

2014年度
一般社団法人日本人間工学会
関東支部第44回大会
講演集

Proceedings of the 44th Annual Meeting of Kanto-Branch,
Japan Ergonomics Society

2014年12月6日(土)・7日(日)

早稲田大学

2014年度
一般社団法人日本人間工学会
関東支部第44回大会
講演集

Proceedings of the 44th Annual Meeting of Kanto-Branch,
Japan Ergonomics Society

会 期 2014年12月6日(土)・7日(日)

会 場 早稲田大学 早稲田キャンパス

大会長 加藤 麻樹

目 次

大会長挨拶.....	III
大会概要.....	IV
会場案内図.....	V
大会スケジュール.....	VI
プログラム.....	X
抄録	
大会1日目(12月6日).....	1
大会2日目(12月7日).....	51
広告.....	115
実行委員.....	116

大会長挨拶

日本人間工学会会員の皆様におかれましては、
ご清祥のこととお慶び申し上げます。

さて此の度、関東支部第 44 回大会ならびに第 20 回
卒業論文発表会を、早稲田大学早稲田キャンパスにて
開催する運びとなりました。ご来場の皆様をスタッフ
一同、心より歓迎いたします。今回は、今年度竣工
いたしました 3 号館を会場といたしました。ご来場の
皆様には、旧校舎の趣と現代建築の技術の融合を
お楽しみいただけることと存じます。



今年度の大会では、支部大会の一般演題として 56 件、卒論発表会の演題として 58
件のお申し込みをいただいております。それぞれ一層の充実を図るべく、今回プログラ
ムの構成に少々変更を加えました。すなわち、例年会場を分けてパラレルセッション
を組んでいたものを、会場を共通にして時間枠をずらす方法をとっています。新し
い取り組みでございますので、従来と異なる点でご参加される皆様にはご不自由に感
じられることがあるやもしれません。何とぞご理解いただき、またお気づきの点がご
ございましたら、ご指導賜りたく存じます。

また今回、本学人間科学学術院助教の玉城絵美氏に「認知科学・生理学・工学の最
新技術を駆使した究極の引きこもりシステム—身体感覚と触感覚の伝達—」と題して、
氏が開発されたボゼストハンドの実演を交えた特別講演をお願いしました。氏は自ら
ベンチャー企業 H2L Inc を設立され、今なおチーフリサーチャーとして活躍する、新
進気鋭の HCI リサーチャーであります。メディアでも多数紹介され、今後の活躍が期
待される先生としてご講演をお願いしました。ご来場の皆様にもぜひご参加いただ
けますようお願い申し上げます。

師走の慌ただしい時節ではございますが、会員の皆様に充実した時間をお過ごし
いただけるよう、スタッフ一同、微力を尽くす所存でございます。どうぞよろしくお願い
申し上げます。

日本人間工学会関東支部第 44 回大会
大会長 加藤麻樹

大会概要

■会 期

2014 年 12 月 6 日 (土) ～ 7 日 (日)

■会 場

早稲田大学 早稲田キャンパス 3 号館
〒169-8050 新宿区西早稲田 1-6-1

■大会長

加藤 麻樹 (早稲田大学)

■主 催

一般社団法人 日本人間工学会 関東支部

■日 程

12 月 6 日 (土) 一般講演, 卒業研究発表, 特別講演, 支部総会, 支部委員会, 懇親会
12 月 7 日 (日) 一般講演, 卒業研究発表

■参加受付

事前参加登録:	正会員・賛助会員・協賛団体	5,000 円
	非会員	6,000 円
	学生 (大学院生を含む)	1,000 円
当日参加登録:	正会員・賛助会員・協賛団体	6,000 円
	非会員	7,000 円
	学生 (大学院生を含む)	1,000 円

■懇親会

日時: 12 月 6 日 (土) 18:00-20:00
会場: 大隈ガーデンハウス 3 階
会費: 4,000 円

■協賛団体

人類働態学会

■事務局

日本人間工学会関東支部 第 44 回大会 大会事務局
〒359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島 2-579-15 早稲田大学 人間科学学術院 内
E-mail: jeskanto2014staff@list.waseda.jp

日本人間工学会関東支部 第 44 回大会 運営事務局
〒100-0014 東京都千代田区永田町 2-9-6 十全ビル 4 階 株式会社ドーモ内
TEL 03-5510-7923 FAX 03-5510-7922

会場案内図

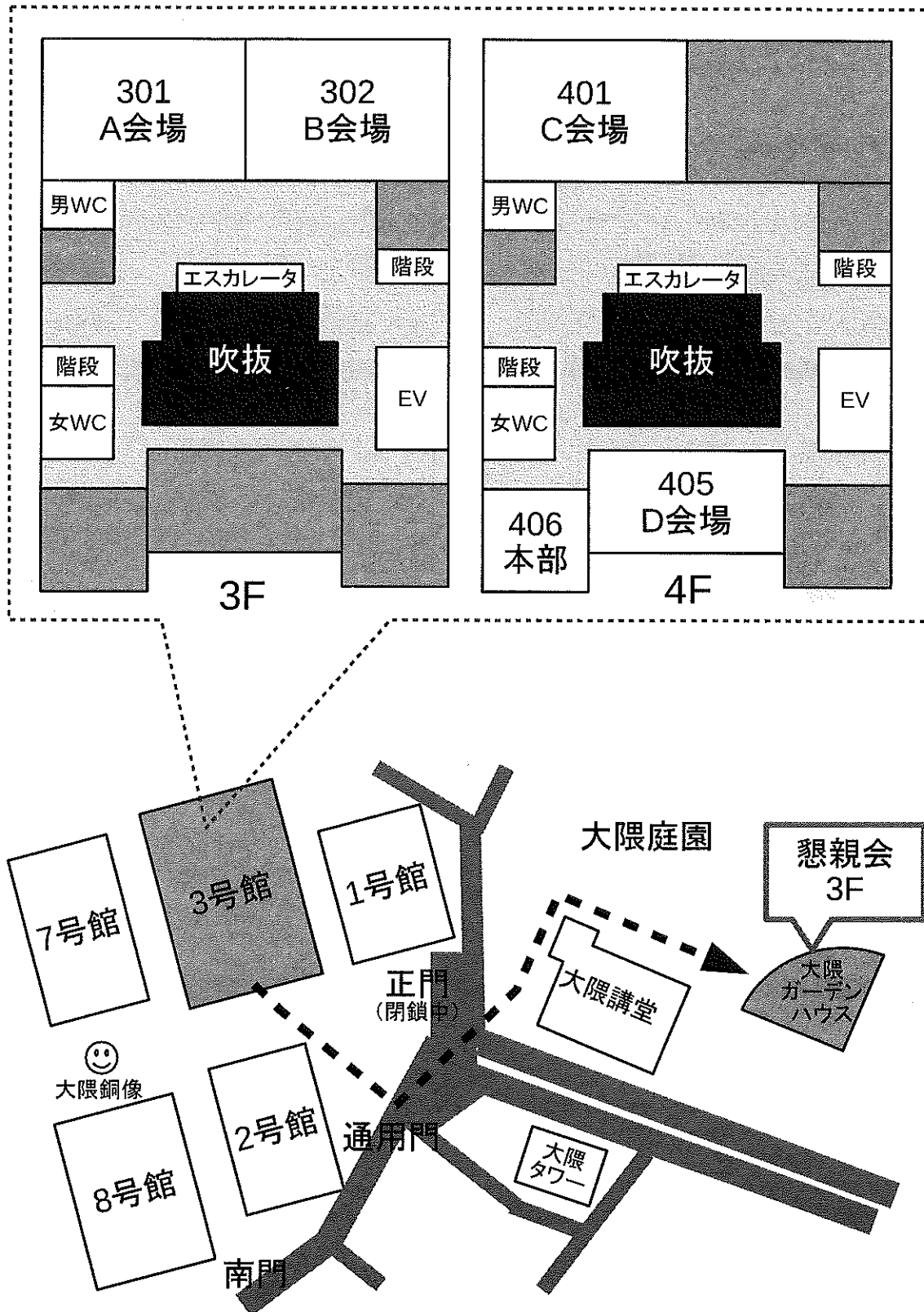
■早稲田大学早稲田キャンパス 3号館

A会場：301（3階）

B会場：302（3階）

C会場：401（4階）

D会場：405（4階）



12月6日 土曜日

301 (A会場)

302 (B会場)

1A 「コミュニケーション」 座長：吉武良治(芝浦工業大学)		
9:00-9:15	1A-1	生活観察に基づくICTサービス開発の検討 一井勇人・小松原明哲(早稲田大学)
9:15-9:30	1A-2	聴覚・言語障害者のため緊急通報対話システム-3 細野直也・井上裕光・中西美和・富田豊(洋コンサルティングソリューションズ(株)ほか)
9:30-9:45	1A-3	モバイルコミュニケーションにおける感情伝達要素としてのバイブレーション応用 中村敦史・中西美和(慶応義塾大学)
9:45-10:00		

1B 「認知」 座長：辛島光彦(東海大学)	
1B-1	事象関連電位の生体認証への応用の試み 加藤卓巳・熊倉雅典・松田真里子(白鳳大学経済学部)
1B-2	想起言語の推定を目的とした事象関連電位の解析 林達也・西野弘晃・松田真里子(白鳳大学経済学部)
1B-3	イメージスキーマに着目した色彩表現に関する考察-物理的特性を示す言葉との関連について- 池田未央・島居瑠那・Loeffler Diana・Hurlienne Joern(日本大学ほか)
1B-4	注意の瞬きが触覚による即時計数へ与える影響 中野博斗・下村義弘・勝浦哲夫(千葉大学)

2A 卒業研究発表 座長：勝浦哲夫(千葉大学)		
10:10-10:25	2A-1	事象関連電位を用いた髪型による印象の差異に関する研究 高津佳奈子・山崎祥子(白明大学)
10:25-10:40	2A-2	NIRSを用いた脳機能計測における血流変化の解析 池田彬・梶田恵子・関原謙介(都立産業技術高専)
10:40-10:55	2A-3	スマートフォンを用いた脈波計測アプリケーションの開発とその計測精度向上: 屋外日向条件での検討 古城暁・梶田恵子・松井岳巳(首都大学東京)
10:55-11:10	2A-4	歩きスマホの回避行動についての研究 福井耕太郎(東京理科大学)

2B 卒業研究発表 座長：菅間敦(労働安全衛生総合研)		
2B-1	オMISSIONエラーを低減するシリアスゲーム	清水健太 (法政大学)
2B-2	加速度センサを用いた動作分離型高精度個人認証手法	紺野正文・上岡英史 (芝浦工業大学)
2B-3	電子カルテ操作時の身体疲労に関する研究	田中芽衣・鈴木玲子 (埼玉県立大学)
2B-4	東日本大震災後の対応からみた水族館と動物園のレジリエンスについて	片瀬絵里奈 (帝京科学大学)

3A 「デザイン」 座長：河合隆史(早稲田大学)		
11:20-11:35	3A-1	サムネイル画像の色の有無が所望画像の検出時間に与える影響 菅野と・山本周平・武藤恵司・八木一夫・三林洋介・浅井紀久夫・池田真美夫(芝浦工業大学ほか)
11:35-11:50	3A-2	想像に適した配色提示-NGDと配色イメージスケールの利用- 石川哲大・上岡英史(芝浦工業大学)
11:50-12:05	3A-3	新製品企画のアイデア創出手法の活用基準に関する検討 酒谷修・小松原明哲(早稲田大学)
12:05-12:20	3A-4	テキストマイニングによるユーザレビューの解析に基づく製品デザインとUXの関連について 望月崇允・石川慎也・矢口博之・磯野春雄(東京電機大学)

3B 「生理・生体」 座長：武岡元(日本宇宙フォーラム)		
3B-1	心拍変動指標を用いた非接触バイオフィードバックシステムの開発	垣坂皓太・梶田恵子・松井岳巳(首都大学東京)
3B-2	パルス光照射時の瞳孔径と網膜電図の関係	内山友里亜・李スミン・下村義弘・勝浦哲夫(千葉大学)
3B-3	大腿部静脈診断における上肢の筋負担と超音波探触子の寸法に関する研究	盛君琳・鈴木浩之・下村義弘・勝浦哲夫(千葉大学ほか)
3B-4	低強度のひねり荷が体幹筋の筋活動へ及ぼす影響	野島原由香・鈴木浩之・下村義弘・勝浦哲夫(千葉大学ほか)

12:20-13:05 支部委員会 (607教室)

13:05-13:50 総会

4A 卒業研究発表 座長：神田直弥(東北公益文科大学)		
14:00-14:15	4A-1	万年筆の筆記特性からみた書き心地の評価方法に関する研究 須崎あり紗(千葉工業大学)
14:15-14:30	4A-2	デノボが作業効率に及ぼす影響 銀村真依・吉武良治(芝浦工業大学)
14:30-14:45	4A-3	効果的なPOPの色とキャッチコピーに関する研究-脳の反応とアンケート調査を用いて- 石井雄也・山田雄樹(白鷗大学)
14:45-15:00	4A-4	音楽と照明が人の空間評価に与える影響 前田和樹・高澤俊介・福住紀明・藤又洋子(東京電機大学)

4B 卒業研究発表 座長：西口宏美(東海大学)		
4B-1	高齢者にとってわかりやすい振動パターンに関する研究	中野賢 (千歳科学技術大学)
4B-2	擬音語を用いた視覚障がい者向け漢文字付き電子メールの言語化システム	須藤春奈 (東京電機大学)
4B-3	手首装着型加速度センサを用いたエアキーボード実現手法	富永修平・上岡英史 (芝浦工業大学)
4B-4	立体視視認性を認知するときの眼球運動特性の研究	鈴木哲平 (東京理科大学)

特別講演 司会：島崎敬(早稲田大学)		
15:10-16:40	認知科学・生理学・工学の最新技術を駆使した究極の引きこもりシステム-身体感覚と触覚の伝達- 玉城絵美(早稲田大学)	

5A 「安全・高齢者」 座長：鈴木郁(法政大学)		
16:50-17:05	5A-1	UDフォントによる組版の設定が文章の可読性に与える影響について 寺下和洋・矢口博之・中本和宏・八杉純一・細野春雄(東京電機大学ほか)
17:05-17:20	5A-2	脚立に起因する労働災害の実態 菅間敦・大西明宏(独立労働安全衛生総合研究所)
17:20-17:35	5A-3	高齢者を対象とした情報機器マニュアルデザインの検討 (第3報) -マニュアルの構成要素の影響の評価実験- 嶋田智和・大倉典子(Boku, Inc.ほか)
17:35-17:50	5A-4	火山噴火救命技術を考える...人間工学は噴石と火砕流から人命を守るのか? 福本一朗・佐藤昭(長岡技術科学大学ほか)

5B 「動作・姿勢」 座長：鳥居塚崇(日本大学)		
5B-1	3次元動作解析を用いた身体各部のひねり動作の定量化	石原成治郎・高橋雄三 (広島市立大学)
5B-2	マウス操作時におけるD/C比が移動動作ならびに位置決め動作時間に与える影響について	西口宏美(東海大学)
5B-3	現場向きの動作観察・生体計測記録情報の統合に基づく運動評価支援システムの提案	易強・小松剛・及川直康・ 下村義弘・山本清文・尾崎宏樹 (静岡県工業技術研究所ほか)
5B-4	パターンマッチングを用いたストレス動作検出	菅徳周平・上岡英史 (芝浦工業大学)

18:00-20:00 懇親会 (大隈ガーデンハウス3F)

401 (C会場)

405 (D会場)

9:00-9:15

9:15-9:30

9:30-9:45

9:45-10:00

2C 卒業研究発表 座長: 三林洋介(都立産業技術高専)		
2C-1	野球における失策と球場環境との関係性についての考察	矢野俊毅・鳥居塚崇(日本大学)
2C-2	高所作業における墜落・転落の要因分析とその対策に関する検討	猪浦駿斗・鳥居塚崇(日本大学)
2C-3	男子車椅子バスケットボールのチーム別ショットポジションの特性 ~2012年ロンドンパラリンピックを例に~	近者彩・佐藤健(実践女子大学)
2C-4	KINECT for Windowsを用いた頭部動作検出と覚醒度低下検出	松岡和英(法政大学)

2D 卒業研究発表 座長: 阿久津正大(玉川大学)		
2D-1	タッチパネル型公共機器の最適な画面高さと角度に関する研究	山田香穂里・吉武良治(芝浦工業大学)
2D-2	選択課題からみる接触インターフェースと非接触インターフェースの操作性の比較	中村隼大(千葉大学)
2D-3	骨伝導通信に対する騒音による振動の影響	高橋康次郎・武藤志司・八木一夫・陳国章(芝浦工業大学)
2D-4	インタフェース操作時の指の動作特徴を利用した思考・探索要素のユーザビリティ評価	片岡裕映・西内信之(首都大学東京)

10:10-10:25

10:25-10:40

10:40-10:55

10:55-11:10

11:20-11:35

11:35-11:50

11:50-12:05

12:05-12:20

12:20-13:05

13:05-13:50

4C 卒業研究発表 座長: 堀野定雄(神奈川大学)		
4C-1	交通統計に見られる男女差	近立翔一・佐藤真実・相馬重典・葛崎貴裕・田中志平(東北学院大学)
4C-2	通話形態の相違が運転行動に及ぼす影響	河野優人(都立産業技術高専)
4C-3	刺激によるドライバーの覚醒低下防止に関する研究	中戸川貴(都立産業技術高専)
4C-4	大学生の車に対する興味の度合いとイメージとの関連性の検討	古田寛之(日本大学)

4D 卒業研究発表 座長: 矢口博之(東京電機大学)		
4D-1	消費者が認識する価格表記に関する認識とアンケートを用いた研究	阿久津大陸・増茂拓也・谷中匡史(白鷲大学)
4D-2	近赤外線分光法(NIRS)による脳の局所的な反応計測	岡田裕貴・福田恵子・関原謙介(都立産業技術高専)
4D-3	短時間かつ非接触でのバイタルサイン計測による熱中症診断システムの開発	渡井慶之・橋爪純子・松井恭巳(首都大学東京)
4D-4	踏み台昇降動作を用いた転倒予防トレーニングの研究	川名智幸(東京電機大学)

14:00-14:15

14:15-14:30

14:30-14:45

14:45-15:00

15:10-16:40

16:50-17:05

17:05-17:20

17:20-17:35

17:35-17:50

※卒論発表の原稿はこの冊子には含まれていません。

18:00-20:00

12月7日 日曜日

301 (A会場)

6A 「ユーザビリティ」 座長：高橋雄三(広島市立大学)	
9:00-9:15	6A-1 ジェスチャーインターフェイスの適用可能性に関する検討 東大尉・赤津裕子・小松原明哲(早稲田大学ほか)
9:15-9:30	6A-2 ショッピングサイト利用時の満足度に関するユーザビリティ評価法の提案 大熊一貴・西内信之(首都大学東京ほか)
9:30-9:45	6A-3 社会ソリューションシステムとコンシューマー市場システムにおけるユーザビリティ評価の違い 小林雅幸・安斎子・長井史朗・太田知見(NECエヌシステムパートナー(株)ほか)
9:45-10:00	6A-4 使い慣れたUIの変更によるユーザ行動の変化に関する研究 鴨志田大地・西内信之

7A 卒業研究発表 座長：瀬尾明彦(首都大学東京)	
10:10-10:25	7A-1 VDT作業の精度に及ぼす入力デバイス・机上設置に関する研究 調川拓己・柳又康平・寺澤有希(日本大学)
10:25-10:40	7A-2 振動と音の複合作用に関する研究 寺山裕・岡田信夫・松田礼(日本大学)
10:40-10:55	7A-3 指による押荷重を利用した三次元入力デバイス 早川駿郎(法政大学)
10:55-11:10	7A-4 ロボット操作における感覚フィードバックの効果 齋藤淳・源雅彦・仲林啓・山本広樹(都立産業技術高等)

8A 「感性」 座長：小松原明哲(早稲田大学)	
11:20-11:35	8A-1 表面の質感評価に及ぼす視覚と触覚の相互作用に関する研究 古賀賢・松田礼・町田信夫(日本大学)
11:35-11:50	8A-2 音楽の構成要素と事象関連電位に関する研究 高瀬菜津美・船田真望子(白鳳大学)
11:50-12:05	8A-3 解像度の変化が画像の質感に及ぼす影響 斎藤健介・源雅彦・仲林啓・山本広樹(都立産業技術高等)
12:05-12:20	8A-4 タイルディスプレイを用いた超解像度映像による遠隔コミュニケーションにおける臨場感に関する実験的評価 江原康生(大阪大学)

9A 「情報・評価」 座長：竹内百合子(労働科学研究所)	
13:10-13:25	9A-1 行動観察に基づいた調理器具のデザイン要件の抽出 齋藤祐太・橋本雅美・堀川恵子・和田幸(株)UyesDesignほか)
13:25-13:40	9A-2 機械学習とOSA睡眠調査票を用いた睡眠評価の比較検討 毛利拓真・上岡英史(芝浦工業大学)
13:40-13:55	9A-3 自動車接近報知音の印象評価に関する研究 野口尚志・松田礼・町田信夫(日本大学)
13:55-14:10	9A-4 MRI用ANCの圧電型ヘッドホンによる消音シミュレーション 長田涼佑・武藤憲司・八木一夫・陳国輝(芝浦工業大学ほか)

10A 卒業研究発表 座長：水野有希(東洋学園大学)	
14:20-14:35	10A-1 光センサーを利用した駅構内の案内方法の提案 中島正弘・高橋賢・齋藤翔平・(日本大学)
14:35-14:50	10A-2 位置計測フレームワークを応用した建造物内での現在地特定 和合翼(法政大学)
14:50-15:05	10A-3 住宅の気密性能の簡易評価法 甲斐昭裕(法政大学)
15:05-15:20	10A-4 運転者の利き眼の機能計測に関する基礎的研究 野澤都丸(日本大学)

11A 「Social Centered Design」のケーススタディ 座長：西内信之(首都大学東京)	
15:30-15:45	11A-1 ソーシャルセンターードデザインとソーシャル体験 山崎和彦(千葉工業大学)
15:45-16:00	11A-2 ソーシャルデザインのデザイン領域と構造の検討 佐藤忠輔・安藤昌也(千葉工業大学)
16:00-16:15	11A-3 Social Centered Designにおけるステークホルダーに関する考察 細田彰一・幾原武志(日本工業大学ほか)
16:15-16:30	11A-4 ソーシャルセンターードデザインにおける課題発見とビジョン可視化—やまなし水源地ブランド戦略会SCDプロジェクトを事例に— 郷健太郎・八木佳子(山梨大学ほか)
16:30-17:30	

302 (B会場)

6B 「教育・子ども」 座長：申紅仙(常盤大学)	
6B-1	家具配置に見られる子どもとおとなの感情的相違 勝又洋子・野口祐智・大西謙吾・角田賢俊(東京電機大学)
6B-2	飲食業におけるアルバイト従業員の対応力向上のための教育プログラムの作成 高橋将希・小松原明哲(早稲田大学)
6B-3	学習用タブレット端末の傾斜角と書きやすさ 柴田隆史(東京福祉大学)
6B-4	小学校において発生した事故と安全指導とのかかわりに関する考察 柏村俊太郎・鳥塚孝(日本大学)

7B 卒業研究発表 座長：高橋明子(労働安全衛生総合研究所)	
7B-1	歩きスマホ時の障害物に対する反応遅延—視野制限の影響— 堀留涼子(東京電機大学)
7B-2	足関節圧力分布を用いた個人認証手法 藤代大輝・上岡英史(芝浦工業大学)
7B-3	頸部損傷による肢体不自由者用ボイディングデバイスの開発 佐藤雅也(東京電機大学)
7B-4	大画面スマートフォン端末における片手タッチ操作手法の研究 川田佑介(東京電機大学)

8B 「動作・姿勢2」 座長：堀江良典(日本大学)	
8B-1	座位・立位可変型作業の有効性に関する実験的研究(5)—長時間作業における座位・立位の作業状況と使用効果について— 廣野雄介・多賀亮太・長谷川麗佳・阿久津正太(玉川大学)
8B-2	背面接触圧を考慮した仰臥位作業時の上肢関節トルクの推定 門松誠・瀬尾明彦(首都大学東京)
8B-3	着座時の体幹背部形状変化の測定に関する研究 吉田崇虎・堀内邦雄・青木和夫(工学院大学ほか)
8B-4	最大リーチを伴う作業の操作方向が身体負担に与える影響 西島麗・瀬尾明彦(首都大学東京)

9B 「医療」 座長：笠原康代(昭和大学)	
9B-1	小規模病院の患者中心サービスに関する研究—医療従事者の業務内容とサービス提供の実状— 中村英秋・早船信代・佐藤隆・高橋啓・佐藤忠・佐藤拓也・佐藤拓也・阿久津正太(注川大学)
9B-2	P1Pシートの開封容易性に関する研究 伏見優大・宮崎裕希・土屋文人・鈴木豊明・岡本大・三村洋介(東京都市産業技術高等)
9B-3	マイクロ波レーダーを用いた在宅健康モニタリングのための自律移動型ロボットの開発 那波隆・飯光雄・松岡歩・飯文雄・松井岳巳(首都大学東京ほか)
9B-4	補助用具を用いた起き上がり動作における姿勢安定性の評価 鈴木玲子・大川絵里香・青木和夫(埼玉県立大学ほか)

10B 卒業研究発表 座長：石田敏郎(新潟県立大学)	
10B-1	マイクロ波レーダーで求めた心拍数変動指標による睡眠段階推定の研究 鈴木和幸・橋本純子(首都大学東京)
10B-2	心拍の非線形計測による座位での入眠検知：覚醒時と入眠時の比較 前田崇斗・橋本純子・松井岳巳(首都大学東京)
10B-3	睡眠時無呼吸症候群の簡易検査に向けた装置開発—身長と体重の影響の検討— 川崎仁那・吉澤昌純・大場恭子(都立産業技術高等)
10B-4	自転車運転時の生体負担に関する研究 荒木武蔵・松田礼・町田信夫(日本大学)

11B 「レジリエンスエンジニアリングが目指す安全とその実現方策」 座長：北村正晴(テムス研究所) 指定討論者：小松原明哲(早稲田大学)	
11B-1	Safety-Iの実現に向けた福島第一原子力発電所からの教訓導出(1)—レジリエンスエンジニアリング：指針から実装へ— 北村正晴・吉澤厚文・大場恭子(株)テムス研究所ほか)
11B-2	Safety-IIの実現に向けた福島第一原子力発電所からの教訓導出(2)—Respondingの構造分析— 吉澤厚文・大場恭子・北村正晴(原燃輸送(株)ほか)
11B-3	Safety-IIIの実現に向けた福島第一原子力発電所からの教訓導出(3)—現場におけるAttitudeの分析とその醸成— 大場恭子・吉澤厚文・北村正晴(東京工業大学ほか)
ディスカッション	

401 (C会場)

405 (D会場)

9:00-9:15

9:15-9:30

9:30-9:45

9:45-10:00

7C 卒業研究発表 座長: 中村 愛 (早稲田大学)		
7C-1	ユーザ情報に基づく効果的なインターネット広告提示の検討	関谷純理・西内信之 (首都大学東京)
7C-2	頭皮刺激による聴覚器具の人工学的開発	北村 美由 (都立産業技術高専)
7C-3	人間工学教材の開発—人体計測と3Dデジタルツールを活用する製品開発実習	奥村真之介・佐藤瑞子・下郷晋雄・阿久津正太 (玉川大学)

7D 卒業研究発表 座長: 小林大二 (千歳科学技術大学)		
7D-1	サムネイル画像を利用した画像検出における検出時間と注視時間の計測	山本周平・菅野立・武蔵 康司・八木一夫・三林洋介 (沼津工業大学)
7D-2	ポートレート写真依頼撮影時の見え方向上に関する検討—被依頼者の行動に着目して—	柿川佳裕・鳥居球崇 (日本大学)
7D-3	企業の広報活動におけるFacebookの活用方法の検討	後藤駿弥・小松原明樹 (早稲田大学)

10:10-10:25

10:25-10:40

10:40-10:55

10:55-11:10

11:20-11:35

11:35-11:50

11:50-12:05

12:05-12:20

13:10-13:25

13:25-13:40

13:40-13:55

13:55-14:10

10C 卒業研究発表 座長: 松田文子 (労働科学研究所)		
10C-1	避難行動を促進させる防災放送の音声提示条件に関する検討	立光智博 (早稲田大学)
10C-2	DIGを用いた自助防災啓発教材の開発	今村仁彦 (早稲田大学)
10C-3	災害時における共助としての地域協働学校の機能の役割	中西徹・田口京介 (東京理科大学)

14:20-14:35

14:35-14:50

14:50-15:05

15:05-15:20

15:30-15:45

15:45-16:00

16:00-16:15

16:15-16:30

16:30-17:30

※卒業発表の原稿はこの冊子には含まれていません。

プログラム

12月6日 土曜日

12/6 9:00-10:00 301 教室

1A コミュニケーション

座長：吉武良治(芝浦工業大学)

1A-1 生活観察に基づく ICT サービス開発の検討

一井勇人¹⁾, 小松原明哲²⁾

1)早稲田大学大学院創造理工学研究科, 2)早稲田大学理工学術院

1A-2 聴覚・言語障害者のため緊急通報対話システム -3

細野直恒¹⁾, 井上裕光²⁾, 中西美和³⁾, 富田豊⁴⁾

1)沖コンサルティングソリューションズ株式会社, 2)千葉県立保健医療大学, 3)慶応義塾大学, 4)藤田保健衛生大学

1A-3 モバイルコミュニケーションにおける感情伝達要素としてのバイブレーション応用

中村敦史¹⁾, 中西美和¹⁾

1)慶應義塾大学

12/6 9:00-10:00 302 教室

1B 認知

座長：辛島光彦(東海大学)

1B-1 事象関連電位の生体認証への応用の試み

加藤卓巳¹⁾, 熊倉雅典¹⁾, 船田眞里子¹⁾

1)白鷗大学経済学部

1B-2 想起言語の推定を目的とした事象関連電位の解析

林達也¹⁾, 西野弘晃¹⁾, 船田眞里子¹⁾

1)白鷗大学経済学部

1B-3 イメージスキーマに着目した色彩表現に関する考察

ー物理的特性を示す言葉との関連についてー

池田未央¹⁾, 鳥居塚崇²⁾, Loeffler Diana³⁾, Hurtienne Joern³⁾

1)日本大学大学院, 2)日本大学, 3)University of Würzburg

1B-4 注意の瞬きが触覚による即時計数へ与える影響

中野博斗¹⁾, 下村義弘¹⁾, 勝浦哲夫¹⁾

1)千葉大学大学院工学研究科

12/6 11:20-12:20 301 教室

3A デザイン

座長：河合隆史(早稲田大学)

3A-1 サムネイル画像の色の有無が所望画像の検出時間に与える影響

菅貴之¹⁾, 山本周平¹⁾, 武藤憲司¹⁾, 八木一夫²⁾, 三林洋介³⁾, 浅井紀久夫⁴⁾, 近藤喜美夫⁴⁾

1)芝浦工業大学, 2)首都大学東京, 3)東京都立産業技術高等専門学校, 4)放送大学

3A-2 想像に適した配色提示-NGDと配色イメージスケールの利用-

石川哲大¹⁾, 上岡英史¹⁾

1)芝浦工業大学大学院理工学研究科

3A-3 新製品企画のアイデア創出手法の活用基準に関する検討

酒谷修¹⁾, 小松原明哲¹⁾

1)早稲田大学大学院

3A-4 テキストマイニングによるユーザレビューの解析に基づく製品デザインとUXの関連について

望月崇允¹⁾, 石川慎也²⁾, 矢口博之²⁾, 磯野春雄¹⁾

1)東京電機大学大学院, 2)東京電機大学

12/6 11:20-12:20 302 教室

3B 生理・生体

座長：武岡元(日本宇宙フォーラム)

3B-1 心拍数変動指標を用いた非接触バイオフィードバックシステムの開発

垣坂皓太¹⁾, 橋爪絢子¹⁾, 松井岳巳¹⁾

1)首都大学東京大学院システムデザイン研究科

3B-2 パルス光照射時の瞳孔径と網膜電図の関係

内山友里亜¹⁾, 李スミン²⁾, 下村義弘¹⁾, 勝浦哲夫¹⁾

1)千葉大学大学院工学研究科, 2)千葉大学環境健康フィールド科学センター

3B-3 大腿部静脈診断における上肢の筋負担と超音波探触子の寸法に関する研究

盛君琳¹⁾, 鈴木浩之²⁾, 下村義弘¹⁾, 勝浦哲夫¹⁾

1)千葉大学大学院工学研究科, 2)日立アロカメディカル株式会社

3B-4 低強度のひねり負荷が体幹筋の筋活動へ及ぼす影響

野曾原由香¹⁾, 鈴木浩之²⁾, 下村義弘¹⁾, 勝浦哲夫¹⁾

1)千葉大学大学院工学研究科, 2)日立アロカメディカル株式会社

12/6 15:10-16:40 301 教室

特別講演

司会：島崎敢(早稲田大学)

認知科学・生理学・工学の最新技術を駆使した究極の引きこもりシステム

ー身体感覚と触感覚の伝達ー

玉城絵美¹⁾

1)早稲田大学人間科学学術院

12/6 16:50-17:50 301 教室

5A 安全・高齢者

座長：鈴木郁(法政大学)

5A-1 UD フォントによる組版の設定が文章の可読性に与える影響について

寺下和洋¹⁾, 矢口博之²⁾, 中本和宏³⁾, 八杉純一⁴⁾, 磯野春雄¹⁾

1)東京電機大学大学院, 2)東京電機大学, 3)千葉工業大学, 4)UCDA

5A-2 脚立に起因する労働災害の実態

菅間敦¹⁾, 大西明宏¹⁾

1)独立行政法人労働安全衛生総合研究所人間工学・リスク管理研究グループ

5A-3 高齢者を対象とした情報機器マニュアルデザインの検討 (第3報)

—マニュアルの構成要素の影響の評価実験—

嶋田智和¹⁾, 大倉典子²⁾

1)Boku, Inc., 2)芝浦工業大学

5A-4 火山噴火救命技術を考える・・・人間工学は噴石と火砕流から人命を守れるか？・・・

福本 一朗¹⁾, 佐橋 昭²⁾

1)長岡技術科学大学, 2)Project I

12/6 16:50-17:50 302 教室

5B 動作・姿勢 I

座長：鳥居塚崇(日本大学)

5B-1 3次元動作解析を用いた身体各部のひねり動作の定量化

石原成治郎¹⁾, 高橋雄三²⁾

1)広島市立大学情報科学部, 2)広島市立大学大学院情報科学研究科

5B-2 マウス操作時における D/C 比が移動動作ならびに位置決め動作時間に与える影響について

西口宏美¹⁾

1)東海大学情報通信学部

5B-3 現場向きの動作観察・生体計測記録情報の統合に基づく運動評価支援システムの提案

易強¹⁾, 小松剛¹⁾, 及川貴康¹⁾, 下村義弘²⁾, 山本清文³⁾, 尾崎宏樹⁴⁾

1)静岡県工業技術研究所, 2)千葉大学, 3)花園大学, 4)国立スポーツ科学センター

5B-4 パターンマッチングを用いたストレス動作検出

曾篠周平¹⁾, 上岡英史¹⁾

1)芝浦工業大学

12月7日 日曜日

12/7 9:00-10:00 301 教室

6A ユーザビリティ

座長：高橋雄三(広島市立大学)

6A-1 ジェスチャインターフェイスの適用可能性に関する検討

東大貴¹⁾, 赤津裕子²⁾, 小松原明哲³⁾

1)早稲田大学大学院創造理工学研究科, 2)沖電気工業株式会社, 3)早稲田大学理工学術院

6A-2 ショッピングサイト利用時の満足度に関するユーザビリティ評価法の提案

大熊一貴¹⁾, 西内信之²⁾

1)首都大学東京大学院システムデザイン研究科

6A-3 社会ソリューションシステムとコンシューマー市場システムにおける
ユーザビリティ評価の違い

小林雅幸¹⁾, 安浩子¹⁾, 長井史朗¹⁾, 太田知見¹⁾

1)NECマネジメントパートナー株式会社

6A-4 使い慣れたUIの変更によるユーザ行動の変化に関する研究

鴨志田大地¹⁾, 西内信之¹⁾

1)首都大学東京大学院システムデザイン研究科

12/7 9:00-10:00 302 教室

6B 教育・子ども

座長：申紅仙(常磐大学)

6B-1 家具配置に見られる子どもとおとなの感性的相違

勝又洋子¹⁾, 野口祐智¹⁾, 大西謙吾¹⁾, 角田興俊¹⁾

1)東京電機大学

6B-2 飲食業におけるアルバイト従業員の対応力向上のための教育プログラムの作成

高橋将希¹⁾, 小松原明哲²⁾

1)早稲田大学大学院創造理工学研究科, 2)早稲田大学理工学術院

6B-3 学習用タブレット端末の傾斜角と書きやすさ

柴田隆史¹⁾

1)東京福祉大学教育学部

6B-4 小学校において発生した事故と安全指導とのかかわりに関する考察

柏村俊太郎¹⁾, 鳥居塚崇²⁾

1)日本大学大学院, 2)日本大学

12/7 11:20-12:20 301 教室

8A 感性

座長：小松原明哲(早稲田大学)

8A-1 表面の質感評価に及ぼす視覚と触覚の相互作用に関する研究

古賀翼¹⁾, 松田礼²⁾, 町田信夫²⁾

1)日本大学大学院理工学研究科, 2)日本大学理工学部

8A-2 音楽の構成要素と事象関連電位に関する研究

高瀬菜津美¹⁾, 船田眞里子²⁾

1)白鷗大学大学院, 2)白鷗大学

8A-3 解像度の変化が画像の質感に及ぼす影響

富澤俊介¹⁾, 浜頭尚平²⁾, 堀越尚志²⁾, 福住紀明¹⁾²⁾, 勝又洋子¹⁾, 磯野春雄¹⁾

1)東京電機大学大学院, 2)東京電機大学理工学部

8A-4 タイルディスプレイを用いた超解像度映像による遠隔コミュニケーションにおける
臨場感に関する実験的評価

江原康生¹⁾

1)大阪大学情報推進機構/サイバーメディアセンター

12/7 11:20-12:20 302 教室

8B 動作・姿勢2

座長：堀江良典(日本大学)

8B-1 座位・立位可変型作業の有効性に関する実験的研究(5)

—長時間作業における座位・立位の作業状況と使用効果について—

廣野雄介¹⁾, 多賀亮太¹⁾, 長谷川廣佳¹⁾, 阿久津正大¹⁾

1)玉川大学工学部

8B-2 背面接触圧を考慮した仰臥位作業時の上肢関節トルクの推定

門松誠¹⁾, 瀬尾明彦²⁾

1)首都大学東京大学院システムデザイン研究科, 2)首都大学東京システムデザイン学部

8B-3 着座時の体幹背部形状変化の測定に関する研究

吉田誉虎¹⁾, 堀内邦雄²⁾, 青木和夫³⁾

1)工学院大学大学院工学研究科, 2)工学院大学グローバルエンジニアリング学部, 3)日本大学理工学部

8B-4 最大リーチを伴う作業の操作方向が身体負担に与える影響

西島麗¹⁾, 瀬尾明彦²⁾

1)首都大学東京大学院システムデザイン研究科, 2)首都大学東京システムデザイン学部

12/7 13:10-14:10 301 教室

9A 情報・評価

座長：竹内百合子(労働科学研究所)

9A-1 行動観察に基づいた調理器具のデザイン要件の抽出

齋藤祐太¹⁾, 橋本雅美¹⁾, 梶川忠彦¹⁾, 和田率²⁾

1)株式会社 U'eyes Design, 2)株式会社 Remy

9A-2 機械学習と OSA 睡眠調査票を用いた睡眠評価の比較検討

毛利拓真¹⁾, 上岡英史¹⁾

1)芝浦工業大学大学院 理工学研究科電気電子情報工学専攻

9A-3 自動車接近報知音の印象評価に関する研究

野口尚志¹⁾, 松田礼²⁾, 町田信夫²⁾

1)日本大学大学院理工学研究科, 2)日本大学理工学部

9A-4 MRI 用 ANC の圧電型ヘッドホンによる消音シミュレーション

長田涼佑¹⁾, 武藤憲司¹⁾, 八木一夫²⁾, 陳国躍³⁾

1)芝浦工業大学, 2)首都大学東京, 3)秋田県立大学

12/7 13:10-14:10 302 教室

9B 医療

座長：笠原康代(昭和大学)

9B-1 小規模病院の患者中心サービスに関する研究

ー医療従事者の業務内容とサービス提供の実状ー

中村美咲¹⁾, 早船桃代¹⁾, ○佐藤匡¹⁾, 高篠皓¹⁾, 北見卓也¹⁾, 佐藤拓也¹⁾, 阿久津正大¹⁾

1)玉川大学工学部

9B-2 PTP シートの開封容易性に関する研究

伏見優大¹⁾, 宮崎玲奈²⁾, 土屋文人³⁾, 三林洋介¹⁾, 鈴木豊明²⁾, 岡本大²⁾

1)東京都立産業技術高専, 2)藤森工業株式会社, 3)国際医療福祉大学

9B-3 マイクロ波レーダーを用いた在宅健康モニタリングのための自律移動型ロボットの開発

祁曉龍¹⁾, 孫光鎬¹⁾, 松岡歩¹⁾, 兪文偉²⁾, 松井岳巳¹⁾

1)首都大学東京システムデザイン研究科, 2)千葉大学フロンティア医工学センター

9B-4 補助用具を用いた起き上がり動作における姿勢安定性の評価

鈴木玲子¹⁾, 青木和夫²⁾, 大川絵里香¹⁾

1)埼玉県立大学, 2)日本大学大学院

12/7 15:30-16:30 301 教室

11A Social Cetered Design のケーススタディ

座長：西内信之(首都大学東京)

11A-1 ソーシャルセンタードデザインとソーシャル体験

山崎和彦¹⁾

1)千葉工業大学

11A-2 ソーシャルデザインのデザイン領域と構造の検討

佐藤忠輔¹⁾, 安藤昌也²⁾

1)千葉工業大学大学院工学研究科, 2)千葉工業大学工学部

11A-3 Social Centered Design におけるステークホルダに関する考察

細田彰一¹⁾, 幾原武志²⁾

1)日本工業大学, 2)株式会社ホロンクリエイト

11A-4 ソーシャルセンタードデザインにおける課題発見とビジョン可視化

ーやまなし水源地ブランド協議会 SCD プロジェクトを事例にー

郷健太郎¹⁾, 八木佳子²⁾

1)山梨大学工学部, 2)株式会社イトーキ

12/7 15:30-17:30 302 教室

11B レジリエンスエンジニアリングが目指す安全とその実現方策

座長：北村正晴（テムズ研究所）、指定討論者：小松原明哲（早稲田大学）

11B-1 Safety-II の実現へ向けた福島第一原子力発電所からの教訓導出（1）

ーレジリエンスエンジニアリング：指針から実装へー

北村正晴¹⁾, 吉澤厚文²⁾, 大場恭子³⁾

1)株式会社テムズ研究所, 2)原燃輸送株式会社, 3)東京工業大学

11B-2 Safety-II の実現へ向けた福島第一原子力発電所からの教訓導出 (2)

ー Responding の構造分析ー

吉澤厚文¹⁾, 大場恭子²⁾, 北村正晴³⁾

1)原燃輸送株式会社, 2)東京工業大学, 3)株式会社テムス研究所

11B-3 Safety-II の実現へ向けた福島第一原子力発電所からの教訓導出 (3)

ー現場における Attitude の分析とその醸成ー

大場恭子¹⁾, 吉澤厚文²⁾, 北村正晴³⁾

1)東京工業大学, 2)原燃輸送株式会社, 3)株式会社テムス研究所

一般講演

12月6日(土)

9:00~10:00

A会場(301) 1A コミュニケーション

B会場(302) 1B 認知

11:20~12:20

A会場(301) 3A デザイン

B会場(302) 3B 生理・生体

15:10~16:40

A会場(301) 特別公演

認知科学・生理学・工学の最新技術を駆使した
究極の引きこもりシステム -身体感覚と触感覚の伝達-

講演者: 玉城絵美(早稲田大学)

16:50~17:50

A会場(301) 5A 安全・高齢者

B会場(302) 5B 動作・姿勢 1

生活観察に基づく ICT サービス開発の検討

○一井勇人*, 小松原明哲**

*早稲田大学創造理工学研究科, **早稲田大学理工学術院

A study for the designing of ICT service through behavior observation

Yuto Ichii*, Akinori Komatsubara**

*Creative Science and Engineering, Waseda University

**Faculty of Science and Engineering, Waseda University

1. 研究背景・目的

国立社会保障・人口問題研究所の調査によると、高齢者人口は今後増加し続け、40年後には3人に1人が65歳以上となる超高齢化社会になると予想されている¹⁾。それに伴い、1人暮らしの高齢者も増加すると予測される。このような独居高齢者の生活の自立や拡大のために、ICT (Information and Communication Technology) サービスが期待される。しかし現状ではサービス ICT 機器やインターネットサービスを使用していない高齢者は多く、その理由として最も多いのが「利用する必要性をあまり感じないから」とされている²⁾。サービスの存在やメリットを知らないことや、あるいは知っていてもユーザビリティ上の不安感などがその理由になっている可能性もある。この場合は若年者向けのサービスのユーザビリティを向上し周知することで高齢者に受け入れられるだろう。しかし、そもそも高齢者の生活には適合しないのであれば、こうしたアプローチは有益ではない。裏返せば高齢者の生活ならではのサービスが提案されていくアプローチも必要かもしれない。本研究ではこの後者のアプローチを目指す。そもそも若年者に受け入れられているサービスも、なぜ受け入れられているのか、その理由も明らかではない。結果、若年者においてもアイデア頼みでサービスが提案されている状況にある。

そこで本研究では、生活行動観察を元に、高齢者の日常生活に受け入れられる ICT サービスの提案を念頭に置き、受け入れられるサービスの視点や、サービス提案のための生活行動観察について、そのアプローチの基本フレームについて検討する。なお、本研究でいう ICT サービスとは、生活の行動を支援する情報を提供することを意味する。

2. 研究方法

(1) 既存の ICT サービスの調査

若年者を対象とした、生活の中で受け入れられている ICT サービスについて調査する。

(2) 受け入れられている ICT サービスの傾向

生活観察を実施する際の視点となるサービスを整理する。得られた視点から、生活観察を実施する際に注目すべき点を考察する。

3. 既存の ICT サービスの調査

3.1 目的

日々の生活でスマートフォンのアプリやインターネットサービス、PC アプリ等を使いこなしている20代の大学生・社会人6名を対象として、便利だと感じて使用している ICT サービスをインタビュー形式で列挙してもらい、受け入れられている既存の ICT サービスにどのような特徴・傾向があるのかを明らかとした。

インタビューの流れを図1に示す。これは、生活の中で受け入れられている ICT サービスはユーザの願望と現状との差を埋めているという仮説になるものである。

・ありたい願望

その ICT サービスを利用して変化させたい自分の理想。利用することで達成出来るもの。

・現状

その ICT サービスを利用していない時の自分の状況、物足りないと感じること。

・そのためにほしいもの

願望と現状との差を埋めるためにユーザが選択した ICT サービス。

・それはどのような目的を達成したいのか

選択した ICT サービスを利用してどういった目的を達成したいのか、利用する目的。

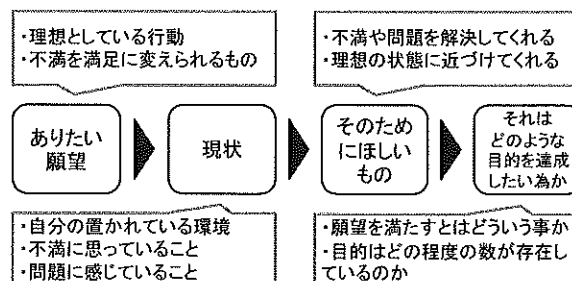


図1 インタビューの流れ

3.2 結果

インタビューを実施した結果、合計13種類の ICT サービスについての意見を得られた。表1は得られた意見をまとめたものである。

4. 受け入れられている ICT サービス

考察：インタビューから得られた ICT サービスを見ていくと、13 種類の ICT サービスが受け入れられている理由は、大きく 7 つの形態に分類することが出来た。

①置き換え型：すでに存在しているサービスを、より手軽な形式で提案しているもの

例 facebook：従来では、写真を現像しアルバムに整理してから人に見せていたが、今ではアプリ上に写真を投稿すれば友達に見せることが出来る。

②節約型：お金をかけずに、ユーザが求めている欲求を達成しようとするもの

例 YouTube：聞きたい音楽等を無料で手軽に楽しむことが出来る(音質にこだわりがない場合)。

③時間短縮型：目的達成まで時間がかかることをその場、もしくは短時間で済ませられるもの

例ディズニーのアトラクション待ち時間アプリ：次に乗るアトラクションをいちいち待ち時間掲示板まで見に行かずに確認出来る。

④暇つぶし型：予定のない時間(次の予定まで少し時間がある時)に使用し、楽しむもの

例 Pinterest：自分が好きなアーティストの作品や画像をいつでも閲覧出来る。

⑤行動支援型：ある行動をする際に参考とする判断材料、支援情報となっているもの

例 norippa：目的駅まで安く時間をかけながら電車でいきたい時の乗換案内を教えてくれるアプリ。

⑥計画立案型：計画を立てる際の支援情報となっているもの、将来の行動を失敗させない為に利用するもの

例お天気アプリ：今日一日の天気情報を把握し、服装の選択・傘の有無を判断する。

⑦情報蓄積型：求めている情報等を蓄積することによって、ユーザ自身によりフィットしたサービスにしていくもの

例 Clipbox：好きな音楽を YouTube などからダウンロードし、自分だけのアルバムを作る。

これらは何れも ICT サービスに対する潜在ニーズといえる。従って、このような状況となっている生活状況を生活観察の中から見出すことによって、新たなサービス提案につなげることが出来ると期

待される。

また、何れの ICT サービスも従来であれば自ら情報のある場所に行かなければならなかったものをその場で入手可能にし、ユーザに情報を提供している特徴がある。この点もサービス開発の着目点として考慮する必要がある。

5. 今後の展開

生活観察を実施する際に、注目すべきポイントで既存の ICT サービスの利用状況を把握することで理解することが出来た。高齢者への ICT サービスについて考えると、一般に新奇なものへの関心は乏しくなっているため、生活者自身が求めていくプル型ではなく、生活者の属性に合わせた行動を提案するプッシュ型のサービスが望ましいと思われる。また、プッシュ型でのサービスを提案するには、高齢者の心理状況に合わせたものを整備する必要など、具体的なサービス提案のためには詳細に検討していくべき点も多い。

さらに、一般的に高齢者の生活幅(行為の種類)は運動能力の低下などから若年者に比べ数が少なく、単調的になっていることが多い。よって、高齢者の生活のみを観察していても、行っていない行動を促す ICT サービスの提案は困難であると考えられる。そこで、高齢者と若年者の生活観察を実施し、それらを比較した際に、若年者で実施されているが高齢者では実施されていないものを差として見出ししていくなどの工夫が必要となりそうである。

6. 参考文献

- 1) 椎塚久雄「高齢社会の諸問題—健康寿命の延伸にむけて」、感性工学, Vol.9, No.3, 2010
- 2) 総務省「平成 23 年度通信利用動向調査」
- 3) 小松原明哲「商品開発のための生活観察と質的研究の考え方」、顧客も気づいていない将来ニーズの発掘と新製品開発への活用, 情報技術協会, 2013

[連絡先]

一井勇人

e-mail:yuto-ichii@asagi.waseda.jp

表 1 インタビュー結果(一部)

プロフィール	ありたい願望	現状(願望が達成されていれば過去)	そのためにほしいもの	それはどのような目的を達成したいのか
OA君 ・男性、24歳、大学院生 ・スマホ、PCはよく使う ・遊ぶのはわいわい過ごすのが好き ・仕事や作業をするのは一人が好き ・自分が興味があることには全力を注ぐ	研究の課題や演奏会のチラシなどを作るときに、他とは違うオシャレなデザインのものを作りたい	日常生活を送っているときに、出来るだけ珍しいものやきれいなものを見るようにして、知識を増やしている。海外旅行などに行ったときは珍しい看板やイラストを撮影し、デザインの参考にしている	Pinterest	・画像やアイデアの参考となるコレクションを手軽にみるようにしたいから ・Google等よりもよりデザインアートを仕事にしている人のアーティスティックな画像が得られやすく、おしゃれな作品を使うときに非常に参考になるから ・よくわからないサイトを見て時間をつぶすよりも、自分の好きな作品等を見ながら時間を過ごす
		自分が頭の中に思い描いた通りの作品を自分の手を使ってイラストにしていた	Photoshop	・画像処理や細かいデザイン作業を細部まで調整しながら作品を作りたいから ・必要に応じて作品を日々修正したいから ・就職する企業では全員が当たり前に見えるツールであるため
	好きな歌手やアイドルの最新PVや音楽出演映像、過去の楽曲などの映像を楽しみたい	CDやDVDを購入、レンタルしていた	YouTube	・時間、お金をかけずに欲しい音楽や映像を楽しみたいから ・最新の映像やもう市場には出回っていないようなものまで閲覧したいから ・いちいちCD,DVDをセットする手間を取られたくないから

聴覚・言語障害者のための緊急通報・対話システム-3

○細野 直恒*, 井上 裕光**, 中西 美和***, 富田 豊****

(* 沖コンサルティングソリューションズ株式会社,

** 千葉県立保健医療大学, ***慶應義塾大学, ****藤田保健衛生大学)

The Urgent Communication System for Deaf and Language Dysfunction People -3

Naotsune Hosono*, Hiromitsu Inoue**, Miwa Nakanishi***, Yutaka Tomita****

(* Oki Consulting Solutions Co., Ltd. ** Chiba Prefectural University of Health Science

*** Keio University. ****Fujita Health University)

1. はじめに

今年は、広島のと砂災害や、御嶽山の噴火など自然災害が続いた。特に中部地方は温和な瀬戸内に面しており、従来からあまり災害の経験が少ない。御嶽山の場合は、気象庁も噴火予知の難しさを認めるくらいのものであった。従来は滅多に発生しないような災害に対して、健聴者ですら油断しており、増して聴覚・言語障害者にとっては、コミュニケーションが不自由なことから、即座の対応を図れないことが多い。

そのために、当研究では、聴覚・言語障害者や外国人が緊急時にスマホを用い、近隣の消防署へ緊急通報を行うシステムを試作し評価した。煩雑な文字入力ではなく、文脈に沿ってアイコンをタップして通報が行える。今回は特に双方向通信での画面共有を行い、心肺蘇生を行う部分を紹介する。

2. 背景

このような非常事態に対峙すると、通常は冷静な人ですら、一時的に認知性が低下して思考が滞る傾向にある¹⁾。したがって本研究では継続して緊急を要する場面で、情報弱者の方々のため、情報通信技術(ICT)を活用して、安価で操作性の高いシステムの研究開発を、消防庁の委託研究により実施している。

現在、日本には約 790 か所の消防本部が存在しており、音声の電話で 119 番を呼び出すと、直近の消防本部へ繋がる。一方、音声言語によるコミュニケーションが不得手の聴覚障害者の方々にとって、音声の電話は使用できないので、従来は FAX を活用していた。現在のスマートフォン(スマホ)の出現は、新たなコミュニケーション手段となり福音となっている。

ある聴覚障害者の方からの依頼を受けて、通称「SOS カード」というアイコンをメニュー化して、指さして救急救命士と聴覚障害者の間のコミュニケーションを図る冊子を、東京都の助成金により作成し約 6,000 部を関連部門に配布した。次にこの冊子を、スマホ上

へも搭載して欲しいという要請が強くなった。そこで感性官能評価法²⁾を参考に、文字ではなく、スマホ上のアイコンをタップにより、緊急場面での対話を実現するヒューマンインタフェースの部分試作を実施した。

まず実際に使われる場面を想定し、人間中心設計(HCD: Human Centred Design)³⁾の概念を元に、共著者である九州福岡の春日・大野城・那珂川消防本部の消防指令卓の運用状況を調査して、対話手順のプロセスを解析した。

3. 評価システムの構築

ここでの究極的なゴールは、直近の消防署に第一報を入れることにある。セキュリティに関しては、VPN (Virtual Private Network)を使用することが前提である。しかしこれらのネットワークは、操作性の課題とコスト面の問題から、災害などの緊急の場面では、公衆網を使った方が効果良いことが多い。一方、生年月日や業歴などの個人情報の保護に関しては、セキュリティの面と、情報の陳腐化を避けるため、自身の持つスマホに入れて置く設計方針とした⁴⁾。

さらに従来から存在するテクノロジーを上手く組み合わせることにより、新たな開発や改修をすることなく、頻繁に公衆に使われているネットワークを活用して信頼性を確保する工夫を行った。(アルテックを用いた技術応用)⁵⁾

この結果を踏まえて、システム構築にあたり、障害者の方々の課題を抽出し、次に示す 5 件の課題を解明して対策を盛り込み、システムの特徴とした。

- 1) 現状は外出先から近隣の消防署へ通報が不可
- 2) テキスト入力の通報は、通報に時間を要する
- 3) 同種サービスは殆どが有料
- 4) 個人情報の外部流出と登録情報の陳腐化
- 5) 専用システムは、開発費及び改修費が膨大

構築したスマホの画面の遷移は次の順番である。

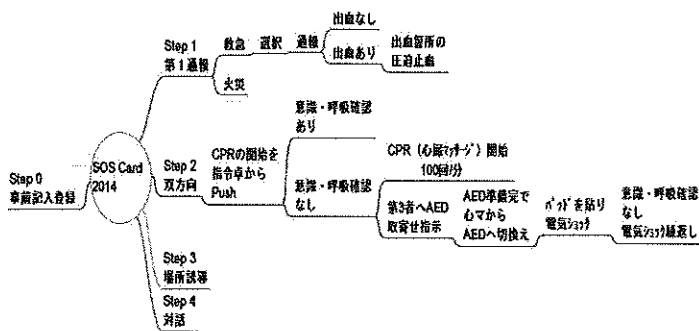


図1. 配車中の指導手順

1) 事前登録

- ・事前に記入. そこには障害種別の情報も含む.

2) 発呼時

- ・入力に手間取るテキストによる送信ではなく、アイコンをタップするだけの、緊急時の必要最小限のコミュニケーション手段を適用.
- ・目的地確認のために、発信地 GPS データの添付.
- ・独自のアルゴリズムにより、直近の消防本部へ通報

3) 配車中の指導

- ・発呼者と指令卓間の双方向対話を実現して、心肺蘇生法 (CPR) 等の救急指導を実施.

4) 現場到着時

- ・スマホから発声や、点滅する光で救急救命士に現在位置を通知.

5) 隊員と端末を介して対話

- ・手話の不得手な救急救命士との現場で対面時に、必要最小限のコミュニケーションの手段を提供.

今年度は、3)配車中の指導について検討を実施している. この時間帯は、救急救命士はまだ現場に到着しておらず、急患の患者を、周辺にあまり救急救命の経験の少ない人たちが囲んでいる. 特に周辺に対話が困難な聴覚・言語障害の方が対応する場合の状況を検討した. 心肺停止の人の脳障害を回避するには、3分以内に人工呼吸を施す必要がある. 冒頭にある九州福岡の春日・大野城・那珂川消防本部の署員とブレインストーミングを実施して、図1に示すような作業フローを抽出し、現在はプログラム化中である.

4. 評価

実際の使用場面を想定して、社会学等と言われる作業仮説²⁾を元に、実験協力者として、地域の全員聴覚障害者の方々3人(男性60代2人、女性50代1人)と、外国人(女性30代1人)に依頼した. その際、特に利用の文脈 (ISO9241-11)³⁾の効率性に注目し

て評価は手話通訳者を介して行った.

1. スマホのアイコンで火災通報
2. スマホのアイコンで救急通報
3. PC上のMS Wordの文字入力での火災通報
4. PC上のMS Wordの文字入力での救急通報

結果として、スマホを使用して、アイコンをタップした場合は、PCメールに比較して、約3倍の効率性が上がったことが確認できた. またスマホでの文字入力では、ボタンの数が限られており、入力方法の煩雑性から、更に約7倍の効率の改善が期待される.

5. まとめ

日本人間工学会第55回大会の発表に引き続き、消防署の指令卓の対話を分析して、通報～配車中の指導～現場到着～現場の対話までをステップに分割して、逐次的に進めるシステムをスマホ上に構築した. 特に今回は配車期間中の指導に関して検討し、構築中のシステムの状況を報告した.

謝辞

本研究は平成26年度、消防庁の消防防災科学技術研究推進制度委託事業を元の実施した. また春日・大野城・那珂川消防本部の因幡氏、宮嶋氏、OCS西島氏、プログラム化は山下氏の協力を得た.

参考文献

- 1) Akatsu, H., Miki, H., Hosono, N.: Design principles based on cognitive aging, Human Computer Interaction, Part I, HCII 2007, LNCS 4550, pp.3-10, Springer, 2007.
- 2) 井上裕光, 官能評価の理論と方法, 日科技連, 2012.
- 3) International Organization for Standardization (ISO), ISO9241-210, ISO9241-11, ISO9241-110, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs), 2006.
- 4) Hosono, N., Inoue, H., Nakanishi, M., Tomita, Y., Urgent Mobile Tool for Hearing Impaired, Language Dysfunction and Foreigners at Emergency Situation, MobileHCI2014, 2014.
- 5) 中邑賢龍, アルテクを用いた技術支援の開発, ATAC セミナー2013 東京, 2013.
http://www.e-at.org/atac/2013_08/program/

[連絡先]

細野直恒

沖コンサルティングソリューションズ株式会社

〒105-8551 東京都港区芝浦 4-11-15

e-mail: keiolab@gmail.com

モバイルコミュニケーションにおける感情伝達要素としてのバイブレーション応用

○中村敦史*, 中西美和*

*慶應義塾大学

Applying vibration to convey feelings in text communication with mobile device

Atsushi NAKAMURA*, Miwa NAKANISHI*

*Keio University

1. はじめに

近年、携帯情報端末を用いたテキストコミュニケーション、特にチャットコミュニケーションの広がり著しい。簡潔でテンポの速いやりとりが好まれる一方、会話における伝達要素のうちテキストが占める割合は 7%に過ぎないという報告¹⁾もあり、感情や意図を含んだより豊かなコミュニケーションを実現するためには、テキスト以外の伝達要素をアプリケーション上で付加することが求められる。現状で広く用いられているアプリケーションでは、ピクチャやアニメーション等の視覚的素材が有用な役割を果たしているが、著者らは、(1)情報携帯端末の多くにバイブレーション機能が標準搭載されていること、(2)触覚刺激のパターンと人間の持つイメージとの間に一定の関連性が見られること²⁾に着目し、チャットコミュニケーションをより豊かにする伝達要素として、バイブレーションを用いる可能性を検討する。

先行研究では、波形及び繰り返し回数をパラメータとして生成される 19 パターンのバイブレーションと、感情を表す 40 語のイメージワードとの間の関連性を実験的に調べ、表 1 に示すように、11 個のワード群とバイブレーションパターンとの間に、ユーザ共通的なイメージの合致があることを見出した³⁾。そこで、本研究では、この知見をチャットコミュニケーションに導入することを見据え、その有用性を検証すべく、実際のチャットを模した状況の中で、感情や意図を含むテキストと共にバイブレーションパターンを与えたとき、ユーザがそれらの組合せを違和感なく理解できるのか否かを実験的に検証することを目的とした。

2. 実験方法

被験者は、日常よりチャットコミュニケーションを利用している 22~25 歳の学生 21 名（うち女子 4 名）であった。被験者は、事前に実験に関する説明を受け、参加に同意した。

被験者には、携帯情報端末(Android GALAXY S III, Samsung 製)を右手に持たせ、テキストメッセージと 1 秒間のバイブレーションを同時に提示した。被験者のタスクは、テキストメッセージに含まれる感情・意図と提示されたバイブレーションパターンとが、違和感なく合致しているか否かを

表 1 先行研究にてイメージが合致した語群とバイブレーションパターン

語群	パターンの番号と波形	語群	パターンの番号と波形
(語群1) ゆっくりとしたのどかなのんびりしたのんきなのは	1	(語群2) 自信がないよくふしたるるる思慮深いゆっくりした慎重な、遠慮な丁寧な	2
(語群3) つまらない遅れた悩んでいる無気力な	3	(語群4) びっくりしたびっくりした怒んだ	4
(語群5) 丁寧な	5	(語群6) 不安な注意深い	6
(語群7) 元気な元気な元気な	7	(語群8) ひっくり返したはったした元気な元気な元気な元気な	8
(語群9) 元気な元気な元気な	9	(語群10) 好きな素直な元気な元気な	10
(語群11) 元気な元気な元気な	11		

表中グラフに示して
縦軸: マグニチュード
(HapticStudio(Immersion社)内での設定値)
横軸: 時間(ms)

表 2 テキストメッセージの例

語群	属するワード	テキストメッセージ
語群1	ゆっくりした、のどかな、のんびりした、のんきなのは	あいつはゆっくり、のんびりした、とってもいい奴だよ〜 九州旅行したんだけど、すごく風景がのどかだったよ〜
語群10	好きな、素直な、元気な、愛らしい	この花、すごい素敵ー！！ このパスタとってもおいしいな！！

評価することであった。実験用に、表 1 に示した 11 ワード群の各々につき 3 種類、計 33 種類のテキストメッセージが用意された。一例を表 2 に示す。

被験者には、各テキストメッセージに対して 3 パターンの異なるバイブレーションを提示し、それぞれにつき、合致、不合致を判断させた。なお、3 パターンのうち、いずれも合致しないバイブレーションパターンを提示する実験条件も加え、被験者にとって 3 択とはならないようにした。なお、バイブレーションパターンは、表 1 に示した 11 パターンのいずれかとした (Haptic Studio (Immersion 社)にて作成)。提示の順序効果を相殺するため、被験者には、テキストメッセージとバイブレーションパターンの組合せをランダムな順で提示した。

3. 結果

各語群において、各被験者がテキストメッセージとバイブレーションパタンの各組合せに対して示した評価の結果（合致・不合致）を表3に示す4つの場合に分類し、各割合を以下の通り算出した。

$$A = \frac{\text{本実験で被験者評価が合致の組合せ数}}{\text{先行研究によるイメージ合致の組合せ数}} \quad (1)$$

$$B = \frac{\text{本実験で被験者評価が不合致の組合せ数}}{\text{先行研究によるイメージ合致の組合せ数}} \quad (2)$$

$$C = \frac{\text{本実験で被験者評価が合致の組合せ数}}{\text{先行研究によるイメージ不合致の組合せ数}} \quad (3)$$

$$D = \frac{\text{本実験で被験者評価が不合致の組合せ数}}{\text{先行研究によるイメージ不合致の組合せ数}} \quad (4)$$

結果を表4に纏める。各語群において、BよりAの割合が十分高い場合、先行研究でイメージ合致が見出されたバイブレーションを、そのイメージに即したメッセージと共に提示した場合、違和感を持たず受け取れたと解釈できる。また、CよりAの割合が十分高い場合、その語群と先行研究でイメージ合致が見出されたバイブレーションとの意味的な関係性が、被験者にとってとりわけ強かったことを意味している。そこで各語群に関して割合AとB、AとCをそれぞれ検定（母比率の差の検定）したところ、全ての語群で有意差が認められた（ $p < 0.05$ ）。この結果から、各語群イメージを含むテキストメッセージに、先行研究にて見出された特定のバイブレーションパターンを付加したとき、受け手はその感情、意図の類を違和感なく理解できることが示唆された。

一方、一部の語群でC、すなわち、先行研究では不合致とされたバイブレーションにも関わらず、被験者が合致と受け止めた割合が高い結果も見られた。特に、語群10、11のCとDの割合を検定（母比率の差の検定）したところ、いずれも有意差が認められた（ $p < 0.05$ ）。このように、先行研究で不合致とされたにも関わらず、テキストメッセージと共に提示した際、あまり違和感が生じなかった一つの要因として、語群10、11以外の語群は、主に具体的な感情を表すものであるのに対し、語群10、11は、「好きな、素敵な、愛らしい、恋しい、いとおしい」など、より高次の抽象的な意味合いを持つものであったことが挙げられる。例えば、恋しさがポジティブな感情（期待や希望）ともネガティブな感情（寂しさや切なさ）とも関連付くように、これらの親愛の情に関するイメージは多義的なイメージを包含する。従って、特定のバイブレーションとの強い結びつきがあると言うよりむしろ、他のバイブレーションと組み合わせても、あまり違和感なく受け止められたのではないかと推察される。

表3 結果の分類

		被験者の評価	
		合致	不合致
先行研究での結果	合致	A	B
	不合致	C	D

表4 各分類の割合

先行研究での結果		被験者の評価		先行研究での結果		被験者の評価	
		合致	不合致			合致	不合致
先行研究での結果	合致	83.3%	16.7%	先行研究での結果	合致	71.4%	28.6%
	不合致	41.5%	58.5%		不合致	40.8%	59.2%
先行研究での結果		被験者の評価		先行研究での結果		被験者の評価	
		合致	不合致			合致	不合致
先行研究での結果	合致	71.4%	28.6%	先行研究での結果	合致	61.9%	38.1%
	不合致	51.0%	49.0%		不合致	42.9%	57.1%
先行研究での結果		被験者の評価		先行研究での結果		被験者の評価	
		合致	不合致			合致	不合致
先行研究での結果	合致	64.3%	35.7%	先行研究での結果	合致	76.2%	23.8%
	不合致	43.5%	56.5%		不合致	41.5%	58.5%
先行研究での結果		被験者の評価		先行研究での結果		被験者の評価	
		合致	不合致			合致	不合致
先行研究での結果	合致	81.9%	38.1%	先行研究での結果	合致	85.7%	14.3%
	不合致	43.5%	56.5%		不合致	53.7%	46.3%
先行研究での結果		被験者の評価		先行研究での結果		被験者の評価	
		合致	不合致			合致	不合致
先行研究での結果	合致	83.3%	16.7%	先行研究での結果	合致	76.6%	21.4%
	不合致	53.7%	46.3%		不合致	61.2%	38.8%
先行研究での結果		被験者の評価		先行研究での結果		被験者の評価	
		合致	不合致			合致	不合致
先行研究での結果	合致	85.7%	14.3%	先行研究での結果	合致	85.7%	14.3%
	不合致	61.8%	38.1%		不合致	61.8%	38.1%

4. まとめ

本研究では、先行研究にて得られた知見を、携帯情報端末を用いたチャットコミュニケーションに導入する可能性を見据え、その有用性を実際のチャットを模した状況下で実験的に検証した。結果から、テキストメッセージに、そこに含まれる語群イメージに合致した特定のバイブレーションを付加することで、受け手は送り手の感情や意図を違和感なく理解できることがわかった。このことは、携帯情報端末によるチャットコミュニケーションで欠如しがちな非言語要素を、バイブレーション機能の適切な利用によって補える可能性を示唆している。

参考文献

- 1) A. Mehrabian : Nonverbal Communication, Aldine De Gruyter, p181-p182, 2007
- 2) 福井教洋・中西美和：産業機械操作における触覚フィードバックの活用可能性に関する研究, ヒューマンファクターズ, v(16), p124-p132, 2012.
- 3) A. Nakamura・M. Nakanishi : Tactile Vibration of Personal Digital Assistants for Conveying Feelings, Human Interface and the Management of Information, Information and Interaction for Health, Safety, Mobility and Complex Environments Lecture Notes in Computer Science, v(8017), p400-p410, 2013.

