一般社団法人日本人間工学会関東支部 第 39 回大会
（2009 年 12 月 5 日・6 日、武蔵野大学）

ごあいさつ

大会長　宇賀神 博（武蔵野大学教授）

このたびはご多忙のところ、日本人間工学会関東支部第 39 回大会へのご参加、まことにありがとうございます。

おかげさまで本大会には、当初の見込みを上回るご講演やご企画のお申込みをいただき、大きな果実を予感させるものとなりました。数少ないスタッフではありますが、みなさまのご期待に応えるべくせいいっぱい準備を進めてまいりました。いろいろ至らない点もあろうかと存じますが、どうかご容赦いただければと存じます。この大会が、みなさま方にとって真に有意義なものとなりますよう、心より願っております。

今回開催をお引き受けした武蔵野大学では、1996 年に菊池安行先生（千葉大学名誉教授）が着任されて以来、「こころとからだ」の追求の一環として人間工学分野の教育・研究が進められてきました。現在は人間関係学部、環境学部、通信教育部で専門教育が行われており、本学その他の大学院に進むなど人間工学分野の研究者や専門家を目指す学生たちも少なからず輩出しております。まだ細々とした流れではありますが、さらに確固とした潮流に高めていく所存ですので、この機にいっそうのご指導、ご支援をお願い申し上げます。

ご　案　内

ご参加のみなさまへ

1. 参加費について

本大会の参加費等については次のとおりです。

区　分	正会員	準会員または学生	一　般
大会参加費	6,000 円 （講演集を含む）	1,000 円 （講演集は含まない）	7,000 円 （講演集を含む）
懇親会参加費	4,000 円	2,000 円	4,000 円

※懇親会に参加される方は、大会参加費とともに懇親会参加費をお支払いください。
※講演集を別売でお求めの場合、一冊 2,000 円となります（配送の場合は送料・手数料として 800 円を加算させていただきます）。
※賛助会員の方は 3 名様まで、正会員としてお取扱いいたします。

2. 大会受付のご案内

○ 受付時間　12 月 5 日（土）9:00～17:00
　　12 月 6 日（日）9:00～12:00
○ 受付場所　武蔵野大学本部校地 1 号館 1 階アーケード
○ 受付要領
- 事前に参加登録された方も、必ず受付にお越しください。
- 関東支部卒業研究発表会（参加費無料）のみに参加される方も、必ず大会受付で所定の手続きをお済ませください。
- 学生の方（準会員を除く）は必ず学生証をご提示ください。
- 当日に参加費等のお支払いをされる場合は、なるべく釣銭の必要がないように現金をご用意ください。
- 大会受付近くにクロークを用意いたします。ご利用になれる時間帯は次のとおりです。お荷物の受け取りは、必ず時間内にお願いいたします。

クローク開設時間　12 月 5 日（土）9:00～17:30
　　12 月 6 日（日）9:00～12:30

3. 懇親会のご案内

大会の懇親会を 12 月 5 日（土）17 時 30 分より 5 号館 2 階カフェテリアにて行います。この建物は、日本の近代建築をリードしＪＲ京都駅ビルの設計者としても知られる建築家、原広司氏の設計です。ぜひ、そのユニークな空間で、くつろぎと交流のひとときをおすごしください。なお、懇親会参加費のお支払いは、事前に大会受付でお済ませください。

4. 関東支部総会のご案内

一般社団法人日本人間工学会関東支部の定例の総会を、12 月 5 日（土）13 時より A 会場（1 号館 1 階 1102 教室）にて行います。関東支部に所属する会員の方は、ぜひご参加ください。

5. 車いすご利用の方へ

- 1 号館（講演会場）の 1 階アーケードと 1 階各会場との間には段差がありますので、ご面倒をおかけしますが、1 階内部への出入りはスロープのある建物両端出入口にお回りください。
- 1 号館にはエレベータがありませんので、2 階会場との往復の際は、車いす昇降機をご利用いただきます。その際はスタッフがお手伝いいたしますので、お近くのスタッフにお気軽に声をかけていただければと存じます。

6. その他

- 会場内および本学構内では、大会参加証の着用をお願いします。また、各会場でご発言の際には、ご所属・お名前を明らかにしてください。
- 関東支部卒業研究発表会用の参加証では、支部大会の各会場に出入りすることはできません。
- 大会受付近くにメッセージボードを用意しますので、ご連絡等にご利用ください。
- 大会期間中における外部からの緊急のご連絡は、専用電話 042-468-9789 でお受けいたします。受付時間は、2 の大会受付時間と同じです。
- 学内の食堂・売店は 12 月 5 日（土）のみご利用可能です。営業時間は次のとおりです。

  学生食堂（5 号館 2 階カフェテリア）11:00～14:00
  学生・教職員食堂（6 号館地下 1 階）11:00～14:00
  大学売店（むさしの館 1 階）　8:30～14:00
  ミニストップ（7 号館 1 階）　8:30～17:00

- 休憩室（1 号館 1 階 1107 教室）には、お飲み物とお菓子類をご用意いたします（無料）。

  休憩室開設時間　12 月 5 日（土）9:00～17:00
  12 月 6 日（日）9:00～12:30

- 本学と同じ敷地の幼稚園、中学校・高等学校区域への立ち入りは禁止されています。
- 構内は原則禁煙となっております。喫煙は、指定された場所でお願いいたします。
- 構内ご移動の際は、安全に十分に留意され、おケガ等のないようにお願いします。
- 本学の駐車場は狭小なため、事前に許可を得た車両以外は駐車できません。
- JR 中央線の高架化工事（三鷹～立川間）のため 12 月 5 日（土）21 時頃から翌 6 日（日）6 時 30 分頃まで、列車の大幅運休が予定されております。ご利用の際は、駅等の情報に十分にご注意ください（電話案内窓口 050-2016-1629）。

講演者のみなさまへ

1. 一般講演は、1 演題につき発表 10 分間、討論 3 分間の計 13 分間とします。時間経過は、発表開始後 8 分目（1 鈴）、10 分目（2 鈴）、13 分目（3 鈴）にお知らせします。参加者の行動や大会日程に支障をきたさないよう、くれぐれも発表時間の厳守をお願いします。
2. 各講演会場には Windows パソコン、プロジェクタ、スクリーンをご用意いたします。

プレゼンテーション用ファイル（データ）は USB メディアでお持ちいただき、必ず各セッション開始前の空き時間に会場のパソコン上にコピーしてご利用ください。なお、お持ちになる USB メディアは、必ずウィルスチェックを済ませておいてください。

3. 講演者ご自身のパソコンの持ち込み使用も可能です。その旨、あらかじめ座長にお伝えいただき、発表前にパソコンをスタンバイしていただいたうえで、ディスプレイケーブルをつなぎ替えてご利用ください。
4. パソコンへのデータ転送やパソコンのつなぎ替え等のトラブルにより発表開始が遅れた場合、座長の判断で発表時間を短縮する場合があります。
5. 講演者が当日ご欠席の場合、「発表取消し」の扱いとなります。ただし、座長の承認があれば、他の連名発表者が代わりに講演することが認められます。
6. その他の点については、すべて座長の指示に従ってください。
7. 万一講演発表を取り消される場合などには、必ず大会事務局にご連絡ください。
8. シンポジウム等の各企画セッションの運営はすべて企画者の方にお任せしますので、必ず所定時間内に終了できるように計画、進行をお願いいたします。

出展のご案内

展示室（1 号館 1 階 1108 教室）では次のとおり展示が行われますので、どうぞお立ち寄りください。

出展者	展示品目
㈱ナックイメージテクノロジー	視線計測装置
㈱コスモサウンド	ミュージックコンソール（一体型オーディオ）

賛助企業・団体ご芳名

㈱ナックイメージテクノロジー
武蔵野大学

日本人間工学会関東支部第 39 回大会

関東支部長　　堀江　良典（日本大学）
大　会　長　　宇賀神　博（武蔵野大学）
運営委員（五十音順）

芦野　理恵（千葉大学大学院）
池上　　徹（ITI エルゴコンサルタンシー）
石井　国雄（首都大学東京大学院）
泉　　貴嗣（武蔵野大学）
岩切　一幸（(独)労働安全衛生総合研究所）
内田　芳則（東京国際大学）
小西　啓史（武蔵野大学）
竹内由利子（(財)労働科学研究所）
武田　美亜（青山学院女子短期大学）
鳥居塚　崇（日本大学）
橋本　修左（武蔵野大学）
八田　一利（千葉工業大学）
松田　文子（(財)労働科学研究所）
水野　有希（東洋学園大学）
村松　陸雄（武蔵野大学）

事 務 局 長　　松田　文子（(財)労働科学研究所）

日本人間工学会関東支部第 39 回大会事務局
〒202-8585 東京都西東京市新町 1-1-20 武蔵野大学環境学部宇賀神研究室内
E-mail: jskt2009@musashino-u.ac.jp／Tel.& Fax 042-468-8319

大 会 日 程

12 月 5 日(土)　　受付 9:00～17:00(1 号館 1 階アーケード)

A 会場 1102	B 会場 1103	C 会場 1202	D 会場 1203	E 会場 1209	F 会場 1206
5A1 10:00～12:00 シンポジウム 「ヒューマンエラーと医療機器デザイン」 企画:平田正治				10:00～11:00 卒業研究発表会 4 件 座長:福田亮子	10:00～11:00 卒業研究発表会 4 件 座長:鈴木哲
	5B1 10:15～11:45 一般講演 「電子ディスプレイ」 6 件 座長:外山みどり	5C1 10:15～11:45 一般講演 「生理・生体」 6 件 座長:鈴木一弥	5D1 10:15～11:30 一般講演 「姿勢・動作」 5 件 座長:下村義弘	11:00～12:15 卒業研究発表会 5 件 座長:岩切一幸	11:00～12:15 卒業研究発表会 5 件 座長:水野有希
12:10～12:50 支部委員会(1111 教室)					
13:00～13:50 支部総会					
5A2 14:00～16:00 シンポジウム 「歩行者と自転車との共生を目指して」 企画:岸田孝弥	5B2 14:00～15:45 一般講演 「介護・福祉」 7 件 座長:小長谷百絵	5C2 14:00～16:00 シンポジウム 「人間工学規格とその応用―ソフトウェア・アクセシビリティ―」 企画:米村俊一	5D2 14:00～15:30 一般講演 「技能・習熟」 6 件 座長:辛島光彦	14:00～15:15 卒業研究発表会 4 件 座長:鳥居塚崇	14:00～15:15 卒業研究発表会 5 件 座長:青木洋貴
				15:30～16:45 卒業研究発表会 4 件 座長:申紅仙	15:30～16:45 卒業研究発表会 5 件 座長:中西美和
	5B3 16:00～17:00 一般講演 「公共空間」 4 件 座長:小美濃幸司		5D3 15:45～17:15 学生支援座談会 「『人間工学』を活かす就職―OB・OG を囲んで」 (広報委員会)		
5A3 16:15～17:15 一般講演 「アセスメント」 4 件 座長:森博彦		5C3 16:15～17:15 一般講演 「心理・認知」 4 件 座長:重森雅嘉			

懇親会 17:30～19:00(5 号館 2 階カフェテリア)

12 月 6 日(日)　　受付 9:00～12:00(1 号館 1 階アーケード)

A 会場 1102	B 会場 1103	C 会場 1202	D 会場 1203	E 会場 1209	F 会場 1206
6A1 10:00～12:00 シンポジウム 「ビジョン提案型デザイン手法の展開と実践」 企画:山崎和彦	6B1 10:00～11:45 一般講演 「医療安全」 7 件 座長:橋本修左	6C1 10:00～12:00 シンポジウム 「感性とデザイン」 企画:山下利之	6D1 10:00～11:45 一般講演 「交通場面」 7 件 座長:小松原明哲		
6A2 12:30～14:00 一般講演 「感性情報」 6 件 座長:梶谷哲也	6B2 12:15～13:45 一般講演 「製品設計」 6 件 座長:北島洋樹				

大会プログラム 12 月 5 日（土）午前

A 会場（1102 教室）

10:00～12:00

5A1 シンポジウム
「ヒューマンエラーと医療機器デザイン」

【企画者・司会】
平田正治（大山人間科学研究会、東海大学）

科学技術の進歩に伴い、最新の医療機器が次々と導入されている。しかし、これらは基本機能が同等であっても、メーカーやバージョンの違いによってその配列や操作性が異なっている。これは多重課題を抱える現場においてヒューマンエラーの一要因となっている。本シンポジウムでは、大山人間科学研究会会員が、医療機器の事例、デザインの統一化が進む航空業界の事例について報告し、エラー防止策としてデザインの規格統一を提言する。

1. 医療機器とデザインの現状

1) 診療放射線機器の場合
五十嵐博（群馬県立県民健康科学大学）

2) 放射線機器の使用状況と満足度について
篠田直樹（駿河台日本大学病院）

3) 看護の立場から
石舘美弥子（湘南短期大学）

4) 医療工学の立場から
阿部津江子・伊藤満
（新潟医療生活協同組合木戸病院）

2. デザインの共通化
横田友宏（エアーライン機長）

【指定討論者】
垣本由紀子（立正大学）

B 会場（1103 教室）

10:15～11:45

5B1 一般講演「電子ディスプレイ」

座長：外山みどり（(独)労働安全衛生総合研究所）

1. 壁掛けテレビの好ましい設置高
〇三澤優貴・久保田雄大・松岡真名美・窪田悟（成蹊大学）、岸本和之・山根康邦・合志清一（シャープ）、五十嵐陽一（日立ディスプレイズ）、芳賀秀一・中枝武弘（ソニー）

2. 液晶テレビの表示輝度と観視距離が視覚疲労に及ぼす影響
〇関根豪・今林健太・窪田悟（成蹊大学）、岸本和之・山根康邦・合志清一（シャープ）、五十嵐陽一（日立ディスプレイズ）、芳賀秀一・中枝武弘（ソニー）

3. 多チャンネル環境下における非計画視聴のユーザーインターフェースの研究
〇玉置俊平・森博彦(東京都市大学大学院工学研究科システム情報工学専攻ヒューマン・メディア工学森研究室)

4. 待ち時間に使用される画面インタフェースとヒトの時間感覚に関する研究
〇小山冬樹（千葉大学工学部デザイン工学科人間情報科学研究室）、岩永光一・中西美和（千葉大学大学院工学研究科デザイン科学専攻人間情報科学研究室）

5. プレゼンテーションルームのスクリーンサイズに関する一考察―スクリーン表示文の読みやすさの観点から―
〇辛島光彦・西口宏美（東海大学）

6. 画面サイズを考慮した Web サイト設計に関する研究
〇岡田たまみ・西内信之・朴美卿・山中仁寛（首都大学東京大学院）

大会プログラム 12 月 5 日（土）午前

C 会場（1202 教室）	D 会場（1203 教室）
10:15～11:45 5C1 一般講演「生理・生体」 座長：鈴木一弥（(財)労働科学研究所） 1. 心拍呼吸協調が肺ガス交換効率に及ぼす影響 〇狩生咲・富田豊・牛場潤一（慶應義塾大学） 2. 呼吸音解析システム―吸気音及び呼気音の解析方法を用いたシステムの検討― 〇西倉健介（明星大学・院）、金杉成昭(明星大学・学)、亀井延明（明星大学）、亀井智子（聖路加看護大学） 3. 虹彩の 3 次元形状を利用した生体認証に関する研究 〇高田幸奈・西内信之・朴美卿・山中仁寛(首都大学東京大学院) 4. 遠赤外線放射シーツが若年者の体温調節機能に与える影響 〇佐々木啓樹・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）、朴美卿（首都大学東京システムデザイン学部） 5. 顔面冷却刺激が脈伝播時間に及ぼす影響 〇池崎亜沙美・佐野裕司（東京海洋大学）、菊地俊紀（日本大学） 6. 足底皮膚感覚および視覚情報の操作による静止立位時姿勢制御機能の変化 〇角奈那子・下村義弘・勝浦哲夫（千葉大学大学院工学研究科デザイン科学専攻）	10:15～11:30 5D1 一般講演「姿勢・動作」 座長：下村義弘（千葉大学） 1. パーティクルフィルタを用いた作業者追跡に関する研究 〇田村崇・西内信之・朴美卿・山中仁寛(首都大学東京大学院) 2. 長時間立位後の身体安定性低下に寄与する因子の検証 〇藤本優（国際医療福祉大学大学院修士課程理学療法分野）、勝平純司・藤沢しげ子（国際医療福祉大学保健医療学部理学療法学科） 3. 上肢を挙上したねじ締め作業が筋骨格系負担に及ぼす影響 〇菅間敦（首都大学東京大学院）、瀬尾明彦・土井幸輝（首都大学東京） 4. 移乗介助の作業時間を低減するスリング形状 〇望月憲之（慶應義塾大学大学院理工学研究科）、山崎信寿（慶應義塾大学理工学部） 5. タッチパネル操作時の手による画面の遮蔽がその操作性に与える影響について 〇西村崇宏（首都大学東京大学院）、瀬尾明彦・土井幸輝（首都大学東京）

大会プログラム 12 月 5 日（土）午後 1

A 会場（1102 教室）

14:00～16:00

5A2 シンポジウム
「歩行者と自転車との共生を目指して」

【企画者・司会】岸田孝弥（中京大学）

近年、交通事故の中で自転車対歩行者の事故が注目されるようになった。自転車の歩道通行可の標識がごく普通に見られるようになるとともに、交通事故の際の交通強者としての自転車の登場である。自転車利用者の行動について４人のシンポジストが自転車利用者のルールやマナーなどの意識面、自転車利用の際の段差などの障害、傘差し走行などの危険な乗り方、自転車道の整備等の、それぞれの立場から話題を提供して、歩行者と自転車との共生を目指して討論をしたいと考えている。

1. 自転車の安全利用を考える
岸田孝弥(中京大学)

2. 外的負荷が自転車走行に与える影響―危険性と安全性の両面からのアプローチ―
加藤麻樹（長野県短期大学）

3. 自転車走行中におけるさまざまな危険の実験的解明
植竹照雄（東京農工大学）

4. 自転車走行の安全性の確保に向けて―自転車は歩道を走行すべきか―
古倉宗治（㈱住信基礎研究所）

B 会場（1103 教室）

14:00～15:45

5B2 一般講演「介護・福祉」

座長：小長谷百絵（東京女子医科大学）

1. 道具や機器の操作時に痛みを伴う一時的障がい者における手の負担軽減に関する研究―負荷の少ない手の開き状態の把握―
〇庄司宏明（千葉工業大学大学院工学研究科）、上野義雪（千葉工業大学）

2. 重量物挙上動作における重量と姿位の違いが腰部負担・腹横筋に与える影響
笠井将也・田所祐介・〇長谷川哲也・勝平純司・吉川幸次郎（国際医療福祉大学保健医療学部理学療法学科）

3. 腹筋の活動を賦活させる体幹装具 Trunk Solution の開発と評価
〇勝平純司（国際医療福祉大学保健医療学部理学療法学科）、吉川幸次郎（国際医療福祉大学大学院）、安井匡・堀内和禎（川村義肢株式会社）、笠井将也・田所祐介・長谷川哲也（国際医療福祉大学保健医療学部理学療法学科）

4. 錘の荷重位置が脊柱アライメントに与える影響～妊婦体験ジャケットを用いて～
〇犬塚ふみ・井上真秀・太田智子・小島賢司・山藤麻里・中嶋咲弥・宮澤裕之・安田欣司・勝平純司・藤沢しげ子（国際医療福祉大学保健医療学部理学療法学科）

5. 介護用シャワーベットの使用における人体の加温について
渕岡司（北陸職業能力開発大学校応用課程生産電子システム技術科）

6. 頭部の荷重支持が入浴中の腰部負担に与える影響
〇尾滝啓介（千葉大学大学院工学研究科）工藤亮・永田まゆみ・白井康裕（INAX 総合技術研究所空間技術研究室）、下村義弘・勝浦哲夫（千葉大学大学院工学研究科）

7. 訪問介護勤務表作成支援システム構築のための基礎調査
〇足立幸子・渋谷知子・福島恵美・池上敦子（成蹊大学）

大会プログラム 12 月 5 日(土)午後 1

C 会場(1202 教室)

14:00～16:00

5C2 シンポジウム

「人間工学規格とその応用 —ソフトウェア・アクセシビリティ—」

【企画者】
米村俊一(NTTサイバーソリューション研究所)

人間工学に関わる重要な規格として、アクセシビリティ関連規格が注目されている。JIS X8341 シリーズをはじめ、ISO/IEC Guide 71 や ISO 9241-20 など日本が提案する国際標準も制定されている。このセッションでは、ICT 技術を考える上で必要となるソフトウェア・アクセシビリティに関わる規格群、X8341 シリーズについて概要および応用例を紹介するとともに、今後のアクセシビリティ関連規格の展望について紹介する。

1. ソフトウェア・アクセシビリティ規格の概要—JIS X8341 シリーズの新規格—
米村俊一(JIS 分科会主査／NTT)

2. 情報処理装置のアクセシビリティ／JIS X8341-2
野村茂豊(X8341-2 原案作成委員／日立)

3. ウェブコンテンツのアクセシビリティ／JIS X8341-3
梅垣正宏(日本障害者協議会情報通信委員／ユーディット)

4. 電気通信機器のアクセシビリティ指針／JIS X8341-4
水島昌英(X8341-4 原案作成委員／NTT)

5. 事務機器のアクセシビリティ設計指針／JIS X8341-5
酒井英典(X8341-5 原案作成委員／ビジネス機械・情報システム産業協会)

6. アクセシビリティのビジネスへの応用—アクセシビリティに配慮したウェブサイト構築を通して—
朝井大介(X8341-6 原案作成委員／NTT)

7. 人間工学規格と今後の展開— ISO/TC159 および国内対策委員会(JENC)の活動—
横井孝志(人間工学会JENC委員長／産総研)

D 会場(1203 教室)

14:00～15:30

5D2 一般講演「技能・習熟」

座長:辛島光彦(東海大学)

1. 指先動作の学習定着・睡眠効果に関する研究—日中仮眠とイメージトレーニングを用いて—
〇大澤丈明・下村義弘・勝浦哲夫(千葉大学大学院工学研究科デザイン科学専攻人間生活工学研究室)

2. キーストローク時の手指動作に関する研究
〇赤須春香・西内信行・朴美卿・山中仁寛(首都大学東京大学院)

3. レンチ作業における筋活動の変化
〇及川久之(首都大学東京大学院)、瀬尾明彦(首都大学東京)

4. ものづくりにおける基本的技能の分析
〇鈴木孝誌(千葉大学大学院工学研究科)、橋本宣慶(青山学院大学理工学部)、加藤秀雄・樋口静一・大川一也(千葉大学大学院工学研究科)

5. ディスプレイの情報提示に関する基礎的検討
〇門間政亮(山形大学大学院社会文化システム研究科)、本多薫(山形大学人文学部)

6. マニュアル媒体の違いが作業時の心理に与える影響
〇秋葉知壽・岡田有策(慶應義塾大学)

大会プログラム 12 月 5 日（土）午後 2

A 会場（1102 教室）	B 会場（1103 教室）
16:15～17:15 5A3 一般講演「アセスメント」 座長：森博彦（東京都市大学） 1. 疼痛測定器を用いた座り心地の定量評価に関する研究 〇吉岡憲昭（工学院大学大学院工学研究科）、堀内邦雄（工学院大学グローバルエンジニアリング学部） 2. 人に関する様々なデータベースとコンピュータを活用した商品開発手法 〇石本明生・本多信夫（（株）HALデザイン研究所）、山岡俊樹（和歌山大学） 3. 多国手話を参考にしたユニバーサルコミュニケーションのためのコンテキスト 〇細野直恒（沖コンサルティングソリューションズ株式会社）、井上裕光（千葉県立衛生短期大学）、中園薫（日本電信電話株式会社 NTT 未来ねっと研究所）、長嶋祐二（工学院大学） 4. サウンドマスキングによるオープンスペースタイプ教室の音環境改善 〇須賀一民・富田豊（慶應義塾大学理工学部）	16:00～17:00 5B3 一般講演「公共空間」 座長：小美濃幸司（（財）鉄道総合技術研究所） 1. 震災被災者への情報提供サービス—無線LANを用いた自律分散システム— 〇高橋祐一（東京理科大学）、小林大二（千歳科学技術大学）、山本栄（東京理科大学） 2. 効果的な公共標識メッセージに関する研究 〇井坂 秀之（早稲田大学大学院創造理工学研究科経営システム工学専攻）、小松原 明哲（早稲田大学理工学術院） 3. 色覚異常をめぐる状況と公共交通環境の対応 〇三澤拓矢（環境プロジェクト monacca チーム）、宇賀神博（武蔵野大学） 4. 名古屋市営地下鉄の快適性について 〇吉本直美（神奈川大学人間科学研究科博士後期課程）、和氣典二（神奈川大学視科学研究所）、和氣洋美（神奈川大学人間科学部）、向井希宏（中京大学心理学部）、藤田晃弘（名城大学建設システム工学科）、三田武（日建設計シビル）

大会プログラム 12 月 5 日（土）午後 2

C 会場（1202 教室）	D 会場（1203 教室）
16:15～17:15 5C3 一般講演「心理・認知」 座長：重森雅嘉（(財)鉄道総合技術研究所） 1. モバイル機器での音声情報における発話スタイルと情報受容度の分析 〇下畑光夫・三樹弘之（沖電気工業）、細野直恒(沖コンサルティングソリューション)、越塚登・坂村健(東京大学) 2. 登場人物についての心の推測における処理資源の効果 〇瀧澤純（首都大学東京大学院人文科学研究科）、山下利之（首都大学東京） 3. 視触覚を用いた空間記憶タスクが脳活動に及ぼす影響 〇齋藤祐太・下村義弘・勝浦哲夫（千葉大学大学院工学研究科デザイン科学専攻） 4. 脳波解析による職務拡大・職務充実に関する研究 〇米山靖人・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）、朴美卿（首都大学東京システムデザイン学部）	15:45～17:15 5D3 学生支援座談会 学生と企業の懸け橋プロジェクト―『人間工学』を活かす就職（OB・OG を囲んで）― 【企画者】松田文子（日本人間工学会広報委員会） ／関東支部 39 回大会共同企画 広報委員会では、継続性のあるプロジェクトとして、「学生」と「企業」が出会う機会を設けるべく「学生と企業の懸け橋プロジェクト」を展開している。今回は、その第4弾となる。人間工学を学んでも、人間工学を活かせる職業に就ける人は、残念ながらあまり多いとはいえない。これは、企業の側にニーズがないという事情と解釈されがちだが、人間工学を理解する人材を雇用し、活用している企業も存在する。広報委員会では、企業へ就職して人間工学を活かしている若手企業人に、学生時代に勉強したことや、現在の仕事と人間工学の関わりを、就職を控えた学生に話していただく機会として、座談会を企画した。 【協力者】 吉武良治・大内啓子・岩切一幸・榎原毅・酒井一博・下村義弘（日本人間工学会広報委員会）、企業6名程度

大会プログラム 12 月 6 日（日）午前

A 会場（1102 教室）

10:00～12:00

6A1 シンポジウム
「ビジョン提案型デザイン手法の展開と実践」

【企画者】山崎和彦（千葉工業大学）

アーゴデザイン部会のワーキンググループでは、これからのユニバーサルデザインを考慮した、ビジョン提案型手法に関する研究・実践活動を継続的に推進している。ここでは、ビジョン提案型手法における「発想、目標設定、評価」の手法の解説、ビジョン提案型手法のSIGやワークショップの概要、ビジョン提案型手法の事例および、今後の展開について発表する。

1. ビジョン提案型デザイン手法の提案
山崎和彦（千葉工業大学）

2. ビジョン提案型デザイン手法における目標設定と発想
郷健太郎（山梨大学）

3. ビジョン提案型デザイン手法における評価
柳田宏治（倉敷芸術科学大学）

4. ビジョン提案型デザイン手法の事例実践と改善—デザイン系大学における事例実践とそれで得た気づきによる手法の改善—
上田義弘（富士通デザイン株式会社）

5. ビジョン提案型デザイン手法の教育での実践における課題と改善
安藤昌也（産業技術大学院大学）

6. ビジョン提案型デザイン手法の展開～SIG 活動とワークショップ～
早川誠二（株式会社リコー）

7. ビジョン提案型デザイン手法の今後の展開
高橋克実（株式会社ホロンクリエイト）

B 会場（1103 教室）

10:00～11:45

6B1 一般講演「医療安全」

座長：橋本修左（武蔵野大学）

1. 胃瘻からの半固形栄養剤を簡便で安全に注入できるデバイス開発に向けて
小長谷百絵・〇坂井志麻（東京女子医科大学看護学部）、国澤尚子・鈴木玲子（埼玉県立大学保健医療福祉学部）、小川鑛一（元東京電機大学）

2. 転倒、転落に関わる要因からの転倒者判定に関する研究
〇佐藤小百合（埼玉セントラル病院）、高橋英司（埼玉ロイヤルケアセンター）、百瀬治（ウエストケアセンター）、清水みどり（埼玉みさと総合リハビリテーション病院）、松澤良平（春日部ロイヤルケアセンター）、岡田有策・秋吉祐太・深谷覚（慶應義塾大学）

3. セルフチェックシートから導く、リスクマネジャ—活動の実際
〇鈴木幸子（IMSグループ三愛会総合病院看護部）、横溝あずさ（慶応義塾大学大学院理工学研究科）、岡田有策（慶応義塾大学理工学部）

4. 文字形状に着目した医薬品類似名称指標の提案(第一報)
〇今井貴広・鍋田啓太・木村昌臣・大倉典子（芝浦工業大学）、土屋文人（東京医科歯科大学）

5. 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—
〇村岡宏紀・泉谷聡・木村昌臣・大倉典子（芝浦工業大学）、土屋文人（東京医科歯科大学歯学部付属病院）

6. 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 15 報） —PTP シートの外観類似に関するアンケートの解析（その2） 裏面の属性値の解析—
〇大槻宜孝・泉谷聡・木村昌臣・大倉典子（芝浦工業大学）、高池敏男（アストラゼネカ株式会社）、土屋文人（東京医科歯科大学大学歯学部附属病院薬剤部）

7. 添付文書情報における表構造からの頻出内容の抽出（第一報）
〇石田啓継・鍋田啓太・木村昌臣・大倉典子（芝浦工業大学）、土屋文人（東京医科歯科大学）

大会プログラム 12 月 6 日（日）午前

C 会場（1202 教室）

10:00～12:00

6C1 シンポジウム

「感性とデザイン」

【企画者・司会】
山下利之（首都大学東京人文科学研究科）

"感性"が工学における一つの重要なキーワードとなってきた。"感性"は，"ひらめき"、"直感"、"快・不快"、"嗜好"、"好奇心"、"創造"の源であり、そのアプローチとして感性評価、感性計測などが展開されている。特にデザインはデザイナーの優れた感性が必要である。本シンポジウムでは、優れた研究者であると同時にデザイナーとしても活躍されている先生方を話題提供者として迎え、感性とデザインに関して論じる。

【話題提供者】

1. 姿勢を意識させるインナーウェアの着用効果
廣川妙子（文化女子大学服装学部）

2. センシビリティなグラフィックデザインの一断面
工藤強勝（首都大学東京システムデザイン学部インダストリアルデザインコース）

3. 子供たちと地域をつなぐ教育ツールのデザイン
工藤芳彰
（拓殖大学工学部工業デザイン学科）

【指定討論者】
市原茂（首都大学東京人文科学研究科）

D 会場（1203 教室）

10:00～11:45

6D1 一般講演「交通場面」

座長：小松原明哲（早稲田大学）

1. 拡張現実を用いた道路標識の提示方法の提案
〇田渕祐介・森博彦（東京都市大学大学院工学研究科システム情報工学専攻ヒューマン・メディア工学森研究室）

2. 情報提供のための音の物理特性が方向や遠近感の知覚に与える影響
〇露木章史・横田佳代子・岩本太郎・石橋基範（マツダ株式会社）

3. オートマチック車のセレクタ操作感評価に関する一考察
〇鈴木将也（静岡大学大学院工学研究科）、末長修（静岡大学工学部）、澤田英宣・森俊一・増田達史・曽根原努（スズキ（株））

4. タッチパネルを用いたハザード発見遅れの診断装置の開発
〇島崎敢・石田敏郎（早稲田大学人間科学学術院）

5. 発話音声に対する母音および子音の影響に関する調査
〇佐藤清・塩見格一（（独）電子航法研究所）、鈴木綾子・澤貢（（財）鉄道総合技術研究所）、高橋征三・杉山哲司（（学）日本女子大学）

6. 発話音声から算出する覚醒度評価指標値の誤差と信頼性
塩見格一（電子航法研究所）

7. 事故のグループ懇談によるリスク情報の共有と安全意識向上
重森雅嘉（鉄道総合技術研究所）

大会プログラム 12 月 6 日(日)午後

A 会場(1102 教室)	B 会場(1103 教室)
12:30～14:00 6A2 一般講演「感性情報」 座長:梶谷哲也(文化女子大学) 1. 音楽音と色のクロスモーダル知覚—弁別課題の反応時間とエラー数にみる複合刺激の効果— 〇武千鶴(首都大学東京大学院)、山下利之(首都大学東京) 2. 視覚と温覚によるマルチモーダルな情報提示の試み 飯塚重善(神奈川大学) 3. サイン音のための聴覚刺激による脳の感情応答の一検討 〇後藤達也・志村諒・遠藤順一・宮地泰造(東海大学) 4. ピエゾフィルムを用いたヒトの触感の推定—皮膚振動検出のためのシステムの開発— 〇高橋謙介・下村義弘・勝浦哲夫(千葉大学大学院工学研究科) 5. スプレー缶"らしさ"の評価と把持特性について 〇笠松慶子(首都大学東京)、神宮英夫(金沢工業大学) 6. 触れるということを用いた実世界インタラクションの提案 〇下平卓也(武蔵工業大学大学院工学研究科システム情報工学専攻ヒューマン・メディア工学森研究室)、森博彦(東京都市大学大学院工学研究科システム情報工学専攻ヒューマン・メディア工学森研究室)	12:15～13:45 6B2 一般講演「製品設計」 座長:北島洋樹((財)労働科学研究所) 1. デジタルカメラの最適ボタン配置に関する人間工学的研究 〇齋藤哲生(千葉大学大学院工学研究科)、飯島靖博・畑中晴雄(三洋電機株式会社)、下村義弘・勝浦哲夫(千葉大学大学院工学研究科) 2. 運びやすいキャリーバッグの設計ガイドライン—運搬者とフレームの位置関係に着目して— 若生然太(早稲田大学大学院創造理工学研究科経営システム工学専攻小松原研究室)・小松原明哲(早稲田大学) 3. 手首式血圧計の腕帯圧力分布に関する研究 〇彭春栄・下村義弘・勝浦哲夫(千葉大学大学院工学研究科) 4. 視線解析によるスクリーンキーボードの入力方法の改善 〇新開大樹・山口卓哉・永井義満・石津昌平(青山学院大学大学院) 5. 医用超音波画像診断装置の操作における人間工学的研究～医用超音波画像診断装置の筋負担比較～ 〇鈴木浩之・齋藤隆由(アロカ株式会社デザインセンター)、下村義弘・勝浦哲夫(千葉大学大学院工学研究科) 6. 医用超音波画像診断装置の操作における人間工学的研究～新しい探触子形状の提案～ 〇岡庭美紀(千葉大学工学部デザイン工学科意匠系人間生活工学研究室)、鈴木浩之・齋藤隆由(アロカ株式会社デザインセンター)、下村義弘・勝浦哲夫(千葉大学大学院工学研究科)

シンポジウム

ヒューマンエラーと医療機器デザイン

【企画者】平田 正治（東海大学）

科学技術の進歩に伴い、最新の医療機器が次々と導入されている。しかし、これらは基本機能が同等であっても、メーカーやバージョンの違いによってその配列や操作性が異なっている。これは多重課題を抱える現場においてヒューマンエラーの一要因となっている。本シンポジウムでは、大山人間科学研究会会員が、医療機器の事例、デザインの統一化が進む航空業界の事例について報告し、エラー防止策としてデザインの規格統一を提言する。

【司会】平田 正治（大山人間科学研究会）

1. 医療機器とデザインの現状

1) 診療放射線機器の場合
五十嵐 博（群馬県立県民健康科学大学）

2) 放射線機器の使用状況と満足度について
篠田 直樹（駿河台日本大学病院）

3) 看護の立場から
石舘 美弥子（湘南短期大学）

4) 医療工学の立場から
阿部 津江子・伊藤 満（新潟医療生活協同組合木戸病院）

2. デザインの共通化
横田 友宏（エアーライン機長）

【指定討論者】垣本 由紀子（立正大学）

壁掛けテレビの好ましい設置高

○三澤優貴，久保田雄大，松岡真名美，窪田　悟（成蹊大学），岸本和之，山根康邦，合志清一（シャープ），
五十嵐陽一（日立ディスプレイズ），芳賀秀一，中枝武弘（ソニー）

Preferred screen heights for wall-hanging TVs

Yuki Misawa, Yuta Kubota, Manami Matsuoka, Satoru Kubota (Seikei University), Kazuyuki Kishimoto,
Yasukuni Yamane, Seiichi Gohshi (Sharp Co.),Youichi Igarashi (Hitachi displays, Ltd.),
Shuichi Haga and Takehiro Nakatsue (Sony Co.)

1. はじめに

テレビの薄型化・軽量化に伴いテレビの壁掛け使用の増加が予想される．壁掛けテレビは設置高を自由に設定できる．文字情報の読取が主体の PC モニターに関しては画面中心に対する視線角度が 10 数度下方になる高さが望ましいとされてきた [1]．しかし，テレビディスプレイに関しては，視聴内容，視聴姿勢，観視画角，観視距離が多様であるために好ましい画面高（設置高さ）という視点からの検討はほとんどなされていない．

本研究では，リビングの壁面に見立てた背面投射スクリーンに HDTV プロジェクターで画面高を変えて映像を表示できるようにし，画面サイズ，観視距離，座位高を実験変数として，テレビ視聴に好ましい画面高を調整法により求めた．そして,これらの実験結果を家庭におけるテレビの視聴条件の実地計測結果と併せて考察した．

2. 実験方法

図1に実験風景を示す．透過型スクリーンの背後に Full HD の液晶プロジェクターを配した．このプロジェクターは被験者の手元のリモコンにより電動で自由に上下できる．上下速度は 3.7cm/秒であった．照明環境は家庭のリビングの典型的な環境を想定して，画面照度で約 100（lx）に設定した．

画面サイズは 32 型，42 型，65 型の 3 条件とし、輝度はどの画面サイズでも中心部のピーク白輝度で 340cd/m^2 とした．座位の高さは，椅座位（座面高 40cm）と床座位（カーペットを敷設した床面に直接座る）の2条件であった．観視距離は家庭のリビングにおける観視距離（図 3）の 5%タイル値，中央値，90%タイル値にほぼ対応させて 150cm，250cm，400cm とした．

図 1
実験風景
椅座位
画面サイズ
42 型
観視距離
250cm
の条件
（天井高
250cm）

表示した映像は，ブルーレイディスクで提供されている HDTV 画質評価用映像 Qtec 社製 QT-1000 と ASTRODESIGN 社製 VT-7001 から様々なシーンを 10 秒単位で6種類切り出して60秒間の映像として繰り返し再生した．

測定項目は，椅座位と床座位での被験者の目の高さと各被験者が各条件で好ましいとした画面高さ（画面の下端の高さ）である．画面の中心高と視線角度はこれらの測定データから算出した．視線角度は水平面に対する画面中心への視線角度，水平より上を＋で表現した．

被験者は平均年齢 21.7 歳（20～28 歳）の 31 名であった．各被験者は，画面サイズ(3)×座位高(2)×観視距離(3)の合計 18 条件において，上記の映像を観視しながら好ましい高さに画面高を手元のリモコンで自己調節した．1回の調節に要した時間は 1～2 分であった．

3. 実験結果

図 2 に各条件における好ましいテレビ画面高を画面中心の高さで示した．被験者 31 名の平均値と±1標準偏差を示す．好ましい画面中心高は，椅座位の条件で 110（cm）前後，床座位で 80（cm）前後である．被験者の目の高さの平均値が椅座位 111（cm），床座位 75（cm）であったことから，いずれの座位高でも画面中心がほぼ目の高さとなるように調節していたと言える．椅座位，床座位別に画面サイズ(3)×観視距離(3)の二元配置の分散分析を行なった．椅座位では画面サイズ，観視距離いずれの要因も有意ではなかった．すなわち，画面サイ

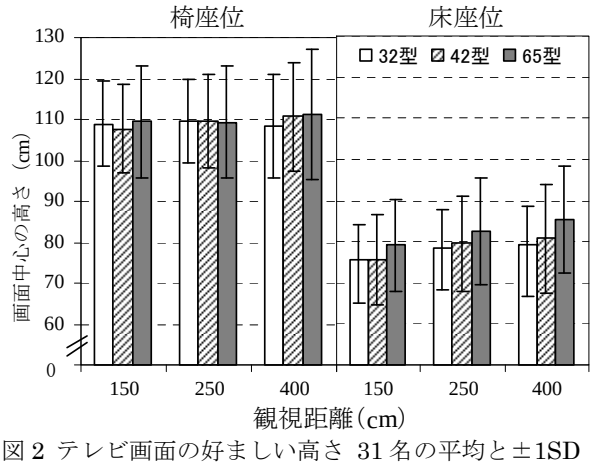


図 2 テレビ画面の好ましい高さ 31 名の平均と±1SD

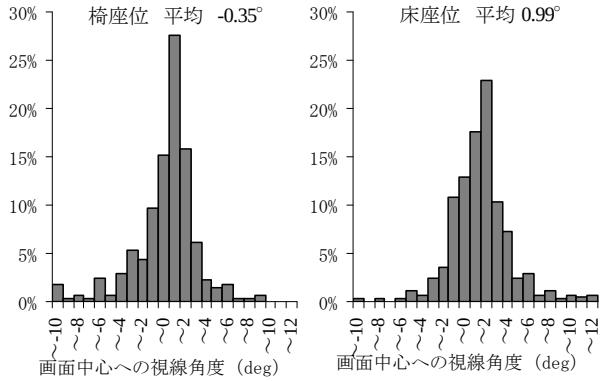


図 3 画面中心への視線角度の分布

ズ, 観視距離によらず, 画面中心の高さが目の高さとなる位置が好ましい位置となる. 一方, 床座位では画面サイズ ($F(2,60)=16.4, p<0.001$), 観視距離 ($F(2,60)=14.0, p<0.001$) いずれも有意であった. すなわち, 床座位では, 画面サイズが大きいほど, また観視距離が遠いほど, やや高めに調節する傾向が認められる. しかし, 図 3 に示したように, いずれの条件においても画面中心に対する視線角度はほぼ水平とみなせる.

なお, 42 型の液晶テレビとプラズマテレビを電動で上下可能なテレビ台に載せて同様の実験を行なったが本実験の 42 型背面投射の結果と一致した. すなわち, 本研究の結果はディスプレイの視野角特性によるものではない. また, 壁掛けでもテレビ台上の設置でも画面中心に対する視線角度がほぼ水平となる高さが好ましいテレビ画面高であると言える.

4. 家庭のリビングにおけるテレビ画面の高さ

2007 年 10 月から 2008 年 11 月に 83 世帯のリビングに出向いてテレビの視聴条件を調べた. 83 世帯のうち CRT41 世帯, LCD32 世帯, PDP10 世帯であった. ここでは観視距離, テレビ画面の高さ, 視聴者の目の高さ, 視線角度に関する計測結果を示す.

図 4 は, テレビの観視距離の分布である. 各世帯で 5-6 箇所の視聴位置からの観視距離を計測した. 観視距離は画面サイズやディスプレイ技術には依存せず, 中央値は 252cm であった. 図 5 に 83 世帯におけるテレビ画面の中心高をプロットし, 図 6 にテ

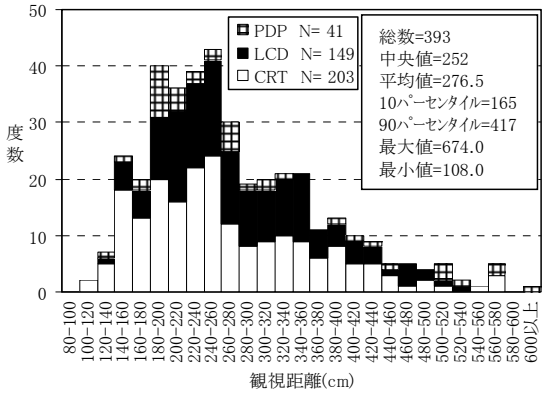


図 4 家庭におけるテレビ観視距離の分布

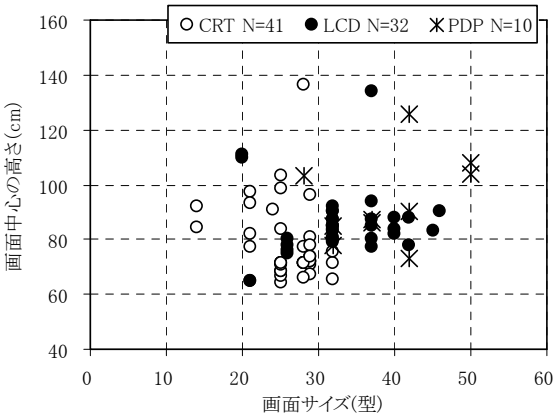


図 5 家庭におけるテレビ画面の高さ

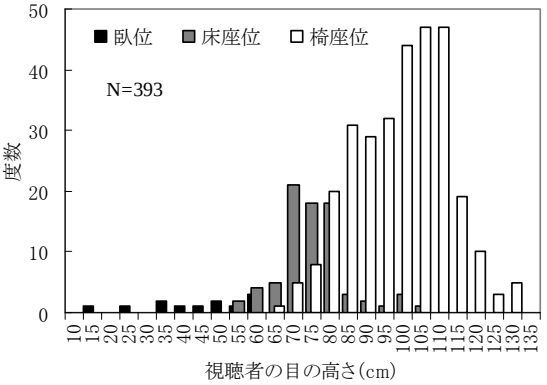


図 6 テレビ視聴者の目の高さ

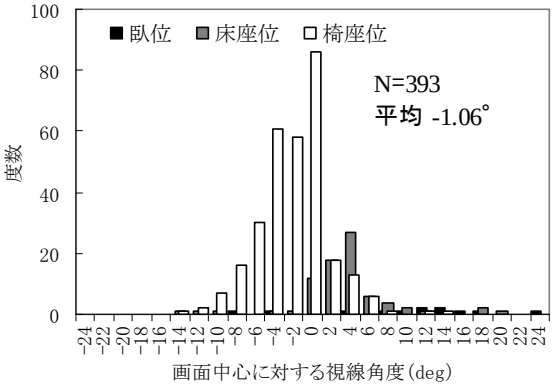


図 7 画面中心に対する視線角度

レビ視聴者の目の高さを臥位, 床座位, 椅座位に分けて分布を示した. テレビ画面の高さの分布と, テレビ視聴者の目の高さの分布はおおむね 60cm～120cm で一致している. そのために図 7 に示したように視線角度は 0 度を中心に分布している. 以上の結果より, 家庭のリビングにおいても, おおむね画面中心高と目の高さが一致する設定になっていると言える. ただし, 今後画面が極端に大型化した場合はこの位置関係を維持するのが困難になることは容易に予想できる. また, 照明器具の映り込みの発生確率も予測されている [2]. 本研究は NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）の助成事業の成果に基づくものである.

参考文献

1) たとえば, Grandjean, E. et al.: Human Factors, Vol.25, No.2, 1983

2) 窪田ほか: IEICE2009 年総合大会, C-9-2, 2009

液晶テレビの表示輝度と観視距離が視覚疲労に及ぼす影響

○関根　豪，今林健太，窪田　悟（成蹊大学），岸本和之，山根康邦，合志清一（シャープ），
五十嵐陽一（日立ディスプレイズ），芳賀秀一，中枝武弘（ソニー）

Effects of LCD-TV luminance and viewing distance on visual fatigue for viewers

Go Sekine, Kenta Imabayashi, Satoru Kubota (Seikei University), Kazuyuki Kishimoto, Yasukuni Yamane,
Seiichi Gohshi (Sharp Co.), Youichi Igarashi (Hitachi displays, Ltd.),
Shuichi Haga and Takehiro Nakatsue (Sony Co.)

1. はじめに

液晶テレビの消費電力は輝度の設定に依存する. しかし, 実地調査の結果では, いわゆる店頭モードの高輝度設定で使用されることが多く, 家庭の照明環境において必ずしも好適輝度で視聴されていない [1]. 輝度の設定は視聴者の視覚疲労の面からも重要である [2]. 液晶テレビの好ましい輝度は, 映像の平均輝度レベル（average luminance level：以後 ALL とする）, 照明環境, 観視距離に依存し, これらの要因を変数とした好適輝度の予測モデルが提案されている [3].

本研究では, 液晶テレビの輝度を上記モデルを適用して好適値に設定した場合と, いわゆる店頭モードの高輝度に設定した場合とで視覚疲労にどの程度の違いが生じ得るか, また, 観視距離を設計視距離 3H と好ましい視距離 [4]に設定した場合とでどのような差が生じるかについて長時間視聴実験により検討した.

2. 方法

被験者は学生 18 名であった. Full HD の 42 型液晶テレビを2台用いて2名同時に実験した. 視聴させた映像は民放地上デジタル放送の報道番組である. TS モードで録画して HDMI 経由で表示した. この番組の平均映像レベル（average picture level：以後 APL とする）は約 42%で, ALL では約 24%であった（いずれも SD 時のレターボックスを除外して計算）.

視聴条件は, 輝度 2 条件（好適輝度 [3]と 400cd/㎡）, 観視距離 2 条件（設計視距離 3H：1.6m と好ましい視距離 [4]4.5H：2.4m）の2×2の合計4条件であった. 好適輝度条件は 3H に対して 133cd/㎡（3H-70lx-24%）, 4.5H に対して 145cd/㎡（4.5H-70lx-24%）とした. ここで輝度とはピーク白輝度である. 好適輝度の条件では APL に応じたバックライト制御を ON にしたため ALL19%で所定の輝度に合わせた. 照明環境は画面照度で 70 lx に設定した. 70 lx は 77 世帯のリビングにおけるテレビ画面照度の 24 時間連続測定の結果, 昼夜を問わずテレビ ON 時のほぼ最頻値であった.

各被験者は 5 日間連続で実験室に来て同じ時刻帯に実験した. 1日目は視覚機能検査などの練習日とした.

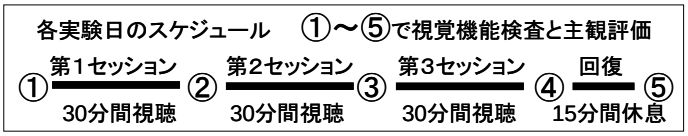


図 1 実験のタイムスケジュール
1 日 1 条件で 4 日間で 4 条件おこなう

2 日目～5 日目に図 1 のタイムスケジュールで 4 つの視聴条件を 1 日 1 条件ずつ実行した. 順序効果を相殺するために被験者によって条件の提示順をかえた. なお, 集中した視聴を促すために視聴後に映像内容に関して試験を行い, 理解度を確認した. 図 1 に示した①~⑤の時点で次の 3 つの測定・記録を行った.

(1) 目に関する自覚症状：目が疲れる, 目がしょぼしょぼする, まばたきが多い, ものがすぐにはっきりとみえないなど 20 項目の症状 [5]について, 1:ない, 2:少しある, 3:中程度ある, 4:かなりあるの 4 段階評定とした,

(2)グレーティング視力：2.5m の距離に置いた超高精細 LCD に空間周波数を変えて水平の縞を表示し, 縞がやっと認識できる周波数から視力を求めた.

(3)自覚的調節検査：アコモドポリレコーダによって効き目の調節近点と調節遠点を計測した. また, ②～④の時点, すなわち各セッション後に, 画面の明るさと観視距離について「ちょうど良い」を中心とする7段階の尺度で主観評価を得た.

3. 結果

図 2 に 20 項目の症状のうち平均評定値が最も高かった「目の疲れ」を測定時点に対して 18 名の平均値と標

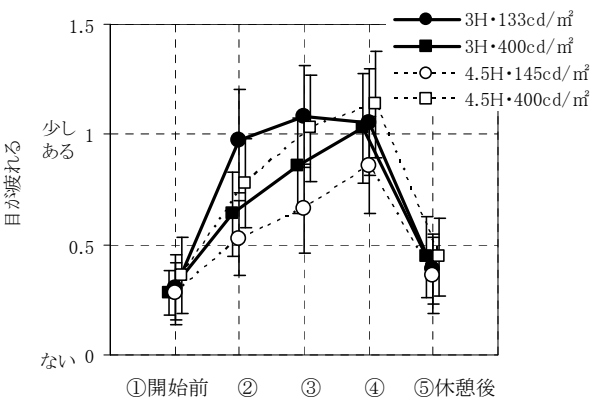


図 2 目の疲れの主観評価 18 名の平均と±1SE

準誤差でプロットした．分散分析（輝度(2)×観視距離(2)×測定時点(5)：すべて被験者内比較）の結果，測定時点 (F(4,68) =20.8,p<0.001) のみ有意であり，輝度と観視距離の要因は有意ではなかった．

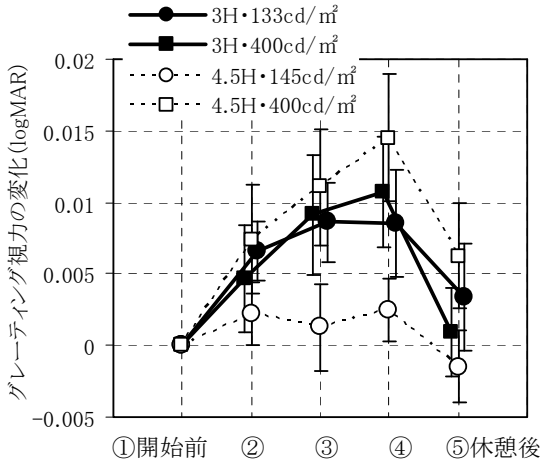


図 3 視力の変化， logMAR 視力なので＋側が視力の低下を表す．15 名の平均と±1SE

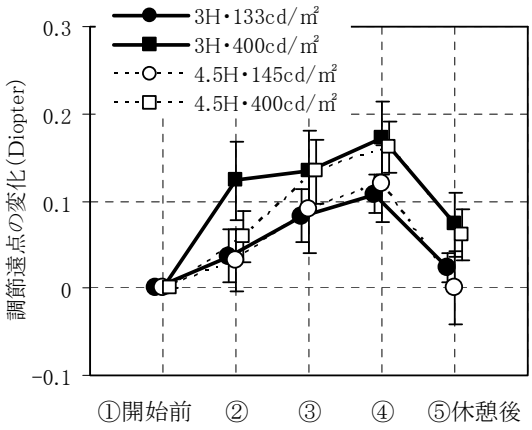


図 4 調節遠点距離，Diopter 表示なので＋側が調節遠点が近づいたことを表す．16 名の平均と±1SE

図 3 は同様にグレーティング視力の測定結果を表している．ただし，18 名のうち 3 名は極端に変動が大きく一貫した測定ができていないとみなして，残りの 15 名で集計・分析した．同様の分散分析の結果，測定時点（F(4,56) =9.95, p<0.001）のみ有意であり，輝度と観視距離の要因は有意ではなかった．

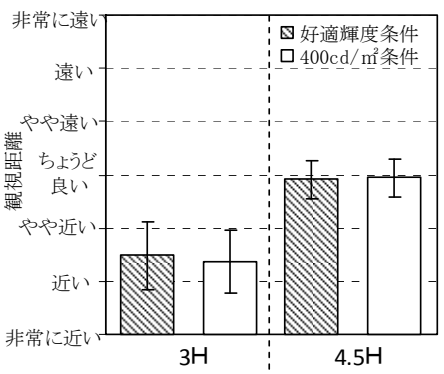


図 5 観視距離の評価
（18 名の平均と±1SD）

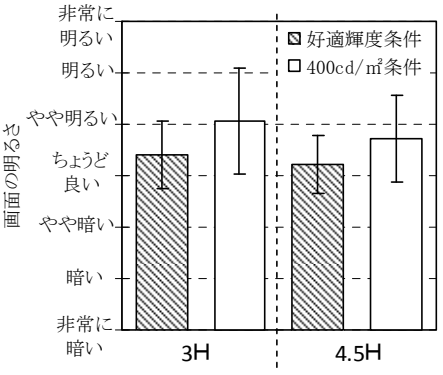


図 6 画面の明るさ評価
（18 名の平均と±1SD）

図 4 は自覚的調節力検査による調節遠点の変化を Diopter で表している．同様の分散分析の結果，測定時点（F(4,60) =11.1, p<0.001）のみ有意であり，輝度と観視距離の要因は有意ではなかった．

図 5 と図 6 は各視聴セッション後に聞き取った観視距離と画面の明るさの主観評価結果を表している．いずれも 3 つのセッション間で有意差が認められなかったので 3 セションの平均で表している．観視距離は表示輝度には影響されず，4.5H（2.4m）が「ちょうど良い」に対応し，3H（1.6m）は「近い」と「やや近い」の中間に位置する．したがって，HDTV の設計視距離 3H は少なくとも 42 型の視聴に対しては近すぎると言える．この結果は好ましい観視距離の実験結果[4]と一致した．一方，図 6 の画面の明るさの評価は設定した好適輝度条件では当然「ちょうど良い」に近いが，観視画角が影響し 3H でやや高く感じられていた（F(1,17) =4.51,p<0.05）．

4. 考察

実験的に設定した 90 分間のテレビ視聴において，視覚疲労の有意な増加と 15 分間の休憩による回復を示すことができた．しかし，本研究で主要因とした輝度と観視距離が視覚疲労に及ぼす影響については，設定した条件間で有意な差は検出できなかった．これは視聴した映像の APL が 42%と比較的低く，視聴環境も典型的なリビングの照度であったために高輝度条件の視覚負担がさほど大きくなかったためと考えられる．図 6 に示したように 400cd/㎡の条件でも平均的には「やや明るい」であり，図 2 の主観的な目の疲れも 90 分経過時点で平均的には評定値 1 の「少しある」であった．過去に行なった視聴映像の平均 APL 50%，SDTV，画面照度 30 lx，輝度 250cd/㎡，観視距離 3H（32 型），90 分間視聴の実験[2]では，同じ評定尺度での目の疲れの評価は平均で 2 の「ある」のレベルであった．我国で比較的視聴頻度が高い「情報・ワイドショー」および「バラエティ」の平均 APL は約 50%[6]である． APL の高い映像での実験を行う必要がある．ただし，本実験で用いた視覚疲労を評価するための方法はテレビ視聴における視覚負担の評価方法として有効であることが確認できたと言える．

なお，本研究は NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）の助成事業の成果に基づくものである．

参考文献

1) 岸本ほか：IEICE2009 年総合大会，C-9-3，2009
2) 窪田ほか：日本人間工学会誌 42 巻特別号，2006
3) 鈴木ほか：映像情報ﾒﾃﾞｨｱ学会冬季大会，2-3，2008
4) 小林ほか：映像情報ﾒﾃﾞｨｱ学会冬季大会，2-5，2008
5) 高橋：労働科学，69 巻，5 号，1993
6) 小野ほか：映像情報ﾒﾃﾞｨｱ学会冬季大会，2009

多チャンネル環境下における非計画視聴のユーザーインターフェースの研究

○玉置 俊平、森 博彦（東京都市大学大学院）

Developing Some User Interfaces of TV under Enormous Channels Environment

Shumpei Tamaoki, Hirohiko Mori(Tokyo City University Graduate Division)

1. 研究背景

テレビを視聴するとき、ユーザーの視聴行動は「計画視聴」と「非計画視聴」の 2 つに大きく分けられる[1]。前者は、番組のターゲットが予め決まっている場合を指している。一方、後者は、ターゲットが曖昧、あるいは決まってなく、ユーザーはザッピングによって視聴したい番組を決めにいく場合を指している。日本の地上波放送のチャンネル環境(チャンネル数約 12 以下)では、両方の視聴行動で起こりうる問題は些細である。しかし、CATV のような多チャンネル環境下では、我々に多くの番組を提供するが、チャンネル数の増大が我々の視聴行動に影響を与えていると考えられる。そのため、すべてのチャンネルから興味のある番組を見つけることが困難である。この問題に対して、計画視聴では、EPG(Electronic Program Guide)などの検索機能を用いることによって、容易に目的の番組へ辿り着くことができる。一方、非計画視聴では、ターゲットが曖昧なため、興味のある番組へ辿り着くことが困難である[1]。

2. 関連研究

2.1 非計画視聴における EPG

非計画視聴の関連研究として、鳥飼らの研究[2]では、EPG を非計画視聴で使用するため、初めに操作方法の検証から行った。次に番組探索時間の短縮および、番組内容の把握を容易にするため、表示方法を検証し、試作システムを設計した。しかし、非計画視聴の行動を EPG で全て補うことは困難であることが分かった。

2.2 Fish Eye View システム

同じく非計画視聴の関連研究として、玉置らの研究[1]では、非計画視聴の行動の一部である想起視聴(興味のある番組へ戻る行動)[3]を支援するため、Fish Eye View(以下、FEV と記す)[4]により、視聴時間の長さを可視化するシステム(図 1)を設計した。ユーザーが 1 分以上視聴したチャンネルが自動的にブックマークされ、リモコン横にある FEV ウィンドウに最後に視聴したときの番組のサムネイルが付いたボタンが表示される。そして、各チャンネルの視聴時間の長さによって、ボタンの大きさと位置が変化する。視聴時間が長い程、ボタンの位置は中心へ移動し、大きくなる。表示されたボタンはジャンル別に異なる色の線で繋がれる。

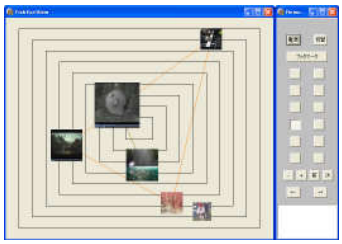


図 1. Fish Eye View システム

しかし、視聴時間が 1 分以上のチャンネルしか FEV システムに表示されないため、それ以下の場合、興味があっても戻れない可能性がある。また、想起視聴の特徴上、視聴したことがあるチャンネルしか支援していないため、視聴していないチャンネルから興味のある番組を決める行動に関しては考慮していない。従って、想起視聴も含めた他の行動を支援できるシステムが必要となってくる。

3. 研究目的

本研究では、多チャンネル環境下の非計画視聴時に興味のある番組及びそれを決めにいく行動を検証し、効果的に支援できる新たなシステムを提案する。

4. 実験

4.1 実験目的

非計画視聴時の興味のある番組がどういうものか、また想起視聴を含め、他にどのような行動があるのかを検証する。

4.2 実験方法

本実験では、FEV システムを用いて 1～50ch を視聴しながら、被験者が興味のある番組に落ち着くまで(本実験では約 10 分以上と設定)を調べる。落ち着くまでにかかったザッピング数・視聴した各チャンネルのジャンルと番号と視聴時間・FEV システムに表示されたボタンの数を計測する。また、興味のあった番組上位 3 つをアンケートする。被験者の数は、普段多チャンネル環境の経験が少ない 20 代の学生 4 人である。

4.3 実験結果

興味のある番組と各被験者の視聴時間の比較を表 1 に示す。これより、興味のある番組の順位と、視聴時間の長さの順位に大きな差はないことが分かった。

表 1. アンケートと視聴時間の比較

A

	アンケート		視聴時間	秒	FEV
1位	弾丸トラベラー	1位	朝日ジャーナル	1641	○
2位	朝日ジャーナル	2位	弾丸トラベラー	98	○
3位	千と千尋	3位	僕らの音楽	59	×

B

	アンケート		視聴時間	秒	FEV
1位	すべらない話	1位	K-1	1536	○
2位	K-1	2位	すべらない話	566	○
3位	Pirates of the Caribbean	3位	ナルト	127	○

C

	アンケート		視聴時間	秒	FEV
1位	ワンナウツ	1位	ワンナウツ	1471	○
2位	すべらない話	2位	すべらない話	274	○
3位		3位	トリック	140	○

D

	アンケート		視聴時間	秒	FEV
1位	僕らの音楽	1位	僕らの音楽	1621	○
2位	恋のから騒ぎ	2位	恋のから騒ぎ	506	○
3位	すべらない話	3位	すべらない話	440	○

次に、各被験者が 20 秒以上視聴したチャンネルを表 2 に示す。これより、これらのチャンネルは再度視聴する可能性(色付きで表示)が高いことを示した(66.7%)。

表 2. 20 秒以上視聴したチャンネル

A

ザッピング回数	ch番号	累積視聴時間(秒)			
41回目	41ch	58.941808	52回目	41ch	98.5586678
43回目	43ch	25.7407484	54回目	43ch	26.5240057
49回目	49ch	36.2993597	51回目	49ch	45.4074089

B

ザッピング回数	ch番号	累積視聴時間(秒)			
6回目	4ch	121.383542	69回目	4ch	124.558216
70回目	5ch	101.2300776			
8回目	6ch	31.6175834	86回目	6ch	1536.17127
24回目	20ch	76.8131894	64回目	20ch	80.5451289
72回目	21ch	23.5067001			
31回目	25ch	36.3885834	76回目	25ch	41.33075
51回目	45ch	78.4070171			

C

ザッピング回数	ch番号	累積視聴時間(秒)			
2回目	2ch	24.4229438	74回目	2ch	1471.76901
62回目	15ch	22.9239681			
18回目	18ch	99.0968465	58回目	18ch	102.908477
20回目	20ch	94.0398055	63回目	20ch	274.230722
44回目	44ch	140.5953347			
64回目	13ch	77.1324792			

D

ザッピング回数	ch番号	累積視聴時間(秒)			
20回目	20ch	65.5655107	94回目	20ch	67.2792987
30回目	30ch	40.807857	63回目	30ch	49.4228941
44回目	44ch	147.7179584	176回目	44ch	149.28255
46回目	46ch	52.5746532	120回目	46ch	54.0124438
54回目	48ch	20.1272155	111回目	48ch	22.3833384
72回目	4ch	64.1389208			
97回目	19ch	26.6372733	132回目	19ch	27.938432
115回目	41ch	25.4505853	173回目	41ch	26.427837
121回目	45ch	51.3614685	177回目	45ch	52.4708497
153回目	21ch	138.3847959			
181回目	49ch	1621.243858			

そして、表 3 は表 2 のデータを時系列順に並べた一部(被験者 C)である。これより、各被験者の行動は大きく 2 つに分けられることを以下に示す。

①想起視聴

②約 1 分以上視聴したチャンネルの同ジャンルのチャンネルを新たに探しにいく行動

また、各被験者の行動数を比較すると、①>②となり、想起視聴が多く見られることが分かった。

表 3. 時系列順で並べた 20 秒以上視聴したチャンネル (被験者 C)

C

興味のある番組へ戻る行動

ジャンル		番組名	ザッピング回数	ch番号	累積視聴時間(秒)
アニメ		ワンナウツ	2回目	2ch	24.4229438
バラエティ		スマスマ	18回目	18ch	99.0968465
バラエティ	お笑い	すべらない話	20回目	20ch	94.0398055
映画	長編	トリック	44回目	44ch	140.5953347
バラエティ		スマスマ	58回目	18ch	102.9084772
ドラマ	長編	流星の絆	62回目	15ch	22.9239681
バラエティ	お笑い	すべらない話	63回目	20ch	274.2307223
ドラマ	長編	医龍	64回目	13ch	77.1324792
アニメ		ワンナウツ	74回目	2ch	1471.769006

ジャンルへの偏りがややある

約1分以上の視聴から同ジャンルを新たに探しにいく行動

5. 考察と今後の展開

表 1 より、アンケートと視聴時間の順位に大きな差がないことから、視聴時間からユーザーの興味を判断することは有効であると考えられる。そのため、一軸のみの表現である FEV システムには視聴時間を軸にするのが好ましいと言える。また、表 3 の結果より、被験者の行動が大きく 2 つあることが分かった。これから新たに実装するシステムには、この 2 つの行動を考慮していく。まず、①の行動には、表 2 の結果より、視聴時間が 20 秒以上のチャンネルを表示することが適切であると考えられる。そして、②の行動には 1 分以上視聴したチャンネルと同ジャンルのチャンネルを推薦する。しかし、行動数を比較すると、①>②となっていることから、①の行動に関しては、別の方法からさらにアプローチしていき強化する。

今後は、これらの結果と考察から新たに実装するシステムによって、ユーザーは興味のある番組を決めることができるのか、また、そこまでにかかる時間は以前のシステムと比較して、短縮されたのかを実験によって検証することを実施する。

6. 参考文献

[1] Shumpei, Tamaoki, Hirohiko, Mori: Developing User Interface for Watching TV under Enormous Channels Environment. In: IADIS International Conference IHCI 2008 (part of MCCSIS 2008), Japan, pp. 339-343 (2008)

[2] Shumpei, Tamaoki, Tomohiro, Torikai, Hirohiko Mori: Developing Some User Interfaces of TV under Enormous Channels Environment. In: Human-Computer Interaction, Part IV, HCII 2009, LNCS 5613, pp. 624-631 (2009)

[3] 八塩圭子、小川孔輔: 視聴者のテレビ視聴行動 -店舗内購買行動の理論による応用研究-、日本消費者行動研究学会 第 28 回消費者行動研究コンファレンス (2004)

[4] Masahito, Hirakawa, Mitiaki, Yasumura, Visual interface - Aim at post-GUI. Kyoritsu Shuppan Co., Ltd, Japan. (1996)

待ち時間に使用される画面インタフェースと ヒトの時間感覚に関する研究

○小山冬樹（千葉大学工学部人間情報科学研究室）
岩永光一，中西美和（千葉大学大学院工学研究科人間情報科学研究室），

Effect of different wait messages on subjective time perception of computer operator.

