２０１１年度
一般社団法人 日本人間工学会
関東支部第４１回大会
講演集

Proceedings of the 41st Annual Meeting of Kanto-Branch,
Japan Ergonomics Society

会期：2011 年 12 月 10 日（土）・11 日（日）

場所：芝浦工業大学

テーマ：あなたのための人間工学

協賛学協会

映像情報メディア学会・横断型基幹科学技術研究団体連合・計測自動制御学会・システム制御情報学会・自動車技術会・情報処理学会・人工知能学会・精密工学会・繊維学会・電子情報技術産業協会・電子情報通信学会・日本医療薬学会・日本音響学会・日本感性工学会・日本機械学会・日本義肢装具学会・日本経営工学会・日本建築学会・日本作業療法士協会・日本信頼性学会・日本心理学会・日本人類学会・日本生活支援工学会・日本生理人類学会・日本体育学会・日本知能情報ファジィ学会・日本認知科学会・日本バーチャルリアリティ学会・日本理学療法士協会・日本リハビリテーション医学会・日本リハビリテーション看護学会・日本リハビリテーション工学協会安全工学会・日本臨床生理学会・日本ロボット学会・バイオメカニズム学会・ヒューマンインタフェース学会・プロジェクトマネジメント学会

大会スケジュール

※講演は、企画セッション・シンポジウムを除き、一件につき 15 分（発表 10 分、質疑応答 4 分、交代 1 分）となっております。
※支部委員会は 5F 大会議室で行います。

1日目　12月10日（土）

	A会場（403）		B会場（502）	C会場（503）
		10:30 ～ 11:45	B1-1 学習・情報提示方法	C1-1 医療1
12:40 ～ 13:20	支部総会			
	休憩			
13:30 ～ 14:30	A1-1 交通・高齢者1	13:30 ～ 14:30	B1-2 感性・官能1	C1-2 医療2
	休憩		休憩	
14:40 ～ 16:10	A1-2 企画セッション （子どものための人間工学-今後の研究課題と普及啓発）	14:40 ～ 15:40	B1-3 感性・官能2	C1-3 認知・判断・行動1
			休憩	
	休憩	15:50 ～ 16:50	B1-4 疲労・負担	C1-4 認知・判断・行動2
16:20 ～ 17:50	A1-3 企画セッション （想定外対応とレジリエンスエンジニアリング）		休憩	
		17:00 ～ 18:00	B1-5 HCI1	C1-5 健康・福祉1
	移動			
18:10～	懇親会（交流棟・生協）			

2日目　12月11日（日）

	A会場（403）		B会場（502）	C会場（503）	D会場（404）	E会場（405）
		9:30 ～ 10:45	B2-1 健康・福祉2	C2-1 姿勢・温熱1	卒業研究発表会	卒業研究発表会
10:30 ～ 12:00	A2-1 企画セッション （ソーシャルメディアと立体視）		休憩		休憩	
		11:00 ～ 12:00	B2-2 社会・組織・産業安全	C2-2 医療3	卒業研究発表会	卒業研究発表会
	休憩		昼休み		昼休み	
13:00 ～ 15:00	A2-2 企画セッション （これからのアーゴデザインを考える ――人間の成長，環境の変化，技術の革新，参加型のデザイン （関東・関西を中継））	13:00 ～ 14:15	B2-3 姿勢・温熱2	C2-3 医療4	卒業研究発表会	卒業研究発表会
			休憩		休憩	
	休憩	14:25 ～ 15:25	B2-4 交通・高齢者2	C2-4 商品企画・デザイン1	卒業研究発表会	卒業研究発表会
			休憩		休憩	
15:15 ～ 16:45	A2-3 シンポジウム （医薬品・医療機器の安全と人間工学）	15:35 ～ 16:35	B2-5 HCI2	C2-5 商品企画・デザイン2	卒業研究発表会	卒業研究発表会

シンポジウム・企画セッション

本大会では、以下のシンポジウム。企画セッションが開催されます。

1．シンポジウム

A2-3 医薬品・医療機器の安全と人間工学

医療の安全に関心が高まってから十年余になる。この間、厚生労働省においては医政局に医療安全対策検討会議を設置し、その下に人的要素による事故防止策を検討する「ヒューマンエラー部会」（医政局）と医薬品・医療機器において包装や表示等を変更することで事故防止策を検討する「医薬品医療機器等対策部会」（医薬食品局）を設置して医療安全を確保するための行政としての取り組む制作が決定・実施されている。平成 14 年には「医療安全推進総合対策」が、そして平成 17 年には「今後の医療安全対策」が示され、医療安全に対して行政、医療機関、関連企業の責務と役割が示された。この際に「安全」に対する概念が示され、従来行ってきた医薬品や医療機器そのものの安全性に対しては「物の安全」、医薬品や医療機器の使用に関するエラー防止等を含む安全性に対しては「使用の安全」という 2 つの「安全」が備わって初めて安全な医薬品・医療機器となるとの概念が示されている。

また、平成 18 年には医療法や薬事法等が改正され、医療機関においては医療安全を確保するための体制として、全ての医療機関に医療安全管理者、医薬品安全管理責任者、医療機器安全管理責任者等の設置や手順書の装備や従業者に対する研修会の実施等が義務づけられた。

医薬品については事故が多発していたことから「使用の安全」を確保するための事故防止策を検討する WG が医薬食品局に設置され、「規格」、「名称類似」、「注射」、「輸液」、「眼科用剤」の 5 つの WG が創設された。この WG には必ず人間工学の専門家含むようにメンバー構成が行われており、その WG の報告書に基づいて、平成 16 年には「医薬品関連医療事故防止対策の強化について」という通知が発出されている。

このような状況の下、日本人間工学会においても、医療安全に関連した研究が行われるようになってきたが、必ずしも医療機関、関連企業の協力体制が万全ではないため、重要性は認識されているものの、研究発表はある程度限られていたというような状況である。

一方、この十数年間、医療機関においても、様々な対応が取られているのであるが、人手不足と資金不足という環境は一向に改善されないこともあり、医療安全確保のための努力は図っているものの、忸怩たる思いで日常業務を行っているのが実情である。

本シンポジウムは、医療事故の中で多く発生している、医薬品と医療機器を対象に、この 10 年余にどのような事故が発生し、またどのような対策が取られてきたのかについて解説を行うとともに、事故防止のための課題等を発表してもらうことにより、この領域における人間工学的研究が更なる発展をするように企画されたものである。シンポジストとしては医薬品については国際医療福祉大学の土屋文人氏、医療機器については（独）医薬品医療機器総合機構の石井健介氏を迎えることとした。多数の研究者の参加により、このシンポジウムが医療安全の確保に役立つことを望むものである。

2．企画セッション

A1-2 子どものための人間工学 - 今後の研究課題と普及啓発

A1-3 想定外対応とレジリエンスエンジニアリング

A2-1 ソーシャルメディアと立体視

A2-2 これからのアーゴデザインを考える

―人間の成長，環境の変化，技術の革新，参加型のデザイン（関東・関西を中継）

1日目　12月10日（土）プログラム

【一般演題：A1-1】交通・高齢者1

時間	番号	研究題目	発表者
13:30～13:45	A1-1-1	大型トラック実路走行時におけるドライバの視認行動の分析	○岩男眞由美・金海燕・杉浦康司・滝波茂((株)いすゞ中央研究所)
13:45～14:00	A1-1-2	聴覚障害ドライバへの経路情報提示に関する研究	○中澤瞬(横浜国立大学大学院)、高田一(横浜国立大学)
14:00～14:15	A1-1-3	自動車運転補助装置の制御性評価に関する研究	○野地遥(東京都立産業技術高専)、今野浩好・斎藤剛(今野製作所)、田宮高信・三林洋介(東京都立産業技術高専)

【企画セッション：A1-2】子供のための人間工学

時間	番号	研究題目	発表者
14:40～16:10	A1-2-1	子どものための人間工学ー今後の研究課題と普及啓発	○江川賢一((財)明治安田厚生事業団)
	A1-2-2	親は子供の事故リスクをどのように捉えているのか～某大学附属幼稚園の事例から～	○申紅仙(常磐大学人間科学部)
	A1-2-3	比較文化的観点から見た子ども人間工学の役割と課題	○鳥居塚崇(日本大学)

【企画セッション：A1-3】想定外対応とレジリエンスエンジニアリング

時間	番号	研究題目	発表者
16:20～17:50	A1-3-1	人が守る安全：ヒューマンファクターに起因する事故防止のための3管理とレジリエンスマネジメント	○小松原明哲(早稲田大学)
	A1-3-2	東日本大震災における「想定外」と組織のレジリエンス	○北村正晴(東北大学未来科学技術共同研究センター)
	A1-3-3	想定外への対応は裁けるかー「公正な文化」が「柔軟な文化」と「学習する文化」を支えるー	○芳賀繁(立教大学)

【一般演題：B1-1】学習・情報提示方法

時間	番号	研究題目	発表者
10:30～10:45	B1-1-1	力覚デバイスによる外国語文字学習の効果検討	○入江健也・小松原明哲(早稲田大学)
10:45～11:00	B1-1-2	本に登場する人や物の外見に読者のイメージを反映できるシステムの開発	○山崎陽介・大倉典子(芝浦工業大学)
11:00～11:15	B1-1-3	文書提示媒体の違いが心的負荷へ与える影響	○高野隼人(金沢工業大学大学院)、伊丸岡俊秀(金沢工業大学)
11:15～11:30	B1-1-4	マニュアルのメディア形態と作業手順の学習-紙媒体か電子媒体か、静止画か動画か-	○安間裕起・中村洋平・中西美和(慶應義塾大学)

【一般演題：B1-2】感性・官能1

時間	番号	研究題目	発表者
13:30～13:45	B1-2-1	かわいい人工物の系統的研究(第12報)ーかわいい色の評価に対する季節や性別の与える影響の解析ー	○小松剛(芝浦工業大学大学院)、大倉典子(芝浦工業大学)
13:45～14:00	B1-2-2	脳波を用いた聴音時における快不快感検出法	○山下雄己(芝浦工業大学大学院)、上岡英史(芝浦工業大学)
14:00～14:15	B1-2-3	臨場感と現実感の定量化と評価に向けた調査	○飯村浩平(芝浦工業大学)、小松剛(芝浦工業大学大学院)、大倉典子(芝浦工業大学)

【一般演題：B1-3】感性・官能2

時間	番号	研究題目	発表者
14:40～14:55	B1-3-1	曲面の異なる形における"触れたい"心理的要素について	○日暮恭子・笠松慶子(首都大学東京大学院)
14:55～15:10	B1-3-2	スイッチの形が印象と操作力に与える影響	○大塚真言(首都大学東京大学院)、瀬尾明彦(首都大学東京)
15:10～15:25	B1-3-3	ユーザ特性と楽曲に対して抱くイメージとの関係-楽曲に対する認知度が与える影響-	○赤星百合子・中西美和(慶應義塾大学)

【一般演題：B1-4】疲労・負担

時間	番号	研究題目	発表者
15:50～16:05	B1-4-1	覚醒度評価のための音声信号処理手法の改善	○塩見格一(電子航法研究所)
16:05～16:20	B1-4-2	生理，心理指標による職務充実に関する研究	○中塚信宏(首都大学東京大学院)、朴美卿(首都大学東京)、山中仁寛・川上満幸(首都大学東京大学院)
16:20～16:35	B1-4-3	筋負担の総合評価に基づく椅子の座面高の検討	○和泉太樹(首都大学東京大学院)、茅原崇徳・瀬尾明彦(首都大学東京)
16:35～16:50	B1-4-4	仰臥位作業時における上肢位置が身体負担に与える影響	○門松誠・菅間敦(首都大学東京大学院)、瀬尾明彦(首都大学東京)

【一般演題：B1-5】HCI1

時間	番号	研究題目	発表者
17:00～17:15	B1-5-1	生体信号を活用したわくわくするインタラクティブシステムの開発と評価(第3報)－映像の提示方法の違いが恐怖感に与える影響－	○懸川裕貴(芝浦工業大学大学院)、大倉典子(芝浦工業大学)
17:15～17:30	B1-5-2	視覚心理を用いた高効率動画像配信手法	○後藤悠斗・上岡英史(芝浦工業大学大学院)
17:30～17:45	B1-5-3	振動刺激の呈示時間と呈示間隔が主観的刺激強度に与える影響	○中野敬太(首都大学東京大学院)、瀬尾明彦(首都大学東京)

【一般演題：C1-1】医療1

時間	番号	研究題目	発表者
10:30～10:45	C1-1-1	針先2軸の力測定器開発と穿刺角度の推定(第1報)	○小川鑛一(獨協医科大学)、新村洋未・國澤尚子(埼玉県立大学)
10:45～11:00	C1-1-2	針先2軸の力測定器開発と穿刺角度の推定(第2報)	○新村洋未(埼玉県立大学)、小川鑛一(獨協医科大学)、國澤尚子(埼玉県立大学)
11:00～11:15	C1-1-3	点眼容器の使用性に関する研究(第1報)～点眼容器の内部圧力測定について～	○小川鑛一(獨協医科大学)、小長谷百絵・林みつる(昭和大学)、坂井志麻(東京女子医科大学)、山口正純・大塚忠史(千寿製薬(株))
11:15～11:30	C1-1-4	点眼容器の使用性に関する研究(第2報)～ 点眼ボトルの形状およびノズルの違いによる内部圧力の比較～	○林みつる・小長谷百絵(昭和大学)、小川鑛一(獨協医科大学)、坂井志麻(東京女子医科大学)、山口正純・大塚忠史(千寿製薬(株))

【一般演題：C1-2】医療2

時間	番号	研究題目	発表者
13:30～13:45	C1-2-1	調剤薬局の待ち時間を利用して健康への意識向上を支援するアンケート・クイズシステム	○戸田健・陳保旻(日本大学)、尾崎信耶(日本大学大学院)、井手口直子・高木彰子(帝京平成大学)、宮木智子・南部恵子((株)新医療総研)
13:45～14:00	C1-2-2	服薬支援のための患者-薬剤師間インタラクティブコミュニケーションシステムの実証実験	○尾崎信耶(日本大学大学院)、戸田健(日本大学)、井手口直子(帝京平成大学・(株)新医療総研こぐま薬局)、宮木智子・南部恵子・池田恵子((株)新医療総研こぐま薬局)
14:00～14:15	C1-2-3	クリニックの診療支援を目的とした患部画像データシステムの開発	○陳保旻(日本大学大学院)、戸田健(日本大学)、尾崎信耶(日本大学大学院)、藤多和信(藤多パークサイドクリニック)、井手口直子(帝京平成大学)
14:15～14:30	C1-2-4	服薬アドヒアランス向上のための患者教育支援ツールの開発	○川崎涼平・戸田健(日本大学)、尾崎信耶(日本大学大学院)、井手口直子・高木彰子(帝京平成大学)、宮木智子・南部恵子((株)新医療総研こぐま薬局)

【一般演題：C1-3】認知・判断・行動1

時間	番号	研究題目	発表者
14:40～14:55	C1-3-1	MicroMediaを用いたパーソナライズ情報収集支援システムの提案	○澤田瑞穂・戸田健(日本大学)、尾崎信耶(日本大学大学院)
14:55～15:10	C1-3-2	小売量販店における購買行動のベイジアンネットワーク分析	○鈴木光太郎・西内信之(首都大学東京大学院)
15:10～15:25	C1-3-3	モダリティの異なる刺激課題における瞬目波形に関する研究	○町田宇祥(首都大学東京大学院)、朴美卿(首都大学東京)、山中仁寛・川上満幸(首都大学東京大学院)

【一般演題：C1-4】認知・判断・行動2

時間	番号	研究題目	発表者
15:50～16:05	C1-4-1	知らない単語はどこまで聞き取れるか	○山田貴睦・竹内由則(航空安全管理隊)
16:05～16:20	C1-4-2	非漢字系孤立語の情報受容単位に関する研究	○池田誠(千葉工業大学大学院)、鴻巣努(千葉工業大学)
16:20～16:35	C1-4-3	認知特性に基づいたWebマーケティングにおけるリーン消費の実現に関する研究	○科部元紀(千葉工業大学大学院)、鴻巣努(千葉工業大学)
16:35～16:50	C1-4-4	Effect of physical exercise on cognition of visual information 身体運動がヒトの視覚情報認知に及ぼす影響	○駱建松・李スミン・下村義弘・勝浦哲夫(千葉大学大学院)

【一般演題：C1-5】健康・福祉1

時間	番号	研究題目	発表者
17:00～17:15	C1-5-1	携帯電話基地局からの電磁波ばく露と使用状況における自覚症の調査	○石井良和・城内博(日本大学大学院)
17:15～17:30	C1-5-2	ベッドから車いすへの移乗を介助する移乗介助ロボットに関する研究	○丸谷一真(千葉工業大学大学院)、中野榮二(千葉工業大学付属総合研究所)
17:30～17:45	C1-5-3	遠赤外線放射シーツが人体の体温調節機能に与える影響-若年者，高齢者の比較-	○佐々木啓樹(首都大学東京大学院)、朴美卿(首都大学東京)、山中仁寛・川上満幸(首都大学東京大学院)

2日目　12月11日（日）　プログラム

【企画セッション：A2-1】ソーシャルメディアと立体視

時間	番号	研究題目	発表者
10:30～12:00	A2-1-1	ソーシャルメディアと立体視：クリエータの視点から－新たなルールと新たなツール－	○河合隆史(早稲田大学)
	A2-1-2	ソーシャルメディアと立体視：ユーザの視点から－認知の変化つ時空間の変化－	○渡邊克巳(東京大学 先端科学技術研究センター)

【企画セッション：A2-2】これからのアーゴデザインを考える

時間	番号	研究題目	発表者
13:00～15:00	関西支部	環境の変化とこれからのアーゴデザインの課題	○八木佳子(イトーキ)
	A2-2-1	人間の成長とユーザエクスペリエンス	○安藤昌也(千葉工業大学)
	A2-2-2	ユーザ参加のデザインと人間中心設計	○西内信之(首都大学東京)
	関西支部	アーゴデザイン指標の一考察 -インタラクションからロードマップまで-	○新家敦(島津ビジネスシステムズ)

【シンポジウム：A2-3】医薬品・医療機器の安全と人間工学

時間	番号	研究題目	発表者
15:15～16:45	A2-3-1	医薬品の「使用の安全」確保への道－医薬品等事故における10年の経緯－	○土屋文人(国際医療福祉大学)
	A2-3-2	医療機器の「使用の安全」確保への道－医療機器等事故における10年の経緯	○石井健介(医薬品医療機器総合機構)

【一般演題：B2-1】健康・福祉２

時間	番号	研究題目	発表者
9:30～9:45	B2-1-1	Kinectを用いた視覚障碍者向けゲームの開発－晴眼者を対象とした予備実験－	○庄源孝広・高橋信道・池上嘉和・大倉典子(芝浦工業大学)
9:45～10:00	B2-1-2	介護用移乗支援装置の開発	○倉野隆文・高田一(横浜国立大学大学院)
10:00～10:15	B2-1-3	視覚障碍者の運動支援を目的とした音の追跡ゲームの開発(第7報) －中高年層を対象とした改良と評価－	○池上嘉和・大倉典子(芝浦工業大学)
10:15～10:30	B2-1-4	上肢リハビリを支援するインタラクティブシステムの開発と評価	○三木智彦(芝浦工業大学)、杉本龍一・村井秀聡(前・芝浦工業大学)、笠井史人(昭和大学藤が丘リハビリテーション病院)、大倉典子(芝浦工業大学)

【一般演題：B2-2】社会・組織・産業安全

時間	番号	研究題目	発表者
11:00～11:15	B2-2-1	ロールボックスパレット操作時のグリップ位置と主観評定値に関する一考察	○大西明宏(労働安全衛生総合研究所)、高野倉雅人(神奈川大学)、菅間敦(首都大学東京大学院)、清水尚憲(労働安全衛生総合研究所)
11:15～11:30	B2-2-2	ホテルの経営理念とサービスレベルとの関係について－SERVQUAL品質構成概念を手がかりとして－	○北川恭平(早稲田大学大学院)、小松原明哲(早稲田大学)
11:30～11:45	B2-2-3	プロジェクトマネジメントの知識継承におけるバーチャルOJTモデルに関する研究	○馬渕勉(千葉工業大学院)、竹本篤郎(千葉工業大学)
11:45～12:00	B2-2-4	集団成員間の相互作用を考慮したTTMの研究～5S活動定着化プログラムを用いて～	○吉原彰(早稲田大学大学院)、小松原明哲(早稲田大学)

【一般演題：B2-3】姿勢・温熱2			
時間	番号	研究題目	発表者
13:00～13:15	B2-3-1	ペルチェ素子を用いた車いす搭載形うつ熱予防システムの提案と吸熱特性の評価	○藤本翔(日本大学大学院)、硯川潤(国立障害者リハビリテーションセンター研究所)、城内博(日本大学大学院)、井上剛伸(国立障害者リハビリテーションセンター研究所)
13:15～13:30	B2-3-2	Body posture influence on trunk muscle activation and force exertion during isometric pushing 静的な手押し動作時の体幹筋活性化と力発揮における姿勢の影響	○サンジャヤカデク・ヘリ(千葉大学大学院)、SriwarnoAndar Bagus(Industrial Design Department, Institut Teknologi Bandung)、李スミン・下村義弘・勝浦哲夫(千葉大学大学院)
13:30～13:45	B2-3-3	シャワー浴の身体的疲労回復効果	○高橋佳佑(千葉大学)、興梠真紀(東京ガス(株))、李スミン・下村義弘・勝浦哲夫(千葉大学大学院)

【一般演題：B2-4】交通・高齢者2			
時間	番号	研究題目	発表者
14:25～14:40	B2-4-1	高齢者を対象としたユーザビリティ評価方法に関する国内の研究動向	○鳴田智和(芝浦工業大学大学院)、大倉典子(芝浦工業大学)
14:40～14:55	B2-4-2	事象関連電位を用いたドライバの減速意図計測	○岩瀬卓也(芝浦工業大学大学院)、堀江亮太(芝浦工業大学部)、近藤隆之(東京工業大学大学院)、澤田東一(芝浦工業大学)
14:55～15:10	B2-4-3	生体信号を用いたドライバーディストラクションの指標の検討	○内海一真(芝浦工業大学)、懸川裕貴(芝浦工業大学大学院)、大倉典子(芝浦工業大学)
15:10～15:25	B2-4-4	高齢ドライバーの交通事故類型の年齢別傾向分析	○粂田佳奈・北村憲康(東京海上日動リスクコンサルティング(株))、山田純嗣・立山義祐・野寄純平・小木哲朗・西村秀和(慶應義塾大学大学院)

【一般演題：B2-5】HCI2			
時間	番号	研究題目	発表者
15:35～15:50	B2-5-1	顔を用いた入力インタフェースの新たな利用法の提案	○大橋照明・西内信之(首都大学東京大学院)
15:50～16:05	B2-5-2	体温分布を用いた個人認証の研究	○鈴木真璃子・西内信之(首都大学東京大学院)
16:05～16:20	B2-5-3	運動とそのイメージの左右差における脳波電位分布とNIRS(近赤外分光法)データの比較	○西間木孝(足利工業大学大学院)、癸生川容仁・齋藤泰彦・萬代宰・小林敏孝・荒川一成(足利工業大学)

【一般演題：C2-1】姿勢・温熱1			
時間	番号	研究題目	発表者
9:30～9:45	C2-1-1	半座位における体幹部の姿勢の違いが心血管調節機能に及ぼす影響	○窪田聡・遠藤豊・窪田光枝・古館卓也・石塚祐資(国際医療福祉大学小田原保健医療学部)、山本澄子(国際医療福祉大学大学院)
9:45～10:00	C2-1-2	作業姿勢が対面者に感じる心理的負担に及ぼす影響	○高原良・中野江里子・松下祥三・八木佳子((株)イトーキ)
10:00～10:15	C2-1-3	異なるマットレスでの寝返り動作時の筋負担評価	○易強・金子亜由美(静岡県工業技術研究所)、浅井郁男((株)丸八真綿販売)
10:15～10:30	C2-1-4	異なるマットレスでの寝返り動作時の足の力積	○金子亜由美・易強(静岡県工業技術研究所)、浅井郁男((株)丸八真綿販売)

【一般演題：C2-2】医療3

時間	番号	研究題目	発表者
11:00～11:15	C2-2-1	Visual display terminal (VDT)利用時におけるドライアイ防止システムの提案	○鶴岡浩平・戸田健(日本大学)、尾崎信耶(日本大学大学院)、鄭一(鄭一診療室)
11:15～11:30	C2-2-2	アンプルを対象とした外観類似性評価方法の検討(第5報)－アンプルの外観類似要因調査実験－	○渡辺邦浩(芝浦工業大学)、田添純・泉谷聡(前・芝浦工業大学)、鍋田啓太(芝浦工業大学)、大槻宜孝(前・芝浦工業大学)、木村昌臣・大倉典子(芝浦工業大学)、高池敏男(アストラゼネカ(株))、土屋文人(国際医療福祉大学)
11:30～11:45	C2-2-3	PTPシートの外観類似性評価手法の提案－PTPシートの外観類似の要因分析－	○松本友秀(芝浦工業大学)、大槻宜孝(ヴィスコ・テクノロジーズ(株))、渡辺邦浩・木村昌臣・大倉典子(芝浦工業大学)、土屋文人(国際医療福祉大学)、高池敏男(アストラゼネカ(株))
11:45～12:00	C2-2-4	医薬品外箱データベースの構築と解析(第5報) ― データベースの改善の効果 ―	○吉見洋文・鍋田啓太・木村昌臣・大倉典子(芝浦工業大学)、土屋文人(国際医療福祉大学)

【一般演題：C2-3】医療4

時間	番号	研究題目	発表者
13:00～13:15	C2-3-1	長期服薬患者の服薬支援システムの提案	○遠田裕貴・戸田健(日本大学)、尾崎信耶(日本大学大学院)、井手口直子・高木彰子(帝京平成大学)、宮木智子・南部恵子((株)新医療総合研究所)
13:15～13:30	C2-3-2	医薬品添付文書の雛形作成を想定した組成に関する記述の解析(第2報)	○奥屋遼・石田啓継・鍋田啓太(芝浦工業大学大学院)、木村昌臣・大倉典子(芝浦工業大学)、土屋文人(国際医療福祉大学)
13:30～13:45	C2-3-3	ヒヤリハット事例の活用に関する意識調査	○山口俊憲(山形県立産業技術短期大学校)
13:45～14:00	C2-3-4	NaiveBayes法を用いた米国FDA医薬品回収事例文書の解析	○永田智行(芝浦工業大学)、奥屋遼・石田啓継・鍋田啓太(芝浦工業大学大学院)、木村昌臣・大倉典子(芝浦工業大学)、土屋文人(国際医療福祉大学)
14:00～14:15	C2-3-5	薬効分類改善のための医薬品情報の解析(第四報)	○石田啓継・鍋田啓太(芝浦工業大学大学院)、木村昌臣・大倉典子(芝浦工業大学)、土屋文人(国際医療福祉大学)

【一般演題：C2-4】商品企画・デザイン1

時間	番号	研究題目	発表者
14:25～14:40	C2-4-1	パッチワークデザイン支援システムの提案	○平岡真珠美・戸田健(日本大学)、尾崎信耶(日本大学大学院)
14:40～14:55	C2-4-2	手の動きと操作性に関する研究－持ち上げ時における把持のしやすさについて－	○山口美香(千葉工業大学大学院)、三澤哲夫(千葉工業大学)
14:55～15:10	C2-4-3	作業性を考慮した餃子の皮作り用調理用具の開発と有用性の検討	○耿欽(千葉工業大学大学院)、八田一利(千葉工業大学)
15:10～15:25	C2-4-4	歩行時のインソールの有効性に関する研究	○高木直哉(千葉工業大学大学院)、三澤哲夫(千葉工業大学)

【一般演題：C2-5】商品企画・デザイン2

時間	番号	研究題目	発表者
15:35～15:50	C2-5-1	ユニバーサルデザインに配慮した浴室設計のための要求と機能の明確化	○山本匡人・西村秀和(慶應義塾大学大学院)
15:50～16:05	C2-5-2	心地よい家電ボタンの探究 -若齢者と高齢者の比較を通して-	○田中康寛(慶應義塾大学)、山崎友賀(三菱電機(株))、坂田理彦(セントラルメルコ(株))、中西美和(慶應義塾大学)
16:05～16:20	C2-5-3	ユニバーサルデザイン教育の開発―高等学校家庭科での試み	○冨田道子(東京学芸大学)、小松原明哲(早稲田大学)

大型トラック実路走行におけるドライバの視認行動の分析

○岩男眞由美*, 金海燕*, 杉浦康司*, 滝波茂*
(*株式会社いすゞ中央研究所)

Video analysis on heavy-duty-truck driver's gaze direction in real traffic

Mayumi Iwao*, Haiyan Jin*, Koji Sugiura*, Shigeru Takinami*
(*Isuzu Advanced Engineering Center, Ltd.)

1. 目的

運転を支援するさまざまな自動化システムの実用化が目覚ましく, トラックも例外ではない. 自動化領域の拡大はドライバの運転行動をも変容させる可能性がある.

乗用車と比べ, 車両サイズや運動性能が異なるトラックで業務運行するドライバは, 安全意識が高く [1)], 彼らの視認行動も一般乗用車とは特徴を異にすると思われる. しかし, これまでトラックドライバの視認行動について十分な報告がなされていなかった. そこで, さまざまな運転支援システムの行動への影響評価にも使える基礎データとすべく, 大型トラックで実路を走行中に撮影した映像を元に, ドライバの視認行動の特徴を分析した.

2. 方法

2.1 ビデオ収録方法

大型 10t トラック(自動変速機構付, 平ボディ)に 8.5t 積載し, 表1に示す道路を走行中, ビデオ撮影した. 走行路は藤沢市の拠点から厚木～清水で折り返す東名高速道 コース(1日目)と, 同拠点から富士市まで246号, 1号を通って折り返す一般道コース (2日目)とした.

表 1. 走行環境条件と収集データ数

			時間長(分)	ユニット数	ドライバ	車速(km/h) 平均	車速(km/h) 最大	データ数
1日目	A11	A 一般道	40	8	A	16.5	61.7	1,128
	A21	A 高速道	18	4	A	69.9	85.4	640
	B00	B 高速道	(60)	(12)	B	-	-	-
	A22	A 高速道	39	8	A	77.0	93.2	1,097
	A23	A 高速道	29	6	A	76.7	96.1	943
	A12	A 一般道	34	7	A	22.4	52.6	999
			160	33	-	48.1	96.1	4,807
2日目	A13	A 一般道	98	20	A	23.5	65.5	2,217
	A14	A 一般道	56	11	A	31.5	69.6	1,177
	B11	B 一般道	94	19	B	31.6	71.4	2,277
	B12	B 一般道	55	11	B	37.2	66.0	1,055
	A15	A 一般道	95	19	A	29.2	59.4	2,222
	A16	A 一般道	39	8	A	22.3	52.2	806
			437	88	-	29.1	71.4	9,754
集計	A2*	A 高速道	86	18	A	75.3	96.1	2,680
	A1-1	A 一般道 1日目	74	15	A	19.2	61.7	2,127
	A1-2	A 一般道 2日目	288	58	A	26.8	69.6	6,422
	B1*	B 一般道	149	30	B	33.7	71.4	3,332
			597	121	-	34.0	96.1	14,561

左上:前方交通状況. ルームミラー裏部に設置したカメラからの映像.
右上:ドライバの顔. ダッシュボード上のカメラからの映像.
左下:手元操作状況. 天井ルームライト部に設置したカメラからの映像.
右下:(右) 足元操作状況. ドライバ膝付近に設置したカメラからの映像.

図 1. ビデオ4画面の事例

図1に示すように, 4 カメラの撮影映像を 4 画面分割器で同時収録し, 車速, 操舵角, ペダル操作量を始めとする各種車両信号(CAN)も別途, PC に記録した.

実験参加者は, 大型免許と運転指導資格を持つ技能職ドライバ 2 名(A, B)である. 研究趣旨を説明の上, 本人の了解を得て収録, 解析, 公表を行なっている.

2.2 ビデオ解析方法

ビデオは予め5分間を1単位とするユニットに分割し, 解析者が再生しながら視線移動をトリガに, 視認方向(表 2)を目視判定した. その際, 各方向に対応づけた PC 上のテンキー操作をリアルタイムで自動記録した. 発生回数とそれぞれの持続時間を算出し, 道路別, 実験参加者・走行日別に集計した. 方向判定や分解能は解析者に依存するため, 全体を通して 1 名で解析した.

表 2. 視認行動のビデオ解析条件

① 前方	前方視認. 前方で視線が安定している状況など.	
② 左方	左ミラー方向の視認.	} 車外事象目視との判別は不能.
③ 右方	右ミラー方向の視認.	
④ 下方	キャブ内下方. メータ周辺の視認.	
⑤ 上方	キャブ内の上方エリアの視認.	
⑥ 脇見	上記以外で, 脇見や, 探索的行動と判断される視認.	

データ欠損も一部にあるが, 表1の如く, のべ10時間で合計 14,561 回の視認行動を解析に供した.

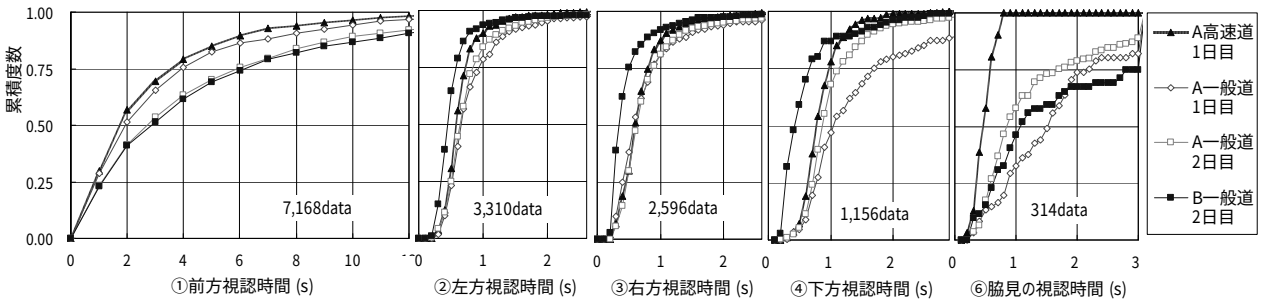


図2. 視認方向別に見る持続時間の累積度数分布

3. 結果と考察

道路･実験参加者･走行日別に見た各視認の持続時間の累積度数分布を図 2 に, 視認各方向の頻度および時間構成比の平均値を図 3 に, 視認の頻度と持続時間との関係を図 4 に示す. 上方視認は 17 回のみのため, 図 2 から除外し, 以降, 脇見と合わせ「その他」とした.

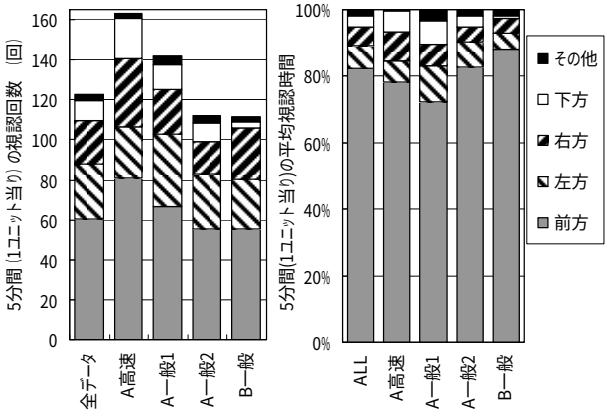


図 3. 視認方向別に見る頻度と時間構成比

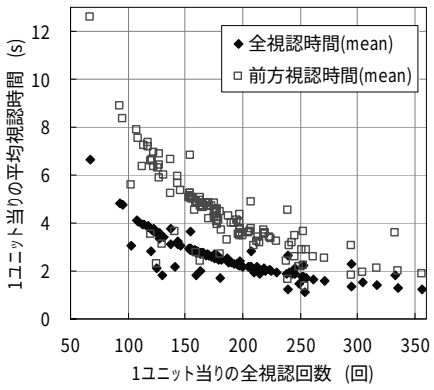


図 4. 視認の頻度と持続時間との関係

図 2 から, 主にミラー視認に相当する左方／右方は概して 1 秒未満で, 下方／その他は状況により 2～3 秒までばらついた. 前方視認は 1 秒以内のもの, 5 秒以上のもの共に 1/4 程度を占め, 持続時間の幅が広い.

図 3 から, 総じて前方視認は全回数の半数を占め, 走行道路に依らず, 前方を中心にミラー, メータ方向に視線が行き来する特徴が全体を通して観察された. 時間構成比でも前方が 8 割を占め, 残りはミラー, メータ視認が大半であった. 分当りに換算すれば, 左右ミラーに 10 回／分, 9.2 秒／分, メータに 2 回／分, 2.7 秒／分もの視認を行なったことになる.

ルームミラーが使えないトラックでは, 左右に大きく離れたミラーを見るのに顔面の動きを伴うため, このような特徴が観察されたと考えられる. また, 先の研究[2]で, 日頃から大型トラックを運転しているドライバは, そうでないドライバよりもミラー, メータの視認頻度が高い傾向があった. 実験参加者は模範的ドライバでもあるため, 安全意識の高さが頻繁な確認行動につながった可能性も考えられる.

また, 走行環境による違いを見ると, 高速道では視線の切替りがやや頻繁で, 一般道でも走行日によって差異が見られた. 走行速度や交通状況により運転負荷が変化し, 目視確認すべき状況も異なったと考えられる.

図 4 から, 全視認の持続時間と頻度とは反比例の関係にあり, 前方視認のみ取り出しても同様であった. 前方視認時間と全視認時間との相関係数は 0.983 であった. 回数で全体の半数を占める前方視認行動は, 持続時間と頻度との関係においても, 全体傾向をよく代表するものと考えられた.

今後は, これらの知見を元に, 運転支援システム使用中の視認行動データとの比較によって, システムの運転行動への影響評価などを行なう計画である.

4. 参考文献

1) 岩男他, 職業的属性がドライバ特性におよぼす影響－ドライバ特性評価のためのフェースシート開発に向けて－, 自動車技術会学術講演会前刷, No.119-05, p.11-16, 2005.

2) 岩男他, トラック運転環境におけるドライバの車内情報認知特性の研究, 自動車技術会学術講演会前刷, No.106-01, p.17-20, 2001.

[連絡先]
岩男眞由美
株式会社いすゞ中央研究所 車両研究第2部
〒252-0881 神奈川県藤沢市土棚8番地
e-mail：mayumi-iwao<a>isuzu.co.jp
Fax：0466 (45) 2405

聴覚障害ドライバへの経路情報提示に関する研究

○中澤　瞬*，高田　一**
(*横浜国立大学大学院工学府 ，**横浜国立大学)

A study about the course guidance device for hearing handicapped driver

Shun NAKAZAWA*, Hajime TAKADA**
(*Graduate School of Mechanical Engineering, Yokohama National University
**Yokohama National University

1. 研究目的

2008 年 6 月に道路交通法が改正され、聴覚障害者であっても特定後写鏡と聴覚障害者標識の装備を条件に自動車運転免許の取得が可能となった。聴覚障害者は目で安全を充分に確認しながら運転をしているが、カーナビを利用しながらの運転に不安を抱いている人が多い。カーナビの音声案内が聞こえない為、運転中に何度も画面を見て経路情報を得る必要があり、この視線移動によって、前方で発生した危険へ注意を向けるまでの時間が遅くなるからである。そこで本研究では、運転中の経路確認作業を軽減する為に、ダッシュボード上に設置した LED の点灯移動で経路情報をドライバに伝達する「LED 経路案内システム」を提案した。そして、ドライビングシミュレータ（DS）を用いた実験を行い、その効果を検証した。

2.実験概要

2.1 LED 経路案内システム

システムはダッシュボード上に設置された LED によって構成されている。LED の色は黄色で、直径は 20mm、輝度は 1590cd/mm^2 である。LED は運転席を中心に視野角 7° 間隔で 5 個設置されている。また LED の高さは、被験者の目の位置をシート座面から高さ 750mmとして、俯角 6.7° の位置とした。曲がるべき交差点が近付くと、LED は端から端まで、70msec 間隔で隣の LED へ点灯が 1 個ずつ移動する。曲がるべき交差点までの距離と方向を LED の点灯移動で表現することにより、経路案内を行う。LED を用いることにより、ダッシュボード内のカーナビ画面を見る場合より、視線の移動量と注視時間を短くすることが期待できる。LED 経路案内システムの動作フローを Table1 に示す。

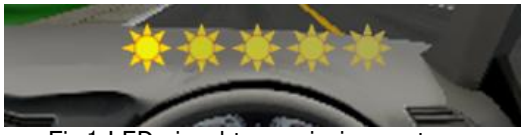


Fig.1 LED visual transmission system

Table1 LED visual transmission system flow

動作条件	LED 動作内容
曲がるべき交差点の 300m 手前まで	動作なし
曲がるべき交差点の 300m 手前から	曲がる方向を LED の移動点灯によって一度示す
曲がるべき交差点の 200m手前から	曲がる方向を LED の移動点灯によって一度示す
曲がるべき交差点の 60m 手前から右左折終了まで	LED を曲がる方向に繰り返し点灯移動し続ける

2.2 実験装置

実験装置の構成を Fig.2 に示す。本実験では、運転模擬をする為に、UC-win/Road をDSとして使用した。ハンドル、シート、アクセルペダル、ブレーキペダルは実車のものを使用し、それぞれの配置も実車の寸法に合わせた。前面にはスクリーンを設置し、3 台のプロジェクタにより、スクリーン上にコース映像を映し出す。パーソナルコンピュータは二台用いた。一つは DS の運転映像の提示と運転操作を記録するために用い、もう一つはカーナビ画面（運転席を中心に左側 30° 、被験者の目の高さから俯角 13° の位置に設置）を提示する為に用いた。また、ドライバの運転中の注視方向を確認する為、ビデオカメラで実験中のドライバの顔を撮影した。

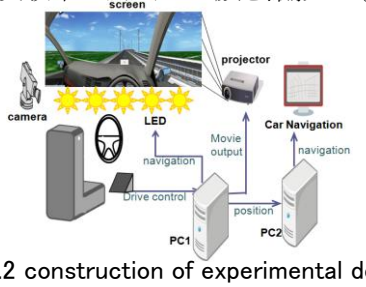


Fig.2 construction of experimental device

2.3 被験者

普通運転免許を所持する学生 9 名（平均年齢 23 歳）で実験を行った。

2.4 実験方法

被験者にDSを用いて運転を模擬させ実験を行った。ここで、音が聞こえない状況を模擬するため、DSのスピーカーをミュートにした。実験コースとして、直線上に交差点が並んだコースを作成した。但し、日本の狭い道路状況も考慮する為、交差点間隔が広く取られているコース「Course1」(全長 1km、交差点の数 10 個)と、交差点間隔が狭く、曲がるべき交差点 30m 手前に別の交差点が設置されているコース「Course2」(全長 1km、交差点の数 15 個)の二種類の実験コースを用意し、実験を行った。道路上にはランダムに走行車を配置し、制限速度を 40km とすることで一般道を模擬した。また、歩道上にランダムに設置された道路標識を運転中に読み上げさせることにより、運転負荷を高めた。被験者には作成した実験コース上を、経路案内装置の指示に従い走行させ、一回右左折を行った時点で試行を終了する。一回の試行は約 90 秒である。経路情報の提示方法は、①カーナビ画面のみ(CNG)、②カーナビ画面と LED 経路案内システムを併用した場合(LG)の 2 条件である。

2.5 評価項目

経路情報の確認動作に関しては、運転映像からカーナビ画面及びLEDを見た回数により評価する。また、主観評価に関しては NASA-TLX により、被験者の精神的作業負荷から評価する。

3.結果及び考察

3.1 経路情報確認回数

運転中にカーナビ画面及びLEDから経路情報を確認した回数の全被験者の平均回数を Fig.3 に示す。この結果、道路状況によらず LG の方が CNG と比較して有意($p<0.01$)に確認回数が少ないことが確認された。CNG の場合、音声情報が得られない為、ドライバ自らカーナビ画面を見て経路情報を得なければならず、確認回数が増えてしまう。一方 LG では、ドライバは LED が光るまではカーナビ画面から経路情報を得なくても、目的の交差点で右左折が出来ることから、経路情報の確認回数が軽減されたと考えられる。

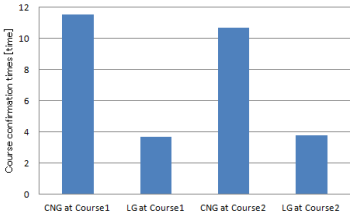


Fig.3 Course confirmarion times

3.2 経路情報確認時間

運転中に経路情報を確認する為に行った視線移動の全被験者の平均総視線移動時間を Fig4 に示す。視線移動時間とは、運転中の前方視点から経路案内装置に目を向け、経路情報を確認し、運転中の前方視点に目を戻すまでの時間である。この結果、道路状況によらず LG の方が CNG と比較して有意($p<0.01$)に確認時間が短くなることが確認された。CNG の場合、一回の視線移動時間は平均1.34秒で、運転中の約17%の時間を経路確認の為に視線を移動しているのに対し、LG では一回の視線移動時間は平均 0.72 秒で、運転中の約 3%まで軽減出来ている。この結果から、LED 経路案内システムを用いることにより、運転中の経路情報確認による脇見の軽減が出来ると考えられる。

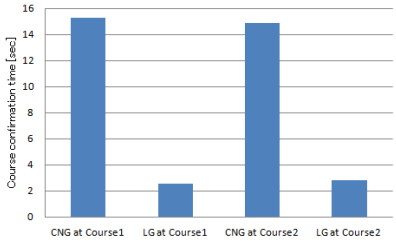


Fig.4 Course confirmarion time

3.3 主観評価

主観評価として用いた NASA-TLX の総合値の結果を Fig.5 に示す。この結果、道路状況によらず LG の方が CNG と比較して有意($p<0.01$)に総合値が低いことが確認された。LED 経路案内システムを用いることで、運転中の経路確認作業に伴う精神的作業負荷が軽減されていると考えられる。

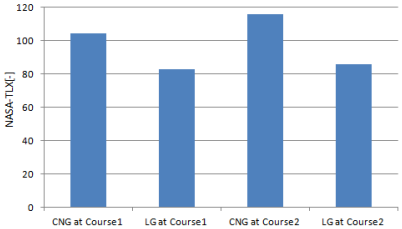


Fig.5 NASA-TLX

4.結論

LED 経路案内システムを用いることにより、運転中の経路情報確認作業、及び経路確認作業に伴う精神的作業負荷を軽減することが出来た。今後は運転操作の項目からも考察を行う必要があると考えられる。

[連絡先]
中澤 瞬
横浜国立大学大学院高田研究室
〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-1
e-mail：d10gb154@ynu.ac.jp
Fax：045(339) 4221

自動車運転補助装置の研究開発

○野地遥[*]，今野浩好[**]，斎藤剛[**]，三林洋介[*]
（[*]東京都立産業技術高専，[**]今野製作所）

A Study on Development of Driving Auxiliary Devices System

Haruka NOJI[*], Hiroyoshi KONNO[**], Tsuyoshi SAITO[**], Yosuke SANBAYASHI[*]
([*]Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology, [*]KONNO Corporation)

1. はじめに

脚部位が不自由な者が自動車運転時に使用する機器システムに運転補助装置がある．これは，本来脚部で操作するブレーキ制御とアクセル制御を，手腕部位で行える機構を有する装置である．携帯型運転補助装置を装着した車両は道路交通法に定められる改造車に分類されず，特殊免許も必要としないものの，脚部で行なっていた運転操作を手腕部位で行うことは，ドライバーにとっての操作性が大きく変容する．そこで，本研究では自動車の運転に運転補助装置を用いた場合のドライバーの操作性を明らかにすることを目的として，シミュレーション実験と実車走行実験を行った．

2. 携帯型運転補助装置について

本研究で対象としたタイプの携帯型運転補助装置を図 2.1 に示す．車両に改造は施さず，各ペダルに直接補助装置を接続する機構を有する．補助装置本体の脱着もユーザー自ら行うことを可能とし，車種を問わずして装着できることが特徴である．

携帯型運転補助装置により下肢障害者が状況に応じた車両を運転できるようになることは、社会的にも雇用機会の拡大や社会的自立の効用が期待される．

3. 実験的アプローチ

携帯型運転補助装置の使用性に関する実験では，主として自動車運転時のブレーキ制御およびアクセル制御特性を明らかとするため，自動車運転シミュレータと普通乗用車を用いた実車走行実験を行った．

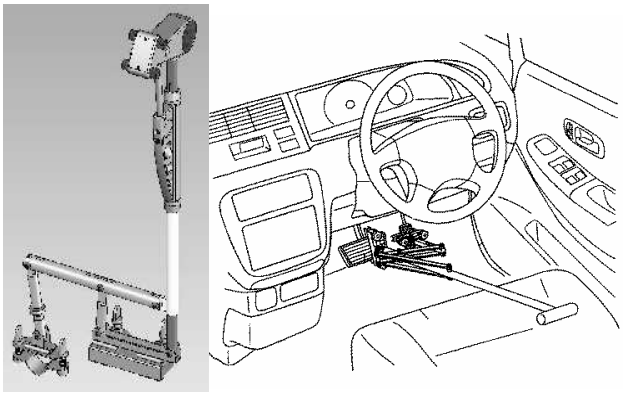


図 2.1 研究で使用した装置(今野製作所製)と装置図

3.1 シミュレーション実験

普通自動車運転免許を有する心身ともに健康な高専学生 7 人で以下の実験を行った．

3.1.1 ブレーキ実験

見通しの良い全長 5km 程の実在する周回路を法定速度である時速 60km で走行してもらう．走行中にシミュレータ先端部に装着した警告灯(LED)を点灯させ，被験者にはこの点灯を確認したらすみやかにブレーキ制御するよう指示した．図 3.1 に示したようにスイッチによって，警告灯は補助等と共に点灯する仕組みを製作して警告灯を点灯させてからブレーキ制御が制御されるまでの反応時間をビデオカメラの画像記録より確認できるようにした．

3.1.2 アクセル実験

一週 5km 程のコースの指定車線を可能な限り時速 60km で走行してもらうように指示し，任意の間隔にて走行速度の計測を行った．なお，走行路は見通しの良い片側三車線の道路に加工・整備されており，加減速を要するコース内のコーナー箇所の前後 300m は速度の計測から除外し，100m 地点ごとの速度を計測した．

3.2 実車走行実験

ホンダ社の排気量 2 リットルエンジン搭載の 11 年式ステップワゴンを用いて，普通自動車免許を有する健康な高専教諭および一般人の計 5 人にて実験を行った．

3.2.1 ブレーキ実験

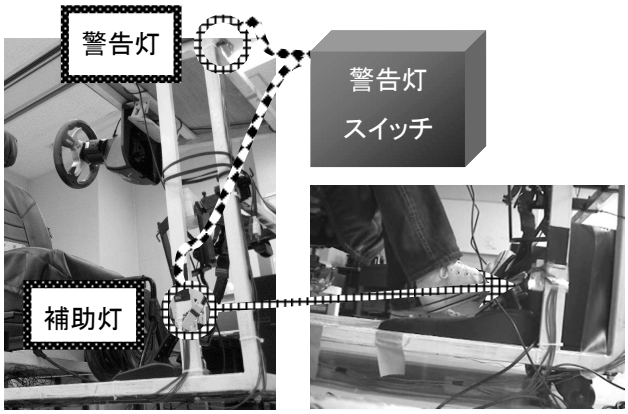


図 3.1 ブレーキ実験風景

産業技術高専周辺の道路を被験者が走行し，前述の 3.1.1 と同様の実験方式でブレーキ反応時間を計測した．

3.2.2 アクセル実験

常磐自動車道の三郷 JCT―谷田部間を他車両が実験に影響を及ぼさない環境下で，時速 80km を目安に走行した．なお，時速 80km の維持が困難となった場合は，その部分を測定領域から除外した．

4. 結果と考察

4.1 シミュレーション実験

図 4.1にブレーキ反応時間の平均を示す．通常走行時で 0.64±0.04 秒，運転補助装置を用いた場合で 0.48±0.16 秒となった．運転補助装置を用いたほうが反応時間は短く，その差は 0.16 秒と大きい．さらには一元配置分散分析によってもブレーキ反応時間に統計的な有意差(P≦0. 01)が認められた．これは，運転補助装置を用いた場合，その機構よりアクセル動作からブレーキング動作への移行が迅速に行えるものと考えられる．

また，図 4.2 に一定位置ごとの自動車速度の平均を示す．速度は運転補助装置を使用した場合で時速 63.1±4.3km，通常運転時で時速 63.6±5.3km であった．これら実験結果の差は時速 0.5km と非常に小さく，有意差も認められなかった．標準偏差を比較した場合でも，運転補助装置を用いたほうが僅かに大きくなったものの，その差は時速 1.0km と小さく運転補助装置による影響は考えられない．これらの結果から，運転補助装置を使用した場合でも，脚部を使った通常運転時の自動車の速度制御性を維持できると考えられる．

4.2 実車走行実験

図 4.3 にブレーキ反応時間の平均を示す．通常走行時で 0.57±0.09 秒，運転補助装置を用いた場合で 0.94±0.12 秒となり，一元配置分散分析で統計的な有意差(P≦0. 01)も認められた．

次に，一定位置ごとの自動車速度の平均を図 4.4 に示す．運転補助装置を用いた場合で 79.9km/h，通常走行時の場合で 81.1km/h となった．携帯型運転補助装置を用いた場合の方が設定速度により近づく結果となり，これより補助装置の速度制御能力は脚部位と同等であると考察される．

5. まとめ

・携帯型運転補助装置はブレーキング反応時間を短縮することが明らかとなった．

・補助装置を用いても通常走行と同等のアクセル制御性を保持する事がわかった．

・補助装置の機構や運転走行プロセスがこれらの結果に寄与している事を明らかとした．

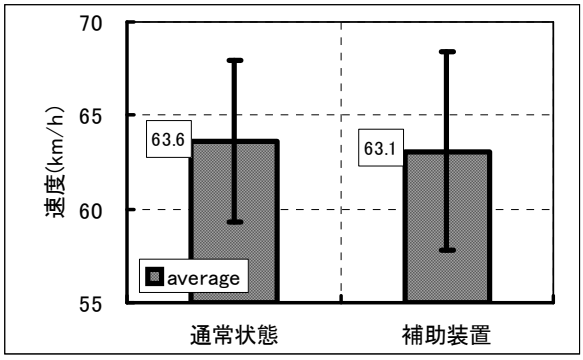


図 4.1 ブレーキ応答時間の平均

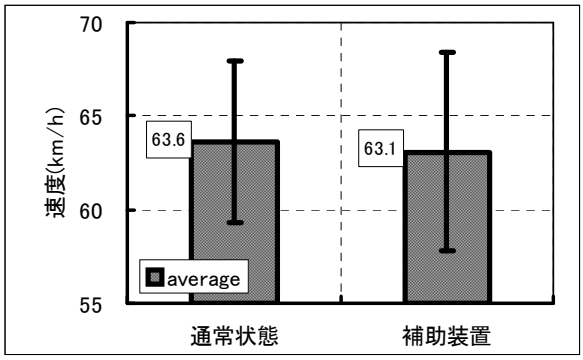


図 4.2 一定位置ごとの自動車速度の平均

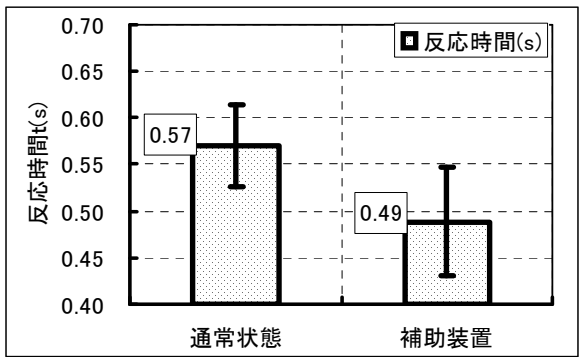


図 4.3 実車実験におけるブレーキ反応時間の平均

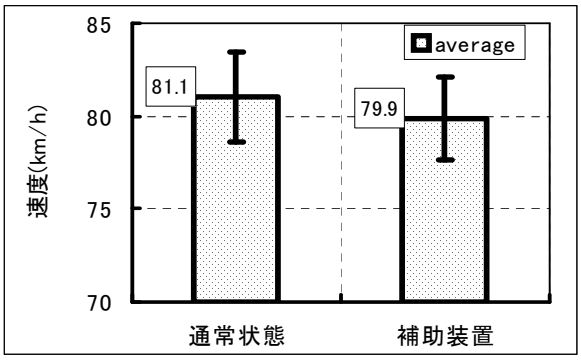


図 4.4 実車実験における一定位置ごとの自動車速度

[連絡先]
野地遥
東京都立産業技術高等専門学校 専攻科
〒116-8523 東京都荒川区南千住 8-52-1
TEL.:03-3801-0146(人間工学研究室)
E-mail:goodnice_7@hotmail.com

子どものための人間工学

今後の研究課題と普及啓発

○江川賢一[*,**]

（*財団法人明治安田厚生事業団 体力医学研究所,
**日本人間工学会子どもの人間工学委員会）

Ergonomics for Children: research, advocacy and practice in future

Ken'ichi EGAWA[*]

(*Physical Fitness Research Institute, Meiji Yasuda Life Foundation of Health and Welfare,
**Vice-chair, the Committee of Child-Ergonomics, Japan Ergonomics Society)

1. はじめに

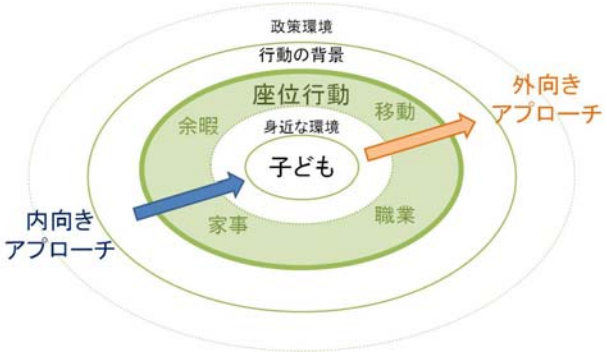
子どものライフスタイルや健康は，それを取り巻く環境の影響を受ける．生活環境の改善や良好な状態の維持は，子どもの健全な発育・発達にとって不可欠である（日本学術会議，2010）。我が国では少子超高齢社会を迎え，子どもを取り巻く生活環境は大きく変化しているので，子どもが安全，安心，快適，健康な生活を営む上での対策が急務である（日本人間工学会，2001）．

2. 子どもの人間工学の研究課題

Lueder と Rice（2008）が編集した教科書（Ergonomics for Children）には「人工物（products）と場（places）の設計」という副題が付されている．これは子ども向け「製品」へのアプローチと，子どもを取り巻く様々な「場」へのアプローチの両者が必要であることを示唆している（表 1）．健康行動の生態学的研究では，人間の行動変容を促す内向きのアプローチと同時に，その行動変容の促進因子である身近な環境に対する外向きのアプローチが重要視されている（Owen，2011）．図は成人の座位行動に関する概念図を改変したものであるが，上述した教科書と整合する点で大変興味深い．

表 1. 教科書「子どものための人間工学」
（Lueder & Rice，2008）

A.	イントロダクション
B.	子どもの能力と健康
C.	傷害，健康失調と障害
D.	子どもと人工物設計
E.	家庭における子ども
F.	子どもと学校
G.	子どもと公共空間



図．子どもを対象とした開発・研究のための
2 つのアプローチ（Owen，2011 より江川改変）

2010 年に日本人間工学会に「子どもの人間工学委員会（以下，委員会）」が設置され，“生活者としての子ども”を対象とした研究課題を整理し，今後の展開について議論している．委員会では現在の研究課題を概観し，表 2 のように分類している．

表 2. 子どもの人間工学研究に関する情報分類
（子どもの人間工学委員会，2010）

1.	人間工学や安全を子どもに教育する
2.	子どもの事故防止
3.	子もどの身体寸法 DB
4.	子どもと IT 製品
5.	子どもの育成
6.	子どもと家庭
7.	子どもと防犯・地域安全
8.	学校保健・安全
9.	子どもを対象とする学会
10.	関連学会

委員会では国内外の研究動向を踏まえ，第 51 回大会（北海道大学），関東支部第 40 回大会（東海大学）でのシンポジウムの開催を通じて情報交換してきた．また，第 52 回大会（早稲田大学）では「少子超高齢社会における子ども人間工学の課題」と題したシンポジウムを開催し，子どものための人間工学への関心が高まりつつあることを確認した．

これまでの議論では，超高齢社会への対応が重視されている一方，超少子化に対応するための研究基盤が確立していない点が指摘された．さらに，生活者としての子どもの身の回りにある様々な人工物が子ども向けに設計されているとは限らないことも繰り返し指摘されてきた．これらの問題を解決するためには，人間工学以外の関連領域と積極的に共同し，より具体的な研究課題を明確にすることが必要である（江川，2011a）．

3. 子どもの人間工学をどのように普及啓発するか？

普及啓発のための最初の課題は，人間工学専門家，関連領域の研究者および技術者，子ども関連の製品・サービス事業提供者への研究を促進するとともに，ユーザーである子どもや子どもを取り巻く養育者，保育，学校，福祉関連の専門職のニーズを把握することである．これは子ども環境との相互作用を生態学的に解明し，子どもの潜在能力を最大限高め，安全かつ健康的な環境支援技術の基盤づくりと位置づけることができる．

次の段階としては，子どものための人間工学の理論や技術を体系化することである（日本人間工学会，2001）．現状ではこれらの基礎資料が散逸していることから，関連領域を含めて幅広く収集し，これらの研究成果を人間工学ガイドラインとして編纂することやデータブック・事典・教科書として発行することも必要である．これらの資料は学術的に価値のあるものであると同時に，急速に少子化，高齢化が進行している多くの国にとっても極めて有益である．また，生活者としての子どもに対する関心を高め，子どものための人間工学に資する人材養成にも貢献する．

中長期的にはこれらの専門的な知識・技術をわかりやすく親，学校，地域や社会へ提供し，ユーザーである子どもの生活の質の向上のために働きかける活動（アドボカシー）に展開していくことが期待される．このような戦略は保健・福祉．教育などの領域においてヘルスプロモーションの成功事例として報告されている（江川，2011b）．このような活動を推進するためには，将来の親世代となる青少年に対する人間工学的な教育が必要と考えられる．そのためのカリキュラムや教材の開発も今後の重要な課題である．

子どもの行動とその背景要因への支援技術のみならず，健全な発育発達を促進するための様々な領域の政策環境への継続的な働きかけと通じて，生涯を通じて人間工学の恩恵を受けるような環境整備をすることで，「子ども」のための人間工学がより広く「社会」のために発展する可能性が開けるのではないだろうか？

4. このセッションでは

先駆的な研究に取り組まれている 2 人の先生とともに，「生活者としての子ども」の発育・発達を促進することと，安全にかつ正しくものを扱うこととはどのようにバランスするのか？という問いかけを出発点として，研究課題と今後の普及・啓発について議論する．

5. 参考文献

1) 日本学術会議：日本の子どものヘルスプロモーション，www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-21-h99-1.pdf, 2010.

2) 日本人間工学会：21 世紀の人間工学戦略課題，http://www.ergonomics.jp/original/info/senryaku.htm, 2001.

3) Lueder R and Rice VB (eds.): “Ergonomics for children: Designing products & places for toddlers to teens”, Taylor & Francis, London & New York, 2008.

4) 日本人間工学会：子どもの人間工学委員会，http://www.f.waseda.jp/komatsubara.ak/ergochild.htm, 2010.

5) 江川賢一：子どもの遊びを通じた元気づくり：運動生態学からの考察．日本人間工学会関東支部第 40 回大会講演集，178-179，2010.

6) Owen N, Sugiyama T, Eakin EE, Gardiner PA, Tremblay MS, Sallis JF. Adults' sedentary behavior determinants and interventions. Am J Prev Med, 41(2), 189-196, 2011.

7) 江川賢一：子どもの人間工学委員会シンポジウム「少子超高齢社会における子ども人間工学の課題」．人間工学，Vol.47 Supplement, 24-25，2011a.

8) 江川賢一：身体活動によるヘルスプロモーション，日本健康教育学雑誌，19(2)，145-150，2011b.

[連絡先]

江川賢一

財団法人 明治安田厚生事業団 体力医学研究所

〒192-0001 東京都八王子市戸吹町 150

e-mail：egawa@tai-ken.jp

Fax：042-691-5559

親は子供の事故リスクをどのように捉えているのか

～某大学附属幼稚園の事例から～

○申　紅仙*

（*常磐大学人間科学部）

How parents perceive accident risks of children

~Based on some cases from the kindergarten attached to a university~

SHIN HongSon*

(*College of Human Science, Tokiwa University)

1. 発達段階別に見る子どもの事故リスクについて

近年、住環境の高層化が進む中、ベランダ・柵・窓から子どもが転落する事故が相次いでいる。家屋内での転倒や浴室内の溺死、家電製品による火傷なども後を絶たない。人口動態統計によると、0 歳から 14 歳の死因第 1 位は「不慮の事故」であり、0～4 歳では、当然ながら月齢が低いほど家庭内事故が多い（厚労省、2010）。

2. 幼稚園児のヒヤリ・ハット体験

次の発達段階として、運動量が活発となる幼児はどのような危ない体験をしているのか。4-6 歳児は、好奇心旺盛で活発に行動する特徴があり、住環境だけでなく幼稚園や保育園の環境整備も重要となる。大学附属幼稚園児の保護者を対象に行ったヒヤリ・ハット調査の結果、幼稚園内の問題は特段指摘されなかったが、家庭内や遊び場での怪我体験の他、大学構内で園児が怪我しやすい場所が多く指摘された（城、2007）。調査対象となった大学構内は急勾配の場所が比較的多く、滑りやすいタイルを施した場所や、転落しやすい柵など、子供の身長と行動を意識した環境整備が求められた。また、柵に頭をいれて覗きこみ危ない思いをした体験や、事故には至らなかったものの、歩きタバコの学生との接触体験もあり、本来、幼児が行き来することを考慮していない施設の問題が改めて浮き彫りとなった（図 1）。

図 1　某大学構内ヒヤリ･ハットマップ

調査対象となった附属幼稚園は、大学構内にあり、大学構内を縦断して通園する親子も多い。子供の安全があまり考慮されていない大学構内を共用する問題を考えることは、ホテルや百貨店、レストラン等の一時保育施設が増える中、子供の行動特性を踏まえた環境整備を考える上で示唆に富むものであった。

3.　発生場所別・重篤性から見る保護者の責任意識

子供の事故を考える上で、保護者は責任の所在を意識しないわけにはいかない。事故が起こった場合に構造物・保護者・加害者・被害者（子供）の責任の所在を明らかにする必要があるためである。実際、保護者は子供達の事故について責任の所在を含めてどのように捉え、どのように改善したいと願っているのか。保護者を対象に、子どもの事故に対する責任の所在について調べた結果、回収数が少ないものの、事故の重大性が責任の大きさの評価に関わっていることが示唆された（229 部配布。回収率　28.4%）（阿部、2009）。事故の重大性が高い項目（高所からの転落や火傷、歩き煙草、浴室での転落）は、親や保護者の責任が大きく、保護者または保育者が危険を取り除き子供に注意を払うことが必要と認識していることが窺えた（八藤後(2007)などいくつかの先行研究でも同様の結果が得られている）。他方、怪我が概ね軽くすむような項目では、責任意識は比較的小さく、むしろ子供に怪我を含めて危険を経験させることの必要性を認識しているようだった (図 2、図 3)。

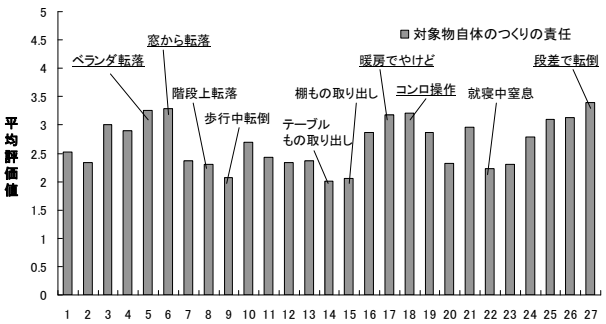


図 2　安全配慮責任に関する項目別評価

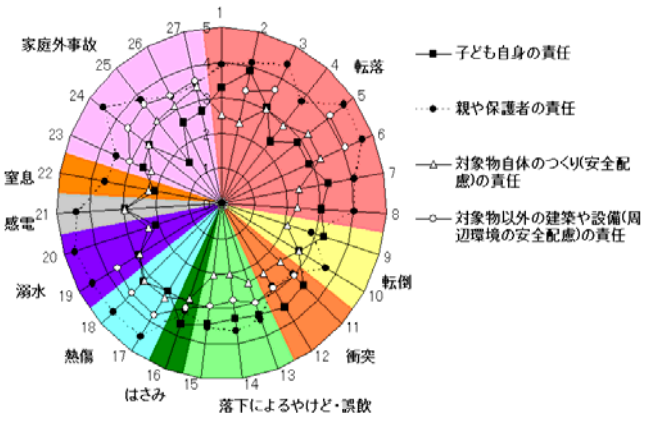


図３　事故別責任評価

4. 歩きタバコの接触リスクと受動喫煙について

先に記した研究では、事故の重大性が責任の評価が影響することを示した。しかしながら、歩きタバコに関しては、別の評価となり周辺環境の安全配慮の責任を追及する評価が高くなった。先のヒヤリ・ハット調査でも、幼稚園の保護者から、大学生の歩き煙草と受動喫煙に関する苦情が多く寄せられた。園児の受動喫煙のリスクと接触による火傷のリスクに大きな不安を抱いており、喫煙場所のある大学側に厳しい意見を持っていた。

5. 今後の課題と展望

5.1 保護者の心情を多面的に捉えることの重要性：記述される保護者の不安と実際の行動について

大学附属幼稚園の保護者を対象にした調査から、子供の事故リスクに対する不安や責任意識が多く寄せられた。しかしながら実際の大学内での保護者の多くは、芝生の丘、林、カフェテリアなどの学内の至る所で、子供たちと構内の回遊を楽しみながら移動していることが多い。学内には子供たちが楽しめるビオトープや小さな稲田、芝生の坂、遊具施設も併設されており、楽しめるように工夫されている。また学生食堂やカフェテリアでランチを楽しむ親子も多く見かけられる。子供たちはカフェテリア内の舞台によじ登ったり、飛び降りたりし、保護者も多少の怪我リスクを容認しているように見える。このことからも、保護者は大学構内の環境に不安を抱きながらも大学外部よりは信頼でき、また身近に捉えていることが示唆される。また保護者も喫煙による怪我リスクを除いて、学内の事故リスクを比較的小さく感じており、子供のチャレンジを比較的安全な場所で体験させたいということも窺える。保護者を対象とした調査をする際には不安やリスクだけを問うだけでなく、実際の行動や育児の方針なども含めて、多面的に行う必要性が示された。

5.2 空間デザイン：子供への転用・共用の危険性

空間・建築デザインについても継続して考慮していく必要がある。先述の通り、大学構内の建築デザインは本来大学生を対象としており、子どもが使用した場合には、落下・擦過傷・歩き煙草との接触・乗用車との接触など、街中の移動中のリスクとほぼ変わらない。保護者と園児が身近に捉えている事から、客観的リスクと主観とのギャップが懸念される。また近年、市民や入学希望者の家族へ開放する大学も多く、子供向けに特別教室を開催する機会も増えている。これらは、本来は別の目的で使用されていたものを子供に開放するために共用・転用するものであり、新しいリスクを生み出していることを認識する必要がある。遊び場やキッズルームなどの、安全が最優先されるべき一時的預かり施設の設計も含めて、施設の安全を考えていく必要があるだろう。

今後、転用・共用を含め、子どもの目線高を考慮した柵の設定、発達段階ごとのリスクと行動特性を考慮した安全対策は、ますます重要課題となるだろう。

5.3 保護者・保育者の過保護とリスクバランス

日本では家庭内事故を防ぐセーフティグッズや感染リスクを考慮した除菌グッズが多く商品化されており、保護者もしばしば過敏に対応する。その結果、外出中に思わぬリスクに遭遇したり、免疫力低下・アレルギーリスクが高まったり、子供の事故・健康リスクをかえって高めてしまうこともある。そのほかには、東日本大震災による放射線汚染による不安から、保護者の過剰な反応が子供の成長に影響を及ぼしかねないリスクも指摘される。

子供の安全と健やかな成長を担保するためにも、保護者・保育者の安全意識の高さとリスクに対するトータルなバランス感覚、そして子供の発達に合わせた住環境デザインと支援体制が求められる。

6.参考文献

1)厚生労働省　人口動態調査　2010

2)八藤後猛：子どもの事故をめぐる保護者の誤解と生活環境改善による事故防止の重要性―重大事故に潜む小さな事故の芽を摘み取れないわけ―　野村歡（編）　子どもを事故と犯罪から守る環境と地域づくり　中央法規出版, 22-33, 2007

*本研究の一部は、常磐大学人間科学部心理学科 2007 年度卒業研究（城好江）と 2009 年度卒業研究（阿部慶子）を再分析したものであり、一部の図表は共有した。

*調査にご協力頂いた保護者の方々へ感謝の意を表します。

[連絡先]
申　紅仙
常磐大学人間科学部心理学科
〒310-8585 茨城県水戸市見和 1-430-1
e-mail：shin@tokiwa.ac.jp

比較文化的観点から見た子ども人間工学の役割と課題

○鳥居塚　崇
（日本大学生産工学部）

Roles and Issues of “Ergonomics for Children” from the Viewpoint of Comparative Culture

Takashi TORIIZUKA
(College of Industrial Engineering, Nihon University)

1. 子ども人間工学の国際的な流れ

近年, IEA（International Ergonomics Association）においても子どものための人間工学が注目されるようになってきた．IEA の直接的な取組みでニカラグアのコーヒー収穫を題材にした Light House Project（ http://www.iea.cc/04_project/Light%20house%20Projects.html）は働き手としての子どもに焦点を当てたものであったし, また IEA 会長の Imada 氏も, IEA が力を入れて取組むべき課題の 1 つとして子どものための人間工学を挙げている．

子ども人間工学といえば，国際的には，どちらかというと働き手としての子どもの負担軽減を扱うものが多かったが，近年もう少し広義に捉えられるようになってきた．例えば教育の場における人間工学や，子どもの認知的能力や精神発達を考慮した人間工学などのように，疲労のような身体的・生理的な話題以外のトピックも散見されるようになってきた．

また，日本人間工学会が子ども人間工学委員会をたちあげていくつかの取組みを行っていることは国際的にも徐々に知られるようになってきており，子どものための人間工学に関するさまざまな地域の研究者から注目を浴びている．私たち当事者にはあまり気付かないことであるが，諸外国と比較すると，日本人間工学会の子ども人間工学委員会の取組みはとても体系的かつ実践的であるようである．

2. 子ども人間工学委員会の取組み

2009 年に子ども人間工学委員会（当時は分科会）が発足した際,

・保育，教育　・日用品，製品
・遊具，遊び場 ・生活環境　・防犯

の 5 つの分野がその検討課題であり，その目的は使用性や安全性の確保である．このように捉えると，諸外国における人間工学分野で研究対象として扱われているものは主に保育, 教育の場におけるもの（実際にはこれらプラス労働の場）であり，人間工学関連誌やIEAのプロシーディングス等を見てもそれ以外についてはほとんど扱われていない．しかし一方では欧米の日用品や製品には子どものことがよく考えられて設計されているものも多く，生活環境についても子どもを考慮していると思われるものも多い．例えばドイツではほぼすべての公共用男子トイレに子ども用の小便器が設置されている．それには細かい規定があり [1]，人間工学ではない別分野で議論されている問題となっている．日本でも同様に，細かい規定 [2] やガイドラインが存在し，別分野でも議論されている問題であるが，一方では子ども人間工学委員会でもこれらの問題をとりあげ，人間（あるいは人間工学）の立場からもの（人工物）と子どもとの関係を見つめ直そうとしている．小松原は人工物と子どもとの関係を以下の 4 点に整理している [3]．

・子どもが主使用者となる人工物
・子どもが主体的ユーザとなるが保育者が行為をする人工物
・子どももユーザの一員となる人工物
・子どもはユーザではないが，副次利用者や同席者として存在する人工物

このように，従来の人間工学の基本であった人工物と人間（子ども）という関係だけでなく，保育者や地域社会なども含めた生活の場・生活の中における人工物と子どもとの関係を捉えていくことに子ども人間工学に取組む意義があり，また別分野で議論されている問題でも改めて子ども人間工学の視点から見つめ直す価値があるものと思われる．あくまでも人間工学的視点に基づき，ときにはその枠を超えた視点から，関連分野や他分野で研究・開発されてきたものを見つめ直すことが私たちの役割であると言えよう．

3. 子ども人間工学の難しさ

ところで，子ども人間工学の意義として保育者や地域社会なども含めた生活の場・生活の中における

人工物と子どもとの関係を捉えることにあると述べたが，このことは社会，文化，世相等に大きく関連する.例えば「昔は携帯電話など無かったのだから，子どもが携帯電話を持つのはもってのほか」などという声を年配者から聞くことがしばしばあるが，現在では恐らく安全の観点から子どもに携帯電話を持たせている親も多いのではないかと思われるし，また「昔はゲーム機など無かったのだからそんなものは必要ない」などという声も聞くが，現在ではゲーム機を子どもに買い与える親も多いであろう.

保育者（前掲の例では親）の行為は，いわば保育者のニーズに相当する．前者におけるニーズは安全であるし，後者のニーズは「自分の子どもを『みんなと同じ』にしてあげたい」やゲーム機を買い与えることで「子どもを静かにさせたい」ということになろう．また親自体が楽しみたいための口実として「子どもに買い与える」ということもあろう．いずれにせよ，保育者のニーズは社会の流れとともに変化していると言えよう．このことを前提として上述の 3 例についてもう少し整理して考えると，

①社会におけるニーズも変化し，それに伴って保育者のニーズも変化するケース
②社会のニーズに関係なく，利便性や効率性を求めて保育者のニーズが変化するケース
③保育者としてのニーズでとは関係なく，自身の欲求を満たすことを優先させたケース

と捉えることができる．人間工学的観点みれば，ユーザ（この場合は保育者）のニーズが変わればそれに応じた製品の開発や環境・サービスなどの提供が必要と考えるのが自然であるが，社会のニーズとユーザのニーズが必ずしも一致しているとは限らないことを考えると，ユーザにとって便利だから安全だからという理由だけで製品を開発・提供することには再考の必要がありそうである．しかし，人々の価値観が多様化している昨今では，何が社会のニーズなのか，あるいはそのニーズは正しいのか，その正しさは本当の正しさなのかを捉えることすら困難で，もはや人間工学の範疇を超えているような気もするが，これらの問題は人間が関わる製品や環境を開発・提供する上で，避けて通れない問題であり，製品開発者・提供者の責務であろう.

4. 社会に身を置く「人工物と子ども」

通る車が全くないのに歩行者信号が赤の場合，日本では赤信号を無視して道路を横断する人が少なくないが，これは恐らく万国共通で規則に厳しい国として知られるドイツでも同様である．しかしそこに子どもがいたらどうするか？ほぼすべてのドイツ人が，通る車が無いにもかかわらず赤信号を着実に守ると言われており，これはこのような問題を議論する際にしばしば引き合いに出される例えでもある.

またドイツは自己責任の国とも言われ，例えば池で遊んでいる子どもが溺れれば 7 歳以上であれば当人の責任，7 歳未満であれば保護者の責任となり，日本のように管理者責任が問われることはほとんどない．日本で問題となったこんにゃくゼリー事故についても，ドイツで同様の事故が発生すれば（またパッケージに警告表示がなされていれば）池の事例同様にメーカ責任が問われることは考えられないという．この事例だけではないが，保育者（保護者）は文字通りの「保育者（保護者)」であり，特に 7 歳未満の子どもに対しては保育者がほぼ全ての責任を持つ．また仮に 7 歳未満の子どもが罪を犯した場合，保育者が罰せられる．一方の 7 歳以上には「考えることのできる子ども」として，一定の社会的責任を負わせている．かといって全てが自己責任というわけではなく，例えば学校の窓は僅かしか開かないようになっている（転落防止）など，製品安全上の対策もとられていることも多い.

人工物と子どもとの関係は地域や社会からの影響を大きく受けることは前述の通りでドイツの事例は国が違うから参考になるとは言い難いかもしれないが，これらの事例に理解を示す日本人も少なくないのではないだろうか．子どものための人間工学を扱う人たちは，人工物と子どもとの関係だけでなく，保育者とは何か，地域とは何か，社会とは何か等を見つめ直す時期に来ているのではないだろうか．それらを考えて製品やサービスの開発・提供を行うことが，(多少おおげさかもしれないが）日本の子育て環境・教育環境の方向性を導くことにつながり，そしてそれが，もしかすると子ども人間工学委員会の役割かもしれない.

5. 参考文献

1) DIN7926, EN71 など
2) 例えば ST2002 や電器用品安全法など
3) 小松原明哲:子どものために人間工学ができること, 人間工学, 46(特), pp88-89, 2010

連絡先

鳥居塚　崇
日本大学生産工学部
〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1
e-mail：toriiduka.takashi@nihon-u.ac.jp

人が守る安全：ヒューマンファクターに起因する事故防止のための３管理とレジリエンスマネジメント

小松原明哲

（早稲田大学　理工学術院）

Safety Secured by Workers;

Three steps to prevent accidents caused by Human Factors, and Resilience Management

Akinori Komatsubara

(School of Science and Engineering, Waseda University)

１．はじめに

socio-technical システムの安定を損ねるものとして、外来要因（自然要因、妨害行為などの社会要因）、技術的未知の事象等の技術要因、ヒューマンエラーなど人的要因があり得る。安全を確保するためには、これら要因の出現を予知し、要因自体を排除するか、要因が出現してもシステムがダメージを受けないよう頑強に（robustnessに）システムを構築することとなる。人的要因についてみれば業務標準化とその教育訓練による人的要因の矯正がある。

しかしロバストネスのみによる安全構築は困難な場合も多い。

- 出現する各要因の種類と規模の想定を超える要因の出現に対しては無効となる。
- システム構成要素、外界要素が再現性なく変動する場合には、業務標準化に限界がある。

こうした場合は、想定を超える事態、または変動を吸収してシステムの安定化（想定を超える要因出現においては、それによる事態の速やかな静定）を考えることが必要となる。すなわち、システム内外の乱れを吸収してシステムを安定化する考え方であり、resilience なアプローチである。

レジリエンスなアプローチの中でも、特に人間の柔軟な対応に焦点をあてたものが resilience engineering である[1)]。なおレジリエンス・エンジニアリングは、緊急時対応（のみ）を想定したものではなく、むしろ、最近のトレンドとしては、なぜ不安定なシステムが普段、安定しているのか、というnormal operation に力点が置かれている[1)]ことには注意を要する。

いずれにせよ、「結局、最後は人だよね」ということがレジリエンス・エンジリアリングの趣意といえる。しかしレジリエンス・エンジニアリングは、ロバストネスのアプローチを否定するものではなく、ましてや、人任せで安全を確保するものでもない。

本稿では、レジリエンスとロバストなアプローチとの関係性、また、レジリエンスを推進するために組織がなすべき管理について議論する。

２．安全のためのヒューマンファクターの３管理

産業保健の３管理は、作業環境管理、作業管理、健康管理から構成され、この順に推進することが重要とされる。同様に、socio-technical システムの安全のための人的要因に関する管理としては、次が、この順番になされるべきであると考える。

①作業対象を含む作業環境の良好化
②作業標準の制定と徹底
③レジリエンス能力の強化

作業環境の良好化は、いわゆる現場の人間工学的改善であり、人間の能力の限界と特性を考慮したシステムを構築し、標準化することである。

作業標準の制定とは、規則・規定・手順等のいわゆるマニュアル作りと、その徹底である。マニュアルには、運用限界のような技術的背景があり、それに反すると直ちに事故に至るもの（JCOの臨界事故はこの違反により生じた）、決めごと（交通法令など。守らないと事故につながるが、緊急避難的に守らないことも許容される）、うまいやり方（サービスマニュアルなど。失敗を避けるための教訓であるが、そのとおりに行うとしばしば失敗する）などの種類がある。安全の属人性を排除するために、これらマニュアルは必要である。ただし、マニュアルの記載粒度は、先に示したマニュアル種類と、後述するレジリエンス能力をマニュアル実行者がどれほど有しているのか、ということと関係すると思われ、マニュアル設計は（見やすさ、読みやすさというマニュアルのインタフェイス設計という意味ではなく）人間工学の大きな課題と思われる。

作業環境の良好化と作業標準の制定と徹底で安全が確保しえる産業システムもあり、例えば業務が細分化された大量生産の組立工場などでは、これで十分であると思われる。

一方、作業環境の良好化に限界がある、あるいはシステム構成要素に変動が生じえる場合には、その変動を吸収する必要がある。医療、消防、航空機の運航などが該当する。このときには、レジリエンス能力が人に備わっていることが必要となる。ただし、多くの場合、どのような変動が生じ得るかは、ある程度は予見できるものであり、その予見に従ってのSOP（standard operation procedure）は定められ、教育訓練がなされていることは前提となる。

３．レジリエンス・エンジニアリング・マネジメント

レジリエンスな行動により安全が求められるsocio-technical システムにおいては、組織は、変動の種類と大きさを予見した上で、その対応能力育成のための施策（performance enhancement）を講じなくてはならない。合わせて、レジリエンスな行動の意欲や能力が備わっていても、それを実現するためには、レジリエンス行動に必要となるリソース（資機材等）も必要である。Komatsubara(2011)は、ヒ

ューマンファクターに関わるレジリエンス・アプローチを成功に導くためには、管理が必要であることを指摘し、この管理システムをresilience management system (REM) [2)]と呼び、図１のプロセスを提案している。

組織においては、前節で述べた①②③を順に推進し組織を強化することが人的要因に関する安全管理（safety management）の基本的なアプローチであり、さらには、それを推進する組織文化が必要となると考えられる。

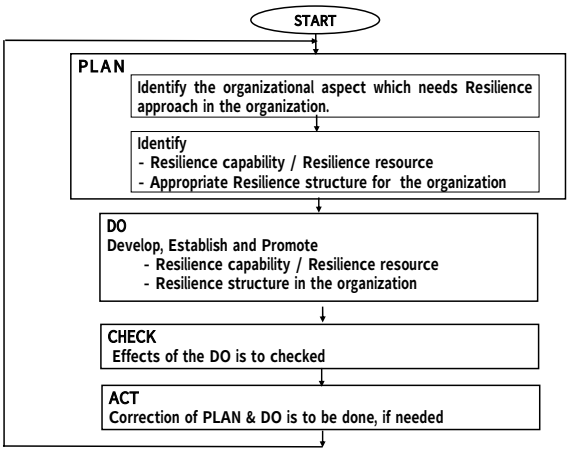


図１　REMのプロセス

４．REMにおいては何を管理すべきか

レジリエンス行動のためのコア能力は、Anticipation, Monitoring, Responding, Learningの４つであるとされている（Hollnagelら）[1)]。

一方、Komatsubara [2) 3) 4)]は、レジリエンス能力を支える４要素を示し、その強化の重要性を指摘している。

- Technical skill：変動を吸収しミッションを遂行するための技術的なスキル、知識。ハドソン川の奇跡（2009年1月15日USエアウェイズ1549便不時着水事故）を見れば、その必要性は明らかである。
- Non-technical skill：CRM（crew resource management）スキルが該当する。安全体感教育などはここに含まれると考えられる。
- Attitude：変動から逃げずに前向きに挑む態度であり、責任感、使命感、正義感などが存在すると考えられる。安全はgiven であるとの考えを払拭することがその第一歩であり、安全啓発が必要となる。例えば、日本航空の設置する安全啓発センター[5)]はここに位置づけられよう。
- Mental and physical health：心と身体の健康は、あと一歩、の前向きの行動に踏み出すために必要なことであり、レジリエンス能力のベースとして管理対象とすべきであり、健康の維持管理のためのスキルが教えられるべきである。健康教育が位置づけられる。

組織は、これら４要素の状態を把握し、脆弱性があればそれを埋め、さらに安全を磐石化するためには一層の強化を図るマネジメントが必要となる。

５．まとめ

socio-technical システムは、便益を求めて大規模化し、そこに内包されるハザードも巨大化する傾向にある。それだけに徹底した安全管理が必要となる。

人的要因についてみれば、人間工学的な改善、KYT、マニュアル作り、教育訓練・啓発など、多くのテクニックは存在するが、それらはツールであり、それらを闇雲に使っても安全は確保できない。

外来要因、技術要因を含めて、組織においては安定を損ねる要素の種類と程度を予見し、それらに対応して安全をどのように構築していけばよいのか、その戦略と、それを推進するためのマネジメントが求められていると思われる。ロバストネスのアプローチ、レジリエンスのアプローチは、その基本的な戦略を与えるものでもあり、その点を押さえた上で、その導入が図られるべきである。

（本稿は、第4回横幹連合コンファレンス 2011.11.28-11.29における報告（「安全のためにヒューマンファクターをどう管理すべきか：レジリエンス・マネジメント・システムの概念」）の抄録をもとに作成した。）

参考文献

1) E.Hollnagel; Prolog - The Scope of resilience Engineering, in Resilience Engineering in Practice, ed by E.Hollnagel et al., Ashgate, 2011

2) A.Komatsubara; Resilience Management System and Development of Resilience Capability on Site-Workers, Proceedings of the fourth Resilience Engineering Symposium, 2011, 148-154, 2011

3) A.Komatsubara; Encouraging People to do Resilience, Proceedings of the Third Resilience Engineering Symposium 2008, 141-147, 2008

4) A.Komatsubara; When Resilience does not work, in Remaining Sensitive to the Possibility of Failure ed. by E.Hollnagel et al, Ashgate,2008

5) 日本航空安全啓発センター; http://www.jal.com/ja/safety/center/（2011.10.26 現在）

【連絡先】
小松原明哲
〒169-8555 新宿区大久保 3-4-1
早稲田大学理工学術院創造理工学部経営システム工学科

東日本大震災における「想定外」と組織のレジリエンス

北村　正晴
（東北大学未来科学技術共同研究センター）

Unexpected Events Experienced in the Great East Japan Earthquake and Organizational Resilience

Masaharu Kitamura
(New Industry Creation Hatchery Center, Tohoku University)

1. はじめに

今回の大震災のような事象に直面した状況では，さまざまな組織の危機対応能力が問われることになった．日本人の大多数にとってこの大震災，とりわけ巨大津波は「想定外」な事象であった．福島第一原子力発電所の事故は，その詳細にはまだ不明な点があるものの，この「想定外」事象への適切な対応の必要性を最も端的に示しているが，それ以外にも，地震や津波の衝撃は及んでおり，多数の人命が失われるとともに，社会資本，個人資産などが大きな損害を被っている．このような事態の再来は社会全体としてぜひとも抑止すべく最大の努力を払うべきと考える．

この課題に関して本稿では，高い安全性を実現するための組織マネジメント方策であるレジリエンスエンジニアリングの考え方[1,2]に基づいた対応の可能性について考察する． またその課題に関連して，「想定外」事象の内容を吟味しその回避策と対応方策についても考察を試みる

2. レジリエンスエンジニアリング

この方法論は，2000 年初頭から欧米のヒューマンファクターや組織安全専門家の間で構築が進められてきた．現時点でまだ標準的な解説書などが公刊されるには至っていないが，小規模で集中的なシンポジウムなどを通じて次第にその枠組みが固まりつつある．レジリエンスエンジニアリングの方法論による安全マネジメント指針は，私見では以下のようにまとめることができる．

(1) 安全は static な「状態」ではない．状況の dynamic な変化に対する的確な対応を通じて維持できる「危険回避の継続」プロセスと考えるべきである．変化が本質的であるという見方が，この方法論における最も重要な指摘である．

(2) 変化する要素として，技術システムやそれを運用する組織，それらを囲む外的環境や社会の要求までを考慮の対象とする．加えて，組織としての複数の目的（しばしば相克を伴う）の優先順位，目的達成のための具体策，予算構成，安全管理方策，などが状況に応じて変化することも適切に考量されることが必要である．

(3) 上記プロセス実現の具体策として，事象への対処（Respond），事象進行の監視（Monitor)，脅威と好機の予見(Anticipate)，過去の経験からの学習(Learn)という4機能を活性化させ，その活性度を維持することが求められる．当然ながら，これらの機能が具体的な効力を発揮するためには，必要な資源（Resource）すなわち人員，装置や設備，予算などが適切に配備されていなければならない．

(4) 学習に際しては，失敗の分析と再発防止に目を向けるだけでなく成功（良好）事例からの教訓も活用すべきである．特に安全性がすでにある程度まで高い技術分野（航空，化学工業，標準化された医療活動など）においては，失敗事例の発生頻度は低下することもあって，成功事例の分析を重視するという観点が相対的に重要さを増す．

これらすべての要件を充足させることは簡単ではないが，一部だけでも対応することで安全性を段階的に向上させていくことは可能と考える．

要点(3)が指摘する適切な資源の配備必要性は，今般の震災発生後の避難場所や医療機関での物資の欠乏状況を思えば明らかであろう．福島第一原子力発電所における事故発生後の対策の本質が，外部電源の回復と冷却水およびその注入手段の確保であったことも，適切な資源配備の重要性を明確に示している．

3.「想定外」の原因と対処

高い安全性を求める過程で，「想定外」であるという言い訳はなされてはならない．しかし，「想定外」の根絶は必ずしも容易ではない．筆者は，原子力発電所事故に関連した「想定外」事象を分類して，それぞれについて対策を考えることを提案した[3,4]．またリスク認知専門家である木下富雄京大名誉教授は「想定外」事象をより一般的な観点から以下のように分類している[5]．

「想定外」1：生起確率が客観的に見て極めて低いと判

断される事象(例:隕石落下)
「想定外」2:発生確率を主張する声はあったが, 学問分野全体としては低確率と認識.
「想定外」3:発生確率はある程度示されているが過信や視野狭窄により低確率と判断.
「想定外」4:他要因(コスト, 政治的配慮etc.とのトレードオフ)を介して想定除外
「想定外」5:想像力や情報の不足で, 発生確率があるものを無視(無知または不勉強)
この分類に従えば, 巨大地震やそれに伴う津波の発生に関しては,「想定外」2の分類が適合すると考えてよい. 文部科学省が事務局を務める地震調査研究推進本部の地震発生確率予測では福島県沖における予測値はごく低い値となっていた. また6系統も設置されている外部電源系がすべて, しかも長時間にわたって機能喪失するという事態も「想定外」2に分類できよう.
これらの内で,「想定外」1の事象以外は本来許容されないとこの文献 5)では主張されているが, 正論と考える. このような「想定外」分類指針を参照しつつ , (1)〜(4)のプロセス, とりわけ(3)に示した機能を活性化させることで,「想定外」は大幅に低減できる. つまり組織の「想定外」に対するレジリエンスは確実に向上するはずである.
実際に, 福島第一原子力発電所への津波襲来の可能性に関しては, 2009 年 6 月, 総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会 耐震・構造設計小委員会の場をはじめとして, 何度か警告的指摘がなされている. ただし地震調査研究推進本部の見解に関して上述したように, 学問分野全体としてはその認識が共有されていなかったことが実態であろう. そのような条件下にあっても, リスクの大きさを考えれば原子力発電所では(3)で示した脅威の予見と資源の配備に関しての対応が部分的にでもなされているべきであった. レジリエンスエンジニアリングの重要性はこの意味でも明らかと考える.

4. 良好事例の振り返り

上記の視点に立って大震災発生以後に知られた良好事例を振り返ってみると, レジリエンスエンジニアリングの指針と整合する行動様式を見出すことができる.
事例①:釜石市の小中学生避難実績
群馬大学片田敏孝教授の指導で, 各地の津波浸水状況や避難経路を想定したハザードマップを作成して, 各自の避難計画も立てさせた. その上であえて「その想定を盲信するな」,「それぞれの状況下で最善の避難行動を取ること」を徹底して教示した. 結果として釜石市立の14の小中学校では, 校内にいた児童生徒約3千人全員が無事であった. 基礎的な知識や事前想定したルールを尊重するが盲信はせずに, 状況に dynamic に対応することを指針としたこで結果として優れたレジリエンスを実現した例といえる.
事例②:日本原電の防水壁増強
茨城県東海村の日本原電東海第2原発は津波水位を最大4・86m と想定していた. しかし 2007 年の茨城県による再評価要請を受けて, 同社は想定を 5.7m と変更し海水ポンプを保護する防水壁の高さを増強している. 実際には増強工事が一部未了であったため, 被災時, 3台の海水ポンプの1台が水没し使用不能になったが, 残る2台のポンプによる冷却能力を生かして非常用ディーゼル発電機を動作させ原子炉を冷温停止させることに成功した. 予見情報に基づいて時宜を得た資源増強という方策を導入することによるレジリエンス実現の事例として評価できる.

5. おわりに

レジリエンスエンジニアリングの視点から「想定外」への対処方策を述べ, さらに組織マネジメントを重視する視点から防災に関連する示唆を記した. レジリエンスエンジニアリングの方法論は現在も進化中であり, 特にその現場応用に関してはいくつかの注目すべき試みが提案されている [1,2]. この方法論を活用して, 自然災害だけでなく様々な原因による事象に対する我が国のレジリエンスと安全性が大きく向上することを心から期待したい.

