

日本人間工学会東海支部 2018 年研究大会 論文集

開催日：2018 年 10 月 20 日（土）

会 場：三重大学

主 催：日本人間工学会東海支部

大会長：池浦良淳（三重大学）



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 2018 年研究大会

【大会長】

池浦 良淳
(三重大学)

【実行委員会顧問】

松岡 敏生
(三重県工業研究所、東海支部長)

【実行委員】

斎藤 真
(三重県立看護大学)

榎原 毅
(名古屋市立大学大学院)

神田 幸治
(名古屋工業大学)

松河 剛司
(愛知工業大学)

山根 基
(愛知みずほ大学大学院)

庄司 直人
(朝日大学)

長谷川 智之
(三重県立看護大学)

蜂須賀 知理
(株式会社デンソー)

日本人間工学会東海支部 2018 年研究大会 ご挨拶



人間工学会東海支部 2018 年研究大会
大会長 池浦 良淳（三重大学）

日本人間工学会東海支部 2018 年研究大会を三重大学にて開催させて頂くにあたり、一言ご挨拶を申し上げます。過去に本学関係者が大会長で実施いたしました東海支部研究大会は、2006 年の水谷一樹大会長によるもので、津駅に近いアスト津で開催されました。今回は 2 回目となるわけですが、東海支部研究大会が三重大学で開催されるのは初めてであり、開催させて頂くことを大変光栄に思う次第でございます。

ご存じのように、少子高齢社会となった日本では、生産年齢人口も減少し、多くの企業では人材の確保に苦慮する時代となっております。そのため、人をアシストする、さらには人にとって代わる機械の開発が盛んになっております。政府は 2014 年に世界に向けて日本での「ロボット革命」を宣言し、生産現場だけでなく、福祉や日常生活に広く利用できるロボットの開発を目指しています。それらのキーテクノロジーとして AI 技術や IOT 技術が挙げられていますが、人の特性を良く理解した「人と共生できるモノづくり」でなくてはなりません。これらを背景に三重大学では、「人間共生ロボティクス・メカトロニクスリサーチセンター」を立ち上げ、人間工学を中心としたモノづくりに力を入れております。このように人間工学の役割は、今後、ますます重要になることは間違いないところでございます。

以上より特別講演では、人間の歩行特性を物理的に理解して歩行アシスト装置を開発された、名古屋工業大学の佐野明人教授に「重力で歩き、重力で倒れる」というタイトルでご講演を頂きます。また、若手の研究者や技術者の方々の育成のため、人間工学専門家資格の説明会や若手人材育成事業、研究奨励賞授与も企画をしております。さらに、懇親会も催しますので、参加された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 2018 年研究大会開催にあたり、一言ご挨拶申し上げます。2018 年研究大会は、三重大学大学院工学系研究科 池浦良淳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、三重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 19 回目を迎えることとなりました。今回も東海地区をはじめ本支部に関係の深い皆様から 30 演題の研究発表をお申込みいただきました。感謝いたしております。

本研究大会では特別講演として、名古屋工業大学 佐野明人先生に「重力で歩き、重力で倒れる」と題してご講演をいただくこととなりました。佐野先生は、知能機械学・機械システム、機械力学・制御をご専門とされ、人間を中心に据えたロボティクスの研究で顕著な研究成果を挙げられ、企業と共同で無動力歩行支援機を製品化されておられます。佐野先生のご研究である電気やモーターもないのに、足が振り子のように動く二足歩行ロボットは、数多くのメディアでも取り上げられ、ご覧になられた方もたくさんいらっしゃるかと思います。このような著名な先生から、研究大会の特別講演としてお話を拝聴することをとっ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、若手人材育成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、新しい企画として、学生を中心に人間中心設計プロセスにより、人間工学の開発課題にトライするといった企画を予定しています。東海支部役員、研究大会実行委員の皆様が新たに取組んだ企画ですので、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。

東海支部では、これまでに若手人材育成事業、若手研究奨励事業を積極的に実施して「若い世代が活躍できる支部」を目標に活動して参りました。これまでの諸先生方の成果を引き継ぎ、若手の活躍できる場を拡げ、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。

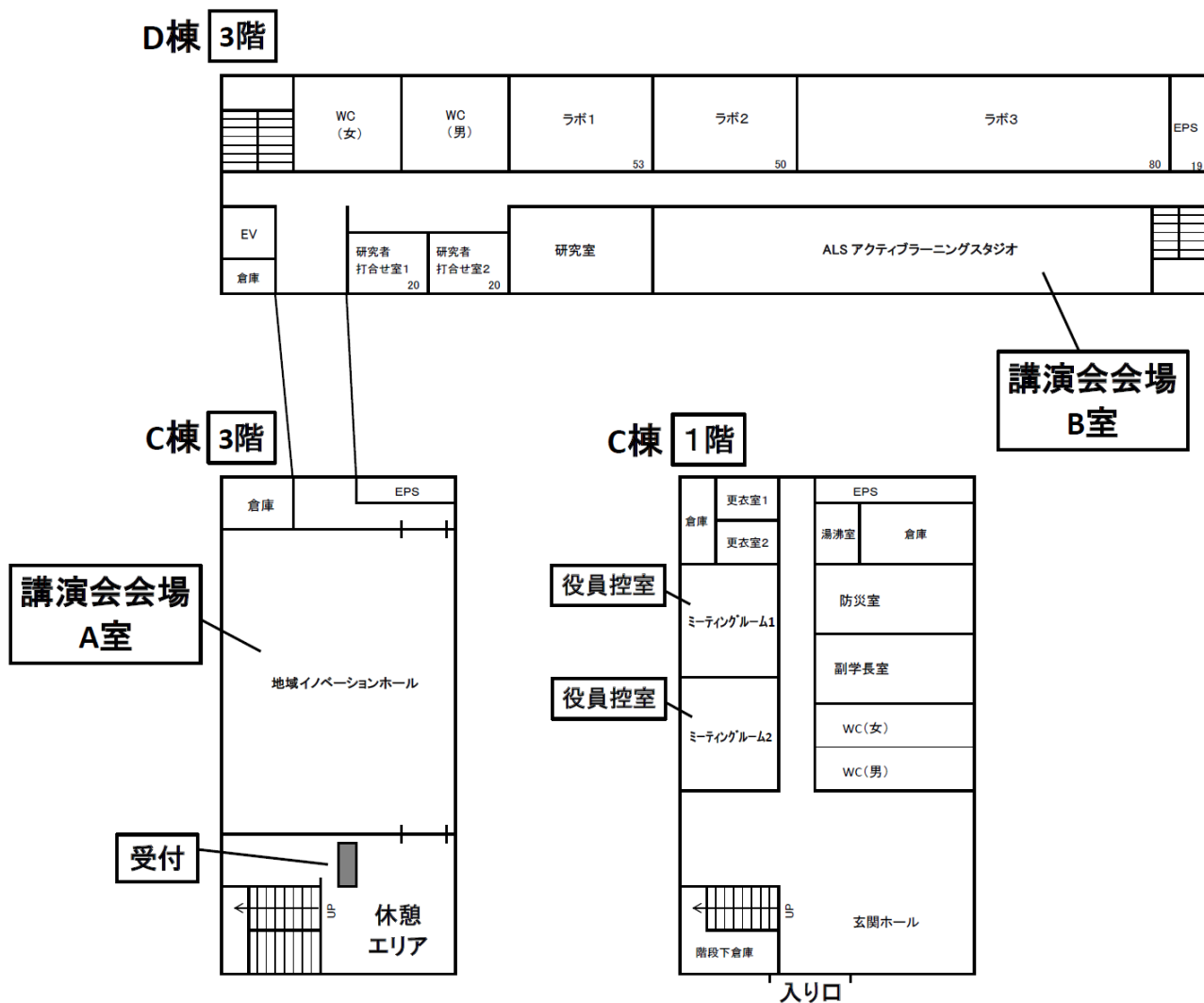
講演会会場 案内図

◎地域イノベーション研究開発拠点【C棟】【D棟】

入り口 : 【C棟】1階

講演会会場 : A室・B室へは階段にて3階へお上がりください。

地域イノベーション研究開発拠点



懇親会会場

◎レストラン『ばせお』

三重大学内 翠陵会館 2階



日本人間工学会東海支部 2018 年研究大会プログラム 期日：2018 年 10 月 20 日（土）9：30～17：30

	A会場	B会場
	C 棟 3 階 イノベーションホール	D 棟 3 階 アクティブラーニングスタジオ
午前 1	1A (座長:蜂須賀知理) 9:30～10:45	1B (座長:山根基) 9:30～10:45
午前 2	2A (座長:吉田智幸) 10:55～12:10	2B (座長:庄司直人) 10:55～12:10
12:10～13:10	昼休み	
13:10～14:10	特別講演(A 会場)	
14:10～15:40	「活かそう！人間工学専門家」(A会場) 「若手人材支援企画」(B 会場)	
午後 1	3A (座長:長谷川智之) 15:50～17:05	3B (座長:神田幸治) 15:50～17:05
17:15～17:30	研究奨励賞授与式(A会場)	
17:40～20:00	懇親会(三重大学レストラン「ばせお」)	

13:10～14:10 特別講演:「重力で歩き、重力で倒れる」(A 会場)

佐野明人氏（名古屋工業大学大学院教授）

講演者プロフィール：

1987 年岐阜大学大学院工学研究科修士課程修了。1992 年博士(工学) (名古屋大学)。現在、名古屋工業大学大学院工学研究科電気・機械工学専攻教授。2002 年スタンフォード大学客員研究員。受動歩行・走行、歩行支援、触覚・触感などの研究に従事。2009 年「世界で最も長く歩いた受動歩行ロボット」でギネス世界記録認定。2014 年 9 月、無動力歩行支援機『ACSIVE (アクシブ)』を実用化。ACSIVE に関連して、第 29 回中日産業技術賞（特別奨励賞）、グッドデザイン賞、計測自動制御学会システムインテグレーション部門学術業績賞の各賞を 2015 年度に受賞。TBS「夢の扉+」、BS フジ「革新のイズム」、BS ジャパン「未来 EYES」などに出演。2010・2011 年度日本ロボット学会理事、2015・2016 年度計測自動制御学会理事、日本機械学会フェロー、日本ロボット学会フェロー。



14:10～15:40 特別企画

・「活かそう！」人間工学専門家(A 会場)

福住伸一氏（人間工学専門家認定機構）

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。

・人間工学会東海支部若手人材支援企画:ErgonomicThon ワークショップに参加して人間工学のオープンイノベーション手法を学ぼう(B 会場)

オーガナイザー：榎原毅（名古屋市立大学）、山田泰行（順天堂大学）、山田クリス孝介（慶應義塾大学）

人間工学の設計手法・課題解決手法を学ぶワークショップです。人間工学的なアイデアを製品企画・開発や職場改善活動・地域コミュニティに応用・実践するために有用なアイデアを参加者でわいわい話し合い、まとめていくオープンイノベーション手法を体験します。

一般演題(A 会場、B 会場)

■A会場（C 棟 3 階 イノベーションホール）

1A 9:30～10:45 座長：蜂須賀知理（(株)デンソー）

1A1 2 人の運転者による協調運転特性の分析

○長谷部洋太(三重大学大学院)，羽柴洋太(三重大学大学院)，服部智哉(三重大学)，池浦良淳(三重大学大学院)，早川聡一郎(三重大学大学院)，堤成可(三重大学大学院)，澤井秀樹(三重大学)

1A2 高齢者の性格特性と運転支援エージェントの効果について -運転行動改善を促すドライバエージェント研究-

○藤掛和広(名古屋大学未来社会創造機構)，田中貴紘(名古屋大学未来社会創造機構)，吉原佑器(名古屋大学未来社会創造機構)，米川隆(名古屋大学未来社会創造機構)，稲上誠(名古屋大学未来社会創造機構)，青木宏文(名古屋大学未来社会創造機構)，金森等(名古屋大学未来社会創造機構)

1A3 左折時の交差点進入タイミングに着目した運転技量に対する主観と定量的な評価の差異に対する検討

○中西圭汰(三重大学大学院・院生)，堤成可(三重大学)，池浦良淳(三重大学)，早川聡一郎(三重大学)

1A4 複数の HMI 導入によるインピーダンス制御を用いた操舵支援システムの受容性評価

○平井翔大(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)

1A5 短時間仮眠をサポートするアイテム開発のための基礎研究 -日中の眠気対策として-

○片岡竹紫(名古屋市立大学大学院・院生)，横山清子(名古屋市立大学大学院)

2A 10:55～12:10座長：吉田智幸（トヨタ自動車(株)）

2A1 手掌部への振動刺激によるドライバ覚醒維持

○角野彩((株)東海理化)，武内秀平((株)東海理化)，鈴木隆司((株)東海理化)，神谷直城((株)東海理化)，三浦嘉傑(トヨタ自動車(株))，小島基博(トヨタ自動車(株))，岩片孝司(トヨタ自動車(株))

2A2 運転シートに内蔵された複数背面支持機構を用いた疲労増加低減効果検証

○浅野克啓(三重大学大学院・院生)，戸田雄也(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)

2A3 2 色覚の色の見えモデルにおける色弁別閾に関する RGB 変調による検討（第 3 報）

○安井明代(名古屋市立大学大学院・院生)，田中豪(名古屋市立大学大学院)

2A4 身体不活動性を測定する新しい指標の提案

○山本孔次郎(名古屋市立大学大学院・院生)，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)

2A5 トングの使い易さ向上に関する研究

○金澤諒(新潟国際情報大学), 能勢直征((有)永塚製作所), 上西園武良(新潟国際情報大学)

3A 15:50~17:05座長: 長谷川智之 (三重県立看護大学)

3A1 皮膚血流変動の部位差について -レーザードップラー法を用いて-

○南出実愛(三重県立看護大学・学生), 小林瑞季(三重県立看護大学・学生), 今井紗英(三重県立看護大学・学生), 井後佑那(三重県立看護大学・学生), 伊藤巳華(三重県立看護大学・学生), 平生祐一郎((株)デザインケア), 山根基(愛知みずほ大学), 大西範和(三重県立看護大学)

3A2 皮膚血流変動の部位差について -Laser Speckle Flowgraphy を用いて-

○小林瑞季(三重県立看護大学・学生), 南出実愛(三重県立看護大学・学生), 今井紗英(三重県立看護大学・学生), 井後佑那(三重県立看護大学・学生), 伊藤巳華(三重県立看護大学・学生), 平生祐一郎((株)デザインケア), 山根基(愛知みずほ大学), 大西範和(三重県立看護大学)

3A3 多周波数生体電気インピーダンス法による体液量評価は高齢者の暑熱耐性の指標となるか?

○伊藤巳華(三重県立看護大学・学生), 井後佑那(三重県立看護大学・学生), 今井紗英(三重県立看護大学・学生), 小林瑞季(三重県立看護大学・学生), 南出実愛(三重県立看護大学・学生), 西村直記(日本福祉大学), 松本孝朗(中京大学), 杉本直俊(金沢大学), 大西範和(三重県立看護大学)

3A4 多周波数生体電気インピーダンス法による体液量評価の妥当性の検討 (飲水の影響について)

○大西範和(三重県立看護大学), 山田怜(三重県立看護大学), 斎藤志保(三重県立看護大学), 西村直紀(日本福祉大学), 松本孝朗(中京大学), 杉本直俊(金沢大学)

3A5 スマートフォンの操作が女子大生の姿勢に及ぼす影響

○加藤千穂(椙山女学園大学大学院・院生), 石原久代(椙山女学園大学), 上甲恭平(椙山女学園大学)

■B会場 (D棟3階 アクティブラーニングスタジオ)

1B 9:30~10:45 座長: 山根基 (愛知みずほ大学)

1B1 静脈内留置針の固定方法における物理的強度試験

○黒川珠羅(三重県立看護大学・学生), 原田彩永佳(三重県立看護大学・学生), 白石なつみ(名古屋大学医学部附属病院), 長谷川智之(三重県立看護大学), 斎藤真(三重県立看護大学)

1B2 月経周期が疲労感におよぼす影響

○郡山奈々(三重県立看護大学・学生), 市川陽子(三重県立看護大学), 長谷川智之(三重県立看護大学), 大平肇子(三重県立看護大学), 斎藤真(三重県立看護大学)

1B3 月経周期が眠気感および精神的負担感におよぼす影響

○市川陽子(三重県立看護大学), 郡山奈々(三重県立看護大学・学生), 長谷川智之(三重県立看護大学), 大平肇子(三重県立看護大学), 斎藤真(三重県立看護大学)

1B4 被覆保護材の形状および固定方法について

○原田彩永佳(三重県立看護大学・学生), 黒川珠羅(三重県立看護大学・学生), 白石なつみ(名古屋大学医学部附属病院), 長谷川智之(三重県立看護大学), 斎藤真(三重県立看護大学)

1B5 作業中断に関わる医療事故の発生要因と改善策の分析

○安達悠子(東海学院大学)

2B 10:55~12:10座長: 庄司直人 (朝日大学)

2B1 看護場面における視覚情報の取り込み方に関する基礎的研究

○永田悠(三重県立看護大学・学生), 金田悠希(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)

2B2 看護場面における観察と注視点分布に関する研究

○金田悠希(三重県立看護大学・学生), 永田悠(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)

2B3 足趾支持台のユーザビリティ評価

○大田成美(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)

2B4 臥床患者に対する効果的な手浴方法の検討

○湊川穂乃香(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)

2B5 看護師の観察時の眼球運動特性について

○岡根利津(三重県立看護大学), 金田悠希(三重県立看護大学・学生), 永田悠(三重県立看護大学・学生), 長谷川智之(三重県立看護大学), 小松美砂(三重県立看護大学), 斎藤真(三重県立看護大学)

3B 15:50～17:05座長：神田幸治（名古屋工業大学）

3B1 交替制勤務形態が疲労蓄積度に及ぼす影響（名古屋市消防局における消防職員を対象に）

○栗原崇浩(名古屋市立大学), 松木太郎(名古屋市立大学), 榎原毅(名古屋市立大学)

3B2 重量感覚が予測と異なる場合の持ち上げ動作解析

○芹川聡(三重大学大学院・院生), 多氣淳史(三重大学大学院・院生), 池浦良淳(三重大学大学院), 早川聡一郎(三重大学大学院), 堤成可(三重大学大学院), 澤井秀樹(三重大学)

3B3 キーボードの誤タイピング低減に関する研究（第7報：アイソレーション型の効果確認）

○井上智栄美(新潟国際情報大学), 上西園武良(新潟国際情報大学)

3B4 下肢筋力評価装置の測定精度の検証

○川口大貴(三重大学大学院・院生), 間所修平(三重大学大学院・院生), 駒田諭(三重大学大学院), 弓場井一裕(三重大学大学院), 矢代大祐(三重大学大学院)

3B5 変電所におけるボンベ運搬作業の負担低減装置の評価

○近藤伸哉(三重大学大学院), 角田拓朗(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)

17:15～ 研究奨励賞授与式（A会場）

17:40～ 懇親会（三重大学レストラン「ばせお」）



特別講演

重力で歩き、重力で倒れる

佐野 明人 氏
名古屋工業大学大学院工学研究科
電気・機械工学専攻 教授

司会
池浦 良淳
三重大学

10月20日(土)13:10～14:10

A会場

「重力で歩き、重力で倒れる」

佐野明人

(国立大学法人名古屋工業大学 大学院工学研究科 電気・機械工学専攻 教授)

歩行の本質は、「重力で歩き、重力で倒れる」ことであり、これは人の歩行でもロボットの歩行でも同じである。ここで、歩行支援機器を考えた場合、重力に抗して転倒を回避する文字通りの「支える支援技術」に目が向きがちであった。一方、受動歩行は、重力を巧みに利用する揺れる支援技術がいろいろな面で有効であることを強く示唆している。

受動歩行ロボットは、モータ、センサおよび制御を一切用いずに、緩やかな下りスロープを歩くことができるシンプルロボットである。ロボットを支えながら、脚に位相差を付けてスロープに解き放つと力強く歩み出す。ロボットが手元から離れて行く時、本質的に「歩ける」ことを実感する。受動歩行は、重力効果のみによって、遊脚膝が自然に曲がり、脚の振り抜きが行われる。遊脚は2重振子の如く揺れながら動き、支持脚は膝をロックせずとも円弧足の作用で膝が真直ぐに保持される。脚軌道があらかじめ決められているわけではなく、ロボットのもつダイナミクスと環境との相互作用のみによって歩容を生成する。したがって、動いているけれども、必ずしも動かしているわけではない。受動歩行ロボットに独自開発した股関節カム・バネ機構を搭載したことにより、2重振子の揺れを促進し膝折れやつまづきによる転倒が低減し、2012年5月、27時間(13万歩、72km)の連続歩行を達成した。この股関節バネ機構が、無動力歩行支援機に搭載されている。

市販化された無動力歩行支援機ACSIVE(アクシブ)とaLQ(アルク)では、前に倒れる際の運動エネルギーの一部が弾性エネルギーとしてバネにチャージされ(支持脚期)、装着脚が振り出される際に当該エネルギーが解放されてアシスト力として働く(遊脚期)。1歩ごとにエネルギーを上手く再配分することで、無動力ながらも歩行支援を可能としている(自らの力で自らを支援)。ヒト歩行におけるレバレッジポイントを最小限の介入で支援する設計思想である。操作訓練は原理的に不要であり、普段通りに歩くだけで、振り子の動きとバネの力で脚の動きを整える。機器に動かされている感じはなく、脚が軽くなる感じで歩き易く、歩行スピードも上がる。この歩行感覚は、脳へフィードバックされていると考える。

受動歩行由来の軽やかな歩行支援は、人のシステムへの過度な依存を回避し、人の尊厳を維持する。特に、歩行支援が日常生活でも可能になり、障害者や高齢者が早期に社会復帰し、歩けることを実感し健康で豊かな生活を享受することが期待される。



特別企画

「活かそう！」人間工学専門家

福住 伸一 氏
人間工学専門家認定機構

10月20日(土)14:10～14:25

A会場

「活かそう！」人間工学専門家

福住 伸一（人間工学専門家認定機構/理化学研究所）

How to use the Certification Program for Professional Ergonomists
Shin'ichi FUKUZUMI (Committee on Certified Professional Ergonomist/ RIKEN)

1. 認定人間工学専門家資格制度とは

本制度では、『人間工学の知識、技術、問題解決能力を十分に持ち、それを実践できる人材』に対し、(社)日本人間工学会(以下JES)が資格を認定しており、2003年8月に発足した。その後本資格は、2007年5月に国際人間工学連合(International Ergonomics Association: IEA)の認証も取得しており、米国のBCPE(Board of Certification in Professional Ergonomics)や欧州のCREE(Centre for Registration of European Ergonomists)とともに国際的な人間工学の専門家として通用する資格となっている¹⁾。

2. 認定人間工学専門家の資格区分

表1 認定人間工学専門家資格区分

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

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(2018. 9. 21時点)

		CPE全体	
	支部 総数	CPE 総数	支部人数に対 する構成比
北海道支部	26	4	15.4%
東北支部	50	2	4.0%
関東支部	751	203	27.0%
東海支部	121	17	14.0%
関西支部	244	77	31.6%
中国・四国支部	103	32	31.1%
九州・沖縄支部	68	9	13.2%
合計	1363	344	

認定人間工学専門家の資格区分を表1に示す²⁾。専門家資格は専門教育経験年数や実務経験レベルに応じて3段階に資格を区分している。また、2018年9月21日現在の認定者数は認定人間工学専門家 205名、認定人間工学準専門家 127名、認定人間工学アシスタント 12名である。これらの地域別の内訳を表2に示す。

3. 人間工学専門家資格の認定基準

※詳細はホームページ参照

<https://www.ergonomics.jp/cpe/>

1) 認定人間工学専門家

認定人間工学専門家は一定の基準を満足する人間工学の実践者であり、その基準は大学などでの教育歴と業務歴によって異なる(表3)。

表3 認定人間工学専門家資格の基準

	専門教育 受講年数	実務 経験年数	事例提出	筆記 試験	面接 試験
①	3年	2年	不要	要	要
②		7年	不要	要	要

2) 認定人間工学準専門家

大学で人間工学関連の専門教育を受け、これから認定人間工学専門家の資格取得を目指している人、または大学を卒業後、人間工学関連の仕事に携わり、将来認定人間工学専門家の資格取得を目指している人を対象とした資格である。以下に示す2条件のいずれかの基準を満たし、書類審査によって認定される。

- 1) 大卒かつ3年以上大学にて専門教育を受講
- 2) 大卒かつ実務経験5年以上

3) 認定人間工学アシスタント

短大・専門学校・企業研修等で人間工学に関する専門教育を受講し、人間工学を学び関心を持つ

た人、または実務で人間工学を活用したいと思う人を対象とした資格である。以下に示す2条件のいずれかの基準を満たし、書類審査によって認定される。

- 1) 短大・専門学校等にて専門教育を受講
- 2) 企業研修などで上記1) 同等の教育を受講

4. 準専門家資格

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

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

5. 資格取得のメリット

本資格を有することにより大きく分けて以下の3つのメリットがある

- 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」

この3つの項目について、認定人間工学専門家機構の活動例を含め詳細を説明する。

1) コミュニティの形成

・CPEセミナー/サロン

昨今、多くの情報はネット上に溢れており、資格の有無や学会員かどうかに関わらず、興味関心のある情報の多くは手軽に入手可能である。しかし、人間工学の専門家がどのようにして専門性を発揮したのか、その際、どのような苦労をしたのか、などの、CPEとしての活動に有効な情報は、直接話をする事で得ることができる。本機構では、より深く人間工学の実践に関わっているものづくりの現場に依頼し、そこでの見学と意見交換の場を設けている。さまざまな領域の専門家の視点で活発な意見交換を行い、新たな発見や交流が生まれている。昨年度は、大和ハウス総合研究所(奈良市)で開催し、16名が参加した(図1)。



図1 大和ハウスでのセミナー。ダイワマンとともに(本人の許可を得て掲載)

2) 専門性の明示や活用

CPE活用 of 具体例として、以下の3件を示す。

- ・社内での人間工学関連プロジェクトの立ち上げ提案時に、必要性や有効性を説明し、周りを納得させる必要がある。その際、「有資格者の提案と説得」で実現
- ・社内外を対象としている人間工学関連業務の遂行の際、プロジェクトとしては認知されていても、個人として資格を有しているかどうかで、顧客からの信頼が違ふ。そのため、有資格者であることで、個人の成果(業績評価)がアピールできる
- ・元々の専攻は違ふが、途中から人間工学関連業務に従事するようになった場合、学位等ではなく自分の専門性を客観的に示すことができる

3) 仕事の獲得

CPEを活用して仕事を獲得する例を以下に示す。

- ・就職(転職)の際、最近多くのビジネスで求められる「顧客視点」について、自己主張だけでなく、客観的に「顧客視点」を有していると認められ、転職成功
- ・アジア諸国で、人間工学専門家資格を持っていることが国のプロジェクト参加の条件としているところもある。これはCPEにとっては大きなビジネスチャンス

6. さいごに

本制度は、人間工学実践者が自身の人間工学活動の更なるレベルアップの機会を提供するだけでなく、有資格者が業務上のメリットを享受できる仕組みも提供している。今後、より一層有資格者が増え、本専門家のメンバが中心となり、様々な分野で人間工学を活用したより良い社会づくりに貢献していくこと願っている。



日本人間工学会東海支部若手人材支援企画
ErgonomicThon ワークショップに参加して
人間工学のオープンイノベーション手法を学ぼう

オーガナイザー

榎原 毅(名古屋私立大学)

山田泰行(順天堂大学)

山田クリス孝介(慶應義塾大学)

「ErgonomicThon」とは、「Ergonomics(人間工学)+marathon(マラソン)」の造語です。IT 分野において、一定期間集中的にプログラムの開発やサービスの考案などの共同作業を行う催しとして有名な「ハッカソン」に習い、人間工学版のハッカソン・プロジェクトを開催します。

今回は、人間工学の設計手法・課題解決手法を学ぶワークショップとしてトライアル開催します。人間工学的なアイデアを製品企画・開発や職場改善活動・地域コミュニティに応用・実践するために有用なアイデアを参加者でわいわい話しあい、まとめていくオープンイノベーション手法を体験します。当日は特定のテーマについて、様々な分野の人々が集まって、チーム・ディスカッションを通じて新たなアイデアを創り出し、短期間でアイデアをブラッシュアップし、発表します。

是非、老若男女問わず、皆様のご参加をお待ちしております！

10月20日(土)14:25～15:40

A会場



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：蜂須賀知里（(株) デンソー）

■セッション 2 A (10:55～12:10)

座 長：吉田智幸（トヨタ自動車（株））

■セッション 3 A (15:50～17:05)

座 長：長谷川智之（三重県立看護大学）

【一般演題 B会場】

■セッション 1 B (9:30～10:45)

座 長：山根基（愛知みずほ大学）

■セッション 2 B (10:55～12:10)

座 長：庄司直人（朝日大学）

■セッション 3 B (15:50～17:05)

座 長：神田幸治（名古屋工業大学）

2 人の運転者による協調運転特性の分析

○長谷部 洋太（三重大学大学院・院生），羽柴 洋太（三重大学大学院・院生）

服部 智哉（三重大学），池浦 良淳（三重大学大学院），

早川 聡一郎（三重大学大学院），堤 成可（三重大学大学院），澤井 秀樹（三重大学）

Analysis on characteristic of cooperative driving by two human drivers

Youta Haseebe (Mie University), Youta Hashiba (Mie University),

Tomoya Hattori (Mie University), Ryojyun Ikeura (Mie University),

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

And Hideki Sawai (Mie University)

1. 緒言

自動運転の技術の発展に際し、自動化レベルの定義が行われている。それらはレベル0を手動運転、レベル4もしくはレベル5を完全自動運転として自動化レベルを運転者とシステムの役割より整理して分類しており、NHTSA(米国運輸省道路交通安全局)の基準ではレベル2では前後方向、左右方向の車両制御をシステム側が行い、ドライバ側は周囲の環境の確認を担うとされている。レベル3では加速、制御、操舵をすべてシステム側が行い、システムの機能限界時のみドライバ側が操作するとされている^[1]。

現在販売、走行されている自動運転はレベル2であり、各企業はレベル3の実用化、販売を目指している。自動運転システムのレベル3の実用化に向けて問題となっている1つはシステムの限界時のシステム側からドライバ側への制御の主権の移行である。この移行は走行中にスムーズかつ安全な切り替えが可能でなくてはならない。

そこで、本研究では、他の人間の状況を判断して適切かつスムーズに協調することが可能である人間同士で、より適切かつスムーズな運転権限の受け渡し動作を解析することにより、自動運転システムの運転権限移行アルゴリズムを開発することを試みる。本報告では、2人の人間による運転権限移行プロセスにおいて、人間同士の共有状態の解析を行ったので、報告する。

2. 実験方法

2.1 実験装置の構成

図1に装置の概要図を示す。実験には、タイミングベルトにより連動させた2つのハンドルを有する実験装置を使用する。また、各ドライバが左右両方の手で発生させるトルクを測定することができる。運転実験にはドライビングシミュレーターを使用する。また、相手の手元、ディスプレイが見えないよう二人の間に仕切りを設ける。

また、各ドライバに対してステアリング、シート、ブレーキ、アクセルを用意し、ステアリングからは回転角度、アクセルブレーキからは踏み込み量がPCに送られる。車両の加減速を制御するアクセルブレーキの踏み込み量は、両ドライバの操作のうち、大きい方の値を用いる。PCはドライバの車両操作情報に基づいて車両のダイナミクスを計算し、その結果に基づいて運転映像を2つのモニターに表示する。

2.2 走行環境

レベル3の自動運転ではシステム限界時等に運転主権を移行する必要がある。そこでシステム限界時を想定した走行環境として、高速道路のインターチェンジ付近とし、車線変更を行い、高速道路から降りるという運転動作を実験対象とした。

車線変更は次の4つの動作からなる。①本線の走行、②ステアリングを回す分岐操作、③ステアリングを戻す車体安定動作、④分岐線の走行、となっている。

この実験は、ドライバAからドライバBへ運転主権を受け渡す時、まず、ドライバAのみが運転を行う(①)。その後ドライバBがハンドルを保持、運転に介入する。この時点でドライバ2人による運転が開始され、そのまま車線変更動作を行う(②、③)。車線変更を行ったのちドライバAがハンドルを手放しドライバBのみの運転に移る(④)の以上である。

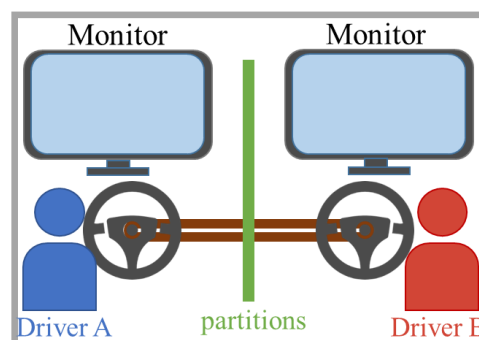


図1 実験装置概要図

3. 運転主権の状況判断

ドライバAからドライバBに運転主権を移行する際の主権の判断について、両者のエネルギー授受に着目する。測定した各ドライバのトルクから平均トルクを、操舵角から角速度を算出する。算出した値を用いて3つの状態に分類する手法を提案し、実験より得られたデータに適用することで運転主導権の受け渡しプロセスを解析する。各ドライバの平均トルクは以下の式で算出する。

$$\bar{\tau}_A(t) = \frac{1}{\Delta T} \int_{t-\Delta T}^t \tau_A(t) dt \quad (1)$$

$$\bar{\tau}_B(t) = \frac{1}{\Delta T} \int_{t-\Delta T}^t \tau_B(t) ds \quad (2)$$

(τ_A = ドライバAがステアリングに与えるトルク, τ_B = ドライバBがステアリングに与えるトルク, ΔT = 判定時間間隔(0.1s))

また、ステアリングの角速度 $\omega(t)$ はステアリング角度 $\theta(t)$ を微分して以下の式で算出する。

$$\omega(t) = \frac{1}{\Delta T} (\theta_t - \theta_{t-\Delta t}) \quad (3)$$

これらの $\bar{\tau}_A(t)$ 、 $\bar{\tau}_B(t)$ 及び $\omega(t)$ を用いて、運転主権状態を「ドライバAエネルギー供給状態」、「ドライバBエネルギー供給状態」、「両ドライバエネルギー供給状態」の3つに分類する。

「ドライバAエネルギー供給状態」は以下の式のような状態である。

$$|\bar{\tau}_A(t)| > |\bar{\tau}_B(t)|, \bar{\tau}_A(t) \times \omega(t) > 0, \bar{\tau}_B(t) \times \omega(t) < 0 \quad (4)$$

「ドライバBエネルギー供給状態」は以下の式のような状態である。

$$|\bar{\tau}_A(t)| < |\bar{\tau}_B(t)|, \bar{\tau}_A(t) \times \omega(t) < 0, \bar{\tau}_B(t) \times \omega(t) > 0 \quad (5)$$

「両ドライバエネルギー供給状態」は以下の式のような状態である。

$$\bar{\tau}_A(t) \times \omega(t) > 0, \bar{\tau}_B(t) \times \omega(t) > 0 \quad (5)$$

4. 運転適性検査

また、今回は運転主権の状態判断にあわせて株式会社電脳のOD式安全性テスト^[2]を用いた。

OD式安全テストとは、運転適性検査のひとつで、いくつかの質問に答え、ドライバごとの運転パターンや、注意すべき点などを導き出す検査である。

OD式安全テストにおける、測定項目は計16項目あり、今回は被験者の性格の違いによる実験結果の違いを見るために、OD式安全テストの1項目である自己中心性について、実験結果を評価する。また、こちらのテストはあらかじめ被験者全員に行っている。

5. 実験結果

被験者は4人として、2人の自己中心性の評価が良い人(ドライバA)と悪い人(ドライバB)のペア(pair1)と、2人とも自己中心性の評価が悪いペア(pair2)の2組で行った。

先に示した手法により、「ドライバAエネルギー供給状態」と「ドライバBエネルギー供給状態」、「両ドライバエネルギー供給状態」の3つの状態を判断し、分類された運転状態の時間的割合を求めた。2組の時間割合の平均についてまとめたものを表1に示す。

各組の運転状態の時間割合より、pair1の方が両ドライバエネルギー供給状態の時間割合が、pair2より大きく、またドライバAエネルギー供給状態の時間割合は、ドライバAの自己中心性の評価が良い、pair1の方が、pair2より小さいことが分かった。

このことから、人間同士が共同で運転動作を行う時、自己中心性の評価が運転主権の割合に影響することがあり、人間とシステム間での主権の移行においても、人間の性格次第で違和感の無い主権の移行の方法が変わると考えられる。

6. 結言

自動運転システムと人間のドライバが運転主導権を共有する際のシステム構成の提案として、人間同士の協調運転に着目し、実験・解析を行った。その結果、個人の性格、組み合わせにより、運転主導権の受け渡しプロセスは異なる事がわかった。

今後は、実験での取得データを増やしつつ、運転挙動を被験者の他の性格診断結果や被験者のアンケートとも対応させ、いくつかのパターンに分類し、自動運転システムへの応用を目指す。

表1 運転状態の時間割合平均

試行回数	ドライバA	ドライバB	両ドライバ
	エネルギー供給状態	エネルギー供給状態	エネルギー供給状態
pair1	13.6%	39.9%	46.5%
pair2	21.9%	43.1%	35.0%

参考文献

[1]Technology and Operations Management :

“Self-Driving... You Out of Business”, 2016.