[連絡先] 中村敦史

慶應義塾大学大学院理工学研究科

〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1

e-mail : atsushi12229@gmail.com

事象関連電位の生体認証への応用の試み

○加藤 卓巳*, 熊倉 雅典*, 船田 真里子*

*白鷗大学 経営学部

An Attempt to Reduce the Data Quantity of ERP for Biometrics

Takumi KATOU*, Masanori KUMAKURA*, Mariko FUNADA*

*Business administration, Hakuoh university

1. はじめに

1.1 研究の背景

生体認証は偽造のしにくさにより、安全性が高く、強固なセキュリティの1つとして注目されてきている。指紋認証や静脈認証などが、それらの代表的な例に挙げられる。しかし、シリコン樹脂を利用し指紋を偽装するなど、生体認証でさえ偽装される事件が多発している。このことから、より偽装困難である生体認証が必要となってきた。そこで偽装困難である「脳波」や「事象関連電位 (Event-Related Potential: 以下ERPと略称²⁾)」を用いた生体認証に関する研究¹⁾も進められている。ERPを使用する際には加算平均回数の低減が重要な問題となる。

1.2 研究の目的

本稿では、ERPによる生体認証の精度を高める手法と加算回数の低減について検討した。

2. 実験方法

実験は、視覚刺激を用いた課題で、刺激を同一カテゴリから選択したAと、異なるカテゴリから選択したBの2種類を行った。

2.1 被験者

実験Aの被験者は12名(男性:10名, 女性:2名, 平均年齢約22歳, a~lで識別)で、実験Bの被験者は男性2名(c, d)である。

2.2 目標刺激と標準刺激

【実験A】

被験者しか知りえない画像1種類(被験者自身の筆箱)を「目標刺激」とし、初めて見る画像5種類(ネット上から無作為に選択した筆箱)を「標準刺激」とした。ただし、画像は眼球を動かさずに見られる大きさ(縦5.0cm, 横12.4cm)に設定した。また、被験者c, dでは、被験者の「飼い猫」の画像を目標刺激とし、ネット上から無作為に選択した猫の画像を標準刺激とした。

【実験B】

「飼い猫」を目標刺激とし、標準刺激は目標刺激と異なるカテゴリから選択し、かつ互いに異なるカテゴリに属するもの(鉛筆, 車など)とした。

2.3 実験条件

被験者は、椅子に腰かけリラックスした状態でCRTモニターを注視した。1回の実験で目標刺激10

回, 標準刺激50回の計60回の画像をランダムに表示する。画像表示時間は1000msとし、間に500msを平均としたランダムな間隔をあけた。目標刺激の出現頻度は1/6である。実験は1週間おきに4回繰り返した。標準刺激は全ての回で異なるものを使用した。

3. 解析方法

測定データをバンドパスフィルタを用いて雑音低減した後、1刺激の測定データごとに標準化した。標準化データを加算平均して実験日ごとのERPを求めた。生体認証では、本人拒否率(False Rejection Rate, FRR)と他人受け入れ率(False Acceptance Rate, FAR)が等しくなる等価エラー率(Equal Error Rate, EER)を使用する¹⁾が本研究では、FRRとFARを検討した。

4. 結果と考察

4.1 今回の実験で得られたERP

図1は実験Aで得られた全実験日のERPの例である。目標刺激では高振幅のP3, N3が出現しており、この被験者では、目標刺激のERPと標準刺激によるERPの判別が可能であると考えられる。

4.2 全被験者の平均的ERP

図2は実験Aの全被験者の目標刺激と標準刺激の平均ERPである。高振幅のP3, N3の出現が認められる。また、P3よりもP2等が顕著に出現する被験者もいたが、いずれにせよ目標刺激のERPの方が標準刺激よりも十分に高振幅となり、この関係

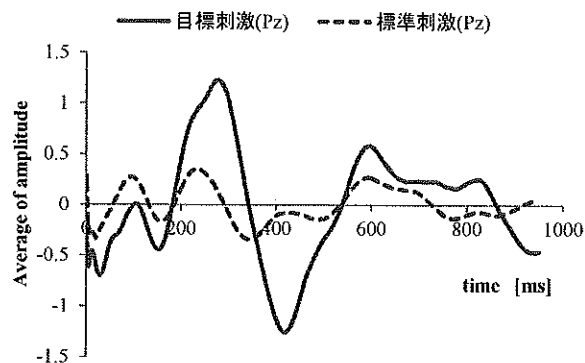


図1 全実験日の加算平均ERPの例
(被験者: l, 測定部位: Pz, 加算回数:
目標刺激40回, 標準刺激200回)

を用いることにより生体認証における個人認証が可能であると考えられる。

4.3 実験日ごとの正答率

図 3 は P2, P3, N3 等の電位を用いた実験日ごとの全被験者の目標刺激による ERP の本人認証率 (1.0 - FRR) の平均である。第 1, 第 2 実験日は本人認証率が 1.0 となった。実験の反復により精度の低下がみられるが、主に実験への慣れに伴う集中力の低下が原因であると推察した。

4.4 目標刺激判別可能な加算回数

目標刺激の加算回数が 10 回、その他が 50 回で精度が高い判別結果が得られたので、加算回数の低減可能性に関して考察した。

まず、各実験日の最初の 6 データを取り出し、目標刺激と他の 5 個の標準刺激による加算平均 ERP を比較した。1 回の刺激で標準刺激よりも顕著な P3 などが認められた。これは加算回数が少ない場合でも FRR が小さいことを示している。一方、標準刺激を偽の目標刺激と仮定して他を偽の標準刺激としてデータ処理を行った結果の例が図 4 である。どの場合も偽の目標刺激による ERP を受理しないので、偽の標的刺激を他人の目標刺激とみなせば、FAR はこのデータではほぼ 0.0 であると考えられる。このような解析を全被験者のデータに関して行い、正しい目標刺激による ERP を認知する目標刺激の回数を実験日ごとに求め、平均すると図 5 を得た。今回の実験の場合高々 36 回の刺激提示で全被験者の FAR および FRR を 0.0 とすることが可能であった。この結果は、被験者しか知らない情報を活用しているためであると考えられる。

また、実験 A と B の認証精度の比較から、標準刺激はカテゴリの異なる画像から選択する方がより精度が高いことが示された。

5. まとめ

ERP を生体認証に使用する際、精度を上げる方法および加算平均の回数の低減方法について検討した。その結果、目標刺激には個人に帰属する刺激が効果的で、標準刺激は異なるカテゴリから選択し、かつ反復使用することなく選択することが認証精度の向上に有効であることが示唆された。また、今回の方法を用いると目標刺激の加算回数は高々数回までで個人認証可能であることが示された。

被験者を増やし現象の再現性などを確認し、認証の安全性を評価すること等が今後の課題である。

参考文献

- 1) 唐山 英明：一電極事象関連電位に基づく脳波バイオメトリクス，バイオメトリクス研究会資料，BioX2013-2，6-9，2013。
- 2) T. W. Picton et al. : Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: *Psychophysiology*, 37, 127-152, 2000.

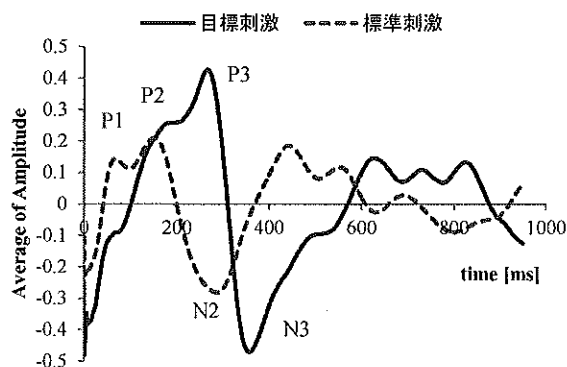


図 2 全被験者の目標刺激と標準刺激の平均 ERP (測定部位：Cz)

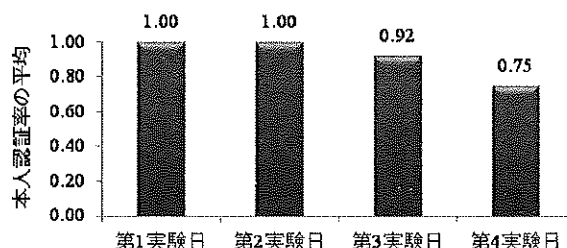


図 3 全被験者の目標刺激による ERP の本人認証率 (1.0 - FRR) の平均

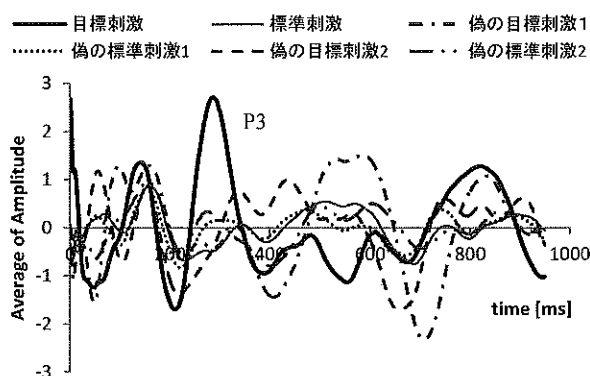


図 4 目標刺激 1 個と標準刺激 5 個の ERP (被験者：d, 第 3 実験日の最初の 6 刺激を使用, 測定部位：Pz)

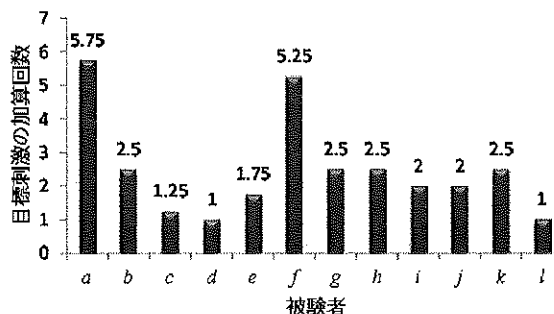


図 5 被験者ごとの目標刺激による ERP を正しく認証する目標刺激の加算回数

[連絡先]

加藤 卓巳 e-mail : 13110802@sd.hakuoh.ac.jp

想起言語の推定を目的とした事象関連電位の解析

○林達也*, 西野弘晃*, 船田真里子*

*白鷗大学経営学部

The Analysis of the Event-Related Potential to Estimate the Abilities in Recalling Characters

Tatsuya HAYASHI*, Hiroaki NISHINO*, Mariko FUNADA*

*Business Administration, Hakuoh university

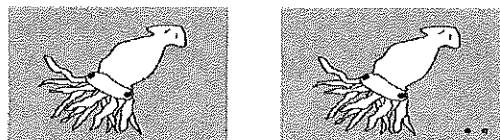
1. はじめに

事象関連電位 (Event-Related Potential, 以下 ERP と略称) ⁴⁾を用いた文字の黙読時 ²⁾や文字の認知に関する研究 ³⁾等が試みられている。筆者らも画像から連想される文字想起時の想起文字の推定 ¹⁾等を試みてきた。本研究では、作成した画像を用いて、人が視覚情報を言語に置き換える際に発生する ERP を測定し、その特徴の把握から少ない加算回数で想起母音を推定する試みを行った。

2. 実験方法

ERP は、「あ」「い」「う」「え」「お」の母音で始まる二文字の名称 (名詞) を持つ画像をモニターにランダムな順序で表示し (図 1), その画像の名称を想起するタスクにより測定した。

画像表示時間は 1 秒間で、各画像は間に約 0.05 秒の間隔を置いて表示した。例えば、図 1(a)の表示時に「いか」と想起し、図 1(b)で「い」、右下の二つ目が●のときは「か」を想起する。「い」以外も同様な方法で文字を想起した。



(a) 「いか」の想起 (b) 「い」の想起
図 1 刺激画像の例

画像表示の反復回数は 5 文字×3 画像×5 回の計 75 回とした。被験者は成人男女 12 名 (平均年齢 21.7, $a \sim l$ で識別) で、実験は隔週で 4 回行った。

脳波測定時の電極の配置は、 A_1A_2 を基準電極とする Cz, Pz, C3, C4 (国際 10-20 法) の単極導出で、1kHz で A/D 変換し、リアルタイムで記録した。

3. 解析方法

フィルタ処理により測定データの雑音を低減し、測定データごとに標準化した。標準化データを実験日の想起文字別に加算平均 (加算回数各 5 回) し、実験日ごとの ERP を求めた。さらに、全実験日の ERP を加算平均して個人ごとの ERP を求めた。また、全被験者の ERP も加算平均し、想起文字別に平均的な ERP を求め、文字ごとに特徴を把握した。その結果想起文字の推定に適した判別手法を考案し、その有効性を検討した。

4. 結果と考察

図 2 は被験者 b の全実験日の加算平均 ERP (刺激画像は「いか」) である。線の種類が想起文字の区別を表している。想起文字が異なると ERP の電位が異なることを示している。この中の母音の想起反応を以下の解析で使用した。

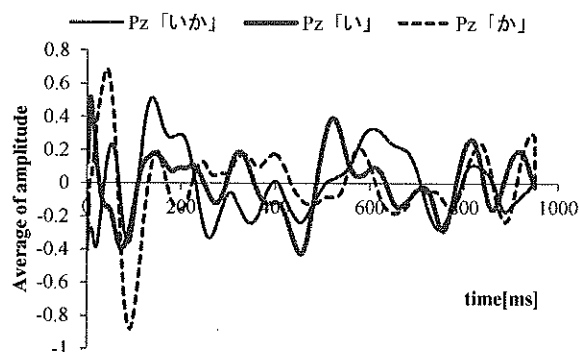


図 2 全実験日の加算平均 ERP
(被験者: b, 測定部位 Cz, 加算平均回数: 20 回)

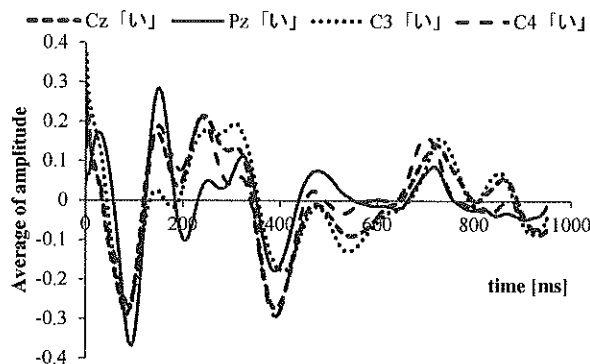


図 3 「い」想起時の全被験者の平均 ERP

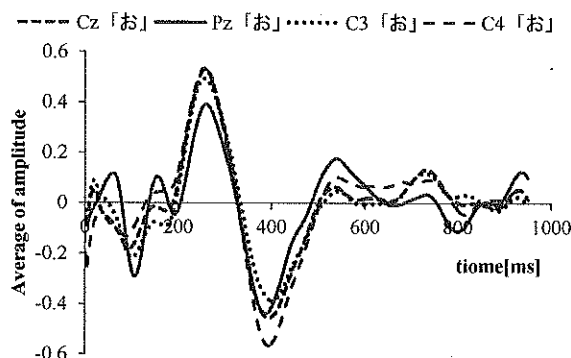


図 4 「お」想起時の全被験者の平均 ERP

図 3, 図 4 は全被験者の母音「い」と「お」の想起時の平均 ERP である。線の種類は測定部位の区別を表している。「い」と「お」の想起では、どの 2 つの測定部位について比較しても異なる ERP の出現が認められる。

実用においては、加算回数が少ないことが要求されるので、今回の解析では 1 日の実験で想起した 5 回の加算平均 ERP を解析の対象とした。被験者一人に対し 4 個の測定部位と 1 回につき母音 5 個の計 20 個の ERP を解析対象とした。

測定された ERP の特徴から、頂点電位の個数・潜時・振幅が異なるので、ERP の潜時ごとに局所的な傾きを求めた(図 4 の傾き)。さらに、この傾きが正の場合に「1」、負の場合に「-1」を与え ERP を 2 値のデータに変換した(図 4 の点線)。潜時を 50 ミリ秒間隔に分割し、各区間で 1 の総数を求めた(図 5)。これらの値を用いて SPSS を用いて判別分析を行った。その結果、表 1 のような判別結果を得た。ただし、有効な判別関数が得られなかった被験者 *b*, *c* の結果を除いた。各文字は実験の条件から 4 個正しく判別されれば判別率が 100%となる。被験者 *f*, *g*, *l* は非常に良好な結果が得られた被験者である。一方被験者 *e*, *k* では十分な判別率が得られなかった。この結果は、実験の設定や被験者の集中度、さらに刺激画像の適切性などに対する検討の必要性を示唆している。これらは今後の課題である。

5. まとめ

以上の試みは次のようにまとめることができる。

- (1) 作成した画像(絵)を用いてその名称(名詞)を想起するタスク実行時の ERP を測定した。
- (2) 母音に対する平均的な ERP を求めた。
- (3) 1 日の実験で得られた 5 回の加算平均による ERP を、測定部位ごとに 10 個のデータに要約した。
- (4) (3)で得られた ERP を個人ごとに判別分析して想起文字を推定した。
- (5) その結果 40%~100%の判別率が得られ、個人差が大きいことが示唆された。

判別率を改善するための方策を考案し、検討することなどが今後の課題である。

参考文献

- 1) Mariko Funada et al.: Comparison between Event Related Potentials Obtained by Syllable Recall Tasks and by Associative Recall Tasks, HCI, LNCS, 4555, 838-849, 2007.
- 2) 黄孔良, 平仮名黙読時の音韻変換に関連した事象関連電位, 新潟医学会雑誌, 117(12), 744-750, 2003.

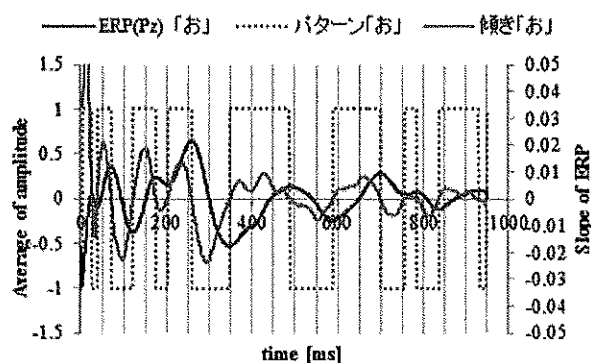


図 5 データ変換の例:「お」想起時の ERP とその傾き、およびそれを 1, -1 に変換した系列(被験者: *g*, 部位: Pz)

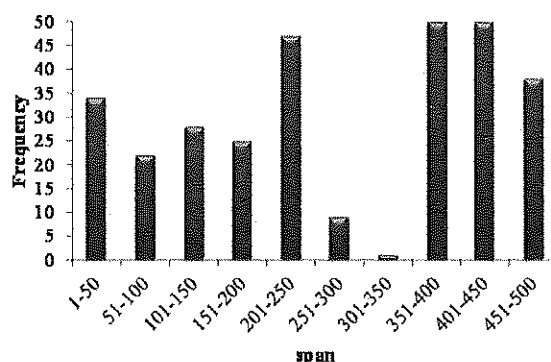


図 6 図 4 のデータから作成した 10 個のデータ

表 1 個人ごとの判別分析結果

被験者	「あ」	「い」	「う」	「え」	「お」	合計
<i>a</i>	3	1	3	3	2	12
<i>d</i>	3	2	4	4	3	16
<i>e</i>	1	2	1	4	1	9
<i>f</i>	4	4	4	4	4	20
<i>g</i>	4	4	4	3	4	19
<i>h</i>	3	2	2	1	2	10
<i>i</i>	4	4	3	0	4	15
<i>j</i>	4	3	4	2	0	13
<i>k</i>	1	0	4	0	3	8
<i>l</i>	4	4	4	4	4	20
合計	31	26	33	25	27	142

- 3) 村山伸樹, 他: 文字認知と視覚事象関連電位: ひらがな・漢字・英単語について, 電子情報通信学会技術研究報告, MBE, ME とバイオサイバネティクス, 10(612), 37-42, 2002-01-19, 2002.
- 4) T. W. Picton et al.: Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: Recording standards and publication criteria, *Psychophysiology*, 37, 127-152, 2000.

[連絡先]

林達也 e-mail: 13113056@sd.hakuoh.ac.jp

イメージスキーマに着目した色彩表現に関する考察

—物理的特性を示す言葉との関連について—

○池田未央*, 鳥居塚崇**, Diana LÖFFLER***, Jörn HURTIGENNE ***

*日本大学大学院, **日本大学, *** University of Würzburg

Color and Physical Attributes Predicting Abstract Color Associations

Mio IKEDA*, Takashi TORIIZUKA**, Diana LÖFFLER***, Jörn HURTIGENNE ***

*Graduate School of Nihon University, **Nihon University, *** University of Würzburg

1. はじめに

直感的な行動を誘発させるためにこれまでも色彩とイメージの関係を明らかにすることを目的とした研究は多く行われている。色の誘目性や進出色などからイメージとの関わりを検討する研究（大山ら, 1958）や、色に対してどのようなイメージを抱いているか言葉を用いて明らかにするような心理的イメージの観点によるもの（大山ら, 1962）などである。しかしながらそれらで使用されてきた言葉の多くは、日頃の経験に基づいたものであり、文献中にも理論的根拠はほとんど示されていない。もし色彩表現に理論的根拠があれば、より直感的なデザインが可能となろう。そこで直感性と対応させて捉えることができるイメージスキーマという概念に着目することで理論的根拠に基づいた色彩表現の可能性と展望して検討したい。

Johnson, M. や Lakoff, G. らの考えに則ると、日頃の発話の中の言葉はイメージスキーマのメタファとして意味付けることができ、これはすなわち言葉とイメージの関係を明らかにすることである。また、イメージスキーマは、経験に基づいた抽象的概念であり、言い換えると、あらゆるものごとの物理的特性を知覚したり経験したりすることから成り立つものといえる。このような物理的特性と色彩との関係（図 1 における太矢印部分）を明らかにすることは色彩とイメージスキーマのメタファとなる言葉との関係（点線矢印部分）を明らかにすることへ繋がるとも考えられる。このように経験や物理的な知覚に基づいた概念から色彩表現を考えることは直感的な行動を促すような場面において有効に役立てることができると考えており、これの理論的根拠を示すことができれば、多方面への応用も期待できる。よって本研究では物理的特性、言葉、色彩のそれぞれの関係を明らかにしたい。

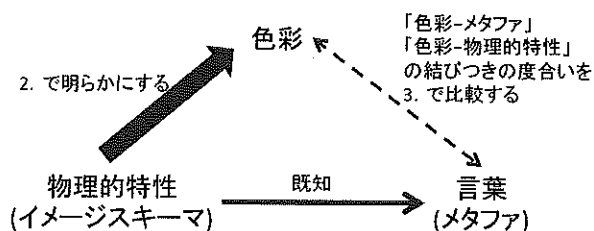


図1 本研究で明らかにすべきこと

2. 物理的特性を示す言葉と色彩に関する実験

2.1 色彩と物理的特性を示す言葉の関係

物理的特性と色彩との関係を明らかにするために、SD法を用いた実験を行った。色彩は、緑、黄、橙、青、赤、紫、茶、シアンの8つの色相に、明・暗、高彩度・低彩度を組み合わせた計32色を用いた。評価には物理的特性を示す言葉19対を用いた。実験は、73人（男性39人、女性34人、平均年齢20.7歳）を対象に行われ、デスクトップ上に映る1色について、19対それぞれの言葉との適合度を1点から7点で評価した。これを32色について行った。平均と標準偏差を算出した結果、それぞれの物理的特性について相応しい色彩が明らかとなった。しかし、それぞれの物理的特性は対立概念を含むため、正負それぞれについて相応しい色彩を明らかにした。（表1）

2.2 物理的特性と色彩の組み合わせ

2.1では物理的特性の正負方向それぞれについて相応しい色彩を明らかにしたが、ここではそれをコンビネーション（組み合わせ）と捉え、その組み合わせが物理的特性に相応しいか検討してきた。今回は、37人（男性13人、女性24人、平均年齢19.46歳）を対象とした。2.1の実験の結果に基づき、物理的特性を示す言葉と適合度の高かった色彩と、対立の言葉同士を共にディスプレイ上に表示させ、それが相応しいかどうかを評価してもらった。1つの物理的特性を示す言葉に対して、10対の色彩の組み合わせの評価を行った。総計で140試行であった。この結果から、それぞれの組み合わせについて、最も相応しい度合いが高かったものを表1にまとめた。ほとんどが0.80を越えている中、「大-小」は0.51と非常に低かった。

これをもとに、ディスカッションを行った結果、「寒-暖」「軽-重」「弱-強」「大-小」を次の実験で用いる物理的特性として扱うことにした。

表1 物理的特性を示す言葉と色彩の組み合わせ

物理的特性	色相	明度	彩度	物理的特性	色相	明度	彩度	相応しい度合い (-1~1)
粗	緑	暗	低	滑	シアン	明	高	0.89
速	灰	—	—	近	黄	明	高	1.00
空	青	明	低	満	赤	明	低	0.95
寒	青	暗	低	暖	橙	明	高	1.00
大	赤	明	高	小	灰	—	—	0.51
明	シアン	明	高	暗	青	暗	高	1.00
速	茶	明	高	遅	黄	明	高	0.89
柔	橙	明	低	硬	紫	暗	高	1.00
重	青	暗	高	軽	赤	明	低	1.00
弱	橙	明	低	強	赤	明	高	1.00
老	茶	暗	高	若	黄	明	高	1.00
能動	灰	—	—	受動	赤	明	高	0.84

3. 色彩と物理的特性とメタファに関する実験

3.1 実験手順

2.1 および 2.2 の実験により、色彩と物理的特性の関係が明らかになった。それをもとに「色彩とメタファ」「色彩と物理的特性」との結びつきの度合いを比較し、物理的特性に基づいたメタファ（言葉）の色彩表現が可能となるか検討する。また、2.1 および 2.2 の実験では物理的特性を示す言葉であったのに対し、本実験では物理的特性を持った物体を扱う。これによって経験や体験からなる概念（イメージスキーマ）と色彩あるいはメタファとの結びつきを現実的な形で明らかにすることができる。

本実験で扱う言葉を抽出するにあたってメタファに着目した。例えば「感情的な人」は「心の暖かい人」と置き置き換えることができる。このとき、「感情的な」は「暖かい」のメタファといえる（表 2）。このような考えに基づき 2.2 の実験結果から抽出した 4 つの物理的特性について 5 つの対の意味を持つメタファを抽出し、20 対、計 40 語の言葉を用いることにした。これらと色彩と物理的特性を示す物体（表 3）を用いて実験を行った。

表 2 抽出したメタファ

物理的特性	メタファ	物理的特性	メタファ
寒-暖	感情的でない-感情的な	軽-重	重要な-重要なでない
	問題のない-問題のある		少ない-多い
	悲しい-幸せな		難しい-難しい/楽な
	活発な-活動的な		困難な/難しい-簡単な
	親しい-遠い		深い、潔白な-うしろめたい
弱-強	少ない-多い	大-小	重要なでない-重要な
	力のある-力のない		多い-少ない
	激しい-激しくない		重大な-些細な
	無能な-有能な		数ある-数少ない
	女性的な-男性的な		力がない-力がある

表 3 本実験で用いた物体

イメージスキーマ	色	H/S/B	物体の特性	温度/重さ/大きさ/磁力
寒-暖	① 灰色	0/0/50	Cold	5℃の水を入れた瓶
	② 灰色	0/0/50	Warm	5℃の水を半分と100℃のお湯を半分入れた瓶
	③ 青色	240/90/60	Neutral	室温の水を入れた瓶
	④ 青色	36/100/100	Neutral	室温の水を入れた瓶
	⑤ 青色	240/90/60	Cold	5℃の水を入れた瓶
	⑥ 青色	36/100/100	Warm	5℃の水を半分と100℃のお湯を半分入れた瓶
	⑦ 青色	36/100/100	Cold	5℃の水を入れた瓶
	⑧ 青色	240/90/60	Warm	5℃の水を半分と100℃のお湯を半分入れた瓶
軽-重	① 灰色	0/0/50	Light	重りの入っていない箱
	② 灰色	0/0/50	Heavy	200gの重りの入った箱
	③ 明るい紫色	270/25/100	Neutral	100gの重りの入った箱
	④ 暗い紫色	270/100/25	Neutral	100gの重りの入った箱
	⑤ 明るい紫色	270/25/100	Light	重りの入っていない箱
	⑥ 暗い紫色	270/100/25	Heavy	200gの重りの入った箱
	⑦ 暗い紫色	270/100/25	Light	重りの入っていない箱
	⑧ 明るい紫色	270/25/100	Heavy	200gの重りの入った箱
弱-強	① 灰色	0/0/50	Weak	磁力400g/4Nの磁石
	② 灰色	0/0/50	Strong	磁力4000g/39.2Nの磁石
	③ 明るい茶色	37/25/75	Neutral	磁力2200g/21.6Nの磁石
	④ 茶色	37/100/50	Neutral	磁力2200g/21.7Nの磁石
	⑤ 明るい茶色	37/25/75	Weak	磁力400g/4Nの磁石
	⑥ 茶色	37/100/50	Strong	磁力4000g/39.2Nの磁石
	⑦ 茶色	37/100/50	Weak	磁力400g/4Nの磁石
	⑧ 明るい茶色	37/25/75	Strong	磁力4000g/39.2Nの磁石
大-小	① 灰色	0/0/50	Big	2.5×5.1×5.1cmの箱
	② 灰色	0/0/50	Small	1.25×2.5×2.5cmの箱
	③ 暗い赤色	0/100/25	Neutral	1.875×3.75×3.75cmの箱
	④ 暗い赤色	0/25/100	Neutral	1.875×3.75×3.75cmの箱
	⑤ 暗い赤色	0/100/25	Big	2.5×5.1×5.1cmの箱
	⑥ 暗い赤色	0/25/100	Small	1.25×2.5×2.5cmの箱
	⑦ 暗い赤色	0/25/100	Big	2.5×5.1×5.1cmの箱
	⑧ 暗い赤色	0/100/25	Small	1.25×2.5×2.5cmの箱

実験は、40 人（男性 17、女性 23、平均年齢 21.10 歳）を対象に行った。お盆の上に、物理的

特性を示す物体を 2 つ（表 2 における①～④の組み合わせ）：①は色彩情報をあたえず、物理的特性とメタファの情報をあたえた場合。②は物理的特性の情報をあたえず、色彩とメタファの情報をあたえた場合。③は 3 つの情報をあたえた場合。④は何の情報も与えていない場合）と、そのどちらかのメタファとなるような形容詞・形容動詞の書かれた紙を乗せて実験参加者の前に運び机の上に置き、同時に 2 つの物体を手にしてもらいその言葉に対して相応しいと感じた方を選んでもらった。

3.2 結果と考察

③と、①と②それぞれの相関を調べた。③と①における決定係数は 0.79 で強い相関が得られた。これは、物理的特性とメタファの結びつきがあることを示している。また、③と②では 0.55 と強い相関は得られなかったものの、2.2 の実験において、「大-小」には色彩との関係があまりないことが明らかになっているので、これを除いて相関を調べたところ、決定係数は 0.73 となった。つまり、「寒-暖」「強-弱」「重-軽」において、実際に物理的に知覚している状態で色彩との関係があるといえる。さらに、表 2 におけるそれぞれのメタファの物理的特性との対応度の平均とばらつきを図 2 に示す。

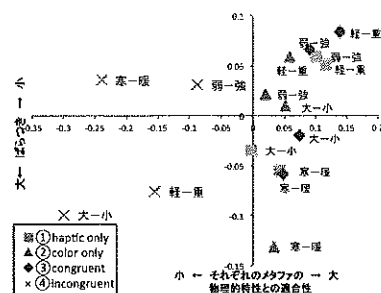


図 2 それぞれのメタファの物理的特性との適合性

4. まとめ

図 2 において①から③では関係を示す度合いを 8 割以上満たしているといえる。④のように 3 つの情報の結びつきがないとき人のイメージにばらつきが生じていることがわかる。これは Johnson, M. や Lakoff, G. らによるイメージスキーマの理論に則した結果といえる。またイメージスキーマ、メタファ、色彩の 3 つ結びつきは一部のイメージスキーマにあることが分かった。本研究の結果に則ると「感情的な」という言葉に色彩表現をする場合「感情的な」は「暖」という物理的特性のメタファであり、また「暖」は「橙」との結びつきがある。このことから「感情的な」には「橙」を用いることが相応しいと理論的に考えることができる。今後この応用性について検討していきたい。

【連絡先】

いけだ みお

e-mail : mio.ikedai220@gmail.com

注意の瞬きが触覚による即時計数へ与える影響

○中野 博斗*, 下村 義弘*, 勝浦 哲夫*

*千葉大学大学院工学研究科

Effects of Attentional Blink on instantaneous enumeration in tactile perception

Hiroto NAKANO*, Yoshihiro SHIMOMURA*, Tetsuo KATSUURA*

*Graduate School of Engineering, Chiba University

1. はじめに

注意の瞬き(Attentional Blink, 以下AB)は、複数の刺激をヒトに短い時間間隔で提示したときに、後続の刺激に対して見落としが増えるという現象である。Raymondら(1992)は、連続する2つの視覚刺激を与えたとき、前者刺激と後者刺激の時間間隔が400 msec以内であると、後者刺激に対する検出率が低下すると報告した¹⁾。また、Soto-Faracoら(2002)は、視覚刺激-触覚刺激間でもABが起こることを示した²⁾。

一方、複数の視覚刺激又は触覚刺激を同時に与え、その数を被験者に即座に答えさせたとき、刺激の数が4つ以上になると、正答率が低下するという先行研究もある^{3,4)}。Xuら(2009)は、2つの視覚刺激を連続して与え、前者の刺激を単発刺激、後者の刺激を複数刺激とした⁵⁾。被験者に後者刺激の数を数えさせた結果、前者刺激と後者刺激の時間間隔が短い場合、視覚刺激の数が4個以上に増えるとABの影響を受け、後者刺激に対する正答率は減少した。

本研究では、視覚刺激によって誘発されるABが触覚による即時計数へ与える影響を、正答率から検討することを目的とした。

2. 方法

本実験は健康な男子大学生11名(23.8±1.9歳)を対象に行った。

被験者は椅子に座り、肘から先を台の上に載せ、指先はソレノイドを用いた触覚刺激提示装置の上に静置した(図1)。本研究では視覚刺激と触覚刺激の両方に応答するdual taskと、触覚刺激のみ応答するsingle taskの2タスクを実施した(図2)。モニタにはABを誘発させるのに効果的とされる高速系列視覚提示(RSVP)を用い、視覚刺激としてアルファベットを連続表示した。本実験で使用するRSVP系列は1回が8~16個のF, K, Q, Yを除く子音の黒いアルファベット(妨害刺激)と、緑色のA又はU(ターゲット文字:T1)1個から構成された。すべての文字は1文字ずつモニタ中央に提示され、1文字ごとの刺激提示時間は90 msec、刺激間隔(ISI)は20 msecであった。T1はRSVP中8番目又は12番目に提示され、T1の提示後3枚目(lag 3:T1-T2間 ISIは330 msec)又は7枚目(lag 7:同770 msec)に妨害刺激が提示されるタイミングで指先へランダムに1~6個の触覚刺激(T2)が105 msec与えられた。RSVPの終了後、被験者はdual taskではT1がA又はUのどちらであったか、加えて、T2の数を声で返答した。single taskでは刺激された指の数だけ

を声で答えた。

測定項目はT2の正答率とし、dual taskではT1に正答できた試行をT2正答率の解析に用いた。

正答率の統計解析はタスク(single task, dual task)、ラグ(lag 3, lag 7)、指先への刺激数(1~6個)を被験者内要因とした3要因の反復測定分散分析を行い、交互作用があった場合は、適宜2要因の反復測定分散分析を行った。2群間の正答率を比較する場合は、対応のあるt検定を行った。有意水準は5%とした。

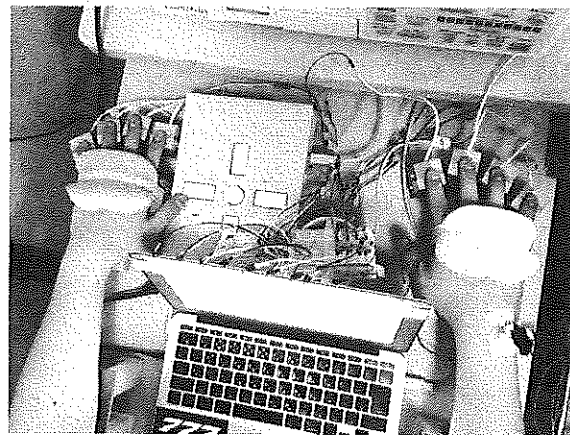


図1 実験風景

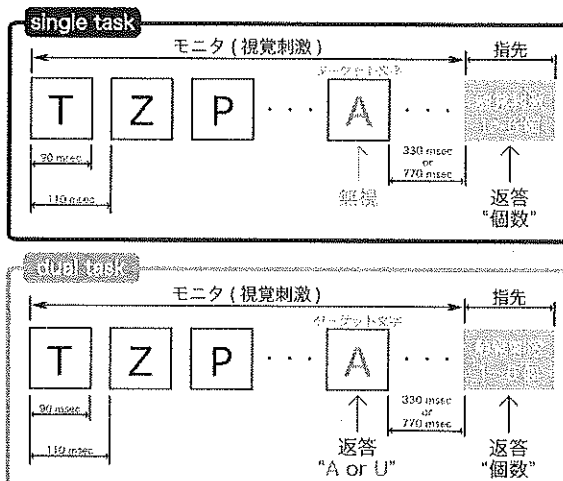


図2 single taskとdual task

3. 結果

図3に各ラグとタスク別の平均正答率を示す。dual taskにおいてlag 3の正答率はlag 7の正答率と比較して有意に低下していた($p=.004$)。しかしsingle taskにおけるlag 3とlag 7の正答率に有意な差はなかった。一方、各ラグ内で比較した結果、lag 3ではdual taskの正答率がsingle taskよりも有意に低下していた($p=.012$)。しか

し、lag 7では dual task と single task の正答率に有意な差は確認されなかった。以上より、dual task の lag 3 では AB の影響により、正答率が低下していたことが確認できる。

3 要因の反復測定分散分析の結果、刺激数に主効果があり ($p < .001$)、ラグに有意傾向が見られた ($p = .055$)。また、タスクとラグによる交互作用 ($p = .046$) と、ラグと刺激数による交互作用 ($p = .029$)、さらに、タスクとラグと刺激数による 3 要因の交互作用 ($p = .022$) がそれぞれ見られた。

また、各タスクでラグと刺激数を要因とした 2 元配置分散分析を実施した結果、single task では刺激数の主効果 ($p < .001$) のみ見られたが、dual task ではラグの主効果 ($p = .031$) と刺激数の主効果 ($p < .001$)、さらにラグと刺激数による交互作用 ($p = .019$) がそれぞれ見られた。

図 4 に single task における各ラグと刺激数の正答率の結果を示す。また、dual task における結果を図 5 に示す。両タスクとも個数が増えるに連れて正答率が低下しているが、dual task では lag 3 の正答率が全体的に lag 7 の正答率を下回っており、AB の影響が観察された。dual task にて刺激数毎にラグ間で正答率を比較したところ、3 個及び 4 個では正答率が lag 7 の場合に lag 3 よりも有意に低かった (それぞれ $p = .040$, $p = .004$)。single task についても同様の解析を行ったが、有意な差はなかった。

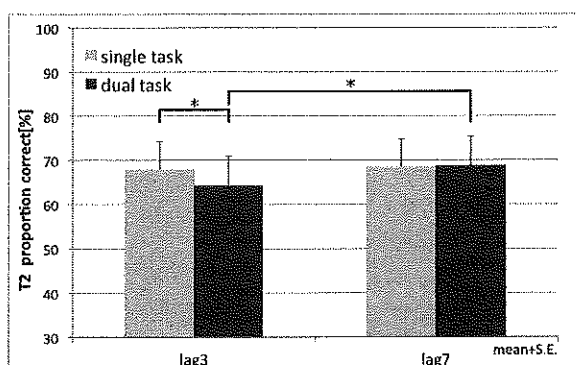


図 3 各ラグとタスク別の T2 正答率

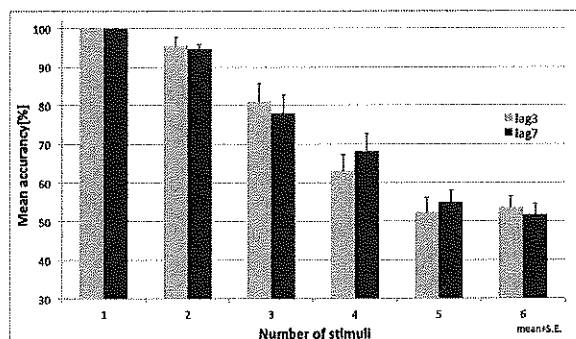


図 4 single task における T2 正答率

4. 考察

被験者が T1 と T2 の両方に応答した dual task では、T1-T2 間 ISI が短い場合、T2 が 3 個又は 4 個であると、AB の影響により正答率は悪化した。対照的に、single task における T2 の正答率は、

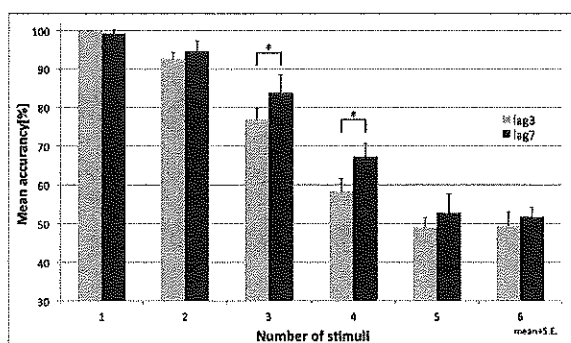


図 5 dual task における T2 正答率

T1-T2 間 ISI に影響を受けなかった。

複数のドットで構成される視覚刺激を AB 期間内に提示し、その数を数えさせた Xu ら (2009) の報告によると、dual task ではドットの数 4 個以上で正答率が低下していた⁵⁾。しかし本実験では刺激数が 3 個及び 4 個の場合に正答率の低下が見られた。5 個以上で正答率の有意な低下が見られなかったのは、AB の影響を受けずとも触覚の処理能力が限界を迎えた⁴⁾ことで、両ラグにおいても被験者が憶測で数を答えていたためであると考えられる。

また、Xu ら (2009) の報告では刺激の数が 4 個以上になると AB の影響により正答率が低下したが、本実験のように触覚刺激を用いた場合、3 個で正答率が低下した。この様子は、視覚による計数と触覚による計数がそれぞれ異なる方法でなされていることを示唆しており、認知メカニズムの観点からも研究が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) RAYMOND, J. E., SHAPIRO, K. L. and ARNELL, K. M. : Temporary Suppression of Visual Processing in an RSVP Task: An Attentional Blink?, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(3), 849-860, 1992.
- 2) SOTO-FARACO, S., SPENCE, C., FAIRBANK, K., KINGSTONE, A., HILLSTROM, A. P. and SHAPIRO, K. : A crossmodal attentional blink between vision and touch, *Psychonomic Bulletin and Review*, 9(4), 731-738, 2002.
- 3) RIGGS, K. J., FERRAND, L., LANCELIN, D., FRYZIEL, L., DUMUR, G. and SIMPSON, A. : Subitizing in tactile perception, *Psychological Science*, 17(4), 271-272, 2006.
- 4) GALLACE, A., TAN, H. Z. and SPENCE, C. : Numerosity judgments for tactile stimuli distributed over the body surface, *Perception*, 35(2), 247-266, 2006.
- 5) XU, X. and LIU, C. : Can subitizing survive the attentional blink? An ERP study, *Neuroscience letters*, 440(2), 140-144, 2008.

[連絡先]

中野 博斗

e-mail: adwa3459@chiba-u.jp

サムネイル画像の色の有無が所望画像の検出時間に与える影響

○菅 貴之*, 山本 周平*, 武藤 憲司*, 八木 一夫**

三林 洋介***, 浅井 紀久夫****, 近藤 喜美夫****

*芝浦工業大学, **首都大学東京, ***東京都立産業技術高等専門学校, ****放送大学

An Influence of the Color of Thumbnail Images for the Detection Time of Desired Image

Takayuki SUGA*, Shuhei YAMAMOTO*, Kenji MUTO*, Kazuo YAGI**

Yosuke SANBAYASHI***, Kikuo ASAI****, Kimio KONDO****

*Shibaura Institute of Technology, **Tokyo Metropolitan University

Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology, *The Open University of Japan

1. はじめに

大規模な災害が発生した場合、多くの負傷者が発生する。これに対応するためには被災地の状況を外部に正確に伝え、遠隔地からの支援を受けることが必要である。情報を伝送する際、画像や動画等のメディアを利用する事で状況の把握は容易となる。その結果、外部からの的確な支援を受けることが可能となり、被災した人の安否確認をスムーズに行うことができる。しかし大規模な災害が発生した場合、通信機器の損傷により地上回線が通信不能となることが想定される。

そこで有効であるのが衛星回線である。衛星回線を利用する事で地上の影響を受けず、日本の全てのエリアで迅速に通信回線を構築することが可能である。また衛星回線の構築に必要な地球局は可搬性が高く、無線従事者がいなくても利用する事が可能なシステムも存在する。そのため被災地に地球局を運び込むことで、短時間で衛星回線を構築することが可能である。しかし衛星回線は地上回線に比べて伝送遅延が大きいため、通信速度が低下する特徴がある¹⁾。そのため、伝送速度の遅い衛星回線を利用して被災地の状況を素早く伝えるためには、伝送する多数の画像の中から素早く所望画像を検出できる環境を整える必要がある。

我々は衛星回線を利用した画像伝送支援システムを提案している^{2,3)}。提案するシステムにはサムネイル画像表示を利用する。サムネイル画像表示はファイル情報のテキスト表示とともに原画像の縮小画像が表示されるため、ファイルを開かなくても画像の概要を把握することが可能である。しかし表示するサムネイル画像サイズが大きい場合、視認性は向上するが、サムネイル画像自体のデータ量が増大する。一方、サムネイル画像サイズが小さい場合、サムネイル画像自体のデータ量は小さくなるが、視認性は低下する。また現在、画像の概要を把握するために必要なサムネイル画像の表示サイズに関する指標は存在していない。そこで我々は画像の概要を把握するために必要なサムネイル画像サイズについて検討を行ってきた^{4,5,6)}。その結果、所望画像の検出を行うために提示するサムネイル画像サイズに画像検出時間の極小値が存在し、またサムネイル画像の視認性とデ

ータサイズのバランスを考慮する必要があることを明らかにしてきた。また極小値よりサムネイル画像サイズが大きい場合に画像検出時間が長くなる原理を明らかにした⁷⁾。しかしこれまでの実験で利用した画像は全てモノクロ画像であるため、色情報が存在する画像において確認していない。

そこで色情報がサムネイル画像表示に与える影響を調査するため、10枚表示される画像の中から指定する1枚の画像を検出する実験を、モノクロ画像とカラー画像の2種類で行った。ここでは実験により得られた所望画像の検出時間から、色情報の有無がサムネイル画像占有率と検出時間の関係に与える影響について報告する。

2. 検出時間計測実験

2.1. 原理

色情報がサムネイル画像表示に与える影響を調査するため、サムネイル画像提示時におけるサムネイル画像サイズごとの注視時間を計測する実験を提案する。提案する手法は、被験者に複数枚のサムネイル画像を提示し、提示した中から指定する人物が写っている画像を検出させるというものである。被験者には、モニタ画面に1枚の所望画像と複数枚の所望画像以外のサムネイル画像を並べて提示する。被験者は表示された画像の中から所望画像を探す。表示されているサムネイル画像をクリックすると原画像が通信回線を通じて伝送される。サムネイル画像をクリックして表示された原画像が所望画像であると判断した場合、被験者は原画像をクリックする。被験者にサムネイル画像を提示してから所望画像をクリックするまでの時間を計測した。計測した時間を評価指標とする。この作業を、提示するサムネイル画像サイズを変更して複数回行い、サムネイル画像ごとの検出時間を計測する。なお、本研究は衛星回線を利用した環境を想定しているため、ネットワークには衛星回線相当の制限を与える。

2.2. 実験条件

図1に計測実験の結線図を示す。実験には衛星回線シミュレータ⁸⁾を利用してネットワークに衛星回線相当である680msの伝送遅延時間と、1.99

Mbps の帯域制限を与えた。本実験ではサムネイル画像提示時において被験者に提示するサムネイル画像は所望画像を含めて 10 枚であった。利用した画像はモノクロ画像、カラー画像ともに同じ画像である。また、異なる 8 種類の画面占有率のサムネイル画像サイズで実験を行った。画面占有率とは、提示画像が表示画面に占める割合のことである。算出式を以下に示す。

$$\text{画面占有率} = \frac{\text{サムネイル画像サイズ} \times \text{枚数}}{\text{画面解像度}} \times 100 [\%]$$

画像表示装置として利用したモニタの画面解像度は 3840×2400 pixel であり、リフレッシュレートは 24Hz であった。モノクロ画像、カラー画像を利用した実験の条件の違いを表 1 に示す。2 種類の実験で異なった点は、利用した画像に色情報の有無と、画像のデータサイズの 2 点のみである。なお、実験の被験者は 20 代の大学生 9 名であった。

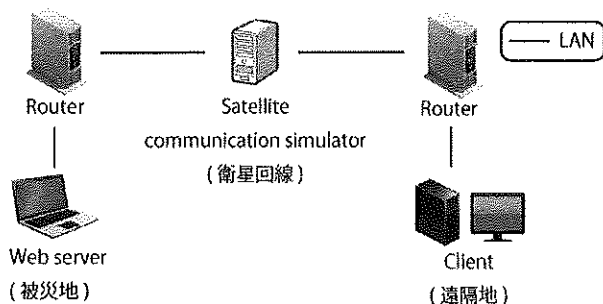


図 1 注視時間計測実験の結線図

表 1 実験条件の違い

	モノクロ画像	カラー画像
提示画像	集合写真	集合写真
色	モノクロ	カラー
画像サイズ	1.22 MB	1.32 MB

3. 計測結果

サムネイル画像にモノクロ画像を利用した場合と、カラー画像を利用した場合の結果を図 2 に示す。実験の結果、画面占有率の低いサムネイル画像において、カラー画像はモノクロ画像に比べて検出時間が長くなった。またモノクロ画像において、画面占有率の低いサムネイル画像では検出時間が長くなることを既に明らかにしている⁹⁾が、カラー画像においても画面占有率が低いと検出時間が長くなる特徴が見られた。

4. むすび

本報告ではサムネイル画像表示において色情報の有無が画像検出時間に与える影響を明らかにするため、カラー画像を利用した所望画像の検出実験を行った。その結果、カラー画像においてもサムネイル画像で行った実験と同様の特徴が得られた。今後はカラー画像が画像検出時間に及ぼす影響を、視線計測機を利用して調査する予定である。

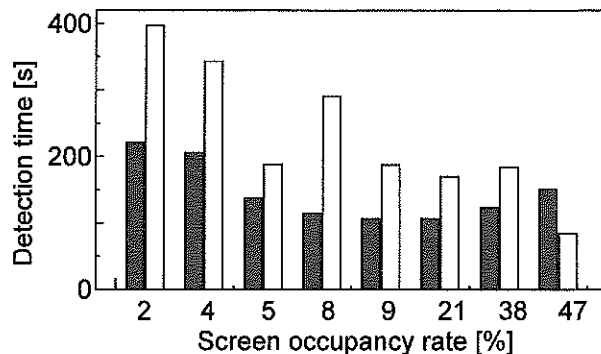


図 2 サムネイル画像にモノクロ画像を利用した場合(黒色)と、カラー画像を利用した場合(白色)の画像検出時間

本研究の一部は JSPS 科研費 25350261 の助成を受けたものである。

5. 文献

- 1) 片山典彦他：WINDSのTCP通信における伝送特性の一検討，電子情報通信学会技術研究報告，vol.111，No.129，pp.37-42，2011.
- 2) 八木一夫他：ETS-VIII衛星を利用した遠隔災害医療を想定した画像通信と遠隔診断のシステム構築，第28回日本医用画像工学会大会，OP6-09，pp.1-12，2009.
- 3) 高野邦彦他：ETS-VIIIを利用した災害時トリアージ支援用立体動画像伝送の一検討，画像電子学会誌，Vol.40，No.5，pp.900-908，2011.
- 4) 武藤憲司他：災害時遠隔画像診断システムのサムネイル画像伝送の一検討，2012年電子情報通信学会総合大会，B-3，p.337，2012.
- 5) 菅貴之他：伝送遅延時間がサムネイル画像表示における画像検出に与える影響，電子情報通信学会東京支部学生大会講演論文集，p.159，2014.
- 6) 菅貴之他：遅延伝送路が高精細モニタのサムネイル画像サイズに与える影響，日本人間工学会第54回大会，1E2-3，pp.200-201，2013.
- 7) 菅貴之他：伝送速度が高精細モニタのサムネイル画像サイズの表示に与える影響，電気関係学会東北支部連合大会講演論文集，2-E-11，p.1，2013.
- 8) 菅貴之他：遠隔医療支援システム構築に向けた「きずな」の通信特性，2013年電子情報通信学会総合大会，B-3-18，p.327，2013.
- 9) T.Suga et.al.：Relation between image detection time and thumbnail image size for satellite-based telemedicine，18th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems，Vol.35，pp.1513-1518，2014.

[連絡先]

菅 貴之

e-mail：ma13048@shibaura-it.ac.jp

想像に適した配色提示

—NGD と配色イメージスケールの利用—

○石川哲大*, 上岡英史*

*芝浦工業大学大学院理工学研究科電気電子情報工学専攻

Color Selections to Activate Imagination

Akihiro ISHIKAWA*, Eiji KMIOKA*

* Graduate School of Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

1. はじめに

インターネットの普及により誰でも情報を得られる世の中になった。それに伴い情報を記憶すること以上に情報を利用し、新しくモノを想像する力が求められている。そこで、本研究では色刺激により想像力の活性化を試みる。想像的な作業としてあるテーマの絵を描くことに着目し、テーマと結びつきの強い色刺激が想像力を活性化するという仮説を立てた。本稿では、想像に適した配色を選定するため、NGD(Normalized Google Distance)¹⁾とイメージスケール²⁾の利用について議論する。

2. 関連研究

色が作業に与える影響は数多く報告されている。Zhu 氏³⁾は「日常生活で得る色の連想が原因で作業に影響を及ぼす」と述べる。たとえば青色は創造性を要する作業を、赤色は注意力を要する細かな作業の質をそれぞれ向上させるといふ。このように色の心理効果から想像に影響を与える色を選び出せないかと考えた。

著者らはテーマと結びつきの強い単色の選定を行ったが、単色ではテーマのイメージを表すには不十分であった。そこで本研究では各テーマに対し、そのイメージを膨らませるような配色の選定手法を提案する。

3. 提案手法

3.1 テーマと色の結びつき

テーマとなる名詞と結びつきの強い色を選び出したい。しかしながら、テーマから直接的に関係性の強い色を選び出すことは困難である。そこでイメージ語を仲介し名詞と色を結びつける手法を提案する。この原理を図1に示す。

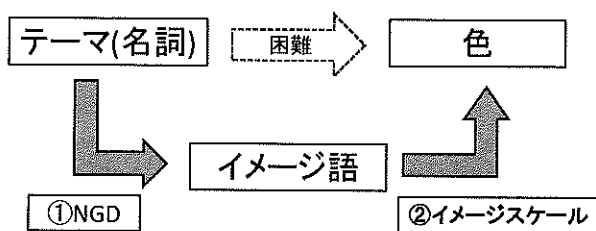


図1 提案手法

イメージ語として「うれしい」、「さっぱりした」といった性質を表す言葉が180語定義されている。色とイメージ語はイメージスケール²⁾で互いの対応関係が明らかにされている。

ここでは、テーマとイメージ語を結びつけるためにNGD¹⁾という手法を用いた。これは、どの程度頻繁にテーマとイメージ語が同時に使われるかをインターネット検索のhit数から得る手法である。

たとえばテーマが「花」であれば、花のイメージを膨らませるためのイメージ語が分かれば、イメージ語を仲介して花と結びつきの強い色を選び出せる。このようにしてテーマと結びつきの強い色を選定する。

本研究では名詞10語を絵のテーマとし、各テーマに対応する色を選定する。

3.2 NGD(Normalized Google Distance)

NGDとは「正規化情報距離」を近似したもので2語の意味的関わりを表す試みである。NGDの値は以下の(1)式で表され、テーマとイメージ語の2語に関するhit数を正規化することで得られる。

$$NGD = \frac{\max\{\log_{10} f(x), \log_{10} f(y)\} - \log_{10} f(x, y)}{\log_{10} N - \min\{\log_{10} f(x), \log_{10} f(y)\}} \quad (1)$$

(1)式において、x, yはそれぞれ名詞とイメージ語を表し、f(x), f(y)はそのhit数である。またf(x, y)はxとyの2語をand検索したhit数である。NGDは2語の意味的関わりを距離で表すので、算出結果が0に近いほど2語の関わりが強い。

テーマ10語とイメージ語180語のすべての組み合わせでNGD値を計1800個算出した。各テーマに対し、NGDの値をもとに結びつきの強いイメージ語を20ずつ求めた。次にイメージスケールを用いて配色を定める。

3.3 イメージスケール

イメージスケールとは色と言葉の関係を理解しやすい形で記述する試みとして、(株)日本カラーデザイン研究所によって提案された手法である。これは「暖かい-冷たい」、「硬い-柔らかい」という2つの形容詞対を心理軸とした2次元平面で表される。実際にスケール上にイメージ語、配色

を配置したものを図 2, 3 にそれぞれ示す。2 つは同じスケールのため、同じ座標であれば同じイメージを表し、イメージ語と配色とを結びつけることが可能である。

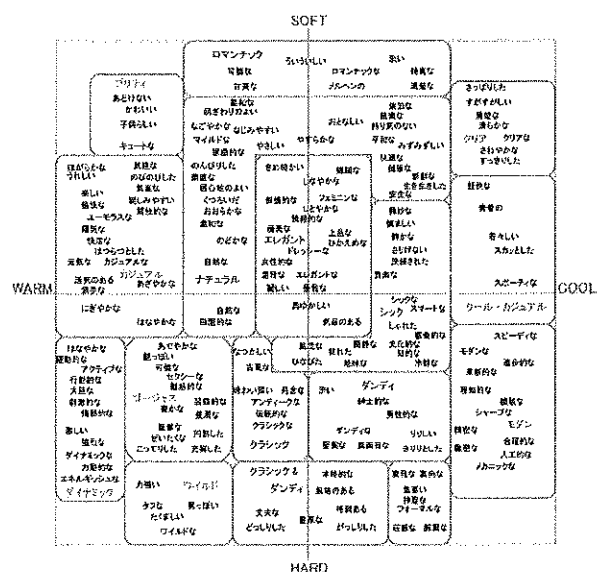


図 2 言語イメージスケール

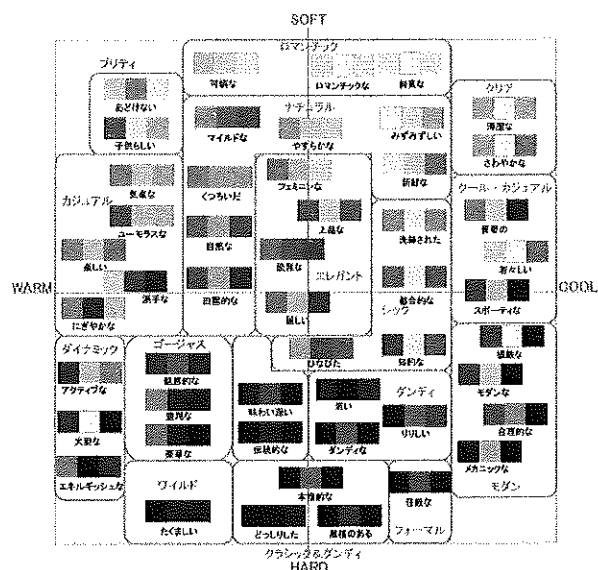


図 3 配色イメージスケール

4. 配色選定結果

これまでの筆者らの研究では、テーマと単色を結びつけることには成功している。しかしながら単色ではテーマのイメージを表すには不十分であると考え、本研究ではテーマをより適確にイメージ可能な、配色との対応を明らかにした。まずテーマとイメージ語を対応させるため NGD 値を算出し、このうち上位 20 のイメージ語に対しイメージスケールにより配色を対応させた。

例として、4 テーマに対応するイメージ語上位 3 件と、その配色とを対応させた結果を図 4 に示す。

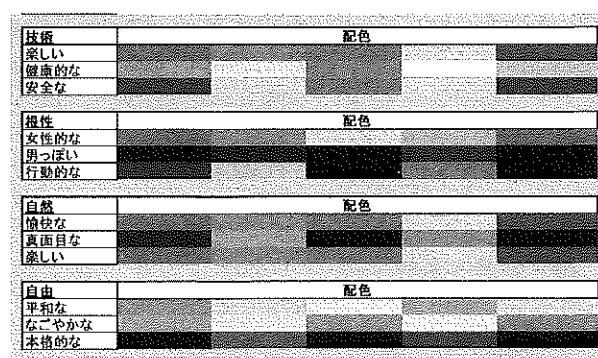


図 4 配色選定結果

5. 考察

図 4 より「技術」と「楽しい」、「自由」と「平和」のようにテーマと結びつきの強いイメージ語が選定された。またテーマ毎に配色に統一性がある。以上からテーマをイメージさせる配色は NGD とイメージスケールを用いて選定可能であると判断できる。但し、テーマによっては適したイメージ語を選出できないため、より適格なイメージ語を選出できるよう提案手法の精度を向上させる必要がある。

6. まとめと今後の課題

テーマと結びつきの強い色が想像を促すという仮説を立て、NGD とイメージスケールを用いて想像に有効な配色を選定した。今後の課題として、想像的作業時の配色提示が作業の得点率に及ぼす影響を測定する必要がある。例えば、NIRS を用いて作業中の脳活動をリアルタイムに計測し、実際に想像力が活性化されたかどうかを評価する方法が考えられる。

7. 参考文献

- 1) R.L. Cilibrasi and Paul M.B. Vitanyi, "The Google Similarity Distance," IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol.19, Issue 3, 2007, pp.370-383.
- 2) 小林重順, "配色イメージワーク", 講談社, 1995.
- 3) Mehta. R. Zhu R., "Blue or Red? Exploring the Effect of Color on Cognitive Task Performances," Science, Vol.323, No.5918, pp.1226-1229, 2009.