参考文献

1) E. Hollnagel, D.D. Woods, N.Leveson (Eds.): Resilience Engineering,, Concepts and Precepts, Ashgate Publishing Co., 2006
2) E. Hollnagel, et al.(Eds.): Resilience Engineering, in Practice, Ashgate Publishing Co. 2011.
3) 北村正晴:福島第一事故からの「学び」, 日本原子力学会誌, Vol.53, No.6, pp.406-408, 2011.
4) M.Kitamura: Extraction of Lessons from the Fukushima Daiichi Accident based on a Resilience Engineering Perspective, Proceedings of the Fourth Resilience Engineering Symposium, June 8-11, Sophia Antipolis, France, 2011.
5) 木下富雄:リスク学から見た福島原発事故, 日本原子力学会誌, Vol.53, No.7, pp.465-472, 2011.

[連絡先]
北村正晴
東北大学未来科学技術共同研究センター
〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-10
e-mail : kitamura@niche.tohoku.ac.jp
Fax : 022-795-4010

想定外への対応は裁けるか

「公正な文化」が「柔軟な文化」と「学習する文化」を支える

芳賀　繁

（立教大学現代心理学部）

Should We Punish Failures of Responses to Unexpected Events?

"Just Culture" and "Flexible Culture" Are the Basis of "Learning Culture"

Shigeru HAGA

(Department of Psychology, Rikkyo University)

1.「柔軟な文化」とレジリエンス

Reason は著書『組織事故』[1] の中に「安全文化をエンジニアリングする」という章を置き，安全文化の要素を見極め，加工し，全体として機能するように組み上げることで，社会工学的にエンジニアリングできると主張した．そして，その主要な要素が，(1) 報告する文化(reporting culture), (2) 正義の文化(just culture), (3) 柔軟な文化(flexible culture), (4) 学習する文化(learning culture) の 4 つであると説いた．

この中の「柔軟な文化」のポイントは緊急時における第一線への権限移譲であり，事前に共有された価値観がその成否を決めると Reason は言っている．まさに，東日本大震災において，想定外事象に対して優れた適切な対処をした組織に共通する特性である．

レジリエンスは，変化や外乱に先だって，あるいはその最中に，あるいはその後に，システムの機能を調整する本質的能力，それによって，予期された条件下でも，予期されなかった条件下でも，求められるオペレーションを継続することを可能とする本質的能力を意味する [2]．レジリエンス工学は個人や組織のレジリエンスを評価して，それを高めるための方策を考える，ヒューマンファクターズの新しいパラダイムである．

Hollnagel と Woods によると，レジリエンスのものさしの一つは洞察する能力，すなわち，リスクが形を変えて現れることを失敗や被害が生じる前に予見する能力である [3]．この能力は，まさに，「想定力」と言い変えても間違いではないだろう．

人間の能力はまた，想定外の事象が起きた時に，システムを安全に，あるいは少なくとも被害を最小限にとどめて事態を収束させるよう臨機応変に対応するときにも発揮される．レジリエンス工学では，したがって，事故になったヒューマンエラーを分析することよりも，事故を未然に防いだり，事故が起きた際に被害の拡大を食い止めることに成功した組織や個人の事例を重視する [4]．

以上のように，レジリエンスは Reason の「柔軟な文化」に極めて近い概念であるといえる．

2.「公正な文化」とは

Reason は，「正義の文化をエンジニアリングする前提条件は，受け入れることのできる行為と受け入れることのできない行為の双方の間に線引きをするための，皆が合意できる一連の原則である」と書き，「不安全行動の過失の程度を決定するためのディシジョンツリー」を提案した [1]．

これに対し Dekker は，「どこに線引きをするかを論じても意味がなく，誰が線引きをするかが重要である」と反論し，司法による過失の処罰が不公正であり，安全性の維持・向上を却って阻害することを，著書"Just Culture"[5] において詳細に論じた．なお，この本の監訳者（＝本論文の筆者）は"just"の語に「公正な」という語を当てている．Dekker の主張の主なものは以下のとおりである：

(1)　単一の説明では複雑な事象を公正に取り扱うのは無理である．裁判では最も真実らしいか，最も信頼できる説明を一つだけ選ばなければならないため，複雑な事象を公正に取り扱うことはできない．ルールと運用の間のずれ，自由裁量の余地，多面的な目標間の競合を際どくネゴシエイトしている現場の実務を理解しない人々が，「後知恵」によって実務者を裁くことは不公正である．

(2)　オペレーションの世界では実務の中で起こりうる全ての問題を知って予期することはとても難しい（経験したことのないことも常に起こりうる）ので，エラーの開示と議論，失敗からの学習が重要である．

(3)　有責性の判断において重要なのは，ある種の行為が，深刻な結果が確実に起きるほどに本質的な過失だったのかどうかということではない．ある行為が過失かどうかを判断する際にどの手続きと権威を信頼するかである．

Dekker は専門家のエラーがすべて免責にされるべきだと主張しているわけではない．許容されるエラーと許容されないエラーの間の境界線をどう引くかという問題について論じたうえで，結論として，同じ職種の専門家や外部有識者によって構成される機関などが，権威と専門性を持って線引きをする仕組みを作る必要がある

と主張している.

3.「裁く文化」

2001 年 1 月 31 日に静岡県上空で起きた日航機同士のニアミスに関して, 便名を言い間違えた管制官 2 名が起訴され, 2010 年に最高裁判所で有罪判決が確定した. このインシデントについては, 2002 年に公表された航空・鉄道事故調査委員会(現・運輸安全委員会)の調査報告書で, 接近警報(CNF)が遅れて出たため接近回避の管制指示を出す時間的余裕が短かかった, 運航乗務員が管制指示と RA (TCAS)の回避指示が逆指示となった場合に RA に従うべきことが明記されていなかったなど 10 の要因を列挙していた. しかし, 最高裁判所は下記の理由で被告人の上告を棄却した:

(1) 被告人Aは本来意図した 958 便に対する降下指示を的確に出すことが特に要請されていたというべきであり, 同人において 958 便を 907 便と便名を言い間違えた降下指示を出したことが航空管制官としての職務上の義務に違反する不適切な行為であったことは明らかである.

(2) 被告人Aの実地訓練の指導監督者という立場にあった被告人Bが言い間違いによる本件降下指示に気付かず是正しなかったことも, 同様に結果発生の危険性を有する過失行為に当たるというべきである.

(3) 被告人両名は, 異常接近警報により 907 便と 958 便が異常接近しつつある状況にあったことを認識していたのであるから, 言い間違いによる本件降下指示の危険性も認識できたというべきである.

さらに, 裁判長は補足意見の中で,「本件は, そもそも, 被告人両名が航空管制官として緊張感をもって, 意識を集中して仕事をしていれば, 起こり得なかった事態である. (中略)そうした切迫した状況下では, 管制官には, 平時にもまして冷静沈着に, 誤りなき指示を出すということが求められているというべきである」と断じている.

4.「公正な文化」が「報告する文化」,「柔軟な文化」,「学習する文化」を支える

想定外の事象に対する臨機応変な対応が見事な成果を生んだ例として有名なのが, US エアウェイズ 1549 便のハドソン川への緊急着水である. このとき, 仮にハドソン川に着水する際に機体が大破し, 乗客の半数が死亡したとしたら, 機長は罪に問われただろうか.

これまで経験したことのない事態に遭遇した時ほど, 人の臨機応変能力, 組織の柔軟性・レジリエンスが試される時はない. 東日本大震災のときに, あらかじめ決められた避難所で津波に襲われた人もいれば, そこでは危ないと察してさらに高台まで逃げて助かった人もいた. 連絡網や指揮命令系統が寸断されて機能を停止した組織もあれば, 末端組織や現場が上からの指示を待たずに動いて多くの人から感謝され, 称賛された組織もあった. 法令やマニュアルや前例に縛られて救援の足を引っ張った人や組織がある一方で, それらの枠にとらわれずに柔軟な対応ができた人や組織が活躍した.

想定外の事象に対して臨機応変に対応して危機を乗り越えるための最大限の努力をすることは望ましいことだと誰もが考えるだろう. しかしそれが悪い結果に終わった場合, もし, 結果責任を問われて裁かれるならば, ただひたすらマニュアルに従い, マニュアルに書いてあることと, 上から指示されたこと以外を行わない方が無難である. つまり,「柔軟な文化」・レジリエンスの高いパフォーマンスの前提として「公正な文化」が必要なのである. そして,「報告する文化」,「公正な文化」,「柔軟な文化」が揃って初めて, 真の「学習する文化」が生まれると考える.

5. 参考文献

1) Reason, J., Managing the Risks of Organizational Accidents, Ashgate Publishing, 1997. 塩見宏(監訳)組織事故, 日科技連, 1999.

2) Resilience Engineering Association, Scope, 4th Symposium on Resilience Engineering, Sophia Antipolis, France, http://www.resilience-engieering.org/REIV/scope.html (2011 年 9 月 11 日参照)

3) Woods, D. D. and Hollnagel, E., Prologue: Resilience Engineering Concepts, In E. Hollnagel, D. D. Woods, and N. Leveson, eds., Resilience Engineering: Concepts and Percepts, 1-6, Ashgate Publishing, 2006.

4) Reason, J., The Human Contribution: Unsafe Acts, Accidents, and Heroic Recoveries, Ashgate Publishing, 2008. 佐相邦英(監訳)組織事故とレジリエンス: 人間は事故を起こすのか, 危機を救うのか, 日科技連, 2010.

5) Dekker, S., Just Culture: Balancing Safety and Accountability, Ashgate Publishing, 2007. 芳賀繁(監訳)ヒューマンエラーは裁けるか: 安全で公正な文化を築くには, 東京大学出版会, 2009.

[連絡先]
芳賀 繁
立教大学現代心理学部心理学科
〒352-8558 埼玉県新座市北野 1-2-26
e-mail : haga@rikkyo.ac.jp
Fax : 0428 (471) 7094 (研究室直通)

力覚デバイスによる外国語文字学習の効果検討

○入江健也[*]（*早稲田大学創造理工学研究科）
小松原明哲[**]（**早稲田大学理工学術院）

A study of the effect of force device on foreign language learning

Kenya Irie* ,Akinori Komatsubara**
(*School of Creative Science and Engineering, Waseda University
** Waseda University)

1. 研究背景・目的

国際化が進む社会において、短期間で外国語を習得することが重要視されているが、その難点の一つに文字学習がある。特にタイ文字やアラビア文字など、馴染みのない形状や書き順に戸惑う日本人学習者は多い。

一方、バーチャルリアリティを用いたデバイスが急速に発展しており、その一つとして触覚が提示可能なデバイス「力覚デバイス」が注目され、毛筆習字教育への利用が提案されている[1]。本研究では文字学習は、手本を見ながら繰返し書いて覚えるよりも、教育者から手を取りながら教えてもらうと効果的ではないかと考え、力覚デバイスを用いた外国語文字学習の提案及び学習効果の検証を行うことを目的とする。

2. 利用するデバイス

本研究では SenseAble 社のペン型力覚デバイス PHANToM Omni（図 1, 以後 PHANToM とする）を用いる。これは、先端に取り付けられたペンを介し、触感フィードバックを得ることができる設置型デバイスである。PHANToM をパソコンに接続し「ペンの動きを記録、その後再生」プログラムを使用し、教師のペンの動き・触感を記録した後、学習者（被験者）にペンを持たせプログラムを作動させる。この時、デバイスのペンは被験者にしっかり保持されずとも、自動的に動く状態になる。なお、デバイスのペンにボールペンもしくは毛筆をテープで固定する。教師の運筆の触感・動きが再生される PHANToM の誘導の下、文字を紙に筆記する事が可能となる（図 2）。

図 1. PHANToM Omni

図 2. 実験風景

3. 研究方法

文字学習は学習段階別に、①「文字の形を覚える」②「文字の書き順を覚える」③「文字を美しく書く技能」と大きく 3 つに分けられると考えられる。それぞれの要素ごとの題材の対象を次のように決定した。

① 「文字形状記憶学習」…日本人にとって馴染みのないタイ語アルファベットを題材とする。

② 「文字書き順記憶学習」…形状すら知らない外国語文字では形状記憶が阻害要因となってしまうため、馴染みのない日本漢字を用いる。

③ 「文字を美しく書くための技能学習」…形状や書き順を知らない外国語文字ではそれらの記憶が、阻害要因となってしまうため、馴染みのある日本漢字の部首を用いる。

4. 実験Ⅰ「文字形状記憶学習」

4.1 実験内容

力覚デバイスによる文字形状記憶の学習効果検証を目的に、タイ語アルファベット 5 文字(ก ข ง จ ม)を力覚デバイスの誘導の下学習、別の 5 文字(ธ ฝ ว อ ฯ)をデバイス誘導なしの筆記により学習してもらう。筆記回数は無制限(被験者に委ねる)とし、学習時間を計測する。一週間後、タイ語アルファベットの試験を出題し、試験結果、学習所要時間、アンケートをもって学習効果を評価する。学生 20 名を被験者とした。

4.2 実験結果・考察

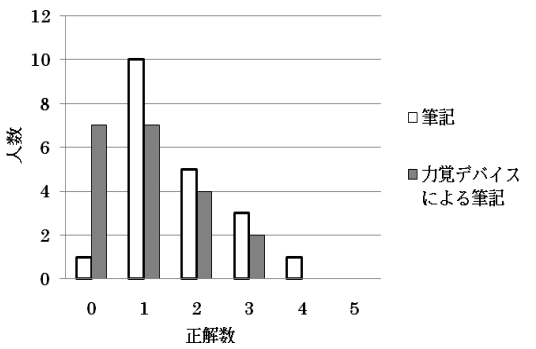


図 3. タイ語アルファベット試験結果

図 3 に示すように、力覚デバイスの誘導による筆記は

0 点が 7 名もいるのに対し、デバイス誘導のない筆記では、0 点は 1 人に留まり、全体的には被験者の 65%が力覚デバイスの誘導がない筆記の方が成績が良い、という結果になった。

アンケート結果で「単調」や「デバイスの動きに気を取られた」という意見が多くあった。被験者は力覚デバイスのペースでペンを動かす他なく、自分のペースで覚えることができないため、学習効果が表れなかったと思われる。

5. 実験Ⅱ「文字書き順記憶学習」

5.1 実験内容

力覚デバイスによる書き順記憶学習の学習効果検証を目的に、書き順の複雑な漢字 4 文字を記憶してもらう。漢字 2 文字(齲、籤)を力覚デバイスの誘導の下で記憶し、さらに、異なる漢字 2 文字(鬻、鼈)を筆記により記憶する。筆記回数は一文字につき一回のみに制限した。学習直後の書き順試験とアンケートにより評価する。学生 20 名を被験者とした。

5.2 実験結果・考察

図 4 に示すように、力覚デバイスが効果的であったのは被験者の 10%に留まった。これは実験 I と同じく、被験者が自分のペースで記憶する事が出来なかったためと考えられる。

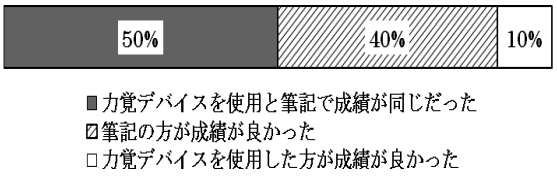


図 4. 書き順試験の結果

しかし、アンケートによると被験者の 60%が「試験回答時に力覚デバイスの誘導の感覚を思い出した」と回答し、力覚デバイスから誘導された感覚を頼りに記憶を思い出そうとしていた事がうかがわれた。

6. 実験Ⅲ「美しく書く為の技能学習」

6.1 実験内容

力覚デバイスによる毛筆習字技術の学習効果検証を目的に、習字上級者の運筆座標を PHANToM を用いて記録し、学習者(被験者)が筆を持った状態でプログラムを作動させる。題材は図 5 に示す「はね、折れ線、右払い」の 3 つについて練習してもらう。

図 5. はね、折れ線、右払い

被験者は学生 20 名とし、毛筆習字のテキスト教育のみの学習群(10 名)とテキスト教育に力覚デバイスの教育を加えた学習群(10 名)の比較を行った。被験者本人による上達度自己評価により「美しく書けるようになった」を「1」、「美しく書けるようにならなかった」を「4」とし、1～4 で回答してもらった。練習前から練習後にかけて、どれほど技能向上が見られたか評価した。

6.2 実験結果・考察

表 1 に示すように、力覚デバイスの誘導ありの教育群の平均が、誘導なし群の平均を上回った。また、平均値の差の検定を実施した結果 5%有意となり、力覚デバイスが書道学習において効果的であった。学習者は運筆の力の入れ具合を感じ取ることができ、書道の運筆のリズムを感じる事が出来たと思われる。

表 1. 上達度の自己評価結果

	力覚デバイスの誘導あり	力覚デバイスの誘導なし
平均	2.0	2.8

アンケートからは、「力の入れ方は分かるが緩め方が分からない」「筆がデバイスに繋がれているため自由に動かしづらい」といった意見が多かった。デバイスは紙面に押下する時の微細な触感を再現することが出来るが、紙面から離れる際の触感の再現は難しいと思われた。

7. 結論

今回の実験で用いた、力覚デバイスでは文字の形状および、書き順学習に効果は見られなかった。一方、美しく書く為の技能学習においては、毛筆習字初級者～中級者は力の入れ具合、筆使いにおいて学習効果が見られた。以上により、外国語文字を正しく美しく書く学習の入門としてのデバイスの力覚フィードバックに使用可能性があると期待された。

8. 参考文献

[1] 石原学,「力覚ディスプレイを利用した教材の初期印象について」, 電学論 A , 129 巻 7 号, pp. 490-491, 2009

[連絡先]
入江健也
早稲田大学理工学術院　創造理工学部
経営システム工学科　人間生活工学研究室
〒169-8555　東京都新宿区大久保3－4－1
直通 Tel&Fax(03)5286－3509

本に登場する人や物の外見に読者のイメージを反映できるシステムの開発

○山崎陽介*，大倉典子*
（*芝浦工業大学工学部）

The system that reflects the image of the reader to appearance of person and object that appear in books

Yousuke YAMASAKI* Michiko OHKURA*
(*Colledge of Engineering, Shibaura Institute of Technology)

1. 研究背景と目的

本の内容を映像で表現される際に、その映像が本を読んで感じたイメージ通りでない場合がある。

そこで本研究では、ユーザが本を読んで感じたイメージを映像に反映できるシステムの実現を目的とし、まず本に登場する人や物の外見をユーザが変更できることで、イメージを映像に反映できるシステムを開発する。

2. システムの構築

2.1 システムの検討

今回のシステムでは以下の2点が重要である。

- 映像を自分のイメージに近づくようにインタラクティブに変更を行えること
- 本文を読むのと一緒に映像を提示できること

この2点を満たすために拡張現実 1)2)を用いる。具体的には、図1に示すようなにマーカーを付けた挿絵のある本を作成する。マーカーを認識し、その上に人や物の3D モデルと現実空間を合成した映像をディスプレイに表示し、ユーザに提示する。このような研究事例はすでにあるが 3)4)5),本研究では、ユーザが、自身のイメージに近づくように人や物の外見を選択でき、それがリアルタイムに映像に反映できる点が特徴である。

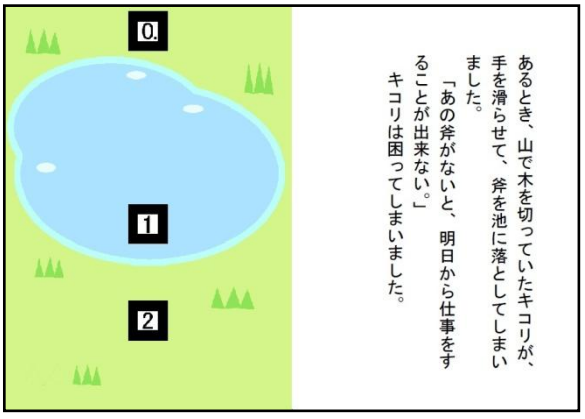


図 1. マーカーを付けた本のページ例

2.2 デバイスの検討

使用するデバイスとして、画像認識、映像出力に、カメラの写す向きと装着者の視線の向きが同じになることや、両手が自由に使えることから、カメラとディスプレイを兼ね備え、かつ、拡張現実に対応しているヘッドマウントディスプレイ (HMD)である Wrap920AR(図 2)を使用する。また、変更情報の入力に、マーカーを付けた本のそばに置くことができ、操作を容易に行えることから、テンキーを使用する。

図 2. Wrap920AR

2.3 システムの構成

図 3 にシステムのイメージ、図 4 にシステムの構成を示す。

1. PC は HMD のカメラを通してマーカー情報を取得
2. PC は HMD のディスプレイでユーザに映像を提示
3. ユーザはテンキーで PC に外見の変更情報を入力
4. PC は HMD のディスプレイでユーザに、要求された外見に変更した映像を提示

図 3. システムのイメージ図

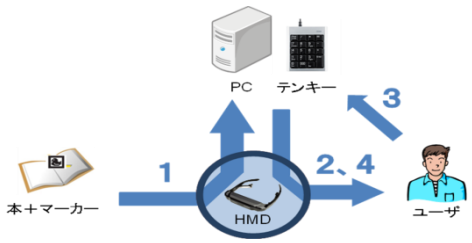


図 4. システムの構成図

2.4 コンテンツの検討

使用する本として、作品自体の長さが短いことや、物語の展開がわかりやすくまとまっていることから「イソップ童話」を選択した。また、その中から、童話の中でも有名であることや、読者のイメージが多様である神様が出てくることから「金の斧銀の斧」の話を選択した。

表1に話に登場する人や物と外見の変更箇所を示す。話に登場する人や物の外見を 3D モデルで作成し、それぞれの変更箇所に対して10種類から選択できるようにした。それぞれの変更箇所にテンキーのボタンを対応させ、ユーザの入力で、その箇所の3Dモデルが変更される。表2にテンキーと変更箇所の対応関係を示す。

図 5 に神様の変更の例、図6に HMD の映像の例を示す。

表 1. 登場する人や物と外見の変更箇所

	登場する人や物			
	木こり A	木こり B	神様	斧
変更箇所	髪型 服装	髪型 服装	髪型 服装	形状

表 2. テンキーと変更箇所の対応関係

テンキー	変更箇所
0	斧形状
1	木こり A 髪型
2	木こり A 服装
4	木こり B 髪型
5	木こり B 服装
7	神様髪型
8	神様服装

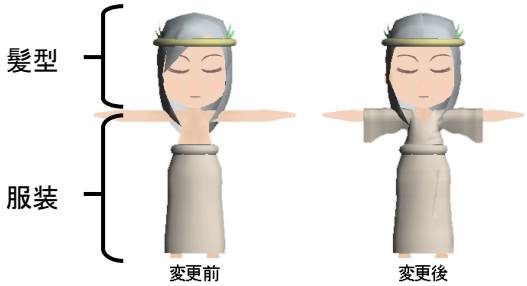
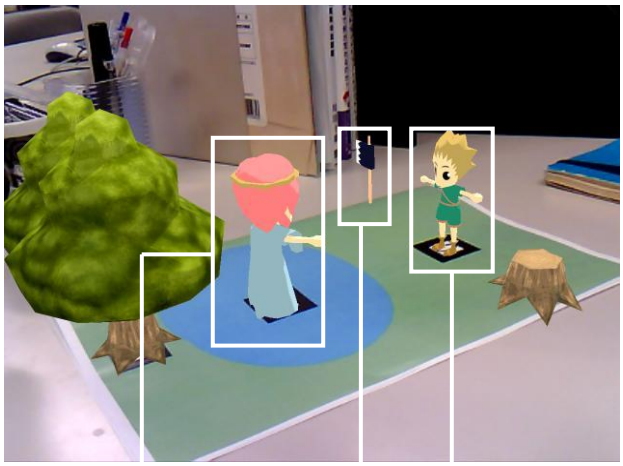


図 5. 神様の変更の例



神様　　斧　　木こり A

図 6. HMD の映像の例

3.まとめ

本研究では、本に登場する人や物の外見を読者が変更できることで、読者自身のイメージを映像に反映できるシステムを制作した。

今後、以下について評価、検討を行い、開発したシステム、コンテンツの改良を行っていく。

- ユーザが求めている変更箇所がどこであるか
- 変更情報の入力方法が適切であるか
- 挿絵に人工的なマーカーを使用していることによる影響があるか

4. 参考文献

1) 加藤博一:拡張現実感システム構築ツールとその芸術への応用.情報処理, vol.47, No.12, pp.362-367, 2006
2) 横矢直和:現実世界と仮想世界を融合する複合現実技術ーI,システム/制御/情報, vol.49, No.12, pp.489-494, 2005
3) 竹田信子 他:拡張現実感技術を利用した仮想立体絵本,日本バーチャルリアリティ学会論文誌, vol.12, No.4, pp.595-602, 2007
4) 大倉充 他:拡張現実技術を用いた昔話.情報科学技術フォーラム講演論, vol.9, No.3, pp.467-468, 2010
5) 柴田史久 他:Vivid Encyclopedia -MR 昆虫図鑑-. 日本VR学会第9回大会論集, pp.611-612, 2004

[連絡先]
山崎陽介
芝浦工業大学　工学部　情報工学科
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：l08130@shibaura-it.ac.jp
Fax：03 (5859) 8501(学科共通)

文書提示媒体の違いが心的負担に与える影響

○高野隼人*，伊丸岡俊秀**
（*金沢工業大学大学院工学研究科システム設計工学専攻，**金沢工業大学情報学部）

An effect on difference of document presentation devices for mental workload

Hayato Takano*, Toshihide Imaruoka**
(*Kanazawa institute of Technology Graduate Program in System Design Engineering,
** Kanazawa institute of Technology, College of Information Science and Human Communication)

1. はじめに

近年，電子書籍やタブレットPCなどが普及し，紙以外での文書閲覧が一般化してきた．これらのデバイスは手軽に大量の文書を携帯できることや，紙を使用しないため環境対策の観点からも注目が集まっている．名古屋文理大学では2011年度の新入生にiPad（Apple社）を配布し，授業での利用を開始した．また，防衛省は2011年度版「日本の防衛（防衛白書）」を電子書籍化するなど，小型電子デバイスは公的にも浸透してきている．

電子書籍の利用に関して，岡野ら（2005）は紙の書籍と電子書籍を用いて，読書作業時の主観的読みやすさと身体的負担を比較している．この報告によると，電子書籍を使用した場合，媒体の重量に関わらず，手持ちの場合に読みやすく体への負担が小さくなるとしている．一方紙の書籍の場合，手持ちの場合に体への負担が大きくなっていた．Mutterら（1982）は，印刷物とディスプレイに表示された文書を読んだ際の，主観的疲労感と読了時間を比較した．どちらの媒体でも主観的疲労感に差は見られなかったが，ディスプレイを使用した場合，印刷物よりも28.5%読了時間が長くなったとしている．

これらのように，紙と電子デバイスでの主観評価や作業時間についての報告はあるが，生理的な指標での評価を行った研究は少ない．また，教育場面で利用され始めているにも関わらず，各媒体が文書を読み理解することに適しているかについても十分に調べられていない．そこで本研究では，A4用紙，iPad，電子書籍（Sony社製のReader(6型)）の3種の媒体を用い，文書を読んだ際の生理反応や作業時間を比較する．また，教育場面での利用を想定し，文書内容に対する理解度に違いが見られるかについても比較を行う．その結果から，利用しやすい文書提示媒体の要因を明らかにし，今後の電子デバイス改善の手がかりを得ることを目的とする．

2. 実験方法

2.1 実験参加者

大学生および大学院生18名（年齢21-25歳）とした．すべての参加者は眼鏡などの矯正を含め，各媒体に表示された文字を問題なく読むことが出来た．

2.2 実験計画

文書提示媒体の違いによる，心的負担，読了時間，内容理解度の違いを比較した．心的負担の指標として，皮膚電位反応と体温の変化を測定した．内容理解度に関して，文書黙読の後に内容確認課題を実施してもらった．実験は紙条件，iPad条件，Reader条件の3条件で行い，これを媒体要因とした．全ての実験協力者に同一の文書黙読と内容確認課題を行ってもらうため，媒体要因を実験協力者間要因とした．また，各媒体による作業がどの程度負担になったかを比較するため，高負担時（内田クレペリン検査を模した計算課題）と黙読および内容確認課題時の負担の比較も行った．

2.3 刺激

青空文庫に掲載されている小説（黒島伝治著：二銭銅貨）を刺激文書とした．どの媒体に表示させる場合もページの構成（文字数や行数）は統一した．媒体によって文字表示領域の大きさが異なっていたが，ページに表示させる文章量を統制するため，文字サイズは条件間で異なるものとした．各媒体における表示領域のサイズと文字サイズは表1の通りであった．内容確認課題は文字探索課題1問と，内容に関する記述8問の計9問とした．文字探索課題では文書中に「買」という漢字がいくつ出現したかを解答させ（正答数：12 個），記述問題は人物の描写や文中の単語の意味などを解答させた．

これらの問題を A4 用紙に印刷し，内容確認課題として使用した．計算課題として，内田クレペリン検査の様式をとった数列を作成した．これを A4 用紙に印刷し計算用紙とした．

2.4 手続き

実験概要と使用するデバイスの操作方法を説明した後に，必要な場合は操作練習を行い実験を開始した．課題の順序は計算課題，文書黙読，内容確認課題（文字探索，記述）で統一した．計算課題は，計算用紙を使

用して 10 分間計算を続けてもらった. 文書黙読, 内容確認課題は実験者の指示で開始し, 課題終了時に合図を送ってもらい時間を記録した. また, 計算課題と文書黙読の前後 3 分間を閉眼安静期間とし, 課題前の閉眼安静時における生理反応を基準値として扱った.

3. 結果

生理反応に関して, 実験協力者ごとに個人差があるため, 直接は比較できない. そこで, 各実験協力者の「課題時における測定値」を「閉眼安静時での測定値」で割り, 安静時に対する課題時の比率を算出し比較を行った. また, 生理反応の比率に関して「平均値±標準偏差×2」の範囲外のデータを外れ値とした. 皮膚電位反応において, 文字探索と記述問題で各 1 件(共に iPad 条件)が外れ値に該当したため, 分析から除外した.

生理反応の比率と, 課題の所要時間に関して一要因分散分析を行った. その結果, 文字探索課題の所要時間($F(2,10)=3.27$, $p<.10$)と記述問題時の皮膚電位反応($F(2,9)=3.44$, $p<.10$)において, 媒体要因の主効果に有意傾向が見られた. Ryan 法による多重比較の結果, 文字探索時間では, iPad 条件において Reader 条件よりも有意に速かった($p<.05$). 同様に記述問題時の心的負担に関して, iPad 条件において, 紙条件よりも皮膚電位反応の比率が小さく, 心的負担が小さくなっていた($p<.05$). 各条件での文字探索時間を図1に, 皮膚電位反応比率を図 2 に記す.

内容確認課題に関して, 文字探索課題では実験協力者の解答と正答の誤差の平均, 記述問題は平均正答数(最大 8 点)を実験協力者の得点とした. 各条件における成績の平均を表 2 に記す. 内容確認課題の成績に関して分散分析を行ったところ, 文字探索課題において媒体要因の主効果は見られなかったが($F(2,10)=2.29$, $n.s.$), 記述問題の成績には有意傾向が認められ($F(2,10)=3.65$, $p<.10$), 多重比較の結果, 紙条件よりも Reader 条件の方が有意に得点が高かった($p<.05$).

4. 考察

文字探索時間において, iPad 使用時に電子書籍よりも速くなっていた. しかし記述問題の成績に関しては電子書籍使用時に成績がよかったことから, 正確に文章を理解する場面では, 電子書籍を利用した方がよい可能性があり, 状況によって望ましい媒体が異なることが示唆された. ただし用意した記述問題は難易度が低かったため, 天井効果により iPad 条件と Reader 条件の差が検出できなかった. 今後, 難解な問題でも同様の結果となるか検討の必要がある. 記述問題に関して, iPad 使用時に紙よりも心的負担が小さかった. 「iPad の場合ページが捲りやすかった」という内観報告が得られており, スワイプによってページを捲ることで, 文書閲覧者の認知負荷が軽減され負担が抑えられた可能性がある.

表 1 各デバイスにおける表示領域と文字サイズ

	紙条件	iPad条件	Reader条件
表示領域	約14.3inch	9.7inch	6.0inch
文字サイズ	約3.8mm	約2.5mm	約1.5mm

表 2 内容確認課題の平均成績

	紙条件	iPad条件	Reader条件
誤差の平均	1.67	1.33	0.50
平均正答数	7.17	7.50	8.00

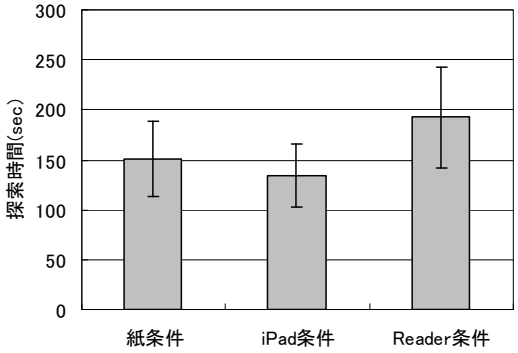


図1 文字探索時間

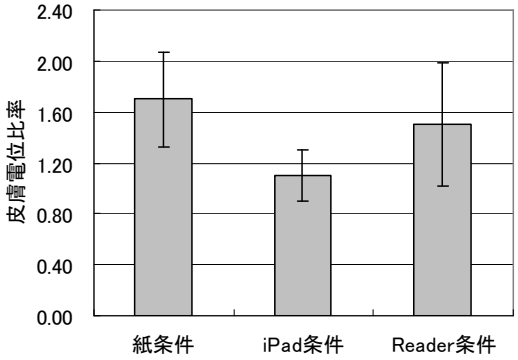


図2 皮膚電位反応比率

5. 参考文献

1) 岡野翔・面谷信・中田将裕・前田秀一 (2005) 読書作業性に対する電子媒体呈示条件の影響評価:電子ペーパーのめざす読みやすさに関する検討 映像情報メディア学会技術報告,29(14), 13-16.

2) Mutter P, Latremouille SA, TreurnietWC and Beam P (1982) Expanded reading of continues text on television screens, Human factors, 24(5), 501-508.

[連絡先]
高野隼人
金沢工業大学院 工学研究科 システム設計工学専攻
〒924-0838 石川県白山市八束穂 3 丁目 2 番地
e-mail : ta-ka-no@mail.goo.ne.jp

マニュアルのメディア形態と作業手順の学習

紙媒体か電子媒体か、静止画か動画か

○安間裕起，中村洋平，中西美和
（慶應義塾大学）

Effect of type of media for instruction manual on learning task procedure
-paper versus electronic, picture versus movie-

Yuki Yasuma, Yohei Nakamura, Miwa Nakanishi
(Keio University)

1. 本研究の目的

近年、電子端末が普及し、従来紙媒体で行われていた様々な場面での情報取得を電子端末で行うことが身近になりつつある。また、電子的な情報提示が可能になったことで、静止画だけでなく動画などの動的な情報を扱えるようになり、コンテンツの形態も多様化している。

このような現状の中で、環境配慮や情報管理、印刷コスト削減を狙いとして、マニュアルも電子化が進んでいる。一方で、人が紙媒体に抱く親しみも依然強い。さらに、媒体の違い、コンテンツの違いがマニュアルの学習、あるいはその後の作業にどのような影響を及ぼすかははっきりわかっていない。

そこで本研究では、媒体の違い、コンテンツの形態の違いが作業手順の学習に及ぼす影響や効果を実験的に検証する。

2. 方法

本研究では情報を提示する媒体として紙と電子端末を、コンテンツとして静止画と動画を検討対象とした。

2.1 実験タスク

はじめに、被験者は実験参加に同意した後、座位のまま3分間、安静な状態で待機した。次に被験者は10個のパーツからなる電子部品の組立手順が描かれたマニュアルの内容を覚えた。被験者にはマニュアルの内容を十分覚えたと思うまで自由にマニュアルを見てよいことを教示し、被験者は時間に制限なく、マニュアルを覚えた。その後、被験者はマニュアルを見ずに電子部品の組立作業を行った。このとき被験者は、マニュアルに描かれていた手順となるべく同じ手順で組立作業を行うように求められた。

さらに約1週間後(6日から8日後)、被験者はもう一度同じ電子部品の組立作業を行った。このとき被験者はマニュアルを一切見ることができず、前回学習したマニュアルの内容と作業内容を思い出して作業を行うように求められた。

2.2 実験条件

マニュアルの提示形態として紙(静止画)、電子端末(静止画)、電子端末(動画)の 3 条件を用意した。なお電子端末にはApple社製iPadを使用した。また、紙のマニュアルと電子端末(静止画)のマニュアルには全く同じ画像を掲載した。

2.3 被験者

被験者は18-23歳の健全な大学生24人とした。24人中8人は紙、8人は電子端末(静止画)、8人は電子端末(動画)をマニュアルとして使用した。なお被験者は全員右利きだった。

2.4 記録事項

組立作業中の作業映像とマニュアル学習中、組立作業中及び安静中の脳血液量変化(OEG-16,Spectratech社)を記録した。また被験者はマニュアル学習後と組立作業後に 0-6 スケールのアンケートに回答した。なお、実験前日から被験者はアルコール及びカフェインを摂取しないこととした。

3. 結果と考察

3.1 作業パフォーマンス

まず完成率について述べる。完成率とは最終的に組立てられるべき部品数のうち、正しく組立てられた部品数の割合である。学習直後の組立作業、及び 1 週間後の組立作業において各条件で完成率に大きな差はなく、被験者は平均9割程度部品を組立てることができた。

図1に学習直後及び1週間後の組立作業の作業時間を、図2に組立作業中の手順間違いの回数を示す。

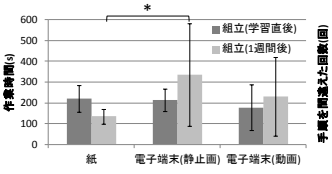


図 1. 組立作業時間

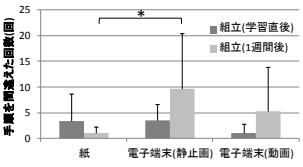


図 2. 手順間違い回数

図 1,2 より、学習直後の組立作業において条件間で作業時間に大きな差はみられなかった。また作業の手順間違い回数も電子端末(動画)が最も少なかったものの、条件間で大きな差はなかった。さらに 1 週間後の組立作業では、作業時間、手順間違い回数ともに紙の方が

電子端末(静止画)に比べ有意に小さくなった。

次に媒体の違いが学習時に及ぼした影響を探るため、各条件の学習時間を調べた(図 3)。

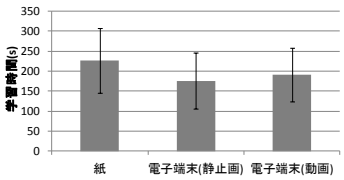


図 3. 学習時間

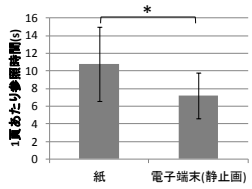


図 4. 1 頁あたりの参照時間

マニュアルの学習にかかった時間にも条件間に大きな差はなかったが、電子端末(静止画)が最も少なく、次いで電子端末(動画)、紙という順になった。また、1 頁あたりの平均参照時間を調べたところ(図 4)、電子端末(静止画)の方が紙に比べ 1 頁あたりの参照時間が有意に短くなった。紙は頁をめくって読み進めるのに対し、電子端末は画面上を指でスライドするだけで頁を切り替えられる。したがって、この頁遷移の容易さが、十分マニュアルを覚えないまま頁遷移を繰り返すことにつながったと考えられる。また電子端末は紙に比べ頁をめくる感覚が得られないため、手順の前後関係に対する直観的な把握が薄く、頁を行き来する回数が増えたことも一要因と考えられる。

3.2 脳血液量変化

本実験ではマニュアル学習中、及び組立作業中の被験者の前頭部のヘモグロビン濃度長変化を 16 チャンネルで同時計測した。

図 6.OEG-16 装着時

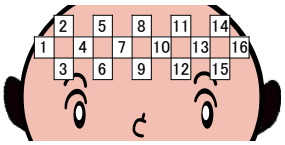
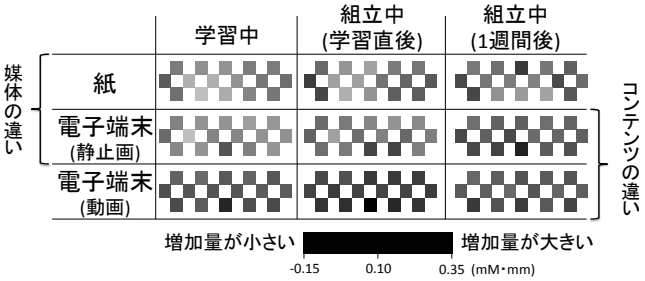


図 7. チャンネル配置

表 1 に学習中及び組立作業中の各チャンネルにおける酸素化ヘモグロビン(Oxy-Hb)増加量の平均を示す。

表 1. 各チャンネルの Oxy-Hb 増加量(mM･mm)



3.2.1 媒体の違いについて

紙と電子端末(静止画)を比較すると、学習中及び作業中の両方で ch9 に大きな差がみられた。特に学習中及び 1 週間後の組立作業での ch9 の Oxy-Hb 増加量は電子端末(静止画)の方が紙に比べて有意に大きくなった(Fisher の多重比較,p<.05)。ch9 は前頭葉の眼窩前頭野(Broadman の脳領域,BA12)にあたり、状況を推論及び判断し、行動を導くのに重要な役割を果たしているとされている(Bechara ら,1998)。この知見を鑑みると、電子端末(静止画)による学習時は、被験者がマニュアルを見ながらも、自らの推論を多分に加えて、その内容を記憶しようとしていたことがうかがえる。また、同条件では、1 週間後の作業においても、ch9 の Oxy-Hb 増加量が大きくなっており、このことからマニュアルの内容を想起するだけでなく、推論を働かせながら作業を進めていたものと考えられる。

さらに紙を用いた場合には 1 週間後の組立作業中に ch8 で著しく賦活がみられた。ch8 は前頭葉の前頭眼野(BA8)にあたる。前頭眼野は認知課題遂行に伴う記憶の想起の過程で賦活することが知られており(Pessoa,2002)、このことから紙の場合、1 週間後の組立作業において被験者は記憶したマニュアル内容を忠実に想起することに努めながら作業を進めていたものと考えられる。

3.2.2 コンテンツの違いについて

電子端末(静止画)と(動画)を比較すると、動画の場合、前頭部の広い範囲で Oxy-Hb の増加量が大きくなった。とりわけ有意に Oxy-Hb 増加量が大きかったチャンネルは、学習中で ch4,ch11,ch13,ch15、学習直後の組立作業中で ch11,ch15 であった(Fisher の多重比較,p<.05)。

この結果は、学習中及び学習直後の組立作業において、動的な情報を提示した場合に前頭葉の広範囲が著しく賦活したことを意味している。電子端末(動画)で学習時間は短いものの、学習直後の組立作業では手順間違い回数が比較的少なかったのは、このようなメディア形態の特性による脳の必然的な賦活に起因することが推察される。一方、この効果は 1 週間後の組立作業では特に認められなかった。

4. 結論

本研究ではマニュアル学習の場面において媒体の違い、コンテンツの違いが作業パフォーマンスや脳血液量変化に影響を与えるかを検証した。結果から、1)電子端末(静止画)は紙に比べて頁遷移を安易に繰り返す傾向がられ、そのため正確な手順学習の効果が劣ること、2)動画は、学習中と学習直後において脳を賦活させるため、学習直後の作業パフォーマンスは静止画を提示するよりも高まることが明らかになった。

[連絡先]
安間裕起
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：yasuma@z3.keio.jp

かわいい人工物の系統的研究（第 12 報）

－かわいい色の評価に対する季節や性別の与える影響の解析－

○小松剛*，大倉典子**

（*芝浦工業大学大学院理工学研究科，**芝浦工業大学工学部）

Systematic study on kawaii products: The twelfth report, -Analysis of effects by seasons and gender for evaluation of kawaii colors-

Tsuyoshi Komatsu*, Michiko Ohkura**

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

** Colledge of Engineering, Shibaura Institute of Technology)

1. はじめに

従来のものつくりの価値観である性能・信頼性・価格に加え，感性を第 4 の価値として認識しようという国の取組みが開始された 1)。そこで著者らは，将来の人工物の感性価値として「かわいい」に焦点を当て，物理的属性に対して系統的に解析する研究を開始した。先行研究では，かわいい色を明らかにすることや色に対する「かわいさ」の評価に季節の影響はあるかどうかを明らかにするためにかわいい色の評価実験を夏と冬に行った 2)3)。その結果，男女別にかわいい色の傾向が明らかになった。また，夏と冬の実験結果を比較したところ，男女ともに評価の高い色が夏と冬でやや異なる傾向であり，被験者個人ごとでは，夏と冬の実験結果で評価の変動があった。しかし，被験者個人の評価の変動が「季節」の影響あるいは「時間の推移」によるものなのかは分からなかった。そこで，先行研究と同様の実験を夏に再度実施する必要があると考えた。

今回はかわいい色の評価実験を新たに夏に行い，先行研究の夏と冬の評価実験の結果と比較した。ここではその結果を報告する。

2. かわいい色に関する異なる季節の実験

2.1. 実験概要

夏と冬でかわいい色が異なるかどうかを明らかにする際，「季節」の影響と「時間の推移」の 2 つの要因の影響を分けて考える必要がある。そこで，先行研究 2)3)と同様の実験を再度夏に実施した。以後，先行研究で行われた夏の評価実験を夏 1 の実験，冬の評価実験を冬の実験，そして今回新たに夏に行った評価実験を夏 2 の実験と称する。

2.2. 実験方法

色を色相，明度，彩度の 3 つの要素に分け，マンセル色相の基本 10 色（赤，黄赤，黄，黄緑，緑，緑青，青，青紫，紫，赤紫）について，「かわいさ」を評価してもらう実験を実施した。対象は色相ごとに以下の 4 種類を使用した（図 1）。

① 白色（最も明度は高いが彩度が 0 の無彩色）
② 基準色より明度が高く彩度が低い色
③ 基準色（明度・彩度ともに高い色）
④ 純色（基準色より明度が低く彩度が高い色）

提示は立体視可能な 46 インチ 3D ディスプレイを使用した。図形は円環体，背景色には明度 5 の無彩色を使用した。①から④を 1 組として，同時に提示した（図 2）。提示する色相の順番は順序効果を考慮しランダムとした。実験環境は室温約 28℃の暗室とした。

「かわいさ」の評価には Visual Analog Scale（VAS 法）を使用した。

2.3. 実験結果

実験は，正常色覚者である 20 代の男女各 10 名，計 20 名に対して行った。ただし，夏 1 と冬の実験においては被験者が同一であったが，夏 2 の実験では男性 1 名，女性 5 名が夏 1 や冬の実験の被験者とは別人である。

得られた評価点に対し，各色相において常に提示される①「白色」の評価点を基準に正規化した。男女別，季節別，色別の平均値を図 3，4 に示す。図 3 は男性の結果，図 4 は女性の結果である。ここで，縦軸は評価点

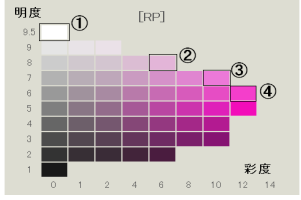


図 1：4 種類の色

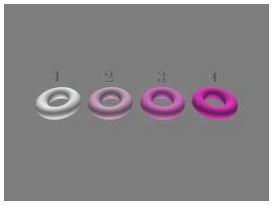


図 2：提示図形

の平均，横軸は色の種類である。①の評価点は，各被験者が 10 回ずつ評価したものの総平均である。図 3 と図 4 より，男性について，3 回の実験結果にはほとんど差異がなかった。女性についても同様であった。

次に「かわいさ」の評価点に対し，「性別」，「色相」，「明度・彩度」，「季節」で 4 元配置の分散分析を行った。その結果を以下に記す。

- 「性別」，「色相」，「明度・彩度」の主効果がそれぞれ 0.1%水準で有意であった。
- 「性別」と「明度・彩度」および「色相」と「明度・彩度」の交互作用が 0.1%水準で有意であった。

分散分析の結果からは「季節」の主効果は見られなかった。しかし，ある特定の色について季節間で差がある可能性が考えられる。そこで，「かわいさ」の評価点に対して，男女別，色別に，「季節」で対応のある差の検定を行った。その結果を以下に記す。

- 男性について，夏 1 と冬の実験では黄③，冬と夏 2 の実験では赤③に有意差があった（順に，t=4.029, p<.05, t=-2.67, p<.05）。
- 女性について，夏 1 と夏 2 の実験では緑③と赤紫③，冬と夏 2 の実験では青緑④に有意差があった（順に，t=-2.457, p<.05, t=-2.848, p<.05, t=-3.078, p<.05）。

夏 1 と冬の実験結果および夏 2 と冬の実験結果に対する差の検定の結果その両方に対して有意差があった色はなかった。

3 回の実験結果に対して，被験者個人ごとに「かわいさ」の評価点を比較した。その結果，ほぼ全ての被験者について，3 回の実験結果は基本的には同じであったが，評価が大きく変化した色もあり，「かわいさ」の評価に変動があった。しかし，その変動の傾向は被験者ごとに様々であった。

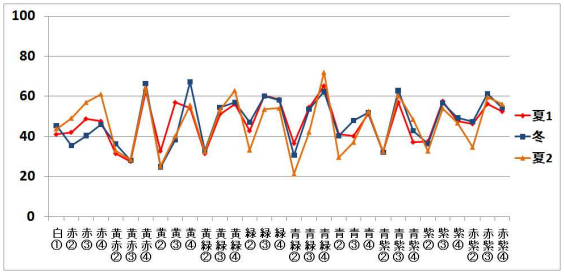


図 3: 季節別の「かわいさ」の平均（男性）

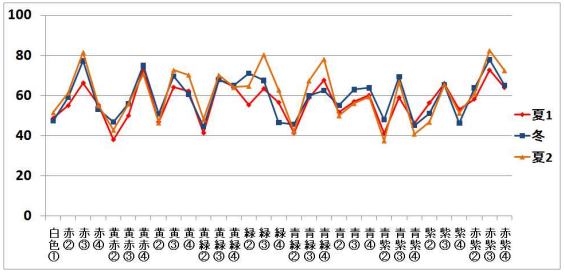


図 4: 季節別の「かわいさ」の平均（女性）

3. 考察

図 3 と図 4 の結果より，男女共通して 3 回の実験結果はほとんど差異がなく，「かわいさ」の評価点に対して，男女別，色別に，「季節」で対応のある差の検定を行った結果，ほとんどの色について季節で差がなかった。さらに，「季節」の主効果や「季節」という要因に関係する交互作用が有意でなかった。つまり，色に対する「かわいさ」の評価に「季節」の影響はなかったと考えられる。しかし，3 回の実験結果に対して，被験者個人ごとに「かわいさ」の評価点を比較したとき，ほぼ全ての被験者について，3 回の実験結果について，「かわいさ」の評価に変動があった。また，その変動の傾向は被験者ごとに様々であった。

これらのことから，色に対する「かわいさ」の評価に「季節」の影響はないが，「時間の推移」によって個人ごとにそれぞれ「かわいさ」対する価値観が少し変わった可能性が考えられる。

4. まとめ

かわいい色の評価実験を夏，冬，夏の順に計 3 回に亘って実施した。その結果，色に対する「かわいさ」の評価に「季節」の影響はないという知見が得られた。

5. 参考文献

1) 経済産業省 ：「感性価値創造イニシアティブ」について（平成 19 年 5 月 22 日報道発表）http://www.meti.go.jp/press/20070522001/20070522001.html

2) 小松剛，大倉典子:かわいい人工物の系統的研究（第 9 報）－visual analog scale を用いた「かわいい」色の評価－，2010 年度日本人間工学会関東支部第 40 回大会講演集，pp.46-47, 2010.

3) 小松剛，大倉典子:かわいい人工物の系統的研究（第 10 報）－かわいい色の評価の夏と冬とでの比較－，第 6 回日本感性工学会春季大会予稿集，16A-01, 2011.

[連絡先]

小松 剛

芝浦工業大学大学院 理工学研究科

〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5

e-mail ： ma11068@shibaura-it.ac.jp

Fax : 03-5859-8508（情報システム工学研究室宛）

脳波を用いた聴音時における快不快感検出法

○山下雄己*，上岡英史
*芝浦工業大学大学院理工学研究科

Auditory Comfort/Discomfort Detection with Electroencephalography

Yuki Yamashita*, Eiji Kamioka
*Graduate School of Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

1. はじめに

現在、少なからぬ人々が騒音に曝されて生活している．騒音は人体にストレス，睡眠妨害，知的生産性の低下等の悪影響を与える．住宅を騒音から守るためには防音工事にて対処することも可能であるが，莫大な費用が掛かる為現実的には不可能な場合が多い．この解決法として，Calm Technology[1]を用い，騒音を人々の意識の中心から周辺に移動するという手法が有効である．そこで本研究では，聴音時におけるある不快音に特化した効果的な音をそれに付加し，不快音を聴いているという感覚を意識の中心からずらすという方式を提案する．しかし，人間の感性は客観的な評価が難しく，また個人差が大きいという問題があり，定量的な測定手法は確立されていない．本稿では，生体情報である脳波の特徴と意識の関係性を明らかにし，聴音時の快不快感の客観的定義を試みるとともに，その妥当性を評価する．

2. 研究内容

脳波計による脳波測定結果を用いることにより，予め個人の快，不快音聴音時の脳波の状態を参照データとして用意し，その参照データと主観評価調査結果を照らし合わせることにより個人の快，不快時の脳波の特徴の定義を行った．

実験は被験者 2 名に対して行った．音源は 20 秒の快，不快音を 2 種類ずつ用意し，それぞれの音の前に 10 秒の無音部分を追加し，各 10 回ずつランダムに並べた音源を開眼状態において聴音している時の脳波を測定した．不快音は、騒音苦情の中で最も多い工事音からドリル音、電車走行音を用い， 快適音には、音響生態学において一般的に快適な印象を与えるとされている自然音から波の音，川のせせらぎ音を用いた．脳波計には簡易脳波計 alphatec-Ⅳを用い，聴音にはイヤフォンを用いた．計測のサンプリング周波数は 1024Hz，電圧解像度は 10bit，バンドパス周波数は 4Hz～26Hz で測定を行い，高速フーリエ変換(FFT)による解析を行った．

3. 評価

脳波は，一般的に周波数に応じて意識状態との関係性があると言われている．しかし実際には人，体調等によって傾向も異なるため，明確な線引きは難しい．そこで今回は脳波における不快感を定量的に比較するために，全能波(4～26Hz)中のβ波(15～26Hz)，および，β波+fastα波(12～26Hz)の割合を指標として導入し，比較した．

また，FFT 解析の解析時間幅，音が始まってから解析を始めるまでの解析遅延時間をそれぞれ 1～5[sec]、0～5[sec]とし、 快・不快状態を区別する為の最適な解析時間帯の特定を試みた．

4.実験結果

図 1,2 は被験者 A における解析遅延時間 5[sec]における全能波中のβ波，およびβ波+fastα波の割合である。

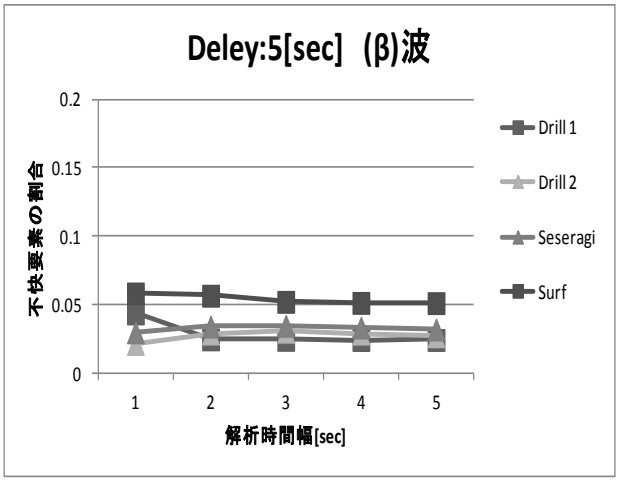


図 1 Deley5[sec]，β波の割合

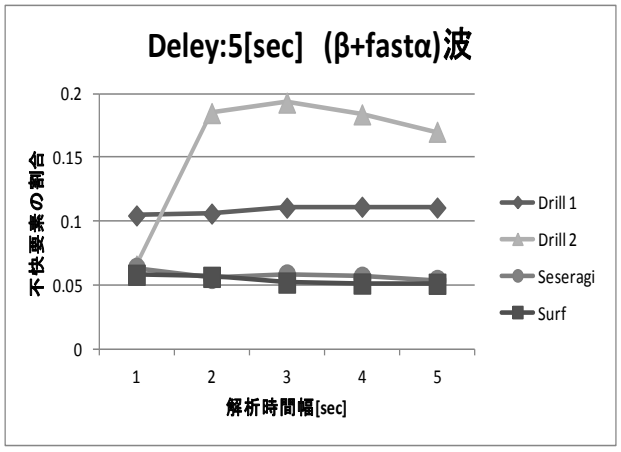


図 2 Deley5[sec], β+fastα波の割合

図 1, 2 より, 解析遅延時間5[sec]の脳波では, β波ではなくβ波+fastα波の割合に注目することにより, 快不快の区別が可能になっている. また解析時間幅の違いにより不快感の割合が変化することが分かる.

表 1 に今回の実験結果から求まった快不快感を区別することが可能である解析条件を示す.

表 1　被験者別の最適解析条件

	解析遅延時間	解析時間幅	不快要素の割合
被験者A	4,5[sec]	2~5[sec]	(β +fastα)
被験者B	5[sec]	1[sec]	(β), (β +fastα)

表1より, 両者共に最適解析条件は大きく異なるが, 音が始まってから数秒以上解析を遅らせることにより快不快の区別が可能になっている. また解析時間幅と注目する不快要素の割合については被験者ごとに大きく異なる結果となった.

以上の結果より, 解析遅延時間, 解析時間幅, 2 種の不快要素による解析手法を用いた快不快感検出が有効であることが確認できた.

5. まとめと今後の展望

今回の実験では全脳波中のβ波とβ波+fastα波に注目し, また解析時間帯と解析遅延時間の条件を変えて解析することにより, 定量的な評価が困難な快不快感検出法を提案し, 快・不快音聴音時の脳波の特徴を明らかにした. また今回の提案により, 被験者ごとに大きく異なる個人差への対応が可能となることを示した.

今後の課題としては, 脳波が測定時の体調や気分に大きく左右されるためより多くのサンプル数を増やすことと, 被験者数を増やし今回の解析手法の有効性を実証することが挙げられる. また現在注目している測定法として近赤外分光法(NIRS)を用いた脳活動計測がある. これは生体組織に対して透過性が高い近赤外光を用いて脳の血流を計測する手法であり, これにより脳の特定部位における活動状態を調べることが出来る. 今後は脳波の測定に加えて NIRS を用いた脳活動計測[3]を行い, より具体的に音を聞いている時の人の快不快感を検証してゆく.

さらに本研究の次の段階として, 不快音聴音時において不快感を減少させる効果的な音の生成があり, 現在以下の 5 つの要素に注目している.

(1)[マスキング]音を重ね合わせることにより聞こえにくくなる現象.

(2)[音色因子]:周波数スペクトルや音圧レベルに応じて金属•迫力•美的因子が変化する.

(3)[超高周波]: 可聴域上限を超える 20k～100kHz に達する高周波成分が視床と脳幹を活性化し音を快適に感じさせる.

(4)[1/f ゆらぎ]:自然音に多く存在する周波数に反比例するゆらぎが人に快適な印象を与える.

(5)[サウンドスケープ]: 音を一つ一つとして捉えるのではなく、全体で一つとしてとらえる考え. 川のせせらぎと鳥の声など自然音の組み合わせにより人に与えるイメージは大きく異なる[2].

これらの要素を踏まえ, 本研究の最終的な目的である不快音環境の快適化に対して有効な快適音の検討を進めていく.

6. 参考文献

[1] Mark Weiser and John Seely Brown, “THE COMING AGE OF CALM TECHNOLOGY,” Xerox PARC October 5, 1996.

[2] Akira Moriya, Hisashi Uematsu, Kenji ozawa, “A study on the relation between spectral envelopes of harmonic complex tones with different fundamental frequencies and their timbre,” Technical report of IEICE, EA94(266), 1994, pp.1-8.

[3] Ikusaburo Kurimoto, Naoki Kawakami and Susumu Tachi, “NIRS Signal Analysis using Variance Plot for Auditory Selective Attention,” The virtual reality society of japan, Vol. 14(2009), No. 3 pp.371-380.

[連絡先]

山下雄己
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
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：ma11164@shibaura-it.ac.jp
Fax：03 (5859) 8266

臨場感と現実感の定量化と評価に向けた調査

○飯村浩平*，小松剛**，大倉典子*
（*芝浦工業大学工学部，**芝浦工業大学大学院理工学研究科）

The Research for Quantification and assessment of Sense of presence and reality

Kohei Iimura*, Tsuyoshi Komatsu**, Michiko Ohkura*
(*Colledge of Engineering, Shibaura Institute of Technology
**Graduate School of Engineering, Shibaura Institute of Technology)

1. はじめに

バーチャルリアリティ（以下VR）を用いたシステムに関して数多くの研究が行われてきた 1) 2)。しかしそれに関し、臨場感や現実感について統一した定義はまだ得られていない。そこで先行研究では、「臨場感とはどのような感覚であるか」という疑問を明らかにするために調査が行われた 3)。しかしこの研究では現実感に関しては調査が行われておらず、また調査結果の検証も行われていない。

そこで本研究では、臨場感に加えて現実感に関する内容も合わせて調査を行う。さらにその結果の検証実験として、VR空間の評価を行うことで有効性を明らかにすることを目的とし、今回は調査について報告する。

2. 研究方法

2.1 調査内容

2.1.1 予備調査

予備調査として、「現実感という言葉からイメージされる形容詞や副詞を複数挙げよ」という内容に関して、先行研究をなぞらえる形でアンケートを行って集計した。その結果は、下記の臨場感と現実感の印象調査における質問項目④に反映している。

2.1.2 臨場感と現実感の印象調査

現実感に関する調査を行い、さらに臨場感と現実感の比較を行うため、先行研究3)をなぞらえる形で以下の調査項目に関して複数の質問を作成し、アンケートを行った。

① 臨場感・現実感という言葉を知っているか、はい・いいえの二者択一で回答
② 臨場感・現実感を日常的にどの場面で感じるか、自由回答で3つ以内回答
③ 臨場感・現実感を感じるためにどの感覚が重要か、八種類の感覚に関し5段階で回答
④ 臨場感・現実感にどのような印象を持っているか、両極5段階で回答
⑤ 臨場感・現実感のあるという修飾語が結びつく単語はどの感覚と強く結びついているのか、5段階で回答
⑥ 臨場感・現実感をどのように定義しているか、自由回答で1つ以上回答

3. 調査結果

学生100名に対して調査を行い、臨場感では87、現実感では80の有効回答を得ることができた。

3.1 臨場感と現実感を感じるために重要な感覚

③の結果より、臨場感は視覚や聴覚が重要であるとされ、また平衡感覚や身体運動感覚もある程度重要とされているという結果が出た（図1）。また現実感では全ての感覚が平均的に重要であるとされており、中でも視覚が最も重要であるという意見が得られた（図2）。

また、⑤の結果からも、臨場感と現実感は視覚に関連する単語である「動き」という言葉との結びつきが強いという結果を得ることが出来た。ただしこれら2つの結果に共通する特徴として、現実感は痛覚とも結びつきが強いと言う点で臨場感との差が存在することが判明した。

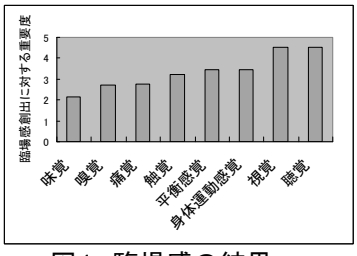


図1. 臨場感の結果

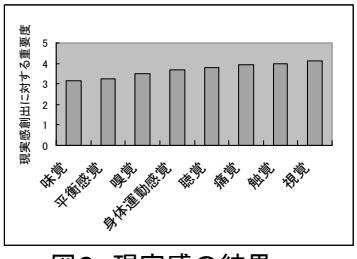


図2. 現実感の結果

3.2 臨場感と現実感に対する認識

②の結果より、臨場感は映画、ゲームといった事象から感じ取ることが出来るという意見を多く得た。それに対し現実感は、怪我や痛み、そして不安や気苦労などの事象から感じ取ることができるという意見を得た。

また、⑥の結果より、臨場感は「その場にいるような感覚」、現実感は「非現実を現実と感じる」という表現で定義されている場合が多いということが判明した。

3.3 臨場感と現実感に対する印象

④の結果を因子分析（主因子法、プロマックス回転）したところ、臨場感と現実感の両方から5つの因子を抽出することができた。さらにアンケート結果に対して中心値の差の検定を行い、平均値と標準偏差、有意確率を求めた。臨場感の分析の結果、抽出された5つの因子のうち、先行研究で抽出された因子と構成する形容詞対が一部共通する因子を2つ抽出することが出来た。これは先行研究で「評価性因子」「迫力因子」と呼称されたもので、前者は「好ましさ」、後者は「迫力」を評価するための因子である。また、現実感の分析の結果、有意差を認めることのできる形容詞対を多く含んでいる因子を抽出することができた。本研究では、この因子のことを「現実性因子」と呼称する。

4. 考察

4.1 臨場感と現実感を感じるために重要な感覚の考察

③の結果より、臨場感、現実感の両者とも、視覚が重要視されているということが判明している。臨場感に関しては先行研究でも同様の結果を得ることができており、この解析結果は信頼できるものであると考えられる。

また、⑤の結果より、臨場感と現実感の両方が「動き」という単語との結びつきが強いとされていることが判明している。これらのことから臨場感や現実感は、「動き」のある、視覚に訴えかけることを目的としたコンテンツから感じ取ることができると考えられる。

4.2 臨場感と現実感に対する認識の考察

②の結果より、臨場感を表現する際には映像やゲーム、音楽などの視聴覚コンテンツを用いることが適していると考えられる。それに対し現実感は、ネガティブな事象、そして不安などの緊張感や心的負荷によって表現することが出来ると考えられる。

⑥の結果より定義された内容は、臨場感の場合は辞書的な定義に近いものである。対し、現実感は「実際に体験する感じ」という辞書的な定義とは違う定義が挙げられた。これより、現実感は辞書的な定義の他に、非現実の内容からでも感じ取れるということが示された。

4.3 臨場感と現実感に対する印象の考察

④の結果より、臨場感と現実感から3つの因子を抽出することが出来た。臨場感の「迫力因子」と「評価性因子」は、先行研究で抽出された同名の因子と共通する形容詞対を複数含んでいる。このことから、これら2つの因子は臨場感を評価するための評価因子として信頼できるものであると考えられる。また、現実感の調査で抽出できた「現実性因子」は、「本物の－偽物の」、「立体的－平面的」などの形容詞対で構成されており、「現実に近いかどうか」を評価する因子であると考えられる。今後の実験では、これらの因子から2つずつ形容詞対を抽出し、VR空間を評価するための評価項目として使用する（表1）。

表1. 実験で使用する形容詞対

形容詞対	平均値	標準偏差
迫力因子		
迫力のある－迫力のない	4.62	0.62
動的な－静的な	4.16	0.99
評価性因子		
良い－悪い	3.82	0.84
気持ちの良い－気持ちの悪い	3.63	0.92
現実性因子		
本物の－偽物の	3.75	0.95
立体的－平面的	3.95	0.94
		p<.01

5. まとめ

本調査の結果、臨場感、現実感を感じるには視覚が重要であること、どちらも非現実のコンテンツにて表現することが可能であることが判明した。また、それぞれの因子分析の結果、信頼できると思われる因子を3つ抽出することができた。今後は、VR空間を構築し、4.3 で決定した評価項目で評価実験を行う予定である。

6. 参考文献

1) 綿貫啓一他：VR空間における可視化モデル呈示方法とその没入感・現実感への効果，設計工学・システム部門講演会講演論文集 2004(14), 384-387
2) 本多健二他：擬似広視野化による高臨場感VRコンテンツの生成，情報処理学会研究報告．CVIM，コンピュータビジョンとイメージメディア,2008(3), 279-286
3) 寺本渉他：臨場感の素朴な理解，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，Vol.15,No.1,2010

[連絡先]
飯村浩平
芝浦工業大学　工学部　情報工学科
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：l08008@sic.shibaura-it.ac.jp
Fax：03 (5859) 8508（情報システム工学研究室）

曲面の異なる形における“触れたい”心理的要素について

○日暮恭子*，笠松慶子*
（*首都大学大学院システムデザイン研究科）

A Study on Curved Surface Shape and *Kansei* Evaluation for Touch

Kyoko Higurashi*, Keiko Kasamatsu*
(*Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. 背景

近年、身の周りにはたくさんの製品が溢れている。消費者はそれらの中から1つを選択するための何らかの基準を持っていると考えられる。同じ製品でも素材や質感が異なるものが多数発売されており、製品を選択する基準の1つに「触り心地」が挙げられるといえる。

テクスチャの物理量と人の感覚特性の関係について調べた研究として、北村ら [1)]による研究がある。さらに、具体的な製品としてビーズクッション [2)]、手摺 [3)]、化粧用パフ [4)]の触り心地や使用感評価を行った研究がある。

これらの研究は製品使用中の触り心地や嗜好をどのように尺度化するかを検討したものであり、製品に触れる以前の“つい触れてしまう”という行動に関しての議論はされていない。

以前実施した実験 [5)]の結果から、球体や立方体に対する能動的触覚について検討したところ、丸い形状や和みを感じていることがつい触れたい気持ちと強く関連していることや、球を少し崩した形が最も能動的触覚を促すことが分かった。

2. 目的

能動的触覚を促す要因を抽出し、その要因の物理量と心理量との関係を調べることを目的とし、“つい触れてしまう”という行動を促す特性の解明につなげる。本研究では、異なる曲面の形における能動的触覚について検討する。

3. 実験方法

3.1 実験画面

図 1 に示す 16 種類の“曲面”を 15.4 インチのモニタに表示し、評価を行わせた。曲面の形状によって形状 1～4 に分類し、曲げの強さによって曲がり度 1～4 とした。

3.2 評価方法

ⅰ)SD 法による感性評価

曲面から受ける印象について調査するため、サンプルを 1 つずつ提示し、26 対の感性ワードについて 7 段階で評価させた。

ⅱ)一対比較評価

サンプルに対する能動的触知覚度を比較するため、2 つずつのサンプルに対して比較評価を行った。

評価指標は、「つい触れたくなる」度合いとした。点数は、左のサンプルを 0 点としたとき、右のサンプルが-3 点～+3 点の何点になるかを答えさせた。

3.3 実験参加者

実験参加者は 17 名（男性 4 名、女性 13 名、平均年齢 23.1±0.96 歳）であった。

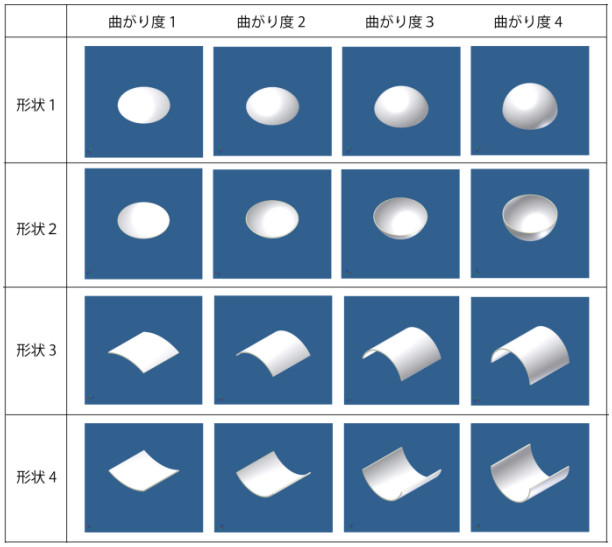


図 1 曲面サンプル

4. SD 法による感性評価結果

目的変数とした[つい触れたくなる]項目以外について因子分析を行った。最尤法、バリマックス回転により分析を行った結果、6 因子が得られた。それぞれの因子を、[快適感因子][丸い形状因子][動き因子][温冷因子][珍しさ因子][はまりやすさ因子]とした。また、目的変数[つい触れたくなる]評価とその他 25 項目の相関を求めた。(表 1)

評価項目 [つい触れたくなる]の評価得点の平均結果を図 2 に示す。

表 1　因子分析結果

因子名	評価項目	因子						評価項目[触れたくならない－つい触れたい]との相関
		1	2	3	4	5	6	
快適感因子	快適な	.680	.282	.042	.025	.165	.172	0.78
	気持ちよい	.679	.334	.089	.119	−.019	.057	−0.76
	リラックスできる	.660	.447	.088	.042	.087	.095	0.85
	さわり心地がよい	.647	.324	.118	.162	.083	.171	0.80
	癒される	.626	.497	.135	.205	.033	.060	0.83
	やさしい	.606	.539	.157	.172	.078	.058	0.81
	なぞりやすい	.587	.132	−.005	.078	.182	.250	−0.73
	手になじむ	.538	.401	.156	.101	.171	.429	−0.68
	飽きの来ない	.503	.043	.105	.058	.231	−.029	0.16
	急激な（なめらかな）	−.496	−.115	−.005	.028	.023	−.057	0.79
	人気がありそうな	.446	.401	.230	.049	.235	.164	0.86
	怖い（怖くない）	−.331	−.181	−.047	−.232	−.188	.011	0.81
丸い形状因子	女性的な	.297	.753	.044	.063	−.104	.091	0.77
	愛らしい	.444	.673	.162	.165	.042	.069	0.44
	温かみのある	.287	.617	.130	.316	.084	.082	−0.50
	角ばった（丸みのある）	−.142	−.554	−.191	−.155	−.025	−.303	0.84
	硬い（柔らかい）	−.361	−.479	−.123	−.266	.208	.029	0.53
	ふわふわした	.258	.468	.252	.317	−.198	.060	0.81
	流動感のある	.114	.346	.252	−.019	−.111	.100	0.06
動き因子	動きそう	−.008	.130	.917	.074	−.035	.023	0.19
	動かしたい	.148	.190	.594	−.007	−.031	.054	0.46
温冷因子	冷たい（熱い）	−.102	−.307	−.002	−.940	.086	−.060	0.81
珍しさ因子	珍しい（珍しくない）	−.085	.033	.062	.010	−.655	−.028	0.31
	シンプルな	.366	−.096	−.037	−.082	.588	−.031	−0.36
はまりやすさ因子	はまりやすい	.202	.162	.062	.023	−.028	.813	−0.70
累積寄与率（%）		19.165	34.682	41.048	46.704	51.326	55.934	

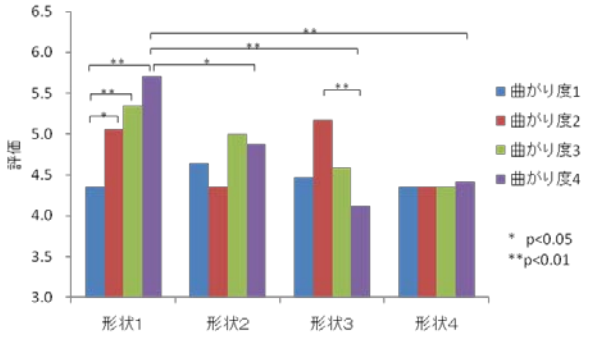


図 2［つい触れたくなる－触れたくならない]評価平均

5. 考察

今回対象とした、“曲面”に対する能動的触覚の特性を以下に記す。

SD 法による感性評価結果について因子分析を行った結果、6 因子が得られた。抽出された因子に含まれる評価項目と、[触れたくならない-つい触れたくなる]との相関を求めたところ、[動き因子] [珍しさ因子]内の項目との相関が低かった。このことから、能動的触覚と[動き因子][珍しさ因子]との関連性は低いと考えられた。

図 2 を見ると、形状 1-曲がり度 4 が、[つい触れたくなる-触れたくならない]の評価が最も高くなった。

形状1は曲がり度を変えると能動的触覚度の評価が大きく変化した。このことから、お椀を裏返したような上に凸の形の能動的触覚度を上げるためには、曲がり度を上げることが有効であると考えられる。一方、形状 4 は曲がり度が変化しても評価がほぼ一定となったことから、曲がり度と能動的触覚の関連は低いと考えられる。

形状 3 は形状 1 と同じ上に凸の形であったが、形状 1 とは異なる評価となった。特に、曲がり度 4 の評価に大きな差が見られた。このことから、曲がり度だけでなく、元の形も能動的触覚に影響していると考えられる。

6. 結論

本研究では、“曲面”に対する能動的触覚度と物理量の関係を探った。

その結果、形状 1－曲がり度 4 が最も能動的触知覚を促すことが分かった。

曲がり度を上げることにより能動的触覚度が上がる形状、上がらない形状の両方が認められた。能動的触覚度を上げるためには、それぞれの形状にあった曲がり度を考慮する必要があると考えられる。

7. 展望

以前実施した実験の結果との比較を行い、形の違いが感性評価に与える影響についてさらに考察したい。また、能動的触覚度の上昇に有効な手段を考えていきたい。

8. 参考文献

1) 北村 薫子他:“質感の評価尺度の抽出および単純なテクスチャーを用いた質感の定量的検討”, 日本建築学会計画系論文集, No. 511, pp. 69-74, 1998.

2) 西田 政弘他:“ビーズ入りクッションの触り心地評価”, 感性工学, Vol.8, No. 4, pp.1067-1074, 2009.

3) 加藤 正男他:“手摺の感触の評価方法に関する研究:その 1 手摺の感触の尺度化”, 学術講演梗概集. A-1, 材料施工 1998, pp. 63-164, 1998.

4) 鋤柄 佐千子他:“化粧用パフの使い心地に及ぼす毛の長さの影響”, Journal of extile engineering, Vol. 54, No. 1, pp. 1-8, 2008.

5)日暮 恭子他:“‘‘つい触れてしまう”ものの形と感性評価に関する一考察”, 日本人間工学会誌, Vol.47, Supplement, pp.72-73, 2011.

[連絡先]
日暮恭子
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：ahyo8297kh63120@yahoo.co.jp

スイッチの形が印象と操作力に与える影響

○大塚真言（首都大学東京大学院），瀬尾明彦（首都大学東京）

Effect of Shape of Switch on Impressions and Force

Makoto Otsuka (Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University)
Akihiko Seo (Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

個人差とは個人の心身の性質の差と定義されており，人が生活する上で様々な場面で生じている．その中でも，スイッチ押下時に発揮する操作力は個人差が生じやすい指標の一つと考えられ，同一のスイッチでも操作力は人ごとにばらつきがみられる．一方，感性工学の分野では，人の性格や嗜好によって生じる印象の多様性が製品評価や工学的な応用に影響を及ぼすことが問題となっている．そのため，多様性を考慮した印象評価解析手法が提案されている [1]．

そこで，本研究では個人差が生じやすいタスクの一例としてスイッチ押下に着目し，キートップの形を変化させた場合において，多様性を考慮した印象評価の結果から操作力の個人差を説明できるかどうかを検討する．

2. 実験方法

被験者として21~29歳までの男女学生20名（23.2±1.8歳）に参加してもらった．スイッチはタクトスイッチ（オムロン社製 B3F-4055）を採用した（図1）．タクトスイッチのキートップ上に形の異なるアクリル板を取り付けることで模擬的にスイッチの形を変化させた．また，スイッチの周囲は黒いシートで覆い，アクリル板だけが見えるように配慮した（図 2）．スイッチの形は家電製品などに使用されているものを参考にして 20 条件設定した（表 1）．なお，タクトスイッチの基準操作力は 2.55 N である．

印象評価に関しては，スイッチの操作性に関する多様な印象を抽出するために SD 法（Semantic Differential Scale）を用いた．修飾語対は事前のヒアリングや先行研究を参考にして 8 個を設定し，7 段階で評価してもらった（表 2）．操作力は力覚センサを用いて計測し，1 条件につき 5 回押下してもらった．

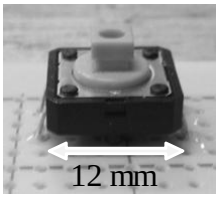


図 1. タクトスイッチ

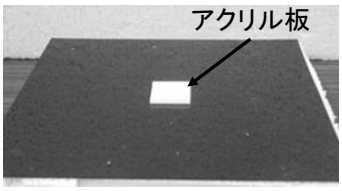
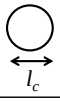
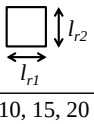


図 2. 操作部

表 1. 実験条件

	円形	四角形
形状		
大きさ	l_c= 5, 10, 15, 20 mm（計4条件）	l_{r1} = 5, 10, 15, 20 mm l_{r2} = 5, 10, 15, 20 mm （l_{r1} とl_{r2} の組み合せ16条件）

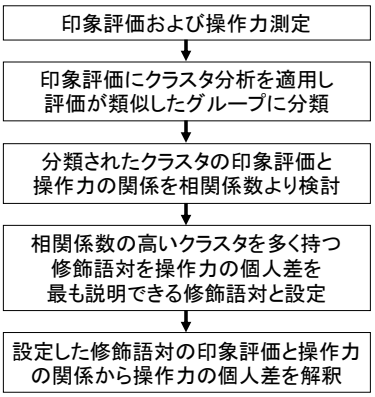


図 3. 解析の手順

3. 解析方法

図 3 に解析の手順を示す．まず，20 条件設定した形の異なるスイッチで印象評価および操作力測定を行う．次に印象評価の結果が類似したグループに分類するために，被験者間の相関係数を用いてクラスタ分析を行う．クラスタに分類する距離の閾値は相関係数が統計的に有意な値となる距離とし，2 名以上に分類されたクラスタを有効なクラスタとした [1]．分類されたクラスタはスイッチ押下作業における印象評価の多様性を意味しているため，印象評価と操作力の相関係数をクラスタごとに求め，両者の関係を検討する．相関係数の高いクラスタを多く持つ修飾語対を，スイッチ押下作業における操作力の個人差を最も説明できる修飾語対と定める．そして，印象評価と操作力の関係から操作力の個人差の解釈を試みる．

4. 結果および考察

4.1 操作力の個人差を説明可能な修飾語対の選定

印象評価の結果にクラスタ分析を施すと各修飾語対

は最小で一つ最大で六つのクラスタに分類された．以下の説明では，それぞれのクラスタを分類された被験者数が多い順に C1~C6 と記す．

次に，印象評価と操作力の関係を説明可能な修飾語対を選定するために，印象評価と操作力の相関係数に着目する(表 2)．相関係数が最も高いのは「安っぽい－高級そうな」の C1 であり，値は 0.76 であった．C1 は「高級そうな」の印象が高いスイッチで操作力が大きくなることがわかる．また，「安っぽい－高級そうな」は他の修飾語対と比較して，相関係数が±0.4 以上のクラスタが四つと最も多かった．「安っぽい－高級そうな」の各クラスタは印象評価と操作力の関係性が強いと判断し，これを操作力の個人差を最も説明できる修飾語対と定めた．

4.2 操作力の個人差の解釈

操作力の個人差を最も説明できると 4.1 で判断した「安っぽい－高級そうな」の修飾語対において，印象評価と操作力の関係を検討し，操作力の個人差の解釈を試みる．C1~C5 のうち，相関係数が±0.4 以上の値を示した C1~C4 の四つを考察する(図 4)．C1 は条件間での操作力の変化が小さく，値は 3.2 N 程度であった．印象評価は形が大きくなると「高級そうな」の評価が高くなり，円 5 mm で評価が低くなった．C2 は形が大きくなると操作力も増加し，値は 3.5~5.0 N とばらつきをみせた．印象評価は縦横比が大きい形で「高級そうな」の評価が高くなった．C3 の操作力は C1 と同様の傾向を示し，値は 3.5 N 程度であった．印象評価は円形で「高級そうな」の評価がやや高かった．C4 において操作力は形が大きくなると値も増加し，3.8~6.5 N を示した．また，条件間での操作力のばらつきが最も大きかった．印象評価は縦横比の大きい形で「高級そうな」の評価が高く，形が大きくなると印象は低くなる傾向を示した．以上より，「安っぽい－高級そうな」の C1~C4 はそれぞれ異なる操作力の値と傾向を示し，操作力の個人差を解釈することができた．

5. まとめ

本研究では，タクトスイッチ押下作業における操作力の個人差を説明するために，キートップの形を変化させた際の印象評価と操作力の関係を調査した．その結果，操作力の個人差を最も説明できる修飾語対を選定し，その修飾語対における印象評価と操作力の関係から，操作力の個人差として，四つの傾向を説明できた．

6. 参考文献

1) 柳澤秀吉，村上存，大富浩一，穂坂倫佳：感性の多様性を考慮した感性品質の定量化手法，日本機械学会論文集(C 編)，Vol.74, No.746, pp.273- 282，2008

表 2. 印象評価と操作力の相関

修飾語対	クラスタ					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
壊れやすそう-壊れにくそう	0.20(3)	−0.23(3)	0.01(2)	0.37(2)	0.05(2)	−0.23(2)
嫌い-好き	−0.14(5)	0.44(3)	−0.51(3)	0.06(2)	−0.04(2)	0.02(2)
馴染みのない-馴染みのある	0.38(3)	0.16(3)	0.01(2)	0.25(2)	0.36(2)	
安っぽい-高級そうな	0.76(5)	−0.48(3)	0.48(2)	−0.42(2)	0.02(2)	
押しにくい-押しやすい	−0.18(5)	0.65(4)	0.25(3)	0.24(3)	−0.01(2)	
プレやすい-プレにくい	0.54(6)	0.13(4)	−0.18(2)	−0.26(2)		
指にフィットしない-指にフィットする	0.65(9)	0.07(3)	−0.09(2)			
操作部が見にくい-操作部が見やすい	0.64(18)					

※相関係数(被験者数)

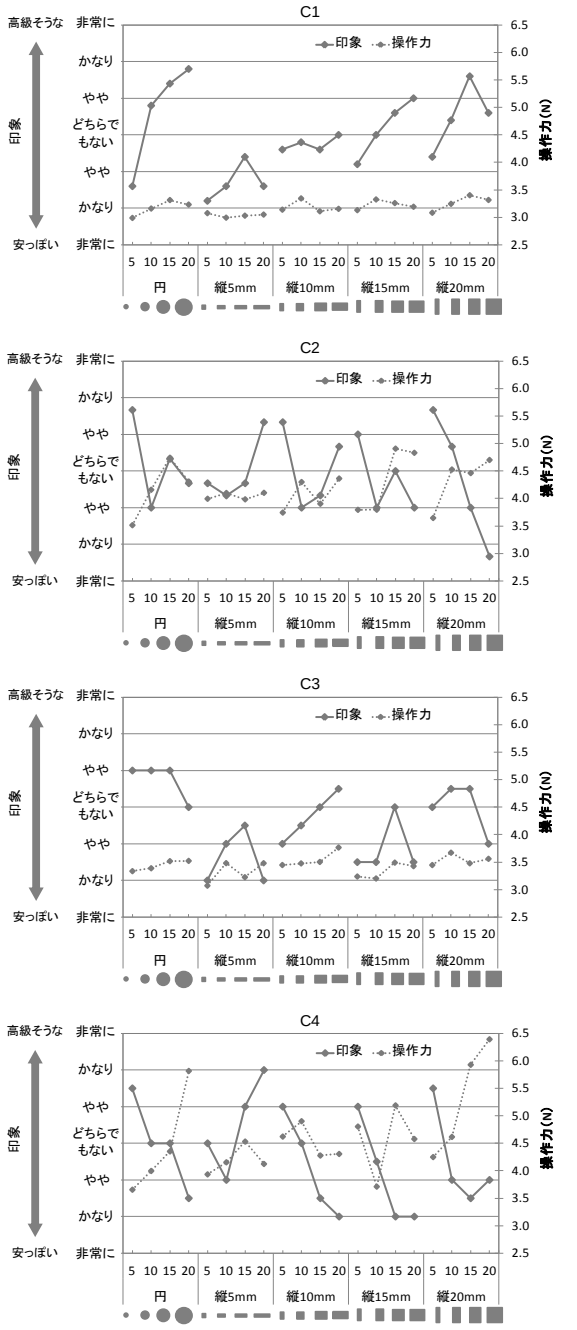


図 4.「安っぽい－高級そうな」の C1～C4 の印象評価と操作力の関係

[連絡先]
瀬尾明彦
首都大学東京システムデザイン学部
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail：aseo@sd.tmu.ac.jp
TEL：042-585-8675

ユーザ特性と楽曲に対して抱くイメージとの関係
楽曲に対する認知度が与える影響

○赤星百合子，中西美和
（慶應義塾大学）

Relation between user characteristics and impression to music
-Focusing on the effect of knowledge to music-

Yuri Akahoshi and Miwa Nakanishi
(Keio University)

1. はじめに

日常において、楽曲は、個人が視聴するためだけでなく、様々な商用目的に用いられる。例えば、CM 等で用いられる楽曲は、製品やサービスに特定のイメージを印象づける目的で、効果的な選択が望まれる。一方、楽曲が人に与えるイメージについては、音響学的なアプローチはあるものの、個人の特性によるバイアスを考慮した検討はほとんどなされていない。

本研究では、楽曲から個人が受けるイメージが、それに対する認知度によって影響を受けるかどうかを実験的に明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2.1 サンプル

まず、ジャンルを「女性 J-pop」「男性 J-pop」「海外楽曲」「サブカルチャーと関連の強い楽曲」の４つ設定した。各ジャンルで、非常に有名な楽曲 4 曲、知っている・知らないが分かれるであろう8 曲、ほとんど知られていないであろう 3 曲 の 3 段階で楽曲を収集し、4 ジャンル各 15 曲、計 60 曲用意した。

各楽曲を、一般にいう B メロからサビを中心に約 1 分切り取り、1 秒間の無音時間を挟んで 3 回繰り返すよう編集した。繰り返し全体の冒頭には、前の楽曲のイメージをリセットするため 5 秒間の機械音を挿入した。
これを「1 サンプル」とした（図1）。

図 1. 1 サンプルの流れ

2.2 評価項目

主観評価の項目として、楽曲のイメージを評価するため形容詞評価項目と認知度などを評価するための個人項目を設けた。

形容詞評価項目は「表情語」[1)]を参考に構成した。「表情語」とは、「辞書から取り出した感情語 1289 語の表情内容を分析し、意味的に類似する語を小群でまとめたうえ、それらを上位の概念語で括り、さらに上位の概念語で表現する作業を行って得られた語群である。

表 1. 表情語および形容詞評価項目

表情属性	表情語	形容詞評価項目
シンプルな・明白さ	シンプルな・明白さ・すっきり感	シンプルな
躍動感・進歩的	躍動感・進歩的	躍動的な
新鮮さ・新奇さ	新鮮さ・新奇さ	斬新な
動的・活性的	動的・活性的・発展的	発展的な
派手さ・賑やかさ	派手さ・賑やかさ	派手な
軽やかさ・軽快感	軽やかさ・軽快感・スピード感	軽快感
若さ・溌剌さ	若さ・溌剌さ	成熟した，若々しい
現代的・都会的	現代的・都会的	人工的，レトロ
明るさ・開放感	明るさ・開放感	開放感，明るい
合理的・現実的	合理的・現実的	非日常的
個性的・特殊的	個性的・特殊的・異質感	異質感，頑固な
強さ・鋭さ	強さ・鋭さ・緊迫感	力強い，とがった
適応性・庶民的	適応性・庶民的・大衆的	大衆的な
清らかさ・さわやかさ	清らかさ・さわやかさ	さわやかな
健康的・清潔感	健康的・清潔感	健康的な
暖かさ・安らぎ	暖かさ・安らぎ・穏やかさ	安らぎ感
安定感・信頼感	安定感・信頼感・落ち着き	信頼感
高級感・充実感	高級感・充実感・豪華さ	高級感
高尚な・優雅さ	高尚な・優雅さ	優雅な
静的・非活性的	静的・非活性的・奥行きのある	静かな
性別	（表情語に加え、	女性的，男性的
その他	独自に設定した項目）	肉食な

日本語の形容詞の大分類を行った結果、各分類の頂点に残るものが「表情語」であるため、これを用いることで人の抱くイメージを網羅できると考えた。形容詞評価項目 28 項目を表1に示す。各形容詞評価項目は、SD 法7段階評価で得点付けすることとした。

一方、個人項目としては、楽曲に対する認知度、歌唱経験度、視聴経験度（単一選択）、楽曲を印象付けた要因（複数選択）、所有したい度、歌いたい度、歌ってほしい度（SD 法による 7 段階評価）、思い出やイメージなどの自由記述を設問した。

2.3 実験手順

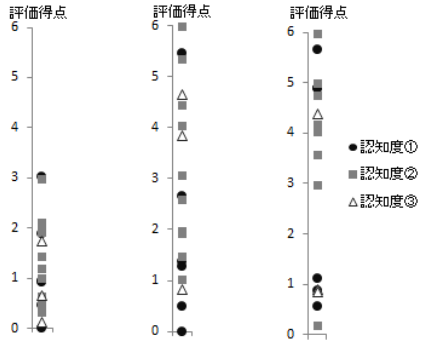
被験者は、21～24 歳の男女計 19 名であった。被験者は実験内容の説明を受けた後、実験参加同意書に署名し、実験を開始した。ヘッドフォン（SONY 製、MDR-NC60）を装着して、編集された 1 サンプルを視聴し、ディスプレイ上の評価項目に回答した。被験者が回答を完了してから、次サンプルを再生した。

3. 実験結果および検討

3.1 結果

19 名の被験者から、28 種類の形容詞について 60 サ

ンプル分の結果を得た。結果の一例として、あるサンプルのある評価項目に対する回答の結果を図 2-1～2-3 に示す。



左から、図 2-1.「静かな」の評価得点分布図
図 2-2.「発展的な」の評価得点分布図
図 2-3.「肉食な」の評価得点分布図

3.2 解析

認知度は、6 段階で回答させたが、分析を単純にするため、①全く知らない②タイトルのみ、アーティストのみ、サビのメロディのみなど部分的に知っている③非常によく知っている、の 3 段階に統合した。

評価得点については、高得点ゾーン:4～6 点、中得点ゾーン:3～4 点、低得点ゾーン:0～3 点、の 3 つの得点ゾーンを設けた。

さらに、認知度によって形容詞評価項目得点のばらつき具合を検討するため、各サンプルの各形容詞について以下の判定基準による分類を行った。

例として、図 2-1～2-3 に示したある楽曲に対する回答の分類は、以下のように行った。「静かな」(図 2-1)では、いずれの認知度でも 80%以上の被験者が低得点ゾーンに評価得点を付けた。よって認知度①②③のいずれも CCC と判定された。「発展的な」(図 2-2)では、認知度②③では評価得点の分布がばらついておりE と判定されるが、認知度①では評価得点の 60%以上が低得点ゾーンに分布している。よって認知度①の判定は C とされた。「肉食な」(図 2-3)では、認知度①は偏りなく分布しているため E、②は 70%以上が高得点ゾーンのため AA、③は 60%以上が低得点ゾーンのため C と判定された。

表 2. 判定基準

	80%～	70%～	60%～
高得点ゾーン	AAA	AA	A
中得点ゾーン	BBB	BB	B
低得点ゾーン	CCC	CC	C

※どこにも偏りがない場合、E と判定

この判定を認知度ごとに(ただし、その認知度に該当者がいない場合は判定しない)、形容詞 28 項目 60 サンプル分行い、3556 の判定結果を得た。

3.3 解析結果と検証

認知度によって楽曲に対するイメージが偏るか否かを調べるため、複数の認知度でそれぞれ被験者が 2 名以上いたサンプル 42 曲に対象を絞り、解析を行った。同じ認知度の被験者の中で評価が偏ったケース、すなわち判定結果が AAA、AA、BBB、BB、CCC、CC のいずれかであるケースを、形容詞ごとに集計した(表 3 の「合計」)。解析対象は 42 曲だが「認知度③の被験者がいない曲」などもあるため、認知度ごとに解析対象楽曲数が異なる。認知度間で比較するため、「評価得点の集中度」を以下の式で定義した。

表 3. 評価に偏りが見られたサンプル数

項目番号	形容詞項目	認知度 ①	②	③
1	シンプルな	17	17	8
2	躍動的な	14	16	7
3	斬新な	19	17	9
4	静かな	8	9	6
5	発展的な	22	9	4
6	安らぎ感	14	11	8
7	派手な	14	15	9
8	軽快感	9	14	6
9	若々しい	13	11	8
10	成熟した	19	10	4
11	人工的な	14	9	4
12	レトロな	18	13	7
13	開放的な	17	17	6
14	明るい	12	14	6
15	非日常的な	17	15	7
16	異質感	17	14	7
17	頑固な	17	7	7
18	力強い	19	14	8
19	とがった	12	9	4
20	肉食な	12	10	8
21	さわやかな	16	16	4
22	健康的な	19	12	7
23	信頼感	23	6	6
24	高級感	20	9	6
25	大衆的な	15	11	10
26	優雅な	25	11	10
27	女性的な	12	7	6
28	男性的な	14	13	7
合計		448	336	189
評価得点の集中度		**0.52**	**0.30**	**0.40**

評価得点の集中度
= 合計 / 認知度ごとの解析対象楽曲数 (1)

結果、認知度①である楽曲を「全く知らない」被験者では、「評価得点の集中度」が、他の認知度に比べ高くなる傾向が見られた。認知度が低い被験者ほど判定結果が偏りやすく、認知度が高い被験者ほど判定がばらつきやすいことが分かった。

この理由として、全く認知していない楽曲の場合、楽曲の音響的な特徴にのみ影響されて共通的なイメージを抱く一方、楽曲を何らかの形で認知している場合、その知り方の多様さ(CM、映画など)によって、音響的な特徴以外の関連するイメージが付随し、評価がばらつくことが考えられる。

4.まとめ

本研究では、楽曲から個人が受けるイメージが、それに対する認知度によって影響を受けることを、実験的に明らかにした。

参考文献

1)木通隆行:日本語の音相, 小学館スクウェア, 117-119, 2004

[連絡先]
赤星百合子
慶應義塾大学理工学部管理工学科 中西研究室
〒223-8522 横浜市港北区日吉 3-14-1
e-mail : yuriakahoshi@a3.keio.jp

覚醒度評価のための音声信号処理手法の改善

○ 塩見格一
（電子航法研究所）

Improvement of Parameters for Chaotic Human Voice Processing

Kakuichi Shiomi
(Electronic Navigation Research Institute)

1. はじめに

発話音声をカオス論的な手法により処理すれば，発話者の覚醒度と良く相関する指数値が得られることが実験的に確認できる。[1, 2)]

発話音声を時系列信号として Takens の手法によりストレンジ・アトラクタを再構成すれば，図1の様に音声信号波形から音韻により視覚的な形状の異なるストレンジ・アトラクタを観察することができる。図1の右図では，一見軌道の様な軌跡が見えるが，これはゆらいでおり，筆者は，発話音声の“ゆらぎ”が視覚化されていると考えている。

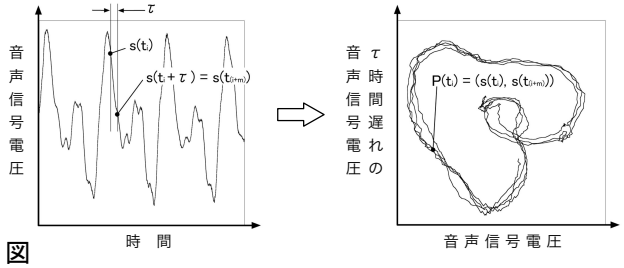


図 1．音声信号波形とストレンジ・アトラクタ

実験的に，過度な消耗状態等において，上図ストレンジ・アトラクタに見られる“ゆらぎ”の程度が小さくなることが確認できる。

2. 覚醒度定量化の目的

筆者は，音声信号に含まれる“その都度のゆらぎ”をリアルタイムに定量化することが可能であれば，様々な作業者の音声をモニターすることにより，彼らが業務環境において強い眠気に襲われる等の状況に対して，適時安全を確保するための警告を発することが可能になると考え，この目的のための音声信号処理手法を研究してきた。時系列信号を生成しているシステムの安定性はリアプノフ指数により評価することが可能と考えられ，筆者は，時系列信号に対して形式的に計算可能なリアプノフ指数が時間局所的な評価値を与える様に数値計算における収束条件を設定し，時間局所的な“ゆらぎ”の尺度として CEm（Cerebral Exponent micro）を定義した。併せて，処理対象とする時系列信号の各サンプルデータを起点として算出する CEm に統計的な処理を行って得られる CEM（C. E. Macro）を定義し，10 秒程度の音声信号から算出される CEM 値が発話者の大脳新皮質の活性状態の評価指標としての可能性を有することを実験的に確認した。[4)] また 2005 年には被験者がシミュレータにおいて鉄道車両運転模擬作業中に居眠りを起こすほど疲労させる実験を実施し，CEM 値が臨界フリッカ周波数（CFF）と相関することを確認した（ある被験者においてデータサイズ 49 で相関係数は 0.64 程度）。[2)]

現時点では，CEM 値は SiCECA と呼ぶアルゴリズムの実装としてのソフトウェア（名称はアルゴリズムと同じ SiCECA）により算出しており，通常のリアプノフ指数の計算と同様に，「埋込み次元（D），埋込み遅延時間（τ_d），発展時間（τ_e），・・・」の幾つものパラメータを適切に設定する必要がある。CEM 値は，SiCECA により形式的に算出される指標値であり，上記パラメータの設定が適切でなければ，CEM 値と CFF 値との相関係数は小さくなる（相関係数の正負が逆転することもある）。 図2は，τ_d と τ_e と共に 2ー3ms の範囲で変化させた場合の CEM 値と CFF 値との相関係数を等高線プロットしたものである。最も色の濃い領域で相関係数は 0.5 以上であり，薄い領域では 0.2 以下である。等高線プロットは，覚醒度の指標値として有効な CEM 値を与えるパラメータの境界が非常に複雑なものであることを示している。

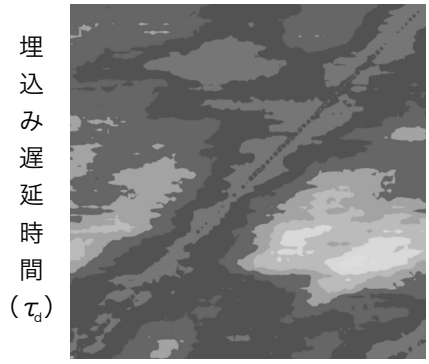


図2． CEM と CFF の相関係数の変化

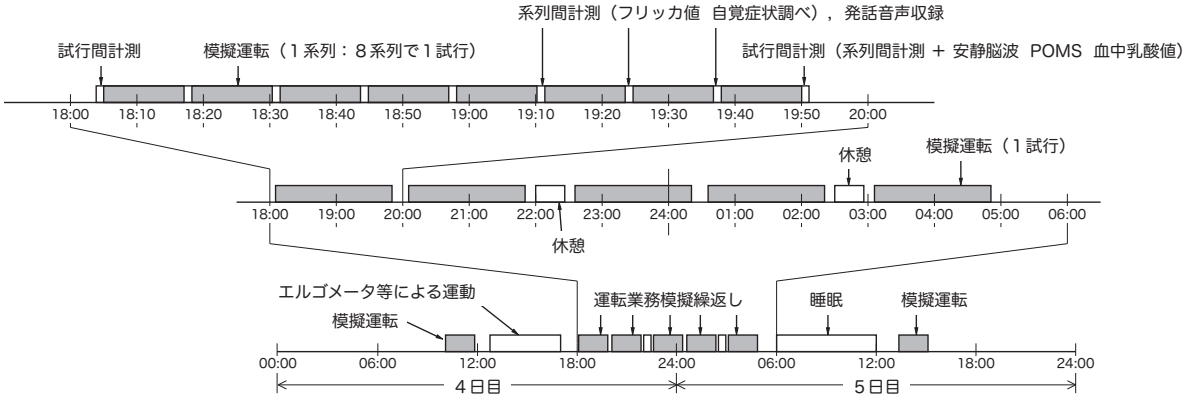


図3． 疲労計測実験のタイムテーブル（実験練習日を除く。）

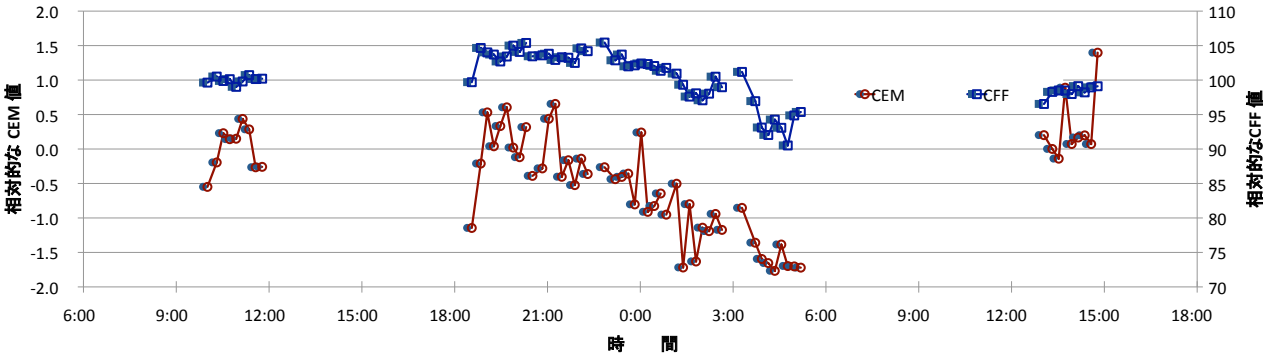


図4． 18:00～6:00 迄の相関係数が 0.80 となった場合の CEM 値の変化と CFF 値の変化

3. 実験の概要と結果

先に触れた 2005 年に実施した鉄道運転シミュレータに依る疲労計測実験により得た音声データにつき，D を 4，5，6 の範囲で変化させ，また τ_d ，τ_e については 0.021（= 1 / 48,000）ms 刻みで 0.021～5.0ms の範囲で変化させて（12 人の被験者による）平均的な CEM 値の変化と CFF 値の変化との相関係数（データサイズは 45）が大きくなる組み合せを探した。

実験内容の詳細については参考文献 2）を参照いただくこととし，タイムテーブルの一部を図3として示す。5 駅間の片道運転を1系列，8系列を1試行（約 100 分）として，これを繰り返して疲労の蓄積を計測した。実験4日目の 18 時頃から翌朝 5 時頃までに実施した 5 試行について CEM 値の変化と CFF 値の変化の相関係数が高くなるパラメータの組み合せを探した結果，相関係数が 0.8 以上になる組み合せを見つけることができた。図4は上記相関係数が 0.832 となった場合の CEM 値と CFF 値の変化を示したもので，実験 4 日目の午前中に収録したデータを基準として正規化してプロットしている。

4. おわりに

発話音声の“ゆらぎ”を定量化したと考えられる CEM 値は，適正なパラメータ値が設定される場合，被験者の覚醒度の指標値としての CFF 値と十分と思われる相関を示す。CEM の性質については未だ不明な部分が多く，その解明には実験的研究の継続が必要不可欠である。

5. 参考文献

1) 塩見： 発話分析から考える脳機能モデル，感性工学研究論文集，4(1), 3-12, 2004.