[2]株式会社電脳：“OD 式安全テスト 企業版”

高齢者の性格特性と運転支援エージェントの効果について －運転行動改善を促すドライバエージェント研究－

○ 藤掛和広*, 田中貴紘*, 吉原佑器*, 米川隆*, 稲上誠*, 青木宏文*, 金森等*
* 名古屋大学 未来社会創造機構

Characteristics of Elderly People and Effect of Driver Support Agent - Driver Agent for Encouraging Safe Driving Behavior -

FUJIKAKE Kazuhiro*, TANAKA Takahiro*, YOSHIHARA Yuki*, YONEKAWA Takashi*, INAGAMI Makoto*,
AOKI Hirofumi* and KANAMORI Hitoshi*
* Institutes of Innovation for Future Society, Nagoya University

1. はじめに

高齢ドライバの自動車運転の安全性向上を目指して、我々はドライバエージェントの研究開発を行っている¹⁾。これまでに、エージェント形態（音声・映像・ロボット）の比較から、ロボット形態のエージェントは受容性が高く、視線の妨げにならないことを明らかにしている。更に、エージェントの利用に伴う運転行動改善も明らかにしている。また、エージェントの受容性評価とドライバの性格特性についての検討から、受容性評価に影響する性格特性明らかにしている。しかしながら、エージェント利用に伴う運転行動改善と性格特性についての検討は十分でない。

そこで本研究では、エージェント利用に伴う運転行動改善に対してドライバの性格特性が与える影響について検討する。予想される結果として、「エージェントの利用に伴い運転行動は改善する（仮説1）」「性格特性では、安全に関する評価項目の得点が高ければ、より運転行動は改善する（仮説2）」が挙げられる。

2. 方法

実験では、エージェントを搭載したドライビングシミュレータ（以下、DS）を使用した。

実験の実施は3日間で、1回毎に1週間の間隔を空ける（1度の実験は2時間程度）。DS走行は1度の実験につき5回行った。走行は1回5分程度で、住宅路を模したコースとした。なお、5回の走行の内、エージェントを体験するのは2回目・3回目・4回目とした（1回目と5回目は、それぞれプレ走行・ポスト走行）。

エージェント条件

実験で使用するドライバエージェントはロボット形態とし、コミュニケーションロボットのロボホン（SHARP社製）を使用した。

エージェントは「運転支援」「振り返り」の2種類の機能を有している。運転支援は、走行中のドライバに対して注意喚起や運転行動へのアドバイスをリアルタイムで行う。振り返りは、運転後に「良かった場面」「気を付けて欲しい場面」の有無をドライバに対して伝え、更に当該場面を記録した映像にてフィードバックする。

実験では、エージェント条件として「運転支援」「振り返り」「併用」の3つとした。

実験協力者

実験は、65歳以上の高齢層13名を対象とした。各エージェント条件の対象者数は、運転支援4名、振り返り5名、併用4名とした。なお、実験は同意を得た上で実施した。

性格特性検査

実験協力者の性格特性検査として、運転適性検査と依存欲求テストを実施した。運転適性検査は自己診断OD式安全性テストv. 3（電脳社）を使用し、依存欲求は対人依存欲求の下位尺度である道具的依存欲求の質問項目²⁾を使用した。

3. 結果

DSの走行記録から、障害物回避時の速度・回避幅及び一時停止線のある交差点での停止時間の値を抽出し、エージェント条件・実験日・走行（プレとポスト）毎の集計を行った。図1は回避速度、図2は回避幅、図3は停止時間の変化率（1週目プレ走行の値を100とした場合の、各走行データの比率）を示している。図1と図2の結果、走行回数の増加に伴い回避速度が減速し、回避幅も拡大した。また、図3の結果、走行回数の増加に伴い停止時間の伸長が見られた。エージェント条件別では、「運転支援」よりも「振り返り」「併用」で運転行動の変化率が大きかった。

運転行動の3週目のポスト走行の変化率と性格特性の値の相関係数を、図4から図6に示す。性格

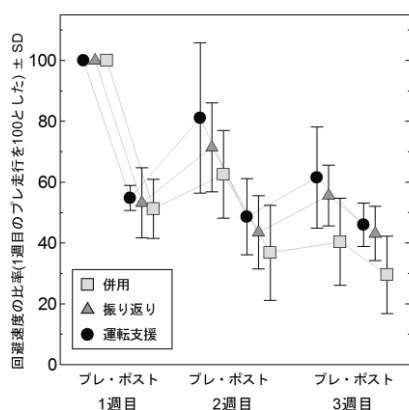


図1 回避速度の変化率

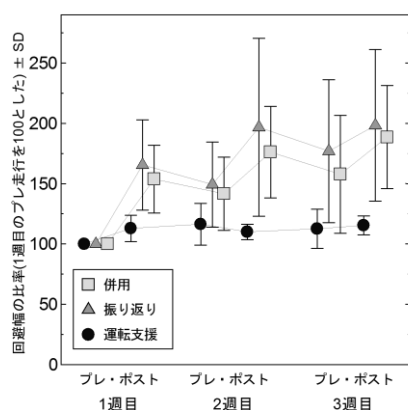


図2 回避幅の変化率

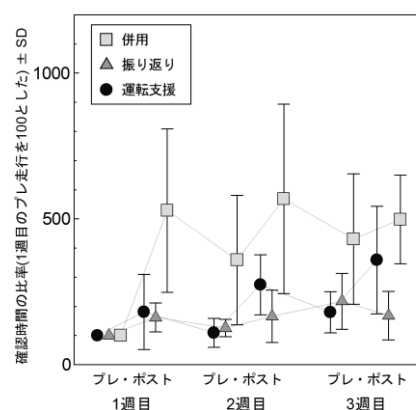


図3 停止時間の変化率

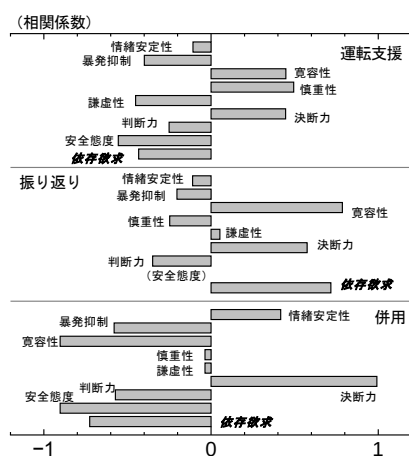


図4 回避速度の変化率と性格特性

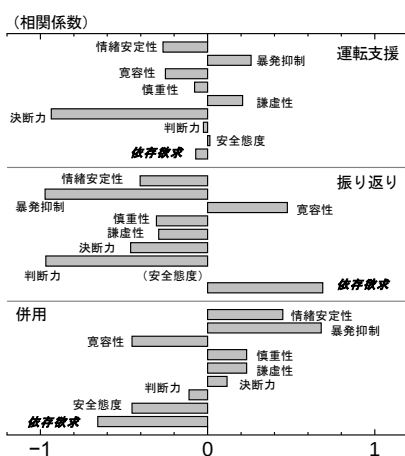


図5 回避幅の変化率と性格特性

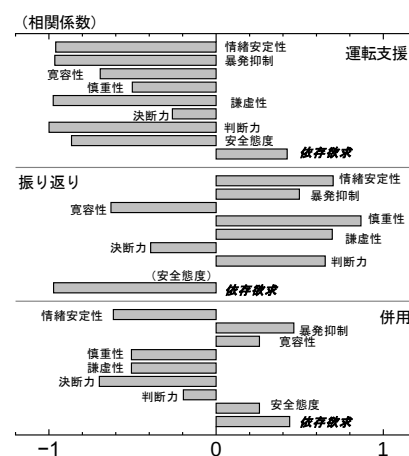


図6 停止時間の変化率と性格特性

特性は、運転適性検査の下位項目である「情緒安定性（情緒不安定性）」「暴発抑制（衝動性・暴発性）」「寛容性（自己中心性）」「慎重性（神経質・過敏性）」「謙虚性（虚偽性）」「決断力」「判断力」「安全態度」に、依存欲求を加えた9項目とした。図4から、併用条件で安全態度の特性が高いほど、障害物回避時に減速する傾向であった。図5からは、振り返り条件で依存欲求が高いほど、障害物の回避幅が拡大する傾向が見られた。図6からは、振り返り条件で慎重性の特性が見られるほど、停止時間が伸長する傾向が見られた。

4. 考察

エージェントの利用に伴い運転行動が改善したことから、仮説1が支持された。また、「振り返り」「併用」条件で改善方向への変化率が大きかったことから、「振り返り」「併用」条件のエージェントがより効果的であると考えられる。

性格特性については、特定の傾向は見られなかったことから、仮説2は支持されるとは言えない結果であった。性格特性の検討に対する課題としては、データ数の不足が挙げられる。その為、ド

ライバーエージェントの利用に伴う運転行動改善に関する実験調査を継続することで、データ数を増加させる必要がある。

5. まとめ

本研究の結果から、ドライバーエージェントの利用に伴う運転行動改善の効果は見られた。しかしながら、データ数が少なく、性格特性と運転行動の関係については十分に検討できなかった。その為、更にデータ収集を行う必要がある。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省/JST 研究成果展開事業「センター・オブ・イノベーション (COI) プログラム」の支援によるものである。ここに記して感謝する。

参考文献

- 1) 藤掛他, ド安全適性検査によるドライバ分類と運転支援エージェントに対する主観的評価の検討, HCG シンポジウム 2017, B-4-1, 2017.
- 2) 竹澤他, 青年期後期における依存性の適応的観点からの検討, 教育心理学研究, 52, 310-319, 2004.

左折時の交差点進入タイミングに着目した 運転技量に対する主観と定量的な評価の差異に対する検討

○中西圭汰（三重大学大学院・院生）、堤成可（三重大学大学院）、
池浦良淳（三重大学大学院）、早川聡一郎（三重大学大学院）

Consideration on differences between subjective and quantitative evaluation on driving skill,
focusing on timing of approaching intersection when turning left

Keita Nakanishi (Mie University), Shigeyoshi Tsutsumi (Mie University),
Ryojyun Ikeura (Mie University), and Soichiro Hayakawa (Mie University)

1. はじめに

ドライバの運転技術向上に向けて、運転技量を評価し、運転操作の得手、不得手となる場所や行動が判断できれば、ドライバに対して運転技術を向上させるための支援を行いやすい。

運転技量を評価するため、先行研究で様々な指標が定義されている。沖田らは¹⁾オーバシュートが持つエネルギーを E_{ov} 、このオーバシュートを引き起こした加速度変化幅を $\angle G$ として、車両の特性、実走フィーリングから定数 $K_{id}=F(E_{ov}, \angle G)$ を固定し、定数 K_{id} に基づいて運転技量を判定している。山門らは²⁾軌跡についてエキスパートドライバの運転を上手な運転として、上手な運転の車両軌跡の定式化を検証している。人間は主観的に様々な行動から運転技術の評価をしていると考えられるため、人間の主観的な評価と定量的な指標による評価の関係性が明らかではない。本研究ではこの関係性を調査し、差異について検討する。

2. 研究目的

本研究の目的は運転技量に関する主観評価と定量的な評価の関係について明らかにすることである。本稿はその一端として、交差点左折時の行動に着目する。本研究で想定する走行環境の模式図を図1に示す。

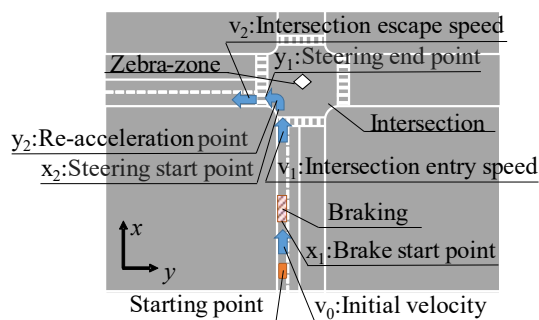


Fig.1 Driving environment

このようなコースを左折する際、他交通参加者がいない状況を仮定する。ドライバは左折時の速度やコース取りの目標を道路線形から考える。その目標に向けて初速度 v_0 から減速開始点 x_1 で減速し、交差点に進入する際の目標速度 v_1 まで減速する。目標の軌跡通り通過するため、操舵開始点 x_2 から操舵開始し、操舵終了点 y_1 までなめらかに操舵する。左折から直線へ移行するにつれて、加速を判断し加速する点 y_2 から加速する。これらの行動において、ドライバはこれまでの経験等から、それぞれの項目に対し自身が設ける目標に沿った行動を行う。行動を起こした結果、ずれが生じることがあり、これらが運転の上手さや下手さの判断に関連している可能性がある。

本研究ではこれらの指標について計測し、主観的な評価と定量的な指標との関係について検討する。

3. 実験概要

本研究ではドライビングシミュレータ（以下DS）を用いて運転実験を行う。走行環境は図1と同様に片側2車線の直線道路が交わる横断歩道のある交差点で、直線路は150m以上あり、十分な長さを持つ。この走行環境内を走行している自動車はドライバが運転する自車のみであり、歩行者や自転車なども一切存在しない環境である。

3.1. 走行条件

ドライバは旋回前の直線道路の走行車線から発進し、指示速度 v_0 まで加速し十分な距離を走行後、左折に向けて減速する。交差点に進入して左折を行い、走行車線に進入する。そして交差点を旋回後、再び加速する。これらの行動についてはドライバの任意のタイミングで行ってもらう。

3.2. 実験方法

被験者は20代男性2名である。

DSでの走行に慣れるため、複数回練習走行を行

った後、 $v_0=20$ [km/h] の走行条件で5回行う。毎回の試行終了後、ドライバにアンケートによる主観評価と、5回目の試行終了後に5回の運転操作の上手だと思った順に順位付けを行ってもらふ。次に $v_0=40$ [km/h] に変更して同様の実験を行う。

3.3. 評価項目

主観評価と定量的な評価の関係性を検討するためのパラメータとして、各速度条件におけるドライバの主観、操舵開始時の速度 v_1 、操舵終了時の速度 v_2 、減速開始点 x_1 、操舵開始点 x_2 、操舵終了点 y_1 、再加速点 y_2 、車体の軌跡について評価する。

4. 実験結果

一例として $v_0=40$ [km/h] における被験者ごとの v_1 、 v_2 について、ドライバの主観評価である順位付けで整理した結果を図2の(a)と(b)に示す。縦軸は速度、横軸は順位付けを表している。青は被験者Aの v_1 を、水色は被験者Bの v_1 を、赤は被験者Aの v_2 を、緑は被験者Bの v_2 を表す。 v_1 、 v_2 共に被験者AとBでそもその数値の差は大きい。

また図2から順位付け1の値はおおよそ5回の試行の中央値付近であることが分かる。速度条件が異なる場合や、他のパラメータにおいてもこの傾向が見られた。これらの傾向は特に進入時に関する指標にて顕著であり、加速時など次の行動とのつなぎ目の部分では傾向が薄れていく傾向が見られた。

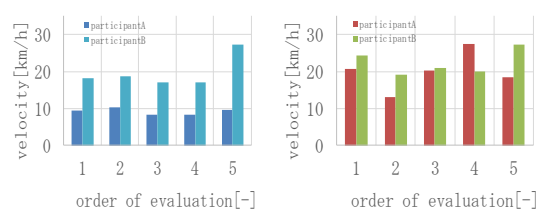
5. 考察

被験者ごとの結果から、ドライバ毎に指標と評価結果の関係は異なり、同一コースでも共通の運転をしているわけではない。また主観評価のよかった試行の指標の値が中央値に近い傾向であったことは、この中央値付近に目標があったことが示唆される。

ドライバは自分の目標とする運転を行うことを試みるが、必ずしも目標通りの運転ができるわけではない。ドライバは実際の運転と目標とする運転のずれが大きかった場合に運転が下手であると感じ、目標とした運転に近い運転を行った場合に上手と感ずることが伺える。

以上よりドライバ毎に運転を行った結果を用いて、同様の走行環境において走行した複数回試行の評価項目の中央値を目標と設定し評価指標

とすれば、ドライバの主観を考慮に入れた評価ができると考えられる。



(a) v_1

(b) v_2

Fig.2 Evaluation order of v_0 , v_1

6. まとめ

ドライバは自身の運転をこれまでの経験等から定めた目標を設定していると考えられ、それに基づいて評価していると考えられる。したがって定量的で一律な評価指標ではドライバが定めた目標値との間に差が生じる場合もある。これらの仮説を検証するため、交差点左折時を対象にドライビングシミュレータによる実験にて評価検討を行った。

結果から、実際の運転と目標とする運転のずれが運転が上手さや下手さの判断に影響していることを確認した。

以上より多数のドライバが運転実験を行い、各評価項目のパラメータの中央値を評価指標とすれば、ドライバの主観を考慮に入れた評価ができることが示唆された。

今後は被験者を増やし、ドライバの主観を考慮に入れた評価方法について検討する予定である。

また旋回中、旋回後についても主観的な評価と定量的な評価との関係を検討する予定である。

また本稿では、ドライバの主観的な評価と定量的な評価との関係を明らかにしたが、今後はドライバ以外の人間の客観的な評価と定量的な評価との関係について検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 沖田齡次他、「インテリジェントドライブマスタ (i-DM) の概要」、マツダ技報、No. 29、20-24、2011
- 2) 山門誠他、「横運動に連係して加減速するエキスパートドライバの車両軌跡の定式化」、自動車技術会 2018 年春季大会学術講演会 講演予稿集、No. 57. 18、1-6、2018

複数のHMI導入によるインピーダンス制御を用いた 操舵支援システムの受容性評価

○平井翔大（三重大学・学部生）、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）

Driver Acceptability Evaluation for Steering Assist System based on Impedance Control with Multiple HMIs

Shota Hirai (Mie University), Takuya Hirata (Mie University), Soichiro Hayakawa (Mie University),
Shigeyoshi Tsutsumi (Mie University) and Ryojun Ikeura (Mie University)

1. はじめに

近年、交通事故防止やドライバの負担軽減のため様々な先進運転支援システム (Advanced Driving Assistant System以下ADASと略す) が研究・開発されている。著者らもこれまでに、人との親和性が高いインピーダンス制御¹⁾を、ドライバと自動車の協調作業とみなせるステアリング用ADASに導入し、ドライバ受容性の向上を試みた。減衰比による受容性評価手法を提案し、それに基づくインピーダンスパラメータ設定手法を導入して、実験によりその有効性を確認した²⁾。しかし、ヒューマンマシンインターフェース(以下HMIと略す)を複数導入することによる受容性変化については検証できていなかった。

そこで本稿では、複数のHMIを導入した場合の、操舵介入支援時のドライバの受容性の変化についての検証を行ったので報告する。

2. インピーダンス制御による介入支援システム

2.1 ステアリング操舵支援アルゴリズム

本研究で想定する ADAS は、山口らの研究³⁾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する。これに基づき操舵支援時に操舵支援トルク τ_a を、

$$\tau_a = D_a \dot{\theta} + K_a (\theta - \theta_d) \quad (1)$$

としてステアリングに印加する操舵支援手法を提案している。ここで、印加粘性係数を D_a [Nm・s/rad]、印加ばね定数を K_a [Nm/rad]、現在

のステアリング回転角を θ [rad] とする。また、自動車の通常運転時のステアリングダイナミクスを次式のように表現する。

$$J_m \ddot{\theta} + D_m \dot{\theta} + K_m \theta = \tau_h \quad (2)$$

ここで、ステアリングのイナーシャを J_m [kg・m²] 粘性係数を D_m [Nm・s/rad]、ばね定数を K_m [Nm/rad]、ドライバのステアリングへの印加トルクを τ_h [Nm] とする。通常運転時にはドライバが感じるステアリングトルクは式 (2) で表される自動車ステアリング系のみのダイナミクスになっている。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により、操舵支援時には、粘性項変化だけでなくばね項による平衡点が追加され、ドライバが感じるダイナミクスが変更される。提案インピーダンス制御を用いた操作介入支援手法では、このようなダイナミクス変化により操舵介入支援を行っている。

2.2 減衰比を用いた受容性評価指標の導入

ステアリング機構部分のインピーダンスパラメータは車両毎に異なっており、ドライバ受容性を高める印加粘性係数と印加ばね定数を設定する場合、その組み合わせは無数にあるため適正な値の導出に手間がかかる。単一の評価指標で容易に導出できることが望ましい。そこで、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し、車両毎のステアリング機構部の差異の影響を受けない統一的な評価手法を著者らは提案しており⁴⁾、本稿でもそれを使用する。操舵支援時のステアリングダイナミクスの減衰比は次式で表される。

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

この操舵介入支援時のステアリング系の減衰比を用いて受容性評価を行う。

2.3 実験装置

実験にはドライビングシミュレータ(以下DSと略す)を用いた。本DSは3つの映像表示用ディスプレイを備えており、インピーダンス制御を行うためにダイレクトドライブモータ(以下DDモータと略す)に直結したEPSを模擬したステアリングデバイスとアクセル、ブレーキ、運転席、PC、ヘッドアップディスプレイ(以下HUDと略す)、スピーカーとサブモニタから構成されている。PCはドライバの車両操作情報に基づいて車両のダイナミクスを計算し、その結果に基づいて運転映像の表示や小型モニタを用いたHUDの表示や効果音の出力を行っている。

実験で用いるHUDはドライバの運転視線から俯角9.2°の位置に設置し、HUDは操舵支援介入と同時に支援情報が表示される。注意喚起の効果音は操舵支援介入1秒前に発生するように設定している。これを本稿では予告音と定義し、さらに、操舵支援介入時には予告音と異なる効果音が発生するようにしてある。本研究ではHUDの表示のみを加えたものを実験1、HUD表示と効果音発生を加えたものを実験2とする。

本実験では、見落とした停車車両回避タスクを想定している。被験者は道路幅7mの市街地直線道路の左を直進走行し、操舵支援が介入すると同時に見落としている前方停止車両の回避操作を行う。

3. 実験結果とその考察

走行実験で得られた被験者8人の4セット分の主観評価に基づく、減衰比による受容性の評価結果を図1に示す。図中、橙色の線が実験1を、青色の線が実験2を示している。評価は-2が全く良く思わない、-1が良く思わない、0がどちらとも思わない、+1が良いと思う、+2が非常に良いと思う、として各走行毎に回答してもらった。評価値の平均値の数値が大きいほど操作性が良い評価となる。結果を見ると、予告音を導入した実験2では、減衰比10から30の範囲で受容性が高く、減衰比 $\zeta=10$ で最も向上した。これは予告音の導入によりドライバに安心感が生じ、余裕を持って回避操作に移行できたため受容性の増加につながったと考える。

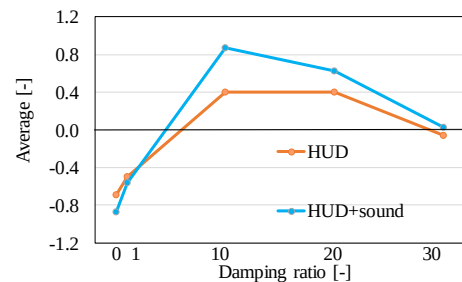


Fig.1 Steering assist system evaluation

4. まとめ

本研究では、インピーダンス制御を用いた操舵支援システムに、複数のHMIを追加搭載した場合に、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、HUD表示だけでなく予告音を導入することでドライバの受容性が向上することを確認した。

今後は、効果音のタイミング変更による受容性の変化を検証することや、可変粘性方式を導入した新しい支援手法の検討を行っていく予定である。

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) 池浦良淳他、「人間どうしの協調運動における腕の可変インピーダンス特性とロボット制御への適用」日本機械学会論文集 C 編、Vol. 73, No. 725, pp. 251-257、2007
- 2) 有住卓郎他、「インピーダンス制御を用いたステアリング介入支援におけるドライバ受容性評価」自動車技術会 2016 年秋季大会学術講演会講演予稿集、pp.86-90、2016
- 3) 山口拓真他、「スーパーバイザ型協調制御の提案とその評価」、自動車技術会 2016 年春季大会学術講演会講演予稿集、pp.1593-1598、2016
- 4) 石川琢磨他、「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ドライバ受容性評価」、自動車技術会 2017 年春季大会学術講演会講演予稿集、pp.2012-2016、2017

短時間仮眠をサポートするアイテム開発のための基礎研究 —日中の眠気対策として—

○片岡竹紫（名古屋市立大学大学院・院生）、横山清子（名古屋市立大学大学院）

Study on Developing Items Supporting a Short Nap
Reduction of Drowsiness in the Daytime
Chikushi Kataoka and Kiyoko Yokoyama (Nagoya City University)

1. はじめに

現在、睡眠不足や長時間労働による疲労や過労が重大な社会問題になっている。長時間労働については改善されつつあるようであるが、日本では、年齢、性別を問わず、誰もが睡眠不足に苛まれる「過労社会」である。2018年6月「熟睡アラーム統計情報」（株式会社C2）のデーターにより、20代男性の平日1日あたりの平均睡眠時間は5時間41分、20代女性は5時間57分である¹⁾。睡眠不足の影響は、朝起きたときに寝た気がしないことがある。寝入るまでの時間が長い入眠困難、中途覚醒、早朝覚醒、熟眠困難においても睡眠不足となる。睡眠不足のまま学校や会社に出かけると、眠気を感じながらの活動になるため、記憶力、集中力、思考力が低下することがある。自動車運転では、居眠り運転や漫然運転を誘発し、交通事故に繋がる危険がある。

NHK放送文化研究所（世論調査部）2016年2月「国民生活時間調査報告書」によると、20代男性の平日1日あたりの平均睡眠時間は7時間27分、20代女性は7時間18分である²⁾。データーから、睡眠時間は満足しているように見えるが、睡眠の質の低下から、日中に疲労を感じる人が少なく無い。調査においては仮眠を取る習慣があると答えた人は約全体の40%に満たない。

本研究においては、睡眠状態の実態および仮眠の状況、仮眠の効果を明らかにし、市場に出回っている仮眠用アイテムの実用性を調査し、どのようにより良い仮眠状況を作れるのかを研究対象とする。研究対象とする仮眠グッズは、職場や学校などで眠気を感じた時にその場で座位のまま良質の仮眠をとるための補助的製品であり、枕、アイマスク、耳栓などである。

2. 仮眠に関する先行研究

林光緒は『午後の眠気対策としての短時間仮眠』³⁾において、「日中に発生する眠気は種々のパフォーマンスの昼食後の低下の原因となり、居眠り事故発生の原因ともなっている。短時間仮眠は、眠気を一時的に防止するための予防的仮眠であるが、睡眠時間が短いため睡眠不足を解消するための補償的仮眠とはならない。」と述べている。従って、午後の眠気を解消するためには、夜間睡眠を確保することが先決である。また、山本哲郎の『短時間仮眠が午後の運動パフォーマンスに及ぼす効果』⁴⁾では、「午後の眠気の抑制には短時間仮眠が有効であることが報告されている。短時間仮眠が運動パフォーマンスに及ぼす効果を検討した。」と述べている。さらに、久保田富夫の研究『健康成人が感じる昼間の眠気とその対応について』⁵⁾では、「健康なわたしたちも、昼間に耐えがたい眠気を体験することはよくある。ヒトの昼間の覚醒レベルの変動については様々な研究が行われているが、60分から3～4時間周期で眠気が出現するウルトラディアンリズムの報告があり、いくつかの要素が関連していると考えられている。昼間の眠気には、生体リズムが関係していることは広く知られている。」と結論づけている。

以上の三つの論点から、日中に眠気が発生することは生体リズムに関係しており、夜中の睡眠に大きく左右されることも要因の一つであるということがわかる。仮眠をとることは眠気を和らげることには有効である。しかし、どのように仮眠を取ることが一番有効的なのかという点について言及はされていなかったことに注目していき

たい。本研究では、具体的に仮眠の取り方を検討し、仮眠に適している仮眠用補助アイテムの具体像を明らかにする。

3. 若年成人の睡眠実態に関する調査

調査目的：睡眠状態の調査と問題点の抽出

調査方法：アンケート

調査対象：若年成人男女、45人

結果：①眠気を感じた時に「仮眠を取る」という回答は31.1%という数字になっている。②仮眠をとる場合「仮眠用アイテムを使用するか」の質問に対し、「はい」と答えた人は6.7%となった。③仮眠用アイテムの使用感を問われた際に、全員「普通」という回答だった。

考察：眠気を感じても仮眠はとらない回答者が全体の2/3以上であり、眠気や疲労の解消方法として、必ずしも仮眠がその選択肢に入っていないことが分かった。また、仮眠をとる場合に、仮眠をしやすくする補助グッズの使用者は殆どいないという結果であった。また、その使用者の仮眠補助グッズに対する評価は低い結果であった。これらの結果から、昼間の眠気解消や疲労軽減への仮眠の効果的、および、良質の仮眠を得るための方法提案のために、客観的な実験結果に基づく評価が必要であり、その評価に基づく仮眠の必要性の啓発が必要と考えられる。また、多様なグッズに対して、その特徴を明確にし、仮眠環境や身体状態と、それに適したグッズとの関係を明らかにし、使用感に優れたグッズデザインにつなげる必要があると考えられる。

4. 市販仮眠用アイテムの調査

調査目的：市販仮眠用アイテムを利用する、若年成人の選択傾向及び意向の調査。

調査方法：1)アンケート、2)インタビュー

調査対象：若年成人男女、25人

結果：アンケート及びインタビューの総合結果によると仮眠グッズとして、アイマスクと耳栓を選択する回答者が最も多い結果であった。アイマ

スクについて、その素材及び構造、鼻筋部分から光は入るなどに不満を感じる人が多かった。また、耳栓については、遮音性低いこと、使用時の気圧により耳に対して不快感を与えていることなどが、使用感の低下に繋がることが分かった。

5. まとめ

「睡眠不足」が重大な社会問題になりつつあるが、しかし若年成人においての平均睡眠時間は7時間26分で比較的長い時間になっているが、日中に眠気や疲労を感じる人が少なくない。眠気や疲労軽減の対策の一つとして、仮眠を本研究の対象とした。2. では若年成人の睡眠の実態をアンケート方式で明らかにし、分析した結果を述べた。3. では市販の仮眠用アイテムを例とし、それぞれの実用性および使用感に着目し、それを踏まえた商品の開発のための検討を行った。今後は、さらに具体的に理想的なアイテムを提案し、試作品使用時の生体信号（脳波、心電図）測定による生体反応の評価を行う。併せて仮眠前後の作業成績、疲労回復効果も分析する予定である。

参考文献

- 1) <https://www.dreamnews.jp/press/0000179304/>
- 2) NHK 放送文化研究所「2015 年国民生活時間調査」2016
- 3) 林光緒、堀忠雄「午後の眠気対策としての短時間仮眠」生理心理学と精神生理学、25、1、p. 45-59、2007
- 4) 山本哲郎、林光緒「単時間仮眠が午後の運動パフォーマンスに及ぼす効果」生理心理学と精神生理学、24、3、p. 249-256、2006
- 5) 久保田富夫「健常成人が感じる昼間の眠気とその対応について」バイオメカニズム学会誌、29、4、p. 185-188、2005