[連絡先]

石川 哲大
 芝浦工業大学 大学院理工学研究科
 電気電子情報工学専攻
 モバイルマルチメディア通信研究室
 e-mail : ma14013@shibaura-it.ac.jp
 Fax : 03(5859)8226

新製品企画のアイデア創出手法の活用基準に関する検討

○酒谷 修*, 小松原明哲**

*早稲田大学創造理工学研究所, **早稲田大学理工学術院

Examination about the application of product planning technique
that is effective for the idea creation of the new product

Shu SAKAYA*, Akinori KOMATSUBARA**

*School of Creative Science and Engineering, Waseda University, **Faculty of Science and Engineering, Waseda University

1. 研究背景・目的

市場の成熟に伴い、商品のコモディティ化が進み、商品の姿をそのままにして、性能向上やユーザビリティ向上を図るだけでは商品差別化が困難となる状況が見られる。このため、生活者へのサービスを既存商品を全く異なる形、スタイルで表現する新商品（例えば dyson 社製の「羽のない扇風機」）、または消費者に新しい暮らしを提案する「生活提案型」の新商品（例えば「馬車に対する自動車」）などの考案が重要となっている。

一方、新商品の考案を支援するアイデア創出手法は数多く存在するが、それらの使い分けや組み合わせについては明確になっておらず、新商品のアイデア創出につながらないという声も商品企画者から上がっている。

そこで、本研究では既存のアイデア創出手法の特徴を明らかにし、新商品を考案するためのそれらの活用方法について検討することを目的とする。

2. 研究方法

以下の手順で研究を行う。

STEP1. アイデア創出手法の分析

新製品企画のアイデア創出手法を広く集め、研究者自身が実施することで、各手法の使用や用途を分類し、手法の効果的な使い方、組み合わせ方に関する仮説を生成する。

STEP2. 仮説の検証

Step1. で生成した仮説を実証するために、アイデア創出ワークショップを実施する。

3. アイデア創出手法の分析

文献調査^{1,2)}により、全 41 種類の手法を収集し、その特徴を整理した。表 1 にその一部を示す。

表 1 収集した商品企画手法の一部

手法名	概要
サービスサファリ	参加者が実世界で実際にサービスを体験し、良いサービスと悪いサービスの事例を集める技法
シャドーイング	リサーチャーが顧客や現場のスタッフや後方スタッフの日々の生活や仕事の場に身を置き、彼らの行動と経験を観察する技法
カスタマー・ジャーニー・マップ	一つのサービスが提供するUXをビビッドに、なおかつすっきり構造化して図解する技法
親和図法	数多くのアイデアを、情報の意味の近さにもとづいてグループに分類する手法。ブレインストーミングで得られたアイデアをもとに親和図法を作成するのが一般的

収集した各手法について、その使用目的（例：KJ 法：アイデアを抽出するためアイデア同士の関係性を整理すること）を書き出し、類似したものをまとめた。その結果、全 7 種類に分類することができた。以下にその概要を示す。

- 行動観察型：フィールドワークからニーズやシーズを抽出する手法。「サービス・サファリ法」「シャドーイング」など
- 発散型：アイデアを膨らませて多く出すための手法。「ブレイン・ストーミング」「シナリオグラフ」など
- 強制型：ルール・枠組みによって強制的にアイデアを抽出するための手法。「What-if 分析」「SCAMPER 法」など
- 組み換え型：発想されたアイデアを組み合わせたり、違う条件化でのアイデアの使われ方を考えたりすることで、アイデアを膨らませるための手法。「構造シフト発想法」など
- 整理・具体化型：アイデア同士の関係性を整理することで、アイデアを多く抽出したり、不要なアイデアを除去していくための手法。「ペルソナ」「カスタマー・ジャーニー・マップ」など
- 収束型：抽出されたアイデアを具体化するために、除去・精査するための手法。「親和図法」「2 軸法」など
- 共有型：抽出されたアイデアを共有することで改善するための手法。「ストーリーテリング」「サービス・ステージング」など

ここで Marc Stickdorn らは、サービスデザインプロセス³⁾として①探求段階、②設計・再構成、③実施の順で実施することを提唱している。このプロセスに対応させると、7 種類の方法は、①行動観察型、②発散型、強制型、組み換え型③整理・具体化型、収束型、共有型と区分されると思われる。仮説として、この順に用いていくとよいと考えられる。

4. 仮説の検証

4.1 目的・方法

生成した仮説を検証するために、商品企画のワークショップを実施した。ここではサービスデザインプロセスの3ステップに、①サービス・サファリ（参加者が実世界で実際にサービスを体験し、良いサービスと悪いサービスの事例を集める）、②ブレーン・ストーミング（多様な参加者が、与えられたテーマから連想をスタートし、自分のアイデアや他人のアイデアにどんどん乗っかかりながら、数多くのアイデアを生み出していく）、③KJ法（テーマに関するキーワードを記述、整理する方法で、考えやアイデアを整理する）を割り当て、その順で実施した。なお、ワークショップ参加者は男子大学生5名であり、ワークショップの様子はビデオ撮影し、被験者の発言内容を書き出した。ファシリテータは筆者が行い、ワークショップを主導した。

本実験では①サービス・サファリを使用したサービスを体験する時間を十分に取れなかったため、被験者である男子大学生が普段から親しんでいる商品を活用するのが良いと考え、電気ケトルをアイデア発想の起点に選択した。

4.2 結果・考察

仮説に基づいた手順で行ったワークショップによって、全30個のアイデアが発想された（表2）。

表2 発想されたアイデアの一部

発想されたアイデア	アイデアの分類
食卓用掃除機	既存商品から他の商品へと転用
コードレス化	既存商品の高機能化
押しやすいボタン	既存商品の高機能化
開けやすい蓋	既存商品の高機能化
食品茹で器	既存商品から他の商品へと転用
浄水化機能	既存商品の高機能化
加湿器	既存商品から他の商品へと転用

その多くが「温度調節機能を付与する」などの性能向上やユーザビリティ向上を図るものであったが、「食卓用掃除機として使用する」といった、サービスを既存商品を全く異なる形、スタイルで体現するようなアイデアも抽出された。後者のアイデア発想には、被験者同士が行った議論内容が影響しているように思えたため、被験者の発言内容に着目し、類似したものでまとめた。その結果、4種類に分類された（表3）。

表3 発言内容の分類

分類	概要
質問	抽出されたアイデアに対して疑問が生じた際に質問をしている発言
アイデア	発想したアイデアを表現している発言
不満	既存商品に対しての不満に関する発言
反論	他の参加者のアイデアに対して意見や反論を行っている発言

これらの分類で、新商品考案に効果的と思われる発言について以下に示す。

- ある被験者の、電気ケトル内の汚れが気になるという「不満」から発想された「自動洗浄機能」というアイデアに対して、他の被験者が「反論」をし、そのアイデアについて議論したことで「食卓用掃除機」というアイデアが発想された。つまり、「既存商品の改善」から「既存商品を全く異なる形、スタイルで体現した新商品アイデア」へとアイデアが発展していく様子が見られた。これより、ワークショップの設計には以下の内容が重要であることが示唆された。

- ・ 仮説のステップ②（発散型、強制型、組み換え型）において、被験者のアイデアに対する「反論」をファシリテータが促す。
- ・ 既存商品への「不満」を抽出するステップを、仮説のステップ②（発散型、強制型、組み換え型）の前に行う。

4.3 その他抽出した配慮事項

仮説のステップ①（行動観察型）では、被験者のワークショップへの参加度に個人差があり、協力者同士の相談や議論の回数も少なかった。話題の発展がアイデア創出に有効であると思われることから、ステップ①では、ファシリテータのワークショップへの強い介入が必要であることが示唆された。

5. まとめ

本研究では、各商品企画手法の特徴調査、ワークショップでの活用方法の観察を行うことで、消費者に新しい暮らしを提案する「生活提案型」の新商品のアイデア抽出や、既存商品を全く異なる形、スタイルで体現した新製品のアイデア抽出に有効な、商品企画手法の活用に関する検討を行った。

6. 文献

- 1) Jakob Schneider, Marc Stickdorn : This is service design thinking, p120-p215, 2013
- 2) 前野隆司: システム×デザイン思考で世界を変える, p40-p73, 2014
- 3) 山岡俊樹: デザイン人間工学, p1-p40, 2013

[連絡先]

酒谷 修

e-mail: syu.sakaya@fuji.waseda.jp

テキストマイニングによるユーザレビューの解析に基づく製品デザインと UX の関連について

○望月崇允*, 石川慎也**, 矢口博之**, 磯野春雄*

*東京電機大学大学院, **東京電機大学

A Study of investigating the association for product design and User

Experience through the users reviews by using text mining

Takanobu Mochizuki*, Shinya Ishikawa**, Hiroyuki Yaguchi**, Haruo Isono*

*Tokyo Denki University, **Tokyo Denki University

1. はじめに

近年、日本の製造業において大手国内メーカーの業績の悪化や事業の撤退が相次ぐなど、技術力は世界のトップレベルであるにもかかわらず、魅力的な製品開発が停滞している。その一方で、海外では魅力的な製品開発を行っている企業が増え、日本市場でのシェアも向上しつつある。

また、昨今の EC(エレクトリックコマース)サイトをはじめとするレビュー投稿サイトの発達を背景として、製品に関してユーザ間で気軽に情報を共有できるメディアが増えており、製品の性能についてのみならずデザインという感性的な分野についても個人単位で評価がなされ、購買行動を左右するまでになっている。

そこで本研究では、特定の家電製品を対象に、レビュー投稿サイトより収集したユーザレビューについてテキストマイニングによる定性情報の分析を行った。その結果、製品デザインと UX(ユーザエクスペリエンス)の関係がレビューにどのように反映されているかについて知見を得た。

2. テキストマイニングを用いたユーザレビューの分析¹⁾

多くの EC サイトやレビュー投稿サイトが採用しているレビュー方法に含まれる特徴的なものとして、アンケート調査にしばしば用いられる製品の評価を定量的な表現である数字や特定のシンボルを用いた点数の高低で行わせるものが挙げられる。これは評価の分析という点において製品についてレビューするユーザとそれを閲覧する人の双方にとってわかり易く明確であるといえる。しかし、こうした定量的な情報を分析する手法では、文章を用いて表現される個々人の環境や考察について把握することが困難であり、本研究が目的とする製品デザインに関する知見を十分に得られない。

そこで本研究では、文章によって構成された製品のユーザインターフェースを含む外観デザインに関するレビューを対象としたテキストマイニングの結果を用いて分析を行い、得られた結果を元に製品の開発においてデザインおよびコンセプトに対する、よりの確なアプローチをするための施策について考察を行った。

2.1. 本研究におけるテキストマイニングの概要

株式会社 NTT データ数理システムが提供する Text Mining Studio を使用し、収集したレビュー

に対して形態素解析を行い、それぞれの製品のレビュー内容についてテキストマイニングによる分析を実施した。

2.2. レビューサンプルの入手先と調査対象製品

製品の普及率と市場動向の変化の大きさから、デザインに関するレビューの調査対象を一般家庭向け扇風機とし、形状に明確な違いがある羽なし型、タワー型、従来型について代表的なレビュー投稿サイトよりそれぞれ 3 社の製品について分析を行った。抽出対象と収集したレビューの概要について表 1 および表 2 に記す。

表 1 調査対象の概要

製品の型	メーカー	対象モデル	最安価格(円)	重量(kg)	消費電力(W)
羽なし	ダイソン	AM02-N	16,208	3.38	65
羽なし	ダイソン	AM02-LF	28,223	3.14	65
タワー	シャープ	PF-FTC1	12,699	4	27
従来	日立	HEF-80R	5,978	3.9	40

表 2 収集したレビューの概要

製品	収集した EC サイトごとのレビュー数			
	amazon	楽天市場	価格.com	計
ダイソン AM02 シリーズ	42	44	15	101
シャープ PF-FTC1	26	45	24	95
日立 HEF-80R	34	31	35	100

3. テキストマイニングの解析結果

収集したレビューの単語の出現頻度と単語同士のつながりを抽出し、分析を行った。また、よりの確なデータを抽出するため得られた結果を元に単語のフィルタリング機能を使用し、再度レビューに対してマイニングを行うことで不要な情報を取り除いた。

3.1. 単語の出現頻度による分析

デザインに関する単語について、その出現頻度を分析した結果を正規化したものを表3に示す。その結果、レビュー内で一番多くデザインに触れている製品は日立 HEF-80R、次いでシャープ PF-FTC1、最も少なかったのはダイソン AM02 シリーズだった。

この結果を踏まえ、それぞれの製品についてデザインに関する記述を分析した結果、出現頻度が高いものほど素材や造形の細かな部分など具体的な部分に言及されており、低くなるにつれて「インテリア性」「デザイン性」など抽象的な表現で評価している傾向がみられた。

表3 単語の出現回数

単語	製品名		
	ダイソン AM02 シリーズ	シャープ PF-FTC1	日立 HEF-80R
デザイン	26	32	36
インテリア	8	3	1
サイズ	0	10	20
スペース	3	3	1
大きい	17	19	14

3.2. 単語ネットワークによる分析

Text Mining Studio の評判分析機能を使用し、デザインに関する単語同士を結び付けたネットワークの形で抽出した結果を機種ごとに図1、図2、図3に示す。

それぞれのネットワーク図の特徴から、ユーザーに注目してもらいたい技術やデザインがおおむね好印象を与えることにつながっていることがわかる。

とくに日立 HEF-80R についてはデザインについて細かくレビュー内で言及されており、ユーザーが従来の製品との差異について評価している様子が見受けられる。

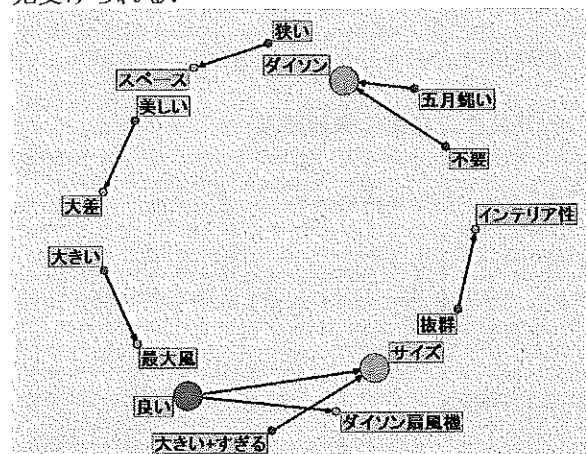


図1 ダイソン AM02 シリーズのネットワーク図

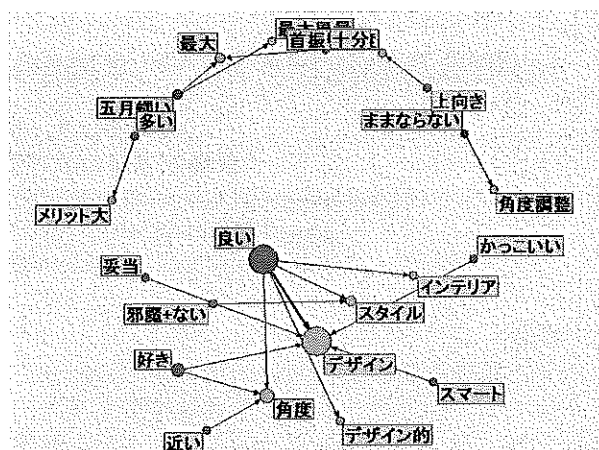


図2 シャープ PF-FTC1 のネットワーク図

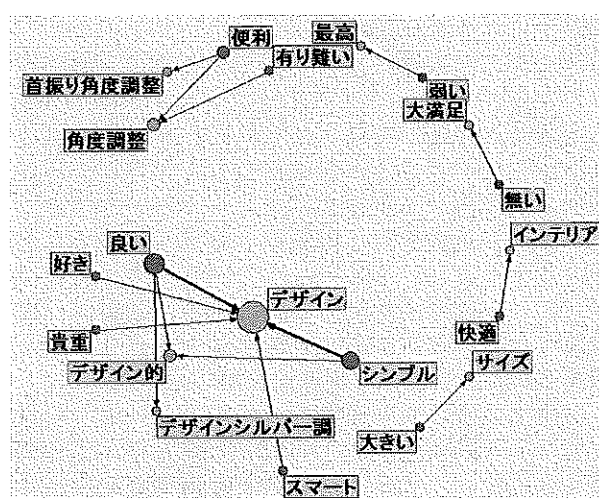


図3 日立 HEF-80R のネットワーク図

しかし、ダイソンやシャープの製品については扇風機としての基本的な性能や UI、価格についてマイナスイメージの評価が散見された。このことから、同2社の製品についてはデザインと性能のバランスについて改善すべき点があると思われる。

4. まとめ

本研究ではレビュー投稿サイトにおける製品に関するレビューを対象としたテキストマイニングにより、ユーザーエクスペリエンスという視点に基づいた製品デザインに対する知見を得た。

また分析結果から、製品開発における価格と性能の関係性と同様に、デザインと性能にもトレードオフの関係があることが分かった。

5. 参考文献

- 1) 石田基広：R によるテキストマイニング入門，森北出版株式会社，2008
[連絡先]
望月 崇允
e-mail: flmochizuki12@yaglab.net

心拍数変動指標を用いた非接触バイオフィードバックシステムの開発

○垣坂皓太*, 橋爪絢子*, 松井岳巳*

*首都大学東京大学院システムデザイン研究科

Development of Contactless Biofeedback System Using Heart Rate Variability

Kota KAKISAKA*, Ayako HASHIZUME*, Takemi MATSUI*

*Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University

1. 緒論

近年、精神疾患の患者数は増加の傾向にあり、なかでもうつ病や躁うつ病の患者数は最も多く、現在では 100 万人近くにもものぼる¹⁾。今後も精神疾患の患者数は増加することが予想されるが、それを防ぐためには、病気の早期での発見および治療が不可欠であると考えられる。

うつ病の治療法には、薬物療法や自律訓練法などがあるが、近年ではバイオフィードバック(BF: biofeedback)療法が注目されてきている²⁾³⁾。BF とは、生体内で起こる意識にのぼらない情報を工学的な手段を用いて意識上にフィードバックすることにより、意識的な体内状態の調節を可能とする技術である。BF で用いられている生体情報には様々あり、例えば呼吸や心拍、脳波、筋電図、皮膚温度などの生体反応を、医学工学機器を用いて制御できるようにする訓練法を BF 療法という。

本研究では、うつ病患者への治療を目的とした、リラックス訓練のための非接触型 BF システムの開発を行った。フィードバックする指標として、自律神経系の活動度を示す心拍数変動指標(HRV: heart rate variability)のうち、副交感神経の活動度を反映する HF の値を用いた。一般的には、心電図計などを用いた心拍計測から心拍間隔を取得し、HRV を算出するが、心電図計を用いると、電極の貼付やリードの装着の必要性があり、リラックス訓練に適さない。一方、マイクロ波レーダーによって人間の心拍活動に伴う体表面の微小な動きを捉えることで、心電図とほぼ同等の心拍間隔を取得することができるとの報告がある⁴⁾。そこで本システムでは、心拍計測にマイクロ波レーダーを用い、非接触で BF が行えるように設計した。

なお、本システムの将来的な利用対象者はうつ病患者を想定しているが、本論ではシステムの基礎特性の評価を目的として、健康者を対象に本システムのリラックス効果の検証を行った。

2. システム概要

システムの構成図を図 1 に示す。(a)モニターおよび(b)スピーカーに直面する形で、(c)背面にマイクロ波レーダーを設置した椅子を配置し、マイクロ波レーダーで利用者の心拍・呼吸に伴う体表面の動きを観察し、A/D コンバータを通してデジタルデータに変換し、(d)PC で収録・解析を行った(図 1)。

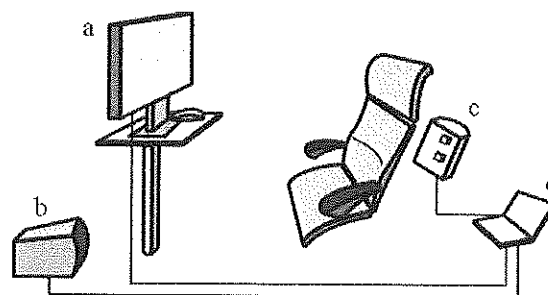


図1 システム構成



図2 システム利用時のモニター画面

本システム利用時のモニター画面は図 2 のような構成で、右側にマイクロ波レーダーでリアルタイムに取得し、算出した HF の値の棒グラフを、画面の下に 1 分ごとにプロットした HF の値の推移の折れ線グラフを呈示させ、HF による BF が視覚的に行えるようにした。また、本システムを使用中に眠ってしまう可能性なども考慮し、継続的にリラックス訓練が行えるよう、リラックスを促すための映像と音楽を BF 中に併せて呈示させた。

3. リラックス効果の検証実験

本システムを使用した BF によるリラックス効果を検証するための実験を行った。

3.1 実験方法

実験には、本システムによる BF 訓練を 3 回以上行った、健康な男子学生 5 名(平均年齢 22.6 ± 0.5 歳)に参加してもらった。

本システムを使用した HF の BF によるリラックス効果を検証するために、次の 3 つの条件を設定し、それぞれの前後に設けた安静時の HF の値を比較した。設定した条件は、(1)本システムを用いて、BF に併せて映像と音楽を呈示した条件、(2)本システムの映像と音楽を呈示せずに BF のみを行っ

た条件、(3)BF および映像、音楽もなしで安静にした条件の 3 つである。いずれの条件においても、BF の時間(安静条件では安静の時間)を 10 分間設け、さらにその前後にそれぞれ 2 分間の安静時間をとった。

3.2 実験結果

各条件の BF の前後に設けた前安静時間と後安静時間における HF の値の変化をそれぞれ比較した。

まず、BF と併せて映像と音楽を呈示した条件では、前安静時に比べて後安静時の HF の値が高い結果となった。t 検定の結果、前後の安静時間において、5%水準で有意差がみられ(図 3)、システム利用後に HF の値が上昇することが確認された。

映像と音楽を呈示しないで BF のみ行った条件においても同様に、前安静時と後安静時の HF の値について t 検定を行ったところ、BF の後で HF の値に 5%水準での有意な上昇傾向がみられた(図 4)。

さらに、BF および映像、音楽の呈示なしの安静条件では、その前後の安静時間について t 検定を行った結果、有意な差は得られなかった(図 5)。

3.3 考察

検証実験の結果、開発した BF システムの利用後に HF の値が上昇し、本システムを利用することによるリラックス効果が示された。また、安静条件では HF の値に有意な上昇がみられなかったことから、本システムのリラックス効果は単なる安静時間によるものではないことも確認できた。

BF のみを行った条件においても、BF と併せて音楽と映像を呈示した条件と同様にシステムの利用後に HF の値が上昇した。このことは、本システムを利用して得られたリラックス効果が、単に映像と音楽の影響ではなく、BF を行ったことの影響であることを示唆している。一方、実験後のヒアリングから、BF のみの条件では途中で眠くなる、退屈に感じる等の意見が挙げられた。システムの継続的な利用を考慮すると、BF に併せて映像と音楽の呈示も行うことが望ましいといえる。

なお、今回の結果は、BF 訓練を積んだ被験者から得られたものである。システムを初めて利用する人に対しても、同様の結果が得られるのか、検証を行う必要があると考えられる。

4. 結論

本論では、リラックス訓練のための非接触型 BF システムを用いて、健常者を対象にリラックス効果の検証を行った。その結果、本システムの利用後に、副交感神経の活動度を反映する指標の HF の値が上昇し、本システム利用によるリラックス効果を確認することができた。

今後の課題として、初めて本システムを利用する人やうつ病患者を対象にリラックス効果の検証を行い、本システムのリラックス訓練における有効性についても検討していく必要がある。

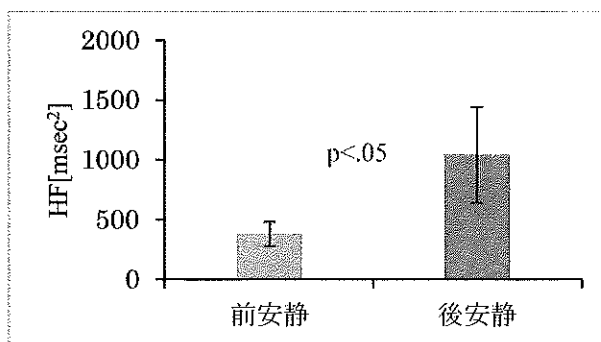


図 3 BF と併せて映像と音楽を呈示した条件での BF 前後の HF

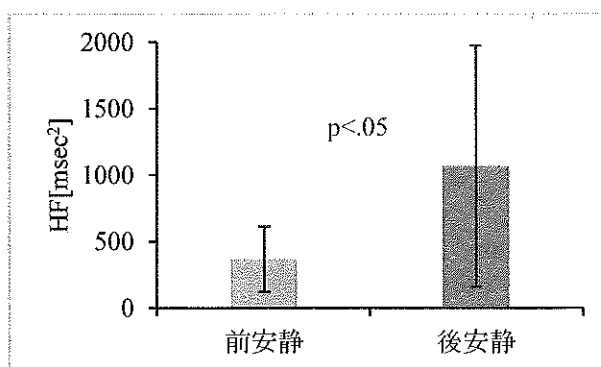


図 4 BF のみを行った条件での BF 前後の HF

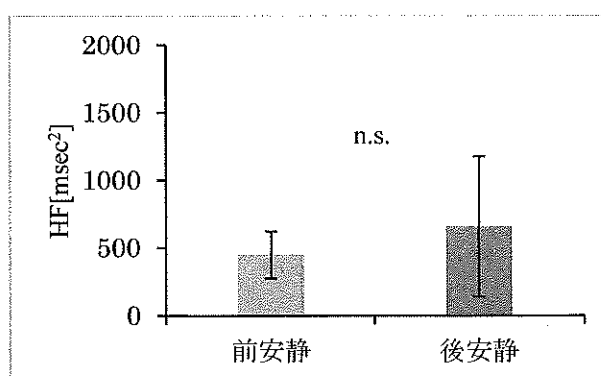


図 5 安静条件での前後安静時の HF

5. 文献

- 厚生労働省：平成 23 年度患者調査，2012
- 榊原雅人：心拍変動から見た休息機能とバイオフィードバック，バイオフィードバック研究，Vol.36(1)，84-89，2009
- Paul Lehrer et al.: Protocol for Heart Rate Variability Biofeedback Training, Biofeedback, Vol.41(3), 98-109, 2013
- Matsui, T. et al.: Development of a practicable non-contact bedside autonomic activation monitoring system using microwave radars and its clinical application in elderly people, J Clin Monit Comput, 27(3), 351-356, 2013

[連絡先]

垣坂 皓太

e-mail : kota.kakisaka@gmail.com

パルス光照射時の瞳孔径と網膜電図の関係

○内山友里亜*, 李スミン**, 下村義弘*, 勝浦哲夫*

*千葉大学大学院工学研究科, **千葉大学環境健康フィールド科学センター

Relation between pupil diameter and electroretinogram during pulsed light exposure

Yuria UCHIYAMA*, Soomin LEE**, Yoshihiro SHIMOMURA*, Tetsuo KATSUURA*

*Graduate School of Engineering, Chiba University, **Center for Environment, Health and Field Sciences, Chiba University

1. はじめに

ヒトの網膜にある内因性光感受性網膜神経節細胞 (intrinsically photosensitive retinal ganglion cell; ipRGC) はピーク波長 460~480 nm 付近の青色光に対して特異的な感度を有している。同細胞で受容された光の情報は、視覚的なイメージを形成せず、脳内で非視覚的経路を辿る。そして、覚醒水準や生体リズムの調整、メラトニン分泌の抑制、縮瞳作用などの非視覚的作用を引き起こす¹⁾²⁾。照射時間が ms オーダーのパルス光に対しても、非視覚的作用を誘発することが確認された³⁾。

網膜電図 (electroretinogram; ERG) は、通常、網膜の病変を検査する際に用いられる。中でも、光刺激後に現れる明順応下陰性反応 (Photopic Negative Response; PhNR) は神経節細胞の働きを反映する⁴⁾⁵⁾。さらに、ipRGC のアクションスペクトルと同等の波長帯域の青色光にて、他の単波長光よりも大きな PhNR が見られた⁶⁾。しかし、他の ERG 反応には ipRGC だけでなく杆体や錐体などの視細胞の神経活動も反映されるため、波形の各成分の明確な由来は未だ明らかになっていない。また、ipRGC の働きを評価する際、脳波やメラトニン濃度、瞳孔径などの指標が多く用いられるが、網膜電図を用いた研究はあまり行われていない。

そこで本研究では、パルス光をヒトに照射した時の瞳孔径と網膜電図の関係を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2.1 被験者

色覚正常で健常な大学生 5 名 (男性 3 名, 女性 2 名, 平均 23.6 ± 1.3 歳) が実験に参加した。被験者には、測定中は瞬目を控えるように教示した。

2.2 実験環境

実験室内は、室温 26 °C, 相対湿度 50 %であった。照明装置には、発光ダイオード (light emitting diode; LED) を内部に設置した積分球を用いた。被験者は積分球の前に着座し、左眼に積分球からの光を照射され、右眼に瞳孔計 (ViewShot, ティエムアイ) を当て、測定を行った (図 1)。

2.3 光条件

背景光には白色 LED (相関色温度 2650 K, 輝度 30 cd/m^2)、刺激光には青色 LED, 紫色 LED, 及び

白色 LED を光源として用いた (図 2, 表 1)。背景光は実験の間、常時点灯していた。刺激光のパルス幅は 2.5 ms であった。

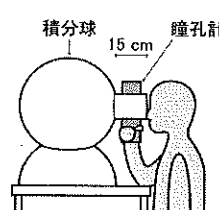


図 1 実験環境

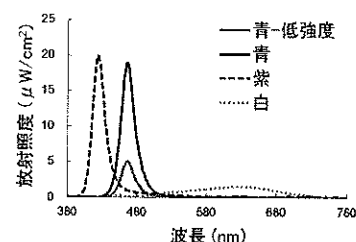


図 2 分光分布

表 1 光条件

光条件	光量子密度 (photons/cm ² /s)	ピーク波長 (nm)	相関色温度 (K)
青-低強度	3.3×10^{14}	466	-
青	1.3×10^{15}	466	-
紫	1.3×10^{15}	424	-
白	7.6×10^{14}	-	2485

2.4 実験手順

被験者は電極装着後、背景光下における 10 分間の明順応に続き、刺激光を照射し瞳孔径の測定を行った。1 分間の休憩に続いて、刺激光を照射し網膜電図の測定を行った。5 分間の休憩をはさみ、ランダムな順序で光 4 条件を繰り返した。

2.5 測定項目

瞳孔径 (右眼) の測定には、右手に把持した瞳孔計を使用した。測定の間、被験者は右肘を机にのせ、姿勢を安定させた。瞳孔径の測定開始 10 秒後に刺激光を照射し、その後 10 秒後までの計 20 秒の間、測定を行った。1 条件における照射回数は 3 回であった。

網膜電図の測定には、誘発反応記録装置 (PuREC, メイヨー) を使用した。皮膚電極にて計測するため、両眼の眼球中央から約 7 mm 下の皮膚に、ペーストを付けた皿電極を装着した。左眼側を関電極、右眼側を不関電極とし、左耳朶にアース電極を付けた。刺激光を 2 秒毎に照射した。10 回の照射を 1 セットとし、1 条件において 3 セットを行った (計 30 回) (図 3)。セットの合間の 30 秒程度を、瞬目のための休憩とした。

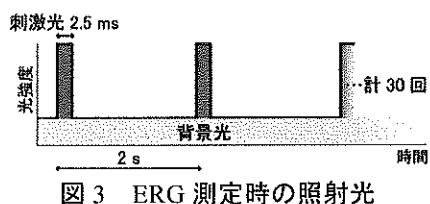


図3 ERG測定時の照射光

2.6 データ解析

瞳孔径においては、3 試行分の平均値を用いた。刺激光照射直前 9 秒間の瞳孔径平均値であるベースラインに対する、刺激光照射後の瞳孔径最小値から、縮瞳率を算出した。

網膜電図においては、30 回の加算平均処理を行った。刺激光照射開始後、約 10~50 ms 間の初めの陰性ピークである a 波 (a)、約 20~60 ms 間の陽性ピークである b 波 (b)、PhNR に含まれる 65 ms、80 ms における振幅 (A_{65} 、 A_{80}) 及び 40~200 ms 間の最小値である PhNR 最大振幅 (PhNRmax) を解析に用いた。刺激光照射直前 20 ms 間の平均値をベースラインとし、各振幅との差を算出した。さらに、a 波と b 波の振幅の比 (b/a) や、b 波と 65 ms、80 ms 及び PhNR 最大振幅の比 (A_{65}/b 、 A_{80}/b 、PhNRmax/b) を算出した。

得られたデータに対して、相関分析を行った。正規性の有るデータに対してはピアソンの相関分析を行い、正規性の無いデータに対してはスピアマンの相関分析を行った。有意水準は 5 % とした。

3. 結果

網膜電図において、図 4 の波形が見られた。

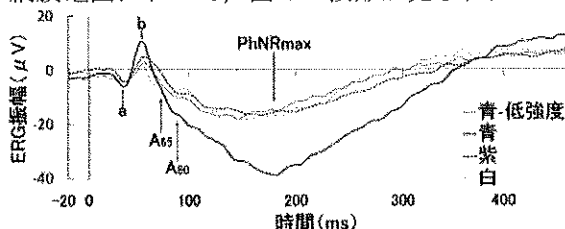


図4 網膜電図 (n=1)

縮瞳率と PhNR 最大振幅の間に、有意な負の相関が得られた ($p<0.01$, $r=0.576$) (図 5, 表 2)。また、縮瞳率と A_{65}/b の間に、有意な負の相関が得られた ($p<0.05$, $r=0.454$)。その他の指標と縮瞳率の間には、有意な相関は見られなかった。

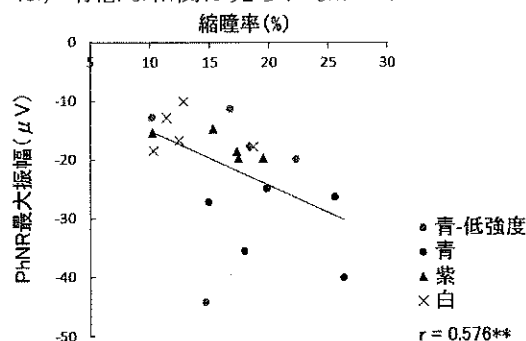


図5 縮瞳率と PhNR 最大振幅の関係

表2 縮瞳率と ERG 指標の間の相関係数及び有意確率 (* $p<0.05$, ** $p<0.01$)

ERG 指標	相関係数(r)	有意確率(p)
a	-0.132	0.578
b	0.008	0.973
A_{65}	0.427	0.060
A_{80}	0.319	0.170
PhNRmax	0.576**	0.008
b/a	0.092	0.701
A_{65}/b	0.454*	0.044
A_{80}/b	0.281	0.230
PhNRmax/b	0.362	0.117

5. 考察

Fukuda ら (2012) は、ipRGC の反応が刺激開始から約 80 ms 及び 280 ms 後の陽性ピークに現れることを報告している⁷⁾。本研究とは結果が異なった原因として、照射時間の違いなどが考えられる。

縮瞳は ipRGC の働きに起因することが知られている。本研究において、縮瞳と網膜電図における PhNR に関する振幅のみの間に有意な相関関係が見られたことから、PhNR は ipRGC の働きを反映することが示唆された。

6. 謝辞

本研究の一部は、独立行政法人日本学術振興会補助金基盤研究 (B) (課題番号 23370104 及び 26291098) の助成により行われた。

7. 参考文献

- 1) Berson et al.: Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock, Science, 295, 1070-1073, 2002.
- 2) 李ら: 単波長の光曝露に対する生理反応, 日本生理人類学会誌, 13(2), 75-83, 2008.
- 3) Katsuura et al.: Effect of blue pulsed light on human physiological functions and subjective evaluations, Journal of Physiological Anthropology, 31(23), 2012.
- 4) Spileers et al.: The human ERG evoked by a Ganzfeld stimulator powered by red and green light emitting diodes, Clin Vision Sci, 8, 21-39, 1993.
- 5) Viswanathan et al.: The photopic negative response of the macaque electroretinogram: reduction by experimental glaucoma, Invest Ophthalmol Vis Sci, 40, 1124-1136, 1999.
- 6) 野崎ら: 皮膚電極による網膜電図測定について - ERG成分における青色パルス光のipRGCへの影響-, 第37回照明学会東京支部大会, 2013.
- 7) Fukuda et al.: Distinct responses of cones and melanopsin-expressing retinal ganglion cells in the human electroretinogram, J Physiol Anthropol, 31(20), 2012.

[連絡先]

内山 友里亜

e-mail : adda3430@chiba-u.jp

大腿部静脈診断における上肢の筋負担と超音波探触子の寸法に関する研究

盛君琳*1、鈴木浩之*2、下村義弘*1、勝浦哲夫*1

*1 千葉大学大学院工学研究科デザイン科学専攻 人間生活工学研究室

*2 日立アロカメディカル株式会社 技術統括本部デザイン室

Relationship Between the Size of the Ultrasound Probe and Muscle Load during the Lower Extremity Venous Ultrasound

Junlin SHENG*1, Hiroyuki SUZUKI*2, Yoshihiro SHIMOMURA*1, Tetusuo KATSUURA*1

1. はじめに

下肢深部静脈血栓症(DVT)が原因の肺塞栓症は発症報告数、剖検における診断数のいずれも10-20年前に比べると増加している¹⁾。エコー診断を行う医師や技師が肩や上肢、手首などに筋骨格系の障害を負うケースが数多く報告されている²⁾。下肢静脈エコー検査を行うためにはカラードブラ法とパルスドブラ法が行える超音波(エコー)装置が必要であり、コントラストなどの調整を自分で行う必要がある³⁾。そこで本研究は上肢の筋電図などを用いて、リニア型の探触子形状と作業時の負担との関係を明らかにした上で、5種類の寸法を変えたモデルを使って人間工学的に使いやすいリニア型の探触子の形状を提案することを目的とした。

2. 実験方法

2.1. 実験プロトコル

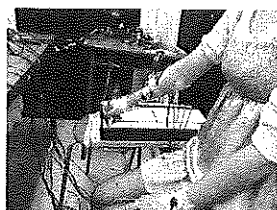
プローブを使った経験がない学生8名(男性4名、女性4名)を被験者とし、患者役は標準的体格の大学生であった。測定項目は上肢の筋電図(総指伸筋、浅指屈筋、尺側手根伸筋、尺側手根屈筋、短拇指屈筋)、身体寸法(第三指手長、最大手幅)、VAS法による主観評価とした。被験者は右手で圧力センサを装着したプローブを持ち、線の描かれた平板に沿ってタスクを行った。平板は被験者の右側に水平に置かれた。椅子の高さは被験者ごとに調整した(図1、図2)。以上を5つの寸法のモデル(図3)についてカウンターバランスをとり、5試行を行った。全ての診断タスクを終えた後、最大随意収縮時筋電位(MVE)の測定と身体計測を行った。

2.2. データ処理

筋電図の導出はアクティブ電極(TSD150B, BIOPACK System, 5~500Hz, ゲイン 350)を用い、MVE (Maximum Voluntary Electoractivity) 実効値との相対値である%MVEを求めた。筋電図はA/Dコンバータ(MP150, BIOPAC System)にて変換され、波形解析ソフト(AcqKnowledge4.1, BIOPAC System)を用いてPCに記録された。



図1 実験の様子

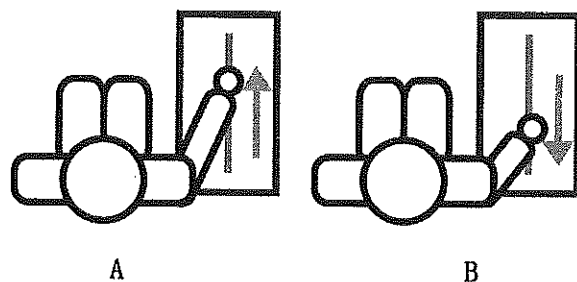


2.3. 解析

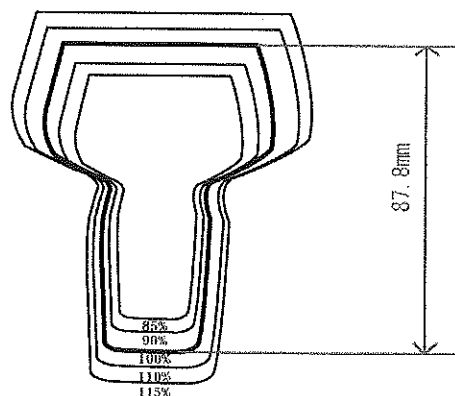
5つの寸法のモデルにおける筋電図の結果を一元配置分散分析とTukeyの多重比較検定により比較した。解析は統計解析ソフト(PASW Statistics18, SPSS 社)を用いて行った。

3. 結果

模擬タスク中の総指伸筋[近心]では、モデル85にはほかのモデルより筋負担が大きかった。短拇指屈筋[近心]では、モデル115にはほかのモデルより筋負担が大きかった(図4)。主観評価では、モデル100の場合はほかのモデルより持ちやすかった(図5)。



A: 近心動作
B: 遠心動作
図2 本研究の模擬タスク



85% : モデル85 110% : モデル110
90% : モデル90 115% : モデル115
100% : モデル100

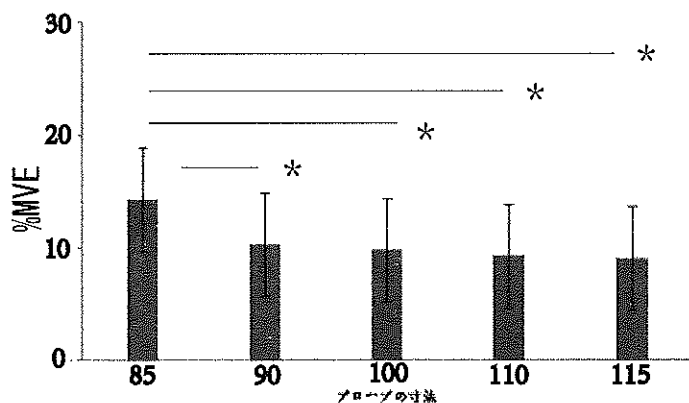
図3 探触子モデル

4. 考察

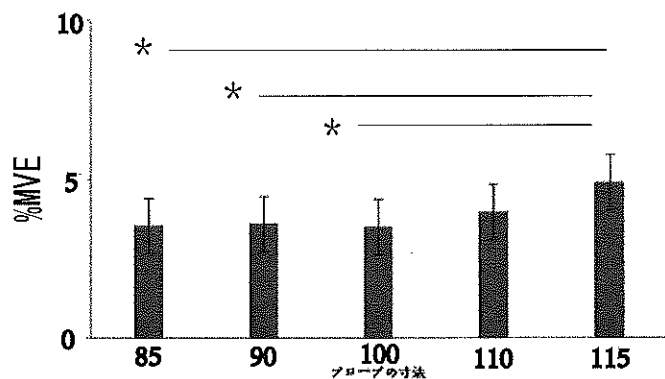
大腿部静脈診断の近心動作時、総指伸筋でモデル85がほかのモデルより筋負担が大きく、短拇指屈筋でモデル115がほかのモデルより筋負担が大きかった。主観評価でモデル100がほかのモデルより持ちやすいという結果が得られた。この結果は、実際の診断業務中の筋負担を複数の筋活動から統合して考慮すべきであることを示している。

5. まとめ

本研究は大腿部静脈診断時超音波探触子（リニア型）の寸法に適切な範囲があることが明らかとなった。以上から負担の少ない探触子の設計や作業環境の提案にむけて、探触子（リニア型）の寸法をより一層考慮する必要があることも示唆された。



総指伸筋「近心」



短拇指屈筋「近心」

図4 筋電図の結果

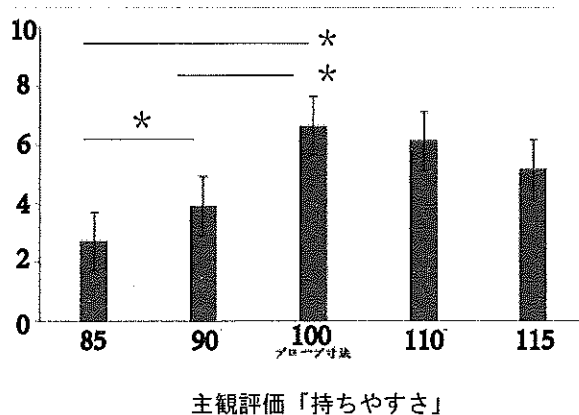


図5 主観評価の結果

6. 参考文献

- 1) White RH : The epidemiology of venous thromboembolism. Circulation 23(suppl 1)I4-8, 2003.
- 2) Klatsky AL, Armstrong MA, Poggi J : Risk of pulmonary embolism and /or deep vein thrombosis in Asian-Americans. Am J Cardiol 85 : 1334-1337, 2000.
- 3) Sakuma M, Konno Y, Shirato K : Increasing mortality from pulmonary embolism in Japan, 1951-2000. Circ J 66 : 1144-1149, 2002.
- 4) Japanese Society of Pathology : Annual of the pathological autopsy cases in Japan 30, 1987.
- 5) Japanese Society of Pathology : Annual of the pathological autopsy cases in Japan 41, 1998.
- 6) Judy Village et al., Ergonomicanalysis of postural and muscular loads to diagnostic sonographers, International Journal of Industrial Ergonomics, Vol.37, Issues 9-10, 781-789, 2007
- 7) 榛沢和彦, 血栓止血誌 19(1) : 39~44, 2008, 下肢静脈エコーの実際 Lower extremity venous ultrasound

<<連絡先>>

*1 〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1 - 33
電話/FAX : 043 -290 -3087

*2 〒198-8577 東京都青梅市今井3-7-19
FAX:0428-32-3654
電話:080-8777-9790

Email : shengjunlin1110@gmail.com

低強度のひねり負荷が体幹筋の筋活動へ及ぼす影響

○野曾原由香*, 鈴木浩之**, 下村義弘*, 勝浦哲夫*

*千葉大学大学院工学研究科デザイン科学専攻, **日立アロカメディカル株式会社

The effects of low-intensity twist on trunk muscles activity

Yuka NOSOHARA*, Hiroyuki SUZUKI**, Yoshihiro SHIMOMURA*, Tetsuo KATSUURA

* Graduate School of Engineering, Chiba University, **Hitachi Aloka Medical, Ltd.

1. 背景・目的

作業中の姿勢不良は、筋骨格系障害のリスクがあるとされ問題となっている。エコー診断では検査者が被検査者の身体に探触子をさまざまな角度で当てることで画像の描出を行うが、被検査者を抱え込むようにして探触子を当てることなどから、検査者の上体のひねりや側屈といった非対称な姿勢の保持が生じることが指摘されている¹⁾。

姿勢不良による筋の持続的な緊張は、慢性的な痛みを生じる原因となる。また作業中の上体のひねりは筋骨格系障害のリスクが非常に高いとされ、看護の現場などで筋電図学的検討が行われている。しかしひねり姿勢の保持が体幹筋へ及ぼす影響に関する研究は数少ない。

筋の等尺性収縮による筋疲労（時間に伴う筋電位の増加、中央周波数の低下など）については様々な研究がされている²⁾。また力発揮は複数の筋によって構成され、筋内および協働筋間で活動交代が生じることによって筋疲労を遅延させるとして、筋の活動交代に着目した研究が近年行われている³⁾。脊柱起立筋などの姿勢保持筋は、長時間の力発揮に向いている遅筋繊維の割合が多いことや、機械的冗長性が高いことから疲労への耐性に優れると考えられているが、その活動パターンは未だ明らかでない。本研究の目的は、低強度のひねり負荷保持中における体幹筋の活動や筋疲労との関係について明らかにすることとした。

2. 方法

15 分間座姿勢を保持させ、時間経過に伴う体幹筋の表面筋電図、主観評価により評価を行った。

3.1 被験者

健康で腰に痛みのない大学生（女性 8 名、身長 159.7 ± 2.2 cm、体重 52.2 ± 3.3 kg）を対象とした。

2.1 実験プロトコル

①ひねり負荷あり、②負荷なしの 2 条件にて 15 分間の座姿勢保持タスクを行った。「基準下随意収縮時の筋電位 (sub-maximal reference voluntary exertions: RVE) 計測→休憩 (5 分)→座姿勢保持タスク (15 分)→RVE 計測」を 1 セットとし、各条件はカウンターバランスをとり実施した。各条件の間には 15 分間の休憩をとった。RVE 計測は、タスク中の筋電図実効値 (root mean square: RMS) の標準化、およびタスク前後の RVE の比較からタスクによる筋疲労を調査する目的で行った。

ひねり負荷条件では右ひねり方向の力に拮抗して座姿勢を保つことで体幹筋の等尺性収縮を生じさせた (図 1)。

3.2 測定項目

筋電図：左右の脊柱起立筋（第 12 胸椎 (T12) より 2cm、第 3 腰椎 (L3) より 4cm）⁴⁾、外腹斜筋、内腹斜筋の計 8 部位より取得した。

姿勢計測：関節角度計により、胸腰椎角度、腰椎角度を測定した。被験者正面のモニターにて値をフィードバックし、一定の座姿勢を保持させた。

主観評価：タスク中の疲労度を 1 分毎に口頭で回答させた。

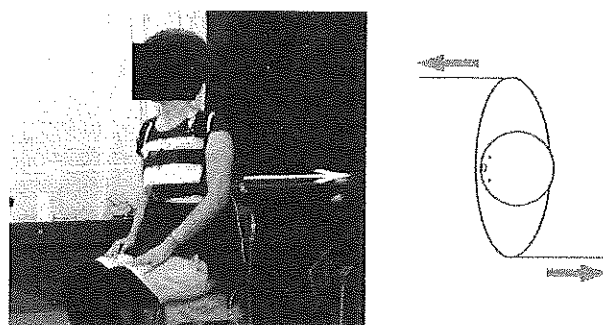


図 1 実験装置

被験者の胸部にベルトを装着し、ロープによる張力により右ひねり負荷を生じさせた。装置はロープ、おもり (15N)、滑車、三脚から構成された。

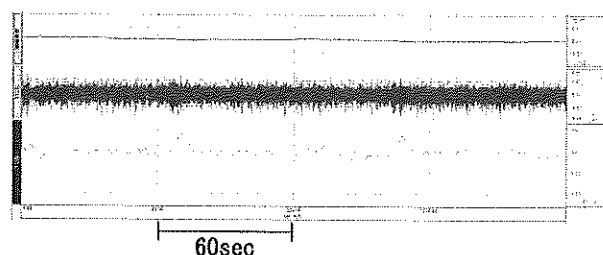


図 2 RMS 値化の例

上から、胸椎角度、脊柱起立筋（第 12 胸椎レベル）筋電図生波形、生波形を RMS 値化した波形となっている。RMS 値は生波形を窓長 5000sample にて実効値化後、約 2sample/秒にリサンプルした値を用いた。

2.4 データ処理

筋電図はサンプリング数 1000Hz、バンドパスフィルタ 20-500Hz にて計測した。タスク 15 分間中

の平均 RVE 比 (RMS 値を RVE で標準化した値)、RMS 値の時間変化、RMS 値の変動係数、中央周波数の時間変化を求めた。

RMS 値は生波形を窓長 5000sample にて実効値化後、約 2sample/秒にリサンプルした値を用いた (図 2)。RMS 値の変動係数は、【(RMS 値の標準偏差/平均 RMS 値)*100】として算出し、時間内における筋活動のばらつきの指標とした²⁾。中央周波数はタスク開始後 30s 間を除いて約 30s (32768sample) 毎に高速フーリエ変換 (FFT) を行った後、変化を 1 分間あたりの % 変化率として算出した。

平均 RVE 比、RMS 値の変動係数について ①負荷なし条件 vs ひねり条件間の差、②各部位の左右差について対応のある t 検定を行った。時間経過に伴う中央周波数、RMS 値、主観的疲労度の変化は、被験者毎に直線回帰分析を行い、統計的に有意な相関がみられるかを調べた。

有意水準は 5%とした。

3. 結果

3.1 平均 RVE 比の比較

ひねり条件では、脊柱起立筋 (T12)、外腹斜筋 (EO) に左右差がみられた (図 3)。T12 では左側より右側が有意に大きく ($p=0.00$)、外腹斜筋では右側より左側で有意に RVE 比が大きかった ($p=0.02$)。

負荷なし条件ではすべての部位で有意な左右差はみられなかった。

3.2 RMS 値の変動係数の比較

左外腹斜筋において、負荷なし条件よりもひねり条件で有意に変動係数が高かった ($p=0.01$) (図 4)。他の部位では有意差はみられなかった。

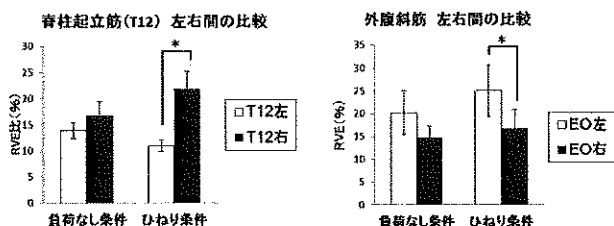


図 3 平均 RVE 比の比較 (左右間の差)

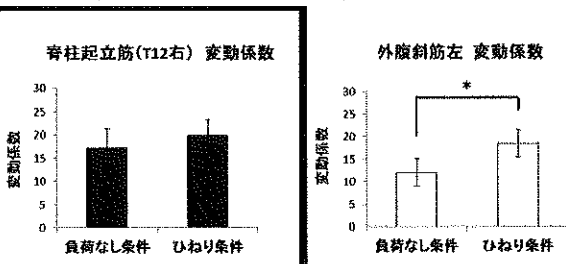


図 4 変動係数の比較 (条件間の差)

3.3 時間経過に伴う変化

主観的疲労度は時間に伴い増加し、ひねり条件の方で傾きが大きくなった (ひねり条件: $R^2=0.99$,

$0.71/\text{min}$, 負荷なし条件: $R^2=0.99$, $0.46/\text{min}$)。

中央周波数、RMS 値の時間変化については、被験者間、部位によって傾向が異なり、被験者全体平均における有意な傾きは見られなかった。

4. 考察

ひねり負荷により、T12 レベルの脊柱起立筋と外腹斜筋にて、有意な RVE 比の左右差がみられた。主観的疲労度の増加率は、ひねり条件で有意に高かった。しかし中央周波数や RMS 値の時間変化については個人間および部位によってばらつきがみられた。体幹筋活動は機械的冗長性が高く、筋疲労の発生パターンが被験者間で異なったためと思われる。

EMG 実効値の変動係数については、左外腹斜筋にて負荷なし条件よりもひねり条件で有意に変動係数が高かった。実効値の変動係数は筋活動のばらつきを示し、筋の活動交代の指標となりうる。近年報告されている³⁾。外腹斜筋は外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋からなる側腹筋の中でも最大で、腹部前外側面全体に広がっている。筋負担が大きかった左外腹斜筋において、筋内または協動筋間との間で活動交代が起こっていたことが示唆される。

また耐疲労性に優れる遅筋繊維の構成比は、脊柱起立筋で 60~75%、外腹斜筋、内腹斜筋では 36~77%とされている。脊柱起立筋において筋負担に有意差がみられたにもかかわらず、活動交代に差がみられなかったことは脊柱起立筋の耐筋疲労性によるものかもしれない。

本研究により、低強度のひねり負荷による等尺性収縮時に、外腹斜筋の活動交代が増加することが示唆された。筋活動の冗長性が高い体幹筋にて筋活動の評価を行うにあたり、活動交代と筋疲労との関係を考慮する必要があると考えられる。

5. 参考文献

- 1) 茂木ら: 超音波検査者の作業姿勢に関する人間工学的研究, 人間工学, 第 48 巻特別号, 452-453, 2012
- 2) Van Dieën et al.: Low-level activity of the trunk extensor muscles causes electromyographic manifestations of fatigue in absence of decreased oxygenation, J Electromyogr Kinesiol, 19, 398-406, 2009
- 3) I Ringheim et al.: Alternating activation is related to fatigue in lumbar muscles during sustained sitting, J Electromyogr Kinesiol, 24, 380-286, 2014
- 4) Mathiu Panchoa et al.: Anatomical optimization of skin electrode placement to record electromyographic activity of erector spinae muscles, Surg Radiol Anat, 30, 137-143, 2008

[連絡先]

のそはら ゆか

e-mail: adta3461@chiba-u.jp

究極のひきこもりシステム

講演「認知科学・生理学・工学の最新技術を駆使した究極の引きこもりシステム-身体感覚と触感覚の伝達-」より
Communication Systems of the Body and Tactile Sensations with the
Computer for the Ultimate Hikikomori

○玉城 絵美*

*早稲田大学

Emi Tamaki*

Waseda University

1. はじめに

伝書鳩、飛脚、郵便、電話、FAX、インターネット、テレビ会議と、人類は引きこもりたい欲求によって様々な情報通信システムを確立している。現代でも、引きこもりが全世界で活躍できる世界を目指して、引きこもりに必要な多種多様なシステムが提案されている。

特に、ヒトの感覚と身体情報を外部に伝達するシステムは、室内にいながらも外にいるかの様に情報交換できるため、視覚と聴覚情報を伝達するシステムが提案され、普及している。視覚情報の伝達として3D TVやWearable Camera、聴覚情報の伝達として立体マイクや立体スピーカが研究開発され、既に一般販売され普及している。これらのシステムによって、視覚と聴覚情報をコンピュータに伝達し、さらにその情報を外部のヒトやモノに伝達することができた。しかしながら、身体感覚や触覚の情報をコンピュータに伝達し、その情報を外部のヒトやモノに伝達する研究は少なく、室内にいる引きこもりが世界中のものを手で動かしたり触ったりして活躍する夢は断たれていた。

2. 研究目的

前述の背景をふまえ、著者の研究目的は、「引きこもりの人々が、室内に居ながら外にいるかの様に外部と繋がり、全世界で活躍するための助力となる究極の引きこもりシステムを提案し、普及させること」である。著者は手の身体動作、身体感覚や触覚の情報をコンピュータに伝達し、さらにその情報を外部のヒトやモノに伝達するためのシステムについて研究と提案している。今回の講演では、著者の2010年から2014年までに発表された著者の研究成果を紹介し、究極の引きこもりシステムの現在の展開について記述する。

3. ロボットを制御し引きこもる

はじめに、身体動作をコンピュータに伝達しロボットを制御するシステムの研究成果(1)について紹介する。従来のロボットは、ヒトが滞在する各所に移動することはできたが、ロボットの手指(以下、ロボットハンド)を動かすにはキーボードやマウスを使用しなければならず、実際の手指の身体動作とはかけはなれ、ロボットハンドの制御には専門的な知識や技能が必要であった。

そこで、カメラの動画像からユーザの手指の姿勢を高精度に3次元推定するシステムを提案した。具体的には、動画像内の手指の輪郭特徴情報と爪の位置情報をもとに手指の姿勢を推定した。

この研究成果によって、ロボットを外部に出して引きこもるといふ夢が叶うと考えられるのかもしれない。残念ながらそう上手くはいかない。実際は、ロボットハンドが何かに当たったときに手の関節が動く身体感覚と触った時の触感がユーザに伝わらなければ、室内に居ながら外にいるかの様にロボットハンドを制御することはできない。ヒトが手指を動作させるときには、関節の身体感覚と触感のフィードバックにより情報を得て、さらなる動作や情報の伝達を行っているからである。つまり、コンピュータから手の身体感覚と触覚をユーザに伝達するシステムが必要となるのである。

4. 手の身体感覚を伝達し引きこもる

本章では、コンピュータから手の身体感覚をユーザに伝達するシステムの研究成果(2)について紹介する。代表的な関連研究としてMasterSlave(3)があげられる。MasterSlaveは、機械構造が手指全体を覆い、特定の姿勢まで手指を押して身体感覚を伝達す

ることができる。しかし、手全体を覆うため実生活での手の触感を阻害してしまう。そのため、一般への普及にはいたっていない。

そこで、本論文の著者の研究グループは28個の非侵襲性のパッド型電極を用いて、腕に内在する手指を駆動する筋肉に電気刺激を与え、手を制御する PossessedHand (2) を提案した(図1)。腕からの電気刺激によって手指を駆動する際、使用する電極パッドの位置つまり刺激経路、電気刺激のレベルと手指の動作は、個人や電極パッドの装着位置によって異なるため、それらの初期設定手法を提案した。各指動作時の刺激経路を特定することによって各指に関連している筋肉の位置を特定し、電気刺激のレベルによって各指で連動動作する関節を特定する。刺激経路と電気刺激のレベルを組み合わせた全ての電気刺激を与え、その刺激と対応する手指の動作を登録することにより、個人ごとに電気刺激に関する事項を初期設定した。

5. 触覚を伝達し引きこもる

本章では、コンピュータから手の触感をユーザに伝達するシステムの研究成果(4)について紹介する。一般に普及するためには前章の通り手を覆わずに触覚を伝達する必要がある。そこで、疑似触覚を提示する装置にRF(Radio Frequency)から電源供給を行うことでバッテリー不要として小型化し、爪の上に固定したシステムを提案した。

6. おわりに

本講演では、究極の引きこもりシステムにつながる研究成果を3種類紹介したが、実際に引きこもりシステムとして一般に普及するためには様々な研究分野で評価される必要がある。様々な研究分野で評価されるためには、様々な研究者が紹介したシステムを利用できるようにしなければならない。ということで、著者が創業した会社にて、引きこもりシステムが次々に研究装置として販売されている(5)。

究極の引きこもりシステムに向けて、現時点では聴覚と視覚に加えて手の身体感覚や触覚について研究がなされているが、今後は味覚や臭覚についての展開も期待される。本研究は、目的が達成されるにつれ引き

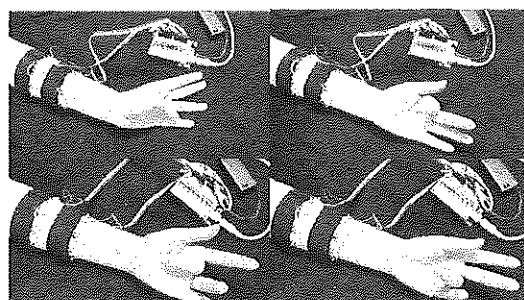


図1: PossessedHandにより指を動作させた様子

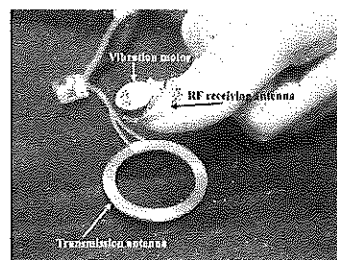


図2: 疑似触覚を提示する装置

こもり達が全世界で活躍できるようになる研究し甲斐のある研究である。著者以外にも本研究の研究者が増えることを願う。

参考文献

- 1) 玉城絵美, 味八木崇, 厩本純一: インタクションシステムのための高精度な3次元ハンドジェスチャ認識手法, 情報処理学会, 平成22年2月号 Vol. 5, No. 2, pp. 229-239, (ISSN 03875806), 情報処理学会論文誌 (2010).
- 2) Tamaki, E., Miyaki, T., & Rekimoto, J.: PossessedHand: Techniques for controlling human hands using electrical muscles stimuli. Proceedings of the 2011 annual conference on Human factors in computing systems (ACM CHI2011), No.10, pp.543-552, ACM, (2011).
- 3) Nakagawara, S., Kajimoto, H., Kawakami, N., Tachi, S., & Kawabuchi, I.: An encounter-type multi-fingered master hand using circuitous joints. Proceedings of the International Conference on Robotics and Automation 2005, pp. 2667-2672, IEEE (2005).
- 4) Emi Tamaki and Ken Iwasaki: A Half-Implant Device on Fingernails, Work-in-Progress, Proceedings of the 2014 annual conference on Human factors in computing systems (ACM CHI2014), No.6, pp.1447-1452 ACM, (2014).
- 5) H2L, Inc. 製品情報. 製品情報 << H2L Inc. http://h2l.jp/products/> (2012).

UD フォントによる組版の設定が文章の可読性に与える影響について

○寺下和洋*, 矢口博之**, 中本和宏***, 八杉淳一****, 磯野春雄*

*東京電機大学大学院, **東京電機大学, ***千葉工業大学, ****UCDA

A Study of the Relationship Between Legibility and the Editorial Design using UD Fonts

Kazuhiro TERASHITA*, Hiroyuki YAGUCHI**, Kazuhiro NAKAMOTO***,

Junichi YASUGI****, Haruo ISONO*

*Tokyo Denki University, **Tokyo Denki University, ***Chiba Institute of Technology,

****Universal Communication Design Association

1. はじめに

高齢化社会の進展により、企業・団体・自治体が発信する情報を誰にでも正確に伝わるようにすることは重要な課題となっている。こうした背景に伴い、「誰にでも読みやすい」ことを追求したUD（ユニバーサルデザイン）フォントが様々な用途やデザインコンセプトに基づき開発され、様々な場所で利用されるようになってきた。しかし、これらのUDフォントは文字単体の可読性の調査が主であり、文章として組まれた際の可読性についての調査はあまり行われていない。

本稿では、UDフォント「みんなの文字」を使用した文章において老眼の有無と組版の設定が可読性にどのような影響を与えるか検討を行ったのでその結果を報告する。

2. 「みんなの文字」について

「みんなの文字」¹⁾は一般社団法人ユニバーサルコミュニケーションデザイン協会（UCDA）と株式会社イワタ、株式会社電通が共同で開発したUDフォントである。文字のかすれにくさ、つぶれにくさを定量化して客観的評価を行うIPO（Island, Pond, Ocean）テスト²⁾（特許出願済み）に基づき、老眼、白内障、高齢の方々に見やすいように配慮、工夫がなされたデザインとなっている。

3. 実験概要

2014年9月11日に東京にあるUCDA本部会議室にて46名、後日東京電機大学と千葉工業大学で27名の計73名を対象に実験を行った。実験協力者には老眼の自覚症状の有無と白内障、緑内障の有無をアンケートで回答してもらった。

実験では図1のようなA3の用紙を用いた。用紙には「みんなの文字」を使用し、6ポイント、38字詰め5行から17ポイント、13字詰め3行までの文章を右側に進むごとにフォントサイズが順番に大きくなるように、縦には行間が1倍、1.1倍、1.2倍、1.5倍、2倍、2.5倍と順に大きくなるように配置した。実験協力者にはこの用紙を読んでもらい、それぞれの文章で読みにくいと感じた場合は×、読めるが読みやすさは感じない場合は△、読みやすいと感じた場合は○を付けてもらった。

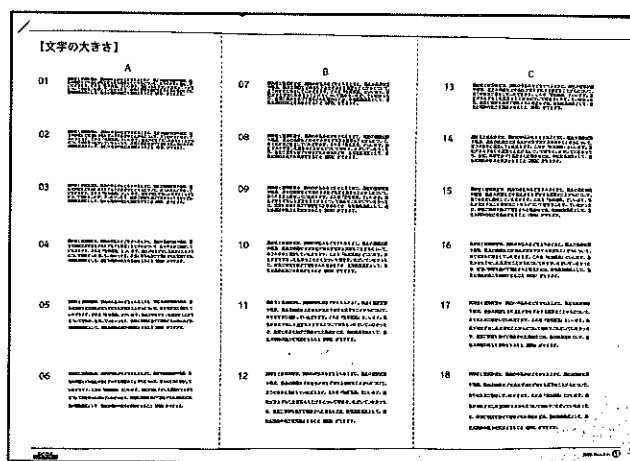


図1 実験用紙の1ページ目

4. 実験結果

回答された○、△、×について○を2点、△を1点、×を0点として集計した。また、老眼の有無で比較を行うため実験協力者を老眼の自覚症状あり（老眼あり）、老眼の自覚症状なし（老眼なし）の2群に分け分析を行った。今回の実験の結果、フォントサイズ、行間、行送りの平均点は「老眼あり」が1.15点、「老眼なし」が1.28点、全体では1.25点となった（表1）。

表1 実験協力者の人数と評価値の平均

	老眼の自覚症状あり(老眼あり)	老眼の自覚症状なし(老眼なし)	計
80代	0名	2名 (うち白内障2名)	2名
70代	10名 (うち白内障4名) (うち緑内障1名)	4名 (うち白内障2名)	14名
60代	14名 (うち白内障2名)	6名	20名
50代	2名	4名	6名
40代	0名	3名	3名
30代	0名	1名	1名
20代	0名	27名	27名
合計	26名	47名	73名
評価値の平均	1.15	1.28	1.25

4.1 フォントサイズと可読性の評価値

最も評価値が高かったフォントサイズは「老眼あり」で11ポイント、「老眼なし」は13ポイントとなった。「老眼あり」「老眼なし」共に11ポイントまでは評価値が上昇する傾向にあるが、それ以上のサイズでは評価値に大きな変化がないことがわかった。「老眼なし」は「老眼あり」と比べ全体的に評価値が高く、特に6ポイントから9ポイントの小さなサイズで差が見られたが、10ポイントと11ポイントではほとんど差がなく、11ポイント以上は「老眼あり」より僅かに高い程度となった(図2)。

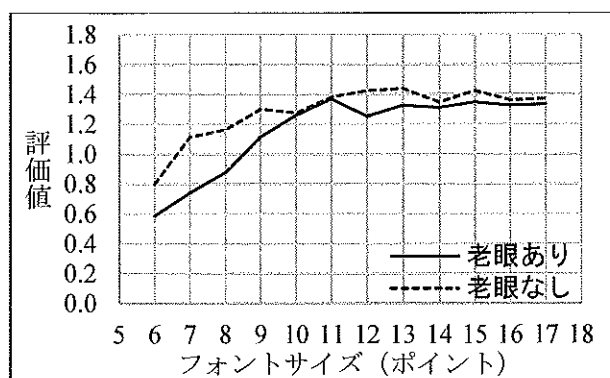


図2 フォントサイズと可読性の評価

4.2 行間と可読性の評価値

「老眼あり」「老眼なし」どちらも行間が1.5倍で最も高い評価を得た。一方、1.5倍を超えると評価が下がった。また、「老眼あり」では1倍が最も評価が低く、1.5倍を越えた後は緩やかに評価が下がる傾向にあったが、「老眼なし」は1.5倍を越えてからは大きく点数が下がり、2.5倍が最も点数が低くなった(図3)。

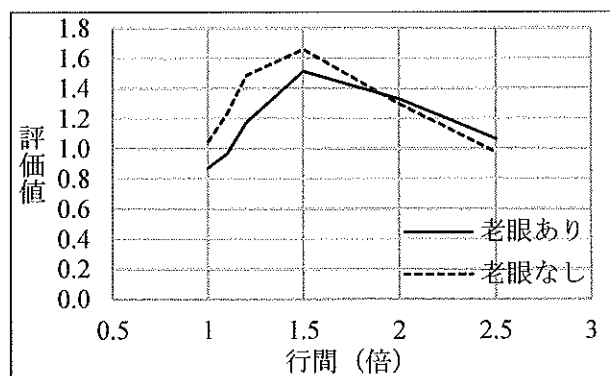


図3 行間と可読性の評価

4.3 行送りにおける可読性の評価

行送りとは行の最上部から次の行の最上部の間隔を指し、フォントサイズに行間を足したものとなる(図4)。

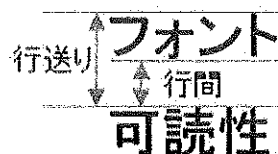


図4 行送りと行間

今回は行送りを一定のポイントごとに区間分け、各区間の評価値の平均を比較した(図5)。

「老眼あり」は行送りが21-25ポイント間、「老眼なし」では11-25ポイント間で高い評価値を得た。「老眼あり」では行送りが25ポイントまでは評価値が上昇するが、26ポイント以上では減少した。「老眼なし」では10ポイントまでは評価値が上昇し、11-25ポイント間で横ばいとなり、26ポイント以上は「老眼あり」と同様に評価値が減少した。

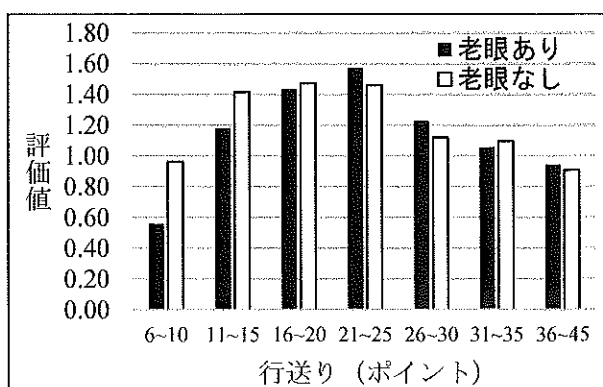


図5 行送りと可読性の評価

5. まとめ

実験により、行送りが16-25の間で老眼の有無に関わらず読みやすく、設定としては行間1.5でフォントサイズが11から17ポイントとなった。

今後はフォントの色やジャンプ率のデータも取得しているため、そちらでも老眼の有無で感じ方にどのような違いがあるかを検討し、帳票などの重要書類における可読性の向上に活用していくことを考えている。

6. 参考文献

- 1) 矢口博之, 竹下直幸, 水野昭, 八杉淳一: 高速可変プリンタ向け UD フォントの開発, 日本印刷学会第126回秋期研究発表会講演予稿集, pp.88-93, 2011.
- 2) 丸山僚太: フォントの可読性評価に関する客観的評価法の提案と主観評価との関係について, 日本人間工学会第53大会講演集, 2012

[連絡先]

寺下 和洋

e-mail: 13rmd15@ms.dendai.ac.jp

脚立に起因する労働災害の実態

○菅間敦*, 大西明宏*

*独立行政法人労働安全衛生総合研究所 人間工学・リスク管理研究グループ

Statistical Survey of Occupational Accidents due to Stepladder

Atsushi SUGAMA *, Akihiro OHNISHI*

*Human Engineering and Risk Management Research Group,
National Institute of Occupational Safety and Health, Japan

1. 緒言

脚立は平地よりも高い場所での作業時に便利であることから様々な場面で利用されおり、図1に示すような軽量で持ち運びが容易なアルミニウム合金製の脚立りが業種を問わず広く普及している。一方、脚立を使った作業中に、作業者がバランスを崩すなどして脚立上から墜落・転落する労働災害（以下、脚立起因災害）が多発し問題となっている²⁾。脚立の高さが2mより低い場合は、保護具等の安全対策義務がないため、脚立自体の高さが低くとも重篤な事故につながりやすいとの指摘もある。しかし、脚立作業に関する研究はほとんど行われておらず、脚立起因災害の実態も十分に把握されていない。そこで本研究では、ある年に全国で発生した労働災害を対象に脚立起因災害について分析し、その結果明らかとなった実態について報告する。

2. 方法

分析対象は、厚生労働省の資料である2006年の休業4日以上労働者死傷病報告から単純無作為法により抽出された後に取得した34,195件であった。当年の労働者死傷病報告全数は134,298件であったことから、対象データは全数の25.5%に相当する。その後、抽出した事例を厚生労働省「職場のあんぜんサイト」³⁾における労働災害統計の分類と同様に業種、性別、負傷型、休業日数などに基づいて分類した。

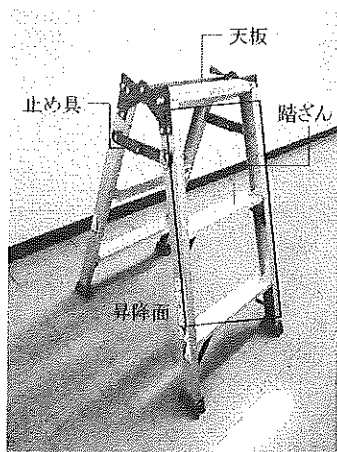


図1 アルミニウム合金製はしご兼用脚立と構成部品

3. 結果および考察

3.1 災害件数

表1に、脚立起因災害、墜落・転落災害、全労働災害の結果について、業種別の件数および百分率を示す。また、脚立起因災害については性別の内訳を示す。

はじめに34,195件の労働災害のうち、992件の脚立起因災害が抽出された。そのうち男性が881人と約89%を占め、女性は111人と約11%であることがわかった。業種別に見ると、建設業が最多の451件で約45%を占め、次に製造業の154件、商業の122件という結果となった。業種別に男女比の内訳について見ると、建設業では451人中98%の444人が男性、製造業でも154人中92%の142人が男性であったことから、第二次産業では男性の被災者が大多数を占めることが示された。一方、第三次産業である商業では122人中31%を女性が占め、清掃・と畜、接客娯楽でも女性がそれぞれ27%と24%を占めていた。保健衛生業では、合計が16件と少ないが、女性が10名と半数以上を占めていた。このことから、第三次産業では被災者に占める女性の割合が高いことが示された。