2) 塩見，他：発話音声による疲労状態評価検証実験の手法と結果，日本人間工学会第 35 回関東支部大会，2005.

3) F. Takens: Determining strange attractors in turbulence; Lecture Note in Mathemat ics, vol. 898, pp. 366–381, 1981.

4) K. Shiomi: Voice Processing Technique for Human Cerebral Activity Measurement, Proc. of IEEE-SMC 2008, P0660, Singapore.

[連絡先]
塩見格一
独立行政法人 電子航法研究所
〒182-0012 東京都調布市深大寺東町 7-42-23
e-mail： shiomi@enri.go.jp
Phone：0422 (41) 3398

生理，心理指標による職務充実に関する研究

○中塚信宏* 朴美卿** 山中仁寛* 川上満幸*
（*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**）

A Study on Job Enrichment Using Psychophysiological Parameters

Nobuhiro Nakatsuka*, Mi kyong Park **, Kimihiro Yamanaka*, Mitauyuki KAwakami*
(*Department of Management Systems Engineering, Tokyo Metropolitan University
**Division of Management Systems Engineering, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

職務に動機付け可能である職務設計として，職務に責任や権限を与え作業者の自由裁量を増やす職務充実(Job enrichment)が知られている．川上 1)は，作業者に作業情報のフィードバックやサイクルタイムを規制しないといった職務充実を行った場合に，作業者の意識や生産性が向上し，フリッカー検査結果，作業負担が小さくなったと報告している．しかし，先行研究では主に主観調査が多く，一部フリッカー検査が用いられているが，脳波や心電図といった生理計測と合わせた報告は少ない．

そこで，本研究では生理心理指標を用いて職務充実作業の有効性を検討する事を目的とする．

2. 実験方法

2.1 実験環境及び被験者

実験は，温度 25 度，相対湿度 50%，空間照度は 750lx のシールドルームで行った．被験者は，男子学生 10 名(平均年齢 23 才±1.49)とし，事前に十分な説明を行い，書面で同意を得た後に実験を行った．

2.2 実験課題

実験の課題は，車のレゴブロック（LEGO 8304 スモーキン・スリックスター）の組立作業とした．サイクルタイムは，MTM 法で組立時間を算出後，その値を川上ら 2)が提唱した理論式に当てはめ，約 90 秒となる様に，組立部品の調整を行った．その後，総作業時間が 50 分弱となる様に，組立台数は 28 台とした．また，作業条件は通常作業(以下，作業情報無と表記)と職務充実作業(以下，作業情報有と表記)の 2 種類とし，後者は PC 画面上で作業進行度と音声で不良情報を作業者にフィードバックした．

2.3 測定項目

心理指標は，日本産業衛生学会産業疲労研究会で作成された 25 項目からなる自覚症状しらべと日本語版 NASA-TLX に加え，NRK（日本労務研究会），THI（Total Health Index）などのモラール・サーベイを参考に自作したアンケートとした．生理指標として心電図，脳波の計測を行った．心電図の計測は，胸部 2 点間の電位差を求める双極誘導により行い，導出した心電図はマルチテレメータシステム(日本光電，ZR-581G)により増幅後，データレコーダー(TEAC，AQ-VU)で 200Hz のサンプリングで記録した．心電図の解析では，信号処理解析ソフト(BIMTUSⅡ)により，窓関数にハミング窓を適応して FFT ポイント数 4096 で高速フーリエ変換(FFT)を行った．得られたパワースペクトルは，0.05～0.15Hz の区間を積分したものを LF 成分とし，0.15～0.45Hz の区間を積分したものを HF 成分とした．そして，LF 値，HF 値から LF/HF 値を算出した．また，R-R 間隔から，心拍数を算出した．

脳波は，両耳朶を基準電極とし，国際 10/20 法に従い，Fp1，Fp2，F3，F4，F7，F8，C3，C4，P3，P4，T5，T6，Fz，Cz，Pz の 15 部位より導出した．同様に瞬目によるアーティファクト除去の為，右眼窩下縁部に電極を装着し眼球電図を計測した．導出した信号は，脳波計測用電極箱(NEC 三栄，6R12-4)を介し，Low-Cut フィルタは 1.6Hz，High-Cut フィルタは 60Hz に設定した生体信号アンプ(NEC，BIOTOP 6R12)で増幅した．増幅した信号は，200Hz のサンプリング周波数でデータレコーダー（AV-LX 100EPIO EXPAND I/O BOX）を介し PC に記録した．脳波は，心電図と同様の解析ソフトを使用し，瞬目によるアーティファクトの除去後，FFT による周波

数分析を施した. 周波数分析は窓関数ハミングとし，評価に用いる周波数帯域は θ 波(4～8Hz 未満), α1 波(8～10Hz 未満)，α2 波(10～13Hz 未満)，β1 波(13～20Hz 未満)，β2 波(20～30Hz 未満)の 5 帯域とし，測定部位ごとに含有率を求めた．なお，生理指標の解析区間は，1 台目から 4 台目の組立中を 1 期，9 台目から 12 台目を 2 期，17 台目から 20 台目を 3 期，25 台目から 28 台目を 4 期とした．

3. 実験結果

3.1 生産性

組立 1 個当りのサイクルタイムの分布を図 1 に示す．作業情報有は作業情報無に比べてサイクルタイムが有意に短かった(p>0.001)．また，不良数においては，作業間に有意差は認められなかった．

3.2 心理指標

NASA-TLX，モラール・サーベイの結果を図 2，3 に示す． NASA-TLX では，作業情報有は作業情報無に比べ時間圧迫感が有意に高く，不満が有意に低かった．また，モラール・サーベイでは，作業情報有のほうが作業情報無に比べ楽しい, 熱中, 充実感, 能力発揮感が有意に高く，退屈感が低い事が認められた．自覚症状しらべについて有意差は確認できなかった.

3.3 心拍数及び脳波

安静時と作業時における心拍数の結果を図 4 に示す．両条件共に，安静時に比べ作業中の心拍数は有意に高かった．また，作業情報無では作業時の心拍数が，概ね横ばいであったが，作業情報有では，三期，四期の心拍数が，一期の心拍数と比べて有意に高かった．脳波は現在解析中である.

4. 考察

本研究は，作業情報をフィードバックし，職務充実を図った作業条件において，被験者に起こる変化について生理心理指標を用いて考察する事を目的に実験を行った．心理指標から，作業情報をフィードバックする事で，退屈感や不満の減少，充実感が上昇する事で，被験者は行っている作業に対して，積極的な気持ちが高まる事が分かった．この様に作業者のモチベーションの向上により交感神経活動が活発になった結果，作業序盤から中盤において，心拍数が有意に上昇したと考えられる．この結果は，作業パフォーマンスにも表れ, 作業情報無と比較して，作業情報有で生産性が有意に向上したと考えられる. 以上の生理心理指標の結果により職務充実の有効性を確認する事が出来た．今後，脳波のデータ含め総合的に考察していく必要がある.

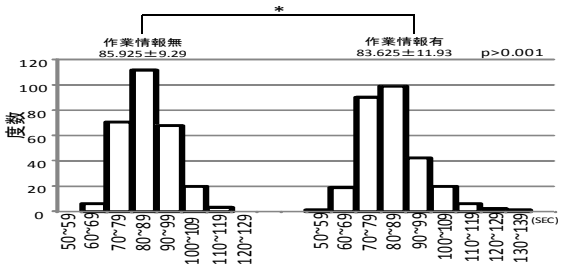


図 1 組立 1 個当たりのサイクルタイムのヒストグラム

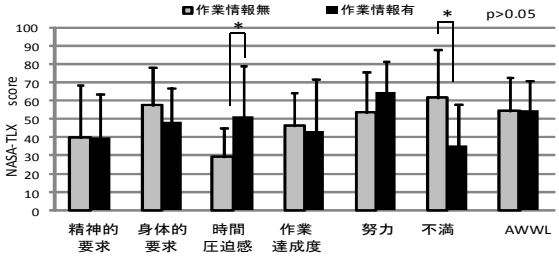


図 2 作業間の NASA-TLX の結果

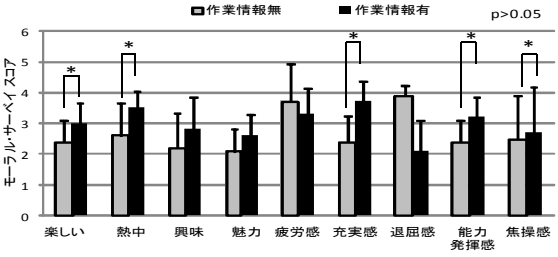


図 3 作業間のモラール・サーベイの結果

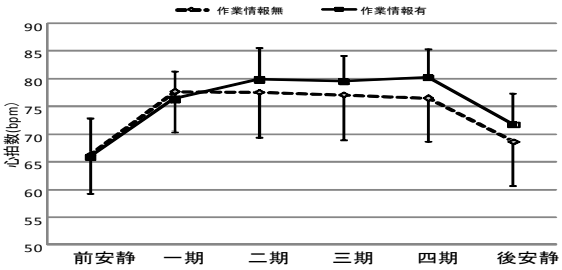


図 4 作業間の心拍数の結果

5. 参考文献

1) 川上 満幸，“作業集約化方式の構成要因に関する実験的考察:量産型組立作業システムの設計に関する研究”，日本経営工学会誌，Vol.36，No.2,pp133-138, (1985)

2)川上 満幸 上野 俊夫，“部品の種類数と点数からみた適正作業量に関する研究”，組立作業システムの設計に関する研究: 日本経営工学会誌，Vol.40，No.6 (1990) pp.421-426

[連絡先]

中塚信宏 首都大学東京大学院 日野キャンパス

〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6 丁目 6 番地

e-mail : nobuhironakatuka@gmail.com Fax : 042(585)8670 (直通)

筋負担の総合評価に基づく椅子の座面高の検討

○和泉太樹*，茅原崇徳**，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）

Consideration on seat height for standing based on comprehensive evaluation of muscle load

Taiki IZUMI*, Takanori CHIHARA**, Akihiko SEO**
(*Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University
**Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. 緒論

使いやすさという品質を工業製品に反映させることを目的として，製品の使いやすさを定量的に評価することを試みた研究が行われている．筆者らは，多目的最適化の考え方を適用することで身体負担を総合的に評価し，製品の使いやすさを評価することを試みている[1]．しかし，提案した手法では，身体負担を最小化する最適解を求めるのみであり，設計変数の違いによる使いやすさの変化を定量的に評価できないという問題がある．この問題を解決するためには，複数の目的関数を単一の指標に変換する必要があると考えられる．そこで本研究では，椅子からの立ち上がり動作を適用事例とし，総合的な身体負担を表す評価関数を構築することで，立ち上がりやすさを定量的に評価する手法を検討する．

2. 評価手順

本稿では，初めに椅子からの立ち上がり動作における身体負担を計測する．次に，実験結果に基づいて総合的な身体負担を表す評価関数を構築する．さらに，構築した評価関数を最適化することで，立ち上がりやすいと考えられる椅子の座面高を求める．

3. 実験概要

被験者として，男子学生 10 名（22.9 ± 0.7 歳（平均±標準偏差））の協力を得た．被験者の身長と体重はそれぞれ 1740 ± 53 mm と 66.5 ± 5.3 kg であった．

本研究では椅子の座面高を変化させ，被験者が立ち上がる際の筋電図計測と自覚症状調査を行った．腕を身体の側面に下垂した立ち上がり方とし，上肢を使用することは禁止した．実験条件は椅子の座面高とし，300，350，400，450，500 mm の 5 条件で行った．また，各条件において，大腿骨外側上顆の位置が座位転子高より低くならなければ，立ち上がりやすい位置に足を引くことを許容した（図 1）．

筋電図は，前脛骨筋，腓腹筋，大腿直筋，脊柱起立筋の 4 箇所を計測した．立ち上がり動作は身体の矢状面に対して対称に行われると仮定し，身体右側の筋のみを計測対象とした．最大随意筋収縮（MVC）に対する筋収縮の相対値（%MVC）を用いて，作業中の%MVC 最大値で筋負担を評価した．

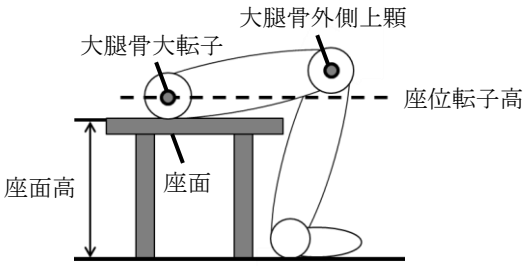


図 1　身体各部位の名称

自覚症状調査は，身体各部位（下腿部，大腿部，腰部）の主観的負担感について 5 段階（1 : 全く負担を感じない～5 : 非常に負担を感じる）で評価した．また，立ち上がりやすさについても 5 段階（1 : 悪い～5 : 良い）で評価した．

4. 実験結果及び考察

各筋の%MVC 最大値を被験者間で平均した結果を図 2 に示す．分散分析の結果，前脛骨筋，大腿直筋，脊柱起立筋の筋負担に座面高の主効果が認められた（有意水準 5%）．大腿直筋の%MVC は，座面高が高くなるにつれて単調減少する傾向がある．これは，大腿直筋には膝関節の伸展，つまり身体を上方へ持ち上げる作用があり，座面高が高いほど膝関節の伸展量が小さくなるためだと考えられる．一方，前脛骨筋と脊柱起立筋はそれぞれ 450 mm と 400 mm で%MVC が最小となった．これらの筋は，立ち上がり動作において身体の前後方向のバランスを制御する作用がある．座面高が高くなると足を引ける距離は短くなり，立ち上がり動作による重心の移動距離は長くなる．したがって，適切な座面高より高い場合，身体バランスを制御しにくくなるため，前脛骨筋，脊柱起立筋の筋負担は増加すると考えられる．以上より，筋負担が小さくなる適切な座面高はそれ

ぞれの筋で異なるため，複数部位の負担を総合的に評価することが必要であると考えられる．

次に，下腿部，大腿部，腰部の主観的負担感と立ち上がりやすさのスコアを被験者間で平均した結果を図 3 に示す．主観的には，450 mm が最も立ち上がりやすいという結果となった．

5. 身体負担の評価

立ち上がり動作における総合的な身体負担を表す評価関数を構築する．評価関数に用いる指標として，座面高の変化による影響を受けていた筋の筋負担を採用した．まず，座面高 h を説明変数として，前脛骨筋，大腿直筋，脊柱起立筋の%MVC を目的関数とする応答曲面を作成し，それぞれ f_1 , f_2 , f_3 とした．これらは，関数近似手法の一つである Radial Basis Function Network（RBFN）を用いて作成した．次に，f_1 ，f_2 ，f_3 に対して，重み係数としてそれぞれ w_1，w_2，w_3 を乗じた．これらは，各筋負担が立ち上がりやすさに影響を与える度合いを示すものと定義する．前脛骨筋，大腿直筋，脊柱起立筋はそれぞれ下腿部，大腿部，腰部の筋であることから，w_1，w_2，w_3 をそれぞれ下腿部，大腿部，腰部の主観的負担感と立ち上がりやすさの間の相関係数の絶対値とした．相関係数はそれぞれ-0.613，-0.512，-0.947 である．重み補正した筋負担の和を，総合的な身体負担 $F(h)$ と定義し，$F(h)$ は次式で表される．

$$F(h) = w_1 f_1(h) + w_2 f_2(h) + w_3 f_3(h) \qquad (1)$$

身体各部位の負担感と立ち上がりやすさとの間には負の相関が認められている．そのため，各部位の負担が小さくなるほど，立ち上がりやすさが向上すると考えることができる．したがって，$F(h)$ の値が小さいほど被験者は立ち上がりやすいと定義し，本稿の最適設計問題は以下のように定式化される．

$$F(h) = \sum_{i=1}^{3} w_i f_i(h) \rightarrow \min \qquad (2)$$

$$300 \le h \le 500 \qquad (3)$$

この問題の最適解として，h^*= 439 mm が得られた（図 4）．なお，図 4 において $F(h)$ の値は[0, 1]に正規化してある．また，満足化設計の考え方を適用すると，例として $F(h)$ の値が 0.1 以下で総合的な身体負担が十分に小さいと言えると仮定すれば，$F(h) < 0.1$ を満たす座面高として 408 mm から 467 mm の範囲が推奨される．このように，複数の目的関数を単一の目的関数に変換することで，最適解を求めるだけでなく，設定した基準を満たす設計変数の範囲を求めることも可能になる．

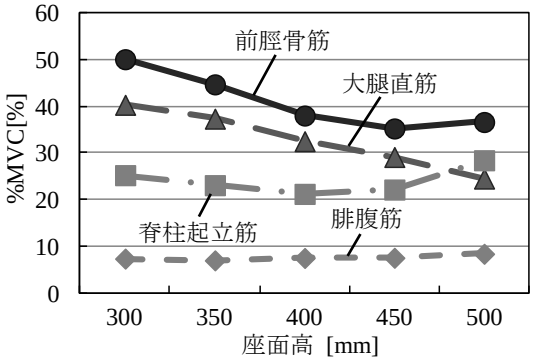


図 2　各筋の%MVC

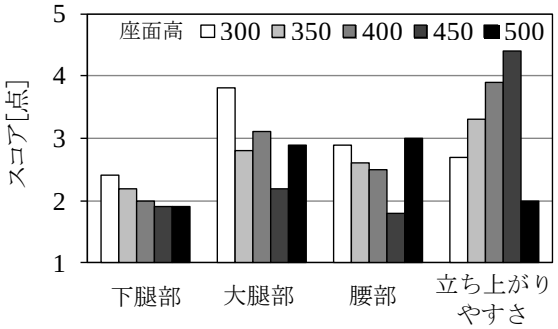


図 3　自覚症状調査

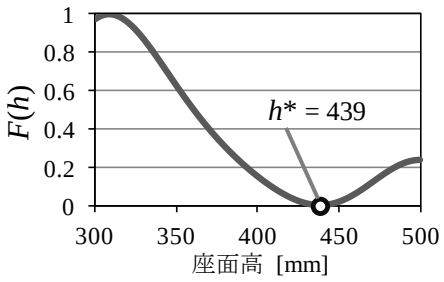


図 4　身体負担評価関数

6. 結論

本稿では，椅子からの立ち上がり動作を対象とし，複数の筋負担を用いて総合的な身体負担を表す評価関数を構築することで，立ち上がりやすさを定量的に評価した．

7. 参考文献

1) 茅原崇徳，他 2 名，“筋負担の総合評価に基づく人間工学的設計法に関する検討（第 2 報，妥協解群の提示による設計者の意思決定支援）”，日本機械学会論文集 C 編，Vol.77，No.780（2011），pp.3104-3116.

[連絡先]
瀬尾明彦
首都大学東京システムデザイン学部
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail：aseo@sd.tmu.ac.jp
TEL：042-585-8675

仰臥位作業時における上肢位置が身体負担に与える影響

○門松誠*，菅間敦*，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 arm position on upper limb load during spine position work

Makoto KADOMATSU*, Atsushi SUGAMA*, Akihiko SEO**
(*Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University,
**Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

自動車の整備や住居床下の補修業務では，仰臥位（仰向け姿勢）による作業が多く見られる．仰臥位で車体底面や床下を鉛直上向きに押し込もうとすると，作業者は上肢を挙上した姿勢をとることになる．長時間の仰臥位作業は上肢挙上を繰り返すため，筋骨格系障害の発生を引き起こしうると考えられる．これまでにも伊藤ら[1)]が仰臥位における作業面の位置をリーチと視野の観点から評価するなどいくつか研究がなされているが，仰臥位での上肢作業における作業位置と身体負担の関係は明らかにされていない．

そこで本研究では，仰臥位姿勢における上肢挙上を伴う上方押し作業に着目し，押し込み部の設置位置が身体負担に与える影響を定量的に評価することを目的とする．

2. 実験方法

2.1 被験者

被験者は健常な男子学生11名とした．年齢，身長，体重はそれぞれ 23.0±1.0 歳（以下，Mean±SD），174.4±6.2 cm, 63.7±4.8 kg であった．また，全員が右利きであり，実験は右上肢で行った．

2.2 実験条件及び実験手順

被験者は，床面で仰臥位姿勢をとり，上方に設置された押し込み部を右手で把持し，50 N の押圧力で鉛直上向きに5秒間押し続ける作業を行った．押し込み部の位置は被験者の耳（外耳孔上）・肩（肩峰上）・肘（肘頭下縁上）の 3 か所に設置した．また，床面から押し込み部までの高さを被験者の上肢長の60%，75%，90%の3条件とし，これらを組み合わせた計 9 条件を実験条件とした（図 1）．押し込み部の左側にはディスプレイを設置し，発揮押圧力を被験者にフィードバックした．具体的には，ディスプレイに表示された図形の大きさを発揮力の大きさに合わせて変動させ，図形の大きさを枠に合わせることで上方へ発揮する力をコントロールできるようにした．また，押し込み部の把持方法はあらかじめ指示を与え，

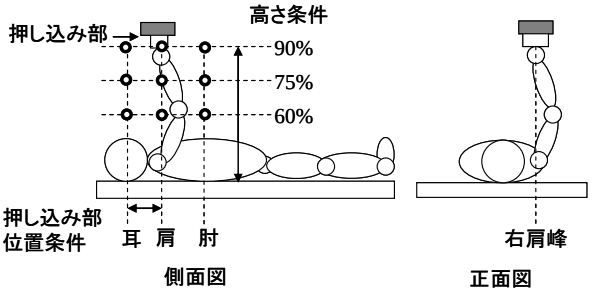


図 1 実験レイアウト

被験者間で統一した．

2.3 測定項目

押圧力として，力覚センサを用いて押し込み部にかかる力 3 成分を計測した．筋電図として，右上肢の三角筋前部，上腕三頭筋，大胸筋鎖骨部の3か所の表面筋電図を計測し，各筋の最大随意筋収縮（MVC）に対する作業時の%値（%MVC）を用いて評価した．作業姿勢として，磁気 3 軸と加速度 3 軸の 6 軸自由度センサを複数用いて頭部と上肢体節の傾きをそれぞれ記録し，頸関節，肩関節，肘関節，手関節の角度を推定した．さらに，関節トルクとして，作業姿勢データに押圧力データを加えて生体力学的解析を行い，頸関節，肩関節，肘関節，手関節まわりに生じるトルクを推定した．各指標は，押し作業5秒間のうち，開始後1秒間と終了前1秒間を除く3秒間の平均値を評価した．また，主観評価は，作業のしやすさについて，1（作業しにくい）から 5（作業しやすい）の 5 段階で評価した．

3. 結果及び考察

本稿では，作業者の上肢負担について，肩及び肘への負担から評価する．

肩の負担については図2の肩関節トルクの結果に示すように，肘頭下縁上において押し込み部の高さが低くなるに伴い，トルクが大きくなる傾向が見られた．同位置では，他の位置よりも前腕が下垂するため，肩関節の屈曲が小さくなっていた．そのため，肩関節まわりのモーメントアーム長が長くなり，肩関節トルクが大きくなったと考えられる．また，図4の三角筋前部筋

電図電位の結果より，各高さにおいて，肘頭下縁上の三角筋前部の筋負担が最も高くなることがわかった．同位置においては，肩関節の屈曲角が小さいため，肩関節トルクが大きくなる．そのため，押圧力発揮に要する筋負担が高くなったと考えられる．

肘の負担については図3の肘関節トルクの結果が示すように，押し込み部の高さが高くなるに伴い，トルクが小さくなる傾向が見られた．上方に上肢挙上することで肘関節の屈曲角が小さくなり，肘関節まわりのモーメントアーム長が短くなる．そのため，肘関節トルクが小さくなったと考えられる．また，図5の上腕三頭筋筋電図電位の結果より，押し込み部の高さが高くなるに伴い，上腕三頭筋の筋負担が低下する傾向が見られた．肘関節が伸展することで肘関節トルクが減少し，押圧力発揮に要する筋負担が低下したと考えられる．また，計測した二筋の筋負担に着目すると，三角筋前部の筋負担が低下する条件では，上腕三頭筋の筋負担が増加する傾向が見られた．これより，押し込み部の設置位置によって上肢挙上に作用する二筋の筋活動が異なると考えられる．

作業のしやすさについては図6に示すように，肩峰上の90%で最も点数が高く，作業しやすいと感じることがわかった．

最後に総合的にみると，押し込み部の高さが高いほど各関節トルクが減少し，かつ肩位置では筋活動が低めになる傾向が見られた．これより，作業位置を肩位置の上方に設置することで身体負担を軽減し，主観的な作業性が向上できると判断される．

4. まとめ

本研究では，仰臥位姿勢下の上方押し作業において作業位置が身体負担に与える影響を明らかにした．その結果，押し込み部の設置位置は高い方が負担が低く，かつ設置位置が外耳孔上では肘関節および上腕三頭筋，肘頭下縁上では肩関節および三角筋前部の負担が高かった．結局，肩峰上の高さ90%の作業位置が作業がしやすく身体負担も軽減できることがわかった．

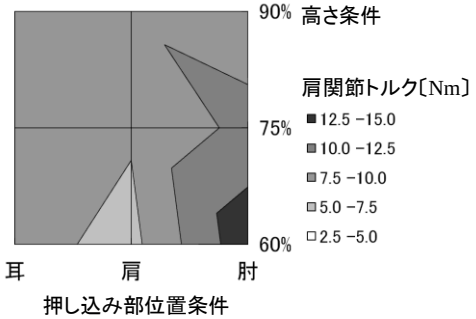


図 2　肩関節トルク〔Nm〕

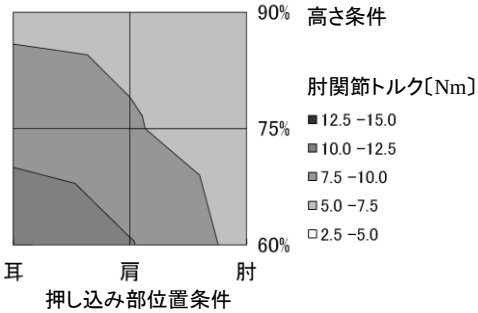


図 3　肘関節トルク〔Nm〕

5. 参考文献

1) 伊藤綾，小板橋喜久代，上野義雪：臥位姿勢における上肢作業域の検討(Ⅰ) -作業域・作業面・視野の関係-，人間工学，34(特別号)，pp.328-329(1998)

[連絡先]
瀬尾明彦
首都大学東京システムデザイン学部
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail：aseo@sd.tmu.ac.jp
Fax：042 (585) 8675

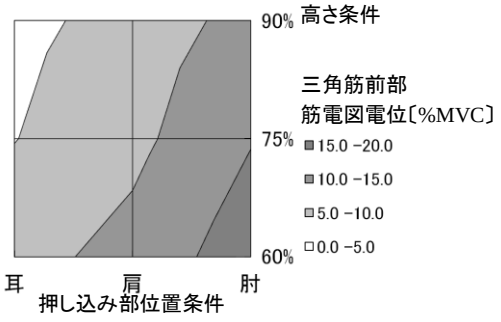


図 4　三角筋前部筋電図電位〔%MVC〕

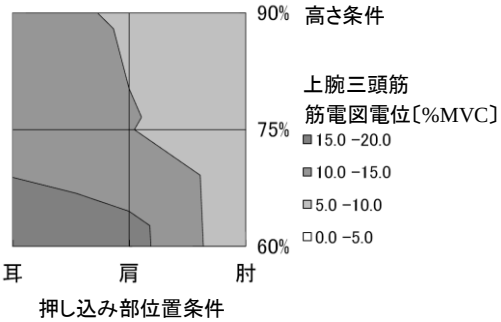


図 5　上腕三頭筋筋電図電位〔%MVC〕

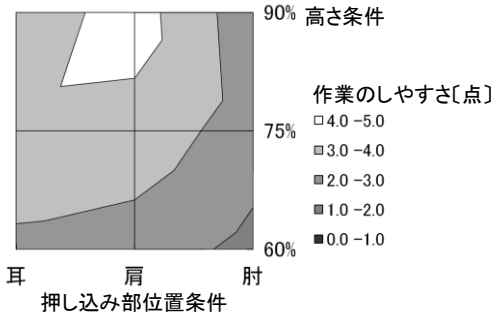


図 6　作業のしやすさ〔点〕

生体信号を活用した
わくわくするインタラクティブシステムの開発と評価 （第 3 報）

—映像の提示方法の違いが恐怖感に与える影響—

○懸川裕貴*, 大倉典子**
（*芝浦工業大学大学院工学研究科修士課程　電気電子情報工学専攻,
**芝浦工業大学工学部情報工学科）

Development and evaluation of an exciting interactive system utilizing biological signals
(The third Report)
- Influence to the sense of fear caused by presentation method of an image -

Yuki Kakegawa*, Michiko Ohkura**
(*Graduate School of Engineering, Shibaura Institute of Technology
** Colledge of Engineering, Shibaura Institute of Technology)

1. はじめに

近年, ストレス社会に対して, 癒しを与えるなどを目的としたインタラクティブシステムの研究が多く行われてきた. しかし, 人を活動的な気分にするシステムの研究はあまり行われていない. そこで著者らは「わくわく」という感情に着目し, 人をわくわくさせることで活動的にするインタラクティブシステムの開発を行い, 生体信号を使ったわくわくの程度の評価を行ってきた 1). 一方、生体信号からゲーム中のプレイヤの心理を検知して, コンテンツに反映するシステムは, 近年いくつかの研究例がある 2). 本研究では, プレイヤの感じているわくわく感を心拍の変化という形でシステムにフィードバックすることで, システムがプレイヤの心理を検知し, コンテンツに反映するインタラクティブシステムを開発した 3) 4).

第 1 報では、恐怖を感じると心拍が変化する点に着目し, プレイヤの心拍周期の変化によってコンテンツ内容を変化させていくシステムを作成し, アンケートと生体信号で評価をした 3). 第 2 報では, 第 1 報のアンケート結果をもとにお化けの改善を行い, それが恐怖感に与える影響を評価した 4).

本報告では, コンテンツの平面視と立体視による恐怖感の違いについて評価実験を行った結果を報告する.

2. 実験システム

2.1 システムの構成

実験システムの構成を図 1 に示す.

立体視を行う場合, PC から出力された右目用と左目用の映像を, 2 台の偏光板付プロジェクタを用いて, 100 インチスクリーンに投影する. 被験者が偏光メガネをかけて映像を見ると, 映像が立体的に見える. また, 平面視を行う場合は, 右目用と左目用の映像を同じものにして投影すれは, 被験者が偏光メガネをかけて映像を見ても, 映像は平面のまま見える.

心拍の測定には RF-ECG (株式会社医療科学電子研究所製)を用いた.

なお、この実験システムは暗室に設置した.

図 1. 実験システム

2.2 提示映像

映像は,「20 秒間背景映像のみを提示（以下, 無提示状態）した後に, 図 2 のお化けモデル（以下モデル）の内の 1 体を約 3 秒間提示（以下, 提示状態）するのを 5 回繰り返す」というものを 4 種類用意した。

モデルの動作は, モデル A と B は上から落下, モデル C と D は画面奥から手前に移動とした.

映像内でのモデルの提示順序はランダムとした.

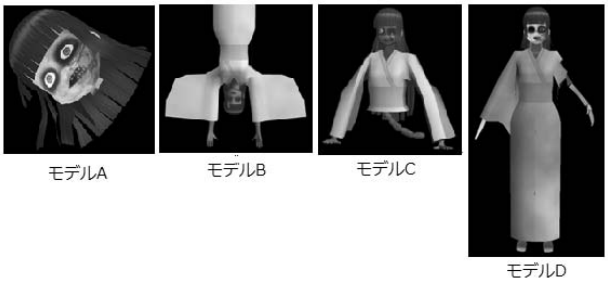


図 2. 提示モデル

3. 評価実験

3.1 実験方法

実験は,「立体視と平面視の映像をそれぞれ提示後, 提示した映像について比較して評価してもらう」を 2 回

繰り返した. 映像の提示順は, 被験者毎にランダムにし, 実験中は常に生体信号を計測した.

3.2 アンケート内容

アンケートでは, 提示した 2 つの映像について, 第 2 報の研究 4)の結果に基づいて選んだ以下の項目(表 1)に対して図 3 に示す 5 段階で評価してもらった.

表 1. アンケート項目

怖い	不安	びくびくする	身の毛がよだつ
不気味	青ざめる	ひやりとする	

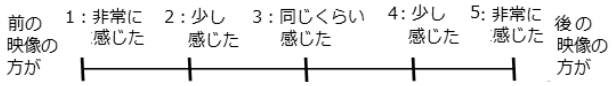


図 3. 5 段階評価

4. 実験結果・考察

実験は, 20 代の男性 8 名に対して行った.

アンケート各項目の平均値は, 立体視を先に提示した場合は立体視, 平面視を先に提示した場合は平面視の評価が高い傾向があった. また, 提示順序で評価に差があるかどうか t 検定を行ったところ,「怖い」「身の毛がよだつ」が 5%,「不安」「青ざめる」が 10%で有意差があった. この結果より, 映像提示後の恐怖感は, 提示方法の違いより提示順序の影響の方が強く表れることがわかった.

心拍数の解析は, まず各モデル提示前の無提示状態の内, モデル提示直前の 10 秒間の平均値を基準値とし, 心拍数の平均値と基準値の差を取った. この心拍数は, 不安や恐怖などの精神的負荷で値が大きくなる指標である. 図 4 に提示方法別の結果の一例を示す. 図 4 では, 立体視の方が平面視よりも心拍数が大きい傾向がある. モデルと提示方法を要因として 2 元の分散分析を行った結果, モデルのみに有意水準 1%で主効果があった.

また, 心拍変動から自律神経のバランスを推定するために, 心拍変動の時系列データから, 副交感神経の活動を示す高周波変動成分(以下 HF)と交感神経と副交感神経の両方の活動を反映する低周波成分(以下 LF)を抽出し, 交感神経と副交感神経とのバランスを示す LF/HF を算出した. この LF/HF は不安や恐怖などの精神的負荷で値が大きくなる指標である. 図 5 に LF/HF の提示方法別の平均値を示す. 図 5 より, 立体視の方が平面視よりも LF/HF が大きい傾向があった. また, 映像の提示方法で LF/HF に差があるかどうか t 検定を行ったところ, 有意差があった(t 値=-2.393, 自由度=10.732, p<.05).

立体視の方が心拍数や LF/HF が大きくなったことから, 同じモデルや映像でも提示方法により得られる恐怖感に違いがある可能性が示された.

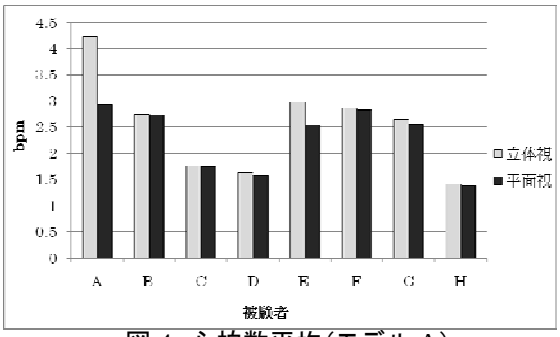


図 4. 心拍数平均(モデル A)

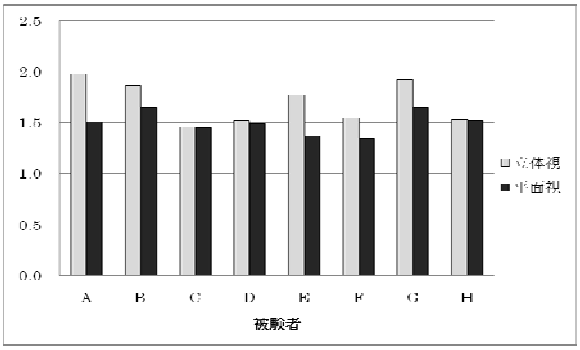


図 5. LF/HF 平均

6. まとめ

本研究では, コンテンツの平面視と立体視で恐怖感がどのように異なるかについて, 評価実験を行った. その結果, 同じモデルや映像でも提示方法によって得られる恐怖感に違いがある可能性が, 生体信号により示された.

今後は, 今回の結果を元にシステムの改良を行う.

7. 参考文献

1)青砥他,“生体信号を利用したわくわくするシステムの開発と評価”, 電子情報通信学会技術研究報告, vol.109, No.29, pp.55-58, 2009.

2) 森山他,“ゲームプレイヤの心理を反映するゲームキャラクタの制御”, エンタテインメントコンピューティング 2009, pp.69-72, 2009.

3) 懸川他,“生体信号を活用したわくわくするインタラクティブシステムの開発と評価”, 情報処理学会全国大会講演論文集 2010(72), pp.105-106, 2010.

4) 懸川他,“生体信号を活用したわくわくするインタラクティブシステムの開発と評価 第2報”, 第 53 回自動制御連合講演会講演論文集 CD-ROM, 2010.

[連絡先]
懸川裕貴
芝浦工業大学大学院工学研究科
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：m110036@sic.shibaura-it.ac.jp
Fax：03 (5859) 8508（学科共通）

視覚心理を用いた高効率動画像配信手法

○後藤悠斗*, 上岡英史*
*芝浦工業大学大学院理工学研究科

An Efficient Video Streaming Delivery with Visual Psycology

Yuto Goto*, Eiji Kamioka*
*Graduate School of Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

1. はじめに

近年, スマートフォンやタブレット PC 等様々な端末で動画像を視聴する機会が増えてきている. それらはディスプレイサイズが異なっており, ディスプレイサイズによって動画像を視聴する際最適な視距離が異なる. そして, それがコンテンツ視聴のユーザ満足度(QoE: Quality of Experience)に影響する可能性がある. 小画面でも大画面以上の QoE が得られるとコスト削減となる. また, 動画像をストリーミング配信する際のビットレートを視覚心理に基づいてユーザが気にならないレベルで削減することでネットワーク負荷の軽減となり, 高効率な動画像視聴を期待できる. 中でも色深度はビデオビットレート値に直接大きな影響を与える要因の一つである.

本稿では主観評価実験を通して視距離と色深度の変化がユーザの視覚心理に与える影響を観測し, 伝送ビットレートを軽減できる色深度値を明確にする.

2. 研究内容

視距離を考慮した動画像の主観品質評価に関する既存研究では, ビデオビットレートの各構成要素については深く言及していない. また, 視距離を画面の高さを数倍にした相対視距離のみで実験を行っており, 定量的に変化させたわけではないので視距離の変化による QoE への影響が不明確である [1].

また, 色深度についての関連研究に関しては, 画像を認識できるか否かの判断しかしておらず, 実際の動画像視聴環境を考えると現実的ではない [2].

本研究では, 視距離を変えた 2 台のラップトップコンピュータを用い, 色深度の異なる動画像コンテンツ視聴の QoE への影響を観測する. ただし, 同視野角同解像度となるように再生画面サイズを調整する.

今回,「視距離が遠ければ色深度が低下しても QoE の低下はない.」という仮説の下, 主観品質評価実験を行った. 以下に実験の流れを示す.

(1) 色深度の異なる 2 つの動画像コンテンツを同視距離で比較(視距離:50cm, 色深度:8bpp, 7bpp).

(2) 7bpp のコンテンツが 8bpp のコンテンツに比べて劣化を感じた場合, 前者端末の視距離を遠くする.

(3) 2 つの動画像が視野角内で同サイズに見えるように, 視距離が遠い端末の再生画面を拡大する.

(4) 7bpp のコンテンツの劣化が感じなくなったら, 他方を 6bpp に変更し, その視距離で比較する.

(5) 1bpp ずつ色深度の値落とし(1)～(4)を 4bpp まで繰り返す.

最終的に,「各視距離においてビットレートを軽減できる色深度値」を特定する. 本稿では, この色深度値を Eco-Color Depth と定義する.

使用した動画像コンテンツの符号化パラメータを表 1 に示す. 動画像シーンの違いよる影響も考察すべく, 各ジャンルにおいて同コンテンツ内の違う 7 シーンを用いて同様の実験も行った. 尚, 各動画像再生時間は 15 秒である.

表 1 実験動画像符号化パラメータ

ジャンル	sports					music					animation				
色深度(bpp)	4	5	6	7	8	4	5	6	7	8	4	5	6	7	8
解像度	480×272														
フレームレート(fps)	29.97														
ファイルフォーマット	AVI														

3. 評価結果

図 1～3 に色深度についての主観評価実験の結果を示す.

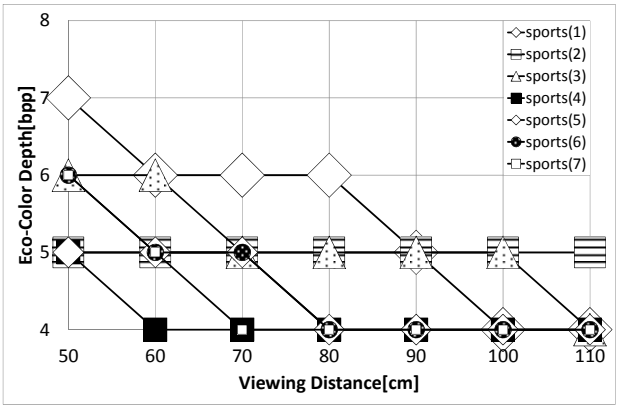


図 1 実験結果(sports)

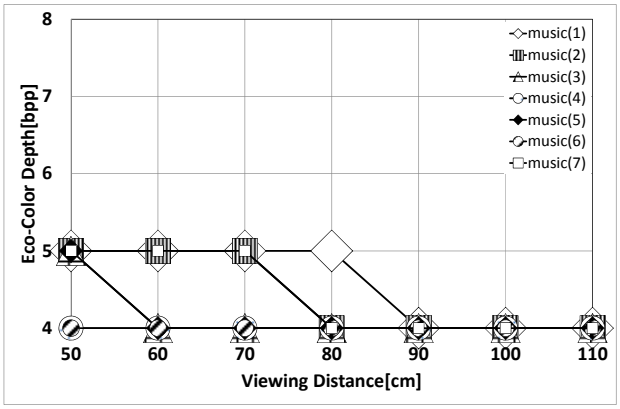


図 2 実験結果(music)

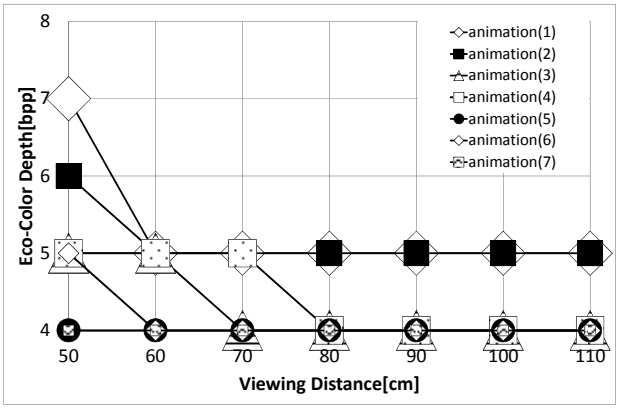


図 3 実験結果(animation)

図 1～図 3 より, どのジャンルに関しても視距離が遠くなると劣化を感じづらくなることが確認できる. つまり, ビットレートを軽減できる色深度値(Eco-Color Depth)が小さくなることが確認できた. またジャンルやシーンの違いによってもその傾向が異なるということがわかった.

表 2 にジャンル別に Eco-Color Depth を対応できる視距離の例を示す.

表 2 Eco-Color Depth 適応可能視距離

	Eco-Color Depth	
	4bpp	5bpp
sports		90cm
music	90cm	50cm
animation		60cm

例として, 5bpp で充分な QoE を得られる視距離を定めるとする. 図 1 よりジャンルが sports の場合, 視距離が 90cm と遠い場合においては 5bpp での劣化を感じづらいという結果が得られた. 従って, 全シーンにおいて Eco-Color Depth を 5bpp に適応可能であるといえる. これは 8bpp 時で配信する時と比較して 37.5%のビデオビットレートの軽減が可能であるといえる. しかしながら今回用いた視距離内では Eco-Color Depth を 4bpp で適応させることは不可能であるという結果も得られた.

music の場合, 同様に Eco-Color Depth 5bpp は視距離 50cm と近い段階で適応可能であり, 視距離 90cm ではビデオビットレートを 8bpp 時と比較して 50%削減可能である Eco-Color Depth 4bpp も適応可能である. また, animation の場合は視距離 60cm で Eco-Color Depth 5 bpp を適応可能であるが, Eco-Color Depth 4bpp は用意した視距離内では適応できないということが確認できた.

このように動画像ジャンルによって Eco-Color Depth を適応できる視距離が異なることが確認できた.

4. まとめと今後の課題

今回の実験結果およびその考察により, 視距離が遠くなるとビデオビットレートを軽減できる色深度値が小さくなるという仮説の正当性が実証された. しかし, 被験者数が 1 名だったので一般化した議論ができない. さらに, 実際にネットワークを使った配信を行っていないため, コンテンツ視聴条件が単純であり, ネットワーク負荷への影響を調査できていないという問題がある. また, 実際に配信させた際に視距離に応じて色深度の値をネットワーク上で最適な値に変換するトランスコーダの構築が必要である. 更に, 今回は無音声のコンテンツを使用したので視覚心理と音声が視距離と共にユーザに与える影響を考察する必要がある.

今後は, 被験者数を更に増やした平均的な実験値の考察, ジャンル・シーン数の増加による結果の変化, ネットワーク配信を行った際の動画像の色深度変化に伴う QoE の変化やトランスコーダの導入位置等を検討する必要がある. また, 色深度と視距離をパラメータとする QoE 値の定式化についても議論し, 伝送ビットレート軽減効果とユーザ満足度の両面からの提案の有効性を定量的に評価していく.

5. 参考文献

1) 山崎恒二, 半谷精一郎, “画枠の大きさと視距離が動画像の主観評価に及ぼす影響”, 電子情報通信学会総合大会講演論文, 2005 年情報・システム(2), 41, 2005-03-07.

2) Seng-UK Yoon, Yo-Sung Ho, “Multiple Color and DepthVideo Coding Using a Hierarchical Representation, ” Circuits and Systems for Video Technology, IEEE Transaction on, Vol.17, Issue 11, 2007, pp.1450-1460.

[連絡先]
後藤悠斗
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
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：ma11071@shibaura-it.ac.jp
Fax：03 (5859) 8266

振動刺激の呈示時間と呈示間隔が主観的刺激強度に与える影響

○中野敬太*，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 presentation time and interval of vibration stimulus on subjective intensity

Keita Nakano*, Akihiko Seo**
(*Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University, **Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

近年，情報伝達のマルチモーダル化やタッチパネルデバイスの普及から振動機能を付加した製品に注目が集まっている．しかし，現在市販されている振動機能を持つ製品は，携帯電話のバイブレータ機能の様に振動により単純な情報通知を行うものが多い．そのため，情報の種類や重要度によって適した情報通知やフィードバックを振動感覚の多様性を用いて与えることが可能になれば，マルチモーダル化の観点からユーザビリティの向上に寄与できると考えた．

そこで本研究では，振動刺激において呈示時間と呈示間隔の組み合わせにより心理的強度を変化させることが可能であるか実験による調査を行った．

2. 実験方法

2.1 被験者

本実験では被験者として，21 歳から 25 歳までの男女大学生・大学院生 14 名(22.6±1.2 歳 (平均年齢±標準偏差))に協力してもらった．被験者は全員右利きで，右手示指に外傷のない人を対象にした．

2.2 振動パターン

本実験で使用する振動パターンを図 1 に示す．特定の周波数の振動の出力をオン・オフすることで呈示時間と呈示間隔を変化させ振動パターンを作成する．

2.3 実験装置

実験装置のブロック図を図 2 に示す．発振装置と振動子から成る実験装置を作成した．本実験では，2 条件の振動を比較するため，これらの実験装置を 2 セット作成する．発振には Visual Basic 2008 で作成した発振ソフトを用い CONTEC 社製 Analog I/O Card (ADA16-32/2 (CB)F)を用いて D/A 変換を行った．作成した波形はパワーアンプ IC(東芝社製 TA7252AP)で作成したアンプで増幅し，振動子に出力させた．また，振動子には PZT 系圧電素子(直径 30 [mm])を使用した．

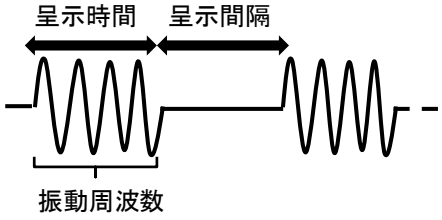


図 1. 振動パターン

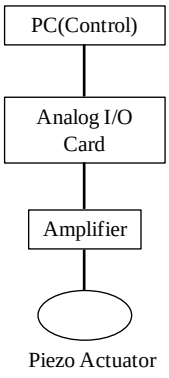


図 2. 実験装置のブロック図

表 1.刺激の主観評価とスコア

評価	スコア
Aが非常に強い	3
Aがかなり強い	2
Aが少し強い	1
同程度	0
Bが少し強い	-1
Bがかなり強い	-2
Bが非常に強い	-3

2.4 振動条件

本実験で設定する振動パターンは呈示時間，振動間隔をそれぞれ 100 [ms]，200 [ms]，300 [ms]とし，これらを組み合わせた 9 条件で行った．振動パターン以外のパラメータは，振動周波数 250 [Hz]，振幅 1.0 [μm]，正弦波駆動にそれぞれ設定した．

2.5 実験概要

本実験で行う実験の手順について以下に述べる．まず，2 種類の振動条件を振動子 A，B に呈示する．被験者はそれぞれの振動子に右手示指で触れる．この時の触れる順序は A→B→B→A の順で接触時間は 1 回の接触に対して 5 秒以内とし，接触間隔は 1 秒以上とした．以上の手順で振動子に触れてもらい，どちらの振動子の方がより強く感じたかを 7 段階(表 1)で評価してもらった．なお，振動子への接触 A→B→B→A の 1 セット終了後に振動の強弱の判断がつかないようであれば，上記セットを繰り返してよいものとした．

試行回数は振動パターンの 9 条件から 2 条件の振動を選ぶ全ての組み合わせ ${}_9C_2$ で 36 条件×繰り返し回数 5 回でのべ 180 試行である. これらを 2 日間に分けて実施した.

2.6 解析手法

各振動条件での主観的な刺激強度は, 表 1 に示すスコアから中屋の変法[1]による平均嗜好度$\hat{\alpha}_i$を求め, これを各条件での相対的な刺激強度の評価値とした. この条件間の強度の差の検定(一対比較)には, 同じ中屋の変法による$\hat{\alpha}_i$ヤードスティック Y 値を用いた. 以下に平均嗜好度$\hat{\alpha}_i$とヤードスティック Y 値の計算式を示す.

$$\hat{\alpha}_i = \frac{1}{tN} x_{i\cdot\cdot} \qquad (1)$$

$$Y = q\sqrt{\frac{\hat{\sigma}^2}{tN}} \qquad (2)$$

($x_{i\cdot\cdot}$: 全比較条件との強度差の合計値(i は条件数:1～9), t : 条件数, N : 被験者数, $\hat{\sigma}$: 不偏分散の誤差, q : スチューデント化された範囲(5%))

3. 結果・考察

図 3 に, 一対比較法により求めた各条件の刺激強度(平均嗜好度)とその順位関係を示す. 条件間の相対的な強度は, 呈示時間 200 [ms], 呈示間隔 100 [ms]が最も強く, 100 [ms], 300 [ms]が最も弱くなった. また, 刺激強度(平均嗜好度)の値を用いて分散分析を行った結果, 呈示時間と呈示間隔に有意な主効果が認められた. 条件間の有意差の有無についてはヤードスティック Y 値(5%水準)と各条件間の距離を比較したところ, 16 条件間で, ヤードスティック Y 値よりも条件間の差が大きく有意差が認められた.

図 4 に, 各条件の刺激強度(平均嗜好度)を呈示時間と呈示間隔の 2 変数をもつ 2 次の回帰式に当てはめを行った結果をコンターマップで示す. なお, この回帰の決定係数 R^2 は 0.984 と高く, 回帰の当てはめは妥当である. 図は, X 軸を呈示時間, Y 軸を呈示間隔とし, 回帰曲線が取りうる最大値 0.23189(呈示時間 200 [ms], 呈示間隔 144 [ms])と最小値−0.30119(呈示時間 100 [ms], 呈示間隔 300 [ms])の間を 9 段階に区分して示している. これより, 呈示間隔が 200 [ms]以下においては呈示時間の変化による主観強度に大きな差は生じないが, 呈示間隔 200 [ms]以上になると呈示時間の変化によって強度に差が生じることがわかった. また, X 軸と Y 軸の変化の程度を見ると呈示時間を変化させた方が強度の変化が少なく, 呈示間隔を変化させた方が強度に差が生じることがわかった.

4. まとめ

本研究では, 振動刺激の呈示時間と呈示間隔を変化させることで主観的な刺激強度に与える影響を一対比較法を用いて調査した. その結果, 振動の呈示時間と呈示間隔を変化させることで主観的な強度に有意な差を生じさせることが可能であることがわかった.

5. 参考文献

1) 中屋澄子:Scheffe の一対比較法の一変法, 第 11 回官能検査大会報文集, 日本科学技術連盟, 1970, pp.1-12.

[連絡先]
瀬尾明彦
首都大学東京システムデザイン学部
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail : aseo@sd.tmu.ac.jp
Tel : 042-585-8675

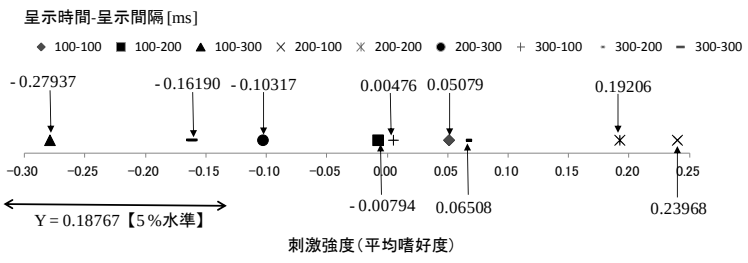


図 3. 各条件の刺激強度(平均嗜好度)の位置関係

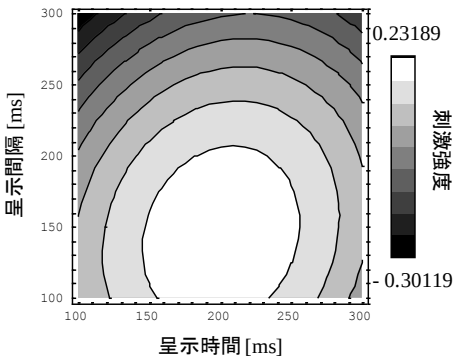


図 4. 呈示時間と呈示間隔による刺激強度

針先 2 軸の力測定器開発と穿刺角度の推定

○小川鑛一*、新村洋未**、國澤尚子***
*獨協医科大学（非常勤）、**埼玉県立大学

Development of two axis force of syringe needle and estimation of stabbing needle angle

Koichi Ogawa*, Hiromi Shinmura** and Naoko Kunisawa**
(*Dokkyo Medical University, **Saitama Prefectural University)

1. はじめに

体外から血管・体腔内や内臓に注射針を刺すことを穿刺（せんし）といい、採血や注射も穿刺を伴う行為である。この穿刺の技を習得するために、看護師には多くの実習・訓練および経験が要求されている。穿刺時の痛みは、針の太さにもよるが、針の刺入速度、刺入角度、刺入後の角度変化などにもよると考えられる。採血の場合を考えると穿刺の瞬間は注射器外筒と針は一直線上にあると考えられる。針と皮膚表面との角度は 15°～20°と教科書には記載されている。しかし、穿刺時の針は若干湾曲していることは多くの看護師が認め、15°～20°の角度で穿刺されているのかにも疑問は残されている。

本研究では上述した穿刺時の針の物理的な挙動を調べ、穿刺の技と痛みとの関わりを明らかにすることを最終目的とするが、本稿では穿刺時に注射針先端にかかる力の測定器を開発・試作し、穿刺角度と刺入時の力が測定できたので報告する。

2. 針先 2 軸の力測定器の構造と試作

ひずみゲージを弾性体（板バネ）に応用すれば力の測定は可能となる。前後・上下方向の 2 軸の力を同時測定するためには、1 軸測定器を 2 台組み合わせる必要がある。図 1 は、上下方向の力測定器の上に前後方向の力測定器を重ねた様子を示す。注射器の針を上部に示す血管モデルに当て、針をそのモデルに突き刺す。この時の針先の前後方向の力は、上部の 1 軸力測定器の板バネに貼付したひずみゲージよって測定できる。下方に加わる針先の力の分力は、下部土台の左右 2 枚の梁（板バネ）に貼ったひずみゲージで検出できる。

図 2 は図 1 の上下 2 段になっている板バネを起歪材とする 2 軸力測定器の実物構造を示す。起歪材は幅

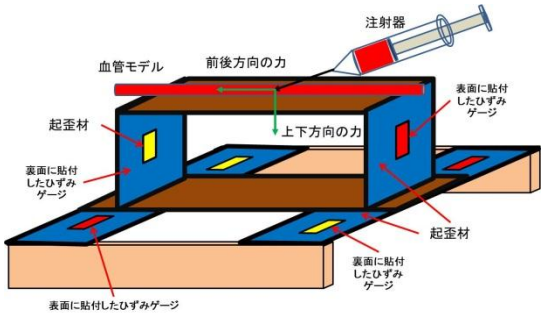


図 1 開発した 2 軸力測定器

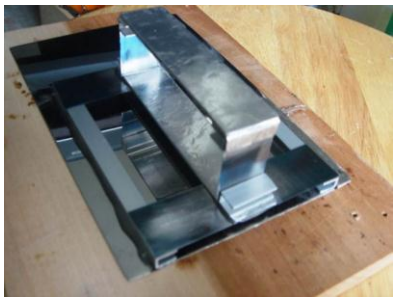


図 2 2 軸力測定器の構造

20 ㎜、厚さ 0.2 ㎜の焼き入リボン材である。前後方向の力測定器に長さ 30 ㎜のリボン材 2 枚を、上下方向の力測定器に長さ 75 ㎜ 2 枚のリボン材を使用した。なお、血管モデルをセットする上板には、数百グラムの荷重に耐えればよいとの考えで、厚さ 1 ㎜のアルミ板 2 枚を張り合わせたものを使用した。弾性体のひずみは力に比例するので、上述の起歪材（焼き入リボン）にひずみゲージを貼付し、ひずみから力を求めるようにした。装置上部の前後方向の力測定用起歪材 2 枚には図 1 に示すように各 1 枚ずつのひずみゲージを表裏に貼付し、4 ゲージ法を採用した。このようにするとひずみ感度が 4 倍になると同時に、血管モデルをセットする上板のどの部分

に力が加わっても水平方向の力が測定できる。下部の上下方向力測定器の起歪材にも図 1 に示すように上下に各 1 枚のひずみゲージを貼付し、それらで 4 ゲージ法を構成した。

3. 針先の前後・上下 2 軸の力測定方法と結果

図 3 は図 1 に示した 2 軸力測定器にセンサーインターフェース（共和電業、DCS-300B）を接続し、さらにノートパソコンへ繋いだ様子を示す。

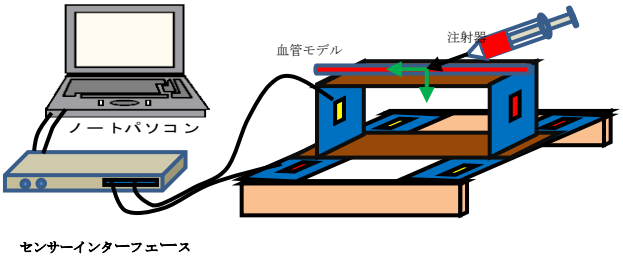


図 3　針先の 2 軸力測定システム

図 4 は 60° 傾斜させた板に沿い針先をスポンジに突き刺す様子を示す。

図 4　60° 傾斜で針先力の測定風景

図 5 は、この時の 2 軸力測定結果である。力のデジタルデータはソフトウエア“エクセル形式”で得られるので、エクセル上で DEGREE(ATAN(A○/B○))という演算を施すと、図 5 中の推定刺入角が求まる。この推定値を見ると明らかなように、注射器

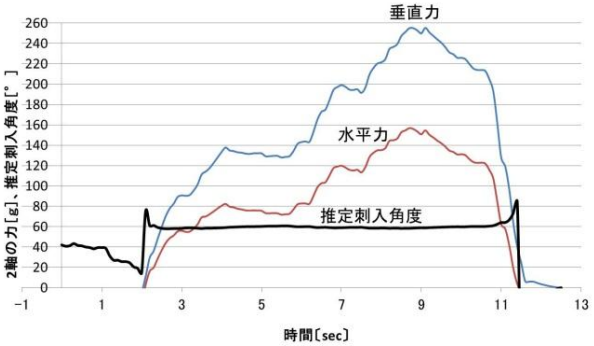


図 5　穿刺角度 60° の力測定結果と推定角度

を 60° 傾けて刺入したので、スポンジに刺入する針の角度も 60° という良い結果が得られた。

ところが、傾斜台を 30° に傾け、図 4 と同様に行

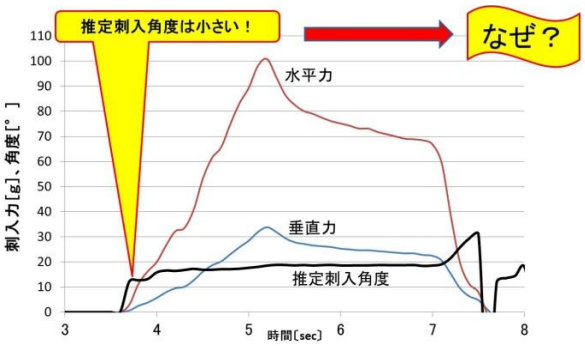


図 6　穿刺角度 30° の力測定結果と推定角度

った刺入実験結果では、図 6 に示すように 20° という小さな推定結果となった。

4. 2 軸力から求まる推定刺入角と考察

図 5 の傾斜 60° では、予想通り針先にかかる 2 軸の力を測定することによって針の傾斜角が推定できることが分かった。ところが、図 6 のように刺入傾斜角が小さくなると、針が湾曲してくる事実が分かり、力測定から針の傾斜角を推定できない。そこで、木材用の剛性の高いキリを用い、30° 傾斜で 2 軸力の測定器上に置いたスポンジを刺した。その結果は図 5 に示したと同じように、キリの刺入角度と同じ 30° という推定結果が得られた。

5. まとめ

針先の前後・上下 2 軸の力を測る測定器を開発・試作し、その力測定データから刺入時の針角度が推定できることを確認できた。刺入時の注射器傾斜が小さいと針が湾曲する傾向があることと、針先のカット面の影響で測定した力データからの刺入針角度推定値が小さくなることも分かった。今後は、この装置を使い、刺入時に針が湾曲することとカット面の影響を前提にして血管への穿刺作業の定量的検討を進めていく予定である。

文献：

1）小川鑛一：人と物の動きの計測技術～ひずみゲージとその応用～、東京電機大学出版局、2002

[連絡先]
小川鑛一
〒358-0012　埼玉県入間市東藤沢 8-20-6
e-mail：k2m2t@ictv.ne.jp
電話：04-2964-9955

針先2軸の力測定器開発と穿刺角度の推定（第2報）

○新村洋未*，小川鑛一**，國澤尚子*
*埼玉県立大学，**獨協医科大学（非常勤）

Development of two axis force of syringe needle and estimation of stabbing needle angle

Hiromi Shinmura*， Koichi Ogawa**, and Naoko Kunisawa*
(*Saitama Prefectural University, ** Dokkyo Medical University)

1．はじめに

看護技術のうち採血は、皮膚の奥にある血管を皮膚表面から触知し、血管の太さ、深さ、走行を確認した上で、細い血管腔内に注射針を穿刺する、という巧緻性を必要とする難易度の高い技術である。この採血技術のうち穿刺する際の針の角度について、看護技術のテキストでは注射針と皮膚表面の角度は 15°～20°と記載されている。しかし、実際の臨床現場では、この角度を基本として、対象者の血管の深さ、太さ、走行によって看護師は意図的に角度を変えているほか、実施する看護者側の技術によっても異なる。初学者は対象の状況に関わらず角度をつけずに穿刺することで、血管穿刺の成功率は上がるが、皮膚を貫く距離が長くなり痛みを生じやすい。一方、熟練者はこの痛みを軽減するために、血管の状態を見極めながら意図的に角度をつけて血管に穿刺した後、血管を貫通しないよう針の角度と水平に近づける二段穿刺と呼ばれる方法を行う者も多い。

このように穿刺時の痛みは、針の太さのほか、針の刺入角度、刺入速度、刺入後の角度変化などが影響すると考えられる。この針の穿刺と穿刺時に生じる痛みの関連を明らかにすることを最終目的として、穿刺時の針の先端にかかる力の測定器の開発を行った（第1報）。さらにこの測定器を用いて、刺入速度・刺入角度・針の太さによる針先にかかる力の違いを検証したので報告する。

2．方法

1）使用機器

ひずみゲージを応用して前後（水平）・上下（垂直）の2軸の力を同時測定できる測定器を用いた。測定面には皮膚表面の代替となるようスポンジを貼りつけた。この2軸測定器をセンサーインターフェース（共和電業、DCS-300B）、ノートパソコンへ接続し、水平方向の力（水平力）・垂直方向の力（垂直力）をデータとして収集した（第1報）。

2）測定内容

（1）穿刺動作

実際の採血を想定した皮膚・血管に針を穿刺する動作を以下の条件で繰り返し再現できるよう、2軸測定器[1)]上部に傾斜角度を調整できる板を設置した。穿刺動作は、設定した刺入角度に傾斜させた板に沿って針を接続した注射器を滑らせるようにしながら、測定面に固定したスポンジを穿刺した(図1)。この穿刺動作は、採血室での勤務の経験のある看護師1名が行った。

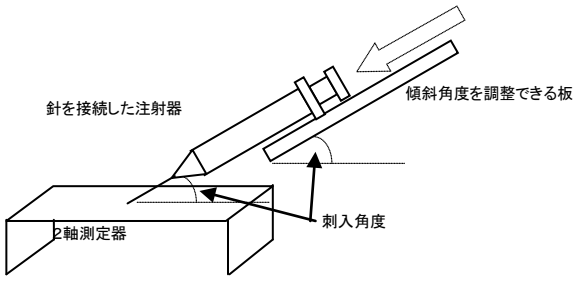


図1．刺入角度

（2）条件設定

刺入速度は、通常の採血をイメージし「速く」「ゆっくり」の2種類を設定した。刺入角度は、20°、30°、45°、60°と4種類を設定した。針の太さは、通常の採血で用いることの多い 21G（外径 0.8 ㎜）、22G（外径 0.7 ㎜）の2種類を使用した。これらの組み合わせによる全16条件について各3回ずつ計 48 回穿刺動作を行った。

3）分析方法

各穿刺動作について、垂直力、水平力を測定すると、図2のような力が求められる。その最大値から 16 条件ごとの平均値を求めた。また水平力の2乗と垂直力の2乗の和のルートをとった絶対値を力の大きさとして算出し、分析に用いた。

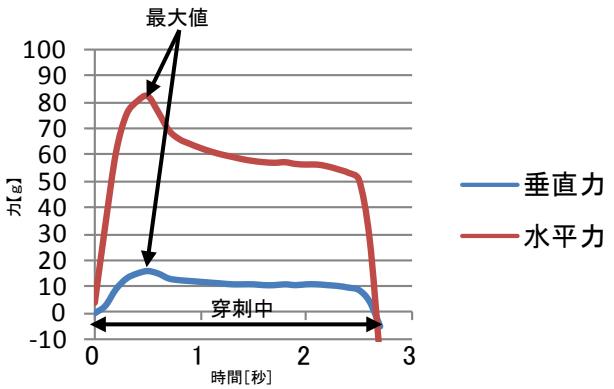


図2. 垂直力・水平力の測定結果例

3. 結果

16 条件の穿刺動作での水平力、垂直力(最大値)、および絶対値を表1に示す。

表1. 刺入角度・針の太さ・速度と力

刺入角度	針の太さ	刺入速度	水平力(g)	垂直力(g)	絶対値（力の大きさ）
20°	21G	ゆっくり	126.55	21.64	128.4
		速く	137.91	37.60	142.9
	22G	ゆっくり	121.71	7.90	122.0
		速く	136.90	23.22	138.9
30°	21G	ゆっくり	127.26	33.38	131.6
		速く	127.64	28.96	130.9
	22G	ゆっくり	83.69	18.11	85.6
		速く	98.84	21.59	101.2
45°	21G	ゆっくり	75.67	44.23	87.6
		速く	78.37	43.49	89.6
	22G	ゆっくり	64.94	38.02	75.3
		速く	75.37	39.07	84.9
60°	21G	ゆっくり	42.37	51.29	66.5
		速く	49.34	54.44	73.5
	22G	ゆっくり	65.54	69.92	95.8
		速く	43.20	45.18	62.5

刺入角度と力の関係について、針の太さと刺入速度が同じ場合は刺入角度が大きいほど水平力が小さく、垂直力が大きくなった。また、刺入角度が大きいほど、力の大きさとしての絶対値は小さくなった。

針の太さと力の関係について、刺入角度と刺入速度が同じ場合は針の太さが細い方が水平力、垂直力ともに小さくなる傾向にあった。

刺入速度と力の関係について(図3)、刺入角度と針の太さが同じ場合は刺入時の針の速度が遅い方が針先にかかる力は小さくなったが、刺入角度 60 度のときのみ逆転が見られた。

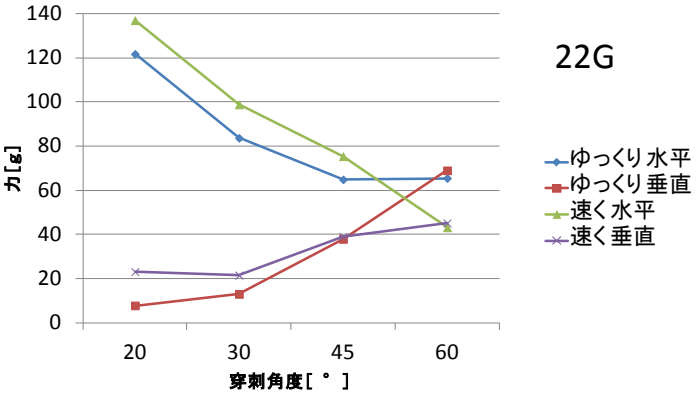


図3. 刺入速度と力の関係

4. 考察

採血の皮膚穿刺時の針先にかかる力を垂直・水平の2軸から測定できる機器を用いて、刺入速度・刺入角度・針の太さの違いによる針先にかかる力を検証した。その結果、刺入角度が大きい方が、針の太さが細い方が、刺入時の針の速度が遅い方が、力は小さくなる傾向があった。今回測定した針先の力の大きさは、採血時の皮膚を穿刺するために必要な力の大きさを示しており、力の大きさは穿刺時の痛みと関連性があると考えられる。これらのことから、採血に適した範囲の中で細い針を選択し、ゆっくりとした速度で、角度をつけての穿刺をすることが痛み軽減につながる可能性があることが見いだせた。今後、より実際の採血時の状況に近い測定ができるよう穿刺対象物の検討や機器の精度向上を行い、例数を増やして検討を行っていく予定である。

5. 参考文献

1) 小川鑛一:針先 2 軸の力測定器開発と穿刺角度の推定(第 1 報). 日本人間工学会関東支部第 41 回大会講演集, 2011

[連絡先]
新村洋未
埼玉県立大学
〒343-8540 埼玉県越谷市三野宮 820
e-mail:shinmura-hiromi@spu.ac.jp
Tel:048-973-4307

点眼容器の使用性に関する研究（第１報）

～点眼容器の内部圧力測定について～

○小川鑛一*、小長谷百絵**、林みつる**、坂井志麻***，山口正純****、大塚忠史****
*獨協医科大学（非常勤）、**昭和大学、***東京女子医科大学、****千寿製薬株式会社

Study of eyedrop container on usability and handling evaluation

～ On Measuring method of eyedrop container pressure ～

Ogawa Koichi*, Momoe Konagaya**, Mitsuru Hayashi**, Shima Sakai***, Masazumi Yamaguti****,
Tadashi Otsuka****
(*Dokkyo Medical University, **Showa University,
***Tokyo Women's Medical University, ****Senju Pharmaceutical Co., Ltd.)

1. はじめに

必要に迫られて使う目薬点眼容器の大きさ・内容積は限られているが、その形、サイズ、色などデザインの種類は多い。点眼のしやすさの観点からあるいは好みの観点から容器の見た目、色、デザイン、大きさ、形状、容器材質などが人間工学的に検討され、今日にいたっている。点眼に関しては、押しやすさ、把持時の感触、確実に１滴が点眼できるかどうかということが重要課題である。点眼のしやすさは、容器の形状や容器の材質あるいは容器肉厚、中栓に依存し、点眼する人の姿勢にも依存する。目薬 1 滴を滴下させるためには容器壁を圧迫させる必要がある。その圧迫力は点眼容器の使い易さに関係し、容器壁に加える力が強くても弱くても点眼のしやすさは変わってくる。

点眼のしやすさ評価、点眼容器の使用性について、容器の押し圧から検討した報告[1)]はあるが、容器内圧から検討された報告はない。そこで、本研究では点眼容器の内圧を測る方法をまず考案した。測定可能となった内圧から容器の使用性評価の可能性を試みる予定である。

本稿では目薬点眼容器から１滴を滴下させるための容器内圧を測定する方法を考案したので報告する。

2. 点眼容器内の予想圧力変動と圧力の測定方法

点眼容器の壁面に力を加えると周辺の部材はへこむ。このへこみのために内部の容積はわずかに減少する。密閉されている容器なら外壁を押せば圧力は増す。点眼容器の先端には適切量の薬液が出るように中栓があって、それに小さな穴が開けられている。容器に力を加えるとその壁面はへこむ。このへこみのために内部の容積はわずかに減少し、圧力は上昇する。容器内の圧力上昇に伴い中栓の穴から薬液は滴下する。容器壁面を押した指は、薬液滴下後は緩めるので、滴下した薬液の体積分だけ、今度は外気を吸い込む。この外気の吸い込みのために容器内部は一瞬負圧になるが、次の瞬間元の常圧に戻る。

このようにして点眼容器外壁面に加えた力によって、壁面が変形し正の圧力上昇が起こり、そして薬液滴下後に空気の逆流によって負の圧力になると予想される。こうして１滴の点眼の度に内部圧力は上昇・下降を繰り返すため、圧力変動波形、正・負の圧力の大きさ、容器外壁の硬さに依存する圧力上昇率などから点眼のしやすさが評価できないかと考え点眼容器内の圧力を測定する方法を考案した。

圧力測定には図１に示す既製のひずみゲージ式超小型圧力変換器(PS－05KC、直径６㎜、厚さ 0.6 ㎜、最大圧力 50[kpa]、共和電業）を使用した。この圧力変換器を図 2、図 3 に示すような手順で点眼容器（直径 20 ㎜、高さ 45 ㎜）内に封入した。

3. 点眼容器内の圧力測定システム

図 4 は点眼容器内の圧力を測定するシステムを示す。図の右端が点眼容器でその内部に超小型圧力変

換器（PS-0.5KC）を図 2、図 3 に示す方法で挿入した。圧力変換器からひずみ量を取り出すためのリー

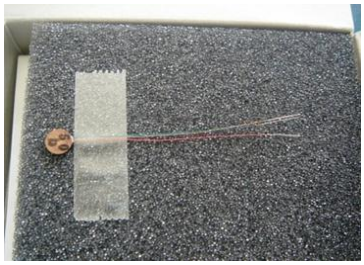


図 1　ひずみゲージ式超小型圧力変換器

図 2　圧力変換器封入手順 1

図 3　圧力変換器封入手順 2

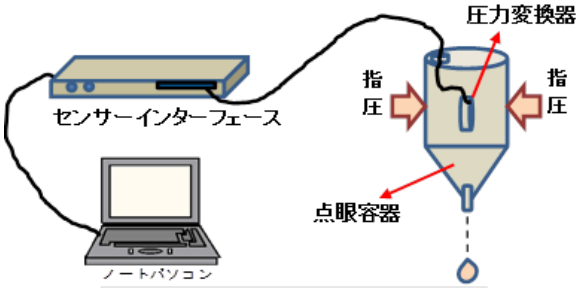


図 4　点眼容器内圧力測定システム

ド線がセンサーインターフェース PCD-300B（ひずみ測定器）に接続してある。センサーインターフェースはひずみゲージ式変換器からのひずみ量を取り込み、そのひずみを圧力に換算する装置である。センサーインターフェースは表示部を持たないので、刻々と変化する圧力情報は USB で接続したパソコに取り込む。取り込んだ圧力情報はディスプレイ上に表示される。パソコンに取り込まれた時系列の圧力データは、表計算ソフトウエア（エクセル）に自動的に書きこまれ、最終的にはグラフ化処理を行い人が見える形にする。

4. 圧力測定結果例と測定圧力の考察

図 4 に示した点眼容器内圧測定システムにおいて、点眼容器の壁面を指で押すと図 5 に示すような圧力

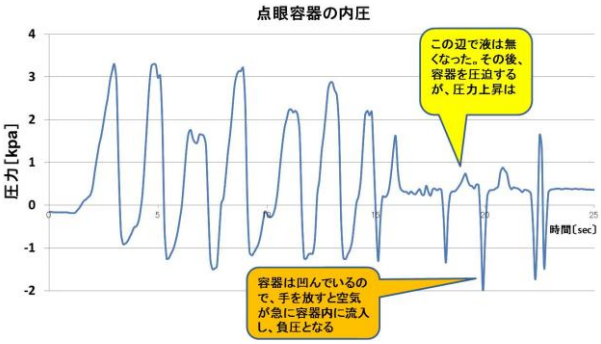


図 5　点眼容器内圧力測定結果例

データが得られる。この図のデータは、1 滴ずつ薬液を滴下し点眼容器内の薬液がなくなる時点までの圧力変動を示す。容器内の薬液が空になると図で分かるように容器壁面を押しても圧力の上昇はない。壁面の力を取り去ると中栓の細い穴から空気が容器内に急に逆流するため、容器内圧は急激に負圧になるので、その様子が図よりわかる。これは、人の指で壁面を押すときは緩やかであるが、緩めるときは速やかに指を動かすので、壁面の弾性力で比較的急激に壁面は元の形状に戻るためである。それにしたがって負の圧力変動が急に現れるものと考えられる。

5. おわりに

既製のひずみゲージ式超小型圧力変換器を容器内に封入する方法を考案した。容器壁面を押すと容器内の圧力は上昇し、容器からは薬液が 1 滴ずつ滴下し、その後は負圧になる様子を確認できた。このときの圧力変動が測定できることが明らかになった。今後は、各種の点眼容器内に超小型圧力変換器を挿入し、同時に容器壁を押す力（もしくは圧力）も測定できる方法を考案する予定である。容器壁の押し圧と容器内圧から点眼のしやすさと点眼容器の使用性を検討していきたいと考えている。

文献

1）兵頭涼子、他 5 名：圧力センサーによる緑内障点眼薬の点眼のしやすさの評価、あたらしい眼科 27（1）、99-104、2010

[連絡先]
小川鑛一
〒358-0012　埼玉県入間市東藤沢 8-20-6
e-mail：k2m2t@ictv.ne.jp
電話：04-2964-9955

点眼容器の使用性に関する研究（第2報）
～ 点眼ボトルの形状およびノズルの違いによる内部圧力の比較 ～

〇林みつる*、小長谷百絵*、小川鑛一**、坂井志麻***，山口正純****、大塚忠史****
*昭和大学、**獨協医科大学非常勤、***東京女子医科大学、****千寿製薬株式会社

Study of eye-drop container on usability and handling evaluation
～Comparison of the internal pressure by the difference between bottle and nozzle of eye-drop container～

Mitsuru Hayashi *, Momoe Konagaya*, Ogawa Koichi **, Shima Sakai***,
Masazumi Yamaguti****,Tadashi Otsuka****
(*Showa University, ** Dokkyo Medical University, ***Tokyo Women's Medical University,
****Senju Pharmaceutical Co., Ltd.)

1. はじめに

眼科治療は点眼療法が基本にあり、適切な自己点眼の継続はその効果を得るために必要であるが、高齢者は細かい指先の操作や力の調節が困難な場合があり、「点眼容器を上手く押せない」「1回では目に入らない」「点眼瓶の先が眼瞼や睫毛に触れる」など点眼手技の獲得が困難な傾向にある。

適切な自己点眼の継続には、点眼容器の使用性が深く関わっているといわれているが、点眼容器の使用性については統一された定義はないために、点眼のしやすさについては使用者側あるいは容器側から様々な検討がなされている。前者は点眼方法の指導や手技上の問題点、点眼補助具の開発やその効果などの検討である。後者は点眼容器の形状、スクイズ力など点眼容器にかかる外力、滴下量や液の性状との関連などの検討である。

筆者らは、第1報で超小型圧力変換器を点眼容器内に封入し、容器壁面を押すと容器から薬液が 1 滴ずつ滴下する際の容器内圧力の測定について報告した。

本稿では、点眼容器内圧力測定システムを用いて、円柱型容器と扁平型容器の内部圧力を比較し、点眼しやすさとしての使用性評価を試みたので報告する。

2. 方法

2.1 点眼容器内圧測定

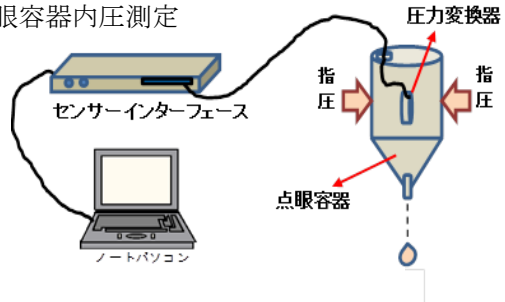


図1. 点眼容器内圧力測定システム

点眼容器内圧力測定システム（図 1)により内部圧力および滴下時間を測定した。

2.2 点眼容器の準備

点眼容器は医療用点眼容器[千寿製薬]を用い、容器内には薬液の代わりに水をボトル肩線まで約5ml 充填した。

容器	A	X	B
ノズル			
	穴径:約 0.7mm 流路長さ:9.5mm	穴径:約 0.2 ㎜ 流路長さ:16.0 ㎜	穴径:約 0.2 ㎜ 流路長さ:16.0 ㎜
ボトル			
	器壁：曲面 材質：PP	器壁：曲面 材質：PP	器壁：平面 材質：PE

図 1. 使用した容器

2.3 実験方法

7名の被験者（30～70 代）は、椅子に座り、天秤から約 4.5cm 上の高さに点眼容器を下向けに把持し、滴下を目視しながら1滴ずつ5滴滴下を行い、容器内圧の変化を経時的に記録した。計測は各容器についてそれぞれ 3 回行った。

2.4 データの解析

点眼容器内圧力測定システムよりえられた内圧力および時間から、①平均最大内圧力および平均最小内圧

力、②滴下後の平均容器内圧加圧速度③平均最大内圧力の変動④平均滴下時間をもとめた。

・平均最大内圧力および平均最小内圧力:1滴滴下時の最大内圧力および最小内圧力

・容器内圧加圧速度:1滴滴下時の最小内圧力から次の1滴滴下の滴下時最大内圧力を結んだ角度

・最大内圧力の変動:各滴下間の最大内圧力の変化量

・滴下時間:1滴滴下時の最大内圧力時から滴下時までの時間

なお、波形の状態から解析可能であった5名を分析データとして用いた。点眼容器間の統計学的解析は、対応のあるt検定を使用した。検定結果はp<0.05 の場合、有意であると判定した。

3. 結果

3.1 平均最大内圧力および平均最小内圧力

平均最大内圧力は容器 B が陽圧および陰圧ともに高く、陽圧では容器Xの2．9倍、陰圧では2．3倍であった。(表1)。

表 1. 平均最大内圧力

[単位:Kpa]

	容器 A	容器 X (**)	容器 B (**)
最大陽圧	0．28	0．87	2．54
(標準偏差)	0．17	0．33	1．09
最大陰圧	−0．38	−1．82	−4．22
(標準偏差)	0．10	0．50	1．15

**p<0.01

3.2 滴下後の平均容器内圧加圧速度

滴下後の容器内圧加圧速度は、次の滴下にむけた容器壁面への再加圧の状況をあらわしている。平均容器内圧加圧速度(表2)は、容器Bが最も角度が大きく加圧は速かった。

表2 平均容器内圧加圧速度

[単位:Kpa/s]

	容器 A	容器 X (**)	容器 B (**)
平均	0．49	2．16	6．36
(標準偏差)	0．36	1．36	3．97

**p＜0.01

3.3 平均最大内圧力の変動および平均滴下時間

滴下間の平均最大内圧力の変動について(表3)、各容器の変動係数をみると、容器Bは0．87で最も少なかった。また、平均滴下時間(表4)は、容器A0．6秒、容器X0．7秒、容器B0．6秒とほとんど変わらないが、容器Bと容器Xにおいて有意差がみられた。

表3 平均最大内圧力の変動

	容器 A	容器X (**)	容器B (**)
平均 [Kpa]	0．08	0．20	0．76
(標準偏差)	0．13	0．21	0．66
変動係数	1．63	1．05	0．87

**p<0.01

表4 平均滴下時間

[単位:sec]

	容器 A	容器X (*)	容器B (*)
平均	0．6	0．7	0．6
最大	1．8	2．3	1．6
最小	0．0	0．0	0．0
(標準偏差)	0．4	0．5	0．4

*p＜0.05

4. 考察

点眼しやすさとしての点眼容器の使用性について、押し出しやすさや1滴を落とす確実さにつながる滴下のコントロールに着目し、内部圧力から考察する。

4.1 容器内圧力

器壁が平面であるボトルBでは、押す力が平面として速やかに伝わるため、容器内圧が大きくなったと推測される。また、ノズル径が小さいノズルBでは、滴下時の水および滴下後の空気の流入はノズル径によって影響をうけることにより、容器内圧を大きくしたと考えられる。

4.2 滴下のコントロール

最大内圧力の変動が少ないことは、滴下にいたる内部圧力にあまり変化がなかった状況をあらわしている。器壁が平面であるボトルBでは、外から押す力が平面として内部に伝わることによって、滴下の安定性につながった可能性がある。逆に、器壁が曲面であるボトルAでは、把持されている部分でしか押せないため、押しすぎることへの躊躇いが器壁を押す力に反映された圧力調節の困難さが推測され、滴下時間に影響がでたと考えられる。

5. まとめ

容器内圧力から容器のボトル形状とノズル径の影響が示された。

調剤薬局の待ち時間を利用して健康への意識向上を支援するアンケート･クイズシステム

○戸田健*，陳保旻*，尾崎信耶**，井手口直子***，高木彰子***，宮木智子****，南部恵子****
（*日本大学理工学部，**日本大学大学院理工学研究科，***帝京平成大学薬学部，****株式会社新医療総合研究科）

A Questionnaire System for Supporting Increase of Health Awareness During Wait Time in Dispensing Pharmacy

Toda Takeshi*, Chen Pao-min**, Ozaki Shinya**, Ideguchi Naoko***, Takagi Akiko***, Tomoko Miyaki****, Keiko Nanbu****
(*College of Science and Technology, Nihon University, **Graduate School of Science and Technology, Nihon University,
*** Faculty of Pharmaceutical Sciences, Teikyo Heisei University, ****New MEC Inc.)