OYAMA Fuyuki(Faculty of Engineering, Chiba Univ.),
IWANAGA Koichi, NAKANISHI Miwa(Graduate School of Engineering, Chiba Univ.)

1　研究の目的，背景

ウェブサイトなどでロード時間などの待ち時間が長く感じられると，そのサイトの印象が悪くなってしまうことが予想される．このため，同じ待ち時間でもいかに短く感じさせられるかという問題は印象をよくするという意味で重要である．そこで本研究ではウェブサイト等の待ち時間における画面インタフェースに着眼し，その違いによってヒトの主観的時間感覚に差が出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　実験の概要

被験者は実験刺激の提示時間が，基準刺激の提示時間よりも長いかもしくは短いかを判断して回答するタスクを行った．基準刺激は実験刺激が提示される直前に毎回提示された．

2.2　刺激

実験では，画面インタフェースの特徴と主観時間との関連性についての考察を容易にするために，提示する刺激は単純な構成になるようにし，それらの刺激を PC のモニタを利用して被験者に提示することにした．以下に実験に用いた刺激を示す（図 1）．

基準刺激は White Box とした．

・White Box：刺激提示の始めから終わりまで白い正方形が提示された．

実験刺激は次の 4 通りであった．

1. Blue Box：刺激提示の始めから終わりまで青い正方形が提示された．

2. Rot：12 個の円形に並んだ棒状のセグメントが時計回りの順で点灯し，点灯したセグメントは次第に暗くなった．1 つのセグメントが点灯してから隣のセグメントが点灯するまでの時間は 85ms で，1 サイクルの時間は 1020ms であった．実験では最初に点灯するセグメントはランダムに選ばれた．

3. Bar：10 個の直線状に並んだセグメントが左から順に 1 つずつ 300ms 点灯した．1 つのセグメントが点灯を開始してから右隣のセグメントが点灯するまでの時間は 100ms で，一番右のセグメントが消灯するとまた左から点灯が始まる．1 サイクルの時間は 1300ms であった．実験では，刺激提示が一番左にあるセグメントの点灯から始まるとは限らなかった．

4. Progress Bar：一般的に用いられているプログレスバーである．提示の開始時，全体はグレーの細長い長方形で，提示中は左端から右端に向かって色が青くなり，提示終了時には全体が青くなった．

2.3　提示時間

提示時間は，基準刺激では 1850ms 一定であり，実験刺激では 1650，1750，1850，1950，2050ms の 5 通りであった．

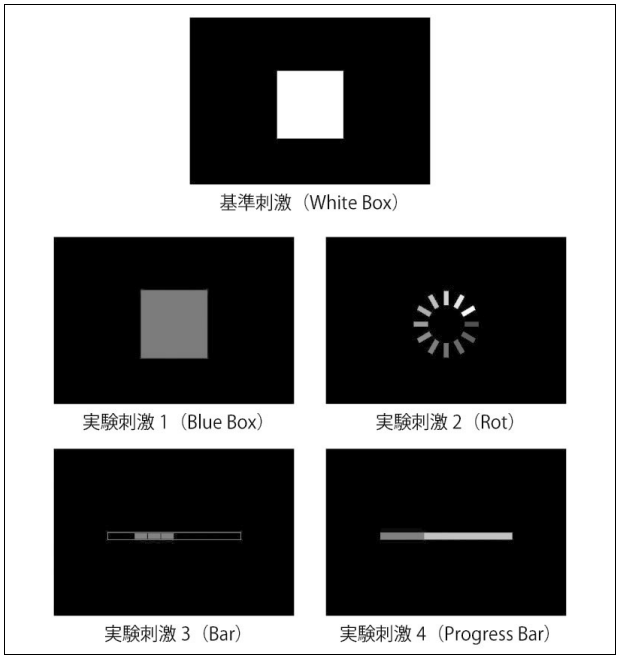


図 1: 実験に用いられた刺激

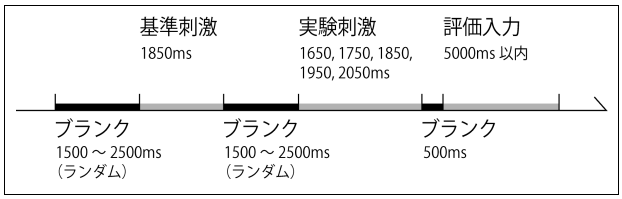


図 2: タスク 1 回分の刺激提示と評価の手順

2.4　タスク

図 2 にタスク 1 回分での刺激提示と評価の手順を示す．被験者は，基準刺激と実験刺激とを提示された後に表示される評価入力画面で，実験刺激のほうが長いと感じたら「long」，短いと感じたら「short」を選択して入力した．全 20 条件（実験刺激 4 通り×提示時間 5 通り）について 2 回ずつ，計 40 回のタスクを 1 セットとし，1 人あたり 3 セットずつ実験を行った．このため 1 つの条件あたり 6 タスクを行った．

2.5　被験者

6 名の被験者（女性 1 名，男性 5 名，平均年齢 21.5 歳）に対して行われた．

2.6　分析方法

各被験者，各実験刺激ごとに主観的等価点[1] [2]（Point of Subjective Equality; PSE）を求めた．ある被験者の実験刺激 Rot を例にとって以下に説明する．5 通りの提示時間 t ごとに，6 個のサンプルのうちの「long」の回答数の割合 p_t を求め，それらの値をロジット変換[3]した値 z_t（$z_t = ln(p_t/(1 - p_t))$）を求める（表 1）．t を独立変数，z_t を従属変数とする散布図から回帰直線 $z = a + bt$ を求め，回帰直線の t 切片（$t = -a / b$）をその被験者のその刺激における PSE とする（図 3）．この場合，この被験者の Rot についての PSE は 1936.58ms (=10.262404/0.005298)と求めることができた．

表 1: ある被験者の実験刺激 Rot についての分析

	1650ms	1750ms	1850ms	1950ms	2050ms
long	1 / 6	2 / 6	2 / 6	3 / 6	4 / 6
p_t	.167	.333	.333	.500	.667
z_t	-1.61	-.693	-.693	.000	.693

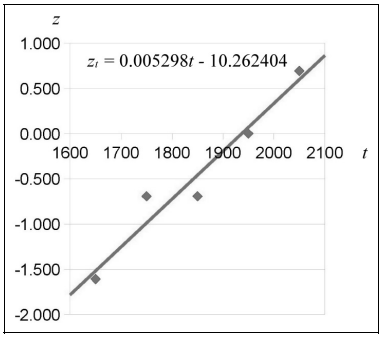


図 3: t と z_t についての散布図と回帰直線

3　結果

3.1　除外

ロジット変換の際に，long の割合 p_t が 0%または 100%となった場合はロジット変換ができないため除外した[3]（120 ケース中 27 ケースを除外）．回帰直線を求めた結果，増加関数にならなかった場合，その被験者のその刺激についての PSE 値は除外した（Bar 1 ケース，Progress Bar 1 ケース）．

3.2　PSE

各々の実験刺激ごとに PSE 平均値を求めた結果を図 4 に示す．各実験刺激の PSE 平均値と基準刺激の提示時間（1850ms）との差が有意であるかを調べるため t 検定を行った．Blue Box（*mean* = 1800.44，*SD* = 72.77）と Rot（*mean* = 1960.11，*SD* = 143.95）は有意な差は得られなかった（Blue Box: p=.0781，Rot: p=.0599）．Bar（*mean* =2096.13，*SD* = 115.54）は有意に PSE が 1850ms よりも長いと言えた（p=.0044）．また Progress Bar（*mean* =1700.91，*SD* = 63.06）は有意に PSE が 1850ms よりも短いと言えた（p=.0031）．

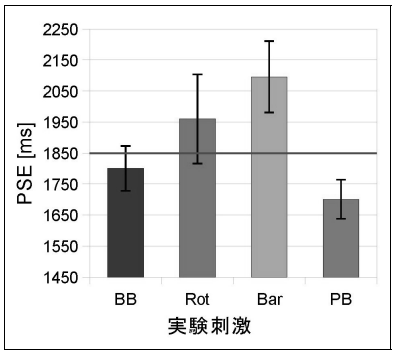


図 4:実験刺激ごとの主観的等価点（PSE）

4　考察

Bar は PSE が有意に長く，White Box の 1850ms と Bar の 2096.13ms を同じ時間に感じる．これは，同じ提示時間の White Box と Bar を比べると，Bar のほうが提示時間を短く感じることを示している．同様にして，Progress Bar の PSE が有意に短いことは，Progress Bar の提示時間は White Box の同じ長さの提示時間と比べると長く感じられることを示している．また，有意ではないが，Rot は短く感じられる傾向がある．

短く感じられる Bar や Rot と長く感じられる Progress Bar の特徴の違いは，主に，繰り返しの有無と刺激提示時間の終わりが予測できるかどうかである．どのような要素が要因になっているかを明らかにすることは，今後の課題である．また，Bar と Rot に違いがあるかどうかも明らかにする必要がある．特徴の違いとしては，Rot は切れ目のない繰り返しであるのに対し，Bar は左から出てきて右に消えるという区切りが存在する点であると考えられる．このような要素が要因になり得るのかどうかを明らかにすることもこれからの課題である．

<参考文献>

[1] Joshua J. New, Brian J. Scholl: Subjective time dilation ; spatially local, object-based, or a global visual experience. *Journal of Vision* (2009) 9(2):4, 1–11

[2] Ryota Kanai, Masataka Watanabe: Visual onset expands subjective time. *Perception & Psychophysics* 2006, 68 (7), 1113-1123

[3] 柳川：環境と健康データ．共立出版(2002)

プレゼンテーションルームのスクリーンサイズに関する一考察
—スクリーン表示文の読みやすさの観点から—

○辛島 光彦、西口 宏美（東海大学）

A Study on the Screen Size in the Presentation Room
-From the View Point of the Readability of the Sentences-
Mitsuhiko Karashima, Hiromi Nishiguchi(Tokai University)

1. はじめに

近年、様々なシーンにおいて、PC、プロジェクタ、スクリーンを活用したプレゼンテーションが行われている。このプレゼンテーションにおいては、プレゼンターはオーディエンスの注意を引きつけ、自身のプレゼンテーションの内容を適切に理解してもらうために、様々な工夫や配慮を行っている。一方でプレゼンテーション会場におけるスクリーンサイズについては必ずしも十分な配慮がなされているわけではなく、プレゼンテーション環境としては表示される文字サイズ等が結果的にオーディエンスにとって適切ではない場合がしばしば見られる。

ところで表示文字サイズと文の読みやすさの関係については、阿久津ら [1)]が一連の研究を通じて文字サイズ、視距離、文の読みやすさの関係について検討している。しかしこれらの研究は通常のコンピュータディスプレイとオペレータの関係を前提としており、対象としている視距離が 33.3～125cm であり、スクリーンを用いたプレゼンテーション環境を対象としていない。スクリーンを用いたプレゼンテーション環境における表示文字サイズと文の読みやすさの関係について検討された研究はほとんど見られない。

そこで本研究では、スクリーンを用いたプレゼンテーション環境における、表示文字サイズと視距離を変動要因とした文の読みやすさに関する評価実験を通じて、視距離を取り込んだ視角で表わされる表示文字サイズと文の読みやすさの関係について検討した結果を報告する。合わせてプレゼンテーション環境のスクリーンサイズについて検討した結果も報告する。

2. 実験方法

スクリーンを用いたプレゼンテーション環境における表示文字サイズ、視距離と文の読みやすさの関係を検討するために、表示文字サイズ、視距離を変動要因とした文の読みやすさに関する評価実験を行った。

2.1. 被験者

矯正視力を含む視力 0.7 以上の 19～21 歳の男女大学生 42 名（男性 38 名、女性 4 名）

2.2. 実験作業

実験は 150 名定員の大学の教室を用いて行われた。予めスクリーンからの 15 種類の視距離別(235, 315, 395, 475, 555, 635, 715, 795, 875, 955, 1035, 1115, 1195, 1275, 1355cm)に指定した座席に被験者を着席させ、表示文字サイズ毎に 4,6,10,16cm の順にスクリーンに表示した文章（日本語検定試験 1 級レベル 120 文字程度 [2)]）を黙読させた。それぞれの文章を黙読後、文の理解度と読みやすさに関するアンケート9項目について被験者に回答させた。

2.3. 実験環境

実験の行われた環境は表1のようである。

表 1. 実験環境

スクリーンサイズ	203cm×158cm
スクリーン下部地上高	120cm
プロジェクタ(Panasonic 製 TH-D5500)	
画素数	1024×768
明るさ	5000ANSI ルーメン
コントラスト比	1600:1
環境水平面照度 机上部(地上高約 70cm)	
視距離 235cm	16.26lx
視距離 635cm	3.56lx
視距離 1355cm	0.47lx

2.4. 評価項目

アンケートに用いた質問項目は、文の内容についての理解度を確認するための 3 項目と文の読みやすさについての 6 項目（文章の読みやすさ、文字の見やすさ、焦点の合わせやすさ、文字の大きさの適切さ、目の疲れやすさ、スクリーンからの圧迫感）とした。理解度に関する質問項目については「はい・いいえ」の二者択一で、文の読みやすさの質問項目については 5 段階リッカードスケールを用いて被験者に回答させた。

3. 実験結果

実験の結果、理解度に関する3項目については、文字サイズ、視距離に寄らず、全ての被験者が正解であり、表示された文章を理解できていた。

文の読みやすさに関する6項目については、同一文字サイズ、視距離の被験者評価を平均化した上で、視距離を取り込んだ視角で表される表示文字サイズと文の読みやすさの評価の関係に4次関数への当てはめを試みると、表2の例に示すように全ての項目について有意に4次関数に当てはまることが示された。

表 2. 文の読みやすさの 4 次関数への当てはめ結果

質問項目	F 値	P	r
文章の読みやすさ	3.71	P<0.01	0.46
文字の見やすさ	9.09	P<0.01	0.63
焦点の合わせやすさ	5.30	P<0.01	0.53
文字の大きさの適切さ	6.15	P<0.01	0.56
目の疲れやすさ	2.73	P<0.05	0.41
スクリーンからの圧迫感	8.90	P<0.01	0.63

4. 考察

4.1. 文の読みやすさの評価構成

文の読みやすさの 6 つの質問項目について、文章の読みやすさを被説明変数、他の5つの質問項目を説明変数として、ステップワイズ法($P_{in}<0.05$, $P_{out}>0.10$)を用いて重回帰分析を行うと、

$$y = 0.23 + 0.29x_1 + 0.36x_2 + 0.27x_3 \qquad (1)$$

y : 文章の読みやすさ
x_1 : 文字の見やすさ
x_2 : 焦点の　合わせやすさ
x_3 : 文字の大きさの適切さ

式(1)の重回帰式が得られた(修正 R^2=0.74)。このことから本実験においては文章の読みやすさは文字の見やすさ、焦点の合わせやすさ、文字の大きさの適切さで説明されることが示唆された。

4.2. 文字サイズと文の読みやすさ

前述のように文章の読みやすさは他の 3 つの評価項目により説明されることから、この3つの評価項目の評価値が 3(どちらでもない)以上の評価を得られる文字サイズは文章の読みやすさにも3以上の評価をもたらすと期待される。

そこで前述の近似 4 次関数を用いて 3 つの評価項目の評価値が 3 以上となる文字サイズを求めると、文字の見やすさ(0.38～3.30deg)、焦点の合わせやすさ(0.40～1.73deg)、文字の大きさの適切さ(0.51～1.19deg)が得られた。このことより3つの評価項目の評価値が 3 以上となる表示文字サイズは 0.51～1.19deg となり、その際の文章の読みやすさの評価値は、近似 4 次関数を用いても、重回帰式を用いても、共に 3 以上の評価値(近似式3.13以上、重回帰式3.28以上)が得られることが示唆された。これらのことから本実験においては、表示文字サイズ0.51～1.19degの範囲において、ある程度の文の読みやすさが確保されることが示唆された。

4.3. 適正表示文字サイズからのスクリーンサイズ

文の読みやすさの観点からの適正な表示文字サイズの範囲が明らかな場合のプレゼンテーション環境のスクリーンサイズについて検討する。

スクリーン上の具体的な表示文字サイズを Ccm とし、表示文字サイズの適正範囲を δ_{min}～ δ_{max}deg とし、プレゼンテーションルームにおける最前列と最後列からスクリーンまでの視距離をそれぞれ L_f, $L_r$cm とすると、Cは、

$$2L_r \tan\left(\delta_{\min}/2\right) \le C \le 2L_f \tan\left(\delta_{\max}/2\right) \qquad (2)$$

の関係が満たされなければならない。

Microsoft Powerpoint2007 にてテキストボックスの日本語の標準的なフォント(MSP ゴシック 32pt、行間隔 1 行、字間標準)を主として用いると仮定し、簡易的にスクリーンサイズを検討すると、式(2)を満たす C の最小値 C_{min} を用いて、スクリーンサイズ($S_h$cm×$S_v$cm)は、

$$S_v \ge 14 \times 38.4/32 \times C_{\min} \qquad (3)$$

$$S_h \ge 4/3 \times 14 \times 38.4/32 \times C_{\min} \qquad (4)$$

と表わすことができる。

4.4. 本実験環境への適用例

本実験のプレゼンテーション環境及び得られた表示文字サイズの範囲を用いると式(2)を満たす表示文字サイズ C は存在しない。そこで対応策として式(2)を用いて、極力広い視距離の範囲(L_r-L_f)を確保できる Cを検討すると、L_f=580(cm)、 L_r=1342(cm)のとき C=12(cm)となる。この Cを主として用いればある程度の文の読みやすさを確保できると期待される。この場合の最小スクリーンサイズは式(3)、(4)より269cm×202cm となる。

5. まとめ

本研究では、スクリーンを用いたプレゼンテーション環境における文の読みやすさに関する評価実験を通じて、視角で表される表示文字サイズと文の読みやすさの関係について検討し、ある程度の文の読みやすさを確保できると思われる表示文字サイズの範囲を示した。合わせて文の読みやすさに関する適正な表示文字サイズからスクリーンサイズを求める簡易的な方法を示した。

参考文献

1) 阿久津正大 他:画面表示の人間工学研究(11), 人間工学, Vol.40(supplement), 290-291, 2004
2) 久保三千子 他:日本語能力試験に出る読解 1 級, 国書刊行会, 1998
3) 末武国弘 他:ビジュアルプレゼンテーション, 朝倉書店, 1998

画面サイズを考慮した Web サイト設計に関する研究

○岡田たまみ、西内信之、朴美卿、山中仁寛（首都大学東京大学院）

Website Designs Considering Monitor Site

Tamami Okada, Nobuyuki Nishiuchi, Mi-Kyong Park, Kimihiro Yamanaka (Tokyo Metropolitan University)

1. 緒論

近年、インターネットの利用者数が著しく増加している。2008 年では、利用者数が 9091 万人となり、人口に対する普及率は 75.3%となっている。また、情報処理技術の発展により、家庭内テレビに代表されるような、従来の機器とネットワーク技術を融合した新しいディジタル情報機器やシステムが広く普及している。

携帯端末の普及や家庭内テレビの多機能化により、Web サイト視聴環境の点においても多様化が進行している。視聴環境とは、画面サイズや縦横比、解像度のことであり、画面サイズは、PC、テレビ、携帯電話など様々なものがあり、特に近年では大型テレビの普及が著しい。画面縦横比は、従来、PC やテレビは 4 : 3 のものが主流であったが、近年、16 : 9 のものが増加してきており、2009 年 6 月には 60%のシェアを占有している。また、現在生産されている画面の大部分が 16 : 9 のものであるため、今後さらに増加することが予想される。解像度も、それぞれの画面サイズによって変化するため、ユーザによって異なる。このように、様々な視聴環境で Web サイトを閲覧する機会が増加しているにも関わらず、それぞれの画面における Web ユーザビリティに対する研究は不十分である。

そこで、本研究では、通常の PC 画面と大型のテレビ画面で Web ユーザビリティ評価実験を行い、その結果から Web サイト設計方針の提案を行うことを目的とする。

2. 本研究概要

2.1 Web ユーザビリティ評価手法

本研究は画面サイズの違いが、Web サイトの見え方にどのような影響を与えるかを、Web ユーザビリティテストを行うことで評価する。

Web ユーザビリティ評価手法として一般的に多く用いられているものに、実際にユーザにシステムを操作してもらい印象について話してもらうユーザビリティテスティングや、操作時間やマウスの動きを記録・分析する GUI ユーザビリティ評価などがある。

本研究では、これらの評価手法を参考に、操作時間やマウスのログをとり、それを分析し評価した。また、被験者には終了後にアンケートに回答してもらった。

2.2 評価に用いた Web サイト

本研究における評価では、画面サイズの違いによるユーザビリティの違いを検証するため、大学サイトのユーザビリティ評価で最も高スコアだった（日経 BP コンサルティング調査 2008/2009）、徳島大学のサイトを使用した。

図 1　徳島大学 Web サイトのトップページ

3. Web サイト評価実験

3.1 実験条件

画面サイズの違いにおける Web サイト操作の比較を行うために実験条件として、画面との視距離を設定した。

① PC 画面：見やすい視距離
（70cm、左右方向の視野角約 27°）
② TV 画面：①と視野角を一致させた視距離
（240cm、左右方向の視野角約 27°）
③ TV 画面：最適視距離
（195cm、画面の高さ×3 より）

解像度は実際の利用状況を想定してそれぞれの画面で最大のものとした（PC 画面：1280×1024 ピクセル、TV 画面：1920×1080 ピクセル）。それ以外の条件に違いを持たせないために、実験で使用するマウス、キーボードはすべて同一のものを使用した。

被験者は正常な視力の 20 代男性 9 名、女性 3 名であり、実験条件 3 つに対してそれぞれ 4 名ずつ実験を行った。被験者は全員徳島大学の Web サイトは使用したことがなく、今回の実験で初めて使用した。

3.2 評価タスク

Web サイト評価タスクとして、次の 5 つの課題を設定し、それぞれ被験者に遂行してもらった。

1. 単純課題…サイトの操作に慣れる
2. 情報探索課題…ある 1 つのページの中から情報を探索
   2-①情報量が多めのページ内から探索
   2-②情報量が少なめのページ内から探索
3. 情報探索課題…Web サイト全体を使用して情報を探索
4. 検索エンジン利用課題…検索サイトを利用した探索（キーボード入力あり）

また、タスクで設定した最終目的まではそれぞれの被験者に自由に探索してもらった。

3.3 実験結果および考察

各被験者に全てのタスクを遂行してもらい、その操作時間を計測した。また、画面キャプチャソフトを使用し、実験中の画面の様子を録画した。録画した動画から、サイト操作熟練者と初心者（被験者）のタスク遂行時間を比較した。各画面サイズ・視距離でのタスク遂行時間を図 2、3、4 に示す。

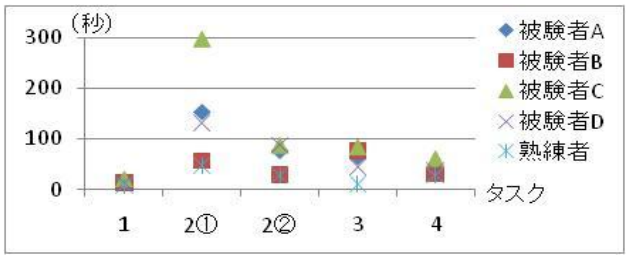


図 2　PC 画面でのタスク遂行時間

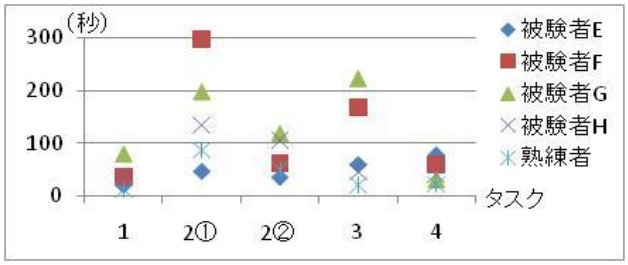


図 3　TV 画面（視野角統一）でのタスク遂行時間

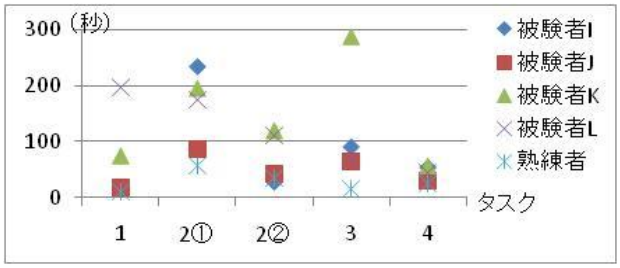


図 4　TV 画面（最適視距離）でのタスク遂行時間

図 2、3、4 から分かるとおり、タスク 1、2-②、4 では、熟練者と初心者で作業時間にほとんど違いがみられない。また、タスク 2-①では、熟練者と初心者で作業時間に大きな違いがみられたが、PC および TV 画面における実験の両方で同じようなばらつきがみられたため、これは被験者による個人差と考えられ、画面サイズの違いが原因で得られた結果ではないと判断できる。しかし、タスク 3 では、PC 画面での実験（図 2）で熟練者と初心者で作業時間に大きな違いはないが、TV 画面で行った実験（図 3、4）では熟練者と初心者で作業時間に大きな違いがあった。この結果から、Web サイト全体を使用した情報探索は、画面サイズの違いに影響されると考えられる。

次に、タスク 3 における熟練者と、最も時間のかかった被験者の操作の違いを比較した。表 1 から、PC 画面での実験では、熟練者と被験者 B の遂行時間に差はあったものの、操作ステップ数は 2 しか違いがなかった。しかし、TV 画面での実験では、視野角を統一した場合でも、最適視距離の場合でも、熟練者と被験者 G,K で遂行時間、ステップ数ともに大きな違いがあると確認できた。

実験後のアンケートからも、Web サイトを閲覧するとき、画面サイズが大きいと多くの情報が視界に入るので、情報や文字が多いサイトの場合、正しい情報や必要な情報を見つけることが困難だったとの意見もあった。また、スクロール画面だと気付かずに下まで見ない場合があることも分かった。

表 1　タスク 3 の熟練者と初心者の操作の違い

	熟練者	B	G	K
タスク遂行時間	11 秒	77 秒	223 秒	288 秒
操作ステップ数	3	5	19	15

4. 結論

本研究では、画面サイズを考慮した Web サイト設計方針の提案を行うことを目的として、17 インチと 52 インチの異なる画面サイズの視環境での Web ユーザビリティ評価実験を行った。評価実験の結果より、タスクによっては画面サイズが大きい視環境のほうが、ユーザビリティが低下していることがわかった。大画面で閲覧する Web サイトを設計する場合は、1 ページの文字や情報量を少なくすること、スクロールがある場合はユーザに認知しやすくする等の点もアンケート調査によりわかった。

今後は、この結果を参考にした Web サイトを設計し、画面サイズによる比較実験を行う。

心拍呼吸協調が肺ガス交換効率に及ぼす影響

○狩生咲、富田豊、牛場潤一（慶應義塾大学）

Effect of Cardiorespiratory Coordination on Pulmonary Gas Exchange

Saki KARIU , Yutaka TOMITA, and Junichi USHIBA(Keio University)

1. 背景と目的

本研究では，心拍呼吸協調現象の 1 つである心拍呼吸位相同期現象の生理学的利点について調査した．

心拍呼吸協調には，呼吸性洞性不整脈(RSA)と心拍呼吸位相同期現象という 2 つの表現型がある．

RSA は，吸気相で心拍間隔が短縮し，呼気相で延長する現象で，健常者に常に起こっている現象である．RSA の生理学的意義として，肺ガス交換効率が向上することがわかっている[1)]．肺ガス交換とは，肺胞内の空気中の酸素と，肺動脈中の二酸化炭素が交換される現象である．吸気中の酸素は，すべては体内に取り込まれず，一部は呼気として出て行く．肺ガス交換が行われ，体内へ吸収した酸素の割合を，肺ガス交換効率と呼ぶ．RSA によって，呼気に比べて酸素濃度の高い吸気が肺胞内部に充満している際に心拍数を速めて血液を循環し，肺ガス交換を効率良く行える．

心拍呼吸位相同期現象は，心拍と呼吸リズムの位相が，断続的に整数比で同期する現象である．図 1 に，心拍・呼吸シンクログラムを示す．これは，横軸に吸気開始時刻，縦軸に呼吸周期中に起こった心拍生起時刻を呼吸周期を基準に位相に換算した値をプロットしたものである．この図から，平行なストライプが見える部分で位相が同期していることがわかる．位相同期現象が何を示しているのかについては明らかにされていないが，心血管系と呼吸中枢活動間などの，RSA とは別の相互作用を表していると推察されている．

そこで本研究では，心拍呼吸位相も，RSA と同様に肺ガス交換に関与していると考え，次に示す検証実験を行った．

心拍と呼吸は非侵襲で，簡便に測定できる生体情報なので，健常者の身体状態を簡便に推定できる．自律神経系活動と呼吸パターンは，運動時に顕著に変化するため，本研究の成果は健常者の簡便な運動強度推定に生理学的な理解を加えることができる．

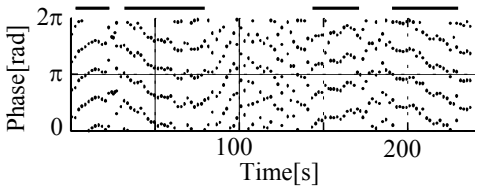


図 1 位相同期の例．太線で示した区間で平行なストライプが見え，同期している．

2. 心拍呼吸同期実験

実験に同意した健常者 5 名(男性 4 名，女性 1 名，22.9±0.9 歳)を被験者とした．実験内容は，慶應義塾大学理工学部倫理委員会の承認を得ている．

被験者は安静座位で，自由呼吸，および心電図の R 波の発生時刻から任意の時間遅れて（0～数百 ms）ブザーを鳴らし，それに合わせて呼吸する心拍同期呼吸を各 5 分間施行した．

時間遅れの設定は，ランダムな順番で2～4回の複数回施行した．

その際心電図と呼吸リズム，呼気ガス分析装置(Quark b2, Cosmed S.r.l.)を用いて，各呼吸ごとに肺ガス交換効率，分時換気量を測定した．

心電図波形は，PC 上で通過周波数帯域 5～25 Hz の 4 次ゼロ位相バターワース型バンドパスフィルタを通した．呼吸は鼻孔部にサーミスタを設置し，PC上で通過周波数帯域 0.1～5 Hz の 4 次ゼロ位相バターワース型バンドパスフィルタを通した．

信号を記録するためのプログラムおよび以下に示す解析は全て数値解析ソフト MATLAB (The Mathworks, Inc.)を用いて作成した．

位相遅延の評価は，相互相関関数を用いた．計算に用いた 2 信号のうち，心拍信号は，心拍発生時刻を横

軸，心拍間隔を縦軸にとったデータをスプライン補間して，1000 Hz で等間隔リサンプリングしたデータを用いた．呼吸信号は，吸気および呼気の発生時刻を横軸にプロットし，縦軸に吸気開始時に 0，呼気開始時に 1 を与え，途中をエルミート補間して 1000 Hz で等間隔リサンプリングした． 相互相関関数の値が最大となる時の時間遅延を，課題中の呼吸周期で除し，位相遅延として換算した．

3. 結果

図 2 に，横軸に相互相関関数で計算した位相遅延を，縦軸に肺ガス交換効率をプロットした．位相遅延は，-πからπまでの間の値となるようにした．つまり，遅延時間が心拍間隔の半分の値を上回る場合は，呼吸先行とみなしてプロットした．肺ガス交換効率は，課題が始まってから 3～5 分のデータを用いて，平均と標準偏差を求めた．

被験者ごとに上に凸の特徴が観察できたため，2 次曲線で近似して最大値を与える時間遅延を求めた．近似曲線も図 2 に示した．最大値を与える時間遅延の平均と標準偏差は 0.47±0.34 rad であった．R^2 値の平均と標準偏差は，0.92±0.05 rad^2 であった．

心拍数と分時換気量は，課題間で著しい変化のない期間を使用した．ただし，自由呼吸と比べると，心拍同期呼吸では分時換気量は 1.3 倍から 1.7 倍になっている．課題と被験者による 2 元配置の分散分析では，課題に自由呼吸を含めない場合は有意差はないが，含めた場合は有意差があった（p<0.05）．心拍数は，自由呼吸時と比べて著しい変化はなく，課題と被験者による 2 元配置の分散分析で，課題による有意な変動は見られなかった．

4. 考察

心拍と呼吸の位相は，肺ガス交換効率と関連することがわかった．被験者 A では，複数回の施行で，同じ位相遅延であれば肺ガス交換効率も近い値を示していること から，再現性のある結果であるといえる．心拍同期呼吸課題で心拍数，分時換気量の変化がないことからも，位相の変化による差異を観察できているといえる．

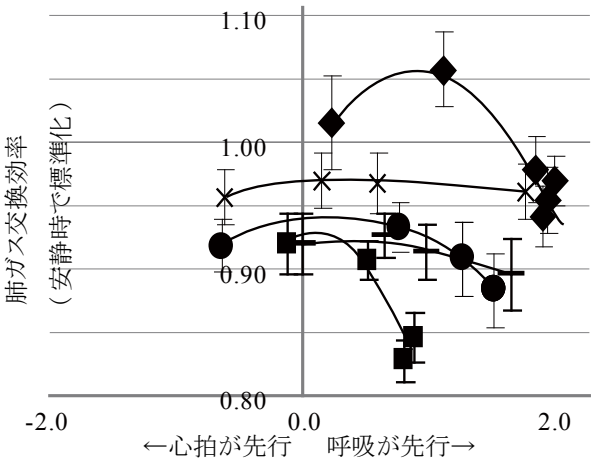


図 2 位相遅延と肺ガス交換効率

◆: 被験者 A, ×: 被験者 B, ●: 被験者 C, －: 被験者 D, ■: 被験者 E,

エラーバーは標準偏差. 5 名全員で上に凸の特徴が見えた.

図 2 に示した 5 人の被験者の遅延-肺ガス交換効率プロットは上に凸を示し，肺ガス交換効率を最大にする最適な位相ずれが 13.5° 付近に存在することが示唆された．13.5° は，心拍数が 70 bpm のとき約 64 ms の時間遅延である．肺活動が心拍数を変化させて，静脈灌流量へ反射するまでの時間は数百 ms であることがわかっている．肺ガス交換効率に最適な位相遅延が，それより短い時間であることは，理にかなった結果であると言える．ただし，被験者により最大値を与える時間遅延がばらついた．これは，最適な位相遅延が被験者により異なるのかどうか，同じ被験者で心拍数の異なる時間帯に再実験することで確かめることができる．安静時の心拍数によって，心拍同期呼吸課題の難易度が異なるため，時間帯，体調を考慮して実験を行う必要がある．

山型から著しく外れたプロットについては，肺ガス交換効率の低下により別の反射が起こることで変化している可能性がある．今後，呼気ガス終末二酸化炭素分圧，心拍数の時系列変化を観察し，肺ガス交換効率の変化とどちらが先に起こったか因果関係を考察する．

参考文献

1. J. Hayano, F. Yasuma *et al.*, Respiratory sinus arrhythmia –a phenomenon improving pulmonary gas exchange and circulatory efficiency, Circulation, 94, pp.842-847, 1996.

呼吸音解析システム

-吸気音及び呼気音の解析方法を用いたシステムの検討-

○西倉健介[*1], 金杉成昭[*2], 亀井延明[*3], 亀井智子[*4]
(*1 明星大学・院, *2 明星大学・学, *3 明星大学, *4 聖路加看護大学)

The breathe sound analysis system
-The examination of the system which used a method of analysis to breathing sound and expiratory sound-

Kensuke NISIKURA[*1] , Sigeaki KANASUGI[*2] , Nobuaki KAMEI[*3], Tomoko KAMEI[*4]
([*1*2*3]Meisei University, [*4]St.Luke's College of Nursing)

1. はじめに

近年,高齢化に伴い健康管理や医療福祉への意識の高まりから,医療器具がより身近なものになっている。その中でも聴診器は心音や呼吸音,腸音を診断することが可能であるが,家庭では用いられていない。その理由として,正常や異常を判断するには専門的な診察の技術や知識,経験,生理的理解を必要とするためである。

そこで本研究の目的は,呼吸音(体外の空気が肺のなかに出入りする音) を解析し,それに基づいた健康管理に役立てるシステムを構築することである。まず,安定時の呼吸音を,実際に聴診器を用いて計測し,1 サイクル(吸息と呼息の合計)の呼吸時間と本研究にて設定した 4 区間の比率を求める解析方法の検討を行った。また,呼吸音の状態を簡単に計測や保存ができ,環境変化による呼吸器系の変化や変調を予測し,健康管理に役立てるシステムを構築するため検討を行った。

2. 聴診部位及びシステム構成について

本実験では図 1[1)]に示した部位に聴診器をあて呼吸音を計測した。また,この聴診部位は左右両側で聴診が可能であるとされている[2)]。

図 2 は呼吸音解析システムの構成図である。電子聴診器を用いて呼吸音の計測を行い,計測した音を外部出力端子よりセンサインタフェースに送り,電気信号に変換しデータ解析用パソコンで取り込み,計測結果を波形にて表示させる。

図1 聴診部位

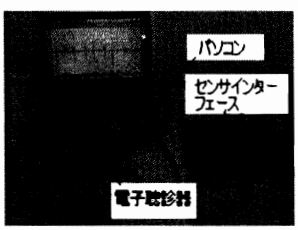


図 2 システム構成図

電子聴診器は,標準的な聴診器で聞こえる音を,音響増幅機能により数倍に増幅することが可能であるため,聴診が困難な生体音(呼吸音及び心音)も容易に計測を行う事が可能である。また,本システムにて使用した電子聴診器には外部出力端子が付いているため,センサインタフェース等の電子機器に計測した生体音を伝えることが可能である。

3. 解析方法

本研究では日常生活に支障が無く健康な 21 歳の男子学生 1 名に対し,安静状態にて,週 1 回,40 サイクルの呼吸音の計測を行うことを 2008 年 3 月の 1 週目から 2009 年 7 月 5 週目まで 74 週にわたり行った。

図 3 は呼吸音の計測区間(①～④)を示したものである。吸気音の開始点を(i-s),吸気音の終了点を(i-e),呼気音の開始点を(b-s),呼気音の終了点を(b-e)として定めそれぞれを 4 区間に分けた。また本研究では 4 区間の合計を 1 サイクルの呼吸時間とし,それぞれの区間の時間を合計の時間で割った値を比率として算出した。

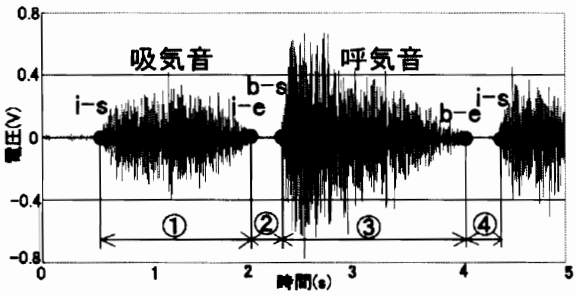


図 3 呼吸音の計測区間

4. 解析結果及び考察

図 4 は週毎の呼吸音の平均値を表したものである。また, 正常範囲として図中に太線で示した範囲は一般成人の安静時の呼吸数 14～18 回/分から求めた呼吸

時間 3.33～4.29(s)/回である。

正常範囲内を上回っている場合は被験者に鼻づまりがあり,下回っている場合は喉の痛みがあった。また,これは被験者の幼少時からの季節による呼吸器の好不調とも一致したていた。

図5は1サイクルの呼吸音の時間を100%と定め,各区間の比率を週毎で求めたものである。図 5 において週毎の各区間における呼吸音の比率は区間③(呼気)≧区間①(吸気)＞区間④(呼気後)＞区間②(吸気後)の傾向がみられた。また, それぞれの区間の比率は区間①は 35.2～48.4%,区間②は 2.7～10.9%,区間③は 38.0～49.4%,区間④は 3.9～16.2%,となった。このことから区間毎の比率の傾向が変化した時,身体に大きな異常が発生するのではないかと考える。

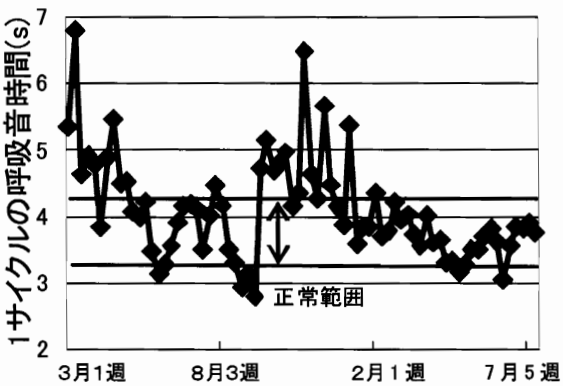


図4 週毎の1サイクルの呼吸音時間

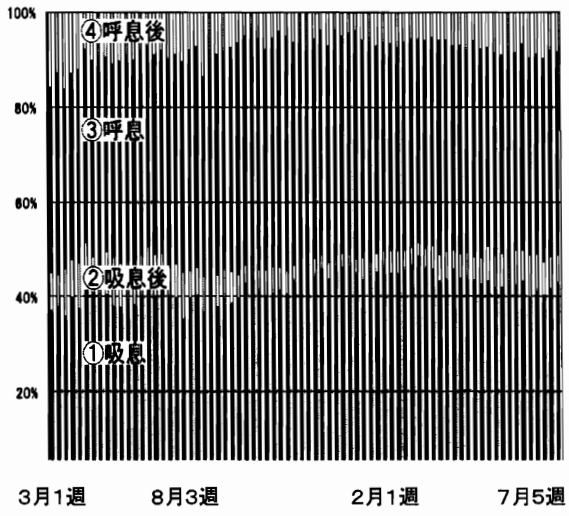


図5 週毎の各区間における呼吸音の時間的比率

5. プログラム

図 6,図 7 は LabVIEW を用いて作成したコードによる実行結果の画面である。図6は呼吸音の計測及び,1サイクルの呼吸時間と本研究にて設定した 4 区間の比率を求める解析を行うものであり,図 7 は解析結果の推移を表したものである。

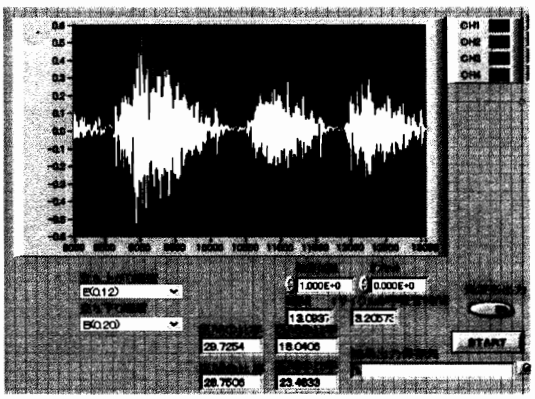


図6 計測及び解析の実行画面

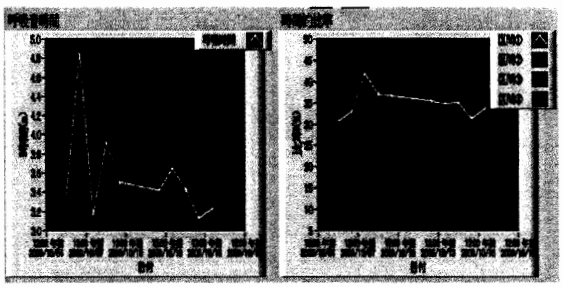


図7 結果の推移の表示画面

6. 結論

被験者に対して 1 サイクルの呼吸の時間と比率を求める解析方法を適応するシステムを構築した結果,環境変化による呼吸器系の推移をみることができた。今後はさらに検討し,計測点の精度の向上をはかる。また,心音に対して同様の解析方法で心音の急性増悪の予兆を判断できる可能性があるため[3]1 つのシステムで呼吸音と心音の使い分けができるのではないかと考えられる。

7. 参考文献

1) 笠原多嘉子,秋元恵実:ビジュアルディクショナリー人体解剖図,株式会社同朋舎,pp.2,(1998)

2) 飯島真之介:異常心音及び異常呼吸音データ解析システムの開発,明星大学大学院平成18年度修士論,pp.13-24,(2006)

3) 西倉健介,亀井延明:異常心音解析システム, 社団法人日本設計工学会, 平成20年度春季大会研究発表講演会講演論文集,pp.111-114,(2008)

[連絡先]

西倉健介

明星大学大学院理工学研究科機械工学専攻亀井研究室

〒191-8506 東京都日野市程久保 2-1-1

TEL:042-591-5111 代表(内線 80607)

E-mail:kameilab@me.meisei-u.ac.jp

虹彩の 3 次元形状を利用した生体認証に関する研究

○高田幸奈、西内信之、朴美卿、山中仁寛（首都大学東京大学院）

The study about the biometrics authentication that used three-dimensional shape of the iris

Yukina Takada, Nobuyuki Nishiuchi, Mi-Kyong Park, Yamanaka Kimihiro
(Graduate School of Tokyo Metoropolitan University)

1. 背景と目的

1.1 背景

近年、銀行の ATM や施設の入退室の管理などの様々な場面でバイオメトリクスを利用した個人認証が注目を集めている。バイオメトリック認証に用いる身体部位は多くの種類があり、指紋、網膜、声紋、虹彩、顔などが挙げられる。中でも、眼球の黒目に現れる皺のパターンを識別して本人確認を行う認証方式である虹彩認証は、双子でも正確な認証を行えることから、高い認証精度を有していると言われている。現在の虹彩認証システムでは、虹彩認証時に頭部の傾き±10 度以内や、瞳孔直径 7mm以下[1]が推奨され運用がなされている。高い認証率を誇る虹彩認証であるが、一方で脆弱性を指摘する従来研究もある。実際に虹彩を撮影し、取得画像を用紙に印刷して作成したテスト人工虹彩を利用した認証システムのセキュリティ評価の実験によると、認証システムによっては、テスト人工虹彩の登録が可能である場合や、すべてのテスト人工虹彩で認証可能であるという結果が報告されている[2]。すなわち、現在の虹彩認証システムでは、なりすましが可能である。

1.2 目的

これまでの虹彩認証のように虹彩の 2 次元情報を利用するのではなく、虹彩の 3 次元形状に着目し、虹彩を様々な角度で撮影して複数の虹彩パターンを照合する認証法を提案し、その可能性を検証する。

2. 虹彩の 3 次元形状を利用した認証法

2.1 本研究のシステム構成

虹彩には、虹彩紋理という虹彩の前面の不規則な隆起、溝、凹みといった特徴が多数存在する。また、これは個人によって異なる形状であるので、個人認証システムに応用可能であると考えられる。撮影角度の異なる虹彩画像を取得し、虹彩パターンに差異があるかを確認し、個人認証への応用が可能であるかを検討する。

虹彩の形状の撮影方法としては図 1 で示すように、被験者は顎台に頭部を固定し、図 2 にように正面と、今回は右方向に頭部を 60 度回転させた状態で撮影を行った。そして、虹彩を映し出すために、赤外線照明を照射し、前方の CCD カメラで撮影する。図 3 は正面からの撮影、図 4 は右方向からの撮影の虹彩である。

図 1 撮影状況

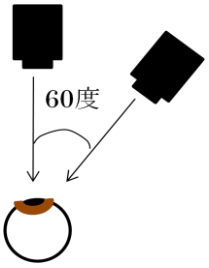


図 2 撮影角度

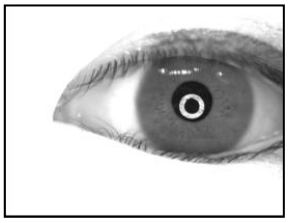


図 3 虹彩画像(正面)

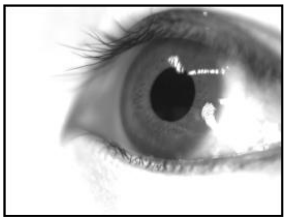


図 4 虹彩画像(右方向)

2.2 画像処理アルゴリズム

取得した虹彩画像を共に虹彩サイズが同じになるように、アフィン変換を用いて画像処理を行う。

2.2.1 瞳孔中心座標および瞳孔直径の算出

アフィン変換を行う際に図 3、図 4 の瞳孔の中心と、瞳孔直径(楕円の場合、長直径、短直径)を求める。そのための画像処理アルゴリズムを以下に示す。

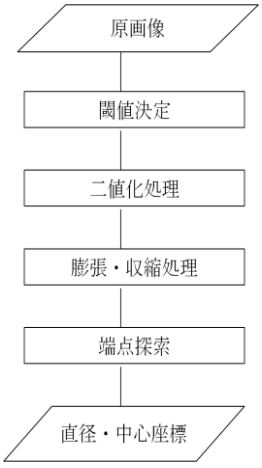


図 5 瞳孔中心座標・直径算出アルゴリズム

2.2.2 アフィン変換

2.2.1 で求めた瞳孔中心と、瞳孔直径を用いて、図 4 と図 3 の瞳孔中心が一致するようにアフィン変換する。アフィン変換の際の画素間の隙間の補間には線形補間法を利用した。この方法は、図 6 に示すように求められたアドレスが格子点に一致しない場合、近傍の 4 個の格子点からの距離の比を求め、この比率で近傍 4 画素の濃度値から補間する方法である。濃度値の計算を式で示すと、式(1)となる。$d(x, y)$は座標(x, y)における濃度値を示す。そして、線形補間後、図の瞳孔中心座標に移動させる。実際に、線形補間法を用いてアフィン変換を行い、座標移動を行った画像が図 7 である。

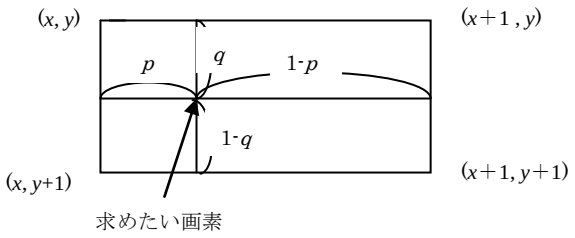


図 6 線形補間法

$$d(x, y)=(1-q)\{(1-p)\cdot d([x], [y])+p\cdot d[x]+1, [y]\}$$
$$+q\{(1-p)\cdot d([x], [y]+1)+p\cdot d[x]+1, [y]+1\} \quad \cdots(1)$$

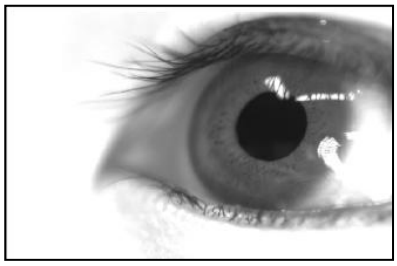


図 7 図4のアフィン変換後の画像

3. 撮影角度による虹彩パターンの変化の検証

撮影角度の異なる画像間で、アフィン変換により作成した虹彩画像を重ね合わせて差分を取ることによって、虹彩パターンに差異が生じているかどうか検証を行う。同一被験者で以下の 2 つの差分画像を作成した。

差分① 同一方向の 2 枚の虹彩画像の差分(2 枚目の撮影は一度顎台から頭部を外してから)
→従来の虹彩認証と同じものを想定。

差分② 異なる方向からの撮影した虹彩画像の差分
→提案手法の検証。

3.1 差分①の結果

差分①では、正面での 2 枚の画像の差分画像と、頭部を 60 度回転させて撮影した 2 枚の画像の差分画像を求めた。それぞれの結果を図 8 と 図 9 に示す。

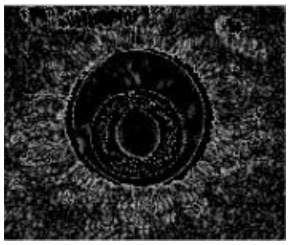


図 8 差分画像(正面撮影)

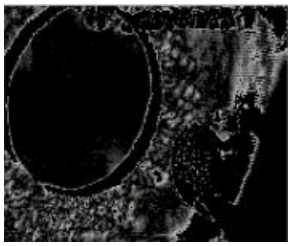


図 9 差分画像(右方向撮影)

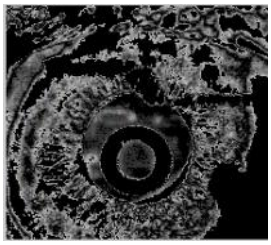


図 10 正面と右方向から撮影した虹彩画像の差分画像

3.2 差分②の結果

差分②では、頭部を 60 度回転させて撮影した画像をアフィン変換し、正面からの撮影の画像に一致させて差分画像を作成した。結果を図 10 に示す。

3.3 考察

図 8～10 の画像において、輝度値が高い画素ほど差分が大きいことを示している。なお、角膜への照明の映りこみ部分は差分画像から除去している。

差分①の結果では、虹彩領域にはほとんど差がないことがわかる。一方で、差分②の結果では、虹彩領域に差の大きい画素が多く存在することが確認でき、アフィン変換を施しても同一の虹彩パターンに変換出来ていないことが分かった。以上のことから、虹彩の 3 次元形状を捉えていることが確認でき、虹彩の 3 次元形状を利用した認証法の可能性を示すことができた。

4. 結論

本研究では、虹彩の 3 次元形状に着目し、虹彩を異なる角度で撮影して複数の虹彩パターンを照合する認証法を提案し、その可能性を検証した。

同一方向から撮影した虹彩画像の差分は、ほとんど検出されなかったが、異なる方向から撮影した虹彩画像をアフィン変換で一致させたときの差分は大きい値を示した。以上の結果より、虹彩の 3 次元の特徴を利用した虹彩認証への応用の可能性を示すことができた。

参考文献

[1]バイオメトリックセキュリティ・ハンドブック
バイオメトリクスセキュリティコンソーシアム編, オーム社
[2]松本勉,テスト人工虹彩を利用したセキュリティ評価
生体医工学, pp.583～588, 2006.