次に、墜落・転落災害件数の業種別内訳を見ると、墜落・転落災害全体に占める建設業と運輸交通業の内訳はそれぞれ32.5%と18.7%であった。脚立起因災害における二業種の内訳45.5%、3.9%をこの結果と比較すると、建設業は大きく増加し、運輸交通業は大きく減少していることがわかった。また、商業、接客娯楽、清掃・と畜は、脚立起因災害の内訳が増加していることがわかった。また、全労働災害の内訳と比較すると、建設業、農林業、清掃・と畜において脚立起因災害の内訳が大きくなることがわかった。

3.2 傷病および休業日数

表2に、脚立起因災害について傷病と休業日数に着目したクロス集計結果を、件数と百分率で示す。なお、傷病の項目のうち抽出件数が2件以上のものを表中に示し、それ以外の項目は「その他」の項にまとめた。

はじめに傷病の内訳を見ると、脚立起因災害による被災者の約68%が骨折、約16%が打撲傷、約10%が関節の障害、約3%が創傷となり、これらの

傷病で全体の98%以上を占めていた。

次に休業日数の内訳を見ると、休業31～60日が最多の29%を占めており、脚立起因災害の全被災者の64.9%が休業1ヶ月以上に該当することが示された。また、死亡者6名は全て打撲傷に分類された。傷病別に休業日数の内訳を見ると、骨折の項で休業1ヶ月以上の被災者が多い傾向が見られた。

4. 結言

本研究では、2006年に発生した休業4日以上の方労働災害事例34,195件を対象に分析を行ったところ、約3%に該当する992件が脚立の使用に起因する労働災害であり、うち6件が死亡災害であることがわかった。被災者の男女比は881人対111人であり、おおよそ9:1であった。災害件数が多いのは建設業、製造業、商業の順であり、建設業のみで全体の45%を占めていた。また、被災者の約80%が骨折や打撲もしくは関節の障害などの怪我を負っていた。また、被災者の約65%が被災後31

日以上休業していることから、脚立起因災害は重篤な怪我につながりやすく、経営面への影響も大きいことが示された。本研究の結果から、脚立起因災害に寄与する環境の特定と、墜落・転落災害防止に向けた取り組みが必要であることが示された。

5. 文献

- 1)日本規格協会：JIS S 1121 アルミニウム合金製脚立及びはしご, 2013.
- 2)中野洋一：なくそう！墜落・転落・転倒, 中央労働災害防止協会, 2012.
- 3)厚生労働省職場のあんぜんサイト <http://anzeninfo.mhlw.go.jp/>, 2014年10月31日アクセス

[連絡先]

すがま あつし

e-mail : sugama@s.jniosh.go.jp

表1 2006年の業種別・性別の脚立起因災害件数、墜落・転落災害件数、全労働災害件数

業種	脚立起因災害						墜落・転落災害		全労働災害	
	男性		女性		合計		合計		合計	
	件数	[%]	件数	[%]	件数	[%]	件数	[%]	件数	[%]
製造業	142	16.1	12	10.8	154	15.5	3,791	15.8	36,670	27.3
建設業	444	50.4	7	6.3	451	45.5	7,819	32.5	22,386	16.7
運輸交通業	39	4.4	0	0.0	39	3.9	4,482	18.7	17,740	13.2
農林業	25	2.8	5	4.5	30	3.0	540	2.2	3,095	2.3
商業	84	9.5	38	34.2	122	12.3	2,334	9.7	16,987	12.6
保健衛生業	6	0.7	10	9.0	16	1.6	486	2.0	7,061	5.3
接客娯楽	37	4.2	12	10.8	49	4.9	862	3.6	8,211	6.1
清掃・と畜	51	5.8	19	17.1	70	7.1	1,291	5.4	6,198	4.6
その他	53	6.0	8	7.2	61	6.1	2,424	10.1	15,950	11.9
合計	881	100	111	100	992	100	24,029	100	134,298	100

表2 脚立起因災害被災者の傷病と休業日数のクロス集計結果

		傷病								休業日数別計	
		骨折	関節の障害	打撲傷	創傷	切断	外傷性の脊椎損傷	頭蓋内疾患	その他	件数	[%]
休業日数	4～7日	17	10	35	7	0	0	0	1	70	7.1
	8～30日	134	47	70	17	2	1	0	1	272	27.4
	31～60日	222	28	31	5	1	1	0	2	290	29.2
	61～90日	187	6	9	3	1	1	1	2	210	21.2
	91日以上	121	10	10	1	0	0	2	0	144	14.5
	死亡	0	0	6	0	0	0	0	0	6	0.6
傷病別計	件数	681	101	161	33	4	3	3	6	992	
	[%]	68.6	10.2	16.2	3.3	0.4	0.3	0.3	0.6		100

高齢者を対象とした情報機器マニュアルデザインの検討（第3報）

—マニュアルの構成要素の影響の評価実験—

○嶋田 智和*, 大倉 典子**

*Boku, Inc. **芝浦工業大学

Designs of user manuals for elderly people (The Third Report)

Tomokazu Shimada *, Michiko Ohkura **

* Boku, Inc., ** Shibaura Institute of Technology

1. はじめに

日本社会の高齢化やIT機器、情報家電機器の高性能化、高性能化が急速に進行し続けている。このような社会的背景の中、高齢者が自ら情報機器の操作することができるために、製品デザインの改善のみではなく、マニュアル等による高齢者ユーザのサポートも重要な取り組みとなる。しかし、高齢者を対象としたマニュアルに関する研究はほとんど行われていない。

そこで第1報では、プリンタのマニュアルを用いてマニュアルの評価実験を行った。ここでは、うんざり感に着目してマニュアルの評価項目を定義し、高齢者を対象に実験を行った結果、動作対象の文字色を変更して強調することが、高齢者にとってわかりやすいマニュアルの構成要素の一つであることが明らかになった¹⁾。

また前報では、第1報と同一のマニュアルを用いてフォントの種類の組合せの影響を評価する目的で、3種類のユニバーサルデザインフォントと1種類のかわいらしさを演出するフォントを対象として、マニュアルの階層に着目して定義した各項目に用いるフォントの組合せを決定するための実験を実施した結果、フォント種類の組合せが読みやすさ、見やすさへ影響することがわかった²⁾。

前報までの評価手法を踏まえて、本報では文字に関する構成要素の組合せの違いが高齢者のマニュアル読解時の読みやすさ、見やすさに与える影響を調査するための実験を行った。

2. マニュアルの構成要素

マニュアルの構成要素として以下の3項目があると述べられており³⁾、本研究では文字サイズ、文字色、文字装飾といった以下の②に含まれるような文字に関する構成要素に着目した。

① レイアウト

概要説明、操作、結果、注意、補足など、さまざまな構成要素を紙面上にどのように配置するのか、その配置の仕方を設計すること。

② レイアウト以外の視覚的处理

フォントや文字サイズ、字間や行間、罫線、色づかいなど、視覚的な見せ方を設計すること。

③ 利用者から満足や好感を引き出すための視的な工夫

3. マニュアルの変更内容

第1報では、ユーザが直接操作するプリンタの動作対象の文字色を変更することが高齢者のマニュアル読解時の理解に有効な手法の一つであることが示されたが、文字サイズ、文字色、文字装飾の構成要素の組合せには考慮していない。また、前報ではフォントの種類の組合せのみに着目したが、文字サイズ、文字色の組合せについては考慮していない。そこで本報ではマニュアルの構成要素に着目し、文字に関する構成要素の違いが高齢者のマニュアル読解時の読みやすさ、見やすさに与える影響を調査するために、マニュアルの変更内容を以下の4項目とした。

① 文字色の変更

② 文字サイズの変更 (9.5pt から 13pt へ変更)

③ 文字装飾: 白文字に地色を青とした装飾をする

④ 文字サイズと文字色の変更: ①、②両方の変更を行う。

また、変更内容をマニュアルへ適応するための項目を前報と同様に図1のように定義した。

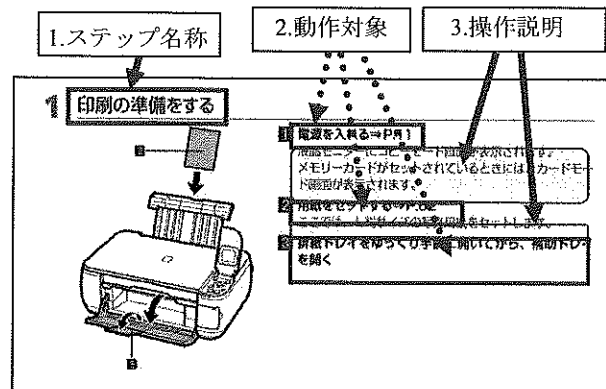


図1 マニュアルのデザイン項目

さらにフォントの種類には前報で使用したカモライム、UD 黎ミン、UD 新ゴを用いることとし、以上の4項目の変更内容と3種類のフォントを組合せた表1に示す24種類の組合せを評価対象の変更内容とした。

4. マニュアル評価の予備実験

4.1 実験方法

実験は図1のマニュアルに対して表1に示した変更内容を反映した24種類のマニュアルの一部被験者に提示しオリジナルのマニュアルと比較してもらい、被験者に「読みやすさ(文字が読みやすい

表 1 評価対象の変更内容一覧

#	ステップ名称		動作手順
	A. フォントの種類	B. 変更内容	
#1	カモライム	①	①
#2			②
#3			③
#4			④
#5		③	①
#6			②
#7			③
#8			④
#9	UD 黎ミン	①	①
#10			②
#11			③
#12			④
#13		③	①
#14			②
#15			③
#16			④
#17	UD 新ゴ	①	①
#18			②
#19			③
#20			④
#21		③	①
#22			②
#23			③
#24			④

と感じましたか?)」、「見やすさ(ぱっと見た瞬間にみやすいと感じましたか?)」についてアンケートによる 7 段階評価を行ってもらった。また、7 段階のアンケートは、-3:「まったくそう思わない」、-2:「そう思わない」、-1:「あまりそう思わない」、0:「どちらでもない」、1:「少しそう思う」、2:「そう思う」、3:「非常にそう思う」、とした。

4.2 実験結果

実験は学生 14 名(男性 13 名、女性 1 名)を被検者とした。見やすさのアンケート評価結果について、表 1 に示した「A. フォントの種類」、「B. 変更内容」、「C. 変更内容」の三要因で 3 元分散分析を行った結果、「C. 変更内容」について主効果が有意であった($F(3, 312)=39.4, p<0.001$)。また、読みやすさについても同様に 3 元分散分析を行った結果、こちらも「C. 変更内容」について主効果が有意であった($F(3, 312)=33.5, p<0.001$)。さらに「C. 変更内容」における多重比較の結果、見やすさについては、文字色の変更(①)、読みやすさについては文字色を文字サイズの変更(④)の評価が一番高かった。

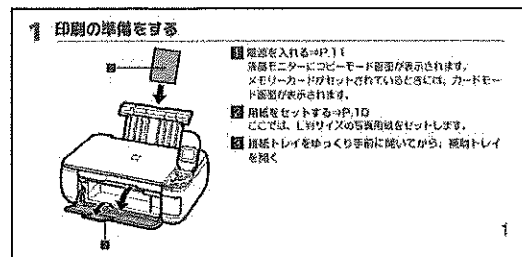


図 1 実験で使ったマニュアルサンプル(#1)

5. マニュアル評価の本実験

5.1 実験方法

本実験は予備実験と同様の方法を用いて、高齢者を対象とした実験を行った。但し、高齢者への負担を考慮して見やすさに関するアンケートのみにみに回答してもらった。

5.2 実験結果

実験は 65 歳以上の高齢者 14 名(男性 7 名、女性 7 名)で実施した。予備実験と同様に 3 元分散分析を行った結果、「C. 変更内容」について主効果が有意であった($F(3, 312)=59.6, p<0.001$)。さらに、さらに「C. 変更内容」における多重比較の結果、文字色を文字サイズの変更(④)の評価が一番高かった。

6. 考察

高齢者を対象とした実験結果から、マニュアルの構成要素の組合せの違いがマニュアルの見やすさに影響し、高齢者と若年者では見やすさが異なることがわかった。この結果動作手順に対して、マニュアルの構成要素である文字色、文字サイズ、文字装飾に配慮することが高齢者にとって見やすいマニュアルの実現に有効であることを示すことができた。

7. まとめ

本研究でマニュアルの構成要素の組合せに着目したマニュアルの評価実験を行った結果、動作対象に用いる構成要素について考慮することが高齢者に見やすいマニュアルの実現に有効であることがわかり、本研究での実験結果が、今後高齢者にやさしいマニュアルの実現に貢献できると考える。

7. 参考文献

- 1) 嶋田 智和 他: “高齢者を対象とした情報機器のマニュアルデザインの検討”, 人間工学会関東支部 第41回大会, 2011.
- 2) 嶋田 智和 他: “高齢者を対象とした情報機器のマニュアルデザインの検討(第2報)-フォントの種類の影響の評価実験の検討”, 人間工学会関東支部 第54回大会, 2012.
- 3) トリセツのつくりかた: 制作実務編: 一般財団法人テクニカルコミュニケーター協会, 2010.

[連絡先]

嶋田 智和

e-mail: nb11104@shibaura-it.ac.jp

火山噴火救命技術を考える

・・・ 人間工学は噴石と火砕流から人命を守れるか? ・・・

○福本一朗*, 佐橋昭**

*長岡技科大生物系医用生体工学教室, **Project I

Life Saving Technology for Volcanic Eruption

---- Ergonomics can fight against volcanic bomb and pyroclastic flow? ----

Ichiro FUKUMOTO*, Akira SAHASHI**

*Nagaoka University of Technology, **Project I Ltd.

1. はじめに

2015年9月28日の御嶽山噴火では7名の女子高生を含む47名の命が失われ、69名の重軽傷者を生じた。その主な死亡原因は、時速300Kmで無数に落下してくる噴石直撃による頭部打撲や体幹負傷による”損傷死”であった。次いで四肢骨折による避難不能に続く硫化水素中毒、降灰の吸込みや体幹埋没による窒息死、噴出ガスによる酸欠が主であると考えられている。

しかし生存者中には、頭に乘せたリックサック中の水筒が噴石衝突でへこみ、その御陰で助かった人もいた。噴石はそのほとんどが真上から落下し、頭部を直撃された人はお亡くなりになられ、背中に当たった人の多くは生きて救助された。このことから、頭部および四肢を噴石から守り、避難所まで呼吸を確保する防護具があれば、人命を守れたものと残念である。火山列島にある日本には108個もの活火山が存在する。安全技術を包含する人間工学は火山災害から人命を守る事に貢献できるであろうか? ここではその可能性を探る。

2. 火山噴火減災システム

海に囲まれた火山列島である我が国の自然は、地震・津波・噴火・洪水・山崩れなどありとあらゆる自然災害の危険性に満ちている。我々の先祖はそれら厳しい自然災害に備えながら、美しい自然の恵みを享受して来た。ただ人的物的時間的に防災資源には限りがあるため、様々な自然災害全てに完璧な備えをすることは実際上不可能である。しかし一旦大災害が起されば、多数の人命が失われ、国民の資源は消尽し、国家の経済は危機に瀕する。この困難を克服するためには、より効果的にして効率的な統合減災システムの構築を目指すことが必要となる。

- (1) 災害予知・早期警報システムの開発は、あらゆる種類の自然災害減災の基礎となる。
- (2) 被災者の救助・救命システムの設計原理も、すべての自然災害に共通である。
- (3) 個人防護具は人間の解剖生理に根ざすため、ほとんどの自然災害に汎化したものにできる。
- (4) 防護シェルターは、自然エネルギーの性質上、津波・地震・竜巻・噴火それぞれに特化したものとならざるを得ない。

(5) 最も重要なことは、減災システムを設計する技術者が単に机上のアイデアに頼ることなく、避難減災計画作成においては先人や現地の人々の意見と叡智を常に取り入れることである。

噴火による災害としては次の5つのタイプがある。①火砕流(pyroclastic flow), ②火山泥流(volcanic mud flow), ③山体崩壊/岩屑なだれ, ④湖水爆発(Limnic eruption), ⑤火山弾(volcanic bomb)。このうち①から③に対しては避難する以外の対処策はない。そのためには早期警報とあらかじめ準備された避難システムが不可欠である。火山噴火予知連絡会によって、火山防災のために監視・観測体制の充実等が必要な火山」として47火山が選定されている。気象庁ではこれら47火山に観測施設を整備し、関係機関の協力も得て、「常時観測火山」として24時間体制で火山活動を監視している。

[具体的な火山災害救命技術のアイデア]

(1) 阻止する = 「火砕流冷却堆積ダム」

火砕流は通常火山の上から麓に流れる大量の溶けた土砂であるため、これを冷却してダム状に積み上げれば、火砕流でもって火砕流自体を防ぐことが可能になる。

(2) 回避する = 「火砕流反転堤防」

これまでの火砕流堤防は、単に堰き止めるか側方に流すのみであったが、これを反転させて後続の火砕流に衝突させることでその勢いを削ぎ、停留させて冷却・堆積させることで、より能動的な堤防となる。原理は津波反転消波堤防と原則的に同じであるが、火砕流の密度が高いこと、および反転させた火砕流自体が堤防材料として活用できる点が異なる(Fig.1 左)。

(3) 退避する = 「マグマ熱気球」

地上のすべてを3000℃の高温の物質で覆い尽くす火砕流に対しては、車両も船も堪えられず、たとえ一時的に機器自体が持ちこたえても、内部の避難者を長時間高温から守ることは非常に困難であり蒸し焼きになる危険性がある。それを避けるためには上空に逃げる他ない。しかしヘリコプターを含む航空機は高価であり、また噴火中の火山に接近することはしばしば困難を伴う上、荒天時には出動できない。この点、熱気球は簡易・安価にして操縦免許も不要で、素人にも安全に使用可

能である。さらに熱気球を膨らませる熱源は、火砕流周辺の熱波を利用すれば、備えなければならない装置は風船部分のみである。ただこの風船は火山弾に対する抗坦性を備えることが必要となることに留意しなければならない(Fig.1 中)。

(4) 避難する = 「パラグライダー救命装置」

火山登山者が突然の火砕流に囲まれた場合、一般に救助者の接近は危険であるため自力で脱出を図らねばならないが、高温の大地はいかなる地上救助車両もその存在を許さない。そのため避難路を空中に求めねば救助は難しい。パラグライダーはその簡便性・安全性・正確性・操縦容易性に優れ、噴出マグマからの熱気流を利用して簡単に離陸できるため、非常時の脱出装置として最適と思われる。特にタンデム型の二人乗りパラグライダーは、一人の熟練者でもう一人の全くの素人を安全確実に搬送することができる(Fig.1 右)。

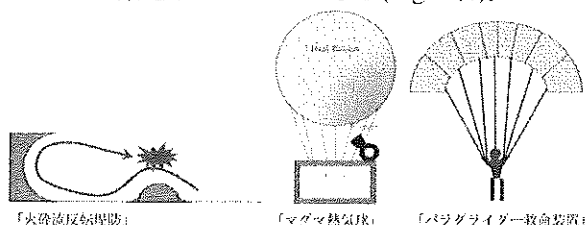


Fig. 1 火山噴火避難システムの例

3. 火山噴火個人防護具

3.1 防具としての笠

古来、日本では藁で作られた蓑笠は雨や雪を避けるだけでなく、古来より農民の防護具でもあった(Fig. 2)。

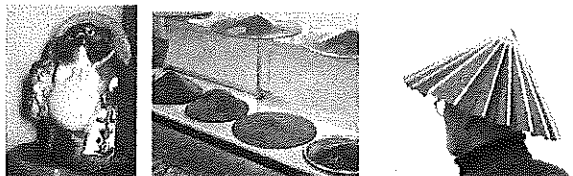


Fig. 2 災いを避ける狸笠(左)・武士の陣笠(中)・防具にもなる知覧笠提灯(右)

陣笠は、竹で網代を組んで和紙を貼り、墨で染めて柿渋を塗って作成した物である(加藤玄悦著『我衣』)。刃や飛来する矢などから身を守る防具であり、手に持ち盾として使用することもあった。それとは別に戦国時代から足軽・雑兵などの農民兵にお貸し(貸与・支給)され使われた防具・代用兜もあった。はじめは煮締めた皮革の裏側に「筋金」と呼ばれる鍛鉄製の骨板を渡して漆をかけた陣笠を使っていたが、後に総鍛鉄製のもの取って代わられた。鍛鉄製板を切り抜き、笠状に整形し防水用に漆をかけるだけの工程のため、通常の兜を作るよりもはるかに手間と費用がかからない。「具足剣術」と呼ばれる鎧を着込んで行う剣術の一部には笠を手盾として使われる使用法も残っている。『海国兵談』には、牛皮を用いて笠の形にして、手の甲・手首を守る形の手盾とし

て、「牛皮楯」の記述・絵図があり、オランダ・中国が用いた戦法として紹介されている

3.2 火山陣笠

真上から落下する噴石から頭部と体幹を防護できる直径 60cm の折畳み式円錐形蓑笠を提案する。

- ①頭部戦艦大和の装甲板が水平傾斜角 45 度で装着されていたことから、傘の角度は 45 度とする(Fig.3)。
- ②降灰が鼻と口に入り込んで呼吸困難となる事を防ぐため、傘の下に空間を確保すると共に、火山ガスフィルタを装着した空気取り入れ口を備える。フィルタは使用時に傘を開いた時に初めて開く事で通常時の劣化を防止する。
- ③降灰で辺りは真っ暗になり、避難路が見えなくなったという証言に対して、灰の中でも比較的視認性の良い赤色 LED を傘の縁に備え自動点灯させる。また傘の一部に数カ所透明なプラスチックを填めて四方と足下の視界を確保する。
- ④高機能モデルでは、GPS と位置発信器を傘の頂点内側に備え、開傘と同時に電源を入れる。
- ⑤材質はアルミ・ステンレス・チタンあるいはプラスチックなど軽量で噴石衝突に耐えられるものを用いる。
- ⑥背中とは通常のリュックサックで防護する。直上から落下する噴石は直径 60cm の傘で防げる(Fig. 4)。

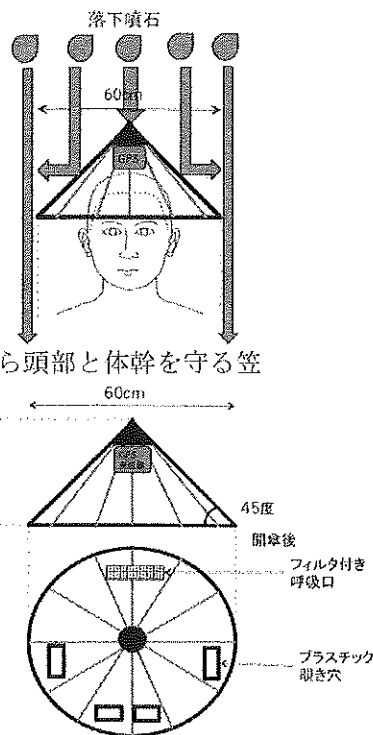


Fig. 4 火山陣笠

[連絡先] 福本 一朗 ichiro@vos.nagaokaut.ac.jp

3次元動作解析を用いた身体各部のひねり動作の定量化

○石原成治郎*, 高橋雄三**

*広島市立大学情報科学部, **広島市立大学院情報科学研究科

Quantifying the twisting movement among body segments using three-dimensional analysis

Seijiro ISHIHARA*, Yuzo TAKAHASHI**

*Faculty of Information Sciences, Hiroshima City University,

**Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

1. 序論

立位姿勢を安定に保持するためには、視覚系、前庭系、体性感覚系から情報を得て、抗重力筋を主とした筋の張力を調整する必要がある¹⁾。また、作業動作には身体の回旋運動が必要であり、ひねり動作が欠けた動きは身体への負担が大きくなると考えることができる。

立位姿勢維持中、身体は3次元空間内で完全に静止した安定状態ではなく、身体各部は常にわずかに動いている。この動きの特徴について大平²⁾は上部体幹と骨盤は協調動作することを報告している。また、先行研究³⁾より、立位姿勢で作業を行う場合、上肢の運動軌跡を安定化させるために腰部はひねり動作を行っていることも報告されている。以上より、立位姿勢を維持するためには身体各部はわずかに動いており、特に立位姿勢の維持や上肢動作の安定化のためには、腰部の運動が重要であるものの、その特徴については明らかにされていない。本研究では3次元動作解析を用いて身体各部のひねり動作を定量化する手法を提案するとともに、様々な高さの作業台の上で微細部品組み付け作業を行った際の、作業面の高さに依存する身体拘束が身体各部のひねり動作に及ぼす影響について定量的に検討することを目的とする。

2. 実験方法

2.1 被験者

被験者は19-22歳の健常者6名(男性3名, 女性3名)とした。被験者の平均身長は 165.7 ± 11.7 cm, 利き手は右, 利き足は右であった。

2.2 実験概要

本研究では立位姿勢で電子部品の液晶デジタル表示7136温度計ver.2(秋月電子通商)の組み付けを伴う部品・部材の梱包作業を実験課題とした。実験要因は作業面高を被験者の肘の高さ, 被験者の肘の高さから ± 10 cm(以下, 肘高-10 cm, 肘高+10 cm)の3条件とし, 各作業面の高さで同じ作業を10回行わせた。

2.3 測定装置

本実験では作業中の被験者の3次元空間における姿勢変化を測定するため, 被験者の身体の24箇所に貼付した反射マーカを高速度カメラEX-F1(CASIO)4台を用いて撮影した。フレーム・レートは300 fpsとした。全身の作業動作を撮影した被験者の映像は, 3次元動作解析ソフトFrame-DIAS IV(DKH)を用い動作解析を行い, 被験者の身体24箇所の3次元空間内での位置座標を算出した。

2.4 分析

3次元動作解析では, 実空間の実長で表現された3次元座標値を求めるために, 任意のキャリブレーションポイント($(x, y, z) = (0, 0, 0)$)と設定を用いて実長換算を行った。動作解析によって得られた左右の耳珠点, 肩峰点, 大転子, 膝蓋骨頂点, 踵部の3次元空間座標を基に, 左右のそれぞれの測定点を結んで, 頭部, 肩部, 腰部, 膝部, 足首部の各スティックを設定した(図1(a))。次に, 各スティックの両端とキャリブレーションポイントを結ぶ2本の線分が成す角(夾角: 図1(b))の θ を測定時刻ごとに算出した。

実験中, 被験者には部品を乗せたトレイを作業台の前まで持って歩行させ, 部品を作業台の上に置いて, 立ち位置を決定した後に作業を開始させた。そこで, 立ち位置が決定し作業を開始した時の各スティックの夾角を初期値とし, 初期値の夾角と作業遂行中の各スティックの夾角との間の差分値を求めた。次に, 各試行において作業中の差分の平均値(夾角差)を求めた。10回の試行で得られた10個の夾角差, 最大値と最小値を除外した8回分の値を用いて平均値を算出し, この値を各被験者の各実験条件における夾角差とした。

得られた各スティックの夾角差は同条件で得られたスティックの夾角差の総量を用いて正規化した。夾角差が正の値を示した場合, スティックはキャリブレーションポイントに対して左にひねり動作を行ったことを意味し, 逆に負の値を示した場合は, キャリブレーションポイントに対して右にひねり動作を行ったことを意味する。

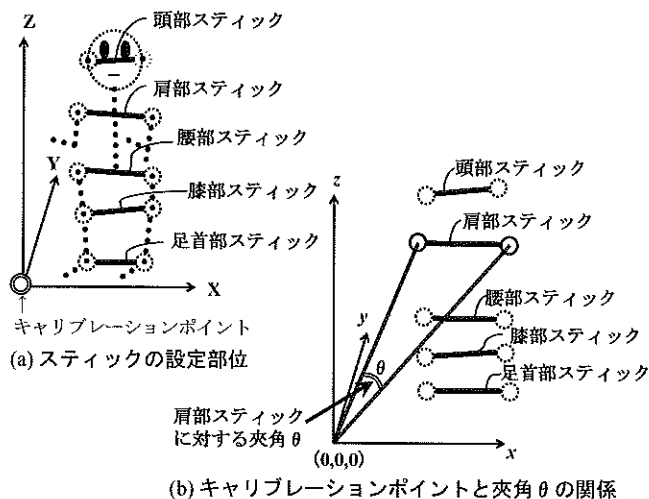


図1. 夾角の算出方法

3. 結果と考察

作業面高が被験者の肘高 -10 cm の条件での各スティックの夾角差を図2に、作業面高が被験者の肘高の条件での夾角差を図3に、作業面高が被験者の肘高 +10 cm の条件での夾角差を図4に示す。

図2より、作業面高が肘高よりも低くなると頭部スティックと腰部スティックが成す夾角差はマイナスの値を示していた。したがって、作業開始時と比較して頭部と腰部はキャリブレーションポイントに対して右側にひねられた状態で作業を行っていた可能性が考えられる。つまり、作業面高が肘高 -10 cm の条件では前傾姿勢に伴って頭部と腰部が協調し、肩部・膝部・足首部と異なる方向に向かってひねり部位をひねる必要があったものと考えられる。一方、作業面高（図3）が肘高と肘高 +10 cm（図4）の条件では、すべてのスティックで夾角差の値はプラスであった。したがって、両条件とも、作業開始時と比較して作業中はすべてのスティックがキャリブレーションポイントに対して左側にひねられた状態で作業を行っていたものと考えられる。一方、両条件ともに夾角差の平均値は約 0.2 (arbitrary unit) であったが、各作業面高でのスティック相互の値の大小を比較すると、作業面高が肘高の条件では、腰部の夾角差は他のスティックの約半分にまで減少していたのに対し、作業面高が肘高 +10 cm の条件では、他のスティックとの間の顕著な差異は観察されなかった。したがって、作業面高が肘高の条件では、他のスティックと比較して、腰部スティックの夾角差は小さくなり、作業開始時の腰部のひねり量からの乖離量は小さくなる可能性が示唆された。先行研究⁴⁾より、作業面高が肘高の条件で作業精度・作業品質が高くなることが示唆されていることから、適切な腰部の回転運動（ひねり）を支援することは、作業者の負担を小さくするだけでなく、良質の作業パフォーマンスを引き出す上で重要である可能性が示唆された。

最後に、以上の検討から本報告で提案したキャリブレーションポイントに対するひねり動作を左右の耳珠点・肩峰点・大転子・膝蓋骨頂点・踵部で構成した各スティックとキャリブレーションポイントが成す夾角を用いて定量化する方法は、作業中の被験者の体幹部の状態を的確に捉える上で有効な方法である可能性も示唆された。

4. 結論

本報告での検討より、負担が少なく、良質の作業パフォーマンスを引き出すためには、腰部は運動範囲の制限が付いたひねり動作を自由に行うことができる条件を整えることが有用である可能性が示唆された。今後は、負担軽減と高パフォーマンスを引き出す腰部のひねり量について、他の部位との相互関係を含めて検討していく。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 25350025（「腰部の回転運動を抑制しない立位作業補助椅子開発のための基礎的検討」）の助成を受けて実施した。

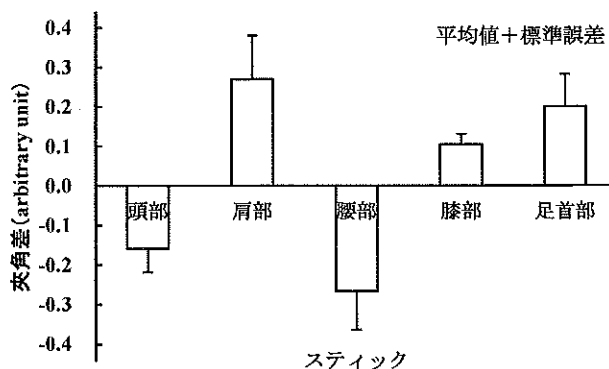


図2. 肘高 -10 cm 条件での各スティックの夾角差

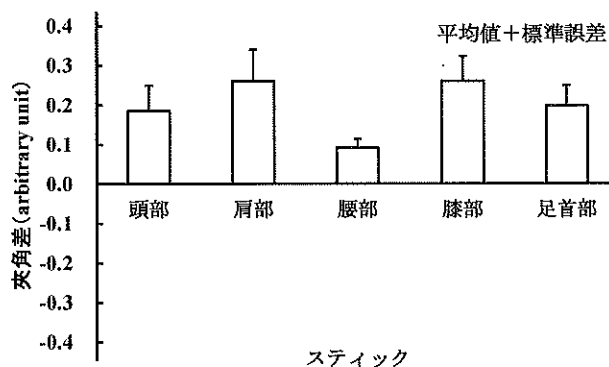


図3. 肘高条件での各スティックの夾角差

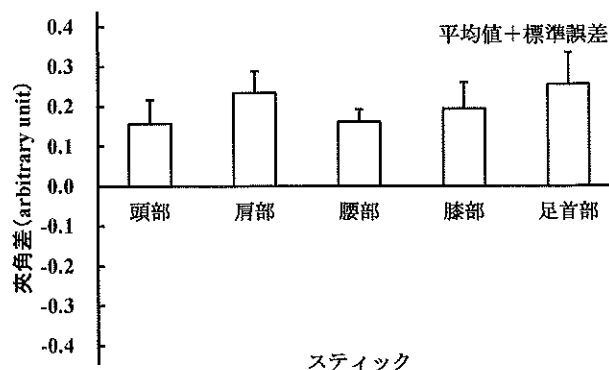


図4. 肘高 +10 cm 条件での各スティックの夾角差

参考文献

- 1) 中田英雄：視覚障害者の直立時重心動揺の特徴、心身障害学研究, vol.9(2), pp.1-7, 1985
- 2) 大平功路, 田中和哉, 山村俊一, 入谷誠：上部体幹の可動域と股関節可動域の関係、日本理学療法学会, vol.33(supplement 2), pp.423, 2006
- 3) 中田真梨子, 高橋雄三：立位姿勢による微細組み付け作業時の身体動作の定量的検討、平成 23 年経営工学会春季大会予稿集, pp.230-231, 2011
- 4) 宮崎のぞみ, 高橋雄三：作業面高に起因する姿勢拘束が手先関節トルクの伝達経路に及ぼす影響、人類労働学会 会報 第 99 号, pp.45-46, 2014

[連絡先]

いしはら せいじろう

e-mail : s-ishihara@hfce.info.hiroshima-cu.ac.jp

マウス操作時における D/C 比が移動動作 ならびに位置決め動作時間に与える影響について

○西口 宏美*

*東海大学 情報通信学部 経営システム工学科

A Study of the Influence of D/C Gain on Movement Time and Positioning Time at Mouse Operation

Hiromi NISHIGUCHI*

*Department of Management Systems Engineering,
School of Information and Telecommunication Engineering, Tokai University

1. はじめに

GUI 仕様の PC が普及し、マウスなどのポインティングデバイスを用いて OS やアプリケーションを操作する機会が多くなった。ポインティングデバイスの操作効率を向上させるための方策としては、従来よりポインティングデバイスの形状や画面上のアイコンの配置などの改良などのアプローチがとられてきた。

GUI 仕様の特徴として、ポインティングデバイスの操作感度である D/C(Display/Control)比をソフトウェア的に容易に変化させることが可能である。また、これまでの筆者らの研究により D/C 比とポインティング操作時間(MT)との間には下に凸の 2 次曲線の関係があり、D/C 比を調整することにより MT を最小化することが可能であることがわかっている^{1,2)}。これは、ポインティング操作を構成する移動動作と位置決め動作に要する時間値が相反的に変化し、その組み合わせにより MT が最小化されるものと考えられる。

そこで、本研究においては D/C 比を変化させることにより移動動作時間(MT_m)と位置決め動作時間(MT_p)がどのように変化するかを、MT に占める MT_p の割合である MT_p/MT 比を指標として検討ならびに考察を行う。

2. D/C 比とポインティング操作時間の変化

図 1 に D/C 比を変化させた場合の、画面上におけるマウスポインタの移動距離の概要を示す。D/C 比を小さくした場合にはポインタの移動距離は短くなり、逆に大きくするとポインタの移動距離は長くなる。このことより、D/C 比と移動動作

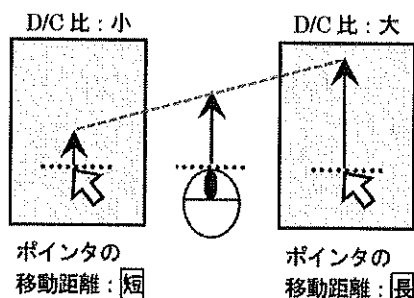


図 1. D/C 比の変化とポインタの移動距離

時間(MT_m)との間には負の線形関係が、位置決め動作時間(MT_p)との間には下に凸の 2 次曲線の関係があることがわかっている²⁾。

3. 研究方法

3.1 実験課題

実験課題は、Microsoft Visual Basic 5.0 を用いて作成した。課題の内容は、図 2 に示したように「モニター上に提示された基点(アイコン)上にポインタを移動させてクリックし、ポインタを目標点(アイコン)上に移動させてクリックする」というものである。実験には、解像度が 1,024×768 ピクセルである 15 インチ TFT モニターを用いた。

なお、アイコンサイズ(w)は 6mm に固定し、移動距離(a)を 30mm, 90mm, 150mm の 3 条件として各 5 試行実施した。この実験課題において、基点をクリックしてから目標点をクリックするまでのポインタ操作時間(MT)を 10ms の精度で、またポインタの座標を 10ms 間隔で記録した。

3.2 被験者

日頃から PC 操作に慣れている健常者 8 名(22～47 歳、男性 7 名・女性 1 名)を被験者とした。

3.3 解析方法

3.3.1 移動動作相と位置決め動作相への分離

実験課題の実施で得られたポインタの軌跡をもとに、ポインタの移動軌跡ならびに速度波形を作成し、移動動作相と位置決め動作相との二層への分離を行った²⁾。

3.3.2 D/C 比と MT_p/MT 比との関係の検討

MT に占める MT_p の割合である MT_p/MT 比を

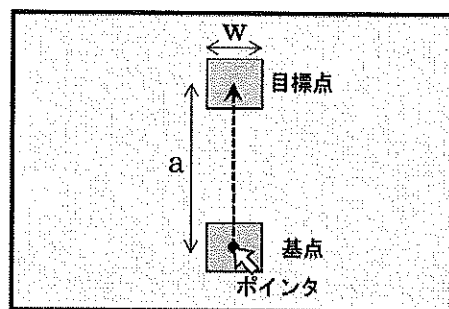


図 2. 実験課題の概略図

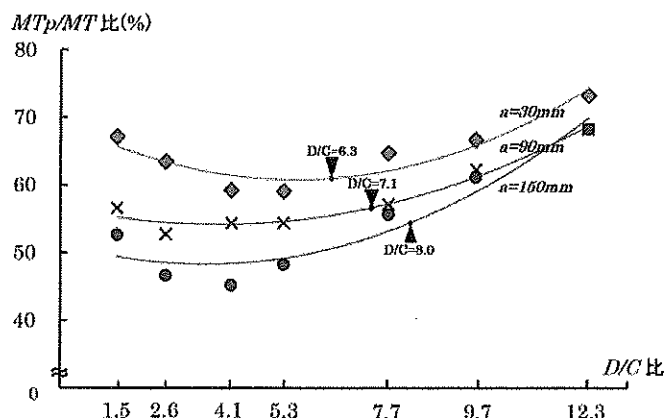


図 3. D/C 比と MTP/MT 比との関係

指標として、D/C 比の変化により MTP/MT 比がどのように変化するのか検討する。

4. 結果と考察

4.1 D/C 比と MTP/MT 比との関係

D/C 比と位置決め動作 MTP/MT 比の関係について図 3 に示した。なお、各移動距離条件における被験者 8 名の MTP/MT 比の平均値を用いた。

移動距離(a)が 30mm, 90mm, 150mm の 3 条件ごとに比較すると、移動距離が短くなるほどポインタ操作時間に占める位置決め動作時間値の割合が高くなることがわかった。

4.2 D/C 比と MTP/MT 比との関係性の近似

次に、移動距離(a)の 3 条件ごとに D/C 比と MTP/MT 比との関係性について 2 次曲線による近似を試みた。その結果、3 条件すべてにおいて高い相関係数が得られた。近似結果を以下に示す。

- ① a=30mm の場合；

$$MTP/MT = 0.298D/C^2 - 3.197D/C + 69.369 \quad (R=0.935)$$
- ② a=90mm の場合；

$$MTP/MT = 0.204D/C^2 - 1.473D/C + 56.848 \quad (R=0.982)$$
- ③ a=150mm の場合；

$$MTP/MT = 0.281D/C^2 - 1.865D/C + 51.390 \quad (R=0.954)$$

いずれの場合にも D/C 比が高く、あるいは低くなると MTP/MT 比が高くなり、その中間でその値が最小となる。しかしながら、MT を最小とする D/C 比(最適 D/C 比)における MTP/MT 比は、その値が最小の場合とは一致しなかった。なお、図 3 において示した 3 か所の▲マーカーは、最適 D/C 比の値である。

4.3 最適 D/C 比と MTP/MT 比との関係

次に、移動距離(a)の 3 条件において最適 D/C 比における MTP/MT 比と、その前後の D/C=5.3 と D/C=9.7 における MTP/MT 比の変化の仕方についてまとめたものを図 4 に示す。

これによると、最適 D/C 比における MTP/MT

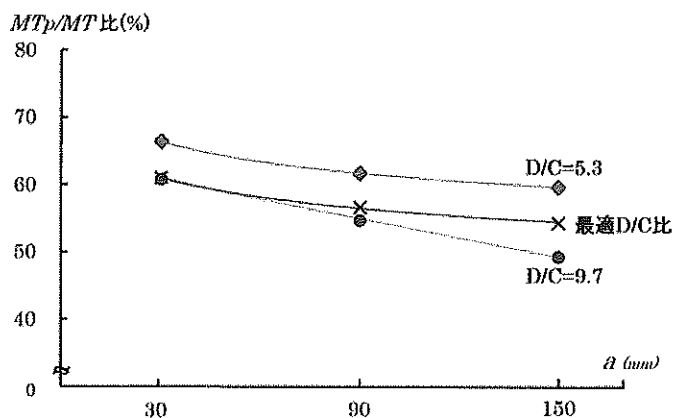


図 4. 最適 D/C 比と MTP/MT 比との関係

比は、移動距離(a)が 150mm の時には 54.5%, 90mm の時には 56.6%, 30mm の時に 61.0%となり、距離が短くなるにつれて MTP/MT 比は徐々に増加する傾向にあることがわかった。

5. まとめと今後の予定

本研究により、以下のことが把握できた。

- ①移動距離が短くなるほど、ポインタ操作時間に占める位置決め動作時間値の割合が高くなる。
- ②D/C 比と MTP/MT 比との関係性について下に凸の 2 次曲線で近似できることが確認できた。
- ③最適 D/C 比における MTP/MT 比は、移動距離 a 短くなるにつれ増加する傾向にあり、54.5%から 61.0%へと増加する。

今回の報告においては、健常者を被験者として得られたデータである。GUI 仕様の PC 操作環境のバリアフリー化を進めるためには、ポインタ操作時に何らかのハンディキャップを有するユーザーにも配慮が必要である。今後は、上肢機能に障害を有する脳性麻痺者を対象に、今回と同様の検討を加え、D/C 比と MTP/MT 比との関係性について検討する予定である。

参考文献

- 1) 西口宏美：脳性麻痺者の GUI 画面でのマウスポインタ操作の効率化の支援方策に関する一考察—D/C 比の調整による作業時間値の短縮について—, 日本経営工学会誌, 59(5), 411-417, 2008.
- 2) 西口宏美：脳性麻痺者の GUI 画面でのマウスポインタ操作特性に関する一考察—D/C 比が移動および位置決め時間値に与える影響について—, 日本経営工学会誌, 60(2), 95-103, 2009.

[連絡先]

西口 宏美
 e-mail : NAH00632@nifty.com

現場向きの動作観察・生体計測記録情報の統合に基づく運動評価支援システムの提案

○易強*, 小松剛*, 及川貴康*, 下村義弘**, 山本清文***, 尾崎宏樹****

*静岡県工業技術研究所, **千葉大学, ***花園大学, ****国立スポーツ科学センター, Singapore Sports Institute
The proposal of a motion assessment support system based on a consolidate of the observation of performance and biometric measurements in the field

Yi Tsuyoshi YOTO*, Takeshi KOMATSU*, Takayasu OIKAWA*, Yoshihiro SHIMOMURA**, Kiyofumi YAMAMOTO*** and Hiroki OZAKI****

*Industrial Research Institute of Shizuoka Prefecture, **Chiba University, ***Hanazono University, ****Japan Institute of Sports Sciences and Singapore Sports Institute

1. はじめに

スポーツや運動の評価・指導は、指導者のこれまでの成功経験、指導の知識に基づき、身振り手振りを交えながら言葉で伝える方式が一般的である。指導を正確に言葉で伝えるには高いコミュニケーション能力が必要である。言葉による評価は、質的な部分の表現を得意としても、動作の速さ、角度や力の大きさなどの量を表現しようとする、指導者個人の主観に依存し、曖昧となり、客観性に乏しい。対象者の状態を客観的に捉えるために、指導者がビデオ映像、筋電図、心電図、加速度、関節角度など多様な計測データを活用しようと大学や国立スポーツ科学センター、大手スポーツメーカーなどで先端的な取り組みをしている¹⁾。

しかし、高価な生体計測システムとその後の膨大なデータ処理が必要であり、結果が出るまで時間がかかるなどの理由から、一般の現場ではなかなか利用できていない。

近年では電子技術の進歩により、ビデオ映像が簡単に収録・再生できるようになり、筋電センサ、加速度センサが小型化され、従来に比べて計測が容易となってきた²⁾。ただし、映像、筋電図、加速度、関節角度などの計測は別々のシステムで行われるので、同時に収録・表示し、評価に利用できるようにはなっていない。また、指導者の視点に基づく観察メモを、リアルタイムに連携して記録できるシステムがない。そこで、われわれは新しい運動評価支援システムを提案する。

2. 方法

2.1 ハードウェア構成

運動評価支援システムは、筋電センサ、加速度センサ、Kinect[®] for Windows[®] センサ、無線送受信機と制御用パソコンの4点で構成した。(図1)

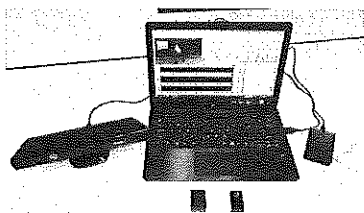


図1 試作した運動評価支援システム

①筋電図

「小型」、「無線」、「安価」という基準で、量産品の無線筋電センサ (LP-WS1221, (有) 追坂電子機器製) を採用した。センサの重さは 15g, 寸法は 43×24×12mm である。

②加速度

筋電センサと同様の基準で量産品の無線加速度センサ (LP-WS1101, (株) ロジカルプロダクト製) を採用した。センサの重さは 30g, 寸法は 40×30×20mm である。

③関節角度

Kinect[®] for Windows[®] センサ (Microsoft Corp. 製) に内蔵する赤外線 3D センサカメラより得られる人体姿勢の特徴点 (関節) の 3 次元座標を元に関節角度を算出した。関節角度の算出には、イギリスのリーズ大学が、無償で提供しているライブラリ Kinesthesia を利用した。

④ビデオ映像

Kinect[®] for Windows[®] センサに内蔵する RGB カメラより取得されるカラー映像 (640×480pixel) を記録する。映像の記録においても Kinesthesia を利用した。

2.2 ソフトウェア構成

運動評価支援システム制御ソフトは、設定画面、記録画面、再生画面で構成した。(図2 記録画面の例)。

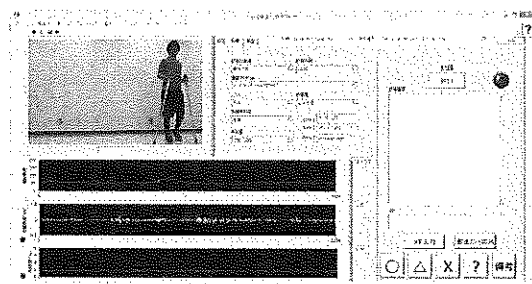


図2 試作した運動評価支援システム制御ソフト

指導者が運動評価の際に利用しやすいように、上記の5種類のデータ(筋電図、加速度、関節角度、ビデオ映像、指導者の観察メモ)をひとつのウィン

ドウ上で記録表示するようにした。データの取得、記録、表示には、LabVIEW™2013 (National Instruments Corp. 製) を用いた。

統合制御ソフトの操作画面は、指導者が評価の際に利用する流れに沿って、3つの画面についてインタフェース設計を行った(表1)。

表1 操作画面

名称	内容
設定画面	記録条件の設定と動作確認
記録画面	記録の監視及び観察メモの記録
再生画面	測定データの呼び出し及び再生

指導者の観察メモの記録には、筆者らがユーザビリティテストなどで開発したボタンによる観察記録ソフト OBSERVANT EYE®と同じ方式を採用した²⁾。

メモによる観察時間の中断を極力短縮するために、評価の際、良く使用する抽象的な表現「良い」「良くない」「まあまあ」「どうかな?」をボタンの記号「○」「×」「△」「?」として、視認性を高めた。ボタンを押すことによってタイムスタンプと一緒に記録でき、後ろには、タイプ入力によるメモ書きができるようにした。記録終了後は、タイムスタンプを指標に映像と計測データを参照できる仕様にした。

2.3 ユーザビリティ評価

システム全体の有効性、ユーザ満足度を評価するために、指導者が初心者指導する場面で本試作システムを実際に使用して、ユーザビリティテストを行った。

被験者としてポールエクササイズ(2畳位のスペースで2本のポールを使ったエアロビック運動)の初心者6人に、約20分の運動プログラム模範ビデオを見ながら実践してもらった。(図3)

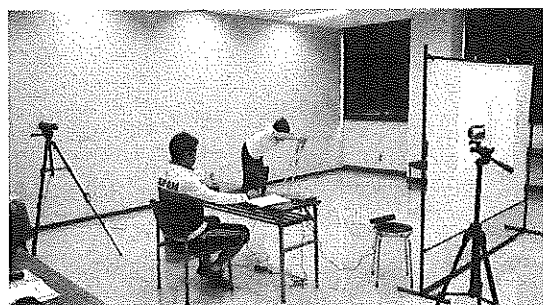


図3 ユーザビリティテスト実験風景

日本体育協会公認上級コーチ資格を持つ指導者1名が試作システムを使用して、被験者の運動について指導した。改善の様子を確認するために、休憩を挟み同じ運動を行ってもらい、指導者は2

回目の指導を行った。1人につき、最大3回まで指導した。

3. 結果

ユーザビリティ評価の結果では、被験者6人、計18回の試行において、試作システムの安定した動作が確認できた。

指導者からは、「筋電図、加速度、関節角度のデータと映像を同時に見ることによって、判断材料が増え、指導ポイントが明確になった」との評価を得た。

また、指導の際にメモしていたポイントをクリックするだけで、そのシーンのビデオと記録した波形を再生できるので、「説明が非常にわかりやすかった」と指導される被験者からも好評であった。

4. まとめ

小型の無線筋電センサ、加速度センサ、赤外線3Dセンサカメラ、撮像用のカメラを用いて、運動の際の筋電図、加速度、関節角度、ビデオ映像をリアルタイムに計測記録すると共に、その運動を観察している指導者の主観評価も統合して記録できる運動評価支援システムを試作した。

今後、データ収録タイミングの精度向上、記録したデータの分析機能の追加、多様な現場での検証作業を行っていきたい。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 25560333 の助成を受けたものです。

文献

- 1) 玉木徹・牛山幸彦・八坂剛史：スポーツ選手の技能向上のための動画処理とその実用化(スポーツ・運動映像のパターン認識・理解)，電子情報通信学会技術研究報告.PRMU,パターン認識・メディア理解,105(415),13-18,2005.
- 2) 大恵克俊・Tercero Carlos・福田敏男：頸部筋電位信号を利用した福祉機器用制御システムの小型化とその応用,バイオメカニズム学術講演会予稿集,31,57-60,2010.
- 3) 易強・鈴木敬明・櫻川智史・田村久恵・黒須 正明：行動観察記録ソフトウェア OBSERVANT EYE の開発-ユーザビリティテストにおける有用性の検証-,人間生活工学,14 (1), 43-52,2013.

[連絡先]

いい つよし

e-mail : tsuyoshi_i_ii@pref.shizuoka.lg.jp

パターンマッチングを用いたストレス動作検出

曾篠 周平*, 上岡 英史*

*芝浦工業大学大学院理工学研究科

Stress Behaviors Detection using Pattern Matching

Shuhei Soshino*, Eiji Kamioka*

*Graduate School of Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

1. はじめに

ストレスによる臨床疾患が問題視されるなか、自身でストレスを確認する方法はあまりに少ない。著者らはストレスを感じたときにそれを和らげようと無意識に行われる筋肉の弛緩、つまり身体の動作と姿勢に着目した。そして、スマートデバイスに内蔵されている加速度センサ、および、ジャイロセンサを用いてストレス動作とストレス姿勢を推定する手法を提案した¹⁾。しかし、加速度、および、ジャイロデータにおける動作区間の抽出方法があいまいであったため、ストレス時に行う動作および姿勢自体の推定精度が低く、結果としてストレスの状態の推定精度が低くなってしまった。

本研究では、動作判定に用いるデータセットを再考し、かつ、動作の抽出位置を新に定義し、前述の問題点に対処した検証実験を行った。その結果、良好な結果が得られたので報告する。

2. 提案手法

春木編著の書籍²⁾をもとに、(1)髪を触る、(2)顔を触る、(3)腕を触る、(4)足を触る、(5)胸をさする、(6)腕を伸ばす、(7)足を伸ばす、(8)足を小刻みに揺する、の8つの動作をストレスによって行う動作（以下、ストレス動作）と定義した。

本研究では、3軸加速度センサと3軸ジャイロセンサを内蔵したスマートデバイスをユーザの両手両足に計4つ装着し、センサから得られるデータにパターンマッチングを施し、ストレス動作を推定する。そして、それらを総合的にみてストレス状態であるかどうかを判定する。

2.1 ストレス動作推定手法

ストレス動作推定におけるパターンマッチング法は、同一動作の2パターンをマッチングする際、一方を非線形圧縮し、最も整合した時点をマッチング結果として出力するDPマッチング³⁾を採用した。

動作推定においては、手の動作はジャイロデータの合成値に対して、足の動作は加速度データの第一主成分である軸データに対して、パターンマッチングを施す手法を採用した。

3. 予備実験

提案手法の有効性を実証するために、8つのストレス動作からDPマッチングを用いてストレス動作

を推定する。

3.1 実験環境

被験者は、両手首、両足首に3軸加速度センサ、3軸ジャイロセンサを内蔵したスマートデバイスを装着し、椅子に腰かけてもらう。スマートデバイスは、Apple社のiPod touchを使用した。サンプリング間隔は手首を0.01秒、足首を0.1秒とした。

3.2 推定手法

被験者には、手を膝近くに置きリラックスした状態の基本姿勢、腕を組む、手を合わせる、手を股の間に挟む、の4つの姿勢から手に関する左右6つのストレス動作を行ってもらい、計48パターンを各5回ずつ計測した。例外として「腕を組む」姿勢から「腕を触る」、「胸をさする」動作への移行はないと考え除外した。左右それぞれ、計110個のデータを一つのデータセットとして作成した。また足に関しては、被験者に基本姿勢から足に関する2つの動作を各10回ずつ試行してもらい計測した。左右それぞれ20個のデータを一つのデータセットとして作成した。

3.3 推定結果

一つのデータセットの中から、無作為に1個のデータを抽出し、同一データセット内にある残りのデータとDPマッチングを行った。結果として、DP距離が最小の動作と実際に行われた動作の一致率は左手で約92%、右手で約90%であった。また足に関しては、左右どちらもすべての動作において100%の結果が得られた。このことから提案方式が妥当であることがいえる。

4. 検証実験

4.1 実験環境

実際のストレス環境下において本研究の有効性を示すために、ストレス負荷実験を行った。被験者には予備実験と同様、両手首、両足首にiPod touch装着し、椅子に腰かけてもらう。さらにストレス負荷時に実際にストレスを感じていたのかを判断するため、Polar社の胸部装着型H7心拍センサを装着した。また、動作や姿勢の整合性を検証するため、確認用にWebカメラで実験の様子を撮影した。実験手順を以下に示す。

手順1:被験者の好きな動画を視聴する。(リラックス, 約25分)

手順 2: 難関大学入試レベルの英語問題を解く。
(ストレス負荷, 約 25 分)

手順 3: 椅子に腰かけた状態で何もしない。(ストレス負荷, 約 25 分)

手順 2 で使用した問題は, 阿佐谷英語塾より SA レベル⁴⁾を指定した。手順 3 においては, 寝ないように注意した。

4.2 動作データ抽出方法

以前の著者らの研究¹⁾では, 予備実験で作成したデータセットはすべて動作前後の姿勢, 約 1 秒間まで含めていた。本研究では, データセット内のデータおよび検証実験のデータは, 手首においてはジャイロデータをもとに, 動き出した瞬間から動作の目的の位置にたどり着くまでを抽出した。足首においては, 加速度データをもとに, 動作区間のみを抽出した。

4.3 実験結果

確認用の Web カメラによって, ストレス動作が行われた時間を, 時間軸上にプロットした結果を図 1 に, 本提案手法によって, ストレス動作と推定された動作の時間を時間軸上にプロットした結果を図 2 に表す。また, 実験中に得られた心拍を図 3 に示す。

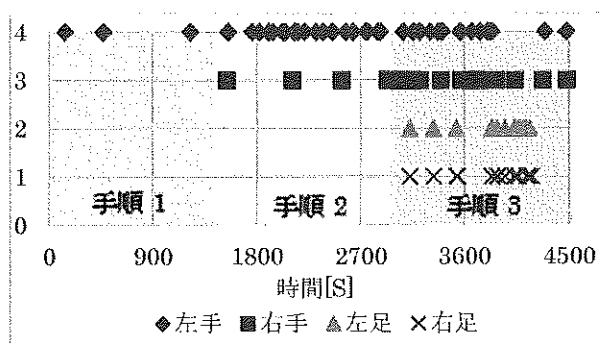


図 1 実際にストレス動作が行われた時間

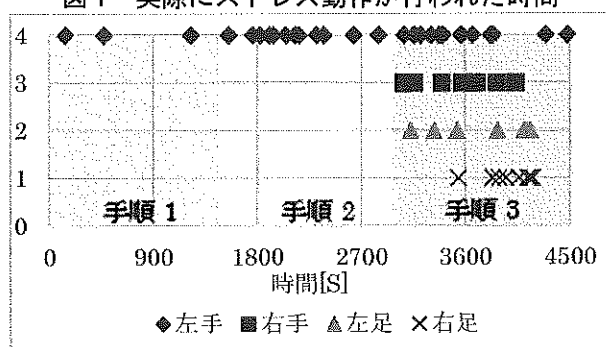


図 2 ストレス動作と推定された時間

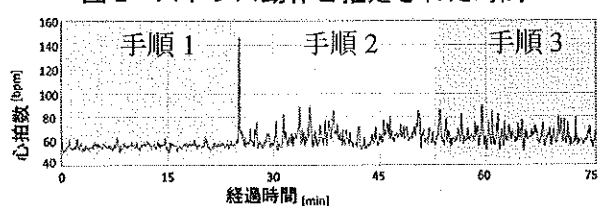


図 3 ストレス負荷実験中の心拍

図 1, 2 より手順 2 の英語の問題を解いているときは, 右手は回答などに使用されるため, ストレス動作はほとんど観測されない。しかし, 左手は自由なため, ストレスを感じた際, 顕著に動きが現れたと考えられる。よって手順 2 では, 実際に約 1800~2800[s]の間, 推定においては約 1800~2500[s]の間, ユーザにストレスがあったと判定される。手順 3 では, 実際に約 3000~4000[s]の間, そして, 推定結果も同様の時間帯にユーザにストレスがあったと判定される。

また図 3 より, 手順 1 では心拍の揺らぎがなく非常に落ち着いていることがわかる。手順 2, 3 では, とともに心拍の揺らぎが激しいことがわかる。これは, 明らかにストレスを感じていることが読みとれる。また手順 1 と手順 2 の間で心拍が急激に上昇しているが, これは手順の境界を明示するために, 被験者が故意に心拍計に触れたためである。

検証実験結果より, 実際のストレス環境下においても, 実際にストレスを感じていた時間と提案手法によりストレスがあったと推定された時間がほぼ一致したことから, 本提案手法の有効性が示された。しかし, 推定精度は約 60%である。

6. まとめと今後の課題

本稿では, 加速度センサ, ジャイロセンサを用いてユーザの動作検出を行い, DP マッチングによるストレス動作推定手法を提案した。検証実験により, 本提案手法の有効性が示された。今後の課題として, 推定精度向上に向けた手法の明確化と, 被験者数増やすことによるユーザ依存性の調査が挙げられる。

7. 文献

- 1) 曾篠周平, 上岡英史, “スマートフォンを用いたストレス行動推定,” 電子情報通信学会技術研究報告, MoNA, Vol.114, No.210, 2014, pp.1-6.
- 2) 春木豊 編著, “身体心理学・姿勢・表情などからの心へのパラダイム,” 川島書店, 2002, ISBN4-7610-0769-9.
- 3) 内田誠一, “DP マッチング概説: 基本と様々な拡張,” 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU, Vol.106, No.428, 2006, pp31-36.
- 4) 阿佐谷英語塾,
<http://homepage2.nifty.com/asagaya-eigojuku/08.htm>

[連絡先]

曾篠 周平

e-mail : ma13051@shibaura-it.ac.jp

一般講演

12月7日(日)

9:00~10:00

A会場(301) 6A ユーザビリティ

B会場(302) 6B 教育・子ども

11:20~12:05

A会場(301) 8A 感性

B会場(302) 8B 動作・姿勢2

13:10~14:10

A会場(301) 9A 情報・評価

B会場(302) 9B 医療

15:30~16:30

A会場(301) 11A Social Centered Design
のケーススタディ

B会場(302) 11B レジリエンスエンジニアリング
が目指す安全とその実現方策

ジェスチャインターフェイスの適用可能性に関する検討

東 大貴*, 赤津 裕子**, 小松原 明哲***

*早稲田大学大学院創造理工学研究科, **沖電気工業株式会社, ***早稲田大学理工学術院

The investigation of the way to apply gesture interface for digital system

Hiroki HIGASHI*, Hiroko AKATSTU**, Akinori KOMATSUBARA***

*Waseda University, **Oki Electric Industry, ***Waseda University

1. 背景

スマートフォンや Kinect に見られるように、指先や腕の動きで入力を行うジェスチャインターフェイスを採用するデバイスが増えている。ジェスチャインターフェイスを採用する際に配慮すべき点として、例えば WIGDOR^[1]は「ジェスチャインターフェイスでは、的確なフィードバック/フィードフォワードを与えるべき」と指摘しているが、その他の配慮事項については十分に検討はなされていない。本研究では、既存のジェスチャインターフェイス、並びに人のジェスチャに関する調査を基に、ジェスチャインターフェイスの設計配慮事項とそれを適用すべきデバイスやサービスについて検討を行った。

2. 方法

以下の手順で研究を行った。

- ① ジェスチャインターフェイス設計のための配慮点抽出
 - A) 既存ジェスチャインターフェイスの調査：ジェスチャインターフェイスを採用している既存のデバイスを調査し、採用のメリットを分析する。
 - B) ジェスチャに関する調査、分類：人が日常行っているジェスチャを抽出・分類し、システム操作に利用可能なジェスチャを検討する。
- ② ジェスチャインターフェイスの適用可能性に関する検討
 - ・ジェスチャインターフェイスが可能な操作を明確化する。
 - ・ジェスチャインターフェイスの採用が適しているデバイスやサービスの検討を行う。

3. ジェスチャインターフェイス設計のための配慮点抽出

3.1. 既存ジェスチャインターフェイスの調査

(1) 目的

ジェスチャインターフェイスを採用するメリットを明確化するため、情報機器で行うことの多い基本タスク(「アイコン選択」「文書コピー」「拡大」「スクロール」「ドラッグ&ドロップ」「描画」)を、筆者がパソコン(マウス+コマンド入力)とスマートフォン(ジェスチャ入力)を用いて実施し、操作しやすさについて比較、分析した。

(2) 結果・考察

「アイコン選択」「ドラッグ&ドロップ」「描画」については、マウス入力の方がミスなく正確に対象を選択できると思われた。一方で、スマートフォンにはアイコンに触れた際に情報に触れているという感覚が得られるという直接操作感があり、タッチのし易い大画面端末を操作する際はジェスチャ入力の方が使い易くなる可能性もあると考えられた。一方、「文書コピー」「拡大」「スクロール」はスマートフォンの方が行い易かった。パソコンでの入力の場合、これらのタスクでは「対象を選択→動作の実行」という2つの操作が必要であるが、ジェスチャ入力では1つの操作だけで入力することが出来るためと考えられる。これらのことからジェスチャインターフェイスのメリットは以下の二点にあると思われる。

- ① 入力に必要な操作回数を省略できる
- ② 情報に触れているかのような直感的な操作が可能である

3.2. ジェスチャに関する調査、分類

システム操作に利用可能なジェスチャを明らかにするために、人間が日常行っているジェスチャを列挙した。その結果、表1のように分類されると思われた。「本能的」ジェスチャは概ね腕や上半身で感情を表現し、「習慣的」は手や指先で意思表示を行い、「規則的」は手や腕等で相互的な会話を行うものであると考えられる。

表1：日常行われるジェスチャの分類

分類	ジェスチャ	使用箇所
本能的	怖い時に手で顔を覆う 挨拶をする際に手を挙げる 身振りで気持ちを表現する	概ね腕、上半身
習慣的	静かにして欲しい時に口に指を当てる ハンドサインで気持ちを表現する Yes/Noの意思表示を行う 数を表現する 対象物を指を指して示す	概ね手、指先
規則的	手話・手旗信号 仲間内での暗号をハンドサインで送る	手、腕

このうち「規則的」ジェスチャは、手話や手旗の様に使用前にルールを覚える必要があり、直感操作には不向きと思われたが、「本能的」「習慣的」ジェスチャは、操作に利用可能ではないかと考えられた。

3.3. ジェスチャインターフェイス設計のための配慮点

以上の検討から、ジェスチャインターフェイス操作に関わる配慮事項をまとめると以下の3点にまとめられると思われる。

- ジェスチャインターフェイスのメリットを活かせるようなタスクに対して採用すること(3.1)
- 人が本能的、習慣的に行うことの出来る自然なジェスチャを採用すること(3.2)
- 的確なフィードバック/フィードフォワードを与えること(WIGDOR^[1])。

4. ジェスチャインターフェイスの適用可能性に関する検討

4.1. ジェスチャインターフェイスが可能な操作の明確化

ジェスチャインターフェイスによりどのような操作が可能なかを特定するために、現時点ではジェスチャインターフェイスが採用されていない、かつ公共施設と家庭で日常的に行われる操作の代表である、ATMでの振込みと扇風機の使用を例に、操作内容を各身体部位(指先、手、腕、上半身)を用いたジェスチャで表現した。これら2つを合わせると、表2のように形容詞、代名詞、他動詞、数字、固有名詞を網羅的に含むため対象として選択した。

表2：ATM振込みと扇風機使用の操作内容

ATM振込み	操作内容			
	取引選択	支店名入力	口座番号選択	金額選択
品詞分類	代名詞	名詞(固有名詞)	名詞(複数桁の数値)	名詞(1桁の数値)
扇風機使用	操作内容			
	電源切替	風向き調整	風量調整	扇風機に寒さを伝える
品詞分類	他動詞	形容詞(向き)	形容詞(大きさ)	形容詞(感情)

ATM振込み、扇風機使用の操作内容を各身体部位によるジェスチャで表現した結果を表3に示す(問題なく表現出来たものに○、表現が難しかったものに△、表現不可能であったものに×を付けている)。また、8種類の操作内容をその性質から、制御操作(大きさ、向きや感情といった形容詞の表現)と入力操作(代名詞や他動詞、数字や名詞の入力)に分類している。

表3：操作内容とジェスチャ表現の関係

操作分類	制御操作				簡単な入力操作			複雑な入力操作
操作内容	風向き	風量	寒さ	選択	切替	金額	口座番号	支店名
品詞分類	向き	大きさ	感情	代名詞	他動詞	1桁の数値	複数桁の数値	固有名詞
身体部位	指先	△	×	×	○	○	×	×
	手	○	△	△	△	○	×	×
	腕全体	○	○	○	×	○	×	×
	上半身	△	○	○	×	△	×	×

表現が不可能であったのは支店名のような固有名詞、口座番号のような複数桁の数字の入力であった(複雑な入力操作と呼ぶ)。一方、風量や風向きのような状態(大きさや向き)、ユーザーの寒いという感情を表すような形容詞は、指先だけでなく腕全体や上半身を使えば表現可能であると思われた。このことから制御操作は腕や上半身を用いた本能的ジェスチャで表現出来るが、入力操作は指先や手を用いた習慣的なジェスチャで表現できる程の簡単なもの(取引選択、電源切替、1桁の数字の表現)以外はジェスチャでは表現しづらい(手話等のルー尔的なジェスチャが必要になる)と考えられた。

4.2. ジェスチャインターフェイスの採用が適しているデバイスやサービスの検討

4.1の結果からジェスチャを行う身体部位と、システムに行わせたい操作内容との関係をまとめると、次のように考えられる。

- 選択等の簡単な入力操作には指先等小さい身体箇所により表現可能
- 感情や状態表現など制御操作には腕を用いる大きい身体箇所によるジェスチャが適する。

小さい身体箇所での習慣的なジェスチャによる簡単な入力操作を採用し、画面上にキーボードを表示することで複雑な入力操作にも対応させているのが現在普及しているスマートフォンやタブレット端末であると考えられる。一方、大きい身体箇所での本能的なジェスチャによって感情や状態を表現するサービスとしてはテレビ会議システムのような、1つの画面を複数人が共有して利用するソーシャルインターフェイスに適用可能であると思われる。

