. 方 法

衛星は、GPS (Global Positioning System) とJAXAの衛星みちびき（みちびき）³⁾の利用を検討している。みちびきは「センチメートル級即位補強サービス」に不可欠なものと位置付けられている。みちびきを利用する理由としては、みちびきがGPS信号と互換性があるため衛星として上空の幾何学な配置を満足にし、またGPSの位置情報補正を行うためGPS測位精度を向上させる⁴⁾ためである。したがって、GPSのみの使用と比較して、みちび

きを利用すると位置情報精度が高くなることがわかっている。従来は船に関する研究は船舶の動向を掴むためにGPSを利用していたが、その場合はGPSの数mの誤差に問題はなかった。しかしながら本研究は人の行動を把握する必要に加えて、SZを定めるといった極力誤差の少ない位置情報が必要である。その観点から、数 cmの誤差でおさまるとされるGPS・みちびきによる位置情報取得が本研究に採用された。

5. まとめ

これまでに、GPS・みちびきを利用したSZの選定および学生の行動把握方法の構想案を紹介した。本研究を遂行するにあたり、新たに考慮すべき研究内容がある。

- ・ これまで利用されているSZの選定根拠が不明確なため、アンケートを実施。
- ・ GPS・みちびき位置情報の取得方法の考案。
- ・ GPS・みちびきを利用する身体リスク警告機器のブザーの最適音量の確定、位置情報取得の方法確立。
- ・ 実際にビーコンや衛星を利用した機器がブザーを鳴らすのかを検証。

上記問題を解決した上で、「4. 方法」で記載した内容にしたがって実験を行い、最終的には本研究が学生の教育に活かせるようにしていきたいと考える。

参考文献

- 1) 運輸安全委員会、係船・離船作業中の事故防止に向けて、運輸安全委員会ダイジェスト. 2012, 3, p. 2-15
- 2) 日本船主責任相互保険組合 ロス・プリベンション推進部、大型事故分析と傾向～大型事故を減らすには～, P&I ロス・プリベンション・ガイド. 2015, 33, p. 64-68
- 3) 鹿田正昭, 金井喬嗣, 準天頂衛星4機体制について, 写真とリモートセンシング. 2018, 57(1), p. 34-37
- 4) 岡本修, 高精度衛星測位の性能と応用事例, 日本ロボット学会誌. 2019, 37(7), p. 573-578

力覚と聴覚を組み合わせた HMI を用いた

インピーダンス制御型操舵支援手法の受容性評価

○土居雅歩（三重大学・学生），平田拓也（三重大学大学院・院生），
早川聡一郎（三重大学），堤成可（三重大学），池浦良淳（三重大学）

Evaluation of Acceptability of Impedance-controlled Steering Support Method
by using Combination of Force and Auditory HMIs

Masaho Doi (Mie University), Takuya Hirata (Mie University), Soichiro Hayakawa (Mie University),
Shigeyoshi Tsutsumi (Mie University), and Ryojun Ikeura (Mie University)

1. はじめに

自動車の安全性向上のための先進運転システムや Human Machine Interface (以下 HMI と略す) の研究・開発が盛んに行われている⁽¹⁾。本研究室ではインピーダンス制御を運転支援システムに適用することと、そのインピーダンスパラメータ設定のために減衰比による評価手法について提案し、実験によりその有効性を確認した⁽²⁾。さらなる受容性の向上実現するために、操舵支援が行われる前に他の HMI による情報揭示を行うことが考えられる。

そこで、本稿では従来の操舵支援システムに聴覚 HMI として効果音による支援予告を追加した場合に、ドライバの受容性がどのように変化するかを明らかにすることで聴覚 HMI による予告の有効性を検証することを目的とする。ドライビングシミュレーター (以下 DS と略す) を用いた走行実験により、主観評価であるアンケート評価に基づいて、ドライバ受容性の変化の結果を示す。

2. インピーダンス制御による介入支援

通常運転時のステアリングダイナミクスは、

$$J_m \ddot{\theta} + D_m \dot{\theta} + K_m \theta = \tau_h \quad (1)$$

と表現できる。ここで、ステアリングのイナーシャを $J_m [\text{kg} \cdot \text{m}^2]$ 、粘性係数を $D_m [\text{Nm} \cdot \text{s/rad}]$ 、ばね定数を $K_m [\text{Nm/rad}]$ 、ドライバのステアリングへの印加トルクを $\tau_h [\text{Nm}]$ とする。また、本研究の運転支援システムは文献 (2) で示される上位のスーパーバイザ型協調制御システムなどから、操舵支援のためのステアリング操舵目標角 θ [rad] が与えられることを想定している。これに基づき操舵支援時に操舵支援トルク τ_a は、

$$\tau_a = D_a \dot{\theta} + K_a (\theta - \theta_t) \quad (2)$$

としてステアリングに印加する操舵支援手法を採用している⁽²⁾。ここで、印加粘性係数を $D_a [\text{Nm} \cdot \text{s/rad}]$ 、印加ばね定数を $K_a [\text{Nm/rad}]$ とする。通常運転時には式 (1) で表される車両ステアリング系のみのダイナミクスになっている。しかし、提案する介入支援トルク τ_a をステアリングに印加することで、粘性項変化とばね項による平衡点が追加され、ステアリングダイナミクスが変更される。

印加粘性係数と印加ばね定数の組み合わせは無数に存在するため、単一の評価指標で容易に導出できるように操舵支援時のステアリングダイナミクスに基づく減衰比を評価指標とする統一的な評価手法を提案しており⁽²⁾、本稿でもこれを使用する。操舵支援時のステアリングダイナミクスの減衰比は、

$$\zeta = (D_m + D_a) \frac{1}{2\sqrt{J_m(K_m + K_a)}} \quad (3)$$

で表される。これを用いて設定に必要なインピーダンスパラメータを導出する。

3. 実験手法

本稿では文献 (2) と同様の DS を用いてドライバが前方車を見落としている状況での介入支援を対象とした。被験者は直線道路を走行し、操舵支援システムが介入すると同時にそれに従い停車車両の回避操作を行う。この DS の走行環境は一方通行の道路幅 7m の市街地直線道路としており、走行速度は 30 km/h 一定とした。通常状態でのステアリング系のインピーダンスパラメータを表 2 に示す。

また、印加バネ定数 K_a は強弱二種類のアシスト力として、5.75, 11.5 Nm/rad の 2 種類とし、減衰比 ζ は 0, 5, 10, 15, 20, 25 の 6 種類とした。これら

の値と (3) 式より, 対応する印加粘性係数 D_a を導出し設定した. それらをまとめたものを表3に示す.

本実験で新たに搭載するHMIは聴覚提示型であり効果音発声とし, 操舵支援介入1秒前に発生する. 被験者にはあらかじめ効果音による予告が行われることを伝えてある. 本実験の被験者は20代の男性8名である. 評価項目は, (A) ステアリングの操作が重いか軽い, (B) 操舵支援の強弱, の二項目である. 評価項目は全て絶対評価であり, 評点0を中心とする5段階 (-2, -1, 0, +1, +2) で回答を行ってもらった. 8名の各被験者が各減衰比において二種の操舵支援ばね定数に対して二試行しており, 各減衰比での評価結果は全被験者の合計32回分の評価結果で示す.

Table 2 Impedance parameters

J	$0.03[\text{kg} \cdot \text{m}^2]$
D	$0.01[\text{Nm} \cdot \text{s/rad}]$
J_m	$J+0.001[\text{kg} \cdot \text{m}^2]$
D_m	$D+0.3[\text{Nm} \cdot \text{s/rad}]$
K_m	$0.45[\text{Nm/rad}]$

Table 3 Impedance parameters at steering assist

$K_a=5.75\text{Nm/rad}$		$K_a=11.5\text{Nm/rad}$	
ζ	D_a	ζ	D_a
0	-0.31	0	-0.31
5	4.07	5	5.77
10	8.44	10	11.84
15	12.82	15	17.92
20	17.20	20	24.00
25	21.57	25	30.07

4. 実験結果の検討

評価項目 A のステアリング操作の操作感に関する評価結果を表 4 に示す. 評価は-2 が非常に軽い, -1 が軽い, 0 が適切, +1 が重い, +2 が非常に重いとなっている. 結果を見ると減衰比が 5 以上であれば全て値が 0 に近い値となった. 次に, 評価項目 B の操舵支援の強さに関する評価結果を表 5 に示す. 評価は-2 が非常に弱い, -1 が弱い, 0 が適切, +1 が強い, +2 が非常に強いとなっている. 結果を見ると, 減衰比 10 の場合が値が 0 に一番近く支援強度が適切な減衰比という結果となった. 比較対象となる文献 (2) の条件では, 減衰比 20 の場合にドライバの受容性が高くなる結果になっている. 聴覚 HMI によ

る予告により, ドライバが介入支援に対して備えることができるようになるため, 受容性の高くなる減衰比が小さくなる方へ変化したと考えられる. 減衰比はステアリング操作の速さの観点からは小さい値のほうが良い. この結果から聴覚 HMI の導入は有効であったと言える.

Table 4 Steering feeling

Evaluation	-2	-1	0	+1	+2	Ave.
$\zeta=0$	11	6	5	10	0	-0.56
$\zeta=5$	0	4	17	11	0	0.22
$\zeta=10$	0	0	22	10	0	0.31
$\zeta=15$	0	6	14	11	1	0.22
$\zeta=20$	0	7	10	13	2	0.31
$\zeta=25$	2	7	7	15	1	0.19

Table 5 Steering operation strength feeling

Evaluation	-2	-1	0	+1	+2	Ave.
$\zeta=0$	0	1	2	12	17	1.41
$\zeta=5$	0	0	11	20	1	0.69
$\zeta=10$	0	4	17	11	0	0.22
$\zeta=15$	1	11	13	7	0	-0.19
$\zeta=20$	2	14	10	6	0	-0.38
$\zeta=25$	5	16	9	2	0	-0.75

5. おわりに

本稿では, インピーダンス制御を用いた操舵支援システムに, 聴覚 HMI による予告を追加した場合に, ドライバの受容性がどのように変化するかの検証を行った. 実験の結果, ドライバの受容性が向上する減衰比の値が小さくなり, 安全性が向上し, 聴覚 HMI 導入の有効性が確認できた.

本研究は JSPS 科研費 17K06262 の助成を受けたものである.

参考文献

- 1) 平岡敏洋, 本村佳大, Haptic shared control による回避誘導と自動衝突回避制御の組合せによる先進運転支援システム, 自動車技術開論文集, Vol.50, No.3, pp.897-903 (2019)
- 2) 石川拓磨, 早川聡一郎, 他, インピーダンス制御を用いた操舵介入支援における減衰比を用いた制御パラメータ設計, 自動車技術会 2017 年秋季大会学術講演会講演予稿集, pp.88-92 (2017)

ITSアクティブマニュアルの理解に対するドライバ特性の影響

○清水亮男（名城大学大学院・院生）、相馬仁（名城大学）、西村尚紀（（株）中央図研）
永尾健太郎（名城大学大学院）

Influence of driver characteristics on understanding of ITS active manual
Akio Shimizu (Meijo University), Hitoshi Soma (Meijo University),
Naoki Nishimura (ChuoZuken Co.,LTD) and Kentaro Nagao (Meijo University)

1. はじめに

今年において交通事故は、未だ多く発生している。この社会問題を解決するために、1990年代よりITS（高度道路交通システム）が発達し、新車搭載率も近年急激に増加している。しかし、ITS機能を理解せずにシステムを誤認、過信するドライバも増加した。今後、より普及するITS機能と完全自動運転車に伴い、ドライバは自動車から情報を処理する機会が増える。そこで、ドライバの知識量や熟練度などを考慮し、適切な情報の質と量をドライバに提示する、現存しない電子マニュアル「アクティブマニュアル」について、著者らは研究を進めている。

ただし、我々の先行研究より、ITS機能に関するアクティブマニュアルの閲覧後、熟練者・非熟練者で過去の類似経験などから情報を正しく受け取れない可能性が見つかった。そこで本研究では、ドライバの主観的・客観的理解度のギャップから、情報に対する思い込み（バイアス）¹⁾と傾向を検出する。それらを明確にし、適切な情報提供を可能とすることが本研究の最終目的である。

また心理学上に存在する、あらゆるバイアス¹⁾を大きく4区分（正常性バイアス、利用可能性バイアス、代表性バイアス、アンカーリング・調整バイアス）に分類したのを表1に示す。

表1 心理学上に存在するバイアスの4区分

正常性バイアス	自分にとって都合の悪い情報を無視したり、過小評価したりしてしまう意思決定プロセス
利用可能性バイアス	「取り出しやすい」記憶情報を、優先的に頼って判断してしまう意思決定プロセス
代表性バイアス	特定カテゴリーの中で代表的、典型的であると思われる事項の確率を過大評価しやすい意思決定プロセス
アンカーリング・調整バイアス	最初に与えられた情報を基準として、それに調整を加えることで判断し、最初の情報に現れた特定の特徴を極端に重視しやすい意思決定プロセス

この4区分のバイアスと、本実験で用いる理解度テストの全設問とを対応させた。これにより、被験者が理解度テストを解くことで、その誤答に

対し発生するバイアスを検出できるようになる。

2. 実験方法

本実験では、理解度テストによる思い込みの検出を行い、その他のアンケートからは、被験者のITS熟練度を測る。実験手順は以下に示す。

- (1)事前アンケート（被験者のITSにおける主観的理解度と用語理解度を検出）
- (2)アクティブマニュアル（補足1）の閲覧（市販化されていない自動衝突回避システムに関して記述されており、簡易→中間→詳細マニュアルの3種に関して閲覧）
- (3)マニュアルに対する理解度テストの実施（被験者のITSにおける客観的理解度とバイアス検出）
- (4)ドライビングシミュレータ（DS）走行（被験者のITSにおける操作理解度を検出）（補足2）
- (5)事後アンケート

（補足1）アクティブマニュアルに関して
簡易マニュアル：アニメーション主体で情報量小
中間マニュアル：簡易と詳細の中間的で情報量中
詳細マニュアル：従来型の文章主体で情報量大

（補足2）3本のDS走行に関して

- ①自動衝突回避システム正常時
- ②自動衝突回避システム異常表示時
- ③前車がシステム検知できない黒色時

3. 結果 考察

著者らの先行研究におけるITS熟練度判別法に基づき、被験者の全理解度をまとめ、熟練度分けした結果を以下の表2に示す。表2より被験者A、BとFが熟練度：高、被験者CとDが熟練度：中、被験者Eが熟練度：低と判別された。

また、各熟練者の理解度テストより、熟練度ごとに同様の性質をもったバイアスが顕著に検出できたので、以下にまとめる。

表2 全理解度まとめ

被験者	A	B	C	D	E	F
主観的理解度基準	75	100	50	75	25	75
客観的理解度基準	50	65	65	55	40	75
機能・操作・行動 10.74.0/1:1:1:1	80.4	86.1	76.3	73.1	78.0	67.8
用語理解度	76.25	93.75	47.5	67.5	38.75	73.75
全理解度合計 (400点満点)	281.7	344.9	238.8	270.6	181.7	291.5
百分率	70.41	86.22	59.71	67.64	45.43	72.88
熟練度:高 70%以上 280～						
熟練度:中 201～279						
熟練度:低 50%以下 ～200						

表3: 熟練者高の理解度テスト検出バイアス

理解度 テスト	A	検出バイアス	B	検出バイアス	F	検出バイアス
問1						
問2						
問3	×	正常性 代表性	×	利用可能性		
問4			×	利用可能性 代表性	×	正常性 代表性
問5						
問6	×	正常性 代表性				
問7	×	正常性 代表性				
問8	×	正常性 代表性	×	利用可能性		
問9	×	正常性 代表性				
問10	×	正常性	×	利用可能性		
問11	×	正常性 代表性				
問12			×	正常性	×	利用可能性
問13			×	正常性		
問14						
問15			×	正常性 代表性	×	
問16						
問17	×	正常性 利用可能性				
問18	×					
問19	×				×	利用可能性
問20					×	
合計	10		13		15	

3.1 熟練度:高(被験者A,B,F)

表3より、このグループから、共通し顕著に正常性バイアス「確認バイアス」と代表性バイアス「前提条件の無視」が検出された。これより、自身に都合の悪い情報を過小評価し、また、特定の分野の中で、代表的・典型的と思われる情報を過大評価してしまう傾向があると言える。

また利用可能性バイアスのうち、「可用性ヒューリスティック」があり、これは熟練者であるゆえに、自ら持つ見識から思い出しやすい情報のみに固執したと考える。

3.2 熟練度:中・低(被験者C,D・E)

表4より熟練度:低ではアンカーリング・調整バイアスが顕著に検出された。これより、非熟練者は最初に与えられた情報や日常で繰り返し得る情報(テレビCMなど)を基準とし、その情報を重視してしまう傾向があると言える。また利用可能性バイアスのうち、「検索可能性」がみられる。また、その影響から、CMなどから得た情報を取り出し、また基準とするため、それらにそぐわない情報を過小評価ないし、その基準を過大評価するため、熟練者とは異なる性質をもった正常性バイアス「確認バイアス」と代表性バイアス「平均への回帰」による傾向

があると言える。

また熟練度:中では、熟練度:高と低の双方のバイアスを掛け持つことが分かる。

表4:熟練者中・低の理解度テスト検出バイアス

理解度 テスト	C	検出バイアス	D	検出バイアス	理解度 テスト	E	検出バイアス
問1					問1		
問2			×	利用可能性	問2	×	
問3	×	利用可能性	×	利用可能性	問3	×	
問4	×	利用可能性 正常性	×	利用可能性	問4	×	
問5					問5		
問6					問6		
問7	×	正常性 代表性			問7		
問8	×	利用可能性	×		問8	×	利用可能性
問9					問9		
問10	×	正常性 代表性	×	アンカーリング・調整 利用可能性	問10	×	
問11					問11		
問12	×	正常性 代表性	×	正常性 アンカーリング・調整	問12	×	アンカーリング・調整 正常性
問13			×	利用可能性	問13		
問14					問14	×	正常性 アンカーリング・調整 代表性
問15	×	正常性 代表性			問15	×	
問16			×	正常性 アンカーリング・調整	問16	×	アンカーリング・調整 正常性
問17			×	利用可能性	問17	×	利用可能性
問18					問18	×	
問19					問19		
問20					問20	×	代表性 アンカーリング・調整
合計	13		11		合計	8	

4. まとめ

研究目的通り、理解度テストによるバイアスの検出と、さらに熟練度別でのバイアスの傾向を検出できた。

熟練度高のバイアスの特徴

自らの見識を重視、過大評価してしまい、そこから外れた情報に関して、見落とすもしくは、読み飛ばしてしまう可能性が高く、新たな情報を受け入れにくい。

熟練度中のバイアスの特徴

自らの見識がある部分を重視し過大評価するが、未知な情報に関しては、日常で繰り返し得る情報などから取り出してしまふ。熟練者高と熟練者低の双方の特性を掛け持つ事が分かる。

熟練度低のバイアスの特徴

日常で繰り返し得る情報などから得た情報を取り出し、それを基準とし過大評価する。またそれにそぐわない情報を過小評価する。

以上より、各熟練者のバイアス傾向をオーバーライドできる様な、情報提供システム(アクティブマニュアル)が今後の課題である。

参考文献

- 1) 川又千尋, IT システム開発における「思い込み」のメカニズムと対策, プロジェクトマネジメント学会 2011.Spring.

ITSアクティブマニュアルにおける振動情報伝達の有効性

○永尾健太郎(名城大学大学院・院生), 相馬仁(名城大学), 西村尚紀((株)中央図研)
清水亮男(名城大学大学院)

Effectiveness of vibration information in ITS active manual
Kentaro Nagao (Meijo University), Hitoshi Soma (Meijo University),
Naoki Nishimura (ChuoZuken Co.,LTD) and Akio Shimizu(Meijo University).

