日本人間工学会東海支部
2011 年研究大会
論文集

開催日：2011 年 10 月 29 日（土）

会　場：三重県立看護大学

主　催：日本人間工学会東海支部

大会長：斎藤 真（三重県立看護大学）

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 2011 年研究大会
実行委員（敬称略）

【顧問】
村本　淳子
（三重県立看護大学）

【大会長】
斎藤　真
（三重県立看護大学）

【実行委員長】
松岡　敏生
（財団法人　三重県産業支援センター）

【実行委員】（50 音順）

池浦　良淳（三重大学）

今田　葉子（岐阜大学）

榎原　毅（名古屋市立大学大学院）

大西　範和（三重県立看護大学）

大平　肇子（四日市看護医療大学）

岡本　恵里（三重県立看護大学）

片瀬　眞由美（金城学院大学）

白井　克佳（アイシン精機株式会社）

長谷川　智之（三重県立看護大学）

中村　創一（三重県工業研究所）

日本人間工学会東海支部 2011 年研究大会
ご挨拶

日本人間工学会東海支部 2011 年研究大会
大会長　斎藤　真（三重県立看護大学）

日本人間工学会東海支部 2011 年研究大会を三重県立看護大学で開催することになりましたので、一言ご挨拶を申し上げます。

東日本大震災から半年以上が経ちましたが、被災地をはじめ日本国内が未だに多くの問題を抱えています。子どもからお年寄りまで全ての人々に安心して暮らしていただきたく、そのために人間工学が少しでもお役に立てることがあればと思っております。

さて、本大会では 42 件の発表申し込みをいただきました。例年、東海支部大会は学部学生や大学院生の参加が多く、卒業論文や修士論文の内容を積極的に発表しています。この中から未来の人間工学者が育ってくれるのを楽しみにしています。

特別講演は、日本人間工学会理事長であられる斉藤進先生にお願いいたしました。本講演のタイトルは、「人間工学を社会の常識に！」で、日本人間工学会、日本人間工学会東海支部、そして三重県立看護大学の公開講座として開催することになりました。なお、本講演は Ustream（ユーストリーム）を介してインターネット配信を行うことになりました。本学にお越しになれない皆様にもご参加いただけること、大変うれしく思っております。

さらに本大会では昨年に引き続き人間工学の専門家として就職を希望する学生、大学院生の就職支援プログラム「企業との架け橋」を開催致します。本企画にご理解をいただきました各企業様に厚く御礼を申し上げます。本大会の運営にあたり、ご協力をいただきました東海支部役員、大会実行委員、三重県立看護大学の関係各位に感謝申し上げます。

日本人間工学会東海支部
支部長　横森　求（名城大学）

日本人間工学会東海支部 2011 年度研究大会に際して、ご挨拶を申し上げます。

はじめに、今年 3 月 11 日の東日本大震災が起こり、同時に東京電力福島第一原発事故が発生しました。さらに 9 月 6 日の台風 12 号によって大会開催地三重県が、つづいて台風 15 号により東海三県も大きな被害を受けました。被災された方々には心よりお見舞い申し上げます。

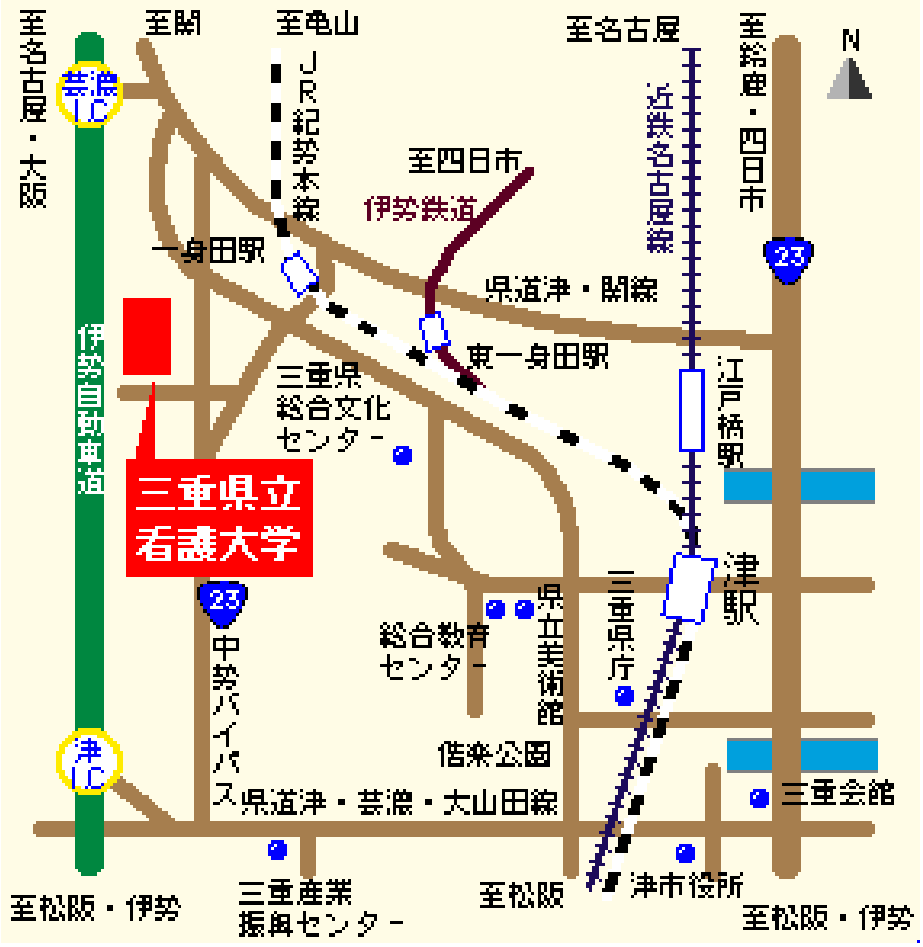
2011 年度大会は斎藤真先生(三重県立看護大学教授／同大学理事)を大会長、実行委員長を松岡敏生先生((財)三重県産業支援センター)を実行委員長として、多数の諸先生が実行委員会に参画され、多くの研究発表と特別企画が設けられ、盛大な研究大会として開催されますことに深く感謝申し上げます。特に今回は(一社)日本人間工学会の公開講座を本研究大会特別講演および三重県立看護大学公開講座の合同企画として開催することになりました。

1964 年に日本人間工学会が創設されましたが、「人間工学」も日々変化してきています。「人間工学」は日常生活、産業活動などの諸問題を解決するために重要な役割を担っています。冒頭に述べました災害で発生した問題に対処するためにも、新たな分析・解析方法そして解決策が要求されます。この変化の時代に本研究大会での活発な討論と情報交換が問題解決に繋がり、「人間工学」の発展にも大きな役割を果たすものと考えます。

今大会では、研究発表 42 編を予定され、多くの若手研究者から日頃の成果を開示していただけます。また、前述の三者の合同企画である特別講演では、(一社)日本人間工学会理事長の斉藤進先生に「人間工学を社会の常識に～安全で安心できる社会を実現するために～」のテーマでご講演いただきます。この特別講演は多くの方々にもお聴きいただきたいので一般公開としました。今回も、学生支援特別企画の「企業との架け橋」を榎原毅先生、松岡先生を中心とした先生方の企画で実施します。さらに、若い技術者・研究者育成を意図した高田賞の授与、会員相互の親睦を深める懇親会も企画されています。この研究大会が東海地区の人間工学の発展と地域発展に大きく貢献することを期待します。

おわりに、会場のご提供をいただきました三重県立看護大学と関係各位(実務担当：長谷川智之先生)、本大会の実行委員および当会支部役員会の方々に厚くお礼を申し上げます。

三重県立看護大学までのアクセス案内



●名古屋方面からお越しの方

「名古屋駅」から「津駅」まで、JR 快速みえ・近鉄特急で 50 分

●大阪方面からお越しの方

「大阪難波駅」から「津駅」まで、近鉄特急 90 分

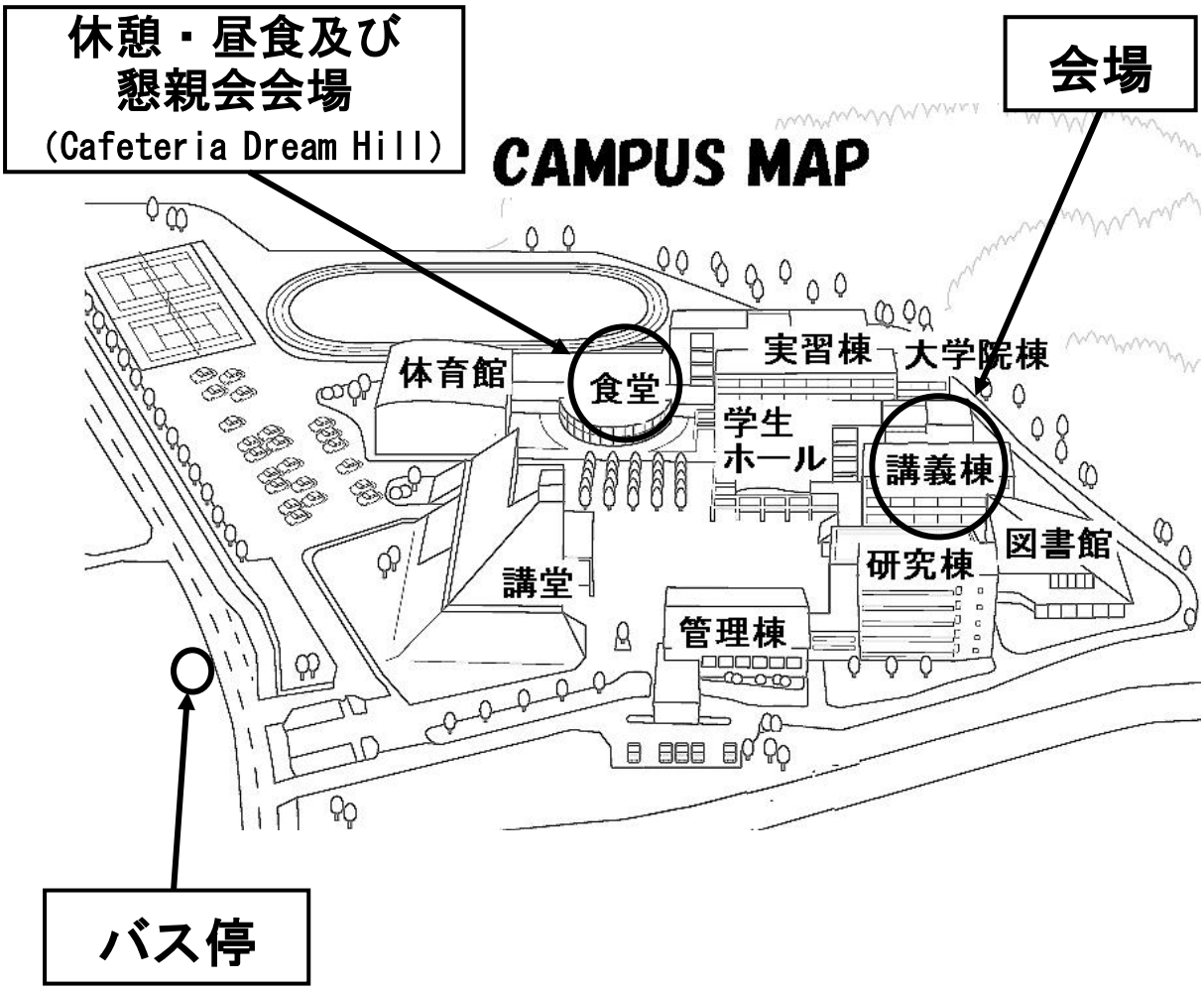
・「津駅西口」出口から、「津駅」西口バスのりば「1 番」から三重交通バスで「夢が丘団地」行き「看護大学前」バス停下車　徒歩 1 分

・「津駅」西口よりタクシーで 10 分

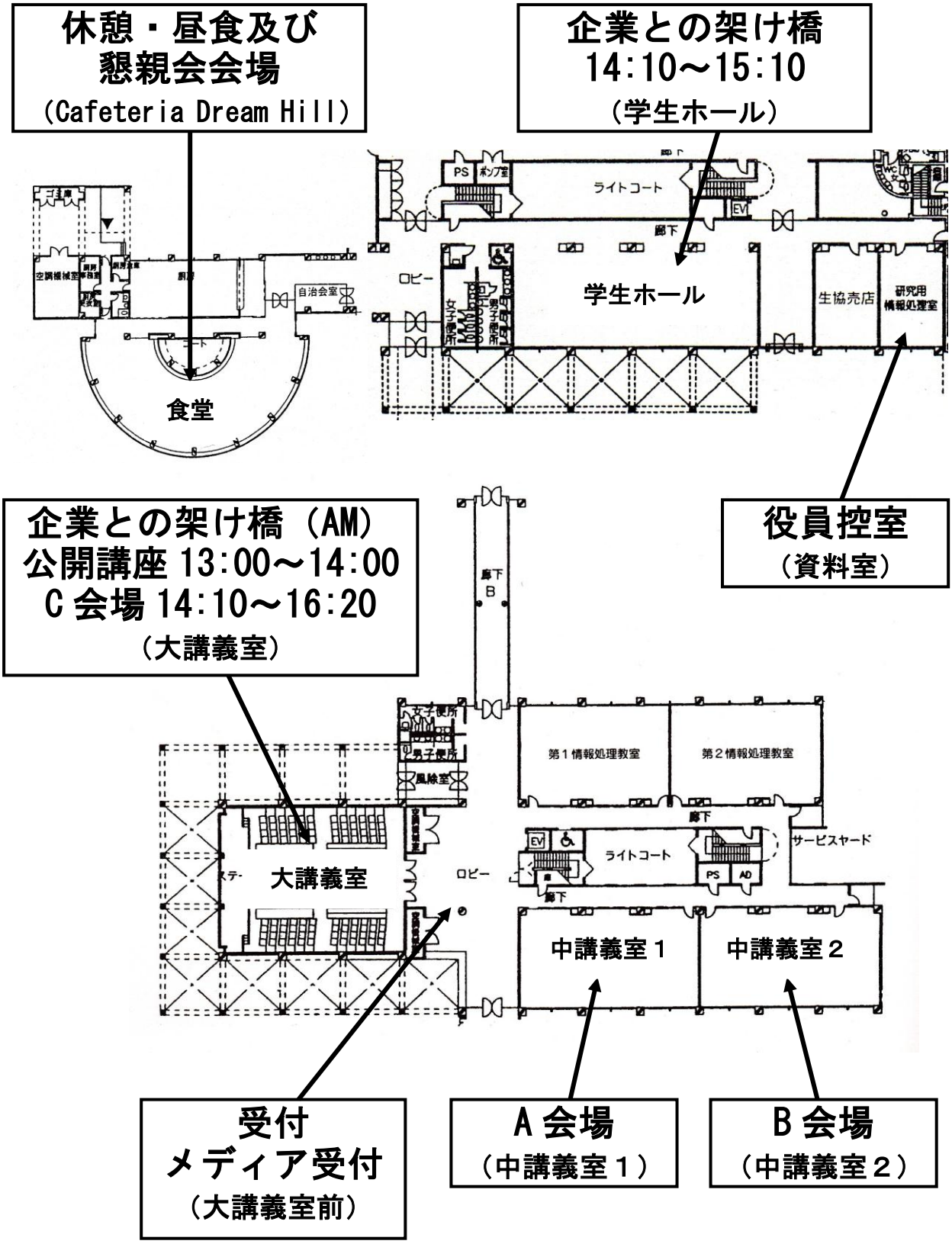
●飛行機・船でお越しの方

「中部国際空港（セントレア）」から津エアポートラインで「津なぎさまち」まで 40 分、「津なぎさまち」からタクシーで「三重県立看護大学」まで 20 分

三重県立看護大学キャンパスマップ



会場案内


休憩・昼食及び
懇親会会場
（Cafeteria Dream Hill）
企業との架け橋
14:10～15:10
（学生ホール）
食堂
学生ホール
ライトコート
ロビー
生協売店
研究用
情報処理室
役員控室
（資料室）
企業との架け橋（AM）
公開講座 13:00～14:00
C 会場 14:10～16:20
（大講義室）
大講義室
第１情報処理教室
第２情報処理教室
ライトコート
サービスヤード
中講義室１
中講義室２
受付
メディア受付
（大講義室前）
A 会場
（中講義室１）
B 会場
（中講義室２）

＜大会事務局より参加者の皆様へ＞

１）受付

大会当日午前 9:00 より講義棟 1 階大講義室前にて行います

２）参加費

「事前参加申し込み」済みの方

日本人間工学会会員 2,500 円、一般 3,000 円

学生（学部・大学院生）1,000 円（学生証提示）

当日参加

日本人間工学会会員 3,000 円、一般 3,500 円

学生（学部・大学院生）1,500 円（学生証提示）

論文集のみ 1,500 円

【懇親会費】4,000 円

＊参加費、懇親会費は当日受付でお支払いください

３）会場案内

会場へは公共交通機関をご利用いただくか、車でお越しいただいても構いません。
大学敷地内は全面禁煙となっております。
休憩および昼食は食堂をご利用いただけます。

＜発表者の方へ＞

１）発表時間

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

２）メディア受付とビジュアルエイド

発表用ファイルを CD-ROM または USB メモリーに保存し，当日セッションの始まる 30 分前までに「メディア受付」までお持ち下さい．ビジュアルエイドは液晶プロジェクタのみ使用可能です．Windows パソコンおよび PowerPoint 2010 を会場に用意致します．Macintosh PC にて作成された原稿は Windows 環境下では改行位置のずれなどが生じる可能性があります．**必ず Windows 環境下にて確認・保存したファイルをご持参下さい．**

＜座長の方へ＞

座長の皆様はご担当のセッションの 15 分前までに受付にお越し下さい．

【お問い合わせ】

三重県立看護大学　成人看護学　長谷川智之

〒514-0116　三重県津市夢が丘 1-1-1

Tel: 059(233)5600 ／ Fax: 059(233)5798

e-mail: jestokai2011@mcn.ac.jp

【日本人間工学会東海支部ホームページ】

http://www.ergonomics.jp/local-branch/tokai/

＊当日お問い合わせ：090-9338-9388

日本人間工学会東海支部 2011 年研究大会プログラム

【特別講演　講演会場（大講義室）】　公開講座として一般に開放します

13:00～14:00

「人間工学を社会の常識に！　～安全で安心できる社会を実現するために～」 ・・13

斉藤　進　氏（(財)労働科学研究所理事／(一社)日本人間工学会理事長)

司会:斎藤　真(三重県立看護大学)

【学生支援特別企画　会場（AM:大講義室　PM：学生ホール)】

10:00～12:00

「企業との架け橋～プレゼンセッション～」・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・17

14:10～15:10

「企業との架け橋～企業展示ブース～」

人間工学を活かした進路を考えるイベントとして、企業等でご活躍の方をお迎えします。

コーディネーター:榎原　毅（名古屋市立大学大学院)、神田　幸治（名古屋工業大学)

白井　克佳（アイシン精機株式会社)、長谷川　智之（三重県立看護大学)

松岡　敏生（㈶三重県産業支援センター)、森島　美佳（信州大学)

【一般演題　A 会場（中講義室１)】

■セッション 1A（9:30～10:30)　　　　座　長：山根基（愛知みずほ大学)

1A1　筋負担を考慮した組立ライン設計 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・22

○神谷泰弘(名城大学大学院・院生)、市川千将(名城大学・学生)、福田康明(名城大学)、斎藤真(三重県立看護大学)

1A2　運転時における生体情報に基づくドライバの疲労評価 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・24

―ランバーサポートの有用性について―

○安藤雅人(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)、澤井秀樹(三重大学大学院)、早川知範(東海ゴム工業株式会社)

1A3　鍛造作業者の疲労と健康 ・・26

―THI と CFSI を用いて―

○田中諒介(中京大学大学院・院生)、永田大樹(中京大学心理学部・学生)、江口大爾((株)市光工業)、岸田孝弥(中京大学)

1A4　月経周期と疲労感の関係について ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・28

○松尾知美(三重県立看護大学・学生)、大平肇子(四日市看護医療大学)、斎藤真(三重県立看護大学)、村本淳子(三重県立看護大学)

■セッション 2A（10:40～11:55）　　座　長：山田泰行（名古屋市立大学大学院）

2A1　振動検知センサによる心拍及び体動の検出方法　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・30
○大平哲也(アイシン精機(株))、今村綾子(アイシン精機(株))、
藤岡英二(アイシン精機(株))、井上慎介(アイシン精機(株))、
岩見秀人(アイシン精機(株))、渥美貴文(アイシン精機(株))

2A2　暑熱環境下活動時の鼓膜温上昇に及ぼす頸部冷却の効果について①　・・・・・・・・・・・32
―保冷剤バンダナについての検討―
○若林春香(三重県立看護大学・学生)、林佐知子(三重県立看護大学・学生)、
奥村みなみ(三重県立看護大学・学生)、渡邊友梨絵(三重県立看護大学・学生)、
小笠原進哉(三重県立看護大学・学生)、大西範和(三重県立看護大学)

2A3　暑熱環境下活動時の鼓膜温上昇に及ぼす頸部冷却の効果について②　・・・・・・・・・・・34
―ひんやりタオルについての検討―
○林佐知子(三重県立看護大学・学生)、若林春香(三重県立看護大学・学生)、
奥村みなみ(三重県立看護大学・学生)、渡邊友梨絵(三重県立看護大学・学生)、
小笠原進哉(三重県立看護大学・学生)、大西範和(三重県立看護大学)

2A4　緩徐な環境温変化に対する身体の温度感受性について①　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・36
―女性における個人差についての検討―
○渡邊友梨絵(三重県立看護大学・学生)、奥村みなみ(三重県立看護大学・学生)、
林佐知子(三重県立看護大学・学生)、若林春香(三重県立看護大学・学生)、
小笠原進哉(三重県立看護大学・学生)、大西範和(三重県立看護大学)

2A5　緩徐な環境温変化に対する身体の温度感受性について②　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・38
―男女差についての検討―
○奥村みなみ(三重県立看護大学・学生)、渡邊友梨絵(三重県立看護大学・学生)、
林佐知子(三重県立看護大学・学生)、若林春香(三重県立看護大学・学生)、
小笠原進哉(三重県立看護大学・学生)、大西範和(三重県立看護大学)

■セッション 3A（14:10～15:10）　　座　長：大森正子（神戸女子大学）

3A1　多人数の 3 次元把持体データを用いた把持傾向分析に関する一考察　・・・・・・・・・・・40
―把持体形状設計のための指針構築を目指して―
○高橋和良(三重大学大学院・院生、（株）バンザイ・ファクトリー)、
平田知也(三重大学大学院･院生)、川中普晴(三重大学)、山本晧二(鈴鹿医療科学大学)、
高瀬治彦(三重大学)、鶴岡信治(三重大学)

3A2　折り畳み式携帯電話開閉音の高品質化に関する基礎的研究　・・・・・・・・・・・・・・・・・・42
○高橋直人(富山大学大学院・院生)、藤田博樹(富山大学大学院)、
高松衛(富山大学大学院)、中嶋芳雄(富山大学大学院)

3A3　感覚量の数値化を用いた最適店舗照明システムに関する研究　・・・・・・・・・・・・・・・・44
○藤田博樹(富山大学大学院・院生)、太田正明(富山大学大学院・院生)、
神田直樹(富山大学大学院・院生)、高松衛(富山大学大学院)、
中嶋芳雄(富山大学大学院)

3A4　単眼シースルーHMD の形態とユーザの受けるイメージの関係　・・・・・・・・・・・・・・・・・46
○栗本健太(慶應義塾大学・学生)、田沼和泰(慶應義塾大学院・院生)、
佐藤知裕(ブラザー工業(株))、野村誠(ブラザー工業(株))、
中西美和(慶應義塾大学)

■セッション 4A（15:20～16:20）　　座　長：高田宗樹（福井大学）

4A1　視覚および触知覚に基づく飯椀の印象が米の食味に及ぼす影響　・・・・・・・・・・・・・・48
○青野圭祐(信州大学大学院・院生)、金井博幸(信州大学)、西松豊典(信州大学)、
手塚均((株)龍門堂)、白井政克(AREC)
4A2　騒音の提示方向が作業に及ぼす影響　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・50
○大村　幸史(名古屋工業大学大学院・院生)、神田幸治(名古屋工業大学)
4A3　木質系床材の「温冷感」評価に関する研究　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・52
○井上拓弥(信州大学大学院・院生)、金井博幸(信州大学)、西松豊典(信州大学)、
笹栗章吾((株)大建工業)、数江昇資((株)関西電力)
4A4　皮革ステアリングホイールの握り心地に関する客観評価法の検討　・・・・・・・・・・・・54
○村田謙豪(信州大学大学院・院生)、嘉村渉(信州大学大学院・院生)、
金井博幸(信州大学)、西松豊典(信州大学)

【一般演題　B 会場（中講義室２）】

■セッション 1B（9:30～10:30）　　座　長：矢野円郁（中京大学）

1B1　湯たんぽによる温罨法と寝具内温度について　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・56
○北澤強志(三重県立看護大学)、岡本恵里(三重県立看護大学)、
斎藤真(三重県立看護大学)、村本淳子(三重県立看護大学)
高橋康友(アメジスト大衛株式会社)、宇田輝生(アメジスト大衛株式会社)
1B2　運転特性と心拍の Wavelet 解析による精神的影響の考察　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・58
○青木俊泰(名城大学大学院･院生)、田中聖也(名城大学大学院･院生)、
横森求(名城大学)
1B3　健康成人の体位変換角度の違いによる循環動態の変化　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・60
○小寺直美(四日市看護医療大学)、山田智恵(藤田保健衛生大学)、
長谷部ゆかり(聖泉大学)
1B4　健康成人の体位変換経過時間に伴う循環動態の変化　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・62
○山田智恵(藤田保健衛生大学)、小寺直美(四日市看護医療大学)、
長谷部ゆかり(聖泉大学)

■セッション 2B（10:40～11:55）　　座　長：澤田慎治（名城大学）

2B1　剣道打ち込み動作時の筋電解析　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・64
○砂田治弥(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)、
松河剛司(愛知工業大学)、原田晋作(福井大学・院生)、高田宗樹(福井大学)、
松浦康之(福井大学)、平田隆幸(福井大学)

2B2　手芸活動が脳機能評価に与える影響 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・66
○藤本祐子(神戸女子大学大学院・院生)、大森正子(神戸女子大学)、
岡本陽子(神戸女子大学)、上田充夫(神戸女子大学)
2B3　看護における観察と注視点分布について ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・68
○竹ノ内伸輔((独)国立病院機構東名古屋病院)、長谷川智之(三重県立看護大学)、
斎藤真(三重県立看護大学)
2B4　心肺蘇生時の術者の負担と胸骨圧迫の質の関係（第 1 報） ・・・・・・・・・・・・・・・・・・70
―膝立姿勢と立位姿勢の比較―
○舘典子(三重県立看護大学・学生)、吉田真夕(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　心肺蘇生時の術者の負担と胸骨圧迫の質の関係（第 2 報） ・・・・・・・・・・・・・・・・・・72
―臨床現場でみられる姿勢の比較―
○吉田真夕(三重県立看護大学・学生)、舘典子(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)

■セッション 3B（14:10～15:10）　　座　長：松河剛司（愛知工業大学）

3B1　路側駐車車両がドライバに与える精神的影響 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・74
―昼間と夜間の比較考察―
○吉留忠(名城大学大学院・院生)、横森求(名城大学)
3B2　市街地走行時のカーブ区間におけるドライバの精神的影響 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・76
○田中聖也(名城大学大学院･院生)、青木俊泰(名城大学大学院･院生)、横森求(名城大学)
3B3　運転中における高齢者の眼球運動に関する研究 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・78
○長谷川淳一(富山大学大学院・院生)、高松衛(富山大学大学院)、
中嶋芳雄(富山大学大学院)
3B4　電動車椅子の乗員の体型による振動伝播特性 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・80
○大矢健太(名城大学大学院・院生)、横森求（名城大学）

■セッション 4B（15:20～16:20）　　座　長：神田幸治（名古屋工業大学）

4B1　セル生産における作業訓練と習熟に関する研究 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・82
○甲賀涼(名城大学大学院･院生)、新郷正浩(名城大学･学生)、杉山怜(名城大学･学生)、
福田康明(名城大学)
4B2　姿勢に基づく人間の回転運動を含む物体持ち上げ特性解析 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・84
○玉置翔士(三重大学大学院・院生)、伊藤将志(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)、澤井秀樹(三重大学大学院)
4B3　単眼シースルーHMD を利用した歩行時情報参照 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・86
―情報提示メディアの違いに着目した比較検討―
○田沼和泰(慶應義塾大学・院生)、栗本健太(慶應義塾大学・学生)、
野村誠(ブラザー工業(株))、中西美和(慶應義塾大学)

4B4　モバイル端末における文字列探索のユーザビリティ評価　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・88
○中神将太(名古屋大学・学生)、佐野峻太(名古屋大学大学院・院生)、
宮尾克(名古屋大学)

【一般演題　C 会場（大講義室)】

■セッション 3C（14:10～15:10）　　座　長：今田葉子（岐阜大学）

3C1　可動式浴槽椅子使用時の介助者の腰部負担　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・90
○辻巻謙太(三重県立総合医療センター)、市川陽(三重大学医学部附属病院)、
長谷川智之(三重県立看護大学)、松岡敏生((財)三重県産業支援センター)、
斎藤真(三重県立看護大学)
3C2　ベッド上洗髪における看護師の作業姿勢について　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・92
○蓑田さゆり(四日市看護医療大学)、大平肇子(四日市看護医療大学)、
斎藤真(三重県立看護大学)
3C3　iPad における手書き文字の評価　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・94
○葛口優樹(名古屋大学・学生) 、宮尾克(名古屋大学)
3C4　女子作業者における座位・立位可変型作業の有効性に関する実験的研究　・・・・・・96
○外岡雅人(玉川大学大学院・院生)、阿久津正大(玉川大学)、
榎原毅(名古屋市立大学大学院)

■セッション 4C（15:20～16:20）　　座　長：森島美佳（信州大学）

4C1　遠近ストレッチ（製品版 SkyCrystal）の視聴による効果検証　・・・・・・・・・・・・・・・・98
―同一 3D コンテンツによる視力回復に対する近用矯正の有無の比較―
○大橋拓実(名古屋大学・学生)、堀弘樹(名古屋大学大学院・院生)、
塩見友樹(名古屋大学大学院・院生) 、宮尾克(名古屋大学)
4C2　LED 表示板におけるスクロール速度の視認特性に関する基礎的研究　・・・・・・・・・100
○倉有平(富山大学大学院・院生)、薬師一仁(富山大学大学院・院生)、
松本泰幸(小糸工業株式会社)、高松衛(富山大学大学院)、中嶋芳雄(富山大学大学院)
4C3　「色の両眼融合限界」に関する研究　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・102
○王　石(富山大学大学院・院生)、藤田博樹(富山大学大学院)、高松衛(富山大学大学院)、
中嶋芳雄(富山大学大学院)
4C4　文字探索による周辺視能力評価　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・104
○小飯塚達也(名古屋大学・学生)、佐野峻太(名古屋大学大学院・院生)、
宮尾克(名古屋大学)

16:30～16:50　高田賞授与式（大講義室）

17:00～　　懇親会：三重県立看護大学生協食堂　Cafeteria Dream Hill

特別講演

「人間工学を社会の常識に！
～安全で安心できる社会を実現するために～」

斉藤　進　氏
(財)労働科学研究所理事
(一社)日本人間工学会理事長

司会
斎藤 真
三重県立看護大学

日本人間工学会・日本人間工学会東海支部・三重県立看護大学共催企画

10 月 29 日(土)13:00～14:00
講義棟 1 階　大講義室

人間工学を社会の常識に！
－安全で安心できる社会を実現するために－

斉藤 進（財団法人労働科学研究所）

Introduction of Ergonomics into social common sense
-To realize a Safe and Secure Society-

Susumu Saito (The Institute for Science of Labour)

１．はじめに - 人間工学の源流 -

人間工学は、安全で安心できる社会を実現するために役立つ実践的な科学技術である。人にやさしい技術、使いやすい機器、生活しやすい環境をつくるために生まれた人間工学は、今ではいろいろな分野で広く応用されている。国際的に人間工学は、エルゴノミクス（Ergonomics）あるいはヒューマンファクターズ（Human Factors）と呼ばれている分野である。歴史的には、エルゴノミクスという言葉は主にヨーロッパで使われてきており、ヒューマンファクターズはアメリカで使用されてきた。現在では、内容的に両者は多くが重なっている。

語源としてのエルゴノミクスは、ギリシャ語で仕事や筋力を意味する“ERGON”と、自然の法則を意味する“NOMOS”を合わせてできた言葉である。つまり、古典的には、最も疲労が少なく効率的に仕事ができる筋肉の使い方を探ろうとする実用的な学問を源流としている。わが国では江戸時代末期であった1857年に、労働の科学としてエルゴノミクスを定義した”An outline of Ergonomics or Science of Work”と題する冊子がポーランドの学者から発表されている（図１）。

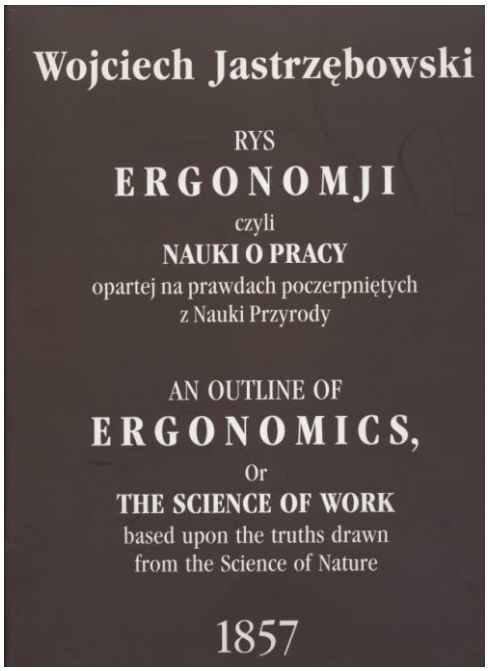


図１　エルゴノミクスを「労働の科学」と定義した1857年の書籍（復刻版）。ワルシャワ大学で建築学を専攻したWojciech Jastrzębowski（1799年生まれ）が著者である。エルゴノミクスの語源として、ギリシャ語のERGONとNOMOSから造語している。

２．エルゴノミクスの具体的事例

一般に、同じ仕事をする場合でも、作業速度や作業姿勢により、必要となるエネルギー消費量は大きく異なることが知られている。このことを模式的に、図２に示した。重量物運搬時の作業速度を変化させ、それぞれの条件で酸素消費量やエネルギー代謝量を求めると、この図のように最も効率がよく疲労が少ない作業速度つまり人間工学上の最適条件を知ることができる。人間工学を解説したテキストとして国際的に最も広く知られているのは、スイス連邦工科大学労働生理・衛生学研究所のEtienne Grandjean氏が執筆したFitting the Task to the Man と題する書籍である（図３）。初版は1963年であり、改訂を重ねてその後10ヶ国語以上に翻訳出版されている。

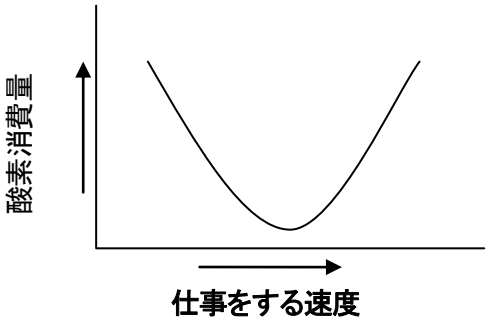


図２　重量物を運搬する速度等、仕事を行う速度と酸素消費量の関係。最も少ないエネルギーで仕事ができる最適条件としての速度が存在することを示す。ERGONとNOMOSを語源とするERGONOMICSを象徴する具体的事例である。

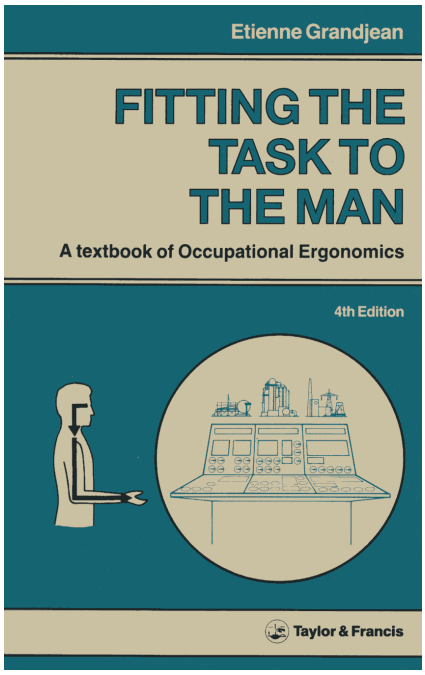


図３　最も有名な人間工学のテキスト

「仕事をヒトに適合させる」という上記テキストの表題は、逆にヒトが仕事に合わせざるを得ないことが多い現実を考えるとき、人間工学の真髄を表していると思われる。ここで使われている仕事の概念は、筋肉の使い方、身体寸法に関わる諸問題、ワークステーション設計、重量物運搬、表示装置や操作具、精神作業負担、疲労、労働時間や作業条件、夜勤や交代勤務、照明・騒音・温熱などの作業環境等々、極めて広範囲な対象である。

例えば最近のわが国では、小学校低学年からICT教育が導入されているが、成人用に設計されたディスプレイやキーボード等で構成されるVDT機器や椅子・机等を身体寸法が著しく異なる子供たちが使用していることが多い。この場合、子供たちが仕事に合わせていることになり、発育途上の子供たちの筋骨格系や視覚系への中長期的影響は未解決で残されたままICT化が進められている現状がある。日本人間工学会では、米国の「小学校でのコンピュータ利用の人間工学」ガイドラインを翻訳し、下記URLで紹介している。

http://www.ergonomics.jp/original/cergos/cergos.html

３．人間工学の考え方

人間工学の考え方として、ヒトは誤りを犯すものという”To err is human”が根底にある。そのため、社会的には罪を許す仕組み”Forgiven system”が必要である。それを具体化したものとして、ミスを犯すことができないフールプルーフや、故障やミスを災害に発展させないフェールセーフ機構がある。機械化、自動化、遠隔化、隔離などで本質安全化を図ることが必要則である。図４がモデル例である。図５は、日本人間工学会が公開しているGPDB事例である。このような人間工学の考え方を社会常識とすることで、安全で安心できる社会を実現したいと考えている。

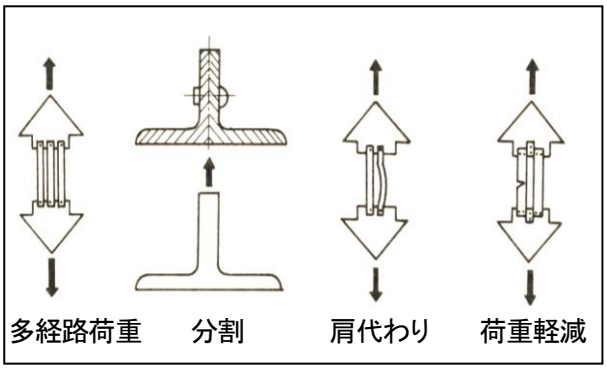


図４　フェールセーフ設計の構造モデル
（林喜男編：人間工学、日本規格協会、1981）

図５　日本人間工学会が公開しているGPDB事例

４．おわりに

ヒトは、誰でも誤りを犯すものである。このことを認識した上で、罪を許す仕組みをつくり、故障やミスを深刻な事故や災害に発展させないシステムを構築して行くことが、安全で安心できる社会を実現することになる。人間工学を社会の常識とすることに対し、人間工学を標榜する学会としての役割と責任を痛感している。

学生支援特別企画

「企業との架け橋～東海支部プログラム～」

コーディネーター

榎原　毅（名古屋市立大学大学院）

神田　幸治（名古屋工業大学）

白井　克佳（アイシン精機株式会社）

長谷川　智之（三重県立看護大学）

松岡　敏生（㈶三重県産業支援センター）

森島　美佳（信州大学）

10 月 29 日（土）10:00～12:00 ： プレゼンセッション
講義棟 1 階　大講義室

10 月 29 日（土）14:10～15:10 ： 企業展示ブース
実習棟 1 階　学生ホール

人間工学会東海支部「学生支援特別企画」
企業との架け橋 2011 ～東海支部プログラム～

参加無料

参加者特典あり

今回３回目となる人間工学会(JES)東海支部研究大会の特別企画！「企業との架け橋～東海支部プログラム～」を本年も開催します！

この企画は、「人間工学を学ぶ大学院生・学部生」と「第一線で活躍されている企業の人間工学関連の方」との架け橋を JES 東海支部が提供するものです。企業における人間工学の取り組みや企業が求めている人材像などについて、インターンシップや企業訪問などのような形式にこだわらず、ざっくばらんに企業・学生間で意見交換・情報収集する場です。

昨今の未曾有の不景気において、人間工学関連の仕事に就きたいと願っていても門戸は狭く、厳しい状況である今こそ、東海支部が企業・学生の架け橋となる場をアレンジしてはどうかと思い企画いたしました。将来人間工学を活かした仕事を希望する学生・院生など、どうぞお気軽にお越し下さい！

■開催日時　**2011** 年 **10** 月 **29** 日（土）
・プレゼンセッション：10:00～12:00　（１企業あたり 15 分程度で取り組みを紹介）
・展示ブース　　：14:10～15:10　（各企業様のブースを用意します）

■開催場所
・プレゼンテーション：三重県立看護大学大講義室
・展示ブース　　：学生ホール（ラウンドテーブル方式）

■対 象 者
主に、将来人間工学を活かした仕事を希望する学生・院生が対象。その他の方もオブザーバーとしてご自由に参加頂けます。

■形　　式
参加各社から 10～15 分程度のプレゼンテーションを予定しております（10:00～12:00）。その後、展示ブースにて、ラウンドテーブル形式にて学生との意見交換の時間（14:10-15:10）を設けます。「企業に於ける人間工学の実践例」、「求める人材像」、「勉強しておくこと」「ご自身の体験談」など、企業の専門家の方々から色々と学ぶ絶好の機会です！　是非ご参加ください。

■参加費　：**無料**
※**JES 東海支部のホームページ**（http://www.ergonomics.jp/local-branch/tokai/）から**事前申込**にご協力ください（当日の参加も可能ですが、ランチチケットには限りがありますので、場合によっては特典を提供できない場合があります。ご了承ください。）

■参加特典
午前中の各企業によるプレゼンテーションを聞き、会場にて配布する所定の用紙に①お話を伺いたい企業、②質問事項を記入の上、係に提出してください。提出頂いた方にはもれなく「**ランチチケット**」をプレゼントします！

※展示ブースにて企業担当者様に質問内容にご回答頂くために、提出頂いた用紙は企業担当者にお渡しします。

＜ 参加予定企業（2011/10/12 現在）の紹介 （敬称略、順不同）＞

※参加企業および発表時間は予告無く変更となる場合があります。あらかじめご了承ください。

【A】アイシン精機株式会社（10:00～） http://www.aisin.co.jp/index.php

自動車部品をはじめ、ベッドやミシンといった住宅設備機器やエネルギー機器、福祉機器まで、幅広い事業を通じて、クルマと暮らしの豊かな明日に貢献する愛知県を代表する会社の一つ。新技術開発のシーズ・ニーズとして人間工学の応用にも積極的に取り組まれています。

【B】 株式会社モリタホールディングス技術研究所（10:20～） http://www.morita119.com/

知る人ぞ知る、国内消防車のマーケットシェア No1 の会社。「林野火災用消防車コンセプトカー」が、米国で最も権威のある世界三大デザイン賞「2011 年度 IDEA 賞」にて最高賞の“金賞”を受賞。人間工学を応用した車両デザインにも積極的に取り組まれています。

【C】 三恵工業株式会社（10:40～） http://www.isu-sankei.co.jp/

「イスのサンケイ」として、三重県鈴鹿市に本社を構える今注目の企業。サンケイの製品づくりは「人にやさしい、環境にやさしい」を具現化するデザインを追求、人間工学を応用した製品作りに取り組まれています。

【D】 （株）試作サポーター四日市（11:00～） http://www.shisaku-y.jp/

試作サポーター四日市は、四日市のモノづくり企業 16 社の出資で設立し、16 社のもつ技術力・開発力を活かし幅広いモノづくり、開発を行っています。「情熱と創造で世界のもの創り四日市」を目指します！

【E】 アメジスト大衛（株）（11:20～） http://www.amethyst.co.jp/index.shtml

手術用ガウン、患者用ガウン、キャップ、マスクなど、医療現場で使われる製品を主に製造・販売しています。オペで使うガーゼの体内遺残の問題にも医療現場のニーズをきっちりと把握し、ガーゼ使用枚数の確認・照合までを考えた製品設計を行うなど、人間工学を応用されています。

【F】 株式会社イトーキ（11:40～） http://www.itoki.jp/

オフィス空間をはじめ、公共空間、専門空間、そして生活空間まで、人をとりまくさまざまな環境づくりのサポートを行っています。人間工学グッドプラクティスデータベースにも登録されている業界初の女性専用オフィスチェアの開発など、人間工学を応用したモノ作りに積極的に取り組まれています。

【企業との架け橋企画　コーディネーター】

榎原　　毅（名古屋市立大学大学院）
神田　　幸治（名古屋工業大学）
白井　　克佳（アイシン精機株式会社）
長谷川　智之（三重県立看護大学）
松岡　　敏生（三重県産業支援センター）
森島　　美佳（信州大学）

一般演題

座　長

【一般演題　A会場】

■セッション１Ａ　(9:30～10:30)

座　長：山根基（愛知みずほ大学）

■セッション２Ａ　(10:40～11:55)

座　長:山田泰行(名古屋市立大学大学院)

■セッション３Ａ　(14:10～15:10)

座　長：大森正子（神戸女子大学）

■セッション４Ａ　(15:20～16:20)

座　長：高田宗樹（福井大学）

【一般演題　B会場】

■セッション１Ｂ　(9:30～10:30)

座　長：矢野円郁（中京大学）

■セッション２Ｂ　(10:40～11:55)

座　長：澤田慎治（名城大学）

■セッション３Ｂ　(14:10～15:10)

座　長：松河剛司（愛知工業大学）

■セッション４Ｂ　(15:20～16:20)

座　長：神田幸治（名古屋工業大学）

【一般演題　C会場】

■セッション３Ｃ　(14:10～15:10)

座　長：今田葉子（岐阜大学）

■セッション４Ｃ　(15:20～16:20)

座　長：森島美佳（信州大学）

筋負担を考慮した組立ライン設計

○神谷 泰弘（名城大学大学院・院生） 市川 千将（名城大学・学生）
福田 康明（名城大学） 斎藤 真（三重県立看護大学）

The Assembly Process Design in Consideration of Muscle Load

Yasuhiro KAMIYA (Meijo Univ.) Kazumasa ICHIKAWA(Meijo Univ.)
Yasuaki FUKUTA (Meijo Univ.) Shin SAITO (Mie Prefectural College of Nursing)

１．はじめに

近年の工場では消費者ニーズの多様化により，市場製品の高精度化，多品種化および製品サイクルの短命化が著しい．そのため，生産工程では多品種少量生産方式や変種変量生産方式が多くの企業で導入されており，その結果，人間主体の作業である組立工程の作業内容が多様化して作業負荷が増加し，職業性障害が問題とされている[1)]．そこで本研究の目的は，生体負担を軽減した工程ライン設計の構築とする．

前報[2)]においては某企業の自動車部品の組立工程における作業内容を調査し，作業者が片手で部品を取り扱う「部品取扱い作業」を基に実験作業モデルを構築して実験を行い，人間の筋活動状態を筋電図によって可視化して，筋負担を%MVCで検討した．その結果から筋負担と重量，距離および高さの３条件についての筋負担の基礎評価指標を提示した．

本報ではその基礎評価指標を某企業の組立工程へと応用し，工程評価シートと併せて検討することで，筋負担を軽減した工程ライン設計を行った．

２．基礎評価指標の作成

作業者の筋負担を把握する基礎評価指標作成のためにつぎの実験を行った．作業条件の設定は，距離３水準(30cm，50cm，70cm)，高さ４水準(-20cm，0cm，20cm，40cm)，重量３水準(1kg，3kg，5kg)および方向３水準(正面，斜め，横)をそれぞれ組み合わせた108条件とした．高さについては被験者の体格差を考慮して，直立姿勢時の肘の高さを基準とした．図１に実験作業モデルを示す．

実験作業モデルに基づき，対象物の持ち運び作業を行う．被験者は５名とし，机上に置かれた対象物を片手で５cm程度上方に持ち上げると同時に，被験者手前の定位置にそれを置く．この際の被験者の筋負担について，筋電計を用いて双極誘導法

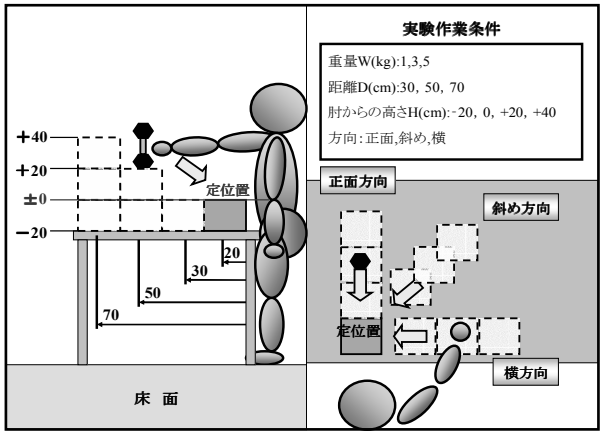


図１　実験作業モデル

でサンプリング周波数1000HzにてAD変換し，計測・記録した．被験筋は，腕橈骨筋，上腕二頭筋，三角筋および僧帽筋の４箇所を選定し，筋電図波形を全波整流として%MVCで比較した．また，４筋の%MVCの平均を負担度として評価した．

実験の結果，重量および距離には正の相関関係が見られ，肘からの高さでは０cmの条件が最も負担が小さくなった．また，方向についての差は見られなかった．

以上，実験結果を基に，重量，距離および高さの３作業条件をそれぞれ組み合わせた，筋負担の基礎評価指標を作成した．表１に筋負担の基礎評価指標を示す．

表１　筋負担の基礎評価指標

	1kg			3kg			5kg		
	距離30cm	距離50cm	距離70cm	距離30cm	距離50cm	距離70cm	距離30cm	距離50cm	距離70cm
高さ-20cm	8.0	9.0	10.5	10.0	13.0	16.0	14.0	17.5	22.0
高さ0cm	7.5	8.0	10.0	9.5	13.5	15.5	13.0	17.5	21.5
高さ+20cm	8.0	9.0	11.0	11.0	13.5	16.5	15.5	18.0	22.5
高さ+40cm	8.5	10.0	12.0	12.5	14.5	17.0	18.5	19.0	24.0

３．工程評価シート

筋負担を評価する際に工程評価シートで検討し

た．表２に工程評価シートの記入例を示す．生産現場において筋負担に影響する各作業条件の評価を記号で簡便に記入した後，基礎評価指標と照合することで負担度を評価する．

表２　工程評価シートの記入例

工程番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
重量	○	△	×							
距離	△	○	×							
高さ	△	×	○							
負担度	9.0	13.0	19.0							

評価凡例

	○	△	×
重量	～1kg	～3kg	3kg～
距離	～30cm	～50cm	50cm～
高さ	0	～20cm	～40cm

４．筋負担を考慮した組立ラインの検討

表１の基礎評価指標を某企業の組立工程に応用して，筋負担を考慮した工程設計を検討した．本工程では自動車部品の組立工程であり，複数人の作業者がそれぞれ，身の周りに配置された部品をコンベアで流れてくる製品に組付けていくライン生産方式が採用されている．現状の組立工程に対して表２に示す工程評価シートを用いた調査を行い，最も負担度の大きかった工程を対象工程とした．対象工程の特徴としては，全工程の中で最も重量の大きい部品を組付ける工程であった．表３に対象工程の評価と作業条件を示す．

表３　対象工程の評価と作業条件

	重量	距離	高さ
評価	×	×	×
条件	6.8kg	70cm	+30cm
負担度	24%		

表１の基礎評価指標より，部品取り扱い作業の負担度を軽減するためには，配置距離を作業者の近くに，配置高さを作業者の肘の高さまで近づける，手元化が効果的である．そこで，距離および高さに着目して対象工程を精査した結果，つぎの２つの問題点が負担度を増加させる要因であった．

(1) 部品箱が作業者と重量物との距離を遠ざけていること．

(2) 重量物が組付け対象物を基準とした高さに配置され，作業者の体格を考慮していないこと．

そこで部品箱の再配置を行い，作業者と重量物の距離を10cm近づけた．同時に，作業者の足元に高さが可変である踏み台を設置することで，作業者から見た重量物への高さを相対的に低くした．

５．工程改善

前項の検討結果を基に改善を行うため，筋負担の評価実験を行った．作業条件の設定は，距離２水準(60cm，70cm)，肘基準高さ３水準(+10cm，+20cm，+30cm)をそれぞれ組み合わせた６条件とし，被験者４名の負担度を平均して評価した．図２に改善工程の作業条件と負担度の関係を示す．距離条件について，部品箱を取り除いた60cm条件の負担度が小さかった．高さ条件については踏み台によって作業者から見た重量物への高さを相対的に低くするほど，負担度が小さくなった．このことにより改善工程は現状工程と比べて筋負担が軽減されており，最大では７％負担度は小さくなった．また，改善工程では踏み台が可変であるため，作業者の身体条件に関わらず，一定の条件での作業が可能になった．

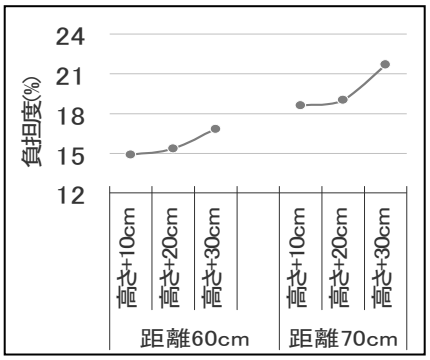


図２　新工程の作業条件と負担度の関係

６．おわりに

筋負担の基礎評価指標を応用して，筋負担を考慮した工程改善を行った．結果を要約すれば，つぎのようになる．

(1) 工程評価シートを作成し，基礎評価指標と併用することで，組立工程における筋負担の評価を行った．

(2) 組立工程で最も負担度の大きかった作業工程を対象に，筋負担を軽減する作業内容の検討を行った．

(3) 現状工程と比べて改善工程では，負担度は７％軽減された．また，作業者の体格差による負担度への影響が無くなった．

参考文献

1) 原田久，相沢好治，中村賢，新津谷真人，岡田充史，杉浦由美子：わが国における職業性上肢障害の発生状況，北里医学，30，268-275，2000.