遠赤外線放射シーツが若年者の体温調節機能に与える影響

○佐々木啓樹，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）
朴美卿（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 Functionin in Young Men

Yoshiki SASAKI, Kimihiro YAMANAKA and Mitsuyuki KAWAKAMI
(Department of Management Systems Engineering, Tokyo Metropolitan University)
Mi Kyong PARK(Division of Management Systems Engineering, Tokyo Metropolitan University)

1. 背景

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が挙げられ[1]，体温維持を目的とした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，Eric ら[2]は遠赤外線放射毛布が体温の保持，特に四肢末梢の保温に有効であることを示している．しかし，遠赤外線による保温効果のメカニズムまでは解明されておらず，他の寝具に応用された例は少ない．

そこで本研究では，遠赤外線放射シーツとブランクのシーツにおいて皮膚表面温度および直腸温，指先の血流量を比較することにより，遠赤外線放射シーツが若年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. 実験概要

2. 1 実験内容

実験における被験者は，健康な男子学生 11 名（年齢 23.1±1.4 歳，身長 170.5±5.7cm，体重 59.6±5.0 kg，±SD）とし，実験環境は温度 26℃，相対湿度 50%，着装条件はトランクス，3 分袖 T シャツおよび7分丈ズボン（計 0.37clo）とした．

遠赤外線放射物質として翡翠系天然石を応用したシーツ（T/C ブロード，5g/1㎡の割合で天然石をプリント，以下 R シーツ）およびブランクのシーツ（T/C ブロード，以下 C シーツ）を用いた．各被験者に対して，それぞれの試料1回ずつの実験を2日に分け同時刻に行った．各実験のフローを図 1 に示す．実験時間は椅座位安静 20 分，仰臥位 60 分，椅座位安静 20 分とした．なお，血流量は仰臥位において計測を行った．実験は，被験者に実験内容について十分な説明を行い，書面にて同意を得られた後実施した．

2. 2 評価指標

皮膚温 11 点（前額，腹部，前腕，手背，大腿，下腿，足背，肩部，背部，腰部，臀部）および直腸温（Gram 社，温度ロガー　LT-8A），指先の血流量（ソフトケア社，レーザースペックフローグラフィーLSFG-ANW），主観評価（快適感，温冷感を7段階評価）を評価指標とし，計測を行った．平均皮膚温は Hardy and Du Bois の7点平均法[3]により算出した．

2.3 統計処理

統計処理は，SPSS 11.5J (SPSS Japan inc.)を用いて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．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

仰臥位 60 分において検定を行った結果，皮膚温，直腸温，血流量，主観評価のいずれにおいても有意な差は見られなかった．そこで，一般的に人体は環境温の変化に対して末梢血管を収縮または拡張することで体温を一定に保とうとすること[4]と，Eric ら[2]の遠赤外線放射物質は末梢の保温に有効であるという報告から，末梢の温度上昇が認められた 6 名を遠赤外線放射による効果が見られるグループとし，対象となるデータを用いて検定を行った．その結果，仰臥位 60 分間の直腸温，皮膚温の血流量においてはシーツ間の有意な差は認められなかったが，温冷感においてはシーツ間の有意な差が認められた．図 2, 3 は，仰臥位における直腸温と足背温の経時変化をそれぞれに示す．直腸温，足背

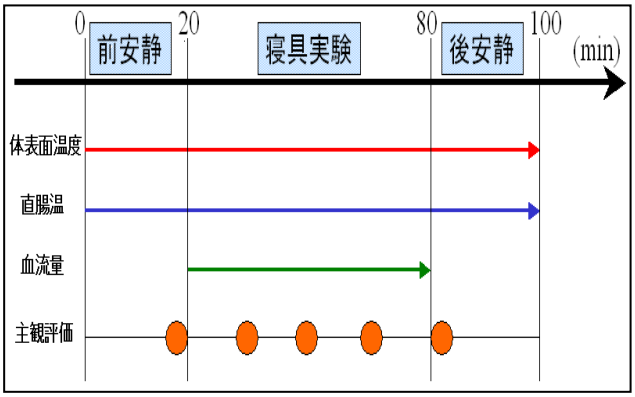


図1.　実験フロー

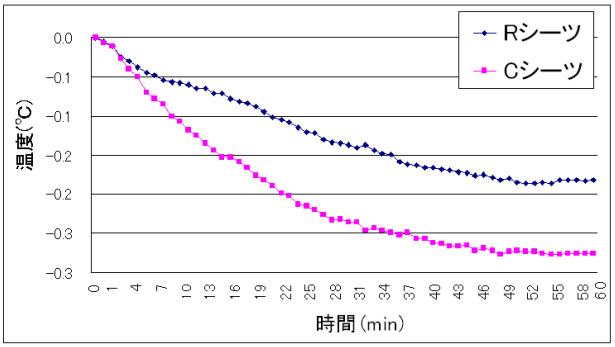


図 2. 6 人平均の直腸温

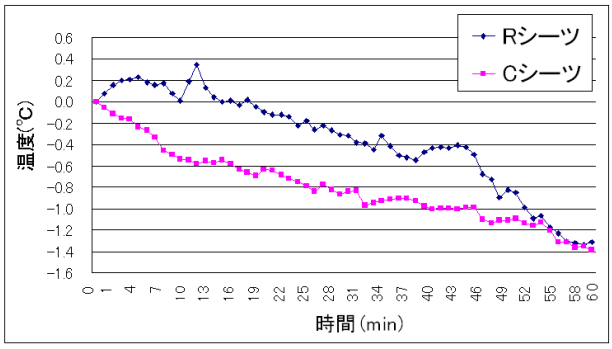


図 3. 6 人平均の足背部温度

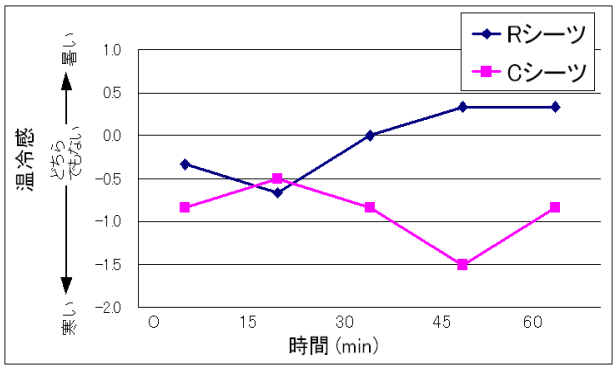


図 4. 6人平均の主観評価(温冷感)

温ともに R シーツより低下が少なく見られたが，統計的に有意差がなかったため，前半 30 分のみ時間と材料を要因とした分散分析を行った結果，直腸温と足背温において材料間に有意差が認められた．直腸温(図 2),足背温(図 3)において，R シーツが C シーツよりも低下が有意に小さかった($p<0.05$)．主観における温冷感(仰臥位開始後から15分ごとに計5回の評価)においては， RシーツはCシーツよりも暖かく感じられているといえる($p<0.05$, 図 4)．

4. 考察

本研究では遠赤外線放射シーツが若年者の体温調節機能に与える影響について皮膚表面温度，直腸温，指先血流量から検討した．その結果，すべての生理指標においてシーツ間の有意差は認められなかった．しかし，先行研究からは遠赤外線放射材料は抹消血管を拡張させるという Eric ら[2)]の報告から，末梢の皮膚温に増加がみられた6名において再検定を行った．その結果，遠赤外線放射シーツは通常のシーツより仰臥位 30 分目までにおいて，直腸温と足背温の低下が有意に少なく($p<0.05$)，温冷感においても暖かいという結果を得た．これは遠赤外線放射シーツが一部の若年者の体温調節補助に有効であることを示し，先行研究の結果とも一致している[2), 5)]．このような深部体温の低下防止や末梢の皮膚温の上昇は，冷え性や低体温症の防止にも有効であると考えられる．一方，仰臥位の 30 分以降からは直腸温や足背温において両シーツ間に有意差が見られなかった．その理由は，環境温 26℃において，被験者が 1 時間の仰臥位安静状態であったため，時間が経過するにつれ，遠赤外線放射特性の影響より環境温への放熱が大きくなったためであると考えられる．

ところで，5 名の被験者においては，末梢血管の拡張がみられず，遠赤外線放射による影響がなかった．これは体温調節能やエネルギー代謝の違いなどの個人特性が影響している可能性がある．従って，今後の実験では，それらの要因を考慮した総合的な評価を行う必要があると考えられる．

5. まとめ

遠赤外線放射シーツが一部の若年者の直腸温と足背温の低下を抑制し，温冷感においても暖かいという結果を得た．このことから，遠赤外線放射シーツが若年者の体温調節補助に有効である可能性が示された．

6. 参考文献

1) 斉藤真嗣，体温を上げると健康になる，サンマーク出版，2009.

2) Eric Belin de Chantemele 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.

3) Hardy JD, Du Bois EF.The technic of mesurering radiation and convection．J.Nutr，15，pp461-475，1938.

4) 伊藤俊男 垂井清一郎，岩波講座 現代の医学の基礎 生態の調節システム，岩波書店，pp38-43，1999.

5) 許斐 剛 江島 尚 石橋 圭太 安河内 朗，オフィスチェアーにおける遠赤外線の生理的効果について．日本生理人類学会誌，vol.7(2)，2002.

顔面冷却刺激が脈波伝播時間に及ぼす影響

○池崎亜沙美，佐野裕司（東京海洋大学），菊地俊紀（日本大学）

Effect of Face Cooling Stimulus on Pulse Wave Transmission Time

Asami Ikezaki, Yuji Sano(Tokyo University of Marine Science and Technology),
Toshiki Kikuchi(Nihon University)

1．目的

脈波とは心臓から血液が駆出される際に生じる衝撃（波動）のことであり，脈波伝播速度（PWV：Pulse Wave Velocity）はその脈波が血管を伝わる速度をいう[1]．血管壁が硬くなると駆出の際の衝撃が吸収されにくくなり，脈波はより速く末梢へと伝播されるため，血管が硬化するほどPWVは増大するとされている．近年では，このPWVと心理ストレスとの関係[2]や運動トレーニングとの関係[3]などの研究が報告されている．

脈波伝播時間（Pulse Wave Transmission Time；PTT）は，PWVから距離成分を除したものである．佐野らは，PTTを心電図R波と加速度脈波の立ち上がり点であるa波との時間差と定義した上で，加速度脈波と心電図の同時計測によりPTTを簡易的に測定できることを報告している[4]．また，保坂らは，回転刺激および乗船の体調悪化によりPTTが低下することから，PTTが一時的な体調変化の生理的指標として有効であることを報告している[5][6]．

ところで潜水時などには徐脈反応が起こる．これは潜水反射に帰するものであり，顔面への冷却刺激によって引き起こされることが明らかとなっている[7]．しかし，顔面への冷却刺激が血管系にどのような影響を及ぼすかを検討した報告はみあたらない．

そこで本研究では，顔面への冷却刺激がPTTに及ぼす影響を検討した．

2．方法

被験者は健常な成人男女8名（24.5±5.5歳）であり，被験者には実験の趣旨を事前に説明し参加の同意を得た．

測定項目は，胸部誘導による心電図および近赤外線反射型センサー使用による左手第Ⅲ指尖部から得た加速度脈波である．

顔面冷却は市販の氷袋により，顔に密着するように氷と水の量を調節した氷冷水袋を用いた．顔面冷却の際には，被験者を仰臥位にさせた状態で，額，目，頬を氷冷水袋でしっかりと覆い，被験者が鼻および口での呼吸が出来るようにした．

心電図と加速度脈波は，佐野らが作成した4ch用USB-AD変換回路とそれを制御するソフトを使用し，サンプリング周波数1kHzの精度により直接パソコンに集積した．

心電図および加速度脈波の測定は，10分間の安静の最後の30秒間と顔面冷却30秒間を連続して行った．

PTTと加速度脈波a-a間隔の分析は，安静時および顔面冷却時の30秒間を用いて行った．

統計処理は，個人の安静時と顔面冷却時との比較には，対応のないt検定を用い，被験者全体の平均の比較には，対応のあるt検定を用いて行った．いずれも危険率5%未満を有意とした．統計ソフトはSPSS 11.0 J for Windowsを使用した．

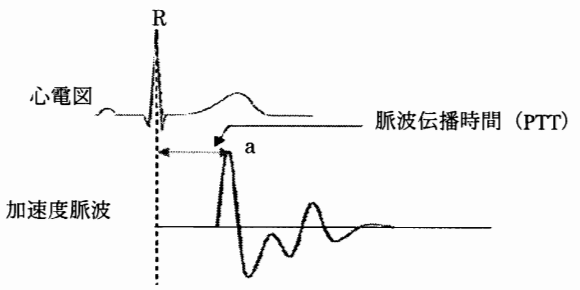


図1．脈波伝播時間計測方法

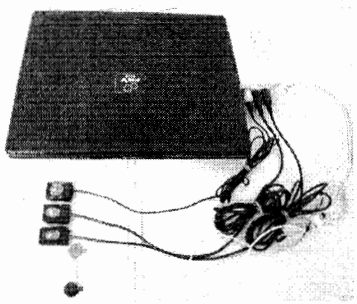


図2. 心電図・加速度脈波測定機器

3. 結果

加速度脈波 a-a 間隔は 1 名を除き，安静時に比較して顔面冷却時に有意に延長した．また被験者全体でみた場合も同様に有意に延長した．

PTT は 2 名を除き，安静時に比較して顔面冷却時に有意に短縮した．また被験者全体で比較した場合も同様に有意に低下した．

加速度脈波 a-a 間隔における安静時に対する顔面冷却時の変化量と，PTT における安静時に対する顔面冷却時の変化量との関係は，r=0.148(n.s.)と，有意な相関関係は認められなかった．

表． 顔面冷却刺激 による加速度脈波a-a間隔とPTTの変化

	a-a間隔の平均値					PTT平均値				
	安静		顔面冷却			安静		顔面冷却		
	mean	S.D.	mean	S.D.		mean	S.D.	mean	S.D.	
sub.1	1126	71	1266	119	***	241	4	234	5	***
sub.2	976	68	1203	181	***	198	5	199	6	n.s.
sub.3	789	25	829	35	***	222	3	220	4	*
sub.4	879	42	1010	82	***	242	3	237	5	***
sub.5	913	32	913	81	n.s.	181	4	173	5	***
sub.6	1102	37	1230	64	***	214	3	212	4	**
sub.7	955	37	1115	150	***	219	3	209	6	***
sub.8	928	65	989	72	**	198	3	199	4	n.s.
	959	112	1069	159	**	214	21	210	21	*

※検定は安静との比較(***:p<0.001, **:p<0.01, *:p<0.05, n.s.:有意差なし)

4. 考察

保坂ら[5)6)]は，回転刺激または乗船による体調悪化で PTT が低下することから，PTT は一時的な体調変化の生理的な指標として有効であることを報告している．

本研究では，顔面冷却刺激が PTT に及ぼす影響を検討した．その結果，加速度脈波 a-a 間隔は有意に延長し，PTT は顔面冷却刺激によって短縮する傾向を示した．しかし，徐脈反応の程度と PTT との関係には，一定の傾向が認められなかった．

今回指標とした加速度脈波 a-a 間隔は心臓の拍動の速さを捉えているのに対し，PTT は脈波の伝播の速さを捉えるものである．今回の結果からみると，顔面冷却による潜水反射においては，心拍動が遅くなることから心臓に対しては副交感神経が優位に働き，血管系は脈波伝播時間が短縮したことから血管が硬化し，交感神経が優位に働いた可能性が考えられる．

今回の結果から PTT は，顔面冷却刺激によって短縮することが認められた．よって，PTT は，顔面冷却刺激による生体負担度の指標として有効であり，潜水反射試験の新たなる指標になるものと考えられる．

5．結論

PTT は，顔面冷却刺激により短縮することが示唆された．

参考文献

1) 富山武，山科章：脈波伝播速度（PWV），臨床病理，vol.52，No.8，669-675，2004.

2) 西條泰明，宇津木恵ら：仕事のストレスの動脈硬化への影響の解明—brachical-ankle pulse wave velocity（baPWV）を指標に—，産業医学ジャーナル，Vol.29，No.3，69-75，2006.

3) 前田慶明，稼動順一ら：青年および壮年期健常者における一過性運動が脈波伝播速度（PWV）に及ぼす影響，理学療法科学，Vol.20，No.2，107-110，2005.

4) 佐野裕司：加速度脈波による脈波伝播速度の計測の試み，スポーツ整復療法学研究，Vol. 8，No. 1・2，38，2006.

5) 保坂由紀，佐野裕司：回転刺激が脈波伝播時間からみた末梢循環に及ぼす影響，スポーツ整復療法学研究，Vol. 9，No. 2，38，2007.

6) 保坂由紀，佐野裕司：乗船による体調変化が脈波伝播時間に与える影響，スポーツ整復療法学研究，Vol. 10，No. 2，99，2008.

7) Andersen H. T：Physiological adaptation in diving vertebrates，Rev.，No.46，212-243 ，1966.

足底皮膚感覚および視覚情報の操作による静止立位時姿勢制御機能の変化

○ 角奈那子*, 下村義弘*, 勝浦哲夫*
(*千葉大学大学院工学研究科)

Change of postural control capability during static upright stance induced by altering cutaneous sensory input of foot sole and visual input

Nanako Sumi, Yoshihiro Shimomura, Tetsuo Katsuura
(*Graduate School of Engineering, Chiba University)

【序論】

ヒトの姿勢制御には，視覚，前庭感覚，体性感覚(皮膚感覚・深部感覚)が複雑に影響しあっている．先行研究では足底面の皮膚感覚情報や視覚環境を変化させると姿勢動揺が影響を受けることが報告されている．しかし，そのほとんどが姿勢動揺のみに着目しており，姿勢制御機能について重心位置や足圧中心位置以外の評価から裏付けをもって言及している研究は数少ない．姿勢動揺は姿勢制御の結果であり，そのプロセスにおける種々の要因への理解を深めるためにはもっと多角的な視点から研究が行われるべきである．

そこで本研究では，静止立位時において足底への皮膚感覚刺激と視覚環境の操作が姿勢動揺，筋活動，関節角度，足底圧力に与える影響を調べ，姿勢制御における感覚系の機能を評価することを目的とした．

【方法】

① 被験者および実験条件

インフォームドコンセントの得られた健常若年者 12 名が実験に参加した(男性 6 名，女性 6 名)．各被験者は 2 種類の皮膚感覚条件および 2 種類の視覚条件の組み合わせによる計 4 条件の実験を行った．皮膚感覚条件は，表面の滑らかなコントロールインソール(CI)条件と，表面に高さ 1．5 ㎜，直径 5 ㎜の円柱状合成ゴムを中心間距離 1 ㎝で貼り付けたを刺激インソール(SI，図 1)条件の 2 条件とした．視覚条件は，開眼(OE)と，ゴーグルにより視覚を遮断した閉眼の 2 条件(CE，図 2)とした．

図 1．刺激インソール

図 2．視覚遮断用ゴーグル

② 実験手順

被験者に直径 10mm，厚さ 1.7mm の感圧センサ(SF-R-5，イナバゴム株式会社)の取り付けられたインソール，ゴニオメータ(M180，Penny & Giles)，加速度計(TSD109C，BIOPAC)，EMG 電極(TSD105，BIOPAC)を取り付けた．感圧センサの位置は母趾趾腹，第三趾趾腹，小趾趾腹，母趾球，小趾球，第五中足骨底，踵の計 7 カ所とした．インソールは被験者の裸足に直接伸縮性のあるテープにて取り付けた．ゴニオメータの取り付け部は足背部および下腿前面に固定した．加速度計は，第二仙椎後面にベルトを使用して固定した． EMG 電極は前脛骨筋(TA)，長腓骨筋(PL)，腓腹筋内側頭(MG)の筋腹上に取り付けた．

被験者は平面上に，任意の足幅で静止立位姿勢を保った．各試行の計測時間は 1 分間とし，各条件は 2 試行ずつ行った．実験条件の順序はランダムとした．全ての計測は試行中同時に行い，AD 変換器を通して PC に記録した．

③ 解析と統計

1) 身体重心加速度

前後方向，左右方向，水平面上の重心加速度実効値を計算した．

2) 筋活動

TA，PL，MG の各筋電図波形から実効値を計算した．

3) 足関節角度

ゴニオメータのデータから，底背屈方向の平均足関節角度，足関節角度の標準偏差を算出した．

4) 足底圧力

全 7 カ所の足底圧力データから各箇所の平均圧力および標準偏差を算出した．

全解析項目について，皮膚感覚条件および視覚条件の 2 要因について反復測定分散分析を行った．主効果および交互作用の解釈を行うため，必要に応じて一元配置分散分析を行った．全ての統計処理において有意水準は 5%とした．

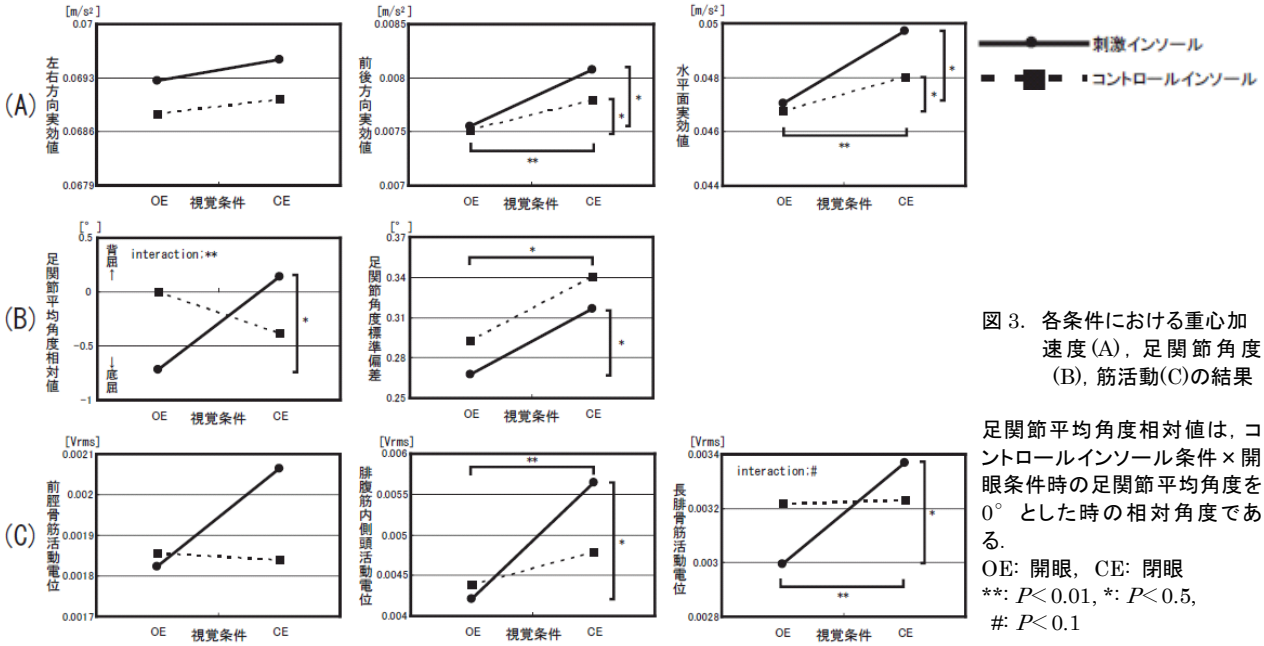


図 3. 各条件における重心加速度(A)，足関節角度(B)，筋活動(C)の結果

足関節平均角度相対値は，コントロールインソール条件×開眼条件時の足関節平均角度を 0° とした時の相対角度である．
OE: 開眼，CE: 閉眼
**: $P<0.01$, *: $P<0.5$,
#: $P<0.1$

【結果】

1) 身体重心加速度

前後方向および水平面上の重心加速度実効値に視覚遮断による有意な増加が認められた(図 3).

2) 筋活動

PL の実効値は視覚による主効果が有意であり，さらに皮膚感覚と視覚の交互作用が有意傾向であった．皮膚感覚条件別の比較では，SI 条件のみで視覚遮断により有意に増加した．MG の実効値は，視覚遮断による有意な増加が認められた．感覚条件別の比較では，SI 条件のみで視覚による有意な増加が認められた(図 3).

3) 足関節角度

平均足関節角度には，皮膚感覚と視覚の有意な交互作用が認められた．一方，皮膚感覚条件別の比較から，SI 条件でのみ視覚遮断により有意に底屈位になることが示された．足関節角度の標準偏差は，視覚遮断により有意に増加し，皮膚感覚条件別にみると SI 条件のみに有意差が認められた(図 3).

4) 足底圧力

第三趾趾腹・小趾趾腹の平均圧力，母趾球・小趾球・踵の圧力標準偏差は視覚遮断により有意に増加した．また有意ではなかったが，全計測箇所で CE 条件の圧力標準偏差が CI 条件と比較して SI 条件で大きかった．

【考察】

本研究において，視覚の遮断が前後方向および水平面上の重心加速度を有意に増加させた．この結果は，視覚の遮断により重心動揺が増加することを示した先行研究の結果を支持するものとなった [1]．また視覚遮断に伴い有意に筋活動や足底圧力の標準偏差が増加した結果は，視覚の代償として足関節運動を微細に調節させて姿勢調節を行っていたことを示したかもしれない．このような運動戦略が起こったにもかかわらず視覚遮断で重心加速度が増加した結果は，姿勢制御における視覚の重要性を十分に示したといえる．

静止立位時，皮膚感覚入力の増加が足関節を背屈位にし，下腿三頭筋の姿勢時緊張を増加させることは広く知られており [2]，この反応は体性感覚の感受性を高めて足関節による姿勢調節能力を高めるといわれている．今回 SI 条件では視覚遮断により有意に足関節平均角度が背屈位となり，同時に MG 活動量が増加した．この反応が上記のメカニズムによるものだと考えると，足関節角度の標準偏差が SI 条件のみで有意に増加したことも説明することができる．この変化は CI 条件では見られなかったことから，皮膚感覚刺激を増加させることが視覚遮断時の姿勢制御機能における体性感覚への依存度を高めたことが予想される．

【結論】

足底への皮膚感覚刺激の増加は姿勢動揺の結果に影響を及ぼすことはなかったが，姿勢制御機能における視覚遮断時の視覚の代償を体性感覚に依存させることが示唆された．本研究は姿勢動揺の評価のみでは分からない姿勢調節反応を捉えることに成功し，姿勢制御機能の評価として筋活動や関節運動を観察することの重要性を示したといえる．

【参考文献】

1) Mayer PF, *et al.*: The role of plantar cutaneous sensation in unperturbed stance, Exp Brain Res 156, 505-512, 2004

2) Cook AS, *et al.*: Motor control, A Wolters Kluwer Co., Maryland, 2001

パーティクルフィルタを用いた作業者追跡に関する研究

○田村崇，西内信之，朴美卿，山中仁寛（首都大学東京大学院）

The Study on a Tracking Method for a Worker using a Particle Filter

Takashi Tamura, Nobuyuki Nishiuchi, Mi-kyong Park, Kimihiro Yamanaka

(Graduate School of Tokyo Metropolitan University)

1. 緒論

近年、会社や工場の中での作業において、無理な作業姿勢をすることで、健康障害を引き起こしているケースも少なくない。また、高齢者が作業に従事する機会が増えており、労働者の健康障害は、深刻な社会問題の一つとして挙げられる。これらの問題の原因を分析し、作業内容及び管理体制の改善を図ることが求められる。このような健康障害を防ぐために、人間の作業や動作を自動的に識別する手法について､今まで様々な研究がなされてきた｡しかし、作業者の動きは単純な運動と違い、回転や屈伸などの複雑な動きが重なるため、追跡は困難を伴い、識別の精度が低かったり、識別するシステム自体が複雑になってしまったりすることがあり、実用化に向けては多くの問題が残されているのが現状である。

本研究では、これらの問題を解決するために、自動的に作業者の動きを判定できるようなシステムの開発を目指し、その前段階である連続画像での作業者追跡の手法を提案する。作業者の追跡アルゴリズムに、パーティクルフィルタという手法を適用し、従来の手法であるパターンマッチングとの比較を行った。

2. 作業者追跡システム

2.1 システムの概要

人間が作業している様子を画像として連続的に取り込む。作業者の身体を追跡する際、観測された時系列からシステムの状態を逐次推定する方法であるパーティクルフィルタという手法を用いて、サンプル（探索点）の拡散を適応的に制御し、対象物を追跡する。

2.2 ハードウェア構成

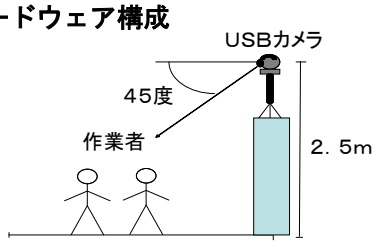


図１　実験システムイメージ

本研究では、図１のように固定した USB カメラを用いて、作業者の回転や屈伸のような様々な動作を撮影し、連続静止画像としてコンピュータに取り込む。その連続画像に対して逐次的に画像処理を行う。

2.3 ソフトウェアアルゴリズム

（1）パーティクルフィルタ

パーティクルとは粒子を意味し、粒子によって推定画像が表現される。図２のように、粒子を散りばめて、それを実際に取り込んだ画像と比較し、結果として、追跡精度の高いものだけを残す。残った粒子の平均を推定値とし、時刻Ｔ＋１での画像の追跡対象を得る。

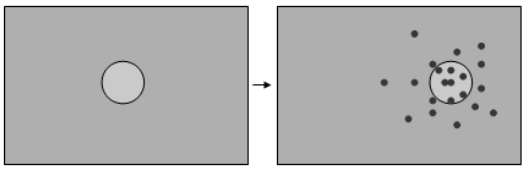


図２　パーティクルフィルタの概念図

（2）サンプリング

逐次的な予測をするために、まず、画像上で、サンプリングを行う。仮説（パーティクル）を動かして、次の時刻の状態を推定する。次に、観測モデルとの一致度合いに応じて、仮説一つ一つの重みを変化させる。そして、重みに応じて、仮説の中で尤度の高いものを複製し、尤度の低いものを削除して、リサンプリングを行う。

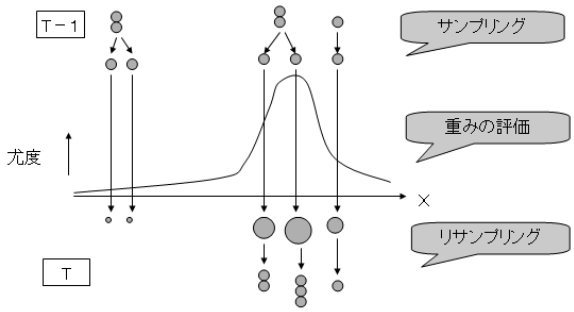


図３　サンプリングの概念図

(3) Bhattacharyya 距離

サンプリングする際の観測モデルとして、Bhattacharyya 距離を用いる。これは画像解析の分野において、画像間の類似性評価指標として用いられていて、色空間ヒストグラムを数値として使用する。次の式(1)のように、画像 a と画像 b の色ヒストグラムの内積によって、二つの画像の類似度 γ を算出する。i はＲＧＢ表示を用いて、赤、青、緑それぞれの 0～255 までの数値を表し、$ha(i)$ と $hb(i)$ は画像 a と画像 b の i 番目のヒストグラムの積算値を表す。

$$\gamma = \sum_{t=0}^{255} \sqrt{\{ha(i) \times hb(i)\}} \quad \cdots(1)$$

3. 評価実験

3.1 実験目的

実験では、提案したシステムの性能評価を、実画像を用いて行う。また、パターン認識の分野でよく用いられるテンプレートマッチングの手法による処理結果の画像を比較し、パーティクルフィルタ手法の有効性を示す。

3.2 実験方法

複数の作業者にある作業を行わせて、ＵＳＢカメラによって動画像を取り込む。画像をパーティクルフィルタにかけ、作業者の動きや位置を推定する。同様にテンプレートマッチングの手法を使い、推定を行う。対象とする連続画像は、作業者が椅子から立ち上がり、その場で 90 度回転した後、もう一人の作業者の後部を通り過ぎるものを使った。撮影した 300 枚の連続画像を時刻 t=0～299 として、それぞれの手法で頭部の追跡を行った。

3.3 実験結果および考察

テンプレートマッチングによる追跡の結果の一部を図４に示す。また、パーティクルフィルタによる追跡の結果の一部を図５に示す。

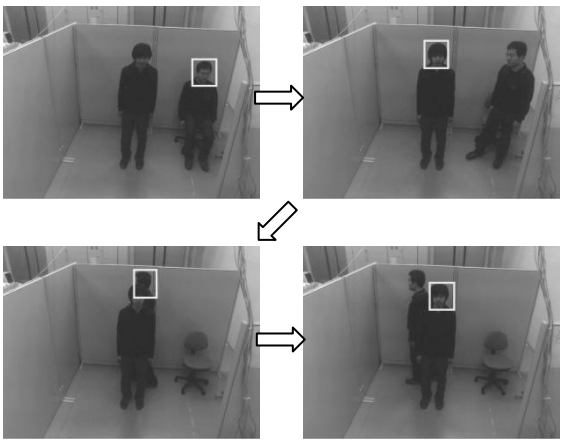


図４　テンプレートマッチングによる結果画像

図５　パーティクルフィルタによる結果画像

図４と図５において、追跡したい作業者は右側の人物で、図４のテンプレートマッチングによる処理では、もう一人の作業者の頭部を捉えている場合もあり、300 フレーム中、成功したものは 108 フレームで、成功率は 36%にとどまっているため、追跡は失敗しているといえる。一方、図５に示すように、パーティクルフィルタによる処理では、300 フレームの全てに対して、追跡したい作業者の頭部を捉えていて、成功率は 100%であった。

これにより、作業者の回転運動、他の作業者とのすれ違いのように複雑な動きに対しても、パーティクルフィルタの逐次的処理によって、推定位置を算出し、作業者の身体または一部分を追跡することができる。

4. 結論

本研究では、作業者の自動姿勢識別のための前段階として､作業者追跡システムの脆弱性を補うべく、パーティクルフィルタの手法を用いた手法を提案した。特徴として、識別精度の高さと頑強性の両方を備えた追跡システムとなっている。評価実験では、作業者特有の回転や屈伸運動、また、他人とのすれ違いに対して、本提案手法の有効性を示すことができた。

システムの実用化にあたっては、作業者が前後に動く場合やさらに複雑な背景などについて検討する必要があり、今後さらに実験を進める。

参考文献

[1] 篠原雄介 : パーティクルフィルタの理論と応用 : 第 14 回画像センシングシンポジウム pp.TU2.1-29.

[2] 上村和広，池亀幸久，下山功，玉木徹 : ネットワーク上の複数カメラを用いた実時間人物照合システム : 電子情報通信学会信学技報, 2003, pp.67-72.

長時間立位後の身体安定性低下に寄与する因子の検証

○藤本優[1)]　勝平純司[1) 2)]　藤沢しげ子[1) 2)]
（１：国際医療福祉大学院修士課程理学療法分野　（２：国際医療福祉大学保健医療学部理学療法学科

An investigation of factor of Prolonged Standing for stability mechanism

Yu Fujimoto[1)]　Junji Katsuhira[1) 2)]　Sigeko Fujisawa[1) 2)]
(1:Graduate school of International University of Health And Welfare
(2: International University of Health And Welfare

【Introduction】

臨床におけるバランス能力の指標として静止立位時の重心動揺の計測は一般的に行われており，様々な先行研究が行われている．これらの重心動揺の計測は数十秒間の即時的な計測に限定して行われているが，日常生活や作業の中では長時間の静止立位が要求されることが多い．長時間の立位保持の際には身体に疲労が蓄積し，その後の立位バランス能力の低下をきたすと報告されている．

Sandra らの研究によると,長時間立位(30 分)前後を比較すると、長時間立位後ではその後の１分間の静止立位時の COP（Center of Pressure）-RMS（Root Mean Square）と COP-変位速度が有意に増加したと報告されている[1)]．これは長時間立位後の立位バランス能力の低下を示唆している．しかし，この研究では長時間立位によるバランス能力低下としての重心動揺の増大は明らかにしているが，それに寄与する筋力を含めた身体パラメータについては言及しておらず不明である．

静止立位保持時には足関節を中心とした逆振り子の運動により身体への疲労の蓄積を防いでいるという長谷らの研究より[2)]，長時間立位保持中は足関節の機能，特に底背屈の運動によってその後の重心動揺増加を抑制しているのではないかと考えられる．また，井上らによると，下腿三頭筋の筋疲労によって重心動揺が増大したとの報告がある[3)]．これらを踏まえ，足部機能の低下に伴い長時間立位保持後の重心動揺は増加すると仮説を立てた．

そこで本研究では健常若年者と健常高齢者を対象とし，足関節底屈筋力および足趾圧迫力を比較し，長時間立位後の重心動揺と各パラメータとの関係を検証することを目的とした．

【Method】

[対象]対象は下肢に既往の無い健常若年者（年齢：21±1.29 歳、身長：171.7±5.15cm、体重：60.3±7.19kg）健常高齢者（年齢：74.8±3.48 歳、身長：153.2±8.04cm、体重：57.0±7.21kg）各７名ずつとした．

[計測機器]計測には床反力計(AMTI 社)，ピンチトラックコマンダー，ハンドヘルドダイナモメーター（ともに日本メディックス社）を用いた．ピンチトラックコマンダーには自主作成の板を組み合わせ，母趾 MP 関節より遠位のみで圧迫するように改良した．

[計測方法]まず坐位にてピンチトラックコマンダーを用いて母趾圧迫力を計測した後，背臥位にて膝関節伸展位でハンドヘルドダイナモメーターを用いて足関節底屈筋力を計測した．その後床反力計の上に立ち，両足を肩幅に開いた安楽な姿勢で 20 秒間の安静立位時の重心動揺を計測した．そのままの状態で 30 分間の安静立位をとり，再度安静立位時の重心動揺を 20 秒間計測した．30 分間の立位保持の際には上肢支持は行わず，下肢の踏み変えも行わないよう指導し，前方のモニターに放映される映像を注視してもらった．

床反力計のサンプリング周波数は 1080Hz で計測し，重心動揺は総軌跡長･矩形面積･左右方向成分および前後方向成分 RMS を算出し比較を行った．統計処理は対応のないｔ-検定を用い若年者と高齢者とを比較し，危険率 5%未満を持って有意とした．

【Result】

結果として，有意差を認めたパラメータは以下のとおりである．

筋力成分では底屈筋力および足趾圧迫力ともに有意差を認めた．(表 1)

重心動揺成分では，総軌跡長は長時間立位（以下 PS）前と PS 後ともに有意差を認めた．また PS 後 COP 前後方向成分 RMS にも有意差を認めた．(表 2.3)

【Discussion】

結果より，高齢者では成人と比べ足部筋力が有意に低下していることが明らかとなった．50 歳を境に筋力の低下が著しくなることが報告されていることから [4]，これは加齢に伴う筋力低下の影響であると考えられる．また PS 前および PS 後の総軌跡長がともに大きいことも併せて判明したため，本対象の高齢者は成人と比較して重心動揺が大きいことが示された．

本研究において特筆すべきは，PS 後 COP 前後方向成分 RMS に違いがみられた点である．PS 前では COP 前後方向成分 RMS に有意差が見られず，PS 後のみで有意差が生じたことは，高齢者では PS 後の前後方向の重心動揺が成人と比較して大きいことを表している．前後方向の重心動揺は足関節底背屈運動および足趾屈伸運動がその制御の中枢を担っていると考えられ，本研究で得られた高齢者の足関節底屈筋力および足趾圧迫力の低下は PS 後の重心動揺増加に影響していることが考えられた．

以上の結果は，先行研究として井上らによる足関節底屈筋の疲労が総軌跡長を増大させたとの報告を支持するものであり，さらに COP 前後方向成分 RMS 増大という結果も付与することとなった．

この結果を受け，足部パラメータへの介入が，長時間立位によるバランス能力低下を予防する可能性を示している．それにより，長時間立位後の重心動揺増加に伴うバランス能力低下の予防，ひいては転倒予防に効果的であると考える．足部パラメータの改善に対する具体的なアプローチとしては，主に下腿三頭筋の筋力強化として行われているつま先立ち運動が挙げられる．古田ら [5]によると足趾筋力の改善も見込めるとしていることから，今後高齢者に対する介入研究を実施し，PS による重心動揺の増大を抑制する有効なアプローチとなり得るか検証する予定である．

表 1. 筋力の比較

	若年者	高齢者
足関節底屈筋力	4.85±1.35	1.93±0.48**
足趾圧迫力	0.79±0.33	0.28±0.15**

平均値±標準偏差　単位：(N/kg)　(**：P＜0.01)

表 2. PS 前の重心動揺の比較

	若年者	高齢者
総軌跡長(mm)	210.25±92.9	399.68±212*
矩形面積(mm^2)	147.028±78.7	293.85±189
左右方向 RMS(mm)	236.8±17	226.12±18
前後方向 RMS(mm)	206.28±35	248.21±36

平均値±標準偏差　(*：P＜0.05)

表 3. PS 後の重心動揺の比較

	若年者	高齢者
総軌跡長(mm)	208.68±67.4	376.91±194*
矩形面積(mm^2)	141.92±94.9	260.89±151
左右方向 RMS(mm)	237.5±18	218.82±20
前後方向 RMS(mm)	200.13±34	247.84±34*

平均値±標準偏差　(*：P＜0.05)

【参考文献】

1)Sandra M.S.F. Freitas, Silvana A. Wieczor-eck, Paulo H.Marchetti, Marcos Duarte:Age-related changes in human postural control of prolonged standing;Gait & Posture 22(2005)322-330

2)長谷公隆：立位姿勢の制御.リハビリテーション医学.2006;43:542-553

3)井上和久・他：足関節筋力と重心動揺の関係について.理学療法学.2003;30:52

4)出村慎一,佐藤進:高齢者の筋機能特性;日本生理人類学会誌 Vol5,o2,2000

5) 古田千事，松坂誠應，藤田雅章，芳野丈二，乗松敏晴，鈴木良平:つま先立ち歩行について.リハビリテーション医学. 1982;19(6):371,

上肢を挙上したねじ締め作業が筋骨格系負担に及ぼす影響

○菅間敦（首都大学東京大学院）、瀬尾明彦、土井幸輝（首都大学東京）

Influence of Work-Plane-Height during Screw Tightening Work
Involving Elevating the Arm on Musculoskeletal Loading

Atsushi SUGAMA (Graduate School of System Design Tokyo Metropolitan University),
Akihiko SEO, Kouki DOI (Faculty of System Design Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに　製造現場での手持ち工具取扱い時には，背部の屈曲や上肢挙上，下肢の屈曲を伴った作業が多く見られ，それらが作業者の筋骨格系負担となり得ることが報告されている [1]．同様に複雑な製品のメンテナンス時にも上方を向き，上肢挙上や頸部後屈を伴う作業となる場合がある [2]．これらの作業に利用される工具としてはドライバが代表的であるが，これまでに電動ドライバを使用した際の身体負担評価に関する研究は見られる [3]ものの，手回しドライバを使用したねじ締め作業に関する研究はあまりなされていない．そこで本研究では，手回しドライバを用いたねじ締め作業に着目し，上肢挙上を伴うねじ締め作業時の作業面高が筋骨格系負担に及ぼす影響を定量的に評価することを目的とした．

2. 方法

2.1 被験者および実験装置　22～25 歳の男子学生 10 名（平均年齢 22.5±1.0 歳，平均身長 171.5±5.5 cm，平均体重 63.8±4.0 kg）に対し，自作した装置（図 1）に取り付けられたねじをドライバで締付けるように指示した．被験者は全員が右利きであり，実験は右上肢で行った．実験にはM4サイズの十字穴付きなべ小ねじ（JIS B 1111 準拠）と，トルクドライバ（㈱東日製作所製，RTD260CN）を用いた．

2.2 実験要因　本研究では作業面高を腰高から頭上までの範囲で，腰高・目の高さ・前方斜め上・頭上の4条件と設定した（図2）．また，作業は直立姿勢で行うよう規定し，立ち位置は指定しなかった．なお，ドライバの締付けトルクは 1.5 Nm と設定した．本研究は，首都大学東京日野キャンパスの研究倫理安全委員会の承認を得て実施した．

2.3 測定項目　ねじ締め作業時の筋負担を明らかにするため，右上肢の腕橈骨筋，円回内筋，三角筋側部，僧帽筋の 4 箇所の筋電図電位を測定した（図 3）．また，上肢の各関節にかかる負担を調べるために，3SPACE（Polhemus 社製，Fastrak）で測定した姿勢から各関節の最大トルク比（その関節が発揮できる最大トルク推定値に対するその姿勢保持に必要なトルクの%値）を推定して求めた．加えて，心理的負担を明らかにするために，各部位の負担感と作業のし難さについて主観評価を行ってもらった．主観的負担感は，各条件における各試行の後に 1～5 の 5 段階（1:全く負担を感じない～5:非常に負担を感じる）で首・肩・上腕・前腕・手首・手の各部位の負担感を評価してもらった．また，作業のし難さについても同様に 5 段階（1:作業がし易い～5:作業し難い）で評価してもらった．

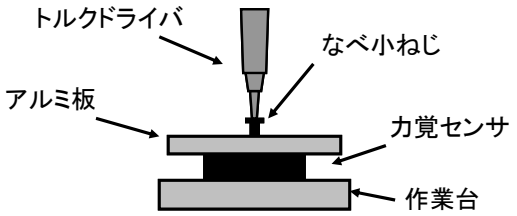


図 1 実験装置

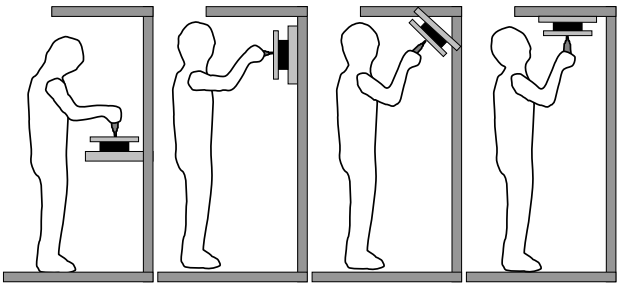


図 2 作業面高

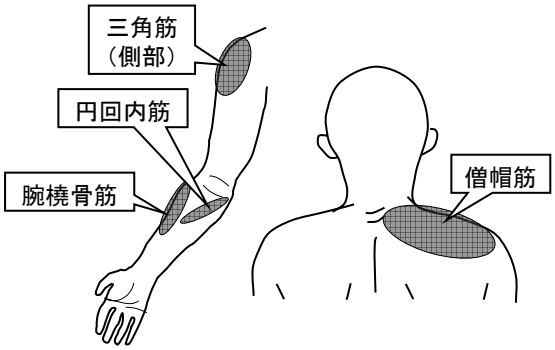


図 3 筋電図計測部位

3. 結果および考察　それぞれの結果を図4～7に示す. 図 4 の筋電図の結果より, 肩の回旋や挙上に使われる僧帽筋は目の高さでの作業時に負担が大きいことがわかった. 同様に円回内筋も目の高さで負担が最も大きく, 頭上での作業は負担が一番低いという結果を得た. 三角筋側部は, 目の高さと前方斜め上での作業時に負担が大きい傾向がみられた. 一方で, 頭上での作業時は全ての筋で負担が小さいことが示された.

図 5 の関節最大トルク比の結果より, 頸部トルク比は頭上, 腰高の順に負担が大きくなるとわかった. また, 肩関節トルク比は, 目の高さでの作業時に最も負担が大きいことが示された. 肘関節や手関節については, 各条件間で顕著な差は見られなかった.

図6の各部位の負担感の結果より, 首, 肩, 上腕の負担感は, 頭上での作業時に最も大きく感じられることが示された. 一方で, 前腕, 手首, 手の負担感は目の高さのときに最も強いという結果を得た.

図7の作業のし難さの結果より, 上肢を挙上する姿勢が影響したため, 腰高以外の高さにおいてし難さが強まる傾向となり, 特に目の高さでの作業が最もし難いという結果を得た.

高さ条件ごとに比較すると, 目の高さの作業は, 特に肩や上腕部への大きな負担となることが示された. これらの結果から目の高さにおけるねじ締め作業時には, ドライバの持ち上げのための上肢挙上とトルクを与えるための回内動作が大きな負担となることがわかった.

前方斜め上の作業では, 上腕を外転させるため肩関節まわりの負担となり得るが, 他の筋や関節では腰高での身体負荷と同程度の身体負荷となったことから, 前方斜め上での作業が筋骨格系負担に与える影響は小さいことがわかった.

頭上の高さでは, 筋電図及び関節最大トルク比の結果より, 上肢の筋負担は小さいが頸部まわりの負担が大きくなることがわかった. これは作業中に頸部を後屈し, 見上げるような姿勢をとるためだと考えられる.

4. まとめ　本研究では, 上肢挙上を伴うねじ締め作業時の作業面の高さが筋骨格系負担に及ぼす影響を定量的に評価した. その結果, 目の高さでの作業時には, 上肢挙上によって肩や上腕に大きな負荷がかかり, 頭上での作業時には頸部の後屈による首への負担が大きいことがわかった.

5. 参考文献

1) Min K. Chung, Inseok Lee, Yoon S. Yeo: Physiological workload evaluation of screw driving tasks in automobile assembly jobs, International Journal of Industrial Ergonomics, 28, 181-188, 2001.
2) Kant I, Notermans J.H.V, Borm. P.J.A: Observation of working postures in garages using the Ovako Working Posture Analysing System (OWAS) and consequent workload reduction recommendations, Ergonomics, 33(2), 209-220, 1990.
3) 松本俊之, 道用大介, 市来嵜治, 金沢孝：タッピンねじ締め作業における押圧力に関する基礎研究, 人間工学, 38(3) , 143-151, 2002.

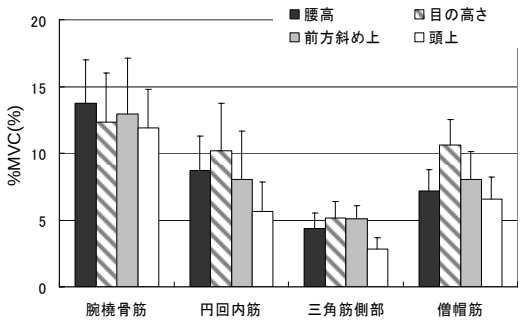


図 4 筋電図

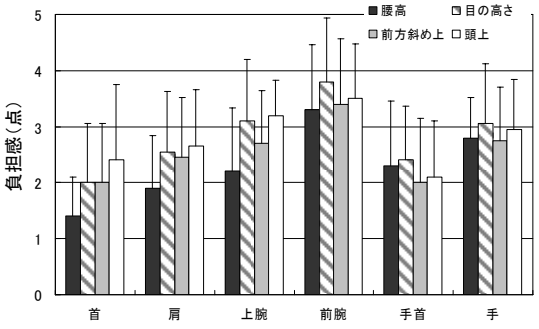


図 6 各部位の負担感

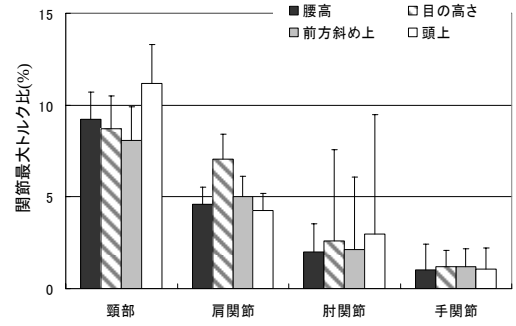


図 5 関節最大トルク比

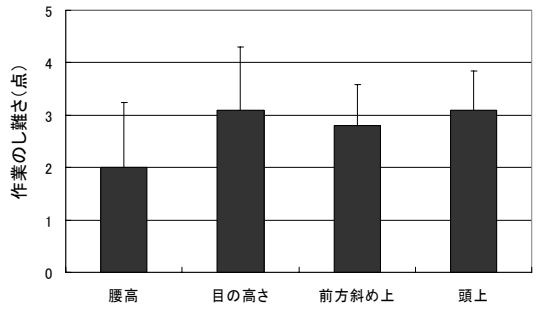


図 7 作業のし難さ

移乗介助の作業時間を低減するスリング形状

○望月憲之*、山崎信寿**
(*慶應義塾大学　理工学研究科、**慶應義塾大学　理工学部)
Sling design to reduce operation time of transfer assistance
Noriyuki MOCHIZUKI*, Nobutoshi YAMAZAKI**
(*Graduate School of Sci. and Tech.,Keio Univ. **Faculty of Sci. and Tech.,Keio Univ.)

1. はじめに

介助職従事者の7割が経験している腰痛[1)]の防止には、移乗用リフト(以下、リフト)の使用が推奨されるが、冨岡ら[2)]はリフトを用いたベッドから車椅子への移乗では、人力介助の約 10 倍の作業時間を要し、特にスリングの装着に時間を要することを示した。また、吉川[3)]らは、リフト利用による実作業時間の延長は休息不足につながり、逆に介助者の作業負担が増加する可能性もあると指摘した。このため、被介助者負担も配慮しつつ、スリング付け外し時間を低減するスリング形状を検討した。

2. 問題分析と要求性能

ベッドー車椅子間の移乗には、表1のようにベッドでの付け外し、吊り上げ、車椅子での付け外し、座り直しの4つの作業がある。既存製品でよく用いられる表1の2欄に示す脚分離型とベルト型スリングは、作業時間の延長だけでなく、各作業での腰部負担や恐怖感など、介助者、被介助者双方に問題があった。表1の A-1・4、B-1～4、d はスリングの付け外し方法を改善する必要があり、また、A-2・3、b-1・2、c-1 もスリング形状で改善できる。さらに、C、a もスリング形状の工夫で解決できる。C、a が改善されると座り直しが不要となるため、A-5、B-5、b-3 は解消する。c-2 はスリングを取り付けるハンガー形状と動きの改善が必要なため、今回は対象外とした。

以上より、スリング形状には以下の条件が要求される。下記①、②を満たすため、付け外しはベッド、車椅子共にスリングを被介助者の下に滑らせる方法とした。

①ベッドで寝返り不要　⑤スリングに皺よらない
②車椅子で脚の持上げ不要　⑥取り付け位置が明確
③腰臀部を安定支持　⑦脇を通さない
④臀部の落込み防止　⑧支持面積が大きい

3. スリング形状の条件

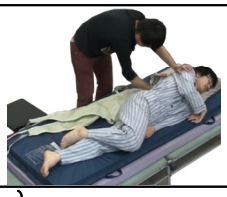
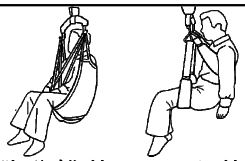
図1に綿 100%のパジャマを着せた健常者(1714 mm, 71 kg)が車椅子に深座りした時の臀・大腿の体圧分布と、マットレス(パラマウントベッド:コンフォケアマットレス)で仰臥位(腕は胸で交差)をとった時の体圧分布を示す。

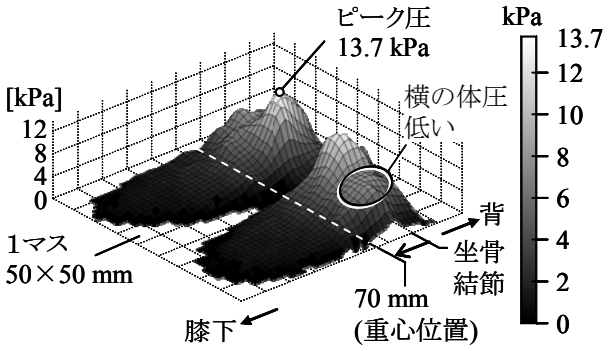
条件③を満たすには、スリングが臀部を通過しなければならないが、車椅子でのピーク圧は坐骨結節部で 13.7 kPa と大きく、単に布を広げたような形状では、挿入に大きな力を要する。このため、脚分離型スリングのように臀部から大腿部にかけて左右に分離するか、逆に図2のように臀部から背部にかけて左右に分離し、圧力の小さい臀部の側方を通過させる必要がある。

深座りした時の重心位置は坐骨結節のおよそ 70 mm 膝側であり、条件④を満たすには、この位置よりも坐骨結節側を支持する必要がある。

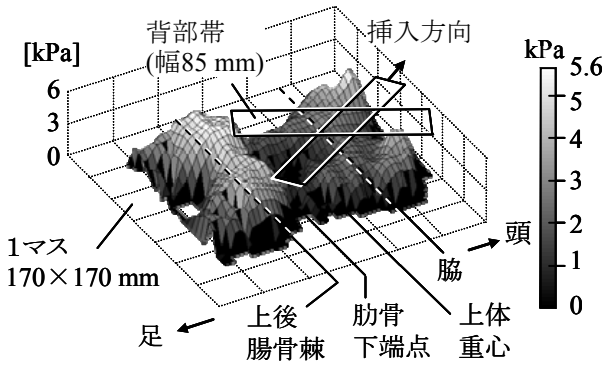
ベッドから吊り上げる際、被介助者の上体を安定させ

表1　リフト移乗の課題

1. ベッド上付け外し	2. 吊り上げ	3. 車椅子上付け外し	4. 座り直し
	 脚分離型　ベルト型		
A-1, B-1 寝返り必要 A-2:スリングに皺よる* A-3:取り付け位置不明確 B-2:長時間前傾姿勢 d　:側臥位が胸圧迫	b-1:支持面積小さい** b-2:ずれると脇圧迫** c-1:尻から落下しそう** c-2:移動時の視点高い C, a:臀部が落込む	A-4:取り付け困難* B-3:長時間前傾姿勢 B-4:脚の持上げ必要	A-5:この作業が無駄 B-5:体の持ち上げ必要 b-3 :胸の締め付け
		A:時間延長　B:腰部負担　C, a:浅座り b:圧迫痛　c:恐怖感　d:その他苦痛 大文字:介助者負担　*:脚分離型特有 小文字:被介助者負担　**:ベルト型特有	



(a) 車椅子に深座り(座面)



(b) マットレスで仰臥位(腕は胸で交差)

図1 体圧分布

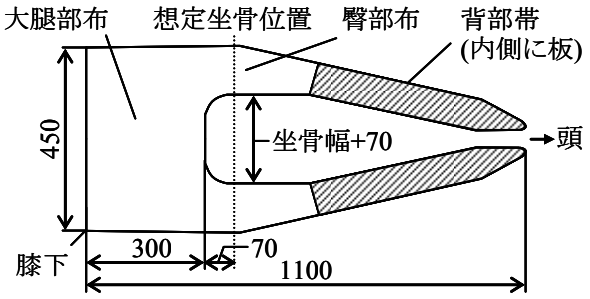


図2 提案スリング形状

るには、上体の重心位置よりも頭側を支持する必要があり、上後腸骨棘から脇まで布を敷く場合、布には合計 155 N の力が掛かる。

一方、膝下から坐骨結節の 70 mm 膝側まで布を敷く場合、布には合計 120 N の力が掛かる。

このため、臀部から背部の高圧部を避けるように U 字型にし、挿入力を小さくした。

背部の帯を背の下に通すためには、条件⑤と⑥から肋骨下端点から肩上から出せば上体の重心位置よりも頭側になり、抵抗力も小さくなる。この方向に幅 85 mm の板を挿入すると、板に掛かる力は約 80 N で背部に布を敷く場合より約 50 %小さい。実際に荷重計で板の挿入力を計測してみると約 40 N であった。また、帯を肩上から出すことで、条件⑦、⑧も同時に満たしている。

表2 付け外し時間の比較

3回平均±標準偏差[s]	脚分離	ベルト	提案
ベッドで付け	77±4	54±4	37±4**
ベッドで外し	32±2	26±2	14±1**
車椅子で付け	69±13	46±8	34±2
車椅子で外し	22±3	11±0	13±0**
合計(1往復)	200±15	137±12	98±1*

** p<0.01 * p<0.05(ベルト型比)

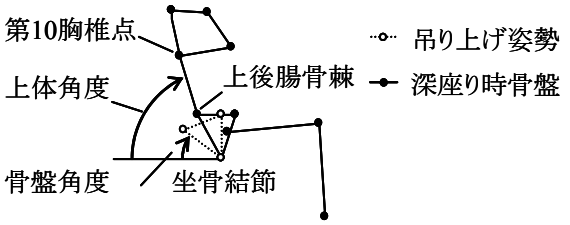


図3 吊り上げ姿勢

4. 検証実験

被介助者男性(1714 mm、71 kg)と、介助者男性(1815 mm)に、図2のような試作と従来の2種類のスリングで移乗介助を行わせ、スリング付け外し時間を比較した。表2に示す3回の計測結果を見ると、ベッドー車椅子間1往復に要する時間は付け外し時間が短いとされるベルト型スリングよりもさらに 39 秒短縮した。

また、図3に同被介助者の吊り上げ姿勢を示す。上後腸骨棘と第 10 胸椎点を結ぶ直線が水平線となす角度を上体角度、坐骨結節と上後腸骨棘を結ぶ直線がなす角度を骨盤角度と定義すると、上体角度が 73° まで起きた時でも臀部は落込まず、骨盤角度は 61° となった。一般的な座面角度5° の車椅子に深座りした時の骨盤角度は 37° であるため、座り直しは不要となる。また、吊り上げ時の圧迫痛や恐怖感の訴えもなかった。

5. おわりに

被介助者、介助者双方の負担に配慮することで、新たな負担を生じず、作業時間が低減できるスリングの形状条件を明らかにし、実験によってその妥当性を示した。今後このスリングに適した可動フレームの設計を行う。

参考文献

1) 岩切一幸, 高橋正也, 外山みどり, 平田衛, 久永直見:高齢者介護施設における介護機器の使用状況とその問題点, 産衛誌, 49, 12-20, 2007.