手掌部への振動刺激によるドライバ覚醒維持

○角野彩（株東海理化）、武内秀平（株東海理化）、鈴木隆司（株東海理化）、神谷直城（株東海理化）、三浦嘉傑（トヨタ自動車株）、小島基博（トヨタ自動車株）、岩片孝司（トヨタ自動車株）

A Study on Arousal Level Maintenance of Driver by Vibration Stimulus to the Palm

Aya Kadono (TOKAI RIKI CO.,LTD.), Shuhei Takeuchi (TOKAI RIKI CO.,LTD.), Takashi Suzuki (TOKAI RIKI CO.,LTD.), Naoki Kamiya (TOKAI RIKI CO.,LTD.), Yoshimasa Miura (TOYOTA MOTOR CORPORATION), Motohiro Kojima (TOYOTA MOTOR CORPORATION) and Koji Iwakata (TOYOTA MOTOR CORPORATION)

1. はじめに

現在、自動運転に向けた開発が進みつつある。自動運転レベル3までは、自動運転と手動運転が切替わる車両からのTOR (Take Over Request) が存在し、ドライバは確実かつ安全に手動運転への切替わりに対応する必要がある。自動運転中のドライバは運転タスクから離れるため覚醒水準が低下し¹⁾、TORに対応できない懸念があることから、覚醒水準の低下を抑制することが求められる。

従来研究では、外部刺激として光や音、振動刺激を用いて覚醒維持させる検討が行われている²⁾³⁾。光や音刺激はドライバ以外の乗員にも提示され、乗員に煩わしさが生じるとされる。対して、振動刺激はドライバにのみ提示できる利点があることから、我々は振動刺激に着目した。

また、ペンフィールドの脳地図（ホムンクルス）で表されているように、入力刺激を受け取る脳領域は手掌部が広範囲を占めることから、敏感と考えられる手掌部を狙った振動刺激の提示が、効果的であると仮定した。さらに、振動刺激を複数位置に時間差で提示することで、振動する物体が動いているような仮現運動の感覚を触覚に提示することとした。

本研究では、模擬自動運転中のドライバの手掌部へ仮現運動のような振動刺激を与えて、覚醒維持への効果の有無を確認した。

2. 評価概要

自動運転レベル3の模擬自動運転を行う。暗室内に実車内想定で運転席を用意した。前方にプロジェクタを設置して周回路を走り続ける実車走行映像を流し、走行音はイヤホンで流した。センターコンソール部には振動デバイスを設置した。

振動デバイスは、手のひら全体に触れるマウスのような形状で、デバイス上面の指先から手首に至る手掌部の範囲内に、振動ノブが直線的に4つ

配置されており、ボイスコイルモータで指先のノブから順次振動させた。

nac社製のEMR9を用いて覚醒水準と相関があるとされる閉眼率¹⁾を取得した。閉眼率は、1分間の閉眼割合を毎秒算出した。また、全く眠くない・やや眠い・眠いの3段階の評価スケールを実験協力者の右手元に設置し、主観的に覚醒度が変わった際に指差しする主観評価を実施した。

振動刺激の条件として、研究関係者内の事前検討で、確実に振動刺激を感じられ、かつ、不快でない振動刺激を標準条件として決定した。標準条件から、加速度、周波数、振動間隔を変更し、無刺激条件を含め全5条件（表1）の評価を実施した。

表1 振動刺激条件

条件	標準	加速度大	振動間隔短	周波数高	無刺激
加速度pp[G]	5.3	22	5.3	5~6	—
周波数[Hz]	45	45	45	100	
各ノブの振動時間[s]	1.5	1.5	0.75	1.5	
振動間隔[s]	0.75	0.75	0.187	0.75	
閉眼率10%時 各ノブの振動回数	2	2	8	2	

事前検討より、リアルタイムで取得する閉眼率が10%、20%（従来研究⁴⁾で設定されたやや眠くなる基準値と、より上昇した値）を超えるとときに振動刺激を提示することとした。例として標準条件は、1回の刺激で各ノブが0.75秒間隔で順次1.5秒間ずつ振動する。閉眼率が10%の時は刺激を2回、20%の時は刺激数を10%時の2倍とした。

実験協力者には、「レベル3の自動運転ですが、TOR通知が来たら確実に手動運転に切替わる必要があるため、前方の状況を把握しつつ起きていて下さい。左手はデバイス上に手のひら全体が触れるよう軽く置いて下さい。」と教示した。協力者は、20~60代の10名（男性7名、女性3名）で、インフォームドコンセントを実施して同意を得た。可能な限り、協力者毎の評価開始時間を統一した。

3. 結果

評価開始から20分間を解析対象区間とした。各

条件での全実験協力者の閉眼率推移について加算平均を算出した結果を図1に、加算平均の閉眼率が10%、20%、30%に到達する時間を図2に示す。

図1、2より、無刺激は評価開始から8分後には閉眼率が30%を超えて、そのまま閉眼率が上昇した。振動刺激の条件のなかで標準、加速度大、振動間隔短は、評価開始から約5～9分の間に閉眼率が20%に到達するが、その後上昇することなく、維持された。周波数高条件は、閉眼率が20%に到達することなく、10%付近で維持された。

閉眼率推移を評価開始～5分（start）、7～12分（mid）、15～20分（end）の5分ごとに平均値を算出した結果を図3に示す。分散分析の結果、条件間における変動は有意であった。但し、条件変動の寄与率は4.23%のため、影響は限定的である。

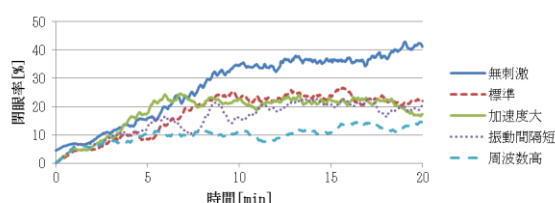


図1 各条件加算平均

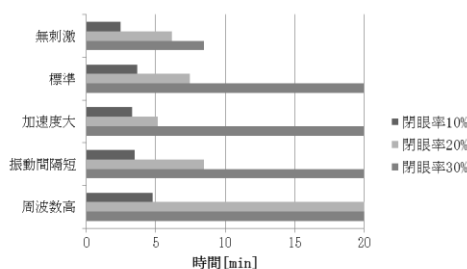


図2 各閉眼率に到達する時間

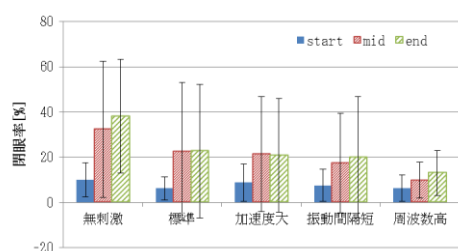


図3 時間経過ごとの平均閉眼率

以上より、閉眼率は、振動刺激があることで、無刺激よりも低く維持され、なかでも周波数高条件が最も低く維持された。また、主観評価では、閉眼率の上昇に伴い主観的覚醒度も低下し、閉眼率と覚醒水準の関係は従来知見通りで、閉眼率20%付近では全ての実験協力者が眠いと回答した。したがって、条件のなかでも、閉眼率が20%以下を下回る周波数高条件は客観的にも主観的にも覚醒維持への効果が高いといえる。ただし、周波

数高条件では、「くすぐったい。不快。むずむずする。」とのコメントが得られた。

4. 考察

皮膚の受容器のなかで、皮膚の振動に非常に感度が高いとされる受容器はパチニ小体で、100～300[Hz]が最も感度が高いとされる。手掌におけるパチニ小体の受容野、つまり刺激を受け取る面積は広く、半分近くに達する場合もある。100[Hz]より低い周波数に感度が高い受容器はマイスナー小体で、40[Hz]前後が最も検出されやすいが、マイスナー小体の受容野は直径数ミリで小さく⁵⁾、点々と分布する。周波数高条件の100[Hz]の振動は、受容野の広いパチニ小体の最適検出域であることから、本研究における効果が最も高かったと考える。ただし、コメントとして得られた通り、周波数高条件では快適性を損なう可能性がある。

また、懸念として、どの条件においても開始から8分も経たないうちに閉眼率が30%を超えていく実験協力者がいたことから、本手法をもっても覚醒維持できないドライバがいると考えられる。

5. まとめ

本研究の振動提示方法においては、手掌部に刺激を与えることで覚醒維持の効果を確認した。なかでも周波数を100[Hz]にした振動刺激で、覚醒維持の効果が高い可能性が示唆された。今後は、商品性を考慮して、覚醒維持の効果を示しつつ快適性を損なわない振動刺激の検討を行う。

参考文献

- 1) 佐藤健治他、「実車走行環境下における自動運転時のドライバ状態（覚醒度）検知に関する研究」、自動車技術会 2018 年春季大会学術講演予稿集、RONBUNNO. 139、2018
- 2) 有光哲彦他、「車室内空間における視聴覚情報に基づく覚醒水準維持」、自動車技術会論文集 Vol46、No. 6、1099-1104、2015
- 3) 菅谷和実他、「覚醒維持に効果的な振動パターンの検証」、自動車技術会 2018 年春季大会学術講演予稿集、RONBUNNO. 130、2018
- 4) 疋田真一他、「視線と覚醒水準の融合フィードバックによるドライバの覚醒維持」、ヒューマンインタフェース学会論文誌 Vol118、No. 4、2016
- 5) 岩村吉晃、「ヒト触覚受容器の構造と特性」、日本ロボット学会誌 Vol12、No. 5、54-60、1984

運転シートに内蔵された複数背面支持機構を用いた疲労増加低減効果検証

○浅野克啓, 戸田雄也 (三重大大学大学院・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)

Verification of reduction in fatigue reduction effect by using multiple back support mechanism built into driver's seat

Katsuhiko Asano, Yuya Toda (Mie University)

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

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

1. はじめに

安全で快適な運転を実現するためには、ドライバの運転疲労の改善の実現が重要な事項の一つである。運転疲労の主な要因として、長時間着座した状態を維持し、運転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。著者らもこれまでに、運転中の疲労増加低減実現を目的とし、シート内蔵のランバーサポート（以下ランバーと略す）に着目し、この動作により、ドライバの疲労増加低減が実現できることを示した⁽²⁾。

本研究では、上記の手法より疲労増加低減効果を向上させる手法としてペルビスサポート機構（以下ペルビスと略す）に着目し、ランバーとペルビスを用いて複数支持をし、姿勢変化数を増やすことで、疲労増加低減効果の向上を目的とした。ドライビングシミュレータ(以下DS)を用い、ドライバの疲労増加低減効果を評価し、その結果について報告を行う。

2. 実験概要

本研究ではランバーとペルビスを内蔵したシートを用いる。用いたシートの側面断面図を図1に示す。図1に示すように計画ヒップポイント(以下SRP)からそれぞれ、ランバーで約150mm上方、ペルビスで約90mm上方の位置で最大30mm張り出す仕様となっている。図2に示すようなDSを用い、シート内蔵のランバー・ペルビスの疲労増加低減効果の評価を行った。本研究ではGranTurismo 6を用いて走行実験を行っている。走行環境はニュルブルクリンク北コースを採用し、車両はドライバが一般的に運転している車に近いVolkswagen Poloとした。

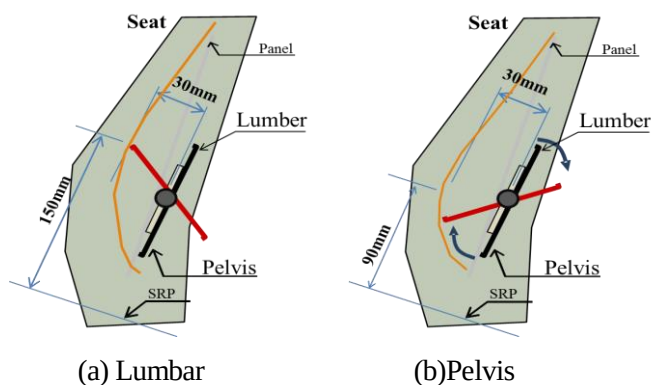


Fig.1 Movement of lumbar and pelvis support

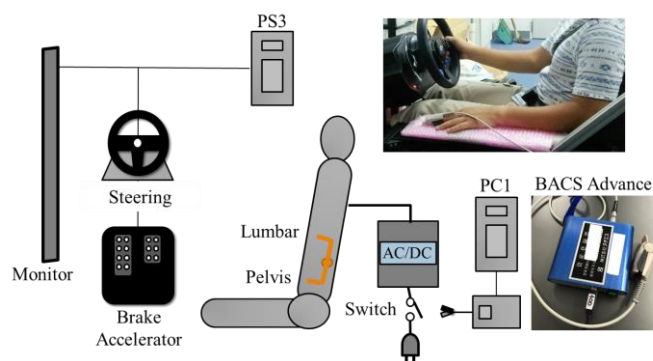


Fig.2 Configuration of the experimental system

3. 実験手法

指尖容積脈派は生体情報であり、日々の生活リズムや環境による影響を受けやすいため、同一条件となるようにした。被験者は20代男性1名で1回の実験は90分とした。本研究ではランバーのみを使用していた従来手法と比較して、ランバー・ペルビスを使用した場合の疲労増加低減効果の検証を目的とする。実験パターンを(1)何も使用しない、(2)15分おきにランバーのみを動作させる、(3)15分おきにペルビスのみを動作させる、(4)実験開始から、ランバーが15～30分、45～60分、75～90分、ペルビスはランバーの動作しな

い15分間なっています。これら4パターンで実験を行った。

本研究では主観、客観の両面から疲労評価を行う。客観評価として指尖容積脈派を用い、藤田らの提案する手法³⁾により脈派筋疲労曲線を導出するため、ステアリング操作を右手で行い、左手人差し指で脈派の計測を行った。

主観的疲労評価は首、腰、尻、背中、腕の5ヶ所においてアンケート調査を行った。

4. 結果

図3に実験パターン毎に実験5回平均の脈波筋疲労曲線を示す。縦軸は肉体の疲労度、横軸は時間を表している。図の線は赤がパターン1、緑がパターン2、紫がパターン3、青がパターン4を示し、各パターン間で有意差検定を行った。*マークは有意水準を表す。パターン2の結果については従来研究通り、ドライバの着座疲労増加が軽減できることが確認された。パターン2と4では有意差はないものの、疲労増加低減効果は向上した。

また、各実験パターンについて得られた最終主観疲労値を図4に示す。横軸は各部位を表し、棒グラフの赤がパターン1、緑がパターン2、紫がパターン3、青がパターン4を示す。各条件間の有意差検定を行い、*マークは有意水準を表す。グラフ中の黒の縦棒は標準偏差である。

パターン1と比較するとパターン2,4では腰部と背中で1%水準の疲労増加低減効果がみられた。また、首や腕などサポートシステムが機能しない部分に関してほぼ同じ評価であった。主観評価においてはパターン2と4で差は確認されなかった。

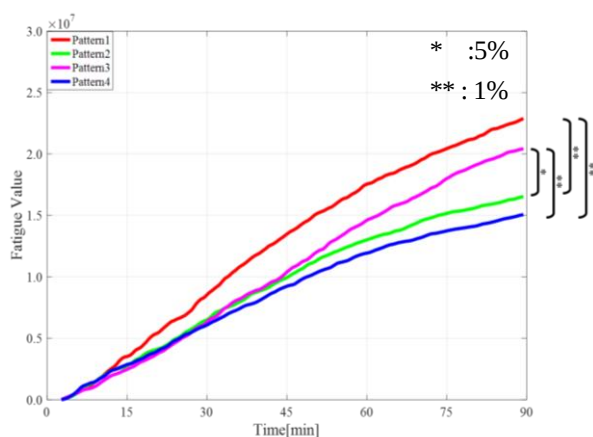


Fig.3 Pulse wave muscle fatigue curves

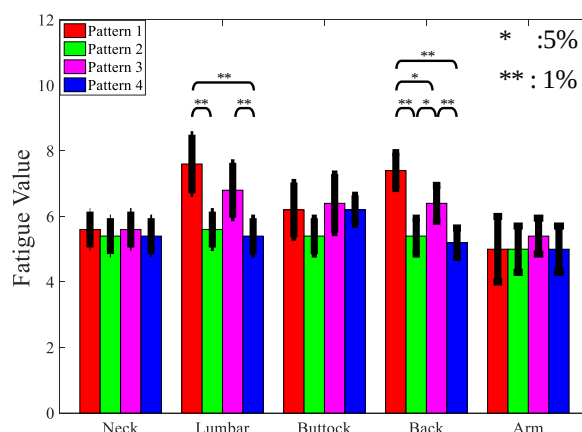


Fig.4 Subjective evaluation results

5. まとめ

本研究ではこれまで著者らが提案してきたランバーだけでなく複数支持を行い、姿勢変化数を増加させ、疲労増加低減効果向上を目指した。これらの結果から、ランバー・ペルビスを使用すると未使用時に比べ、疲労増加低減効果の向上は確認されたが、従来手法のランバーのみの動作と比較すると同程度の効果となった。このことからランバー・ペルビスの切り替えによる疲労軽減効果の大半はランバーによるものであることが考えられた。

今後は筋電位計測を用い、負担のかかる筋部位を調査し、負担を軽減できる姿勢へと変化を促す支持機構を模索する。

参考文献

- 1) 十市祥教 他:長時間運転時における疲労評価に関する研究, 日本機械学会関東支部第 10 期総会講演会講演論文集, pp.499-500 (2004)
- 2) 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, Vol.135, No.5, pp.513-519 (2015)
- 3) 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, Vol.40, No.5 (2004)
- 4) 山田 純 他:指尖容積脈波と血中乳酸値を用いた生体情報に基づく長時間運転の疲労評価手法に関する研究,計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演集 2016,201 -6 (2016)

2色覚の色の見えモデルにおける色弁別閾に関するRGB変調による検討 (第3報)

○安井明代（名古屋市立大学大学院・院生）、田中 豪（名古屋市立大学大学院）

Examination of Color Discrimination Threshold in Dichromatic Color Appearance Model by
Changing RGB Values (Part 3)

Akiyo Yasui and Go Tanaka (Nagoya City University)

1. はじめに

色情報は直感的な伝達手段として様々な場面で利用されている。色情報は多くの場合、正常色覚（3色覚）を基準としており、2色覚者には色弁別が難しいことがある。この理解のために様々な2色覚者の色の見えのシミュレーションモデル¹⁾²⁾（以降モデルと表記）が提案されている。しかし、モデルの正確性についての心理物理学的測定法³⁾による検討例⁴⁾⁵⁾は少ない。

人が色を見分けられる限界（色弁別閾 Θ ）を心理物理学的に測定することは可能である。したがって、 Θ 付近でのモデルの正確性について、心理物理学的測定法による検討が可能である⁴⁾⁵⁾。以前、筆者らはJiangらの方法⁴⁾を修正し、 Θ 付近でのモデルの正確性を検討する実験⁵⁾を行った。その実験はRGB色空間にて色を変化（RGB変調）させる点がJiangらの方法と異なる。RGB変調した色（変調色）に関する色弁別閾 Θ^A と変調色をモデルで変換した色（変換変調色）に関する色弁別閾 Θ^B を求め、複数の被験者の Θ^A 及び Θ^B の平均値の一致度から Θ 付近でのモデルの正確性を調べた。この実験ではBrettelらのモデル¹⁾（Brと表記）及び色順応過程としてvon Kries変換を用いた吉澤らのモデル²⁾（YKと表記）を比較し、両モデルに有意な差がないことを示した。

モデルは2色覚における視認性を改善する色変換アルゴリズムに利用できる。同じ型の2色覚者同士でも、色の知覚には個人差がある。PCなどは個人で使用する場合が多く、使用者（各2色覚者）に合わせて調整したモデルを用いたアルゴリズムを利用することが望ましい。本報告では文献5)の方法を修正し、各2色覚者についてモデルの Θ 付近の正確性を評価する方法を提案する。なお、文献5)では Θ^A 及び Θ^B をCIELAB色差³⁾で表現したが、この場合、 Θ^B の計算において検討対象であるモデルを用いる必要がある。これを避けるために、提案方法では2-1で詳述するRGB変調量から Θ を求める。

2. 方法

任意の色 o とその変調色 q について、2色覚での色の見えをシミュレーションしたものをそれぞれ変換色 o' 、変換変調色 q' とする。シミュレーションが正確であるならば、2色覚者には o と o' 、 q と q' はそれぞれ同じ色に見え、 o と q の色差と o' と q' の色差は等しい。色差が微小な o 、 q （提示A）に対する Θ^A と o' 、 q' （提示B）に対する Θ^B の一致度からモデルの正確性を評価する⁵⁾。

2-1 実験手順

実験手順は文献5)に従う。

暗室に設置したディスプレイに全面単一色の背景を表示する。背景の中央に固視点を設け、その上又は下に小円を短時間表示する。これを色刺激と呼ぶ。

提示Aにおける背景色をO、小円の色をCとする。CはOのRGB値について1成分のみ変調した色（変調色）である。Rの値を増加させる場合を R^+ 、減少させる場合を R^- と表記する。例えばOのRGB値が(204, 204, 204)であるとき、 R^+ 方向の変調ではCは OR^+_1 、 OR^+_2 、…と表現し、そのRGB値は(205, 204, 204)、(206, 204, 204)、…である。下付き添え字1, 2, …はRGB値を変調した量（RGB変調量）を示す。一方、提示Bの色は、提示Aの色をモデルで変換した色（変換変調色）である。変調色 OR^+_1 、 OR^+_2 、…をモデルXで変換した場合、変換変調色は $OR^+_1[X]$ 、 $OR^+_2[X]$ 、…で表す。そのRGB変調量は、それぞれ1, 2, …である。なお、提示Bでは背景色も変換色 $O[X]$ となることに注意されたい。提示A、Bともに、変調量が大きいほど小円と背景のコントラストが高い色刺激となる。

被験者は表示された小円の位置を二者強制選択で応答する。各色刺激は、恒常法³⁾により複数回表示する。各色刺激について小円の位置の正答率を求め、その正答率をもとに Θ を求める。

2-2 Θ の計算

本提案方法では、RGB変調量を用いる他は文献5)と同様にして Θ を計算する。一般に、変調量が

大きくなるにつれて正答率も大きくなる。提示Aと提示Bそれぞれについて、変調方向ごとに正答率が80%となる色刺激のRGB変調量を被験者ごとに求め、 Θ の値とする。

3. 実験例

提案方法の実施例としてモデルBr及びYKを用いた実験を示す。

被験者は、1型2色覚者1名（被験者1）及び2型2色覚者2名（被験者2、3）である。被験者の色覚は石原色覚検査表、標準色覚検査表、及びアノマロスコプで確認した。用いた液晶ディスプレイはColorEdge CG247（24.1インチ、8ビット色深度）であり、ディスプレイの色温度³⁾は5000K（D50）及び6500K（D65）とした。背景色Oは輝度35 cd/m²の灰色である。小円は固視点の1.5°上又は下に中心を持ち、直径は1°である。小円の表示時間は100 msである。実験手続きの制御はMATLAB Psychtoolboxで行った。

D50及びD65でのOについて、 R^+ 、 R^- 、 G^+ 、 G^- 、 B^+ 、 B^- の各方向に変調した場合の各被験者の Θ^A と Θ^B （モデルはBr及びYK）の散布図を図1に示す。（a）～（f）の全てにおいて、 Θ^A と Θ^B には強い正の相関があることが分かる。なお、図1における R^2 は寄与率である。

ここで、散布図から得られる回帰式を $y = \alpha x + \beta$ とする。 x は Θ^A 、 y は Θ^B である。 $\alpha = 1$ 又は $\beta = 0$ と有意な差があるとき、すなわち $y = x$ と有意な差があるときモデルは不正確である。図1(a)、(b)ではいずれも α は1と有意な差がある。すなわち両モデルとも被験者1には不正確である。図1(c)～(f)ではいずれも α は1と有意な差はなく、 β は0と有意な差はない。したがって、BrとYKはともに被験者2、3に対して不正確ではない。図1(c)、(d)ではYKのほうがBrよりも R^2 が大きい。一方、図1(e)、(f)ではBrの方がYKよりも R^2 が大きい。今回の実験条件下では、被験者2にはYK、被験者3にはBrのほうが適しているといえる。

4. まとめ

本報告では、2色覚の色の見えモデルについて色弁別閾付近の正確性の評価を被験者ごとに行う方法を提案した。提案方法は、2色覚者の画像に対する視認性改善の一助になる可能性がある。

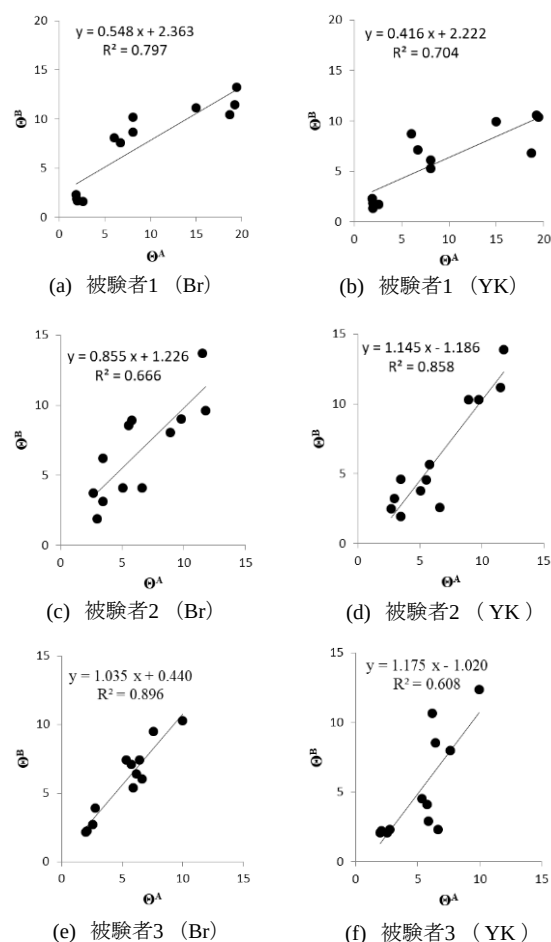


図1. Θ^A と Θ^B の散布図

参考文献

- 1) H. Brettel et al., “Computerized simulation of color appearance for dichromats,” J. Opt. Soc. Am. A, vol. 14, no. 10, 2647–2655, 1997
- 2) 吉澤将則、矢口博久、「観察条件を考慮した二色型色覚の色の見え」、日本色彩学会誌、vol. 32、no. 3、175–184、2008
- 3) 日本色彩学会、新編色彩科学ハンドブック第3版、東京大学出版会、2011
- 4) H. Jiang et al., “D-CIELAB: A color metric for dichromatic observers,” SID Symp. Digest of Technical Papers, vol. 46, no. 1, 231–233, 2015
- 5) 安井明代、田中 豪、「2色覚の色の見えモデルにおける色弁別閾に関するRGB変調による検討（第2報）」日本色彩学会誌、vol. 41、no. 6 Supplement、3–6、2017

身体不活動性を表す新しい指標の検討

○山本孔次郎（名古屋市立大学・院・医・院生）、上島通浩、榎原毅（名古屋市立大学・院・医）

Examining new indicators of physical inactivity

Kojiro Yamamoto, Michihiro Kamijima and Takeshi Ebara
(Nagoya City University Graduate School of Medical Sciences)

1. はじめに

身体不活動は 1.5mets 以下の覚醒行動と定義され、主に座りがちな状態を指す。身体不活動が身体活動と独立してメタボリックシンドロームや 2 型糖尿病、うつ病、死亡などのリスクとなることが近年示されている¹⁾。しかし、これまでの身体不活動研究には主観的な質問票が用いられており、主観報告による身体不活動時間は実時間を過小評価していることが懸念されている。そのため、近年では加速度センサで測定した客観的なデータを用いた研究が国際的に主流となりつつあるが、身体不活動性を量・質の側面から表す適切な指標については合意が得られていない。本研究では、スマートフォン内蔵の加速度センサで測定したライフログデータを用いて、身体不活動性を表す新しい指標の検討を行った。

2. 方 法

2.1 サンプルデータ

検討に用いたデータは、20 代から 60 代の健康な労働者 200 名を対象に、学術用スマホアプリ「Motion Logger ver 1.5」を用いて連続 7 日間のライフログデータを計測したデータセットを用いた。本アプリはスマホ内蔵の各種センサ情報を最小 500ms 単位で継時記録・書き出しを行えるもので、測定の信頼性は先行研究で検証されている²⁾。

このデータの中で 4 勤務日以上測定できている対象者を解析対象とした（ $n=46$ ）。解析対象のサンプルデータは、総測定時間は約 4500 時間、データ総量は約 2000MB(2GB)であった。

2.2 データの加工方法

データは 5 秒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 センサに記録される 5 秒毎の歩数情報をもとに、60 秒以上連続して 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の値が 150 分以上連続して 1m/s^2 未満の場合は、非測定時間として除外し

た。データ加工には R (ver.3.5.0)を用いた。

2.3 指標の算出方法

2.3.1 従来指標

先行研究では主に合計身体不活動時間、合計身体不活動回数、平均一連続不活動時間が指標として用いられる。合計身体不活動時間は、step counter が 0 カウントの時間を合計し、合計身体不活動回数は 0 カウントが連続している回数を合計した。平均一連続不活動時間は、合計身体不活動時間を合計身体不活動回数で除して算出した。合計身体不活動時間、回数は残差法により測定時間を 16 時間として調整した³⁾。

2.3.2 新提案指標

一連続身体不活動時間が短いときは頻回な離席歩行をしていると想定でき、短時間の身体不活動は質的に健康増進に資する緩衝要因として機能する可能性が考えられる。そのため一連続身体不活動の長さを 10 分以上または 30 分以上を閾値とする場合の合計時間・平均一連続時間、一連続時間の長さを 10 分未満、30 分未満とした場合の合計時間、一連続時間が 10 分以上、30 分以上の身体不活動回数を合計身体不活動回数で除した身体不活動回数率を新提案指標として検討した（表 1）。

2.4 指標の評価方法

指標の評価は、指標間の独立性、信頼性、基準関連妥当性の 3 側面から評価を行った。指標間の独立性は従来指標との相関係数を利用し、 $|r| < 0.6$ を独立性ありとした。信頼性には労働 4 日間の個人内級内相関 (ICC_1) を算出、Landis ら⁴⁾の基準に従い $\text{ICC} > 0.8$ を信頼性（個人内整合性）ありとした。基準関連妥当性は共変量に年齢・性別・運動習慣を用いて 4 日間の指標の平均値を従属変数とする共分散分析を行い、メタボリックシンドロームの指標である BMI（やせ < 18.5 、標準、肥満 ≥ 25 ）の弁別可能性で評価した。有意確率は $p < 0.05$ 、統計検定力 ($1-\beta$) は従来指標の最大値を基準とする。併せて、各指標の解析利便性を判断するために、分布の正規性を尖度・歪度から評価した。

3. 結 果

新指標と従来指標間の独立性を表 2 に示した。合計身体不活動時間 (a-2:10 分未満、a-4:30 分未満) は従来指標の合計身体不活動時間(A) と負の相関または無相関となり、独立性が示された。同様に、平均一連続不活動時間 (b-1:10 分以上、b-2:30 分以上) は従来指標 A~C と独立性が認められた。

新指標の信頼性については、a-3 および b-2 以外は従来指標と同様に高い内的整合性が担保されていた (表 3)。

基準関連妥当性に関しては、BMI3 群間で有意差が示され、かつ統計検定力(1-β)が従来指標の最大値である 0.7 以上だった新指標は、合計身体不活動時間 (a-2:10 分未満、a-4:30 分未満) であった (表 3)。一方で従来指標の合計身体不活動時間(A)は統計検定力が低かった。

解析利便性の観点では、b-1, b-2 以外の新指標はいずれも正規性が担保されており、指標としての扱いやすさ (平均値・標準偏差による統計量の利用可能性) が示された。

4. 考 察

10 分未満と 10 分以上の一連続不活動時間では、健康への影響が異なるとする先行研究がある³⁾。本結果においても 10 分未満 (a-2) は従来指標の合計身体不活動時間(A)とは負の相関が、10 分以上 (a-1) では正の相関が認められることから、身体不活動は単純な量・反応関係で算術できない可能性が示唆された。信頼性および基準関連妥当性の観点からも合計身体不活動時間 (a-2:10 分未満、a-4:30 分未満) は支持されることから、一連続身体不活動は 10 分を閾値として定義することが有用であることが示された。また、従来から用いられている合計身体不活動時間(A)はBMIに関しては弁別力がないことが示されたことも興味深い。研究でターゲットとするアウトカムに応じて適切な身体不活動指標の組み合わせを今後検討することが必要である。

5. 参考文献

- 1) 榎原 毅, 庄司直人「身体不活動をめぐる sit-stand workstation 導入効果に関する人間工学研究動向」産業医学レビュー, 20(3): 145-161, 2017
- 2) Ebara et al., Reliability of smartphone based gait measurements for quantification of physical activity/inactivity levels, Journal of Occupational

表 1. 身体不活動性を表す指標

従来指標

- A. 合計身体不活動時間 (時間/日)
- B. 平均一連続不活動時間 (時間/日)
- C. 合計身体不活動回数 (回/日)

新提案指標

- a-1. 合計身体不活動時間 (10 分以上) (時間/日)
- a-2. 合計身体不活動時間 (10 分未満) (時間/日)
- a-3. 合計身体不活動時間 (30 分以上) (時間/日)
- a-4. 合計身体不活動時間 (30 分未満) (時間/日)
- b-1. 平均一連続不活動時間 (10 分以上) (時間/日)
- b-2. 平均一連続不活動時間 (30 分以上) (時間/日)
- c-1. 身体不活動回数率 (10 分以上) (%)
- c-2. 身体不活動回数率 (30 分以上) (%)

大文字: 従来指標、小文字: 新提案指標

A, a: 合計時間に関連する指標

B, b: 一連続時間の平均に関連する指標、

C, c: 回数に関連する指標

表 2. 従来指標と新指標の独立性の検証 (数値は相関係数)

	A	B	C		A	B	C
A	1.00			a-4	-0.21	-0.76	0.75
B	0.53	1.00		b-1	0.21	0.70	-0.54
C	-0.63	-0.84	1.00	b-2	0.08	0.31	-0.21
a-1	0.83	0.81	-0.93	c-1	0.60	0.82	-0.81
a-2	-0.47	-0.83	0.94	c-2	0.50	0.88	-0.82
a-3	0.63	0.85	-0.89				

アルファベットは表 1 を参照、灰色: $|r| < 0.6$

表 3. 新提案指標の信頼性・基準関連妥当性・分布の正規性

指標	信頼性 ICC ₁	分布の正規性 尖度 歪度		基準関連妥当性 p 1-β	
A	0.83	3.71	-1.42	0.56	0.14
B	0.87	1.54	1.22	0.04*	0.64
C	0.80	0.50	0.80	0.02*	0.70
a-1	0.81	0.08	-0.65	0.14	0.40
a-2	0.82	-0.43	0.50	0.02*	0.76
a-3	0.78	-0.52	-0.09	0.03*	0.67
a-4	0.80	-0.57	0.04	0.01*	0.82
b-1	0.81	1.58	1.13	0.04*	0.63
b-2	0.59	23.72	3.64	0.52	0.15
c-1	0.82	-0.29	0.30	0.15	0.40
c-2	0.80	0.62	0.89	0.04*	0.62

アルファベットは表 1 を参照

* $p < 0.05$

級内相関 (ICC₁): 1 に近いほど測定の信頼性が高い。

ICC₁ > 0.8

尖度・歪度: 正規分布に比べて、分布が尖っている場合に尖度は+、分布が左に偏っている場合に歪度は+となる。

尖度, 歪度 < 1.0

1-β: 従来指標の最大値 0.7 を基準とする。1-β > 0.7

Health 59(6):506-512, 2017

- 3) Kim et al., Extracting Objective Estimates of Sedentary Behavior from Accelerometer Data: Measurement Considerations for Surveillance and Research Applications, PLOS ONE, 2015
- 4) Landis JR, Koch GG, The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics. 33:159-174, 1977.