1. はじめに

近年,日本の自動車の保有台数は増加し続けており,世界的にも増加傾向にある。こうした中で自動車による交通事故や交通渋滞が多く発生しており,社会問題となっている。そこで,この問題を解決するためにITS(Intelligent Transport Systems:高度道路交通システム)の実用化が進んでいる。ITSを実現する技術として自動ブレーキや車線逸脱警報システム等の装置を搭載した車両:ASV(Advance Safety Vehicle:先進安全自動車)がある。近年ASVの実用化・普及率が急速に高まっているがそれに反して技術,特に適切な使用方法の認知度は低いままであり¹⁾,「技術の性能を最大限に活かせない」,「むしろ事故に発展してしまう」などの問題が生じている。それにも関わらず,従来のマニュアルでは,「情報量が多い」,「覚えにくい」,「読んでもらいにくい」という課題点がある。そこで,それらの課題点を解決するため,マニュアルの方からドライバに積極的に(アクティブに)働きかける電子マニュアルを「アクティブマニュアル」と定義し,本研究では,これを作成することを最終目的とする。本論文では,マニュアルの内容をアクティブにドライバに伝達する手段として,振動を用いることができるのではないかと考え,その有効性について実験的に検討している。

2. 方法

研究目的は,振動がマニュアルの情報伝達において有効であるか否かを検討することである。著者らの先行研究で一定の効果を示した「クイズマニュアル」というマニュアルに振動を付与し,「振動マニュアル」を作成し,両マニュアルの比較により振動が有効かどうかを検討する。クイズマニュアルとは,現存しない自動衝突回避システムについて解説したマニュアルであり,従来のマニュアルの図をアニメーションに,内容を4択のクイズ形式にしたマニュアルである。これに選択肢を選んだ際に振動を起こし振動の有無による理解度の差から有効性を判断する。

以下に実験手順を示す。

- ・事前アンケートに解答してもらう
- ・マニュアルの閲覧(振動マニュアルを4度)
- ・マニュアルに関する理解度テストを解いてもらう
- ・ドライビングシミュレータ(以下DS)上でマニュアルの内容通りに走行を行ってもらう(各2回ずつ)
- ・1走行目…マニュアルに記載のシステムが正常に働いた際の走行
- ・2走行目…マニュアルに記載のシステムに異常が発生した際の走行
- ・3走行目…前車がマニュアルに記載のシステムが検知できない黒色の場合
- ・各走行後に走行アンケートを行う
- ・事後アンケートに解答してもらう

振動を起こす装置としては,市販のシートマッサージャーを使用した振動のパターン²⁾については,3種の走行シナリオに対応させるため3パターン用意し,手動で操作して与えた。

- ・1走行目の振動パターン…短い振動を3度臀部のみに与える。
- ・2走行目の振動パターン…長めの振動を2度背中部に与える。
- ・3走行目の振動パターン…1走行目と同じ短い振動を背・臀部・腰部すべてに同時に与える。

評価方法は以下のとおりである。

- ・事後アンケート,走行アンケート→評価を5段階に分け点数化し比較
- ・DS走行→マニュアルの通りに行えたかを4段階に分け点数化し比較

3. 結果・考察

3.1 事後アンケート

事後アンケートは表1の通りマニュアルの情報量,理解度に関しては振動マニュアルの方がクイズマニュアルより良い評価になり,総合評価に関しても「もっとも良い評価」,「良い評価」のみになっている。これより振動によって評価が良くなったと考えられる。特に情報量の

項目に関しては閲覧していただいたマニュアルの実際の情報量に関しては、クイズマニュアルよりもむしろ多いにも関わらず、振動マニュアルの方が適切な量だと答えた人が多い。これは振動を用いることによってマニュアル閲覧時の集中力の向上や気の紛れが減少する効果があったからだと考える。

表1. 事後アンケート結果まとめ

評価項目	アンケート内容											
	情報量				理解度				総合評価			
	クイズ	振動	クイズ	振動	クイズ	振動	クイズ	振動	クイズ	振動	クイズ	振動
	人数	得点	人数	得点	人数	得点	人数	得点	人数	得点	人数	得点
最も良い評価(5点)	1	5	3	15	4	20	2	10	5	25	1	5
良い評価(4点)	0	0	0	0	0	0	4	16	1	4	5	20
ふつう(3点)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
悪い評価(2点)	1	2	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0
最も悪い評価(1点)	4	4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
総人数/総得点	6	11	6	21	5	21	6	26	6	29	6	25

3.2 走行アンケート

表2. 走行アンケート結果まとめ

		計(人)	割合(%)	全人数	全割合(%)
システム正常時	◎	0	0	4	11.1
	○	5	41.7	10	27.8
	△	4	33.3	16	44.4
	×	3	25.0	6	16.7
	計	12	100.0	36	100
システム異常時	◎	2	16.7	最高の割合	
	○	2	16.7		
	△	7	58.3	最低の割合	
	×	1	8.3		
	計	12	100.0		
前車が黒色の時	◎	2	16.7	最高の割合	
	○	3	25.0		
	△	5	41.7	最低の割合	
	×	2	16.7		
	計	12	100		

走行アンケートでは「振動によってマニュアルの内容は思い出せましたか?」という質問を行った。その質問に対する評価を4段階に分けてまとめたものを表2に示す。全体の結果を見ると「振動では何も思い出せなかった、単純にマニュアルの内容で思い出せた」(表2△)という被験者が最も多い割合になっている。また「振動によってマニュアルの内容を思い出せた」(表2◎)被験者は少なく、今回の振動の使い方ではマニュアルの情報伝達を振動で行うことは難しいことが分かる。しかし「振動によって何かを行わなければならないというきっかけになった」(表2○)と答えた被験者は2番目に多く、振動を用いること自体は有効であり、使い方を考え直せば振動はより有効にあなると考える。また、各走行で一番多い評価の割合が違っていることから、有効な振動とそうでない振動があることが分かる。

3.3 走行結果

表3. 走行結果得点表

昨年度被験者		G	H	I	J	K	L		
前提熟練度		高	高	高	低	低	低	計	総計
システム正常時	1走行目	36	33	29	36	33	26	193	392
	2走行目	36	33	29	30	45	26	199	
システム異常時	1走行目	46	52	33	49	37	46	263	560
	2走行目	55	49	40	52	55	46	297	
前車が黒色の時	1走行目	21	15	0	24	0	8	68	154
	2走行目	24	18	4	24	8	8	86	
今年度被験者		A	B	C	D	E	F		
前提熟練度		高	高	高	低	低	低	計	総計
システム正常時	1走行目	45	26	23	39	23	36	192	386
	2走行目	45	35	23	39	16	36	194	
システム異常時	1走行目	46	55	33	55	55	35	279	603
	2走行目	52	55	52	55	55	55	324	
前車が黒色の時	1走行目	15	24	0	4	4	24	71	169
	2走行目	21	24	4	21	4	24	98	

DSの走行結果から、走行条件によって昨年よりも点数が高くなった走行と低くなった走行があることが分かる。特にシステム異常時では、クイズマニュアル(昨年度)よりも大幅に点数が良くなっている。これは、2走行目の振動パターンが1走行目および3走行目と類似しない振動パターンになっていたからだと考える。よって、振動パターンの違いによりマニュアルの理解度に差が生じることが分かった。

4. まとめ

今回の実験の結果からは、振動をマニュアルの情報伝達に用いることは、完全に有効だと言い切ることはできない結果になった。しかし、有効だとした被験者も少数ながら存在すること、また、与える振動パターンによって理解度の差が表れたことから、振動パターンを適切に作成することで、振動による情報伝達が有効になりうることが示唆された。

また、DS走行後の被験者の感想から、マニュアルの内容は思い出せなかったが振動があることによって自分が行った行動が正しかったという確言を得られた等の意見があり、音声(聴覚)や映像(視覚)情報の補助として振動を使うことで、情報伝達効果をより発揮できる可能性があると考えられる。

参考文献

- 1) JAF, ASV(先進安全自動車)の認知度等に関するアンケート調査
http://www.jaf.or.jp/eco-safety/safety/environment/enq/image/201602_headline-enquete.pdf
- 2) 鈴木章真, 菱田裕也, 村田嘉利: 座面アクトチュエータを用いた臀部触覚による自動車の周辺情報通知, 情報処理学会, vol8 No.1 p39~47 (2017)

ドライバエージェントに対するコスト評価と日常運転の自己評価について

○藤掛和広*, 田中貴紘*, 吉原佑器*, 青木宏文*, 金森等*

*名古屋大学未来社会創造機構

Cost Evaluation and Self-Evaluation for Driver-Agents

Kazuhiro FUJIKAKE*, Takahiro TANAKA*, Yuki YOSHIHARA*,
Hirofumi AOKI* and Hitoshi KANAMORI*

* Institutes of Innovation for Future Society, Nagoya University

1. はじめに

高齢ドライバの関与する交通事故の軽減は、社会的に重要な課題といえる。高齢ドライバ事故の誘因としては、生体機能の低下に加え、長年の運転経験による過度な自信も挙げられる。このような社会的課題の解消を目指して、我々は、高齢ドライバを支援するドライバエージェントの開発に取り組んでいる¹⁾。その機能は、運転中の注意喚起や運転行動修正示唆（運転支援）と、運転後の映像記録（危険場面）の視聴（振り返り）である。ドライバエージェントの日常的な利用によって、自己の運転を客観的に認識し、高齢ドライバの運転行動の改善が期待される。そして、我々の研究は、安全な運転行動の定着化によって、支援が必要ない段階への到達を目指している。

これまでの研究から、ドライバエージェントの高い受容性が明らかとなっている¹⁾。しかし、運転に自信のあるドライバは、エージェントの評価が低下する可能性が予想される。そこで、本研究では、高齢者の日常運転に対する自己評価と、エージェントの利用に伴うコスト評価を検討する。

2. 方法

ドライバエージェントの体験は、DSを利用した。実験は3回（1回2時間程度）行い、各回は1週間の間隔を空けて実施した。実験協力者は、各実験にて複数回エージェントを体験した。

実験協力者には、「日常の運転頻度」の回答を求めた。また、各実験日には、エージェントの体験前に「普段の自分の運転を10点満点で評価して下さい」という質問に回答を求め（日常運転の自己評価）、実験後には「エージェントをリースで利用する場合、月々幾らまでなら支払ってもいいか?」という質問に回答を求めた（コスト評価）。

本実験は、名古屋大学未来社会創造機構の倫理審査委員会の承認を得て実施した。

仮説 日常生活にて運転頻度が高いドライバは、エージェントに対する評価が高くなると予想される（仮説1）。そして、日常運転に対する自己評価が高いドライバは、エージェントに対するコスト評価が低下すると予想される（仮説2）。

実験条件 ドライバエージェントの機能から「運転支援」「振り返り」「併用」の3条件とした。また、エージェントはロボット形態とした。

実験協力者 実験は、65歳以上の高齢層29名を対象とし、各条件10名程度に調整した。なお、実験は、実験協力者から同意を得た上で実施した。

3. 結果

日常の運転頻度とエージェントのコスト評価の集計結果を図1に示す。図1のコスト評価の結果は、3回目の実験後の評価の値である。図1から、全てのエージェント条件で、「毎日運転する」と回答した実験協力者は、他の回答をした実験協力者に比べてコスト評価が高い結果であった。

日常運転に対する自己評価とエージェントに対するコスト評価の結果を、図2から図4に示す。図2は運転支援、図3は振り返り条件、図4は併用条件の結果を散布図で示している。また、相関係数及び回帰直線を算出し、図に記載している。自己評価とコスト評価の結果、運転支援条件ではコストを高く評価している回答も見られるものの、他の条件に比べてコスト評価は低い傾向であった。振り返り条件の結果は、運転支援条件よりもコスト評価が高い傾向であった。そして、併用条件の結果は、他の条件に比べて、コスト評価が高い傾向であった。

また、運転支援条件と振り返り条件では、日常運転の自己評価が高くなると、エージェントのコスト評価が低下する傾向が見られた。しかしながら、併用条件では日常運転の自己評価が高くなると、コスト評価も高くなる傾向が見られた。

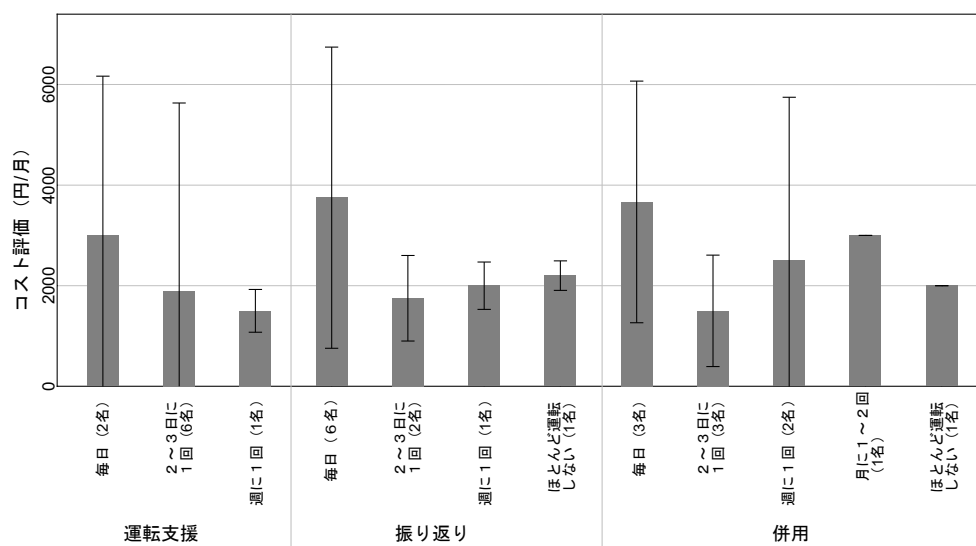


図1 運転頻度とコスト評価

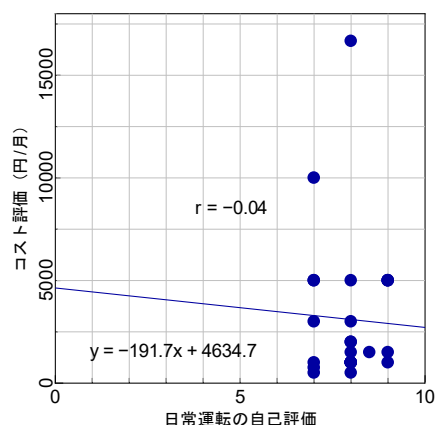


図2 運転支援条件の結果
(自己評価とコスト評価)

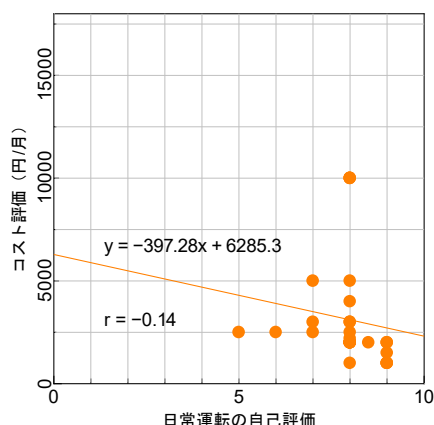


図3 振り取り条件の結果
(自己評価とコスト評価)

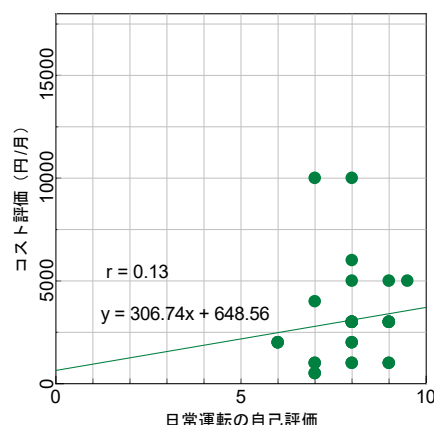


図4 併用条件の結果
(自己評価とコスト評価)

4. 考察

毎日運転する高齢ドライバーのコスト評価が高かったことから、仮説1が支持されたといえる。この結果は、運転頻度が高い分、エージェントに対するニーズが増大するからだと考えられる。

また、仮説2の日常運転に対する自己評価が高いドライバーはコスト評価が低下するという予想は、運転支援条件と振り取り条件では支持された。これは、日常運転の自己評価が高い実験協力者には、エージェントに対するニーズが少ないからだと予想される。しかしながら、併用条件では、日常運転の自己評価が高くて、エージェントに対するコスト評価は低下しなかった。この結果は、エージェントの2つの機能を体験したことで、自分の求める機能を選択して使用できるという点が影響した可能性が挙げられる。更に、併用条件では、自己評価がコスト評価に影響しないことか

ら、個人の特性に影響を受けずに有用性や価値が担保できる可能性が示唆される。

5. まとめ

運転頻度が高い高齢ドライバーは、エージェントのコスト評価が高かった。また、日常運転の自己評価が高くて、エージェント機能の選択があれば、コスト評価が低下しない可能性が示唆された。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省/JST研究成果展開事業「COIプログラム」の支援によるものである。

参考文献

- 1) Tanaka et al, Study on Driver Agent based on Analysis of Driving Instruction Data - Driver Agent for Encouraging Safe Driving Behavior (1) -, IEICE Transactions on Information and Systems Vol. E101-D, No. 5, 1401-1409, 2018.

視野欠損を有するドライバを対象とした運転リスク評価テストの開発

○稲上 誠¹, 青木宏文¹, 島崎 敢¹, 岩瀬愛子^{1,2}, 薄 雄斗², 粕谷真紀子¹, 伊藤逸毅^{1,3}, 寺崎浩子^{1,3}
¹名古屋大学 未来社会創造機構, ²たじみ岩瀬眼科, ³名古屋大学 大学院医学系研究科

Development of a Risk Assessment Test for Drivers with Visual Field Loss

Makoto Inagami¹, Hirofumi Aoki¹, Kan Shimazaki¹, Aiko Iwase^{1,2}, Yuto Susuki², Makiko Kasuya¹,
 Yasuki Ito^{1,3}, and Hiroko Terasaki^{1,3}

¹Institutes of Innovation for Future Society, Nagoya University, ²Tajimi Iwase Eye Clinic, ³Graduate School of Medicine, Nagoya University

1. 背景と目的

近年, 社会の高齢化が進む中で, 高齢ドライバによる事故の増加が問題となっている. 加齢に伴い視覚機能は低下するが, 例えば, 緑内障などの眼疾患によって, 視野の中に欠損(見えない部分)が生じる. 視野欠損と運転の関係については, 既に多くの研究が行われていて, 重症になるにつれて事故のリスクが高くなるという傾向が示されている¹⁾. しかし, 視野欠損の重症度のみから, 個人の運転適性を判断することは難しい. その原因の一つとして, 眼や頭を動かすことにより, 視野欠損の影響を補償できること²⁾が挙げられる. したがって, そのような補償行動を加味して, 運転のリスクを評価する必要がある.

そこで本研究では, 視線計測機能を内蔵したヘッドマウントディスプレイ (HMD) を用いて, 運転リスク評価テストの開発をした (図1). 眼科や高齢者講習で活用できるように, HMDとノートPCという省スペースな構成となっている. 今回の発表では, テストの有効性を検証するために行った実験について報告する.

2. 研究の方法

運転リスク評価テスト

テストの装置には, FOVE 0 (FOVE Inc.) というHMDを利用した. ディスプレイの視野角は約100°であり, 2560×1440の解像度, 70fpsのフレームレートで映像を表示する. 内蔵の赤外線カメラによって, 左右眼の視線方向を, 1°以内の精度, 120Hzのレートで計測する. 頭の動きに合わせて表示映像が変化するため, 運転席の周囲全方向の環境を提示することが可能である.

そして, 3Dゲームの開発環境であるUnityを用いて, 5種類のシナリオを作成した. 各シナリオは1分程度であり, その中で1回のメインイベント



図1. 開発した運転リスク評価テスト

(危険なイベント) と4回のサブイベント (危険ではないが注意すべきイベント) が発生する. 各シナリオのメインイベントは下記の通りである.

- S1: 歩行者が車道を横断する.
- S2: 交差点で対向車が右折する.
- S3: 横断歩道で子供が飛び出す.
- S4: 一時停止交差点で自転車が通過する.
- S5: 追抜車両が前方に割り込む.

サブイベントは, 信号の変化, 歩行者の移動, 交差車両の出現, 先行車両の減速などである.

テストでは, イベントの発生タイミングを統制するため, 被験者は運転操作を行わず, 自車は自動的に走行するようにした. 被験者は, 普段の運転時のように周囲の環境を確認し, 危険を感じた時には, マウスのクリック (またはボタン押し) により応答する. テストの前には, 教示用のシナリオを用いて, タスクの説明と練習を行う.