2) 冨岡公子, 栄健一郎, 保田淳子:移乗介助におけるリフトの腰部負担軽減の効果ー介護者の介助技術の習得度を考慮した有効性の検証ー, 産衛誌, 50, 103-110, 2008.

3) 吉川徹, 原邦夫, 酒井一博, 渡辺明彦:天井走行型リフトの導入が介護者の腰部負担軽減に及ぼす効果, 産業医学ジャーナル, 26, 41-47, 2003.

タッチパネル操作時の手による画面の遮蔽がその操作性に与える影響について

○西村崇宏、瀬尾明彦、土井幸輝
（首都大学東京大学院システムデザイン研究科）

Evaluation of Influence That Hand Shadowing in Touch Panel Gives Its Usability

Takahiro NISHIMURA, Akihiko SEO, Kouki DOI
(Tokyo Metropolitan University, Dept. of System Design)

1. 緒言　ディスプレイ画面に直接操作スイッチが表示されるようなタッチパネル機器は，我々の日常生活において広く利用されるようになってきている．タッチパネルは表示画面と操作画面が一体化しており，直感的に操作することができるという特長をもっている．しかし，指で直接画面に触れて操作を行うという特性上、指や手で画面に表示されるスイッチなどを覆い隠してしまい，手で遮蔽されたエリアに対してスイッチなどのターゲットに対する視覚的な認知が困難になるという問題がある．このようなことから，タッチパネルにおけるインタフェース設計を行う際は，手による遮蔽を考慮する必要があると思われるが，その設計指針はまだ完備されていないのが現状である．

そこで本研究では，タッチパネル操作を行う際の手によるスイッチの遮蔽が，その操作性に及ぼす影響を調べることで，タッチパネルにおけるインタフェース設計指針構築のための基礎的データを得ることを目的とした．

2. 方法

2.1 被験者　被験者は 22 歳から 24 歳までの健康な大学生 10 名（22.9 ±1.0 歳（平均年齢±標準偏差））で，平均身長と平均体重はそれぞれ 173.5 ±5.4 cm（平均身長±標準偏差），64.3 ±5.4 kg（平均体重±標準偏差）である．なお，本研究は，当大学の研究倫理委員会の承諾を得て実施した．

2.2 実験環境　本実験では抵抗膜方式の 17 インチタッチパネル（アイ・オー・データ機器製 LCD-AD171F-T）を用いてタッチパネル操作作業を行ってもらった．実験タスクは，画面中央に表示されるスタートスイッチを押し，指を初期位置に配置した状態で，次に 35 個のスイッチの中からランダムで表示されるスイッチを押してもらい，再びスタートスイッチに指を戻すという作業を各スイッチが 2 回ずつ押下されるまで行ってもらった．スイッチのレイアウトを図 1 に示す．また，実験順序による結果への影響を考慮し，被験者ごとに実験条件をランダマイズして計測を行った．パネルの押し方については，作業を行う前に，できるだけ「早く，正確に」押すよう教示し，操作には十分慣れてもらってから実験を行った．実験の概略図を図 2 に示す．

実験要因としてパネルの表示面傾斜角度を，パネルが水平になっている状態を 0 度，垂直面になっている状態を 90 度としたときの，0 度，45 度，90 度の 3 条件とした．

2.3 解析方法　本研究では評価指標として，手によって遮蔽された画面上のエリア（遮蔽エリア），スイッチ操作時間，パネルの見えにくさの主観評価を測定した．以下に，それぞれの指標の解析方法を述べる．

遮蔽エリアに関しては，画面中央のスタートスイッチに指を置いた状態で，被験者の目の高さにデジタルビデオカメラを設置し，レンズの角度をパネルの中心に向くようにして撮影を行った．撮影した画像から手によって遮蔽されているパネル上のエリアを検出し，遮蔽エリアを求めた（図 3）．スイッチ操作時間については，タッチパネルに接続した PC を用いて，画面中央のスタートス

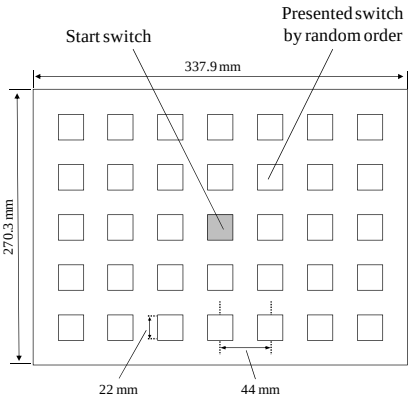


Fig.1　Layout of touch panel switch.

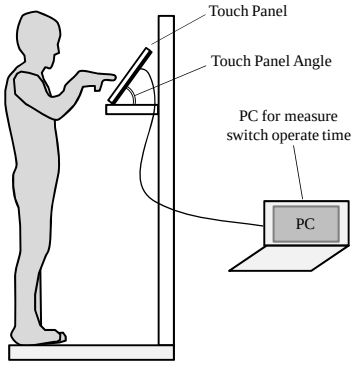


Fig.2　Experimental overview.

イッチを押下してから，次に 35 個のうちからランダムに表示されるスイッチを押下するまでの時間を記録した．また，パネルの見えにくさの主観評価は，被験者に各条件の試行が終わるごとにアンケートに答えてもらい，結果を集計した．アンケート内容は，9 等分したパネル上の各エリアに関して，1(とても見えやすい)～5(とても見えにくい)の 5 段階で評価してもらった．

3. 結果･考察　この章では，計測した各指標についての結果および考察について述べる．なお，図 4～6 に示すグラフは，それぞれ表示面傾斜角度 45 度の条件での結果である．

3.1 遮蔽エリア　図 4 に手によって遮蔽された画面上のエリアを示す．これより，表示面傾斜角度 45 度の条件では，手によって画面右下のエリアが遮蔽されておりスイッチを覆い隠してしまっていることが確認できる．遮蔽エリアに関して，表示面傾斜角度で比較をしてみると，0 度から 90 度にかけて遮蔽エリアは画面右下に収束していき，覆い隠されるスイッチも減少していく傾向が見られた．これは，パネルが垂直に近づくことで，パネル面と視線の成す角が大きくなり，パネルを上から見下ろすような姿勢になるため，手と画面の間に空間が空いたためだと考えられる．

3.2 スイッチ操作時間　図 5 で，表示面傾斜角度 45 度でのスイッチ操作時間の結果を示す．なお，グラフの縦軸と横軸の交点は，それぞれ 35 個の各スイッチと対応している．これより，画面右下および左上のエリアにあるスイッチに対して，操作時間が遅くなっているのがわかる．これについて，まず右下のエリアにあるスイッチについては，やはり手による遮蔽の影響が出ていると考えられる．一方，左上のエリアにあるスイッチについて指の初期位置であるスタートスイッチから同距離にある左下のエリアにあるスイッチと比較してみても，操作時間は遅くなっている．これは，左上のスイッチを押す動作は，肩関節を軸として上肢を左上に動かさなければならないのに対し，左下のスイッチは肘関節を軸として前腕をスイッチ位置までもっていく動作を要求される．この動作特性に違いによって，左上のエリアに対するスイッチ操作時間は遅くなったのだと考えられる．

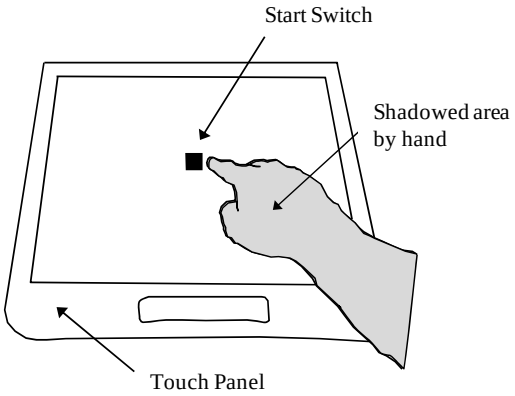


Fig.3　Shadowed area by hand.

3.3 パネルの見えにくさの主観評価　主観評価の結果を図 6 に示した．なおグラフの外枠は，タッチパネルの操作画面に対応している．この結果より、画面右下のエリアに対して見えづらいという傾向があり，先に示した遮蔽エリアの結果とよく似た傾向を示した．また，図 5 のスイッチ操作時間の結果と比較してみると，主観的に見えづらいエリアに関しては，操作時間も遅くなる傾向を確認出来た．

4. 結言　本研究では，タッチパネル操作を行う際の手によるスイッチの遮蔽が，その操作性に及ぼす影響を調べることで，タッチパネルにおけるインタフェース設計指針構築のための基礎的データを得ることを目的として，実験を行った．その結果，遮蔽エリアがスイッチ操作時間に影響を与えていることが明らかとなった．また，遮蔽エリアがパネルの見えにくさの主観評価とよく似た傾向を示したことから，作業効率および主観評価が手による画面の遮蔽に影響を受けることがわかった．

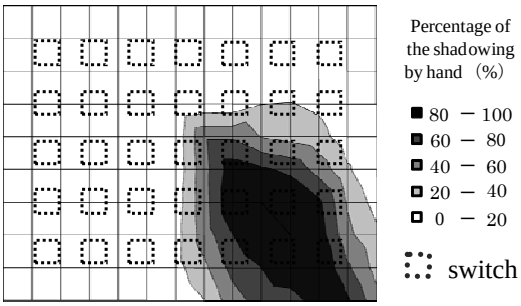


Fig.4　Shadowed area by hand on touch panel.

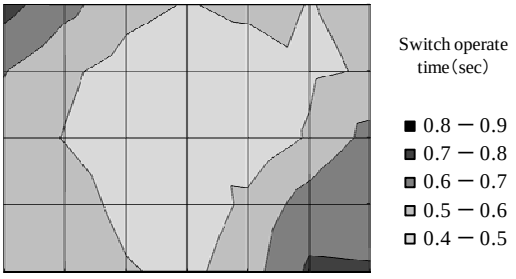


Fig.5　Switch operate time (sec).

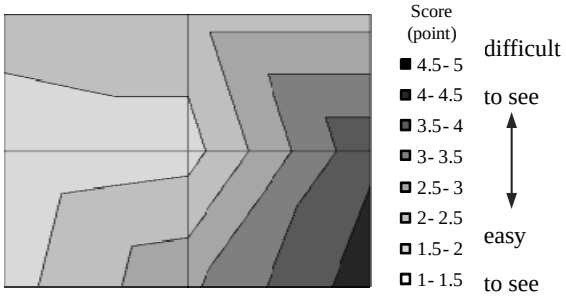


Fig.6　Subject complaint of visibility of panel (point).

自転車の安全利用を考える

岸田孝弥(中京大学心理学部)

discussion on bicycle accident

1st Koya Kishida (chukyo university)

1. はじめに

自転車は身近な交通手段として、幼児から高齢者まで幅広く利用されている。近年、地球環境問題に関する関心の高まりとともに、二酸化炭素を排出しない、環境への負荷の少ない乗り物としても注目を浴びているが、それにともない自転車にかかわる交通事故も大きな社会問題となってきた。

自転車に乗れるようになるために、誰でも空き地や公園などを利用して練習した経験があるのではなかろうか。しかし、この練習をしたときに、手助けをしてくれた、兄弟や父母が自転車の乗り方を指導してくれたことは間違いないが、その際に安全な自転車の乗り方をどの程度教えてくれるかとなるとあまり期待はできない。特に交通安全教育となるとなおさらである。

自転車は軽車両に属し、自動車や自動二輪車と同様に道路交通法をきちんと理解している必要がある。自転車専用道を除けば、道路は自転車のためにだけあるのではなく、歩行者や自動車などと一緒に利用することになる。そのため、自転車利用者が道路交通法をはじめとする法律や条例等をきちんと守り、また、良い交通マナーのもとに自転車に乗ることを心がけないと、他の道路利用者の迷惑となるばかりでなく、時には自動車等との衝突事故を惹き起こし、自身がケガをする、あるいは死に至る大事になることもある。さらに近年は、自転車の歩道走行が許可されたことに伴い、歩道上で歩行者と衝突し、歩行者にケガをさせ、時には死に至らしめるような事故もみられるようになり、暴走自転車というような有難くない名前さえつけられて、道路交通におけるやっかい者というイメージが定着しつつある。

近年の自転車利用の状況を踏まえて、地域社会での自転車安全利用について考えてみたい。

2. 自転車関連交通事故の発生状況

では、自転車関連の事故はどうであろうか。自転車関連交通事故件数は、平成 10 年には 143,017 件であったものが、平成 16 年には 187,980 件と平成 10 年より 31.4%も増加していた。平成 16 年の全交通事故の発生件数は、平成 10 年と比較すると 18.4%の増加であり、自転車関連交通事故が大幅に増加していることが明らかである。平成 16 年以降、自転車関連交通事故発生件数は、全交通事故件数と同様に減少していったが、残念ながら平成 20 年でも 162,525 件と、平成 10 年より 19,508 件、13.6%も上廻っており、自転車関連交通事故がなかなか減少しないことが明らかとなった。このような状況が平成 20 年においても、全交通事故件数に対する自転車関連事故件数の構成率が依然として 21.2%と２割を超えている結果をもたらしているものと思われる。

自転車乗用中の死者数は、交通事故全体の死者数と必ずしも連動しているわけではないが、大筋は交通事故全体の死者数と同じように減少している。ただし、死者数の減少率は大きく異なっており、全死者数では、平成 10 年の 9,211 人から、平成 20 年の 5,155 人に減少しており、4,056 人の減少 44.0%に当たるが、自転車乗用中の死者数をみると、平成 10 年の 988 人から、平成 20 年の 717 人と 271 人の減少をみているが、減少率は 27.4%にとどまっている。交通事故全体の死者数の減少と比較すると減少率が小さいことがわかる。つまり、交通事故全体の死者数を減らすためには、自転車乗用中の死者数を減らすことが必要であることを構成率の上昇が示唆している。

3. 最近の自転車事故の特徴

3-1 自転車乗用中の死傷者の年齢別の特徴

平成 20 年中の自転車乗用中の死者数、負傷者数を年齢別に分析してみる。自転車乗用中の死者数の年齢別構成比を示した。65 歳以上の高齢者が 65.0%とほぼ２／３を占めている。次いで、50～59 歳が 8.2%、60～64 歳が 7.3%を占めており、50～64 歳の高年齢層が 15.5%と高齢者層の次に多い年齢層となっている。自転車乗用中の負傷者数の年齢別構成比をみると、16～24 歳が 21.2%で最も多かった。この年齢層には高校生、大学生が含まれている。次に多かったのは、15 歳以下の 19.6%で、この年齢層には中学生、小学生が含まれている。自転車乗用中の年齢別の死者数と負傷者数の構成比の結果をみると、死者数では高齢者

がほぼ２／３を占めていたのに対し、負傷者数では、中学生、小学生の年齢層および高校生、大学生の年齢層で 40.8％と４割を占めている。すなわち、自転車乗用中の死者数を減らすための対策としては、高齢者を中心としたものが効率的といえるが、事故件数を考えれば、圧倒的に多いのが負傷事故である。前述のとおり、平成 20 年の負傷者 162,250 人のうち中学生や小学生あるいは高校生や大学生の負傷者の占める割合は 40.8％、66,198 人を占めており、早急な対策が必要なことを示唆している。なお 65 歳以上の負傷者の割合は 17.9％、29,043 人もいることから、高齢者対策の必要性を改めて感じた。

4.自転車乗用中の死傷者の法令違反の状況

平成 20 年中に自転車乗用中の事故で死傷者のあった事故 159,153 件について法令違反有無別にみたところ、違反ありが 66.5％、105,872 件であった。約３分の２の乗用者に法令違反があったということは注目に値する。また年齢層別をみると、15 歳以下では違反ありが 74.4％、16～24 歳でも 67.6％と若年層ほど、自転車乗用中に法令違反をして死傷事故を起こしていることがわかる。具体的違反をあげると、安全不確認では、15 歳以下 31.3％、16～24 歳 25.0％となっている。一時不停止は、15 歳以下 10.7％、16～24 歳 7.0％。交差点安全進行は、15～24 歳 9.3％、15 歳以下 8.7％。その他違反者の率が小さいとはいえ、15 歳以下や 15～24 歳の年齢層での違反が他の年齢層より多い違反として、徐行違反や信号無視、通行区分等の違反が認められる。これらの事実は、若年層への道路交通法等に関する知識の教育や交通法規を遵守する態度を身につけさせる等の交通安全教育をすることの必要性を示している。

5.おわりに

最近の自転車事故の事例を新聞の記事から紹介する。自転車を利用した交通安全教育がこれからますます必要となることが、この事例からも理解されるであろう。

2009 年９月 13 日（日）の朝日新聞朝刊の東京版に、高速自転車「待った」　府中・多摩川河川敷、市、衝突死を重視　凹凸舗装や条例　昨年は 23 件事故　年内にも改良へ　という見出しに、死亡事故の現場近くにはスピードを落とすよう注意を呼びかける看板が立てられた「府中多摩川かぜのみち」というキャプション付きの写真も掲載された地方版の記事である。この記事によると、昨年は自転車と歩行者、あるいは自転車同士の接触・衝突事故が 23 件起き、このうち２件は重傷事故だった。今年もすでに 15 件の事故が発生。中でも６月には歩行者と自転車が衝突し、歩行者が死亡した。原因は自転車の速度の出し過ぎと前方不注意とされている。

府中市が制定予定の「自転車安全利用に関する条例」では「かぜのみち」も一般車道や歩道と同じ「道路」に位置づけ、自転車利用者の責務として「歩行者の安全を害する行為を行ってはならない」と定めてある。また危険な運転をする自転車には市長による指導または勧告ができるという規定も盛り込むということである。

対策は①センターラインをすべて消す、②路面に凹凸を施したり、「イメージ・ハンプ」の複数個所設置、③「スピード落とせ」、「事故多発」など、注意を呼びかける看板を増設する、などである。この事例は、歩道を走る暴走自転車のケースを濃縮したような例である。事故のタイプは、近年問題となっている自転車と歩行者、自転車同士の接触・衝突事故であり、重傷事故２件、死亡事故も１件起きており、自転車事故でも重大事故が起こることも示している。

対策も、歩道を自転車通行可とするならば、歩行者の通行部分、自転車の通行部分をきちんと分けてほしいところであるが、できない場合は、「イメージ・ハンプ」や「スピード落とせ」、「事故多発」の看板を設置するなどの対策をとってほしいものである。

今までも自転車利用者のルール・マナーの向上を図る対策を取ってきたが、効果が認められたことは少ない。やはり、鉄は熱いうちに打ての通り、小学生、中学生、高校生の時に、自転車交通安全教育を継続的に受けさせ、身につけさせることが必要である。単に自転車利用者の意識向上に期待していたのでは、いつまでたっても自転車事故は減らないし、自転車と歩行者の事故は増え、死者が増えるばかりである。児童・生徒の交通安全教育の成果を待っている分けにはいかないというならば、ルール・マナー違反の自転車利用者に対する積極的な指導・取締りを行うべきであろう。

外的負荷が自転車走行に与える影響

—危険性と安全性の両面からのアプローチ—

加藤　麻樹（長野県短期大学）

Influence of load to the bicycle riders
Approach from both view points of dangerous and safety
Macky KATO (Nagano Prefectural College)

1. 自転車運転に対する負荷

自転車は身近な交通手段として広く子供から高齢者に至るまで普及しており，都市部の渋滞が激しい地区や近隣地区での移動において便利に利用されている．しかしながら，交通事故件数や死亡者数が減少傾向にあるにも関わらず，図1に示すように，自転車が関係する交通事故は増加傾向にあることが問題となっている．また，交通機関としての自転車は軽車両に属していることから，その安全管理については自動車と同様に行われる必要がある．

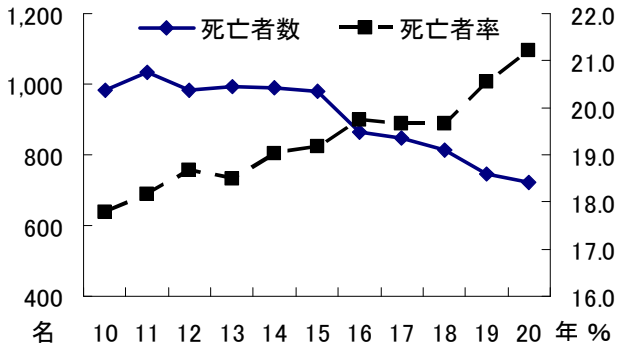


図1. 平成20年中の交通事故の発生状況[1)]

しかし，歩行者よりも速い速度であり，かつ自動車よりも遅い速度である自転車の位置づけに対する意識は，法的に示されているにも関わらず低くなっており，その中途半端な位置づけであることが間接的に危険を生じさせる要因となっているといる．

自転車に生じる危険のうち，昨今指摘されることが多いのは，自転車を運転する側の故意・過失によるものが多い．この場合主に自転車側の運転ルール，マナーの遵守の意識が求められるが， 現状では主に利用者自身の判断に依存するところが大きい．

従って自転車利用者の技術や意識に依存することなく安全性が確保できる交通環境を整える必要性が高い．そこで道路環境が運転に対して与える影響について検討し，できるだけ運転しやすく，かつ安全性が高い環境を構築することが望ましいと考える．このときの自転車の運転に影響を及ぼす要因には，上記のような意識等の内面的条件の他に，道路環境などの外的条件がある．

2. 外的な負荷による危険の増大

—段差乗り越え時に生じる振動の影響—

作業者に対する負荷は，一般的には身体的，心的負担がともに増加するため，危険性が増大することが多い．危険な負荷の一つとして，歩行者と自動車とを分離する段差の存在をあげることができる．上記の様に法的には車両の扱いではあるが，一般的には自転車は歩行者と自動車の中間に位置づけられていることが多いため，段差を越えて走行する機会が多い．車輪を使って走行する以上，段差は，自転車の運転に対して危険な要因となりうる外的負荷の一つといえる．

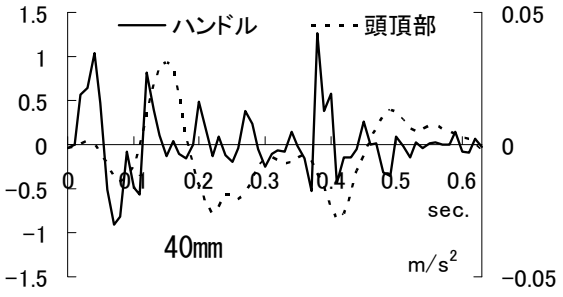


図2. 段差による自転車の振動[3)]

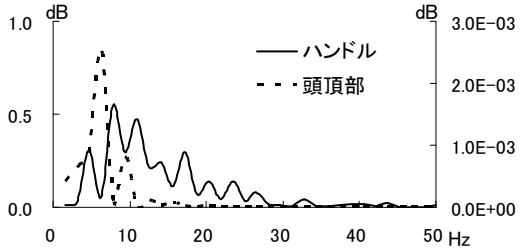


図3. 段差による振動の周波数[3)]

図２は，段差によって，自転車そのものおよび運転者にかかる振動を示している．場合によっては走行中の転倒の原因となるため．運転者は身体全体を使って振動を吸収しながら走行を続けなければならない．また図 3 では，ハンドル部分にかかる振動の周波数は段差が高くなるに従って高くなる傾向を示しているが，頭頂点の振動波形には変化が見られず，高い段差の強い衝撃

は，身体で吸収されることを示している．これは運転中のバランスを崩す原因となることから，段差そのものをなくすか，減速して接近する必要がある．この点において，いわゆるバリアフリーは車椅子利用者の利便性向上を目的としているが，自転車利用における道路の利便性においても有効であるということができる．

3．外的な負荷による安全性の向上

自転車走行路の幅員変更による走行速度変化

一方，自転車と自動車が並走する場合，その速度が遅いことから，一般的には自転車は道路の左側を走行する．このときはある程度の速度で走行することが可能となるが，その結果交差点や T 路地などでの出会い頭の衝突事故が多発している．その主な原因は自転車運転者が交差点通過において周囲の安全環境を確認せずに走行することにある．安全の確認にはある程度時間が必要であり，走行速度を落として交差点に接近することが，安全確認の時間を確保することを可能にする．そこで交差点近辺での走行速度を制御するための負荷として，道路の幅を交差点付近では狭めて表示した．

図 4 に見られるように通過時の速度は明らかに低下したため，交差点手前で安全確認の時間が確保できたといえる．ただ図 5 に示すように交差点内に入ってから減速する場合があるため，タイミングを早める必要がある．

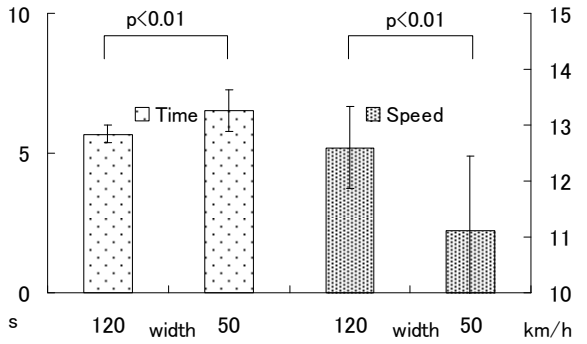


図 4.自転車専用路の幅員と走行速度との関連性 4)

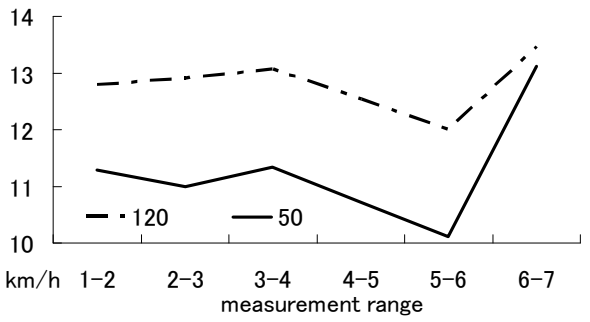


図 5.交差点通過時の幅員と走行速度の変化 4)

走行路の幅員の調整は路面上のペイントなど，他の交通機関に対する影響を極力抑えつつ設定することができるため，実施可能性に富んでいるということができる．また運転者に対しては，走行する幅が狭いことで心理的に抑制効果をもたらし，結果として走行速度を下げ，安全性の向上を可能にするといえる．

4．自転車運転に対する負荷の設定

自動車運転の安全に係る研究はこれまで多くなされてきたが，道路環境の整備をすることを主な手法としたものも少なくない．そのうち，交通事故原因としてあげられる一時不停止，安全確認違反等の誘発原因を除去し，運転者が安全を確かめてから交差点に進入できるような環境の整備は，事故の低減に有効であり，自転車についても同じことがいえると考えられる．前述のように，自転車の利用者層が前述のように多岐にわたり，かつ，免許制度などの教育システムが整っていないことから，自転車利用のルールを利用者にのみ依存して実施に至らしめるには困難を伴う．現在の交通事故発生件数のうち，2 割以上に自転車が関係している [1]ことからも，自転車の安全な運転に寄与する道路環境の整備は，交通事故発生件数全体の低減にもつながる．

ただ道路環境の整備方法として，自転車専用道路の設置等をあげることができるが，我が国の道路事情では道路幅が狭く全ての道路への設置は困難である．そこで前述の知見等では特に事故発生原因として頻度が高い交差点での一時停止をとりあげるに至っている．

一般的には負荷の増大は負担につながるため避けるべきものと考えられるが，運転については過度でない限り適度な緊張状態が保たれることが求められる．従って，前述の知見に見られるように過度に身体負担を強いるような場合は適切にその原因を排除し，自動車同様の適度な緊張状態を保つための負荷は，自転車の利用者にも与えることが検討されるべきと考えられる．

道路交通法の改正等は自転車のリスクを法的に定めることよって，利用者の意識を向上させる点において一定の効果をあげたといえる．しかし利用者の意識だけに依存することはできないため，自転車の利用環境条件を整えるための要件を集積し，実際の道路へ適用することが自転車の安全性向上において期待される．

参考文献

1) 警察庁交通局,2009

2) 加藤麻樹・下平佳江,アルコール摂取が自転車の運転に及ぼす影響に関する一研究,日本人間工学会第 45 回大会講演集,564-565,2004

3) 加藤麻樹,下平佳江,自転車走行時の車体および人体への段差の影響,日本人間工学会第 48 回大会講演集,126-127,2007

4) 加藤麻樹,下平佳江,佐藤健,交差点通過時の自転車の走行速度に対する幅員の影響,日本人間工学会第 50 回大会講演集,284-285,2009

自転車走行中におけるさまざまな危険の実験的解明

植竹　照雄（東京農工大学農学部）

Experimental research on the risks during cycling

Teruo UETAKE(Tokyo University of Agriculture and Technology)

最近の自転車事故の特徴

警察庁が毎年出している交通事故統計によると、平成 20 年中の自転車が関係する事故件数は 10 年前に比較して約 1.14 倍であり微増であったが、自転車乗用者中の死亡事故に限れば 65 歳以上の者だけで約 2/3 を占め、自転車乗用高齢者の死亡率の高さは際立っている（警察庁交通局、2009）。

自転車に関する研究動向

テーマの時代的変化から自転車に関する問題や課題が浮き彫りになる。自転車に関する研究の当初はトレーニング手段として自転車が取り上げられた（エネルギー消費、運動強度）、次いで、放置自転車を含め自転車利用者のマナーの問題（傘差し、携帯電話、タバコなど）、最近では道路利用者間の事故や軋轢の問題（歩行者対自転車、自転車対車）や道路空間の設計や地域計画の問題（歩車道分離、交通システムの変更）へと変化してきている。

自転車と道交法の改正

平成 20 年 6 月に道路交通法が一部改正され、普通自転車の歩道通行におけるルールが変更された。従来の規則である「自転車歩道通行可」の標識がある時のみ歩道通行が認められていたことに加え、「13 歳未満の子供」、「70 歳以上の高齢者」、「身体に障害をもつ者」は常時歩道通行が認められた。また、運行速度に関する規定も改正され、従来では歩道通行は徐行しかつ歩行者の通行を妨げるおそれがある場合は一時停止しなければならなかったものが、今回の改正では安全確保されれば歩道の状況に応じた速度で通行することが可能となった。このことだけから判断すると、歩行者より自転車の安全性に配慮した改正といえよう。

自転車対策の中での曖昧な位置づけ

自転車の持つ機動性は最大の特徴でもあるが、一方でそのことが問題をより複雑にしている。そこで、歩行者の立場および車の立場からみた自転車に関するアンケートを実施した。その結果、共通して抽出される因子として「自転車の行動につながる意思決定」を見極めるために歩行者および車とも「自転車利用者の視点」を意識し、常に自転車利用者の視点確認しそこから次の行動を予測したいと考えていることがわかった。

そこで、自転車のあいまいな位置づけを是正するには、歩行者および車との事故や軋轢に関係深く、なおかつ共通して問題解決につながる自転車行動学の立場からの研究が重要であり、その結果を反映する対策が極めて有効であると考えるに至った。

自転車行動学に関する実験二例

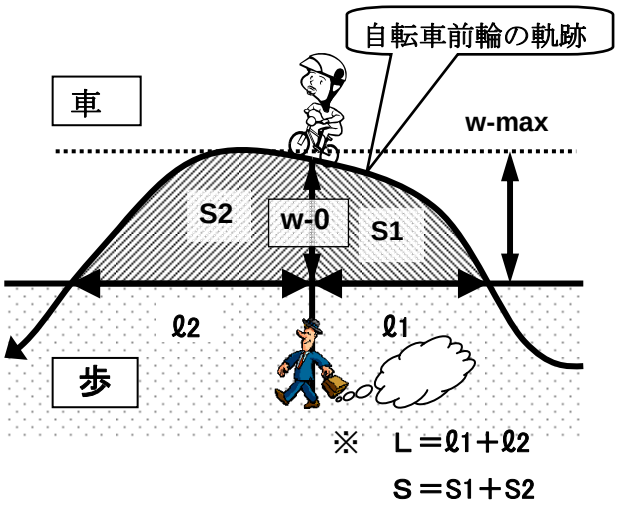
自転車が関与する事故削減の課題は大いに関心があると同時に自転車は道路空間や地域計画に際して重要な構成要素のひとつであるので、研究室として自転車行動学の立場から自転車に関する調査研究に取り組んでいる。今回はその中から二つの実験結果について話題提供する。すなわち「自転車の障害物回避動作に関する実験」と「自転車乗り上げ角度に関する実験」である。

自転車の障害物回避動作に関する実験

予測できない自転車の動きは歩行者を含む走路上の障害物を回避する際の動作と関係があると仮定し、障害物回避動作の大きさを測定した。被験者は大学生7名であり、歩道に模した幅 100cm の自転車用の実験走路を設定し、実験走路の直上にビデオカメラを設置した。また、障害物として歩行者（すれ違い、追い越し）、電柱を用意した。実験条件は 3 種類の障害物に対して回避側の2方向と傘差しの有無の 2 状況を設定した。

図 1 は実験の概要と分析項目を示している。分析項目は車道にはみ出してから障害物に並ぶまでの区間の長さ（ℓ1）およびその面積（S1）、障害物に並んでから歩道に復帰するまでの区間の長さ（ℓ2）および面積

（S2）、車道側はみ出し区間の全長（L）および全面積（S）、障害物に並んだときのはみ出し幅（w-0）、はみ出しの最大幅（w-max）である。



（図１）分析項目

Lは追い越しで最も大きく、最も車道を長く走行することを意味する。ℓ2はいずれの障害物でも差はみられない。w-0 は電柱回避よりも、回避する対象が動く追い越しや擦れ違いで小さくなる傾向があり、歩行者と接触しそうなほど接近して回避する試行もみられた。w-maxについては差が認められなかった。次に、回避方向に関しての有意差は認められなかった。運転の状態については片手で傘を差して走行すると、よりはみ出すということが明らかとなった。

自転車乗り上げ角度に関する実験

自転車が車を回避するため車道から歩道に移動する際に車輌乗り上げ部を通過する。そのときの進入角度や乗り上げ部の材質が乗り上げ成否に及ぼす影響を明らかにした（図 2 参照）。

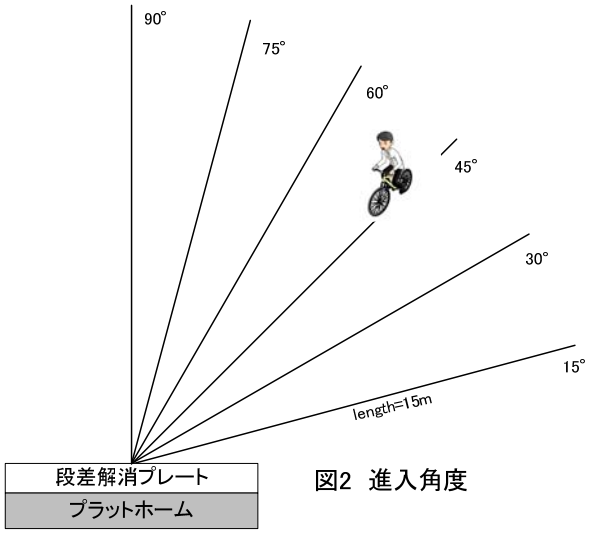


図2 進入角度

被験者は年齢が 20～60 歳にわたる日常的に自転車を利用している成人 20 名（男女各 10 名）である。実験で用いた自転車は一般に市販されている普通自転車であり、実験時の自転車走行速度は被験者が日常的に自転車を利用している時の速度とした。また、乗り上げ部の材質として4種類段差解消プレートを用意した。すなわち、高さ 50mm のコンクリート製、高さ 50mm の金属の補強ありコンクリート製、高さ 20mm のプラスチック製、高さ 10mm の再生ゴム製である。

表１. 乗り上げ成否の結果

プレートの種類	気象条件	15°	30°	45°	60°	75°	90°
コンクリート製 金属補強なし	晴天	一部不可	可	可	可	可	可
	雨天	不可	可	可	可	可	可
コンクリート製 金属補強あり	晴天	不可	可	可	可	可	可
	雨天	不可	一部不可	可	可	可	可
プラスチック製	晴天	可	可	可	可	可	可
	雨天	可	可	可	可	可	可
再生ゴム製	晴天	可	可	可	可	可	可
	雨天	可	可	可	可	可	可

表１は実験の結果を表している。最も滑りやすかったのは金属の補強ありコンクリート製であり、反対にもっとも滑りにくかったものは再生ゴム製であった。コンクート製は雨に濡れると滑りやすくなるが、プラスチック製と再生ゴム製は雨天時でも晴天時と変わらなかった。

進入角度別に検討すると、濡れている時の 15° ではコンクリート製（金属の補強あり/なし）は前後輪とも乗り上げることはできなかった。また、乾いている時の 15° でコンクリート製（金属補強なし）および濡れている時の 30° でコンクリート製（金属補強あり）は後輪がすべって乗り上げられない者が存在した。進入角度が 45° 以上になると、条件および材質に関係なくどのプレートでも前後輪とも乗り上げることができた。

現行の車輌乗り上げ部の規格は 50mm のコンクリートとなっているが、自転車が車道から歩道に移動する際に転倒しやすくたいへん危険であることがわかった。

自転車走行の安全性の確保に向けて
自転車は歩道を走行すべきか

古倉　宗治(㈱住信基礎研究所・京都大学客員教授)

The Method of Promoting Bicycle Traffic Safety
Should People Ride Bicycle on Sidewalk in Japan?

Muneharu Kokura (Stb Research Institute Co.,Ltd :Guest Professor of Kyoto University)

0.はじめに

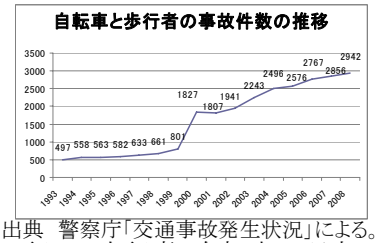
自転車は健康によく、経済的であり、さらに環境にやさしいとされており、最適な交通の移動手段である。しかし、放置問題とともに、その安全性確保が課題とされている。そこで、自転車の安全の確保のための方策について、その走行空間の在り方に関する知見を得るものとする。

1.自転車の通行の実態

1978 年の道路交通法の改正により、本格的に自転車の歩道通行が認められ、以来、自転車の歩道走行を前提に空間の整備が行われ、これにより、自転車の安全な走行空間は歩道であるとの国民的な共通の認識が形成されてきた。この 1978 年の道交法の改正は、「歩行者に対する危険性はあるが、自転車が車道で非常に危ないがゆえに、やむを得ず歩道に上げる」とされた(昭和 53 年の国会での道交法改正の審議における政府答弁)。そして、自転車の走行空間の最近の実態は、著者のアンケート調査によると、福島市及び静岡市では、「たいていは歩道」43.4%、「たいていは車道」9.8%、「歩道と車道が半々」46.1%となっている[1]。また、東京都では、歩道 6.3%、車道 49.7%、半々 44.0%となっている[2]。これらのことから、この「半々」を半分ずつとして計算しても、全体としておおよそ 7 割程度は歩道走行されていると考えられる。また、交差点では歩道通行割合が非常に高いとする調査[3]がある。このように、わが国では、実態的に自転車は歩道通行が主流であることが明らかである。

2.自転車の歩道走行の問題点

自転車の歩道走行の問題点としては、①歩行者の事故の多発、②歩行者の安心通行の阻害など歩行者側の安全上の問題点のほか、後に述べるように、③自転車の危険性、④自転車のルール不遵守の意識の醸成など自転車側にも大きな問題点が指摘できる[4]。歩行者及び自転車の事故件数は、警察庁の統計では、図のように推移しており、ここ10年で約4.5倍と増加が著しい。自転車の歩道走行は、歩行者・自転車の双方にとって事故の危険性が高くなっており、このため、平成19年には国の基本方針として、交通対策本部決定(「自転車安全利用五則」)として、「自転車は車道が原則、歩道が例外」とされた。



出典　警察庁「交通事故発生状況」による。

3. 自転車の走行空間の状況

世界の自転車走行空間の状況の状況を見ると、自転車先進国オランダでも、自転車道・専用道は全延長の16.5%であり、また、市街地の道路に占める延長は13.5%とわずかである。また、自転車に力を入れている世界の都市では、極めて長い延長を有しており、立派な自転車道を有しているかに見える。しかし、この空間を見ると、多くの都市では、自転車と自動車が共用する車道空間をネットワーク空間に大きく取り込んでいる。自転車専用空間と共用空間の比率がわかる自転車推進都市の計画では、次のようになっており、専用化(専用道及び専用レーン)の率は半分以下である。しかし、このような共用空間による自転車を促進する国の自転車事故の死者数は、大幅に減少している(蘭、独、英、仏等20年間で7～6割減)。

オランダの道路延長	現状	割合
道路合計	113,400	100.0%
うち自転車道・専用道	19,000	16.8%
市街地の道路	55,200	100.0%
うち市街地の自転車道・専用道	7,450	13.5%

出典　自転車交通に関する欧州調査団報告書 2000 年

自転車走行空間延長	
ニューヨーク	2896 km
ロンドン	900 km
パリ	600 km
ベルリン	620 km
サンフランシスコ	205 km
東京	35.1km

出典　各都市の計画による。

各都市	総延長	共用部分	専用部分	専用化率
サンフランシスコ	205	142	63	30.7%
シカゴ	500	266	234	46.8%
シアトル	454.7	235.1	219.6	48.3%
サスカトーン	70.7	48.3	22.4	31.7%

出典　各都市の計画をもとに、古倉計算(マイル表示)

---

1 福島市及び静岡市における住民アンケート調査(平成 15 年実施)N=761

2 東京都「平成１８年度第２回インターネット都政モニターアンケート自転車の安全対策」N=495

3 (財)全日本交通安全協会「自転車の歩道・車道通行実態の分析に関する業務報告書」平成 19 年 3 月

4 内閣府「交通安全に関する世論調査」平成 15 年(該当問いは回答者 831 人)にもこれらのことが指摘されている。

4.自転車事故の大半は交差点

我が国の自転車に係る交通事故のうち 71.1%は交差点内での事故であり、特に信号機のない見通しの悪い交差点で多く発生している。これに対して、自転車事故以外の交差点事故の割合は 43.0%である。自転車は、交差点(特に、信号のない交差点)での事故発生を防止すれば、大半を防げる。

自転車事故の発生箇所(平成 13、単位%)

交差点		交差点以外（単路）			
信号機有り	信号機なし	歩道・車道区分有		歩車道区分無	その他
		車道	歩道		
20.1	51.0	12.6	7.2	7.5	1.7

出典　交通事故総合分析センター依頼資料　自転車事故数 175223 件

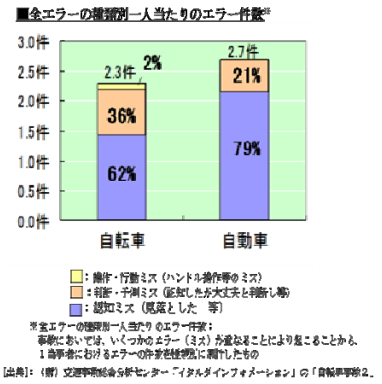
5.単路部の自転車のひっかけ事故は極めて少ない

これに対して、単路部(歩車道区分あり)車道の自転車事故は、12.6%と少ない。さらに、自動車と自転車の事故のうち、後ろから来た車両との追突事故[5](自転車のひっかけ事故)の割合は 3.7%[6]であり、その他の自動車事故の追突事故の割合が 48.1%であるから、極めて低い。

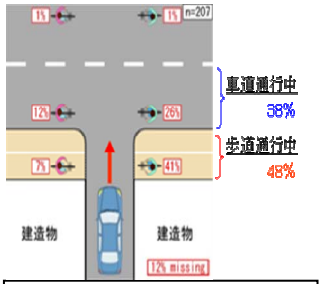
6.交差点における歩道走行からの侵入が大きな原因

このような交差点事故の多い原因は、次の通りである。

①自転車と車両の事故の原因の多くは、自転車・自動車とも**認知ミス(見落とし)**が原因であり(右図の 293 サンプルでは自転車側 62%、自動車側 79%)、逆に**操作ミス(ハンドルのふらつきなど)**はほとんどない(同自転車側 2%、自動車側 0%のみ)。



②交差点(特に信号機のないもの)に進入する自動車からは、視認範囲の関係から、交差点に歩道から進入する自転車を認知しにくいため、自転車が歩道を走行している割合の高い日本では、認知ミスによる事故が起きる可能性が特に高くなり、交差点の事故が圧倒的に多い原因につながる。アメリカ連邦交通省の調査をもとに、歩道通行比率の推計を加味して計算すると、図のような交差点で、歩道通行のほうが車道通行よりも、5.0 倍危険であると推計される。日本もサンプル数はわずかであるが同様の調査があり、歩道左側から交差点に進入する自転車事故が多い。

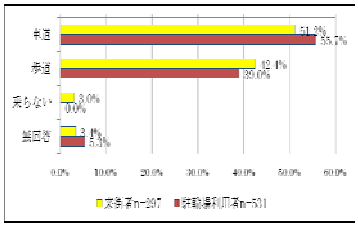


注　歩車道の通行比率（1 対 4）の推計を加味すると、5.0倍歩道が危険である。(48×4／38) 出典　連邦交通省資料

7. 自転車の安全性確保の方策

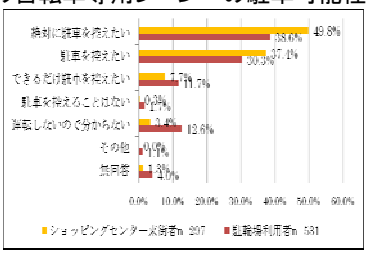
①共用空間については、以上のように、車道走行の方が、数多くある交差点での通過の際の認知ミスの防止と、単路部で後方から接近する自動車の認知ミス・操作ミスの少なさの両面から、事故は少なく、一般的には安全である。これに、走行空間の安全性評価と情報提供(地図、看板など)があれば、安全性はより向上する。また、アンケート調査[7]では、右図のように、車道走行の方がルールをより意識するので、ルール遵守の安全走行が期待される。

ルールを意識する走行位置



②空間確保が可能であれば、専用空間を設置する方が安全性はより高い。この場合、同アンケートではほとんどの人がまず安全性の確保を自転車より歩行者を優先し(90%)、また多くが自転車と歩行者の分離を求めている(76.5%～86.5%)。歩道上の「自転車通行位置の指定」は完全分離ができないため、自転車専用レーン又は自転車道が必要である。自転車道は両則に 2.0m 以上と柵の空間を確保する必要があるが、現実的に既存道路にこのような大空間を確保することは難しく、また、対面通行での危険性があり、かつ、沿道の荷物や人の乗降などの必要から柵等に抵抗が強い。これに対して、自転車専用レーンは両則に 1.0m 以上の空間で済み、また、対面通行ではなく、かつ、歩道通行可も可能である(自転車道はできない)。この場合に、自転車専用レーンは柵等がないため自動車の違法駐車の可能性があるが、これついては、同アンケート調査では、目立つカラー舗装等により駐車を控える人がほとんどで、行政の専用レーンの目立つ色・看板等広報啓発の努力が有効である。

目立つカラー舗装と駐車禁止の看板の自転車専用レーンへの駐車可能性



③その他自転車の位置付けの明確化、案内標識等も安全性確保に有効である。

---

5 引っ掛け事故：自動車が自転車の後ろから来て、相互の空間を取らずに自転車と接触する事故（自転車乗車中に自動車の追い越し・追い抜き及び追突により発生した事故）

6 （財）交通事故総合分析センターへの依頼資料による。

7 東京近郊駅の駐輪者及びショッピングセンター来街者に対するアンケート調査（2009 年実施）

道具や機器の操作時に痛みを伴う一時的障がい者における手の負担軽減に関する研究

－負荷の少ない手の開き状態の把握－

○庄司宏明(千葉工業大学大学院工学研究科)、上野義雪(千葉工業大学)

Study on temporary disabilities of the pain in hands with operating tools or equipment.
Research on the width of palm opening with less pains.

HiroakiShouji(Graduate school of technology,Chiba Institute of Technology),YoshiyukiUeno(Chiba Institute of Technology)

1．研究の目的

人間は、道具や機器を使用する場合、指の伸屈により操作を行っている。しかし、操作時に痛みを伴う「一時的障がい者」としての「関節リウマチ患者」の場合、操作時における指の伸屈が痛みを発生させる。道具や機器の操作において、指の伸屈は必要不可欠であり、伸屈を制限された動作は困難である。操作時に痛みを伴う一時的障がい者からすれば、この伸屈が心理的にも身体的にも大きな負担が伴う。

本研究では、手に負荷のかからない開き具合として「指が軽く内側に曲がった自然な開き具合」を把握しこれを基本状態として、負荷がかかった場合の開き具合を調べる。これらをもとに手の負担を軽減する道具や機器設計に応用可能な負荷の少ない開き具合を明らかにする。

2．痛みを伴う一時的障害者

本研究では、「関節リウマチ患者」を操作時に痛みを伴う一時的障害者の一例として捉える。「関節リウマチ患者」は、およそ70万人存在し、発生頻度は毎年約1万5千人である。若年者から高齢者まで幅広く、症状として手足を始め身体中のあちこちが炎症とともに「痛み」特に、手指が腫れ、こわばりを伴う。上記のような症状から操作における負担が大きく、障がいが起こる。このように、常に障がいがあるのではなく、一時的に障害を持ってしまうことを「一時的な障がい」と定義する。

3．計測方法の検討

手の基礎的状態の把握として手の自然な開き具合を計測する。計測は利き手について紙粘土により、握り部分の断面を計測することによって開き具合を把握する。

被験者は、成人男子3名（平均年齢22.5歳、平均身長174.2cm、平均体重67.1kg、右利き2名：左利き1名）とする。

計測手順は、①着座姿勢で上肢を脱力させた状態で、机上に上肢全体を乗せる。②手のひらより大きめの紙粘土を静かに握らす。(図1) ③微量な力で何度も紙粘土を握り、①で作った手の形になるまで作業を繰り返す。(図2)

計測の結果、第2、3指の開きが大きい。これは、操作に必要な指は第2、3指でありこの開きにより様々な操作を可能にしていると考えられる。第1指は、開きが小さいがその原因として紙粘土使用による余計な握りと考えられる。しかし、第1指は独立し、対向性があるため、握る動作などを可能にしている。以上から、第1～3指が操作に大きく関わる指

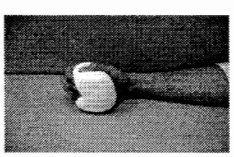


図1．紙粘土計測方法

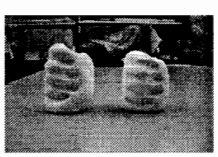


図2．紙粘土計測

である。

今回の計測では、紙粘土計測のため測定点が不明確であった。紙粘土を使用しなくても、実測での計測が可能であることがわかった。

4．測定点の検討

計測方法の検討を元に参考文献による測定点から実測で手の自然な開き具合を計測する。測定点は、5指における指先点を始点に、基節骨近位部にあるしわ、掌側屈曲線の中央を終点とし、その直線距離を計測する（図3)。計測器は、マルチン式人体計測器を使用する。

被験者は成人男子9名（平均年齢22.5歳、平均身長174.2cm、平均体重67.1kg、右利き：7名、左利き：2名）とする。

計測の結果、第1指、第2指、第3指の指の開きが大きいことがわかった。測定点および計測方法の目安をつけることができた。

5．伸屈の曲がり制限を痛みとした場合の測定方法

指の曲がり制限による状態変化の把握として負荷を与えた場合の開き具合の変化を、手の自然な開き状態にテープを貼り、痛みを伴う一時的障がい者の指にかかる操作負荷を作りだし、負荷の少ない場合の開き具合、負荷の多い場合での開き具合の把握を行う。

被験者は第4章と同様とする。

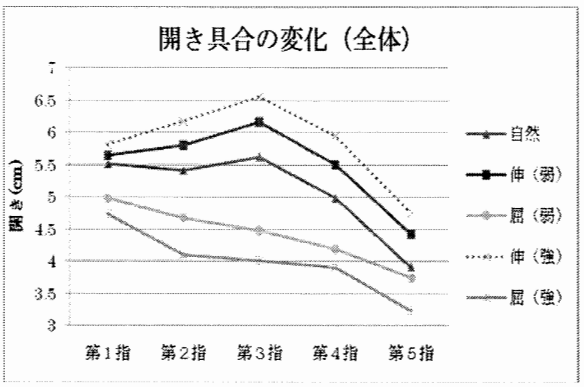
計測手順は、①測定点に印をつける。尺骨茎突点と橈骨基突点を結ぶ（図3）②手の自然な開き状態で、各指の指先点と第1関節の中間を始点に、尺骨茎突点と橈骨基突点を結ぶ線まで、セロファンテープを貼る（両面）（図4）③伸屈をした場合に、テープの張りを強く感じる伸屈、弱く感じる伸屈時の開き具合を計測する。

計測の結果、伸屈を比較すると伸ばしのほうが負荷を伴いやすいことがわかった。(表1)これは、人間はもともと指が軽く内側に曲がった状態が基本状態であり、指を伸ばすことで、より筋を使用したためと考えられる。自然な開きが負担軽減に重要であることがわかった。

図3.手の測定点

図4.テープによる指の制限

表1. 開き具合の変化



6．まとめ

自然な開き具合は、第1指(5.5cm)、第2指(5.4cm)、第3指（5.6cm)、第4指（5.0cm)、第5指（3.9cm)が基本形であることがわかった。負荷を軽減させるには第1指：5.0～5.6cm、第2指：4.7～5.8cm、第3指：4.5～6.2cm、第4指：4.2～5.5cm、第5指：3.7～4.4cmが範囲内であることがわかった。得られた数値を元に、道具や機器設計に応用することにより、手の負担を軽減できると考えられる。

今後の展開

モノと関わる手には様々な計測項目が存在することがわかった。さらに計測項目を増やすことが今後の課題である。また、客観的評価も行う予定である。

参考文献

1）生命工学工業技術研究所編：科学設計のための人体寸法データ

2）小原二郎・内田謙・上野義雪・八田痴一利：計測値のデザイン資料　人体を測る

重量物挙上動作における重量と姿位の違いが腰部負担・腹横筋に与える影響

笠井将也〔1　田所祐介〔1　長谷川哲也〔1　勝平純司〔1　吉川幸次郎〔2
（１：国際医療福祉大学保健医療学部理学療法学科
（２：国際医療福祉大学大学院医療福祉学研究科

Effect of different lifting load and posture
on the low back load and abdominal transverse muscle

Masaya Kasai〔1 Yusuke Tadokoro〔1 Tetsuya Hasegawa〔1
Junji Katsuhira〔1 Koujiro Kikkawa〔2
(1: International University of Health And Welfare
(2: Graduate school of International University of Health And Welfare

【はじめに】

我が国の筋骨格系傷害を有する者の中で、腰痛を訴える者が最も多いことが報告されている。また、労働災害の申請件数においても腰痛症が最多である。さらに労働者の中でも重量物運搬作業従事者に腰痛者が多いと報告されている。腰痛を防止するために重量物を取り扱う際には数々の対策がなされているが、その１つとして重量物挙上動作方法の指導が病院・企業などで行われている。重量物挙上動作には、主にSquat法(体幹直立位、膝関節屈曲位)とStoop法（体幹屈曲位、膝関節伸展位）があるが、前者が指導されることが多い。しかし、過去にはSquat法がStoop法と比較して腰部負担が大きいとしている研究[1)]や両者に差がないとしている研究もあり、どちらの方法が腰痛防止に有効か明確な見解は得られていない。

重量物挙上動作に関する研究は、三次元動作解析装置を用いて椎間板圧縮力を検討したもの[2)]、筋電図を用いて筋活動を検討したもの[3、4)]がある。さらに近年では、超音波画像診断装置を用いて腹横筋の筋活動を検討したもの注目されている。しかし、3つのパラメーターを同時に計測し、複合的に腰部負担を検討した研究はない。

そこで我々は三次元動作解析装置・筋電図計・超音波画像診断装置を用い、Squat法・Stoop法による挙上動作時の椎間板圧縮力・筋活動・腹横筋筋厚を同時に計測し、比較検討することで、どちらの方法が腰痛防止に有効か明らかにすることを目的とした。

【方法】

〔対象〕被検者は脊柱に整形外科疾患の既往のない健常成人男性 10 名(平均年齢 23.2±3.11 歳、身長174.5±4.64cm、体重63.5±5.4kg)を対象とした。

〔測定機器〕測定機器は三次元動作解析装置(VICON 社製 VICON612)、表面筋電図計(Biometrix 社製 SX230)、超音波画像診断装置(東芝社製SSA-220A)を用いた。

〔測定方法〕Squat法とStoop法の2種類の動作で台上(45cm)の重量物(5kg,10kg,15kg,20kg)の挙上動作を行った。施行順序は肢位、負荷重量をランダムに組み合わせ決定した。

被検者には22個の赤外線反射マーカー、表面筋電図計(脊柱起立筋)、および超音波画像診断装置のプローブ(側腹部)を貼付した。そして、動作中の椎間板圧縮力、脊柱起立筋筋活動、腹横筋筋厚を計測した。データを同期させるために3つの装置と感圧センサーを画像合成装置によってリンクさせ、動作開始前に感圧センサーの信号を入力し、動作開始点とした。

〔解析方法〕得られた筋電図に関しては、最大筋活動に対する割合(以下%MVC)を求めた。最大筋活動は被験者の背部に抵抗を加え、それに抗するように体幹を伸展する方法で測定した。

腹横筋の解析はプローブからの動画をDVD上に記録し、動画を画像編集ソフトVirtualDubModを使用して連続した静止画像へと編集した。そのうえ

で、椎間板圧縮力の最大値を示した時点における腹横筋の静止画像を image J ver1.37 を用いて測定した。測定部位は、腹横筋の筋膜に対し垂線を引き、筋厚が一定の幅になっている部分とした。

統計処理は肢位と重量に関して二元配置分散分析を行い、その後 Bonferroni 法による群間比較を行った。

【結果】

椎間板圧縮力、脊柱起立筋筋活動、腹横筋筋厚が最大値を示す時期はほぼ一致していた。

Squat 法と Stoop 法の各パラメーターにおける二元配置分散分析では、交互作用は認められなかった。また、同一動作における重量間での群間比較は、Squat 法･Stoop 法ともに各重量間で椎間板圧縮力の有意な増加を認めたが、脊柱起立筋筋活動・腹横筋筋厚は Squat 法のみ 20kg で有意な増加を認めた(図 1)。

【考察】

先行研究で腹横筋が収縮すると胸腰筋膜の緊張と腹圧上昇がおこり、脊柱剛性が高まると報告されている。本研究では腹横筋の収縮時期が椎間板圧縮力最大時とほぼ一致しているという結果が得られ、先行研究の結果を支持している。

二元配置分散分析の結果、Squat 法と Stoop 法は重量の変化において各パラメーターで交互作用はみられなかった。つまり椎間板圧縮力、脊柱起立筋筋活動、腹横筋筋厚の観点からはどちらが腰痛防止に有効か断定することはできない。しかし、同一肢位の重量別群間比較の結果、Squat 法のみ 20kg で脊柱起立筋筋活動と腹横筋筋厚が有意に増加していた。このことから Squat 法は重量物の負荷が増大したとき、脊柱起立筋・腹横筋の収縮が得られやすい姿位であると考えられる。

床からの重量物挙上や移乗介助など、より負荷が大きい条件ではより腹横筋の役割が必要となり，肢位間に差が生じる可能性があるため、今後の検討課題とする。

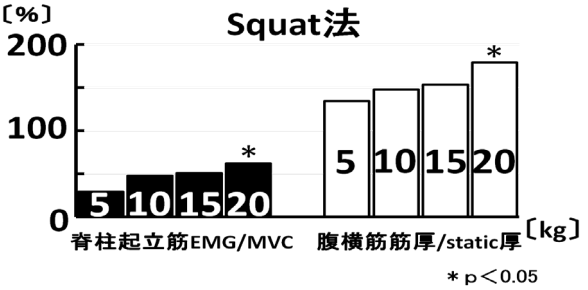


図１ 重量の違いによる脊柱起立筋, 腹横筋の比較

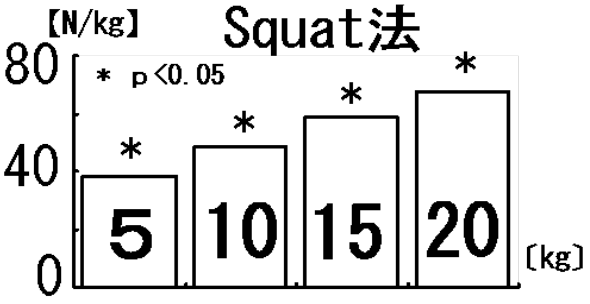


図２　重量の違いによる椎間板圧縮力

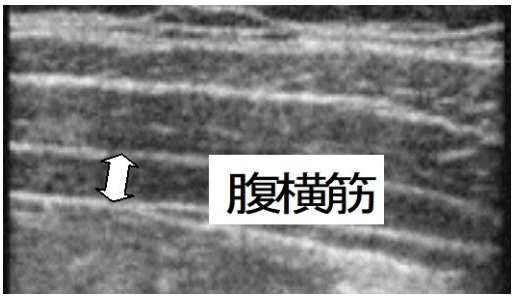


図３　超音波診断装置による腹横筋

【参考文献】

1）藤村昌彦，弓削類：重量物持ち上げ動作における関節モーメントの検討. 日本職業・災害医学会会誌 Vol. 54. No. 3

2）Idsart Kingma, Gert S Faber, Anja JM Bakker, Jaap H van Dieen：Can Low Back Loading During Lifting Be Reduced by Placing One Leg Besede the Object to Be Lifted ？. 2006;86, 8;ProQuest Health and Medical Complete

3）藤村昌彦，奈良勲：重量物持ち上げ動作における腰痛症発生機序に関する筋電図学的研究. 日本職業・災害医学会会誌　2004 Vol.52：341～347

4）岩崎富子，伊藤元，山田道廣，田中繁：筋活動より見た持ち上げ動作. 臨床理学療法　第４巻　第１号

5）斉藤昭彦：腰痛に対するモーターコントロールアプローチ. 2008;28-42

腹筋の活動を賦活させる体幹装具 Trunk Solution の開発と評価

勝平純司(1　吉川幸次郎(2 安井匡(3　堀内和禎(3　笠井将也(1　田所祐介(1　長谷川哲也(1
（１：国際医療福祉大学保健医療学部理学療法学科
（２：国際医療福祉大学大学院医療福祉学研究科
（３：川村義肢株式会社

An invention and estimation for Trunk Solution activating abdominal muscular activities

Junji Katsuhira(1 Koujiro Kikkawa(2 Tadasi Yasui(3 Kazuyoshi Horiuchi(3 Masaya Kasai(1 Yusuke Tadokoro(1 Tetsuya Hasegawa(1
(1: International University of Health And Welfare
(2: Graduate school of International University of Health And Welfare
(3: Kawamura Gishi corp.