2) 水谷渉太，神谷泰弘，福田康明，斎藤真：組立作業における筋負担の基礎的研究，日本人間工学会第52回大会講演集，150-151，2011-6.

運転時における生体情報に基づくドライバの疲労評価
－ランバーサポートの有用性について－

○安藤雅人（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），澤井秀樹（三重大学大学院），
早川知範（東海ゴム工業株式会社）

Driver Fatigue Evaluation based on Biological Information while Driving

**Masato Ando (Mie University), Ryojun Ikeura (Mie University),
Soichro Hayakawa (Mie University) , Hideki Sawai (Mie University)
and Tomonori Hayakawa (Tokai Rubber Industries, Ltd.)**

１．はじめに

自動車の運転中にドライバが受ける疲労を評価することは, 安全で快適な自動車運転を実現する上で，重要な課題と考えられる．その1つとしてドライバの着座疲労に関する研究が多く行われている[(1)]．本研究室ではドライバの肉体疲労抑制の実現を目的として研究を行ってきている．

本稿では, 生体情報に基づいてランバーサポートの有無によるドライバの疲労の差異の評価を行ったので報告する．

２．実験装置

本研究では, ドライビングシミュレータ（以下DS）を用いて運転時のドライバの肉体的疲労感を指尖容積脈波を用いて客観的評価をすることを試みる[(2)(3)]．実験に使用するDSの外観を図１に示す．本DSはドライバ正面に大型スクリーンを１面とハンドル，アクセル，ブレーキ，シートとシートベルトを備えている．仮想走行環境は，カーブの多い道路としており，ドライバのステアリング操作量を増やし，漫然運転を防ぐようにしている．

本DSで使用しているシートはトヨタのレクサスLS用のもので，ランバーサポート（以下ランバー）を備えている．人は立っているときのように，背骨が逆S字を描いている状態が疲れにくく，ランバーは腰椎，仙椎を支えながら背骨が逆S字状になるよう姿勢をサポートし，疲れにくい運転姿勢を作ることに貢献する．ランバーは体格に合わせて調整可能であり，好みの位置に設定できる．また，シートの背面，座面に圧力センサを取り付けた．このセンサを用いてドライバの着座圧力を測定する．サンプリングタイムは１秒である．

さらに，生体情報である指尖容積脈波計測にはCCI社製のBACSディテクターを用いた．この装置は，血液中のヘモグロビンの光吸収特性を利用して指尖容積脈波を計測する．サンプリングタイムは0.005秒である．本研究ではこの測定値を用いて文献（3）の手法により被験者の筋疲労評価を行う．

図1．実験装置（DS）外観

３．実験手法

前節で示した実験装置を用いて運転時のランバーの有用性検証実験を行った．実験時間は90分. 実験は①ドライバの主観により適度にランバーを設定した状態（ランバーオン），②ランバーを使わない（ランバーオフ）の2パターンを1名の被験者に対して各3回ずつ行った．但し，ランバーオンの際は途中ランバーの姿勢は変化させない．室温は25度に調整し一定を保った．また，指尖容積脈波は体動の影響を受けやすいため左手は肘掛の上に置いて右手と高さが同じになるように固定し, ステアリング操作は右手のみで行う．生体情報は日々の生活のリズムの影響を受けるため, 被験者には実験期間中は生活リズムを同一としてもらい，実験開始時刻も同一とした．

4．　実験結果

4.1　主観評価と筋疲労評価

本研究で用いる主観評価法は，疲労を主観評定値によって定量的に表現するため，疲労度を相対的に主観評価する独自に定めた主観評価指標を用いる．直前の主観評価の結果と比べて，現在の疲労度が高い場合に疲労度を+1する．首，背中，腕，腰，尻の5か所を5分おきに評価してもらった．全部位の合計の平均値を図2に示す．図中縦軸は疲労度，横軸は経過時間[秒]を表す．実線がランバーオフを，点線がランバーオンを示している．また，被験者の筋疲労評価の結果を図3に示す．縦軸は筋疲労度，横軸は経過時間[秒]を表す．図中はランバーオンとオフの各3回ずつの結果を示している．

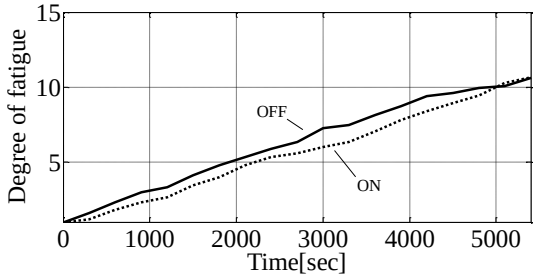


図2．肉体疲労の主観評価

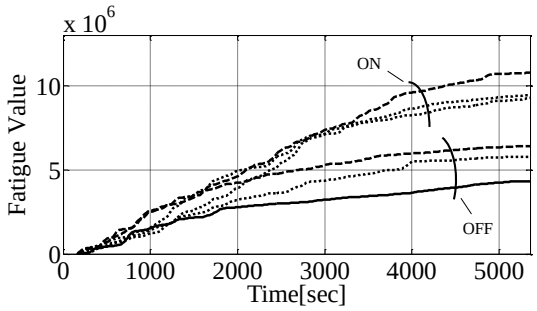


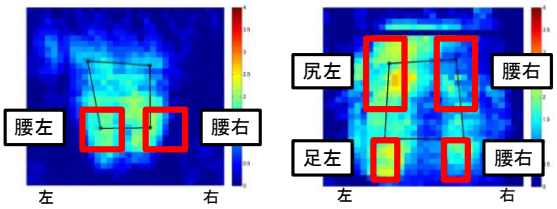
図3．筋疲労曲線

4.2　圧力測定値による評価

着座時の圧力変化の特徴を取り出すため，特に圧力の高いポイントを抜き出し評価した．図4に示す太線で囲った部分に圧力が集中しており，これらのポイントの実験時間経過による着座時の圧力測定値の平均値の変化を測定した．表１は各ポイントの実験時間中の平均の圧力測定値を表している．

4.3　実験結果考察

主観評価結果より，ランバーオン，オフの最終的な疲労度の差異は見られなかった．客観評価結果を見るとランバーオンの際の疲労値の方が値が高くなっていることから，単にランバーオンにし続けるだけでは疲労抑制はできず，逆に疲労度が上昇することが確認できた．圧力測定値評価結果より，背面の圧力測定値はランバーオンは全体的に若干低くなるが，座面の圧力が増加しており，これがランバーオンの際の客観疲労の疲労増加の原因と考える．これを解消するためには単にランバーを使用するのではなく，必要に応じて使用することが考えられる．



(a) 背面　　(b) 座面

図4．圧力測定値着目点

表1．ポイント別圧力測定値

	オフ1	オフ2	オフ3	オン1	オン2	オン3	オフ平均	オン平均
腰左	1.62	1.88	1.54	1.78	1.58	1.40	1.68	1.59
腰右	2.03	2.12	1.77	1.93	1.82	1.89	1.97	1.88
尻左	2.20	2.03	2.22	2.27	2.22	2.11	2.15	2.20
尻右	1.29	1.21	1.39	1.05	1.01	1.27	1.30	1.12
足左	1.94	2.22	2.29	2.46	2.37	1.92	2.15	2.25
足右	2.03	2.14	2.17	2.23	2.41	1.63	2.11	2.09

5．まとめ

ドライバの肉体疲労抑制の実現を目的として，本稿では生体情報に基づくランバーの有用性検証実験を行った．その結果，単にランバーオンにするだけでは疲労抑制できないことを確認した．こうしたことから，運転中の着座姿勢の変化が重要であると考えられる．今後は，ランバーも含めてドライバの運転姿勢を変化させ，疲労抑制を行うシート姿勢制御システム構築を行っていく予定である．

参考文献

1) 田口敏行：「自動車運転時の疲労評価」，豊田中央研究所 R&D レビュー，Vol. 33，No. 4，pp. 25-31（1998）
2) 藤田悦則他「指尖容積脈波情報を用いた長時間差座疲労の簡易評価法の開発」，人間工学，Vol. 40，No. 5，pp. 254−263（2004）
3) 落合直輝他：「指尖容積脈波のゆらぎを用いた疲労度評価法の開発」，自動車技術会学術講演会前刷集，No.11-05，pp.15-18(2005)

鍛造作業者の疲労と健康
ーTHIとCFSIを用いてー

○田中諒介（中京大学大学院・院生）、永田大樹（中京大学・学生）、江口大爾（㈱市光工業）、岸田孝弥（中京大学）

Fatigue and health of forging workers
-Using THI and CFSI-

Ryosuke Tanaka (Chukyo University), Daiki Nagata (Chukyo University) Daiji Eguchi (Ichiko Industry Co., LTD), Koya Kishida (Chukyo University)

１．はじめに

現代における鍛造作業は我が国の基幹産業である自動車部品の生産が主になっている。鍛造作業をFranklin（2002）は次のようにまとめている。「部品の運搬や処理、あるいは手掌スイッチなどの機械操作具の操作を繰り返し行ったために起こる反復負担障害（RSI: Repetitive strain injuries）があります。重い部品を扱う場合には、背部と肩の不具合と上肢筋骨格系障害のリスクがあります。」また他にも考えられるリスクとして、大型機械への巻き込まれ、潤滑材や離型剤に含まれる化学物質の人体への影響、騒音、高温環境など危険が多い職場である。加えて、鍛造の研究というと鍛造ハンマーの研究や騒音を減少させる構造など工学的な研究は多くなされてきたが、作業する人間に焦点を当てた研究は多くない。

そこで本研究の目的としては鍛造作業に従事する人間の心身の健康状態を明らかにする。

２．方法

調査期間は以下の2回に分けて合計で15日間行った。

2010年3月22日～3月26日、3月29日～4月2日
2010年8月30日～9月3日

使用した手法は国際エコヘルス研究会作成による健康チェック票THIと蓄積的疲労徴候調査CFSIを用いた。THIは3月26日（金）と9月3日（金）に作業者に渡し自宅で行ってもらい翌週の月曜日に回収という方法を取った。CFSIは9月3日（金）のみ行いTHIと同様の形で配布回収した。

上記の他にも、日本産業衛生学会・産業疲労研究会版の自覚症しらべ、疲労部位しらべ、環境測定として、アスマン通風乾湿計、黒球温度計、精密騒音計、作業観察記録としてビデオカメラによる撮影等も行ったが今回の発表では割愛する。

調査対象は愛知県下に存在する自動車部品作製メーカーのA社の鍛造課に所属する22歳から38歳までの男性27名で平均年齢は30.07歳（SD＝4.61）を対象とした。A社鍛造のハンマーはフットペダルによるエアドロップ式の型鍛造であった。鍛造課の組織形態としては、早朝勤務と夜間勤務があり13～14名で1グループが構成されていた。それぞれに現場の責任者である係長が1名、係長の補佐および代理の班長が1ないし2名、以下班員が10ないし11名という構成で、班員3名1組で鍛造のハンマーを動かす。作業時に係長と班長は鍛造の作業には加わらず、欠員の補助をしたり、資材の搬入をしたりというサポート的な業務を行っていた。また早朝勤務と夜間勤務は一週間毎に交代する。その際にグループの構成は変わらずにグループ単位で交代する。早朝と夜間の勤務時間はいかに示す時間帯であった。

早朝勤務6：00～13：30、休憩8：30～9：00
夜間勤務13：30～22：00、休憩17：15～18：00

上記のほかにも5分～10分程度の自主的な休憩（ホットタイムと呼ばれていた）を1～2回取っていた。

３．結果および考察

まずはTHIの結果から記述する。ちなみにここでいう全国平均値は鈴木ら（2005）に紹介されているデータを用いたものである。図1は鍛造課全員の平均値であり、そこからもわかるように、「A呼吸器」、「B眼と皮膚」、「C消化器」、「D口腔と肛門」、「I多愁訴」等の肉体的な訴えの値が全国の平均値より高いという結果が示された。またその他にも「G生活不規則性」の値が高いということからも早朝勤務と夜間勤務の一週間交代は作業者に負荷がかかっているのではないかと考えられる。また値の低かったものとして、「E神経質」、「L虚構性」の値は全国平均を下回る数値となった。

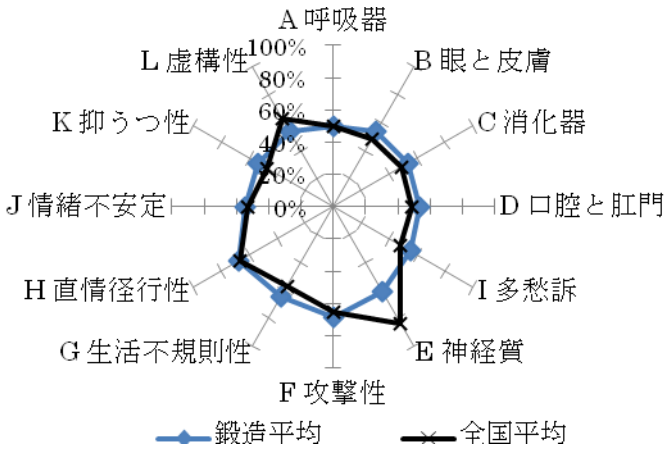


図 1 夏季調査時の鍛造課 26 名の THI 訴え率と全国平均値

続いてCFSIの結果について述べる。CFSIについても越河ら（2002）の文献より平均値の値を用いた。またCFSIにおいて危険閾の目安として70パーセンタイル値があるのでそれも併せて掲載する。

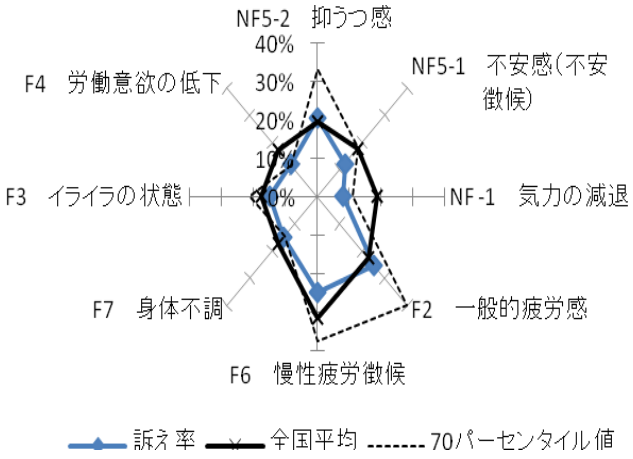


図 2 夏期調査時の鍛造課 26 名の CFSI 訴え率と全国平均値および 70 パーセンタイル値

「F2一般的疲労」、「F7身体不調」等の値が高くTHIの身体的負担を示す項目と類似傾向がある結果となった。また値の低い項目も「NF5-1不安徴候」、「NF-1気力の減退」等類似していた。

次に研究中ではTHIとCFSIに屡次した傾向が多くみられたが、統計的な根拠を求めるためにPearson相関係数を明らかにした。THI（12項目）×CFSI（8項目）の96項目中35の組み合わせに有意確率5%以上の有意差があった。また注目すべきは「F4労働意欲の低下」がTHIにおけるA，B，C，D，　Iの身体的訴えの項目との相関が高かった。肉体的負荷が労働意欲の低下を引き起こし、それがまた肉体的負荷を引き起こすという悪循環ができているのではないかと考えられる。

最後に鍛造課の中で少し特徴的であった個人のデータを紹介する。ページの都合上グラフの掲載はできないため文章で説明する。またプライバシー保護の為公開できるデータに限りがあることをご了承いただきたい。

まずは29歳のOさん。THIでは「F攻撃性」と「L虚構性」以外のすべての項目が全国平均値を超えており、「A呼吸器」は訴え率が80%を超えている。CFSIはさらに特徴的で全ての項目で70パーセンタイル値以上の訴え率があった。

続いてはHさん33歳について。この方のTHIは鍛造課の平均と同じような値を訴えている、若干「J情緒不安定性」の値が高いといえる。CFSIでは全ての項目が70パーセンタイル値を超えていた。

最後にMさん30歳について。THIの値はOさんと同様に「F攻撃性」と「L虚構性」以外のすべての項目が全国平均を超えており、A，B，C，D，Iの身体的訴えの項目の訴え率が80%を超えていた。CFSIではF2、F6、F7の身体的疲労の値が突出していることに加え、「F4労働意欲の低下」の訴えが高いことも着目すべき点であった。

4．まとめ

今回の調査で、鍛造作業者の健康状態とその問題の一部を明らかにすることができた。身体的負担の高さが労働に対するモチベーションにまで影響しているということも分かった。またTHIとCFSIを用いたことによって、個人にもスポットをあてることができた。や現実問題では難しくはあるが、個人を対象にケアしていくことが健康づくりを考えるうえで重要なのではないかと考えられる。

参考文献

1）Franklin E Mirer、「金属処理と金属加工-鍛造工場-、82. 12-82. 23、　CD-ROM 版 ILO 産業安全保健エンサイクロペディア　第 4 版」、財団法人労働科学研究所監訳　2002

2）越河六郎、藤井亀、「労働と健康の調和 CFSI（蓄積的疲労徴候インデックス）マニュアル」、財団法人労働科学研究所出版、2002

3）鈴木庄亮、浅野弘明、青木繁伸、栗原久編著、「健康チェック票 THI プラス-利用・評価・基礎資料集-」、NPO 法人国際エコヘルス研究会 2005

月経周期と疲労感の関係について

○松尾知美（三重県立看護大学・学生），大平肇子（四日市看護医療大学）
斎藤真（三重県立看護大学），村本淳子（三重県立看護大学）

Relationship between menstrual cycle and feeling of subjective fatigue

Tomomi Matsuo (Mie Prefectural College of Nursing),
Motoko Ohira (Yokkaichi Nursing and Medical Care University),
Shin Saito and Junko Muramoto (Mie Prefectural College of Nursing)

１．はじめに

月経周期は，卵胞および黄体ホルモンの分泌と関連しており，心身にさまざまな影響をもたらす[1)]．特に月経随伴症状に代表されるような，疲労感や負担感に類似した愁訴がみられる．このように月経周期による心身への影響があるにもかかわらず，月経周期と疲労感との関係を考慮に入れている研究はみられない．特に疲労感は，月経周期の影響が研究結果に影響している可能性が高いものと考えられる．そこで本研究では，月経周期が疲労感におよぼす影響を明らかにすることを目的に，卵胞期および黄体期における自覚症しらべの比較を行った．

２．方法

1)被験者：研究に同意した某大学学生10名のうち，基礎体温が二相性を示した7名とした．

2)測定項目：研究に同意した被験者に対して基礎体温計（マイソフィアⅡ）を用い，後日回収して確認した．疲労感は，日本産業衛生学会産業疲労研究会編新版自覚症しらべを用いた．

3)実施手順：被験者の一月経周期の基礎体温測定をもとに卵胞期と黄体期の時期を判断し，両時期の自覚症しらべの得点の比較を行った．

自覚症しらべは実験期間中に1日4回（起床時，昼食前，帰宅時，就寝前）自己回答するように教示し，後日回収し，解析した．

4)統計処理：卵胞期および黄体期において対応のあるt検定を行った．自覚症しらべの各測定時刻における比較と1日を通した比較を行った．また各項目間および各群間での比較も行った．

３．結果

表1は，各時間帯における各項目間の比較である．起床時には有意差はみられないが，昼食前は「17．全身がだるい」，「24．目がしょぼつく」が5%水準で有意差が示された．帰宅時は「9．頭がぼんやりする」，「17．全身がだるい」が5%水準で，「24．目がしょぼつく」が1%水準で有意差が示された．就寝前は「23．腰がいたい」，「25．足がだるい」が5%水準で有意差が示され，いずれも黄体期の方が高値を示した．

表1　各時間帯における各項目間の比較（n=7）

	起床時	昼食前	帰宅時	就寝前
1．頭がおもい	NS	NS	NS	NS
2．いらいらする	NS	NS	NS	NS
3．目がかわく	NS	NS	NS	NS
4．気分がわるい	NS	NS	NS	NS
5．おちつかない気分だ	NS	NS	NS	NS
6．頭がいたい	NS	NS	NS	NS
7．目がいたい	NS	NS	NS	NS
8．肩がこる	NS	NS	NS	NS
9．頭がぼんやりする	NS	NS	＊	NS
10．あくびがでる	NS	NS	NS	NS
11．手や指がいたい	NS	NS	NS	NS
12．めまいがする	NS	NS	NS	NS
13．ねむい	NS	NS	NS	NS
14．やる気がとぼしい	NS	NS	NS	NS
15．不安な感じがする	NS	NS	NS	NS
16．ものがぼやける	NS	NS	NS	NS
17．全身がだるい	NS	＊	＊	NS
18．ゆううつな気分だ	NS	NS	NS	NS
19．腕がだるい	NS	NS	NS	NS
20．考えがまとまりにくい	NS	NS	NS	NS
21．横になりたい	NS	NS	NS	NS
22．目がつかれる	NS	NS	NS	NS
23．腰がいたい	NS	NS	NS	＊
24．目がしょぼつく	NS	＊	＊＊	NS
25．足がだるい	NS	NS	NS	＊

＊：$p<0.05$，＊＊：$p<0.01$，NS：有意差なし

表2は各時間帯における各群間の比較である．起床時は「Ⅳ群：だるさ感」が1%水準で有意差が示された．昼食前は「Ⅴ群：ぼやけ感」が，帰宅時は「Ⅰ群：ねむけ感」，「Ⅲ群：不快感」，「Ⅴ群：ぼやけ感」が，就寝前は「Ⅳ群：だるさ感」

が5%水準で有意差が示され，これらも黄体期の方が高値を示した.

表2　各時間帯における各群間の比較（n=7）

	起床時	昼食前	帰宅時	就寝前
Ⅰ群	NS	NS	＊	NS
Ⅱ群	NS	NS	NS	NS
Ⅲ群	NS	NS	＊	NS
Ⅳ群	＊＊	NS	NS	＊
Ⅴ群	NS	＊	＊	NS

＊：p<0.05，＊＊：p<0.01，NS：有意差なし

表3　1日を通した各項目間の比較

	卵胞期		黄体期		n=7
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
1. 頭がおもい	1.25	0.40	1.57	0.78	NS
2. いらいらする	1.21	0.36	1.61	0.55	NS
3. 目がかわく	1.25	0.40	1.68	1.07	NS
4. 気分がわるい	1.11	0.26	1.32	0.69	NS
5. おちつかない気分だ	1.18	0.29	1.46	0.69	NS
6. 頭がいたい	1.04	0.09	1.29	0.45	NS
7. 目がいたい	1.04	0.09	1.46	0.54	NS
8. 肩がこる	1.71	0.59	2.14	0.86	NS
9. 頭がぼんやりする	1.32	0.39	2.21	1.10	＊
10. あくびがでる	1.50	0.55	2.11	0.92	NS
11. 手や指がいたい	1.00	0.00	1.04	0.09	NS
12. めまいがする	1.00	0.00	1.32	0.69	NS
13. ねむい	1.96	0.67	2.54	0.89	NS
14. やる気がとぼしい	1.39	0.46	2.11	0.72	＊
15. 不安な感じがする	1.21	0.34	1.36	0.62	NS
16. ものがぼやける	1.00	0.00	1.07	0.29	NS
17. 全身がだるい	1.32	0.35	2.25	0.76	＊＊
18. ゆううつな気分だ	1.18	0.35	1.79	0.91	NS
19. 腕がだるい	1.07	0.17	1.14	0.23	NS
20. 考えがまとまりにくい	1.25	0.30	1.11	0.26	NS
21. 横になりたい	1.36	0.53	2.18	1.10	NS
22. 目がつかれる	1.18	0.35	1.71	0.78	NS
23. 腰がいたい	1.21	0.43	1.68	0.70	＊
24. 目がしょぼつく	1.43	0.39	1.96	0.72	NS
25. 足がだるい	1.50	0.71	2.25	1.02	NS

＊：p<0.05，＊＊：p<0.01，NS：有意差なし

表4　1日を通した各群間の比較

	卵胞期		黄体期		n=7
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
Ⅰ群	30.14	7.85	44.71	15.43	＊
Ⅱ群	24.14	5.67	29.29	10.32	NS
Ⅲ群	22.86	3.94	30.86	11.86	NS
Ⅳ群	26.29	5.26	33.00	5.73	＊
Ⅴ群	23.57	4.07	31.57	11.24	NS

＊：p<0.05，＊＊：p<0.01，NS：有意差なし

表3は1日を通した各項目間の比較である.「9. 頭がぼんやりする」,「14. やる気がとぼしい」,「23. 腰がいたい」は5%水準で,「17. 全身がだるい」は1%水準で有意差が示され，これらも黄体期の方が高値を示した.表4は1日を通した各群間の比較である.「Ⅰ群：ねむけ感」,「Ⅳ群：だるさ感」が5%水準で有意差が示され，これらも黄体期の方が高値を示した.

４．考察

一般に月経随伴症状は,「下腹部痛」,「イライラ」,「乳房のはり」,「眠くなる」,「物事が面倒くさい」,「腰痛」,「疲れやすい」などの愁訴が多く，自覚症しらべの項目と重複あるいは類似している[2), 3)]．本結果においても,「9. 頭がぼんやりする」,「14. やる気がとぼしい」,「17. 全身がだるい」,「23. 腰がいたい」などの項目に有意差が見られたことから,月経周期の影響を受けたものと考えられる.「Ⅰ群：ねむけ感」や「Ⅳ群：だるさ感」は，いわゆる月経随伴症状と同様に水分貯留や卵巣ホルモン失調などの影響が出ていると考えられる[4), 5)].

５．まとめ

今回は,被験者の行動については特に規制はしていないため,両者を一概に比較するには困難な面もあるが自覚症しらべを使用して疲労感を測定する場合,月経周期が少なからず影響することを考慮に入れて評価することが必要と考える.

参考文献

1)矢嶋聰他,「NEW 産婦人科学（改訂第 2 版)」,（株）南江堂，2004

2)堤有子他,「性周期に関連した愁訴および性ステロイドホルモンの変動が精神作業に及ぼす影響とその個人差」,日本生理人類学会誌　Vol.32, No.4，131-142，2004

3)関愼二他,「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

4)松本清一,「PMS 研究 - 月経・こころ・からだ - 」,（株）南江堂，1995

5)丸本百合子,「PMS（月経前症候群）とうまくつきあう」,（株）保健同人社，2008

振動検知センサによる心拍及び体動の検出方法

○大平哲也，今村綾子，藤岡英二，井上慎介，岩見秀人，渥美貴文（アイシン精機（株））

Heart rate and body movement detection method with vibration sensor.

Tetsuya Ohira, Ayako Imamura, Eiji Fujioka, Shinsuke Inoue, Hideto Iwami, and Takafumi Atsumi(Aisin Seiki Co., LTD)

1．はじめに

日本人の多くが睡眠についての悩みを抱えているといわれており、このような現状に貢献すべく弊社では上質な眠りの提供を目指したSFF（Super Flex Fit）マットレスなどの寝具開発に取り組んでいる[1)]。寝具開発の際には眠りを評価する必要があるが、睡眠を阻害しない非拘束計測を実現する為、振動検知センサから心拍や体動を検出し、睡眠状態を把握するシステムの開発を進めている[2)3)]。

センサから得られる信号は使用者の体格等により振幅が大きくばらつく為、これに如何に対処するかが開発の鍵となる。対処法として、状況に応じて逐次パラメータを更新する方法が提案されてきた[4)]。しかしながら、機器への実装を考慮した際、演算負荷の面で不利であることに加え、精度の面でもパラメータ更新が体動検出に悪影響を及ぼすことが問題となっていた。

本稿では、体動検出に悪影響を与えない簡易な方法として、Auto Gain Control(以下AGC)を用いて入力端で振幅ばらつきを吸収する手法を考案し、睡眠時のデータを用いて性能評価を行ったのでその結果について報告する。

2．AGCによる信号振幅の正規化

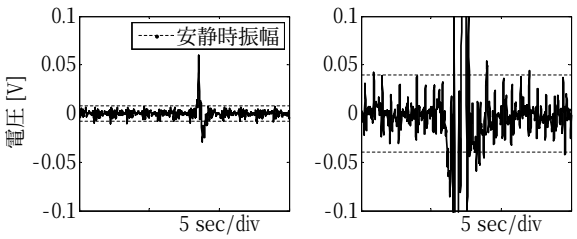
AGCとは入力信号の大きさに応じて増幅率を変えることで、出力を一定に保つ回路のことである。本稿で提案する方法においては(1)式で入力信号の大きさを評価するものとする。

$$y[k] = e^{-\frac{H}{T}} y[k-1] + \frac{H}{T} |u[k]| \quad \cdots(1)$$

ここで、u は時系列信号の入力値、y は振幅レベル、H はシステム動作周期[sec]、Tは評価区間[sec]である。(1)式に基づいた時定数の異なる2つの評価、すなわち瞬時評価と長時間評価を行い、値の小さい方で元の信号を除することで振幅の正規化を実現する。長時間評価値は過去数分間、瞬時評価値は過去数秒間における信号の出力レベルの平均を意味し、体動発生時のような突発的な変化を生じる状況において、信号の過圧縮を防ぐ為に並列に計算される。つまり、安静時は瞬時評価値が体動発生時は長時間評価値が採用されることとなる。

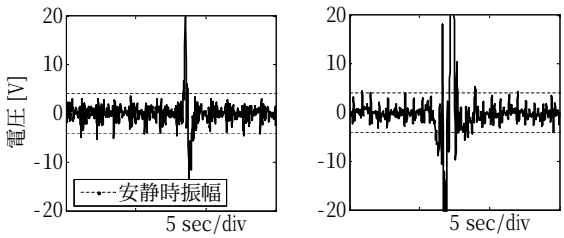
従来法では制御周期毎に包絡線頂点か否かの判断と、過去数回分の波高値を記憶するメモリ領域が必要であった。それに対し提案法では2つの単純な一次の漸化式、つまり合計2つのメモリで実装可能であり演算負荷の低減が期待できる。

図1(a)、(b)は、別々の被験者から得られた生体振動であり、安静状態から体動を生じ、再び安静状態に戻るといった状況を計測したものである。図中、点線が心拍振動からなる安静時の振幅であり、体動発生時にはこれを超え周囲より大きい振動となる。このように、被験者の体格や寝姿勢などにより、安静時の振幅レベルは大きく異なり、心拍と体動の切り分けを困難にしている。一方、図2は、同一データに対し、AGCを作用させた際の出力である。振幅の大きさが正規化され安静時の振幅レベルが揃えられているのが分かる。



(a)振幅小　　(b)振幅大

図1 センサ取得信号



(a)振幅小　　(b)振幅大

図2. AGC作用後信号

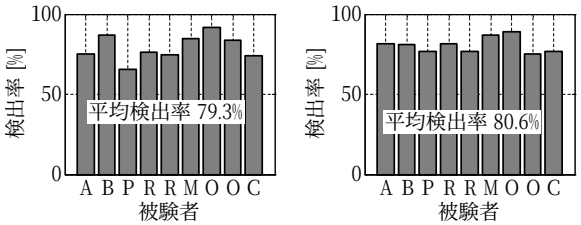
3．結果

AGCをシステム入力端に導入した際の性能について、男性のべ7名、女性2名合計9名の被験者から振動検知センサで採取した睡眠時のデータを用いて、演算負荷、検出精度の両面から評価を行った。

演算負荷については、ばらつき吸収に関わる計算時間で評価すると、従来法を1とした場合、提案法では、0.02まで低下することが確認できた。

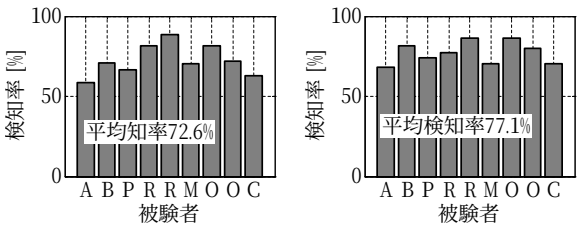
一方、精度について比較した結果を図3(心拍検出)、図4(体動検出)に示す。それぞれ(a)従来法と(b)提案法について被験者別に検出精度を表している。心拍平均検出率は、従来法79.3%、提案法80.6%と目立った性能向上は認められないが、体動検出性能において、従来法で平均検知率72.6%に対し、提案法を適用することで77.1%と、4.5%精度が向上することが確認できる。

以上、演算負荷と心拍・体動検出精度について、それぞれの手法の性能を表1にまとめる。



(a)従来法　　(b)AGC:提案法

図3.心拍検出性能の比較



(a)従来法　　(b)AGC:提案法

図4.体動検知性能の比較

表1. 従来法と提案法の性能比較

	従来法	提案法(AGC)
演算負荷	1	0.02
心拍検出精度	79.3 %	80.6 %
体動検知精度	72.6 %	77.1 %

4．考察

複雑な計算を必要とした従来法に比べ、AGCでは、簡易な1次の漸化式で構成される為、計算負荷が低減したものと考えられる。また、2つの評価を用いることで、体動発生時には状況の変化への反応が遅い長時間評価値が採用され、元の信号を過度に圧縮しない方向に働いた結果、体動の検知性能を向上させたものと考えられる。

5．まとめ

被験者の体格や寝姿勢などといった条件により得られる信号の振幅がばらつく問題に対し、AGCを用いて入力端で振幅のばらつきを正規化させる方法を提案し、睡眠時のデータを用いてその性能を検証した。

同方法は入力信号の振幅を評価し、そのレベルに応じて増幅ゲインを変える手法であり、これにより振幅レベルが正規化される。AGCを用いることで、従来法と比較し演算付加を低減させるとともに心拍検出性能を維持したまま、体動検知性能を向上させることを示した。

参考文献

1) 上西園武良、山田浩、角谷明子「ベッドにおける寝返り性の研究（マットレス素材による生体負荷の差異）」日本機械学会東海支部総会論文集、pp.195-196、2005
2) 藤岡英二、小暮俊介、田中裕幸、大平哲也、今村綾子、米田悦久、井上慎介「SFF マットレスに設置した振動検知センサによる睡眠状態判定」、日本睡眠学会第 35 回定期学術集会抄録集、pp.177、2010
3) S.Uchida, T.Endo, K.Suenaga, H.Iwami, S.Inoue, E.Fujioka, A.Imamura, T.Atsumi, Y.Inagaki and A.Kamei:Sleep evaluation by a newly developed PVDF sensor non-contact sheet: a comparison with standard polysomnography and wrist actigraphy, Sleep and Biological Rhythms, 9, pp.178–187, 2011
4) 今村綾子、大平哲也、藤岡英二、井上慎介、岩見秀人「振動検知センサによる生体情報検出ロジック」、人間工学会東海支部 2010 年研究大会論文集、pp.64-65、2010

暑熱環境下活動時の鼓膜温上昇に及ぼす頸部冷却の効果について①
ー保冷剤バンダナについての検討ー

○若林春香、林佐知子、奥村みなみ、渡邊友梨絵、小笠原進哉（三重県立看護大学・学生）
大西範和（三重県立看護大学）

Effect of neck cooling on increase in tympanic temperature during exercise in hot environment
- Evaluation of cooling effect of refrigerant with bandanna-

Haruka Wakabayashi, Sachiko Hayashi, Minami Okumura, Yurie Watanabe, Shinya Ogasawara and Norikazu Ohnishi (Mie Prefectural College of Nursing)

１．はじめに

熱中症による救急搬送者数は、記録的な猛暑であった平成22 年が平成20年の約2倍、平成21年の約4倍発生しており、近年増加傾向にある。

今年は、災害による影響から節電することが求められ、電気を使用しない冷却グッズへの関心が高まっている。その中には、保冷剤をバンダナに包んで装着する製品（以下、保冷剤バンダナ）があり、これが暑熱環境下で行う作業や運動時の体温上昇を抑制することに有効であれば、作業効率を改善するとともに、熱中症予防に繋がる可能性もある。

熱中症の応急処置では、風を送ることや大きな動脈を氷などで冷やすことが効果的といわれており、特に頸動脈上の皮膚部位を冷やすことが勧められている。これは、熱中症の中で最も重篤な病型である熱射病が、過度の体温上昇による脳の機能障害に起因することを考慮している。このことは、熱中症の予防においても、選択的にでも脳を冷却することが重要であることを示唆する。保冷剤バンダナは、頸部を冷却することで脳を還流する血液の温度を低下させると考えられ、暑熱環境下における作業や運動時の脳温上昇を抑制する可能性がある。

深部体温の指標には、直腸温や食道温が用いられることが多いが、鼓膜温は脳温を反映するといわれ、熱中症予防のために脳温の上昇を抑制するという観点からは、鼓膜温を指標とすることが望ましい。

そこで本研究では、運動時に保冷剤バンダナを用いて頸部の冷却を行い、脳温の上昇を抑制する効果があるか否かについて、鼓膜温を指標として検討をすることを目的とした。

２．方法

被験者は、本研究に同意の得られた21～22歳の健康な成人男性1名および女性6名とした。実験は、室温32℃、相対湿度60％に設定した人工気候室（ESPEC株式会社）内で半袖Tシャツおよびハーフパンツを着用して行った。この環境条件は、WBGT（Wet-bulb globe temperature, 湿球黒球温度）29℃に相当し、これは、日本生気象学会が提唱している「日常生活における熱中症予防指針」及び日本体育協会が提唱している「熱中症予防の為の運動指針」において、いずれも「厳重警戒」に相当するレベルであった。

被験者は、人工気候室内で自転車エルゴメータを用いて6分間のウォーミングアップを行った後、30分間座位による安静を保ち、その間に必要なプローブ類を装着した。さらに、15分間安静を保った後、心拍数が120拍/分に相当する運動強度で30分間の自転車運動（AEROBIKE 75XL computronic, Combi）を行った。運動後、さらに20分間の座位安静を維持した（図1）。実験中、左右の鼓膜温、5か所の皮膚温、心拍数、指尖及び上腕の皮膚血流量を連続記録した。また、全身温冷感、温熱的快適感及び主観的運動強度を5分毎に記録した。保冷剤バンダナによる冷却（図2）は、運動10分前から運動終了時までとし、冷却を行わない場合

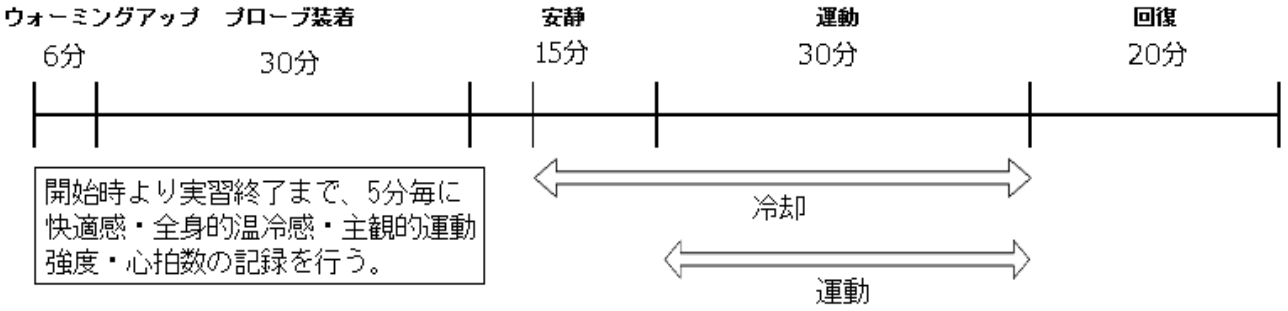


図1　実　験　手　順

のデータと比較した。

鼓膜温は慈大式鼓膜温用サーミスタ温度計（センサテクニカ）を用いて測定した。皮膚温は、サーミスタ温度計（センサテクニカ）を用いて、右側の前胸部、上腕部、大腿部、下腿部及び後頭部（冷却部位）で測定した。皮膚血流量はレーザードップラー組織血流計（ALF-21, Advance）を用いて指尖及び上腕部で測定した。心拍数はテレメーター式心電計（WEP-3202, 日本光電）を用いて記録した心電図より求めた。全身的温冷感は-5「寒い」から+5「非常に暑い」までの11段階（労研三浦ら, 1960）、温熱的快適感は-4「非常に苦しい」から3「非常に快適」までの8段階（労研三浦ら, 1960）、主観的運動強度は6「最高に楽である」から20「最高にきつい」までの15段階（Borg, 1982）のスケールを用いて評価した。

3．結果

鼓膜温は、運動中上昇したが、保冷剤バンダナによる頸部冷却を行うことで、その程度は小さくなる傾向にあった（図3、4）。左右の鼓膜温には個人により若干異なる例も認められたが、変化の方向や程度には差は認められなかった。全身的温冷感及び温熱的快適感は、申告値にかなりの個人差が認められた。全身的温冷感は、保冷剤バンダナによる冷却が行われている間、冷却を行わない場合に比べ、評価が「涼しい」へ傾く傾向があった。一方、冷却なしの場合、運動終了直後に「涼しい」に傾く例が認められた（図5）。

4．考察

冷却がない条件に比べて、保冷剤バンダナを付けた場合には、個人差は大きかったものの、温冷感や快適感が改善する傾向にあった。また、鼓膜温の上昇も抑えられたことから、脳についても、温度の上昇が抑えられた可能性があり、暑熱環境下における作業・運動の効率改善や熱中症の予防に一定の効果があるものと推察された。

5．まとめ

本研究で行った保冷剤バンダナによる頸部の冷却は、鼓膜温の上昇を抑制する傾向にあった。また、全身的温冷感の評価が“涼しい”に傾く傾向にあり、暑熱環境下における作業・運動の効率の改善や熱中症の予防に一定の効果があるものと推察された。しかし、結果には個人差が認められたため、今後さらに追究する必要があると考えられる。

図2　保冷剤バンダナによる冷却の様子

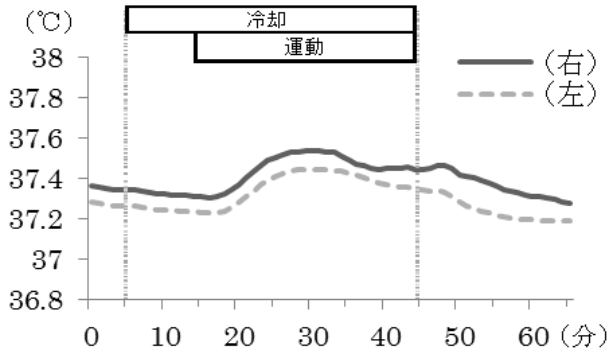


図3　鼓膜温度の変化（冷却なし）

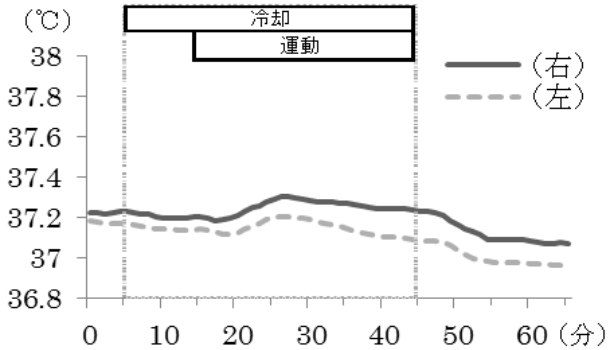


図4　鼓膜温度の変化（保冷剤バンダナ）

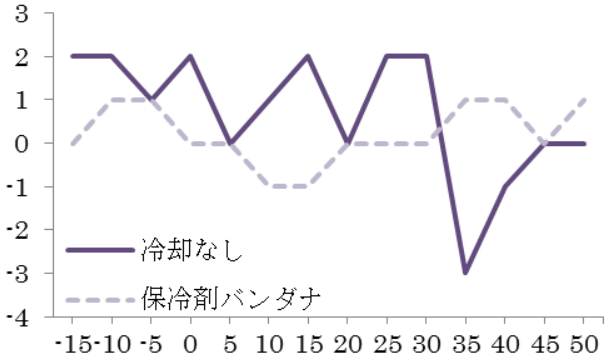


図5　全身的温冷感の変化

暑熱環境下活動時の鼓膜温上昇に及ぼす頸部冷却の効果について②
ーひんやりタオルについての検討ー

○林佐知子、若林春香、奥村みなみ、渡邊友梨絵、小笠原進哉（三重県立看護大学・学生）、
大西範和（三重県立看護大学）

Effect of neck cooling on increase in tympanic temperature during exercise in hot environment
- Evaluation of cooling effect of “cooling towel” -

Sachiko Hayashi, Haruka Wakabayashi, Minami Okumura, Yurie Watanabe, Shinya Ogasawara, and Norikazu Ohnishi (Mie Prefectural College of Nursing)

１．はじめに

最高気温が30℃を超えると、熱中症の発生が増加するといわれている。平成23年8月の全国における熱中症の搬送者数は17,566人であり、平成21年8月の搬送者数6,495人の2.70倍となっている。今年は、災害の影響から節電が叫ばれており、エアコンの設定温度を上げた環境下で作業や運動が行われる状況にあったといわれる。

このような状況下で、今年は熱中症予防グッズが注目され、吸水性及び蒸散性に優れ、熱放散を促進するよう考案されたタオルやマフラー(以後、ひんやりタオルと称する)が流行した。ひんやりタオルはとても軽く、装着が楽であることや、両腕が自由になることなどから作業中に邪魔にならない。また、水を含ませるだけで使用できるため、手軽で低コストであることなどが利点として挙げられる。

熱中症の応急処置では扇ぐことや大きな頸動脈を氷などで冷やすことが効果的と言われており、特に大きい頸動脈の上を冷やすことが勧められている。これは過度の体温上昇により、脳の機能が障害され、体温調節能力が低下し、熱中症の中で最も重篤な病型である熱射病に進行することが関係する。このことは、脳温を選択的にでも冷却することが熱中症予防に重要であることを示唆する。