トンクの使い易さ向上に関する研究

○金澤諒（新潟国際情報大学・学生）、能勢直征（（有）永塚製作所）

上西園武良（新潟国際情報大学）

Usability Improvement of Tongs

Ryo Kanazawa, Naoyuki Nose & Takeyoshi Kaminishizono
(Niigata University of International and Information Studies)

1. はじめに

トンクを使用したゴミ拾いの際、現在広く流通しているステンレス製トンク（従来品）では、重量感から手に負担がかかってしまい、使い心地が悪いという問題点がある。

この問題に対して軽量化のため、従来品と同じ形状・寸法のアルミ製トンクを試作した。しかし、持ち手を握ると柄の部分が歪んでしまい、「挟持部に力が伝達しにくくなってしまう」、という問題点が生じた。さらに、根元のバネ力が弱いため、ゴミを持ち上げたとき「挟持部が上下にズレてしまう」という問題点も生じた。そのため、更なる改良として、剛性アップのためアルミパイプにて試作した（パイプ型）。これにより、柄の部分の歪が小さくなり、挟持部に力が伝わりにくい問題を回避できる。さらに、パイプを潰すことにより2倍の板厚となり根元のバネ力が強化され、挟持部のズレを小さくできると推定される。

本研究の目的は、パイプ型を出発点としてゴミ拾い用トンクの使い易さを向上させることである。

2. 予備実験（パイプ型）

2.1 方法

(1) 実験目的

パイプ型の問題点を抽出する。

(2) 実験環境及び装置

新潟国際情報大学の実験室において、トンクは従来品、パイプ型の2種類を使用した。挟持対象として、通常の回収物である、ペットボトル（内容量1/3充填、203g）、タバコの吸い殻、空き瓶、菓子パンの袋の4種類を用意した。

実験中は被験者の行動をビデオカメラで撮影した。

(3) 被験者

新潟国際情報大学の学生5名（男性3名、女性2名、年齢19～22歳）である。

(4) 実験手順

最初に、被験者に実験の説明をする。次に、立位の状態で、利き手にトンクを持ってもらい、その時点でトンク単体の重量感、安定感の評価をしてもらう。次に、もう片方の手にゴミ袋を持ち、床に置かれた挟持対象をトンクでゴミ袋の中に入れてもらう。対象を一つ拾う毎にその対象を拾った際の握みやすさ、安定性、手首にかかる負担を評価してもらう。すべて拾い終えた後、総合評価をしてもらう。もう一つのトンクに対し、これと同じ実験手順で行う。最後に、使用した2つのトンクについて被験者に感想を聞いて終了する。

2.2 実験結果

予備実験の結果、握みやすさ、手首にかかる負担、総合評価（図1）の項目においてパイプ型の評価点が従来品の評価点を大きく下回る結果となった。問題点としては、握っていない状態の挟持部幅が従来品より広いことであると推定される。この結果、手を大きく広げて持つ必要がある。さらに、対象物を挟持するために、従来品よりも長い把持範囲となり、結果的に手にかかるバネ力が増大する。そのため評価点が低くなったと推定される。

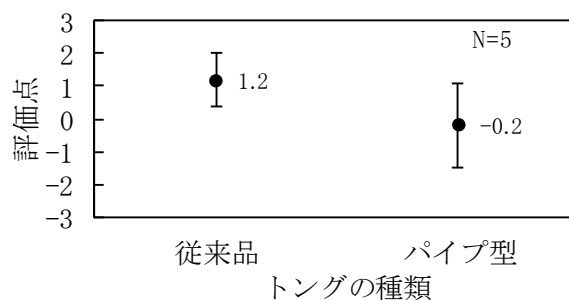


図1 予備実験の総合評価点（平均）

3. 改良検討

予備実験の結果を元に、トンクの可動域を狭めた。さらに、グリップがあった方が握りやすいという声があったため、簡易的なシリコングリップを装着した。これを、以下パイプ型改（図2）と呼ぶ。

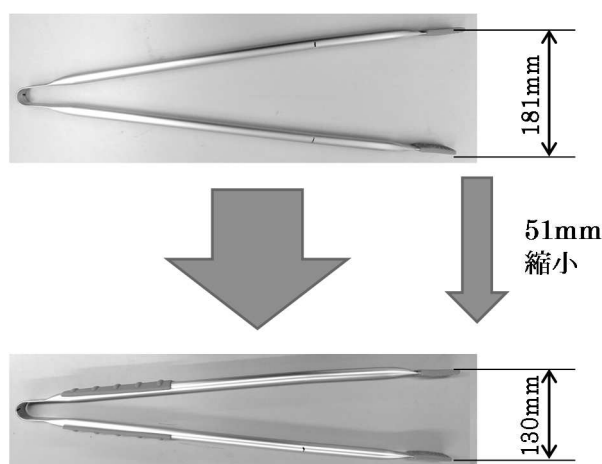


図2 パイプ型からパイプ型改への変更点

パイプ型の挟持部幅が181mmであるのに対し、パイプ型改は従来品と同様の130mmに縮めた。このことにより、バネ力が減少し、持ちやすさと握りやすさの改善が期待できる。

4. 本実験（パイプ型改）

4.1 方法

(1)実験目的

パイプ型改が従来品より使い易いか調査する。

(2)実験環境及び装置

新潟国際情報大学の実験室において、トングとしては、従来品、パイプ型改の2種類を使用した。挟持物はペットボトル（内容量1/3充填、203g）の1種類のみを用意した。対象をペットボトルに絞った理由は、予備実験の段階でペットボトル以外の対象では結果に大きな差がみられなかったためである。

(3)被験者

新潟国際情報大学の学生10名（男性5名、女性5名、年齢19～22歳）である。

(4)実験手順

予備実験と概ね同様であるが、異なる点としては、挟持物がペットボトル（内容量1/3充填、203g）のみという点である。

4.2 実験結果

握みやすさに関する評価の平均点は、従来品0.7、パイプ型改1.1となり、0.4向上した。手首にかかる負担の評価の平均点は、従来品-0.6、パイプ型改0.0となり、0.6向上した。

総合評価では、従来品-0.2、パイプ型改1.1とな

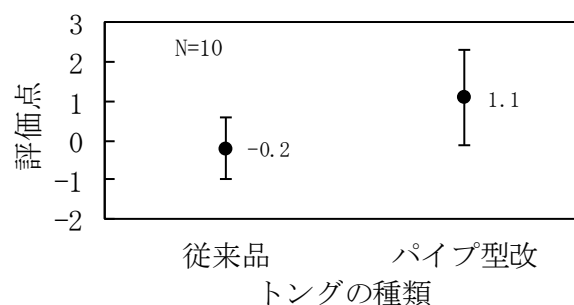


図3 本実験の総合評価点（平均）

った(図3)。t検定を行った結果、 $p=0.033=3\%$ であり、有意水準5%で従来品とパイプ型改の使いやすさについては統計的に有意な差があると言える。以上の結果から、従来品と比較するとパイプ型改の評価点が高い結果が得られた。トングの軽量化と可動域の適正化により、従来品よりも使いやすさを向上させることができたと言える。

5. 課題

現段階でパイプ型改の有効性を確認できたため、今後は実用化に向けた製品設計が必要となる。具体的には、さらなる使用感の向上を目的として、専用シリコングリップを装着する。さらに、どの程度の繰り返し使用に耐えられるか確認するため、耐久性のテストを行う。

6. まとめ

今回の実験による成果として、トングの素材をアルミ化し、断面形状をパイプ化することで、使いやすさの総合評価が従来品よりも向上したことを確認できた。さらに、トング単体の重量感、安定感、ゴミを拾った際の握みやすさや手首にかかる負担において、いずれも従来品と比較してパイプ型改の方が高い評価を得ることができた。以上のことから、ゴミ拾い用トングとしての全体的な使いやすさが向上したと言える。

さらに、今回の評価実験を通じて、トングの評価方法の雛形を作成することができた。今後、トングの評価方法の確立を目指す。

7. 謝辞

本研究は、公益財団法人にいがた産業創造機構の2018年イノベーション推進事業の補助金の支援を受けて実施した。

皮膚血流変動の部位差について

ーレーザードップラー法を用いてー

○南出実愛、小林瑞季、今井紗英、井後佑那、伊藤巳華（三重県立看護大学・学生）、
平生裕一郎（（株）デザインケア）、山根基（愛知みずほ大学）、
大西範和（三重県立看護大学）

Regional differences of fluctuation in skin blood flow

- Observation with using laser-Doppler flowmetry -

Minori Minamide¹, Mizuki Kobayashi¹, Sae Imai¹, Yuna Igo¹, Mika Ito¹,

Yuichiro Hirao², Motoi Yamane³ and Norikazu Ohnishi¹

1 Mie Prefectural College Of Nursing, 2 designcare.inc, 3 Aichi Mizuho College

1. はじめに

冷え性には明確な診断基準はないが、一般に女性の多くが四肢の強い冷えや痛みを感じており、それに伴う不眠や肩こり、便秘などに悩まされている。¹⁾ これは、四肢末端部の血管の収縮による血流量の低下が起きているためであると考えられる。四肢末端の皮膚血管には、毛細血管のほかに動脈と静脈をつなぐ動静脈吻合（AVA : Arteriovenous Anastomoses）血管が多く存在している。AVAは、拡張時には内径が毛細血管に比べて大きくなり、皮膚血流量も多くなるため、皮膚の温度も高くなると考えられている。²⁾ このAVAが持続的に収縮し、皮膚の温度が低下することが冷え性の主因となっていると考えられる。AVAの分布密度は部位によって異なるといわれているが、近接する又は同じ部位での血流量変動を比較した研究報告は確認できない。加えて、laser-Doppler法を用いた従来の研究では、狭い1つの測定点でその部位の血流量を代表値としていくことが多く、同法で血流量を評価する際のウィークポイントとなっている。そこで本研究では、健康な若年成人女性を対象に、AVA密度の異なる手掌と手背の血流量を測定し、部位内及び部位間で比較することにより、それらの変動が一致するか否かを検討することを目的とした。また、冷え性の自覚の有無との関連についても調べることにした。

2. 方 法

(1) 対象

被験者は、若年成人女性4名で、冷え性の自覚がある者と、ない者各2名であった。研究の実施に先立ち、三重県立看護大学倫理審査会の承認（181903）を受け、被験者には、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) 実験方法

実験は、室温を28℃に設定した人工気候室で行った。被験者は、実験中椅座位で安静を維持した。被験者の左手第3指の4ヵ所にlaser-Doppler組織血流計（ALF-21、Advance）のC型およびJ型プローブを装着し、1ヵ所につき5分間、計測定部位を変えながら6回測定した。J型プローブは、1cmの間に3つのセンサーを配置した（図1）。

1～4回目の測定では、C型を背側中節に装着した。1～3回目の測定では、腹側末節にJ型3つを長軸方向に垂直に並べ、2mmずつずらして測定を行った。4回目は、腹側末節にJ型3つを長軸方向に並べて測定した。5、6回目は腹側末節に、C型を装着した上で、背側中節にJ型3つを長軸方向に垂直に並べた状態で装着し、2mmずつずらして測定した（図2）。また、心電図を胸部誘導により、連続的に測定した。



図1. J型プローブの配置



図2. J型プローブの長軸方向への装着（4回目）

3. 結果

laser-Doppler組織血流計で測定した血流は、心拍に一致した波形を示し、血流量は腹側で多く、背側では少なかった。また、波形は安定した一定の値を示したが、時折一過性の大きな減少を示した。被験者の1人において、一過性の変化が起きる際には、腹側と背側で反応の方向が異なる場合があった（図3）。また、全ての被験者において、血流量が腹側で減少し始めた際には背側では一時的に増加し、その後減少する傾向が認められた（図4）。心拍に一致して生じる波形では、部位間で同期するケースが多かったが、一部に位相が異なる例が認められた。一方、冷え性の自覚がある者とない者の間には明確な差は認められなかった。

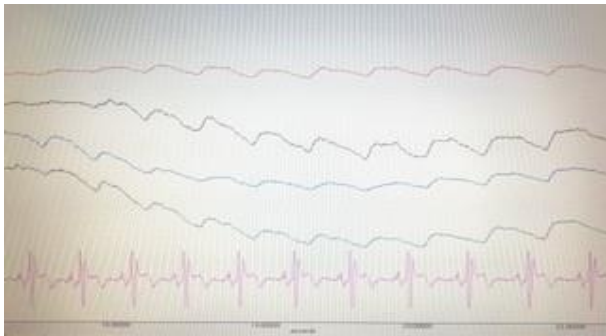


図3. 皮膚血流量は腹側（中3段）では減少したが、背側（最上段）では変化しなかった。

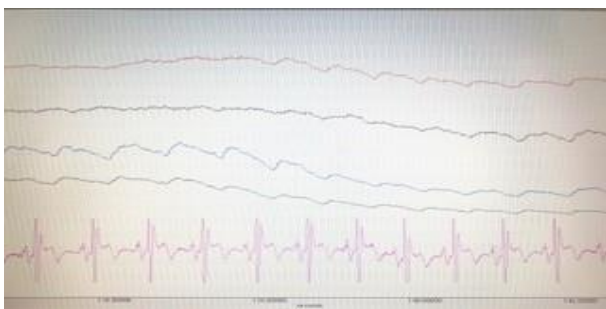


図4. 皮膚血流量は、腹側（中3段）では減少したが、背側（最上段）では一時的に増加した後に減少に転じた。

4. 考察

皮膚血流量が背側に比べ腹側で多かったことは、AVAの密度が腹側で高いと報告されていることから、AVAの血流を反映しているものであると考えられる。したがって、大きな血流の減少はAVAの収縮によるものであると推察される。その際に、他の部位が同じように応答しなかったことには、

AVAの密度の違いや、測定位置がAVA上にあるか否かなどが関係していると考えられる。また、血管収縮を引き起こす平滑筋は、AVAやそれに血液を供給する細動脈や毛細血管の直前に存在し、それぞれの反応性が異なる可能性もあると考えられる。また、腹側で大きな血流量減少が生じる際に、背側で一時的に増加が認められたことは、AVAの血管収縮が急激に起こったことにより毛細血管の血流量の一時的な増加が背側において観察された可能性がある。冷え性との関連については、被験者が少数であったために、明確な差は認められなかった。そのため、今後は例数を増やして比較する必要があると考えられた。

5. まとめ

本研究では、冷え性自覚者と非自覚者の若年女性を対象に、常温下での皮膚血流量の部位差を観察し、AVAの分布による差異や血流量と冷え性との関連について検討した。その結果、皮膚血流量が背側に比べて腹側で多かったことは、AVAの密度が腹側で高いと報告されていることから、AVAの血流を反映しているものであると考えられる。血流は心拍に一致した波形を示すことが多かったが、時折一過性の大きな減少を示した。これは、AVAの収縮によるものであると考えられた。また、それとは反応の方向が異なる場合が認められた。これは、AVAの密度や測定部位が関連していると考えられた。冷え性と血流の関連については明確な差は認められず、今後被験者数を増やして研究していく必要があると考えられた。

参考文献

- 1) 尾形優、金子健太郎、後藤慶太、河野かおり、山本真千子「冷え性の生理学的メカニズムについて—循環動態および自律神経活動指標による評価—」、日本看護技術学会誌 Vol.15、No.3、227-234、2017
- 2) 平田耕造、「動静脈吻合（AVA）血流と四肢からの熱放散調節」、日生気誌 Vol.53、No.1、3-12、2016

皮膚血流変動の部位差について

— Laser Speckle Flowgraphyを用いて —

○小林瑞季、南出実愛、今井紗英、井後佑那、伊藤巳華（三重県立看護大学・学生）、
平生祐一郎（（株）デザインケア）、山根基（愛知みずほ大学）、
大西範和（三重県立看護大学）

Regional difference of skin vascular fluctuation

- Observation with using Laser Speckle Flowgraphy -

Mizuki Kobayashi, Minori Minamide, Sae Imai, Yuna Igo,
Mika Ito(Mie Prefectural College Of Nursing) , Yuichiro Hirao (Designcare.inc),
Motoi Yamane (Aichi Mizuho College) and Norikazu Ohnishi (Mie Prefectural College Of Nursing)

1. はじめに

冷え症とは、寒さに対して、身体の末端部が異常に冷たくなるため不快に感じるもので、不眠なども起こす。ヒトの四肢末梢部や耳、唇などの皮膚部位には、動静脈吻合 (AVA: Arteriovenous Anastomoses) 血管が多数存在する。AVA血管は、細動脈から直接細静脈へ血液を送る血管で、多くの血液を流すことができ、核心部からの熱放散の主要な働きを担っている。冷え症の根本的な原因は明確ではないが、AVA血管には、多数の血管収縮性交感神経末端の存在が報告されており、交感神経の緊張亢進によりAVA血管が収縮することが関係していると考えられる¹⁾。

一方、冷えを部分的に感じられる場合もあり、血流の違いが影響する可能性がある。AVA血管の分布や密度は、手掌に多いことが言われているが、部位による差がある可能性があり、部分的な冷えの原因になり得ると考えられる。そのため、全体の血流の分布を観察することには意義がある。

近年、血流の分布を画像化する装置の開発が進んでいる。中でも、Laser Speckle Flowgraphyは、血管内を流れる赤血球に反射したレーザー光で生じるスペックルパターンの移動速度を測定することにより、血流を測定し画像化することが出来る。そこで、本研究では、部分的な冷えを感じている人を対象に、冷涼環境への曝露を行い、赤外線サーモグラフィによる皮膚温の分布を観察しながら、Laser Speckle Flowgraphで血流の分布を観察し、温度の部位差が血流の分布の違いによって生じているのか、検討することを目的とした。

2. 方 法

(1) 対象

被験者は、部分的な冷えを感じている若年女性3名(平均年齢21歳)であった。実験に先立ち、三重県立看護大学倫理審査会の承認(181903)を受け、研究の目的、実施方法、想定されるリスクなどを説明し、参加の同意を得た。また、被験者には冷えに対する感受性や対処行動などに関するアンケートを行った。

(2) 実施手順

実験は、人工気候室内で実施し、室温26℃の環境下で鼓膜温が一定であることを確認したら、30分かけて20℃まで継続的に低下させ、その後20℃を5分間維持した。実験中は、鼓膜温を連続的に測定した。また、5分ごとに皮膚の血流画像と皮膚の温度画像を撮影し、全身と手指の主観的温冷感について聴取した。

(3) 測定方法

皮膚の血流画像はLaser Speckle Flowgraph (LSFG-PI-E, ソフトケア有限株式会社) を用い、皮膚の温度画像は赤外線サーモグラフ (R300SR,



図1. サーモグラフィによる測定風景

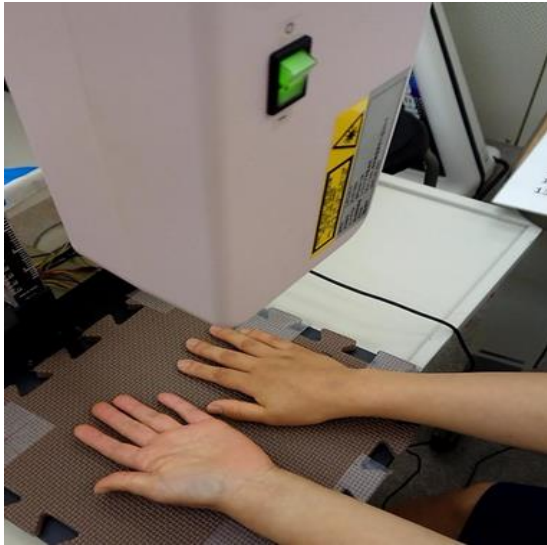


図2. Laser Speckle Flowgraphによる測定風景

日本アビオニクス株式会社) を用いて右手手背側と左手手掌側で計測した。(図1及び図2) また、全身と手指の主観的温冷感と温熱的快適感は13段階で聴取した。

3. 結果

図3・4に皮膚の温度画像と血流画像を2例で示した。皮膚温は、全例で室温の低下に伴い低下した。皮膚血流量は、全例で手背よりも手掌で多かった。また、皮膚血流量の変化は、室温の低下によって、手背では全例で減少したが、手掌が増加した例が1例あった。実験中、被験者は、全身および手指の冷えを感じておらず、2例において手掌に発汗がみられた。

4. 考察

皮膚温の低下は、室温減少によるものと考えられる。(図3及び図4) 皮膚血流量が、全例とも手背より手掌の方で多かったことは、手掌にAVA血管が多く存在する²⁾ という過去の報告から、AVA血流を反映していると考えられる。手掌には汗腺があり、発汗時には、血管拡張が生じていることが示唆されており、それが血流を増加させている一因とも考えられる。

また、皮膚血流量が減少している例(図3及び図4)は、体温の低下により血管収縮が起きていると考えられるが、増加した例(図4)は、原因が明らかでなく今後検討が必要である。

5. まとめ

本研究では、冷涼環境下での皮膚血流と皮膚温の分布を観察した。皮膚血流量は、AVA血管の密度の高い手掌で多く、室温低下による血管収縮で減少し、皮膚温に影響を及ぼしていたと考えられる。一方、手掌の皮膚血流量が室温の低下時に増加した例については、原因が明確ではなく、今後の検討を要する。

参考文献

- 1) 平田耕造、「動静脈吻合 (AVA) 血流と四肢からの熱放散調節」、日生気誌Vol. 53、No. 1、3-12、2016
- 2) 平田耕造、「体温調節系の働きと温冷感・湿潤感-温熱生理学の立場から-」、繊維工学、Vol149、No. 5、269-273、1996

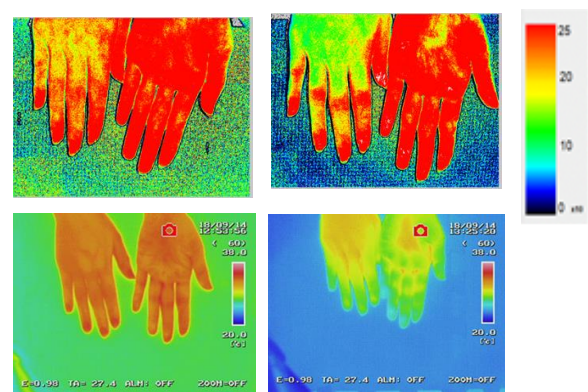


図3 Laser Speckle Flowgraphy (上段) 及び赤外線サーモグラフィ (下段) の測定例 (手掌・手背の血流が減少した例 左26℃右20℃)

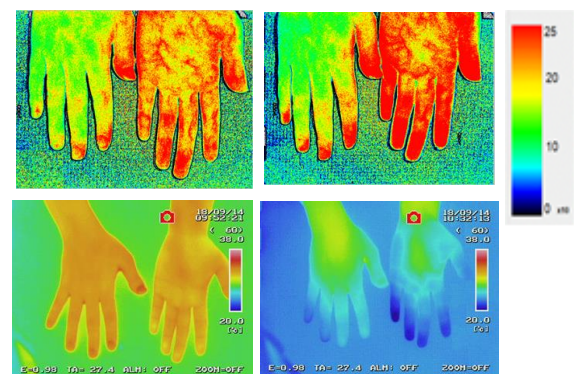


図4 Laser Speckle Flowgraphy(上段)及び赤外線サーモグラフィ(下段)の測定例 (手掌の血流が増加・手背が減少した例 左 26℃右 20℃)

多周波数生体電気インピーダンス法による体液量評価は 高齢者の暑熱耐性の指標となるか？

○伊藤巳華¹、井後佑那¹、今井紗英¹、小林瑞季¹、南出実愛¹、
西村直記²、松本孝朗³杉本直俊⁴、大西範和¹

1 三重県立看護大学、2 日本福祉大学、3 中京大学、4 金沢大学

Does body fluid volume evaluation by multi-frequency bioelectrical impedance analysis take a role as
an indicator of heat tolerance for elderly people?

Mika Ito¹, Yuna Igo¹, Sae Imai¹, Mizuki Kobayashi¹, Minori Minamide¹, Naoki Nishimura²,
Takaaki Matumoto³, Naotoshi Sugimoto⁴, Norikazu Ohnishi¹

1 Mie Prefectural college of nursing, 2 Nihon Fukushi University, 3 Chukyo University,
4 Kanazawa University

1. はじめに

夏季の平均気温が年々上昇する傾向にあり¹⁾、熱中症患者の搬送数は平成30年の7月には54,220人達し、平成29年1年間の数を上回っており²⁾、社会問題となっている。さらに、そのうちの48.4%が高齢者である。

熱中症は、体温の過度の上昇により生じ、高温多湿の環境下で起こりやすい。体温は、発汗による皮膚からの気化熱や皮膚血流量の増加による熱伝導によって上昇が抑えられている。高齢者に熱中症罹患率が高い原因としては、温度感覚の低下、汗腺機能の低下、皮膚血流量の低下などが挙げられる。これらは、発汗機能の低下を引き起こして、暑熱耐性を低下させる³⁾。汗の原料は体液であり、脱水は発汗能を低下させる一因である。高齢者では、口渴感が得にくいことなど脱水になりやすく、若年者よりも熱中症罹患のリスクが高いと考えられる。したがって、高齢者において体水分量を測定することは、熱中症のリスクを評価することにつながる可能性がある。体水分量の測定は、希釈法がスタンダードであるが、侵襲性が高く利便性に欠ける。一方、生体内に微小な電流を流して、電気抵抗（インピーダンス）を測定する多周波数生体電気インピーダンス法（多周波数BIA）は非侵襲的に体液を測定することができ、精度には問題があるものの利便性は高い。そこで本研究では、多周波BIAで体水分量を測定し、暑熱暴露時の発汗量や体温変動との関係を調べることにより、同法で測定した体水分量が暑熱耐性の指標となるか否かを検討することを目的とした。

2. 方 法

(1) 対象

65歳以上の男女30名（女性17名、男性13名）、18～22歳までの男女39名（女性23名、男性16名）、合計69名を対象とした。研究の実施に先立ち、三重県立看護大学倫理審査会の承認を（170502）受け、被験者には研究の目的、方法、起こりうるリスクを説明し同意を得た。

(2) 実験手順

研究期間は、8月～10月上旬までとした。実験は、室温38.5、相対湿度60%に設定した人工気候室で行った。実験前に、室温26℃の部屋で生活習慣と当日の体調について聴取した。男性はショートパンツ、女性はそれに加えて半袖ポロシャツを着用した。暑熱暴露に先立って仰臥位で安静を15分間維持し体水分量を計測した。その後、完全に排尿し、鼓膜温の測定を開始した。鼓膜温が安定したのち被験者は人工気候室内に入室し、体重測定を行い、その後90間の暑熱暴露を行った。暴露終了後体重を計測し、再度完全に排尿を行った後、体重を計測した。

(3) 測定方法

体水分量は、多周波数BIA装置（MLT-550N, SKメディカル電子株式会社）を用いて測定した。体重は、電子台はかり（IS150IGG-H, sartorius）を用いて1g精度で測定した。鼓膜温はサーミスタ温度計（センサテクニカ）を用いて連続的に測定した。実験前後の体重変化と衣服重量の変化を加えて発汗量とし、排尿前後の体重変化を尿量とした。

3. 結果

体水分量は、女性より男性で多かったが、年齢による差異は認められなかった。全身の発汗量は、女性に比べて男性で多い傾向にあった。体水分量は、全身発汗量と有意($p < 0.05$)な正の相関関係を示した(図1)。また、全身発汗量は体温変化度と負の相関関係を示す傾向にあった(図2)。

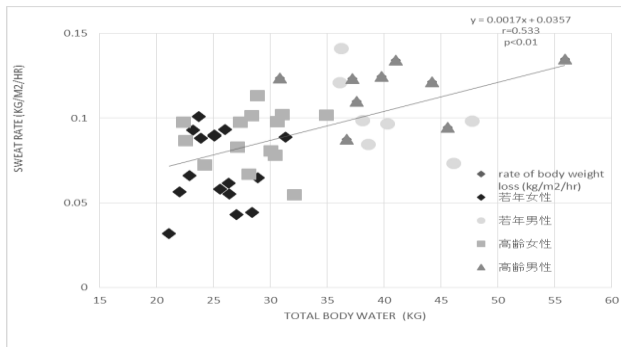


図1 体水分量と発汗量の相関関係

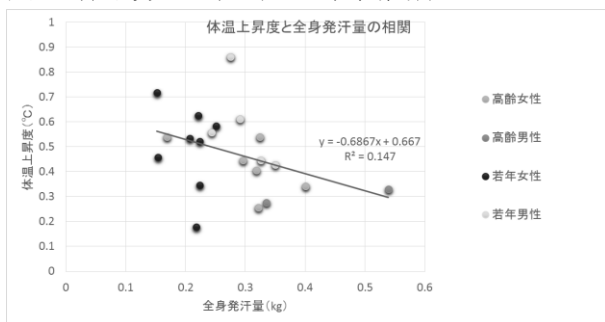


図2 全身発汗量と体温変化度の相関関係

4. 考察

体水分量が、全身発汗量と有意($p < 0.05$)な相関関係を示した(図1)ことや、全身発汗量が体温変化度と負の相関関係を示す傾向にあった(図2)ことは、多周波数BIAによる体液量評価値が全身発汗量と関連することを示し、同法による体液評価が暑熱耐性の指標となりえる可能性を示した。高齢者では、体液量が少ないといわれ熱中症のリスク要因の一つであると考えられる。同法で容易に体液量を測定できれば、その軽減に役立つと考えられる。また、加齢により筋量が減少するが、筋は細胞内液として水分を貯蔵する意義があると考えられ、高齢者においても筋力トレーニングによる筋の減少を抑制することは意義深く、同法で定期的に体水分量や筋肉量を測定することで、その管理が容易となると推察される。

5. まとめ

高齢者、若年者男女を対象に暑熱暴露を行い、発汗量や体温変化度と多周波数BIAで測定した体水分量の関係を調べた。その結果、体水分量と全身発汗量とが有意($p < 0.05$)な正の相関関係、全身発汗量と体温変化度とが負の相関関係を示し、多周波数BIAによる体液量評価値が発汗量と関連することが示された。これらは、同法による体液評価が暑熱耐性の指標となりえる可能性を示した。

参考文献

- 1) 国土交通省気象庁、過去の気象データ検索、観測開始からの毎月の値、2018, 09, 20
http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/monthly_s3.php?prec_no=44&block_no=47662
- 2) 総務省消防庁、熱中症情報、過去の全国における熱中症傷病者救急搬送に関わる報道発表一覧、2018, 09, 20、
http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/fieldList9_2_1.html
- 3) 金子一成、「【知っておきたい脱水症の予防と対策】」脱水症メカニズム、おはよう 21 22 巻9号、page12-14、2011

多周波数生体電気インピーダンス法による体液量評価の妥当性の検討

ー飲水の影響についてー

○大西範和、山田怜、斉藤志保（三重県立看護大学）、西村直紀（日本福祉大学）、
松本孝朗（中京大学）、杉本直俊（金沢大学）

Study on validity of body fluid volume evaluation by multi-frequency bioelectrical impedance analysis
-Influence of water intake-

Norikazu Ohnishi, Rei Yamada, Shiho Saito (Mie Prefectural College Of Nursing),
Naoki Nishimura (Nihon Fukushi University), Takaaki Matsumoto (Chukyo University)
and Naotoshi Sugimoto (Kanazawa University)

1. はじめに

保健・医療や運動・スポーツ関連分野の研究において、脱水の程度や飲料の評価などを行う場合等、飲水量、尿量や発汗量とともに体液量や細胞内液量、細胞外液量について、評価の必要性は低い。身体の水分量は体重の約60%に相当し、その約3分の2が細胞内（細胞内液）、3分の1が細胞外（細胞外液）に存在し、細胞外液は血管内の血漿と細胞間質の間質液に分けられる。これらの体液区分の評価には、標的物質を投与して平衡状態で濃度を測定する希釈法が標準的な測定法として用いられているが、侵襲的であるため一般的ではない。

一方、生体電気インピーダンス法（BIA）により、体脂肪率など身体組成の測定が行われてきたが、近年これは多周波数生体電気インピーダンス法（多周波数BIA）に進化している。多周波数BIAは、低周波数帯の電流が細胞外のみを、高周波数帯の電流が細胞外と細胞内の両方を流れる特性を利用し、それぞれの周波数帯の電気抵抗値から特定のアルゴリズムを用いて体水分量と細胞外液量を求め、その差を細胞内液量として算出する。測定が非観血的で、簡便且つ経時的に体液分布を評価できることから、広く活用が期待されている。しかし、細胞外液の評価値が血漿と間質液の両者をとらえているかどうか等、評価値の妥当性については十分に確認されているとはいえず活用のためには課題もある。

水は、飲水後腸管で吸収されて血漿に加わり、一部血管外に漏出して間質液を増加させる。さらに血漿と細胞間質の浸透圧を低下させるため、細胞間質から細胞内へ水が浸透する。その結果、体液は細胞内外でともに希釈された状態で増加する。一方、等張の液体は吸収後も細胞内外の浸透圧濃度を変えないため、細胞外液は増加するが細胞内液の量は変化しない。