【はじめに】

我が国の有訴者に占める割合のうち腰痛者が最も多いことが報告されており，腰痛は国民が抱える慢性疾患となっている．腰痛の治療には主に外科的な治療で患部を切除する方法と，状態を安定させるまで保存する方法が用いられる．術後や保存療法が用いられる際には体幹や骨盤を固定することを目的にコルセットに代表される体幹装具が数多く処方されている．しかしながら，体幹装具を長期間装着すると体幹と骨盤が固定されてしまうため，腹筋や背筋などの体幹筋群は活動が制限され弱化してしまうことが以前から指摘されている．体幹筋群の弱化は特に腹筋群に認められ，腹筋が弱化してしまうと脊柱のアライメントを適正に保つことが難しくなる．先行研究において，筋電計から得られる筋活動を指標として，体幹装具を装着した際の腹筋群と背筋群の評価が行われている．先行研究では，腹筋と背筋いずれか，もしくはどちらかの活動が低下すると報告したものや，背筋の活動は高まるとしたものが散見される．しかしながら，体幹装具装着時に腹筋の活動が高まると報告した研究はない．そこで，我々は脊柱のアライメント保持に重要な役割を果たす腹筋群の活動を装着した際に高めることのできる抗力を具備した継ぎ手を有する体幹装具 Trunk Solution(仮称)を開発した．

本研究の目的は，筋電計から得られる腹部浅層筋である腹直筋の活動と超音波画像診断装置から得られる腹部深層筋である腹横筋の活動を指標として Trunk Solution 装用の客観的効果を示すことである．

【方法】

〔Trunk Solution の仕様〕

Trunk Solution（以後 TS）の仕様の模式図を図１に示す．腰部支持体は骨盤部に固定されている．骨盤部両側に位置する継ぎ手の一方は腰部支持体に固定され，他方は金属支柱を介して上部支持体に結合し胸部を前方から押すように働く．通常の立位では上部体幹の重心位置は黒丸で示す腰部回転中心よりも前方に位置する．これにより，上部体幹の重心にかかる重力のベクトルは腰部関節の前方を通過するため腰部は脊柱起立筋などにより体幹を後屈するモーメントを発揮する．一方 TS 装着時には回転軸が発揮する上部支持体により体幹を引き起こす抗力により，上部体幹の重心が常に後方に押し戻す力を受ける．これにより，上部体幹の重心にかかる重力と上部支持体が胸部を押す力の合力のベクトルが黒丸で示す腰部回転中心よりも後方を通過し，腰部関節は腹筋などにより前屈モーメントを発揮させることが可能となる．

〔対象〕被検者は脊柱に整形外科疾患の既往のない健常成人男性 8 名(平均年齢 23.1±3.37　身長 174.3±4.71 体重 62.1±5.28)を対象とした．

〔計測条件〕歩行計測－被験者には，体幹装具未装着（以後 NORMAL）歩行，TS 装着歩行，TS と最も形状の近い既存の体幹装具ジュエット式体幹装具装着（以後ジュエット）歩行の３条件で，自由速度による歩行を行わせた．

静止立位と体幹前屈の計測－TS 装着の有無で静止立位および体幹 30 度前屈位の計測を行った．

〔測定方法〕歩行計測－歩行計測には三次元動作解析装置(VICON 社製 VICON612)，表面筋電図計(Biometrix 社製 SX230)を用いた．被験者には 22 個の赤外線反射マーカーを貼付し，歩行周期の同定に用いた．また，表面筋電計を脊柱起立筋と腹直筋に貼付し，それぞれの歩行時における筋活動を計測した．

静止立位と体幹前屈位の計測－立位と体幹前屈位の計測には超音波画像診断装置(東芝社製 SSA-220A)を用いた．超音波画像診断装置のプローブは側腹部に貼付し，動作時の腹横筋筋厚を計測した．

〔解析方法〕得られた筋電図に関しては，最大筋活動に対する割合(以下%MVC)を求めた．最大筋活動は被験者の背部に抵抗を加え，それに抗するように体幹を伸展する方法で測定した．腹横筋の解析はプローブからの動画を DVD 上に記録し，動画を画像編集ソフト VirtualDubMod を使用して連続した静止画像へと編集した．その上で，最大値を示した時点における腹横筋の静止画像を image J ver1.37 を用いて測定した．測定部位は，腹横筋の筋膜に対し垂線を引き，筋厚が一定の幅になっている部分とした．

歩行時の３条件の筋活動の比較には一元配置分散分析を用いた後，Bonferroni 法による群間比較を行った．TS 装着の有無による腹横筋厚の比較には対応のある t 検定を用いた．有意水準は危険率 5%未満を採用した．

【結果】

歩行計測の結果－図２に一歩行周期における筋活動の積分値の比較を示す．結果として，NORMAL と比較して TS 装着時に有意に脊柱起立筋の活動量が低下し，３条件のうち腹直筋の活動量は TS 装着時に有意に増加した．

立位, 前屈位計測の結果－図３に TS 装着の有無による，立位，体幹前屈位における腹横筋厚の比較を示す，結果としていずれの動作においても TS 装着時に腹横筋厚が有意に増加した．

【考察】

歩行計測－通常の歩行において，両脚支持期では脊柱起立筋の活動が高まり，体幹支持期には腹直筋の活動が高まることが報告されている．腹部と背部の筋の活動が歩行周期中に入れ替わるのは身体に進行方向を正とした加速度と後方向の負の加速度が交互に生じることによる．この加速度と反対の極性で体幹に前後方向の慣性力が加わることで，腹直筋の活動と脊柱起立筋の活動が歩行周期で切り替わる．本研究で TS 装着時に腹直筋の活動が高まった理由としては，単脚支持期に体幹に後方向に加わる慣性力に TS が発揮する胸部を後方向に押す力が加わり，腹直筋の活動が得られやすくなったことが考えられる．また脊柱起立筋が低下した理由としては，両脚支持期に体幹に前方向に加わる慣性力を胸部を後方向に押す力が軽減したためと考えられる．また立位と体幹前屈位において，TS 装着時に体幹深部筋である腹横筋の筋厚に有意な増加がみられたことから，TS 装着は体幹の表層筋だけでなく深層筋の活動を高める効果があることが確認された．また，腹横筋の活動は腹圧を高める，胸腰筋膜を介して脊柱を安定させるなどの効果があると報告されていることから，TS の装着が腹筋群に対してポジティブな効果を与えていることが示唆された．

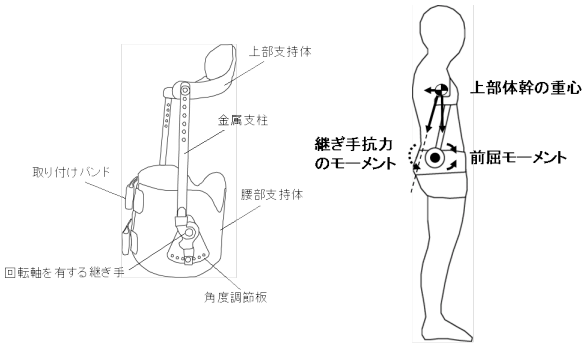


図1 Trunk Solutionの詳細

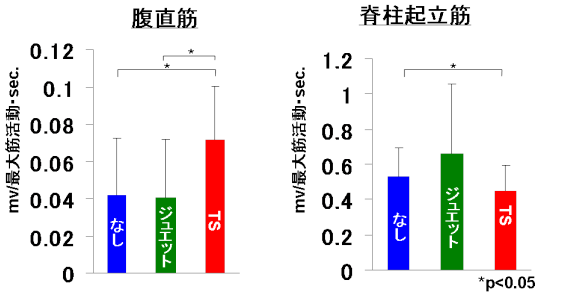


図２ 歩行時における腹直筋と脊柱起立筋の活動量の比較

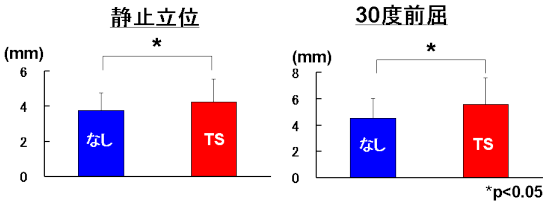


図３ 立位，前屈位における腹横筋厚の比較

錘の荷重位置が脊柱アライメントに与える影響
～妊婦体験ジャケットを用いて～

犬塚ふみ〔1　井上真秀〔1　太田智子〔1　小島賢司〔1　山藤麻里〔1
中嶋咲弥〔1　宮澤裕之〔1　安田欣司〔1　勝平純司〔2　藤沢しげ子〔2
（１：国際医療福祉大学保健医療学部理学療法学科学部生
（２：国際医療福祉大学保健医療学部理学療法学科

An influence of different load positions on spinal alignments

Fumi inuduka　Masahide Inoue　Tomoko Ota　Kenzi Kozima
Mari Sando　Saya Nakajima　Hiroyuki Miyazawa　Kinzi Yasuda
Junji Katsuhira　Shigeko Fujisawa
International University of Health and Welfare

【背景】

女性は月齢周期が進むにつれて，乳房の腫大，胸式呼吸への移行，姿勢の変化など様々な身体的変化が生じる．この中で姿勢の変化は理学療法士が臨床で評価することが多いため，今回我々は姿勢の変化に着目した．姿勢の変化が起こると，妊婦の脊柱アライメントは大きく変化する．先行研究においてWeissらは，妊娠月齢に伴い，妊婦は腰椎を前彎させて姿勢戦略をとると報告している[1)]．一方，村井は，胸椎後彎・骨盤後傾させる姿勢戦略を取る場合が多いと提唱している[2) 3)]．これらの姿勢変化には，腹部の重量増大，骨盤の形態の変化，子宮の拡張など様々な要因が関係している．そこで本研究では，健常女性を対象とし，妊婦における腹部への荷重を妊婦体験ジャケットを用いることで再現した．この腹部への荷重が及ぼす姿勢戦略の変化を三次元動作解析装置を用いた脊柱のアライメント評価によって検討した．

また，腹部以外への荷重による姿勢変化を対照群として設定することとした．Meakinらの研究より，立位において16kgの錘を肩へ荷重すると（両肩に8kgずつ）脊柱は伸張するという報告がある[4)]．そこで，肩へ荷重した際の姿勢変化を対照群とし，妊婦体験ジャケット装着時との姿勢変化の違いを比較，検討した．

【方法】

[対象]対象は健常女性9名（年齢：22±2.9歳，身長：160.0±3.7cm，体重：53.0±4.9kg）とした．

[使用機器]計測には，三次元動作解析装置VICON612（VICON社製），妊婦体験ジャケット（KOKEN社製），7kgの重錘（3.5kg×2）を用いた．妊婦体験ジャケットは重さ約7.2kgで，およそ妊娠8～9ヶ月目の妊婦に相当する．

[計測方法]被験者に赤外線反射マーカーを頭頂，上肢6個，下肢10個，脊柱7個（C7, Th3, 6, 9, 12, L3, 5の棘突起）の計24個を貼付した．

脊柱全体の彎曲はMeakinらが定義したLength Ratio（以下L.R）で求めた．求め方としてまず，C7から両PSISを結んだ線の中点（以下CPSI）までの曲線の長さとそれを結んだ直線の長さを求める．この直線に対する曲線の長さの割合が100%になると彎曲がなく，100%より値が大きくなれば彎曲が増す．上部脊柱のL.RはC7からTh9までを，下部脊柱のL.RはTh9からCPSIまでを同様にして求めた．また，他にも彎曲の程度を表す指標としてMeakinらが定義したLength Deviation（以下L.D）を求めた．求め方は，マーカーを貼付したそれぞれの椎体からC7とCPSIを結んだ直線までの垂線距離の平均で表す．この値が大きければ彎曲が増し，0に近づくと彎曲は減る．上部脊柱のL.DはC7からTh9までを，下部脊柱のL.DはTh9からCPSIまでを同様にして求めた[5)]．

錘なし，妊婦体験ジャケット装着，重錘を両肩にのせた状態（両肩に3.5kgずつ）の3条件

とし，それぞれ静止立位を 10 秒間を 3 回ずつ測定した．また，試行順序は乱数表を用いてランダムに設定した．統計処理は，一元配置分散分析を行った後，Dunnett の t 検定を用いて，錘なしを基準として他の条件間との検定を行った．なお，統計処理における有意性は危険率5%水準で判定した．

【結果】

錘なしと 7kg の重錘負荷における，胸椎・腰椎彎曲角度，骨盤の角度変化について，全ての項目において有意差は認められなかった．

錘なしと妊婦体験ジャケット装着時における，胸椎・腰椎彎曲程度，骨盤の角度変化について，胸椎では有意差が認められた（図 1，2）．しかし，腰椎では有意差は認められなかった．また，骨盤の前後傾角度は 3 群間において有意差が認められ，前傾角度が減少していた（図 3）．

【考察】

妊婦体験ジャケットの装着に伴い，上部脊柱の彎曲は大きくなり，骨盤後傾も認められた．しかし 7kg の重錘では，胸椎・腰椎の彎曲の変化に有意差は見られなかった．よって荷重位置による姿勢戦略のとりかたに違いがあると考えられる．

妊婦体験ジャケット装着において身体重心が前方へ移動することで，腰部にかかる屈曲モーメントが増加する．これに対し，胸椎後彎により上部体幹を後方に変位させることで，屈曲モーメントとのつりあいをとっていると考えられる．また，重心を後方へ変位させるために胸椎後彎に加え，骨盤の前傾角度を減少させたと考えられる．一方，肩への荷重では，重心の前後変位が少ないため，姿勢変化に大きな違いが見られなかったと考えられる．

以上のことより，妊婦体験ジャケットを使用した腹部への荷重のみによる姿勢の変化は，先行研究における村井の報告と一致した．これより，妊婦において腹部への荷重は胸椎後彎，骨盤前傾角度の減少の姿勢戦略をとる１つの大きな要因ではないかと考えられる．

今回我々の研究において，筋負担の評価を行わなかったため，今後，筋の働きも含めた姿勢制御を観察し，妊婦の腰痛の対策に役立てていきたい．

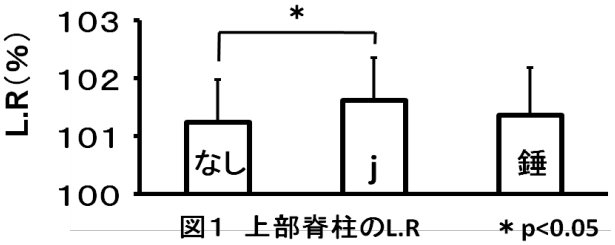


図1　上部脊柱のL.R　　＊p<0.05

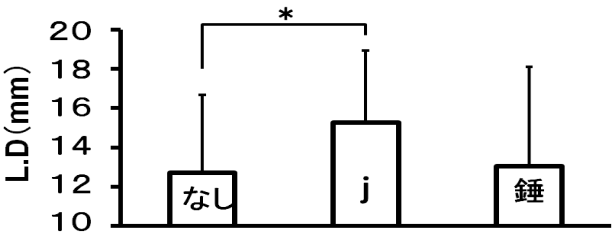


図2　上部脊柱のL.D　　＊p<0.05

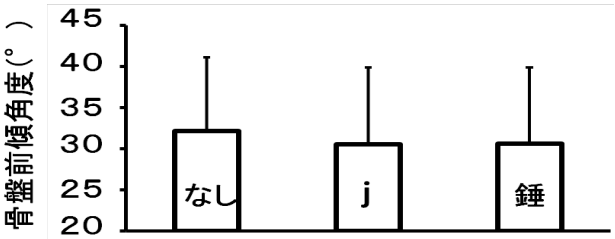


図3　骨盤前傾角度　　＊p<0.05

【参考文献】

1）Weiss L et al：Low-back pain pregnancy. Abdominal muscles，sit-up performance，and back pain．Spine，1990，15(1)：28-30

2）村井みどり：妊娠と姿勢．理学療法，2007，24(1)，56-62

3）村井みどり：産前産後の理学療法のための検査・測定のポイントとその実際．理学療法，2004，21(1)，279-284

4）Judith R.Meakin et al：The effect of axial load on the sagittal plane curvature of the upright human spine in vivo．Journal of Biomechanics，2008，41：2850-2854

介護用シャワーベットの使用における人体の加温について

渕岡　司（北陸職業能力開発大学校）

頭部の荷重支持が入浴中の腰部負担に与える影響

○尾滝啓介*,工藤亮**,永田まゆみ**,白井康裕**,下村義弘*,勝浦哲夫*
(*千葉大学大学院工学研究科,** (株)INAX 総合技術研究所空間技術開発室)

Effect of head support on lumber stress while bathing

Keisuke ODAKI*, Akira KUDO**, Mayumi NAGATA**, Yasuhiro SHIRAI**,
Yoshihiro SHIMOMURA*, Tetsuo KATSUURA*
(*Graduate School of Engineering, Chiba University, **INAX Corporation)

序論

入浴には温熱,静水圧,浮力の三大効果があると言われ,健康に良いものであるとされている.これらは,いわゆる現代病の代表でもある腰痛に関しても効果があるとされ,臨床でも長時間の入浴が勧められている.しかし,症状の重い人は現在の一般浴槽で入浴姿勢を維持すること自体に不安を抱えているという.腰痛を抱える人でも安心して入浴できるように,生理的にリラックスした入浴姿勢が取れる浴槽が求められる.

以前の研究で,我々は高精度スタジオメータを用いて入浴中の脊柱変化を計測し,頸部サポートの腰部負担軽減の効果を示した[3].しかし,頭頸部をどのように支えればいいのかという点については言及できていない.本研究の目的は,頸部サポートにかかる荷重を計測し,脊柱への負担との関係性を調べることで,腰部への負担をより軽減できる頸部サポートの要素を導き出すことであった.

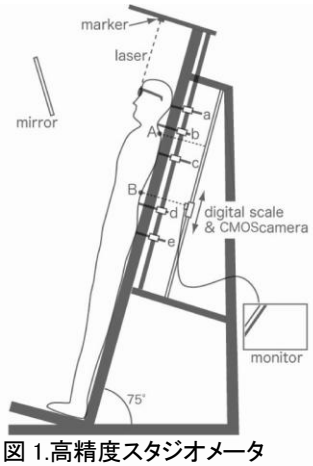


図 1.高精度スタジオメータ
(石川ら、2006)

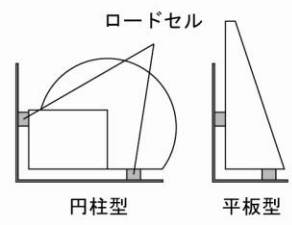


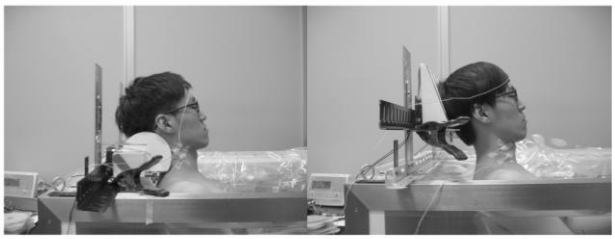
図 2.頭部荷重計測装置

方法

30 分間の入浴の前後による脊柱の変化,入浴中の頭部,臀部,足部にかかる荷重を計測し,それぞれの結果が脊柱にかかる負担に影響を与えるのかを調べる実験を行った.

測定項目

腰部負担の指標には,脊柱の長さ変化を用いた.高精度スタジオメータ(図 1)によって,30 分間の入浴によって生じる脊柱の長さ変化を測定した.測定部位は,先行研究を参考にし,第七頸椎(C7)－第十二胸椎(T12)間の距離とした.荷重計測は,頭部荷重(図 2)は小型圧縮型ロードセル(LMA-A,共和電業),臀部荷重は電子体重計,足部荷重はひずみゲージ(KFG-1-350,共和電業)を貼付した金属板を使って計測した.また,30 分の入浴の前後で主観評価による快適性の評価を行った.項目は「腰部に感じる負担」「首に感じる負担」「全身のリラックス感」の 3 項目であった.



左) 円柱型　　右) 平板型

図 3.実験条件

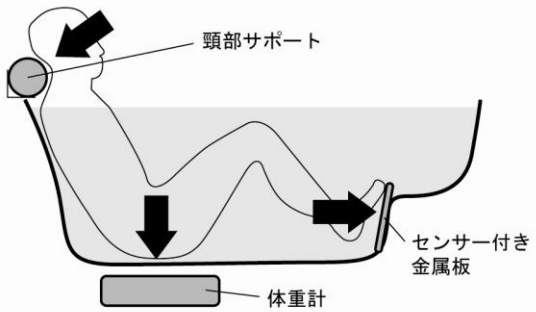


図 4.脊柱の長さ変化と
頭部荷重角度の関係

被験者

健康な男子大学生及び大学院生 6 名がこの実験に参加した.被験者には,前日に 6 時間以上の睡眠を取り,脊柱が重力による十分な圧縮を受けるように実験開始時刻の 6 時間前には起床し,激しい運動を避けた日常の活動をするように教示した.

実験条件

頸部サポートは,予備実験を行い,荷重のかかり具合が異なる 2 条件(円柱型,平板型(図 3))とし,それぞれを異なる 2 日に分けて,同時刻に実験を行った.

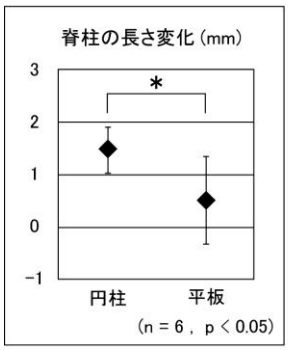


図 5. C7-T12 間の長さ変化
（平均と標準偏差）

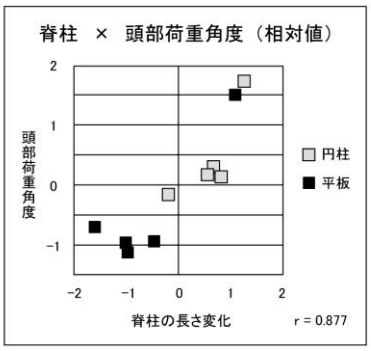


図 6.脊柱の長さ変化と
頭部荷重角度の関係

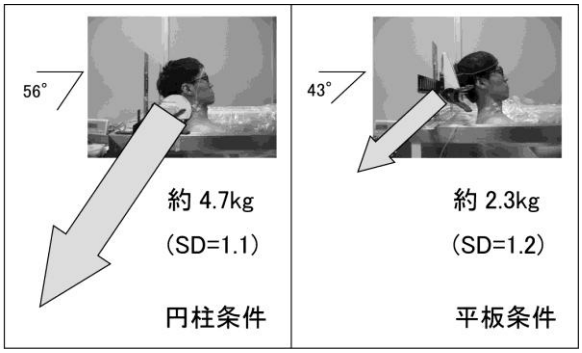


図 7.頭部荷重計測結果

被験者は,前面が透明アクリル板で中の様子を覗くことができる水槽に,側面をカットしたモデル浴槽を取り付けた実験用浴槽に 30 分間入浴した.湯温は約 38℃,湯量は底面から約 40cm(胸の高さ)に設定した.入水後,臀部は浴槽の底面に置いた体重計の上に,足部はひずみゲージを貼付した金属板にあたるように,頭頸部はそれぞれの頸部サポートに荷重をかけるような入浴姿勢(図 4)を取らせた後,なるべく体動をなくすように指示した.

脊柱の長さ変化は,対応のある t 検定により条件間の差を検定した.また,荷重計測の結果を用い,脊柱の長さ変化を従属変数とした重回帰分析も行った.有意水準は 0.05 とした.

結果

脊柱の長さ変化を条件間で比較した結果を図 5 に示す.平板条件と比較し,円柱条件で有意に脊柱の伸長効果がみられた.また,脊柱の変化を従属変数,計測した荷重を独立変数として重回帰分析を行った結果,脊柱の変化は頭部にかかる荷重の角度,水平方向にかかる荷重の大きさに比例することが明らかとなった.ここで Y を脊柱の長さ変化[mm],A を頭部荷重角度[rad],H を水平方向荷重[kg]とし,重回帰式を式(1)に示す.

$$Y=1.05A+0.33H \qquad (1)$$

特に頭部荷重角度の影響は大きく,単相関分析を行い,図 6 のような結果を得た(r=0.877).

さらに主観評価では,腰部のだるさが円柱条件で有意に少ないという結果であったが,その他の結果で両条件に差はみられなかった.

考察

脊柱の長さ変化を計測し,腰部椎間円板にかかる負荷を定量化することは腰痛を間接的に評価する方法として使われてきた.本研究は,頸部サポートによって,脊柱への負担が減少するメカニズムを探るために,頭部,臀部,足部の荷重を測り,脊柱にかかる負荷をバイオメカニクスの観点から考察した.実験の結果から,異なる頸部サポートによって起こる頭部の荷重のかけ方の違いが,入浴中の脊柱にかかる負担に影響を及ぼすことが明らかとなった.さらに,頸部サポートにかける荷重のベクトルが鉛直方向に近いほど,脊柱の負担が軽減されることが明らかとなった.これは,体重の 13%を占めると言われている頭部の重さを,頸部サポートが鉛直方向に支えることで,脊柱の負担が減少していると考えることができる.

しかし,快適性を主観で評価した結果では,腰部のだるさに有意な差はみられたが,他の項目では差がなかった.荷重ベクトルの角度が鉛直に近くなると,頸部サポートの接点にあたる部位の負担が大きくなり,快適な入浴姿勢をとることができなくなる可能性が考えられる.今後,形状だけでなく,材料などの要因も含め,快適な入浴ができるような頸部サポートを開発したい.

参考文献

1) 石川雅文,2006,椅坐姿勢時の脊柱圧縮を抑制する座具の研究－高精度スタジオメータによる RCPM 装置を使用した動的椅坐姿勢の評価－,日本人間工学会関東支部第 36 回大会講演集 pp133-134
2) EKLUND JA,1984,Shrinkage as a measure of the effect of load on the spine,Spine 1984;9:pp189-194
3) 尾滝啓介ら,2009,頸部サポート形状が入浴中の腰部負担に及ぼす影響,日本生理人類学会誌 Vol.14 特別号(1) 第 60 回大会要旨集 pp80-81

[連絡先]
尾滝啓介
千葉大学大学院工学研究科
〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33
電話:043-251-1111(内線 4523)
E-mail:k-odaki@graduate.chiba-u.jp

訪問介護勤務表作成支援システム構築のための基礎調査

○足立幸子，渋谷知子，福島恵実，池上敦子（成蹊大学）

Supporting system for home help staff scheduling

○ Sachiko Adachi，Tomoko Shibuya，Megumi Fukushima，Atsuko Ikegami(Seikei University)

1. はじめに

訪問介護とは，訪問介護事業所のスタッフであるヘルパーが利用者宅を訪問し，介護などのサービスを行うことである．訪問介護における勤務表作成では，利用者が必要とするサービスに対し確実に訪問するヘルパーを割当てなければならない．ヘルパー，利用者に関する様々な条件を考慮しながらの勤務表作成は，多くの労力と時間を必要とし，その負荷は大きいと言われている[1) 2)]．本研究では,「勤務表作成者の負荷の軽減」が出来る勤務表作成支援システムの開発を目的とし，勤務表作成作業を観察することにより考慮すべき要件を整理した．

2. 勤務表作成に必要な情報

訪問介護における勤務表作成に必要な情報や勤務表作成者がシステムに望むものを明らかにするために，2003年より継続的に，訪問介護事業所にて勤務表作成業務の観察や現場スタッフとの会議を重ねてきた．また，2004年12月には，東京都全訪問介護事業所に対するアンケート調査を行った[2)]．

一般的な勤務表作成手順は大きく分けて下記の3つの作業に分類できる．

1. **基本情報を整える**
   ヘルパーと利用者がヘルプステーションと契約を行った時に得られる情報，年間を通して比較的変更の少ない情報 (基本情報) を整える．
2. **月間情報を得る**
   利用者のサービス時刻の変更やヘルパーの希望休などの毎月変更される情報 (月間情報) を得る．
3. **勤務表を作成する**
   基本情報，月間情報を基に勤務表を作成し，各ヘルパー，利用者に配布する．

表1に一般的な勤務表作成手順と勤務表作成に必要な情報を示す．また，図1は勤務表の例であるが一ヶ月分のうちの一週間分だけを示したものとなっている．

3. 勤務表作成作業の観察

勤務表作成支援システムを構築するにあたって，2004〜2008年にかけて各週の間でサービスの変動が少ないヘルプステーションと変動が多いヘルプステーションの2箇所において勤務表作成業務に対してビデオ等を利用した観察を行った．変動の少ないヘルプステーションでは，勤務表作成者から,「できるだけ毎週同じような勤務になるようにしたい」という要望があった．もう一方のヘルプステーションでは，変動が多いために毎週似たような勤務表にすることが難しいため,「サービスを確実にカバーできることを優先したい」という要望があった．このことから，ヘルプステーションごとに勤務表において重視する目標が異なることがわかる．また，勤務表作成は一般業務の合間を縫って行うとこから，度々，他の業務によって中断され，継続作業の効率が悪くなることが観察された．さらに，勤務表完成後には，サービスの割当漏れを防ぐための作業もあり，2008年5月に勤務表作成業務を観察した際には，2人掛りで複数回数にわたって確認作業を行っていた．また，勤務表作成途中や完成後でもヘルパーや利用者からの変更による修正作業も頻繁に発生していた．

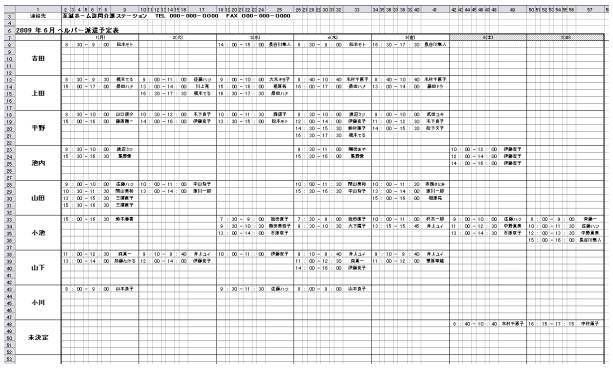


図 1: 勤務表の一部（一週間分）

以上の観察結果から，我々は勤務表作成支援システムには，以下のような機能が必要であると考えた．

1. 現在の作業経過 (進み具合) を把握できる機能
2. サービス割当ミス (漏れ) に対する警告
3. 修正が簡単に行える機能
4. 勤務表作成シミュレーション機能
   (重視する目標に適したアルゴリズムの選択)

4. 勤務表作成支援システム

調査から得られた情報を基に，勤務表作成における重視する目標を考慮できる勤務表作成アルゴリズム，そして，勤務表作成を支援するシステムについて検討を行い，支援システムのプロトタイプシステム[3)]を構築した．そして，支援システムを利用して勤務表を作成

表 1: 勤務表作成手順と情報

		作成手順	必要な情報
基本情報整備	1	基本登録されている情報を揃える	ヘルパーの名前，勤務可能曜日と時間帯，勤務時間量の上下限値 (その緩和上下限値や緩和優先度)
			利用者の名前，サービスの曜日と時刻，担当可能ヘルパー，各サービスに対する指定ヘルパーの有無
			利用者宅間の移動時間 (通常，頭の中)
月間情報取得	2	作成月のカレンダーを作成する	ヘルパーの希望休等のその月に限られた変更情報
	3	ヘルパーにカレンダーを配布する	
	4	ヘルパーの希望休が記入されたカレンダーを回収する	
	5	訪問ヘルパー経由もしくは電話等により利用者からの変更情報を受け付ける	利用者のサービスの時間変更等サービスに関わる変更情報
勤務表作成	6	何も記入されていない勤務表に日付 (カレンダー情報)，ヘルパー名を記入したのち，変更された情報や頭に入っている情報を基に勤務表を作成する	ヘルパー基本情報 , 利用者基本情報，移動時間情報，前月の勤務表，ヘルパー月間情報，利用者月間情報 , ヘルパーと利用者のバランス，その他の制約条件
配布	7	勤務表を基にヘルパー毎に 1 人分の勤務表 (カレンダー形式) を作成，配布する	各ヘルパーの月間勤務予定内容
	8	勤務表を基に利用者毎にサービス提供表 (カレンダー形式) を作成，配布する	各利用者の月間サービス予定内容

することにより，どのような作業が発生するのかを観察した．

4.1. 支援システムを用いた勤務表作成

前述した 2 つのヘルプステーションにおいて，支援システム (プロトタイプ) を利用した勤務表作成を行った．各週の変動の少ないヘルプステーションでは 2008 年 10 月，11 月に，変動の多いヘルプステーションでは 2008 年 12 月に支援システムを利用して，翌月の勤務表の作成を行った．また，勤務表作成者に支援システムを利用した感想を述べてもらった．

4.2. 観察結果

変動が少ないヘルプステーションでは，訪問すべきヘルパーを多めに指定しておくことで，勤務表作成者が望む勤務表に近いものが作成できた．また，変動の多いヘルプステーションではヘルパー不足の日や時間帯が早めに分かり，素早く対応できたことから，支援システムが調整用ツールとしても有用であると評価された．さらに，配布資料の作成においては，これまでは 2 日使用して作業を行っていたのに対し 1 分で完了することができた．

また，各作業における時間計測を行ったところ，基本情報の入力に 1 時間 51 分，月間情報の入力に 10 分，勤務表作成に 4 分かかっていた．2004 年の調査では，約 10 時間かかっていた勤務表作成自体は大幅な時間削減を達成したものの，勤務表作成前に行う，基本情報の入力作業に多くの時間を費やしていることが明らかになった．例えば利用者に関する基本情報の入力では，何度も同じヘルパー名や記号，数字の入力作業を繰り返し行うなど，無駄な作業が多くなっていた．また，データ量が多いため作業途中に現在の作業位置を見落とすという，作業の中断が発生していた．そこで，重複する作業を減らすことや勤務表作成者の目線の補助をする機能を設けることにより，無駄な目の動きを抑えることも検討した．さらに，勤務表作成者の観察や作成者の意見から，システムを導入したことにより発生した作業（手作業で行っていた際には無かった作業）が，作業者の思考や作業の流れを妨げると実用性がなくなることもわかった．実用性のある支援システムにするためには，スケジューリングのための最適化アルゴリズムだけではなく,「人の思考や作業をも含んだ最適化」を行う必要があると思われる．

5. おわりに

今後も構築した支援システムを利用した勤務表作成作業を観察するとともに支援システムに求められる要件を整理し，勤務表作成者の思考を妨げないシステムの開発を目指す．また，そのような支援システムを誰もが利用できるような提供方法 (インターネットに公開用) についても検討している [4]．

参考文献

1) Atsuko Ikegami, Aki Uno : Bounds for staff size in home help staff scheduling, JORSJ 50, pp.563-575, 2007.
2) 池上敦子，緒方洋平，森田隼史：訪問介護スタッフ・スケジューリング，統計数理研究所共同研究レポート 191 「最適化：モデリングとアルゴリズム 19」，pp.302-316，2006.
3) 足立幸子，渋谷知子，福島恵実，池上敦子：訪問介護における勤務表作成支援システムの開発，平成 21 年度日本経営工学会春季大会予稿集，pp.6-7，2009.
4) 足立幸子，村野真悟，池上敦子，宇野毅明：訪問介護勤務表を支援する Web-based システムの構築，スケジューリング・シンポジウム 2009 講演論文集，pp.157-161，2009.

ソフトウェア・アクセシビリティ規格の概要

ー JIS X8341 シリーズの新規格 ー

○米村 俊一
(NTTサイバーソリューション研究所)

The overview of new software accessibility standard JIS X 8341-6.

Shunichi YONEMURA
(NTT Cyber Solutions Laboratories)

1. はじめに

日本の人口構造の高齢化は極めて急速に進んでおり，遠からず世界に例を見ない高齢社会が到来する。内閣府の予測では，2013 年(平成 25 年)には高齢化率が 25.1%（4 人に一人が 65 歳以上）に達し，2035 年（平成 47 年）には 33.7%（3 人に一人が 65 歳以上），さらに，2055 年(平成 67 年)には 40.5%に達して国民の 2.5 人に一人が 65 歳以上という高齢社会が到来する。しかし，現状の社会システムは，このような高齢化の進展に追いついていない。今後の日本社会においては，高齢であっても，心身に障害があっても，健丈な人と同じように社会参加し，生産的活動に従事できるようなインフラ整備が不可欠である。そのためには，高齢者・障害者の心身特性を十分理解し彼らの生産的活動を支援するようなツールの整備が必要である。現在，高齢者・障害者に対してどのような配慮をすれば彼らにとって使いやすいモノを作ることができるのか，その基準を記した JIS 規格が日本規格協会から刊行され，さらに新たな規格の整備も進んでいる。

アクセシビリティに関する規格はシリーズ化され，「高齢者・障害者配慮設計指針」として，S シリーズや T シリーズ，X シリーズが刊行されている。これらの規格のうち，JIS X8341 シリーズにおいて情報通信機器およびサービスに関わるアクセシビリティを規定している。JIS X8341 シリーズでは「高齢者・障害者配慮設計指針ー情報機器における機器，ソフトウェア及びサービス」として，第 1 部：共通指針，第 2 部：情報処理装置，第 3 部：ウェブコンテンツ，第 4 部：電気通信機器，第 5 部：事務機器，という 5 部で構成されている。これら 5 部の規格に加え，より広範囲のソフトウェアを対象としたアクセシビリティ規格，「ソフトウェアアクセシビリティの手引き(JIS X8341-6 仮番号)」の検討が日本人間工学会・ISO/TC159 国内対策委員会[1]において進められている。本稿では，この新しい規格「高齢者・障害者配慮設計指針ー情報機器における機器，ソフトウェア及びサービスー第 6 部：ソフトウェアアクセシビリティの手引き」の概要について述べる。

2. 規格の概要

この規格は，国際標準 ISO 9241-171[2]と技術的内容が整合する一致規格(IDT)である。規格本体は 11 章で構成されており，参考情報として附属書がある。第 7 章が「この規格の使い方」，第 8 章が「一般的指針及び要求事項」，第 9 章が「入力」，第 10 章が「出力」，第 11 章が「オンライン資料，ヘルプ及び支援サービス」である。

2.1 アクセシビリティの定義

インタラクティブシステムにおけるアクセシビリティ（accessibility）とは，人々（能力の違いが広い範囲に渡る）にとっての，製品，サービス，環境又は設備のユーザビリティ，である。（注記 1）このアクセシビリティの概念は，障害をもつと公式に認定されたユーザだけに限定せずに，ユーザのあらゆる範囲の能力を扱おうとしている。（注記 2）ユーザビリティの概念に基づくこのアクセシビリティの考え方は，想定ユーザ内の能力の広がりに注意を払いながら，具体的状況を考慮しできるだけ高い水準の有効さ，効率，及び満足度を達成することを目指している。（注記 3）この用語の定義は，インタラクティブシステムの設計・評価という目的に向けたものである。

2.2 規格の適用範囲

この規格は，より広く多くのユーザにとってのシステムのユーザビリティを高めることを目指しており，仕事，家庭，教育，公共の場で用いるアクセシブルなソフトウェアを設計するための人間工学上の手引及び明細事項を規定する。また，一時的に障害をもつ人及び高齢者を含め，身体，感覚及び認知能力において多様な広がりをもつ人たちに向けたアクセシブルなソフトウェアの設計について扱っている。

2.3 アクセシブルなソフトウェアを設計するための原則

アクセシビリティの高いソフトウェアを設計するための

原則として，3つのポイントが推奨されている。
①機会均等な利用：機会均等な問題解決法は，すべてのユーザに対して同じ，可能なら同一の，それでなくても等価な，利用の手段を提供する。機会均等な利用を達成できれば，アクセシビリティを高めることを目指して設計したものが，結果としてプライバシの侵害，人の安全若しくは保安への危険の増大，又は個人の名誉棄損につながることがなくなる。
②広範なユーザによる利用への適合性：広範なユーザの利用に適しているとは，想定ユーザ層内のできるだけ広い範囲のユーザの特別な才能，能力の違い，果たすべき目的の多様さ，環境，経済，社会状況の差異を考慮に入れながら，彼らにとって，有用で，満足でき，利用可能な解決案を生み出そうと設計した結果をいう。
③堅牢さ：ソフトウェアは可能な限り堅ろうに設計して，現在及び将来の支援技術と組み合わせて動作できるようにすることが望ましい。

2.4 ユーザ特性の違い

ユーザ層は，すべて特性，能力及び好みの点で大きく異なる。この違いは，先天的なものから，文化，経験，学習によるもの，また生涯を通じての変化など様々な要因からもたらされる。この規格の要求事項及び推奨事項は，①身体的，②感覚的及び③認知的機能障害をもつ人の個々の特性についての現時点での理解に基づく。①身体的障害には，肢体欠損又はふるえなどの移動又は身体動作の制約，②感覚的障害には，弱視，難聴などの感覚機能障害，③認知的な障害には，一時記憶の減退，失語症などの認知的要因に関連するものがある。規格の付属書には，様々な障害によってユーザが遭遇する活動制限の一覧が示されている。

2.5 規格への適合判断

規格への適合は，適用できる要求事項のすべてを満たし，かつ，満たした推奨事項すべての一覧を提供することにより判断する。適用できないと判断した要求事項も，すべて，適用できない理由を付けて列挙しなければならない。附属書 B に，この規格の要求事項の一覧が示されている。製品がこの規格に適合すると主張するには，アクセシビリティの要求仕様を定める手順と，アクセシビリティに関わる機能を開発・評価した手順とを具体的に示さなければならない。この手順をどの程度詳細に記述するかは，関係者間の協議事項である。

3．要求事項及び推奨事項

この規格では，第8章～第11章において具体的な要求事項及び推奨事項を規定している。第 8 章は，一般的指針及び要求事項であり，8.1 ユーザインタフェース要素の名称及び見出し，8.2 ユーザの好みの設定，8.3 アクセシビリティを調節するうえでの特別な配慮，8.4 制御及び操作についての一般的な指針，8.5 支援技術との両立性，8.6 閉じたシステム，である。第 9 章は入力であり，9.1 代替入力手段，9.2 キーボードフォーカス，9.3 キーボード入力，9.4 ポインティングデバイス，である。第 10 章は出力であり，10.1 出力についての全般的指針，10.2 視覚出力(表示)，10.3 文章・字体，10.4 色，10.5 ウィンドウの外観と振舞い，10.6 聴覚出力，10.7 音情報と等価な文章（字幕），10.8 記録媒体，10.9 触覚出力，である。第 11 章はオンライン資料，ヘルプ及び支援サービスであり，11.1 資料及びヘルプ，11.2 支援サービスである。これら規格本体に関する参考情報として附属書がある。附属書（参考）要求事項一覧，附属書（参考）適合の可否及び適合を査定する手順例，附属書（参考）活動制限事項，附属書（参考）アクセス機能，附属書（参考）アクセシビリティとユーザビリティとの関係，附属書（参考）参考文献，である。規格全体のボリュームは，附属書を含めて 100 ページ強となる予定である。

4．現場の担当者が規格を活用する上での課題

人間工学関連規格は，様々な業種への適用を考慮し，規定内容の抽象度を高くしている。また，網羅性を重視し，規定する項目数も多い。しかし，これは現場の担当者から見れば，規格内容が抽象的でわかり難く，自分の仕事に無関係な項目を含む，ことになる。現場で規格を使うためには，担当者が理解可能な内容への読み換え，規定項目適用の際の取捨選択，適用した項目の適用度合い判断など，それぞれの現場での工夫を要するのが実態である。しかし，そのような規格活用ノウハウの蓄積は容易ではない。そのようなノウハウは，誰もが利用可能な形で広く共有し，さらに新たなノウハウを積み上げられるような仕組みが必要であろう。例えば，日本人間工学会等の学会が中心となって現場での規格利用例を集積し，人間工学関連規格の活用ノウハウを公開することは，規格活用を振興する有効な方法の一つであり，今後の重要な課題であろう。

【参考文献】

1. http://www.ergonomics.jp/jenc/index.html
2. ISO 9241-171：2008 Ergonomics of human－system interaction－Part 6: Guidance on software accessibility

【連絡先】
米村 俊一（NTTサイバーソリューション研究所）
〒239-0847 神奈川県横須賀市光の丘1－1
E-mail: yonemura.syunichi@lab.ntt.co.jp

情報処理装置のアクセシビリティ／X 8341-2 の紹介

JIS X 8341-2:2004 高齢者・障害者等配慮設計指針―情報通信における機器、ソフトウェア及びサービス― 第 2 部：情報処理装置

野村茂豊（株式会社　日立製作所）

Accessibility for information processing equipments: X 8341-2

JIS X 8341-2:2004 Guidelines for older persons and persons with disabilities - information communication equipment and services - Part2:information processing equipment

Shigetoyo Nomura(Hitachi, Ltd.)

1．三層構造の情報アクセシビリティ関連 JIS

アクセシビリティ関連の JIS は、3階層の構成となっている。最上位の第 1 層の“基本規格”は、ISO/IEC Guide71 の翻訳版として 2003 年 6 月に制定された JIS Z 8071「高齢者及び障害のある人々のニーズに対応した規格作成配慮指針」で、規格の作成に携わる人を対象とし、高齢者及び障害のある人々のニーズに配慮するための指針を示している。第2層の“グループ規格”は、消費生活製品，住宅設備機器，情報・通信製品など分野ごとの共通指針を示している。第3層は、“製品・サービス別個別規格”である。

情報通信分野の製品の基本的に配慮すべき事項“グループ規格”として、JIS X 8341-1「高齢者・障害者等配慮設計指針－情報通信における機器，ソフトウェア及びサービス－第1部：共通指針」が、2004年5月に制定された。

情報通信分野の“製品・サービス別個別規格”として、JIS X 8341-2「高齢者・障害者等配慮設計指針－情報通信における機器、ソフトウェア及びサービス－第2部：情報処理装置」が、2004年5月に制定された。また、JIS X 8341-3「高齢者・障害者等配慮設計指針－情報通信における機器，ソフトウェア及びサービス－第3部：ウェブコンテンツ」が2004年6月、JIS X 8341-4「高齢者・障害者等配慮設計指針－情報通信における機器，ソフトウェア及びサービス－第4部：電気通信機器」が，2005年に制定された。さらにJIS X 8341-5「高齢者・障害者等配慮設計指針－情報通信における機器，ソフトウェア及びサービス－第5部：事務機器」が、2006年に制定された。 現在、ソフトウェアのアクセシビリティ規格ISO 9241-171及びパソコンのアクセシビリティ機能の設定規格ISO/IEC 24786のJIS原案を、作成中である。

2．JIS X 8341-2 紹介

2．1　考え方

この規格の原案は、電子情報技術産業協会の情報通信機器のアクセシビリティに関する調査研究委員会が作成した。筆者はそのメンバーであった。また、この規格のガイドブックを電子情報技術産業協会が、発行している[1)]。

この規格の目的は、1章の適用範囲で記述しているが、高齢者、障害のある人々及び一時的な障害のある人々が、情報処理装置及びその周辺装置を自分に適した方法で利用できるようにするために、それらの機器を企画・開発・設計するときに配慮すべき事項について規定することである。

原案作成にあたり考慮したことは、第1層の“基本規格”である JIS Z 8071 に基づくこと、第2層の“グループ規格”JIS X 8341-1「共通指針」の関連項目を最低レベルとして確保すること（本規格と制定時期が同じであるが原案を参考）、障害・加齢による状況の多様性をできるだけカバーすること、国際的に整合性のとれたものとすること、障害のある人・高齢の人の立場からチェックすること、製品として実現できること、新規の技術開発を促進すること、具体的な実現方法が競争的に開発されること、定量的な規定は科学的裏づけのあること、などである。

原則的に各規定項目は、必須としたが、具体的な実現方法は明示していない。その理由は、「最適な方法が、検討段階である。具体的実現方法は様々なものが存在し得るが、その中から特定の方法を明示すると、その製品だけとなる危険性があり、よりよい方法の開発が阻害される。」などである。

項目に見落としがないか、国際的に整合性がとれているかを、確認するために、米国のリハビリテーション法 508 条と原案の比較も行なった。

また、アクセシビリティ機能が、ハードで実現される場合も、ソフトで実現される場合もあるので、いづれにも対応できる記述を心がけた。

高齢者や障害のある人々の製品に対するアクセシビリティの要求は、極めて多様であるため、本体に支援製品を接続することによって、アクセシビリティを確保する場合も考慮した。

原案作成時、念頭においた製品は、ソフトウェア（OS、アプリケーション）、パソコン、パソコン接続のディスプレ

イ、スキャナ、プリンタ、現金自動支払装置、公共端末であるが、新概念に基づく情報処理装置と通信機器、情報家電などの複合製品が産まれてくる現実を配慮し、適用領域や製品を具体的に明示していない。開発者は、製品に該当する規格項目を選択し、対応を考慮することになる。「どの項目を適用するか、どのようにその項目内容を配慮したかは、設計者が選択・工夫し、その内容を明示することとする。それによって創意工夫による競争的状況の出現を期待し、より優れた製品の具体的実現の促進をはかる。」

2．2 構成

各項目の内容は、利用者の視点で検討したが、本規格は、開発者が実現すべき指針であるので、開発者にわかり易い規格の構成とした。規格の構成は、「序文、1. 適用範囲、2. 引用規格、3. 定義、4. 基本原則、5. 基本的要件、6. システムの入出力に関する要件、7. サポートに関する要件、付属書1（参考）高齢者・障害者が遭遇する問題点、付属書2（参考）アクセシビリティ及びユーザビリティ、付属書3（参考）他の規格における一貫性について」、である。

情報アクセシビリティの機能も、後から追加することは難しいと考えられるため、4章の基本原則に、「企画・開発・設計する段階から、高齢者・障害者が操作・利用できるよう配慮しなければならない。」と定めている。また、障害には様々な状態やレベルがあり、ひとつの方法で対応できない場合があるため、「提供する情報アクセシビリティが一つの機能で実現できない場合は、一つ又はそれ以上の機能の組合せによって情報アクセシビリティを確保する。」と定めている。

5章以降が、4章を具体的に実現するための規定である。5章の基本的要件で、誰もが操作できるようにするための基本的項目を、操作(負担の軽減、一貫性、誤操作の防止・取消し、確認機能、システムの立上げ・終了・再スタート)、一般的な用語・表記の使用、アクセシビリティ機能の独立性、製品の接続性、身体の安全性、セキュリティの確保、情報漏洩の防止、保護されたコンテンツの開示、環境への配慮、支援者への配慮、継続使用への配慮について、定めている。

6章のシステムの入出力に関する要件で、出力、入力、及び入出力に関する製品のアクセシビリティ機能を、感覚（視覚、聴覚、触覚）、身体（手の動きの自由さ、操作、動作、筋力、発声）、認知（知的能力/記憶、言語/読み書き）の機能で分類して、定めている。規格項目としては、視覚情報(出力)、聴覚情報（出力）、動画・音情報（出力）、キー及びボタン(入力)、ポインティングデバイス（入力）、認知・知的能力と記憶(入出力)、言葉（入出力）、制限時間（入出力）、誤操作（入出力）、状態表示（入出力）、システムの設定（入出力）である。

7章のサポートに関する要件で、電子文書の提供、受講者の特質に配慮した教育の提供、流通経路への情報アクセシビリティ情報の提供、試用の機会の提供、障害のある人と十分なコミュニケーションが取れるサポート窓口の設置など、利用者が、製品の使い方、移行方法、バグ修正方法などを、様々な方法で入手できるようにする項目について、定めている。

高齢者・障害者の特徴は多様であり、規格で定義すると除外される人々がでてくるので、定義せずに、付属書1に、彼らが製品利用の際に遭遇する困難さを、例示し、開発者が、規定の理解に役立つようにした。

付属書2は、アクセシビリティとユーザビリティを説明している。

付属書3は、「5.1.2 操作の一貫性」で引用しているJIS Z8524とJIS Z 8525の一貫性の規定をそのまま記述し、理解をし易くしている。

3．国際標準規格化

この規格の国際標準化を目指して、ISO/IEC JTC1 SC35(ユーザインタフェース)にこの規格を提案したが、ソフトウェアの規格が、既にISO 9241-171として制定されたため、パソコンのハードウェアに関する項目を抽出し、パソコンのハードウェア規格として、審議中である。

なお、ISO 9241-171とJIS X 8341-2が、矛盾しない規格であることは、ISO 9241-171のJIS化作業の中で確認予定である。

4．おわりに

誰もが、技術の進歩を享受して、使い易い情報通信製品で、仕事や日常生活が快適にできるようにするために、アクセシビリティJISの普及は、その第1歩である。

筆者は、2009年7月に内閣官房が発表した「電子政府ユーザビリティガイドライン」が、本論文で紹介したアクセシビリティJISに準拠することを謳っているので、電子政府システムを端緒として、アクセシビリティに配慮したシステムが、一般に普及することを願っている。そして、全ての利用者が、製品を、自分に最適な方法で簡単に利用できるようになることを願っている。

参考文献

1） (社)電子情報技術産業協会 平成18年発行 06-パ-5(1)：ガイドブック「JIS X 8341-1:2004 高齢者・障害者等配慮設計指針-情報通信における機器、ソフトウェア及びサービス－第2部：情報処理装置」

2） (社)電子情報技術産業協会 平成 19 年発行 07-パ-02：情報機器アクセシビリティ/ JIS 標準の普及促進に関する調査研究報告書

ウェブコンテンツのアクセシビリティ／X8341-3

WCAG 2.0 との協調と改正原案

梅垣 正宏（日本障害者協議会情報通信委員／ユーディット）

Web Content Accessibility X8341-3
International Harmonization with WCAG 2.0 and the Working Draft

Masahiro Umegaki (Japan Council on Disability/Udit)

1. はじめに

2004 年 6 月 20 日に発行された「高齢者･障害者等配慮設計指針－情報通信における機器, ソフトウェア及びサービス－第 3 部：ウェブコンテンツ」(JISX8341-3) は制定から 5 年が経過し、2009 年に工業標準化法第十五条に基づく改正時期を迎えた。日本規格協会情報技術標準化研究センター(JSA/INSTAC)に設置された情報アクセシビリティ標準化調査研究委員会 WG2(主査 渡辺 隆行、以降 WG2 と呼ぶ)は、2004 年版発行直後から、ウェブアクセシビリティの世界的業界団体である W3C と国際協調の作業を進めてきており、またウェブ技術の著しい変化への対応も求められるとして、この規格の改正を決定し原案[1]を 2008 年度に開発した。改正原案は、2010 年の早春には公布される日程で作業が進められている。この原案では、国際協調を重視し、2008 年 12 月 11 日に勧告化された Web Content Accessibility Guidelines 2.0[2] (以降 WCAG 2.0 と呼ぶ) の技術的内容とできるだけ一致するように開発された。これまで WCAG 1.0 (1999 年 5 月 5 日勧告) と JIS X8341-3:2004 には違いがあった。また、他国でも WCAG と異なる独自の基準を定めている場合があったが、WCAG 2.0 を契機に世界的にも協調の重要性が認識され、ダブルスタンダードの解消に向かっている。このことで、企業は世界的業界標準と一致した JIS を使えるようになり、ビジネス機会が世界規模に広がった。一方、海外製ツールや技術をそのまま日本でも JIS に合致するものとして使用可能になる前提もうまれ、ウェブアクセシビリティ市場のグローバル化が進行している。なお、本稿では、WG2 の活動と原案を紹介することが主目的であるが、一部筆者の見解も合わせて述べるつもりである。注意を喚起しておきたい。

2. WCAG 2.0 の概要

WCAG 2.0 は、前バージョンである WCAG 1.0 が勧告されたのち 2001 年には草稿の初版が公開され、7 年余に及ぶ議論の末 2008 年 12 月 11 日に勧告化された。WCAG 2.0 は WCAG 1.0 の弱点を改善する[3] ために、より広い技術に対応し、要求事項を明確にし、より広い勧告利用者に使いやすくし、要求事項が誰に利益をもたらすかを明確にしつつ、過去と未来への互換性を確保することを目指した。特に要求事項を明確にしてテスト可能にすることが求められた。これは、多くの国がすでに障害者差別禁止と公共調達の基準に Web アクセシビリティを盛り込んでいるからである。WCAG 2.0 では、最も基礎的な基準であるレベル A、標準的な基準であるレベル AA、先進的な内容を含むレベル AAA の 3 つのレベルを定義し、要求事項をそれぞれのレベルに合わせて定めている。例えば、背景色と文字のコントラスト比に関する要求事項は AA、AAA の両方で定めているが、AAA のほうがより厳しい基準となっている。WCAG 2.0 に適合しようとする場合、3 つレベルを選択して要求事項を満たす必要がある。当然ながら、より高いレベルには低いレベルの要求事項は含まれている。

技術的な要求事項を定めた達成基準(Success Criteria)では、WCAG 1.0 が事実上 HTML と CSS を対象とした基準であったのに対して、WCAG 2.0 では技術に依存した要求事項は排除された。より人間の特性に対応した、あるいは抽象化された要求事項の記述になっており、どのような技術を利用する際にも要求事項は適用可能であるという原則をとっている。これによって、前方互換性を確保している。しかし、そのために具体的な技術にどう対応すべきかが WCAG 2.0 本体だけでは理解しづらくなったため、Understanding WCAG 2.0[5] 、Techniques for WCAG 2.0[6] などの文書で達成基準の理解を促進し、具体的な技術についても補足的な説明を提供している。

3. JIS X8341-3 改正原案

改正原案は、WCAG 2.0 の技術的中核をなす "WCAG 2.0 Guidelines" の章の原則―ガイドライン―達成基準という構造と内容をそのまま取り入れて、箇条 7 「ウェブコンテンツに関する要件」としている。必要な用語解説についても、WCAG 2.0 から適宜取り入れ、用語定義や注として規格中に盛り込んだ。また、WCAG

2.0 の 3 つのレベルを JIS に合致させるために、「ウェブコンテンツのアクセシビリティ達成等級」という概念を導入し WCAG 2.0 とのレベルの一致を計った。したがって、改正原案の基準とレベルは WCAG 2.0 と完全に一致していると考えてよい。一方、改正原案の箇条 6「ウェブアクセシビリティの確保・向上に関する要件」は、JIS X8341-3:2004 から継承されたもので、企画、設計、制作・開発、保守・運用といったウェブのライフサイクルを意識した要件が定められている。この箇条はコンテンツに対する要求ではなく、コンテンツの責任者、制作者のための要求事項が中心になっている。また、箇条 8「試験方法」では、WCAG 2.0 の Conformance の章の要求事項と一致したウェブページを単位としたテスト方法を定義するとともに、WCAG 2.0 には規定のないウェブページ一式（いわゆるウェブサイトのこと）のテスト方法に踏み込んで定めている。