鼓膜温は脳温を反映するといわれ、直腸温や食道温などの深部体温指標より発汗や皮膚血管反応などの体温調節反応との相関も高いといわれ、脳が選択的に冷却されているかどうかを観察する指標として適していると考えられる。

そこで本研究では、運動時にひんやりタオルを使用した際の鼓膜温の変動を観察することにより、ひんやりタオルの着用が脳温の上昇を抑制する効果があるか否かについて検討することを目的とした。

２．方法

被験者は、本研究に同意の得られた21～22歳の健康な成人男性1名及び成人女性6名とした。実験は、温・湿度の設定が可能な人工気候室（ESPEC株式会社）を用いて室温32℃、湿度60％、WBGT（Wet-bulb Globe Temperature：湿球黒球温度）29℃の環境条件下で実施した。

被験者は、半袖シャツと半ズボンを着用し、人工気候室内で自転車（AEROBIKE 75XL, Combi）を用いて、6分間のウォーミングアップ(この際に心拍数約120拍/分の運動強度設定を行う)を実施した後、30分間座位による安静を保ち、その間に必要なプローブ類を装着した。さらに、15分間安静を保った後、心拍数が120拍/分に相当する運動強度で30分間の自転車運動を行った。運動後、20分間のさらに座位安静を維持した(図1)。実験中左右の鼓膜温、5か所の皮膚温、心拍数、指尖および上腕の皮膚血流量を連続的に記録した。また、全身温冷感、温熱的快適感および主観的運動強度を座位安静時より実験終了時まで5分毎に記録した。ひんやりタオルによる冷却(図2)は運動10分前から運動終了時までとし、冷却を行わない場合とのデータを比較した。

図2　ひんやりタオルによる冷却の様子

皮膚温は、サーミスタ温度計(センサテクニカ)で、右側の前胸部、上腕部、大腿部、下腿部、および後頭部（冷却部位）を測定した。深部体温は慈大式鼓膜温用サーミスタ温度計(センサテクニカ)を用いて左右鼓膜温を測定した。皮膚血流量はレーザードップラー組織血流計（ALF-21, Advance）を用いて測定した。心拍数はテレメーター式心電計（日本光電）を用いて記録した心電図より求めた。

全身的温冷感の評価は、三浦らの-5（寒い）から+5（非常に暑い）の11段階の尺度を使用した。温熱的快適感の評価は、三浦らの-4（非常に苦しい）から3（非常に快適）の8段階の尺度を使用した。主観的運動強度の評価は、Borgの6（非常に楽である）から20（非常にきつい）の15段階の尺度を使用し5分毎に記録した。

３．結果

全身的温冷感や温熱的快適感については個人差が大きかった。運動開始時には、ひんやりタオルで冷却した場合、冷却なしと比べ、全身的温冷感については「涼しい」と申告する傾向にあったが、運動後半では差がなくなった(図3)。温熱的快適感は、運動開始前ではひんやりタオル冷却において冷却なしに比べて、「快適」と申告する傾向が認められたが、運動開始以後は「不快」と申告する方向に転じる傾向にあった(図4)。運動後は、冷却なしにおいて全身的温冷感で「涼しい」、温熱的快適感で「快適」であると申告する例が認められた。

鼓膜温は、ひんやりタオル冷却において、冷却なしよりも上昇が緩やかとなる傾向にあった(図5、6)。左右の鼓膜温は個人により若干異なる例も認められたが変化の方向や程度は差がなかった。

４．考察

本研究で用いた温湿度条件や運動強度において、ひんやりタオルで生じる熱放散量は体温上昇を十分に抑制するに至らなかったと考えられる。よりマイルドな暑熱環境下においては、鼓膜温の上昇が若干抑えられることと、感覚的な温冷感や快適感の改善と相まって、運動時の体温上昇に伴うストレスが軽減される可能性があると示唆された。

５．まとめ

本研究では、運動開始時には、ひんやりタオルの冷却効果が認められたが、運動中や運動終了後にはその傾向は認められず、その効果は限定的であったと考えられる。鼓膜温の上昇が若干抑えられたことから、マイルドな暑熱環境下であれば感覚的な改善と相まって、運動時の体温上昇に伴うストレスは軽減される可能性があるものと示唆された。

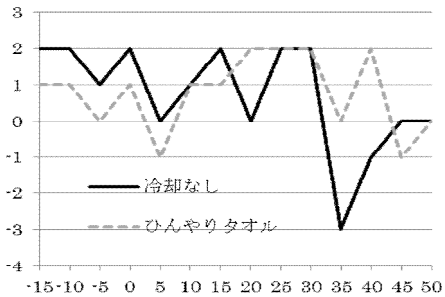


図３　温冷感の変化

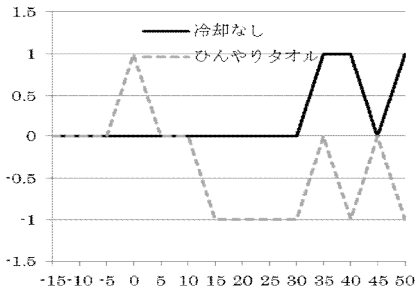


図４　快適感の変化

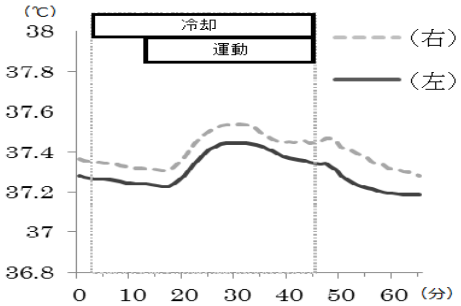


図５　鼓膜温の変化　冷却なし

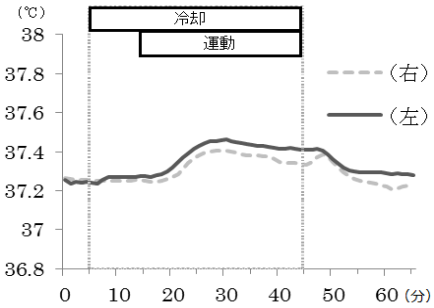


図６　鼓膜温の変化　ひんやりタオル冷却

緩徐な環境温変化に対する身体の温度感受性について①
ー 女性における個人差についての検討 ー

〇渡邊友梨絵、奥村みなみ、林佐知子、若林春香、小笠原進哉（三重県立看護大学・学生）
大西範和（三重県立看護大学）

Thermal sensitivity of human body to gradual change in environmental temperature
- Investigation of individual differences in thermal sensitivity of adult female -

Yurie Watanabe, Minami Okumura, Sachiko Hayashi, Haruka Wakabayashi, Shinya Ogasawara and Norikazu Ohnishi(Mie Prefectural College of Nursing)

１．はじめに

オフィスなど複数の人で共有する室内を、すべての人が快適と感じる温度に調節することは難しい。夏季の冷房については、最近はクールビズの普及や節電の影響で緩和されているとはいえ、女性の中には「冷え性」の症状を持ち、わずかな低温暴露によっても苦痛を感じるケースもあるなど、快適と感じる温度には、個人差が大きいと考えられる。「冷え性」については、低温暴露に対する感受性が亢進しているといわれ、これが快適性に強く影響していると考えられる。

人の体温調節は、視床下部の温度感受性ニューロンや皮膚の温度受容器からの温度情報などをもとに、視床下部にある体温調節中枢で行われる。温度情報は中枢の方が重要であるが、皮膚の温度情報には、外界の熱の強さを検出し、早期に体温調節反応を誘起する意義がある。皮膚温変化に対する感受性が高まることは、中枢温の変動を小さくとどめることに貢献する可能性もある。松波ら[1]は、緩徐な環境温の低下に対する体温、皮膚血流量や主観的温度感覚の推移を観察し、女性の低温暴露に対する感受性にかなりの個人差があることを認めた。

女性の深部体温は、月経周期により変動するが、これは体温調節中枢の設定温度（set point）がシフトすることに起因するといわれている。女性が快適と感じる温度には、月経周期による体温や温度感受性の違いが影響している可能性がある。これらの様相を調べることは、職場での空調管理や着衣の工夫などを行うための基礎的知見を得るという見地から意義は深いと考えられる。

そこで本研究では、女性を被験者として、黄体期と卵胞期において緩やかな低温暴露を行い、それに伴う体温、皮膚血流量や主観的温度感覚などの変化を比較することにより、女性の温度感受性に対する月経周期の影響について調べることを目的とした。

２．方法

（１）対象

被験者は、健康な若年成人女性10名（平均年齢21.4歳）であり、自己申告により暑がりとした者が3名、寒がりとした者が4名、暑がりでも寒がりでもなく普通とした者が3名であった。そのうち、冷え症の自覚があると申告した者は7名であったが、永島ら[2]のスケールを用いた評価で、冷え症に該当する者は1名であった。

（２）実験手順

実験は、室温30℃、相対湿度40%の環境条件に設定した人工気候室（エスペック株式会社）内で実施した。被験者はＴシャツおよび短パンを着用し、人工気候室内で約30分間安静を維持し、その間に必要なセンサー類などを装着した。さらに約15分間安静を維持した後、室温を20分間で30℃から24℃まで連続的に低下させ、続いて20分間で24℃から30℃へ連続的に上昇させ、その後20分間30℃に維持した。実験中鼓膜温、皮膚温、皮膚血流量を連続的に測定するとともに、主観的温冷感と温熱的快適感について5分おきにアンケート用紙に記入させた。

（３）測定方法

体温はサーミスタ体温計（センサテクニカ）を用いて測定した。皮膚温は、左側の前胸、上腕、大腿、下腿、指尖及び足趾（いずれも示指指掌部）の皮膚部位で、鼓膜温は慈大式鼓膜温用サーミスタ温度計（センサテクニカ）を用いて連続的に測定した。レーザードップラー組織血流計（ALF-21, Advance）を用いて左側の指尖及び足趾（いずれも中指指掌部）の皮膚血流量を連続的に測定した。また、Gagge らのカテゴリースケール[3]により、主観的温冷感は 1「寒い」から 7「暑い」までの 7 段階、温熱的快適感は 1「快適」から 4「非常に不快」までの 4 段階のスケールで評価した。

実験の開始に先立って、被験者には自身の冷え

症の有無などの温度感覚についてアンケートを行うとともに、永島らのスケールを用いて冷え性に該当するかどうかについて評価した。また被験者には基礎体温を測定してもらい、月経中と排卵日を除く低温期（卵胞期）と高温期（黄体期）で各1回ずつ実験を行った。

３．結果

鼓膜温は、室温低下開始前には高温期において高値を示した。室温低下及び上昇に伴い、鼓膜温は低下・上昇したが、高温期と低温期の差は維持された（図１）。個々の被験者の鼓膜温については、室温の低下に伴い全例で下降したが、下降の程度には個人差が大きかった。室温が上昇に転じた後、鼓膜温が上昇を開始する潜時や上昇の程度は多様であり、低下を続けるケースも認められた。

皮膚血流量は、室温の低下・上昇に伴って増減したが、その程度は指尖よりも足趾において顕著であった。指尖及び足趾の皮膚温は、皮膚血流量の変化と平行する傾向にあった。これらの変動には個人による差がかなり認められ、指尖や足趾の皮膚血流量や皮膚温の変化が大きい被験者においては、鼓膜温の変化が小さい傾向にあった。

室温の低下に対して、主観的温冷感は「寒い」側に推移する傾向にあったが、室温が上昇に転じた際にはその変化は多様であった。冷え症の自覚の有無や月経周期に関連する傾向は不明確であった。

４．考察

鼓膜温が高温期と低温期で差異を生じていることは、快適と感じる温度が両期で異なることを示しており、室内の空調の設定にこれが影響を及ぼしている可能性はある。一方、主観的温冷感や温熱的快適感には個人差が大きく、主観的な温度感受性について両期で違いが有るか否かについては不明確であった。鼓膜温の変化には個人差が認められ、これには皮膚血流量の違いが関係することが示唆された。

松波ら[1)]は緩やかな低温暴露が温度感受性の個人差を調べることに適していると報告している。本研究では同様の低温暴露方法を用いて月経周期の影響などについて検討しようとしたが、個人差が大きく、明確となっていない。今後、例数を増やし、条件設定などを工夫してさらに追求していく必要があるものと考えられた。

５．まとめ

本研究では、女性を被験者として、黄体期と卵胞期において緩やかな低温暴露を行い、体温、皮膚血流量、主観的感覚などを比較した。鼓膜温は、高温期において高値を示し、そのこと自体が室温の快適性に影響する可能性が示唆された。一方、室温変化に対する温度感受性については個人差が大きく一定の傾向を認めなかった。今後、例数を増やし、条件設定などを工夫してさらに追求していく必要があるものと考えられた。

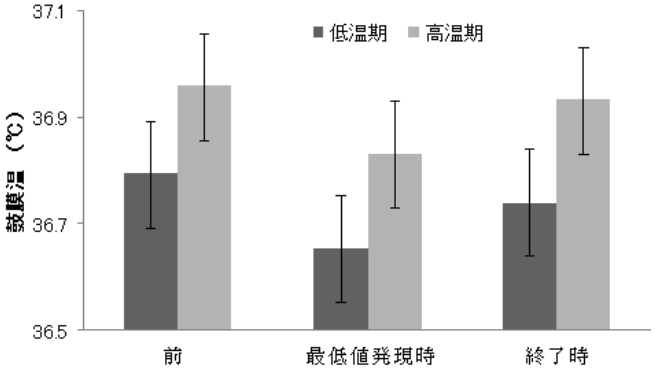


図１　室温低下開始前、最低値発現時、実験終了時の鼓膜温の平均値及び標準偏差

参考文献

1)松波昇子他、「身体の温度感受性に関する基礎的研究 －成人女性について－」日本人間工学会東海支部 2010 年研究大会　論文集　22-23

2)Nagashima, K. et. al. :Thermal regulation and comfort during a mild-cold exposure in young Japanese women complaining of unusual coldness

3)Gagge A. P. et. al. :Thermal comfort : skin temperature and physiological thermoregulation. In Physiological and Behavioral Temperature Regulation 542(4), 856-873, 1970

緩徐な環境温変化に対する身体の温度感受性について②
ー 男女差についての検討 ー

〇奥村みなみ、渡邊友梨絵、林佐知子、若林春香、小笠原進哉（三重県立看護大学・学生）
大西範和（三重県立看護大学）

Thermal sensitivity of human body to gradual change in environmental temperature
- Investigation of differences in thermal sensitivity between men and women -

Minami Okumura, Yurie Watanabe, Sachiko Hayashi, Haruka Wakabayashi and Shinya Ogasawara
Norikazu Ohnishi (Mie Prefectural College of Nursing)

１．はじめに

多くの職場では、男女が同じ空調環境の下で働いているが、服装や仕事内容の違いで、快適と感じる環境が男女でかなり異なっている。特に、女性で負担が大きいといわれ、問題となっている。

室温の快適性には、着衣の断熱性や皮下脂肪厚、身体活動量、貯熱量などの身体の熱の授受（体熱バランス）に関わる条件の違いが関係している。この体熱バランス上の違いから生じる男女差については、着衣などの個別的な工夫により、かなり補正する余地がある。一方で、女性においては「冷え性」に象徴されるように、僅かな低温暴露により苦痛を感じるケースもあり、温度感受性に個人差が大きい。

皮膚から体温調節中枢に伝えられる温度情報には、外界の温度変化を検知し、早期に体温調節反応を誘起して、中枢の温度変化を防ぐ意義があり、その感受性は深部体温の恒常性維持に深く関わっていると考えられる。この温度感受性やその男女差については不明な点も多く、その評価や応用には未だ至っていない。

松波ら[1]は、緩徐な環境温の低下に対する体温、皮膚血流量や主観的感覚の推移を観察することが、女性の低温暴露に対する感受性を調べることに適した方法であることを認めた。

そこで、本研究では被験者の環境温の緩徐な低下に対する、体温の変動、皮膚血管反応や主観的感覚、快適感の推移を観察することにより、男女の温度感受性、特に静的応答での差について調べることを目的とした。

２．方法

(1)対象

被験者は、健康な若年成人女性５名、男性５名（平均年齢約21.5歳）であった。

(2)実験手順

実験は、室温30℃相対室温40％の環境条件に設定した人工気候室（エスペック株式会社）内で実施した。被験者は、半袖Tシャツ及びハーフパンツを着用し、人工気候室内で約30分間安静を維持し、その間に必要なセンサー類などを装着した。さらに約15分間安静状態を維持した後、室温を20分間で30℃から24℃まで連続的に低下させ、続いて20分間で24℃から30℃へ連続的に上昇させ、その後20分間で30℃に維持した。実験中、体温、皮膚血流量を連続的に測定するとともに主観的な温冷感や温熱的快適感について5分おきに筆記で申告させた。

(3)測定方法

体温はサーミスタ温度計（センサテクニカ）を用いて測定した。皮膚温は左側の前胸、上腕、大腿、下腿、指尖及び足趾（いずれも示指指掌部）において、鼓膜温は慈大式鼓膜温用サーミスタ温度計（センサテクニカ）を用いて連続的に測定した。 レーザードップラー組織血流計（ALF-21、Advance）を用いて、左側の指尖及び足趾（いずれも中指指掌部）より皮膚血流量を連続的に測定した。また、Gaggeら[2]のカテゴリースケールにより、全身と局所（手・足）の主観的温冷感は、1「寒い」から7「暑い」までの7段階、温熱的快適感は、1「快適」から4「非常に不快」までの4段階のスケールで評価した。

３．結果

皮膚血流量は、男女ともに室温の変化に応じて減少・増加したが、特に足趾において変化の程度が大きかった。また個人により、その変化の潜時や大きさに差が認められた。

前胸、上腕、大腿及び下腿の皮膚温は、室温の変化に伴って下降・上昇した。指尖、足趾の皮膚温は、他の部位とは若干異なる変化を示し、皮膚血流と平行する傾向が男女ともにみられた。

鼓膜温は、室温の低下に伴って全例で低下した。その後室温の上昇の際には、鼓膜温が上昇に転じた例、下がり続けた例などが観察され、変化は多

様であった。

主観的温冷感、温熱的快適感については、男女とも個人差が大きかったものの、女性では室温の変化に伴う変動が大きく、男性では小さい傾向が認められた。

4．考察

本研究では、環境温を20分間で6℃低下させた際に、全例で鼓膜温が低下を示したが、変化の仕方は多様であり、個人差が大きかった。これには皮膚血管反応の大小との関連が認められ、皮膚血流量の違いが熱放散量に差を生じたことが影響したものと考えられる。

主観的温冷感、温熱的快適感については、女性で環境温の変化に伴う変動が大きい傾向にあったことから、男性に比べ温度感受性が高い可能性が考えられた。しかし、女性に比べ男性では筋量が多く、代謝量が高いことにより、熱産生量が大きいことなども関係していると考えられ、今後さらに追及していく必要があると考えられた。

5．まとめ

本研究では、男女各5名を被験者として、緩徐に低下する室温に対する体温、皮膚血流量や主観的温冷感、温熱的快適感を調べた。鼓膜温、皮膚血流量や皮膚温は、室温の変化に平行する傾向が認められた。鼓膜温の変化に個人差が大きかったがこれには皮膚血流量の違いが関係していると推測された。主観的温冷感、温熱的快適感について、女性で変動幅が大きく、感受性が高い可能性が示されたが、熱産生量の違いなども関係すると考えられ、今後の検討課題である。

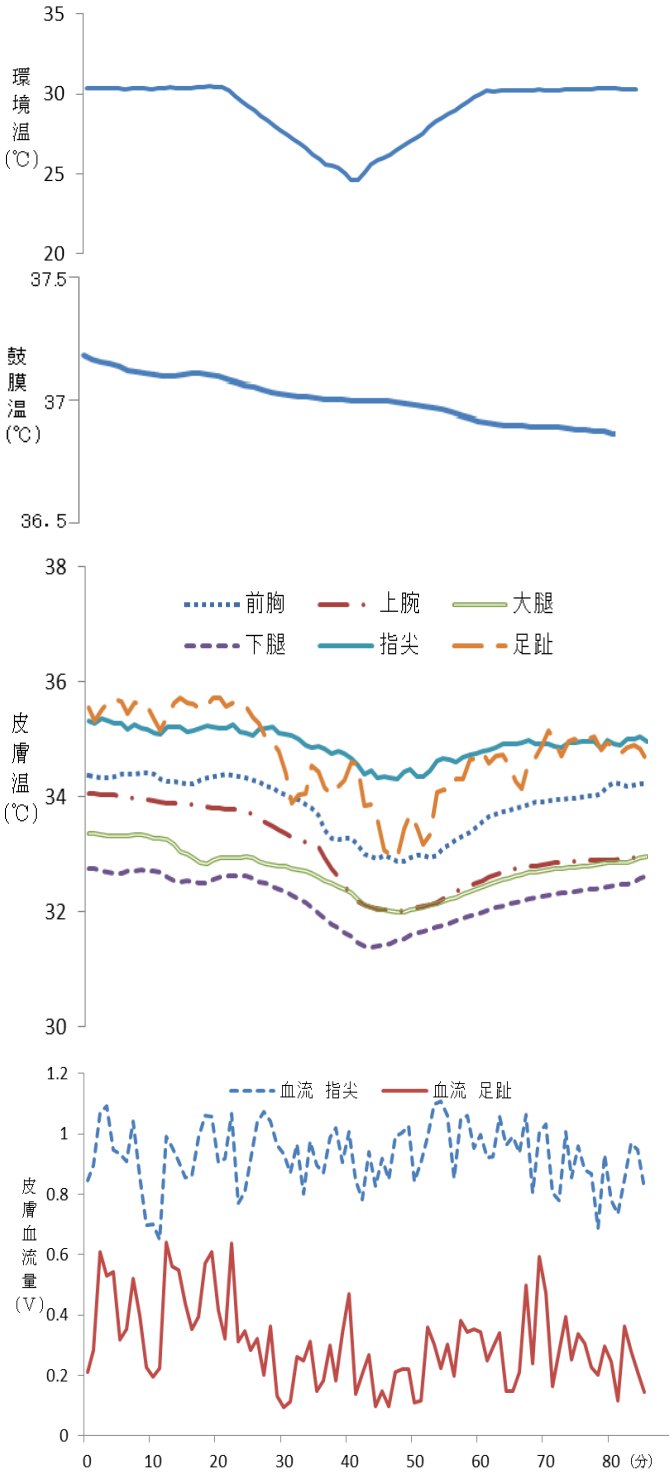


図1．実験結果の一例

参考文献

1)松波昇子他、「身体の温度感受性に関する基礎的研究-成人女性について-」日本人間工学会東海支部　2010年研究大会　論文集　pp. 22-23

2)Gagge A. P. et. al. :Thermal comfort : skin temperature and physiological thermoregulation . In Physiological and Behavioral Temperature Regulation 542(4) , 856-873, 1970

3A1

多人数の3次元把持体データを用いた把持傾向分析に関する一考察
ー 把持体形状設計のための指針構築を目指して ー

○高橋和良（三重大学大学院・院生,(株)バンザイ・ファクトリー),
平田知也（三重大学大学院・院生), 川中普晴（三重大学),
山本晧二（鈴鹿医療科学大学), 高瀬治彦, 鶴岡信治（三重大学）

A Study on Basically Trend Analysis of Gripping Using 3D Polygon Data
- For Construction of Designing Guideline for Grippers -

Kazuyoshi Takahashi (Mie University, Banzai Factory Inc.), Tomoya Hirata (Mie University), Hiroharu Kawanaka (Mie University), Koji Yamamoto (Suzuka University of Medical Science), Haruhiko Takase (Mie University) and Shinji Tsuruoka (Mie University)

１．はじめに

近年,ユーザビリティに関する研究や製品開発が盛んに行われている．例えば,(株)バンザイ・ファクトリーでは,各ユーザの手の握り型を彫り上げたオーダーメード型のコップ（我杯）を製造している[1][2]．特に，我杯は各ユーザの握り型をコップに彫り込むため,把持力の低下した高齢者や脳梗塞等の疾患によって手が不自由となってしまったユーザにとっては,非常に使いやすいものとなっている．実際，多くのユーザから高い評価を受けるとともに,「我杯は究極のユニバーサルデザインの製品ではないか」という声が寄せられている．

ユニバーサルデザインとは，年齢，性別や障害の有無に関わらず利用することができるような製品を設計（デザイン）することであり，1980年代にRonald L. Maceによってそのコンセプト(7原則）が提唱された[3]．現在，多くの製品の製造や設計において,ユニバーサルデザインのコンセプトが採用されている．しかしながら，Maceによって提唱された原則は

① 公平な利用
② 利用における柔軟性
③ 単純で直感的な利用
④ 認知できる情報
⑤ 失敗に対する寛大さ
⑥ 少ない身体的な努力
⑦ 接近や利用のためのサイズと空間

の7原則であり，全ての原則が直感的あるいは感覚的な表現により規定されている．コップに対してユニバーサルデザインの原則を適用するには上述の⑥と⑦が特に重要であると考えられるが,それらに対する数値的な指針やその算出方法,基準値については,十分な研究が進んでいないのが現状である．

そこで本研究では,我杯の製造過程により得られた把持体の形状を分析することにより,把持体の形状設計における「ユニバーサルデザインの原則に基づいた数値的指針」の構築を目的とする．ここでは研究の第一段階として,蓄積された我杯の把持体形状を3次元計測した後，画像処理を用いて把持に関する特徴量を抽出し,得られた特徴量の傾向について調査・検討した．

２．方法

2.1 握り型の象りと3次元計測

本研究では,図1(a)に示すようなバーベル状のコップに化学粘土とオイル,水等を混合した特殊な印象剤を巻き付けたものを象りに用いる（図1(b)）．ユーザは，この印象剤を強く握ることにより，最も握りやすい形状（本稿では把持体と呼ぶ）を象ることができる（図1(c)）．採取された把持体は，図1(d)のような3次元レーザスキャナ（空間分解能 0.2mm）を用いて3次元ポリゴンデータ化される（図1(e)）．スキャンされた把持体データは約150,000ポリゴンから構成されている．得られた3次元ポリゴンデータは、スキャン時に発生するポリゴンの欠落等の修正,平滑化等の処理を施した後，切削用データとなる（図1(f)）．本稿では,この切削用データから把持に関する特徴量を抽出することとした．

なお現在，バンザイ・ファクトリーに蓄積されている3次元データの大半は，60歳以上のユーザのものである．これは，我杯を還暦や喜寿，金婚式や叙勲の記念に作るケースが殆どを占めているためである．本稿では，蓄積されたデータの中から握り型が比較的鮮明で傾向分析に適すると

(a)バーベル状のコップ　(b) 印象剤を塗布したもの　(c) 象り作業

(d) 3次元計測　(e) ポリゴンデータ　(f) 切削データ

図1　象り・計測作業と得られる3次元データ

思われる40例に対し，次節にて述べる方法を用いて把持に関する特徴量を抽出した．

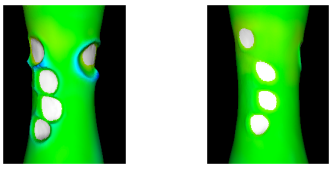
2.2 3次元データからの把持特徴の抽出

前節にて示した把持体の3次元ポリゴンデータはSTL形式である．STL形式は，3次元オブジェクトを形成するポリゴンの各頂点の座標，法線ベクトルの値のみを記したものである．そのため，STLファイルには，各ポリゴンの位置関係といった情報はない．

そのため本稿では，3次元ポリゴンデータに対して文献[4]の方法を適用し，各指の末節領域を抽出する．ここでは，把持により粘土が窪んだ領域の深さ（深度と呼ぶ）とポリゴンの位置関係を考慮したポリゴンクラスタリングを用いて末節領域を抽出する．さらに，抽出された末節領域に対し，親指と人指し指の間の距離，各指の末節領域における深度の大きさを算出した．

3．実験結果と考察

図2に，文献[4]の方法を用いて抽出された末節領域の一例を示す．図中において白い部分が抽出された末節領域である．文献[4]の方法を適用した結果，94%の抽出率が得られた．これら抽出に成功したケース（36例）に対して各指の深度（把持力）を算出した結果を図3に示す．各棒グラフは各ユーザを表しており，親指と人指し指の距離（図4(a)中 L）が大きいユーザ順となっている．図からも明らかであるが，我杯を把持する際に，親指や人指し指，小指に大きな力をかけていることが分かる．また，これらの力は全て杯の中心軸方向に向かっていた．図1(f)からも分かるように，我杯は「くびれ」を持った形状であるため，杯を



(a) ユーザA　(b) ユーザB

図2　抽出された末節領域（一例）

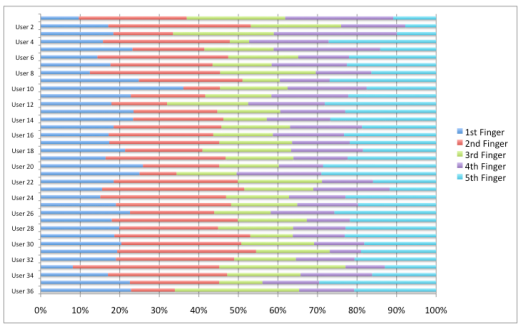
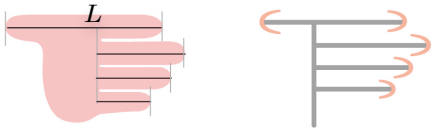


図3　各ユーザの把持力分布



(a) 握り手　(b) ティーボーン図

図4　算出した特徴量

把持するために親指，人指し指，小指に大きな力を要したものと考えられる．しかしながら，得られたデータは指の太さや末節領域内での深度（把持力）分布について十分な検討がされていない．今後は，この点について検討する必要がある．

4．おわりに

本稿では，我杯の3次元データから把持に関する特徴量を抽出し，それらの傾向について考察した．今後は，得られた知見を基にしたティーボーンモデル（図4(b)）の作成と試作品の製作，福祉施設での評価を繰り返しながら，ユニバーサルデザインの原則に基づいた工学的な指針を提案していきたい．

参考文献

1) (株)バンザイ・ファクトリー公式ページ: http://www.sagar.jp/
2) 長谷川辰雄，小林正信，高橋和良他，“唯一形状製品（我杯・カタノブ）の生産技術高度化に関する研究開発”，岩手県工業技術センター研究報告，15(5), pp.18-21，2008
3) Official Web Site of the Center for Universal Design, NC State Univ., http://www.ncsu.edu/project/design-projects/udi/
4) T. Hirata, K. Takahashi, H. Kawanaka, *et.al*, A Study on Extraction Method of Distal Phalanx Regions from 3D Polygon Data for Determining a More Comfortable Grip Form, Proc. of Intl. Symposium on Intelligent Systems, 2011

折り畳み式携帯電話開閉音の高品質化に関する基礎的研究

○高橋直人（富山大学大学院・院生）、藤田博樹（富山大学大学院）、
高松衛（富山大学大学院）、中嶋芳雄（富山大学大学院）

Quality research on folding cellular phone closing sounds

Naoto Takahashi (University of Toyama),
Hiroki Fujita(University of Toyama),
Mamoru Takamatsu(University of Toyama),
and Yoshio Nakashima (University of Toyama)

１．はじめに

一般に人に聞こえる周波数の範囲（これを可聴域と言う）は、低い音で20Hzから高い音で20kHz位までの間である。こうした人に聞こえる音を「可聴音」と呼び、この音よりも人の耳に聞こえないほど高い音を「超音波」、逆に低い音を「超低周波音」という。また、人の聞こえる可聴域は年とともに狭まり、高齢者で高い音が聞こえにくくなることを老人性難聴という。

近年、製品開発において、視覚面からのデザインだけではなく、製品が発する音に対するデザイン意識が高まってきており、高品位・高品質な音づくりが求められている。しかし、これまで音のイメージ調査に関する研究としては、「騒音」などの空間や場所を特定した実験は行なわれていたが、「携帯電話」の開閉など、特定の音に限定した調査研究は比較的少ないのが現状である。

そこで本研究では、高品位・高品質な「携帯電話」の開閉音を求める為に、特に日常で頻繁に聞く「折り畳み式携帯電話」の閉まる音が及ぼす心理効果について定量化・数値化することをその目的とした。

２．実験方法

以下に実験手順を示す。

(1) 折り畳み式携帯電話の種類を調査し、厚さ（図 1）と突起部分の形状（図 2）毎に、閉まる音を録音する。

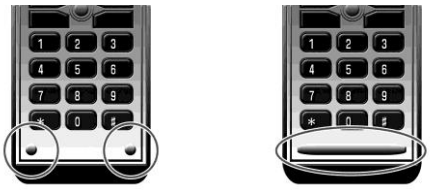
(2) 録音した音源を計算機上で編集し、音の大きさを一定に揃えるため、振幅を一定にする。

(3) 音の高低が及ぼす影響を明らかにするため、各原音の振動数が２倍のものと２分の１のものを作成し、これを音サンプルとする。

(4) 被験者はこれらの音サンプルを試聴し、その印象を SD 法で評価する（図 3）。このとき被験者は音サンプルを何度でも聞けるものとする。試聴時は、外界の視覚情報に影響されないようにアイマスクを着用する。

(5) 得られた SD 法の結果に対して因子分析を行い、高品位・高品質な折り畳み式携帯電話の閉まる音を追求する。

図 1.　携帯電話の厚さ、左より厚型タイプ、薄型タイプ、極薄型タイプ



(a) 点状の場合　　(b) 線状の場合

図 2.　突起部分の形状の違い

氏名＿＿＿＿＿＿ NO.＿＿＿

	非常にかなり	やや		どちらでもない		やや	かなり非常に	
	3	2	1	0	-1	-2	-3	
きれいな								汚い
開放的な								閉鎖的な
調和した								ばらばらな
上品な								下品な
しゃれた								野暮ったい
静かな								うるさい
和んだ								いらいらする
からっとした								湿った
澄んだ								にごった
親しみのある								よそよそしい
明るい								暗い
動的な								静的な
迫力のある								物足りない
複雑な								単純な
落ち着いた								落ち着かない
自然な								人工的な
高価な								廉価な
快い								不快な
深い								浅い
魅力的な								魅力に欠ける
重厚な								軽薄な

図 3.　SD 法に用いたデータシート

３．実験結果

実験結果の一例を図4及び図5に示す。図4は操作部の突起部分の形状が点状のものと線状のものを比較したグラフ、図5では音の高低を比較したグラフとなっている。それぞれ被験者評価の平均をとって、極座標系にプロットしたものである。なお、円周方向には形容詞を、半径方向には評価値をとっている。

結果より操作部の形状としては線状の方が全体的に評価の高い傾向にあることが示された。また、音の高低を比較した結果、低音においては「迫力のある」、「深い」等の頑丈さを感じさせる形容詞において高い評価を得ているが、全体としては原音が安定した高い評価を得ていることが明らかとなった。

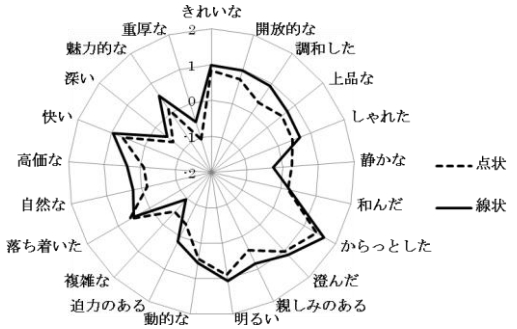


図 4.　極座標表示によるイメージ評価結果、ただし突起部分の形状の違いによる差

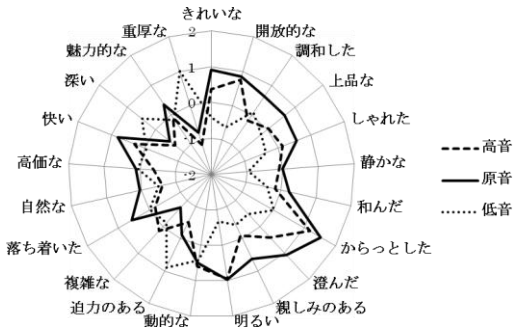


図 5.　極座標表示によるイメージ評価結果、ただし音の高低による差

次に、得られた結果に対して因子分析を行った。その因子得点スコアをプロットしたものを図6に示す。この図では横軸に重厚感、縦軸に評価性をとっている。横軸方向では数値が大きいほど音が重厚であり、負の値になるほど音が軽薄であることを示している。また、縦軸方向では数値が大きいほど評価が良く、小さいほど評価が悪いことを示している。

結果より携帯電話の厚さによる影響はあまり大きくないことが明らかとなった。一方、音の高低による影響については、低音で全体的に重厚感が高い傾向にあり、高音と原音においては音が軽薄である傾向が示された。評価性に関しては低音でばらつく傾向にあるが、原音においては比較的良い評価を得ることが示された。

また、高評価を得ている音サンプルの突起部分の形状は、線状で構成されていることが明らかとなった。

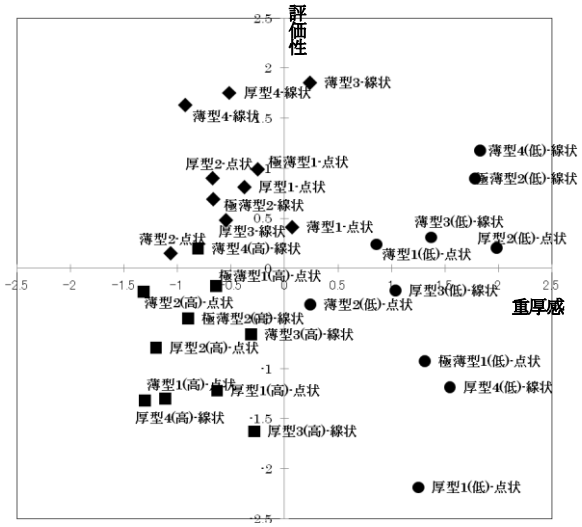


図 6.　因子分析における各音サンプルの傾向

４．まとめ

結果より、折り畳み式携帯電話を閉じる音において、原音に対して音程を高くした場合、評価性が著しく低下するが、音程を低くした場合、「迫力のある」、「深い」といった形容詞において高い評価を得ている。このことから、音の高低によって頑丈さを表現出来る可能性があることが明らかとなった。

図 6 の因子得点スコアより、折り畳み式携帯電話を閉じる音において、操作部の突起部分が線状である場合の方が高品位な音と評価されることが明らかとなった。一方、音の高低において重厚感は低音で優れているが、高品位に感じられる音としては原音で高い傾向にあることが明らかとなった。一方で、携帯電話の厚さと評価性の相関は見られなかった。

感覚量の数値化を用いた最適店舗照明システムに関する研究

○藤田博樹（富山大学大学院・院生）、太田正明（富山大学大学院・院生）、
神田直樹（富山大学大学院・院生）、高松衛（富山大学大学院）、
中嶋芳雄（富山大学大学院）

Study on optimum store illumination using quantitative sensation

**Hiroki Fujita (University of Toyama), Masaaki Oota (University of Toyama),
Naoki Kanda (University of Toyama), Mamoru Takamatsu (University of Toyama),
and Yoshio Nakashima (University of Toyama)**

１．はじめに

近年，低消費電力，演色性，長寿命を考慮した光源が広く普及し始めている．この様な特長を備えた照明器具は，スーパーマーケット，デパート，市場等の商品・食品を販売する店舗照明において使用が期待されている（図1）．

これらの店舗では，精肉，魚類，野菜，果物，といった色彩に彩られた食品が多数扱われており，その食品に異なる光源を用いて照射することで「見え方」や「明るさ感」は変化し，顧客に「新鮮な」，「おいしそうな」といった様々な心理効果を生じさせる．そのため，店舗照明における最適な配光演色は重要なポイントとなる．

そこで本実験では，スーパーマーケットのスポット照明に着目し，食品に対して光源色・照度変化が与える印象（イメージ認識）について数値化・定量化を行うことを目的とし実験を行った．

２．実験方法

本実験で使用した食品は先行研究を基に，店舗で販売されている，①精肉，②魚類，③惣菜，④日配品，⑤野菜・果物の５つを選定した．

食品の見え方を測定するため，スーパーマーケットの空間を考慮した専用のブースを設置し，その室内にて実験を行った（図２）．ブース内はスーパーマーケットにおける通路照明を想定しており，ベース照明として室内の天井に蛍光灯を設置した．水平面照度は観測者の視線の高さで 800lx になる様に設定した．

さらに，食品を照射する照明として，食品の真上にスポット照明を設置し，この照明にはハロゲンランプを使用した．スポット照明の光源色は，先行研究より各食品に最適だと考えられる光源色を使用した．照度は，先行研究を基に食品毎に設定した（表１）．

被験者は 20 代の学生 10 名（男性７名，女性３名）である．被験者は，スーパーマーケットにおいて買い物時の食品を観測する距離を考慮し，視距離約 1.5m の地点から観測を行った．

食品の評価を行う際，食品に対するイメージ評価をする上で適切と考えられる形容詞対（25 個）に対し，＋3～－3 までの７段階の評価尺度を用いて実験を試行した．

図1.　高演色性光源を用いた店舗照明

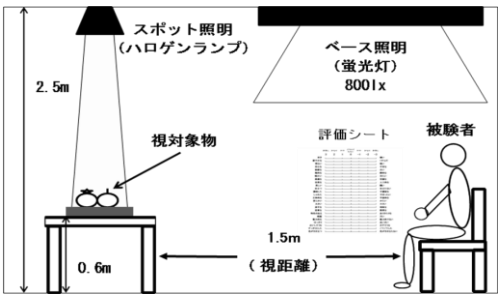


図2.　実験風景

表1.　実験条件

食品分類	光源色分類	色度座標(x,y)	スポット照明照度(lx)
精肉類	薄ピンク ピンク	(0.34,0.29) (0.43,0.29)	400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000
魚類	薄ピンク	(0.34,0.29)	
惣菜類	オレンジ	(0.46,0.41)	200, 400, 600, 800, 1000
日配品類	白	(0.46,0.39)	
野菜・果物類	白	(0.46,0.39)	

３．実験結果

実験結果の一例として，野菜・果物に対する照度毎の被験者平均結果を図３にプロットした．半径方向には評価値を取り，円周方向には形容詞（ポジティブ側）を配置した．パラメーターは照度である．

この結果より，400lx～1000lx において全体的に評価値が高くなることが示された．その中でも，800lx においては「鮮やかな」，「新鮮な」といった，野菜・果物の品質，質感に関する形容詞において高評価を示す結果が得られた．

このSD法の結果をより詳細に示すため，因子分析を行った．その結果，二つの因子が抽出され，第一因子は「評価性」，第二因子は「誘目性」とした．そこで，横軸を「評価性」，縦軸を「誘目性」とした直交座標系に，照度毎の因子得点を野菜・果物は図4，精肉は図5にプロットした．

野菜・果物は，600lx～1000lxにおいて第一象限に位置することが示された．その中でも，野菜・果物には「おいしそうな」，「新鮮な」といった項目から形成されている「評価性」の因子が与える影響が高いと考え，野菜・果物の最適な照度は800lxであると判断した．さらに，最適な光源色が「白」である日配品においても野菜・果物と同様の傾向が示された．

精肉は，「薄ピンク」で照射した際，全体的に評価が高く，第一象限に位置することが示された．一方，「ピンク」で照射した際，「薄ピンク」と比較すると，全体的に評価が低くなり，第三象限側にシフトすることが示された．

以上より，各食品における傾向として，最適な照度に達するまで「評価性」，「誘目性」の因子得点は上昇し続ける傾向が示された．そして，最適な照度を過ぎると「評価性」は減少し，「誘目性」は食品毎において異なった傾向で推移することが示された．

この結果から，野菜・果物の最適な光源色・照度は「白」の 800lx，精肉は「薄ピンク」の 1200lx であることが明らかとなった．

４．考察

各食品の見え方に対する感覚量を数値化・定量化を行った．本研究を基に店舗照明設計を行うことで，顧客の購買力向上に繋がると考えられる．

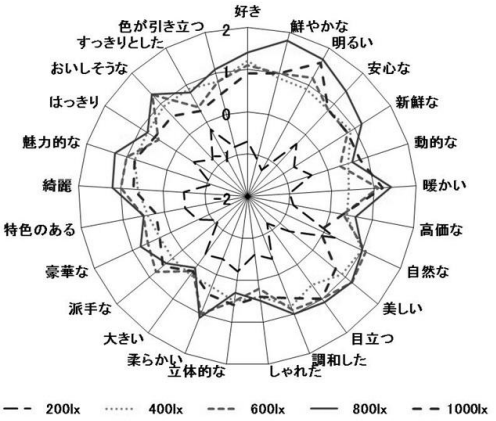


図3.　野菜・果物に対する照度毎のイメージ評価

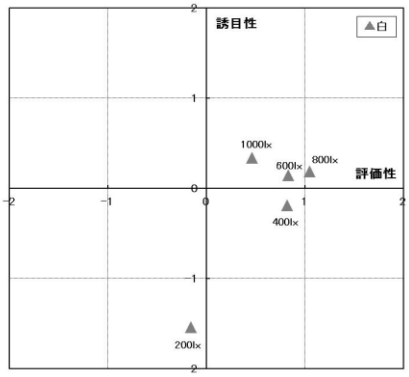


図 4.　野菜・果物に対する演色効果の比較

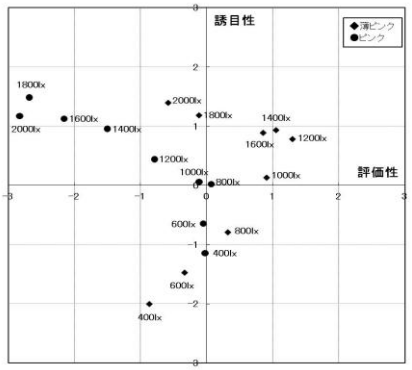


図 5.　精肉に対する演色効果の比較

参考文献

1) 藤田博樹他、「店舗照明が食品のイメージ認識に及ぼす影響に関する基礎的研究－光源の色による影響－」、照明学会誌 Vol.95、No.2、87-89、2011

2) 藤田博樹他、「感覚量の数値化による店舗照明システムの最適化に関する研究」、日本人間工学会誌 Vol.47、312-313、2011

単眼シースルーHMDの形態とユーザの受けるイメージの関係

○栗本健太（慶應義塾大学・学生）、田沼和泰（慶應義塾大学院・院生）
佐藤知裕（ブラザー工業㈱）、野村誠（ブラザー工業㈱）、中西美和（慶應義塾大学）

Effect of Design of Monocular See-Through Head-Mounted Display on User's Receptivity

Kenta Kurimoto (Keio University), Kazuhiro Tanuma (Keio University)
Tomohiro Sato (Brother Co., LTD), Makoto Nomura (Brother Co., LTD), Miwa Nakanishi (Keio University)

１．はじめに

新規的なヒューマンインタフェースが、実社会の中で広く活用されるためには、ユーザがその機能面や性能面だけでなく意匠面においても満足感を得られるかどうかが非常に重要である。特に、開発と提供が進みつつあるヘッドマウントディスプレイ（HMD）は、ユーザが頭部に着用して使用することになるため、その意匠性がユーザに受容されるかどうかの大きな鍵になろう。

本研究では、実環境の中での活用が期待される単眼透過型HMDを対象に、ユーザが受け入れやすい意匠について検討した。

２．方法

本研究では、単眼透過型HMDの意匠における基本的要素として、(a)鏡筒太さ（映像出力部分の太さ）、(b)マウント角度（映像出力部分の設置方向）、(c)接眼距離（ミラーの眼からの距離）に注目し、これらのパラメータを組み合わせたパタンを被験者に提示して評価させる実験を実施した。各パラメータに対する設定値を図1に示す。

実験では、まず、被験者の顔写真を正面及び左45°の角度から撮影し、CGシミュレータに取り込んだ。CGシミュレータでは、当該被験者の顔写真に、単眼透過型HMDの画像を重合し、左側にパラメータを全て基準値に設定した基準パタン、右側にパラメータ値を組み合わせて設定した評価対象パタンを提示した（図2）。被験者は、各パラメータの組み合わせ60パタンについて、基準パタンと比較し、そのイメージを評価した。イメージの評価は、HMDの利用シーンの想定の下で、25対のワードを選定し、それらに-3～+3の範囲のフリースケールで得点づけする方法を採った。評価項目は、イメージ評価のための23項目と、受容性を問う「嫌いな/好きな」及び「似合わない/似合う」の2項目を含んだ。評価項目を表1に示す。

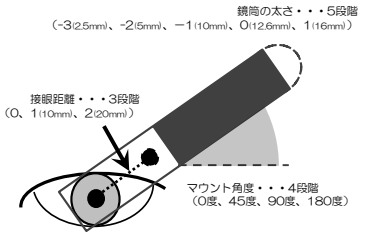


図１　HMD のパラメータ

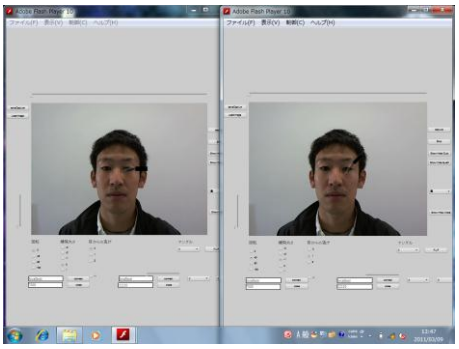


図２　CG シミュレータ

表１　評価項目

インドアな	－	アウトドアな	大人しい	－	活発な
男性的な	－	女性的な	日常的な	－	非日常的な
まじめな	－	ゆるい	仕事の	－	遊びの
静かな	－	にぎやかな	野生的な	－	知的な
不安な	－	安心な	危険な	－	安全な
弱そうな	－	強そうな	レトロな	－	未来的な
難しそうな	－	簡単そうな	オタク的な	－	一般的な
人工的な	－	自然な	ミステリアスな	－	わかりやすい
和風な	－	洋風な	文化系の	－	体育系の
チープな	－	高級な	子供っぽい	－	大人っぽい
頑丈な	－	やわな	似合わない	－	似合う
公共的な	－	私的な	嫌いな	－	好きな
健康的な	－	病的な			

