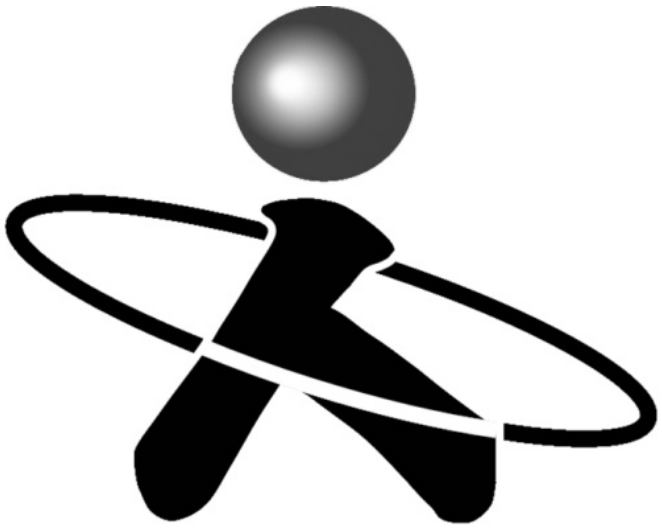
Japan Ergonomics Society Kansai Branch

平成 27 年度
日本人間工学会関西支部大会
講演論文集



主催：一般社団法人　日本人間工学会 関西支部
共催：大阪府立大学　大学院工学研究科
協賛：兵庫エレクトロニクス研究会
　　日本人間工学会 ビッグデータ人間工学研究部会
後援：大阪府立大学
日程：平成 27 年 12 月 5 日(土), 6 日(日)
場所：大阪府立大学　I-site なんば

■スケジュール ■

12 月 5 日（土）

	Ａ会場（A1+A2）	Ｂ会場（C1）	Ｃ会場（C2）	Ｄ会場（C3）
10:00 ～10:50		支援システム B-1 ～ B-3	【PIE 研究部会企画セッション】 生理心理(1) S-1 ～ S-5	高齢者 D-1 ～ D-3
11:00 ～11:50		デザイン・設計 B-4 ～ B-6		視覚 D-4 ～ D-6
12:00 ～13:20		お昼休み 評議員会・役員会合同会議（会場：S1）		
13:20 ～14:50		特別講演『トリリオン･センサとＭＥＭＳ　～日本の取り組むべき課題～』 講 師： 神永 晋（ＳＰＰテクノロジーズ（株） エグゼクティブシニアアドバイザー） （会場：C1+C2+C3）		
15:10 ～16:20		技能 B-7 ～ B-10	【PIE 研究部会企画セッション】 生理心理(2) S-6 ～ S-9	感性・ユーザビリティ D-7 ～ D-9
16:30 ～18:30		懇親会（会場:A1+A2）		

12 月 6 日（日）

	Ａ会場（A1+A2）	Ｂ会場（C1）	Ｃ会場（C2）	Ｄ会場（C3）
10:00 ～10:33	センシング A-1 ～ A-2	教育・学習 B-11 ～ B-12		
10:45 ～11:53	【PIE 研究部会企画セッション】 生理心理(3) S-10 ～ S-13	行動・動作 B-13 ～ B-16		
12:00 ～13:10	お昼休み			
13:10 ～14:00	生理計測 A-3 ～ A-5	【ビッグデータ人間工学研究部会公開講座】 ビッグデータを人間工学の視点で観る P-1 ～ P-4 (13:10～16:30)		
14:10 ～15:00	特性・評価 A-6 ～ A-8			

【一般演題：発表 12 分、質疑応答 4 分、入替 1 分】

平成 27 年度　日本人間工学会 関西支部大会　プログラム

会場：大阪府立大学　I-site なんば

■ 特別講演会 会場：C1+C2+C3

● 特別講演　12 月 5 日　13:20 ～ 14：50

『トリリオン･センサとＭＥＭＳ　～日本の取り組むべき課題～』

講 師：神永 晋（ＳＰＰテクノロジーズ（株）エグゼクティブシニアアドバイザー）

司 会：関　芳一（兵庫エレクトロニクス研究会）

第 1 日（12 月 5 日）

■ B 会場：C1

● 支援システム　10:00 ～ 10:50　　座長：川野　常夫（摂南大学）

B-1　**重症心身障害児（者）のための意思伝達支援システムの開発（第１報）**
－現状の理解と簡易システムの提案－
〇荒木大翔（大阪府立大学大学院），岩本佑己（大阪府立大学）
有馬正和（大阪府立大学大学院），北川末幾子（大阪府立大学大学院）
古山美穂（大阪府立大学大学院），奥田邦晴（大阪府立大学大学院）

B-2　**竿先に伝わる微小振動情報を活用した魚釣り支援システムの提案**
〇荒木望（兵庫県立大学），武尾正弘（兵庫県立大学），前中一介（兵庫県立大学）
吉田陽一（株式会社がまかつ），才木常正（兵庫県立大学，兵庫県立工業技術センター）

B-3　**大学生の歩行習慣改善のための健康タイムカードを用いた取り組み**
〇安達健二（大阪府立大学 現代システム科学域 知識情報システム学類）
真嶋由貴恵（大阪府立大学 現代システム科学域 知識情報システム学類）

● デザイン・設計　11:00 ～ 11:50　　座長：神宮　英夫（金沢工業大学）

B-4　タッチキーボードのデザインと操作の正確性に関する研究

〇駒井美咲（兵庫県立大学　工学部），荒木望（兵庫県立大学 工学部）
三浦久典（兵庫県立工業技術センター）
才木常正（兵庫県立大学工学部，兵庫県立工業技術センター）

B-5　京都市に於ける自歩道整備と標識デザインに関する研究

〇今井駿（大阪市立大学 生活科学研究科），岡田明（大阪市立大学 生活科学研究科）

B-6　製品モニタリングのためのセンシングシステム

〇平田一郎（兵庫県立工業技術センター），大谷桂司（コンビニエンジニア）
後藤泰徳（兵庫県立工業技術センター）

● 技能　15:10 ～ 16:20　　座長：篠原　一光（大阪大学）

B-7　熟練者のお辞儀と非熟練者の動作の傾向

太田智子（株式会社中央ビジネスグループ），宮本勇樹（株式会社中央ビジネスグループ）
〇武田知也（株式会社テイスト），蒲ケ原裕子（アンドスマイル）

B-8　横編物作製時の熟練者と非熟練者の腕の動作と編物構造の品質の違いに関する研究

〇 Kontawat Chottikampon（京都工芸繊維大学大学院）
Suchalinee Mathurosemontri（京都工芸繊維大学大学院）
魚住忠司（岐阜大学），後藤彰彦（大阪産業大学），舟槻千江美（京都工芸繊維大学）
猪田宮子（京都工芸繊維大学），濱田泰以（京都工芸繊維大学）

B-9　経験年数が掛軸修復の打刷毛作業におよぼす影響

岡泰央（京都工芸繊維大学），〇高井由佳（大阪産業大学），後藤彰彦（大阪産業大学）
岡興造（京都工芸繊維大学），濱田泰以（京都工芸繊維大学）

B-10　自動車補修塗装作業でのスプレーガン運行が仕上がりに及ぼす影響

〇池元茂（京都工芸繊維大学），濱田泰以（京都工芸繊維大学），高井由佳（大阪産業大学）

■ C会場：C2

■ PIE研究部会企画セッション

●生理心理（１）　10:00 ～ 11:24　　座長：三宅　晋司（産業医科大学）

S-1　異なる負荷課題後の呼吸統制による生理的・心理的効果

〇岩本直人（立命館大学大学院 情報理工学研究科），萩原啓（立命館大学 情報理工学部）

S-2　音刺激のリズム変化と振動刺激の複合刺激による生理的・心理的効果

〇竹内宏輔（立命館大学大学院情報理工学研究科），萩原啓（立命館大学情報理工学部）

S-3　精神的疲労に対する能動的運動を用いたアクティブレスト効果

〇荒巻公亮（立命館大学 情報理工学部），萩原啓（立命館大学 情報理工学部）

S-4　脳波，心拍，呼吸の生体ゆらぎにおける相関関係の抽出

〇中畑雄斗（立命館大学情報理工学部），萩原啓（立命館大学情報理工学部）

S-5　子ども向け呼吸誘導ぬいぐるみの初回使用時の適用性評価

〇浦谷裕樹（株式会社七田チャイルドアカデミー），大須賀美恵子（大阪工業大学工学部）

■ PIE研究部会企画セッション

●生理心理（２）　15:10 ～ 16:20　　座長：萩原　啓（立命館大学）

S-6　自転車の車体・交通環境情報と乗り手の生体情報を基にした危険箇所検出ツール

〇尼子雅文（大阪工業大学工学部ロボット工学科）

大須賀美恵子（大阪工業大学工学部ロボット工学科）

S-7　筋負担からみたスマートフォンサイズが操作性に与える影響

〇稲山諒（関西大学 システム理工学部），橋本大佑（関西大学 システム理工学部）

小谷賢太郎（関西大学 システム理工学部），鈴木哲（関西大学 システム理工学部）

朝尾隆文（関西大学 システム理工学部）

S-8　心拍数で魅力を測る ―高/中/低魅力の性的/非性的画像に対する心拍数の反応―

◯伏田幸平（関西学院大学大学院文学研究科），小林剛史（文京学院大学人間学部）

長野祐一郎（文京学院大学人間学部），片山順一　（関西学院大学文学部）

S-9　脳波による人物の印象評定の試み

〇松本敦（国立研究開発法人情報通信研究機構），井原綾（国立研究開発法人情報通信研究機構）

成瀬康（国立研究開発法人情報通信研究機構），片山順一（関西学院大学）

■ D会場：C3

● 高齢者　10:00 ～ 10:50　　座長：臼井　伸之介（大阪大学）

D-1　有料老人ホームにおける離職率に関する研究

〇山本晃嘉（株式会社スーパーコート），桑原教彰（京都工芸繊維大学）
来田宣幸（京都工芸繊維大学），太田智子（株式会社中央グループ）
東辰紀（株式会社スーパーコート）

D-2　顔画像からの情動抽出とその対話支援への利用の研究

〇北村政人（京都工芸繊維大学大学院），岩元美由紀（京都工芸繊維大学大学院）
桑原教彰（京都工芸繊維大学大学院），森本一成（京都工芸繊維大学大学院）

D-3　認知症教育から見守りスキル向上を目指す研究

〇伊藤美加子（京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科先端ファイブロ科学専攻）
高井由佳（大阪産業大学），後藤彰彦（大阪産業大学），桑原教彰（京都工芸繊維大学）

● 視覚　11:00 ～ 11:50　　座長：小谷　賢太郎（関西大学）

D-4　蛍光ペンを用いた情報整理方法による視線動向の変化と学習効果に与える影響

〇西村浩樹（ARC EDU 株式会社），芝田和正（京都工芸繊維大学大学院）
稲塚有紀（京都工芸繊維大学大学院），桑原教彰（京都工芸繊維大学大学院）

D-5　手組み組紐技術の熟練者と初心者の眼球動作よる比較

Kontawat Chottikampon（京都工芸繊維大学大学院），安田周平（京都工芸繊維大学大学院）
Suchalinee Mathurosemontri（京都工芸繊維大学大学院），〇魚住忠司（岐阜大学）
後藤彰彦（大阪産業大学），濱田泰以（京都工芸繊維大学）

D-6　腹腔鏡下手術手技を対象とした教育支援システム

塩見尚礼（長浜赤十字病院外科，滋賀医科大学），村上耕一郎（滋賀医科大学）
太田裕之（滋賀医科大学），太田智子（中央ビジネスグループ），宮本勇樹（中央ビジネスグループ）
呂暁丹（京都工芸繊維大学），安田周平（京都工芸繊維大学），尾野喬祐（京都工芸繊維大学）
〇山代和明（大阪産業大学），高井由佳（大阪産業大学），後藤彰彦（大阪産業大学）
濱田泰以（京都工芸繊維大学），谷 眞至（滋賀医科大学）

● 感性・ユーザビリティ 15:10 ～ 16:20　座長：畠中 順子（人間生活工学研究ｾﾝﾀｰ）

D-7　　状況設計に必要な雰囲気の評価とそれに関係する気分

○西藤栄子（金沢工業大学感動デザイン工学研究所）
神宮英夫（金沢工業大学感動デザイン工学研究所）

D-8　　スマートフォンのタッチパネル視作業が疲労に与える影響

○牛島敬一郎(京都工芸繊維大学大学院)，森本一成(京都工芸繊維大学大学院)
桑原教彰(京都工芸繊維大学大学院)

D-9　　握り易いグリップの断面形状に関する研究

○清水翔太（大阪市立大学大学院生活科学研究科)，山下久仁子（大阪市立大学研究支援課）
岡田明（大阪市立大学大学院生活科学研究科）

第２日（12 月 6 日）

■ Ａ会場：A1+A2

● センシング　10:00 ～ 10:33　　座長：廣川　敬康（近畿大学）

A-1　　読み取り誤差を考慮した試験紙吸光光度法による簡易土壌養分検査装置

〇芝直幸（神戸市立工業高等専門学校），宮地孝幸（神戸市立工業高等専門学校）
森田二朗（神戸市立工業高等専門学校），松井謙介（明咲出荷組合），伊藤貴康（明咲出荷組合）
吉田和利（兵庫県立工業技術センター），瀧澤由佳子（兵庫県立工業技術センター）
才木常正（兵庫県立工業技術センター），三浦久典（兵庫県立工業技術センター）

A-2　　赤外線センサを用いた寝返りの検出方法の検討

〇久保天外（京都工芸繊維大学大学院），桑原教彰（京都工芸繊維大学大学院）
森本一成（京都工芸繊維大学大学院）

■ PIE 研究部会企画セッション■

● 生理心理（３）　10:45 ～ 11:53　　座長：片山　順一（関西学院大学）

S-10　　聴覚を用いた呈示方法の異なる時間的圧迫が及ぼす影響

〇薮亀順平（立命館大学大学院 情報理工学研究科），萩原啓（立命館大学 情報理工学部）

S-11　　タスク難易度および種類の変化による注意資源配分の差異と簡易指標の調査

〇長澤大志（立命館大学大学院情報理工学研究科），萩原啓（立命館大学情報理工学部）

S-12　　事象関連電位と反応時間を用いた認知機能評価に関する基礎的研究

〇朝飛拳悟（大阪工業大学大学院），大須賀美恵子（大阪工業大学）

S-13　　立体映像による複数オブジェクト追跡課題遂行時の生理的変化

〇佐竹秀一（立命館大学大学院情報理工学研究科），萩原啓（立命館大学情報理工学部）

● 生理計測　13:10 ～ 14:00　　座長：朝尾　隆文（関西大学）

A-3　座面の前傾により高いエクササイズ効果を得られる椅子の効果の検証

〇糸瀬健一（近畿大学大学院），山本倫彰（近畿大学），川井智憲（近畿大学）
秋月敬太（近畿大学），廣川敬康（近畿大学）

A-4　電動車いすの勾配走行時における快適性評価

〇山田奈央(京都工芸繊維大学大学院先端ファイブロ科学専攻)
桑原教彰(京都工芸繊維大学大学院先端ファイブロ科学専攻)
中迫勝（京都工芸繊維大学　拡張コミュニティエイド研究センター特任教授
大阪産業保健総合支援センター　基幹相談員）
森本一成(京都工芸繊維大学大学院先端ファイブロ科学専攻)

A-5　床座姿勢の心身負担の個人差に及ぼす要因について

〇岸田朋大(大阪市立大学大学院生活科学研究科)，山下久仁子(大阪市立大学研究支援課)
岡田明(大阪市立大学大学院生活科学研究科)

● 特性・評価　14:10 ～ 15:00　　座長：岡田　明（大阪市立大学）

A-6　時系列評価による映像の３D らしさの個人差

〇神宮英夫（金沢工業大学），太田智也（金沢工業大学）
犀川隼（金沢工業大学），伊丸岡俊秀（金沢工業大学）

A-7　大学生―看護師間での医療行為に伴うリスクのイメージに対する質的検討

〇安達悠子（東海学院大学人間関係学部）
菊池勇哉(宝塚医療大学保健医療学部，大阪大学大学院人間科学研究科)

A-8　避難所用段ボールベッドの組み立てにおける単独作業と共同作業の作業内容の比較と差異の原因の考察

〇山田直也（京都工芸繊維大学大学院），桑原教彰（京都工芸繊維大学大学院）
森本一成（京都工芸繊維大学大学院）
水谷嘉浩（京都工芸繊維大学大学院，Ｊパックス株式会社代表取締役）

■ B 会場：C1

● 教育・学習　10:00 ～ 10:33　　座長：有馬　正和（大阪府立大学）

B-11　**足趾トレーニング用履物の着用効果に関する研究**

〇澤島秀成（奈良県産業振興総合センター），杉山陽二（(有)サン・デザイン・プロダクツ）

B-12　**児童の自主性を生かした安全教育の効果―校外版「ひなどり」の実践―**

〇岡真裕美（大阪大学），森泉慎吾（大阪大学），太子のぞみ（大阪大学）
中井宏（東海学院大学），安達悠子（東海学院大学），臼井伸之介（大阪大学）

● 行動・動作　10:45 ～ 11:53　　座長：才木　常正（兵庫県立工業技術センター）

B-13　**船舶運航シミュレータにおける学生の船橋内での行動について**

〇小西宗（神戸大学大学院海事科学研究科），渕真輝（神戸大学大学院海事科学研究科）
藤本昌志（神戸大学大学院海事科学研究科），廣野康平（神戸大学大学院海事科学研究科）
松岡俊希（神戸大学海事科学部），中島浩貴（神戸大学海事科学部）

B-14　**理学療法士を対象とした歩行の動作観察における思考過程**

〇大桐将(京都工芸繊維大学大学院），来田宣幸(京都工芸繊維大学工芸科学研究科）

B-15　**船舶交通における学生の他船に関する状況認識について**

〇中島浩貴（神戸大学海事科学部），渕真輝（神戸大学大学院海事科学研究科）
小西宗（神戸大学大学院海事科学研究科），藤本昌志（神戸大学大学院海事科学研究科）
広野康平（神戸大学大学院海事科学研究科）

B-16　**スライドボードを用いた移乗介助の動作解析**

〇呂暁丹（京都工芸繊維大学），廖夢圓（京都工芸繊維大学），王澤龍（京都工芸繊維大学）
宮本勇樹（中央ビジネスグループ），濱田泰以（京都工芸繊維大学），太田智子（中央ビジネスグループ）
矢野健吾（特別養護老人ホームなの花），徳本義彦（特別養護老人ホームなの花）
吉川貴士（新居浜工業高等専門学校），高井由佳（大阪産業大学），後藤彰彦（大阪産業大学）

■ ビッグデータ人間工学研究部会 公開講座■

● ビッグデータを人間工学の視点で観る　13:10 ～ 15:45

座長：新家　敦（(株)島津ﾋﾞｼﾞﾈｽｼｽﾃﾑｽﾞ）

P-1　ソフトウェア開発プロジェクトの混乱とその察知・兆候検知　13:15 ～ 14:00

○細川 宣啓（日本アイ・ビー・エム株式会社
東京基礎研究所 I&S サービスソフトウェアエンジニアリング 部長）

P-2　Tableau が紹介する「誰でも簡単にビックデータを視覚化し、分析」　14:00 ～ 14:30

○並木 正之（Tableau Japan 株式会社 Technology Evangelist、Sales Consultant）

P-3　生体信号と画像をつかったビックデータ・アナリティクス　14:30 ～ 15:00

◯大開 孝文（MathWorks Japan アプリケーションエンジニア）

P-4　損害保険業界におけるビッグデータの利活用事例について　15:10 ～ 15:55

○蒲池 康浩（株式会社インターリスク総研 総合企画部 マネジャー・上席コンサルタント）

● パネルディスカッション　16:00 ～ 16:30

テーマ：人間工学分野におけるビッグデータに対する日本の視点と海外動向

座長：福住　伸一氏（日本電気株式会社 情報・ナレッジ研究所 技術主幹）

■ 懇親会 ■

12 月 5 日　16:30 ～ 18:30　会場： A1+A2

■ 評議員会・役員会合同会議 ■

12 月 5 日　12:00 ～ 13:00　会場：S1　※会議ご出席の皆様には昼食（お弁当）をご用意いたしております。

発表者へのご案内

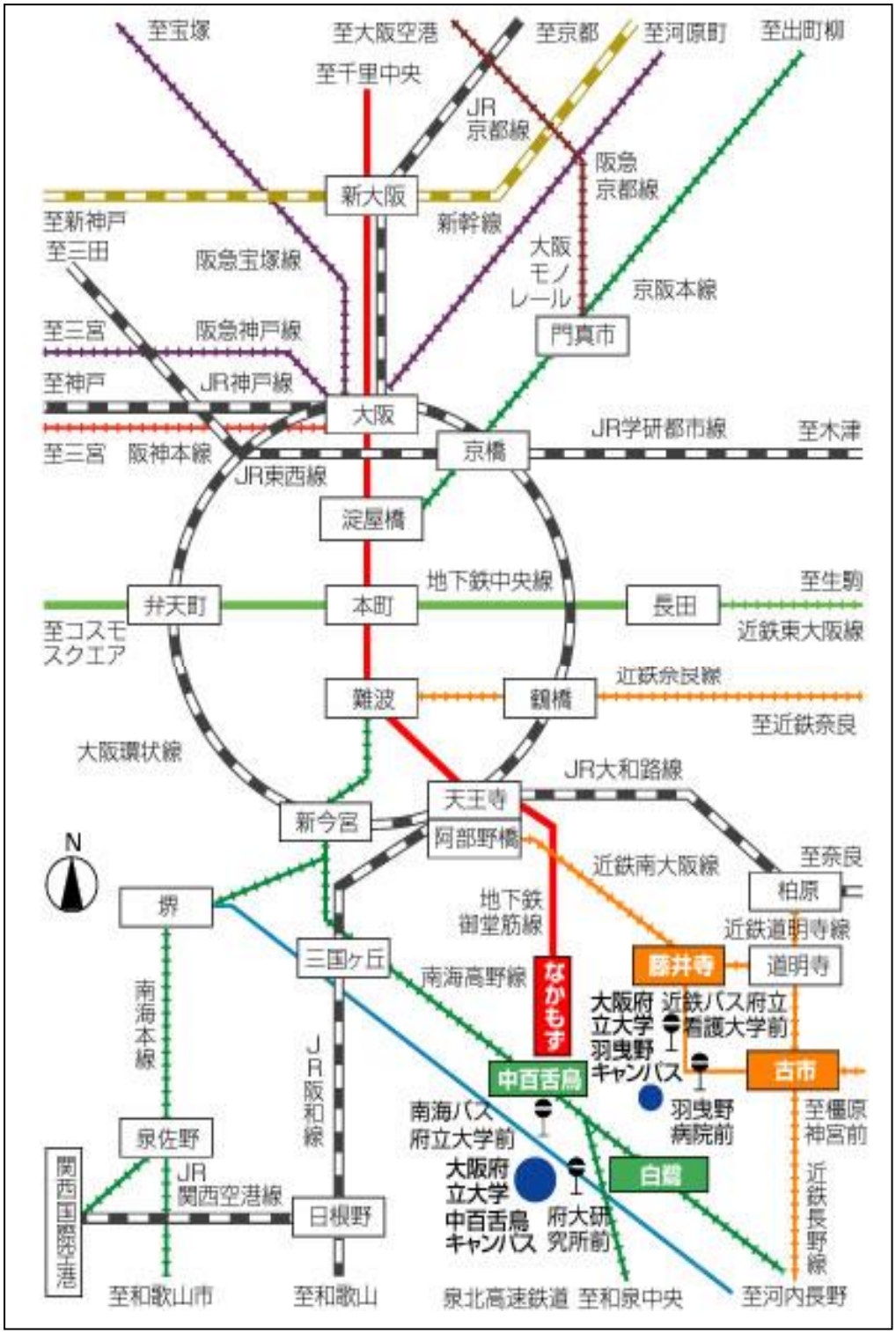
■ 一般演題の発表時間は 15 分（発表 12 分，質疑応答 4 分，入替 1 分）です。

■ 会場にはプロジェクタおよび接続ケーブル(ミニ D-Sub15pin オス)を用意しています。

■ マッキントッシュなど異種端子の PC を使われる方は必ず接続アダプタをお持ちください。

■ 発表用パソコンは各自ご持参下さい。また、念のため印刷した紙等をご準備下さい。

■ 交通アクセス ■


至宝塚
至大阪空港
至京都
至河原町
至出町柳
至千里中央
JR
京都線
阪急
京都線
新大阪
至新神戸
新幹線
至三田
阪急宝塚線
大阪
モノ
レール
京阪本線
至三宮
阪急神戸線
門真市
至神戸
JR神戸線
大阪
JR学研都市線
至木津
至三宮
阪神本線
京橋
JR東西線
淀屋橋
地下鉄中央線
至生駒
弁天町
本町
長田
至コスモ
スクエア
近鉄東大阪線
近鉄奈良線
難波
鶴橋
至近鉄奈良
大阪環状線
JR大和路線
天王寺
新今宮
阿部野橋
N
近鉄南大阪線
至奈良
堺
地下鉄
御堂筋線
柏原
近鉄道明寺線
三国ヶ丘
南海高野線
なかもず
藤井寺
道明寺
大阪府
立大学
羽曳野
キャンパス
近鉄バス府立
看護大学前
南海本線
JR阪和線
中百舌鳥
古市
南海バス
府立大学前
羽曳野
病院前
至橿原
神宮前
泉佐野
大阪府
立大学
中百舌鳥
キャンパス
府大研
究所前
白鷺
近鉄長野線
関西国際空港
JR
関西空港線
日根野
至和歌山市
至和歌山
泉北高速鉄道
至和泉中央
至河内長野

I-siteなんばまでのアクセス

- **南海電鉄「なんば駅（中央出口）」下車、南海線東側の道を南へ約800m、徒歩約12分**
- **地下鉄御堂筋線「なんば駅（5号出口）」下車、南へ約1,000m、徒歩約15分**
- **地下鉄御堂筋線・四つ橋線「大国町駅（1番出口）」下車、東へ約450m、徒歩約7分**
- **地下鉄堺筋線「恵美須町駅（1-B出口）」下車、西へ約450m、徒歩約7分**
- **南海電鉄高野線「今宮戎駅」下車、北へ420m、徒歩約6分**

(ご注意)建物北側の大阪府立大学専用入口からお入りください。

特別講演

12 月 5 日　13:20～14:50
特別講演会場：C1+C2+C3

『トリリオン・センサとＭＥＭＳ
～日本の取り組むべき課題～』

講師：神永　晋（ＳＰＰテクノロジーズ（株）エグゼクティブシニアアドバイザー）

司会：関　芳一（兵庫エレクトロニクス研究会）

ご略歴（MEMS 関係）

神永　晉

1969年　東京大学工学部機械工学科を卒業し、住友精密工業株式会社に入社。
1981年から、欧州事務所長としてドイツに6年間在住。
帰国後、数々の新規事業開発に取り組み、その一つであるMEMS事業の一環として、1995年から、英国に4年半在住、買収したベンチャー企業の経営と技術開発を指揮し、ボッシュプロセスに基づくシリコン深掘り技術（DRIE）を世界で初めて製品化し、その後の全世界におけるMEMSの飛躍的な発展のキーテクノロジーとして貢献した。
2000年に取締役、2002年常務取締役を経て、2004年から8年間、住友精密工業の代表取締役社長を務めた。その間、自社グループにおける研究開発に加えてM＆AによるMEMS微細加工プロセスのラインナップ拡充を進めるとともに、MEMSジャイロ事業、ワイヤレスセンサネットワークへとMEMS関連事業のグローバル展開を推進した。国内における産学連携はもとより、海外の主要研究機関との連携も深めた。
2012年社長退任後は、関連会社SPPテクノロジーズ株式会社エグゼキュティブシニアアドバイザーとして、MEMS微細加工技術事業を推進している。
昨年、米国でスタートしたトリリオン・センサプロジェクトでは、長年の旧知である米国の主宰者グループとともにその推進活動に参画している。
日本機械学会フェロー、電気学会会員、応用物理学会会員、英国王立航空協会フェロー、カリフォルニア大学バークレー校アドバイザリーボード委員。業界誌等に執筆多数。国際会議、シンポジウム、セミナ等における講演機会も多い。

2015 年 12 月 5 日　平成 27 年度日本人間工学会関西支部大会特別講演

「トリリオン・センサとＭＥＭＳ　～日本の取り組むべき課題～」

SPP テクノロジーズ株式会社

エグゼキュティブシニアアドバイザー

神永　晉

年間 1 兆個のセンサを使用する社会、“Trillion Sensors Universe”を 10 年後の 2020 年代半ばに実現することを目指し、2013 年に“Trillion Sensors Initiative”が米国でスタートした。医療・ヘルスケア／農業／環境／社会インフラなどのあらゆる部分がセンサで覆われ、ネットワークに接続されることによって、ビッグデータの適用範囲が拡大し、社会や生活を大きく変える世界が到来する。この動きの中心的な役割を果たすのが、ここ 20 数年にわたって目覚ましい発展を見せ、その関連産業が世界的な規模で拡大している MEMS（Micro Electro Mechanical Systems：微小電気機械システム）である。MEMS センサに加えて、その利点を生かしたワイヤレス・センサ・ネットワークが広範囲の応用分野に展開され、今後の Trillion Sensors の実現に向けて重要な役割を担っている。そこでは、研究開発から事業化、さらには産業化への道筋が重要な意味を持つ。高齢社会をはじめ、世界に先駆けて多くの課題に直面する日本が取り組むべき道を提言する。

第１日　Ｂ会場

一般セッション

12 月 5 日
会場：C1

10:00～10:50　支援システム
座長：川野　常夫（摂南大学）

11:00～11:50　デザイン・設計
座長：神宮　英夫（金沢工業大学）

15:10～16:20　技能
座長：篠原　一光（大阪大学）

重症心身障害児（者）のための意思伝達支援システムの開発（第一報）
―現状の理解と簡易システムの提案―

Development of Communication Support System for Children (Persons) with Severe Motor and Intellectual Disabilities（1st Report）
-Understandings of the Actual Conditions and Proposal of Simple Systems-

○荒木大翔*，岩本佑己**，有馬正和*

北川末幾子***，古山美穂***，奥田邦晴****

*大阪府立大学大学院工学研究科，**大阪府立大学工学部

***大阪府立大学大学院看護学研究科

****大阪府立大学大学院総合リハビリテーション学研究科

ARAKI Hiroto*, IWAMOTO Yuki**, ARIMA Masakazu*

KITAGAWA Makiko***, HURUYAMA Miho***, OKUDA Kuniharu****

*Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University,
**School of Engineering, Osaka Prefecture University

***Graduate School of Nursing, Osaka Prefecture University

****Graduate School of Comprehensive Rehabilitation, Osaka Prefecture University

1.　はじめに

近年，重症心身障害児（者）の数は，医学・医療の進歩充実により，減少するよりむしろ増加していると言われている．その理由として，超低出生体重児や重症仮死産などで，かつては救えなかった命が救命できるようになったことが大きな原因と考えられている．重症心身障害児（者）は一般に「大島の分類」で判定され，その数は，日本ではおよそ 4 万 3000 人いると推定されている[1)]．そういった中，重症児もさまざまな医学的支援によって日常生活を送ることができるようになってきた．これに伴い，支援施設が従来の基準による対応では介護が困難なケースが増加してきており，このような常に管理下に置かなければ，呼吸をすることも栄養を摂ることも困難な障害状態にある人も超重症児（者）として認知されている．重症心身障害児（者）の最も重大な問題は，さまざまな身体的な障害状態を抱えている上に，言語による理解・意思伝達が困難であり，最低限のコミュニケーションを取ることができないことであると考えられる．過去にもコミュニケーションが困難な人々に対してさまざまな手段の獲得が試みられてきたが，重症心身障害児(者)との意思伝達は困難な場合が多い．

本研究では，重症心身障害児（者）のための意思伝達支援システムの開発を目標に，そのための現状の理解と簡易システムの提案を行う．

2.　重症心身障害児（者）の現状

2.1　障害の概念と現状

法律上，「重症心身障害児」の定義は定められていないが，児童福祉法第 7 条第 2 項に「重度の知的障害者及び重度の肢体不自由が重複している児童」が「重症心身障害児」と規定されている．

昭和 53 年の学校教育法施行令及び学校保健施行令の改正によって重症心身障害児（者）の学校教育は大きく前進した．また，重症心身障害施設のベッド拡大に伴い，緊急入所を要する在宅重症心身障害児（者）は減少したが，現在でも相当数の重症心身障害児（者）が家庭で生活しているのも事実である．

一方，欧米諸国では重症心身障害施設がないと言われており，日本のように施設や制度が整っている国は多くない．高度な医療を必要とする重症心身障害児（者）にとっては，生活を行うだけでも医療的対応も含めた支援を確保することが必要である．

2.2　重症心身障害施設

重症心身障害児（者）の急性疾患への罹患率は非常に高く，健全児の数倍から数十倍である．重症心身障害児（者）によくみられる急性症状として，「てんかん重積症」，「周期性嘔吐様発作」，「高熱症候群」が挙げられる．

教育の観点からも重症心身障害児（者）を包括的に捉えた教育は適切ではない．平成 15 年 3 月に出された文部科学省の「特別支援教育の在り方について」では，「障害のある児童一人一人の教育ニーズに応じて適切な教育支援を行う」という考え方に基づき，「個別の教育支援計画」，「特別支援教育コーディネーター」，「広域特別支援連携協議会」についての提言がされている．

これらのことより重症心身障害施設は，社会福祉法による児童福祉施設だけでなく，医療法による病院としての機能も必要である．また，合併症の組み合わせ，基礎疾患，運動障害，知識障害の程度および医療的ケアの種類には幅があり，個人の違いを深く理解しなければならない．

2.3　障害の原因

重症心身障害児（者）の発生原因はさまざまであり，現在では生理的要因，病理的要因，心理・社会的要因の 3 つに分別する考えが広く知られている．出生前の原因（先天性風疹症候群，脳奇形，染色体異常），出生時・新生児期の原因（分娩異常，低出生体重児），新生児期以降の原因（脳炎などの外因性障害，てんかんなどの症候性障害）にも分類される．また，幼児期の溺水事故や交通事故の後遺症に起因するものも多い．

2.4　障害の特徴

手足が変形または拘縮していることや，側彎や胸郭の変形を伴う人が多く，極度に筋肉が緊張し，思うように手足を動かすことができない．そのため自力では起き上がれない状態が多く，車いすなどを用いた座位での移動がほとんどである．また，自力では食事や排泄も困難であり，誤嚥も起こしやすい．健康面に関しては，肺炎・気管支炎を起こしやすく，70%以上の人がてんかん発作を持っており，痰の吸引が必要な人も多い．

超重症児（者）はより困難なことが多く，人工呼吸器の装着や気管内挿管などでの呼吸管理を要する．食事に関しても，中心静脈栄養や経管・経口による栄養補給が必要である．

3.　意思伝達支援システムの提案

意思表示が困難な重症心身障害児（者）の行動の意図を理解しようとすることが，コミュニケーションの発達において重要と考えられている．通常，施設の先生や親などの介護者は重症心身障害児（者）の表示行動に意味づけすることで，意図していることを理解することがしばしば見られる．しかしこれは経験によるところが大きく，判断の基準が個人に左右されるものである．そのため，どのように小さな表示行動を読み取り，コミュニケーションに繋げていくかが重要な課題であると考えられる．

本研究では，重症心身障害児（者）の観察を通して，指と口元のわずかな動きに着目し，その動きを検出することで，意思伝達支援を行うことを目的としている．

3.1　指先の動きを検出するシステム

iPod Touch（Apple 社製）を用いて，いくつかのタップ操作を行うことで音が流れるアプリケーション「A-lucky System」を作成した．アプリケーション起動時のディスプレイを図 1 に，それぞれのタップ操作とそれに対する反応を表 1 に示す．

このシステムは指の動きで受諾および拒絶を示すものであり，使用方法を重症心身障害児（者）に教育していくことで意思表示の手段として活用していくことを想定している．

また，介護者と利用者である重症心身障害児（者）のコミュニケーションのモニタリングを行い，その後介護者に聞き取り調査を行うことで，指の動きとその意思の関係性を検討していくという実験を考えている．実験を通して，本システムも個人個人の指の動きに合うように改良を行っていく予定である．

図１　アプリケーション起動時のディスプレイ

表１　タップ操作に対する反応

操作	反応
ダブルタップ	不正解音を再生
画面を押した状態から指を離す	正解音を再生

3.2　口元の変化を検出するシステム

iPod Touch の背面に搭載されているカメラで撮影を行い，撮影画面の指定した範囲（口元）が変化するとブザーが鳴るアプリケーションを作成した．RGB 値の変化を読み取ることによって，口元の変化の検出を行っている．システムの概略図を図 2 に示す．また，アプリケーションのアルゴリズムと起動時のディスプレイ画面をそれぞれ図 3 と図 4 に示す．

実用段階では，撮影をアクションカム（SONY 社製 HDR-AS100V）で行い，iPod Touch で離れた場所からでもモニタリングを行えるようにすることを想定している．本システムについては，利用者への教育を必要としておらず，より簡易に行えるものである．

実験は，介護者と重症心身障害児（者）のコミュニケーションのモニタリングと同時に撮影も行い，その後介護者に聞き取り調査を行うことで，口元の変化と意思の関係性を検討するというものを考えている．

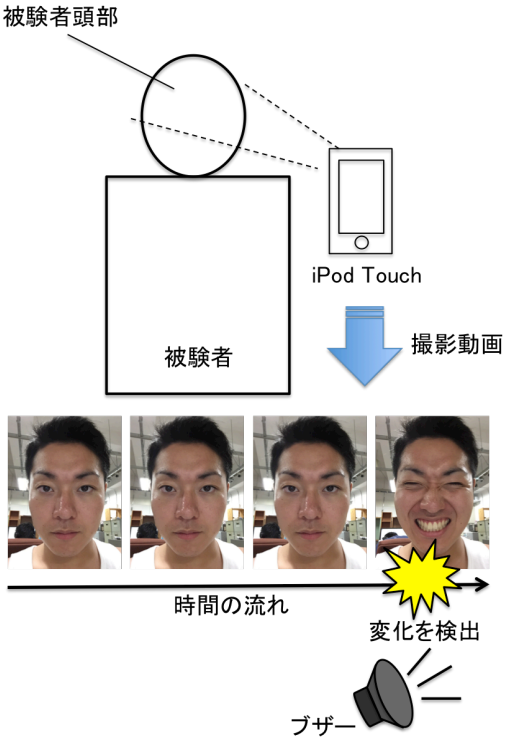


図２　システムの概略図

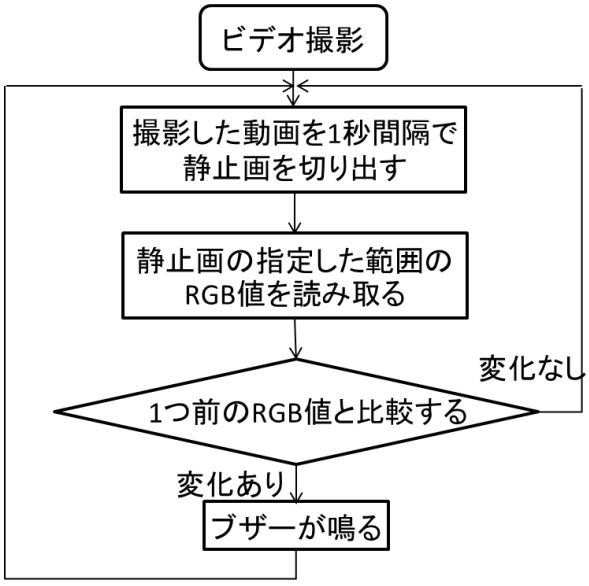


図３　アプリケーションのアルゴリズム

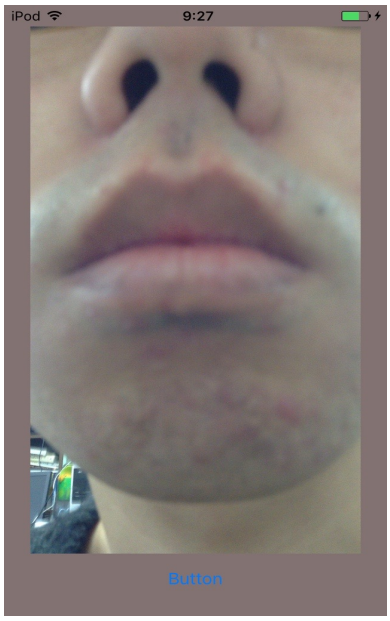


図４　アプリケーション起動時のディスプレイ

5.　まとめ

本研究では，重症心身障害児（者）の現状を理解するための調査と意思伝達のための簡易システムの提案を行った．重症心身障害児（者）の症状は人によってさまざまであり，医療的なケアや介護が必要である．重症心身障害施設は福祉施設と医療施設の機能が必要とされており，高まる需要の中で施設の受け入れ体制と行政のバックアップの充実が求められる．介護を行う際にはコミュニケーションが大きな問題であり，重症心身障害児（者）の表示行動に意味付けすることで意図していることを理解することが通常である．これは経験や主観によるものが大きく，意思伝達の点ではあまり成果が出ていないのが現実である．口元と指先の小さな表示行動に着目し，それを検出する簡易システムを提案したが，重症心身障害児（者）ごとに表示行動が異なることを理解し，実験や観察を通じて意思伝達支援システムの構築を目指していきたい．

謝辞

本研究は，大阪府立大学異分野研究シーズ発掘・連携促進・融合領域創成支援事業として実施していることを附記し，関係各位に厚く御礼申し上げる．

参考文献

1) 社会福祉法人 全国重症心身障害児（者）を守る会: http://www.normanet.ne.jp/~ww100092/network/inochi/page1.html
2) 文部科学省：重度障害児等の学校生活，http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2012/07/18/1323015_4_1.pdf
3) 江草安彦，末光茂: 重症心身障害児施設の現状と問題点，リハビリテーション研究, Vol.34, pp.2-11 (1980).
4) 元田美幸，藤田継道，成田滋: 重症心身障害児施設における利用者と介助者のコミュニケーション：セルフモニタリングチェック紙の効果，特殊教育学研究, Vol.40, No.4, pp.389-399 (2002).
5) 末光茂: 第 3 回福祉部会 資料, pp.1-4(2010).
6) 佐藤朝美: 重症心身障害児(者)のコミュニケーションに関する文献検討，日本小児看護学会誌，Vol.20, No.1, pp.141-147 (2011).
7) 菊池紀彦: 重症心身障害児(者)と家族に対する地域生活支援の現状と課題，特殊教育学研究，Vol.50，No.5, pp.473-482 (2013).
8) 大江啓賢，川住隆一: 重症心身障害児及び重度･重複障害児に対する療育･教育支援に関する研究動向と課題，山形大学紀要(教育科学)，Vol.16，No.1，pp.47-57 (2014).
9) 蘆田圭: 重症心身障害児とのコミュニケーションに関する研究 ：表出の理解と促進について，http://hdl.handle.net/10132/4002
10) 杉本健郎，河原直人，田中英高，谷澤隆邦，田辺功，田村正徳，土屋滋，吉岡章: 超重症心身障害児の医療的ケアの現状と問題点：全国 8 府県のアンケート調査，日本小児科学会誌，Vol.112，No.1，pp.94-101 (2008).
11) 森巧尚: Swift ではじめる iPhone アプリ開発の教科書 [Swift 2&Xcode 7 対応], pp.368-370, マイナビ出版 (2015).
12) Swift Docs: https://sites.google.com/a/gclue.jp/swift-docs/

竿先に伝わる微小振動情報を活用した魚釣り支援システムの提案

A Fishing Support System Using Vibration Information on Rod Tip

○荒木望*，武尾正弘*，前中一介*，吉田陽一**，才木常正*,***

*兵庫県立大学　**株式会社がまかつ　***兵庫県立工業技術センター

ARAKI Nozomu*, TAKEO Masahiro*, MAENAKA Kazusuke*,
YOSHIDA Yoichi**, SAIKI Tsunemasa***
*University of Hyogo, **Gamakatsu Co. Ltd., ***Hyogo Prefectural Institute of Technology

1.　はじめに

我が国は周囲を海に囲まれた島国であり，魚釣りを趣味とする人は多い．このため，工学分野においても釣り具の力学解析などを対象とした研究がいくつか行われている[1), 2)]．しかしながら，これらの研究は直接釣果（釣れた魚の数や重さ）に結びつくものではない．

これに対して本研究では，釣果向上を目的とした釣り支援システムを提案することを目指している．魚釣りにおいて，魚が釣針のエサに食いついたとき（バイト時）に釣り竿から手に伝わる振動情報は魚を釣り上げるタイミングを計る上で重要な情報の一つである．そこで本研究では，釣り竿先端の微小な振動を取得・利用するシステム（バイトセンシングシステム）の構築を検討している．本稿では，竿先の振動情報を加速度センサにより取得するシステムを構築し，システムの検証実験を行った．さらに，実際に魚釣りを行った際の振動情報の取得および解析を試みた．

2.　竿先振動測定システム

2.1　システム概要

本稿では実際に釣りを行っている状態での竿先振動を測定するために，図 1 に示すような釣り竿先端の加速度測定システムを試作した．実験に使用する釣り竿としては 2 本継ぎのカーボンロッド（がまかつ製，EG-R S84MH，組み立て時の全長 2.56 m）を用いた．この釣り竿の竿先振動を測定するために，今回は 2×2×1 mm サイズの MEMS 3 軸加速度センサ（STMicroelectronics 製，LIS2DH12）を使用した．このセンサは SPI 通信方式でデータを出力するデジタルセンサであり，最大で ±24.5 G (≈ 240 m/s²) の加速度

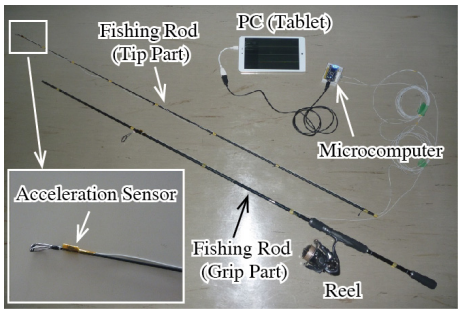


図 1　竿先振動測定システム

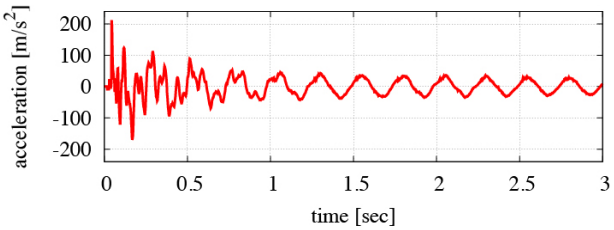


図 2　測定した釣り竿先端の加速度の一例（自由振動時．鉛直方向，上向き正）

を 12 bit の分解能で測定することが可能である．このセンサを竿先へ固定するために，センサへ信号線を直接配線した上で，信号線の保護および防水のために電子回路封止用エポキシ樹脂によりコーティングしたもの作成し，これを釣り竿の先端にポリイミドテープで固定した．また，このセンサにより測定した加速度データを，ARM マイコン（NXP 製，LPC1768）を介して PC により表示・保存するシステムを構築した．今回構築したシステムの加速度データのサンプリング周波数は 500 Hz である．

2.2　システム検証実験

試作したシステムにより釣り竿先端での加速度が測定できるかを確認するために，釣り竿のグリップをバイスで防振台に固定した状態で先端を鉛直下向きに 100mm 変位させた状態から自由振動させる実験を

行った. 図 2 に測定した鉛直方向の加速度測定結果を示す. 図 2 より本システムによって釣り竿の自由振動（減衰振動）が取得できており，加速度が良好に測定できていることが分かる. また，図 2 の加速度を周波数解析した結果，4 Hz および 13 Hz 付近に竿の固有振動と思われるピークが存在することを確認した.

3. 実釣時の竿先振動測定実験

本稿では前章で述べたシステムを使用し，実際に魚を釣っている状態での竿先振動の取得実験を行った. 実験は平成 27 年 10 月 20 日に洲本市中川原町厚浜の北東向きの海岸で実施（図 3 左）し，エサ（石ゴカイ）を使用した投げ釣り（仕掛けは表 1 参照）により魚（キュウセン，スズキ目ベラ亜目ベラ科，体長 10～20 cm 程度，図 3 右）を釣った際の竿先加速度を測定した. なお，実験当日の天気は晴れ，気温は 28℃，風速は北西の風 1.2 m/s であった. 実験では，加速度測定と同時に釣りの様子を動画で撮影し，測定した加速度データと比較することで竿先振動の要因解析を試みた.

図 4 に，実際に魚を釣り上げた際に測定した釣竿先端の加速度と，撮影した動画から確認した振動要因を示す. 動画との比較の結果，図 4 に示した加速度のうち，測定開始後 10 秒までは仕掛けの投げ込み・リールの操作などの釣り竿の操作に起因する振動情報であった. また，12 秒付近から 18 秒までの間で断続的に表れるインパルス状の振動は，実験者が明確に感じた魚の捕食行動（バイト）による振動である. 20 秒以降の振動は針に掛かった魚を釣り上げる（糸を巻き上げる）動作に起因

表 1　実験で用いた投げ釣りの仕掛け

道糸：PE0.6 号	リーダー：フロロ 2 号 1.5m
おもり：中通し丸形 4 号	サルカン：8 号
ハリス：フロロ 1 号 20cm	一本針：流線 8 号

図 3　実釣実験の様子（左）と実験中に釣り上げた魚（右）

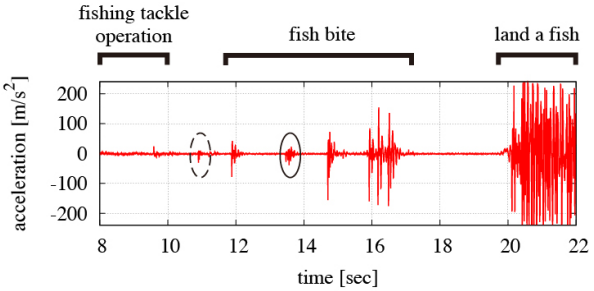


図 4　釣り竿先端加速度と動画より解析した振動の要因（鉛直方向，上向き正）

するものとなっており，比較的大きな加速度変化が捉えられている.

ここで図 4 の魚のバイトに注目すると，魚のバイトは竿先で±30 から ±160 m/s² 程度の加速度となることが分かる. このうち，13.5 秒付近で観測された±30 m/s² 程度の大きさの振動（図 4 実線円内）についても手元で感じ取ることができていた. 一方で，11 秒付近に現れている±20 m/s² 程度の小さな振動（図 4 破線円内）は以後の状況から魚のバイトであると考えられるが，この振動については実験者が明確に判断することができていなかった. このことから，竿先で測定した加速度の大きさから，釣り人が感じるよりも早く魚のバイトを検知できる可能性がある. また，バイト振動を周波数解析したところ，10 Hz や 23 Hz 付近など釣り竿の固有振動とは異なるピークが現れており，振動の周波数からも魚のバイトを判定することが考えられる.

4. おわりに

本稿では釣り竿先端の微小振動を測定するシステムを構築し，実釣時の振動測定を行った. 解析の結果，釣り人が感じる魚のバイトの竿先加速度が ±30 m/s² 以上であることを確認した. また，実験では釣り人が感じていない振動も観測されており，加速度センサによるバイトセンシングの可能性を示した.

参考文献

1) 熊本，西原，平岡: 精密工学会，Vol. 68, No.5, pp.681-686 (2002).

2) 渡邉，田中，細矢: 日本機械学会論文集(C 編)，Vol.70, No.690, pp.508-515 (2004).

大学生の歩行習慣改善のための健康タイムカードを用いた取り組み

Efforts to walking habit improvement with *Dr.Timecard* for college students

○安達健二，真嶋由貴恵
大阪府立大学 現代システム科学域 知識情報システム学類
Kenji ADACHI and Yukie MAJIMA

School of Knowledge Information Systems, College of Sustainable System Sciences,
Osaka Prefecture University

1. はじめに

身体活動量が多い者や，運動をよく行っている者は，総死亡，虚血性心疾患，高血圧，糖尿病，肥満，骨粗鬆症，結腸がんなどの罹患率や死亡率が低いこと，また，身体活動や運動がメンタルヘルスや生活の質の改善に効果をもたらすことが認められている．そのため若いうちから日常生活での身体活動量を増やすことは重要である．簡便で有効な手段としてはある一定の強度をもった歩行を中心として身体活動を増加させることがあげられる．現在，万歩計をはじめとして，昨今ではウェアラブルの活動量計が商品化され，歩数だけではなく活動の強弱についても測定可能となっている．

一方，大学生は青年期という生活習慣の確立に重要な時期にもかかわらず，その生活習慣の乱れが報告されている[1)]．特に，大学生の運動不足については，「授業以外の運動はしていない」という学生が男子の 45%[2)]，女子の 68%[3)] であるとの報告もある．また，大学生の歩行習慣を改善するために歩数のセルフモニタリングを行ったところ，歩行習慣が形成され，生活習慣に対する意識にも改善があったとの報告がある[4)]．本研究では，これらの状況を踏まえ，大学生の歩行習慣への意識づけを，個々ではなく研究室という集団の取り組みの中で行い，どのような行動変容が見られたかについて報告する．

2. 基礎となる理論

2.1 行動変容ステージモデル

行動変容ステージモデルは，運動行動だけでなくさまざまな分野で取り入れられている．本モデルの特徴として，過去および現在における実際の行動とその行動に対する動機付けの準備性の両方の性質の統合した「変容ステージ」がある．変容ステージは，無関心期(前熟考期)，関心期(熟考期)，準備期，実行期，維持期の 5 段階から構成されている[5)]．

2.2 セルフモニタリング

これまで主に認知行動療法で用いられてきたセルフモニタリングが，行動変容を促すために用いられることが多くなってきた．しかし，セルフモニタリングは，記録の煩雑さや，自ら歩数を記録し，確認するための十分なインセンティブが必要である．よって，行動変容ステージモデルが無関心期の人々には適用できないと考えられる．これらの問題を解消するためには，普段の生活の中にセルフモニタリングができる工夫を取り入れる必要がある．

2.3 健康タイムカード

「健康タイムカード」(メディカクラウド株式会社)は，活動量計を勤怠管理の代わりに使うという発想を基に開発されたアプリケーションである．これを用いることで，出勤時，退勤時に Fig 1 のように，その日の歩数，目標歩数，総消費カロリーと METs が 3 以上のアクティブ歩数がグラフにして表示されるため，日常生活の中で自然にセルフモニタリングを行うことができ，行動変容ステージが無関心期にある人々に対しても有用であると考えた．

Fig 1: 健康タイムカード表示画面

3. 手法

本研究では，行動変容ステージモデルに基づき，集団に対する介入を行うことにより個人及び集団全体の行動変容（歩行習慣改善）が起こるような動機付けを試みる．それぞれの行動変容ステージから次のステージまでのステップアップの流れを Fig2 に示した．今回は具体的な方法として，個人に対して行われるセルフモニタリングだけでなく，研究室という「チーム」内で起こる周囲の人（メンバー）に対する状況観察[6)]を促す．準備期から実行期，実行期から維持期へのステップアップの手法には社会的報酬として，毎週の全体会議で各個人の歩数及び活動量を公表する．

4. 実践

4.1 対象，実施期間

対象：総合大学の同一研究室所属の大学生 16 名

実施期間：2015 年 6 月 1 日～2015 年 10 月 31 日

4.2 活動量計の違い

使用した活動量計は 2 種類(Fig3)あり，活動量計 B は測定期間途中から採用した．活動量計 B は活動量計 A に比べ小型であり，黒ゴムで手首に常時ぶら下げておくことが可能である．参加者によって使用した種類と期間が異なっている(Fig4)．今回は，活動量計によるセルフモニタリングの違いについても調査する．

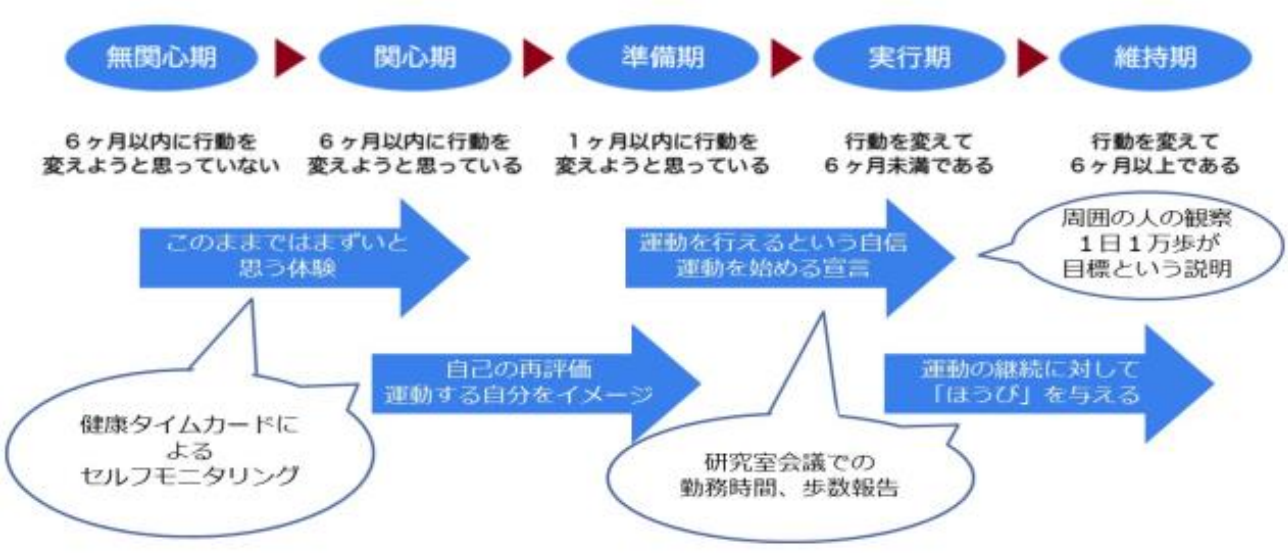


Fig 2: 行動変容ステージモデルに基づき，歩行習慣改善のために今回行った手法

Fig 3 活動量計 A(左)と活動量計 B(右)

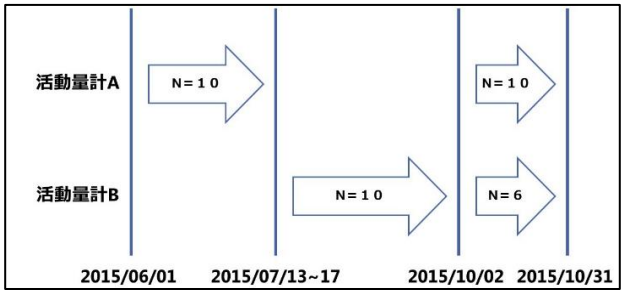


Fig 4: 対象者とスケジュール，使用した活動量計

4.3　評価

評価は Table1 のように，客観的，主観的の両面から行う．主観的評価はインタビューで回答を求めた．

Table 1: 評価項目

客観的要因	歩行習慣の確立状況
	活動量計による歩数の違い
主観的要因	現在の行動変容ステージとその原因
	ひとつ上の行動変容ステージに到達するために適した手法例
	1 日 1 万歩という共通の目標に対する意識
	周囲の人の状況観察による精神的変化

5.　結果

5.1　客観的評価

5.1.1　歩行習慣の確立状況

観察期間中のメンバーの平均歩数を Fig5 に示す．一人一日平均 3462.855(±2283.177)歩であった．7 月と 11 月の平均歩数が多いことがわかる．

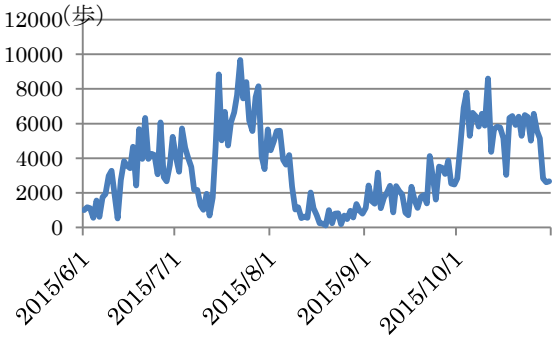


Fig 5: 平均歩数の推移（N=10～16）

5.1.2　活動量計による違い

活動量計による違いとして，以下の 2 つの場合について比較を行った．

（1）同一人物が活動量計を変更した場合の違い

我々は 7 月 13 日から 7 月 17 日の間に，活動量計 A から活動量計 B への変更を行った学生に対して，小型化・携帯性によって歩数や持ち歩く意識に差が出たかを調べると，以下のような結果になった．

活動量計 A 使用時：2955.007(±1587.989)

活動量計 B 使用時：3688.076(±2601.956)

(N =10，全員の一日あたりの歩数の平均，()内は標準偏差)

この結果について t 検定を行ったところ，2 群間で有意差が認められた($p< 0.05$).

（2）チームで異なる活動量計を用いた場合の違い

10 月 2 日から参加した学生 6 名には活動量計 A を配布し，活動量計 B を用いているその他の学生 10 名との差を比較した．

活動量計 A 使用者(6 名): 5031.411(±1624.289)

活動量計 B 使用者(10 名): 5952.987(±1759.586)

この結果について t 検定を行ったところ，2 群間で有意差が認められた($p< 0.05$).

5.2　主観的評価

5.2.1　行動変容ステージとその要因

16 名の期間終了時の行動変容ステージを Fig6 に示す．実行期 2 名，継続期 4 名より，準備期 8 名，関心期 2 名の方が多かったが，無関心期は 0 であった．準備期，関心期のステージでは，「ウォーキング以外の運動を行っている」もの以外に，「もともと運動が嫌い」，「時間が無い」との意見がみられた．

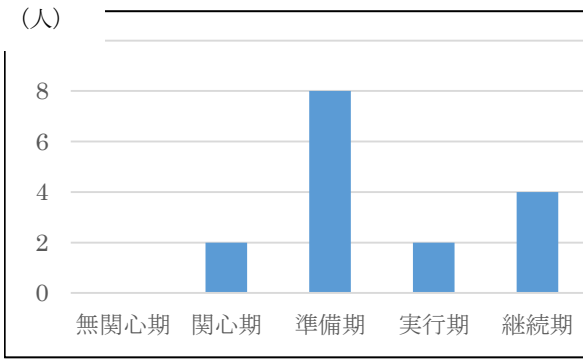


Fig 6: 行動変容ステージ（N=16）

5.2.2　一つ上の行動変容ステージへ到達するために適した手法例

「活動量計を持ち歩くという意識を強化できれば，歩行のセルフモニタリングを行いたくなる」といった意見が多くあり(7 人)，活動量計を持ち歩くための動機付けを強めていくことが必要であることがわかった．

5.2.3　1 日 1 万歩という共通の目標に対する意識

目標について気にしたことが無いという回答が最も多かった(9 人)．全体としての目標も必要だが，個

人でより細かな目標を決めていきたい，決めて行動している，といった意見もみられた(3 人).

5.2.4　周囲の人の状況観察による精神的変化

周囲の人全体より，自分のライバルを設定している(4 人), 歩数が少ない人も活動量計を持ち歩いていないのではないかとしか感じない(5 人), 活動量計の違いによって計測歩数に差があるので，メンバー間の比較は参考にならない(3 人)，といった意見が存在した.

6.　考察

歩数は 7 月と 11 月に多くなっていた．7 月から活動量計 B に移行し常時携帯できるようになったことが平均歩数を引き上げたと考える．夏休み期間中は生活習慣が変化したことや活動量計を携帯しない場合も考えられる．全体的に活動量計 B の群は A に比べて歩数が多くなっている．また，安定して測定を継続できることは習慣化につながることから，まずは携帯性を考慮することが必要と考える.

Web 上のカレンダーに 3 週間歩数の記録を行った研究[4] では実施群でも終了後の意識調査で歩行を習慣化することへの関心について，「関心はない」（無関心期）と回答したものが 1 割程度はみられていた．これとは実施期間は異なるが，本研究の調査終了時においては，行動変容ステージの無関心期はいなかった.

従来の紙に記録する，入力するといったセルフモニタリングの方法と比較し，今回用いた健康タイムカードは，IC リーダーに活動量計をかざすだけで記録されるため，メンバーの記録を取りまとめやすく，週 1 回メンバーがそろう会議で，簡単に歩数や活動量の実測値の報告を行うことができた．これによりメンバー間での競争意識やモチベーションの維持・向上が図られたと考える.

しかし，全体の歩数が報告されることにより，持ち歩かない人の存在も明らかとなり，活動量計を持ち歩くことに対する動機付けが不十分となり，測定することへの意識にも影響することがわかった.

活動量計の違いによって歩数が異なっていたことからは，測定器具の持ち歩きやすさも行動変容にも影響していることがわかった.

7.　まとめと今後の課題

本研究では，従来の手法では個人を対象にしていたのに対し，研究室というチームを対象に，簡便に参加者全員の活動量を入力把握することが可能なシステム（健康タイムカード）を活用することで，集団での行動変容を試みた．ヒアリングの結果，行動変容につながることが確認できた．今後は「活動量計を持ち歩くことに対する動機付け」や,「持ち歩かない人の存在がほかの人の意識に与える影響」,「活動量計の持ち歩きやすさ」といった行動変容に影響を与える課題を解消できるアプローチとして，個人での目標を作成するなど，歩行習慣に対する意識をより高めていくことが必要である.

参考文献

1) 津田彰，尾関友佳子，原口雅浩，吉水浩: 青年期学生のライフスタイルと健康意識および健康状態，久留米大学保健体育センター研究紀要，6(1), pp.15-20(1998).
2) 餅田敬司, 長谷部ゆかり, 小倉之子, 畠中易子: 看護系大学生の健康度・生活習慣と自己調整学習方略の関係の検討, 聖泉大学看護学研究紀要, 2, pp.83-88(2013).
3) 久松由華，坪井康次，中野弘一，篠田知璋: 大学生の食行動と生活習慣に関する研究，全国大学保健管理研究集会第 35 回報告書，pp.222-224(1997).
4) 栗田智史, 池田克紀: 大学生における歩数計を用いた歩行のセルフモニタリングが健康に関する認知や行動に及ぼす影響，東京学芸大学紀要，63，pp.57-70(2011).
5) 山脇加菜子，原田和弘，李 恩兒，岡浩一郎，中村好男: ウォーキング行動の変容ステージとセルフエフィカシー尺度の開発－30－49 歳を対象としたインターネット調査による横断研究－，日本健康教育学会誌，vol.17，pp87-96(2009).
6) 西山勇毅: ライフログを用いたチームの行動変容促進，情報処理学会研究報告，MBL，pp.1-8(2014).