1. はじめに

調剤薬局においては待ち時間の短縮や待合室の環境改善が課題となっている．特に小児科の場合調剤の分量が患者によって大きく異なること，また近年小児感染症の流行が原因となって，その流行期には相当な待ち時間になる．十分な服薬指導のための時間確保および調剤ミス防止のためにも，来局者の満足度を維持しつつある程度の待ち時間を許容してもらう必要があり，待ち時間の有効利用は来局者と薬局スタッフ双方に大きなメリットになる．これまで携帯電話を利用して調剤の待ち時間や完了を知らせるサービスが広まっているが，調剤薬局内の待合室における待ち時間の有効利用に対して薬局の取組みに期待する声も大きい．

本研究では，薬局待合室における待ち時間を利用し，小児患者保護者を対象にタバコの害に関する知識･意識を調査し，その結果に基づいて知識･意識を高めてもらうためのアンケート･クイズシステムを開発した．薬局における実証実験を通して，開発システムの操作性，タバコの害に対する知識･意識の向上及び待ち時間の有効利用について有用性を検証するとともに，改善点，新しいサービスやシステムの可能性を探った．

2. 先行事例

アンケートシステムによる待ち時間有効利用方法は，病院において既に報告がある．院内にキオスク端末を設置し，患者に待ち時間や職員の接遇態度などに関するアンケートへ回答してもらう．しかしキオスク端末は固定のため，わざわざ設置場所まで行く必要がある．また小児同伴の場合小児がじっとしていないため不便である．このようなことから持ち運びに便利なタブレット端末を用いて電子問診システムが開発されている．診療の待ち時間に待合室において，従来紙の問診票に記入していた問診情報をタブレット端末で入力する．入力データはオンラインで患者の電子カルテに反映される．待ち時間の有効利用だけでなく，病院業務の効率化から待ち時間の短縮と診察環境の改善が期待される．患者に情報を与え，知識や意識を向上してもらう取組みとしては，待合室に設置したディスプレーやパンフレットによる医薬情報の提供がある．しかしこれらの方法は患者への一方通行で教育効果が低い．そのため薬局窓口における患者-薬剤師間のコミュニケーション不足を補うために，待合室に Q&A の掲示板を設置する試みもある．しかし小児科では幼児が動き回ることと，感染を避けるために駐車場の車内で待機する場合には利用が難しい．

3. 開発システム

開発システムは複数のユーザー端末（タブレット端末），1台の Wi-Fi ルータ及び Web サーバから成る．ユーザインタフェースは，タッチパネルの特徴を最大限活かし操作性の良い入出力インタフェースを実現するために，タブレット端末上にアプリケーションとして実現する．Web サーバの要求機能は，タブレット端末から送信されるアンケートとクイズの回答結果を随時集計し，タブレット端末の画面にグラフとして表示するだけである．このことからローエンドのノート PC に Linux OS を搭載し，研究室に設置した．そしてタブレット端末のアプリケーションと連携し，アップロードされるアンケートの回答とクイズの得点を集計し逐次更新表示するための Common Gateway Interface（CGI）プログラムを開発し実装した．開発システムの機能構成は a)アンケート･クイズの一覧機能，b）アンケートの解答機能，c)タバコに対する依存度（禁煙者は寛容度）の算出･表示機能，d)依存度に応じて異なる健康生活アドバイスの提示機能，e）クイズの回答機能，　f）クイズ得点と順位の算出表示機能，g)クイズの正誤表と正解答の表示機能，h)アンケート集計及び集計結果の表示機能，i)クイズ得点分布の表示機能で構成される．機能(a)から(g)まではタブレット端末，機能(h)及び(i)は Web サーバの CGI で実現した．

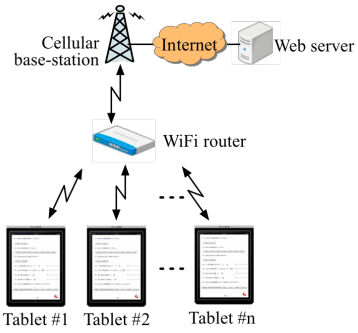


Fig. 1.　System configuration.

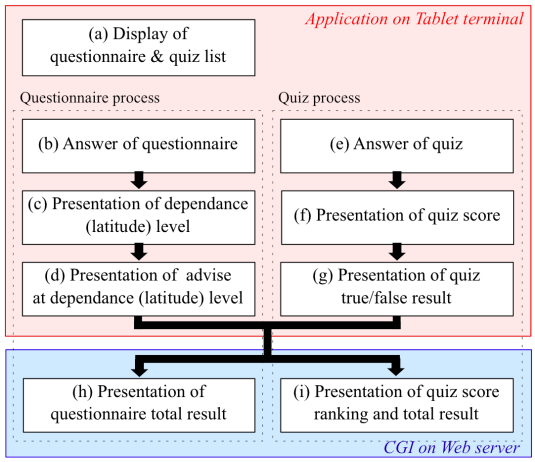


Fig. 2.　Functional configuration of system.

4. 実証実験

神奈川県平塚市内にある保険調剤薬局において，来局した小児患者の保護者に対し実験の概要と趣旨説明を口頭にて行い，タバコの害について関心があり，本システムを試用したいという人に被験者になってもらった．被験者は 20 代から 40 代までの 104 人で，その内女性が 91 人（87%），喫煙者は

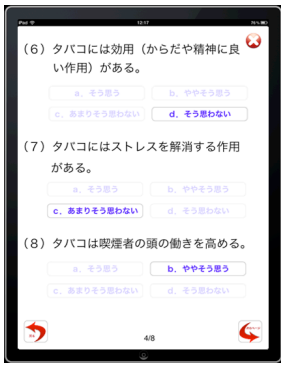


Fig. 3. Questionnaire.

Fig. 4. Tolerance level and advice.

Fig. 5. Quiz.

Fig. 6. Score, ranking, and grading.

25 人(24%)であった. この時期は感染症(急性胃腸炎とインフルエンザ)の流行期であり, 待ち人数が平均 4 人であったことから, タブレット端末を 4 台用意した. また実験時の薬局待ち時間は平均 15 分であった. また感染予防のため駐車場車内で待機する場合には, 車に端末を持って行って使用してもらった. 被験者にはシステムを利用してもらった後で, ユーザインタフェースの操作性およびシステムの有用性について評価アンケートに答えてもらうとともにインタビューを行い, 評価の理由や改善点, アドバイスなど様々な意見を出してもらった.

5. 結論

本研究では, 調剤薬局待合室における待ち時間を利用し小児患者保護者を対象としてタバコの害に関する知識・意識の調査, 調査結果に基づいて知識・意識の向上を目的としたアンケート・クイズシステムを開発し, 小児科門前の調剤薬局の待合室において, 20 代から 40 代の 104 人の被験者を対象に開発システムの操作性と有用性を検証した. その結果, 操作性について 99%の被験者から簡単だった, 楽しかったとの回答が得られた. また 95%の被験者が従来の紙よりもタブレット端末によるアンケートを希望した. さらに本システムの有用性として, 95%以上の被験者においてタバコの害に対する知識・意識の向上に役立ち, 待ち時間の有効利用になることが確認できた. さらにまたタバコの害以外の感染症やアレルギー等の新しいテーマについて 97%の被験者が本システムの利用を希望することがわかった.

6. 参考文献

1) 日本学術会議:「脱タバコ社会の実現に向けて」, 日本学術会 要望書, http://www.scj.go.jp/ (2008)
2) 厚生労働省:「平成23年度厚生労働省税制改正要望について」, 厚生労働省報道発表資料, http://www.mhlw.go.jp/ (2010)
3) ファイザー株式会社:「経口禁煙補助薬「チャンピックス錠」の欠品について」, ファイザープレスリリース, http://www.pfizer.co.jp/ (2010)

Fig. 7. Scene of trial at waiting room in dispensing pharmacy.

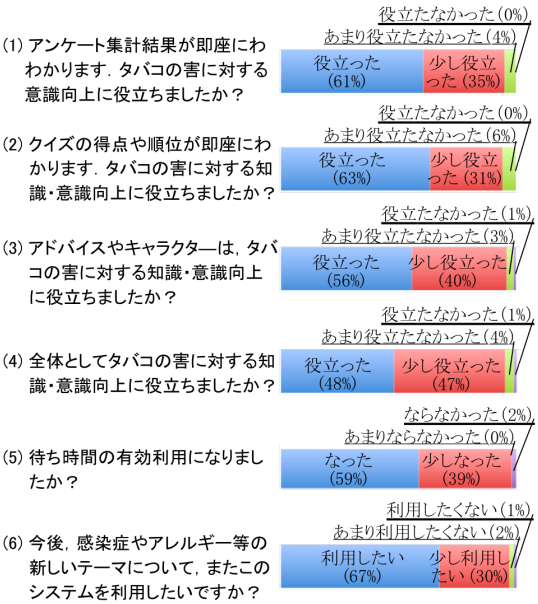


Fig. 8. Evaluation for benefit of system.

4) 陳柏廷:「調剤薬局における患者満足度の要因分析に関する研究」, 信州医学雑誌, Vol.6, No.55, pp.327-332 (2007)
5) Po-Ting CHEN: "A Survey of Factors Influencing Customer Satisfaction at Dispensing Pharmacies," The Shinshu medical journal, Vol.6, No.55, pp.327-332 (2007) (in Japanese)
6) PharmaNext:「特集 顧客・患者満足最前線--ホスピタリティで薬局は変わる!」, PharmaNext, No.46, pp.4-17 (2007).
7) 中井, 他:「ドラッグストア併設薬局(小児科医院門前)における待合室の工夫」, 第 42 回日本薬剤師会学術大会 (2009)
8) 宇都, 他:「院内イントラネットを利用した患者満足度アンケートシステムの運用評価」, 医療情報学, Vol.22, pp.666-667 (2002)
9) 日経メディカル:「Pad で変わる医療」, 日経メディカル 10 月号, pp.48-65 (2010)
10) 河本, 他:「調剤薬局からの発信～満足度向上のために～」, 第 42 回日本薬剤師会学術大会 (2009)
11) 森戸, 他:「ビデオ放映による待ち時間対策の検証」, 日本農村医学会雑誌, Vol.53, No.4, p.733 (2004)
12) 久我, 他:「待ち時間を利用した患者教育の試み -「外来テレビを用いた Q&A クイズ」の効果と反響-」, 外来小児科, Vol.8, No.4, pp.519-520 (2005)
13) 澤井, 他:「患者さん満足の服薬指導を目指して～質問箱を設置して患者さんから調剤薬局への意見を収集～」, 第 42 回日本薬剤師会学術大会(2009)
14) ノバルティス ファーマ株式会社:「タバコ依存度評価アンケート」, http://www.nicotinell.jp/tts/depend/survey.html (2009)

[連絡先]
戸田 健
日本大学理工学部電気工学科
〒101-8038 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14
e-mail : takeshi.toda@ele.cst.nihon-u.ac.jp
Fax : 03-3259-0791

服薬支援のための
患者-薬剤師間インタラクティブコミュニケーションシステムの実証実験

○尾崎信耶[*]，戸田健[**]，井手口直子[***,****]，宮木智子[****]，南部恵子[****]，池田恵子[****]
（*日本大学大学院理工学研究科，**日本大学理工学部，***帝京平成大学薬学部
****(株)新医療総研こぐま薬局）

Field Trial of Pharmacist-Patients Interactive Communication System for Supporting Medical Treatments

Shinya Ozaki[*], Takeshi Toda[**], Naoko Ideguchi[***,****], Tomoko Miyaki[****], Keiko Nanbu[****], Tomoko Miyaki[****]
([*]Graduate School of Science and Technology, Nihon University
[**]College of Science and Technology, Nihon University
[***]Faculty of Pharmaceutical Sciences, Teikyo Heisei University, [***]Koguma Pharmacy, New MEC Inc.)

1. はじめに

調剤薬局薬剤師が中心となって在宅患者の服薬支援を行うため，携帯端末を利用する患者-薬剤師間コミュニケーションシステムのニーズがあり，我々は従来システムの課題に対処した新しいシステムを提案[1)]。また小児患者向けにコンテンツを開発し，パイロット試験を行った[2)]。本研究では小児患者を対象に患者・薬剤師双方からシステムの有用性を実証し改善点を探るため調剤薬局およびクリニックの協力を得て実験を行った。

2. 提案システム概要

従来システムの課題に対処するため，患者や薬剤師とともにシステム要求仕様を策定，ユーザーエクスペリエンスとインタラクティビティに考慮したシステム開発を行った。コミュニケーションインターフェースにはタッチパネルによって簡単に操作できる携帯端末（スマートフォン）を採用。患者および薬剤師の端末，端末双方を連動させるサーバーにおいて，幼児や高齢者でもサポートなく簡単に服薬状況報告できるようなアプリケーションを開発した。服薬及び状況報告し忘れの回避，服薬継続のための様々な仕掛けを開発し実装。さらに薬剤師端末では，患者からの服薬報告に対し調剤薬局業務中においても速やかに必ず応答でき，患者が「見守られている感」を持てるよう応答のリアルタイム性を高めるための仕掛けも施した。

3. 実験内容

被験者は薬局に処方箋を持参した小児患者 35 人（保護者同伴）と薬剤師 4 人。短期の処方期間に合わせ 4 日間の服薬支援を 1 クールとし，1 週間に 1 クール，6 週間合計 6 クール運用。1 クールあたり最大 6 人の患者に対し薬剤師 1 人が 1 日 24 時間対応し，4 人交代で 4 日間フォローした。従って薬剤師 1 人あたり最も負担が大きい場合は，患者 6 人全員が朝昼晩 3 回の服薬報告を 4 日間行う場合で，実際 1 クールあった。本支援体制は被験薬局の勤務体制等の都合に合わせた。以下 1 クールの実施内容を説明する。

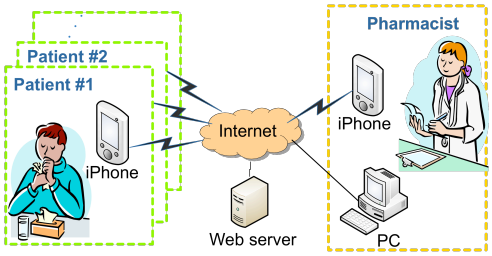


図 1. システム構成

患者に対しては，薬局待合室にて被験依頼に同意を得た患者と保護者を別室へ案内。同意書に署名を得た後，処方薬の待ち時間を利用してアプリケーションや端末の基本機能の操作説明を行い，端末を貸出す。患者は，端末貸出し当日から 4 日間服薬状況報告を行った後，1 週間以内に評価アンケートへの記入とともに端末を返却。また必要に応じて適宜インタビューも実施。薬剤師に対しては，実験開始日薬局にて薬剤師 1 人に 10 分程度の操作説明を行う。その他の薬剤師 3 人に対しての操作説明は，患者情報と端末の引き継ぎとともに薬剤師に行ってもらうことで，以降実験終了日まで 7 週間返却なしで貸与。実験最終日に薬剤師全員に評価アンケートへの記入とインタビューを行った。

4. 結果のデータ分析・考察，今後の課題について

4.1 操作性について

サポートの必要性について，患者（及び保護者）の 66%と薬剤師 4 人全員が「必要」と答えた。これは端末の基本操作ボタン（スリープ，音量，アプリケーション等）の操作に係るトラブルによる。実験開始直後，急遽取扱説明を作成し配布したものの，操作の主役が小児ということもあり回避が難しかった。また家事や仕事の合間の手間感についても患者 34%と薬剤師全員が「あった」と

回答。これもアンケート記載コメントやインタビューから，端末の基本操作に大きく起因することがわかった。一方提案ユーザーインタフェースの操作については，90%以上の患者および薬剤師全員が「簡単」と答えた。

4.2 コミュニケーション性について

患者の服薬報告に対する薬剤師の応答の早さは，3%の患者と 1 人の薬剤師だけが「早くなかった」と回答。これは全ての応答時間についてログデータを分析すると，1 時間以内の応答が了解のみで 92%，フリーメッセージにおいても 83%であった。フリーメッセージの文字数が少ない訳ではなく，利用率も 63%もあった。薬剤師のフリーメッセージの応答で，見守られている感について「持てた」と回答した患者は 83%，薬剤師は全員が「与えられたと思う」と回答。さらに意識ややる気についても患者 86%が「高まった」，薬剤師は全員が「高めた」と回答。さらにまた「了解」の応答だけでも，見守られている感についても患者 91%が「持てた」と回答。また意識ややる気についても 1 人の薬剤師は「高められなかった」と回答しているが，86%の患者が「高まった」と回答。患者-薬剤師間の顔の見える関係の補完として，患者 94%と薬剤師全員が「役立った」と回答。コミュニケーションの円滑化についても患者 86%と薬剤師 3 人が「役立った」と回答した。

4.3 服薬支援システムとしての有用性について

服薬忘れの回避について，ツールがなかった時と比べ 17%の患者が「変わらなかった」と回答。これは長期服薬の患者で「もう何年も飲んでいるので」というコメントがあった。一方楽しく服薬できたかについては，患者の 94%が「できた」，薬剤師全員が「できたと思う」と回答。また飽きずに服薬できたかでは，薬剤師全員が「できたと思う」と回答したのに対し， 23%の患者が「できなかった」と回答。見守られている感を持てて服薬支援になったかについては，薬剤師全員が「なったと思う」と回答したが，11%の患者が「ならなかった」と回答。また意識ややる気が高まり服薬支援になったかについては 26%の患者が「ならなかった」と回答。総合的に服薬支援になったかについては 14%の患者が「ならなかった」と回答。

操作性とコミュニケーション性で高い評価を得て，その結果高い有用性が示され，91%の患者と全員の薬剤師が「また利用したい」と回答。薬剤師の応答が薬局営業時間（8:40～19:00）に制限されても，77%の患者と 75%の薬剤師が「利用したい」と答えた。ところで 3%～23%の患者の低い評価は何が原因だったのかについては，端末の基本操作に係る問題に加え，何年も単一の服薬を続けている患者と保護者にとって，本システムのような強要型の支援は逆に手間になるということがわかった。小児の患者には喘息やアレルギー性疾患による長期服薬が多いため，長期服薬患者にとって必要な服薬支援サービスについて，今後仕様段階から検討し直す必要がある。また薬剤師全員が説明書や窓口による補助の必要性と，家事や仕事の合間の手間感を指摘している。また薬剤師全員が負担にならないためには，現状のシステムでは営業時間内対応であっても患者数を 3 人以下にする必要があったことからもシステムの面から対策を検討する必要がある。その他，小児患者の場合，操作性の問題や，学校では使えないといった運用上避けられない問題も挙げられた。また本服薬支援システムの発展・応用可能性として，新しい機能や，服薬支援以外に在宅患者のモニタリングや生活支援への活用といったニーズも得られた。

図 2. 患者および薬剤師用端末

5. 参考文献

1) 戸田，尾崎，井手口，宮木，南部，池田: ユーザーエクスペリエンスを考慮した服薬支援インタラクティブコミュニケーションシステムの開発，ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.12, No.3, 209-218, 2010.
2) 戸田，尾崎，白川，井手口，宮木，南部，池田: 服薬支援のための患者-薬剤師間インタラクティブ・コミュニケーションシステムのユーザービリティ評価，情報処理学会第 138 回 HCI 研究会，Vol.2010-HCI-138, No.1, 2010.

[連絡先]
尾崎信耶
日本大学大学院理工学研究科電気工学専攻
戸田研究室
〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14
e-mail：cssi10009@g.nihon-u.ac.jp
Fax：03 (3259) 0791

クリニックの診療支援を目的とした患部画像データシステムの開発

○陳 保旻[*]，戸田 健[**]，尾崎 信耶[*]，藤多 和信[***]，井手口 直子[****]
（*日本大学大学院理工学研究科，**日本大学理工学部，
藤多パークサイドクリニック，*帝京平成大学 薬学部）

Development of Affected Part Image Data System to Support Medical Examination in Clinic

PaoMin Chen[*], Takeshi Toda[**], Shinya Ozaki[*], Kazunobu Fujita[***], Naoko Ideguchi[****]
(*Graduate School of Science and Technology, Nihon University,
[**]College of Science and Technology, Nihon University,
[***]Fujita Parkside Clinic, [****]College of Pharmacy, Teikyo Heisei University)

1. はじめに

近年，電子カルテの普及と通信ネットワークのブロードバンド化・クラウド化に伴い，電子カルテのネットワーク利用の検討が進んでいる[1]。しかし日本における電子カルテの普及率は 2008 年度の時点で,病院 17.8%，診療所 13%にしか達していない。原因としては,コスト（初期導入及びランニング）が高価であることや，電子カルテの仕様がメーカーごとに異なるためデータを共有することができず，上記のようなメリットが得られない，といった根本的な問題があげられる。この度クリニックの医師から電子カルテシステムとは切り離し，運用上の自由度を高めた患部画像のみを扱うシステムの依頼があって，そのためスマートフォンやタブレット端末から画像の撮影，情報入力，閲覧，検索が一度に行えるシステムを開発した。患者は患部の画像（治癒経過や拡大画像など）を見たいのではないか患部の症状や治癒経過を詳細に把握する事で，診療の満足度向上が期待できる。

2. システム要求

- 医師が診察中に，手軽に素早く患部画像を撮影しデータベース化できる。
- 診察中，医師と患者が同時に，手軽に閲覧できる。
- データベースの閲覧は医師・患者とも診察室外から可能。
- 患者自身が撮影した画像もデータベース化可（電話往診，診察間隔が長い経過観察などへの応用）。

3. 開発システム

開発システムはスマートフォン，タブレット端末，Wi-Fi ルーター，Web サーバーで構成される（図2参照）。以下タブレット端末とサーバーについて詳解する。

4. 開発アプリケーション

4.1 医師用端末

医師用の端末としてはスマートフォンとともにタブレット端末がある。端末のアプリケーションからは新規登録，患部画像一覧，患部撮影，検索を行う事ができる。

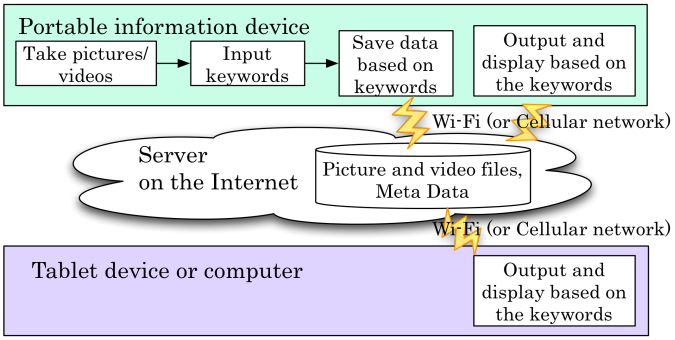


図 1 提案システム.

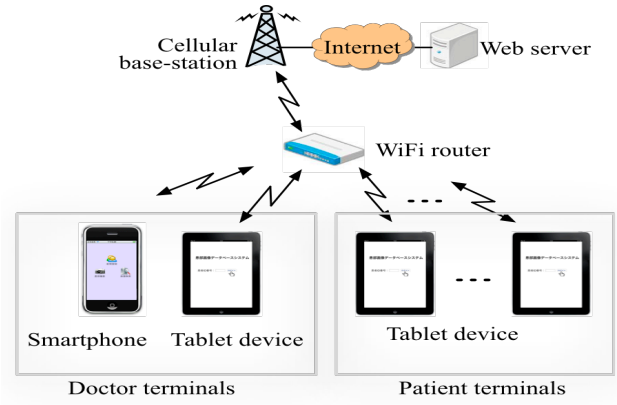


図 2 開発システム.

(1) メニュー画面： ここで新規登録,患部撮影,画像検索のそれぞれのボタンにタッチすることで各機能へと画面が切り替わる。

(2) 新規登録画面： 患部画像の撮影を行う画面である. 撮影後は撮影画像の確認画面となる。ここで ID 番号，患部，所見の情報をつけて,撮影された患部写真とともに，画像をサーバーへ送信する。

(3) 患部撮影画面： 患部画像の撮影を行う画面である。撮影後は撮影画像の確認画面となる。ここで ID 番号，患部，所見の情報をつけて,撮影された患部写真とも

図 3 患部撮影.

図 4 患者 ID 検索.

図 5 患部写真一覧.

に，画像をサーバーへ送信する(図 3 参照)。

(4) 画像検索画面： 患者 ID 検索と患部検索二つの検索機能がある。患者 ID 検索は ID を入力し検索を行う(図 4，図 5 参照)。患部検索は人体イラストのボタンを押し検索を行う(図 6 参照)。

4.2 患者用端末

患者用端末では患者一人一人の画像を一覧で表示

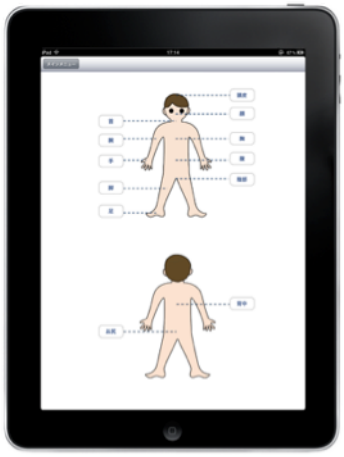


図 6 患部検索.

する機能のみを有する。事務員が患者の ID を入力することで，それまでに撮影された該当患者の患部画像が一覧表示される。患者はここで自らの治療経過や患部の変化を確認することができる(図 4，図 5 参照)。

4.3 データ送信について

スマートフォンからサーバーへデータ送信手段としては HTTP(Hypertext Transfer Protocol)の Post メソッドを用いた HTTP とは Web サーバーとクライアント間で，Web データの送受信を行うためのプロトコルで，Web サイトを閲覧するときなどに用いられるプロトコルである。

4.4 データベース

本システムでは患部写真とともに,それぞれの画像のタグやアドレスを大量に保存する必要があるため，リレーショナルデータベースを用いた。データベースは患者索引テーブルと患者個人テーブルからなる。

5. 今後

今後，アレルギー性皮膚炎の等の長期病状の患者を対象に，クリニックでの診療及び電話往診における実証実験を行う。その後，医師と患者に対しアンケート及びインタビューを実施し，システムの有用性を明らかにするとともに課題の抽出と解決策の検討を行う。また，システムのサービス形態，活用方法についても検討を行う。

6. 参考文献

1) 株式会社シード・プランニング: 2010 年度電子カルテ市場動 向調査 (2010)
2) セコム医療システム株式会社: セコム・ユビキタス電子カルテ http://medical.secom.co.jp/ (2010)

[連絡先]
陳保旻
日本大学大学院理工学研究科
戸田 研究室
〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14
e-mail：kw58831143@hotmail.com
Fax：03 (3259) 0791

服薬アドヒアランス向上のための患者教育支援ツールの開発

○川崎 涼平*, 戸田 健*, 尾崎 信耶**, 井手口 直子***, 高木 彰子***, 宮木 智子****, 南部 恵子****
(*日本大学理工学部, **日本大学大学院理工学研究科,
帝京平成大学薬学部, *(株)新医療総研こぐま薬局)

Development of Patient Education Support Tool to Increase Medical Adherence

Ryouhei Kawasaki*, Takeshi Toda*, Shinya Ozaki**, Naoko Ideguchi***, Akiko Takagi***, Tomoko Miyaki****, Keiko Nanbu****, Keiko Ikeda****
(*College of Science and Technology, Nihon University
**Graduate School of Science and Technology, Nihon University
*** Faculty of Pharmaceutical Sciences, Teikyo Heisei University, **** Koguma Pharmacy, New MEC Inc.)

1. はじめに

小児患者の服薬指導[1]では，医師や薬剤師は小児患者本人と同伴保護者の両者に対して本来行うべきである。しかし実態は同伴保護者に対してのみ行われることが多い。この原因の1つに診察や服薬指導に十分な時間が得られなくなっていることが挙げられている。調剤薬局においては，小児科の場合調剤の分量が患者によって異なること，また近年小児感染症の流行から，その流行期には相当な待ち時間になる[1),2)]。このため待ち時間短縮のプレッシャーから，小児にわかりやすくゆっくり話す時間がなくなっている。また小児患者自身が，服薬治療に対し十分な服薬指導を受けるための知識や意識を持っていないことも原因となっている。これらのことが小児患者の服薬アドヒアランス[2]向上を阻害し，結果として服薬コンプライアンス[3]が改善しない要因となっている。本研究では，小児患者に直接アプローチする。開発システムの評価は，調剤薬局の待合室において来局患者と同伴保護者を対象に，薬の待ち時間を利用してパイロット試験を行い，操作性，コンテンツや動作における課題を抽出し，解決を図る。実証実験では，患者に端末を自宅へ持ち帰ってもらい，服薬治療とともに使用してもらう。最終的には，服薬アドヒアランスが向上したかどうか，次回の服薬指導時に保護者と薬剤師のコミュニケーションの輪に入れたかどうかから開発システムの有用性を評価する。また実証実験を通して得られたシステム上の課題と改善策，新しいサービスやシステムへの発展可能性についても提案する。

2. 関連研究

患者の服薬アドヒアランス[3)]及びコンプライアンス向上のための試みとしては従来，服薬指導に関わる情報について，冊子やパンフレット等テキストによって提供することが一般的である[4)]。それらを薬局内に掲示，配布したり，服薬指導時に提示する等して利用する。また薬局

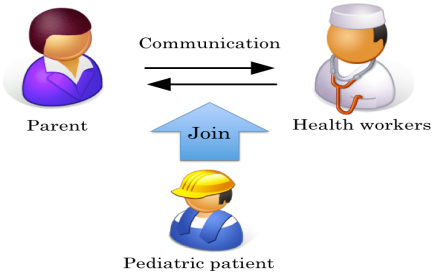


図 1. 理想とするコミュニケーションモデル

設置したディスプレーによる提供[5),6)]，患者の携帯電話へ報知する試みも行われている[7)]。また最近では，タブレット端末に実装したスライドや動画を用いて，治療や検査内容の説明，服薬指導や栄養指導を支援するツールも登場している[8)]。しかしこれらの方法は患者への一方通行で教育効果が少なく小児の興味・関心を引くためのインタラクティブ性，シミュレーション性の要素が欠如している。また，薬局窓口における患者-薬剤師間

前に患者自身がわかりやすく服薬指導に関する知識を得るのが好ましい様に図 2 に提案するストーリー分岐フローチャートを示す。ストーリー各々に複数の画像音楽，シナリオが組み込まれている。1階層目に示したプロローグを読み進めていくと，1 から N 個の選択肢が現れ，のコミュニケーション不足を補うために，待合室に Q&A の掲示板を設置する試みも報告されている[9)]が，小児科では幼児が動き回ることと，感染を避けるために車内で待機する場合には利用が難しい。

1: 服薬指導とは，調剤薬局薬剤師が，医師が作成した処方箋に基づき処方薬の薬効と服薬方法，服薬の意義について説明し，薬物療法に対する患者の理解を得ることを意味する。薬局窓口あるいは訪問患者宅において直接対面で行うことが医療法において原則義務付けられている。薬の飲み合わせや，服薬治療のための食生活だけでなく，病気の予防等生活の質（QOL）を高める指導も行う。
2: 服薬アドヒアランスとは，医療側の指示に順守するというコンプライアンスに対し，患者自身が主体となって積極的に治療に取り組むこと
3: 服薬コンプライアンスとは，患者が医師の処方通りに服薬すること

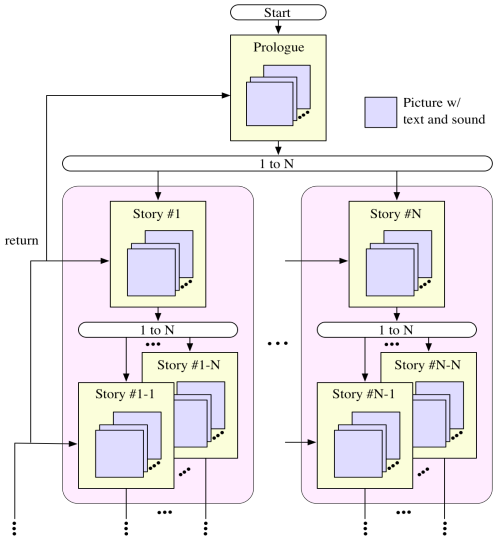


図 2. ストーリー分岐のフローチャート

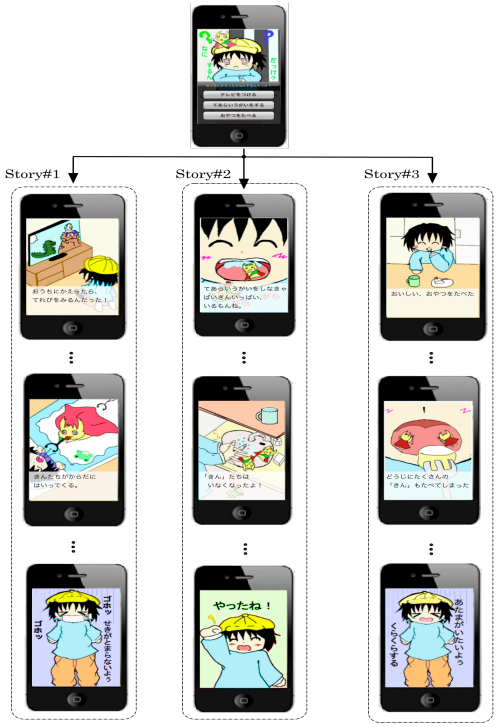


図 3. 病気予防の為のシュミレーション

3. 提案システム

小児が興味を持って取り組めるためにインタラクティブ性を持ったシステムを用いる。また，服薬指導を受けるそこでの選択項目に応じて2階層目各々のストーリーに分岐する。次の層でも同様に，ストーリーごとに新たな選択肢が N 個まで存在する。また，各階層における選択肢によっては，前階層のストーリーに戻る動作も行う。

4. 病気予防の為のシュミレーション

本システムは，iPhone に実装したが，Android OS を搭載したスマートフォンやタブレット端末を利用してもよい，提案システムで述べた分岐の数を3つで，1階層のストーリーとして制作した，ツールは小児でもわかりやすく病気の予防意識を芽生えさせる目的で開発した。図3に画面例を示す。図3上部の画面は，実際の分岐画面であり「かえったらすることは」の問いに，小児は「テレビをみる」，「おやつをたべる」，「てあらいうがいをする」の選択肢から選んでタッチすることができる。ここで「テレビをみる」，「おやつをたべる」を選んだ場合，図3の左右に示したストーリーが進行して，「きん（菌）」を落とすことを忘れてしまった結果，「きん」が増えてツール内の少年が病気になってしまうストーリー構成になっている。「てあらいうがいをする」を選んだ場合には図3の中央に示したストーリーが進行し，手洗いうがいを行い「きん」を落とせたためクリアとなる。また，すぐに「てあらいうがいをする」を選択した人のためにもし違う選択を選んでいた場合どうなっていたのか，という事も確認できるようにした。なので，再度「てあらいうがいをする」ことの大切さを確認することで病気予防となる。また，調剤薬局での待ち時間という限られた時間でも体験出来る内容で，小児患者自身の病気予防に対する意志向上を促す。

5. まとめ

本稿では，携帯端末向けに開発したシミュレーションを用い，従来薬剤師と保護者の間で主に行われていた服薬指導等のコミュニケーションに小児患者自身の参加を促すシステムを提案した。今後は小児患者疾患について検討を行う予定である。

6. 参考文献

1) PharmaNext：特集 顧客・患者満足最前線--ホスピタリティで薬局は変わる!, PharmaNext, No. 46, pp. 4-17 (2007).
2) 中井，増森，朝日，船田，中村:ドラッグストア併設薬局（小児科医院門前）における待合室の工夫，第 42 回日本薬剤師会学術大会(2009).
3) 森戸，大石，太田，後藤，笠原，常山:ビデオ放映による待ち時間対策の検証，日本農村医学会雑誌, Vol. 53, No. 4, p. 733 (2004).
4)木下:服薬アドヒアランスを上げる為の工夫・薬を飲めない子への対応，小児科診療，Vol. 74, No. 5, pp. 729-732 (2011).
5) 久我，木下，石原，藤本:待ち時間を利用した患者教育の試み - 外来テレビを用いた Q&A クイズの効果と反響-,外来小児科, Vol. 8. No. 4,pp. 519-520 (2005).
6) 河本，難波，山本，他:調剤薬局からの発信満足度向上のために，第 42 回日本薬剤師会学術大会(2009).
7) 澤井，西浦，熊本,他:患者さん満足の服薬指導を目指して質問箱を設置して患者さんから調剤薬局への意見を収集,第 42 回日本薬剤師会学術大会(2009).
8) 日本イーメディカル株式会社:e-doctor http://www.emed.co.jp/edocter.html (2011).
9) Tamaji, Sakai, Sato, et al.:Development of Clinical Pharmacy Services to Improve Drug Adherence in Psychiatric Hospital Patients: YAKUGAKU ZASSHI ,Vol. 130, No. 11, pp.1165-1572 (2010).

[連絡先]
川崎涼平
日本大学理工学部電気工学科戸田研究室
〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 9
e-mail：csry08058@g.nihon-u.ac.jp
Fax：03 (3259) 0791

Micro media を用いた パーソナライズ情報収集支援システムの提案

○澤田瑞穂*，戸田健*，尾崎信耶**
（*日本大学理工学部電気工学科，**日本大学大学院理工学研究科電気工学専攻）

Personalized Information-Gathering System Using Micro Media

Mizuho Sawada*， Takeshi Toda*， Shinya Ozaki**
(*College of Science and Technology， Nihon University
** Graduate school of Science and Technology， Nihon University)

1. はじめに

WEB 上には膨大な情報が蓄積されている。しかし，この膨大な情報の中からユーザが所望の情報を検索するスキルは不足しているといえる。この問題を解決するため情報推薦の研究がされてきた。だが，その多くは閲覧履歴に頼るもので検索行動をもう一度繰り返すのと変わらない。そこで，本提案システムでは近年普及した，ソーシャルネットワークサービス(Social Network Service : SNS)や Blog，Twitter 等のマイクロメディア上のユーザのリアルタイムな発言からユーザの興味を推測し，所望の情報を収集・提供するシステムを提案する。マイクロメディア上の発言は，ユーザのリアルタイムな現状報告である場合が多い。提案システムではこうした発言からユーザの嗜好や行動範囲などのユーザプロファイルを作成し蓄積する事で情報のパーソナライズを実現するため，ユーザの検索行動を追わずに，リアルタイムな要求に応えることができる。

2. 先行研究

2.1 ユーザの閲覧履歴に基づく WEB ページ推薦

ユーザの嗜好を蓄積し，WEB ページを推薦する研究が行われている。高須賀ら [1)]はユーザの閲覧した WEB ページの URL 履歴のみを用いて嗜好を抽出し，似た嗜好の他のユーザの閲覧履歴から WEB ページを推薦するシステムを提案している。このシステムでは，ページの閲覧自体をユーザが何らかの興味を抱いての行動であると定義するが，「ユーザが興味の有無を考えずに WEB ページをいくつも吟味して所望の情報を探す」，という現在のユーザの検索行動には合致しない。これに対し，枝ら [2)]はユーザの閲覧した WEB ページ内のキーワードをユーザの嗜好として抽出する。この方法では，ページ内のキーワードの遷移を考慮するので変化するユーザの興味を反映できる。しかし，上記のようなユーザの閲覧履歴に基づく WEB ページ推薦はユーザの検索意図が反映されず，検索行動に至った過程がわからない。

2.2 オントロジーに基づく情報推薦

安随ら [3)]は領域オントロジーの中からユーザ自身が興味のある情報を登録し，それに基づいたユーザプロファイルを作成するシステムを提案している。この提案システムでは，ユーザ自身が推薦情報の興味を持った部分についてユーザカテゴリを作成し登録する事ができる。しかし，人間の興味は無限にあり，また変化するものであり，ユーザに負担がかかる。

3. 提案システム

本稿では，ユーザのマイクロメディア上の発言から作成したユーザプロファイルを基に情報を収集・推薦するシステムを提案する。マイクロメディア上の発言からユーザプロファイルを作成するので，ユーザに負担をかける事無く所望の情報を収集・推薦することを実現する。

3.1 機能構成

提案システムの機能構成を図 1 に示す。提案システムの機能構成は，図 1 より A.外部マイクロメディアシステム，B.情報集支援システムに大別される。A.外部マイクロメディアシステムは，ユーザが従来使用していマイクロメディアを使用する。次に，サーバ上の B.パーソナライズ情報収集支援システムは以下(a)~(d)の 4 つの部分から成る。(a) 新着投稿情報取得部，(b) テキスト解析部，(c) ユーザプロファイル部，(d) 情報検索部で構成される。構成の各動作を述べる。

3.2 動作の流れ

前節で示したシステムの実施例を述べる。ユーザがあらかじめシステムに登録した A.外部マイクロメディアに発言を投稿するとサーバ上の B.情報収集支援システム内の(a)が情報の取得を判断し，外部ソーシャルメディアから新着発言の文字情報を取得，(b)にて yahoo テキスト解析 [4)]を用いてテキスト解析処理をする。次に，(c)ユーザプロファイル部にて処理結果より得られた目的語+述語に着目し，スコア付けを行い，検索語の抽出を行う。

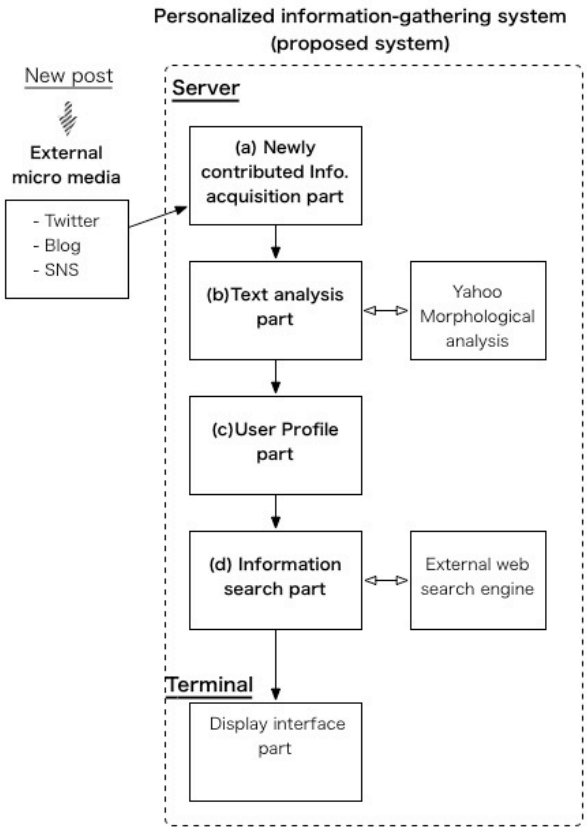


図 1 提案システムの機能構成図

検索語と過去の関連語を元に外部 WEB 検索エンジンにて情報検索をし，得られた結果を再びパーソナライズ情報収集支援システムで処理し，上位数件を端末に送り端末上に表示する。

3.3 ユーザプロファイル部

本システムの実現では，ユーザの発言から現在の状況・嗜好といった精度の高いユーザプロファイルを作成する事が最も重要である。

ユーザプロファイルを作成するにあたり，発言中の述語にスコアを与えることでユーザから見た目的格の目的語の重要度を推測する。これによって 2 章で述べた課題である，検索動機情報を目的語に付与する事ができ，この検索動機情報を持つ目的語をユーザの嗜好としてユーザプロファイルに蓄積すれば，従来研究の履歴情報からでは得られなかった精度の高いユーザプロファイルを得る事ができる。以下，このシステムの手順について詳細を述べる。

3.3.2 ユーザプロファイル部の動作

（ステップ 1）事前に選出した述語にスコアを与えた事前選出述語辞書を用意する。

（ステップ 2）取得されたユーザの発言をテキスト解析する。ここでは，形態素解析と係り受け解析を行い，述語部と発言の目的格である目的語を抽出する。

（ステップ 3）抽出された述語が事前選出述語辞書にある述語と当てはまれば，事前選出述語辞書で与えられているスコアを，発言から抽出した目的語に与える。

（ステップ 4）与えられたスコア順に目的語をランキング化する。このランキングをユーザプロファイルとする。

（ステップ 5）ユーザプロファイルを基に上位目的語を優先して外部検索エンジンで検索する。

（ステップ 6）検索結果が取得されたら，ユーザプロファイルに過去蓄積された関連語を考慮して検索結果をパーソナライズし，ユーザの端末上に検索結果を送る。

4.まとめ

本稿では，マイクロメディア上のリアルタイムな嗜好や状況に関する発言からユーザプロファイルを蓄積し，ユーザの所望の情報を収集するシステムを提案した。以下，今後の予定を述べる。

（ユーザプロファイル）発言中の目的語にスコアを付与してする方法のみではユーザの状況判断が難しいと考えられる。今後は抽出される目的語の出現頻度情報等の発言から得られる情報についてもスコアの対象とする。

（評価方法）評価方法については，ユーザの主観評価の他にユーザプロファイルの適合率や再現率についても評価していく。

今後はシステムを実際に試作し，実環境における提案システムの評価をしていく。

5.参考文献

1) 高須賀，丸山，寺田:高須賀，丸山，寺田:閲覧履歴を利用した協調フィルタリングによる WEB ページ推薦とその評価;情報処理学会 DEWS2007 vol107，No131，pp.115-120 （2007）.

2) 枝，佐藤:ユーザの Web 探索履歴におけるキーワード遷移に基づく Web ページ推薦システム;電子情報通信学会 DEIM2010，A3-3（2010）.

3) 安随，福田，濱崎，大向，武田，山口:オントロジーに基づく携帯端末用レコメンデーションシステムの構築;人工知能学会全（CD-ROM）19th，pp.2D2-03（2005）.

4) ヤフー株式会社:テキスト解析 Web API 日本語形態素解析;http://developer.yahoo.co.jp/webapi/jlp/（2011）.

[連絡先]
澤田瑞穂
日本大学理工学部電気工学科戸田研究室
〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 3-11-4
日本大学理工学部駿河台キャンパス 9 号館 972 号室
e-mail:csmi08805@g.nihon-u.ac.jp
Fax:03 (3259) 0791（**研究室直通**）

小売量販店における購買行動のベイジアンネットワーク分析

○鈴木光太郎，西内信之
（首都大学東京大学院システムデザイン研究科）

Modeling of Purchasing Behavior for Application on Merchandise Display and Package Design

Kotaro Suzuki, Nobuyuki Nishiuchi
(Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

日本のGDP（国内総生産）の約7割はサービス産業が占めているといわれている。近年、日本国内におけるサービス産業の生産性の低迷が問題視されており、今後の経済発展を考えるとサービス産業の活性化は直近の課題といえる。

そこで最近では、今まで勘や経験に頼る部分の大きいサービス産業に工学的手法を導入しようとする「サービス工学・サービスサイエンス」への関心が増えてきている。

また一方で、センシング技術の発達により人の視線の動きを計測する事ができるようになり、データ化することが可能となりつつある。

本研究では、消費者の購買行動や購入商品に対する認知方法や購買時の視線移動をデータ化し、ベイジアンネットワークによりモデル化することを試みた。

2. ベイジアンネットワーク

ベイジアンネットワークとは不確実性を含む事象の予測や合理的な意思決定、障害診断などに利用することのできる確率モデルの一種である。ある確率分布を表現し、その確率分布によって計算対象をモデル化し、様々な条件により変化する確率分布を計算し、予測や最適な意志決定を行う。

図 1 は単純なベイジアンネットワークのモデルおよび確率分布の一例を示す。モデル化する際には、すべてのノードに対して確率分布表（CPT）を与える必要がある[1)]。

表1. P(B|A) 条件付確率表

P(B|A)		
	はい	いいえ
はい	0.1	0.5
いいえ	0.9	0.5

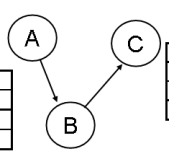


表2. P(C|B) 条件付確率表

P(C|B)		
	はい	いいえ
はい	0.7	0.6
いいえ	0.3	0.4

図 1. モデルおよび確率分布の一例

本研究では消費者の購買時における「心理」や「視線」「身体情報」「商品情報」など異なる要素を一つのモデルに組み込む事でより現実的なモデル作成をするためベイジアンネットワークの活用が有効だと考えている。

3. 研究方法

3.1 モデル化のためのデータ取得実験

大学生 30 名を対象として予備実験を行った。実験環境を図 2 に示す。被験者にはアイマークレコーダ（Nac 社：EMR-8）を装着してもらい、量販店を模擬した陳列棚から商品を選択してもらう。

商品は現在小売量販店などで取り扱われているスナック菓子 25 個（各一種類）を使用した。

商品選択時は実際の量販店と条件を同じにするため、陳列棚から約 100cm を行動範囲とする。

陳列棚に使用した材料は全て白色、横幅が 90cm、高さ 130cm で五段あり奥行きが一番上の段から 25,30,35,40,45(cm)となり実際のコンビニエンスストアで使用されているものと同等である。

購入商品を決定するまでの視線の軌跡・停留点・商品購入までの時間を観測した。また、ビデオカメラを設置し購買行動も観測した。

実験終了後、被験者には被験者の身体的特徴（年齢、身長、性別、視力、利き手、前回の食事からの経過時間）や購入商品の選択理由などの心理状態をアンケートにて記入してもらった。

図 2. 実験環境

3.2 取得データの分類

取得したデータを図 3 のように属性毎に分類した。

「被験者の属性」「商品の属性」が「購買中の注視点」「購買時の動作」「商品選択理由」に影響を与える。「購買時の注視点」と「購買時の動作」が「商品選択理由」に影響を与える。これら 5 つの要素が「選択商品」に影響を与えるという構造である。

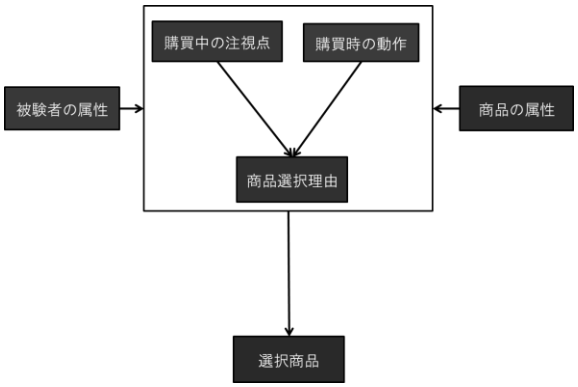


図 3. データの分類

4. 結果

4.1 モデルの特徴

実験により構築されたモデルを図 4 に示す。

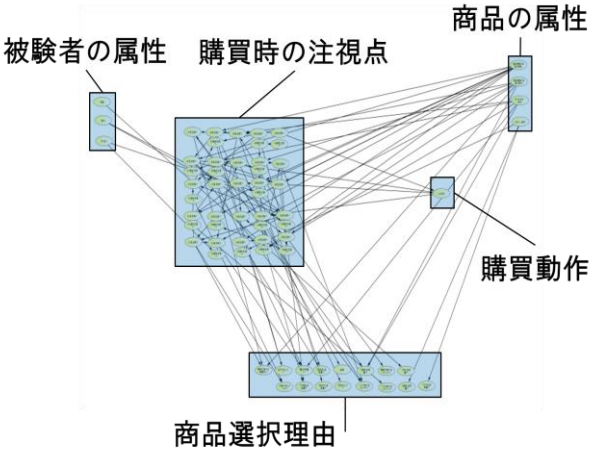


図 4. 購買行動モデル

このモデルからわかる各属性間の関連性を以下に示す。

- 「被験者の属性」、「購買時の注点」、「購買動作」、「商品選択理由」に関連性が見られた。
- 「商品の属性」、「購買時の注視点」、「購買動作」、「商品選択理由」に関連性が見られた。
- 購買動作（商品を手に、しゃがむ）」と「商品選択理由」との関連性は見られなかった。
- 「商品選択理由」内での関連性は見られなかった。
- すべてのノードと「選択商品」との関連性は見られなかった。

4.2 注視点の特徴

図 5 は購買行動モデル内の「購買時の注視点」の特徴である。矢印は注視点の軌跡を表し、図内の数値はその発生確率である。

図 5. 注視点の軌跡

このモデルから以下の結果が得られた。

- 被験者は一番上の段を注視する傾向にある。
- 被験者は一番左の列を注視する傾向にある。
- 被験者の注視点は一番上の段から左右に動きながら下降する傾向にある。

5. 考察

今回の実験でベイジアンネットワーク用いた購買行動モデルを得られた。このモデルで「被験者の属性」「商品の属性」「購買時の注視点」「購買動作」「商品選択理由」の関連性を見る事ができた。

また 4.2 の注視モデルの特徴から一般的に関連商品は横並びに陳列しているが、このモデルから別の列、段に配置すると注視を集めるのに効果的な事がわかる。

しかし現段階ではモデルの構築要因が明らかになっていないので今後検討していく必要がある。

6. 参考文献

1) 小島徹弥, 「ベイジアンネットワークによるモデル構築と被験者の個性の検討」, 日本建築学会東海支部研究報告書, Vol.47, pp.325-328, 2009.

[連絡先]
鈴木光太郎
首都大学東京日野キャンパス
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail：kzss2558@gmail.com
Fax：042 -585-8620（西内研究室宛）

モダリティの異なる刺激課題における瞬目波形に関する研究

○町田宇祥*，朴美卿**，山中仁寛*，川上満幸*
（*首都大学東京 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）

A Study on Eyeblink Waveforms under Auditory and Visual Tasks

Takayoshi Machida*, Mi Kyong Park **, Kimihiro Yamanaka*, Mitsuyuki Kawakami*
(*Department of Management Systems Engineering, Tokyo Metropolitan University
** Division of Management Systems Engineering, Tokyo Metropolitan University)

1. 緒論

瞬目波形の形状特徴が認知状態や注意度状態を反映し，認知状態推定のために有効な指標になりうる可能性を示唆する研究が多く行われている．

田邊ら [1] は高速度ビデオカメラを用いて瞬目波形を取得し，独自にパラメータ設定を行った．ディスプレイ上に加算課題の呈示による瞬目波形を検討した結果，「振幅比率の減少」，「閉瞼時間の延長」，「閉瞼・開眼速度の減少」を示したと報告している．

しかし，瞬目波形に関する研究は視覚刺激を用いたものが多く，モダリティの異なる課題遂行における瞬目波形の形状の特徴を調べた研究は少ない．そこで，本研究では高速度ビデオカメラを用いて視覚と聴覚刺激呈示時における瞬目波形の形状特徴を明らかにすることを目的とする．

2. 方法

2.1 被験者及び実験手順

被験者は男子大学生 6 名（平均年齢 22.83±0.69 歳）とし，被験者によってはコンタクトレンズによる視力矯正はあるが，どの被験者も眼鏡は着用していない．実験参加者とディスプレイ間の距離は 50cm に設定し，顎台を利用して頭部を固定して実験を行った．視覚と聴覚課題両条件ともに，安静時は何も映し出されていない画面から視線をそらさずにリラックスして眺めるように教示した．被験者には各課題条件に 1 問を 5s 間隔で呈示し，12 問（60s）を 1 セットとし，合計 5 セットを課した．各セット間には 3 分間の安静を挟む. 5 セット終了後には十分な安静をとり被験者に疲労がないことを確認した上，次の実験を行った．各実験条件は，実験参加者ごとに順番をランダムにし実施した．

2.2 実験課題

視覚課題では，ディスプレイ上に，「L」字 30 個（回転角度 1～360°ランダム）と「T」字 1 個（回転角度 90°又は 270°）をランダムに散りばめ呈示した（図 1）．課題は，「T」字を発見し，その T 字の長い方の線が左右どちらに向いているかを判断し応答する認知課題である．被験者には，両手にそれぞれスイッチを持たせ，「T」字の長い方の線が右向きであれば（図 1）右手のスイッチを，左向きであれば左手のスイッチを押すよう指示した．聴覚課題としてはヘッドホンを着用した被験者に 3 桁数字を自動音声ソフト(xp Navo，株式会社プロシード社製)を利用し読み上げ，1 を引く減算課題を課した．例えば，132 という数字が呈示された場合，被験者には 1 を引いた 131 を答えるように教示した．

2.3 瞬目波形の取得および解析

高速度ビデオカメラ（デジモ，H-1600-M2）を利用し，被験者の右眼を撮影した．高速度ビデオカメラは被験者の右眼正面から 15cm の距離に置き，カメラから右眼までの仰角を約 35°に設定した．実験データは撮影速度 100fps で記録し，瞬目波形を取得・分析した．データ解析は，田邊らの方法を参考にし，4 個の特徴点を抽出し，瞬目波形を作成した（図 2）．表 1 に解析に用いた 9 個の形状パラメータを示す．各特徴点は次の通りに抽出した．撮影した眼領域画像データに対して，上下眼瞼間距離を抜き出した．上下眼形間距離は上眼瞼の最高点を基準位

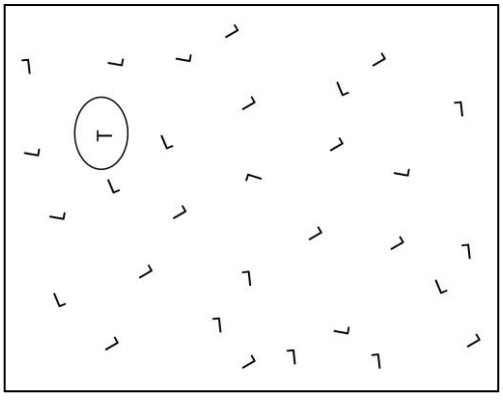


図 1 視覚課題の一例

置とし，その点から鉛直方向に探索した際に達する下眼瞼と眼球表面との境界点までの距離とした．1 フレームを間に挟んだ 2 枚のフレームで上下眼形間距離の差分波形を抽出する．差分波形に対して閾値 dwTh を用いて特徴点を抽出する．まず，開始点から終了点に向かって探索し，差分値の絶対値が dwTh 以上となるフレームを閉瞼開始時点 P_s とした．次に，終了点から開始点に向かって探索し，差分値の絶対値が dwTh 以上となるフレームを開眼終了時点 P_e とした．閉瞼開始時点 P_s から終了点に向かって探索し，差分値の絶対値が dwTh 未満となるフレームを閉瞼終了時点 P_{sb} とし，更に終了時点に探索を進め差分値の絶対値が dwTh 以上となるフレームを開瞼開始時点 Peb とした．なお，閾値 dwTh は田邊らの報告や瞬目波形と照らし合わせ，4 画素と設定するのが適当と判断し解析を行った．

視覚刺激に対する注意や刺激に対して起こる情報処理の完了に関係する瞬目は課題終了後 1〜2s 以内に多発することが報告されている．この知見を利用し，視覚課題では，スイッチを押してから 1s 以内に起こった瞬目を，聴覚課題では音声呈示終了点から 2s 以内に起こった瞬目を抜き出し解析に用いた．

3. 結果と考察

各形状パラメータに対して，実験参加者毎に安静時と課題時における Z-score を算出し，t 検定を行った．各課題における瞬目パラメータの結果を表 2 に示す．持続時間と閉瞼状態持続時間は，安静時に比べ視覚課題時は有意に短縮したが，聴覚課題時には有意に延長した．これは視覚課題時には，効率の良い情報処理を行うため閉瞼による情報入力の遮断時間を短くしたためと考えられる．先行研究では視覚課題として計算作業を負荷した場合，瞬目の振幅が有意に減少したと報告されているが [1]，本研究では振幅では有意な差が認められなかった．本研究の視覚課題は「L」字の中から「T」字を検索し，左右を判断してもらうものであった．従って，先行研究との結果が異なった理由は，視覚課題の性質が異なったためであると考えられる．一方，聴覚課題については瞬目の持続時間と閉瞼状態持続時間が安静時より有意に延長した．小孫ら [2] は内的注意条件下では持続時間が延長し，外的注意条件下では短縮すると報告している．ヘッドフォンから呈示され数字を減算するという本研究の課題は内的注意条件であることから本研究の結果は先行研究と一致する．

以上のことより，視覚課題と聴覚課題の瞬目波形との間には，持続時間，閉瞼状態持続時間において異なる特性を示すことが明らかになった．今後，被験者を増やしデータサンプルを増やすこと，さらに課題難易度を変化させた場合，瞬目波形がどのように変化していくかを検討する．

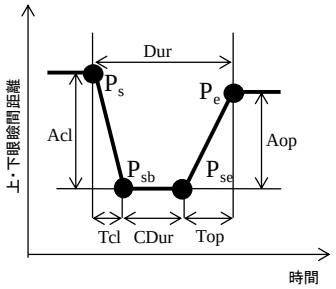


図 2　4 個の特徴点と波形特徴量を示した瞬目波形

表 1　形状特徴パラメータの定義

パラメータ名	定義
閉眼時振幅	Acl
開眼時振幅	Aop
振幅比率	Aop/Acl
持続時間	Dur
閉瞼時間	Tcl
開瞼時間	Top
閉瞼状態持続時間	CDur
平均閉瞼速度	Acl/Tcl
平均開瞼速度	Aop/Top

表 2　各課題における瞬目パラメータの結果

課題 / パラメータ名	視覚課題			聴覚課題		
	安静	課題	検定	安静	課題	検定
閉眼時振幅	0.07±0.93	0.17±1.10	ns	-0.03±0.99	-0.09±0.66	ns
開眼時振幅	0.13±0.90	0.13±1.00	ns	-0.28±0.88	-0.21±0.62	ns
振幅比率	-0.09±0.82	0.11±0.88	ns	-0.34±0.72	-0.02±0.73	ns
持続時間	0.58±1.01	-0.72±0.54	p<0.05	-0.46±0.55	0.84±0.51	p<0.01
閉瞼時間	-0.27±0.73	-0.64±0.54	ns	-0.46±0.52	0.64±0.90	p<0.1
開瞼時間	0.13±0.93	-0.36±0.60	ns	-0.23±0.91	0.34±0.59	ns
閉瞼状態持続時間	0.52±0.92	-0.77±0.46	p<0.01	-0.41±0.24	0.83±0.42	p<0.01
平均閉瞼速度	0.19±0.77	0.62±0.90	ns	0.02±1.16	-0.42±1.01	ns
平均開瞼速度	0.12±0.83	0.21±0.98	ns	0.03±1.07	-0.56±0.73	ns

4. 参考文献

1)田邊喜一，安井淳美“加算作業による瞬目波形の変化について―高速度ビデオカメラを用いた波形データの取得とその予備的分析―”，人間工学，Vol.46,No.2,pp180-183,2010

2)小孫康平，田多英興“連立方程式の解答に伴う瞬目と心拍の変化”，日本教育工学会論文誌，Vol.23,No1,pp47-57,1999

[連絡先]　町田宇祥
首都大学東京大学院　日野キャンパス
システムデザイン研究科　山中研究室
〒191-0065　東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail：machida-takayoshi@sd.tmu.ac.jp
Fax：042 (585) 8670　(直通)

知らない単語はどこまで聞き取れるか

○山田貴睦，竹内由則
（航空自衛隊航空安全管理隊）

Experimentation on comprehension for words what we never heard.

Takayoshi Yamada, Yoshinori Takeuchi
(Aero Safety Service Group, Japan Air Self-Defense Force)

1. はじめに

日常生活や飛行安全にとって，音声を介したコミュニケーションが重要であることはいうまでもなく，特に緊急時においては，適切な音声指示が必要である。

しかし，聞き慣れない単語を聞かされた時，我々はどの程度聞き取れるものであろうか。聞き慣れない単語を聞いた場合，最初はボトムアップ処理を試み，意味が推測できたところでトップダウン処理に切り替わる。

そこで，発音が明瞭で，日本語として意味のある単語であり，聞く者にとって馴染みのない単語が，ボトムアップ処理でどこまで処理が可能であるかを調べるため，列車の車内放送（自動放送）を用い，駅名部分の聞き取り実験を行った。

2. 方法

2.1 音声データ

聞き取り実験には， 水戸と郡山を結ぶ JR 水郡線 41 駅中の 20 駅の車内放送を使用した。また，車内放送の録音，編集，再生には，フリーのサウンド編集ソフトである Audacity を使用した。

2.2 実験方法

車内放送の「次は○○です」（○○は駅名）の部分を切り出して被験者に 2 回聞かせ，1 回目及び 2 回目それぞれで駅名を回答させた。また，多くの駅名（地名）は漢字で表記されることから，トップダウン処理まで持って行けたかを確認するため，漢字を当てはめるとどのように書くかを回答させた。

併せて，聞き取った駅名の確信度について，主観的評価として 5 段階（表 1）で回答させた。

被験者は，男性 11 名，女性 2 名の計 13 名で，平均年齢は 41.5 才（標準偏差 7.6）である。

3. 結果

聞き取り結果が駅名と完全に一致した場合を正答とし，平均の正答率と確信度を 1 回目と 2 回目で比較したところ，それぞれ，2 回目は 1 回目の 1.4 倍，1.2 倍であった。

表 1. 確信度レーティング表

聞き取った際の印象	確信度
確実に、こう言ったと思う	5
たぶん、こう言ったと思う	4
どちらとも言えない	3
自信はないが、こう聞こえた	2
まったく聞き取れなかった	1

表 2. 正答率と確信度

駅　名		正答率[%]	確信度
いわきもりやま 磐城守山	Iwaki-Moriyama	84.6	4.8
おしおえ 小塩江	Oshioe	84.6	3.4
やたがわ 谷田川	Yatagawa	76.9	4.5
ひたちこうのす 常陸鴻巣	Hitachi-Kōnosu	76.9	3.3
さいがね 西金	Saigane	53.8	3.5
さとしらいし 里白石	Satoshiraishi	46.2	3.5
ひたちだいご 常陸大子	Hitachi-Daigo	46.2	3.2
ひがしだて 東館	Higashidate	38.5	4.2
やまつりやま 矢祭山	Yamatsuriyama	38.5	2.8
なかふにゅう 中舟生	Naka-Funyū	38.5	2.6
なかとよ 中豊	Nakatoyo	30.8	3.5
かわべおき 川辺沖	Kawabeoki	30.8	3.3
やまがたじゅく 山方宿	Yamagatajuku	23.1	3.0
いずみごう 泉郷	Izumigō	23.1	3.0
うりづら 瓜連	Urizura	23.1	2.7
のがみはら 野上原	Nogamihara	23.1	3.4
ごだい 後台	Godai	7.7	2.6
いわきたなくら 磐城棚倉	Iwaki-Tanakura	0.0	3.3
ちかつ 近津	Chikatsu	0.0	3.2
しず 静	Shizu	0.0	2.2

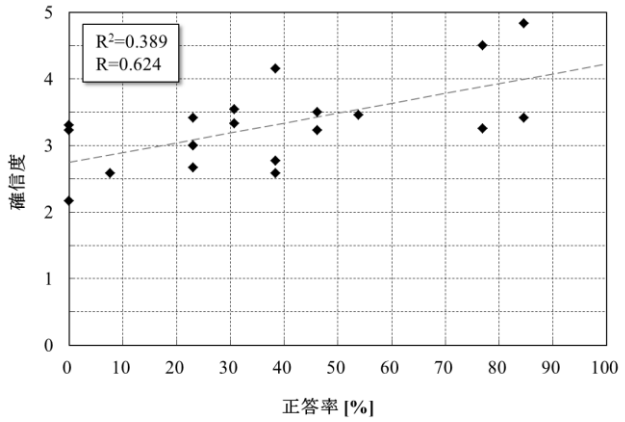


図 1. 正答率と確信度の相関関係

以降，より良い結果であった 2 回目のものを結果として示すこととする。表 2 に正答率及び確信度を、図 1 に両者の相関関係を示す。

4. 考察

子音及び母音の聞き取り違えをそれぞれ表 3 及び表 4 に示す.

森らの新しいスペクトル表示図 [1]を参照すると，周波数が近く，音圧レベルが異なる（30dB 程度）音の聞き取り違え発生率が高く，次いで，音圧レベルの差が 10dB 程度で周波数の異なる音の聞き取り違え発生率が高かった。すなわち，音圧レベルの差異よりも周波数の差異が小さい音に聞き取り違い易かった。

漢字の当てはめについては，被験者の語彙力に依存するものと考えられる。しかし、「矢祭山」を唯一回答した地元出身者が 1 名おり，他の被験者には「山→·釣→·山→」と聞こえた発音が「矢→·祭↑·山↓」と聞こえていた。語の区切りが漢字と結びついていることを示している（ただし，地元出身者の正答率が特に良いということはなかった）。

表 3. 子音の聞き取り違い

駅 名	子音の変化	発生率 [%]
近津（ちかつ）	ch(t∫)の sh(∫)への変化 Chikatsu→Shikatsu	92.3
後台（ごだい）	g の消去 Godai→Odai	84.6
	d の r への変化(g の消去と同時) Godai→Orai	53.8
川辺沖（かわべおき）	k の s への変化 Kawabeoki→Sawabeoki	46.2
野上原（のがみはら）	r の w への変化(ha の変化も伴う) Nogamihara→Nogamikawa	46.2
中豊（なかとよ）	t の z, y の n への変化 Nakatoyo→Nakazono	38.5
	k の g への変化 Nakatoyo→Nagatoyo, Nagazono	38.5

表 4. 母音を含んだ聞き取り違い

駅 名	母音の変化	発生率 [%]
静（しず）	zu の n への変化 Shizu→Shin	69.2
常陸大子（ひたちだいご）	go の a 段への変化 Hitachi-Daigo→Hitachi-Daira, Hitachi-Daiba	46.2

5. おわりに

列車の車内放送を用いて駅名部分の聞き取り実験を行い，以下の結果を得た。

1) 1 回目よりも 2 回目の方が正答率が高い。
2) 正答率と確信度には，強い相関がある。
3) 周波数が近く音圧レベルが異なり，語として意味の通る音がある場合，聞き取り違える可能性が高い。
4) 周波数が大きく異なっても，音圧レベルの差が小さい音が語として意味の通るものであれば，聞き取り違える可能性がある。

6. 参考文献

1) 森 幸男，若村 篤：語音聴力検査におけるスペクトル表示方法の検討，サレジオ工業高等専門学校研究紀要，**36** (2011)，pp.25-30.
2) 北野庸子：老人性難聴とコミュニケーション，東海大学健康科学部紀要，**2** (1996)，pp.53-58

[連絡先]
山田貴睦
航空自衛隊航空安全管理隊資料部
〒190-8585 東京都立川市栄町 1-2-10
e-mail：yamada3278@inet.asdf.mod.go.jp
Fax：042 (524) 4131 内線 534

非漢字系孤立語の情報受容単位に関する研究

○池田誠*，鴻巣努**
（*千葉工業大学大学院　社会システム科学研究科，**千葉工業大学　社会システム科学部）

A study on the information capacity of isolating language without Kanji characters

Makoto Ikeda* Tsutomu Konosu**
(*Chiba Institute of Technology Graduate School of Social Systems Science
**Chiba Institute of Technology Faculty of Social Systems Science)

1. はじめに

1.1 研究背景

人間の情報受容量に関する研究は，眼球運動計測等数多くの実験が行われている．他にも複数の文字を短時間提示し，読み取れた文字を再生させる刺激縮減法やタキストスコープによる瞬間提示方法，一行あたりの文字数を注視点数で割って求める方法などがある．また，一回の注視における情報受容量は有効視野から測ることができる．有効視野を計測する方法の一つが移動窓枠法を用いた実験である．Osaka(1989)は，有効視野をもとに日本語の文章読解実験を行い，ひらがな，カタカナの場合，一注視点あたりの文字数を 7 文字，漢字かな混じりの文章では 13 文字としている．これまで，情報受容量に関する研究の対象となる言語は，欧米諸語に代表される屈折語，日本語が属する膠着語が主であった．本研究では，比較的研究例の少ない非漢字系孤立語に着目し，言語処理過程における情報受容単位を算出した．対象言語にはタイ語を選定した．話者の多さから考えると中国語が適切であると考えられるが，表意文字である漢字についてはすでにいくつかの研究例がみられるため，表音文字の体系を持つタイ語が最適であると考えた．タイ語は，文章中に分かち書きがなく，形態的探索誘導の要素が少ないと考えられる．また，一つの音で複数の単語の意味を表す場合もあり，文章読解時において他の言語よりも音韻的情報の存在が重要であると考えられる．そのため，他の言語とは異なる認知処理過程がみられる可能性がある．

1.2 研究目的

本研究は，これまでの研究対象と異なった性質を持つタイ語の言語特性を眼球運動計測によって明らかにすることを目的とする．文章読解時の眼球運動計測から，一注視あたりの情報受容量の推定を行うことで，書式形式による認知的情報処理の相違を考察することが可能となる．

2. 研究方法

2.1 概要

実験では，Free View((株)竹井機器工業製)を用い，提示モニタ 50 インチ，視距離 120cm において文章のフォントサイズを 12pt とし実権環境を設計した．被験者に対し，各難易度の文章をランダムに提示し，文章読解時の眼球運動を測定し，注視時間，注視回数を比較した．被験者は，泰日工業大学の学生 16 名である．

2.2 刺激

実験刺激として出現語彙のレベル，文法構造の複雑さを考慮し，3 種類の難易度の文章をそれぞれ 2 つずつ用意した．エッセイや教科書に載っている文章を基に作成した低難易度 A(758 文字)，低難易度 B(530 文字)，一般的知識で読むことのできる中難易度 C(581 文字)，中難易度 D(560 文字)，文章読解に専門的知識を有する高難易度 E(243 文字)，高難易度 F(462 文字)の計 6 種類の文章を用意した．

3. 結果

3.1 タイ語の言語特性

タイ語の構造は子音(42 文字)と母音(18 文字)，声調記号の組み合わせから表現される．子音・母音ともに単体では音や意味を持たず，それらが組み合わさることによって音が表現される．そのため，本研究では日本語や屈折語のように，一文字のあたりの情報量を定義することが適切でないため，一音節あたりの情報量を算出した．

3.2 情報受容量

タイ語の組み合わせを基に算出した結果，タイ語の一音節あたりの情報量は 5.9bits であることが示唆された．また，一注視あたりの情報受容量は 88bits であった．図 1 は情報量を基に各難易度の一注視あたりの情報受容量を算出したものである．中難易度文章と(96.0bits)と高難易度文章(46.3bits)の間に，有意水準 1%で有意差が

あった. Fukuda(2009)は，日本語とドイツ語の読解に関して，一注視あたりの文字数に差はあるが，一文字あたりの情報受容量(ともに 50bits 前後)に差はないことを明らかにしている. 本研究のデータはこれと矛盾しないが，情報受容量はやや多い傾向があった.

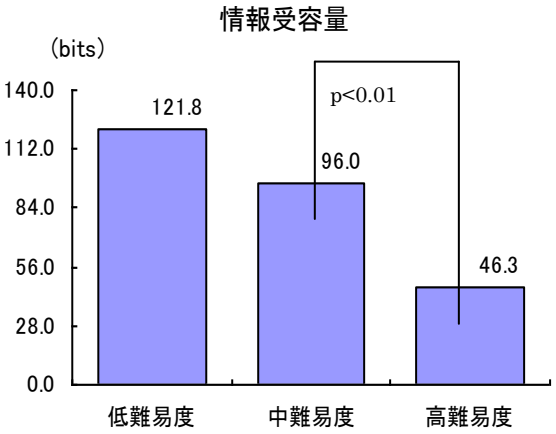


図 1. 各難易度の情報受容量

3.3 眼球運動データ

眼球運動データから，各難易度の平均注視回数，平均注視時間の差の検定を行った. 図 2 は難易度の平均注視回数 s を記したものである. 低難易度文章と(4.9times/100cha)と中難易度文章(6.7times/100cha)の間に，有意水準 1%で有意差があり，中難易度文章(6.7times/100cha)と高難易度文章(13.5times/100cha)の間に有意水準 1%で有意差があった.

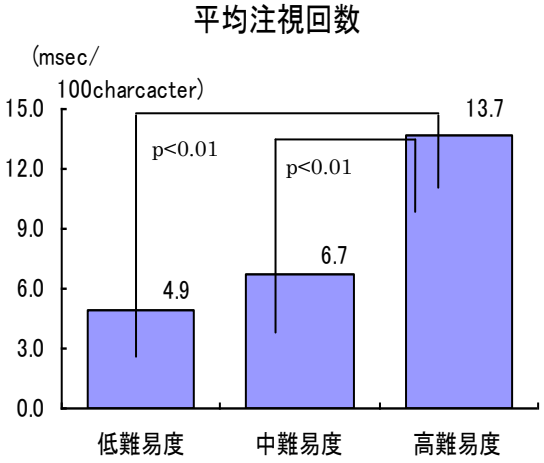


図 2. 各難易度の平均注視回数

また，図 3 は，各難易度の平均注視時間である. 低難易度文章と(28.0msec/cha)と中難易度文章(42.0msec/cha)の間に，有意水準 1%で有意差があった. 鴻巣(1998)は，文章読解において文章の難易度が上がれば，注視時間ではなく注視回数が減少することを明らかにしている． 本研究では，これより注視時間がやや長くなる傾向があった.

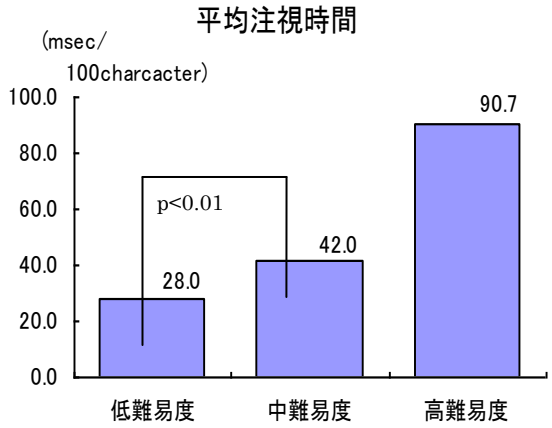


図 3. 各難易度の平均注視時間

4. 考察

タイ語は日本語(漢字系膠着語)や英語(分かち書きをする屈折語)に比べ，形態的探索誘導となる要素の出現頻度が少ない. また，文章の難易度が上がれば，文章読解に必要な専門用語の出現頻度も増えるため，形態的探索誘導よりも認知的探索誘導が強く働くことが考えられる. そのため，文章読解時において，認知処理に時間を要することで，一音節あたりの情報受容量が多くなり，相対的に注視時間が長くなったと考えられる.

本研究は科学研究費(課題番号:22770246)の助成を受けたものである.

5. 参考文献

1) 鴻巣努:生体反応計測による視環境評価と言語情報処理への応用に関する研究(博士学位論文),慶應義塾大学政策・メディア研究科，1998.

2) Osaka, N:Eye fixation and saccade during kana and kanji text reading, Comparison of English and Japanese text processing, Bulletin of the Psychonomic Society, No.27, pp.548-550,1989.

3) Fukuda, R:Comparison of human visual information capacity in reading Japanese, German, and English, Perceptual and Motor Skills,No.108, pp.281-296,2009.

[連絡先]
池田誠
千葉工業大学新 2 号棟 10 階 鴻巣研究室
〒275-0016 習志野市津田沼 2－17－1
e-mail：s0720008PM@it-chiba.ac.jp

認知特性に基づいたWebマーケティングにおける リーン消費の実現に関する研究

○科部元紀*, 鴻巣努**
(*千葉工業大学大学院社会システム科学研究科, **千葉工業大学社会システム科学部)

A Study on the Lean Consumption of Web Marketing Based on Cognitive Characteristics of Users

Genki Shinabe*, Tsutomu konosu**
(*Graduate School of Social Systems Science, Graduate school Chiba Institute of Technology
** Faculty of Social Systems Science, Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

Web サイトにおけるユーザの購買行動では, 店頭における購買行動と比べ, 他の選択肢をとりやすいという特徴がある. 提供されている商品やサービスに関する情報提示方法が悪いと, ユーザは当該商品やサービスの機能や性能を知ることなく, 他のサイトへ移ってしまう傾向が強い. また, Webにおける購買行動は店頭時と比べ, 何が購買決定の主因となったかを分析することが難しく, ユーザの興味や購買行動のプロセスを知ることが困難である.

本研究では, ユーザのWebマーケティングにおける購買意思決定プロセスに着目し, 実際に運用されている企業のサイト開発を通じて, ユーザの購買意思決定プロセスを探った.

Webマーケティングにおける購買行動プロセスを探ることが困難である理由として, 購買意思決定をしなかったユーザの抱えている問題を探ることが困難である点が挙げられる. 購買意思決定をしたユーザに対しては, そのプロセスのページ遷移や操作履歴を見ることで推察可能であるが, 購買意思決定をしなかったユーザからはこうした情報が得られにくいからである.

購買に至らなかったユーザには, 当該サイトを意思決定の対象としている場合と, そもそも当該サイトを購買意思決定の対象としなかったユーザが想定できる. 前者の場合は, 提供されている商品やサービス自体がユーザの要求と合致していないなどアイテム自体の改善が主たる解決策となるが, 後者の場合はいくつかのアプローチが考えられる.

一つは, 当該サイトのインターフェースに問題があり, ユーザが必要な情報にたどり着くことができないという場合である. また, 広告やコンテンツの訴求度が低く, ユーザが目的のアイテムを効率よく探し出せないという問題である. これらは, ユーザが自身の興味について明確な意思を持っているが, その行動プロセスに阻害要因があったと考えることができる. このようなユーザをサイトに留めおくには, インターフェースやコンテンツの訴求度を向上させ, より短時間で効率のよい選択行動がとられるよう配慮する必要がある. リーン消費とは, リーン生産から転じたものである.リーン生産とは製造工程におけるムダを排除することを目的として, 製品および製造工程の全体にわたって, トータルコストを減らすことを意味する.先述した購買に至らなかったユーザ層についてはいかにリーン消費を実現するかが重要であり, それにはユーザの認知的情報処理に基づいたインターフェース設計が重要である.

これに対し, 当該サイトを購買意思決定の対象としなかったユーザはその実態を捕らえることが困難であり, まず潜在的ユーザを獲得する必要がある. 本研究では, 実際に社会で運用されている技術者向けセミナー企業を事例として, 潜在的ユーザを獲得するためのサイト開発を行い, いかなるプロセスで当該サイトを購買対象としたかを分析することを試みた. これに基づき, 潜在的ユーザを獲得し, 購買行動プロセスを分析するための基盤を作成した.

2. 研究目的

本研究の目的は以下の 3 点である.

(1) 企業サイトにおけるリーン消費実現のための認知的インターフェース要件の調査
(2) (1) に基づいたサイト開発
(3) アクセス分析に基づいた購買行動プロセスの調査

3. 研究方法

企業サイトにおける認知的インタ-フェースについては, 現状のサイトに対する認知的ウォークスルーを実施した. 評価対象サイトとして理系技術者向けのセミナを提供している Web サイトを対象とした. 当該企業は, 年間約 500 のセミナを企画運用しており, 理系技術者を中心に1万名の登録ユーザを持つ, 国内では最大規模のセミナ主催の企業である.

潜在的ユーザ層の分析については，こうしたユーザ層が自らの購買について明確な目的を持っていない点が問題である(後藤 2008)と考え，セミナにアクセスするルートを多様化させることを試みた．これまでの開発の経緯は表1の通りである．

表1 開発の経緯

2008 年	アクセス解析導入
2008 年	RSS の実装
2009 年	バイラル動画
2009 年	パーソナライゼーション機能作成
2010 年	検索ワード抽出機能

本研究では，さらに衛星サイトの構築，インターフェースの再配置，各種情報表示仕様の統一化，イベント情報の追加，サイトマップおよびタグの実装を行った．

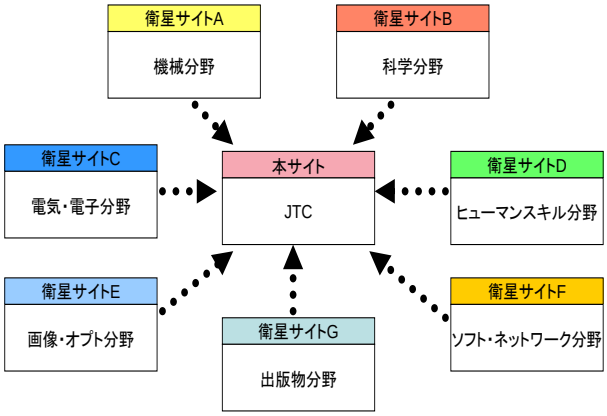


図1 衛星サイトからのアクセスイメージ

また，タグとサイトマップの実装により，セミナ間でのアクセスルートが増加することが確認された．

4. 結果・考察

認知的ウォークスルーの結果， 当該サイトでは，

・コントラストが弱いバナーがあると視認性が低くなる．
・メインメニューの中で強調された項目がないと項目の重要度が分かりにくい．
・縦スクロールが多いインターフェースであると目的の情報が探しにくい．
・空白のスペースがあるとそこに注視がいってしまう．
・分野別の項目がないと目的の情報が探しにくい．
・関連する他のセミナとの差別化がしにくい．
・セミナに該当するキーワードがないと内容が想像しにくい．
・戻るボタンが多いと，階層構造が分からなくなる．

などの情報が得られた．

また，タグ等の利用によるアクセスルートの増加については，その結果得られる情報が有益なものでないと却ってユーザの興味を低下させることが分かった．これに基づいて，本研究ではサイト実装にあたりタグの新規セミナへのヒット率を上げるよう留意した．その結果，現在セミナのカテゴリを示すキーワードは 360%増加し，849語となった．

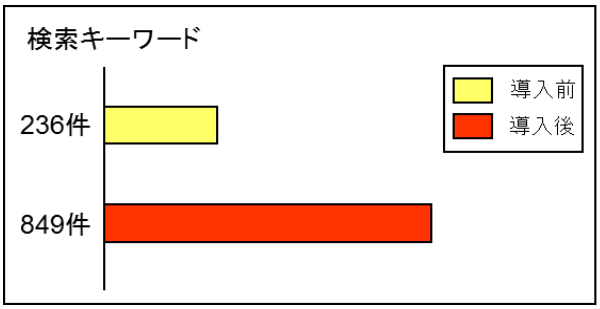


図 2 検索キーワードの変化

これにより，新機能の実装前後のアクセスに関わるキーワードに有意な差が見られ，アクセスルートの増加が確認された．

5. まとめ

認知的ウォークスルーにより，対象サイトに必要な要件として，8 つの例を挙げた．また，これに基づいたサイト開発により，当該サイトを購買意思決定の対象としていなかったユーザ層を顕在化することができた．今後は，これに基づいて，要因別にどのようなマーケティング戦略が効果的かを実証してゆく予定である．

文献

[1]永野考和：顧客の意識を解き明かす手法-消費者の購買意思決定に影響を与える心の複合領域について，経営経理，pp.1-26，2006.
[2]後藤恵美：消費者の購買意思決定と商品開発手法-ユーザー起動法のマーケティング的有効性，商品開発・管理研究，pp.2-15，2008.
[3] 倉島健，杉崎貴哉，鴻巣努：サイバースペースにおける戦略的マーケティングシステムに関する研究，日本人間工学会第49回関東支部大会講演集，Vol.44， No. SPACE ，pp.270 -271 ，2008.

[連絡先]
科部元紀
千葉工業大学社会システム科学研究科鴻巣研究室
〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1
e-mail：s0642074CB@it-chiba.ac.jp
Fax：047 (478) 0469

Effect of Physical Exercise on Cognition of Visual Information

身体運動がヒトの視覚情報認知に及ぼす影響

○Jiansong Luo*, Soomin Lee*, Yoshihiro Shimomura*, Tetsuo Katsuura*
(*Graduate School of Engineering, Chiba University)

1. Introduction

Many authors have studied the effect of physical exercise on respiratory, circulatory, and muscular systems. These effects also have been investigated in cognition processing in the central nervous system (CNS). But both methods and findings vary greatly.

Furthermore, some studies suggested that information processing in the CNS differed depending on the exercise type, duration, and intensity, and for the result of the experiment, the difficulty of task also can impact the result.

Therefore, to verify the effect of physical exercise on cognition of visual information, the present research fixed exercise type and duration, only exercise intensity was manipulated. More difficult tasks were used to examine changes in reaction time (RT), task performance, P300 latency and amplitude of cognitive processing after exercise, and their relationship to exercise intensity.

2. Methods

2.1 Subject

Ten right-handed healthy males, 21-34 (mean ± SD: 26.2±4.0) years old, participated in this experiment.

2.2 Procedure

This experiment consisted of a control condition (Control) and two exercise conditions (Low and High intensities). Two exercise conditions were conducted on a different day. In the Control, subjects rested on the bicycle ergometer without pedaling, they were instructed to perform a visual oddball task. In the exercise conditions, the subjects exercised for either of two conditions at a prescribed rate. Immediately after exercise, the subjects performed the same visual oddball task as that in the Control.

2.3 Exercise

In the exercise conditions, the pedaling rate was kept at 60 rpm and the electric brake pressure was constantly adjusted to maintain a heart rate (HR) of 80% maximum HR (MHR) in High and 50%MHR in Low. Either exercise condition lasted 10min.

2.4 Oddball task

A kind shape of stimulus (Fig. 1) was defined as target upon which a right index finger button press had to be carried out as accurately and rapidly as possible. Non-targets had four kinds of shapes (Fig. 1).

Fig. 1 Target and Non-target stimulus

Three hundred visual stimuli were presented in a random series with an inter stimulus interval of 1000-2000 ms (mean 1500 ms). The symbols appeared for 150 ms within a quadratic frame of 6 × 6 cm^2 in the middle of a 15 inch computer screen with the subject sitting at a distance of 1 m (visual angle 3.45°).

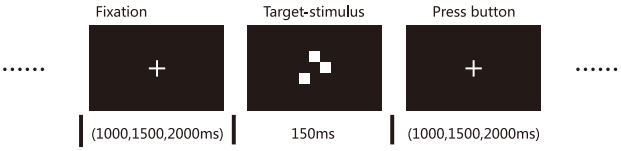


Fig. 2 Time course of oddball task

2.5 Data recording and analysis

EEG activity was recorded at frontal (Fz), Central (Cz), and parietal (Pz) midline locations according to the international 10-20 system.

The data were analyzed using paired samples t tests. (Baseline vs. Post-Ex. of two exercise conditions and Δ High vs. Δ Low. Baseline means the value measured in Control, "Δ" means Post-Ex. minus Baseline)

3. Results

3.1 Reaction time and Task performance

RT was faster for the Post-Ex. than Baseline in both of exercise conditions. But no significant difference between Δ Low and Δ High was obtained. In task performance, no significant differences between Baseline and Post-Ex, Δ Low and Δ High were obtained.

3.2 P300 latency and amplitude

Both the latency and the amplitude of the P300 after low intensity exercise were significantly smaller than in the control condition (Fig. 3, Fig. 4). For the high intensity exercise, the P300 amplitude was significantly different (Fig. 4), but latency showed no significantly change with control condition.

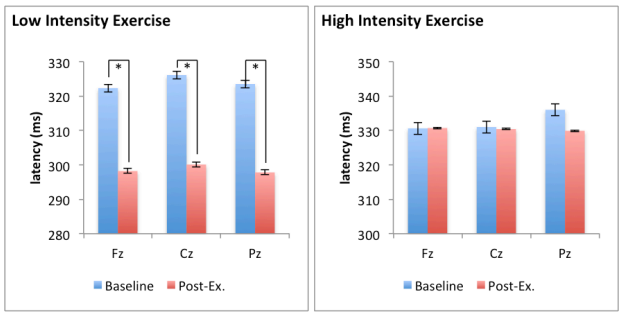


Fig. 3 Mean P300 latency (Fz, Cz, Pz) (mean± S.E.)
***P<0.05**

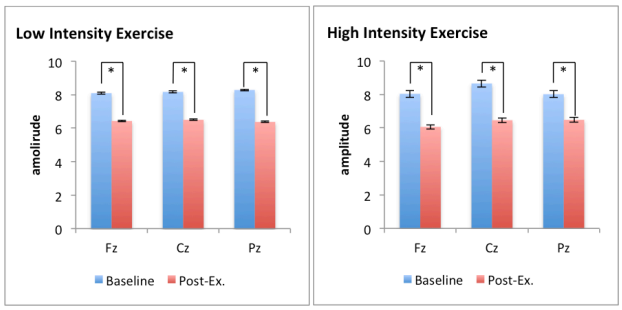


Fig. 4 Mean P300 amplitude (Fz, Cz, Pz) (mean± S.E.)
***P<0.05**

4. Discussion

Polich and Kok (1995) found that both latency and amplitudes of the P300 are sensitive to physiological arousal, and a general theory of P300 physiology has been proposed based on cholinergic-catecholaminergic interactions within the catecholamine arousal system. In agreement with this, the results showed that the exercises used in the experiment produce its exercise-induced effect activation on P300 and RT by increasing arousal.

But for the high intensity exercise, the P300 latency showed no change with control condition. Smulders (1993) suggested that fatigue due to sleep deprivation increases P300 latency and decreases its amplitude. It indicated that the high intensity exercise made arousal increase, but make subjects fatigue.

Another point was that after high intensity exercise P300 latency did not change despite a change in P300 amplitude. Poloch showed that manipulations of attention and probability of the target tone changed P300 amplitude, but typically demonstrated little effect on P300 amplitude, he suggested that P300 latency is reasonably stable and varied relatively little as a function of task variables when the subject is engaged in an explicit discrimination task. That is, P300 amplitude and latency vary independently.

In conclusion, the cognitive visual information processing speed was enhanced after low and high intensity exercises, but was accompanied by decreased attention. These findings have important implications for occupational setting such as long distance transport or factory work, where need to make right decision rapidly.

5. 参考文献

1) Takuro Higashiura et al. (2006) The interactive effect of exercise intensity and duration on cognitive processing in the central nervous system. Adv. Exerc. Sports Physiol., Vol.12, No.1 pp.15-21.

2) Polich J, Kok A (1995) Cognitive and biological determinants of P300: an integrative review. Biol Psychol 103:493-8

3) Smulder F (1993) The selectivity of age effects on information processing. Ph.D. Thesis, University of Amsterdam.

[連絡先]
駱　建松　Jiansong Luo
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
〒263-8522　千葉市稲毛区弥生町 1-33
e-mail：luojiansong@foxmail.com
Fax：04 (3290) 3087

携帯電話基地局からの電磁波ばく露と使用状況における自覚症の調査研究

〇石井良和，城内博
（日本大学大学院理工学研究科）

Study on electromagnetic fields exposure from mobile phone base stations and complains of users of a mobile phone .

Yoshikazu Ishii, Hiroshi Jonai
(Graduate School of Engineering, Nihon University)

1. はじめに

電磁波とは電界と磁界の相互作用により伝播するエネルギーの総称である．周波数，位相，強度で表される波の性質を有し，周波数に比例しエネルギー総量は増加する．電磁波は周波数とエネルギーにより電離放射線（Ionizing Radiation）と非電離放射線（non−Ionizing Radiation）に分けられる．電離放射線は，X 線やγ線などの極めて高い周波数の電磁波で，細胞を構成する分子の原子結合を破壊するエネルギーを有し，電離作用を起こす．波長では 10^{-7}m 以下（周波数 3000 THz 以上）の電磁波を指す．非電離放射線には紫外線の一部や可視光線，赤外線，電波が含まれ，原子結合を破壊する程のエネルギーを持たず，ばく露強度がいかに強くても生体系で電離作用を起こすことはない．しかし，熱作用等の生物学的影響をもたらす．本研究では電磁波の安心利用に向けた基礎資料作りを目的に行い，非電離放射線を放出する携帯電話基地局に着目し，電磁環境測定，及び質問用紙により使用状況と自覚症を調査する．

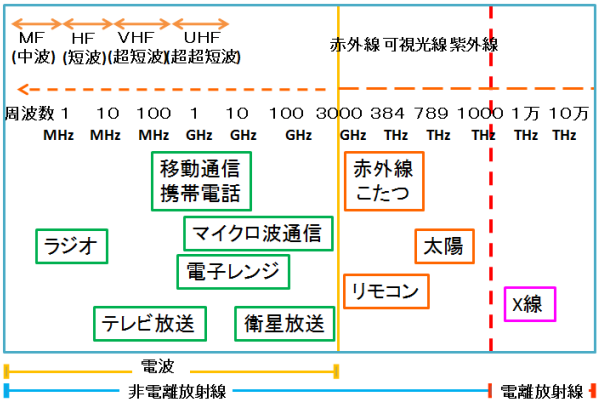


図 1. 電磁界の分類

2. 非電離放射線の電磁波による生体影響

非電離放射線の生体影響は 3 種に大別できる．

1）エネルギー吸収による加熱作用

2）神経・筋等への刺激作用

3）分子・細胞レベルでの非熱作用

1）の加熱作用は，一定以上の電磁波に曝されると生体分子が振動・回転し，そのエネルギーが散逸して組織に熱を発生させ上昇するものである．2）の刺激作用は，電界や磁界により電流や電荷が誘導されることに起因した神経や筋への刺激や磁気閃光現象である．一方，3）の非熱作用は人の健康影響との関連は不明確という現状であり，影響が危惧されている項目には遺伝子損傷，腫瘍や白血病等のがん，頭痛，睡眠や学習に対する影響が挙げられている．しかし，3）の非熱作用に関する文献は陰陽混在しており，報告された影響の妥当性の確立が不十分とされている．携帯電話の電磁波と脳腫瘍リスクに関しては世界保健機関が限定的発がん性の可能性を指摘している．

3. 携帯電話と電磁波

携帯電話に使用される 1 GHz 前後の無線周波電磁界（電波，radio frequency electromagnetic fields，RF-EMF，周波数 10MHz～300GHz）の場合，明らかにされている生体系への作用は誘導電流による刺激作用と熱作用であり，電波法により基準値が設けられている．

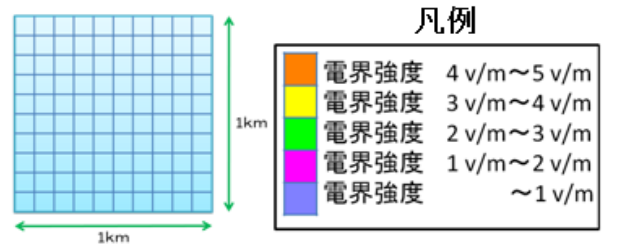
非熱作用の研究も行われており，300 MHz～数 GHz の周波数範囲では電磁界から顕著な局所的，不均一なエネルギー吸収を生じることも分かっている，また，頭部に密着させ用いることも多いため脳腫瘍との因果関係が注目されている．2011 年 5 月に世界保健機関より同一プロトコルによる世界 13 カ国の疫学研究結果が公表された．公表では，携帯電話の電磁波による脳腫瘍リスクが電話を 1 日 30 分間，10 年（1760 時間）以上使用を続けた場合，神経膠腫の発症危険性が 40 %増加する限定的な証拠が認められるとされた．国際機関が非熱作用への警告を発したことより，更なる携帯電話からの電磁波や電磁環境の影響研究の必要性が示された．また，当プロトコルは対象者に小児・若年層が含まれていないため，発育過程への影響にも注目が集まっている．

4. 携帯電話基地局と電磁波

携帯電話基地局は2011 年4 月時点で国内に30 万局近く設置されている. 携帯電話の通信形式が小セル通信方式のため基地局の数の増加に伴い高品質の通信環境が提供されるためである. しかし, 基地局は常時電波を送受信しているため, 基地局数が増えることで重複した電磁波による影響や基地局付近での電磁波による影響も考えられる. 以上より, 基地局を含む電界強度の測定を行い電界強度指針との比較検討を行った.