被験者は、20代男性9名、30代女性9名とした。実験に際しては、実験手順の説明を行い、同意書をとった。

３．結果と考察

３．１．各パラメータと好き/嫌い

男女別に、各パラメータを変化させたとき「嫌い/好き」に与えられる得点がどのように変化したのか分析した。図3-1に鏡筒太さによる「嫌い/好き」の得点を、図3-2にマウント角度による「嫌い/好き」の得点を、図3-3に接眼距離による「嫌い/好き」の得点を示す。

第一に、鏡筒太さについて、20代女性は、細いほど得点が高くなったが、20代男性は、太いほど得点が高くなり、全く逆の傾向が見られた。第二に、マウント角度については、男性は0°（耳側から）または180°（鼻側から）の水平なマウント角度に高い評価を与えたのに対し、女性は0°のマウ

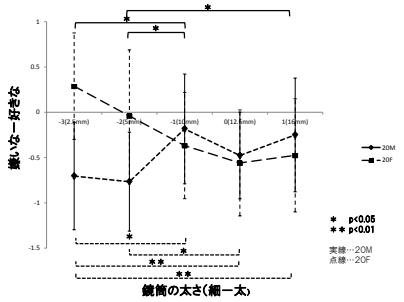


図 3-1　鏡筒太さと[嫌い/好き]

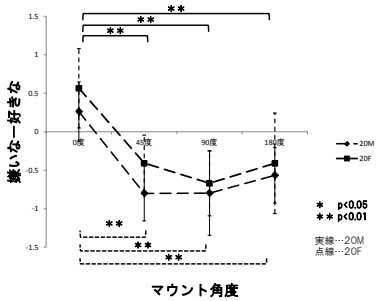


図 3-2　ﾏｳﾝﾄ角度と[嫌い/好き]

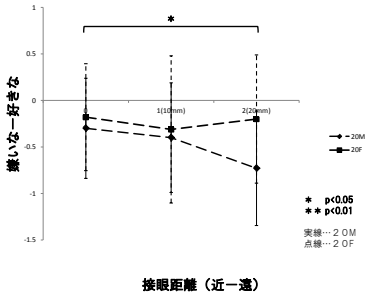


図 3-3　接眼距離と[嫌い/好き]

ント角度には高い評価を与えたものの、180°のマウント角度には男性ほど高い評価は与えなかった。第三に、接眼距離については、男性女性とも特に傾向は見られなかった。以上のことから、1)20代男性は鏡筒が太いHMDほど受容性が高く、一方20代女性は鏡筒が細いHMDほど受容性が高いこと、2)20代男性は耳側または鼻側から水平にマウントされたHMDであれば受容性が高いが、20代女性は耳側から水平にマウントされたHMDにのみ受容性が高いこと、3)接眼距離は、HMDに対する受容性にあまり影響を与えないこと、がわかった。

３．２．HMDに対する受容性の内容比較

実験結果から、男女で、受容性の高いHMDの意匠性に違いがあることが明らかになった。この違いが、男女各ユーザがHMDに求めるどのようなイメージに起因するものであるのかを明らかにするために、同データで共分散構造分析を行った。

まず、受容性そのものを問う「嫌いな/好きな」「似合わない/似合う」の項目を除いた23項目に対する回答を因子分析（最尤法、プロマックス回転）にかけ、男性のデータについては4因子（累積寄与率66.5%）、女性のデータについては5因子（累積寄与率77.6%）を見出した。次に、上記の因子を潜在変数とし、さらに「嫌いな/好きな」「似合わない/似合う」を観測変数とした潜在変数「受容性」を加えて共分散構造分析にかけたところ、男性においては図4-1、女性においては図4-2のような結果が得られた。男性のパス図では、「受容性」に対して「親近感」が影響を及ぼしており、「親近感」を強める要因として「躍進」が、弱める要因として「デリケート」が影響していると解釈できる。一方、女性のパス図でも「受容性」に対しては「親近感」が影響を及ぼしているが、「親近感」を強める要素として「気品」が、弱める要素として「未完成」が影響していると解釈できる。このことから、男女ともに、HMDに対して「親近感」のある意匠を求めるものの、その具体的なイメージが異なるため、受容しやすい意匠に違いが生じたことが明らかになった。

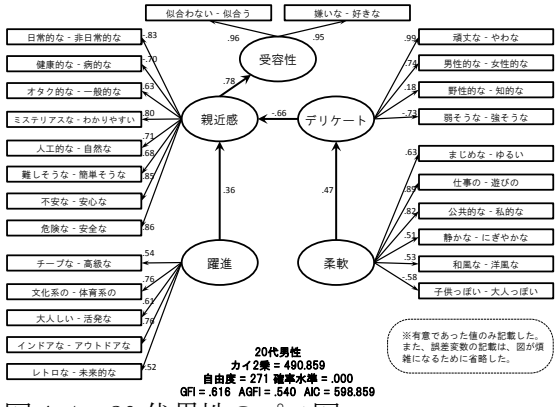


図 4-1　20 代男性のパス図

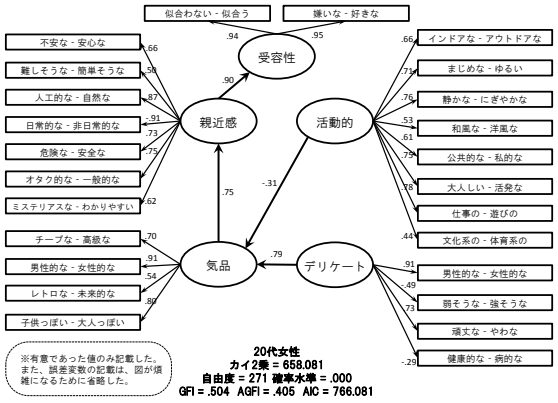


図 4－2　20 代女性のパス図

４．まとめ

本研究では、第一に、20代男性と20代女性の間で、受容性の高いHMDの意匠に違いがあることを明らかにした。また、その理由として、20代男性はHMDに対して「躍進」や「強靭」であることを違和感のないイメージとして持っているのに対し、20代女性は、HMDに対して「気品」や「完成」のイメージを求めていることが、分析の結果から顕かになった。この違いは非常に興味深く、文化的な背景なども想像させる。

今後は、上記のような背景をさらに探るとともに、他世代等、調査の対象を広げて、ユーザが受容しやすいHMDの意匠性について追究したい。

4A1

視覚および触知覚に基づく飯椀の印象が米の食味に及ぼす影響

○青野圭祐（信州大学大学院・院生）、金井博幸（信州大学）、西松豊典（信州大学）
手塚　均（(株)龍門堂）、白井政克（AREC）

Influence of Impression of Rice Bowl on Sense of Taste based on Visual and Tactile Perception

**Keisuke Aono (Shinshu University), Hiroyuki Kanai (Shinshu University),
Toyonori Nishimatsu (Shinshu University), Hitoshi Tezuka (Ryumondo Co., LTD)
and Masakatsu Shirai (AREC)**

１．はじめに

食品のおいしさは、味覚のみならず、五感によって総合的に評価される。その中でも、食品の色や艶などの情報を最初に受容する感覚は視覚であり、その後にうける食品からの印象や最終的なおいしさの評価結果を左右する。また、食品を盛る食器の色彩や形状、触知覚によって認識される素材の温かみや風合いが食品と調和し、おいしさに影響を及ぼすことが報告[1]されている。

そこで、本研究では我々日本人の主食であるご飯を盛り付ける際に使用される飯椀に着目し、視覚および触知覚に基づく飯椀の印象が、米の食味に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

２．試料および実験方法

実験試料には、飯椀の素材の違いが食味に及ぼす影響を検討するために、形状が同様で素材だけが異なる5種類の飯椀（木曽漆器飯椀-A、木質成型飯椀、プラスチック製飯椀、陶器製飯椀、磁器製飯椀）を選定した。さらに、色彩の影響を検討するために塗装に用いた漆で木曽漆器飯椀-Aと色彩だけが異なる木曽漆器飯椀-Bを加えた計6種類の飯椀を実験試料とした。各試料の寸法および重量、L*a*b*値を表1に示す。

Table.1 Size of samples

sample	material	weight (g)	diameter (mm)	height (mm)	L*	a*	b*
Kiso Lacquerware - A	horse chestnut	89	123	63	36.75	0.54	-0.34
Kiso Lacquerware - B	horse chestnut	72	120	60	41.82	6.59	4.98
Wood plastic	wood powder + resin	104	119	62	30.13	0.49	-0.83
Plastic	melamine	86	120	58	34.05	0.58	-1.55
Earthen	china clay	247	125	59	40.01	0.71	-0.75
Porcelain	china stone	243	119	58	33.52	0.72	-1.30

各飯椀の印象が米の食味に及ぼす影響を明らかにするため、以下の4段階の官能検査を行った。

〔STEP1〕一対比較法を用いて視覚のみでご飯が盛り付けられた飯椀の印象を評価

〔STEP2〕一対比較法を用いて触知覚のみでご飯が盛り付けられた飯椀の印象を評価

〔STEP3〕SD法を用いて視覚と触知覚でご飯が盛り付けられた飯椀の印象を評価

〔STEP4〕SD法を用いて味覚のみで飯椀に盛り付けられたご飯のおいしさを評価

全検査の評価者は20代男子学生10名である。

それぞれの評価に使用した形容語を以下に示す。〔STEP1〕視覚評価では、(1)～(6)群、〔STEP2〕触知覚評価では、(2)～(5)および(7)群、〔STEP3〕視覚と触知覚よる評価では(5)群、〔STEP4〕味覚評価では(8)群の形容語を使用した。

(1)視覚に関する8形容語
「色彩が濃い」、「色彩が鮮やかな」など
(2)触知覚に関する6形容語
「しっとりした」、「つめたい」など
(3)実用的な印象に関する2形容語
「平坦な」、「持ちやすい」
(4)魅力に関する12形容語
「自然な」、「華やかな」、「カジュアルな」など
(5)嗜好に関する1形容語
「好き(好き-嫌い)」
(6)視覚からの食味に関する4形容語
「ご飯が柔らかそうに見える」、「ご飯の粘り気(水気)がよさそうに見える」、「ご飯が温かそうに見える」、「ご飯がおいしそうに見える」
(7)触知覚からの食味に関する2形容語
「ご飯が温かく感じる」、「ご飯がおいしそうに感じる」
(8)食味に関する4形容語
「ご飯が柔らかい-硬い」、「ご飯の粘り気(水気)がよい-わるい」、「ご飯が温かい-冷たい」、「ご飯がおいしい-まずい」

３．結果および考察

〔STEP1〕視覚および〔STEP2〕触知覚による飯椀の印象評価結果より、高次な印象を表す(4)群の平均嗜好度について、主成分分析を行った。

その結果、視覚評価において、「カジュアルな」、「重厚感がある」によって構成される第1因子『フォーマル-カジュアル』、「自然な」、「親しみやすい」によって構成される第2因子『親近感がある-ない』が得られた(以下、「視覚評価の主成分」と記述)。

同様に触知覚評価では、「カジュアルな」、「重厚感がある」によって構成される第1因子『フォーマル-カジュアル』、「華やかな」、「地味な」によって構成される第2因子『華やか-地味』が得られた(以下、「触知覚評価の主成分」と記述)。

続いて、視覚あるいは触知覚による評価結果と味覚による評価結果の関係を検討するために、味覚による「ご飯がおいしい-まずい」の評定平均点を目的変数、視覚のみによる(6)群の4形容語の平均嗜好度(〔STEP1〕)と視覚と触知覚による(5)群の1形容語の評定平均点(〔STEP3〕)の計5形容語を説明変数として、重回帰分析(変数増減法)を行い、式(1)を得た。

【ご飯がおいしい-まずい】　(5%有意)
＝1.22×【好き-嫌い】－0.69×【ご飯が柔らかそうに見える】＋0.32　(1)

その結果、味覚による「ご飯のおいしさ」は、ご飯を食する直前に感じる視覚と触知覚による「飯椀の嗜好性」、ならびにご飯と飯椀の相乗的な視覚イメージに基づく「ご飯の柔らかさ」にそれぞれ強く影響されることが分かった。

また、式(1)における「飯椀の嗜好性」、「ご飯の柔らかさ」をそれぞれ視覚評価および触知覚評価で得た主成分によって定量的に記述するため、前者を目的変数、後者を説明変数として重回帰分析を行い、式(2)および(3)を得た。

【好き-嫌い】　(5%有意)
＝0.86×【第2主成分得点(視覚)】＋0.3　(2)

【ご飯が柔らかそうに見える】　(5%有意)
＝0.87×【第2主成分得点(視覚)】　(3)

その結果、「飯椀の嗜好性」、「ご飯の柔らかさ」は視覚評価の第2主成分、すなわち「親近感」の影響を強く受けることが分かった。

式(1)～(3)の結果より、視覚、触知覚によるご飯が盛り付けられた飯椀の印象評価結果とご飯の味覚評価結果の間には図1に示す関係がそれぞれ成立することが明らかとなった。

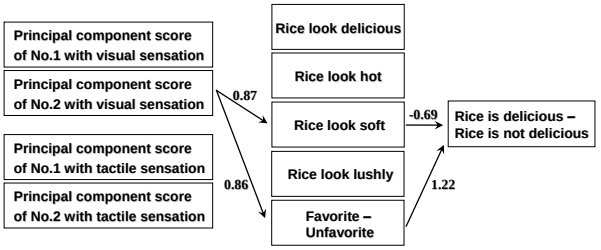


Fig.1 Result of multi-regression analysis

前述したように、「親近感」は「自然な」、「親しみやすい」によって構成された主成分である。図2は視覚で評価させた「自然な」の平均嗜好度を示す。

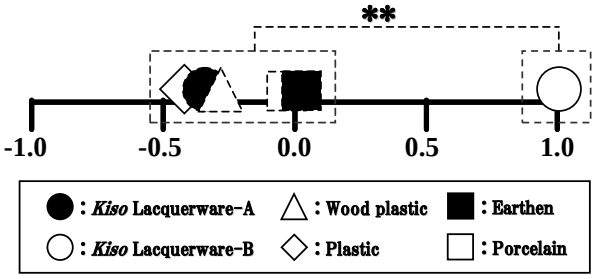


Fig.2 Mean preference score of “natural”

最も「自然な」と評価された木曽漆器飯椀-Bは、他の試料と色彩(表1のL*a*b*値 参照)が大きく異なる。すなわち、評価者はご飯が盛り付けられた飯椀の色彩から「自然な」を評価してご飯のおいしさを味覚判断していることがわかった。

4．まとめ

本研究で得られた結果を以下に示す。

(1)味覚による「ご飯のおいしさ」は、視覚と触知覚による「飯椀の嗜好性」、ご飯と飯椀の相乗的な視覚イメージに基づく「ご飯の柔らかさ」の影響を強く受けることが分かった。

(2)飯椀の色彩が「ご飯のおいしさ」に影響を与えることが示唆された。

参考文献

1) 足立貞子、「食器の色彩に対する嗜好について」、日本家庭科教育学会誌 No.16、85-89、1975

騒音の提示方向が作業に及ぼす影響

○大村幸史（名古屋工業大学大学院・院生）、神田幸治（名古屋工業大学）

The effect of noise exposure direction for working performance

Koji Omura (Graduate School of Nagoya Institute of Technology), and Koji Kanda (Nagoya Institute of Technology),

１．はじめに

我々が日ごろ学習や作業など集中して物事を行おうとするときに静かな環境を選択する。それは周囲の雑音があると集中できないからである。このように騒音は作業を行う上で障害となる代表的な要因であり、これまで数々の騒音環境下での作業について研究が行われてきた。

藤井・佐伯・山口（2000）や兵道・羽田・西原・早川・田中・田辺（2005）では、計算作業においては騒音による作業成績への影響はほとんどみられないが、作業者に対して「気になる」や「意識する」などの印象を与えることが示された。また玉木・岩下・仲川（2008）によると単調な計算作業では騒音は作業効率を低下させるだけでなく、作業者を覚醒させ作業効率を向上させる可能性もあることが示唆された。

また近年、脳力トレーニングなど脳について話題になっている。その中でも創造性を養うために右脳（右半球）を鍛えるなど、左右の脳の違いについて議論されることが多い。左右の脳の働きの違いを大脳ラテラリティ（大脳半球優位性）という。大脳ラテラリティよると、左右の脳はそれぞれ得意な処理が分かれており、情報、刺激の種類によってどちらで主に処理されるか左右で優位なものが違う。左半球と右半球、それぞれの優位性の違いを表1に示す。

表1　左半球・右半球の優位性の違い

左半球	右半球
・言語を発したり,文章を書いたりする能力	・視覚情報を把握して空間を認識し,直感的な判断をする
・言語による判断や分析	・形を見分ける能力
・言葉や記号を使った論理的な思考	・相手の表情から感情を読み取る
・複雑な計算,時間の概念	・絵画の全体構成を理解する

また脳には交差支配の原則があり脳と体では左右が逆転している。左右の脳の神経は延髄で交差しており、左半球は右半身の運動や感覚、右半球は左半身の運動や感覚を支配している。

聴覚ラテラリティにおいては両耳分離聴法を用いた実験が主流であり、数字（Kimura, 1961）や有意味語（Kallman, 1978）といった言語的な刺激を用いた研究では右耳（左半球）優位が、メロディ（Kimura, 1964）や環境音（Nnox&Kimura, 1970）といった非言語的な刺激を用いた研究では左耳（右半球）優位が報告されている。

これらのことから左右のどちらの耳からどのような種類の騒音を聞くかによって脳への妨害度合いが変化し、作業へ及ぼす影響が変わるのではないかということがいえる。そして、左半球で処理される作業を行っているときに右から左半球に干渉するような騒音を提示すれば作業に強い妨害をもたらし、またそれと同様に右半球で処理される作業を行っているときに左から右半球に干渉するような騒音を提示すれば作業に強い妨害をもたらすのではないかと考えられる。

そこで本研究では、騒音の提示方向と、騒音の種類が右半球・左半球を使用する作業のそれぞれにどのような影響を与えるかを検討する。

２．方法

本実験は、騒音の提示方向（左,正面,右）、騒音の種類（ニュース放送,ビート音）の2要因実験参加者内計画であった。

実験参加者　名古屋工業大学の学生および大学院生24名であった。

課題　本研究での課題は左半球を使う計算課題と右半球を使う同文字検出課題の2種類であった。計算課題では3桁数字を2桁数字で割る割り算の筆算に解答させた。同文字検出課題では横一列14文字のランダムに並んだ大文字表記のアルファベットから1組のみ存在する同じアルファベットに○をつけ検出させた。

刺激　騒音はドラムのビート音（16ビート,120BPM）及びニュース放送（NHKラジオ正午のニュース）を使用した。ビート音はメロディであるため右半球で処理され、ニュース放送は言語であるため左半球で処理される。騒音は2種類とも約60dBで提示した。刺激は実験参加者に対して正面、右、左に設置されたスピーカーより提示した。

質問紙　騒音による作業の印象への影響を調べるために、作業の印象（辛さ,長短,いらつき,

面白さ,好き嫌い,集中,不快感,リラックス感)、課題後の疲労の程度、やる気、騒音のうるささ、騒音がどの程度気になったか、騒音の内容認知に関する質問紙1を作成し、7段階で評価させた。

手続き　同文字検出課題、計算課題ともに1試行あたり5分間であった。その後、作業の印象などの質問紙１を回答させた。これを14試行行った。１試行目では課題中に騒音を提示せず、2～7試行目では騒音を提示した。7試行終了後、休憩をとった。その後8～13試行目には課題中に騒音を提示し、14試行目には騒音を提示せず課題を行わせた。騒音とその提示方向の順序は順序効果を排除するためにカウンターバランスをとった。

３．結果

作業成績　同文字検出課題においては、正確に1組の同じアルファベットを抜き出すことができた列の数を正答数とし、これを作業成績として分析を行った。また同文字検出課題では間違ってアルファベットを検出した実験参加者は存在せず、誤答は無かった。計算課題においては、商、余りの2つを正しく解答した問題数を正答数とし、これを作業成績として分析を行った。

同文字検出課題　騒音なし条件と各条件それぞれの平均値差をみるため1要因7水準(左ニュース条件、中ニュース条件、右ニュース条件、左ビート条件、中ビート条件、右ビート条件、騒音なし条件）の分散分析を行った。分散分析の結果、騒音提示条件の主効果は有意ではなかった（$F(6,66)=1.06$, ns)。

また,騒音の種類と提示方向の主効果、交互作用が有意であるかを調べるために騒音なし条件を除き、騒音のある6つの条件の正答数において、騒音の種類（ニュース放送・ビート音）×提示方向（左・正面・右）の2要因分散分析を行った。分散分析の結果、騒音の種類の主効果、提示方向の主効果、交互作用はすべて有意ではなかった（それぞれ$F(1,11)=0.14$, $F(2,22)=0.87$, $F(1,22)=2.44$, いずれもns)。

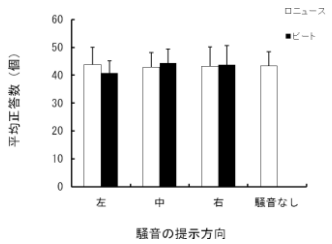


図１　同文字検出課題における平均正答数

計算課題においても同文字検出課題と同様に1要因7水準の分散分析と2要因分散分析を行った。結果、騒音提示条件の主効果は有意ではなく（$F(6,66)=0.52$, ns)。騒音の種類の主効果,提示方向の主効果,交互作用は有意ではなかった（それぞれ$F(1,11)=0.03$, $F(2,22)=0.40$, $F(1,22)=1.03$, いずれもns)。

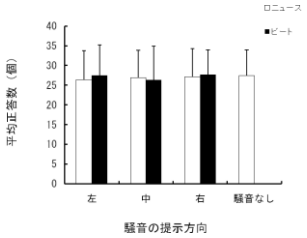


図２　計算課題における平均正答数

４．考察

同文字検出課題においても計算課題においても騒音の提示方向と騒音の種類は正答数,誤答数に影響を及ぼさなかった.これは騒音の提示方向や種類をラテラリティの観点から妨害感が高くなるように設定しても,騒音の妨害度は変わらないと考えられる. これは,聴覚ラテラリティは意識的な聴取においてのみにみられるもので,騒音の影響を受けないものであると考えられる.また先行研究の両耳分離聴とは異なり,1種類ずつ提示して課題を行わせたため影響を及ぼさなかった可能性もある.左右から同時に異なる種類の騒音を提示して実験を行うことで今回の実験よりも作業への影響が大きく出る可能性もあるので,今後の課題としたい.

参考文献

1)藤井健生・佐伯徹郎・山口静馬(2000). 無意味雑音存在下での単純計算作業時におけるうるささ・疲労感および作業成績, 人間工学, 37(1),19-28.

2)兵道哲・羽田正沖・西原直枝・早川真由美・田中麻子・田辺新一 (2005),日本建築学会大会学術講演概要集,1395-1395

3)Kallman, H.J. 1978 Can expectancy explain reaction time ear asymmetries? Neuropsychologia, 16, 225-228

4)Kimura, D. 1961 Some effects of temporal-lobe damage on auditory perception. Canadian Journal of Psychology, 15, 156-165

5)Kimura, D. 1964 Left-right differences in the perception of melodies. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 16, 355-358

6)Knox, C., & Kimura, D. 1970 Cerebral processing of non verbal sounds in boys and girls. Neuropsychologia, 8, 227-237

7)玉木元太郎・岩下剛・仲川純子 (2008) .室温及び交通騒音の二重アノイアンスが作業効率へ及ぼす影響に関する研究, 日本建築学会大会学術講演概要集,1147-1150

木質系床材の「温冷感」評価に関する研究

○井上拓弥（信州大学大学院・院生），金井博幸（信州大学），西松豊典（信州大学），
笹栗章吾（(株)大建工業），数江昇資（(株)関西電力）

Evaluation of Warm or Cool Feeling for Floor Material

**Takuya Inoue (Shinshu University), Hiroyuki Kanai (Shinshu University),
Toyonori Nishimatsu (Shinshu University), Shogo Sasaguri (Daiken Corporation),
and Shoshi Kazue (Kansai Electric Power Company)**

1．緒言

住生活において，床材は常時ヒトが触れている建築部材であるため，機能性，安全性，快適性等の様々な性能が求められる．その中でも，床材の「快適性」に関する研究は，機能性や安全性に関する研究と比べて報告例が少ない．そのため，床材の「快適性」を考慮した設計は，主としてデザイナーの経験や主観的判断に基づいて行われているのが現状である．よって，床材の「快適性」を客観的に評価する手法を確立できれば，設計・開発プロセスの効率化に繋がると考えられる．

木質系床材の「快適性」に関連する様々な設計課題の中でも，近年，消費電力削減のため住空間の冷暖房を抑制する動きがみられ，床面の「温冷感」が非常に問題となっている．

そこで，本研究では夏季及び冬季を想定した条件下において，ヒトが床面を歩行したときに感じる「接触温冷感」の定量的な評価手法について検討を行った．

2．実験試料

一般的に温かいと評価されることが多いムク材２種類（①，②），集合住宅に用いられている床材１種類（③），発泡樹脂の基材を用いて断熱性を向上させた床材３種類（④～⑥）の計６種類を用いた．試料の詳細を表１に示す．

表１　試料詳細

試料No.	表 層	基 材	裏 面
①:針葉樹ムク	塗 装	トドマツムク	―
②:広葉樹ムク	塗 装	オークムク	―
③:集合住宅用	突 板 ＋ 塗 装	合 板	緩衝材
④:試作品１	オレフィンシート(加工なし)	発泡基材	緩衝材
⑤:試作品２	オレフィンシート(エンボス加工)	発泡基材	緩衝材
⑥:試作品３	オレフィンシート (微細表面コート＋エンボス加工)	発泡基材	緩衝材

3．歩行時の「接触温冷感」官能検査

3.1 官能検査方法

図1に示すように，被験者が2種類の床材上を歩行した後，一対比較法（中屋の変法）により，「接触温冷感」について官能評価を行った．評価形容語は「触れたときあたたかい」，「あたたまる」，評価尺度は5段階とした．なお，実験環境は夏季条件(28.2±0.2℃，60±2%R.H.)及び冬季条件(15.4±0.6℃，41±2%R.H.)の2条件下とした．被験者数は20代男子学生10名である．

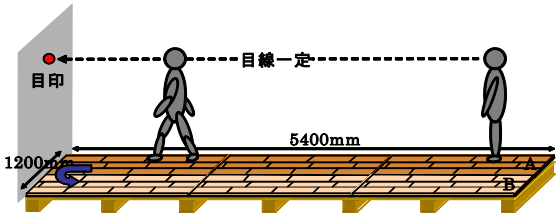
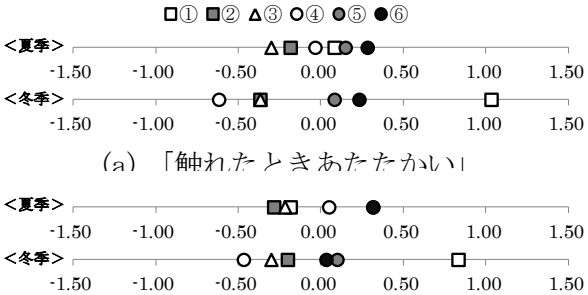


図1　官能検査方法

3.2 官能検査結果及び考察

各条件下における各試料の「触れたときあたたかい」,「あたたまる」の平均嗜好度を図2に示す．

図2より，「触れたときあたたかい」と「あたたまる」はほぼ同様の傾向がみられた．また，夏季条件は表面に凹凸がある試料（⑤，⑥），冬季条件は針葉樹のムク材である試料（①）が温かいと評価され，夏季条件と冬季条件で試料順位に変動がみられた．これは，ヒトが床材から得る知覚情報が夏季条件と冬季条件で異なるためと考えられる．



(a) 「触れたときあたたかい」

(b) 「あたたまる」

図2　各評価形容語の平均嗜好度

4．物理量測定

4.1 温熱特性

現在，使用されている多くの床材が複合材料で構成されており，熱伝導率などの熱物性を決定す

ることは容易ではない[1]．そこで，本研究ではヒトの皮膚温が床材に吸収される過渡的な熱移動現象を模擬した接触移動熱量計測装置（NT-H1：カトーテック）により，床材の温熱特性を測定した．

NT-H1 は，室温より 10℃高い温度に加熱した銅板を，試料に接触させたときの温度変化量を測定する装置である．得られる温度変化量から，試料の熱吸収速度を求め，ピーク値（q-max）及びピーク値から 10 秒間の熱移動量（q_{10}）を各試料の温熱パラメータとして算出した（図 3 参照）．

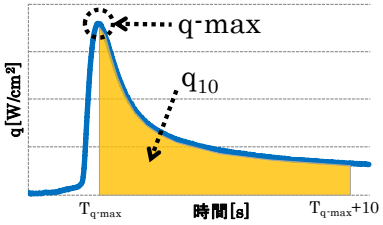


図 3　熱吸収速度波形

4.2 圧縮特性

卓上型材料試験機（STA-1225：ORIENTEC）を用いて，各試料の圧縮パラメータ（圧縮仕事量(WC)，回復仕事量(RWC)，圧縮回復性(RC)，圧縮率(RA)）を算出した．

4.3 表面摩擦

表面摩擦測定試験機（NT-01：カトーテック）を用いて，各試料の木目方向に対して平行(//)及び垂直(⊥)方向における平均摩擦係数(MIU)及び摩擦係数の平均偏差(MMD)を算出した．

4.4 表面性状

触針式表面粗さ測定機（サーフコム 480A：東京精密）を用いて，各試料の木目方向に対して平行(//)及び垂直(⊥)方向における粗さパラメータ（算術平均粗さ(Ra)，最大高さ粗さ(Rz)）を算出した．

5．「接触温冷感」と物理量間の相関

前述した夏季及び冬季条件下で得られた「接触温冷感」（平均嗜好度）と各試料における物理量との相関係数を算出した．その結果，夏季条件では各評価形容語の平均嗜好度と粗さパラメータ(Ra, Rz)に高い正の相関がみられた．一方，冬季条件では各評価形容語の平均嗜好度と温熱パラメータ(q-max, q_{10})に高い負の相関がみられた．このことより，夏季及び冬季条件下における「接触温冷感」を各試料の物理量より定量評価できる可能性が示唆された．

6．予測式作成

前述した床材の物理量を用いて，夏季及び冬季条件下における「接触温冷感」を定量的に予測する試みを行った．夏季及び冬季条件下で得られた2種類の評価形容語に対する平均嗜好度を目的変数，各試料における物理量を説明変数として，変数増減法を適用して重回帰分析を行った．その結果，以下に示す2つの予測式を導出することができた．

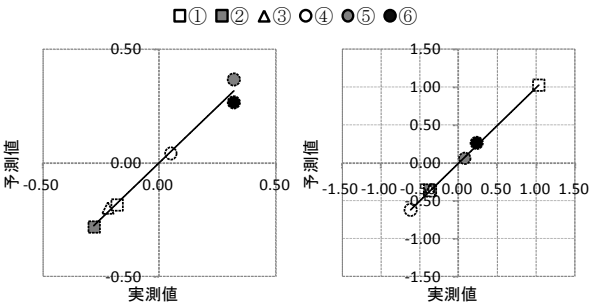
- 夏季条件

「あたたまる」=0.69×Ra⊥+0.46×RA-0.30×MIU⊥

- 冬季条件

「触れたときあたたかい」=-0.85×q_{10}+0.46×Ra⊥+0.29×RC

導出した予測式を用いて2種類の評価形容語の平均嗜好度を予測した結果と実測値との散布図を図4に示す．図4より，夏季条件における予測式の決定係数はR^2=0.96，冬季条件における予測式の決定係数はR^2=0.99となり，いずれも予測値と実測値との間に高い相関がみられた．



(a) 夏季条件　　(b) 冬季条件

図4　予測値と実測値の散布図

7．まとめ及び展望

本研究では，床材の設計・開発プロセスの効率化に繋がるような「接触温冷感」の評価手法の確立を目的とし，歩行時の「接触温冷感」官能検査及び床材の物理量測定を行った．そして，2種類の評価形容語を床材の物理量から予測する式を作成した．

今後は，作成した予測式の設計段階における実用性を検証していきたいと考えている．

参考文献

1) 岡島達雄他，「建築仕上げ材料の感覚的評価に関する研究（その 1)」，日本建築学会論文報告集　第 245 号，1-7，1976

皮革ステアリングホイールの握り心地に関する客観評価法の検討

○村田謙豪，嘉村渉（信州大学大学院・院生），金井博幸，西松豊典（信州大学）

Objective Evaluation for Grip Comfort of Leather Steering Wheel

Kengoh Murata ,Wataru Kamura ,Hiroyuki Kanai,
Toyonori Nishimatsu(ShinshuUniversity)

１．緒言

運転中におけるドライバーのドライビングポジションはフットペダル，シート，ステアリングホイールの3要素で主に決定される．その中で，ドライバーが運転中に常時手で触れて意図する方向へ走行させるマンーマシンインターフェースとして重要な役割を担うステアリングホイール(以下S/Wと呼ぶ)に着目した．

本革は優れた感触，吸放湿性，気温による風合い変化が少ない，耐久性に優れるなどといった特徴から，自動車のグレードを差別化するために自動車内装材に広く使用されている．しかし，本革の選定はデザイナーの主観や経験により選定されているので，消費者が求めるS/Wの「握り心地」の数値化が求められている．

そこで，本研究ではS/Wの「握り心地」に影響を与える要因，①素材，②シボパターン，③塗装タイプがそれぞれ異なる8試料を選定し，「握り心地」官能検査を行った．さらに，皮革表皮の物理量を測定し，物理量と「握り心地」との相関関係を検討し，皮革表皮の物理量よりS/Wの「握り心地」を予測する手法を提案した．

２．試料および実験方法

２．１　試料

「握り心地」に影響を与える素材(本革・合成皮革・床革)，シボ(粗さ特性)，塗装(表面特性)がそれぞれ異なる8種類の皮革表皮で作成した皮革S/Wを用いた．それらの詳細をTable1に示す．

２．２　「握り心地」官能検査方法

被験者は運転座席に着座して視覚情報を遮断し，触覚のみでS/Wの「握り心地」を一対比較法(中屋の変法)により評価した．「握り心地」を評価する形容語は，人がモノに触れた時に感じる4因子，「硬軟感(やわらかい，弾力感がある)」，「乾湿感(すべりにくい，しっとりした，ドライな，さらっとした，ぬめりのある，べたつく)」，「粗滑感(なめらかな，ざらざらした)」，「温冷感(あたたかい)」に関連する物理形容語10種類，自動車のデザインコンセプトに関連し消費者が物理形容語から想起するイメージ形容語10種類(手に張り付く，手になじむ，質感が高い，本物感がある，スポーティ感がある，シンプルな，偽物感がある，高級感がある，握り心地がよい，好き)の計20種類を用いた．なお，自動車シートやS/Wの設置条件が評価に影響を与えないように，市販車のシートの背・座面角度の初期設定を参考にして固定した．実験室の温度は23±2℃，湿度50±5%RHとし，試料は実験前に48時間上記の環境下にて静置した．被験者は20代の男子学生11名で，評価尺度は7段階尺度を採用した．

Table1 実験試料

試料番号	革の種類	シボ	塗装
A	本革	○	－
E	合成皮革	○	－
F	本革	スムース	－
G	本革	○	－
H	床革	スムース	－
I	床革	○	－
A1	本革	スムース	○
A3	本革	スムース	○

２．３　皮革表皮の物理量の測定

皮革表皮の表面粗さは触針式表面粗さ測定機(サーフコム480A：東京精密)，摩擦特性は表面摩擦測定試験機(NT-01：カトーテック)，圧縮特性は卓上材料試験機(STA-1225：ORIENTEC)，温熱特性は精密迅速熱物性測定装置(サーモラボⅡ型：カトーテック)を用いて測定した．測定環境は温度23±2℃，湿度50±5%RHである．なお，全ての測定は10回ずつ行い，得られた10データを算術平均して結果を算出した．

３．実験結果及び考察

３．１　「握り心地」の分散分析結果

「握り心地」官能検査の分散分析結果をTable2に示す．なお，表中の**は1%有意，*は5%有意を示す．

Table2　分散分析結果

	形容語	主効果	主効果個人差	組合せ効果
温冷感	あたたかい	**	**	
硬軟感	やわらかい	**	**	
	弾力感がある	**	**	
乾湿感	すべりにくい	**	**	
	しっとりした	**	**	
	べたつく	**	**	
	さらっとした	**	**	
	ぬめりのある	**	**	
粗滑感	凹凸感がある	**	**	**
	なめらかな	**	**	**
イメージ	手に張り付く	**	**	
	手になじむ	*	**	
	質感が高い	**	**	
	本物感がある	**	**	
	スポーティー感がある		**	
	シンプルな	**	**	*
	偽物感がある	**	**	
	高級感がある	**	**	
	握り心地がよい	**	**	
	好き	**	**	

Table2より，「スポーティ感がある」に主効果がみられず，「凹凸感がある，なめらかな，シンプルな」に組合せ効果がみられたので，上記4形容語を除く16種類の形容語により以後の解析を行うこととした．

また，「粗滑感」に関連する形容語において組合せ効果がみられた．これは，今回選定した試料において，シボパターンの有無で「粗滑感」を評価する試料対もあれば，同じシボパターン同士を評価する際には，その他の要因で「粗滑感」を評価するからと考えられる．

３．２　「握り心地」の主成分分析

「握り心地」を評価する際の主成分を同定するために，官能検査より得られた各形容語の平均嗜好度を用いて主成分分析を行った．

主成分分析を行う条件は，①累積寄与率が80%以上，②固有値が1以上，③1つの主成分において，少なくとも1つ以上の形容語が0.7以上の主成分負荷量をもつ，とした．この条件で得られた主成分分析結果をTable3に示す．

Table3　主成分分析結果

主成分負荷量	主成分No.1	主成分No.2	主成分No.3
高級感がある	0.976	0.134	-0.048
握り心地がよい	0.966	-0.155	-0.118
本物感がある	0.956	-0.065	-0.057
質感が高い	0.938	0.225	-0.166
しっとりした	0.918	0.175	-0.278
好き	0.884	-0.023	-0.189
手に張り付く	0.850	0.290	0.414
手になじむ	0.769	0.469	0.373
ぬめりのある	0.083	0.860	-0.408
偽物感がある	-0.465	0.857	0.043
すべりにくい	-0.200	0.794	0.556
べたつく	0.480	0.749	0.271
弾力感がある	-0.083	-0.002	0.860
あたたかい	0.271	-0.599	0.676
やわらかい	0.572	-0.621	0.508
さらっとした	0.442	-0.611	-0.453

Table3より，第1主成分を「高級感」，第2主成分を「ぬめり感」，第3主成分を「弾力感」と解釈した．

３．３　「握り心地」と物理量との相関関係

「握り心地」形容語と皮革表皮の物理量との相関関係をFig.1に示す．Fig.1より，圧縮特性と摩擦特性は，それぞれ「硬軟感」，「乾湿感」を表す形容語と相関がみられた．また，イメージ形容語は表面特性と相関がみられた．これらの相関関係より，重回帰分析を用いて「握り心地」を予測する式を作成した．

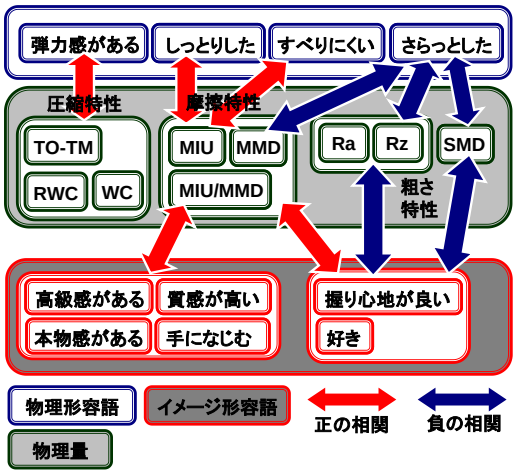


Fig.1　「握り心地」と物理量との相関

1B1

湯たんぽによる温罨法と寝具内温度について

○北澤強志、岡本恵里、斎藤真、村本淳子（三重県立看護大学）、
高橋康友、宇田輝生（アメジスト大衛株式会社）

Relation between hot water bottle covering and the temperature in bedding

Tsuyoshi Kitazawa, Eri Okamoto, Shin Saito, Junko Muramoto (Mie Prefectural College Of Nursing), Yasutomo Takahashi and Teruo Uda (Amejisut Daiei Co., LTD)

１．はじめに

病院・介護施設・在宅において、身体や手足を温めるために温罨法がよく行われるが、特に湯たんぽを用いる方法は安価であり、省エネルギーの観点から、その使用が見直されている。しかし、湯たんぽは温度調整が難しく低温熱傷の発生報告が後を絶たない[1)]。このことは、湯たんぽによる温罨法の課題といえよう。

そこで本研究では、湯たんぽカバーの素材や形状を工夫することで寝具内温度を保ちつつ、低温熱傷を防ぐことができないか検討した。

２．方法

(1)測定環境

三重県立看護大学人工気候室を使用した。室温26℃、湿度55%に設定し、データロガー(T&Dおんどとり TR-72Ui)をベッドサイドに置いて測定した。

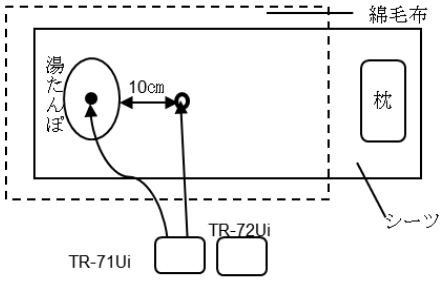
(2)装置・測定条件(図１)

湯たんぽは市販のプラスチック製(265×220×90㎜、容量2600ml)を用い、沸騰させた熱湯2400mlを入れ、足元のマットレス端から300㎜のベッド中央部に置いた。

パラマウントベッド製のベッドとマットレス(KE-603)に、マットレスパッド(厚さ15㎜、毛・ポリエステル各50%)を敷き、その上をシーツ(綿100%)と綿毛布(140×200㎝、綿100%)の順に覆い、測定した。

湯たんぽの表面温度と寝具内温度は、データロガー(T&Dおんどとり TR-71Ui)を用い、湯たんぽ中央部と湯たんぽ外縁から頭側100㎜の2点を30秒毎に180分間測定した。

カバーの条件は、①カバーなし、②布カバー(厚さ0.7㎜、綿100%)、③メッシュ状カバー(厚さ30㎜、PET100%)の3種類とした。



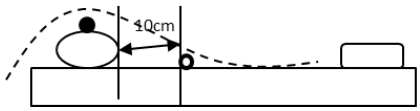


図１　実験配置図

３．結果

カバーなしの湯たんぽの表面温度の最大値は74.7±3.2℃(測定開始後10分30秒)であった。180分経過時には表面温度は53.2±1.5℃となり、ピーク時より最大で26.2℃低下した。寝具内温度の最大値は34.2±0.9℃(測定開始後22分)、180分経過時には31.1±0.6℃となり、ピーク時より最大で4.6℃低下した(図2)。

布カバーの表面温度の最大値は62.7±4.2℃(測定開始後14分30秒)、180分経過時は49.1±3.1℃となり、ピーク時より最大で20.9℃低下し

た。寝具内温度の最大値は30.8±0.6℃(測定開始後36分)、180分経過時には29.3±0.4℃となり、ピーク時より最大で2.5℃低下した。また、布カバーの表面温度はバラツキが大きく、標準偏差は0.3℃から5.4℃であった(図３)。

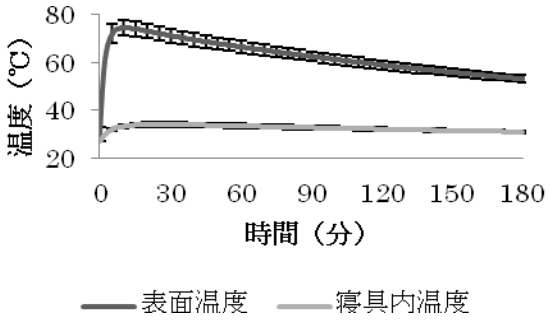


図２　カバーなし

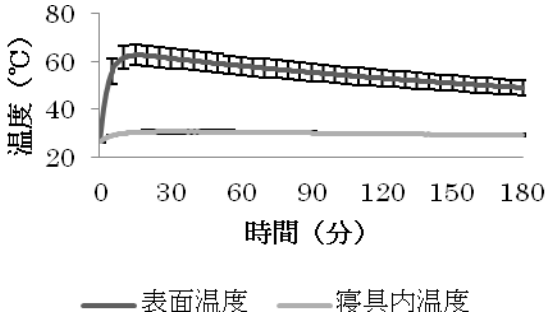


図３　布カバー

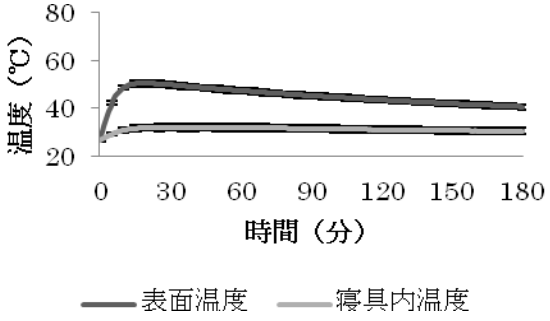


図４　メッシュ状カバー

メッシュ状カバーの表面温度の最大値は50.6±1.3℃(測定開始後17分30秒)、180分経過時は40.8±1.1℃となり、ピーク時より最大で12.2℃低下した。寝具内温度の最大値は32.2±1.5℃(測定開始後32分)、180分経過時には30.5±1.2℃となり、ピーク時より最大で4.4℃低下した(図4)。

４．考察

温熱器具を直接皮膚に長時間貼用する場合、43℃が低温熱傷を発生させる臨界温度と[2]と言われている。本研究では、メッシュ状カバーのみ180分後の表面温度が43℃を下回り、標準偏差も最小であった。メッシュ状カバーは、メッシュ状の空間により熱伝導が均一になるものと考えられる。一方、布カバーは、湯たんぽの表面に部分的な凹凸があり、湯たんぽとカバーの間に隙間が生じ、結果として熱伝導にムラが生じたものと考えられる。

以上より、カバーの素材や形状の違いにより、表面温度の安定と低温熱傷を防ぐことができる可能性が示唆された。また、メッシュ状カバーを用いることで寝具内温度も適度に保つことが可能であり、保温効果に影響を与えないことが明らかとなった。

５．まとめ

本研究より、メッシュ状の素材をカバーとして利用することは、十分な保温効果が得られ、低温熱傷を防止する可能性が示唆された。今後は、生体への影響を含めて検討を行う予定である。

参考文献

1)公益財団法人日本医療評価機構、第 23 回報告書、http://www.med-safe.jp/pdf/report_23.pdf、p122-124

2)平山峻　編、「最新の熱傷臨床　その理論と実践」、克誠堂出版、p410-423、1994

運転特性と心拍のWavelet解析による精神的影響の考察

○青木俊泰（名城大学大学院・院生），田中聖也（名城大学大学院・院生），
横森求（名城大学）

A Study of Mental Workload by Operation Characteristics and Wavelet Analysis

**Toshiyasu Aoki (Meijo University), Masaya Tanaka (Meijo University),
Motomu Yokomori (Meijo University)**

１．はじめに

自動車の運転をする際に，ドライバは交差点，カーブなどに対応し速度調節，ハンドル操作を行う．このような「認知・判断・操作」を繰り返すことでドライバは精神的負担を受ける[1)]．この精神的負担が蓄積され，ドライバの判断ミス，操作ミスを誘発して交通事故に繋がる場合がある．

本報告では，市街地走行中にカーブを曲がる際の車両運動の変化がドライバに与える精神的影響ついて，心拍のウェーブレット解析の結果から考察した．

２．生体反応指標

走行中のドライバが受ける精神的負荷を把握するため，心拍を測定し，心拍数への変換およびR-Ri 時系列のウェーブレット解析を行い，交感神経，副交感神経活動の変動を数値化し，無次元化した．

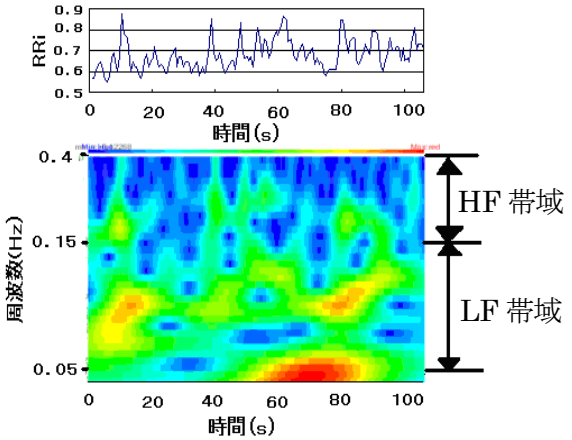


図１　ウェーブレット解析例

図1は本実験により得られたR-Ri時系列変化とそのウェーブレット解析の一例である．黒色から灰色，灰色から白色になるにつれてパワーが強くなっていることを示している．0.05～0.15Hz の帯域から成る LF 成分は交感神経と副交感神経の両方の支配を受け、0.15～0.4Hz の帯域から成る HF 成分は副交感神経の支配を受けている[2)]．

またウェーブレット解析の結果から，周波数帯域ごとのパワースペクトル値を算出する．算出された LF 帯域および HF 帯域の値の総和を求め，(1)式で LF/HF を定義する．

$$LF / HF = \frac{\int_{0.05}^{0.15} PSD_{LF}\, dF}{\int_{0.15}^{0.4} PSD_{HF}\, dF} \qquad (1)$$

この LF/HF をドライバの精神的負荷を示す生体反応指標とした．

３．実験概要

カーブと交差点が存在する一般道の 5 つのカーブ区間を区間 1 から区間 5（表 1）とし，考察対象区間とする．走行コースの全長は約 1.2km，実験所要時間は約 100 秒である．被験者は 21～22 歳の男子学生 10 名で走行回数は各被験者 5 回である．

表１　各区間の特徴

区間名	特徴
区間 1	右 R200m
区間 2	左 R63m・下り勾配
区間 3	信号なし T 字路左折,
区間 4	左 R48m
区間 5	右 R30m

生体反応指標としてドライバの心拍変動，車両運動指標として速度，3軸方向加速度，操舵角，ブレーキ踏力を計測した．操舵角から操舵角速度を算出し分析に用いる．

４．結果

実験から得られた被験者Ａの各指標の経時変化を図2，図3に示す．図中の波線部1から5は各区間を示している．

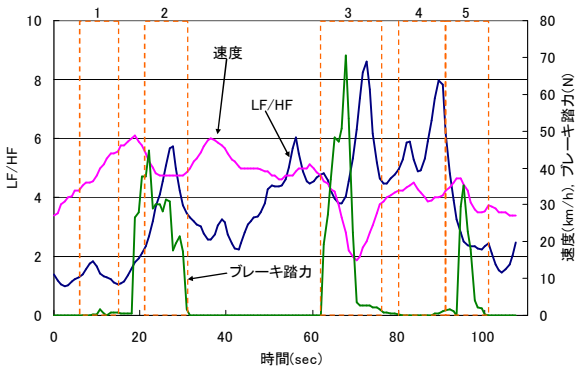


図2　経時変化（LF/HF，速度，ブレーキ踏力）

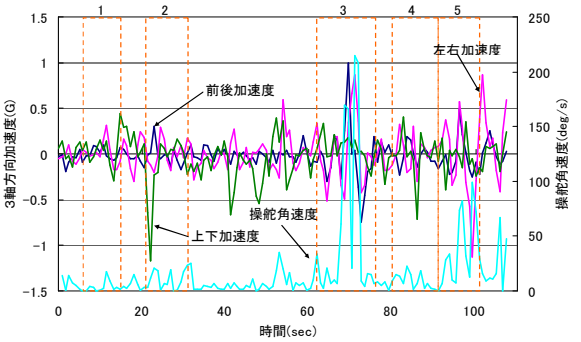


図３　経時変化（操舵角速度，３軸加速度）

５．考察

被験者10名を運転負担感受性チェックシート(WSQ)[3]の得点を基にグループ分けを行った．22歳から24歳の男性100名のWSQの平均値2.5点より低い被験者(A～E)を運転負担を受けにくい群(グループⅠ)，高い被験者(F～J)を運転負担を受けやすい群(グループⅡ)とした．また，説明変数を生体反応指標であるLF/HF，目的変数を車両運動指標である速度，3軸加速度，ブレーキ踏力，操舵角速度として，重回帰分析を行う．重回帰分析によって得られた標準偏回帰係数の絶対値が0.5以上となった指標の回数を図4と図5に示す．

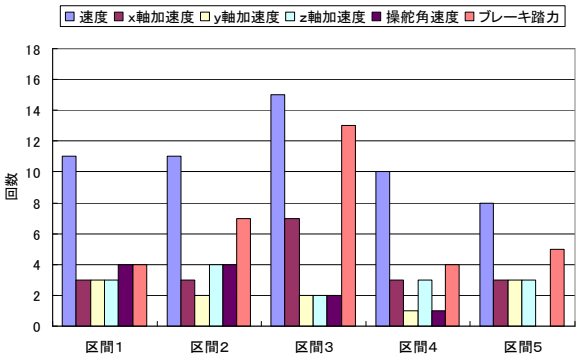


図4　グループⅠ

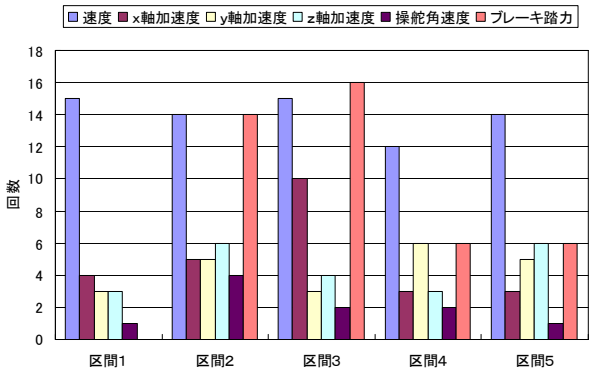


図5　グループⅡ

グループⅠでは，すべての区間においてLF/HF と速度に相関が見られた回数が最も多い．これよりグループⅠの被験者は速度の変化により精神的負荷を受けると考えられる．

グループⅡでは，区間1，区間4および区間5でLF/HF と速度に相関が見られた回数が最も多い．またグループⅠの被験者と比較して，区間2から区間5ではLF/HF と速度以外の車両運動指標に相関が見られた回数が多くなった．ここから運転負担を受けやすい被験者は，速度以外にも精神的負荷を与える要因が多くなると考えられる．

６．おわりに

- 経時変化のグラフより，カーブ区間でLF/HFは上昇しており，ドライバは精神的負荷を受けている．
- 重回帰分析の結果より，ドライバは速度の変化により精神的負荷を受けやすい．
- 運転負担を受けやすい被験者（グループⅡ）は速度以外の要因からも精神的負荷を受けやすい．

参考文献

1）横森求，「発汗によるドライバの精神的負荷の検討」，自動車技術，Vol.58　No7，103-108，2004

2）石川康，「臨床医学のためのウェーブレット解析」，医学出版，2000

3）石橋基範，大桒政幸，赤松幹之，「運転スタイル･運転負担感受性の個人特性指標と運転行動」，自動車技術，Vol.58　No12，34-37，2004

1B3

健康成人の体位変換角度の違いによる循環動態の変化

○小寺直美（四日市看護医療大学）、山田智恵（藤田保健衛生大学）、長谷部ゆかり（聖泉大学）

Change of the Circulation by the Difference of Position Changes in Healthy Adult.