5. 結論

本研究では既存のジェスチャインターフェイス、並びに人のジェスチャに関する調査を基に、ジェスチャインターフェイス設計のために検討すべき配慮要素、及びジェスチャインターフェイスを適用すべきデバイスやサービスをまとめた。今後はこの結果を基に、使用し易いジェスチャインターフェイスの設計、及びそれを用いたアプリケーションやサービス開発へとつないでいきたい。

6. 文献

- 1) DANIEL WIGDOR, DENNIS WIXON : Brave NUI World: Designing Natural User Interfaces for Touch and Gesture, Morgan Kaufmann, 2011

[連絡先]

東 大貴

e-mail : hiroki-east@asagi.waseda.jp

ショッピングサイト利用時の満足度に関するユーザビリティ評価法の提案

○大熊一貴*, 西内信之*

*首都大学東京大学院システムデザイン研究科

Proposal of usability evaluation method on satisfaction of shopping site

Kazuki Okuma*, Nobuyuki Nishiuchi*

*Tokyo Metropolitan University Graduate School of System Design

1. はじめに

近年インターネット利用の普及は増加しており、インターネットが社会基盤として定着し、利用形態も多様化している。また、Web サイトの使用目的の多様化と共に、Web ユーザビリティが広く注目をあびる様になった。ユーザビリティとは、ISO 9241-11^①において「ある製品が指定された利用者によって、指定された利用の状況下で、指定された目的を達成するために用いられる際の、有効さ、効率及び利用者の満足度の度合い」と定義されている。ユーザビリティ評価方法の代表的な手法にはユーザがタスクを実行する過程を観察し、行動・発話から問題点を発見するユーザビリティテストが存在するが、Web 操作のフローが決まっているタスクを対象としており、ショッピングサイト利用の様にユーザがサイト内を自由に探索するタスクにおけるユーザビリティ評価法は存在しなかった。また、従来の Web ユーザビリティ評価法において、有効性・効率は被験者のタスク実行時における客観データから評価することができたが、満足度はアンケート評価などの主観的評価でしか評価することができなかった。

そこで、本研究ではショッピングサイトにおいて満足度とユーザ動作の関係を調査し、自由探索課題での客観データからユーザの満足度を推測する手法の提案を行い、客観データのみでユーザの満足度評価を可能にすることを目的とする。

2. 提案する手法

本提案手法は、被験者のタスク実行時間をマウス操作時間、ページ閲覧時間、ページ遷移時間に分割し、タスク実行時間におけるマウス操作時間とページ閲覧時間とその割合、マウス操作時間とページ閲覧時間における商品エリアとその他のエリアにおける注視時間とその割合により、被験者がどのような点について満足をしているか満足度を複数項目に分割して各項目ごとに推測するというものである。

3. 取得する客観データと主観データ

3.1 客観データ

本研究では注視点、注視時間、タスク実行時間、マウス操作時間、ページ閲覧時間、ページ遷移時間を取得する。視線情報においては、視線検出装置である Tobii Studio を用いた。



図 1. 使用する視線検出装置と PC

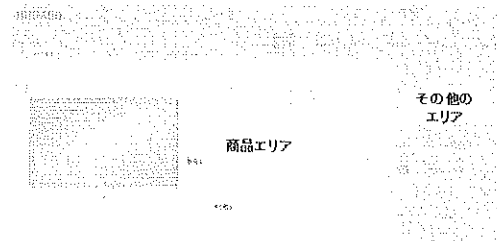


図 2. 取得するエリア別注視点のイメージ

3.2 主観データ

本研究では、仲川氏らの^②“ウェブサイトユーザビリティアンケート評価手法の開発”と黒須氏の^③“ユーザエクスペリエンスにおける感性情報処理”における概念関連図を元にアンケートを作成し、主観データを取得する。黒須氏の概念関連図では、満足度はユーザビリティにおける有効性、効率に加えその他の品質特性(信頼性、費用、安全性、互換性、保守性)と主観的特性(快適さ、嬉しさ、審美性、愛着感、動機付け、価値観)が加わることで生まれるとされており、本研究におけるアンケート評価ではウェブユーザビリティアンケートにその他の品質特性と主観的特性の各項目の質問を加えることで満足度を各項目別に取得し、客観データとの相関を調査する。

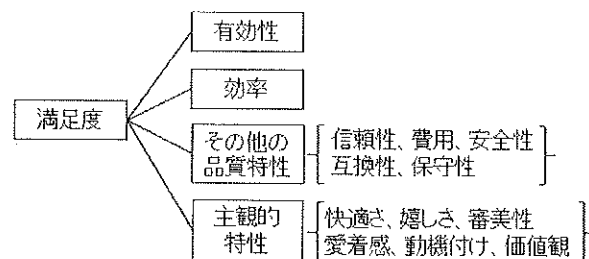


図 3. アンケートで取得する満足度の項目

表 1. 作成したアンケート

1. このサイトは見えて楽しい
2. このサイトは自分の印象に残る
3. このサイトを今後も利用したい
4. このサイトではすぐに欲しい情報が見つかる
5. このサイトを使用するのは時間の無駄である
6. このサイトに掲載されている内容は信用できる
7. このサイトは信頼できる
8. このサイトの文章は表現が適切である
9. このサイトの操作手順はシンプルでわかりやすい
10. このサイトの使い方はすぐに理解できる
11. このサイトでは、次に何をすればよいかわからない
12. このサイトの構造には統一感がある
13. このサイトはメニューの構成がわかりやすい
14. 自分がこのサイト内のどこにいるかわかりやすい
15. このサイトの文章は読みやすい
16. このサイトの絵や図・表は見やすい
17. このサイトを利用しても目が疲れない
18. このサイトの構造は他サイトと同様のものがとられている
19. このサイトで欲しい商品を見つけられて嬉しい
20. このサイトの見た目は美しい
21. このサイトには愛着がわく
22. 今後ショッピングサイトを利用して商品購入したいと思う
23. このサイト利用はあなたの価値観に合う

3.3 実験内容

被験者は大学院生 3 名とし、Web ユーザビリティの異なる 2 つのショッピングサイトを用いて欲しい商品を自由に探索し、購入してもらうタスクを実行してもらった。その際に被験者の視線情報を客観データとして取得し、各サイトにおいてタスク終了後にアンケート評価を行った。この際、ショッピングサイトはインターメント株式会社⁴⁾による“総合通販サイト ユーザビリティランキング”のネット通販部門における最上位と最低位のショッピングサイト A,P を利用した。



図 4. 実験風景

4. 実験結果

実験によって客観データを取得した結果、被験者ごとに以下のグラフや表の様な結果が得られた。

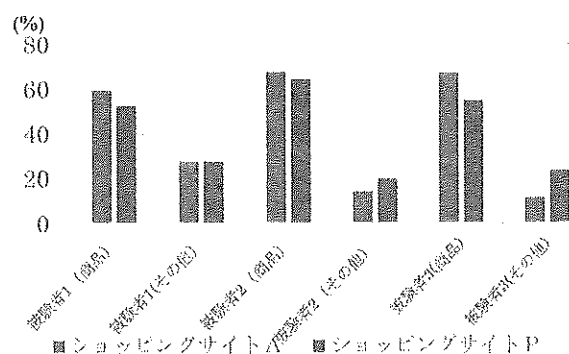


図 5. 被験者の注視時間割合

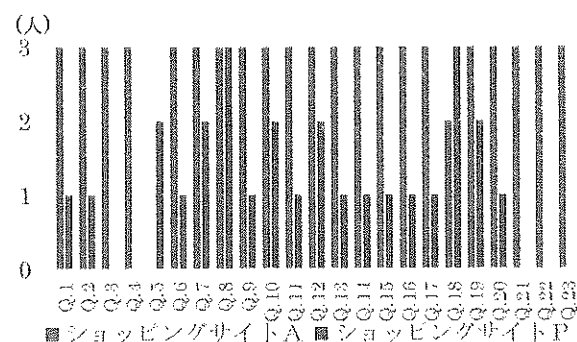


図 6. 各質問に“はい”と答えた被験者の数

図 5,6 より、ユーザビリティの高いサイトでは商品エリアを閲覧する時間が長くなり、ユーザビリティの低いサイトでは逆にその他のエリアを注視する時間が長くなることがわかった。その他の結果・考察は発表時に報告する。

5. 参考文献

- 1) ISO 9241-11,
http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=16883
- 2) 仲川薫・須田亨・善方日出夫・松本啓太：ウェブサイトユーザビリティアンケート評価手法の開発，第 10 回ヒューマンインターフェース学会，
- 3) 黒須正明：ユーザエクスペリエンスにおける感性情報処理，放送大学研究年報，第 30 号 (2012), pp,93-109
- 4) インターメント株式会社：【総合通販サイト】ユーザビリティランキング 2013 年 9 月の発表，
<http://www.inter-ment.co.jp/press/press131101.pdf>

[連絡先]

大熊 一貴

e-mail : ohkuma-kazuki@ed.tmu.ac.jp

社会ソリューションシステムとコンシューマー市場システムにおける ユーザビリティ評価の違い

○小林雅幸*, 安浩子*, 長井史朗*, 太田知見*

*NEC マネジメントパートナー デザイン事業部

The difference in the usability value in the social solution system and the consumer market system

Masayuki KOBAYASHI*, Hiroko YASU*, Shiro NAGAI *, Tomomi OHTA*

NEC Management Partner, Ltd.*

1. はじめに

最近では、社会ソリューションシステムにおいて使いやすさが大変重視されている。例えば、顧客からのシステムに対する要求事項に、機能、性能だけでなく、使いやすさの項目が必ず含まれるようになってきている。そのような状況の中で当社は、社会ソリューションシステム開発におけるユーザビリティ評価が重要であると考えている。

今回は、社会ソリューションシステムを対象としたユーザビリティ評価活動の中で、一般的に実施されているコンシューマー市場システムを対象にしたユーザビリティ評価との違い、および社会ソリューションシステム特有の課題と対処方法をまとめたので紹介する。

2. 社会ソリューションシステムとは

社会ソリューションシステムは、航空路管制システムなどの社会基盤システム、社内通勤費清算システムなどの企業業務システム、銀行 ATM などの生活基盤システムで構成されている。

また社会ソリューションシステムをマーケット別に分類すると、航空路管制システムなど企業組織向けのシステムで業務利用の Business to Business (BtoB)、銀行 ATM など企業組織向けのシステムではあるが個人利用の Business to Business to

Consumer (BtoBtoC) に分類される。

3. 社会ソリューションシステムのユーザー特性と動機（モチベーション）

社会ソリューションシステムをユーザー特性と動機（モチベーション）の視点で分析すると、BtoB の中が更に2種類に分類できる。

一つは航空路管制システムなど直接業務に使用するシステムで、ユーザー特性は業務利用専任者であり、動機は「高品質作業を、効率的、正確に行いたい。」である。（BtoB①）

もう一つは社内通勤費清算システムなど間接業務に使用するシステムで、ユーザー特性は業務利用非専任者であり、動機は「必要最低限のことを手早く済ませたい」である。（BtoB②） また BtoB ②のユーザー特性と動機は、BtoBtoC と同じであり、更に社会ソリューションシステムではないが、コンシューマー市場システム Business to Consumer (BtoC) と同じである。

つまり、社会ソリューションシステムおよびコンシューマー市場システムを対象にして、ユーザー特性と動機の視点で分析すると、BtoB①とその他（BtoB②、BtoBtoC、BtoC）の2種類に分類できる。

*図1 参照

	システム種類	システム事例	ユーザー特性	動機（モチベーション）
社会ソリューションシステム	BtoB （業務利用）	BtoB① 航空路管制，銀行システム * 直接業務用	業務利用専任者 ・初級～熟練者 ・事前教育あり 個人利用非専任者 ・未経験～熟練者 ・事前教育なし （未経験者も対象）	直接業務のため、高品質作業を、効率的、正確に行いたい。
		BtoB② 社内通勤費清算システム * 間接業務用		必要最低限のことを手早く済ませたい。
	BtoBtoC （個人利用）	銀行 ATM，セルフ POS		
コンシューマー市場システム	BtoC （個人利用）	パソコン，スマートフォン		

図1 社会ソリューションシステムのユーザー特性と動機（モチベーション）

4. 対象とするユーザビリティ評価の内容

今回対象とするユーザビリティ評価は、ユーザビリティ専門家評価（ヒューリスティック評価、認知的ウォークスルー）、ユーザーテスト（被験者を利用した評価）、訪問調査・現場観察でのユーザビリティ評価である。

5. 社会ソリューションシステムにおけるユーザビリティ専門家評価の課題と対処方法

5.1 ユーザビリティ専門家評価の評価手法の特徴

当社では、ユーザビリティ専門家評価の評価手法として、認知的ウォークスルー、ヒューリスティック評価を実施しているが、それぞれの違いを簡単に説明する。

<認知的ウォークスルー>

業務タスクを設定して評価するため、業務内容を理解してタスクを設定することが必須である。UI要素の表面的な評価でなく、業務に即した評価が可能である。＊評価例：実行ボタンの配置はシステム内で一貫していないが、各業務の流れに即して視線の動きに合った場所に、それぞれの実行ボタンが配置されているので見つけやすい。そのためユーザビリティ的には問題ない。

ただし設定した業務タスク範囲内での評価なので、業務タスク外の内容は評価できない。

<ヒューリスティック評価>

業務内容が理解できなくても評価可能ではあるが、その場合には業務に影響されないUI要素の表面的な評価になる。＊評価例：実行ボタンは、画面の右下に配置されていて、システム内で一貫しているので覚えやすい。そのためユーザビリティ的には問題ない。

5.2 ユーザビリティ専門家評価の進め方

認知的ウォークスルーとヒューリスティック評価を組合わせて評価する。主業務タスクを認知的ウォークスルーで評価し、主業務タスク以外をヒューリスティックで評価する。

5.3 ユーザビリティ専門家評価の課題と対処方法

航空路管制システムなど BtoB①は、専任者が業務で使用するシステムであるため、業務内容が専門的で理解に時間を要する、また業務従事者がいなければシステムを理解できない場合が多い。そのためユーザビリティ専門家評価は、ヒューリスティック評価での UI 要素の表面的な評価になりがちなのが、課題である。

その場合は、業務を分割して部分的に理解可能な業務要素をなるべく多く見つけて、その業務要素を元に作業タスクを設定し、認知的ウォークスルーで評価する。その事により業務に即した評価の範囲を広げることで対処する。＊評価例：業務の一部に地図で目的場所を探す操作がある場合、業務内容が異なっているとしても、地図を操作する作業はほぼ同じであり理解可能である。手順①地図を縮小した状態で大

まかに目的場所を探す、手順②大まかに目的場所へ移動してから拡大して詳細を見る。業務内容が理解できなくても、これら地図操作の作業タスクは設定できる。

5.4 ユーザーテストの課題と対処方法

航空路管制システムなど BtoB①は、ユーザーを被験者にできない場合が多いことが課題である。その場合は、ユーザーと同レベルの知識を持った関係者を被験者にして、ユーザーの作業を演じてもらうことで対処する。

6. 訪問調査・現場観察でのユーザビリティ評価

訪問調査・現場観察におけるユーザビリティ評価の評価者は、ユーザビリティ専門家、またはユーザーである。これは作業現場でユーザビリティ専門家評価やユーザーテストを実施することと同じである。そのため訪問調査・現場観察におけるユーザビリティ評価を実施する場合は、ユーザビリティ専門家評価やユーザーテストにおける課題や対処方法が適用できる。

7. まとめ

社会ソリューションシステムのユーザビリティ評価における課題と対処方法を、下記にまとめた。

<ユーザビリティ専門家評価>

課題：BtoB①では UI 要素の表面的な評価になりがちである。

対処方法：部分的に理解可能な業務要素をなるべく多く見つけて、業務に即した評価の範囲を広げる。

<ユーザーテスト>

課題：BtoB①ではユーザーを被験者にできないことが多い。

対処方法：ユーザーと同レベルの知識を持った関係者を被験者にして、ユーザーの作業を演じてもらう。

図1 社会ソリューションシステムのユーザー特性と動機（モチベーション）から、社会ソリューションシステムにおけるユーザー特性や動機は、BtoB①だけが、他の BtoB②や BtoBtoC と異なっていることがわかる。そして上記内容からユーザビリティ評価における課題は BtoB①だけが持っていることがわかる。

これまで社会ソリューションシステムのユーザビリティ評価を効率的に進めるために、主に BtoB①における課題の対処方法を、試行錯誤を繰り返しながら検討してきた。しかし未だ課題を十分に解決できた状態ではないため、今後も社会ソリューションシステムのユーザビリティ評価を、より効率的に進められるように、評価手法等の開発に努力する。

[連絡先]

NEC マネジメントパートナー デザイン事業部

小林 雅幸

e-mail : ma-kobayashi@te.jp.nec.com

使い慣れた UI の変更によるユーザ行動の変化に関する研究

○鴨志田大地*, 西内信之*

*首都大学東京大学院 システムデザイン研究科

A study on the change of user behavior caused by the change of the UI

Daichi Kamoshida*, Nobuyuki Nishiuchi*

* Tokyo Metropolitan University Graduate School of System Design

1. 背景

近年、パソコンやスマートフォンの普及により私たちがアプリケーションやソフトウェアに触れる機会は増えている。このような日々使用しているソフトウェアは、アップデートによって UI (User Interface) が変更されることがある。アップデートにより UI は向上されているのかもしれないが、ユーザは使い慣れた UI との差により、逆に使いづらくとまどいを感じることもある。

ソフトウェアの異なるバージョン間の UI に着目した先行研究¹⁾は存在するが、なぜ UI の変更により、ユーザはとまどいやストレスを感じるのかといった研究のアプローチはされていない。

そこで本研究では、UI の変更点とユーザの行動の変化の関連性を調べることでバージョン間のユーザのとまどいを定量的に導き出し、バージョンアップの際の UI 作成の指針を作成することを目的とする。

本原稿では、UI の変更の種類とその変更によって起こるユーザの行動の特徴について検証していく。

2. UI の変更の特徴調査

2.1 目的及び方法

UI の変更の特徴にはどのような種類があるかを調査した。方法としては実際にバージョンアップによって UI に変更のあったソフトをいくつか用いて、変更箇所を探し、考察した。

2.2 結果

「位置」、「階層」、「操作方法」、「デザイン」、「名称」という 5 種類の変更の特徴に分けることができた。各変更の特徴については次項で詳しく説明する。これらから、バージョン間の UI の違いというものは、この 5 つの特徴と新機能の組み合わせによって構成されていると考えることができる。本研究ではこのように仮定し進めていく事とする。また新機能におけるユーザのとまどいは、新機能の UI に依存することなので本研究では考慮しないこととする。

2.3 UI の変更の特徴について

(1) 位置変更

メニューやボタンなどの UI 要素のバージョン間での位置の変更。

(2) 階層変更

使用する機能が初期画面から何回の操作を経る

ことで実現できるかを、何階層かで表現。その時のバージョン間における機能の階層の変更。

(3) 操作方法変更

左右のクリック、ドラッグ、タップなどの UI 要素を操作する方法のバージョン間での変更。

(4) デザイン変更

メニューやボタンなどの UI 要素の形や色などのデザイン要素に関する、バージョン間での変更。

(5) 名称変更

同じ機能のメニューやボタンなどの UI 要素を表現する言葉・名称のバージョン間での違い。

3. UI 操作の習熟度

「使い慣れた」状態であるからこそ、バージョンアップによる UI の変更によりユーザはとまどう。この「使い慣れた」という状態を判断するために、本研究では習熟曲線と標準偏差を用いて、習熟完了を求めている阿久根氏らの研究²⁾を参考に習熟完了の条件を定める。

3.1 習熟完了条件

習熟が完了したかは以下に示す条件で判定していく。

まず、あるタスクを x 回行ってもらい、その時の操作時間を記録する。その後、1 回目～ x 回目、2 回目～ x 回目、…、($x-1$) 回目～ x 回目までの操作時間の標準偏差を求める。この時、求めた標準偏差がある閾値以下になった時に習熟が完了したと判定する。

閾値は、あるタスクの操作にすでに熟達した人の操作時間の標準偏差の値を参考に決定する。

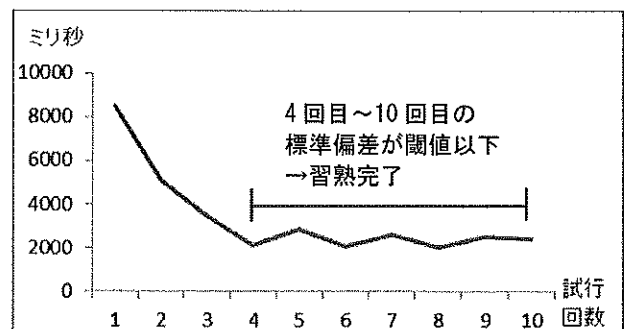


図1 習熟完了の判定例

4. UI 変更実験

4.1 実験目的

各変更の特徴がユーザに及ぼす影響を検証する。また各変更の特徴はさらに意味的な内容や変更度合で分類やレベル分けができると考えられ、それらを考慮して実験を行っていく。

4.2 実験 UI

実験の準備として、各変更特徴の意味的な分類や変更度合のレベル分けを行う。この際、その分類やレベル分けは現実的には膨大な数になると考えられ、実験として再現するのは困難である。そのため、実験用の UI として近年マイクロソフトが使用しているモダン UI を選定した。モダン UI は、昨今広まっているフラットデザインを採用しており、また独自のタイルという UI が各変更特徴をわかりやすく表現できるメリットがあった。

4.3 変更の特徴の分類・レベル分け

モダン UI を用いた各変更の特徴の分類・レベル分けは表 1 の通りである。変更度合は、意味的や物理的に「大」、「小」の 2 種類を用いた。

表 1 変更の特徴の分類とレベル分け

変更の分類	変更度合		
	小		大
位置	近い	—	遠い
操作方法	似ている	—	似ていない
名称	わかる	—	わからない
デザイン	アイコン	わかる	— わからない
	色	似ている	— 似ていない
	大きさ	小さい	— 大きい

4.3 実験方法

6 種類の UI とタスクを設定し、旧 UI、変更度合大・小の新 UI の計 18 の UI を作成した。

被験者はまずランダムな順で 6 種類の旧 UI のタスクを複数回行う。第 3 章の習熟完了判定により習熟完了となったら、次にランダムな順で 6 種類の新 UI のタスクを複数回行う。一人の被験者は変更度合「大」、「小」どちらかのタスクを行う。取得するデータは、操作時間、視線軌跡、主観評価である。視線計測装置には「Tobii X1 Light Eye Tracker」を用いた。

4.4 実験タスク

タスクの流れは、以下のようになる。

- ①画面上に表示される指示文を読み、スタートボタンを押す。
- ②UI が表示され、指示文を満たす操作を行う。

例えば、「名称」の変更のタスクでは、指示文に「現在地から南大沢までのルートを調べる」と

表示され、作成したモダン UI 上で地図タイルをクリックするという流れになる。この時、新 UI での名称を、変更度合小では「マップ」に、変更度合大では「Landkarte」（ドイツ語）とした。

4.5 実験結果及び考察

本稿では実験結果の一部を掲載する。変更度合の大小で主観評価及び操作時間に顕著な違いがみられたのは、「名称」の変更であった。

旧 UI で習熟した操作時間と、新 UI での 1 回目の時間の倍率を見ると、変更度合小では約 2.2 倍で、変更度合大では約 18.6 倍となっていた。

また、その時の主観評価も変更度合小では、とまどいや不快感は少なかったという回答だったのに比べ、変更度合大ではとまどいや不快感が大きかったと回答している。

図 2 は、「名称」の変更度合大の時の被験者の視線の軌跡の結果である。どのタイルをクリックするかわからなくなり、視線があらゆるところに向いているのがわかる。これらの結果から、「名称」の変更がユーザに与える影響は大きいと考えられ、ユーザにとってわからない名称に変更された場合、たとえ「位置」や「デザイン（アイコン・色・大きさ）」が同じでも、すぐに操作できていないことがわかった。

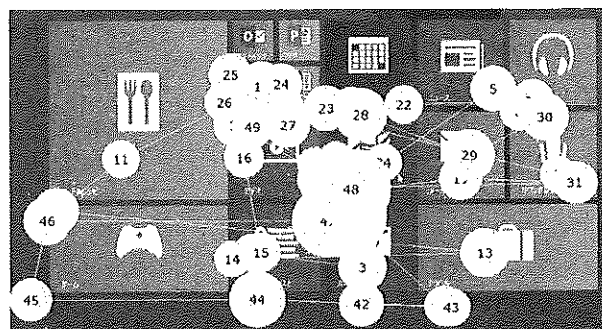


図 2 名称変更タスク変更度合大での視線軌跡例

5. まとめ

本研究では、UI の変更の特徴を 5 つに分け、モダン UI を参考にした UI を用いて、その UI の変更の特徴がユーザにどのような影響を及ぼすかの実験を行った。

6. 文献

- 1) 杉邑洋樹：視線を利用したユーザインタフェースに対するユーザの慣れの定量化、情報処理学会研究報告, 2012-HCI-150(9), 1-7, 2012-10-25.
- 2) 阿久根麻記・西内信之：電子書籍アプリケーションのユーザビリティ評価, 首都大学東京システムデザイン学域, 平成 23 年度卒業論文.

[連絡先]

嶋志田 大地

e-mail: tmu.kamoshida@gmail.com

家具配置に見られる子どもとおとなの感性的相違

○勝又 洋子*, 野口 祐智* 大西 謙吾* 角田 興俊*

*東京電機大学 理工学部

The sensitivity difference of room arrangement between children and adult

Yoko KATSUMATA*, Masanori NOGUCHI*, Kengo Ohnishi*, Okitoshi TSUNODA*

*School of Science and Engineering, Tokyo Denki University

1. はじめに

子ども室は、就学期の始めに設えられることが多く、その環境が相応しいかどうか、検証されることはあまりない。保護者は子どものために思い、家具を揃え、子ども室を調えるが、結局はおとなが良しとした環境であり、子どもは与えられるままに過ごしているのが現状である。実際に「子ども部屋を使ってくれない」「子ども部屋は寝るだけで勉強や遊びはリビングでする」という声が聞かれる。こうした事情から、子ども室が保護者の物の置き場所になっていることもある。このような現状を踏まえ、本研究では、子どもが子ども室を使わない要因と、保護者の子ども室に対する考え方を調査し、小学生と保護者を対象に家具配置のワークショップを行い、子ども室に対する子どもと保護者の思考の違いを図1に示すように、感性工学の手法を用いて比較し、子どもが望む子ども室を見える化を試みた。その結果、子ども自身が作った「自分の部屋」と思える部屋が、子どもにとって居心地がよく、やる気に繋がる事が示唆された。

2. 研究目的

社会人として心身ともに成長するためには、子どもの時からライフスタイルに対して考える習慣をもち、「環境とデザイン」に対する意識を育むこと、それをライフスタイルにつなげていくことが大事である。なかでも住環境はその基盤となるものであり、最も大きな影響を与える。それゆえ図1に示すように、衣・食・住のなかでも特に住環境に焦点を絞り、住まいの中でもとりわけ子どものための空間として設えられる子ども室に注目し、子どもが居心地がよいと思える子ども室について研究した。本研究では、小学1年から6年生の思考が変化する時期をワークショップで子ども室に見立てた部屋をレイアウトすることで、おとなと子どもの思考にギャップが生じる時期を明らかにできると考えた。

3. 親子による家具配置の比較実験

子ども室の位置付けは、親と子でそれぞれ異なり、小学生は体の成長に加えて、思考の変化も現れる。そのため、いずれかの学年に”子どもよりの思考”と”おとなよりの思考”といった線引き

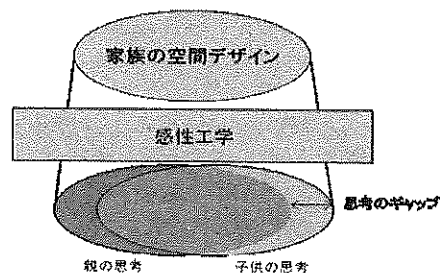


図1 思考の分離

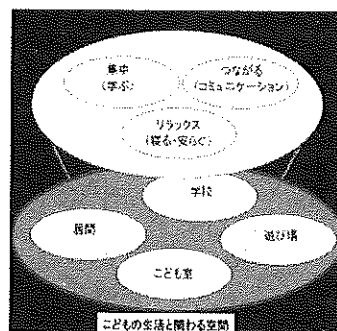


図2 子どもに関わる空間とつながり

を行うことは難しい。

本研究では、親と子それぞれで子ども室の位置付けを可視化するため、実物大の子ども室内に家具配置することで、レイアウトの違いから何に重点をおいて配置しているかを比較することにした。

3.1 実験条件

実験は、小学校1年生～6年生述べ29名、保護者28名に協力していただき、学内に設けた6畳の大きさの疑似子ども室を2基を使用して、家具選択と配置を疑似子ども室内に設置した4隅の定点カメラと上部のカメラ（図3）による記録を行い、更に図面化と家具選択順を記録した。

また、使用する家具は子どもとおとなそれぞれに同じ17種類の家具を用意し、その中でも複数ある机、椅子、本棚、ベッドを1つずつ必ず入れることにした。色は、白色および木製を基調とした。家具はイケア・ジャパン株式会社に提供していただき、全く同じ家具をそれぞれがどの様に配置していくかを動画などで以下の3つの項目を記録した。1) 選ぶ家具, 2) 家具配置位置, 3) 室内での落ち着き

記録するに当たり、インフォームドコンセントとして実験協力者の保護者に実験の趣旨および方法を東京電機大学ヒト倫理審査委員会で承認された実験説明書と同意書を用いて行った。

4. ワークショップ実験の結果

実験により、子どもと親の配置には以下の差異が見られた。

4.1. 子どもの家具配置

子どもの発想はより自由で、勉強と就寝だけではなく、遊び、趣味、読書、とりわけ友達や兄弟、父、母とのコミュニケーションの場として、考えてレイアウトしている。子どもの家具配置の特徴は、必ずしも壁に寄せて家具配置をしなかったこと、勉強机のほかに、図4-aに示すように部屋のセンターにローテーブルまたは木製テーブルを配置した子どもが多かったことである。勉強机を選ばず、ローテーブルや木製テーブルだけを中央に配置し、勉強、読書、遊ぶと回答した。片側の壁面には一切家具を置かず、一つの壁面全部空けた子どももいた。ベッドを部屋の中央に配置した子どもがいた。子どもはセンターにテーブルを配置した理由を、兄弟と遊ぶ、読書、友達と話したり、ゲームする、お父さんやお母さんとおしゃべりするなどと回答した。子どもは自由に発想し、勉強だけでなく、様々に使うことを考えて、配置している。

4.2. おとなの家具配置の特徴

おとなは家具を壁に沿ってコの字型に配置し、中央を空けて何も置かなかった。机やベッドは壁際に置いたため、図4-bに示すように勉強や就寝の壁に顔を向けることになる。中央を空けているため、一見広く見えるが、おとなの配置は無機質で、固定観念に縛られているように思える。

おとなの考えは保守的で、勉強は勉強机であるという考え方で机を配置し、木製テーブルを選んだ例はなかった。壁に寄せてレイアウトすることで、空間を広く取り、子どもが自由に動けるようにと考えてのことである。しかし、この家具配置からおとなは勉強と就寝を目的に部屋を作っていることがわかった。

4.3. 考察

子ども室を作成実験の結果、子ども自身のレイアウトとおとなのレイアウトは、大きく異なった結果が得られた。家具配置と家具選択の違いは、子ども室に対する位置づけ、使用目的の違いを表している。同じ家具を用意し、親子が同じ家具を用いて配置をした結果、親子で大きな違いがあることが分かった。総じて子どもは壁際に家具を配置しない。逆に親は壁際に家具を配置する。特に机、テーブルの配置で、両者の違いが見られ、

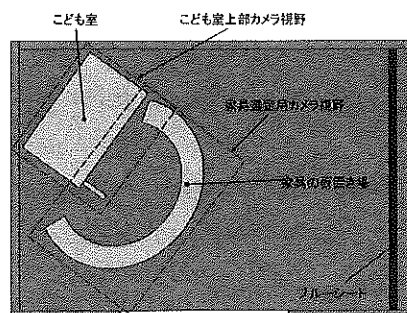
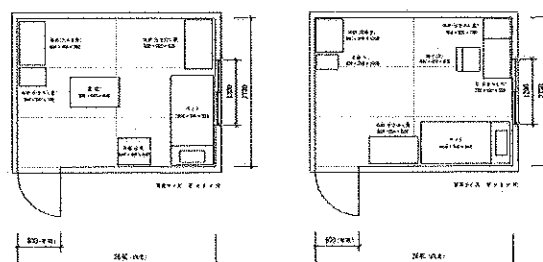


図3 実験環境



(a) 子どもの配置 (b) おとなの配置

図4 小学校高学年の家具配置例

親の作る部屋は”勉強するために机を入れ、配置する”という固定観念や先入観に縛られていることが分かった。逆に子どもの作った部屋は、勉強だけでなく、遊びや、友達との交流などを視野に入れており、家具の使い方、配置も個人差があり、独創的なことがわかった。

5. まとめ

家具配置、家具選択、行動を擬似子ども室内上部に設置したカメラで記録することで、子どもの思考を切り取ることができた。特に、低学年の子どもの場合、家具を多く配置する傾向が見られ、高学年では知識欲が高まり、勉強に集中したいという意欲が見受けられる家具配置となっていることが分かった。

成長段階にある小学1年と6年では、精神的、身体的成長の格差が大きく、ヒューマンスケールの違いが家具配置に影響を与えることが示唆された。

6. 謝辞

本研究は、平成24年～26年に実施したイケア子ども室プロジェクトによって得られた成果である。

[連絡先]

かつまた しょうこ
勝又 洋子

所属：東京電機大学 理工学部
情報システムデザイン学系

e-mail: Yoko-k@mail.dendai.ac.jp

飲食業におけるアルバイト従業員の

対応力向上のための教育プログラムの作成

○高橋将希*, 小松原明哲**

*早稲田大学創造理工学研究科, **早稲田大学理工学術院

Proposing an educational program for improving reception skills for new part time restaurant employees

Masaki TAKAHASHI*, Akinori KOMATSUBARA**

*School of Creative Science and Engineering, Waseda University, **Faculty of Science and Engineering, Waseda University

1. 研究背景・目的

近年、飲食業の雇用形態の傾向は、アルバイト従業員の割合を増やし、正社員の採用を抑えることによって、利益を創出していく形態へと移行している。しかしながら、このような雇用形態への変化の中でも仕事の質を下げてはならないため、アルバイト従業員にも、作業マニュアルによる対応だけでなく正社員と同様の場面ごとの柔軟な対応や、自ら考えて行動することが期待されている。特に居酒屋においては、商品力による差別化や価格競争は限界を迎えており、スタッフの対応力が顧客獲得の重要な鍵となっている。しかし、多くの飲食店では体系化されていないOJTによって対応力を教育している現状にあり、各スタッフの経験任せになっているため、対応力のないスタッフが顧客満足度を下げてしまう場面が見受けられる。

そこで本研究では、居酒屋を例に、暗黙知となっている対応力を抽出・モデル化し、そのモデルに基づいた教育プログラムを提案する。なお、本研究では対応力を、“組織目標に適合する範囲内かつ作業マニュアルの範囲外の状況において、自ら考えてお客様を満足させようと行動する能力”と定義する。

2. 研究方法

- ① 対応力の抽出：長年の居酒屋アルバイト経験のある著者自身が、状況に応じたベテランの対応ぶり（対応力）を回顧、抽出し産業技能習熟モデル¹⁾によりレベル付けを行う。
- ② 対応力モデルの作成：①を基に、ベテランの対応力モデルを生成する。
- ③ 教育プログラムの作成：②を基に教育プログラムを作成する。
- ④ 教育プログラムの検証実験：③で作成した教育プログラムを用いて実際にスタッフ教育を行うことでその有効性を検証する。

3. 対応力の抽出

3.1 目的・方法

著者自身の居酒屋アルバイトの経験を回顧し、それを基に、顧客対応が難しい状況のストーリーを作成し、各ストーリーにおいてスタッフの取り得る対応方法を全て列挙した。その後、各対応方法を産業技能習熟モデル¹⁾（図1）に基づいてレベル付けした。本研究で定義した対応力はレベル4（応用ができる）またはレベル3（上手にできる）に相当することから、それに該当する対応方法が取れることを対応力として抽出した。

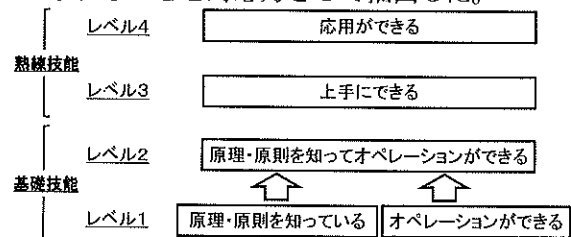


図1. 産業技能習熟モデル

3.2 結果・考察

計52のストーリーが作成され、各々に対して対応方法が複数列挙され、それをレベル付けした。表1にその例を示す。

レベル4（応用ができる）には、その状況に対して起こり得る事態を予見した対応や、業務効率化を図る対応が多く見られた。レベル3（上手にできる）には、何らかの事態が起こった後に行う対応が多く見られた。

4. 対応力モデルの作成

対応力ある行動をするために必要な能力を明確化するために、対応力モデルの作成を行う。先述のとおりレベル4は起こり得る事態を予見し先回りした対応であり、レベル3は事態が生じた後の対応であり、これらは主に航空業界で用いられるTEM（threat and error management）²⁾の概念に近い

表1. 作成された52ストーリーとその対応方法

No	ストーリー	対応レベル	対応方法
1	学生団体が大人数で来店した。年齢確認をするために多くの時間を費やすため、席にご案内するのに時間がかかってしまう。	レベル4	効率よく年齢確認を行う。(年齢確認をすることを先に伝え、席に付き、身分証を準備して待っていてもらう。など)
		レベル3	お客様が不満に思っていることを感じ取り、うまく対応する。(メニューを見て待ってもらう。など)
2	学生団体が大人数で来店した。みんなで騒いでいるため、店内が騒がしくなっており、他のお客様が迷惑している。	レベル4	学生が入店した早い段階で、うるさくなった場合は退店してもらう可能性があることを早い段階で伝えておく。
		レベル3	静かにするように注意をする。守れない場合は退店してもらう。

ものであると考えられた。これは「エラーの発生防止」「エラーが発生した段階の早期検知」「エラーがもたらす結果の最小化」の3段階でエラーに対応するマネジメントである。そこで本研究では、表1をTEMプロセスに当てはめ、図2のモデルを作成した。ここでの「スレット」とは、外見からわかるお客様の状況から、起こり得ることが推測されるお客様の行動・思いのこと、「好ましくない状態」とは、スタッフが認識したお客様の不満状態に相当する。つまり、スレットマネジメントにより「好ましくない状態」にならないように対応することが最も望ましく、万一それに失敗した際は好ましくない状態のマネジメントにより、お客様の不満を最小にする対応が必要となると整理される。すなわち、レベル4のスレットを感じ取る「状況認識」とスレットに対応する「意思決定」の能力³⁾を教育すべきと考えられる。

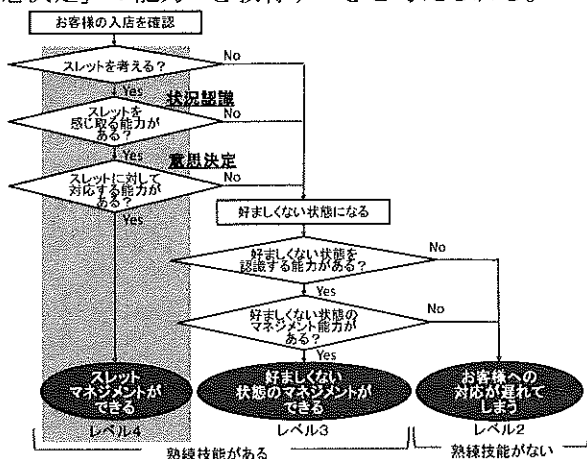


図2. スタッフに必要な対応力モデル

5.教育プログラムの作成

図2のスレットマネジメントに焦点を当てた教育プログラムを作成する。本研究の対象がアルバイト従業員であることから、短期間である程度のスキルを身に付けられる教育法として、前述の52のストーリーを用いてif-then形式のテキストを作成し、平松ら⁴⁾を基に、約1時間の教育プログラムを作成した（表2）。

表2. 教育プログラムの内容

手順	実施項目	内容の詳細
1	オリエンテーション	・インストラクターの自己紹介 ・研修の目的・必要性について受講者に問題提起 ・研修の全体の流れを説明
2	身に付けたいスキルの説明	スレットマネジメントに必要な「状況認識」と「意思決定」の能力について事例を用いながら説明する。
3	個人演習の実施	マニュアルの中からお客様の情報を提示し、受講者に個々で「情報の解釈」「将来状況の予測」「対応措置として取り得る選択肢」を記入させる。
4	グループ演習の実施	個々で考えた対応方法を基に、グループで意見をまとめる。
5	その他の対応方法の紹介	作成したif-thenテキストのその他の対応方法を簡単に紹介する。
6	フィードバック・質疑応答	フィードバックにより本日のまとめを行い、質疑応答により疑問点を解消させる。

6.教育プログラムの検証実験

6.1 目的・方法

作成した教育プログラムを実際に現場で用いることができるかを明らかにするため、居酒屋のアルバイト経験を有さない20代6名にプログラムを実施した。なお実験を行う前に、参加者に居酒屋スタッフの基礎的なオペレーションをレクチャーした。また、教育効果の評価を行うため、教育プログラムの実施前に対応レベルをチェックするテストを行った。

6.2 結果・考察

手順3の個人演習において、参加者のほとんどが実施前のテストでは想像できなかったレベル4の対応方法を想像できるようになった。例えば、ある参加者は「お子様連れの家族がご来店した」という状況の際に「子供は動き回るので、廊下にもものを置かないようにする」といった対応方法を思い付くことができるようになった。これにより、「子供がものにぶつかって怪我をする」というスレットに未然に対応することが可能になった。

また手順4のグループ演習において、実施前のテストや手順3の個人演習では想像できなかった対応方法をお互いに学ぶ事ができた。

これらのことから、作成した教育プログラムは、レベル4に相当する対応力を身につけるスタッフ教育に有益であると考えられた。

7.結論

本研究では、TEMの概念を基に居酒屋のスタッフに必要な対応力モデルを構築し、モデルに基づいた教育プログラムの作成と有効性の検討を行った。なお、テキストの説明が分かりにくいなど、プログラムの運用には課題事項が残されており、これらの改善が今後の課題となる。

8.参考文献

- 1)海野邦昭：「次世代への高度熟練技能の継承」, アグネ承風社,p63-p67,1990/05/10
- 2)重松和典：「最新の航空安全技法に学ぶリスクマネジメント」,TRC EYE,vol.234,p4-p6,2009
- 3)ローナ・フィリンら：「現場安全の技術ノンテクニカルスキル・ガイドブック」,海文堂, 2012/03/01
- 4)平松陽一ら：「教育研修の教え方促進マニュアル」,日興企画,2013/04/15

[連絡先]

高橋 将希

e-mail : masaki.ma-buru@ruri.waseda.jp

学習用タブレット端末の傾斜角と書きやすさ

○柴田 隆史

東京福祉大学 教育学部

Tilt Angle of Tablet and Comfortable Writing

Takashi SHIBATA

School of Education, Tokyo University of Social Welfare

1. はじめに

教育現場への ICT 環境の整備が進められ、タブレット端末を活用した授業実践が行われている。文部科学省の「学びのイノベーション事業」や総務省の「フューチャースクール推進事業」では、児童生徒 1 人 1 台のタブレット端末利用という学習環境が構築され、その活用方法や効果について検討がなされている。学習におけるタブレット端末の活用には、デジタル教科書・教材を見る、カメラ機能で撮影する、図や絵を描く、グループワークで考えをまとめる、意見を共有するなど多岐に渡るが、タブレット端末に文字を書くことも多い。そのため、教育的側面に加えて、児童生徒が安全で快適にタブレット端末を利用できるように、書きやすさに関して検討することも重要であると考えられる。

文部科学省が発行する「児童生徒の健康に留意して ICT を活用するためのガイドブック¹⁾」では、タブレット端末の使用について、画面への照明の映り込みを防止し見やすくするために、タブレット端末の角度を調節すると良いことなど、見やすさに関わる事が書かれている。また、タブレット端末の傾斜角とペン入力に着目した研究²⁾もなされているが、初等教育では鉛筆やペンの正しい持ち方や文字の正しい書き方も重要視されるため、児童が利用するタブレット端末の検討のためには、児童を対象とした評価が重要である。そこで本研究では、小学校でのタブレット端末利用を想定し、タブレット端末における文字の書きやすさについて、画面上の文字位置とタブレット端末の傾斜角に着目した実験を行った。

2. 方法

2.1 タブレット端末

実験に使用したタブレット端末は 2 つの画面を有しており、片方の画面には教材を表示し、もう片方をノートとして使用できる (Tenobo, ソニーエンジニアリング)。本実験においては、教材画面に実験の指示内容を表示し、ノート画面に専用ペンを使って文字を入力した (図 1)。

2.2 実験参加者

実験参加者は小学校 4 年生 10 名であった。全員、実験に使用したタブレット端末をそれまでに使った経験があり、書くことに十分に慣れていた。また、全員右利きであった。

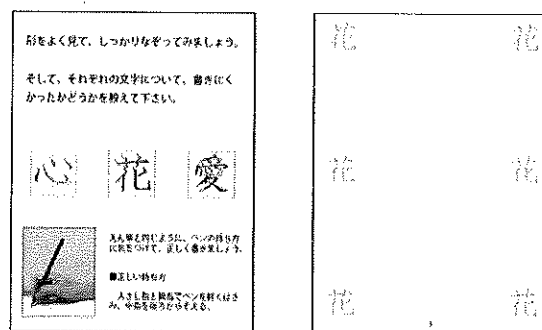


図 1 2 画面構成タブレット端末における画面 (左: 指示内容、右: 文字入力)

2.3 条件

実験条件として、タブレット端末の傾斜角を表 1 のように設定した。条件 A と C は全ての実験参加者に対して行い、条件 B については 5 名に条件 B1 を、残りの 5 名に条件 B2 を無作為に設定した。実験条件の順序は、カウンターバランスを考慮して設定した。なお、全ての傾斜角において、蛍光灯などの映り込みがないことを事前に確認した。

表 1 実験条件

実験条件	タブレット端末の傾斜角
条件A	0度
条件B1	10度
条件B2	15度
条件C	20度

2.4 手続き

最初に、実験参加者にはタブレット端末の画面とアンケート用紙を見せながら、実験内容について説明した。次に、ノート画面の中央付近に「心」「花」「愛」の 3 文字を書かせ、文字を書く練習をさせた。その後に 1 回目の実験条件による評価を行った。実験参加者には、タブレット端末の画面内の 6 箇所「心」「花」という文字を書かせるタスクを課した。文字の位置は、画面の上段左、上段右、中段左、中段右、下段左、下段右であった (図 1 右)。文字はあらかじめ画面に薄く表示されており、実験参加者にはできるだけ丁寧になぞるようにあらかじめ指示した。文字の書きやすさの評価にはアンケート用紙を用いて、それぞれの文字に対して、評価前に行った練習や通常のタブレット端末利用と比較して、どのくらい書きにくかったのかを 4 件法で回答させた。タブレット端

末に 1 回「花」と書いたらアンケート用紙に回答させ、それを 6 回繰り返した。3 条件の評価終了後には、書きやすさに関する印象について思ったことなどを記述式アンケート用紙に回答させた。

3. 結果

3.1 傾斜角の違いによる全体的傾向

タブレット端末の傾斜角の違いによる、画面全体の総合的な書きやすさの結果を図 2 に示す。画面内 6 箇所の評定点の平均値を条件ごとに示しており、評定点が高いほど文字が書きにくいことを示している。どの傾斜角においても顕著な書きにくさはなかったが、10 度あるいは 15 度傾斜させた条件で文字が書きやすい傾向がみられた。

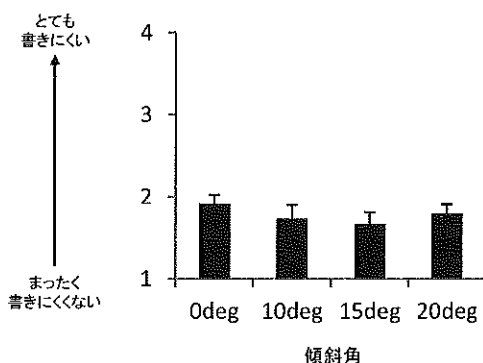


図 2 全体的な書きやすさの結果

3.2 文字位置と傾斜角の関係

画面内 6 箇所の文字位置に注目して、傾斜角の違いによる書きにくさを比較した結果を図 3 に示す。図 2 と同様に、評定点が高いほど文字が書きにくいことを示している。

画面下段において、文字が書きにくい傾向があり、それは特に傾斜角 0 度において顕著であった。しかし、傾斜角が 10 度になると画面下段の書きにくさは軽減された。画面上段では、傾斜角が大きくなると右側の文字位置で書きにくくなる傾向がみられた。

3.3 自由記述アンケート

最後に行った自由記述によるアンケートからは、「ちょっと斜めにすると書きやすくなった。」、「縦過ぎるとちょっと書きにくくて大変だったけど、普通の角度よりちょっと高いとすごくやりやすかった。」などと、評定尺度法による結果と同様に、タブレット端末を少し傾斜させることを好む回答が複数得られた。また、斜めだと画面が見やすいという回答も得られた。

4. 考察

全体的な書きやすさの観点から、タブレット端末を少し傾斜させた方が良いことが分かった。少し傾斜させることで、視線を画面に直交する角度

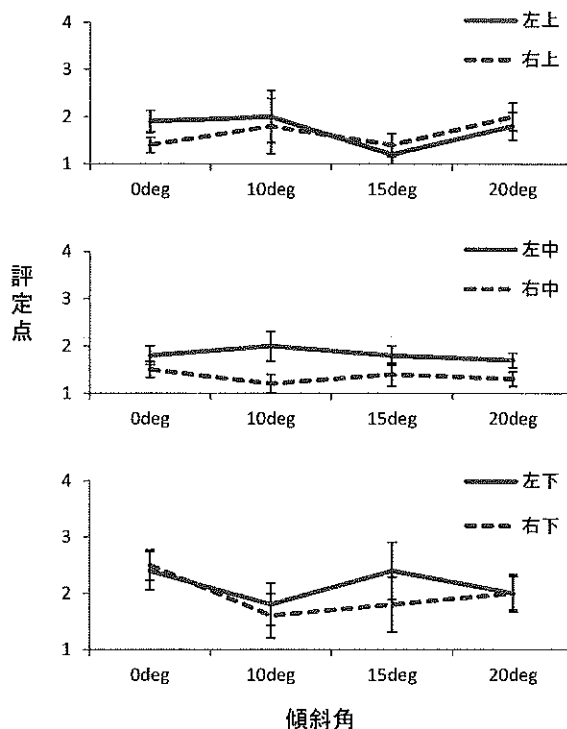


図 3 文字位置ごとの書きやすさの結果
(上：画面上段、中：画面中段、下：画面下段)

に近づけることができ、見やすくなるという点でも、ユーザビリティの向上が考えられる。

また、一般にタブレット端末は傾斜をつけずに机の上に置くことが多いと思われるが、その場合、画面下部において文字が書きにくいことが分かった。しかしそれは、少し傾斜させると改善されることから、タブレット端末の厚さによる机との段差が関係していることが考察された。そして、傾斜角 10 度でその改善効果があり、15 度および 20 度ではまた書きにくくなることが示唆された。

今後の課題は、データ数の増加による精度の向上と学習用タブレット端末に最適な傾斜角に関するより詳細な検討である。

本研究は、ソニーエンジニアリング株式会社および東京都北区立堀船小学校の協力により実施された。ここに感謝の意を表す。

5. 文献

- 1) http://jouhouka.mext.go.jp/school/pdf/kenko_ict_gui_debook.pdf (検索日：2014 年 10 月 31 日)。
- 2) D.Bao, Y.Xin, X.Ren: Effect of tilt angle of tablet on pen-based input operation based on Fitts' law, Proc. of the 2010 IEEE International Conference on Information and Automation, 99-104, 2010.

[連絡先]

柴田 隆史

e-mail : tashibat@ed.tokyo-fukushi.ac.jp

小学校において発生した事故と安全指導とのかかわりに関する考察

○柏村俊太郎*, 鳥居塚崇**
*日本大学大学院, **日本大学

An Examination of Effectiveness of the safety guidance of Elementary School
Shuntaro Kashimura*, Takashi Toriizuka**
*Graduate School of Nihon University, **Nihon University

1. はじめに

小学校での事故は後を絶たず、ここ数年は微減してはいるものの横ばいの状態が続いている(図 1)。前報では小学校において発生した事故の要因分析を行い事故の要因を明らかにした。今回はその要因分析の結果を基に現在学校において行われている安全対策の調査分析を行い、事故要因とどのように関連しているかを調査し、現在の安全対策の有効性を検討する。

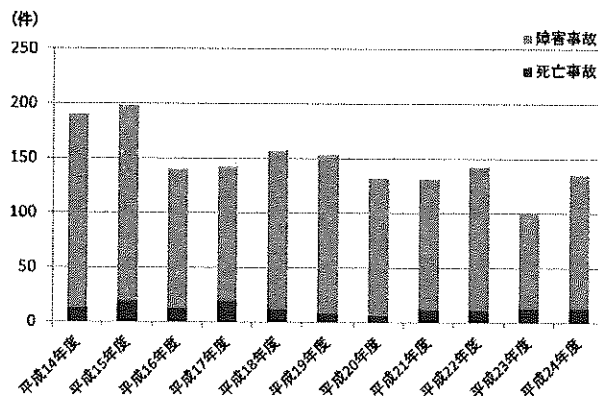


図1 小学校での事故

2. 学校管理下の安全対策

学校における安全対策については学校保健安全法により、安全計画の指針となる学校安全の推進に関する計画の策定を国が義務付けた。これにより学校安全計画の策定・実施、危機管理マニュアルの作成及び職員への周知、訓練の実施が義務付けられた。学校安全を構成する要素としては「安全教育」、
「安全管理」およびこれらを効果的に進めるための「組織活動」から成り立っており(図 2)、実際に児童に対する安全指導を行う領域は「安全教育」と「安全管理」の2つである。

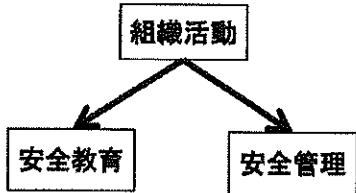


図2 学校安全の構造

3. 安全対策の分類

今回、学校安全の中でも児童生徒に対する取り組みの中心となる「安全教育」と「安全管理」の2項目を対象にし、これらの教育・指導内容が具体的に

示されている「年間指導計画」より抽出したものを同じカテゴリーごとに分類しまとめた。紙幅の関係で分類項目のみを表 1 に示す。

表1 学校安全項目の分類

安全教育	学校生活における知識・規範	学校生活における知識・規範
	特定の状況下での身のこなし方	特定の状況下での身のこなし方
	課外活動の行い方	学校敷地内点検
	観察の行い方	天候・災害に関する知識
	道具・用具の扱い方	交通に関する知識・規範
	対象物の扱い方	犯罪に関する知識
	天候・災害に関する知識	学区内点検
	交通に関する知識・規範	
	犯罪に関する知識	
	休暇中の過ごし方	

4 事故要因と安全対策

4.1 概要及び結果

平成 22 年度から平成 23 年度に発生した事例 198 件について事故の要因分析を行い、その要因を当事者の行動に起因するもの 133 件、他児童の行動に起因するもの 54 件、周囲の環境に起因するもの 11 件に分類した。まず、当事者の行動に起因する事故について、その要因に対して相応しいと思われる安全対策を前掲の年間指導計画書に記載されているものと対応させたところ、「対応可能」28 件(23.3%)、「対応不全」44 件(32.4%)、「対応なし」61 件(44.3%)だった(表 2：紙幅の関係で、分類項目どうしの対応性を示した)。

表 2 安全対策との対応性について(当事者)

	身体能力の不足	周辺認識の欠落	行動予測の欠落	悪ふざけ	疾病・体調不良、心的衝撃	コミュニケーションのむづれ
対応可能	7	5	3	11	0	2
対応不全	37	2	3	0	2	0
対応なし	31	23	7	0	0	0

なおここでは、指導計画書の安全対策を遵守していれば事故を防止することが出来たと思われるものについては安全対策が「対応可能」しているものとし、安全対策を遵守したにもかかわらず事故が発生したものについては「対応不全」とした。また、事故要因に対して、そもそも安全対策が存在しないものについては「対応なし」とした。同様に他児童の行動に起因する事故については、「対応可能」しているもの 20 件(37.0%)「対応不全」3 件(5.6%)、「対応なし」31 件(57.4%)周囲の環境に起因する事故については「対応可能」しているもの 4 件(36.4%)「対応不全」7 件(63.6%)であった。これを表 3、表 4 に示す。

表3 安全対策との対応性について(他児童)

	身体能力の不足	周辺認識の欠落	行動予測の欠落	悪ふざけ	疾病・体調不良、心的衝撃	コミュニケーションのもつれ
対応可能	1	2	3	9	0	5
対応不全	2	1	0	0	0	0
対応なし	3	9	7	4	0	8

表4 安全対策との対応性について(環境)

	滑りやすい地面	物に挟まれる	物の破損	身体に合わない装備
対応可能	3	0	0	0
対応不全	0	1	0	0
対応なし	1	2	3	1

4.2 考察

結果、安全対策が「対応可能」が55件(27.8%)、「対応不全」「対応なし」が143件(72.2%)であり指導計画書の安全対策に対応していない事例が多いことがわかる。具体的に要因を見ると歩行中の躓き、足を滑らせる、遊んでいる時のよそ見がほとんどであった。逆に対応できていたが事故に至ってしまった事例の具体的な要因としては走って階段を上り(下り)踏み外す、重いものを持っていて段差を超えられなかったなどであり、当事者・他児童の行動に要因があるものが多く安全対策を理解していたとしても防げない事例であったため、安全教育の場において自分の能力を把握することが必要であろう。自分(人間)を知ることはまさに人間工学の領域である。

5. 行動の適切性と安全対策

5.1 概要及び結果

4.1で扱った事故を1)通常通りの行動、2)あり得る行動、3)適切でない行動の3段階で評価分析を行い、今回分類を行った安全対策が対応しているものと対応していないものとで組み合わせて分析を行った。まず、事故要因が当事者の行動にある場合(表5)、通常通りの行動をしていた事例が89件(67.4%)と最も多く、このうち50件(56.1%)は安全対策が対応していない事例であった。また、あり得る、適切でない行動をしていた事例が44件(32.6%)であり、そのうち対応なしの事例は11件(25.0%)であった。

表5 当事者の行動要因と安全指導

	学校生活における状況・原因	状況下での身のこなし方	課外活動の行い方	対象物の扱い方	道具・用具の扱い方	服装の行い方	学校敷地内	対応なし
	対応可能	対応不全	対応可能	対応不全	対応可能	対応不全	対応可能	対応不全
通常通り	5	0	3	0	0	0	0	30
あり得る	10	0	11	0	0	0	0	11
適切でない	10	0	11	0	0	0	0	0

一方他児童の行動が事故要因の場合(表6)、通常通りの行動をしていた事例が18件(33.3%)であり、このうち17件(94.4%)の事例が対応なしのものであった。またあり得る、適切でない行動が35件(66.0%)であった。詳しく検討するとその対応なしの事例が14件(40.0%)であった。

表6 他児童の事故要因と安全指導

	学校生活における状況・原因	状況下での身のこなし方	課外活動の行い方	対象物の扱い方	道具・用具の扱い方	服装の行い方	学校敷地内	対応なし
	対応可能	対応不全	対応可能	対応不全	対応可能	対応不全	対応可能	対応不全
通常通り	0	0	1	0	0	0	0	0
あり得る	0	0	1	0	0	0	0	0
適切でない	10	0	11	0	0	0	0	0

次に当事者に影響を与えた環境に要因がある場合、通常通りの状態であった事例が7件(63.6%)であり、すべて安全対策が対応なしの事例であった。また、あり得る、適切でない行動をしていた事例4件(36.4%)で、対応可能であった事例が3件(75.0%)であった。

5.2 考察

結果、当事者が通常通りの行動をしていた事例が多く、ほとんど事例での安全対策が「対応不全」「対応なし」であった。また当事者に対し影響を与えた児童の行動についても通常通りの行動をしていたものが約半数あり、当事者同様に安全対策が「対応不全」「対応なし」であった。安全指導をしているにも関わらず事故が発生した事例や「対応なし」のものは新たな項目で対処する。しかし、すべて1対1対応で考えるは安全対策の方法論としては疑問である。したがって新たな視点による安全対策の必要性を示唆している。また、安全対策が対応可能であっても適切に対応できず事故に至る事例もあり、対応策をいかに周知徹底させるかが、運営上の課題となるであろう。

7. 課題

今回は基礎的な研究として学校での安全対策が実際の事故に対応可能かを事故要因と児童の行動から検討した。結果的に現在の安全対策が今回の分析より対応可能だが事故に至る事例が多く存在した。今後は安全対策で対応可能だったが適切な対応が出来ず事故に至る事例での児童の行動に着目し、どのような対策を講じれば事故を減らすことが出来るのかを検討する必要がある。そのためには児童自身に自分自身の能力を理解させる、すなわち、安全教育に人間工学的な視点を取り入れることが必要であろう。人間工学的な視点に立ち現在の安全対策を見ることによって、新たな安全対策につなげられ、学校全体として安全を目指せるようにできると思われる。

8. 文献

- 1) 独立行政法人日本スポーツ振興センター:学校管理下の死亡・障害事例と事故防止の留意点(2012, 2011)
- 2) 文部科学省:学校安全の推進に関する計画(2012)
- 3) 東京都教育委員会:安全教育プログラム(2014)

[連絡先]

柏村 俊太郎

e-mail: shuntaro.kashimura@gmail.com

表面の質感評価に及ぼす視覚と触覚の相互作用に関する研究

○古賀 翼*, 松田 礼**, 町田信夫**

* 日本大学大学院理工学研究科, ** 日本大学理工学部

Evaluation of surface texture and interaction of visual and tactile perception

Tsubasa KOGA*, Hiroshi MATSUDA**, Nobuo MACHIDA**

* Graduate School of Science and Technology, Nihon Univ, ** College of Science and Technology, Nihon Univ.