5. 測定方法・結果

測定方法は, 郵政省告示第 300 号に準ずる方法に基づき行う. 図 2, 3 に基地局を含む 1km 四方の電磁環境測定の結果を示す. 共通事項として測定は9 時ー17 時の間に行い, Narda Safety Test Solutions GmBH 社製・等方性電磁界プローブ 「EMR-300」(本体), 「Type 8.2」(プローブ周波数帯域:100 kHz-3 GHz) を用いた. 測定地は市街 (東京都), 及び郊外 (埼玉県) で1 地域100 箇所の測定を行った. また, 中心周波数 (3 G 携帯端末:2 GHz) 付近の ICNIRP ガイドライン (一般環境) では 0.04 - 2 GHz: $1.375f^{1/2}$ [V/m], 2-300 GHz: 61[V/m]である.



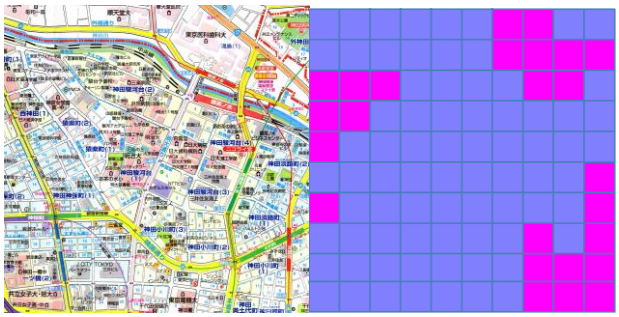


図 2. 市街での電磁環境

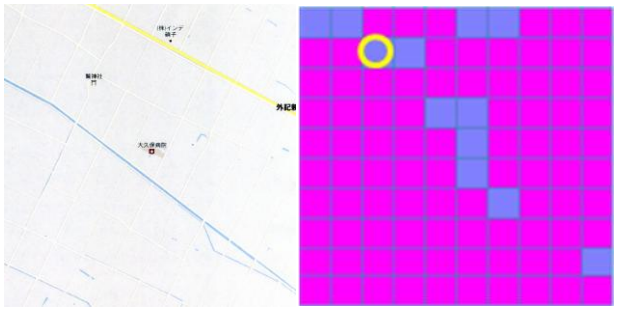


図 3. 郊外での電磁環境

6. 質問用紙による自覚症の調査

携帯電話と電磁波に対する自覚症調査の結果を示す. 測定期間は 2011 年 7 月から 10 月の間に行い, 質問用紙を用い 10 代, 20 代を中心に 190 人の回答を得た. 図 4 に携帯電話使用時に何らかの症状を訴えている人数を示す. (症状を訴えた人:53 人, 複数回答有)

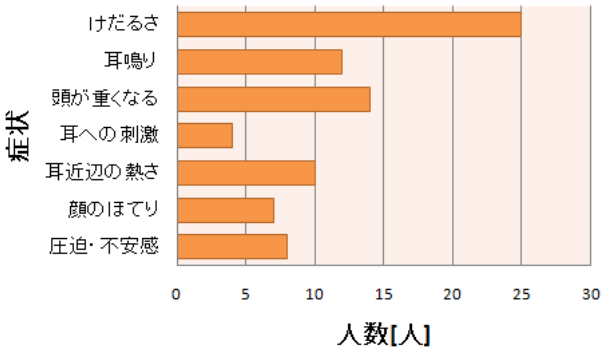


図 4. 携帯電話使用時の自覚症

7. 考察

本研究の測定では, 都市部と郊外部双方共電磁界強度指針の範囲内であり, 局所的に高電界となるホットスポットは見当たらなかった. 電磁波は距離の 2 乗で減衰し, 重複箇所でも十分に減衰していたためと考える. 市街より郊外が高い値になる理由として, 人工物での拡散・吸収や基地局の出力電力の違いが考えられる. 本調査では携帯電話端末無発信時での電磁環境測定を行ったが, 携帯電話端末での受発信時には端末周辺の電界強度が数倍になることが知られている.

質問用紙を用いた自覚症の調査では, 携帯電話使用時に疲労や何らかの症状を訴える人が約3 割存在することを確認した. 自覚症と使用状況の関係について更なる調査が必要と考える. また, 使い過ぎによる可能性も考えられるため, 連続使用への注意喚起や電磁波への正しい知識の普及がより必要になると考える.

8. 参考文献

1) 国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP) :「時間変化する電界、磁界及び電磁界への暴露制限のためのガイドライン (300 GHz まで) 」, pp.43, 1998

2) The INTERPHONE Study Group:「Brain tumour risk in relation to mobile telephoneuse: results of the INTERPHONE international case–control study」, pp.20, 2010

[連絡先]
石井良和
日本大学大学院理工学研究科医療・福祉工学専攻
〒101- 0062 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14
e-mail : yskz_kzys10@hotmail.co.jp
Fax : 03-3259-0877 (専攻共通)

ベッドから車いすへの移乗を介助する移乗介助ロボットに関する研究

○丸谷一真*，中野榮二**
（*千葉工業大学大学院未来ロボティクス専攻，**千葉工業大学付属総合研究所）

A Studying on the transfer assistance robot to remove the transfer from bed to wheelchair

Marutani Kazuma *, Nakano Eiji**
(*Chiba Institute of Technology
**Research Institute, Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

近年，高齢者を支える労働世代の人口は減少の一途を辿っている．2050 年には総人口の約 2 分の 1 が 65 歳以上になると予測されており，労働世代の減少が懸念されている[1]．また，介護士の約 7〜8 割はベッドから車いすへの移乗介助が原因で腰痛になったとの報告があるとされている．

1.1 関連研究

在宅介護における負担は介護者だけでなく被介護者にも，“家族に肉体的・精神的負担をかけてしまう”，“人に頼らず一人で行動したい”，といった精神的負荷が生じている．そのため，介護者並びに被介護者双方への移乗介助における負担軽減を目的とした移乗介助機器の実用化が望まれている．

介護機器自身が抱き上げ動作を行うことを目的とした研究としては，移乗介助装置「メルコング」[2]，「レジャーナ」などがある．これらの機器は自動で介護動作を行うことを目指しているため，介助者を必ずしも必要としない．一般にベッドから車いすへの移乗では，前進，前傾，離床，旋回，着座，正立，後退と主に 7 つのステップが存在する．この中で移乗介助において最も事故が多いのは旋回動作である．一般社団法人ベータ国際ロボット開発センタは旋回動作を行わない移乗を可能とした電動車いす「RODEM」を開発した[3]．しかし，これらのロボットは大型・移動型であり移動するための広いスペースを必要とする．

1.2 提案する移乗介助手法

抱き上げ動作における被介護者の精神的負担並びに介護者の肉体的負担を軽減するには，自動で抱き上げ動作を行うことが可能なロボットを用いることが効果的であると考えられる．しかし，関連研究に示したように現在研究開発されている多くのロボットは大型かつ地面走行型であり，移動において広いスペースを必要とするため一般家庭における使用は困難である．

以上の問題点を解決するために，我々はイディア(株)考案の車いすを用いることを前提とし，天井から吊下げた3自由度マニピュレータを用いた移乗介助手法を提案した[4]．マニピュレータは使用時以外では各関節を折りたたむことで天井付近に収納が可能でありまた，旋回動作を必要としない移乗介助が可能である．図 1 に提案する移乗介助動作の流れを示す．

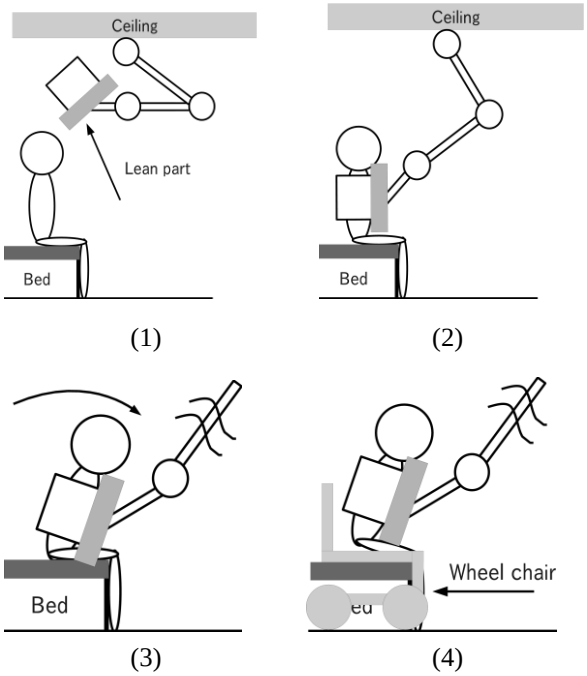


図 1. 提案する移乗介助動作の流れ

(1) 使用時以外，マニピュレータは天井に配置．
(2) 移乗動作を行うために被介護者付近まで駆動．
(3) 被介護者の体を傾ける．
(4) 車いすをベッド中央まで移動させ，被介護者の腰を上げ移乗介助を行う．

2. 抱き上げ軌跡

2.1 抱き上げ軌跡の算出

抱き上げ動作を行う際に考慮する点を以下に記す．

(1) マニピュレータの関節負荷
(2) 被介護者への肉体的負荷
(3) 被介護者の残存機能の活用率

移乗介助ロボットの小型軽量化，被介護者への肉体

的負荷の減少，かつ抱き上げ時におけるリハビリ効果の実現などを行うことは移乗介助ロボットに課せられた重要な課題である．本研究ではマニピュレータの小型軽量化のために被介護者の残存機能の活用を目指すとともに，それに適した抱き上げ軌跡を算出する．

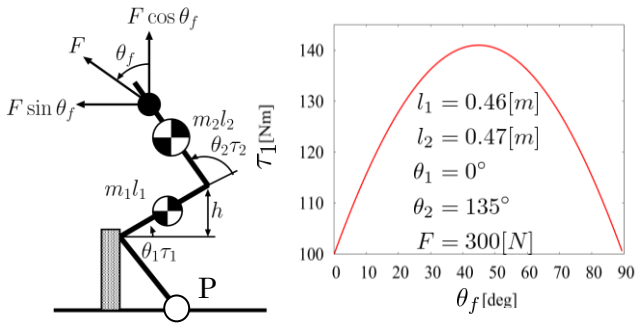
2.2　抱き上げに必要な力

マニピュレータの小型軽量化のためには各関節への負荷を軽減する必要がある．関節負荷軽減のためにはマニピュレータが力を出しやすい姿勢やエンドエフェクタへの力等で検討する．本研究ではエンドエフェクタが被介護者の脇に及ぼす力に着目し検討する．

座位状態から腰を上げるために被介護者の各関節がどれほどのトルクを発生する必要があるかは，動力学を用いることで算出可能である．また，本研究では被介護者の膝が崩れるのを防ぎ安定した抱き上げを行うため，被介護者の膝を図 2(a)に示すように抑えている．そこで，被介護者の重心が地面との支持点 P(図 2 参照)の垂直線上にあるとし，腰を浮かすためのパラメータとして膝周りのトルクτ_1に着目する．

2.3　効率的な抱き上げの実現

膝周りのトルクτ_1は重力成分によるトルクτ_g並びに，脇に加える力 F によるトルクτ_Fの合力になる．同図(b)は座位状態で脇に力 F を加え，加える方向θ_fを 0 度から 90 度まで変化させた時に膝周りに発生するトルクτ_1を算出した結果である．図 2(b)に示すように，膝周りのトルクは抱き上げ時の脇に加える力の方向により大きく変動する．



(a)　　(b)

図 2. 抱き上げ方向が膝へのトルクに与える影響

被介護者の着座から立位までの姿勢に最も適した抱き上げ軌跡の算出を行うために，座位姿勢から立位姿勢までの膝へのモーメントが最大になるような軌跡を算出する．軌跡の算出は被介護者の腰の高さ h が車いすへの移乗可能な高さ 200mm になるまで行う．

この軌跡を一定の力 F=410[N]で駆動させたときの被介護者の膝周りのトルク(A)と，腰を上げるために被介護者が出すべき膝のトルク(G)を図 3 に示す．

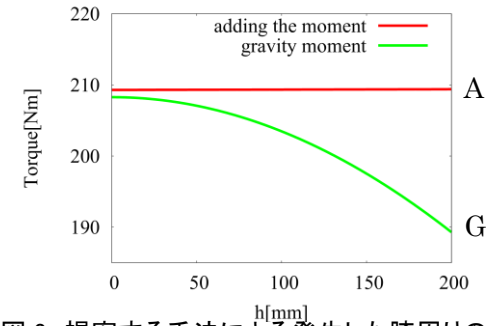


図 3. 提案する手法による発生した膝周りのトルク

3.　結果

図 3 に示すように，腰を上げるために必要な膝周りのトルクτ_1は座位状態において最大である．提案する手法を用いて抱き上げ軌跡を算出することで，腰を上げることが可能なトルクτ_1を膝に加えることが可能になる．また，このとき抱き上げに必要な力Fは図 2(a)においてm1=8.4[kg]，m2=42[kg]の時で約 410[N]である．一般成人男性 60kg を持ち上げるには 588[N]の力が必要になる．つまり，膝を抑え，提案する手法を用いることで約 30%少ない力で抱き上げが可能となる．

4.　まとめ

被介護者を抱き上げる方向を膝周りのトルクに着目し算出を行った．その結果，約 30%少ない力で抱き上げを行うことが可能だということが数値計算により得られた．

5.　参考文献

1)　国立社会保証・人口問題研究所：”2007　人口の動向日本と社会―人口統計資料集―”，PP28-29 2007.

2)　“ベーダセンター、またがって乗れる電動車椅「RODEM」を発表 http://robot.watch.impress.co.jp/docs/news/2009827 311037.html

3)　橋野賢　岩城常仁　王建泰　中野栄二　介助移動装置「メルコング」腕部の制御

4)　丸谷一真，中野榮二：“ベッドから車いすへの移乗を介助する移乗介助ロボットの開発”第29回日本ロボット学会学術講演会

[連絡先]
丸谷　一真
千葉工業大学津田沼校
〒135-8548　東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：s0726111UR@it-chiba.ac.jp

遠赤外線放射シーツが人体の体温調節機能に与える影響

−若年者，高齢者の比較

○佐々木啓樹*，朴美卿**，山中仁寛*，川上満幸*
（*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 Sheet Using Far Infrared Radiation on Thermoregulatory Function
− Comparison between Young and Elderly People

Yoshiki Sasaki*, Mikyon Park**, Kimihiro Yamanaka*, Mitsuyuki Kawakami*
(*Department of Management Systems Engineering, Tokyo Metropolitan University
** Division of Management Systems Engineering, Tokyo Metropolitan University)

1. 緒論

昨今，世の中では健康志向が高まっている．健康を維持するための重要な要因として体温調節および代謝向上が挙げられ，これらに関する様々な製品が開発されている．その中でも，遠赤外線が注目を集めており，De Chantemele ら [1)]は，遠赤外線放射毛布およびシーツが高齢者の体温の保持，特に四肢末梢の保温に有効であることを示している． 本研究では，遠赤外線放射シーツの使用が若年者と高齢者の体温調節機能に与える影響を明らかにすることを目的とする．

2. 実験方法

2. 1 実験内容

被験者は，健康な男子学生11名（年齢23.3±1.5歳，身長169.7±6.2cm，体重60.2±5.1㎏），男子高齢者11名（年齢 66.4±3.1 歳，身長 167.1±6.0cm，体重67.0±7.5㎏）とした．実験環境は温度26℃，相対湿度50%の人工気象室とし，着装条件は0.37cloとした．

実験に用いたシーツはブロード（ポリエステル 65%，綿35%の混用繊維，以後，Cと表記する）と同素材の表面に遠赤外線放射物質として翡翠系天然鉱石（放射率は約0.90）を5g/cm^{2}の割合でプリントしたもの（以後，Rと表記する）である．実験は2日に分け同時刻に行った．実験順序はランダムとし，被験者は両シーツの実験に参加した．実験手順は椅座位安静20分，仰臥位60分，椅座位安静20分とした．実験は，被験者に実験内容について十分な説明を行い，同意を得た後実施した．

2. 2 評価指標

皮膚温7点（前額，腹部，前腕，手背，大腿，下腿，足背）及び，直腸温（Gram 社，LT-8A），呼気ガス，快適感，温冷感（7段階評価）を評価指標とした．主観申告は15分間隔に行い，他の生理指標は連続測定を行った．但し，直腸温は若年者においてのみ測定し，平均皮膚温はHardy and Du Boisの7点平均法 [2)]により算出した．また，呼気ガスは，酸素摂取量と二酸化炭素排出量から算出される安静時エネルギー代謝量（以後，REEと表記する）を主な指標とした．

2. 3 統計処理

統計処理は，時間と材料を要因とした繰り返しのある二元配置分散分析を行った（PASW Statistics 17.0，SPSS Japan inc.）．多重比較においてはTukey HSDの方法を用いた．また，全てのデータは平均値で示し，有意水準は$p<0.05$とした．

3. 実験結果

図2は若年者における仰臥位60分間のREEの経時変化を示す．R は C に比べ有意に高い値を示した．（P=0.05）．それに対して，高齢者ではREEにおいてシーツ間に有意差はなかった．図 3 は若年者における直腸温の経時変化を示す．RとCの間に有意差は認められなかったものの，R は C に比べ直腸温の低下抑制がみられた．図 4 と図 5 はそれぞれ若年者と高齢者の平均皮膚温の経時変化を示す．若年者では R が C に比べて，時間経過に伴い低下が大きい傾向を示し（P=0.06），高齢者ではCがRより有意に高い平均皮膚温を維持した（P＜0.05）．また，手背部と足背部においては，若年者，高齢者ともにシーツ間に有意差は認められず，時間経過とともに低下を示した．しかし，仰臥位開始直後，両グループともに R では手背温のわずかな上昇を示した後，低下を続けた．前腕部においては，高齢者ではRとCの間に有意差は認められず，時間経過とともに有意に低下した．しかし，若年者においては，R が C より時間経過とともに有意に低下した（p＜0.05）．また，下腿部においては，若年者では両シーツ間に有意差がなかったが，高齢者では R が C より低下が有意に大きかった（p＜0.05）．温冷感と快適感においては，

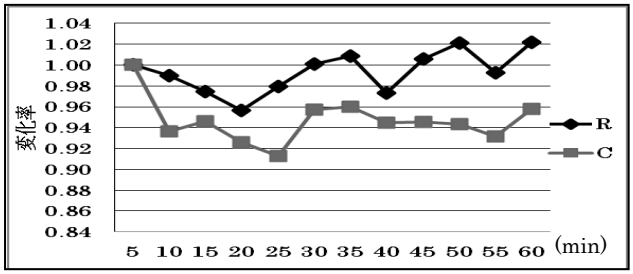


図 2. 安静時代謝量 REE の経時変化(若年者)

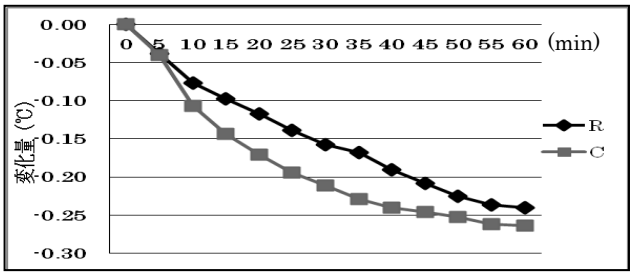


図 3. 直腸温の経時変化(若年者)

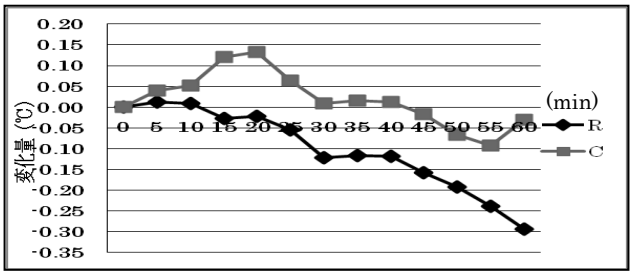


図 4. 平均皮膚温の経時変化(若年者)

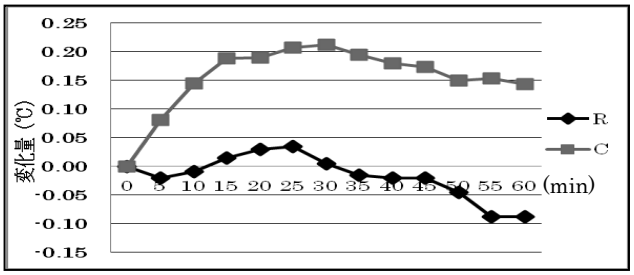


図 5. 平均皮膚温の経時変化(高齢者)

若年者, 高齢者ともにシーツ間に有意差は認められなかったが, 若年者では R が C より高い値を示した.

4. 考察

本研究では, 遠赤外線放射シーツが若年者と高齢者の体温調節機能に与える影響について検討した. 一般に, 遠赤外線加工繊維は遠赤外線の吸収や再放射の特性を高め, 温熱効果をもたらすことが知られている. 本研究では若年者と高齢者ともに R シーツ使用時に仰臥位開始直後, 手背温のわずかな上昇を示した. これは De Chantemele ら[1)]のセラミック蒸着毛布被覆時に末梢皮膚温と血流量が有意に上昇したという報告と一致する. このような温熱効果は, 若年者の温冷感と快適感申告で R が C よりも高い値を示していたことからも推察できる. しかし, R シーツにおいて遠赤外線放射による温熱作用があったにも関わらず, 若年者の平均皮膚温は R が C より大きく低下した. これは遠赤外線放射繊維の温熱効果により, 環境温への放熱が促された結果, それを抑制するため血管収縮反応を示したためと考察できる. このことは体温調節反応が, 遠赤外線放射繊維による温熱作用と環境温とのバランスで決定されることを示唆する. ところが高齢者においては, C は平均皮膚温の上昇が続いた反面,R は横ばいとなった後わずかな低下を示した. このように C シーツ使用時に平均皮膚温が高く維持されたのは, 加齢に伴う皮膚温度受容器の減少, また寒冷環境での皮膚血管の収縮能力の低下によるものと考えられる. 一方, R では遠赤外線放射繊維の何らかの作用により環境温への放熱が抑制されたため, 血管収縮反応を示した可能性がある. このような R シーツ使用による血管収縮能力の改善要因の解明については今後の課題とする.

ところで, 人体は深部体温の低下に伴い, 自律性体温調節反応として末梢血管収縮反応, 非ふるえ産熱, シバリングが順次出現し, 体温を一定に保つ. 本研究では若年者において R は C に比べ安静時代謝が有意に高く, 直腸温の低下が小さかった. これは遠赤外線放射シーツが体温低下を防ぐため産熱量を増やし, 深部体温低下を抑制しようとしたためと考えられる. つまり, 遠赤外線放射シーツは人体の体温調節補助に有効であることを示唆する. 一方, 高齢者の REE では R, C ともに時間経過に伴い有意に減少した. これは, 加齢により産熱の強度が減弱すること[3)]が要因であると考えられる.

以上の結果より,遠赤外線放射シーツの使用で若年者では代謝向上と深部体温の低下が抑制された. 高齢者では血管収縮能力が改善され, 放熱抑制効果がみられた. これらは遠赤外線放射シーツの使用が若年者と高齢者の体温調節補助に有効であることが示唆する.

5. 参考文献

1) De Chantemele Eric Belin 岩瀬 敏 高田 宗樹 橋口 真澄 渡辺順子, セラミック蒸着毛布が高齢者の体温調節に及ぼす影響. 自律神経 41(2), 2004.

2) Hardy JD, Du Bois EF.The technic of measuring radiation and convection. J.Nutr, 15, pp461-475, 1938.

3) 入来正躬, 体温調節のしくみ, 文光堂, p250, 1995.

[連絡先] 佐々木啓樹

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丁目6番地

e-mail：y0sh1k1_2006@yahoo.co.jp Tel & Fax：042(585) 8670

ソーシャルメディアと立体視：クリエータの視点から

新たなルールと新たなツール

○河合 隆史*
（*早稲田大学 基幹理工学部 表現工学科）

Social Media and 3D: From the Creator's Perspective

Takashi Kawai *
(*Department of Intermedia Art and Science, Waseda University)

1. はじめに

ソーシャルメディアとは、誰もがコンテンツ（情報の内容）を制作・発信できるよう設計されたメディアの総称である。立体映像（3D）は、コンシューマ向けのテレビやゲームなどの利用環境に加えて、ビデオカメラや動画共有サイトといった制作・発信環境の対応により、ソーシャルメディアとしての展開が期待されている。本稿では、3D のソーシャルメディア化にあたっての人間工学的な課題やアプローチについて、筆者らのこれまでの取り組みを踏まえながら、クリエータの視点から述べてみたい。

2. クリエータの視点による取り組み

当該分野では、従来、ディスプレイメーカーを中心に、ハードウェアやソフトウェアに関わる業界団体が設立され、3D の普及を目指した取り組みがなされてきた。これに対し最近では、3D コンテンツのクリエータの視点による取り組みが活発化している。主な例として、ハリウッドの映画・映像制作関係者による国際 3D 協会 [1]があげられ、2011 年 7 月にはその日本部会も設立されている [2]。そこでの議論の中心は、いかに安全かつ快適な 3D コンテンツを制作・評価するか、という方法論であり、そのために人間工学的なアプローチが重要視されている。

3. 新たなルール

筆者らは 1990 年代前半より、安全性と快適性の両側面から、3D の人間工学研究に取り組んできた。例えば、3D による生体影響として情動効果に着目し、物理的ストレス刺激からの回復状況を、同一の 2D コンテンツと比較することで、リラクセーション効果について検討を行った [3]。また、3D コンテンツ観察時の視覚系の遠方化に着目し、眼精疲労の軽減効果についても検討を行っている [4]。3D の効能に関する最近の動向としては、American Optometric Association による Public Health Report があげられる [5]。この報告書では、3D による視機能障害のスクリーニングと訓練効果の有用性を取り上げ、積極的な 3D コンテンツの観察を推奨している。

一方、3D の安全性に関しては、すでに多くの報告があるが、筆者らも調節・輻湊の不一致の観点から、視覚的な負担の少ない立体像の再生範囲について検討を行ってきた [6]。これまで当該分野では、一定の視差角以下に再生範囲を設定することで、安全性への配慮がなされてきたが、最近の研究では、その範囲が観察距離によって異なる可能性が報告されている [7]。

こうした安全性や快適性に関する最近の動向や知見は、3D のパラダイムの転換を示唆しており、クリエータにとってはコンテンツ制作における新たなルールが必要な時期と考えられる。

4. 新たなツール

安全かつ快適な 3D コンテンツの制作には、ルール、すなわち制作理論と同時に、それを実現するツールが必要である。3D コンテンツの制作においては、左右の映像を同時に扱う必要があり、2D とは異なったユーザビリティが求められる。

筆者らが、3D コンテンツの制作環境の開発に取り組み始めたのは、2000 年代初頭である。撮影、編集、公開という一連のながれの中で、当時は、編集時の困難さに着目した。左右の映像を同時に取り込んで、視差の調整等の 3D コンテンツに特有の操作を行うためには、大規模な機器構成が必要であった。これに対して、筆者らは、1 台のパーソナルコンピュータ（PC）で動作するソフトウェアを中心にシステムを構成することで、簡略化を実現した [8]。さらに本システムでは、構造化ユーザインタフェース設計・評価方法 [9]を参考に、クリエータの使いやすさに配慮した、インタフェース設計を試みた。試作、実装の各段階においてユーザビリティテストを行うことで、クリエータにとっての利便性を評価し、最終的な設計へ反映した。最近では、映像制作のワークフローの中で、3D 編集機能は一般化しつつあるが、専門家向けのものが多く、ソーシャル化という点においては、まだ過渡期にあるといえるだろう。

日本人間工学会関東支部第 41 回大会 芝浦工業大学 2011 年 12 月 10 日, 11 日

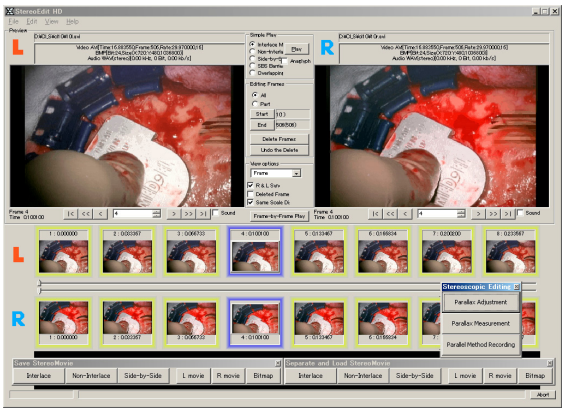


図 1:筆者らの開発した 3D コンテンツ編集システム

3D コンテンツの制作ツールにおいて、要望が高まっている機能の一つに、視差角の評価機能があげられる。3Dコンテンツの安全性や快適性を、制作現場で確認するには、実際に再生して視認するか、専門家の経験に頼ってきた。これは、経験の浅いクリエータにとって困難であり、3D コンテンツに含まれる両眼情報、換言すれば観察者に呈示される視差角の分布を、簡易かつ定量的に把握できるツールが求められる。そこで筆者らは、3D コンテンツの評価システムを開発した [10]。本システムでは、安全性や快適性の観点から基準値を設定し，画像処理の結果と基準値を照合することで、判定結果を視覚的に表現する仕様とした。当初は PC のソフトウェアであったが、その後、制作現場での実用性を考慮し、簡略化されたコントローラを備えたセットトップボックスとして実装されている。編集機能と同様に、こうした視差角分析機能は、専門家向けのツールとして提供されるようになってきたが、評価方法の標準化やワークフローの中での位置付けなど、いくつかの課題が残されている。

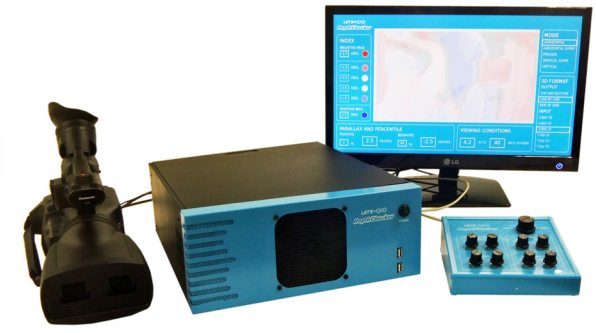


図 2:筆者らの開発した 3D コンテンツ評価システム

5. むすび

本稿では、3D のソーシャル化に際しての人間工学的な課題やアプローチについて、クリエータの視点から述べた。今後の課題は多岐にわたるが、筆者らの取り組んでいるクリエータの視点かつ人間工学的なアプローチによるものとしては、ユーザの認知・情緒的特性の理解と応用、特に、視差角分布の空間的配置と認知的リソースとの関連や、時間的変化と情緒的な演出との関連などに着目し、具体的な検討を進めている。

6. 参考文献

1) 国際 3D 協会. http://www.international3dsociety.com/.

2) 国際 3D 協会 日本部会. http://www.i3ds.jp/.

3) 河合隆史, 金外叔, 他 (1994) 2 眼式立体映像のリラクセーション効果. *テレビジョン学会誌*, 48(10), 1306-1311.

4) 太田啓路, 河合隆史, 他 (2005) 立体映像を利用した眼精疲労軽減の一手法, *映像情報メディア学会誌*, 59(10), 1534-1540.

5) 3D IN THE CLASSROOM. http://www.3deyehealth.org/.

6) 柴田隆史, 河合隆史, 他 (2004) 単焦点レンズを用いた立体映像観察による視覚系の不整合の改善, *人間工学*, 40(2), 99-106.

7) Shibata T., Banks, M. et al. (2011) The zone of comfort: Predicting visual discomfort with stereo displays, *Journal of Vision*, 11(8), 1-29.

8) 河合隆史, 柴田隆史, 他 (2003) 立体映像のノンリニア編集用ソフトウェアの開発, *映像情報メディア学会誌*, 57(2), 247-252.

9) 山岡俊樹, 他 (1999) 構造化ユーザインタフェース設計・評価方法(SIDE)の提案 (1)〜(7), *人間工学*, 35(特別号 2), 190-203.

10) 岸信介, 河合隆史, 他 (2006) 2 眼式立体映像のコンテンツ評価システムの試作, *映像情報メディア学会誌*, 60(6), 96-104.

7. 追記

本発表の内容は、学術研究助成基金助成金・挑戦的萌芽研究「立体映像コンテンツによるユーザ体験の解明と効能を増進するための表現技術の開発」(23650054) からの補助を受けた。

[連絡先]
河合 隆史
早稲田大学 基幹理工学部 表現工学科
〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1
e-mail：tkawai@waseda.jp
Tel.：03 (5286) 2853

ソーシャルメディアと立体視：ユーザの視点から

認知の変化と時空間の変化

○渡邊 克巳*

（*東京大学 先端科学技術研究センター）

Social Media and 3D: From the User's Perspective

Katsumi Watanabe*

(*Research Center for Advanced Science and Technology, the University of Tokyo)

1. はじめに

近年、3次元情報を提示できるディスプレイの市場への導入が始まり、近い将来の身近な技術として期待が高まっている。3次元ディスプレイの利用例としては、エンターテイメント(映画、テレビ)やビジネス(遠隔会議、実物模型)だけでなく、医療(遠隔手術、遠隔診察)や教育(立体資料、遠隔授業)、宇宙開発(遠隔ロボット操作)など、その応用は広範囲に及ぶ。しかし3次元映像技術の進歩は、同時に3次元映像内で物体認知や空間知覚の重要性が増すことを意味する。例えば、遠隔医療や宇宙開発では、ほんの数ミリの空間的(あるいは数ミリ秒の時間的)な「ズレ」が、致命的な事態になりうる。従って、より高精度の映像を提示することが必要であるが、さらに問題となるのは、3次元映像を現実世界に近づけるだけでは解決することができない、人間の知覚・認知システムによって起きる「知覚的歪み」である。

2. 2次元上での動的視覚刺激による知覚的歪み

我々が知覚する世界は様々な要因によって、実際の物理的世界とは異なって見えることが知られている。例えば、視覚的誤定位[1]の非対称性(瞬間提示された視覚刺激の知覚的位置の誤りが、運動する物体の後方よりも前方のほうで大きいという現象)に関して、運動視覚刺激の知覚的グルーピングは視覚的誤定位の非対称性に先立って行われること[2]、誤定位の非対称性が運動物体中心座標系で起きている可能性[3]などが知られている。加えて、視覚的誤定位の非対材性は注意の影響を受ける、視覚的運動による他の視覚刺激の誤定位は視覚的運動の意識に依存し[4]、誤定位の非対称性は2次元的な視空間の歪みを生じさせている[5](図1)ことなども分かってきた。さらには、2次元的な視空間の歪みは網膜座標系で起きていること[6]や、空間の歪みが時間に伴ってダイナミックに変化すること[7]、さらには視空間は時間的に後の要因によっても歪むこと(時間逆行的な注意の効果[8]:図2)などが、詳細な時空間マッピングによって明らかになっている。

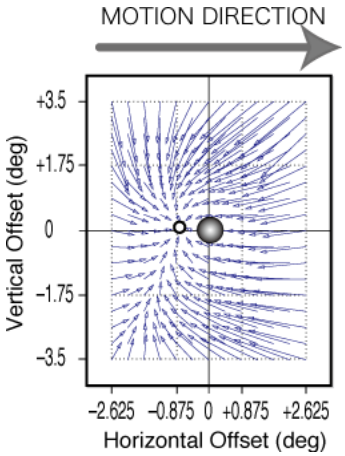


図1：運動物体の周りの空間の対称的な歪み

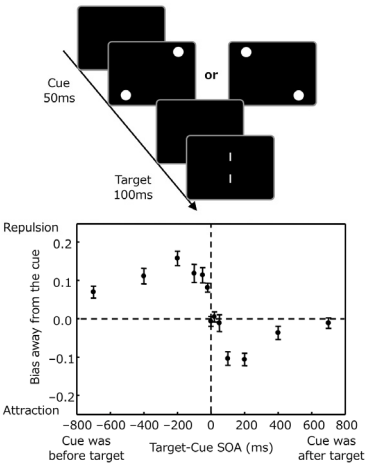


図2：視覚刺激による順行性・逆行性の相対位置判断の歪み

3. 3次元空間上での視覚刺激による知覚的歪みの研究の必要性

このような2次元上での動的視覚刺激による時間的空間的歪みが、3次元映像上で起きうるのかを調べた研究は少ない。知覚的歪みの研究を、視覚的に知覚される時間・空間をより実環境に近い3次元に展開させ、さら

に大きな枠組みのなかで据えることは、学術的にも重要であるとともに、3次元映像技術の実用化に伴いかつてない急速な広がりが予想される分野で必要とされるであろう。幾何学的に正しい像を呈示することに重点が置かれがちな、現在の3次元映像技術が持っている多くの問題点(奥行き感の不完全さ、観察時の疲労、若年者の使用に対する危険性)に対して、知覚研究の科学的の裏付けに基づく3次元映像技術の使用やディスプレイ製造に関するガイドライン作成も視野に入れることも可能である。

例えば、運動する物体の周りの2次元空間が非対称に歪むこと、自己に向って近づいてくる(と解釈される)視覚物体の持続時間が短く知覚されること[8]、瞬間提示される標的の相対的な位置を判断する際に、時間的に後に提示された刺激によって視空間が逆行的に歪められることなどが、三次元映像上でどのように起きるのかを明らかにする事は、ユーザの立場からだけでなく、クリエータの立場からも活用できる知見となると思われる。

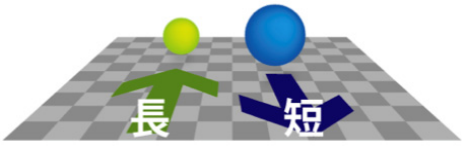


図 3:接近する物体の持続時間は短く感じる

4. 参考文献

1) Watanabe, K. (2004) Visual grouping by motion precedes the relative localization between moving and flashed stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance,* 30(3), 504-512.

2) Watanabe, K. (2005) Asymmetric mislocalization of a visual flash ahead of and behind a moving object. *Perception*, 34, 687-698.

3) Watanabe, K. (2005) The motion-induced position shift depends on the visual awareness of motion. *Vision Research*, 45, 2580-2586.

4) Watanabe, K., & Yokoi, K. (2006) Object-based anisotropies in the flash-lag effect. *Psychological Science*, 17, 728-735.

5) Watanabe, K., & Yokoi, K. (2007) Object-based anisotropic mislocalization by retinotopic motion signals. *Vision Research*, 47, 1662-1667.

6) Watanabe, K., & Yokoi, K. (2008) Dynamic distortion of visual position representation around moving objects. *Journal of Vision*, 8 (3), 1-11.

7) Ono, F., & Watanabe, K. (2011) Attention can retrospectively distort visual space. *Psychological Science*, 22 (4), 472-477.

8) Ono, F., & Kitazawa, S. (2010) The effect of perceived motion-in-depth on time perception. *Cognition*, 115, 140-146.

5. 追記

本発表の内容は、科学研究費補助金・基盤研究 (A)「３次元空間における時空間の知覚的歪みに関する研究」(23240034) からの補助を受けた。

[連絡先]
渡邊 克巳
東京大学 先端科学技術研究センター
〒153-8904 東京都目黒区駒場 4-6-1
e-mail：kw@fennel.rcast.u-tokyo.ac.jp
Fax：03 (5452) 5249

人間の成長とユーザエクスペリエンス

○安藤 昌也*
（*千葉工業大学工学部）

Human Development and User Experience

Masaya Ando*
(*Faculty of Engineering, Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

日本人間工学会アーゴデザイン部会では、複雑化する社会の変化に対応できる人間中心設計（HCD）のあり方やその課題を考える取り組みとして、「これからのアーゴデザインを考える」活動を行ってきた。会員から取り組むべきキーワードを募集したり、合宿研究会やコンセプト事例発表会等の機会を通して、会員とのディスカッションにより議論を深めてきた。これらの活動を通して、環境軸、人間軸、技術軸の 3 つの観点から、「人間の成長、環境の変化、技術の革新、参加型のデザイン」の 4 つのキーワードをテーマに議論を深めることとした。

本稿では、特に「人間の成長」について、HCD 分野で注目されつつあるユーザエクスペリエンス（UX: user experience）との関連性から、今後アーゴデザインとして取り組むべき方向性について検討を試みる。

2. HCD における「人間の成長」の視点

2.1 従来からの観点

人間中心設計は、ユーザーを基点とした設計プロセスであり、1999 年に制定された ISO13407 によって広く知られるようになった。13407 における HCD の目的は、ユーザビリティの確保にある。しかし、主に HCI 分野のユーザビリティ評価の論文のメタ分析を行った Hornæk は、従来のユーザビリティ評価には、学習可能性（learnability）や記憶性（retention）に関する指標や、長期に渡る評価がほとんど考慮されていないことを指摘し、特に習熟性やカスタマイズ性など、ユーザーの習熟といった長期視点の評価の重要性を主張した [1]。一方、Kjeldskov ら [2]や Mendoza & Novick[3]、倉持・太田 [4] 等の研究では、ユーザーの習熟や熟達によっても解消されないユーザビリティ上の問題があることを指摘している。

ユーザビリティは、あくまでゴールの達成という観点での有効さや効率を追求するものである。熟達などの研究はあっても、ユーザーが熟達するまでの過程や学びのプロセスについては、必ずしも眼が向けられてこなかったと言えよう。

2.2 ISO9241-210: 2010 における観点

ISO13407 は、2010 年に ISO9241-210 [5]へと改訂された。この改訂の重要なポイントは、UX 概念の導入である。これにより、HCD の目的が、ユーザビリティから UX の実現へと変化した。

9241-210 では、UX を次のように定義している。（訳は著者の試案）.

ユーザ体験: 製品やシステム，サービスの利用，および/もしくは予想された使い方によってもたらされる人々の知覚と反応

この定義には、すでに様々な議論があるものの、従来との大きな違いは、単にゴールの達成における効率や有効さにとどまらず、製品の使用前や使用後という時間軸の中で、ユーザーの主観的な立場から捉えようとしている点である。

現時点では、いまだいかに UX を測定するかについて明確な方法がないなど、UX については発展途上にある。だが、こうした観点の変化は、新しい HCD の方向性を示すものだと言える。

3. UX と人間の成長

確かに熟達や習熟は、人間の成長の一つである。しかし、熟達や習熟は、それ自体は学びや経験の結果であり、プロセスについて言及しているものではい。本来目を向けるべきは、人の学びや経験のプロセスそのものであり、そのきっかけづくりや支援の在り方が、議論されるべきではないだろか。

著者は、2005 年から長期的ユーザビリティという概念を提唱し、人が長期に使い続けているモノとの関わりとその変化について研究を重ねてきた。その中で、利用意欲が、モノの使い方や評価に強い影響を与えていることを実証研究によって示した。また、その利用意欲は、2 つの要因（自己効力感と製品関与）によって説明可能であることを示した [6]。

図 1 は、これらの研究成果を元に、人がモノを長く使用する間に、利用と評価・製品理解を繰り返すことを通

して、生活におけるモノの意味を確立させ、自分の生活におけるモノ(道具)として使い続けるプロセスを模式的に示したものである。

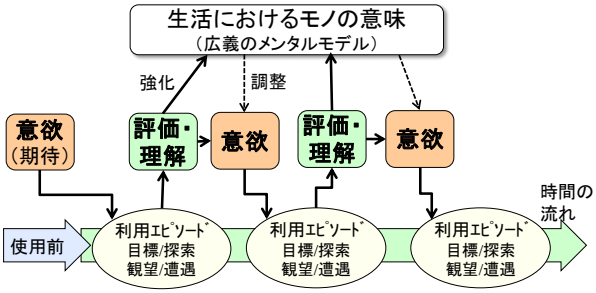


図 1. **利用経験によるメンタルモデル精緻化仮説**

図 1 では、利用経験によって気づいた製品の特性を、自身の生活における意味と照らして好意的に評価される場合に、新たな意欲が形成あるいは調整され、製品をさらに使う。この時、製品への理解が深まり、生活におけるモノとしての意味が強化され、広義での製品のメンタルモデルが精緻化されていく、と説明できる。

このように、UX を短期的な学習や習熟の体験としてではなく、生活における意味の向上、いわばモノを使い生活を向上させる知恵のプロセスとして捉えることが、本来 HCD において考えるべき「人間の成長」ではないだろうか。

4. 個人の成長から社会の成長へ

先に議論してきたように、UX はあくまで、個人のレベルでの体験を述べたものである。だが、UX を「人間の成長」の観点から議論する際には、現在の我々がおかれている社会状況の中で、位置付ける必要があるのではないだろうか。

そのように考えると、UX で議論してきた個人の学びやモノを使う意欲を地域社会の発展に活用したり、あるいはよりよく・より長く製品を使う智慧を地球環境の保全やサスティナブルな社会の実現につなげていくといった見方こそ重要になるのではないだろうか。

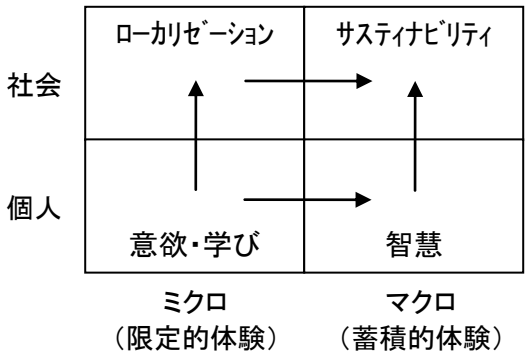


図 2. **個人レベルの成長から社会レベルの成長へ**

図 2 は、人の体験をより限定的なミクロな経験と、それら経験の蓄積という観点に分け、個人と社会の関わりについて検討した枠組みである。単に製品の利用体験の良し悪しを議論することからさらに一歩進め、意欲を地域に、生活の智慧をサスティナブル社会へと、ユーザーを誘導し促すようなモノづくりの在り方も、今後の重要な観点ではないだろうか。

5. まとめ

本稿では、「これからのアーゴデザイン」の一つのテーマである「人間の成長」について、UX との関わりについて議論するとともにさらに視点を拡張し、個人の成長から社会の成長へと導くことの重要性について議論した。

本稿はあくまで議論の枠組みを述べたにすぎず、具体的な研究のアプローチや取り組み方法については検討していない。今後はさらに議論を深めると共に、具体的なテーマの探索について検討していきたい。

6. 参考文献

1) Hornæk, K., “Current practice in measuring usability: Challenges to usability studies and research,” International Journal of Human-Computer Studies, 64 (2), pp79-102, 2006.

2) Kjeldskov, et al., “Does time heal? A Longitudinal Study of Usability,” In Proceedings of the 19th conference of the computer-human interaction special interest group of Australia on Computer-human interaction: citizens online: considerations for today and the future, pp1-10, 2005.

3) Mendoza & Novick, “Usability Overtime,” In Proceedings of the 23rd annual international conference on Design of communication: documenting & designing for pervasive information, pp151-158, 2005.

4) 倉持・太田, “学習効果と阻害要因-慣れれば大丈夫は本当か？”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 6 (1), pp107-112, 2004.

5) ISO9241-210: 2010, “Ergonomics of human-system interaction -- Part 210: Human-centred design for interactive systems”

6) 安藤, “インタラクティブ製品の利用におけるユーザの心理的要因に関する定性的研究”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 12 (4), pp345-355, 2010.

[連絡先]
安藤 昌也
千葉工業大学 工学部 デザイン科学科
〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1
e-mail：ando@sky.it-chiba.ac.jp

ユーザ参加のデザインと人間中心設計

○西内信之（首都大学東京 システムデザイン学部）

User Participatory Design and Human Centered Design

Nobuyuki Nishiuchi
(Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

本発表は、日本人間工学会アーゴデザイン部会が主催する企画セッション「これからのアーゴデザインを考える―人間の成長、環境の変化、技術の革新、参加型のデザイン」の一部である。これまでアーゴデザイン部会では、人間中心設計(HCD：Human Centered Design)について多くの議論がなされてきた。その中で、従来のHCD の考え方では、近年の急速な社会の変化に対応ができなくなる懸念が指摘されるようになった。これからの HCD が扱うべき課題は、広く（環境軸）、深く（人間軸）、難しく（技術軸）なってきていると考えられ、これからは地域社会やユーザを巻き込んでアーゴデザイン（HCD）を深化、追求していかなければならない。

本発表では、特に「ユーザ参加のデザイン」という観点から HCD を改めて捉え、これからのアーゴデザイン(HCD)についての更なる議論を進めるための足掛かりを得ようとするものである。

2. 参加型デザイン

2.1 参加型デザインとは

参加型デザイン(Participatory Design)とは、エンドユーザがデザインの過程に能動的に参加し、デザインされる製品が彼らのニーズに合っているか、使い易さはどうかを確認する助けをするデザイン手法の一種であり、スカンジナビアの国々の労働組合で 1960 年代から 70 年代にかけて行われ始めたことが起源と言われている[1)]。

2.2 これまでの参加型デザインの例

中里らは、ユーザ参加型デザインを 4 つの型に分類している[2)]。ここでは、これら 4 つの型の具体例を挙げて、議論の基とする。

① Linux 型

誰もが知ることができるLinuxの開発状況：Linuxでは，誰もがソースコードを閲覧して改変できる。開発プロセスもオープンで、誰もが開発に参加したり、開発状況を把握したりできる[3)]。以下に開発状況を知ることができる情報源をまとめる。

・オンラインの議論：Linuxカーネルメーリングリスト（通称LKML）にて行われている。
・オフラインの会合：主要開発者が集まる Linux Kernel Summit，広く開発者が集まる Ottawa Linux Symposium など。議事録は公開される。
・ソースコードの管理：Git と呼ばれるソースコード管理システムを使ってソースコードが管理されている。

② アイデア提案型

「コクヨ」SNS を使ったユーザ参加型の商品開発[4)]（2008 年：現在は終了）：ニフティのビジネスパーソン向け SNS 内でユーザ参加型の商品開発プロジェクトを行った。ただアイデアを募集するだけでなく、参加するユーザのアイデアを磨き上げるための発想支援ツールが提供されていた。SNS の会員から文房具商品のアイデアを募り、コミュニティでの議論などを通じて商品化を検討していた。

③ カスタマイズ型

「オリヒメ」バッグのオンラインショップ[5)]：サイト上でバッグの「サイズ」「素材」「カラー」「ファスナー」の好みを組み合わせデザインしていく。デザインされたバッグはサイト上で人気投票にかけられ、一定数を超えると商品化される。

④ 建築・地域計画型

住民参加型まちづくり手法[6)]：栗山村野門地区（人口約 70 人、戸数 16 戸）においてワークショップ（WS）を通して住民参加による地区構想づくりが行われた。WS の前後にアンケート調査、ヒアリングを行い、さらに2年後にも同様の調査を行っている。WS で提案された内容や高まった住民の意識は WS 後の 2 年を経てもなお効果の持続が見られた。

3. 参加型デザインと他の手法との比較

ユーザを取り込んだ調査手法は参加型デザイン以外でも既に行われており、参加型デザインを広義の意味で捉えると、これら従来の手法の多くが含まれることになる。ここでは、一般的な参加型デザインと従来行われてきたユーザを取り込んだ調査手法との比較、およびこれまでの HCD との比較を行うことで、参加型デザインの特徴を改めて考えてみる。

3.1 参加型デザインと従来の調査手法

従来行われてきたアンケート調査、グループインタビューは、具体的にユーザ参加型デザインとどのように異なるのだろうか。

○アンケート調査:ユーザの意見は、一方通行であり、ユーザ間のコミュニケーションが行われない(どのように参加するのか)。

○グループインタビュー:多数のユーザの意見をまとめることができるが、調査条件にあうユーザ層に絞られたグループが構成されること(誰が参加するのか)、最終的な決定権は開発者にあることが問題となる(誰が決定するのか)。また、実際にユーザが集まって議論するのが一般的である(どこで議論するのか)。2.2 節の例では、ネット上でも議論することが可能である。

3.2 参加型デザインと HCD

ユーザが設計プロセスの中心に考えられ、ユーザの意見が最も重視されている HCD の考えは、広義の参加型デザインに類似する点が多い。しかし、参加型デザインと大きく異なる点は、HCD では最終的な決定権がユーザにないことである(誰が決定するのか)。

3.3 参加型デザインのまとめ

以上の内容を踏まえ、参加型デザインについて考慮すべきポイントを 5W1H の観点からまとめてみる。

(1) Why(目的)
　なぜ議論するのか。何を議論(決定)するのか:方針作り or デザインそのもの
(2) Where(コミュニティ)
　どこで議論するのか:実際の地域 or ネット
(3) Who(ユーザと権限)
　誰が参加するのか。誰が決定するのか:地域コミュニティ or テーマコミュニティ
(4) When(タイミング)
　いつのタイミングで(どのプロセスで)始めるのか。
(5) What(対象)
　扱うものは何か:公共的 or 個人的, 創造型 or 解決型
(6) How(プロセス)
　どのように議論するのか。どのように参加するのか。どの程度決めるのか。どのように評価するのか。:議論 or 選択 or デザイン or ものづくり, 1 対 1 or 多対多

以上のポイントに加え、狭義のユーザ参加型デザインを考えたとき、以下の特徴が挙げられる。

(A) 参加するユーザには、ある程度の知識や技術が要求される。
(B) ユーザ間でのコミュニケーションが存在し、ユーザグループの考えや意見が時間と共に変化しゴール(目的)へ向かう。

4. まとめ

参加型デザインについて、その定義、具体例を挙げ、従来手法、これまでの HCD との比較を行った。広義では、HCD と参加型デザインの考えは多くの点で類似しているが、狭義では、その特徴が明らかになった。従来、まちづくりの手法として多く用いられてきた参加型デザインを、製品やサービスのデザインに展開する場合は、今後さらなる検討や、これまでとは異なったアプローチや手法の確立が必要である。

謝辞

本発表をまとめるにあたり協力してくれた、首都大学東京システムデザイン学部およびシステムデザイン研究科の鈴木(光)氏、大橋氏、鈴木(真)氏、原田氏、征矢氏、高橋氏、福田氏、阿久根氏、大黒氏、浜田氏、朝倉氏に感謝の意を表する。

参考文献

1) ウィキペディア「参加型デザイン」 http://ja.wikipedia.org/ 2011/10/20 アクセス.
2) 中里耕治、野口尚孝、「ユーザ参加型デザインの現状と可能性について」、日本デザイン学会 BULLETIN OF JSSD 2002, pp.124-125, 2002.
3) IT pro「第 1 回 アプリケーション開発における Windows と組み込み Linux の違い(2008/06/02)」 http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20080528/304546/ 2011/10/20 アクセス.
4) ニフティ株式会社、ニューリリース 2008 年 4 月 18 日 http://www.nifty.co.jp/cs/newsrelease/detail/080418003353/1.htm 2011/10/20 アクセス.
5) かわいいパソコンケース＆バッグの「オリヒメ」 http://www.e-orihime.com/customize/index.php 2011/10/20 アクセス.
6) 小島英弥夫、他 3 名、「住民参加型デザインによる地域整備の効果に関するの研究～住民参加型まちづくり手法に関する研究 その 16」、日本建築学会大会学術講演梗概集, E-2, pp.461-462, 1997.

[連絡先]
西内信之
首都大学東京システムデザイン学部
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail：nnishiuc@sd.tmu.ac.jp
Fax：042 (585) 8620

Kinect を用いた視覚障碍者向けゲームの開発

—晴眼者を対象とした予備実験—

○庄源孝広*，髙橋信道*，池上嘉和*，大倉典子*
（*芝浦工業大学）

Development of a Game System for Visually Impaired utilizing Kinect
–Preliminary Experiment for Sighted People-

Takahiro Shogen*, Nobumichi Takahashi*,Yoshikazu Ikegami*,Michiko Ohkura*
(*Shibaura Institute of Technology)

1. 研究背景と研究目的

著者らは、視覚障碍者が楽しめるシステムの開発を行ってきた(1 2)。しかし、これらの研究においてシステム利用者は入力装置を保持・装着する必要があったため、行動を制限される、またその装置に関する習熟が必要となるといった問題点があった。

そこで入力装置の保持・装着の必要がなく直感的なジェスチャを入力とする Kinect センサーを用いた視覚障碍者が楽しめるゲームを開発することにした。

2. システムの構成

2.1 システムの検討

入力装置として用いる Kinect センサーはモーションキャプチャ機能があり、利用者が保持・装着の必要がなく、ジェスチャを用いた入力を実現できる。システム対象者は視覚障碍者であるため、音でゲームの情報を伝える。また音の出力にはスピーカーを用いる。プレイヤーの前方に Kinect センサーを設置し、その左右にスピーカーを設置し音を出すことで、プレイヤーに正面を認識させる。システム構成を図 1 に示す。

① PC は音情報をプレイヤーに出力する。
② Kinect センサーはプレイヤーの位置情報を得る。
③ PC は常時 Kinect センサーからプレイヤーの 3 次元位置情報を受け取りゲームに反映させる。

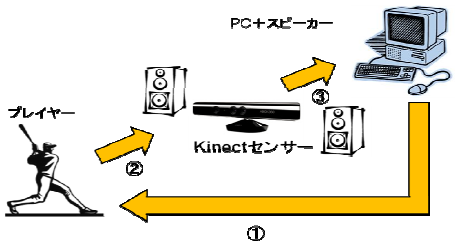


図 1. システム構成

2.2 コンテンツの検討

筑波大学付属視覚特別支援学校における事前調査の結果、視覚障碍者から「アクションゲームをやりたい」という要望があった。これを受けて「聞こえてくる音に対して対応するジェスチャをし、得点を稼いでいくゲーム」を考案した。音の数については「あまり聞き分ける音源があると混乱してしまうため 4 つ以下がよい」という意見があったため、プレイヤーが聞き分ける特定の音（敵音源）の種類は 3 種類とした。またジェスチャに関する要望で「パンチのような危険が伴う可能性のあるジェスチャは極力避けてほしい」、「下半身の運動になるようなシステムがいい」というものが挙げられた。そのため敵音源に対応するジェスチャは危険が伴わないように、下半身の動作を中心とし、「しゃがみ」、「ジャンプ」、「もも上げ（右）（左）」とした。敵音源とジェスチャの対応関係を表 1 に示す。

表 1. 敵音源と対応するジェスチャ

敵音源の名称	ジェスチャ
コウモリの音	しゃがみ
岩の音	ジャンプ
モンスターの音(右側から聞こえる)	もも上げ（右）
モンスターの音(左側から聞こえる)	もも上げ（左）

2.3 コンテンツの作成

ゲームの流れを以下に示す。

I. 敵音源の中からランダムに 1 つが流れる。
II. プレイヤーは、敵音源を聞き分け、対応するジェスチャを行う。
III. プレイヤーのジェスチャは、プレイヤーの 3 次元位置情報をもとに判定される。例えば、もも上げの場合両膝の y 座標（y 軸は Kinect センサーが設置されている面に垂直）の差が一定の値を超えた場合、もも上げが正しく行われたという判定になる。敵音源に対し正しいジェスチャを行った場合、成功音が鳴り得点が加算される。間違えたジェスチャを行った場合や敵音源が鳴ってから一定時間何もしないと失敗音が鳴る。
IV. Ⅰ～Ⅲを一定時間の間繰り返すとステージが変わり、BGM と敵音源の発生頻度が変わる。

V. ステージが 3 つ終了するとゲーム終了となり、最後に音声で得点が通知される。

3. 実験

3.1. 実験目的

製作したゲームが興味を持ってもらえるか、敵音源の発生間隔などのパラメータが適切であるかを調査する目的で、晴眼者を対象に予備実験を行った。被験者は 20 代男子学生 8 名で、実験時はアイマスクを装着してもらい実際にゲームをしてもらった。そしてゲーム終了後に口頭でアンケートを行った。アンケートは、幾つかの項目に対し 5 段階評価で回答してもらい、その理由等について口頭で尋ねた。アンケート項目の一部を以下に示す。

① ゲームは楽しかったか
② またゲームをやりたいと思うか
③ それぞれの敵音源とジェスチャの対応関係は自然であったか

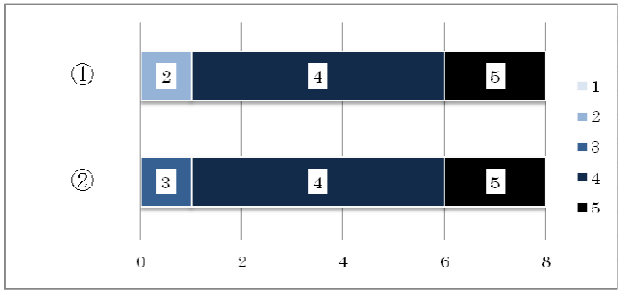
また、ゲームの難易度を評価するために、プレイヤーのゲーム中の入力、スコア、ジェスチャごとの成功率をログデータとして取得した。

3.2. 実験結果

アンケート項目①, ②はゲームに興味があるかと関連がある項目である。それらの結果を図 2 に示す。いずれも多くの人から 4、5 といった高い評価が得られていることがわかる。

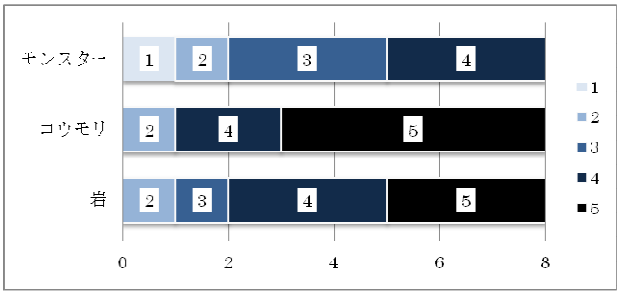
次に図 3 はアンケート項目③の結果を示している。この図より、コウモリの音や岩の音に対しては半数以上の人が 4、5 といった高評価をつけているのに対し、モンスターの音は高い評価が得られていないことがわかる。

次にゲームの難易度を評価するために、取得したログデータの解析を行った。ゲームのスコアの平均点は 18 点満点中 17.25 点と高い数値が出た。またそれに準じて各ジェスチャの成功率も高い値が出た。表 2 は各ジェスチャの成功率を示している。その他の意見として、左右の聞き分けがしにくかったという意見が挙げられた。



※評価は①では「1:とてもつまらなかった 5:とても楽しかった」、②では「1:全くそう思わない 5:とてもそう思う」で行った。

図 2. 興味を持ってもらえるかに対する評価結果



※評価はいずれも「1:とても不自然だった 5:とても自然だった」で行った

図 3. 各ジェスチャと音の対応関係の評価結果

表 2. ジェスチャごとの成功率

ジェスチャ	ジェスチャごとの成功率
しゃがみ	98%
ジャンプ	93%
もも上げ（右）	91%
もも上げ（左）	96%

4. 考察

実験結果をまとめると、このゲームは利用者に興味を持ってもらえるものであった。一方、特にモンスターの音が不自然に思う人が多いことがわかった。またスコアの平均点が非常に高く、ジェスチャの成功率も同様に高かったことから難易度が易しかったのではないかと考えられる。今後の改善点として、モンスターの音ともも上げの対応関係、難易度の向上、左右の聞き分けがしやすいような音響の構築などが挙げられる。

5. まとめ

本研究では、Kinect を用いた視覚障碍者向けのゲームを作成し、晴眼者を対象に予備実験を行った。取得したアンケートとログデータから、今回作成したゲームは利用者に興味を持ってもらえることがわかり、それと同時に一部の音とジェスチャの対応関係が不自然だったという問題点もわかった。

今後はこれからの解析結果をもとにゲームの改良を行い、最終的に視覚障碍者に対し実験を行っていく。

6. 参考文献

1) 石井宏長　印出政矢, “視覚障碍者向けゲームの開発”, ヒューマンインターフェース学会研究報告集, Vol.7, no.5, pp.23‐26, 2005
2) 池上嘉和　他, “触覚を用いた視覚障がい者のためのインタラクティブシステムの開発”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.109, no.38, pp.25-28, 2010

[連絡先]
庄源孝広
芝浦工業大学工学部情報工学科
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：l08060@shibaura-it.ac.jp
Fax：03-5859-8501(情報システム工学研究室)

介護用移乗支援装置の開発

○倉野隆文[*] 高田一[**]
（*横浜国立大学大学院工学府，**横浜国立大学大学院工学研究院）

Development of the Transfer support equipment for care

Takafumi KURANO[*], Hajime TAKADA[**]
(*Graduate School of Engineering, Yokohama National University, **Yokohama National University)

1. 諸論

介護現場の大きな問題の一つに介護者の腰痛問題がある．原因としてベッドと車いす間の移動補助動作である「移乗」があげられる．介護現場では短時間で多くの人数の移乗が求められるが，現在介護施設では介護者の手作業での移乗が主流となっており、介護者の腰に大きな負担がかかり腰痛問題が起こっている．現在様々な移乗支援装置が市販されているが、介護現場に普及していない。近年の少子高齢化の進行でも介護者の負担の増加が考えられ，より汎用性の高い移乗支援機器が必要である．本研究では介護者が腰の曲げ，ねじり動作をせずに移乗動作を行える移乗支援装置を開発し，評価を行った．

2.移乗支援装置

2.1 設計方針

本移乗装置は高齢者を対象とした利用が予想される．よって身長約 140～170cm の利用者を対象として，人体寸法統計(1)を元に設計を行った．

腰痛は介護者が抱き上げる際の瞬発的な力，前傾を維持しつつ腰をねじる動作などの不自然な作業姿勢で引き起こされる．本装置は使用時にこのような動作をとらずに移乗ができるよう配慮した．体に密着する部分には緩衝材を設置し，荷重の集中を防いだ．

2.2 基本構造

試作機は上体支持部、支柱部、ベース部に大別される．製作した試作機の外観を Fig.1 に示す．

①上体支持部

胸部支持面とアーム部分で被介護者の体重を支持する．支柱部と上体支持部の角度は固定金具を変更することにより調節できる．

②支柱部

ベース部に対して傾斜させることで移乗を行う．傾斜角度は調節することができる．支柱には昇降機構が内蔵されており，長さを調節できる．

③ベース部

装置全体を支える土台の部分．底部に4つのユニバーサルキャスターを用いる．傾斜角はダンパーにより急激な変化を抑制する．移乗時のベース部の固定のためペダルロックを設けた．脚支持部では介護者側に傾斜した際に被介護者の脚を支持することで臀部の前方への移動を防ぎ臀部の離床を助ける．

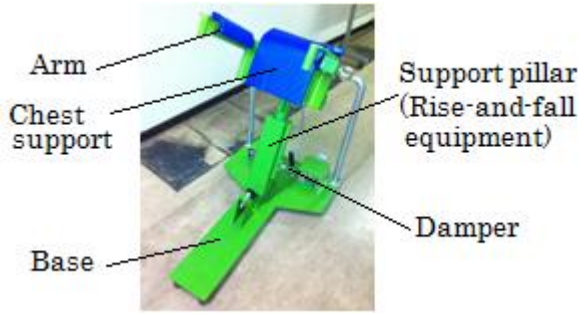


Fig.1 apparatus for transfer

2.3 移乗動作

被介護者に装置を近づけペダルロックで動きを固定する．支柱部を傾斜させ上体支持部を近づけ被介護者の脇にアームを挿入し保持する．保持した状態で介護者側に支柱部を引き寄せることで上体を持ち上げ，被介護者を座面から離床させる．ペダルロックを外し，この状態で移乗先に移動する．着座時はこれらの逆の動作を行う．移乗工程の概略図を Fig.2-1 に,装置の動作イメージを Fig.2-2 に示す．

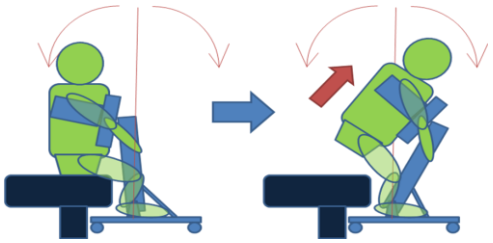


Fig.2-1 Figure of transfer

Fig.2-2 Image of transfer

3. 移乗評価実験

3.1 実験方法

装置を用いた移乗を、男子学生3名(男性・健常者)を対象に行った(Table1). 介護現場のベッドの高さに近い台(52cm)に被験者を被介護者として座らせ, 装置での移乗動作に模した簡易動作を行った. 支柱の長さ(傾斜軸受~支柱上端)は胸支持部を被験者の胸に違和感の無いよう合わせそれを短条件とし, そこからさらに 5cm 長くした 2 条件(短条件 81cm,長条件 86cm)での実験を行った. これにより被験者の体格に対し胸支持部が高い状態での移乗に変化があるか評価した.

Table1 Subject data

	Height[cm]	Weight[kg]
A	170	60
B	170	74
C	171	57

3.2 実験装置

実験装置の構成をFig.3に示す. 試作機の胸部, 片側アーム部分, 座る台に圧縮型ロードセルを配置し, 胸・腕にかかる荷重を測定した. 介護者の負担となる抱き起こす力は引張型ロードセルを用いて計測した. また, 支柱支持部分にポテンショメータを設置し, 支柱の傾斜角度を検出し実験風景をビデオカメラで撮影し, 各データと時系列的に同期させた. また主観評価により被介護者の肉体的, 精神的負担を評価した.

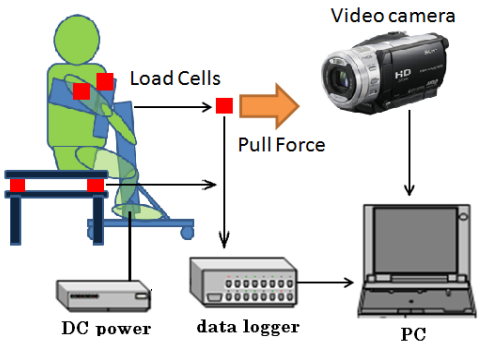


Fig.3 construction of experimental device

4.結果と考察

装置を用いた移乗に必要な介護者の力は引張力で 61~106N, 押す力で 61～68N であった. 作業時の介護者の姿勢は 20° 以下の前傾量であり, 無理のない姿勢で作業が可能であった.

移乗動作中にかかった胸・腕の荷重を Fig.4 に示す. 図より, 胸には各被験者の体重に対しおよそ 32~44%, 腕には 10～15%程度がかかっているとわかる. 各条件において臀部の離床位置, 支柱傾斜角には大きな差異は認められなかった. これは支柱長にかかわらず移乗時の姿勢の変化が小さいことを示している. 胸荷重は短条件に比べ長条件での値が低いが, 主観評価では長条件の方が胸部に荷重の集中があるという結果がでた. これは長条件では上体支持部の保持がうまくいかず体が少しずり落ちる形をとってしまい, 胸支持部に体が密着しにくかったと考えられる.

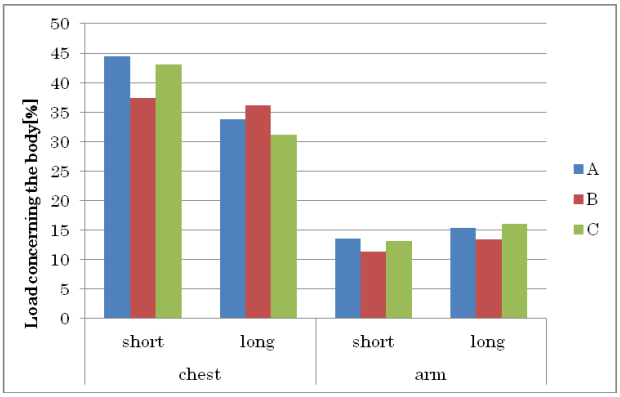


Fig.4 Load concerning the body

5.結論

試作した装置を用いることにより, 通常動作より小さな力, 楽な姿勢で被介護者を離床させ移乗を行うことができ介護者の負担を軽減できた. 結果で述べた被介護者にかかる荷重は緩衝材を取り付けることでさらに分散させ小さくでき, 主観評価から大きな苦痛はないことが分かり, 装置の有用性を示すことができた.

しかし, 傾斜させた際に体のずり落ちを感じる被験者もおり, 実際に高齢者や麻痺患者に用いるには上体支持部の保持性や形状, 傾斜角度変化を改善させる必要があると考えられる.

参考文献

(1)河内まき子,持丸正明,岩澤洋,三谷誠二(2000) 日本人人体寸法データベース 1997-98 通商産業省工業技術院くらしと JIS センター

[連絡先]
倉野　隆文
横浜国立大学大学院高田研究室
〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-1
e-mail：d10gb129@ynu.ac.jp
Fax：045(339) 4221

視覚障碍者の運動支援を目的とした音の追跡ゲームの開発(第7報)

—中高年層を対象とした改良と評価—

○池上嘉和*，大倉典子*
（*芝浦工業大学）

Development of a sound–chasing game to support physical exercise of visually impaired(Ⅶ)
-Improvements and evaluation for the old and middle aged-

Yoshikazu Ikegami*, Michiko Ohkura**
(*Shibaura Institute of Technology)

1. 背景と目的

「国立視覚障害者更正援護施設卒業生に対する運動・スポーツに関しての調査報告」によると，視覚障碍者の多くが運動に対して意欲的である 1)。しかし，時間や施設の不足などの理由から，実際に運動をしている視覚障碍者は少ない。このような背景から，我々は視覚障碍者が自宅で1人でも運動を継続できるゲームのプロトタイプを開発し，評価実験を行った 2)。その後，多くの視覚障碍者にゲームを遊んでもらうため，視覚障碍者が一人で利用でき，より面白く運動を継続できるよう改良を行い，商品として販売することとした 3)。

販売の開始後，ゲームのデモンストレーションを視覚障碍者の支援施設にて行った。その結果，実用における新たな改良点が明らかになると共に，これまで対象としてこなかった，中高年の視覚障碍者への対応の必要性が示唆された。

支援施設でのデモで得た意見を参考にゲームの改良を行った後，視覚障碍者のための支援機器の展示会へゲームを出展し，アンケートを実施した。
本稿では，これらについて報告する。

2. システム概要

2.1 システムの構成

本研究では自転車型のデバイスを用いた運動支援システムを制作した。図 1 にシステムの構成を示す。

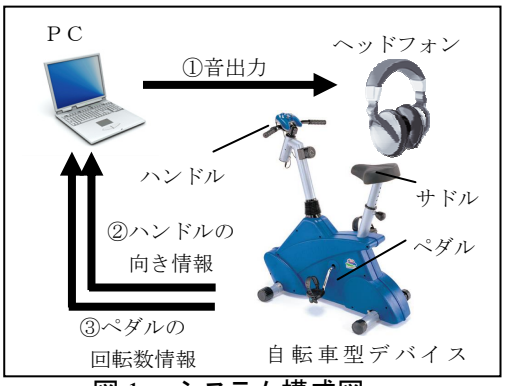


図 1.　システム構成図

① PC は，ターゲットとなる音や，BGM（バックグラウンドミュージック）をヘッドフォンから，出力する。
② PC は自転車型デバイスのハンドルの傾きを常時取得する。
③ プレイヤーがエアロバイクのペダルを漕ぐと，PC は入力を検知し，ゲーム内の空間をハンドルの傾きに応じた方向へ移動する。

2.2 ゲーム内容

制作したゲームの流れは次の通りである。

i. PC はヘッドフォンにゲームのチュートリアルを出力。
ii. PC はヘッドフォンにターゲットの音を出力する。ターゲットの音は，ライオンの吠え声やマラカスの音があり，これがプレイヤーの正中面から 45 度刻みの計 8 方向から出現する。ターゲットの距離は一定である。プレイヤーはターゲットが存在すると思った方向にエアロバイクを操作して移動する。
iii. ターゲットに接近すると，ターゲット音が消えて取得成功の効果音が鳴り，得点が加算される。その後，新たなターゲットの音が出力される。
iv. ターゲットに接近できないまま，一定時間が過ぎると，ターゲット音は消えて取得失敗の効果音が鳴り，その後，新たなターゲット音が出力される。
v. ターゲットが 16 個出現すると 1 ステージ終了となり，3 ステージ終了すると，スコアとランキング，走行距離などが音声で伝えられ，ゲーム終了となる。

3. ゲームの改良

作成したゲームのデモンストレーションを，視覚障碍者の支援を行っている神奈川ライトセンターにて実施した(2010 年 6 月 17 日)。その結果，いくつかの問題点が挙げられた。以下にその一部を示す。

- チュートリアルがわかり難い
- 初心者に対してゲーム内容が難しい
  - 制限時間が短い

- ハンドル操作が難しい
- 1 回のゲーム時間が長い

これらを参考に，以下に挙げられる改良を行った。

(1) 初心者モードの実装
(2) チュートリアルの改善
(3) 制限時間とハンドル感度の調節

4. 評価実験

4. 1 展示会への出展

視覚障碍者用の機器の展示会であるアメディアフェア(2010 年 12 月 23 日)へ改良後のゲームを出展した。また，今回はより運動が必要とされる，中高年の視覚障碍者に着目してアンケートを行った。

4.2 アンケートの分析

アンケートは展示会に来場した40代から70代の視覚障碍者の男女 28 名に対して，選択回答と自由回答の形式で実施した。アンケート項目の一部を以下に示す。

A) ゲームは楽しかったかどうか(2択)
B) ゲームの面白さに繋がったと思うのは何か
（以下の項目から選択，複数回答可）
① 「音を取っていくというゲーム内容」
② 「実際にペダルを漕いで，ハンドルを操作するところ」
③ 「運動できるところ」
④ 「スコアが出るところ」
⑤ 「その他」
C) ゲームの説明や操作でわかり難いところはどこか（自由回答）
D) どのような機能を追加して欲しいか（自由回答）

質問 A に関して，25 名の視覚障碍者から楽しむことができたという意見を得ることが出来た。楽しむことができなかったと答えた視覚障碍者は 3 名であり，その理由として以下が挙げられていた。

- チュートリアルが十分に理解できなかった
- ターゲット音を聞き取ることが難しかった

図 3 に質問 B の結果を示す。中高年の視覚障碍者に対して，①「音をとっていくというゲーム内容」が特にゲームの面白さに繋がっていたことがわかる。⑤「その他」の意見として，「ターゲットを捕まえた時の達成感」等が楽しさに繋がったとして挙げられた。

質問 C に関して，特に以下の意見を多く得た。

- チュートリアルがわかり難い
- ゲームがいつスタートするのかわからない

改良後にも関わらず，ゲーム内容を理解してもらうことができないことがあり，ゲームが始まってから操作や内容について質問を受けることが多々あった。

質問 D に関しては，以下のような意見を得た。

- 消費カロリーや走行速度がわかると良い
- 町や山の中を走っている雰囲気が欲しい
- 風や振動が欲しい

ゲームへの要望として，これまで若者が重視していたゲームの楽しさより，実用性や本当に自転車で外を走っているような臨場感をゲームに求める声が目立った 2)。

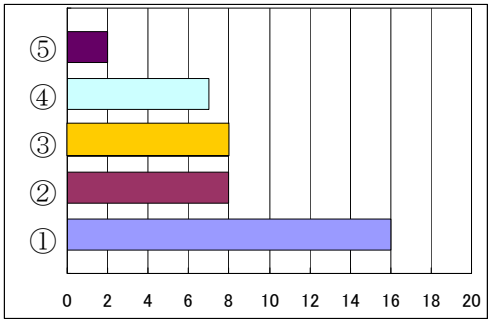


図 2. 面白さに繋がったと思うのは何かの回答

5. まとめ

作成した運動支援ゲームのさらなる普及を目指して，より運動が必要と考えられる中高年層の視覚障碍者に着目してデモとアンケートを実施した。その結果，以下に挙げる見解を得ることができた。

- ゲーム内容をよりわかりやすく伝える工夫が必要。
- 中高年の視覚障碍者がゲームへ求めている要素が若者とは異なる。

今後は，今回の結果を元に中高年層の視覚障碍者のための改良も実施してゆくことで，システムのより広い層の視覚障碍者への普及を目指す予定である。

6. 参考文献

1) 江黒直樹他：国立視覚障害者更正援護施設卒業生に対する運動・スポーツに関しての調査報告，http://www.rehab.go.jp/achievements/japanese/19th/paper20.html
2) 伊藤圭太他：視覚障碍者の運動支援を目的とした音の追跡ゲームの開発（第 4 報）－継続性の評価－，エンタテイメントコンピューティング，pp65-68，2009
3) 伊藤圭太他：視覚障碍者の運動支援を目的とした音の追跡ゲームの開発（第 5 報）－商品化に向けての改良と評価－，電子情報通信学会総合大会講演論文集，A-19-1，2010

[連絡先]
池上嘉和
芝浦工業大学情報システム工学研究室
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：m110007@sic.shibaura-it.ac.jp
Fax：03 (5859) 8501（学科共通）

上肢リハビリを支援するインタラクティブシステムの開発と評価

○三木智彦[*]，杉本龍一[**]，村井秀聡[**]，笠井史人[***]，大倉典子[*]
（[*]芝浦工業大学，[**]前芝浦工業大学，[***]昭和大学藤が丘リハビリテーション病院）

Development of interactive system to assist rehabilitation of upper extremity

Tomohiko Miki[*], Ryuichi Sugimoto[**], Shuto Murai[**], Fumihito Kasai[***], and Michiko Ohkura[*]
([*]Shibaura Institute of Technology, [**]Former shibaura Institute of Technology,
[***]Department of Rehabilitation Medicine, Showa University School of Medicine)

1. はじめに

リハビリテーション（以下リハビリ）の効果を十分に得るには，長期間継続して行う必要がある[1]。しかし既存のリハビリの多くは，作業的で単調であるために長期継続が困難である。そこで著者らは，子供を対象に，ゲーム要素を取り入れることでリハビリを支援するインタラクティブシステムを開発した[2]。しかしリハビリの長期継続は子供だけでなく大人にとっても困難である。さらに大人の場合，発症から一定日数が経過すると病院でのリハビリが打ち切られてしまうため，家庭でのリハビリの継続の必要性が高い。しかし家庭でリハビリを行う場合，適切なリハビリを行えているかわからない，リハビリの量を把握できないといった問題が生じる。

そこで著者らは，大人でも継続的に使用でき，家庭で適切なリハビリを行え，リハビリの量を測定，記録できるインタラクティブシステムの開発を行った[3]。今回はこのシステムの概要について紹介し，さらに fNIRS によるシステムの評価の試みの結果を記す。

2. 対象者とシステムの構成

2.1 システム対象者

昭和大学リハビリテーション病院に通院中の，40 代後半の男性を，システム対象者とした。対象者の症状は左片麻痺である。

2.2 システムの構成

左上肢の上下運動機能回復を目的として，パーカッションを用いたリハビリ支援システムを開発した。

対象者は左上肢の麻痺のため，スティックを握ることができないので，手で叩くことができ，叩いた位置，強さ，時間を取得できるデジタル・ハンド・パーカッションを入力デバイスとして用いた。図1にシステムの構成を示す。

①PC が音，画像を 提示
②ユーザが入力
③PC が入力デバイスから MIDI データを取得

図1システムの構成図

2.2 コンテンツの内容

以下に記す 2 種類のコンテンツを作成した.

Ⅰ .「曲のテンポに合わせて叩く」

Ⅱ .「お手本を聴き，リズムを真似して叩く」

図 2,3 にコンテンツの実行画面の一例を示す。

コンテンツⅠは，バンド演奏を聞きながらパーカッションを叩く。曲が流れている間，曲のテーマに合わせたテンポの速さで，パーカッションを叩き続けるものである。このコンテンツは，叩く回数に重点をおいたものである。

コンテンツⅡは，まずお手本が流れ，対象者はお手本のリズムパターンを真似してパーカッションを叩くものである。このコンテンツはリズム感に重点を置いている。

両コンテンツとも，対象者がリハビリの量を把握できるよう，1日ごとの叩いた総合回数のグラフを提示し，システムの使用状況を把握するため，システムの使用日時，パーカッションを叩いた時間，回数，位置，強さなどをログデータとして取得する。

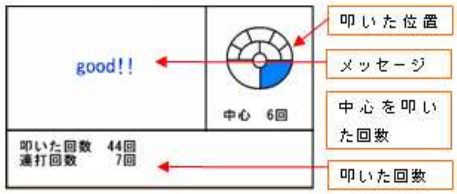


図 2. コンテンツⅠの実行画面

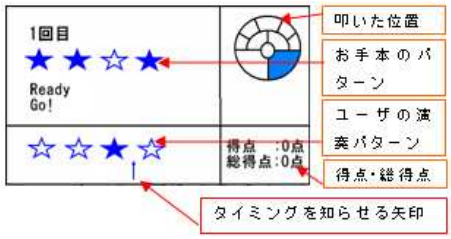


図 3. コンテンツⅡの実行画面

3. システム使用の効果の評価

2010 年 9 月 15 日から 2011 年 9 月現在まで，対象者に継続的にシステムを使用してもらっている。システムで得られたログデータと，診断で評価を行った。

3。1 ログデータによるシステムの評価

図 4 にシステムの実行時間の推移の一部を示す。

今回のシステムでは，毎日 30 分程度の使用時間を設定していた。使用開始からの 1 ヶ月は平均して 1 日 29.7 分使用してもらうことができた。これ以降もほぼ毎日使用してもらうことができ，システムが継続して使用できるものであると考えられ，リハビリの長期継続に役だったことがうかがえた。

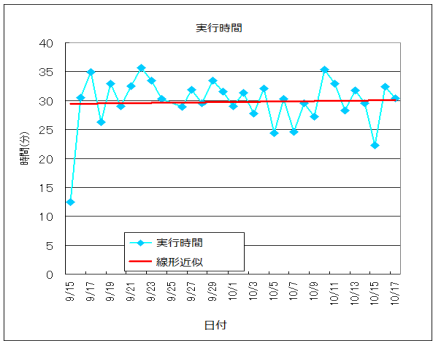


図4.　実行時間の推移

3.2 診断によるリハビリ効果の評価

表 1 に診断データの一部を示す。上肢 FMA と WMFT の双方において成績の向上が見られた。このことからこのシステムは，リハビリ効果を得ることができ，またリハビリ効果の維持もできるものであると考えられる。

表 1.　診断データの一部

	9 月 15 日	12 月 21 日
上肢 FMA	25 点	28 点
WMFT	1326.7 秒	966.71 秒

4. fNIRS による評価の試み

4.1 実験方法

fNIRS とは，生体組織に対して透過性の高い近赤外光を頭表から照射して，組織を透過してきた光を分析することにより，組織を流れている血液中のヘモグロビンの酸素化状態を非侵襲的に計測する方法で，脳の神経活動と血液中の酸素化状態は関連があるという仮設を基に，血液中の酸素化状態を多点計測しイメージングすることで脳機能を可視化している。

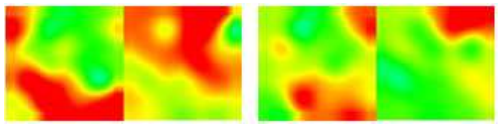
今回，島津製作所のご協力で，2011 年 1 月 13 日に同社の FOIRE-3000 を用いて fNIRS の計測を行った。

計測は、評価実験と同一の対象者に対して，4 つのタスクの実行時における，それぞれ麻痺側（左側）上肢と健側（右側）上肢について行った。

①ギター演奏（30 秒）　②コンテンツⅠ（150 秒）
③コンテンツⅡ（80 秒）　④ワイピング（80 秒）

4.2 実験結果と考察

図 5,6 にコンテンツⅠ実行時の酸素化ヘモグロビンを安静時と比較した結果の一例を示す。図 5 は麻痺側上肢で実行したときのもので，図 6 は健側上肢で実行したときのものである。



(a)右脳　(b)左脳　(a)右脳　(b)左脳

図5．麻痺側上肢実行時　図6．健側上肢実行時

実験結果より，麻痺側上肢の動作を司る右脳の運動野部分において，どのタスクを実行しているときにおいても，血液中の酸素化ヘモグロビンの変化量の小さいことがわかった。

また，麻痺側上肢でタスクを実行している際にも，健側の動きを司る左脳の血液中のヘモグロビンの酸素化が活発であったことから，麻痺側上肢を動かす際にも，健側の運動野が活動しているのではないかと考えられる。

今回はシステム使用後でのみ計測を行ったため，使用前後での比較を行うことができなかった。今後は使用前後の比較を含め，評価指標とすることを検討したい。

5. まとめ

パーカッションを叩く動きを取り入れた上肢リハビリ支援システムを構築し，今回 fNIRS による評価を試みた。

ログデータとアンケートから，対象者がシステムを継続して使用することができことと，システムを使用することで正しいリハビリが行え，狙った部位を叩く腕の制御力が向上したことが確認できた。

fNIRS の計測の結果から，片麻痺患者の麻痺側上肢と健側上肢との差などを確認することができた。なお，今回はシステム使用前の計測を行わなかったため，使用前後での比較を行うことはできなかった。

今後は，システムの改良や，システム使用前後の比較を含め，fNIRS を評価指標とすることを検討したい。

6. 参考文献

1) 近藤　勝則，“訓練量とリハビリテーションの効果，”リハビリテーション医学，vo41，no.12，pp.849-853，2004.
2) 村井　秀聡　他，“子供のリハビリを支援するインタラクティブシステムの開発，”電子情報通信学会論文誌 D，voJ94-D，no.5，pp.839-842，2011.
3) 三木智彦　他，“上肢リハビリを支援するインタラクティブシステムの開発，”電子情報通信学会技術研究報告，vo111，no58，pp53-58，2011.

[連絡先]
三木智彦
芝浦工業大学大学院情報システム工学研究室
〒135-8548　東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：ma11146@shibaura-it.ac.jp
Fax：03 (5859) 8501

ロールボックスパレット操作時のグリップ位置と主観評定値に関する一考察

○大西明宏[*]，高野倉雅人[**]，菅間敦[***]，清水尚憲[*]
（*労働安全衛生総合研究所，**神奈川大学工学部，***首都大学東京大学院）

A study on the hand-grip position and subjective evaluation during handling a roll box pallet

Akihiro Ohnishi[*], Masato Takanokura[**], Atsushi Sugama[**], and Shoken Shimizu[*]
([*]National Institute of Occupational Safety and Health, Japan,
[**]Faculty of Engineering, Kanagawa University,
[***]Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

ロールボックスパレット（以下，RBP）と呼ばれる荷物運搬用の 4 輪カゴ付きパレットがある。RBP は物流の効率化や品質保持に貢献するため物流業や小売業で多く使用されている。しかしながら筆者らの先行研究[1,2]において使用時に手足のはさまれ，激突等による労働災害が一部の業種で多いことが明らかになった。そこで本研究では，安全で操作性に優れる RBP に改良するための基礎的な知見を得るため，複数の積載・グリップ位置条件における RBP の押し・引き操作時の操作性に関する主観評定を測定することで，RBP 操作に適した条件について検討することを目的とした。

2. 方法

2.1 対象

被験者として過去 1 年間に整形外科的既往歴がない男性 6 名（年齢 21.8±1.2 歳，身長 172.4±3.5cm，体重 63.6±4.4kg）を対象とした。なお，利き手は全員が右であった。被験者には実験開始前に口頭及び書面によるインフォームドコンセントを実施し，同意を得た上で実施した。なお，本研究は独立行政法人労働安全衛生総合研究所研究倫理委員会の承認を得たものである。

2.2 実験課題

被験者には RBP の「押し」，「引き」操作を課した。グリップ幅は標準的な RBP の側面横幅である 60cm のほかに 40cm および 80cm の 3 種類とした。各条件における高さは事前練習の後に操作しやすい位置を口頭で聴取し，その位置を記録した。

図 1 に実験の一例を示す。「押し」，「引き」共に被験者は図 1 のように一方の足を前に置き，各条件における被験者の希望位置にマークされたグリップ高さを持ち，実験者の合図と共に RBP を操作しやすい速さで 3m 以上移動させた。

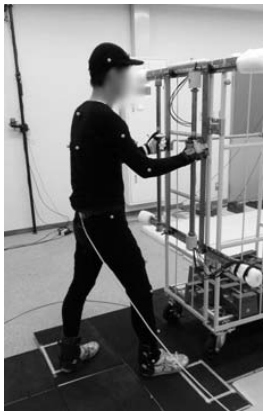


図 1　グリップ幅 40cm での「押し」操作例

なお，積載重量は先行研究[3]にならった 130kg と 250kg に加え，積載なし（0kg）の 3 条件とし，3 種類のグリップ幅における「押し」，「引き」を各 2 試行（積載なし条件のみ各 1 試行）の合計 30 試行とした。

2.3 主観評定

実験開始前に以下の 5 段階尺度の主観評定の尺度内容および評定法を教示した。

1 非常に操作しにくい
2. 操作しにくい
3. どちらとも言えない
4. 操作しやすい
5. 非常に操作しやすい

被験者には RBP の操作を終了した直後に尺度に対応する上記の番号を口頭で答えさせた。

2.4 分析方法

各試行における主観評定値は 2 試行したものについては平均値を，積載なしの 1 試行はその値を代表値とした。主観評定値は「押し」，「引き」の操作方法要因，積載重量要因，グリップ幅要因についての 3 要因の分散分析をおこない，多重比較には Bonferroni 法を用いた。有意水準は 5%未満とした。

3. 結果

図 2 に「押し」，図 3 に「引き」操作時の主観評定値を示す。操作方法（押し・引き）×積載重量（積載なし，130kg，250kg）×グリップ幅（40cm，60cm，80cm）の 3 要因分散分析の結果，積載重量のみに主効果が認められた（$p<.05$）。押しは 3 群間すべてで違いが認められたが（図 2），引きでは 250kg と積載なし及び 130kg の間に有意な差が認められた（図 3）。また，2 次の交互作用（操作方法×グリップ幅，操作方法×積載重量，積載重量×グリップ幅）は有意でなかった。

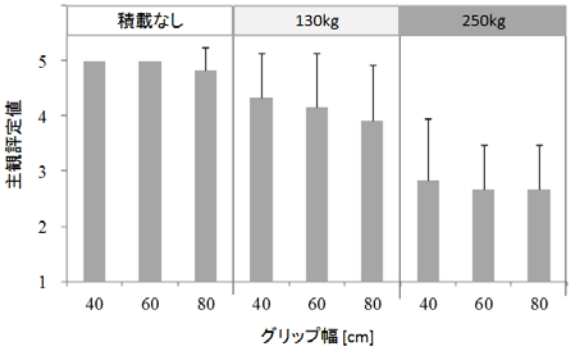


図 2　「押し」操作時の主観評定値
値は平均値±標準偏差。

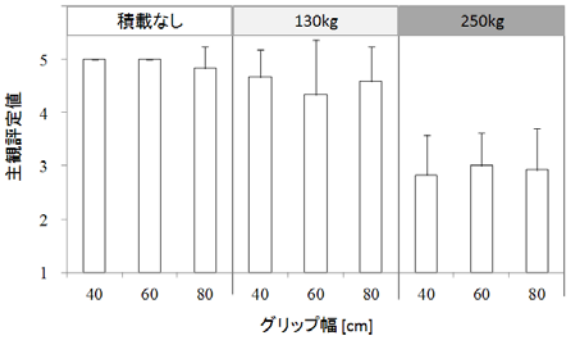


図 3　「引き」操作時の主観評定値
値は平均値±標準偏差。

4. 考察

RBP のグリップ位置と操作性について主観評定値をもとに検討したところ，押し・引き共に積載条件が同じ場合では標準的なグリップ幅の 60cm からプラスマイナス 20cm の変更では違いが見られなかった。一方で，積載重量の違いについては主観が有意に異なるとの結果になったが，重量差が 2 倍近くであり，操作による身体負担が大きく変化したことが要因になったと思われた。今回，グリップ幅の違いが操作性に反映されなかったのは，重量差の方が被験者にとって評定しやすく，グリップ幅に対する評定が副次的となってしまった可能性がある。また，各条件で被験者が最も操作しやすい高さを設定した上で操作を課したため，グリップ幅に違和感を持っても高さである程度調整していたことも推測されるため，移動に要した時間や操作時の歩幅や初期速度・加速度等とグリップ幅の関連から操作性を評価することが重要になると示唆された。

なお，有意な交互作用はなかったものの，250kg の引き操作を除くとグリップ幅が 40cm の時の評定値が全般的に高い傾向にあった。また，押し・引きの操作方法の違いについては，積載なし条件を除き「引き」に比べて「押し」操作の評定値が全般的に低い傾向であった。評定者が 6 名と少なかったため信頼性は高くないものの，グリップ幅を現状より内側に移動した方が操作性に貢献するかもしれないこと，そして押し・引きの操作性はそれぞれ異なる可能性があると推察された。

このようなことから，今後は上記のような客観的なデータを用いた評価に加え，例数を増やすことで RBP の操作性について更に検討する必要があると考えられた。

5. 参考文献

1) 大西明宏ほか，ロールボックスパレット起因災害の実態と防止対策事例をもとにしたリスク低減方策の検討，安全工学シンポジウム 2010 予稿集，372-373, (2010).