Naomi Kotera (Yokkaichi Nursing and Medical Care University),
Chie Yamada (Fujita Health University), and Yukari Hasebe (Seisen University)

１．はじめに

クリティカルケア状況下にある患者は、体位変換や全身清拭などの看護援助を実施した際に循環動態が不安定となり、重篤な血圧低下を引き起こす危険性がある。特に、病態の不安定な時期における体位変換は、神経・体液性循環調整機転が混乱状態にあり、著しい失調状態が生じるために、わずかな体位の変換でも降圧が生じ、これをきっかけに危険なレベルの血圧に移行したり、重症不整脈を惹起したりすることもある [1)]。本研究では、血圧、脈拍数、末梢血管抵抗(SVR：Systemic Vascular Resistance)、心拍出量(CO：Cardiac Output)の指標を取り上げ、体位変換の角度が循環動態に及ぼす変化について健康成人を対象に調査を行った。

２．方法

１）被験者および測定条件

被験者は、30-39 歳（平均年齢 34.2 歳）の健康成人 10 名であった。実験は、2011 年 7～8 月に看護大学内実習室で被験者が寒さや暑さなど不快感を感じない程度の室温(22±2 度)に設定し実施した。実施は、食事直後 1 時間半・入浴・飲酒・運動は避け、被験者が仰臥位を 10 分間安静保持した後に行った。被験者には、本研究の目的、内容、倫理的配慮について説明し同意を得た上で実施した。

２）体位変換方法

看護師役２名により全介助にて被験者を右側臥位にし、背部に発泡スチロールにて作成した体幹傾斜角度 10 度の体位変換枕をあて安定した姿勢を 20 分間保持し終了する(写真 1)。10 分間の休憩後、同様の方法を用いて体幹傾斜角度を 30 度、45 度、60 度で行った。

また、本研究実施前にはプレテストを実施し、安楽で苦痛が少ない体位の保持方法や発泡スチロール製枕の位置を検討した。プレテストで安楽・安全性を確認した上で被験者のへの調査を実施するが、被験者自身が痛みや精神的ストレスを感じた場合にはすぐに調査を中止することとした。

３）循環動態の測定

循環動態の測定には非観血的測定装置（脈波・コロトコフ音計 PS-501：株式会社パラマ・テック社製）を使用した。マンシェットは左上腕に巻き、血圧・脈拍数・SVR・CO を測定した。測定時間は、実施前（安静臥床 10 分後）・体位変換直後（直後）・2 分後・5 分後・10 分後・15 分後・20 分後に行った。

４）評価方法

評価は統計ソフトエクセル統計 2010 を使用した。各項目における測定時間ごとの平均値と標準偏差を算出し、実施前の値と各時間ごとの値を t 検定にて統計学的に評価した(P<0.05)。

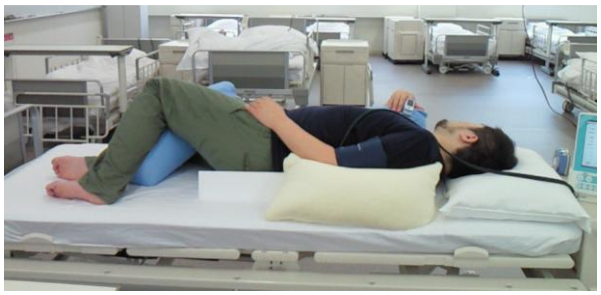


写真1. 体位の整え方

３．結果

収縮期血圧の体位変換前の各角度間において有意な差は認めなかった。直後では、10度と45度において有意な差を認めた。2分後では、10度と30度・45度・60度で有意な差を認めた。さらに、5分後では、30度と60度、10分後には30度と60度において有意な差を認めた。15分後と20分後では、10度と30度・45度・60度で有意な差を認めた。(P<0.05)（図1）。

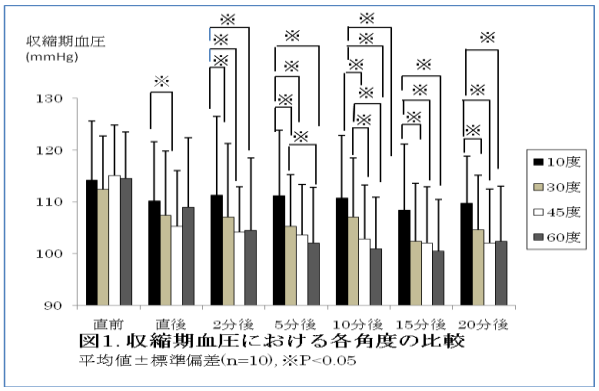


図1. 収縮期血圧における各角度の比較
平均値±標準偏差(n=10), ※P<0.05

拡張期血圧の体位変換前の各角度間において有意な差は認めなかった。直後では10度と30度・45度・60度、30度と45度、45度と60度において有意な差を認めた。2分後では10度と30度・45度・60度で有意な差を認めた。5分後では、10度と30度・45度・60度、30度と45度、30度と60度で有意な差を認めた。10分後は、10度と30度・45度・60度、30度と60度、45度と60度で有意な差を認めた。15分後では、30度と60度、45度と60度に有意な差を認めた。20分後では10度と30度・45度・60度、30度と60度で有意な差を認めた。 (P<0.05)(図2)。

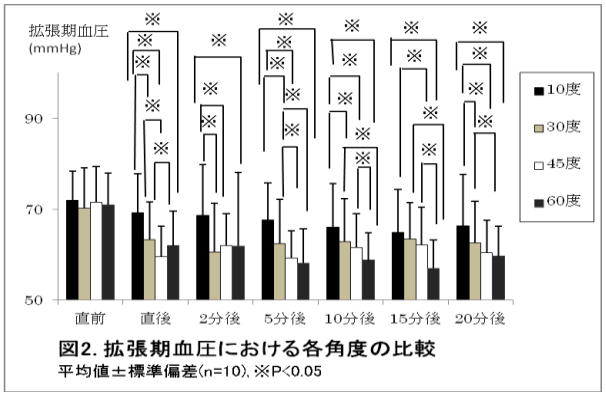


図2. 拡張期血圧における各角度の比較
平均値±標準偏差(n=10), ※P<0.05

SVRの実施前の各角度間において有意な差は認めなかったが、20分後では各角度間で有意な差を認めた。

COは実施前から20分後の各時期において各角度間での有意な差は認めなかった。

4．考察

本研究は、体位変換角度が循環動態に及ぼす変化について健康成人を対象に調査した。体位変換は右側臥位とし、角度は10度、30度、45度、60度で実施した。体位変換角度が10度の場合は、体幹傾斜角度が緩徐であり、健康成人における循環動態に有意差が生じるほどの変化を認めないのではないかと推測していた。しかし、本研究では10度の直後において有意な血圧低下を認めた。10度の直後ではCOに有意な低下はみられず、SVRが減少したことによる血圧低下であった。その他の角度においても同様にSVR減少による血圧低下がみられた。

寺町ら[3]は急性心筋梗塞患者における入院後早期の体位変換に対する反応を調査したところ、仰臥位から45度側臥位への体位変換前後で有意差は認めなかったが、右側臥位後に正常範囲を超えた降圧を生じた患者がいたことを報告している。しかし、本研究では、体位変換角度が10度と緩徐であっても、体位変換直後は有意に血圧が低下し、さらに体位変換20分後では10度と30度・45度・60度において有意な血圧低下やSVR減少を認めた。各角度すべての計測時期において、開始前より循環動態の低下をみとめ20分経過をしても開始前まで回復しないことが明らかになった。また、体幹傾斜角度が強いほど循環動態が変化しやすく注意深い観察が必要であることが示唆された。

課題として、本研究は30代の健康成人を対象としたが、今後は壮年期や老年期の被験者で調査を進めることにより対象条件の違いによる循環動態の変化を明らかにしていきたい。

5．まとめ

体位変換角度が10度と緩徐であっても、体位変換直後は有意に血圧が低下し、さらに体位変換20分後では10度と30度・45度・60度において有意な血圧低下やSVR減少を認めた。そのため、体幹傾斜角度が強いほど循環動態が変化しやすく注意深い観察が必要であることが示唆された。

引用・参考文献

1) 寺町優子他、「クリティカルケア看護　理論と臨床への応用」、 日本看護協会出版会 93-108、 2007
2) 小林たつ子他、「60 度側臥位保持による循環血液量の検討」、山梨県立大学看護学部紀要 9、13-22、2007
3) 寺町優子他、「急性心筋梗塞早期における体位変換時の循環動態の変化と回復期の労作に対する代償機転」、北里医学 25、46-57、1995

1B4

健康成人の体位変換経過時間に伴う循環動態の変化

○山田智恵（藤田保健衛生大学）、小寺直美（四日市看護医療大学）、長谷部ゆかり（聖泉大学）

Change of the Circulation by the Difference of lapsed time after position change in Healthy Adult.

Chie Yamada (Fujita Health University),
Naomi Kotera (Yokkaichi Nursing and Medical Care University),
and Yukari Hasebe (Seisen University)

１．はじめに

クリティカル状況下にある患者は、病態の不安定が不安定であり、この時期における体位変換は、神経・体液性循環調整機転が混乱状態にあり、著しい失調状態が生じるために、不整脈や、著しい血圧低下を引き起こすこともある。このような患者に対しては、体位変換による循環動態変動を最小限に抑えるために、２名以上の看護師で体位変換を実施することや、仰臥位から側臥位への体位変換時に患者の体幹傾斜角度を緩徐にするなどしている現状がある。しかし、これらのことは看護師の経験から判断され実施されていることが多いと思われるが、私たち看護師は経験とともにエビデンスに基づく看護を実践することで、患者にとって安心、安楽な看護援助の提供が重要であると考える。本研究では、健康成人の体位変換時の循環動態の変化を調査することにより、クリティカル領域における体位変換の安全性の検討を行った。

２．方法

１）被験者

被験者は健康な成人10名とした。（年齢34.2±3.9歳）被験者には、体位変換以外の因子が循環動態に影響を及ぼすことを避けるため、調査開始１時間半前まで食事を済ませておくこと、調査日（調査開始前）の入浴、飲酒、激しい運動を避けること、調査当日体調不良などがある場合は、調査を中止する旨を説明した。

２）実験場所

被験者が寒さや暑さなど不快に感じない程度の室温（22±2度）に設定した。

２）実験手順

看護師役２名により全介助にて被験者を右側臥位にし、背部に発泡スチロールにて作成した体幹傾斜角度 10 度の体位変換枕をあて安定した姿勢を 20 分間保持し終了した(写真 1)。10 分間の休憩後、同様の方法を用いて体幹傾斜角度を 30 度、45 度、60 度で行った。

また、本研究実施前にはプレテストを実施し、安楽で苦痛が少ない体位の保持方法や発泡スチロール製枕の位置を検討した。実験中に被験者が、不快を訴えることは無かった。

３）循環動態の測定

循環動態の測定には非観血的測定装置（脈波・コロトコフ音計 PS-501：株式会社パラマ・テック社製）を使用した。マンシェットは左上腕に巻き、血圧・脈拍数・SVR・CO を測定した。測定時間は、実施前（安静臥床 10 分後）・体位変換直後(直後)・2 分後・5 分後・10 分後・15 分後・20 分後に行った。

４）評価方法

評価は統計ソフトエクセル統計 2010 を使用した。各項目における測定時間ごとの平均値と標準偏差を算出し、実施前の値と各時間の値を t 検定にて統計学的に評価した($P<0.05$)。

写真：１

３．結果

各角度における収縮期血圧の変化は、10度では実施前に対して直後・10分後・15分後・20分後に有意に低値を示した。30度、45度、60度では実施前に対して直後・2分後・5分後・10分後・15分後・20分後に有意に低値を示した($P<0.05$)(図1)。

各角度における拡張期血圧の変化は、10度、30度、45度、60度のすべての角度において、実施前に対して直後・2分後・5分後・10分後・15分後・20分後に有意に低値を示した(P<0.05)(図2)。

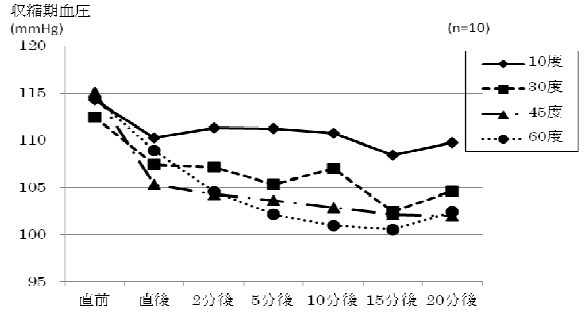


図1. 各角度における収縮期血圧の経時的変化

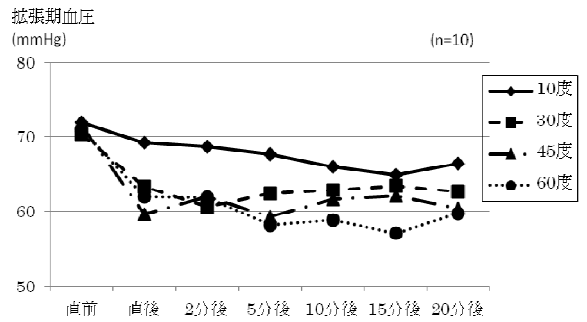


図2. 各角度における拡張期血圧の経時的変化

各角度における脈拍数の変化は、10度と30度において、実施前に対して15分後・20分後に有意に低値を示した(P<0.05)。その他の角度では有意な差を認めなかった。

各角度におけるCOは、すべての角度において有意な差を認めなかった。

各角度におけるSVRは、10度、30度、45度、60度のすべての角度において、実施前に対して直後・2分後・5分後・10分後・15分後・20分後に有意に低値を示した(P<0.05)。

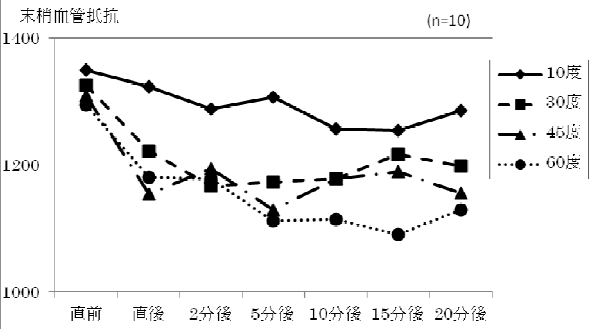


図3. 各角度における末梢血管抵抗の経時的変化

4．考察

本研究は、体位変換角度が循環動態に及ぼす変化について健康成人を対象に調査した。体位変換は右側臥位とし、角度は10度、30度、45度、60度で実施した。10度の直後において有意な血圧低下を認めた。10度の直後ではCOに有意な低下はみられず、SVRが減少したことによる血圧低下であった。同様に、30度、45度、60度においてもCOは実施前と20分間の側臥位時の間では有意な差を認めなかった。小林ら[2)]は60度では側臥位開始後15分間で指尖拍動が大きく減少したとして、体位変換15分後の循環動態変化を報告している。

しかし、本研究結果では、体幹傾斜角度が10度と緩徐であっても、体位変換直後から著明な血圧低下を認め、さらに体位変換20分後も実施前に比べ有意な血圧低下が生じることが明らかとなった。そのため、体位変換20分後までは体幹傾斜角度に関わらず、観察を継続する必要があると考える。

実際の臨床では20分以上側臥位にしていることが一般的である。側臥位の条件を、臨床の場と近づけ循環動態の変化を検討していく必要があると考える。

5．まとめ

体位変換角度が10度と緩徐であっても、体位変換直後は有意に血圧が低下し、さらに体位変換20分後にも有意な血圧低下を認めた。体位変換20分後までは、どの角度においても循環動態が変化しやすく注意深い観察が必要であることが示唆された。

引用・参考文献

1) 寺町優子他、「クリティカルケア看護　理論と臨床への応用」、　日本看護協会出版会 93-108、 2007

2) 小林たつ子他、「60 度側臥位保持による循環血液量の検討」、山梨県立大学看護学部紀要 9、13-22、2007

剣道打ち込み動作時の筋電解析

○ 砂田治弥 横山清子（名古屋市立大学大学院芸術工学研究科） 松河剛司（愛知工業大学）
原田晋作 高田宗樹 松浦康之 平田隆幸（福井大学）

Analysis of the EMG in Kendo "Uchikomi" Motion

Haruya Sunada　Kiyoko Yokoyama(Nagoya City University)
Tsuyoshi Matsukawa(Aichi Institute of Technology)
Shinsaku Harada　Hiroki Takada　Yasuyuki Matsuura　Takayuki Hirata (University of Fukui)

１．はじめに

伝統武道の一つである剣道は、平成 24 年から中学校体育武道教育で必修化されることが決まっている [1)]。これまで剣道の指導経験が少ない教員が指導を担当することを可能とするために、指導者自身の自学用あるいは指導補助に資する教材の開発が必要となる。このような教材としてPCソフトウェアやwebコンテンツが有用と考えられるが、これらを作成するためには動作や筋活動の可視化[2)]、習熟度などの定量化が有用と考えられる。

本研究では剣道の動作と筋電図の同時計測を行い、総合的・系統的に分析し、剣道の習熟度や個性を定量評価するための動作と生体信号の可視化と、解析方法の提案を目的としている [3)]。

本稿では、主に竹刀の先端部分の軌跡と腕の筋電パターンに着目し、習熟度の高い被験者の特徴抽出と個人差を中心に解析した結果を述べる。

２．使用システムと実験方法

使用システムは、名古屋市立大学に設置されている光学式モーションキャプチャシステム（Vicon Motion Capture System, Motion Analysis）の二種類を使用した。撮影カメラの台数は１０台で行った。フレームレートは 60fps である。筋電図はテレメーター方式の多用途生体アンプ（SYNAACT MT11 ,NEC メディカル）と無線筋電計（WEB7000,日本光電工業）により測定し、サンプリング周波数 1200Hz と 120Hz で A/D 変換した。

実験では、剣道の摺り足での面打ち動作を一人５回ずつ測定した。

被験者は、経験者４名であるが、経験年数はそれぞれ、被験者Ａは１６年、被験者Ｂは１５年、被験者Ｃは１１年、被験者Ｄは３年である。打ち込み棒との距離は約 2.2m、竹刀は 120cm、510g 以上のものを使用した。

動作計測用のマーカーは、被験者に４４カ所、竹刀へ４カ所、打ち込み棒へ２カ所取り付け、計測を行った。

表面筋電図の電極は左腕とう骨筋、右上腕二頭筋、左ふくらはぎ、右ハムストリングスの４箇所に取り付け計測を行った。

３．解析方法

モーションキャプチャシステムで撮影されたマーカーの軌跡情報をグラフ化し、試行回数に対する軌跡形状の変動を解析した。

筋電図に関しては、測定されたデータの基線のゆるやかな変動を除去するため、隣り合う２点の差分を求めることによりハイパスフィルタを適用した。その後、全波整流を行い、窓幅１２分の１秒で移動平均を求め、それをグラフ化した。

４．結果

４名の被験者の５回の面打ち動作時の竹刀先端の軌跡をＹＺ、ＸＹ平面へ投影したものと、右上腕二頭筋の筋電時系列が図１である。被験者Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄを横軸に、縦軸にＹＺ軌跡、ＸＹ軌跡、右上腕二頭筋の筋電時系列の５回分のグラフを重ね合わせたものを配置した。また筋電図に関してはそれぞれの試行の最大値を 100 として重ね合わせた。

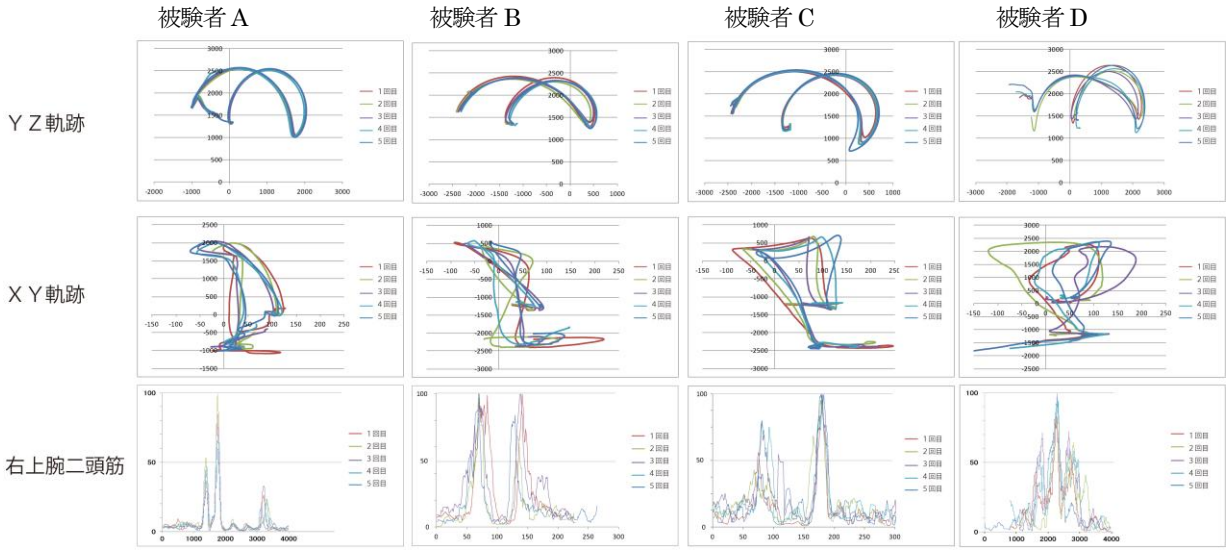


図１　竹刀先端マーカーの軌跡と右上腕二頭筋の筋電図の５回試行分の重ね合わせ

５．考察

被験者Ａ,Ｂ,Ｃ,Ｄの竹刀のＹＺ平面軌跡はそれぞれほぼ類似の形状をしていることが読み取れる。各被験者の重ね合わせたグラフ個々のぶれに関しては、被験者Ｄが多少ぶれていることもわかった。

ＸＹ平面の軌跡については、被験者Ａ,Ｂ,Ｃ,Ｄそれぞれが全く異なる形状のグラフとなり個人差を反映する結果となった。各々のグラフの重ね合わせに関しては被験者Ａ、被験者Ｃ、被験者Ｂ、被験者Ｄの順番で軌跡のぶれが少ないことがわかる。被験者全体のグラフの形の違いについては、Ｘ方向のわずかな竹刀先端部分の動きに各人の無意識的な癖のようなものが現われているのだろうと推測している。大きく数値が変動するＹＺ平面の動きに対して、ＸＹ平面のほんの微小な動きについては、被験者はあまり意識していないと考えられる。

右上腕二頭筋のグラフに関しては被験者Ａ,Ｃ,Ｂ,Ｄの順で５回分の試行の重ね合わせのぶれが少ないことがわかる。被験者同士のグラフの形については被験者Ａ,Ｃが似ていることも読み取れる。

６．まとめ

被験者の中で最も習熟度が高いＡについては、５回の試行において力を入れるタイミングと力の入れ具合がそろっていることがわかった。２番目に習熟度が高い被験者Ｂと３番目のＣについては、剣道の経験年数とグラフから読み取れる習熟度に関して逆転している結果が得られた。これに関して後日調査したところ、被験者ＢとＣは試合で戦うと被験者Ｃのほうが強いということが判明した。このことはグラフデータから読み取れる習熟度が、剣道の強さの推測の指標の一つになることを示唆した。４番目のＤについては習熟度の低さがグラフにはっきり現れた。

今後の展望として、被験者数を増やし、計測部位、解析方法についてさらに検討する予定である。剣道の達人と客観的に評価される人を対象とした計測も予定している。また、Ｘ方向に現れるわずかな動きについても詳細に検討したいと考えている。

参考文献

1)　文部科学省http://www.mext.go.jp/ 2011
2)　松河剛司，横山清子，梅谷智弘，永田雅典，「モーションキャプチャと３DCG を用いた動作解析システム」、人間工学，vol.45, No.1,12-18,2009
3)　砂田治弥他,「モーションキャプチャシステムによる剣道打ち込み動作の解析」、信学技報 Vol.111、No.121、31-36、2011

手芸活動が脳機能評価に与える影響

○藤本祐子（神戸女子大学大学院・院生）、大森正子、岡本陽子、上田充夫（神戸女子大学）

Evaluation of human brain by handicraft activity

Yuko Fujimoto, Masako Omori, Yoko Okamoto and Mitsuo Ueda (Kobe Women's University)

１．はじめに

近年、病院や高齢者福祉施設等において、手芸による作業活動がリハビリに取り入れられている。様々な作業活動の中でも、手芸による作業活動は高齢者からの人気が高いと報告されている[1)]。また、手指を使った作業は脳機能の活性化に関連があるとの報告[2,3)]や、脳機能が高い人は美術や文化活動に積極的に参加しており、認知症予防にも関連があると報告[4)]されている。しかし、先行研究[2,3)]では、手指を使った作業として、折り紙やちぎり絵といった作業による脳機能の活性化に対する有効性は報告されているが、手芸が脳機能に与える影響については報告されていない。

そこで本研究では、手芸をすることが脳機能の活性化に関連するかを明らかにするため、健常中高年女性を対象に、ネット手芸制作による脳機能評価を行ったので、その結果を報告する。

２．方法

2.1 被験者

被験者は40歳から84歳までの健常中高年女性91名（平均実年齢63.7歳±8.1）である。本研究では、週に3日程度日常的かつ継続的に手芸を行っている被験者を手芸活動者（51名、平均実年齢62.5歳（±7.2））、日常的かつ継続的に手芸を行っていない被験者を非手芸活動者（40名、平均実年齢65.4歳（±9））とし、2群に分けて比較した。

2.2 実験項目および手順

被験者は、実験初日のネット手芸制作に入る前に、手芸経験に関するアンケートに回答した。脳機能を評価する指標としてTrail Making Test Parts A,B（TMT-A,B）、紙版脳年齢測定テスト（茅野商工会議所発行）を行った。その他にPOMS、生活習慣アンケートを行った。各種アンケート・テスト終了後、ネット手芸によるティッシュカバー制作（以後：ネット手芸とする）を開始した。制作期間は4～10日間である。作品が完成した直後に達成感を問うアンケート、POMS、やる気スコアテスト、TMT-A,B、脳年齢テストを行った。ここでは、脳年齢テストとTMT-A,Bの結果を報告する。

2.3 統計処理

手芸活動の有無とネット手芸が脳機能に与える影響を比較検討するため、手芸活動の有無とネット手芸前後を独立変数とし、脳年齢テストの結果、TMTの遂行時間を従属変数として、2元配置分散分析を行った。

３．結果

3.1 脳年齢テスト

ネット手芸前後の平均脳年齢の結果は、ネット手芸前が手芸活動者40.9歳（±9.7）、非手芸活動者48.1歳（±12.8）であった。ネット手芸後が手芸活動者46.1歳（±8.9）、非手芸活動者51歳（±11.3）であった。

以上の結果より、脳年齢に対する手芸活動の有無とネット手芸が脳年齢に与える影響を検討するため、これらを2要因とし、2元配置分散分析を行った（図１）。その結果、手芸活動の有無（$p<0.001$）とネット手芸前後（$p<0.01$）の2要因ともに有意差が認められた。手芸活動の有無での下位検定では、手芸活動者は非手芸活動者に比べて、有意に脳年齢が若いという結果であり（$p<0.001$）、ネット手芸前後での下位検定では、ネット手芸前は後に比べて有意に脳年齢が若いという結果であった（$p<0.01$）。

3.2 TMT-A,B

図２にネット手芸前後における手芸活動者および非手芸活動者のTMT-A遂行時間、図３にTMT-B遂行時間を示した。

TMT-Aについては、ネット手芸前における手芸活動者の平均遂行時間は29秒（±8.3）、非手芸活動者は37.3秒（±15.5）であった。ネット手芸後における手芸活動者の平均遂行時間は24.9秒（±6.6）、非手芸活動者は31.7秒（±12.1）であった。

TMT-Bについては、ネット手芸前における手芸活動者の平均遂行時間は71.1秒（±19.9）、非手芸活動者は89.5秒（±32.3）であった。ネット手芸後における手芸活動者の平均遂行時間は、59.1秒（±21.1）、非手芸活動者は77.7秒（±30.3）であった。

以上の結果より、手芸活動の有無とネット手芸がTMT-A,B遂行時間に与える影響を検討するため、これらを2要因とし、2元配置分散分析を行った。その結果、手芸活動の有無（p<0.001）とネット手芸前後（p<0.01）の2要因ともに有意差が認められた。手芸活動の有無での下位検定では、手芸活動者は非手芸活動者に比べて、有意にTMT-A,Bともに遂行時間が速いという結果であり（p<0.001）、ネット手芸前後での下位検定では、ネット手芸前より後のほうが、有意にTMT-A,Bともに遂行時間が速いという結果であった（p<0.01）。

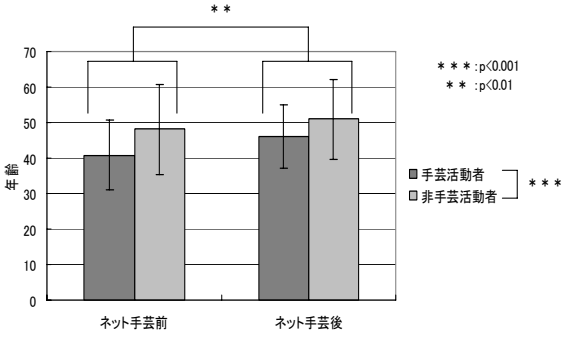


図１　脳年齢比較 - 手芸活動者・非手芸活動者

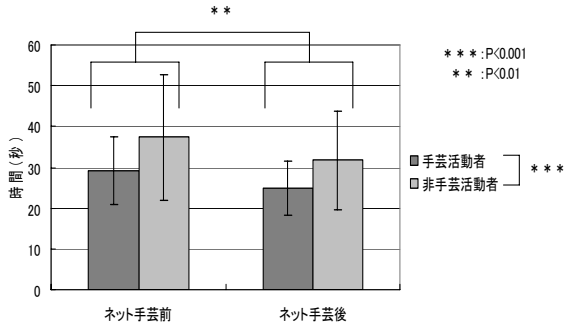


図２　TMT-A遂行時間比較 - 手芸経験者・非手芸経験者

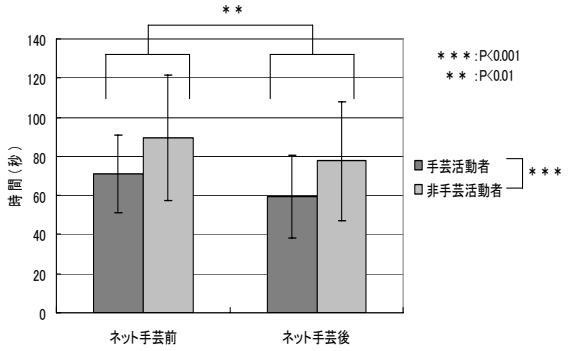


図３　TMT-B遂行時間比較 - 手芸経験者・非手芸経験者

４．考察とまとめ

本研究は、手芸をすることが脳機能の活性化に関連するかを明らかにするため、健常中高年女性を対象に、ネット手芸制作による脳機能評価を行った。

脳年齢テストの結果では、手芸活動者・非手芸活動者ともにネット手芸前が後より脳年齢が若い結果であり、ネット手芸による脳年齢への影響はなかったと考えられる。

しかし、TMT-A,Bの結果では、手芸活動者・非手芸活動者ともに、ネット手芸前より後において、有意に遂行時間が速くなっていることから、ネット手芸によって、視覚運動速度、注意能力、認知の変換、課題と注意の切り替え能力が向上することが示唆された。

また、脳年齢については、ネット手芸前後とも非手芸活動者より手芸活動者の脳年齢が若いという結果であった。このことから、日常的かつ継続的に手芸を行うことは、脳機能の活性化に有効であることが示唆されるが、本実験では、制作期間が4～10日の短期間であり、短期間ネット手芸をするだけでは脳年齢を下げるまでには至らなかったと考えられる。また、被験者の手芸の熟練度とネット手芸の難易度の関係も実験結果に影響したと考えられる。

今後は、POMS、生活習慣、達成感、やる気と脳年齢について検討していきたい。

また、本実験はネット手芸を課題として行ったが、他の手指運動に関わる手芸においても検討していきたい。

参考文献

1) 田島明子、「介護老人福祉施設入所高齢者における作業教室の意味 - 利用者の主観的側面の質的検討」
2) 今井理恵子他、「認知症高齢者に指先トレーニングを実施した効果の検証 - 認知機能・ADL・意欲の向上を目指して」、高山赤十字病院紀要 Vol.34、61-65、2010
3) 坂本涼子他、「ADL よりも精神機能が遅れて回復している回復期脳血管障害患者に対する作業療法の関わり」、青森県作業療法研究 Vol.11、No.1、45-48、2002
4) 内田誠也他、「美術文化活動と高齢者の脳機能について - 静岡県Ｉ市における調査」、MOA 健康科学センター研究報告集 Vol.13、61-72、2009

2B3

看護における観察と注視点分布について

○竹ノ内伸輔（（独）国立病院機構東名古屋病院）、長谷川智之（三重県立看護大学）、
斎藤真（三重県立看護大学）
Shinsuke Takenouchi(National Hospital Organization Higasi Nagoya National Hospital),
Tomoyuki Hasegawa and Shin Saito (Mie Prefectural College of Nursing),

１．はじめに

看護は患者の状況を観察し、その情報を分析することから始まる。看護における観察は、看護実践の基礎であり、患者に行われる看護実践の質に反映されると言われている[1)]。

しかし、多くの観察情報の中から何をどのように把握するかは、看護の初学者にとって習得が困難な技術である。それは、取り込まれる視覚情報と判断、実践をしていく過程が円滑につながっていないためである。

そこで本研究では、看護時の観察過程を知るために、眼球運動特性と観察内容の対照を行い、両者の関連性について検討を試みた。今回は、看護師の有資格者を対象に行った。

２．方法

被験者は、看護師経験者(経験年数2年～現役)の男性1名、女性4名とした。眼球運動は、アイマークレコーダ(NAC EMR-8B)を用いて計測した。計測映像はVTRに録画後、パソコン内に取り込みビットマップファイルに変換、フレーム解析に供した。

本研究では、注視エリアを患者自身、水分出納、環境の3つに分類し、同一場所に165msec以上停留した場合を注視点と定義した[3)]。

被験者はアイマークレコーダを装着後、立位にて頭部を顎台に固定した状態で1.1m前方に提示された画像を観察した。画像は液晶テレビ(SHARP LC-42EX5 42インチ)上に出力した。内容は、開腹手術後の成人男性患者を想定した。画像は臥床したモデル人形に酸素マスク、点滴、尿バッグ、心電図などの医療器具を装着し、創部にガーゼがあたっている状態を再現した。

被験者は80秒間画像を観察[1)]し、実験終了後に観察内容を口述することとした。観察後の口述内容は、患者自身、水分出納、環境の3項目に分け点数化した。

３．結果

図1はエリア別注視時間の平均、図2は被験者それぞれのエリア別注視時間である。

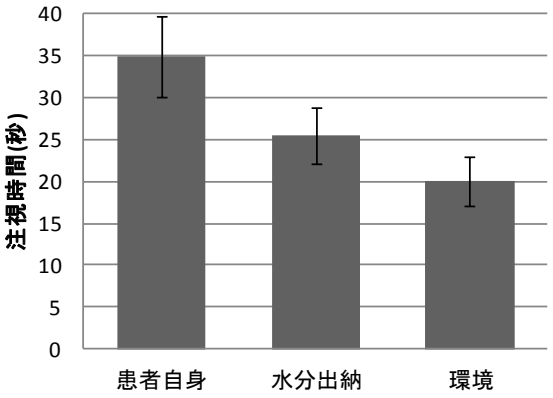


図1 エリア別注視時間の平均(有資格者、n=5)

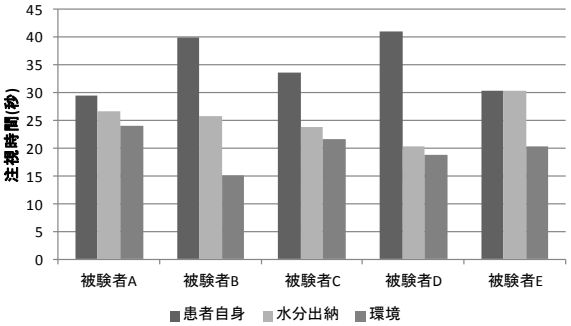


図2 被験者のエリア別注視時間

被験者中4名が注視割合で最も多いのが患者自身、以下、水分出納-環境と続いており、例外で

ある被験者Eは水分出納-患者自身-環境の順番であったが、水分出納と患者自身の差は0.1秒とごく僅かな差であった。

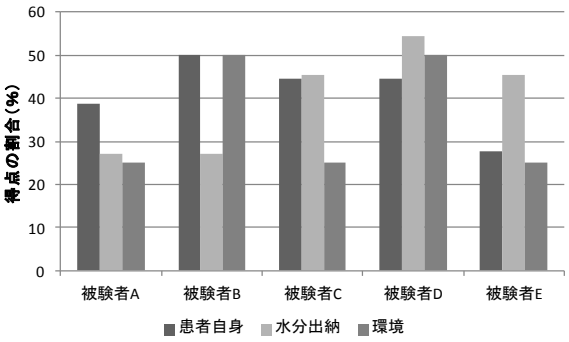


図3 口述内容の得点の割合

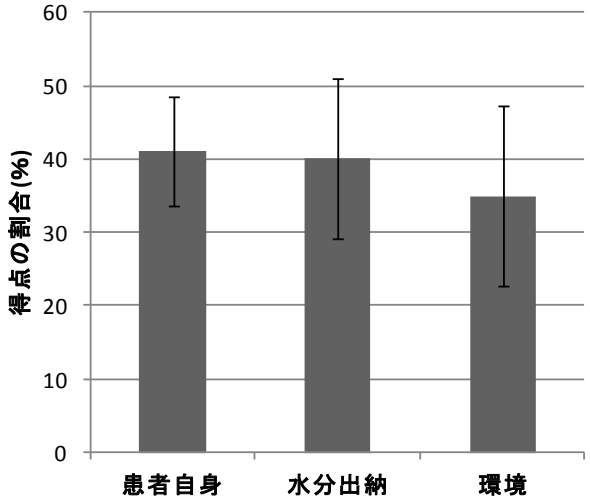


図4 口述内容の平均得点割合(n=5、±SD)

図3は各被験者の口述内容の得点を示したものである。被験者間で共通性は見られなかった。

図4は口述内容の平均得点の割合を出したものである。注視エリアで4名の被験者に見られたように、平均得点でも最も高いのが患者自身、以下、水分出納-環境となっている。

4．考察

エリア別注視時間は、河合、森本らの結果[1,2,3]と同じく有意な相関は見られなかったが、患者自身を重視し、それに水分出納が続くという傾向を見出すことができた。一方、学生を被験者とした実験結果では、視点の移動や停留に一定の傾向が見られなかった[4]。今回の被験者は、看護師としての経験年数が2年から11年であり、知識や経験に基づいた視覚情報の取り込みによって一定の傾向が生じたものと推察される。

この結果を支持するように、有資格者の口述内容得点の平均は注視エリアの平均と同じ順番であった。

看護における観察では、見えている事実から患者のニードを掴むことが必要とされる。観察すべき個所は膨大であるが、今回の研究で一定の傾向が示されたことから、経験に基づく観察の仕方というものがあるのではないかと推察される。

5．まとめ

今回の研究で観察に一定の傾向が示され、患者を観察する方法として学生の観察技術習得に利用できると考えられる。今後はこれを用いて初学者のための観察プログラムに応用することを検討している。

参考文献

1) 河合智恵子他、「看護教育における患者観察力習得の重要性」、久留米医学会雑誌 Vol.63、No.8～11、p201-210、2000
2) 河合千恵子他、「看護婦の観察能力に関する研究－看護婦の視覚情報の取り込み－」、日本看護研究学会誌 Vol.17、p115、1994
3) 森本紀巳子他、「看護者の視覚情報の取り込み－看護婦と看護学生の比較－」、日本人間工学会誌 Vol.34、p254-255、1998
4) 竹ノ内伸輔他、「看護における観察と眼球運動特性について」、日本人間工学会東海支部 2010 年研究大会論文集、p44-45、2010

心肺蘇生時の術者の負担と胸骨圧迫の質の関係（第１報）
ー膝立姿勢と立位姿勢の比較ー

〇舘典子，吉田真夕（三重県立看護大学・学生）
長谷川智之，斎藤真（三重県立看護大学）

Relationship between quality of chest compression and performer fatigue
- Comparison of kneeling position with standing position -

Noriko Tachi, Mayu Yoshida, Tomoyuki Hasegawa and Shin Saito
(Mie Prefectural College of Nursing)

１．はじめに

心肺蘇生における胸骨圧迫は，患者の横に膝をついて実施することが主流である[1]．一方，病院ではベッド上に膝をつく，もしくはベッドの横に立ち胸骨圧迫を実施することが一般的である．しかし，姿勢の違いによる術者の負担と胸骨圧迫の質の関係性を明らかにした研究は見当たらない．そこで本研究では，膝立姿勢と立位姿勢について術者の負担と胸骨圧迫の質の検討を試みた．

２．方法

(1)被験者

被験者は21～29歳(平均年齢23.0±2.5歳)の男性11名に依頼した．

(2)実験方法

初めに閉眼安静5分間の心拍数(以下HR)，酸素摂取量$\dot{V}O_2$，分時換気量(以下BTPS)を測定した．胸骨圧迫は，ベッド上又は床上に蘇生訓練用人形(Leardal Skillmeter Resusci Anne)を置き実施した．被験者の姿勢は，ベッド上での膝立姿勢(以下両膝)，床上での膝立姿勢(以下床上)，調整高の3条件とした．胸骨圧迫は，1分間に120回のテンポに合わせて5分間実施した．

※調整高＝0.515×身長－193.2 (mm) [2]

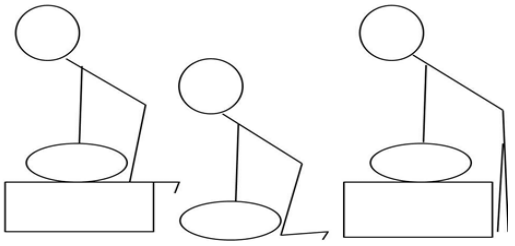


図1　胸骨圧迫時の姿勢
（左から，両膝，床上，調整高）

(3)測定項目

HRは第Ⅱ誘導でLife scope8にて計測した．$\dot{V}O_2$，BTPSはVmax29cにて計測した．胸骨圧迫時の深さは，蘇生訓練用人形の胸壁の上下運動をポテンショメータにて電圧を変換した．データは，A/D変換機を介してサンプリング周波数100HzにてPCに取り込んだ．

(4)分析方法

HRは閉眼安静時を基準とした1分毎の増加率を算出した．$\dot{V}O_2$とBTPSは1分毎の平均値を算出した．圧迫の深さは，圧迫のピーク時が5cm以上となった割合を算出し、正確率とした．統計的検定は，Friedman検定およびWilcoxonの符号付き順位検定で評価した．

３．結果

図2にHRの結果を示す．各時間の両膝と床上において，開始1分($p<0.05$)，2～5分($p<0.01$)に有意差が認められた．調整高と床上は1分と2,3,4,5分で有意差が認められた($p<0.01$)．両膝は1分と2,3,4,5分，2分と5分で有意差が認められ($p<0.01$)，2,3分と4分で有意差が認められた($p<0.05$)．

図3に$\dot{V}O_2$の結果を示す．各時間の3群間では有意差は認められなかった．両膝は1分と2,3,4,分で有意差が認められ($p<0.01$)，1分と5分，2分と3分で有意差が認められた($p<0.05$)．床上は1分と2,3,4,5分で有意差が認められ($p<0.01$)，4分と5分で有意差が認められた($p<0.05$)．調整高は，1

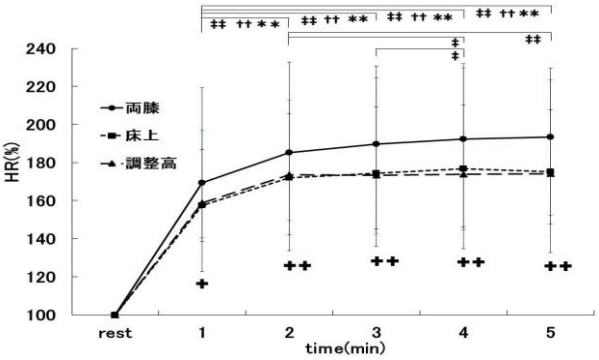


図2　HRの経時的変化

‡‡：両膝($p<0.01$)，‡：両膝($p<0.05$)，††：床上($p<0.01$)，†：床上($p<0.05$)，
＊＊：調整高($p<0.01$)，＊：調整高($p<0.05$)，
✚✚：両膝vs床上($p<0.01$)，✚：両膝vs床上($p<0.05$)

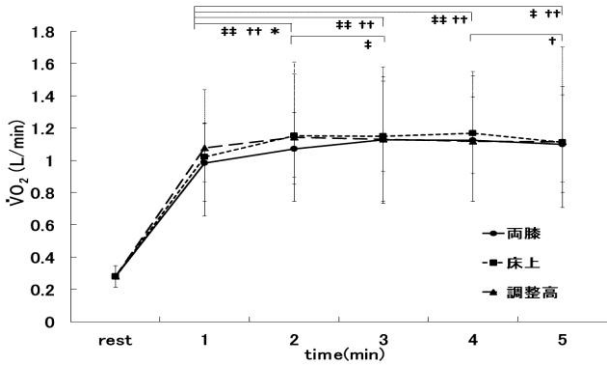


図3　$\dot{V}O_2$の経時的変化

＋＋:両膝(p<0.01), ＋:両膝(p<0.05), ††:床上(p<0.01)
†:床上(p<0.05), ＊:調整高(p<0.05)

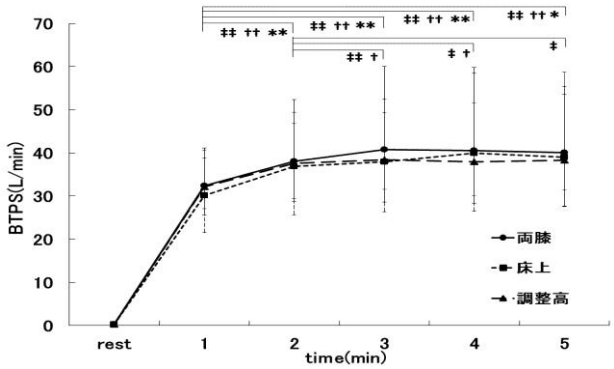


図4　BTPSの経時的変化

＋＋:両膝(p<0.01), ＋:両膝(p<0.05), ††:床上(p<0.01),
†:床上(p<0.05), ＊＊:調整高(p<0.01), ＊:調整高(p<0.05)

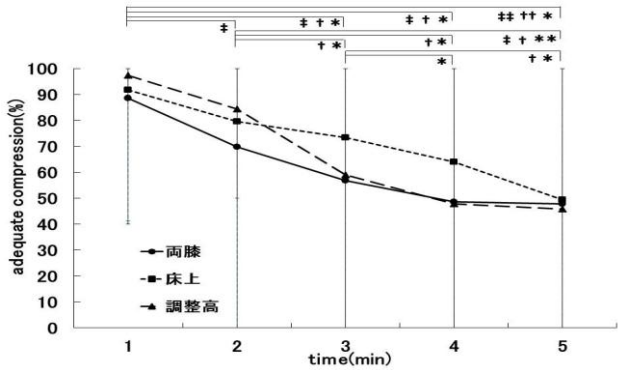


図5　胸骨圧迫の正確率

＋＋:両膝(p<0.01), ＋:両膝(p<0.05), ††:床上(p<0.01),
†:床上(p<0.05), ＊＊:調整高(p<0.01), ＊:調整高(p<0.05)

分と2分で有意差が認められた(p<0.05).