タッチキーボードのデザインと操作の正確性に関する研究

Relationship Between Design and Operability of Touch Keyboard

○駒井美咲*，荒木 望*，三浦久典**，才木常正*,**

*兵庫県立大学 工学部　**兵庫県立工業技術センター

KOMAI Misaki*, ARAKI Nozomu*, MIURA Hisanori**, SAIKI Tsunemasa*,**

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

1. はじめに

近年，スマートフォンやタブレット等の小型情報端末が急速に普及している．これら小型情報端末においては，利便性を考え軽量化のためハードウェアキーボードを実装しておらず，画面上に表示したキーボード（以後，タッチキーボードという）を触ることで文字入力等の操作を行う．このタッチキーボードは凹凸形状等の触覚情報がなく，ユーザはほぼ視覚情報のみで打鍵する．このため，タッチキーボードはハードウェアキーボードに比べて打鍵速度や精度等のパフォーマンスが劣る [1]．そこで，タッチキーボードを使い易くするために人の打鍵位置特性が調べられている [2]が，QWERTY 配置キーボードが対象であり，小型情報端末の 10 個程度のキーによって構成されるキーボード(以後，テンキーボードという）までを対象としていない．

そこで本研究では，テンキーボードの操作性向上のため，キーデザイン（サイズやフレームの有無）と打鍵位置の関係について調べた．

2. タッチキーボードのデザイン

市販されている代表的な小型情報端末（画面サイズが 4 から 12inch）のテンキーボードの仕様を調査し，表 1 にまとめた．この表から，人の打鍵位置を調べる実験に用いるキーサイズとフレームが異なるテンキーボード 6 種類のデザインを決定した（図 1 参照）．これらテンキーボードのキーサイズは 8×8, 13×13, 18×18mm の 3 種類であり，それぞれのキーサイズ毎にフレーム有無の 2 種類がある．ちなみに，フレームは灰色の実線であり，その線幅は 0.25mm である．

そして，これらテンキーボードの全てにおいて，キー配列は市販の小型情報端末と同様の 4 行 3 列であり，キーの中心には左上から右下にかけて“1”から“9”を最下行中央には“0”の数字を配置している．これら数字の文字フォントとしては黒色の“Times New Roman”を使用しており，それら文字サイズは縦方向を基準にキーサイズの 1/3 にした．

表 1 市販の小型情報端末のテンキーボード仕様

Model (Manufacturer)	Key matrix C x R	Key size H x W (mm)	Character height(mm)
iPhone 5s (Apple)	4 x 3	8 x 10	3
iPhone 6 (Apple)	4 x 3	8 x 12	3
Nexus 7 (Google)	4 x 3	Non-frame	3
Surface 3 (Microsoft)	4 x 3	14 x 17	5

(a) With frame　(b) Without frame

図 1 実験に用いるテンキーボードのイメージ

3. 打鍵実験と評価方法

実験では，前章で説明したテンキーボード 6 つを表示したタブレットを用いて，被験者 5 名（男性 4 名，女性 1 名 : 22～24 歳の理工系大学生・大学院生）に打鍵作業をしてもらった．

まず実験前に，図 2 のように，被験者に椅子（高さ 450mm）に座ってもらい，平机（高さ 680mm）に 15 度傾けて設置したタブレット(ACER 製 Iconia W4-820, 8inch 画面)を利き手で操作し易くなるよう，椅子の前後左右位置を調整してもらった．

そして実験では，タブレットで女性の声（Online 素材集より取得）で数字を発声させ，その数字に対

応する画面上のキーを被験者に打鍵してもらった．このとき，タブレットでは打鍵位置（指と接触したタブレット画面上での位置）が記録される．発声される数字は “0” から “9” までの 10 種類が各 10 個（計 100 個）あり，これら数字の発声順序はランダムで重複しないようにしている．

これらの実験で得られた打鍵位置データから，ばらつきを示す指標値（以後，打鍵分布指標値という）を求める．この打鍵分布指標値 D_σ は式(1)で定義され，各キー（i = “0”，…, “9”）の x, y 方向における打鍵位置の標準偏差 σ_{xi}, σ_{yi} を式(1)に代入し計算する．ちなみに，G_σ が大きくなるほど，テンキーボードの打鍵位置がばらついていることを意味している．この打鍵分布指標値 D_σ を用いてテンキーボードのキーデザインと打鍵位置との関係について評価した．

$$D_\sigma = \frac{1}{10}\sum_{i=0}^{9}\sqrt{\sigma_{xi}\sigma_{yi}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (1)$$

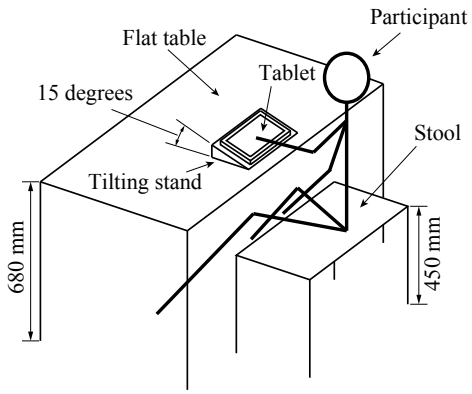


図 2 被験者とタブレットの位置

4. 実験結果

実測された打鍵位置データの例を図 3 に示す．この図は被験者 A の “5” キー（フレーム有）の打鍵位置を表しており，図の原点 (0, 0) はキーの中心位置である．図を見ると，キーサイズが大きくなるに従い，打鍵位置のばらつきが大きくなっていることがわかる．

次に，このような打鍵位置データから求めた各被験者のキーデザインの打鍵分布指標値 D_σ をまとめて図 4 に示す．この図から，被験者毎に見れば，キーフレームの有無に関係なく，ほぼ全てにおいてキーサイズが大きくなるに従い，打鍵分布指標値が大きくなっていることがわかる．すなわち，キーサイズが小さいタッチキーボードにおいては，打鍵のばらつきが小さくなることが明らかになった．

一方，キーフレームの有無に関しては，どちらか一方の打鍵分布指標値が大きいとは一概に言えない．しかしながら，被験者 A 及び C のように全てキーサイズでフレーム有りの打鍵分布指標値が無しのそれより大きくなっている等の規則性も見受けられる．このことから，キーフレームがユーザの打鍵特性に影響している可能性があることが伺える．

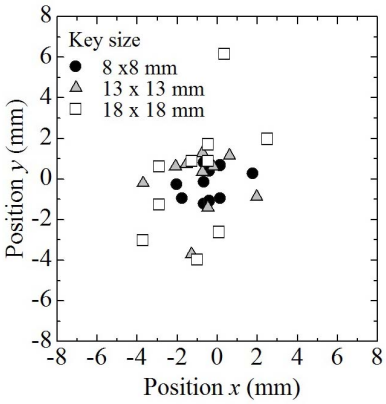


図 3 実測された打鍵位置データの例（被験者 A, キーフレーム有，キー “5”）

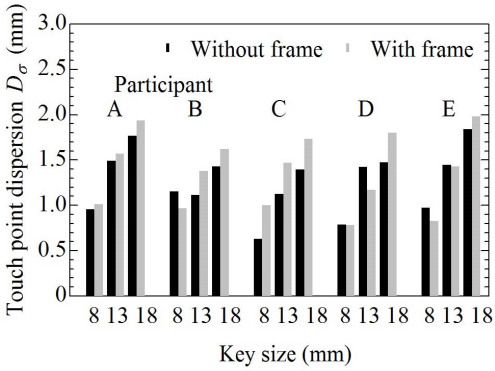


図 4 各被験者のキーデザインの打鍵位置のばらつき

5. まとめ

テンキーボードの操作性向上のため，キーデザインと打鍵位置の関係について調べた．その結果，キーサイズが小さくなるに従い，打鍵位置のばらつきが小さくなることがわかった．また，キーフレームの有無が打鍵位置のばらつきへ影響を及ぼす可能性があることもわかった．今後，このキーフレームの影響について詳細に調べていく予定である．

参考文献

1) A. Sears, et al., Behaviour & Information Technology, Vol.12, No.1, pp.17-22 (1993).
2) 山田ら，ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集, p.2011 (2011).

京都市に於ける自歩道整備と標識デザインに関する研究

Improvement of Pedestrian and Bicycle Sidewalks and Sign Design in Kyoto City

○今井　駿，岡田　明

大阪市立大学　生活科学研究科

IMAI Shun, OKADA Akira

Graduate School of Human life science, Osaka City University.

１．はじめに

自転車の走行環境の安全性を高めるためには，自転車用標識のデザインだけでなく，自転車が走行すべきルートのデザインも重要である．また，そのデザインにより，自転車用標識の効果的な設置へとつなげていくこともできる．

日本においては，自転車の走行路が明確に定められているところは未だあまりなく，自転車は歩道を走行するものという認識が依然として一般的である．そのため，歩行者との事故が継続して生じている．こうした状況を背景として，国土交通省及び警察庁交通局により「安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン」[1] もつくられており，歩行者と自転車を完全に分離することを目的とした自転車道路整備形態とその方法もまとめられている．

さらに，自転車道路整備が行われたところについては，その調査・研究も行われており，それに基づく以下の特徴や指針も示されている．

・遵守率は，白線で分離＜カラー化＜構造物で分離の順に良くなる [2]

・遵守率は整備後時間と共に低下していく [2]

・自転車通行帯を走る自転車は速度が上昇する [3]

・自転車通行帯の幅員は，３ｍ以上が好ましい [3]

しかし，自転車と歩行者双方の観点での調査は少なく，自転車と歩行者との関係は明らかではない．そこで，本研究は，歩行者の行動も含めた通行調査を行い，自転車道路整備の実態把握と問題点を抽出すること，また，実験により適正な道路整備のあり方の提案をすることを目的とした．

２．京都市における自転車道路整備状況

京都市では，2010 年に実道路での社会実験を行った．その結果をふまえ，現在では御池通り，五条通り，烏丸通りなどの主要な道路の自転車環境整備を実施している．歩道のない道路においても，自転車走行部分をカラー化するなどの整備が行われている．しかし，「商売の妨げになる．」「景観を乱している．」「逆に危険を感じるようになった．」と整備に反対する声もあがっている．こうした整備の現状を踏まえ，ここでは特に主要な五条通りの調査を実施した．

３．五条通りの整備について

五条通りは，境界部分に縁石を設け，物理的に分離している（図 1）．また，烏丸通り付近から東側は鉄柵で分離している．しかし，縁石は駐車場や店舗入口などにより分断されており分離が完璧ではないこと，分離されたが遵守しない利用者がいること，縁石があるため自転車同士のすれ違いや追い越しに危険を感じるなどの問題点も見られている．

図１　五条通りの整備例（縁石で分離）

４．五条通りにおける通行調査

歩行者，自転車の遵守率は，互いに強く関係しており，道路幅や分離工作物の違いにも左右されると考え，通行調査を行った．五条通りは，歩道幅が広い区間，歩道幅が狭い区間，分離工作物が鉄柵の区間に分けることができ，それぞれの区間で通行調査を行った．

4-1．調査内容

調査内容は以下のとおりである．

・歩道幅が広い区間（以下，歩広区間）
場所:五条御前付近
日時:2015 年 1 月 23 日 15:30～16:30
6 月 4 日　12:00～13:00
形状:歩道約 3m，自転車通行帯約 2-3m，縁石分離
・歩道幅が狭い区間（以下，歩狭区間）
場所:五条壬生川付近
日時:2015 年 5 月 8 日 10:00～11:00
6 月 1 日 10:30～11:30
形状:歩道約 2m，自転車通行帯約 2-3m，縁石分離
・分離工作物が鉄柵の区間（以下，鉄柵区間）
場所:五条高倉付近
日時:2015 年 2 月 27 日 11:45～12:45
6 月 4 日 15:00～16:00
形状:歩道約 3m，自転車通行帯約 2-3m，鉄柵分離
・色分けにより分離された区間(以下,色分け区間)
場所:五条千本付近
日時:2015 年 5 月 17 日 10:30～11:30,
6 月 4 日 11:00～12:00
形状:歩道約 2m-3m,自転車通行帯約 2-3m

自転車で自転車通行帯を走っている者を遵守○，歩道を走っている者を遵守×とする．また，区間内で歩道から自転車通行帯に移動,またはその逆に移動する動きをした者を遵守△としている．

ただし，歩広区間では，調査区間内を縁石が継続して分離していたため，移動は見られなかった．また,区間近くの店舗駐輪所に駐輪するために歩道を走る者がおり，ここではそれらを遵守△とした．

4-2. 調査結果

調査人数は,歩広区間で自転車 303 名,歩行者 132 名．歩狭区間で自転車 217 名，歩行者 120 名．鉄柵区間で自転車 301 名，歩行者 356 名．色分け区間で自転車 284 名,歩行者 317 名であった．

各区間での遵守率を図 2 に示す．

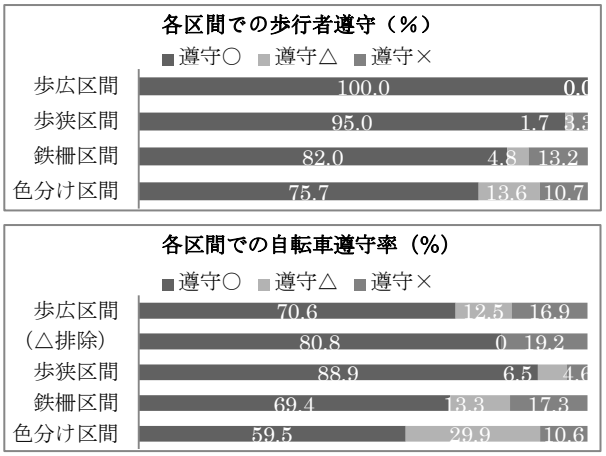


図 2　各区間における自転車及び歩行者遵守率

また，同時に二台の自転車が走行している場面や,自転車通行帯を歩行者が歩いている場面などを,自転車にとって障害になるものとみなし,障害のある場面での,自転車の歩道への移動の有無を集計した(図 3)．なお，歩広区間では，縁石により歩道への移動が不可能であるため省略する．

障害の内訳は，歩狭区間で自転車 41 名，歩行者 0 名の計 41 名．鉄柵区間では，自転車 54 名，歩行者 23 名の計 77 名である．

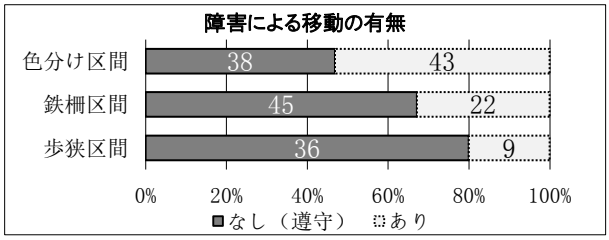


図 3　両区間における歩道への移動の有無

4-3. 考察

歩広区間での自転車遵守△の者は，店舗駐輪場にむかう者であり,歩道通行も仕方が無いという見方もでき，それらを除外すると，自転車遵守率は，歩狭区間 88．9%，歩広区間 80．8%，鉄柵区間 69．4%，色分け区間 59．5%の順となる．また，歩行者遵守率は，歩広区間 100%，歩狭区間 95．0%，鉄柵区間 82．0%,色分け区間 75．7%の順となる．

歩広区間の自転車遵守率が歩狭区間より低かった理由として,歩道の幅員が広く走り易いからではないかと考えられる．また，歩広区間，歩狭区間では，殆どの歩行者が歩道を歩いている．そのため，歩狭区間で障害となったものは全て,自転車同士のすれ違いや追い越しの場面であった.すれ違いがあった 18 名の内，歩道に移動した者は 1 名のみであったが，追い越しでは，16 名中 7 名が歩道に移動した．このことから，1 時間に 60 名程度の歩行者量では,歩道幅員は 2m で十分であることがわかる．また，自転車通行帯の幅員が 2m では，追い越しに不安が生じると考えられる．

鉄柵区間では，歩行者量が 356 名と多く，遵守率も低下している.障害により歩道へ移動した自転車は，自転車が障害である 35 名の内 13 名，歩行者が障害である 19 名の内 9 名であり，自転車にとっては，歩行者の方が障害となっていることがわかる．鉄柵は，歩行者の移動も不可能にし，一度自転車通行帯に入ると,鉄柵の途切れた箇所でないと歩道に戻ることができない．そのため，自転車もそれを見越し,手前の鉄柵の区切れから歩道に移動するような行動をとると考えられる．

5. 実験１　パソコンを用いた画像実験

5-1.　目的

通行調査から,歩行者は自転車利用者にとって,大きな障害となり,歩行者が歩道を遵守することも重要であることがわかった．そこで,歩行者は何を基に歩道･自転車道を認識しているのかを明らかにすることを目的とした実験を行った.

5-2. 実験方法

実験参加者はパソコン画面上に映された,歩行者視点で撮影された画像を眺め,その後質問に答える.

○参加者:17-24 歳男女 32 名

○使用画像:画像は,歩広区間,歩狭区間,鉄柵区間で撮影されたものであり,①自歩道のみ②歩行者もしくは自転車が通行している③標識･ピクトグラムから 5mはなれた地点④標識・ピクトグラムから 3mはなれた地点の 4 種類があり,各区間 4 枚を 1 組とする（図 4）．また,歩道から撮影したものと自転車道から撮影したものの 2 種類あり,3 区間 2 種類の計 6 パターンである.

図 4 左上①自歩道のみ,右上②自転車が通行している,左下③標識・ピクトグラムから 5m,右下④標識・ピクトグラムから 3m

○手順:参加者は,自分が歩行者であることを念頭に置き,各区間の 4 枚 1 組の画像を順に見る.なお,順番はラテン方格により定められ,また歩行者側・自転車側の組み合わせは,参加者により異なる．ただし,全て歩行者側・自転車側となる組み合わせは除外した．参加者は画像を見終わった後,自転車道側から撮影された区間がどれであったかという質問に答える．また,回答後,画像をもう一度流し,どの時点でそれを判断したかを答える.

5-3. 結果

映像が歩行者側か自転車側かを問う質問の正答率は表 1 のとおりである.

歩広		歩狭		鉄柵	
歩道側	自転車側	歩道側	自転車側	歩道側	自転車側
80. 0%	81. 3%	83. 3%	66. 7%	62. 5%	62. 5%

表 1　正答率

次に,どの時点で判別することが出来たのか問う質問の結果を図 5 に示す.

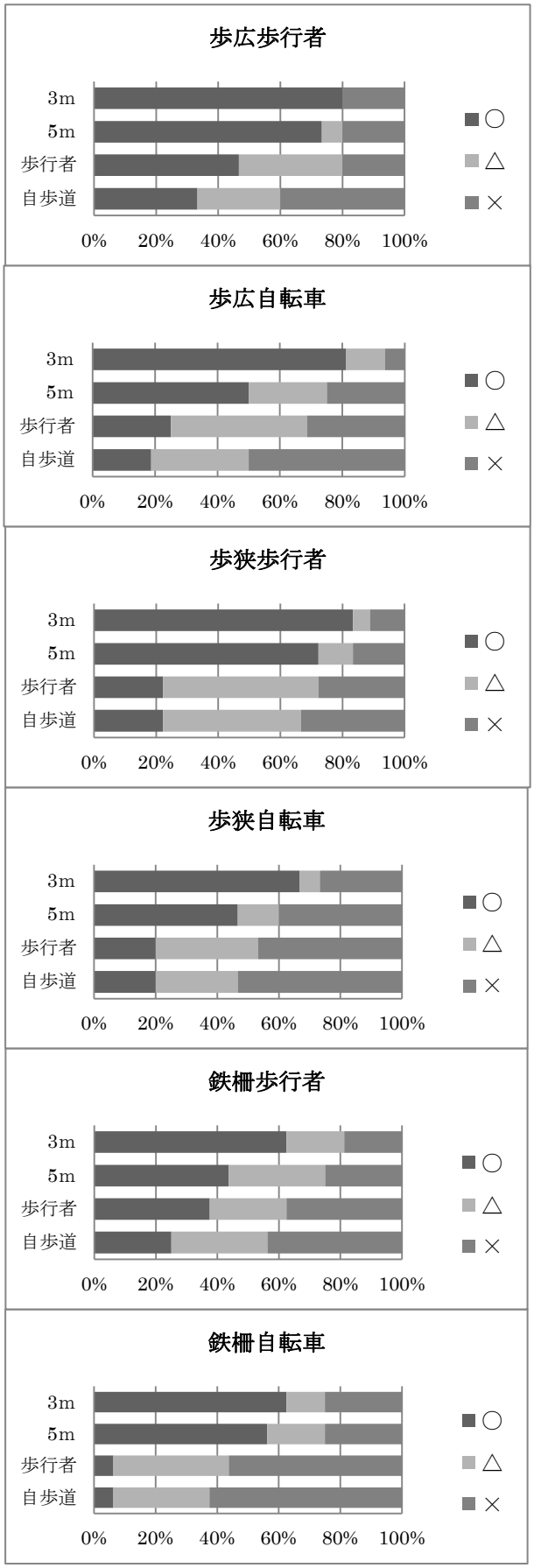


図 5　各画像での判断できた者の割合

なお,歩道・自転車道を判別できた者を○,分離に気付いたがどちらが歩道・自転車道か判別は出来なかった者を△,分離に気付かなかった者を×とする.

5-4. 考察

歩道・自転車道どちらを歩いていたかという問いで,不正解であった者の殆どは,ピクトグラムや標識に気付いていなかった.歩狭区間・歩広区間では,自転車道路上に大きな自転車のピクトグラムがあるが,鉄柵区間では横断歩道上に小さな自転車のピクトグラムがあるのみで自転車道にはない.鉄柵区間には,支柱型の標識もあるが,気付いた者は半数以下であり,それらの理由から正答率が低い結果となったと考えられる. 歩広区間・歩狭区間で,ほとんどの正答者がピクトグラムに気付いており,ピクトグラムが重要であることいえる.

次に,画像①(自歩道のみ)及び画像②(歩行者・自転車が通行)までの時点で,歩道・自転車道を判別できた者,及び分離に気がついた者の割合は,歩広区間(歩行者)80%,歩広区間(自転車)約 69%,歩狭区間(歩行者)約 72%,歩狭区間(自転車)約 53%,鉄柵区間(歩行者)約 63%,鉄柵区間(自転車)約 44%である. 分離の気付きやすさは,歩広区間・歩狭区間・鉄柵区間の順となった. 聞き取りから,歩広・歩狭区間の歩道はタイル地,自転車道はアスファルト地と色のコントラストが強くわかりやすい.鉄柵区間では,自転車道は塗装されているが,コントラストが弱くわかりにくい. また,すべての区間において,二枚目までの時点で自歩道の分離に気付いた割合は,歩道側が高いという結果になった.

画像①,②で分離に気がついた者の正答率は,約 90%であり,分離に気付かなかった者の正答率は,30%であった.画像①,②で分離に気がついた者の殆どは,画像③,④でピクトグラムや標識を発見し,片方が自転車道であると判断し正答している.逆に,画像①, ②で分離していることに気がつかなかった者は,ピクトグラムや標識を見逃す者が多く正答率が低くなっている.

このことから,歩行者が歩道・自転車道を認識するためには,ピクトグラムや標識を発見することが重要であると同時に,ピクトグラムや標識の発見以前に,自歩道が工作物によって分離されていると気付くことが重要であるといえる.

6. まとめ

通行調査で,自転車遵守率は, 歩狭区間が最もよい結果となった. 歩広区間では,歩道幅の大きさから,歩行者の遵守率は高いが,同時に自転車遵守率を下げることとなった.

また鉄柵は,歩行者を自転車との接触から守り安全であるとの見方もあるが,一方で歩行者の移動を困難にする一面もある.そのため歩行者量の多い鉄柵区間では, 自転車通行帯を歩く歩行者も増加し,歩行者を却って危険な状況にしている場合もある.

歩道や自転車道の幅員や分離工作物のデザインは, 通行量を十分に考慮する必要があり, 必要以上に歩道を広くすると却って,自転車の遵守率を下げる結果になることが予想される. また, 分離工作物においても,歩行者量により考慮しなければならないことがわかる.

次に,自転車にとって,歩行者は大きな障害であることから,歩行者に着目した実験を行った. 結果から,歩道・自転車道を判断するには,ピクトグラムの存在が大きいこと,またピクトグラムに気がつくには,まず歩道と自転車道が分離されていると認識することが重要であった.

実験結果から,すべての区間に於いて,歩行者側にいる時よりも自転車道側にいる時の方が,自歩道の分離に気が付きにくいことがわかった.歩行者の遵守率を上げるためには,歩行者が自転車道側に立つ時にも,そこが自転車道であり,通行にふさわしくないと認識することが重要であり,この結果は歩行者視点で自歩道整備を見たときの一つの課題と言える.

今回の実験の参加者は,すべて学生であり,比較的判断力の高いグループであり,高齢者や子供などになればさらに正答率が下がることが予想される.

今後の課題として,歩広・歩狭区間には,高さ１ｍほどの支柱型の標識,鉄柵区間では,支柱型の標識があるが,気付いても内容まで理解できる者が少なく,これら標識を評価する必要がある.

今後は,五条通りを歩行する実験を行い,自転車道のデザインの違いによる影響や標識デザイン及び設置場所の評価などを行い,適切な自歩道整備の在り方を明らかにしていく予定である.

参考文献

1)国土交通省及び警察庁交通局:安全で快適な自転車環境創出ガイドライン, http://www. mlit. gojp/road/road/bicycle/pdf/guideline. pdf ,2013
2)小川隆:郊外地域における自転車利用環境の評価と特性－福岡市西部糸島半島を対象として－,日本建築学会九州支部研究報告,第 52 号,2013
3)山中英生:自歩道における自転車通行空間分離施策の一分析－徳島駅前地区 192 号の施策事例から－,交通学,Vol. 42,No2 7-14,2011

製品モニタリングのためのセンシングシステム

The sensing system for monitoring usage of products

○平田一郎*，大谷桂司**，後藤泰徳*

*兵庫県立工業技術センター　**コンビニエンジニア

HIRATA Ichiro*, OOTANI Keiji**, GOTO Yasunori*

*Hyogo Prefectural Institute of Technology, **Conveni-Engineer.

1.　はじめに

工具や道具は「持ち方」が多様である．そのため，様々な持ち方や握り方を考慮して設計する必要がある．これまでの研究では，製品を握った際の圧力分布を把握できる計測システムを開発し（以降，圧力分布計測システム），物体の把持方法と握りやすさの関係を検証した[1)]．この圧力分布計測システムは，対象モデルに直径 5 ミリの感圧導電性ゴムを貼り付けることにより圧力情報を数値化し，コンピュータに圧力情報が数値表示されるものであった．数値表示のため，分布結果を相対的に把握することが難しかった．そこで，計測対象物の図面から上下左右の四方向の画像を作成し，その画像に圧力センサの取り付け箇所を表示させることにより全方向から圧力分布の結果が把握可能な画像表示システムを提案した[2)]．

別の研究では，超薄型柔軟膜センサを用いて柔軟物の伸長状態を計測するシステムを開発中である．この研究では，上記センサを用いることにより，身体の関節角度が計測できることを確認した[3)]．

以上の背景から，本研究では複数のセンサを用いて製品の使用状況を簡易にモニタリングする方法を検討している．本稿では，これまでに開発したセンシングシステムについて報告する．

2.　センシングシステムの概要

本研究で開発したセンシングシステムの構成を図 1 に示す．このシステムは，ハードウェア（計測部）とソフトウェア（表示部）で構成されている．様々な状況下で利用することを想定しており，ハードウェア，ソフトウェア共にバッテリー駆動で持ち運び可能な仕様とした．

2.1　ハードウェア（計測部）

計測部はメイン基板とサブ基板，コネクタ変換基板の３つから構成されている．メイン基板でデータ計測及びタブレットとの無線通信を行う．サブ基板は多数のセンサに対応するために８個の接続口を設けている．コネクタ変換基板は各種センサと接続するもので，８チャンネルの接続口がある．センシングシステムは，８種類のセンサをそれぞれ個接続可能で，合計 64 チャンネル（コネクタ変換基板の 8 チャンネル x サブ基板の接続口 8 種類）．例えば，圧力センサを 16 チャンネルと伸長センサ 8 チャンネル，加速度センサを 6 チャンネル同時に計測することが可能である．各種センサに対応したコネクタ変換基板を作成することで，様々なセンサと接続が可能である．今回，イナストマーSF-LT 型（イナバゴム株式会社製）に対応したコネクタ変換基板を作

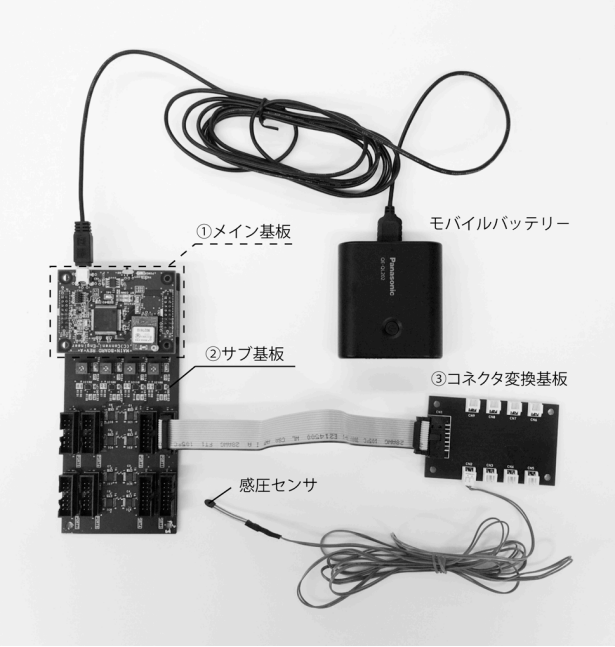


図１　センシングシステムの構成図

成した．測定周波数は，30Hz 及び 60Hz の 2 種類のモードを切り替えて測定可能である．また，接続したセンサデータは無線（Bluetooth）でスマートフォンやタブレットに通信可能である．さらに．スマートフォン等に送られたログデータは, csv 形式で保存されるため，計測後にスマートフォンから PC にデータを転送して解析が可能である．

2.2　ソフトウェア（表示部）

これまでの圧力分布計測システム[1)]では，３D-CAD データ等の 3 次元データを保有する製品を前提としたものとなっており，可視化用のアプリケーションも対象物が異なる度に新たに作成する必要があった．そのため，図面を持っていない製品にセンサを取り付けた場合の可視化が難しく，アプリケーション作成に時間がかかっていた．さらに今後の研究では，センサの取り付け対象は製品だけでなく，人体等にも適応範囲を広げることを想定している．人体が対象となると図面化やイラスト化はさらに困難である．そこで本アプリケーションでは，図面データに依存しない新たな可視化方法を考案した（図 2）．

本アプリケーションでは，上記問題を解決する方法として，タブレットやスマートフォンのカメラでセンサを貼り付ける対象物（製品や人）を撮影し（図 2①），撮影した画像の上から指で触れると触れた箇所がセンサの貼付位置として指定される仕様とした（図 2②）．画像上にプロットされたセンサ位置に指定されたポイント箇所は，紺色のドット表示となり，圧力が加わると力に応じて色が変化する仕様となっている．これにより，カメラで撮影可能なものは全てセンサを取り付けてモニタリングが可能となった上，可視化するためのセンサ位置の設定や修正が容易となった．

3.　まとめ

本稿では，製品使用状況のモニタリングを行い，その結果を反映させた製品開発を行う手法を構築することを目的として開発した圧力センシングシステムの概要について述べた．

今回開発したタブレット用アプリケーションは，圧力センサを様々な対象物に貼り付けてもモニタリング可能な点が特長である．今後は，特化したものとなっているため，今後は別のセンサと同期した場合の可視化方法とデータモニタリングについて検討していく予定である．

図２　センサ部の指定方法（表示部）

謝　辞

本研究は JSPS 科研費 26350034 の研究助成を受けた研究の一部です．

参考文献（記載例）

1)　平田一郎，中本裕之：握りやすさの評価方法の検討-柄の直径と把持位置，手の寸法との関係について，第 13 回 日本感性工学会大会　発表講演集，E23(2011).

2)　平田一郎，中本裕之：持ちやすさ評価のための圧力分布計測システムの開発，第三回日本感性工学会 関西支部大会，pp.27-28(2013).

3)　平田一郎，中本裕之，大高秀夫，多田充徳：薄型柔軟膜による伸長インタフェースの提案，日本人間工学会第 55 回大会講演集，pp.262-263(2014).

熟練者のお辞儀と非熟練者の動作の傾向

Feature of the motion of skilled and non- skilled persons in Japanese bowing

太田智子*，宮本勇樹*，〇武田知也**，蒲ヶ原裕子***

*株式会社中央ビジネスグループ　**株式会社テイスト　***アンドスマイル

OOTA Tomoko*, MIYAMOTO Yuki*, TAKEDA Tomoya**, KANAGAHARA Yuko***

*Chuo Business Group, **Taste Inc. , **, And Smile***

1.　あらまし

熟練者と非熟練者のお辞儀の動作はどのような違いがあるのか. お辞儀の動作を計測し熟練者と非熟練者の動作の傾向を実験によって明らかにしていく. 今回の実験ではお辞儀の動作の位置と時間を計測し, 熟練者と非熟練者の差異についての実験を行った. 熟練者のお辞儀は, 肩の角度　θ１は３回とも１８０度の角度が保たれ首が真っ直ぐしている. 腰の角度　θ２も３回とも同じ角度である. 非熟練者のお辞儀は個人差が大きく角度に着目する事で３つのタイプに分類する事ができる.

キーワード　お辞儀　角度　熟練者　非熟練者

2.　はじめに

おもてなしの基本は挨拶であり,挨拶の一つがお辞儀である.お辞儀とは国・地域によって意味合いに差異があるものの,一般的には伝統的な挨拶,お礼,謝罪の意味を有した腰を折り曲げる動作である.現代の日本人の挨拶は,欧米人と異なり,離れた所で行う事も多く,言葉によるもの,頭をさげるお辞儀が最も普遍的であり[1)], 今後日本文化の国際的な発信と外国文化の理解を進める上で,必須である.本論文ではお辞儀の動作をビデオカメラで撮影することにより位置と時間を計測し[2)], 熟練者と非熟練者の動作の差異について実験を行った.

3.　実験方法

3.1　被験者及び対象とするお辞儀

被験者はお辞儀をはじめとするおもてなしの講師歴７年の熟練者とお辞儀の所作についての教示を受けたことのない日本人非熟練者１４名とする.対象とするお辞儀は高頻度で使われる敬礼を基本とした.

3.2　実験方法

熟練者・非熟練者ともに被験者には頭・肩・腰・膝の位置にマーカーを付し,それぞれのお辞儀の動作をビデオカメラにて撮影,経過時間とそのマーカーの位置を測定し,頭―肩―腰の角度を　θ１,肩－腰－膝の角度を θ２とした.

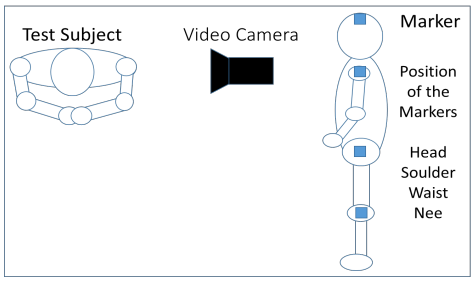


図１　測定方法の概略図.

3.2.1　熟練者のお辞儀

熟練者の頭・肩・腰・膝の位置にマーカーを付し,腰を折り曲げる“敬礼”のお辞儀の動作を横からビデオカメラで撮影した.同じ動作を３回行なった.　θ１は３回ともほぼ 180°を保っているのに対し,　θ２は３回とも同じ角度になっていた.頭を上げる方が動作最初の頭を下げる時間より素早く動かしている.

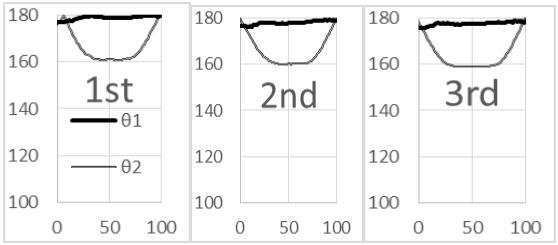


図２ 熟練者の θ１, θ２の推移.（標準化後）

3.2.2　非熟練者のお辞儀

非熟練者には自身が正しいと考えるお辞儀を３回行い θ１と θ２を計測した.結果, θ１, θ２の推移のタイプは次の３つに分類できた.

タイプ A: 腰を曲げる動作に深さがあり,一番腰を曲げた状態に到達したら,体の動きを止める事無く,上体を起こし始めるタイプである.

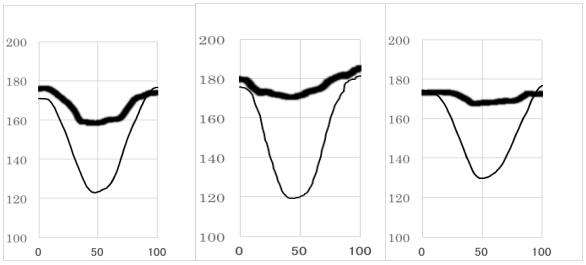


図３　タイプＡのお辞儀の角度推移θ１,θ２の一例.

タイプ B:お辞儀の形は頭を一番深く下げた地点で静止する時間を持ち,お辞儀を開始したと同時に上半身・首が曲がり頭が下がっているタイプである.熟練者のお辞儀より 20°程度大きく首が曲がり頭が下がっている.しかしその角度も一定ではなく安定していない.

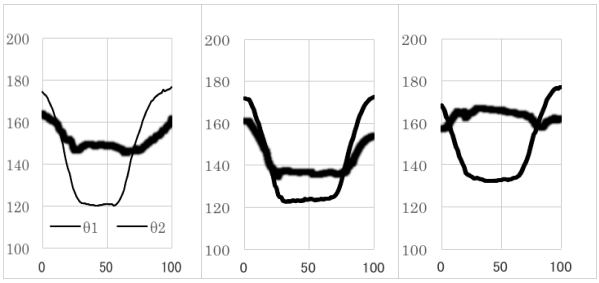


図４　タイプＢのお辞儀の角度推移θ１,θ２の一例.

タイプ C:腰を曲げる角度が深く,一番深くお辞儀をした地点で一定の静止時間を保つ時間がある.

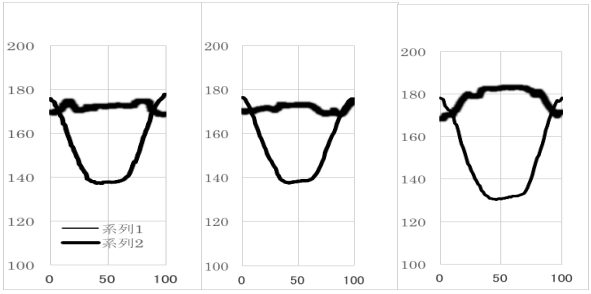


図５　タイプＣのお辞儀の角度推移θ１,θ２の一例.

4.　考察

角度（θ１・θ２）について検討する.熟練者である被験者１の肩の角度θ１は３回とも約180度でほとんど変化がない.一方,腰の角度θ２は３回とも同じ角度が保たれている.頭―肩―腰を倒す時と起こす時の速度も安定している.非熟練者については,体の動きを止める事なくお辞儀する傾向,角度も動きも一定していない傾向,深く下げた所で静止する傾向.そして腰を曲げ頭―肩―腰を倒す速度,起こす速度も３回とも異なり安定していない.

5.　結言

本研究では,おもてなしの基本である挨拶の一つであるお辞儀に着目し,お辞儀の動作の経過時間とそのマーカーの位置を測定し,熟練者・非熟練者のお辞儀の角度および速さについて実験を行った.その結果,下記のことがわかった.

１．　熟練者のお辞儀は角度が安定,肩の角度θ１は３回とも約１８０度,つまり首はまっすぐしており,腰の角度θ２は３回とも同じ角度となっている.

２．　非熟練者のお辞儀は,いずれのタイプも熟練者が２０度の一定の角度に曲げるのに対して腰の角度が大きく,すなわち腰を深く曲げる傾向にある．頭―肩―腰の角度が深い上に,腰を曲げ上体を倒す時も起こす時の速度も安定していないことがわかった.

熟練者と非熟練者のお辞儀の違いが,角度と速度にあることから角度と動作時間に着目する事で安定したお辞儀をするコツを教示する教育は可能であると考える.[2)]

また,お辞儀をするときに視線が定まればお辞儀の角度と速度が確定し,安定したお辞儀ができると考えられる.このことをふまえ今後眼球運動の測定も視野にいれていく.

参考文献

1)　田中久子: お辞儀の指導とその動作変容の分析, 湘北紀要 第 10 号 1989, pp. 39-50(1999).
2)　柴田寛 高橋純一 行場治朗 : お辞儀の主観的印象と社会的文脈に対する適切さ, 心理学研究 2015 年 第 85 巻 第 6 号 pp. 571-578 (2015).

横編物作製時の熟練者と非熟練者の腕の動作と編物構造の品質の違いに関する研究

THE STUDY ON EFFECT OF ARM MOVEMENT DURING KNITTING PROCESS ON KNITTING QUALITY

Kontawat Chottikampon*, Suchalinee Mathurosemontri*,Tadashi Uozumi**,
Akihiko Goto***,Tiemi Funatsuki*,Inoda Miyako*,Hiroyuki Hamada*
*Kyoto Institute of Technology,**GiFu University,***Osaka sangyo University

1. INTRODUCTION

The knitting is a traditional hand craft work, which is the process of using two or more needles to loop yarn into a series of interconnected loop in order to create a finished garment or fabric. However, the knitting machine was invented in 1589 and subsequently improved. Nowadays, both of hand and machine knitting are used. In this research, the machine knitting was focused and studied especially flat bed knitting machine. Although this is a machine, the skill of knitter is required for fabric quality. This machine require the knitter move the specific needles (handle), based on the chart, into pattern position. It is interesting that just the moving of a handle by the knitter is influence on the fabric quality. Thus, the expert knitter and non-experts were invited to study their knitting behaviors. In this part, arm movement of these knitters was observed and determined its relationship with knitting fabric quality.

2. Experiment

The 6 non-experts who have not an experiment of knitting were invited to attend a knitting class for one time, which was tough by the expert. After class, the expert and non-experts were recorded their knitting behavior by video camera. All of them were attached marker for 6 positions at shoulder, elbow and arm both of left and right arms as shown in Fig.1 to investigate the arm movement during knitting process. The participants had to knit by move a handle 50 times by using the same knitting machine (Silver Reed) and same yarn. The knitting speed was measured from video. Finally, the fabric quality of all participants was Fig.1

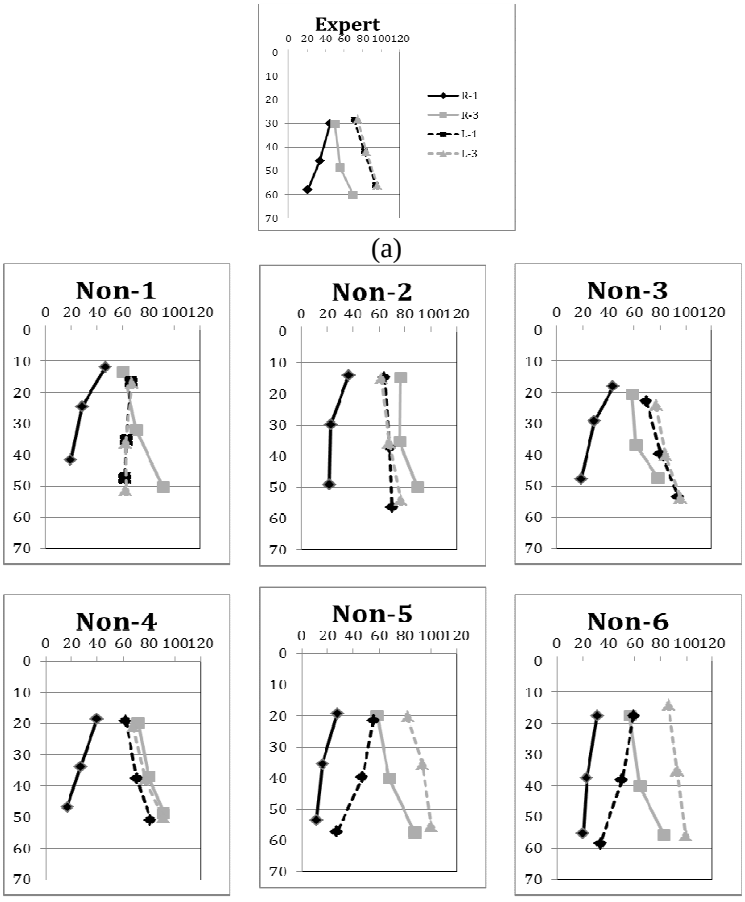
Fig. 1 Marker positions evaluated by the area in the knitting loop.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Arm movement during knitting process

Markers that were attached on participant's arms were measured their positions when a handle move to the left side end and right side end. The arm movement pattern of the expert is shown in Fig 2 (a). It was found that there is only the moving of her right arm appears. While her left arm do not show any movement. The shoulder position of left and right arms do not move when she moved a handle. Moreover, her both shoulder still constant at the same level that mean the expert did not move her body during process. In other words, she moved only her elbow and hand. For non- expert 1-4, their left hand do not move as same as the expert. However, their right arm's shoulder moves following a handle direction as shown in Fig.2 (b)-(e). In addition, their right and left arm show

an overlap position. It means they rotated their body when they moved a handle from right side to left side. However, they do not move body position. In case of non-expert 5 and 6, they held a hand by both hands. When they moved a handle, the shoulder totally changed a position following a handle movement direction and they moved a body at the same time.



(a)

(e) (f) (g)

Fig. 2 Arm moving position of the expert and non-experts

These arm movement results reveal a different action between expert and non-experts. These behaviors were affected from the handle holding position that directly affected a convenience knitting action. Three types of handle holding position were found from the videos as shown in Fig.3. Type 1 is the holding at the rear position of a handle. Type 2 is the holding at the center of a handle and Type 3 is the holding at the right and left side of a handle by both hands. The different holding positions relate the arm movement as mentioned before. It was found that the expert who moved only her right's elbow and hand held a handle Type 1 whereas non-expert 1-4 held a handle as Type 2. And non-expert 5-6 held a handle as Type 3. From the results of arm movement and handle holding position, the holding Type 1 mean that the expert moved a handle by using force from arm muscle only and transfer force to push and pull a handle in horizontal direction. In case of holding Type 2, they used arm muscle and rotate their body to support a force to push and pull a handle. For Type 3, their arm muscle was used also but they moved their body at the same time. Thus, a handle might be pushed and pulled by body movement more than arm movement.

Fig. 3 A handle holding position

Effect of handle holding position on knitting speed of expert and non-experts

Knitting time of each participant were measured every knitting round (1 round = 1 way handle moving). It was found that the knitting speed of the expert is higher than non-experts obviously as shown in Fig.4. For knitting, the speed depends on the force to push and pull a handle. Thus, the handle holding position as mentioned before is effect on the moving of a handle and speed. The expert held a handle type 1 is caused the most force from an arm muscle can transfer to a handle in horizontal direction directly and effect on the high knitting speed. In case of non-expert 1-4, a handle was held on the top. Therefore, a handle might be pressed from the vertical force that led to the increasing of friction when a handle move passes a fabric and led to the decreasing of knitting speed. That is same with non-expert 5-6. However, in this

case, a handle was pushed and pulled by body movement more than arm movement. Thus, the knitting speed of non-expert 5 and 6 are the slowest because they did not use force from an arm muscle.

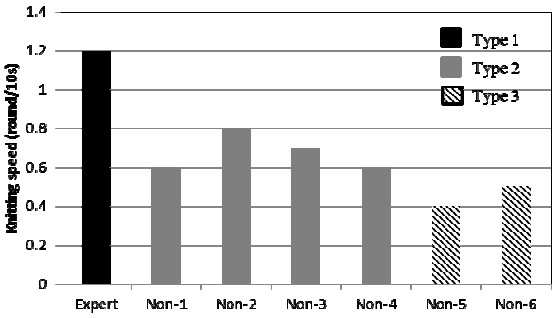
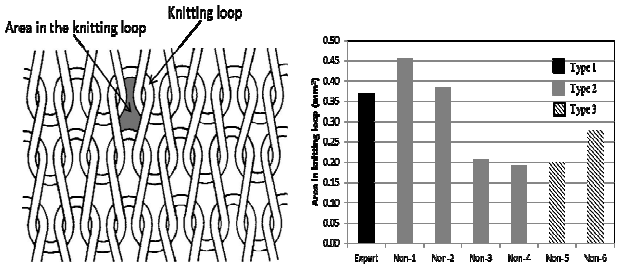


Fig. 4 Comparison of knitting speed between expert and non-experts

Effect knitting speed on knitting fabric quality of expert and non-experts

The quality of knitting fabric was evaluated by the average area in the knitting loop as show in Fig.5 (a). If the area in those loops is big, the knitting yarn is pulled with a higher tension due to a high knitting speed. It was found that the area in the knitting loop of the expert is obviously higher than non-expert 3-6. However, non-expert 1 and 2 show the bigger area than the expert even their knitting speed is slowly. Thus, in their case, we need more analysis to explain. But in the primary conclusion, the knitting speed seems like the key of knitting fabric quality.



(a) (b)

Fig. 5 Area in the knitting loop (a) schematic of knitting loop position and (b) comparison of area in the knitting loop between expert and non-experts

Measurement the knitting unit

Fig. 6 shows a triangle which shows size of knitting loop unit with lengths L, R and B. Fig. 7 and Fig. 8 shows histograms of the lengths of Expert and Non-expert 1. Table 1 shows averages and dispersions of the lengths. Expert indicated the smallest dispersion of the length. The results showed that the length of the left and right are very similar. Therefore suggests that the shape of the expert rope has balance and feature of good fabric.

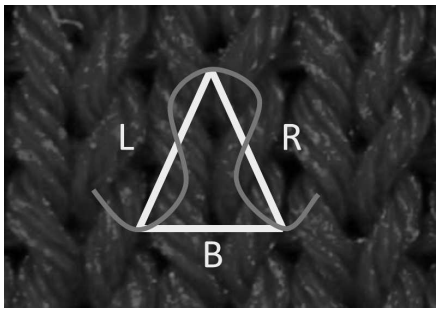


Fig. 6 Length L, R and B indicating knitting loop unit size.

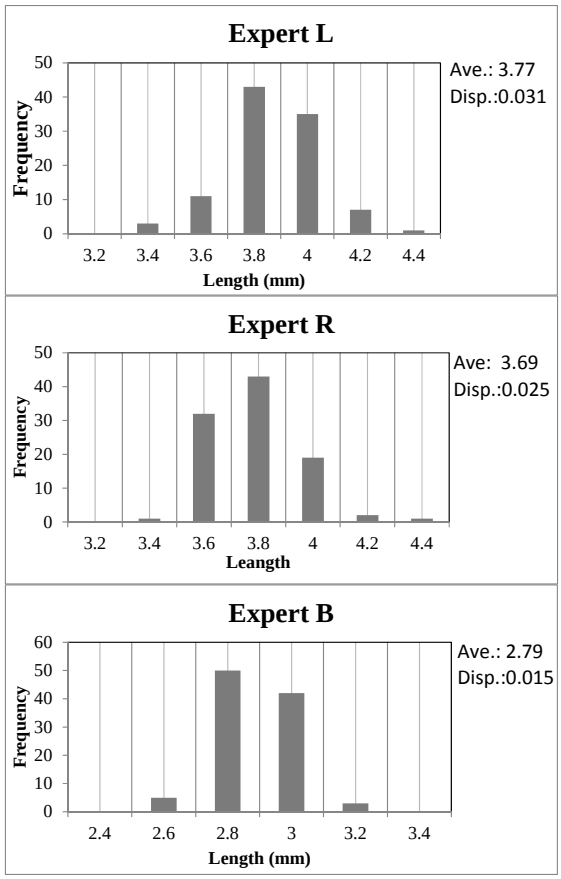


Fig. 7 Knitting unit size L,R, and B in the case of expert.

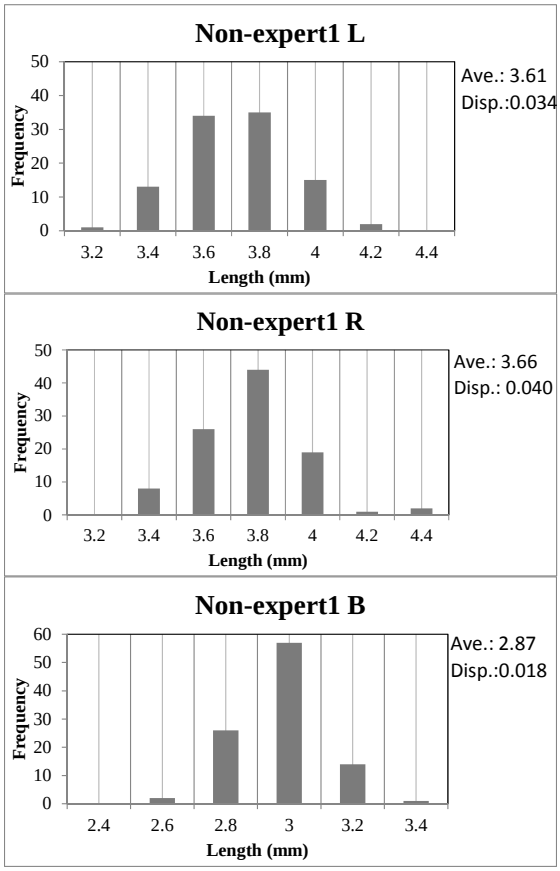


Fig.8 Knitting unit size L,R, and B in the case of non-expert

Table 1 Average and Dispersion of knitting unit size

		Expert	Non-expert					
			1	2	3	4	5	6
L	Ave. (mm)	3.77	3.61	3.66	3.91	3.63	3.96	3.83
	Disp. (mm^2)	0.031	0.035	0.032	0.029	0.026	0.028	0.044
R	Ave. (mm)	3.69	3.66	3.62	3.57	3.67	3.48	3.50
	Disp. (mm^2)	0.025	0.040	0.051	0.023	0.030	0.035	0.040
B	Ave. (mm)	2.79	2.87	2.81	2.91	2.79	3.06	2.95
	Disp. (mm^2)	0.015	0.018	0.022	0.015	0.018	0.020	0.021

Conclusion

The comparison of the arm movement analysis between knitting expert and non-experts were study. The expert showed the highest knitting speed by using the arm moving only. While non-experts used the rotation of body and some non-expert moved their body together with a handle moving to support arm movement because they held a handle incorrectly. That led to the slower knitting speed when compared the expert. The higher knitting speed affected the bigger area under the knitting loop. For the next experiment, non-experts have to imitate the knitting behavior from the expert especially the arm position and the handle holding position. And compare their fabric quality and knitting speed.

経験年数が掛軸修復の打刷毛作業におよぼす影響

Effects of Carrier Experience on Works at Second Lining Pounding Process for Hanging Scrolls

岡泰央*，〇高井由佳**，後藤彰彦**，岡興造*，濱田泰以*

*京都工芸繊維大学　**大阪産業大学

OKA Yasuhiro*, TAKAI Yuka**, GOTO Akihiko**, OKA Kozo*, HAMADA Hiroyuki*

*Kyoto Institute of Technology, **Osaka Sangyo University

1.　緒言

日本の伝統的な絵画や書跡の装丁様式に掛軸というものがある．掛軸は収納時には下から巻いて箱に納入されている．鑑賞するときだけ展開して床の間や梁に掛けられる．巻いた時には折れることなくしなやかに巻き上げられ，展開した際にはなみうちや折れが生じてはならない．このふたつの機能を可能にするために，掛軸の裏面には和紙が数層にわたって接着される．この和紙は裏打ちと呼ばれる．和紙は繰り返される巻き解きに堪えうるだけの十分な接着をされていなければならない．そこで裏打ちは，作品の裏から和紙を打刷毛と呼ばれる特殊な刷毛にて叩き，接着を促進させるのである．この叩く動作は叩打と呼ばれる．図 1 に叩打の様子を示す．図 2 に示すように，掛軸は本紙と呼ばれる絵画や書跡の裏から順に肌裏紙，増裏紙，中裏紙，総裏紙と呼ばれる 4 層の裏打紙が小麦を原料とした澱粉糊で接着されているのが一般的である．それぞれの層の接着作業のことを「肌裏打ち」，「増裏打ち」，「中裏打ち」，「総裏打ち」と呼んでいる．裏打ちの中でも増裏打ちは最も技術を要するとされており，技術の良し悪しが掛軸の仕上がりを左右する．しかし，裏打ちの技術の教授はこれまでほとんど行われておらず，「見て盗む」「見よう見まね」という習得方法で会得するしかなかった．実践導入をする場合には，部分的な教授を行うのみで，全ての動作に対して教授を行うことはないと言う．「見て盗む」という習得方法は，修業期間が十分確保され，多くの作品の作製を目にすることができる場合，自らの気付きにより習熟が進むことから，現在でも有効である．しかしながら近年，技術者を志す若者が減少し，大学卒業後に就業する若者も多く，手がける作品数が減少する中，「見て盗む」という習得方法では十分な技術伝承が行えなくなっている．

そこで本研究では，熟練者の増裏打ちの技術の特徴明らかにすることを目的とした．熟練者および非熟練者の増裏打ちを三次元動作解析および圧力測定フィルムを用いて測定し，熟練者の増裏打ちの技術の特徴を見出した．

図 1　熟練者の叩打の様子

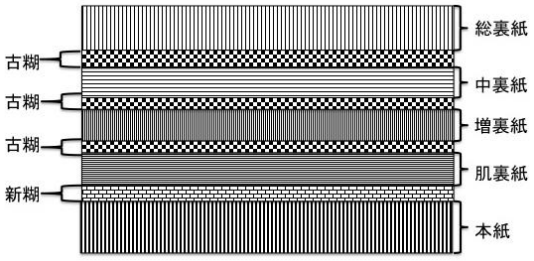


図 2　裏打ちの構造

2.　方法

2.1　実験概要

文化財に指定された掛軸の修復に携わる職人に増裏打ち作業を行わせ，その間の動作を三次元動作測定装置にて記録し，解析を行った．また，同じ職人に圧力測定フォルムへの叩打を行わせた．

2.2　実験環境

実験は 2012 年 9 月に文化財修復企業の工房にて実施した．工房には裏打ち専用の作業台が設置され

ており，全ての測定は作業台上で行った．

2.3　実験参加者

実験参加者は，文化財修復に携わる職人 2 名であった．このうち，経験年数が 20 年の者を熟練者（年齢 38 歳，男性，身長 171cm，体重 72kg，右利き），経験年数が 4 年の者を非熟練者（年齢 25 歳，男性，身長 170cm，体重 54kg，右利き）とした．実験参加者には実験前に実験の目的および内容を説明し，インフォームド・コンセントを得てから実験を開始した．

裏打ちを用いた修復は日本独自の技法であり，日本国内の熟練者の技術が世界でも最も優れた技術となる．日本国内における裏打ちに携わる職人は 100 名程度しかいない．このため，多人数の実験参加者を確保するのは大変困難な状況である．

2.4　材料及び道具

実験参加者には肌裏打ちが既に完了している平絹（縦 70cm×横 40cm）を作品に見立てて，水にて希釈した古糊を接着剤として美栖紙を接着する増裏打ちの工程を指示した．美栖紙の 1 枚の大きさは縦が約 15cm，横が約 70cm であり，それを 3 枚準備した．道具や作業台は実験参加者が日常的に使用しているものを使用した．

2.5　動作測定および解析

実験参加者の作業を記録するために，2 台のデジタルカメラで撮影をおこなった．動作解析にはリアルタイム光学式モーションキャプチャシステム（MAC3D SYSTEM, Motion Analysis 社製）と 6 台の赤外線カメラ（Raptor-H, Motion Analysis 社製）を用いた．実験参加者には両肩，両肘，両手首，及び打刷毛の柄の部分に赤外線反射マーカーを貼付した．サンプリングレートは 120Hz とした．図 3 に赤外線反射マーカーの貼付位置と作業環境を示す．

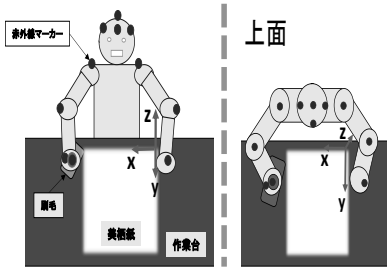


図 3　赤外線反射マーカーの貼付位置と作業環境

増裏打ちの作業の中で最も習得が難しいことから，本研究では叩打作業に限定して動作解析をおこなった．本研究では，熟練者と非熟練者の 1.刷毛で叩いた場所，2.作業時間・刷毛で叩いた数・叩いた場所の距離，3.打刷毛の柄のマーカーの軌跡に着目した．

2.6　圧力測定フィルムでの測定および解析

圧力測定フィルムには富士フィルム社製のプレスケール極超低圧用 LLLW（ツーシートタイプ）を用いた．熟練者と非熟練者には，叩打作業に用いる作業台で通常の通り叩打をおこなうように指示し，1 回の叩打がどの程度の力でおこなわれ，さらに刷毛の底面のどの程度の面積で叩打をしているのかを計測した．断続的に同一箇所を叩打する動作を被験者がおこない，適時，圧力測定フィルムを差し込んでフィルム面を 1 回だけ叩打させ，すぐにフィルムを引き抜くことによって 1 回分の叩打についての測定を実施した．次に圧力測定フィルムの全面をムラなく叩打するように指示した．

作業の終了したフィルムはスキャナーにてデジタル化された後に，圧力画像解析システム FPD-8010J によって解析し，1 回の叩打についてはその加圧面積，荷重，平均圧力を数値化した．また，フィルム全体を叩打した場合は，視覚的に叩打のムラを確認し，さらには荷重，平均圧力を算出した．

3.　結果および考察

3.1　動作解析結果

図 4 に手の甲のマーカーから算出した叩打をおこなった位置を示す．グラフ内の線は美栖紙の位置を示している．両実験参加者ともに x-y 平面の 0 点付近から叩打を始め，y 軸のプラス方向に刷毛を進め，x 軸のプラス方向へ移動しつつ，y 軸のマイナス方向へ叩打を折り返していた．また，美栖紙の端まで叩き終えると，逆側から同じ動作を繰り返していた．熟練者は自身の右側で叩打する時は右手を，左側で叩打する時は左手を使用し，美栖紙の中央約 1/3 の領域で右手と左手を入れ替えていた．一方，非熟練者は右手のみを使用して叩打をおこなっていた．非熟練者は左右端において叩打がおこなえていない領

域が存在することが確認できた．尚，熟練者のマーカーが美栖紙の範囲よりも外に出ているのは，手の甲のマーカーを参照しているためである．

表 1 に作業時間・叩打数・叩打間の距離の平均と標準偏差を示す．熟練者は非熟練者に比べて，作業時間が短く，叩打間の距離（図 4 における各点の間隔）が長く，叩打数が少ないという結果が得られた．

図 5 に三次元空間における叩打一列分の刷毛の柄の軌跡を示す．熟練者は円を描くように刷毛を動かしており，非熟練者は直線的に刷毛を上下させていることが見て取れた．

図 6 に x-z 平面における叩打一列分の刷毛の柄の軌跡を示す．熟練者は非熟練者よりも刷毛の引き上げ高さや叩打時の角度が一定であることが分かった．熟練者は刷毛を垂直から約 20 度傾けて和紙を打っていた．

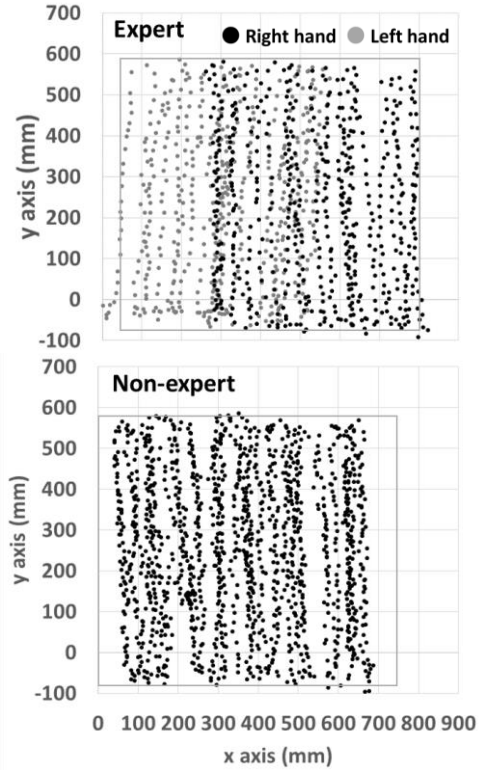


図 4　叩打を行った位置

表 1　作業時間・叩打数・叩打間の距離

	Work time (sec)	The number of strokes (times)	Average distance of strokes (mm)
Expert	451	1120	25.1±9.9
Non-expert	603	1358	18.0±9.0

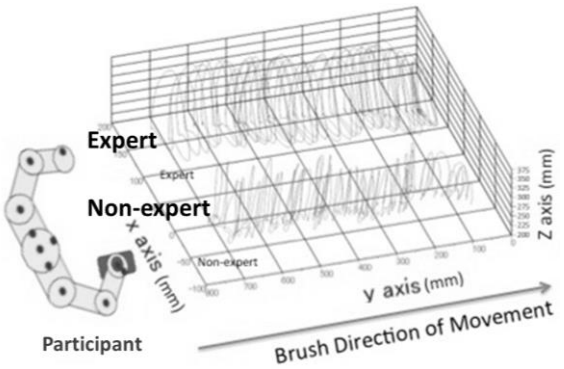


図 5　三次元空間における刷毛の柄の軌跡

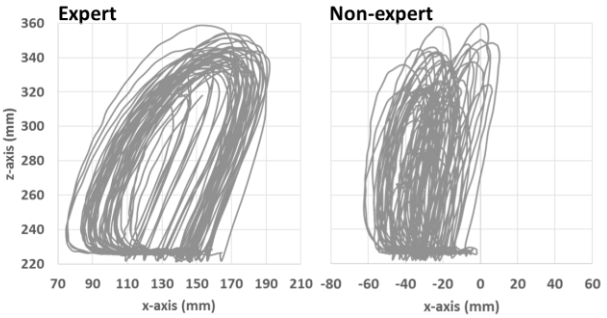


図 6　x-z 平面における刷毛の柄の軌跡

3.2　圧力測定結果

表 2 および図 7 に 1 回の叩打における圧力解析の結果を示す．熟練者は非熟練者よりも加圧面積が広く，荷重は高いことが明らかとなった．熟練者の加圧範囲は，非熟練者よりも横幅が広い楕円であった．

表 3 およびに図 8 にフィルム全体への叩打における圧力解析の結果およびフィルム変色を示す．フィルムの色が黒くなるほど高い圧力が負荷されたことを示している．熟練者は非熟練者よりも叩打回数が少なく，荷重および平均圧力は低いことが明らかとなった．この結果の原因は，図 8 における叩打後のフィルムの変色から，目視により確認できる．非熟練者は叩打できずにフィルム面が白いままの箇所が特に中央下部にある一方で，同じところを何度も叩打してしまい黒くなっている部分が多く観察された．

表 2　1 回の叩打における加圧面積・荷重・平均圧力

	Pressurized area (mm^2)	Load (N)	Average pressure (MPa)
Expert	4997	1174	0.23
Non-expert	4101	914	0.22

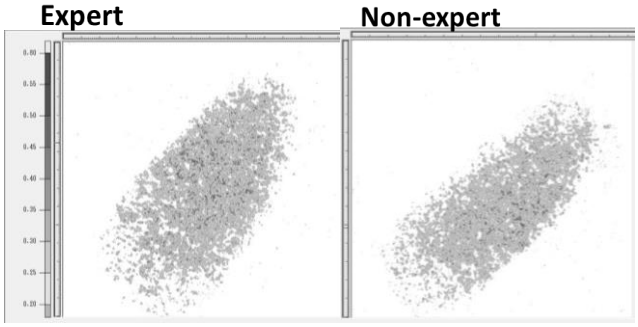


図 7　1 回の叩打における圧力解析結果

表 3　フィルム全体への叩打における叩打回数・荷重・平均圧力

	Pounding times	Load (N)	Average pressure (MPa)
Expert	53	14214	0.40
Non-expert	88	16699	0.47

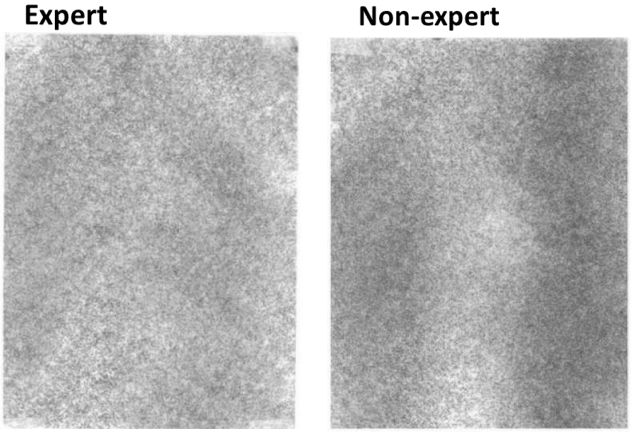


図 8　フィルム全体への叩打におけるフィルム変色

4.　考察

動作解析より，熟練者の刷毛は円を描くように動いていた．なぜ円を描くように刷毛を動かすのかを熟練者にヒアリングをおこなったところ，刷毛の和紙に当たる面は，平面ではなく曲面に切りそろえられているため，和紙に対して斜めに刷毛を叩打するよう意識していることが明らかになった．斜めに刷毛を叩打することにより 1 回の叩打での加圧面積が大きくなり，少ない叩打回数で短時間に作業を終えられることが示唆された．さらに上記のように刷毛を動作させるためには，図 1 のように刷毛を上から持ち，薬指を毛の根元に引っ掛けなければないことが，熟練者へのヒアリングから明らかとなった．また，熟練者からは，腕の疲労軽減および均一な叩打のために，体の中央で刷毛を持ち替えるように意識していること，和紙上にどのように叩打がなされているのかのイメージを描きながら作業を進めていることが聞き取れた. 一方, 非熟練者へのヒアリングからは，刷毛がどのような面で和紙と接触しているかのイメージがないということが分かった. 非熟練者に見られた叩打のムラは, 刷毛の接触イメージの欠落に起因していると考えられ，動作の改善と共に，刷毛の動きと和紙への圧力負荷のイメージを持たせることが，早期習熟への近道であることが示唆された.

これらの結果より，熟練者の叩打の特徴は，下記に示す内容にまとめることができた.

1)刷毛の持ち方：上から持ち，薬指を毛の根元に引っ掛ける

2)刷毛の持ち替え：右手に刷毛を持つときは，右手は概ね右肩から体の中央までの範囲で叩打し，体の中央で刷毛を持ち替える

3)刷毛の動き : 空中で円を描くように刷毛を動かし, 和紙に向かって垂直から約 20 度刷毛を傾け, 右手に刷毛を持つ場合は刷毛の左側が和紙に当たる

4)刷毛と和紙の接触：接触位置や面積のイメージ通りに刷毛を動かすことができる

5.　結言

熟練者および非熟練者の増裏打ちを三次元動作解析および圧力測定フィルムを用いて測定し，熟練者の増裏打ちの技術の特徴を見出した．熟練者は刷毛を上から握り，体の中央で持ち替え，20 度傾けて叩打することで，少ない叩打回数でムラなく圧力を負荷していたことが明らかとなった.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 25350327 の助成を受けたものです.