1. はじめに

私たちは様々な製品の表面を触るといった動作を日常的におこなっている。人間が表面の質感を評価する場合、目で見ただけの評価と実際に触った後の評価には差異が生じることがあるが、これは経験的な触覚が質感評価に影響を及ぼしていることが原因と考えられており、表面の質感評価には触覚だけでなく視覚との複合的な影響を考慮する必要がある。したがって、表面の質感を製品設計に取り入れる場合には、質感と素材表面を構成する物理量の関係を明らかにし、表面の質感評価に及ぼす視覚の影響を定量的に表すことが重要となる¹⁾。

本研究では、質感の違いを引き起こす接触面の形状と心理反応量の推定、及びこれらの量-反応関係について検討し、感性製品としてのヒューマンインターフェースの表面設計指標の確立を目指すことを目的としている。本報では、表面形状の異なる平面の試験片を用い、指先で表面を触ったときの印象評価や視覚の有無による違いを調べる実験を行った結果について報告する。

2. 実験概要

2.1 実験方法

被験者は座位状態で机の上に置かれた試料の表面を利き手人指し指の腹でなぞる動作を行う。視覚と触覚による評価の違いを検証するため、観察方法は試料を見ずに評価する“触覚のみ”、試料に触れずに評価する“視覚のみ”、見てから触れて評価する“視覚と触覚”の3つの方法で実験を行った。

2.2 実験試料

被験者間の判断基準をできる限り統一するために特定のものが連想されにくい人工的で単純な試験片を用いる。本実験では、溝を加工した POM (ポリアセタール樹脂) 試験片を用いて実験を行った。図1に実験で用いた POM 試験片の外形と断面形状を示した。POM 試験片は 50mm×50mm の表面積を有しており、表面を構成する物理量は1山当たりの面積、溝幅、溝深さの3種類を設定した。凹凸パターンはストライプ状、グリッド状の2種類とした。表1に山面積、溝幅 r_2 、溝深さ h がそれぞれ異なる POM 試験片の寸法を示した。条件は r_1 , r_2 , h がそれぞれ 1, 1, 0.1mm を基準値としたとき 4, 4, 0.4mm ずつ変化した時の寸法となっている。

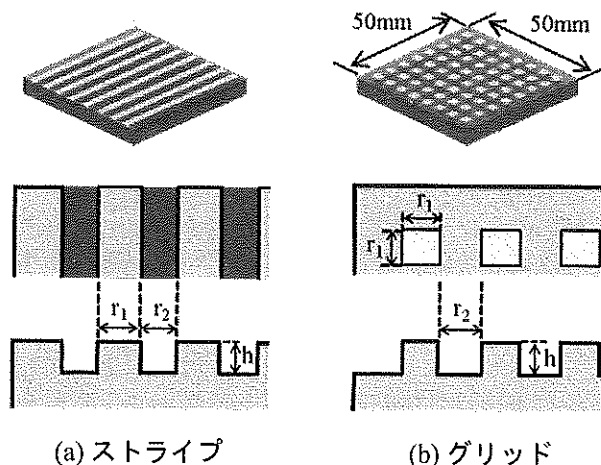


図1 試験片の外形及び断面形状

表1 実験条件

試料No	パターン	山面積*	溝幅 r_2	溝深さ h
モデルA	ストライプ	200	1	0.1
モデルB		50	4	0.1
モデルC		50	1	0.4
モデルD	グリッド	16	1	0.1
モデルE		1	4	0.1
モデルF		1	1	0.4

* (a) $r_1 \times 50$ [mm²], (b) r_1^2 [mm²]

単位 [mm]

2.3 印象評価実験

質感評価はSD法による心理アンケート(7段階評価)を用い、各試験片の表面の印象評価を測定した。机上における照度は475lxであり被験者数は健康な男子大学生のべ20名であった。質感の評価項目は素材表面の質感を構成する代表的な9個の評定尺度に対してアンケートに回答してもらった²⁾。また、因子分析を行うことで得られた特徴的な評価尺度と表面性状との関係について検証した。

3. 実験結果

3.1 因子分析結果

POM 試験片を用いた印象評価実験で得られた因子分析の結果について述べる。分析の計算方法には最尤法を用いた。抽出した因子は固有値が1以上の3因子であり、因子軸はプロマックス法による斜交

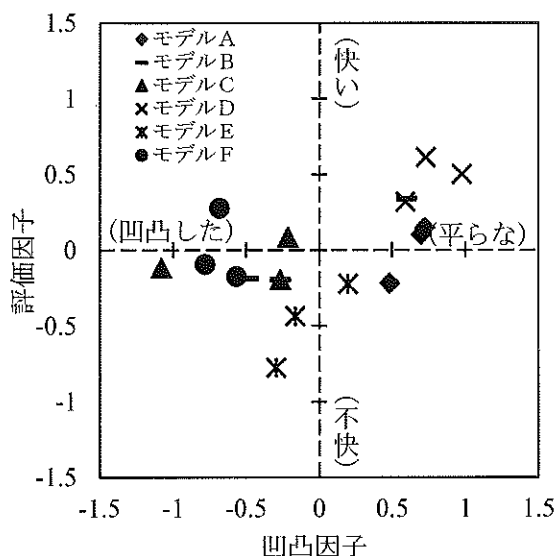


図2 凹凸因子と評価因子の因子得点

回転を行った。第Ⅰ因子は“平らな—凹凸した”，“滑らかな—粗い”，“つるつる—ざらざら”等の尺度が含まれた「凹凸因子」，第Ⅱ因子は“快—不快”，“好き—嫌い”等の尺度が含まれた「評価因子」，第Ⅲ因子は“鋭い—鈍い”等の尺度が含まれた「活動性因子」に分類された。しかし，視触覚の有無による因子構造の違いは確認できず，全ての条件で同様な結果が得られた。また，累積寄与率の結果から70%程度まで第Ⅰ～第Ⅲ因子で説明できることがわかった。また，図2に試料モデルA～Fの各観察条件における第Ⅰ因子と第Ⅱ因子の因子得点を示す。因子得点空間より凹凸因子が大きくなると評価因子も大きくなる傾向がみられる。第Ⅰ因子と第Ⅱ因子の因子得点における相関係数を算出したところ0.53と中程度の相関がみられた。

3.2 印象評価結果

図3に各試験片と“快—不快”，の関係を示す。同図より，すべての試験片の中でモデルEだけが不快と感じる結果となった。また各観察方法による違いはあまり見られなかった。次に図4に各試験片と“平らな—凹凸した”の関係を示す。同図から山面積を変化させたモデルA，Dは他のモデルの試験片に比べ平らに感じる傾向がみられた。一方，溝幅を変化させたモデルB，Eは視覚のみの条件において平らに感じる傾向がみられた。また，溝深さを変化させたモデルC，FにおいてはモデルB，Eとは対照的に視覚のみの条件において凹凸を感じやすい傾向がみられた。

4. おわりに

本研究では，視覚を含む触覚の複合的な感覚と素材表面の形状との関係を調べた。因子分析結果より表面の質感は第Ⅰ因子である凹凸因子，第Ⅱ因子である評価因子，第Ⅲ因子である活動性因子で表された。第Ⅰ因子と第Ⅱ因子には中程度の相関関係がみられたことから“快—不快”，“好き—嫌い”等の評価

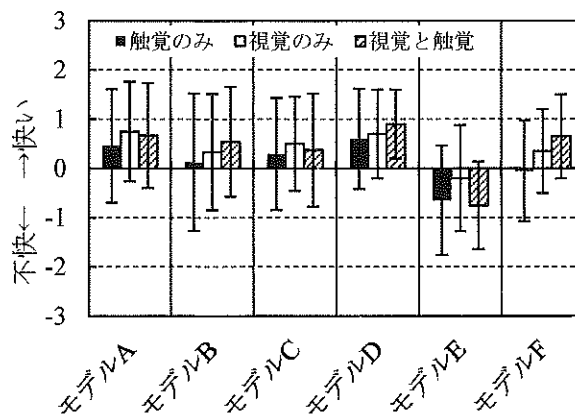


図3 各試験試料と快—不快感の関係

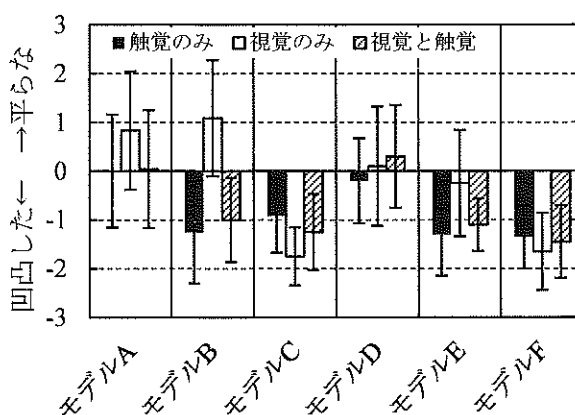


図4 各試験試料と凹凸感覚の関係

因子は表面の粗さや凹凸パターンに影響を受けるといえる。また，溝幅を変化させたモデルと溝深さを変化させたモデルは視覚のみの条件で“平らな—凹凸した”という評価を大きく増減させる結果となった。このことから，視覚のみにおける表面の凹凸感覚は溝幅，あるいは溝深さの調整によって操作できる可能が示唆された。

5. 参考文献

- 1) 松田，澤田，野々村，町田：「表面テクスチャの評価に与える視覚と触覚の影響」，人間工学会誌，第49巻特別号，pp.334-335，2013。
- 2) 永野，岡本，山田：“触覚的テクスチャの材質感次元構成に関する研究動向”，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，Vol.16，No3，pp.343-353，2011。

[連絡先]

古賀 翼

日本大学大学院理工学研究科

〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1

e-mail : machida_lab@eme.cst.nihon-u.ac.jp

Fax : 047 (469) 5342 (人間工学研究室)

音楽の構成要素と事象関連電位に関する研究

○高瀬菜津美*, 松田真里子*

*白鷗大学大学院経営学研究科

A Study for Clarifying the Relationship between Musical Components and the Event-Related Potential

Natsumi TAKASE*, Mariko FUNADA*

* Graduate School of Business Administration, Hakuoh university

1.はじめに

音楽の人に対する影響は、脳波や事象関連電位 (Event-Related Potential, 以下 ERP と略称)^{2,3)}等も用いて研究されてきたが、被験者演奏中の研究報告はほとんどない。そこで、本研究では「楽器(電子キーボード)を弾く」というタスクに着目した⁴⁾。まず音楽を構成要素(リズム・メロディ・ハーモニー)に分解し、各要素の演奏タスクに対する ERP を測定した。さらにメロディ演奏タスクを、音符を見る・弾く・聞くというサブタスクに分解して ERP を測定した。その結果、音楽演奏中の ERP は各サブタスクの線形結合モデルを用いて推定可能であることが示唆されたので報告する。

また、本研究は、ERP が個人内比較に適していること、今回のタスクが楽器演奏の技量・経験により被験者間の差が大きいことが予測されること、単一事例実験法という手法⁵⁾が存在することから、本実験はピアノ経験者1名を対象に実験を行った。

2. 実験と解析の方法

音楽の構成要素の実験を A, メロディ演奏のサブタスク分解実験を B とする。

2.1 実験方法

実験方法は以下の通りである。

- ・被験者：成人女性1名(ピアノ経験者)。
- ・実験場所：外界から遮断され、実験への集中が保たれた研究室。
- ・刺激の種類：A ではド(C4)～ラ(A4)、リズム(G4)を示す音符、および和音。B ではメロディの楽譜および白色画面。(図1(a)~(c))

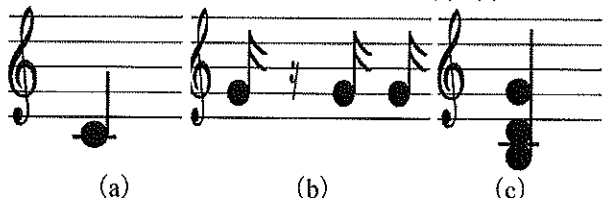


図1 実験で使用した音符(刺激)の例

- ・曲目：きらきら星(片手のみで弾けて、C4～A4で、あまり手を動かさない曲の中から選出)
- ・刺激表示のタイミング：19インチの画面の中央に約縦6.4cm、横9.7cmの画像を1秒間ずつ、間に約1秒の間隔を置いて表示した。
- ・被験者の位置：画面と目の距離が60～80cmとなる位置に腰掛けた状態。

- ・課題(タスク)の種類：

【実験 A】

- M1：音符画像を見て曲目(メロディ)を弾く。
- M2：リズム表示(G4)画像を見て弾く。
- M3：和音(ハーモニー)画像を見て弾く。

【実験 B】

- M1：実験 A の M1 と同様。
- S1：曲目の順序で音符を見るだけ。
- S2：曲目を音符を見て音なしで弾く。
- S3：メロディを聞くだけ。

- ・反復回数：実験 A：60 回，実験 B：42 回。1 回の実験につき各反復実験を 5 回行った。
- ・脳波：脳波は日本光電社製の Neurofax EEG8310 でハイカット周波数を 60Hz、時定数を 0.3 秒、抵抗を約 2kΩ とし、A/D 変換ボードを挿入した gateway 社のコンピュータ G7-600 を用いてリアルタイムで記録した。
- ・電極配置：国際 10-20 法による A1A2 を基準電極とする Cz, Pz, C3, C4 の単極導出とした。
- ・A/D 変換のサンプリング周波数：1kHz。リアルタイムでコンピュータに取り込んだ。
- ・実験の反復：約 1 週間おきに 4 回反復した。

2.2 解析方法

アダプティブフィルタを用いて測定データから高周波・低周波雑音の除去を行った。

- ・各波形の平均と標準偏差を用いて標準化した。
- ・刺激の種類ごとに加算平均して ERP を求めた。
- ・実験日の異なるデータを加算平均して、全実験日の平均的な ERP を求めた。

3. 実験結果と考察

図2は実験A(音楽の構成要素)の全ての実験日の平均ERP(Cz)である。正の電位(P)と負の電位(N)が交互に出現しているが、音楽の構成要素間で異なる反応が出現している。タスクM2では高振幅なP2、N2が認められ、タスクM3ではP3が出現している。タスクM1ではM3ほど顕著ではないが400ms付近に上に凸な反応が含まれている。これらの正方向の反応は、リズム課題(音の高低が一定)にはないことから、演奏により生じた音の高低(メロディー、ハーモニー)を聞き分けている反応であると解釈した。また、音が複数出た場合の反応の方が大きいので、複数の音により強化される反応であると考えた。この現象は他のチャンネルでも見られる。

図3は、実験BのサブタスクS1～S3の結果(CzのERP)である。聞くだけのサブタスクS3では、視覚誘発電位であるP1、N1がほとんど出現していない。これはサブタスクの内容と整合性のある結果である。また、見るだけのサブタスクS1では、顕著なP3が認められない。これは、P3は主に音を聞くことに対する反応であるとした実験Aの解釈と整合性がある。従って、曲を演奏する課題では、これらのサブタスクに対する反応の合成反応の出現が期待される。そこで次のような重ね合わせの線形モデルを作成した：

$$ERP_{M1}(t) = w_{S1}(t)ERP_{S1}(t) + w_{S2}(t)ERP_{S2}(t-t_2) + w_{S3}(t)ERP(t-t_3) \quad (1)$$

ここで $ERP_i(t)$ はタスク i による ERP を示し、 t は刺激提示後の時間を表す。また、 t_2 、 t_3 は合成タスク(曲の演奏)の実行に伴う反応の後れを示している。また重み $w_i(t)$ はタスク間の関係を示している。

図4は、探索的にモデル式上のパラメタを定めて求めたERPとM1から得られたERPである。 $t \leq 100$ のときは見る課題の w_{S1} の値が相対的に大きく、 $100 < t \leq 200$ では w_{S2} の値が最も大きくなった。 $t > 200$ では w_{S3} の値が最大となった。この結果は、曲の演奏課題は、サブタスクが並行して実行されること、各サブタスクは一定の時間遅れを伴い生じること、サブタスク間の関係は、その重みにより評価できること等を示唆している。

4. まとめ

本研究では、音楽演奏時の音楽による構成要素(リズム・メロディ・ハーモニー)に対するERPを測定した。生じるERPは、リズム演奏ではN2まで、メロディ、ハーモニー演奏ではP3までの電位の出現が示唆された。また構成要素の実験の中のメロディ演奏は、音符を見る・弾く・聞くというサブタスクに分割できる。本研究では各サブタスクのERPも測定した。メロディ演奏は、各サブタスクのERPを、遅れを考慮して線形結合することにより再現できることが示唆された。これは、脳のサブタスク並列処理状況を説明していると考えられる。音楽演奏課題のような複数のサブタスクを含む課題では、同様なことが予測される。

また、本研究は単一事例研究法とERPの特性に基づき一人の被験者で行ったが、課題によってはこのような個人内比較が適切な場合もあると考えられる。

被験者を増やし、被験者ごとに現象の再現性などを確認することが今後の課題である。

参考文献

- 1) 長谷川芳典, 心理学研究における実験的方法の意義と限界(4) — 単一事例実験法をいかに活用するか —, 岡山大学文学部紀要, 48, 31-47, 2007.

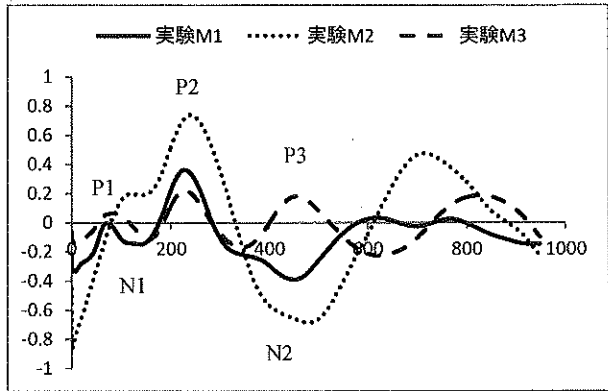


図2 実験Aの構成要素によるERP (Cz)

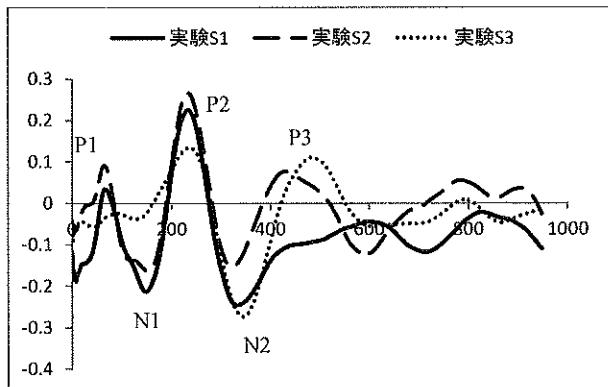


図3 実験BのサブタスクS1～S3によるERP(Cz)

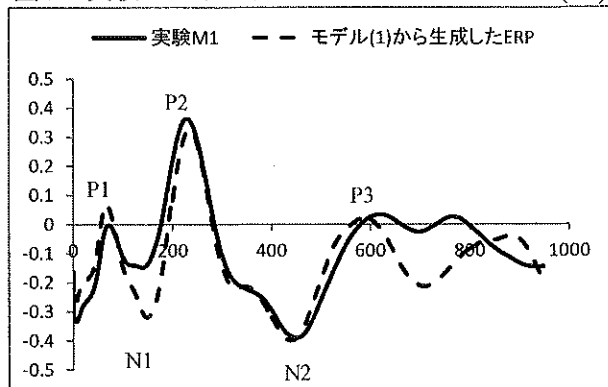


図4 M1とS1～S3の線形結合によるERP

- 2) 入野 宏・堀 忠雄, 事象関連電位入門, — 心理学研究における事象関連電位(ERP)の利用 —, 広島大学総合科学部紀要IV理系編, 26, 15-32, 2000.
- 3) T.W.Picton et al. Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: Recording standards and publication criteria, *Psychophysiology*, 37, 127-152, 2000
- 4) 高瀬菜津美・諏訪友宏・船田眞里子, 事象関連電位による計算反復課題に対する音楽の効果に関する研究, 白鷗大学論集第28巻第2号, 115-138, 2013.

[連絡先]

高瀬菜津美

e-mail: 61130036@sd.hakuoh.ac.jp

解像度の変化が画像の質感に及ぼす影響

○富澤俊介*, 浜頭尚平**, 堀越尚志**, 福住紀明*, 勝又洋子*, 磯野春雄*

*東京電機大学大学院, **東京電機大学

The effect of a resolution differences on the texture perception on a picture

Shunsuke TOMIZAWA*, Shohei HAMAGASHIRA**, Takashi HORIKOSI**, Noriaki FUKUZUMI*,
Yoko KATSUMATA*, Haruo ISONO*

*Graduate School of Tokyo Denki University, **Tokyo Denki University

1. はじめに

近年デジタルカメラやディスプレイ技術が著しく進歩した事により、高画質で鮮明な画像を撮影し、記録することが可能となっている。このため、極めて質感の高い画像と接する機会が増えている。

画像の解像度を変化させることで、人がどのように被写体の質感を認知するか興味を持った。

質感に関する研究は、質感脳情報学⁽¹⁾という新しい分野で頻繁に研究されている。先行研究によれば被写体の質感に影響を与える因子は、光沢感、重厚感、サラサラ感、なめらか感であるとされている。

本研究では、画像の質感に関して影響力を持つ物理要因との関係を明らかにする。写真を評価対象として、解像度が質感に及ぼす影響を主観評価によって明らかにするものである。

2. 実験

2.1 実験方法

画像の解像度を6段階に変えた写真を用いて、質感の比較を行った。2枚の被写体を同時に提示して行う一対比較法、1枚の写真について印象評価をしてもらうSD法を用いてデータ収集を行った。これらのデータに対して分散分析、主成分分析を行った。

2.2 被験者

21~23歳の東京電機大学の男子学生10名。
全員視力1.0以上の正常視力を持っている。

2.3 被写体

撮影にはデジタル一眼レフカメラのニコン D7100を用いた。解像度チャートを隣において撮影した蹴鞠、木彫りのふくろう、バック、ガラスの4種類の画像を用意した。(図1)

それぞれの画像を元画像の解像度に対して3.5, 10, 20, 40, 100%の解像度にphotoshopを用いて変換をして、合計24枚の画像を作成した。

これらをA4サイズの富士フィルム製の超光沢紙にそれぞれ印刷した。印刷にはbrother製プリンターMFC-J6710CDWを用いた。印刷後に図2に示す解像度チャートから限界解像度を測定した。

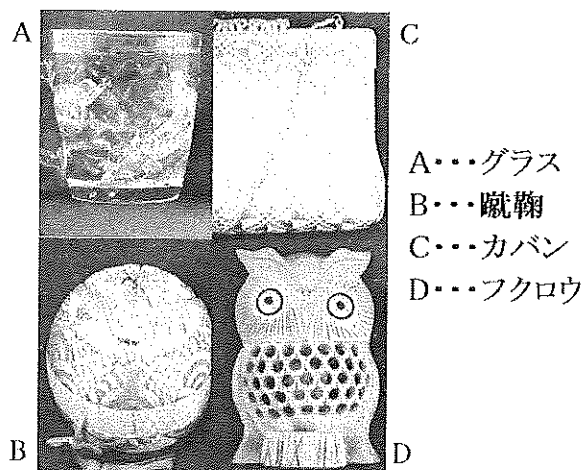


図1 実験に使用した被写体

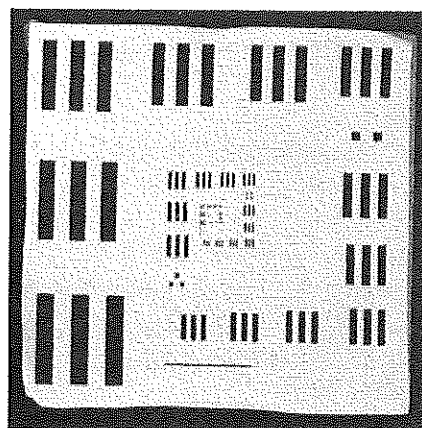


図2 解像度チャート

2.4 実験手順

まずシェッフェの7段階カテゴリ付き一対比較法を用いて、各被写体すべての解像度の組み合わせに対して質感をどう感じるか図3の形式の評価シートを用いて印象評価をしてもらった。

-3 非常に 質感が低い	-2 かなり 質感が低い	-1 やや 質感が低い	0 同 程度	1 やや 質感が高い	2 かなり 質感が高い	3 非常に 質感が高い
1						

図3 一対比較法評価尺度

その後 22 対の形容詞を用いた SD 法のアンケートにも回答してもらった。SD 法については、それぞれの被写体の最高解像度、最低解像度に対してのみ評価をしてもらった。

3. 実験結果

3.1 一対比較法に対する実験結果

一対比較法で得ることのできた数値に対して分散分析を行った。ヤードスティック検定による有意差の有無を調べた。一例として図 4 に被写体 A 図 5 に被写体 B における結果を示す。

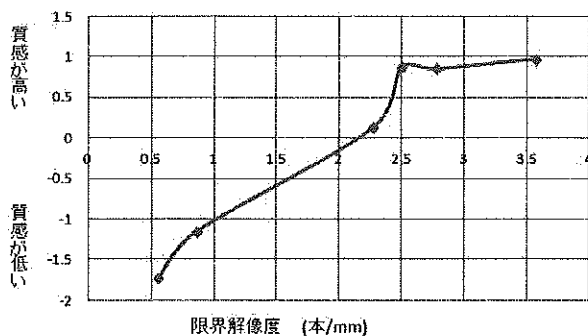


図 4 被写体 A での限界解像度と質感の関係

限界解像度 2.5 あたりから質感の変化を感じていないことが分かる。次に分散分析を行い、主効果があることを確認した。(p<0.01)

さらにヤードスティック検定によって、限界解像度 2.27 本/mm 以降の各解像度間での有意差が現れなかった。

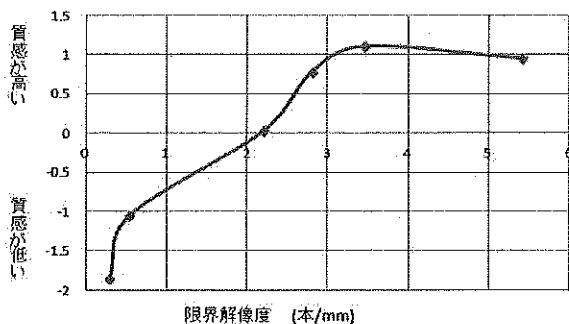


図 5 被写体 B での限界解像度と質感の関係

被写体 A と同様の結果となった。

3.2 SD 法に対する実験結果

次に SD 法について分析を行った。まず 22 個の形容詞対の平均得点を求めた。

次に強い値を持っていた項目、先行研究⁽²⁾でも用いられていた形容詞対を選出した。次の 12 対が実際に主成分分析に使った形容詞対である。

Q1「軽やかな - 重苦しい」Q2「濃い - 薄い」Q3「はっきりした - ぼやけた」Q4「目立つ - 目立たない」Q5「落ち着いた - 落ち着かない」Q6「強い - 弱い」Q7「透明 - 不透明」Q8「サラサラしている - サラサラしていない」Q9「きれい - きたない」

Q10「鮮やかな - くすんだ」Q11「自然な - 不自然な」Q12「光沢のある - 光沢のない」

被写体 A における解像度 100%と 3%において、それぞれ第 3 主成分で累積寄与率 8 割を超えたので、第 3 主成分までを分析した。次にガラスの最高解像度において、第 1 主成分と第 2 主成分を軸として各形容詞対の主成分得点の分布を表す。

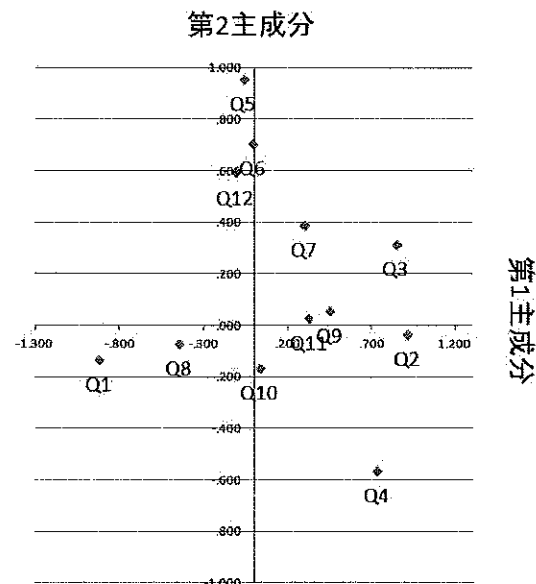


図 5 被写体 A の分布図

4. まとめ

一対比較法の結果よりある程度解像度が上がっていくと、質感の上昇が飽和傾向にあることが分かる。

第 1 主成分には Q1 から Q4、第 2 主成分には Q5 から Q6、第 3 主成分には Q7 から Q9 が含まれていることから、第 1 主成分を鮮明さ、第 2 主成分を落ち着き度、第 3 主成分を美しさとする。

ガラスの最高解像度においては、先行研究でも取り上げられていた「光沢のある - 光沢のない」という項目がほとんど影響しておらず、予想に反するものであったが、最低解像度最高解像度共に第 1 主成分は鮮明度を表す形容詞対で構成されていると結果から読み取ることができた。

5. 文献

- 1)新学術領域 質感脳情報学：<http://shitsukan.jp/>
- 2)長村一樹：画像情報における質感認知に影響を及ぼす要因に関する研究，日本人間工学会関東支部大会 43 回大会，

[連絡先]

とみざわ しゅんすけ

e-mail: 13rmd17@ms.dendai.ac.jp

タイルドディスプレイを用いた超解像度映像による遠隔コミュニケーションにおける臨場感に関する実験的評価

○江原 康生

大阪大学 情報推進機構／サイバーメディアセンター

Experiment on Realistic Sensation in Tele-communication with Ultra-resolution Video on
Tiled Display Environment

Yasuo Ebara

Office for Information and Communications Technology Services / Cybermedia Center,
Osaka University

1. はじめに

情報通信技術の発展に伴い、インターネットを介した遠隔コミュニケーションが一般社会に幅広く浸透している。しかし、ビデオ映像を活用した遠隔コミュニケーションにおいては、実世界では当たり前な存在感や臨場感が不十分であるケースが多く、現在も有効な解決方法が見当たらない。

この問題に対し、我々は複数の液晶ディスプレイをタイル状に配置し、1 台の超大画面ディスプレイとして表示が可能なタイルドディスプレイ技術¹⁾に注目し、遠隔地にいる人々があたかも同じ部屋にいるかのように自然な対話を可能とするための超臨場感な遠隔コミュニケーション環境を構築し、様々な検討を進めてきた²⁾。その一方で、人が感じる臨場感に関する客観的および定量的な評価に対する要求も高まっている。これは臨場感を高める要因を詳細に特定することで、違和感の無い自然な形で臨場感を伝える手法の確立につながると考える。しかし、遠隔コミュニケーションで必要とされる参加者が感じる臨場感について、詳細な分析、評価事例は未だに少なく、有用な知見が得られていない現状である。

本稿ではタイルドディスプレイを用いた遠隔コミュニケーション環境を活用し、ネットワークを介して遠隔地間で超解像映像配信・提示を行い、参加者に与える臨場感に関する実験的評価を行う。

2. 実験環境

図 1 に本実験における遠隔コミュニケーション環境の構成を示す。本環境では岩手県立大と大阪大学間を高速ネットワーク(JGN-X)³⁾で接続し、両サイトにタイルドディスプレイ環境を設置している。大阪大学側で映像撮影・配信用 PC を設置し、カメラで撮影された映像を岩手県立大に設置されている表示処理用 PC に高速ネットワークを介して転送し、タイルドディスプレイ上に超解像度映像としてリアルタイム表示を行う。映像と同時に音声通話によるコミュニケーションを行うために、両サイト間で Skype を利用する。さらに岩手県立大側の撮影映像も Skype を用いて大阪大学のタイルドディスプレイ上に配信、表示を行う。

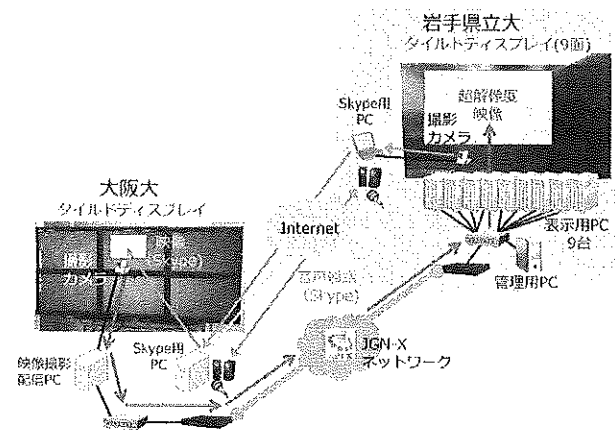


図 1 実験環境のシステム構成

3. 実験方法

遠隔コミュニケーションにおいて重要とされる臨場感の感覚要素として、時間要素(リアルタイム感、事象の同期感)、空間要素(立体感、空気感)、身体要素(インタラクティブ感)などが考えられる。本実験では時間要素と空間要素に着目して評価を行う。評価項目を表 1 に示す。

本実験では、大阪大学にいる人物を撮影した映像を岩手県立大のタイルドディスプレイ上にネットワーク経由で配信し、表示された超解像度映像を見ながら岩手県立大側にいる複数の被験者と遠隔コミュニケーションを行い、その際に被験者に与える臨場感に関して主観評価を行う。本実験の被験者は 20 名(学部生、大学院生を含む)とし、4 名のグループ毎で一回の実験を実施する。被験者は表 2 に示す二種類の映像 A (高品質、低フレームレート)、B (低品質、高フレームレート)に対して、表 1 に示す項目についてそれぞれ評価を行う。表示映像の順番はグループ毎でランダムに入れ替えることとする。

図 2 に評価実験の様子を示す。大阪大学から配信された映像が岩手県立大のタイルドディスプレイ全体にわたって表示され、4 名の被験者がその映像を見ている様子がわかる。映像に映っている人物が映像越しで実験内容に関する説明を順次行い、各被験者は映像を見ながら回答を行う。

表1 評価項目

評価項目	評価値 (5段階評価)
(1) 映像品質	1 (非常に悪い) ~ 5 (非常に良い)
(2) 映像の立体感	1 (全く感じない) ~ 5 (非常に感じた)
(3) 人物の表情の把握	1 (全く確認できない) ~ 5 (よく確認できた)
(4) 文字の把握	1 (全く確認できない) ~ 5 (よく確認できた)
(5) 人物の動き	1 (非常に感じた) ~ 5 (全く感じない)
(6) 映像、音声の遅延	1 (非常に感じた) ~ 5 (全く感じない)

表2 配信・表示映像に関する条件

	撮影解像度 [pixels]	表示解像度 [pixels]	フレーム レート[fps]
映像 A	1,920 × 1,080	3,840 × 2,160	10
映像 B	640 × 360	3,840 × 2,160	30

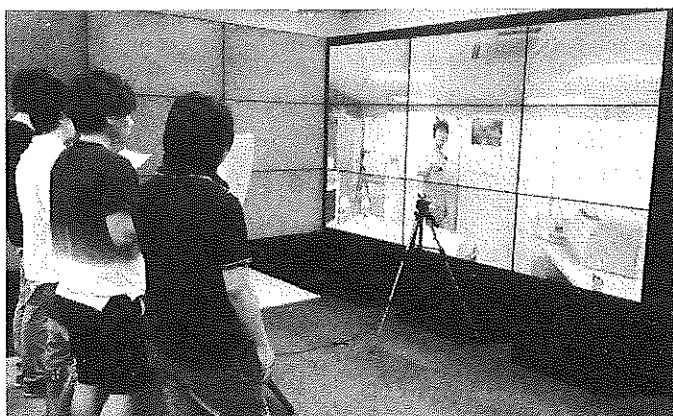


図2 評価実験の様子

4. 実験結果及び考察

図3に各項目の評価結果を示す。各評価値は全被験者の平均値を表している。また、両映像の結果に対して Wilcoxon の順位和検定を行った結果、(2)以外に関しては有意差 ($p < 0.05$) が認められており、映像 A, B の結果に差があることがわかった。

評価結果より、映像 A は映像品質、立体感、人物や文字情報の把握といった空間的要素について、映像 B よりも高い評価値が得られている。しかし、人物の動きや遅延などの時間的要素に対しては、低い評価値となっている。一方、映像 B では時間的要素に関しては高い評価値であり、且つ映像 A との差も大きくなっている。この結果より、映像品質よりもフレームレート（動き）の方が参加者に与える臨場感に対して影響が大きい要素になり得ることが考えられる。今後は映像の品質とフレームレートがどの程度のバランス具合によって、

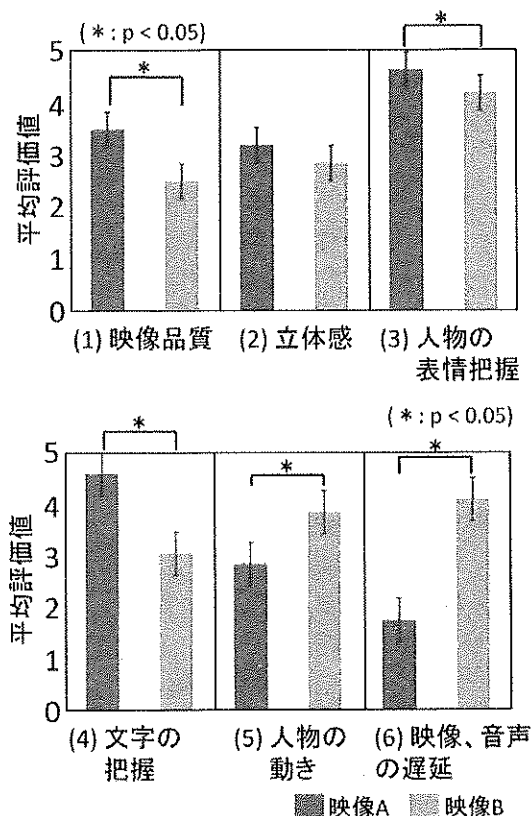


図3 評価結果

参加者にとって最適な臨場感を得られるかに関しても詳細な調査を進めていくことが必要と考える。

5. まとめ

本稿ではタイルドディスプレイを用いた遠隔コミュニケーション環境を活用し、ネットワークを介して超解像映像配信・提示を行い、参加者に与える臨場感や映像品質に関する実験的評価を行った。今後は、他の臨場感の要素についても併せて評価実験を行い、総合的な分析に向けた検討を進める予定である。

参考文献

- 1) B. Jeong et.al : Ultrascale Collaborative Visualization using a Display-rich Global Cyberinfrastructure, IEEE Computer Graphics and Applications, Vol. 30, No. 3, pp.71-83, 2010.
- 2) Y. Ebara et.al : "Experiment on Tele-immersive Communication with Tiled Display Wall over Wide Area Network", Journal of Advances in Computing, Scientific & Academic Publishing, Vol.2, No.3, pp.35-41, 2012.
- 3) JGN-X: <http://www.jgn.nict.go.jp/>

[連絡先]

江原 康生 (Yasuo Ebara)

大阪大学 情報推進機構/サイバーメディアセンター

E-mail : eba@cmc.osaka-u.ac.jp

座位・立位可変型作業の有効性に関する実験的研究(5)

—長時間作業における座位・立位の作業状況と使用効果について—

○廣野雄介、多賀亮太、長谷川廣佳、阿久津正大(玉川大学工学部)

Experimental study of effectiveness during work with sit-stand desk (5)

—Work characteristics and effects while working for hours with sit-stand desk—

Yusuke Hirono*, Ryouta Taga*, Hiroka Hasegawa*, Masahiro Akutsu*

(*College of Engineering, Tamagawa University)

1. はじめに

90年代に入り、持続的な座位姿勢による運動器疾患や有訴軽減に対する予防策として、座位・立位選択可能な作業方式の研究が行われるようになった。北欧等では座位・立位可変機が開発され、オフィス作業現場で実践導入されている。一方、国内では、オフィス作業は椅子座位姿勢が一般的である。座位・立位可変機の認知度は低く、オフィスでの導入例は少ない。

座位・立位可変型作業方式の有効性については徐々に究明されつつある^(例えは1)。しかし、座位・立位可変型作業方式で長時間にわたり作業を行った際の有効性についての検討例はみられない。

本研究では、被験者に座位・立位可変型作業方式と座位作業方式でVDT作業を1日8時間行わせ、(1)座位・立位可変型作業方式における座位と立位の作業状況、および(2)2つの作業方式における作業パフォーマンス、生体負担を比較することにより、座位・立位可変型作業方式の有効性を検討する。なお(2)については作業パフォーマンスの結果を報告する。

2. 実験

実験では、被験者に座位・立位可変型作業方式(椅子座位、立位を自由に変更できる作業姿勢、“可変姿勢”と略)、座位作業方式(オフィスで通常用いられている椅子座位姿勢、“座位姿勢”と略)でExcelによる一桁の計算作業を8時間課した。計算結果をテンキーで入力し、Enterキーで次問題へ進ませる作業であった。

1日における作業一休憩の時間編成は、8:30~10:30(作業期AM1)、10分休憩、10:40~12:40(AM2)、60分昼食休憩、13:40~15:40(PM1)、10分休憩、15:50~17:50(PM2)とした。各2時間の作業中に30分ごとに自覚症しらべ等の測定を兼ねて1~2分の小休憩を設けた。

被験者には「長時間継続できる作業ペースで、できるだけ正確に多く計算作業を行うこと。可変条件のと

きは、机面昇降機能を最大限に活用し作業を行うこと」を教示した。被験者には実験の参加報酬として時給860円を支払った。

被験者は健康な男子大学生4名(年齢 22.0 ± 0.8 歳、身長 1713 ± 49 mm、体重 58.6 ± 6.7 kg、全員右利き)であった。前日の睡眠時間など、生活面の条件統制を行った。なお平均睡眠時間は6時間45分(SD27分)であった。

実験で使用した什器は、座位・立位可変机(Edsbyn製Sit&Standデスク、電動で机面高を70~120cm無段階に可変)、オフィスチェア(武藤工業製)、PC(DEL製Vostro Desktops)であった。

作業パフォーマンスの指標として正解数、不正解率、生理的負担の指標として心拍数、筋電図(右足ヒラメ筋)、左足腓脛部位のインピーダンス、CFF値、心理的負担の指標として自覚症しらべ(日本産業衛生学会産業疲労研究会撰:新版「自覚症しらべ」)、身体疲労部位しらべ(産業疲労研究会撰:「疲労部位しらべ」)、「作業姿勢としての好ましき」等の主観評価を取り上げた。自覚症しらべは作業前、作業中30分ごとに測定した。CFF値、身体疲労部位しらべは作業前、作業中60分ごとに測定した。可変姿勢実験では、同一姿勢連続作業時間を計測するとともに姿勢変更理由を問診した。

可変姿勢/座位姿勢の2条件、可変姿勢実験における作業開始姿勢:座位から開始/立位から開始の2条件をカウンターバランスするよう、4名の被験者を実験1日目、2日目に割付けた。全実験数は姿勢2条件×被験者4名の計8実験であった。実験室内の平均温度は24℃、湿度は62%であった。

3. 結果と考察

3-1. 座位・立位可変型作業方式における作業状況

(1) 座位と立位の時間割合

姿勢変更にとまらなう座位と立位の時間割合は、各作業期において立位40.0%~44.2%(1日平均43.3%)、座

位55.8~60.0%(1日平均57.7%)で変動した。各作業期で立位よりも座位の割合が11~20%高かった。

(2) 同一姿勢連続作業時間(立位と座位の姿勢変更間隔)

各作業期における同一姿勢連続作業時間は、立位21.1分~30.3分(平均24.3分)、座位25.1分~33.5分(平均29.4分)であった(図1)。同じ姿勢を継続する時間は、各作業期で座位が立位に比べて約3~8分長かった。

(3) 姿勢変更の重ねにともなう同一姿勢連続作業時間の推移

同一姿勢連続作業時間は、各作業期とも最初の姿勢変更までは比較的短時間であった。2回目の姿勢変更までの時間が長くなり、その後は姿勢変更を重ねるにつれて増減をとまないうが次第に短くなっていく傾向がみられた。その傾向は午後の作業期において明確にみられた。延べ作業時間が長くなるにつれて、心身の耐性が低下することにより、立位と座位の姿勢変更間隔が徐々に短くなることが推察される。

(4) 姿勢変更理由

座位から立位への主な姿勢変更理由は、各作業期とも「眠気をとる」30.0%~62.5%、「気分転換」20.0%~37.5%であった。午後の作業期(PM1)で眠気をとるための姿勢変更が顕著に多くなることがわかった。

立位から座位への主な姿勢変更理由は、各作業期とも「足の疲れ・痛み緩和」18.2%~70.0%、「腰の疲れ緩和」0.00%~11.1%、「気分転換」11.1%~25.0%であった。午後の作業期(PM2)で立位による足の負担を軽減するための姿勢変更が多くなることがわかった。

3-2. 作業パフォーマンスの作業方式間比較

(1) 正解数

10分当り平均正解数に対する分散分析の結果、作業姿勢、作業期、被験者の要因に有意差($p<0.01$)が認められた。1日当り平均正解数は可変姿勢が有意($p<0.01$)に多かった。第1作業期では可変姿勢と座位姿勢で正解数に有意差は見出されなかったが、第2作業期以降は可変姿勢が有意($p<0.01$)に多かった(図2)。

可変姿勢では長時間の作業でも、作業パフォーマンスが低下せず、座位姿勢より有効であることがわかった。

(2) 不正解率

不正解率に対する分散分析の結果、作業姿勢、被験者に有意差($p<0.01$)は認められた。作業期の要因には有意差は認められなかった。不正解率は座位姿勢で各作業期において0.35%~0.43%(平均0.39%)であった。可変姿勢では各作業期において0.18~0.27%(平均0.23

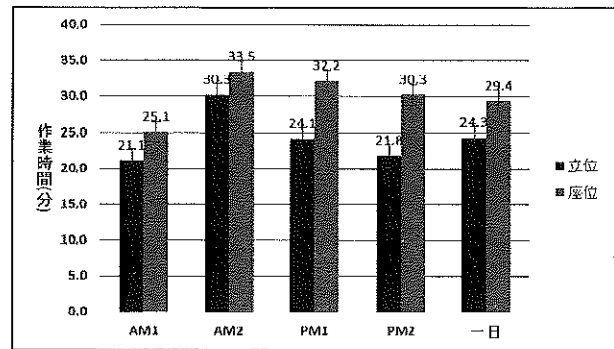


図1 座位・立位可変型作業における同一姿勢連続作業時間(立位と座位の姿勢変更間隔)

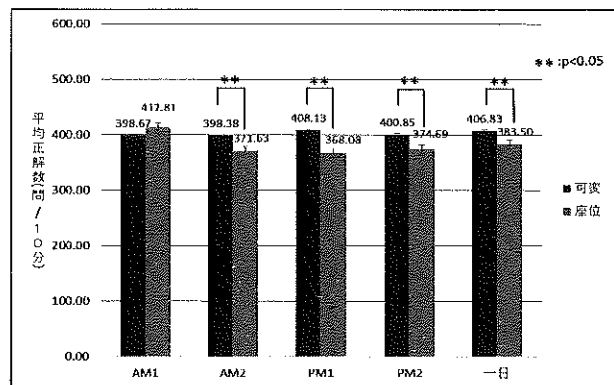


図2 10分当り平均正解数

%)と低値であった。

座位・立位可変型作業方式では、座位と立位を自由に変えられる効果により、作業に長時間集中でき、高い作業パフォーマンスを継続できるものと推察される。

4. まとめ

本研究では、座位・立位可変型作業方式で長時間作業を行った際の作業状況を明らかにした。また、座位・立位可変型作業方式は長時間におよぶ作業でも、高い作業パフォーマンスを継続でき、座位作業方式より有効であることを明らかにした。

参考文献

- 1) 阿久津正大, 外岡雅人, 浅沼悠未, 榎原毅: 座位・立位可変型作業の作業特性と有効性に関する研究 (3), 人間工学, Vol. 49, 特別号, pp. 252-253, 2013

[連絡先]

阿久津正大

玉川大学工学部マネジメントサイエンス学科阿久津研究室
〒194-8610 東京都町田市玉川学園6-1-1
e-mail: akutsu@eng.tamagawa.ac.jp
fax: 042(739)8858(阿久津研究室宛)

背面接触圧を考慮した仰臥位作業時の上肢関節トルクの推定

○門松 誠*, 瀬尾 明彦**

*首都大学東京大学院システムデザイン研究科, **首都大学東京システムデザイン学部
Estimation of upper limb joint torque in consideration of the back pressure during supine position work
Makoto KADOMATSU*, Akihiko SEO**

*Tokyo Metropolitan University Graduate School of System Design,

**Tokyo Metropolitan University Department of System Design

1. 緒論

自動車整備や住居床下の改修業務では、作業者が仰向け（仰臥位）を取る作業場面がある。仰臥位は特殊な作業姿勢として知られており、先行研究より立位と比較して上肢筋の発揮力が小さく、保持可能な時間が短くなることが報じられている。これまでも、筆者らは作業点と上肢負担の関係に着目し、上肢の筋負担が小さくなる作業位置の検討を行った。また、上肢作業時の体幹の挙動を体圧分布計と筋電図により記録し、身体接触点の変位と体幹の筋負担の関係より姿勢負担に関する考察を行い、上肢動作に胸部や頸部の動きが動員されることを明らかにした。しかし、上述の上肢負担の推定に手掌にかかる反力のみを用いており、身体と床の接触による圧を含めておらず、背面接触圧が上肢負担に与える影響については検討していない。

そこで本研究では、仰臥位作業時の背面接触圧が上肢負担に与える影響を評価することを目的とした。具体的には、背面にかかる接触荷重と作用点の位置を求め、これらの外力成分を付与した上肢関節トルクの推定手法を検討し、背面接触圧による上肢負担の軽減程度の確認を行った。

2. 方法

2.1 被験者

実験遂行に問題のない 20 代の学生 12 名を対象とした。被験者の身長は 169.2 ± 10 cm（平均±標準偏差）で、体重は 62.0 ± 10 kg であった。実験は本学の倫理委員会の承認を得て行った。

2.2 実験条件と実験手順

図 1 に示すように被験者の上方に設置した把持対象を押す動作を実験課題とした。また、実験要因に把持対象の高さと水平位置を選定した。高さは上肢長の 60%、75%、90% の 3 水準である。水平位置は身体特徴点を基準に耳（外耳孔）、肩（肩峰）、肘（肘頭下縁）の 3 条件とした。

実験課題として、被験者に仰臥位を取らせ、把持部を右手で握んだ後に鉛直上向きに 50 N の力で 5 秒間押し続ける動作を行わせた。

2.3 評価項目と解析手法

姿勢は 3D センサ（SparkFun Electronics 製 9DOF

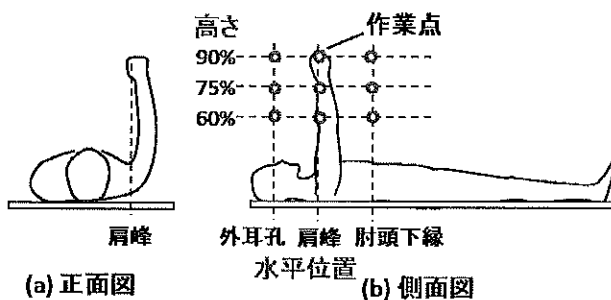


図 1 実験条件

Razor IMU SEN-10736) により身体体節の位置を記録し、押し動作時の上肢関節角度の算出に利用した。押し力は力覚センサ（ニッタ製 IFS-45E15A150-I63-ANA）を用いて把持対象にかかる荷重を記録した。また、押し力と姿勢データを合わせ、生体力学的解析により上肢関節トルクを推定した。背面接触圧は体圧分布計（Vista medical 製 S10 スタンダード）より押し動作時の背面にかかる圧と接触点の位置を求めた。主観は実験条件ごとに身体各部の負担感を 7 段階（1: 負担感がない～7: 負担感がある）で記録した。

3. 背面接触を考慮した上肢負担の推定

本稿では、背面接触を考慮した上肢関節トルクの推定手法について記述する。仰臥位は頭部や腰部が床と面接触し、肩甲背面（胸部）が点接触することが知られている。また、筆者らは上肢肢位が異なると胸部の接触圧中心の位置や周囲面積が変わることを確認しており、胸部の接触圧を外力成分に付与した上肢負担を推定することとした。外力成分の計算に必要な胸部の接触荷重と作用点の位置を求めるため、体圧分布計より胸部にかかる接触圧の平均値と周囲面積より接触荷重を推定した。さらに、接触圧中心と身体長軸の距離を求め、接触荷重の作用点の算出に利用した。なお、接触荷重のかかる身体部位については肩甲骨（胸鎖関節-肩鎖関節間）に固定し、実験条件ごとに接触荷重の大きさと作用点の位置を変位させて生体力学的解析を行った。上肢関節は 3 リンクと 7 自由度を持つ自由上肢と 1 リンクの肩甲骨の 3 次元の剛体リンクモデルで表し、上肢負担の算出に被験者の体格データの平均値を用いた。

4. 結果と考察

図2に体圧分布の結果を載せる。先行研究と同様に頭部と腰部、肩甲骨背面の接触をそれぞれ確認した。また、胸部の接触圧中心の位置や周囲面積が条件間で異なることが確認できる。

図3は胸部の接触荷重の結果である。接触荷重は全ての実験条件で300N前後の値を示しており、高さ条件ごとにみると全ての水平位置で90%が最大値を示す傾向がみられた。

図4に作用点距離の結果を載せる。作用点距離は実験条件間で約2~8cmほど変位しており、いずれの作用点も正中よりも右肩側にあるとわかった。また、実験条件が低い位置にあると作用点距離が長く、高い位置の場合は短くなる傾向にあった。高い位置の実験条件については、リーチ動作に肩甲骨を床より浮かせる動作が行われ、胸部の接触圧中心が正中側に移動したと推察する。

図5は肩甲骨トルクの結果である。全ての実験条件で背面接触を考慮しない従来手法よりも背面接触を考慮した本手法の推定値が小さくなるとわかった。手法間の推定値の差を比較すると、低い位置にある場合は大きく、高い位置については小さくなった。高い位置の条件については、上述のように肩甲骨がリーチ動作に動員されることが想定される。そのため、肩甲骨を床より離す挙動によって肩甲骨背面の接触点が正中側に移動し、接触荷重の作用点距離が短くなることで負荷の軽減量が小さくなったと推察する。以上より、背面接触による外力成分を付与した場合、上肢負荷が軽減されるとわかった。また、背面接触は上肢負荷に影響を与える因子であると判断できる。

図6に上腕の負担感の結果を載せる。作業位置が高い位置にある場合、肩甲骨トルクが増加する一方で上腕の負担感が小さくなるとわかった。これより、肩甲骨の負荷と上腕の負担感に代償関係があることが示唆された。

5. 結言

本研究では仰臥位作業時の上肢負荷を詳細に評価することを目的に、背面接触による外力成分を考慮した上肢関節トルクの推定手法を検討した。背面接触を考慮した場合、従来手法よりも上肢関節にかかる負荷が小さくなることを確認した。また、背面接触を利用した業務設計を図ると、作業者の上肢負荷が軽減されると示唆された。

[連絡先]

門松 誠

首都大学東京大学院 システムデザイン研究科

〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6

e-mail: kadomatsu-makoto@ed.tmu.ac.jp

Tel: 042(585)8675

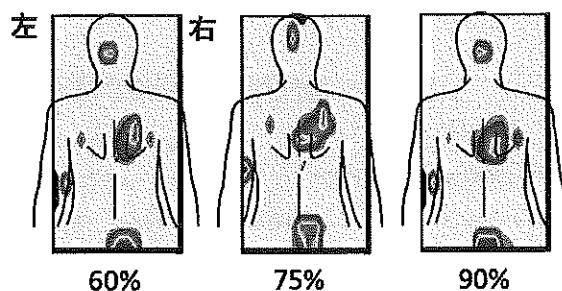


図2 体圧分布

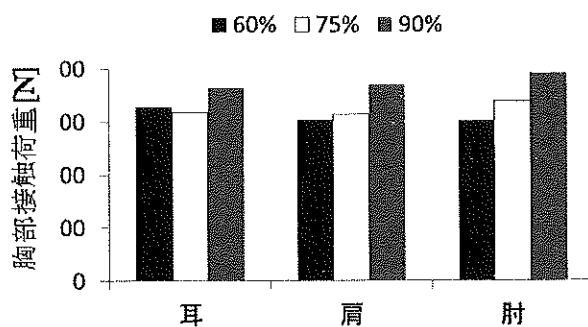


図3 胸部接触荷重

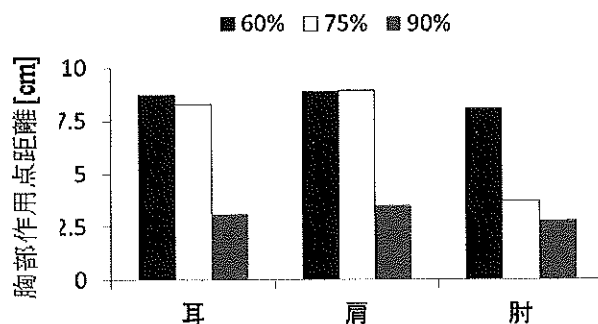


図4 胸部作用点距離

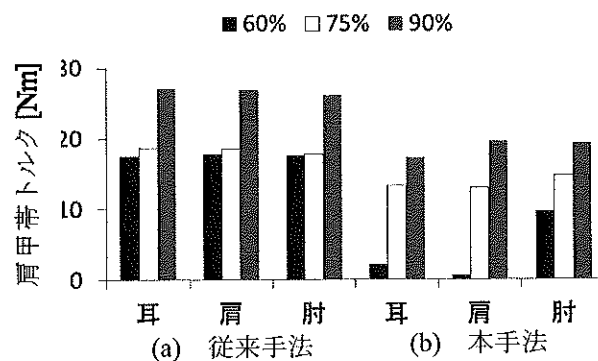


図5 肩甲骨トルク

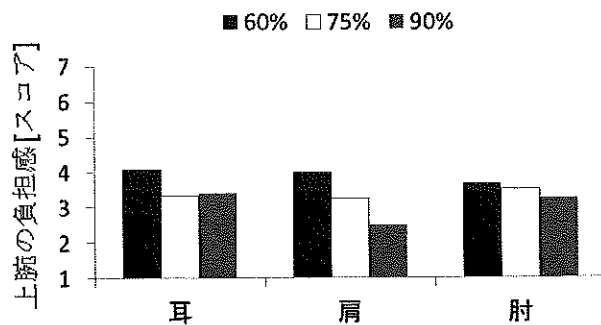


図6 上腕の負担感

着座時の体幹背部形状変化の測定に関する研究

○吉田 誉虎*, 堀内 邦雄**, 青木 和夫***

*工学院大学大学院 工学研究科 機械工学専攻, **工学院大学 グローバルエンジニアリング学部
機械創造工学科, ***日本大学 理工学部 まちづくり工学科

A Study on the measurement of the dorsal trunk shape change at the sitting.

Takatora YOSHIDA*, Kunio HORIUCHI**, Kazuo AOKI***

*Department of Mechanical Engineering School of Engineering Kogakuin University Graduate School,

**Department of Innovative Mechanical Engineering, Faculty of Global Engineering Kogakuin University,

***Department of Town Planning and Design, College of Science and Technology, Nihon University.

1. はじめに

ヒトの姿勢は作業の目的により様々である。椅子に腰掛けた作業の場合、背もたれの形状は座り心地に大きく影響を与える。しかしながら、体幹背部の形状は椅子に腰掛けていときなど、直接目に見えない場合には測定することが困難である。そこで、株式会社ソリッドレイ研究所社製、光ファイバ湾曲センサ（以下、形状センサ）を使用した計測法方を試みた。

2. 目的

本研究の目的は形状センサを用いた測定方法の妥当性を評価し、椅子の背もたれを倒したときの体幹背部の形状変化を測定し、測定方法の有効性を示すことである。

3. 形状センサ

図1に示す形状センサは光ファイバ技術を用いた曲率測定センサで、位置検出部位の3次元位置を記録することが可能である。人の腕、足、背中、首などの動きに追従しデータ取得が可能で、モーションキャプチャ、ロボット制御、衝突試験等に利用する目的で開発されたものである¹⁾。この形状センサの大きなメリットは、椅子などに座っている状態で測定面が隠れていたり物に接触していても測定対象面にテープ状センサ部を貼り付けることで位置検出部位の静止データおよび動作データを取得することが可能である点である。形状センサによる位置検出部位は16箇所である。

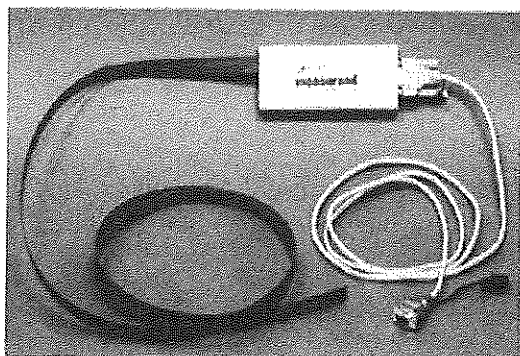


図1 形状センサ

4. 測定精度評価

測定精度を評価するため、立位と椅座位の脊柱の形状モデルを作製した。形状センサを使用してモデルの形状を測定した結果の1例を図2に示す。絶対位置のずれは最大約100 mmであった。測定位置の上部と下部を理論値に一致させる補正後の誤差は最大約25 mmであった。測定データを使用して曲率半径を計算し、体幹背部の湾曲方向の判断を行った。形状センサを用いて測定された離散点から曲率半径を求める法方として、小野らが示している離散点で表された曲線の曲率の計算を用いた²⁾。体幹背部モデルを測定した場合、後弯している場合が正の数値、前弯している場合が負の数値として計算される。曲率半径は形状モデルの値とよく一致していた。また、腰部の前弯も正しく測定された。したがって、形状センサを用いた測定方法では絶対位置は差を含んでいるが、形状は正しく測定されることが示された。

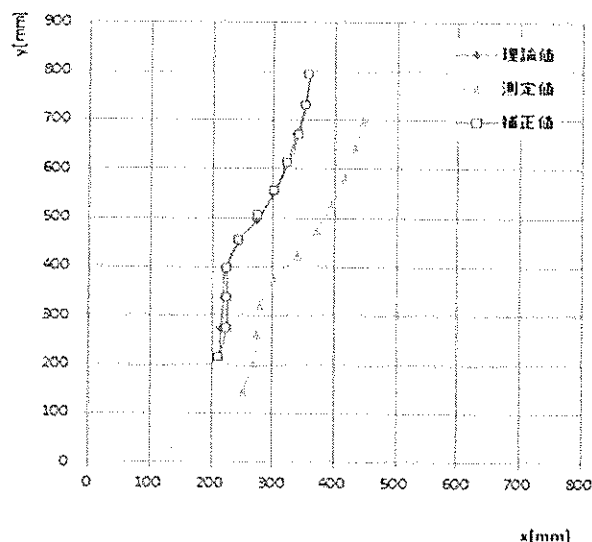


図2 立位モデルの10度傾斜状態の測定結果

5. 実験

形状センサを使用して腰部に既往症の無い男子大学生20人の体幹背部の形状を測定した。形状センサにはソフトシースを装着し、実験協力者の背中に伸縮性のあるテープを使用して貼り付けた。測定用の椅子に a)背中を付けずに着座、b)背もたれを立

てた状態で背中を背もたれに付けて着座、c)背もたれを倒した状態で背中を背もたれに付けて着座の3種類の椅座位姿勢で体幹背部の形状を測定した。また、センサ先端部の位置を実測した値で補正した。実験協力者の写真と測定結果の1例を図3に示す。

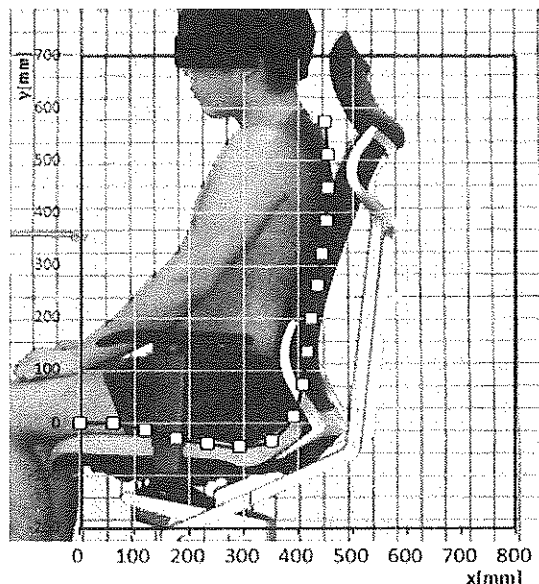


図3 写真と測定結果

6. 結果

背もたれで隠れた体幹背部の形状の測定ができ、湾曲状態も正しく表示することができた。図4は、体幹背部の形状のグラフの表示で▲記号は測定値、■記号は実測による測定値を用いて実測値を補正したもの、○番号は位置検出部位番号である。座標軸の原点は形状センサの付け根で位置検出部位0番の位置である。図5の曲率半径の表示では、■が測定値から計算した値、◆が補正值から計算した値である。曲率半径の計算は測定値から計算した場合も補正值から計算した場合も差は僅かであった。

20人の実験協力者の胸椎と腰椎の姿勢を変えた際の変化を比較した。胸椎は肋骨と繋がっているため、20人ともまっすぐか後湾していて、椅子の背もたれに寄りかかるほど胸椎の曲率半径の個人差は収束していった。腰椎の変化はまっすぐな人をのぞき個々がそれぞれ特徴を持ち、似たような変化はしても、同じ数値となるケースは存在しなかった。

7. 考察

形状センサを用いて体幹背部の形状を測定することができ、着座姿勢の変化を確認することができた。この形状センサを用いると椅子の背もたれやベッドのマットレスが身体と接触していてもその形状を測定できるばかりでなく、体幹背部の湾曲の過程を連続記録できるため、従来困難であったヒトと物体の接触した面の形状やダイナミックな変形過程をとることができる。

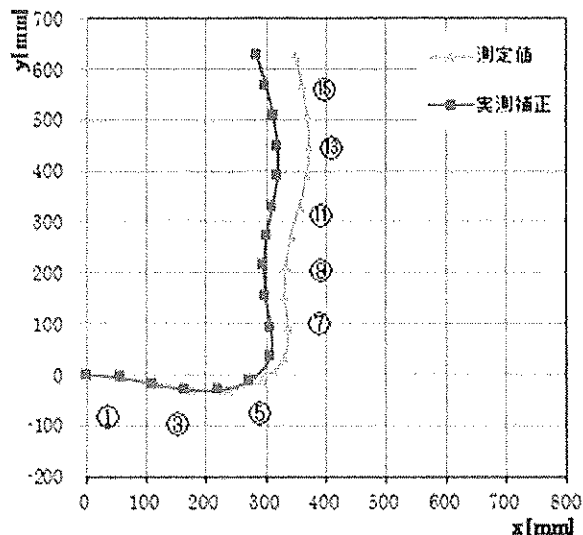


図4 背中を着けずに着座した場合の体幹背部形状

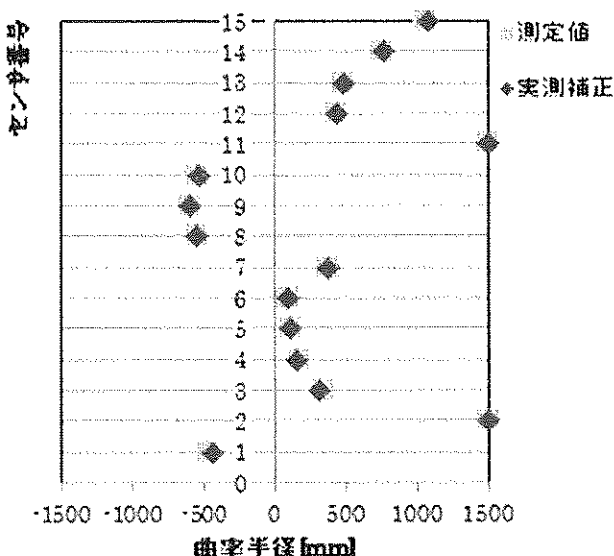


図5 背中を着けずに着座した場合の曲率半径

今後形状センサを用いた測定は椅子やベッドなどの機能評価に広く応用できると考えられる。

8. 謝辞

本研究は一般財団法人第一生命財団平成24年度調査研究助成委託による助成金を受けたものである。

9. 文献

- 1) L. Danisch, K. Englehart, A. Trivett: Spatially continuous six degree of freedom position and orientation sensor, Sensor Review, 19(2), p106-112, 1999
- 2) 小野直樹, 瀧山龍三: 離散点で表された曲線の曲率の計算について, 信学技報, 93(353), p7-14, 1993

[連絡先]

吉田 誉虎

e-mail: am14069@ns.kogakuin.ac.jp

最大リーチを伴う作業の操作方向が身体負担に与える影響

○西島麗*, 瀬尾明彦**

*首都大学東京大学院システムデザイン研究科, **首都大学東京システムデザイン学部

Effect of the operation direction on physical load in maximum reach

Urara NISHIJIMA*, Akihiko SEO**

*Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University,

** Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University

1. 緒論

上肢の挙上やリーチ動作は我々の生活に欠かせない運動である。特に生産現場では多くの上肢作業が行われており、従来から作業姿勢評価や視覚特性、筋負担の観点から上肢を最大限に伸ばした最大作業域での作業は推奨されていなかった¹⁾。しかし、セル生産方式の導入により作業域が拡大され、しばしば上肢をできるだけ遠くに伸ばした姿勢（以下、最大リーチ）での作業が必要になった。そのため、最大リーチでの手先到達域や身体負担を考慮した適切な作業環境を設計する必要があるが、最大リーチにおける身体負担の評価方法は確立されていない。そこで、本研究では最大リーチ姿勢での作業を想定し、複数方向に操作力を加えた時の身体負担について通常のリーチと最大リーチ、及び操作方向の違いが結果に与える影響を定量的に評価することを目的とした。

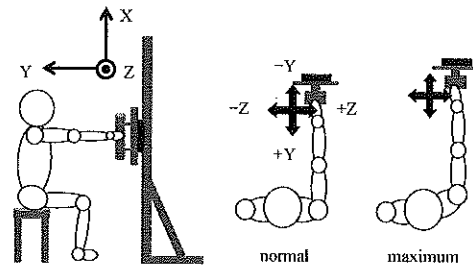


図1 実験環境, 実験要因

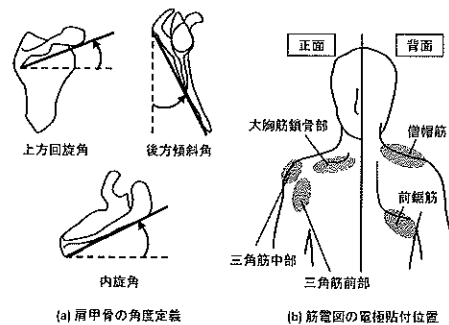


図2 計測項目

2. 実験方法

2.1 被験者

被験者は健康な男子学生 6 名であり、年齢、身長、体重の平均±標準偏差は、それぞれ 22.5±1.0 歳、167.1±9.0 cm、60.8±12.0 kg であった。なお、本実験は公立大学法人首都大学東京日野キャンパス研究安全倫理委員会の承認を得て、首都大学東京日野キャンパス実験室内で実施した。

2.2 実験要因

本実験では、座位にて上肢を伸ばし操作対象物を把持し、10 N の操作力を加える作業を対象とした。被験者が肩関節屈曲位にて作業を行うように、各被験者の座位肩峰高に使用した椅子の座面高を足した高さに操作対象物を設置した。実験要因はリーチ方法と操作方向の 2 要因とした。リーチ方法は通常のリーチ (normal) と最大リーチ (maximum) の 2 水準、操作方向は前後左右の 4 水準である。図 1 に示すように前方向は-Y、後方向は+Y、右方向は+Z、左方向は-Z に 10 N の操作力を加えた。これらを組み合わせ、計 8 条件で実験を行った。

2.3 計測項目

磁気 3 軸、加速度 3 軸、角加速度 3 軸の 3D センサを用いて肩甲骨の 3 次元運動を計測した。このセンサは内蔵された磁気、加速度、角速度のセンサからセンサ自体の回転角を検出できる装置であ

る。本実験では被験者の肩甲骨の下に沿わせるように当てて使用した。センサから検出した Pitch 角を上方回旋角、Roll 角を後方傾斜角、Yaw 角を内旋角と定義した。また、表面筋電法によって作業中の筋電図を計測した。計測箇所は上肢のリーチに作用する僧帽筋、三角筋前部、三角筋中部、大胸筋鎖骨部、前鋸筋の計 6 箇所（身体右側のみ）である。各筋の最大随意筋収縮 (MVC) を計測し、それに対する相対値 (%MVC) で評価を行った。また、主観評価として条件ごとに胸部、背部、肩、上腕、前腕の身体各部位の負担感と作業のしやすさを 7 段階で評価した。図 2(a)に肩甲骨の角度定義、(b)に筋電図の電極貼付位置を示した。

2.4 解析方法

各指標について、リーチ方法と操作方向を制御因子とし、被験者をブロック因子とした分散分析を行った。下位検定は Tukey 法を用いて、多重比較検定を行った。本実験の統計処理は全て危険率 5 %未満を有意水準として評価した。

3. 結果

図 3(a)に上方回旋角、(b)に後方傾斜角、(c)に内旋角の結果を示す。図 4(a)に僧帽筋、(b)に三角筋

前部, (c)に三角筋中部, (d)に前鋸筋の結果を示す。図のバーは被験者 6 名分の平均値, エラーバーは標準偏差である。

3.1 肩甲骨運動

分散分析の結果, 上方回旋角, 後方傾斜角, 内旋角の全ての項目においてリーチ方法及び操作方向による主効果は見られなかった。しかし, 各指標について以下のような傾向が見られた。上方回旋角は前後方向への操作において最大リーチによって約 3 度減少した。右方向ではほぼ変化がなく, 左方向では最大リーチによって約 3 度増加した。後方傾斜角は前, 右, 左方向において最大リーチによる増加は約 5 度, 後方向では約 2 度であった。内旋角は全ての操作方向において最大リーチによって約 5 度の増加が見られた。

3.2 筋電図

分散分析の結果, 三角筋中部, 前鋸筋においてリーチ方法による主効果が見られ, 僧帽筋, 三角筋前部, 大胸筋鎖骨部, 前鋸筋において操作方向による主効果が見られた。また, 各筋について以下のような傾向が見られた。僧帽筋は左方向への操作において最大リーチによって約 3%MVC 増加した。その他の方向についてはリーチ方法による差は見られなかった。三角筋前部, 三角筋中部, 前鋸筋は全ての操作方向において最大リーチによる結果の増加が見られた。三角筋前部と前鋸筋は前方向と左方向の結果が後方向と右方向に比べ大きかった。特に前鋸筋に関して, 前方向と左方向は最大リーチによって約 15%MVC 増加した。大胸筋鎖骨部は左方向への操作でのみ目立った筋活動が見られた。

4. 考察

まず, 全操作方向条件において最大リーチによって内旋角が増加した。これより肩甲骨内旋運動によって最大リーチが引き起こされていることがわかる。また, 操作方向による差が見られなかったのは作業中に操作部を把持しているため, 肩甲骨の位置が固定されたからだと考えられる。そのため, 通常のリーチ時には約 17 度, 最大リーチ時には約 24 度で一定となった。また, 筋電図の結果に関して三角筋前部と前鋸筋は前方向と左方向の筋活動が類似しており, 最大リーチによる増加量が後方向と右方向に比べて大きかった。前方向と左方向への操作には肩関節屈曲モーメントと肩甲骨屈曲モーメントが発生する。一方で, 後方向と右方向への操作には肩関節伸展モーメントが発生する。三角筋前部は肩関節の屈曲, 前鋸筋は肩甲骨の内旋に作用するため, 前方向と左方向での最大リーチによる変化量が大きくなったと考えられる。次に, 三角筋中部は前方向と右方向の筋活動が類似しており, 最大リーチによる増加量が後方向と左方向に比べて大きかった。前方向と右方向

への操作には肩関節外転モーメントが発生する。一方で, 後方向と左方向への操作には肩関節内転モーメントが発生する。三角筋中部は肩関節の外転に作用するため, 前方向と右方向での最大リーチによる変化量が大きくなったと考えられる。

5. まとめ

本研究では上肢のリーチ方法と操作力を加える方向を要因として, 最大リーチを伴う作業時の肩甲骨運動と筋負担を調査した。その結果, 操作部を把持して実験を行ったため, 操作方向による肩甲骨運動の差は見られなかったが, 肩関節や肩甲骨帯に発生するトルクの影響により, 操作方向によって筋負担に違いが生じることが分かった。

6. 文献

- 1) 三林洋介, 上野俊夫, 大久保亮夫, 川上満幸: 取り置き動作における視覚および筋負担から見た適正作業域に関する研究, 日本経営工学会論文誌, 50(2), 68-75, 1999.