テストの得点は, マウスの応答データに加え, 視線計測データを用いて算出する. 左右眼の視線方向のデータに基づき, 各イベントにおいて, 視

線がオブジェクト（車両や歩行者など）の方向を向いているかどうかを解析する．そして、200ms以上継続して向いていた場合に、オブジェクトを「注視した」と判定する．注視の有無や注視に要した時間に加え、マウスによる応答の有無や反応時間によって、テストの総合得点を求める．

有効性の検証実験

たじみ岩瀬眼科および名古屋大学において、50歳以上のドライバを対象としてデータを収集した．視線計測の精度が低かった被験者を除き、85名のデータを分析に使用した．上述のように、テストの得点は複数の方法で算出できるが、今回の分析には、オブジェクトを注視したイベントの数（25点満点）を用いた．また、シナリオ再生時の視線運動を定量化するため、水平・垂直方向の視線角度（頭の向きも含む）の標準偏差を求めた．

さらに、被験者の視野の状態を調べるため、ハンフリー視野計（Carl Zeiss Meditec）による検査を行った．2種類の検査プログラム（中心24-2閾値検査、両眼開放エスターマンテスト）を利用した．前者は、左右眼に対して、中心24°（鼻側は30°）の範囲の感度を詳細に測定する．視野欠損の指標として、MD値（各年齢の正常な感度からの平均低下量）に加え、左右眼の検査結果を合成し、両眼視野の平均感度を求めた．図2は、悪い方（MD値が低い方）の眼のMD値の分布を示している．緑内障では、-6dBまでが軽度、-12dBからが重度、その間が中等度とされている．一方のエスターマンテストでは、両眼を開けた状態で、広い範囲（上40°、下60°、左右80°）を検査する．視野欠損の視標として、エスターマン機能スコア（検知した視標の数）が出力される．

3. 結果と考察

視野欠損および視線運動との関係を調べるため、テストの得点を目的変数とする重回帰分析を行った．説明変数は、悪い方の眼のMD値、良い方の眼のMD値、両眼視野の平均感度、エスターマン機能スコア、水平方向の視線角度の標準偏差、垂直方向の視線角度の標準偏差、年齢、性別として、増減法（ $F_{in} = F_{out} = 2$ ）により変数を選択した．その結果、得られたモデルの精度は有意であった（ $R^2 = 0.41$, $F(2, 81) = 28.53$, $p < 0.001$ ）．選択された変数は、悪い方の眼のMD値と水平方向の視線角度の標準偏差であり、どちらの影響も有意であ

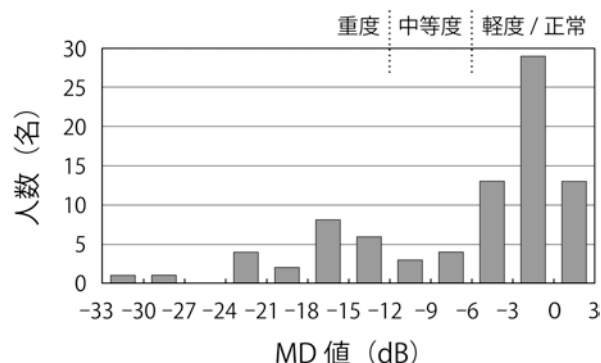


図 2. 悪い方の眼の MD 値の分布

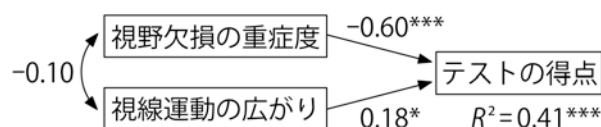


図 3. 重回帰分析で得られたモデル

った（それぞれ、 $t(81) = 6.98$, $p < 0.001$; $t(81) = 2.15$, $p = 0.03$ ）．なお、片眼を失明した被験者が1名いたため、そのデータを除いてモデルを作成した．

悪い方の眼のMD値に-1を掛けた値を「視野欠損の重症度」とし、水平方向の視線角度の標準偏差を「視線運動の広がり」とすると、得られたモデルは図3のパス図で表される．説明変数のパス係数は標準偏回帰係数であり、視野欠損が重症になるにつれて、テストの得点が低下するが、視線運動によって向上するという関係を示している．つまり、得点は視野欠損の影響と視線運動の補償効果を評価できており、この結果はテストの有効性を支持している．一方で、2つの説明変数の間には、有意な相関が見られなかった（ $R = -0.10$, $t(82) = -0.93$, $p = 0.35$ ）．その原因としては、視野欠損を有する被験者の一部が、補償行動を身に付けていないということが考えられる．今後は、そのようなドライバに視線運動を促す機能をテストに追加し、運転の評価だけでなくトレーニングにも役立てたいと考えている．

参考文献

- 1) Owsley, C. & McGwin, G., Vision and driving, Vision Research, 2010, 50(23), pp. 2348-2361.
- 2) Kasneci, E., et al., Driving with binocular visual field loss? A study on a supervised on-road parcours with simultaneous eye and head tracking, PLOS ONE, 2014, 9(2), e87470.

スマホアプリを用いたセルフモニタリング介入による 身体不活動の変化

○山本孔次郎（名古屋市立大学大学院・院生），谷 直道，大畑えり，山下紘見，田中美土里（日本予防医学協会），上島通浩，榎原 毅（名古屋市立大学大学院）

Impact of self-monitoring intervention on reducing sedentary behavior with mobile health app.

Kojiro Yamamoto¹, Naomich Tani², Eri Ohata², Hiromi Yamashita², Midori Tanaka², Michihiro

Kamijima¹ and Takeshi Ebara¹

(1. Nagoya City University Graduate School of Medical Sciences, 2. The Association for Preventive Medicine of Japan)

1. はじめに

主に座りがちな状態を示す身体不活動は健康に対する独立したリスクとして捉えられてきている。特に近年のワークスタイルの変化に伴って労働現場における活動性の低下が課題となっており、国際的にも身体不活動への対策として労働現場における環境整備や介入の有効性が検討されつつある¹。しかし、働き方や文化の違いによる影響が考えられるため国内での研究が必要であるが、本邦では身体不活動に関連した研究は少ない。本研究では、オフィスワーカーの身体不活動をスマートフォンの加速度センサーを用いて客観的に測定し、行動変容テクニックの一つであるセルフモニタリング介入を用いて、身体不活動時間の軽減効果を検討する。

2. 方 法

2.1 サンプルデータ

学術用スマホアプリ「Motion Logger ver1.4」を用いて、18名の健康なオフィスワーク労働者を対象に13週間の介入研究を行う。ベースライン測定を含む7日間の測定を計4回行い、介入効果を追跡する（ベースライン：0~7日目、1回目：29~35日目、2回目：57~63日目、3回目：85~91日目、計29日）。測定期間中は、起床から就寝までの間、スマートフォンをできるだけ上着・背広などの胸ポケットに常時携帯する。ベースライン測定終了後、2群に無作為に割り当てられ、以下の内容のプログラムを行う。

【コントロール群】ポジティブコントロール群とし、身体不活動に関する情報提供を週に1回、アプリ内に提供する。

【介入群】情報提供に加えて、アプリ内で身体不活動状況（身体不活動時間、歩数）をセルフモニタリング型フィードバック（プッシュ型通知）により表示させ、毎日確認するように教示する。

表1. ベースラインデータ

	コントロール 群(n=7)	介入群 (n=5)	p
年齢 [†]	46.0 (10.7)	44.4 (10.5)	1.00
性別：男性 [‡]	4 (57.1)	3 (60.0)	1.00
BMI [†]	21.0 (2.5)	23.5 (5.3)	<0.05
週当たりのメッツ [†]	32.0 (46.0)	64.0 (115.7)	0.88
勤務地 [‡]			
大阪	3 (42.9)	0 (0.0)	0.21
東京	3 (42.9)	2 (40.0)	
福岡	1 (14.3)	3 (60.0)	
身体不活動アウトカム [†]			
合計不活動時間(時間/日)	10.0 (1.3)	9.4 (1.6)	0.10
平均一連続不活動時間 (分/日)	42.2 (10.7)	35.8 (10.6)	<0.05
不活動中断回数(回/日)	29.4 (8.1)	38.6 (11.6)	<0.05

[†] Mean (SD), [‡] n (%)

2.2 データの加工方法

データは1分間隔のリサンプリングデータを用いた。身体不活動の弁別には、step counterセンサーに記録されるデータが0カウントであった場合に身体不活動と定義した。睡眠時間および直線加速度センサーの値が150分以上連続して1m/s²未満の場合は、非測定時間として除外した。加工したデータのうち、以下の条件に当てはまる日を抽出した。

- 8時間以上測定できている。
- 1000歩以上歩数がカウントされている。
- 60%以上データが測定されている。

さらに、ベースラインデータのみしか測定されていないサンプルとドロップアウトのサンプルを除き、解析対象データセットとした(n=188人日)。

2.3 統計検定

個人を変量効果、介入条件（介入群・コントロール群）、測定時期、介入条件×測定時期の交互作用を固定効果とした線形混合モデルで検定を行った。また、ベースライン時点で2群の間に有意な差が認められた変数は共変量とし

て加えた。

身体不活動アウトカムとなる目的変数は信頼性が検証されている以下の指標を用いた²⁾。

- 合計身体不活動時間 (時間/日)
歩数が 0 カウントの時間が 10 分以上継続している時間を合計して算出
- 平均一連続不活動時間 (分/日)
歩数が 0 カウントの時間が 10 分以上継続している時間を平均して算出
- 身体不活動中断回数 (回/日)
歩数が 0 から変化した回数を合計して算出

有意水準は 5%とする。データ加工・解析には R (ver.3.5.0)を用いた。

3. 結果

ベースライン時点では、介入群、コントロール群の間で BMI に有意な差が認められたため、BMI を共変量に入れて解析を行った結果、時点 2 で、合計不活動時間と不活動中断回数の 2 つの指標で介入と時点の交互作用が認められた (表 2)。また、コントロール群の時点 2 では、指標のトレンドが変化していた (図 1)。時点ごとのサンプルサイズは表 3 に示す。

4. 考察

本結果から、介入群がコントロール群より、ベースラインと比べて、時点 2 において身体不活動が有意に増加していた。時点 2 のコントロール群では、サンプルサイズが小さくなっていることや、身体不活動指標のトレンドが変化していることから、データにバイアスが生じていた可能性が考えられる。また、ベースライン時点において、介入群がコントロール群と比べて、合計不活動時間と平均一連続不活動時間が少なく、不活動中断回数が多い傾向にあったことも理由として考えられる。本研究では、サンプルサイズが小さく、ランダム割付けやデータの収集が十分に行えなかったことが本研究の限界である。

5. 結論

本研究では、セルフモニタリング介入による身体不活動の軽減効果は認められなかった。今後、サンプルサイズを大きくして更なる検討を行う。

6. 参考文献

- Shrestha N, Kukkonen-Harjula KT, Verbeek JH, Ijaz S, Hermans V, Pedisic Z. Workplace interventions for reducing sitting at work. Cochrane Database Syst Rev. 2018;12:CD010912
- Yamamoto K, Matsuda F, Matsukawa T, et al.

表 2. 介入と時点の交互作用

	推定値(SE)	p
合計不活動時間		
介入有×時点 1	0.66(0.51)	0.2
介入有×時点 2	1.92(0.51)	<0.05
介入有×時点 3	0.84(0.49)	0.09
平均一連続不活動時間		
介入有×時点 1	-3.21(5.12)	0.53
介入有×時点 2	5.66(5.08)	0.27
介入有×時点 3	-0.29(4.85)	0.95
不活動中断回数		
介入有×時点 1	-2.78(3.68)	0.45
介入有×時点 2	-10(3.65)	<0.05
介入有×時点 3	-6.73(3.48)	0.05

表 3. 時点ごとのサンプルサイズ: 人 (人日)

時点	Control	Intervention
ベースライン	7(34)	5(33)
時点 1	6(18)	4(19)
時点 2	4(17)	5(22)
時点 3	6(27)	4(18)

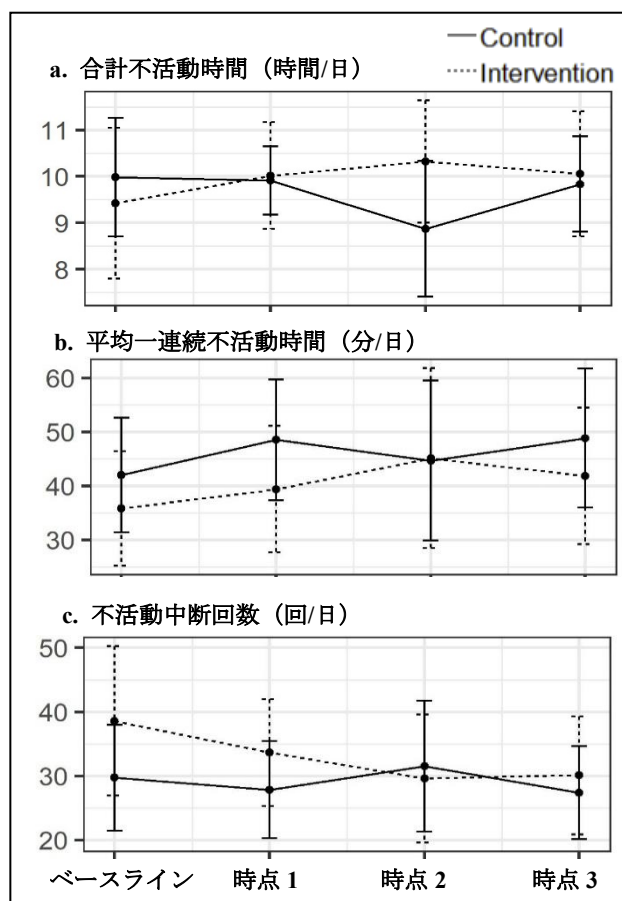


図 1. 時点ごと身体不活動指標の平均値と標準偏差

Identifying characteristics of indicators of sedentary behavior using objective measurements. J Occup Health. 2019, (accepted on 9/22,2019)

家庭学習支援システムの研究

一畳み込みニューラルネットワークを用いた人間の集中・非集中状態の把握ー

○奥園基一（工学院大学大学院・院生），黒野昭彦（㈱アイアクト）

菱田博俊（工学院大学）

Study on home learning support system

- Grasping the state of existence of concentration using a convolutional neural network -

Kichi Okuzono (Kogakuin University), Akihiko Kurono (iact Co., LTD)

and Hirotooshi Hishida (Kogakuin University)

1. はじめに

何等かの理由で登校できない学童生徒の他，両親が共働きで夜遅くまで不在の学童生徒も多くなっていると聴く．彼等が家庭で楽しく学習できる仕組み作りは，重要である．

本研究では，その第一歩として，自宅で学習する学童生徒の状態を確認できる畳み込みニューラルネットワークCNNの構築を目指す．当日は，基本方針と予備実験について報告する．

2. 従来知見

2.1 AIと人間の教育

人工知能AIの良好な学習には，高品質な学習データが不可欠である¹⁾．現在，スマートフォンや家電製品等の身近な機器にまでAIが組み込まれている．AIの優良な活用運用が肝心である．

その為にも，人間は優れた教育により，自発的に自己研鑽して生涯教育を付け続ける事が望まれる²⁾．優秀な教材，教師，環境等は，その一つの手段である．本研究では，学童生徒の学習状況をチェックできるCNNを考えている．

2.2 畳み込みニューラルネットワーク

学童生徒の様子を視覚的に捉え，状態を判断する事を考える．近年では，深層学習によってCNNが高度な画像判断をできる様になってきた⁴⁾．これは，ハードウェアの飛躍的な進歩と，ビッグデータの出現に依る．

既に，文字認識は勿論，指紋，声紋，顔認証が可能になってきている．近年では，顔の表情等のより高度な画像判断が，CNNに期待されている．

2.3 授業監視システム

授業監視システムは幾つか報告例がある．例えば，学校の授業映像から生徒の「集中」，「非集中」，「退席」の3つの状態を推定するシステムの研究³⁾がある．ここでは，集中と非集中の区別は，生徒が話者の方向を見ているかどうかを基準にし

ており，本当に集中しているかどうかまでは言及されていない．また，一対多の授業をデータとしているため，ビデオカメラの位置は教卓近くであり，生徒からは遠く，生徒の表情などについては判断の基準には入っていない．

他方，表情を推察するAIも存在する．ソフトバンクのペッパー君は，喜怒哀楽を区別できる．

3. システムの全体像と予備実験

3.1 目標設定

人間は機械と違い，体調や感情の起伏が発生する．常に同じペースで学習に集中して取り組めるわけではない．特に教師や監督者がいない家庭での学習において，人は机を目の前にして学習以外の行動を取る事もあれば，一見学習している姿で上の空である事もある．

そういった人間の状態を把握し，集中できていなければ注意したり，集中できていれば褒めたりといった人間に学習を働きかけるようなシステムがあれば，家庭での学習効果を上げる支援になると考える．

そこで，CNNを用いて，学童生徒の着座時の集中度合いをカメラ画像に基づき判断し，集中していなければ学童生徒に何等かの働き掛けを行うシステムを作る事を考える（図1）．このシステムが完成した後に，徐々に複雑な判断や対応ができる様に改善していきたい．

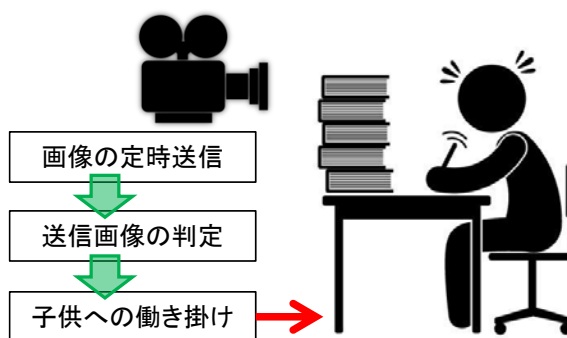


図1 目指すシステムの概観

3.2 判断基準

学習データを揃える為にも、非集中状態に関する判断基準を明確にする必要がある。そこで、著者が被験者となり、教科書を勉強している様子について、約60分動画撮影してみた。

観察の結果、非集中状態では①ペンや本以外の物に触れているか、②本以外の物を見ているか、③姿勢が大きく崩れている事が多かった。大勢の動画撮影を通してより詳細な検討が必要だが、差し当たり①、②、③のいずれかが確認されたら非集中と判断できるのではないかと考えた。

尚、この判断基準は、精査と共に増えたり複雑化する事も有りえる。特に、見かけだけ集中している様に見えて実は上の空と言う状態を視覚情報だけから見極められるかどうかは、今後の一つの重要な課題と認識している。

3.2用いる画像

Apexcamアクションカメラで、1080P、30fpsの画像を入力データとした。CNNに5秒に1回画像を転送する事を、当初考えていた。

しかし、余所見、あくび、スマホ弄り等の非集中時に見せる動作が意外と速く、2秒に1回程度は画像を参照する必要がある事が判った。

3.3 カメラの位置

今回は表情が良く見える様にビデオカメラを



図2 集中の画像例



図3 非集中の画像例

正面に置いたが、勉強をするときは大抵下を見る事が判った。次回以降は、ビデオカメラの位置をより近く、より下から覗き込む様にすべきと考えられた。一方で、カメラが集中を欠く原因にならない様に、工夫が必要であろう。

3.4 働き掛けの内容

寝かけている時と落ち着かない時では、働き掛けの内容も異なると考えられる。また働き掛けの内容で驚いたり、不快な思いをしてはいけないと想像している。更に、働き掛けのタイミングを逸すると、効果が無くなる事も危惧される。

今後、働き掛けの内容の検討を、判断基準の精査等と並行して行う予定である。静止画像参照で時間連続性を考慮できるかが焦点と考えている。

4. CNNの構成

4.1 入力層

言うまでも無く観察静止画像だが、何枚分使うかは検討しなければならない。まずは1枚のみ用いて瞬時に判断をし、直ぐに次の画像の判断に亘る行する形態を考えるべきであろう。

4.2 出力層

1要素で、0の時は集中、1の時は非集中とする。

4.3 学習データ

非集中と判断される画像を、①のみ、②のみ、③のみ、①と②、①と③、②と③、①と②と③の7パターンそれぞれ同数となる様に用意したい。また、同数の集中画像を用意したい。

できるだけ大勢の人物の画像を用意する必要があると考えている。

4.4 考えられる課題

表情と姿勢のいずれにより多くの情報が載っているか、興味ある。画素の最適値があるのではないかと考えられる。

また、部屋の明るさに左右されない画像判断ができる様に心がける。

参考文献

- 1) Hiroitoshi Hishida, Doctor Thesis, 1992, Tokyo University
- 2) 中島美恵子,教材学研究第, 2009, 20 巻
- 3) 島田大樹, 彌富仁, 日本知能情報ファジィ学会誌, 2017, 29-1, pp.517-526
- 4) 岡谷貴之, 人間工学, p. 1