そこで本研究では、500mlの水と等張に近い経口補水液の摂取により細胞内外で若干異なる体液量の増加を引き起こした上で、多周波数BIAにより体水分量、細胞外液量及び細胞内液量を測定し、その影響を観察できるか否かを調べることで同法の妥当性を検討することを目的とした。

2. 方 法

若年者の女性7名、男性3名の計10人を対象に環境温約25℃の部屋で実験を行った。被験者は、実験開始直前に完全に排尿を済ませ、測定精度1gの電子台はかり（HP-100K、株式会社エー・アンド・デイ）で体重を測定後、室内に設置したベッド上で15分間仰臥位安静状態を保った。その間、多周波数BIA装置（MLT-550、SKメディカル株式会社）により、5分毎に体水分量、細胞外液量及び細胞内液量を測定した。その後、5分間かけて、500mlの水（市販の飲料水）または経口補水液（OS-1、大塚製薬株式会社）を摂取した（それぞれ、水条件、経口補水液条件とする）。さらに60分間仰臥位安静状態を保ち、10分毎に体水分量、細胞外液量及び細胞内液量の測定を継続した。また、飲水終了後30分と実験終了後の計2回、トイレに移動し完全に排尿するとともにその前後に体重を測定し、その差をそれぞれの時間帯の尿量、その和を総尿量とした。飲水を行わず飲水に要する5分間安静を保った後に同様の測定を行う対照条件を含め、3条件間で尿量、体水分量、細胞外液量及び細胞内液量の変化を比較した。

3. 結果

本研究では、10名を被験者としたが、体動などにより正常範囲内で生じる値を著しく逸脱した

ケースを除外し、女性4名、男性2名計6名を分析の対象とした。

体水分量、細胞外液量及び細胞内液量は、値にばらつきが大きく、条件間に統計的に有意な差は認められなかった。500mlの飲水に相応の体水分量の増加は認められなかった。体水分量と細胞外液量は全体的に減少傾向にあったが、細胞外液量は、飲水後20分以降において、対照条件に比べ水条件及び経口補水液条件において減少が抑えられる傾向を示した(図)。また、飲水後30分の排尿の後に細胞外液量が一過性の増加を示したが、細胞内液については類似する変化は認められなかった。総尿量は、水条件で 0.391 ± 0.170 kg、経口補水液条件で 0.445 ± 0.146 kg、対照条件で 0.121 ± 0.082 kgとなり、対照条件に比べて水条件及び経口補水液条件において有意に多かった($p < 0.01$)が、水条件と経口補水液条件の間には有意な差は認められなかった。一方体水分量の変化は、水条件で -0.317 ± 0.412 kg、経口補水液条件で -0.55 ± 0.509 kg、対照条件で -0.433 ± 0.378 kgで、尿量に認められた傾向とは一致しなかった。

4. 考察

多周波数BIAで測定した体水分量、細胞外液量及び細胞内液量は測定値にばらつきが大きかった。組成が不均一な人体では、体動などにより電気抵抗の値が変化すると考えられる。本研究では被験者に一定の姿勢を保つように指示したものの、厳密に維持することを強制しなかった。実験前の15分間の仰臥位安静は厳密に姿勢の維持を行い、その間は比較的安定した値が得られていたことから、長時間の経時変化を測定する場合には、姿勢の維持について工夫が必要であると考えられた。500mlの飲水により体水分量に一定の変化は認められず、同法は、現時点では、体液量の絶対値の詳細な評価には向かないことが示された。

一方、体水分量と細胞外液量が全体的に減少傾向にあったことが、尿の膀胱内への蓄積によると推察し得ることや、30分後の排尿で体水分量と細胞外液量が減少しなかったことは、同法が膀胱内の水を体液として評価していない可能性を示すと推察された。飲水後20分以降に細胞外液量の減少が抑えられる傾向が認められたことは、飲水で生じた細胞外液量の増加と平行すると解釈できる。しかし、細胞外液量は、排尿のためトイレに

移動した後に増加し、これは排尿と相反する結果といえる。これは、移動による血圧上昇が毛細血管から間質への水の漏出を促進することで間質液の量を増加させ、同法が主に間質液を細胞外液としてとらえていたとすると体水分量の増加が説明でき、そうであれば、同法が血漿量を体液として十分に評価していない可能性があると考えられる。

尿量が飲水により有意に増加したことは、水条件と経口補水液条件において体液の希釈が生じ、バソプレッシンの分泌抑制により水利尿が生じていたことを示す。しかし、尿量には水条件と経口補水液条件の間で有意な差が認められなかったことから、経口補水液の浸透圧活性が十分でなく、血漿浸透圧が水条件と同様に低下して尿量が増加したと推察され、両条件間に細胞内外の体液量に尿量に影響し得る差異を作ることができなかったと考えられる。細胞内外を分けて体液バランスを評価できる可能性については、今後更に検討を要すると考えられた。

5. まとめ

多周波数BIAは体液の厳密な値を測定することには向かない可能性が高いが、相対的な変化は体液の変動を反映し得るとの可能性が示された。簡易に体水分バランスを評価できる同法の利点を考えると多方面での活用が期待できることから、上述の不明の点を明らかにするなど、今後精度向上や使用方法の工夫を図ることが望まれる。

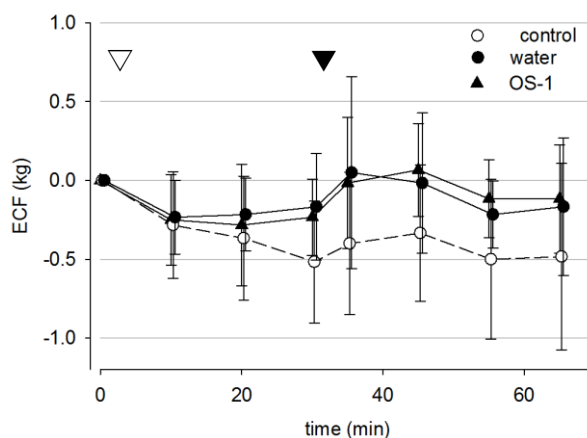


図. 多周波数BIAによる細胞外液量(変化量: 暑熱負荷前値からの差)の経時変化、▽: 飲水、▼: 排尿

スマートフォンの操作が女子大生の姿勢に及ぼす影響

○加藤千穂（相山女学園大学大学院・院生）、石原久代、上甲恭平（相山女学園大学）

Influences of smartphone operation on the posture of female university students.

Chiho kato, Hisayo Ishihara, and Kyohei Joko (Sugiyama Jogakuen University)

1. はじめに

近年のスマートフォン所有率の増加に伴い、1日当たりの使用時間は増加している¹⁾。中でも若年女性の使用時間は長く、長時間にわたり同一の姿勢を保持する機会が多くなったといえる。

若年女性の姿勢に関する研究^{2), 3)}は多く報告されているが、その多くは人体計測を目的とした耳眼水平姿勢である。日常姿勢に関する報告は、10年以上前の報告^{4), 5)}が多く、それらはスマートフォンを生活の必需品とする現在の若年女性の日常姿勢を表すものとは言い難い。そこで、本研究では女子大学生のスマートフォンをはじめとする日常行動が姿勢に与える影響について明らかにすることを目的とした。本報では、女子大生のスマートフォン操作が姿勢に及ぼす影響について明らかにする。

2. 方 法

実験は、19-22歳の女子大学生74名を被験者とし、デジカメ法による身体の撮影およびスマートフォン(以下、スマホとする)使用時間のアンケート調査を行った。姿勢は立位とし、耳眼水平、日常(普段の立位)、スマホ操作の3姿勢について、正面および右側面の写真を撮影した。実験実施期間は、2017年4月～2018年8月である。また、比較対象として、スマホ普及前の2004～2006年に撮影した耳眼水平姿勢の正面、右側面写真を用いた。

得られた写真をパソコンに取り込み、ネガポジ反転処理を行った後、iPadに同期、姿勢分析アプリ「姿勢Checker Plus」を用いて測定した。なお、基準となるマーク位置については、姿勢データをより詳細に把握するため、アプリ内の計測位置5点に7点を追加し、計12点とした(表1)。測定項目は、正面角度4項目、右側面角度8項目の計12項目とした(表2)。

得られた結果より、2017～2018年(以下、2018とする)被験者と2004～2006年(以下、2005とする)被験者の耳眼水平姿勢の姿勢変化について検討した。2018被験者については、耳眼水平姿勢、

日常姿勢、スマホ操作姿勢について比較分析した。さらに、2018被験者の日常姿勢12項目についてクラスタ分析(Ward法、ユークリッドの距離)を行い、各クラスタとスマホ使用時間の関係についても検討した。

表1 マーク位置

No	マーク位置	
1	耳珠点	右側面
2	頸側点	
3	肩峰点	
4	右ウエスト点	
5	大転子	
6	膝蓋骨後ろ	
7	外果点の少し前	
8	眉間点	正面
9	頸窩点	
10	股間	
11	左右膝蓋骨中点の間	
12	左右内果点の間	

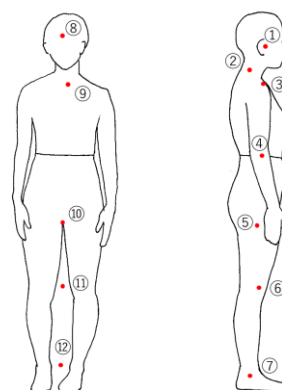


図1 マーク位置

表2 測定項目

No	計測項目	定義
1	身体の傾き	外果点少し前を通る垂線と重心線のなす角
2	頭の傾き1	耳珠点と肩峰点を結ぶ直線と外果点少し前を通る垂線のなす角
3	頭の傾き2	耳珠点と頸側点を結ぶ直線と外果点少し前を通る垂線のなす角
4	肩の角度	頸側点と肩峰点を結ぶ直線と肩峰点と右ウエスト点を結ぶ線のなす角
5	体幹の角度1	肩峰点と右ウエスト点を結ぶ直線と右ウエスト点と外果点少し前を結ぶ直線のなす角
6	体幹の角度2	肩峰点と大転子を結ぶ直線と大転子と膝蓋骨後ろを結ぶ直線のなす角
7	腰の角度	右ウエストと大転子を結ぶ直線と大転子と外果点少し前を結ぶ直線のなす角
8	膝の角度	大転子と膝蓋骨後ろを結ぶ直線と膝蓋骨後ろと外果点少し前を結ぶ直線のなす角
9	正面身体の傾き	左右内果点の間を通る垂線と重心線のなす角
10	正面頭の傾き	眉間点と頸窩点を結ぶ直線と頸窩点と股間を結ぶ直線のなす角
11	正面腰の角度	頸窩点と股間を結ぶ直線と股間と左右膝蓋骨中点の間を結ぶ直線のなす角
12	正面膝の角度	股間と左右膝蓋骨中点の間を結ぶ線と左右膝蓋骨中点の間と左右内果点の間を結ぶ線のなす角

3. 結果および考察

3.1 スマホの使用時間

アンケート結果より、スマホ所有率100%、1日の平均使用時間は7.4時間であった。10時間以上使用すると回答したのは31.1%存在した。

3.2 耳眼水平姿勢の変化

2005年と2018年の耳眼水平姿勢の測定結果を図2に示した。2018は、身体の傾き、頭の傾き2、

肩の角度、正面身体の傾き、正面腰の角度については有意に大きく、頸の傾き1は小さいことから、耳眼水平姿勢であっても頸は前傾し、肩を前方に突き出す巻き肩の傾向があることがわかった。以上より、姿勢分析において頸の傾斜を把握するには頸側点が重要であることが示唆された。

3.3 3姿勢による差

2018年の耳眼水平姿勢、スマホ操作姿勢、日常姿勢の測定結果を図3に示した。頸の傾き1は、スマホ操作姿勢が最も大きく、日常姿勢、耳眼水平姿勢の順であった。頸の傾き2もスマホ操作姿勢が大きく傾斜しており、スマホを操作する際、頸をかなり前傾させていることが明らかになった。日常姿勢は、多くの項目においてスマホ姿勢より小さい値となった。耳眼水平姿勢において、肩の角度、体幹の角度1、腰の角度が大きかったのは、良い姿勢にしようとして体を反らした影響と推察した。

3.4 クラスタ分析結果

日常姿勢について、被験者を分類するため、クラスタ分析を行った結果、5グループに分けることができた。クラスタ1は、頸の傾き1、2が大きく、肩の角度が小さく、頸の傾斜が強いグループ、クラスタ2はほとんどの項目において平均的な数値を示す標準グループ、クラスタ3は頸の傾き2が小さく、体幹の角度1と腰の角度が大きい反り腰グループ、クラスタ4は頸の傾き1が大きい頸の傾き2が小さく、肩の角度がマイナス、つまり、肩峰点が頸椎点より後方にあるグループ、クラスタ5は肩の角度が大きく、頸の傾き1、腰の角度、体幹の角度1が小さい巻き肩グループと解釈した。

スマホ使用時間が姿勢に及ぼす影響をみるために、クラスタ毎にスマホ平均使用時間を求めた。その結果、使用時間が最も長かったのはクラスタ4の8.67時間、次いでクラスタ1の8.02時間であり、最も短かったクラスタ2の6.63時間より2時間程度多い結果であった。タイプは異なるものの、頸の前傾が大きいクラスタはスマホ使用時間が長いことが明らかになった。以上より、スマホの長時間使用が女子大生の姿勢に及ぼす要因の1つであることが示唆された。

4. まとめ

スマートフォンの操作が女子大生の姿勢に及ぼす影響について検討するため、耳眼水平姿勢の変化、姿勢毎の差について検討した結果、スマホ

の操作時間の長さが姿勢変化の一要因になり得ることが示唆された。

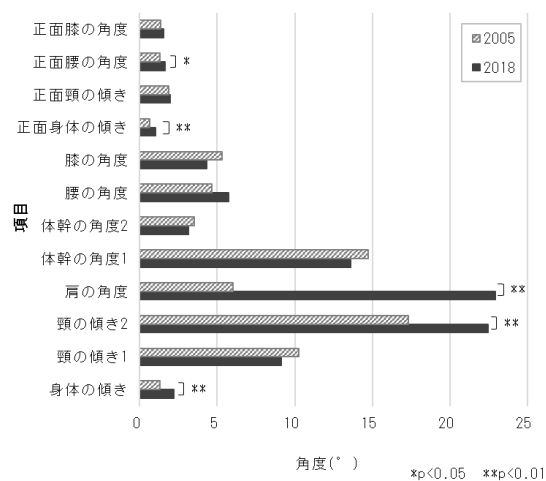


図2 2005年と2018年の比較

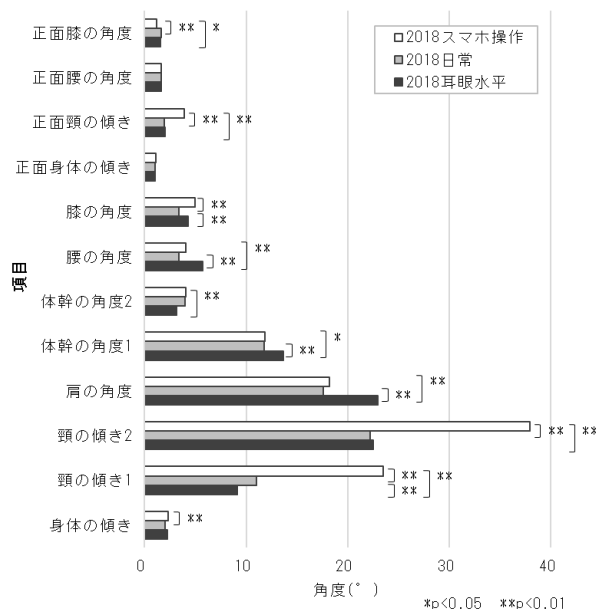


図3 耳眼水平、スマホ操作、日常姿勢の比較

参考文献

- 1) 内閣府、「平成 29 年度青少年のインターネット利用環境実態調査調査結果(速報)」、2018
- 2) 高部啓子他、「写真計測資料による人体姿勢の解析」、家政学 Vol. 38、No. 11、999-1007、1987
- 3) 高部啓子他、「写真計測資料による人体姿勢の解析(第2報)」、家政学 Vol. 41、No. 1、35-41、1990
- 4) 塩田徹他、「女子大学生における姿勢矯正の意識と姿勢変化の関連について」、作新学院大学紀要、Vol. 17、91-103、2007
- 5) 正木健雄、「姿勢の研究(第1報)」、体育、Vol. 4、No. 3、79-85、1960

静脈内留置針の固定方法における物理的強度試験

○黒川珠羅, 原田彩永佳 (三重県立看護大学・学生),

白石なつみ (名古屋大学医学部附属病院), 長谷川智之, 斎藤真 (三重県立看護大学)

Peel Strength Test of Fixing Method for Intra Venous Catheter

Jura Kurokawa, Saeka Harada (Mie Prefectural College of Nursing)

Natsumi Shiraishi (Nagoya University Hospital)

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

1. はじめに

静脈内留置針の固定方法に関して, 施設間で大きく異なっていたことが, 廣本らの実態調査で明らかとなった¹⁾。また, 参考書に記載されている固定方法やドレッシング材を販売している業者が推奨する固定方法は, 数十パターンが存在し, 固定方法の根拠が明確ではない。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が, 固定方法が統一されていない現状において, 最適な方法は不明である。

本研究は静脈内留置針の固定に使用されるドレッシング材およびテープの形状と剥離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

静脈内留置針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: ドレッシング材の形状, 第2群: テープの切れ込み, 第3群: α 固定に選定し, 強度試験の対象とした (図1)。第1群のドレッシング材の形状は, A社: 切れ込みなし, B社: 切れ込み25%, C社: 切れ込み50%のものとした。第2群のテープの切り込みの有無については, 50mm幅のテープを100mmにカットしそれぞれ, 切れ込みなし (0mm), 切れ込み25mm, 切れ込み50mm, 切れ込み75mmの4形状とした。第3群の α 固定は, 12.5mm幅のテープを100mmにカットし, 留置針の刺入方向に対し 60° , 90° , 135° の角度を変更した3形状を測定した。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) を使用した。

剥離試験は1試験体について3回ずつ施行し, 剥離試験機は高速剥離試験機 (IPTS-50N, (株) IMADA) (図2) を使用した。試験体の下にカテーテルを這わせて, 300mm/minで剥離を行った。試験体が完全に剥離するまで測定し, 剥離試験機に付属されているソフトウェア (Force Recorder Standard) を用いて, 剥離開始から剥離強度の最

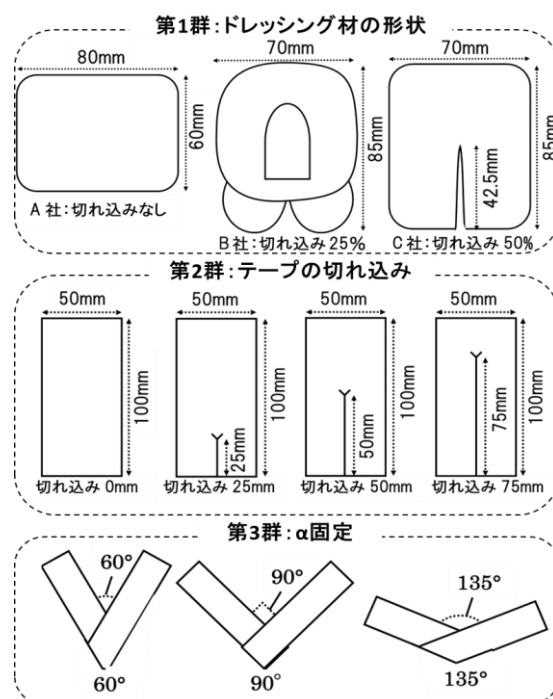


図1 分類された固定方法

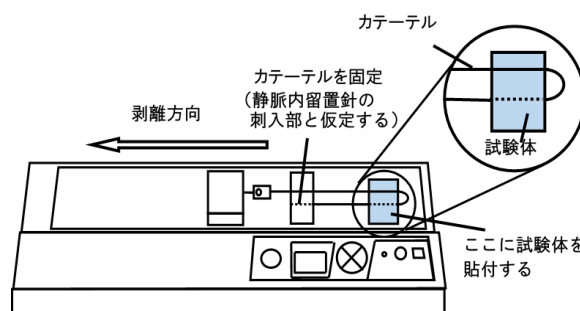


図2 使用した剥離試験器

大値までの時間 (以下: 剥離時間) と, 剥離強度の最大値 (以下: 剥離強度) 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。

3. 結果

第1群の結果を図3に示す。剥離時間は, A社, B社とC社において0.1水準で有意差が認められた。

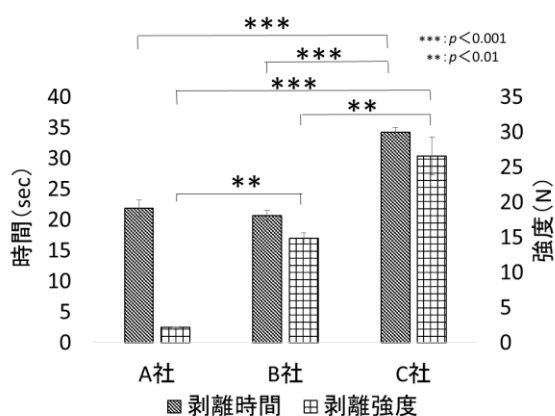


図3 第1群の剥離時間および剥離強度

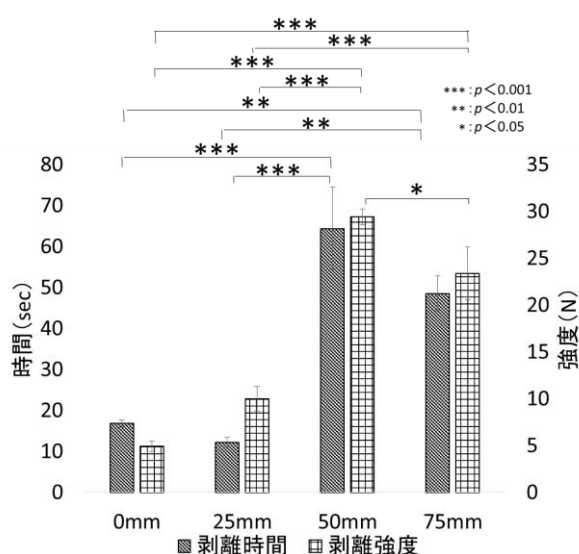


図4 第2群の剥離時間および剥離強度

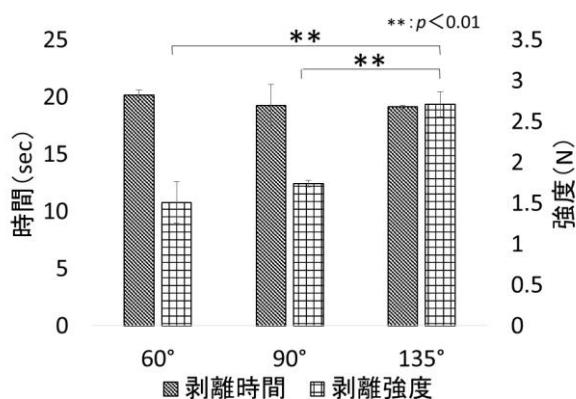


図5 第3群の剥離時間および剥離強度

剥離強度は、A社、C社とB社において1%水準で有意差が認められ、A社とC社において0.1%水準で有意差が認められた。

第2群の結果を図4に示す。剥離時間は、0mm、25mmと50mmにおいて0.1%水準で有意差が認められた。また、0mm、25mmと75mmにおいて1%水準で有意差が認められた。剥離強度は、50mm、75mmと0mm、50mm、75mmと25mmにおいて、0.1%水準で有意差が認められた。また、50mmと75mmにおいては、5%水準で有意差が認められた。

第3群の結果を図5に示す。剥離時間は、3群間に有意差が認められなかった。剥離強度は、60°と90°、135°において1%水準で有意差が認められた。

4. 考察

ドレッシング材およびテープの切れ込みの大きさについて、50%の切れ込みが最も剥離強度が大きく、剥離時間が長いことが明らかとなり、五嶋ら²⁾と同等な結果であった。以上から、これらを組み合わせて使用することで、より強固な固定が可能になると考えられる。また、カテーテルに張力が発生したときには有効であると考えられる。

α固定は留置針と輸液セットの接続部および皮膚を固定し、その上にドレッシング材を貼ることが一般的である。しかし、α固定単独では十分な剥離強度は認められず、ドレッシング材が剥離されれば同時にα固定も剥離されるため、効果的な固定方法とは言えない。改善方法としては、ドレッシング材と重ねて貼付しないことや、剥離方向と逆向きに鋭角で固定することで、切れ込みと似た作用を発揮すると推察される。

5. まとめ

今回の実験で、50%の切れ込みにより、ドレッシング材およびテープの強度が最も大きくなることが示された。また、α固定は剥離の際に刺入部に対して鈍角であるほうがより強度が大きくなることが示された。

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, 40-41, 2017
- 2) 五嶋了脩他, 「点滴チューブの固定と被覆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, 42-43, 2017

月経周期が疲労感におよぼす影響

○郡山奈々（三重県立看護大学・学生），市川陽子（三重県立看護大学）

長谷川智之（三重県立看護大学），大平肇子（三重県立看護大学）

斎藤真（三重県立看護大学）

Effect of the Menstrual Cycle on Fatigue

Nana Koriyama, Yoko Ichikawa, Tomoyuki Hasegawa, Motoko Ohira and Shin Saito
(Mie Prefecture College of Nursing)

1. はじめに

男女雇用均等法により，近年は女性の社会進出が進んでおり，労働環境の改善が求められている．また，女性が社会進出することで仕事の負担や女性特有の月経周期により疲労を感じやすい状況にある．月経周期と疲労感についての先行研究は多く成されているが黄体期，卵胞期の一時期のみを分析しているものがほとんどである．本研究は月経周期と日常生活時の疲労感の関係を明らかにするために月経周期と疲労感の変化を経時的に記録していくことで月経周期に応じた症状の変化を把握することを目的とする．

2. 方 法

(1) 研究参加者

研究参加者（以下，参加者）は，研究の同意が得られた20歳代の健康な女子大学生3名（A, B, C）とした．

(2) 測定項目

測定項目は，基礎体温および日本産業衛生学会産業疲労研究会編新版自覚症しらべとした．

(3) 実験手順

参加者は，起床時に基礎体温を測定し，朝食前，昼食前，夕食前および就寝前にアンケートの回答を行った．アンケート内容は，①日時，②月経の有無，③睡眠時間（朝食前のみ回答），④新版自覚症しらべ25項目，⑤生活状況（内服，カフェイン，アルコール，間食，昼寝，激しい運動，アルバイト）とした．

(4) 分析

基礎体温と月経の有無に関するデータから，月経周期を卵胞期，月経期，黄体期に分類し，基礎体温および自覚症しらべ（Ⅰ群：ねむけ感，Ⅱ群：不安定感，Ⅲ群：不快感，Ⅳ群：だるさ感，Ⅴ群：ぼやけ感）のデータをプロットし，月経周期に伴う疲労感の変化を時系列データとして，個人およ

び全体の分布の傾向および特徴を分析した．また，基礎体温と自覚症しらべ各群の相関分析を行なった．

3. 結果

図1に，月経周期と自覚症しらべの関係が明瞭である参加者Aの昼のデータを示す．自覚症しらべは，月経期直前の朝，昼，夕，就寝前でⅢ群，Ⅳ群の点数が高く，Ⅰ群も朝，昼，就寝前に点数が高かった．生活状況は，約30日間で8回昼寝をしていた．基礎体温とⅠ～Ⅴ群の相関は，朝のⅤ群，昼のⅠ群，Ⅱ群，Ⅲ群，夕のⅠ群，Ⅱ群，Ⅴ群，就寝前のⅠ群，Ⅱ群において有意な中等度の相関を示した．また，朝食前のⅡ群，就寝前のⅡ群において有意な弱い相関を示した．

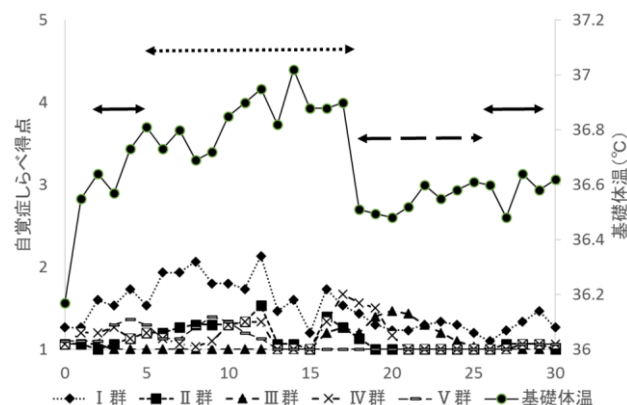


図1 基礎体温と自覚症しらべの変化(参加者A, 昼)
(実線:卵胞期, 点線:黄体期, 破線:月経期)

参加者Bの自覚症しらべは，月経期の夕，就寝前でⅢ群，Ⅳ群が上昇する傾向があった．また，黄体期開始2日後の昼，夕にⅠ群，Ⅳ群の点数が上昇し，5日にピークとなり，その後減少した．生活状況は，約30日間でアルコールの摂取を4回，昼寝を6回，激しい運動を6回していた．基礎体温とⅠ～Ⅴ群の相関は，朝のⅢ群，Ⅳ群，昼のⅣ群，就寝前のⅢ群，Ⅳ群において有意な中等度の相関を示した．

参加者Cの自覚症しらべは、黄体期の就寝前にⅠ群の点数が低かった。また、月経期の就寝前はⅣ群の点数が高くなった。生活状況は、約30日間で昼寝を2回、アルコールの摂取を5回、激しい運動3回、アルバイトを2回、カフェインを2回摂取していた。基礎体温とⅠ～Ⅴ群の相関は、朝のⅠ群、Ⅳ群、昼のⅠ群、就寝前のⅠ群、Ⅱ群、Ⅲ群、Ⅴ群において有意な中等度の相関を示した。

3名の共通点として、月経期にⅣ群の得点は高く、Ⅱ群、Ⅴ群に顕著な変化は見られなかった。

表1 基礎体温と自覚症しらべの相関分析

	A	B	C
Ⅰ群 朝食前	0.154	-0.114	-.587**
昼食前	.580**	0.155	-.481**
夕食前	.593**	0.248	-0.086
就寝前	.523**	-0.178	-.672**
Ⅱ群 朝食前	.377*	—	—
昼食前	.561**	0.290	—
夕食前	.555**	—	0.063
就寝前	.363*	-0.142	-.423*
Ⅲ群 朝食前	-0.028	.421*	-0.283
昼食前	-.464**	0.345	-0.008
夕食前	0.353	-0.185	-0.009
就寝前	0.208	.459**	-.449*
Ⅳ群 朝食前	-0.169	-.600**	-.407*
昼食前	0.039	-.460**	-0.355
夕食前	0.078	0.142	-0.203
就寝前	0.192	-.553**	-0.291
Ⅴ群 朝食前	.579**	0.153	—
昼食前	-0.030	0.330	0.066
夕食前	.560**	0.208	-0.050
就寝前	0.290	0.218	-.448*

(*:p<0.05, **:p<0.01, -:定数のため算出不可)

4. 考察

関ら¹⁾は、20～39歳の就業女性を対象に、月経前の黄体期に定期的に愁訴が発症していると報告した。また、日本産科婦人科学会は月経前症候群の定義について「月経前、3～10日の黄体期のあいだ続く精神的あるいは身体的症状で、月経発来とともに減退ないし消失するもの」としている。本研究において、参加者全員が黄体期にねむけや

だるさ、不快感を自覚しており、参加者A、参加者Cは月経期直前の3～4日前にⅢ群とⅣ群の点数が高く、疲労感を有していることから、月経前症候群が起きているとは断定できないが、何らかの愁訴を参加者は自覚しており、黄体ホルモンの影響が推察される。

ねむけ感について、松井ら²⁾により黄体期には眠気感の訴えが強くなることが報告されているおり、そのメカニズムとして、渋井ら³⁾は黄体期における体温リズムの振幅の低下により夜間睡眠の浅眠化と日中の眠気が起きることを明らかにしている。本研究において、参加者全員が、月経周期に伴いねむけ感は変化したものの、先行研究と一致しないケースも認められた。この要因としては、各参加者の生活状況（昼寝、アルバイト、アルコール、カフェイン、激しい運動）が、自覚症しらべの得点に一部影響したと推察される。

以上から、月経周期と疲労感の変化を経時的に捉えることで、月経周期に応じた女性特有の症状の変化を把握することが可能である。今回は3名のみのデータであることから、今後はサンプル数を増やし、症状の変化を予測するためのプログラム開発や症状の悪化を未然に防ぐ対応策の検討が必要である。

5. まとめ

本研究の結果から、サンプル数は少ないが月経周期と疲労感の変化を経時的に記録していくことで月経周期に応じた症状の変化を把握することが可能であった。

参考文献

- 1) 関慎二他, 「20～30 歳代の主に就業女性を対象にした月経前症候群 (PMS) に関する調査」, 日本女性心身医学会雑誌 Vol. 5, No. 2, 142-149, 2000
- 2) 松井真弓他, 「月経周期の違いが疲労感と精神負担感に与える影響」, 産業保健人間工学研究, Vol18, 50-53, 2013
- 3) 渋井佳代, 「女性の睡眠とホルモン」, バイオメカニズム学会誌, Vol129, No4, 2005

月経周期が眠気感および精神的負担感におよぼす影響

○市川陽子（三重県立看護大学）、郡山奈々（三重県立看護大学・学生）、
長谷川智之、大平肇子、斎藤真（三重県立看護大学）

The Effect of the menstrual cycle on sleepiness and mental workload
Yoko Ichikawa, Nana Koriyama, Tomoyuki Hasegawa, Motoko Ohira,
and Shin Saito (Mie Prefectural College of Nursing)

1. はじめに

テレワークは、情報通信技術を活用した場所や時間にとらわれない柔軟な働き方のことである。テレワークは、育児中の女性を含め、多様な人材が労働市場に参入することができる労働形態として期待されている。しかし、女性テレワーカーの生体負担は、いまのところ明らかとなっていない。