4. 2004 年版との違い

改正原案と 2004 年版は、WCAG 2.0 との協調によって大きく変更されたように見えるが、実際には 2004 年版の延長上に位置づけられる内容となっている。というのも、WCAG 1.0 にはなく、2004 年版に存在したほとんどの要求事項は、原案作成ワーキンググループの粘り強い WCAG ワーキンググループとのリエゾン活動によって、何らかの形で WCAG 2.0 には取り込まれたからである。しかし、WCAG 2.0 ではさまざまな改良がおこなわれており、特に注目しておきたい 2004 年版との違いを紹介しておこう。まず、shall(しなければならない)、should(望ましい)の 2 つのレベルで書き分けられていた要件が 3 レベルの達成等級に置き換わっている点である。2004 年版で必須であった項目が分割されて、異なるレベルの達成基準になっているケースもあるし、推奨であった項目でもより記述が明確になって最低限のレベル A に位置づけられたものもある。その中で特に大きな変更は、動画などへの字幕と音声解説の提供である。2004 年版では、国内事情を勘案して should レベルでの記述(5.4 d)、つまり努力目標だったが、国際協調の過程で収録された動画等に限って、レベル A に位置づけられた。収録済み動画等のあるページでは、この基準を満たさないと改正版対応とはいえなくなった。また、文字と背景色のコントラスト比の計算式が明確になった。2004 年版では明確な定義がなく、WCAG 1.0 の計算式の援用が一般的だったが WCAG 2.0 で新たな計算式が導入された。これ以外でも、手話による音声の代替、拡張音声解説、背景音と発話音の音圧レベル比など、動画等における新たな要求事項が盛り込まれている。

5. 今後の課題

改正原案は WCAG 2.0 との協調を行ったために、WCAG 2.0 本体だけを取り込んでいる。したがって、WCAG 2.0 が持っている技術文書などのレベルでも、改正原案に則した日本向けの日本語による技術解説が不可欠である。また、WCAG 2.0 では「アクセシビリティサポーテッドな技術の使用方法」という概念が導入された。この概念は、ブラウザや支援技術を明確にし、使用する技術とその実装方法を使用環境や国別の状況に合わせることを可能にするものである。当然ながら、日本の支援技術等の対応状況を調査し、標準的な内容を示す必要がある。また、サイト単位での試験方法では、ページのサンプリングによる試験方法が提案されたが、サンプル数の決定アルゴリズムは示されておらず、これについても何らかの理論的根拠と目安となる数値を示す必要があるだろう。このような改正版にたいする取り組みは、現在、業界各社や改正原案作成委員会メンバーなどによりボランティアで行われており、改正版発行までには成果は公開される見込みである。なお、WCAG 2.0 関連文書のいくつかの荒訳 [7] はすでに完成しているので、日本語で読みたい方はそれを参考にしていただきたい。改正版が、日本のウェブアクセシビリティをさらに前進させるためのきっかけになることを願っている。

参考文献

1) JIS 改正原案「高齢者・障害者等配慮設計指針 ― 情報通信における機器・ソフトウェア・サービス ― 第3部：ウェブコンテンツ」 公開レビューのご案内
http://www.jsa.or.jp/stdz/instac/commitee-acc/WG2/review2009/ITBF_Web_review.html
2) Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0
http://www.w3.org/TR/WCAG20/
3) Requirements for WCAG 2.0
http://www.w3.org/TR/wcag2-req/
4) How to Meet WCAG 2.0
http://www.w3.org/WAI/WCAG20/quickref/
5) Understanding WCAG 2.0
http://www.w3.org/TR/UNDERSTANDING-WCAG20/
6) Techniques for WCAG 2.0
http://www.w3.org/TR/WCAG20-TECHS/
7) WCAG2.0 関連資料(WCAG2.0 などの日本語訳)
http://www.jsa.or.jp/stdz/instac/commitee-acc/W3C-WCAG/WCAG_index.html

電気通信機器のアクセシビリティ指針／JIS X8341-4

○水島 昌英（ＮＴＴサービスインテグレーション基盤研究所／情報通信アクセス協議会）

Accessibility Guideline of Telecommunication Equipment / JIS X8341-4

Masahide Mizushima (NTT Service Integration Laboratories / Info-communication Access Council)

1. はじめに

電気通信機器のアクセシビリティ指針であるJIS X8341-4「高齢者・障害者配慮設計指針－情報通信における機器，ソフトウェア及びサービス－第4部：電気通信機器」は，情報通信アクセス協議会[1]が，独自に発行していた「高齢者・障害者等に配慮した電気通信アクセシビリティガイドライン第2版[2]」をベースに原案を作成し，平成 17 年 10 月に制定された．本稿では，本規格の構成，概要について述べ，また国際規格との関連や，改定の動きについても紹介する．

2. 規格の構成

本規格の構成は以下のようになっている．

序文
1. 適用範囲
2. 引用規格
3. 定義
4. 基本原則
5. 企画・開発・設計における要件
6. 操作・利用に関する共通要件
7. 機器に関する共通要件
8. サポートに関する要件

附属書 1～4 固定電話機／携帯電話機／ファクシミリ／テレビ電話機の基本機能及び配慮要件

あらゆる電気通信機器に共通的に求められる要件を規格の本体（箇条6及び7）にまとめ，附属書 1～4 に個別の機器に特化した要件をまとめてある．例えば附属書 2 には携帯電話機について，充電のための卓上ホルダや，ストラップ等に関する要件，附属書 3 にはファクシミリについて，原稿の挿入／排出口や記録紙排出口等の要件が書かれている．

3. 規格の概要

本節では，主要な箇条の概要について紹介する．

3.1. 適用範囲

適用範囲には，高齢者・障害者が，電気通信機器を利用する場合のアクセシビリティの確保，向上のために，これらの機器を企画・開発・設計するときに配慮すべき事項を規定するとある．本規格で電気通信機器とは，“電気通信サービスの利用者が直接操作する機器（固定電話機や携帯電話機，ファクシミリ，テレビ電話機等）”と定義しており，適用もその範囲にとどめている．

また，特にパーソナルユースの電気通信機器においては，利用者が機器を選択すること可能であることから，本規格では，開発する個々の機器がターゲットとする利用者の範囲を特定（例えば，複雑な操作が苦手な高齢者等を主なターゲットとする等）して，満足する要件を取捨選択しても良いとしている．

3.2. 基本原則

箇条 4 の基本原則の中では，高齢者・障害者への配慮として，以下のことを求めている．

- 感覚，身体機能に依存しないで利用できるようにする．
- 知的，認知能力に過度の負担をかけないで利用できるようにする．

また，障害者の特別なニーズ等を機器単独で満たすことが難しい場合には，支援機器等との接続性を確保することでアクセシビリティを確保しても良いとしている．

3.3. 企画・開発・設計における要件

箇条 5 の中では，基本方針として，JIS Z8530（人間工学－インタラクティブシステムの人間中心設計プロセス）を参考にして，対象とする高齢者・障害者を開発プロセスに参加させること等を求めている．このことは，高齢者・障害者を対象とした機器を開発するために特別な独立したプロセスは必要なく，一般の利用者のニーズに高齢者・障害者のニーズを加えることで，今まで実施してきた開発プロセスの中に，アクセシビリティに配慮した製品の開発を取り入れることが可能ではないかという考えに基づいている．

3.4. 操作・利用に関する共通要件

箇条 6 では，主に高齢者・障害者のニーズに

関する要件が，以下のようにまとめられている．

- **操作**：容易性，操作確認，誤操作対応等
- **設置，設定**：高齢者，障害者自身ができる等
- **安全性**：手探りでも危険がない等
- **情報セキュリティ**：アクセシブル機能で情報漏えいがあってはならない等
- **代替手段**：支援機器が利用できるように等
- **インタフェースの公開と標準化**

3.5. 機器に関する共通要件

箇条 7 では，機器の要素の具体的な設計のための要件が，以下のようにまとめられている．

- **操作部レイアウト**：高齢者にも分かりやすい等
- **ボタン，キー**：手探りでも操作が可能等（5のキーの凸点等）
- **表示装置**：大きな文字，代替手段（音声読み上げ等）の提供等
- **着信音，報知音，音声ガイダンス**：大きな音，代替手段の提供等
- **音声入出力装置**：大きな音，補聴器対応等
- **筐体**：持ちやすい形状，素材等
- **用語，表記**：見やすい文字，図表記等

3.6. サポートに関する要件

箇条 8 では，高齢者・障害者が電気通信機器を利用する際に必要なサポートに関する要件が，以下のようにまとめられている．

- **取扱説明書**：分かりやすく，複数のメディアで提供する
- **アクセシビリティに関する情報**：アクセシブルに，広く公開する
- **サポート窓口**：複数の手段によって情報提供する，障害のある利用者とのコミュニケーションスキルを身につける

4. 国際規格との関係

ITU（国際電気通信連合）での電気通信アクセシビリティ指針の勧告化が日本から提案され，その結果，ITU-T F.790[3]として，平成 19 年 1 月に勧告化された．JIS X8341-4 との最も大きな違いは，JIS X8341-4 が，電気通信機器に適用範囲を限定しているのに対して，ITU-T F.790 は，電気通信サービスまで含めていることである．

5. 規格改定の動き

本規格は平成 17 年に制定されており，法律により 5 年毎の見直しが求められることから，現在，情報通信アクセス協議会の中で，その作業が進められている．今のところ，国際規格である ITU-T F.790 との整合性に配慮する方向で改定作業が進められているが，電気通信サービスについての要件は，規定から除外される見込みである．

6. 情報通信アクセス協議会について

最後に，本規格の原案作成団体である情報通信アクセス協議会について簡単に紹介しておく．発足は平成 10 年 11 月で，郵政省（現総務省）の告示「障害者等電気通信設備アクセシビリティ指針[4]」を普及促進させるための会として発足した．同指針の原則は，現在の JIS X8341-4 と大きく変わることは無く，原点となっている．

協議会の運営面の特徴として，通信会社や通信機器メーカの団体だけではなく，障害者，高齢者の団体にも参加してもらい，共に議論して指針の普及促進等を進めてきた．また，アクセシビリティに配慮した電気通信機器であることを利用者に広く知っていただくために，「Uマーク」を定め，協議会のサイトに，Uマークがついた製品を紹介する活動等も実施している[5]．

7. まとめと今後の課題

本稿では，電気通信機器のアクセシビリティ指針である JIS X8341-4 の概要を紹介した．今後の課題としては，本規格の改定を進める一方，アクセシビリティに配慮した電気通信機器の普及促進に向けたアクセシビリティ評価手法の確立やそれに伴うUマークの普及がある．

さらに，電気通信のアクセシビリティは，利用者が直接操作する機器だけで全てが成り立つものではなく，電気通信サービス全体で配慮しなければならない課題もある．例えば，聴覚，言語障害者等のために電話を仲介する電話リレーサービスは，欧米等では普及しているが日本では小規模に実施されているのみである．

情報通信アクセス協議会では，これらの課題について，高齢者・障害者等の意見も聞きながら，今後も検討を進めていく予定である．

参照 URL

[1] http://www.ciaj.or.jp/access/
[2] http://www.ciaj.or.jp/access/Guide2/index.html
[3] http://www.itu.int/rec/T-REC-F.790/en
[4] http://www.ciaj.or.jp/access/Shishin.html
[5] http://www.ciaj.or.jp/access/Goods/index.html

事務機器のアクセシビリティ設計指針

JIS X 8341-5「高齢者・障害者等配慮設計指針－情報通信における機器、ソフトウェア及びサービス－第 5 部：事務機器」

○酒井英典（社団法人ビジネス機械・情報システム産業協会　標準化センター　アクセシビリティ・プロジェクト）

Accessibility Guidelines of a Office Equipment
Japanese Industrial Standard X 8341-5 “Guidelines for older persons and persons with disabilities－Information and communications equipment, software and services－Part 5: Office Equipment.”

Hidenori Sakai(Japan Business Machine and Information System Industries Association、Standardization center、 Accessibility Project)

はじめに

情報技術が社会のなかで重要性を増すに従い、「デジタルデバイド(情報格差)」が問題となっている。高齢者、障がい者など情報弱者がこうむるデジタルデバイドを是正し、情報機器の情報アクセシビリティを向上させ、誰もが情報を利用できるようにすることが重要である。

（社）ビジネス機械・情報システム産業協会（以下、JBMIA）では、工業団体の社会的な役割として「IT の活用による知の創造と活用への貢献」を揚げている。高機能、多機能な IT 製品ほど、多様な利用者（情報弱者）が利活用できる操作機能やサービスが必要であり情報弱者に配慮することが必要である。アクセシビリティ・プロジェクト（以下、当プロジェクト）（注 1）は、情報機器のアクセシビリティの標準化と推進を目指し、1998 年にアクセシビリティを含むユニバーサルデザイン研究会として発足した。分かりやすいガイドの提示や導入推進を会員企業へ行い、情報アクセシビリティへの対応を継続的に働きかけているが、活動開始時点から「ビジネスの視点」を持っていることが特徴である。

1．JIS X8341-5 について

本規格は、高齢者・障がいのある人々が、複写機、複合機等の事務機器を利用できるように、製品を企画・開発・設計する時の配慮事項と事例を記した情報アクセシビリティの設計指針で、2006 年の制定である。個々の配慮、機能要件を規定し、さらに操作範囲のタスクも規定しており、操作事例に基づきながらアクセシビリティのチェックを行うことができる。ここで言う事務機器の対象は、オフィス用の複写機、複合機及びページプリンタを云う。

2．規格の構成

規格の構成を次に示す。

- 序文
- 適用範囲
- 引用規格
- 定義
- 一般的原則
  - 基本方針
  - 基本的要件
  - 推奨要件
- 操作に関する要件
- 企画・開発・設計に関する共通要件
- 附属書 1（規定）基本機能及び操作範囲
- 附属書 2（参考）拡張機能及び操作範囲

3．当規格の考え方

規格策定活動の際の、幾つかの考え方のポイントを紹介する。

- 規格は、当業界の実態に即しつつ国際整合を重視する。
- 指針としての実効性のある内容とする。
- 本規格の対象利用者は障がいを持つオフィスワーカーを主とし、製品の基本操作が行なえ、意図する一貫した情報アクセス行動を満足できるようにする。
- 可能な範囲で開発者の負荷を低減するために、利用時の手がかりとなる「基準」を提供できるようにする。例えば、JBMIA-TR-7:2004（事務機器における車いす操作範囲－推奨値）、JBMIA-TR-10:2007（高齢者にも見やすい文字デザインに関するガイドライン－液晶画面上の文字サイズとコントラストの設計指針）などからの情報を提示している。
- 規格の達成度を要素機能のみで判断するには、適合度情報が不十分である。これを避けるために、

定性的要素、要素機能、数値情報の３要素とタスク評価を組合せる総合評価を行なうことで、利用者が製品の基準達成度を検証する方法が考えられる。

利用者への情報提示として、JBMIA-TR-15:2009（事務機器における高齢者･障がい者への配慮点を紹介するための標準書式「アクセシビリティ配慮製品紹介シート」）を 2009 年に制定している。

･現在の技術では実現が難しいが、今後の技術の進展で対応が可能と考えられるものは“推奨”とした。

4．基本的要件と事例

a) 視覚による情報入手が困難な状態であっても操作又は利用できる。（**図 1**）

図 1　ボタン形状、凸点・凸表示など触覚情報を付加

b) 聴覚による情報入手が困難な状態であっても操作又は利用できる。（**図 2**）

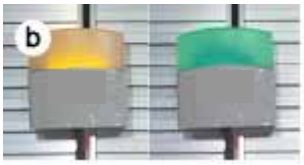


図 2　機器の状況を色と点滅で知らせるライト

c) 発話（音声言語）による情報入手が困難な状態であっても操作又は利用できる。

d) 体格にかかわらず操作又は利用できる。

e)筋力又は制御能力が低くても、操作又は利用できる。

f)下肢が不自由な状態にあっても操作又は利用できる。

g)車いすを利用する状態にあっても操作又は利用できる。

h)任意の片手で操作又は利用できる。（**図 3）**

図 3　左右どちらの手でも、交換が容易なトナーボトル

i)手、足、指、又は義肢の限定された動きだけでも操作又は利用できる。

5．標準化の進展と、今後の方向性

JIS X 8341-5 は、当プロジェクトが 2004 年に制定した工業会規格 JBMS-73（高齢者･障害者等配慮設計指針－複写機･複合機及びページプリンタ）を基にしているが、JBMS-73 は工業会標準報告書 JBMIA-TR-4:2002（複写機＆情報機器の米国ディスアビリティ法のためのガイド）を見直しし進化させた規格である。JIS X 8341-5 は、ISO/IEC JTC1/SC 28 で国際規格として提案、検討され、ISO/IEC 10779:2008（Information technology － Office equipment accessibility guidelines for elderly persons and persons with disabilities）として制定されている。

IT 分野の技術は日々進んでいる。海外の法規制も時代に合わせて改定準備が進んでおり、対象となる利用者も拡大をみせている。当プロジェクトは、国際規格･規制動向も把握しながら、規格･標準類の改定を進める必要があると考えている。また、情報アクセシビリティ規格は、作成することで終わるのでなく、製品に実現させるための推進活動や利用者への情報提供、そして意見のフィードバックも重要となってきていると認識している。

（注 1）アクセシビリティ･プロジェクトの 2009 年度の活動紹介は、下記の JBMIA ホームページ「小委員会」を参照。

http://www.jbmia.or.jp/hyojun/

参考･引用文献

･事務機械　2003.205 号特集「標準化事業の一層の推進－情報アクセシビリティの標準化（1）」

･事務機械　2004.206 号特集「標準化事業の一層の推進－情報アクセシビリティの標準化（2）」

･事務機械　2004.207 号特集「標準化事業の一層の推進－情報アクセシビリティの標準化（3）」

･事務機械　2004.208 号特集「標準化事業の一層の推進－情報アクセシビリティの標準化（4）」

･ヒューマンインターフェース学会誌　Vol.6 No4.2004 アクセシビリティ特集「情報アクセシビリティ関連 JIS の概要と動向：事務機器」

アクセシビリティのビジネスへの応用
－アクセシビリティに配慮したウェブサイト構築を通して－

○朝井 大介（NTT サイバーソリューション研究所）

Application of Accessibility for Business Use
Comments and Opinions about Developing Accessibility-considered Web Sites

Daisuke Asai (NTT Cyber Solutions Laboratories)

1. はじめに

情報通信技術の進展に伴い、ウェブは社会生活において欠かせないインフラとなっている。一方で、ウェブコンテンツは、誰でも等しく利用できているとは言えず、物理的な移動の負担が大きく、ウェブによって多大なる恩恵を受けられるはずの高齢者や障害者は、見えない、操作できないなどにより使うことができず、その恩恵に預かっているとは言い難いのが現状である。そこで、2004年にウェブコンテンツを作る際に配慮すべき事項を規格化した「高齢者・障害者配慮設計指針－情報通信における機器，ソフトウェア及びサービス－ 第3部：ウェブコンテンツ」[1]（以下、JIS 規格）が刊行された。

その後、公共系のウェブサイトを中心に、JIS 規格対応サイトへのリプレイスが生ずるなど、アクセシビリティに関連する市場がある程度、生成され、アクセシビリティに配慮されたウェブサイトも増えた。しかしながら、まだ十分とは言えず、更なる普及が必要であり、そのためには、アクセシビリティに関するビジネス市場の活性化が必須であると言える。

著者が所属する NTT グループでは、ビジネスとして、主に地方自治体を中心としたお客様へのアクセシビリティに配慮したウェブサイト構築や自社ウェブサイトのアクセシビリティ改善、を行っている。また、研究開発として、アクセシビリティ診断業務を支援する技術・手法として、ガイドラインや診断手順書、並びに、診断ツールの研究開発を行っている。

本稿では、NTT グループにおいて、これまで行ってきたアクセシビリティに関連するビジネスを通して得た活用方法や効果、感じる課題や要望などを報告したうえで、今後の展望について述べる。

2. アクセシビリティのビジネス活用の現状

NTT グループでは、アクセシビリティに関連したビジネスとして、アクセシビリティに配慮したウェブサイトの構築・運用を行っている。お客様よりアクセシビリティ配慮の要求があった場合に、アクセシビリティに配慮したウェブサイトの設計・製造・導入・維持管理支援などを行っている。これらの業務に携わる担当者に、JIS 規格の効果・メリット、課題、懸念、そして要望をヒアリングした結果を下記に示す。

2.1 効果・メリット

JIS 規格をビジネスで利用する上での効果・メリットについて意見を得た。

- お客様の RFP（提案依頼書）に JIS 規格への配慮と記述される機会が増え、入札条件になっている。
- お客様の拠り所になるため、対応状況に関する診断やコンサルティングなどの市場が創出されている。
- お客様への提案においても説明がしやすく説得性が大きい。

また、業務を遂行する上での効果・メリットについて意見を得た。

- 配慮すべき範囲が規定されるため、作業の目標や要件が設定しやすい。
- 設計書・作業所等作成時に整理しやすい。

2.2 問題点

JIS 規格をビジネスで利用する上での課題についても意見を得た。

- JIS 規格に準拠することに対するインセンティブ（準拠しないと罰則／準拠すると報酬）がないため、アクセシビリティ対応に対する個別予算がつかない。
- 一定の技術レベルを持った人材の確保が困難であり、かつ、評価の仕組みがないため、企業として人材育成のメリットがない。
- アクセシビリティが「障害者、高齢者」のためと必要以上に謳われてしまうとビジネス展開が難しい側面がある。

また、業務を遂行する上での課題も得た。

・JIS 規格は結果（成果物）に対する規格のため、実際には、どう技術的に実装するかについて考える必要がある。

2.3 要望

アクセシビリティや JIS 規格に対する要望について以下の意見を得た。

・アクセシビリティに配慮していることに対するインセンティブの提供。例えば、アクセシビリティマーク。
・診断に要する負担の軽減手法・技術の提供を望む。例えば、診断ツールや診断手順書がよい。
・推奨する実装方法の検証作業を望む。JIS 規格は机上の空論になっていないかが不安である。JIS 規格に準拠したウェブサイトがある、或いは製作し、そのサイトについてアクセシビリティ評価は問題ないことが検証されているのかを知りたい。

3. アクセシビリティのビジネス活用の活性化

記述した意見より、アクセシビリティに関するビジネス活用の活性化に向けての今後の課題について述べる。

3.1 ビジネス規模の拡大

効果として、JIS 規格によりアクセシビリティに関するビジネス機会は創出されたとしたが、一方で、問題点として、アクセシビリティ対応に関する個別予算が付かないことや人材育成のメリットがないとある。これは、ビジネスとしては創出されたが、その規模が十分とは言えず、企業が本腰を入れて取り組めない状況を反映していると考えられる。その解決策として、アクセシビリティマークを例としてインセンティブの提供を要望している。ここで注意したいのは、単にアクセシビリティマークを何でもいいから提供するということではなく、強いインセンティブが働くために、アクセシビリティマークを誰がどのように認定するのか、というシステム作りを考慮しなければならない。一企業や団体で出来るものではなく、連携する必要があるであろう。

3.2 実装手段の蓄積

問題点として、JIS 規格に対応するためにはどう技術的に実装するかについて考える必要があるという意見があった。非常に的確な意見であり、実際にこの実装手段を考えることは、大きな知識やノウハウを必要とする部分である。特に、ウェブコンテンツの場合、ある規定を実現するための手段として多種多様あり、コンテンツ製作者の能力に依存することが多く、それぞれの手段の配慮度合いも様々である。この個々人の中に蓄積されているノウハウを集約し、W3C の「Techniques for WCAG 2.0」[2] のように、各規定への実装手段の例として記載することは非常に有効であろう。但し、「Techniques for WCAG 2.0」は、規定によって記述レベルに非常にばらつきがあり、実装手段が少数しか提供されていないような場合には、記述されている実装手段の例の質が悪い場合も少なくない。1 つの規定に対して様々な実装手段を数多く集めること、更に、その実装手段に対して評価ができる仕組みが重要であると考える。

3.3 実装手段の検証

要望として、実装手段に従ったウェブサイトの検証が挙げられている。これは、個別の規定事項に従い製作したウェブサイトが、全体として見た際に、果たしてアクセシビリティに配慮されているのか疑念を持っているからと言える。規定事項の中には、実装手段によっては、あるユーザにとっては良いが、他のユーザによっては望ましくない効果を及ぼす可能性もある。その場合の回避策を規定するためにも検証は必要であろう。

4. まとめ

本稿では、アクセシビリティや JIS 規格をウェブサイト構築というビジネスで活用した複数人の担当者にヒアリングした結果を効果や問題点、要望として整理し、更なる活性化のための課題を述べた。課題は、一企業や団体でできるものではなく、複数企業や団体が連携して取り組むことを期待する。

【参考文献】

1. 日本工業基準調査会: 高齢者・障害者等配慮設計指針－情報通信における機器，ソフトウェア及びサービス－第三部：ウェブコンテンツ，財団法人 日本規格協会,(2004).
2. W3C WAI: Techniques for WCAG 2.0, (2008). http://www.w3.org/TR/WCAG20-TECHS/

【連絡先】

朝井 大介（NTT サイバーソリューション研究所）

〒239-0847 神奈川県横須賀市光の丘 1－1

E-mail:asai.daisuke@lab.ntt.co.jp

人間工学規格と今後の展開

－ISO/TC159 および国内対策委員会（JENC）の活動 －

○横井孝志（産業技術総合研究所(AIST)）

The latest trend in ergonomics standards
- Activities in ISO/TC159 and JENC -

Takashi YOKOI (AIST)

１．はじめに

日本国内で生産した生活製品や機器、あるいは作業環境等を、国内だけでなく海外においても有効に使用できるかたちで提供するには、これらの製品、機器、作業環境等を設計する段階から、利用者の体格や身体機能、文化や生活習慣等を考慮して、なるべく共通の基準や指針で機器や部品の仕様を決めて設計し、利便性、安全性、快適性等を確保する必要があります。これによって、生産コストも大幅に削減することが可能です。このような基準や指針を提供するものの1つが人間工学国際標準（規格）です。

本稿では、人間工学国際規格策定の中心的役割を担っている ISO/TC159（国際標準化機構/人間工学技術委員会）の国内外における活動やその最近の動向、今後の展開等をご紹介します。

２．ISO/TC159 と JENC

国際標準化機構（ISO: International Organization for Standardization）は、様々な重要技術分野において国際的な標準化や規格策定を推進することをねらいに、1947 年に設立された機関です [2]。1975 年には、この機関の中に人間工学を専門に扱う技術委員会（TC : Technical Committee）TC159 を設置しました。

日本は 1986 年に TC159 のＰメンバー（規格審議に関して投票権を持つ国）となり、同時期に日本人間工学会は経済産業省から委託を受けISO/TC159の活動を担うようになりました。この活動を円滑に推進するため、日本人間工学会内部には ISO/TC159 国内対策委員会（JENC: Japan Ergonomics National Committee）が設置されています [6]。現在、JENC では企業、大学、研究機関等から総勢 100 名以上の専門家を募り、ISO 規格、JIS 規格の策定や普及を含めた人間工学規格に関する活動を進めています。

図 1 に現在の ISO/TC159 および JENC の構成を示しました。TC159 傘下には4つの技術分科会（SC : Sub-committee）、高齢者・障害者対応の作業グループ（WG2）、ならびにアクセシブルデザインに関する諮問グループ（AGAD）が設置されています。これらのうち SC3（人体寸法と生体力学）、WG2、AGAD については日本が議長を担当しています。一方、JENC 傘下にはこれら TC159 の組織に対応する委員会（mirror committee）に加えて JIS 分科会も設置し、国際規格にもとづいた国内規格（JIS規格）の策定やJIS規格の国際規格提案等を検討しています。

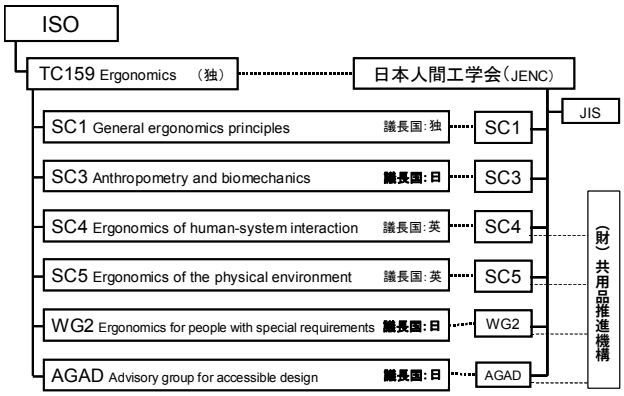


図１　ISO/TC159 および JENC の構成

３．人間工学国際規格策定と我が国の活動

図 2 は TC159 内で扱う領域やその相互の関係を示したものです。TC159 で扱う規格の範囲は人間工学的設計の原理・原則等の最も基本的な領域（SC1）、人体寸法や姿勢・動作に関する領域（SC3）、機器操作時の情報の提示や入力に関する領域（SC4）、温熱、照明、騒音等の物理環境の領域（SC5）など、非常に多岐に渡っています。最近では、これらを横断的に貫く規格として、高齢者、障害者配慮を重視したものも検討されています（WG2）。さらに、アクセシビリティーへ配慮が今後の規格策定に重要であるとの認識から、2007 年には TC159 内部に AGAD が設置され、規格策定におけるアクセシビリティーへの配慮を啓蒙しています。また、高齢者・障害者やアクセシブルデザインにも円滑に対応できるように（財）共用品推進機構とも連携を取りながら規格審議等を進めています。

TC159 で扱う規格は生活の中で用いる機器や環境の設計に不可欠であるため、TC159 は ISO の中の建築、自動車、福祉機器、機械安全等を扱う他の TC とも積極的に情報交換を行っています。

このような TC159 の活動の一環として、JENC においても様々な活動を行っています[1)]。JENC やその分科会の委員の方々には、TC159 関連の国際委員会で提案された規格内容を人間工学の知見や我が国の状況を加味しながら審議し、国際会議に出席して内容の加筆・修正を行う活動に加わって頂いております。また、日本からも積極的に国際規格を提案しています。特に高齢者、障害者に配慮した規格の策定については、標準化関連施策と連動した経済産業省からの強力な支援もあり、日本が世界を先導しています。

一方、JIS 分科会では策定された国際標準のうち、我が国にとって有益なものについては JIS 規格として策定する活動も積極的に行っています。現在検討中の案件は JIS X8341-6「高齢者・障害者等配慮設計指針ー情報通信における機器，ソフトウェア及びサービスー第 6 部：ソフトウェアアクセシビリティについての手引き」の作成（ISO 9241-171:2008 “Ergonomics of human-system interaction ーPart 171: Guidance on software accessibility”のJIS化）および JIS Z8907「人間工学ー方向性及び運動方向通則」の改訂（ISO 1503:2008 “Spatial orientation and direction of movement - Ergonomic requirements”の改訂に伴う改訂）です。このような JIS 化活動のこれまでの成果は JIS ハンドブック「労働安全・衛生」、「人間工学」、「高齢者・障害者等」等に結集されています（図 3）[3), 4), 5)]。

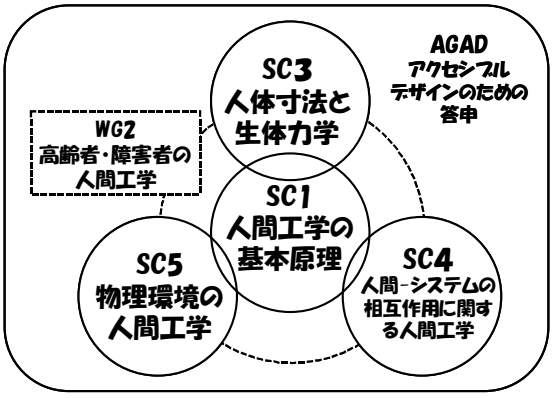


図２　ISO/TC159 内で扱う領域と相互の関係

４．まとめ

社会や経済の国際的グローバル化が常識となった現在、我が国の産業の国内外での競争力を高め、安全で使いやすい機器や製品を世界に提供するには、人間工学関連 ISO 規格、JIS 規格の活用が不可欠です。

2009 年 8 月に北京で開催された国際人間工学会大会においては ISO/TC159 の活動を大きく取り上げ、様々な関連セッションが開催されました。また、大会後に同地で開催された ISO/TC159 総会には ISO/TC199（機械安全分野の技術委員会）から議長が出席し、機械安全分野における人間工学規格策定への協力要請がありました。さらに、2010 年 10 月 14 日の「国際標準の日（World Standards Day）」においてアクセシビリティーを積極的に普及啓蒙することも予定されております。このように、人間工学標準は国際的にも非常に重要な位置を占め、様々な分野で人間工学規格が注目され始めました。

人間工学規格がこれまで以上に社会に認知され、その策定や活用によってよりよい製品が世の中に普及するとともに、我が国の産業における国際競争力の強化に繋がることを期待します。JENC委員会は引き続き人間工学規格の策定や普及、啓蒙に努めて参る所存ですので、今後とも皆様方のご指導、ご支援をよろしくお願いいたします。

図３　人間工学に関連した主な JIS ハンドブック

参考文献

1) ISO/TC159 国内対策委員会（編）：人間工学 ISO/JIS 規格便覧便 2009 （http://www.ergonomics.jp/jenc/binran09/2009_Ergo_ISO_Binran_Jun_05.pdf）

2) ISO：List of ISO technical committees (http://www.iso.org/iso/standards_development/technical_committees/list_of_iso_technical_committees.htm)

3) 日本規格協会(編)：JIS ハンドブック 2009 (37-2)労働安全・衛生，日本規格協会，2009.

4) 日本規格協会(編)：JIS ハンドブック 2009 (37-3)人間工学，日本規格協会，2009.

5) 日本規格協会(編)：JIS ハンドブック 2009 (38)高齢者・障害者等，日本規格協会，2009.

6) 日本人間工学会 ISO/TC159 国内対策委員会ホームページ（http://www.ergonomics.jp/jenc/index.html）

指先動作の学習定着・睡眠効果に関する研究

― 日中仮眠とイメージトレーニングを用いて ―

○大澤丈明*， 下村義弘*， 勝浦哲夫*

（*千葉大学大学院工学研究科）

Learning Consolidation and Sleep Effect of Finger Manipulation

- By Means of Daytime Nap and Motor Imagery -

Takeaki Ohsawa, Yoshihiro Shimomura, Tetsuo Katsuura

(*Graduate School of Engineering, Chiba University)

1. 序論

近年の研究によって，睡眠には記憶を定着させる効果のあることが明らかにされてきた．言語記憶が睡眠によって定着することは比較的よく知られるところであるが，睡眠依存性のパフォーマンス向上は，知覚記憶や動作記憶についても起こるものである[1].

Fischer らは手指対向タスクを用いて，動作パフォーマンスが睡眠によって有意に向上すること，そして，それがまさしく睡眠によって引き起こされたことを示した[2]. この睡眠中の学習定着には，練習中とは異なるメカニズムがはたらくと考えられている[3].

学習効果をもつ睡眠は，必ずしも夜間の長時間睡眠ばかりではない．Backhaus らは 45 分の日中仮眠が動作記憶を有意に向上させることを報告した[4]. ここで用いられたミラートレーシングタスクは，手指動作と同じく，「手続き的記憶」の範疇にあるとされている．Kuriyama らは両手のタイピングタスクによって，学習内容の複雑さと睡眠向上の相関を示唆した[5]. 実際の運動が伴わない学習を加えたとき，動作記憶の睡眠効果はどのように現れるであろうか．本研究ではイメージトレーニングと日中仮眠を用いて実験を行った.

2. 方法

2-1. 被験者

被験者は健常成人 6 名（25.3±4.9 歳，男：女=5:1），書面にて実験説明と参加意思の確認を取った．被験者には 1 週間の睡眠統制を指示し，実験前日よりアルコールおよびカフェインの摂取を禁止した.

2-2. 実験条件

実験条件は，次の 3 種類である．全被験者がすべての条件に取り組んだ．実施順序はカウンターバランスを取った.

「先」条件： IMA → EXE → 仮眠 → EXE

「後」条件： EXE → IMA → 仮眠 → EXE

「無」条件： EXE → 仮眠 → EXE

(IMA=イメージトレーニング，EXE=実際の動作)

仮眠は午後 2 時から 100 分とした．仮眠前の訓練強度は IMA，EXE ともに 1 分間のタスク試行×10 回とし（試行 1-10），仮眠後の追試では，同じタスクについて 1 分間の試行を 4 回行った（試行 11-14）.

2-3. タスクデザイン

実験タスクは，両手指による系列タッピング学習である．記録のため，標準ピッチのパソコンキーボード（Fig.1）と，JavaScript によるプログラムを用いた．タスク数列はディスプレイに提示し，入力内容は黒点におきかえて表示した(Fig.2)．遂行に関するその他のフィードバックは被験者に与えなかった．タスクは複数用意し，カウンターバランスを取って実験条件と組み合わせた.

Fig. 1 入力装置（バッファローコクヨサプライ，BSKBU04）.

Fig. 2 タスク数列の提示画面．数字 1-5 は順に母指-小指への割り当てに，表示位置の左右は手の左右に対応する.

2-4. イメージトレーニング

イメージトレーニングの方法は，キーボードに手を置き，タスク数列を見ながら，指を動かす順を確認するものとした．EXE 試行と共通する手続であるが，あくまでタイピングは行わない．ただし，遂行記録を取るために，タスク数列の最後にある Enter だけは実際の入力を指示した．取り組むタスク数列は EXE 試行と共通である．また，被験者への教示は IMA，EXE ともに，タスクを「出来る限り早く，やり直しはせず，連続して行う」とした.

2-5. 解析

1 分間でタスク数列に着手した回数を速度指標とし，間違いをせずに遂行できた回数の速度指標に対する比を精度指標とした．全試行を 4 区間に分け(試行 1-4，4-7，7-10，11-14)，区間ごとに指標を平均し，被験者内で「無」条件の第 1 区間に対する比を計算した．

統計解析は，実験条件を説明変数とする各区間指標の多重比較（Tukey-Kramer の HSD 検定），および仮眠直前(7-10)と直後(11-14)の区間指標について，実験条件別に，対応のある t 検定で比較を行った．統計解析には JMP(ver.5.01a)を使用した．

3. 結果

3-1. 速度指標

速度指標の区間変化率を次に示す(Fig.3)．

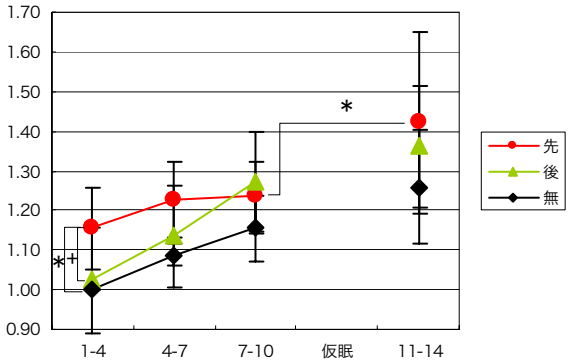


Fig. 3 速度指標変化率

多重比較検定の結果，区間 1-4 で「先」-「後」条件間に有意傾向（α=.10），「先」-「無」条件間に有意差（α=.05)があった．t 検定の結果，「先」条件で仮眠前後に有意差（α=.05）があった．

3-2. 精度指標

精度指標の区間変化率を次に示す(Fig.4)．

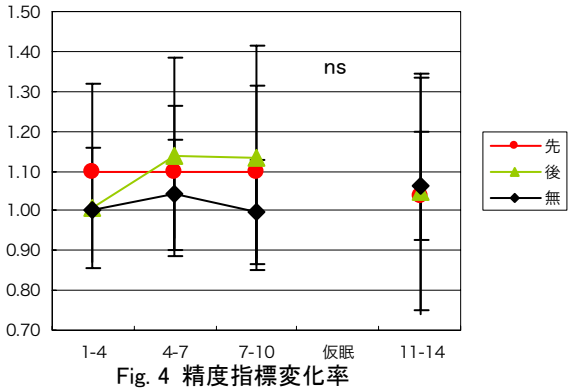


Fig. 4 精度指標変化率

精度指標については，どの組合せについても多重比較（α=.05)，t 検定（α=.05)に有意差はなかった．

4. 考察

イメージトレーニングの能力，および指動作を遂行する能力は被験者によって異なると考えられるため，本研究ではパフォーマンスを絶対値ではなく，被験者内の相対値で比較した．

速度指標の結果より，イメージトレーニングはある程度成功したと考えられる．実際の動作に先行してイメージトレーニングを行った「先」条件では，被験者は早い段階(1-4)から各自の実行可能速度の上限に近いパフォーマンスを発揮することが出来たが，イメージトレーニングの先行がなかった「後」「無」条件では，訓練を通してその上限に近づいていったのであろう．条件間の差は，訓練中盤(4-7)，訓練終盤(7-10)で消失した．

タスク数列のバリエーションは，運動情報量が均一となるよう考慮して作成し，実験条件との組合せ，および実施順序はカウンターバランスを取った．訓練中を通して「後」「無」条件間に有意差がなかったことから，これらに被験者の取り組み方の差はなかったと考えられる．

「先」・「後」条件では，ともに実際の動作とイメージトレーニングの両方を行ったため，仮眠前に処理した情報量は同じと見なせる．しかし，仮眠後の速度向上は「先」条件にのみ有意差があった．このことから，動作練習に先行するイメージトレーニングが，睡眠による学習効果を促進させることが示唆される．ただし，その効果が直接のものか間接のものかを決定するためには，今回とは異なる実験デザインによって精査する必要がある．

イメージ上の動作速度と実際に動作可能な速度は近似すると報告されている[6]．今後，動作学習の研究はイメージ，動作，訓練中の向上，睡眠による向上の 4 要素を統一的に記述する枠組みへと向かうであろう．

5. 参考文献

[1] Mednick, C.S. et al. 2008 Comparing the benefits of caffeine, naps and placebo on verbal, motor and perceptual memory. *Behavioural Brain Research* 193: 79-86

[2] Fischer, S. et al. 2002 Sleep forms memory for finger skills. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 99: 11987-11991.

[3] Maquet, P. et al. 2003 Festina Lente: Evidences for fast and slow learning processes and a role for sleep in human motor skill learning. *Learning & Memory* 10: 237-239

[4] Backhaus, J. et al. 2006 Daytime naps improve procedural motor memory. *Sleep Medicine* 7: 508-512

[5] Kuriyama. K. et al. 2004 Sleep-dependent learning and motor-skill complexity. *Learning & Memory* 11: 705-713

[6] Sirigu A. et al. 1996 The mental representation of hand movements after parietal cortex damage. *Science* 273: 1564-1568

キーストローク時の手指動作に関する研究

○赤須春香、西内信之、朴美卿、山中仁寛（首都大学東京大学院）

The Study on Keystroke Dynamics

Haruka Akasu, Nobuyuki Nishiuchi, Mi-kyong Park, Kimihiro Yamanaka
(Graduate School of Tokyo Metropolitan University)

1. 緒論

近年の情報化社会において、多くの新しいヒューマンインタフェースが開発されている。その中でもキーボードは、CUIおいても必須であり重要なヒューマンインタフェースである。キーボードのタイピング時には、キーを押す時間間隔や、キーを押している時の手の形状、次のキーを押す準備動作など様々な情報が含まれている。これらの情報は、キーを押す時間間隔を統計的に処理することで、バイオメトリック個人認証に利用したり、次のキーをどの指で押すかといったタイピング練習を支援するアプリケーションに利用されたりしているが、キーストローク時の手の動き、手の形状などの情報については、これまでにあまり利用されていない。

そこで本研究では、キーストローク時の手の形状や動きそのものに着目した。ユーザのキーストローク時の手指の動きを計測し、指先や指先の時間的変化などを求め、その結果を個人認証やタイピング練習に応用できるようなキーストローク動作の計測を目的とする。

2. キーストローク動作の撮影

キーストローク動作は手全体が映るようにするため、図 1 のように上からカメラにより撮影した。

なお、本研究では、撮影した動画を画像処理しやすくするために、黒いキーボードを使用し、キーボードの下に黒い紙を敷き撮影を行っている。

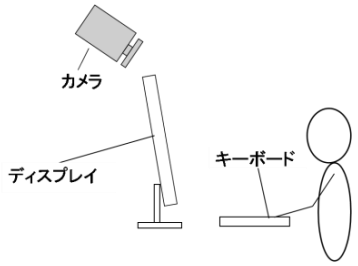


図 1　撮影の様子

3. キーストローク動作の計測

撮影したキーストローク動作の各フレームに画像処理を施し、手の指先や付け根などの特徴点を特定する。

まず初めにキーストローク画像の肌色抽出により二値画像を得る。そして細かいノイズを除去し手領域を抽出する。抽出した手領域の輪郭線を追跡しながら曲率を求め、その曲率から指先・付け根を特定し、その特徴点を結んだ時にできる角度を計測する。これを全てのフレームで行う。

3.1 手領域の抽出

キーストローク画像を肌色抽出により二値化し、細かいノイズを除去することで、手領域を抽出する。図 2 の原画像の手領域を抽出した画像が図 3 である。

図 2　原画像

図 3　手領域画像

3.2 輪郭線の追跡による指先・指の付け根の特定

曲率とは、曲線の各点における、曲線の曲がり具合の程度を示す値であり、曲線状のある 3 点で作られる三角形の外接円の半径 Rの逆数で表わされる。

輪郭線上を追跡し曲率を求めた結果が図 4 である。極大値を指の付け根、極小値を指先と判断し、図 4 の①から⑨はそれぞれ図 5 の①から⑨に対応している。

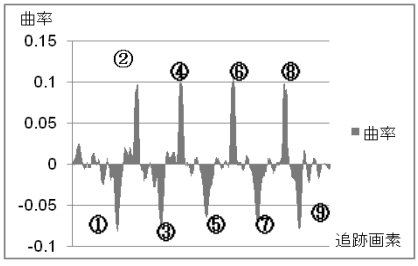


図 4　手の輪郭線の曲率

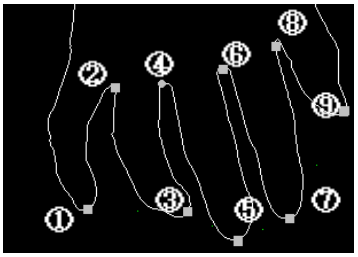


図 5　手の特徴点

3.3 指の特徴点で形成される角度の計測

指先と指の付け根の特徴点を図 6 のように結んだ時にできる角度を左からa～hとし計測する。それぞれの角度のフレームごとの変化(時間変化)を図 7 に示す。

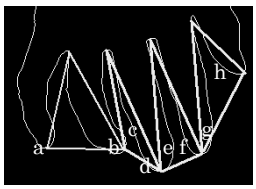


図 6 指の角度

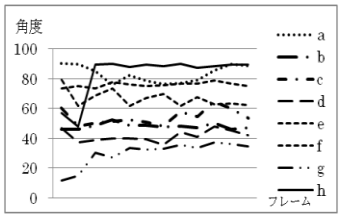


図 7 各指の角度の時間変化

4. キーストローク動作を用いた個人認証への応用

4.1 指の角度の時間変化に着目した照合

(1) 実験方法

同一の 3 文字「a, o, u」キーをタイプしているキーストローク動作を撮影し、全フレームで指の角度 a～h を求め、図7のような角度の時間変化のデータを個人認証用のデータとした。データは相関係数を用いて比較した。被験者 2 名で、以下の実験を行った。

実験① 同一人物間での照合

実験② 異なる人物間での照合

(2) 実験結果

実験①と実験②の結果をまとめたものを図 8 に示す。図 8 は横軸に試行、縦軸に相関係数を取り、相関係数を降順に並べている。

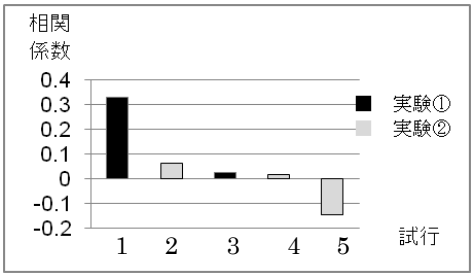


図 8 実験③と実験④の結果

(3) 実験の考察

図 8 の結果では、実験①の同一人物間の照合結果よりも、実験②の異なる人物間での照合結果が高く、更に、同一人物間においても相関係数が低く、個人を十分に識別できていないことが分かる。

この原因として、キーストローク時に指の重なりが生じ、指先と指の付け根の特徴点の検出精度低下が影響していると考えられる。また照合に相関係数を用いるため、時間軸方向の変化の影響が考えられる。これついては今後 DP マッチングを利用することで、精度向上が図れると考えている。

4.2 手指形状に着目した照合

(1) 実験方法

同一のキーを押している時の手指形状を用いてパターンマッチング'を行う。被験者は 3 名で、各被験者の名前と異なる人物の名前をタイプし、以下の実験を行う。

実験③ 同一人物間での照合

実験④ 異なる人物間での照合

(2) 実験結果

図 9、10 がパターンマッチング例であり、実験③と実験④の結果をまとめたものが図 11 である。縦軸がパターンマッチングの類似度、横軸が試行であり、類似度を降順に並べている。

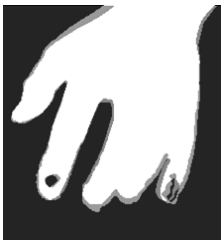


図 9 本人×本人の結果

図 10 本人×他人の結果

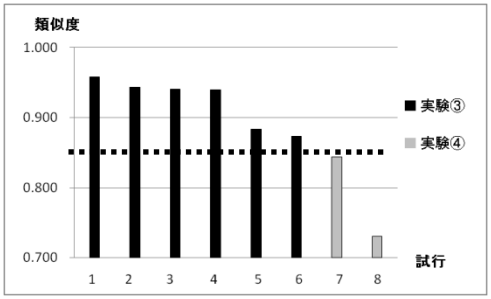


図 11 実験③と実験④の結果

(3) 実験の考察

図 11 より、実験③と実験④の結果において、仮に閾値を 0.85 と設定すれば FAR･FRR ともに 0%となる。以上より、キーストローク時の手の形状を利用した個人認証の可能性を示した。

5. 結論

本研究では、キーストローク時の手指の動きに着目し、キーストローク動作の計測を行った。本研究では、応用システムの一つとして、計測結果を個人認証に用いることを提案し、評価実験を行った。

評価実験では、指の角度変化と手の形状を利用して照合を行った。指の角度変化を用いた実験では個人を識別できなかったが、手の形状を利用した実験では個人識別の可能性を示した。今後は、手の特徴点検出の精度向上を図り、指の角度の時間変化を利用した照合による個人認証を再検証する。

レンチ作業における筋活動の変化

○及川久之，瀬尾明彦
（首都大学東京大学院システムデザイン研究科）

Change in muscle activity in wrench work

Hisayuki OIKAWA，Akihiko SEO
(Graduate school of System Design Tokyo Metropolitan University)

1．緒言

近年，日本のモノ作りを支えた技能の衰退が懸念されており，多くの企業で熟練者の持つ知識の保存が行われている．しかし，暗黙知のような感覚的な知識については口述で表すことが困難であることから，実際に仕事を遂行しながら習得する方法が現在でも多く用いられている．特に熟練された動作は，身体各部の動きが最適化され，これが修得を困難にさせる要因の一つになっている．近年，この熟練者の持つ高度な動作の解明が行われている．先行研究の多くは熟練者の身体動作を 3 次元的に捉え，最適動作を明らかにするものである．しかし，身体動作の発現に重要であると考えられる筋活動等身体内力から動作を捉える研究はあまりなされていない．また，熟練者と非熟練者の比較から熟練者の動作を追従することで技能の継承を試みる研究も行われている．しかし，最適動作に至るまでのプロセスは未解明の部分が多いのが現状である．そこで本研究では動作の修得に際して身体動作がどのように最適化されていくのか，特に筋活動の変化に着目することで動作の修得プロセス解明を試みる．

2．ボルト締め付け実験

人は繰り返し動作を行うことで適正な作業方法を学習し，効率的な動作を身に付ける．そこで被験者に単純なボルト締め付け作業を繰り返し行わせることによって，筋活動の変化がどのように変化していくかを観察し，分析した．なお，本実験は本学の倫理委員会の承認を得て実施した．

2.1 作業課題

被験者は一般車の整備作業を想定して作業を行った．また作業は Fig.1 に示すよう整備作業でよくみられるボルト配置を想定し，4 条件で実施した．

条件①ではドアの開け閉め等日常生活で多用する押し引き動作に近い動作であり，一般的な動作である．また条件②では日常的に行わない限定された軌跡間を往復させる押し引き動作であり，かつ肩関節に負荷がかかりやすい押し引き動作である．条件③は身体手前にレンチを引き上げる押し引き動作であり，日常的に常用する動作であるもののレンチの軌道が限定されていることから上肢の稼動範囲が狭い動作である．条件④は条件①と同様に単純な押し引き動作であるが，長いエクステンションバーを用いたレンチ構成であるため操作力の伝達および力のフィードバックが不安定な動作である．以上のように各々作業特性の異なる 4 条件で作業を実施し，条件①を基準動作として動作特性を比較する．

2.2 実験レイアウト

実験レイアウトの概略を Fig.2 に示す．作業高さ（レンチ頭部高さ）は一般乗用車のボンネット高を想定し，全条件とも 1090 mm と一定にした．締め付けには一般的に多用される M12 六角ボルトを使用し，工具はシグナル式トルクレンチを使用した．なお，締め付けトルクは 42 Nm である．1作業の所要時間は約 10 秒であった．また，作業による疲労要因を排除するために作業毎に2～3 分程度の休憩をとりながら 35 回試行し，実験は前条件の習熟効果を排除するために 1～2 週間の休憩期間を設けて実施した．

2.3 被験者

被験者は心身ともに健常であり，通常の生活で右手を使用する本学男子学生 10 名である．なお被験者の属性は年齢 22.3±0.8 歳，身長 171.8±4.8 cm，体重 63.2±5.7 kg，右上肢長 57.0±2.1 cm である．

2.4 表面筋電位計測

身体の動作は筋群の総合的な活動によって発現される．そのため表面筋電位計測を行い，筋活動を計測した．測定筋は作業課題を遂行するために用いられる右腕部，右肩部，右胸部，右背部，右腹部の計 11 箇所の筋を計測対象とした．なお評価は最大随意筋力（%MVC）で評価した．

Fig.1 作業課題

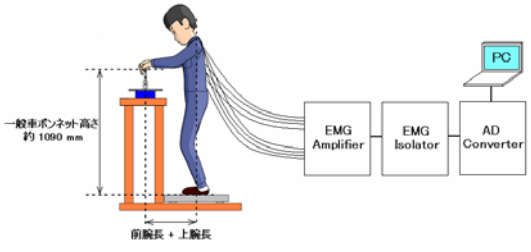


Fig.2 実験レイアウト

3. 実験結果・考察

3.1 作業時間

各条件における作業時間の推移を Fig.3 に示す. 作業時間は全条件とも減少傾向にあった. 特に条件②～④では顕著な減少傾向を確認した. 一方, 条件①では減少傾向であるものの他条件ほど顕著ではなかった. これは普段慣れた動作であるためと考えられる.

3.2 筋活動量

各条件における平均筋活動量の推移を Fig.4 に, 総筋活動量の推移を Fig.5 に示す. 平均筋活動量は単位時間当たりの筋活動であり, 筋の活発度を表す. また, 総筋活動量は作業遂行に必要とした正味の筋活動量であり, 筋への負担度を表す. 条件①と条件④を比較すると, 条件①では平均, 総筋活動量とも微増傾向であるのに対して条件④では双方とも減少傾向であった. また, 条件④は両筋活動量が全条件中最も高いことがわかる. このことから操作力の不安定な作業の場合, 筋の活動を活発化させ, 力の制御を安定化させていることが示唆された. 条件②では平均, 総筋活動量は双方とも減少傾向であった. また, 条件②では筋活動量が比較的高く, 作業時間が最も長い. このことから条件②では条件④と同様に作業しづらい押し引き動作のため全体的な筋活動を高め, かつ作業をゆっくりと行う. その後, 作業の慣れにつれ無駄な筋活動を抑制していったと考えられる. 一方, 条件③では平均筋活動量は増加傾向にあるものの, 総筋活動量は減少傾向にある. このことから条件③では時間当たりの筋活動量を活発化させることで作業自体を短縮させ, 全体の負担を軽減しているといえる.

3.3 使用筋の選定

Fig.6 は条件②における測定筋別の平均筋活動量の推移である. 条件②では平均, 総筋活動量共に減少傾向であるが, 筋によって増減傾向が変化した. グラフでは全体的に減少傾向である筋が多いことが伺えるが, 上腕三頭筋は終始一定の筋活動量を保ち続けている. また, 三角筋(中部), 三角筋(後部)では徐々に活動量が増加している. このことから, 筋活動量は増減傾向が筋によって異なり, その状況に最適な筋の選定を行っていることがわかった.

4. 結言

本研究では身体動作獲得の特性を筋活動から明らかとすることを目的として, 単純なボルト締め付け実験を行った. その結果, 筋活動の修得プロセスには以下の特性があることが明らかとなった.