超急性期災害医療における組織レジリエンスとノンテクニカルスキルの関連

○庄司直人（朝日大学）、小野圭久（鈴鹿大学）、
大城卓也（聖カタリナ大学）、榎原 毅（名古屋市立大学大学院）

Relation of Organizational Resilience and Non-Technical Skills on Hyper Acute Disaster Medicine
Naoto Shoji (Asahi University), Yoshihisa Ono (Suzuka University), Takuya Oshiro (St. Catherine University), and Takeshi Ebara (Nagoya City University Graduate School of Medical Sciences)

1. はじめに

近年、大雨や台風、巨大地震をはじめとした自然災害、テロリズムや巨大大事故、CBRNE、サイバー攻撃などの人為災害への対処など防災・減災、国土強靱化が社会全体の重要課題のひとつに挙げられる¹⁾。レジリエンス・エンジニアリングの概念は医療安全に応用されつつあり、混とんとした状況下で一人でも多くの人に適切な医療を提供することを維持しようとする災害医療においても応用可能であると考えられる。しかし、災害医療にレジリエンス・エンジニアリングを応用した研究はほとんど見当たらない²⁾。いずれの災害でも、適切な医療の継続が脅かされる不確実性・複雑性の高い状況下で適切な医療を継続するレジリエント対応を実現するためにはテクニカルスキル（専門手技）に加え、ノンテクニカルスキル（非専門手技）が要求されると考えられる。

本研究では、超急性期災害医療における組織レジリエンスとノンテクニカルスキルの関連を検討する。

2. 方 法

本研究はインタビューにより収集した定性データを用い、超急性期災害医療における組織レジリエンスとノンテクニカルスキルの関連を明らかにすることを試みた。

対象者は、災害医療対応を経験した医師（3名）、看護師（11名）、保健師（1名）であった。対象者は、地下鉄サリン事件、東日本大震災、関東・東北豪雨水害、熊本大地震、つくば竜巻災害など、ひとつないし複数の災害時に医療対応にあたった経験を持っていた。

データ収集は、2016年12月から2017年3月にかけて行われた。1対1のインタビューおよび複数名によるフォーカスグループ・インタビューを実施した。いずれも会議室等で約60分のインタビュー

であった。いずれのデータもテキスト化された。

データ分析は、まず2名の組織行動・心理学の専門家によりレジリエンス・エンジニアリングを理論的フレームワークに、対処、監視、予見、学習³⁾に関連する叙述を抽出し、データベース化した。その抽出した739の1文ないし複数文からなるデータを用いて、SPSS Text Analytics for Surveys (ver.4.0.1)で、テキストのカテゴリー化と、作成されたカテゴリー間の関連をネットワークレイアウトにより可視化した。カテゴリー化は、データに含まれるコンセプト、共起の双方を用いて行われた。また、すべてのデータを用いてネットワークを作成した場合、データ量が大きく過分に複雑なネットワークになったため、共通の回答が6つ以上観測されたものに限定し、ネットワークレイアウトを作成した。

本研究は、朝日大学の倫理審査委員会の承認を得た手続きに従い実施した。

3. 結果

インタビューデータから作成したカテゴリーをもとに、超急性期災害医療におけるレジリエンス対応を図解化したネットワークレイアウトが得られた（図）。

ネットワークレイアウトを構成するカテゴリーは、「人」、「みんな」、「外」、「情報」、「中」、「病棟」、「患者」、「自分」、「避難」、「救急」、「対応」、「師・看護師」とコーディングされた。

4. 考察

本研究で得られたネットワークレイアウトは、「患者」、「情報」、「人」、「みんな」、「自分」、「中」を核に構成されていると解釈可能であろう。いくつかのカテゴリーのコーディングについて、補足すると、「中」というコードは文字通り病院内や病棟内など物理的な「中」も含むが、このカテゴ

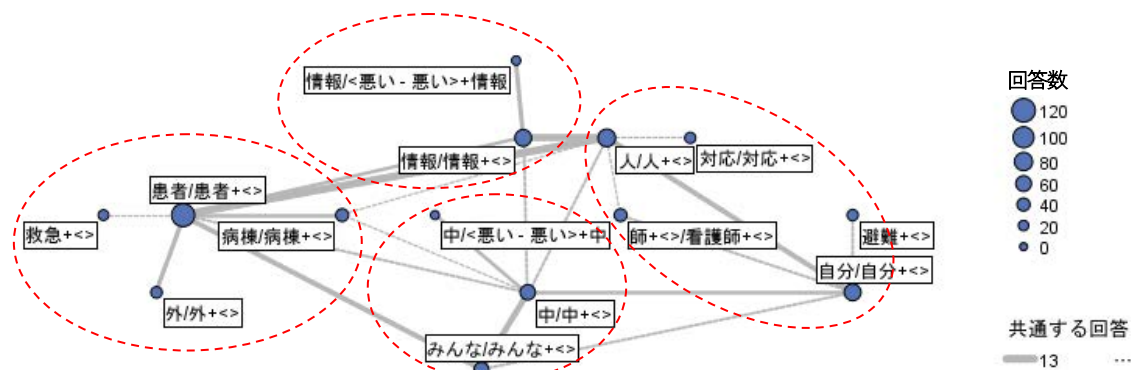


図 超急性期災害医療におけるレジリエンスのネットワークレイアウト

リーを構成するデータを概観すると、「そんな中...」のように状況を表す言葉が、文字起こしの際に中と変換されている箇所が多数見受けられるため、災害及び災害にもたらされた状況を表していると考えられる。そして、「みんな」は、多数の患者を示す意味で用いられていることが多く、背景に大勢の患者群への対応があると解釈できる。災害の状況を表す「中」と近い位置関係にあることも、災害下の多数の患者を「みんな」と表現していると考えれば整合する。さらに「師」についてはカテゴリーを構成するデータの文脈から医師、薬剤師といったCo-medicalと考えられる。

そして、組織レジリエンスとノンテクニカルスキルの関連を見いだすことが本研究の目的であるが、本研究が示したネットワークレイアウトから、災害による不安定な状況の中で人が情報を駆使し、患者を救う、または命をつなぐレジリエントな姿が見てとれる。丸の大きさと線の太さを勘案すると、「患者」と「人（医療従事者）」をつなぐ「情報」を最重視していることも窺える。患者・医療従事者間のインタラクション・コミュニケーションが最も必要と認識される事実は今後の対策を考えるうえで重要な知見であろう。

図の点線の楕円は、分析により導き出したネットワーク上に追加されたが、カテゴリーを4つに大別することも可能であろう。患者を取り巻くもの、情報、状況（中）、災害に対処する人々の協働である。ここから浮かび上がるのは患者の安全を守るのは、情報を扱うスキル、状況を俯瞰するスキル、対処する人々をつなぐスキルだという可能性である。これらはいずれも専門手技（テクニカルスキル）を必要としておらず、ノンテクニカルスキルが患者の安全を守る組織レジリエンスを支える可能性を示しているといえよう。

ただし、本研究の結果から組織レジリエンスとノンテクニカルスキルの間の因果関係について

推論することは困難である。また、カテゴリーのコードについては文字起こしの際の漢字の変換の仕方にも若干影響を受ける可能性もあるため、データの慎重な整理を検討する必要もあろう。

上記のような限界はあるものの、災害医療における超急性期の組織レジリエンスに、状況を俯瞰するスキル（監視、予見）、情報を扱うスキル（対処、学習）自分を含めた対処者を組織化するチームニング⁴⁾のスキル（対処、学習）といったレジリエンス・エンジニアリングとなじみの良いノンテクニカルスキルとの関連が示されたといえよう。

5. まとめ

本研究の結果から、超急性期の災害医療における組織レジリエンスと対応する人々の状況を俯瞰する、情報を扱う、チームニングに関するノンテクニカルスキルとの関連が示された。

参考文献

- 1) 内閣府、防災に関してとった措置の概況令和元年度の防災に関する計画、http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/pdf/R1_tokushu1-1.pdf, 2019
- 2) 芳賀繁、レジリエンス・エンジニアリング：インシデントの再発予防から先取り型安全管理マネジメントへ、医療の質・安全学会誌. 2019, 7(3), p. 209-211.
- 3) Woods, D.D., Hollnagel, E., Resilience Engineering Concepts, in Resilience Engineering: Concepts and Precepts, Ashgate Publishing, 2006, p. 1-6.
- 4) エドモンドソン E.C., チームが機能するとはどういうことか「学習力」と「実践力」を高める実践アプローチ, 英治出版, 2014

納豆容器の開封時における破損軽減に関する研究

○齋藤 叶（新潟国際情報大学・学生）、上西園 武良（新潟国際情報大学）

Study on Damage Reduction at Opening Natto Container

Kanai Saito & Takeyoshi Kaminishizono

(Niigata University of International and Information Studies)

1. はじめに

納豆容器の開封後、蓋を切り取る際に誤って容器を破損してしまうことがある。この現象の発生自体は稀ではあるが、攪拌の際にタレや納豆が容器から漏れ出してしまうという問題を引き起こしてしまう。



図1 破損例

上記の問題についての先行研究、出願特許を調査した結果、納豆の乾燥を防ぐ容器の形状案¹⁾とタレ・からし等の付属品を取り出す際に手が汚れない容器の形状案²⁾は見つかった。しかし蓋の開封時に起こる容器の破損に関する研究、特許は見つからなかった。

以上のことから本研究では、納豆容器の開封時に起こる破損をできるだけ軽減させることを目的とし、破損の軽減に有効な動作へと誘導するデザインを見出すこととした。具体的には、破損の原因解析に基づくデザインの抽出と、実験によるデザインの有効性、今後の課題を述べる。

2. 事前調査に基づく改良案

2.1 事前調査

本研究は容器を開封する際の動作に着目し容器破損の原因を突き止めることにした。

開封の動作パターンを見出すために、被験者7名に容器を開封させ動作パターンを調査した。この結果、いずれのパターンも最初の動作は、蓋の接着部をはがす動作で、これに続く切り取る際の持ち手の動作が異なる以下の3パターン(a,b,c)であった(図2)。

- 蓋側の持ち手を移動せずに蓋を切り取る。
- 蓋側の持ち手をミシン目付近に移動させて蓋を切り取る。
- 蓋側、容器側ともに持ち手をミシン目付近に移動させて蓋を切り取る。

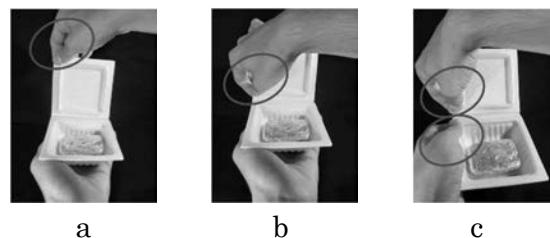


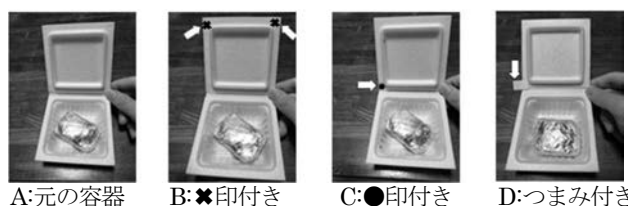
図2 動作パターン

各動作パターンの破損発生率を調査するために、各動作パターンより被験者を1名ずつ選出し計3名に容器を10回ずつ開封させる調査を行った。

この結果、動作パターンaでは1/10回の破損が発生し、動作パターンb,cでは破損は発生せず、b,c共に0/10回であった。破損が発生しなかった動作パターンb,cの共通点として、蓋を切り取る際に蓋側の持ち手をミシン目付近に移動させている。

2.2 改良案

上記の結果から、蓋側の持ち手をミシン目付近に誘導することで破損を軽減させることが有効であると判断し、これを改良案の方針とした。具体的には、ミシン目付近をつかむことへ誘導するデザイン(図3のB,C,D)を付与した。



A:元の容器 B:✕印付き C:●印付き D:つまみ付き

図3 試作容器

3. 本実験

3.1 実験方法

(1)実験目的

容器A,B,C,Dの計4種類を開封する際に被験者が掴んだ場所を調査し、試作容器の有効性を確認する。

(2)実験サンプル：4種類

A:加工なし(元の容器)

B:印付き(✕印、試作容器)

C:印付き(●印、試作容器)

D:つまみ付き(試作容器)

(3)被験者

新潟国際情報大学の学生20名(男性11名、女性9名、年齢20~23歳)である。

(4)実験手順

被験者には、実験サンプルの蓋接着部をはがし、蓋を切り取る動作を行わせた。この際、蓋を切り取る直前で手を止めさせ、掴んだ場所を撮影した。実験サンプル4種類の実験順序はランダム化した。

(5)取得データ

蓋を切り取る際に被験者が掴んだ場所を画像で取得した。

3.2 評価方法

(1)評価方法

納豆容器の蓋の左側の領域を上下に3等分し、上部域、中間域、下部域と分けた。そして被験者の切り取る際の画像から、被験者がどの領域を掴んだかを測定し評価した。

(2)評価点

+2:下部域を掴んだ場合

+1:中間域を掴んだ場合

0:上部域を掴んだ場合

下部域を掴み・切り取ることで容器の破損を軽減させることができるため、下部域を掴み・切り取った場合を高得点とした。



図4 3等分した領域

3.3 実験結果

実験結果に基づく評価点と標準偏差を図5としたものが図5である。A(加工なし)に比べて試作容器の中で一番高い評価が得られたのは、B(✕印付き)であった。さらに、この差は統計的にも有意であった(有意水準5%の片側t検定)。

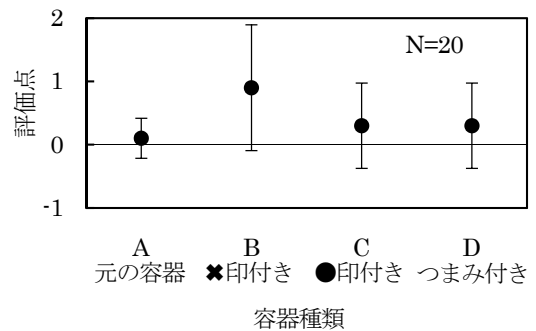


図5 容器別評価点

4. 考察

試作容器C(●印付き)とD(つまみ付き)は「蓋下部を掴む」という印象をユーザーに与えたと推定される。それに対してB(✕印付き)は「蓋上部を掴んではいけない」という印象をユーザーに与えたと推定される。一方、実験の結果として有効であったのはB(✕印付き)であった。つまり「蓋上部を掴んではいけない」という否定的な印象の方が強く作用したと考えられる。

5. 課題

- ・ 本研究は実験段階のためシールを使ってデザインを付与したが、シールでは接着強度が不十分なため、実用化のための別の方法を見出さなければならない。
- ・ 実験により✕印の有効性は認められた。ただし、確認を行ったのは1種類の色、大きさのみである。そのため、色の持つ効果や対象に対する大きさの持つ効果を調査し、より効果的な色、大きさを見出す必要がある。

6. まとめ

本研究では、蓋を切り取る際にミシン目付近を掴み・切り取ることで破損の発生を軽減することが分かった。さらに、破損軽減に有効な開け方へと誘導するデザインとして✕印を付与することが統計的に有意であることが確認できた。

参考文献

- 1) 田中博之：納豆容器、実願2002-5704、2002
- 2) 山中幸人、加藤秀人：食品容器、特願2000-225085、2000

手指部における触覚振動の刺激合成による印象特性について

○水野 佑哉, 井口 弘和 (中京大学工学研究科)

Characteristics of the pleasant feeling of fingers with complex tactile vibrations

Yuya MIZUNO, Hirokazu IGUCHI (Chukyo University, Graduate School of Engineering)

1. はじめに

昨今、テレビ電話のような双方向のコミュニケーションツールが発達して、視覚と聴覚を通じて遠距離の人間ともコミュニケーションを取ることが容易となってきている。人は話し合うとき、視覚と聴覚以外にも感覚を使用することで、より直接的な感情が伝わるコミュニケーションをとることが知られていて、手指の触覚もその一つである。触感覚により視覚と聴覚で察知困難な感情を伝えることが出来れば、より自然なコミュニケーションが可能となることが期待される。本研究では、手指に与えられるさまざまな振動から気持ちに影響を与える印象特性を明らかにする。

2. 方法

振動刺激の物理的強度と感覚強度との比較をするため、振動子の特性計測と、等振動強度における波形ごとの印象評価を実施する。振動提示時間は5秒間とし、周波数変化時に等振動強度となる電圧条件、振動強度変化時に等周波数となる電圧条件、波形が異なる等強度条件の3条件とした。

被験者は20代の健康な男子10名を対象として同意の下で実験を実施した。

なお、統計解析にはIBM SPSS Statistics 22を用いた。

2.1 振動子の特性計測実験

① 刺激用振動子

振動刺激を与えるために、図1に示すリニア振動アクチュエータ(共振周波数約150Hz、寸法11.2×14.0×2.6mm 日本電産コパル社製)を使用した。



図1 リニア振動アクチュエータ

②物理的振動強度の測定

Vibration Meter (SMART SENSOR社)の測定針をリニア振動アクチュエータに固定して、振動強度を測定した。矩形波の3V、5V、10Vの印加電圧値において、1Hzから200Hzの範囲で振動加速度を測定した。

③感覚強度の測定

被験者を椅子に座らせ、リニア振動アクチュエータを親指と人差し指で軽く挟むように指示して、振動提示後に振動強度感を回答させる。振動強度感は、SD法(7件法)を用いて、手指の振動感度条件、等振動強度における微弱振動特性条件、波形別の振動強度条件の3条件を測定した。

合成振動波形においては、周波数条件を90Hzと①35.5Hz、②4.5Hz、③85.5Hz、70Hzと④155.5Hz、⑤2.5Hz、⑥110.5Hzとの組み合わせとし、①と④を2.5Vずつ、②と⑤を5Vずつ、③と⑥を1.5Vずつとして、 6.0m/s^2 の等振動強度に調整した。作成した合成波形を図2に示す。

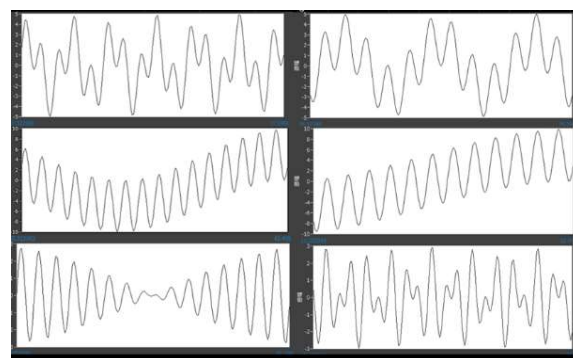


図2 正弦波の合成波形

2.2 手指による印象評価実験

ラッセルの感情円環モデルや手指の動作に関する46種類の形容詞を用いて、SD法(7件法)と評定尺度法にて評価する。

3. 実験結果と考察

3.1 単振動における特性

物理的振動強度の特性は、共振周波数150Hz時にどの電圧値でも加速度が最大となり、非線形かつ緩やかな減衰変化を示した。印加電圧が増加すると、手指の振動感度は増加するが、増加幅は減少する。等振動強度における振動特性を図3に示す

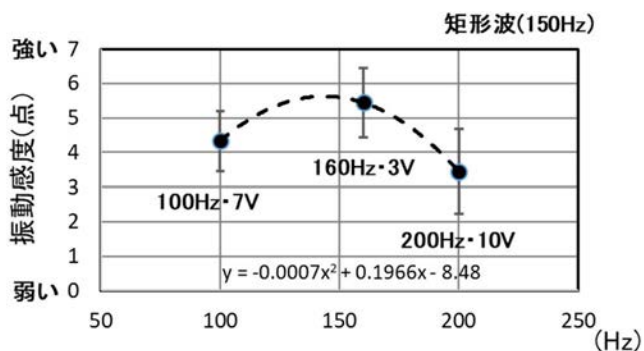


図3 等振動強度における振動強度感

150Hz付近が最も振動強度感が強く、100Hz付近よりも200Hz付近において振動強度が減少する。また、波形別の振動強度を図4に示す。

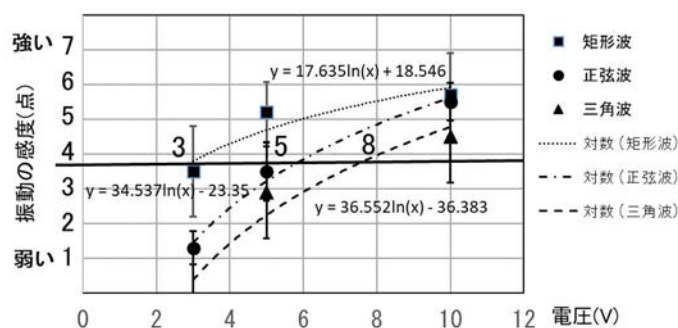


図4 波形別の振動強度

3V付近では波形ごとの強度感に顕著な差が認められたが、10V付近では波形ごとの強度感の差が少なくなる。3種類の波形において、振動加速度の増加に伴い手指の振動強度は増加するが増加幅が減少する。