自動車補修塗装作業でのスプレーガン運行が仕上がりに及ぼす影響

Influence of Spray Gun Handling for Auto Repair Painting on Finished Surfaces

○池元　茂*，濱田　泰以*，高井　由佳**

*京都工芸繊維大学　**大阪産業大学

IKEMOTO Shigeru*, HAMADA Hiroyuki*, TAKAI Yuka**

*Kyoto Institute of Technology, **Osaka Sangyo University

1.　緒言

自動車修理における塗装作業は個別の対応が必要となるため，人の手による作業が不可欠である．しかしながら近年，塗装に携わる技術者の全体数の減少や質の低下が発生し，技の継承が困難となってきている．主軸を担う団塊世代が続々と退職し，熟練技術者を多く失いつつある現在，技術者の質の低下を断ち切り，非熟練技術者により早く，より確実に技を習得させることが必要である．また，各自動車メーカーは特殊な塗料や塗装技術を取り入れ製品化しており，常に新しい塗料や塗装技術の修理に対応する必要がある．

そこで本研究では，非熟練者のための塗装作業における技術習得教材の開発を目的とした．本稿では特に，熟練者の塗装動作および姿勢の特徴を明確にし，それが仕上がりに及ぼす影響を明らかにすることを目的とした．

2.　方法

自動車修理における塗装に携わる職人に自動車のドアパネルへの塗装作業を行わせ，その間のスプレーガンの運行を三次元動作測定装置にて記録し，解析を行った．

実験参加者は，自動車修理に携わる職人 10 名であった．このうち，経験年数が 10 年以上の者を熟練者，経験年数が 3 年未満の者を非熟練者とした．熟練者・非熟練者共に 5 名ずつであった．実験参加者には実験前に実験の目的および内容を説明し，インフォームド・コンセントを得てから実験を開始した．

塗料は，日本ペイント株式会社製のソリッド用塗料の白色を使用した．使用するスプレーガン，塗装対象物となるドアパネルは全ての実験参加者が同じものを使用した．スプレーガンの調整や塗料の希釈は同一条件とした．実験参加者には，3 回の塗装で仕上げることを指示した．

実験参加者の体に 20 箇所，スプレーガンに 4 箇所，塗布するドアパネルに 9 箇所の赤外線反射マーカーを貼り付けし，標点とした．標点座標の収集には，光学式三次元自動動作分析装置 MAC 3D SYSTEM（Motion Analysis 社製）を用い，サンプリング周波数は 120Hz とした．座標系は実験参加者に対して左右方向を x 軸，前後方向を y 軸，上下方向を z 軸とした．図 1 に測定風景を示す．

図 1　塗装の作業風景

通常，塗装におけるスプレーガンの運行は，塗装対象物の全幅を，地面と水平に往復させる．この時の動きを，三次元自動動作分析装置を用いて詳細に解析した．今回の塗装作業はウェットオンウェットと呼ばれる，1 回目に塗った塗料が完全に乾かないうちに 2 回目，3 回目を重ねて塗る手法をとった．本研究では，仕上がりに最も重要とされる 2 回目の塗装動作を解析対象とした．

仕上がった塗装の状態は，膜厚計（LE-300C：株式会社ケツト科学研究所製）にて測定を行い評価した．測定はドアパネル上の 9 点とした．測定場所を図2に示す. 各測定場所において5点測定を行った．

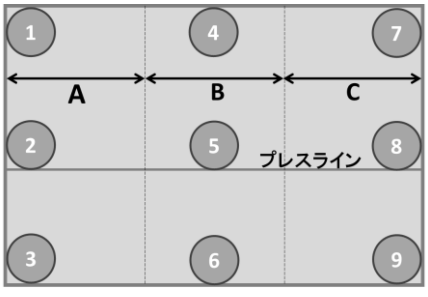


図 2　膜厚の測定場所

熟練者と非熟練者の比較には，t 検定を行った．位置による比較には二要因分散分析を行った．有意水準は 5%とした．

3. 結果

3.1 スプレーガン運行速度

1 方向の塗装動作におけるスプレーガンの運行速度の代表例を図 3 に示す．熟練者は塗装の始点と終点において最も速度が遅く，中央に行くにしたがい速くなる傾向が見られた．一方，非熟練者は場所による顕著な速度変化が見られなかった．そこで，ドアパネルを横方向に 3 分割し（図 2 の A-C），それぞれの位置を塗装した時の平均運行速度を図 4 に示す．熟練者，非熟練者ともパネル中央部にあたる B における速度が最も速く，端部では遅くなる傾向が見られた．また，各場所における熟練者のスプレーガン運行は非熟練者よりも優位に速かった．

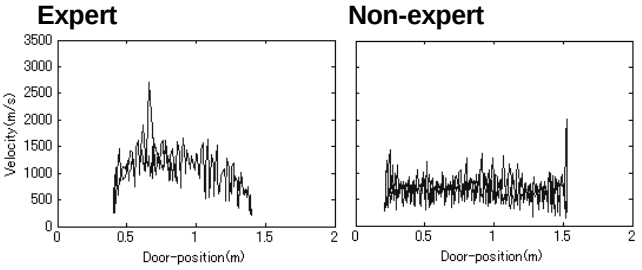


図 3　左右方向におけるスプレーガン運行速度の変化

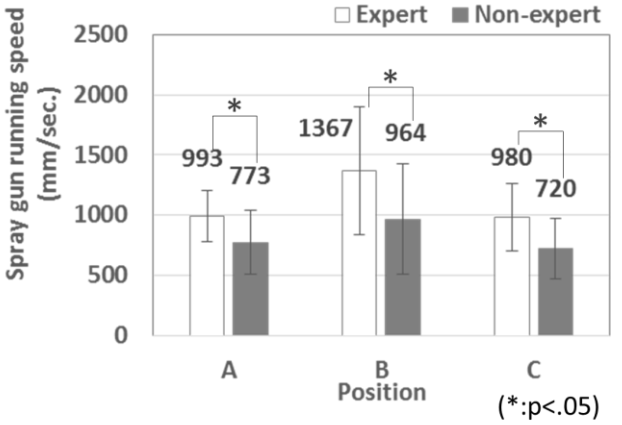


図 4　A-C の位置におけるスプレーガン運行速度

3.2 スプレーガン運行時の姿勢

1 方向の塗装（図 2 における C から A への塗装）動作における代表的な姿勢を図 5 に示す．姿勢は左右の肩，大転子，膝，足首のマーカーを繋ぐことにより比較を行った．姿勢の比較は 1 塗装の始点・中点・終点とした．中点は始点と終点との中間の位置とした．熟練者はほぼ直立から作業を始めているのに対し，非熟練者は体を右に傾けた状態から始めていた．また熟練者の足首の位置は終始ほぼ変化はなく，立ち位置を変えなかったのに対し，非熟練者は始点では左足が，終点では右足が浮き，片足で立っていた．

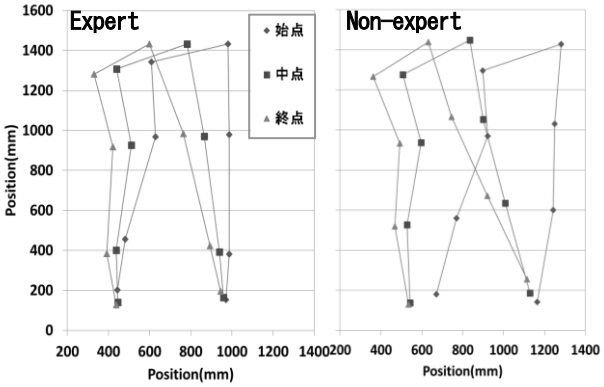


図 5　塗装の 1 動作における始点･中点･終点の姿勢

3.3 膜厚の測定

平均膜厚および膜厚の最大値と最小値の差分の平均値を表 1 に示す．膜厚は，熟練者よりも非熟練者のほうが厚かった．最大値と最小値の差分は熟練者のほうが小さかった．

表 1　膜厚測定結果

	Expert		Non-expert	
	AVG.	S.D.	AVG.	S.D.
Film thickness (μm)	104.3	8.42	107.6	9.95
Difference of Max. and Min. (μm)	5.92	1.57	9.67	4.26

4. 考察

熟練者の塗装の仕上がりは膜厚の差分が小さいことから，非熟練者よりも均一であると言える．修理における塗装は，全体をきれいに仕上げることも重要であるが，部品を元の場所に戻した時に，修理していない部品といかに馴染ませるかが重要である．このため，熟練者は端部により気を遣って塗装しているそうである．このことより，熟練者は全体的には速い速度でスプレーガンを運行しながらも，端部においては速度を落とし，丁寧に作業を進めていたと考えられる．また，熟練者は非熟練者と比べ足の位置をほぼ動かさず，体の横方向への動きを安定させることでスプレーガン運行のバラつきを抑えていたと考えられる．特にドア端部の塗装においては，腕を伸ばす必要があるため，体幹を安定させることで腕のブレを最小限に抑え，膜厚の均一化を行っていることが予測できる．今後，さらに詳細な解析を行い，熟練者の姿勢を数値化してく予定である．

第１日　Ｃ会場

PIE 研究部会企画セッション

12 月 5 日
会場：C2

10:00～11:24　生理心理（1）
座長：三宅　晋司（産業医科大学）

15:10～16:20　生理心理（2）
座長：萩原　啓（立命館大学）

異なる負荷課題後の呼吸統制による生理的・心理的効果

Physiological and psychological effects of breathing control after different load task

○岩本直人*，萩原啓**

*立命館大学大学院 情報理工学研究科　**立命館大学 情報理工学部

IWAMOTO Naoto*, HAGIWARA Hiroshi**

*Graduate school of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

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

1. はじめに

現代人は様々な社会背景からストレスや疲労が増加し、これらに伴う健康面での悪影響が懸念されている。本研究では先行研究 [1]によって報告された異なる呼吸周期での呼吸統制による効果に着目し、種類の異なる負荷課題を与えた後、振動刺激を用いた呼吸統制による生理的・心理的変化の評価をおこなった。

2. 概要

2.1 実験概要・計測器具

本実験は、健常な被験者 4 名(男性 4 名 年齢:22~23 歳)の協力のもと計測をおこなった。学内の倫理規定に則り、研究対象者には計測前に十分なインフォームド・コンセントを得た上で実験を実施した。脳波・心電図の計測には多用途脳波計 EEG1100(日本光電)、呼吸計測には胸腹呼吸センサ 45360(GE ヘルスケア・ジャパン)を用いた。

2.2 事前計測・概要

本実験に先立ち、被験者には事前計測実験として 5 分間の活動(エアロバイク: 負荷 40W 速度 45rpm)状態、5 分間の深呼吸(被験者が許容できる範囲内での最大呼気・吸気)状態を実施し、各状態時の呼吸・心電図の計測をおこなった。

事前計測実験によって得られた心電図の RR 間隔を用いて経時 1 分間ごとにローレンツプロット解析(LP; Lorenz Plot 解析)をおこない、LP 解析によって得られた LP 面積 S(LP-S)を用いて、各被験者に応じた呼吸周期の作成をおこなった。作成した作呼吸周期パターンは短周期(活動時の LP-S が最小の時間中の 1 分間の平均呼吸周期)・長周期(深呼吸時の LP-S が最大の時間中の 1 分間の平均呼吸周期)の 2 種類である。

2.3 本実験

実験プロトコルは 3 分間の AAT(Alpha Attenuation Coefficient; α 波減衰テスト) (閉眼 30 秒・開眼 30 秒×3 回)、10 分間の負荷課題(2 種類)、3 分間の AAT、5 分間の呼吸統制、3 分間の AAT、5 分間の安静座位、3 分間の AAT の合計 32 分間の計測を 1 サイクルとした。また、計測の前後と負荷課題後・呼吸統制後に RAS(Roken Arousal Scale; 疲労・覚醒主観評価指標)の記入を計 4 回実施した。1 サイクルごとに 5 分間の休憩を取り入れた。ここで、異なる負荷課題として肉体的疲労課題としてエアロバイク運動、精神的疲労課題としてクレペリン検査を用いた。さらに、呼吸統制では振動発生装置(日本スリービー・サイエンティフィック)を用い、指（手）に振動刺激を与え振動の強弱に従い呼吸をおこなうように指導し、振動が強まる場合に吸気、弱まる場合に呼気をおこなうように教示した。また、被験者への負荷を配慮し、実験は 2 日に分けて実施するとともに、順序効果を考慮して、負荷課題の内容と呼吸統制の種類は実験ごとにランダムとした。

3. 計測部位・評価方法

脳波計測では、国際式 10-20 法に従い、被験者の頭部に電極の装着をおこない、C3、C4、O1、O2、A1、A2 により導かれる脳波を計測した。心電図装着位置として、3 点誘導法を用い、右鎖骨と左肋骨の電極の電位差を検出した。

RAS は疲労・覚醒度を主観評定値によって定量化するために、開発された主観評価手法である [2]。

AAC(Alpha Attenuation Coefficient; α 波減衰係数)を用いて覚醒度の定量的評価をおこなった。AAC の値が大きいと覚醒度が高く、AAC が小さい場合には覚醒度が低いことを示す [3),4)]。

心電図の RR 間隔変動の定量化には、LP 解析を用い、副交換神経活動度の指標として用いた。面積 S が大きいと副交換神経の活動度が大きいことを示す [5),6)]。

4. 結果

4.1 心理

RAS の「リラックス」、「緊張」の項目において、①負荷課題前後・②呼吸統制前後で比較した結果、被験者 4 名ともに「リラックス」では、①減少・②増加し、「緊張」では①増加・②減少した。

4.2 生理

表 1　負荷課題(エアロバイク運動) No.1

生理評価	短周期		長周期	
	AAC	LP-S	AAC	LP-S
実験前	-1.376	1.437	0.960	-0.049
負荷後	-0.693	-1.256	-0.078	-1.098
統制後	-0.625	-0.534	-0.144	-0.584
実験後	-0.785	-0.590	1.067	-0.805

表 2　負荷課題(クレペリン検査) No.1

生理評価	短周期		長周期	
	AAC	LP-S	AAC	LP-S
実験前	-0.142	-0.479	1.285	-0.230
負荷後	0.436	0.130	-0.301	-0.481
統制後	0.490	0.411	-0.951	0.636
実験後	1.419	0.600	-0.549	0.634

表 3　負荷課題(エアロバイク運動) No.2

生理評価	短周期		長周期	
	AAC	LP-S	AAC	LP-S
実験前	0.768	0.307	-0.827	-0.657
負荷後	0.072	-0.162	0.035	-0.376
統制後	0.194	-0.897	0.097	-0.756
実験後	0.478	0.710	-0.747	-0.537

表 4　負荷課題(クレペリン検査) No.2

生理評価	短周期		長周期	
	AAC	LP-S	AAC	LP-S
実験前	-0.108	0.119	-0.040	-0.791
負荷後	0.659	1.435	2.133	-0.964
統制後	-0.516	-0.208	-0.784	-0.711
実験後	-0.363	1.117	-1.049	-0.644

表 5　負荷課題(エアロバイク運動) No.3

生理評価	短周期		長周期	
	AAC	LP-S	AAC	LP-S
実験前	0.502	-1.068	-0.005	-0.945
負荷後	0.920	-0.332	0.908	-0.819
統制後	-0.758	-0.172	-0.566	-1.105
実験後	-1.132	0.549	-1.173	-0.586

表 6　負荷課題(クレペリン検査) No.3

生理評価	短周期		長周期	
	AAC	LP-S	AAC	LP-S
実験前	1.660	-0.862	0.596	-0.995
負荷後	1.807	0.106	0.300	-0.175
統制後	-0.540	0.615	-0.646	1.046
実験後	-0.843	0.605	-1.027	3.251

表 7　負荷課題(エアロバイク運動) No.4

生理評価	短周期		長周期	
	AAC	LP-S	AAC	LP-S
実験前	1.177	0.742	1.325	0.299
負荷後	1.111	-0.942	0.372	-1.043
統制後	-0.880	-0.896	-0.577	-0.896
実験後	-0.954	0.553	-0.717	0.311

表 8　負荷課題(クレペリン検査) No.4

生理評価	短周期		長周期	
	AAC	LP-S	AAC	LP-S
実験前	1.110	-0.130	1.732	-0.736
負荷後	-0.556	1.021	0.591	0.087
統制後	-0.960	-0.303	-0.899	0.099
実験後	-0.814	1.602	-1.059	1.989

表 1～表 8 は各被験者の負荷課題と統制周期ごとの生理指標の結果であり、個人差を考慮するために、被験者毎に標準化をおこなった結果である。

表 2・表 4・表 6・表 8 の結果から、負荷課題(クレペリン検査)呈示後の長周期での呼吸統制後に、AAC では減少・LP-S では増加という結果を全被験者が示した。

また、計測した呼吸から呼吸統制中の呼吸周期を算出した結果、全被験者は呼吸統制中に呈示した周期と被験者がおこなった呼吸周期は非常に近い数値(近似率 95%以上)結果を示した。

5.　考察

RAS の結果において、先行研究 [1]で報告されていた長周期による心理的な効果(眠気・注意集中困難の増加・全般的活性の減少)が負荷課題の種類に関わらず研究においてもみられた。全被験者は呈示周期に対し、実際におこなった呼吸周期は近い数値結果を示しており、このことから被験者は呼吸統制を高い精度で取り組めたと考えられる。生理的結果より、精神的負荷課題の後に長周期の呼吸統制をおこなうことで覚醒度の低下と副交感神経活動度の上昇の可能性が示唆された。

6.　おわりに

本研究では被験者の人数が 4 人と少なく、被験者の数を増やし統計的処理を加える必要があると考えられる。今後、被験者への負荷呈示後の呼吸統制による影響・効果を評価するために心拍・呼吸などの生理的指標と主観評価を用いて評価をおこなっていく。

参考文献

1) Naoto Iwamoto, Hiroshi Hagiwara: Induction of a Relaxed State Using a Vibration Stimulus Based on the Respiratory Cycle, 17th International Conference HCI International 2015, Vol.9172, pp.386-395 (2015).
2) 高橋誠,北島洋機,本城由美子: 精神的作業負担チェックリストの作成とそれによる眠気とリラックス状態の関係構造の検討, 労働科学, vol.72, No.3 pp.89-100 (1996).
3) 稲本辰巳, 金倉智行, 萩原啓: α 波構成要素の変動と覚醒度との関係, 日本人間工学会大会講演集, Vol.45, pp.478-479 (2009).
4) 萩原啓, 荒木和典, 道盛章弘, 斎藤正己: 覚醒度の定量的評価方法とその応用に関する研究, 精神神経学, Vol.99, No.1, pp.23-24 (1997).
5) Toichi M, Sugiura T, Murai T, Sengoku A: A new method of assessing cardiac autonormic function and its comparison with spectral analysis and coeficiente of variation of R-R interval, J. Auton. Nerv. Syst., Vol.62, No.1, pp.79-84 (1997).
6) 豊福史, 山口和彦, 萩原啓: 心電図 RR 間隔のローレンツプロットによる副交換神経活動度の簡易推定法の開発, 人間工学, Vol.43, No.4, pp.185-192 (2007).

音刺激のリズム変化と振動刺激の複合刺激による生理的・心理的効果

Physiological and psychological effects of rhythm changes in the sound stimulus and vibration stimulus

○竹内宏輔*，萩原啓**

*立命館大学大学院情報理工学研究科　**立命館大学情報理工学部

TAKEUCHI Kosuke*, HAGIWARA Hiroshi**

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

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

1.　はじめに

現代の社会では様々な要因から発生するストレスや疲労感が問題となっており、ストレス解消やリラックスに対しての注目が高まっている。本研究では心拍間隔に由来するリズムを有した音刺激と振動刺激を複合的に与えることで、音刺激の違いや振動刺激の有無などによる生理的・心理的効果の違いを比較し、より効率的に休息効果や活性効果の得られる方法を導き出すことを研究目的とした。

2.　実験概要

2.1　被験者

被験者は健常な大学生 3 名(男性 3 名、年齢 22～23 歳)で十分なインフォームド・コンセントを得た後、実験を行った。

2.2　実験方法

実験の計測には多用途脳波計 EEG1100（日本光電）を用い、α波減衰テスト（AAT）時及びタスク時における脳波・心電図について計測を行った。所要時間は、3 分間の AAT(閉眼 30 秒開眼 30 秒×3 回)、5 分間のタスク(刺激呈示)、3 分間の AAT の合計 11 分とし、被験者には実験の前後に RAS(Roken Arousal Scale; 疲労・覚醒主観評価指標)を記入してもらった。実験プロトコルを図 1 に示す。

図 1　実験プロトコル

タスクは閉眼座位で行い、右手の人差し指を振動発生装置にあてるよう統一した。タスク中に与える音刺激には 440Hz の単調な音を用い、予備実験より算出した被験者ごとの平常時心拍間隔で与えるもの（平音）、タスク終了時に 0.9 倍した間隔になるよう徐々に間隔を狭めていくもの（速音）、同様に 1.1 倍した間隔になるように徐々に広げていくもの（遅音）の 3 通りで行った。また、各刺激について音に同期した振動を与えたとき、非同期の振動を与えたとき、音刺激のみのときの 3 通りの合計 9 種類のタスクを行った。順序効果を考慮して、タスクの順番は被験者ごとにランダムに行った。また、被験者への負担を考慮して実験は二日間に分けて行った。

2.3　予備実験

個人差に考慮するため予備実験として閉眼安静座位にて 5 分間の心電図を計測し、前 2 分間を省いた後ろ 3 分間の RRI を平均することで個人の平常時心拍間隔を算出し、これを用いて各刺激を作成した。

2.4　評価方法

国際式 10-20 法に基づき、被験者の頭部 O1、O2、C3、C4、A1、A2 により導かれる脳波を計測した。計測した脳波に対してノイズ処理を行い、α波帯域のパワースペクトルを算出した。そして閉開眼ごとに平均を求め、平均パワー比を以下の式で表される覚醒度の指標値α波減衰係数(AAC)と定義し、タスク前後の覚醒度の評価指標として用いた[1]。

$$\text{α波減衰係数(AAC)} = \frac{\text{閉眼時平均パワー}}{\text{開眼時平均パワー}}$$

閉眼時のα波出現量が多く、開眼時のα波出現量が少ないときに AAC の値が大きくなり、覚醒度が高いと言える。

心電図の計測は 3 点誘導法により右鎖骨と左肋骨に電極を貼り、その電位差から検出した。心電図の解析には HF を用いた。HF は心拍変動の周波数解析で算出される 0.15～0.4Hz の周波数成分を累積したものであり、副交感神経系の活動度を表す指標である。

RAS は疲労・覚醒度を主観評定値によって定量化するために開発された主観評価手法のことである[2]。

3.　結果

タスク前後での AAC の値を被験者ごとに標準化し、タスク前を基準としたタスク後の変化量を加算平均して比較したものを図 2 に示す。どの種類のタスクにおいてもタスク前からタスク後にかけて AAC の値が減少していることが分かる。つまりすべてのタスクにおいて覚醒度低下の効果があったと言える。その中でも速音や平音に振動刺激を加えたときに覚醒度の低

下が小さくなり、反対に遅音に同期振動を加えると覚醒度の低下が大きくなることがわかった。

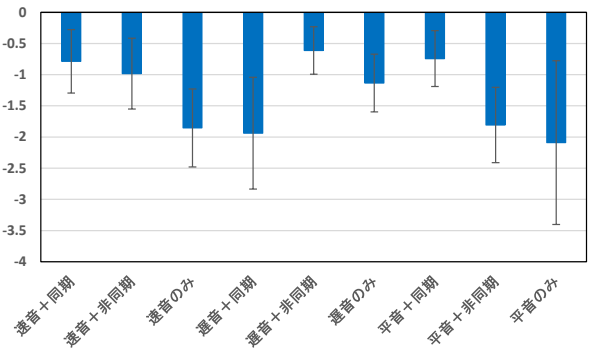


図 2　タスク前後の AAC の比較

実験前後の RAS の値を加算平均して比較したもののうち、代表して眠気の項目を図 3 に示す。ほぼすべてのタスクにおいて値が上昇していたが、速音＋非同期のときと平音＋同期のときに値が減少していた。中でも速音＋非同期のときは、全般的活性の項目においてタスク後に値が上昇しており、他のタスクに比べて眠気が少なく活性状態にあることがわかる。また、遅音＋同期のときや平音＋非同期、平音のみのときに眠気が大きくなっている。

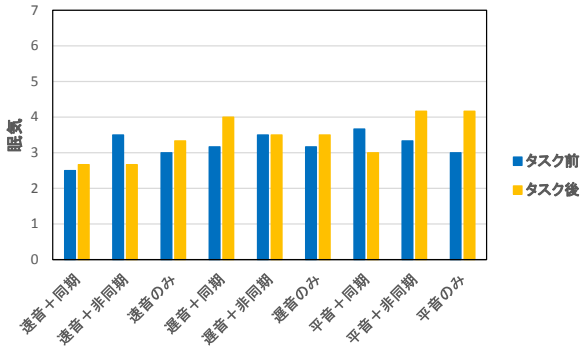


図 3　実験前後の RAS の比較（眠気）

4.　考察

AAC より、先行研究にあるように速音に振動刺激を加えることによる覚醒度の低下抑制効果は本実験でも見られた。RAS の結果も踏まえると速音に非同期振動を加えることによる活性効果が示唆されたが、これは先行研究の結果 [3]と少し異なるため、今後も被験者を増やして傾向を観察する必要がある。また、遅音に同期振動を加えることによって覚醒度がより小さくなっているため、休息効果が示唆される。これは RAS の結果からも読み取れるが、これも先行研究と異なる部分があるため被験者数を増やして確認する必要がある。遅音に非同期振動を加えることによって、遅音のみのときよりも覚醒度が高くなっているが、タスク前の値が小さかったため変化量として算出されるタスク後の減少量が少なくなったとも考えられる。このように AAC の結果からは速音・遅音どちらのときも振動刺激を加えることによってより大きな活性効果・休息効果を生み出す傾向が見られたため、振動刺激の違いによる効果の差も見ていく必要がある。

また HF については、ある被験者のタスク中の HF の値を比較すると図 4 のようになった。しかしこれは一目で分かるように実験日を二日間に分けることの影響を強く受けており、一日目は全体的に小さく、二日目は全体的に大きくなっているためそのまま比較するのは適切でない。そこで、タスク中の 1 分ごとの HF の値の変化を見たところ、すべての被験者が同様の傾向を示している部分はほとんど見られなかった。各被験者の 1 分ごとの HF の変化を見ると、タスク開始時から終了時まで一定に値が上昇/下降することは珍しく、多くのタスクで、タスク途中に離脱している傾向が見られた。そこで、タスク時の RRI の変動にも着目し、刺激に対する引き込み効果などの関連性を解析する必要がある。

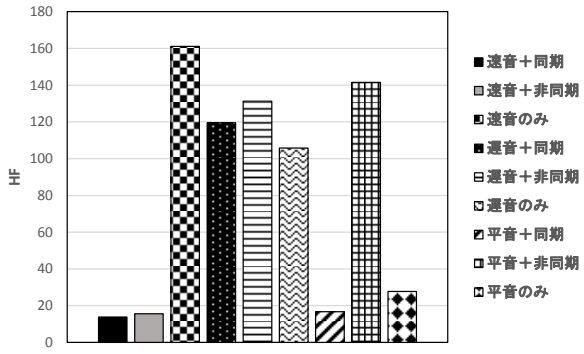


図 4　タスクごとの HF の比較

参考文献

1) 萩原啓, 荒木和典, 道盛章弘, 斎藤正己：覚醒度の定量的評価方法とその応用に関する研究, 精神神經學雜誌= Psychiatria et neurologia Japonica, Vol.99, No.1, pp.23-34 (1997).

2) 高橋誠,北島洋機,本城由美子: 精神的作業負担チェックリストの作成とそれによる眠気とリラックス状態の関係構造の検討, 労働科学, vol.72, No.3, pp.89-100 (1996).

3) 竹内宏輔, 萩原啓：生体由来リズムを有する音刺激と振動刺激による生理的・心理的効果, シンポジウム「モバイル‘15」, pp.7-10 (2015).

4) 小川梢, 芝垣佑美, 萩原啓：心拍動間隔の変動を用いた音刺激が人の心拍動間隔の変動に与える影響, 日本人間工学会誌, 44(6), pp.334-340 (2008).

5) 山田絵理香, 萩原啓：運動および睡眠状態の心拍変動の特徴を持つ音刺激の生理的影響, バイオフィードバック研究, Vol.38, No.1, pp.35-41 (2011).

6) 宮岡徹, 間野忠明：手指および手掌における振動感覚順応, The Japanese Journal of Psychonomic Science, Vol.5, No.2, pp.63-69 (1986).

精神的疲労に対する能動的運動を用いたアクティブレスト効果

Effects of active rest on mental fatigue

○荒巻公亮，萩原啓

立命館大学 情報理工学部

ARAMAKI Kosuke, HAGIWARA Hirosi

College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University.

1. はじめに

近年，様々な社会背景によりストレスの増加による健康への悪影響や作業効率の低下などがおきており，限られた時間の中で，質の高い休息が求められている．

そこで，本研究では，肉体疲労に有効であるアクティブレストに着目し，精神疲労時に能動的運動を用いて，より効果的な休息効果の得られる方法を導き出すことを研究目的とした．

2. 実験方法

2.1 実験概要

被験者は健常な大学生 5 名(男性 4 名,女性 1 名,年齢 21~22 歳)で十分なインフォームド・コンセントを得た後に実験を行なった． 脳波・心電図の計測には多用途脳波計 EEG1100(日本光電)を用いた．

2.2 実験内容

実験プロトコルを図 1 に示す．3 分間の AAT(Alpha Attenuation Test ； α 波減衰テスト，閉眼 30 秒・開眼 30 秒×3 回), 15 分間の負荷課題, 10 分間のアクティブレスト(3 種類), 3 分間の AAT の合計 31 分間の計測を 1 サイクルとした.また，計測の前後と負荷課題後に RAS(Roken Arousal Scale; 疲労・覚醒主観評価指標)の記入を計 3 回実施した．

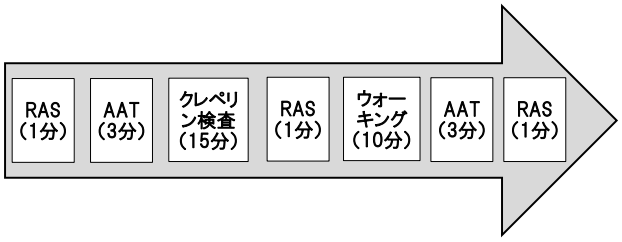


図 1 実験プロトコル

負荷課題にはクレペリン検査を用いた．また，アクティブレストには安静座位, 1.5km/h の歩行, 6.0km/h の歩行の 3 種類行なった． 歩行はウォーキングマシン(Sports Art 6300)を用いて行なった．

被験者への負担を配慮し，実験は 1 日 1 サイクルのみとし，3 日に分けて実施する．また，順序効果を考慮して，アクティブレストの順番は実験ごとにランダムにした．

3. 評価方法・計測部位

心電図の計測は3点誘導法により右鎖骨と左肋骨に電極を貼り，その電位差から検出した．心電図の解析にはHFを用いた．HFは心拍変動の周波数解析で算出される0.15～0.4Hzの周波数成分を累積したものであり，副交感神経系の活動度を表す指標である．

脳波計測では，国際式 10-20 法に従い，被験者の頭部に電極の装着をおこない，C3, C4, O1, O2, A1, A2 により導かれる脳波を計測した．

計測した脳波に対してノイズ処理を行い，α波帯域のパワースペクトルを算出した．そして閉開眼ごとに平均を求め，閉眼平均パワーを開眼平均パワーで割った値で表される覚醒度の指標値α波減衰係数(AAC)と定義し，タスク前後の覚醒度の評価指標として用いた．

閉眼時のα波出現量が多く，開眼時のα波出現量が少ない時にAACの値が大きくなり，覚醒度が高いと言える[1]．

RASは疲労・覚醒度を主観評定値によって定量化するために、開発された主観評価手法である[2]．

4. 結果

RAS の結果を図 2 と図 3 と図 4 に示す．すべてのアクティブレストにおいてリラックスが増加した．また，1.5km/h のウォーキングにおいて，全般的活性と緊張の項目が減少している．6.0km/h のウォーキングでは，眠気と注意集中困難と意欲減退の項目に変化が見られなかった。

また，図 4 において, 6.0km/h のウォーキングにおいて，リラックスが減少していた．

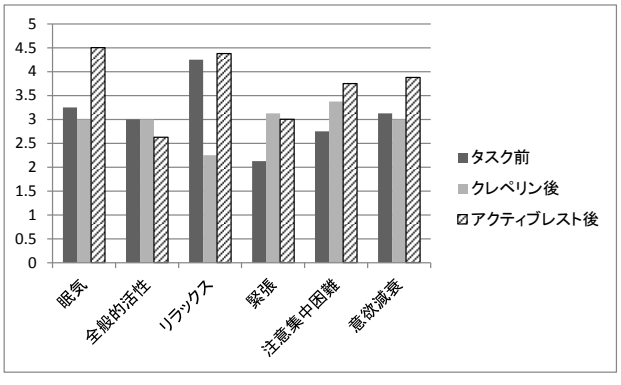


図 2 RAS(安静座位によるアクティブレスト)

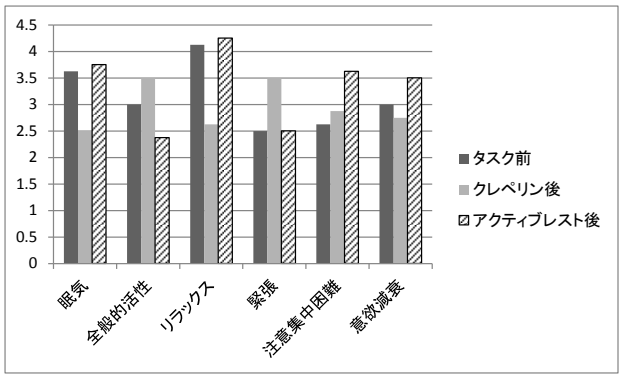


図 3　RAS(1.5km/h の歩行によるアクティブレスト)

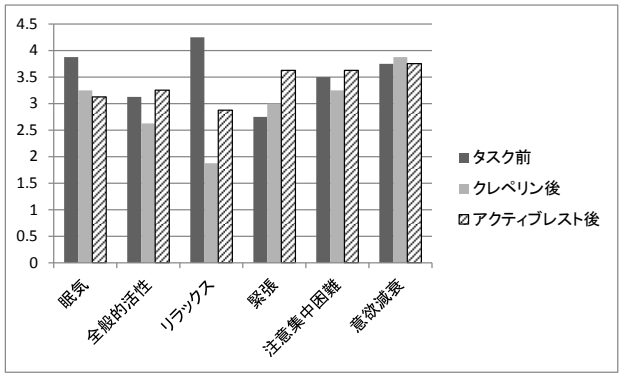


図 4　RAS(6.0km/h の歩行によるアクティブレスト)

図 5 にタスク前後の AAC を正規化し，平均したものを示す．図 5 から 1.5km/h のウォーキングと 6.0km のウォーキングを行なったアクティブレストでは，AAC の値が増加している．

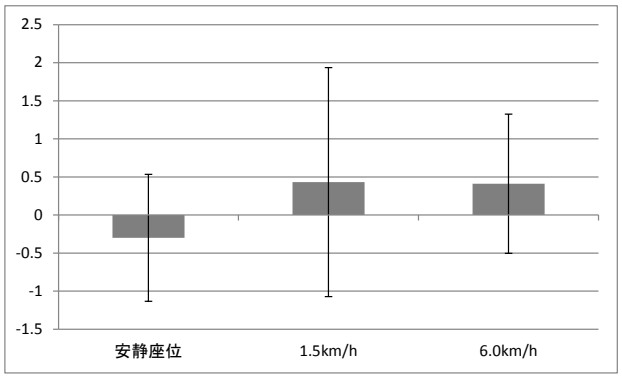


図 5　タスク前とタスク後の AAC の値の比較

図 6 にタスク前の AAT3 分間とクレペリン検査のラスト 3 分間とタスク後の AAT3 分間の HF の値を正規化し，平均したものを示す．図 6 から AAT1 回目からクレペリン検査のラスト 3 分の時の HF の値がすべて下がっている．アクティブレストのタスク間において，安静座位と 1.5km/h のウォーキングで HF の値が増加している．また，AAT1 回目と AAT2 回目の HF を比較すると安静座位の時のみ値が増加している．

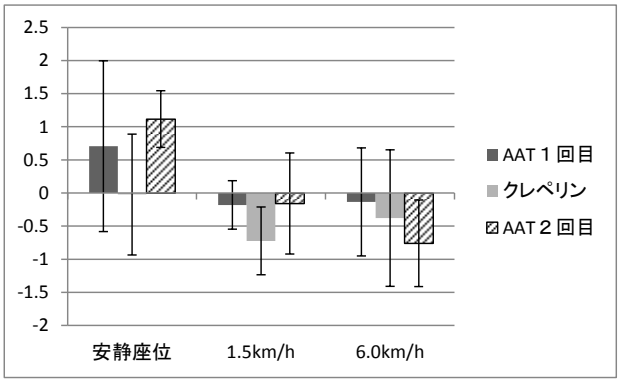


図 6　HF 比較

5.　考察

AAC の結果から実験の前後において，安静座位よりもウォーキングを行なった休息の方が覚醒度合いが高くなる傾向が見られた．HF の結果から，AAT 1 回目と AAT2 回目の値を見ると，安静座位の場合副交感神経の活動度が増加しており，1.5km/h のウォーキングでは副交感神経の活動度に変化が見られず，6.0km/h のウォーキングは副交感神経の活動度が減少した．これらのことから，休息を行う際には，安静座位よりも，ウォーキングを行なったアクティブレストの方が，疲労回復効果が高いと考えられる．

しかし，アクティブレスト前後での HF の値を比較すると，安静座位と 1.5km/h のウォーキングでは副交感神経活動度が増加しており，6.0km/h のウォーキングでは副交感神経活動度が減少していた．また，RAS の眠気，注意集中困難，意欲減退の項目において，安静座位と 1.5km/h のウォーキングでは増加し，6.0km/h のウォーキングでは変化が見られなかった．このことから，安静座位と 1.5km/h のウォーキングではリラックス効果があると考えられる．

本実験の結果より,生理的，主観的評価から安静座位での休息よりも，ウォーキングを行なったアクティブレストの方が，精神疲労の回復効果が高い可能性が示唆された．

参考文献

1)　萩原啓，荒木和典，道盛章弘，斎藤正己：覚醒度の定量的評価方法とその応用に関する研究，精神神経学，Vol.99, No.1, pp.23-24 (1997).

2)　高橋誠,北島洋機,本城由美子：精神的作業負担チェックリストの作成とそれによる眠気とリラックス状態の関係構造の検討，労働科学，vol.72, No.3 pp.89-100 (1996).

脳波，心拍，呼吸の生体ゆらぎにおける相関関係の抽出

Correlation in biological fluctuations about brain wave, heart beat and respiration

○中畑雄斗，萩原啓

立命館大学情報理工学部

NAKAHATA Yuto, HAGIWARA Hiroshi

College of Information Science and Engineering, Ristumeikan University.

1. はじめに

現在先進国では 24 時間社会が進み，長時間労働や深夜労働などから疲労・ストレスが引き起こされ，効率的な休息が必要とされてきている．そこで本研究では脳波・心拍・呼吸の生体由来のゆらぎに着目をした．安静・活性・休息状態での生理指標を見ることで，被験者の状態によってどのように生体由来のゆらぎに影響がでるのか検証を行った．また各生体指標間のゆらぎの特徴を抽出することを研究目的とした．

2. 実験方法

被験者は健常な大学生 9 名(男性 7 名，女性 2 名)で十分なインフォームド・コンセントを得た後，実験を行った．脳波・心電図の計測には多用途脳波計 EEG1100(日本光電)，呼吸の計測には胸腹呼吸センサ 45360(GE ヘルスケア・ジャパン)を用いた．

また，実験プロトコルとしては 3 分間の AAT(Alpha Attenuation Test，開眼 30 秒・閉眼 30 秒×3 回)，10 分間のタスク，AAT(開眼 30 秒・閉眼 30 秒×3 回)の合計 16 分である．また，プロトコルの前後に RAS(Roken Arousal Scale；疲労・覚醒主観評価指標)の記入を行ってもらった．タスクは安静座位・エアロバイク・マッサージチェアの 3 種類を行った．安静座位は椅子に腰掛けた状態で，閉眼 10 分間を行ってもらった．エアロバイクはペダルの速度を一定(負荷 40W 速度 45rpm)に保ち，開眼で 10 分間こいでもらった．マッサージチェアはマッサージチェアに腰掛けてもらい，閉眼 10 分間を行ってもらった．マッサージの刺激箇所は肩で，マッサージの種類はもみを行った．

なお，順序効果を考慮し，タスクの順番は被験者ごとにランダムに行った．

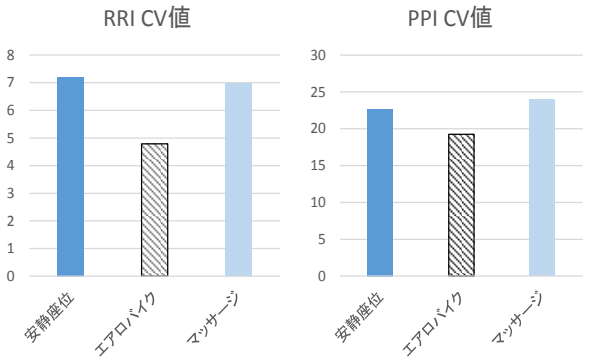
3. 評価・解析方法

心電図装着位置として 3 点誘導法を用い，右鎖骨と左肋骨の電極の電位差を検出した．呼吸の解析には呼吸周期である PPI(Peak to Peak Interval)を用いて解析を行った．脳波の解析には国際 10-20 法に基づき，被験者の C3，C4，O1，O2，A1，A2 により導かれる脳波を計測した．後頭部にα波が優位に出現するため，本実験の解析には O2-A1 のα波を用い，α波含有量を脳波の指標とした．また,ゆらぎの大きさを表す指標として CV 値を用いた.CV 値は,各生理指標について平均値を標準偏差で割り 100 をかけた指標である．

心電図の RR 間隔変動の定量化には，ローレンツプロット解析(LP:Lorenz Plot)を行い，副交感神経の活動度指標として用いた．LP とは n 番目の RR 間隔を x 座標，n+1 番目の RR 間隔を y 座標として x-y 平面上にプロットしたものである．LP の評価を定量的に行うために LP を y=x，y=-x 上に投影し，プロットの中心と原点までの距離を中心 C として算出を行った．また，y=x 上の標準偏差をσ(x)，y=-x の標準偏差をσ(-x)とし，LP の分布を楕円と考え面積 S=π×σ(x) ×σ(-x)の算出を行った．LP の中心 C が大きいと RR 間隔が長く，面積 S が大きいと副交感神経の活動度が大きいことを示す．

4. 結果

RRI・PPI・α波含有量の CV 値を加算平均し，比較したものを図 1 に示す．RRI，α波含有量においては安静座位時の CV 値が一番高く，PPI においてはマッサージチェア時の CV 値が一番高い結果となった．



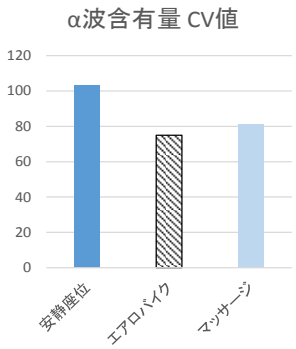


図 1 各状態での CV 値

縦軸を被験者ごとに正規化を行った LP-S の値，横軸をα波含有量の CV 値としたグラフを図 4 に示す．エアロバイク時においてα波含有量が多いほど，LP-S の値が大きくなる結果となった．相関係数 R=−0.53 であり負の相関を示した．

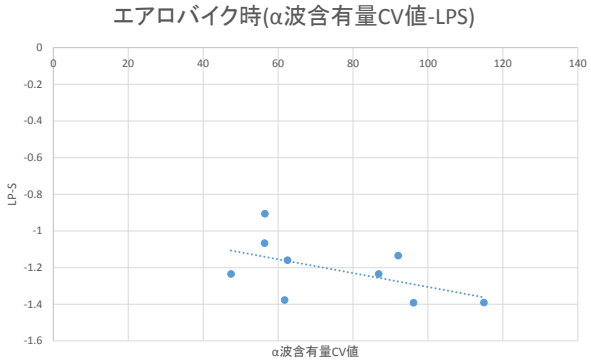


図 2 エアロバイクをこぐ時における LP-S の値とα波含有量の CV 値

図 3 に縦軸を PPI の CV 値，横軸をα波含有量の CV 値としたグラフを図 3 に示す．エアロバイク時において，PPI のゆらぎが増加するほど，α波含有量のゆらぎも増加する結果となった．また，相関係数 R=0.843 であり，エアロバイク時におけるα波含有量の CV 値と PPI の CV 値には強い正の相関があるといえる．

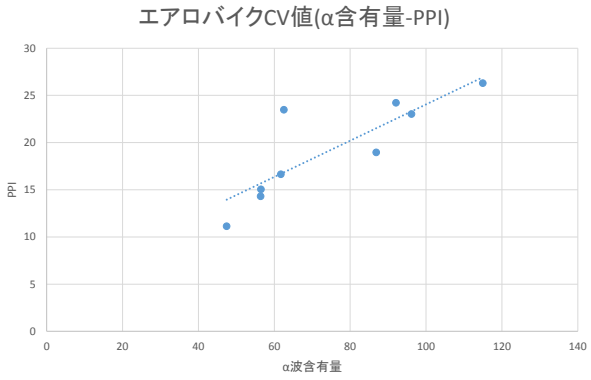


図 3 エアロバイクをこぐ時におけるα波含有量と PPI の CV 値

縦軸を PPI の CV 値，横軸を RRI の CV 値としたグラフを図 2 に示す．安静座位時において，RRI のゆらぎが大きいほど，PPI のゆらぎが増加する結果となった．相関係数 R=0.48 であり，安静座位時における RRI の CV 値と PPI の CV 値には，正の相関があるといえる．また，エアロバイク時とマッサージチェア時では RRI と PPI の CV 値の間に相関は見られなかった．

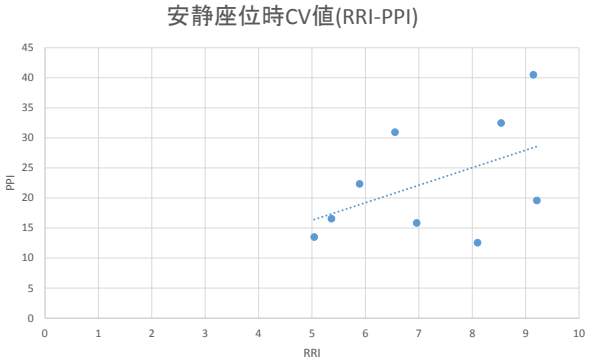


図 4 安静座位時における RRI と PPI の CV 値

5. 考察

図 1 で示したように，エアロバイクをこいでいる活性時においてはどの生理指標においてもゆらぎが小さくなることが考察できる．また，安静座位時においてα波の CV 値が高いのは，被験者が睡眠状態へ移行していることも考えられる．

図 2 よりα波含有量のゆらぎが小さくなるほど，LP-S が上昇し副交感神経系活動度が上がることが結果より考察できる．また，図 3 や図 4 で示したようにある状態において高い相関を示した生理指標も見られ，各生理指標においてゆらぎの関係があることが示唆された．今回はタスク全体における各生理指標についてゆらぎの関係を見たが，今後は時系列的に解析を行い,各生理指標のゆらぎの変化がどのような生体の状態を表すかを検証していきたいと考えている．

参考文献

1) 伊藤民子,萩原啓: 活動および休息状態における心拍と呼吸リズムの特徴解析,日本人間工学会大会講演集,Vol45.0,pp476-477(2009)

2) Saboul, Damien, Vincent Pialoux, and Christophe Hautier: The breathing effect of the LF/HF ratio in the heart rate variability measurements of athletes, European journal of sport science 14.sup1, pp. S282-S288, (2014).

子ども向け呼吸誘導ぬいぐるみの初回使用時の適用性評価

Applicability Assessment at First-time use of Respiration-Leading Stuffed Toy for Children

○浦谷裕樹*，大須賀美恵子**

*株式会社七田チャイルドアカデミー　**大阪工業大学工学部

URATANI Hiroki*, OHSUGA Mieko**

*Shichida Child Academy Co.Ltd., ** Faculty of Engineering, Osaka Institute of Technology

1. はじめに

2011 年に東日本大震災が発生したが，そういった自然災害や様々な事故・事件等の影響により，その後一定の割合で PTSD（Post-Traumatic Stress Disorder：心的外傷後ストレス障害）を発症する子どもたちがいる[1)]．PTSD の発症後の改善法の一つとして，一定リズムの呼吸を繰り返す呼吸法が有効であるといわれている[2)]．呼吸の調整は心を落ち着ける方法として一般的にも支持されているので，万人向けのリラクセーション法の一つであるといえる[3)]．

呼吸法に取り組むための簡便な機器として「ストレスイレーザー」がある[2)]が，呼吸波形の提示による視覚刺激のみの誘導方式は子ども（特に幼児）にはインタフェース的に取り組みづらく，不向きである．

呼吸誘導装置ではないが，人間型クッション「ハグビー」を抱きながら電話すると，抱かない場合に比べてストレスの指標であるコルチゾルが有意に減少したという報告がある[4)]．クッションを抱くときの姿勢とクッションの感触の 2 つの要素にリラックス効果があると考えられている．他にも呼吸誘導ではないが，入院中の子どもの呼吸を親が遠隔で感じられる呼吸伝達装置が考案されている[5)]．子どもの腹部または胸部の呼吸センサから得た呼吸にシンクロした動きをステッピングモータにより上下に動く親のクッションに伝えるものである．また，柔らかい感触を伝えるものとして，エアークッションの枕を用いて頭の動きを相手に伝達するデバイスが考案されている[6)]．エアークッションを用いる利点として，安全，軽量，カスタマイズの容易さなどが挙げられている．

以上の知見をもとに，本研究では子どもを対象に心身を落ち着ける呼吸法を習得できるよう，腹部の動きにより呼吸を誘導する幼児・小学生を対象とした呼吸誘導ぬいぐるみを試作した．ぬいぐるみを抱いて起動すると安静時の呼吸周期（RP：Respiration Period）を算出し，ぬいぐるみの腹部がその呼吸周期に合わせて動き出す．ぬいぐるみが誘導する呼吸周期（以下，誘導周期（LP：Respiration-Leading Period））は徐々に長くなり，子どもが最もリラックスする呼吸周期へと誘導し，最後に結果の知識としてリラックス評価を伝達する，というものである．呼吸計測と呼吸誘導の可動部にはエアバッグを用い[7)]，誘導周期の吸気と呼気の割合はリラックスしやすいといわれている 1：2 の割合[8)]とした．呼吸誘導は強制誘導ではなく，呼吸誘導にうまく呼吸を合わせられたら呼吸周期が長くなる方式[9)]を採用した．リラックス評価には簡便さを考慮して脈波の平均脈拍と脈波振幅を用いている[10)]．

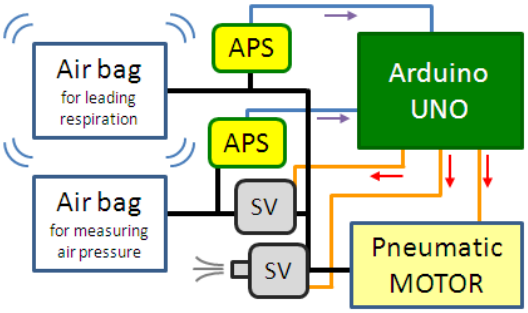
この試作品を用いて健常女児 12 名（7～10 歳）を対象に呼吸計測ならびに呼吸誘導が可能かを調べたところ，共に可能であることがわかった[7)]．本論文では同様の試作品を用いて，子どもを対象にさらに人数や対象となる性別・年齢層を広げた中で，練習をせずに初めて呼吸誘導の試行に取り組んだ際の呼吸誘導の可能性について調べた．

2. 呼吸誘導装置の開発

2.1 装置の構成

呼吸誘導の可動部は，エアバッグ〔大きさ：約 115×85×10～50 mm〕と圧力センサ（CQ30A-G102，MKT タイセー）と電磁弁，コンプレッサ（空気モー

タ）で構成され，このエアバッグ（以下，可動部）をぬいぐるみ（リラックマくったりぬいぐるみ (L)〔大きさ：約 560×360×140 mm〕，サンエックス）の腹部内の前面上側に内蔵した. また, 呼吸計測のセンサは，別の同じ大きさのエアバッグと圧力センサと電磁弁，コンプレッサで構成され，このエアバッグ（以下，エアバッグセンサ）をぬいぐるみ腹部内の前面下側に内蔵した．圧力センサからの信号受信ならびに電磁弁とコンプレッサの制御をマイクロコントローラ（Arduino Uno，Smart Projects: 以下，マイコン）で行い，呼吸誘導の制御ならびに呼吸周期の計測ができるようにした（図 1）.



APS: Air pressure sensor; SV: Solenoid valve.

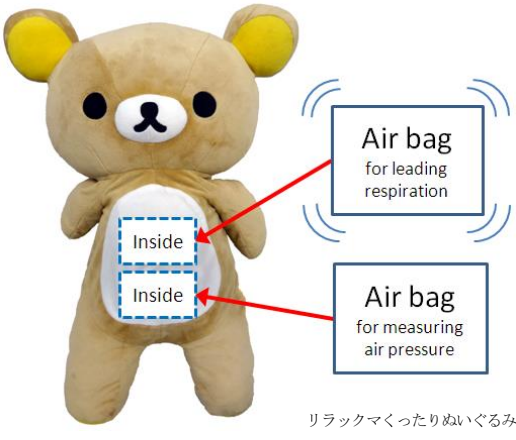


図 1 装置の構成[7)]

Fig. 1 Constitution of device.

2.2 呼吸誘導のアルゴリズム

はじめに安静状態の呼吸を 30 s 間計測し，呼吸周期の平均値を算出する．続く呼吸誘導の試行は，ぬいぐるみの腹部がその呼吸周期の平均値のリズムで動き出し，5 呼吸目から誘導周期が 5 s 以上になるまで 3 呼吸ごとに 0.5 s ずつ誘導周期が延びる．その後は過去の研究の誘導周期変更のアルゴリズム[9)]を参考にして誘導周期を変更した．これまでの研究では誘導周期と本人の呼吸周期が 3 連続で一致した場合に誘導周期が 0.5 s 延び，3 連続で不一致だった場合に誘導周期が 0.5 s 縮むようにしていた[7)]．しかし，この方式では誘導周期が延長されにくかったので，今回は 5 呼吸中 3 呼吸以上，誘導周期と本人の呼吸周期が一致した場合に誘導周期が 0.5 s 延びるように設定した．一致の判定条件は, 呼吸周期が誘導周期の±20 %以内に収まっていることとした．本人の誘導周期と呼吸周期が不一致の場合でも誘導周期は縮まないようにし，最長 10 s まで延び，120 s 後に動きが止まるようにした．呼吸誘導時の吸気：呼気（膨らむ時間とへこむ時間）の割合は 1 : 2 となるように制御した.

3. 方法

3.1 実験参加者

口頭で説明し，保護者の承認ならびに本人よりインフォームド・アセントを得た 4〜12 歳の健康児 58 名（男児 26 名，女児 32 名）を対象に実施した．大人数のデータを取るために，多くの来場者で賑わう大阪工業大学の工作実験フェアの機会を用いた．この実験は大阪工業大学ライフサイエンス実験倫理委員会の審査を経て実施した（承認番号 2012-10-4）.

3.2 計測方法

実験参加者に呼吸誘導ぬいぐるみを抱いてもらい，呼吸誘導ぬいぐるみの腹部にあるエアバッグセンサで参加者の呼吸波形を計測した．呼吸波形のデータはサンプルレート 10 Hz でマイコンに取り込み，呼気開始点をリアルタイムに算出した（図 2）.

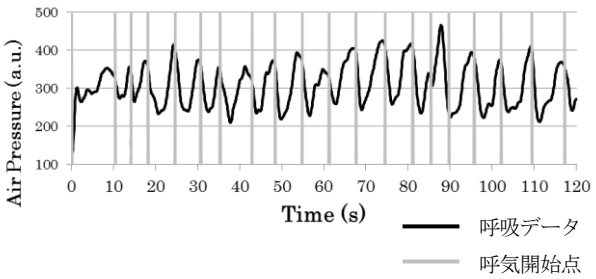


図 2 呼吸計測の一例

Fig. 2 Example of respiration measurement.

3.3　手続き

実験参加者の腹部の動きから呼吸を計測できるように，呼吸誘導ぬいぐるみの呼吸計測用のエアバッグセンサと実験参加者の腹部（みぞおちの下，腹筋の辺り）が接触するように抱いてもらった．また，呼吸誘導用の可動部と参加者の腹部上の肋骨が接するように抱いてもらった．その後，安静状態（30 s）の呼吸周期を算出し，その呼吸周期から始まる呼吸誘導（120 s）に合わせて呼吸をしてもらった（図 3）．

呼吸誘導時は「ぬいぐるみのお腹の動きに合わせて，お腹が膨らんだときに吸って，へこむときに吐くように呼吸してください」と教示した．実験の前後に，リラックス度を「ドキドキした（1）」から「ゆったりした（7）」までの 7 段階で評価させた．また，実験の前半・後半における呼吸の合わせやすさについて「苦しかった（1）」から「楽だった（7）」までの 7 段階で評価させた．これらの言葉の意味がわかりづらい子どもには様々な表現を用いて意味を理解させた後に評定させた．そして，実験後にぬいぐるみに対する感想を聞いた．

図 3 実験風景

Fig. 3 Scene of experiment.

3.4　解析

呼吸誘導中にマイコンでリアルタイムに算出されたエアバッグセンサの呼吸周期と可動部の誘導周期のデータより，各参加者の呼吸誘導時における最長誘導周期ならびに誘導周期の延長回数，90～120 s の平均誘導周期と平均呼吸周期の差の絶対値（以下，周期差）を算出した. 誘導周期の延長回数は誘導周期が 5 s 以上に達した後, 終了する 120 s までの間の回数をカウントした（図 4）.

4.　結果

4.1　呼吸誘導

呼吸波形を目視で確認したところ，5 名は腹部接触不良などの原因により空気圧が 0 となる時間が続き，呼吸波形が計測できていなかったので対象から省いた．その 5 名を省いた 53 名のうち 10 名は誘導周期の延長回数が 0 回であったので「呼吸誘導されていなかった」と判定した．呼吸誘導されていた 43 名のうち 17 名は周期差が平均の 0.98 s 以上であった（図 5）.

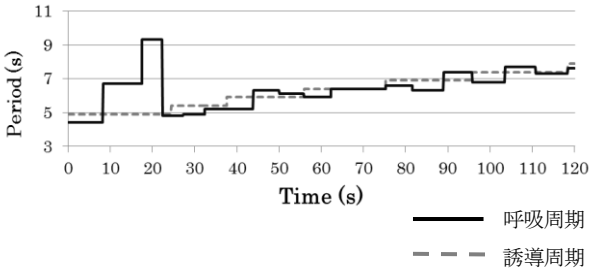


図 4 呼吸誘導の一例

Fig. 4 Example of respiration-leading trial.

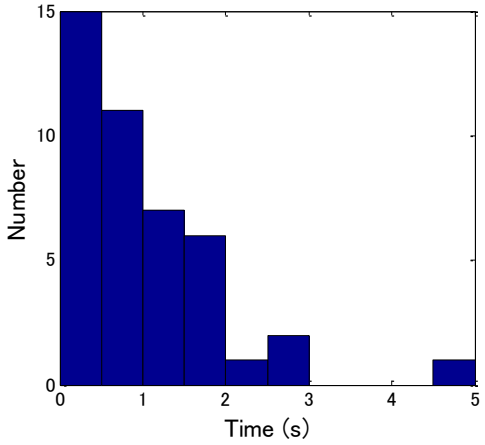


図 5 周期差のヒストグラム

Fig. 5 Histogram of difference between LP &RP (last 30 s of respiration-leading trial).

4.2　主観申告

呼吸計測された 53 名のうち, 実験前より実験後の方がリラックス度の評価が上がったのは 39 名, 変化なしは 5 名，下がったのは 8 名であった.

また，呼吸の合わせやすさの評価で前半と後半の平均が 4 点以上だったのは 42 名，4 点未満だったの

は 10 名であった. 感想としては,「リラックスできた」「気持ちよかった」といったリラクセーションに肯定的な回答が 14 名,「緊張した」「ドキドキした」といったリラクセーションに否定的な回答が 5 名,「ねむたくなった」「長かった」がそれぞれ 5 名ずつという回答を得られた. この他に,「発表する前に使いたいと思った」「呼吸がしやすかった」「合わせるのが難しかった」といった感想も得られた.

5. 考察

実験参加者 58 名中 5 名の呼吸計測ができなかったのは子どもの腹部とエアバッグセンサの接触が悪かったためであると考えられる. 周期差が平均以上となった 17 名は, 最後の 30 s は呼吸誘導されていなかった可能性がある. これは本人にとって誘導周期が長くなり過ぎたことが考えられるので, 今後はこれまでの研究と照らし合わせて「長期間（例：30 s）に渡って誘導周期と呼吸周期が一度も一致しない場合は誘導周期を短くする」といった対応策をとることが考えられる.

主観申告からは, 呼吸計測できた 53 名のうち 7 割以上の参加者が呼吸誘導でリラックスし, 呼吸を合わせられたと感じたので, 初めて使用する子どもでも効果が実感できる装置であることがわかった. しかし, 緊張したり, 呼吸を合わせづらかったり, 試行が長く感じたりした参加者もいたので, 今後は試行回数を増やした際の主観申告の変化も調べていきたい.

6. おわりに

58 名の子どもを対象に試作した呼吸誘導ぬいぐるみを用いて呼吸誘導を試みたところ, 初回であっても 7 割以上の子どもが呼吸誘導された. 試行を繰り返すことで, よりよく呼吸誘導されることが期待される. 今後は装置をモバイル化した上で, 生理指標を基にしたリラクセーション評価をすることが課題である.

参考文献

1) 文部科学省: 子どもの心のケアのために―災害や事件・事故発生時を中心に― http://www.mext.go.jp/a_menu/kenko/hoken/1297484.htm (Retrieved November 2nd, 2015)
2) Zucker TL, Samuelson KW, et al: The Effects of Respiratory Sinus Arrhythmia Biofeedback on Heart Rate Variability and Posttraumatic Stress Disorder Symptoms - A Pilot Study, Applied Psycho-physiology and Biofeedback, Vol. 34, No.2, pp.135-143 (2009).
3) 梅沢章男: オープンフィールドにおける自己調整の生理心理学的研究：呼吸調整を中心にして, バイオフィードバック研究, Vol. 24, pp.22-27 (1997).
4) Sumioka H, Nakae A, et al: Huggable communication medium decreases cortisol levels, Scientific Reports, Vol. 3, Article number 3034 (2013).
5) 屋島知夏, 櫻井由李, 他: 長期入院児童とその家族をむすぶコミュニケーション支援ーツール設計に向けたケーススタディー, 人間工学, 46 (suppl), pp.262-263 (2010).
6) 三倉将太, 岩城敏, 他: エアークッションを用いたモーションメディアデバイス, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 18, No.1, pp.63-72 (2013).
7) 浦谷裕樹, 大須賀美恵子: エアバッグを用いた子ども向けの呼吸誘導ぬいぐるみの開発, 人間工学（投稿中）(2015).
8) Pastor M, Menendez FJ, et al: The Influence of Respiration on Biofeedback Techniques, Applied Psychophysiology and Biofeedback, Vol. 33, pp.49-54 (2008).
9) 山口大輝, 大須賀美恵子: 音楽と振動を用いた呼吸誘導によるリラクセーション装置の開発, 計測自動制御学会 システム・情報部門学術講演会 2013 講演論文集, SS5-4 (2013).
10) 浦谷裕樹, 大須賀美恵子: 子どもがリラクセーションを学ぶための呼吸誘導ぬいぐるみの開発に向けて, バイオフィードバック研究, Vol. 39, No.2, pp.77-84 (2012).

自転車の車体・交通環境情報と乗り手の生体情報を基にした危険箇所検出ツール

Tool for detection of danger points based on bicycle body, traffic environment information and physiological data of driver

○尼子　雅文，大須賀　美恵子
大阪工業大学工学部ロボット工学科

Masafumi Amako, Mieko Ohsuga
Department of Robotics, Faculty of Engineering, Osaka Institute of Technology University

1.　はじめに

近年，環境・健康意識から自転車利用者が増加しており，自転車による交通事故も増加している [1]．本研究では，自転車通学する小・中学生の安全教育に役立つツールを開発することを目標とする．通学路に潜む危険を効率よく抽出し，ヒヤリ地図の作成を支援するものである．具体的には，乗り手の生理反応をトリガーにしてヒヤリ・ハットを検出する [2] だけでなく，乗り手の視線情報，周囲の交通環境，自転車の車体情報から多面的に検討できるようにすることで，安全教育でよく行われているワークショップでは発見できない危険箇所を抽出できることを期待する．

2.　データ取集

2.1　データ取集システム

自転車に全方位カメラ（RICOH THETA m15，RICOH），GPS ロガー（GT-820Pro，i-gotU）を設置し（図 1a），実験参加者には胸部に心拍計（myBeat WHS-2，ユニオンツール株式会社）（図 1b），頭部に小型ビデオカメラ付き眼鏡（スパイカメラ，スパイダーズ X-E230，SPYDERS）（図 1c）を装着させた．実験参加者に普段通り走行してもらえるように，心拍計は小型軽量のものを選び，視線方向の映像は眼鏡をかける感覚で撮影できる軽量な小型ビデオカメラ付き眼鏡を選んだ．全方位カメラ・GPS ロガーも小型軽量のものを選び，視界を塞がないように小型のものを選んだ．全方位カメラは iPad mini（MF432J/A，Apple）から Wi-Fi で遠隔操作でき，データは本体に保存される．心拍計は iPhone5s（A1453，Apple）から Bluetooth で接続して操作でき，データは本体に保存される．小型ビデオカメラ付き眼鏡と GPS ロガーは本体のスイッチを押して計測を開始し，データは本体に保存される．

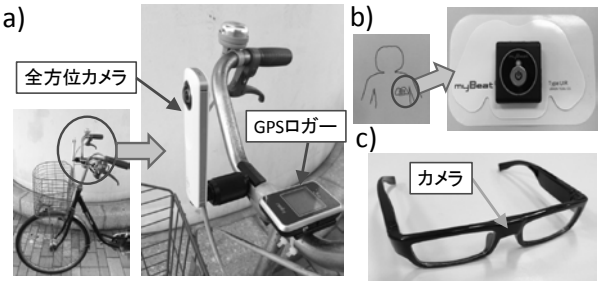


図 1 データ収集システム

a)全方位カメラと GPS ロガー，b)心拍計，c）スパイカメラ

2.2　テストデータ取集

本研究の対象は小・中学生だが，今回は『危険箇所検出ツール』開発のためのテストデータ取集を目的とし，大阪工業大学大宮キャンパス近辺に住む大学生を対象として通学時に実験した．文書によるインフォームド・コンセントを得た後，実験参加者の胸部に心拍計を装着し，本人の自転車に全方位カメラと GPS ロガーを設置した．安全な場所でテスト走行を行い，走行上問題がないことを確認した上で自宅から大学まで走行させた．実験者は参加者の後方約 4 mを追随走行した．なお，本研究の実験計画は，大阪工業大学ライフサイエンス実験倫理委員会の審査に基づき大阪工業大学学長の承認を得た（承認番号：2015-18）．

3.　危険箇所検出ツール

3.1　データの加工

小型ビデオカメラ付き眼鏡を最初に起動させて各種計測器の記録開始動作を撮影し，実験終了後にそ

の映像を基に各機器の開始時間を調べて時刻合わせ用のデータを取得した.

心拍計が出力する1拍ごとのRR間隔を瞬時心拍に変換し，スプライン補間して心拍の等時間間隔データを得る．心拍変化箇所を抽出してその時間と変化の特徴を Excel ファイルにする．GPS ロガーから走行地点の緯度・経度・高度と走行速度を得る．走行速度より停止や急ブレーキをかけた時点を抽出し，同じく Excel ファイルにする．全方位カメラから得た MOV ファイルを専用ソフト（RICOH THETA, RICOH）で全方位映像に変換して MP4 ビデオとして出力する．小型ビデオカメラ付き眼鏡から AVI ファイルを得る．実験参加者の主観申告によるヒヤリ・ハット事象も時間と事象をペアにして Excel ファイルにする．追随走行した実験者が気づいた危険事象も同様である．こうして得られた心拍データと GPS からのデータ，映像データと時刻合わせ用のデータおよび各種事象を記録した Excel ファイルは1つのフォルダに格納する.

3.2 統合表示

開発したツールの画面例を図 2 に示す．全方位カメラの変換後の映像は専用ソフトを用いると視点を回して見ることができるが，ここでは時間の同期を重視して前方と後方の映像を切り分けて，小型ビデオカメラ付き眼鏡の映像と並べて表示した．心拍と GPS ロガーで得た走行速度と高度は時間を合わせて並べてグラフ表示した.

心拍はヒヤリ・ハットだけでなく，運動量の変化も反映するため，心拍変化箇所の解釈をする際に，走行速度と高度データを参考にするためである．また，あらかじめ貼り付けておいた地図上に，GPS ロガーから得たその時間の緯度・経度データに対応する地点に現在地を表示するようにした.

3.3 危険箇所検出ツールの操作方法

GUI 画面の『データフォルダ』で表示したいデータを選択し，『コマンド』から確認したい箇所の決め方（心拍変化，速度変化，主観申告など）をラジオボタンで選び，ポップアップメニューから時間（事象）を選択する．選択した事象の時間の前後の映像が再生され，走行地点や時系列データを確認して，そのときの状況と実験参加者が取った行動を考察する．危険事象と判断された場合は，その理由とともにヒヤリ地図に書きこむ.

4. おわりに

今後，データを蓄積しヒヤリ地図作成を行うとともに，小・中学学校の教員に構想を説明して，安全教育に役立つかどうか意見聴取したい.

参考文献

1) 松村暢彦, 伊藤大介, 新田保次: 「自転車ヒヤリ地図」による態度・交通行動変容効果の実証的研究, 土木計画学研究・講演集, Vol. 29, p.6(205) (2004).

2) 大須賀美恵子, 栗谷川幸代, 他: 心拍変化をトリガーとした自動車運転中の危険・苦手場面抽出, 日本人間工学会関西支部大会講演論文集, Vol.2003 pp.36-37, (2003).