これまで、我々は女性が夜間に VDT 作業をする際の生体負担について調査し、生体負担が月経周期の卵胞期と黄体期で異なる可能性があることを報告した¹⁾。このことから、女性テレワーカーの生体負担は、月経周期に伴う変動があると予測する。そこで、本研究では、女性テレワーカーの生体負担を調査するための pilot study として、日常生活時の基礎体温と眠気感の関係および基礎体温と精神的負担感の関係について検討したので報告する。

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 歳代の健康な女子大学生 3 名（A, B, C）である。

(2) 測定項目

月経周期を判断するため、基礎体温を測定した。月経周期の月経期と卵胞期には基礎体温が低温相となり、黄体期には基礎体温が高温相となる。生体負担としては、眠気感と精神的負担感を測定した。眠気感の測定には関西学院式眠気尺度（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示す。精神的負担感の測定には日本語版 NASA-TLX（以下、NASA-TLX）を用いた。NASA-TLX は、得点が高いほど精神的負担感が強いことを示す。

(3) 手順

参加者は毎朝起床時に基礎体温を測定し、朝食前、昼食前、夕食前、就寝前に KSS の質問に回答した。また、就寝前には 1 日を振り返り、NASA-TLX の質問に回答した。

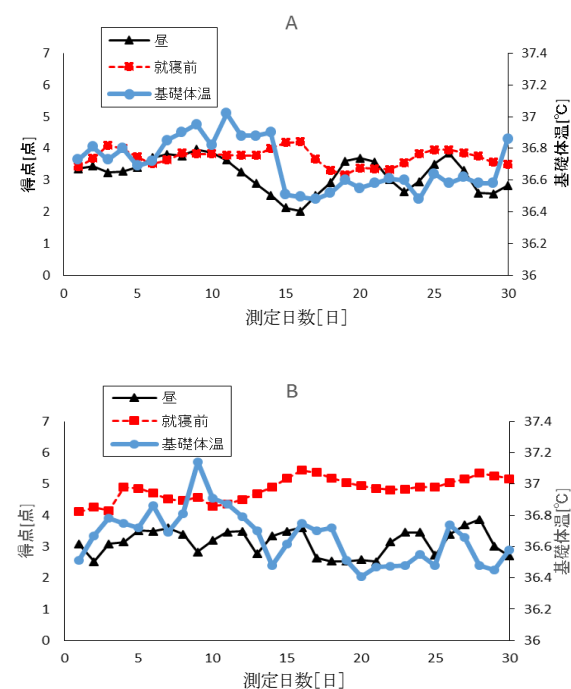
(4) データ分析

KSS の得点と NASA-TLX の得点は 3 点の移動平均にて示した。

3. 結果

(1) KSS

各参加者の 30 日分の基礎体温と KSS の得点を図 1 に示す。実際には朝、昼、夕、就寝前に調査を実施しているが、図 1 には昼と就寝前の調査結果を掲載している。参加者 A の基礎体温と昼間の KSS の得点には正の相関を認めた ($r=0.4$)。また、参加者 C の基礎体温と就寝前の KSS の得点には、負の相関を認めた ($r=-0.4$)。



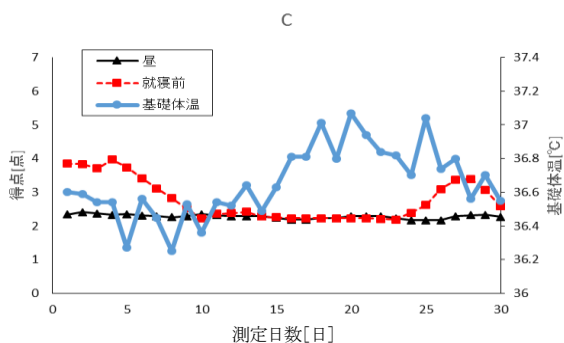


図1 基礎体温と KSS の得点

(2)NASA-TLX

各参加者の 30 日分の基礎体温と重みづけされたワークロードの平均値 (以下、WWL) を図 2 に示す。参加者 A・B・C の WWL は、基礎体温低下後、すなわち月経時に高くなる傾向を認めた。また、参加者 B・C は基礎体温が高温相となっている期間にも WWL が高くなる傾向を認めた。

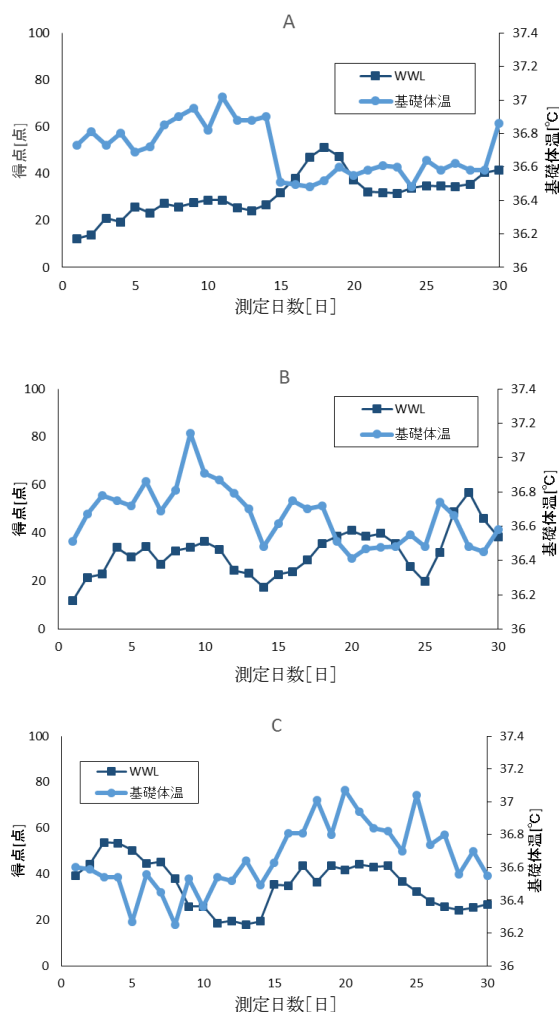


図2 基礎体温とNASA-TLX(WWL)の得点

4. 考察

参加者が少ない調査結果であるため本研究のみで明らかにすることはできないが、基礎体温と昼間の眠気感には正の相関が生ずる可能性が示唆され、基礎体温と就寝前の眠気感には負の相関が生ずる可能性が示唆された。渋井²⁾は、プロゲステロンの体温上昇作用が関与して黄体期には夜間睡眠の浅眠化と日中の眠気が生ずると報告している。このことから、基礎体温が上昇する黄体期には昼間に眠気感が強くなり、就寝前に眠気感が生じにくくなることが推察される。

精神的負担感については黄体期と月経期に強くなる可能性が示唆された。月経中は多くの女性が月経痛など何らかの不快症状を認めるため³⁾、月経期には精神的負担感が強くなりやすいと考える。また、松井ら⁴⁾は黄体期に日常生活時のWWLが高値となることを報告している。本調査においても、黄体期に日常生活時のWWLが高値となることを支持する結果が示された。

5. まとめ

基礎体温の変動と連動して眠気感と精神的負担感が変動する可能性がある。今後は、データをさらに蓄積して基礎体温と眠気感、および基礎体温と精神的負担感の関連を明らかにしていく。さらに、同様の手法を用いて女性テレワーカーの生体負担を調査する予定である。

参考文献

- 1) 市川陽子、大平肇子、永見桂子、長谷川智之、斎藤真、「月経周期が夜間の VDT 作業時の生体負担におよぼす影響」、人間工学、Vol. 54、Supplement 号、1C4-4、2018
- 2) 渋井佳代、「女性の睡眠とホルモン」、バイオメカニズム学会誌、Vol. 29、No. 4、205-209、2005
- 3) 松本清一監修、「月経らくらく講座-もっと上手に付き合い、素敵に生きるために-」、文光堂、2004
- 4) 松井真弓、三澤哲夫、長谷川智之、大平肇子、斎藤真、「月経周期の違いが疲労感と精神負担感に与える影響」、産業保健人間工学研究、Vol. 18、特別号、50-53、2016

被覆保護材の形状および固定方法について

○原田彩永佳, 黒川珠羅(三重県立看護大学・学生),

白石なつみ(名古屋大学医学部附属病院),

長谷川智之, 斎藤真(三重県立看護大学)

Relationship between Fixing methods and Dressing Materials

Saeka Harada, Jura Kurokawa (Mie Prefectural College of Nursing),

Natsumi Shiraishi (Nagoya University Hospital),

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

1. はじめに

臨床現場では患者の静脈に輸液を行うことが多いが, その際に重要なことはカテーテルや注射針を確実に固定することである. ところが, 点滴の固定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散見され, 標準的な方法や根拠は見当たらない. 廣本ら¹⁾は, 静脈留置針の固定方法における実態調査の結果, 医療現場における経験に基づいた固定方法がほとんどであり, その方法には科学的根拠が乏しいことを指摘している. そこで本研究では, 看護学の教育に用いられている参考書に記載されている固定方法について類似性や関連性を分析し, 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参考書類を調査し, サージカルテープ, ドレッシング材の種類と貼り方から19サンプルを抽出した. さらにこれらの方法についてCDCガイドラインに則った14サンプルを対象とした.

(2) 固定方法の分類について

14サンプルの固定方法は, 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, 共同研究者の前腕に再現し, その過程を写真撮影した. 図1に固定方法の一例を示す. これらの写真をもとに, 固定方法の要素を分類した結果, 10カテゴリ, 36アイテムが抽出された. さらに, 固定強度に直接的に影響があるカテゴリおよびアイテムを選別し, 5カテゴリ, 13アイテムまで精製した(表1). 14サンプルと5カテゴリ, 13アイテムが



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	記号
A: ドレッシング材の種類	1: 透明フィルム	A1
	2: 補強付透明フィルム	A2
	3: 補強付スリットあり	A3
B: コネクター固定の補助テープの形状	1: α固定	B1
	2: その他の固定方法またはテープなし	B2
C: ハーフループの数	1: 1つ	C1
	2: 2つ	C2
	3: その他のループの形状	C3
D: カテーテル固定テープの枚数	1: 1枚	D1
	2: 2枚	D2
	3: 3枚以上	D3
E: テープとテープの重なり	1: なし	E1
	2: 1か所	E2

ら, 対応するダミー変数表を作成し, 数量化Ⅲ類を用いて分析し, 新しいファクターを用いて類似性を検討した.

3. 結果

数量化Ⅲ類の結果を図2に示す. 軸は第10軸まで算出されたが, 固有値が0.3以上を有効とし, 第1軸(固有値0.57)および第2軸(固有値0.34)を有効な軸とした.

第1軸では, 正の方向に「固定テープ3枚以上, テープとテープの重なりが1か所, 補強付スリットありドレッシング材」が位置し, 複雑な固定の際に用いられる傾向があると考えられる. また負の方向に「その他のループの形状, 固定テープ1枚, 固定テープ2枚, 透明フィルムドレッシング

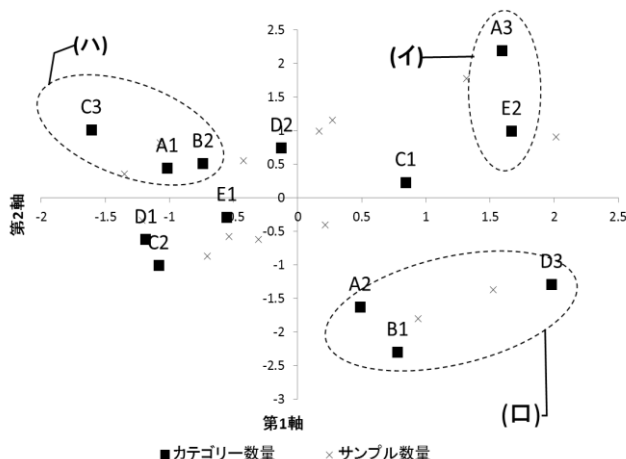


図2 数量化皿類によるカテゴリーの構造化

材」が位置したことから、単純な固定の際に用いられる傾向があると考えられる。以上のことから『複雑—単純軸』に関する軸であると考えられる。

第2軸では、正の方向に「補強付スリットありドレッシング材」が位置したことから、単独でも十分な強さが得られる傾向があると考えられる。また負の方向に「 α 固定、補強付透明フィルムドレッシング材、固定テープ3枚以上」が位置したことから、単独では十分な強さを得ることが難しく、他の固定方法との併用により強さを得られる傾向があると考えられる。以上のことから『独立—依存軸』に関する軸であると考えられる。

散布図の破線楕円(イ)(ロ)(ハ)のように、交点から遠く特徴が強いと考えられる3グループが抽出された。交点から右上のエリアに分布した(イ)は、アイテム自体が複雑であることから単独で使うことが可能であり、皮膚と接着している面が広いという特徴が考えられる(補強付きスリットありドレッシング材、テープ同士の重なりが1か所)。交点から右下に分布した(ロ)は、どのようなパターンの固定でも用いることができ、汎用性が高いという特徴が考えられる(補強付透明フィルムドレッシング材、 α 固定、固定テープ三枚以上)。交点から左上に分布した(ハ)は、単独では皮膚への負担を最小限にできる一方で、各種組み合わせで使うことが望ましいという特徴が考えられる(透明フィルムドレッシング材、その他のループの形状、その他の固定・テープなし)。

4. 考察

現状の固定方法は、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。長谷川ら²⁾は看護職者に対する新人教育やリカレント教育において、統一されていない固定方法が教育されることで、安全面に影響が生じることが懸念されると述べている。また、看護職者の裁量でテープやドレッシング材を選択し使用することで、コスト管理にも影響が生じることが推察される。以上のことから、固定方法の確立は急務であり、静脈留置針の固定方法に関する科学的根拠の確立および統一された手技のマニュアル化が必要である。本研究は輸液セット、ドレッシング材およびサージカルテープを用いた固定方法について類似性を検討した結果、2つの軸および3つのパターンに収束することが明らかとなった。固定方法を簡便化かつ強固にすることで、患者と看護師双方にベネフィットをもたらすための一助になったと考えられる。

5. まとめ

本研究では静脈留置針の固定方法には2つの軸および3つのパターンに収束することが明らかとなった。今後は、静脈留置針の固定方法の科学的根拠の確立およびマニュアル化を目指す。

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
- 2) 長谷川智之他, 「静脈留置針の固定法に関する基礎的研究」, 日本看護研究学会雑誌, Vol.41, No.3, 491, 2018

作業中断が関わる医療事故の発生要因と改善策の分析

○安達 悠子（東海学院大学）

Analysis of Factors of Medical Accidents involving Work Interruptions and Improvement Plans
Yuko Adachi (Tokai Gakuin University)

1. はじめに

作業を中断して再開する際に手順の一部を抜かしてしまったり、重複してしまったりという医療事故は以前からしばしば生じている¹⁾。しかし、医療事故事例の収集と分析は薬剤や医療機器等といった業務区分から行われることが多く、人間の行動という切り口から行われることは少ない。本稿では作業中断という行動に注目し、作業中断が関わる医療事故の発生要因と改善策の実態を既存の大規模な事例のデータベースを活用して把握することを目的とした。

2. 方 法

日本医療機能評価機構の医療事故情報収集等事業 (<http://www.med-safe.jp/>) で公開されている医療事故およびヒヤリ・ハット事例から、2014年1月から2017年12月までの3年間に生じた事例（全業務区分：薬剤、医療機器等、ドレーン・チューブ、療養上の世話、治療・処置、検査、輸血、その他）を対象にした。作業中断が関わる事例を抽出するために、まず事例のデータベースで“再開”と“確認”を検索語にキーワード検索をして両方が含まれる事例を抽出した。投薬や食事等を治療方針として中断を経て再開した事例で作業中断が関与しない事例があったためそれらを除き、作業中断が関わる事例を分析対象にした。各事例では表1のような項目が収集されていた。

また、医療事故情報収集等事業で公開されている2017年10-12月に生じた事例をまとめた第52回報告 (<http://www.med-safe.jp/contents/report/html/shihannki/2017/4Q/index.html>) の医療事故情報の集計（以下、参照集計）を医療事故全体を捉える比較対象に用いた。

3. 結果

3-1. 作業中断が関わる事例が生じやすい業務

キーワード検索の該当事例数と作業中断の該当事例数を業務区分別に表2に示す。作業中断が関わる事例は、薬剤と医療機器等で生じやすく、67件中65件と97%以上を占めていた。

表 1 各事例で報告される項目例

発生時間帯	発生要因 当事者の行動に関わる要因
患者の年齢	発生要因 ヒューマンファクター
患者の性別	発生要因 環境・設備機器
当事者職種経験(年数)	発生要因 その他
当事者部署配属期間(年数)	改善策

表 2 該当する事例数

事例の概要	キーワード検索 該当事例数	作業中断 該当事例数
薬剤	931	49
医療機器等	130	16
ドレーン・チューブ	23	0
療養上の世話	6	2
治療・処置	5	0
検査	2	0
輸血	0	0
その他	9	0
合計	1106	67

3-2. 作業中断が関わる事例の特徴

作業中断が関わる事例の特徴を明らかにするため、各事例で報告された項目別に作業中断の事例と参照集計を比較した。

発生時間帯は8-9時台、10-11時台、16-17時台（表3）、患者の年齢は60代、70代、80代（表4）で作業中断の事例の発生割合が高いが、これらは医療事故全体の発生割合とあまり変わらなかった。一方、患者の性別は男性（表5）、当事者職種経験が0年や1年（表6）や当事者部署配属期間が0年や1年（表7）という新人で作業中断の事例の発生割合が高いという特徴が見られた。また、発生要因は当事者の行動に関わる要因（確認を怠った、判断を誤った、連携ができなかった等）は作業中断の事例と医療事故全体で発生割合はあまり変わらず、作業中断の事例ではヒューマンファクター（勤務状況が繁忙だった、通常とは異なる心理的条件下にあった等）が占める割合が高く環境・設備機器（医薬品、医療機器等）が占める割合は低いという特徴が見られた（表8）。

改善案では「確認」が最も多く、次いで根本的対策である「作業中断しない」が提案されていた。「記載関連の改善」があることから記載が読みにくい場合が頻繁にあること、「作業中断カードの活用」「再開時の確認」「ツールの活用」から再開時は慎重な確認が必要と認識されていることが窺えた。そして報告件数は少ないが、「職場・職種間での働きかけ」や「情報伝達ルール明確化」を提案あるいは実施した事例もあった。

表 3 発生時間帯

発生時間帯	割合(件数) 作業中断	割合(件数) 参照集計
0～1時台	3(2)	4(39)
2～3時台	1(1)	4(37)
4～5時台	1(1)	4(43)
6～7時台	6(4)	7(67)
8～9時台	16(11)	11(105)
10～11時台	15(10)	16(156)
12～13時台	7(5)	11(106)
14～15時台	10(7)	15(139)
16～17時台	18(12)	10(94)
18～19時台	9(6)	7(70)
20～21時台	10(7)	6(62)
22～23時台	1(1)	4(40)
合計	100(67)	100(958)

表 4 患者の年齢

患者の年齢	割合(件数) 作業中断	割合(件数) 参照集計
0～9歳	10(7)	4(40)
10代	0(0)	2(16)
20代	3(2)	2(18)
30代	1(1)	4(38)
40代	4(3)	7(70)
50代	7(5)	10(98)
60代	22(15)	19(181)
70代	21(14)	26(249)
80代	25(17)	23(222)
90以上	4(3)	4(39)
合計	100(67)	100(971)

表 5 患者の性別

患者の性別	割合(件数) 作業中断	割合(件数) 参照集計
男性	66(44)	51(499)
女性	34(23)	49(472)
合計	100(67)	100(971)

表 6 当事者職種経験

当事者職種経験	割合(件数) 作業中断	割合(件数) 参照集計
0年	25(17)	4(53)
1年	10(7)	6(70)
2年	3(2)	6(81)
3～5年	3(2)	19(242)
6～10年	13(9)	21(259)
11～15年	13(9)	13(163)
16～20年	19(13)	12(145)
21～25年	7(5)	9(117)
26年以上	4(3)	9(118)
合計	100(67)	100(1248)

表 7 当事者部署配属期間

当事者部署配属期間	割合(件数) 作業中断	割合(件数) 参照集計
0年	39(26)	19(238)
1年	22(15)	17(213)
2年	10(7)	12(147)
3～5年	13(9)	27(333)
6～10年	10(7)	15(188)
11～15年	4(3)	6(72)
16年以上	0(0)	5(57)
合計	100(67)	100(1248)

表 8 発生要因

発生要因	割合(件数) 作業中断	割合(件数) 参照集計
当事者の行動に関わる要因	48(94)	49(1210)
ヒューマンファクター	32(63)	19(460)
環境・設備機器	7(13)	20(488)
その他	14(27)	13(324)
合計	100(197)	100(2482)

表 9 改善策

改善策	割合(件数)
確認(5R, ルートたどり, 指差し, 声出し含む)	25(34)
作業中断しない	14(19)
手順の順守(ダブルチェック, 1患者ずつなど)	13(18)
作業中断後の再開は初めから行う	8(11)
記載関連の改善(オリジナルの記載を参照する, 指示票・薬袋・処方欄など複数の照らし合わせ, 必要記載の徹底, 変更箇所のみ色変更など)	8(11)
作業中断カードの活用(付箋, メモ他含む)	7(10)
再開時の確認(ツール使用への言及はなし)	7(9)
ツールの活用(チェックリスト, 認証画面, 電子カルテ画面など)	4(5)
職場・職種間での働きかけ(事例の共有, 指導者へスタッフへの積極的な声掛けやフォローの依頼, 薬剤師に指示受けや指示変更の共有の仕方について協力を依頼, 主治医への連絡がつながりやすくなるように体制を改善など)	4(5)
情報伝達ルールの明確化	2(3)
その他	7(9)
合計	100(136)

4. 考察

作業中断に関わる事例では, 新人だったり, 勤務状況が繁忙だったり, 記載が読みにくかったりといった条件が重なると作業中断が事例に結びつきやすいことがわかった。また, 「手順の順守」や「作業中断後の再開は初めから行う」をせずに作業中断があると, 誤りが生じやすかったり, 生じても見えにくかった。「再開時の確認」ではツール使用への言及がなかったが, 一部の医療機関で提案されて使用されている「作業中断カードの活用」¹⁾や「ツールの活用」で言及されていたようなチェックリストや機器の機能を使用する方法も一案と言える。

今後は, 作業中断に関わる事例数が多かった薬剤や医療機器等の作業で, 作業の類似性や中断のタイミング等とヒューマンエラーの関わり方, 複数の情報源から情報を取得する時の見落としの発生等, 作業や環境に関する特性の詳細を明らかにして効果的な環境改善の提案に繋げたい。

参考文献

1) 安達悠子・小倉有紗・臼井伸之介・吉田乃里子・青木喜子・和田一成・太刀掛俊之「看護業務における中断エラーの防止に関する研究(1)―「準備中カード」システムについての実験的検討―」, リスクマネジメント教育の有効性評価に関する総合的研究 臼井伸之介(主任研究者) 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業平成 18 年度総括・分担研究報告書, 79-88, 2007.

看護場面における視覚情報の取り込み方に関する基礎的研究

○永田悠、金田悠希（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）

Fundamental study on nurses observing a patient
Haruka Nagata, Yuki Kaneda, Ritsu Okane, Tomoyuki Hasegawa and Shin Saito
(Mie prefectural College of Nursing)

1. はじめに

看護の基本は患者を観察することから始まる。近年、眼球運動から看護を行う際の観察過程を探る研究が報告されるが¹⁾、臨場感を重視するために看護場面の設定が複雑で結果も事例研究的な内容にとどまっている。そこで本研究は、観察を構成する視覚情報の取り込み方について、物や状態を把握するための観察と、それが看護を行う上でどのように関与するかという観察の各部分における眼球運動に分離して検討することとした。

2. 方 法

研究参加者は、某大学の4年生12名とした。眼球運動計測はアイカメラ（EMR-8、ナックイメージテクノロジー(株)）を使用した。研究参加者は、前方のモニター画面上（27インチ）に提示される画像を注視し、内容の変化に気がついた時点で直ちに反応スイッチを押し、さらに詳細を把握し内容を説明できるだけの観察が終了した時点で再度反応スイッチを押すこととした。提示される画像は、ベッド上に臥床している患者の画像を基本情報とし、続けて点滴、心電図モニターおよび蓄尿バッグのいずれか1種類の注視対象物が増えたものである。各研究参加者には、1つの種類の観察が終了した後、直ちに観察内容（増えた物品は何か、物品について観察したこと）を口頭で回答させた。

画像提示から注視対象物の有無を確認するまでの時間を反応時間、詳細を把握するのにかかった時間を思考時間と定義した。また、眼球運動データは解析ソフトEMR-dFactory（ナックイメージテクノロジー(株)）を使用し、反応時間と思考時間および各時間内の注視時間と注視回数について解析を行った。統計解析は、各注視対象物に

おける反応時間と思考時間および各時間内の注視回数と注視時間について、フリードマン検定を行い、有意差が認められた場合はウィルコクソンの符号順位検定およびボンフェローニの補正を施した。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.185101）。

3. 結果

図1、2は各注視対象物と反応時間、思考時間であり、中央値±四分位偏差である。

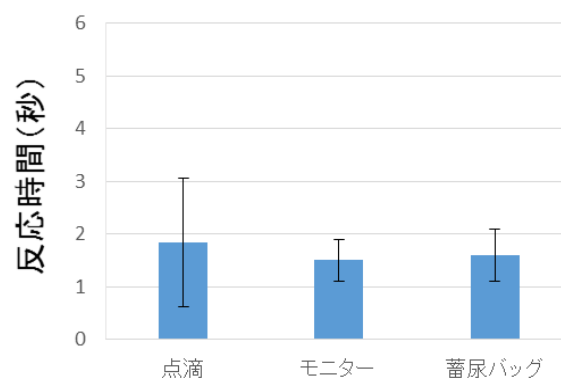


図1 各注視対象物と反応時間

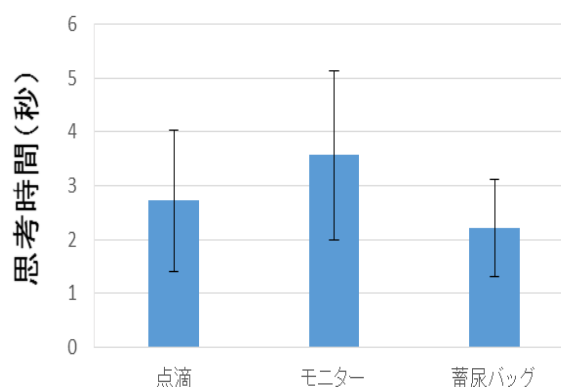


図2 各注視対象物と思考時間

反応時間の中央値は点滴が1.84秒、モニターが1.50秒、蓄尿バッグが1.60秒であり、各注視

対象物の反応時間に有意差は認められなかった。思考時間の中央値は点滴が 2.72 秒、モニターが 3.57 秒、蓄尿バッグが 2.22 秒であり、反応時間と同様に思考時間にも有意差は認められなかった。

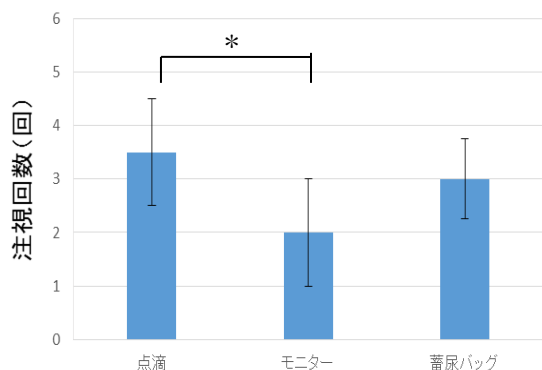


図 3 反応時間における注視回数の中央値

図 3 は反応時間における注視回数の中央値で、点滴が 3.5 回、モニターが 2.0 回、蓄尿バッグが 3.0 回であった。点滴とモニターの注視回数に 5%水準で有意な差が認められた。モニターと蓄尿バッグ、点滴と蓄尿バッグの注視回数には有意差はなかった。

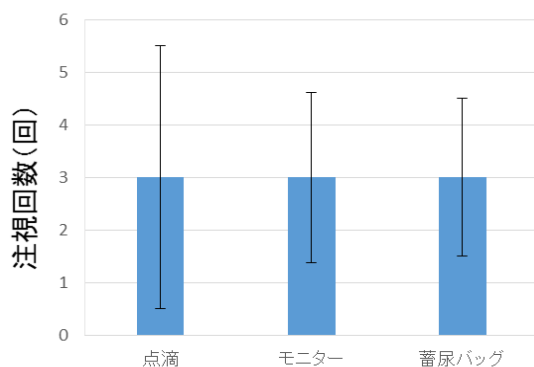


図 4 思考時間における注視回数の中央値

図 4 は思考時間における注視回数の中央値で、点滴、モニター、蓄尿バッグとも 3 回であり、注視回数に有意差は認められなかった。

また、質問に対しては、被験者は点滴の容量や輸液の種類、モニターの数値（脈拍と SpO₂）、尿の色と量について回答できており、問題となる回答はなかった。

4. 考察

質問に対する回答に問題がなかったことから、今回の実験では観察した内容はほぼ全員が同じレベルで把握していたものと推察された。

点滴、モニター、蓄尿バッグの反応時間はいずれも 1.50～1.84 秒であり、物品の種類に関係がないことが明らかとなった。一方、点滴とモニターの反応時間の注視回数に 5%水準で有意差が生じたのは、点滴は輸液のほかに点滴棒や輸液ポンプが含まれており、モニターや蓄尿バッグに比べて広い範囲を見る必要があったため、注視回数が増加したものと推測された。

次に、思考時間は反応時間と同様に有意差は認められなかったことから、被験者が物品の詳細を把握する際に、物品の種類は関係しないことが明らかとなった。また思考時間における注視回数に有意な差はなかった。点滴の器具が増加したことは前半に把握しているが、注視回数のバラツキがモニターや蓄尿バッグのそれよりも大きいことから、対象物の大きさや情報量に関係があるのか、現時点では不明であった。

点滴、モニター、蓄尿バッグのすべての反応時間の中央値は 1.60 秒であり、思考時間の中央値は 2.74 秒であったことから、看護師が患者に関わる物品から情報を得る際には、1 つの物品につきこれらの反応時間と思考時間の合計時間が最低限必要であることが推測される。

5. まとめ

今回の研究で、看護師が患者に関わる物品から情報を得る際には、少なくとも反応時間と思考時間の合計時間が必要であり、このとき物品の種類による時間の差はない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 Vol. 14、13-22、2017

看護場面における観察と注視点分布に関する研究

○金田悠希, 永田悠 (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)

Relationship between distribution of fixation points and Observation of Patient on Nurses

Yuki Kaneda, Haruka Nagata, Ritsu Okane,

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

1. はじめに

看護における観察は, 限られた時間で効率よく患者を観察することが重要である. 視覚情報の取り込み方は, 何をどのように見ているのか明確にすることであるが, 看護の観察はそれらに加えて問題点と看護計画を考案することが要求される. しかし先行研究は, 観察場面の内容が複雑で注視点分布に一定の傾向がみられない¹⁾. そこで本研究は, 観察場面を比較的単純にすることによって注視点分布特性を探ることを目的とする.

2. 方 法

研究参加者は看護学の知識や技術を習得した某大学の4年生12名とした. 研究参加者はアイカメラ (EMR-8, ナックイメージテクノロジー(株)) を装着, 十分な練習の後, 本実験に入った. 研究参加者は, 椅座位で頭部をヘッドレストに固定した状態で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. 実験手順は, 最初に事例文を提示, 研究参加者はその情報に基づいて観察をすることとした. 内容は「20代女性, 昨日, 突然倒れ, 緊急搬送されてきました. あなたは受け持ちの看護師です. 必要な観察を行ってください.」とした. その後, 研究参加者は図1に示す静止画を30秒間観察した. 提示した静止画は臥床患者に点滴, 蓄尿バック, モニター等の医療器具を装着している設定とした. 観察終了後に観察内容を確認するためにインタビューを行なった. 眼球運動の解析はアイマーク解析ソフト EMR-dFactory (ナックイメージテクノロジー(株)) を用いた. 注視点のエリアは, 【患者】(顔, 上半身, 下半身), 【医療機器】(点滴, 蓄尿バック,

モニター), および【ベッド】(ベッド)の大項目3個および小項目7個を設定し, 各エリアの注視時間および注視回数から割合を算出した. 注視の条件は柳生ら²⁾より0.165秒以上の停留とした. 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. 185201)



図1 事例静止画

3. 結果

12名分の注視エリアにおける注視回数割合を図2に示す. 被験者12名全員が見ていた項目は小項目別で「モニター」「点滴」「蓄尿バック」「顔」「上半身」であった. 一方で「下半身」は6名, 「ベッド」は4名であった. 大項目別では【医療機器】の領域のみで, 約40~82%を占めていた. 【患者】は, 約18~60%を占めていた. これら2つを合わせると, 8名が100%であった. 残りの4名が【ベッド】を観察していたが, 約4~9%であった. 以上から, 全員が【医療機器】【患者】を90%以上観察していることが分かった.