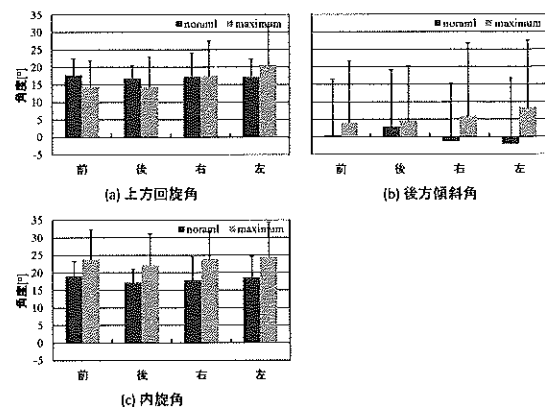


図3 肩甲骨運動

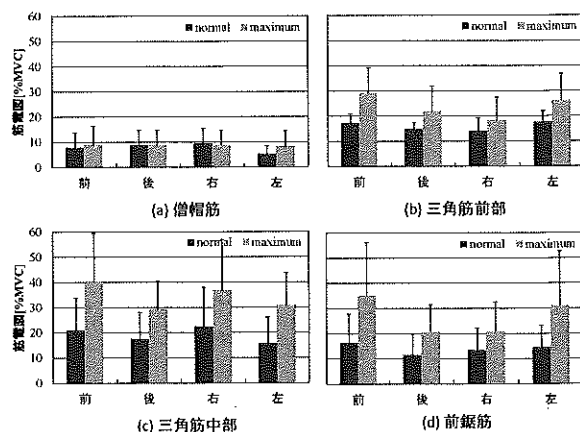


図4 筋電図

[連絡先]

西島 麗

e-mail: nishijima-urara@ed.tmu.ac.jp

行動観察に基づいた調理器具のデザイン要件の抽出

○齋藤祐太*, 橋本雅美*, 梶川忠彦*, 和田率**

*株式会社 U' eyes Design, **株式会社 Remy

Design Requirements Analysis Of Cooking Tools Based On User Behavior Observation

Yuta SAITO*, Masami HASHIMOTO*, Tadahiko KAJIKAWA*, Ritsu WADA**

*U'eyes Design Inc., **Remy Inc.

1. はじめに

調理作業は、調理準備、調理、配膳、片付けといった複数の作業プロセスを様々な調理器具を用いて同時並行的に行わなければならない、それらを効率的に行いたいと思う生活者は多い。

近年、利用者視点で満足度の高い製品開発を行うために、人間中心設計 (HCD, human-centered design) の開発プロセスに沿うことが重要視されている¹⁾。特に、製品の構想段階において、対象ユーザーの「利用状況の把握」と「ユーザー要求の明示」を行うことは、新規商品開発時のアイデア創出や仮説発見を行う上で有効である。

本研究は、鍋やフライパン、ヘラ、お玉、トンダなどの調理器具開発の構想段階から人間中心設計プロセスを取り入れ、行動観察調査により、利用状況の把握、ユーザー要求の整理、デザイン要件の抽出を行った。これらを通して、より快適な調理を実現するための調理器具全般の開発を目指している。

2. 調査方法

2.1 調査対象者

一般消費者向けの調理器具の開発を想定しているため、メインターゲットユーザーである、一般家庭の主婦と小規模な飲食店の調理師を調査対象とした。対象者は、機縁法により参加を承諾した、20代の一般家庭の主婦、20代の男性飲食店調理師の各1名であった。

2.2 調査内容

調査は、調理前準備、調理、配膳、配膳後の洗浄、片付けまでの一連の行動観察と、その記録を振り返りながらのインタビューで構成された。

2.2.1 行動観察調査

一般家庭の主婦：対象者の自宅において、普段通りの夕食調理を想定し、惣菜2品（炒めもの、煮物）、および味噌汁の調理を再現した。

飲食店調理師：対象者の店舗において、オーダーが入ったことを想定し、定食2品（生姜焼き、鶏肉の煮込み）の調理を再現した。

2.2.2 インタビュー

行動観察時の動画や画像を振り返りながら、調理時に困っている点、調理器具を使用する上での不満点等についてヒアリングを実施した。

2.3 調査環境

一般家庭は、間口 3,300mm 奥行き 2,100mm の約

6.9 m²の環境であった。飲食店は、間口 5,000mm、奥行き 1,500mm の約 7.5 m²の環境であった。対象者にウェアラブルカメラを取り付け視界を記録し、ハンディカムで行動全体を記録した。（図1、2）



図1 ウェラブルカメラ
取り付け時の様子

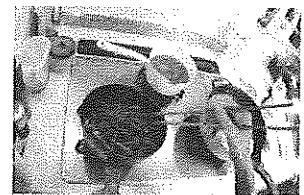


図2 視界映像

3. 調査結果

3.1 調理中の作業が観察された箇所

キッチンにおける各作業が、以下の表1に示すような箇所で観察された。ここでいう作業の単位は、“ものを置く”、“取り出す”、“切る”、というものであるが、“菜箸を持ちながらフライパンを振る”等、同時に2つの動作を行っている場合も1作業としてカウントした。

作業は作業台を中心とした範囲に集中しており、“作業台で切る”などの直接的な作業以外にも、“コンロからシンクに移動し、作業台に調理器具を置く”等の副次的な作業も観察された。

表1 作業が発生した箇所と作業回数

	コンロ付近		作業台付近		シンク付近		その他 (ゴミ箱、冷蔵庫、レジ付近)
	コンロ	後ろの台	作業台	後ろの台	シンク	後ろの台	
飲食店	45	-	48	9	33	6	7
一般家庭	68	12	89	13	54	7	24

3.2 調理器具の利用状況

調理中に利用された調理器具と、その置き場所を、表2にまとめた。

菜箸やトンダなど複数回使用する器具は一時置きを行っており、置き場所には作業台上のまな板や、コンロ上を利用していた（図3、4）。

また、水分が多く含まれる煮物等を調理する際に使用した器具は、コンロ上の鍋の中、まな板、受け皿といった、作業台に直接触れることのない箇所一時置きされていた。

表2 調理中の調理器具の置き場所と回数

場所	調理器具	コンロ		作業台			シンク	合計
		直接	レンジの中	鍋・フライパン	直接	まな板	受け皿	
飲食店	トンガ	4	1	0	0	0	1	6
	木ばら	0	2	0	0	0	0	2
	フライパン大	1	0	0	0	0	1	2
	しゃもじ	0	0	0	0	0	2	2
	鍋蓋	1	0	0	0	0	0	1
	スプーン	0	0	0	0	0	1	1
	かき混ぜ器	0	0	0	0	0	1	1
	フライパン小	1	0	0	0	0	0	1
	合計	7	3	0	0	0	6	16
一般家庭	菜箸	0	0	3	5	0	0	8
	トンガ	0	0	1	6	0	0	7
	計量スプーン	0	0	1	4	0	1	6
	調味料用計量カップ	0	0	3	1	0	1	5
	下ろし器	0	0	1	0	0	1	2
	お玉	1	0	0	0	2	0	3
	スプーン	0	0	0	1	0	1	2
	ザル	0	0	1	0	0	0	1
	水用計量カップ	0	0	1	0	0	0	1
	味噌こし	0	1	0	0	0	0	1
	しゃもじ	0	0	0	0	1	0	1
	落とし蓋	0	1	0	0	0	0	1
	大型スプーン	0	1	0	0	0	0	1
	深型フライパン	1	0	0	0	0	0	1
	大	1	0	0	0	0	0	1
	深型フライパン	1	0	0	0	0	0	1
	小	1	0	0	0	0	0	1
	小鍋	1	0	0	0	0	0	1
	合計	4	2	11	17	3	5	42

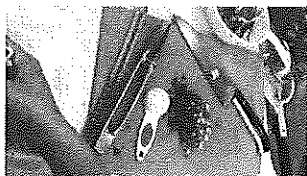


図3 まな板に集まる調理器具

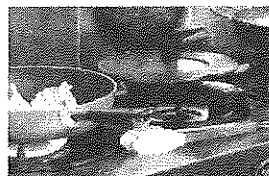


図4 コンロ上に置かれる調理器具

3.3 調理器具への要望について

これらの観察結果を振り返りながらインタビューを行い、以下のようなコメントを抽出した。

調理作業全体について

- ・調理は時間のない中での作業なので、少しでも効率化させたい。

調理器具の置き場に関して

- ・限られたスペースでの作業なので、調理器具の置き場や収納に困っている。
- ・鍋やフライパンに器具を入れたままにして焦げたり溶けたりして傷んでしまった。それにより、火傷をしそうになったこともあった。
- ・コンロ上に一時的に調理器具を置いて調理器具が熱くなってしまった。

調理器具利用時の快適性に関して

- ・毎日使用したり目にしたりするものなので見た目や手触りがよいものを使いたい。

4. 考察

調理作業のユーザー特性から、調理器具開発に考慮すべき以下のデザイン要件を抽出した。

4.1 手の届く範囲に一時置きしながら利用できること

作業台を中心としてシンクやコンロ周りの移動を繰り返す“身体的な移動”と、複数の器具や食材を、“取る”“使う”“置く”といった“手作業”この両方を絶えず繰り返すことで一連の作業を進めていた。これらの作業を分断させることなく効率的に行うためには、器具の「取る、使う、置く」をスムーズに行えるよう、限られた環境で調理をする際の器具の置き場に困らないことが重要であることが示唆された。

4.2 複数の調理器具を作業に合わせ効率的に利用できること

汁物、焼物、油物等、異なる特性の料理を同時に作り、同じ“焼く”という調理であっても菜箸やトンガを使い分けていた。また、異なる料理の味を混ぜたくないという要求も聞かれた。鍋やフライパンを使用する際は、トンガや菜箸などと併せて用いることが多いことから、それぞれの器具を個別にデザインするだけでなく、複数の器具の関係性に着目してトータルにデザインすることが重要であることが示唆された。

4.3 快適な調理環境を維持しながら利用できること

作業台を汚したくない、器具を傷めたくないといった、調理を快適に行いたいというニーズも抽出された。行動観察では、まな板や受け皿を利用するなどの工夫は見られたが、それらの行動が逆に調理の効率化を低下させている可能性もあるため、効率化と快適性を両立させた器具の開発が望まれているものと思われる。

5. まとめ

本研究では、異なる環境での2名の調理行動を観察し、調理器具の利用状況の把握と、開発時に考慮すべき要件を整理した。今後は、観察事例を増やし、定量調査の結果も含めて考察を加え、デザイン要件の精緻化を行う必要がある。また、抽出されたデザイン要件からプロトタイプ開発とユーザビリティテストを行ない、人間中心設計の一連のプロセスに沿って調理器具のシリーズ開発を進めて行く必要がある。

6. 参考文献

- 1) ユーザビリティハンドブック編集委員会(2007)『ユーザビリティハンドブック』共立出版。

[連絡先]

齋藤 祐太 e-mail : saito.yuta@artspark.co.jp

機械学習と OSA 睡眠調査票を用いた睡眠評価の比較検討

○毛利拓真*, 上岡英史*

*芝浦工業大学大学院理工学研究科,

Comparison of Sleep Evaluation by using OSA Sleep Questionnaire and Machine Learning

Takuma MOURI*, Eiji KAMIOKA*

* Graduate School of Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology,

1. はじめに

情報技術の発展と社会の 24 時間化およびグローバル化に伴い、生活スタイルは多様化している。24 時間動き続け、休むことのない社会を 24 時間社会ともいう。24 時間社会により生活が便利になる一方で生活習慣の乱れから睡眠障害を抱える現代人の増加が問題となっている。そのひとつの対策として、不規則な睡眠スタイルの改善が注目されている。睡眠スタイルを知ることで、生活リズムの見直しや睡眠障害の改善を促すことができる。また、ユーザが手軽な測定を通してその日の睡眠評価を知ることで、より健康的な睡眠を目指すきっかけとなる。

筆者らのこれまでの研究では、加速度センサを用いた体動計測による睡眠状態の推定手法を提案している。睡眠状態の推定に関して有効な手法であることを述べた一方で、その日の睡眠の良し悪しを議論する睡眠の評価に関しては、睡眠の規則的な周期性に着目しただけで、より明確な定量的評価には至っていない。

本稿では、機械学習を用いて定量的な睡眠評価を行う手法を提案する。具体的には、睡眠状態を推定できる機器を用いて睡眠時間などの睡眠情報を取得する。それらを特徴量として、機械学習を用いて睡眠を評価する。また、評価の基準として、睡眠の主観評価手法のひとつである OSA 睡眠調査票を用いる。OSA 睡眠調査票からその日の睡眠の主観評価値を取得し、定量的な睡眠評価を行う。

提案手法については実際の睡眠を対象とした実証実験を通して評価を行い、有効性を検証した。

2. 提案手法

2.1 睡眠情報の取得

本研究では、機械学習を用いて睡眠評価を行うにあたり、いくつかの睡眠情報を特徴量として用いる。それらの睡眠情報は、オムロン社製の「睡眠計²⁾」をベッド脇に設置することで取得する。就寝時に睡眠計を起動し、起床時までの睡眠状態を計測する。計測結果の内、評価に用いる必要な睡眠情報を記録し、一定期間のデータを集める。

2.2 機械学習による睡眠評価

機械学習による睡眠評価にあたって、本研究では機械学習ツールである「Weka」というソフトウェアを使い、分類器は SVM(Support Vector Machine)を用いて分析を行う。

2.3 OSA 睡眠調査票による主観評価

本研究における睡眠評価値には OSA 睡眠評価票(MA 版)³⁾を用いた主観評価結果を用いる。OSA 睡眠調査票とは、起床時にその日の睡眠に関する主観的な印象をいくつかの質問項目を用いて評価するものである。睡眠の主観評価を得る手法として、睡眠に関連する研究分野でも広く用いられる、信頼性の高い手法である。回答結果からは「起床時眠気」や「睡眠時間」といった 5 つの因子が得られ、それぞれ因子が高い値を示すほど良い睡眠であると考えられている。本研究ではそれら因子をひとつの評価値としてまとめるため、5 つの因子によりレーダーチャート状に形成される五角形の面積値を、睡眠評価値として利用する。

この OSA 睡眠調査票の結果を、睡眠評価の評価値として用いることで、その日の睡眠評価を定量的に評価する手法を提案する。

以下の表 1 に機械学習評価に特徴量として用いる睡眠情報をまとめる。

表 1 睡眠評価に用いる睡眠情報

睡眠時間	全体の睡眠時間(分)
深い睡眠時間	深い眠りと推定する時間(分)
入眠時間	眠りに落ちるまでの時間(分)
途中覚醒時間	睡眠中に目が覚めた時間(分)
睡眠の主観評価	OSA 睡眠調査票を用いた睡眠の主観的な評価値

3. 評価実験

3.1 実験方法

評価実験として、被験者 1 名(20 代男性・学生)を対象に自宅寝具で就寝時に実験を行った。具体的には、就寝時に睡眠計を起動して実験を開始し、起床時までを計測する。また、起床してまもなく OSA 睡眠調査票に対する回答を行い、記録する。これらの睡眠実験を約 1 ヶ月分にあたる 30 日分を行い、必要な実験データを収集した。

3.2 機械学習による睡眠評価結果

得られた実験結果の内、15 日分の睡眠情報を機械学習における Training Data として用いる。以下の表 2 に、Training Data の睡眠情報と OSA 睡眠調査票から得られた主観評価値の一例を示す。

表2 睡眠実験 Training Data

No	睡眠時間 (分)	深い睡眠時間 (分)	入眠の時間 (分)	途中覚醒時間 (分)	OSA 睡眠調査票 主観評価値
1	289	70	30	130	38.52
2	363	110	20	55	1791.28
...	...	...	...	...	...
14	362	100	30	78	1026.05
15	327	70	40	42	1068.67

3.3 機械学習の評価結果と主観評価との比較

実際の推定実験にあたっては、Training Data とは別の 15 日分の睡眠情報を Testing Data として用いる。以下の表 3 に、Testing Data の睡眠情報と機械学習により推定された睡眠評価値、OSA 睡眠調査票から得られた主観評価値の一例を示す。

表3 睡眠実験 Testing Data

No	睡眠時間 (分)	...	途中覚醒時間 (分)	機械学習を用いた推定 睡眠評価値	OSA 睡眠調査票 主観評価値
1	230	...	134	-255.04	18.55
2	190	...	122	-289.91	25.68
...	...	...	...	...	...
14	373	...	41	1939.27	1930.28
15	429	...	75	2311.196	1932.84

この結果から、OSA 睡眠調査票の評価値と機械学習によって推定された睡眠評価値を、OSA 睡眠調査票値の昇順にソートし、プロットしたグラフを以下の図 1 に、OSA 睡眠調査票評価と機械学習評価の相関図を図 2 に示す。

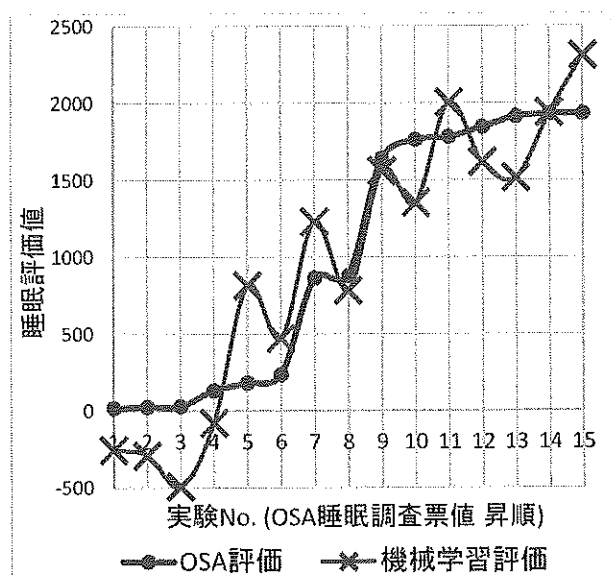


図1 機械学習推定と OSA 睡眠調査票の評価値

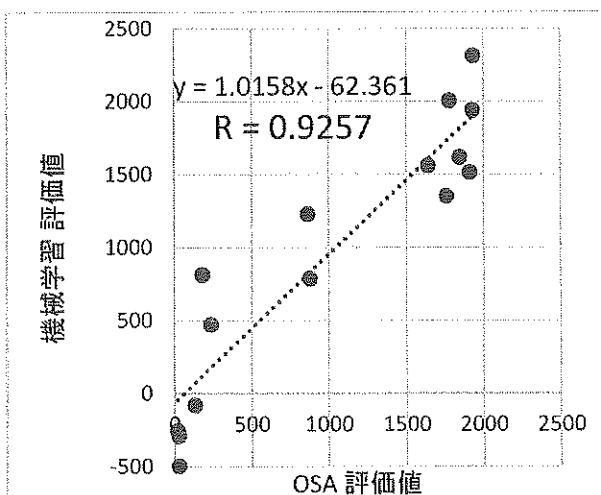


図2 機械学習評価と OSA 睡眠調査票評価の相関図

機械学習の推定による評価値と、OSA 睡眠調査票から得られた評価値を比較した結果、2つの相関係数は 0.93 となり、推定評価値と OSA 睡眠調査票評価値が高い相関を示していることが分かる。

4. 考察

実験の結果、機械学習の推定による評価値と、OSA 睡眠調査票から得られた評価値が高い相関を得たことで、2つの値が高い精度で一致することが分かった。この結果、機械学習の睡眠評価は OSA 睡眠調査票と同程度の評価が可能であるといえる。

5. まとめと今後の課題

本稿では、機械学習を用いて睡眠情報から睡眠評価を行う手法を提案した。評価実験により、OSA 睡眠調査票と同程度の推定結果が得られ、起床時に煩雑な調査票に回答するよりも、機械学習を用いた睡眠評価手法はより簡便であり、十分に代替可能であることが分かった。これにより本研究の提案手法は、従来の手法より簡便な睡眠評価が可能になる有効な手法であるといえる。

今後は被験者を増やした実験を同様の手法で行い、本研究の汎用性を精査する必要がある。

6. 参考文献

- 1) 毛利拓真・上岡英史：加速度センサを用いた睡眠状態の推定，日本人間工学会関東支部 第 18 回卒業研究発表会講演集，p88-p99, 2012.
- 2) オムロンヘルスケア株式会社：睡眠計 HSL-101, <http://www.healthcare.omron.co.jp/product/hsl/>.
- 3) 山本由華吏・白川修一郎ほか：中高年・高齢者を対象とした OSA 睡眠感調査票（MA 版）の開発と標準化，脳と精神の医学 10, p401-p409, 1999.

[連絡先]

毛利 拓真

e-mail: ma13081@shibaura-it.ac.jp

自動車接近報知音の印象評価に関する研究

○野口尚志*, 松田礼**, 町田信夫**

*日本大学大学院理工学研究科, **日本大学理工学部

Research on impressive evaluation of alert sound for electric vehicles

Takashi NOGUCHI*, Hiroshi MATSUDA**, Nobuo MACHIDA**

*Graduate school of Science and Technology, Nihon Univ., ** College of Science and Technology, Nihon Univ.

1. はじめに

現在、ハイブリッド車や電気自動車などの次世代自動車の普及が進んでおり、これらの自動車は高い静音性を有している。しかし、高い静音性ゆえに、歩行者が車両の接近に気づきにくい問題が指摘されている。特に、モータ駆動による低速時はロードノイズも小さいため、歩行者は視界の外からの急な自動車接近の危険性を有している。このことより、国土交通省は次世代自動車に対して低速走行時に音発生装置（車両接近通報装置）の搭載を促しており、現在の次世代自動車には多く搭載されている。しかし、自動車接近報知音の音質に関する明確な記載がないため、企業や研究者から様々な接近報知音が考案されている反面、周囲の環境によって聞きづらい場合もあれば、報知音自体を不快に感じる人も少なくない。したがって、接近報知音は様々な環境下で聞き取りやすく、不快な印象与えない音が望ましい。

本研究は不快感を与えず、かつふさわしい印象をもたせる報知音の設計手法の確立を目的としている。本報では、市販の接近報知音の解析結果を基に卓越周波数と音圧レベル差を変えた複数の報知音モデルを作成し、印象評価にどのような影響を及ぼすか検討した結果を報告する。

2. 実験条件

著者らの調査¹⁾より、市販の接近報知音は、高齢者が聞き取りやすいとされる630[Hz]と、聴感特性において感度がよい4000[Hz]の2つの周波数を卓越させていることが分かっている。また、車速に応じて周波数のスペクトルや音量の音圧レベルが変化することも確認している。

本研究では、前述の調査結果を基に白色雑音を加工して、表1に示す7種類の接近報知音モデルを作成した。これらの接近報知音モデルは、卓越周波数Ⅰの中心周波数(630[Hz])を固定して、高周波成分である卓越周波数Ⅱの中心周波数1600～6300[Hz]を1/3オクターブバンドごとに変化させている。また、2つの卓越周波数間には、卓越周波数Ⅰの音圧レベルを基準として、卓越周波数Ⅱとの間に音圧レベル差(5[dB], 10[dB])を与えた報知音モデルも作成し、計21種類の音条件とした。また、本実験は防音室内での印象評価実験とし、報知音モデルの音量が被験者の耳元で音圧レベル63[dB]になるように統一した。

表1 音条件

卓越周波数Ⅰ	卓越周波数Ⅱ	音圧レベル差
630[Hz]	(a)1600[Hz]	0,5,10[dB]
	(b)2000[Hz]	
	(c)2500[Hz]	
	(d)3150[Hz]	
	(e)4000[Hz]	
	(f)5000[Hz]	
	(g)6300[Hz]	

※卓越周波数Ⅰのピーク音圧レベルを基準

3. 実験方法

床面積3.2[m²]、高さ2.3[m]、暗騒音 $L_{A30} \pm 2$ [dB]の防音室内で、接近報知音用のスピーカー1基、背景音用のスピーカー2基の計3基を用いて実験を行った。被験者は健常な22±1歳の男子大学生10名である。実験は防音室内の椅子に被験者を着座させ、背景音として大学近隣の閑静な住宅街で録音した環境音 $L_{AeqT=60[s]} 45$ [dB]を30秒間暴露する。そして、背景音を暴露したまま接近報知音モデルを15秒間暴露し、その後印象評価アンケートの記入、及び安静時間を1分間とった。

アンケート記入の際、被験者には「ハイブリッド車や電気自動車に搭載する、疑似走行音としての音色評価」であることを教示している。本実験の評価項目は、各接近報知音モデルに対しする印象評価を「快いー不快な」、「ふさわしいーふさわしくない」等の6項目の形容詞尺度で、両極7段階の評定尺度法により検討した。本実験では、アンケート結果を用いて因子分析を行い、接近報知音を評価する代表的な因子を抽出した。さらに、「快不快感」と「ふさわしさ」について卓越周波数ⅠとⅡの組合せや音圧レベル差との関係を調べた。

4. 結果および考察

表2に音圧レベル差10[dB]の報知音モデルにおけるプロマックス回転後の因子分析の結果と、卓越周波数Ⅱとの相関を示す。第一因子に活動因子、第二因子に評価因子が抽出され、累積寄与率は68.81%であった。音圧レベル差0[dB]の報知音モデルでは「快い」、「鋭い」の項目において中程度以上の相関がみられたが、音圧レベル差10[dB]の報知音モデルでは、各項目で卓越周波数Ⅱとの相関がみられなかった。このことより、音圧レベル差を与えることにより、卓越周波数Ⅱの周波数が印象

評価に与える影響は小さくなると考えられる。

各報知音モデルにおける“快不快感”の結果を図 1 に示す。本実験で用いた報知音モデルの全条件において不快感を示す傾向がみられた。また、卓越周波数Ⅱの周波数が高くなるにつれて不快感が増加する傾向もみられた。しかし、音圧レベル差が 10[dB]の条件では、卓越周波数Ⅱが 4000[Hz]をピークに不快感の減少がみられた。卓越周波数Ⅱが 6300[Hz]のとき、音圧レベル差 0[dB]と 10[dB]の報知音モデル間で有意差 ($p<0.05$) がみられた。以上の結果より、卓越周波数Ⅱを聴感特性において感度のよい 4000[Hz]以上とし、2 つの卓越周波数間に 10[dB]程度の音圧レベル差を与えると、不快感を抑制できるのではないかと考えられる。

報知音モデルにおける“ふさわしさ”の結果を図 2 に示す。卓越周波数Ⅱが 2000~5000[Hz]のとき、ふさわしいと判断される傾向がみられた。図 1 の結果と比較すると、不快感が最も小さい報知音モデル（卓越周波数Ⅱ 1600[Hz]、音圧レベル差 5[dB]）と強く不快と評価された報知音モデル（卓越周波数Ⅱ 6300[Hz]、音圧レベル差 0, 5[dB]）がふさわしくないと評価された。逆に、最もふさわしいと評価された報知音モデル（卓越周波数Ⅱ 2000[Hz]、音圧レベル差 10[dB]）は、不快感が比較的小さい傾向がみられた。音圧レベル差別に有意差検定を行った結果、音圧レベル差 0[dB]で、卓越周波数Ⅱが 6300[Hz]の場合に、2000[Hz]、2500[Hz]、4000[Hz]の報知音モデル間で有意差 ($p<0.05$) がみられた。以上の結果より、卓越周波数Ⅱの周波数は 2000~4000[Hz]の間で設定するのがふさわしいと考えられる。

5. まとめ

自動車接近報知音の 2 つの卓越周波数と音圧レベル差を変えて印象評価実験を行った結果、卓越周波数間に音圧レベル差を与えると卓越周波数Ⅱの周波数が印象評価に与える影響が小さくなる傾向がみられた。卓越周波数Ⅱの周波数が低くなると不快感は減少するが、卓越周波数Ⅱの周波数が高い報知音モデルでも 10[dB]程度の音圧レベル差を与えることで、不快感の増加を抑制できるのではないかと考えられる。また、卓越周波数Ⅱの周波数が低い報知音モデルでもふさわしくないと感じる傾向がみられたことより、卓越周波数Ⅱの周波数は人間の耳の感度がよい 2000~4000[Hz]が設定条件としてふさわしいと考えられる。

以上の結果をまとめると、本実験における設定条件内では、卓越周波数Ⅱが 2000[Hz]、音圧レベル差が 10[dB]のとき、不快感が小さく、最もふさわしいと評価されたため、自動車接近報知音として適当ではないかと考えられる。

今後は、卓越周波数や音圧レベル差だけではなく、音色や変動感、音量なども考慮した検討を進める予定である。

表 2 音圧レベル差 10[dB]の報知音モデルの因子分析結果

評価項目	第一因子	第二因子	卓越周波数Ⅱとの相関(R)
派手な	0.832	-0.015	0.35
鋭い	0.775	0.080	0.31
早い	0.756	0.110	0.36
静かな	-0.685	0.141	-0.27
快い	-0.033	0.996	-0.12
ふさわしさ	0.074	0.371	-0.13

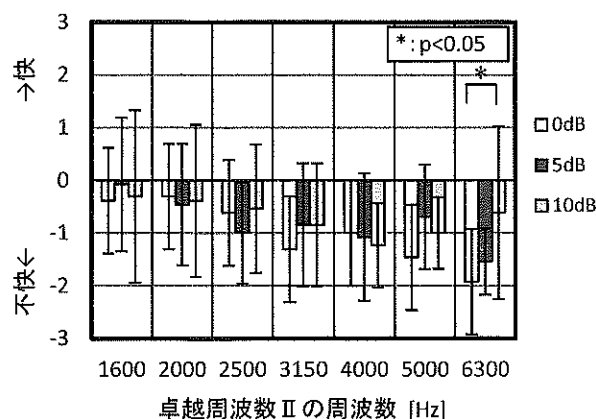


図 1 報知音モデルにおける快不快感の関係

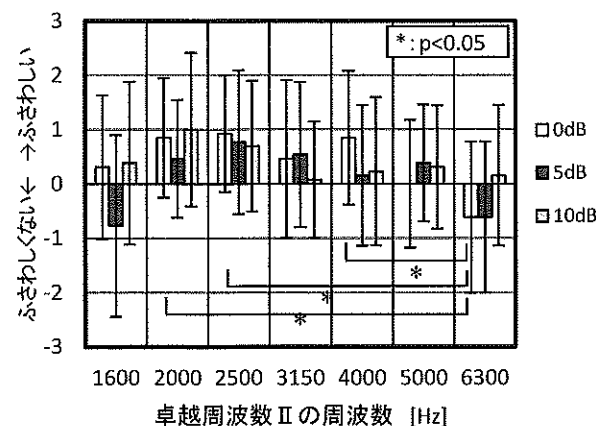


図 2 報知音モデルにおけるふさわしさの関係

6. 参考文献

- 1) 松丸輝明, 松田礼, 町田信夫: 「自動車接近報知音の卓越周波数に関する実験的検討」, 騒音振動研究会, 2013.

[連絡先]

野口 尚志

日本大学大学院理工学研究科

〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1

e-mail: machida_lab@eme.cst.nihon-u.ac.jp

MRI 用 ANC の圧電型ヘッドホンによる消音シミュレーション

○長田 涼佑*, 武藤憲司*, 八木 一夫**, 陳 国躍***

*芝浦工業大学, **首都大学東京, ***秋田県立大学

A simulation of noise redaction by a piezoelectric headphone of ANC for MRI

Ryosuke OSADA*, Kenji MUTO*, Kazuo YAGI**, Guoyue CHEN***

*Shibaura Institute of Technology, **Tokyo Metropolitan University, ***Akita Prefectural University

1. はじめに

Magnetic Resonance Imaging (MRI) 装置は核磁気共鳴現象を用いて人体の断層画像を得ることができる医療装置であり、駆動音は 100 dB 以上の音圧レベルを示す場合がある。これは被験者が一時的な難聴になる危険性があり、また不快や不安により検査拒否につながる、イヤマフや耳栓等の防音保護具だけでは、被験者の不快を取り除くには不十分である。

MRI 検査室は強磁場環境であり、磁性体は MRI 装置に引寄せられるため持ち込むことが禁止されている。非磁性体の圧電振動板を使用したスピーカの応用例として医師の手術支援システムがある^{2,3)}。我々は MRI の騒音問題を解決するために、イヤマフに Active Noise Control (ANC) を組み合わせた MRI 用 ANC 圧電型ヘッドホンを作成してきたイヤマフで消音が不十分な音は 1000Hz 程度より低い周波数帯域であり⁴⁾、低い周波数帯域で効果が高い ANC を用いて消音する⁵⁾。ここで製作した圧電型ヘッドホンは 250Hz 以上の周波数帯で MRI 駆動音を消音できる音圧レベルが得られ、出力の周波数特性は平坦ではない⁶⁾。また 80dB の MRI 駆動音の場合、研究室内において圧電型ヘッドホンによる消音効果を求めるシミュレーションを行った結果、60dB 程度まで消音できることを予測した⁷⁾。しかし、この実験で使った MRI 駆動音は圧電型ヘッドホンの特性を畳み込んでいるため、実際の MRI 駆動音と周波数特性が異なっている。

ここでは、収録した MRI 駆動音を騒音源として使用し、研究室内の MRI 駆動音拡声空間において、圧電型ヘッドホンによる消音効果を求めるシミュレーションについて報告する。MRI 駆動音を消音するための信号を生成し、その消音効果を調査する。

2. 圧電型ヘッドホンによる MRI 駆動音の消音シミュレーション

2.1 MRI 駆動音の消音原理

周波数特性が平坦でない圧電型ヘッドホンを用いるため、ヘッドホン再生信号に影響を打ち消すフィルタを組み込み、消音シミュレーションを行う。

ラウドスピーカと制御点間の経路特性と圧電型ヘッドホンと制御点間の経路特性を同じにするため、適応アルゴリズムではなく、それぞれの経路のインパルス応答を事前に測定する手法である。

図 1 にインパルス応答測定構成を示す。まず、ラウドスピーカと制御点間のインパルス応答 h と、圧電型ヘッドホンと制御点間のインパルス応答 c を求める。次に、計算機を用いて圧電型ヘッドホンと制御点間のインパルス応答の逆特性のインパルス応答 c_{rv} を求める。 c と c_{rv} の関係は

$$c * c_{rv} = \delta$$

であり、 c_{rv} を圧電型ヘッドホンの出力に畳み込むことによって圧電型ヘッドホンの周波数特性を補正することが可能となり、消音効果を高める。

ラウドスピーカ、制御点間のインパルス応答 h と圧電型ヘッドホン、制御点間の逆特性のインパルス応答 c_{rv} を MRI 駆動音に畳み込み、制御音を生成、圧電型ヘッドホンから出力し、消音性能を測定した。時刻 n の MRI 駆動音を $m(n)$ 、制御点の騒音 $d(n)$ は

$$d(n) = m(n) * h$$

であり、制御音の圧電型ヘッドホン出力 $y(n)$ は

$$y(n) = -m(n) * h * c_{rv}$$

である。このときの制御点の合成音 $e(n)$ は

$$e(n) = d(n) + y(n)$$

各インパルス応答が計測できたとき

$$\begin{aligned} e(n) &= m(n) * h - m(n) * h * c * c_{rv} \\ &= m(n) * h - m(n) * h = 0 \end{aligned}$$

となる。この経路の伝達特性を同じにする畳み込み演算を行うことにより、圧電型ヘッドホンでも制御点でラウドスピーカ出力の騒音を消音することができる。

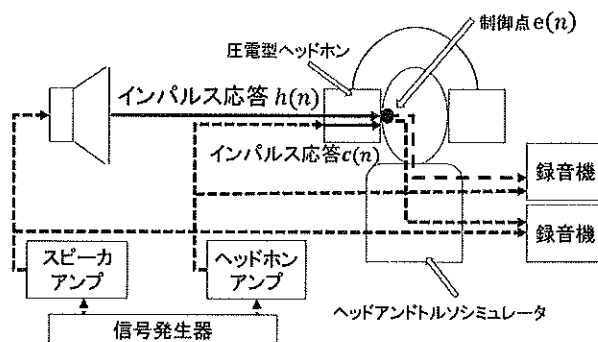


図1 インパルス応答測定構成

2.2. 消音シミュレーションの条件

MRI 駆動音を用いてラウドスピーカから制御点間の経路と圧電型ヘッドホンから制御点の経路を考慮し、計算機によって MRI 駆動音を消音するための信号を生成する。研究室内の MRI 駆動音拡声

空間において、圧電型ヘッドホンによる消音効果を求めるシミュレーションを行う。

圧電型ヘッドホンは、圧電振動板として村田製作所の 7BB-35-3L0 を使用し、トラスコ中山の EM-68N のイヤマフに収納できる振動板として直径 35mm の画用紙を貼ったものを組み合わせた⁶⁾。

図 2 に MRI 駆動音の消音測定構成を示す。ラウドスピーカから MRI 駆動音を再生した後に、圧電型ヘッドホンの制御信号を再生した。制御点において測定はヘッドアンドトルソシミュレータ (B&K 4100D) を用いて測定した。測定時のサンプリング周波数は 48kHz であった。使用した MRI 装置は Philips 社製の Achieva 3.0T X-series で、撮像音は echo planar imaging (EPI) を用いた。

インパルス応答 h と c_{rv} の FIR フィルタ長は 1000 である。

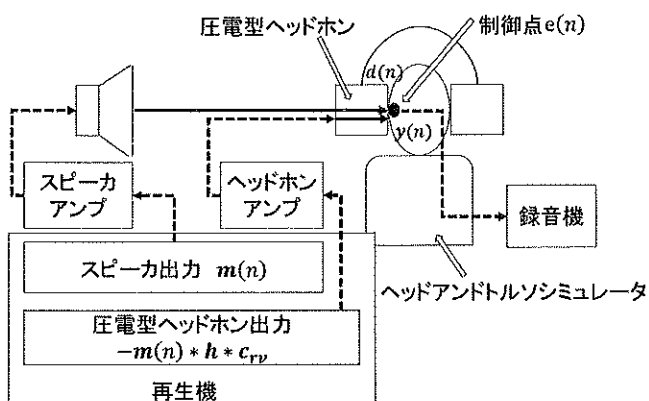


図 2 MRI 駆動音の消音測定構成

3. 圧電型ヘッドホンの消音シミュレーション結果

図 3 に制御点における MRI 駆動音の制御前後の音圧波形を示す。時刻 0 以前は被験者が受ける MRI 駆動音であり、時刻 0 以降は制御後の MRI 駆動音である。制御前はピークが 78.8dB、制御後はピークが 68.7dB まで消音した。

次に図 4 は制御点の制御前後の駆動音の周波数特性を示す。実線は制御点の MRI 駆動音、破線は制御後の MRI 駆動音の音圧レベルを示す。703.1Hz で制御前 61.6dB は、制御後 51.0dB まで消音した。

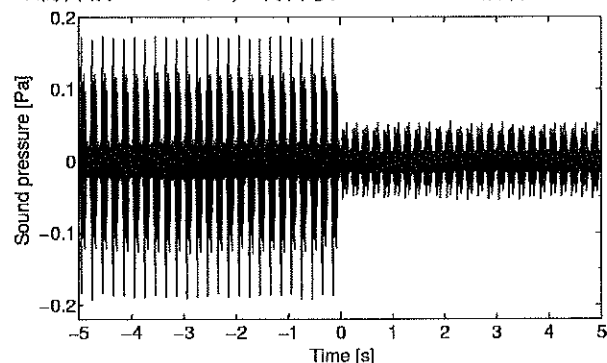


図 3 制御点における MRI 駆動音の制御前後の音圧波形

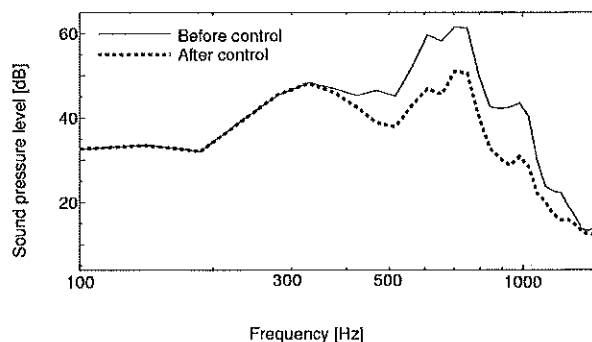


図 4 制御点の MRI 駆動音の周波数特性

4. まとめ

本報告では、収録した MRI 駆動音を騒音源として使用し、研究室内の MRI 駆動音拡声空間において、圧電型ヘッドホンによる消音効果を求めるシミュレーションを行った。ここでは、計算機で MRI 駆動音を消音するための信号を生成した。シミュレーションの結果、ピーク音圧を 10.1dB 消音できた。これは、前回の消音シミュレーションの結果より約 10dB 消音量が小さい。今回の結果はインパルス応答や再生時間のパラメータの最適化ができていないことが原因であると考えられる。

今後は、パラメータの最適化と他の種類の MRI 駆動音で同様の実験を行う予定である。併せて MRI 駆動音のリアルタイム制御を行う予定である。

参考文献

- 1) K, Muto *et al.*, Acoustical Science and Technology, Vol. 27, No. 3, pp. 174-176, 2006.
- 2) 貴田他, 信学技報, EA2008-126, pp. 61-66, 2009.
- 3) 梶川他, 信学技報, EA2010-14, pp. 79-84, 2010.
- 4) 近井他, 音講論(春), 3-8-8, pp. 1143-1144, 2012.
- 5) 西村他, “アクティブノイズコントロール”, コロナ社, 2006.
- 6) 長田他, 日本人間工学会第 55 回大会, 2E2-1, pp. 340-341, 2014.
- 7) 長田他, 日本騒音制御工学会秋季研究発表会, 1-2-2, pp. 27-28, 2014.

[連絡先]

長田 涼佑

E-mail: ma14033@shibaura-it.ac.jp

小規模病院の患者中心サービスに関する研究

—医療従事者の業務内容とサービス提供の実状—

中村美咲*, 早船桃代*, ○佐藤匡*, 高篠皓*, 北見卓也*, 佐藤拓也*, 阿久津正大*

(*玉川大学工学部)

Study of patient centered service of small-scale hospitals

—Job detail and status of service quality for workers engaged in clinics—

Misaki Nakamura*, Momoyo Hayafune*, Tasuku Sato*, Hikaru Takashino*, Takuya Kitami*, Takuya Sato*,
Masahiro Akutsu* (*College of Engineering, Tamagawa University)

1. はじめに

今日、人間中心サービスの考えが普及しつつある。医療分野でも利用者に配慮した医療サービスの考え方が広がり、大規模病院を中心に患者に配慮したサービスを提供するようになってきている。一方、地域医療を担う小規模病院においては、患者の視点にたった病院サービスが十分に提供できているだろうか。

小規模病院サービスに関する既往研究により、63 の病院サービス項目が抽出されている¹⁾。利用者が望む病院サービス項目を提供できるようにする方策を検討するには、医療従事者によるサービス提供の実状を把握する必要がある。

本研究では、8 つの小規模病院における医療従事者を対象にアンケート調査を行い、医師、看護師、医療事務員の業務内容、および利用者が望むサービスの提供の可否、提供できない理由を明らかにする。そして、患者に配慮したサービスを提供できる方策を検討する方向性を示す。

2. 医療従事者の業務内容とサービス提供の実態調査

(1)対象医院と医療従事者の構成

東京都町田市、稲城市、神奈川県川崎市に所在する8医院(A医院～G医院)でアンケート調査を実施した。8医院における主要診療科目は内科であった。医院当り医療従事者は、医師1名(6医院もしくは2名(2医院)、看護師1～4名、医療事務員2～4名であった。

(2)調査内容

調査内容は、①医院の基本情報、②医療従事者の業務内容、③利用者が望む63の病院サービス項目提供の実状であった。①では「診療科目」、「診療曜日・休診曜日・診療時間帯」、「医師・看護師・医療事務員の人数」、「病床の有無」、「患者数」など、医院の基本情報を尋ねた。②では医院で行う業務について、A)医院内で毎日行う業務、B)医院外で毎日行う業務、C)医院内で1年を通じて何回かしかならない業務、D)医院外で1年を通じて何回かしかならない業務の4つに区分

し尋ねた。③では63の病院サービス項目が提供できているか否か(看護師には17項目、医療事務員には14項目を尋ねた)、提供できていない場合は、その理由・原因を尋ねた。

(3)調査日、回答者

アンケート調査は2012年12月および2013年12月に実施した。アンケートは1医院につき医師、看護師、医療事務員各1名に依頼した。

3. 調査結果

8医院における②医療従事者の業務内容、③利用者が望む63の病院サービス項目提供の実状についての結果を報告する(基本情報の結果は省略)。

3-1. 医療従事者の業務内容

医師が医院内毎日行う業務は、診療、金銭管理、診療データ管理等、延べ10項目(平均7.8、SD2.0)が見出された。医院外で毎日行う業務は、健康相談、検診等、延べ9項目(平均4.9、SD3.2)が見出された。医院内で1年を通じて数回行う業務は、レセプト業務、財務管理、人事管理等、延べ5項目(平均3.4、SD1.2)が見出された。医院外で1年を通じて数回行う業務は、学会活動、医師会活動等、延べ14項目(平均11.6、SD1.6)が見出された。業務数は医師によって差があるものの、診療のほかに経営管理等、様々な業務を行っていることがわかった(表1参照)。

看護師が医院内で毎日行う業務は、診療補助、点滴、物品管理等、延べ23項目(平均9.5、SD2.1)が見出された。医院外で毎日行う業務は、1医院で患者向け医療学習会の1項目のみ見出された。医院内で1年を通じて数回行う業務は、棚卸等、延べ7項目(平均1.1、SD0.8)、医院外での業務は往診介助等、延べ3項目(平均0.8、SD1.0)が見出された。看護師は診療補助のほか、物品管理等の様々な業務に従事していることがわかった。

医療事務員が医院内で毎日行う業務は、受付、カルテ出し・管理、会計等、延べ16項目(平均11.0、SD1.8)

が見出された。医院外で毎日行う業務は、医院外清掃、買出しの2項目が見出された。医院内で1年を通じて数回行う業務は、インフルエンザ予約受付、レセプト業務、棚卸等、延べ10項目(平均3.8、SD2.0)、医院外ではインフルエンザ予約票の(区役所に)受取等、延べ5項目(平均1.0、SD1.1)が見出された。医療事務員は受付、会計業務のほかに、棚卸、庶務業務等の様々な業務を行っていることがわかった。

3-2. 利用者が望む63の病院サービスの提供状況

(1) 医師によるサービスの提供状況

提供できているサービスは、各医院で38項目～54項目(提供率;60%～86%)、平均47.4項目(75%)であった。提供できていないサービスは、診察結果のわかりやすい説明、患者の質問への適切な応答等、各医院で8項目～22項目(未提供率;13%～35%)、平均13項目(21%)であった(表2参照)。

8 医院で医師が提供できていないサービス項目と理由の例を表3に示す。サービスを提供できていない主な理由は、「集中する来院者への対応/業務数が多による多忙」、「設備投資のための資金不足」、「医院が狭い」、「人員不足」であった。

(2) 看護師によるサービスの提供状況

提供できているサービスは各医院で11項目～14項目(65%～82%)、平均13項目(76%)であった。提供できていないサービスは、受診待ち時間が短い、待ち時間を利用しての看護師への相談等、各医院で1項目～3項目(6%～18%)、平均2項目(11%)であった。サービスを提供できていない主な理由は、「集中する来院者への対応/業務数が多による多忙」、「医院が狭い」、「人員不足」であった。

(3) 医療事務員によるサービスの提供状況

提供できているサービスは各医院で5項目～10項目(36%～71%)、平均8.4項目(60%)であった。提供できていないサービスは親身な応接等、各医院で2項目～5項目(14%～36%)、平均3.1項目(22%)であった。サービスを提供できていない理由は、「集中する来院者への対応による多忙」、「人員不足」、「医院が狭い」であった。

以上、サービスの提供状況は各医院・各医療従事者で差があり、提供できていないサービスがかなりあることがわかった。医療従事者の業務の多さ、および提供できない理由から、利用者に配慮したサービスを提供できるようにするには、業務の効率化をはかる必要性が示唆された。

4. まとめ

本研究では、小規模病院の医療従事者を対象にアンケート調査を行い、医師、看護師、医療事務員の業

表1 医師の業務内容

A) 医院内で毎日行う仕事	A	B	C	D	E	F	G	H
診療業務	○	○	○	○	○	○	○	○
金銭管理	○	○	○	○		○	○	
医療機器のメンテナンス			○					
業務数	4	8	10	9	6	9	9	7
平均	7.8							
SD	2.0							
D) 医院外で一年を通じて 何回かしか行わない仕事	A	B	C	D	E	F	G	H
学会活動	○	○	○	○	○	○	○	○
保険点数改正の学習	○	○	○	○		○	○	○
医院・建物管理、補修			○					
業務数	12	11	13	13	8	12	12	12
平均	11.6							
SD	1.6							
業務数計	23	28	35	34	20	26	32	23
業務数計平均	27.6							
業務数計SD	5.6							

表2 医師の63のサービス項目の提供の可否

	A	B	C	D	E	F	G	H	平均	SD
提供できているサービス項目のみ	38	38	54	47	52	51	46	53	47.4	6.4
提供できていないサービス項目のみ	20	22	8	12	8	11	15	8	13.0	5.5
回答なしのみ	5	3	1	4	3	1	2	2	2.6	1.4
提供できているサービスの割合	60%	60%	86%	75%	83%	81%	73%	84%	75%	10%
提供できていないサービスの割合	32%	35%	13%	19%	13%	17%	24%	13%	21%	9%
回答なしの割合	8%	5%	2%	6%	5%	2%	3%	3%	4%	2%

表3 医師の提供できていない理由

項目	提供できていない理由	医院数
(1) 高い質の医療行為	各専門医との協力で成り立つため 勉強不足のため	2
(3) 医師の診察結果のわかりやすい説明	患者が多い場合、対応しきれないため	1
(4) 患者の質問に対する医師の適切な説明	患者が多い場合、対応しきれないため	1
(49) 個人情報を守るために近所の人を事務員に雇用しないこと	個人情報の守秘は義務である	1
(52) 問診表のわかりやすさ	特に要求されないため	1
(55) 患者が診察記録を見ることができる	要求されないため	2
(59) 訪問診療を実施していること	人手不足のため	2
(63) お茶などの飲み物のサービス	清潔さの問題があるため 病院に必要ではないと考えるため	4

務内容、利用者が望むサービスの提供の可否および提供できていない理由を明らかにできた。

今後は、医療現場において作業分析等を行い、医療従事者の業務の効率化をはかり、患者に配慮したサービスを提供できる方策を提案していく予定である。

参考文献

- 1) 佐藤拓也, 他: 小規模病院の患者中心サービスに関する研究, 日本人間工学会関東支部第42回大会第18回卒業研究発表会講演集, 18-19, 2012

[連絡先]

阿久津正大
玉川大学工学部マネジメントサイエンス学科阿久津研究室
〒194-8610 東京都町田市玉川学園 6-1-1
e-mail: akutsu@eng.tamagawa.ac.jp
fax: 042(739)8858(阿久津研究室宛)

PTP シートの開封容易性に関する研究

○伏見優大*, 宮崎玲奈**, 鈴木豊明**, 岡本大**, 土屋文人***, 三林洋介*
(東京都立産業技術高専*, 藤森工業株式会社**, 国際医療福祉大学***)

A study on the opening ease of PTP sheet

Yuta Fushimi*, Rena Miyazaki**, Toyoaki Suzuki**, Hajime Okamoto**, Humito Tuchiya***, Yosuke Sanbayasi*
(*Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology,

Fujimori Kogyo Co.,Ltd, *International University of Health and Welfare)

1. はじめに

医薬品錠剤の多くは PTP シートに包装、保護されている。使用時に、ポケット部に指で一定以上の力を加すことで容易に錠剤を取り出せる構造であるが、筋力の弱い高齢者や関節リウマチ患者等、開封が困難な場合がある。一方、小児、幼児等が、誤って PTP シートから医薬品錠剤を取り出して誤飲する事故も発生している。すなわち、PTP シートにおける医薬品包装は、不用意に開封容易なことは避ける必要があるものの、開封性について探求することは意義がある。そこで本研究では、ポケット硬度の異なる PTP シートをを用いた開封実験を行い、開封動作を分析し、開封時に影響する要因関係も明らかにしようとするものである。さらには、指部分がシートへ加す力の大きさを、計測実験を通して探求する。

2. 実験方法

2.1 開封動作測定実験

硬度の異なる 4 種類の PTP シートをそれぞれ一錠に切り離したものと二錠に切り離したものを一つの薬袋に入れて被験者にはそこからランダムにシートを取り出してから、シート中の錠剤を一錠取り出すよう指示した。その際の開封動作をビデオカメラで撮影し、シートから一錠取り出す毎にアンケートに回答してもらった。このアンケートは、取り出しやすさ、軟らかさ、押し出しやすさ等の開封時の感覚を 5 段階 (SD 法) で回答してもらうもので、当方等が作成したものである。被験者は高専学生 80 名 (男性 57 名、女性 23 名) とした。

表 1. 実験に使用した PTP シート

試料	タイプ	硬度(N)	備考
試料1、試料2	一般グレード	13	軟らかい
試料3、試料4	高防湿グレード	40	硬度低
試料5、試料6		41	硬度中
試料7、試料8		47	硬度高

2.2 指力測定実験

PTP シートのポケットを押し出す指の力の大きさを測定する為に、指先にロードセルを装着して指力

測定実験を行った。ロードセルは計測面を押し出す親指腹部位と接触させ、これにより、開封する際の指力を計測する。測定手順は開封動作測定実験と同様であり、被験者は高専学生 20 名とした。

3. 結果と考察

3.1 開封動作測定実験

開封動作の記録画像データを基に、開封の方法を表 2 にまとめて示す。

表 2. 開封動作の分類 (n=80)

使用する手・指		使用する指	
両手・両指	65	親指	腹 3
			先端 73
両手・片指	15	人差し指	腹 0
片手・片指	0		先端 4
シートを押し出す位置		押し出す方向	
中央	57	上	5
端	23	下	75

表から開封パターンとして、両手で PTP シートを保持して親指で下方に錠剤を押し出すパターン、上に錠剤を押し出すパターン、人差し指で上に錠剤を押し出すパターンに大別され、多くの被験者は親指を使用して、シートの上から下方への押し出し動作で開封している。

開封動作実験を通して、各々のシート条件より得られたアンケート回答および測定データから、PTP シートの開封容易性を目的変数として、これに影響を与えることが考えられる要因としてポケットの硬度、シート面積、開封パターン、押し出し感覚、開封時間を説明変数として数量化理論 I 類を行った。

$$y = a + bx_1 + cx_2 \cdots \cdots (1)$$

解析により得られた単相関係数及び偏相関係数を表 3、カテゴリースコアを表 4 に示す。カテゴリースコアとは目的変数に対して説明変数の影響を数量化したものである。また、本解析では計測した時間を 5 段階とし硬度も 1～4 の 4 段階に区分した。

表3. 相関分析結果

目的変数との相関係数		
アイテム	単相関係数	偏相関係数
ポケットの軟らかさ	0.61	0.37
シートの押しやすさ	0.67	0.48
硬さ<N>	0.27	0.14
PTP	-0.07	0.10
開封パターン	0.03	0.09
時間<pt>	0.16	0.14

表4. 重相関分析によるカテゴリースコア

カテゴリースコア		
アイテム	カテゴリー	値
ポケットの軟らかさ	1	-0.84
	2	-0.15
	3	0.18
	4	0.12
	5	0.50
シートの押しやすさ	1	-1.12
	2	-0.74
	3	-0.25
	4	0.35
	5	0.71
硬さ	1(13N)	-0.13
	2(40N)	0.20
	3(41N)	-0.06
	4(47N)	-0.01
PTP	1	-0.09
	2	0.09
開封パターン	a	-0.02
	b	-0.05
	c	0.34
開封時間<pt>	1	0.26
	2	0.00
	3	-0.14
	4	-0.13
	5	-0.07

表3よりシートの押しやすさとポケットの硬度の二項目において、単相関係数($r=0.61$ 、 $r=0.67$)、偏相関係数($r=0.37$ 、 $r=0.48$)が他より高い結果を得た。このことより、取り出すという目的に対し、PTPシートの硬度と押し出し感覚の要因が影響を及ぼすと考えられる。このことは表4でも、シートの押しやすさ、ポケットの軟らかさのカテゴリー値、つまり被験者自らの主観であるアンケートの結果が高い評価であるときに正に大きな値が出ていることがわかり、軟らかく押しやすいものであるほど、全体を通して取り出しやすくなるのではないかと考えられる。また、客観的に取り出しやすと感じるシートからは、より短時間で錠剤を取り出すことが出来ていたということと、シートの硬度が低すぎである場合と高すぎである場合には、取り出しに困難が生じることも明らかとなった。

3.2 指力測定実験

実験で得られた波形の一例を図1に示す。図から開封時は指先で2回の力を加えていることが分かる。本ケースでの開封時のPTPシート押し出し回数は1回から最大で8回観察された。1回あたりに加える力の大きさを比較(図1ではF1とF2の指力値)した結果、ポケット硬度との関係は認められなかった。また、加えた力の総和(力積(図1ではS1+S2))はポケット硬度が一番小さい試料が最も力積が大きかった。ポケットの硬さに対する指力は力の総和が開封容易性に直接影響を及ぼさないこともある。

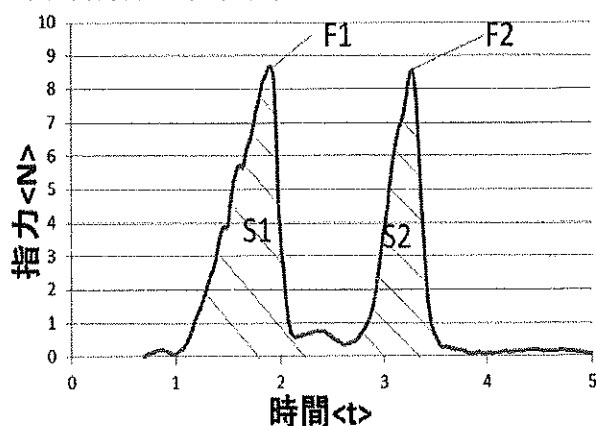


図1. ピンチ力測定実験波形

4. まとめ

PTPシートのポケット硬度の高低は開封容易性に影響を与える。また、開封時の動作パターンを区分した。さらに、指力が分散することを明らかとした。

参考文献

- (1) 定本清美、山之内崇紘、大塚康彦、溝口優、関節リウマチ患者におけるピンチ力のPTP包装開封に与える影響、人間工学、Vol. 48, No.4, PP204-206、(2012. 6)
- (2) 山谷明正、福島信一郎、林誠、森行雄、鈴木達男、PTP包装の押し出し強度測定と開封性に関する検討、医療薬学、Vol. 27, No. 6, pp576-582、(2001. 3)
- (3) 西村あゆみ、宮崎玲奈、三林洋介、医薬品包装開封容易性に関する研究、日本人間工学会関東支部大会論文集 P79-80(2011. 12)

[連絡先]

都立産業技術高専医療福祉工学コース三林研究室
〒116-0003 東京都荒川区南千住 8-17-1
E-mail:sanba@acp-metro-cit.ac.jp
FAX:03-3801-9898

マイクロ波レーダーを用いた在宅健康モニタリングのための 自律移動型ロボットの開発

○祁曉龍*, 孫光鎬*, 松岡歩*, 俞文偉**, 松井岳巳*

*首都大学東京システムデザイン研究科, **千葉大学フロンティア医工学センター
Development of an Autonomous Mobile Robot for Home Healthcare Using Microwave Radar
Xiaolong QI*, Guanghao SUN*, Ayumu MATSUOKA*, Wenwei YU**, Takemi MATSUI*

* Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University,

** Center for Frontier Medical Engineering, Chiba University

1. 緒論

高齢化の進展により、2025年には日本の高齢者人口が約3,500万人になると見込まれている¹⁾。このような高齢社会に向けて、介護現場の負担を減らすために在宅ヘルスケアにおけるロボット技術の活用が重要視されている。

高齢者の日常生活において、急激な体調変化や転倒などの事故による寝たきりが、生活の質(Quality of Life, QOL)を低下させる直接的な原因であると報告されている²⁾。このようなニーズに応え、本研究グループでは、在宅健康モニタリングに特化した高い安全性・精密性を有する自律移動型ロボットの開発を試みている³⁾。この自律移動型ロボットは精密性を実現するため、在宅環境において対象者を確実に追従する。一方、対象者の安全を妨げないため、常に一定距離(150cm以上)を保つ。そして、ロボットに搭載しているイメージセンサーから座位、立位、寝る、転倒などの姿勢を確実に検出し、異常状態・緊急状態を通報する機能を有する。

現状の自律移動型ロボットは行動識別や運動機能を評価する機能を有するが、対象者の健康状態をモニタリングすることができない。そこで、対象者の急激な体調変化を検知するため、ロボットが非接触で呼吸数、心拍数、体温等のバイタルサインを計測することが求められている。本研究では在宅自律移動型ロボットに健康モニタリング機能を追加するために、マイクロ波レーダーをロボットへの実装を目指す。マイクロ波レーダーは非接触で呼吸数・心拍数を計測できる優位性を有するため、感染症スクリーニング・睡眠の質の評価・自律神経活動を推定しストレスの評価等に応用されている^{4,5,6)}。本報告では、マイクロ波レーダーのロボットへの実装に先立ち、距離・姿勢とバイタルサイン測定精度の関係を検証することを目的とする。ロボットに非接触バイタルサイン測定機能を追加することにより、急激な体調変化などの異常を検知することで、在宅独居老人の孤独死を防止することができると考えられる。また、人の代わりにいつでも安否確認することが可能になるので、介護者の負担軽減、現場の人手不足解消に寄与すると期待される。

2. 在宅健康モニタリング自律移動型ロボット

2.1 ロボットの概要

現在開発されている自律移動型ロボットにはRGBカメラ、深度センサーなどが一体となったKinectセンサー(Microsoft社)が搭載され、在宅環境における対象者の位置決め、更に自動的に対象者の行動を認識し、転倒などの緊急事態を確実に医療関係者に通報することができる³⁾。本研究では、対象者のバイタルサインをモニタリングするため、指向性が高くかつ長距離計測にも対応可能なホーンアンテナ型のマイクロ波レーダー(New JRC社)を自律移動型ロボットに搭載する(図1)。

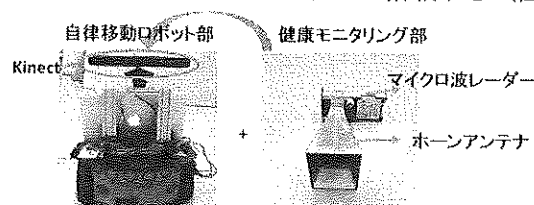


図1 健康モニタリング自律移動型ロボット構成

マイクロ波レーダー(図2)とは、送信機から被測定物にマイクロ波を照射し、その反射波を受信し、送信波に対してどのような変化を受けたかを測定することにより、非接触で測定物の動きを検出するものである。出力は直交出力信号(I及びQチャンネルの2つ)である。この2つの信号に対して、位相識別を行うことで、送受信アンテナに向かって物体が近づいているか遠ざかっているかの運動方向の識別を行うことができる。

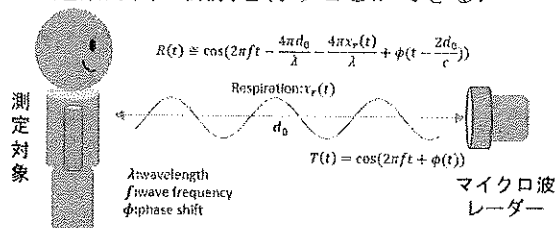


図2 マイクロ波レーダーの計測原理

2.2 実験方法

マイクロ波レーダーを用いた呼吸数測定における距離と姿勢の影響を検討する目的で実験を行った。在宅環境で長時間保つ姿勢として、座位、立位、寝る姿勢(仰向き、横向き)4つのパターンを

測定した。健康な男子大学生 10 名（平均年齢 23.8 歳）を対象とし、呼吸数のリファレンスとして胸腹呼吸センサー（NIHON KOHDEN 社）を用いた。ホーンアンテナ型のマイクロ波レーダーを腹部から 100cm, 150cm, 200cm, 225cm, 250cm 離して設置し、30 秒間の計測を行った。A/D 変換のサンプリングレートは 30Hz として、マイクロ波レーダーから得られた信号に対し高速フーリエ変換（FFT）を用いて呼吸数を算出した。実験のイメージ図を図 3 に示す。

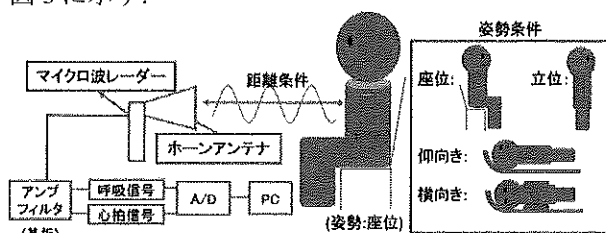


図 3 実験イメージ図

3. 結果・考察

各姿勢における測定距離ごとのリファレンスとの平均誤差を図 4 に示す。

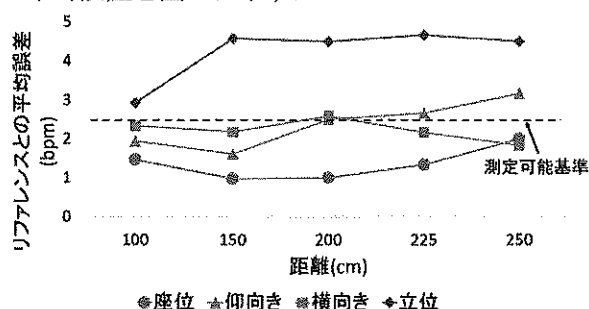


図 4 距離・姿勢と呼吸数測定精度の関係

ここで、健康モニタリングに求められる呼吸数の計測精度の測定可能な基準値をリファレンスとの平均誤差 2.5bpm (breaths per minute) と設定した。その理由は、本研究グループで行った感染症スクリーニングの評価に関する先行研究では⁴⁾、健康者と有病者間の呼吸数の差が約 2.5bpm であったためである。従って、誤差がこの基準値以下のとき健康モニタリング機能として十分な精度を有する。

図 4 で示したように、座位・横向きの条件ではすべての距離において誤差が測定可能基準以下であった。仰向きの条件では 200cm 以内は誤差が基準以下であるが、200cm 以上離れたら基準以上であった。立位の条件では誤差がすべて基準以上を示した。立位ではバランスをとるための体全体の動きが大きくなるので、呼吸による腹部の動きの検出が困難になったと考えられる。また、距離が離れるほど誤差が大きくなったのは電波強度が弱くなることが原因だと考えられる。

この自律移動型ロボットは対象者の安全を妨げないために、常に人とロボットの距離は 150cm 以

上を保たなければならないが、座位及び寝る姿勢では 150cm～200cm の間で呼吸数測定可能だと確認できた。また、ロボットの機能により、座位、立位、寝る、転倒などの人の姿勢を確実に検出することがあり、立位の場合には呼吸数測定を行わず、座位、寝る、転倒後などの安静状態でロボットを用いて長時間継続的に呼吸数測定を行うことで、測定対象の急激な体調変化を検知することができると考えられる。

4. まとめ

本研究では、マイクロ波レーダーの自律移動型ロボットへの実装に先立ち、呼吸数測定における距離と姿勢の影響を検討した。結果より、マイクロ波レーダーによる呼吸数計測は対象者から 150cm 以上の距離を離れても、高い計測精度を有し、在宅健康モニタリングのための自律移動型ロボットの実用可能性を示した。本ロボットの開発により、独居老人の孤独死の防止、介護者の負担軽減などに期待される。

5. 文献

- 1) 厚生労働省：今後の高齢化の進展—2025 年の超高齢社会像, 2006.
- 2) 厚生労働省：健康日本 21 (総論), 2000.
- 3) Nergui M · Yoshida Y · Imamoglu N · Gonzalez J · Sekine M · Yu W : Human motion tracking and recognition using HMM by a mobile robot, International Journal of Intelligent Unmanned Systems, 1(1), 76-92, 2013.
- 4) Matsui T · Hakozaiki Y · Suzuki S · Usui T · Kato T · Hasegawa K · Sugiyama Y · Sugamata M · Abe S : A novel screening Method for influenza patients using a newly developed non-contact screening system, Journal of Infection, 60(4), 271-277, 2010.
- 5) Suzuki S · Matsui T · Sugawara K · Asao T · Kotani K : An approach to remote monitoring of heart rate variability (HRV) using microwave radar during a calculation task, Japan Society of Physiological Anthropology, 30(6), 241-9, 2011.
- 6) Kagawa M · Yoshida Y · Kubota M · Kurita A · Matsui T : Non-contact heart rate monitoring method for elderly people In bed with random body motions using 24 GHz dual radars located beneath the mattress in clinical settings, Journal of Medical Engineering & Technology, 36(7), 344-50, 2012.