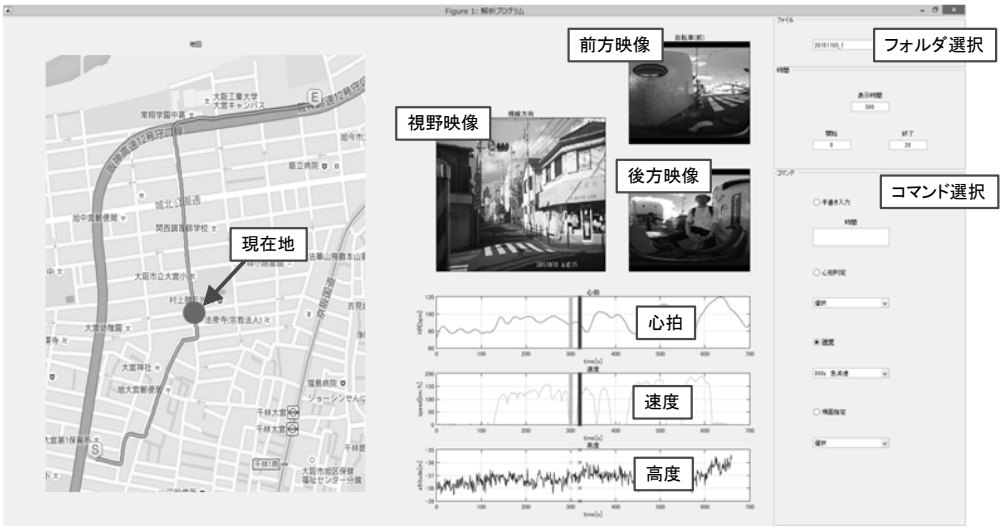


図 2 開発した危険個所検出ツールの画面例

筋負担からみたスマートフォンサイズが操作性に与える影響

Effect on operability caused by smartphone sizes based on muscular load

○稲山諒*，橋本大佑，小谷賢太郎，鈴木哲，朝尾隆文
Ryo INEYAMA，Daisuke HASHIMOTO，Kentaro KOTANI，
Satoshi SUZUKI，Takahumi ASAO
*関西大学 システム理工学部
*Faculty of Engineering Science, Kansai University

1. はじめに

近年，携帯端末の急速な普及に伴い，筋骨格痛(以下MSDs)の発症率が増加している．そのため，携帯端末の利用とMSDsの関係に着目した研究が盛んに行われている． Gustafsson et al.[1)]は携帯端末使用時における母指の姿勢・筋活動について評価した研究を行っていた．またBerolo et al.[2)]は携帯端末でのインターネット利用と上腕・母指への負担感についての関係を評価していた．これらの研究から携帯端末の使用がMSDsの発症に関連していることが示されている．

携帯端末の中でも昨今の主流となっているスマートフォンは，大型化が進んでいる．大型化に伴って操作時に母指を使用する領域が広くなる，把持が不安定になるといった要因が操作性を損ない，その結果，MSDsの発症率の増加を招く可能性が考えられる．先行研究ではKietrys et al.[3)]が母指動作・把持に関する筋活動からタッチパネル端末の大型化に伴うMSDsの影響を検討しているが，彼らはスマートフォンとタブレット端末を両手操作したときの筋活動を比較検討しており，スマートフォンユーザに良く見られる片手操作時における大型化の影響は検討されていない．

そこで本研究では，片手操作時におけるスマートフォンサイズの違いによって筋負担変化と被験者の操作感および負担感にどのような影響が生じるかを調べることを目的とし，実験を行ったので報告する．

2. 実験方法

2-1 被験者

右利きの男子大学生3名(男性，年齢20-22)が被験者として参加した．被験者には実験の趣旨を説明し，文書にて同意を得た．

2-2 実験機器

本実験では，高速度カメラ(HAS-L1,DITECT)，データロガー(GL900,GRAPHTEC)，生体アンプ(BA1104m EMG,ニホンサンテク)を使用した．実験環境を図1に示す．また実験に使用したスマートフォンはApple社のiPhone小:高さ123.8㎜×幅58.6㎜×厚さ7.6㎜,中:高さ138.1㎜×67㎜×6.9㎜，大:高さ158.1㎜×幅77.8㎜×厚さ7.1㎜であった．

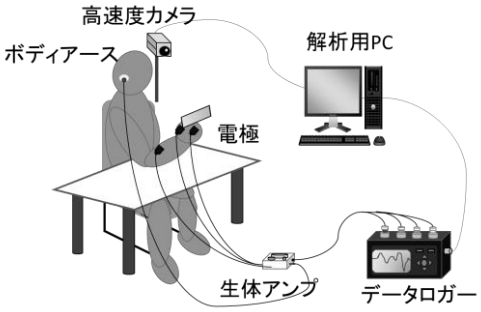


図1 実験環境

2-3 実験手順

被験者には，椅子に座ってもらい，片手で実験用スマートフォンを把持してもらった．日常生活を想定して机に肘をついた状態で実験を行った．

被験者には筋活動計測のために表1に示した3箇所に電極を貼付し，サンプリングタイム100Hzで筋活動を計測した．

表1 筋電図の測定部位

筋の名称	筋の働き
短母指外転筋	親指を外転させる筋
浅指屈筋	人差し指から小指までのPIP関節を屈曲
第一背側骨間筋	示指のMP関節外転、屈曲

筋活動計測と同時に高速度カメラによって動作時の文字入力画面を100fpsで撮影した．また負担感の調査のため，各スマートフォンでの文字入力終了後に操作しやすさ・把持しやすさ・疲労感を5段階で評価してもらった．

被験者には,9種類の文字(q, t, p, a, g, l,ｼﾌﾄｷｰ, v,ﾊﾞｯｸｽﾍﾟｰｽ)をQWERTYタイプのキーボード画面からタップ入力してもらった．各スマートフォンにスタート位置として貼付したマーカーに母指を置いて準備態勢をとり，動作開始の合図により指定した文字

とスタート位置を交互に移動する動作を行ってもらった．被験者には，スマートフォン 3 種類で各文字に対し連続 3 回の入力を行ってもらった．

2-4　データ解析

筋活動のデータは最大随意筋収縮(以下 MVC)を計測し，%MVC として定量化したもので評価を行った．

動画に関しては，コマ送りで動作の切り分けを行った．スタート位置の母指が入力動作へと動き始める瞬間を開始時点，文字に母指が触れた瞬間を動作の終了時点として，文字ごとに切り分けた動画を基に，筋活動のデータを各文字に対応づけて評価を行った．

3.　結果・考察

3-1　スマートフォンサイズと筋活動の関係

スマートフォンサイズは 3 つの筋すべてで筋活動に有意差が見られた．スマートフォンサイズと筋活動の関係を図 2 に示す．3 つの筋すべてでスマートフォンが大きくなるにつれ筋活動の増加傾向が見られた．

3 つの筋でスマートフォン小→大にかけて筋活動の増加傾向を比較すると，浅指屈筋:12%，第一背側骨間筋:4%に対し，操作を司る短母指外転筋で顕著な増加傾向(32%)が見られた．Xiong and Muraki[4]によるとスマートフォン操作時の外転方向への文字入力が短母指外転筋の増加傾向を招くとしている．このことからスマートフォンが大きくなるにつれ画面端の文字を入力するために片手操作時に母指が大きく外転していった結果，操作に関連する筋に特に影響を及ぼしたと考えられる．

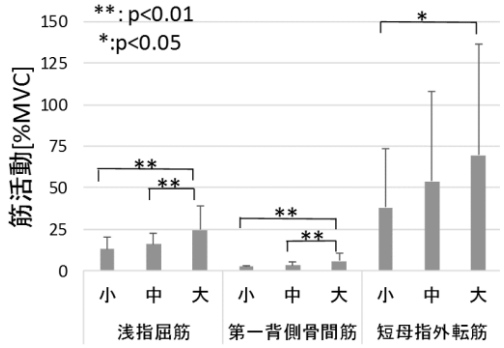


図 2 スマートフォンサイズと筋活動の関係

3-2　スマートフォンサイズと主観データの関係

スマートフォンサイズとアンケート結果の関係を図 3 に示す．すべての項目でスマートフォン小と中の間に有意な得点差は見られなかったが，大で高い得点を示す傾向があった．この結果から主観データは，スマートフォン小，中，大の順での筋活動の増加傾向を示した筋活動とは異なった傾向を示したと言える．

この結果は大型のスマートフォンにおいて操作や把持のしにくさを感じているのに対し、小型、中型のサイズ間では主観的な違いがほとんどないことを示している。ただし、小、中型サイズのスマートフォンは被験者が日常使っているサイズと同様のものであったことから、慣れによる影響が含まれている可能性も考えられる。

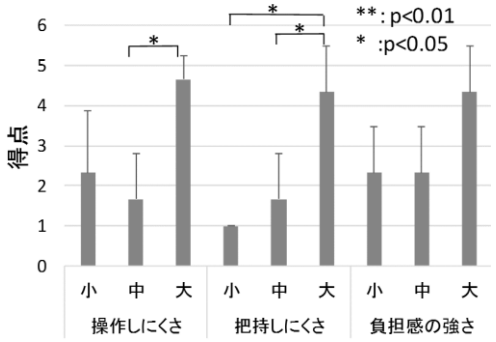


図 3 スマートフォンサイズと主観データの関係

4.　結論

本実験により片手操作時のスマートフォンサイズは，スマートフォンの把持に関連する浅指屈筋，第一背側骨間筋に有意に影響を及ぼすが，特に操作を司る短母指外転筋に高い活動増加を与えていた．これはスマートフォンサイズの増加が片手操作時の母指の動作と筋活動を大きく変化させるものであると考えられ，特に大型のサイズを片手で操作する場合には，母指外転量を抑えられるような入力方式や画面端まで指を伸ばす必要のないキーレイアウトのデザインが望まれる．また主観データはサイズの増加に対して変化する傾向は見られるが，普段の使用状況による影響を受けている可能性が示唆された．

謝辞

本研究の一部は，関西大学先端科学技研推進機構，先進生体センシング技術研究グループの予算により実施した．実験データ解析に協力してくれた佐野洋介君に感謝する．

参考文献

1) Gustafsson, E. , Johnson,P.W. and Hagberg,M. Journal of Electromyography and Kinesiology 20 (2010): 127-135.

2) Berolo, S., Wells,R.P. and Amick,B.C. Applied Ergonomics 42 (2011): 371-378.

3) Kietrys, D. M.,Gerg,M.J.,Dropkin,J. and Gold,J.E. Applied Ergonomics 50 (2015): 98-104.

4) Xiong, J., and Muraki, S. Ergonomics 57(6) (2014): 943-955.

心拍数で魅力を測る
—高/中/低魅力の性的/非性的画像に対する心拍数の反応—

Measuring the attractiveness using the heart rate: Heart rate change to high, middle, and low attractive sexual and non-sexual pictures

○伏田幸平*，小林剛史**，長野祐一郎**，片山順一***

*関西学院大学大学院文学研究科　**文京学院大学人間学部　***関西学院大学文学部

FUSEDA Kohei*, KOBAYASHI Takefumi, NAGANO Yuichiro, KATAYAMA Jun'ichi**

* ***Department of Psychological Science, Kwansei Gakuin University,

** The Faculty of Human Studies, Bunkyo Gakuin University.

1.　はじめに

身体的魅力とは，顔や手足などの身体的特徴に感じる魅力のことである。身体的魅力が高い者が商品宣伝をすることで商品の評価を高める効果があり [1]，実際に企業は宣伝者の身体的魅力を採用基準の 1 つにしている [2]。つまり，企業にとって身体的魅力の高い者を雇うことは，利益向上のために重要な戦略だと言える。

多くの場合，身体的魅力の評価は質問紙等の主観的報告によって行われる。しかし，主観的報告による評価は必ずしも正しくはない。例えば，複数人で魅力評定を行う際，他者の評価情報が自身の評価に影響を及ぼす [3]ことがあり，言語や行動といった随意性反応は時として魅力を正しく反映しない。つまり，身体的魅力を評価可能な客観的指標を探しだす必要がある。

そこで，本研究は次のような理由から刺激に対する注意量を用いて魅力の評価が可能か検討することとした。眼球運動を注意量の指標とした時に，ヒトは魅力的な異性に多くの注意を向けることが明らかになっており [4]，高い身体的魅力は注意を惹きつける特徴を有していると言える。ただし，眼球運動は選好判断を反映しない可能性がある [5]こと，随意性反応の 1 つであることを踏まえ，本研究では刺激に注意を向けると減少反応を示す [6]心拍数を注意量の指標として採用することとした。実験 1 では，身体的特徴を強調するためにモデルが衣服を着ていない性的画像を，実験 2 ではモデルが着衣している非性的画像を用い，性的内容の有無によって心拍数の反応が異なるかも検討した。仮説としては，性的内容の有無に関わらず，魅力が高ければ高いほど心拍数の減少量は増加すると予想した。

2.　実験 1

2-1. 方法

【実験参加者】　男子大学生 18 名（M= 21.2 歳，20 – 24 歳）を対象とした。自己申告によって全実験参加者が異性愛者であることを確認した。

【刺激】　女性の性的画像 10 枚を用いた。画像サイズは 620×970 pixel であった。計測後の内省報告から，各刺激のモデルを知っていた者はいなかった。

【心理指標】　魅力度（全く魅力的でない – 非常に魅力的である），感情価（不快 - 快），覚醒度（睡眠 - 覚醒）の 3 項目を 0 から 100 までを両端とした 100 mm の visual analog scale を用いて測定した。

【生理指標】　先行研究 [7]に準拠した自作心電図アンプを用い，第Ⅱ誘導法電極配置により心電図を測定した。心電図波形は ArduinoUno のアナログポートを用い，1kHz のサンプリング周波数で A/D 変換した。心電図は 16 ポイントの平滑化微分アルゴリズムにより微分し，1 次微分波形が任意のしきい値(参加者毎に設定)を超えた点を R 波出現位置とした。R 波出現時刻を ms 単位で求め，拍動間隔を算出し，さらに拍動間隔から 1 分あたりの心拍数を算出した。

【手続き】　安静 4 分の後に画像呈示を行った。画像は 1 枚ずつ 15 秒間呈示し，画像呈示間隔は 30 秒とした。全ての画像呈示後，画像に対する魅力度，感情価，覚醒度の評価を 1 枚ずつ求めた。

2-2.　分析

刺激に対する新奇性の影響を防ぐため，各実験参加者の最初に呈示された 2 枚は分析から除外した。まず，各実験参加者の魅力度得点が最も高い 2 枚を

高魅力画像，中央値前後の 2 枚を中魅力画像，最も低い 2 枚を低魅力画像として選出した。次に，各画像に対する心拍数の変化を検討するため，以下のような処理を行った。まず，参加者ごとに各画像の呈示前 15 秒，呈示中 15 秒の計 30 秒を抽出し，各魅力画像で加算平均を行った。その後，画像呈示中 15 秒のデータを 5 秒ずつ平均化し，3 つの block に分けた。それぞれ block の値から画像呈示前 15 秒間の平均を引き，画像呈示前から各 block にかけての変化量を算出した。

2-3. 結果と考察

【心理指標】 刺激画像 10 枚の各評価得点を従属変数とする参加者内計画による 1 要因分散分析を行った。その結果，画像の効果は有意でなく（魅力度：$F(9,153) = 0.44$, *n.s.*，感情価：$F(9,153) = 0.53$, *n.s.*，覚醒度：$F(9,153) = 0.43$, *n.s.*），画像 10 枚の各得点に有意な差が無いことが示された。

次に，各魅力画像の各評価得点（図 1）を従属変数とする 1 要因参加者内計画による分散分析を行った。その結果，画像の効果が有意であり（魅力度：$F(2,34) = 94.40$, $p < .01$，感情価：$F(2,34) = 30.66$, $p < .01$，覚醒度：$F(2,34) = 30.69$, $p < .01$），下位検定を行った結果，すべての尺度で高魅力画像，中魅力画像，低魅力画像の順で得点が高い事が示された（$p < .05$）。つまり，各魅力画像の選出は適切であったと言える。

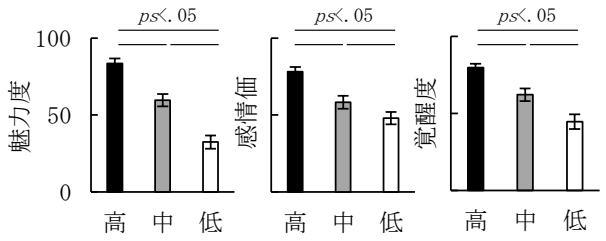


図1. 各魅力度画像に対する評定得点

【心拍数】 各魅力画像に対する心拍数の変化量（図 2）を従属変数とした参加者内計画による魅力(高/中/低)×期間(block1/block2/block3)の 2 要因分散分析を行った。その結果，魅力の主効果（$F(2,34) = 5.62$, $p < .01$），期間の主効果（$F(2,34) = 3.96$, $p < .05$），魅力×期間の交互作用（$F(4,68) = 3.09$, $p < .05$）の全てが有意であった。魅力×期間の交互作用が有意だったため，魅力画像ごとの単純主効果の検定を行ったところ，高魅力画像で期間の単純主効果が有意であり（$p < .01$），block1 に比べて block3 の方が心拍数の減少量は大きいことが示された。また，block ごとの単純主効果の検定を行ったところ，block2 と block3 で魅力の単純主効果が有意であり（$p < .01$），両期間での高魅力画像に対する心拍数の減少量は他の魅力画像に対する減少量に比べて多い事が示された。つまり，高魅力画像に対する心拍数の減少量は画像呈示初盤から終盤にかけて増加し，画像呈示中盤から終盤において他の画像に対する減少量との差が顕著であった。これらの結果は，高魅力度画像に対し多くの注意を向けたために生じたものと考えられる。

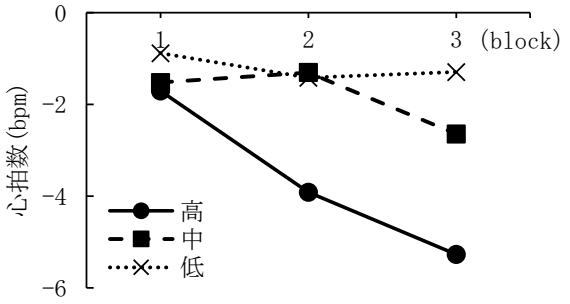


図2. 各魅力度画像に対する心拍数の変化量

3. 実験 2

3-1. 方法

【実験参加者】 男子大学生 20 名（$M = 20.7$ 歳，19 - 25 歳）を対象とした。自己申告によって全実験参加者が異性愛者であることを確認した。

【刺激】 女性の非性的画像 10 枚を用いた。画像サイズは 620×970 pixel であった。計測後の内省報告から，各刺激のモデルを知っていた者はいなかった。

【その他】 実験 1 と同様であった。

3-2. 分析

実験 1 と同様であった。

3-3. 結果と考察

【心理指標】 刺激画像 10 枚の各得点を従属変数とし，実験 1 同様に分析を行った。その結果，画像の効果は有意でなく（魅力度：$F(9,171) = 0.18$, *n, s.*，感情価：$F(9,171) = 0.31$, *n.s.*，覚醒度：$F(9,171) = 0.15$, *n.s.*），画像 10 枚の各得点に有意な差が無いことが示された。

次に各魅力画像の各評価得点(図 3)を従属変数とし，実験 1 同様に分析を行った。その結果，すべての尺度で画像の効果が有意であり（魅力度：$F(2,38) = 151.14$, $p < .01$，感情価：$F(2,38) = 116.58$, $p < .01$，覚醒度：$F(2,38) = 93.49$, $p < .01$），下位検定を行った結果，すべての尺度で高魅力画像，中魅力画像，低魅力画像の順で得点が高いことが示された（$p < .05$.）。つまり，各魅力画像の選出は適切であったと言える。

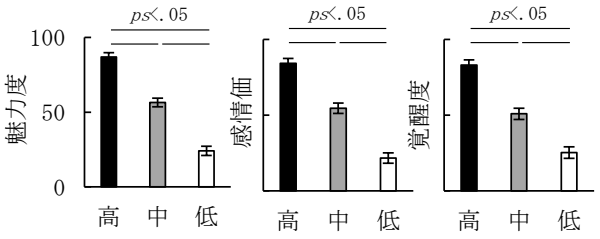


図3. 各魅力度画像に対する評定得点

【心拍数】　各魅力画像に対する心拍数の変化量（図 4）を従属変数とし，実験 1 同様に分析を行った。その結果，魅力の主効果（$F(2,38 = 19.93$, $p <. 01$），魅力×期間の交互作用（$F(4,76) = 5.66$, $p < .05$）が有意であった。魅力画像ごとの単純主効果の検定を行ったところ，中魅力画像および低魅力画像で期間の単純主効果が有意であり($p < .01$)，block1 と block2 に比べて block3 の方が心拍数は高いことが示された。block ごとの単純主効果の検定を行ったところ，全ての block で魅力の単純主効果が有意であり($p < .01$)，高魅力画像に対する心拍数の減少量は他の魅力画像に対する減少量に比べて大きいことが示された。つまり，心拍数の減少量は画像呈示初盤から終盤まで高魅力画像で最も多かった。これらの結果は，実験 1 同様に高魅力度画像に対し多くの注意を向けたために生じたものと考えられる。

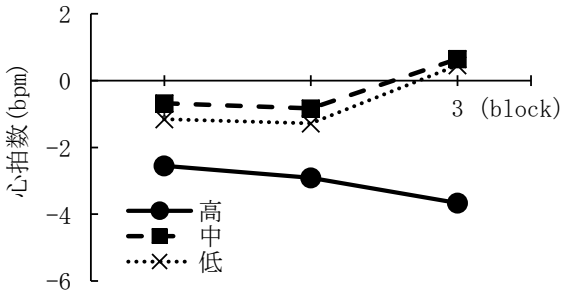


図4. 各魅力度画像に対する心拍数の変化量

4. 総合考察

主観指標の結果から，両実験ともに各魅力画像間の心理指標の得点は有意に異なり，画像の選出は適切であったと言える。心拍数に関して，両実験ともに高魅力画像に対する心拍数の減少量は他の魅力画像に対する減少量は大きかった。ヒトは身体的魅力の高い者に対して多くの注視を向けること [5]，刺激に注意を向けると心拍数は減少すること [6]から，本研究で得られた反応差は，高魅力画像に対して強い注意を向けたために生じたものと考えられる。

ただし，心拍数は高魅力画像と中魅力画像および低魅力画像の間に差が認められ，心理指標の結果と一致しなかった。身体的魅力は配偶者の選択にとって重要な手がかりであるとされている [8]。他方で，快刺激に対する心拍数の減少は欲求を反映しているとされている [9]。これらの先行研究を鑑みると，参加者にとって重要な情報である高魅力画像に対してのみ強い注意が生じ，心拍数は大きく減少したと考えられ，中魅力画像および低魅力画像に主観的報告の差があったとしても，重要な情報として処理されなかった可能性がある。

性的刺激と非性的刺激に対する反応差を見てみると，心理指標で両者に大きな差は無かったが，心拍数では異なる反応様式を示しており，非性的画像の方が性的画像に比べ魅力の差を早い段階(block1)で反映していた。異性の性的画像は報酬になる [10]ことから，魅力度の違いに関わらず刺激呈示初期は参加者の注意を引きつけた可能性があり，その結果性的画像の block1 では魅力の差が生じなかったと考えられる。また，非性的画像では画像呈示終盤で中魅力画像および低魅力画像に対する心拍数がベースラインよりも増加している現象が確認された。刺激呈示時に HR がベースラインまで戻ってしまうのは，刺激に対する認知的処理が少なくなった結果であると指摘されており [11]，画像に対して注意が向かなくなった可能性を示唆している。

本研究にはいくつかの限界点が存在する。まず，本研究はあくまで注意量を用いて間接的に魅力を測定している点である。不快画像に対しても心拍数が

減少することから [9]，同一刺激内に異性刺激と不快刺激が混在している場合には，魅力を測る指標としては適切でない可能性がある。また，本研究の参加者は男性だけであり，男性は配偶相手に身体的魅力を重要視するが，女性はそうでないとされている [12]ことから，女性では異なる反応が得られる可能性がある。さらに，最初に述べた様に他者評価によって自身の魅力評定は影響を受ける。本研究ではそのような場面でも心拍数が魅力を正しく反映するか解明出来ていない。心拍数を主観的報告の代わりとして魅力の指標とするのであれば，この点はさらなる検討が必要である。

以上のことから，少なくとも本研究のパラダイムを用いることによって，心拍数は参加者の最も魅力的な異性を性的/非性的画像問わず検出可能な客観的指標となりうる。中魅力画像と低魅力画像の差を反映しない点は，魅力を検出するのには解像度が悪いとも言えるが，男性にとって最も魅力的な異性を検出する指標としては有用であり，エンターテイメント業界などへの応用性は高いと言える。

5. 引用文献

1) Baker, M.J., & Churchill, G.A. : The impact of physically attractive models on advertising evaluations. Journal of Marketing Research, 14, pp.538-555 (1977).
2) Singer, B.D. : The Case for Using 'Real People' in Advertising Business Quarterly, 48, pp. 32-37 (1983).
3) Graziano, W. G., Jensen-Campbell, L. A., Shebilske, L. J., & Lundgren, S. R. : Social influence, sex differences, and judgments of beauty: Putting the interpersonal back in interpersonal attraction. Journal of Personality & Social Psychology, 65, pp. 522-531 (1993).
4) Maner, J. K., Kenrick, D. K., Becker, D.V., Delton, A. W., Hofer, B., Wilbur, C. J., & Neuberg, S. L. : Sexually selective cognition: Beauty captures the mind of the beholder. Journal of Personality and Social Psychology, 85, pp. 1107-1120 (2003).
5) Nittono, H., & Wada, Y. : Gaze shifts do not affect preference judgments of graphic. Perceptual and Motor Skills, 109, pp. 79-94 (2009).
6) Lacey, B. C. & Lacey J. I. : Two-way communication between the heart and the brain: Significance of time within the cardiac cycle. The American Psychologist, 33, pp. 99- 113 (1978).
7) 長野祐一郎 ：計算・迷路課題が自律系生理指標に与える影響の検討 文京学院大学人間学部 研究紀要, 13, pp. 59-67 (2011).
8) Little, A.C., Jones, B.C., & DeBruine, L.M. : Facial attractiveness: Evolutionary based research. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 366, pp. 1638-1659 (2011).
9) Bradley, M.M., Codispoti, M., Cuthbert, B.N., & Lang, P.J. : Emotion and motivation I: Defensive and appetitive reactions in picture processing. Emotion, 1, pp. 276-298 (2001).
10) Hamann, S., Herman, R.A., Nolan, C.L., & Wallen, K. : Men and women differ in amygdala response to visual sexual stimuli. Nature neuroscience, 7, pp. 411-416 (2004).
11) Potter, R. F. : Double the units: How increasing the number of advertisements while keeping the overall duration of commercial breaks constant affects radio listeners. Journal of Broadcasting & Electronic Media, 53, pp. 584-598 (2009).
12) Buss, D. M., & Barnes M. : Preferences in human mate selection. Journal of Personality and Social Psychology, 50, pp. 559-570 (1986).

脳波による人物の印象評定の試み

An approach to impression rating using event related potential

○松本敦*，井原綾*，成瀬康*，片山順一**

*国立研究開発法人情報通信研究機構　**関西学院大学

MATSUMOTO Atsushi*, IHARA Aya*, NARUSE Yasushi*, KATAYAMA Jun'ichi**

*National Institute of Information and Communications Technology, **Kwansei Gakuin University.

1.　マーケティングと脳活動計測

脳科学の実社会での応用が期待されている今日，マーケティング分野でも導入に向けた取り組みが進んでいる．米国では世界的な調査会社であるニールセンがニューロマーケティングビジネスとして広告やブランディング施策評価のサービスを提供している．しかし，日本企業ではニューロマーケティングの本格的な導入は進んでいない．その背景には，「計測や解析が難しい」といった脳活動計測・解析の技術面での障壁や「既存のニューロマーケティングサービスは，脳活動による評価の理論的背景がブラックボックスでどこまで信頼してよいかわからない」といった信頼面での障壁が存在する。本研究では伝統的な心理学的な実験パラダイムと脳波計測を用いて個人の印象を評価するための信頼性の高い方法を確立することを目的とする。ヒトの脳内では様々な知識や情報が蓄積されている。その情報は意味記憶という形でネットワークを形成していることが心理学的な研究で明らかになっている。つまり，ある特定の個人とある特定の特性は特有の距離を持って存在していることが想定される。従って，ある人物の脳内における個人に対する印象はこの距離を測ることで定量的に評価できる可能性がある。本研究では脳波を用いてある人物の印象を脳から直接評価できるかどうかを検討した。

2.　事象関連電位と N400

本研究で扱う対象とするのは脳波の中でも特殊な脳波である事象関連電位の一つの成分である N400 と呼ばれる成分を指標として評価を行うことを目的とする。本研究において指標として用いるのは脳波の一種である事象関連電位（Event Related Potential: ERP）である。ERP とはその名前の通りに，ある特定の事象に対して発生する一過性の脳波の振れ（deflection）である。この ERP には様々な下位成分が存在しており，それぞれ名づけられた成分がそれぞれ異なる認知的な過程と対応していることがこれまでの多くの研究から明らかにされてきている。これらの成分の振る舞いを観察することによって認知的な処理過程を推察することが可能となる。N400 は ERP 成分の一つで意味

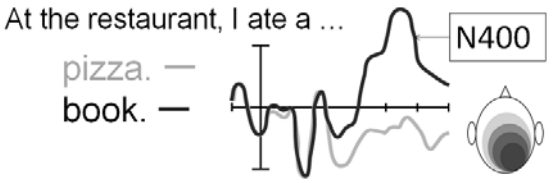


図 1　N400 の例

的処理と特に深いかかわりがあることが知られている。例えば，I eat a book などという文章を一語ずつ呈示した際に，意味的な逸脱である book という単語の呈示に対して刺激呈示から 400ms 付近に現れる成分である。

3.　意味的距離と脳活動

この成分は意味記憶表象への意識的なアクセスの負荷を反映していると考えられている。例えば認知心理学よく用いられる実験手法，プライミングパラダイムという手法がある。これは，同じ刺激が繰り返し呈示されると反応が早くなるという現象である。Matsumoto et al. (2006)では先行呈示される刺激を意識上に呈示した時にだけ N400 の振幅が減少した。この結果は N400 が意味表象への意識的なアクセスを反映していることを示している。また，意味プライミングという現象が存在する。これは例えば平和という単語に対して具体語か抽象語かというような意味的な判断を行う際に，意味的に関連する語（例えば戦争）が直前に呈示されると判断のスピードが速くなるという現象である。この課題中の N400 を検討すると意味的に関連する単語が事前に呈示されるとその振幅が減少することが明らかになっている。このことから，呈示される単語の意味的な関連性によって N400 や特定の脳領域の活動が変化することがわかる。我々の fMRI を用いた研究では意味プライ

ミングパラダイムにおいて先行呈示される刺激（プライム刺激）と判断を行う刺激（ターゲット刺激）の意味的距離をシステマティックに変化させてその変化に対応する脳領域を特定した。実験に用いられた刺激は40種類の動物の名前であった。これらの刺激は鳥，魚，哺乳類の三つのカテゴリーから構成された。このうち哺乳類は 10 種類の海棲哺乳類（イルカ，クジラなど:Marine Mammals MM）を含んでいた。海棲哺乳類は哺乳類と魚の両方の特性を併せ持ち，この研究では与

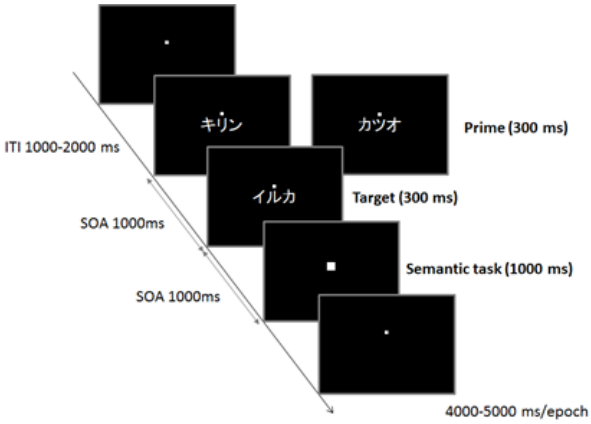


図 2　意味プライミングの実験例

えられたカテゴリーと意味距離が乖離する条件として設定された。事前の質問紙調査によりすべての動物間の意味的な特性に関しての類似度を算出し，これを意味的な距離（意味距離）の指標として定義した。またフィラー項目として非生物の物の名前が 10 個用意された。

実験　実験は意味プライミング課題を用いて行われた。用意されたすべての単語に関してペアが作られ，プライムとターゲットに分類された。プライム語とターゲット語は連続で呈示され，参加者はプライム語を黙読し，ターゲット語が生物か非生物かを判断し対応

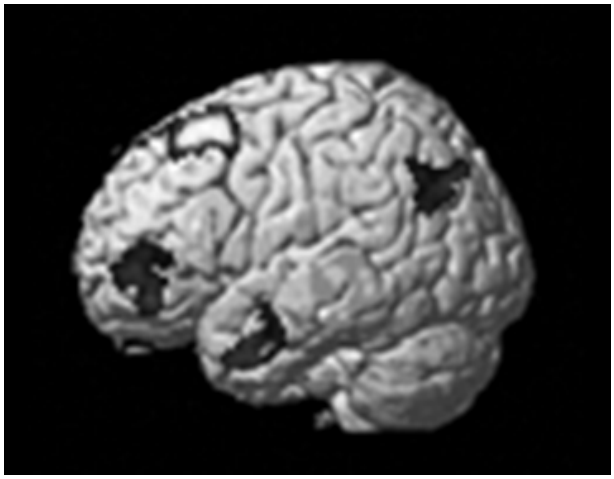


図 3　プライム-ターゲット間の意味的距離と対応して活動量が変化した領域

するボタンを押した。プライム語とターゲット語の意味距離は事前に算出されていた。被験者は事前に鳥，魚，哺乳類が呈示されることを事前に知らされていた。脳活動は siemens 社の 3TMRI を用いて計測された。

解析では最初に parametric modulation 解析を用いてプライム - ターゲット間の意味距離が大きくなるほどに活動が大きくなる（反復抑制）領域を特定した。その結果，左半球の側頭葉前部，前頭葉下部，頭頂葉，前頭葉上部が意味距離に対応してプライミング効果が変化することが明らかになった（図 3 参照）。

これらの領域は N400 の発生源と考えられており，こういった領域が脳内意味表象の意味的距離をコードしていると考えられる。

上の研究ではプライム-ターゲット間の意味的距離を変化させることによって意味距離をコードしている領域を特定するために行われたが，逆に，これらの領域の活動やN400の振幅から2つの刺激間の意味的距離を推定することが可能となるかもしれない。現在特許申請を行っているため詳しい実験内容，データなどは当日まで詳らかにできないが，本研究では N400 を指標として有名人の印象評定を脳活動から推定していく。

計測面ではより簡単に気軽に計測できることを考慮し，情報通信研究機構で「誰でも簡単に計測できる」をコンセプトにノイズに頑強で伝導性のペーストが不要の脳波計を開発し製品化された（ミユキ技研より発売中）新しい脳波計を用いて実験を行った。従来の脳波計測では伝導性のペーストをつけて電極を装着するために計測準備に時間がかかる上，装着技術も必要となるが，開発した脳波計はヘッドギアを被るだけですぐに計測が開始できる．髪が汚れることもないため，計測する側・される側双方にとっての負担がはるかに小さい。

こういった研究では有名人だけではなく，商品の印象を N400 を指標として定量的に評価し，商品に関するアンケート調査および主観評価との比較から，脳波による印象評価の特徴を明らかにすることも可能である。また，「仕事中，リフレッシュしたい気分の時に飲みたい物」といった商品の複合的なカテゴライズを N400 を指標として行い，商品の脳内ポジショニングマップを作ることもできる。さらに，コマーシャルによる商品の印象の違いを脳波により定量的に比較し，脳におけるコマーシャルの接触効果を評価することも可能であろう。

第１日　Ｄ会場

一般セッション

12 月 5 日
会場：C1

10:00～10:50　**高齢者**
座長：臼井　伸之介（大阪大学）

11:00～11:50　**視覚**
座長：小谷　賢太郎（関西大学）

15:10～16:20　**感性・ユーザビリティ**
座長：畠中　順子（人間生活工学研究ｾﾝﾀｰ）

有料老人ホームにおける離職率に関する研究
A study on the turnover rate in the nursing home

○山本晃嘉*，桑原教彰**，来田宣幸**，太田智子***，東辰紀*
*株式会社スーパーコート　**京都工芸繊維大学　***株式会社中央グループ

YAMAMOTO Akiyoshi*, KUWAHARA Noriaki **, KIDA Noriyuki**, OOTA Tomoko***, AZUMA Tatsunori *
*Super Court ** Kyoto Institute of Technology *** Chuo Business Group

1.はじめに

2013 年 10 月 1 日現在，日本の総人口に占める 65 歳以上の高齢者の割合は 25.1%と過去最高となっており，今後，総人口の減少が続く一方，高齢化率が上昇することが予想されている．高齢者の住まいに関して，特養護老人ホームなどの居住系施設で生活する場合も多いが，実際には 9 割以上の高齢者は住宅で生活している．このような状況の中，2011 年 4 月の高齢者住まい法改正に伴い，新たに「サービス付き高齢者向け住宅」の運用が創設され，同業種，異業種問わず民間事業者を含めた新規参入が活発化するなど，高齢者住宅市場が今後の成長分野として注目され，事業者間の競争が激化している．

民間事業者が多く参入している高齢者住宅市場の 1 つに有料老人ホームがある．有料老人ホームは，老人福祉法に基づき，高齢者を入居させ，入浴・排せつ，もしくは食事の介護，食事の提供，洗濯・掃除等の家事，健康管理のいずれかをする事業を行う施設である．2002 年には約 500 件であったが，2013 年 7 月時点で 8,424 件を超え，定員総数は 34 万人を超えている．今後，超高齢化社会を迎えると，政府の税収が減少する一方，社会保障関連の歳出が増大することとなり，税金に頼らない持続可能な高齢者の生活や介護の仕組みが必要となる．そのためには，民間事業者が収益を上げつつ，質の高い介護サービスを提供することは今後の日本社会において非常に重要となる．したがって，そのためには，顧客のニーズを把握し独自のサービスを展開することや介護保険制度に則って適切に経営していくマネジメント能力が求められる．

高齢者施設を経営していく上で，離職率は重要な指標である．介護は基本的に人と人との接触するサービスであり，人が中心であるため，質の高い従業員を継続的に確保することは質の高い介護を維持するためにも重要な要素である．しかし実際には，介護労働者の年間離職率は全産業の平均より高い 21.6%であり，勤続年数は約 8 割が 3 年未満であるように介護職員の入れ替わりが激しい現状にある．また，平成 22 年度介護労働実態調査によると，介護職員の離職率は社会福祉法人が 15.2%，医療法人が 18.4%，民間企業が 22.3%であり，民間企業における離職率をいかに減らすかが重要な課題となっている．

介護職の離職に関する研究では，離職意向や職務満足度だけでなく，実際の離職行動や離職率との関係を調査した研究として，実際の特別養護老人ホームを対象として離職率を分析の指標として，専門資格の取得や研修を通じた職員の資質向上を支援する職場環境の構築などの重要性が指摘されている．しかし，今後，役割が増すと思われる有料老人ホームを対象とした実証的な研究はこれまでにみられず，現状を把握して離職の要因を分析することが必要である．また，従来の研究では，横断的な研究が中心であり，離職やそのほかの要因について縦断的なデータに基づく調査はほとんどみられない．

そこで，本研究では，有料老人ホームを調査対象として，施設の離職率に影響を及ぼす要因について 24ヶ月間のデータを用いて離職率との関係について相互相関係数を用いて明らかにすることを目的とする．

2. 方法

2-1. 調査対象施設および調査時期

近畿圏において介護施設を運営するA社の全40施設を調査対象とした．A 社は住宅型有料老人ホームと介護付き有料老人ホームと高齢者専用賃貸住宅の 3 種類を運営しているが，高齢者専用賃貸住宅は 1 施設であったため，分析の対象から除外した．2013 年 9 月から 2015 年 8 月までの 24 ヶ月間とし，以下に示す調査項目について施設ごとに月単位で値を算出した．

2-2. 調査項目

調査した項目は，離職率，短期目標達成度，事故発生率, ヒヤリハット枚数, サンクスカード枚数とした．離職率は，1 ヶ月間の離職者数を 1 ヶ月の平均従業員数で除した値とした．短期目標達成度は，入居者ごとに作成したケアプラン短期目標に対してその達成度を「効果なし（1 点)」「効果あるが不十分（2 点)」「効果あり（3 点)」「達成（4 点)」の 4 段階評価を実施しており，入居者 1 人あたりの短期目標に対する達成度の平均値を算出し，各施設での全入居者の平均値を施設の代表値として算出した．ヒヤリハット枚数とは，事故には至らなかったものの重大な事故につながる可能性があったヒヤリハットが発生した場合に報告書を提出しており，1 ヶ月間に提出された報告書件数を各施設の従業員 1 人あたりの件数として求めた．A 社では，従業員が他の従業員に対して感謝の気持ちと感じた時にサンクスカードと呼ばれるカードにその対象者や内容を記入の上で提出し，職場で共有する取り組みを実施している．1 か月あたり従業員 1 人あたりの枚数をサンクスカード枚数として求めた．

2-3. 統計

各月の短期目標達成度，事故発生率，ヒヤリハット件数，サンクスカード枚数の値と各月の離職率の値を用いて相互相関係数を算出した．

3. 結果及び考察

表 1 は全施設の各指標の平均値を標準偏差である．図 1 に離職率と各変数の相互相関係数の値を示した．月遅れ 0 ヶ月で短期目標達成度，ヒヤリハット件数，サンクスカード枚数に負のピークがみられ，短期目標達成度が高く，ヒヤリハット件数が多く，サンクスカード枚数が多い月ほど離職率が低い傾向が縦断的なデータによって確認できた．これら 3 つの変数の中でも, サンクスカード枚数が最も強い関係があり, 次のヒヤリハット件数であった．ヒヤリハット報告書やサンクスカードは，従業員が職務を遂行する上で心がけによって実現可能な指標である．また，ヒヤリハットを多く報告できることは，今後起こりうるリスクが想定でき，仕事における気づく力の高さと関連があると考えられる．一方で，相互相関係数の結果から事故発生率と離職率の間には関係がみられなかったことから，実際に発生した事故件数ではなく，自己の危険性を察知することができることの重要性が示唆される．したがって，従業員の就業を継続させる上で，配慮や心配りに関連する行動に対する評価の重要性を示唆するものである．

表 1　各指標の基本統計量

	M	*SD*
離職率(%)	0.03	0.02
短期目標達成度	3.25	0.17
事故発生率	0.05	0.03
ヒヤリハット(件)	1.51	0.53
サンクスカード(枚)	8.74	6.47

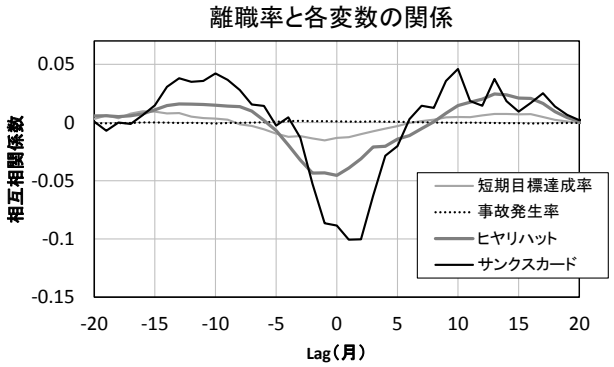


図 1　離職率との相互相関

顔画像からの情動抽出とその対話支援への利用の研究

A study of emotion extraction from the face image and, the use of to its interactive support.

北村政人，岩元美由紀，桑原教彰，森本一成

京都工芸繊維大学大学院

KITAMURA Masato, IWAMOTO Miyuki, KUWAHARA Noriaki, MORIMOTO Kazunari
* Kyoto Institute of Technology

1. はじめに

近年，わが国の高齢化は世界に例を見ない速度で進行しており高齢化率は非常に高くなっている.1）.

同時に，高齢者夫婦や独り暮らしの高齢者世代の割合も増え，一日に一言も話さないで過ごす高齢者の数も増加傾向にある．それに伴い，認知機能の廃用を招き，欝や認知症のリスクも高くなっている.

そこで，会話の手段として，情動の活性化や心理的安定に効果があると言われている回想法に着目をした.回想法は経験豊かな傾聴スタッフが率いるグループにおいて，古い道具やおもちゃ，写真などを用いて行なわれているものである．2）しかし，臨床心理士をはじめとするセラピストや傾聴ボランティアは，高齢者の数に比べて圧倒的に人材が不足しているのが現状である．今後は若年者が対話相手として積極的に高齢者と関わっていくことが期待されるが，傾聴に不慣れな若年者にとって，高齢者との会話に負担を感じる，あるいは，会話がうまくできないということも多い.

我々は，会話支援コンテンツとして写真画像を用い，高齢者と若年者が負担を感じることなく対話する事の出来るシステムを構築するため，高齢者と若年者が不満や負担を感じることなく会話をするための会話支援システムの構築を目指している．3）

そこで，本論文では、高齢者と若年者が会話中に感じる影響や，不満・負担感が写真画像によって異なるのかを検証するため，会話中の高齢者，若年者の表情から情動を抽出し，写真画像と関連つけることを目的とする.

2. 実験

2.1 概要

本研究では，高齢認知症者と若年者の対面での会話において，写真画像を用いた場合，会話中に負担を感じるのかについての検証を行うため，会話中の高齢者，若年者の表情から情動を抽出し，写真画像との関連つけを行った.

実験結果としてストレスチェックシートからの負担度の主観評価に加え，若年者及び高齢者共，表情・視線の分析を行った．すでにカテゴリ事の評価については先行研究で行っており４),本実験では先行研究の結果からより親しみやすい４種類のカテゴリで実験を行った．これは，表情から情動を抽出し，写真画像と関連つけることが目的のため，あまり，親しみにくいカテゴリを選ぶと写真ごとに不満や負担があるのか，或は無いのかを検証しにくいと考えたからである．そのため，今回は親しみやすい 4 つのカテゴリ「遊び」「食べ物」「行事」「家電」で実験を行った．被験者については，学生１人に対し３名の高齢者との会話をおこなったことで，高齢者との相性などの影響を平均化して負担を計測した.会話時間については，10 分間とし，写真１枚につき１分間とした．計測項目については，主観的な負担感評価に加え，客観的な指標として表情の情動を計測した.

2.2 被験者

被験者は 80～90 代の軽度な認知症高齢者（女性）3 名，20 代前半の大学生（男性）2 名である.

2.3　実験材料

「食べ物」「遊び」「家電」「行事」の 4 カテゴリに分類し，各カテゴリごとに 10 枚の写真画像を用意した．また，若年者の会話中のストレスを主観評価で測るためにストレスチェックシートを用意した．ストレスチェックシートとは，VAS を用いてこの実験に適切な形に改良したものである．更に，会話終了後に高齢者及び若年者両者に主観評価アンケートを行った．若年者のアンケート内容を表 1，高齢者のアンケート内容を表 2 示す．さらに，両者の表情を測るためにオムロン社の OKAO Vision を用いた．

表 1　若年者のアンケート内容

Q1	会話が自然に流れていたか
	1：思わない　⇔　5：そう思う
Q2	会話は盛り上がることが多かったか
	1：少なかった　⇔　5：多かった
Q3	会話中の話題に関心を持ったか
	1：持たなかった　⇔　5：持った
Q4	自分の趣味や興味について話すことはあったか
	1：なかった　⇔　5：あった
Q5	会話相手の趣味や興味について話すことはあったか
	1：なかった　⇔　5：あった
Q6	会話相手はあなたにとって話しやすい印象だったか
	1：話しにくかった　⇔　話しやすかった
Q7	会話相手の発言に関心を持ったか
	1：持たなかった　⇔　5：持った
Q8	会話中にストレスを感じたか
	1：感じない　⇔　5：感じた
Q9	会話相手とまた話したいと思ったか
	1：思わない　⇔　5：そう思う

表 2　高齢者のアンケート内容

Q1	会話が自然に流れていたか
	1：思わない　⇔　5：そう思う
Q2	会話は盛り上がることが多かったか
	1：少なかった　⇔　5：多かった
Q3	会話中の話題に関心を持ったか
	1：持たなかった　⇔　5：持った
Q4	自分の趣味や興味について話すことはあったか
	1：なかった　⇔　5：あった
Q5	会話相手の趣味や興味について話すことはあったか
	1：なかった　⇔　5：あった
Q6	会話相手はあなたにとって話しやすい印象だったか
	1：話しにくかった　⇔　話しやすかった
Q7	会話相手の発言に関心を持ったか
	1：持たなかった　⇔　5：持った
Q8	会話相手に関心を持ったか
	1：持たなかった　⇔　5：持った
Q9	会話の相手とまた話したいと思ったか
	1：思わない　⇔　5：そう思う

2.4　実験環境

図 1 は実験環境のレイアウトを示している．本実験では介護施設の多目的ルームで行った．横並びに置かれたイスに座った状態で会話を行った．実験は正面のディスプレイを使用した． 10 分間の会話に使用する写真画像をあらかじめカテゴリごとにファイルを作成してある．また，高齢者に見える位置でのストレスチェックシートのチェックは若年者が高齢者に気を遣ってしまい正しくストレスが評価できない可能性があることから，本実験では高齢者に見えない位置でストレスチェックシートに適切な数値を記入してもらった．実験中の両者の表情を撮るために両者の正面にビデオカメラをセットした．

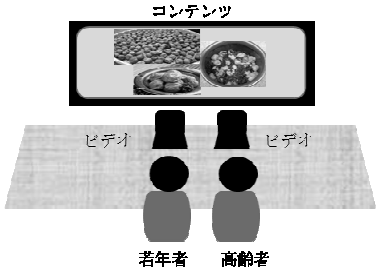


図 1　　実験環境のレイアウト

2.6　実験方法

実験は以下のように行った．

①PC の画面の両脇に若年者と高齢者が座る．

②若年者と高齢者双方の顔をビデオカメラで撮影．

③ディスプレイに写真画像を表示．

④会話スタート．

⑤会話は 1 枚の写真につき 1 分，自動的に変わるものとする．(1 カテゴリ 10 枚)

⑥若年者は写真の切り替えと同時に会話のストレスを測るため 1 分毎にストレスチェックシートに記入．

⑦会話終了後，高齢者及び若年者にアンケートをとる．

⑧①～⑦を各カテゴリで行う．

以上を高齢者 3 名に対してそれぞれ行った．若年者は 1 名の高齢者に対して 2 カテゴリずつ会話を行った．

3. 結果

2.5 で述べた実験手順で実験を行った結果を以下に示す．図 2 は，若年者のストレスをストレスチェックシートを用いて,カテゴリごとの平均を表したものである．縦軸はストレスチェックシートのスコア（1 : ストレスを感じない⇔7 : ストレスを感じる）を表す． 横軸は各カテゴリを表す．

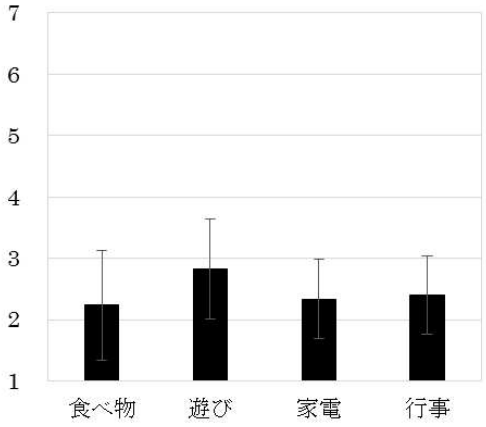


図 2　ストレスチェックシートのカテゴリ毎の平均

「遊び」が最もストレスを感じることが分かった．しかし，検定を行った結果，有意差は示されなかった．

図 3 に，若年者のストレス及び若年者の表情の関係を示す．図 4 に，若年者のストレス及び高齢者の表情の関係を示す．横軸はストレスチェックシートのスコア，縦軸は笑顔度を表す．笑顔度はネガティブな領域を 0 から-100 で表し,ポジティブな領域を 0 から 100 までで表している．

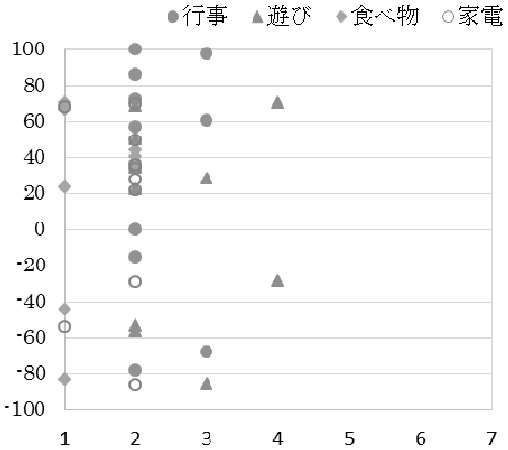


図 3　若年者のストレスと若年者の表情の関係

図 3 より，カテゴリ別に笑顔度が 0 より小さい写真画像の枚数は,「行事」で 3 つ,「遊び」で 4 つ,「食べ物」で 2 つ,「家電」で 3 つとなった．

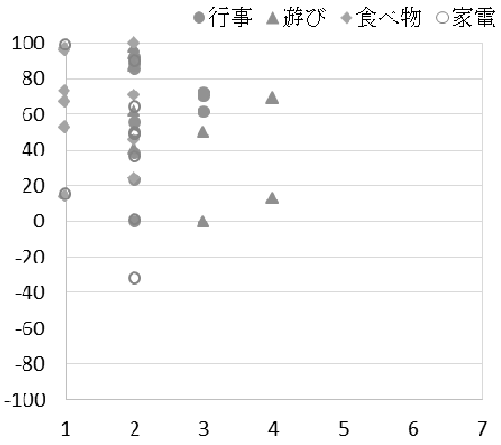


図 4　若年者のストレスと高齢者の表情の関係

図 4 より，若年者の場合と同様に，カテゴリ別に笑顔度が 0 より小さい写真画像の枚数は,「家電」の 1 つのみで，その他は全て笑顔度が 0 以上となった．

図 5 に若年者のアンケート結果，図 6 に高齢者のアンケート結果を示す．縦軸は 5 段階評価を表す．5 に近いほど正の感情を表す．しかし, Q8 に関しては逆の意味を表す．

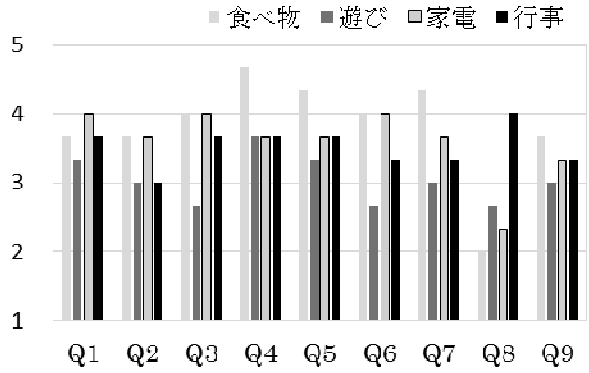


図 5　若年者のアンケート結果

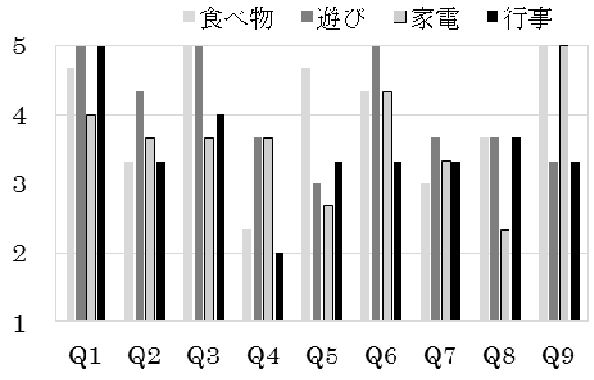


図 6　高齢者のアンケート結果

若年者のアンケートの Q8「会話中にストレスを感じたか」と問うた質問に注目すると，「食べ物」においてはほかのカテゴリよりもストレスを感じにくいことが分かった．その一方で,「行事」は最もストレスを感じやすいことが分かった．また，高齢者のアンケートの Q8「会話相手に関心を持ったか」と問うた質問に注目すると,「家電」においてはほかのカテゴリよりも会話相手に関心を示さなかったことがわかった.

4.　考察

本実験の結果から，今回用いた 4 つのカテゴリにおいては，全て高齢者の笑顔度が高いことがわかった．一方で，若年者は，高齢者に比べて笑顔度が全体的に低いように見受けられるが，　ストレスチェックシートの結果からはストレスをあまり感じていないということがわかる．若年者の笑顔度が低くなった原因として，写真画像を凝視して表情が強張ってしまったこと，ビデオの画質が悪く表情が正しく認識されなかったこと，顔を撮影する角度が悪かったことなどが考えられる.

また，若年者のアンケート Q8 の結果から「行事」でストレスを最も感じていることがわかった．しかし，ストレスチェックシートの結果では,「行事」の平均スコアは2.40でストレスをあまり感じていないということがわかった．笑顔度は-78～100 となっており，広範囲に散らばった．「行事」の笑顔度を平均すると 31.3 となっており，これは 4 つのカテゴリの中で最も高い値を示した．ストレスチェックシートとアンケートはどちらも若年者の主観評価のため，これほど回答に差がでることは考えにくい．これらのことから,「行事」でストレスを感じている原因として，若年者の回答ミスが考えられる.

5.　今後の予定

本実験では，ごく少人数での実験となったが，多くの若年者の今後は若年者の人数を増やし，同様の実験を行う予定である．また，カテゴリの数も増やして実験を行う予定である.

謝辞

本研究を行うにあたり，実験にご協力いただいた皆様に感謝の意を表する.

参考文献（記載例）

1)　厚生労働省: 平成 12 年版厚生白書の概要, 世界の高齢化, 厚生労働省ホームページ（オンライン）,入手先 < http://www1.mhlw.go.jp/wp/wp00_4/chapt-a5.html >　detail_recog.html（参照 2012-01-13）

2)　長寿科学復興財団: 回想法 【高齢者の記憶を引き出し、共感しながら心の安定をはかる】, 長寿科学振興財団,（オンライン）, 入手先 <http://www.tyojyu.or.jp/hp/page000000300/hpg000000256.htm>

3)　岩元美由紀, 桑原教彰, 森本一成: 写真画像と映像を用いた会話における負担感の比較, ヒューマンフェースシンポジウム 2012, pp579-584（2012）

4)　岩元美由紀, 桑原教彰, 森本一成: 会話支援システム構築におけるコンテンツの提示方法の検討, ヒューマンフェースシンポジウム 2015, pp959-584（2015）

認知症教育から見守りスキル向上を目指す研究

〇伊藤美加子*，高井由佳**，後藤彰彦**，桑原教彰***
*京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科先端ファイブロ科学専攻
大阪産業大学，*京都工芸繊維大学

1.　緒言

1．1　高齢化社会　日本

日本は世界有数の超高齢社会であり，65 歳以上の高齢者人口割合は総人口に対し 24.1%．今現在もさらに高齢化率は上昇を続け，介護を受ける人がますます増え続けることが予測されている．

高齢化の波が押し寄せて，今や高齢者介護の現場は大変疲弊している．過重労働から介護職員を採用しても続かずに辞めていくなど離職率は高い数値が続いている[1)]

	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年
全産業離職率	16.4%	14.5%	14.4%	14.8%	14.8%
介護職員離職率	17.0%	17.8%	16.1%	17.0%	16.6%

図 1.介護職員離職率

1．2　本研究の目的

高齢者の介護施設では離職率が高く熟練職員が少ないため，介護技術の未熟な新人職員の早期習熟が大きな課題である．

介護技術の中で多くの職員が苦手とするのが「見守り」と呼ばれる業務である．

「見守り」の方法は介護のテキストには載っていない．移乗介助技術のように，身体の使い方を写真付きで説明できるものではない．

授業の中で見たり聞いたりできないため，介護を専門に学ぶ学生にとっても介護現場に入って初めて体験する未知の業務である．

そもそも「見守り」とは何か．

「見守り」とは利用者の自主性や主体性を保つために，利用者の行為を施設職員の判断のみで規制することがないように採られる利用者支援の一方法である．しかし明らかに怪我や生命の危機があると判断した場合には,職員が速やかに支援することが必要である[2)]

今回,明確なテキストもない施設における「見守りスキル」の習得や向上について検証するために以下の調査を実施した．

2.　研究方法

2.1　調査

大阪市内の特別養護老人ホーム（定員 140 床）の 1 フロア（60 床）で働く介護職員 16 名に「見守り」の意識調査を実施.回答で 44%が「入浴日」の「15 時 30 分から 16 時 30 分」の見守りが最も苦手との結果を受け 1～3 年目の介護職員の見守り時の様子を観察し,そこで起こった内容を. RCA（Root Cause Analysis）の「出来事流れ図」[3)] を使用して分類.その際に経験の浅い介護職員の高齢者への対応に不快感を覚えることが多く、熟練職員の対応との違いが大きく見られた.今回この「出来事」を同世代の介護職員や元介護職員にも紹介し,不適切と思うか同調できるかを聞き取り.介護職員の新人教育に関する調査も併せて実施することで,「見守りスキル」の早期習熟方法を検証した．

2.2　調査対象者

アンケート調査を実施した老人ホームに勤務する 3 名の職員と介護現場を 4 年以上経験し現在は在宅生活者を支援する業務に異動した「元介護職員」2 名の計 5 名にインタビューを実施．

表 1 .調査対象者

	性別	年齢	経験年数	対人援助専門教育
1	女性	20代	3か月	大学(社会福祉)
2	女性	20代	1年3か月	大学(社会福祉)
3	女性	20代	2年3か月	大学(社会福祉)
4	女性	20代	3年9か月	大学(社会福祉)
5	男性	30代	6年	大学(社会福祉)

2.2　データ収集法

参加を依頼した際には,上司や他職員からの抑制等がかからないように,調査目的内容等は一切伝えずに「施設内事故に関する意見交換」とだけ伝えて参加してもらった.また第三者に会話内容が漏れないようフロアから離れた場所の会議室を使用し,内容を IC レコーダーに録音すること,研究使用の目的を説明し同意を得たうえで、インタビューを開始した。

表内1から3の職員はグループインタビューとし,4番5番の現在宅事業職員へは個別インタビューとした.

所要時間は30分から60分.

2.3　調査項目

調査対象者が所属するフロアの見守り業務中に把握した「出来事流れ図」の「出来事」部分のみを紹介し,自由に素直な意見を聞き出す.筆者が見守りの様子を見学した際の違和感を現役介護職員と元介護職員はどのように感想を述べるのかを分析した.

3.　調査結果

今回紹介した「出来事」は5つ.カテゴリで分けると

①「認知症による行動・心理症状（妄想・暴力・執着など）への理解と対応スキル」(3出来事)

②「高齢者の特徴を理解した対応(柔軟な対応スキル)」(2出来事)

の2つに分類される.

①　の各出来事に対してはインタビューした1年から3 年目の職員はどの出来事に関しても概ね介護職員の対応に同調し,「自身も同じ対応をしている」や「イライラすることもわかる」との発言.現在介護現場を異動している職員は2名とも「何も知らずに抑制していたと反省させられる」「何となく先輩のやっていることを真似てやっていた」と「不適切」「違和感あり」と回答し,現役介護職員ほど,「自身も同じような対応をしている」「他の職員もそのように対応しているから」との回答があった.

②　の各出来事に対してはインタビューした5名中,4名が「自身も同じような対応をしている（してきた)」「新人であればあるほど,困っていても先輩に言い出しにくい」「高齢者より先輩に気を遣う」と組織風土の課題が見られた.

4.考察

日を変えて何度か同じホールで見守りを行う介護職員の様子を観察したが,見守りスキルや対応スキルは介護技術のように練習して身につくものではなく,新人は指導する職員や周囲の先輩職員が対応している様子を見て真似て,対応方法を徐々に身に着けているため,根拠のあるケアや対応[4)]がされておらず,第三者が見て「不適切」と感じる対応になっていると思われた.今回、インタビューした5名の職員のうち入職してから「高齢者の理解」「認知症の理解」の講習や研修を受けた記憶があるかと確認すると,今年入職した1年目職員だけが経験しており,他の職員は介護現場就労時に「認知症研修」を受けていなかった.また別の機会で同じ現場で働く介護職員 12名のうち,「認知症の研修受講歴があったのは,1年目4名のうち 1 名,他 8 名の 1 年以上の介護経験者では,1 名のみが外部研修で受講したことはあるが,内容自体を覚えていないとの回答が得られた.

どこの介護現場でも人材を採用すれば即戦力として技術を習得させることにばかり傾倒してしまう.

十分な教育がなされないままでは,経験の浅い介護職員による不適切ケアが繰り返され,バーンアウトや施設内での高齢者虐待にもつながりかねない.

高齢者の理解,認知症の理解の基礎教育を早期から受講する機会を持たないことが介護職員の見守りスキル,対応スキルの低下を招いていると思われる.

5.結言

この論文ではより短時間に,より適切に根拠ある高齢者への見守りケアを実践できるツールとして,認知症理解教育を階層別に導入することを提案する.

まず認知症の基礎理解の座学を入職前と入職して数か月目・2年目に設定し,基本知識の定着を図る.

熟練職員には講義と事例を通したグループワークなど,客観的に自身の日常の認知症ケアを検証する機会を繰り返しもち,スーパービジョンを受けることで見守りや対応スキルの早期習熟と品質向上が望めると考える.

参考文献

1）(財)介護労働安定センター「介護労働実態調査」より
「介護職員・訪問介護職員離職率」

2）・小学館　デジタル大辞泉

・『業務マニュアル「コミュニケーション」』P.12-1
特別養護老人ホーム　瑞光苑

3）『RCA根本原因分析法実践マニュアル　再発防止と医療安全教育への活用』　医学書院
「インシデント・アクシデント事例の要因分析・事例分析演習　　損保ジャパン日本興亜リスクマネジメント
医療リスクマネジメント事業部

4）・「新しい認知症介護―実践者編―」P.9　認知症介護研究・研究東京センター　中央法規

・『認知症になっても安心して暮らせるまちをめざして』
大阪市福祉局高齢者施策部高齢福祉課　発行

蛍光ペンを用いた情報整理方法による視線動向の変化と学習効果に与える影響

Change of the eyes trend by the information rearranging method using the highlighter pen and influence to give a learning effect

○西村浩樹*，芝田和正**，稲塚有紀**，桑原教彰**

*ARC EDU 株式会社　**京都工芸繊維大学大学院

NISHIMURA Hiroki*, SHIBATA Kazumasa**, INAZUKA Yuki**, KUWAHARA Noriaki**

* ARC EDU Co. Ltd., **Graduate School of Science and Technology, Kyoto Institute of Technology

1.　はじめに

近年、小学生・中学生・高校生など様々な学習者が何かを学ぶ時、その学習過程や問題解決過程自体を研究対象とする認知科学や学習科学が注目されている。

学習における認知科学は、深い学びと情報処理過程を科学的に理解し、学習者が効果的・効率的な学習ができるよう支援するためのものである。そこで、学習者が、学習時における問題解決時に必要な情報を認知するための具体的な方法を検討する必要があると考える。

現在、学習者の学力を図るために入学試験・定期テストなど各種テストが実施されているが、いかなる出題形式であっても、出題された問題情報の中から、問題解決に必要な情報を獲得し、正確に理解、さらに認知することは必要不可欠である。また、問題解決を実現するためには、ある情報を獲得した際に、後に問題解決につながる現象である「知識の転移」を引き起こす必要がある。(知識の転移とは、先行学習で得た知識を、後続の学習時に関連づけ、問題解決につながる現象を言う[1)]。)

しかし、知識の転移を引き起こすためには、ある一定量の情報の中から問題解決に必要な情報が重要であるということを、情報分析・判断する必要がある。

Daniel Kahneman[2)] によると、人間には物事を判断する思考に 2 つの思考システムが存在するとされている。

1 つは、ファスト（システム 1）と言われる直感的・感情的な価値判断による思考、2 つめにスロー（システム 2）と言われる論理的・理性的な価値判断に基づく思考である。この 2 つの価値判断を相互補完させることにより、物事を認知し、様々な情報を処理・判断している。ファスト（システム 1）の直感よる判断は、無意識的にまた自動的に物事を判断し、学習経験を検索照合して、次々に様々な関連する情報を連想し、その連想した情報を元に判断を行う。優れたファスト（システム 1）は、瞬時に的確な情報同士を結合し、問題解決のための新たな情報ネットワークを構築するが、入力情報に間違いがある場合や欠落がある場合、または今までに学習した事がない内容の場合は、短絡的思考になり、色々な錯覚と間違いを引き起こしやすいと言える。次に、スロー（システム 2）の冷静な判断は、深く情報を意識的に認知することで、秩序だった判断をする統計的思考と言える。

つまり、様々な情報を処理し判断をする際、2 つの思考システムが備わっているが、情報処理過程において過大な負荷がかかるスロー（システム 2）よりも、自動的・無意識的に判断をするファスト（システム 1）の直感に頼った価値判断をする傾向が見られ、間違いを引き起こす原因の 1 つになっている。

これは、小学生・中学生・高校生などの学習者を対象に日々行われる様々なテストにおける問題を解決する際にも同様に情報分析・判断能力が必要とされる。

そこで、問題解決能力を高め、正確な情報整理と判断を促すため、学習者が一般的に使用する蛍光ペンに着目した。蛍光ペンは、重要箇所にマーキングをし、色づけをして目立たせることで注意を惹き、学習効果を向上させる目的で使用されている。

これまでに、蛍光ペンによるマーキングの効果に関して、視覚にとって好ましい色や記憶に及ぼす影響を検討した研究[3)] や文章における適切なマーキングがキーワードの探索に与える影響の研究[4)] が行われている。

しかしながら、蛍光ペンによるマーキングが、注意力や認知、また視線の動向にどのような影響を与えているかについては明らかになっていない。

そこで本研究は、蛍光ペンでのマーキングによる色による視覚的刺激やマーキングの配置箇所が、情報分析や判断を行う際の視線の動きにどのような影響を与えるか計測・解析すると同時に、設問の正答率や解答時間の変化を検証した。

2. 実験

2.1 被験者

被験者は、大学生３名（男子２名、女子１名）とした。また、被験者は、全員、裸眼で正常な視力であり、視線計測に支障の無いよう眼鏡着用者は対象外とした。

2.2 実験概要

英語の三単現の S に関する問題と時制（現在形・過去形・未来形）に関する問題をパターン A（マーキングなし 10 問、マーキングあり 10 問）、パターン B（マーキングなし・確認問題 10 問）の 2 パターン・3 種類準備し、蛍光ペンでマーキングすることが視線動向にどのような影響を及ぼすのか、検証することを目的とした。マーキングをすることが問題解決に関係しているなら、視線の動向が解答する際のポイント・ヒント箇所に移動する回数や解答時間に変化が見られることが予想される。被験者は、まずパターン A（マーキングなし）を解答し、次にパターン A（マーキングあり）、続けてパターン B（マーキングなし・確認問題）の問題について解答し、各問題パターンにおける解答時の英文中にある各項目への視線移動回数、停留時間を測定した。同時に、解答にかかる所要時間を測定した。

2.3 実験環境

各問題は、プロジェクタでホワイトボードに（縦 80cm×横 140cm）１問づつ投影され、被験者が設問の解答を口頭で答えると同時に次の設問のスライドが投影されるという形式で実験を行った。

視線解析装置は、（株）ナック社製のモバイル型アイマークレコーダーEMR-9 を使用し測定を行った。視線解析装置を図 1 に示す。

図 1 視線解析測定器具：製品名モバイル型アイマークレコーダーEMR-9

2.4 実験課題

実験時に投影されたマーキングなしの三単現の S の問題を図 2、マーキングありの問題を図 3 に示す。また、マーキングなしの時制の問題を図 4、マーキングありの問題を図 5 に示す。

Ms. Green (ア get イ gets) up at six.