SD法において、矩形波、三角波、正弦波の3種類の波形の違いにおける特徴的な振動感覚の評定結果を図5に示す。

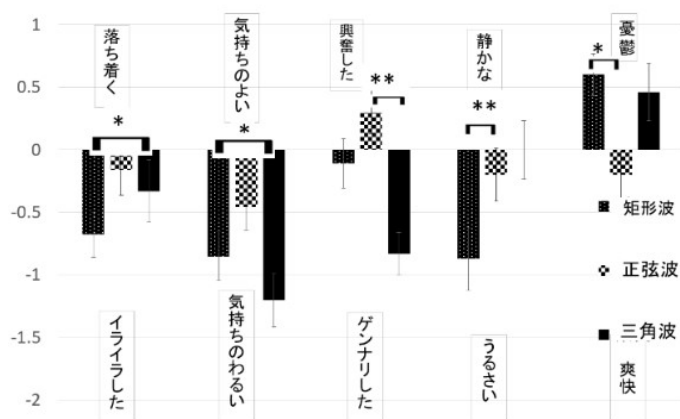


図5 単振動の波形ごとの印象

図3における3種類の波形の等振動強度条件 ($3.5\text{m/s}^2 \cdot 150\text{Hz}$) を図5の実験条件とした。

「ゲンナリした」、「うるさい」の項目において、それぞれ有意差が認められた (*: $p<0.05$, **: $p<0.01$)。矩形波・三角波と比較して、正弦波において快の印象に近い傾向が認められた。

3.2 合成振動における特性

正弦波の合成波形を作成して、合成振動波形における印象評価を実施した。

合成振動波形においては、特徴的な印象の結果となった。4.5Hzと90Hzの合成波では、快の印象に近い傾向が認められた。

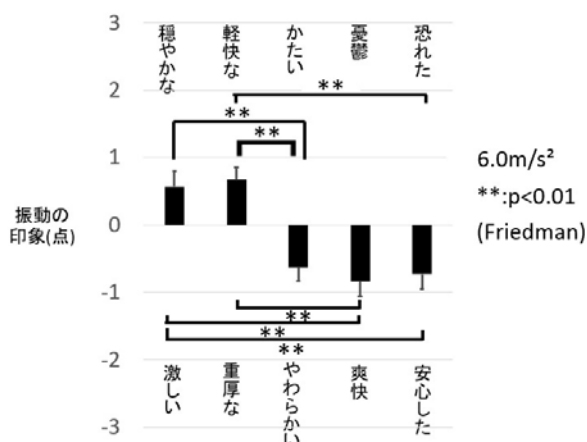


図6 合成波形振動の印象

特に、「軽快な」「爽快」の項目において、心地よさを示す特徴が認められた。

4. 結論

単振動では、振動加速度が増加すると、手指で感じる振動強度感は強くなるが、変化が鈍くなる傾向があり、100～200Hzの中では150Hz近傍が手指の振動強度が高い。振動波形が異なると印象が変化して、矩形波はうるさい印象、三角波はゲンナリした印象となる。異なる周波数の正弦波を合成することで印象が変化する。4.5Hzと90Hzの合成正弦波では爽快、軽快な印象となる。

参考文献

- 1) 鈴木隆史, 他, リニア振動アクチュエータを用いた触覚提示デバイスの開発, 日本生体医工学会, 54Annual (28PM-Abstract), S336-S336, 2016.

イヤフォン難聴のメカニズム解明に関する基礎研究

ー耳年齢調査データに基づく工学的アプローチー

○木船蒼馬（工学院大学大学院・院生），菱田博俊（工学院大学），
山本大（工学院大学大学院・院生），齋藤和博（東京医科大学），
河野淳（東京医科大学），菱田啓子（K子の音楽室）

Basic research on finding out the mechanism of earphone hearing loss

-Engineering approach based on the data of ear age investigation-

Soma Kifune (Kogakuin University), Hirotooshi Hishida (Kogakuin University),
Dai Yamamoto (Kogakuin University), Kazuhiro Saito (Tokyo Medical University),
Atsushi Kawano (Tokyo Medical University), and Keiko Hishida (Keiko's Music Room)

1. はじめに

イヤフォン難聴¹⁾は日本でも社会問題となりつつある²⁾が、その定量評価には至っていない。著者等は、イヤフォン難聴を内耳³⁾の疲労破壊現象⁴⁾と捉え、工学的な定量評価法を模索している。

本報告では、一般市民に対してイヤフォン使用状況と耳年齢の調査を実施したので、報告する。イヤフォン難聴のメカニズム解明に繋がる知見を得られる事を、期待している。

2. 従来知見とイヤフォン難聴の考え方

2.1 イヤフォンの特性²⁾

イヤフォンは、高周波を強調する傾向がある。また、電車や雑踏の中で用いると、とにかく音量も大きくなりがちである。更に、好きな音や音楽を聴いている為に、長時間使用し易い。

2.2 音のエネルギー

密度 ρ [kg/m³] の媒体中を速度 c [m/sec] で伝わる振幅（音量に対応） A [m]，周波数 f [Hz] の音のエネルギー流束 ϕ [J/m²・sec] は、式(1)で計算される。外耳道の断面積 S [m²] と時間 t [sec] を乗ずると、鼓膜に達したエネルギー総量となる。

$$\phi = 2\pi^2 \rho c A^2 f^2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

2.3 加齢性難聴のメカニズム

音は、外耳道、鼓膜、槌骨、砧骨、鐙骨を介して蝸牛に伝わり、共鳴板として機能する基底膜を共振させる⁵⁾。基底膜の共振は有毛細胞を発火させ、その信号が聴診系を經由して脳に伝わり音として認識される。

この有毛細胞がこれまで聞いた音の累積エネルギーにより疲労破壊する事が加齢性難聴であると、著者等は仮説を立てた。イヤフォン難聴は、加齢性難聴が加速された症状と考えている。

2.4 本研究の全体感(図1)

有毛細胞の疲労は、有毛細胞の疲労強度と累積エネルギーの比較で論じられる。しかし、疲労強度は個人差がある上、実測できない。そこで、耳年齢により疲労度合いを評価する事とした。耳年齢は、可聴最高音の周波数(図2)から換算した。

他方、累積エネルギーは、何をどの程度長時間聴いたかの情報から概数として得られると考えた。これについては山本等の報告で報告する⁶⁾。

外耳から蝸牛までの伝達経路中で、音のスペクトルは変化（減衰）する。これについては別の報告に譲る。

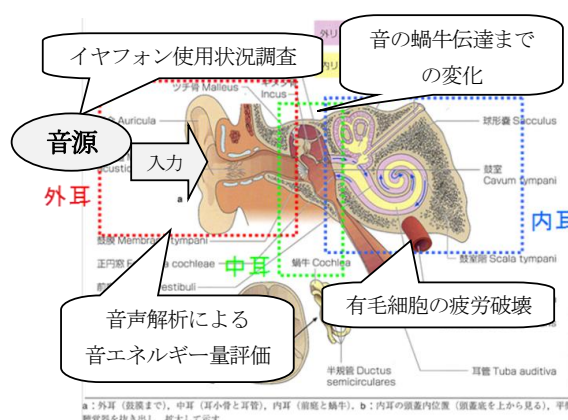


図 1：研究の全体感³⁾

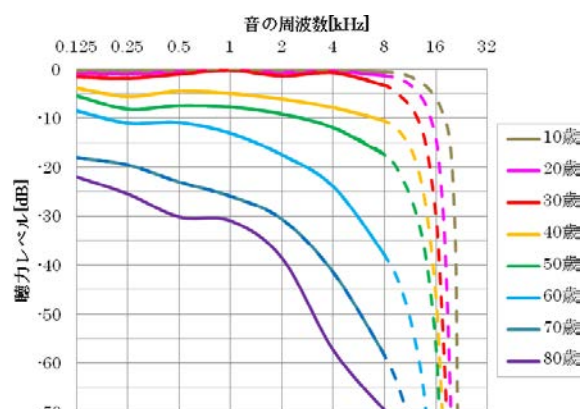


図 2：年齢ごとの音の周波数と聴力レベル

表 1：調査結果～年代別イヤフォン使用状況

	性別[人]		好きな音楽分野[人]				イヤフォン使用[人]		耳の違和感[人]	
	男性	女性	ポップス	クラシック	ジャズ	宗教	有り	無し	有り	無し
10歳代	2	0	1	0	0	0	2	0	0	2
40歳代	2	1	1	1	2	0	3	0	2	1
50歳代	3	5	5	5	1	1	8	0	4	4
60歳代	2	10	7	10	3	3	7	5	5	7
70歳代	3	11	3	9	3	1	3	11	7	7
80歳代	1	4	1	4	0	2	1	4	3	2

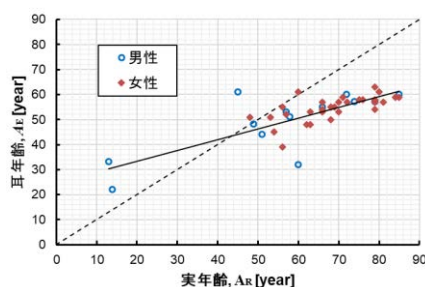


図 3：実年齢 vs 耳年齢

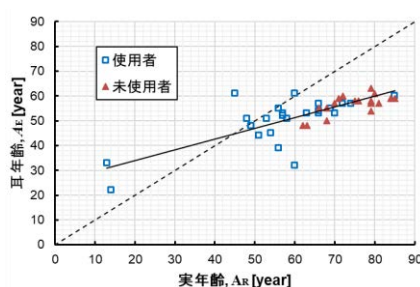


図 4：イヤフォン使用の影響

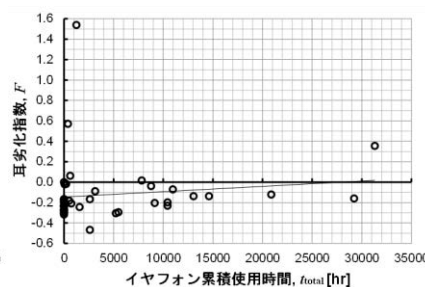


図 5：イヤフォン使用と耳劣化

3. 耳年齢及びイヤフォン使用状況調査

3.1 調査内容

耳年齢測定と実年齢、性別、耳年齢、イヤフォン使用時間、使用期間、好きな音楽分野について回答してもらった。耳年齢は1kHzから20kHzまでを1kHz刻みで順に流していき、その音が聴こえたか否かを回答してもらうことで測定した。

3.2 調査日時

2019年8月22日と8月24日に実施した。

3.3 調査環境

22日は200名程収容可能なホール、24日に小学校の音楽室で実施した。音源はスピーカーから流し、各回の参加者全員が同時に測定した。

3.4 対象者

鎌倉市在住の男性13名、女性31名の計44名。60～70歳代を中心とし、13～85歳に対して実施した。

3.5 結果

イヤフォン使用状況(表1)と耳年齢を得られた。詳細は考察と共に後述する。

4. 考察

全体的に高齢者中心の被験者だった。これまでも20代、50代以上のデータが多い半面、10代、30代及び40代のデータが不足する傾向があった。今後、特にこれらの年代のデータ増しに努めたい。

50歳以上は耳年齢が実年齢を下回り（耳が良

い）、50歳未満は上回った（難聴）(図3)。若年者程難聴になり易い環境に置かれている可能性が示唆された。また、女性より男性が難聴になり易い傾向が見られた。他方、高齢者で実年齢を大きく下回るデータがあるが、例えば耳鳴りと音を間違える等の誤差が存在している可能性がある。耳年齢測定方法の改善検討や、データ品質の評価方法の策定が有用と考えられる。

日常的にイヤフォンを使用する習慣がない被験者は、全員耳年齢が良好だった(図4)。また、耳年齢が実年齢を上回ったのは、全員がイヤフォン使用者だった。

14歳男性被験者と45歳男性被験者の（耳年齢－実年齢）はほぼ同じだったが、同じダメージを若年者は短期間に受けていると言える。そこで、耳劣化指数 F を式(2)で定義し、イヤフォンの累積使用時間と耳の劣化度合いを相関付けた(図5)。

$$F = \frac{A_E - A_R}{A_R} \dots\dots\dots (2)$$

良い相関が認められた。また、相関から大きく外れた3名の耳劣化は顕著に強い事が推察され、ポップスやアニメソング等の高周波音を多く含む音楽が好みである事から、普段聴いている聴覚情報が難聴に関わっている事が示唆された。

尚、イヤフォン未使用者の耳劣化指数が0以下となった事からも、耳年齢換算基準が甘かった可能性がある。そうだとすると、10代男性の耳劣化はより大きいと判断される事になる。

イヤフォン難聴のメカニズム解明に関する基礎研究

—音エネルギーが聴覚に及ぼす影響—

○山本大（工学院大学大学院・院生），菱田博俊（工学院大学），
木船蒼馬（工学院大学大学院・院生），齋藤和博（東京医科大学），
河野淳（東京医科大学），菱田啓子（K子の音楽室）

Basic research on elucidation of earphone deafness mechanism

-Effects of sound energy on hearing-

Dai Yamamoto (Kogakuin University), Hirotoishi Hisida (Kogakuin University),
Soma Kifune (Kogakuin University), Kazuhiro Saito (Tokyo Medical University),
Atusshi Kawano (Tokyo Medical University), Keiko Hisida (Keiko's Music Room)

1. はじめに

イヤフォン難聴¹⁾は日本でも社会問題となりつつある²⁾が，その定量評価には至っていない．著者等は，イヤフォン難聴を内耳³⁾の疲労破壊現象⁴⁾と捉え，工学的な定量評価法を模索している．

本報告では，幾つかの分野の音楽の FT 分析を行い，エネルギー量について比較したので，報告する．内耳の疲労破壊メカニズムを説明する為のデータベースとして，集めていきたい．

2. 従来知見と音楽エネルギーの捉え方

2.1 音のエネルギー

密度 ρ [kg/m³] の媒体中を速度 c [m/sec] で伝わる振幅（音量に対応） A [m]，周波数 f [Hz] の音のエネルギー流束 ϕ [J/m²・sec] は，式(1)で計算される．外耳道の断面積 S [m²] と時間 t [sec] を乗ずると，鼓膜に達したエネルギー総量となる．

$$\phi = 2\pi^2 \rho c A^2 f^2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

2.2 音楽のエネルギーの推定方式

音楽全体を FFT して得られるスペクトルから，周波数分解能を勘案して式(1)に基づきエネルギー総量を計算できる．但し， S は被験者毎に測定すべき値であり，被験者に拘らず一定と見做す事が現実的と考える．

音楽は，分野が異なると，特徴や使用楽器が異なり，結果としてスペクトルが異なるものと予想される．即ち，分野に依り音楽のエネルギーを統計学的に推察できる可能性がある．そこで，本研究ではクラシック，ロック，J-Pop からデータ蓄積を始めた．

2.3 加齢性難聴のメカニズムと研究の全体感

外から蝸牛に伝わった音は，基底膜を共振させ⁵⁾，有毛細胞が発火する．加齢性難聴の一種であ

るイヤフォン難聴とは，この有毛細胞が音エネルギーにより疲労していく現象として捉える．

有毛細胞の疲労は，有毛細胞の疲労強度と累積エネルギーの比較で論じられる．累積エネルギーは，被験者が何を聴いたか記録を付けていない以上，正確には把握できない．一方で，被験者の音楽の好みと，音楽を聴いている大体の時間が判れば，概数としてだが数値予測できる．

疲労強度の尺度としては耳年齢を用いる事にした．これについては木船等の報告⁶⁾で報告する．

外耳から蝸牛までの伝達経路中で，音のスペクトルは変化（減衰）する．これについては別の報告に譲る．

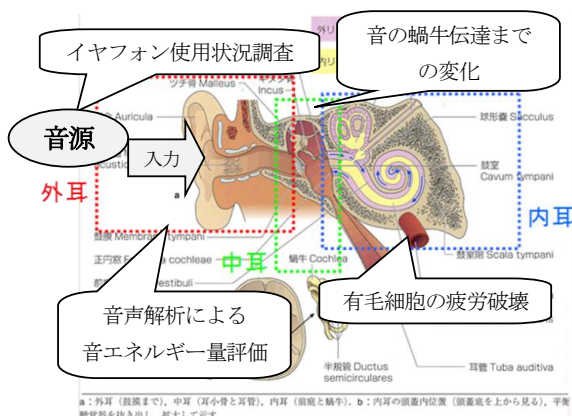


図 1：研究の全体感³⁾

3. 調査

3.1 調査内容

アンケート調査を実施し，回答数が多かった楽曲やアーティストの楽曲を，CD の音源に対して FFT 解析した．周波数とスペクトル曲線で囲まれている面積の二乗(図 2)を，音エネルギー相当量 SE' [-] として算出する事とした．

3.2 音圧と音エネルギーと相当量の関係

FFT して得られるスペクトルの一般的な縦軸

である音の強さ B [dB] は、基準振幅相当量 A_0 [-], CD の記録上の振幅相当量 A' で計算される。相当量とは、対応する数値の事を指す。

$$20 \log_{10} \left(\frac{A'}{A_0} \right) = B \dots \dots \dots (2)$$

ここで、用いた小野測器製汎用 FFT プログラム Oscope2 においては、基準振幅相当量 $A_0[-]=1$ が設定される。この結果、式(3)を得る。

$$10^{\frac{B}{20}} = A' \dots \dots \dots (3)$$

CD から FFT する際には、CD に記録された数値と実際の音圧との対応関係が不明であり、音エネルギーは求められない。一方、相当量と実値は恐らく比例しているだろうと考え、相当量で比較する事で本質的な音エネルギーの音楽分野による違いをチェックできるものと考えた。

3.2 調査対象

CD 音源 (44.1kHz, 16bit, WAVE 形式) を Oscope2 にファイルインポートし、分析した。Youtube 等の音源もあるが、高周波がカットされているため、今回の目的にはそぐわないものと判断した。但し、どの程度の音楽エネルギーの差があるかは興味深いので、後日調査したい。現時点で約 50 曲の調査が終了した。随時追加していく予定である。

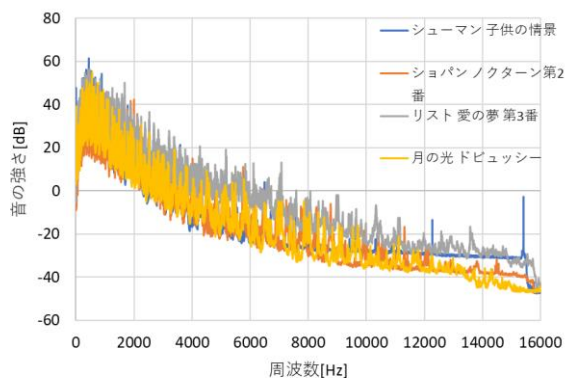


図 2 : FFT 解析結果

周波数	音の強さ	振幅相当量	
Hz	dB	A'	
0	47.72	243.25	0.00
1.25	47.73	243.48	92632.56
2.5	10.83	3.48	75.59
.	.	.	.
.	.	.	.
エネルギー相当量ΣE			

図 3 : エネルギー相当量ΣE

3.3 結果

クラシック 10 曲, ロック 27 曲, J-Pop24 曲を分析し、箱髭図(図 4)にまとめた。

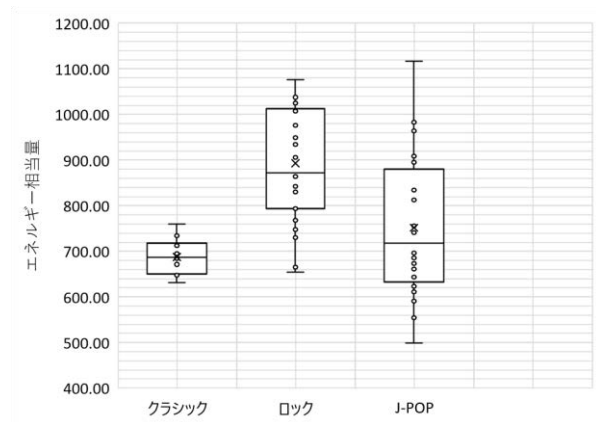


図 4 : ジャンル別エネルギー相当量

4. 考察

データ数がまだ充分ではない事、分野が同じでもアーティストや演奏家が異なるとスペクトルが変わってくる事、等が判った。その意味ではデータ数が未だ足りているとは言えないが、それでもなお漠然としたイメージを捉えられた。

4.1 音楽分野依存性

クラシックの音楽エネルギーの分散量が小さかった。スペクトルはほぼ $1/f$ 特性を示しており、激しい打楽器等の演奏がない古典や浪漫派までのクラシック音楽は、耳に優しい傾向があった。

ロックやヘビメタ等、曲調が激しい音楽は比較的音エネルギーが大きくなる傾向があった。

一般的にはクラシックの方が J-Pop やロックより高周波が少なく音エネルギーが少ないはずだが、図 4 を見るとクラシックより音エネルギーが少ない楽曲がある。今後精査を行う。

4.2 分類が困難なケース

J-Pop は分類が困難と考える。即ち、J-Pop という分野で分類するのではなく、J-Pop を更に別の分類法で分類すべきと考えられる。

4.3 CD 依存性

今回相当量を用いたが、CD が異なるとレーコーディングやエアレベルが異なる為に、同じ音楽でも相当量が異なる可能性がある。今後、同じ曲を別々のアルバムで比較するか、或いはシングル CD を用意して比較していく予定である。

自動車用パワーシート作動音の感性品質

○安藤瑛（名古屋工業大学大学院・院生），川村大伸（名古屋工業大学大学院），
名原忍（今仙電機製作所），中村篤史（今仙電機製作所），大西崇弘（今仙電機製作所）

Kansei Quality of Operating Sounds for Vehicular Power Seat

Hikaru Ando (Nagoya Institute of Technology), Hironobu Kawamura (Nagoya Institute of Technology),
Shinobu Nabara (Imasen Electric Industrial Co., Ltd.), Atsushi Nakamura (Imasen Electric Industrial
Co., Ltd.), and Takahiro Onishi (Imasen Electric Industrial Co., Ltd.)