12名分の注視エリアにおける注視時間割合を図3に示す. 注視回数割合同様, 被験者12名全員が小項目別で「モニター」「点滴」「蓄尿バック」「顔」「上半身」を観察していた. 一方で「下半

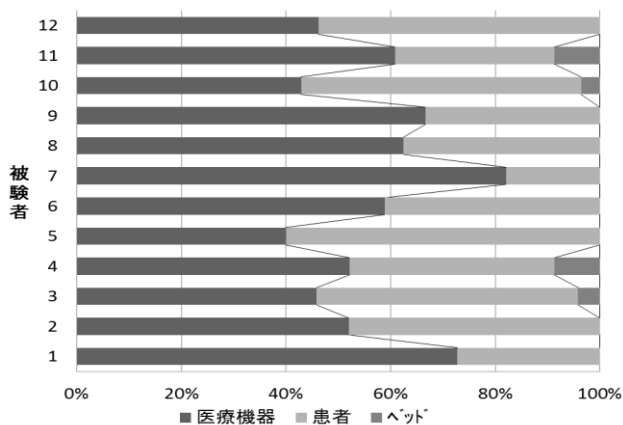


図2 注視回数割合(大項目別)

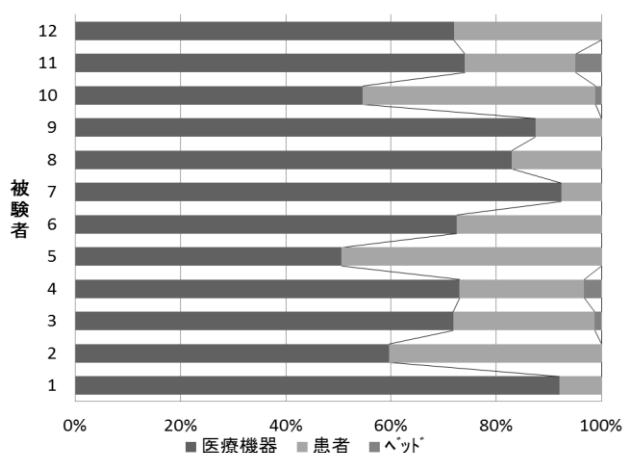


図3 注視時間割合(大項目別)

身」は6名、「ベッド」は4名であった。大項目別では、【医療機器】を約55～92%、【患者】を約8～44%、全員が観察しており、注視回数割合の結果に比べ、【医療機器】が全体の半分以上を占めている結果となった。【ベッド】は4人の被験者が観察しており、約1～5%をそれぞれ占めていた。

4. 考察

横井ら³⁾によると、看護学生は熟練看護師よりも、長い注視時間が必要と報告されている。本研究の結果から、被験者全員が緊急搬送された患者の状態を把握するために、【医療機器】及び【患者】領域を観察していたことから、重要な領域を優先的に観察していること、長い注視時間で状態を把握しようとしていることが明らかとなり、先

行研究と一致していると考えられる。一方で、注視回数と注視時間の関係から、学生は【患者】よりも、【医療機器】を長く観察しているという特徴が明らかとなった。医療機器には点滴、蓄尿バック、モニターが含まれ、観察項目の多さや、観察の優先度が高いことから、このような傾向になったと推察される。また、学生が小項目別の「下半身」「ベッド」を見ない傾向にあったのは、下半身は、毛布がかかっており観察が困難であったこと、ベッドは優先度が低く、さらに30秒間という時間制限により、観察を行わない被験者が多かったと考えられる。

今後の課題として、大黒ら⁴⁾は、学生も経験を重ねれば注目点を生かした観察ができると述べていることから、学生が今後成長していくために、観察の経験を積むことができる教育プログラムの開発が重要だと考えられる。

5. まとめ

本研究の結果から学生は【患者】よりも【医療機器】を長く観察していることが明らかになった。今後は学生の観察の経験を重ねていく教育を取り入れていくことが重要である。

参考文献

- 1) 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 Vol. 15, No. 3, 218-226, 2017
- 2) 大黒理恵他、「眼球運動と危険認識から見た看護大学4年生の危険予知の特徴」, 医学と生物, Vol. 157, No. 6, 947-953, 2013
- 3) 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, Vol. 13, No. 2, 132-139, 2014
- 4) 柳生聖司他、「注視時の注視点分布特性」, 人間工学, Vol. 31(特別号), 214-215, 1995

足趾支持台のユーザビリティ評価

○大田成美（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）

Usability of Assist Device at Chest Compression

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

1. はじめに

本大学で開発した足趾支持台¹⁾（以下：支持台）は、使用することで質の良い胸骨圧迫が実施できることは先行研究で証明されている。しかし、臨床現場で実際に使用する際の使い勝手は明らかにされていない。本研究の目的は、支持台のユーザビリティ評価を行うことで、臨床において支持台を使用する上での改善点を明らかにし、臨床応用に近づけることである。

2. 方法

(1)被験者

本研究に同意の得られた25～38歳の看護師（男5名，女6名，経験年数3～16年）を対象とした。

(2)実験方法

はじめに、支持台を設置するベッドの高さを統制するために身長測定を行なった。ベッド上に臥床している患者に対し、立位で胸骨圧迫を実施する際のやりやすい高さは、患者の胸壁と術者の大腿部中央が同等であることから²⁾，本研究は患者の胸壁までの高さを被験者の身長の50%とした。被験者に実験の説明および支持台の使用方法について説明し、支持台の操作を習熟するまで練習を行わせた。支持台を使用した胸骨圧迫の実施は、①「始め」の合図で支持台をベッドに設置して乗り、胸骨圧迫を開始する、②胸骨圧迫を30秒実施する、③交代の5秒前にカウントを行い、交代の合図で被験者は支持台から降り待機要員と交代する、④2回目の交代の合図で、待機要員と交代し、支持台に乗り胸骨圧迫を30秒行う、⑤胸骨圧迫が終了したら、支持台から降り、支持台の脚を畳み、元の位置に戻す、といった手順で実施してもらい、その際に真横からビデオ撮影を行った（図1）。胸骨圧迫の実施終了後、被験者にはSD法（5件法）を用いたアンケートに回答してもらった。アンケート回答時の注意事項として、支持台自体に感じたことについて回答してもらうように伝えた。アンケート終了後に支持台に対する



図1 足趾支持台を使用した胸骨圧迫の実施

改善点についてインタビューを行った。

(3)分析方法

録画した動画は動画編集ソフト(EDIUS Neo3, grass valley Inc.)を用いて、設置、交代および片付けにかかった時間を測定し、動作時間の平均値および標準偏差を算出した。アンケートは、全体および性別ごとの平均値を算出、プロットし傾向を評価した。インタビューはICレコーダーで録音したデータから逐語録を作成し、意味のある言葉を抜粋しカテゴリー分類を行った。本研究は三重県立看護大学研究倫理審査会の承認を得た（No. 183601）。

3. 結果

動作時間の結果を図2に示す。設置時間は 14.5 ± 4.3 秒，1回目の交代 3.4 ± 0.4 秒，2回目の交代 3.2 ± 0.5 秒，片付けの時間 12.0 ± 4.3 秒であった。

SD法の結果を図3に示す。全体の傾向として「軽い」「ありがたい」「頼もしい」「良い」「新しい」「親しみやすい」「優れている」「画期的な」の肯定的側面に偏りが見られた。また、否定的側面に偏ったのは「かたい」であった。男性の傾向として「安全な」「単純な」「新しい」が全体の傾向と比較し特徴的に肯定的側面に偏りが見られた。女性の傾向として「親切的な」「良い」が全体の傾向と比べて特徴的に肯定的側面に偏りが見られた。また、「遅い」は全体の傾向と比較して特徴的に否定的側面に偏りが見られた。

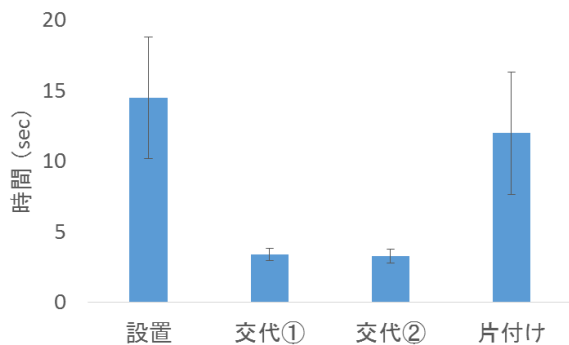


図2 動作時間

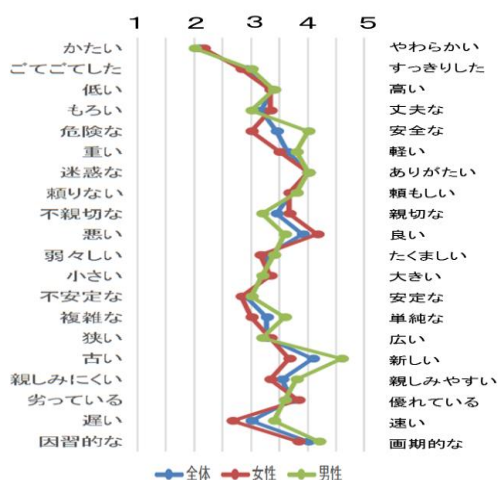


図3 SD法によるプロフィール

インタビューの結果、[支持台の設置について(n=7)] [支持台の高さ調整について(n=5)] [支持台の安定性について(n=4)] [天板の広さについて(n=3)] [天板の材質について(n=3)] [支持台のデザインについて(n=2)] [交代の仕方について(n=1)]の意見が抽出された。

4. 考察

SD法の結果から被験者全体の傾向として肯定的側面に偏りが認められ、支持台自体のユーザビリティは良いと考えられる。しかし、動作時間やインタビューの結果から、いくつかの問題点が明確となり、3点について考察する。

1点目は急変時における胸骨圧迫の実施について、JRC蘇生ガイドライン³⁾では、「胸骨圧迫の中断は最小限に」とされている。本研究の結果から患者が急変してから胸骨圧迫を始めるまでの時間と交代時間が、支持台を使用しない場合と比較し、長いと考えられる。SD法において、女性は「遅

い」と感じており、インタビューにおいても支持台の設置や高さ調整といった手間がかかる旨の指摘があった。したがって、支持台の設置や高さ調整の簡便化を検討し、胸骨圧迫の開始時間の短縮化を目指す必要がある。

2点目は支持台の安定性について、交代に伴う乗り降り時に支持台が左右に傾くことや、胸骨圧迫時に支持台がマットレスに沈み前傾になることが動画撮影から認められた。インタビューからも交代時に不安定であった旨の指摘があった。胸骨圧迫は疲労を伴う技術であることから、1～2分で交代することが推奨されているが³⁾、現状の支持台では、交代時に術者が転落する危険性が懸念される。したがって、支持台の脚部の支持基底面積を広くするなどの改善が必要である。

3点目は支持台の天板の材質について、天板の素材を現状より柔らかい素材に変更した際に、効率的な胸骨圧迫が実施できるかは証明されていないため、検討が必要であると考えられる。一方で、天板全体を変更するのではなく、局所的な膝の痛みの軽減の検討も必要である。

以上から、現状の課題を改善することで支持台のユーザビリティはさらに向上し、臨床での応用が可能になると考えられる。そのため、考察で述べた3点について改善を行う必要があると考えられる。

5. まとめ

支持台の評価は肯定的であったが、準備時間や交代時間の長さや交代時の不安定感、術者の身体負担などいくつかの指摘事項があり、今後デザイン変更を含めた部分改良が必要である。

参考文献

- 1) 特許情報プラットフォーム, <https://www.j-platpat.inpit.go.jp/web/all/top/BTmTopPage>
- 2) Gavin D, Perkins et al. Do different mattresses affect the quality of cardiopulmonary resuscitation? Intensive Care Medicine vol. 23, No. 12, 2330-2335, 2003
- 3) 一般社団法人日本蘇生協議会, 「JRC蘇生ガイドライン2015オンライン版」, 2015

臥床患者に対する効果的な手浴方法の検討

○湊川穂乃香（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）

Development of the plastic bags for hand bathing of bedridden patient
Honoka Minatogawa, Tomoyuki Hasegawa and Shin Saito
(Mie Prefectural College of Nursing)

1. はじめに

手浴とは手を湯に浸すことであり、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、拘縮手の汚染度低下や皮膚保湿効果、鎮痛やリラクセス効果があげられる¹⁻⁴⁾。しかし、拘縮手の清潔ケアの問題点について、洗面器での手浴の困難さや、患者の体位・肢位への負担などが挙げられる。そこで本研究では、臥床患者に対する手浴について、ビニール袋を用いて行う方法に着目し、より効果的に手技が行えるようビニール袋を改良したものを製作した。今回はこの試作品の大きさや使いやすさの評価を行うために実験を行った。

2. 方 法

(1) 研究対象者

研究対象者は20～30歳の看護学部に所属する男女24名（男性5名、女性19名）である。

(2) 実験方法

対象を術者役として施術する者（以下術者）と患者役として手浴を受ける者（以下患者）に分け交互に手浴を行い、1回の手浴ごとに手浴用ビニール袋の大きさや使いやすさに関する質問紙調査を行った。また、実験終了後に手長、手幅、握り拳囲を計測した。

手浴用ビニール袋の製作においては、70-79歳男性の手長、手幅、握り拳囲の値の平均値+2SDの値を用いた⁵⁾。

(3) 実施手順

実施手順は①～④とした。

- ① 患者の腕を袋に通し、手首部分のひもを結び密閉する。
- ② 湯(40℃)で濡らしたタオルで患者の手を包み、1分間温める。
- ③ 患者の手をガーゼで洗い、湯で流す。

- ④ 袋から患者の手を抜き、乾いたタオルで水分を拭き取る。

(4) 質問紙の内容と統計処理

質問紙は術者側と患者側の2種類とした。術者側は、大きさ(4項目)、使いやすさ(2項目)、準備・片付け(2項目)の8項目とした。また患者側は、大きさ(2項目)、手浴の効果(4項目)の6項目とし、いずれの項目も5段階の評価とした。

統計処理は χ^2 検定およびライアン法による残差分析を施し、5%未満を有意差ありとした。

3. 結果

(1) 術者側の回答結果

表1に術者の質問の回答結果を示す。

① 手浴スペース

手浴部分の中の広さについては、やや狭いという意見が50.0%であった($P<0.01$)。また深さは、中立の回答が54.2%であったが($P<0.01$)、全体的に使いにくい・やや使いにくいという回答の合計が45.8%であった($P<0.01$)。

② 腕部分(患者の手を通す部分)

腕部分の広さは、やや狭いという回答が66.7%であり($P<0.01$)、全体的にやや使いにくいという回答が45.8%であった($P<0.01$)。水の漏れは防ぐことができたという回答が45.8%で最も多かった($P<0.01$)。

③ 準備・片付けのしやすさ

準備および片付けのしやすさは、しやすい・ややしやすいという回答の合計がともに87.5%であった($P<0.01$)。

(2) 患者側の回答結果

表2に患者の質問の回答結果を示す。

① 袋の大きさ

袋の大きさは、全体評価としては中立の回答が66.7%であったが($P<0.01$)、腕部分の広さは狭い・やや狭いという回答の合計が41.7%で中

表1 術者の回答および検定結果

項目		←否定的		回答率 (%)		肯定的→		χ^2
		1	2	3	4	5		
手浴部分	中の広さ	4.2	50.0 †: 1.5	33.3	12.5	0.0	**	
	深さ	4.2	29.2	54.2 †:1.5	12.5	0.0	**	
	使いやすさ (手浴部分)	8.3	37.5	16.7	37.5	0.0	**	
腕部分	腕部分の 広さ	8.3	66.7 †:1.4, 5	20.8	4.2	0.0	**	
	水分の漏れ	0.0	20.8	25.0	45.8 †:1	8.3	**	
	使いやすさ (腕部分)	8.3	45.8	12.5	29.2	4.2	**	
準備、 片付け	準備の しやすさ	0.0	0.0	12.5	54.2 †:1.2	33.3	**	
	片付けの しやすさ	0.0	0.0	12.5	45.8 †:1.2	41.7 †:1.2	**	

*: P<0.01 †: P<0.05

表2 患者の回答および検定結果

項目		←否定的		回答率 (%)		肯定的→		χ^2
		1	2	3	4	5		
大きさ	腕部分の 広さ	8.3	66.7 †:1,4,5	20.8	4.2	0.0	*	
	袋の大きさ	0.0	8.3 †:1,2,4,5	66.7	16.7	4.2	**	
効果	快適さ	0.0	8.3	8.3	54.2 †:1,2,3	29.2	**	
	温度変化	0.0 †:4,5	8.3	4.2	45.8	41.7	**	
	手の清潔	0.0 †:4,5	8.3	4.2	45.8	41.7	**	
	手浴の 満足度	0.0	0.0	16.7	70.8 †:1,2,3,5	12.5	**	

*: P<0.05, **: P<0.01, †: P<0.05

表3 各研究対象者とデータブックの比較

			男性	女性	全体
手長 (cm)	研究対象者	平均	18.1	16.6	16.9
		SD	0.3	0.6	0.8
	基準値	平均	19.2	17.7	
	検定		**	**	
手幅 (cm)	研究対象者	平均	8.4	7.3	7.5
		SD	0.4	0.3	0.6
	基準値	平均	8.1	7.3	
	検定		NS	NS	
握り拳囲 (cm)	研究対象者	平均	26.7	23.3	24.0
		SD	1.7	1.2	1.9
	基準値	平均	26.8	23.6	
	検定		NS	NS	

**: P<0.01, NS: Not Significant

立と同数みられた(P<0.01)。

② 手浴の効果

今回の袋を用いた手浴の効果は、手浴中の快適さ、手の温度変化、手の清潔の3項目において、80%以上の対象者が効果を実感し(P<0.01)、手浴の満足度については満足・やや満足という回答の合計が83.3%であった(P<0.01)。

(3) 手の大きさ

表3に各研究対象者の手長、手幅、握り拳囲の平均値およびデータブックとの比較を示す。男女とも手長が有意に短かった(P<0.01)。

4. 考察

手浴用ビニール袋は、人体計測データを基に平均値+2SDの寸法で製作したものであったが、手浴部分は術者にとって狭かったため、術者の手と患者の手が触れ合うことを考慮すると、手浴の手技を行うために最低限必要な大きさについて再考する必要がある。

また腕部分は、術者、患者ともに狭いことを指摘している。男女ともに研究対象者の手長はデータブックの平均値と比較して有意に短く、また手幅、握り拳囲は有意差が見られなかった。このことから、ビニール袋が狭いという意見が研究対象者の手の大きさに依存することではなく、手技を行うにあたって主観的に狭く感じたと考えられる。また自由記載内容より、腕部分は腕を抜く際に狭さを感じていることから、寸法を平均値+3SDに変更することを検討している。

5. まとめ

手浴用ビニール袋を製作し実験を行ったところ、手浴スペース及び腕部分の大きさについて新たな知見を得ることができた。本結論に基づき新たな手浴用ビニール袋を開発する予定である。

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、Vol. 10、No. 2、14-22、2012
- 2) 岡田ルリ子、徳永なみじ、昆和典、「温浴がもたらす皮膚生理機能への影響」愛媛県立医療技術大学紀要、Vol. 3、No. 1、45-50、2006
- 3) 池田理恵、深井喜代子、岡田淳子、「手浴が実験的疼痛閾値に及ぼす影響」川崎医療福祉会誌、Vol. 12、No. 2、253-257、2002
- 4) 中田弘子、小林宏光、川島和代、「療養型病棟における長期臥床患者の拘縮手における清潔ケアの実態」、日本看護技術学会誌、Vol. 10、No. 2、14-22、2011
- 5) 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」

看護師の観察時の眼球運動特性について

○岡根利津(三重県立看護大学)

金田悠希, 永田悠 (三重県立看護大学・学生)

長谷川智之, 小松美砂, 斎藤真 (三重県立看護大学)

Characteristics of Eye Movement in Observation of Nurse.

Ritsu OKANE, Yuki KANEDA, Haruka NAGATA, Tomoyuki HASEGAWA,

Misa KOMATSU and Shin SAITO (Mie Prefectural College of Nursing)

1. はじめに

看護において、観察は患者の状態を把握するための根幹となる重要な技術である。これまで、看護師の観察における特徴を明らかにするために、眼球運動を用いた研究が行われてきた。しかし、臨床経験年数による違いによって、注視時間や注視回数について特徴があったものとなかったものを認めており¹⁾、現在統一した見解を得るに至っていない。

今回、人工呼吸器装着場面における熟練看護師の観察時の眼球運動特性から、観察の特徴に関する示唆を得ることができたので報告する。

2. 方法

研究参加者（以下参加者）は経験年数 17.0 ± 5.1 年、年齢 39.0 ± 5.1 歳の看護師4名（男性1名、女性3名）（以下：A, B, C, Dとする）であった。眼鏡の使用者はなく、コンタクトレンズの使用者は2人で、日常生活における支障はなかった。実験手順として、事例で使用されている人工呼吸器と生体モニターの写真を十分に観察した。その後椅子に座り、眼球運動測定装置（EMR-8, (株)ナックイメージテクノロジー, 以下：アイカメラ）を装着し、ヘッドレストに頭部を固定した。その状態で、84.5cm前方に設置した液晶画面に提示された映像を観察した。

はじめに、アイカメラを装着した状態での観察に慣れるために、本実験とは無関係の画像を提示し、画像の状況を具体的に説明する練習を行った。本実験では、まず事例文をスライド2枚で提示し、読み終わったことを口頭で確認した後、映像の観

察を開始した。事例は、人工呼吸器を装着した70代の女性がベッド上に臥床している様子を模擬患者で再現した。事例の1場面を図1に示す。患者は、生体モニターを装着し、点滴を投与しており、両上肢を抑制された状態である。また、映像は定点カメラにおける動画であり、2場面（安静時と変化時とする）の動画を各30秒間ずつ提示し、画面の切り替えの際に1秒間のインターバルを設定した。アイカメラの映像はDVテープ（GV-D1000, SONY）に録画後、アイマーク解析ソフトウェア（EMR-dFactory, (株)ナックイメージテクノロジー）を用いてデータ解析を行った。注視領域として、【顔】【呼吸器:画面】【呼吸器:回路】【モニター】【点滴】【抑制帯・手指】【上半身】【下半身】【環境】の9項目を設定し、10秒ごとの注視回数および注視時間を算出した。注視の条件は柳生ら²⁾より0.165秒以上の停留とした。本研究は、三重県立看護大学研究倫理委員会の承認（No. 185501）を得て実施した。



図1 事例の1場面

3. 結果

参加者A, B, C, Dにおける総注視時間は、安静時と変化時で差異は見られなかった。しかし、総注視回数は変化時の方が多い傾向が見られた。

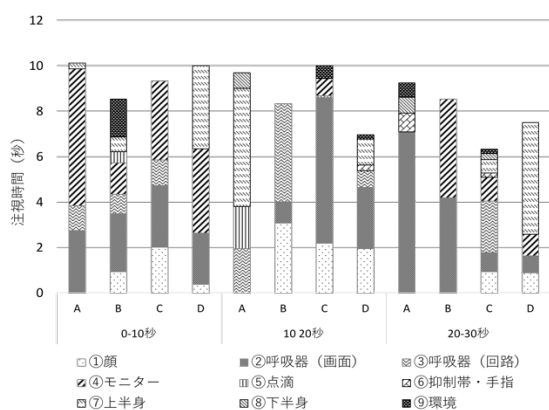


図2 安静時 注視時間

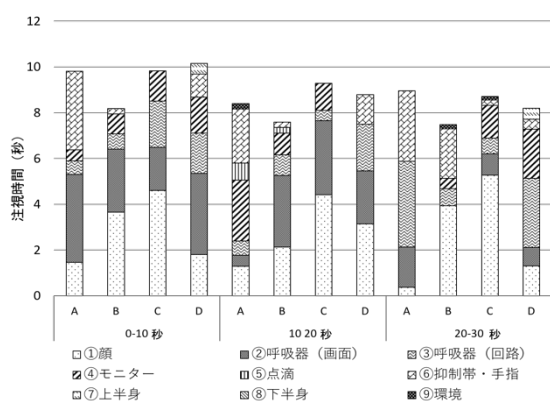


図3 変化時 注視時間

図2, 3は, 各被験者の安静時と変化時の観察開始から10秒間ごとの注視時間である。安静時の観察では, 全観察時間における特徴として【呼吸器:画面】【呼吸器:回路】【モニター】【上半身】の4つの領域を全員が共通して注視していた。また, 0-10秒では【呼吸器:画面】【モニター】, 10-20秒では【呼吸器:回路】, 20-30秒では【呼吸器:画面】を全員が共通して注視していた。共通する領域における注視時間割合は4-87%であった。

一方, 変化時の観察では, 全観察時間内における特徴として【顔】【呼吸器:画面】【呼吸器:回路】【モニター】【抑制帯・手指】の5つの領域を全員が共通して注視していた。そのうち, 【顔】【呼吸器:回路】は全員が共通して全時間において注視していた。また, 【呼吸器:画面】【モニター】も一部の時間を除くほとんどの時間において全員が共通して注視していた。共通する領域における10秒ごとの注視回数は差異が少なかった。また, 共通する領域における注視時間割合は, 53-100%と高い割合を占めていた。

4. 考察

人工呼吸器装着場面では, 患者のコミュニケーションが制限されることから, 看護師の観察がより重要となる。また, 人工呼吸器装着中の看護は, 基礎教育における学習時間が少なく, 多くの看護師が臨床において知識と技術を習得しているものの, その教育は体系化されていない。今回, 熟練看護師の観察から, 変化時の観察において参加者全員に共通する注視領域が見られた。安静時と変化時の結果に差異が生じた要因として, 安静時は患者の状態が落ち着いていることから観察の優先度が明確になりにくいことや, 全体の状況を把握する過程で生じた個人差の影響などが考えられる。一方, 変化時は安静時の観察で全体の状況把握ができていることから, 患者の状態把握に専念できる状況となる。さらに, 素早い状況判断を必要とする場面であり, 観察の優先度が明確となり, 眼球運動に反映されたことが考えられる。寺井らは, 知識や経験を関連させて観察する場合は, 臨床経験による違いがある程度存在する¹⁾としており, 今回得られた特徴は, 臨床経験が豊富な看護師のデータであることから, 人工呼吸器装着場面における重要な観察項目とする根拠につながると考える。今後は, サンプル数を増やすことや, 経験年数による違いを明らかにすることが必要である。

5. まとめ

人工呼吸器装着場面における熟練看護師の観察時の眼球運動特性から, 人工呼吸器装着場面における重要な観察項目として, 【顔】【呼吸器:回路】【呼吸器:画面】【モニター】が示唆された。

引用文献

- 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, 14, 13-22, 2017
- 2) 柳生聖司他, 「注視時の注視点分布特性」, 『人間工学』, 31 (特別号), 214-215, 1995

交替制勤務形態が疲労蓄積度に及ぼす影響

—名古屋市消防局における消防職員を対象に—

○栗原崇浩、松木太郎、榎原毅（名古屋市立大学大学院医学研究科）

Association between night shift work and accumulated fatigue: focusing on firefighters and emergency medical services crews at Nagoya City Fire Bureau

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

1. はじめに

夜勤交替制勤務における疲労蓄積は注意力の低下による安全リスク、サーカディアンリズム変調による健康リスクの要因となるため、近年では航空・運輸業界を中心に疲労リスクマネジメントの重要性が再認識されつつある。

全国の救急隊の出動件数は増加傾向にあり、平成29年の救急出動件数は過去最高を記録し、20年前に比べてほぼ倍増している（総務省）。この増加傾向は名古屋市も同様であり、名古屋市内の平成29年の出動件数は12.5万件と過去最高を記録した¹⁾。一方、平成29年の全国の消防職員の人数は16.3万人と平成20年の15.7万人から約6千人増（3.8%増）でほぼ横ばいである²⁾。そのため、一人当たりの隊員の労働負担は増加していることが推測される。そこで本研究では、消防職員（救急隊員および消防隊員）における夜勤交代制勤務と疲労蓄積との関連を勤務形態間の比較から明らかにし、精神的ストレスや出動回数・仮眠時間などの労働負荷特性から考察を行った。

2. 方 法

2-1. 調査対象者

名古屋市消防局の市内4か所の消防署及び本部に勤務する542人に疲労の自覚症状、勤務状況に関する質問票調査を配布し回収を行った。配布した542人のうち回答があったのは497人（回答率91.7%）であった。回答の欠損があった対象者は11人（回答率97.2%）であった。

2-2. 調査内容

勤務中の疲労度の評価は労働者の疲労蓄積度チェックリスト³⁾を使用し、仕事による負担度の総合判定0-1点を低疲労蓄積度群、2-7点を高疲労蓄積度群として2区分にした。また、労働負荷の性質をみるために精神的ストレス度の把握にはK6を用いた。うつや不安障害などの精神疾患リスクの弁別に用いられる8/9基準（0-8点を陰性、9-24点を陽性）を採用した⁴⁾。また、消防職員の

疲労蓄積度チェックリストの結果を平成28年度版過労死等防止対策白書⁵⁾の結果と比較した。

2-3. 統計解析

勤務形態ごとの疲労蓄積度・精神的ストレス（K6）を比較するために交絡因子を調整したロジスティック回帰分析を実施した。勤務形態毎（救急隊員・消防隊員）の労働負荷特性を比較するために、当番日（8:45～翌8:45）の平均仮眠時間、平均出動回数（/日）を比較した（Welchによる自由度補正検定）。解析に用いるデータは多重代入法による欠損値補完を行い、有意水準は5%とした。

3. 結 果

3-1. 夜勤交代制勤務と疲労蓄積との関連

表1に勤務形態の違いによる疲労蓄積度の発生リスクを示した。高疲労蓄積度は日勤職員に比べて救急隊員の発症リスクは2.0倍と高いことが明らかになった。消防隊員と日勤職員間では疲労蓄積度との差はみられなかった。

3-2. 労働負荷の特性：精神的ストレス・出動回数・仮眠時間

精神的ストレスは日勤職員に比べ救急隊員・消防隊員のリスクは低かった（表1）。また消防職員に比べ救急隊員は平均出動件数は9.2回/日と約6倍多く（ $t(191.4) = 6.162, p < 0.001$ ）、逆に当番日の平均仮眠時間は3.77時間（/日）で有意に短かった（ $t(163.5) = 5.544, p < 0.001$ ）（図1）。

3-3. 蓄積疲労度の多業種との比較

疲労蓄積度について平成28年度版過労死等防止対策白書⁵⁾の他業種と比較したところ、消防局全体として高疲労蓄積度群の割合は全国データより低かった。しかし、勤務形態別にみると救急隊員の高疲労蓄積度群は運輸業・郵便業と同程度で他業種に比べて多い傾向が示された。

4. 考 察

日勤職員に比べ、救急隊員の高疲労蓄積度の発症リスクは高くなるが、同じ夜勤交代制勤務に従事する消防隊員では有意差は認められなかった。

点は興味深い。これは消防隊員の出勤回数が救急隊員より少なく、仮眠時間が救急隊員より確保されていることによるものと考えられる。救急隊員の疲労蓄積の解決には仮眠時間の確保は重要なポイントとなる可能性が示唆された。

また、救急隊員は事案の救急性、時間切迫、対人対応等の面で精神的ストレスを感じているとする報告⁶⁾もあるが、日勤職員を基準とした場合は相対的にその程度は低くなった。業務の性質の違いがあるため一概には論じられないが、疲労蓄積度への精神ストレスの関与は小さいものと考えられた。

多業種との疲労蓄積度の比較においては、特に救急隊員は運輸業・郵便業と同程度の疲労蓄積度であったことは注目すべきである。バス・トラックなどの運輸業における重大事故防止のために過労死等防止対策大綱が2018年6月に改定され、運転手の前日の睡眠時間管理が義務化されるなど、運輸業では疲労リスクマネジメントが進められている。救急隊員の疲労蓄積は運輸業と同程度であり、対策は急務であろう。

5. まとめ

夜勤交代制勤務に従事する消防隊員・救急隊員において、高疲労蓄積度の発症リスクが異なる事が示された。平均出勤回数が救急隊員は消防隊員の約6倍と多いことで疲労回復機会である仮眠取得が充分確保できないことがその一因であることが示唆された。過労死防止対策として先駆的に取り組んでいる運輸業の疲労蓄積度と同程度であることから、救急隊員の疲労効果的かつ実効性のある疲労軽減対策を推進する必要がある。

【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ご感謝の意を表す。

【参考文献】

- 1) 名古屋市消防局:平成 29 年の名古屋市救急統計について
- 2) 消防庁:平成 29 年度版消防白書
- 3) 厚生労働省:労働者の疲労蓄積度チェックリスト
- 4) 川上憲人他、「成人期における自殺予防対策のあり方に関する精神保健的研究」、平成 16 年度厚生労働科学研究費補助金報告書、147-156、2005
- 5) 厚生労働省:平成 28 年度版過労死等防止対策白書
- 6) 元橋綾子ほか「救急隊員の業務中における精神的負担に関する研究」消防科学研究所報、40:99-113、2003

表 1. 勤務形態による
疲労蓄積度・精神的ストレス (K6) の違い

勤務形態	Adjusted OR (95%CI)	
	疲労蓄積度	精神的ストレス (K6)
日勤職員 (n=126)	1.00(ref)	1.00(ref)
救急隊員 (n=81)	2.00* (1.43 - 2.79)	0.14** (0.07 - 0.28)
消防隊員 (n=290)	0.79 (0.60 - 1.02)	0.19** (0.13 - 0.28)

Adjusted OR : オッズ比 年代、飲酒、通勤時間、勤務間インターバル×超過勤務時間による調整済みオッズ比
* $p<0.05$ ** $p<0.01$

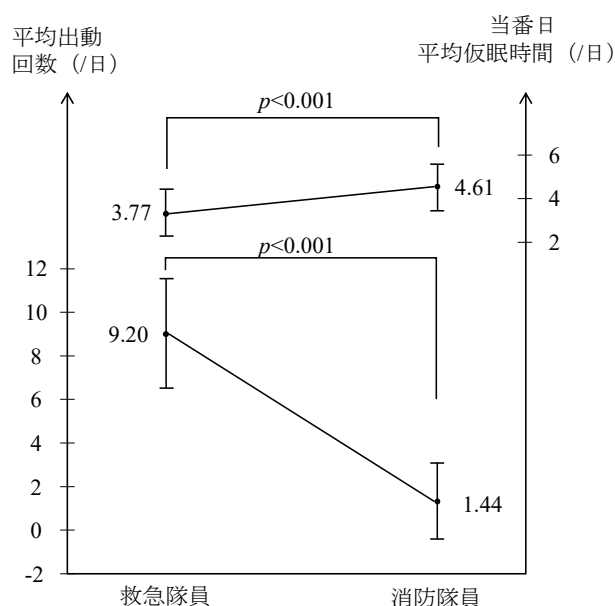


図 1. 勤務形態による平均出勤回数、
当番日の平均仮眠時間

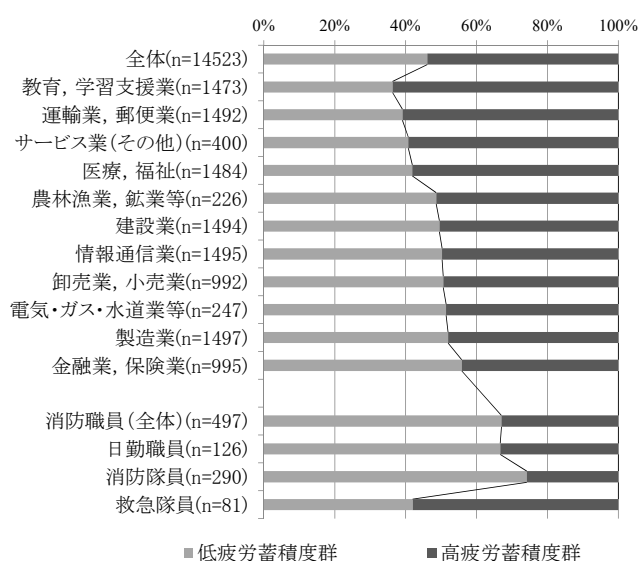


図 2. 疲労蓄積度チェックリストの業種間比較
(業種は一部抜粋, 下段は本調査データ)