- 作業の最適化により作業時間が減少する
- 筋活動量は徐々に低下するが作業特性によりその方法が異なる
- 状況に応じた動作を習得し最適な筋選定を行う

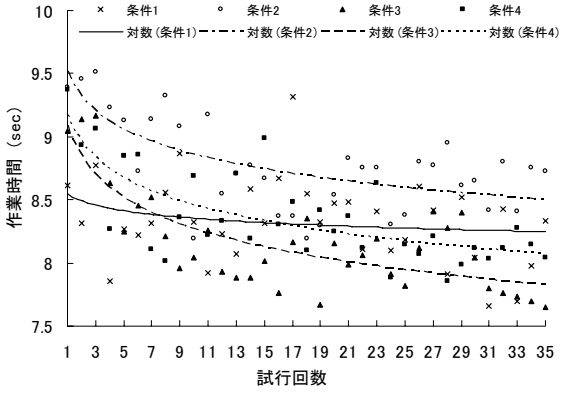


Fig.3 作業時間の推移

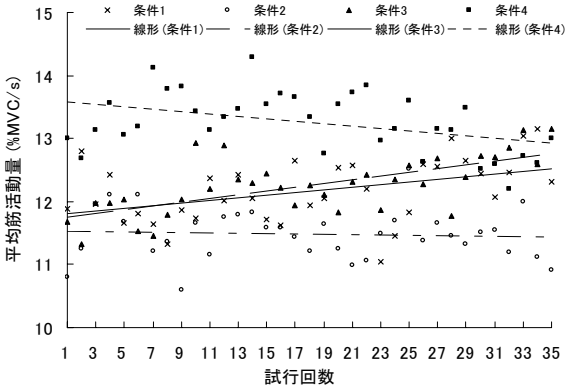


Fig.4 平均筋活動量の推移

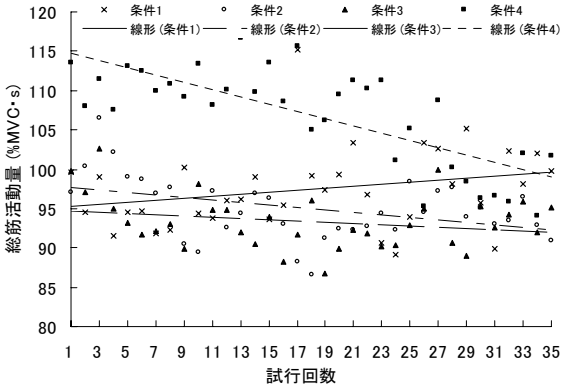


Fig.5 総筋活動量の推移

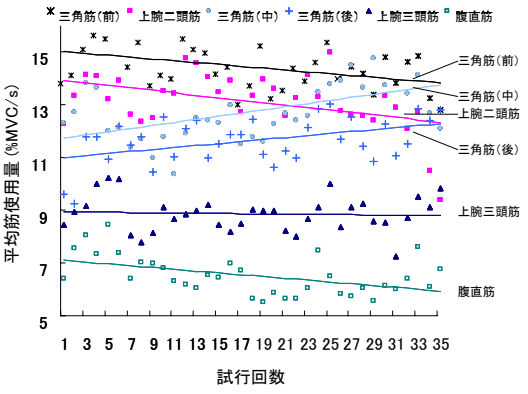


Fig.6 測定筋別平均筋活動量の推移 (条件② 抜粋)

ものづくりにおける基本的技能の分析

○鈴木孝誌*，橋本宣慶**，加藤秀雄*，樋口静一*，大川一也*
（*千葉大学大学院工学研究科，**青山学院大学理工学部）

Analysis of basic skill in manufacturing

Takashi Suzuki*, Nobuyoshi Hashimoto**, Hideo Kato*, Shizuichi Higuchi*, Kazuya Okawa*
(*Graduate school of eng., Chiba university, **Aoyama gakuin university)

1.はじめに

様々な分野において危険で困難な作業を行う技能を向上させるためにシミュレーションを用いる研究が行われているが[1]，その技能の仕組みに関してはよく知られていない．ただし，それらの技能的作業のほとんどは複数の基本的な技能の複合によって成り立っていると考えられる．そこで，本研究では突合せ溶接を参考にした平面に直線を描く作業を対象として基本的技能を分析，抽出し，それらと総合的な技能との関係について検討した．

2.実験方法

溶接作業において重要なことは溶接棒を一定の高さ，一定の速度で溶接線に沿って移動させることである．従って，その基本的技能は位置・速度・高さに関するものと考えられる．実際の溶接作業でそれらの測定は困難であるため本研究ではディスプレイに表示される現在の位置（溶接線からの乖離），速度，筆圧を監視しながらタブレット（ワコム intuos3）上でスタイラスを左から右に250[mm]の直線に沿って一定速度，一定筆圧で描く作業を対象とした．Fig. 1 はディスプレイ画面を示す．実験は 21～24 歳の右利きの男性 5 名に対して行なった．被験者には作業の前に Table1 中のいずれかの条件を指示した．これ以降では条件を表中左欄の記号で示す．

Table 1 実験条件

記号	被験者への指示
P	直線からの偏差がないように心掛ける
V	目標速度からの偏差がないように心掛ける
F	目標筆圧からの偏差がないように心掛ける
PV	直線と速度の偏差がないように心掛ける
PF	直線と筆圧の偏差がないように心掛ける
VF	速度と筆圧の偏差がないように心掛ける
PVF	すべての偏差がないように心掛ける

ディスプレイ上のメータは心掛けるべき技能のみを表示した．各被験者は全 7 条件をランダムに行い，1 人に対し 6 セットの計 42 回の作業を行った．目標速度は15[mm/s]とし，筆圧については，まず各被験者ごとに普段の筆圧を基準値として決定させ，目標筆圧を基準値+400[mN]とした．なお，開始点から 30[mm]は助走区間とし，評価を行なわないこととした．また，実験中はスタイラス以外がタブレットに触れないこととにした．各技能のメータ範囲は予備実験を行った上で標準偏差の約 4.5 倍に設定し，位置を±2[mm]，速度を±15[mm/s]，筆圧を±150[mN]とした．各技能は以下の式で評価した．

$$Y=\sqrt{\{\sum_{i=1}^{n}(x_i-x_a)^2\}/n} \quad (1)$$

x_i ：実測値，　x_a ：目標値，　n ：データ数

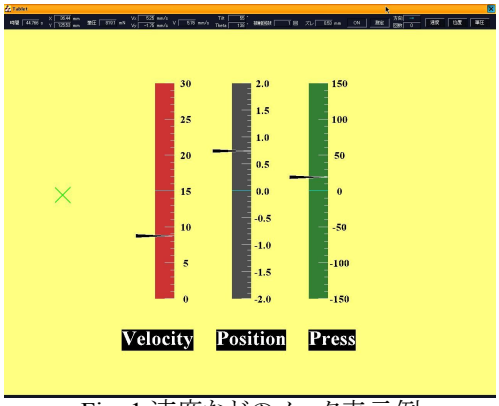


Fig. 1 速度などのメータ表示例

3.実験結果と考察

実験結果を Fig. 2,3に示す．プロット点は 6 回の評価値の平均値を示しており，点の色（網掛け）で実験条件を，形で被験者を区別している．両図とも点が左下にあるほど技能が高いことを示す．条件 PVF における 6 回の作業の評価値の標準偏差とメータ範囲の比は，位置が 7～9%，速度が 3～10%，筆圧が 3～11%となり，位置の技能に関してのみバラツキがメータ範囲と比べて全被験者とも少なかった．図をみると位置と筆圧の技能は条件ごとにまとまりができることがわかる．他の場合についても条件ごとのまとまりを確認することができた．このことから基本技能と総合技能との関係を議論できると思われる．

Fig. 4 は縦軸に条件 PVF における技能の評価値を，横軸に 1 つの技能のみ偏差がないように心掛ける条件における評価値をとった場合の関係，すなわち基本技能と総合技能との関係を示す．ただし，評価値の 6 回の平均値を $\log_{10}$してプロットした．相関係数をみると位置で 0.600，速度で 0.778，筆圧で 0.747 であり，基本技能

の評価が高い者は総合技能も高く，基本技能の評価が低い者は総合技能も低いことがいえる．プロット点は全て左下と右上を結ぶ対角線の上側にあり，条件 PVF よりもそれ以外の条件の方が技能が高いことを示している．続いて総合技能が基本技能と比べてどれほど技能が低下するかを確認するため基本技能と総合技能とで原点を通る条件で直線回帰分析を行った．その結果，傾きが位置で 1.071，速度で 1.118，筆圧で 1.373 となり，条件 PVF では筆圧が最も他の技能の影響を受けていることがわかった．

つぎに数量化 I 類を以下の予測式で行ってみた．

$$\log_{10} Y_p = A_p \times \mathrm{P} + B_p \times \mathrm{V} + C_p \times \mathrm{F} + D_p \quad (2)$$

$$\log_{10} Y_v = A_v \times \mathrm{P} + B_v \times \mathrm{V} + C_v \times \mathrm{F} + D_v \quad (3)$$

$$\log_{10} Y_f = A_f \times \mathrm{P} + B_f \times \mathrm{V} + C_f \times \mathrm{F} + D_f \quad (4)$$

Y :各実験条件での評価値

p :位置の技能，v :速度の技能，f :筆圧の技能

A ，B ，C ，D :係数

P :条件 P,PV,PF,PVF の場合に 1，それ以外は 0

V :条件 V,PV,VF,PVF の場合に 1，それ以外は 0

F :条件 F,PF,VF,PVF の場合に 1，それ以外は 0

結果を Table2,3,4 に示す．表から速度の重相関係数の平均は 0.613 とやや低いものの位置と筆圧では非常に高い相関を示し，よく当てはまっていることがわかる．係数は負で大きい値ほど技能の向上を表し，正で大きい値ほど技能の低下を表す．例えば被験者 a の A_p は -1.209 であり，位置の技能が P の条件が重なると位置の技能が係数分向上し，B_p は 0.177 と正なので，V の条件が重なるとその係数分技能が低下することを示す．

4.おわりに

平面に直線を描く作業に対して基本的技能を分析し，位置，速度，筆圧を基本技能として抽出した後，それらと総合技能の関係の検討を行った．その結果，基本技能と総合技能の間に相関があることを確認できた．

参考文献

1) たとえば，電子情報通信学会論文誌 D Vol.J90-D No.9，pp.2522-2529，2007

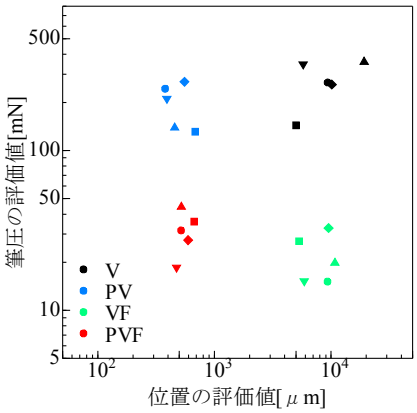


Fig. 2 速度を心掛けた条件の位置と筆圧の関係

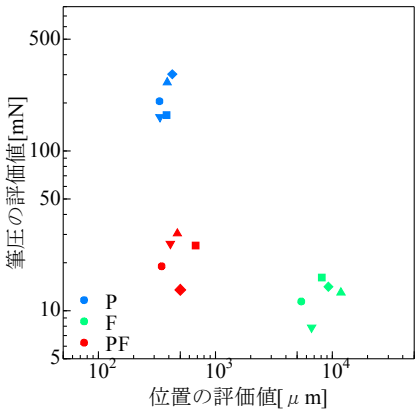
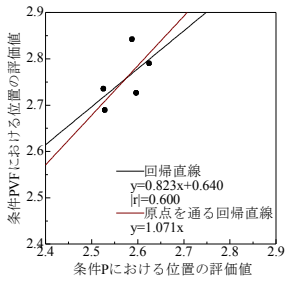
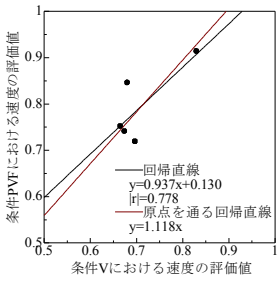


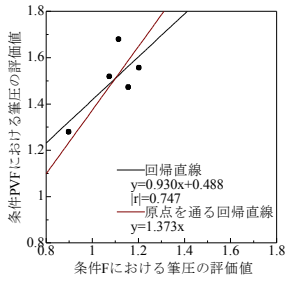
Fig. 3 速度を心掛けない条件の位置と筆圧の関係



a) 位置の技能



b) 速度の技能



c) 筆圧の技能

Fig. 4 基本技能と総合技能との回帰直線

Table 2 数量化 I 類による位置の技能と条件の関係

被験者	A_p	B_p	C_p	D_p	重相関係数
a	-1.209	0.177	0.023	0.691	0.956
b	-1.437	0.083	-0.051	1.066	0.971
c	-0.930	0.029	0.128	0.617	0.934
d	-1.087	0.030	0.094	0.617	0.941
e	-1.216	0.071	0.046	0.860	0.973

Table 3 数量化 I 類による速度の技能と条件の関係

被験者	A_v	B_v	C_v	D_v	重相関係数
a	0.074	-0.031	0.028	0.814	0.549
b	0.099	-0.084	0.013	0.771	0.711
c	0.032	-0.071	0.031	0.721	0.512
d	0.052	-0.037	0.066	0.678	0.663
e	-0.050	-0.100	0.022	0.805	0.632

Table 4 数量化 I 類による筆圧の技能と条件の関係

被験者	A_f	B_f	C_f	D_f	重相関係数
a	0.182	0.171	-1.060	2.110	0.959
b	0.132	0.092	-0.914	2.168	0.888
c	0.125	0.133	-0.681	1.939	0.909
d	0.120	0.151	-1.096	2.140	0.943
e	0.018	0.162	-1.074	2.274	0.941

ディスプレイの情報提示に関する基礎的検討

○門間政亮（山形大学大学院社会文化システム研究科）、本多薫（山形大学人文学部）

Study of information presentation on display

Tadasuke MOMMA (Graduate School of Social and Cultural Systems, Yamagata University)
Kaoru HONDA (Faculty of Literature and Social Sciences, Yamagata University)

1.はじめに

情報通信白書平成 21 年版[1)]によれば、パソコンからのインターネットの利用目的として、ホームページ・ブログの閲覧が上位を占めており、ディスプレイ上での文章読解が増えていることがうかがえる。しかし、VDT 作業とも呼ばれるディスプレイでの作業は、紙媒体との光学的な特性の違いにより、作業のしにくさや目の疲労に直結することが指摘されている[2)]。一般に、パソコンで作成した文書を、ディスプレイ上で校正した後に、印刷して再度読み直すと、新たな誤字脱字を発見することがあると言われているが、ディスプレイでの言語作業について紙媒体での作業と比較検討した研究はみられない。

そこで本研究では、異なる情報提示環境で作業難度の異なる 2 種類の言語作業を行わせる比較実験を行い、言語作業の成績、実験中の心拍を指標として、ディスプレイでの言語作業の特徴について検討した。

2.方法

2.1 実験内容

被験者は人文系男子学生 12 名（18～21 歳）とした。実験は、異なる情報提示環境（ディスプレイ、紙媒体）と言語作業（単純作業、精神作業）の組み合わせにより、4 回行った。実験時間は 1 回につき 15 分とした。また、それぞれの回の実験を行う前に 5 分の安静をとった。実験の順番は被験者毎に変更した。言語作業は、単純作業としてアルファベットのランダム文字列から 3 種類の文字を抜き出す作業を、精神作業として新聞記事（社説：毎日新聞）を提示し、文章中から動詞を抜き出す作業を、それぞれ行わせた。単純作業における 3 種類のアルファベットは、日本人の名前（ローマ字）に馴染みの薄い「P・Q・V」とした。ディスプレイによる提示の場合は Microsoft Power Point のペンツールで、紙媒体による提示の場合は蛍光マーカーでチェックするよう指示した。提示用のディスプレイは 17 インチ液晶、紙媒体は A4 用紙とし、環境間で文字の大きさを統一した。単純作業については、「P・Q・V」をチェックしていない場合、また、それ以外をチェックしていた場合、誤答とした。精神作業の採点基準は、日本語形態素解析システム「茶筌」を用いて作成し、採点基準に定める動詞部分以外に線を引いている場合（過剰）、また、採点基準に定める動詞部分に線を引いていない場合（不足）、誤答とした。室内温度は 25℃、湿度 51%であった。また、作業机の表面照度が 700lx、ディスプレイの輝度が中心部で 147cd/m^2 であった。

2.2 心拍の測定

被験者 12 名全員について、実験開始前に心拍計（竹井機器工業 T.K.K.1876a）を取り付け、安静時と実験中の心拍を測定した。心拍は CM_3 誘導法を用い、R-R 間隔を測定した。

3.結果

図 1 に単純作業における平均の正答数と誤答数の結果を示す。また、図 2 に精神作業における平均の正答数と誤答数の結果を示す。誤答数については、正答と誤答の合計である作業数を母数とした誤答率を併記するとともに、精神作業の誤答数を過剰と不足に分けた。図 1 より、単純作業においてはディスプレイでの提示よりも、紙媒体での提示の方が作業数が多くなる傾向が見られた。提示環境間で t 検定（対応のある場合）を行った結果、作業数について有意差が認められた（$t=3.13$, $df=11$, $p<0.05$）。誤答率については有意差が認められなかった。また、図 2 より、精神作業においては紙媒体での提示よりも、ディスプレイでの提示の方が作業数、誤答率ともに多くなる傾向が見られた。しかし、提示環境間で t 検定（対応のある場合）を行った結果、どちらにも有意差は認められなかった。

図 3 に単純作業、精神作業の提示環境毎の心拍（R-R 間隔）の平均を示す。図 3 より、単純作業、精神作業のどちらにおいても、ディスプレイでの提示より紙媒体での提示の方が、R-R 間隔が短くなる傾向がみられた。提示環境間で t 検定（対応のある場合）を行った結果、単純作業、精神作業ともに有意差が認められた（単純作業:$t=2.54$, $df=11$, $p<0.05$、精神作業:$t=2.95$, $df=11$, $p<0.05$）。

4.考察

ディスプレイと紙媒体での単純作業においては、ディスプレイを用いた場合作業数が少ない傾向がみられた。また、精神作業においてはディスプレイを用いた場合作業数が多い傾向がみられたが、この大半は誤答（不足）による差であった。誤答（不足）の差は、主に文章を読み飛ばした量の違いであり、ディスプレイでの作業について指摘されている作業のしにくさや目の疲労[2)]が原因として考えられる。

また、心拍については、ディスプレイでの作業より紙媒体での作業の方が、R-R 間隔が短い、すなわち心拍数が高い傾向がみられた。単純作業（計算）について同様の比較実験を行った研究[3)]によれば、紙媒体での作業では、ディスプレイでの作業と比較して平均心拍数が高い傾向が見られるとされている。しかし、作業の困難度が増すと心拍数の増加傾向が著大となる、という報告[4)]もある。

以上のことを踏まえると、ディスプレイでの作業は、単純作業、精神作業ともに紙媒体での作業に比べて作業成績が低下するが、これは作業自体の困難度によるものではなく、作業のしにくさや目の疲労によって作業の進行が妨げられたり、読み飛ばしを誘発したことによるものではないかと推察された。

5.まとめ

本研究では、異なる情報提示環境で作業難度の異なる 2 種類の言語作業を行わせる比較実験を行い、ディスプレイでの言語作業の特徴について検討した。その結果、単純作業においては紙媒体での作業に比べて作業数が少ない傾向が、精神作業においては紙媒体での作業に比べて作業数が多いものの、誤答数も増加する傾向がみられた。この差はディスプレイ自体の特性によるものが大きいと推察された。ディスプレイの光学的な特性は、調節によりある程度の改善が可能であるとされているため[2)]、ディスプレイでの言語作業についても最適な調節を行うことでより効率的な作業が行えるのではないかと考える。

参考文献

1）総務省, 情報通信白書平成 21 年版, 2009

2）村田厚生: ヒューマン・インタフェイスの基礎と応用, 日本出版サービス, 1998

3）茂吉雅典: VDT 作業における心拍変動時系列解析, 大同工業大学紀要, 40, pp221-227, 2004

4）石橋豊和, 大谷璋, 三浦武夫: 精神負担の指標としての心拍数, 産業医学, 10(7), pp377-379, 1968

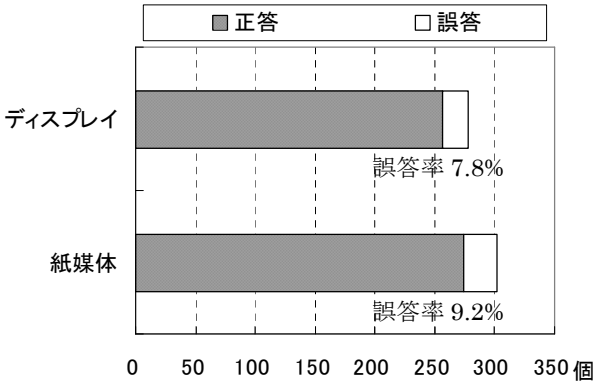


図 1　単純作業の正答数と誤答数（平均）

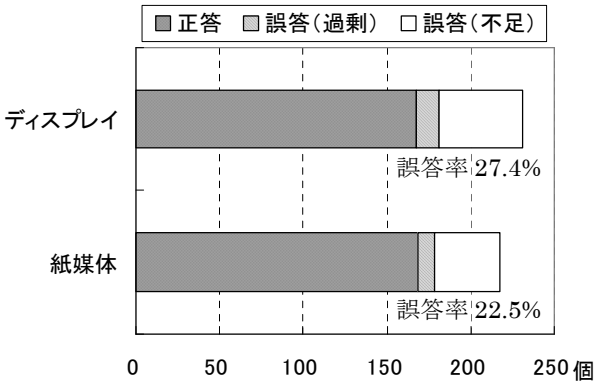


図 2　精神作業の正答数と誤答数（平均）

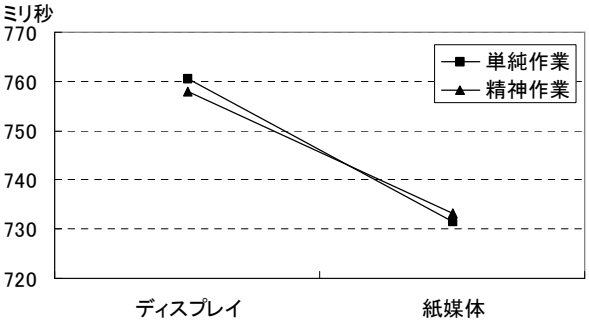


図 3　精神作業時の R-R 間隔（平均）

マニュアル媒体の違いが作業時の心理に与える影響

秋葉知壽、岡田有策（慶應義塾大学）

Effects of Difference in Media for Giving Task-Related Information on Motivation for Work

Tomohisa AKIBA, Yusaku OKADA（Keio University）

1. はじめに

作業手順が明確に決まっている作業においては、作業に関連する情報が指示書や手順書、作業マニュアルなどによって提供されている。従来、このような情報は紙に書かれていたが、近年、現場にも持ち込めるようなディスプレイ技術が開発されたことで、紙に代わる情報提示方法として用いることが出来るようになった。本研究では特に、その代表的なものである透過型ヘッドマウントディスプレイ（HMD）を対象とし、提示媒体の違いで作業者の心理に与える影響をはかった。

先行研究[(1)]では、非定常作業において HMD を作業マニュアルの提示媒体として利用した場合、実対象との照合のしやすさから、紙媒体を用いた従来方法より作業パフォーマンスが向上することが明らかになっている。一方、定常作業においては、従来方法に対する慣れや馴染みがあるため、新規的な方法が必ずしも作業パフォーマンスを著しく向上させるわけではないことも推察できる。

そこで本研究では、作業手順が明確に定まっている定常作業において、HMD を用いて作業手順の提示を行うことが作業者に与える影響を、特に作業に対する動機ややる気、やりがいといった心理面に着目して検討することにした。具体的には、繰り返し行われる、作業手順がマニュアルに明確に記載されている作業において、作業マニュアルの媒体に従来的な紙を用いた場合と、HMD を用いた場合での心理面への影響を実験的アプローチにて探る。

2. 実験方法

本研究では実験の対象作業として、配電盤にプラグを差し込む作業を用いた。配電盤には 144 のプラグ差し込み口が配置されており、マニュアルを用いてそこに赤、青、黄、緑、白の 5 種類のプラグを差し込む作業を行った。一度差したプラグは差し直さないものとした。被験者は、できるだけ早く正しく作業を遂行するよう求められた。

実験では、上記の作業の連続 10 試行の繰り返しを 1 セットとして被験者に課した。被験者はこの繰り返し試行を、1 日目は作業マニュアルの媒体として紙または HMD（網膜走査型ディスプレイ, NOMAD, Microvision 製）のどちらか一方を用いて行い、2 日目は他方を用いて行った。紙媒体を利用した場合、被験者は配電盤と向き合い、脇に置かれた紙を見ながら作業を行った。HMD を利用した場合、被験者は HMD を装着し、配電盤に向き合って座り、自身の頭部の位置や角度を調整することで配電盤とマニュアルを重合させて作業を行った。各手順の所要時間（差し込み間隔時間）、差し込む穴の位置やプラグの色を間違えた確率（エラー率）を記録すると共に、各試行の前には、「作業内容に不満があります」などの 2 項目、各試行後に「作業に対し、熱心に取り組みました」などの 9 項目に○か×で回答するアンケートを実施し、作業に対する動機ややりがいを調査した。被験者は学生 6 名であった。作業風景を図 1 に示す。

図 1.　作業風景

3. 結果と検討

全被験者について、プラグの差し込み間隔時間の推移を調べたところ、いずれの被験者も類似した結

果を示した。ある被験者における、各プラグの差し込み間隔の平均を図 2 に示す。

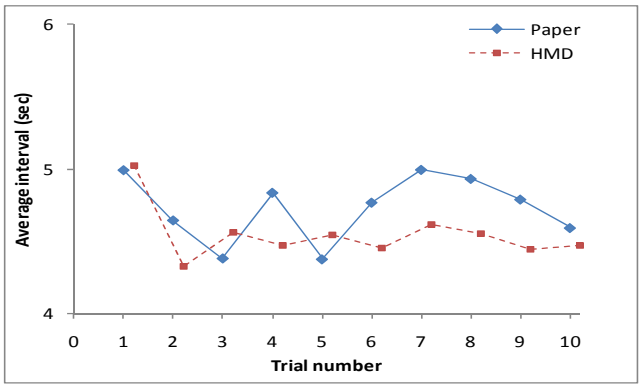


図 2.　平均差し込み間隔時間の推移

図 2 より、特に後半の試行において、HMD 利用時の方が、紙媒体マニュアル利用時よりも、差し込み間隔時間が平均的に短く抑えられたことが分かる。

また、作業開始直後はいずれの媒体を用いた場合も、平均差し込み間隔時間が長くなっていると言える。これは、作業開始直後はまだ、視線移動やプラグの差し込み操作がスムーズに行われていなかったためと考えられる。一方、6〜8 巡目では、両者に差がみられる。すなわち、紙媒体利用時には平均差し込み間隔が長くなった一方で、HMD 利用時にはそのような変化は生じなかった。

上記のように平均差し込み間隔時間に差が生じた要因を探るために、アンケート結果を分析した。全項目を、〇と回答した方が動機ややる気、やりがいが高いことを意味する項目（ポジティブ項目）とその逆の項目（ネガティブ項目）に分類した。ポジティブ項目は〇と回答した場合 1 点加算し、ネガティブ項目は×と回答した場合 1 点加算して、合計値を求めた。従って、最も高い合計点は 11 点となる。

主観評価得点の推移を図 3 に示す。

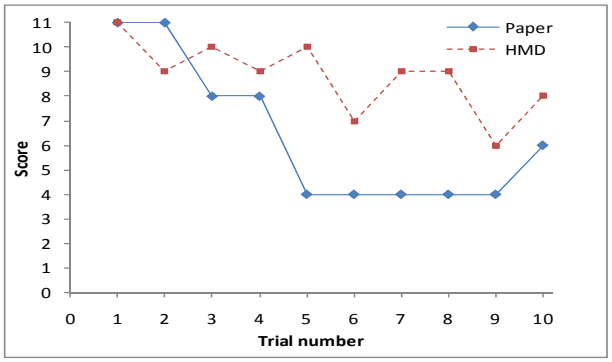


図 3.　主観評価得点の推移

この結果から、紙媒体利用時にはいわゆる「中だるみ」が生じた一方、HMD 利用時には「中だるみ」が抑制された可能性が示唆される。さらに、紙媒体利用時と HMD 利用時の差が著しかった 7 巡目に注目し、プラグ差し込み間隔時間をヒストグラムに表すと、図 4 のようになった。

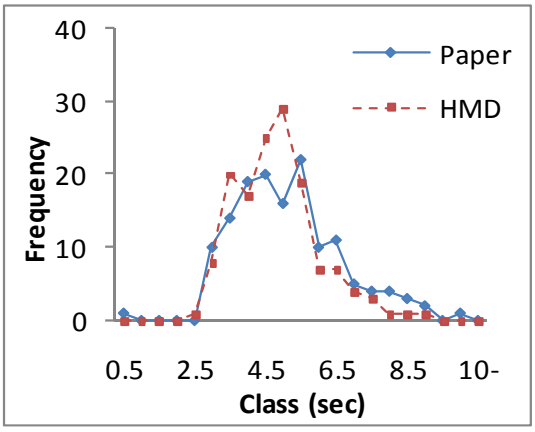


図 4.　差し込み間隔時間のヒストグラム

HMD 利用時、差し込み間隔時間は 5 秒付近に大きなピークを示し、8 秒以上かかったケースは少なかったことが分かる。一方、紙媒体利用時は、ピークは 4 秒から 6 秒付近と幅があり、8 秒以上かかったケースも少なからず見られる。この結果からも、後者より前者の方が差し込み間隔時間のブレが少なく、安定していた傾向が伺える。この一因として、HMD 利用時は紙利用時に比べて視線移動が少ないため、作業者の注意が散漫になりにくかったことが挙げられる。そして、このことが、作業者のやる気の維持や変化の抑制に繋がったと考察できる。

4. まとめ

本研究では、手順が明確に定まっている作業においては、作業マニュアルの媒体に紙を用いた場合、作業の中盤に「中だるみ」が生じがちであるのに対し、透過型 HMD を用いた場合には、やる気を維持しやすくなる傾向があることがわかった。また、このことが各手順にかかる作業時間のばらつきを小さくする傾向があることも明らかになった。

参考文献

(1) 中西美和, 岡田有策: Augmented Reality を利用した手順・指示の提示に関する試み, ヒューマンファクターズ, 10(2), 133-142, 2006.

疼痛測定器を用いた座り心地の定量評価に関する研究

○吉岡憲昭（工学院大学大学院工学研究科），堀内邦雄（工学院大学グローバルエンジニアリング学部）

A study on quantitative evaluation of seat comfort using a pain measurement system

Noriaki YOSHIOKA（School of Engineering, Graduate school of Kogakuin University）
Kunio HORIUCHI（Faculty of Global Engineering, Kogakuin University）

1. はじめに

座り心地の評価方法は，大別すると客観的評価法と主観的評価法に分類できる．客観的評価法としては体圧分布や筋電図などが用いられているが，感覚との関連性を明確にし難い．一方，主観的評価法としてはカテゴリ尺度，アンケート調査，Visual analogue scale（以下VAS）などを使用しているが，これら主観的評価法は測定値が各個人の経験や判断に依存するので，定量性に問題がある．そこで，知覚・痛覚定量分析装置(Pain Vision PS-2100，Nipro，以下疼痛測定器)を用いて座り心地を定量的に評価できるか実験により検証した．

2. 方法

実験協力者をLumbar support 使用・不使用椅子に2時間着座させ，疼痛測定器と2 種類の VAS を用いて着座により知覚される感覚量を経時的に測定し，各測定値の関連性を調べ，座り心地を疼痛測定器で評価できるか検討した．

実験協力者は腰部に既往が無く，日常生活で腰痛の自覚が無い男子大学生 10 名を対象とした．1 名実験を中止したため，1 名を追加している．測定前に実験の主旨を説明し，実験協力者から同意を得た上で実験を実施した．実験協力者の属性をTable 1 に示す．本研究は工学院大学のヒトを対象とする研究に関する倫理審査委員会による事前承認を得て実施した．

Table1 Subjects property

	Mean	S.D.	Max.	Min.
Age	23.1	1.8	27	21
Height [cm]	170.9	7.8	182	160
Weight [kg]	59.8	9.0	75	48

注）実験中止者は含まない．

Fig.1 に実験期間中の着座姿勢を示す．左図がLumbar support 使用，右図がLumbar support 不使用の着座姿勢である．Lumbar support は使用時に 40mm 程度に圧縮される市販品(トランジットランバーサポート，Tempur)を用いて，実験協力者の第 3 腰椎付近に中心が位置するように設置した．実験椅子は，実験協力者の身長により座面高の調整が可能，及び，背もたれ傾斜角度の調整できる事務用椅子(2833ZW，okamura)を使用した．背もたれ傾斜角度は 110°に設定した．

Fig.1 Two ways sitting posture

実験当日のタイムテーブルをFig.2 に示す．準備期間に着座姿勢，注意事項などを教示し，休憩を挟んで測定を開始した．疼痛測定器と 2 種類の VAS による測定は 30 分毎に，計 5 回測定した．実験協力者の疲労などを考慮し，測定は 1 日に 1 測定条件とした．

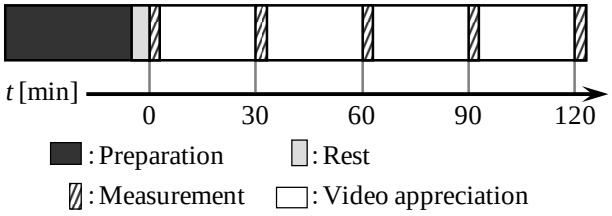


Fig.2 The timetable of the experiment

疼痛測定器は本来，痛み強度を定量化するために用いられるが，今回は着座により知覚された不快感を定量化するために用いた．疼痛測定器による不快感の測定では，実験協力者の前腕部に Ag/AgCl 電極(Nipro)を貼付し，痛みを誘発しない電気刺激(50Hz，0～150μA rms，パルス幅 0.3ms)を徐々に増大させながら与え，不快感と電気刺激による異種感覚とを比較する．このとき，実験協力者が知覚した不快感と異種感覚である電気刺激との感覚量が平衡に達したときの電流値を痛み対応電流として記録する．また，個体差や測定条件のバラツキを軽減する目的で，実験協力者の電気刺激に対する最小感知電流を測定する．痛み対応電流と最小感知電流の測定は各 3 回行い，平均値を式(1)に代入し，不快

感の大きさを表す痛み度を実験期間毎に算出する.

$$痛み度 = 100 \times \frac{(痛み対応電流 - 最小感知電流)}{最小感知電流} \quad (1)$$

VAS は痛みと不快感の 2 種類について測定した. 実験協力者に 10cm の線分を提示し, 着座により知覚した感覚量を線分上に記入してもらった.

3. 結果

Lumbar support 使用・不使用における各実験期間に測定された痛み度, 痛み VAS, そして不快感 VAS の平均値の経時変化を Fig.3 に示す. グラフより時間の経過に伴い, 各測定値は増加する傾向を示した. 痛み度と 2 種類の VAS を比較すると類似しているように見受けられる. 各測定値は Lumbar support を使用した方が不使用より低い値を取って変動した.

各 5 回の実験期間に測定された痛み度の平均値と 2 種類の VAS の平均値との関連を Fig.4 に示す. Fig.4 ⅰ) が痛み度の平均値と痛み VAS の平均値との相関関係で, Fig.4 ⅱ) が痛み度の平均値と不快感 VAS の平均値との相関関係である. グラフより, 痛み度の平均値と 2 種類の VAS の平均値は高い相関関係を示した. 最も相関係数が高かったのは Lumbar support 使用における痛み度の平均値と不快感 VAS との平均値であり, 相関係数は $R = 0.995$ であった.

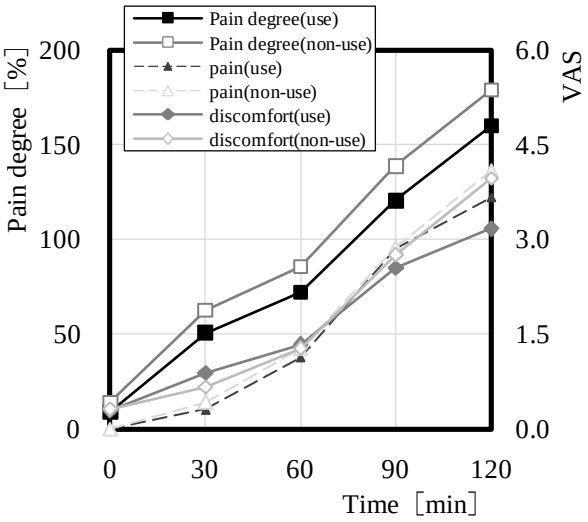
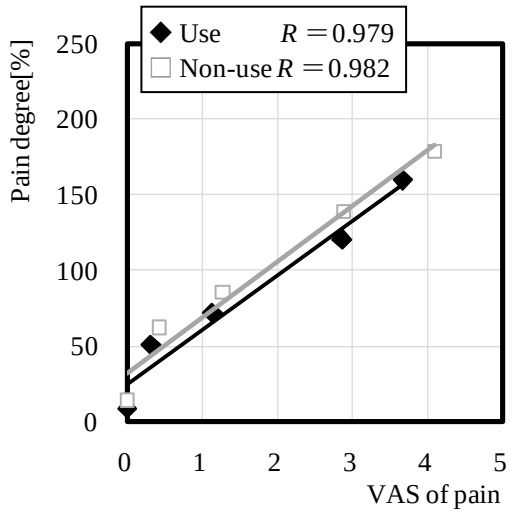
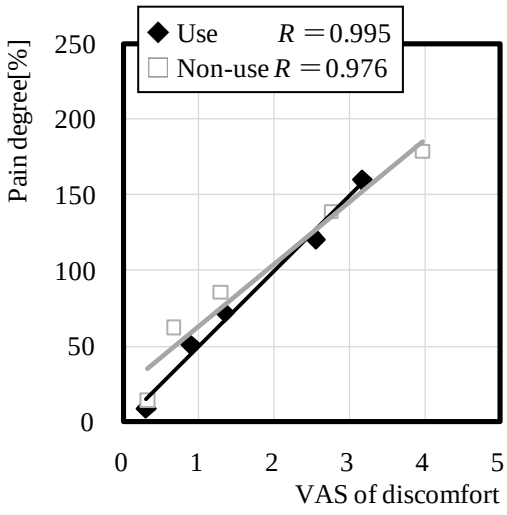


Fig.3 The time change of each measurement value



ⅰ) Pain degree and VAS of pain



ⅱ) Pain degree and VAS of discomfort

Fig.4 The coefficient of correlation of two sitting posture on the mean of pain degree and VAS

本実験では, 痛みによる実験中止の申し出が 2 例あり, うち 1 例については後日再測定を行った. もう 1 例は実験協力者を追加した. 測定中止はいずれも Lumbar support 不使用の条件であった.

4. 結論

本研究では疼痛測定器を用いて座り心地が定量評価できるという仮説を検証するため, Lumbar support 使用・不使用椅子に実験協力者を 2 時間着座させ, 経時的に痛み度と 2 種類の VAS を測定した. その結果, 疼痛測定器により測定された痛み度の平均値と 2 種類の VAS の平均値との相関係数は, R = 0.976～0.995 と高い相関関係を示した. また, 痛み度と 2 種類の VAS の経時変化を比較すると類似していた. 従って, 疼痛測定器により測定された痛み度を用いることで, 実験協力者に測定値を知られずに客観的に VAS と同程度に, 座り心地を評価できる可能性が示された.

参考文献

1) 嶋津秀昭 他:電気刺激を利用した痛み定量計測法の開発と実験的痛みによる評価, 生体医工学, 43 (1), 117-123, 2005

人に関する様々なデータベースとコンピューターを活用した商品開発手法

○石本明生（株式会社　ＨＡＬデザイン研究所）本多信夫（株式会社　ＨＡＬデザイン研究所）

山岡俊樹（和歌山大学）

Technique for product development by using the database of human properties and computer

Akio ISHIMOTO(Human & Life Design Laboratory) Nobuo HONDA(Human & Life Design Laboratory)
Toshiki YAMAOKA(University of Wakayama)

1. はじめに

今、モノづくりを取り巻く環境を見ると、一つは、ユーザの視点重視、もう一つは製品のライフサイクルの短縮にともなう担当製品数の増加がある。一見して矛盾を感じさせるこれらの傾向に配慮しつつ、なおかつ魅力的な製品をスピーディに開発することが求められている。それを可能にする手法の一つとしてヒューマンデザインテクノロジーを御紹介する。本報では、特に多面的なユーザ要求を取り入れることにより、従来とは少し違った商品コンセプトを打ち出せることを狙いとしたので、是非ご評価頂きたい。

2. 商品開発手法

ＨＤＴ（Human Design Technology）は、ユーザの要求に基づいて、効率よく商品を可視化、評価し、魅力ある商品を構築する方法であり、特徴は、「方法が容易で、短期間で、経験が浅くても製品開発が可能な」ことにある。

コンピューターとデータベースを活用することにより、ＨＤＴの狙いを、より確実に、よりスピーディに実現することができる手法をご紹介する。各ステップにおいてどのようにコンピュータソフトとデータベースを活用するかを、図１を用いて説明する。

（１）ユーザ要求の抽出

ここでは、商品を使用する時のタスクを設定し予め入力されている問題点とユーザ要求を選択する作業を繰り返すだけで、ユーザ要求の抽出が可能なソフトを用意している。

（２）ユーザ要求の構造化と商品コンセプトの構築

採用したナイーブベイズモデルは、予め人が作成した構造化されたユーザ要求を入力すると、各々の層に属する文書を、それを構成する単語とその構成比率から上下関係を決めるアルゴリズムを学習する。学習を終えたナイーブベイズモデルに新たなユーザ要求をファイルごと入力するだけで構造化してくれる。

（３）ユーザ要求の可視（デザイン）化

ある要求を可視化する場合、データベース（準備中）の中で、それが該当する領域を選択すると具体的な設計に必要なデータが出力される。

次に後者について説明する。例えば、新製品の企画に当たって、社内関連部署の可視化案を募る場合、その製品に関する構造化コンセプトを掲示板に上げる。そして、それを見た関係者が、選択したユーザ要求に対する可視化案を、掲示板に登録する。関係者の可視化案を見たい場合は、掲示板に入り、新製品名を選んでユーザ要求を指定すれば、登録された可視化案（コメント含む）を一覧できる。

４）デザイン評価

評価対象製品のタスクを設定すると予め入力された評価項目が現れるので、５点法で採点する。この作業を繰り返すとその結果が、レーダーチャートとして表示される。

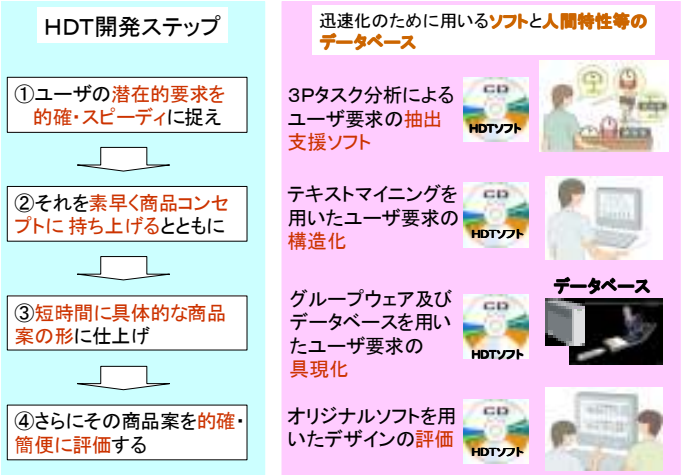


図１　ＨＤＴプロセスにおけるソフト及びデータベース

以上は、コンピュータソフト及び人間特性等のデータベースを活用して、できるだけ論理的且つ迅速に商品開発を進めるための手法について述べた。以下は、その中でも、ＨＤＴを活用し、なお且つ、従来とは少し異なる視点を取り込んだ商品コンセプトの構築法に重点を置いて述べる。

3. ユーザ要求による商品コンセプトの構築

（１）多面的なユーザ要求の抽出

ユーザの要求を抽出する時、図２のＡ、Ｂに示すように、どちらかというと既存商品関連の問題点から行うことが多く、得られた商品コンセプトが、どうしても既存製品とあまり変り映えしないものになる嫌いがある。できるだけそれを避けるために、のＣ、Ｄ、Ｅに示すように、既存商品とは別な角度からのユーザ要求をＡ、Ｂからのユーザ要求に付加することによって、既存品とは少しは異なるコンセプトを打ち出すことを狙いとした。

（２）新ユーザ要求の構造化による新商品コンセプトの構築

得られたユーザ要求をナイーブベイズモデルによって構造化したのが図３である。具体的には、予め幅広い商品に対するユーザ要求を樹形化（以下ユーザ要求体系と呼ぶ）しておき、それに対して新たなユーザ要求を割り付けた。ユーザ要求体系に対して、既存商品に対するユーザ要求（ユーザ要求①）と消費動向に見るユーザ要求（ユーザ要求②）の位置付けから次の３領域が存在することが分かった。

領域Ａ：ユーザ要求①と②が重なる領域で重要なコンセプトの構築に活用できる

領域Ｂ：ユーザ要求①のみが存在する領域で改良型のコンセプト構築に活用できる

領域Ｃ：ユーザ要求②のみが存在する領域で領域ＡやＢと組み合わせて新しいコンセプトの構築に活用できる

企画商品の位置付けに応じて、上記コンセプトの中から最適なものを選んで使用することになる。

最後に、ナイーブベイズモデルによるユーザ要求の構造化について簡単に説明する。

まず図３で示すユーザ要求体系とそれを作成するために使用したユーザ要求をナイーブベイズモデルに入力する。次に入力されたユーザ要求及びユーザ要求項目を単語に分解し、上位のユーザ要求項目がどのような単語の頻度分布で構成されているかを分析する。つまり、上位のユーザ要求項目対する下位のユーザ要求やユーザ要求項目中に含まれる単語の頻度分布を結びつけるアルゴリズムを導出することになる。新たなユーザ要求を構造化する場合には、逆にこのアルゴリズムを使うことになる。

4. 今後の予定

ユーザ要求の構造化を可能にする「広範な商品に対するユーザ要求体系」は、固定されたものではない。常に新たな分野の商品に対するユーザ要求やその時代に応じた消費動向を踏まえたユーザ要求を構造化することによってユーザ要求項目の追加や組み替えを行ってゆく予定である。

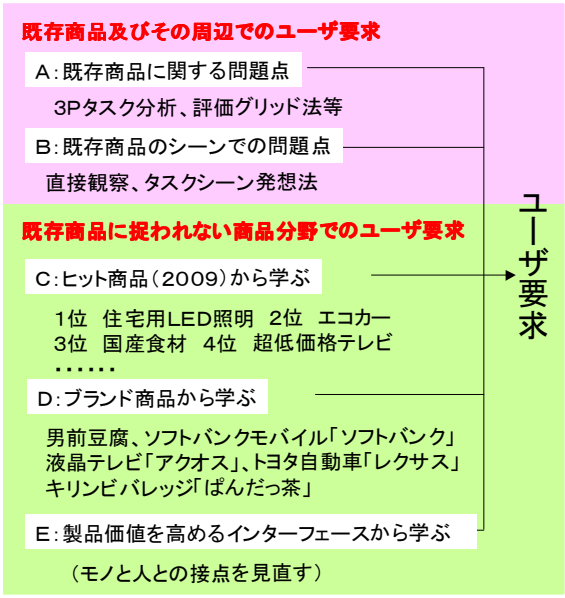


図２　多面的なユーザ要求の収集

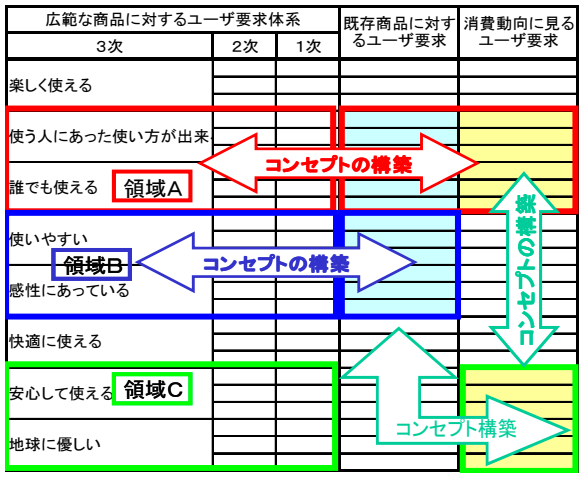


図３　多面的なユーザ要求の構造化によるコンセプトの構築

多国手話を参考にしたユニバーサルコミュニケーションのためのコンテキスト

○ 細野 直恒(沖コンサルティングソリューションズ株式会社)， 井上 裕光(千葉県立保健医療大学)
中園 薫(NTT 未来ねっと研究所)， 長嶋 祐二(工学院大学)

Context of Universal Communication by referring to Multiple Sign Languages

Naotsune HOSONO (Oki Consultant Solutions, Co., Ltd.),
Hiromitsu INOUE (Chiba Prefectural University of Health Science),
Kaoru NAKAZONO (NTT Network Innovation Laboratory), Yuji NAGASHIMA (Kogakuin University)

1..はじめに

本研究テーマは，総務省 SCOPE プロジェクトである,「言語，文化の差や障害を越えるミニマム・コミュニケーション技術の研究開発」（研究コード名：VUTE）の一部である．研究の発端は，異なる国の聾者の方々が，各々の手話言語を知らなくとも，健聴者に比べて早くコミュニケーションの開始が出来る様子を観察し，そこからの共通性を見つけ出し，ユニバーサルなコミュニケーション技術を獲得しようとする試みの研究である．

2. 背景

近年，人間工学の分野で，特にユーザビリティに関して，人間中心設計（Human Centred Design）という議論が活発に行われ, 国際標準（ISO 13407）にもなり，製造プロセスに於いて，従来のシーズ志向から，ニーズ志向への発想の転換が企業でも浸透しつつある．これに伴い，使う上でのコンテキストという概念も導入された(ISO 9241-11)．このコンテキストとは，日本語では，文脈と訳されることが多いが，ヒトがモノを使用しようとする場合，タスクと場面を考慮して，本来の目的とするニーズに合った形のものを，創造させるという概念である[1]．

今回の VUTE のプロジェクトでは，このような概念を基にして，聴覚に障害を持つような方々や，日本語が流暢に話せない外国人の方々を対象として研究した．その際の場面としては，特に急病などの緊急場面や，外国人の方が日本国内で行動する時の場面を筆頭に検討した．

3. PERSONA 法による場面の特定

米国の Alan Cooper は，PERSONA モデル[2]という人間中心設計による方法を提唱した．そこでは．仮想の代表者を仕立てて，コンテキストに沿い，彼や彼女が，その場面でどのような行動を取るかというシミュレーションを実施して，イメージを固めて行き，新製品の企画に結び付けて行く方法で，最近は，サービスサイエンスなどでも活用される事例が多い．

本研究では，ある聴覚障害者の方が，通勤途中で体調が悪くなり，救急車を呼び，病院に搬送されるというペルソナと，香港の方が，日本にビジネスで訪日し，その後の時間を観光に当てるというようなペルソナを組み立てた．この 2 人のペルソナをイメージして，かれらの行動について，日記のようなシナリオを書いた．

このシナリオでは，特に人と人とのコミュニケーション場面を多く設定して，その中の会話（ダイアローグ，ISO 9241-10）を参照にして，最低限必要とされる会話を抽出し，それらからユニバーサルコミュニケーション上で単語レベルの選択を行った．手順として，まず約 3000 文字の緊急場面と，約 8500 文字の旅行場面を記述した．次に，これらの文章の中から，対話の部分を切り出して，対話上最低限必須とされる 37 の単語を抜き出した．それらの構成を次に示す．

- 挨拶などの対話のきっかけに関する 10 単語：
  thank you, hello, good-bye, indeed, yes, no, I am deaf, do not understand, sorry, please do.
- 5W1H に関する 7 単語：
  where? how much? how many? when?, what? which one? who?
- 5W1H の回答に関する 12 単語：
  toilet, country, 数詞(0,1,2,3,5,10), yesterday, today, tomorrow, name
- 形容に関する 3 単語：
  painful, different, expensive,
- 動詞 5 単語：
  want to, go, come, buy, reserve

会話というコンテキストでは，まず声掛けから開始されるが，見知らない人に声を掛けるというのは，なかなか勇気のいる行動である．ホテルマンや窓口の係員なら，目的が明確であるので，問題は無いが，路上での会話のきっかけというのは，なかなか難しいので，きっかけに関する間投詞を多めに入れた．その際，会話は二人以上の複数人で構成されるので，話し手と受け手という観点からも検討した．

次に 5W1H と言われる疑問詞であるが，会話コンテキストという側面からは，6W2H になる．しかし，why に関しては，理由が多岐に渡るので，初段階の検討からは除外した．総じて 5W1H の回答は，名詞で足りる場合が多い．

名詞に関しては，例えば「リンゴ」などという具体性のある名詞は，そのものを図や写真などでも示せる．これは，1200 の写真を 64 ページに収めた point it[3]などという冊子が，各国観光案内所などで販売されている．抽象的な名詞として，例えば固有名詞などは，筆談が適している．抽象名詞は形容詞と関連することが多く，これらの表現が課題となる．また名詞の中の数詞は，会話上では多用されるものである．長い桁は筆談で行うとして，１から１０までは，容易に表現する必要があるので，対数的な観点により数詞を選択した．

形容詞は，抽象名詞と同等に表現が難しく，今回の初段階では，まず「痛い」，「違い」，「高い」などを選択した．

4. 各国手話の類似性確認実験

上記に選択した 37 語のうち，初段階の実験として，類似の表現を除き 18 語を選択した．それらの語彙に対応する７ヶ国（米国，日本，フランス，中国，英国，韓国，スペイン）の手話表現は，「旅行者のためのよく使われる七ヶ国手話」[4]を参照した．

実験では，まずこれらの７ヶ国手話を絵で描かれた表現を被験者に見せて，何であるかを想像させた．次にそれらの表現に該当する語彙を紹介し，今度は反対に，どの国の手話が一番表現として相応しいかを示して貰った．この際の方法としては，７ヶ国の異なる手話表現に対して，１９個の投票するための，シール型のトークンを被験者に渡し，各国手話に対して，０から７個までのトークンを投票の要領で置いてもらう方法を使った．この方法では，順位法や一対比較に比べ，対象の相対比較ができるので，今回のような主観評価の場合は

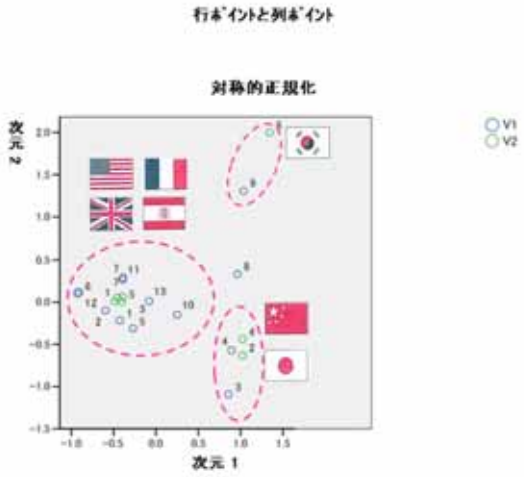


図１．何時(when)に関するプロット図

効果がある[5]．結果は多変量解析の中の対応分析を用い，処置系としては SPSS によりプロット図で表した（図１）．初段階の実験の被験者としては，20 代の理系学生 9 人と，文系学生 4 人で，文系の学生は，帰国子女など海外経験者が多い．

5. 結果と考察

「何時(when)」などという表現は，腕時計をイメージすると伝わり易いので，手話に対して結構集中した結果が得られた．一方,「今日は(hello)」は，英米とスペインのグループと日中韓の 2 つのグループに分かれた．「痛い(painful)」は，米とスペイン，英国とフランスと，日中韓の 3 つのグループに分かれた．帰国子女は，これらの中間地帯に位置することが多いようである．また西欧型手話のグループと日中韓の東洋型手話のグループも分かれる傾向にあることが分かった．

6. 謝辞

本研究は，総務省 SCOPE プロジェクトの委託研究の一部として実施した．また七ヶ国手話に関しては，赤塚光昭氏から情報の提供を受けた．

参考文献

[1] 三樹，細野他，IT のユニバーサルデザイン，丸善，2005
[2] Cooper A., About Face 3, Wiley, 2007.
[3] Graf D., point it, Graf Editions, 1992.
[4] 赤塚，旅行者のためのよく使われる七ヶ国手話，2005.
[5] Hosono, Inoue, Tomita, “Sensory analysis method applied to develop initial machine specification”, *Measurement, Vol.32*, pp.7-13, 2002.