図 2 三単現の S：マーキングなしの例

We (ア watch イ watches) TV every day.

図 3 三単現の S：マーキングありの例

Ken ① helps ② helped ③ will help ④ help his mother last Sunday.

図 4 時制：マーキングなしの例

She ① practices ② will practice ③ practiced ④ practice the piano every day.

図 5 時制：マーキングありの例

3. 結果

3.1 視線停留時間

各問題の英文を S（主語）、V（動詞）、それ以外、時間の文の成分ごととエラーの項目に分け、各項目における視線が停留していたフレーム数（30 フレーム/秒）を確認した。

三単現の S における各項目の視線停留時間に関して被験者 A を図 6 に、被験者 B を図 7、被験者 C を図 8 に示す。

各項目別の視線停留時間は、マーキングのあり、なしに関わらず、選択肢の項目が最も長く、次に解答を導くポイント・ヒントになる主語及び助動詞の項目が長くなった。また、パターン A（マーキングあり）問題実施後に実施したパターン B（マーキングなし・確認問題）において、ポイント・ヒント箇所の視線停留時間が最も長くなる傾向が見られた。

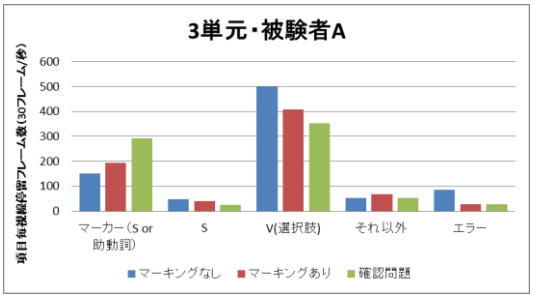


図 6　3 単元の S　被験者 A　視線停留時間

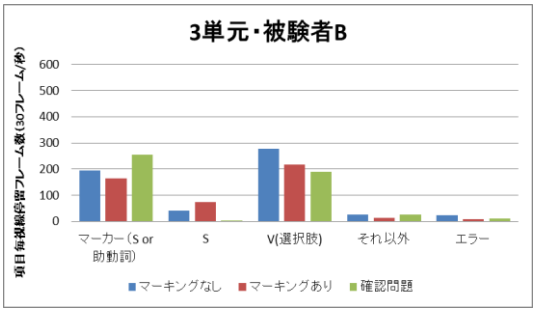


図 7　3 単元の S　被験者 B　視線停留時間

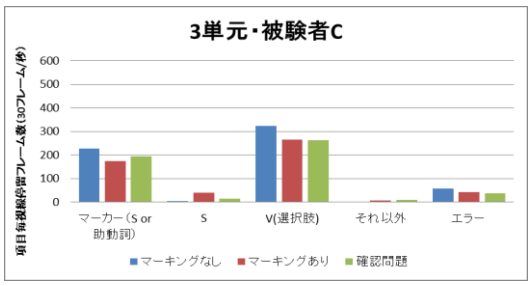


図 8　3 単元の S　被験者 C　視線停留時間

また、時制における各項目の視線停留時間に関して被験者 A を図 9 に、被験者 B を図 10、被験者 C を図 11 に示す。ポイント・ヒントになる箇所である時間の項目において、マーカーありの問題を実施後のパターン B（マーキングなし・確認問題）において時間の項目の視線停留時間が長くなる傾向が見られた。

但し、被験者 C については、測定時エラー数が多いことから、時制の視線停留時間の考察から外すものとする。

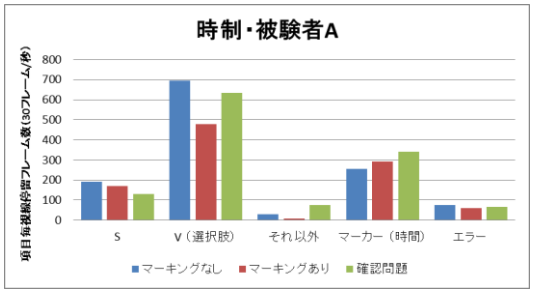


図 9　時制　被験者 B　視線停留時間

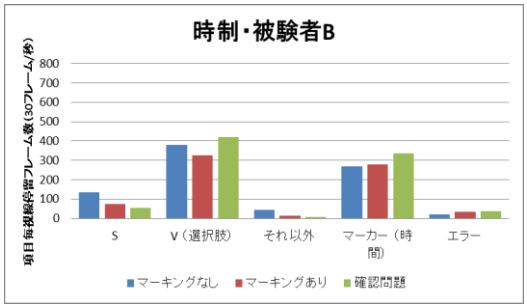


図 10　時制　被験者 B　視線停留時間

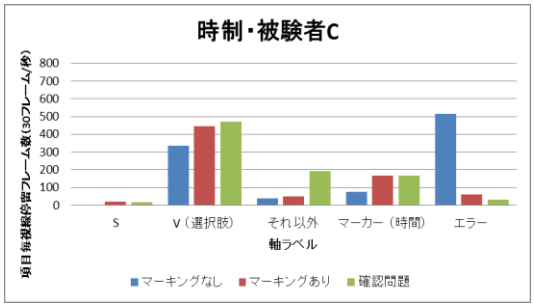


図 11　時制　被験者 C　視線停留時間

3.1　視線移動回数

各問題における視線の移動回数に関して、3 単元の S を図 12 に、時制を図 13 に示す。三単現の S では、パターン A（マーキングあり）で、視線の移動回数が少なくなる傾向があり、パターン A（マーキングなし）よりも、パターン A（マーキングあり）の問題を実施した後のパターン B（マーキングなし・確認問題）の方が、視線の移動回数が少なく傾向が見られた。

時制の問題については、パターン B（マーキングなし・確認問題）実施時において視線移動回数が少なくなる被験者もいたが、逆に視線移動回数が多くなる被験者がいることも確認された。

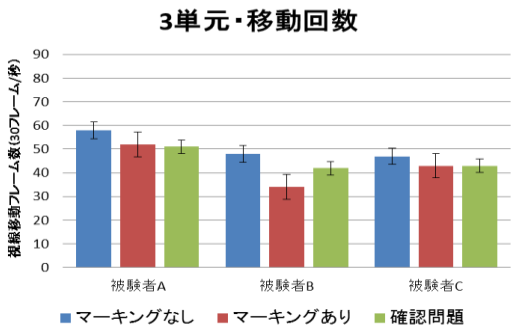


図 12　時制　視線移動回数

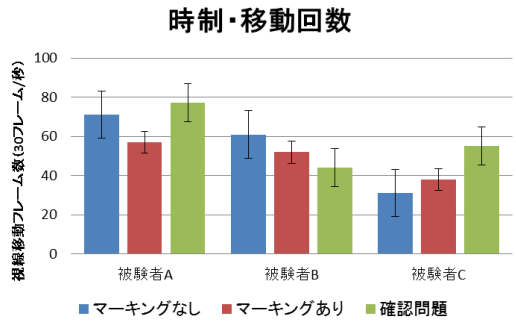


図 13　時制　視線移動回数

3.2　総解答時間

各問題における総解答時間に関して 3 単元の S を図 14 に、時制を図 15 に示す。三単現の S、時制のともにパターン A（マーキングあり）で解答時間が短くなる傾向が見られた。また、パターン A（マーキングなし）よりも、パターン A（マーキングあり）問題を実施後のパターン B（マーキングなし・確認問題）において総解答時間は短くなる傾向が見られた。

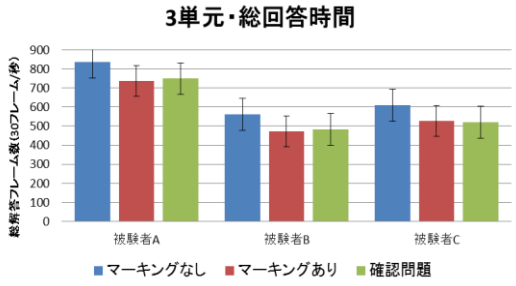


図 14 三単現の S　総解答時間

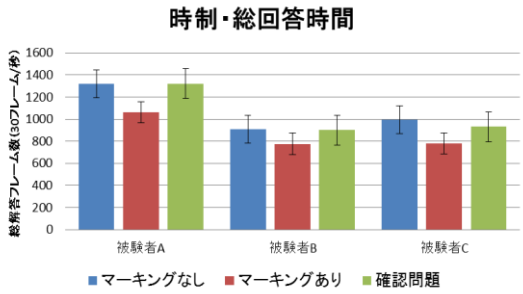


図 15　時制　総解答時間

4.　考察及び結論

本研究では、蛍光マーカーでマーキングをすることが問題解決する際の視線動向にどのような影響を及ぼすのか、英語の三単現の S、時制の問題を用い、実験、検証を行った。

結果として、視線停留時間に関して、パターンA（マーキングあり）の問題実施後、パターンB（マーキングなし・確認問題）問題を解答する際には、ポイント・ヒントである項目に視線停留時間が長くなり、選択肢の停留時間が短くなったことから、解答を導くまでの決断が早くなる可能性があると考えられる。

さらに、視線移動回数が少なくなり、総解答時間も短くなる傾向が見られたことから、蛍光ペンでマーキングをすることは、視線動向と問題解決能力について影響を与えるのではないかと考えられるが、本実験においての被験者数は、少ない人数で実施したため、今後、被験者の人数を増やし、問題レベルに合致する中学生を対象とした実験と検証が必要であると考えている。また、脳血流などの脳活動の計測を実施することにより、マーキングが、情報探索にどのような影響を与えるか検討する予定である。

参考文献

1)　白水始：認知科学と学習科学における知識の転移，人工知能学会誌,27 巻 4 号
2)　Daniel Kahneman:Thinking Fast and Slow
3)　鈴木，木村，堀江，大内：蛍光色によるマーキングの効果；日本人間工学会大会講演集，Vol.38，pp.500-501 (2002)
4)　西村，桑原：蛍光ペンによるマーキングの有無が及ぼす学習効果に関する一考察；日本人間工学会（2014)
5)　三宅なほみ,三宅芳雄,白水始：学習科学と認知科学;Cognitive studies,9 (3),328-337,(Sep,2002)

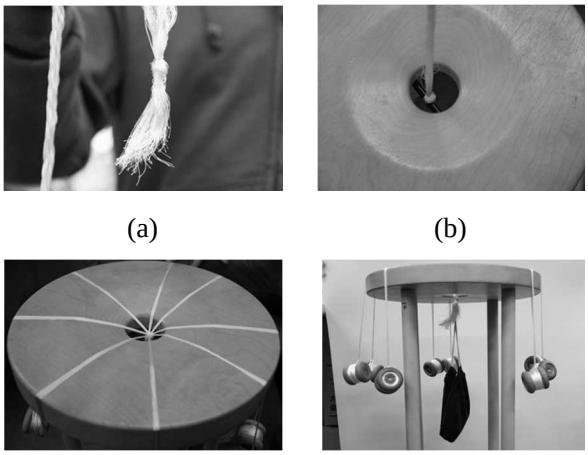
手組み組紐技術の熟練者と初心者の眼球動作による比較
An analysis of eye movement for braiding of expert and non-expert

Kontawat Chottikampon*, Shuhei Yasuda* ,Suchalinee Mathurosemontri*,Tadashi Uozumi **,Akihiko Goto*** and Hiroyuki Hamada*
*Kyoto Institute of Technology, **Gifu University, ***Osaka sangyo University

1.INTRODUCTION

Braiding technique is the one of many methods to fabricate a cord that has been called “Kumihimo”. From Japanese history, Samurai use this cord for a functional and decorative way to lace their lamellar armor and their horse`s armor. Nowadays, this traditional product has been used as ties on haori jackets and kimono, which are the Japanese traditional clothes. Kumihimo cord has created by a form of finger-loop braiding. Later tools such as a “marudai” were employed to make more complex braids in shorter time.

The cotton strands and marudai stand were prepared for braiding experiment. The first braiding step start by gathering all eight strands and tie a knot at one end (Figure 1(a)). And then drop the knotted end into the center hole on the marudai (Figure 1(b)). Next separate the strands out into four groups with two strands each and lay them over the marudai (Figure 1(c)). After that reel strands around the bobbins tightly as shown in Figure 1(d).



(a) (b)

(c) (d)

Fig. 1 Strand and marudai stand preparation

The braiding method is shown in Figure 2. First step, start by moving the strand A across strand B and strand E across strand F. After that move strand C across strand D and strand G across strand H. Next the strands are braided anticlockwise. Start by moving the strand F across strand C and strand B across strand G. Finally move strand D across strand A and strand H across strand E. Continue the braiding from first step until finish.

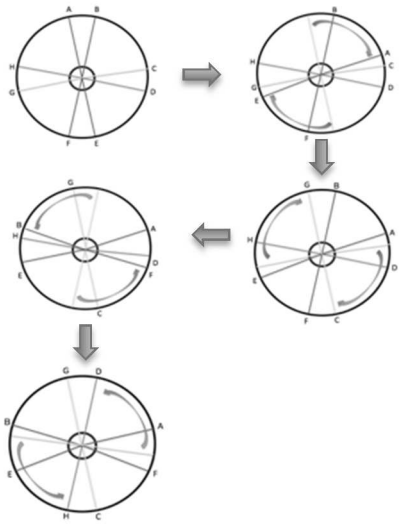


Fig. 2 Braiding method

2. Experiments

Three attendees were conducted one expert has been the braiding experience more than 30 years, while the remainders were novice. The eyes movement analysis was tested as show in Figure 2 The braided rope position was studied also to investigate their position during the process., the cross section of braided ropes of the first experiment was cut and obsderved at 3 positions as the start position, middle position and end position to see their shape.

Fig. 3 Eye's movement experiment

3.Results and discussion

3-1 Comparison of braided rope

the outside feature of braiding ropes was considered. It was found the development of non-experts skill. For the trial 1, there are some mistake part of structure and diameter of rope do not constant along the length. shown in Fig.4.

Figure 5shows the distance from the center to the rope is that the expert has very little to make a straight line look beautiful when compare with non-expert

Fig. 4 Final braiding products of the expert and non-experts

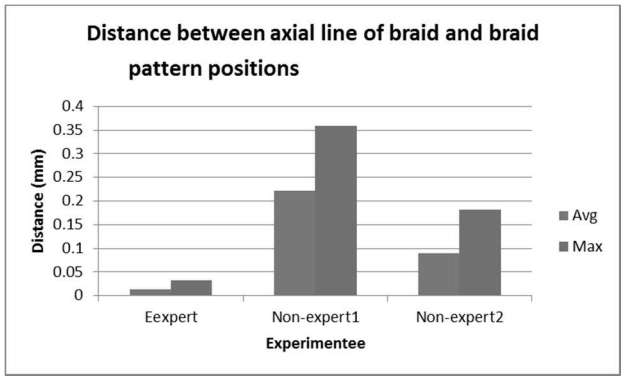


Fig. 5 Straight rope compare

Cross sections of braiding rope were measured and considered their shape as shown in Figure 6. It was clear that the cross section of braided ropes of the expert are the quite round shape all of 3 positions. In the case of non-expert 1 and non-expert 2, their braided rope shapes show the different shape with the expert. Some position show a round shape but some position show an ellipse shape.

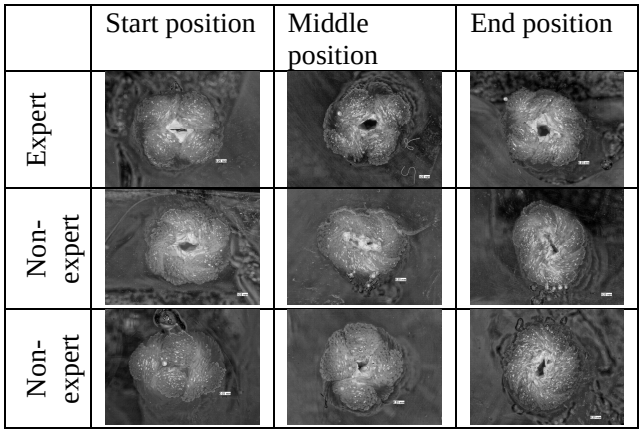


Fig. 6 Cross section of braided rope shape

3-2 Eye's movement analysis of the expert and non-experts

The details of the different braiding skill between expert and non-expert are evaluated by the determination of eye`s movement during braiding. The comparison of the movement of eyes between expert and non-experts are shown in Figures 7. The origin point of the plot is based on the center of the hole of the marudai. The movement of eyes of expert mainly changes in the horizontal direction. In addition, during the braiding process an expert focused on the center position of the marudai plate as the eyes movement data clustering in the center area. In the case of non-expert, both non-expert samples show the higher scattering data and the vertical movement of eyes during the first trail of braiding process.

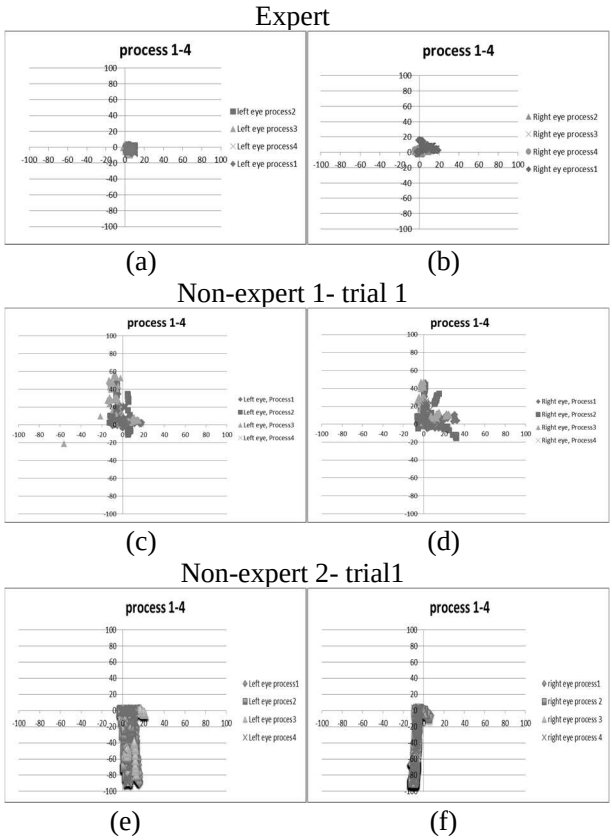


Fig. 7 Eye's movement direction.

3-3 Position of braid rope to marudai

Figure 8 shows the position of the braided rope during braiding process. The position of the rope is directly influenced by the tension of each thread. The braided rope positions of an expert scatter around the center of the marudai while the non-experts show the unsymmetrical scattering of the rope positions. The unsymmetrical distribution of the rope position is caused by the instability of the tension of the thread during braiding process.

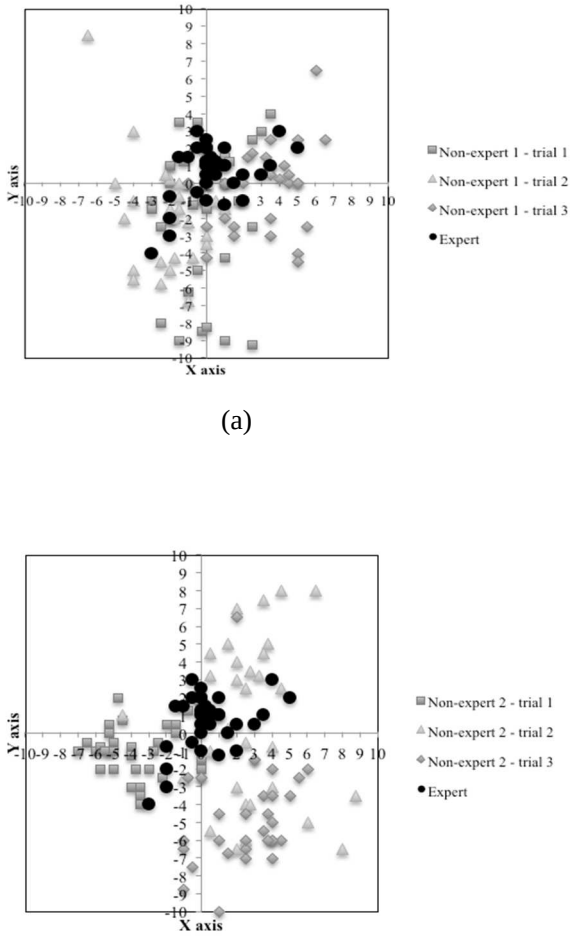


Fig. 8 Braided rope position

3-4Angle rope during braiding process

Figure 9 shows that the angle of rope expert in the range of 170-180. But the non-expert has range from 160-180. As a result, the expert can control the position of the rope while braiding process.

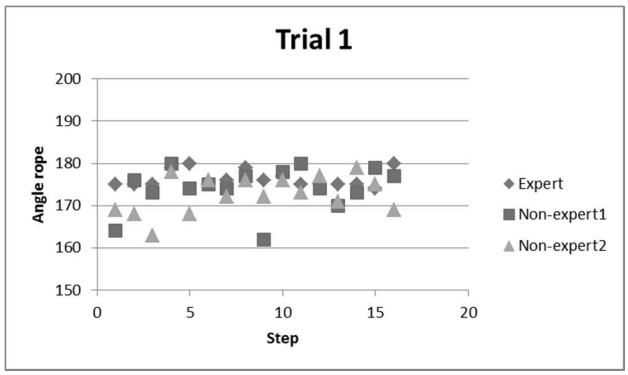


Fig. 9 Angle Braiding rope

.

3-5 Comparison of braiding speed between the expert and non-experts

The braiding speed of expert and non-expert are compared as shown in Figure 10. For the first braiding trial, the braiding speed of the expert show significantly higher speed than both non-expert samples. This is due to the difference of the experience and skill between expert and non-experts. However after non-expert samples have already understood the braiding process, the braiding speed in the second and third trials of non-expert samples obviously increase when compared with the first trial.

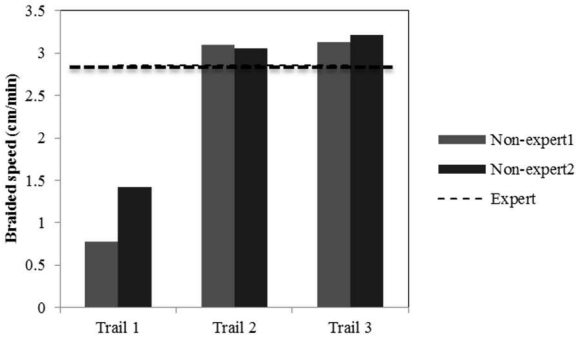


Fig. 10 Comparison of braiding speed between expert and non-experts

Conclusion

The expert shows the high performance and constant of braiding skill. Her eye's movement focused at the center of marudai plate that accorded with the braiding rope position. The expert can balance the rope tension and rope angle during the braiding process well. Whereas the eye's movement of non-experts did not relate with the braiding rope position. With the focusing of the expert during process, the braided rope shape shown the round shape. But the non-concentration and unbalance of braided tension of two non-experts led to the non-uniform of braided shape.

References

1. Martin, Catherine. Kumihimo: Japanese silk braiding techniques. Old Hall, 1986.
2. Sahashi, Keijo. Exquisite: the world of Japanese kumihimo braiding. Kodansha Amer Inc, 1988.
3. Dixon, Anne. Introduction to Kumihimo. A. Dixon, 1995.

腹腔鏡下手術手技を対象とした教育支援システム

Education support System for Laparoscopic Surgery Techniques

塩見尚礼*,**, 村上耕一郎**, 太田裕之**, 太田智子***, 宮本勇樹***, 呂暁丹****,
安田周平****, 尾野喬祐****, ○山代和明*****, 高井由佳*****, 後藤彰彦*****,
濱田泰以****, 谷眞至**
*長浜赤十字病院外科 **滋賀医科大学 ***中央ビジネスグループ ****京都工芸繊維大学
*****大阪産業大学

SHIOMI Hisanori*,**, MURAKAMI Koichiro**, OTA Hiroyuki**, OTA Tomoko***,
MIYAMOTO Yuki***, LU Xiaodan****, YASUDA Shuhei****, ONO Keisuke****,
YAMASHIRO Kazuaki*****,TAKAI Yuka*****, GOTO Akihiko*****, HAMADA Hiroyuki****,
TANI Masazi**
*Nagahama Red Cross Hospital, **Shiga University of Medical Science,
***Chuou Business Group, ****Kyoto Institute of Technology, *****Osaka Sangyo University

1. はじめに

腹腔鏡下手術は切開創を最小限に留めることで術後の疼痛や感染症発症率の低下、それに伴う早期社会復帰が期待できる低侵襲手術の代表であり、近年施行数が増加している。一方で創を大きく切開する手術（開腹・開胸など）に比べると術者が得られる情報が少なく、技術の習熟には多くの経験が必要とされる。実際の患者に対する手術を行う前に技術を習得するには手術シミュレータを使用するなどがある。手術シミュレータはバーチャル上で各種手術器具を選択、駆使しながら手術を展開して行く中で、出血や臓器損傷などに遭遇することもあり、内鏡視下手術の実践的トレーニングを行うことができる。[1)]

本研究では、腹腔鏡下手術手技を数値化し、医学生や研修生のための教育支援システム構築を目的とした。今回の実験は手術内容の工程分析で得られた結果を示す。

2. 実験

2.1 被験者

被被験者は医学生 4 名と医師 2 名とした。滋賀医科大学に在学する医学生 4 名をそれぞれ A (年齢 24 歳, 男性, 右利き) B (年齢 31 歳, 男性, 右利き) C (年齢23歳, 女性, 右利き) D (年齢22歳, 女性, 右利き) と医学生に指導を行った経験年数 15 年の医師を熟練医師 (年齢 41 歳, 男性, 右利き) とし、経験年数 25 年の医師を超熟練医師 (年齢 51 歳, 男性, 右利き) とした。

2.2 使用機器

今回の実験はバーチャルリアリティ内視鏡手術トレーニングシミュレータ LapVR (ガデリウス・メディカル株式会社) を用いて実施した。本装置はモニタ、ハプティック (触覚) デバイス、手術鉗子 2 本、カメラ、デュアルフットペダルによって構成されており、内視鏡手術において重要な両手足の協調運動能力や、空間認知能力などの基本スキルを訓練することができる。

2.3 方法

対象手術は腹腔鏡下胆嚢摘出術とした。被験者はシミュレータで対象手術を行った。医学生は 2 回手術をしてもらった。1 回目は熟練医師から指導を受けながら手術を行い、2 回目は指導なしで手術を行った。今回は 2 回目のデータを使用した。今回の実験はシミュレータのモニタを撮影し、撮影した動画から手術内容を工程分析した。

3. 手術工程

今回は医学生に行った指導内容より手術内容を 8 工程に分割した。工程内容は表 1 に示す。

表 1 工程内容

工程	手術内容
1	癒着の確認（胆嚢管）
2	胆嚢管のクリッピング
3	胆嚢管の切除
4	癒着の確認（胆嚢動脈）
5	胆嚢動脈のクリッピング
6	胆嚢動脈の切除
7	胆嚢の剥離
8	胆嚢の摘出

4. 結果および考察

4.1 各工程の作業時間の推移

図 1 は被験者の総作業時間を 100%としたときの各工程の作業時間割合の推移を示す。全工程中で作業時間割合が最も高いのは工程 7 の超熟練医師であり、次に工程 7 の熟練医師であった。

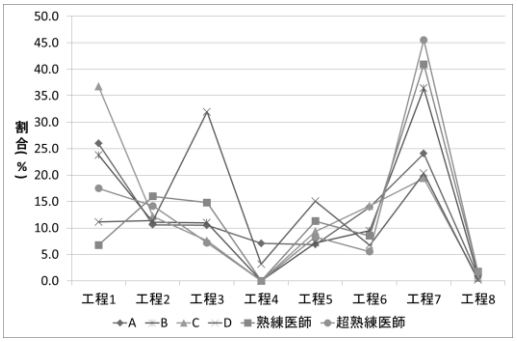


図 1 各工程の作業時間割合

4.2 作業時間割合の比較

図 2 は被験者の各工程の作業時間割合を比較したことを示す。

熟練医師と超熟練医師は工程 4 、工程 7 において、医学生よりも時間を要していた。特に工程 7 の割合は、熟練医師と超熟練医師とも全体の作業時間割合の約 4 割を占めた。この結果より、腹腔鏡下胆嚢摘出手術において、熟練医師と超熟練医師は胆嚢の剥離に対して時間をかけて作業をしていることが明らかとなった。

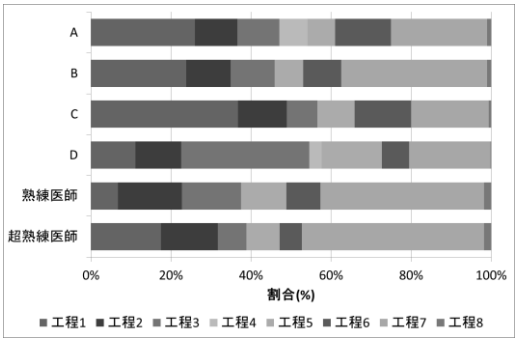


図 2 作業時間割合

4.3 胆嚢の剥離における経験年数

図 3 は経験年数に伴う胆嚢の剥離の割合の推移を示す。4 人の医学生は胆嚢の剥離の割合を平均とし、0 年から 15 年にかけて胆嚢の剥離の割合は約 15%上がり、15 年から 25 年にかけて胆嚢の剥離の割合は約 5%の上がりを示した。

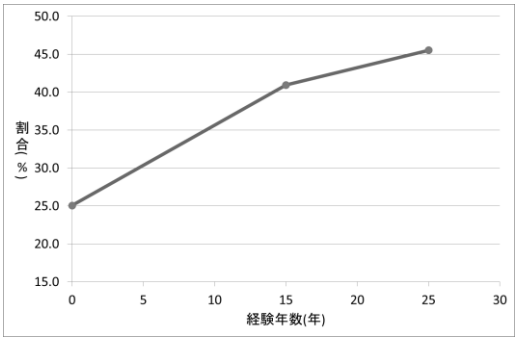


図 3 経験年数に伴う胆嚢の剥離の割合

4.4 考察

熟練医師は医学生に比べ胆嚢の剥離に時間を要している。また、超熟練医師と熟練医師の間にも、胆嚢の剥離の時間割合の差があり、経験年数が長いほど胆嚢剥離に要する時間割合が多くなる。このことから熟練医師と超熟練医師は胆嚢の剥離において医学生にはない技術があることが明らかとなった。

謝辞

本研究は、科研費・基盤 C (26350275) の助成を受けて遂行されています。

参考文献

1) 塩見尚礼, 後藤彰彦, 高井由佳, 濱田泰以: 腹腔鏡下手術シミュレーションにおける眼球運動解析, 日本機械学会第 21 回機械材料・加工技術講演会(M&P2013)論文集(2013).

状況設計に必要な雰囲気の評価とそれに関係する気分

Evaluation of the Atmosphere to the Situation Design and the Mood

○西藤栄子，神宮英夫

金沢工業大学感動デザイン工学研究所

SAITO Eiko, JINGU Hideo

Research Laboratory for Affective Design Engineering, Kanazawa Institute of Technology

1. はじめに

同じモノ（商品）であっても，明るい場面で見る場合とそうでない場合では，そのモノの使いやすさやイメージまでが異なって感じることを経験する．また快適な環境・状況は，作業の効率化や従事する人々のコミュニケーションにまで影響を及ぼす．このように，モノと人との関係に加えて，場面や状況の設計・雰囲気づくりの検討は重要な課題である．ところが，雰囲気は刺激が何であるかが明確でなくても「何となく感じる」というように，刺激と反応が曖昧で複雑な多感覚情報処理よってもたらされるものであり，分析が困難であるため，先行研究が極めて少ない．

そこで本一連の研究 [1~6] では，このような複雑な多感覚情報によってもたらされる雰囲気を，SD 法などの数値型データだけではなく，発話や文章（テキスト型データ）で全体像を捉え [2, 3]，さらに言葉では表現しきれない部分を生理機能データで捉えて [5]，これらデータの対応性から，測定･評価手法の確立を目指してきた．そこでは，感度分析法 [4, 5] や連続性をもった時系列評価の簡便法「感動曲線描画法」[7] を提案し，その有用性も明らかにした．

本報では状況設計を行う立場から，どのような特性の人に，雰囲気を効果的にワクワクと感じさせることができるかを検討した．特に，人の特性のうちの気分に着目して，雰囲気の感じ方（感度と時系列評価のパターン・挙動）と気分との関係を調べ，状況設計における対象者側の手がかりを得ようとした．

2. 研究

2.1 研究の枠組みとプロセス

研究の枠組みとプロセスを図 1 に示した．

まず刺激（模擬結婚式の録画）に対する評価値から対象者を感度分類した．一方，時々刻々と変化する場面の雰囲気を「感動曲線描画法」[7] で評価し，双方の関係を調べた．これと対象者の気分との関係を調べて，どのような気分の時に雰囲気の感度が高まり，時系列評価のパターン・挙動に違いがみられるかを検討する．

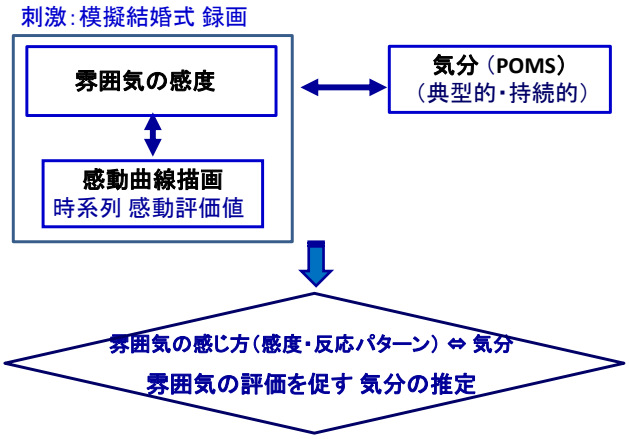


図 1. 研究の枠組みとプロセス

2.2 実験

刺激：前報 [8] と同じ模擬結婚式の録画（新婦役と参列者役，いずれも女子学生，映像時間：11 分 2 秒．

雰囲気の評価値データの取得：評価用語 [1] は，結婚式の雰囲気評価用語 27 語（結婚式特有語 12 語・雰囲気特有語 5 語，共通語 10 語）から，雰囲気の感度分類用としての雰囲気特有語 5 語と，それにダミー評価語 5 語（結婚式特有語 3 語と結婚式･雰囲気共通表現語 2 語）を加えた 10 語であった．評価は，前報 [8] 同様，模擬結婚式録画の 4 場面（1. 新郎新婦

入場 2.結婚宣言 3.指輪交換 4.退場）について 7 段階で実施された．実験対象者は女子学生 32 名．ただし感度分類では前報の感度分類対象者，学生 141 名（男子：40 名，女子：101 名）を加えて分析した．

感動曲線描画[7, 8]：本報対象者 32 名を対象に，録画視聴直後と 1 時間後の 2 回，感動の程度を ME 法（0-100 点）で，曲線を描かせた．1 時間後の描画にあたって，事前の教示では「別の実験を実施する」と伝えた．評価用描画シートは，図 2 を参照．評価値の取得では，描画データをデジタル化し，それを画像解析ソフト“Graphcel”によって，2 秒間隔で取得した（取得評価値 332 個／描画シート）．

気分の測定：日本版 POMS の 65 項目（金子書房）を用いた．測定は録画視聴から 1 時間後に実施された．

以上の実験の実施時期は 2015 年 1 月から 2 月であった．

分析：感度分類では，前報の対象者 141 名を加えた 174 名分のデータを用いて，GP 分析の手法で「雰囲気の感度の高いｸﾞﾙｰﾌﾟ」「低いｸﾞﾙｰﾌﾟ」「中間ｸﾞﾙｰﾌﾟ」に分類した．これらの中から本報の実験対象者 32 名を，高，低，中間の各感度として抽出した．高，低，両ｸﾞﾙｰﾌﾟの対象者それぞれの感動曲線描画による時系列評価と気分の関係性を，相関分析と t 検定で調べた．

3. 結果と考察

3.1 雰囲気の高感度ｸﾞﾙｰﾌﾟと低感度ｸﾞﾙｰﾌﾟの抽出

対象者ごとに雰囲気特有語（5 語）の 4 場面に得た合計得点を算出して，得点の高い方から順に上位，下位，各 25%を目安に分類した．その結果，174 名は雰囲気の高感度ｸﾞﾙｰﾌﾟ 39 名，低感度ｸﾞﾙｰﾌﾟ 48 名，中間ｸﾞﾙｰﾌﾟ 86 名として分類された．これらのｸﾞﾙｰﾌﾟに属する本報対象者 32 名は，高感度 7 名，低感度 8 名，中間 17 名として抽出された．

3.2 感動曲線描画法による雰囲気の時系列評価

映像視聴直後と 1 時間後の感動曲線描画による時系列評価について，高感度者と低感度者の例を図 2 に示した．

3.2.1 高-低感度間での時系列評価パターンの違い

録画視聴直後と 1 時間後の時系列評価の挙動（パターン）は，いずれも，高感度者でその変動が大きく，ワクワクしながら視聴していた．それに対して，

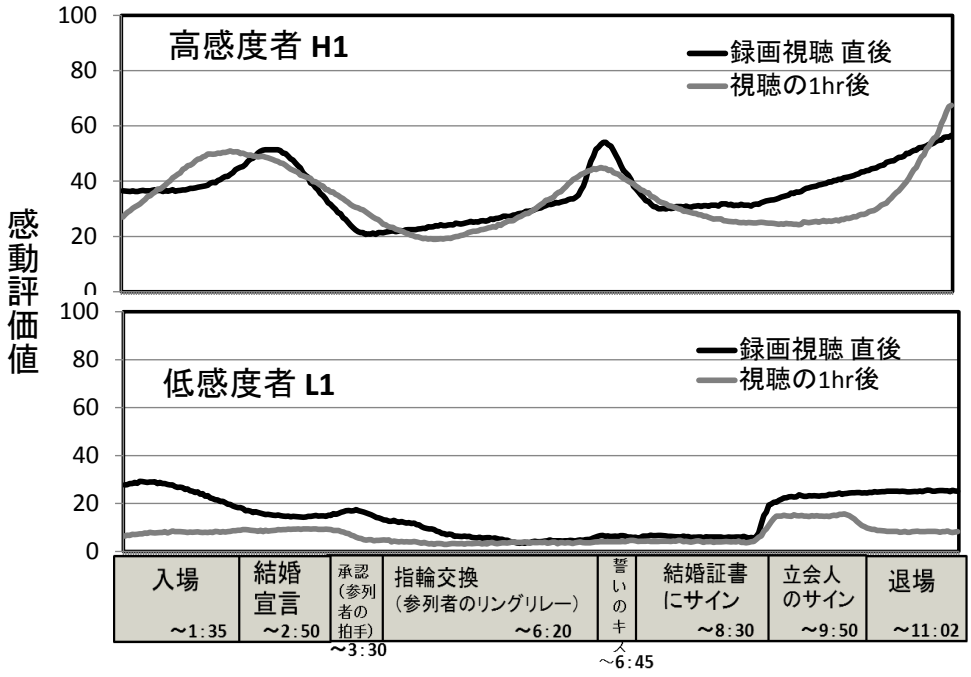


図 2. 感動曲線描画法による時系列感動評価の挙動例

低感度者のそれは，緩やかで淡々として視聴していた．この高-低感度者間の違いを確かめるために，対象者ごとに求めた視聴直後と 1 時間後の時系列評価値（11 分 2 秒間，2 秒間隔，評価値 332 個／描画シート）の分散を入力データとして，高-低感度者間の t 検定を行った．その結果，視聴直後：t=5.03，df=13，p<0.001，1 時間後：t=3.55，df=13，p<0.01 であり，いずれも有意な差を認めた．

3.2.2 時系列評価に及ぼす測定経過時間の影響

高，低感度者それぞれについて，視聴直後と 1 時間経過後の評価パターンに違いがあるか否か，記憶の影響[9]を相関分析によって調べた．その結果，低感度者 1 名を除いて，いずれも危険率 1%で高い相関を認め，評価パターンは類似していることを確かめた．

3.2.3 時系列評価に及ぼす測定経過時間の影響 ―高-低感度者間の比較

録画視聴直後と 1 時間後の時系列評価パターンへの経過時間の影響について，高感度者と低感度者間で違いがあるか否かを調べた．ここでは，各対象者の視聴直後と 1 時間後の評価値差を式(1)で求めた．

$$D = \frac{\sum_{i=1}^{332}(\mathrm{K1}i - \mathrm{K2}i)^2}{332} \quad \cdots \quad \text{式 (1)}$$

ここで，D は視聴直後と 1 時間後の感動評価値差，K1 iは視聴直後の全測定回数 332 回中のi番目の感動評価値，K2 iは 1 時間経過後のそれであった．

これを入力データとして高-低感度者間の t 検定を行った結果，両者には有意な差を認めず（t=-0.94，df=13，n. s.），視聴後と 1 時間経過後の間の評価値差に高-低感度者間で違いの無いことを認めた．

3.3 雰囲気の感じ方と気分

状況設計の視点から，雰囲気の感じ方（感度，評価パターン）の違いは，人のどのような特性（気分）の違いによるものかを検討した，その気分に導くことで，設計者の意図する雰囲気を効果的に伝えることが期待できる．

そこで対象者の実験前 1 週間のあいだの気分を POMS によって測定し，求められる気分 6 因子（1.緊

表 1. 雰囲気の評価値と気分 6 因子との関係

―高感度者の場合

	緊張-不安	抑うつ-落込み	怒り-敵意	活気	疲労	混乱	雰囲気
緊張-不安	1.000						
抑うつ-落込み	0.704	1.000					
怒り-敵意	0.569	0.949**	1.000				
活気	0.096	-0.105	0.114	1.000			
疲労	0.350	0.759*	0.855*	0.140	1.000		
混乱	0.706	0.935**	0.938**	0.056	0.817*	1.000	
雰囲気	-0.392	-0.734	**-0.796***	0.026	**-0.929****	**-0.760***	1.000

―低感度者の場合

	緊張-不安	抑うつ-落込み	怒り-敵意	活気	疲労	混乱	雰囲気
緊張-不安	1.000						
抑うつ-落込み	0.794*	1.000					
怒り-敵意	0.301	0.617	1.000				
活気	-0.126	-0.233	0.306	1.000			
疲労	0.629	0.920**	0.761*	-0.226	1.000		
混乱	0.816*	0.882**	0.564	-0.379	0.891**	1.000	
雰囲気	0.437	0.361	0.177	0.168	0.254	0.273	1.000

* P<0.05，** P<0.01

張–不安，2. 抑うつ–落込み，3. 怒り–敵意，4. 活気，5. 疲労，6. 混乱）と雰囲気の評価値との関係を調べた．高感度者，低感度者，それぞれの結果を表 1 に示した．この結果をみると，高感度者では，怒り–敵意，疲労，混乱において，危険率 1～5%で有意なマイナスの相関が認められた．それに対して低感度者では，雰囲気の評価値と気分の 6 因子とのあいだに相関が認められなかった．

これらの結果から，上述 3 因子の共通マイナス要因，言い換えれば「いきいきしたポジティブな気分」が雰囲気の高評価につながることがわかった．

4. まとめ

状況設計における対象者側の手がかりを得るために，模擬結婚式の録画を刺激として，それを視聴した時の雰囲気の時系列評価とそれを左右する対象者の気分を調べた．これによって，人がどのような気分のとき，効果的に意図した雰囲気を伝えられるかを検討した．

その結果，高感度者の雰囲気の感動曲線描画による時系列評価では，その評価パターンの変動が大きく，ワクワクしながら視聴していたのに対して，低感度者のそれは変動が小さく，淡々として視聴していた．

視聴直後と 1 時間後の評価では，高，低感度者，いずれも時系列評価パターンに差がなく，雰囲気の感じ方に記憶の影響が見られなかった．

高，低感度者の雰囲気の評価値と気分との相関分析から，雰囲気の感じ方を左右する気分を検討した結果，いきいきしたポジティブな気分のとき，雰囲気の高評価につながることがわかった．

参考文献

1) 西藤栄子，神宮英夫：雰囲気を官能評価するための試み，日本官能評価学会誌，Vol.17，No. 1，pp.36-43 (2013).
2) 西藤栄子，神宮英夫：感性情報処理としての雰囲気の特定，第 12 回 日本感性工学会大会予稿集 CD-ROM,3E1-3 (2010).
3) 西藤栄子，神宮英夫：感性情報処理としての雰囲気の表現構造，第 13 回 日本感性工学会大会予稿集 CD-ROM, C51, pp.1-4 (2011).
4) 西藤栄子，熊王康宏，神宮英夫：感性情報処理としての雰囲気の感度解析，第14回 日本感性工学会大会予稿集 CD-ROM, A5-05, pp.1-3 (2012).
5) 西藤栄子，熊王康弘，神宮英夫：雰囲気の感度分析による評価値と生理的反応との対応性，第15回 日本感性工学会大会予稿集 CD-ROM, C52, pp. 1-3 (2013).
6) Eiko SAITO, Yasuhiro KUMAOH, Hideo JINGU：Difference in Affective Information Prccessing to the Atmospheres of Wedding Party between High and Low Sensitivity Participants, International Journal of Affective Engineering, Vol.12 , No.3, pp. 361-364 (2013).
7) 西藤栄子，神宮英夫：雰囲気の時系列官能評価--感動曲線描画法の有用性--，日本官能評価学会誌，Vol. 19, No.1，pp.20-28 (2015).
8) 西藤栄子，神宮英夫：雰囲気の時系列評価とその問題点，第 16 回 日本感性工学会大会予稿集，F63, pp.1-3 (2014) .
9) Daniel Algom, Lawrence E. Marks and William S. Cain: Memory psychophysics for chemosensation: perceptual and mental mixtures of odor and taste, Chemical Sciences, Vol.18, No.2, 1 pp.51-160 (1993).

スマートフォンのタッチパネル視作業が疲労に与える影響

Effects of Visual Display Terminal of a Smart Phone on User's Visual Fatigue

○牛島敬一郎*，森本一成*，桑原教彰*.

*京都工芸繊維大学大学院

USHIJIMA Keiichiro*, MORIMOTO Kazunari*, KUWAHARA Noriaki*

*Kyoto Institute of Technology

1. はじめに

タッチパネルを有する端末を使用する機会が増えている．タッチパネルのバックライトに用いられている照明器具から発せられるブルーライトによる眼や体への負担が懸念されている [1]．本研究ではブルーライトカットフィルムを用いた場合の眼精疲労の低減効果について検討する。第一にブルーライトカットフィルムを装着しない場合のスマートフォン使用時における眼精疲労測定の実験を行った．主観的評価に加えて，瞳孔の対光反応を測定した [2),3)].

2. 方法

眼精疲労と対光反応

瞳孔反応運動を司っているのは，散瞳が主に瞳孔散大筋，縮瞳が瞳孔括約筋である．神経支配はそれぞれ，交感神経および副交感神経によって二重にコントロールされている．図１に示す通り，光刺激を与えた場合の健常な人の瞳孔は，約 0.2-0.3 秒の潜時をおいて収縮を開始し，約１秒で最大収縮に達し，その後散瞳し，元の大きさに戻る [4].

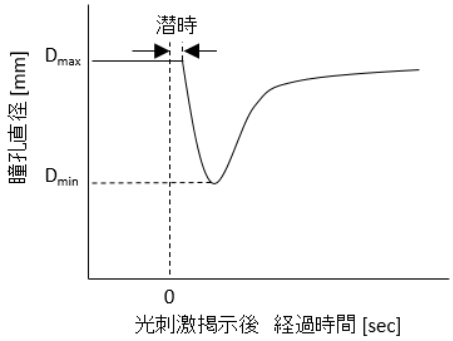


図１　対光反応時の瞳孔の変化模式図

瞳孔対光反応解析指標

瞳孔の対光反応における変化を定量的に評価するための計測指標として縮瞳速度と散瞳速度を用いる [5].

・縮瞳速度：最大収縮率の 10%収縮時から 90%収縮時までの瞳孔直径の変化速度である．単位は mm/sec.

・散瞳速度：最大収縮率の 10%拡大時から 50%拡大時までの瞳孔直径の変化速度である．単位は mm/sec.

自覚症状

実験前後の疲労感の主観評価をするために，表１に示す日本産業衛生学会 産業疲労研究会発行の「自覚症しらべ」[6]を実施した.

表１　自覚症しらべ質問項目

1群 ねむけ感	2群 不安定感	3群 不快感
ねむい	不安な感じがする	頭がいたい
横になりたい	ゆううつな気分だ	頭がおもい
あくびがでる	おちつかない気分だ	気分がわるい
やる気がとぼしい	いらいらする	頭がぼんやりする
全身がだるい	考えがまとまりにくい	めまいがする
4群 だるさ感	5群 ぼやけ感	
腕がだるい	目がしょぼつく	
腰がいたい	目がつかれる	
手や指がいたい	目がいたい	
足がだるい	目がかわく	
肩がこる	ものがぼやける	

被験者

屈折異常以外の眼科的異常のない 20～25 歳の男女 14 名（男性：8 人，女性：6 人，平均年齢 22.8 歳）を対象とし，彼等の左目を試験眼として実験を実施した.

実験環境

実験室内は通常の使用環境を想定し，机上面平均照度は 250lx[7]とした．瞳孔の撮影には CRS 社製 VideoEyeTracker に付属する CCD カメラ 50Hz を使用し，撮影時には室内を暗室（平均水平面照度 0lx）にした [2]. 対光反応を起こすフラッシュ光は白色 LED を用い，被験者の目に正面から 50lx の光が 100msec 当たるように設置した．発光強度は対光反応を起こすのに十分であり，発光時間は対光反応潜時よりも短く縮瞳による負のフィードバックは生じない [5]. 被験者とスマートフォンの視距離は約 40cm とした．スマートフォンは iPhone4（Apple 社製）を使用した.

手順

実験は表２に示す手順で行った．スマートフォンを使う作業としては，数字探索課題を課した [8]．これは画面上の 1～25 の動く数字の的を順番にタッチしていくゲームである．視点移動を頻繁に行うため眼精疲労を誘発しやすい．対光反応検査は複数回行

い，瞬目がないものをデータとして採用した．フラッシュ光の反復点灯刺激による瞳孔の反応に違いはない[4]．

表２　実験の手順

所要時間	内容
約1分	自覚症しらべ記入①
3 分	部屋の明るさ(机上面 250lx)と スマートフォンの明るさに順応
1 分	対光反応検査①[0min]
30 分	スマートフォン作業①
1 分	対光反応検査②[30min]
30 分	スマートフォン作業②
1 分	対光反応検査③[60min]
約1分	自覚症しらべ記入②
10 分	休憩
1 分	対光反応検査④[70min]

３．　結果

対光反応検査の測定結果と作業経過時間による変化を全被験者の平均値について，収縮速度の変化を図２，散瞳速度の変化を図３に示した．

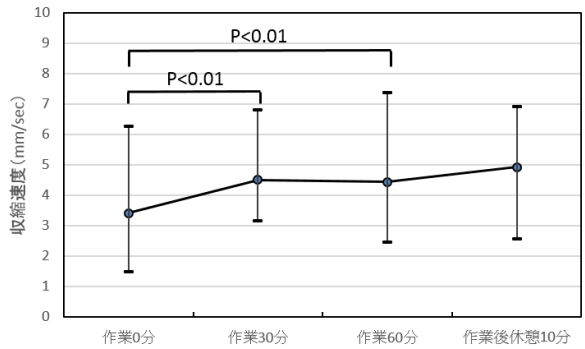


図２　収縮速度の変化

図２の収縮速度の変化では，スマートフォン作業を始める前の 0 分と 30 分との間と，0 分と 60 分の間に有意差があった．しかし，30 分と 60 分の間には有意差は見られなかった．

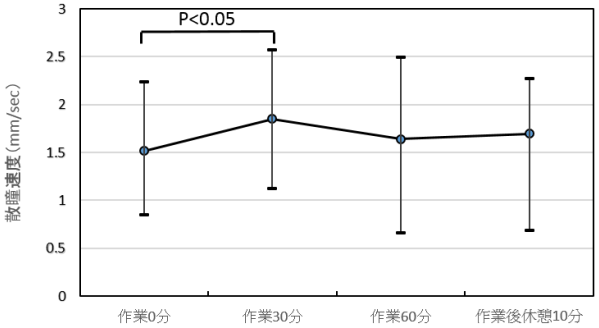


図３　散瞳速度の変化

図３の散瞳速度の変化では，0 分と 30 分の間に有意差があったが，0 分と 60 分の間には有意差は見られなかった．

作業前後における「自覚症しらべ」の５段階評価の平均値を群ごとに表３に示す．３群以外は有意差があった．５群のぼやけ感の項目は眼精疲労を反映する質問から構成されており，スマートフォン作業により眼精疲労の蓄積を確認できた．

表３　自覚症調べの結果

	作業前	作業後(60 分)	有意差
1群　ねむけ感	2.1	2.5	P<0.05
2群　不安定感	1.4	1.4	-
3群　不快感	1.4	1.8	P<0.01
4群　だるさ感	1.5	2.0	P<0.01
5群　ぼやけ感	1.6	2.8	P<0.01

４．　考察

対光反応検査において各速度に有意差が出た理由として，数字探索課題で視線を動かし続けることにより筋活動が活発になり，早く収縮・拡大することに慣れたことが考えられる．「自覚症しらべ」の結果からも，眼精疲労が蓄積することで，瞳孔の対光反応における収縮速度と散瞳速度に影響することが確認できた．また同時に疲労による瞳孔への影響は被験者によって大きく差があることもわかった．これは各被験者の実験開始時の疲れの具合，その日のコンディションによる疲れやすさ，日頃の画面視作業やゲームなどによる疲れの蓄積の影響があると考えられる．定性的な評価として，被験者によってスマートフォン作業時間経過すると，瞳孔の散瞳過程において通常よりも緩やかに散大していく様子を複数確認した．これは疲労によって通常の対光反応の波形が被験者ごとに異なるからであると考えられる．

５．　まとめ

本実験の結果を踏まえ今後は，スマートフォンにブルーライトカットのフィルムを貼った場合の実験を予定している．これによりフィルムによって眼精疲労を軽減できるかを検討できる．また被験者ごとの定性的な結果を分析し疲労の現れ方について調べることも今後の課題である．

参考文献（記載例）

1) ブルーライト研究会ホームページ，http://blue-light.biz/ (2015/10/25 現在)
2) 星野，渡部，斉藤: 精神疲労推定のための瞳孔対光反応の解析, テレビジョン学会誌 Vol. 49, No.5, pp. 657－664(1995)
3) 近藤，西村，石井，下田，吉川: Eye-Sensing Display を用いた眼疲労の客観的検査方法に関する研究 (2006)
4) 松永: 瞳孔運動の心理学，ナカニシヤ出版(1990)
5) 史，郭，福島，内山，福本: 対フラッシュ光縮瞳反射を用いた新しいアルツハイマー型痴呆簡易検査システム，医用電子と生体工学，Vol.39, No.2, pp.8-13 (2001)
6) 日本産業衛生学会　産業疲労研究会ホームページ，http://square.umin.ac.jp/of/index.html (2015/10/25 現在)
7) 厚生労働省労働基準局：新しい「VDT 作業における労働衛生管理のためのガイドライン」の策定について(2002)
8) たまご潰し～反射神経測定アプリ～ (2015/10/25 現在) https://itunes.apple.com/DE/app/id908025062

握り易いグリップの断面形状に関する研究

Effect of the cross-sectional shape on usability of the grip

○清水翔太*，山下久仁子**，岡田明*

*大阪市立大学大学院生活科学研究科　**大阪市立大学研究支援課

SHIMIZU Shota*, YAMASHITA Kuniko**, OKADA Akira*

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

**Research Support Department, Osaka City University

1.　はじめに

物体を握るという動作は日常生活において多く見られ、その対象として手すり、取っ手、ハンドルなどがある。それらの形状・寸法・材質等の人間への適合性は操作性向上や操作負担の軽減、「握り心地」といった感性価値の向上に繋がる。

グリップの握り易さに関する研究として、太さ、重量、断面形状など、様々な側面から検討されている[1, 2]。しかしその中でも断面形状に関して、その握りやすさを科学的に捉えた研究事例が少ないのが現状である。

そこで本研究では、把持圧力分布の特性をもとに、グリップの握り易い断面形状の検討を行った。但し、特定の製品に限定されるデータを求めるのではなく、一般的に応用可能な基礎データを提供することが目的である。そのため本研究では一様断面の検討を行う。

本研究にあたっての仮説として、グリップを握る際の把持圧力分布は一様ではなく、比較的大きな圧力がかかる部位とそうでない部位があるとした。そして比較的大きな圧力がかかる部位の形状が握り易さに大きな影響を与えており、その部位の形状を考慮することにより人間への適合を図ることができると考えた。

この仮説に基づき、2 つの実験を実施した。実験 1 では把持圧力分布の測定を行い、その特性を把握した。実験 2 では、把持圧力分布の特性をもとに設計した円筒のユーザビリティ評価を行った。断面形状の異なる複数の円筒を設計、作成し、それを一対比較法により評価した。

2.　実験 1　把持圧力分布測定

2.1　実験方法

1）実験サンプル

直径 38mm の ABS 樹脂製の円筒を 3D プリンタで作成し、使用した。重量は 500g, 1000g, 1500g, 2000g の 4 つの条件を設定した。

2）実験参加者

健康な男子大学生 7 名、女子大学生 1 名の計 8 名である。

3）計測装置

シート状の圧力センサ（BPMS 圧力分布測定システム, ニッタ株式会社）を使用した。これを円筒に巻き付け、把持圧力分布を測定した。

4）手続き

図 1 に示すように、水平な肘掛け付きの椅子を用いて実験参加者の前腕を肘掛け上に置き、肘関節をほぼ直角に曲げた着座姿勢で測定を行った。これは上腕二頭筋による対象物体の持ち上げ力が作用せず、把握に必要な前腕腹側筋の指屈筋による把握力のみが作用する条件[1]を考慮したためである。

この状態でグリップを握り、5 秒間握った状態を保持し、その間の把持圧力分布を測定した。測定は 0.1 秒ごとに計 50 フレームの把持圧力分布を記録し、分析にはその平均把持圧力分布を使用した。利き手を聞いた上で、左右の手の把持圧力分布を測定した。

図 1　測定姿勢

2.2　結果と考察

1）把持圧力分布の特性

図 3 は実験参加者 A が重さ 2000g の円筒を握った際の把持圧力分布である。把持圧力分布図の向きは図 2 の通りである。左右とも第 2 指から第 5 指の 4 指、拇指、拇指の付け根に大きな圧力が分布していることがわかる。

図 4 は実験参加者 B が重さ 1000g の円筒を握った際の把持圧力分布である。これも同じく左右とも第 2 指から第 5 指の 4 指、拇指、拇指の付け根に大きな圧力が分布していることがわかる。

以上の傾向はほぼ全ての実験参加者に見られた。

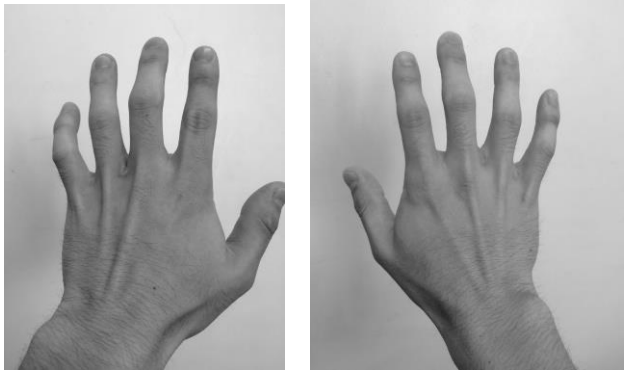


図 2　把持圧力分布図の向き（左：左手、右：右手）

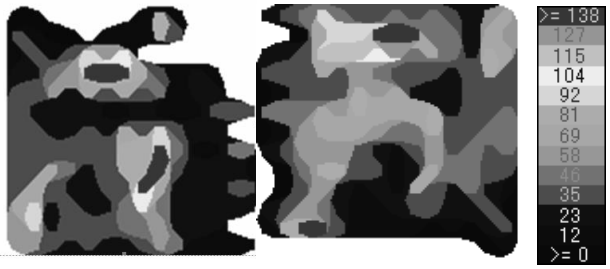


図 3　実験参加者 A が 2000g の円筒を握った際の把持圧力分布（左：左手、右：右手、単位：g/㎠）

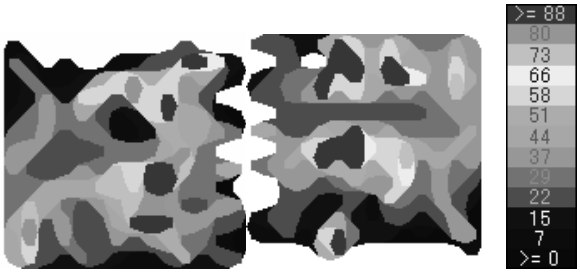


図 4　実験参加者 B が 1000g の円筒を握った際の把持圧力分布（左：左手、右：右手、単位：g/㎠）

2）円筒の重量による影響

図 5 は実験参加者 C が重さ 500g, 1000g, 1500g, 2000g の円筒を握った際の右手の把持圧力分布である。円筒の重量が大きくなるにつれ把持圧力も大きくなっている。また、第 2 指から第 5 指の 4 指、拇指、拇指の付け根に比較的大きな圧力が分布するという傾向も全ての重量で見られ重量によって把持圧力分布の特性が変わるということは見られない。

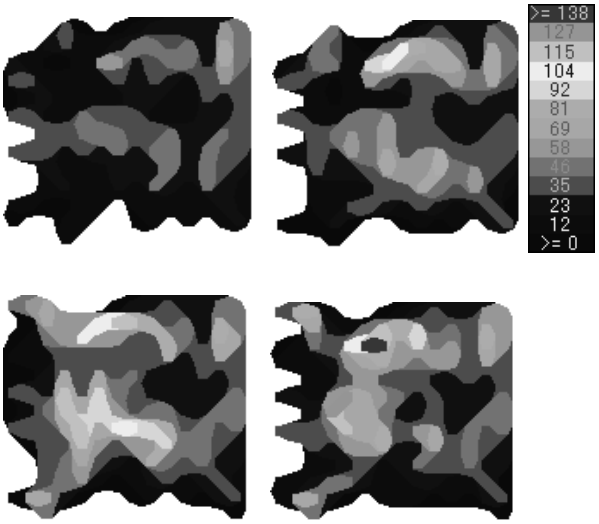


図 5　実験参加者 C が右手で円筒を握った際の把持圧力分布（左上：500g, 右上：1000g, 左下：1500g, 右下：2000g, 単位：g/㎠）

3）検討部位の特定

実験 1 の結果から、第 2 指から第 5 指の 4 指、拇指、拇指の付け根に比較的大きな圧力がかかるという特性が明らかになった。この特性から、本研究では一様断面の検討を行うということを考慮し、検討部位は図 6 に示す第 2 指から第 5 指の 4 指が力を加

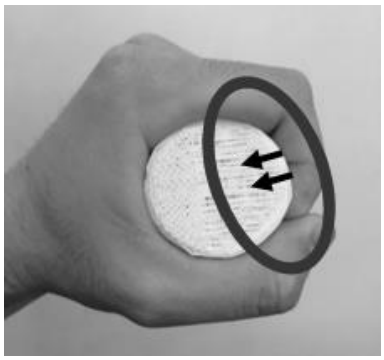


図 6　検討部位

える部位とした。

3.　実験 2　グリップのユーザビリティ評価

3.1　実験方法

既往研究において、円筒の長軸方向に力を加える条件では楕円形の断面形状の円筒が円形の断面形状の円筒より握り易いと評価されており[3]、それは本研究の検討部位が平らになっていることに起因していると考えられるため、実験 2 では検討部位の R を変化させることによる主観評価への影響を調べた。

1）実験サンプル

直径 38mm の円筒を基本とし、図 7 に示した検討部位の R が 19, 25, 30, 35, 40 の 5 本の円筒を使用した。

重量は 1000g のものを使用した。これは実験 1 の結果から、重量によって把持圧力分布の特性が大きく変わるということがみられなかったことと、疲労による影響を少なくするためである。

2）実験参加者

健康な男子大学生 2 名、女子大学生 3 名の計 5 名である。

3）手続き

実験 1 と同じく、図 1 に示す着座姿勢で円筒を握り、一対比較法による主観評価を行う。評価尺度は表 1 に示す通りである。左右の手それぞれで評価を行った。また、実験の最後に聞き取り調査を行った。

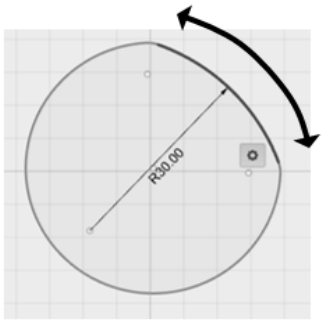


図 7　検討部位

表 1　評価尺度

-2	-1	0	+1	+2
握り難い	やや握り難い	変わらない	やや握り易い	握り易い

3.2　結果と考察

1）主観評価

図 8 が全実験参加者の右手の主観評価の合計数値を示している。円形（R19）に比べ R を大きくした方が優位な結果となっている。しかし R35 は握り難いと感じており、最も評価が低くなっている。すなわち R と評価値の関係が一定傾向にはならない結果となった。これは R の曲率が変わる点の角度や、それらに接する指の位置による影響が可能性として考えられる。

こうした結果から、円形に比べ R を大きくすることでより把持力を伝えやすい形状になったと考えられる一方で、R35 において評価が最も低くなっていることから、必ずしも R が大きいことが握り易さに直結する訳ではなく、最適な R を検討する必要があることが示唆された。

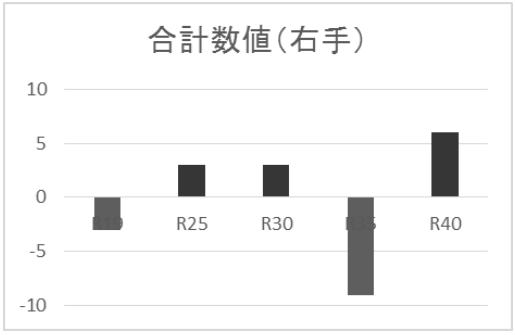


図 8　全実験参加者の右手の主観評価の合計数値

表 2　全実験参加者の右手の主観評価の合計数値

	R19	R25	R30	R35	R40
R19		−2	0	1	4
R25	2		1	−5	−1
R30	0	−1		−4	2
R35	−1	5	4		1
R40	−4	1	−2	−1	
合計	−3	3	3	−9	6

図 9 が全実験参加者の左手の主観評価の合計数値を示している。右手と同じく円形（R19）に比べ R を大きくした方が優位な結果となっている。しかし右手と同様に R35 は評価が低くなっている。最も握り易いと感じたのは R25、R40 となっている。

以上より、左右でやや結果が異なるが、大きな相違は見られなかった。

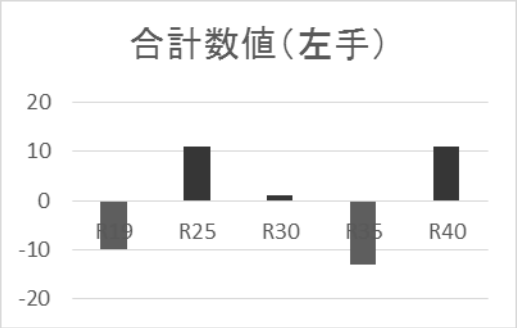


図 9　全実験参加者の右手の主観評価の合計数値

表 3　全実験参加者の左手の主観評価の合計数値

	R19	R25	R30	R35	R40
R19		3	1	0	6
R25	−3		−4	−7	3
R30	−1	4		−3	−1
R35	0	7	3		3
R40	−6	−3	1	−3	
合計	−10	11	1	−13	11

2）聞き取り調査

円形（R19）に比べ、R が大きい方が手にフィットするという意見が多く聞かれた。また、R が大きいサンプルの方が軽く感じたという意見もあり、円形のサンプルに比べ低い筋力発揮で把持していることが示唆された。

また、R の曲率が変わる部分が手に引っかかって把持しやすいという意見がある一方で、その部分が気になるという意見があり、それが原因で円形のサンプルを好む実験参加者もいた。

4.　まとめ

本研究では、一般的に応用可能な基礎データを提供することを目的に、把持圧力分布の特性をもとに握り易いグリップの断面形状を調べた。

その結果、実験 1 の把持圧力分布測定で第 2 指から第 5 指の 4 指、拇指、拇指の付け根に比較的大きな圧力がかかるという特性が明らかになった。

実験 2 のユーザビリティ評価では、円形のグリップ（R19）に比べ R を大きくした方が優位になるということが分かった。しかし R35 は評価が低くなり、R と評価値の関係が一定傾向にはならないことがわかった。

5.　今後の課題

実験 2 の一対比較法による主観評価において、実験参加者間の個人差が見られたので、検討部位の R と実験参加者の手の寸法の関係性を今後検討していく必要性がある。

また、聞き取り調査において、「円形のサンプルに比べ R が大きいサンプルの方が軽く感じた」という意見があることから、断面形状の違いが筋力発揮、また把持圧力分布に影響を与えているということが示唆された。よって今後それらの指標も取り入れ、より多角的な分析の検討を行う必要がある。

参考文献

[1] 高野剛, 山本仁, 原利昭:円筒物体の握り感覚の解明, 日本機械学會論文集. C 編 63(607), 945-951, 1997-03-25

[2] 高橋勝美, ほか 4 名：円筒物体の径および重量を考慮した握り易さの主観的評価と手関節動作時の EMG 特性, Dynamics & Design Conference 2010, "638-1"-"638-6", 2010-09-14

[3] 丸本耕次, 岡田明：持ちやすいハンドルの断面形状に関する研究, 人間工学 34(Supplement), 192-193, 1998

第 2 日　A 会場

一般・PIE 研究部会企画セッション

12 月 6 日
会場：A1+A2

10:00～10:30　センシング
座長：廣川　敬康（近畿大学）

10:45～11:53　生理心理（3）
座長：片山　順一（関西学院大学）

13:10～14:00　生理計測
座長：朝尾　隆文（関西大学）

14:10～15:00　特性・評価
座長：岡田　明（大阪市立大学）

読み取り誤差を考慮した試験紙吸光光度法による簡易土壌養分検査装置

Potable Soil Nutrient Analyzer by Test Paper without Human Error

○芝 直幸*，宮地孝幸*，森田二朗*，松井謙介**，伊藤貴康**
吉田和利***，瀧澤由佳子***，才木常正***，三浦久典***
*神戸市立工業高等専門学校　**明咲出荷組合　***兵庫県立工業技術センター
SHIBA Naoyuki*, MIYAJI Takayuki*, MORITA Jiro *, MATSUI Kensuke**, ITO Takayasu**
YOSHIDA Kazutoshi***, TAKIZAWA Yukako***, SAIKI Tsunemasa***, MIURA Hisanori***
*Kobe City College of Technology, ** Meisho Farm Organization,
***Hyogo Prefectural Institute of Technology.