2) 大西明宏ほか，陸上貨物運送業者における労働災害の実態と防止に向けた取組み,労働安全衛生総合研究所特別研究報告, 40, 111-114, (2010).

3) van der Beek AJ. et al., Gender differences in exerted forces and physiological load during pushing and pulling of wheeled cages by postal workers, Ergonomics, 43(2), 269-281, (2000).

[連絡先]
大西明宏
独立行政法人労働安全衛生総合研究所
〒204-0024 東京都清瀬市梅園 1-4-6
e-mail：aohnish@s.jniosh.go.jp
Fax：042 (491) 4512

ホテルの経営理念とサービスレベルとの関係について

―SERVQUAL 品質構成概念を手掛かりとして―

○北川恭平*，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）

Relation between the Management Concept of Hotel and the Service Level

-with particular reference to the Dimensions of Service Quality-

Kyohei Kitagawa*, Akinori Komatsubara**

(*Creative Science and Engineering, Waseda University

**Faculty of Science and Engineering, Waseda University)

1. 研究背景・目的

ホテル業で提供される商品は他の産業に見られない特徴を持っている。すなわち、ホテルの商品は人的サービスと諸施設によって完成する総合サービスで、顧客が求める個々の要求に対し諸々のサービスを集約し提供することである。そのため、顧客に接する従業員が提供するサービス商品の良し悪しが顧客評価となる [1]。しかしながら、鄭 [2]によるサービス分類に基づくと、従業員が提供する直接的なサービスの根幹には「精神的サービス」が存在しており、そこに各企業の経営理念が投影されているものであると考えられる。

そこで、ホテルのサービスはその経営理念に深い関係があり現場のサービス文化を形成しているとの仮定のもと、サービスに関わる経営理念を分析し、ホテル評価との対応について考察を行う。

2. 研究方法

(1) ホテル経営理念の調査

調査対象とした各ホテルの Web ページより、そのホテルの経営理念情報の収集を行う。

(2) ホテル経営理念のサービス要素抽出

サービス品質測定法である SERVQUAL[3]をもとに、各ホテルの経営理念に示されているサービスに関わる要素についてポイント付けを行う。なお、SERVQUAL は Parasuraman らによって開発された一般企業を含む汎用的なサービス品質測定法であり、表 1 に構成概念が示されている。

(3) ホテル経営理念と評価の分析および考察

ポイント付けの結果を因子分析することにより、ホテル経営理念に関わるサービス要素の因果構造を明らかとし、さらにクラスター分析により経営理念によるホテルの類型化を行い、ホテル評価との関係性の考察を行う。

表 1. SERVQUAL のサービス品質構成概念

信頼性	サービスの遂行に関して信頼でき 依存できるような提供者の能力
資格	サービスの遂行に必要な技能と知識
礼儀	顧客への丁重さ、尊敬、配慮、親近感
信用性	信じるに足る人、組織かどうか、正直さ
安全性	危険、リスク、疑念を抱かないですむかどうか
反応性	顧客を援助し、素早いサービスを提供する意欲
アクセス	近づきやすさ、接触のしやすさ
コミュニケーション	情報提供と顧客の意見の聴取
顧客理解	顧客のニーズを知ろうとする努力
物的要素	物的施設・設備の内容、接客員の外見等

3. ホテル経営理念の調査

ホテル 23 件に対して、各ホテルのホームページに記載されている経営理念情報を収集した。

ホテルの選定について、本研究では「ミシュランガイド東京・横浜・鎌倉<2011>」をホテル評価の尺度として用いたため、立地条件は東京近郊、価格帯は比較的高級層のものとした。なお、低価格層のホテルはホームページに経営理念を記載していない場合が多いことから収集できる情報が少ないという状況であった。

4. ホテル経営理念のサービス要素抽出

Web 調査で収集された 23 件のホテルの経営理念に含まれるサービスに関わる要素を抽出するため、それぞれの経営理念の内容の中に感じられたサービス要素を SERVQUAL の品質構成概念として評価者にチェックさせた。なお評価の際、ホテルのブランド名に左右されないよう、ホテル名を伏せて評価調査を行った。

評価者は学生 8 名分であり、各要素のチェック人数により、0～8 のポイントを与えた。

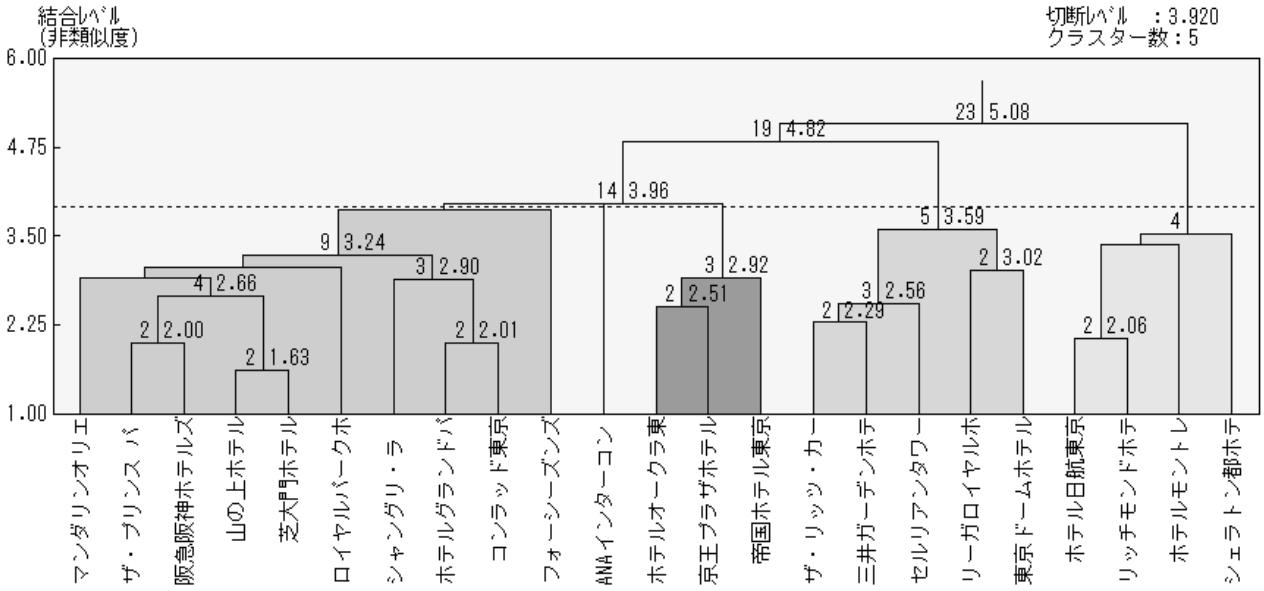


図 1. ホテル経営理念のサービス要素によるクラスター分析結果

5. ホテル経営理念と評価の分析および考察

5.1 因子分析

ポイント付けをした 10 のサービス要素に対し、主因子法による因子分析を行ったところ、次の 2 因子構造が得られた。

第 1 因子:サービス提供者および団体の信頼、信用といった項目の負荷量が高い「提供者信頼性」

第 2 因子:顧客理解、反応性、コミュニケーションといった個々の顧客に対して行う項目の負荷量が高い「顧客サービス性」

5.2 クラスター分析

ユークリッド距離を用いた群平均法にてクラスター分析を行い、経営理念のサービス要素をもとに経営理念から見たホテルを類型化したものを図 1 に示す。

大きく 4 つの群にグループ分けすることができた。左からⅠ～Ⅳ群とすると以下の特徴が見られた。

- Ⅰ群は、経営理念が抽象的であったり短文であったりと、キャッチコピー的な理念のグループであった。
- Ⅲ群は反応性やアクセスといった顧客サービスに、Ⅳ群は安全や物的要素といった有形サービスに特化した記述のあるグループであった。
- Ⅱ群は、Ⅲ群とⅣ群の中間的な、顧客サービスと有形サービスのバランスの良いグループであった。

5.3 ホテル評価との考察

ホテル経営理念をミシュランガイドの星の数によるホテル評価に照らして考えると、あるグループに際立って評価が偏っているということはなかった。しかしながら、経営理念に顧客満足が明記されているⅡ、Ⅲ群には、ミシュランガイドに掲載されているホテルが比較的多く、逆にⅠ群にはミシュランガイドランク外のホテルも多数属していることがわかる。このことより、経営理念の明記の仕方、あるいは「顧客サービス性」がホテル評価に関して何らかの影響を与えている可能性があることが示唆される。

6. 結論

SERVQUAL のサービス品質構成概念をホテル経営理念のサービス要素とみなし分析し、ミシュランガイドのホテル評価との考察を行ったところ、その関係性は明確ではなかった。

今後の課題として、ホテル評価をどのような基準により行うか、という評価基準や、経営理念の社内での浸透度など、さらに突っ込んだ検討が必要である。

7. 参考文献

1) 鈴木博・大庭祺一郎「基本ホテル経営教本」株式会社柴田書店 ,1999

2) 鄭森豪「サービスとサービス産業について」九州産業大学商經論 Vol.47,No.1, pp41-51,2006

3) Parasuraman A,"Measuring And Monitoring Service Quality" W.J.Glynn and J.G.Barnes Understanding Services Management Wiley, pp146-147, 1995

[連絡先]
北川恭平
早稲田大学理工学術院 創造理工学研究科
〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1

プロジェクトマネジメントの知識継承における バーチャル OJT モデルに関する研究

○馬渕 勉*, 竹本 篤郎**
(*千葉工業大学院, **千葉工業大学)

Research on the Virtual OJT Model in Knowledge Succession of Project Management

Tsutomu Mabuchi*, Atsurou Takemoto**
(*Chiba Institute of Technology Management Science
**Chiba Institute of Technology)

1.はじめに

1.1 プロジェクトマネジメントの知識継承におけるバーチャル OJT モデルに関する研究

1.2 背景

優良なプロジェクト・マネジャーには座学による教育だけではなく, プロジェクト運営の経験に裏付けされたマネジメントスキルが必要になり, これはプロジェクトを経験しないと修得出来ないものである.

人材育成の代表例に OJT(On-the-Job Training)がある. OJT は実践の中で培われてきた, 先人の特殊な業務知識やコツ, 要領や勘といったドキュメント化しにくい知識である暗黙知を経験によって修得させる事が可能である. しかし OJT には短所が存在し, 指導者の指導力不足や発生する時間とコストが問題となる. また通常の一過性の OJT では知識が定着することなく教育が終了してしまうおそれがある.

2.研究目的

プロジェクトの成功にはスキルレベルの高いプロジェクト・マネジャーの育成が必要であり, そのためには知識だけではなく, 経験をさせる事を含めた人材育成を行う事が必要である.

そのためには, 時間やコスト面で日常業務を圧迫しない, 新たな OJT のモデルを作成する必要がある.

本研究の目的は, 優良なプロジェクト・マネジャーの早期育成のための OJT モデルとして, 仮想空間での仮想プロジェクト運営による OJT(バーチャル OJT)におけるモデルについて提案することである.

3.バーチャル OJT について

3.1 バーチャル OJT の構成

3.1.1 知識データベース

本研究では, 対象の組織における過去のプロジェクトデータを蓄積した知識データベースを利用することにより, 被教育者は過去のプロジェクトに関する知識の習得が可能となり, バーチャル OJT を円滑に行えることが期待できる. また指導者は, バーチャル OJT の結果を評価する段階で知識データベースを参照することにより指導力不足を補えることができる.

この知識データベースには, バーチャル OJT の記録も保存される. このことにより実際に行われたプロジェクトだけではなく, あるプロジェクトに対して様々な状況変化を想定した記録を組織に持たせることが可能となる.

3.1.2 ゴール指向型プランニング

バーチャル OJT を行う際に使用するプロジェクト計画作製ツールとして, ゴール指向型プランニングを使用する. ゴール指向型プランニングとは, プロジェクト計画を立てる際に, 最終目標であるプロジェクトの完了のためには何を行えば良いのかを段階的に分析し, 徐々に詳細化させる方法である.

通常のプロジェクト計画では, 最下位層は予想される成果物がタスクとして存在し, そこに期限と人材を割り当てるが, このゴール指向型プランニングでは更に深く分析を行う. この分析により最下位層では「何時」「何処」で「誰が」「何をするのか」を具体的に決定しプロジェクト計画を作る. この計画で被教育者は実際のプロジェクトを行うことなく, メンバがプロジェクトで行う具体的な行動を学び, それを計画として立てることができる. プロジェクト中の 1 回の行動に対して, 資源がどの様に配分されるかを詳細に計画することができる. これにより今までのタスク単位での計画よりも確実な資源の流れを計画できる. また詳細な資源配置を計画することにより, タスクの難易度に対しどのレベルの人材を配置すれば良いかなどの, 配置方法についての学習も行える. 図 1 はゴール指向型プランニングの階層例であり, 図 2 は最下位層の計画のイメージである.

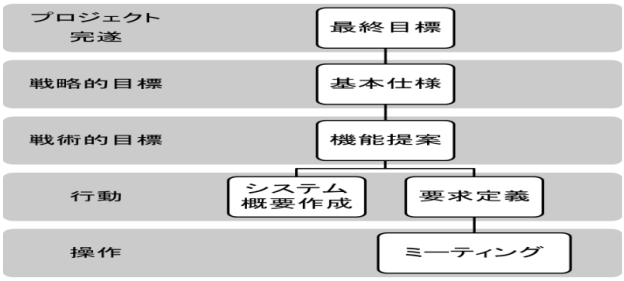


図 1:ゴール指向型プランニング全体のイメージ

図 2:各行動のイメージ

3.1.3 仮想空間

バーチャル OJT は仮想空間上で行うシミュレーションが中心である. この仮想空間では仮想プロジェクト運営に必要な資源のすべてが生成されるものとする.

仮想プロジェクトで働くメンバである各エージェントにはスキルレベルや人件費等のステータスが割り振られており, 各行動によりその数値がプロジェクトに対して加算され, その結果が仮想プロジェクトの結果として提示される.

3.2 バーチャル OJT の流れ

バーチャル OJT は次のような順で行われる.

(1)バーチャル OJT 開始時に, 指導者から与えられた条件に近い過去のプロジェクトのデータを検索する.

この工程において被験者は過去のプロジェクトによって組織内に蓄積された形式知に触れる事になる.

(2)プロジェクト計画を作成する. この工程により与えられた条件に適する様にプロジェクトを計画し, それぞれのタスクを分析する.

(3)プロジェクト計画を基に, 仮想空間内に仮想プロジェクトの場を構築する.

(4)仮想プロジェクトを, アバターを通じてプロジェクトを運営する. 他のメンバはエージェントとして与えられたタスクを消化する. その結果出た数値をタイム, コストの面から考査し, 納得がいかなければ, 再度計画を変更してプロジェクトを運営する.

(5)仮想プロジェクトが完了したら, その結果を指導者に提出する.

(6)指導者は仮想プロジェクトの結果を受け取る. この時点で, 過去のプロジェクトのデータや, 個人が持つ判断基準により評価する. 承認がでれば仮想プロジェクトは終了となり, 出なければ再度プロジェクト計画から仮想プロジェクトをやり直す.

(7)指導者は被験者の評価を記録する.

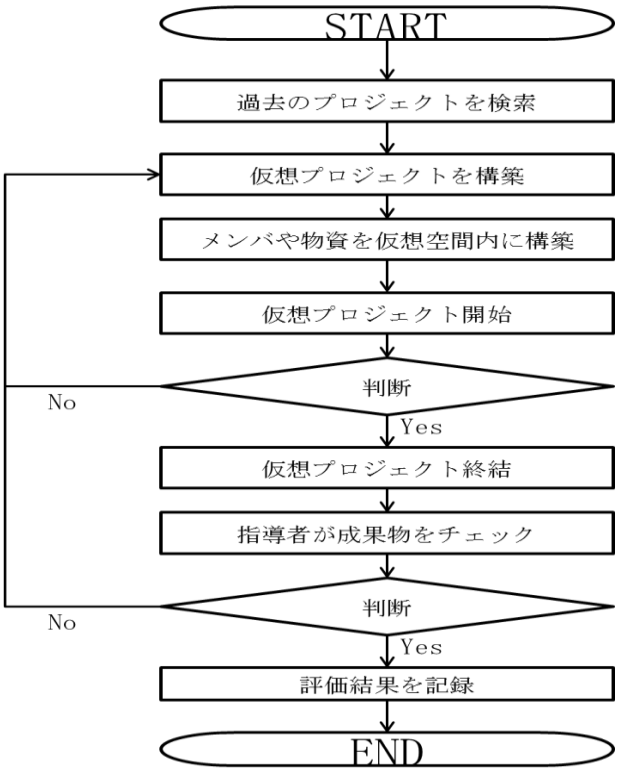


図 3:バーチャル OJT フローチャート

図 3 の工程により被教育者は, 現実に行われたプロジェクトを追体験が行える. これにより通常は継承し難い経験に基づく知識を継承することが可能となる.

また通常の OJT では発生してしまう時間とコスト的な負担を発生させず, 指導者の指導力不足も補うことが出来ると考えられる.

参考文献

1) 矢口竜太郎, 吉田洋平:成功率は 31. 1% 測ればプロジェクトはうまくいく, 日経コンピュータ, 12/1 号, pp36-53, 日経 BP 社, (2008)

2)JISA 社会法人情報サービス産業協会:「上尾法サービス産業白書 2009 年版」

[連絡先]

竹本篤郎

千葉工業大学プロジェクトマネジメント学科

〒275-0022 習志野市津田沼 2-17-1

e-mail : atakemoto@sun.it-chiba.ac.jp

FAX : 047-448-0470

集団成員間の相互作用を考慮したTTMの研究
～5S活動定着化プログラムを用いて～

○吉原彰*（*早稲田大学創造理工学研究科）
小松原明哲**（**早稲田大学理工学術院）

The study of TTM considering interaction from group members

Akira Yoshihara* ,Akinori Komatsubara
(*Creative Science and Engineering, Waseda University)

1. 研究背景・目的

職場のマナーを守ることや，職場の5S活動といった集団成員全体が行うべき活動を自発的に実行に移せない人は多い．こうした行動を起こさせるためには，各人をその気にさせ，行動を変容させていかなければならず，管理者等からの何らかの介入を行う必要がある．

行動変容を促すための介入方法として，いくつかの行動変容理論が提唱されているが，それらは個人に対する介入方法であり，集団成員全体に適用された例は見当たらない．そこで，本研究では，Prochaska らにより発表された Transtheoretical Model（以下 TTM）[1] を用いて，集団成員への適用を試みる．

なおTTMとは，対象行動に対して行動変容しようとする態度と実際の行動によって，5 つの変容ステージに分類し，そのステージに応じた10の変容プロセスを用いた介入を行うことで効率的に次のステージに移行させ，対象行動を達成・維持できることを説明する理論である．

2. 研究方法

(1)井坂による「TTMを用いた5S活動定着化プログラム（以下 5S 型 TTM）[2]」を用いた実験を行い，集団成員間に生じる問題点を整理・把握する．
(2)問題点に適した変容プロセスと，その変容プロセスに対応する介入内容を考察し，適用する．
(3)評価実験を行い提案した介入の妥当性を検討する．

3. 5S 型 TTM の問題点の把握実験

3.1 目的・方法

W大学K研究室において，研究室利用者15名を対象に，以下の手順に示す5S型TTMを用いた実験を平成22年11月に行い，集団成員間に生じる問題点を明らかにした．

Step.1 研究室 5S ルールの作成(表 1)

Step.2 変容ステージの決定

対象者の変容ステージ（表 2）を，週に 1 回行うアンケートを用いて決定する．

Step.3 変容ステージごとの介入

変容ステージごとに， e メールを用いた介入を週 3 回，メールマガジンという形で送信する．

Step.4 5S パトロール

研究室 5S ルールを逸脱した行為に対し，付箋を貼ることによる注意喚起を週 3 回行う．

Step.5 変容ステージの再決定

Step.2 の戻り，変容ステージを再決定し，Step.3～Step.5 を繰り返し 2 週間行う．

表 1. 研究室 5S ルール

5Sルール項目			
1	入口の扉は開けたらしめること	10	ホワイトボード上の掲示物は、期限が過ぎたら撤去すること
2	自分が汚した場所は清掃すること	11	ホワイトボード上の重要なメモ以外は使用したら消すこと
3	出したものは元の場所に戻すこと	12	実験道具は実験室に片づけること
4	落ちているゴミは拾って捨てること	13	ゴミは分別して捨てること
5	終業時，椅子は机の下に入れ、何も掛けないこと	14	傘は広がらないように留めて、傘立てにしまうこと
6	終業時，PCデスク・共有テーブルの上に個人物・不要物を放置しないこと	15	使用できない自分の傘は捨てること
7	本は縦向きに整頓すること	16	電気系統の電源を切ること
8	個人物はシンク付近の収納棚にしまうこと	17	施錠をすること
9	ポットは少なくとも一週間に一回は清掃すること		

表 2. 変容ステージ定義（5S 型 TTM）

変容ステージ	定義
前熟考	5S活動の必要性を感じていない
熟考	5S活動の必要性を考慮し，5Sルールも把握し始める
準備	5Sルールを全て把握しているが， 全てのルールを実践しているとは言えない
実行	5Sルールを全て実践できている
維持	5Sルールを全て実践でき，5S活動が定着していて， ルール外の活動も自主的に取り組める

3.2 結果・考察

遵守されているルール項目を見ていくと，当人の中で習慣化されている項目や自分に利益がある項目は遵守傾向が高い．つまり，習慣型と恩恵型である．

一方で，遵守されていないルール項目を分類すると，無恩恵型，負担型，管理者の責任型，社会的手抜き型の 4 つに分類されることが明らかとなった（表 4）．

表 4. ルール項目の遵守状態からみた分類

			説明
ルール項目	遵守されている項目	習慣型	習慣化されている項目
		恩恵型	ルールを守った時の自分への恩恵を感じられる項目
	遵守されていない項目	無恩恵型	ルールを守った時の自分への恩恵を感じていない項目
		負担型	ルールを守る時に自分にかかる負担が大きい項目
		管理者の責任型	環境設備が不十分な項目
		社会的手抜き型	他人任せにしてしまう項目

次に守られていない型への介入の仕方を検討した.

- 無恩恵型:当人がルール項目を守ることの意義・恩恵を感じていないことが原因となっているため, それらを理解させる介入を行う.
- 負担型:当人がルールを守った時の恩恵と守る時の負担を見積もった時に負担を高く見積もる傾向にあるため, 恩恵を高く見積もらせる介入を行う.
- 管理者の責任型:環境設備に問題があり, 行動変容に至れなかったと考えられるため管理者が早急に設備改善をすることで解決できる.
- 社会的手抜き型:集団成員の関係性による現象であり, TTM では想定外である. 社会的手抜きを抑止するプロセスを踏む必要がある.

4. 社会的手抜き抑止実験

4.1 目的・方法

社会的手抜き型は対応の仕方が明らかではない. そこでこれを抑止させるための介入方法を提案し, 検証実験を行った.

社会的手抜きを抑止する方法として, 以下の 3 つが挙げられている. [3][4]

(a)各人の責任を明確にすること
(b)行う理由が明確で意味のある作業にすること
(c) 集団凝集性を高めること(魅力的な集団にすること)

本研究では社会的手抜きを抑止するプロセスを変容プロセスの一つと考え(表 5), 各人の行動変容を促すために上記の抑止方法を基に作成したメールマガジンによる介入を行う.

表 5 変容プロセス

変容プロセス		プロセスの説明
経験的プロセス	意識の高揚	問題行動に関する理解やフィードバックを得るための努力
	ドラマティック・リリーフ	情動的経験から, 変化を起こすことに関する様相
	自己再評価	自分への問題行動の影響力を再評価
	環境的再評価	周囲の人や社会的環境への問題行動の影響力を再評価
	社会的解放	問題行動への社会の規範の理解・受容
行動的プロセス	反対条件付け	問題行動への代替行動
	援助関係	問題行動変容過程の中, 気遣ってくれる他者への信頼・受託
	強化マネジメント	問題行動を制御・維持する際に随伴する内容の変化
	自己解放	変化することを他人に公約すること
	刺激コントロール	変化に関する肯定的な環境をつくること
提案プロセス	**社会的手抜き抑止**	集団における成員間での手抜きを抑止すること

4.2 結果・考察

表 4 の社会的手抜き型に該当する 4 項目の意識変容と行動変容の二点に関する変化を図 2 に示す.

なお, 意識変容とは行動までには至らないが, 問題行動への意識は変わった状態を指し, 行動変容は行動まで至った状態を指すこととする.

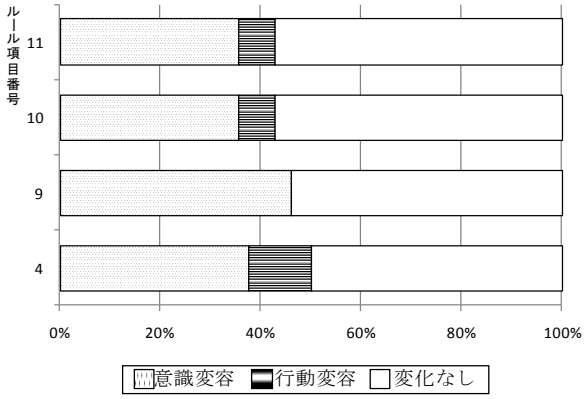


図 1.ルール項目ごとの介入効果

図 1 から, 介入により 4 つのルール項目全てにおいて 40～50%の人が行動変容, または意識変容していることがわかる. 一方で, 50～60%の人は介入による変化は見られなかった. 変化が見られなかった理由として, メールマガジンの内容にあまり説得力を感じられない等の介入方法や介入文言に問題があると考えられる.

5. 結論

本研究では, 5S を例にルール遵守状態からみたルール項目分類を行い, さらに社会的手抜きを抑止する介入方法を検討した.

8. 参考文献

[1]Patricia M.Burbank:「高齢者の運動と行動変容-トランスセオレティカル・モデルを用いた介入」pp37-53, BookHouse HD, 2005
[2]井坂秀之:「TTM を用いた 5S 活動定着化プログラムの提案」早稲田大学卒業論文, 2007
[3]今井芳昭:「依頼と説得の心理学-人は他者にどう影響を与えるか-」pp57-59, サイエンス社, 2006
[4]三隅二不二:「現代社会心理学の発展Ⅱ」pp156-157, ナカニシ出版, 1991

[連絡先]
吉原彰 :
早稲田大学理工学術院 創造理工学研究科
〒169-8555 東京都新宿区大久保3－4－1

ペルチェ素子を用いた車いす搭載形うつ熱予防システムの提案と吸熱特性の評価

○藤本翔*，硯川潤**，城内博*，井上綱伸**
（*日本大学大学院理工学研究科，**国立障害者リハビリテーションセンター研究所）

Heat transfer evaluation of a hyperthermia prevention system with Peltier devices mounted on a wheelchair

Sho Fujimoto*, Jun Suzurikawa**, Hiroshi Jonai*, Takenobu Inoue**
(*Graduate School of Science and Technology, Nihon University
**Research Institute, National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities)

1. はじめに

脊髄損傷者（以下，脊損者と呼ぶ）の多くは自律神経系にも損傷を受けており，発汗や血流調節といった体温調節に必須の機能が失われている場合が多い．この体温調節機能障害は，うつ熱と呼ばれる体内への熱の異常蓄積の原因となる．現在では，保冷剤による一時的な対応がとられている状態で，今後抜本的な予防策が求められている．これまでにも，脊損者を含む肢体不自由者の体温上昇と冷却方法に関する研究は数多く報告されている[1), 2)]．しかし，そのほとんどが，例えば車いすスポーツに伴う体温上昇時等，限られた状況での急性的な対症療法に関する報告であり，うつ熱の発症自体を予防するという観点からの技術開発は例がない．

そこで本研究では，脊損者のうつ熱予防のために，日常的に利用される電動車いすに搭載できる接触式の抜熱システムの開発を目的とする．電動車いすのバックレストに，連続的な熱移動が可能な熱電素子（ペルチェ素子）を搭載することで，接触面からの恒常的な抜熱によるうつ熱予防を実現する．

2. 提案する抜熱システム

本研究で提案する抜熱システムは，電動車いすのバックレスト背面に搭載されたペルチェ素子と，身体との接触面に貼付された熱伝導性ゲルシートからなる．柔軟性の高いシリコーンゲル中に金属酸化物フィラーを分散させた熱伝導性ゲルシートは，接触圧力を均一に分散することで，身体と冷却面の真実接触面積を増加させる．ペルチェ素子は，コンプレッサを用いた熱交換と比較すると，小型・軽量で，冷媒が不要である等の利点がある．一方で，冷却効率が低く，車いすに搭載するためには消費電力の抑制が課題となる．本報告では，試作した抜熱システムの吸熱特性を評価し，同システムのバッテリによるスタンドアロン駆動の実現可能性を検討する．

3. 検証方法

到達温度と駆動電力総量の関係を確認するために，複数の温度設定でシステムを駆動し，ペルチェ素子周辺温度，駆動電圧・電流を測定した．バックレスト部分の熱伝導状態を確認するために，サーミスタ温度センサ及びサーモグラフィを用いてペルチェユニット周辺の温度分布を計測した．ペルチェユニットからアルミ製バックレストへの熱伝導と，バックレストから熱伝導性ゲルへの熱伝導をそれぞれ確認するために，図 1 のように温度センサを設置した．ペルチェ素子駆動装置（アンペール（株），UTC-200A）の設定温度（ペルチェ表面温度の目標温度）は 10 ， 15， 20 ， 25ºC とした．バックレスト各部の材質・熱伝導率・厚みは表 1 の通りである．なお，実験時の環境温度は 27 ºC とした．

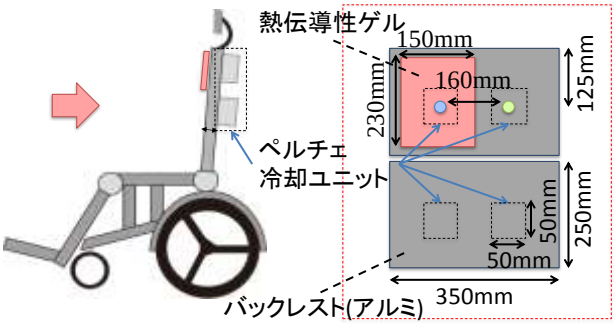


図 1. サーミスタ温度センサ測定点

表 1. バックレスト部の材質及び厚み

素材	熱伝導率[W /m·K]	厚み[mm]
アルミ	236	10
熱伝導性ゲル	1.3	5

4.結果と検討

各設定温度での，時間経過と表面温度及び電力の関係を図 2 に，各設定温度到達時の熱画像を図 3 に示す．

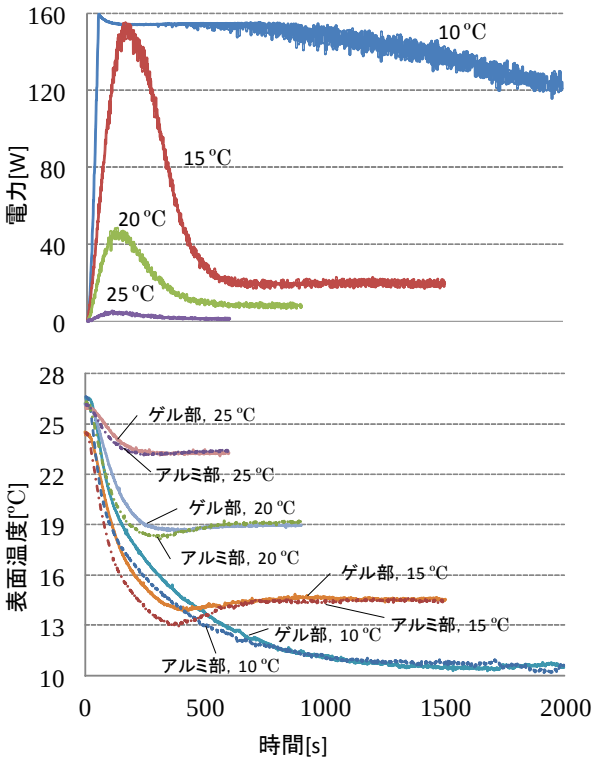


図 2. 時間経過と表面温度及び電力

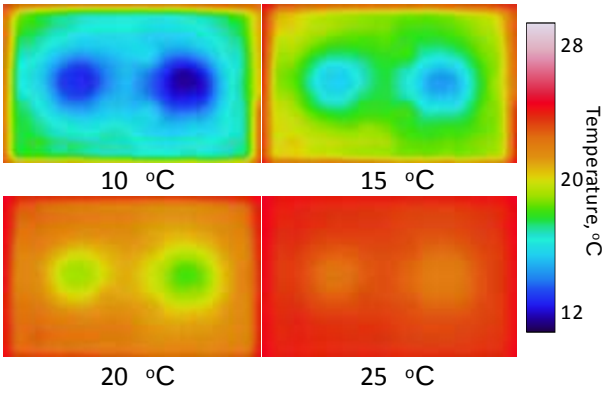


図 3. 各設定温度での熱画像（到達時）

図 2 の時間経過と表面温度，及び図 3 の温度分布からペルチェ素子からバックレスト部全体に十分な熱流束が確認することができる．また，アルミ部と熱伝導性ゲルでの温度に大きな差はみられなかった．設定温度が 15 ºC 以上の場合では，設定値到達後に消費電力が大きく低下した．

設定温度と定常値到達時までの駆動電力量の関係を図 4 に示す．

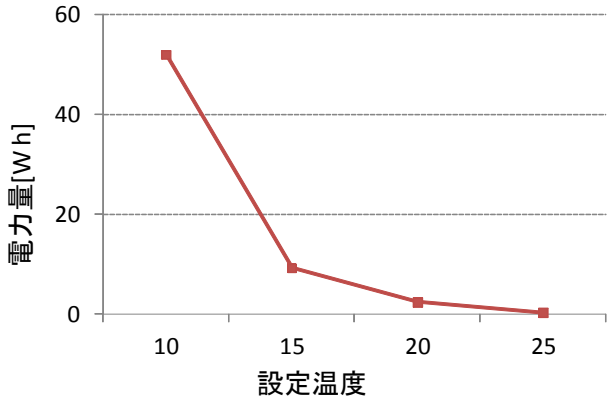


図 4. 設定温度と定常値到達までの駆動電力量

電動車いすで使用されるバッテリ（MK Battery 社の M24 SLD G FT：公称電圧 12 V, 20 時間率容量 73.6 Ah ）を駆動電源とした場合，150 W の一定出力では駆動時間は約 5.9 時間となる．しかし，例えば 150 W で 30 分し,その後を 120 W で維持すれば，駆動時間は 14.5 時間になり，11 ºC を維持できる．

5. おわりに

以上の検証結果から，本システムがスタンドアロン化を実現するために，十分な基本性能を持っていることが示された． 今後は，熱伝導性ゲルの成形を行い，接触圧力分布の測定を行っていく．

6. 参考文献

1) 全国頸髄損傷連絡会:「頸髄損傷者の自立生活と社会参加に関する実態調査」

2) TODD A. HAGOBIAN *et al* .:“Hyperthermia in Men with Spinal Cords injury”, *Med. Sci. Sports Exerc*., Vol. 36, No. 3, pp. 411–417, 2004

3) N. Webborn *et al* .:“Effect of two cooling strategies on thermoregulatory responses of tetraplegic athletes during repeated intermittent exercise in the heat”, *J Appl Physiol* 98:101–2107,2005

4) 三上功生，青木和夫，蜂巣浩生，武田仁:「頸髄損傷者の生理的体温調節反応の特徴」，日本建築学会環境系論文集，第 73 巻，第 633 号，1233-1239，2008

[連絡先]
藤本翔
日本大学大学院理工学研究科
〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14
e-mail：csso11005@g.nihon-u.ac.jp
Fax：03 (3259) 0877（専攻共通）

Body Posture Influence on Trunk Muscle Activation and Force Exertion during Isometric Pushing

静的な手押し動作時の体幹筋活性化と力発揮における姿勢の影響

Kadek Heri Sanjaya[*], Andar Bagus Sriwarno[**], Soomin LEE[*], Yoshihiro SHIMOMURA[*], Tetsuo KATSUURA[*]

([*]Graduate School of Engineering, Chiba University

[**]Industrial Design Department, Institut Teknologi Bandung)

1. **Introduction**

Pushing and pulling is associated with musculoskeletal complaints in low back, shoulder and forearm. Initial research was based on force exertion in static horizontal force in sagittal plane with most studies researched handle height, between hip, elbow, and shoulder height (Hoozemans, et al., 2007). Force exertion researches were mostly based on upper limbs as contact area.

However, there are still different findings regarding handle height and force exertion, therefore the objective of this study was to explore the influence of body inclination on trunk muscle activation and force exertion in static pushing to verify those findings.

2. **Methods**

2.1 Subjects

Ten healthy right handed male subjects volunteered for this study (age: 28.9±5 years; height: 169±6 cm; weight: 64.7±10 kg; BMI: 22.65±3).

2.2 Experiment tools

Pushing force was measured by wall force plate with load cells (Kyowa LMB-A 500N). Electromyographic (EMG) measurement was performed with a bio-amplifier system (Biopac MP 150 and TSD150 active electrodes).

2.3 Procedure

EMG electrodes were placed bilaterally on back muscles: latissimus dorsi (RLD and LLD), thoracic erector spinae (RT9ES and LT9ES), lumbar erector spinae (RL5ES and LL5ES), and right side of: upper and lower rectus abdominis (RURA and RLRA), external oblique (REO), and internal oblique (RIO).

EMG normalization methods for back muscles were Biering-Sorensen test, leg raise in prone lying and hold adduction while for abdominal muscles were sit up, sit up axial rotation, and leg raise in supine lying (Vera-Garcia, et al, 2010).

Static pushing were conducted in four body inclination, 0^o, 15^o, 30^o, and 45^o, each were conducted in parallel feet (PF) and staggered feet right (SFR) and left (SFL) foot as foothold, except for 0^o body inclination. Each trial was 5 seconds of maximum pushing with extended arms. To achieve required body inclination force plate heights were adjusted to acromion height and reach of subject.

Fig.1 Electrodes placement and pushing postures

2.4 Data recording and analysis

EMG signals were collected at 1000 Hz sample rate, low pass filtered (IIR) with cut off frequency of 250 Hz to remove electrocardiogram artifact, high pass filtered at 15 Hz to remove movement artifact, and root mean square (RMS) obtained (Zedka, et al., 1998).

Statistical analyses were performed using Shapiro-Wilk test to determine probability distribution of data. Parametric methods were performed using one way ANOVA with Bonferroni test, while non-parametric methods were performed using Friedman test.

3. **Results**

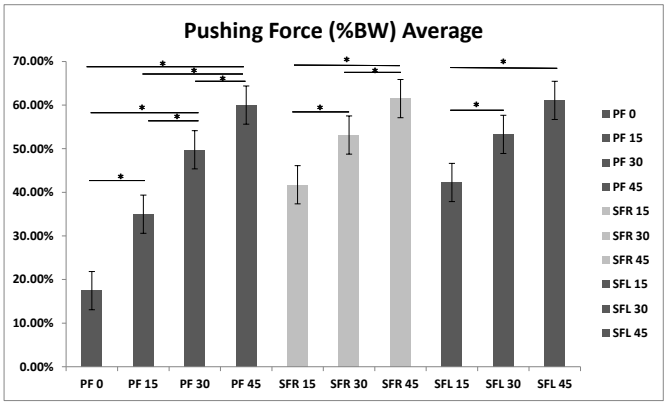


Fig.2 Maximum isometric pushing force in body weight percentage (mean±S.E.)*p<0.05

Fig.2 shows pushing force exertion significantly ($p<0.05$) increased along the greater body inclination, in both parallel feet and staggered feet, except staggered feet where left foot acted as foothold, in which no significant difference was observed between 30^o and 45^o.

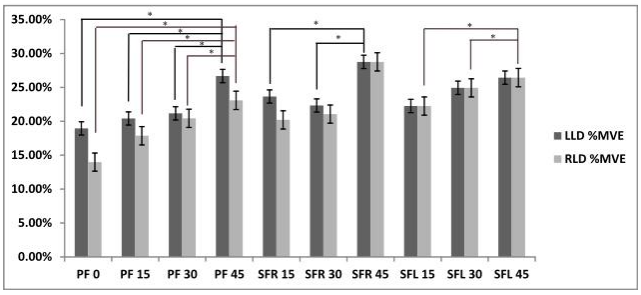


Fig.3 Latissimus dorsi muscles activation during static pushing tasks (mean±S.E.)*$p<0.05$

There were no significant differences found on abdominal muscles activation. Thoracic erector spinae muscles were almost entirely insignificant except the left thoracic erector spinae muscles where significance was observed between SFR 15^o-45^o and 30^o-45^o. Significant increases were observed in latissimus dorsi among four inclination angles in parallel feet (Fig.3). In both staggered feet postures, contralaterally higher latissimus dorsi activation was observed on 45^o inclination.

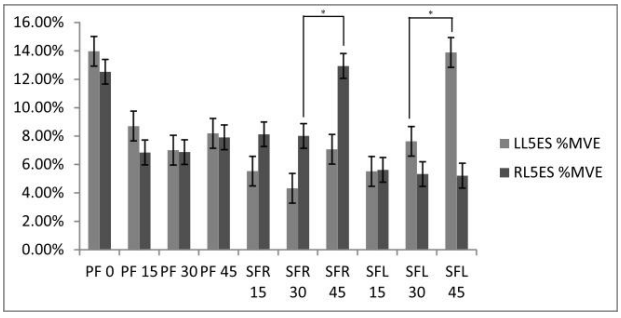


Fig. 4 Lumbar erector spinae muscles activation during static pushing tasks (mean±S.E.)*$p<0.05$

Higher but insignificant lumbar erector spinae activation was observed during erect pushing. Lumbar erector spinae muscles had significantly higher activation in 45^o angle of ipsilateral staggered feet position (Fig. 4).

4. **Discussion**

Isometric pushing force represents the absolute maximum force the subject could exert (Mittal, et al., 1997). The results confirmed that trunk inclination was significantly related with handle height and pushing force (Hoozemans, et al., 2007). While Chaffin (1983) found maximum isometric pushing force at 68 cm based on handle height, this study probably confirm based on 45^o body inclination.

Latissimus dorsi activation was ipsilaterally insignificant during staggered feet. Probably foothold position reduced load on latissimus dorsi. Lumbar erector spinae had higher activation ipsilaterally to the foothold side of lower limb during staggered feet pushing with 45^o body inclination. This suggests that foot distance which affects hip flexion has influence on pushing activity such as recommended by Mittal, et al (1997).

In conclusion, regardless feet position the greater body inclination until 45^o will produce greater pushing force in static pushing, however to avoid high activation on low back muscles in staggered feet, inclination of 15^o and 30^o is more suggested than 45^o. If staggered feet pushing were performed, foot distance related to hip flexion must be considered.

5. **References**

1) Hoozemans, M. J.M., et al., Cart Pushing: The Effect of Magnitude and Direction of the Exerted Push Force, and of Trunk Inclination on Low Back Loading, Int. J. of Industr. Ergonomics, 2007.

2) Mittal, A.S., et al., A Guide to Manual Materials Handling, Taylor and Francis, New York, 1997.

3) Resnick, Marc L., and Chaffin, D. B., An Ergonomic Evaluation of Handle Height and Load in Maximal and Submaximal Cart Pushing, Appl. Ergonomics, 1995.

4) Vera-Garcia, F.J., et al., MVC techniques to normalize trunk muscle EMG in healthy women, J. Electromyogr. Kinesiol., 2010.

5) Zedka, M., et.al., Electromyographic response of the trunk muscles to postural perturbation in sitting subjects. J. Electromyogr. Kinesiol. 1998.

[連絡先]
Kadek Heri Sanjaya
千葉大学大学院工学研究科デザイン学科専攻人間生活工学研究室
〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33
e-mail：kadek@graduate.chiba-u.jp
Fax：04 (3290) 3087

シャワー浴の身体的疲労回復効果

○高橋佳佑*，興梠真紀**，李スミン***，下村義弘***，勝浦哲夫***
（*千葉大学工学部，**東京ガス株式会社都市生活研究所，***千葉大学大学院工学研究科）

The effects of the shower bath on recovery from physical fatigue

Keisuke Takahashi*, Soomin LEE **, Yoshihiro Shimomura **, Tetsuo Katsuura**, Maki Koroki***
(*Faculty of Engineering, Chiba University ** Urban Life Researchi Institute, Tokyo Gas Co.,Ltd
*** Graduate School of Engineering, Chiba University)

1. はじめに

一般的に日本人は疲れをとるために好んで入浴を行っている[1)]。先行研究[2)]では、入浴（全身浴、ミストサウナ浴）によって身体的、精神的疲労が共に回復した。また、筋疲労に入浴が有効であるとする報告[3)]や、VDT(Visual Display Terminal)作業による疲労に入浴が有効であることも検証されている[4)]。近年、生活スタイルが多様化する中で、シャワー浴のみで入浴をすませる人も多い。しかし、シャワー浴による生理的影響について詳しい報告は少ない。

昨年度の先行研究[2)]ではシャワー浴、ミストサウナ浴、全身浴の 3 条件の実験であり、温熱効果が疲労回復の主要因と考えられた。しかしシャワーのみが持つ水圧（マッサージ）効果については不明であった。そこで本研究では、局所の筋疲労に注目し、局所シャワーと全身シャワー浴の違いを評価することを目的とした。

2. 方法

被験者は右利きの健康な男性 10 名を対象であった。

入浴条件は①コントロール（入浴無し）条件、②背面全身シャワー浴条件（以後全身シャワー）、③全身シャワー5 分、その後疲労部位の右上腕部に局所シャワー浴 5 分条件（以後局所シャワー）の 3 条件であった。

測定項目は筋電図、主観評価、皮膚温、直腸温であった。

被験者に椅坐位にて最大随意収縮力(MVC)の 30%(30%MVC)で肘関節 90° の等尺性屈曲を疲労困憊まで行わせ、上腕二頭筋を高強度の疲労状態にした。その後、各条件下で入浴を行った。疲労を伴う実験のため、同一被験者は1週間に1回の測定とした。

入浴前、入浴中、入浴後に 7 回、一定負荷 10%MVC のテスト収縮を行い、筋電図の平均周波数を測定した。MVC は各被験者で実験の 3 日以上前にあらかじめ測定しておいた。疲労タスクとテスト収縮は、MVC の値から30%と10%の値を算出しておき、被験者に提示した画面に目標ラインを用意しそのラインに合うように力を発揮してもらい、維持してさせた。力発揮の測定には電子握力計を用いた。

主観評価は疲労タスク直後、入浴直後、回復 10 分目、回復 20 分目に「腕が疲労している」が 100、「腕が疲労していない」が 0 の VAS 法で用紙に記入させた。

図 1. 主観評価記入用紙

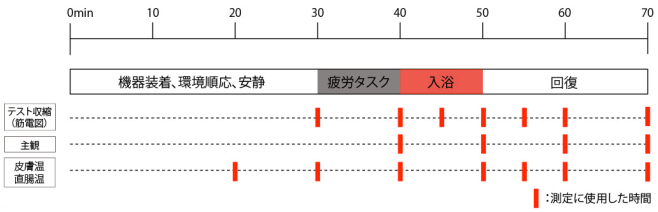


図 2. 実験プロトコル

筋電図の測定には Biopac systems, inc の MP150 データ集録システムを用い、サンプリング周波数 1000 Hz に設定した。

体温は Gram Corporation の LT-8 を用い 2 秒毎に測定し、1 分間ずつの平均値として算出された。平均皮膚温は Ramanathan の 4 点法に従って左上腕、左胸部、左大腿部、左下腿部にて測定し、算出した。今回左側を選んだ理由は局所シャワー条件でシャワーの湯温の影響を受けないようにするためである。

実験は前室と浴室から構成された実験室で行った。浴室で入浴直後までの測定を行い、その後、体を軽く拭いて前室に移動し回復期の測定を行った。なお、被験者は実験中水着のみを着用した。実験開始時は前室、浴室ともに気温 27℃に設定した。前室はその後も27℃を維持した。

シャワー温は 40℃に、流量は 10 L/min に設定した。

統計解析は、入浴条件と時間経過を要因とする二元配置反復測定分散分析を行い、有意性が認められた

場合には、多重比較検定としてBonferroni法を用いた。有意水準は5%未満を有意とした。

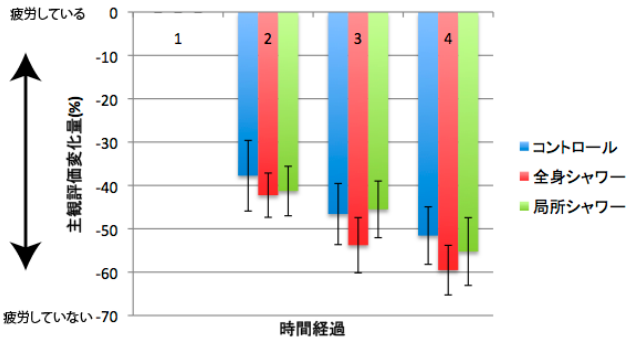
3. 結果

筋電図平均周波数変化量(疲労前を0として、その値からの変化量)、主観評価変化量(疲労直後を0として、その値からの変化量:図3)には入浴条件に主効果は認められず、時間経過と入浴条件の交互作用も認められなかった。

平均皮膚温変化量では、全身シャワー条件、局所シャワー条件、コントロール条件の順に有意に高かった(全て $p < 0.01$)。

直腸温変化量(図4)では全身シャワー条件と局所シャワー条件が有意にコントロール条件よりも高かった(全身シャワー条件とコントロール条件 $p < 0.01$、全身シャワー条件と局所シャワー条件 $p < 0.01$)。

図 3. 主観評価変化量



[1:疲労タスク直後、2:入浴直後、3:回復10分目、4:回復20分目]

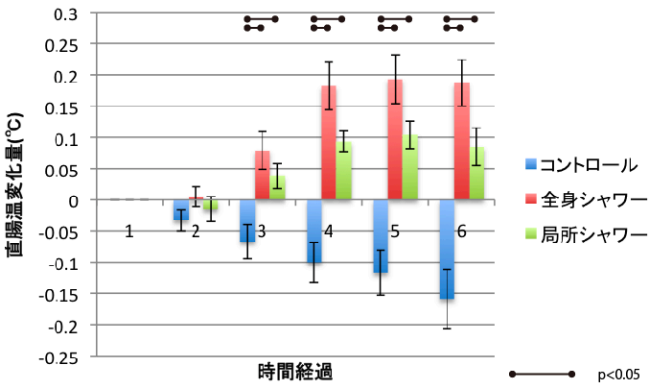


図 4. 直腸温変化量

[1:疲労タスク前、2:入浴 5 分時、3:入浴直後、4:回復5分目、5:回復10分目、6:回復20分目]

4. 考察

先行研究[2)]によると全身浴とミストサウナ浴で筋疲労の回復効果がみられ、温熱効果の影響が大きいことが示された。先行研究[2)]で明らかにされているように、シャワー浴には全身浴ほど温熱効果は期待できない。一方でシャワーを疲労部位にあてれば、シャワーによるマッサージ効果が期待できる。そのため本研究は、疲労部位への局所シャワー浴に高い筋疲労回復効果があると仮説を立てたが入浴条件の主効果は見られなかった。直腸温の結果から、深部体温は全身シャワー浴で最も大きな上昇をみせた。この結果は先行研究[2)]で述べられている、筋疲労回復には、シャワーのマッサージ効果よりも全身への温熱による効果の方が大きな影響を与えるということを支持した。

筋電図平均周波数変化量の面で入浴方法では、やはり全身浴やミストサウナ浴が効果的に深部体温を上昇させるため、身体的疲労回復に効果的であると言える。

筋疲労の回復には深部体温を上昇させることが重要であることがわかったが、シャワー浴は全身浴やミストサウナの様に身体を均等に温めることができない。しかし、近年の生活スタイルよりシャワー浴だけでも効果的に疲労回復効果を得たいものである。そのためには、シャワー浴がどのような疲労の回復に有効なのか、今後研究をする必要がある。

5. 参考文献

1) Hashiguchi et al. (2002) Effects of Room Temperature on Physiological and Subjective Responses during Whole-body Bathing, Half-body Bathing and Showering, Journal of PHYSIOLOGICAL ANTHROPOLOGY and Applied Human Science, vo1.21, No.6, pp 277-283.

2)石橋ほか, (2010) 種々の入浴法による疲労回復効果の比較, 日本生理人類学会誌 Vol.16,特別号(1), June 2011.

3)横山ほか, (2005) 温浴が僧帽筋の筋硬度と表面筋電図パワースペクトルに及ぼす影響,東海大学紀要開発工学部第15号, pp 71-77.

4)植竹ほか,(2002) 事象関連電位(ERP)を用いた入浴の精神疲労回復効果の評価, 人間工学 38 (2), pp 112-118.

[連絡先]
高橋佳佑
千葉大学工学部デザイン学科人間生活工学研究室
〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町1-33
e-mail：z8t0443@students.chiba-u.jp
Tel：043 (251) 1111（代表）

高齢者を対象としたユーザビリティ評価方法に関する国内の研究動向

○嶋田智和*, 大倉典子**
(*芝浦工業大学大学院理工学研究科, **芝浦工業大学工学部)

Report of recent researches on usability evaluation for elder people in Japan

Tomokazu Shimada*, Michiko Ohkura**
(*Graduate School of Engineering, Shibaura Institute of Technology
**College of Engineering, Shibaura Institute of Technology)

1. はじめに

国立社会保障・人工問題研究所の推計によると、高齢者人口は今後増加し続け、2050 年には日本人の 3 人に 1 人が 65 歳以上という超高齢社会になると予想される[1)]。

IT 機器、情報家電機器が普及する中、加齢に伴う知覚・認知・運動特性を明らかにするための研究がおこなわれた[2)]。しかし、高齢者を対象としたユーザビリティ評価に関しては、高齢者の特性が多様化し、一般化することが難しく、確立された評価方法がない。そこで国内を中心に高齢者を対象としたユーザビリティ評価方法に関する調査を行った。

本報告では、第 2 章でユーザビリティ評価項目の分類、第 3 章で評価指標について紹介する。

2. ユーザビリティ評価項目の分類

本調査では高齢者を対象とした先行研究から人工物、研究分野、ユーザビリティの三要素別にユーザビリティの評価項目に関する分類を行った。

2.1 人工物による分類

人工物による分類では、情報機器・家電、公共機器、公共設備・施設の 4 つに分類を行った。表1に人工物による分類を示す。

表 1 人工物の分類

分類	人工物
情報機器・家電	・携帯電話 （タッチパネル式、ボタン式） ・WEB ブラウザ　・車載機器 ・家電製品　　・ディスプレイ
公共機器	ATM
公共設備・施設	駅、階段
医療系	薬剤

2.2 研究分野による分類

ユーザビリティに関連する研究分野としてあげられる[3)]人間工学、認知工学、感性工学別に分類を行った。人間工学については、加齢に伴う身体機能と考慮事例[4)]から、さらに運動機能、視覚機能、聴覚機能、触覚機能に分類をした。表 2 に研究分野による分類を示す。

表 2 研究分野による分類

分類		評価項目（例）
人間工学	運動機能	・マウスの運動量/疲労度 ・タスク遂行時間/達成率/エラー率
	視覚機能	・階段の配色に関する視認性 ・薬剤表示の視認性
	聴覚機能	・音声ガイダンスの主観評価
	触覚機能	・携帯電話ボタンの感触評価
認知工学		・認知機能別の操作性・行動特性 ・薬剤表示の認識度評価
感性工学		・生体信号による心的負担の評価 ・「安全・安心」な空間評価 ・携帯電話の使いたさ評価

2.3 ユーザビリティの三要素による分類

ユーザ工学[3)]によりユーザビリティの三要素として定義された、操作性、認知性、快適性別に分類を行った。

2.4 クロス分類

ここでは、2.1 の人工物別による分類(表 1)と 2.2 の研究分野別による分類(表 2)を組み合せたクロス分類を行った。また、2.1 の人工物による分類(表 1)と 2.3 のユーザビリティの三要素を組み合わせたクロス分類も行った。クロス分類結果を以下にまとめる。

(1) 人工物別と研究分野別を組み合せたクロス分類

本分類結果から、高齢者を対象としたユーザビリティ評価では、人間工学、認知工学と比較して感性工学に関する研究事例が少ないことがわかった。特に医療系の人工物を対象とした感性工学に関する研究事例は見当たらなかった。

(2) 人工物別とユーザビリティ三要素によるクロス分類

本分類結果から、操作性、認知性と比較して、快適性に関する評価項目が少ないことがわかった。ATM を評価対象としている公共機器、薬剤を評価対象としている医療系についても同様に快適性に関する研究事例は見当たらなかった。

3. 評価指標

ここでは、2 章で挙げた評価項目を、パフォーマンス評価、アンケート、生体信号という評価指標別に分類した。

3.1 パフォーマンス評価

高齢者を対象としたパフォーマンス評価については、タスク遂行時間、達成率、タスク正解率、タスクエラー率が挙げられ、情報機器操作時の高齢者特性を調査する指標として多くの研究で用いられていた。また、これらは評価指標として単独で使用されたり、高齢者の加齢に伴う特性を明らかにするために、知覚・認知・運動能力と組み合せた評価にも用いられていた [5]。エラーについては、高齢者の特性である「エラー反復現象」を取り上げ、認知的側面からそのメカニズムを明らかにする研究も行われている [2]。

3.2 アンケート

アンケートは機器操作時における高齢者の心理的特性、機器に対する印象、高齢者の属性を知るため等に用いられている。その評価手法としては、形容詞対評価に用いられる SD 法、NASA-TLX による精神的負担を定量的に評価する手法などがある。例えば、自動車用表示ー操作システムにおいて、NASA-TLX に基づいて心的負担の側面から評価を行った研究事例がある [2]。

3.3 生体信号

生体信号については、高齢者を対象とした研究は数少ないが、高齢者の特性を調査するために、脈拍、呼吸、皮膚の電気信号、眼球運動、視線情報を用いた研究が行われている。その事例を以下に紹介する。

脈拍、呼吸、皮膚の電気活動の事例として、家電製品(炊飯器)利用時にエラーを犯した際、そのエラーによりどの程度のストレスを感じていたのかを客観的かつ定量的に評価した事例がある [6]。本事例では、生体信号に加え、視線(眼球運動)情報を用いてエラー行動に関する分析も行っている。

視線情報を用いた事例としては、視野的注意機能、特に有効視野特性に関する研究、高齢者の運動特性を補い、心的負担を低くする入力デバイスとして視線入力システムが有効であるかの研究が行われている [2]。

また、機器使用時のみではなく、公共施設である駅の案内表示のユーザビリティ評価に視線(目線)情報を用いた事例がある [7]。これは、視線カメラによって記録された映像から駅での高齢者の行動特性を認知機能的側面から調査・分析した事例である。

4. まとめ

本報告では、高齢者を対象としたユーザビリティ評価方法に関する先行研究の調査結果を報告した。調査結果から、高齢者を対象としたユーザビリティ評価では感性工学に研究事例が数少なく、特に、高齢者の不安要素に関する事例はあるが、「わくわくする」といったポジティブな感情に関する研究は行われていないことがわかった。

IT 機器については、使いたいが使いこなせないためあきらめてしまう高齢者も多く、IT 機器の恩恵を受けることができない高齢者のために、今後、更なるユーザビリティの改善と共に、高齢者のポジティブな感性を引き出す取り組みも、超高齢社会にとって重要であると考える。

5. 参考文献

1) 椎塚:高齢社会の諸問題--健康寿命の延伸にむけて(特集 高齢社会), 感性工学, 9(3), 131-139, 2011.
2) 三浦他:高齢者の情報通信機器操作等に関する心身の機能に関する基礎研究,「障害者・高齢者のコミュニケーション機能に関する基礎的研究 (代表:千葉大学 市川熹)」平成 16 年度～平成 18 年度科学研究費助成金 特別領域研究 研究成果報告書, 143-146, 2007.
3) 黒須, 伊東, 時津:ユーザ工学入門, 共立出版, 1999.
4) 岡田:高齢者の QOL を高めるユーザビリティデザインとその評価, 日本生理人類学会誌, 12(2), 71-74, 2007.
5) 高橋, 村田, 宗澤:高齢者に優しいウエブデザインのための基礎的研究, 人間工学, 44(1), 1-13, 2008.
6) 福田:高齢者にとってのハイテク家電の問題点:炊飯器利用時の行動・眼球運動・生体信号の分析に基づく考察, Keio SFC journal, 9(2), 51-62, 2009.
7) 北島他:高齢者を対象とした駅の案内表示ユーザビリティ調査, 人間工学, 44(3), 131-143, 2008.

[連絡先]
嶋田智和
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail : nb11104@shibaura-it.ac.jp
Fax : 03 (5859) 8501

事象関連電位を用いたドライバの減速意図計測

○岩瀬卓也*, 堀江亮太**, 近藤崇之***, 澤田東一**
(*芝浦工業大学大学院理工学研究科, **芝浦工業大学工学部, ***東京工業大学大学院総合理工学研究科)

Measuring event-related potentials while drivers were decelerating a car in a driving simulator
Takuya Iwase*, Ryota Horie**, Takayuki Kondoh***, Toichi Sawada**
(*Graduate School of Engineering, Shibaura Institute of Technology
** Colledge of Engineering, Shibaura Institute of Technology
*** Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering,
Tokyo Institute of Technology)

1. はじめに

これまでのドライバー自動車系研究では, 表出される運転行動を理解することでドライバに適した運転支援の開発が行われてきた [1]. しかし近年, それらの行動解析における知見の増加や生体計測機器の性能向上により, 人のより内的な認知過程の理解が可能になってきた. そこで本研究は, モーション式ドライビングシミュレータ(DS)運転時の事象関連電位(ERP)を測定し, 運転行動開始時の意図発生を脳波計測により検討する手法開発を目指した. DS, あるいは自動車の運転において, ドライバは車両に発生する加減速度に応じるように自ずと体勢制御をしている. 本研究は, DS の加速度提示に対する体勢制御が ERP に及ぼす影響を検討したのち, 減速行動時の減速意図を計測した.

2. 実験装置および方法

実験に用いる DS は, ヨー, ロール, ピッチの 3 軸まわりの運動と, 3 つのスクリーンで 135 度の視野を有する.

被験者は 20 代の運転免許保有者 11 名で, 事前にインフォームドコンセント(芝浦工業大学生命工学に関する倫理審査で承認)を得ている. 測定は各被験者の脳波(国際 10-20 法における C3, Cz, C4, F3, Fz, F4 の 6 点)と右ひざ関節部位の筋電位(EMG). および RAAA(the revision of aligned-artifact average procedure)(Croft and Barry, 2000)[2]に即した眼球周辺の筋電位 4 点を測定した. 測定機器にはデジテックス研究所製 Polymate AP216 を用い, データはいずれも 1000Hz でサンプリングする.

2.1 DS の加速度提示が ERP に及ぼす影響(実験 1)

被験者は高速道路を模擬した道路上でアクセルペダルを踏み込む, その後スピードメータ上部に設置された LED の発光後にアクセルペダルを開放し, ブレーキペダルを踏み込む. この動作を DS のモーション有/無の 2 条件で各被験者あたり 60 回繰り返す.

2.2 減速意図計測(実験 2)

被験者は高速道路を模擬した道路上を車速 100km/h で走行し, スピードメータ上部に設置された LED の発光に従って時速 80km/h まで減速する. これを, ブレーキを用いた減速(Brake 条件), エンジンブレーキのみの減速(No-Brake 条件)の 2 条件でそれぞれ 60 回繰り返す.

2.3 解析方法

各実験で得た脳波は, RAAA により EOG の影響を除去し, 30Hz のローパスフィルタに通した上で, 各実験における基準時間を中心として 1000ms から 2000ms までを切り出し加算平均する.

3. 実験結果および考察

図 1 および 2 にそれぞれの実験課題で得られた脳波を記す. 縦軸に電位, 横軸に時間をとっており, 基準時間 0ms は LED の発光タイミングとして加算平均した.

3.1 DS の加速度提示が運動準備電位に及ぼす影響

図 1 にモーション有無条件の脳波の時系列変化を示す. 図中実線がモーションなし(Without-Motion 条件), 点線がモーション有り(Motion 条件)である. 図 1 より, 各条件の傾向に大きな差はみられない. そこで, 各被験者の平均波形に対して 0ms から 500ms までの値を 10ms 毎に平均値を求め, 0V に対する有意変化の有無を対応の無い T 検定により検討した. その結果, Without-Motion 条件では 190ms から 330ms の範囲で有意な陰性変動が認められた($p<0.05$). Motion 条件では 190ms から 320ms の範囲で有意変動が認められた($p<0.05$). この結果から, DS 内における計測においてモーションの影響は微小であることが示唆された. また, この実験で被験者はアクセル及びブレーキの操作以外は行っておらず, 眼球運動および視聴覚刺激も与えていない. したがって, この誘発電位はアクセルペダルの解

放に関連して得られた運動準備電位(RP)と呼ばれる反応であると考えられる.

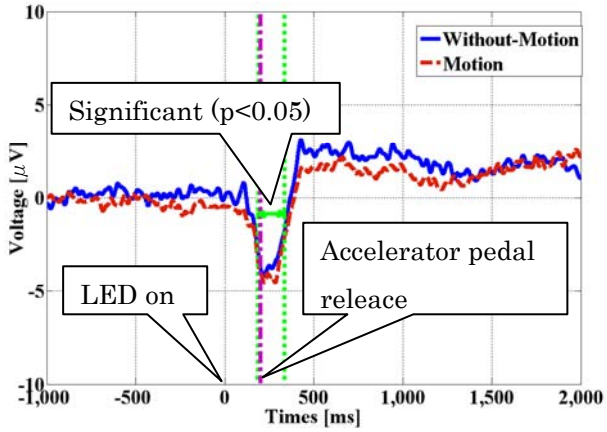


図 1. DS モーション有無による ERP の比較

3.2 減速意図計測

図 2 に Brake 条件(実線), No-Brake(点線)の脳波の時系列変化をそれぞれ示す. ただし, No-Brake 条件は Brake 条件に対して被験者数が 1 名少ない(10 名のデータ). 各条件の波形を比較すると, 傾向に大きな差はみられない. 3.1 と同じように対応の無い T 検定を 0ms から 500ms の範囲で行ったところ, Brake 条件 No-Brake 条件双方で 220ms から 410ms の範囲で有意変動が認められた(p<0.05). この結果から, ブレーキ操作の有無による減速に伴い誘発される脳波は同一のものである可能性が示唆される.

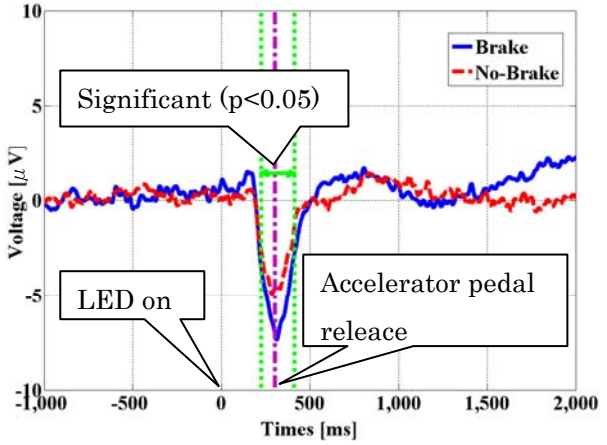


図 2. ブレーキ有無による ERP の比較

3.3 ブレーキペダル踏み込みに関連した ERP の検討

図 3 に Brake 条件での基準時間をブレーキ開始点に置いた場合の脳波を記す. これを見ると, ブレーキ開始点付近に ERP の陰性変動, および波形のピークは存在しない. また, 有意変動について対応の無い T 検定を行ったが, いずれの点でも有意変動は認められなかった. (p>0.1)さらに, 図左側の点線で囲まれた個所はアクセルペダルの解放が行われた時間であるため, ここで発生している陰性側への変動はアクセルペダル解放に起因するものであり, ブレーキペダルの踏み込みと関連があるとは考えにくい.

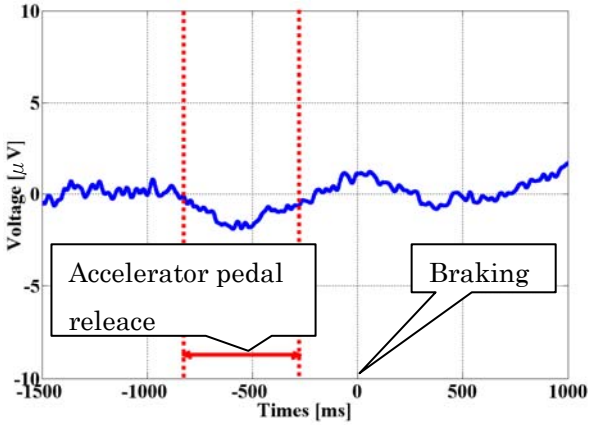


図 3. ブレーキを基準にした場合の脳波

以上より, 減速行動意図はブレーキ開始時よりも, アクセルペダルの解放時に発生している可能性が高いと考えられる.

4. おわりに

ドライバの減速行動意図推定のため, モーション式 DS で減速行動における ERP 計測が可能であることを確認した. さらに, 減速行動時の ERP はブレーキペダルの踏み込みに関連したものは発生せず, アクセルペダルの解放時に関連して現れるということがわかった. またその解釈として, 減速行動の意図に関して重要なのは, ブレーキの踏み込みではなく, アクセルペダルの解放動作であるという可能性 [3]が示唆された.

参考文献

1) 澤田 東一, 小口 泰平 : 車間距離制御における運転者の動作特性, 人間工学, 31 (6), 363-370, 1997.
2) R. Croft and R. Barry : Removal of ocular artifact from the EEG: a review , Clinical Neurophysiology, 30 (1), 5-19, 2000.
3) R.C. O'Reilly and M.J. Frank : Making Working Memory Work: a computational Model of Learning in the Prefrontal Cortex and Basal Ganglia , Neural Computation, 18 (2) , 283-328 , 2006.

[連絡先]
岩瀬卓也
芝浦工業大学大学院工学研究科
機械工学専攻ヒューマンマシンインタフェース研究室
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail : m410013@shibaura-it.ac.jp
Fax : 03(5859) 8078

生体信号を用いたドライバーディストラクションの指標の検討

○内海一真*, 懸川裕貴**, 大倉典子*
(*芝浦工業大学工学部, **芝浦工業大学大学院電気電子情報工学専攻)

Examination of Indexes for driver distraction using biosignals

Kazuma Uchiumi*, Yuki Kakegawa**,Michiko Ohkura
(*Colledge of Engineering, Shibaura Institute of Technology
**Graduate School of Engineering, Shibaura Institute of Technology)

1. 研究の背景と目的

自動車運転時の危険な要因の 1 つとして、ドライバーが運転に必要な行動以外の事柄に注意を向けてしまうこと(ドライバーディストラクション〈以下 D.D〉)による、運転に対する注意力や集中力の低下が挙げられる [1)]。漫然運転など、D.D が原因と考えられる違反は交通事故の人的要因の半数以上を占めている [2)]。つまり、D.D を減少させることで、運転の安全性の向上が期待できる。しかし、D.D にはドライバーの自覚がなく、外見上の変化が現れにくい。そこで、ドライバーの状態を連続して測定するために生体信号を用いることにした。だが、生体信号を用いた D.D の指標は確立されていない。そこで本研究では、生体信号を用いた D.D の指標を検討する。

2. 方法

2.1 生体信号の選定

先行研究 [3)]を参考に、測定する生体信号を表 1 のように選定した。

表 1. 測定する生体信号

生体信号	説明
電気皮膚抵抗	一過性の変化(GSR)は興奮、緊張の指標とされ、持続的な変化(GSL)は精神的負荷の指標とされる。[4)]
心拍	心拍数は緊張や不安の指標とされる。[5)]
脳波	周波数で 3 種類(α 波、β 波、θ 波)に分類され、それぞれの特徴からリラックスや集中の指標とされる。[6)]

2.2 実験の被験者

普通自動車運転免許を有している健康な 20 代男性 6 名に、事前に実験についての説明を行い、同意を得た上で、実験を行った。

2.3 実験環境

実験では、図1に示すのと同じ型の 6 軸の動揺機能を持つ駆動型のドライビングシミュレータ(以下 D.S)を用いた。ただし、本実験では D.S の動揺機能は使用しなかった。

皮膚電気抵抗の測定には BIOPAC Systems, Inc.製 BIOPAC Student Lab MP35 を使用し、脳波の測定には㈱脳力開発研究所製 Brain Builder Unit KSS-03、心拍の測定には㈱医療電子科学研究所製 RF-ECG を使用した。また、それらによる生体信号測定を行うため、被験者の額と左耳たぶ(脳波)、左胸(心拍)、左足の中指と薬指(電気皮膚抵抗)に、電極を装着した。

図 1. 実験で使用したのと同型の D.S
(http://www.honda.co.jp/news/2001/c010417b.html より転載)

2.4 実験方法

カーブを含む D.S のコース(1 走行約 3 分)の運転条件を表 2 の 8 種類用意し、それを運転タスクに設定した。また、運転以外の行動による生体信号の変化をとらえるため、カーラジオの操作を操作タスクに設定した。

実験の前に、被験者が十分に D.S での運転に慣れるまで、習熟運転を行った。その後、被験者に 8 種類の運転タスクを、被験者ごとに定められた順番で連続して各 1 回ずつ与えた。また、操作タスクは、全ての被験者の全ての運転タスク中に被験者に与えた。運転タスクの指示は、実験者の口頭による指示と D.S のスクリーンへの画像表示で行い、操作タスクの指示は実験者の口頭による指示のみで行った。習熟運転中及び実験中は常に生体信号を測定し、1 回目の運転タスクの前に 2 分間安静状態の生体信号を測定した。

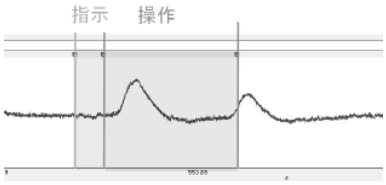
表 2. 与えた運転タスク

	前車追従なし		前車追従有り	
	中速	高速	中速	高速
昼	①	②	③	④
夜	⑤	⑥	⑦	⑧

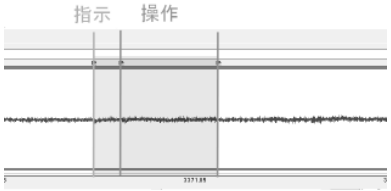
3. 実験結果及び考察

1 名の被験者において、生体信号測定機器の不具合が発生したため、そのデータを除外した。

皮膚電気抵抗の波形から、2 名の被験者にのみ、一過性の変化であるGSR が見られた。その2名に共通して、図 2-a のように運転タスク・操作タスクの開始直後と終了直後に GSR が見られたが、その後、各タスクの回数を重ねるにつれて図 2-b のように、出現が見られなくなった。この結果より、GSR は被験者の慣れを示している可能性を示している可能性がある。



a. 被験者:A 運転タスク 1 回目 操作タスク実行時



b. 被験者:A 運転タスク 4 回目 操作タスク実行時

図 2. 電気皮膚抵抗の原波形

心拍数の結果について昼、夜、追従あり、追従なし、低速、高速のそれぞれの場合について安静時との差の検定を行った結果、すべての場合について有意水準 5%で差があった。すなわち、安静状態より運転中の方が心拍数は下がることがわかった。この結果と、安静状態測定時の被験者の様子から、被験者はこのとき緊張していた可能性があることが示唆された。つまり、運転タスク開始前の 2 分間は被験者にとって本当に安静状態であったとは限らないといえる。

測定した脳波から、α波(8～14Hz)、β波(14Hz~24Hz) θ 波(4～8Hz)のパワースペクトルを算出し、全体のパワースペクトルにおけるそれぞれの割合を出現率とした。図 3 のように、運転時には、1 名の被験者を除いた全員が、安静時よりもα波の出現率が減少し、β波の出現率が増加していた(それぞれ有意水準 5%で差があった)。α波の出現率はリラックス時に、β波の出現率は集中時に多く出現するとされているため、被験者は運転時には安静時よりも集中しているといえる。

また、タスクごとの脳波の差分において、速度によるα波の出現率への影響が顕著に見られた。よって今回設定した条件と操作タスクのうち、速度の差が最も脳波に影響を与えた可能性があることが示唆された。

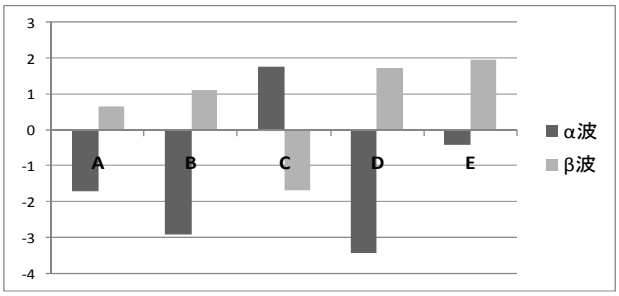


図 3. 運転時のα波及びβ波の安静時との差分

4. まとめ

今回は、ドライビングシミュレータの運転時において運転条件の違いや時間変化に伴う生体信号の変化を確認することができた。よって運転中のドライバーの精神状態を知る上で、生体信号の測定が有効であるということは確認された。しかし、各被験者のすべての運転タスクを通じて、操作タスクによる生体信号の変化を検出することはできなかった。

今後は、操作タスクによるドライバーの精神状態の変化を検出するために、運転タスクと操作タスクの関係についての再検討と、安静時の生体信号の測定方法について再検討して実験を行い、それらの結果から D.D の生理指標の検討を行っていく。

5. 参考文献

1) Ranney, T., et al.: NHTSA Driver Distraction Research: Past, Present, and Future, NHTSA, 2000
2) 交通事故総合分析センター:交通統計平成 21 年度版, 2009
3) 青砥哲朗他:生体信号を利用したわくわくするシステムの開発と評価, 電子情報通信学会技術研究報告, HIP, ヒューマン情報処理, vol.109, No.28, pp.55-58, 2009
4) 産業技術総合研究所人間福祉医工学研究部門編: 人間計測ハンドブック, 朝倉書, 2003
5) 大須賀恵美子:インタフェースと生理計測 心的状態の指標としての心拍・心拍変動, ヒューマンインタフェース学会誌, Vol.6, No.1, pp.9-14, 2004
6) 萩原啓:生理実験入門(全 4 回)第 3 回 脳機能生理指標の計測, ヒューマンインタフェース学会誌, Vol.7, No.3, pp.45-50 , 2005

[連絡先]
内海 一真
芝浦工業大学工学部情報工学科
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：l08017@shibaura-it.ac.jp
Tel：03 (5859) 8509
Fax：03 (5859) 8501（学科共通）

高齢ドライバーの交通事故類型の年齢別傾向分析

○粂田佳奈*，北村憲康*，山田純嗣**，立山義祐**，野寄純平**，小木哲朗**，西村秀和**
（*東京海上日動リスクコンサルティング株式会社，
**慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科）

Age trend analysis of elderly driver's accident types

Knan Kumeta*, Noriyasu Kitamura*, Junji Yamada**, Junpei Noyori**, Yoshisuke Tateyama**, Tetsuro Ogi**, Hidekazu Nishimura**
(*Tokio Marine & Nichido Risk Consulting Co., Ltd.
**Graduate school of system design and management, Keio University)

1. はじめに

自動車運転免許人口の高齢化に伴い高齢ドライバー事故の増加が社会的課題となっている[1)]。本研究では、生活必需として運転をする高齢者に対してトレーニングを実施する事により安全運転を維持し、安全な交通社会の創造に貢献することを目的として、高齢ドライバーのトレーニング手法の検討を行っている。

本稿は、トレーニング手法を検討するにあたり、高齢ドライバーに多発している事故類型を把握し、高齢ドライバー特有の交通事故発生要因特定の検討材料とするため、高齢ドライバーの事故類型の年齢別傾向分析を行った。

既存の統計データ[2)3)]においては、図1(参考文献 3)のデータに基づき筆者が作成)のような事故類型を用いた統計が行われている。

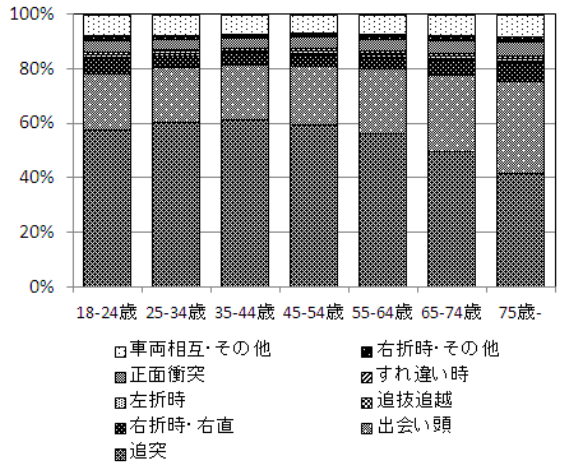


図 1. 年齢層別四輪車同士の事故類型割合（既存データ）

ここから、高齢になるにしたがい出会い頭事故の割合が増え、一方で追突事故が減っていることがわかる。ただし、事故が発生した場所や自車がどのような行動をしているときに事故が発生したのかまでを把握はできない。たとえば、「左折時」の事故は、自車または相手車のどちらかが左折をしていたときに発生した事故を示し、事故発生場所の信号や一時停止表示の有無等は把握できない。

高齢ドライバーのトレーニング手法を検討するにあたっては、さらに詳しく事故が多発している交通環境や行動を特定することが必要だと考えられる。

そこで、本稿では任意の保険会社の保険事故のデータを用いて、高齢ドライバーの交通事故類型の特徴分析を行った。交通事故類型の分類は、別冊判例タイムズ第十六号[4)]の図番号（以下、判タ図番号）にもとづいて登録されている事故発生状況に着目して行った。

2. 分析データ

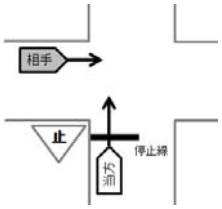
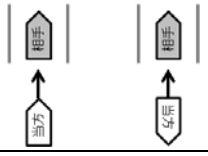
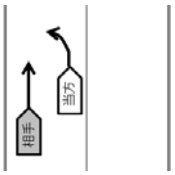
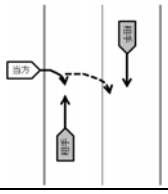
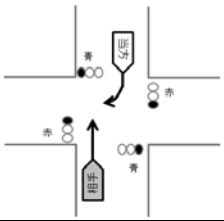
保険会社の保険事故のデータのうち、事故の発生状況が判タ図番号に基づいて登録されたデータを対象に分析を行った。データの対象期間は、2010 年度に保険金の支払いが完了した事故である。まず、既存データと同様の分類で年齢層別の事故類型を把握し、既存データと比較して大きな差がないことを確認した上で、分析を行った。

3.分析結果

保険事故データを分析した結果、65 歳以上の高齢ドライバーに多い事故は表1の通りであった。表1中の【】内の数字は判タ図番号を示し A・B は自車が図中のどちらかを示す。「割合」は高齢ドライバーの事故件数に占める割合を示す。「増減」の欄には加齢に伴う事故割合の増減傾向を示した。

高齢になるにしたがい、【57B】【900A】【106B】【100B】【60B】の事故は増加し、【920A】【920B】【107A】【57A】の事故は減少している。特に、【57B】【106B】【60B】と類似した場面での高齢ドライバーの挙動や意識については以下のような調査結果がある。

表1　高齢ドライバーの頻出事故

No.	交通事故状況	割合	増減
1	【920A】追突事故（自車前方）	17%	減↓
2	【57B】交差点における***直進車同士***の***出会い頭事故*** 信号機により交通整理の行われていない交差点 ***自車に一時停止の規制***がある場合 	6.7%	**増↑**
3	【920B】追突事故（自車後方）	5.2%	減↓
4	【107A】同一方向に進行する車両同士の事故 追突事故（被追突車に法 24 条違反がある場合） 自車が追突車	4.3%	減↓
5	【900A】***敷地内***での駐車車両との追突・逆突事故 	4.0%	**増↑**
6	【57A】交差点における直進車同士の***出会い頭事故*** 信号機により交通整理の行われていない交差点 他方に一時停止の規制がある場合	3.1%	減↓
7	【106B】同一方向に進行する車両同士の事故 進路変更車と後続直進車との事故 自車が***進路変更車*** 相手が直進車 	2.6%	**増↑**
8	【960A】道路側壁との接触	2.4%	→
9	【100B】道路外出入車と直進車との事故 路外から道路に進入するための右折する場合 自車が***路外から右***折する車　相手が直進車 	2.3%	**増↑**
10	【60B】交差点における右折車と直進車との事故 同一道路を対向方向から進入した場合 直進車・右折車ともに青信号で進入した場合 自車が***右折車*** 相手が直進車 	2.0%	**増↑**

【57B】のような信号機のない交差点を非優先道路から通過する場合を調べた結果によると[5]、高齢層と青年層が停止、徐行せずに交差点を通過する割合同程度であり、中年層に比べて約 2 倍高かった。このような場面で高齢になるにしたがって一時停止しない傾向が事故増加につながっていると推測できる。【106B】が増加している背景としては、高齢者は非高齢者と比較して「車線変更などの後方確認は、ミラーだけでは死角ができるので振り返って目視も行う」という意識が低い[6]ことが影響していると考えられる。【60B】と類似した場面において、高齢ドライバーに対向車を走ってくる2台の車間距離をみて右折可能であるかの判断をさせた実験においては、対向車のスピードが高くなると同じ車頭間隔でも余裕があると判断しがちだという結果が出ており[7]、相手のスピード感、距離感の推測能力が低下していることが事故増加に影響していると推測できる。

このように、高齢者の事故の原因には判断能力の低下や危険認識の低下が影響していることが考えられる。

4.まとめ

本稿では、保険会社の保険事故データを用いて、高齢ドライバーにおいて多発・増加している事故類型の特定を行いその増加の背景にある要因の検討を行った。

今後は高齢になるにしたがい増加傾向のある事故類型をターゲットとしてトレーニング手法の検討をおこなっていく予定である。

参考文献

1)北村憲康，安全運転寿命，企業開発センター，2009.
2)財団法人自動車事故総合分析センター，高齢者の四輪運転中の事故～その推移と特徴～，イタルダ・インフォメーション，68，8-9，2007.
3)警察庁交通局，平成 22 年中の交通事故発生状況，2011.
4)東京地裁民事交通訴訟研究会編，別冊判例タイムズ第十六号(全訂四版)，2004.
5)橋本博・細川崇・平松真知子・新田茂樹・吉田傑(2010)．高齢運転者の交差点通過時の運転行動実態把握，自動車技術会論文集，41(2)，527-532
6)佐藤稔久・赤松幹之・岩崎あゆ子・今泉裕史・醍醐英治(2007)．認知的・身体的機能の変化に適応した高齢ドライバーの対処行動の分析，自動車技術会論文集，38(4)，209-214
7)社団法人自動車技術会(2005)．高齢者運転適性ハンドブック

[連絡先]
粂田佳奈
東京海上日動リスクコンサルティング株式会社
〒100-0005 東京都千代田区丸の内 1-2-1
e-mail：kana.kumeta@tokiorisk.co.jp
Fax：03 (5288)6628

顔を用いた入力インタフェースの新たな利用法の提案

○大橋照明、西内信之
（首都大学東京大学院システムデザイン研究科）

The proposal of new use of the input interface using a face

Teruaki Ohashi,Nobuyuki Nishiuchi
(Graduate School of Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

近年、パソコンの性能やネット環境が進化したことで、パソコンを長時間使用する人が増加した。そのため頸肩腕症候群（以下、マウス症候群と記す）になる患者数も上昇している。マウス症候群とは要因別に大きく2つに分類できる。1つはマウスを使うことによる手や腕などの負担による問題である。クリックやカーソル移動を頻繁に反復することで、腱鞘炎などの症状を起こす。もう1つはマウス使用に伴う身体の軸の崩れによる問題である。マウスを利き手だけで使用することにより、身体の軸が崩れ神経や血管が圧迫、または不自然に伸びてしまう。その結果、頭痛、腰痛、目の疲れ、胃痛など全身へ様々な症状を引き起こす。このようにマウス症候群は手や腕だけでなく全身に症状が出てしまう。そこで様々なマウス症候群の対策マウスやグッズが開発、研究されてきているが、その多くが手のみでの操作が前提となっており、根本的に手への負担が軽減されていない。

そこで本研究では、顔を用いた入力インタフェースを提案し、手への負担を減らしマウス症候群への対策にすることを目的とする。

2. 顔を用いた入力インタフェース

顔を用いた入力インタフェースに関する研究は、近年盛んに行われている。視線や顔の向き、鼻や唇など様々な部位が使用されている。

入力インタフェースを日常的に使用するためには、以下の条件が重要となってくる。

・簡易性：ユーザの個人特性や誤差を補正するための作業（個人キャリブレーション）が不必要
・柔軟性：照明条件、発汗、眼鏡、コンタクトレンズの装着など、環境、状況が変化しても高い視線測定精度の保持
・自由性：ユーザは特殊な装置を装着する必要がなく、頭部の固定もない。マウス操作との併用可

健常者が対象となる本研究では、上記の条件を満たすため、カーソル制御を顔の向き、クリック動作に瞬きを用いることにした。また、簡易性を高めるため、補助アプリケーションの提案も行う。

3.研究方法

3.1 顔の向きを用いたカーソル制御

顔の特徴点三点の三次元空間での座標より顔の向きの角度を算出した。

求めた角度を用い、ディスプレイの中心点を見た時を、基準値として角度の差を求め、ディスプレ上のカーソルの動きと対応させた。

3.2 瞬きを用いたクリック動作

瞬き判定として、目の瞼間の距離を用いることにした。具体的には、上瞼と下瞼の一番距離の離れた部分の距離を用いた。この時、顔の傾きに沿って目の領域の探索範囲も傾けることで回旋時の補正、顔の角度を用い補正を加えることで伸展、屈曲時も計測可能とした。

3.3 提案する補助アプリケーション

提案する補助アプリケーションの機能として、三つを検証する。（以下に挙げる(1)と(2)は同時に使用しないものとする。）

(1)拡大表示機能

従来、顔を用いたポインティング操作では、視線や顔の向き等いずれの部位を用いても、計測誤差や微小の動きによる扱いづらさからくるユーザのストレスが懸念とされている。そこで、計測誤差や微小の動きをフォローできるサイズまで目的箇所を拡大表示ウィンドウに拡大表示することでユーザのストレスの軽減を目指す。

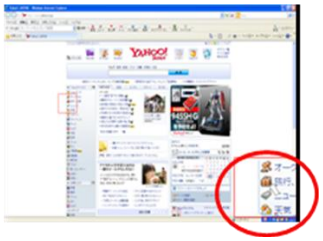


図１　拡大表示機能

(2)マウス併用機能

ポインティングの大まかな位置を顔の向きで決定し、最終的に手の動きで正確な位置を決定することで、操作にかかる時間短縮を目的とする。

(3)クリック動作の効率化

従来、瞬きをクリック動作として用いる際、周期性瞬きと意識性瞬きを目の閉じている時間で区別してきた。しかし、この方法ではクリック動作に時間がかかってしまう。そこで、拡大表示機能を用いる場合は、拡大表示ウィンドウ内で行われた瞬きをクリック動作、それ以外で行われた瞬きはすべて拡大表示ウインドウに目的箇所周辺を拡大表示する。マウス併用機能を用いる場合は、カーソル移動が行われ停止してからの数秒以内を意識的瞬きとし、それ以外を周期的瞬きとすることにした。

4. システム評価実験

システム評価実験として以下の三つを行った。

(1)瞬きのしやすさ評価実験

(2)顔の向き検出実験

(3)補助アプリケーション評価実験

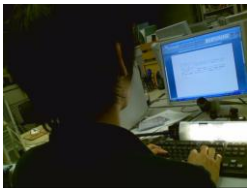
本要旨では、(1)の詳細について述べる。

4.1 実験目的

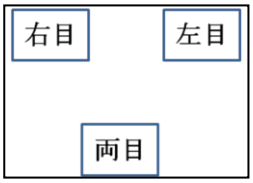
両目、右目のみ、左目のみの瞬きのしやすさを評価し、どのクリック動作にどの瞬きを対応させるか決定する。

4.2 実験方法

被験者は 21 歳から 26 歳までの男女 10 名で行った。被験者にはディスプレイ上に表示される「右目」「左目」「両目」のボタン上にカーソルを移動してもらい、その後そのボタンに書かれた目の瞬きをしてもらう。それぞれの瞬きを 5 回行なってもらう。



(a)実験環境



(b)実験画面に表示されるボタン

図 2 実験風景

ボタン上にカーソルが移動してから、指示した目の瞬きを終えるまでの時間とアンケートにより評価を行った。

アンケート内容は、「利き目」、「疲労度」、「しやすさ」、「実際に瞬きをクリック動作に使うとしたらどのような組み合わせがよいか」を聞いた。

4.3 実験結果

表 1 はある被験者の実験結果である。ボタン上にカーソルが移動してから、指示された目の瞬きが行われるまでにかかった時間の平均と標準偏差である。

表 1 カーソル移動後から瞬きにかかった時間の平均と標準偏差(単位 msec)

	平均	標準偏差
両目	293.8	43.2
右目	228.4	118.0
左目	368.8	176.8

表 1 の結果同様、ほとんどの被験者が片目の瞬きに対し、両目の瞬きのほうが標準偏差が小さく安定して使えると考えられる。 また、アンケート結果からも、両目の瞬きのしやすさが見て取れた。

4.4 考察

普段私たちは、周期性瞬きや反射性瞬きで両目の瞬きは行なっているが、片目の瞬きをする機会は非常に少ない。そのため片目のみの瞬きに比べ、両目の瞬きのほうがしやすいという結果が得られたと考えられる。

そこで、本研究では一番使用頻度の高い左クリックに両目の瞬きを対応させることにした。

5. まとめ

本研究では、顔を用いた入力インタフェースと補助アプリケーションの提案をし、評価実験を行った。本要旨では、瞬きのしやすさ評価実験をまとめた。瞬きのしやすさは両目がしやすいという結果が得られ、使用頻度の高い左クリックに両目の瞬きを採用した。

補助アプリケーションに関する評価実験に関しては、口頭発表で述べる。

6.参考文献

1) 大和正武,門田暁人,松本健一,井上克郎,鳥居宏次:一般的な GUI に適した視線・マウス併用型ターゲット選択方式,情報処理学会論文誌,Vol.42,No.6,pp.1320-1329(2001).

2) 大野健彦,武川直樹,吉川厚:眼球形状に基づく視線測定システム,情報処理学会研究報告,2001-Hl-93, pp.47-54(2001).