重量感覚が予測と異なる場合の持ち上げ動作解析

○芹川聡, 多氣淳史 (三重大学大学院・院生),

池浦良淳, 早川聡一郎, 堤成可 (三重大学大学院), 澤井秀樹 (三重大学)

Analysis of Lifting Motion with Difference between Real Weight Perception and Expected One

Satoru Serikawa, Atsushi Tage (Mie University),

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

Hideki Sawai (Mie University)

1. 緒言

生産現場では, 身体的負担を大きく伴う重量物の運搬作業が見受けられるが, 作業者の力を支援するパワーアシスト装置の使用により, 作業負担の軽減と, 女性や高齢者の重筋作業への参加, 作業効率の向上が期待される。

人は物体を移動する際に視覚情報や過去の経験から移動時の重量感覚を想定する。この想定が体感と異なる場合, 人は違和感を抱くことがある。アシスト装置を使用した運搬作業において, アシスト力を考慮した重量感覚の想定が困難なため, 違和感を抱きやすい。この重量感覚問題は, 操作者の急激な操作を招く恐れがあり, 安全で安心な作業の実現のために, 人の知覚特性に応じたアシスト装置の制御を行う必要がある。

多氣ら¹⁾やRahmanら²⁾はアシスト装置のインピーダンスと, 人の重量知覚の関係を明らかにしてきたが, 想定質量と体感質量が異なることによる違和感の発生を抑えるに至っていない。解決策として, 想定質量を推定し制御に応用することで, 体感質量を想定質量に近づける方法が考えられる。本報告では人の持ち上げ動作解析により想定質量の推定を試みる。

2. 実験装置

実験は鉛直 1 自由度の持ち上げ動作を対象とする。実験装置の外観とシステムの構成をFig.1に示す。実験装置は, 持ち上げ対象の物体と, 机, ターゲットライン, 持ち上げ方向を鉛直に拘束するガイド, 変位センサ, 人の持ち上げ力を測定するセンサ, 制御回路, ボイスコイルモータ (以下VCM) から構成され, VCMと物体は一体となって動く。人の持ち上げ力の信号は制御回路を通して任意のゲインで増幅後VCMに伝達され, 鉛直方向へのアシスト力となる。制御回路のゲイン切り替えにより物体重量を仮想的に変更することができる。持ち上げ力 f_h [N], および物体と機の接面を原点とする鉛直方向変位 x [m]の時系列データはオシロスコープで計測, 保存される。持ち上

げ物体の目標質量を m_d [kg], 重力加速度を g [m/s²]として, 式(1)を実現するよう制御した。

$$m_d \ddot{x} = f_h - m_d g \quad (1)$$

3. 実験

(1) 持ち上げタスク

Fig.2のように, UpからDownまでの一連の運動タスクを持ち上げタスクと定義する。タスクのタイミング指示にメトロノームを使用し, 0.6[s]毎 (BPM100)に高音“H”と低音“L”の2種の音が“... H, L, L, H, L, L, H...”の順に鳴るよう設定した。

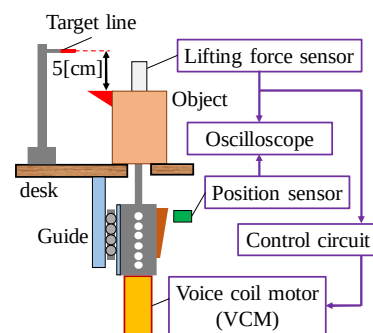
Up: Hのタイミングで物体を右手の親指とその他の指で挟むように摘み持ち上げ, H直後のLのタイミングまでに, 5[cm]上方にあるターゲットラインに物体上に付けた目印が一致するよう静止させる。ただし目印を一致させることに失敗しても位置の修正は行わない。

Stay: 次のHまで物体をその位置で保持する。

Down: その後, 次回Hが鳴るまでに物体を下ろし始め, 物体が接地次第手を離す。

(2) 実験の流れ

実験の流れをFig.3に示す。まず, 被験者に持ち上げタスクを継ぎ目無く繰り返すよう伝える。目標質量は一定で, 繰り返し回数は5から15回のランダムとし, これらの情報は被験者に知らせない。次に, 繰り返しが規定回数に到達次第, 被験者に知らせず目標質量を評価質量に変更する。被験者は持ち上げタスクを続け, そのタスクの終了に伴い実験を終える。質量変更直後の持ち上げタスク



(a) Appearance (b) Configuration of the system
Fig.1 Experimental device

の f_h [N]と x [m]の時系列データを評価対象として保存する。条件AからEのタスクにおける繰り返し時の目標質量と評価時の評価質量をTable 1に示す。各条件3回分のデータを取得した。

4. 実験結果

実験は男子大学生9名と40代の女性1名を対象に行った。AからEの各条件で取得した f_h と x の時系列データに微分処理を施し、 $\dot{f}_h$ [N/s]と速度 v [m/s]を求めた。Fig.4に代表的な持ち上げタスクのデータを示す。グラフの縦線は物体が持ち上がったタイミングを示す。

AからEの条件ごとに、被験者全員分の $\dot{f}_{hmax}$ ($\dot{f}_h$ の最大値)と v_{max} (v の最大値)の平均値と標準偏差を算出した結果をFig.5とFig.6に示す。これらの有意差を確認するためDunnettのT3法による多重比較を行った。

(1) $\dot{f}_{hmax}$

$\dot{f}_{hmax}$ は物体が持ち上がる前に定まる評価指標なので、繰り返し時の目標質量が等しいA,B,C間に有意差は見られなかった。A,D,E間では有意差が見られ、繰り返し時の目標質量が大きいほど $\dot{f}_{hmax}$ も大きくなる傾向が確認された。 $\dot{f}_{hmax}$ の評価により人の予測質量の推定が可能である。

(2) v_{max}

質量を変えないA,D,Eにおける v_{max} の平均は同程度であり、指定したタイミングでタスクが行われたと考えられる。A,B間およびB,C間では有意差が見られ、質量交換前後の重量差が大きいほど v_{max} も大きくなった。

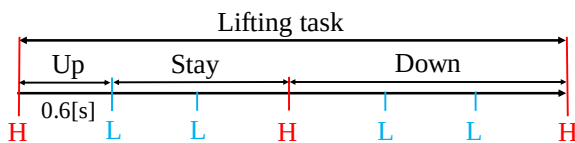


Fig.2 Lifting task

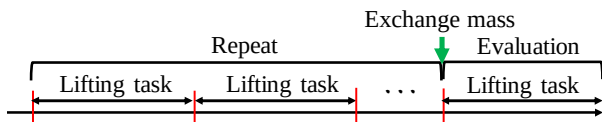


Fig.3 Flow of experiment

Table 1 Mass condition

Condition	Repeat	Evaluation
A	1000[g]	1000[g]
B	1000[g]	800[g]
C	1000[g]	600[g]
D	800[g]	800[g]
E	600[g]	600[g]

5. 結言

人の動作目標（タイミング、ストローク）を指定した場合、 $\dot{f}_{hmax}$ の値から予測質量の推定が可能であることを確認した。今後は動作目標を指定しない場合の予測質量の推定を試みていく。

参考文献

- 1) 多氣淳史他、「パワーアシストによる物体持ち上げ作業の重量知覚特性解析に関する研究～慣性制御が人の重量知覚特性に与える影響～」、第18回システムインテグレーション部門講演会、754-757、2017
- 2) S. M. M. Rahman, R. Ikeura, S. Hayakawa, and H. Sawai, "Design and control of a power assist system for lifting objects based on human operator's weight perception and load force characteristics", IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol.58, 3141-3150, 2011

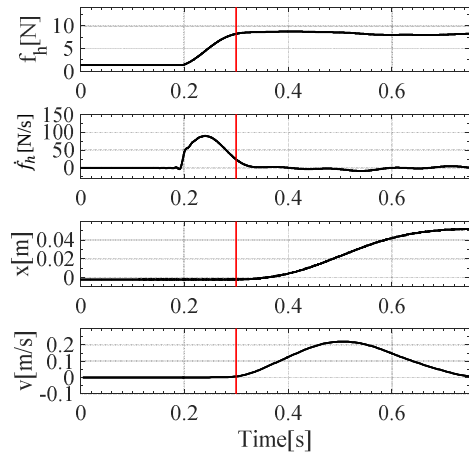


Fig.4 Representative data (condition D)

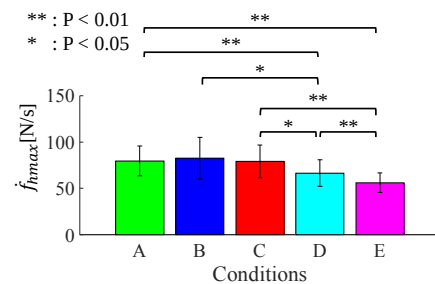


Fig.5 Average of $\dot{f}_{hmax}$

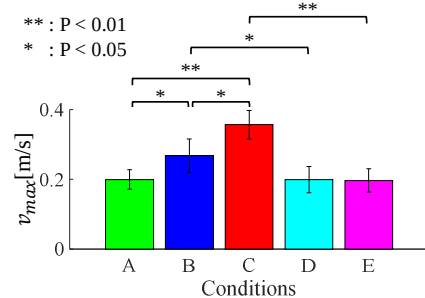


Fig.6 Average of v_{max}

キーボードの誤タイピング低減に関する研究 -第7報：アイソレーション型の効果確認-

○井上智栄美（新潟国際情報大学・学生）、上西園武良（新潟国際情報大学）

Research on Reduction of Mistyping of Keyboard - Part 7 : Effect Confirmation of Isolation Type Keyboard - Chiemi Inoue & Takeyoshi Kaminishizono (Niigata University of International and Information Studies)

1. はじめに

パソコンのキーボードでタイピングミスをすることがある。この問題に対しては、種々の研究がなされている（藤井¹⁾、佐護²⁾）。

これらの研究では、キー間隔が狭い従来型のキーボード（図1）が使用されていた。しかし、現在は、ミスの低減を目的とした、キー間隔が広いアイソレーション型のキーボード（以下IS型、図1）が広範に使われている。

本研究報告では、従来型とIS型で比較を行い、IS型でミスが低減するかどうかの確認、及び実験・解析方法の改良を述べる。



図1 キーの間隔

2. 実験で使用する文章の差の影響について

藤井の研究¹⁾では、2種類のキーボードの比較のため、被験者には2回の文章入力を実行させている。この際、日本語のレベル及び文字数がほぼ同等である2つの異なる文章を用いている。その理由は、同一文章を用いると、2回目の入力時には、文章への慣れの影響によりミスが低減する、という結果を予備実験で得ているためである。

しかしながら、タイプミスに関して2つの文章に差がないことは明確ではなく、結果に影響している可能性も否定できない。従って、キーボード違いの結果を得るためには、2つの文章に差がないと証明する必要がある。そのため、本研究では、キーボードと文章、それぞれの要因に分けて分析ができる「分散分析」を用いる。

3. IS型の効果確認の実験

3.1 実験方法

(1)実験目的

IS型は、従来型と比較して、ミスが低減するかどうかを確認する。

(2)実験環境及び装置

新潟国際情報大学の実験室で行った。使用するキーボードは、従来型とIS型の2つである。入力してもらった2つの読取用文章は、日本語ワープロ検定の試験問題（478文字と476文字）を使用した。また、入力時のタイプミスの修正に関して、標準タイプキー以外（テンキー、方向キーなど）の使用を不可とした。これは、実験後の解析時間を短縮するためである。

(3)被験者

新潟国際情報大学の学生10名（男性5名、女性5名、年齢21～22歳）である。

(4)実験手順

キーボードと文章の組み合わせによって、被験者を5人ずつ2つのグループに分け、読取用文章をワードに入力してもらった。入力作業はそれぞれのキーボードで1回ずつ、計2回行ってもらった。

(5)取得データ

入力されたキーのログと、入力作業中の指の動き画像である。指の動き画像は、ミスの解析と要因を特定するために使用する。

3.2 検出方法

(1)記録方法

ログの記録には HiMacroEX を使用し、指の動き画像の記録には Logicool Webcam Software を使用した。いずれもフリーソフトである。

(2)解析方法（ミスパターンの分類）

ローマ字化した読取用文章と、記録したログを比較し、不一致の箇所ではミスが発生したと判断した。次に、「入力された順番」と「誤打したキーの周辺配列」を調べ、ミスのパターンに分類した。その結果に対して、分散分析（繰り返しのある二元配置）を行った。

3.3 実験結果

(1)解析精度（ミスパターンの分類精度）

ミス総数は、従来型244個、IS型209個であった。ログのみによる解析精度は、従来型96.7%、IS型90.9%であった。分類不可であったミスは、従来型8個、IS型19個であった。このミスに対し、指の動き画像による解析を付加したところ、精度は、従来型100%、IS型98.6%となった。本来、IS型でも100%の精度で解析が可能であるが、単純な映像記録の不備により、98.6%となった。しかし、これは十分な精度であると考える。以下の解析は、この精度に基づく。

(2) キーボード操作によるミス数

キーボード操作によるミス数（入力文章の読み間違い、変換ミス、その他を含めない）は、従来型165個、IS型134個（31個減少）であった。分散分析を行った結果が表1である。文章： $p=85.4\%$ 、キーボード： $p=26.4\%$ であり、どちらも統計的な有意差は認められなかった。

表1 操作によるミスの分散分析表

変動要因	変動	自由度	分散	分散比	P-値	F	境界値
文章	1.25	1	1.25	0.035	0.854	4.494	
キーボード	48.05	1	48.05	1.341	0.264	4.494	
交互作用	0.45	1	0.45	0.013	0.912	4.494	
繰り返し誤差	573.2	16	35.825				
合計	622.95	19					

(3) パターン別のミス数

ミスのパターン別では、従来型で最多のミスは「隣接タイプ（隣のキーを入力）」の96個、IS型73個（23個減少）であった。次に多い「巻き込み（隣のキーを同時入力）」は29個、IS型7個（22個減少）であった。それぞれのミスについて分散分析を行った結果が表2、表3である。

「隣接タイプ」は、文章： $p=25.4\%$ 、キーボード： $p=17.1\%$ であり、どちらも統計的な有意差は認められなかった。「巻き込み」は、文章： $p=62.4\%$ 、キーボード： $p=1.42\%$ であり、文章の違いによる統計的な有意差は認められなかったが、キーボードの違いによる有意差は認められた（有意水準5%）。

4. 考察

文章違いについては、2つの異なる文章を使ったが、いずれの分散分析においても差は見られなかった。従って、本研究で使ったような文章（ワープロ検定の試験問題）を用いることで、文章違いの影響は避けられる。

表2 隣接タイプの分散分析表

変動要因	変動	自由度	分散	分散比	P-値	F	境界値
文章	18.05	1	18.05	1.399	0.254	4.494	
キーボード	26.45	1	26.45	2.050	0.171	4.494	
交互作用	6.05	1	6.05	0.469	0.503	4.494	
繰り返し誤差	206.4	16	12.9				
合計	256.95	19					

表3 巻き込みの分散分析表

変動要因	変動	自由度	分散	分散比	P-値	F	境界値
文章	0.8	1	0.8	0.250	0.624	4.494	
キーボード	24.2	1	24.2	7.563	0.014	4.494	
交互作用	5	1	5	1.563	0.229	4.494	
繰り返し誤差	51.2	16	3.2				
合計	81.2	19					

キーボード違いについては、「隣接タイプ」に次いでミス数の多い「巻き込み」のみで、統計的な有意差が認められた。従って、IS型でミスが減少するといえるのは、「巻き込み」のみである。

パターン別のミスで最多である「隣接タイプ」のうち、約半数のミスは、誤ったキーの半分程度に指がかかって入力されていた（指の動き画像による観察）。そのため、キーの間隔をより広くすることで隣接タイプを低減できると推定されるが、付随する問題点も発生すると思われる。

5. 課題

考察で示したように、キー同士の間隔を広くすることで、隣接タイプが低減できると考えられる。しかし、ミス低減と使い易さの両立を検討する必要がある。

6. まとめ

本研究では、IS型によってミスが低減する傾向を確認したが、統計的な有意差は認められなかった。また、分散分析を用いて実験結果を解析することによって、2つの文章に差がないことが明確となり、キーボード違いの差だけを検証することができた。

参考文献

- 1) 藤井勇次、上西園武良：キーボードの誤タイプ低減に関する研究第2報、日本人間工学会東海支部2013年研究大会論文集、72～73、2013
- 2) 佐護菜摘、上西園武良：キーボードの誤タイプ低減に関する研究第3報、日本人間工学会東海支部2015年研究大会論文集、50～51、2015

下肢筋力評価装置の測定精度の検証

○川口大貴（三重大学大学院・院生）、間所修平（三重大学大学院・院生）、
駒田諭（三重大学大学院）、弓場井一裕（三重大学大学院）、矢代大祐（三重大学大学院）
Verification of the measurement accuracy of the lower limb muscle strength evaluation device
Daiki Kawaguchi (Mie University), Shuhei Madokoro (Mie University), Satoshi Komada (Mie University), Kazuhiro Yubai (Mie University), and Daisuke Yashiro (Mie University)



Fig.1 下肢筋力評価装置(LMSSED)

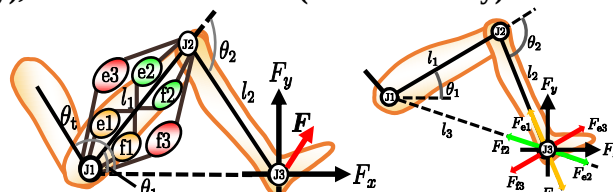
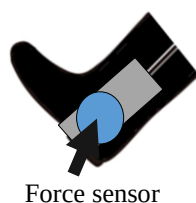


Fig.2 3対6筋モデルと先端力の発揮方向

1. 緒言

筋力を評価する手法として、熊本らの提案した機能別実効筋理論による筋力評価手法がある¹⁾。この手法では、下肢の筋を機能別に筋群に分類し、3対6筋モデルとして定義しており、出力分布と呼ぶ肢先端で発揮可能な力(先端力)の最大範囲を六角形で表すことが可能である。また、先端力の実測値から筋群による六角形の出力分布を描画する手法についても提案されており、これらの手法を用いて筋群ごとの筋力評価が可能なFig. 1の下肢筋力評価装置が開発されたが、Fig. 1の装置の精度については検証されていない。そこで、本研究では、下肢筋力評価装置(LMSSED)とテンションメーターを用いた関節トルク測定器(JTMD)を用いて四角形の出力分布の比較を行うことで、測定精度に関する検証を行う。

2. 3対6筋モデルを用いた下肢筋力評価装置

〈2・1〉概要 Fig. 1の下肢筋力評価装置にはブーツ及び6軸力覚センサ(型式:BFS067XS901U, 株式会社Leptrino)が取り付けられている。被験者は身体をベルトで固定して右足をブーツに入れた座位姿勢の静止状態で測定を行い、被験者が下肢先端(足関節J3)で矢状面上の360[deg]方向に発揮した等尺性最大力を力センサによって取得する。その最大力を基に筋群による六角形の出力分布を描画することで筋群ごとの筋力評価が可能である。

〈2・2〉3対6筋モデル¹⁾ 機能別実効筋理論では、下肢に存在する筋を各関節に独立に作用する2対の拮抗一関節筋と両関節に作用する1対の拮抗二関節筋として、Fig. 2に示す3対6筋モデルと定義する。このモデルでは、J1(股関節)とJ2(膝

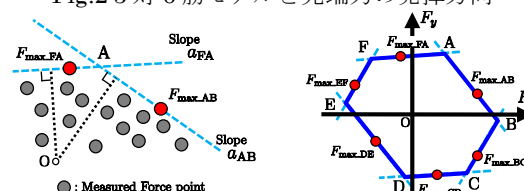


Fig.3 関節トルクの出力分布の辺決定(LMSSED)

関節)を6つの筋群によって駆動させる。J1に作用する一関節筋がe1とf1, J2に作用する一関節筋がe2とf2, J1とJ2の両方に作用する二関節筋がe3とf3である。また、J3での発揮力を先端力 $\mathbf{F} = [F_x \ F_y]^T$ と定義する。

ここで、Fig. 2の3対6筋モデルのパラメータとして、 l_1 , l_2 は第1リンク(大腿), 第2リンク(下腿)のリンク長, θ_t は体幹角度, θ_1 , θ_2 はJ1, J2の関節角度と定義し, θ_t は反時計方向を正, θ_1 は股関節屈曲方向を正, θ_2 は膝関節伸展方向を正とする。

〈2・3〉六角形の出力分布描画方法²⁾ 筋群sによる各先端力 $\mathbf{F}_s$ の発揮方向をFig. 2に示す。出力分布の各辺の傾きは、筋群の発揮方向と平行になる。

ここで、下肢筋力評価装置で取得する先端力の中でFig. 3のように傾き α_k ($k=AB, BC, CD, DE, EF, FA$)の辺kが原点0からの距離が最大となる計測点を最大先端力 $F_{\max,k}$ と定義する。そして、傾き α_k を持つ辺を最大先端力上に描画する。この作業を6辺全て繰り返すことで、筋群による六角形の出力分布を描画することが可能である。

3. 関節トルク測定器を用いた出力分布描画

関節トルク測定器を用いて出力分布を描画する場合、最初に股関節トルク T_{hip} 及び膝関節トルク T_{knee} を測定する。

この時、関節トルク測定器にて測定した関節トルクは単関節筋群に二関節筋群が合成された状態

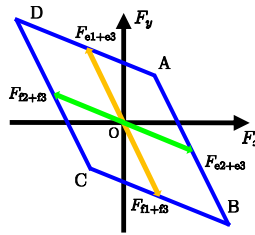


Fig.5 出力分布の辺決定(JTMD)

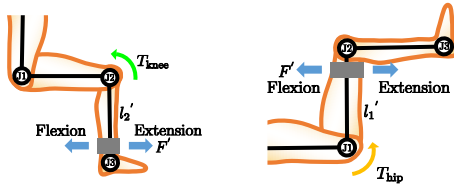


Fig.4 関節トルク測定器を用いた測定姿勢

となるため、股関節屈曲筋群を筋群e1+e3、股関節伸展筋群を筋群f1+f3、膝関節伸展筋群を筋群e2+e3、膝関節屈曲筋群を筋群f2+f3とする。

次に、(3)式により各筋群j(j=e1+e3, e2+e3, f1+f3, f2+f3)の先端力\$F'_j\$を算出する。

$$F'_j = (J^T)^{-1} T \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$F'_j = [F'_x \ F'_y]^T \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$T = [T_{hip} \ T_{knee}]^T \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$J = \begin{pmatrix} -l_1 \sin \theta_1 - l_2 \sin(\theta_1 + \theta_2) & -l_2 \sin(\theta_1 + \theta_2) \\ l_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos(\theta_1 + \theta_2) & l_2 \cos(\theta_1 + \theta_2) \end{pmatrix} \quad (4)$$

そして、算出した先端力を用いて、〈2・3〉と同様にして、出力分布を描画する。この際に、関節トルク測定器では筋群を4つとして扱っているため、出力分布はFig. 4のように四角形となる。

4. 下肢筋力評価装置の測定精度の検証

〈4・1〉 比較対象 今回の検証ではテンションメーター(T. K. K. 5402 Back D, 竹井機器工業株式会社)を利用して関節トルクを測定する。関節J1, J2からテンションメーターの測定位置までの長さをそれぞれ\$l'_1, l'_2, [m]\$また、測定位置での発揮力を\$F' [kgf]\$とする。Fig. 3に示す測定姿勢にて、\$F' [kgf]\$を測定し、\$l'_1, l'_2 [m]\$を股関節・膝関節のモーメントアームとして用いることで、股関節トルク\$T_{hip} [N]\$及び膝関節トルク\$T_{knee} [N]\$を算出する。そして、3節に述べた出力分布の描画方法を用いて、四角形の出力分布を描画する。

〈4・2〉 検証条件・内容 被験者は22歳の成人男性1名とし、各パラメータを以下に示す。

- 関節角度[deg]

$$\theta_t = 105, \theta_1 = 1, \theta_2 = -90$$
- リンク長[m]

$$l_1 = 0.44, l_2 = 0.40, l'_1 = 0.37, l'_2 = 0.35$$

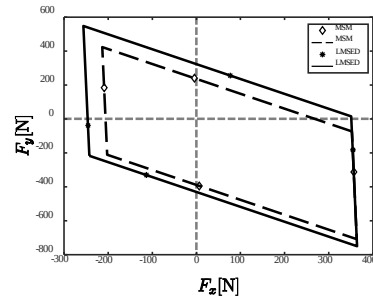


Fig.6 LMSED と JTMD の出力分布

検証内容として、下肢筋力評価装置で矢状面に対し360[deg]方向に発揮した等尺性最大先端力を測定することで出力分布を描画する。この際に、今回の検証では比較のために六角形の出力分布ではなく、4辺のみを用いて四角形の出力分布として描画する。そして、比較対象となるテンションメーターを利用した関節トルク測定器で、股関節屈曲・伸展時の発揮力及び膝関節屈曲・伸展時の発揮力を測定することで四角形の出力分布の描画・比較を行う。

〈4・3〉 出力分布による検証結果 Fig. 5に両装置を用いて描画した四角形の出力分布を示す。ここで、図中のプロット点は最大先端力を示す。テンションメーターを利用した関節トルク測定器に比べて下肢筋力評価装置の方が全体的に出力分布が大きくなっていることが分かる。

また、出力分布の各辺に着目すると、右側(膝伸展方向)の辺は両装置による辺がほぼ一致しているが、上側(股屈曲方向)と左側(膝屈曲方向)の辺は両装置による辺のずれが大きいことが分かる。

6. 結言

下肢筋力評価装置と筋力計を利用した関節トルク測定器を用いて出力分布の比較を行い、下肢筋力評価装置の測定精度に関する検証を行った。結果として、膝関節伸展方向の辺が両装置でほぼ一致していたため、下肢筋力評価装置の筋群e2+e3の筋力測定精度は高いと考えられた。

参考文献

- 1) 大島徹他、「一関節筋および二関節筋を含む筋座標系による脚の機能別実効筋力評価」、精密工学会誌 Vol. 67, No. 11、1824-1828、2001
- 2) S. Komada, et al.:Drawing Method of Output Force Distribution by Measurement of Sides, *IEEE Journal of Industry Applications*, Vol. 5, No. 2, 47-52, 2016

変電所におけるボンベ運搬作業の負担低減装置の評価

○近藤伸哉(三重大学大学院・院生), 角田拓朗(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)

Evaluation of a burden reduction device for carrying a gas cylinder in Substation

Shinya Kondo, Takuro Tsunoda, Ryojun Ikeura (Mie University),

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

1. 緒言

変電所作業には、筋力を要する作業や狭い場所で同じ姿勢を維持しながら行う作業があり、作業者の身体に悪影響を及ぼすことが懸念されている。本稿では変電所における作業のうち、負担の大きいボンベ運搬作業を取り上げ、負担を低減可能な支援器具を提案する。そして、提案支援器具を現場作業員に使用して頂き、アンケート調査により、その有効性を検証する。

2. 作業内容と評価

変電所内での凹凸のある砕石敷地にて、100kg程度のボンベを運搬する作業がある。また、屋内変電所等の建屋内等、施設によっては、階段を昇降して運ばなければならない場合がある。そのため、既存のボンベ運搬用台車の使用は難しく、Fig1に示すような、ボンベを底面で転がすように運ぶか、抱きかかえるようにして段差を超える必要がある。本来であれば二人で運搬を行うのが適切であるが、ボンベの形状より、一人で運搬を行わなければならない場面があるのが現状である。従って、ボンベを抱えあげる際には、作業者一人の腕にボンベの重量が加わる。そのため、腰部に作用するモーメントが増大し、腰に大きな負担が生じている。

よって、腰部に作用するモーメントから脊柱起立筋力と椎間板圧迫力を算出し負担を評価する。著者らがこれまでに算出した結果^①、ボンベ運搬作業の際に腰部に作用するモーメント^②は138.2[N・m]となった。また、脊柱起立筋力^②は2,165[N]、椎間板圧迫力^②は3,130[N]となった。椎間板圧迫力は3,400[N]を超えると、椎間板が破損する可能性が高くなり、腰痛が発症するとされている。計算された値はそれに迫るものであるため、改善が必要である。

3. 改善案と改善後の評価

ボンベ上部にドーナツ状のもち手を取り付け

ることで、ボンベと腕との間の接触抗力を必要とせず、作業者の負担を低減する方法を検討した。

ボンベ装着時の負担軽減装置をFig2に示す。ボンベ上部にもち手を付けることで、底面で転がすように運ぶときに操作しやすくなる。また、持ち上げて運搬する場合には、Fig3に示すように、二人で持ち上げることが可能になる。そのため、二人での持ち上げ時には腕にかかるボンベの重さが半分となり、椎間板圧迫力は基準値(3,400N)を大きく下回る1,799[N]となる。提案装置により負担が大幅に減少することが確認された。

さらに、装置をボンベに装着する機構は簡単な



Fig1: ボンベ運搬作業



Fig2: 負担低減装置装着図



Fig3: 装置使用時のボンベ運搬作業

ロック機構を採用しており、装着は非常に容易であり、作業者の体格や使用方法によって、装置の高さを調整することが可能である。

4. 実作業での負担低減効果検証

アシスト器具の検証として、日付、場所を変えて4回、変電所での作業で使用した。使用した作業員の方にアンケートで作業の負担度合いと、負担に感じる部位の調査を行った。使用したアンケート用紙をFig4に示す。第1回調査では30代から40代までの男性2名、第2回調査では20代から50代までの男性3名、第3回調査では20代から40代の男性3名、第4回調査では20代から40代までの男性2名、合計10名に対して行った。アシスト器具未使用時と使用時の作業の負担度合いを5段階で評価し、10名の平均した結果をFig5に示す。未装着時と装着時で負担度は3.5から2.1となり39%減少した。支援器具未使用時に負担に感じる部位の結果をFig6に示す。負担に感じる部位では、腕・腰・下肢で負担を感じていることを確認した。支援器具を使用することで負担が変化した部位の結果をFig7に示す。負担が変化した部位では負担に感じていた、腕・腰・下肢への負担が低減することを確認した。

5. 結言

変電所での作業例として、ボンベ運搬作業を取り上げ、姿勢評価を行った結果、身体に負担があることを確認した。また、評価結果を参考に、負担を軽減できる器具を提案し、身体への負担を大幅に削減できることを確認した。

今後は、さらに装置の有効性を検証し、現場への導入を進めていく。

参考文献

- 1) 立川史郎, 大里正一, 「林業労働における作業姿勢の評価方法について(II)」, 岩手大学農学部演習林報告 21号, 65-74, 1990
- 2) 近藤伸哉, 角田拓朗, 池浦良淳, 早川聡一郎, 杉本敏文「変電所におけるボンベ運搬作業の負担低減装置の開発」, 平成30年電気学会全国大会 (2018)
- 3) 山田秀幸, 大谷津裕, 石原嘉一, 首藤俊夫, 土屋正春, 「人間適合性評価を目的としたコンピュータマネキンの研究開発」, 三菱総合研究所所報, 118-137, 2005

■ 以下の項目に答えてください。当てはまる数字に丸を記入してください。
(1:感じない 2:少し感じる 3:感じる 4:大変に感じる 5:我慢できない)

アシスト装置未使用時	アシスト装置使用時
1) 作業を負担に感じますか？ 1 2 3 4 5	1) 作業を負担に感じますか？ 1 2 3 4 5
2) 下図に以下のように答えてください。作業時に、 ・負担を感じた部位:△ ・特に負担を感じた部位:× を記入してください。	2) アシスト装置を使用したときに未使用時と比較して、 ・負担が減少したと感じた部位:○ ・特に負担が減少したと感じた部位:◎ ・負担が増加したと感じた部位:△ ・特に負担が増加したと感じた部位:× を記入してください。

Fig4: アンケート用紙

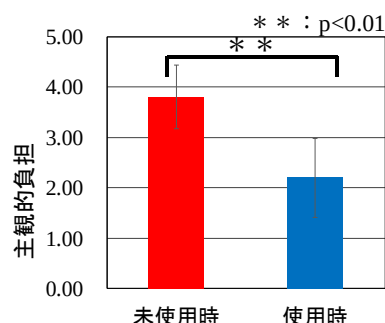


Fig5: 主観的負担評価結果

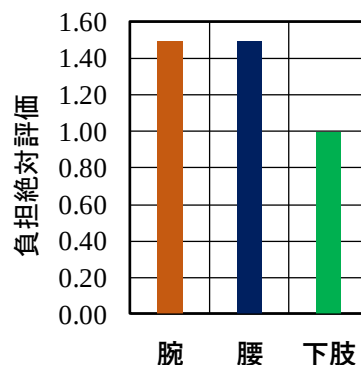


Fig6: 支援器具未使用時負担部位調査結果

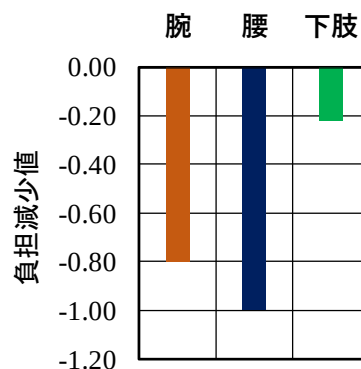


Fig7: 支援器具使用時負担変化部位結果

日本人間工学会東海支部 2018 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 2018 年 10 月 20 日
発 行 日本人間工学会東海支部 2018 年研究大会事務局
三重大学（大会長：池浦良淳）
〒〒514-0102 三重県津市栗真町屋町 1577
e-mail : jes-tokai@ergonomics.jp
印 刷 合資会社 黒川印刷

*本論文を無断で複製・転載することを禁じます。

*落丁・乱丁本はお取替え致します。