1.　はじめに

農業において効率的に作物を生育させるためには，土壌中の pH や養分等を現場で測定し，それらを即座に調整することが望ましい．そこで，この測定に簡便な試験紙による吸光光度法が多く用いられている．この測定法では，土壌の懸濁液を浸した試験紙の色と色見本を見比べ，一致した色見本の値から pH 値や養分量を測定する．このため，環境光（例えば，夕方だと赤く色付く）の違いにより，同じ pH 値や養分量の試験紙であっても見え方が異なり誤った判断をする可能性がある．このような誤判断は環境光の違いだけではなく測定者の違いによっても生じると推測される．

そこで，我々はこれら誤判断を少なくするために，カラーセンサを用いた一定照明下での試験紙色判別装置を提案する．そして，本研究では，本装置の有効性について検討するため，pH 試験紙を用いて測定者による色判別とカラーセンサによるそれの精度を調べた．

2.　測定者による色判別精度

実験では，室内照明環境下で被験者 10 人（年齢 33～62 才，色覚異常なし）に，pH 値の異なる試験紙サンプルを提示し，色判別を行ってもらった．

提示した試験紙サンプルの例を図 1 に示す．試験紙サンプルは pH 試験紙テープ（東洋濾紙製，測定範囲 pH1～11，テープ幅 0.9cm）を 1cm に切断し，それに pH5, pH6, pH7 の溶液の一つを浸し作製した．ちなみに，農作物の生育に最適な pH 値は 4.0～8.0[1] の範囲である．

そして，この試験紙サンプルをテーブル（高さ 74cm）上に置いたスライドガラスに（サイズ 76mm×52mm）に載せ，椅子（高さ 42cm）に座った被験者に提示した．同時に独自の色見本スケール（図 2 参照）も提示し，スライドガラス上の試験紙サンプルと見比べてもらった．この色見本スケールには均等目盛の下に 0 から 16 の数字が印刷されており，4 目盛毎に購入した試験紙付属の pH4 から 8 の色見本が貼り付けられている．

その後に，被験者にこれら試験紙サンプルの色と一致する色見本スケールの数字（以後，回答番号）を答えてもらった．このとき，被験者には試験紙サンプルが pH 試験紙である等の情報は与えていない．この色判別は被験者 1 人につき 3 種類の pH 値の試験紙毎に 5 回行ってもらっており，これら pH 値の試験紙の提示順序はランダムである．ちなみに，これら試験紙サンプルと色見本スケール周囲の照度は日光等の外乱光の入らない地下で実験をしたため，680lx で一定であった．

こうして各 pH の試験紙に対して 50 個の回答番号が得られた．これらをまとめて図 3 に示す．横軸は被験者に提示した試験紙の pH 値を表し，縦軸は各 pH 値の試験紙より得られた回答番号を表す. また，図中の白丸(○)印とエラーバーは各 pH 値の試験紙より得られた 50 個の回答番号の平均値と標準偏差を表す．この図から，試験紙の pH 値が大きくなると回答番号の平均値も高くなっていることがわかる．これは，被験者全体として，pH 値が大きな試験紙サンプルほど pH 値が大きいと判断できていること示している．しかし，pH 値の回答番号の標準偏差が pH6 と pH5 または pH7 の試験紙サンプル間でエラーバーが重なる部分があることから，pH1 程度の差の判別は人には難しいと考えられる．ちなみに，この図からは被験者全体としては，pH5 と 6 の試験紙においては回答番号の平均値がそれぞれ 6.1 と

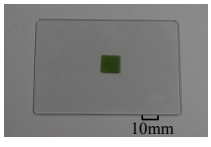


図１　試験紙サンプルの例（pH5）

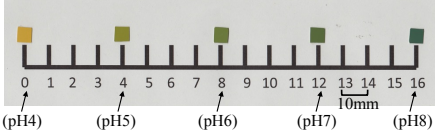


図２ 作製した色見本

9.6 であり実際より大きい pH 値である判断しており，逆に pH7 の試験紙においてそれが 11.0 であり小さい pH 値であると判断をしている．このことからも，人の目による試験紙吸光法による色判別の難しさが伺える．

3. カラーセンサによる色判別精度

前節では、試験紙吸光光度法の測定者の色判別精度について述べた．そこで本節では、カラーセンサの色判別精度について述べる．

実験では，カラーセンサとして RAW データが得られるデジタル一眼カメラ（Canon EOS kiss X5）を用いた．このカメラで，前節と同様の方法で作成した pH 値の異なる 3 種類の試験紙サンプルを各 20 個ずつ撮影する．ちなみに，この撮影は室内照明下で行っており，試験紙サンプル周辺の照度は 1670lx である．次に，得られた RAW 画像データから試験紙の中央付近の 100×100 画素領域（実際の試験紙上では 2.8mm 角に相当）の RGB のそれぞれの階調値の平均値(以後，カラーセンサから得られた RGB 階調値という)を求める．

この方法で求めたカラーセンサから得られた RGB の階調値を試験紙の pH 値毎にまとめて，図 4 に示す．横軸は試験紙サンプルの pH 値を，縦軸はカラーセンサから得られた RGB の階調値を表す．また，図中の白丸(○)と黒三角(▲)と白四角(□)印は 20 枚の試験紙の画像データから得られた R と G と B の階調値の平均値をそれぞれ表し，エラーバーはそれら階調値の標準偏差を表す．この図から，試験紙の pH 値が大きくなると R と G の階調値の平均値は減少し，逆に B のそれは増加していることがわかる．このことから，カラーセンサで試験紙の pH 値の判別が可能であることが明らかになった．

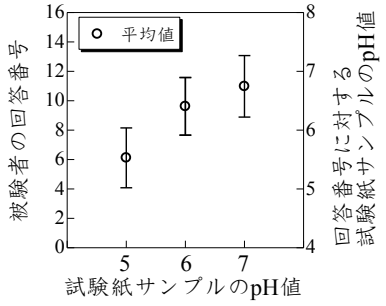


図 3　試験紙サンプルの pH 値に対する被験者の回答番号

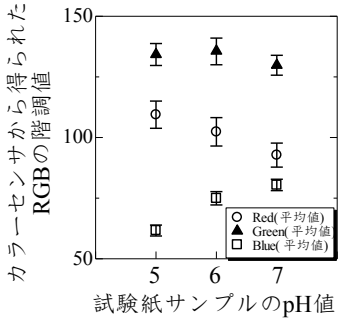


図 4　試験紙サンプルの pH 値に対するカラーセンサから得られた RGB の階調値

一方，RGB 階調値の標準偏差に注目すると，pH6 と pH5 又は pH7 の試験紙サンプル間でのエラーバーの重なり具合は B の階調値が一番少ないことがわかる．このことから，RGB のうち一つのセンサで pH 値の判別をする場合，R や G に比べ B センサを利用した方が精度のよい判別ができることを表している．また，この B の階調値のエラーバーの重なり具合は前節の被験者の回答番号のそれより少ないので，カラーセンサの方が人より正確に色判別，つまり，pH 値判定が可能であると考えられる．

4. 考察

本節では，カラーセンサの方が人より正確に pH 値の判別が可能であることを，統計学の検定で用いられる t 値により定量的に検証する．

pH6 と pH5 又は pH7 の試験紙サンプルから得た被験者の回答番号の t 値とそれらから得た B センサの階調値の t 値をまとめて，表 1 に示す．この t 値は Welch の検定で用いられる t 値である．表を見ると，B センサから得た 2 つの t 値が被験者の回答番号から得たそれらに比べて 2 倍程度となっており，人の目より 1 つのカラーセンサであっても pH 値の判別精度が高いことがわかる．ちなみに，pH5-6 間の t 値と pH6-7 のそれらを比較すると，被験者の回答番号と B センサの階調値の両方において，pH5-6 間の t 値が大きくなっている．つまり，試験紙を用いた pH の判別では，人もセンサも pH6 と pH7 より pH5 と pH6 の判別がしやすいこともわかった．

表 1 被験者の回答番号およびカラーセンサの Blue の階調値から得られた t 値

判別する pH 値	pH5-6	pH6-7
被験者の回答番号	8.67	3.32
カラーセンサの Blue の階調値	16.14	6.58

5. おわりに

本研究では，定照明下での吸光光度法を用いた試験紙色判別装置の有効性について検討するため，pH 試験紙を用いて被験者による色判別の精度とカラーセンサによるそれについて調べた．その結果，測定者による色判別よりカラーセンサによるそれの精度が良いことがわかり，本装置の有用性を確認できた．

今後，実際に簡易型の試験紙色判別装置を製作し，環境光等が色判別に及ぼす影響について調べていく予定である．

参考文献

1) JA 全農肥料農薬部: だれにもできる土壌診断の読み方と肥料計算, pp.13-15, 農山漁村文化協会 (2010).

赤外線センサを用いた寝返りの検出方法の検討

Detection method of roll-overing using an Infrared Sensor

久保　天外*，桑原　教彰*

*京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科

KUBO Tengai*, KUWAHARA Noriaki*

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

1.　はじめに

1.1　研究背景

近年，高齢化の進行に伴い高齢者の要介護者数は急増し，介護施設の数も増加している．しかし，被介護者に対する介護者の人数は不足しており，厚生労働省によると 2025 年には 37.7 万人の介護者が不足すると見込まれている．[1] 介護職に対するイメージは依然として“夜勤などがありきつい仕事”など，マイナスイメージが多数である．[2] 実際に，介護施設では高齢者がベッドから転落する事故が後を絶えず，介護者が定期的に深夜に見回りを行う必要があり，介護者にとって大きな負担となっている．そうした背景から，ICT（情報通信技術）を使用した見守りシステムの導入が進んでいる．ベッド上での見守りシステムには，シート状の感圧センサや，身体にクリップを付けることで転倒を知らせるクリップセンサなどいくつか報告されている．しかし，これらのセンサはベッドから離れた時点で通知を行うもので，転倒など急を要する事態に間に合わない．これを未然に防ぐためには覚醒するタイミングを介護者に事前に知らせることが望まれる．睡眠状態を計測する方法として PSG(睡眠ポリソムノグラフ)があるが，脳波，眼球運動，筋電を計測するため拘束する必要があり，被介護者の負担となる．[3] 本研究では，睡眠中の粗体動を睡眠状態計測の生理指標として用い，覚醒を予測する方法を検討する．粗体動の検出は，非接触かつ簡易的に計測が可能ある赤外線センサを使用する．睡眠中の粗体動を寝返りと下半身，上半身の動きの 3 パターンに分別し，それぞれの粗体動が生じる時刻や頻度の分析をすることで，覚醒の予測を行う．本稿ではその第一段階として，粗体動のうち寝返りのみを検出する方法を検討する．

1.2　睡眠深度

睡眠段階は Rechtschaffen&Kales 睡眠段階国際判定基準により Wake，REM，１，2，3，4 の 6 段階に分類される．また睡眠状態は睡眠段階の 1，2 をさらに細かく分けたもので 9 段階に分類される．これを表 1 に示す．通常の睡眠は入眠から stage1,2,3,4 と段階的に深い睡眠に達し，約 90 分後になると REM 期が出現する．REM 期と Non-REM 期は 90 分ごとのサイクルで一晩に 4～5 回繰り返される．

表 1　睡眠段階国際判定基準表

sleep stage	nine phase of sleep level + REM	determination method	physical state
Wake	0	α wave ＞ 50%	awake
1	1	α wave ≦ 50%	drowsiness very light sleep
	2	θ wave	
	3	hump	
2	4	K-complex	
	5	spindle	light sleep
	6	δ wave ＜ 20%	moderately deep sleep
3	7	20% ≦ δ wave ＜ 50%	
4	8	50% ≦ δ wave	very deep sleep
REM	REM	low voltage wave + rapid eye movement	light sleep and habe a dream

1.3　寝返り

睡眠中の体動は，粗体動と細体動の二つに分類され，寝返りは重心の移動を伴うエネルギーの大きい動きである粗体動に分類される．[4] しかし，寝返り自体について正確に定義されている報告は少ない．

本稿では，寝返りは仰臥位から側臥位，側臥位へ体位を変えることと定義する．また，体位変化を伴わない手や足のみの動き，背中を反らすなどの姿勢直しについては寝返りとは区別し，その他の体動として分類する．また，入眠前の寝返りと入眠後の無意識下における寝返りは区別される．本研究では，覚醒を予測することが目的であるため，入眠前の寝返り及び体動はカウントしない．

1.4　睡眠状態と寝返りの関係

寝返りは，睡眠段階 3 あるいは 4 の終了時，REM 睡眠に移行する Non-REM 睡眠期，REM 睡眠の終了時に発生することや [5]，体動の出現頻度は睡眠段階が深くなるほど少なくなること [6] から体動と睡眠状態は密接に関連していると報告されている．本研究では，寝返りの検出方法を検討するとともに，これらの関連を調査し覚醒の予測が可能であるか知見を得ることとする．

2.　方法

2.1　使用機器

寝返りは，ミニ人体検知センサ PU2206（イーケイジャパン製）の赤外線センサを使用し検出する．赤外線センサは人が動いた時の赤外線の変化を検出しているため，静止している場合のように変化がない場合は検出することができない．赤外線の変化によりセンサが反応するとリレーが一定時間 ON になる仕組みである．マイクロコンピューターボードの Arduino uno を赤外線センサと組み合わせ，リレーが ON になるとシリアルポート通信によりその時の時刻を PC に出力する．Arduino は本体には内部時計をもっていないため，Data time ライブラリを導入し時刻を設定する．時刻は，電源を入れ最初にリレーが ON になったタイミングでカウントを始めるものとする．

赤外線センサ PU2206 の特性は，検出最大距離 2m，検出範囲水平方向 100°，リレーON 時間約 1 秒である． また，Arduino と赤外線センサを組み合わせたものを図 1 に示す．

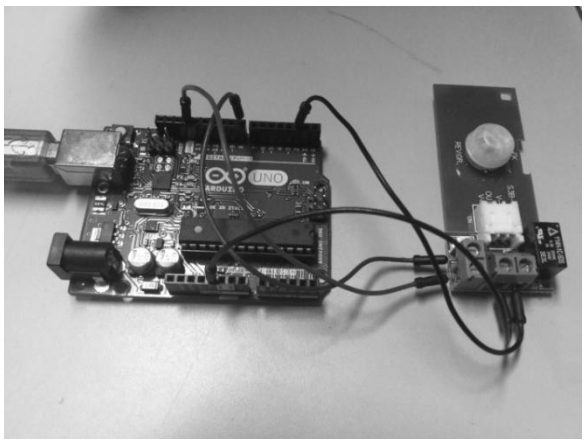


図 1　Arduino と赤外線センサ

2.2　被験者および実験環境

被験者は 24 歳の健常者男性 1 名とした．実験に使用する部屋は外部からの影響を極力受けない場所を使用した．マットレス，枕は高反発のものを用意し，掛布団は毛布一枚とした．室温は 24 度から 26 度，湿度は 55～65%の環境で実験を行った．実験には赤外線センサを二つ使用する．一つは頭から手にかけて上半身の体動のみ検出可能な位置に設置に，もう一つは，足の動きのみ検出可能な位置に設置する．頭部と足元の位置にそれぞれベッドから高さ 20cm の位置とした．また，赤外線センサにより正しく寝返りが検出できるか検証するために確認用のカメラをベッドの隅に設置した．設置場所は図 2 に示す．計測は 4 日連続で行い，計測の 1 日目は第一夜効果を考慮し 1 日目を除く 3 日間の結果のみを使用する．また，就寝時間と起床時間の指定は行わない．

図 2 実験環境

2.3　実験方法

確認用カメラの映像から寝返りとその他の体動が生じた時刻を確認し，その時刻に正しくセンサが反応しているか検証を行う．実際に寝返りが生じた時刻にセンサが反応した場合を成功とし，反応しないもしくは寝返りでないその他の体動を誤認して反応した場合はエラーとする．寝返りの検出成功率を求める．

2.4　カメラ映像の解析方法

カメラ映像から寝返りとその他の体動について，動作を行う時刻，回数，動作時間(動作にかかる時間)，体動間隔(体動と体動の間の静止時間)をそれぞれ計測した．また，3 日間のうち最も短い体動間隔である最短体動間隔を求め，これをセンサから得られた時刻データを整理するパラメータとして使用する．取得するデータは入眠したとみられる 30 分以降のデータを使用する．また，寝相の保持時間が 10 秒以内であれば，その寝返りは寝返りの一部として記録しない．

2.5　時刻データの解析方法

寝返りの動作では頭，胴体，手，足すべてに動きがみられるため頭部側と足元側の両方のセンサで検出が行われると考える．その他の体動では，どちらか片方のセンサのみが反応すると考えられるため，寝返り動作とその他の体動を判別することが可能である．また，センサは 1 秒間隔で計測するため，一回の寝返りに対して複数の時刻データを取得する．これを一回の寝返り動作に対応させるために，連続した時刻データを一纏めにする必要がある．カメラ映像から求めた最短体動間隔よりも，短い間隔で時刻データが連続していると一連の動作とみなした．反対に，最短体動間隔よりも長い間センサが反応せず時刻データが得られなかった場合は，次に取得した時刻から新たな体動が生じたとみなした．

3.　結果

3.1　映像による寝返りの検出

カメラ映像から寝返りおよびその他の体動の様子を観察した． 3 日間のそれぞれの寝返りの回数と全ての体動の回数を図 3 に示す．三日間の寝返りの平均は 30.3 回となり，その他の体動の平均は 64.6 回となった．寝返りとその他の体動を含むすべての体動について，最短体動間隔は 10 秒となった．また，寝返り動作時間の平均は 8.6 秒となった．寝返りが確認されると 1，確認されないと 0 とし，赤外線センサにより検出されたある一晩（計測日 2）の寝返りと時刻の関係を図 4 に示す．寝返りの時刻は寝返りの初動の時刻とする．

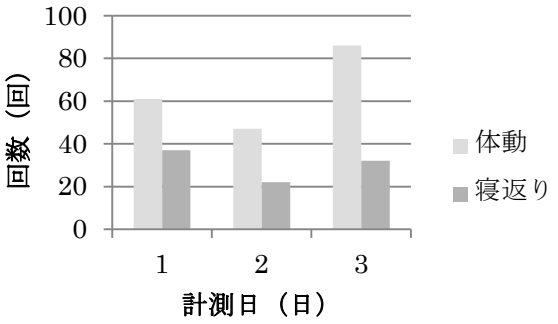


図 3　三日間の寝返りと体動の回数

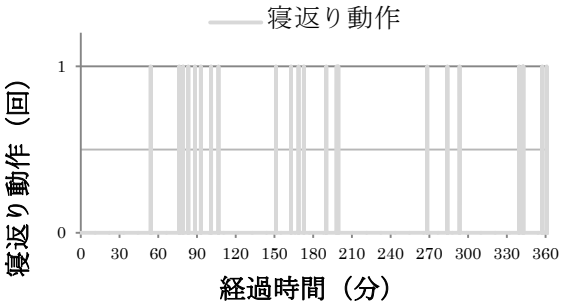


図 4　寝返りと時刻の関係

3.2　赤外線センサによる寝返りの検出

寝返り映像から体動間隔は最短で 10 秒であることから，10 秒以内には体動が生じることはないと判断し，赤外線センサにより得られた時刻データは 10 秒以内にセンサが反応すると，連続した一連の動作であるとみなした．また，寝返りの平均動作時間が 8.6 秒であることから，片方のセンサが反応してから±9 以内にもう一方のセンサが反応した場合，同時に二つのセンサが反応したと判断し，寝返りとみなした．寝返りが検出されると 1，検出されない

と 0 とし，ある一晩（計測日 2）の寝返りを検出した時刻との関係を図 5 に示す．寝返りの検出成功率は 3 日間のデータから 64%であった．

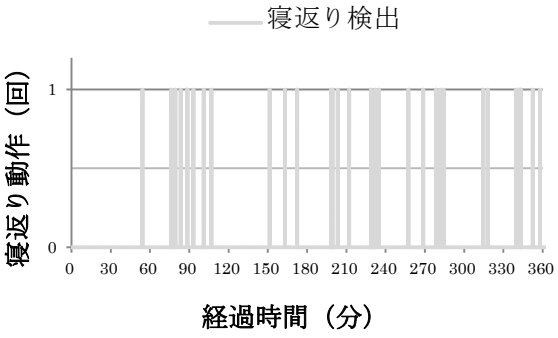


図 5　寝返りの検出と時刻の関係

4. 考察

寝返りは一晩に平均 30.3 回となった．本研究では，カメラ映像を基に覚醒もしくは睡眠を判断したものであり，睡眠深度を正確に測定していない．そのため，覚醒時の寝返りもカウントしている可能性がある．図 4 より寝返り動作の密集している時刻は，睡眠開始から 80 分後，170 分後，270 分後であり，おおよそ 90 分間隔で寝返りしていることがわかる．また，図 4 と図 5 を比較すると寝返りの時刻はおおむね一致していることが分かるが，検出した寝返りは実際の寝返りと比べると余分に多く検出していることが分かる．架空の寝返りを除いた実際の寝返りのみの検出に関しては 78.6%の検出率であった．検出率低下の要因の一つは，寝返り以外の体動を寝返りと誤認識したことによるものだと考える．手と足が同時に動いている場合に，寝返りかその他の体動かを判別する方法を検討する必要があると言える．また，実際の寝返りを寝返りとして検出されなかった原因は，足元のセンサの感度が低いことによる影響ではないかと考えられる．実際に，寝返りの際に足元のセンサが足の動きを検出できない場面が確認された．足は頭部に比べると体温が低く面積も小さいため検出が困難であったと考えられる．

5. まとめ

本研究では，二つの赤外線センサを用いて体動の検出を行った．そして，得られた体動の時刻データを解析することで，体動をさらに寝返りとその他の体動に識別した．寝返りは体全体の動きであるため，頭部と足元に赤外線センサを設置することで識別できる可能性が示唆された．今後の展望として，寝返りや手足の体動を分析することで体動の違いによる睡眠状態との関係を調査し，覚醒の予測を目指す．

参考文献

1. 厚生労働省　報道・広報　報道発表資料 2025 年に向けた介護人材にかかる需要推計（確定値）について(2015)
2. 内閣府　介護保険制度に関する世論調査(2010)
3. 早川敏治,太田龍郎:睡眠障害に関する検査法-睡眠ポリソムノグラフ検査を中心に-日本臨床．56(2):354-360,(1998)
4. 白川修一郎・角園敏洋・阿住一雄:　正常睡眠における体動について―その定量的解析,20,pp.386-393(1978)
5. 白川修一郎:睡眠中の体動とその役割，脳波と筋電図,17(3),221-234,(1989)
6. 日本睡眠学会:体動,日本睡眠学ハンドブック　pp.460-467,株式会社朝倉書店,東京都,(2002)

聴覚を用いた呈示方法の異なる時間的圧迫が及ぼす影響

Effects on time pressure by different auditory stimulus

○薮亀順平*，萩原啓**

*立命館大学大学院　情報理工学研究科　**立命館大学　情報理工学部

YABUKI Junpei*, HAGIWARA Hiroshi**

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

** College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

1.　はじめに

現在、ストレス社会といわれ仕事などでは限られた時間の中で成果を問うことが多くなっている。適度な時間的圧迫は作業効率を上昇させるなどの影響を及ぼす可能性があるともいわれている。そこで作業実行時にどのような時間的圧迫がどのように影響を及ぼすのかを調査しておく必要がある。先行研究では作業実行時には聴覚的な時間的圧迫が有用であると示唆された。そこで本研究ではパフォーマンスの際に聴覚的に時間的圧迫を与え、行動評価に加え生理評価の観点から作業効率や認知判断能力に及ぼす影響について調査することを研究目的とした。

2.　実験概要

2.1　実験方法

本研究では作業効率を計測する単調なパフォーマンステストと認知判断能力を計測する複雑なパフォーマンステスト時に時間的圧迫を聴覚的に与え、その際の脳内血行動態及び、脳波、心電図を計測した。時間的圧迫の条件としては 3 条件用い、2 つのパフォーマンスの際にそれぞれ時間的圧迫を与えるという形式で計 6 パターンを行った。

2.2　被験者

被験者は健常な成人 3 名(男性 3 名)で十分なインフォームド・コンセントを得て実験を実施した。

2.3　時間的圧迫方法

時間的圧迫方法は計 3 つのパターンを用いた。1 つ目は「時間的圧迫なし」である。これはタスクの際に何も時間的圧迫をかけない形式で行った。2 つ目は「音声を用いた時間的圧迫」である。これはタスク開始時に「カウントを開始します」の音声が流れ、残り時間が 90 秒の時、「残り 90 秒です」と音声が流れ、残り時間が 60、50、40 秒の時も同じ様に音声が流れる。残り時間が 30 秒になると、「30、29、28・・・1」と、1 秒ずつカウントし音声で時間的圧迫を与える形式で行った。3 つ目は「単調音を用いた時間的圧迫」である。これはタスク開始から、残り 120、90、60、50、40 秒の時に単調なカウント音が流れる。残り 30 秒になると、残り 0 秒になるまで 1 秒ずつカウント音が流れ時間的圧迫を与える形式で行った。カウント音は残り 30～0 秒まで徐々に音が高くなり時間的圧迫感が感じられるようスヌーズ音を作成した。

2.4　Click&Drag 課題

今回、作業効率を計測する単調なパフォーマンステストとして Click&Drag 課題を用いた。Click&Drag 課題は画面上の二分割された枠の、左の枠から右の枠に点(8px 平方)を Click&Drag で移動させる形式で行った。

2.5　ストループテスト

今回、認知判断能力を計測する複雑なパフォーマンステストとしてストループテストを用いた。今回、果物の候補中から 4 つの色、文字、図形の組み合わせが表示され色、文字、図形が一致した数(最低でも 1 つは一致する)を 1～4 のボタンで押し、ボタンを押すと次の問題に進みタスクの時間である 2 分間で何問正解するかという形式にした。

2.6　実験プロトコル

全体的な実験プロトコルは図 1 のような流れになっている。前記した 2 つのパフォーマンステスト × 時間的圧迫方法 3 条件の計 6 セット行った。

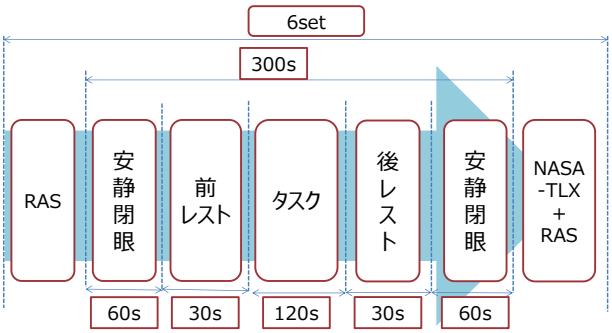


図 1 実験プロトコル

2.7　脳内血行動態

脳内血中ヘモグロビン濃度変化を近赤外分光イメージング装置 OMM3000(島津製作所)で計測を行った。国際 10-20 法に則り認知・判断を司る前頭前野(1,10,19ch)と注意制御・実行を司る背外側前頭前野(25ch)と運動野(22ch)の部分に NIRS のプローブを装着し計測を行った。

3.　解析方法

本研究では酸素化ヘモグロビン濃度変化(oxy-Hb)と HF 成分を解析対象とした。oxy-Hb のデータは絶対値ではなく相対値であるため、波形の増減の変化が重要であると考えた。波形の増減を評価するため、バンドパスフィルタ適用後のデータに微分フィルタを適用した。得られたデータのプラス成分の面積の総和を増加成分、マイナス成分の面積の総和を減少成分と定義し、増加成分引く減少成分を δ-oxyHb と定義した [1)]。なお、各生理指標、パフォーマンステスト結果は被験者毎の個人差が大きい。よって比較を行う前に正規化処理を行っている。

4. 結果

表 1、表 2、表 3 はタスク開始 61～90 秒と一番時間的圧迫のかかると考えられるタスク開始 91～120 秒の δ-oxyHb の値の平均値と標準誤差を示したものである。2 つのパフォーマンステスト共に単調音での時間的圧迫では減少傾向を示した。音声での時間的圧迫ではストループテストにおいてはすべての部位において上昇傾向を示した。表 4 はタスク開始 61～90 秒とタスク開始 91～120 秒の点を移動させた数を平均値と標準誤差で示したものである。単調音での時間的圧迫ではタスク開始 61～90 秒に比べタスク開始 91～120 秒でパフォーマンスが向上する結果が得られた。表 5 はストループテストの正答数と正反応率を平均値と標準誤差で示したものである。音声による時間的圧迫をかけた際に時間的圧迫なしに比べ、正反応率において大きく向上する結果が得られた。また心理評価では時間的圧迫なし以外の 4 パターンでは時間的圧迫感の項目で大きい値を示し、フラストレーションの項目では時間的圧迫なしに加え音声で時間的圧迫をかけた Click＆Drag 課題は他の 3 パターンと比較して大きい値を示した。表 6 はタスク開始 61～90 秒とタスク開始 91～120 秒の HF 成分の値の平均値と標準誤差を示したものである。2 つのパフォーマンステスト共に単調音での時間的圧迫、音声での時間的圧迫において HF 成分が減少する傾向がみられた。

表 1　前頭前野(10ch)

		61s～90s	91s～120s
Click & Drag	なし	-0.416±0.438	0.278±0.705
	単調音	0.354±0.839	-0.686±0.684
	音声	0.387±0.751	-0.406±0.217
ストループ	なし	-0.737±0.277	0.227±0.173
	単調音	0.544±0.311	-0.965±1.342
	音声	-0.061±0.532	0.636±0.841

表 2　運動野(22ch)

		61s～90s	91s～120s
Click & Drag	なし	0.602±1.164	0.089±1.452
	単調音	-0.213±0.641	-0.384±1.653
	音声	-0.771±1.271	1.381±0.921
ストループ	なし	-0.815±0.375	1.061±0.756
	単調音	0.651±0.855	0.538±0.406
	音声	-0.111±0.715	0.298±0.617

表 3　背外側前頭前野(25ch)

		61s～90s	91s～120s
Click & Drag	なし	-0.707±0.389	1.191±0.977
	単調音	0.481±1.041	-1.315±0.681
	音声	-0.043±0.418	0.126±0.461
ストループ	なし	-0.434±0.851	-0.014±0.841
	単調音	-0.632±1.037	-1.441±1.051
	音声	-0.716±0.624	-0.028±0.527

表 4　Click＆Drag 課題（点を移動させた数）

	61～90s	91～120s
なし	-0.147±0.914	-0.458±0.683
単調音	0.121±1.095	1.129±0.151
音声	0.026±0.963	-0.671±0.760

表 5　ストループテスト

	正反応数	正反応率
なし	0.232±1.094	-0.677±0.819
単調音	-0.293±1.111	-0.114±1.021
音声	0.061±0.653	0.791±0.436

表 6　HF 成分

		61s～90s	91s～120s
Click & Drag	なし	-0.122±1.054	-0.136±1.302
	単調音	-0.686±0.194	-0.854±0.347
	音声	-0.221±0.838	-1.124±0.374
ストループ	なし	0.856±0.954	0.064±0.458
	単調音	1.066±0.481	0.702±0.668
	音声	0.356±0.354	0.099±1.105

5. 考察

本研究の結果、HF 成分では先行研究 [2] と同様に時間的圧迫を与えると副交感神経活動度が減少することが本研究でもみられた。脳内酸素化ヘモグロビン濃度変化では単調音での時間的圧迫は 2 つのパフォーマンスにおいてタスク開始 61～90 秒に比べ一番時間的圧迫のかかると考えられるタスク開始 91～120 秒の δ-oxyHb の値が減少する傾向がみられた。しかし単調音による時間的圧迫をかけた Click＆Drag 課題のパフォーマンス結果は大きく向上する傾向がみられた。また心理評価の結果をみてもフラストレーションの項目において時間的圧迫なしと音声での時間的圧迫をかけた時と比較して小さい傾向がみられ、適度な緊張感を与えていたのではないかと考えられる。このことから単調な作業においては単調音による時間的圧迫は緊張感を与え生理的な面においては負の作用はあるが作業効率を上げるという面においては正の作用をもたらすことが示唆された。また音声による時間的圧迫をかけたストループにおいては脳内酸素化ヘモグロビン濃度変化ではタスク開始 61～90 秒に比べ一番時間的圧迫のかかると考えられるタスク開始 91～120 秒の δ-oxyHb の値が上昇する傾向がみられた。またパフォーマンス結果は上昇する傾向がみられ、心理評価の結果をみてみるとフラストレーションの項目においては単調音による時間的圧迫をかけた Click＆Drag 課題と同程度の値を示し適度な緊張感を与えていたのではないかと考えられる。しかし時間的圧迫感の項目においては時間的圧迫なし以外の 4 パターンの中でも特に大きい値を示していた。これらの結果から複雑な認知判断を必要とする作業においては音声での時間的圧迫を与えることが脳内酸素化ヘモグロビン濃度変化への影響やパフォーマンスを向上させるうえで重要であることが示唆された。

参考文献

1) 杉本潤哉・萩原啓,振動刺激呈示時の脳内血行動態の特徴抽出,シンポジウム「モバイル’13」講演論文集,pp77-82(2013)

2) 薮亀順平・萩原啓: タイムプレッシャーが単調作業、認知判断作業時の生理的変化に及ぼす影響, pp.1-6, シンポジウム「モバイル'15」(2015).

タスク難易度および種類の変化による注意資源配分の差異と簡易指標の調査

Relationship between simple indices and allocation of attentional resources on change of task difficulties and types

○長澤大志*，萩原啓**

*立命館大学大学院情報理工学研究科　**立命館大学情報理工学部

NAGASAWA Taishi*, HAGIWARA Hiroshi**

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

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

1. はじめに

近年、画像処理技術の進歩により、人間の顔画像から推定することが可能な生理指標が増加している。特に、呼吸数や心拍数のような指標は非接触で計測することが難しいとされていたが、独立成分分析などを用いることによって低精度であるが非接触推定が実現してきている。本研究では、タスク難易度および種類が異なるタスクを実施し、注意資源処理の差異がこれらの簡易指標に与える影響について調査する。

2. 実験方法

視覚タスクとして低難易度ストループテスト、高難易度ストループテスト、1-back 課題、2-back 課題、低難易度視覚探索課題、高難易度視覚探索課題を使用した。それぞれのタスクについて副課題に聴覚ストループ課題を加えた場合と加えない場合の 2 種類があり、この計 12 種類のタスクを被験者に課した。

ストループテストは選択・抑制的注意が多く必要とされ、n-back 課題は持続・集中的注意が多く必要とされている [1]。視覚探索課題はストループテストと同様に選択的注意の要素が大きいが、ストループ効果の影響が少ないため、抑制的注意はストループテストより低いと考えられる。以上のように、本実験で使用した視覚タスクはそれぞれ必要とされる注意の種類が異なるものを採用している。また、被験者に実施した NASA-TLX の結果を比較すると、タスクの作業負荷の高さを表す指標である WWL 得点(Weighted WorkLoad score)は、いずれの被験者も高難易度タスクの方が高い値を取っているため、高難易度タスクと低難易度タスクには明確な難易度の違いがある。

なお、実験の手順は以下の(1)～(3)の順に行った。被験者は健常な成人 6 名で、実験前に十分なインフォームド・コンセントを得ている。

(1) 前安静座位(60sec)
(2) タスク(180sec)
(3) 後安静座位(60sec)

3. 評価方法

本研究では、脳内で注意資源がどのように配分されているかを調べる指標として、脳内 oxyHb 濃度変化を採用し、計測機器として赤外光イメージング装置 NIRStation (島津製作所)を用いた。頭部ホルダを被験者に装着し、認知・判断を司る前頭連合野、注意・制御を司る左右の脳前頭野背外側部を計測した。今回の解析ではノイズを除去するためにバンドパスフィルタを用いた。心拍や呼吸といった生体が起源となるノイズを除去する目的で,0.1Hz のローパスフィルタを適用した。ベースラインからのドリフト的なアーティファクトを除去する目的で 0.001Hz のハイパスフィルタを適用した。

この脳内 oxyHb 濃度変化の結果から被験者の注意資源の配分状況を推測し、同時に計測した呼吸変動、心拍変動などの指標との比較を行う。なお、各生理指標は被験者毎の個人差が大きいため、比較を行う前に正規化処理を行っている。

4. 結果

表 1 にタスク中の呼吸頻度の平均値と標準誤差を示す。いずれのタスクの場合でも、聴覚課題を加えた二重課題では呼吸頻度が上がっていることが分かる。また、前安静座位時、後安静座位時の呼吸頻度はそれぞれ-0.389±0.221、-0.190±0.089 であるため、安静座位状態に比べてタスク中は呼吸頻度が増加する傾向にあった。

表 1　タスク中の呼吸頻度(正規化)

	1-back	1-back +聴覚課題	2-back	2-back +聴覚課題
呼吸頻度	0.233±0.275	0.993±0.490	0.047±0.280	1.003±0.493
	低難易度ストループ	低難易度ストループ +聴覚課題	高難易度ストループ	高難易度ストループ +聴覚課題
呼吸頻度	0.598±0.415	0.973±0.341	0.261±0.391	0.901±0.315
	低難易度視覚探索	低難易度視覚探索 +聴覚課題	高難易度視覚探索	高難易度視覚探索 +聴覚課題
呼吸頻度	0.514±0.230	0.597±0.289	0.194±0.211	0.644±0.337

次に、表 2 に前安静座位からタスクの RRI 変化率、表 3 にタスク中の HF の平均値と標準誤差を示す。低難易度タスクに副課題を追加した二重課題では RRI 変化率が低くなるが、高難易度タスクを用いた二重課題では反対に RRI 変化率が高くなる傾向となった。しかし、これはあくまで平均値のみの傾向であり、呼吸頻度とは異なり被験者間で同様の傾向は

あまり見られなかった。

また、高難易度視覚探索課題を除いた 10 種類のタスクで、高難易度課題の方が低難易度課題よりも HF の平均値が低く、同様に二重課題の方が視覚課題のみの場合より HF の平均値が低い結果となった。しかし、HF に関しても RRI と同様に被験者毎で異なる傾向が見受けられた。

表 2　RRI 変化率

	1-back	1-back +聴覚課題	2-back	2-back +聴覚課題
RRI変化率	1.005±0.022	0.971±0.014	0.950±0.023	0.961±0.017
	低難易度 ストループ	低難易度 ストループ +聴覚課題	高難易度 ストループ	高難易度 ストループ +聴覚課題
RRI変化率	0.992±0.021	0.976±0.016	0.969±0.017	0.997±0.017
	低難易度 視覚探索	低難易度 視覚探索 +聴覚課題	高難易度 視覚探索	高難易度 視覚探索 +聴覚課題
RRI変化率	0.998±0.036	0.977±0.025	0.971±0.014	0.979±0.022

表 3　タスク中の HF（正規化）

	1-back	1-back +聴覚課題	2-back	2-back +聴覚課題
HF	0.482±0.684	−0.034±0.807	0.597±1.203	−1.098±0.408
	低難易度 ストループ	低難易度 ストループ +聴覚課題	高難易度 ストループ	高難易度 ストループ +聴覚課題
HF	0.135±0.795	−0.297±0.233	−0.227±0.546	−0.854±0.321
	低難易度 視覚探索	低難易度 視覚探索 +聴覚課題	高難易度 視覚探索	高難易度 視覚探索 +聴覚課題
HF	0.529±1.055	−0.244±0.568	−1.120±0.779	−0.334±0.544

5.　考察

本実験での結果から、呼吸頻度は二重課題において明確に増加する傾向が見られた。よって、被験者がタスクに取り組む際に呼吸頻度は上昇し、加えて視覚情報と聴覚情報の両方に注意資源を配分しなければならない分割的注意力が多く必要な場合も更に呼吸頻度が増加すると考えられる。

一方、RRI は一般的に身体的・精神的なストレスを受けると減少すると言われており、本実験のような認知課題を実施した際は減少すると考えられる。しかし、被験者とタスクによって RRI が安静座位状態よりも増加する場合も存在しており、統一された傾向が見受けられなかった。また、副交感神経の活動度を示す HF においても、本来は作業負荷が高い高難易度課題や二重課題では低い値を示すはずであるが、被験者によっては高い値を示している。このような結果となった要因として、被験者毎でそれぞれのタスクに対する注意資源の配分が異なることが挙げられる。実際に、タスク中の脳内 oxyHb 濃度変化の結果を比較してみても、表 4 の 1-back 課題の例のように被験者毎で増減傾向が異なる場合が多い。また、二重課題のような課題では、図 1 の実線部分のように途中で急激な減少を引き起こす場合もある。このような減少傾向は脳内の認知処理に対する注意資源の需要が供給を上回り、オーバーフローが起こってしまうことが要因だと言われている [2]。心拍変動から算出される指標の多くはタスクに対する精神的なストレスを表すため、このようなタスクに対する注意資源配分の差異が生む心理状態の変化の影響は大きいものだと考えられる。また、疲労や概日リズムの影響も無視できないだろう。

以上のことから、呼吸頻度はタスクの変化による被験者の違いの影響をあまり受けずに分割的注意力を測ることができ、心拍変動は被験者毎の精神的・身体的な状態の差の影響を受けやすい簡易指標であることが示唆された。特に、呼吸頻度から推測される分割的注意力の高さは、二重課題のように被験者が主課題のみに集中していない状態を表すため、日常生活の中でも有用性の高い指標になるのではないだろうか。

今後は、被験者数を更に増やすことによって脳内 oxyHb 濃度変化から被験者の注意資源配分の傾向の違いをグループ分けし、詳細な注意資源配分と呼吸変動、心拍変動の関係を分析していきたい。

表 4　タスク中の脳内 oxyHb 濃度変化（1-back）（正規化）

	被験者A	被験者B	被験者C	被験者D	被験者E	被験者F
oxyHb 濃度変化 （1-back）	−0.004	4.064	−0.075	−3.190	−0.300	−1.195

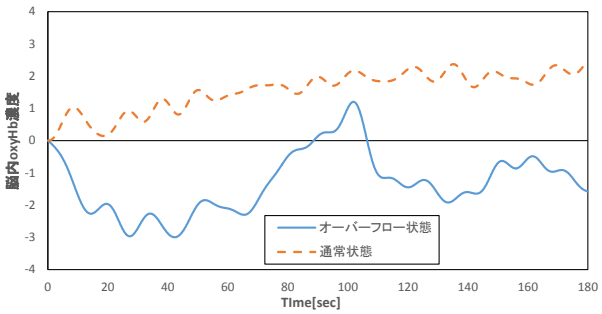


図 1　オーバーフロー例

参考文献

1) 山下 富美代: 注意機能測定に関する考察－注意と精神的負荷作業の関係について－, 立正大学心理学研究所紀要 第 2 号, pp.1-14 (2004).

2) Zengyong Li, Ming Zhang, Xiaoyin Zhang, Shixun Dai, Xingxin Yu, Yan Wang: Assessment of cerebral oxygenation during prolonged simulated driving using near infrared spectroscopy: its implications for fatigue development, European Journal of Applied Physiology, pp.281-287 (2009).

事象関連電位と反応時間を用いた認知機能評価に関する基礎的研究

Basic research on assessment of cognitive function using event-related potentials and reaction time

朝飛拳悟*，大須賀美恵子**

*大阪工業大学大学院　工学研究科　**大阪工業大学　工学部

ASAHI Kengo*, OHSUGA Mieko**

*Graduate School of Engineering, Osaka Institute of Technology

**Faculty of Engineering, Osaka Institute of Technology.

1.　はじめに

近年の日本は高齢化が進み，高齢者による交通事故の割合も年々増加傾向にある[1)]．高齢者の交通事故の要因として認知機能の低下による危険事象の発見の遅れ，判断の誤り，操作の誤りが挙げられる[2)]．各人の発見，認知・判断，操作の各フェーズの衰えを分離して評価し，適切なトレーニングや運転支援技術を提供することを考えている．

鎌倉ら[3)]は刺激の複雑さ（認知負担）に応じて，事象関連電位（Event Related Potential：以下 ERP）の一種である眼球停留関連電位(Eye Fixation Related Potential:以下 EFRP)の P3 潜時（認知に関連すると言われる後期成分）が延長することを示している．一方，ギオルゲ[4)]は，認知負担が同じで反応負担が大きくなると，反応時間（刺激提示あるいは眼球停留から操作までの時間）が延長するが P3 潜時は延長しないことを示している．これらより，EFRP を用いることで，刺激提示から眼が動いて停留するまでの時間を発見の早さの指標，眼球停留からの P3 潜時を認知・判断の速さの指標，反応時間はこれらに操作の速さを含めた総体的な指標となると考えた．本研究は，この仮説検証に向けての第１段階として，視野中心に刺激を出し眼が動かない条件下で ERP の P3 を用いて，認知・判断の過程と反応過程を分離して評価する可能性を検討した．

2.　実験方法

2.1　実験参加者

実験参加者は文書によるインフォームド・コンセントを得た健常な男子若年成人 4 名である．なお，本研究の実験計画は，大阪工業大学ライフサイエンス実験倫理委員会の審査に基づき大阪工業大学学長の承認を得た．(承認番号:2015-4)

2.2　実験システム

実験風景を図 1 に示す．半防音室内で自動車シートとステアリングを用い，運転席を模した実験システムを構成した．参加者の前方に大型スクリーンを配置し，背面投影によりスクリーン中央に刺激を提示した．刺激に応じて，ステアリングに取り付けた左右のボタンスイッチを押す課題を課した．

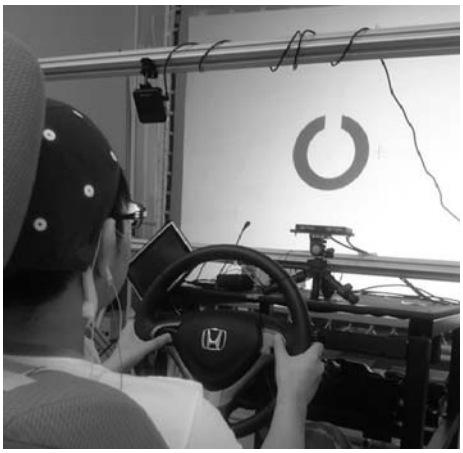


図 1　実験風景

2.3　課題

認知負担の大きさ 2 水準，反応難易度 2 水準の組み合わせで 4 つの課題を設けた．

①　認知負担

P3 成分を得るための手法として oddball 課題を用いた．oddball 課題は，高頻度の刺激と低頻度の刺激が提示される中で，低頻度の刺激に注意を向けさ

せるものである．低頻度刺激をTarget Stimulus(以下Target)，高頻度刺激をStandard Stimulus(以下Non-Target)という．Targetとなる刺激に対して反応をさせることにより大きなP3成分が生じる．

ここでは，視力検査のランドルト環のように，上下左右いずれかが開口している記号（以下C記号）を刺激とし，左右開口をTarget，上下開口をNon-Targetし，Targetを25%，Non-Targetを75%の割合で提示した． C記号の数が増えると認知負担が大きくなると考えた.スクリーン中央にC記号を1つ出す課題を「C1」とし， C記号4つを同時に提示し，左右開口のどちらかが1つだけ含まれる場合をTarget，それ以外の組み合わせをNon-Target とする課題を「C4」とした.

② 反応負担

反応難易度を変える方法として，サイモン効果を利用した．サイモン効果とは，刺激のある側面に基づき決められた反応をするように求められた場合に,刺激の無視すべき別の側面により反応が促進されたり妨害されたりする現象である[5]．右開口のTargetが提示されたとき右手で,左開口のTargetが提示されたとき左手で，スイッチを押すものを「Straight」課題とし，これと逆の手で反応させるものを「Cross」課題とした．開口方向と同じ側の手で反応する方が反応しやすいという仮説に基づくもので，C記号が1つのときには，ギオルゲ[4,5]の実験でサイモン効果が示されている．

2.4 計測指標

本実験では多用途生体アンプ(Polymate,デジテックス社)を用いて脳波と眼電図を計測した．脳波は国際10-20法に基づいた電極帽(Electro-cap社)を用いて，頭皮上19点と両耳朶よりCzをリファレンスとして導出した．垂直眼電図は利き目の上下，水平眼電図は両眼の左右に電極(銀塩化銀小型皿電極，日本光電)を取り付け計測した．アースの電極位置は額とした．アンプの時定数は3 s，サンプリング周波数は1000 Hzとした.

2.5 実験手順

実験開始前に数分間の練習時間を設けた．次に，後で述べるように眼球運動アーティファクト除去に必要なデータを取得するため，指示に従って眼を左右上下に動かし，瞬目をする眼球運動セッションを実施した．その後に，認知負担，反応難易度の異なる4つの課題を実施した．刺激提示時間1.0sec，提示間隔2.0±0.5secとし,刺激提示回数は1課題につき100回とした．課題の実施順はカウンタバランスした.

なお，刺激と同時に参加者の視野に入らない位置に矩形を表示し，照度センサ（AMS302，Panasonic）を張り付けて，刺激提示に同期したトリガ信号作成用のデータを取得した.

2.6 解析

眼球運動時と課題遂行時の脳波データのリファレンスを両耳朶の平均電位を用いて計算で両耳朶結合に変更した．その後，バターワースフィルタを用いてノイズを除去した．具体的には， 58～62Hzのバンドストップフィルタで電源ノイズを除去し，0.03Hzのローパスフィルタをかけて抽出した基線変動を元データから引いて除去し，30Hzのローパスフィルタをかけて高域周波数ノイズを除去した.

次に，独立成分分析(Independent Component Analysis：以下ICA)を用いて，眼球運動関連のアーティファクトを除去した．ICAは，多変量解析の一種で，これを用いると計測した信号から固有な信号を分離することができる．解析対象データにICAをかけてアーティファクト成分を除去するのが通常の方法であるが，試行ごとにICAをかけるとアーティファクト成分の混入度合いによって得られる成分が異なり除去後の波形の比較に影響しかねない．全データをつなげて適用すると収束時間が長くかかってしまう．そこで，我々の研究室では，眼球運動と瞬目を含むデータを別途取得し，このデータにICAをかけてアーティファクト成分を同定し，得られた復元作用素からアーティファクト成分を除去する重み行列を求め，解析対象データに適用するという手法を用いている[6]．本研究でも眼球運動セッションのデータにICAを適用し重み行列を求めて，瞬目，眼球運動のアーティファクトを除去した.

アーティファクト眼球運動成分を除去したデータより，照度センサから得たトリガの前300 msから後2000 msのデータを切り出し，トリガ前100msから

トリガまでの平均電位を用いてベースライン補正を行った．Target で正反応が得られた試行のみを対象に，全実験参加者のデータを用いて加算平均を行い，8Hz のローパスフィルタをかけて ERP 波形を得た．

3. 結果

3.1 眼球運動アーティファクトの除去

図 2 は眼球運動セッションのデータに ICA をかけて得られた独立成分の頭皮上分布の例である．実線で囲んだ成分が瞬目と垂直眼球運動に対応する独立成分，点線が水平眼球運動に対応する独立成分であり，この 2 成分をアーティファクトとして除去した．図 3 に除去前のデータと得られた重み行列を解析対象データにかけ合わせてアーティファクト除去した後のデータを示す．瞬目成分が除去できていることがわかる．

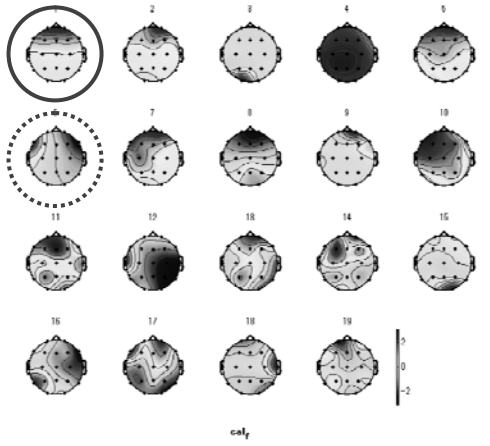


図 2　独立成分の頭皮上分布

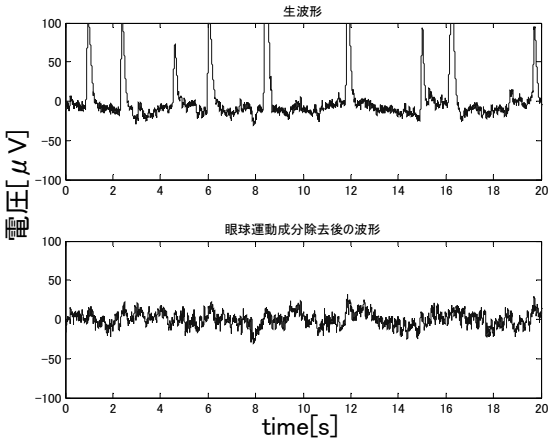


図 3　ICA による瞬目，眼球運動成分の除去結果
（上段：除去前，下段：除去後）

3.2 反応時間

各課題における各参加者の反応時間を図 4 に示す．認知負担に関しては全員 C4 の反応時間が C1 に比べて延長し仮説どおりの結果となった．反応難易度に関しては，2 名（参加者 2,3）の C1，1 名（参加者 3）の C4 で有意に差があり，反応しにくい Cross の方が Straight より反応時間が延長しており，仮説どおりの結果になった．他の参加者，条件では有意な差が見られなかった．

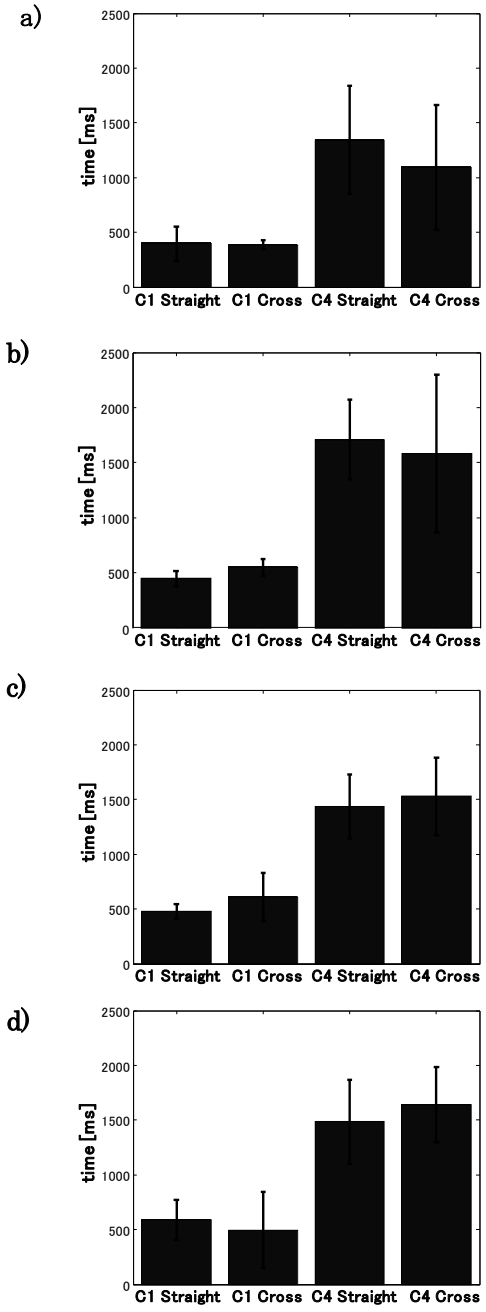


図 4　反応時間の比較
a)参加者 1，b)参加者 2，c)参加者 3，d)参加者 4

3.3 P3 成分

図 5 に C1 課題の Straight（実線）と Cross（点線）（加算回数はそれぞれ，99 回，93 回），図 6 に C4 課題の Straight（実線）と Cross（点線）（加算回数はそれぞれ，83 回，80 回）の ERP 波形（grand mean）を示す．

C1 課題では Straight，Cross ともに潜時約 420 ms の明確な P3 成分が得られ，Straight，Cross の潜時の差はなかった．C4 課題では明確なピークが得られなかったが平均反応時間から，1460～1480 ms あたりのピークが P3 に対応するのではないかと考えられる．

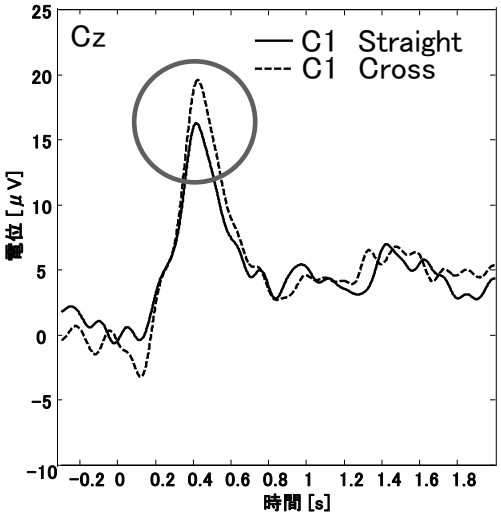


図 5　C1 課題の ERP 波形

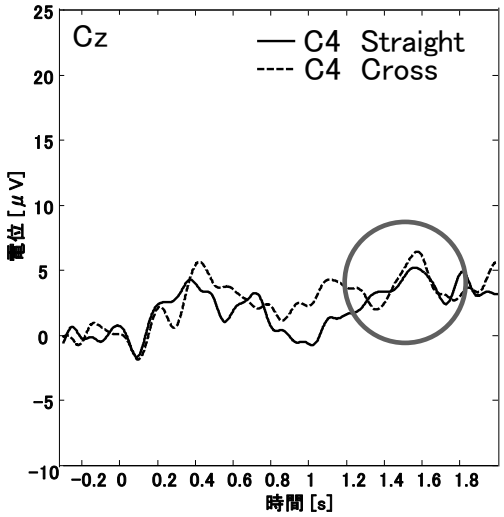


図 6　C4 課題 ERP 波形

4.　考察

認知負担による反応時間延長は明らかで，C4 課題の負担が大きいことが示された．C4 課題の P3 成分が明確ではないが，P3 潜時の延長が推察され認知負担が反映されている可能性がある．C4 課題の P3 成分のピークが明確に得られなかった原因は，加算回数が少ないこと，個人により認知・判断にかかる時間が異なること，４つの C 記号の組み合わせによって判断しやすいものとそうでないものがあり，個人内でもばらつきが大きくなってしまったことが考えられる．なお，加算回数が少なく個人ごとの ERP 波形は検討できなかった．

反応負担による P3 潜時の差が見られなかったのは仮説どおりであるが，反応負担による反応時間の違いも一部の参加者・条件でしか見られず，ランドルト環の方向によるサイモン効果は小さいのではないかと考えられた．

5.　おわりに

今後，サイモン効果の導入方法を再考するとともに，参加者 1 人の試行数，参加者数ともに増やして，仮説検証を進め，課題条件の差だけでなく，個人の認知機能の評価に利用できるかどうか検討したい．

参考文献

1) 警視庁 「高齢者の交通人身事故発生状況～平成 27 年上半期～」：http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/toukei/jiko/data/jiko_kourei.pdf, 取得日 2015.10.21
2) 警視庁:「防ごう！高齢者の交通事故！」：http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/kotu/kourei/koureijiko.htm, 取得日 2015 年 10 月 21 日
3) 鎌倉快之，大須賀美恵子， 橋本 渉，ギョルゲ ルチアン，佐藤晴彦：眼球停留関連電位 P3 潜時を用いたドライバ提示情報の認知負担評価，自動車技術会論文集, 40(5), pp.1363-1368 (2009)
4) ギョルゲ ルチアン：運転相当の視線移動を伴うタスク中の脳波計測による反応負担に影響されない視覚情報の認知負荷評価，自動車技術会論文集，42(3), pp.709-714 (2011)
5) ギョルゲ ルチアン：脳波計測を用いた視覚情報の認知負担評価 - 認知負担と反応負担の分離 - , 自動車技術会論文集, VOl.41, No.1, pp.141-146 (2010)
6) 棒谷英法 大須賀美恵子 : 事象関連電位 P3 を利用した入力インタフェース(2)，第 50 回日本生体医工学会，論文集(CD-ROM)，O2-5-6 (2010)

立体映像による複数オブジェクト追跡課題遂行時の生理的変化

Psycho-physiological effects of the multiple objects tracking task in stereoscopic viewing

○佐竹秀一*，萩原啓**

*立命館大学大学院情報理工学研究科　**立命館大学情報理工学部

SATAKE Shuichi*, HAGIWARA Hiroshi**

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

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

1.　はじめに

近年の立体映像(3D)技術の発展により，テレビや映画にとどまらず，医療・リハビリテーションといった場面など幅広い分野で 3D 技術の活用が期待される．そのために, 3D 映像が生体に及ぼすさまざまな影響を検証していく必要がある．本研究では，視覚的注意を要する複数オブジェクト課題(Multiple Object Tracking:MOT) を用いて，3D 視覚刺激への注意の有無が NIRS(Near Infra-red Spectroscopy)で測定される脳内血行動態などの生理指標や主観指標にどのような影響を及ぼすのかを明らかにすることを目的とした.

2.　実験方法

2. 1　被験者と実験環境

被験者は 21～23 歳の大学生 7 名(男性 6 名，女性 1 名)で，インフォームド・コンセントを得て実験を実施した．映像刺激の呈示には 27 インチの液晶モニタ(VG278HE，ASUS)と液晶シャッタメガネ(3DVision，nVIDIA)を使用した．実験は暗室内で行い，視距離は 1.0m になるよう設定した.

2. 2　刺激

本研究の視覚刺激として，奥行方向を含む三次元的な移動をする 8 つの球を用意した(図 1)．球の運動方向はランダムに決定されるが，球と球が完全に重なることはないようにした. 3D 映像時の最大視差は快適な視差範囲とされる±1.0 度とした[1)].

2. 3　手順

実験は，2D と 3D の各条件で，MOT 条件と，球の追跡を行わない視聴のみ条件の計 4 条件の計測を行う.

実験はブロックデザインで構成した．まず始めに 60 秒間の安静状態を計測する．その後，連続して前レスト 10 秒，タスク 30 秒，後レスト 20 秒の一連の流れを 8 回繰り返し，再度 60 秒間の安静状態を計測する．1 条件の計測にかかる時間は 10 分である．計測前後には主観評価として，RAS (Roken Arousal Scale) と SSQ(Simulator Sickness Questionnaire)の記入を指示した．タスク区間の詳細を以下に示す.

(a)　8 つの球のうち 4 つの球が緑色なっており，それを追跡対象として記憶する．(4sec)

(b)　すべての球の色が白色となり，ランダムな方向に動き始める．被験者は先ほど緑色になっていた球を追跡する．(20sec)

(c)　球が停止すると同時に 4 つの球が緑色に変化しそれぞれ数字が割り当てられる．3 つは手順(a)で緑色であった球であり，1 つは白色であった球である．被験者は手順(a)では白色であった球の番号を手持ちの数字キーで回答する．(3sec)

(d)　正解である球が赤色に変化する．(3sec)

視聴のみ条件においては手順(a)，(b)，(d)における球の色の変化はないようにし，画面中心を注視してもらうよう指示した.

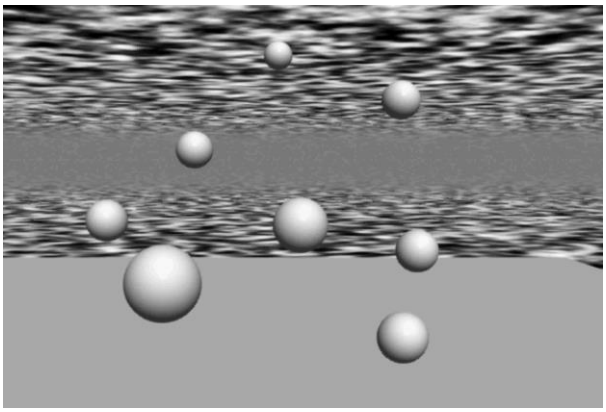


図 1　呈示した映像

3.　解析方法

NIRS の解析位置は認知判断に関わる前頭連合野中央部分とした．本研究では酸素化ヘモグロビン濃度変化(oxyHb)を解析対象とした. 測定した時系列データは被験者ごとに標準化した後，前レスト，タスク区間，後レストの時系列データに対し加算平均を行なった. またタスク区間の oxyHb の増減を示すため，タスク開始時点が 0 となるように時系列データをシフトした.

心電図の解析には心拍 HF(High Frequency Component)を用いた. HF は心拍変動の周波数解析で算出される 0.15Hz-0.4Hz の周波数成分を累積したものであり，副交感神経系の活動度合を示す指標である.

SSQはアメリカで開発された映像酔いの主観指標である．16の質問項目から「気持ち悪さ・目の疲れ・ふらつき感・総合値」を算出する．RASは疲労・覚醒度合いの主観評価指標であり，「眠気・全般的活性・リラックス・緊張・注意集中困難・意欲減退」の項目を基に定量的に評価した．

4. 結果

MOT課題における正解率は2D条件では82.1%, 3D条件では85.7%であった．このことから本実験のMOT課題は被験者の努力によって十分に遂行できる難易度であったと考えられる．

タスクおよびその前後レスト区間における oxyHbの変動を図 2 に示す．2D，3D 条件いずれの場合もMOT課題時にはタスク開始後からoxyHbが増加傾向を示した．一方，3D条件で視聴のみの場合はタスク開始後からoxyHbが減少し始め，低い値を示したまま推移していることがわかる．

図 3 にタスク区間中の心拍変動 HF の値を示す．3D-MOT課題時の心拍HFは最も低い値を示したのに対し，視聴のみの場合は最も高い値を示すという逆の傾向がみられた．

SSQの総合値を図4に示す．2D，3Dの条件間で比較すると視聴のみ, MOT課題時のいずれの場合においても 3D 条件で値が高い．視聴のみと MOT のタスク内容間で比較すると 2D，3D 条件いずれの場合も視聴のみの方が高い値を示した．

RASでは, 眠気の項目において, 視聴のみ条件で2D, 3D条件いずれの場合も増加した．一方MOT課題時には 2D，3D 条件いずれも減少した．全般的活性は3D-MOT課題時のみ増加した．

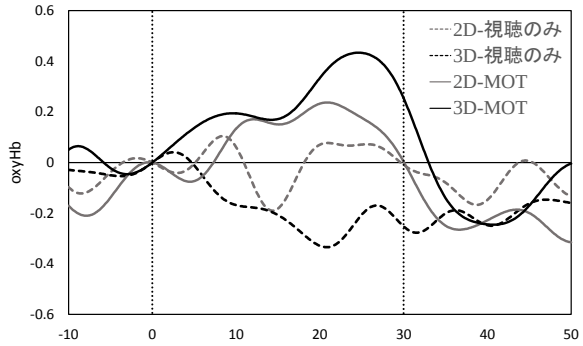


図 2　oxyHb 濃度変化

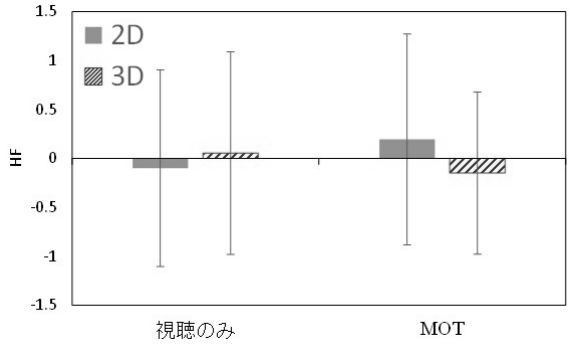


図 3　心拍変動 HF

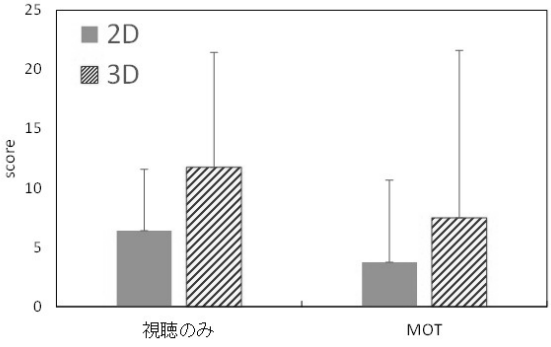


図 4　SSQ：総合値

5. 考察

MOT 課題遂行時には，前頭眼野や頭頂部分が活動を示すことが報告されている[2)]が，本研究ではMOT 課題の際，前頭前野においても脳血流量が増加した．特に 3D 条件ではオブジェクト追跡が終了する図2の25秒付近までoxyHB濃度が上昇し続けている. その一方で, 3D条件で視聴のみだとoxyHb濃度は減少傾向を示した．3D 注視時や，MOT 課題と同様の映像を視聴しただけの時の後頭葉や頭頂部の脳血流は増大し，前頭野では抑制されたという報告[2), 3)]があり, 本研究でも同様の脳活動が行われた可能性がある．以上のことから，同じ 3D 条件下でも映像刺激への注意の有無が脳活動に変化を及ぼすと考えられる．

RAS では MOT 課題時は眠気が抑制されており，SSQの総合値を見ても映像酔いの度合いはMOT課題の際の方が少ない．このことから同じような映像内容でも MOT 課題の有無が主観指標にも影響を与えており, 3D条件下でも能動的な映像視聴によって精神的負荷が軽減される可能性がある．

oxyHb 濃度変化と主観評価を考慮すると，本実験における MOT 課題時は心身が活動状態になっていると考えられ，3D 条件でその傾向がより強い．残る生理指標である HF に関しては，3D-MOT 課題時の HF より，副交感神経系活動度が他の条件と比較すると低い．しかしながら，2D-MOT 課題時は最も高い値を示している．現段階において心拍変動 HF は全体的にばらつきが大きく，自律神経系の活動状態の評価に課題が残る．今後は被験者数を増やしながら，前頭連合野中央以外の脳内血行動態の解析，心拍変動 LF/HF での評価など, より詳細な検討を行う．

参考文献

1) 3D コンソーシアム：人にやさしい 3D 普及のための 3DC 安全ガイドライン, (2010).