図4にBTPSの結果を示す. 各時間の3群間では有意差は認められなかった. 両膝の1分と2,3,4,5分, 2分と3分で有意差が認められ(p<0.01), 2分と4,5分で有意差が認められた(p<0.05). 床上の1分と2,3,4,5分で有意差が認められ(p<0.01), 2分と3,4分で有意差が認められた(p<0.05). 調整高では, 1分と2,3,4分で有意差を認め(p<0.01), 1分と5分で有意差が認められた(p<0.05).

図5に胸骨圧迫の正確率の結果を示す. 各時間の3群間では有意差は認められなかった. 両膝は, 1分と5分で有意差が認められ(p<0.01), 1分と2,3,4分, 2分と5分で有意差が認められた(p<0.05). 床上は, 1分と5分で有意差が認められ(p<0.01), 1分と3,4分, 2分と3,4,5分, 3分と5分で有意差が認められた(p<0.05). 調整高の2分と5分で有意差が認められ(p<0.01), 1分と3,4,5分, 2分と3,4分, 3分と4,5分で有意差が認められた(p<0.05).

4. 考察

HRの結果より, 両膝での胸骨圧迫は生体負担が大きいことが明らかとなった. 両膝での実施は, 足趾が浮くため, 術者の下肢が不安定な状態となり, 上半身の安定性を求めるために生体負担が大きくなったものと推察される.

時間経過に伴い胸骨圧迫の質が低下することは, 先行研究と同じ結果となった[3]. 前述のように, 両膝は術者の下肢の姿勢が不安定のため, 十分な力を伝えることができず, 圧迫の質が低下したものと考える. 胸骨圧迫の質は, 時間毎に3条件とも低下していくが, 両膝の生体負担は大きいため, 支持基底面積の大きい床上, 調整高での胸骨圧迫が好ましいと考える.

5. まとめ

本研究では, 両膝の生体負担が最も大きかった. したがって, 姿勢が安定する床上と調整高での胸骨圧迫が好ましい. 今後の課題として, 主観的および客観的指標を用いた局所的疲労の検討, 胸骨圧迫時のバイオメカニカル評価を検討する.

参考文献

1)Robert A et al, 「Part 5: Adult Basic Life Support : 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care」, Circulation, Vol.122, No.18, S685-S785, 2010

2)清水芙夕佳他, 「術者が好む胸骨圧迫時のベッドの高さについて」, 日本人間工学会東海支部 2010 年研究大会論文集, 88 - 89, 2010

3)Gutwirth H et al, 「Rescuer fatigue in cardiopulmonary resuscitation: a review of the literature」, Journal of Emergency Primary Health Care , Vol.7, No.4, 2010

心肺蘇生時の術者の負担と胸骨圧迫の質の関係（第2報）
ー臨床現場でみられる姿勢の比較ー

○吉田真夕，舘典子（三重県立看護大学・学生）
長谷川智之，斎藤真（三重県立看護大学）

Relationship between quality of chest compression and performer fatigue (2)
-Comparison of common postures in a clinical situation-

Mayu Yoshida, Noriko Tachi, Tomoyuki Hasegawa and Shin Saito
(Mie Prefectural College of Nursing)

１．はじめに

臨床現場における心肺蘇生法は，ベッド上やストレッチャー上で行われることが多い．しかし，ベッドの高さが一定でないことや術者の身長も異なるため，負担の増加や胸骨圧迫の質の低下が予測される．本研究は，臨床現場における心肺蘇生に着目し，姿勢の違いによる術者の負担と胸骨圧迫の質の関係の検討を試みた．

２．方法

(1)被験者

被験者は，胸骨圧迫の訓練を受けた 21～29 歳(23.0±2.5 歳)の男性 11 名に依頼した．

(2)測定項目

測定項目は，心拍数(以下 HR)，呼気代謝，圧迫の深さとした．圧迫時の深さは，蘇生訓練用人形の胸壁の上下運動をポテンショメータにて電圧に変換した．HR は，第Ⅱ誘導で計測し瞬時心拍数に換算した．深さおよび HR のデータは A/D 変換器を介してサンプリング周波数 100Hz にて PC に取り込んだ．呼気代謝は，酸素摂取量(以下$\dot{V}O_2$)，分時換気量(以下 BTPS)を Vmax 29c にて計測した．

(3)実験方法

胸骨圧迫は，ベッド上に蘇生訓練用人形(Leardal Skillmeter Resusci Anne)を置き実施した．被験者の姿勢は，ベッド上に片膝を乗せる姿勢(以下：片膝)，調整高[1)]，ストレッチャーでの胸骨圧迫を想定した立位姿勢(以下:ストレッチャー)の 3 条件とした．胸骨圧迫の実施時間は 3 条件とも 5 分間とした．胸骨圧迫のテンポは，メトロノームを使用し，120 回/分に合わせた．各被験者には初回の測定前に椅座位で 5 分間の閉眼安静で呼吸代謝と HR を測定した．

※調整高 ＝ 0.515×身長－193.2(mm)

(4)分析方法

圧迫の深さは，5cm 以上押せた割合を 1 分毎に算出し，正確率の経時的変化を評価した．HR および呼気代謝は，1 分毎の平均値を算出した．HR は，安静時心拍を基準とし，1 分毎の増加率を評価した．呼気代謝は絶対値を評価した．統計的検定は Friedman 検定および Wilcoxon の符号付順位検定で評価した．

３．結果

図1にHRの結果を示す．各時間の3群間の有意差は認められなかった．経時的変化は，3条件ともに開始1分と2,3,4,5分に有意差が認められた($p<0.01$)．片膝は3分と4分，ストレッチャーは2分と3,4,5分に有意差が認められた($p<0.05$)．

図2に$\dot{V}O_2$の結果を示す．各時間の3群間の有意差は認められなかった．経時的変化は，片膝は1分と2,3分($p<0.01$)，1分と4,5分($p<0.05$)に有意差が認められた．ストレッチャーは，1分と2分($p<0.05$)，1分と3,4,5分($p<0.01$)に有意差が認められた．調整高は，1分と2分に有意差が認められた($p<0.05$)．

図3にBTPSの結果を示す．各時間の3群間の有意差は認められなかった．経時的変化は，3条件ともに1分と2,3,4分に有意差が認められた($p<0.01$)．

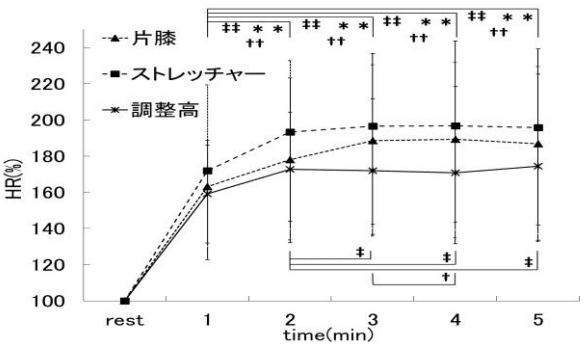


図1　HR相対値の経時的変化

†：片膝でp<0.05，‡:ストレッチャーでp<0.05，††：片膝でp<0.01，
‡‡:ストレッチャーでp<0.01，＊＊：調整高でp<0.01

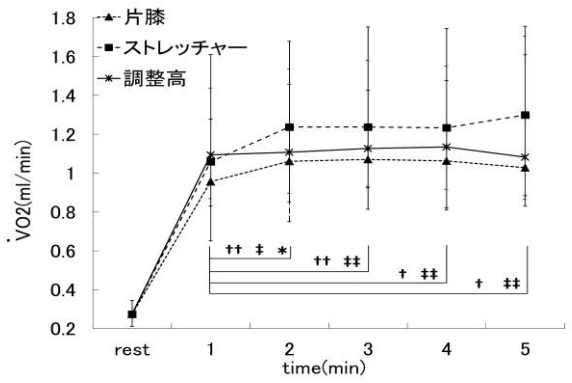


図2　$\dot{V}O_2$の経時的変化

†:片膝でp<0.05, ‡:ストレッチャーでp<0.05, ＊:調整高でp<0.05
††:片膝でp<0.01, ‡‡:ストレッチャーでp<0.01

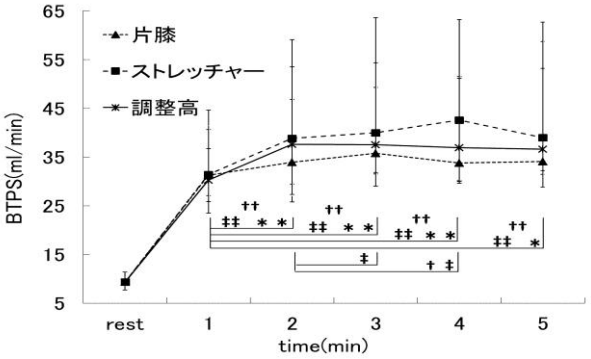


図3　BTPSの経時的変化

†:片膝でp<0.05, ‡:ストレッチャーでp<0.05, ＊:調整高でp<0.05
††:片膝でp<0.01, ‡‡:ストレッチャーでp<0.01
＊＊:調整高でp<0.01

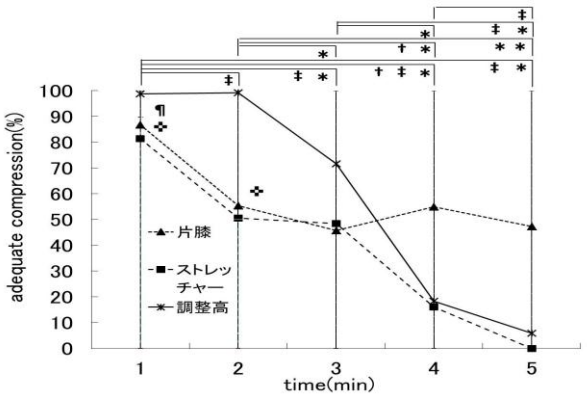


図4　圧迫正解率の経時的変化

†:片膝でp<0.05, ‡:ストレッチャーでp<0.05,
＊:調整高でp<0.05, ＊＊:調整高でp<0.01
✤:調整高vsストレッチャーでp<0.05, ¶:調整高vs片膝でp<0.05

片膝とストレッチャーに共通して1分と5分(p<0.01),2分と4分(p<0.05)に有意差が認められた．ストレッチャーは2分と3分，調整高は1分と5分に有意差が認められた(p<0.05)．

図4に胸骨圧迫時の正解率の結果を示す．開始1分で調整高と片膝,ストレッチャー(p<0.05)，2分で調整高とストレッチャーに有意差が認められた(p<0.05)．経時的変化は，片膝は1,2分と4分，ストレッチャーは1分と2,3,4,5分，3,4分と5分，調整高は1分と3,4,5分，2分と3,4分，3分と4,5分(p<0.05)，2分と5分で有意差が認められた(p<0.01)．

４．考察

胸骨圧迫に伴う生体負担は，客観的指標から高さや姿勢に関係なく同等であることが明らかとなった．胸骨圧迫時の術者の負担を客観的指標から評価した先行研究は数少ないため，新たな結果が得られた.連続した胸骨圧迫は,経時的に圧迫の深さが減少すると報告されているが[2)]，本研究では，調整高での胸骨圧迫は，ほぼ100%の正解率を２分間維持できた．調整高を推奨している先行研究もあり[1) 3)]，胸骨圧迫実施時は術者の好みの高さにベッドを調節することが望ましいと考えられる．圧迫位置の高いストレッチャーが，生体負担で他の条件と差は認められなかったのは，正確率が低い分，運動量が少ないことが影響していると推察される．

５．まとめ

今後の課題として,胸骨圧迫の質を保持した時の生体負担の評価,身体部位の負担の主観的評価,筋電図を用いた局所的負担の変化を明らかにすることが挙げられる．

参考文献

1) 清水芙夕佳,「術者が好む胸骨圧迫時のベッドの高さについて」，日本人間工学会東海支部2010年研究大会論文集，88-89，2010
2) Hightower D et al,「Decay in quality of closed chest compressions over time」, Ann Emerg Med, Vol.37, No.3, 300-3, 1995
3) Working Group of the Resuscitation Council(UK),「Guidance for safer handling during resuscitation in healthcare settings」, Resuscitation Council , 2009

路側駐車車両がドライバに与える精神的影響
ー昼間と夜間の比較考察ー

○ 吉留忠（名城大学大学院・院生），横森求（名城大学）

The Mental Workload of Driver caused by the Roadside Parking Vehicles
- Comparison consideration in daytime and the nighttime)-

Tadashi Yoshidome (Meijo University), and Motomu Yokomori (Meijo University)

１．緒言

自動車を運転しているドライバは，走行環境の変化に対応しながら運転し，認知，判断，操作を繰り返している．その時ドライバには精神的緊張が生じ[1)2)]，疲労や集中力低下を引き起こす原因になる．その結果，判断ミスなどにより交通事故につながることも考えられる．

本報告では，市街地を走行する際に起こる生体反応の心拍，発汗，血流の変化を測定し，走行環境の路側駐車車両がドライバに与える精神的影響を昼間と夜間による比較から考察した．

２．実験

実験車両は，小型乗用車（AT）を使用した．走行コースは，片側１車線の市街地道路で，走行距離は約 2.4km，走行時間は約 5～10 分である．また心拍数は心電図の R-R 間隔から求める．血流量，発汗量の測定は，運転に支障を与えないことを考慮し，左手親指腹部で行った．被験者は 22～24 歳の男子学生８名（A～H）である．

３．指標

3.1.　生体反応

生体反応の評価には，市街地コースで測定した値を，障害のない直線コースと比較して式(1)のように無次元化した心拍比を用いる．

$$心拍比 = \frac{市街地道路走行時の心拍数}{直線道路走行時の平均心拍数} \quad ・・・(1)$$

血流比，発汗比も同様に定義する．

3.2.　アクセレレーションノイズ（An3）[3)]

アクセレレーションノイズ（An）は，ある道路区間内における時間に対応した加減速度の分散を示すものである．区間走行時間 T におけるアクセレレーションノイズは式(2)で定義される．

$$An = \frac{1}{T}\int_0^T [a(t) - \bar{a}]^2 dt \quad ・・・(2)$$

アクセレレーションノイズが大きい道路では，加速および減速の変動が大きく円滑な走行を阻害する要因を多く含むとされている．本研究では，区間走行時間を 3 秒として連続したデータを作成する（An3 と表記）．

４．分析

4.1.　駐車車両区間

走行画像から，駐車車両が存在している部分を抽出し，その区間での心拍比，血流比，発汗比を調べ，駐車車両との関係を考察した．また，昼間運転および夜間運転での比較検討を行った．

Fig.1 のように駐車車両が存在しその隣を実験車両が通り抜ける瞬間の時間を本研究では，基準時間と定義した．Fig.1 では，基準時間は 140 秒となる．その基準時間から前後 10 秒間を分析対象区間とし，駐車車両区間と定義する．Fig.2 には，Fig.1 の基準時間 140 秒時点での駐車車両区間における心拍比，血流比，発汗比と速度，An3 の経時変化を示す．

Fig.1　Forward view

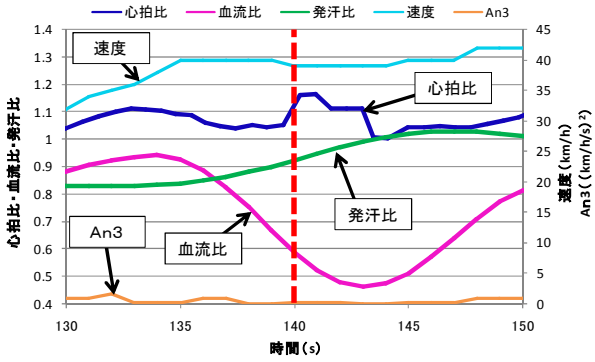


Fig.2　Example of time series

4.2.　運転負担感受性チェックシート[1)]

運転負担感受性チェックシートは全 10 項目からなる運転特性アンケートである.本研究では,その 10 項目の中から,走行実験の際に走行環境により変化する交通状況把握,道路環境把握,運転ペース阻害,制御操作の 4 項目に着目し,それらの 4 項目の平均値を運転負担感受性と定義した.22～24 歳の男子学生 100 名を対象にアンケートを行った結果の 4 項目の尺度の平均値は2.6であり,平均値2.6より低い被験者(A～D)は,運転負担を受けにくい群（グループⅠ）,2.6より高い被験者（E～H）は,運転負担を受けやすい群（グループⅡ）とした.

5．実験結果

Table.1　Biological reaction (All)

平均値	走行コース全体				駐車車両区間			
	心拍比	血流比	発汗比	An3	心拍比	血流比	発汗比	An3
昼間	1.02	0.94	0.99	0.68	1.03	0.92	1.02	0.75
夜間	1.02	0.96	1.06	0.69	1.03	0.92	1.08	0.82

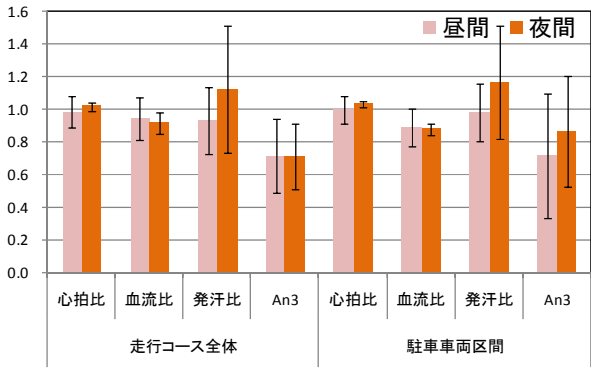


Fig.3　Biological reaction (GroupⅠ)

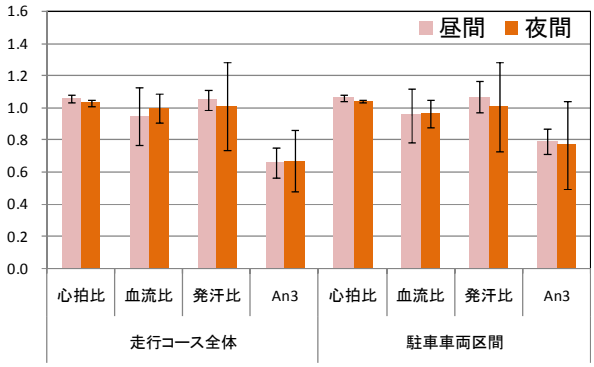


Fig.4　Biological reaction (GroupⅡ)

6．考察

Table.1 より,生体反応をみると,昼間,夜間ともに駐車車両区間の方が走行コース全体より,心拍比は高く,血流比は低く,発汗比は高い.また An3 は,駐車車両区間の方が高く加速および減速の変動が大きいことがわかる.このことから,駐車車両が存在する区間では加減速が多く,ドライバに与える精神的負担が大きいといえる.

Fig.3,4より,グループⅠでは,走行コース全体と駐車車両区間ともに,昼間よりも夜間の方が心拍比は高く,血流比は低く,発汗比は高い.しかし,グループⅡは,夜間よりも昼間の方が心拍比は高く,血流比は低く,発汗比は高いという傾向がみられた.このことからグループⅠは,昼間に比べ夜間の方が緊張状態であり,グループⅡは,昼間の方が緊張状態であると考えられる.

これは,昼間運転時は,夜間運転時と比べると視野が広いため,歩行者や遠くの駐車車両など,視界からの情報量が多いことから,運転負担を受けやすいグループⅡは,精神的負担の増大に繋がっているのではないかと考えられる.

7．結言

・駐車車両が存在する区間では加減速が多く,昼間および夜間ともに精神的負担が大きい.

・運転負担を受けにくいグループⅠは,昼間よりも夜間の方が精神的負担が大きく,運転負担を受けやすいグループⅡは,昼間の方が精神的負担が大きい傾向にある.

参考文献

1) 石橋基範，大栗政幸，赤松幹之：運転スタイル･運転負荷感受性の個人特性指標と運転行動，自動車技術，Vol.58 No.12，pp.34-37，(2004)

2) 横森 求,青野純也：市街地走行時の走行環境変化がドライバへ与える心理的影響-昼間運転と夜間運転の比較考察-，名城大学総合学術研究論文交通科学研究資料,(2009)

3) 野田宏治，今井稔，荻野弘，栗本譲：道路交通環境を考慮した自動車のアクセレレーションノイズ予想モデルと交通事故に関する研究，土木学会論文集，No.512/IV-27，pp.61-71，(1995)

市街地走行時のカーブ区間におけるドライバの精神的影響

○ 田中聖也（名城大学大学院・院生）、青木俊泰（名城大学大学院・院生）
横森求（名城大学）

The Mental Workload of Driver in Curve Section of Urban District

**Masaya Tanaka (Meijo University), Tosiyasu aoki (Meijo University),
Motomu Yokomori (Meijo University)**

1. はじめに

自動車を運転する際，ドライバは，常に変化する走行環境や車両運動に対応し，「認知・判断・操作」を行っている．この行動を繰り返すことでドライバは精神的負担を受ける．この精神的負担が蓄積され，ドライバの判断ミス，操作ミスを誘発し，交通事故に繋がる場合がある．

本報告では，市街地道路のカーブ区間のおける車両運動の変化がドライバに与える精神的影響ついて，心拍のウェーブレット解析の結果から考察した．

2. 生体反応指標

本研究では，走行中のドライバの生体反応指標として心拍を用いる．心電図からRR間隔（RRi）を算出する．周波数解析には時系列データを持つウェーブレット解析を用いる．周波数解析の結果から低周波（LF）帯域と高周波（HF）帯域のパワースペクトル値を算出する．LF 成分は交感神経と副交感神経の両方の支配を受け，HF成分は副交感神経の支配を受けていると考えられている．図1にウェーブレット解析例を示す．

またウェーブレット解析の結果から，周波数帯域ごとのパワースペクトル値を算出する．算出されたLF帯域およびHF帯域の値の総和を求め，(1)式で定義したLF/HFを，ストレス状況を示す生体反応指標とした．

$$LF\ /\ HF = \frac{\int_{0.05}^{0.15} PSD_{LF}\, dF}{\int_{0.15}^{0.4} PSD_{HF}\, dF} \qquad (1)$$

3. 実験概要

実験車両は国産小型乗用車（排気量1500cc，AT車）を使用した．走行コースは全長約1.2km，歩道の無い片道1車線の一般路である．所要時間約100秒である．考察対象区間は5つのカーブ区間（表1）とする．被験者は22～24歳の健常な男子学生15名（A～O）である．

車両運動指標として車両速度，3軸加速度，ハンドル操舵角，ブレーキ踏力を計測した．

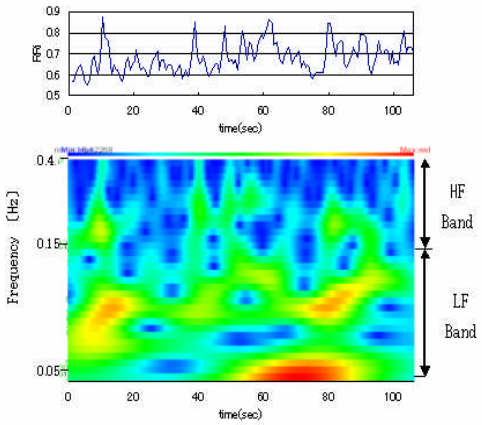


図1　ウェーブレット解析結果

表１　カーブ区間の詳細

区間 1	右カーブ　R=200m
区間 2	左カーブ　R=63m、下り勾配
区間 3	信号無し交差点、左折 左カーブ　R=7m
区間 4	左カーブ　R=48m
区間 5	右カーブ　R=30m，上り勾配

4. 結果

経時変化例として車速，3軸加速度を図2に，LF/HF比，操舵角速度およびブレーキ踏力を図3に示す．図中の①～⑤は表1の各区間を示す．

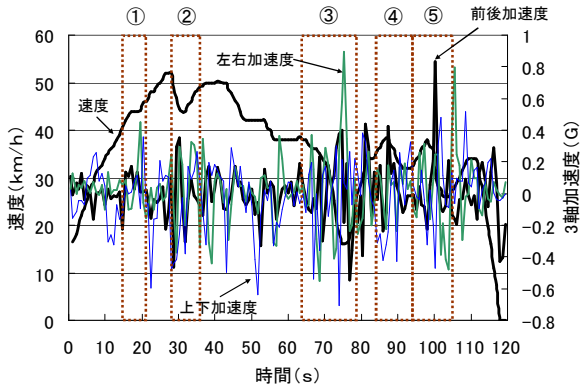


図2　経時変化例-1　被験者C

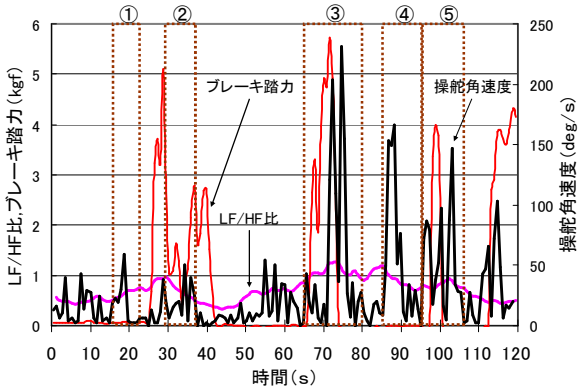


図3　経時変化例-2　被験者C

5. 考察

5.1　運転負担感受性によるグループ分け

HQL 式運転負担感受性チェックシート(WSQ)[1)]の結果から被験者を,負担を受けやすいグループⅠ,負担を受けにくいグループⅡに分類する.

本研究では,全 10 項目の尺度から⑤運転ペース阻害,⑨制御操作の 2 項目に着目し,それら 2 項目の平均点の合計を基準点にした.平均点は 22～24 歳の男性,100 名のデータから算出した.

基準点より低い被験者を運転負担を受けやすい群(グループⅠ),平均点より高い被験者を運転負担を受けにくい群(グループⅡ)とする.

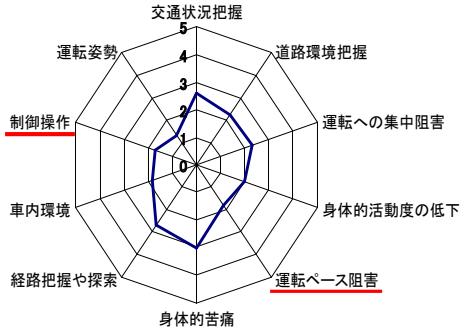


図4　WSQ結果(被験者A)

5.2　運転頻度によるグループ分け

1週間における自動車の運転頻度から被験者を運転頻度が低い(週1～2日)グループ①,運転頻度が高い(週6～7日)グループ②に分類する.表2に各被験者の運転頻度を示す.

表2　運転頻度

運転頻度	週 1～2	週 3～5	週 6～7
被験者	A, B, C, G, K, L	E, F, O	D, H, I, J, M, N

運転負担感受性によるグループ分け,運転頻度によるグループ分けの生体反応指標(LF/HF比)の比較を図5, 6に示す.

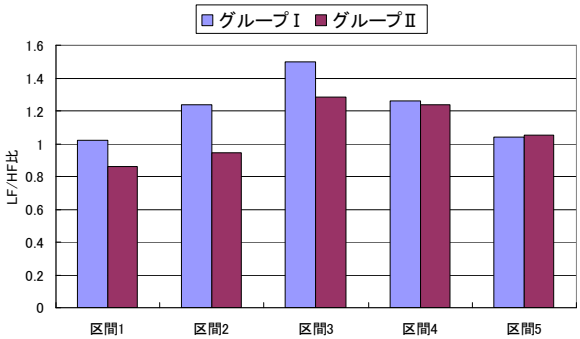


図5　各区間のおけるLF/HF比(WSQ)

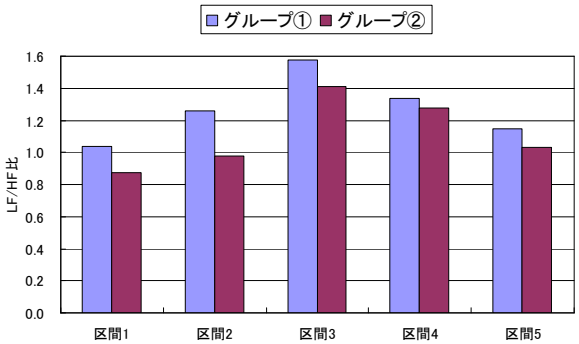


図6　各区間におけるLF/HF比(運転頻度)

6. おわりに

- 左折を行う区間 3 ではハンドル操作量およびブレーキ踏力が増加するとともに,速度変化,前後,左右加速度が大きくなるため,ドライバが受ける精神的負担も大きい.
- 運転負担を受けにくいグループⅡより,運転負担を受けやすいグループⅠの方が精神的負担は大きい.
- 運転頻度が高い被験者は運転に慣れており,運転頻度が低い被験者と比べ,受ける精神的負担が小さい.

参考文献

1)　石橋基範,大桒政幸,赤松幹之：運転スタイル・運転負荷感受性の個人特性指標と運転行動,自動車技術,Vol. 58 No. 12, pp. 34-37, (2004)

3B3

運転中における高齢者の眼球運動に関する研究

○長谷川淳一（富山大学大学院・院生）、高松衛（富山大学大学院）、
中嶋芳雄（富山大学大学院）

Research on the eye movements for elderly while driving

**Junichi Hasegawa (University of Toyama), Mamoru Takamatsu (University of Toyama),
and Yoshio Nakashima (University of Toyama)**

１．はじめに

近年我が国では驚くほどの速さで高齢社会が進行している．現在の日本人口の約22%が65歳以上の高齢者であり，2035年にはこの割合は33%を超えるともいわれている．

これに比例して，高齢者運転者が第一当事者となった交通事故及び死亡者数も増加傾向を示しており，今後も高齢運転者の更なる増加が見込まれることから，早急な安全対策が望まれている．1)

ところで，加齢に伴う身体機能の低下は一様ではない．特に視覚・聴覚などの感覚器官と平衡感覚の衰退で顕著である．また運転に必要な情報のほとんどは視覚からの情報であるが，加齢による視力低下，有効視野の狭窄，明暗順応特性の低下，それに伴う判断力の低下や応答の遅れが高齢者の交通事故の要因とされている．

そこで，本研究では若年者と高齢者の運転時における「眼球運動」を計測し，高齢者の自動車運転中の眼球運動特性を定量化することをその目的とする．

２．実験Ｉ

２-１．方法

実験装置を図1に示す．本実験ではより広い視野での実際の運転状況を再現出来るようにする為，プロジェクタと大型スクリーンを用いた．被験者はNAC社製アイマークレコーダーを装着した状態でスクリーンより距離2mの位置設置された椅子に座る．この状態でスクリーン上に映る自動車運転中の映像サンプルを観測し，その時の眼球運動のデータを測定する．視覚に集中出来るように聴覚からの情報，すなわち騒音などの音声は極力排除した．なお被験者は若年者5名（22～24歳），高齢者5名（65～74歳）である．

自動車運転中の映像サンプルの撮影場所は，富山城前の交差点で時間帯は昼間（13-14時頃），夕方（17-18時頃）である．撮影内容は，交差点に進入し右折をするという状況である．本実験では，右折時に前方車両が存在する場合（図2）としない場合（図3）共に撮影した．各映像の再生時間は約40秒である．

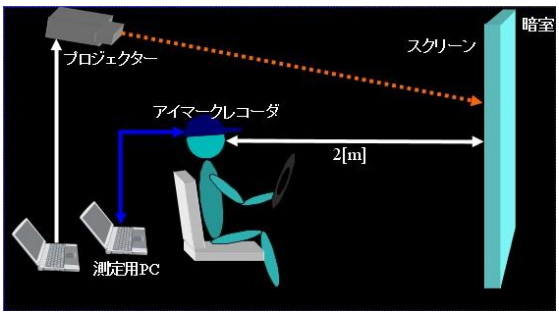


図 1. 実験装置

図 2. 富山城前交差点東向き
（制限速度 50km/h，片側 3 車線の幹線道路）

図 3. 富山城前交差点西向き
（制限速度 50km/h，片側 3 車線の幹線道路）

2-2．結果

「2-1. 方法」で述べた4条件下において測定した眼球運動を測定分析した結果，各条件下で共通して，(1) 高齢者は若年者に比べて注視回数が多いこと（図4），(2) 平均注視時間は少ない（図5）傾向が明らかとなった．また夕方の時間帯では昼間の時間帯の結果を比較すると，高齢者，若年者ともに平均注視回数が増加し，反対に注視時間は短くなる傾向にあることが明らかとなった．

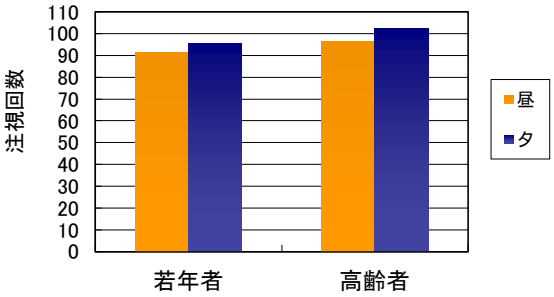


図 4. 平均注視回数特性

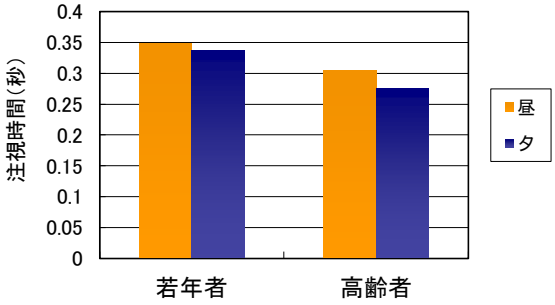


図 5. 平均注視時間特性

3．実験Ⅱ

3-1．方法

実験Ⅱでは連続運転後を想定した疲労時における眼球運動データを取得する．実験装置及び被験者は実験Ⅰと同様である．被験者はスクリーン上に映る自動車運転中の映像サンプルを観測し，眼球運動を測定する．これを連続運転前のデータとする．30分の映像サンプルを観測後，再度眼球運動を測定する．これを連続運転後のデータとした．

3-2．結果

「3-1. 方法」で述べた条件下における眼球運動を測定分析した結果，連続運転を想定した際，(1) 注視回数が減少する（図6），(2) 注視時間は増加する（図7）傾向が明らかとなった．またこの傾向は高齢者でより顕著に表れることが明らかとなった．

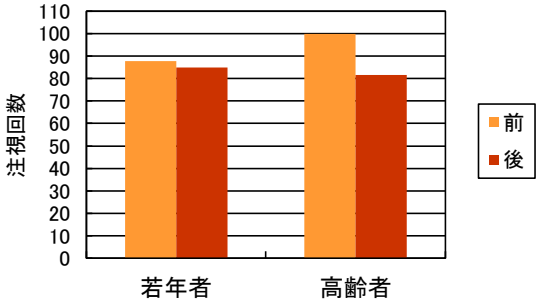


図 6. 疲労時の注視回数特性

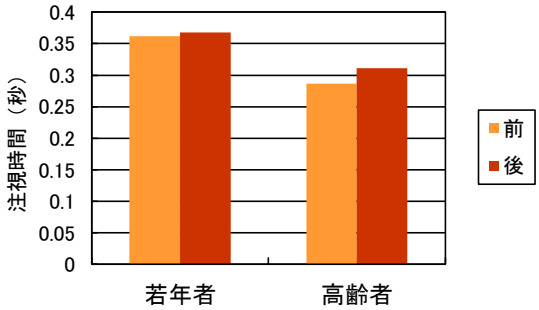


図 7. 疲労時の注視時間特性

4．まとめ

結果より，運転中において高齢者は若年者よりも視線を多く移動させて周囲視認していることが明らかとなった．その結果，観測対象物に対する注視時間は短くなる．これは，本実験での高齢者の被験者郡では若年者に比べて，効率的に視覚対象の認識を行っていることを示唆していると考えられる．しかし高齢者は連続運転を想定した際，目の疲労により大きく眼球運動機能が低下していることも示唆された．

したがって高齢者は運転において，長時間の連続運転を控えるなど集中力保持に努め，長時間運転後は一呼吸おいて行動するなど無理せず余裕を持ち且つ慎重を期す必要があると考えられる．

参考文献

1） 警視庁交通局　平成２１年度交通安全白書

電動車椅子の乗員の体型による振動伝播特性

○大矢健太（名城大学大学院・院生）、横森求（名城大学）

A vibrate of communication characteristic by the figure of the crewmen of the electric wheelchair

Kenta Oya (Meijo University) and Motomu Yokomori (Meijo University)

１．はじめに

わが国における高齢者人口(65歳以上)の割合は、平成17年には20.2%と5人に1人が高齢者となり、23年9月現在で23.3%と過去最高となった[1)]。このように高齢化が進むに伴い、高齢者や身体障害者を支援する福祉機器の開発が行われている。四輪電動車椅子は、高齢者や身体障害者の移動の手段のひとつとして普及してきている。この車椅子が路面に凹凸のある歩道を走行する場合、車椅子の乗り心地が悪化し乗員に不快感を与える場合がある。

本研究は、四輪電動車椅子の路面から車両を通して乗員へ伝播する振動に着目し、乗員の体型(BMI：肥満度)の違いが振動の伝播にどのように影響するのか検討し、電動車椅子の乗り心地改善に繋げることが目的である。

２．実験方法

本研究では、実験車両として市販のジョイスティックレバー方式の四輪電動車椅子(EMC-220:(株)今仙技術研究所製造)を使用した。また、走行速度は高速設定(4.5km/h)とし、乗員の頭部、車体部の上下振動、車体部の左右振動の振動加速度を測定した。

なお、目地に代わるアングル棒を用いた実験コースを走行する。Fig.1に示す鉄製アングル棒を使用し、Fig.2に示すようなコースを設け、目地に対して直角方向に走行する。目地の間隔は1mとした。

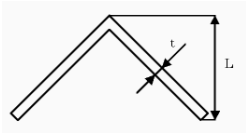


Fig.1　断面図

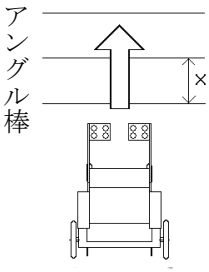


Fig.2　走行イメージ

被験者はTable.1に示すように21～23歳の健康な男子学生であり、被験者同士の体型の違いを見るためにBMIを用いた。

Table.1　被験者の身体的特徴

	体重(kg)	身長(cm)	BMI
被験者A	60.4	181.0	18.4
被験者B	70.4	183.0	21.0
被験者C	61.8	169.5	21.5
被験者D	64.4	172.0	21.8
被験者E	74.3	178.0	23.5
被験者F	78.2	175.0	25.5

３．分析方法

「オーバーオール振動レベル」[2)]

$$L_a = 10\log_{10}\left(\sum_{i=1}^{n} 10^{L_i/10}\right) \quad \cdots (1)$$

La：オーバーオール振動レベル（dB）
Li：各 1/3 オクターブバンド振動レベル（dB）
n：中心周波数バンド数（n＝1～15）

周波数帯域に着目せずに、振動の強弱を評価する場合に用いられる。本研究では、0.71～22.4Hz までの範囲のオーバーオール振動レベルを求めた。

「振動伝達率」

ある区間において車体部の上下振動と頭部の上下振動より以下の式(2)を用いて、その区間での振動の変化を表す。

$$\text{伝達率} = \frac{\text{頭部上下振動}}{\text{車体部上下振動}} \quad \cdots (2)$$

「振動の快適性の評価」[3)]

ISOがこれまでの研究で得られた知見を総合した快適性の基準がある。本研究ではこれを参考にし、オーバーオール振動レベルで分析するため、以下のTable.2に示す①～⑥の6段階で評価を行う。

Table.2　振動加速度実行値と快適性との関係

90 [dB]未満	①不快でない
90～96[dB]	②少し不快
94～100[dB]	③やや不快
98～104[dB]	④不快
102～108[dB]	⑤非常に不快
106 [dB]以上	⑥きわめて不快

４．実験結果

被験者6名分(A～F)の間隔1mにおける頭部上下方向、車体部上下方向、車体部左右方向のオーバーオール振動レベルを被験者のBMI順に並べた実験結果をFig.3に示す。また、オーバーオール振動レベルは0.71～22.4Hzまでの範囲を評価している。そのため目地乗り越し時の振動以外の振動も含まれてしまうことから、車椅子の走行速度と目地間隔1mから計算により推測される目地乗り越し時の周波数1.25Hzにおける伝達率を求めた。その結果をFig.4に示す。

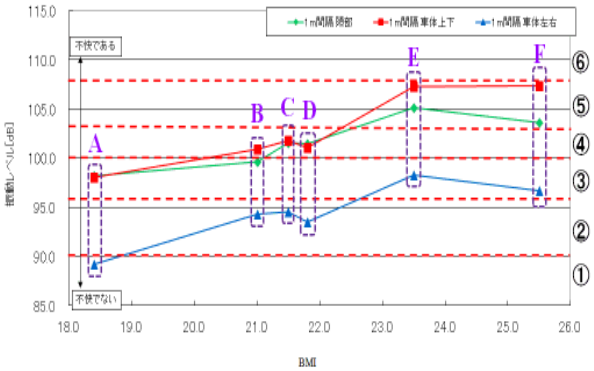


Fig.3　BMI別オーバーオール振動レベル
(点線:快適性基準)

頭部の上下振動について、BMIの値が6名の中でもっとも小さい被験者AからBMIの値が大きくなるにつれてオーバーオール振動レベルも大きくなっていく結果となった。なお、車体部上下振動および車体部左右振動においても同様の結果となった。

オーバーオール振動レベルの大きさに違いが見られたが、今回は目地乗り越し時の1.25Hzに着目して、目地乗り越し時の伝達率を求めた。

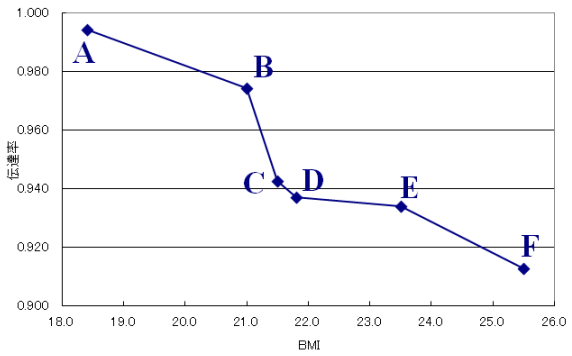


Fig.4　目地乗り越し時の振動伝達率(BMI別)

車椅子が目地を乗り越す周波数1.25Hzにおける車体部から頭部にかけての伝達率は、BMIの値が最も小さい被験者Aの伝達率で0.994と僅かながらに振動を減衰しているものの被験者6名の中で最も大きい結果となった。逆に、BMIの値が大きい被験者Fの伝達率は0.913と最も小さい結果となり、被験者AからBMIの値が大きくなるにつれて伝達率は小さくなっていく結果となった。

５．考察

Fig.3からBMIの値が大きいほどオーバーオール振動レベルも大きくなり、Table.2を基に快適性の面から見てみると、BMIの値が大きいほど快適性は悪化していく傾向が見られる。また、Fig.4からBMIの値が大きいほど伝達率は小さくなっていく傾向が見られる。

ここからBMIの値が大きい被験者になるほどオーバーオール振動レベルも大きくなり、それにより快適性も悪化していくと考えられる。また、BMIの値が大きいほど伝達率は小さくなっている。つまりオーバーオール振動レベルが大きくなる程、伝達率が小さくなっていることになることから、車体部から人体の頭部に振動が伝播されるまでに人体は振動エネルギーを吸収している可能性がある。振動が人体で吸収されて減衰されることにより人体への負担が生じ、被験者が不快に感じるため快適性が悪化すると考えられる。

６．おわりに

BMI別に被験者間の比較を行った結果、乗員の体型（BMI）が肥満体型であるほど振動を吸収しやすく、乗り心地が不快に感じやすい傾向が見られた。また、今後今回の結果をより明確なものとするためには、走行データがまだ少ないためそのデータ数を増やすこと、主観評価との考察などが必要と考える。

参考文献

1）総務省 - 統計局　Ⅰ高齢者の人口　2011
2）振動工学ハンドブック　本書編集委員会編代表者 谷口修 株式会社 養賢堂　1981
3)人間計測ハンドブック　独立行政法人　産業技術総合研究所　人間福祉医学工学研究部門偏 2003

4B1

セル生産における作業訓練と習熟に関する研究

○甲賀涼（名城大学大学院・院生）・新郷正浩（名城大学・学生）
杉山怜（名城大学・学生）・福田康明（名城大学）

A Study on the Work Training and Learning in Cell Production

**Ryo KOGA (Meijo University), Masahiro SHINGO (Meijo University),
Ryo SUGIYAMA (Meijo University), and Yasuaki FUKUTA (Meijo University)**

１．緒言

近年の市場において，消費者ニーズの拡大による製品の短命化が著しく，国内製造業では多品種の製造などが要求されている．このような要求に対して，従来の少品種多量生産を主体としたライン生産から，多品種少量生産や変種変量生産を目的としたセル生産を導入する企業が増加している．このセル生産とは，少数の作業者で製品を完成させる手法であり，生産量･生産品種の変動や仕掛量の削減などへの対応が容易となる．しかし，セル生産を導入する際には，作業者に対して多能工の教育が要求される[1]．多能工は単能工に比べて多くの技能が必要とされており，また訓練期間が長期化する傾向があるため，習熟状態の把握が困難であるとされている．

そこで本研究では，セル生産における作業者の習熟過程を把握することを目的とし，作業の訓練回数と習熟に関する実験を行い，達成度手法を用いて実験結果の解析をおこなった．

２．達成度手法

本実験の解析には達成度手法を適用した．達成度手法とは，同一作業や類似作業を連続的に行う場合，その作業のばらつきを定量的に把握し習熟状態を数値的に評価する手法である[2]．ある作業を連続的に行う場合，その最も理想的な状態を１とする．その際，１回の作業で得られる評価量をｑ(0≦ｑ≦1)，得られなかった評価量を(1-ｑ)，改善率をｒ(0≦ｒ≦1)とする．この作業モデルをｎ回繰り返したときの達成度評価量Q_nは式(1)となる．

$$Q_n = q(q-r)^{n-1} + r\left\{\frac{1-(q-r)^{n-1}}{1-(q-r)}\right\} \quad \cdot\cdot\cdot(1)$$

実際にｑ＝ｒのときの達成度Ｑを求めるためには，式(1)より誘導した式（2）を用いる．

$$Q = 1 - \sqrt{1-(1/\delta)} \quad \cdot\cdot\cdot(2)$$

ただし，δは変動率を表す．さらに，習熟過程における作業時間とばらつきの双方を表すことのできる傾向式を式(3)に示す．

$$t = a\ N^{b} ※ \left(\delta_1 N^{b'}\right) \quad \cdot\cdot\cdot(3)$$

上式においてｔ:作業時間，ａ:初期作業時間，N:作業の繰り返し回数，ｂ:傾向指数，δ_1:初期変動率，ｂ':変動指数，※:×または÷を表す．本実験の解析には式(2)，(3)を適用した．

３．実験作業

本実験では，実際にセル生産を導入している某企業の事務機器組立作業を実験モデルの対象とし，作業構造の分類を検討した[3]．さらに，各作業工程から摘出された作業因子(作業から摘出される適応能力)を基に，一般職業適性検査を主体として，適正と思われる実験機器を選択した．図１に実験作業の概要を示す．

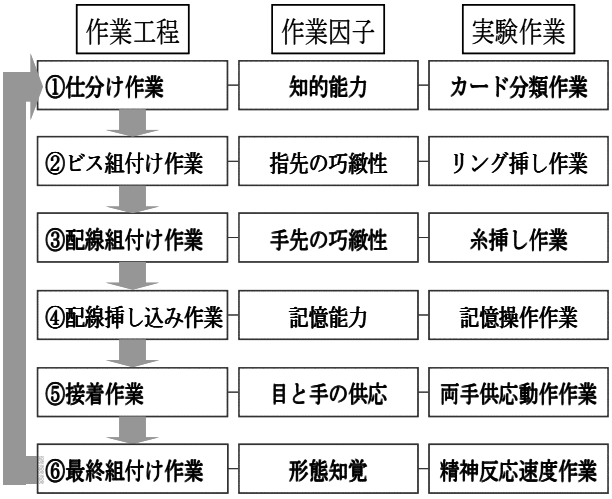


図１　実験作業の概要

図１より，カード分類作業，リング挿し作業，糸挿し作業，記憶操作作業，両手供応動作作業，および精神反応速度作業の全６作業から構成されるセル生産モデルを実験対象とした．実験条件はつぎのとおりである．

(1) 実験モデル全６工程を１サイクルとし，それを１日 10 回繰り返し行い，かつ５日間連続して行った．
(2) 被験者は本実験の作業未経験者で，21 歳から 23 歳までの健常な男子学生４名とした．
(3) 実験前に被験者全員に対して，作業内容や注意事項を教示し，最善の努力をもって作業を遂行するように指示をした．
(4) 実験室内の環境は，温度 18～22℃，湿度 40～45%，照度 400Lx と設定した．

４．実験結果

4.1　傾向式における各特性値の検討

実験結果より，式(3)を用いて傾向式の各特性値についての検討を行った．一例として図２に作業日数Ｄと初期作業時間ａの関係を示す．図２によれば，初期作業時間ａは作業日数Ｄの増加とともに大きく減少し，各被験者間のばらつきも小さくなっていることが把握できる．さらに傾向指数ｂ，変動率δ，および変動指数ｂ'について検討した結果，類似な傾向が得られた．

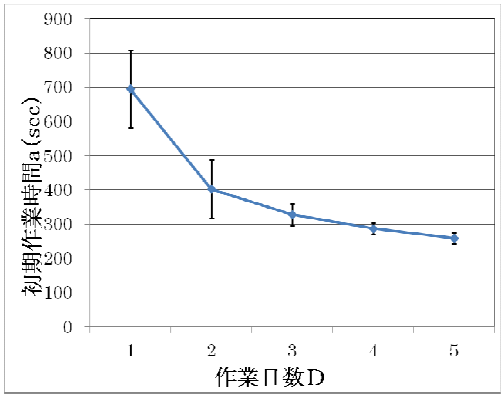


図２　作業日数Ｄと初期作業時間ａの関係

4.2　傾向式における諸特性値間の検討

傾向式における諸特性値の関係を把握するために，相関係数ｒを算出した．その結果を表１に示す．表１によれば，すべての諸特性値間において有意水準１％での有意が認められた．このことより，より少ない資料によって，諸特性値間の性質を把握することが可能となる．

表１　相関係数

	a	b	δ1	b'
a	−	−0.927 ＊	0.829 ＊	−0.908 ＊
b		−	−0.878 ＊	0.928 ＊
δ1			−	−0.958 ＊
b'				−

＊：P<0.01

５．達成度手法による習熟解析

実験結果から式(2)を用いて達成度Ｑの値を求めた．図３に，作業日数Ｄと達成度Ｑの関係を示す．図３によれば，作業日数Ｄが増加するに伴って達成度Ｑの値が増加しており，特に１日目から２日目の増加量が大きくなっていることが確認できる．達成度Ｑを対象に，作業日数Ｄと被験者間において分散分析における統計的検定を行った．その結果，作業日数間において有意水準 1%で有意が認められた．

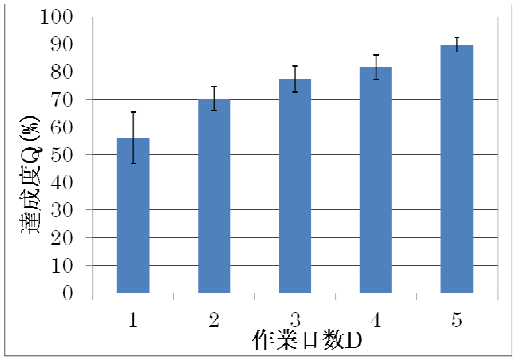


図３　作業日数Ｄと達成度Ｑの関係

６．結言

(1) 作業構造分類を検討し，作業因子によりセル生産の実験作業モデルを構築した．
(2) 傾向式における諸特性値ついて検討した．その結果，作業日数Ｄの増加に伴って諸特性値は大きく低減し，ばらつきも減少する傾向が見られた．
(3) 傾向式における諸特性値間の相関係数ｒを検討した．その結果，すべての諸特性値間において有意水準１％での有意が認められた．
(4) 達成度Ｑにより習熟状態を評価すれば，特に作業日数１日目から２日目にかけて大きな差が現れたが，それ以降については緩やかに増加する傾向を示した．

参考文献

1) 岩室 宏：セル生産システム，日刊工業新聞，pp. 47，2002.
2) 福田 康明：作業難易と習熟に関する研究，人間工学，37(2)，pp. 67-73，2001.
3) 大矢 雅之，福田 康明，山田 裕昭：セル生産における作業者の習熟特性に関する研究，人間工学，45(5)，pp. 278-285，2009.