1. はじめに

音質評価において人が聞いた時にどう感じるかを定量化した心理音響評価量と人の感性との関係を検討する必要がある。高田らは[1]レーザープリンタの稼働音を対象とした，SD 法による音質評価実験を行い，主観評価値と対応する物理的特徴を検討し，この特徴を反映した音響指標をもとめた。

自動車のシートの感性品質において稲垣ら[2]が官能評価と体圧や人体応答を用いて座り心地，乗り心地，長時間疲労を検討しているように，従来では乗り心地や座り心地といった感性の研究がされてきた。しかし，近年電動でシート位置が調整できるパワーシートが普及してきている。このパワーシートの感性品質として従来の乗り心地や座り心地といった要素に加えて電動モーターの稼働音が考えられる。武田[3]はパワーシートの稼働音質のばらつきに対してタグチメソッドを用いて音質安定化を図った。しかし，パワーシートの音の感性評価という点での研究はほとんどない。そこで，本研究では複数のパワーシートを感性評価してもらい，心理音響評価量との関連を分析し，人が好む稼働音を見つけることでより付加価値の高い音のデザインに貢献することを目的とする。

2. 心理音響評価量[4]

本研究では，心理音響評価量としてラウドネス，シャープネス，ラフネスという3つの評価量を分析に用いる。ラウドネスは人が感じる“音の大きさ”を表し，シャープネスは“甲高さ”を表し，低域と高域の音のバランスが高域側に偏ったときに感じる。ラフネスは“粗さ感”を表し，ラウドネスが短い周期で変動する時に感じるものである。



図1 評価対象の各動作



図2 感性評価実験の様子

3. 実験方法

現在市場に出回っているパワーシートから6つ抽出し，被験者に各パワーシートの4つの動作(図1)を操作してもらいそれぞれの音に対して評価してもらった(図2)。感性実験は大学生11名（男性8名，女性3名）に対して2019年7月1日・2日に，社会人26名（男性17名，女性9名）に対して同年7月8日から11日に行った。評価方法は7段階SD尺度法で用いた感性評価語は21個であった。

4. 結果・考察

得られたデータを用いて確認的因子分析を行った。図3は因子分析の結果を表している。因子数は固有値が1を超えた3個の因子を抽出した。第3因子までの累積寄与率は64.2%であった。これは三戸ら[5]の示した因子と類似した結果を得ることができた。

第1因子は音の心地よさや心安まるの負荷量が大きいことから快適性を表す因子であると考えられる。第2因子は音の明瞭さや音の響きなどの負荷量が大きいことから明確性を表す因子であると考えられる。第3因子は音の力強さや太さなどを表す因子の負荷量が大きいことから迫力性を表す因子であると考えられる。

実際に実験に用いたシートを用いて計測したラウドネス・シャープネス、ラフネスの物理量と因子分析の因子得点を用いて連鎖独立グラフを描いた結果を図4に示す。モデルの逸脱度は6.25、自由度は11、p値は0.856であった。

快適性因子から高級感と好感度に正のパスが通っていることから音の柔らかさや心地よさといった快適感を上げることで人は高級感を感じその音を好むことが分かる。ラウドネスから快適性因子へは負のパスが通っていることから音が小さいほど快適さが増すと考えられる。音の大きさを表すラウドネスが小さいほど高級感が増すという直接的な関係に加えて、ラウドネスが小さいほど快適感が増し、高級感や好感度が高まるという間接的な関係も導けることから静音性を高めるほど高級感を高めることができると考えられる。

回転後の因子荷重			
	因子1	因子2	因子3
㊶うっとりしいー心地良い	0.844456	0.150569	0.084269
㊶いらだつー心安まる	0.843227	0.086923	0.133512
㊶きゅくつなーゆったりした	0.701216	0.166872	0.183543
㊶硬いー柔らかい	0.696334	0.269471	-0.037669
㊶荒れたー繊細な	0.681467	0.420545	-0.043058
㊶粗いー深みのある	0.664623	0.263534	0.129961
㊶騒々しいー静かな	0.609709	0.164483	-0.016675
㊶甲高いー落ち着いた	0.565926	-0.063485	0.298158
㊶リズムの悪いーリズムの良い	0.546405	0.284731	0.106825
㊶歯切れの悪いー歯切れのよい	0.451749	0.272598	0.114134
㊶濁っているー澄んだ	0.311996	0.875795	-0.126581
㊶籠っているー明瞭な	0.213519	0.835065	-0.084887
㊶詰まったー響きのある	0.176226	0.578409	0.019278
㊶弱々しいー力強い	0.014827	-0.015723	0.850806
㊶物足りないー迫力のある	0.125007	0.084789	0.728611
㊶細いー太い	0.191777	-0.220963	0.690543

図3 因子分析

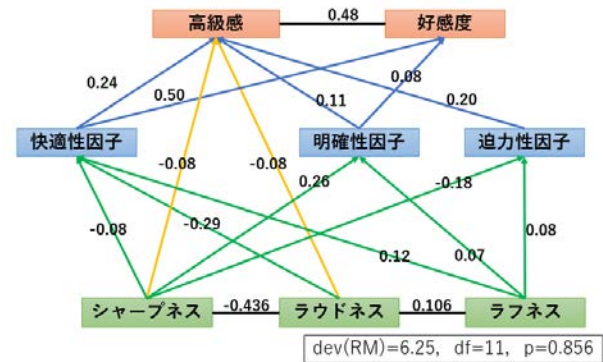


図4 連鎖独立グラフ

5. まとめ

本研究では、人が良いと感じる自動車用パワーシートの稼働音の設計の一助となることを目的として既存のパワーシートの感性評価実験を行い、得られたデータから多変量解析を行った。因子分析では先行研究と類似した結果を得ることができた。連鎖独立グラフでは心地良い・柔らかい音に対して高級感や好感を感じることがわかった。

謝辞

本研究はJSPS科研費JP17K01253の助成を受けたものです。また、今仙電機製作所の皆様には多大なご協力を承りました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

参考資料

- 1) 高田正幸, 田中一彦, 他, オフィス機器の音の感性的評価, 日本機械学会シンポジウム.2001
- 2) 稲垣大, 田口敏行, 他, シート感性品質評価法, 豊田中央研究所 R&D.2000.35(4)
- 3) 武田晃, 製品組立ばらつきを考慮したパワーシート稼働音の音質安定化手法の開発, 中央大学大学院研究年報.2009,35
- 4) 小野測器, 音質評価とは
(https://www.onosokki.co.jp/HP-WK/c_support/newreport/soundquality/soundquality.pdf) (閲覧日: 2019-09-18)
- 5) 三戸左内, 北村音彦, 他, 音色の研究Ⅲ, 日本音響学会研究発表会講演論文集.1961

年齢層によるパイロットランプの色認識の差異

○山下健（梶山女学園大学），内藤章江（お茶の水女子大学），石原久代（梶山女学園大学）
Differences in color recognition of pilot lamps by age bracket

Ken Yamashita (Sugiyama Jogakuen University), Akie Naito (Ochanomizu University),
and Hisayo Ishihara (Sugiyama Jogakuen University)

1. はじめに

日常生活で使用する電灯のスイッチやテレビには，電源のON/OFFなどを示すパイロットランプ（報知光）が設けられている．しかし，住宅設備のスイッチはONが赤，OFFが緑であるのに対し，テレビなどの家電製品では逆の色が使用されているなど，色の統一が図られていない．

報知光の色について，財団法人家電製品協会は，その表示の意味を一般的なイメージに一致させるとしているが，できるだけ光の色に頼らない表示とすることが望ましいとされ，色に関しては基本色の記載¹⁾にとどまっている．また，報知光のJIS規格化の検討はされているものの，JIS原案では色には意味を持たせず，「色だけの表示は行わない」²⁾と表現されている．

筆者らは色彩が効果的にユニバーサルデザインに寄与するため，生活行動における色の象徴性に関する研究を行っており，生活行動に関する多くの言語において，多くの人が同一色を連想することを明らかとした³⁾．また，生活行動の中から「開ける」行動に着目し，あざやかな赤が開ける行動を心理的に誘導・促進する効果がほかの色彩に比べて高いことを明らかにした⁴⁾．色彩の象徴性は生活行動をサポートする効果が高いと言え，パイロットランプの色にも応用可能ではないかと考えられる．そこで，現状のパイロットランプに関する色認識についてアンケート調査を行い，この調査結果を報告する．

2. 方 法

年齢層によるパイロットランプの色認識の差異を調べるため，中学生，大学生，高齢者を対象にパイロットランプのON（ついている時）とOFF（消えている時）に何色を思い浮かべるかについてアンケートを行った．部屋の電灯（壁についているスイッチ），テレビ，エアコン，バッテリーの充電器（電話，ゲーム機，カメラなど）のパイ

ロットランプのON/OFFについて，指定した色（赤，オレンジ，黄，緑，青，紫，白，黒）から選択する方式とした．被験者は中学生（12～14歳）263名（男性132名，女性131名），女子大学生（18～22歳）220名，高齢者（60～89歳）136名（男性44名，女性92名）であり，中学生，高齢者は2018年6～9月，大学生は2019年7月に調査を行った．

3. 結果

部屋の電灯とテレビのON/OFFのアンケート結果を図1に示した．電灯のスイッチONについては，中学生，大学生ともに緑（32.4%，29.0%）が最も多く選択されたが，高齢者では赤（35.5%）が最も多く選択された．OFFでは，すべての年齢層が無彩色を多く選択し，中学生，大学生ともに黒（35.9%，36.7%）が最も多く，高齢者では白（35%）が最も多かった．有彩色の中では，中学生が緑（21.8%），大学生が赤（18.3%），高齢者は赤と緑（11.7%）を選択した．ON/OFFどちらも同じ色であり，混同が示唆された．

テレビONについては，すべての年齢層で緑（52.9%，49.3%，52.3%）が最も多く，OFFについてもすべての年齢層が赤（71.7%，55.9%，53.6%）を選択し，色認識の一致が示された．

エアコンONについても，テレビONと同様に，すべての年齢層で緑（43.8%，46.8%，40.5%）が選択された．OFFについては，電灯OFFのように，中学生，大学生は黒（41.2%，34.6%）を選択し，高齢者は白（37.4%）を選択した．有彩色の中ではすべての年齢層で赤（24.2%，24.2%，16.5%）が選択された．

充電器ONについては，中学生，大学生ともに緑（25.1%，38.4%）を選択し，高齢者は赤（54.1%）を選択した．中学生の選択で，赤（23.6%），オレンジ（24.7%），緑（25.1%），青（16.2%）と色認識の多様化が顕著にみられた．OFFでは，無彩色の回答が多く，中学生，大学生ともに黒（54.8%，

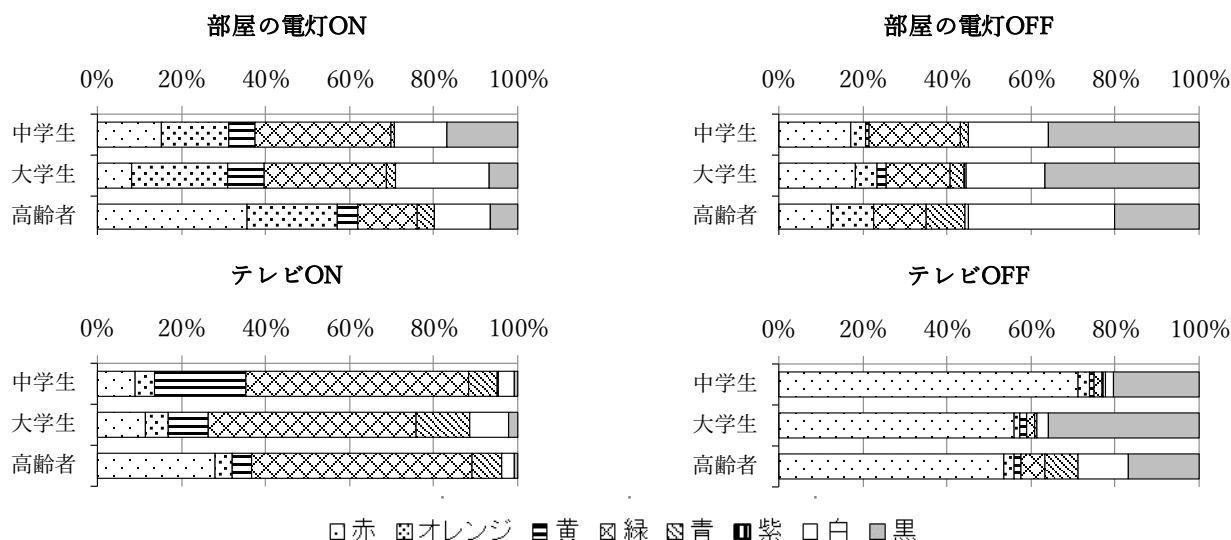


図1 部屋の電灯とテレビのON / OFFの結果

41.0%) を選択し、高齢者は白 (32.8%) を選択した。有彩色の中では、中学生、大学生ともに赤 (15.7%, 29.2%) の選択が多く、高齢者の選択は赤と緑が同率 (14.7%) であった。パイロットランプの色認識は、中学生と大学生に同じ傾向がみられ、若年層と高齢者には差異が認められた。

4. 考察

全ての年齢層で同じ傾向がみられたのは、テレビのON/OFF、エアコンのONであり、日常生活でよく目にしているからである。電灯のスイッチONについて、若年層で実状と異なる緑が最も多く選択されたのは、テレビやエアコンの色による影響が考えられる。家電製品ONで、青が一定数選択され、少数ではあるが、充電器で紫も選択されたのは多様な色が認識されていることを示し、充電器ONにおける中学生の回答に顕著に表れている。多様な色認識は、状態の勘違いにつながり、事故の危険性を含む。また、ONに関する設問で、中学生、大学生に比べ、高齢者は赤を選択する割合が高かった。生活行動における言語と色の象徴性の調査²⁾において「押す」という用語に対してあざやかな赤が最も多く連想されていることから、赤が持つ色の象徴性の影響が示唆された。

5. まとめ

電灯スイッチONに対する実状と色認識の反転、家電製品ONにおける色認識の多様化など、

問題点が明らかとなった。高齢者のONに対する選択で、赤が持つ色の象徴性の影響がみられたが、無彩色が多く選択されたOFFに対しても、有彩色の中では赤が多く選択されているため、ON/OFF両方で色の統一は難しい。しかし、色認識の多様化は事故につながる危険性を含むため、ONのみ色の統一を図り、OFFやその他の状態はON以外の色を使用するなど、パイロットランプの色の統一方法を考える必要がある。

参考文献

- 1) 財団法人 家電製品協会 技術関連委員会 ユニバーサルデザイン技術関連ワーキンググループ、家電製品における操作性向上のための報知光に関するガイド. 2009, p. 1-2.
- 2) 財団法人 日用品推進機構 独立行政法人 産業技術総合研究所、平成 23 年度 経済産業省委託 戦略的国際標準化推進事業(国際標準共同研究開発事業) アクセシブルデザイン (AD) の体系的技術に関する標準化に関する成果報告書. 2011, p. 48.
- 3) 石原久代, 小町谷寿子, 大澤香奈子, 内藤章江, 橋本令子, ユニバーサルデザインのための色の象徴性の検討(1), 日本家政学会誌. 2016, 3, 67, p. 168-175.
- 4) 山下健, 内藤章江, 大澤香奈子, 小町谷寿子, 石原久代, 橋本令子, 「開ける」行動を誘導する色彩と表示方法の検討, 日本家政学会誌. 2019, 3, 70, p. 140-149.