[連絡先]
大橋照明
首都大学東京大学院西内研究室
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail : ohashi-teruaki@sd.tmu.ac.jp
Fax : 042-585-8620(西内研究室)

体温分布を用いた個人認証の研究

○鈴木真璃子，西内信之
（首都大学東京大学院　システムデザイン研究科）

Study on Personal Identification Using Body Temperature

Mariko　Suzuki,　Nobuyuki Nishiuchi
(*Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

近年、人間の身体的特徴を用いて個人を認証するバイオメトリック認証が様々な場所で利用されている。体の一部で認証でき利用者の負担が少ないことなど便利な点は数多くあるが、その一方で生体情報の偽造・盗難の恐れがあることが指摘されている。

そこで体温分布を模した人工物を作成することが極めて困難であることから、本研究では、なりすましに対して頑強な体温分布を用いた個人認証システムを提案する。具体的には、赤外線サーモグラフィを用いて手部の体温分布を取得し、登録してあるデータと比較することで認証するものである。体温分布を認証に用いる場合、様々な状況での体温変化が大きな問題となる。本研究ではまずは、安静時と運動後に体温が上昇したときの体温分布が認証に利用可能かどうかの検証を行った。

この認証システムは継続的な認証システムとしての利用が考えられ、応用場面として、例えばコンピュータのログイン時に加えて、コンピュータ操作時も連続的に認証ができる。操作時に正規ユーザ以外の人物が入れ替わった場合にパソコンを使用できなくすることが可能となる。

2. 体温分布を用いた個人認証システム

2.1　ハードウェア構成

体温分布の画像取得には NEC 製の Advanced Thermo TVS-500EX を用いた。図1が実験風景である。被験者の手部を赤外線サーモグラフィで撮影し実際に取得した画像が図2である。

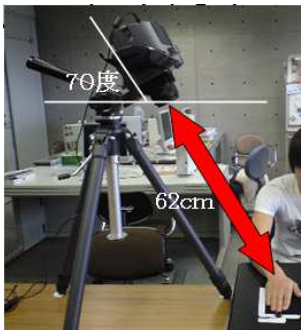


図1　実験風景

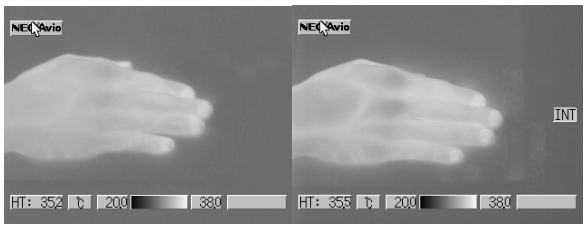


図2　被験者 A の体温分布（左：安静時　右：運動後）

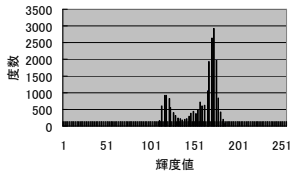
図2の左の画像は被験者の安静時の体温分布と30秒間運動を行ってもらい10分後に取得した画像であり、体温が高いほど白く表示される。測定温度範囲は冷え性や熱がある場合を考慮して 20～38℃とした。

2.2　照合アルゴリズム

本研究では3種類の照合方法（Ⅰ～Ⅲ）を検証した。各照合方法の詳細を以下で述べる。

1）照合方法Ⅰについて

取得画像の輝度値のヒストグラムを求め（図3）、輝度値の正規化を行い（図4）、包絡線（与えられた曲線と接線を共有する曲線）の形状を照合する。被験者ごとに度数が異なるため、各度数を最高度数で割って度数の正規化も行う。図5は図4の度数の正規化を行い、包絡線として表したグラフであり、これを最終的に照合に用いている。なお照合では相関係数を用いた。



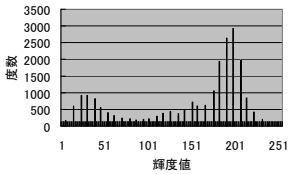


図3　輝度値のヒストグラム　図4　輝度値の正規化

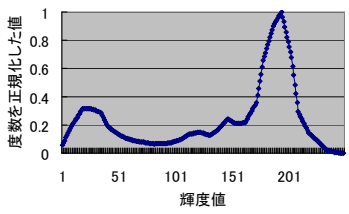


図5　度数を正規化した包絡線

2）照合方法Ⅱについて

増分符号相関法を用いて照合する。取得画像の輝度値を1と0の画像に変換し相関係数を求める。まずテンプレートの画像列 G=$\{g_n\}_{n=1,2,\cdots N+1}$ に対応する長さ N のビット列 B=$\{b_n\}_{n=1,2,\cdots N+1}$ を作成する。

$$b_n=\begin{cases}1(g_{n+1}>g_n)\\0(g_{n+1}<g_n)\end{cases} \quad \cdots(1)$$

これと照合すべき部分画像の画素列 G'=$\{g'_n\}$ とビット列 B'=$\{b'_n\}$ を同様に定義する。このとき増分符号相関 r_{isc} を双方のビット列のビット"1"同士及びビット"0"同士の一致の割合として次式で定義する。

$$r_{isc}=\frac{1}{N}\sum_{n=1}^{n}\{b_n\cdot b'_n+(1-b_n)\cdot(1-b'_n)\} \quad \cdots(2)$$

3）照合方法Ⅲについて

正規化相関法を用いて照合する。横方向は指先から200 画素、縦方向は各被験者の手の大きさとしてテンプレートを作成する。照合用画像に対してテンプレート画像を走査させ式(3)より最も相関係数 r が高いところを算出する。(x,y は各画像の輝度値)

$$r=\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2}} \quad \cdots(3)$$

3. 認証精度の評価実験

3.1 実験方法

提案したアルゴリズムで個人を識別できるかどうか検証するために認証実験を行った。被験者は健常な20代男女5名（男性3名、女性2名）である。室内の温度が28度のとき、次の 2 条件で体温分布の画像を取得した。

a)安静時の状態

b)運動後の状態

運動後の状態については 30 秒間かけあしを行い、体温上昇が安定する 10 分後の状態としている。得られたデータを用いて、各照合方法で認証を行う。

3.2 実験結果及び考察

表 1 は各照合方法の EER（Equal Error Rate）をまとめたものである。ERR とは FRR（False Rejection Rate：本人拒否率）と FAR（False Acceptance Rate：他人受入率）が等しい値のことであり、値が小さいほど精度が良いと言える。照合方法Ⅰ（包絡線）の安静時の場合、100試行中40試行程度の正規ユーザの拒否・他者を正規ユーザとして受け入れてしまっている。結果を比較してみると照合方法Ⅰ（包絡線）が最も精度が悪く、照合方法Ⅲ（正規化相関法）が最も精度が良いことが分かる。

表1 各照合方法と EER の結果

	安静時	運動後
照合方法Ⅰ（包絡線の照合）	0.4	0.4
照合方法Ⅱ（増分符号相関法）	0	0.28
照合方法Ⅲ（正規化相関法）	0	0

照合方法Ⅰ（包絡線）の結果から体温分布のヒストグラムの形状は本人同士だけでなく、他人とも似ているため個人を識別できないことが分かった。また、照合方法Ⅱ（増分符号相関法）、照合方法Ⅲ（正規化相関法）は体温分布に加え位置情報も含まれるので照合方法Ⅰより認証精度が上がったと考えられる。

4. まとめ

本研究では体温分布を個人認証に用いることを提案した。体温分布が利用可能かどうか3つの照合方法を検証した。実験結果から照合には正規化相関法を用いると個人を識別できることが分かった。

今後の課題として被験者数を増やして実験を行うことと、テンプレート画像が盗難された場合を想定して、画像にハッシュ値を用いるなど更なるセキュリティの強化を行う必要がある。

5. 参考文献

1) 村瀬一朗,金子俊一,五十嵐悟,「増分符号相関法による画像照合」,精密工学会,vol.66, No2,pp.261-265 , 2000.

2)二宮裕貴, 村上和人,「サーモビジョンを用いた人物検出」, ITE Technical Report, vol.33, No.54, pp.41-44, 2009.

3) 武藤紀久,宮本教雄,「運動負荷による四肢末梢皮膚温の変化」,日本体育学会,vol.39,p.740,1988.

[連絡先]

鈴木真璃子

首都大学東京大学院 西内研究室

〒191-0065 東京都日野市旭丘 6-6

e-mail：D40_suzuki-mariko1@sd.tmu.ac.jp

Fax：042-585-8620(西内研究室宛)

運動とそのイメージの左右差における脳波電位分布とNIRS(近赤外分光法)データの比較

○西間木孝*, 癸生川容仁**, 齋藤泰彦**, 萬代 宰**, 小林敏孝**, 荒川一成**
(*足利工業大学大学院, **足利工業大学工学部)

A comparison between EEG and NIRS data on the laterality of motor image

Takashi Nishimagi*, Yoji kebukawa**, Yasuhiko Saito**, Osamu Mandai**,
Toshinori Kobayashi**, Kazushige Arakawa**
(*Graduate School of Engineering, Ashikaga Institute of Technology
**Colledge of Engineering, Ashikaga Institute of Technology)

1. はじめに

脳波を用いたBCI(Brain Computer Interface)の研究は盛んに行われている[1,2]。脳波を利用してコンピュータ上のマウスポインタなどの操作を行うにはその行動が脳波でどう出現するかを同定する必要がある。

脳活動を測定する方法としては脳波のほかにNIRS(近赤外分光法)という方法がある。これは頭皮に近赤外光を当て脳血流中のヘモグロビンの変化を計測するものである。NIRSで測定するヘモグロビン変化は酸素化ヘモグロビン(oxyHb),脱酸素化ヘモグロビン(deoxyHb)でこの濃度変化量を計測する。

NIRSによる測定は低速のためリアルタイムのBCIには向かないが,脳が活動した際にヘモグロビンの変化量により活発に活動している部位がわかる。

本研究では脳波計測で得られた電位分布とNIRS脳計測装置を用いて脳血流の活動を計測した結果を比較検討することで脳波の電位分布がその行動で示す脳の活動とどのような対応関係にあるのかを脳波とは別のNIRSによる検討を試みた。

2. 計測方法

2.1 マウス操作による脳波とNIRS(脳血流)の計測

被験者は健康な21~22歳の右利き男性3名で,平静な環境で快適なリクライニングシートに座った状態でリラックスしてもらう。被験者には右手でマウスを操作してもらい,パソコンのモニターに表示された表示画面に従って線を引く。線を引くタイミングは5~7sのランダムな間隔で音(1000Hz,70db)をスピーカーから呈示し計40回行った。

課題は「右手でマウスをドラッグし線を左から右へ引いく」,「右手でマウスをドラッグし線を右から左へ引く」,「何もせずにマウスを左クリック」の3パターンを脳波とNIRSの計測方法で個々に行った。

脳波の計測には10/20脳波用電極キャップを使用し,NIRS計測機器はFOIRE-3000(島津製作所製 研究用光脳機能イメージング装置)を使用した。計測位置はNIRSの場合,頭頂部の運動野である。各計測で得られたデータの内NIRSはベースラインをマウスドラッグの直後に設定し,ベースラインの前-100ms,後4500msの範囲に対し,40回の加算平均をとったものから「何もせずにマウスを左クリック」した加算データを減算してクリックによる指の動作をデータから引きマッピング処理した。脳波においてはベースラインより秒単位で遅い時間以降に関しては意味がないと思われるのでマウスクリック時をベースラインに前-100ms,後ろ1000msとしNIRSと同じように加算平均を求めマッピングした。

比較はNIRSがベースラインより4000ms~4400msと脳波200ms~500msについて行った。この比較対象時間の差が脳血流変化については脳波の電位変化より格段に遅いと考えられたためで,比較対象時間はNIRSを遅めに設定することにした[3]。

2.2 腕の上げ下げによる脳血流の変化

マウス操作によるNIRS計測では,マウス操作の動作が小さいため脳活動に伴う現象の発生も小さい可能性が考えられた。確認のため腕を上げて下げる大きな動作を右腕と左腕で行いその時の脳血流の状態を計測した。課題は手に親指で押すボタンを持たせ「右腕を上げて下げる」「左腕を上げて下げる」「なにもしない」の3パターンで腕を上げたタイミングを確認できるようにするため被験者には手を挙げる瞬間にボタンを押すよう指示した。腕をあげるタイミングは40回,5~7sの間隔で音の呈示で行ってもらい,「なのもしない」のタスクに関しては上げ下げと同条件のタイミングでボタンを押す動作のみをしてもらった。

これにより得られたデータに関してもマウス操作時のNIRSデータ解析と同様に加算平均をとりマッピング処理をしたものを検討した。対象時間はベースラインより

4000ms～4400ms とした。

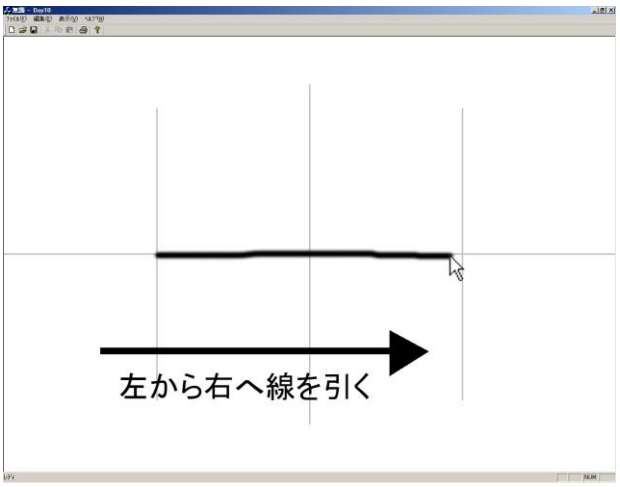


図 1．マウス操作画面

3. 結果

マウス操作を行って取得した脳波は,マウスを左から右に引いたときに左側に陰性電位の反応が大きくあり,右から左に引いたときには右側の反応が大きかった(図 2)。

これに対し NIRS では脳波のように顕著に左右どちらかに分かれるということはなく全体的に点在するマッピング結果になった(図 3)。同様に大きな動きとして NIRS の計測で行った腕の上げ下げの結果でも反応部位の広がりは大きかったが顕著な左右の偏りは起きていなかった（図 4)。

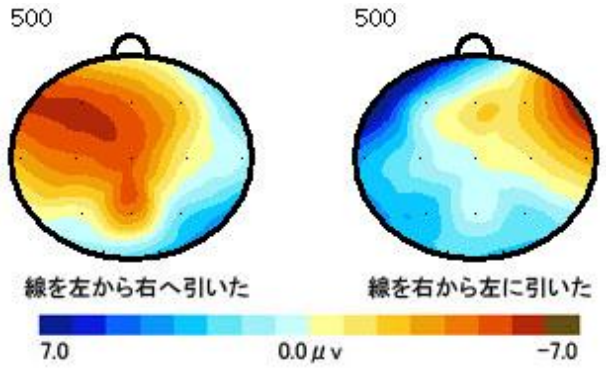


図 2. マウス操作時の脳波電位分布(500m)

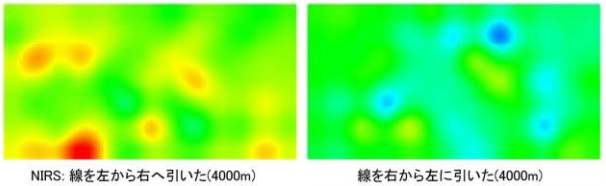


図 3. マウス操作時の NIRS(oxyHb)マッピング

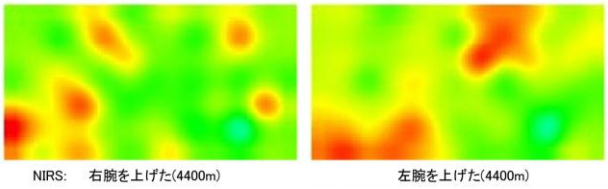


図 4. 右腕と左腕の NIRS 比較

4. 考察

マウス操作での NIRS の結果では顕著な左右の偏りは確認できなかったが酸素化ヘモグロビン(oxyHb)の濃度がマウスで線を左から右へ引いたものと右から左に引いたものでは異なることが確認できた。左から右に引いたものは酸素化ヘモグロビン(oxyHb)の増加を示す赤色に,右から左に引いたものはその減少を示す青色になっている(図 3)。脳波のマッピングでも右から左に引いたものは左側の陽性電位が大きいものになっているのでこれらに何らかの関係性があるのではないかと考えられる。

5. 参考文献

1) Wolpaw, J. R. and D. J. McFarland. 2004.Control of a tow-dimensional movement signal by a noninvasive brain-computer interface in humans. Proceedings of the National Academy of Science of the United of America 101(51):17849-17854.

2) Benjamin Blankertz, Florian Losch, Matthias Krauledat, Guido Dornhege, Gabriel Curio, Klaus-Robert Müller 2008. The Berlin Brain-Computer Interface: Accurate performance from first-session in BCI-naïve subjects IEEE Transactions on biomedical engineering

3) Siamac Fazli, Jan Mehnert, Jens Steinbrink, Gabriel Curio, Arno Villringer, Klaus-Robert Müller, Benjamin Blankertz. Enhanced performance by a hybrid NIRS–EEG brain computer interface NeuroImage 59 (2012) 519–529

[連絡先]
西間木孝
足利工業大学　大学院 システム情報工学専攻
〒326-8558 栃木県足利市大前町 268
e-mail：g11507nt@mail.ashitech.ac.jp
Fax：0284 (64) 1701（システム情報工学科）

半座位における体幹部の姿勢の違いが心血管調節機能に及ぼす影響

○窪田聡*，遠藤豊*，窪田光枝*，古館卓也*，石塚祐資*，山本澄子**
（*国際医療福祉大学小田原保健医療学部，**国際医療福祉大学大学院）

Effect of differences of torso posture during semi-upright sitting positions in the cardiovascular regulation

Satoshi Kubota*, Yutaka Endo*, Mitsue Kubota*, Sumiko Yamamoto**
(*School of Nursing and Rehabilitation Sciences at Odawara, International University of Health and Welfare
**International University of Health and Welfare Graduate School)

1. はじめに

半座位は臥位の状態から身体を起こし，上半身を傾斜した状態の座位姿勢であり，ファーラー位とも呼ばれる．この姿勢はギャッチベッドを用いてとられていることが多い．また疾患やその後遺症よって身体が虚弱となり体幹を十分に起こすことが困難な時に広く用いられている．そのため，生命にとって基本的な機能への負担は最小限であることが望まれる．しかしながら，半座位において体幹がどのような状態であることが望ましいかは明らかとされていない．

そこで本研究では，半座位における体幹部の姿勢の違いが心血管調節機能へ及ぼす影響を検討することを目的とした．

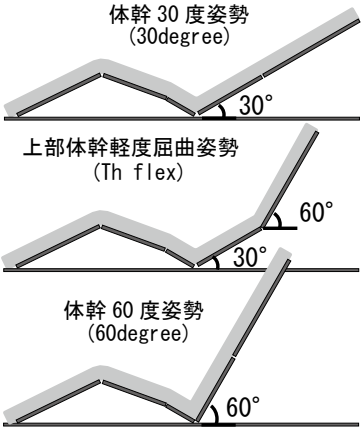


図 1. 計測条件

2. 方法

2.1 計測方法

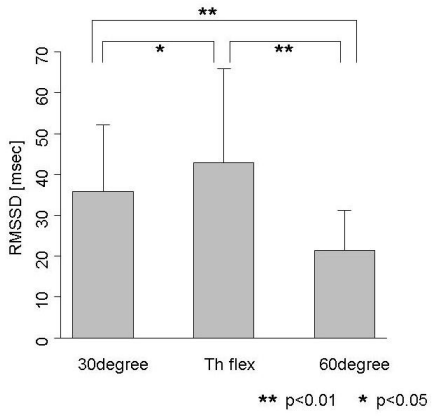
計測用ベッドに着座し，20 分間安静にした後，各条件とも 5 分間ずつ心電図と非観血連続血圧を記録し，自律神経活動の指標（RR 間隔，RMSSD，圧受容器反射感受性）を算出した．心電図計測には基礎医学研究システム MP150（BIOPAC）を用い，連続血圧計に BP608CS（COLIN）を用いた．計測用ベッドのボトム形状は，3 通り設け，それぞれ体幹 30 度姿勢（30degree），上部体幹軽度屈曲姿勢（Th flex：下部体幹 30 度，上部体幹 60 度），体幹 60 度姿勢（60degree)とした（図 1）．計測の順番はランダムにして行った．被験者は健常成人 10 名（男性，20.7±1.6 歳，56.7±3.8kg，170.6±4.7cm）で，前日より激しい運動，カフェイン・アルコールの摂取を避け，夕食以降の水以外の摂食はさけるようにし，計測 2 時間前より絶食状態とした．計測は 10:30～14:00 の間に実施し，計測中の室温は 27～29℃の温熱的中性域となるよう調整した．

2.2 評価指標

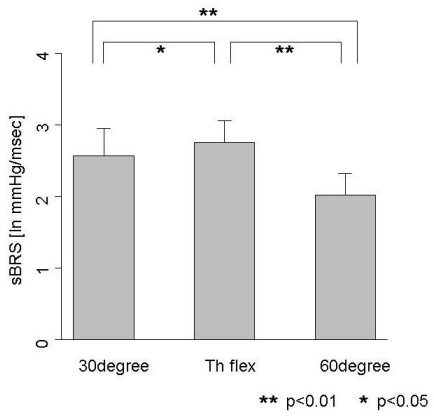
心電図 RR 間隔の評価は，RR 間隔平均値，隣り合った RR 間隔の差の二乗平均平方根（以下 RMSSD）である．なお RMSSD は迷走神経の状態を反映する[1]．一般的に身体が休息した状態で迷走神経活動は高くなることが知られている．連続血圧から収縮期血圧・拡張期血圧を算出した．また，血圧と RR 間隔より Sequence 法による動脈圧受容器反射感受性（以下，sBRS）を算出した．圧受容器反射とは，血圧変動を心拍動によって調整する機構であり，迷走神経・交感神経によって制御されている．感受性とは調節の感度を示している．sBRS の算出は血圧と RR 間隔が 3 拍以上連続上昇・下降する点を抽出し，血圧を X 軸，RR 間隔を Y 軸にプロットしその傾きを求める手法である．なお sBRS は迷走神経による圧受容器反射の調整状態を反映しており[2]，迷走神経機能評価に用いることができる[3]．

算出したパラメータは，角度の違いによる影響を検討するために One-way Repeated measures ANOVA を行い，有意差が認められた場合各群間での比較を行うため，holm 法による補正を加えた Paired T-test を行った．有意水準は 5％未満とした．

また本研究は本学倫理委員会（承認番号：08-49）の承認を受けて行われた．



a. RMSSD



b. sBRS

図 2. 各条件における評価指標の結果(a,b)

3. 結果

RR 間隔は, 体幹 30 度姿勢と 60 度姿勢(P<0.01), 上部体幹軽度屈曲姿勢と体幹 60 度姿勢(P<0.01)でそれぞれ有意差がみられ, いずれも体幹 60 度姿勢で短縮した. 収縮期血圧, 拡張期血圧は, すべての条件間で有意差がみられなかった(P>0.05). RMSSD, sBRS は全ての条件間で差が見られ, 上部体幹軽度屈曲姿勢で最大となった(体幹 30 度姿勢と体幹 60 度姿勢:p<0.01, 上部体幹軽度屈曲姿勢と体幹 60 度姿勢:p<0.01, 体幹 30 度姿勢と上部体幹軽度屈曲姿勢:p<0.05)(図 2).

4. 考察

4.1 起立負荷の影響

体幹 60 度姿勢は, 他の条件よりも RR 間隔が短縮し, RMSSD, sBRS が低くなっていた. このことから交感神経活動の増加, 迷走神経活動の低下が考えられる. 一般的に身体を臥位から起立した状態にすると血液が下肢の血管にシフトする. 還流量維持のため圧受容器反射を介して循環量の調節が行われ, 交感神経活動の亢進, 迷走神経活動の抑制が起こることが知られている[4]. 本研究においても 60 度の状態では他の条件よりも起立し, 血液がシフトしたため, RR 間隔短縮, RMSSD, sBRS などの迷走神経活動指標の低下が起こったと考えられる.

4.2 上部体幹屈曲姿勢の影響

RMSSD, sBRS は体幹部軽度屈曲姿勢で最も値が高くなっており, 迷走神経の modulation が増加していることが示唆された. 前述のとおり, 起立負荷に伴う交感神経活動の亢進が考えられるにも関わらず, RMSSD, sBRS は体幹部 30 度姿勢よりも上部体幹軽度屈曲姿勢で高くなっていた. このことから, 心血管調節系としては, 上部体幹が軽度屈曲した姿勢の方がより身体は休息状態に近いことが示唆された. 胸郭が軽度屈曲した姿勢では, 身体内部の循環量が維持されやすい環境となっていたことが考えられる. また, この機序については今後も検討が必要であると考える.

謝辞

本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金(課題番号:22792159)を受けて行われた.

5. 参考文献

1) Malik M, Bigger JT, Camm AJ, Kleiger RE, Malliani A, Moss AJ, and Schwartz PJ.:Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use, European Heart Journal, 17, 354, (1996)

2)Persson PB, DiRienzo M, Castiglioni P, Cerutti C, Pagani M, Honzikova N, Akselrod S, and Parati G. : Time versus frequency domain techniques for assessing baroreflex sensitivity, Journal of hypertension, 19, 1699, (2001)

3)Reyes del Paso GA, Langewitz W, Robles H, and P rez N:A between-subjects comparison of respiratory sinus arrhythmia and baroreceptor cardiac reflex sensitivity as non-invasive measures of tonic parasympathetic cardiac control, International Journal of Psychophysiology, 22, 163-171, (1996)

4) Cooper VL, and Hainsworth R: Effects of head-up tilting on baroreceptor control in subjects with different tolerances to orthostatic stress, *Clinical Science*, 103, 221-226, (2002)

[連絡先]

窪田 聡

国際医療福祉大学小田原保健医療学部

〒250-8588 神奈川県小田原市城山 1-2-25

e-mail：satoshi@iuhw.ac.jp

Fax：0465 (21) 6722（直通）

作業姿勢が対面者に感じる心理的負担に及ぼす影響

○高原良*，中野江里子*，松下祥三*，八木佳子*
（*株式会社イトーキ）

Effects of Working Posture on Psychological Burden

Ryo Takahara*, Eriko Nakano*, Shozo Matsushita*, Yoshiko Yagi*
(*ITOKI CORPORATION)

1. はじめに

執務や打合せといった作業時に，対面者に対して心理的負担を過剰に感じていると，その作業のしやすさに影響を及ぼすことがある。そのため，より良いオフィスデザインのためには，対面者に感じる心理的負担はできる限り軽減することが望ましい。

先行研究で，ヒトは平座位，椅座位，立位で対面した際にパーソナルスペースの大きさがそれぞれ異なることが知られている [1)]。これは同じ対面距離であっても，お互いの姿勢によって，対面者に感じる心理的負担が異なることを示唆している。

本研究は通常座位，高座位，立位の3つの作業姿勢に着目し，対面者に感じる心理的負担がどう変化するのかを明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2.1 被験者

実験参加者は男性 10 名，女性 2 名の計 12 名のオフィスワーカーとし，年齢は 32±6 歳，身長は 172±5.9cm であった（平均±標準偏差）。

2.2 実験条件

被験者は 2 名 1 組となって，通常座位，高座位，立位の 3 つの姿勢条件（図 1）で，個人作業と共同作業を実施した。高座位とは，座位と立位の中間の姿勢と定義した。姿勢条件によって，組になった被験者間の眼高差が変化するため，お互いの身長差は 5cm 以内になるよう組分けを調整した。個人作業では被験者はノート PC を用いて日常の執務作業を実施した。共同作業では実験者から提示された課題に対して，2 名でアイディア出し作業を実施した。共同作業で与えた課題は「コンビニの新サービス」，「動物園で集客を集める工夫」，「家事が楽になる商品」の 3 つで，各姿勢条件に対してそれぞれ1つずつ課題をランダムに与えた。

実験には昇降テーブル（W1000×D1000）を使用し，通常座位では天板高さを 700mm，高座位では 850 ㎜，立位では 1000 ㎜に調節し，椅子の座面高はそれぞれ肘頭高が天板高さに揃うように設定した。

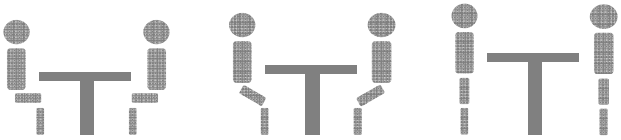


図 1. 姿勢条件
（左：通常座位，中央：高座位，右：立位）

2.3 評価指標

被験者は各作業の終了後に VAS スケールで心理的負担感の評価を行った。評価項目は表1，2 に示す。

表 1. 個人作業の評価項目

対面者との距離感	近い	遠い
不快な圧迫感	感じる	感じない
対面者のしぐさ	気になる	気にならない
作業への集中度	集中できない	集中できる
居心地	悪い	良い

表 2. 共同作業の評価項目

対面者との話しやすさ	話にくい	話しやすい
対面者との親密さ	感じない	感じる
雰囲気	悪い	良い

2.4 データ解析

得点化された各項目の評価について，姿勢条件間で反復測定一元配置分散分析，及び Bonferroni 法にて多重比較検定を行った。統計解析には SPSS ver.17.0J を使用し，有意水準は 5%とした。

3. 結果

3.1 個人作業

「対面者との距離感」は，通常座位と立位の間で有意差が認められ，立位の方が遠くに感じていた(図 2)。「不快な圧迫感」は，通常座位と高座位，そして通常座位と立位の間に有意差が認められ，高座位と立位は通常座位よりも不快な圧迫感を感じにくかった(図 3)。「対面者のしぐさ」は，通常座位と立位の間に有意差が認められ，立位の方が対面者のしぐさが気にならなかった(図 4)。「作業への集中度」，「居心地」については条件間に有意差は認められなかった。

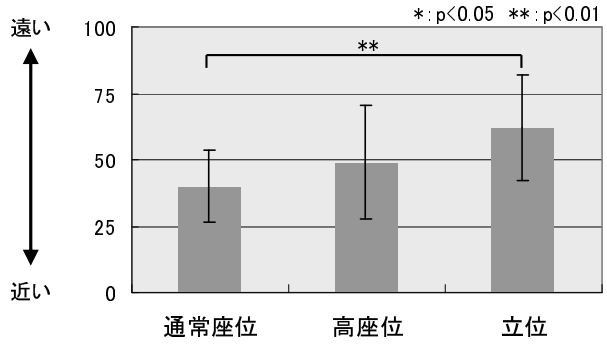


図 2. 対面者との距離感

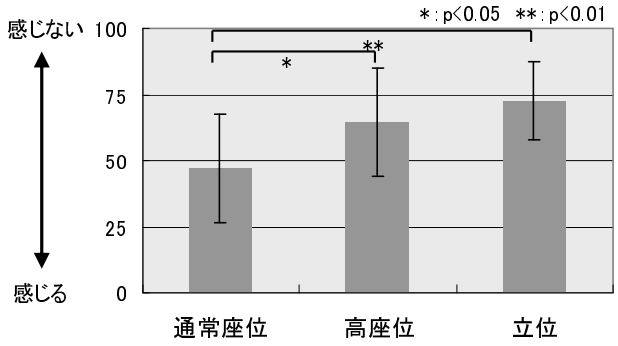


図 3. 不快な圧迫感

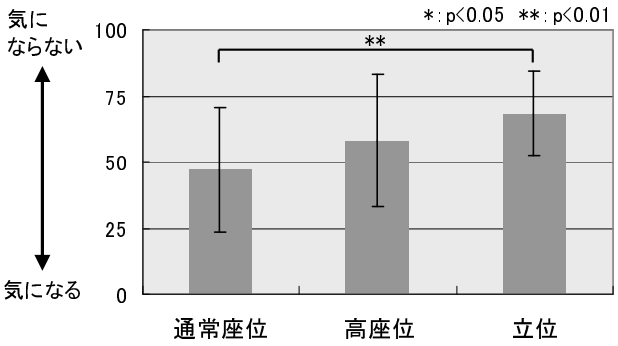


図 4. 対面者のしぐさ

3.2 共同作業

「雰囲気」は，通常座位と立位の間で有意差が認められ，立位の方が雰囲気を良いと感じていた(図 5)。「対面者との話しやすさ」，「対面者との親密さ」については条件間に有意差は認められなかった。

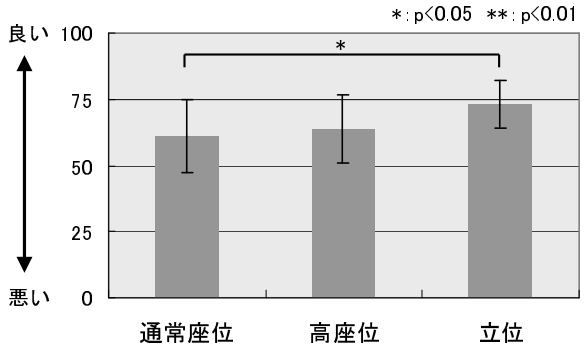


図 5. 雰囲気

4. 考察

本実験結果は，高座位と立位が通常座位と比較して，対面者に感じる心理的負担を軽減する効果があることを示した。特に立位ではより多くの評価項目で通常座位との有意差が認められたことから，心理的負担の軽減効果が大きいことが伺える。

中島らは移動体ロボットが近づく際に座位よりも立位で個体距離が短くなることを示しているが，それは椅座位ではその場から素早く逃げられないことが一因であるとしている [2)]。同様に，場から離れやすい状態であったことが，座位から立位に近づくにつれて心理的負担が軽減される傾向を示した理由だと考える。

本研究で得られた知見は，高座位や立位での作業について心理面での有効性を明らかにしただけでなく，これらの姿勢で使用するデスク・テーブルは心理的負担の軽減効果から，天板サイズを縮めた省スペースな製品設計ができる可能性も示したと考える。

5. 参考文献

1) 高橋鷹志，高橋公子，初見学，西出和彦，川島玄，清野仁与：空間における人間集合の研究 -姿勢と Personal Space-，日本建築学会関東支部研究報告集，52, 153-156, 1982.

2) 中島浩二，佐藤陽彦：移動体ロボットに対するヒトの個体距離，人間工学，35(2), 87-95, 1999.

[連絡先]
髙原良
株式会社イトーキ 中央研究所 Ud&Eco 研究部
人間科学研究室
〒536-0002 大阪府大阪市城東区今福東 1-4-12
e-mail：takahara8969@itoki.jp
Fax：06 (6935) 2238

異なるマットレスでの寝返り動作時の筋負担評価

○易強*、金子亜由美*、浅井郁男**
（*静岡県工業技術研究所，**株式会社丸八真綿販売）

The Muscular Load of the Rolling Movement on the Different Bed Mattresses

Tsuyoshi Yi Yoto*, Ayumi Kaneko* and Ikuo Asai**
(*Industrial Research Institute of Shizuoka Prefecture**, Maruhachi Mawata Co., Ltd.)

1. はじめに

寝返りは、体重によって圧迫された体組織の痛みを和らげ、血液循環の促進、体温調節、吸放湿性の向上、体の歪み調節の効果があり、約 90 分周期のレム睡眠とノンレム睡眠の切り替えスイッチのような役割を果たしている [1]。よって、寝具の寝返りしやすさは、快適な睡眠を得るための重要な要素の 1 つとなっている。寝返りの評価に関して、動作パターン [2]、寝心地の主観評価 [3]、生理評価 [4]など多面的に分析・評価を行ってきた。寝返り支援器具やマットレスの開発において、少人数による筋電図波形の比較研究はあるが、筋負担の観点で、青、壮、老年に渡って多人数で 4 種類のマットレスにおける寝返り動作の筋負担評価を行ったので、ここで報告する。

2. 方法

2.1 被験者

被験者は、腰痛などの持病のない健康な青年 7 名、壮年 4 名、高齢者 5 名（男 5 名、女 11 名）とした（表1）。被験者にはあらかじめ実験の内容を説明し書面での同意を得た。また、血圧を計測し、身体の痛みの自覚症状がないことを確認した。

表1 被験者の性別、年齢、身長、体重

被験者番号	性別	年齢	身長(cm)	体重(kg)
1	F	61.6	147.0	47.0
2	F	63.1	143.2	38.5
3	M	61.9	163.0	84.0
4	M	60.7	178.0	61.9
5	F	61.3	153.0	56.8
6	M	22.6	175.5	53.7
7	F	18.4	157.9	44.4
8	F	50.2	158.6	68.8
9	F	50.1	145.2	53.7
10	F	20.8	160.8	49.1
11	M	23.7	169.0	51.2
12	F	21.0	160.0	52.1
13	F	20.2	146.3	49.5
14	M	38.9	181.0	56.0
15	F	37.9	155.5	49.9
16	F	20.6	158.4	40.5
	平均	39.6	159.5	53.6
	SD	18.5	11.6	11.0

2.2 実験用マットレス

実験に使用したマットレス：

A：市販ボンネルコイルマットレス、（W970×L1970×H183mm、コイル 216、線径 2.5mm、ウレタンフォーム）

B：市販低反発ウレタンフォームマットレス（W970×L1960×H200mm、硬さ 114N、復元率 99.8%）

C：ストレッチマットレス M（W1000×L1980×H200mm、多層ウレタンフォーム構造、柔らかめ、丸八真綿製）

D：ストレッチマットレス H（W1000×L1980×H210mm、多層ウレタンフォーム構造、硬め、丸八真綿製）

マットレスは同じ高さのベッドフレームに設置し、A、B は市販の一般的なベッドパッドとシーツを敷き、C、D は付属するベッドパッドとシーツを敷いた。被験者の好みに合わせて、高さ調整可能な多層ウレタンフォーム枕を使用してもらった。

2.3 筋電図測定

寝返り時の筋活動を評価するために、大胸筋、外腹斜筋、前脛骨筋、腓腹筋へ左右対称に計 8 箇所ディスポーザブルデュアル電極 EM-272（Noraxon 社製）を貼り、無線式筋電計 MQ8（キッセイコムテック製）経由で皮膚表面筋電図を増幅し、1000Hz のサンプル周波数で動作の映像と共に PC で収録した（図 1）。筋電図データ処理は Bimutas-video（キッセイコムテック製）で行った。

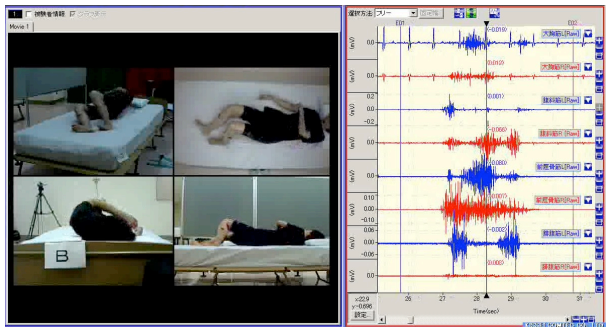


図1 寝返りの筋電図計測風景

各被験者の筋力及び皮膚表面のインピーダンスによる誤差を排除するために、各筋に以下の条件で筋力を発揮してもらい、その時の 1 秒間の筋電位積分値を基準に筋電図の規格化を行った：

大胸筋：掌をあわせて最大の筋力で押し合う

外腹斜筋：ゆっくりと上体斜めに起こす

前脛骨筋：足関節の背屈動作（実験者が反対方向で曲がらないように押さえる）

腓腹筋：自重でつまさき立ちする

寝返り動作以下のように実施した：

仰臥位の状態から、被験者各自の普段通りの動きで側臥位となり、左右各3回寝返りを行う。使用する4種類マットレスの順番はカウンターバランスを考慮して 16 人に振り分けた。

それぞれ寝返り動作（仰臥位→側臥位）時の筋電図から規格化した筋電位積分値(IEMG)を算出し、3 回分の平均値をその被験者の対応するマットレスの寝返り筋負担の代表値とした。16 名の平均値を各マットレスの寝返り筋負担の指標とした。平均値の統計検定は一元配置の分散分析で行った。多重比較は Fishe の LSD を採用した。有意水準は 5%以下とした。

3. 結果

計測した大胸筋（図 2）、外腹斜筋（図 3）、腓腹筋（図 4）において、共にマットレス B の時の寝返り筋負担が有意に大きかった。マットレス C と D の寝返り筋負担が有意に低かった。

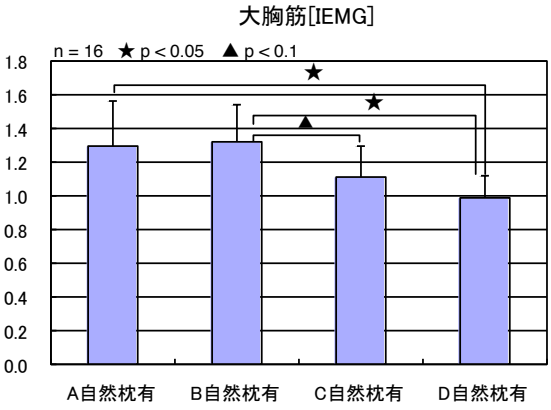


図2 大胸筋の寝返り時の筋負担

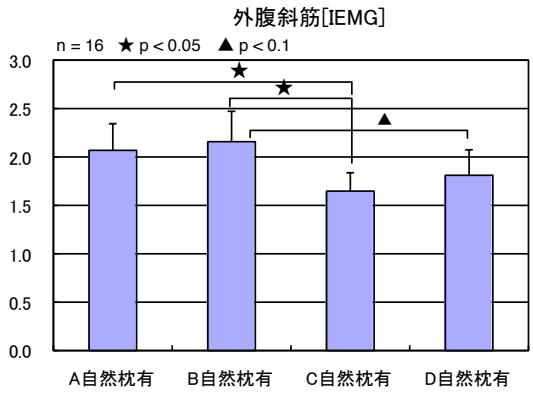


図3 外腹斜筋の寝返り時の筋負担

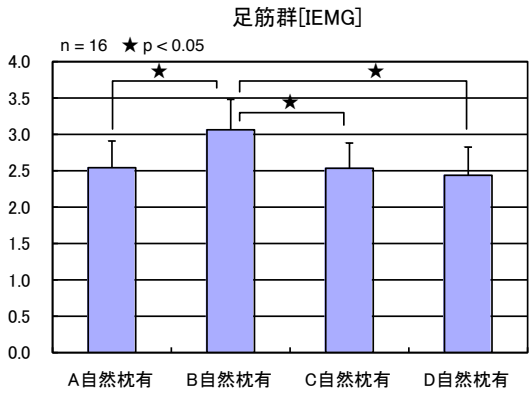


図4 腓腹筋の寝返り時の筋負担

4. 考察

4 種類の特性が異なるマットレスにおいて、寝返り動作時の筋負担を青、壮、老年計 16 名の被験者で評価した。その結果、寝心地についても主観評価 [5]で最も柔らかく感じたマットレス B における寝返り時の筋負担が最も大きかったことが分かった。

5. 参考文献

1) 白川修一郎,睡眠中の体動の動態とその役割,脳波と筋電図 17(3), 221-234, 1989

2) 角博行他,健常成人の寝返り動作における検討,理学療法学 22(Supplement No.2), 455, 1995

3) 木暮貴政他,寝返り・寝心地を重視したマットレスによる睡眠改善効果, 日本生理人類学会誌 vol.12 特別号 1, p40-41, 2007

4) 上西園武良他,ベッドにおける寝返り性の研究(マットレス素材による生体負荷の差異),日本機械学会東海支部総会講演会講演論文集,Vol.54th, p.195-196, 2005

5） 金子亜由美他, 異なるマットレスでの寝返り動作時の足の力積,本大会要旨集

[連絡先]

易強

静岡県工業技術研究所

〒421-1298 静岡市葵区牧ヶ谷 2078 番地

e-mail：yi@iri.pref.shizuoka.jp

Fax：054 (278) 3066

異なるマットレスでの寝返り動作時の足の力積

○金子亜由美*，易強*，浅井郁男**
（*静岡県工業技術研究所，**株式会社丸八真綿販売）

The Foot Impulse of the Rolling Movement on the Different Bed Mattresses

Ayumi Kaneko, Tsuyoshi Yi Yoto and Ikuo Asai
(*Industrial Research Institute of Shizuoka Prefecture　**Maruhachi Mawata Co., Ltd)

1. はじめに

快適な睡眠の確保は心身の健康に寄与することは言うまでもない。逆に睡眠障害が他の疾患をもたらす一因であることはWHOの調査で明らかである[1)]。日本では5人に1人、特に高齢者は3人に1人が不眠を訴えており[2)]、これからの高齢率が右肩上がりの時代には、より深刻な社会問題になると予想される。睡眠に影響する要因のひとつに寝具があり、特にマットレスの違いによる寝返りのしやすさ[3)]が注目されている。これまでにも寝返りに関する研究[4)5)]の報告があるが、多くは主観評価を中心とした調査である。そこで、寝返りに必要な力の大きさに着目し、寝返り時のマットレスを蹴る力積を指標として、寝返りのしやすさを評価することを試みた。

2. 方法

2.1 被験者

被験者は、腰痛などの持病のない健康な成人 16 名（表1）とした。被験者にはあらかじめ実験の内容を説明し書面での同意を得た。また、血圧を計測し、身体の痛みの自覚症状がないことを確認した。

表1 被験者の性別、年齢、身長、体重

被験者番号	性別	年齢	身長(cm)	体重(kg)
1	F	61.6	147.0	47.0
2	F	63.1	143.2	38.5
3	M	61.9	163.0	84.0
4	M	60.7	178.0	61.9
5	F	61.3	153.0	56.8
6	M	22.6	175.5	53.7
7	F	18.4	157.9	44.4
8	F	50.2	158.6	68.8
9	F	50.1	145.2	53.7
10	F	20.8	160.8	49.1
11	M	23.7	169.0	51.2
12	F	21.0	160.0	52.1
13	F	20.2	146.3	49.5
14	M	38.9	181.0	56.0
15	F	37.9	155.5	49.9
16	F	20.6	158.4	40.5
	平均	39.6	159.5	53.6
	SD	18.5	11.6	11.0

2.2 使用したマットレス

実験に使用したマットレスは A:市販ボンネルコイルマットレス、(幅 970×長 1970×厚 183mm、コイル 216、線径 2.5mm、詰め物ウレタンフォーム)、B:市販低反発ウレタンフォームマットレス(幅970×長1960×厚200mm、硬さ 114N、復元率 99.8%)、C:ストレッチマットレス M(幅 1000×長 1980×厚 200mm、多層ウレタンフォーム構造)、D:ストレッチマットレスH(幅1000×長1980×厚210mm、多層ウレタンフォーム構造)の 4 種類とした。マットレスは同じ高さのベッドフレームに設置し、A、B は市販の一般的なベッドパッドとシーツを敷き、C、D は付属するベッドパッドとシーツを敷いた。

2.3 主観評価

被験者に 4 種類のマットレスの上で寝返りをうってもらい、寝返りのしやすさと寝心地のよさについて順位付けしてもらった。実験の間に、評価が変わった場合は、最終の評価を採用した。被験者がちょうどよいと感じる高さに調節した枕を使用した。

順位の平均値は Friedman 検定(順位による繰り返しの分散分析)で統計処理した。

2.4 足の蹴る力の測定

寝返り時の足の蹴る力を測定するために、マットレスの上に体圧センサー(XsenserX3PRO)を敷いて寝返りしてもらった。マットレスの順番はカウンターバランスを考慮して 16 人に振り分けた。また、測定時には枕は使用しなかった。

寝返り動作は仰向けの状態から、最も頻繁に見られる動作パターン(反対側下肢の曲げ→足でマットを蹴る→骨盤の回転→肩の回転→顔の回転)[6)]で、左、右各 3 回メトロノームによる8拍子(45bpm)の音にあわせて行う規定動作とした。手による反動を防ぐため、両手を胸の前に組んで寝返りを行った。実験の様子を図1に示す。

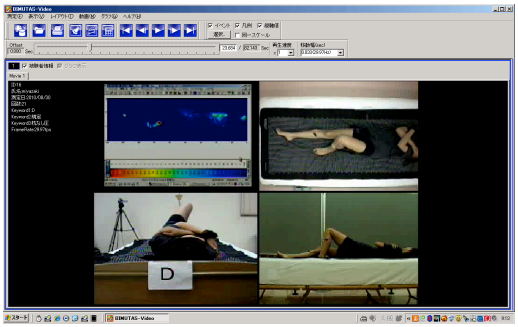


図1 寝返りの体圧計測風景

右足、左足それぞれについて、寝返り開始後マットを蹴る足が体圧センサーに触れた瞬間から離れるまで(あるいは動かなくなるまで)の力積(運動量)の平均値を算出した。力積は、圧力の平均値に接触面積を乗じ、サンプリング周波数 12Hz で割った値を合算して算出した。力積は体重で規格化した。各マットレスを使用したときの力積の平均値の統計検定は一元配置の分散分析で行った。多重比較は Fishe の LSD を採用した。有意水準は 5%以下とした。

3. 結果

3.1 主観評価

寝返りのしやすさについては、D がもっとも寝返りがしやすく、ついで C、A、B の順となった。寝心地のよさについては、D→C→A→B の順となった。Friedman 検定(順位による繰り返しの分散分析)の結果、寝返りのしやすさ、寝心地ともに順位の違いは有意と認められた。(図2)

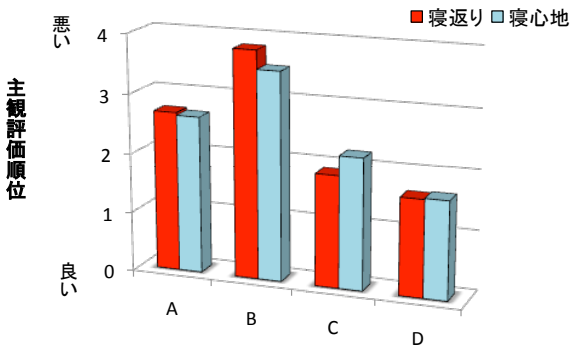


図2 主観評価結果

3.2 足で蹴る力の測定

寝返り時の足で蹴る力については、マットレス B での足の蹴る力積は、他の3つのマットレスと比べて、左右ともに有意に高かった。(図3)

4. まとめ

主観評価では寝返りのしやすい順に D→C→A→B という結果となった。寝返り時の足で蹴る力の計測では、マットレス A、C、D は、最も柔らかく感じたマットレス B と比べて足の蹴る力積が小さく、マットレス B よりも小さい力で寝返りできることがわかった。この結果から、足の蹴る力積の大きさは、寝返りのしやすさの主観評価に関係する物理的な指標になると考えられる。

5. 参考文献

1) Üstün T,Sartorius N: Menta Illness in General Health Care; an international study, London, Wiley & Sons,1995

2) Kim K, Uchiyama M, Okawa M et al: An epidemiological study of insomnia among the Japanese general population, Sleep, 23(1) 41-47, 2000

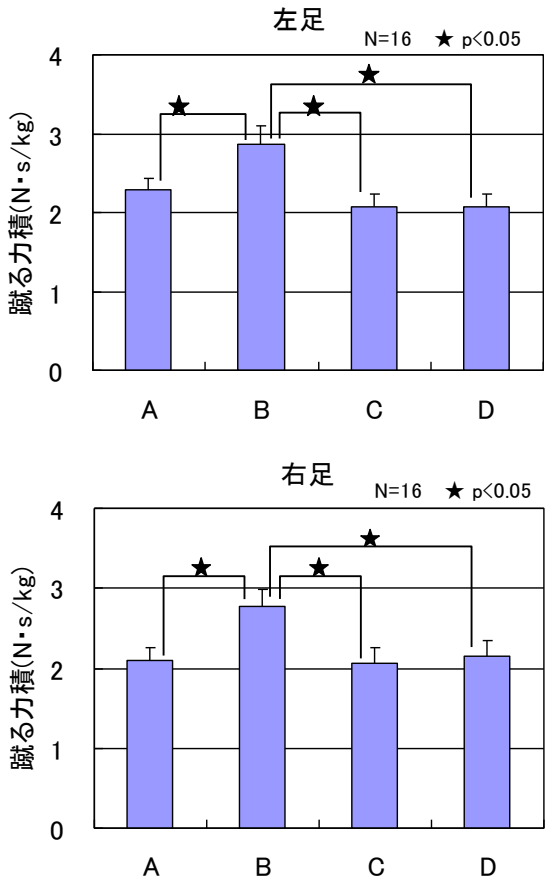


図3 足で蹴る力の測定結果

3) 木暮 貴政, 寝具と睡眠, バイオメカニズム学会誌 29(4), 189-193, 2005

4) 木暮 貴政, 西村 泰昭, 郭 恰, 白川 修一郎, 寝返り・寝心地を重視したマットレスによる睡眠改善効果, 日本生理人類学会誌 13(4), 185-190, 2008

5) 木暮 貴政, 西村 泰昭, 西村 章, 白川 修一郎, 入眠姿勢での寝心地が睡眠に及ぼす影響,日本生理人類学会誌 12(4), 171-176, 2007

6) 角 博行, 米村 一幸, 多々納 善広, 上田 正樹, 渡部 訓久,健常成人の寝返り動作における検討,理学療法学 22(Supplement No.2), 455, 1995

[連絡先]
金子亜由美
静岡工業技術研究所ユニバーサルデザイン科
〒421-1298 静岡市葵区牧ヶ谷 2078
e-mail：ayumi@iri.pref.shizuoka.jp
Fax：054 (278) 3066

Visual display terminal (VDT)利用時における ドライアイ防止システムの提案

○鶴岡浩平[*]　戸田健[*]　尾崎信耶[**]　鄭一[***]
（*日本大学理工学部，**日本大学大学院理工学研究科，***鄭一診療室）

A Proposal of Dry Eye Prevention System for VDT User

Kouhei Tsuruoka[*], Takeshi Toda[*], Shinya Ozaki[**] and Hajime Tei[***]
(*College of Science and Technology, Nihon University
[**]Graduate School of College of Science and Technology, Nihon University
[***]Tei Hajime Clinic)

1. はじめに

近年パーソナルコンピュータや携帯電話に加え，携帯型ゲーム機器，スマートフォンやタブレット端末が急速に普及し，職場だけでなく私生活においても VDT 症候群と呼ばれる健康被害が急増している [1)]。特に涙腺機能が低下する 40 代以降のオフィスワーカーに見られる症状であったが，近年は若者層の患者も急増している [2)]。従来の瞬き検出の研究では，主に筋萎縮性側索硬化症(ALS: Amyotrophic Lateral Sclerosis)患者向けの瞬きによるスイッチ操作 [3)]や自動車運転時にドライバの意識低下を検知するためのもの [4–5)]が研究されているが，いずれも VDT 作業者向けの研究ではない。また，瞬きを促す技術に関しては，一定時間瞬きをしなかった場合に眼鏡が曇る眼鏡（Wink Glasses）[6)]等，作業者に装備する形のものがあるが，本研究では普段の VDT 作業中に使用することを想定し，なるべくVDT 作業者に負担をかけない方法を検討する。

2. 提案システム

提案システムの機能構成を図1に示す。機能構成は瞬き検出部，瞬き促進部，瞬き促進部の制御部から成る。瞬き検出部ではVDT作業者の顔をリアルタイムで撮影し，瞬きによって得られた信号（瞬き検出信号）を制御部へ送信する。制御部では瞬き検出信号のインターバル時間を計測する。瞬き検出信号のインターバル時間と，ある設定時間内での総インターバル時間の測定を行い，それらの測定時間に基づいて瞬き促進部を制御する信号を出力する。

瞬き制御部の実施例として，図2に制御フローチャートを示す。ある一定時間で移動平均T_{ave}を測定し，その移動平均がある閾値T_{th}を超えた場合に瞬き促進部を動作させる。閾値を超えない場合は瞬き促進部は動作させない。

3. 実験提案システム

実験システムは，Web カメラが搭載されたノート型のパーソナルコンピュータ（ノート PC）にオールインワンで実装する。Web カメラで VDT 作業者の顔を撮影し，リアルタイムでコンピュータに送信する。Web カメラによって送られてきた映像データは Intel 社で開発されたコンピュータビジョン向けライブラリである OpenCV[7)]を用いて画像処理を行い，目のトラッキング，瞬きの検出をする。瞬きの検出方法については，画像処理法のフレーム間差分を使用する。フレーム間差分法は計算コストが低く，比較的高速に動く物体などを検出する際に有効であるため，フレーム間差分法を用いて，2 つのフレーム間での運動領域の 2 値画像を閾値処理する方法を使用する。検出結果として，VDT 作業者の瞬きの時間間隔が一定時間以上長くなった場合，VDT 作業者に瞬きを促す。瞬きを促す方法だが，今回は被験者の対象をコンピュータ使用者に限定し，瞬きの検出から瞬きの促進までをすべてコンピュータ内で実現するため，VDT 作業中の

図 1. 機能構成

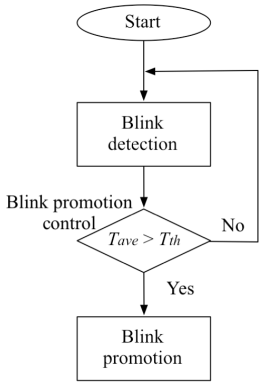


図2. 制御フローチャート

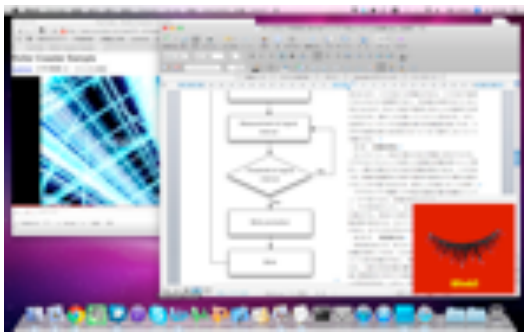


図3. 警告を表示させる方法

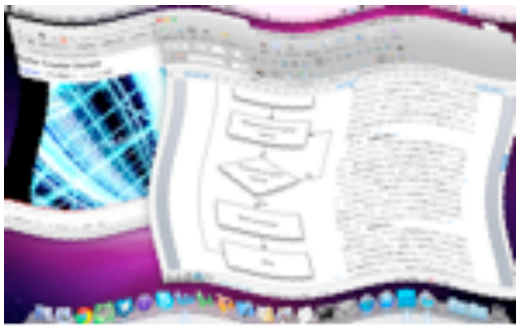


図4. 画面全体を変化させる方法（その1）

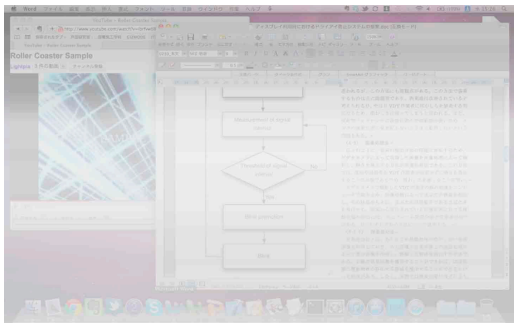


図5. 画面全体を変化させる方法（その2）

モニターに警告を表示する方法（図3），画面全体で警告する方法（図4，5），アラート等の音声出力を同時に実装し，状況によって適宜に切り替える，または複数の方法を組み合わせて同時に利用し，随意的な瞬きをさせるといった方法を採用する。

4. システムの評価

本システムはドライアイ防止のためのものであるため，被験者にシステムを使用してもらった後にドライアイであるかどうか検査を行うことでシステム全体の評価とする。

VDT 作業者のドライアイの発現は，読みとりにくい画面の凝視等によるまばたきの減少等が影響している[8]ため，検査方法として，10秒間目を開け続けるといった方法で検査を行うドライアイ10秒チェックが挙げられる。また，人間は通常では1分間に20回程度の瞬きをしている[9]が，読みとりにくい画面の凝視等によってまばたきが減少し，ドライアイ等の症状が発現する。よって，瞬きの回数が減少しているかどうかを確認し，評価を行う。これらは自己で行うことができる主観的な方法であるため，厳密に検査をする場合には，眼科にてシルマー試験やBUT 検査等が必要となるため個人で行うことはできず，医療関係者との協力が必要であるため，まずは上記のような簡単な検査方法でシステムの評価を行う[10]。

5. まとめ

本稿ではコンピュータ使用者の瞬きを検出し，瞬きの時間間隔が長いユーザーに対して瞬きを促すことで，ドライアイを防ぐ方法を検討した。今後は実際にシステムを試作し，瞬き検出，瞬きを促す最も有効な方法を，実験を通して比較，検討し，システムの最適化を図る。また，最近では携帯電話の普及や，携帯ゲーム機の普及等により，ドライアイになる子供も増加している。よって，成人だけでなく，子供を対象としたドライアイ防止システムの検討を含め，画面上での警告以外の瞬きを促す方法，コンピュータにおける作業以外での利用について等，システムの応用方法についても検討する。さらにはドライアイ以外の VDT 症候群の症状全般にも応用が可能か検討する。

6. 参考文献

1) 佐藤 ： 環境とドライアイ-VDT 症候群とドライアイ-，臨床眼科，No. 51，pp68-70(1997).
2) 難波，平井，米田，田淵：携帯電話を使用した Visual Display Terminal (VDT)作業前後の高次収差の変化，川崎医療福祉学会誌，Vol. 18，No. 1，pp. 147-154 (2008).
3) 中村，林，中村，若林，渡辺：反射型フォトセンサを用いた ALS 患者向け汎用スイッチの瞬き検出特性，信学技報，WIT2006-125,pp115-120(2007).
4) 足立，濱田，中野，山本：ドライバの意識低下検知のための動画像処理によるまばたき計測，電学論 C，Vol．124，No．3，pp776-783(2004).
5) 杉山，水野，中野，山本：画像方式を用いたまばたき計測による意識低下検知，豊田中央研究所 R&D レビュー，Vol. 31，No. 2，pp51-60(1996).
6) Masunaga Optical Mfg Co.,Ltd. ：Wink Glasses http://www. masunaga1905.jp/brand/winkglasses/
7) 奈良先端科学技術大学院大学 OpenCV プログラミングブック制作チーム：OpenCV プログラミングブック 第2版，株式会社毎日コミュニケーションズ，p. 268 (2009).
8) 厚生労働省：VDT作業における労働衛生管理のためのガイドライン，厚生労働省報道発表資料 (2009).
9) 奥澤：ぎもんしつもん目の辞典，東山書房 (1989).
10) ドライアイ研究会：ドライアイ診療 PPP，メジカルビュー社 (2002).

[連絡先]
鶴岡浩平
日本大学理工学部電気工学科
〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14
e-mail：csko08130@g.nihon-u.ac.jp
Tel/Fax：03(3259)0791

アンプルを対象とした外観類似性評価方法の検討(第 5 報)

アンプルの外観類似要因調査実験

○渡辺邦浩*，田添純**，泉谷聡**，鍋田啓太*，大槻宜孝**
木村昌臣*，大倉典子*，高池敏男***，土屋文人****，
（*芝浦工業大学，**(前)芝浦工業大学，***アストラゼネカ株式会社，****国際医療福祉大学）

Proposal of search for ampules having similar appearance(V)

Experiment on externals similar factor investigation of ampule

Kunihiro Watanabe*, Jun Tazoe**, Akira Izumiya**, Keita Nabeta*, Yoshitaka Otsuki**
Masaomi Kimura*, Michiko Ohkura*, Toshio Takaike***, Fumito Tsuchiya****,
(*Shibaura Institute of Technology, **Former Shibaura Institute of Technology,
***AstraZeneca K.K, ****International University of Health and Welfare)

1. 背景と目的

近年、薬剤の外観類似や名称類似に起因した取り違え等のエラー事例が数多く報告され、薬剤の表示への注目が高まっている 1)。医薬品の名称類似に対しては、名称の類似した医薬品を新たに認可しないように対策が行われているが、外観類似に対しては同様の対策はほとんど存在しない。そこで、外観類似の評価方法の検討が開始された。本研究では、外観類似の事例が数多く報告されているアンプル(図 1)を対象として評価方法を検討していく。

第 4 報 2)までは，それらの要因が外観類似性にどの程度影響があるのかを明らかにし，外観類似評価方法の改善を行うために，アンプルの外観類似要因比較実験を，学生を対象に行った。その実験から，アンプルの外観類似性の評価への影響の大きさを分類すると，以下となることがわかった。

大:「容器の色」
中:「容器の高さ」「ラベルの色」「ラベルの構造」
小:「先端の形状」「先端と胴の長さの比率」

しかし，実験の対象者が学生であり，医療従事者との着眼点が異なる可能性もある。

そこで，薬剤師と学生の外観類似性評価とを比較し，違いがあるかどうかを明確にし，外観類似性評価方法の改善を行うことにした。本報では，そのために実施した調査実験の結果を報告する。

図 1. アンプル

2. 実験方法

2.1 実験方法の概要

アンプルのどの要因がどの程度外観類似に影響しているかを調べるために，第 4 報と同様に，架空のアンプル画像を用いて評価実験を行った。評価にはアンケートを用いた。

2.2 比較項目の検討

アンプル全体を対象にするにあたって，アンプルの属性として「容器の太さ」と「先端と胴の長さの比率」を新たに候補として追加しようと考えた。そこで，実際のアンプルを計測した結果，「アンプルの太さ」は容器の高さによって変わることがわかったため，「容器の太さ」を除き，第 3 報で挙げられた 5 つの属性「容器の高さ」「先端の形状」「容器の色」「ラベルの色」「ラベルの構造」に，「先端と胴の長さの比率」を加えた 6 つ(表 1)を比較対象項目とし，それぞれに 2 種類の値を設定して，実験を行うことにした。ここでアンプルラベルは，文字のみで構成されたものと強調線で囲われたもの(図 2)をそれぞれ 2 色(青，橙)で作成し合計 4 種類とした。

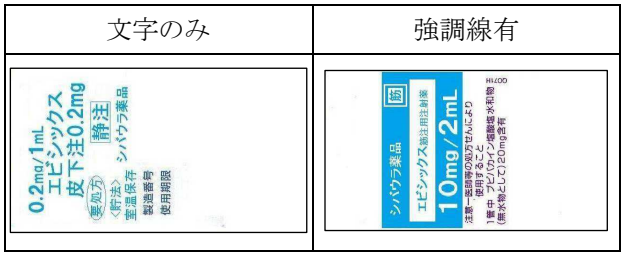


図 2. 使用するラベル

表 1. アンプルの比較項目とその設定値

比較対象項目	設定値	
容器の高さ	55mm	64mm
先端の形状	こぶ無	こぶ有

容器の色	白	茶
先端と胴の長さの比率	2:3	3:4
ラベルの色	青	橙
ラベルの構造	文字のみ	強調線有

2.3 アンプル画像の作成

基準となるアンプルを 3 種類用意した。基準となるアンプルに対し，6 つの比較対象項目(表 1)のいずれか 1 つの設定値を変更したアンプルを 6 パターン想定し，3D モデルを作成した。基準となるアンプルが 3 種類あるので，アンプル画像は合計 21 種類となった。なおアンプル画像の提示面は，販売名を正面とした。

2.4 提示スライドの作成

表 1 の各項目に対して，基準となるアンプル画像とその項目を変更したアンプル画像を 2 つ 1 組とし，項目どうしを比較するのに必要な 15 通りの組合せのスライド(図 3)を作成した。表 4 の組 A と組 B は異なる基準を用いた。スライドの背景色は明度 5 彩度 0 の無彩色とした。

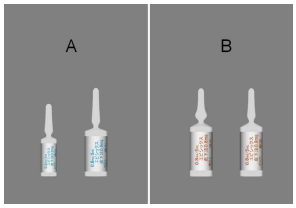


図 3. スライド一例

2.5 実験手順

画像の提示方法はパワーポイントを用いたスライド形式で被験者に提示した。提示時間は 3 秒とし，提示後，どちらの組の方が似ていたかの 5 段階評価とその評価の理由を口頭で答えてもらった。提示順序は被験者ごとにランダムとした。

3. 実験の結果・考察

薬剤師 18 名に対して実験を行った。

実験結果(図 4)から，以下が考えられる。

・「容器の高さ」と「ラベルの色」と「ラベルの構造」は，外観類似性の評価に及ぼす影響に有意な差がない。

・「先端の形状」と「先端と胴の長さ」は，外観類似性の評価に及ぼす影響に有意な差がない。

このことから，比較項目を外観類似性の評価への影響の大きさで分類すると，以下となる。

大:「容器の色」

中:「容器の高さ」「ラベルの色」「ラベルの構造」

小:「先端の形状」「先端と胴の長さの比率」

また問題点として，「ラベルの構造」が比較対象になっている場合，ラベルの構造の違いではなく，ラベルの色の違いから判断されていることもあった。そのため，アンプルラベルに関する比較項目については，別のアンプルラベルを用いて再度検証する必要も示唆された。

次に，今回の薬剤師を対象に行った実験結果と，第 4 報での学生を対象に行った実験結果の比較を行った。薬剤師と学生の外観類似性評価の平均値に差があるかどうかを調べた結果，すべての比較において有意な差がなかった。このことから，薬剤師の外観類似性評価と学生の外観類似性評価には差がないと考えられる。

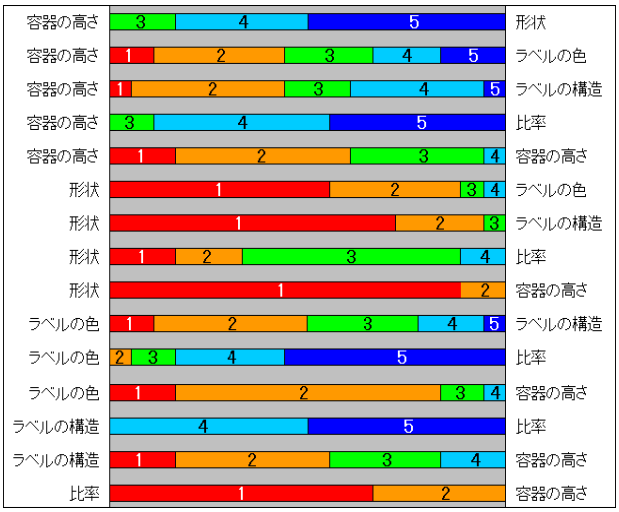


図 4. 類似性評価の結果

5. まとめ

アンプルの 3D モデルを作成し、それを用いた画像で類似性評価を行い、学生と薬剤師のアンプルの類似性評価を比較した。その結果アンプルラベルの外観類似性の要因調査実験は薬剤師を対象に行うことが必要であることが示唆された。なお，ご協力いただいた昭和大学病院に謝意を表します。

6. 参考文献

1) 土屋文人:“医療事故防止と医療品包装・表示のあり方”，PHARM TECH JAPAN，Vol.19，No.11，27-37，2003

2) 渡辺邦浩他:“アンプルを対象とした外観類似医薬品検索手法の提案(第 4 報)”，電子情報処理学会電子情報通信学会技術研究報告，Vol111，No155，73-77，2011

[連絡先]
渡辺邦浩
芝浦工業大学大学院 理工学研究科
電子情報システム工学部
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：ma11173@shibaura-it.ac.jp
Fax：03 (5859) 8501（学科共通）

PTP シートの外観類似性評価手法の提案

-PTP シートの外観類似の要因分析-

○松本友秀*, 大槻宜孝**, 渡辺邦浩*, 木村昌臣*, 大倉典子*, 土屋文人***, 高池敏男****
(*芝浦工業大学, **ヴィスコ・テクノロジーズ株式会社, ***国際医療福祉大学, ****アストラゼネカ株式会社)

Proposal of an appearance similarity evaluation method of PTP sheet

-Factor Analysis of appearance similarity of PTP sheet-

Tomohide Matsumoto*, Yoshitaka Otsuki**, Kunihiro Watanabe*, Masaomi Kimura*, Michiko Ohkura*,
Fumito Tsuchiya***, Toshio Takaike****,
(*Shibaura Institute of Technology, **ViSCO Technologies Corporation,
***International University of Health and Welfare, ****AstraZeneca K.K.)

1. 背景と目的

近年、薬剤の名称類似や外観類似に起因した取り違え等のエラー事例が数多く報告され、薬剤の表示への注目が高まっている 1)。薬剤の名称類似に対しては、医薬品類似名称検索システムの確立により、新たな名称類似薬剤を認可しないような対策が行われている。しかし、外観類似に対しては、このような対策が行われていない。

そこで著者らは、薬剤の中でも特に錠剤を包装しているPTPシート(図1)の外観類似性に着目し、研究を行ってきた。その中で、薬剤師を対象にアンケートを行い、それがどのような要因で起こるのかを分析し、PTPシートの表面の色等が外観類似の要因として重要であることが明らかにされた。そしてその結果をもとに、PTP シートの外観類似の評価手法の提案を行った 2)。

しかし、このアンケートの中で提示された PTP シートの裏面はすべて銀色のため、裏面のシートの色が外観類似の要因として重要かがわからなかった。また、評価手法における外観類似性の算出においても検討課題があった。

そこで、この課題を解決するために、まず、上述したアンケートを、裏面が銀色以外の PTP シートを加えて再度実施した。今回はその結果を報告する。

図 1. PTP シート

2. 研究方法

2.1 PTP シートの外観類似に関するアンケート

2.1.1 アンケートの実施方法

薬剤師に架空の PTP シートの画像を提示し、類似薬剤名を挙げてもらうというアンケートを行う。これを解析し、架空のPTPシートとアンケートで名前が挙がったPTPシートの類似点を比較することで、PTP シートの裏面の色が外観類似の要因として重要かを明らかにする。

3.1.2 アンケートの内容

アンケートは表面・裏面それぞれについて問うものに改善した(図2)。質問項目を以下に挙げる。

(1). 似ているPTPシートの製品をご存知ですか
(知っている場合で、さらに製品名がわかる時には、製品名を記入してもらう)
(2). ご存知の場合、どのような点が似ていますか
(3). ご存知の場合、その製品と取り違えを起こすおそれは、あると思われますか

提示した画像は、先行研究で提示したPTPシート4種類(図3)に、裏面の色が銀色ではないPTPシート2種類(図4)を加えた計6種類を提示した。

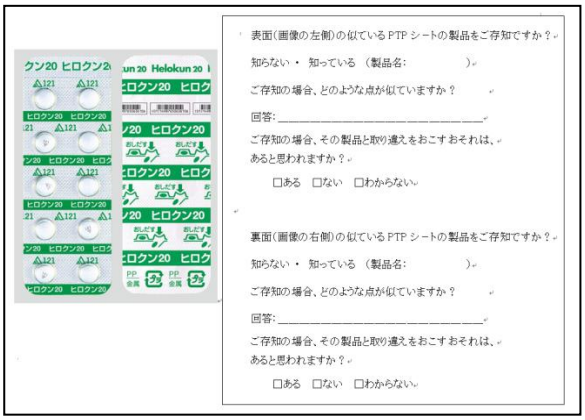


図 2. アンケート内容抜粋

図 3. 提示した画像 1

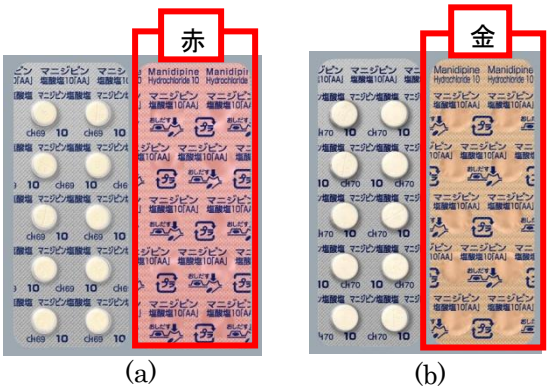


図 4. 提示した画像 2

2.1.3 アンケートの解析・考察

アンケートは薬剤師50名を対象に実施した。結果、似ていると挙げられたPTPシートの表面の色(図5)と、提示したPTPシートの裏面の色(図4a)が同じであるものが複数あった。これは、薬剤師が表裏に関係なく、シートの色を重要な特徴としてとらえている傾向を示していると考えられる。ただしこれは、今回のアンケートにおいて、PTPシートの表面と裏面を同時に提示していたことが原因の可能性もある。

また、今回提示した図 4 の PTP シートのもとである薬品が後発医薬品であり、その影響のあった可能性もある。

そこで製薬企業 37 社を対象に調査を行った。その結果、裏面のみ銀色以外の PTP シートは全体の約 1%であった(図 6)。

そこで、今後は表面・裏面を区別せず、「シートの色」を重要な要因と考えることにした。

図 5. アンケートで指摘された PTP シートの例

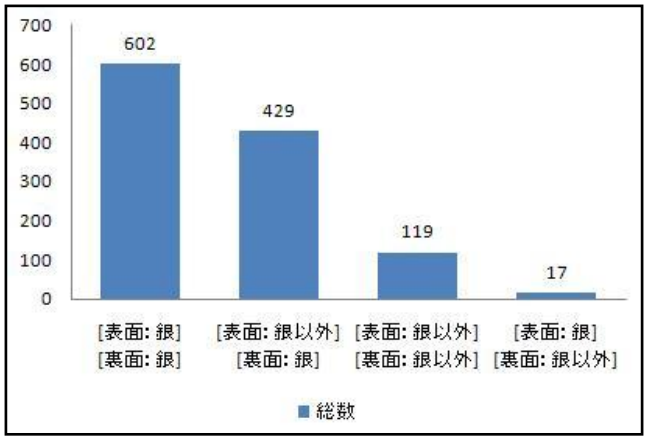


図 6. 先発医薬品の数

3. まとめ

今回、PTP シートの裏面の色が外観類似の要因として重要かを明らかにするためアンケートを行った。これまで表面のシートの色のみを外観類似の要因としていたが、今回のアンケート結果から、今後は表裏に関わらず、シートの色を外観類似の要因として加える。この改善により、人の主観に近い外観類似性が算出できる手法の実現を目指す。

なお、ご協力いただいた昭和大学病院に謝意を表します。

4. 参考文献

1) 土屋文人:「医療事故防止と医療品包装・表示のあり方」, PHARM TECH JAPAN, vol.19, NO.11, 27-37, 2003

2) 大槻宣孝他:ヒューマンエラーを防止するための薬剤の表示方法の検討(第 18 報)PTP シートの外観類似性評価手法の提案, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, A-18-2, 2011

[連絡先]
松本友秀
芝浦工業大学工学部情報工学科
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail:l08114@shibaura-it.ac.jp
Fax:03 (5859) 8501(学科共通)

医薬品外箱データベースの構築と解析（第 5 報）

― データベースの改善の効果 ―

○吉見洋文*，鍋田啓太*，木村昌臣*，大倉典子*，土屋文人**
（*芝浦工業大学，**国際医療福祉大学）

Construction and analysis of database on outer cases of medicines

― The effect of improvement of database ―

○Hironori Yoshimi*, Keita Nabeta*, Masaomi Kimura*, Michiko Ohkura*and Fumito Tsuchiya**
(*Shibaura Institute of Technology, **International University of Health and Welfare)

1. 背景と目的

医薬品は様々な種類があり，それらの外箱の形状や仕様は統一されていないため，医薬品の種類だけ医薬品外箱の種類があると言っても過言ではない。そこで，医療従事者が医薬品外箱を開封するときに，個別に扱い方を把握する必要がある。また，開けづらい箱や，開けるときに出る破片で指に怪我を負うことがあるなど，医療従事者の負担となっている。

このような医薬品外箱の現場の問題点に対し，本研究では，医療現場での医薬品外箱の実際の開け方を把握した上で，ユーザビリティ向上の手段を探る。

そこで，まず医薬品外箱データベースを構築[1)]し，その解析を行った[2)3)]。

今回は，データの追加とデータベースの修正を行ったので，その結果を報告する。

2. 対象とする医薬品外箱データベース

データベースは，7 つの薬局から回収した 608 種，1038 個の医薬品外箱を元にし，以下のように 4 つに分類される 38 種類の属性を有する[1)]。

A）外箱表面の記載情報等（11 項目）
B）開封性（開けやすさ）に関する属性（9 項目）
C）再封性，廃棄性等の属性（11 項目）
D）実際の開け方に関する属性（7 項目）

なお，D)「実際の開け方に関する属性」のデータは，複数の薬局や一つの薬局に同じ外箱が複数ある場合に対応するため，別テーブルで管理する仕様とした[1]。

3. 前報までにおける解析結果

7 薬局それぞれについて，「想定する開け方」（製薬企業が想定したと推測される開け方）と「開け方の一致状況」（回収した外箱の実際の開け方の一致状況）を調べた。その結果、A 薬局を除く 6 薬局では，一致率が 80%を超えていたことから，多くの箱は，想定する開け方で開けられていることがわかった。

「想定する開け方」と A 薬局を除いた「開け方の一致状況」のクロス集計表（表 1）から，ジッパータイプだけ不一致の割合が大きいことがわかった。

そこでジッパータイプに着目し，外箱の開け方の一致や不一致の要因を探るべく，まず「開け方の一致状況」と「外箱のサイズ」との関係を調べた。

第 2 節で述べたデータベースの属性のサイズに関する属性（外箱の縦，横，奥行の寸法で単位は mm）から，面積 3 種類と各面積の平方根 3 種類，体積の立方根 1 種類を新たな変数とし，計 11 種類の変数を解析に用いた。

複数のアルゴリズムによる二進木解析の結果から，開け方の一致率が低いジッパータイプの中でも，その形状により，一致率が高い外箱と低い外箱のあることがわかった。

表 1 「想定する開け方」と「開け方の一致状況」のクロス集計表（A 薬局を除く）

想定する開け方	開け方の一致状況		合計
	一致	不一致	
プッシュ	499(11)	19	518
ジッパー	114(15)	59(22)	173
プル	57(5)	1	58
プッシュプル	37(1)	2	39
テープ	41(1)	3	44
その他	10(3)	0	10
合計	759(37)	84(22)	843

4. 医薬品外箱データベースの修正

医薬品外箱データベースでは，前節で述べた，各外箱の縦，横，奥行の軸を決定する際，まず各外箱の「正面」を定め，その正面を基準に各軸を決定する手法をとっている。そこで，あらかじめ医療関係者の方と話し合い，外箱の正面を定めるフローチャートを作成した。

この手順に従い，データベースを構築した結果，一部図 1 に示すようなサイズ属性の外箱のレコードができてしまった。このように，平べったい形状の外箱が，他の面に比べ著しく面積の小さい面で立っている状態は不自

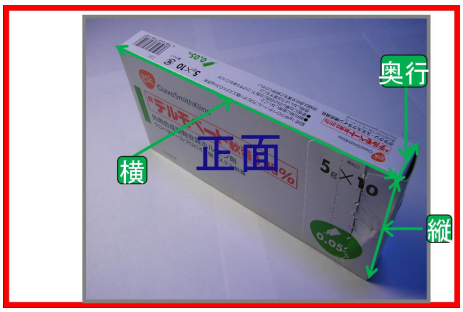


図 1 不自然な外箱の例

然である。このようにサイズ属性が不自然に定まった外箱のデータは，サイズ属性を用いた解析を行う際に，結果の頑健性を損なう原因となる恐れがあった。そこで，フローチャートを一部改訂し，このような外箱の正面の定義を修正し，データベースの修正を行った。

5. データベースの改善前後における解析結果の比較

第 4 節で述べたように，データベース内の外箱のサイズ属性を修正し，第 3 節で述べた，「開け方の一致状況」と「外箱のサイズ」の関係を調べる解析を再度行った。CART アルゴリズムを用いて，「開け方の一致状況」を出力，11 種類のサイズを入力とする二進木解析を行った。ここで，「想定する開け方」と実際の開け方が一致していれば 1，不一致であれば 0 である。

データベース改善前の結果を図 2 に，改善後の結果を図 3 に示す。なお，ノード 0～2 までの値は同一であったので，図 3 ではノード 3 からのみを表示している。

解析結果から，データベースの改善前と改善後で，ほとんどのノードにおいて，分岐の基準やその値などで差が生じなかった。つまり，サイズの大きい外箱は一致率が高いこと，開け方の一致状況の不一致に対して，外箱の奥行や横の長さが大きく関係していることについては変わらなかった。また，ノード 8 など，比較的小さい外箱について，一致不一致の割合に多少の変動はあったが，比較的小さい外箱の傾向としてはやはり一致不一致を完全に分岐できていないことから，サイズ以外の要因も別にあると考えられる。

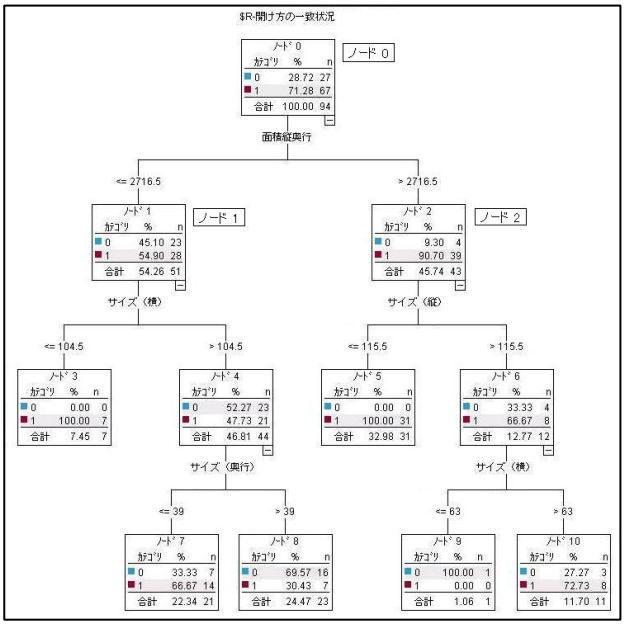


図 2 CART アルゴリズムによる二進木（改善前）

6. まとめ

医薬品外箱のユーザビリティを向上させるための知見を得るため，構築した医薬品外箱データベースを用いて，解析を行っている。

今回は，より正しい解析を行うため，データベースの改善を行った。

解析の結果から，改善前の結果と同様，外箱のサイズと，開け方の一致状況に強い関係性がみられた。また，サイズ以外の要因も存在している可能性もやはり示唆された。

今後，さらに解析を進めていく。

なお，ご協力いただいた薬局に謝意を表します。

参考文献

1)村岡他：「医薬品外箱データベースの構築と解析―データベースの属性の決定―」，日本人間工学会関東支部第 39 回大会講演集, pp.156-157, 2009.

2)村岡他：「医薬品外箱データベースの構築と解析」，2010 年総合大会講演論文集，基礎・境界講演論文集, p.264, 2010.

3)吉見他：「医薬品外箱データベースの構築と解析（第 4 報）―医薬品外箱の開封性の要因分析―」，日本人間工学会関東支部第 40 回大会講演集，pp.196-197, 2010.

[連絡先]
吉見洋文
芝浦工業大学大学院　理工学研究科
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：ma11171@shibaura-it.ac.jp
TEL:03-5859-8508　FAX: 03-5859-8501

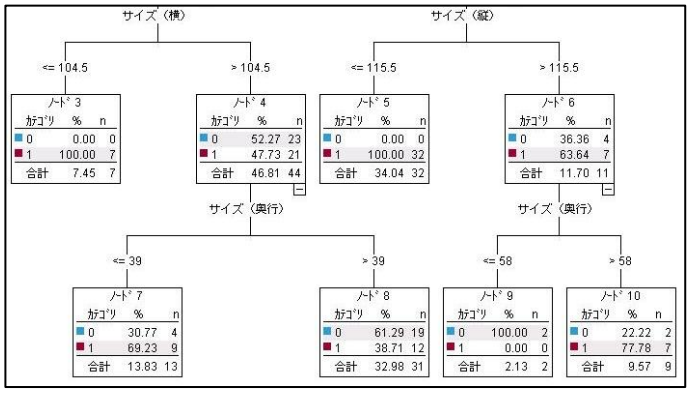


図 3 CART アルゴリズムによる二進木（改善後）

長期服薬患者の服薬支援システムの提案

○遠田裕貴[*]，戸田健[*]，尾崎信耶[**]，井手口直子[***]，高木彰子[***]，宮木智子[****]，南部恵子[****]
（*日本大学理工学部，**日本大学大学院理工学研究科，
帝京平成大学薬学部，*株式会社新医療総合研究科）

A Proposal of Medication Support System for Long-term Medication Patients

Enda Yuki[*], Toda Takeshi[*], Ozaki Shinya[**], Ideguchi Naoko[***],
Takagi Akiko[***], Tomoko Miyaki[****], Keiko Nanbu[****]
(*College of Science and Technology, Nihon University,
**Graduate School of Science and Technology, Nihon University,
*** Faculty of Pharmaceutical Sciences, Teikyo Heisei University, ****New MEC Inc.)

1. はじめに

虚血性心疾患，糖尿病，高血圧症や喘息等長期の服薬治療では，医療従事者の指示に従って処方通りに服薬することを意味するコンプライアンスが継続しないことが問題になっている。コンプライアンスが継続しない原因は，長期服薬の在宅患者は，病院及び調剤薬局への来局頻度が少ない。そのため医師や薬剤師とのコミュニケーションが少なく，服薬治療に対する意識や主体的気持ちといったアドヒアランスが継続しない。また長期服薬治療の疾患には自覚症状が弱いことが多く，このこともアドヒアランスを低下させている。さらに近年の医療機関を取り巻く環境変化により，クリニックにおける診察及び治療の指導，調剤薬局における服薬指導に十分な時間がとれなくなっていることも原因の1つとして挙げられている。

本研究では前記問題に対処するため，調剤薬局薬剤師による長期服薬患者への服薬支援システムを提案する。

2. 先行事例

調剤薬局において患者指導の不足を補うための試みとしては従来，服薬指導に関わる情報について，冊子やパンフレット等テキストによって提供することが一般的である [1]。それらの冊子やパンフレットを薬局内に掲示したり，配布したり，服薬指導時に提示する等して利用する。また薬局に設置したディスプレイによる提供 [2),3)]。患者の携帯電話へ報知する試みも行われている [4]。しかしこれらの方法は患者への一方通行で教育効果が少ない。そのため薬局窓口における患者−薬剤師間のコミュニケーション不足を補うために，待合室に Q&A の掲示板を設置する試みも報告されている[5]，しかしこれらの試みは来局頻度の少ない長期服薬の患者にとって効果が低い，さらに最近ではタブレット端末に実装したスライドや動画を用いて，治療や検査内容の説明，服薬指導や栄養指導を支援するツールも登場している [6]。しかし，これらの情報提供手段においては，前記のパンフレットやディスプレイによる情報提要と同様に，患者の興味・関心を引きアドヒアランスを向上させるには限界がある。インタラクティブ性，またシミュレーション性の要素が欠如している。

3. 提案システム

3.1 患者端末

患者端末は，服薬状況の入力部，症状のシミュレーション部及び表示部の3つの機能で構成される。

(1) 服薬状況の入力部

服薬状況の入力部では，図2に示す通り，予め設定した服薬時間にアラートが鳴り，処方の内容とともに「飲んだ」，「飲んでいない」の 2 つのボタンが表示される。

(2) 症状のシミュレーション及び表示部

症状のシミュレーション部では，服薬時間の度に入力された服薬状況の結果に基づいて，症状のシミュレーションを行う。図 2 では，血栓の固まり具合といった，体内の目に見えない症状の変化をシミュレーションで可視化している。

3.2 薬剤師端末

調剤薬局の薬剤師端末では，患者の服薬時間の度に，患者端末から送信された服薬状況（コンプライアンス）のグラフ表示の機能をもつ。図 3 に服薬状況のグラフ表示例を示す。患者が入力した服薬状況の他に，送信時間を服薬時間とし，「時間がずれたが飲めた」という服薬状況も含めている。薬剤師は毎日コンプライアンスリスト及びグラフの表示を見て，患者の服薬状況を把握する，次回患者が調剤薬局へ来局した時，薬剤師は過去のコンプライアンス状況のグラフを患者とともに確認し，服薬指導に活用する。また患者に対し見守っているというメッセージを与え，患者は見守られ感を得ることができると考える。

3.3 シミュレーション例

図 4 に，コンプライアンスの状況によって異なる症状のシミュレーション結果の画面表示例（スナップショット）を示す。服薬状況の入力で「飲まなかった」ボタンの選択が続いたり，服薬間隔の日数があく等コンプライアンスが悪くなると，血栓が生じる．図 4 では，レベル 1 から 4 に従って，血栓の大きさが大きくなり血液の流れが滞る様子がわかる。

4. 今後

今後，抗血小板薬「プラビックス」の服薬患者を対象に実証実験を行い提案システムの有用性を確かめるとともに改善点，新しいサービスやシステムの可能性を探る予定である。また，てんかん，糖尿病，高血圧症，喘息や生活習慣病等の他の長期服薬の患者に対してのシミュレーションによる可視化方法の開発を行い，実証実験を行う。さらに小児患者の半数以上がアレルギーや喘息等の長期の服薬患者であることから，小児患者に対しての検討も行う。小児は大人と異なり理解力が低いため，アドヒアランスを向上させるためのインタフェースのデザインが重要になってくる。

5. 参考文献

1) 木下：服薬アドヒアランスを上げる為の工夫・薬を飲めない子への対応，小児科診療，Vol.74，No.5，pp.729-732，2011
2) 森戸，大戸，太田，後藤，笹原，常山：ビデオ放映による待ち時間対策への検証，日本農村医学会雑誌，Vol.53，No.4，pp.733，2004
3) 久我，木下，石原，森本:待ち時間を利用した患者者教育の試み−外来テレビを用いた Q&A クイズの効果と反響−,外来小児科,Vol.8，No.4，pp519-520，2005
4) 河本，難波，山本，他：調剤薬局からの発信満足度向上のために，第 42 回日本薬剤師会学術大会，2009
5) 澤井，西浦，熊本，他：患者さんからの調剤薬局への意見を収集，第 42 回日本薬剤師会学術大会，2009
6) 日本イーメディカル株式会社：患者説明ツール「eDOCTOR」，http://www.emed.co.jp/edoctor.html

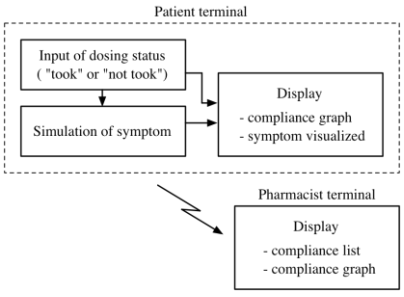


図1　提案システムの機能構成

図 2　提案システムの患者端末の画面例

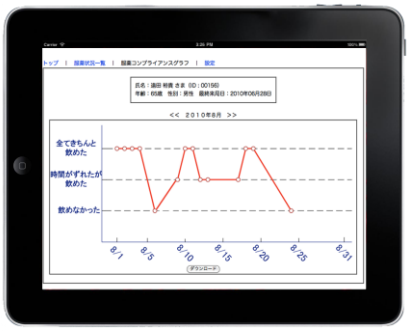
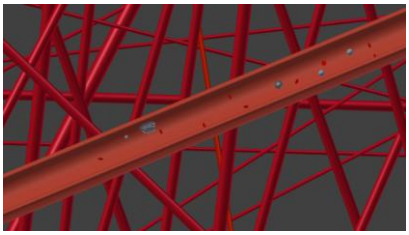
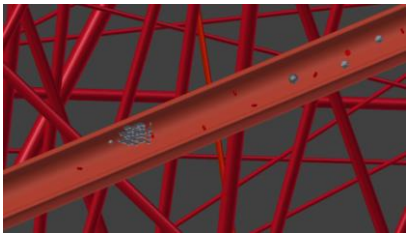


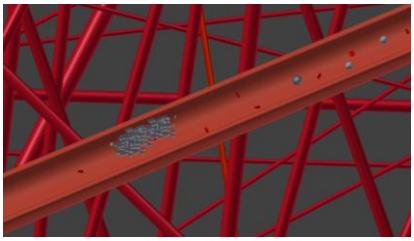
図3　提案システムの薬剤師端末の画面例



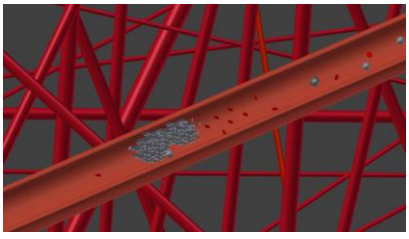
レベル 1



レベル 2



レベル 3



レベル4

図4　コンプライアンスの状況によって異なる症状のシミュレーション結果の画面例

[連絡先]
遠田　裕貴
日本大学理工学部電気工学科戸田研究室
〒101-8038　東京都千代田区神田駿河台 1-8-14
e-mail：csyu08031@g.nihon-u.ac.jp
Fax：03-3259-0791

医薬品添付文書の雛形作成を想定した組成に関する記述の解析 (第 2 報)

○奥屋遼[*]，石田啓継[*]，鍋田啓太[*]，木村昌臣[**]，大倉典子[**]，土屋文人[***]
（*芝浦工業大学大学院，**芝浦工業大学，***国際医療福祉大学）

Analysis on Descriptions of the Composition to Create the Package Insert Format(II)

Ryo Okuya[*], Hirotsugu Ishida[*], Keita Nabeta[*], Masaomi Kimura[**], Michiko Ohkura[**], Fumito Tsuchiya[***]
(*Graduate School, Shibaura Institute of Technology
**Shibaura Institute of Technology ***International University of Health and Welfare)

1. はじめに

近年，処方オーダリングシステムにおける自動処方チェックなど，医薬品による医療事故を防ぐための情報システムの活用が期待され．そのような情報システムで用いられるべき医薬品情報データベースは現在，医薬品添付文書に記載されている医薬品情報を基に作成されている．しかし，添付文書は医薬品が作られる度に人の手によって作成されるため，添付文書中の文章表現は多様なものになる．よって，従来，その添付文書から医薬品情報を正確に抽出することは困難であった [1)]．そのため，添付文書から情報を抽出するのではなく，先に医薬品情報についてのデータベースを作成し，それを適当な雛形に当てはめて添付文書を生成するアプローチを本研究では考える．そのような仕組みが実現出来れば，添付文書の記述方法によらずにシステム上での使用に適した情報を医薬品情報データベースに保持でき，かつ添付文書作成の効率化が期待される．

そこで本研究では，電子データである SGML 形式の添付文書の項目「組成」の文章を対象に解析し，組成から得られる医薬品情報を分析することでデータベースに必要な項目を提案するのと同時に，添付文書の雛形のあるべき姿を調査する．「組成」とは有効成分名とその含量，及び添加物が記述されている項目であるが，本研究では有効成分名と含量のみを対象とする．

2. 解析方法

医薬品医療機器総合機構の Web ページ [2)]から収集した SGML 形式の医薬品添付文書のうち，漢方薬以外を対象データとし，「組成」中の有効成分名とその含量の記述部分を用いる．具体的な記述例を下記に示す．

<item>有効成分(1g 中)</item>

<detail>フロセミド 40mg</detail>

まず，表現のパターンを得るためにタグ内のテキストデータを抽出し，医薬品ごとに異なる情報をラベルに置換した．第 1 報 [3)]では販売名，有効成分名，基準量や含量と考えられる数字・単位をそれぞれ[BrandName], [ActIngreName], [Number][Unit]といったラベルに置換したが,薬剤の色などの項目「性状」に含まれる情報や有効成分の分子式といったその他の医薬品ごとに異なる情報が見受けられたため，テキストデータの名詞を確認し，各情報に適したラベルを用意して置換を行った．具体的には薬剤の色や剤形,対象部分についての情報などに対して，[Color], [Form], [DrugParts]といったラベルを用意して置換した．そして,不要な記号や文字を削除して作成されたテキストデータを記述パターンとする．

次に，類似した記述パターンをまとめる方法としてクラスタリング手法を適用した．記述パターンの名詞・ラベルの出現の有無を要素としたベクトルをパターン毎に作成し,特異値分解を用いて次元圧縮した上でクラスタリングを行った．なお，有効成分が 1 つだけ現れる場合と複数現れる場合では記述パターンが異なると考え，有効成分名を表す[ActIngreName]の出現回数を基に記述パターンを分けた上で，クラスタリング手法を適用した．

3. 結果・考察

3.1 有効成分が 1 つの場合の結果・考察

作成されたデンドログラムを図 1 に示す．記述パターンを確認し，構造が似ている記述パターンがまとまる高さで切り分けたところ, 12 個のクラスタに分割された．

9 つのクラスタで共通して見られるパターンとして「[Number][Unit] 中 [ActIngreName][Number][Unit] 」と記載されていることが多く，このパターンを基としてクラスタごとに「本剤は……中に……を含有する」といった文章形式や，有効成分や成分含量といった表題と上記のパターンを組み合わせた表現などに分かれている(表 1)．また，残り 3 つのクラスタ内の記述パターンを見ると，含量のみの記述などが見受けられた．このことから，いくつかの記述には存在しない情報ではあるが，「組成」のデータベースとして基準量，有効成分名，含量の項目が必要である．また，「成分分量[BR][Number][Unit]中[ActIngreName][Number][Unit]」など記述はこれらの情報が表現できる雛形として適当であると考えられる．

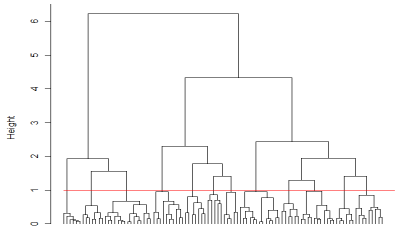


図 1. 階層型クラスタリングの結果(有効成分:1 つ)

表 1 記述パターンの例(有効成分:1 つ)

記述パターン
本剤は[Number][Unit]中[ActIngreName][Number][Unit]を含有する
成分分量[BR][Number][Unit]中[ActIngreName][Number][Unit]
[DrugParts][Number][Unit]中に[ActIngreName][Number][Unit]を含有する
成分含量(<Number><Unit>中) <ActIngreName>(遺伝子組換え)<Number><Unit>
本剤は[Number][Unit]中に[ActIngreName][Number][Unit]を含有する[Color]の[Form]である

また，有効成分の情報と一緒に他の情報が書かれている記述パターンが各クラスタで少数存在し，この中には容器や医薬品の対象部分についての情報を持つ記述パターンがあった．これは医薬品の成分を持つ部分が複数分かれている場合の記述の一部と考えられるため，データベースの項目として必要であり，そのような医薬品の雛形として考えられる．また，「遺伝子組換え」などの有効成分の補足情報も項目として必要である．

しかし，色や剤形の情報が含まれた記述パターンもあり，これらの情報は本来「性状」に記載すべきである．よって，「組成」のデータベースではなく，「性状」のデータベースの項目として持つことを検討する必要がある．

3.2 有効成分が複数の場合の結果・考察

作成されたデンドログラムを図 2 に示す．クラスタは有効成分名と含量以外の情報が多く含まれているか(①)否か(②)を基準に分割される．

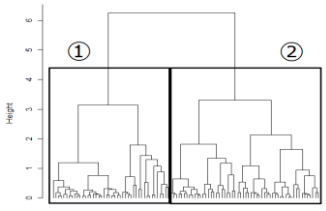


図 2. 階層型クラスタリングの結果(有効成分:複数)

①に含まれる記述パターンの多くは有効成分が 1 つの場合のパターンと似ており「[Number][Unit]中」の後に，「[ActiveIngreName][Number][Unit]」が繰り返し記載されている(表 2)．これより，有効成分名と含量を格納する項目は情報を複数レコードにわたって格納出来る項目である必要がある．また，有効成分と含量の後に括弧内で有効成分の一部や別名の情報を持つ記述パターンもあり，この情報は有効成分の補足情報の項目に格納する必要がある．

表 2. 記述パターンの例(有効成分:複数)

記述パターン
成分分量([Number][Unit]中)[BR][ActIngreName]:[Number][Unit][ActIngreName]:[Number][Unit][ActIngreName]:[Number][Unit]
含量[BR][Number][Unit]中[ActIngreName][Number][Unit]([ActIngreName]として[Number][Unit])
<Number><Unit>中<ActIngreName><Number><Unit><ActIngreName><Number><Unit>を含有する<Form>である

②に含まれる記述パターンには，分子式，「性状」の情報などが含まれているが，有効成分と含量の記述が繰り返されているという点では①と同様である．以上より，有効成分数で分けた記述パターンの違いは有効成分名と含量の繰り返しがあるか否かであることが分かる．よって，有効成分を複数含有する医薬品のデータの持ち方として 1 つの医薬品に対して複数のレコードを用意し，それぞれに各有効成分の情報を格納すれば良い．

ただし，一部の記述パターンとして製法が事細かに記載されているものが存在した．これらの記述表現は個々の医薬品による部分が大きく，このような情報を記載する場合は自由記述で書くのが望ましいと考えられる．

4. まとめ

本研究では添付文書の「組成」を対象に記述パターンのクラスタリングを行い，データベースに必要な項目と雛形を分析した．結果，基準量・有効成分・含量の情報が多く含まれており，データベース項目として必要であり，それらが繰り返し現れる記述パターンから複数のレコードに格納させる必要があることも分かる．また，追加情報なども項目として必要である．今後は，雛形の提案と共に添加物などの「組成」の他の情報を対象に同様の解析を行い，データベース項目を考える必要がある．

5. 参考文献

1) 鍋田啓太他: 医薬品添付文書からの有効成分名の抽出(第 2 報)，電子情報通信学会 2009 年総合大会講演論文集, A-18-5, 2009.