4B2

姿勢に基づく人間の回転運動を含む物体持ち上げ特性解析

玉置翔士（三重大学大学院・院生）　伊藤将志（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）
澤井　秀樹（三重大学大学院）

Object Lifting Analysis with the Human rotary Motion based on Posture

Shouji Tamaki (Mie University), Masasi Ito (Mie University) ,Ryojun Ikeura, Soichiro Hayakawa and Hideki Sawai (Mie University)

1.　はじめに

少子高齢化の影響により生産現場では，労働者人口の減少や高齢化に伴う作業負担の低減が求められている．このためパワーアシストが近年注目を集めている．これまでのパワーアシストの研究では人の操作力に基づいた制御手法について検討されている[1]-[2]．しかし，装置を操作する作業者の作業姿勢まで考慮されていない．
そこで本稿では，作業者の意図する運動を実現し，パワーアシストの操作性を向上させるため，人が物体の回転を伴う持ち上げタスクを継続して行った場合の作業者の姿勢と運動の関係性の動作解析を行った結果について報告する．

2.　実験装置と環境

実験環境の概要をFig.1に示す．被験者が運搬する物体の大きさは31×41×21cmで重さは0.61kgである．運搬物体の設置位置は被験者のつま先に合わせた床から40cm上に設置してある．運搬の目標位置は被験者の前方にある壁に運搬物体の底面の各辺に5cmずつ加え41×51cmの長方形とした．目標位置の中心までの高さは被験者の肩の高さに合わせ被験者毎に変化させた．動作計測のために被験者と運搬物体に取り付けたマーカーの位置をFig.2に示す．丸印はマーカーの取り付け位置を表す．運搬物体の対角線の両端に2つ，被験者の手首、肘、肩、頭、腰、膝、足首にひとつずつ合計9点を取り付けたマーカー位置を3次元運動計測装置(NDI.OPTOTRAK)を用いて測定する．サンプリング周波数は100Hzである．

3.　実験方法

計測動作は運搬物体の回転を伴う鉛直持ち上げ作業を想定する．被験者は足の位置を固定した直立の状態から開始の合図を受けて，床に設置した物体を両手で掴み，床から被験者の正面にある壁の目標位置まで90度回転させながら持ち上げ，目標位置の枠内に入るように物体を保持する動作を行うように指示した．開始位置から目標位置までの間に障害物はない．

被験者は4名の健常な男子大学生とした．また，被験者CとDは本計測動作は未経験である．被験者Aは200回，被験者Bは1000回，実験以前に計測動作を行った経験がある．計測は3秒間とし，被験者は練習を3回行った後，1日に40回の試行をし，各試行は30秒間隔で行った．これを5日間毎日継続して行った．

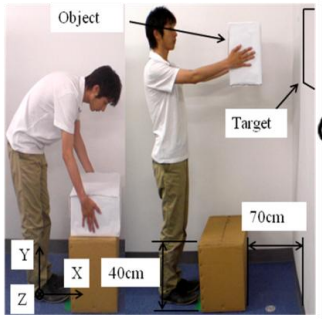


Fig.1　実験環境

Fig.2マーカー位置

Table.2　関節角度

θ_1	足首の角度
θ_2	膝の角度
θ_3	腰の角度
θ_4	頭の角度
θ_5	肩の角度
θ_6	肘の角度
θ_7	手首の角度
θ_8	物体の角度

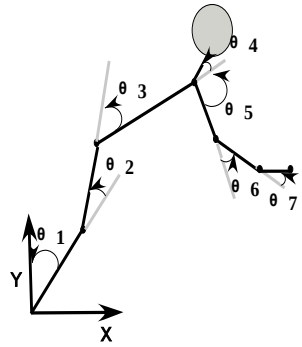


Fig.3 各関節角度

4.　実験結果と考察

4.1　被験者の姿勢の比較

人の各関節の詳細はTable.2，Fig.3に示す．Fig.3の角度は反時計回りを+に取っている．Fig.4は5日目の代表的なθ_1からθ_7までは人体の

各関節の角度の変位とθ_8は物体の角度の変位を示す．Fig.5は5日目の代表的な0.1秒毎の姿勢の移り変わりを示しており，接線速度と角加速度が一番高い姿勢を四角のマーカで示す．これも，各作業の開始時間は運搬物体の運動の開始を基準にした．また，運搬運動終了時に物体を静止することが困難なため，作業終了時間は運搬物体の接線速度と角速度が共に最大値の5%未満になった時間と定めた．Fig.4より，θ_3の波形は被験者4名とも同じであった．被験者Bのθ_5とθ_7は他社より曲がり幅が大きかった．Fig.5より，接線，回転運動はθ_3が約1radの時の姿勢で一番大きくなった．

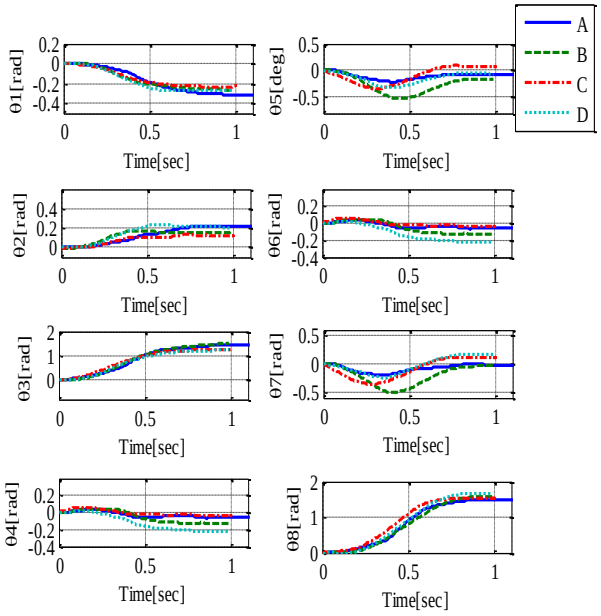


Fig.4　各関節角度と物体の角度変位

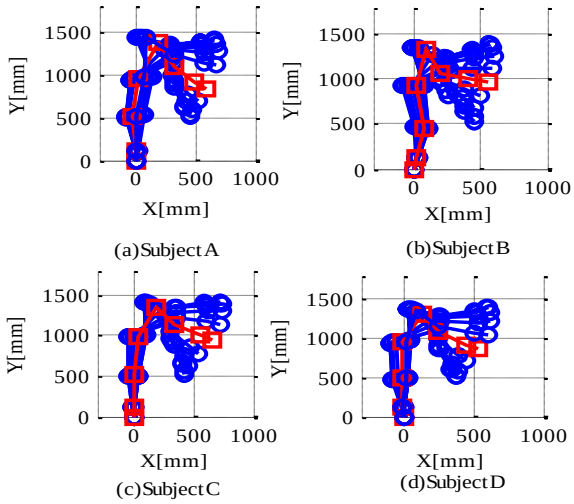


Fig.5　運搬姿勢

4.2　姿勢の負担の評価

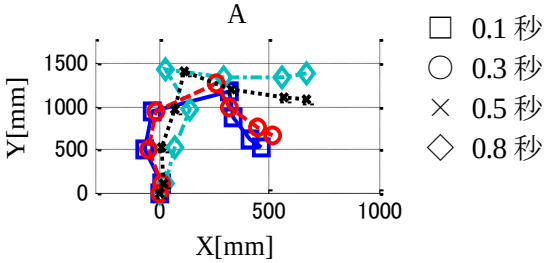


Fig.6　負担を計算するための代表的な姿勢

Fig.6 は負担を計算する姿勢として，持ち始めの姿勢の0.1秒、物体を身体に近づける動作が含まれる姿勢の0.3秒、接線速度と回転速度が最大の姿勢の0.5秒、そして物体を保持する姿勢の0.8秒を示す．運搬動作時に重要となる腰へのモーメントを計算した．その結果，モーメントの合計は被験者Aは243.8（N・m），被験者Bは200（N・m），被験者Cは244.1（N・m），被験者Dは232（N・m）となった．

5.　まとめ

今回，運搬動作時の姿勢を基にどの方向に手を動かしたいか推定できるモデル作製のため，タイヤの取り付け作業の現場の環境に近い条件で実験を行った．その結果，被験者4名ともに並進運動と回転運動を同時に行っており，腰の角度が約1radの時の姿勢で並進運動と回転運動が一番高い姿勢になる事が分かった．又、試行を重ねる事で，被験者毎に物体の軌跡が統一される事が分かった．被験者4名の腰への負担を比較した結果，被験者Bの姿勢が一番負担が少ない事がわかった．今後、今回の運搬動作時の各関節角度の変位を基に姿勢から人の手先の運動を推定していくモデルを作製する．

参考文献

1)鴻巣仁司，荒木勇，山田陽滋:”自動車組立作業支援装置スキルアシストの実用化”

2)加藤寛之，池浦良淳，野口真平，水谷一樹，中村久，本田朋寛:”接触操作を考慮した産業用パワーアシスト装置のインピーダンス制御”，日本機械学会論文集(C 編)，Vol.72,No.714,pp.214-221(2006).

4B3

単眼シースルーHMDを利用した歩行時情報参照
ー情報提示メディアの違いに着目した比較検討ー

○田沼和泰（慶應義塾大学院・院生）、栗本健太（慶應義塾大学・学生）、
野村誠（ブラザー工業㈱）、中西美和（慶應義塾大学）

Using a Monocular See-Through Head-Mounted Display during Walking
-Comparison with Different User Interfaces-

Kazuhiro Tanuma (Keio University), Kenta Kurimoto (Keio University),
Makoto Nomura (Brother Co., LTD), Miwa Nakanishi (Keio University)

１．はじめに

光学シースルーヘッドマウントディスプレイ（HMD）は、ユーザの実視野に電子的な情報を重畳して視認させるディスプレイである。ユーザの姿勢や移動に関わらず、ハンズフリーで情報を参照できるため、マニュアル類の提示や作業者間の指示伝達等、作業支援ツールとして現場導入が期待されている[1)]。

一方、HMDは、着用性の点で従来的な情報提示メディアとは大きく異なる特徴を有するため、多様なシチュエーションを想定した人間工学的データはまだ十分でない。このことは、使用する環境・用途の過度な制約や、現場導入への躊躇にも繋がりかねない。

本研究では、ユーザが安心して積極的にHMDを有効活用できるよう、利用上の安全性について実験的に検討した。本稿では、HMDを用いた歩行中の情報参照が実視野知覚に与える影響について、従来的な情報提示メディア利用時と比較した結果を報告する。

２．方法

２．１．実験概要

本研究では、ユーザが作業現場を歩行しながら情報を参照する状況を想定し、被験者にトレッドミル上を歩行しながらHMD上の情報を参照させる実験を行った。被験者の視野内には、人間の両眼の情報受容特性に基づいて、グリッド状にLEDを配置し、その点灯を検出させて、視野内知覚を検討することとした。

既存の情報提示メディアとの比較のため、HMDを含む4つの情報提示メディアを用いる場合を実験条件とした（表1）。

２．２．実験環境

図1に、実験環境を示す。情報提示メディアを携帯（装着）した被験者は、トレッドミル（アルインコ製AFW3009）上を歩行した。その際、正面に設置した10.1インチタブレットPC（日本エイサー製ICONIA TAB W500）を視野中心に置くよう教示した。タブレットPCの周囲46箇所には10連LED発光盤（イーケイジャパン社製NT-16）をグリッド状に配置した。

表１　情報提示メディア

条件	情報提示メディア	映像背景色
HMD黒	光学シースルーHMD（試作機、ブラザー工業製）	黒
HMD白		白
携帯情報端末	iPod（アップル製）	黒
紙媒体	A4普通紙に両面印刷	ー

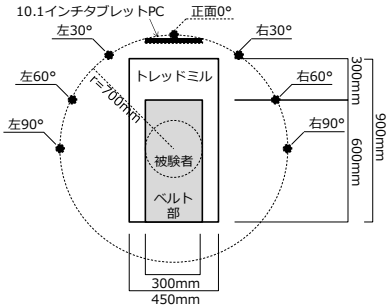


図１　被験者と機材の配置

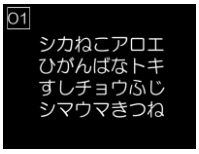


図２　情報コンテンツ

２．３．実験タスク

被験者はタブレットPCを視野中心に置き、トレッドミル上を0.8km/hで歩行した。タブレットPCには3秒毎に切り替わるテキストコンテンツが2分間表示された（図2）。また、HMD及び携帯情報端末を用いた条件では、タブレットPCに表示されるテキストコンテンツと同一の情報が、同期的に表示された。被験者は、タブレットPCにランダムなタイミングで表示される赤色の枠（トリガ）を視認したとき、タブレットPCと情報提示メディアのテキストコンテンツを照合した。そして、異なるテキストが含まれている場合のみ、タブレットPCの画面にタッチすることとした。一方、上記のタスク中、ランダムな位置及びタイミングでLED発光盤が1秒間発光した。被験者は、それに気づいたとき、「はい」と発話することとした。以上を、各情報提示メディア4種類につき4回ずつ行った。また、リファレンスとして、情報提示メディアは持たず歩行するのみでLEDを検出した場合のデータも4回採取した。

HMD黒

0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
0.0%	12.5%	25.0%	29.2%	29.2%	8.3%	0.0%
0.0%	29.2%	66.7%	83.3%	70.8%	37.5%	12.5%
① 8.3%	70.8%	83.3%	100.0%	100.0%	95.8%	45.8%
② 58.3%	79.2%	95.8%		95.8%	87.5%	62.5%
66.7%	95.8%	95.8%		100.0%	91.7%	75.0%
54.2%	79.2%	37.5%		62.5%	79.2%	54.2%

HMD白

0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
0.0%	8.3%	29.2%	29.2%	37.5%	0.0%	0.0%
0.0%	25.0%	62.5%	75.0%	75.0%	50.0%	8.3%
① 4.2%	87.5%	95.8%	95.8%	95.8%	83.3%	50.0%
② 41.7%	66.7%	100.0%		91.7%	91.7%	62.5%
70.8%	87.5%	91.7%		95.8%	100.0%	45.8%
50.0%	79.2%	41.7%		70.8%	58.3%	41.7%

携帯情報端末

0.0%	0.0%	4.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
8.3%	25.0%	50.0%	20.8%	45.8%	12.5%	0.0%
16.7%	66.7%	87.5%	70.8%	75.0%	70.8%	12.5%
① 75.0%	100.0%	91.7%	91.7%	79.2%	75.0%	70.8%
② 91.7%	91.7%	95.8%		95.8%	95.8%	79.2%
87.5%	91.7%	100.0%		100.0%	91.7%	62.5%
58.3%	75.0%	54.2%		66.7%	91.7%	37.5%

紙媒体

0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4.2%	0.0%	4.2%
0.0%	25.0%	33.3%	29.2%	16.7%	8.3%	0.0%
4.2%	70.8%	79.2%	83.3%	75.0%	54.2%	8.3%
① 91.7%	83.3%	91.7%	95.8%	87.5%	79.2%	58.3%
② 100.0%	95.8%	95.8%		95.8%	100.0%	70.8%
87.5%	83.3%	83.3%		83.3%	91.7%	66.7%
50.0%	91.7%	33.3%		50.0%	75.0%	33.3%

リファレンス

0.0%	4.2%	4.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
0.0%	33.3%	50.0%	54.2%	62.5%	12.5%	0.0%
37.5%	79.2%	95.8%	87.5%	91.7%	66.7%	25.0%
87.5%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	75.0%
100.0%	100.0%	100.0%		100.0%	95.8%	87.5%
95.8%	100.0%	100.0%		95.8%	100.0%	79.2%
79.2%	91.7%	41.7%		62.5%	95.8%	58.3%

黒枠部内①②において、メディア間に有意差が見られた。

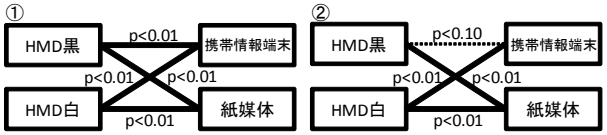


図3　LEDの位置別検出率

２．４．被験者及び記録項目

被験者は平均年齢22.2歳（SD1.28）、平均身長169.6cm（SD7.28）の大学生24名（女子4名）であった。実験中、被験者のタブレットPCをタッチしたタイミング、及びLEDの点灯を検出したタイミングを記録した。

３．結果・考察

３．１．LEDの位置別検出率

図3に各情報提示メディアにおけるLEDの位置別検出率を示す。概ね、どの情報提示メディアを用いた場合でも、大きな違いは見られない。位置別ごとに各情報提示メディアを用いた場合の検出率をχ^2検定で比較したところ、視野の左端にあたる①及び②で差が見られた。これは、被験者は左目にHMDを装着していたため、その情報提示部分が影響したことに起因すると考えられる。

そこで、追加実験として、セルフレームの眼鏡（図4）を被験者に着用させ、同様のタスクを行わせたところ、この場合でも左右端の視野における検出率は、67～83%低下した（χ^2検定で5%有意）。従って、検出率低下は一般的な眼鏡の使用でも、ある程度生じると言える。

図4　眼鏡

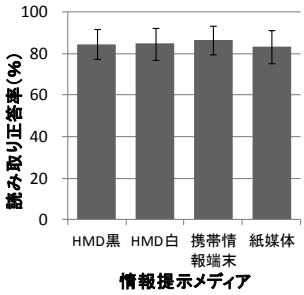


図5　読み取り正答率

３．２．情報の読み取り正答率

図5に各情報提示メディアにおける読み取り正答率を示す。いずれの情報提示メディアにおいても、読み取り正答率に有意な差は見られなかった。よって、HMDを使用した情報の読み取りは、歩行中でも既存の情報提示メディアと同等に行えることが分かった。

４．まとめ

本研究では、歩行中に光学シースルーHMDを用いて情報参照をする場合でも、概ねユーザの視野内知覚を妨げないこと、既存の情報提示メディアを利用する場合と同等の確かさで情報の読み取りが可能であることを明らかにした。HMDを装着した場合、周辺視野のごく一部が影響されるが、この現象はセルフレームの眼鏡を着用したときにも生じうることもわかった。

従って、HMDを装着して歩行するようなシチュエーションでも、ユーザの視野内知覚が著しく遮られることはなく、安全性と利便性の両面が実現するであろうことが示唆された。ただし、歩行しながらの情報の注視は望ましくないため、この点を考慮したコンテンツデザインのあり方は今後の課題として検討したい。

参考文献

1）中西美和他、「熟練者および非熟練者の両者を支援する手順提示方法としての Augmented Reality 技術の応用」、ヒューマンファクターズ、11(1)、84-95、2006

モバイル端末における文字列探索のユーザビリティ評価

○中神将太（名古屋大学・学生），佐野峻太（名古屋大学大学院・院生），
宮尾克（名古屋大学）

Usability Evaluation of Word Search using Mobile Devises

Shota Nakagami , Shunta Sano ,and Masaru Miyao (Nagoya University)

１．はじめに

近年，iPhoneをはじめとするスマートフォンは世間に急速に普及し始め，モバイル端末でも多くの情報がやりとりされるようになりつつある．そのため,利用者には多くの情報から必要な情報を探索することが求められる．さらにスマートフォンでは，主にタッチパネルにより操作を行うため，その視認性・操作性の調査はソフトウェア開発者が設計する上で重要である．

そこで本研究は，スマートフォンに表示する文字の大きさを段階的に変えつつ文字列探索課題を行い，文字列探索における文字の大きさの影響を調べた．探索にかかった時間，誤操作回数，及び主観評価を調査し，各条件のユーザビリティを比較した．さらに若年者，中年者，高齢者におけるそれらの評価を比較し，考察した．

図 1.単語の表示方法（iPhone4,テーブルビュー）

２．方法

被験者は，19歳から84歳(平均年齢:44.8歳)の男女102名である．被験者には事前にスマートフォンへの使用経験をアンケート調査した．実験で用いた端末はAppleのiPhone4(液晶サイズ:3.5インチ(縦74.8mm×横49.9mm)，液晶解像度:(960×640ピクセル))である．画面の輝度は最大にし，グレアが入らないようにした．表示する文字列は県名や動物名等の5文字以内の単語とした．単語の表示方法としては，上下に画面をスクロールする方式のテーブルビューを採用し，その上に単語を縦に30個並べた(図1)．また，表示する文字のフォントはiPhoneの標準システムフォントを用いた．表示する文字の大きさ(テーブルの幅)は5種類用意した(表1)．

表 1.表示する文字の大きさとテーブルの幅

フォントサイズ	テーブルの幅(pixel)
10	23
20	34
30	46
40	57
50	69

まず被験者に実験課題と操作方法を説明し，操作練習させたのち，本番の課題をさせた．練習では，iPhoneフォントサイズ30の文字における文字列探索をさせた．被験者に探索する単語を提示し，探索を開始してからその単語を見つけて指でその単語の行を押すまでを探索時間とし，計測した．またその時，間違えて単語を選択した回数も調べた．文字列探索は5回(1セット)ごとに文字の大きさを変え，文字の大きさごとに2セット行った．主観評価として，1セットの試行を終える度に，被験者に使いやすさ(視認性，操作性)を5段階で総合評価させた．

３．結果

事前アンケートによって，年齢層に対するスマートフォンの使用経験者の割合は表2のようになった．

表 2.年齢層に対する経験者の割合

年齢層	経験者の割合
若年者(19-39歳:42名)	50.0%
中年者(40-59歳:29名)	20.7%
高齢者(60-84歳:31名)	9.7%

次に平均探索時間の結果を図2に示す．

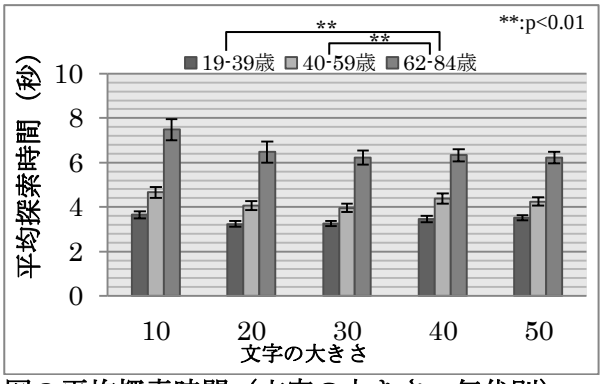


図 2.平均探索時間（文字の大きさ，年代別）

年齢層が高いほど平均探索時間が長いことが見受けられるが，高齢者とその他年代では，全てのフォントサイズにおいて平均探索時間に有意な差が認められたのに対し，若年者と中年者においては有意な差は見られなかった．

誤操作率の結果を図3に示す．

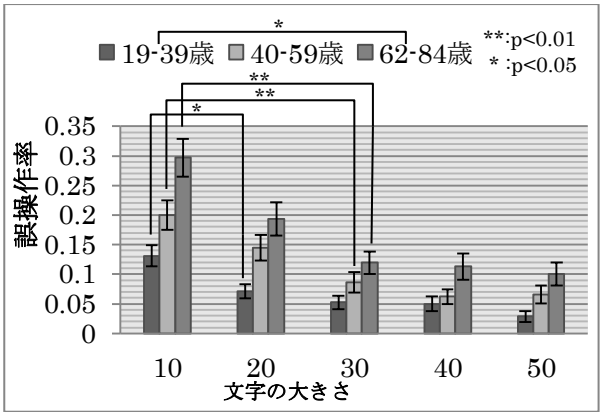


図 3.誤操作率（文字の大きさ，年代別）

全てのフォントサイズにおいて若年者と高齢者では有意な差があることが認められた．

また，若年者ではフォントサイズが10の時の誤操作率はフォントサイズが20以上の時と有意な差が認められた．また，中年者と高齢者ではフォントサイズが10の時の誤操作率はフォントサイズが30以上の時と有意な差が認められた．

主観評価の結果を図4に示す．

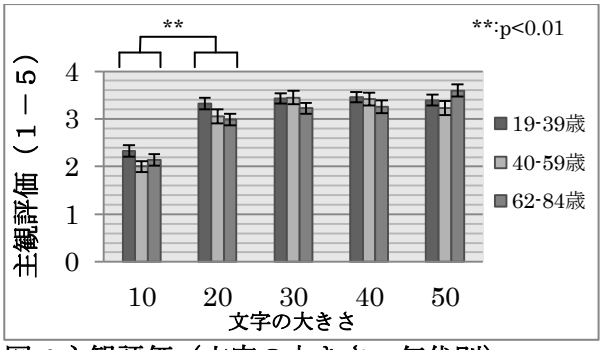


図 4.主観評価（文字の大きさ，年代別）

全てのフォントサイズにおいて年代間の有意差は見られなかった．また，全ての年代において，フォントサイズが10の時の主観評価はフォントサイズが20以上の時と有意な差が認められた．

４．考察

表2に示したように，年齢層別のスマートフォンの経験者率に大きな差があるため，このことが高齢者の平均探索時間を長くしていると思われる．

平均探索時間は，各年代ともフォントサイズ10の場合には他のフォントサイズと比べ時間が長くなったが，20以上では概ね同様の傾向であった．

誤操作率を見ると，フォントサイズ10で著しい誤操作率の上昇が認められ，フォントサイズ20でも相当な増加があった．しかし，フォントサイズ30以上ではおおむね同様の傾向で安定していた．

主観評価では，フォントサイズ10で評価が低く，その他ではおおむね良好な結果であった．

以上の事から，iPhoneのテーブルビューの文字とテーブル幅の大きさについて，本実験からフォントサイズ30(テーブル幅46pixel)以上が望ましい事が示唆された．

iPhoneアプリケーションの設計指針であるiOSヒューマンインターフェイスガイドラインには，“タップ可能なUI要素の快適な最小サイズは，44×44pixel”とあるが，これは本実験の結果と合致する[1)]．

５．まとめ

本実験では，iPhoneでの文字列探索の際，文字の大きさがユーザビリティに与える影響を評価した．その結果，iPhoneのテーブルビューにおける，文字の大きさ(テーブルの幅)の有用な範囲を明らかにした．これはiPhoneアプリケーションの設計に対する参考となりうる．

参考文献

1)Apple Inc.，「iOSヒューマンインターフェイスガイドライン」，第一章，pp.13，2011

3C1

可動式浴槽椅子使用時の介助者の腰部負担

○ 辻巻謙太（三重県立総合医療センター），市川陽（三重大学医学部附属病院）
長谷川智之（三重県立看護大学），松岡敏生（（財）三重県産業支援センター）
斎藤真（三重県立看護大学）

Lower back load of caregiver using adjustable bath chair

Kenta Tsujimaki (Mie Prefectural General Medical Center),
Minami Ichikawa(Mie University Hospital),
Tomoyuki Hasegawa (Mie Prefectural College of Nursing),
Toshio Matsuoka (Mie Industry and Enterprise Support Center)
and Shin Saito (Mie Prefectural College of Nursing)

１．はじめに

看護職員および介護職員の約7～8割が腰痛の経験があると報告されている[1)]．腰痛の主な原因は，患者の移乗介助動作が挙げられている．介護施設においては，移乗介助動作の中で入浴介助の頻度が高い．しかし，入浴介助作業時の介助者の腰部負担に関する研究は数少ない．そこで，本研究は高さが異なる浴槽椅子使用時の介助者の腰部負担についての検討を試みた．

２．方法

(1)被験者

被験者は，介助者役として看護師資格を有する26～37歳（平均年齢30.8±3.7歳）の女性6名に依頼した．被介助者役として，学生1名（22歳，身長155cm，体重55kg）に依頼した．

(2)実験方法

本実験は浴槽椅子（図1）を使用した．椅子は座面と背もたれから構成されており，座面高の調整が可能である．実験は，床から座面までの高さを20cm，30cm，40cm，50cmの4条件とした（図2）．介助者は，各条件下で5回ずつ起居動作を行い，条件の順番は無作為とした．

(3)評価方法

腰部負担の評価は，介助者の起居動作時の主観的および客観的に行った．主観的指標はVisual Analogue Scale（以下：VAS）を用いた．客観的指標は，ビデオカメラを使用し，起居動作を真横から撮影した．撮影したデータから，介助者が被介助者を持ち上げる時の腰部負担を計測した．腰部負担は，腰部負担評価ソフトBlessPro Ver.2.52を使用し，腰部椎間板圧迫力，脊柱起立筋筋力を評価した．統計的検定は，Friedman検定およびWilcoxonの符号付き順位検定を施した．

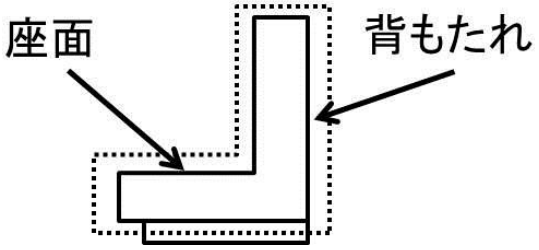


図1　浴槽椅子の概要
（点線部の高さ調整が可能）

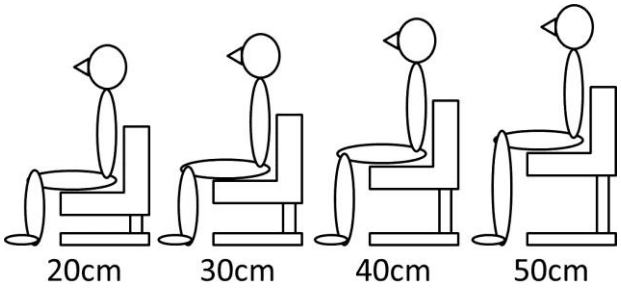


図2　実験条件（床から座面の高さを示す）

３．結果

図3に腰部負担の主観的評価の結果を示す．腰部負担の主観的評価は，全ての条件間で有意差が認められた（$p<0.01$）．図4に腰部椎間板圧迫力の結果を示す．腰部椎間板圧迫力は，全ての条件間で有意差が認められた（$p<0.01$）．図5に脊柱起立筋筋力の結果を示す．脊柱起立筋筋力は，全ての条件間で有意差が認められた（$p<0.01$）．図6に腰部椎間板圧迫力とVASの散布図を示す．相関係数

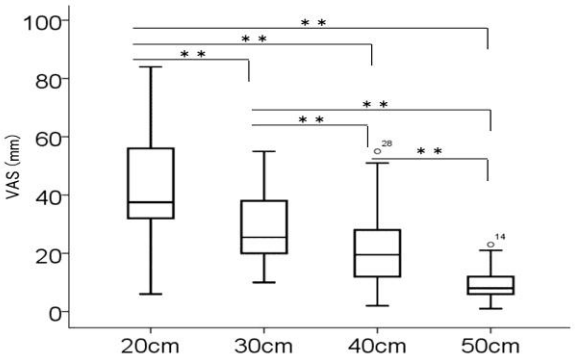


図3　腰部負担の主観的評価（＊＊：p<0.01, n=6）

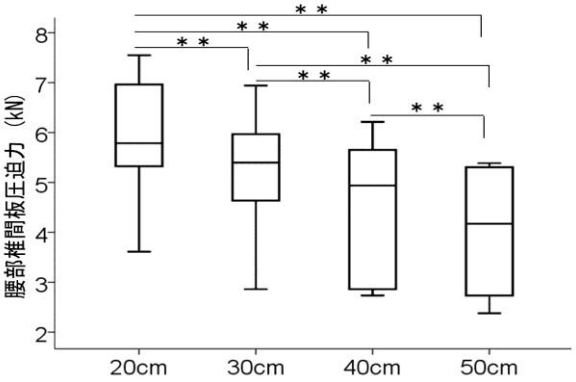


図4　腰部椎間板圧迫力（＊＊：p<0.01, n=6）

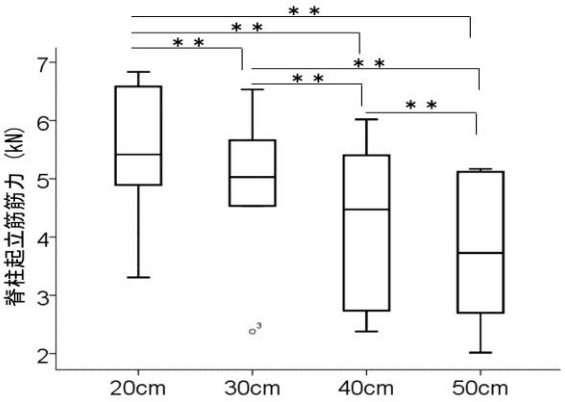


図5　脊柱起立筋筋力（＊＊：p<0.01, n=6）

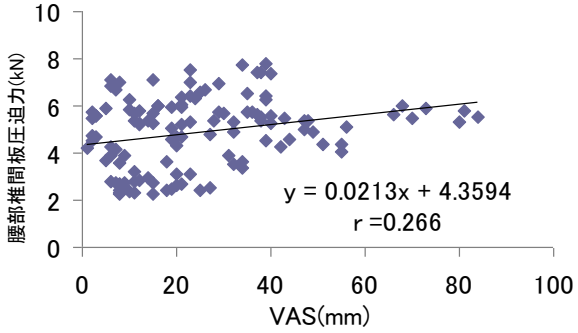


図6　腰部椎間板圧迫力とVASの相関
(p<0.01, n=120)

はr=0.266であり，有意な相関が得られた(p<0.01).

4．考察

National Institute for Occupational Safety and Health(NIOSH)は，腰部椎間板圧迫力の許容値として3.4kN以下で作業することを提言している[2]．Marrasらは，移乗補助具を使用しない移乗介助動作時の腰部負担は，NIOSHの腰部椎間板圧迫力の許容値を大きく上回ると報告している[3]，本研究も同様の結果となった．これらより，入浴介助時の介助者の腰部負担は非常に大きいと言える．したがって，介助者の腰部負担軽減のために，椅子の高さを調整する必要があると考えられる．しかし，介助者の腰部負担を軽減するために椅子を高くすると，被介助者の足が床から離れることが見受けられた．転倒や転落の危険性が懸念されるため，今後は介助者と被介助者の双方が安全かつ負担の少ない方法の検討が必要である．また，実際に浴槽で使用した実験を行い，腰部負担について検討していく必要がある．

5．まとめ

椅子の高さを調整することで，介助者の腰部負担の軽減することが可能である．今後は，被介助者の負担についての実験を実施していく．

参考文献

1)松本征徳,「各職種間における作業姿勢と腰痛について」，日本腰痛研究会雑誌, Vol.4, No.1, 31-35, 1998

2)Waters TR et al,「Revised NIOSH equation for design and evaluation of manual lifting tasks 」, Ergonomics, Vol.36, No.7, 749-776, 1993

3)Marras Ws et al, 「A comprehensive analysis of low-back disorder risk and spinal loading during different techniques」 Ergonomics, Vol.42, No.7, 904-926, 1999

3C2

ベッド上洗髪における看護師の作業姿勢について

○蓑田さゆり、大平肇子（四日市看護医療大学）、斎藤真（三重県立看護大学）

Relationship between the height of a bed and work posture of a nurse during a shampoo

Sayuri Minoda, Motoko Ohira (Yokkaichi Nursing and Medical Care University), and Shin Saito(Mie Prefectural College of Nursing)

１．はじめに

看護師が患者の日常生活援助を行うとき、前傾姿勢をとることが多く、腰部負担が大きいことが知られている[1)]。そのような作業の一つに、ベッド上で行う洗髪がある。患者が入院しているベッド周囲は、狭く限られたスペースであり、作業する看護師は前傾姿勢に加えてひねり姿勢など不自然な姿勢をとることもある。多くの看護師はそのような作業環境に身体を合わせている。本研究では、洗髪時の看護師の腰部負担軽減目的に作業姿勢の評価を行うこととした。特に今回は、ベッドの高さと身体特性の関係について検討した。

２．方法

1）対象者

被験者は、本研究に同意が得られた看護師の資格をもち、臨床経験のある11名とした。被験者の平均身長は1590±83㎜であった。

2）装置

実験では、ベッド上での洗髪を模擬できるように、電動式ベッド（PARAMOUNT BED KA-503A）上にケリーパッド（SU-1）を配置した。また実際の洗髪を想定し、ベッド上には成人のモデル人形（M75 万能型実習モデル“さくら”）を仰臥位にて臥床させた。

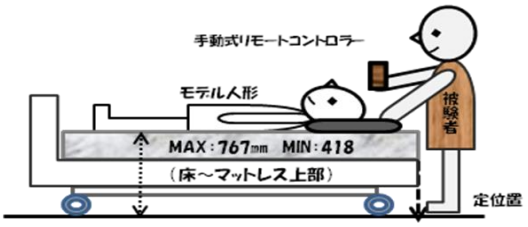


図１　実験装置

3）手順

被験者には、あらかじめケリーパッドを用いたベッド上での洗髪を想定し、図1の定位置に立位姿勢をとるように指示した。被験者は、この状態で電動ベッドを最も低い位置から各自の洗髪動作のしやすい位置へ高さの調整を行った。調整は、各被験者が手動式のリモートコントローラーを用い上昇法にて行い、得られた高さを調整高と定義した。なお、実験中は立ち位置の変更や膝の屈曲をしないよう指示した。試行回数は5回とし、心理的な影響を防ぐため、高さの計測値やベッドの高さの初期化を見ないように指示した。

4）人体計測

各被験者の身長、上肢長、肘頭高の3か所について計測した（図2）。

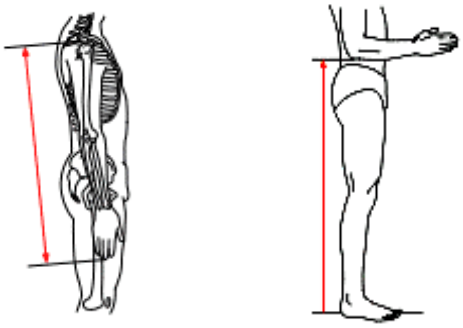


図2　人体計測測定部位（上肢長・肘頭高）

5）統計処理

得られた調整高は、5回のうち上限と下限を除いた3回のデータを平均して解析に供した。また調整高と人体計測値との相関および回帰直線を求めた。

6）倫理的配慮

各被験者には、実験前に口頭で実験への同意を求めたほか、被験者の権利と安全を最優先して行うこととした。

３．結果

調整高の平均値は787.6±38.9㎜であった。各人体計測項目と調整高との関係はいずれも有意な相関がみられた（表１）。

表1　各人体計測値と調整高との相関関係数

身長	上肢長	肘頭高
0.709 ＊	0.664 ＊	0.747 ＊＊

（＊：p<0.05、＊＊：p<0.01）

図3～5は、調整高と身長、上肢長および肘頭高との関係を散布図および回帰直線によって示したものである。図中の767㎜は、実験で用いたベッドを最も高く上昇させた時の高さである。人体計測値からみると、このベッドに適合しない者が、身長、上肢長および肘頭高でそれぞれ6人であることがわかった。

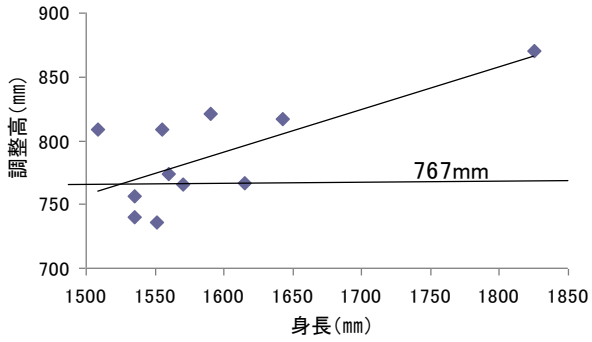


図3　調整高と身長の散布図および回帰直線

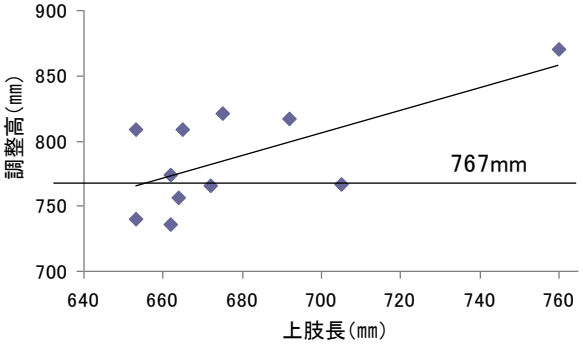


図4　調整高と上肢長の散布図および回帰直線

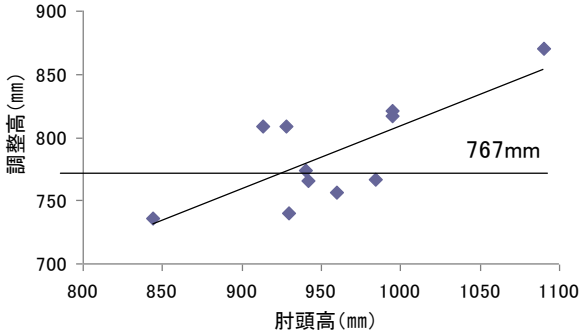


図5　調整高と肘頭高の散布図および回帰直線

４．考察

今回の結果から、半数以上の被験者が実験で用いたベッドでは適合しないことが明らかとなった。看護師の多くは、膝の屈曲や腰部の前傾などによって自分の身体で調整を行っているものと推察され、腰部をはじめさまざまな部位に負担を生じさせているものと思われる。今回、実験で用いたベッドは、最も低い位置が 418 ㎜であり、これは高齢者や患者の日常生活を支える上では必要な高さである。しかし最も高い位置が 767 ㎜であるため、今後は看護師など術者の身体特性を考慮した設計要件が必要である。特に男性看護師が増えつつあることも考慮に入れていく必要があろう [2]。患者によりよい看護を提供するために、教育現場ではボディメカニクスを考慮した技術指導をしているが、医療機器の高さを再考する必要があると思われる。

５．まとめ

ベッド上での洗髪は、ベッドの高さが看護師の身体特性に合わない場合もあり、ベッドの改良や洗髪機器の開発が必要であると考えている。

参考文献

1）丹君和、藤田きみゑ他、「洗髪作業における看護者の腰部負担研究-ボディメカニクス活用の有無を中心とした検討-」、滋賀県立大学看護短期大学部学術雑 No.7、35-41、2003

2）（社）日本看護協会編集、「平成 18 年版　看護白書」、日本看護協会出版会、190、2007

iPadにおける手書き文字の評価

○葛口優樹（名古屋大学・学生）、宮尾克（名古屋大学）

Evaluation of handwriting on iPad

Yuuki Kuzuguchi (Nagoya University) ,and Masaru Miyao(Nagoya University)

１．はじめに

近年、タッチパネル方式の携帯端末の普及速度は目覚しく、スマートフォンだけではなく、iPadを始めとするタブレット端末を街中で使用している人を見かけるのも珍しくなくなった。タブレット端末は、スマートフォンに比べて画面が広いのが特徴であり（iPhoneの3.5インチ、GALAXY Sの4インチに対してiPadは9.7インチ、GALAXY TABは7インチ）、その大画面を生かしたブラウジングや電子書籍の閲覧などに向いている。

本研究では、「タブレット端末上での手書き」に焦点を当て、iPad上での文字の書きやすさについて、主観的・客観的に評価を行い、年齢等の要因に関して考察した。

２．方法

本研究では、10代から80代までの日常的な日本語を読み書きすることができる男女96名を対象とした。使用した端末はApple社のiPad（液晶サイズ9.7インチ、解像度768×1024ピクセル）である。

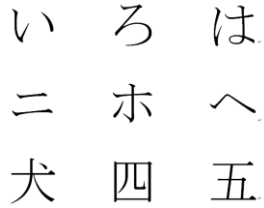


図１：課題

図２：枠

実験では図１のような、ひらがな、カタカナ、小学1年生で習う漢字を各3文字ずつ、合計9文字の課題を10種類用意し、これらを図２のような9つの枠(各枠の大きさは4cm×4cm 枠間距離は5mm)に書かせることにした。

実験内容は以下の表のような、4種類×2セットの合計8種類を準備した。

表１：実験内容

書かれるもの	バインダー	iPad		
書くもの	ボールペン(スタイラスの逆側)		スタイラス	指
手で持つ	①A	②A	③A	④A
机の上	①B	②B	③B	④B

※以後、実験内容は表１に対応した略称で呼ぶ。

なお、ボールペンで書く①②の実験では、枠が印刷されたB5の用紙を使用し、スタイラス及び指で書く③④の実験では、枠を画面保護フィルムに油性ペンで直接書き込んだiPadを使用した。(②の実験では、iPadの上に下敷きをテープで固定し、その上に用紙を置いて書かせた。)

各実験は被験者の書きやすい速さで枠通りの大きさになるように書かせ、それぞれ書き終わるまでの時間を測定した。

また、１セット終わるごとに、各実験について、文字の書きやすさ及び、書けた文字の大きさについて、主観で5段階評価させた。

なお、実験で使用する課題は重複しないようにランダムで選び、①～④の実験を行う順番や、A,Bどちらのセットを先に行うかもランダムで決定した。

図３：実験風景(これは④B)