着用回数によるパワーアシストスーツの補助効果の変化

ー筋活動水準に基づく評価ー

○徐杰瑞（東京大学大学院・院生），門倉悠真（東京大学大学院・院生），
福崎千穂（東京大学），石井直方（東京大学）

Changes in assist effect of power assist suit depending on the adaptation

-Evaluation based on muscle activity-

Jierui Xu (The University of Tokyo), Yuma Kadokura (The University of Tokyo),
Chiho Fukusaki (The University of Tokyo) and Naokata Ishii (The University of Tokyo)

1. はじめに

パワーアシストスーツは人の動作を支援する装置であり，様々な分野で利用が検討されている．スーツの補助効果については，主観的疲労度，エネルギー代謝，作業量，姿勢や動作，筋活動水準といった指標の変化から評価することが多い．我々の先行研究では，動作の主動筋の短縮性収縮時および伸張性収縮時に別々にアシストを加える実験を行い，伸張性収縮時のアシストに特に高い補助効果を示すことを筋活動水準指標から明らかにしたり．

パワーアシストスーツは，複雑な機械装置であり，使いこなすスキルが必要であり，装置の使用にあたっては，練習期間が設けられている．しかしながら，使用者のパワーアシストスーツに対する慣れが補助効果に及ぼす影響について検討した研究は少ない．どの程度で慣れが生じるのか，慣れの過程でどのような変化が生じるのか，また同一パワーアシストスーツにおいて異なるアシスト条件に対して変化量も異なるのかを明らかにすることが，導入プロトコルの策定などにおいて役立つと期待される．そこで，本研究では，下肢（膝関節）用パワーアシストスーツの着用がどの程度主動筋の筋活動を低減するかを調べるとともに，着用回数を増やすことで，筋活動にさらに変化が生じるのかを調べることを目的とした．

2. 実験方法

2.1 対象

健康かつパワーアシストスーツ着用経験がない成人男性6名(24.2 ± 0.7 歳, 175.4 ± 3.8 cm, 71.5 ± 8.5 kg)が被験者として本研究に参加した．実験を行う前に，被験者には研究の目的，方法，実験に関する注意事項について十分に説明し，研究参加の同意を得た．本研究は東京大学研究倫理専門委員会の承認を得て実施した．

2.2 実験プロトコル

被験者は適度なウォーミングアップを行い，多用途筋機能運動評価測定装置(川崎重工株式会社)を利用して最大随意筋力の測定を行った．そして，パワーアシストスーツあり，なし計4つの条件（後述）で自重スクワット動作を行った．異なる条件の間に10分間の休憩を入れた．実験は2日おきに計5回行った．

2.3 実験機器

本研究の動作測定には，パワーアシストスーツ（図1），筋電センサ(Biometrics)，ゴニオメーター(Biometrics)を用いて計測を行った．サンプリング周波数は1000[Hz]であった．アシスト出力の大きさに関しては，しゃがみ動作では膝関節角度により出力の大きさが0Nmから120Nmまで強くなり，立ち上がり動作では150Nm（最大出力）に設定した．筋電センサの装着部位は右足の外側広筋，大腿二頭筋，大殿筋の3箇所とした．また，動作中センサとゴニオメーターは，ずれ防止のため，テープによって測定箇所に固定した．



図1 下肢用パワーアシストスーツ

2.4 測定動作・条件

測定動作は，膝関節角度が90度になるまで1秒間かけてしゃがみ，まっすぐに立ち上がるスクワット動作とした．

測定条件は，下記の(1)～(4)とした．

- (1) パワーアシストスーツを着用しない
- (2) パワーアシストスーツを着用し，立ち上がりとしがみの両方にアシストを加える

(3) パワーアシストスーツを着用し,しゃがみのみにアシストを加える

(4) パワーアシストスーツを着用し,立ち上がりのみにアシストを加える

上記4条件をそれぞれランダムな順で行った。

2.5 解析方法

筋電データは,Labchart Reader (ADInstruments) に読み込ませ,膝関節角度により,しゃがみフェーズ,立ち上がりフェーズおよびスクワット動作全体の筋活動を切り出し,二乗平均平方根(RMS)を求め,最大随意筋力測定時のRMSを用いて筋収縮レベル(%MVC)を計算して筋活動水準とした。

パワーアシストスーツを着用しない状態(上記条件(1))でのRMSを100%として,装着時の状態のRMSを正規化した。条件(1)に対しての各条件での%MVCおよび1回目と5回目の相対的RMSに関して対応のあるt検定を行った。有意水準は0.05とした。

3. 結果・考察

パワーアシストスーツを着用しない状態(縦軸100%)に対してパワーアシストスーツ着用時でのスクワット動作の平均的筋活動変化量を図2,3,4に示した。

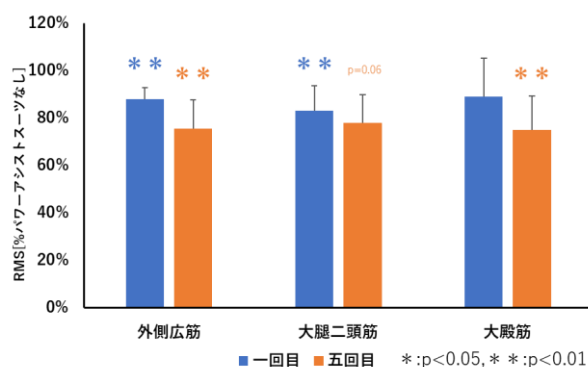


図2 筋活動に対する補助効果(スクワット動作)

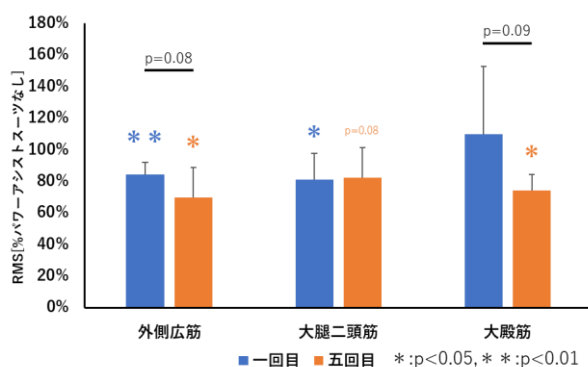


図3 筋活動に対する補助効果(しゃがみ動作)

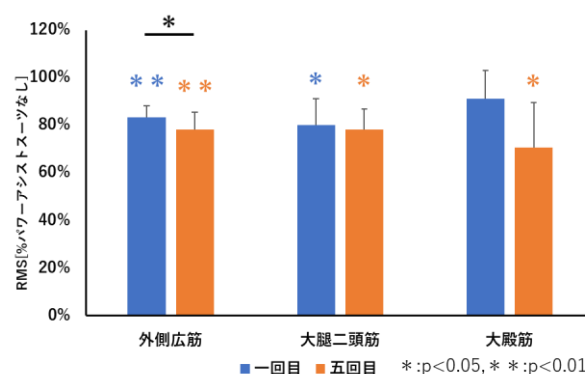


図4 筋活動に対する補助効果(立ち上がり動作)

図2は条件(1)に対して条件(2)での変化量,図3は条件(1)に対して条件(3)での変化量,図4は条件(1)に対して条件(4)での変化量を表している。

図2からわかるように,スクワット動作全体において,パワーアシストスーツを着用することで,未経験者でも着用1回目から外側広筋と大腿二頭筋の筋活動量がそれぞれ12%と17%と有意に減少し,補助効果が確認できた。一方,大殿筋に関して1回目では有意差が確認できなかったが,着用回数を増やすことで,有意な補助効果が確認できた。また,5回目では3つの筋肉において筋活動量平均値の変化量がそれぞれ24%,22%,25%まで更に減少したが一回目との有意差は確認できなかった。次に,スクワット動作をしゃがみ動作と立ち上がり動作に分けて分析した結果を図3,4に示す。しゃがみ動作において,1回目ではアシストが大殿筋の活動を増大させる傾向が見られた。その理由は,被験者がアシストに不慣れであったためと考えられる。また,立ち上がり動作としゃがみ動作のいずれにおいても,複数回着用することで,主動筋である外側広筋に対する補助効果が有意に向上することが示された。

4. 結論

パワーアシストスーツ未経験者に着用させスクワット動作を行わせた結果,初回から補助効果が現れ,着用回数を増やすことで補助効果が更に向上することを確認した。

参考文献

- 1) Yuma Kadokura, Jierui Xu, Chiho Fukusaki, Naokata Ishii. Effects of power assistance during eccentric contractions with a power assisting suit. 13th International Society of Physical and Rehabilitation Medicine World Congress, Kobe, Hyogo, Japan, 2019.

背面支持位置変更時の長時間運転における疲労評価と 筋活動量の計測結果に対する検討

○山本 幸史郎, 浅野 克啓 (三重大学大学院・院生)

早川 聡一郎, 池浦 良淳, 堤 成可 (三重大学)

山川 拓巳, 吉田 優海, 筒井 孝夫, 戸畑 秀夫 ((株)タチエス)

Fatigue Evaluation and Muscle Activity Evaluation during Long-Time Driving for Changing the Back Support Position

Koshiro Yamamoto, Katsuhiro Asano (Mie University)

Soichiro Hayakawa, Ryojun Ikeura, Shigeyoshi Tsutsumi (Mie University)

Takumi Yamakawa, Masami Yoshida, Takao Tsutsui, Hideo Tobata (Tachi-S Co.,Ltd)

1. 緒言

ドライバの運転疲労の要因の一つとして、長時間着座した状態を維持することにより生じる腰部臀部付近の筋肉の硬化や血行不良、姿勢保持力の低下が挙げられる。著者らはこれまでに、シートに内蔵されたランバーサポート機構に着目し、これを定期的に動作させることで、疲労増加低減が実現できることを示した^[1]。

本稿では、これまで未確認であった着座時のドライバの背面筋負荷がどのように変化するかを調査するため、複数の支持位置でのドライバ背面筋肉にかかる負荷と、長時間運転時の疲労評価の比較検討を行ったので報告する。

2. 運転実験概要

2. 1 実験装置

本研究では上下方向の位置可変でドライバ背面を支持するエアセルを装着した運転シートにより、ドライバの疲労増加低減を試みる。エアセルによる支持位置は、計画ヒップポイント（以下SRP）からの高さとしてB〇〇と表記し、SRPから150mm上方の位置を支持するB150と、180mm上方を支持するB180を支持位置と表記とする。このシートを使用した一面モニタ式のドライビングシミュレータにより実験を行う。

2. 2 長時間運転実験手法

被験者は20代男性1名で、1回の実験は90分とした。実験パターンは、(1) 装置を使用しない、(2) 実験中15分おきにB150の支持位置でエアセルを動作させる、(3) 実験中15分おきにB180の支持位置でエアセルを動作させる、という3パターンで、各パターン4回ずつ実験を行った。客観的疲労評価として指尖容積脈波を用いることから^[2]、ステ

アリング操作を右手で行い、左手人差し指で脈波の計測を行った。主観的疲労評価は腰、尻、背中の中3ヶ所において、5分おきに各部位の疲労度を被験者が評価するアンケート調査を行った。

2. 3 運転実験疲労評価結果

実験パターン毎の4回の実験で得られた脈波筋疲労曲線の90分の最終値の平均値を図1に示す。縦軸は疲労値、横軸は各実験パターンを示す。赤がパターン1の、青がパターン2の、緑がパターン3の脈波筋疲労曲線の最終値の平均値と分散をそれぞれ示している。各パターン間で有意差検定を行った。結果から、パターン1とパターン2に対してパターン3でそれぞれ1%水準の有意差があることを確認した。以上より、B150の支持位置では疲労低減の傾向が確認できる。また、B180の支持位置では通常の着座状態と比較しても疲労低減効果はない。次に、各実験パターンについて得られた最終主観疲労値の平均値を図2に示す。横軸は各部位を表し、棒グラフの赤がパターン1、青がパターン2、緑がパターン3を示す。各条件間の有意差検定を行った。結果から、腰部ではパターン1とパターン2の間で5%水準の有意差を確認した。また、パターン2とパターン3の間で1%水準の有意差を確認した。

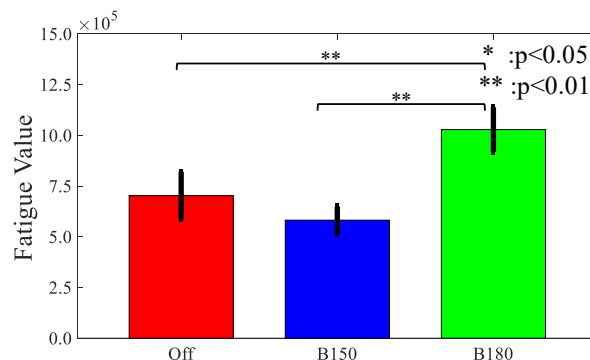


Fig.1 Fatigue evaluation results (90 minutes)

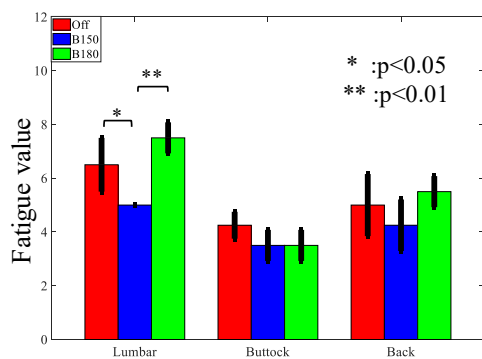


Fig.2 Subjective evaluation results

3. 筋活動量評価実験

3. 1 筋電計測位置と計測手法

筋活動量の計測を行うにあたって、脊柱起立筋群に着目し、その中でも胸椎や腰椎を反らす働きを持つ胸最長筋、胸腸肋筋、腰腸肋筋、多裂筋を筋活動量評価実験の対象部位とした。そして SENIAMプロジェクト^[3]を参照し、今回の筋電計測位置は図3に示すようにA~E部の5箇所とした。また、文献[4]で示されている手法に基づき筋電計測を行う。エアセルによる背面支持位置は2節と同じく B150 と B180 である。各支持位置で2回の計測を行った。また、筋活動の評価には積分筋電値(以下 iEMG と略す)を用いた。

3. 2 筋活動量評価結果・考察

実験パターン毎の実験で得られた値を平均した、各支持位置におけるエアセルを使用しない状態を1としたiEMGの変化割合を図4に示す。縦軸はiEMGの変化割合を、横軸は筋活動量計測位置を表している。図中の赤が支持なし、青がB150で支持、緑がB180で支持の結果である。この結果より、支持なしに比べてB150で支持すると、全体的に筋活動量が減少することが確認できた。

運転実験疲労評価結果と筋活動量評価結果からB150の支持位置で減少がみられ、また、両支持位置での両評価の関係性が確認できた。また、筋活動量評価結果からC部の胸最長筋部で筋活動量が最も減少していることが確認できた。

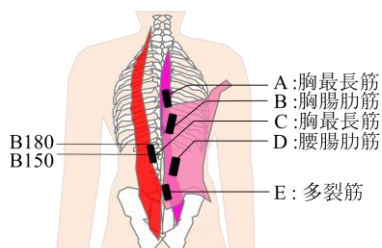


Fig. 3 iEMG amplifier position

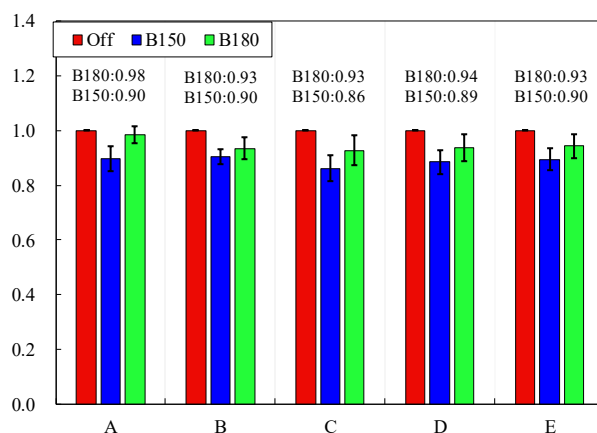


Fig.4 Experimental results of muscle activity ratio

4. 結言

本稿では、ドライバの背面筋負荷の变化解明を目的として、ドライバ背面筋にかかる負荷と、長時間運転疲労評価の比較検討を行った。その結果、運転実験結果と筋活動量評価結果からB150の位置を支持することで両者とも減少がみられ、さらに、胸最長筋部で筋活動量が最も減少することが確認できた。

今後は、今回計測対象とした以外の姿勢変化に関係のある筋肉を調査し、筋活動量の評価を行う予定である。

参考文献

- 1) 伊藤宏太, 他, ランバーサポートを用いた運転姿勢変化に着目した運転時の疲労増加の低減手法, 電気学会論文誌 C, 2015, 135(5), pp.513-519.
- 2) 藤田悦則, 他, 指尖容積脈波情報を用いた長時間着座疲労の簡易評価法の開発, 人間工学会, 2004, 40(5), pp.254-263.
- 3) SENIAM project, "Recommendations for sensor Locations on individual muscles", Retrieved September 7, 2015, available from <http://www.seniam.org/>.
- 4) 増田正, 人間工学のための計測手法 第4部: 生体電気現象その他の計測と解析(1) —表面筋電図の測定方法と人間工学への応用—, 人間工学会, 2015, 51(6), pp.400-405.

試験器等の階段運搬作業における作業負担評価とその改善に関する検討

○立松大輝（三重大学大学院），近藤伸哉（三重大学大学院），池浦良淳（三重大学大学院），
杉本敏文（中部電力株式会社），早川聡一郎（三重大学大学院），堤成可（三重大学大学院）

Evaluation and Improvement of Work Posture in Work of Transporting Test Machines on Stairs

Daiki Tatematsu, Shinya Kondo, Ryojun Ikeura (Mie University),

Toshifumi Sugimoto (Chubu Electric Power Co.,Inc.), Soichiro Hayakawa (Mie University)

, and Sigeyoshi Tsutsumi (Mie University)

1. はじめに

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、作業者の身体に悪影響を及ぼすことが懸念されている。

本稿では変電所で作業を行っている作業者に聞き取り調査を行い、そのなかでも作業者の負担の大きい、試験器等の階段昇降運搬作業を評価対象とする。運搬作業時の作業者の運搬姿勢負担を人間モデルにより解析して評価する。また、現試験器での負担の小さい姿勢や試験器運搬の改善案を提案し、負担評価を行うことで各提案の有効性を示す。

2. 作業内容と作業姿勢負担評価

試験器の階段運搬作業は作業員2名で重量40kgほどの試験器を階段で運搬する作業である。試験器の形状から、階段上で2名の作業員が上側と下側に分かれて運搬を行う。試験器は重く、作業員の腰と肩に負担がかかるため、各作業員の各部位の負担を評価する必要がある。また、試験器の重心と作業員の距離が離れることで、より負担がかかることが予想される。腰部へ作用するモーメントから算出した椎間板圧迫力を腰部負担とする⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。また、肩周りのモーメントを肩の負担評価とする。

実際に作業をしている様子を参考にし、作業員モデルは共に身長170cm、体重65kgとし、階段上で静止して試験器を保持する姿勢で負担を評価する。また、試験器の傾き角度は階段と水平面とのなす角度と同一とする。

これらより求まる現作業姿勢の腰部負担は、上段側作業員の椎間板圧迫力が542N、肩周りのモー

メントは31N・m、下段側作業員の椎間板圧迫力は1,335N、肩周りのモーメントは28N・mとなった。

3. 作業姿勢の改善

3. 1. 現試験器での最適な姿勢

作業員の姿勢を変化させていくことで、作業員両名の負担が小さくなる姿勢を導出する。腰部負担を小さくするためには椎間板圧迫力を小さくする必要がある。しかし、値を小さくすると無理な姿勢をとることも考えられるため、肩周りのモーメントも考慮する。作業員2名の椎間板圧迫力の和と肩周りのモーメントの和の2つの値を用いて負担の小さい姿勢を算出する。検証するモデルをFig.1に示す。作業員は階段上側方向を向いており、試験器を作業員の間に位置させ、それぞれ両手で試験器の取手を保持している。また、階段上で静止しているものとする。作業員の姿勢を算出するため、Fig.1に対応する8つのパラメータと、その変化範囲とパラメータを変化させる刻み幅

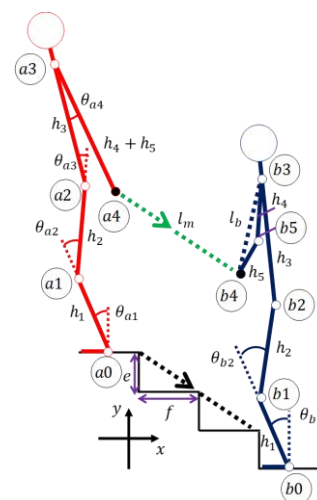


Fig.1 検証モデル

を設定した。それらをTable.1に示す。

椎間板圧迫力と肩に作用するモーメントの2つの値を考慮するために、次の式を設定する。

$$J = aN_{SUM} + b \frac{N_{SUM}}{S_{SUM}}$$

ここで、 N_{SUM} を作業員両名の椎間板圧迫力の和、 S_{SUM} を作業員両名の肩に作用するモーメントの和とする。値の大きさによる影響を考慮し、平均値が等しくなるよう S_{SUM} を補正した。また各項の重みを a 、 b とし、両パラメータを $a+b=1$ となるように変化させ、 J が最小となるパラメータを求めた。これより求めた最適な姿勢モデルをFig.2に示す。

この姿勢の負担を評価した結果、椎間板圧迫力は上側作業員が532N、下側作業員が801N、和が1,333Nとなり、現作業姿勢と比較して29%負担が低減できることを確認した。肩に作用するモーメントは上段作業員が11N・m、下段作業員が4N・m、和が15N・mとなり、現作業と比較して74%負担が低減できることを確認した。

3. 2. 運搬方法改善による負担低減案

次に、両作業員の負担が少ない状態で保持できる試験器の取手形状について検討する。負担が少ない姿勢として、椎間板圧迫力が小さくなる姿勢を考える。椎間板圧迫力の算出式から、腰に加わるモーメントが0となるような姿勢を検証すると、胴体と腕を地面と垂直方向に伸ばした姿勢となる。その姿勢モデルをFig.3に示す。

この運搬方法での作業員の椎間板圧迫力を算出すると、上側、下側作業員共に517Nであり、合計は1,034Nとなり、現作業姿勢と比較して44.9%負担が低減できることを確認した。

Table.1 検証パラメータ

Parameters	Range	Increment
θ_{a1} [deg]	0~20	10
θ_{a2} [deg]	0~40	10
θ_{a3} [deg]	0~40	10
θ_{a4} [deg]	0~10	10
θ_{b1} [deg]	0~20	10
θ_{b2} [deg]	0~40	10
l_b [mm]	250.1~634.1	48
θ_a [deg]	0~50	5