2) Culham,J. C. ,Cavanagh, P. , and Kanwisher, N. G. ,: Attention response functions: Characterizing brain areas using fMRI activation during parametric variations of attentional load, Neuron,vol. 32, pp. 737-745,(2001).

3) 半田知也：立体映像注視時の視覚反応-生体反応計測のアプローチ-,映像情報メディア学会技術報告, Vol. 34, No. 24, pp. 19-23 (2010).

座面の前傾により高いエクササイズ効果を得られる椅子の効果の検証

Examination of the Exercise Sitting on the Chair with a Forward-declined Seat

○糸瀬健一*，山本倫彰**，川井智憲**，秋月敬太**，廣川敬康**

*近畿大学大学院　**近畿大学

ITOSE Kenichi*, YAMAMOTO Tomoaki**, KAWAI Tomonori**, AKIZUKI Keita**, HIROKAWA Noriyasu**

*Graduate School of Kinki University, **Kinki University

1.　緒論

我々が日常的に使用する生活用品の中には，使用時の身体的負荷を低減させることにより，使いやすさを向上させているものがある．しかし，そのような身体的負荷が小さな製品を使用し続けると，筋が衰えて身体的能力が低下する可能性がある．本研究では，日常生活の中でも使用頻度の高い椅子に注目し，椅子の座面を前傾させることによって使用者の筋活動を促し，エクササイズ効果の高い椅子を設計することを目指す．

日本では現在，高齢者や女性，障がい者等，以前に比べて様々な人々が社会で活動できるように，ユニバーサルデザイン（UD）を推進する動きがある．UDの原則[1]の1つに身体的負荷を低減するという原則があり，同様の課題が存在するが，本研究はそのような課題に対しても応用可能であると考えられる．

2.　本研究で提案する椅子

本研究で提案する椅子を図1に示す．この椅子は座面が前傾しており，体が滑り落ちないように足を踏ん張らなければならない．その際に，足置きから受ける反力によって膝関節にモーメントが発生し，それを打ち消す反モーメントを生じさせるために下肢の筋が働く．さらに，姿勢維持のために体幹の筋が働くことが予想される．

図1　提案する椅子

3.　本研究の構成

本研究の構成を図2に示す．本研究では，提案する椅子を使用する際に使用者にかかる関節トルクを，デジタルマネキンを用いて推定する．（図2(a)～(c)）この結果より，着座時に活動する筋を同定し，筋電図計測実験を行って，提案する椅子の有効性を検証する．（図2(d)～(f)）

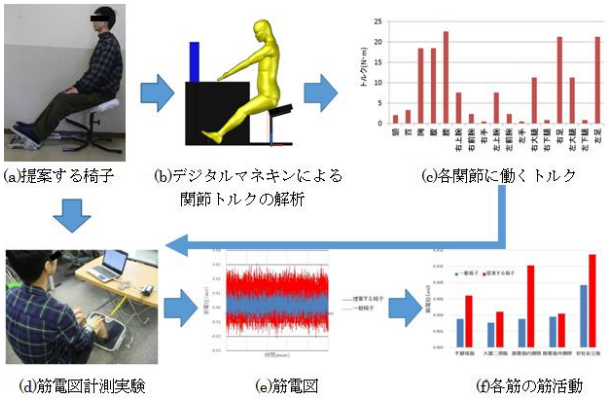


図2　本研究の構成

4.　デジタルマネキンによる関節トルク解析

4.1　実験方法

図2(b)に示すように，3次元CAD上に机と椅子を作成して，被験者を模したデジタルマネキンを着座させる．次いで，同図(c)のように，使用者にかかる関節トルクを計算する．

4.2　実験結果と考察

デジタルマネキンによる関節トルクの解析結果を図3に示す．図3より，胸，腹，腰，両大腿，両足へのトルクが大きいことから，提案する椅子使用時に働く筋は体幹の筋，大腿の筋，下腿の筋であると考えられる．本研究では，体幹の筋である脊柱起立筋，大腿の筋である半腱様筋と大腿二頭筋，下腿の筋である腓腹筋にかかる負荷を筋電図を用いて計測する．

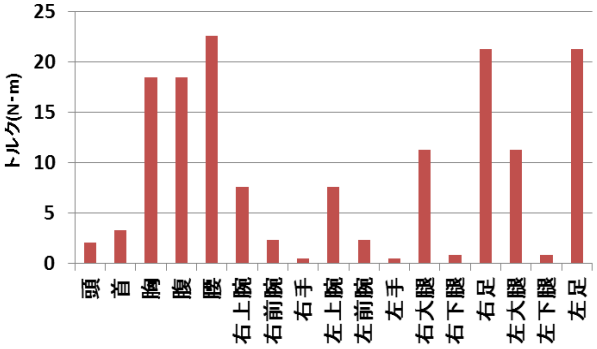


図3　提案する椅子着座時の関節トルク

5. 筋電図計測実験による筋負荷の計測

5.1 実験方法

本実験では，5名の学生（男性5人，年齢21.6±0.6，身長172.4±4.4cm，体重65.2±10.6kg）を被験者とし，筋電図計測実験を行った．被験者は，座面が水平な一般的な椅子に30分座り，座り慣れた頃と座り疲れた頃のそれぞれ14分50秒～15分，29分50秒～30分の10秒間の筋電図を計測する．さらに，5分間休憩した後に，提案する椅子でも同様に筋電図を計測する．次に，筋電図の絶対値平均から，提案する椅子使用時にかかる筋負荷と一般椅子使用時にかかる筋負荷との割合を算出し，t検定を行うことによって筋負荷を評価する．さらに，主観的評価を得るために，実験終了時に，座りごこちに関するアンケート調査を行う．

5.2 実験結果と考察

本実験で得られた筋電図より，一般椅子使用時の絶対値平均に対する，提案する椅子使用時の絶対値平均の割合（提案する椅子使用時/一般椅子使用時）を計算する．この値が1を超えていれば，提案する椅子の方が筋負荷が大きいといえる．表1と図4，および表2と図5は，それぞれ14分50秒～15分の10秒間，および29分50秒～30分の10秒間における一般椅子使用時と提案する椅子使用時での筋電図の絶対値平均の割合の平均と標準偏差を示したものである．これらの結果より，一般椅子を使用するよりも提案する椅子を使用した方が脊柱起立筋や半腱様筋，大腿二頭筋，腓腹筋にかかる負荷が大きいことが分かる．また，14分50秒～15分の間では，半腱様筋と腓腹筋外側頭に，29分50秒～30分の間では，腓腹筋外側頭と脊柱起立筋に有意な差($p<0.05$)が見られ，これらの筋に対するエクササイズ効果が期待できる．半腱様筋，大腿二頭筋，腓腹筋の筋は，膝関節を屈曲，足関節を底屈させる筋であり，足置きからの反力によるモーメントを打ち消すように働いていることが確認できる．これらの筋は，歩行時や階段の昇降時に使う筋であり，日常生活上重要な筋である．提案する椅子は，着座時にこれらの筋に負荷をかけて筋力低下を防ぐことができると考えられる．

表3にアンケート結果の平均を示す．表中，数値が高いほど良い評価であることを表す．同表より，提案する椅子のアンケート結果は悪い評価となっており，提案する椅子使用時に負荷がかかることが確認できる．

表 1　筋電図計測実験の結果（14分50秒～15分）

	半腱様筋	大腿二頭筋	腓腹筋内側頭	腓腹筋外側頭	脊柱起立筋
平均	1.63	1.10	1.55	1.46	3.55
標準偏差	0.52	0.35	0.68	0.36	3.05

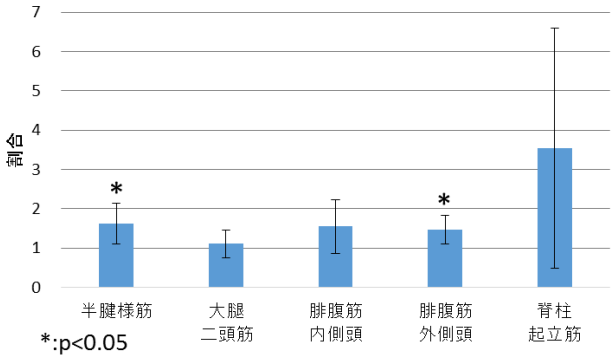


図 4　筋電図計測実験の結果（14分50秒～15分）

表 2　筋電図計測実験の結果（29分50秒～30分）

	半腱様筋	大腿二頭筋	腓腹筋内側頭	腓腹筋外側頭	脊柱起立筋
平均	2.66	1.37	2.19	1.56	3.75
標準偏差	2.33	0.53	1.41	0.35	2.86

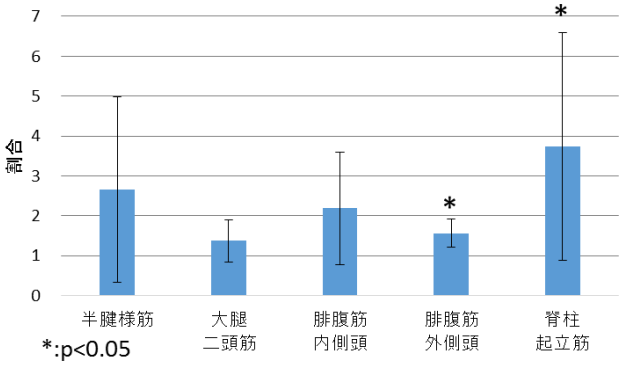


図 5　筋電図計測実験の結果（29分50秒～30分）

表 3　アンケート結果の平均

	一般椅子	提案する椅子
1　座りやすい	3.60	2.60
2　疲れにくい	3.80	2.60
3　上半身の自由さ	4.20	3.60
4　長時間座れそう	4.00	3.20

6. 結論

本研究では，椅子の座面を前傾させ，足置きを設置することにより，エクササイズ効果が得られる椅子を提案した．さらに，デジタルマネキンによる関節トルクの解析や筋電図計測実験を行って，提案する椅子の効果を検証した．今後は，被験者を増やし，提案する椅子の検証を進めていく予定である．

参考文献

1)　ユニバーサルデザイン研究会編: 人間工学とユニバーサルデザイン, pp.2-7, 日本工業出版 (2008).

電動車いすの勾配走行時における快適性評価
The evaluation of comfortability in usage of the electronic wheelchair on inclined road

○山田奈央*，桑原教彰*，中迫勝**，　森本一成*
*京都工芸繊維大学大学院先端ファイブロ科学専攻
YAMADA Nao*, KUWAHARA Noriaki*, MASARU Nakaseko**, MORIMOTO Kazunari
*Kyoto Institute of Technology
**京都工芸繊維大学大学　拡張コミュニティエイド研究センター特任教授
大阪産業保健総合支援センター　基幹相談員

1.　はじめに

現在日本は超高齢社会と呼ばれ，人口の 1/4 が 65 歳以上の高齢者となっている．高齢者が増えたことで歩行困難者の人数も増加し，電動車いすに対する需要や要求が増えてきている．それに伴い電動車いす使用時における事故が問題視されている．単独での事故も多く発生しており，その殆どが平坦路で起きているという報告がされている[1)]．一括りに平坦路といっても道路の端に水はけとして設けられた傾斜が存在する．車いす利用者が利用すると考えられる歩道に対しては国土交通省により一般的構造に関する基準が取りまとめられているが，実際の道路では歩道との段差など，推奨されるよりも大きな傾斜角がつけられていることも多い[2)]．

本研究では横方向に傾斜した路面（横断勾配）を走行する電動車いすのシミュレーション実験を行い，走行操作に伴う姿勢維持の筋緊張の指標として追従作業と肩部の血流量を測定し，走行に伴う姿勢評価を試みた．

2.　実験概要

2.1　実験参加者

健康な 20 代の男性 2 名を対象に行った. 全員右利きで，電動車いすの使用経験はない．裸眼もしくは矯正視力は正常であった．2 名の身長は 170cm と 165cm，体重 75kg と 53kg であった.

実験参加者には事前に本研究の目的および実験方法を説明するとともに，実験参加者の意思によりいつでも実験を中断・中止できることを説明し，同意および京都工芸繊維大学の実験倫理委員会の承認を得て実験を行った.

2.2　実験装置

本実験では市販の電動車いす（株式会社今仙技術研究所, EMC-230）を使用した（長さ 1,040×幅 600×高さ 940（mm））．左肘おき台先端に操作用のジョイスティックを設置し，右肘置き台は車いすへの昇降のため取り外した．またこの電動車いすは特製のローラー付きの固定台に置き，ベルトで固定した．固定台には車輪と接する後輪部分にローラーを設置し，操作時にも電動車いすがとどまるような機構を設置した．本車いすは進行方向に対して垂直方向に固定台を傾け，傾斜角度を設定できた（図 1）．本車いすは傾斜した状態で実験を行うため，転倒の危険を避けるために固定台に十分固定し，走行実験を行った.

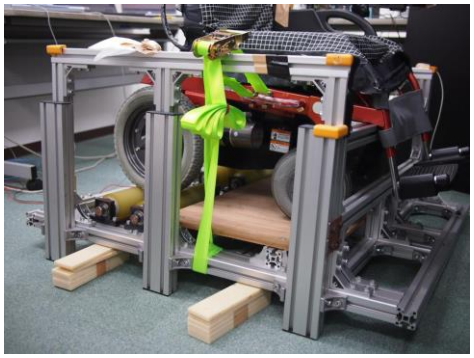


図1　実験装置

追従作業はジョイスティックの動きをストレンゲージを貼付し，検出した.

2.3　実験条件

電動車いすの右側を上げ傾斜をつけた状態で実験を行った．傾斜は 0 度，3 度，6 度，9 度，12 度の 5 条件とし，試行順序は実験参加者毎に無作為に行った．実験は実験状況を撮影するスペースを確保でき，温度管理が可能な室内で室温を 24℃に保ち行った．実験中は衣類による生体データへの影響を軽減させるため，上半身はシャツ 1 枚，下半身は半ズボンとし，靴は履かずに計測した．

組織血流量の測定は MoorVMS-LDF レーザードップラー血流&表面温度モニタ（株式会社モンテシステム社製）を用いた．この装置はプローブタイプのモニタリング血流計で非侵襲的に組織血流量，皮膚表面温度を測定できた．組織血流量のサンプリング周波数は 50Hz であった．

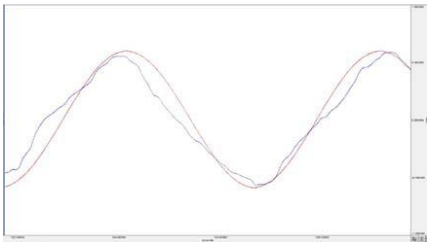


図2　実験課題における正弦波と追従波形の事例

図3　実験の様子

2.4　実験方法

実験参加者は電動車椅子の背もたれを利用する後傾姿勢で着座し，左前腕は肘置き台に，両足はフットレストに置き，前方のディスプレイに表示された正弦波の動き（0.2Hz）に沿ってジョイスティックを前後に動かし操作するように教示された（図 2）．実験は，それぞれの条件を 20 分間行い，追従作業．僧帽筋（肩）と腓腹筋の血流と皮膚温を測定した．計測センサは実験終了後取り外した. 各条件の間に 15 分の休憩を設けた．被験者は実験室入室後 30− 45 分の順応時間をもった．

ディスプレイには正弦波とジョイスティック操作に連動する両方の波形を表示し，ジョイスティックは前方に倒した時に上方向に，ジョイスティックを手前に引いた時には下方向に移動させることができた．また操作波形は 50Hz でＰＣに記録した（図 2）．ジョイスティックの握り方は実験参加者の自由とした．実験参加者は電動車いすの使用経験がなかったため，実験前に操作練習を傾き 0 度で 10 分前後行った．

3.　評価方法

本研究では実験課題の正弦波の追従作業と，僧帽筋肩部の血流量と皮膚温の結果を比較し，電動車いすの傾斜角度や作業時間における操作成績及び身体姿勢維持の生体影響の評価を試みた．

結果の分析は以下に述べた方法で MatLab を用いて標準化を行った．各実験作業のうち実験開始より 2 分 30 秒後からの 5 分間を前半，12 分 30 秒後からの 5 分間を後半とし，それぞれの正弦波を 1.5 周期毎にサンプリングし，MatLab によりデータ処理を行った．

図 4 は 40 データを重ね描きした重畳波形とその平均波形を示す．追従波形，血流量は正弦波形に同期させ，同様の処理を行った．

4.　結果

図 5 と図 6 は電動車いすの傾き角度 0 度条件の前半と後半の比較を，図 7 と図 8 は傾き角度 12 度条件の前半と後半の比較を示す．

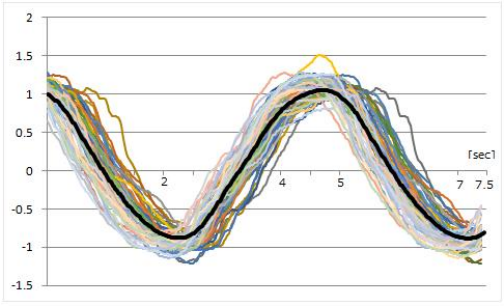


図4　測定された波形の例

4.1　追従操作について

追従操作の結果ではジョイスティックを押す操作では正弦波形の追従信号より早く操作を始め，引く操作では信号の移動にほぼ同期した結果を示した．このことは押す操作において視覚情報から走行を予見した操作を行う結果を示した．0 度条件では前半と後半の正弦波形と追従操作の誤差は後半ではやや減少を示し，学習傾向が見られた．12 度条件では追従操作の起点はほぼ同時点であるが，誤差は多くなる傾向を示した．このことは車いすの傾斜角度の走行姿勢維持への影響と傾きによる視野の変化から画面の見づらさとの関連により反応の遅れを示したと考えられる．

4.2　組織血流量について

組織血流量と正弦波形を比較すると，血流量は約 0.5 秒遅れて増加し始め，押す操作の頂点直前に最大まで急増し，操作の変換点から漸次減少した．組織血流量の変化は追従作業による肩部の筋肉の緊張・弛緩状態の繰り返しと密接に関連していることを示している．すなわち，ジョイスティックを押す操作は肩部の弛緩を，引く操作は緊張を示唆している．

組織血流量は各条件とも前半では類似した血流パターンを示したが，後半では異なったパターンを示し，0 度条件では血流量の高い水準を，一方，12 度条件では低い水準を示した．大きな傾斜では姿勢は左半身を支えるために肩部に力を入れた状態や，肘置きに体を預けてしまう状態が考えられ，前者の場合では，肩に力が入ることで血流が阻害されると考えられる．各条件とも後半の血流変動パターンは追従作業の持続に伴う姿勢変換の増加と関連していると考えられる．

どちらの場合においても操作性及び組織血流量を測定することにより姿勢維持に伴う筋緊張の具合を調べ，疲労度合を判断する材料となる可能性があることが示された．

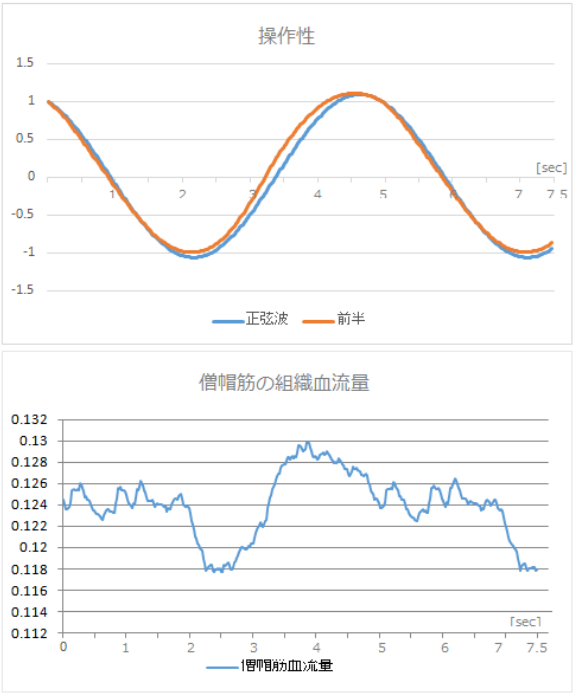


図5　傾斜角 0 度の前半

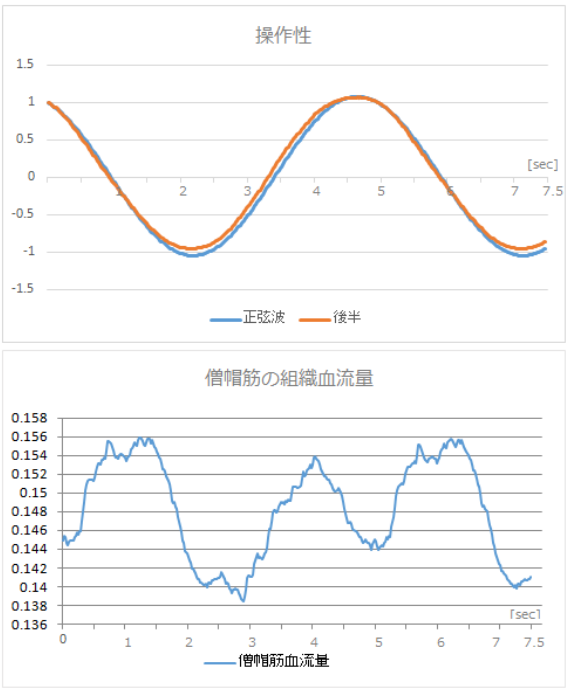
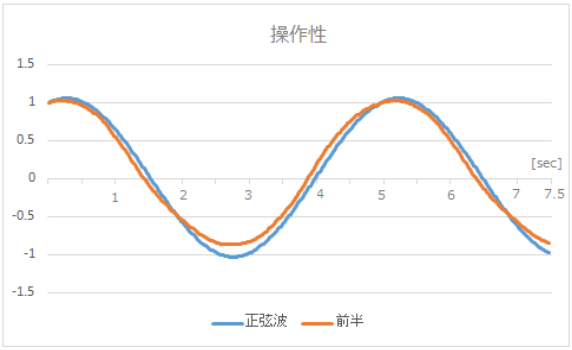


図6　傾斜角 0 度の後半



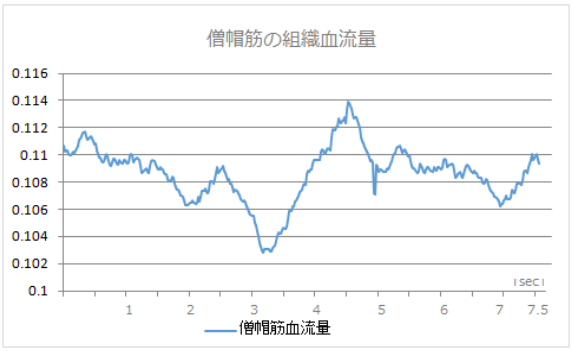
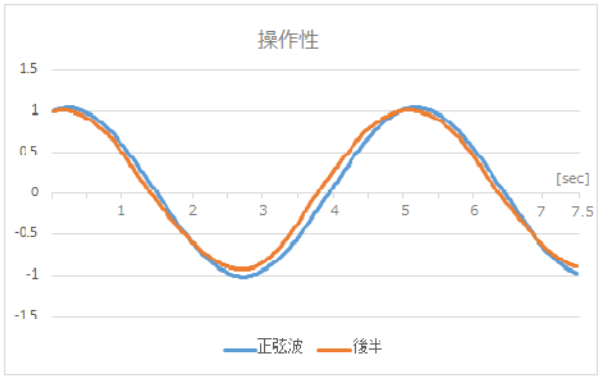


図7　傾斜角 12 度の前半



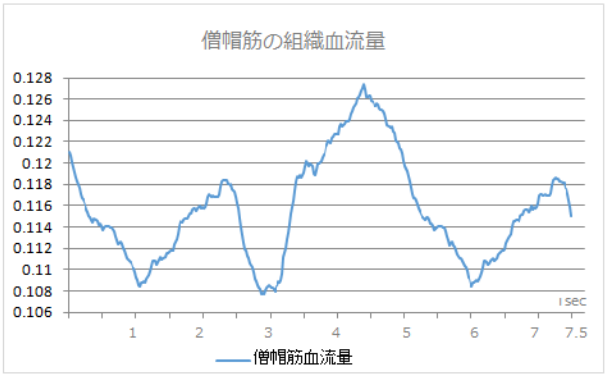


図8　傾斜角 12 度の後半

5.　考察

電動車いす使用時での，横断勾配走行時における操作性と組織血流量の測定を行い，操作性と僧帽筋肩部における組織血流量及び疲労との関係の検討を行った．

操作性と組織血流量の結果から疲労の原因となる姿勢についても考察することができると示唆された．また，押すや引くといった動作と組織血流量を同期し関連付けることにより汎用性の高い結果が得られる可能性が高い．

本実験ではごく少人数での検討となったが，操作性と組織血流量から押す動作や引く動作と疲労について考察できるとする十分な確証を得ることができた．今後は更にデータ件数を増やし一般性を高めることや，実際の電動車いす使用者に多い高齢者において同様の検討を行う予定である．また，姿勢保持のため左足にも負担がかかっていると考えられるため，左腓腹筋部においても検討する必要があると考えられる．

謝辞

本研究を行うにあたり，実験にご協力頂いた皆様，ならびに滋慶医療科学大学院大学の皆様に感謝の意を表します．

参考文献

1)　経済産業省製品安全課，電動車いすの安全対策について，経済産業省ホームページ（オンライン　　），<http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g80626a03j.pdf>（参照 2015-10-30）

2)　中川伸一，栗山清，小笠原章，横山哲，「人にやさしい道路」を目指して
歩道横断勾配が車椅子の挙動に及ぼす影響，土木計画学研究・論文集No. 12（1995）

床座姿勢の心身負担の個人差に及ぼす要因について

Factors of Individual Differences in Mental and Physical Loads in Sitting Postures on Floor

○岸田朋大*，山下久仁子**，岡田明*

*大阪市立大学大学院生活科学研究科　**大阪市立大学研究支援課

KISHIDA Tomohiro*, YAMASHITA Kuniko**, OKADA Akira*

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

**Research Support Department, Osaka City University

1.　研究背景と目的

日本の起居様式は、明治初期に洋風の生活様式が来日して以来、床座から椅子座へと変化を遂げ始めた。特に戦後は、ダイニングキッチンの普及に伴って庶民住宅の椅子座化も進み、ダイニングテーブル・応接セットが急速に普及し始めたこともあり、椅子式家具の急増期を迎える。それに伴い、和室の数は減少し、フローリング室の数が急増した。しかし床座の様式は消え去ることなく、現在の住宅にも残っている。このような床座・椅子座が混在している現在の起居様式において、伝統的な従来の様式と現代的な新しい様式の調和が求められている。そこで人間工学的アプローチにより日本人の姿勢について改めて考察し、現代の生活様式にふさわしい座姿勢の提案を検討する。

2.　研究方法

2.1　実験１

まず、椅子座と床座の姿勢の違いが心身に及ぼす影響について考察するために実験１を行った。

2.1.1　方法

①実験参加者

21 歳から 23 歳の健全な男子学生 4 名（A～D）が参加した。実験の初めにアンケートによる座姿勢調べを行った。（表１）。

表１　座姿勢調べ

	A	B	C	D
自室	洋室	洋室	和室	洋室
日常的な姿勢	椅子	椅子	床	椅子
落ち着く姿勢	床	椅子	床	椅子
作業	椅子	椅子	椅子	椅子
リラックスできる姿勢	床	椅子	床	椅子

②実験条件

人工気候室内（室温 23℃、相対湿度 50%、照度 1000lx）に椅子座･床座姿勢に適した空間を設定し、VDT 作業と映像視聴を課した。測定する項目は脳波・NIRS・心電図とした。

椅子座・床座それぞれの姿勢で 1 日ずつ実験を行い、サーカディアンリズム等を考慮し、連続した日程の同じ時間帯とした。VDT 作業はタイピング練習ソフトである「Keyboard Master6」を使用し 15 分間作業を課した。映像視聴時は映画「オーシャンズ」を無音で 15 分間視聴を課した。椅子座時はオフィスチェアを使用し、椅子の高さは実験参加者の好ましい高さに合わせた（図 1）。床座時は床にゴザを敷き、座椅子を使用した（図 2）。

③実験手順

実験手順は以下の通りであり、この行程を椅子座・床座の 2 通りで行う。

事前アンケート ➡ 安静 2分 ➡ VDT作業 15分 ➡ 映像視聴 15分 ➡ 安静 2分

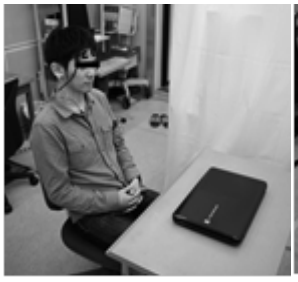


図 1 椅子座実験風景

図 2 床座実験風景

2.1.2　結果と考察

参加者Aの NIRS の酸化ヘモグロビン量の変化を見ると、椅子座姿勢では VDT 作業時は安定した集中が見られるが、映像視聴時は酸化ヘモグロビン量が減少している。一方で床座姿勢では、VDT 作業時より映像視聴時の酸化ヘモグロビン量が上昇していた（図 3)。このことから、VDT 作業時は椅子座、映像視聴時は床座の方が集中していたと考えられ、これは座姿勢調べによる結果と一致する。

参加者Bの NIRS の酸化ヘモグロビン量の変化を見ると、あまり大きな差は見られなかった（図 4)。主観評価では、「椅子座は肩が凝った。床座は体がしんどくならなかった。普段作業する時は椅子座なので床座より慣れている。映像を見るときは床座の方が体が楽。」などと答えており、今回の椅子座の設定が体に合わなかったことが考えられる。

参加者Cの NIRS の酸化ヘモグロビン量の変化を見ると、特徴的な変化がみられなかった（図 5)。主観評価では「床座は机との距離が遠く、タイピングがしにくかった。イス座は映像を見るときテレビが低かった。」と答えており、実験室と自宅との違いが姿勢の違和感を生み出したと考えられる。

参加者 D の NIRS を見ると、床座では時間経過に伴って酸化ヘモグロビン量が徐々に低下しているが、椅子座では酸化ヘモグロビン量は上昇傾向にあることがわかる（図 6)。このことから、VDT 作業・映像視聴の両方で椅子座の方が集中していたと考えられ、また主観評価でも、「床座姿勢は慣れていないので落ち着かなかった。椅子座姿勢の方が慣れているので集中できた。」と答えており、これは座姿勢調べによる結果と一致する。

以上のことから、実験参加者の生活習慣や普段の作業姿勢が今回の結果に影響していることが示唆された。

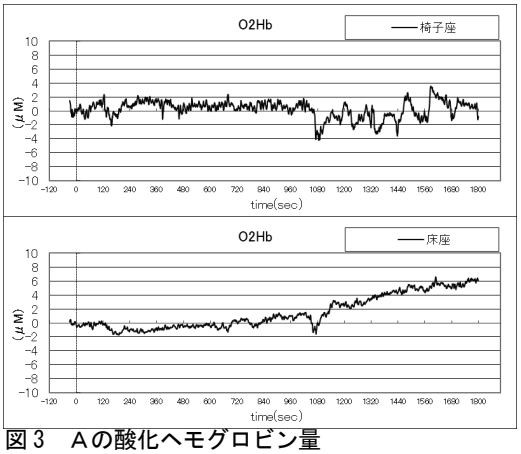


図 3　Aの酸化ヘモグロビン量

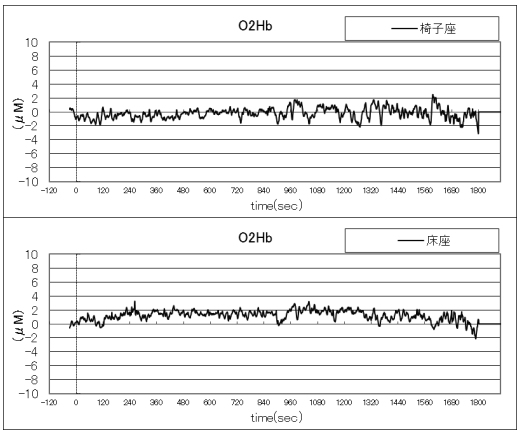


図 4　Bの酸化ヘモグロビン量

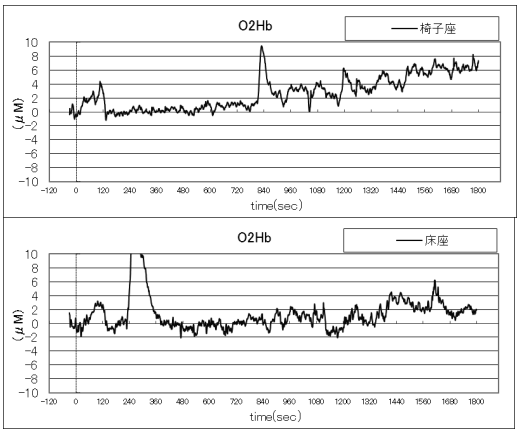


図 5　C の酸化ヘモグロビン量

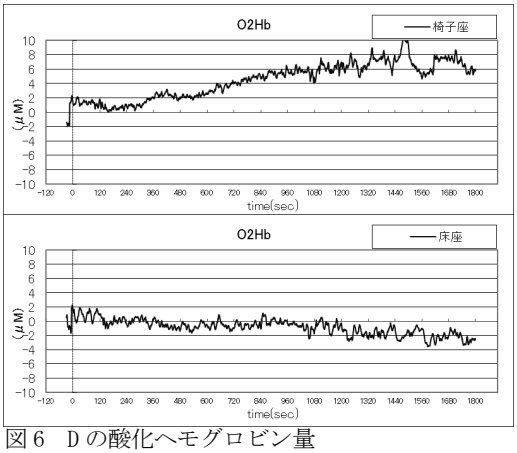


図 6　D の酸化ヘモグロビン量

2.2　アンケート調査

実験 1 の結果を踏まえ、生活習慣や日常的な姿勢の実情を把握するために、アンケート調査を行った。日常生活における座姿勢について 8 問の設問を設けた。対象者は男性 24 名、女性 19 名の計 43 名で、19 歳から 26 歳までの学生である。

・アンケート結果

日常生活では、椅子座が 59%、床座が 41%となった（図 7)。椅子座と床座のどちらが落ち着きますかという設問は、椅子座が 35%、床座が 65%となった(図 8)。作業をするときは、椅子座が多く 84%、床座は 16%であった（図 9)。リラックスするときは床座が好きという人が 70%、椅子座が好きな人は 30%であった（図 10)。

また、男女比をみると、すべての設問で男性より女性の方が床座を好む傾向があった。特にリラックス時に好きな姿勢で男女間の差が大きく見られた(図 11)。

床に座るときの姿勢を問うと、座椅子・座布団を使用するという記入が一番多く、次に壁にもたれるなどという記入が多かった。また、ソファーやベッドなどにもたれるという記入も多くみられ、このことから床座姿勢は、何かにもたれる姿勢が多いことがわかった。

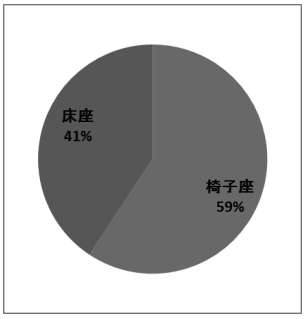


図 7 日常生活で多い姿勢

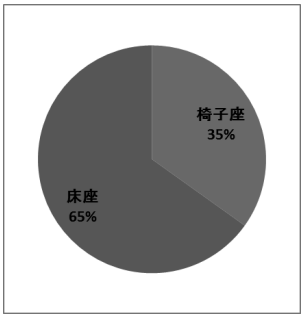


図 8 落ち着く姿勢

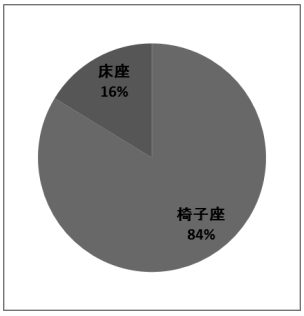


図 9 作業時好きな姿勢

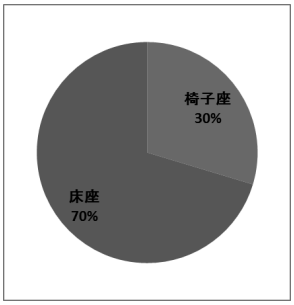


図 10 リラックス時好きな姿勢

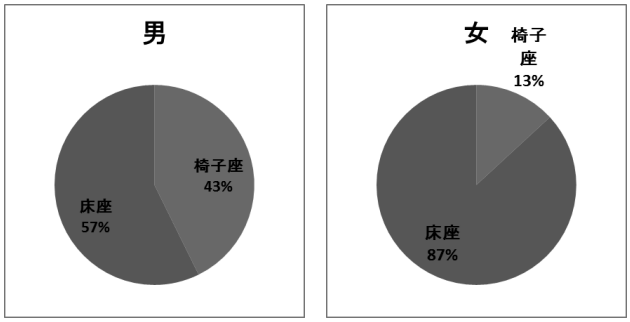


図 11 リラックス時好きな姿勢の男女差

2.3　実験 2

実験 1 で座姿勢は、習慣による個人差が大きいことが推測された。そのことを踏まえ実験 2 では、生活習慣の個人差に着目した。2.2 のアンケート調査を利用し、あらかじめ個人の姿勢の好みや習慣などを整理し実験参加者を募り、その個人差が姿勢間の違いにどう影響するか検討する。

2.3.1　方法

①実験参加者

21 歳～25 歳の男子学生４名が参加した（表 2)。

表 2　実験参加者のアンケート結果

	a	b	c	d
性別	男	男	男	男
自室	和室	洋室	洋室	洋室
日常的な姿勢	床	椅子	椅子	床
好きな姿勢	床座	椅子座	椅子座	床座
作業時の姿勢	椅子座	椅子座	椅子座	椅子座
リラックス時の姿勢	床座	椅子座	椅子座	床座

②実験条件

実験 1 と同様に人工気候室内に椅子座・床座姿勢に適した空間を設定し、VDT 作業と読書を課した。測定する項目は NIRS・心電図とした。

椅子座・床座それぞれの姿勢で 1 日ずつ実験を行い、連続した日程の同じ時間帯とした。VDT 作業は、計算とタイピングを課した。計算は「Microsoft Visual Basic」を用いた 2 桁の足し算のタスクとした。タイピングは「人の視点からみた人工物研究」の日本語部分のみを Word に打ち込む作業を課した。読書には雑誌「Casa BRUTUS」を用いた。椅子座時はオフィスチェアを使用し、椅子の高さは実験参加者の好ましい高さに合わせた。床座時は床にゴザを敷き、座椅子を使用した。

③実験手順

実験手順は以下の通りであり、この行程を椅子座・床座の 2 通りで行う。

安静 2分 ➡ 計算 5分 ➡ VDT作業 タイピング 10分 ➡ 計算 5分 ➡ 読書 20分 ➡ 安静 2分

2.3. 2　結果と考察

参加者 a の NIRS の酸化ヘモグロビン量の変化を見ると、椅子座・床座間であまり大きな差は見られなかった。VDT の作業効率は椅子座の方が良かったが、主観評価で少し作業に慣れたという意見があったので習熟の影響が大きいと考えられる。

参加者 b の酸化ヘモグロビン量の変化を見ると、椅子座時は全体を通して増加しており、一方床座時は低下していた（図 12)。主観評価では b は床座の姿勢をとることがほとんどなく、また身体が固いので姿勢を維持するのに少し疲れたと答えており、アンケート結果と一致する。

参加者 c の酸化ヘモグロビン量の変化を見ると、明らかに椅子座の方が集中していることがわかる(図 13)。主観評価では、椅子座の方が集中できた、床座はこれ以上長くなるとしんどかったと答えており、アンケート結果と一致する。

参加者 d の酸化ヘモグロビン量の変化を見ると椅子座・床座間であまり大きな差は見られなかった。主観評価では、床座は肩が凝った・首が疲れたなどという意見があり、疲労感が見られた。

日常的に床座姿勢の方が多い a・d を床座派、椅子座姿勢の方が多い b・c を椅子座派とする。今回の実験では、椅子座派の参加者は姿勢の違いによる差が大きく見られ、床座姿勢を苦手とするデータが得られた。一方、床座派の参加者は姿勢の違いによる差はあまり見られなかった。このことより、床座姿勢はある程度の習熟が必要とされることが示唆される。また、身体が固いので床座姿勢を維持することがしんどいという意見もあり、身体能力の個人差が影響していると考えられる。

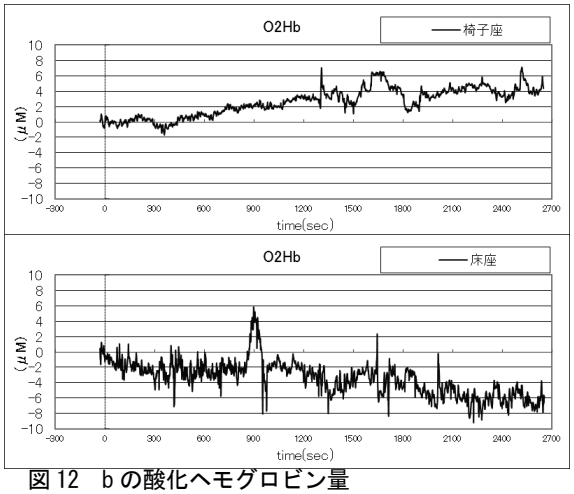


図 12　b の酸化ヘモグロビン量

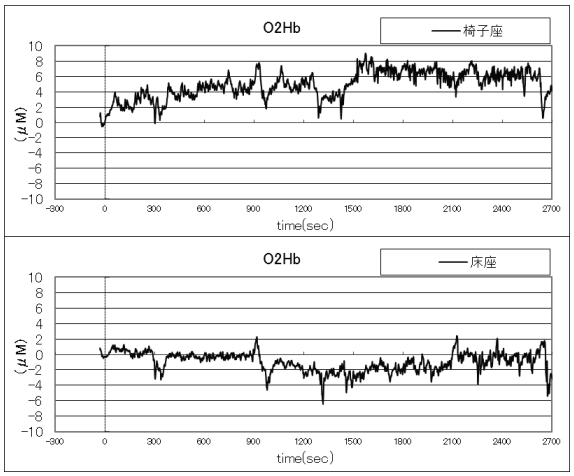


図 13　c の酸化ヘモグロビン量

3.　まとめ

個人の習慣的な姿勢や好みが、椅子座・床座の姿勢間の個人差に影響していることが示唆された。特に床座姿勢は、習慣や身体能力の個人差が影響している可能性がある。

今後、実験参加者を増やし、さらにアンケート調査から男性よりも女性の方が床座を好む傾向が見られたので、女性の生理データも測定し、性差による身体的特徴の差が姿勢の違いに及ぼす影響を考察する必要がある。

参考文献

(1) 沢田知子:「ユカ坐・イス坐　起居様式にみる日本住宅のインテリア史」住まいの図書館出版局 (1995)

(2) 岸田朋大:　「住み方と起居様式の分析：築 30 年経過の分譲公団集合住宅にみる現代住宅の起居様式 その 2」日本建築学会学術講演梗概集 2014(建築計画), 1115-1116, 2014-09-12

時系列評価による映像の３Dらしさの個人差

○ 神宮英夫（金沢工業大学）、太田智也（金沢工業大学）、
犀川隼（金沢工業大学）、伊丸岡俊秀（金沢工業大学）

Individual Differences in Time-series Evaluation for 3D movies

Hideo Jingu(Knazawa Institute of Technology), Hayato Saikawa(Knazawa Institute of Technology), Tosihide Imaruoka(Knazawa Institute of Technology)

１．はじめに

昨年は、「時系列評価による映像の３Dらしさ」で、『３Dらしさ』として感じられる臨場感に着目した[1)]。映像は時間的に変化し、感じる臨場感も同様に変化する。通常は、その映像の終了後に、評定法などで評価してもらうが、時間的に変化する臨場感の評価としては、適切であるとはいえない。

時系列評価のリアルタイム評価として、cross-modality matching法が考えられる[2)]。立体視映像の３次元らしさについて、cross-modality matching法を用いて、映像から感じる主観評価を、自然な・リアルな・美しい・圧倒する、の４項目で時系列的に得た。昨年は、臨場感とこれら４項目との対応関係を、グラフィカルモデリングで解析して、３Dらしさとしての臨場感が、圧倒するということから感じられていることが明らかとなった。

臨場感の受け止め方は、時間的に変化するであろうし、評価者でも異なる可能性がある。今回は、この点を明らかにするために、時系列データの解析を工夫した。

２．方法

被験者と、映像の表示方法と、臨場感の圧力センサーによる測定は、昨年と同様である。刺激も同様で、３D映画『メリダとおそろしの森』から3つのシーンを選択した。各シーンの時間と主な内容、映像の特徴を表１に示す。シーン1とシーン2は動きが多く、3D効果を意図した演出が多い画面を含んでいた。シーン1は遠景から撮影した横方向の動きが多いのに対し、シーン2は近距離のカメラで奥行き方向に重なる登場人物を映すような演出が多かった。シーン3は比較的ゆっくりとした動きが主であり、シーン1、2に対する統制場面として設定した。

実験は蛍光灯による通常の照明がある部屋で行われた。被験者はテレビの前に着席し、圧センサの説明を受けた後に、出来るだけ強く圧センサを利き手の親指と人差し指で掴むよう求められた。この値で各結果を割った値をデータとした。評価語は、自然な、リアルな、美しい、圧倒する、であり、各評価語には４名の被験者を割り振り、１名は１つの評価語のみであった。

表１　刺激シーンと特徴的場面

シーン	時間	特徴的場面
1	4:23～9:19	7:32と8:24から3D効果（場面1、2）
2	59:02～1:02:50	59:50で驚き、1:01:25から激しい動きと3D効果（場面3、4）
3	1:03:29～1:09:59	全体に大きな動きなし（無作為に場面5、6を設定）

３．結果

５秒単位での平均値を被験者間で求め、各シーンを、均等に、前半・中盤・後半の３分割をして、各被験者の結果の平均値を求めた。なお、被験者数との関係から、３分割を行った。

時系列変化の特徴を明らかにするために、結果を時点と被験者の２つの因子で解析する混合効果分散分析を実施した。シーン１の被験者間要因は$F(11,22)=77.07$で0.1%以下で有意であり、シーン２では$F(11,22)=28.32$で0.1%以下で有意でありさらに時点間も$F(2,22)=5.97$で1%以下で有意であり、シーン３では$F(11,22)=73.46$で0.1%以下で有意であった。

被験者ごとの結果は、図１、２、３である。時間変化の関係をプロファイル分析で解析したが、すべて、平行性の検定も平行幅の検定も有意ではなかった。

４．考察

映像から感じる3Dらしさとしての臨場感に対して両眼視差による立体視映像が与える影響を調べるために、つまむ力によるcross-modality matching法を用いて実験を行った。臨場感の下位項目として、自然な、リアルな、美しい、圧倒する、の４項目を設定した。時間的変化を手掛かりとして、映像の受け止め方における個人差の解析を試みた。

その結果、４名の被験者間での受け止め方はかなり異なることがわかった。特に、横方向の動きの多いシーン１では、被験者４の反応が後半になるにつれて弱くなり、近距離でのシーン２では、中盤の臨場感が強く意識されていた。また、統制場面と考えていたシーン３では、シーンが進むにつれて、被験者が２群に分かれていた。このように、時間的変化に対して、その違いは、量的な違いだけではなく、質的にもかなり異なっていた。

『３Dらしさ』として感じられる臨場感の評価データを単純に平均化することに問題があり、その受け止め方の個人差の質的分析を行う必要がある。

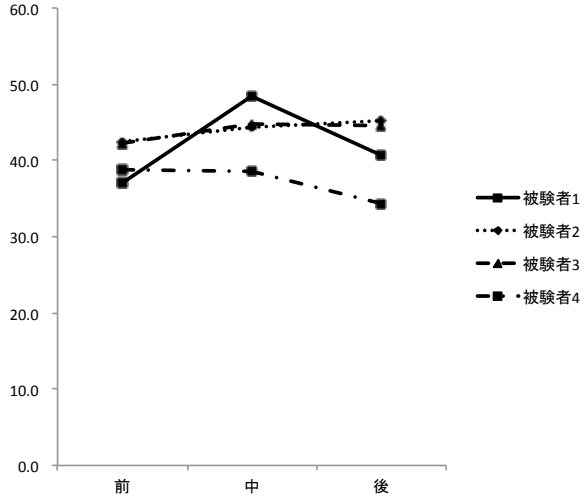


図１　シーン１の時間的変化（%）

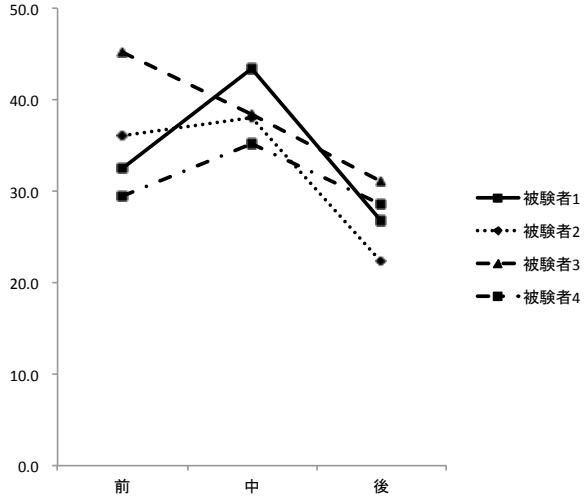


図２　シーン２の時間的変化（%）

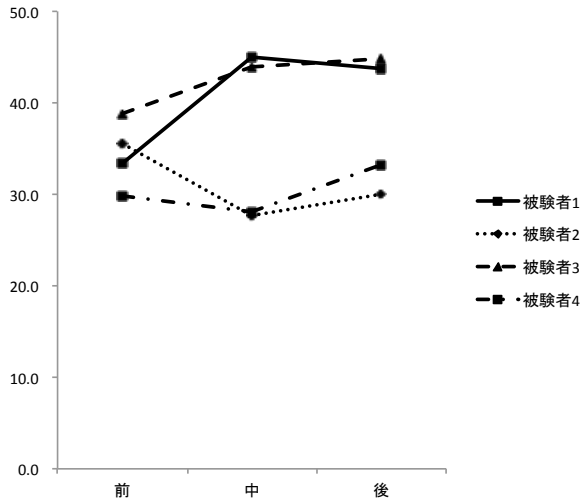


図３　シーン３の時間的変化（%）

参考文献

1) 神宮英夫・犀川隼・伊丸岡俊英 ：「時系列評価による映像の３Dらしさ」，平成26年度日本人間工学会中国・四国支部，関西支部合同大会，A5-06，2014

2) Stevens,J.C. & Marks,L.E. Cross-modality matching functions generated by magnitude estimation. Perception & Psychophysics, 27(5), 379-389, 1980

＊　本研究は、第一著者および第四著者に対するJSPS科研費25280102の助成を受けて行なわれた。

大学生—看護師間での医療行為に伴うリスクのイメージに対する質的検討

Comparison between University Students and Hospital Nurses on Qualitative Risk of Medical Acts

○安達悠子*，菊池勇哉**

*東海学院大学人間関係学部　**宝塚医療大学保健医療学部・大阪大学大学院人間科学研究科

ADACHI Yuko*, KIKUCHI Yuya**

*Faculty of Human Relation, Tokaigakuin University, **Department of Acupuncture, Takarazuka University of Medical and Health Care / Graduate School of Human Sciences, Osaka University

1.　はじめに

円滑な医療コミュニケーションにおいて一般人と医療従事者の医療行為に対する捉え方の差異を明らかにすることは重要だろう。こうした問題意識から安達(2014)[1]は大学生と看護師を対象に予防接種など公知な医療行為に対するリスク認知を調べ，看護師のリスク認知は従来のリスク認知研究[例えば2),3)]と同様に「恐ろしさ」と「未知性」の二因子から構成されるが，大学生のリスク認知は「恐ろしさ」と「主体性のなさ」の二因子から構成され，両者に差異があることを明らかにした。しかし，そこでは大学生と看護師が各医療行為に対してどのような危険を想像するか質的な違いには言及されていない。一般人は専門家に比べて専門的な情報量は少ないが過去の経験の中で蓄積された知識があること[4]や普通の人のリスクの見方は専門家より豊かである[5]と指摘されるように，医療行為に対しても大学生と看護師では想像する危険が異なる可能性がある。本稿ではこの点を明らかにする。

2.　方法

対象　看護師は有効回答 447 名を分析対象とした。回答者の平均年齢は 38.19 歳（*SD* = 9.88 歳，範囲 21～67 歳），平均看護師歴は 14.35 年（*SD* = 9.45 年，範囲 1 年未満～45 年）であった。大学生は有効回答 246 名を分析対象とした。回答者の平均年齢 18.64 歳（*SD* = 0.85 歳，範囲 18～23 歳）であった。調査は 2013 年から 2014 年にかけて実施した。

質問紙　17 の医療行為について，認知度（以下の項目について，あなたは聞いたことがありますか/2 件法：ない，ある）やリスク認知などを尋ねた。そのうち自由記述 1 項目（以下の項目を受けることにはどのような危険があると思いますか/複数回答可）への回答を分析する。

倫理面への配慮　調査時に第一著者が所属した大学の倫理委員会の承認および調査依頼先の病院に了承を得て，任意参加・無記名で調査は実施した。

分析　自由記述へ書き込みがあった参加者について回答のパターン（危険はある・危険はない・わからない）を判断し，「危険はある」に該当した回答をさらに分類した。判断は 1 名，分類は 2 名の心理学および医療に関して知識がある研究者が行った。分類は KJ 法を用いて医療行為ごとに行った。また，各回答の正誤判断を現職の医師 1 名が行った。正誤判断では，意味が推測できても明らかに用語が誤っている回答および副作用，合併症，ショック，怖いや不安という漠然とした記述は誤りと判断された。

3.　結果と考察

自由記述の回答率を表 1 に示す。認知度（聞いたことがあるかどうか）で聞いたことがあると答えた回答者のうち，記述があった回答者の人数の割合を回答率とした。17 の医療行為の総計に対して χ^2 検定を行ったところ，効果量は 0.063 と低いものの大学生の回答が看護師より多かった。医療行為ごとに同様の分析を行ったところ，レーシック手術や X 線検査，白内障手術，MRI/fMRI，気管切開による人工呼吸，マスク装着による人工呼吸，AED と回答率が低い医療行為で有意差が見られ，大学生の回答が多かった。大学生は気楽に答えやすかったためであると考えらえる。

表 1　生じ得る危険（自由記述）への回答率(%)

医療行為	看護師	大学生	*p value*	φ
予防接種(ワクチン)	70.19	71.95	.628	.019
輸血	69.25	71.56	.639	.020
抗がん剤	68.47	74.77	.205	.055
抗生物質	66.43	61.16	.171	.053
ステロイド剤	65.26	64.80	.915	.004
モルヒネ	64.08	63.33	.893	.006
バリウム(造影剤)	61.97	63.09	.777	.011
胃カメラ(内視鏡)	59.76	61.63	.634	.018
採血検査	58.92	63.07	.292	.041
レーシック手術	56.69	75.24	**.000**	.182
X線検査(レントゲン)	56.10	66.80	**.007**	.105
腹腔鏡手術	54.95	55.10	.979	.001
白内障手術	50.47	64.95	**.001**	.138
MRI/fMRI(機能的磁気共鳴装置)	46.70	58.26	**.006**	.109
気管切開による人工呼吸	46.48	60.31	**.006**	.117
マスク装着による人工呼吸(酸素吸入)	41.75	57.98	**.000**	.151
AED(自動体外式除細動器)	39.67	58.87	**.000**	.184
平均	57.52	64.20	**.000**	.063

太字は有意

表 2　生じ得る危険（自由記述）への回答パターン

医療行為	回答パターン	看護師		大学生		*p* value	Cramer's *V*
予防接種	危険はある	97.0	++	85.3	−−		
	危険はない	1.7	−−	6.2	++	**.000**	.218
	わからない	1.3	−−	8.5	++		
輸血	危険はある	98.3	++	89.7	−−		
	危険はない	0.7	−	3.8	+	**.001**	.190
	わからない	1.0	−−	6.4	++		
抗がん剤	危険はある	97.9	++	88.8	−−		
	危険はない	0.7		1.3		**.000**	.203
	わからない	1.4	−−	10.0	++		
抗生物質	危険はある	93.6	++	68.8	−−		
	危険はない	3.9		6.3		**.000**	.362
	わからない	2.5	−−	25.0	++		
ステロイド剤	危険はある	96.7	++	64.6	−−		
	危険はない	0.7	−	3.5	+	**.000**	.442
	わからない	2.5	−−	31.9	++		
モルヒネ	危険はある	93.7	++	64.9	−−		
	危険はない	3.0		0.0		**.000**	.427
	わからない	3.3	−−	35.1	++		
バリウム	危険はある	88.6	++	52.8	−−		
	危険はない	4.2	−−	19.4	++	**.000**	.402
	わからない	7.2	−−	27.8	++		
胃カメラ	危険はある	86.5	++	63.8	−−		
	危険はない	6.7	−−	16.1	++	**.000**	.267
	わからない	6.7	−−	20.1	++		
採血検査	危険はある	86.9	++	74.0	−−		
	危険はない	9.2		13.3		**.001**	.181
	わからない	4.0	−−	12.7	++		
レーシック手術	危険はある	88.4		89.1			
	危険はない	1.3		0.6		.822	.032
	わからない	10.3		10.3			
X線検査	危険はある	82.8	++	67.7	−−		
	危険はない	12.6	−	21.1	+	**.002**	.180
	わからない	4.6	−	11.2	+		
腹腔鏡手術	危険はある	86.1	++	42.6	−−		
	危険はない	3.0	−−	11.1	++	**.000**	.412
	わからない	10.8	−−	46.3	++		
白内障手術	危険はある	76.1	++	63.2	−−		
	危険はない	5.6		7.4		**.033**	.140
	わからない	18.3	−	29.4	+		
MRI/fMRI	危険はある	69.7	++	42.7	−−		
	危険はない	14.1		22.6		**.000**	.271
	わからない	16.2	−−	34.7	++		
気管切開による人工呼吸	危険はある	88.9	++	57.1	−−		
	危険はない	3.5		9.1		**.000**	.361
	わからない	7.6	−−	33.8	++		
マスク装着による人工呼吸	危険はある	70.0	++	25.2	−−		
	危険はない	12.4	−−	29.1	++	**.000**	.435
	わからない	17.6	−−	45.6	++		
AED	危険はある	56.0		53.1			
	危険はない	16.9		18.0		.885	.029
	わからない	27.1		28.9			

太字は有意

各割合の横のプラスマイナスの記号は，残差分析の結果を意味する

+p < .05, ++p < .01, −p < .05, −−p < .01

また，自由記述に回答した参加者を回答パターンで「危険はある」，「危険はない」，「わからない」と 3 つに大別した。回答パターンの割合(%)を看護師と大学生別に表 2 に示す。医療行為ごとにχ^2検定を行ったところ，17 の医療行為のうち有意であった 15 行為すべてで，看護師は大学生に比べて「危険はある」が多かった（p < .01)。有意でなかったレーシック手術は保険対象ではなく，AED は一般向けの使用が想定されている行為である。看護師として対応する可能性が高い行為で，大学生と回答パターンに差があったと考えられる。そして，17 の医療行為のうち有意であった 15 行為すべてで，大学生は看護師に比べて「わからない」が多かった（p < .01, p < .05)。また，17 の医療行為のうち有意であった 15 行為のうち 8 行為で，大学生は看護師に比べて「危険はない」が多かった（p < .01, p < .05)。看護師は医療行為に対して「危険はある」という回答が多く，大学生は「わからない」と「危険はない」という回答が多いことが示された。

医療行為ごとに自由記述を分類して 3 つ以上の回答があったものをまとめたところ，7 項目から 18 項目が得られた。各医療行為の上位 5 項目および正答率を表 3 に示す。表 3 で正答率の最下段の値はその医療行為への自由記述全体の正答率である。正答率はほぼすべての行為で大学生より看護師が高かった。

網掛けは上位 5 項目の中で看護師と大学生の一方のみに挙がった項目である。すべての医療行為に一方のみに挙がる項目があり，看護師と大学生で想像する危険の内容に違いがあることが示唆された。看護師では「発熱（予防接種）」や「発疹・痒み（輸血）」といった心身に生じる症状に関する記述が多かった（表 3 内で網掛けされた項目に[症状]と付与，看護師に 28 大学生に 11)。また，バリウムでは看護師は「吐気・嘔吐」や「誤嚥」と喉に着目していたが，大学生は「消化器症状」と腹部に着目していた。バリウムは主に胃の検査で用いられる。大学生は検査する部位と直結した記述がされたと解釈できる。マスク装着による人工呼吸でも大学生は「苦痛・マスクの不快感」というマスク装着と行為に直結する部

表３　生じ得る危険（上位項目）

看護師

予防接種（15項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	副作用	40.0	40.0	0.0
2	ショック・アレルギー	27.7	67.7	74.3
3	発熱　[症状]	6.0	73.7	90.9
4	麻痺などの後遺症　[二次的]	4.9	78.6	66.7
5	その病気を発症する	3.3	81.9	50.0
				40.1

輸血（10項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	ショック・アレルギー	32.3	32.3	43.4
2	感染	27.1	59.4	91.2
3	副作用	22.3	81.7	8.5
4	血液型間違いなどの管理ミス	4.5	86.2	89.5
5	発疹・痒み　[症状]	3.1	89.3	100.0
				56.4

抗がん剤（17項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	副作用	29.1	29.1	0.0
2	吐気・嘔吐	14.2	43.3	100.0
3	免疫の低下・感染　[症状]	10.5	53.8	80.7
4	髪が抜ける	8.8	62.6	100.0
5	ショック・アレルギー　[症状]	7.6	70.2	70.7
				59.4

抗生物質（13項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	ショック・アレルギー　[症状]	38.0	38.0	71.7
2	副作用	23.7	61.7	0.0
3	耐性菌の発生	17.4	79.0	22.4
4	消化器症状　[症状]	6.6	85.6	95.5
5	発疹・発赤　[症状]	4.8	90.4	87.5
				45.4

ステロイド剤（18項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	副作用	32.8	32.8	0.0
2	免疫の低下　[症状]	15.8	48.6	89.4
3	血糖値の上昇・糖尿病の併発　[症状]	8.1	56.7	97.1
4	顔面紅潮・顔面浮腫　[症状]	6.9	63.6	100.0
5	精神の不安定　[症状]	5.0	68.7	95.2
				51.9

モルヒネ（12項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	呼吸のトラブル　[症状]	25.5	25.5	100.0
2	副作用	23.4	48.9	0.0
3	意識の低下　[症状]	9.9	58.8	91.7
4	依存	8.5	67.3	61.3
5	消化器症状　[症状]	8.0	75.3	96.6
				64.2

バリウム（14項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	バリウムを飲むことのつらさ	26.4	26.4	22.7
2	バリウムが体内で残る・体内で固まる	20.5	46.9	0.0
3	吐気・嘔吐　[症状]	15.1	62.0	100.0
4	誤嚥　[症状]	7.5	69.5	100.0
5	体に悪そう	6.2	75.7	0.0
				50.3

胃カメラ（12項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	喉・消化管・内臓の損傷	38.4	38.4	99.1
2	出血　[症状]	20.2	58.6	100.0
3	苦痛・不快感	8.8	67.3	42.3
4	薬剤による副作用　[症状]	6.4	73.7	57.9
5	吐気・嘔吐	6.1	79.8	100.0
				83.1

採血検査（12項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	動脈・神経の損傷	49.8	49.8	99.3
2	内出血・外出血・血腫　[症状]	17.4	67.2	100.0
3	感染・不衛生	6.5	73.7	10.5
4	迷走神経反射・ショック	5.1	78.8	66.7
5	痛み	4.8	83.6	100.0
				87.9

レーシック手術（16項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	視力低下など視機能の障害	35.0	35.0	91.2
2	感染　[二次的]	17.3	52.3	91.1
3	長期的な経過への不安	12.7	65.0	36.4
4	合併症・後遺症　[二次的]	7.7	72.7	0.0
5	眼球各部位の損傷	3.1	75.8	100.0
5	副作用　[症状]	3.1	78.8	0.0
				63.1

X線検査（7項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	被ばく	80.4	80.4	71.6
2	胎児への影響	9.2	89.7	41.2
3	線量の過多	5.4	95.1	30.0
4	医療ミス　[外的]	2.7	97.8	20.0
5	—	—	—	—
				58.8

腹腔鏡手術（12項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	臓器・器官の損傷	22.7	22.7	87.7
2	出血　[症状]	21.7	44.4	100.0
3	合併症	17.5	61.9	32.0
4	感染　[二次的]	9.8	71.7	96.4
5	手術の失敗・医療ミス・技術不足	4.9	76.6	57.1
				70.3

大学生

予防接種（15項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	副作用	29.7	29.7	0.0
2	その病気を発症する	25.8	55.5	72.5
3	注射器の使い回し　[外的]	7.1	62.6	9.1
4	効かない　[外的]	5.2	67.7	0.0
5	ショック・アレルギー	3.9	71.6	100.0
5	製薬会社・医療者・患者自身のミス　[外的]	3.9	75.5	0.0
5	痛み　[素朴]	3.9	79.4	83.3
				35.2

輸血（10項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	感染	49.3	49.3	72.2
2	血液型間違いなどの管理ミス	16.4	65.8	83.3
3	副作用	12.3	78.1	55.6
4	ショック・アレルギー	9.6	87.7	100.0
5	—	—	—	—
				66.2

抗がん剤（17項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	副作用	53.1	53.1	0.0
2	髪が抜ける	27.2	80.2	100.0
3	吐気・嘔吐	8.6	88.9	100.0
4	悪印象・漠然とした怖さ・体に悪そう　[素朴]	6.2	95.1	0.0
5	—	—	—	—
				37.8

抗生物質（13項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	副作用	41.1	41.1	0.0
2	体に悪そう　[素朴]	14.7	55.8	0.0
3	耐性菌の発生	10.5	66.3	40.0
4	量・使用法の誤り　[外的]	9.5	75.8	33.3
5	免疫の低下　[症状]	5.3	81.1	0.0
				12.0

ステロイド剤（18項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	副作用	33.3	33.3	0.0
2	体に悪そう　[素朴]	27.8	61.1	0.0
3	皮膚の薄化・色素沈着・発疹　[症状]	11.1	72.2	50.0
4	調整がうまくいかない　[外的]	11.1	83.3	12.5
5	—	—	—	—
				15.4

モルヒネ（12項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	依存	19.4	19.4	0.0
2	副作用	16.7	36.1	0.0
3	せん妄・幻覚などの神経症状　[症状]	13.9	50.0	60.0
4	麻薬としての怖さ　[素朴]	13.9	63.9	0.0
5	漠然とした不安・悪印象　[素朴]	13.9	77.8	0.0
				7.9

バリウム（14項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	体に悪そう	31.5	31.5	0.0
2	バリウムを飲むことのつらさ	16.4	47.9	58.3
3	バリウムが体内で残る・体内で固まる	13.7	61.6	10.0
4	苦痛・気分不良　[症状]	13.7	75.3	10.0
5	消化器症状　[症状]	6.8	82.2	60.0
				27.8

胃カメラ（12項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	喉・消化管・内臓の損傷	28.6	28.6	71.4
2	苦痛・不快感	24.5	53.1	66.7
3	吐気・嘔吐	20.4	73.5	75.0
4	痛み　[素朴]	7.1	80.6	14.3
5	体に負担がかかりそう　[素朴]	5.1	85.7	20.0
				58.2

採血検査（12項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	感染・不衛生	31.1	31.1	63.6
2	迷走神経反射・ショック	27.4	58.5	17.2
3	注射器の使い回し　[外的]	16.0	74.5	17.6
4	痛み	8.5	83.0	100.0
5	動脈・神経の損傷	3.8	86.8	100.0
				48.7

レーシック手術（16項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	視力低下など視機能の障害	48.3	48.3	75.3
2	手術が失敗する　[素朴]	19.9	68.2	50.0
3	手術が怖い・悪印象　[素朴]	9.3	77.5	0.0
4	眼球各部位の損傷	5.3	82.8	37.5
5	長期的な経過への不安	3.3	86.1	40.0
5	眼の形状が変化　[症状]	3.3	89.4	0.0
				52.9

X線検査（7項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	被ばく	73.2	73.2	31.0
2	線量の過多	9.3	82.5	0.0
3	胎児への影響	8.2	90.7	25.0
4	機能損傷　[症状]	4.1	94.8	0.0
4	悪性腫瘍　[症状]	4.1	99.0	0.0
				21.8

腹腔鏡手術（12項目）

	項目	割合	累積	正答率
1	手術の失敗・医療ミス・技術不足	46.2	46.2	8.3
2	合併症	19.2	65.4	20.0
3	手術への恐れ・何となく　[素朴]	19.2	84.6	0.0
4	—	—	—	—
5	—	—	—	—
				11.1

網掛けは上位5項目の中で看護師と大学生の一方にのみ挙がった項目

正答率の最下段は全体の正答率

表 3　生じ得る危険（上位項目）（続き）

白内障手術（14項目）

	看護師 項目	割合	累積	正答率	大学生 項目	割合	累積	正答率
1	失明・視力低下など視機能の障害	23.1	23.1	97.9	失明・視力低下など視機能の障害	41.9	41.9	77.8
2	感染　[二次的]	16.8	39.9	100.0	手術の失敗　[素朴]	24.4	66.3	76.2
3	眼球各部位の損傷	14.4	54.3	0.0	恐怖　[素朴]	8.1	74.4	14.3
4	合併症　[二次的]	10.1	64.4	0.0	眼球各部位の損傷	7.0	81.4	33.3
5	出血　[症状]	6.7	71.2	78.6	何となく　[素朴]	7.0	88.4	0.0
				71.1				55.2

MRI/fMRI（11項目）

	看護師 項目	割合	累積	正答率	大学生 項目	割合	累積	正答率
1	検査時の負担	25.5	25.5	91.9	被ばく	27.3	27.3	0.0
2	体内機器の誤作動・体内金属のずれや破損　[外的]	20.0	45.5	69.0	漠然とした不安　[素朴]	21.8	49.1	0.0
3	被ばく	17.2	62.8	0.0	磁場・磁気への不安	10.9	60.0	0.0
4	刺青などの火傷　[外的]	8.3	71.0	100.0	検査時の負担	10.9	70.9	66.7
5	金属の持ち込み　[外的]	6.9	77.9	90.0	脳への影響　[症状]	9.1	80.0	0.0
5	磁場・磁気への不安	6.9	84.8	0.0				12.5
				58.2				

気管切開による人工呼吸（16項目）

	看護師 項目	割合	累積	正答率	大学生 項目	割合	累積	正答率
1	肺炎・感染	38.0	38.0	99.0	肺炎・感染	20.0	20.0	66.7
2	喀痰・窒息　[症状]	6.7	44.7	70.6	切開が怖い　[素朴]	13.3	33.3	0.0
3	機器トラブル・接続はずれ　[外的]	6.7	51.4	52.9	苦痛・不快　[素朴]	8.9	42.2	25.0
4	操作ミス・管理ミス　[外的]	5.1	56.5	46.2	離脱できない　[二次的]	8.9	51.1	0.0
5	肺の状態悪化・呼吸機能の低下　[症状]	5.1	61.6	53.8	—	—	—	—
				63.2				26.7

マスク装着による人工呼吸（11項目）

	看護師 項目	割合	累積	正答率	大学生 項目	割合	累積	正答率
1	感染　[二次的]	17.7	17.7	0.0	機器トラブル・マスクはずれ	48.1	48.1	92.3
2	CO2蓄積　[症状]	17.1	34.8	70.4	苦痛・マスクの不快感　[症状]	14.8	63.0	0.0
3	操作ミス・管理ミス　[外的]	10.1	44.9	18.8	—	—	—	—
4	機器トラブル・マスクはずれ	8.9	53.8	71.4	—	—	—	—
5	酸素の過不足　[症状]	7.6	61.4	8.3	—	—	—	—
5	呼吸困難や喀痰・肺機能の低下　[症状]	7.6	69.0	0.0				46.4
5	褥瘡など皮膚トラブル　[症状]	7.6	76.6	91.7				
				33.1				

AED（8項目）

	看護師 項目	割合	累積	正答率	大学生 項目	割合	累積	正答率
1	火傷・皮膚損傷	32.1	32.1	97.1	誤った使用	33.8	33.8	39.1
2	感電	20.8	52.8	86.4	感電	16.2	50.0	45.5
3	誤った使用	8.5	61.3	66.7	不適応時に使用	13.2	63.2	44.4
4	機械のトラブル　[外的]	5.7	67.0	83.3	死亡　[症状]	5.9	69.1	0.0
5	不適応時に使用	4.7	71.7	20.0	—	—	—	—
				63.3				35.3

網掛けは上位5項目の中で看護師と大学生の一方にのみ挙がった項目　　正答率の最下段は全体の正答率

位に着目した記述が見られた。また，大学生ではステロイド剤で「皮膚の薄化・色素沈着・発疹」やレーシック手術で「目の形状が変化」と見た目への記述や，X 線検査で「悪性腫瘍」や AED で「死亡」など極端な記述が見られたことが特徴的であった。そして，看護師では「感染（腹腔鏡手術）」や「合併症・後遺症（レーシック手術）」といった行為を受けた後に起こる二次的な影響の記述が多かった（[二次的]と付与，看護師 7 大学生 1）。看護師では予防接種，レーシック手術，腹腔鏡手術，白内障手術，マスク装着による人工呼吸と切開を伴う手術を中心に複数の行為で二次的な影響の記述が見られたが，大学生では気管切開による人工呼吸と“切開”と行為に含まれている医療行為でのみ「離脱できない」という二次的な影響への記述が見られた。

症状や二次的な影響への記述は看護師に多い一方，大学生は「痛み（予防接種）」や「悪印象・漠然とした怖さ・体に悪そう（抗がん剤）」といった漠然とした否定的な感情や行為そのものが嫌といった素朴な記述が多く見られた（[素朴]と付与，看護師 0 大学生 17）。「医療ミス（X 線検査・看護師）」や「注射器の使いまわし（予防接種・大学生）」といった行為をとりまく状況や環境などの外的な要素に着目した項目には看護師と大学生間で数の差はあまりなかったが（[外的]と付与，看護師 8 大学生 5），看護師では X 線検査，MRI/fMRI や気管切開による人工呼吸，マスク装着による人工呼吸，AED など専用機器に依存する行為で記述が見られ，大学生では予防接種，抗生物質，ステロイド剤，採血検査と小型の機材や薬剤を用いる行為で記述が見られた。今後は医療従事者間での差異を含めて，医療従事者と一般人のリスクの捉え方をさらに明らかにしていく。

参考文献

1) 安達悠子: 医療行為リスク認知に関する大学生―看護師間比較, 日本応用心理学会第 81 回大会発表論文集, p.85 (2014).
2) Slovic P: Perception of risk, Science, 236(4799), pp.280-285 (1987).
3) Teigen K. H., Burn W., Slovic P: Social risks as seen by a Norweigian public, Journal of Behavioral Decision Making, 1(2), pp.111-130 (1988).
4) Collins H., Pinch T: The Golem at large: What you should know about technology. Cambridge: Cambridge University Press (1998).（コリンズ H & ピンチ T. 村上陽一郎・平川秀幸（訳）：迷路のなかのテクノロジー, 化学同人(2001).）
5) Slovic P: The Perception of Risk. Sterling: Routledge (2000).