３．結果

まず、年齢別に見た平均測定時間についてのグラフを図４に示す。

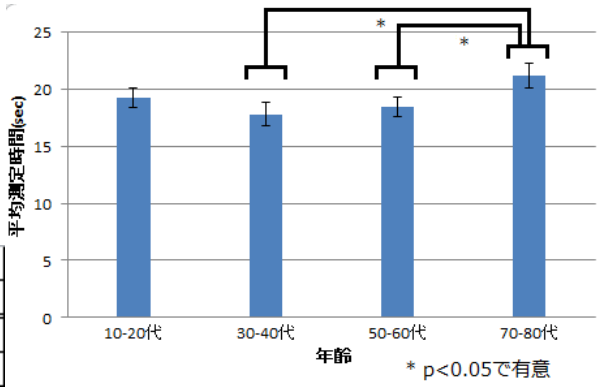


図４：平均測定時間（年齢別）

図４については、30-40代及び50-60代と、70-80代の間で多少有意差が見られ、70-80代は平均計測時間が長かった。

次に、実験種類別に見た測定結果についてのグラフを図５に示す。

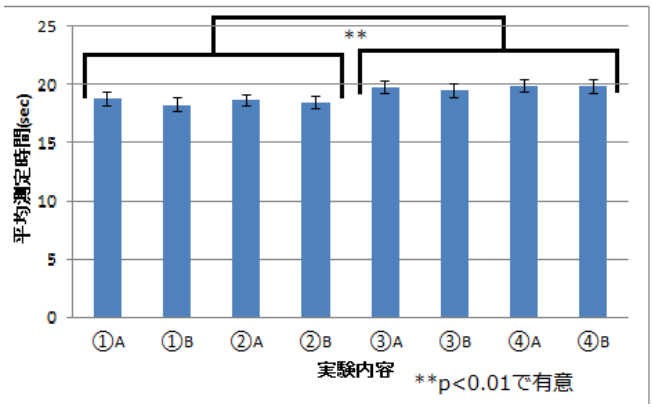


図５：平均測定時間（実験種類別）

図５については、①及び②と、③及び④に対する16通り全ての間で有意差が見られ、③及び④は平均計測時間が長かったが、①と②や、③と④、同数字のA, B間で有意差は見られない。

次に、実験種類毎に見た、書きやすさの主観評価についてのグラフを図６に示す。

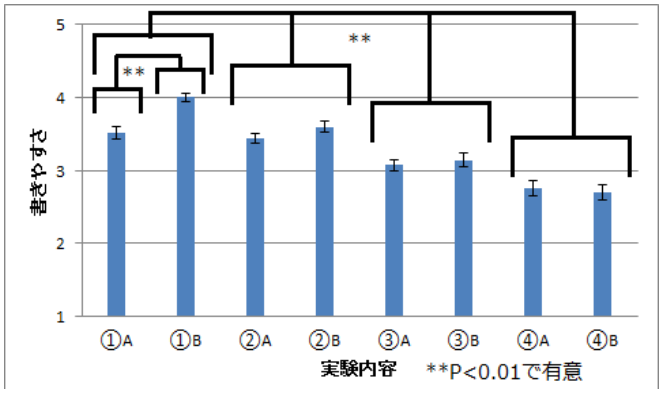


図６：書きやすさの主観評価（実験種類別）

図６については同数字のA, B間を除く全ての間で有意差が見られ、①②③④の順番で書きづらくなると評価された。唯一同数字のA, B間で有意差の見られた①は、対照実験として行ったため、本研究ではあまり意味のある有意差とは言えない。

最後に、実験種類別に見た、書けた文字の大きさの主観評価についてのグラフを図７に示す。

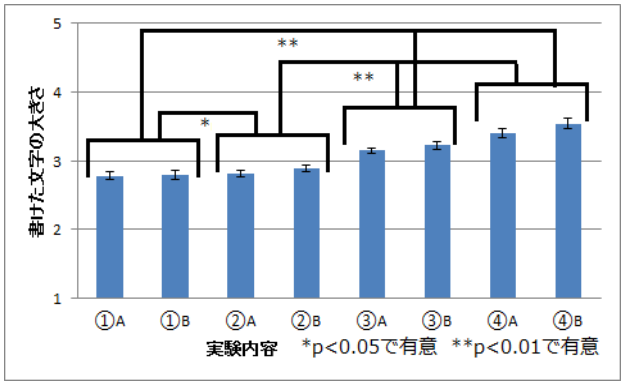


図７：文字の大きさの主観評価（実験種類別）

図７についても同数字のA,B間を除く全ての間で有意差が見られ(①と②の間の4通りは全て多少)、①②③④の順番で書けた文字が大きかったと評価された。

４．考察

平均測定時間において、70-80代の平均計測時間が長いことについては、老化によって素早く文字を書くことが困難になるからだと考えられるが、10～20代の平均計測時間が長く、有意差が見られないことについては、普段文字を書かず、携帯電話やパソコンで文字を入力するだけの人と、そうでない人の差が大きいからだと推測される。

主観評価において、(①②)③④の順番に文字が大きくなる理由としては、スタイラスや指はボールペンと比べて接地面積が広いため、どこに書いているかわかりづらいためであると推測される。

５．まとめ

本研究の結果、iPadで文字を手書きするときは、普通の書き方から遠ざかって行くほど、書くために必要な時間が増え、書きづらくなり、文字を大きく書いてしまうことが明らかとなった。

また、手で持っても机の上に置いても結果に有意差が出なかったことは意外な結果であった。

しかし今回、実験項目を多くしすぎたことで、何と何を比較すべきなのかがわかりにくくなってしまい、結果のグラフが非常に見づらくなってしまったことは大きな反省点である。

今後の実験課題としては、枠の大きさを、小さなものから大きなものまで何種類も準備することや、細いボールペン以外にも、接地面積及び書き心地がスタイラスと同じようなサインペンを準備することなどが考えられる。

3C4

女子作業者における座位・立位可変型作業の有効性に関する実験的研究

○外岡雅人（玉川大学大学院・院生）、阿久津正大（玉川大学）、榎原 毅（名古屋市立大学大学院）

Experimental study of effectiveness during work with sit-stand desk in female workers

Masato Tonooka(Tamagawa University), Masahiro Akutsu (Tamagawa University) and Takeshi Ebara (Nagoya City University Graduate School)

1. はじめに

北欧や北米ではオフィス作業者の腰痛問題の改善策として、机面高を可変できる作業机（座位・立位可変机）が導入され、自分が好む姿勢を自由にとることができる作業形態が普及している。一方、わが国におけるオフィス作業の姿勢は椅座位姿勢が一般的である。オフィス作業で当該机を導入している例は少ない。座位・立位可変型作業の有効性については徐々に究明されつつある[例えば1)]。

本研究では、女子作業者に座位・立位可変姿勢、椅座位姿勢でVDT作業を行わせ、各姿勢作業における作業パフォーマンス、生体負担、心理負担を測定・比較し、座位・立位可変型作業の有効性を検討している。また、座位・立位可変型作業における姿勢変更状況（同一姿勢連続時間）と姿勢変更理由を明らかにしている。

2. 実験

実験では被験者に、座位・立位可変姿勢（椅座位、立位を自由に変更できる作業姿勢。“座位・立位可変”と略）、椅座位姿勢（“座位”と略）でExcelによる一桁の計算作業を120分課した。計算結果をテンキーで入力し、Enterキーで次問題へ進ませる作業であった。被験者には「120分で最も計算量が多くなるように作業を行う」ことを教示した。

被験者は、健康な女子大学生5名（年齢22±0.7歳、身長157.8±3.7cm、体重60.9±14.5kg、全員右利き）であった。

実験で使用した什器は、座位・立位可変机（品名Sit&Standデスク、電動で机面高を70～120cm無段階に可変）、オフィスチェア（武藤工業製）、PCは、Vostro Desktops（DELL製）であった。作業場の室温は24℃であった。

測定項目は、作業パフォーマンスの指標として解答数、不正解率、生理的負担の指標として心拍数、筋電図、左足ふくらはぎ部位のインピーダンス、CFF値、心理的負担の指標として自覚症しらべ（日本産業衛生学会産業疲労研究会撰：新版「自覚症しらべ」）、身体疲労部位しらべ（産業疲労研究会撰：「疲労部位しらべ」）、「作業姿勢の好ましさ」等の主観評価を取り上げた。座位・立位可変姿勢では、同一姿勢連続時間を計測するとともに姿勢変更理由を問診した。CFF値、自覚症状しらべ、身体疲労部位しらべは、作業前、作業中30分ごとに5時点で測定した。実験は9：00～17：00の間に1日1～2名ずつ行った。

3. 結果

3.1 作業パフォーマンス

10分当り解答数については、作業姿勢間で有意差が見られた（$p<0.01$）。10分当り平均解答数は、座位・立位可変412.0問（SD：80.2問）、座位377.5問（SD：84.2問）となり、座位・立位可変のほうが多かった。不正解率は、座位・立位可変0.81%、座位0.63%となった。作業姿勢間で有意な差は見られなかった。

3.2 生理的負担（CFF値の結果のみ報告）

(1) CFF値

CFF値変動率については、作業姿勢間で有意差が見られた（$p<0.05$）。CFF値変動率は両作業姿勢とも時間経過とともに漸減したが、低下率は座位・立位可変のほうが小さかった。

3.3 心理的負担

(1) 自覚症しらべ

自覚症状が「まったくない」～「非常にある」に1点～5点を与え数値化した（身体疲労部位しらべも同様に数値化）。自覚疲労の愁訴については、作業姿勢間で有意差が見られた（$p<0.01$）。愁訴は両作

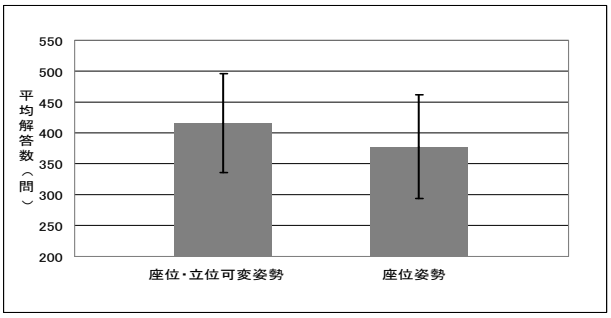


図1　10分当り平均解答数

業姿勢とも時間経過とともに漸増したが、作業開始30 分以降では、座位・立位可変のほうが低い訴えに止まった（図2）。座位では「肩がこる」、「眠い」、「腰がいたい」に高い愁訴が見られた。両姿勢に共通して「目が疲れる」などV群の愁訴が高くなった。これはディスプレイの注視が主因と考えられた。

(2)身体疲労部位しらべ

身体疲労部位の愁訴については、作業姿勢間で有意差が見られた($p<0.01$)。愁訴は両姿勢作業とも時間経過とともに漸増したが、作業開始 30 分以降では、座位・立位可変のほうが座位に比べて低かった（図3）。座位では、腰部と背部の愁訴が漸増した。

(3)腰/下肢の疲れ感、眠気感、作業姿勢としての好ましさ感

120 分後の作業腰/下肢の疲れ感、眠気感については「まったくない」～「非常にある」に 0 点～10 点を与え数値化した。腰の疲れ感については、作業姿勢間で有意差が見られた($p<0.05$)。座位・立位可変で平均1.6点(SD0.5点)、座位で平均6.2点(SD2.0点）となり、腰の疲れ感は座位・立位可変のほうが小さかった。下肢の疲れ感は、座位・立位可変で平均1.8点（SD1.3点)、座位で平均2.2点（SD2.9点）となり、有意差は見られなかった。眠気感については作業姿勢間で有意差が見られた($p<0.1$)。眠気感は座位・立位可変で平均2.0点（SD1.6点)、座位で平均5.2点（SD4.4点）となり、座位・立位可変のほうが小さかった。作業姿勢としての好ましさ感は、「座位・立位可変が非常に好ましい」～「座位姿勢が非常に好ましい」に3点～-3点を与え数値化した。作業姿勢としての好ましさは平均 1.6 点（SD：0.6点）となり、座位・立位可変が好まれた。

(4) 座位・立位可変型作業における同一姿勢連続時間と姿勢変更理由

姿勢を変更するまでの同一姿勢連続作業時間は、座位姿勢で平均27.4分（SD16.0分)、立位姿勢で平均28.3分（17.5分）となった（図4)。

座位→立位への主な変更理由は「眠気をとる」(70.0%)、「腰の疲れ緩和」(30.0%)であった。立位→座位への主な変更理由は、「足裏の疲れ緩和」(22.2%)、「脹脛の痛み緩和」(22.2%)「腰の疲れ緩和」(11.1%)「気分転換」(11.1%)等であった。

3.4 各作業姿勢の特性

座位・立位可変は、座位よりも作業パフォーマンスに優れ、自覚疲労感の訴えを低い程度に止める。座位は自覚疲労感の訴えを比較的低度に止めるが、座位・立位可変よりも(とくに腰の疲れ感が)高くなり、眠気を引き起こしやすい。作業パフォーマンスの低下も示唆される。

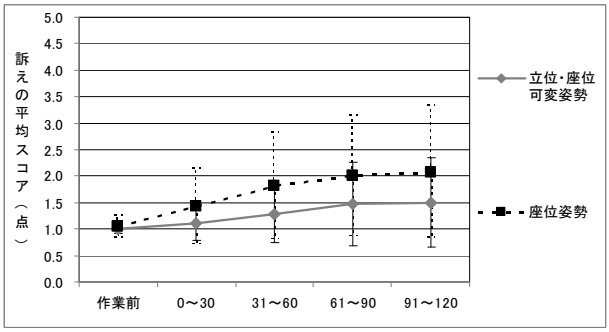


図2　自覚症しらべ

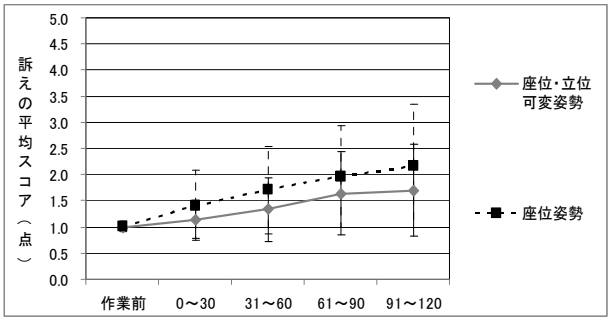


図3　身体疲労部位しらべ

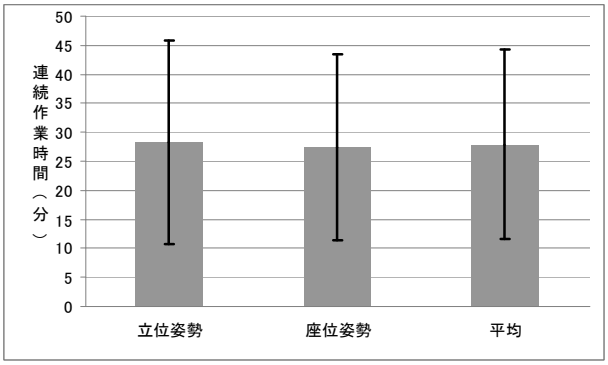


図4　同一姿勢連続作業時間

4. まとめ

女子作業者が座位・立位可変型作業を行った場合、作業パフォーマンス、心身負担において座位作業よりも有利であることを明らかにした。また、座位・立位可変型作業における姿勢変更状況（同一姿勢連続時間）と姿勢変更理由を明らかにした。

参考文献

1)Ebara T,Kubo T,Inoue T,Murasaki G,Takeyama H,Sato Y,Suzumura H,Niwa S,Takanishi Y,Tachi N,Itani T,Effects of adjustable sit-stand VDT workstatioms on workers' Musculoskeletal discomfort, alertness and performance. IndustrialHealth,Vol.46, 497-505,2008

4C1

遠近ストレッチ（製品版SkyCrystal）の視聴による効果検証
ー同一3Dコンテンツによる視力回復に対する近用矯正の有無の比較ー

○大橋拓実（名古屋大学・学生）、堀弘樹（名古屋大学大学院・院生）
塩見友樹（名古屋大学大学院・院生）、宮尾克（名古屋大学）

The Evaluation of 3D Eye Stretching Effects on Visual Acuity Using Sky Crystal

Takumi Ohashi (Nagoya University), Hiroki Hori (Nagoya University)
Tomoki Shiomi (Nagoya University), Masaru Miyao (Nagoya University)

１．はじめに

長時間にわたる近見作業などにより眼の調節に負荷を与えると、毛様体筋、毛様体小帯の伸縮がうまく働かず、遠方視力が一時的に低下することがある。これを調節緊張という。調節緊張による近視化を回復する方法として、ストレッチ映像を用いた水晶体調節のストレッチが有効であると提唱されている。これは望遠効果を利用したもので、遠方と近方を交互に見せることにより毛様体筋、毛様体小帯の伸縮運動をさせる効果がある。

我々は、このストレッチ映像の視聴による視力の回復効果を調べるとともに、「屈折力をディスプレイ位置(-1D)に近用矯正した方が、望遠効果がより得られるのではないか」と仮説を立て、屈折力を矯正した状態でのストレッチ映像の視聴による効果を調べ、これらを比較した。

２．方法

実験は19歳から77歳までの健常被験者男女96名を対象に行う。実験前に全員ステレオテストを行い、3D視聴が可能であることを確かめる。

まず近見作業により、調節に負荷をかける。被験者はそれぞれ10分間の読書を行う。その後、3D映像を5分間視聴する。3D視聴の際は、正視で視聴する条件と、-1Dの屈折力に矯正して視聴する条件の２つに分けて行い、両条件で行う被験者に対しては、どちらの条件を先に行うかは被験者ごとに異なる。なお２条件とも行う被験者に対しては、十分に時間を空けて行うこととする。3D視聴前後で3m視力の測定を行い、視力測定の際、差を分かりやすくするため、被験者によっては検眼レンズを入れて視力を矯正した状態で視力測定を行う。なお3D視聴前後の視力測定の条件は同じにする。

3D映像はオリンパスビジュアルコミュニケーションズがPower3Dを用いて作製した「sky crystal」を使用し、視聴時に3Dを融像できているかアンケートを用いて確認を行う。ディスプレイは23インチ三菱モニタを使用する。ディスプレイまでの視距離は1.0mであり、映像の中心にある球体は眼前約0.2mまで飛び出す。ディスプレイ面の照度は471.6ℓ x。3D映像の輝度は球体が75.8cd/m²、背景が109.6cd/m²。図１に実験の様子を示す。

図 1 実験の様子

３．結果

3D視聴を正視で行った被験者のデータは62名、-1Dの屈折力に矯正して行った被験者のデータは56名、両条件で行った被験者のデータは27名採ることができた。

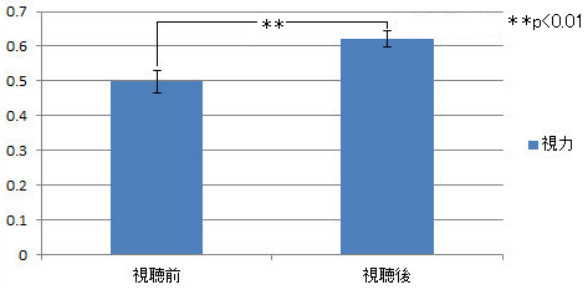


図 2　正視での 3D 視聴前後の視力の平均

図2は正視での3D視聴前後の両眼視力の全体の平均を示したグラフである。グラフの値は対数視力を用いて計算し、真数に戻している。対数視力の平均は視聴前で-0.270±0.337、視聴後で-0.202±0.304であった。真数視力は視聴前で0.498、視聴後は0.622であった。対応のあるt検定により、3D視聴前後の視力に1%の有意水準で有意差が見られた。

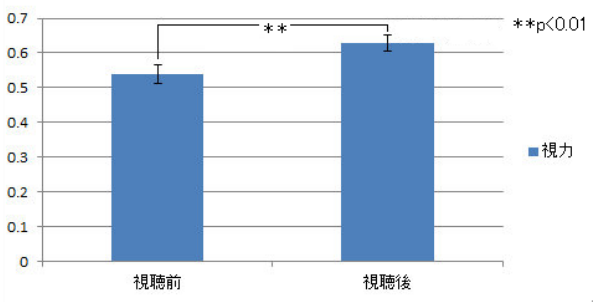


図 3　-1D 矯正での 3D 視聴前後の視力の平均

図3は屈折力を-1Dに近用矯正して3Dを視聴した前後の両眼視力の全体の平均を示したグラフである。グラフの値は対数視力を用いて計算し、真数に戻している。対数視力の平均は視聴前で-0.302±0.309、視聴後で-0.206±0.290であった。真数視力は視聴前で0.537、視聴後は0.627であった。対応のあるt検定により、3D視聴前後の視力に1%の有意水準で有意差が見られた。

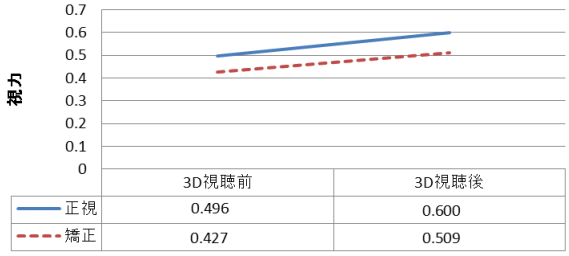


図 4　同一被験者による 3D 視聴前後の視力

図4は、正視と矯正の両条件で3Dを視聴した被験者の3D視聴前後の両眼視力の平均の変化である。正視での視力の変化量と矯正での視力の変化量には有意差は見られなかった（p=0.8）。

単眼視力については、正視での3D視聴前後における右眼の視力の平均については有意差は見られなかったが、左眼、矯正における両眼においては、1%の有意水準で有意差が見られた。

4．考察

Power3Dを用いた5分間のストレッチ映像を正視で視聴した場合、少なくとも両眼の視力は3D視聴前に比べて3D視聴後の方が高くなる傾向にあると考えられる。故に、近見作業によって引き起こされた調節緊張による視力低下を、ストレッチ映像を見ることによって回復する可能性が示唆された。また、検眼レンズを用いて3D視聴時の屈折力をディスプレイ面(-1D)に近用矯正した場合も同様に視力回復の効果があると推定できる。ただし今回の実験において、時間の経過による眼精疲労の自然回復を考慮に入れていなかったため、必ずしも回復効果があると断定することはできない。

また、２条件の3D視聴の比較については、正視で視聴を行った場合の方が、矯正を行った場合に比べ平均して回復量が大きいように思えるが、解析による有意差は見られなかった。よって、毛様体筋、毛様体小帯のストレッチ効果と視聴者の屈折力は(少なくとも正視と-1Dの間においては)顕著な差は認められなかった。

実験中に行ったアンケートについては、被験者の半数ほどが「球体が接近した時は上手く一つに融像されず、分かれてしまう」と答えていた。これは、毛様体筋、毛様体小帯のストレッチ効果をより得られるようにするため、映像の視差を強くしたことによるものである。視力回復の効果はアンケートの結果に関わらず見ることができた。

5．まとめ

本研究では、ストレッチ映像の視聴による視力の回復効果と映像視聴時の屈折力の近用矯正による効果の関連性を調査した。

その結果、Power3Dを用いて作製されたストレッチ映像「sky crystal」は、毛様体筋の伸縮運動を促し、調節緊張によって低下した視力の回復に有効であると考えられる。

また、屈折力をディスプレイ面に近用矯正した場合であってもストレッチ効果は得られた。

映像視聴時の近用矯正(正視から遠点距離1mへ)の有無とストレッチ効果には有意な関連性が見られなかった。

参考文献

1) 塩見友樹、堀弘樹、長谷川聡、他「実物体と 2D 映像、3D 映像を用いた水晶体調節反応と輻輳運動の長時間同時測定-若年者と中高齢者の立体視機構の違い-」、日本バーチャルリアリティ学会論文誌 Vol. 16, No. 2, 139-148, 2011

2) 長谷川聡、大森正子、渡辺智之、他「立体映像注視時の水晶体調節」THE JOURNAL OF THREE DIMENSIONAL IMAGES Vol. 22, No. 4, 44-48, 2008

LED表示板におけるスクロール速度と視認特性に関する基礎的研究

○倉有平（富山大学大学院・院生）、薬師一仁（富山大学大学院・院生）、
松本泰幸（小糸工業株式会社）、高松衛（富山大学大学院）、中嶋芳雄（富山大学大学院）

Study on visual characteristics for scrolling letters on the LED information board

**Yuhei Kura (University of Toyama), Kazuhito Yakushi (University of Toyama),
Yasuyuki Matumoto (Koito Industry Co., LTD),Mamoru Takamatsu (University of Toyama)
and Yoshio Nakashima (University of Toyama)**

１．はじめに

LED は長寿命, 省エネルギー, 視認性に優れており, 様々な場所, 方法で利用が進んでいる．電車, 新幹線などの交通機関でも LED 式の表示板が使われ, 行き先やニュースなどの情報を提供している. 特に, ニュース情報などを表示する際には文字をスクロールする表示方式が多く用いられている（図 1）. しかしながら, スクロール速度と視認性との関係について報告した研究例は極めて少なく, LED 表示装置の文字速度の基準は定まっていないのが現状である.

そこで, LED 表示板において文字を快適に読み取れる最適なスクロール速度を求め, LED 表示板における情報呈示の為の基礎的データを提供することをその目的とする.

図 1. LED 情報版の例

２．実験Ⅰ

2.1 実験方法

実験は暗室にて行い, 被験者はあらかじめ 15 分間の暗順応を行う. その後, LED 表示装置にランダムに構成された平仮名 21 文字が右から左方向へのスクロールにて呈示される. 被験者はそれを観測し, 読みやすさについて 7 段階にて評価する. 前呈示刺激の影響をなくす為にブランクを 20 秒間取り, 次に文字スクロール速度, 文字列を変更して呈示し, 同様に評価を行う. この一連の手順を繰り返し行い, 視距離 3m, 6m, 12m の各地点において測定を行う.

これを高齢者, 若年者を想定した実験として, 白内障再現ゴーグルを装着状態, 非装着状態にて実験を行う. なお, 被験者は色覚正常者 10 名で, 各被験者に対する試行回数は白内障再現ゴーグル装着時が 10 回, 非装着時が 10 回の計 20 回とする.

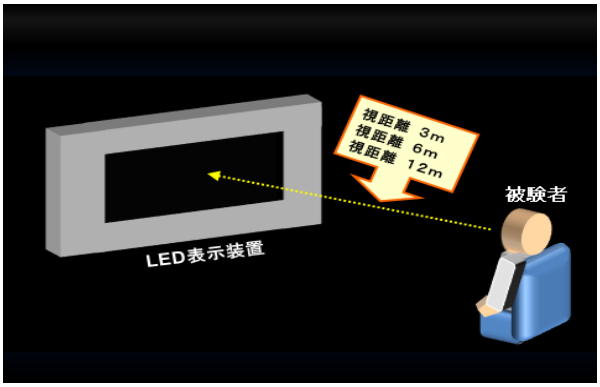


図 2. 実験状況

2.2 実験結果

本実験で得られた結果を図 3, 図 4 に示す. 図 3 は若年者視環境下での結果であり, 図 4 は高齢者視環境下での結果である.

いずれも横軸に文字のスクロール速度（文字/秒）, 縦軸に評価値をとったものである. 若年者視環境, 高齢者視環境共にどの視距離においても, 評価値が高くなるのは文字のスクロール速度 3.0～4.0 文字/秒であることが明らかとなった. なお, 若年者視環境, 高齢者視環境共に視距離の違いによる視認性への影響は見られなかった.

３．実験Ⅱ

3.1 実験方法

実験装置及び実験方法は実験Ⅰと同様である. ただし, 室内照度は 1000lx である.

3.2 実験結果

本実験で得られた結果を図 5, 図 6 に示す. 図 5 は若年者視環境下での結果であり, 図 6 は高齢者視環境下での結果である.

グラフの縦軸及び横軸は図 3, 図 4 と同様で

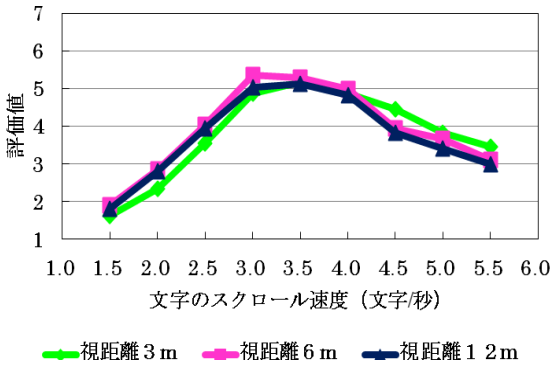


図 3. 若年者視環境下でのスクロール速度と読みやすさ評価（室内照度 0lx）

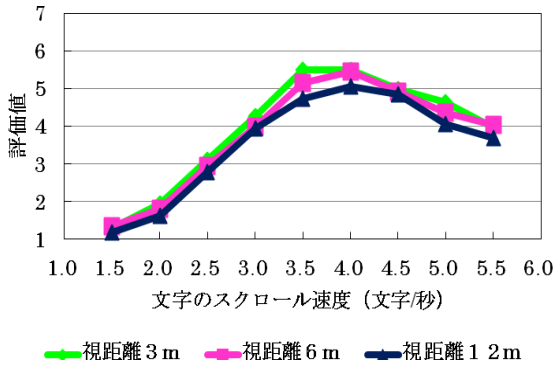


図 5. 若年者視環境下でのスクロール速度と読みやすさ評価（室内照度 1000lx）

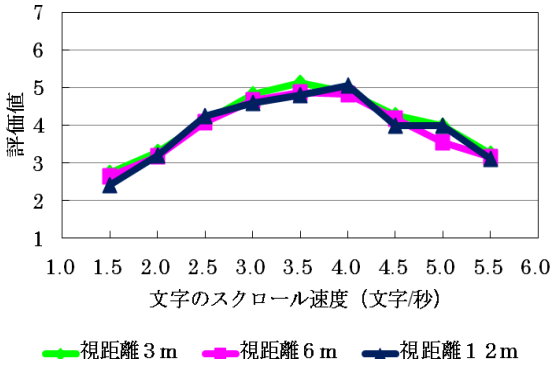


図 4. 高齢者視環境下でのスクロール速度と読みやすさ評価（室内照度 0lx）

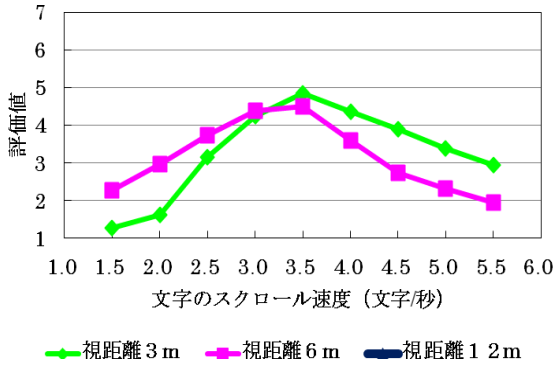


図 6. 高齢者視環境下でのスクロール速度と読みやすさ評価（室内照度 1000lx）

ある. 若年者視環境は視距離の違いによる視認性への影響は見られなかった. また, どの視距離において, 評価値が高くなるのは, 文字のスクロール速度 3.5～4.5 文字/秒であることが明らかとなった.

なお, 高齢者視環境の視距離 12m の結果が表示されていないのは文字を読むことができなかったためである. 視距離 3m から 6m にかけて文字の評価値が高くなるのは, スクロール速度 3.0～4.0 文字/秒であることが明らかとなった. また, スクロール速度が遅い 1.5～2.5 文字/秒では視距離 6m の評価値が高いのに対し, スクロール速度が速い 4.0～5.5 文字/秒では視距離 6m の評価が低いことが示されている.

4. 考察

室内照度 1000lx の高齢者視環境の視距離 12m の結果は文字を読むことができないこととなった. 白内障は夜間より昼間時に視界がぼやける影響が見られるため, 図 6 の結果になったと考えられる. 改善策として, 視覚サイズを大きくする, 視認性の良い色相を選択することなどが考えられる. また, 今回若年者を高齢者に想定した実験であり, どの視距離においても評価が高い文字のスクロール速度の位置は同様であったが, 実際の高齢者を被験者にした場合, 動体視力の低下があるために, 視距離によってスクロール速度の高い評価の位置が異なると考えるため, 今後は実際の高齢者を被験者で実験を進めたいと考える.

5. まとめ

本実験では, 特に室内照度0lx, 1000lxという条件下でのLED表示板において文字を快適に読み取れる最適なスクロール速度を求めた. その結果, 実験Ⅰ, Ⅱより, 共通して評価が高いスクロール速度3.5文字/秒が最も最適なスクロール速度と考えられる.

4C3

「色の両眼融合限界」に関する研究

○王石（富山大学大学院・院生）、藤田博樹（富山大学大学院）、高松衛（富山大学大学院）、
中嶋芳雄（富山大学大学院）

Research on Binocular Color Fusion Limit

Shi Wang (University of Toyama), Fujita Hiroki (University of Toyama),
Mamoru Takamatsu (University of Toyama) and Yoshio Nakashima(University of Toyama)

１．はじめに

人間をはじめ多くの生物は，両眼で外界を知覚し，それぞれの眼で捉えた2次元網膜像を共通の単一像として把握し，大脳の処理により3次元的に外界を見る能力を備えている．つまり両眼単一視を行っている．このとき，両眼の位置が違うために生じる網膜像のずれ，すなわち両眼視差を認識することにより物を立体的に認識している． また，両眼のそれぞれの像は少し異なるものの，両眼の像は融合し，安定して知覚している．

一方，両眼それぞれの像が大きく異なる場合は安定した知覚が得られず，両眼視野闘争と呼ばれる現象が起こる．この両眼視野闘争は両眼のそれぞれの像の「色」，「形」，「明るさ」の差による条件で引き起こされる．

そこで本研究では，中心視における両眼融合が可能な波長差の範囲を定量的に測定し，「色」の両眼融合限界について検討・考察することを目的とした．

２．実験方法

本実験では左右眼に異なる像を呈示させるため3Dディスプレイを使用した．これは図1に示すように，液晶パネルの後面に配置されたイメージスプリッターの光偏向作用によるものである．

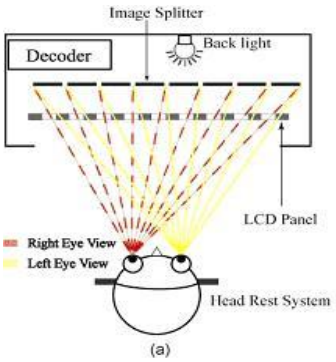


図1．3Dディスプレイの原理

実験は暗室にて行い，被験者はあらかじめ15分間の暗順応を行う．その後，図2に示すように被験者は視距離70cmの位置から，3Dディスプレイに呈示される刺激（視角サイズ2°，輝度30cd/m^2，10秒間）を観察する．左眼呈示刺激波長は450～650nm（10nm間隔）とし，右眼呈示刺激波長は450～650nm（10間隔）の間で変化させる．被験者は両眼の刺激に対して「融合」，「非融合」の強制選択法で応答する．その後，20秒間のブランクを置き，右眼呈示刺激波長を変化させ再び呈示する．これを１セッションとする．

そして，次のセッションでは，λLを別の波長に変化させ，同様の測定を行う．この観測を全21点にて行い，これを１ブロックの実験とした．その後，高齢者視環境を再現したゴーグルを装着し，上記の手順を再度行う．被験者は視覚健常者5名であり，試行回数は各被験者10回とした．

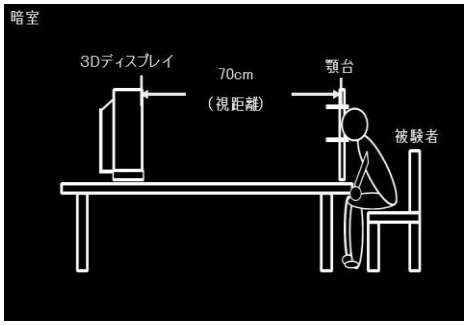


図2．実験イメージ

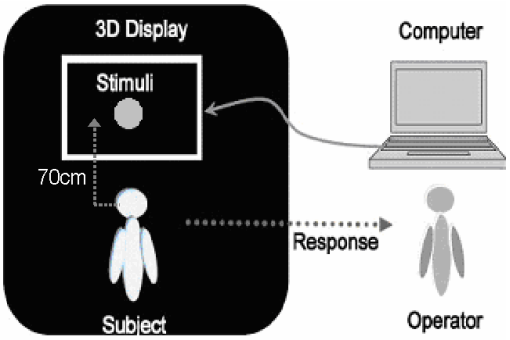


図3．実験装置

３．実験結果

実験結果の一例を図4に示す.横軸は右眼呈示刺激波長(nm),縦軸に融合確率(%)とする.黄色の曲線は高齢者視環境の結果を,緑色の曲線は若年者視環境の結果を表している.λL(左眼刺激光の波長)が520nmにおいて,λR(右眼刺激光の波長)がλLの近傍では,融合確率は100%に近い値を示している.つまり,この範囲で呈示される2色の刺激光は融合し,安定して見えていると言える.ところが,λRとλLとの波長差が大きくなると融合確率は減少する.

融合確率が50%となる箇所のλRの波長を求めると,A点とB点の値が得られる. A点は短波長側の色の差の限界点,B点は長波長側の色の差の限界点である.A,B点の間は融合確率が50%以上の範囲であり,すなわち,融合領域となる.

図5は融合確率50%における両眼融合限界を示したものである.Δλ+はλLが490nmから長波長側へシフトするに従って減少し,λLが580nm以降は再び増加する傾向がみられる.Δλ-はλLが560nmから長波長側へシフトするに従って減少し,λLが600nm以降は再び増加する傾向がみられる.また,600nm以降の刺激光はほぼ赤色であることから,600nmに基準となるλLを取った場合,λRがλLより長波長側へ増加すると融合確率は100%になると考えられる.よって,Δλ+は600nmから急激に増加すると考えられる.一方,Δλ-も同様なことが言え,470nmより短波長側は,ほぼ紫色であるため,Δλ-も470nmから急激に増加すると考えられる.

以上より,若年者視環境と高齢者視環境を比較した場合,高齢者視環境の融合領域は広いことが示される.高齢者と若年者の両眼融合限界曲線の傾向は似ているものの,高齢者ゴーグルにより重度の白内障を再現している高齢者視環境では二つの呈示刺激がぼやけて見えるため,像の違いに気付きにくくなることから,結果として高齢者視環境の融合領域が広くなると考えられる.

4. まとめ

λRとλLとの波長差が大きくなると,一様に安定した色の融合が得られないことが明らかとなった.また,若年者視環境と比較して,高齢者視環境の融合領域は広いことが示された.

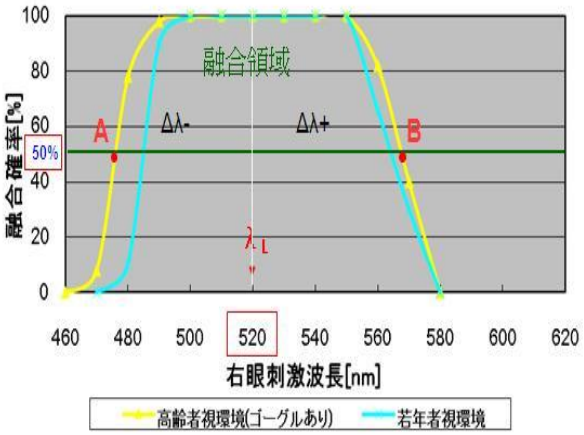


図4. λL= 520nmにおける融合確率曲線

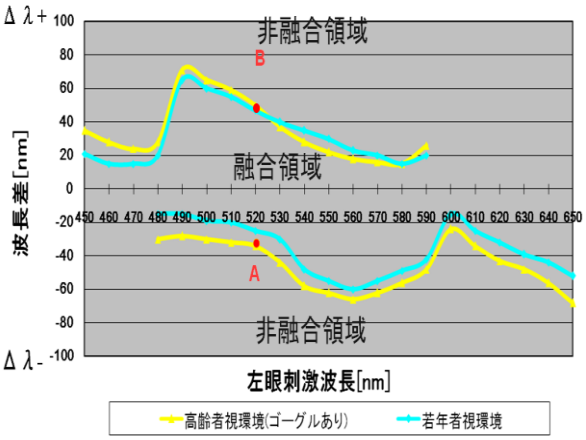


図5. 融合確率50%における両眼融合限界

参考文献

1) D.Qin,X.Qin,M.Takamatsu and Y.Nakashima,「Change of Wavelength Difference Limit for Binocular Color Fusion with Wavelength and Brightness of Stimuli」,Journal of Light &Visual Environment,Vol.30,pp.43-45,2006.

2) D.Qin,M.Takamatsu and Y.Nakashima,「Display Limit for Binocular Fusion in Fovea」,Optical Review,Vol.13,No.1,pp.34-38,1,2006.

文字探索による周辺視能力評価

○小飯塚達也（名古屋大学・学生）、佐野峻太（名古屋大学大学院・院生）
宮尾克（名古屋大学）

Evaluation of peripheral visual recognition using letter search performance

**Tatsuya Koizuka (Nagoya University), Shunta Sano (Nagoya University),
and Masaru Miyao (Nagoya University)**

１．はじめに

視覚による情報は我々が日常生活を送る上で極めて重要であり、特に自動車を運転する際に利用する情報の内視覚が占める割合は全体の8割を超えると言われている[1)2)]。

視覚は中心視、周辺視のそれぞれから情報を獲得する。中心視野は視野全体の内半径2°程度の範囲であり、この範囲つまり網膜の内解像度の高い部分で見ることを中心視という。周辺視野は文字通り中心視野の周辺の視野であり、この範囲で見ることを同様に周辺視という。先述の通り中心視できる範囲はごく僅かであり、周辺視による情報の獲得が重要であると考えられる。

以上から、文字探索により周辺視能力を評価し年齢等の要因に関して考察する。

２．方法

２．１　対象

本実験は、19～84歳の男性65名・女性39名の計104人の被験者を対象に行った。色覚異常の方は被験者から除外した。

２．２　測定方法

本実験ではiPadアプリ（自作）を用いて測定を行った。アプリは画面にランダムに配置された1～25の数字を順番に探索しタッチするのに要する時間を計測する機能を持つ。これらの結果をもとに平均探索時間を求めた。被験者は視距離50cm程度を維持しつつ12種類の条件それぞれについて1回、計12回の測定を行った。視距離を制限したのは、条件により表示する文字の大きさを変化させるため見え方が変わらないようにするためである。

iPadは768×1024ピクセルの表示領域を持ち、画面には正方形のマスが25個等間隔で配置されている。マスと文字の大きさは、150×150ピクセルに対し90pt, 100×100ピクセルに対し60pt、60×60ピクセルに対し36ptの3種類で、いずれもフォントはHelvetica、色は黒である。それぞれの大きさに対しマスの色が赤(34.1)・青(19.3)・緑(81.9)・黄(107)の4色、計12種類の表示条件を用いた。（括弧内の数字は輝度、単位はcd/m^2）

照度は715lxの状況下で行った。図1に実験の様子を示す。

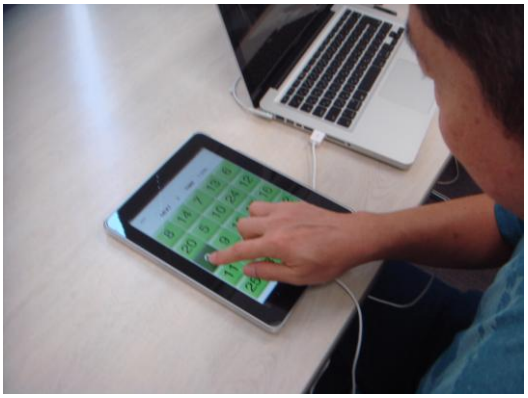


図 1　実験の様子

２．３　実験手順

最初に1～9の数字を探索する練習用のアプリで操作手順を説明し、その後1～25の数字を探索する試行を12回行った。

３．結果

３．１　年齢別に見た測定結果

年齢別の平均探索時間のグラフを図2に示す。それぞれの年齢層の比較で有意差が認められ、年齢が若い程平均探索時間は短いという結果が得られた。

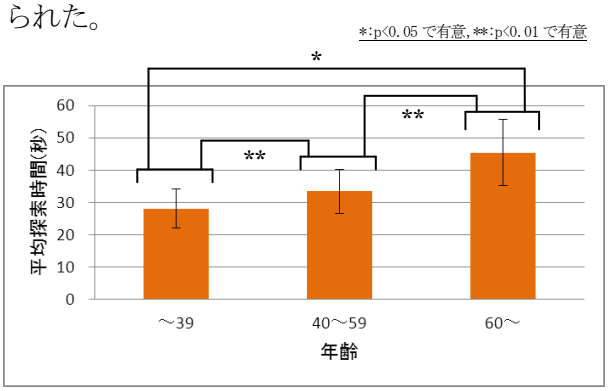


図 2　測定結果(年齢別)

３．２　表示条件別にみた測定結果

色別の平均探索時間のグラフを図3に示す。この結果は、平均探索時間の短い順に黄・緑・赤・青であった。ただし有意差が認められたのは、

青と黄を比べた場合のみである。

大きさ別の平均探索時間のグラフを図4に示す。この結果は、平均探索時間の短い順に中・小・大であった。ただし有意差が認められたのは、大と中を比べた場合のみである。ここではマスの大きい順に大・中・小としている。

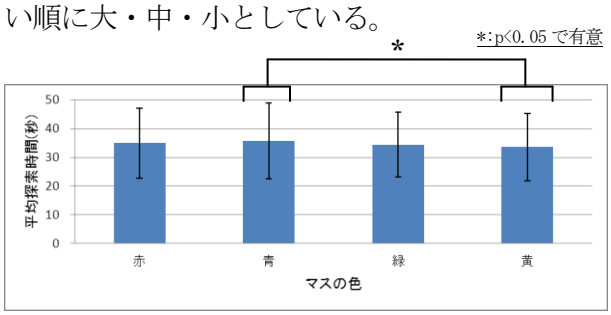


図 3　測定結果(マスの色別)

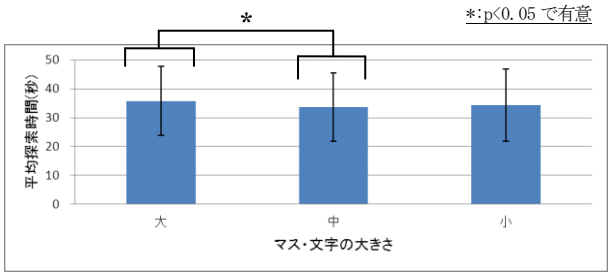


図 4　測定結果(マス・文字の大きさ別)

4．考察

本実験では文字探索により周辺視能力を評価する。ここで評価の基準は探索時間であり、探索時間が短い程周辺視能力が高いと考える。これを踏まえて、測定結果と年齢等の要因との関係について考察する。

4．1　年齢との関係

3．1節で示したように年齢が若い程平均探索時間は短い。この結果は、周辺視能力が関係する有効視野特性が加齢の影響を受けるという他の測定結果と一致するものである[1)]。

4．2　表示条件との関係

3．2節で示したように表示される大きさに関してみると、中・小・大の順に平均探索時間が短い。これは表示される大きさが小さければ、同じ有効視野内でも得られる情報量が多くなり探索に要する時間が短くなったためだと考えられる。小の探索時間が中より長いのは視認性、操作性が影響しているためだと考えられる。

表示される色に関してみると、黄・緑・赤・青の順に平均探索時間が短い。これは輝度の高い順と一致し、輝度が高ければ探索する黒い文字が認識しやすくなったと考えられる。また被験者に測定後主観で見やすいと感じた色を聞いたところ、緑と答えた被験者が最も多かった。この結果は図5に示す。輝度が高ければ認識はしやすいが、高すぎると目が疲れる等の感想も得られた。

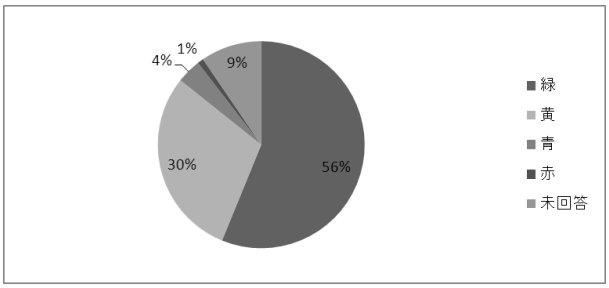


図 5　見やすいと感じた色(主観)

4．3　その他の要因との関係

本実験はタブレット端末の画面をタッチするという操作が必要なため、高齢者は操作性や動作の速度に関して不安があったが、実験の様子から考慮しなくてよい範囲だと感じた。

また被験者に運転の頻度についてアンケートを取り、独自に3段階に評価し測定結果を分類したところ関係性を説明できるような結果は得られなかった。

同様にスポーツの経験についてアンケートを取ったが、種類が多く結果を分類するには至らなかった。主観ではあるが、卓球やテニスの経験者の探索時間が短いと感じた。これは主に動体視力に起因するものであると予想される。

5．まとめ

本実験では文字探索による評価から、周辺視能力が加齢により変化することを確かめた。また、文字探索において文字の大きさや輝度等の条件が周辺視に影響を及ぼす可能性を示した。

周辺視能力の訓練による向上は他の文献でも述べられており、本実験で行った様な試行で能力が向上するかどうか示すことは、今後の課題として考えられる[1)]。

参考文献

1)　石松一真他、「有効視野における加齢の影響：交通安全を中心として」、大阪大学大学院人間科学研究科紀要第 28 巻、pp. 15-29、2002

2)　津留直彦他、「運転者の視覚認知機能の解明とモデル化の研究」デンソーテクニカルレビューVol. 12、No. 1、p. 130、2007

日本人間工学会東海支部 2011 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　2011 年 10 月 29 日
発　行　日本人間工学会東海支部 2011 年研究大会事務局
三重県立看護大学（大会長：斎藤真）
〒514-0116　三重県津市夢が丘 1 丁目 1 番地 1
TEL：059-233-5600　FAX：059-233-5798
e-mail：jestokai2011@mcn.ac.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。