[連絡先]

祁 曉龍

首都大学東京システムデザイン研究科 (松井研究室)

〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6

e-mail : kisyouryuu@gmail.com

補助用具を用いた起き上がり動作における姿勢安定性の評価

○鈴木玲子*, 大川絵里香*, 青木和夫**

*埼玉県立大学保健医療福祉学部看護学科, **日本大学大学院理工学研究科

Study of the comparison of the posture stability in the rise movement using the supporting tool

* Reiko SUZUKI, * Erika OOKAWA, Kazuo AOKI**

* Saitama Prefectural University Department of Nursing

** Graduate School of Science and Engineering, Nihon University

1. はじめに

在宅療養者および介護施設入所者らにとって、起きる、座る、立つ、歩くといった動作の可否は生活の質に影響を及ぼすものである。介護を受ける者にとって、補助用具を活用して自らの力を使って動けることは、自己効力感を高めることにもつながり、介助を受ける者の心理面で負担感軽減にもなると考えられる。こうした補助用具を広く活用するためには、ユーザーに見合った用具の選択や活用方法を効果的に判断するための基礎的データを蓄積する必要がある。

そこで本研究は、補助用具として臥床者の褥瘡予防の観点からも効果的と考えられる Trapeze Lift (以下、TL) の使用効果を起き上がり動作における姿勢の安定性から評価することを目的とする。

2. 研究方法

2.1 被験者

腰椎症や頸椎症の既往がなく、運動機能に問題のない健康な成人女性 20 名である。身長は 157 ± 5.4 cm、体重 50 ± 4.8 kg、右握力 28 ± 4.2 kg、左握力 27 ± 4.7 kg であった。倫理的な配慮に留意し、所属施設の倫理委員会にて承認を得て実施した (no. 25088)。

2.2 実験方法

被験者には、臥床姿勢から 3 秒間で長座位へ起き上がることを、補助用具 TL を使用する方法 (以下、TL 群) とマットレスに左右の上腕で身体を支える方法 (以下、hand 群) の 2 種類で指示した (図 1)。

使用する補助用具は、ベッドの頭部後方から延びるリフトにハンドルが吊り下がる構造で、ハンドル部分を両手で把持して利用する (図 2)。

移動姿勢の分析のため、被験者の前額部、下顎骨の正中面が通る位置の下端、左右肩峰、左右肘関節、左右橈骨末端部、左右腸骨棘、左右大腿骨大転子、左右膝蓋部、左右踵骨外側の全 16 か所にポイントマーカーを装着し、動作を 2 台のビデオカメラで撮影し (1000Hz)、録画を記録した。

2.3 実験の手続き

TL はベッドの頭部側に設置し、腕の開きを肩幅として肩関節屈曲角度 60 度の位置でハンドル部分を両手で把持させた。測定開始時はベッド上に仰臥位とし、下肢は膝を 90 度の屈曲位となるポジションをとらせた。

2 種類の移動動作を数回練習後、各条件を 2 回

ずつ測定した。測定順番はラテン方格を用いた。

使用したベッドは、医療用ベッド (パラマウントベッド社製 A5141) で、ベッドマットレスは通常使用されている製品 (非体圧分散) を使用した。ベッドマットレスには綿製のシーツを覆い、被験者の臀部にはすべり止めシートを敷いた。また、被験者は綿製品の衣服を着用してもらった。

TL 群: Trapeze Lift を把持して起き上がる



hand 群: 両上肢をベッド面について起き上がる



図 1 2 種類の起き上がり動作パターン



図 2 Trapeze Lift での起き上がり実験の様子

2.3 分析方法

3 次元動作解析には、Frame-DIASIV (DKH 社製) を使用し、起き上がり動作における頭部と肩部の移動変位量、移動速度、頭部と膝部の最大屈曲角度などを比較した。移動変位量については 0.25 秒ごとに区切り平均値を算出して用いた。

分析に用いたデータは 1 回分の測定データを使用し、測定値を被験者毎の計測データより平均値を算出し、wilcoxon の符号検定を用いて比較した。有意水準は 5%未満とした。

3. 結果

(1) 移動変位量の比較

起き上がり動作における頭部 Y 方向 (左右) へ

の最大移動変位量は、TL 群が左方向 46.1 ± 43.5 mm、右方向 154.1 ± 115.7 mm だった。hand 群は左方向 45.6 ± 52.9 mm、右方向 151.8 ± 97.4 mm となり、どちらも右側に傾きく動きがみられた。

右肩部の最大移動変位量は、TL 群で左方向 84.2 ± 63.1 mm、右方向に 39.6 ± 45.0 mm であった。hand 群は左方向 56.2 ± 58.4 mm、右方向 43.4 ± 37.9 mm で、TL 群が左方向への移動量が大きかった ($p < 0.05$)。また、左右の肩部 X 方向への移動変化量を比較すると、動作開始 0.75 秒後より左肩部が大きくなり始め、動作完了までその傾向は続いた ($p < 0.05$)。

起き上がり動作開始から X 方向（足下）への最大移動変位量に到達する所要時間を見ると、頭部では hand 群が短時間で到達していた ($p < 0.05$)。右肩部は、両群で同程度の所要時間だった（図 3）。

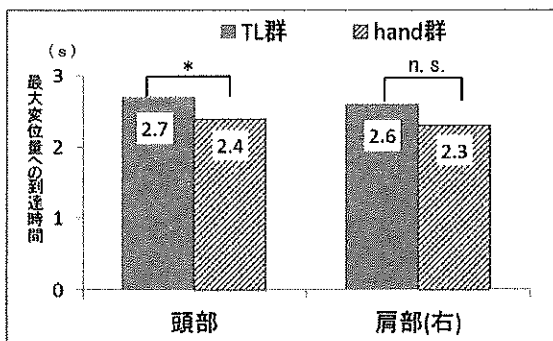


図 3 足元方向への最大変位量到達時間の比較 (n=20)

(2) 起き上がり動作の移動速度の比較

頭部 Z 方向（頭上）への最大移動速度は、TL 群 693.9 ± 106.1 mm/s、hand 群は 806.1 ± 163.0 mm/s で、hand 群で速かったが ($p < 0.05$)、X 方向（足元）への最大移動速度に有意な差はなかった（図 4）。

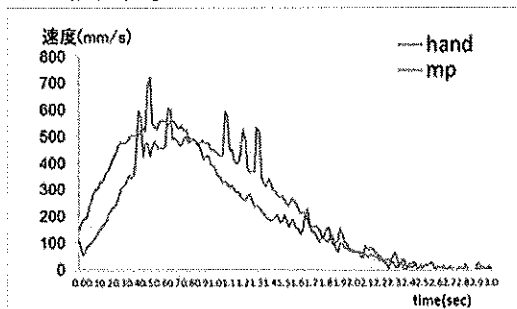


図 4 頭部の上部方向への移動速度 (n=20)

頭部が最大移動速度に達するまでの所要時間は、Z 方向、X 方向ともに hand 群で速かった ($p < 0.05$)（図 5）。

(3) 頭部と体幹部の最大屈曲角度の比較

起き上がり動作中における、頭部の最大前屈角度は両群に差はみられなかったが、腰部は TL

群で前屈角度が小さかった ($p < 0.05$)。

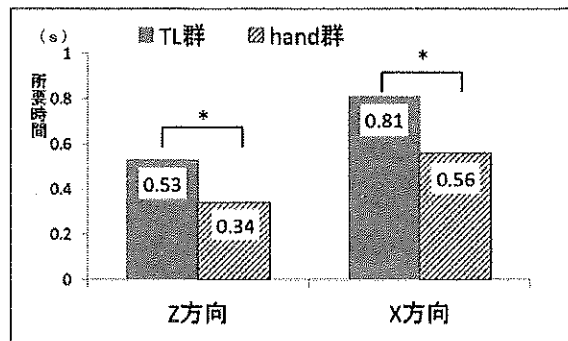


図 5 頭部の最大速度に至る所要時間の比較 (n=20)

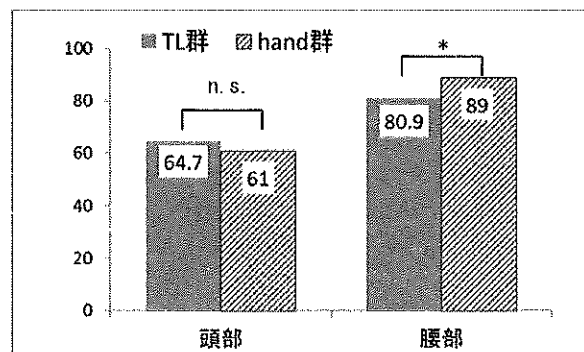


図 6 最大前屈角度の比較（頭部/腰部） (n=20)

4. 考察

起き上がり動作は、頭頸部を前方に移動させること始まることは知られているが¹⁾、TL を用いた起き上がり動作は、動作開始時の頭部拳上およびその後上半身拳上においてゆっくりと動いていることがわかる。また、両手でハンドルにぶら下がりながらの動作では、上半身を左方向にやや回旋しながらの移動している。これらから、上腕部の筋活動を発揮して起き上がり動作を補助することで、頭部の移動速度を遅延させていると考えられる。

起き上がり動作完了後の姿勢では、TL を用いた場合に腰部の前屈角度が小さいことは、両手で TL を把持していることが前屈の阻害になっていることも考えられる。

5. まとめ

補助用具 Trapeze Lift は、上肢補助による起き上がり動作に比べ、頭部の移動速度に安定性が高いことが考えられる。しかし、ハンドルに依存した姿勢から上半身の不安定さもあると言える。

6. 文献

- 1) 世古俊明. 起き上がり動作時の筋活動について. 北海道リハビリテーション学会雑誌. Vol.38.37-42.2013.

[連絡先]

鈴木 玲子

e-mail : suzuki-reiko@spu.ac.jp

ソーシャルセンタードデザインとソーシャル体験

山崎和彦*

*千葉工業大学

Social Centered Design and Social Experience

Kazuhiko YAMAZAKI*

*Chiba Institute of Technology

1. はじめに

近年、社会環境を考慮した人間中心設計やアーゴデザインのアプローチの検討が必要になっている。日本人間工学会アーゴデザイン部会では、2011年度より「ソーシャルセンタードデザイン(SCD)」をテーマとしたSCDワーキンググループを立ち上げ、これからの人間中心設計やアーゴデザインのアプローチに有益なアプローチについて検討を開始している。

ここでは、SCDに関する位置づけとアプローチに関して解説して、ソーシャル体験という視点を考慮してSCDを推進する手法について人間中心設計(HCD)と比較しながら解説する。

2. SCDの定義とアプローチ

ここでは、SCDの定義とアプローチについて提案する。

ソーシャルセンタードデザインとは、「ユーザー視点」と「ビジネス視点」に「社会環境視点」を加えたデザインアプローチと定義する。ビジョン提案型デザイン手法では、「ユーザー視点」と「ビジネス視点」の二つの視点からデザインアプローチだったが、それに「社会環境視点」を加えたデザインアプローチとなる。

ユーザー視点とは利用者にうれしい人間中心のデザインのことであり、「ビジネス視点」とは企業にうれしいビジネス中心のデザインと位置づけとする。そして、新たな「社会環境視点」とは、社会や環境(地球)にうれしい社会環境中心の視点のことである。

「社会環境」とは、社会と環境を考慮することとする。具体的には、サステイナブルな社会、社会的な価値、社会経済、社会的な環境、文化的な環境、地域環境、地球環境などが含まれる。

SCDに近い概念としてソーシャルデザインがある。このソーシャルデザインとSCDの違いはなんだろうか？ソーシャルデザインは、社会環境を対象としたデザインで、SCDは社会環境も考慮したデザインである。

ソーシャルデザインでは、社会環境によれば、企業でのビジネスや個人にとって、良くない場合もある。例えば、CSRの活動やボランティアの活動などもここに含まれる場合が多い。SCDは企業でのビジネスを目的としているので、

場合によっては社会環境によくない場合もある。例えば、自動車を製造・販売することは社会環境にとってよくない面もあるが企業のビジネスとして成り立っている。

デザインとは、総合的な視点で見てバランスを考慮することが必要であるが、そのバランスの重点をどこに置くかで、ソーシャルデザインとSCDの違いがでてくる。

3. ソーシャル体験

ユーザー体験とは、製品やシステムの対象となるユーザーがどのような体験をするのかという視点である。社会環境視点を考慮すると、ユーザー体験だけではなく「ソーシャル体験(SX: Social Experience)」という視点が必要になる。

この概念に近い視点の一つとして、Social Customer Experience(SCE)という視点がある。SCEは、ユーザー体験を社会的視点でとらえている。

ソーシャル体験を考慮するとデザイン対象も影響する。HCDでは、製品・サービス・システムを主なデザイン対象としている。SCDの主なデザイン対象はHCDで対象としている製品・サービス・システムだけでなく、社会環境視点としてのデザイン対象がある。たとえば、SCEでは、ソーシャルオブジェクトという言葉でデザイン対象を表現している。ソーシャルオブジェクトとは、ユーザー同士が共通に持っていることである。たとえば、写真や文章のような具体的なことから、意識のように直接的に目に見えないモノも含めることもある。

	HCD	SCD
ヒト	・ユーザーとステークホルダー ・本質的価値 ・ユーザー体験 ・ユーザー参加型デザイン	・社会環境視点を考慮したユーザーとステークホルダー ・社会的価値 ・ソーシャル体験(SX) ・社会参加型デザイン
モノ	・製品・システム ・サービス	・製品・システム ・サービス ・ソーシャルオブジェクト
ビジネス	・ビジネス提供方針 ・ビジネスモデル	・社会環境視点を考慮したビジネス提供方針 ・社会環境視点を考慮したビジネスモデル

表1 3つの要素からのHCDとSCDの比較

また、ソーシャル体験を考慮したビジネスモデルも必要となる。社会環境を考慮する上で、「顧客の価値を意識したビジネスモデル」に社会環境視点を追加するアプローチがある。社会環境も考慮したデザインアプローチを具現化する方法としてビジネスモデル・キャンパスの活用を検討した。ビジネスモデル・キャンパスは、ビジネスモデルをユーザー視点、企業視点と利益・コスト視点を一つのテンプレートとして、分かりやすく活用できる手法である。そのプレートの上部に社会環境のブロックを追加する。社会環境のブロックには、社会や環境の動向、社会と環境に関連する顧客価値とビジネス価値を記述する。

表1ではヒト、モノとビジネスというデザインの3要素という視点で、HCDとSCDの比較をまとめた。社会環境視点とソーシャル体験を考慮するとヒト、モノとビジネスのとらえ方も変わってくる。

ヒトという視点では、SCDでは、対象ユーザーは社会環境視点を考慮したユーザーとステークホルダーを対象とする必要がある。対象となるユーザーやステークホルダーのソーシャル体験を考慮必要がある。また、HCDにとってのユーザー価値は、SCDでは社会的価値も考慮する必要がある。また、ユーザーへのアプローチとしてHCDではユーザー参加型デザインというアプローチがあるが、SCDでは、社会参加型デザインというアプローチが必要となる。具体的には、社会実験のように一人のユーザーだけでなく、関連する人達やコミュニティの人達などにもデザインに参加してもらうことである。似たような考え方としてソーシャルインクルージョンというアプローチがある。モノという視点では、SCDでは、製品・システム、サービスだけでなくソーシャルオブジェクトも対象とする必要がある。たとえば、あるコミュニティで共有している写真という素材をどのようにデザインするのかということも考慮することである。ビジネスという視点では、SCDでは、社会環境視点を考慮したビジネス提供方針と社会環境視点を考慮したビジネスモデルを検討する必要がある。

4. SCDへのアプローチ

ここでは、SCDを実施するためにデザインプロセスという視点でSCDの手法についてHCDと比較しながら解説する。表2に示すように、ここでのデザインプロセスは「調査ステップ」、「要求仕様ステップ」、「設計ステップ」と「評価ステップ」の4段階に分けて解説する。

1) 調査ステップ

HCDで対象となるユーザーを考慮したユーザー調査をする。SCDでは調査対象として下記の3つ

の調査対象がある。

- ・ステークホルダー調査
- ・社会状況調査
- ・社会環境視点を考慮したビジネス調査

この中でステークホルダー調査の方法として、「アクションリサーチ」や「カルチュラルプローブ」などの調査方法が社会環境視点をとらえるのに適している。また、SCEという視点では「ソーシャルグラフ」という視点で、ユーザーの関連を見える化する方法がある。

2) 要求仕様ステップ

要求仕様ステップでは、HCDと同様の製品・システム・サービスの要求仕様が必要であるが、SCDには、それに追加してソーシャルオブジェクトの要求仕様も検討する必要がある。

3) 設計ステップ

設計ステップではどのようなプロトタイプを制作するかが重要なことの一つである。SCDでは、ソーシャル体験を実感できるようにするための社会体験プロトタイプや社会実験が必要となる。社会体験プロトタイプとは、提案するアイデアが実際に社会体験できるようなプロトタイプのことである。たとえば、一日だけあるイベントを実施して実際にやってみることである。社会実験とは、例えば交通システムのように、ある期間だけ提案する交通システムを実施して評価することである。また、ソーシャルファブリケーションという言葉のようにモノづくりのしくみも設計する必要がある場合もある。

5. まとめ

ここでは、SCDに関する位置づけとアプローチに関して解説して、ソーシャル体験という視点よりSCDを推進する手法についてもHCDと比較しながら解説した。今後もこの活動の論理化と具体的な活動による実践により検証していく。

7. 文献

- 1) 山崎和彦他：エクスペリエンス・ビジョン,丸善,2012
- 2) 村田智明：「ソーシャルデザインの教科書」,生産性出版,2014
- 3) ジュリア・カセム他：インクルーシブデザイン,学芸出版社,2014
- 4) Dave Evans, Joe Cothrel : Social Customer Experience: Engage and Retain Customers through Social Media,Sybex, 2014

[連絡先]

山崎 和彦

e-mail : designkaz@gmail.com

ソーシャルデザインのデザイン領域と構造の検討

○佐藤忠輔^{*1}, 安藤昌也^{*2}

¹千葉工業大学大学院 工学研究科 デザイン科学専攻, ^{*2}千葉工業大学 工学部 デザイン科学科
Examination of the Design Scope and its Structure of Social Design

Tadasuke SATOU^{*1}, Masaya ANDO^{*2}

^{*1}Chiba Institute of Technology, Graduate School of Engineering, ^{*2}Chiba Institute of Technology

1. はじめに

ソーシャルデザインは近年注目されている新しいデザイン領域である。だが“何をどうデザインするか”については必ずしも明らかではない。ソーシャルデザインの事例には、社会問題の啓発活動から地域に密着したインフラ整備、地域活性化など様々であり定義も様々である。またソーシャルデザインの方法論やアプローチ手法について示された文献もあるが¹⁾、既存の情報デザインやサービスデザインのプロセスと同様の部分が大半で、ソーシャルデザインに特有のデザインアプローチは未だ確立されていないといえる。

本稿では、「社会的課題に関わる関係者の意識変革を促すための諸施策の立案」をソーシャルデザインと捉え、その対象領域と構造について検討する。

2. ソーシャルデザインの定義

本稿におけるソーシャルデザインは、地域の課題など社会的課題の解決を目指すものとする。

ソーシャルデザインにおいても、他のデザインと同様に、デザイナーが何らかの人工物をデザインすることにより、デザイナー主導で解決に接近する考え方もある。だが、社会的課題に限定した場合、理想的にはそこに住む人々など関係者を巻き込みながら、関係者が主体的に課題に取り組み解決に接近することが望ましい形態と言えるのではない。実際、そうした形態の事例⁴⁾もある。ただ現在ではこれらをコミュニティデザインと呼んでおり、概念的な整理が十分できていない。

地域の人々を巻き込む形で社会的課題を解決に導くデザインを行おうとする際に、課題となるのは多様な意識を持った関係者の、課題に対する温度差である。全く地域課題を認識していない人から、熱意を持って先進的に活動している人まで、課題に対する意識や参加意識に対して大きな差がある。そのため一口に“地域の人々を巻き込んだ解決”を行うことは容易ではない。このような意識の差を埋めることが、地域の人々を巻き込んでいくことの鍵だと言える。

逆に言えば、この差を埋めていくには、人々の課題に対する意識変化を段階的に促していく仕組みを計画すること自体がソーシャルデザインにおいて重要な考え方と言えよう。また、地域課題は複雑な背景が交錯していることが多く、ソーシャ

ルデザインの取り組みによって、すぐに解決に導くのは難しいことがほとんどである。そのため、地域課題が人々によって徐々に改善されていくコミュニティの“状態”を作ることを目指すことが重要だと考えられる。

以上を踏まえ、本稿ではソーシャルデザインを、「地域課題に対する関係者の意識変化を計画すること」と定義することとする。

3. アイデア創出フレームワークの検討と課題

著者らは、2 で示した定義に基づいて人の意識変化を段階的に促すアイデアを創出するためのフレームワークを考案した³⁾。

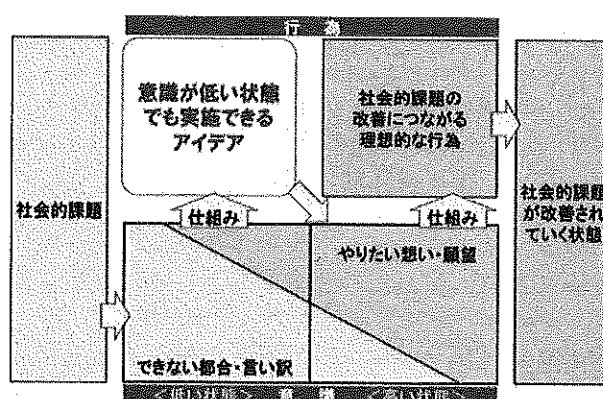


図1 アイデア創出フレームワーク³⁾

このフレームワークの考え方は、「できない都合、言い訳」が多い問題意識の低い人に、「意識が低い状態でも実施できるアイデア」の内容を実施させることで、意識を高め「社会的課題が改善に繋がる理想的な行為」を行うように促すという段階を意識したものである。

だがこの考え方では、問題意識の低い人のみに着眼しており、関係者全体の意識変革を計画したことにはならない。本当に地域課題の改善・解決を目指し、地域の人々全体を巻き込んでいく必要があるだろう。そのためには、意識の低い人の意識を高めることに留まらず、問題意識が高い人が取り組めるアイデアも、同時に検討する必要がある。

多様なステークホルダーを巻き込み、それぞれのレベルで取り組んでもらえるようなソーシャルデザインの構造を考える必要があると言える。

4. デザイン領域と構造の検討

3 で示したアイデア創出フレームワークの課題から、ソーシャルデザインのデザイン領域の構造図を検討した(図2)。

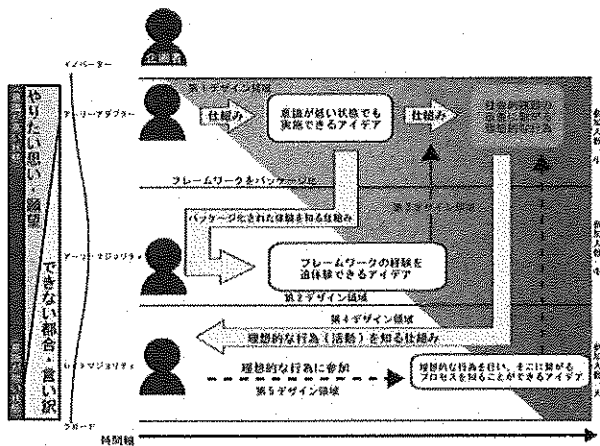


図2 検討したデザイン領域と構造

この構造図は、地域の課題に対して多様なステークホルダーを意識の違いにより層別に分け、それぞれ個別にアプローチしつつも、比較的長期の時間軸を想定し、それぞれのステークホルダー相互の影響関係と時間的な段階を考慮した図である。

この図でポイントとなるのは、社会的課題に対して意識が高い人（アーリーアダプターに相当）が、先行的に取り組むべきことを第一のデザイン領域としている点である。次に、その活動および成果を視覚化し、何らかのメディアを介して他のステークホルダーに把握可能な形で提供することを、第二のデザイン領域としている。この第二のデザイン領域は、意識がそれほど高くない人（アーリーマジョリティに相当）を意識して計画される。これにより、アーリーマジョリティにあたる人は、擬似的にその問題の所在や解決に向けた取り組みの一端を理解でき、意識を高めることにつながる。意識が高まった時点では、問題解決に関連する取り組みを実施できるような仕組みが必要で、そこが第三のデザイン領域となる。

このように、ステークホルダーを社会的課題への取り組み意識に応じて層別化し、それぞれの人が経験する体験は、先行するステークホルダーの取り組み結果をパッケージしたようなデザイン物である、という構造を仮定している。同様の構造で、意識が低い人（レイトマジョリティに相当）へと段階的に巻き込んでいく構造を計画するために、第四、第五のデザイン領域がある。なお、イノベーターに相当するステークホルダーは、こうしたソーシャルデザインを計画する立場にあると考えている。

こうした構造を持つソーシャルデザイン事例と

して、「ヒロシマアーカイブ」、「COMMUNITY TRAVEL GUIDE」、「Table Mountain Frames」¹⁾⁵⁾⁶⁾がある。「ヒロシマアーカイブ」は、原爆被爆者の人々の経験を風化させないために、地元の高校生が被爆者にインタビューを行い、当時の体験や想いを知る。そのインタビューの動画や当時の被爆位置を、サイトやARで閲覧できる（第二領域）。「COMMUNITY TRAVEL GUIDE」は地域の隠れた魅力を地域の人々自身が再発見し、ガイドブックとしてまとめ提供したもの（第三領域）。「Table Mountain Frames」も同様に、南アフリカ共和国の素晴らしい景観を地域の人々が発見し、その写真をSNSで広め南アフリカ共和国の魅力を発信するというものである（第三領域）。

このような取り組みはこれまでも数多く多く取り組まれてきたが、構造的に捉え一体的に計画することがソーシャルデザインでは不可欠なことだと考えている。

6. 今後の課題

検討したデザイン領域の各仕組み（黄色矢印）を、具体的にどのようにデザインすればよいかを検討する必要がある。特に縦の関係は、従来のエクスペリエンスデザインと同様だと考えられるため、適切な手法の組み合わせで実現できるのではないかと考えている。しかし、例えば書籍といった媒体では、意識の低い人が進んで閲覧する可能性は低いため、UXデザインの手法を使いつつも有効なメディア展開、パッケージ化の方法を検討する必要性がある。

なお、本提案の考え方に基づいた、習志野市との連携したプロジェクトを計画・実施しており、具体的な取り組みを通して評価していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 寛 祐介著『ソーシャルデザイン実践ガイドー地域の課題を解決する7つのステップ』, 英治出版, 2013年
 - 2) 電通著『ソーシャルデザイン - 社会をつくるグッドアイデア集』, 朝日出版社, 2011年
 - 3) 佐藤ら: 地域課題の解決を目指したソーシャルデザインの考え方とアプローチ, 人間工学会アーゴデザイン部会コンセプト事例発表会, 2014年
 - 4) 山崎 亮著『コミュニティデザインー人がつながるしくみをつくる』, 学芸出版社, 2011年
 - 5) ヒロシマアーカイブ制作委員会: ヒロシマアーカイブ, 2011年 (<http://hiroshima.mapping.jp/>)
 - 6) greens: 自慢の景色を地元の人が見つけ直すきっかけづくり! ケープタウンのソーシャル写真プロジェクト, 2014年 (<http://greenz.jp/>)
- [連絡先] 佐藤忠輔 e-mail: chusan3@gmail.com

Social Centered Designにおけるステークホルダに関する考察

○細田 彰一*, 幾原 武志**

*日本工業大学機械工学科, **株式会社ホロンクリエイト

A study of stakeholder in Social Centered Design

Shouichi HOSODA*, Takeshi IKUHARA**

*Nippon Institute of Technology, **HOLON CREATE Inc.

1. はじめに

1.1 日本人間工学会アーゴデザイン部会合宿

2014年3月15,16日に日本人間工学会アーゴデザイン部会主催の合宿研究会「SCD手法実践ワークショップ～コミュニティ活性化を対象として～」が開催された。本合宿では、2014年2月の甲府盆地で起こった大雪災害を題材に、「豪雪で見えた社会的課題にSCDでアプローチしよう」というテーマで、Social Centered Designを用いて社会課題にどうアプローチすべきかを4グループで討論した。実際に被災した勝沼ぶどうの丘の職員の方や公益財団法人オイスカの田中美津江氏の講演やインタビューから、今回の大雪災害のステークホルダの抽出を行った。

1.2 彩の国連携力育成プロジェクト

彩の国連携力育成プロジェクト [サイピー]は、医療福祉に関わる学部学科を持つ埼玉県内の四大学が教育で連携することを目的とする。本プロジェクト主催の第3回4大学連携ワークショップ「医療・福祉・工学におけるヒューマンケアを考える」が2014年9月18日に開催された。連携四大学において、「ヒューマンケア」をいかにカリキュラムに入れるかを考えるワークショップである。医療福祉に関わる学部学科と言っても、福祉、医療、薬学、工学と分野のバリエーションは広く、「ヒューマン」という言葉ひとつとっても、それぞれのスタンスによって定義、分類が異なっており、ひとつの事案においてもステークホルダの捉え方に揺らぎがあることが見えてきた。

今回の報告は、この二つの会での議論をベースに考察したものである。

2. 大雪災害におけるステークホルダ

SCD手法実践ワークショップでは、災害の事例からのステークホルダの抽出、そのステークホルダの本質的価値の探索、そこから減災のための施作

を考案するという流れで行われた。

大雪災害に関わる講演、インタビュー、議論から、災害に関わる6タイプのステークホルダを抽出した。

①実際に困っている人々(⑥を内包する)

②顔見知り、頼りになる人々

③頼める人々

④手助けに興味がある人々

⑤他人事(無関心な人々)

⑥困っているけど頼めない人々

これらをマッピングすることで、二つの障壁の存在が示唆された。物理的な障壁(主に距離)と価値の障壁(主に関心度)である。

具体的に行動を起こさないケースとして、災害や問題が起こった場所から物理的に離れている場合、場所が近くても関心を示さない人や、あるいは何をしたらよいかわからない場合もある。

また、それぞれのステークホルダの本質的価値を議論する中で、「困っているけど頼めない人々」つまり、被災しているけど、どう行動すべきか「誰に何を頼めばよいのか」「皆忙しいのに自分だけ頼んでよいのか」という疑問や葛藤を持つ人々の存在も示された。つまり、災害において、助ける側にも助けられる側にも物理的な障壁と価値の障壁の存在があるということである。

その二つの障壁を下げることで、減災や迅速な救済を可能にするという提案を行った。

この提案「分かち合いスイッチ」は、ビジネスや公共サービスによって、各ステークホルダ毎に、これらの障壁を下げるような活動をするという提案である。ただし、議論の時間が合宿では不足しており、具体的にどういったビジネスや公共サービスに結実するかについては未だ議論が深まっていない。

ただし、この災害に関わるステークホルダのフレームワークは、災害以外にも他の社会問題や社会

参加型の製品開発などにも拡張して考える基本になる可能性がある。

3. ヒューマンケアにおけるステークホルダ

彩の国連携力育成プロジェクトは医療福祉関連プロジェクトであるが、これまで医療とはあまり接点の多くない工学部が大きく関わってきているのが特徴の一つである。これまでに数回のワークショップや集会を行っているが、非常に興味深いのが、分野毎に用語の意味や解釈が大きく異なることである。今回のワークショップのテーマ、「ヒューマンケア」における「ヒューマン」も、工学系の我々から見ると、狭い定義と感じた。医療福祉の世界における「ヒューマン」は、極論すれば「現場で助ける人」と「現場で助けられる人」しか存在しない。このフレームの狭さは、古典的な定義での「人間工学」における「人間」と「人間中心設計」における「人間」との関係にも近い。古典的な人間工学で扱うのは基本的に労働、あるいは行動が必然の現場であり、基本的に労働をする存在としての人間であるのに対し、人間中心設計における人間は、行動を起こそうとしない人まで含む概念である。

ヒューマンケアを工学部のカリキュラムにする場合、「現場で助ける人」と「現場で助けられる人」のフレームでは、ほとんどの工学部生が当面関係がない状況となる。工学系アプローチは、有事を予想し、予防減災することが基本である(起こってから対処では間に合わないことも多い)。一般論として工学系のアプローチは予防的、全体対応的であり、医療福祉系のアプローチは事後処理的、個別対応的でいわば相補関係にある。

例えばメガネがそうであるように、工業製品が、本来「現場で助けられる人」であった人をそうでない存在と変化させている。メガネで対処できない諸問題を、医療や福祉のアプローチで、現場で助けている。ここからわかるのは、現在問題がないと考えられている人も実は予防的なレベルでケアされているという事実である。もっとも、これをケアと呼んでいいかは議論の余地がある(一般的には人間工学やユニバーサルデザインと呼ばれているものと重なる)。そうではあるが、工学部でのヒューマンケア教育を考えた場合、そのステークホルダをそのレベルまで広げておかないと、極めて限定的なシチュエーションしか扱えなくなる可能性がある。これを整理すると、海で溺れて

いる人のメタファーから以下のステークホルダが抽出された。

- ①今溺れている人
- ②溺れている人を助ける人(現場の救助者、予防者)
- ③傍観する人
- ④その場に居ない人
- ⑤今後溺れるかもしれない人

大雪災害のステークホルダと共通点を感じるカテゴリーズである。大規模災害と個人の救出はスケールの違いはあれどほぼ同じ構造を持つ。ただし、大雪災害のケースについては、そのワークショップ参加者が基本的に工学的アプローチを前提としているのと、災害後の対処についての議論のため、「⑤今後溺れるかもしれない人」予防的なカテゴリーズはあまり表出していない。ただし、その提案である「分かち合い」スイッチは、極めて予防的なアプローチである。

4. これから

今回、災害や医療福祉におけるSCDについて二つのワークショップから得られた知見を元に考察を行った。今後もSCDにおいてステークホルダをどう捉えていくべきかについて、議論を深めていきたい。

5. 付言

本報告は、2013年度日本人間工学会アーゴデザイン部会主催合宿研究会のBグループ(幾原武志、竹内一平、伊藤潤、柳田宏治、川上智之、田中美津江、細田彰一)の討論及び、彩の国連携力育成プロジェクト第3回4大学連携ワークショップの参加者による議論がベースである。

6. 文献

- 1)幾原武志・細田彰一他：分かち合いスイッチ合宿研究会「SCD手法実践ワークショップ～コミュニティ活性化を対象として～」，日本人間工学会アーゴデザイン部会主催コンセプト事例発表会2014論文集，38-39，2014.
- 2)彩の国連携力育成プロジェクト [サイピー]，
<http://www.saipe.jp/news/josai/2189/>，2014.

[連絡先]

細田 彰一

e-mail : hosoda@nit.ac.jp

ソーシャルセンタードデザインにおける課題発見とビジョン可視化

— やまなし水源地ブランド協議会 SCD プロジェクトを事例に —

○郷 健太郎*, 八木 佳子**

*山梨大学大学院総合研究部, **株式会社イトーキ

Problem Finding and Vision Visualization in Social Centered Design

- An Approach for YAMANASHI Reservoir Area Brand Promotion Council -

Kentaro GO*, Yoshiko YAGI**

*University of Yamanashi, ** Itoki Corporation

1. はじめに

デザイン活動に社会的視点を積極的に導入するソーシャルセンタードデザイン (Social-Centered Design, SCD) が注目されている。SCD は、ユニバーサルデザインの実践手法¹⁾とビジョン提案型デザイン手法²⁾とを包括する新たなデザイン方法論として日本人間工学会アーゴデザイン部会により提唱され、これまでに様々な方法論構築への活動が行われてきた³⁾。特に著者らは、やまなし水源地ブランド協議会のプロジェクトとして SCD を実践し⁴⁾、事例から SCD の特徴について議論してきた。

本稿では、やまなし水源地ブランド協議会 SCD プロジェクトでの取り組みから、課題発見とビジョン可視化のアプローチについて報告を行う。

2. やまなし水源地ブランド協議会 SCD プロジェクトの概要

やまなし水源地ブランド協議会とは、東京を始めとする都市部の水源涵養機能をもつ山林の所在地である山梨県内の 3 つの町村を中心に公益財団法人、特定非営利活動法人、企業等が集まり、2012 年 5 月発足した団体である⁴⁾。初年度の活動では、ブランドコンセプトとして「昇華」を挙げ、このコンセプトを具現化した家具を、地域材を活用したプロダクトとして開発した。

2013 年度からは大学も参加し、活動の一部を SCD プロジェクトと位置づけ、地域における社会課題の発見や解決のアプローチを協働によるデザインによって模索している。

3. 課題とビジョンの町村ペルソナによる表現

3.1 ペルソナの活用

本 SCD プロジェクトが焦点をあてている町村は中山間地域であり、下流の都市部の住民の水源として大きな役割を担っている。一方で、山あいの地域にある「過疎」といった顕在化した課題だけでなく、個々の地域に特有の潜在的な社会課題をかかえている。

本プロジェクトには、独立した多様な組織から、異なる立場と専門性をもってメンバーが参加する。対象地域外から参加するメンバーも多い。したがって、メンバーがそれぞれに調査した結果を共有

し、地域課題を発見して解決につなげるためには、デザインに関する成果物の適切な表現が必要である。そのため、共有する成果物の表現として、デザイン領域で実績のあるペルソナ⁵⁾を導入することにした⁶⁾。

3.2 町村ペルソナの特徴

ペルソナを作成するにあたり、著者らは住民のペルソナを作成するのではなく、町村を擬人化してペルソナを作成するというアプローチ⁶⁾をとった。これは Soup Stock Tokyo の「秋野つゆ」⁷⁾に着想を得たものである。秋野つゆは Soup Stock Tokyo を人物に置き換えて考えた姿であり、組織としてのゴールを明示的に表現している。

住民ペルソナではなく町村ペルソナを作成することには、次のような利点がある。

1. 町村の現状を客観視できる。
2. 町村の全体像の理解性を高める。

仮に住民ペルソナを作成した場合には、具体的な個人を想定することで、住民のマイナス面が強調されてしまう可能性がある。マイナス面の着想が第三者から与えられた場合には、ワークショップ参加者の対立を生じさせてしまう可能性が否定できない。このような問題を、町村をペルソナ表現することで回避することができる。つまり町村ペルソナは、具体的な住民個人を表現しているのではなく、生活者としての住民を含めた、町村の全体イメージを代表している。

一方で、町村を擬人化するというアプローチには、擬人化するという作業が難しく、受け入れられない問題が想定される。

4. 町村ペルソナの評価

前述の問題を明らかにするために、本 SCD プロジェクトの過程で、多様な参加者に対する理解の程度を確認した。具体的には、町村ペルソナの作成者としての理解度と町村ペルソナの利用者としての理解度を、プロジェクトの関与者（著者ら）が観察によって確認した。

まず、町村ペルソナの作成者としての観点では、十分な理解が得られた。プロジェクトではグループワーク形式で、(1)現状の地域を擬人化した表現と(2)未来の地域を擬人化した表現の 2 種類を作成

した。いずれのグループも現状の地域課題の表現（(1)に相当）と未来のビジョン（(2)に相当）が適切に作成できていることが確認できた。これはグループワークの前半で町村ペルソナに対する説明を行っていることと、グループ内でメンバー同士が相互に理解を補完していることによると考えられる。その一方で、あるグループは直前にインタビューした住民の特徴に大きく類似した町村ペルソナを作成していた。住民もその町村を構成する重要な要素であるため町村ペルソナの表現としては問題ないが、擬人化の上で実在の人物を想定して表現する方が、参加者にとっては容易であったようである。

次に町村ペルソナの利用者の観点では、町村ペルソナに対する理解は2つに分かれた。具体的には、理解性の高いメンバーとそうでないメンバーとに二極化した。

理解性の高いメンバーには、モノづくりやコトづくり（広い意味でのデザイン）に関わっているメンバーが多くみられた。この中には、例えば経営の観点からペルソナへの取り組みを理解しているメンバーがいた。このメンバーは作成された2つの町村ペルソナの特徴および背景の概念を速やかに理解し、他者への説明に活用していた。

一方で、理解性の高くないメンバーの多くは、地域における生活者という立場で参加していた。したがって、自らがもつ地域への理解との相違点を懸念しているような状況がみられた。特に、地域の全体像を人間に例えている点を、実際の住民の姿と置き換えて説明する方が、理解が容易であるようであった。

また、本プロジェクトの町村ペルソナについて、デザインコミュニティにて議論を行った。この分野では一般に、コミュニケーション促進を目的として導入された架空のユーザ表現として、ペルソナが理解されている。特に、対象ユーザを示す定量的・定性的なデータに基づいて作成されることが多い。したがって、この一般的なペルソナと町村ペルソナとは、対象と特徴が大きく異なっており、ペルソナという表現に適さないという指摘が得られた。

5. Anthropomorphismの導入と関連研究

以上の経験から、本プロジェクトで導入した町村ペルソナを新たに「Anthropomorphism（以下、略して Anthro：アンスロ）」と呼ぶ。アンスロとは、主に人間以外の対象を人間に例えて表現する手法を意味する。主に対象ユーザを表すペルソナというキーワードをとらないことで、ユーザを表現しているのではないことを明示する。

Anthropomorphismの概念は、ロボティクス分野で人間らしさを議論する場合に使われている⁹⁾。また、デザイン対象を説明する表現として使われ

ることがある⁹⁾。将来のあるべき姿を表現するアプローチとしては、BodkerらがTechsonaという概念を提唱している¹⁰⁾。Techsonaでは、将来のあるべきユーザ像としてのペルソナに対し、将来のあるべき技術を表している。

6. おわりに

本稿では、著者らが「やまなし水源地ブランド協議会 SCD プロジェクト」にて実践しているソーシャルセンタードデザインプロジェクトについて、課題発見とビジョン可視化のアプローチを述べた。特に町村ペルソナの代替表現として、擬人化を表すAnthropomorphismというキーワードを導入した。

本プロジェクトは現在進行中であり、成果物としてのプロダクト案についても検討を進めている。

謝辞

やまなし水源地ブランド協議会 SCD プロジェクトの関係者各位に感謝いたします。アンスロのコンセプトは、細田彰一氏と高橋克美氏との議論に基づいたものです。

参考文献

- 1) 日本人間工学会編：ユニバーサルデザイン実践ガイドライン，共立出版，2003.
- 2) 山崎和彦ほか：エクスペリエンスビジョン，丸善出版，2012.
- 3) 西内信之：ソーシャルセンタードデザイン(SCD)の事例とアプローチのまとめ，日本人間工学会関東支部第43回大会講演集，2013.
- 4) 八木佳子：やまなし水源地ブランド推進協議会 SCD プロジェクト報告：プロジェクトの概要，日本人間工学会関東支部第43回大会講演集，2013.
- 5) Pruitt, J. and Grudin, J. Personas: practice and theory. In Proc. DUX '03, pp. 1-15, 2003.
- 6) 郷 健太郎，八木佳子：やまなし水源地ブランド推進協議会 SCD プロジェクト報告：ソーシャルセンタードデザインの定義とアプローチ，日本人間工学会関東支部第43回大会講演集，2013.
- 7) 遠山正道：成功することを決めた：商社マンがスーパで広げた共感ビジネス，新潮社，2011.
- 8) Fink, J. Anthropomorphism and human likeness in the design of robots and human-robot interaction. In Proc. ICSR '12, pp. 199-208, 2012.
- 9) DiSalvo, C. and Gemperle, F. From seduction to fulfillment: the use of anthropomorphic form in design. In Proc. DPPI '03, pp. 67-72, 2003.
- 10) Bodker, S., Klokmoose, C.N. From Persona to Techsona, INTERACT 2013, LNCS Vol. 8120, pp. 342-349, 2013.

[連絡先]

ごう けんたろう

e-mail: go@yamanashi.ac.jp

Safety-II の実現へ向けた福島第一原子力発電所からの教訓導出(1)

—レジリエンスエンジニアリング：指針から実装へ—

○北村正晴*, 吉澤厚文**, 大場恭子***

* (株) テムス研究所, ** 原燃輸送株式会社, *** 東京工業大学

Lessons Learned from Fukushima Nuclear Disaster Toward Pursuing Safety-II (1)

- Resilience Engineering, Guidelines and Implementation -

Masaharu KITAMURA*, Atsufumi YOSHIZAWA**, Kyoko OBA***

*Research Institute for Technology Management Strategy, ** Nuclear Fuel Transport Co., LTD,

*** Tokyo Institute of Technology

1. はじめに

東日本大震災以降、大規模社会・技術システム(socio-technical system)とその運用組織がレジリエンス特性を持つことが望ましいという認識は広く共有されはじめている。しかし、そのレジリエンス特性を如何に実現するのかという点に関しての認識共有は十分とは言えない。筆者らはその実現方法論としてのレジリエンスエンジニアリング^{1,2)}の有用性を主張してきた。この方法論に関して講演等を行うと、基本指針は理解できたが、実際の現場導入方策も具体的に示してほしいという、技術の具体的な導入法、いいかえれば指針の実装方策についての解説要請を受けることが少なくない。本稿ではこの要請に応えることを試みる。一方、具体策を望む声が多い割に、レジリエンスエンジニアリングが目指す安全概念については関心の度合いが低いように思われる。目指す安全の姿が明確でないままに基本指針を受け入れ具体化を目指すというアプローチには無理があろう。

このような現状を踏まえて本講演では、まずレジリエンスエンジニアリングの基本指針について2.で要点を説明する。その際に見落とされがちな事項について特に注意を喚起する。次いで3.においてレジリエンスエンジニアリングが目指している安全概念である Safety-II^{4,5)}について紹介する。これらの予備知識を踏まえる形で4.では、実装方策に関する若干の提言を記す。より具体的な事例に関しては次報以降で紹介する。

2. レジリエンスエンジニアリングの基本指針

2.1 中心となる4能力と補完的要件

この安全を実現するために中心的な役割を果たす4能力として、対処する(responding)、監視する(monitoring)、予見する(anticipating)、学習する(learning)が提唱されている。この4能力が重要であるという認識はレジリエンスエンジニアリング研究者の多くに共有されている。また、リソース配備の適切さ、失敗にのみ注意を向けるのではなく、普段うまくいっていること(things that go right)に着目することの重要性、問題処理のプロアクティブ性、システム並びに環境の変化への気づき重視などの補完的要件も提唱されている。これら4能力や補完的要件の必要度は適用分野によって異なる。このこ

とについて E. Hollnagel は、「たとえば消防隊については、直面する状況に対処することが未来の可能性について予見するよりも重要であるが、販売組織にとっては予見する能力が対処する能力と同様に重要である。しかしどのような組織にとっても、レジリエントであるためにはこれらの能力のすべてをある程度は有していることが必要である」³⁾と述べている。

2.2 失敗中心の安全学を超える方策

補完的要件のうち、うまくいっていることへの着眼に関して特に説明を補足しておきたい。安全性向上への努力対象は、これまで長いあいだ、事故やインシデントすなわち、結果から見てうまくいかなかったこと(things that went wrong)を対象として研究がなされてきた。避けたい事象について研究することは自然なアプローチであり、そのような研究を通じて大きな成果も得られていることも事実である。しかし、それだけで果たして十分なのかという問題意識が近年になってヒューマンファクター研究者の中に生まれてきている。その問題意識から生まれたアプローチのひとつが、成功事例への注目であり、J. Reason が表した著作⁶⁾はその先駆的なものである。ただしこの著作では、英雄的なアクターによる成功事例が関心対象になっている。これに対して、レジリエンスエンジニアリングの研究者とりわけ E. Hollnagel が重視しているのは、様々な産業現場で実務に従事する無名の人々が行っている行動の結果としてうまくいっている事象である。失敗だけに目を向ける安全学からの新しい展開として注目すべき視点と考える。大規模な社会・技術システムではシステム自身や環境は変動を含むことが常態である。変動やそれに関する情報の不足を人間が適宜補って調整操作を行い動作(operation)が継続している。この調整操作がほとんどの場合には動作がうまくいくことに寄与しているが変動と調整の関係によってはうまくいかない事態が起こる。これが事故であるという認識に立って、安全の探求がなされるべきというのが彼の主張である。

なお、単一の故障や人間の過誤がそのまま事故に結びつくような安全度の低いシステムでまずそのような単純事故生起プロセスの排除が直接の課題である。レジリエンスエンジニアリングはその先を目指す安全方法論であることに注意したい。

3. Safety- II の概念

3.1 定義

多くの分野では、安全とは受け入れられないリスクがないこと(Safety is freedom from unacceptable risk)という表現に類する定義が採用されている。この定義は感覚的にはわかりやすいが抽象的であり、どうしたら目指す安全が実現できるのかという問いに対する明確な答えにつながっていない。また、この定義は結果として「なにも起こらない状態が安全」、「その状態が乱されたら危険」「ヒューマンエラーはゼロを目指すべき」といった誤解につながりやすい点も問題である。

これに対して E. Hollnagel は、①システム自身や外部環境に大きな変動が起こり、通常の動作(operation)状態を維持できない場合、パフォーマンスの低下は起こっても動作は維持できること、②破局的状態は回避できること、③外乱を乗り切ったあとでは、速やかに元の状態かそれに準じる状態に復帰できること、が目指すべき安全の姿であるとして、この意味での安全を Safety- II、これに対比される従来型の安全を Safety- I と名付けている^{4,5)}。

3.2 意義

「安全の定義などを議論するより要は事故を起こさなければいいのではないか」という意見に接することがある。しかし、「なにも起こらない状態が安全」に類する認識をしていると、安全向上活動の力点は故障やトラブルの未然防止だけに向かいがちである。この傾向は人間の持つ正常性バイアスや確証バイアスによって強化され、組織的にも共有されがちであることは、福島第一事故をはじめとする多くの産業事故でも例証されている。結果として、万全なはずの未然防止策が破綻した場合に対する備えが不足しがちになる。安全を定義する段階ですでに大きな外乱による定常状態逸脱や破局的状況の回避、回復までも明示している Safety- II を基本とするアプローチは、その種の思考のバイアス回避にも有効と考えられる。なお、レジリエンスエンジニアリングは E. Hollnagel, D. D. Woods, J. Paries, J. Wreathal, S. Dekker ら複数の研究者の共同活動を通じて形成されている方法論であるが、Safety- II 概念は主として E. Hollnagel 個人の着想によるものである。

4. 実装へ向けた方策

レジリエンスエンジニアリング方法論を現場に実装することを考えよう。2.で述べたようにレジリエンスエンジニアリングを単独に持ち込むことだけで高いレベルの安全が達成できるわけではない。小松原は前述の 4 能力や補完的要件に加えて専門的スキル(Technical Skill: TS), Non-technical Skill (NTS), Attitude, Mental and Physical Health などが重要であることを指摘している⁷⁾。福島第一発電所の現場で事故対応の現場を経験した吉澤は、この提言を拡張してさらに放射線防護、耐震性など作業者の

安全を確保する建物の堅牢性や居住性を含む作業環境(Environment)の重要性を指摘している⁸⁾。

この考察を発展させれば、当然ながらヒューマンファクター的配慮(ハード、ソフト両面にわたる)、安全文化、公正な文化と犠牲を伴う判断の許容、などを総体として備えて目指す安全が望まれる。レジリエンスエンジニアリング実装に際しては、方法論自体の理解に加えて、このような全体俯瞰的視点が必要と考える。このような観点に立って進めた福島第一事故からの教訓抽出例については次報以降で紹介する。

5. おわりに

Safety- II の実現を目指すレジリエンスエンジニアリングという方法論は従来の Safety- I 的安全概念と失敗事例着目型の安全探求法の進化形であることは間違いない。ただし高いレベルの安全実現という課題は一筋縄では行かない。どこまでを想定して対策を講じるべきか、人間と機械の役割分担、マニュアル遵守から状況依存判断への切り替え論理など、今後の課題はなお多い。人間工学専門家の積極的な貢献を期待する次第である。

6. 参考文献

- 1) E. Hollnagel et al.(Eds.) Resilience Engineering, Concepts and Precepts, Ashgate, 2006. 邦訳, 北村正晴(監訳) レジリエンスエンジニアリング, 概念と指針, 日科技連, 2012.
- 2) E. Hollnagel et al.(Eds.) Resilience Engineering in Practice, Ashgate, 2011. 邦訳, 北村正晴, 小松原明哲(監訳) 実践レジリエンスエンジニアリング, 日科技連, 2014.
- 3) E. Hollnagel, Epilogue, 参考文献 2), pp. 275-296, 2011.
- 4) E. Hollnagel, 日本語版へ寄せて, 参考文献 1), pp. iii- viii, 2012.
- 5) E. Hollnagel, "Safety- I and Safety- II, The Past and Future of Safety Management", Ashgate, 2014.
- 6) J. Reason, The Human Contribution: Unsafe Acts, Accidents, and Heroic Recoveries. Ashgate, 2008. 佐相邦英(監訳), 組織事故とレジリエンス, 日科技連, 2010.
- 7) A. Komatsubara, "Resilience Management System and Development of Resilience Capability on Site Workers", Proc. of the fourth Resilience Engineering Symposium pp.148-154, 2011.
- 8) 吉澤厚文, 大場恭子, 北村正晴, 福島第一原子力発電所事故を踏まえた組織レジリエンスの向上(I), 日本機械学会 2014 年度年次大会予稿集 G2010102.

[連絡先]

きたむら まさはる

e-mail : kitamura@temst.jp

Safety-II の実現へ向けた福島第一原子力発電所からの教訓導出(2)

—Responding の構造分析—

○吉澤厚文*, 大場恭子**, 北村正晴***

*原燃輸送株式会社, **東京工業大学, *** (株) テムス研究所

Lessons Learned from Fukushima Nuclear Disaster Toward Pursuing Safety-II (2)

- Structural Analysis of Responding Capability -

Atsufumi YOSHIZAWA*, Kyoko OBA**, Masaharu KITAMURA***

* Nuclear Fuel Transport Co., LTD, **Tokyo Institute of Technology,

***Research Institute for Technology Management Strategy

1. 緒言

東日本大震災を福島第一原子力発電所で体験し、想定外の状況の中、時間にも追われる強いプレッシャーの下、所員の安全確保とプラントの事故対応を並行して実施することとなった。現場では食料・睡眠不足と戦いながらも、限られたリソースでの対応という困難さに直面し、不確かな情報の中で臨機応変さが求められた。このような過酷事故下では、現場で実施された重要な行為は一つ自動的に行われるものではなく、人の作業がその機能を確保する唯一の手段であった。

なぜ現場の人たちはそこに留まり事故と戦ったのか。現場作業が人により実施されていた以上、これをある程度解明しておくことは次への備えとして重要な示唆を与えるものと考えられる。

本稿は、現場で事故の対応をする人たちの行動に着目し、事故の中で行われた事例を分析するとともに、ここで抽出された要素をベースに、より高度な安全性への追求を試みるものである。

2. レジリエンスエンジニアリング(RE)の考え方

福島第一の現場で実証されたのは、人は「システムの安全性を脅かす要素」ではなく、「問題や逆境に苛まれても成功(回復)を得るために努力する能力(レジリエンシー)を有する」ものであるという事実であった。現場の作業員の存在と活動が無ければさらに破局的な状況に至っていただろう、ということは吉田調書にも触れられているところである¹⁾。

現場で必要とされた「変化する状況の中で求められるパフォーマンスが出来るだけ高い水準に保たれる状態を目指す」考え方は、REの言う Safety-II として定義されている²⁾。

REの4つのコア能力(Learning, Responding, Monitoring, Anticipating)を備えるために、小松原は管理すべき要素として Technical Skill, Non-technical Skill, Attitude, Mental and Physical Health を提案している³⁾。

上記管理要素の内 Skill, Attitude は直接 Responding に結びつく要素であり、Health はこの2つの管理要素を支える役割を果たすもの(これが直接 Responding するものではない)と分類できる。

特に、レジリエンスとしての Responding は、Skill を伴った Attitude により得られるものと考えられる。

福島第一での事故対応の経験から、Skill, Attitude に影響を及ぼすものとして、Health に加え、食料、水、トイレ、通信手段やロジスティック等のインフラや、明るさ、気温等と言った環境居住性、放射線防護、耐震などの作業者の安全を確保する建物の堅牢性、職務に対する時間的・外的圧力、などを総称した Environment (作業環境)を加える必要があると考える。REと関連して管理されるべき要素との関係性は下図のように表現することができる。

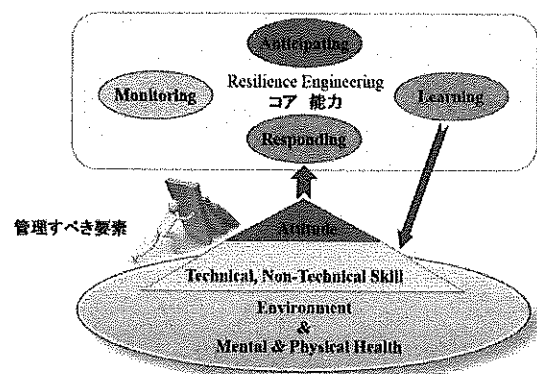


図1 Resilience Engineering コア能力と管理すべき要素の関係

3. 福島第一における事例分析

前章で述べた関係性をベースに、現場で実際に行われた行為⁴⁾に関し、現地での状況調査、関係者のインタビュー等に基づき分析を行った。

3.1 事例1: タンカーの緊急離岸

①事故当日、5・6号機側のバースに重油タンカーが停泊しており、パイプラインを通じて給油を実施。
②関係者は作業前にTBM (Tool Box Meeting) を実施しており、その中で津波襲来時の手順を確認。
③給油中に地震が発生。陸側の作業責任者(操船経験あり)、作業員は津波を予測し、船長と相談。船長は津波に備えてタンカーを港湾から避難させるため緊急離岸を判断。緊急離岸訓練は過去に実施していなかったが、緊急離岸手順は通常作業の延長上あり船員に力量は備わっていた。

④緊急離岸を実施する上でオイルフェンスの撤去が課題。緊急性の観点からボートによる撤去を断念し、現場はフェンスの切断を判断。

⑤これらの判断、行動によりタンカーは本格的な津波来襲前に港湾を脱出。

⑥行動が遅れていたら、津波で流出した重油タンクのようにタンカーはプラントの復旧作業に大きな支障をきたしたおそれあり。

3.2 事例2：5・6号機原子炉建屋ベントホール

①1・3・4号機の建屋が爆発する中、炉心冷却の最終ヒートシンクが確保できずにいた5・6号機の建屋にベントホールの工事を計画。

②東京電力は作業を外部に依頼したが、機材は入手できたものの安全確保困難を理由に作業員は集められず、社員が自ら作業をしようと、福島第一原子力発電所外にいた社員が現場に向かう途中、Jヴィレッジ(出入り管理場所)で、業務上長くお付き合いのある地元工務店の所長(現場からの避難途中)と出会い、経緯を説明。所長は作業を自主的に引き受ける。

③所長は、“ここで作業をしなかったら、一生発電所に入る資格がなくなる”との想い。これまでの信頼関係を大切にされた業務を超えた判断。

④所長と社員はともに作業現場へ向かう。現場の線量が高い中、ベントホール穿孔作業を実施。屋上での作業は、爆発した建屋の状況が間近に見える不気味さも残る状況下での工事。最後穴を貫通させる場面では、4号機のように爆発することも頭を過ぎったが、チームワークで作業を完遂。

⑤この作業が実施できたことで、水素爆発を回避できる見込みが立ち、5・6号機の事故対応に大きな時間的余裕が生れる。安全確保や5・6号機の冷温停止に向けた戦略の中で大きな意味を持つ。

4. 事例からの考察及び提言

これらの事例は、「リスクの除去」を行う Safety-I では達成が困難で、より積極的に回復動作を行う Safety-II のアプローチが必要であることを示している。

事例1では、成功の重要な鍵は Skill にあり、緊急時の Technical Skill は平時のものがそのまま活かされている。また、危険予知能力に優れ、手順の確認、リソース確保、指揮命令、優先順位付けとそれに沿った実行、リーダーシップといった Non-Technical Skill も十分に発揮されている。さらに、緊急事態の発生を予測し、それに備える対応へと速やかに切り替えがされているところに、失敗感度の高さを感じさせる部分が出ている。加えて、緊急時の対応に関しては、お互いに良く知合ったメンバー間でのチームワーク、団結して事に当たる姿勢(Attitude;ここでは一体感、信頼感)が発揮されている。

事例2は、社員のセレンディピティ(Serendipity;偶然を幸運に導く能力)によって安全が実現できたといえるが、その背景には所長と社員の Attitude を見ることができる。当時5・6号機は炉水位は確保できていたが、4号機の爆発の理由が判明していない状況下で作業を買って出る作業員の存在は、その場で急遽出現するものではなく、平時からの公私に亘る人間関係を通じた信頼感、一体感、使命感があったと考えるのが妥当であろう。

上記事例分析からも、緊急時での対応は図に示した構造図のとおり、Skill が伴った Attitude により Responding が生れており、レジリエントな Responding 能力が発揮されるためには、こういった要素に着目した施策を実施する必要がある。

Attitude については、これまで福島事故の教訓として具体的に取り上げられた例は見当たらないが、次稿で大場が示すとおり、使命感や誇り、一体感等の意識を高めてゆく必要がある。事例からも示される通り、Attitude は平時から関係者の信頼感、一体感が醸成されてきた結果として現れているもので、即効性が期待できるものではなく、長期間の取り組みが必要なものである⁹⁾。

また、既に運輸業界等で実施されているように、今後福島第一原子力発電所を原子力関係者の安全意識を高める場として、事故を「語る」物品の保存・展示、現場での体験や、事故体験者との交流などを計画してゆくことは重要であろう。

終わりに、福島第一原子力発電所事故により地域をはじめ皆様にご迷惑、ご心配をおかけしていることに、心よりお詫びを申し上げたい。

7. 文献

- 1) たとえば、政府事故調査委員会ヒアリング記録、吉田昌郎聴取結果書、“事故時の状況とその対応について4”，p.50
- 2) E. Hollnagel, “Safety- I and Safety- II, The Past and Future of Safety Management”, Ashgate, 2014.
- 3) A. Komatsubara, “Resilience Management System and Development of Resilience Capability on Site Workers”, Proceedings of the fourth Resilience Engineering Symposium 2011, pp.148-154
- 4) 東京電力株式会社, “福島原子力事故調査報告書”, 平成24年6月20日, p.115, pp.206-215
- 5) 吉澤厚文, 大場恭子, 北村正晴, 福島第一原子力発電所事故を踏まえた組織レジリエンスの向上(I), (II), 日本機械学会 2014 年度年次大会 予稿集 G2010102, G2010103

[連絡先]

よしざわ あつふみ

e-mail : atsufumi_yoshizawa@nft.co.jp

Safety-II の実現へ向けた福島第一原子力発電所からの教訓導出(3)

—現場における Attitude の分析とその醸成—

○大場恭子*, 吉澤厚文**, 北村正晴***

*東京工業大学, **原燃輸送株式会社, ** (株) テムス研究所

Lessons Learned from Fukushima Nuclear Disaster Toward Pursuing Safety-II (3)

- Analysis and Development of Desirable Attitude for Field Operation -

Kyoko OBA*, Atsufumi YOSHIZAWA**, Masaharu KITAMURA***

* Tokyo Institute of Technology, ** Nuclear Fuel Transport Co., LTD,

***Research Institute for Technology Management Strategy

1. 緒言

水素爆発によって大量の放射性物質を拡散するに至った福島第一原子力発電所事故（以下「福島事故」）については、すでに政府、国会をはじめとするさまざまな報告書がその事故を分析し課題を挙げている。しかし、現状は津波によって発電所の機械的システムの多くが機能を失う中、ときに死を目の前にしながらも状況改善に立ち向かった現場の方々の行動、すなわちレジリエンスエンジニアリングでいう Safety-II を目指した「変化する状況の中で人および組織ができるだけ高い水準の安全を実現するために求められるパフォーマンスを実施」⁽¹⁾があつての結果である（概念図：図1）。

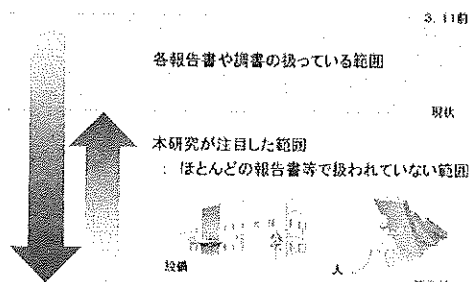
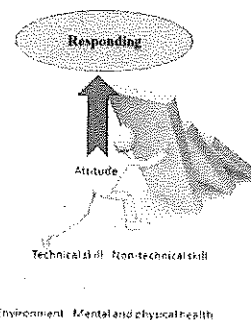


図1 各報告書等と本研究の対象とする範囲

本研究では、福島事故をこれからの社会の安全へ生かす教訓の導出先をほとんどの報告書等で扱われていない範囲に求め、「人（現場の方々）」が自らの死を意識しながらも、最悪のシナリオを回避させる行動(Response)を取れたのかについて、その背後要因の1つである Attitude に注目した。今後、原子力発電所が Safety-I だけにとどまらず、より高い安全を実現する Safety-II によってレジリエントな組織になるために備えるべき Attitude の醸成施策を検討する⁽²⁾。

2. 福島事故現場における Attitude とその醸成施策についての検討

すでに吉澤が、Attitude を含む高い Responding を発揮するためにそれを支える管理すべき要素について述べているが、Safety-I の概念では「システムの安全性を脅かす要素」と位置づけられ、できるかぎりその関与を排除しようとされ図2



Responding を支える管理要素

てきた“人”の優れた Responding 能力によって「最悪の事態を回避した」ことがより概念的にわかるような図を、改めて図2として示す。

以下に、福島事故現場の人々の証言である吉田調書⁽³⁾や新聞記事⁽⁴⁾、「現場の声」⁽⁵⁾から抜き出し、整理された8つの Attitude を、代表的な声と合わせて、紹介する。

① 使命感

こういう状況をつくってしまったのは俺たちだ。後始末はしなきゃならない。そうだろう？

② 誇り

③ マイブランチ意識

父が作った原発を娘の私が動かす。とてもうれしかったのを覚えています

④ 一体感

⑤ リーダーシップ

俺たちがうろたえたら若い連中が動揺する。だから最後の瞬間まで毅然と対応しろ。

⑥ フォロワーシップ

プラントメーカーとしての使命と、吉田昌郎があれだけ一生懸命がんばっているのに見捨てられない。わけには行かない。

⑦ 家族や友人を守りたいという思い

運転員が制御室を離れるということは、原子炉の制御を諦めるということである。すなわち我々を信じて避難している地元の人たち、みんなの家族を見捨てるということだ。

⑧ 地元／地域への愛着

3. Attitude 醸成に向けた施策の検討

前項にて抽出された Attitude が、原子力発電所や他産業でどのように取り生まれ、どのような先行研究等があるかを調査し、今後への検討を行った。紙面の関係上、使命感とリーダーシップ／フォロワーシップ／一体感についての結果を示す。

3.1 使命感

原子力発電所の取り組み：事故対応訓練等によって、事故時に所員が適切な行動をとれるようにと間接的な活動を実施。

他産業等の取り組み：(警察) 研修に被害者等の思いや国民の期待や信頼の直接聴取、被害のおそれから市民を護った事例などを積極的に取り込み⁽⁶⁾。また国民から感謝された事例等を部内に周知し、部外に情報発信することを推進している⁽⁷⁾。
先行研究：職業的使命感の研究⁽⁸⁾、職業的自尊心と安全の関係性の研究など、使命感が平時の安全行動に結びつく可能性を示唆している⁽⁹⁾。

今後への検討：警察活動の取り組み、使命感の平時安全行動への影響を調査した上での効果的な取り組みの実施(たとえば既に実施されている取り組みへのマイクロインサージョン的導入)。

3.2 リーダーシップ／フォロワーシップ／一体感

原子力発電所の取り組み：フォロワーシップの取り組み(研修)は一部のみ。3.11 後、緊急時の指揮命令として ICS (Incident Command System) のような仕組みの取り入れが始められている⁽¹⁰⁾。

他産業等の取り組み：(宇宙業界) リーダーシップとフォロワーシップが必ずセットで説明されている⁽¹¹⁾。(医療業界) グループではなく「チーム」が意識され、強い一体感を持たせている⁽¹²⁾。
先行研究：リーダーシップは約 100 年調査・分析の歴史がある⁽¹³⁾。フォロワーシップは、近年高い注目の下、研究が進んでいる⁽¹⁴⁾。

今後への検討：リーダーシップ単独ではなくフォロワーシップ、一体感とセットにした施策の実施。

4. 結語

福島事故後、さまざまな原子力発電所の技術的な安全を高める施策が講じられている。しかし、それらの施策は Safety- I の概念に基づいたリスク評価がベースであるため、人を「エラーするもの」として評価せざるを得ない。しかし、組織がよりレジリエントであるということを目指すのであれば、緊急時という、時に答えがわからないままに行動を設計し、実践することを求められる高ストレス下においても、そこにいる“人”が安全を実現する適切な Responding を実施できることを目指した施策が必要である。その施策を検討するにあたり、実際に死を目の前にしながらも状況改善に立ち向かった福島事故現場の方々の背

後要因を分析することは、極めて妥当であり、またより高い安全を目指しレジリエントになろうとするすべての組織において有益と考える。

今後は、今回述べた Attitude 醸成の取り組みが、平時の所員の仕事にどのような影響を及ぼすかの検討を行うと同時に、緊急時の実態ベース調査では上がってこなかった安全姿勢・意識や所属組織への愛着心といった Attitude も視野に入れ、所員自身の生きがいなどにもつながるような、所員個々人にとって望ましい Attitude 醸成を前提とした Safety-II 実現への検討を行いたい。

5. 文献

- 1) E. Hollnagel et al.(Eds.) Resilience Engineering, Concepts and Precepts, Ashgate, 2006. 邦訳、北村正晴(監訳) レジリエンスエンジニアリング、概念と指針、日科技連, 2012.
- 2) Attitude の定義は諸説あるが、G.W. Allport の"a mental and neural state of readiness, organized through experience, exerting a directive or dynamic influence upon an individual's response to all objects and situations with which it is related", Attitudes. In C. Murchison (Ed) Handbook of Social Psychology, Worcester, Mass: Clark University Press, 1935.が広く受け入れられている。
- 3) http://www.cas.go.jp/jp/genpatsujiko/hearing_koukai/hearing_list.html よりダウンロードできる。
- 4) 高橋秀樹(共同通信原子力報道室)による「証言 福島第一事故」連載記事。
- 5) 東京電力株式会社、福島原子力事故調査報告書別添「現場の声」、平成 24 年 6 月 20 日、
- 6) たとえば http://www.npa.go.jp/pressrelease/jinji/20120809_kouhou2.pdf を参照のこと。
- 7) <http://www.npa.go.jp/pdc/notification/kanbou/soumu/soumu20121010.pdf>
- 8) 岡本 浩一他、“職業的使命感のマネジメントーノブレス・オブリジェの社会技術(組織の社会技術 5)”, 新曜社, 2006.
- 9) 大谷華・芳賀繁, “組織的公正は職業的自尊心を高めるか”, 日本心理学会第 77 回大会発表論文集, p.1196, 2013.
- 10) 東京電力株式会社、福島原子力事故の総括および原子力安全改革プラン, 2013 年 3 月 29 日
- 11) <http://iss.jaxa.jp/astro/report/2011/1110/nols.html>
- 12) <http://www.hosp.med.osaka-u.ac.jp/home/hp-cqm/ingai/instructionalprojects/teamperformance/#b-5>
- 13) グロービス経営大学院, 【新版】グロービス MBA リーダーシップ, ダイヤモンド社, 2014.
- 14) R. E. Kelley, “Power of Followership”, Doubleday Business, 1992.

[連絡先]

おおば きょうこ

e-mail : kyou@nr.titech.ac.jp

＜大会運営委員会＞

加藤 麻樹（早稲田大学・大会長）
島崎 敢（早稲田大学・事務局長）
中村 愛（早稲田大学・会計）
伊藤 輔（早稲田大学・総務/書記長）
笠原 康代（昭和大学）
矢口 博之（東京電機大学）
鳥居塚 崇（日本大学）
河合 隆史（早稲田大学）
高橋 明子（労働安全衛生総合研究所）
井出 義之（株式会社ドーモ）

＜関東支部＞

阿久津正大（玉川大学・支部長）
三林 洋介（東京都立産業技術高専）

2014年度 一般社団法人日本人間工学会関東支部第44回大会講演集

平成26年12月6日発行

発行 一般社団法人日本人間工学会関東支部

編集 〒359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島 2-579-15

早稲田大学 人間科学学術院 内

印刷 有限会社 シュープリント