避難所用段ボールベッドの組み立てにおける

単独作業と共同作業の作業内容の比較と差異の原因の考察

Study of factor of differential and comparison of alone and collaborative work on assembling cardboard bed for shelters

〇山田直也*，桑原教彰*，森本一成*，水谷嘉浩*,**

*京都工芸繊維大学大学院　**J パックス株式会社代表取締役

NAOYA Yamada*, NORIAKI Kuwahara**, KAZUNARI Morimoto*, YOSHIHIRO Mizutani**

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

**J Packs Co.,LTD. Representative Dierector

1.　背景と目的

昨今，数多くの災害が発生しており，避難所が数多く開設されているが，一般的に避難所の環境は良いものとはいえず，体調を崩し亡くなってしまう方もおられた．この状況を打破すべく，避難所用段ボールベッドが開発された [1)]．この段ボールベッドは単純な作りになっているので，安価に素早く大量供給が可能になっている．その一方で，普遍的な段ボールであるので組み立てにやや時間を要し，人によって組み立て方が変わってしまうことから更に時間が必要となることが予想される．これにより，災害により疲弊している被災者の負担がより増してしまうと考えられる．そこで，被災者の負担が減るように，段ボールベッドの組み立て作業の効率化により時間短縮を目的とし，本発表では分業と単独作業の差異に焦点をあて，その効率について調べた．

2.　実験内容

実験は屋内の充分な広さのある場所で行い，一切組み立てていないベッドを，（A）数人で 1 グループとなり，人数分の台数を自由に組み立ててもらう，（B）各人それぞれに 1 台ずつ組み立ててもらう，の順番で組み立ててもらった．作業の一部始終はビデオカメラで録画を行った．

今回，次の 2 グループで実験を行った．

グループ1.　　協力者は 2 名，（A）では 2 人で 2 台，（B）では 2 人でそれぞれ 1 台作成

グループ2.　　協力者は学生 3 名．（A）では 3 人で 3 台，（B）では 3 人でそれぞれ 1 台作成

3.　避難所用段ボールベッドの組み立て工程

まず中に筋交いを入れながら合計 24 個の段ボール箱を組み立て，それを 4 つずつ枠にはめる．できたものを長辺側に 3 つ，短辺側に 2 つ並べ，その上に 2 枚の大きな天板をのせる．出来上がったものが図 1 である．

図 1　避難所用段ボールベッド

4.　実験結果

4.1　解析方法

録画した作業の分析を行う時，次のように定めた．

始めに「段ボールに触ったとき」を分析開始点，「最後に段ボールから手を離したとき」を終了点とし，一連の所要時間を”総作業時間”とした．作業中の「待っているだけの何もしていない状態」または「物を持って移動する」といった行動を“ムダ時間”とした．但し，「移動しながら作業する」場合は作業として取り扱った．この総作業時間からムダ時間を引いたものを“実作業時間”とした．

さらに（B）では段ボールの組み立て方に倣い，

作業工程を 12 工程に分類した.

4.2　実験結果

録画した作業を分析した結果を図 **2** と図 **3** に, 単独作業時の 12 工程各作業時間を表 1 に示す.

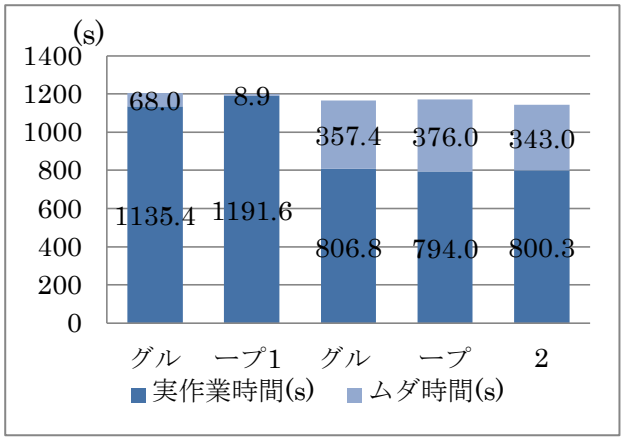


図 2　作業 A の分析結果

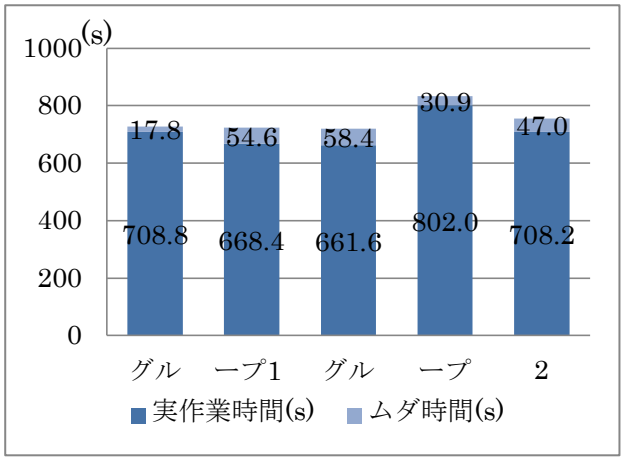


図 3　作業 B の分析結果

表 1　単独作業時の各作業工程所要時間

動作種別	各作業時間の平均(s)	偏差	割合
段ボールを取り出し広げる	63.5	8.0	8.9%
片方の蓋を閉じる	49.3	6.0	6.9%
表面のテーピング	143.4	28.0	20.2%
箱をひっくり返す	37.6	6.7	5.3%
筋交いをいれる	76.7	11.9	10.8%
反対の蓋を閉じる	51.8	7.6	7.3%
裏面のテーピング	126.6	22.0	17.8%
できた箱をどける	19.4	12.9	2.7%
外枠を広げる	21.4	4.0	3.0%
外枠に箱を詰める	108.2	25.7	15.2%
天板をのせる	8.8	1.7	1.2%
整頓	3.2	6.4	0.5%
合計	709.8	50.1	

なお，図 **2** について，実作業時間，ムダ時間，総作業時間の平均はそれぞれ 945.6(s)，230.7(s)，1176.3(s), 偏差はそれぞれ 178.8(s), 158.4(s), 22.8(s) であった. 図 **3** についても同様に, 平均は 709.8(s), 41.7(s)，751.5(s)，偏差は 50.1(s)，15.2(s)，42.6(s) であった．2 作業の項目間について F 検定を行ったところ，総作業時間にのみ等分散性が認められなかった．このことから総作業時間に Welch 検定，他の 2 項目に T 検定を行ったところ，いずれにも $p<0.05$ で有意差が認められた．また，表 1 の全 12 工程のうち，”整頓”工程は本来不要な工程である．

5.　考察

図 **2** 及び図 **3** より，総作業時間，実作業時間，ムダ時間のいずれにも有意差が認められたことから，分業を行った方がより作業に時間がかかり，ムダ時間が発生するといえる．ここで図 **2** の各グループに注目してみると，グループ 1 とグループ 2 の間には大きなムダ時間の差がみられる．グループ 1 は 2 人で臨機応変な作業をしていた一方で，グループ 2 では作業を完全に分担していたため，待ちが多く発生したと考えられる．また，単独作業時の協力者 5 人中 3 人はもっとも速いとされる組み立て方に則りつつも組み立て方はそれぞれ異なっていたが，図 **3** によれば大きな差は見られない．このことから，単独作業時，組み立て手順による時間差は大きくないと考えられる．

また表 **1** をみれば，単独作業において最も時間を要しているのがテーピング作業，及び箱を外枠に詰める作業である．また協力者の一人によれば，テーピング作業がとても面倒であったという声も聞かれたことから，テーピング作業を除去することができれば大幅に作業時間を減少できると考えられる．

参考文献

1)　水谷 嘉博: 災害時，避難所への段ボールベッドの供給方法と全国を対象とした防災協定の取り組みについて，静脈学,vol.23,No.4, pp.335-344 (2012).

第 2 日　B 会場

一般セッション

12 月 6 日
会場：C1

10:00～10:33　教育・学習
座長：有馬　正和（大阪府立大学）

10:45～11:53　行動・動作
座長：才木　常正（兵庫県立工業技術センター）

足趾トレーニング用履物の着用効果に関する研究
Effects of Wearing Toe Training Sandals

○澤島秀成*，杉山陽二**
*奈良県産業振興総合センター　**(有)サン・デザイン・プロダクツ
SAWASHIMA Hidenari*, SUGIYAMA Yoji**
*Nara Prefectural Institute of Industrial Development, **Sun Design Products Co. Ltd.

1.　はじめに

働く女性の中で，浮き趾や外反母趾等の足のトラブルを訴えている人が増えている．足のトラブルは，足に合っていない靴やハイヒールの着用，足趾をあまり使用しない生活習慣などが一因として考えられている．一方，鼻緒のある履物が，土踏まずの形成促進や外反母趾の矯正に効果的であるという報告がある[1-2]．本研究では，鼻緒のサンダルにおいて，足趾の使用を促進するようなデザインとしたトレーニング用履物について，被験者による一定期間の着用を行い，その浮き趾やバランス・姿勢などへの影響について考察を行う．

2.　実験方法

2.1　トレーニング用履物について

実験に使用したトレーニング用履物を，図１に示す．鼻緒のサンダルにおいて，先端の足趾部を通常の履物に比べて高く設定し，着用するだけで自然に足趾により踏ん張る力を発揮，促進させるような形状とした．なお，実験時には被験者の足の寸法に合わせて３サイズから適切なものを選択し着用してもらった．

図１　実験に使用したトレーニング用履物

2.2　被験者について

実験は，浮き趾とバランス・姿勢に対する各々のトレーニング用履物の着用の影響について，表１に示す被験者により実施した．なお，被験者については製品ターゲットを考慮して性別・年齢層を決定した．また実験にあたっては，評価への影響を避けるために，本履物の目的についての情報を意図的に提供しなかった．

表１　被験者内訳

	浮き趾実験	バランス・姿勢実験
年齢平均 （年齢幅）	29.7 歳 （19-70 歳）	47.6 歳 （22-75 歳）
人数内訳	29 名	15 名

2.3　実験手順について

実験は以下の手順で実施した．

1. 属性調査（身体データ，靴のサイズ，運動歴等）
2. 足の形状寸法（足長，足幅，足囲）
3. ファンクショナルリーチテスト（Functional Reach Test：以下，FRT と略）および FRT 時の足圧計測による重心前方移動[バランス・姿勢実験のみ]
4. 姿勢の写真（着用前後）[バランス・姿勢実験のみ]
5. 着用における事後アンケート（着用感等）

トレーニング用履物の着用期間は４週間とし，被験者には，その間の着用時間の記録をお願いした．

なお，FRT は，自然な状態で腕を前に真直ぐ延ばした状態から，足を動かさないで前方へどれだけ体（腕）を前方へ移動させられるかを計測するもので，動的バランス能力の評価方法として用いられる[3]．また，FRT の計測と同時に，図２に示すように，足圧分布測定器により，重心の前方移動距離を計測した．また，姿勢の検証については，5m先の高さ 1.5m の目標を注視してもらった状態で，立位の側面から見た姿勢について，裸足の状態での実験前後の写真撮影によりその比較を行った．

図２ FRT および足圧分布計測

3.　実験結果と考察

3.1　浮き趾傾向の足圧分布について

足圧分布測定の結果，足の趾が見られない浮き趾の傾向の見られる被験者が29名中14名(48.3%)であった．また，浮き趾の傾向のある被験者の中で，当該履物の着用の結果，図３の事例に示すように，その趾部が足圧として見られるようになったのは 6 名(42.9%)であった．このことから，トレーニング用履物着用による浮き趾への改善が期待できることが分った．

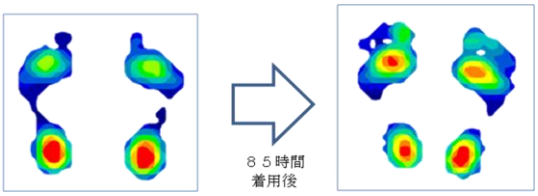


図３　足圧の変化事例（左：着用前，右：着用後）

3.2　FRT および重心移動について

FRT および FRT 計測時の重心の前方移動距離の計測結果について表２に示す．また，重心の移動距離の計測結果の事例について図４に示す．被験者の中には，FRT で 37.5cm から 54.5cm と 45%向上した事例や，重心の前方移動距離で 1.9cm から 3.8cm と 100%向上した事例も見られた．全体としては，FRT で 9.5%，重心の前方移動距離で 16.5%の向上があり，トレーニング用履物により FRT および重心の前方移動距離の両方において伸びる傾向が見られた($p<0.05$)．これらのことから，トレーニング用履物の着用は，バランス力の向上に良い影響を与えることが分かった．

表 2. FRT および重心の前方移動距離（平均）

	着用前	着用後
FRT	33.8cm	37.1cm
重心前方移動距離	6.17cm	7.19cm

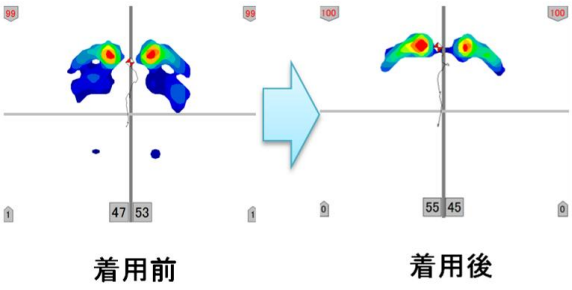


図 4 重心の前方移動距離の変化事例

3.3　姿勢について

姿勢については，トレーニング用履物の着用前後の，裸足での立位側面からの姿勢において改善されたと考えられる被験者が 15 名中 9 名(60%)見られた．図 5 において，特に当該履物の着用による変化が顕著であった被験者についての２事例を示す．図 5 の事例のように，首猫背の状態が改善されているケースがあり，トレーニング用履物の着用は，姿勢を良くさせるのに一定の効果があることが示唆された．

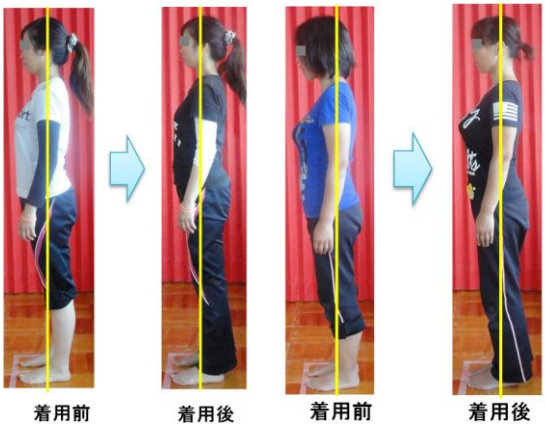


図 5 姿勢の変化事例

4.　おわりに

トレーニング用履物について，被験者による着用実験を行い，以下のことが分った．

1. 足圧分布結果より浮き趾の改善事例があった．
2. FRT や重心の前方移動距離の伸長から，そのバランス力の向上が見られた．
3. 立位の側面から見た姿勢において，一定の改善効果が期待出来る．

今後，当該履物の着用をやめた場合の着用効果の持続性や足趾の力の計測などにより，さらにその影響や効果の詳細について調べていく必要がある．

謝辞

本研究を行うにあたっては，株式会社一歩（はじめ）の山名社長および株式会社徳丸の徳山社長に実験協力をいただきました．

参考文献

1)宮口和義他:幼児の足裏形態および足圧中心への草履式鼻緒サンダル活用の効果,発育発達研究,Vol.61,pp.1-8 (2013).

2) 松浦義和：鼻緒つき靴を用いた外反母趾の矯正,Vol.17(2),pp.1-4 (2004).

3) 相馬正之他:足指把持力トレーニングが Functional Reach Test や最大１歩幅,歩行能力に与える影響について，ﾍﾙｽﾌﾟﾛﾓｰｼｮﾝ理学療法研究 Vol.2(2) pp. 59-63 (2012)

児童の自主性を生かした安全教育の効果－校外版「ひなどり」の実践－

Effect of Safety Education Based on Children's Autonomy ; *Hinadori Programme*

○岡 真裕美*, 森泉 慎吾*, 太子 のぞみ*,中井 宏**,安達 悠子**, 臼井 伸之介*
*大阪大学　**東海学院大学

OKA Mayumi*, MORIIZUMI Shingo*, TAISHI Nozomi*, NAKAI Hiroshi**,
ADACHI Yuko**& USUI Shinnosuke*
*Osaka University, **Tokai Gakuin University.

1.　はじめに

文部科学省(2010)によれば、学校現場における安全教育は、児童生徒等が自らの行動や外部環境に存在する様々な危険を制御して、自ら安全に行動したり、他の人や社会の安全のために貢献したりできるようにすることを目標としている[1)]。明確かつ具体的な目標が動機づけを高めるとした目標設定理論[2)]においては、他者よりも自身で目標を設定するほうが高い動機づけとなることが指摘されている[3)]。中井・岡・臼井(2014)は、これらの心理学的背景を踏まえ、①危険箇所の発見だけでなく、事故・負傷の予防に必要な具体的行動目標を自主的にもたせ、②その目標を、属する集団で共有させる安全教育プログラム「ひなどり」を開発し、小学校内での安全教育として実践した[4)]。しかし、中井ら(2014)の研究においては、開発した教育の効果測定を量的に行っていないという問題がある。本研究では、校外での安全教育活動の一環として「ひなどり」を実施し、その効果測定を行った。

2.　方法

2.1　対象者と実施期間

大阪府内公立 A 小学校の 5 年生 2 クラス 64 人(男子 36 人、女子 28 人)を対象とした。2015 年 5 月下旬から 7 月中旬までの約 7 週間の中の「総合学習」の時間 4 コマ（45 分／1 コマ）と放課後を使用し「ひなどり」を実施した。また、教育未実施の統制群として、A 小学校の校区に隣接した公立 B 小学校の 5 年生 3 クラス 103 名(男子 44 人、女子 59 人）を対象とした。

2.2　「ひなどり」の詳細

本教育では、まず 1 コマ目に、クラス単位で校区内の危険箇所を児童に指摘させ、指摘箇所の画像を教室内のモニターに提示し、情報共有を行った。2 コマ目では、登校ルートの類似する児童で班分けを行い、通学路を中心に、教員や保護者、消防士、市職員等の大人とともに校区を探索し、1 コマ目で挙げられた危険箇所の確認と、新たな危険箇所の指摘をさせた。指摘した箇所はデジタルカメラで撮影し、そこで取るべき行動の目標を班ごとに話し合わせた。3 コマ目では、撮影箇所での行動目標を明示したポスターを、撮影した写真を利用して作成させた。4 コマ目では、班ごとに作成したポスターについて学年児童全員の前で説明させ、行動目標を宣言させた。なお、児童が作成したポスター全 43 枚は、該当箇所や校内、近隣の施設等に掲示した（図 1)。

2.3　教育効果の評価と手続き

教育群については「ひなどり」の 1 コマ目実施前に「校区の危険箇所」と「その理由」を自由記述式にて回答を求め、作品掲示後に再度同じ形式にて「校区の危険箇所」と「その理由」を回答させた。統制群については、2015 年 7 月上旬に教育群と同じく「校区の危険箇所」と「その理由」を回答させた。その約 8 週間後の 9 月中旬に、再度同一項目にて回答を求めた。

図 1.　ポスターの一例と掲示風景

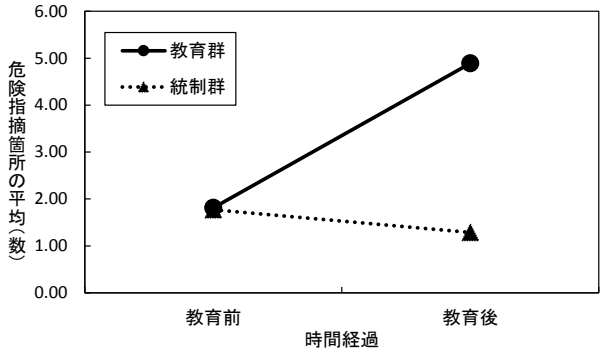


図 2. 教育群と統制群の平均指摘数の変化

表 1. A小学校児童(63 名)の教育前後での危険指摘箇所数

具体的な指摘箇所	教育前	教育後
スーパー周辺	3	33
歯科近くの交差点周辺	8	29
大規模マンション・提供公園周辺	12	18
私鉄高架下	1	16
大規模マンション周辺	1	16
大規模マンション・提供公園周辺	2	14
私鉄踏切	0	11
寺周辺	2	11
地区カーブ	2	11
A小学校周辺	3	10
私鉄駅周辺	2	10
郵便局近くの鉄板の道	0	10
川	18	8
川周辺	0	8
コンビニ・パン屋前	1	7
地区その他エリア	1	6
私鉄線路沿い	0	6
公園・公園周辺	3	6
ドラッグストア前の道路～団地前道路	2	6
商店街の細い道	1	5
その他	49	67
合計	111	308

注)前後いずれか欠席した児童分、防犯での視点のものや漠然とした指摘(例えば、曲がり角)は除外

3. 結果と考察

3.1 危険指摘数の変化

図 2 は、群と時間経過ごとの児童一人当たりの指摘箇所数の平均である。これらのデータに対して、2 要因分散分析を行った結果、群と時間経過の交互作用が見られた（$F(1, 162) = 240.67$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .44$）。単純主効果の検定の結果、統制群は時間経過に伴って指摘箇所数が低下した一方で（$p<.01$）、教育群の指摘箇所数は有意に増加した（$p<.001$）。また、教育前においては統制群と教育群の指摘数に有意差は見られず（$p = .84$）、教育後においては、統制群よりも教育群の指摘箇所数が有意に多かった（$p<.001$）。なお、教育群の教育後指摘箇所のうち、56.5 % が校外探索時に各自で指摘した箇所であり、38.3 % は自分では指摘していないが他の児童が指摘した箇所であった。

3.2 指摘内容の変化

教育前後における教育群の指摘箇所と指摘数を表 1 に示す。本教育によって、児童がスーパー周辺や交差点、公園等、教育前には指摘がなかった身近な場所にも危険が潜んでいると認識したといえる。また、漠然とした「川」が危ないといった指摘が減り、「川周辺」における坂道での危険行動や、柵が無い所があるといった具体的な指摘が加わっており、教育によって具体的に危険箇所を指摘できるようになったと考えられる。

4. おわりに

本研究にて、「ひなどり」の安全教育プログラムとしての有効性が示唆されたが、教育群の指摘数・指摘箇所の増加が児童の安全行動へつながっているか、およびその持続性の検討もまた今後の課題である。

5. 謝辞

本研究を行うにあたり、ご協力賜りました A 小学校、B 小学校、保護者及び関係者の皆様に心より感謝申し上げます。

6. 引用文献

1) 文部科学省：学校安全参考資料「生きる力」 をはぐくむ学校での安全教育(2010)

2) Locke,E.A.:Toward a theory of task motivation and incentives,Organizational Behavior & Human Performance, 3, pp .157–189 (1968)

3) Locke, E. A., Shaw, K. N., Saari, L. M. & Latham, G.P.:Goal setting and task performance:1969-1980. Psychological Bulletin, 90, pp. 125–152(1981)

4) 中井宏,岡真裕美,臼井伸之介:小学校における安全教育プログラム「校内版ひなどり」の実践,平成 26 年度日本人間工学会中国・四国支部,関西支部合同大会講演論文集, pp.140-141(2014)

船舶運航シミュレータにおける学生の船橋内での行動について

Behaviors of Students in Bridge at Marine Simulator

○小西　宗*，渕　真輝*，藤本昌志*，廣野康平*，松岡俊希**，中島浩貴**

*神戸大学大学院海事科学研究科　**神戸大学海事科学部

KONISHI Tsukasa*, FUCHI Masaki*, FUJIMOTO Shoji*, HIRONO Kohei*, MATSUOKA Toshiki**, NAKASHIMA Hiroki**

*Graduate School of Maritime Sciences, Kobe University, **Faculty of Maritime Sciences, Kobe University

1.　背景・目的

従来型の多くの船舶では、操船者は船橋（操縦室）内に立ち、適宜動きながら操縦を行っている。そこでは、安全運航のために目視や計器等を用いて所謂「見張り」を行っている。海上衝突予防法で定められている「見張り」は、視覚だけでなく、聴覚、その他あらゆる手段を用いて適切になされなければならず、目視情報や計器情報を適切に利用する必要がある。しかしながら、視界が良好な状態においては、目視が中心になることは明らかである。船舶運航における目視による見張りは、双眼鏡を用い、また、方位を計測するコンパスを利用している。その行動は経験により異なることが考えられる。この目視による見張りの行動について、学生の行動特性を分析し、熟練者との相違を明らかにすることにより、技能向上のための効果的な教育・訓練に活用できると考える。

そこで本研究では、大型船舶運航シミュレータ（以下、操船シミュレータとする）を用いて、船橋内の学生の行動について、熟練者と比較することにより、その特徴について検討することを目的とする。

2.　方法

2.1　実験参加者

実験には学生群として、神戸大学海事科学部航海分野4年生11名及び神戸大学乗船実習科実習生1名の計12名の協力を得た。これまでに、3～12ヶ月（平均4.3ヶ月、*SD*＝2.9）の実習を経験しているが、単独で責任を持って船舶の操船を行った経験はない。

熟練者群として、海技士資格を有しており、単独での船舶の操船経験が3年以上の現役船長および航海士8名の協力を得た。

2.2　実験方法

操船シミュレータにて、昼間の航海映像を作成した。海域は十分に広い海域とし、視界は良好であった。海域には他船を10隻配置した。

実験参加者には、「見張り」を行わせ、その様子を船橋後部に設置したビデオカメラにて記録した。なお、実験参加者は、目視、通常の双眼鏡（操船シミュレータ用ではないもの）、船橋中心にあるコンパスのみを使用させ、RADAR及びECDISといった航海計器は、電源をOFFとした。実験はシナリオを2種類実施し、各シナリオの時間はいずれも20分であった。

記録した映像をタイムサンプリング法により解析した。2秒ごとの行動を、「停止」、「双眼鏡」、「ベアリング」、「歩行」、「その他」に分類した。

3.　結果

3.1　1シナリオあたりの各行動時間

各行動を2秒として時間に換算した。1シナリオあたりの各行動の平均時間について、結果を表1に示す。「停止」行動が約7割を占めている。「双眼鏡」行動、「ベアリング」行動については共に学生が長い。

3.2　「双眼鏡」行動について

目視による見張りの行動の中の「双眼鏡」行動について、「双眼鏡」行動1回あたりの平均時間は、学生群が 6.2sec（*SD*＝3.5）、熟練者群が 6.7sec（*SD*＝3.3）であった。次に、タイムサンプリングにおいて連続した「双眼鏡」行動回数の割合を図1に示す。熟練者群は3～6回において、学生群よりも割合が高い。

表１　１シナリオあたりの各行動時間

行動	経験	時間(sec)	*SD*
停止	学生群	838.9	170.1
	熟練者群	908.4	146.3
双眼鏡	学生群	164.5	106.4
	熟練者群	108.9	79.8
ベアリング	学生群	127.6	71.9
	熟練者群	95.3	71.5
歩行	学生群	50.9	52.4
	熟練者群	67.3	81.5
その他	学生群	18.1	17.3
	熟練者群	20.3	13.8

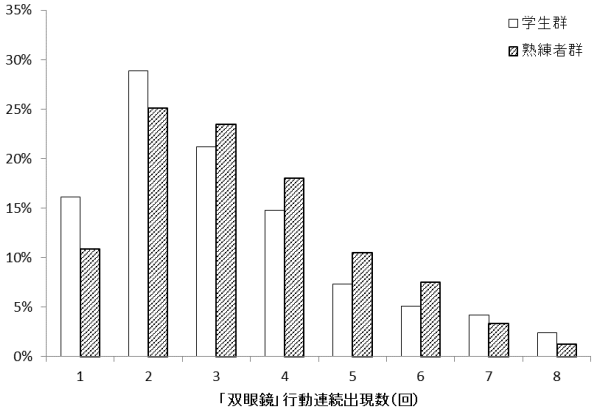


図１　連続した「双眼鏡」行動の割合

3.3　「ベアリング」行動について

「ベアリング」行動について、「ベアリング」行動１回あたりの平均時間は、学生群 6.4sec（*SD*＝3.4）、熟練者群 5.7sec（*SD*＝3.3）であった。次に、タイムサンプリングにおいて連続した「ベアリング」行動回数の割合を図２に示す。熟練者群は1～2回において、学生群よりも割合が高い。

4.　考察

4.1　１シナリオあたりの各行動時間

20 分のシナリオ中、両群共に７割程度が「停止」行動であった。熟練者群に比べ、学生群の「双眼鏡」行動「ベアリング」行動の時間は長かった。先行研究においては、経験の浅い航海士の方が「双眼鏡」による

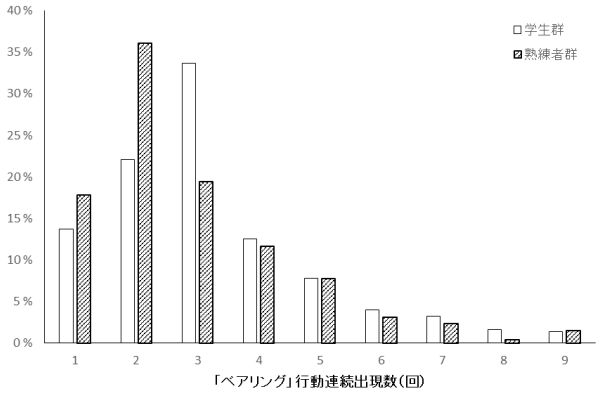


図２　連続した「ベアリング」行動の割合

見張りの時間が短いと指摘している [1]。その原因の一つとして、経験の浅い航海士は双眼鏡よりも、情報入手が容易な見張りの手段、例えば RADAR/ARPA 等による見張りに偏る傾向があると指摘している [1]。本実験においてはそれらの航海計器を使用できない状態にしていた。そのことから、航海計器に頼って情報を収集していた部分を、「双眼鏡」や「ベアリング」などの目視からの情報で補ったため、熟練者群に比べ学生群の「双眼鏡」「ベアリング」の時間が長かったと考えられる。

4.2　「双眼鏡」行動について

「双眼鏡」行動について、1 回あたりの時間は、両群で同じ様な値を示した。しかし、連続した行動の割合について比較してみると、3～6 回連続する場合において、学生群に比べ熟練者群の割合の方が高かった。熟練者と比較して、学生は相対的に、「双眼鏡」行動が短すぎ、また長すぎることが考えられる。

4.3　「ベアリング」行動について

「ベアリング」行動について、1 回あたりの時間は、両群で同じような値を示した。しかし、連続した行動の割合について、1～2 回連続する場合において、熟練者群の方が割合は高くなっている。これは、相対的にみると、学生の方が方位変化の確認に時間を費やしていることが考えられる。

参考文献

1)　伊藤耕二他: 単独操船における経験の浅い航海士の行動特性の分析，日本航海学会論文集，Vol.126, pp.1-9　(2012)

理学療法士を対象とした歩行の動作観察における思考過程
The analysis of thought process in the observation of walking for physical therapist

○大桐将*，来田宣幸**
*京都工芸繊維大学大学院**京都工芸繊維大学工芸科学研究科

OOGIRI Masaru*, KIDA Noriyuki**
*Kyoto Institute of Technology Graduate School
** Graduate School of Science and Technology, Kyoto Institute of Technology

1.はじめに

理学療法士（以下，PT）は，病気や障害を持つ患者や発生が予想される人を対象として，座る，立つ，歩くなどの基本的動作能力を改善や維持させるために運動療法や物理療法などを用いて，自立した日常生活が実現するよう支援するリハビリテーションの専門職である．人の動きの改善させるためには，治療としてアプローチする身体部位や方法だけでなく，課題の原因や発生メカニズムを理解することが必要である．また，臨床の現場においては限られた時間しか与えられていないため，基本的動作を観察して素早く分析・判断することは極めて重要なスキルといえる．

動作の観察・評価は，臨床治療での中核を占める行為であり，一般には運動パターンの定性的な分析を中心に実施され，観察された現象からトップダウン思考により，原因となる機能障害を推論している．しかし，動作を観察する能力や方法は各 PT により異なり，さらには動作観察から導き出された課題に対する治療アプローチも各 PT によって異なっており，解決すべき重要な問題と指摘されている．それにもかかわらず，理学療法教育課程の中でも動作観察に関する教育方法の標準化や統一化はなされてはおらず，動作観察能力の差が何であるかを明確に示した検討も行われていない．

近年，モーションキャプチャ装置やキネクトなど簡易型装置が開発され，動作の定量的評価が比較的容易に行われるようになった．しかし，このようなモーションキャプチャ装置による定量的な動作評価によって患者の基本的動作の課題を自動的に導出することは現時点では困難であり，疾患との関係を定性的に評価する技術を開発することが必要である．臨床において患者の動作を観察し迅速に問題点を抽出できる PT は動作中の何らかの情報を利用する能力や小さな兆候をも逃さずに適切に判断する能力が高い．熟練した観察眼をもつ PT は一般的には気づきがたい何らかの動作特徴を把握できると思われる．したがって，患者の動作を観察し，判断する際の思考過程を明らかにし，熟練した PT の知識を掘り起こし，集積させた評価法が確立できれば，臨床現場において経験の浅い PT にとって利用可能な定性的な観察評価法となるだけでなく，モーションキャプチャ装置等による定量的な組み合わせることで，簡便に基本的動作を評価するシステムを開発することにもつながる．

そこで，本研究は PT の動作観察能力を定性的に評価することを目的として，臨床で頻度の高い歩行動作を対象として半構造化面接法を用いた面接調査を実施した．

2. 方法

2-1. 調査概要

本研究では，PT を対象として実際の患者の歩行映像に対する動作解説という作業を 1 対 1 の面接形式で実施した．動作解説を通して，歩行動作や歩行リハビリテーションに関する知識を抽出し，それを同一または類似カテゴリーに分類した．

2-2. 調査対象者

本研究では 4 名の PT を調査対象者（以下，解説者とする）とした．解説者の内訳は，一般病院勤務 3 名，PT 養成校専門学校教員 1 名であり，解説者の臨床経験年数は平均 13.2 年（8～22 年）であった．解説者には，口頭にて研究の趣旨を説明し，研究協力の内諾を得た．

2-3. 使用した歩行動画

動作解説の対象となるモデルは実際の患者とした．変形性脊椎症を発症後 2 ケ月経過した男性患者（動画 A），後縦靭帯骨化症を発症後 11 年経過した男性患者（動画 B），大腿骨遠位端骨折及び脛骨高原骨折を受傷後 3 ケ月経過した女性患者（動画 C），大腿骨骨幹部骨折を受傷後 3 ケ月経過した男性患者（動画 D）の 4 名とした．患者に対しても研究の趣旨を十分に説明し，研究協力の内諾を得た上で，患者の安全性およびプライバシーについても十分に配慮し歩行動画撮影を実施した．

撮影は整形外科病院リハビリテーション室にて実施した．デジタルビデオカメラ（Nikon 製）を用いて，患者の前額面歩行 4m を 2 往復，矢状面歩行 4m を 2 往復撮影した．

2-4. データ収集

解説者による歩行動作解説は，職場の会議室や教室などの静かで落ち着いた場所で調査者と解説者の 1 対 1 の半構造化面接形式で実施した．調査者は本稿の筆頭著者 1 名であり，PT の臨床経験 8 年を有する．調査者は「この動画を観察して PT として，どのような動作に注目してどのように治療アプローチをしていきますか？」という質問を解説者に投げかけて，できる限り詳細に回答してもらい，状況に応じて質問した．今回は解説者の思考過程及び着眼点をできる限り多く抽出することが目的であったため，あらかじめ準備した質問項目について順番を全く変えずに実施する構造化面接法ではなく，流れに応じて追加質問も可能である半構造化面接法を採用した．

1 つの動画あたり約 10～15 分程度の面接を実施した．解説者には先入観を持たせないため診断名等の患者情報は一切開示しなかった．解説中の会話は解説者の了解のもと，デジタル IC レコーダーで録音した．録音した会話の中から歩行動作に関する発話内容を逐語録（テクスト・データ）として，インタビュー後に書き起こした．患者の個人情報が特定できる発言があった場合にはその部分を削除し，そのほかに関連する発話も含まれていたが，以下の分析では，歩行動作に関連するものだけを使用した．

2-5. 分析方法

テクスト・データを意味単位ごとに切片化し，ラベル付けを行った．ラベル付けは，基本的には，歩行相，身体部位，運動状態を表すものとして行ったが，複数の歩行相，身体部位，運動状態の複合する場合には適宜対応した．同一概念を示すラベルを持つ意味単位について，それらを 1 つの低次のカテゴリー（以下，サブカテゴリーとする）としてまとめた．このカテゴリーは類似した内容を持つ別の低次カテゴリーと統合され，高次のカテゴリー（以下，カテゴリーとする）としてまとめられた．この統合作業を繰り返すことによって抽象度が高まることになり，より包括的な理論の形成につながる．ただし，本研究では包括的な理論形成よりも現場での治療を行う際の観察ポイントの整理・分類と今後の評価法確立のための基礎資料を得ることを目的としたため，抽象度を上げすぎることなく，臨床現場で意味が通る段階でのカテゴリーとなるよう統合した．

3. 結果及び考察

4 名の解説者へのインタビュー時間は 240 分，1 人 1 症例平均 15 分であった．テクスト・データから歩行動作に関連する意味単位を抽出した．これらの意味単位をカテゴリーに分類することができた．カテゴリーの出現頻度を部位別に集計し，経験年数の違いによって検討した結果，経験年数の浅い PT は症例が変化したとしても自分のポイント，自分の見方でしか患者の動作を捉えることが出来ず，観察している症例によって着眼点が変化することは少なかった．それに対して経験年数を有する PT は症例に応じて，着眼点が変化し，多岐にわたる分析を実施していることが示唆された．また，観察において現象を多く捉えることが重要ではなく，捉えた現象を素早く分析し，そこから治療プログラム立案していく一連の流れを何パターンか持つことが重要ではないかということも示唆された．ただ，本研究においてはまだまだ症例数及び被調査者数共に乏しいため，今後は更なるデータを蓄積していき，動作観察能力の要因を解明していきたいと考える．

船舶交通における学生の他船に関する状況認識について
Situation Awareness of students in Ship handling decision

○中島浩貴*，渕 真輝**，小西 宗**，藤本昌志**，広野康平**

*神戸大学海事科学部　**神戸大学大学院海事科学研究科

NAKASHIMA Hiroki*, FUCHI Masaki**, KONISHI Tsukasa**, FUJIMOTO Shoji**, HIRONO Kohei**

*Faculty of Maritime Sciences, Kobe University,

**Graduate School of Maritime Sciences, Kobe University.

1.　背景・目的

船舶は、自動車のように自立して運航されている。その船舶を安全に運航するには、船舶の大きさ等の特徴から、他の交通機関に比べて早期から他船の動きを把握し衝突を回避する必要がある。具体的には、全長50m の練習船では衝突 5～10 分前に衝突を回避しており、より大型の船舶の場合はさらに長時間となる。このように船舶は衝突の数分から十数分、場合によっては 20 分以上前から衝突回避行動を行っており、衝突回避を実行する前の他船を発見し判断する過程、つまり状況認識を含めると、さらに長時間を要していると言える。状況認識には段階があり、1 次は周辺の要素の知覚、2 次は現状の認識、3 次は将来的動向の予測とされている[1)]。操船シミュレータを用いた実験では、経験の浅い航海士は、十分に将来予測ができていないと指摘されている[2)]。船舶を安全に運航するためには、適切に将来的動向の予測を行う必要があるが、当然のことながら、これは実践経験とともにより適切に行うことができるようになるものと考えられる。しかしながら、より短期間の実践経験により適切に将来的動向の予測が可能になるほうが好ましく、学生の特徴を分析し、熟練者との相違を明らかにすることで、技能向上のための効果的な教育・訓練に活用できると考える。

そこで本研究では、操船シミュレータを用いた実験を行い、学生と熟練者を対象に状況認識を測定し、学生の他船に関する状況認識の特徴について検討することを目的とする。

2.　方法

2.1　実験方法

シミュレータにおいて複数回シナリオを中断し状況認識に関する質問を行うことで被験者の状況認識を測定するＳＡＧＡＴ（Situation Awareness Global Assessment Technique）手法[1)] を用いた。操船シミュレータを用いて被験者に 20 分間の航海映像を見せた。航海映像は 2 種類あり、いずれも昼間で広い海域とし視界良好とした。いずれの映像も他船を 10 隻配置し、このうち、左前方から接近する他船が衝突コースにあった。この船舶を危険船舶とする。

映像を操船シミュレータで再生し、5 分経過するごとに映像を停止した。停止後直ちにその時の状況をたずねる質問紙に回答させた。質問紙への回答時間はシナリオの継続性を考慮し 2 分以内とし、回答が終われば航海映像を再開した。また、20 分間の航海映像が終了後、記入した質問紙を見せながら各中断時点において実験参加者が操船上考えていた事項についてヒアリング調査を行った。本実験では、実験参加者の状況認識を助ける航海計器（RADAR、ECDIS）は使用させず、双眼鏡と他船の方位変化から衝突の危険を判断するためのコンパスのみを使用させた。

2.2　実験参加者

実験には学生群として、神戸大学海事科学部航海分野 4 年生 11 名及び神戸大学乗船実習科実習生 1 名の計 12 名の協力を得た。これまでに、3～12 ヶ月（平均 4.3 ヶ月、SD＝2.9）の実習を経験していたが、単独で責任を持って操船を行った経験はない。熟練者群として、海技士資格を有しており、単独での船舶の操船経験が 3 年以上の現役船長および航海士 8 名の協力を得た。

2.3　質問紙

質問紙を図 1 に示す。図 1 の同心円図に自船を中心として、また自船が上に向かって航行しているものとして①他船の位置②他船の進行方向を図示することにより回答させた。次に、それぞれの他船に対して③他船に対する評価(イ:気にならない、ロ:やや気になる、ハ:気になる、ニ:要注意、ホ:危険から選択)を回答させた。最後にその映像停止時点において④衝突回避のための針路変更を行うか否か、また行う場合はその針路(衝突回避の方法)をたずねた。

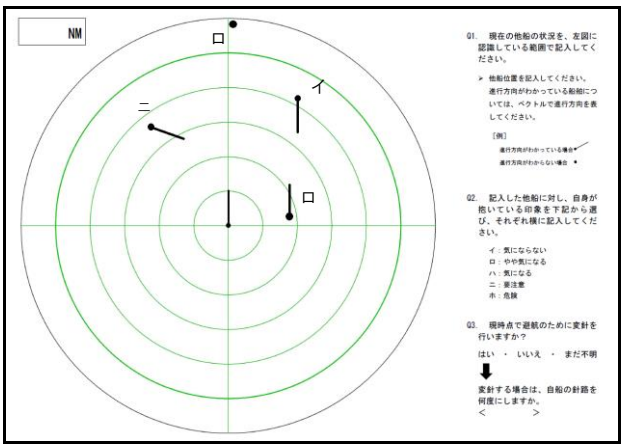


図 1　質問紙の記入例

2.4　ヒアリング調査

各映像停止時点における質問紙を見せながら、その時点で実験参加者が操船上考えていた事項を尋ねた。ビデオカメラを用いてヒアリング調査を記録した。

2.5　分析

2 種類の航海映像を見せたが、1 つの映像は危険船舶の横に位置した他船の存在と映像の解像度のために多くの実験参加者が危険船舶に気づかなかったため分析から除外した。もう 1 つの映像について、危険船舶が目視可能になった 10 分経過時と危険船舶が衝突回避行動を取った直後の 15 分経過時について分析した。危険船舶が点で記入されていれば危険船舶は知覚されていると判断した。この点に進行方向がシナリオ上の針路左右 45 度以内に記入されていれば危険船舶の現状認識が正しいと判断した。危険船舶に対する評価とヒアリング調査によるコメントを将来的動向予測とした。

3　結果

3.1　危険船舶の知覚

学生群は、10 分経過時には 12 名中 10 名(83%)、15 分経過時には 12 名中 11 名(92%)が危険船舶を知覚していた。熟練者群は、10 分経過時、15 分経過時ともに全 8 名が危険船舶を知覚していた。

3.2　危険船舶の現状認識

学生群は、10 分経過時には 12 名中 5 名(42%)、15 分経過時には 12 名中 7 名(58%)が危険船舶の現状を正しく認識していた。熟練者群は、10 分経過時、15 分経過時ともに 8 名中 7 名(88%) が危険船舶の現状を正しく認識していた。

3.3　危険船舶の将来的動向の予測

危険船舶の現状を正しく認識していた実験参加者による危険船舶に対する評価について結果を示す。10 分経過時の結果を図 2 に、15 分経過時の結果を図 3 に示す。10 分経過時について、熟練者群は要注意が多く、学生は熟練者と比較して危険の程度が低い。“要注意”と評価した熟練者群のヒアリング内容は、『いつ相手が避けるのか』『こちらに向いているのが嫌』等であるのに対し、“やや気になる”と評価した学生二人は『前を横切る』『いずれ来る』等であった。

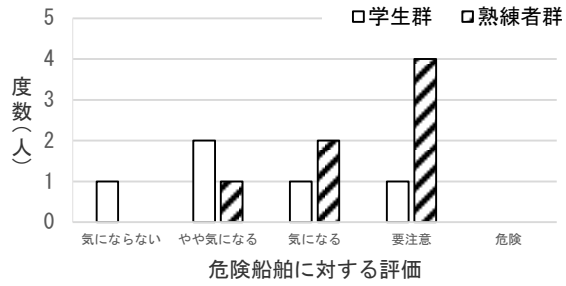


図 2　危険船舶に対する評価(10 分経過時)

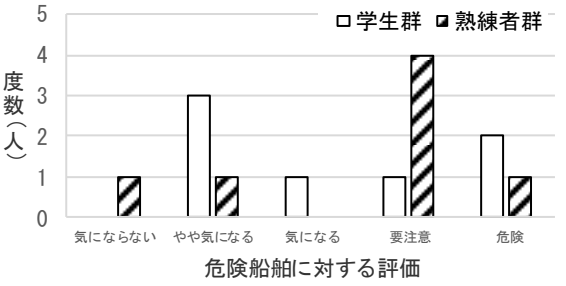


図 3　危険船舶に対する評価(15 分経過時)

15 分経過時について、熟練者群は“要注意”が多く、学生群は“危険”“要注意”と評価した者もいるが“やや気になる”と評価した者が多い。“要注意”と評価した熟練者群のヒアリング内容は、『自船も衝突回避が必要』『方位変化がない(“危険”の意味)』等であり、“危険”“要注意”と評価した学生群のヒアリング内容は『危険船舶が避けようとしなかった』『近いし方位変化がない』等であった。“気にならない”“やや気になる”と評価した熟練者群のヒアリング内容は、『他船が衝突回避のために針路を変更した』であったのに対し、“やや気になる”と評価した学生は『どうすべきかわからない』『前方を横切るだろう』等であった。

4　考察

危険船舶の知覚について、熟練者群は全員が、学生群もほとんどが知覚しており、船舶がそこに存在することについての知覚には経験の差が小さいことが示唆される。

危険船舶の現状認識について、熟練者群の一人が正しく認識できなかった原因は操船シミュレータの解像度の問題が考えられる。学生群は 10 分経過時に半数以上が正しく認識できず、15 分経過時においても 12 名中 7 名(58%)しか正しく認識していなかったことから、学生にとっては危険船舶の進行方向を判断することが難しく、当該船舶が遠いほど難しいことが示唆された。

危険船舶に対する評価の 10 分経過時について見ると、熟練者群は『いつ相手が避けるのか』『こちらに向いているのが嫌』と考えながら“要注意”と評価しているのに対し、学生群は『前を横切る』『いずれ来る』と考え“やや気になる”と評価している。熟練者は既に危険が生じる可能性を予見しているにもかかわらず、学生はまだ時間的に余裕がある、もしくは安全であると評価していると考えられる。15 分経過時について見ると、熟練者群、学生群共に“要注意”“危険”と評価した背景は同様と考えられる。一方“やや気になる”“気になる”と評価する熟練者は『他船が衝突回避のために針路を変更した』と危険船舶の動きを正しく認めていたのに対し、学生群は『どうすべきかわからない』『前方を横切るだろう』と考えそのように評価していた。危険船舶が至近に迫ってもなお判断ができない、または判断を間違える学生がいることが示唆された。

参考文献

1) Endsley, M.R.: Situation awareness global assessment technique (SAGAT), Aerospace and Electronics Conference, 1988. NAECON 1988., Proceedings of the IEEE 1988 National, Vol. 3, pp.789-795 (1988).

2) 伊藤耕二, 小林弘明: 単独操船における経験の浅い航海士の行動特性の分析, 日本航海学会論文集, Vol. 126, pp.1-9 (2012).

スライドボードを用いた移乗介助の動作解析

Movement Analysis of Transfer Assistance by Slide Board

○呂　暁丹*，廖　夢圓*，王　澤龍*，宮本勇樹**，濱田泰以*，太田智子**，矢野健吾***，
徳本義彦***，吉川貴士****，高井由佳*****，後藤彰彦*****
*京都工芸繊維大学　**中央ビジネスグループ　***特別養護老人ホームなの花
****新居浜工業高等専門学校　*****大阪産業大学
LU Xiaodan*,LIAO Mengyuan*,WANG Zelong*,MIYAMOTO Yuki**,HAMADA Hiroyuki*,
OTA Tomoko**,YANO Kengo***,TOKUMOTO Yoshihiko***,YOSHIKAWA Takashi****,
TAKAI Yuka*****,GOTO Akihiko*****
* Kyoto Institute of Technology , ** Chuou Business Group, *** Tokubetuyougorouzinhomunanohana,
**** National Institute of Technology,Niihama,College, ***** OSAKA SANGYU UNIVERSITY.

1.　緒言

日本は超高齢化社会となっており，近年ますます介護労働者の重要性が高まっており今後必要とされてくる．一方で今，介護労働者に腰痛や頸肩腕障害などの筋骨格系障害が多発しており，厚生労働省もその対策を進めてきている[1)]．移乗動作におけるスライドボード使用はその対策の一つである．しかし，スライドボードを使いこなすまで練習や慣れ、コツが必要となる．そこで本研究では，スライドボードを利用した車いすからベッドへの移乗に着目し，熟練者と非熟練者の動作解析を行い両者の違いを明らかにすることを目的とした．

2.　スライドボードを利用した移乗および実験方法

スライドボードとは，介助者が要介護者を車いすからベッドや車などへの移乗を行う際に用いるものである．このスライドボードを用い，要介護者を持ち上げること無く移乗を行うことができるので介助者の介助量が軽減され介助者の腰痛予防になると言われている[2)]．本研究ではカワムラサイクル製のスライドボードを用いた.実験方法においては，すべて被験者の同意の元に行なった．被験者は特別養護老人ホームなの花のベテラン従業員である熟練者 1 名と，同施設の新入従業員である非熟練者 1 名であった．尚，要介護役は工芸繊維大学の学生であった。要介護者を全身麻痺と想定し，車いすからベッドの移乗を行なっていた．作業中に、モーションキャプチャー3 次元カメラ（ナック製）を 6 台設置し，ビデオカメラを被験者の両側と背後 3 か所に設置し撮影を行なった。移乗における具体的な作業工程は表 1 に示す.

3.　スライドボードの移乗に関する動作解析

動作解析ソフトには株式会社ナックイメージテクノロジーの MAC3D System を使用した．また，被験者の図 1 のような位置にマーカーを装着し，それを元に動作解析を行った.

表 1　スライドボードを利用した移乗の作業工程

工程	工程名	所要時間（s）	
		熟練者	非熟練者
1	要介護者の体勢を移乗しやすいように調整する	21	33
2	スライドボードを要介護者の足の太ももの付け根と座骨の間に敷きこむ	11	5
3	要介護者の体をスライドボードの上で滑らす	15	21

3.1　　工程 1 における動作解析結果

工程 1 における熟練者と非熟練者による要介護者の上半身の前後変位（首と車いすの間の距離変化）および熟練者･非熟練者の動作をそれぞれ図 2, 図 3, 図 4 に示す．図 2，図 3 より，熟練者も非熟練者も

作業を行なった際に要介護者の上半身が前傾しているが，熟練者の場合，要介護者の上半身の前傾の範囲が小さく，体の動きがなめらかであった．それに対して非熟練者の場合は，要介護者の体の動きが激しく，動かされる回数が多いことが示された. また, 図 4 より，熟練者の場合要介護者の上半身をやや斜め前に倒したので，要介護者にインタビューしたところ，要介護者が不安感を感じなかったのに対して，非熟練者の場合は要介護者の上半身が (特に頭) 非常に斜め前に倒し，要介護者は不安感を感じた.

また，図 5 に示された工程 1 における移乗による要介護者の臀部の変位をみると，姿勢を調整する際に要介護者の首位置は z 方向で増加する傾向があるが，非熟練者の場合より, 熟練者の方がスムーズ的に調整し，要介護者の体を動かす回数も少ないことが示された.

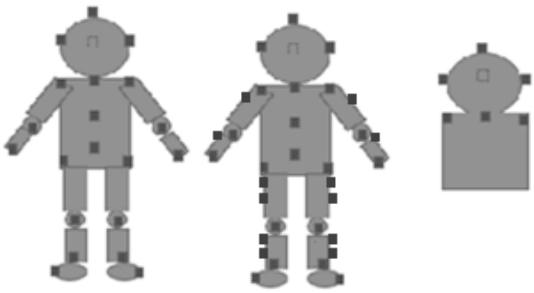


図 1　熟練者（左），非熟練者（中）と要介護者（右）のマーカー位置背後図

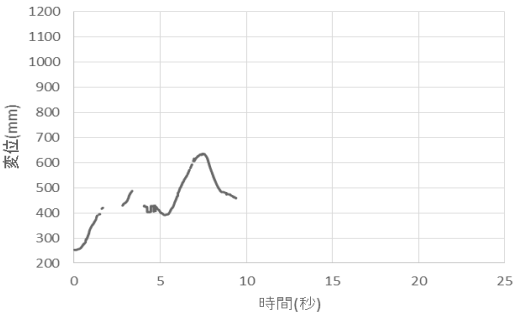


図 2　工程 1 における熟練者の移乗による要介護者の上半身の前後変位（首と車いすの間の距離変化）

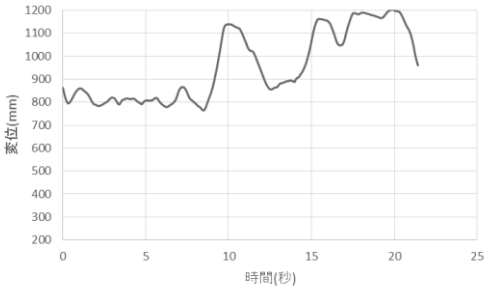


図 3　工程 1 における非熟練者の移乗による要介護者の上半身の前後変位 (首と車いすの間の距離変化)

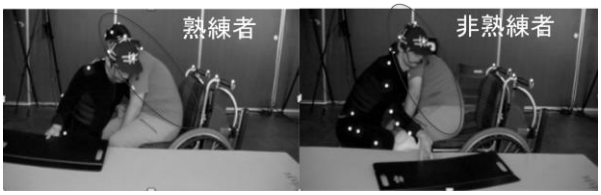


図 4　工程 1 における熟練者，非熟練者の動作

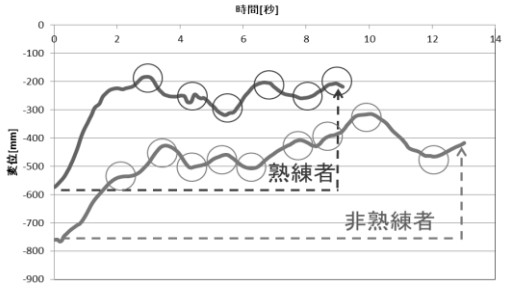


図 5　工程 1 における移乗による要介護者の臀部の変位

図 6　工程 2 における熟練者・非熟練者の動作

3.2　工程 2 における動作解析結果

図 6 に工程 2 における熟練者・非熟練者の動作を示す．熟練者は非熟練者と比べてベッドに対してボードの角度が小さかった．これは，熟練者は要介護者を斜め前に倒し，要介護者の体重を片足に乗せ，反対側のお尻の下が浮いて空間ができ，楽にスライ

ドボードを差し込むことができているということを示している．

図 7 の枠で囲んだ部分に工程 2 における移乗による要介護者の頭の変位を示す．スライドボードを差し込む時は，熟練者の場合要介護者の頭の移動範囲がとても小さいことに対し，非熟練者の方が要介護者の頭が上下で揺れていることがはっきりみられている．これは移乗時に非熟練者が不安定な動きを取ったためであると推測される．

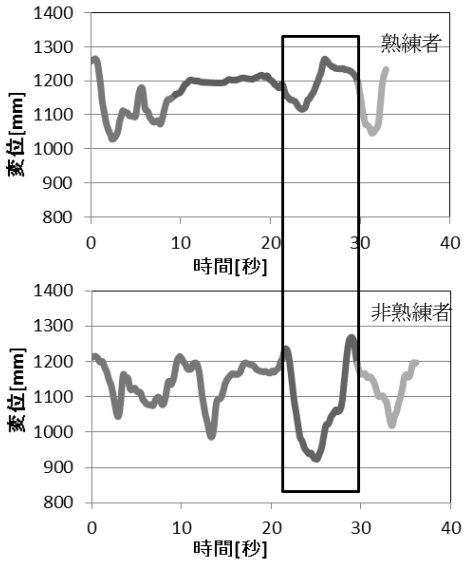


図　7　工程 2 における移乗による要介護者の頭の変位

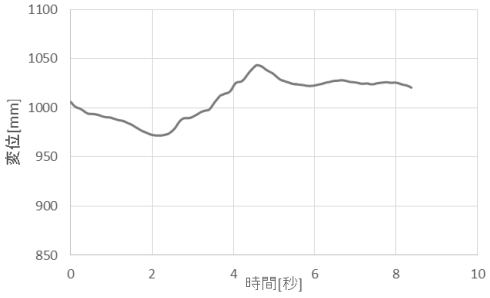


図 8　工程 2 における熟練者による要介護者の首の変位

また，図 8～11 にそれぞれ工程 2 における熟練者による要介護者の首の変位，非熟練者による要介護者の首の変位，熟練者による要介護者の肩の変位，非熟練者による要介護者の肩の変位を示す．熟練者の場合は，要介護者の首と両肩の上下方向の変位が小さい値を示した．これは，工程 2 の動画解析により熟練者がスライドボードを差し込んだ時，要介護者の体を左右に動かしていたということが分かった．

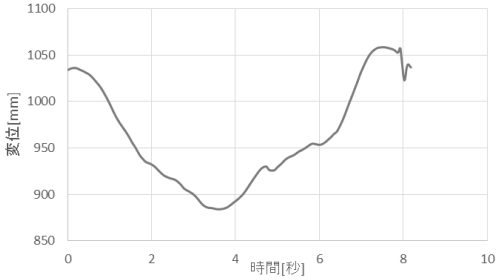


図 9　工程 2 における非熟練者による要介護者の首の変位

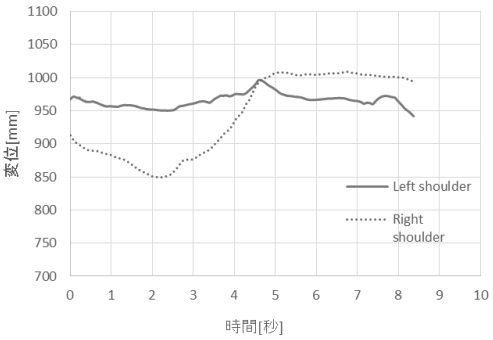


図 10　工程 2 における熟練者による要介護者の肩の変位

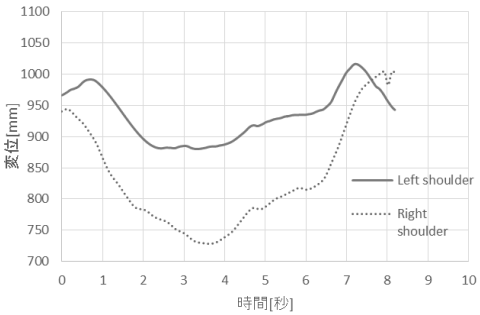


図 11　工程 2 における非熟練者による要介護者の肩の変位

それに対し，非熟練者の場合は，要介護者の首と両肩の上下方向の変位が大きい値を示した．これは，非熟練者が熟練者と同じ作業を行なった時に，要介

護者の体を左右だけでなく，前後にも動かしていることが原因であると推測される．

3.3　工程 3 における動作解析結果

図 12 に工程 3 における熟練者･非熟練者の動作を示す．この図を見ると，移乗時に熟練者の手は非熟練者と比べ要介護者の脇の下に入れて肩甲骨を支えており，要介護者を最大限に安定した体勢で動かすことや，要介護者へのインタビューにより，安心感を与えていることが分かった．また，熟練者はベッドに対しスライドボードを斜めに使用したため合理的な軌道で要介護者を持ち上げずにスムーズに滑らせることができたが，非熟練者はスライドボードを的確な使用ができず要介護者を持ち上げていた．

図 13，図 14 を見ると，熟練者はスライドボードを確実に利用することによって肩をあまり上下に動かさずにスムーズに移乗を行なえていることが分かる．それに対して非熟練者の場合は，肩を上下に動かし長時間にわたり移乗を行なった．これは，スライドボードで要介護者を滑らさずに自分の力で要介護者を持ち上げたと考えられる．

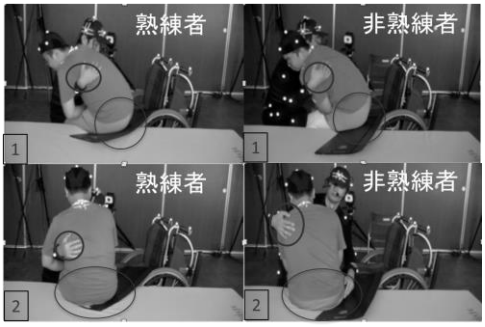


図 12　工程 3 における熟練者・非熟練者の動作

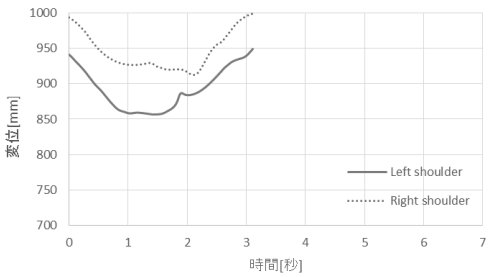


図 13　工程 3 における熟練者による要介護者の肩の変位

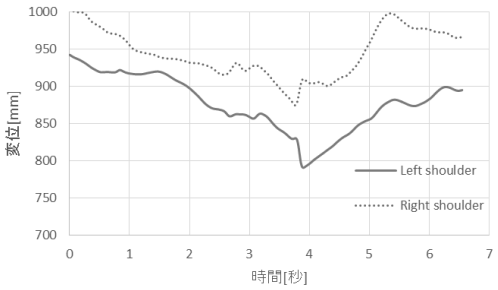


図 14　工程 3 における非熟練者による要介護者の肩の変位

4.　結言

1)熟練者は，要介護者の体勢を調整する際，要介護者の上半身を斜め前に倒しすぎないように少しだけ前傾させ左右に移動し，体重を片足に乗せるようにすることを繰り返す．

2)熟練者は，要介護者を斜め前に倒し，要介護者の体重を片足に乗せ，ベッド側の足の太ももの付け根と坐骨の間にスライドボードを敷き込み，片側はベッドにしっかりと乗せるようにセットし，移乗しやすいようにスライドボードとベッドの角度を小さくする．

3)ベッド側の手を要介護者の脇の下から入れ，肩甲骨あたりを支え，反対側の手を要介護者の腰あたりに置き，要介護者の体をベッド側に倒し，ボードを利用し腰を押しながら，持ち上げずに滑らすよう移乗する．

5.　参考文献

1）厚生労働省・中央労働災害防止委員会，社会福祉施設における安全衛生対策～腰痛対策・KY 活動

2）阪下　暁，出口　朋実，本田　愛由子，松田　麻子，松本　后代，宮原　瑞紀，山本　志歩，高齢者施設介護職員の作業負担軽減～スライディングシートとスライディングボードの導入と活用～（2009）

ISSN 1344-4565

平成 27 年度日本人間工学会関西支部大会

大会長
有馬 正和（大阪府立大学・大学院工学研究科・海洋システム工学分野　准教授）

事務局長
真嶋 由貴恵（大阪府立大学・大学院工学研究科・知能情報工学分野　教授）

大会実行補佐
荒木 大翔，岩本 佑己，竹内 朝日，竹内 梨乃
平沼 真衣，前川 真奈海，吉田 桂奈

平成 27 年度日本人間工学会関西支部大会 講演論文集

発行日　2015 年 12 月 5 日
発行者　平成 27 年度日本人間工学会関西支部大会事務局

〒599-8531 大阪府堺市中区学園町 1－1
大阪府立大学・大学院工学研究科・海洋システム工学分野・有馬研究室内
Tel　072-254-9342（ダイヤルイン）　Fax　072-254-9914（分野事務局）
Email　jeskb27@arima-labo.jp
大会ホームページ　http://arima-labo.jp/jeskb27/

印刷所　株式会社 春日