2) 独立行政法人 医薬品医療機器総合機構(2011) http://www.info.pmda.go.jp/

3) 奥屋遼他: 医薬品添付文書の雛形作成を想定した組成に関する記述の解析，電子情報通信学会 2011 年ソサイエティ大会講演論文集, A-18-4, 2011

[連絡先]
奥屋遼
芝浦工業大学工学部データ工学研究室
〒135-8648 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：ma11044@shibaura-it.ac.jp
Fax：03-5859-8507

ヒヤリハット事例の活用に関する意識調査

○山口俊憲*
(*山形県立産業技術短期大学校)

Attitude Survey of Near-Accident Reports

Toshinori Yamaguchi*
(*Yamagata College of Industry and Technology)

1.はじめに

近年，医療安全の向上を目的にヒヤリハット事例の収集と活用がなされている．しかし，この事例報告が病院全体として十分活用されていないとの指摘もある[1]．また，一つの病院を対象に行ったヒヤリハット事例の活用に関する意識調査に関する研究[3]で，安全管理サイクル（図１参照）[2]運用における対策評価の必要性が示されている．しかし，一つの病院を対象とした調査では，アンケートを実施した職場の風土等の影響を考慮が必要となる．本報告では，他の２つの病院に対し同様のアンケート調査を実施し，その結果に基づき，３つの病院におけるヒヤリハット事例の活用に関する意識を分析する．

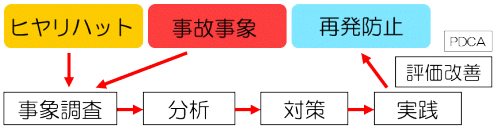


図 1. 安全管理サイクル[2]の概略

2.アンケート調査の方法

2.1 調査時期と方法

表１に示す３つの病院において，無記名方式でアンケート調査を行った．調査票には，アンケートの趣旨として医療従事者の働く環境の向上が目的であるとの説明を付記した．

表 1. 実施病院と調査票の配布数･回収率

	病床数	実施時期	配布数(枚)	回収数(枚)	回収率
A病院	約600	2010年12月	331	299	0.90
B病院	約300	2011年 5月	220	200	0.91
C病院	約450	2011年 6月	541	496	0.92

2.2 調査内容

調査票は安全管理担当者と全職員向け（安全管理担当者と一般職員対象）の２種類を作成し，アンケート調査を行った．安全管理担当者に対しては組織としてのヒヤリハット事例の活用状況の調査，全職員向けにはヒヤリハット事例の活用への意識調査を行った．本報告では，全職員向けに行ったアンケート調査についてまとめる．

3.結果と考察

3.1 回収結果

表２に各病院の職種別の回答者数を示す．実施したどの病院も回収率は90%を超えた（表１参照）．また，最も病院内で人員が多い看護師の回答割合が高い（表２参照）．

表 2. 各病院の職種別回答者数と回収率

(a) A 病院

医師	看護師	薬剤師	臨床工学技師	助産師	診療放射線技師
10	219	13	4	5	11
	臨床検査技師	栄養士	事務	回答なし	総計
	22	11	2	2	299

(b) B 病院

医師	看護師	薬剤師	療法士			臨床検査技師	診療放射線技師
			理学	作業	言語		
10	141	3	7	4	2	4	4
臨床工学技師	給食･栄養		保育士	事務	ボイラー技師	合計	
	栄養士	調理師					
1	3	4	5	11	1	200	

(c) C 病院

医師	看護師	助産師	看護助手	臨床検査技師
14	286	12	32	21
事務	クラーク	薬剤部嘱託	クリーニング	医技
32	22	1	1	1
診療放射線技師	臨床工学技師	薬剤師	療法士	給食･栄養
10	3	12	8	27
技術職	検査補助	嘱託職員	回答なし	合計
1	1	1	11	496

3.2 回答結果

表３に各質問項目とその回答割合を示す（設問⑩はC病院のみで実施した）．表３に示したように，多くの職員がヒヤリハット事例の報告を行っており，ヒヤリハット事例の収集が事故防止へ役立っていると感じている．しかし，職員の約４割が実施されていない対策があると回答した．また，職員の約５割が実施困難な対策や効果の期待できない対策がある，他部門で立てらえた対策が自分の所属する部門に影響を与えると回答した．

これらより，安全管理サイクルにおいて，ヒヤリハット事例の収集・分析・対策の立案までは比較的実施されている．しかし，対策の実施と対策の評価に課題が残されていると考えられる．

3.3 看護職における病院間の比較

職種別に回答の違いを分析した結果，いくつかの項目で差がみられた．表２に示したように，病院によって回答した職員の職種にばらつきがある．そのため，回収したすべてのデータを用いて病院間の比較を行うと回答した職種の割合による影響が含まれると考えられる．そこで，最も回答者数が多く，他の職種に比べ積極的にヒヤリハ

ット事例の活用を行っている看護師のデータを用いて病院間の比較を行った．表 4 に看護職における病院別回答割合を示す．

表 3. 各質問項目とその回答割合

①ヒヤリハット事例の報告を行っていますか？					
	している	まあしている	あまりしていない	していない	回答無
3病院	0.66	0.18	0.07	0.07	0.01
②ここ1週間でヒヤリハット体験をしましたか					
	はい	いいえ	回答無		
3病院	0.35	0.64	0.01		
③ヒヤリハット事例の収集は事故防止へ役立っていると感じますか					
	感じる	まあ感じる	あまり感じない	感じない	回答無
3病院	0.49	0.42	0.07	0.01	0.01
④ヒヤリハット事例の分析結果をよく目にしますか					
	目にする	まあ目にする	あまり目にしない	目にしない	回答無
3病院	0.37	0.41	0.20	0.02	0.01
⑤事故防止対策をよく目にしますか					
	目にする	まあ目にする	あまり目にしない	目にしない	回答無
3病院	0.42	0.45	0.11	0.01	0.00
⑥実行困難な対策はありますか					
	ある	まあある	あまりない	ない	回答無
3病院	0.14	0.39	0.38	0.06	0.03
⑦効果の期待できない対策が提示されることはありますか					
	ある	まあある	あまりない	ない	回答無
3病院	0.09	0.37	0.44	0.07	0.03
⑧他部門で立てられた対策が自分の所属する部門の仕事へ影響を与えると感じたことがありますか					
	感じる	まあ感じる	あまり感じない	感じない	回答無
3病院	0.15	0.33	0.39	0.11	0.03
⑨実施されていない対策はありますか					
	ある	まあある	あまりない	ない	回答無
3病院	0.08	0.32	0.46	0.11	0.04
⑩対策の有効性は評価されていますか？					
	されている	まあされている	あまりされていない	されていない	回答無
C病院	0.14	0.48	0.29	0.03	0.05

表 4. 看護職における病院別回答割合

①ヒヤリハット事例の報告を行っていますか？				
	している	まあしている	あまりしていない	していない
A病院	0.61	0.31	0.07	0.00
B病院	0.67	0.25	0.06	0.01
C病院	0.83	0.12	0.04	0.01
全体	0.72	0.21	0.06	0.01
②ここ1週間でヒヤリハット体験をしましたか				
	はい	いいえ		
A病院	0.49	0.51		
B病院	0.51	0.49		
C病院	0.29	0.71		
全体	0.41	0.59		
③ヒヤリハット事例の収集は事故防止へ役立っていると感じますか				
	感じる	まあ感じる	あまり感じない	感じない
A病院	0.50	0.44	0.05	0.00
B病院	0.57	0.42	0.01	0.00
C病院	0.46	0.43	0.10	0.01
全体	0.50	0.43	0.06	0.01
④ヒヤリハット事例の分析結果をよく目にしますか				
	目にする	まあ目にする	あまり目にしない	目にしない
A病院	0.40	0.46	0.14	0.00
B病院	0.43	0.48	0.09	0.01
C病院	0.40	0.43	0.16	0.01
全体	0.41	0.45	0.14	0.00
⑤事故防止対策をよく目にしますか				
	目にする	まあ目にする	あまり目にしない	目にしない
A病院	0.47	0.46	0.06	0.00
B病院	0.45	0.49	0.06	0.00
C病院	0.48	0.48	0.05	0.00
全体	0.47	0.47	0.06	0.00

⑥実行困難な対策はありますか				
	ある	まあある	あまりない	ない
A病院	0.15	0.46	0.37	0.03
B病院	0.12	0.33	0.48	0.07
C病院	0.23	0.43	0.32	0.02
全体	0.17	0.42	0.37	0.03
⑦効果の期待できない対策が提示されることはありますか				
	ある	まあある	あまりない	ない
A病院	0.09	0.40	0.48	0.03
B病院	0.09	0.32	0.50	0.09
C病院	0.12	0.46	0.40	0.02
全体	0.10	0.41	0.45	0.04
⑧他部門で立てられた対策が自分の所属する部門の仕事へ影響を与えると感じたことがありますか				
	感じる	まあ感じる	あまり感じない	感じない
A病院	0.16	0.31	0.45	0.08
B病院	0.16	0.31	0.44	0.09
C病院	0.15	0.37	0.40	0.09
全体	0.15	0.33	0.43	0.09
⑨実施されていない対策はありますか				
	ある	まあある	あまりない	ない
A病院	0.10	0.40	0.45	0.05
B病院	0.07	0.28	0.54	0.11
C病院	0.08	0.39	0.43	0.10
全体	0.09	0.37	0.46	0.08
⑩対策の有効性は評価されていますか？				
	いる	まあされている	あまりされていない	いない
A病院		未実施		
B病院		未実施		
C病院	0.12	0.49	0.36	0.02

表 4 に示したように，多くの設問項目で各病院とも同様の傾向がみられ，どの病院もヒヤリハット事例の収集・分析・対策の立案は行われている．しかし，対策の実施・評価に課題があると考えられる．

設問項目「②最近のヒヤリハット体験の有無」，「⑥実施困難な対策の有無」において，C 病院は他の病院と異なる傾向がみられた．C 病院では，他の病院に比べヒヤリハット事例の報告は積極的に行っている．しかし，ここ１週間でのヒヤリハット体験をしたとの回答が比較的低くなっている．また，他の病院に比べ実行困難な対策があると回答した割合も高くなっている．今後，このような差が発生した要因を分析していく必要がある．

4. おわりに

本報告では，複数の病院に医療従事者に対するヒヤリハット事例の活用に関するアンケート調査を行い，安全管理サイクル運用上の課題を明らかにした．

その結果，調査した 3 つの病院において安全管理サイクルにおいてヒヤリハット事例の収集・分析・対策の立案は実施されている．しかし，実施されていない対策，効果の期待できない対策，他部門に影響を与える対策があると回答する割合が比較的高かった．このことから，分析した病院の共通の課題として対策の実施・評価があると考えられる．また，最近のヒヤリハット体験の有無や実行困難な対策の有無などの設問において病院間に差がみられた．

今後，職種，経験年数などによる意識の差を分析するとともに，病院間の差が発生する要因，またどのような対策が実施困難であるかなどの調査・分析を行うことで，安全管理サイクル運用上の課題を明らかにする必要がある．このような分析を行うことで，実施され，状況に応じて改善のできる対策立案を行うことのできる安全管理サイクルの構築を目指す．

参考文献

1) 吉川俊治：医療安全対策は実行を上げたか，外科 67(3)，208-312，2005.

2) 石橋明：航空の安全文化を持続させるために - 安全管理サイクル構築の提案ー，セイフティエンジニアリング，137，7-12，2005.

3) 山口俊憲：ヒヤリハット事例活用に関する意識調査に基づく安全管理サイクルの効果的な運用方法の提案，医療の質・安全学会誌，Vol.6 Mo.4, 477-480，2011.

［連絡先］

山口俊憲

山形県立産業技術短期大学校

〒990-2473 山形県山形市松栄 2-2-1

e-mail：yamaguch@astro.yamagata-cit.ac.jp

Fax：023 (643)8687

Naive Bayes 法を用いた米国 FDA 医薬品回収事例文書の解析

○永田智行*, 奥屋遼**, 石田啓継**, 鍋田啓太**, 木村昌臣*, 大倉典子*, 土屋文人***
(*芝浦工業大学工学部, **芝浦工業大学大学院理工学研究科, ***国際医療福祉大学)

Analysis of Drug Recall Document in FDA based on Naive Bayes

Tomoyuki Nagata*, Ryo Okuya**, Hirotsugu Ishida**, Keita Nabeta**, Masaomi Kimura*, Michiko Ohkura*, Fumito Tsuchiya***
(*College of Engineering, Shibaura Institute of Technology
**Graduate School of Engineering, Shibaura Institute of Technology
*** International University of Health and Welfare)

1. はじめに

医薬品は，病気の治療や予防等，健康を促進するためのものである．しかし，それらが不良により健康被害を引き起こす可能性がある場合には回収が行われる．この時，回収事例は早く確実に伝達されるべきである．

このためにクラス分類という指標が用いられる．これは，使用してしまった時の危険度合いにより医薬品の回収事例を3段階に分類したもので，クラス I には死に至る程の重篤な健康被害の恐れがあるもの，クラスIIには治癒可能ではあるが健康被害の恐れがあるもの，またクラス III には健康被害の恐れがないものが分類される．

また，医薬品回収事例を日本では医薬品医療機器総合機構 [1]，米国では Food and Drug Administration (FDA)[2]が公開している．医薬品医療機器総合機構には，医薬品の製品名称や回収理由，回収状況等を格納したデータベースがあり，項目別に検索して回収事例を取得することができる．これに対し，FDA は医薬品回収事例についてのデータベースを公開しておらず，Enforcement Report と Press Release を公開しているのみである．Enforcement Report には記載すべき項目が定められており，定型データとみなせるものの，情報量が少ないという欠点がある．一方，Press Release は多くの情報を含んでいるものの，文章として記述されており，そのままでは定型データとして扱えない．そこで，本稿では，Enforcement Report の内容をデータベースとして扱うために Press Release に含まれる情報によりこれを補うため，Press Release の各文にある記述が医薬品回収事例のデータベースとして必要などの項目にあたるべきかを判別する手法について提案する．

2. 対象データの調査

まず，非定型的に記述されている Press Release から定型項目を抽出するために，文書内に共通して存在し，かつ重要である項目が何かについて検討した．

最初にあげられるのは「製品名」や「回収ロット」，「回収理由」といった基本的な項目である．これは，医薬品回収事例として必須な事項であるため重要である．また，Press Release ではクラス I の事例について記載することになっているため，文書内にクラスに関する記述は存在しないが，実際には「消費者は使用を続けることができる」というクラス III に該当すべき記述もみられることから，回収事例の危険度合いを明示するためにも「危惧される健康被害」が必要であると考えられる．さらに，医薬品回収事例という観点から製品の所有者が取るべき行動について記述された項目も重要である．最後に，回収事例を見ても一般の消費者が製品名から製品の性質や危険性を判断できるとは限らないため，「製品の効果・効能」の記述もあると良い．

このうち，実際にこれらの項目が Press Release 中にどの程度出現するかを調べるために，2010 年医薬品 Press Release 35 件を対象に調査を行った(表 1)．

表 1.各項目の出現頻度

	製品名	回収ロット	回収理由	危惧される健康被害	製品の効果・効能	所有者がすべき事
記述あり	35	35	35	21	15	26
記述なし	0	0	0	14	20	9

この表から，「製品名」等の基本的な項目はすべてにおいて記述されていることがわかるが，「危惧される健康被害」や「製品の効果・効能」といった項目については約半数しか記述が見られないことがわかる．

3. 解析

3.1 手法

本稿では，Press Release を文ごとに分割し，Naive Bayes 法を適用して，文を前節で調査した各項目とそれ以外の「その他」に分類する．Naive Bayes 法とは，単語間の独立性仮定に基づいてベイズの定理を応用した確率的分類手法であり，ここで，文を S，分類先のカテゴリを C_i，文書内の単語を W_k，その単語が出現した回数を n_k と表すと，S が C_i に分類される確率は近似的に以下の式で表せる．

$$P(C_i|S) \propto P(C_i)\prod_k \{P(W_k|C_i)\}^{n_k}$$

3.2 使用するデータ

データに関してはまず，FDA が WEB 上で公開しているデータのうち，2010 年医薬品 Press Release 35 件を訓練用データ，2011 年の医薬品 Press Release 20 件を検証用データとして取得する．次に，取得したデータを整形し，1 文ごとに分割する．訓練用データについては，1 文ごとにそれぞれのカテゴリを手動で割り当てておく．

3.3 結果・考察

Naive Bayes 法を 2011 年医薬品 Press Release 20 件（608 文）に適用し，精度と再現率を計算した（表 2）．

表 2. 各項目の精度・再現率

	精度(%)	再現率(%)
ロット番号	60.0	27.3
回収理由	42.9	26.1
危惧される健康被害	75.0	57.7
製品の効果・効能	62.5	25.0
所有者がすべき事	33.3	3.0
その他	85.6	97.0

この結果から，「危惧される健康被害」「製品の効果・効能」「ロット番号」等における精度については比較的高い値が得られているのが分かる．しかし，全体的に再現率が低く，特に「所有者がすべき事」に関しては著しく低いという結果になってしまった．本来「所有者がすべき事」に分類されるべきものだが他の項目に分類されてしまったもの（偽陰性）の文について調べたところ，32 件全てが「その他」に分類されていた．そこで，この文に含まれる Naive Bayes 法の確率の高い単語について調査したところ，「product」「recall」等の単語が多くの文に含まれ，これによって同単語の出現頻度が多い「その他」に分類されていることが分かった．また，他のデータに関しても再現率が低いため，それぞれ間違った文とその文における出現頻度の多い単語を調べたところ，「製品の効果・効能」においては，「patients」「safety」，「回収理由」では，「product」「recall」，「所有者がすべき事」では，「use」「consumer」といった特定の単語が挙げられた．そこで，これらの特定の単語による影響を除去するために，これらの単語を除いて再計算を行ったところ，全体的に再現率が多少改善されたが，逆に「危惧される健康被害」や「製品の効果・効能」における精度が低下する等良い結果は得られなかった．

さらに，Press Release の中には「医薬品の効果・効能」について記載された文書が約半数存在すると述べたが，それらの中には，単純に医薬品の用途を記述するだけでなく「副作用・禁忌による健康被害」まで記載されているものもあり，これが本研究の「製品の不良による健康被害」へ分類されてしまうケースも多かった．

これらの事から，単純に単語の頻度だけから項目を分類することは困難であることが分かった．このことは，少なくとも回収事例の記述の仕方に明らかなパターンがあるわけではないことを示しており，Naive Bayes 法で無視している単語の共起関係を取り入れた解析を行っても，満足のいく結果を得ることは困難であることが予想される．すなわち，単純に文における出現単語では判断できず，文書全体の構造や意味から判断する必要がある事を示していると考えられる．

4. まとめ

本稿では，FDA の医薬品回収事例の問題点をあげ，さらに整理したデータベースがないことから，回収事例において重要な項目を整理して判断しやすくする必要性を見出し，抽出のための解析を行った．

今回は，回収事例のうちの1つである Press Release を調査した．手法には Naive Bayes 法を用いたが，結果としては，全体的に低い再現率しか得られなかった．そもそも文自体が多様で，特定のカテゴリを表す際立って特徴的な単語が少なく，学習データにおける単語の頻度のみでは判断しきれない文が多かったため，分類が困難だったということが分かった．結果として，Press Release の各文はコンピューターを利用して自動分類するには文の意味までを解析する必要があると言える．それ以外にも，Press Release 自体の問題点として，重要と思われる項目のうちでも，そもそもに記載がないものも半数と多いことも挙げられ，FDA においては，回収事例として収集すべき項目を整理し，データベースとしての管理が必要であると考える．

5. 参考文献

1) 医薬品医療機器総合機構:http://www.pmda.go.jp/(2011)
2) FDA:http://www.fda.gov/(2011)
3) 米重宏美,木村昌臣他:医薬品医療機器等の回収に関するクラス分類の提案,電子情報通信学会技術研究報 SSS 安全性 109(177),pp.17-20(2009)
4) 福田由海,木村昌臣他:米国FDAにおける医療機器回収データの分析,電子情報通信学会総合大会講演論文集 A-18 安全性 276(2011)

[連絡先]
永田智行
芝浦工業大学工学部情報工学科
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：l08086@shibaura-it.ac.jp
Fax：03 (5859) 8507（データ工学研究室宛）

薬効分類改善のための医薬品情報の解析（第四報）

○石田啓継*，鍋田啓太*，木村昌臣**，大倉典子**，土屋文人***
（*芝浦工業大学大学院，**芝浦工業大学情報工学科，***国際医療福祉大学）

Study on Method to Improve Therapeutic Category (IV)

Hirotsugu Ishida*, Keita Nabeta*, Masaomi Kimura**, Michiko Ohkura**, Fumito Tsuchiya***
(*Graduate School of technology, Shibaura Institute of Technology
**Shibaura Institute of Technology
***International University of Health and Welfare)

1. はじめに

医薬品は様々な薬効を持ちその効能などにより分類されている．医薬品には薬効分類番号が付けられており，システムで医薬品を処方するときに，医薬品情報と患者情報を照合することで誤投与を防止することに利用可能であると期待される．薬効分類番号は 1990 年改訂の「日本標準商品分類」に基づいて記載されており，それ以来 20 年間改訂されていない．その結果，現在は当時作成された分類基準が古いためどの薬効分類にも当てはまらず，「その他」の薬効に分類される医薬品が多く存在する．

第二報 [1]では，医薬品医療機器総合機構 [2]により公開されている「その他の循環器官用薬」の医薬品添付文書を対象に，それの効能・効果の文における名詞の出現の仕方の類似性をもとに医薬品を階層型クラスタリングした．また，各クラスタの名詞の出現の偏りによってクラスタを分割する方法を提案し，「その他」として分類されている医薬品の中には同様の薬効を持つものが多数含まれており，そのような医薬品は「その他」の分類から独立させる必要があることを示した．また，第三報 [3]では本手法による自動分類が人手による分類と一致するか実験を行い，第二報で提案した医薬品の分類手法の有効性の評価を行った．現在の薬効分類は医薬品の化学構造など別の観点からも分類されており，薬効のみからの分類ではない．そこで本報では本手法を「循環器官用薬」全体に適用し効能・効果をもとにした分類を行う．

2. 研究内容

2.1 対象データ

医薬品医療機器総合機構の web ページから収集した「循環器官用薬」に分類されている 1327 個の医薬品添付文書をもとに，ひとつの医薬品添付文書に複数の医薬品が記載されている場合はそれぞれを別の医薬品として取扱うこととして計 2238 個の医薬品を対象とした．

2.2 クラスタ分割手法の改善

2.2.1 第三報におけるクラスタ分割手法の問題点

第三報におけるクラスタ分割の指標は分割前のクラスタのエントロピーから，分割後のクラスタのそれぞれのエントロピーに各クラスタに含まれる要素数の割合を掛けたものの合計を引いたものである．しかし，均等でない大きさのクラスタに分割する場合，小さい方のクラスタが分割すべきものであっても分割できない．また，エントロピーの性質上クラスタの要素数が少なくなると単語の細かい差異を拾ってしまうため，指標の値が過剰に大きくなってしまう．さらに，ある分割における指標の値が小さくなると，それ以降に分割すべきクラスタが存在していても分割が終了してしまうというような問題が存在した．

2.2.2 手法の改善方法

第二報と同様にデンドログラムを作成し，上部からクラスタ分割を行う．エントロピーの差は分割後の 2 つのクラスタの合計値を基に計算するのではなく，分割後のそれぞれのクラスタのエントロピーと分割前のクラスタのエントロピーの差を取る．また，すべての分割における指標の値を算出し，一定値以上の部分は分割を行うこととする．デンドログラムの上部では単語の出現の仕方の類似性が指標に影響するが，下部では表現の揺れなどの単語の細かい差異が影響する．そこで，分割前のクラスタの単語数をエントロピーの差にかけることで，指標の値に対する単語の細かい差異の影響を減少させる．

図 1 は横軸が全体の要素数に対する各クラスタの要素数，縦軸が各クラスタの指標値を表したグラフである．

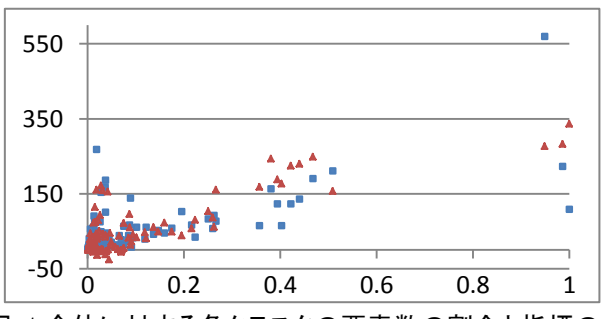


図 1 全体に対する各クラスタの要素数の割合と指標の値

図 1 から指標の値が比較的高いと考えられる 150 以上のものをクラスタ分割の対象とする．なお，単語数が少ないクラスタで指標値が 150 以上のものもあるが，それらは単語の細かい差異の影響を強く受けるために，指標の値が高くなってしまっているものであると考えられるので分割の対象からは除外する．

3. 結果

循環器官用薬全体のデンドログラムを図 1 に示す．クラスタ分割の結果 13 個のクラスタに分割された．各クラスタの要素数と主な効能・効果の表 1 に示す．

表 1 各クラスタの要素数と主な効能・効果

要素数	主な効能・効果
576	高血圧症，排尿障害等
267	高血圧症，腎実質性高血圧症，狭心症等
203	高脂血症，家族性高コレステロール症等
192	本態性高血圧症，頻脈性不整脈等
83	頻脈性不整脈，発作性上室性頻脈等
83	高血圧症，慢性心不全等
69	高血圧症，腎性浮腫，肝性浮腫等
43	急性循環不全，利尿が得られない状態等
41	慢性動脈閉塞症，動脈管の開存等
32	頭部外傷に伴う意識障害等
19	頭蓋内圧亢進，脳梗塞，脳出血等
14	うっ血性心不全，先天性心疾患等
581	〈様々な薬効が混在〉

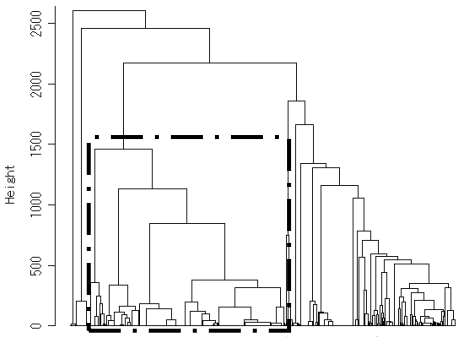


図 2 循環器官用薬をデンドログラム

4. 考察

クラスタ分割によって得られたクラスタに含まれている医薬品の効能・効果の文章を見てみると，図 1 の点線で囲まれた部分は主に高血圧に関する効能・効果を持つ医薬品が含まれており，13 個中 4 個はこの高血圧に関する医薬品クラスタのサブクラスタであった．これは，現在の薬効分類においても高血圧に効果があると考えられる「血圧降下剤」に分類されている医薬品数が多いことから，それを反映した結果であると考えられる．これら 4 つのクラスタの違いは，狭心症や浮腫，排尿障害など高血圧以外にどのような効能を持っているかの違いによって分かれていた．

血圧降下剤以外にも現在の不整脈用剤，高脂血症剤にあたると考えられるクラスタを抽出できたことから，本手法における分類の妥当性を確認することができた．

また，第三報までで「その他の循環器官用薬」に含まれる「頭部外傷に伴う意識障害等」や「慢性動脈閉塞症等」などの効能・効果をもつ医薬品クラスタをその他から独立させるべきだと提言してきた．これら二つのクラスタに関しては循環器官用薬全体を分類した本研究においても抽出することができたことから，やはりその他の分類の中には独立した薬効分類として独立させるべき医薬品群があると言える．しかし，血圧降下剤などと比較して強心剤，血管拡張剤などの薬効分類に関しては，ひとつの薬効分類内の効能・効果の文に出現する単語の種類が多いため別々の小さいクラスタになり，表 1 の様々な薬効が混在しているクラスタに含まれてしまっていると考えられる．そのため，本研究で得られた他のクラスタを除いて再度分類するなどこれらの医薬品クラスタを抽出する方法の検討が必要ある．

5. まとめ

本研究では，第三報での本手法の問題点を改善し，添付文書の効能・効果の文章に含まれる名詞の出現の仕方の類似度をもとにしたクラスタリングを用いて循環器官用薬全体を自動分類した．結果として，13 個のクラスタを抽出することができ，現在の薬効分類の構造を反映しつつ，その他の分類において独立させるべきと考えられる医薬品クラスタを抽出することができた．今後，循環器官用薬以外の薬効分類に対しても本手法を適用し評価を行う必要がある．

6. 参考文献

1) 石田啓継 他： 薬効分類改善のための医薬品情報の解析（第二報），電子情報通信学会 2011 年総合大会 A-18-1(2011).

2) 独立行政法人 医薬品医療機器総合機(2011). http://www.info.pmda.go.jp/

3) 石田啓継 他： 薬効分類改善のための医薬品情報の解析（第三報），電子情報通信学会 2011 年ソサエティ大会 A-18-2(2011).

[連絡先]
石田啓継
芝浦工業大学大学院 電気電子情報工学専攻
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：m110013@shibaura-it.ac.jp
Fax：03 (5859) 8501

パッチワークデザイン支援システムの提案

○平岡真珠美*，戸田健*，尾崎信耶**
（*日本大学理工学部，**日本大学院理工学研究科）

A Proposal of Patchwork Design Support System
Masumi Hiraoka *, Takeshi Toda *, Shinya Ozaki **
(*College of Science and Technology, Nihon University
**Graduate School of Science and Technology, Nihon University)

1. はじめに

手芸は年齢層が拡大し，デザインが増加した。パッチワークはキルトのみならず，小さな小物等にも用いられている。パッチワークは多種多様の布片を縫い合わせ大きな面を作る技法であり，様々な色柄の布を組み合わせる事で模様や絵柄を表現する[1)2)]。本研究ではこのパッチワークの過程である多種の布を合わせるデザイン方法を「布合わせ」と称する。

2. 現状課題

手芸の為のパソコンなどを用いた支援ツールや研究は洋裁や棒針編みによる服の製図作成ツール[3)]や，あみぐるみの編図作成に関する研究[4)]等がある。デジタルアートはグラフィック等の作品の制作や展示媒体が多く，どちらもデザインを支援するものは少ない。

布合わせは膨大な素材を出し入れし，布を重ねて色合いや雰囲気を確かめるので時間も労力，センスも必要である。更に完成像は想像で補わなければならないので限界が生じる。制作後の修正は裁断，裁縫後なので難しい。

ヒトの記憶は曖昧で膨大な素材の管理は困難を極める。布に関する記憶が曖昧で布合わせ，外出時で購入予定の布と在庫を組み合わせようとする時に齟齬が生じる事がある。また，素材が足りなくなった場合は購入場所の記録があれば買い足す事が出来るだろう。

本研究ではこれらの問題に対処する為，パッチワークデザインと素材の管理を行うシステムを提案する。

3. 提案システム

幅広い年齢層に対応する為にシンプルで感覚的に操作出来るツールの作成が求められる。記憶の曖昧さに対処し，外出先で参照出来るようにする為，タッチパネルの携帯端末においてパッチワークデザイン支援を行うアプリケーションを製作する。

4. 提案システムの機能構成

提案システムの機能構成を図1に示す。機能構成はデータ部，ディスプレイ部から成る。データ部にはデザインに関する情報や布に関する情報を保存する。そのデータをディスプレイ部の布合わせを行うシミュレーション部，記憶を補助するデータベース部に反映し表示，操作する。以降はデザインの保存や印刷，針仕事等の手作業となる。

シミュレーション部はデータリストとパッチワークパターンを表示し，布合わせを行う。概観見本を図2に示す。リストは布の画像情報を並べて表示する。パターンは実際布を縫い合わせる場合の境目で，リストからパターンへ画像をドラッグ＆ドロップする操作を繰り返す事でデザインする。また，操作を一つ戻す為や保存の為，パターン選択のボタンも設置する。

データベース部は布の画像とタグ，メモを表示する。概観見本を図3に示す。タグは布の材質や色柄といった布合わせにおいて重要な情報とする。メモは購入日時や購入場所，保管場所などの布合わせには必要性

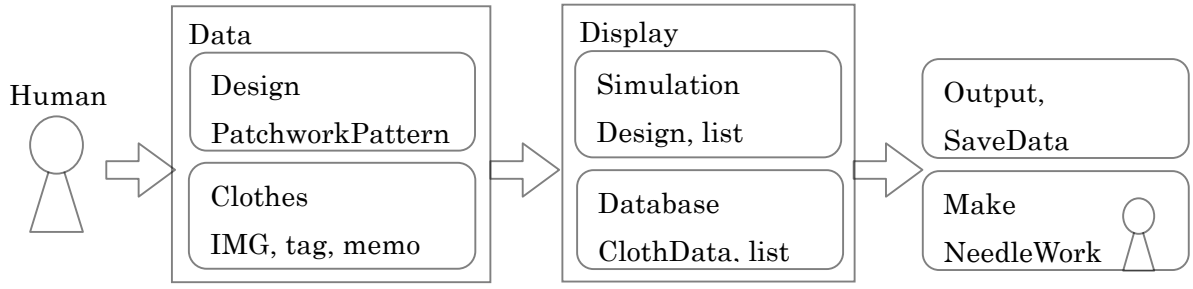


図 1. 機能構成

の低い情報とし，自由な情報とする。

5. 評価計画

今回は提案なので評価方法の検討を行う。評価は複数人に実験とアンケートをしてもらう事で行う。

実験は主に，普段通りの布合わせと本研究を用いた布合わせを行い比較する。適当な種類の布を用意し使用する数を指定して，普段通りの方法と本研究を用いた方法で布合わせをする。各方法で満足するデザインに要した時間を定量評価として測定する。これを布の種類や使用する数や制作テーマを変えて数回行う。

実験は手芸経験の有無を問わず行う事で操作性や布合わせというデザインについても視点を向ける。

アンケートは主に三つに分けられる。実験にて提示したテーマに沿っているか評価する為にデザインから受ける印象についての評価 [5]，アプリケーションの評価の為のデザインや操作性の満足度を選択式で回答を得る。更に問題点や発展性について記述で回答を得る。手芸経験者には有用性や実用性等の質問を追加する。

6. 発展

発展として，パッチワークパターンのデザインを行う事や作品自体の完成像の提示を行えるようにする事で，より自由度が高くデザインを行い理想に近付ける事が出来るようになるだろう。更に運針模様の再現やデータベースをレース等の副資材等も拡充させれば，より複雑なデザインも行える。デザイン支援として同じ色柄を選び出し自動で布合わせを行わせる事や，過去に選んだ素材や関連する素材を変換予測の様に提示すれば，より快適で自分では生み出さないようなデザインを引き出す事が出来るのではないだろうか。また，建築においてVectorworks[6]で用いられる照明による異なる質感の再現を行えば，現実に即した完成像が提示出来るだろう。手芸分野でも光源による質感の差を考察する研究 [7]も行われている。

他分野への応用としては，異なる素材を組み合わせデザインを行うものであれば可能である。内装や家具，手芸であれば紙を用いるコラージュ等が挙げられる。

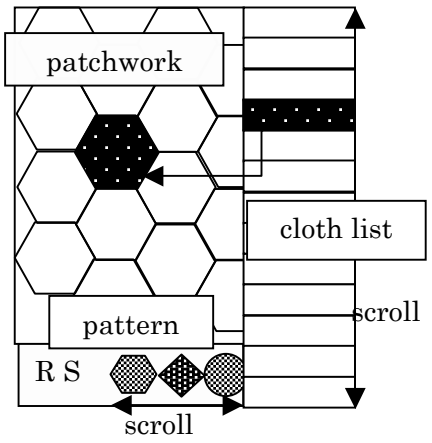


図 2. シミュレーション画面例

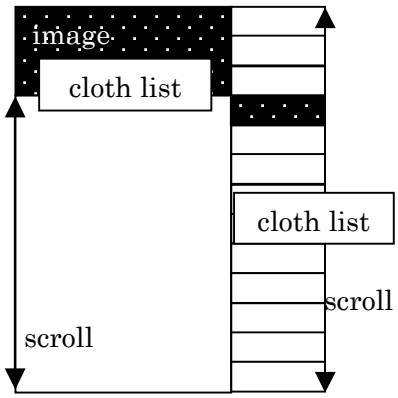


図 3. データベース画面例

7. 参考文献

1)パッチワーク通信社 ： パッチワーク倶楽部，Vol.58, 2010 年 10 月号(2010).

2)Better Homes & Gardens：Favorites from the Editors of American Patchwork and Quilting ； Easy Quilt Projects, Vol.41(2011).

3)山本高美 ：CAD Pattern Making 1，家政教育社(2003).

4)十嵐悠紀，五十嵐健夫，鈴木宏正 ： 3 次元モデルからのあみぐるみ生成; Visual Computing/グラフィクスと CAD 合同シンポジウム予稿集(2008).

5)南風原朝和 ： 心理統計学の基礎，有斐閣(2002).

6)Aiprah ： Vectorworks パーフェクトバイブル，翔泳社(2011).

7)武田祐樹，坂口嘉之，田中弘美 ： 少数視点画像の反射光解析に基づくシルクライク織物の異方性反射レンダリング; 芸術科学会論文誌, Vol.7, No.4, pp.132-143 (2088).

8)3DTotal.com：Digital Art Masters, Vol.5(2011).

9)Gerfried Stocker, Christine Schopf：Ars Electronica 2010 Repair, Hatje Cantz Pub(2011).

[連絡先]
平岡真珠美
日本大学大学院理工学研究科電気工学専攻
戸田研究室
〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14
e-mail：csma08152@g.nihon-u.ac.jp
Fax：03 (3259) 0791

手の動きと操作性に関する研究

持上げ時における把持のしやすさについて

○山口美香*, 三澤哲夫**

(*千葉工業大学大学院工学研究科デザイン科学専攻**千葉工業大学)

Study on the effects of the movements of hands in box handling task.

Mika Yamaguchi*, Tetsuo Misawa**

(*Graduate School of Engineering, Chiba Institute of Technology

** Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

パッケージには「中身の保護」「取り扱いの利便性」「販売の促進」の3つの機能が有る。中でも、「取り扱いの利便性」については、形状・色・柄・開封など様々な要因が考えられる。特に、開封については、人の手で直接操作する為、人の特性(寸法、握力、動きなど)を理解し反映する事で、より開封しやすく「人に優しい」デザインが生まれると考えた。

本研究では、先行研究で提案したチョコレート菓子のパッケージを利用し、「手での操作」(把持)について、力の入れやすさと操作性の関係や、握りやすい形状とその要因について検討する。

2. 予備実験(“手で握る”について)

2.1 目的

先行研究において「開封のしやすさ」は「力の入れやすさ」と関係が強い事、および「力の入れやすさ」は「握りやすさ」と関係がある事を明らかにした。そこで、「握る」に重点を置いて実験を行い、①握りやすさと筋活動量の関係、②形状と素材の違いが握りやすさに、どのように影響を与えるのかを検証する。

2.2 結果・まとめ

移動動作では、パッケージの中央がくびれている形状について評価が高く、持上げ動作では裾広がりの形状が握りやすさについて評価が高かった。移動と持上げの動作の違いによる評価の違いがあるが、評価の高い形状は、筋活動量が多くなる傾向が明らかになった。

3. 本実験

3.1 目的

予備実験の結果から、握りやすいとされている形状は筋活動量が多い事が明らかとなり、「筋活動量が大きい＝負荷がかかる」のではなく、「力が入れやすい」という事が示唆された。今回の実験では、アンケートの質問項目を増やし、握りやすさに関係する具体的な要因を明らかにする。また、指先の関節が曲がらない状態を再現して同じ実験を行った時の変化を検証する。

3.2 方法

3.2.1 実験条件

パッケージは、裾広がりの形状(以下 A とする)、中心部がくびれている形状(以下 B とする)の2形状を使用した。手指の拘束は、指先が曲がらない手袋の使用により再現した。(以下、手袋使用時を拘束あり、手袋なしを拘束なしとする)。実験は上記の条件を組み合わせた4条件について行った。また、実験は全て左手で行った。

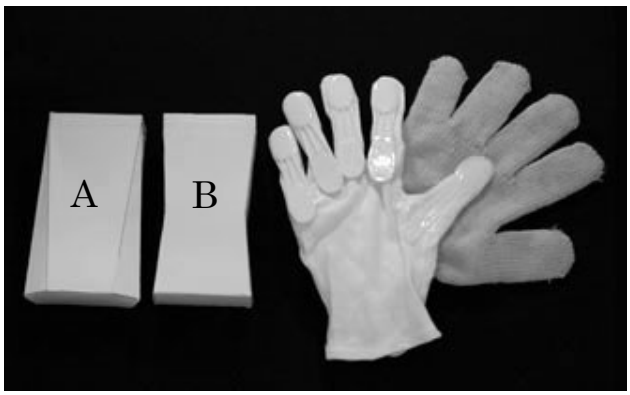


図 1. サンプルと拘束用の手袋

3.2.2 動作条件

座位姿勢で、前腕を水平に伸ばした時に、机上面から肘までの高さが 27cm になるように椅子の高さを調節した。パッケージを移動する距離は 15cm と 30cm の 2 条件で、左右に移動した。移動順路と軌道(垂直持ち上げ・水平移動)および高さ(15cm)を指定した。持上げでは、高さ 15cm で5秒間静止した。

3.2.3 実験内容

左手での「移動動作」と「持上げ」の 2 つの条件における筋活動量(左手の僧帽筋・上腕二頭筋・総指伸筋・総指屈筋の4箇所)と、操作性についての主観的評価(20項目、Visual Analogue Scale 法により計測)を指標として実験を行った。さらに、アンケートと同時に握りやすさについて評価させた。被験者は、右利きの 21 歳から 24 歳の女性 12 人であった。実験では、台上に置かれたパッケージの全体を握り込むように把持するよう指示した。

3.2.4 接触面積

拘束の有無と形状の違いによって、接触面積がどのように変化するのかを調査するため、左手の手指全面にスタンプ用インクを塗布し、紙を巻きつけたパッケージを把持させ、パッケージと手の接触程度を調べる。

3.3 結果

3.3.1 筋活動量

総指伸筋と総指屈筋についてみると、拘束なしでは Aの筋活動量が大きくなる傾向が見られ、予備実験と同じ結果が得られた。拘束ありでは大きな差は見られなかった。しかし、形状の違いによる筋活動量の差はみられたが、有意な差ではなかった。(図 2)

3.3.2 主観的評価

拘束の有無により、握りやすい形状に違いがあった。①手で覆いやすい②手にフィットする③自然な握りの3項目について、拘束なしではA、拘束ありではBの評価が高かった。また、評価が低かった項目は④握る時に力が入るであった。項目ごとの評価については図3に示した。拘束の有無によって握りやすさと共に、主観的評価にも違いが見られた。

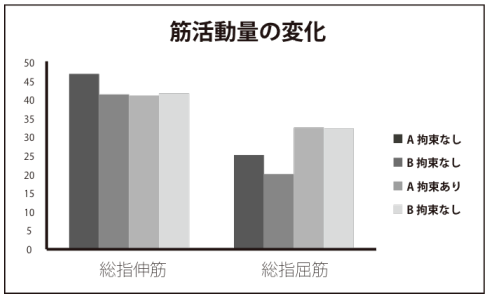


図 2. 筋活動量の変化

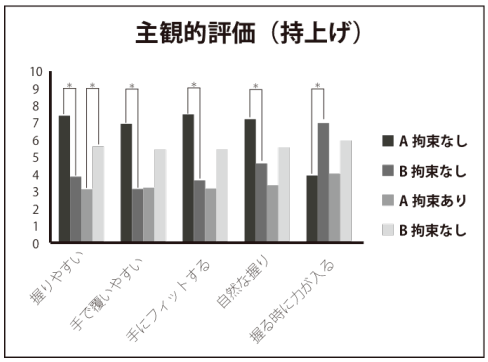


図3. 主観的評価

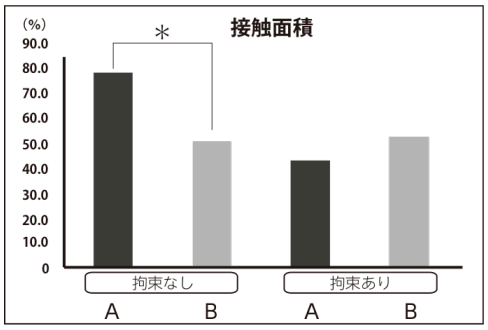


図 4. 接触面積

3.3.3 接触面積

拘束なしではA(77.89%)の面積がB(49.845%)よりも多く、有意差が認められた。拘束ありではB(52.32%)の面積がA(42.52%)よりも多かったが、有意差は認められなかった。(図4)

4. 考察

拘束なしは予備実験と同様に、Aの形状が握りやすさの評価が高く、筋活動量も多くなった。しかし、主観的評価の「握る時に力が入る」という項目では、Aに比べ、Bの評価が高く、有意な差が認められた。この結果から、Aは握りやすく力が入りやすいため、無意識に力が入っていると考えられた。拘束ありでは筋活動量に大きな差はなかったが、握りやすさではBの方が評価が有意に高く、主観的評価の「握る時に力が入る」でもBの方が同様に評価が高かった。つまり、拘束ありの場合には力を意識的に入れている方が握りやすい事が示唆された。以上の結果から、拘束の有無によって「握りやすさ」と「力」との関係に違いがあると考えられる。

主観的評価で「握りやすい」という項目において評価の高い形状サンプル(拘束なしではA、拘束ありではB)は「手で覆いやすい」「手にフィットする」「自然な握り」の評価が高かった。接触面積の結果でも、拘束なしの場合はAの方が接触面積が広かった。この事から、拘束なしの場合において、握りやすいと感じる形状は、手との接触率が握りやすさや手のフィット感に繋がると考えた。しかし、拘束ありの場合は、接触面積にAとBで大きな差は無く、「より多く接触する＝握りやすい」ではない事が示唆された。

5. 参考文献

1) 迫　秀樹他:電動工具に関する人間工学的研究-グリップの違いについて評価-、静岡文化芸術大学研究紀要, Vol.11、No.602、Page.85-91, (2010)

2)下村　義弘他:PETボトルの人間工学的研究ー新角形ボトルの評価と開発ー, 人間工学グットプラクティスデータベース

3) 八高　隆雄他:円筒物体の上げ手握り時の握りやすさの感性評価, 日本機械学会論文集, Vol.62、No.602、Page.3999-4004, (2000)

4) CESARI P 他:人間の握り方のスケーリング , J Exp Psychol Hum Percept Performance , Vol.25, No.4, Page927-935 (1999.08)

5) アルミボトルの持ちやすさ・開けやすさ評価法に関する検討,山崎光悦　日本機械学会設計工学・システム部門講演会論文集(CD-ROM) Vol.19th, PageROMBUNNO.2402 (2009.10.27)

[連絡先]
山口美香
エルゴノミクス＆ユニバーサルデザイン研究室
〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1
e-mail : orangetea519@yahoo.co.jp
Fax : 047(470)2083（研究室）

作業性を考慮した餃子の皮作り用調理用具の開発と有用性の検討

○耿欽*,八田一利**
(*千葉工業大学院, **千葉工業大学)

Research and development of cooking tools for making dumpling wrapper considering with working efficiency

Qin Geng*, Kazutoshi Hatta**
(*Graduate School of Engineering, Chiba Institute of Technology, **Chiba Institute of technology)

1. はじめに

1.1. 研究背景・目的

餃子は古くから存在する家庭料理の一つであり, 馴染みの深いものとして大衆に好まれている. 日本では餃子の皮は材料の一つとして買って使うのが普通である. 餃子の皮を手で作ることにより, 中身漏れ防止や, コシや風味の向上などの利点がある. その反面, 生地を圧延するための調理用具である従来の麺棒は, 使用者の生体に負担をかける欠点がある.

本研究では, 餃子の皮を作るための新しいタイプの調理用具を開発することを目的としている. 試作品を製作し, 麺棒との比較において, それが使用者の生体負担を軽減させ, 同時に作業効率を向上させることができるのかを検証する.

2. 方法

2.1. アイディアの展開と試作品の製作

手と麺棒の接触の仕方を変えることにより, 生体負担を軽減させ, 同時に両手の役割を果たせるという考えに基づき, 片手でも使用できるローラー麺棒を創案した. さらに, より力を掛けやすくするために, ローラー部分にベアリングを付け, 手首を固定するカバーを取り付けることで, より快適に生地を圧延できると考えた.

2.2. 実験検証

上肢に疼痛などの自覚症状のない健康な女子 3 名, 男子 3 名で, 下記に示す(1), (2)の検証実験を行う. なお被験者は全員が右利きで, 麺棒を使用した経験のある人 3 名とない人 3 名のグループに分けられる. さらに, 経験者 3 名で(女性 2 名, 男性 1 名, 全員右利き), 下記に示す(3)の検証実験を行う.

(1) 定められた作業量における麺棒及びローラー麺棒の各筋の筋活動量と作業効率の比較実験

1) 実験動作

麺棒及びローラー麺棒を用い, 予め定めた動作に基づき, 餃子の皮を 30 枚延ばす.

2) 実験方法

調理動作時の筋活動量を表面筋電図により計測する. 被験者の利き手の上肢 5 カ所(①三角筋②橈側手根屈筋③浅指屈筋④尺側手根伸筋⑤総指伸筋), 手 1 カ所(⑥小指外転筋)と添い手の前腕 2 カ所(⑦尺側手根伸筋⑧総指伸筋)計 8 部位に電極を付け, 定められた餃子の皮の数(30 枚)を作る作業を行わせる. 10 枚ずつ完成するのにかかる作業時間と 30 枚完成するまでの筋活動量を計測する. なお, 麺棒からローラー麺棒の使用順番とし, 途中 30 分以上の休憩を挿入する. 休憩中, 被験者に主観的負担感及び調理道具の使用感のアンケート調査を実施する.

(2) 定められた時間における麺棒及びローラー麺棒の各筋の合計筋活動量と圧力の比較実験

1) 実験動作

麺棒及びローラー麺棒で圧センサーシート(超低圧用)の貼ってある下敷きの上に, 餃子の皮を 1 枚につき 15 回以内の圧延回数で延ばすことを 2 分間繰り返す.

2) 実験方法

実験内容(1)後, 圧センサーシートの上に餃子の皮作り作業を 2 分間行わせる. 変色したシートにより, 平均圧力とピンポイントの圧力を算出し, 2 分間の筋活動量も計測する.

(3) 麺棒及びローラー麺棒による定められた作業量を完成した直後, 手のひらの痛み度の比較実験

1) 実験動作

検証実験(1)と同様である.

2) 実験方法

手のひら部分の痛み度を知覚・痛覚定量分析装置により計測する. 作業内容を行う前, 被験者の前腕内側に双極電極を装着し, 定量した 30kgf/cm^2 の圧力を手のひらの小指球と母指球に掛けた時の基準痛み値を計測する. その後, ローラー麺棒から麺棒の使用順番で餃子の皮を 30 枚延ばした直後, 同様の部位の痛み度もう一度計測する.

3. 結果・考察

それぞれの測定項目に対して，被験者の属性と調理道具を要因とする繰り返しのある二元配置分散分析を実施した. その結果, 経験者と初心者間では有意差が認められたが（$p<0.05$）, 調理道具間では有意差が認められなかった（$p>0.05$）.そこで, 被験者の属性別に調理道具を要因とする t 検定を実施した結果, 調理用具間では有意差が認められた. (有意水準は 0. 05 にした)

t 検定による実験内容 1 における各筋の筋活動量の平均値を表 1, 全作業時間の平均値を図 1 に示す. 表 1 より, ローラー麺棒が各筋の平均活動量が少なく, 特に利き手の総指伸筋(右)小指外転筋(右)の活動量が有意に少ないことが認められた($p<0.05$). これは麺棒を使用する際では，小指球の外側が麺棒に圧迫され, 手首が背屈状態になるためと考えられる. 一方, ローラー麺棒を使用する際では, 利き手のカバー部分により手首がずっと中間位に保つことができ, 手首を反らすことが避けられ, 指も常に閉じていられるので, 前腕の伸筋群と小指球の筋群の筋活動が少ないと考えられる. また, 図 1 より, ローラー麺棒が全作業時間が短く, 特に初心者については, 有意に短いことが認められた($p<0.05$). これはローラー麺棒が麺棒より生地にかかった圧延力が強く, より少ない回転回数で生地を薄く延ばせるからだと考えられる.

t 検定による実験内容 2 における各筋の合計筋活動量と圧センサーシートにかかった圧力の平均値を表 2, 図 2 に示す. 表 2, 図 2 より, ローラー麺棒が圧センサーシートの中央の生地の部分にかかった平均圧力が有意に強いのに対し（$p<0.001$）, 各筋の平均総筋活動量の少ないことが認められた（$p<0.05$）. これは, 手首に支えるカバー部分はてこの原理の支点として, 力点である取っ手部分と作用点であるローラー部分の外側に置き，力点に小さな力を加えても, 作用点において大きな力が得られ, より強く圧力で生地を延ばせるからだと考えられる.

アンケートによる主観的使用感では, ローラー麺棒は全体的に操作性がよく, 「転がし易さ」「力の入れ易さ」「生地の薄く延ばし易さ」「継続し易さ」において, 有意に高い評価を得た（$p<0.01$）. また, 主観的負担感では, 麺棒は全体的に作業による生体的負担感が大きく, 特に利き手の「手首」「手の甲」「手のひら」は他と比べて有意に負担感が大きいことが認められた（$p<0.01$）.

二つの調理用具を使用した直後, 手のひらの痛み度の上昇率では, 麺棒はローラー麺棒と比べ, 小指球

経験者	単位	麺棒	T検定	ローラー麺棒
三角筋（右）	(mV)	1.60	N.S	1.43
橈側手根屈筋（右）	(mV)	2.02	N.S	1.84
浅指屈筋（右）	(mV)	1.52	N.S	1.36
尺側手根伸筋（右）	(mV)	1.12	N.S	1.06
総指伸筋（右）	(mV)	0.97	*	0.84
小指外転筋（右）	(mV)	2.17	*	1.94
尺側手根伸筋（左）	(mV)	3.27	N.S	2.97
総指伸筋（左）	(mV)	0.73	*	0.66
初心者	単位	麺棒	T検定	ローラー麺棒
三角筋（右）	(mV)	3.85	N.S	3.43
橈側手根屈筋（右）	(mV)	4.24	N.S	3.86
浅指屈筋（右）	(mV)	3.53	*	3.03
尺側手根伸筋（右）	(mV)	2.20	N.S	2.20
総指伸筋（右）	(mV)	2.29	*	1.92
小指外転筋（右）	(mV)	4.73	*	4.25
尺側手根伸筋（左）	(mV)	7.25	*	6.46
総指伸筋（左）	(mV)	1.57	N.S	1.42

表 1　麺棒及びローラー麺棒使用時の筋活動量

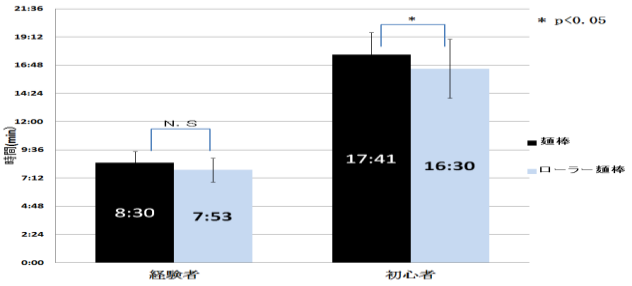


図 1　麺棒及びローラー麺棒使用時の作業時間の違い

経験者	単位	麺棒	T検定	ローラー麺棒
各筋総筋活動量平均値	(mV)	3.35	*	3.18
初心者	単位	麺棒	T検定	ローラー麺棒
各筋総筋活動量平均値	(mV)	3.54	N.S	3.39

表 2　麺棒及びローラー麺棒使用時の合計筋活動量

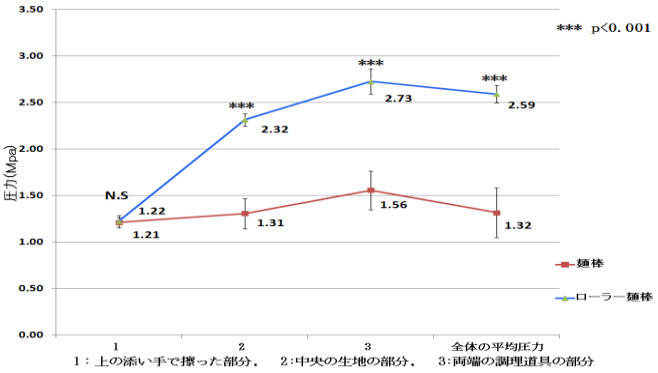


図 2　作業面における圧力

及び母指球の痛み度の上昇率が極めて高い有意差が認められ（$p<0.001$）, 麺棒を使用するとともに痛み度の上昇傾向が見られた. 一方, ローラー麺棒の痛み度が少なく, 手のひらの作業による生体負担を軽減させられることが示唆された.

4. まとめ

ローラー麺棒は麺棒に比べ, 生体負担の軽減・作業効率の向上に有効であり, より快適に餃子の皮を作る調理用具であることが認められた.

5. 参考文献

1) 堀尾　強：箸についての人間工学的解析, 人間工学，29（特別号）, 304～305, 1993.

歩行時のインソールの有効性に関する研究

○高木直哉*，三澤哲夫**
（*千葉工業大学大学院工学研究科デザイン科学専攻，**千葉工業大学）

Research on validity of an insole in the walking

Naoya Takagi*, Tetsuo Misawa**
(*Graduate School of Engineering, Chiba Institute of Technology
** Chiba Institute of Technology)

1. 背景および目的

近年、婦人靴の履き心地を向上させることを目的に、足裏への衝撃を吸収する機能をもつことをうたったインソールやパッドが多数販売されている。スポーツシューズについてはインソールの形状や素材により快適性が異なるという報告がある。婦人靴にもインソールを用いることによって衝撃吸収性能は見込めるものの、衝撃吸収性能だけで靴の履き心地が決定するわけではない。足と靴のサイズや形態の不適合、土踏まず部での足裏と靴底の形態不適合が靴全体の快適性に大きく影響していると考えられる。しかし、人の足の形状は様々である。そこで、某メーカーで個人の足の形状に適合するモールディングインソールが開発された。これを使用することで個人の足と履きものの間で発生する不適合な空間が解消され足のフィット感覚も向上するとされる。

そこで、本研究では個別対応モールディングインソールを試作し、それを使用した時に足部への筋負担の軽減が起こるかについて筋電図を用いた使用比較実験を行い、インソールの有効性について探求する。

2. 実験方法

2.1 被験者および実験方法

被験者は、心身ともに健康であり、日本人の標準体型を有する女性 2 名とした。実験に用いた婦人靴はヒール高 8cm のウェッジソール(厚底靴)を用いた(図 1)。これを使用した理由として、ハイヒールに比べ、ウェッジソールはハイヒール着用時の無理な歩行運動とは異なり、ソールが土踏まずの部分を支えることによって、重心を内側にかける本来の歩容に近い歩行運動が出来るとされている。また、ソール部の地面への接地面積が多い事から、ウェッジソールにモールディングインソールを適用したときに、より有効に働くと考えられることから、本実験ではウェッジソールを使用した。

被験筋は、歩行時に主として活動する下肢の筋群(右足)の中から選択した大腿直筋、外側広筋、前脛骨筋、外側腓腹筋、内側腓腹筋、外側ヒラメ筋、内側ヒラメ筋の 7 筋群である(図 2)。

図 1. モールディングインソールを装着した実験靴

2.2 実験項目

被験者にモールディングインソールを使用した場合と使用しない場合による足部筋電図を計測するために、以下に示す 4 通りの歩行実験を行わせた。それぞれの実験条件は以下に示す通りである。

①直線歩行
直線路を、メトロノームを使用しテンポ 89 の速さで歩行させた。

②回遊歩行
楕円形の歩行路を、メトロノームを使用しテンポ 89 の速さで反時計回りに 2 周歩行させた。

③階段歩行(上り、下り含む)
踏面 297mm、蹴上 175mm、18 段の階段を歩行させた。

以上の条件で、モールディングインソールを使用した場合と使用しない場合による筋活動の変化を測定した。筋活動は、先に示した 7 ヶ所の被験筋に表面電極を装着し、身体に装着した 8 チャンネル生体アンプ(㈱デジテックス研究所)で信号を増幅し、レコーディングユニット(TEAC 製)に記録した。その後、Excel(Microsoft 製)を用い、筋活動量の集計、分析を行った。

図 2. 表面電極装着図

3. 結果

モールディングインソールを使用した場合と使用しない場合の下肢の 7 筋群の筋活動量を被験者 A、B それぞれについて実験項目毎に図 3～図 6 にそれぞれ示す。

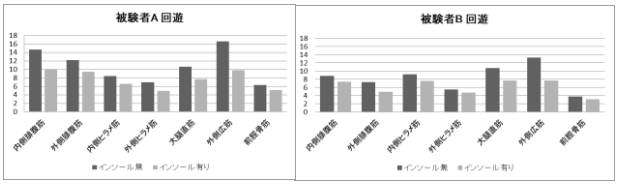


図 3. 回遊歩行時の筋活動量の変化

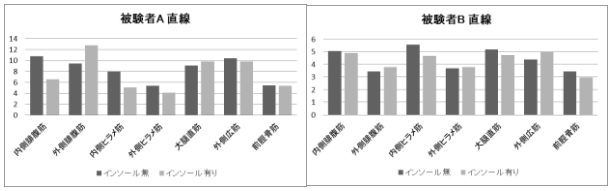


図 4. 直線歩行時の筋活動量の変化

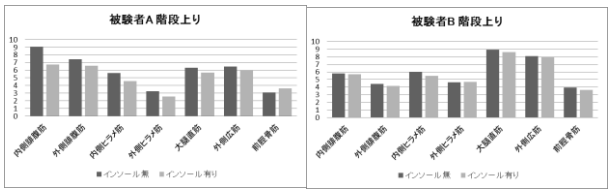


図 5. 階段上り時の筋活動量の変化

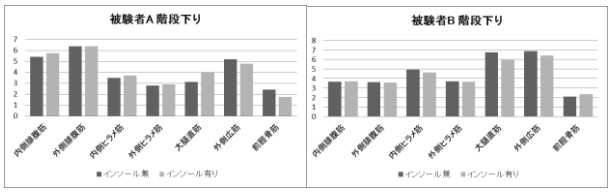


図 6. 階段下り時の筋活動量の変化

インソールを使用した場合と使用しない場合について回遊歩行時の筋活動量は、被験者 A、B 共に全ての筋群においてインソールを使用した場合の方が、筋活動量が小さいという結果になった。直線歩行時の筋活動量は、被験者 A、B共に内側腓腹筋、内側ヒラメ筋、前脛骨筋においてインソールを使用した方が、筋活動量が小さいという結果になった。

階段上り時の筋活動量は、被験者 A、B 共に前脛骨筋を除いた筋群においてインソールを使用した場合の方が、筋活動量が小さいという結果になった。階段下り時の筋活動量は、被験者 A、B 共に外側広筋においてインソールを使用した方が、筋活動量が小さいという結果になった。

4. 考察

ウェッジソール(厚底靴)履用時のモールディングインソールを使用した場合と使用しない場合の歩行様態について筋活動を中心に見てきたが、ハイヒール履用時に見られる特徴的な筋活動の傾向およびインソールの有無による歩行様態の変化が認められた。

結果全体を通して、両被験者共に足を持ち上げる時に使われる筋群である前脛骨筋の筋活動量が他の筋群に比べ低い傾向であった。これは、ヒールの高い靴を履いて歩く時、足部は足背が伸びた状態で固定され、足背側に曲げる事が不自由になり、前脛骨筋があまり活動しなかったためであると考えられる。両被験者共にインソールを使用した場合に筋活動量が減少傾向を示した筋群は外側ヒラメ筋、内側ヒラメ筋、内側腓腹筋、大腿直筋であった。ヒラメ筋および腓腹筋は足関節を底屈させ、支持脚を蹴りだす時に使われる筋群である。インソールを使用した場合に足部と靴底との接触面積が大きくなり、より少ない力で足関節を底屈させる事ができたため筋活動量が減少したと考えられる。また、大腿直筋は膝関節において下腿を伸展させる役割を持った筋群である。同様に接触面積が大きくなったため体性感覚器で受容しやすく、足の運動を制御しやすくなり、膝関節の屈曲が減り、筋活動量が減少したと考えられる。

5. 結論

インソールを使用した場合に、足部と靴底との接触面積が増加し、より少ない力で足関節を底屈させる事ができた。同様に接触面積が増加し、足の運動を制御しやすくなり、膝関節の屈曲が減った。以上の結果より、モールディングインソールが歩行時における筋負担軽減に一定の効果が示唆された。

6. 参考文献

⑴ 木塚朝博、佐渡山亜兵:表面筋電図、東京電機大学出版局、PP1-35、2006.
⑵ Kirsten Gotz-Neumann:観察による歩行分析、医学書院、PP5-7、PP20-21、2005.
⑶ Jacquelin Perry:歩行分析 正常歩行と異常歩行、医歯薬出版株式会社、PP2-4、2007
⑷ 石塚忠雄:新しい靴と足の医学、金原出版株式会社、PP42-53、1992.

[連絡先]
高木直哉
エルゴノミクス＆ユニバーサルデザイン研究室
〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1
e-mail：takagi_naoya@hotmail.co.jp
Fax：047 (470) 2083（研究室）

ユニバーサルデザインに配慮した浴室設計のための要求と機能の明確化

○山本　匡人*，西村　秀和*
（*慶應義塾大学大学院　システムデザイン・マネジメント研究科）

Development of Requirement and Function for Universal Design in Bathroom

Masato Yamamoto*, Hidekazu Nishimura*
(*Graduate School of System Design and Management, Keio University)

1．はじめに

近年，住宅のバリアフリー化が進み，浴室においては，転倒防止の配慮が見られるようになった．これに加えて，浴槽またぎ高さ(1)や水栓機器のレバー形状など，様々な部分にユニバーサルデザイン（以下 UD と略す）の配慮が見られるようになってきている．しかしながら，ユーザーの浴室の使い方を観察してみると，必ずしも使い方に合った改良がされているとは言えないケースが多い．浴室をユーザーの一連行動に合わせた仕様に改良し，より使いやすくするためには UD の配慮を部分的にではなく，浴室全体的に行き渡らせる必要がある．しかしながら，現状はこの配慮が必ずしも十分ではない．

このような問題を解決するために，本論文では，浴室を利用するユーザーの振る舞いに着目することで，行動の流れと関連に基づいた要求と機能を抽出する方法を提案する．そして，この方法論が，単独のタスクを改良する視点で抽出する要求よりも，浴室全体に UD の配慮を行き渡せるために有効であることを示す．

2．要求・機能の明確化に至るプロセス

本論文ではまず，図1に示すプロセスに基づいて浴室に求められる要求と機能を抽出する．図1フェーズⅠではユーザーの一連行動をタスクに分解して分析する．図1フェーズⅡではこの分析結果から問題点を抽出する．山岡(2)は，タスク分析から問題点を洗い出し，要求を抽出する手法（3Pタスク分析）を提案している．これにしたがって浴室での一連行動を分析してみたところ，複数の行動が同時並行で行われ，様々な行動が関連しあっていることがわかった．

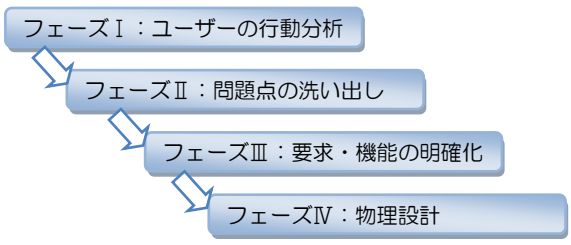


図1　要求・機能の抽出プロセス

浴室の利用では，ユーザーの行動次第で利用状況が変わっていくため，問題の特定は難しい．そこで，どのタスクとどのタスクが関連しあって問題が生じたかを特定することが重要と考えた．この関連を特定するため，浴室でユーザーがとる行動と起こる事象を正確に捉えるための分析を行う．この分析により行動の関連と問題が起こる要因を明確にできる．この結果，図1フェーズⅢで，ユーザーの浴室に求める正しい要求と機能を抽出することが可能となる．この結果，フェーズⅣでの物理設計への展開が正しく行われると考えられる．

なお，行動の関連とは，タスクを分解した際に時系列的に隣り合うか合わないかに関わらずタスク同士が影響しあうことと定義する．例えば「体を洗っている際にカウンターに足をぶつける」という事象では，図2に示す行動の中でタスク項目2．1とタスク項目2．4が関連して問題が起こっていることが分析できる．

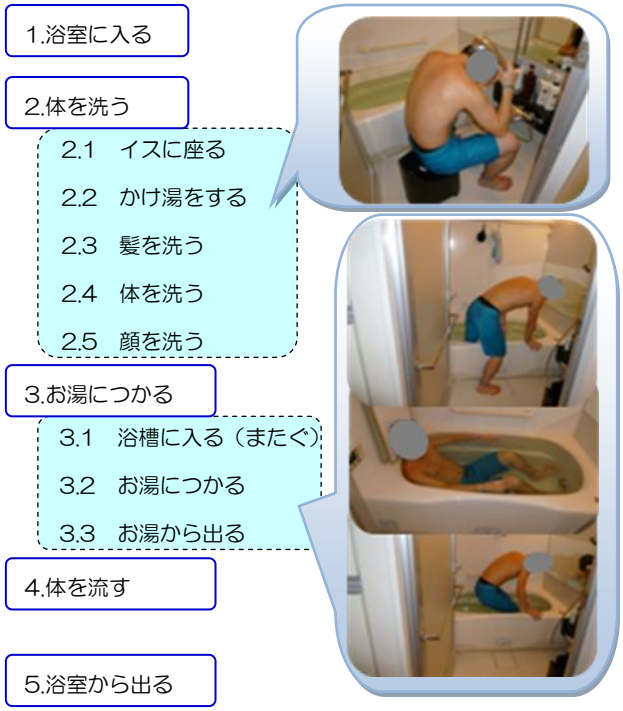


図2.浴室での行動分析

日本人間工学会関東支部第 41 回大会　芝浦工業大学　2011 年 12 月 10 日，11 日

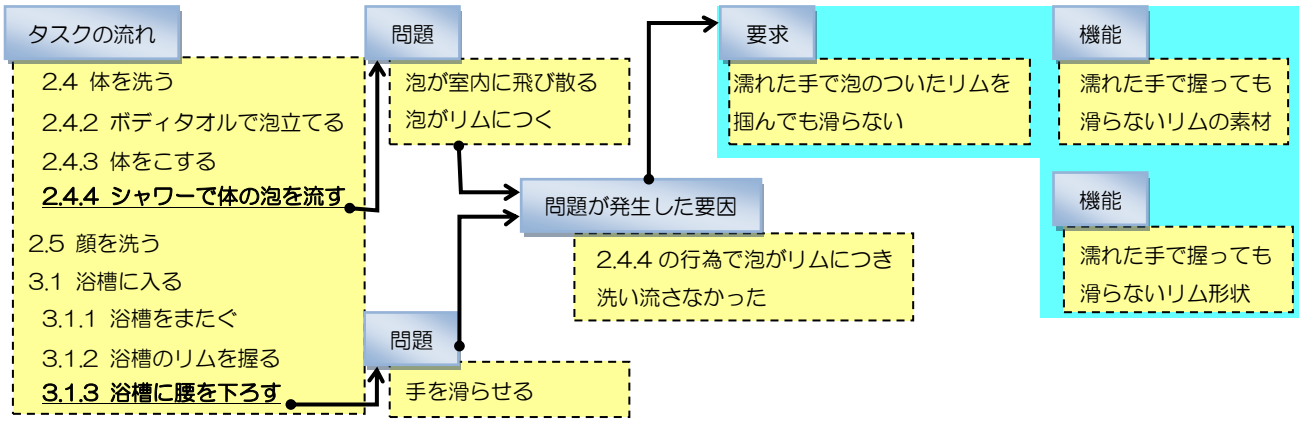


図3　タスク分析による要求と機能の抽出

3. 浴室における要求・機能の抽出

3. 1　ユーザーの行動分析

図1フェーズⅠで，ユーザーの使い方を調査するために健常者，虚弱高齢者や様々な身体状況の方々の一連行動を観察する．2章で述べたように浴室での一連行動は複数の行動が同時並行で行われる．そこで，図2の一連行動を細かいタスクに分解し，どのタスク項目で問題が生じたかを特定する．図2の浴室での一連行動を，より細かくタスク分解した結果の一部（タスク項目2．4とタスク項目3．1）を図3に示す．

図3のタスク項目3．1「浴槽に入る」を例に挙げると，ユーザーの行動を「浴槽をまたぐ」，「浴槽のリムを掴む」，「浴槽に腰を下ろす」のタスクに分解できる．タスク項目3．1でユーザーが手を滑らせて体のバランスを崩した事象があったとする．この事象をタスクの流れに沿って考えると，図3タスク項目3．1．3で問題が起こったことが特定できる．このようにユーザーの一連行動の流れに沿ってタスクを細かく分解することで，ユーザーのとる行動と起こる事象を正確に捉えることができる．

3. 2　問題点の洗い出し

図1フェーズⅡで，浴室でユーザーがとる行動の関連と起こった問題の要因を明確にするための分析を行う．図3には問題が発生した要因の一例を示している．浴槽をまたぐ動作中に，握っていた浴槽リムで手を滑らせる問題について分析を行うと，次の①～③となる．①体を洗う行為中に，タスク項目2．4．4で石鹸の泡をリムに付けてしまったことに気がつかなかった．②ユーザーはリムに泡がついたままの状態で浴槽に入る動作を行った．③泡のついた浴槽リムを握り、図3タスク項目3．1．3で腰を下ろす時に手を滑らせてしまった．すなわち，この問題はタスク項目2．4．4と項目3．1．3の行動の関連から起きたと分析できる。以上の分析により，発生する問題は必ずしも時系列的に隣り合わないタスク同士が影響しあって起こる問題を特定することができる．

3. 3　要求・機能の抽出

図 1 フェーズⅢで，浴室においてユーザーが求める要求と必要な機能を抽出する．図3から『要求：濡れた手で泡のついたリムを握っても滑らない』，『機能：濡れた手で握っても滑らないリムの素材/形状』を抽出した．これは図3のタスク項目2．4．4とタスク項目3．1．3の行動の関連から導き出した要求と機能である．以上の方法により，行動の関連に基づいた要求と機能を抽出できた．単独のタスクに基づいて部分的な改良を指向する従来の方法では，こうした要求と機能を抽出することは困難であり，行動の関連に着目することの有効性が示されている．

4.　まとめ

行動分析に基づき，タスク間の行動の関連に着目した上で，浴室におけるユーザーの求める要求と必要な機能の抽出を行った．問題点の要因を分析すると，複数のタスクが影響しあって問題が起こっていることが分かった．この分析により行動の関連と問題が起こる要因を明確にでき，その結果，ユーザーの行動の関連に基づく要求と機能を抽出することができた．今後は，導かれたユーザーの正しい要求と機能を実現するための物理設計について検討したいと考えている．

5.　参考文献

1）大塚裕光：下肢の動作負担計測方法の検討－高齢者のまたぎ動作における床反力と筋電－，日本建築学会大会学術講演集，2001，pp807-808

2）山岡俊樹：人間工学からエルゴデザインへのアプローチ-エルゴデザインを支援するヒューマンデザインテクノロジー，デザイン学研究特集号　vol.11，No2(2003)，pp16-23

[連絡先]山本　匡人/慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科　西村研究室/〒223-8563 神奈川県横浜市港北区日吉　4-1-1　協生館/e-mail：masato.yamamoto@a5.keio.jp/Fax：045-562-3502

心地よい家電ボタンの探求

-若齢者と高齢者の比較を通して-

○田中康寛*, 山崎友賀**, 坂田理彦***, 中西美和*
(*慶應義塾大学,**三菱電機(株),***セントラルメルコ(株))

Examination of Comfortable Sheet Switches for Electrical Appliances

-Comparison between Older and Younger Users-

*Yasuhiro Tanaka, **Yuka Yamazaki, ***Masahiko Sakata, *Miwa Nakanishi
(*Keio University, **Mitsubishi Electric Corp., ***Mitsubishi Electric Group, Central Melco Corp.)

1. はじめに

生活家電は、私たちの日常の活動を支援する欠くことのできない製品である。機能や性能の面では高いレベルにまで成熟しつつある今日、ユーザが求める価値はさらに高次化、多様化することが見込まれる。このような背景を踏まえ、本研究では、ユーザの身体、認知、心理の特性に応じた新規デザインの提案を目指し、ユーザの「心地よさ」の本質を探究している。

本稿では、ユーザに「心地よさ」を演出する家電ボタンの特性を検討した事例について示す。特に、近年、我が国では高齢者のみの世帯の増加が著しく、今後もさらに増えることが予想されている。そこで、一つのターゲットユーザとして高齢者を見据え、家電ボタンの趨勢を占めつつあるシートキーを対象として、求められる「心地よさ」と具体的なスペックを明らかにする。

2. 方法

本研究では、若齢者と高齢者を比較する。ボタン押下の特徴から各世代がボタン押下に何を求めているのか考察したうえで、シートキーのパラメータを関連づけ、ユーザの特性に適合した心地よい家電ボタンの特徴やその要因を明らかにしていく。

2.1 ボタン押下の世代差に関する調査

本調査の被験者は、10～19 歳の男女 20 名、21～25 歳の男女 21 名、70～83 歳の男女 20 名であった。デジタルフォースゲージ(日本電産シンポ(株)社製, FGP-5)を使用し、被験者はこれを上方・前方の各方向から押下した。なお、上方から押下する場合は炊飯器、前方から押下する場合は電子レンジを想定させ、これらの標準的な設置高さで試行させた（図 1-1、1-2）。

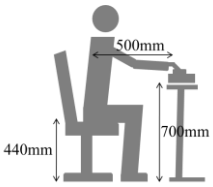


図 1-1 被験者の姿勢
（上方からの押下）

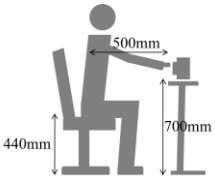


図 1-2 被験者の姿勢
（前方からの押下）

測定項目は、平均押力(N/s)と押下時間(s)とした。ここで定義した平均押力は、被験者がボタンに触れている間の押力の平均を、押下時間はボタンに触れている時間を意味する。

2.2 シートキーの押下実験

被験者は、若齢者(21～25 歳の男女)17 名、高齢者(70～83 歳の男女)19 名で、実験に関する説明を十分行い、インフォームドコンセントを得た。 本実験に用いたシートキーは、予備実験により押し心地に大きく影響するとされた、ストロークと抵抗力をパラメータとした 42 種類が対象であった(表 1)。なお、ストロークはシートキーが押し込まれる深さ、抵抗力は内部スイッチの抵抗と定義する。また、シートキーの直径は、家電で一般的に使用されている 18mm で統一した。被験者は各シートキーを図 1 と同様に普段家電を操作する姿勢で、上方と前方から押下した。各シートキー押下時、被験者はその心地よさを-2（押し心地が悪い)～+2（押し心地がよい)で評価した。なお、押下不能の場合は-2 と換算した。

表 1 シートキーのパラメータ

シートキー番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ストローク(mm)	0.25	0.5	0.8	1.1	1.4	1.7	2.0	0.25	0.5	0.8	1.1	1.4	1.7	2.0
抵抗力(N)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
シートキー番号	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
ストローク(mm)	0.25	0.5	0.8	1.1	1.4	1.7	2.0	0.25	0.5	0.8	1.1	1.4	1.7	2.0
抵抗力(N)	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
シートキー番号	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
ストローク(mm)	0.25	0.5	0.8	1.1	1.4	1.7	2.0	0.25	0.5	0.8	1.1	1.4	1.7	2.0
抵抗力(N)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5

3. 結果及び考察

3.1 ボタン押下の世代差

家電ボタンに対する押力の世代差を示す。図 2-1、2-2 は上方から押下した場合、図 3-1、3-2 は前方から押下した場合である。

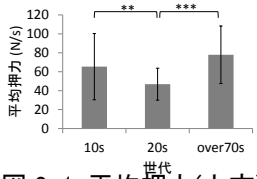


図 2-1 平均押力(上方)

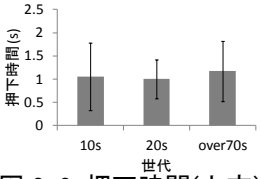


図 2-2 押下時間(上方)

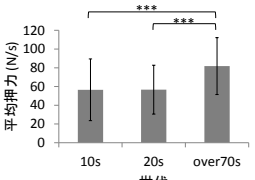


図 3-1 平均押力(前方)

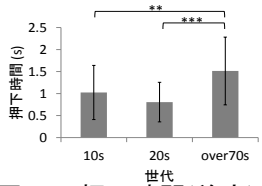


図 3-2 押下時間(前方)

図 2-1、3-1 から、いずれの押下方向でも、高齢者は他世代より比較的強くボタンを押下していたことが分かる。また図 3-2 から、前方からの押下の場合では高齢者は他世代より特に長くボタンを押下していたことも分かる。この結果から、高齢者が家電のボタンを操作する際、他世代に比べて長く強く押す特徴があることが明らかになった。この特徴は、高齢者がボタン押下の際により大きな実感を触圧覚から得ることで、自らの操作に対する安心感を得ようとしていたためではないかと推察される。

3.2 シートキー押下時の心地良さ

シートキーのパラメータと押し心地に対する評価の関係を示す。図 4-1、4-2 は上方から押下した場合、図 5-1、5-2 は前方から押下した場合である。各図とも横軸はストローク、縦軸は抵抗力を表し、図中の配色は押し心地の評価が高いほど濃く示してある。若齢者と高齢者を比較すると、上方からの押下の場合、若齢者は比較的ストロークの小さいシートキー、高齢者は比較的ストロークの大きいシートキーを特に心地よいと感じていることがわかる。一方、前方からの押下の場合も、上方からの押下の場合と同様、若齢者は比較的ストロークが小さく、高齢者はストロークが大きいシートキーに心地よさを感じる傾向が見られる。従って、高齢者は押し込みの深いシートキーを心地よく感じることがいずれの方向からの押下においても共通している。これは、前節で考察した、触圧覚からのより強い実感によって操作の安心感を得

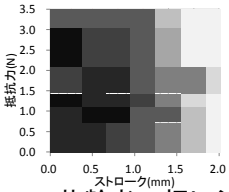


図 4-1 若齢者の押し心地（上方）

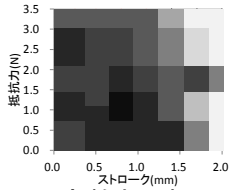


図 4-2 高齢者の押し心地（上方）

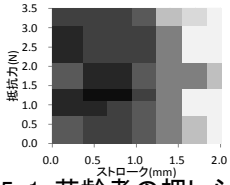


図 5-1 若齢者の押し心地（前方）

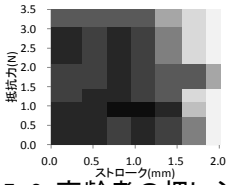


図 5-2 高齢者の押し心地（前方）

ようとする高齢者の特徴を鑑みると、深く押し込むシートキーを好む傾向も、この特徴に起因するものとして理解できる。また、高齢者はシートキーの抵抗力が小さいとき、比較的ストロークが大きいシートキーを心地よく感じる傾向も見られる。これも、シートキーの抵抗によって得られる実感が十分でない場合は、押し込みの深さによる実感により大きく頼ったためと考えられる。この傾向は上方からの押下時により顕著に見られたが、上方からの押下では、目とほぼ同じ高さに置かれたシートキーを押下する前方からの押下と異なり、シートキーに対する垂直視角が小さくなるため、視覚による操作の実感を相対的に得にくくなり、触圧覚への依存が大きくなったことが一因とも考えられる。従って、シートキー表面に対する視角もボタン押下の心地よさに影響を及ぼす可能性があることが示唆された。

4. 結論

本研究では、高齢者のボタン押下の特徴を踏まえて、高齢者が心地よいと感じる家電ボタンのスペックについて明らかにした。触圧覚から押下を実感し、安心感を得ることで心地よさを感じる高齢者は、若齢者に比べて強く長く押下する傾向があり、それに適したストロークの大きいシートキーを心地よく感じることが分かった。また、ボタン押下時の垂直視角が心地よさに影響を与えるという示唆も得られた。

[連絡先]
田中康寛
慶應義塾大学理工学研究科
〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1
e-mail：tanakayasu63-425@a8.keio.jp

ユニバーサルデザイン教育の開発

—高等学校家庭科での試み—

○冨田道子*，小松原明哲**

（*東京学芸大学，**早稲田大学）

Development of Universal Design Education at Home Economics Classes of Senior High Schools

Michiko Tomita*， Akinori Komatsubara**

（*Tokyo Gakugei University， **Waseda University）

1. はじめに

2013 年に完全実施される高等学校家庭科の新学習指導要領において，家庭基礎と生活デザインでは「共生社会と福祉」の項が「(1) 人の一生と家族・家庭及び福祉」のなかに，また家庭総合では「共生社会における家庭や福祉」の項が「(2) 子どもや高齢者とのかかわりと福祉」のなかに盛り込まれた．その背景には，少子高齢社会の進行に伴い，共生社会の視点が強く求められるようになったことがある．以前から高等学校では，バリアフリー（BF）やユニバーサルデザイン（UD）の学習や高齢者体験が展開されているが，扱う領域は福祉・衣・住領域に限定されやすく，学びが領域ごとに分断されやすかった．また，しばしば行われる「車いす体験」では，高齢者や障がい者の立場になることはできても，それで終わりがちであり，共生社会につながる学習になりにくかった．本研究は，社会のなかに UD が広がることは，多様な人々の自立を支援するシステムづくりを可能にし，共生社会の実現に近づけるための 1 つの手段になると考え，学習領域を超えて，高校生がさまざまな体験学習を通して自らの生活環境に目を向け，UD に敏感になり，社会に UD が広がることの重要性に気づけるような教育内容を開発することを目的とした．

2. 研究方法

高等学校家庭科における UD の授業実践，家庭科にかかわる UD 研究等の先行研究を分析した．さらに UD 関連の各種会議，展示会を通じての UD 製品調査，UD に取り組む企業訪問等を行った．それらの知見をもとに，高等学校の家庭科の授業向けの UD 教育プログラムを開発した．

3. 家庭科 UD 教育の開発

3.1 提案する UD 教育のコンセプト

本 UD 教育は社会生活を営む上で利用するさまざまなサービスや製品について，人間中心設計プロセスに基づくユーザビリティ追求の裏に，主体的で自立した消費者（生活者）の存在が欠かせないこと，消費者と生産者の対等な関係の必要性を学習するものとし，①わかる（知る），②できる（体験する・気づく・考える），③推進する（実践提案）の 3 つをコンセプトに，標準で 4 時間分の教育内容（ただし，以下に示す②③のステップでは，各 1 時間のオプション授業と特別活動を設定した）を組み立てた．

3.2 授業構成

①1・2 時間目 ： UD って何？【わかる】

・自分たちの生活のなかに，さまざまな UD 製品があることに気づく．

・UD 研究者の取り組みや企業開発の実態に触れる．

②3 時間目 ： 多様性について考えよう【できる】

・【わかる】を深めるために様々な多様性体験をする．

・体験後の意見交流で，UD への理解を深める．

・体験学習を通して「多様な人」の捉え方を深める．

③4 時間目：共生社会の実現に向けて：気づきを社会へ 【推進する】

・UD に敏感になることで消費生活に当事者意識を持ち主体的に生活に関わることができるようになる．

・UD の意識化が，生活者と行政や企業等との関係を考えるきっかけになり，社会へのアピール力を高める原動力となることを理解する．

・よりよい製品づくりには消費者と生産者のコミュニケーションが必要であり，高校生のなかには将来どちらの立場にもなる人がいることを理解する．

・自分なりに UD 製品を提案できるようになる．

【できる・推進する】オプション授業 ： 公共空間をウォッチングしてみよう

・調べ学習を通して日本社会の現状をしっかり捉え，

日本人間工学会関東支部代 41 回大会 芝浦工業大学 2011 年 12 月 10 日，11 日

これからの社会のあり方を考えることができる．

・ユーザーを観察したり，使いにくさを推測することで公平さの重要性について考えることができる．

【推進する】特別活動 ： オリジナル企画をプレゼンしてみよう！

・自分たちの生活を見つめ，自分たちなりに UD 製品を提案（試作等）することができる．

3.3 UD 教育シラバスおよび手引き書の作成

上記内容について UD 教育シラバスと教師用手引き書を作成した．この際，家庭科教師としての自分の経験を踏まえ，さらに現場の教員及び企業の UD 開発担当者からの意見を聴取し，内容の精査，及び授業のやりやすさの観点からの改定を繰り返した．

4. 検証

作成した UD 教育シラバスと手引き書の有効性を検証するために，東京都内の高等学校２校（男子校，女子高各１）の家庭科授業において，各学校長の了解のもと，シラバスと手引書に基づく UD 教育の試行を依頼した．時期は 2011 年 5 月から 7 月であり，受講した生徒数は計 343 名であった．なお，女子校は「UD って何？(2 時間)」のみ，男子校については特別活動も含めすべてのプログラム（6 時間）が実施された．実施した教師からの意見聴取，及び，受講した生徒には　授業前・後のアンケートと，授業後には理解度等に関するセルフチェックシートを行ってもらった．

5. 結果と考察

授業前アンケートでは，両校とも約 7 割の生徒が「UD を知っている」と答えた．しかし，授業後アンケートの記述をみると「さまざまな工夫に驚いた」「発見があった」「意味が知れてよかった」「社会のなかで安全に暮らせるかどうかは私たちの課題かな」などの意見が多数見られ，実際には授業前は，言葉は知っているものの正しい理解がされておらず，学習を進めていくなかで UD の実際の姿や，社会に果たす役割を理解できるようになったものと思われた．授業後のセルフチェックの結果（図１）では，両校ともに，授業を行った各単元において理解すべき項目は，7 割以上の生徒が「理解できた」と答えていた．生徒の自由記述も踏まえると，体験型学習を取り入れたことで生徒が主体的に授業に取り組めたことが大きいものと思われた．一方，UD と AD（adaptive design），BF の違いなど，定義的な項目への理解度は高くはない．UD, AD, BF の説明は，高等学校の家庭科教科書においてもこれらの言葉は取り上げられているものの，教科書や参考書，また各種図書において微妙に異なっており，本手引書でも明確な定義は困難であった．こうした説明の曖昧さがセルフチェックの結果につながったものと思われる．

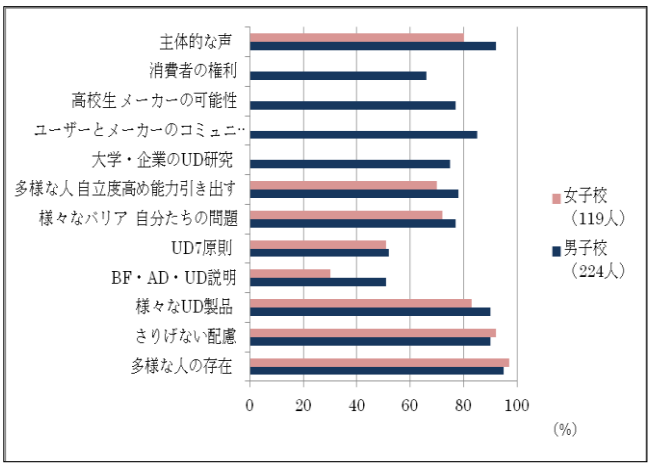


図１　授業後セルフチェックの結果
（「理解できた」とする回答率）

6. 今後の課題

協力校の教師からは，先に述べた言葉の定義を始め手引き書の細部についてコメントが寄せられており，さらなる修正が必要である．また，「企業の UD 製品の開発の様子をわかりやすく伝えられる教材がほしい」という要望もあり，これについては企業の UD 担当者の協力を得つつ現在，取り組んでいる．

本研究により，UD を通じて，家庭科における「共生」の学びが，私的領域にとどまらず，社会という公的領域に広がることをめざしたい．

謝辞

本研究に協力を頂いた凸版印刷（株）中井裕太様，TOTO（株）の江藤祐子様にお礼申し上げます．また試行授業に協力頂いた各校にお礼申し上げます．

参考文献

1) 人間生活工学研究センター編：ワークショップ人間生活工学（第1巻 人にやさしいものづくりのための方法論），丸善，2005

2) 川内美彦：ユニバーサルデザイン−バリアフリーへの問いかけ，学芸出版社，2002

3) 日経デザイン編：ユニバーサルデザインの教科書，日経 BP 社，2005

[連絡先]

冨田道子：megu_04michiko@jcom.home.ne.jp