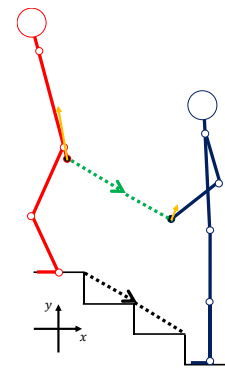


Fig.2 階段運搬作業の適切な姿勢モデル

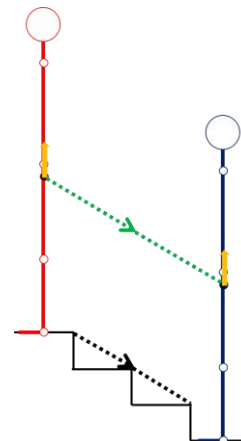


Fig.3 運搬方法改善による最適姿勢モデル

4. おわりに

本稿では、試験器の階段運搬作業について検討した。姿勢の改善と運搬方法の改善を提案し、それぞれの提案を解析した結果、現作業と比較して作業員の負担低減が実現できることを確認した。

現状の検討では動的な評価を行っていないため、動的な条件を加えて負担評価を行うことと、改善案について実際に実験計測を行い、より詳細な負担評価を今後行っていく。

参考文献

- 1) 松丸隆文, 福山聡, 他, 重量物挙上動作における Valsalva 効果による腹圧増加分を考慮した解析モデルの提案, 日本機械学会論文集 (C 編), 2006, 72 巻 724 号, pp.169-176
- 2) J.M.Morris, et al, Role of the trunk in stability of the spine, J. Bone & Joint Surgery, 1961, 43A, pp. 351-372
- 3) C.K.Anderson, et al, A biomechanical model of the lumbosacral joint during lifting activities, J.Biomechanics, 1985, 18(8), pp.571-584

夏期における太陽光利用型植物工場での作業負担に関する実態調査

－作業者の心拍数及び酸素摂取量－

Survey on Workload in Large-Scale Greenhouse in Summer

- Heart Rate and Oxygen Uptake of Agricultural Worker -

○磯山陽介, 北村八祥 (三重県農業研究所), 松岡敏生 (三重県工業研究所), 小林梓, 岸田紗季, 平生祐一郎, 大西範和, (三重県立看護大学),

Yosuke Isoyama, Hatsuyoshi Kitamura(Mie Prefecture Agricultural Research Institute)

Toshio Matsuoka(Mie Prefectural Industrial Research Institute),

Azusa Kobayashi, Saki Kishida, Yuichiro Hirao, Norikazu Ohnishi (Mie Prefectural College of Nursing),

1. はじめに

施設園芸における多収を達成する技術として、温湿度・CO₂・光の環境制御技術の高度化が挙げられ、生育・成熟コントロールと物質生産を増やすために行われる。我が国においても、高度な環境制御が可能な施設の新設や、設備を有する温室による大規模経営が増えつつあり、太陽光利用型植物工場として40t・10a⁻¹以上の収量を達成する経営体もある。このような経営体の中には、非正規・パート雇用を含め100名を超える規模の経営が行われ¹⁾、経営規模の拡大と共に組織的な労働安全衛生の考え方が農業にも求められている。

農業ハウス内は高温多湿化する傾向があり、熱中症のリスクを伴うハウス栽培作業では、作業者の安全な労働のために各種作業を作業負担から定量的に評価した作業マニュアルの作成が望まれる。また、大規模経営では雇用者の労働力分配により周年で温室内栽培作業があるため、各種作業の作業強度を定量的に把握した上で、労働力を適正に分配し作業計画を行うことも必要である。

そこで我々は、大規模経営が進む太陽光利用型植物工場において、夏期暑熱環境下でのトマト栽培の定常的な作業である誘引を対象に、心拍数、代謝量、深部体温等を指標として作業実態を調査し、本報告は、心拍数、代謝量について行う。

2. 方 法

2.1 調査時期・場所及び条件

2019年8月20日午前、植物工場三重実証拠点 トマトハウス (以下、植物工場) 及び作業・管理棟にて調査を行った²⁾。植物工場の環境制御は、Akisai(富士通)を用い、作業中の温湿度管理を夏季の高温多湿条件として、気温を35℃、相対湿度を78%に設定した。

2.2 対象者・作業内容

対象者は、植物工場に所属するトマト栽培等の農作業従事者である健康な成人男性3名 (ID01:52歳, ID02:29歳, ID03:35歳) とした。実験時の着衣は、普段から使用している農作業衣を着用し、ID01は半袖、他の2名は長袖シャツに加え3名とも長ズボンを着用した。また、全員が使い捨てのニトリル製手袋を着用した。対象作業は、トマト低段密植栽培区画10a(栽植密度5.5株/m²)における誘引作業とした。

2.3 測定項目

(1) 環境測定

対象作業区周辺にアスマン式乾湿計および黒球温度計を設置して、5分間隔で測定し、WBGTを算出した。

(2) 心電図の測定

心電図は、無線型心電図計測装置 (SS-ECGHRAG, スポーツセンシング) を用いた。得られた心電図からRR間隔、瞬時心拍数を算出し、各作業終了前の5分間の心電図から求めた。作業負担は、心拍数、心拍数増加率と運動強度の設定によく使用されるカルボネン法による最大心拍予備能の%強度 (Percentage of Heart Rate Reserve, 以下%HRR) ³⁾から検討した。

(3) 代謝量の測定

代謝量は、呼気代謝測定装置 (VO2000, Medical Graphics Corporation) を用い、作業前及び植物工場内での各作業中の25分から5分間を連続的に測定した。

2.4 測定手順

被験者は、実験開始30分前から休憩室(室温約30℃)に入室し、胸部に心電計を装着し、椅座位安静を保った。そして、植物工場へ移動して、誘引作業を30分間行った(作業1)。誘引作業の開始から25分後に呼気ガス測定用のマスクを装着して5分間呼気ガスを測定した。作業終了後、休憩室にて椅座位で15分間の休憩を取らせ、再び植物

工場へ移動して誘引作業を行い、同様に呼気ガスの測定を行なった(作業2)。測定の後、休憩室に移動し、椅座位で15分間、水温20～22℃設定した水槽に手袋を着用したまま手首まで浸漬した。

3. 結果

3.1 心電図からみた作業負担

作業時のWBGTは、平均で $34.3 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ であり、温度基準の危険を示す 31°C より高い値となっており、夏期の太陽光利用型植物工場は熱中症のリスクが非常に高い状態であることが分かった(データ略)。心拍数は作業開始とともに上昇を続け、休憩により一時的に低下した(データ略)。いずれの作業者においても安静時に比べ、作業時のRR間隔は有意に低値を示した ($p<0.01$) (データ略)。作業中の心拍数から、心拍数増加率で50%程度の増加、%HRRも50%程度であった(表1)。

3.2 代謝量からみた作業負担

各作業の25分後からの5分間の呼気を測定し作業による代謝から、運動強度 (METs) を算出した結果いずれの被験者も2METs程度であった(データ略)。

4. 考察

3.1 心電図からみた作業負担

心拍の動向から、作業継続時間と心拍数、休憩継続時間と心拍数は概ね相関があり、心拍数の推移から危険でない作業時間、休憩時間が推定でき、心拍数から作業指針の設計が可能であると思われる。

表2は既往の研究³⁾⁵⁾における心拍増加率および%HRRからみた作業強度分類を示す。表1の心拍数増加率で、A-1分類では強労働から重労働に分類され、A-2分類ではいずれの被験者も中労働と分類される。B分類は1時間作業を続けた場合の分類で作業時間が異なるが、いずれも作業平均では強労働に分類される。半促成栽培トマトの摘葉・摘芽・誘引作業の心拍増加率39.7%⁶⁾に比べ、高い値となっており、植物工場夏期暑熱環境下での作業負担は大きい結果となった。

表1. 各作業における心拍数、心拍数増加率、%HRR

	心拍数(BPM)			心拍数増加率(%)			%HRR		
	ID01	ID02	ID03	ID01	ID02	ID03	ID01	ID02	ID03
安静時	77.4	83.4	99.6						
作業1	121.7	133.8	136.5	57.3	60.4	37.1	48.9	47.2	43.3
作業2	110.4	129.2	153.0	42.7	54.9	53.6	36.5	43.0	62.5
平均	116.0	131.5	144.7	50.0	57.6	45.4	42.7	45.1	52.9

心拍増加率(%)= (作業時心拍数-安静時心拍数) / 安静時心拍数 $\times$ 100,

%HRR= (作業時心拍数-安静時心拍数) / {(220-年齢) - 安静時心拍数} $\times$ 100

3.2 代謝量からみた作業負担

2METsは、庭の草抜きで3.5METsであることから、今回の測定値は低い値であった。心拍数からの作業強度と一致しない結果であるが、体温上昇やそれに伴う皮膚血流量や脱水量の増加、姿勢等が関係する可能性が考えられ、他作業等での追加調査を含め今後の検討課題としたい。

5. まとめ

夏期暑熱環境下での太陽光利用型植物工場でのトマト栽培に関する作業負担について調査、検討を行なった結果、以下の結論を得た。

- (1) 夏期暑熱環境での植物工場内のWBGTは、温度基準の危険を示す 31°C より高い値となっており、熱中症のリスクが非常に高い状態であった。
- (2) 作業中の心拍数から、植物工場内作業は作業負担が大きいことがわかった。

参考文献

- 1) 一般社団法人日本施設園芸協会、大規模施設園芸・植物工場実態調査・事例調査、平成30年度次世代施設園芸地域展開促進事業 事業報告書(別冊1)
- 2) 増田実、他、植物工場技術の研究・開発および実証・展示・教育拠点(10)三重実証拠点、植物環境工学.2013,25(2),p. 70-76
- 3) 山本哲史：“運動処方”の最近の考え方”，慶応義塾大学スポーツ医学研究センター紀要, 1999, p.33-39
- 4) E. A. MÜLLER, Occupational work capacity, Ergonomics, 1962, Vol.5, Issue 3, 445-452
- 5) 小林恭、作業快適化のための農作業負担計測と評価、平成16年度革新的農業技術習得研修委託事業高度先進技術資料, 2004, 1-5
- 6) 鬼頭すみ江、他、トマト栽培農家における作業時間構成と作業強度について、人間工学, 1993, 第29巻, 特別号, p.314-315

表2. 既往研究における心拍数増加率、%HRRからみた作業強度分類

作業強度	心拍数増加率(%)		%HRR
	A-1	A-2	
軽労働		<33	20以下
中労働	<25	34～67	20～39
強労働	25～49	68～100	40～59
重労働	50～99	101～133	60～84
激労働	>100	>134	>85

A-1: E.A.MÜLLER (1962)⁴⁾, A-2: 小林(2004)⁵⁾, B: 山本(1999)³⁾

夏期における太陽光利用型植物工場での作業負担に関する実態調査

－作業者の体温及び衣服内気候－

○平生祐一郎（三重県立看護大学），松岡敏生（三重県工業研究所），磯山陽介，北村八祥（三重県農業研究所），小林梓，岸田紗季，大西範和（三重県立看護大学）

Survey on Workload in Large-Scale Greenhouse in Summer

- Body Temperature and Microclimate within Clothing of Agricultural Worker -

Yuichiro Hirao (Mie Prefectural College of Nursing),

Toshio Matsuoka (Mie Prefectural Industrial Research Institute),

Yosuke Isoyama, Hatsuyoshi Kitamura (Mie Prefecture Agricultural Research Institute)

Azusa Kobayashi, Saki Kisida, Norikazu Ohnishi (Mie Prefectural College of Nursing)

1. はじめに

我が国のトマト収量は、冬春作 $10.3\text{t} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ，夏秋作 $4.0\text{t} \cdot 10\text{a}^{-1}$ であり、1980年代から大きく増加してこなかったが、近年、太陽光利用型植物工場によるトマトの高収量化の取り組みが始まり、温湿度、 CO_2 濃度、光量等を調整することで、 $50\text{t} \cdot 10\text{a}^{-1}$ 以上のトマト収量を達成する経営体も出てきている。

一方、当該工場で働く作業者は、1年中温室内作業を行うこととなり、特に夏期においては温室内が高湿多湿となることから、身体への負担が大きいと考えられるが、実態の把握は十分とはいえない。農業の生産性を高めながらも、作業者の健康維持を図ることは極めて重要であることから、本調査では、太陽光利用型植物工場内で作業を行った際の、鼓膜温、衣服内気候を調べ、作業者の身体的負担について評価することを目的とした。

2. 方 法

1) 調査時期・場所及び環境条件

2019年8月20日午前、三重県農業研究所の植物工場三重実証拠点トマトハウス（以下、植物工場）及び作業・管理棟にて調査を行った。植物工場内の環境条件は、Akisai（富士通）を用いて気温 35°C ，相対湿度78％に設定した。

2) 対象者及び作業内容

対象者は、植物工場に従事する健康な成人男性3名（ID01:52歳，ID02:29歳，ID03:35歳）とした。調査を行うにあたって、対象者に調査方法等の内容やリスクについて十分に説明し、参加への同意を得た。調査時は、普段から使用している農作業衣を着用し、ID01は半袖シャツ，他2名は長袖シャツとし、3名とも長ズボンを着用した。また、全員が手首までのニトリル素材の使い捨て手袋を着用した。

作業内容は、トマト低段密植栽培区画10a（栽植密度 $5.5\text{株}/\text{m}^2$ ）における誘引作業とした。誘引作業とは、トマト栽培において生長の向きや株のバランスを整える作業であり、芽かきとともに頻繁に行う。

3) 測定手順

対象者は、調査開始30分前から休憩室（室温約 30°C ）に入室し、椅座位で安静を保った（安静時）。鼓膜温を測定後、植物工場内へ移動し誘引作業を30分間行った（作業①）。作業終了後、休憩室に移動し鼓膜温を測定後、椅座位で15分間の休憩を取った（休憩①）。休憩後、鼓膜温を測定し、再び植物工場内へ移動し作業①と同様の作業を行った（作業②）。作業終了後、再び休憩室に移動し鼓膜温を測定し、椅座位で15分間の休憩を取った（休憩②）。休憩②では、水温 $20\sim 22^\circ\text{C}$ に設定した水槽に、手袋を装着したまま手首まで浸漬した。休憩②終了後、鼓膜温を測定した。

4) 測定項目

a) 植物工場内の環境条件

作業区画周辺にアスマン通風乾湿計及び黒球温度計を設置し、湿球温度及び乾球温度を5分間隔で測定してWBGTを算出した。

b) 鼓膜温

鼓膜温は、耳鏡で鼓膜の位置を確認した上で、赤外線鼓膜温度計（FirstTemp Genius）を用いて測定した。作業後の値から作業前の値を除いて体温上昇度とした。

c) 衣服内温湿度

対象者は、胸部皮膚に温湿度計（UNI-01-B002、ユニ電子）を貼付し、その上から作業衣を着用した。温湿度は、作業前（安静時）から調査終了まで30秒間隔で連続的に測定した。衣服内温湿度は、衣服の快適性の評価に用いられるが、本研究では発汗の有無の推定に用いた。

3. 結 果

鼓膜温は、全対象者において、作業により上昇し、休憩により下降した(図1)。体温上昇量は、いずれも0.5℃以上であった。作業前に比べ作業時に、衣服内の温度は2℃程度(図2)、相対湿度は30%程度(図3)上昇し、休憩により低下した。また、衣服内の温湿度から想定する快適域¹⁾に本調査の結果を当てはめると、全対象者で安静時はやや不快、作業時は全く不快、休憩時は不快となった(図4)。休憩時の冷水による手浴で、体温の下降が拡大する傾向にあったが、個人差が大きかった。

4. 考 察

作業時に鼓膜温が急激に上昇したことから、植物工場内での誘引作業は、長時間にわたると熱中症を引き起こす可能性もあり、作業者の身体的負担は大きいと考えられた。一方、休憩時には、鼓膜温が安静時に近い値まで低下し、休憩を取ることが作業者の身体的負担を軽減すると示唆された。休憩時に行った手の冷水浴の身体冷却効果には個人差があり、今後さらに検討が必要である。

鼓膜温の上昇は、作業による熱産生量の増加と衣服内の温度の上昇に起因する。さらに、植物工場内及び衣服内の湿度が高いため、発汗による蒸発性熱放散が抑制されることが、体温上昇を促進したと考えられる。無効発汗が増加することで脱水も進むと考えられ、水分や塩分の補給、身体の冷却など、適切な対処が必要であると示唆された。

5. まとめ

本研究では、夏期における太陽光利用型植物工場内で働く作業者の作業負担について評価した。作業者が誘引作業をすると、鼓膜温が急上昇することから、身体的負担が非常に大きく、熱中症のリスクが示唆された。一方、休憩を取り入れると、鼓膜温が安静時に近い値まで低下することから、身体的負担が軽減されることが示唆された。また、身体的負担の積極的な軽減策として、休憩時に手の冷水浴を取り入れたが、その効果には個人差があり、今後の課題である。

参考文献

- 1) 原田隆司, 土田和義: “衣服内の快適性と衣服内気候”, 繊維学会誌, Vol.40, No.3, pp.97-101(1990)

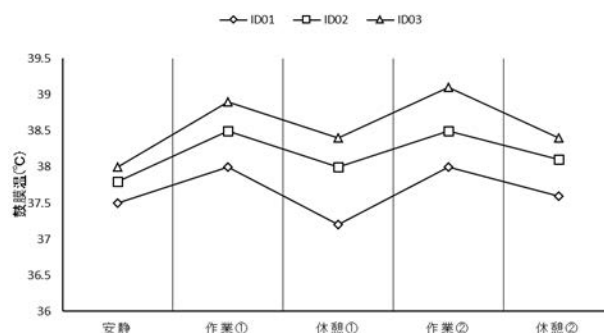


図1. 鼓膜温の変化

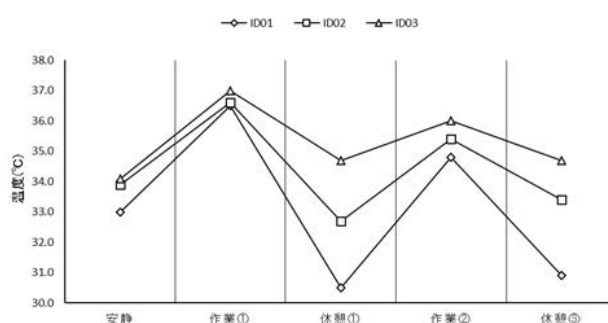


図2. 衣服内温度の変化

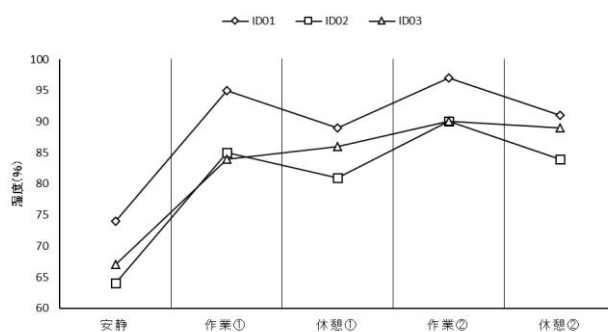


図3. 衣服内湿度の変化

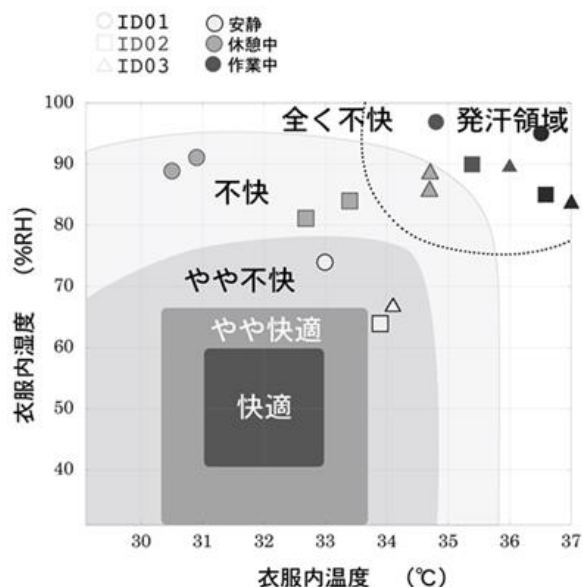


図4. 衣服内温湿度からみた快適域¹⁾と本調査の結果

日本人間工学会東海支部 2019 年研究大会論文集

編集者	日本人間工学会東海支部
発行日	2019 年 11 月 2 日
発 行	日本人間工学会東海支部 2019 年研究大会事務局 名古屋工業大学（大会長：神田幸治） 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 e-mail : jes-tokai@ergonomics.jp
印 刷	合資会社 黒川印刷

* 論文集に掲載される原稿の著作権は（一社）日本人間工学会に帰属します。

* 落丁・乱丁本はお取替え致します。