サウンドマスキングによるオープンスペースタイプ教室の音環境改善

○須賀一民（慶應義塾大学理工学部）、富田豊（慶應義塾大学理工学部）

Sound Environmental Improvement in Open Plan Classroom by Sound Masking

Kazutami Suka(Faculty of Science and Technology, Keio University), Yutaka Tomita(Faculty of Science and Technology, Keio University)

1. はじめに

近年多くの学生実験室はオープンスペースタイプとなっており広い室内をパーティションで区切り，各々のスペースで並行して講義を行っている。見晴らしが良く開放的で移動がしやすいといったメリットの一方，講義者の声が大きく残響し隣または他の区画で行っている講義の邪魔になることもしばしば起こっている。

そこでオープンスペースタイプ教室の利点や見た目を損なうような大規模な吸音材や遮蔽材を使わず，特殊なマスキングノイズを発生させることによって[1,2] 残響音声の明瞭度のみを下げ，他講義の音は聞こえても内容を分かりにくくすることによって講義の邪魔にならないような音環境づくりを目指した。当然この際にはマスキングノイズのみが大きく耳障りにならぬように空調音程度の音圧レベルに留め，複数の音サンプルを用いて最適なマスキングノイズとなるよう工夫を施した。本報は特に我々の学生実験室に特化したサウンドマスキングシステムの構築について検討，評価実験を行ったので報告する。

2. 実験概要

我々の実験室の構造を図 1 に示す。この中でも今回は A スペースにおける B スペースからの講義の音声を対象にマスキングを施している。なお，本報ではマスキングをする方の音をマスカー，マスキングされる対象の音をマスキーと呼ぶ。

Aスペースにおいてこのマスカーを発生した状態で被験者を配置し，Bスペースより講義に近いスピーチ音声やサンプル音声をいくつか流し，それを被験者に聞き取らせたうえでいくつかの指標において主観的評価を得た。今回の被験者は健常な 20 代男女（男性 5 名，女性 6 名）の計 11 名とした。マスキー発音位置はBスペースの通常教員が立つ位置に固定し，床から 1.6 メートルの高さでBスペースで講義を受ける学生側に向けて発音した。マスキーの平均音圧レベルは通常の会話レベルに設定し，Aスペースに配置された被験者の耳元位置で 55dBとした。マスカー位置は被験者とマスキー発音位置の直線上に配置し，任意の音圧レベルで発生させた。なお通常の実験室での暗騒音は約 39 dB，空調機を稼働させた場合の被験者耳元位置での空調の音圧レベルは約 49 dBであることからマスカー音圧レベルはその前後 47， 50， 53 dBの三種類を用意した。まず基本のマスカーとしてピンクノイズ[2] に複数の音声雑音を加算したマスカーサンプルを基本のマスカーnormal，これに対して日本語における明瞭度に寄与するといわれている[3]周波数帯 170 Hzおよび 3 kHzと聴覚上の特異点 1.8 kHzにフィルタをかけたマスカーEQ，またマスカーnormalにマスキーからマスカー発音位置までの空間伝達特性を与えたマスカーIR，計 3 つのマスカーを作成した。マスカー自体が煩わしいものになってしまわないようになるべく低い音圧レベルに抑えつつ，講義の内容が不明瞭となるような効果を望みたい。そこで，内容が伝達しているか否かについては音声明瞭度(0～1)と単語・文章了解度(0～1)の 2 つの指標によって評価を行い，煩わしさについては被験者のアノイアンス評価(0～4 点)を求めることとした。

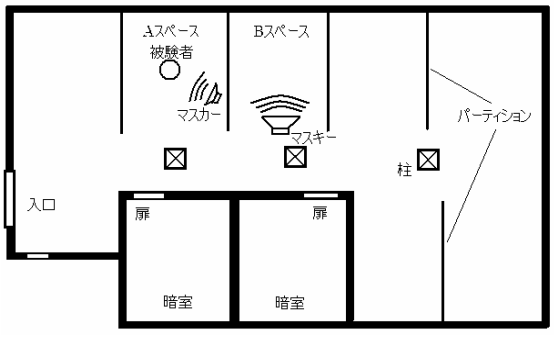
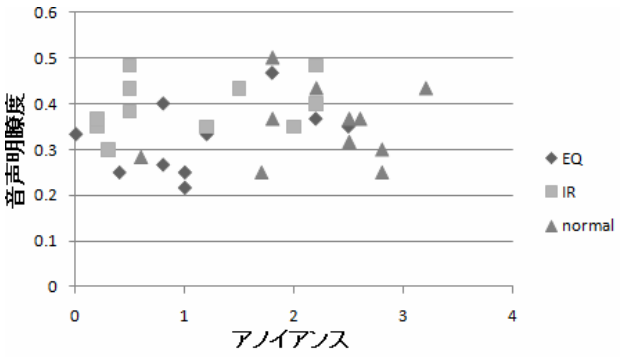


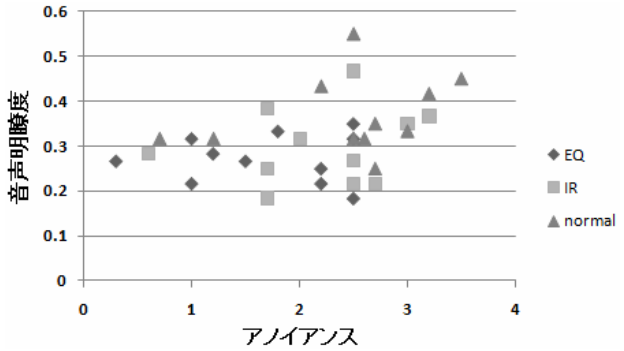
図-1　B 実験室の構造

3. 実験結果・考察

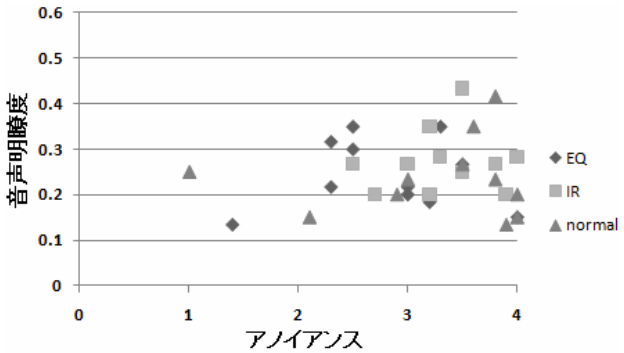
各条件下におけるアノイアンス評価−音声明瞭度の結果の分布図を図 2〜4 に示す。



図−2　マスカー47 dB の場合



図−3　マスカー50 dB の場合



図−4　マスカー53 dB の場合

同じ音圧レベル下で単純比較するとどの被験者にもマスカーnormal ＞ マスカーIR ＞ マスカーEQ の順に被験者には煩わしく感じられていた。望ましい結果はなるべく煩わしくなく周囲の音声明瞭度を低下させる，つまり散布図でいうとなるべく左下寄りに位置するようなマスカーが理想的であるといえる。全体的には 47, 50, 53 dB の順に散布図上では左上から右下へ散布が移動しており，3 種のマスカーの中でも最も左下寄りなのがマスカーEQ で，反対に右上寄りなのがマスカーnormal となっている。さらに与えられた条件下においてどのマスカーが好ましいかを求めるために得られた結果に対して多重比較検定を行った。具体的にはマスカー音圧レベル 47,50,53 dB それぞれの場合のアノイアンス値，音声明瞭度，単語了解度の平均を normal，EQ，IR の3群間においてボンフェローニの不等式に基づき有意差の判定を行った。検定結果を見ると単語了解度については 3 群間に有意差を認められなかったが，音声明瞭度についてはマスカー47 dB 時の normal − IR 以外の全てで有意差が認められ，アノイアンスにおいては 47dB 時の IR − EQ と 50，53 dB 時の normal − IR 以外は有意差が認められた。

4. まとめ

教室，実験室に限らず部屋にはそれぞれ固有の振動モードがあり，それが部屋の音環境を形作っている。このことからこの種のサウンドマスキングには画一的なマスカーというよりは，一つ一つの部屋に特化したマスカーを作っていく必要があると考えられる。今回，われわれの実験室に特化したサウンドマスキングの作成のためにフィルタリングと空間伝達特性の畳み込みという 2 つの方法でその有効性を比較検討した。被験者個々人の聴覚特性，集中度の差も大きく，大まかな傾向を掴むことができた一方，マスカーIR における平均単語了解度のように単調な結果が得られなかったところもあった。マスカー3 群間の多重比較検定によると単語了解度においては有意差が認められなかったことから，このようなサウンドマスキング比較実験においては有効な指標とはなりにくく，アノイアンスと音声明瞭度のみの評価だけでも有意な比較が可能であったともいえる。マスカー音圧レベル 50 dB 以上の結果よりアノイアンスと音声明瞭度における各マスカーの有意差が認められることから両値の散布図も鑑みると，この中ではマスカーEQ が好ましいと思われる。ただマスカーEQ とマスカーIR の間の音声明瞭度の有意差は 50 dB になって初めて表れた。実験室での暗騒音，空調音の音圧レベルを考えると 47〜50 dB の範囲でのマスカー放射が望ましく，この範囲でのマスカーEQ を用いたフィールド実験を次のステップとして考えている。

1) 井上，長友，吉野，田原：日本建築学会大会学術講演梗概集，1993 年 9 月

2) 元廣，佐伯，為末，加藤，山口：信学技報IEICE Technical Report EA2006-60, 2006-10

3) 飛田，管村：日本音響学会誌 51 巻 4 号，pp.331-335, 1995

震災被災者への情報提供サービス

無線ＬＡＮを用いた自律分散システム

○高橋祐一[1], 小林大二[2], 山本栄[1]([1]東京理科大学, [2]千歳科学技術大学)

Distributed Autonomous System that Serves Information to Earthquake Victims

Y. Takahashi[1], D. Kobayashi[2] and S. Yamamoto[1]

([1]Tokyo University of Science, [2]Chitose Institute of Science and Technology)

1. 研究の背景

地震調査研究推進本部（2008）によると，首都圏を含む南関東では，今後３０年の間に７０％の確率で，マグニチュード７程度の直下型大地震が発生することが予測されている[1]．大地震時の初期活動も具体化されているが，救援を行う組織自体もダメージを受けることや，避難者・帰宅困難者が膨大になることが予想される[2]．このため，助かった住民は救援が始まるまで（震災後２～３日）の間，自助共助で生存していくことが求められている．住民が生存していくためには，正確な情報に基づいて的確な行動を取ることが必要である．震災被災者の情報ニーズが満たされないと，流言・デマ・暴動などといった社会的混乱が発生しやすくなることが指摘されている[3]．このため，災害直後から情報の収集・提供を行っていくことが重要である．

2. 目的

本研究の目的は，大地震発生直後に住民の情報ニーズを満たす災害情報システムの構築を行うことである．実用化可能なハードウェア・ソフトウェアの構成を検討し，必要な情報とその有効な提示方法を明らかにする．

3. 方法

3-1. 本研究で想定する被害と状況

震災の状況を一般的に扱うことは難しいため，本研究では以下のような状況を想定することとした．

- 東京都新宿区箪笥町地区を含む地域に大地震（M7 程度）が発生する
- ライフライン（電気・通信）が停止する
- 固定電話・携帯電話は輻輳が発生し，ほとんど利用できない
- 提案するシステムは事前に設置可能である

3-2. システムの概要・構成

本システムは震災発生後に，避難所・一時（いっとき）集合場所などから，仮想的な共有データベースへ安否情報・物資情報を入力していき，この情報を地域内外へ提供するものである（図１）．避難場所等では被災者の生の情報を直接収集することができる．これらの情報を，別の避難所や住民へ適切に提供することができれば，「家族がどこにいるかわからない」，「物資の過不足が発生する」などといった問題を解決することができる可能性がある．

単一のサーバで構成するシンプルなシステムは，災害による物理的な単一の障害や，アクセス集中などにより，システム全体が機能しなくなる可能性が高い．また，避難場所等からサーバ設置場所への回線確保という問題も発生する．そこで本研究では，小さな複数のサブシステム（ノード）で共有データベースを構成し，無線 LAN（IEEE802.11 b/g）を用いてノード間の通信を行

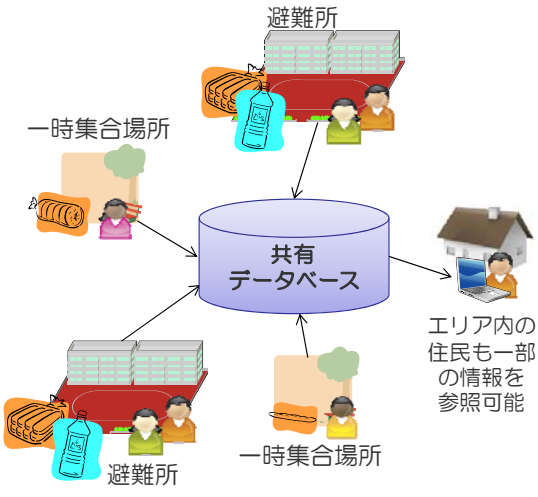


図１ 本システムの概念図

う，自律型の分散システムを構築することとした．それぞれのノードが自律的に近くのノードと通信を行い，入力された情報は徐々に伝搬していく．最終的には全体の情報が一様になり，情報が共有された状態となる．ノード間の接続は動的に行われるため，損壊したノードの交換や経路の冗長化を考慮したノードの配置にすることが可能である．また，これらのノードは乾電池での稼働が可能である．

3-3. 本システムで扱う情報

本システムでは図２のような情報提供を実現するために，安否情報と物資情報を入力とすることとした．安否情報は集計することにより要給食者数などが分かるため，物資情報と組み合わせることで，避難所等内での物資の過不足（配給情報）を確認できる．また，配給情報は他の避難所等の状況を知るためにも用いられ，避難所間における物資の過不足を一覧することができれば，効果的な物資の移動が実現できる可能性も高くなる．さらに安否情報は，避難先（自宅へ戻ったかどうかなども含む）や現況（負傷の有無や健康状態など）を反映した名簿を作成して，救援者が行う捜索活動に有効である．また，安否情報については，住民情報の事前登録を行うことで，システムの有用性を高めるための２つの施策を行っている．①入力・検索の効率化－IC カードやインクリメンタル検索を利用することで，個人を特定するまでの時間を短縮する．②災害弱者への配慮－事前にアレルギーや必要な薬，透析の必要性などを登録しておくことにより，避難場所等では正確にその状況を把握することができる．

参考文献

[1] 地震調査研究推進本部地震調査委員会：「全国を概観した地震動予測地図」2008 年版,
(http://www.jishin.go.jp/main/chousa/08_yosokuchizu/2008yosokuchizu_rep.pdp - 27 Nov. 2008)
[2] 内閣府：首都直下地震対策,
(http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/taisaku_syuto/syuto_top.html - 21 Jan. 2009)
[3] 廣井 脩（編著）：災害情報と社会心理，シリーズ情報環境と社会心理，北樹出版, p.177, 2004
[4] 平塚 千尋：災害情報とメディア，リベルタ出版, p.254, 2000

代表者：たかはしゆういち(yt@xpenguin.biz)
連絡先：東京都千代田区九段北１－１４－６西棟６階
東京理科大学工学部経営工学科山本栄研究室

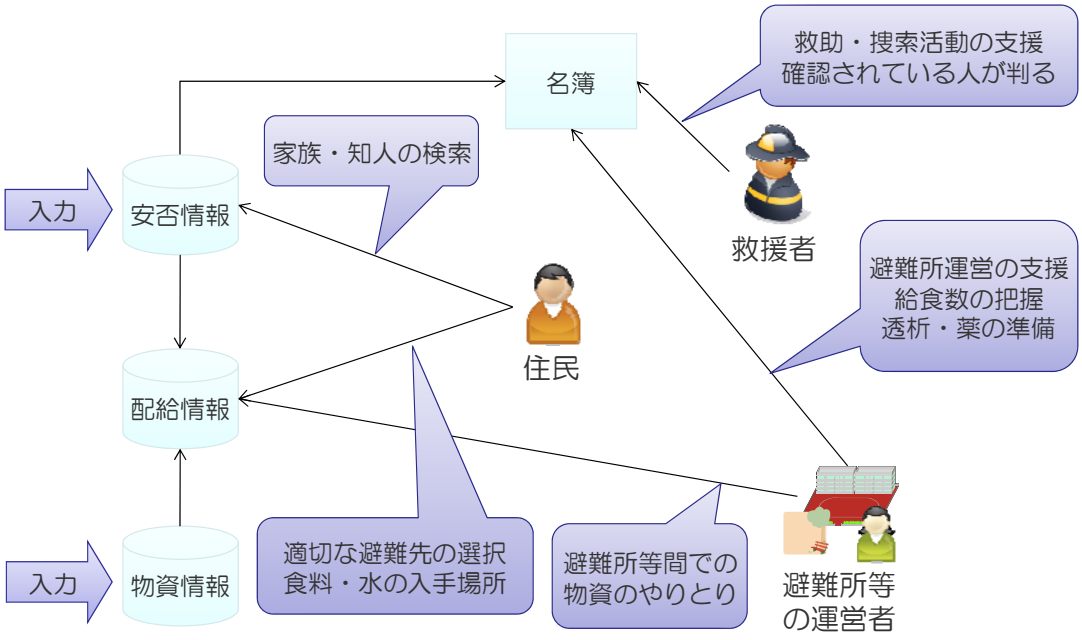


図２ 本システムで扱う情報

効果的な公共標識メッセージに関する研究

○井坂　秀之（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）

Study of effective public sign message

Hideyuki Isaka (Waseda University), Akinori Komatsubara (Waseda University)

1．研究背景

不特定多数の人間が行きかう公共場面では，場面毎に秩序を保つために，「ゴミ捨て禁止」「立小便禁止」などの様々な禁止行動がマナーやルールとして存在しており，それらを抑止するための情報伝達が必要となる．

伝達手段の一つとして，表示，掲示等の標識が挙げられる[1]．従来より，標識に示すメッセージの表現方法，絵表示（ピクトグラム），色彩など，標識の構成要素の効果検討や，標準化がなされてきた．これらは，見やすさ，意味の分かりやすさなど，『人間』と『標識』との関係を見るものである．しかし，同じ標識であっても，人目の多いところでは守られるが，そうでないと守られない，といったように，『人間』と『標識』を包括する『社会環境』の存在が，標識情報の遵守に影響を与えていると考えられる．裏返せば，標識設計においては，その設置される社会環境を考慮に入れる必要があるといえる．例えば，北折らは，標識を掲示しても，それを守らない人がいると，他の人も引き連られて守られなくなること，すなわち，周囲の他者の行動により自分の行動が影響を受けること（同調行動）を示している[2]．しかし標識設計からすれば，仮に不遵守の人がいても，他の人の同調を抑止できることが望ましい．このような行動に影響を与える社会環境は多数存在していると考えられる．

そこで，本研究では，禁止行動に影響を与える社会環境の要因を解明し，その影響を踏まえた標識メッセージについて検討する．これにより，標識の設置環境に適した，より実効性の高い標識メッセージが作れるのではないかと考える．

2．研究目的

本研究では標識の観察者が標識を見る（読む）ことを前提とし（図 1），標識を掲示する『周辺社会環境』ならびに『観察者自身』に着眼し，禁止行動に影響を与える要因を検討した上で，禁止行動の抑制により効果のある標識メッセージの作成のために以下の検討を行なう．

①禁止行動への影響要因（促進／抑制要因）の検討
②①に基づく標識メッセージの作成指針の作成

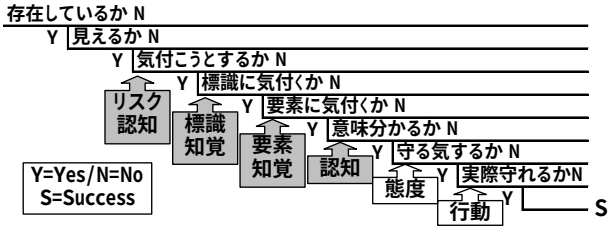


図 1．標識による効果～ET 図～

3．研究方法

以下の手順により研究を行う．

Ⅰ.社会的迷惑行動発生モデルの提案
Ⅱ.禁止行動を促進／抑制させる要因の検討
Ⅲ.禁止行動標識メッセージの作成指針の検討

4．社会的迷惑行動発生モデルの提案

行動心理学等の先行研究[3]を参考に，本研究で取り上げる禁止行動を促進／抑制させる要因を選択し，社会的迷惑行動発生モデルを提案した（図 2）．

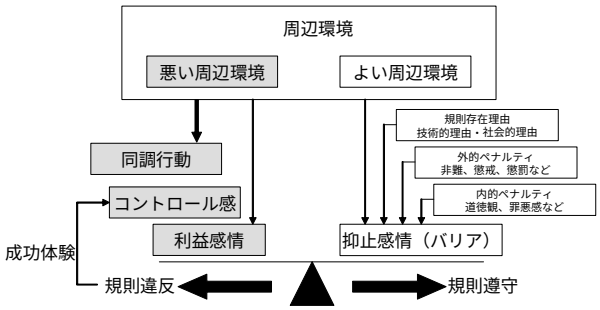


図 2. 社会的迷惑行動発生モデル

5．実験（禁止行動を促進／抑制させる要因の検討）

禁止行動の存在する公共場面の一場面を，禁止行動へのモチベーションを持たせた【シナリオ】と【イラスト】で再現する（図 3）．社会的迷惑行動発生モデルの各要素の有無により，「因子（要素）の数 5」×「各因子の水準（有無）2」，すなわち，2^5=32 通りの異なるシチュエーションについて，対象とする禁止行動『立小便』の違反遵守度を 6 件法により評価させる．被験者は男子学生 10 人で，得られた違反遵守度は，5 元配置分散分析により，解析を行った（表 2）．

対象行動：立小便

お酒を飲んだ帰り道、友達と別れ、一人で通りかかっただだっ広い公園で、強い尿意に襲われました。初めて訪れた土地のため、土地勘も無く、あたりを見回しても、公衆トイレやコンビニは見当たりません。過去にも同じ様なシチュエーションで立小便をしてきたあなたは、そこで、立ち小便をしようと公園の隅の木へ近づきました。

図 3. 実験資料【シナリオ】【イラスト】例

表 1. 社会的迷惑行動発生モデルの各要因の定義

要因の名称	定義	実験内で用いた各要因への刺激
コントロール感	自分なら，露見することなく禁止行動が遂行できると思うこと	**過去にも同じ様なシチュエーションで立小便をしてきたあなた**
利益感情	禁止行動をすることで得られる利益の後押しによる感情	**強い尿意**
同調行動	周囲の他者の行動により自分の行動が影響を受けること	先に立小便している男性
外的抑止感情	非難･懲戒･罰則など，禁止行為が露見したときの対外からの圧力による抑止への感情	防犯カメラ
内的抑止感情	道徳観･罪悪感など，禁止行動をすることによる対内での葛藤による抑止への感情	ランニングで通りかかった女性

表 2. 分散分析結果（**=1%有意/*=5%有意）

要因	有意確率	要因	有意確率
コントロール感	0.119	コント×内抑止	0.082
利益感情	0.521	利益×同調	0.000**
同調行動	0.002**	利益×外抑止	0.199
外的抑止	0.018*	利益×内抑止	0.119
内的抑止	0.521	同調×外抑止	0.271
コント×利益	0.014*	同調×内抑止	0.143
コント×同調	0.359	外抑止×内抑止	0.521
コント×外抑止	1.000	※交互作用では要因名称を略記	

主効果について見てみると，同調行動／外的抑止感情の有無により有意に差があることがわかる．

交互作用について見てみると，『コントロール感×利益感情』『利益感情×同調行動』に強い交互作用の存在が示された．また，『コントロール感×内的抑止感情』についても，交互作用の傾向が示された．つまり，利益感情／内的抑止感情は，それぞれコントロール感すなわち，過去の経験により後押しされる形で，違反行動に傾く傾向があることが示された．

主効果の見られた同調行動／外的抑止感情は，それぞれ禁止行動を違反／遵守へと傾ける逆方向の要因であり，交互作用の傾向の見られた『コントロール感×内的抑止感情』については逆方向の要素が強め合っている．そもそも，モデルのシーソーのどちらの重みを変化させるよう訴えかけることが，禁止行動の抑止を高めるのか，要素を突き詰めるだけでなく，俯瞰的な視点も持ちながら，今後の検討も進めていきたい．

7．考察（禁止行動標識メッセージの作成指針の検討）

実験で用いた禁止行動･公共場面での標識メッセージを作成し，禁止行動を促進／抑制させる要因に訴えかけるメッセージ作成の指針をまとめた（表 3）．

表 3. 標識メッセージ作成指針とメッセージ例

要因	メッセージ作成のための指針	メッセージ例
同調行動	行動は他者の行動も誘発し，行為者自身にも被害が及ぶ可能性があることを表現　など	あなたが立小便する足元には，前の人の立小便が残っています
外的抑止感情	管理の目が今，この瞬間にも行き届いていることを強調　など	公園内遠隔監視 24 時間実施中，あなたの立小便は見られている

8．結論と今後の展望

本研究では，公共場面での禁止行動を促進／抑制させる要因を標識を掲示する『周辺社会環境』ならびに『観察者自身』から検討し，より実効性が高いであろう標識メッセージ作成のための指針を提案した．

この指針の有効性を検証していくとともに，被験者を増やし，多数のシチュエーションにおいての禁止行動を促進／抑制させる要因と，交互作用の効果についての検討が必須である．

参考文献

[1] 田中直人･岩田三千子著，サイン環境のユニバーサルデザイン，学芸出版(1999)

[2] 北折充隆，社会的ルール違反に関する基礎研究―同調行動と違反抑止メッセージ効果について―，名古屋大学（1998）

[3] 小松原明哲，規則違反のメカニズムとその人間工学的対応に関して，安全工学 Vol.47 No.4 pp.194-200（2008）

色覚異常をめぐる状況と公共交通環境の対応

○三澤　拓矢*　　宇賀神　博**
（*環境プロジェクト monacca チーム、**武蔵野大学）

A proposal for public transport to serve passengers including color weakness

Takuya MISAWA(The environmental project team ‘monacca’), Hiroshi UGAJIN(Musashino University)

1. はじめに

色覚異常とは、日本眼科学会によれば「色の見え方や感じ方がいわゆる色覚正常といわれる人と異なっている状態」と定義されている。わが国には、この色覚異常がある人たちが、男性の 20 人に 1 人、女性の 500 人に 1 人の割合で存在すると言われている。決して少なくない人たちが色の識別に関して「ふつう」の判断ができていないことになる。このように相当数の色覚異常の人たちが日常生活を営む中で、社会はどのように対応できているのだろうか。

そこで、身近な存在であり誰もがそのサービスを公平に受けることができるはずの「鉄道」という公共交通機関を通して、公共空間における色覚異常のある人への対応について調査を実施した。

鉄道各社の情報案内の中で重要なものの一つに、駅や車内に掲出されている鉄道路線図がある。それには経路、途中駅、乗り換え手段など、利用者にとって欠かせない情報が記載されている。本稿では、この鉄道路線図の色覚異常への対応状況と、それを踏まえた改善提案を述べる。

2. 調査方法

(1) 実地での目視調査及びデジタルカメラでの撮影
　調査対象：駅構内に掲出されている路線図
　調査時期：2008 年 12 月
　調査地点：JR 新宿駅、東京メトロ新宿駅、都営地下鉄新宿西口駅、京王電鉄新宿駅、小田急電鉄新宿駅、東武鉄道東武練馬駅の計 6 社 6 駅
(2) 色覚異常シミュレーションソフト Vischeck J（米国 NIH 提供、強度の 1 型 2 色覚（赤色盲）と 2 型 2 色覚（緑色盲）が対象）による上記 6 社の車内掲出路線図の見えの比較

3. 結果と考察

3.1 目視ならびに写真撮影結果の検討

駅構内であれ車内であれ基本的には同様の路線図が用いられていることから、まずは駅構内で実地に確認してみたが、設置状況により照度条件やグレアの影響などで見え方が異なる（照度が低ければ色覚異常のある人には不利）ことから、実際の分析は次に述べるシミュレーションを中心に行った。

3.2 鉄道路線図の見えの比較

WEB から入手した各社の路線図をシミュレーションソフト上で比較した。それらのうち対照的な 2 社の結果を取り上げる。

(1) 東日本旅客鉄道株式会社

JR 東日本の東京近郊路線図は、路線の数が 36 と群を抜いて多いが、路線を識別している色の影響が識別エラーとしては現れにくいと思われる。この理由として、路線図全面を使ったバランスのよいデザインが挙げられる。東京近郊に広範に路線が存在するため、全体に路線どうしの間隔が広く、複数の路線が並行する部分が少ない。また、明度差や彩度差にも配慮が見受けられ、並行する路線どうしの色を明確に変えていることが多い。路線が 36 あるのに対し色は原色としてまとめると 6 色と少ないが、複雑になりすぎず見やすい路線図であると言える。

(2) 東京地下鉄株式会社

東京メトロの路線図では路線数が 18 記載されており、6 社中 2 番目に多いものとなっているが、色の影響による識別エラーが起こりやすいものと予想された。この理由として、都心部に路線が集中しているため、路線が並行したり交差したりする部分が多いことが挙げられる。これは比較的路線数が多い都営地下鉄にも共通する特徴である。加えて、路線の色に似通ったものが多いという点が指摘できる。東京メトロ路線図では 8 色が暖色系であり、それらの明度や彩度の違いがあまりみられない。

なお、各社とも、路線図のシミュレーション結果で 1 組以上の色の識別エラーが予想される。これはどうしても（正常色覚にとって）目立つ色をということで、原色系が多く採用される傾向があるためと考えられる。そのような識別エラーが予想される例を図 1 に示す。

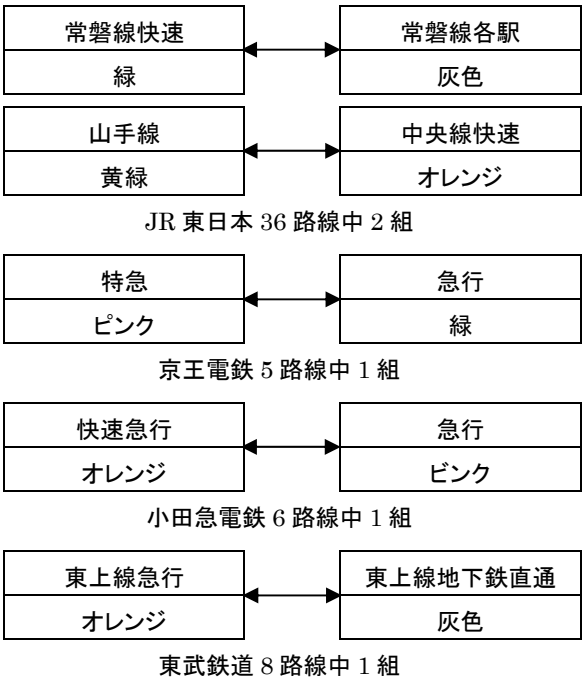


図 1　色の識別エラーが予想される組み合わせ

4. 提案

4.1 色覚異常に配慮した鉄道路線図

調査結果から、色覚異常がある人からみて現在の鉄道路線図には問題があり、何らかの改善を図る必要があろう。そこで、ひとつの試案を提示したい。

現在の鉄道路線図は色への依存度がきわめて高いと思われる。今後路線数が増える場合を想定すると、たとえどんなに色づかいの工夫を施しても、色覚異常の有無にかかわらず路線の識別が困難になるおそれがある。

そこで「色のみに頼らない、形も利用した路線図」の採用を提起する。具体的には「並行する路線どうしは形に変化をつける」「路線が交差する部分に工夫をこらす」などがある。図 2 にそれを例示した。

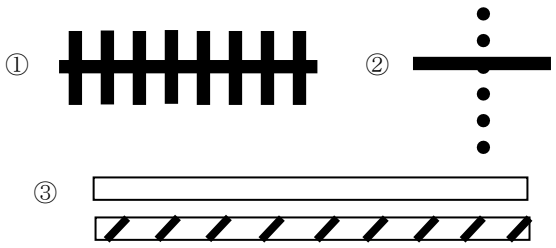


図 2　形状で識別できる鉄道路線図のイメージ

①は、路線の線の幅をはみ出すような形状要素を加え、他の一本線と識別しやすくするデザイン
②は、路線どうしが交差・接続する場合の色の重なりを避けるためのデザイン
③は、路線の帯の内部に形状要素を加え、並行する路線どうしを識別しやすくするためのデザイン

図 2 のように、単純ではあるが、少しの工夫を加えるだけで、色覚異常の有無の影響を受けにくい路線図がデザインできるものと思われる。

4.2 色覚異常のある人が参加する環境づくり

現在、色覚異常のある人が鉄道の運転関連業務に就くことは難しい。こういった状況が作り出したのが「色覚異常のある人の声が届きにくい世界」なのではないだろうか。

鉄道分野に限らず、ある業務分野の活動に色覚異常のある人が含まれていれば、問題が発見されやすく、素早い改善が図られる可能性がある。しかし、色覚異常のある人が入り込む余地の少ない業務分野では、彼（女）らが何に不便を感じ、何を問題としているのかを聞く機会が少ないと思われる。

このような問題を回避するためには、色覚異常の見えについての一般的理解を広げるとともに、色覚異常のある人とない人とが十分なコミュニケーションをとれる環境が重要である。

今回の報告には含めなかったが、携帯用の鉄道路線図では、明らかに色覚異常に配慮された例がある。公平なサービスを提供すべき公共的機関であれば、今、このような姿勢こそが求められると言える。

参考文献

1) 日本眼科学会：先天色覚異常, http://www.nichigan.or.jp/public/disease/hoka_senten.jsp, 2009.11
2) 高柳泰世・金子隆芳：色覚異常に配慮した色づかいの手引き（色彩バリアフリーマニュアル），ぱすてる書房, 1998
3) A・F・T 公式テキスト編集委員会：色彩検定公式テキスト 3 級編，社）全国服飾教育者連合会, 2005
4) National Institutes of Health(NIH): ImageJ, http://rsb.info.nih.gov/ij/, 2008.11
5) 東日本旅客鉄道㈱：東京近郊路線図（車内掲出版）, http://www.jreast.co.jp/map/, 2009.11
6) 東京地下鉄㈱：メトロネットワーク, http://www.tokyometro.jp/rosen/rosenzu/index.html, 2009.11
7) 社）日本鉄道運転協会：動力車の操縦に関して必要な身体機能に係る基準等の調査検討委員会報告書, 2008

[連絡先]
三澤拓矢
武蔵野大学環境学部環境学科　宇賀神研究室
〒202－8585　東京都西東京市新町 1－1－20
e-mail: s0535016@stu.musashino-u.ac.jp

名古屋市営地下鉄の快適性について

○吉本直美[1]（神奈川大学人間科学研究科）,和氣典二[2]（神奈川大学視科学研究所）,
和氣洋美[3]（神奈川大学人間科学部）, 向井希宏[4](中京大学心理学部),藤田晃弘[5]（名城大学理工学部建設システム工学科）,三田武[6]（日建設計シビル）

About the comfort of the Nagoya underground metro

Naomi Yoshimoto[1]（Graduate School of Human Science Kanagawa University）,Tenji Wake[2],
Hiromi Wake[3]（Kanagawa University）, Marehiro Mukai[4]（Chukyo University）, Hiroaki Fujita[5]
（Meijo University）Takeshi Mita[6](Nikken Sekkei Civil)

1. はじめに

地下空間は、都市計画にとって魅力的なものであり、安全･快適なまちづくりの骨幹をなすと考えられる。ところが、地下空間を利用する人の立場から充分検討しないまま補助的施設や設備の拡充などでまかなうことが多かった。地下空間を利用する人が現実にその空間をどのように認識し、イメージしているかを検討することによって、その知見を環境設計に役立てようとする機運が広まってきた。和氣ら[1)2)]は、地下空間を心理的面から評価するため、質問紙を作成して地下空間のQOE(quality of environment)を種々検討してきた。

本研究では、実際の地下鉄駅構内を利用者が歩き、どのように評価するかを検討し、利用者が地下空間に対してどのように認識し、イメージするかを明らかにする。特に、それらに年齢や利用頻度がどのように影響を及ぼすかを検討するため、前報告[3)]の学生の結果に加えて、中年者や高齢者の結果を含めて検討した。

2. 方法

この研究に用いられた質問紙は、40項目からなり、各項目の質問に対して調査参加者は次のカテゴリーで評定する。「全くあてはまらない」、「あまりあてはまらない」、「どちらともいえない」、「かなりあてはまる」、「非常にあてはまる」の5件法とした。また、性別、年齢、利用頻度についても回答をしてもらった。

1) 調査時期･対象者

調査は, 平成 20 年 1 月 7 日(月)～平成 21 年 2 月 28 日(土)に, 名古屋市市営地下鉄鶴舞線沿線にある 2 大学生の青年群 27 名, 30 代～40 代の中年群 18 名, 60 歳以上の高齢者群 15 名、合計 60 名を対象に実施した。

2) 地下鉄調査手続き

この研究で評価対象とした駅は、八事, 本山, 今池, 御器所, 上前津, 栄, 伏見, 丸の内, 名古屋の9駅であり、いずれも乗換のある駅である。研究参加者には、あらかじめ指定したルートに従って駅構内を歩くよう教示した。研究参加者は、調査対象となった駅構内を歩いた後に、質問項目にしたがって回答し、どの駅においても降りたホームより乗り換えるホームまでを歩き、その後駅改札口やトイレまでを歩いて、それぞれの駅で回答した。

3. 結果

1) 因子分析

質問 40 項目に対して主因子法･Promax 回転による因子分析を実施した。第1因子は 11 項目で構成されており、「通路には段差があり不安だ」,「階段の段差がわかりにくい」,「案内表示がまぶしい」,「とっさに時刻表や案内表示物の場所がわかりにくい」に代表される**「情報の伝達性」**の因子と命名した。 第2因子は、6項目で構成されており、「広くて開放感がある」,「明るくて安心感がある」,「地下通路は美観が良い」などに代表される**「環境の快適感」**因子である。第3因子は、6 項目で構成されており、「外が見えなくて不安だ」,「暗い部分に恐怖を感じる」,「地下内の通路は暗い」などに代表される**「暗さ･不安」**因子、第 4 因子は、3 項目で構成されており、「乗換が便利である」,「エスカレーターがあり便利である」,「坂や階段がなく便利だ」などに代表される**「利便性」**因子と命名した。

2)因子得点の散布図

次に調査対象とした 9 駅を第1因子である情報の伝達性

因子得点と第2因子である環境の快適感因子得点の直交座標上にプロットしたのが**図 1** である。これによると八事駅,本山駅,上前津駅,御器所駅,丸の内駅は、比較的情報が伝達されやすい駅である。これに対して特に栄駅や次に名古屋駅,今池駅は、情報伝達が不十分な駅である。また環境の快適感の良い駅は、八事駅,本山駅,丸の内駅であり、快適感の悪い駅は上前津駅,栄駅である。情報伝達が悪く, 快適感が低い駅は栄駅であり、情報伝達が良く、快適感の高い駅は、八事駅,本山駅,丸の内駅である。

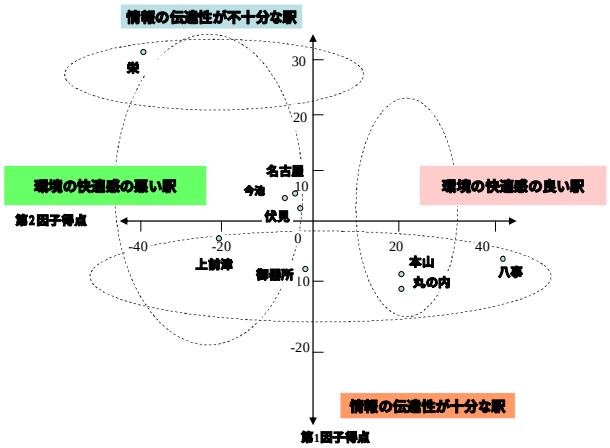


図 1　第 1 因子得点と第 2 因子得点の直交座標

また調査対象とした 9 駅を第3因子である暗さ･不安因子得点と第4因子である利便性因子得点の直交座標上にプロットしたのが、**図 2** である。これによると、本山駅,伏見駅,名古屋駅は、利便性の良い駅である。これに対して御器所駅,今池駅,丸の内は、利便性が悪い駅である。また暗さや不安が小さい駅は、八事駅, 名古屋駅であり、暗さや不安が大きい駅は、今池駅,御器所駅である。

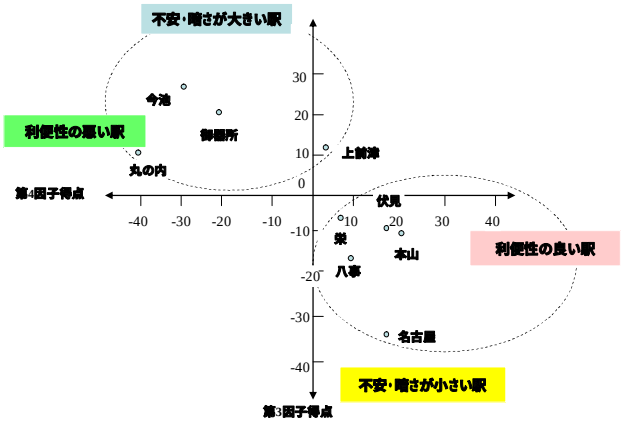


図 2　第 3 因子得点と第 4 因子得点の直交座標

3）パス解析

次に地下鉄における地下空間ＱＯＬの要因が年齢や性別、利用頻度がどのぐらい影響を及ぼすかを共分散構造分析した(**図 3**)。結果から、利用状況が多いほど、情報伝達性が良いことが.15 よりわかり、また年齢については、高齢になるほど情報の伝達性（視認性・視覚的注意）が悪いことが－.18 より示唆された。

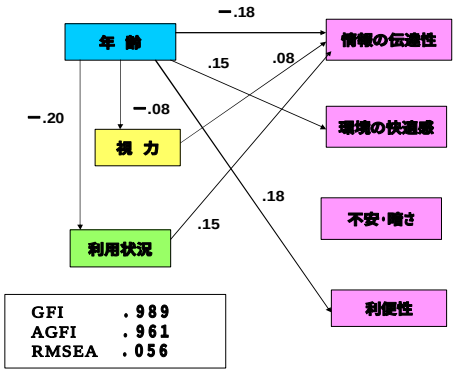


図 3　共分散分析構造

4. 考察

前報告と同様に本研究においても4つの因子が抽出された。それらは視認性･視覚的注意（情報の伝達性）、環境の快適感、暗さ･不安、利便性である。さらに、これらの結果に共分散構造分析を施し、年齢や地下鉄の利用頻度とどのように関係するかを検討した。その結果、加齢は視認性･視覚的注意、環境の快適感、利便性と関係し、地下鉄の利用頻度は視認性･視覚的探索と関係するようである。情報の伝達性は、視認性や視覚的注意に関するものである。視認性や視覚的注意は心理物理学的に検討できるため、環境設計に関する物理量の決定は心理物理学の研究から決定されねばならない。利便性は乗り換えを容易にしたり、長い距離を歩かせたり、長い階段を昇らせないようにすることを示唆している。また、環境の快適感は、正の心理的要因も含まれており、QOE には重要な要素であると考えられる。さらに、暗さ･不安は地下空間特有の負のイメージであり、何らかの方法でそのイメージを払拭しなければならない。

5. 参考文献

1)三田武・和氣典二・中村寛史：地下空間の QOL に基づく評価手法（その 1）,地下空間シンポジウム論文・報告集, 12, 125-130,2007

2)和氣典二・三田武・中村寛史：地下空間の QOL に基づく評価手法（その 2）,地下空間シンポジウム論文・報告集, 12, 173-178,2008

3))吉本直美・和氣典二・三田武・和氣洋美：QOL による地下空間の評価法の研究―主として名古屋市営地下鉄のケースー、地下空間シンポジウム論文・報告集、14,129-136, 2009

4) 和氣典二:QOL の評価法について. 視覚の科学, 26, 114-115, 2005

モバイル機器での音声情報における発話スタイルと情報受容度の分析

○ 下畑光夫, 三樹弘之 (沖電気工業), 細野直恒 (沖コンサルティングソリューションズ)
越塚登, 坂村健 (東京大学)

Analysis of information acceptance by speech styles from mobile devices

Mitsuo Shimohata, Hiroyuki Miki (Oki Electric Industry. Co., Ltd.,),
Naotsune Hosono (Oki Consulting Solutions Co., Ltd.,)
Noboru Koshizuka, Ken Sakamura (University of Tokyo)

1 はじめに

モバイル機器による情報サービスは近年普及が目覚ましく、携帯電話での情報サービスの利用率は 75%に達している [1]。そのようなモバイル機器による情報サービスの応用事例の一つとして観光用モバイル情報サービスがあり、国土交通省が実施している自律移動支援プロジェクトやまちめぐりナビプロジェクトなど、数多くの実証実験が各地で実施されている。実証実験の多くの事例ではモバイル機器に搭載された画面を情報出力手段として用いているが、サイズが小さいために情報が見にくいというインタフェース上の課題が指摘されている [2]。

これらの実証実験では機器、ネットワークなどの技術的課題の検証が主目的となり、利用者に即した機器やコンテンツのあり方への検討が不十分となりがちである。我々はこの点がモバイル情報サービスの普及拡大の課題であると捕らえ、ユーザーと状況に即したモバイル情報サービスの研究を進めている。

研究ではユーザーをシニア (60 代) と設定して調査分析を行っているが、シニアに対する情報出力形態として音声を主とすることを検討している。シニアは視力が低下しており、小画面を見る負担が他の年代層より大きいこととモバイル機器に搭載できる画面の拡大には限界があるためである。

音声で情報を出力する場合、一般にはナレーション風の発話スタイル (**説明体**) で話されることがほとんどである。しかし、観光中という状況では、会話のような発話スタイル (**会話体**) の方がよいであろうという仮説を立てている。観光中という状況は他の観光客に囲まれた中で移動・食事・観光といったイベントを効率よくこなしていく状況であり、そのような状況下では分かりやすくかつ情緒に訴えるような情報提供が適していると考えられるからである [3]。説明体は理性的で穏やかな発話スタイルであり、落ち着いた環境下で比較的多い情報を正確に伝えようとする場合に向いているが、観光中という状況には必ずしも適していないのではないかと考えている。

本論文では、観光情報の音声出力の発話スタイルを会話体と説明体で比較し、情報受容度の違いについて分析する。

2 発話スタイル

表 1 に 2 つの発話スタイルの特徴を示す。

表 1: 発話スタイルとその特徴

	発話スタイル	
	発話体	**説明体**
用語	口語体	ですます調
抑揚	メリハリあり	穏やか
発言主体	お客	店員
例	あの店は商店街で一番大きなお土産屋さんで、何でも揃っていますよ	当店は商店街で最大のお土産屋で、多数の品を取り揃えています。

説明体はですます調で丁寧な表現を用いるのに対し、発話体では口語特有のくだけた表現を用いる。発話の抑揚も説明体はあまり変化せず穏やかであるのに対し、会話体はメリハリをつけている。会話体の目安としては見知らぬ人と会話をするときの口調としている。家族や友人との会話のレベルまでくだけてしまうと、信頼性を大きく損ねる恐れがある。

また会話体は、観光中に近くの地元の人に聞くという状況をモデルとしており、会話体での発言主体はサービス事業者（店員）ではなく、観光客と同じく客である。表 1 の例でも、会話体が”あの店”や”揃っていますよ”という客視点の表現を用いているが、説明体では”当店”や”取り揃えている”という店視点の表現を採用している。このような発言主体の違いも情報に対する受容度に影響すると考えられる。

3 実験

3.1 概要

会話体と説明体の違いを評価するために実験を行った。被験者は 50,60 代の被験者 5 名である。被験者には、室内において座席に着いた姿勢でノート PC から再生される音声を聞いてもらい、評価してもらった。

実験用の元原稿として 4 種類を用意し、それぞれについて会話体および説明体の 2 種類の原稿を作成し、それを読み上げることで音声ファイルを作成した。音声ファイルはそれぞれ 20 秒程度である。また、音声ファイルの読み上げはすべて同一人物 (50 代女性) が行っている。

実験では、各被験者に会話体と説明体の発話を聞いてもらい、「分かりやすさ」「好ましさ」「信頼感」の 3 項目を評価してもらった。各項目の評価選択肢は「会話体の方が良い、会話体の方がやや良い、どちらとも言えない、説明体の方がやや良い、説明体の方が良い」の 5 つである。

3.2 結果と分析

5 人の被験者から得られた評価結果を表 2 に示す。

表 2: 評価指標と選ばれた評価選択肢

	分かりやすさ	好ましさ	信頼感
会話体がよい	0	1	0
会話体がややよい	2	2	0
どちらとも言えない	1	1	1
説明体がややよい	1	0	3
説明体がよい	1	1	1

また、被験者から実験後に得た意見を以下に示す。

- 会話体の方が、その場にいる雰囲気がでていて好ましいと思う。
- 会話体の方が抑揚があって明確に伝わる感じがした。
- 会話体には違和感がある。信頼性は説明体がよい。
- 会話体と説明体の中間的なスタイルが良いと思う。

総合結果としては、分かりやすさについては会話体と説明体の優劣は評価できない、好ましさについては会話体がややよい、信頼感については説明体がよいという結果となった。好ましく聞こえるという点では、会話体の方が観光中という状況には適しているという仮説を支持している。しかし、信頼感といった他の面も含めて全体として適しているかどうかはさらに研究を進める必要がある。

4 まとめと今後の課題

本論文では、モバイル機器で観光情報を音声で出力する場合の発話スタイルの違いによる情報受容度の違いについて論じた。実験では会話体は好ましさに対する評価が高いという結果が得られ、観光中という状況で情緒的に情報を伝える形式として有効ではないかとの感触を得ることができた。

会話体と説明体では表 1 に示したような差異があるが、今回の実験ではその内のどれが評価に寄与しているかが判明できなかった。この差異と評価との関係の検証は今後の課題である。

また、実使用環境に即した形での実験により、会話体の有効性を詳細に検証していくことも課題である。そのためには、観光中という状況で提供される観光情報が果たすべき役割 (印象の強さ、聞きやすさ、正確さなど) と優先順位、その評価指標を明確にする必要がある。

参考文献

[1] モバイル・コンテンツ・フォーラム（編）. ケータイ白書 2009. インプレス R&D, 2008.

[2] 国土交通省. 平成１８、１９年度まちめぐりナビプロジェクトの総括について, 2008. http://www.mlit.go.jp/common/000017194.pdf.

[3] 恩蔵直人, 及川直彦, 藤田明久. モバイル・マーケティング. 日本経済新聞出版社, 2008.

登場人物についての心の推測における処理資源の効果

○瀧澤純、山下利之（首都大学東京 人文科学研究科）

Effects of Processing Resources on Mental Reasoning about Characters

Jun TAKIZAWA, Toshiyuki YAMASHITA (Graduate School of Humanities, Tokyo Metropolitan University)

1. 問題

人がどのようにして他者の心を推測するのかについて、進化、発達、神経科学、哲学といったさまざまな視点によって論じられてきた。5歳児以降に他者の信念を推測する能力が大きく発達する［1］。また、チンパンジーにも心の状態を考慮する能力がある［2］といわれている。その一方で、成人でも自己の状態に影響されて他者の心について、必ずしも正確に推測できないことが指摘されている［3］。意思伝達の正確さや、その後の行動選択の成功にとって、相手の心を正確に推測することが重要となる。

Keysar and Barr［3］によると、推測のプロセスには係留と調整という2つの段階があると考えられている。すなわち、自分の心の状態や自分のみがもつ知識といった、自分にとって近い情報を判断の出発点（係留点）として、のちに出発点を相手に合わせて微調整する。このような認知プロセスにより、多くの情報を考慮しなくてよくなるため、推測にかかる負担を減らすことができる。さらに、自分に近い情報は、多くの場合で相手にも近い情報であるため、推測が成功することが多い。ただし、自分にとって近い情報が相手の心の状態とは遠い場合、調整が不十分になれば、自己の側に偏った推測になる［4］。

このほか、自己に関する情報に注目するかによって、推測の成否が左右されることがある。瀧澤，沼崎［5］は、自己が行う判断へ注目させた後の心の推測が、自分のみ知っていて推測対象が知らない情報を使用した推測（自己の側への偏り）を減少させることを明らかにした。本研究でも同様に、自己が行う判断へ注目した後、自己判断への注目を行わない推測に比べて自己の側への偏りが減少すること、さらに、自己の側への偏りは認知負荷の高い条件においてより大きくなることを明らかにする。

2. 方法

2. 1. 参加者

関東地方の私立大学の学生 60 名（男性 40 名、女性 20 名）が実験に参加した。

2. 2. 材料

登場人物がメールでやりとりをする物語を読み、メールの受信者が受信した文章をどのように解釈するかを推測させる質問紙を作成した（Fig. 1）。質問紙には、登場人物と話題の内容が異なる、練習の物語、物語1、物語2があった。

それぞれの物語は、登場人物について評価するメール文で終わっていた（Fig. 1 下線部）。このメール文は字義的には褒め言葉のような肯定的表現であるが、語用論的には曖昧であるため、皮肉であるとも本音であるとも判断できる表現だった。その後、2）のような、メール文がどのように受け取られるかを推測する質問に回答した。ただし、参加者はメール文を読む前に、送信者の本心が書かれた文章を読むようにした（Fig. 1 斜字部）。この課題によって、受信者のメール文の理解を推測する際、受信者が知らないはずの送信者の本心を無視できていた程度（調整の程度）を測定しようとした。

そして、参加者が回答する質問紙によって、1）のような自己判断質問があるかどうかが異なっていた。半数の参加者は、自己判断質問あり条件の質問紙に回答し、1）のような、送信者の本心について参加者自身がどう考えるかを尋ねる自己判断質問に加え、2）のような受信者視点質問に回答した。残りの半数の参加者は、自

久美子と美穂は、ある同じ会社に勤めている。久美子は、３日後のプレゼンのために、なるべく早めに書類の作成と印刷などを済ませておきたかった。そこで同僚の美穂に今日中にできるだけその仕事を進めておくように頼んだ。美穂は「まかせてください。完璧にやっておきますよ！」と言った。結局、書類は完成できたが印刷まではできなかったので、美穂は申し訳なく思いながら帰宅した。

*久美子は準備されたものを見て、美穂が思ったより協力してくれなかったと思い、怒りを感じた。*そして、久美子は美穂に次のようにメールした。

「たくさんお願いしすぎたかなと思ったけど、これだけできればまあまあ上出来ね。」

1）あなたは、久美子の本心について、どの程度下線部の言葉のとおりだと思いますか。

2）プレゼンの準備について久美子がどう思っているかを知らない美穂は、久美子の本心について、どの程度下線部の言葉のとおりだと感じると思いますか。

Fig. 1　物語と質問の例

己判断質問なし条件の質問紙に回答し、2) のような受信者視点質問にのみ回答した。回答は、“言葉どおり”が1、“どちらともいえない”が4、“言葉とは逆”が7となる7件法で行った。

さらに、1個の物語につき、送信者の本心が2種類あった。半数の参加者は、Fig. 1 斜字部のように、送信者の本心がメール文の字義とは異なっている条件(字義と逆条件)を読んだ。残りの半数は、送信者の本心がメール文の字義と同じである条件(字義通り条件)を読んだ。字義通り条件の場合、斜字部が“久美子は準備されたものを見て、美穂が思ったより協力してくれたと思い、うれしさを感じた。”だった。物語2では内容と登場人物が異なっていたが、物語1と物語2で送信者の本心の条件が異なるようにした。なお、練習の物語には送信者の本心を記述しなかった。

2. 3. 手続き

参加者全員に対して同時に、個別記入式の質問紙実験を実施した。練習の物語に参加者全員が回答した後、数字の記憶を一斉に行った。記憶する前に、実験者が「物語を読んでいる間も、質問に答えている間も、数字を頭の中で繰り返してください」と教示し、実験者の合図によって 15 秒間で記憶した。記憶する数字の桁数により、認知負荷を操作した。認知負荷低条件の参加者は2桁、認知負荷高条件の参加者は8桁の数字を記憶した。その後、物語1と物語2に回答し、操作チェック項目として、記憶した数字を再生し、記憶するための方略を使ったかどうかについて回答した。所要時間は約 30 分であった。全ての参加者が回答を終了した後にディブリーフィングを行ない、実験を終了した。

3. 結果

参加者に推測させた受信者がどのようにメール文を受け取るかという受信者視点質問を、受信者視点得点として分析する。受信者視点得点について、送信者の本心、自己判断質問の有無、認知負荷の3要因の分散分析を行った (Fig. 2) 。その結果、送信者の本心×自己判断質問の有無×認知負荷についての3要因の交互作用が有意傾向であった (F (1, 56) = 3.54, p = .065) 。その他の交互作用と主効果は有意でなかった (Fs < 2.38, ns) 。Bonferroni 法による単純主効果の検定を行ったところ、自己判断質問なし条件の認知負荷高条件においてのみ、送信者の本心の効果が有意であり (p < .05) 、字義と逆条件は字義通り条件に比べて受信者視点得点が高く、係留点に影響された判断を行っていた。その他の条件において、送信者の本心の効果は有意ではなかった (ps > .38, ns) 。

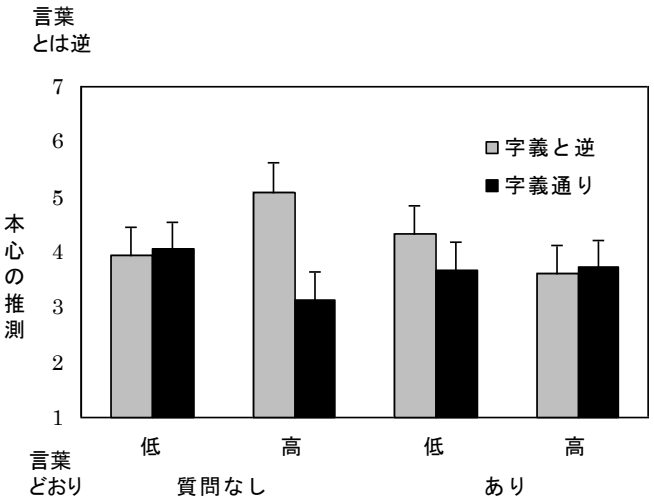


Fig. 2　送信者の本心と自己判断質問の有無と認知負荷による受信者視点得点

4. 考察

参加者は、自己判断質問に回答せず、認知負荷が高い場合にのみ、送信者の本心に係留し、調整が不十分な推測を行っていた。このことから、送信者の本心を受信者が知らないことを考慮するプロセスは、処理資源の減少によって妨害されたと考えられる。また、そのような効果は自己判断質問あり条件ではみられなかった。このことから、自己判断に注目することにより、多くの処理資源を必要としないプロセスが働いたと考えられる。

以上のことから、他者と自分のギャップがある場面において、少ない処理資源で心の推測を行うためには、自己の判断に注目し、自己のみもつ知識を抑えることが1つの方法になると考えられる。

5. 参考文献

[1] H. Wimmer and J. Perner: Cognition, 13, 103-128, 1983.
[2] D. Premack and G. Woodruff: The Behavioral and Brain Sciences, 1, 515-526, 1978.
[3] N. Epley , B. Keysar, L. Van Boven and T. Gilovich: JPSP, 87, 327-339, 2004.
[4] B. Keysar and D. J. Barr: Heuristics and Biases: The Psychology of Intuitive Judgement, 150-166, 2002.
[5] 瀧澤, 沼崎: 日本社会心理学会第 50 回大会発表論文集, 596-597, 2009.

連絡先

瀧澤 純
首都大学東京大学院 人文科学研究科
e-mail: taki_zawa_jun@yahoo.co.jp

視触覚を用いた空間記憶タスクが脳活動に及ぼす影響

○齋藤祐太，下村義弘，勝浦哲夫（千葉大学大学院工学研究科）

Effect of visual and tactile memory task on brain activity

Yuta SAITOH, Yoshihiro SHIMOMURA, Tetsuo KATSUURA
(Graduate School of Engineering, Chiba University)

1. 序論

近年盛んに開発されている触覚を用いたヒューマン・マシンインタフェースは，デバイスの多様な操作を可能にしつつある．しかし，複雑な操作はかえってヒューマンエラーを引き起こしたり，ユーザの快適な操作を邪魔することもあるだろう．これまでの研究ではデバイスの操作性を向上させるために，触覚をフィードバックの入力対象として有効活用しようと試みる研究が多く行われてきた．振動刺激と，視覚刺激や聴覚刺激との相互作用が時空間的に調査されてきており，触覚と視覚のクロスモーダルな刺激入力が弁別課題のパフォーマンスを向上されることがわかってきた．しかし，能動的な触覚を用いた場合の作業記憶についてはあまり検討されておらず，本研究では視覚のみを用いた空間的な作業記憶と触覚を能動的に併用した際の作業記憶中の脳活動について検討した．

2. 実験

・方法

PC モニタに 5×5 マスの格子と丸印が映され，その後ランダムに呈示される矢印に従ってその印の動きを記憶していく空間記憶タスクを行った(図 1)．矢印が 3〜7 個呈示されたのち再び格子マスと丸印(以下，Target 画面)が出現し，丸印が記憶した矢印の呈示通りの場所に動いたかどうかを判断した(図 2)．正誤反応には左手示指と中指に割り当てられた反応キーを用い，できるだけ早く正確に反応するよう求めた．

図 1 実験風景

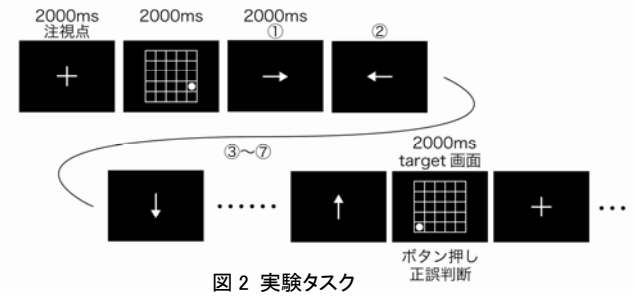


図 2 実験タスク

・条件

記憶方法は視覚のみ条件または触覚併用条件の 2 水準．触覚併用条件では，右手を PC モニタの前に置き，5×5 マスの格子を机平面上に想定しながら矢印の通りに右示指を動かして位置を記憶するよう教示した．記憶量(矢印の数)または 3 ，5 ， 7 の 3 水準．合計 2×3 の 6 条件すべてに全被験者が参加し，各条件につき 80 試行が呈示された．条件の呈示順序はランダムだった．

・被験者

健康な男子学生 8 名(25±3.1 歳)が参加した．

・測定項目

国際 10-20 法による Fz,Cz,Pz,C3,C4 の部位から両耳朶連結を基準として脳波を導出し生体アンプ Neurotop(日本光電製)で増幅した後，A/D コンバータを用いて PC にデータ収録した．アーチファクト除去のために眼球電図を同時に測定し，記録した脳波からはその後の加算平均により事象関連電位である P300 成分と N200 成分が算出された．なお加算平均のトリガは Target 画面の出現時とし，丸印が正しい位置に呈示され，なおかつ被験者が正答できた試行のみを加算平均に用いた．

前額部からは脳血液動態を近赤外線酸素モニタ NIRO-300(浜松ホトニクス社製)を用いて測定し，脱酸素化ヘモグロビン量(HHb)，酸素化ヘモグロビン量(O2Hb)，総ヘモグロビン量(total-Hb)を求め，それぞれの安静中平均値とタスク中平均値の差を変化量として算出し解析に用いた．パフォーマンスとして被験者の反応時間と正答率が解析に用いられた．

・分析

脳血液動態，タスクパフォーマンスは記憶方法の 2 水準と記憶量 3 水準による 2 元配置分散分析を行い，事象関連電位は導出部位 5 水準を加えた 3 元配置分散分析を行った．また事後の多重比較には Bonferroni の検定を用いた．すべての検定において有意水準は 5%とした．

3. 結果

・脳血液動態

O2Hb, total-Hb ともに記憶方法に有意な($p<0.05$)主効果が認められ，触覚併用条件よりも視覚のみ条件のほうがタスク中相対的に増加した．また記憶量の有意な主効果($p<0.01$)も認められ，高記憶量の方が O2Hb, total-Hb の量は相対的に増加した（図 3).

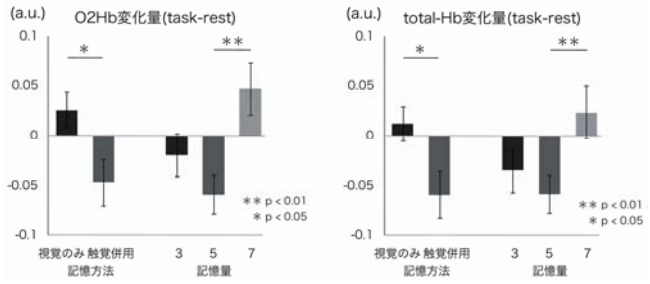


図 3　O2Hb 変化量(左) / total-Hb 変化量(右)

・事象関連電位

電極部位による影響が顕著であり，N200 成分の振幅は Fz, Cz が Pz よりも有意に($p<0.01$)大きく，Pz はどの部位よりも有意に小さかった(図 4). P300 成分の振幅においては Pz がどの部位よりも振幅が有意に($p<0.01$)大きかった．また，記憶量においても有意な($p<0.05$)主効果があり，高記憶量条件が低記憶量条件よりも振幅が大きかった．さらに記憶方法において有意傾向があり($p<0.1$)触覚併用条件の方が視覚のみ条件よりも振幅が大きい傾向にあった(図 5).

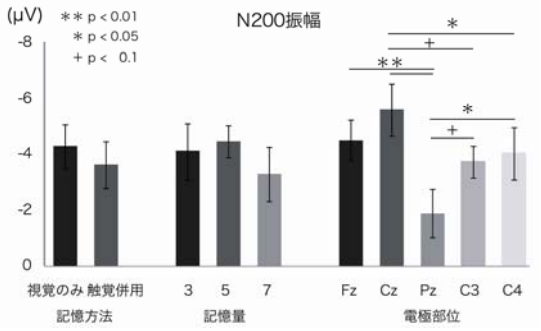


図 4　N200 振幅

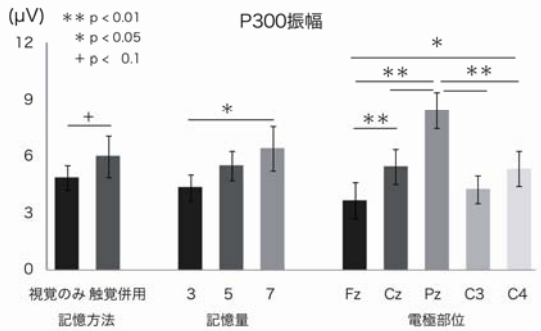


図 5　P300 振幅

・タスクパフォーマンス

正答率に関して，記憶方法に有意な主効果($p<0.01$)が認められ，触覚併用条件の方が正答率は高かった．また記憶量の有意な主効果($p<0.05$)と有意傾向($p<0.1$)が認められ，低記憶量は中記憶量よりも正答率が高く，高記憶量よりも高い傾向にあった．反応時間に関して，記憶方法に有意な主効果が ($p<0.05$)あり，触覚併用条件の方が反応時間が速かった(図 6).

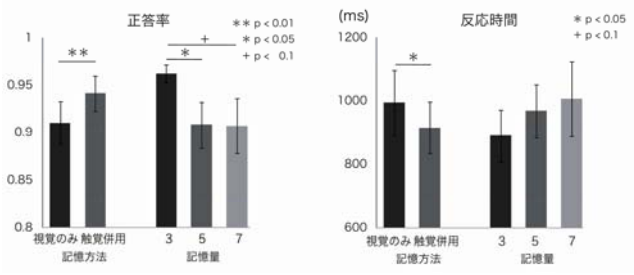


図 6　正答率(左) / 反応時間(右)

4. 考察

先行研究では作業記憶と前頭葉の機能の関連が報告されており，本研究でも前額部から測定された脳血液量は，記憶量が多い条件において増加がみられた．また，視覚のみよりも触覚を併用した記憶タスクの方が相対的に脳血液量が少ないことがわかり，作業記憶に対する負荷が触覚を併用することで軽減されることが示唆された．刺激処理に動員される脳内の資源量を反映しているとされる P300 の振幅は，Pz 部位に関して顕著な賦活を見せ，触覚併用条件でも増大する傾向があった．触覚を併用することで弁別課題に対する脳内資源の割り当てが増えることが予想される結果となり先行研究を支持するものとなったが，本研究においては，手を動かすことによる筋紡錘への入力も同時に起こっており，体性感覚野の活動も無視できない点はさらなる検討が必要である．正答率および反応時間は触覚併用条件の方がパフォーマンスはよく，先行研究のような振動を用いた触覚への受動的なフィードバックと同様，能動的な触覚でも作業記憶の効率化が見られた．

5. 結論

能動的な触覚入力が視覚から入力される作業記憶の補助を担い，前頭部の負荷の軽減や作業記憶の効率化を導いたことが示唆されるが，体性感覚の影響も加味したさらなる検討が必要だろう．

参考文献

S.Ohara et al. (2008) Neural activities of tactile cross-modal working memory in humans: An event-related potential study. Neuroscience 152: 692-702

脳波解析による職務拡大・職務充実に関する研究

○米山靖人，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）
朴美卿（首都大学東京　システムデザイン学部）

A Study on Job Enlargement and Enrichment Using Electroencephalogram Analysis

Yasuto YONEYAMA, Kimihiro YAMANAKA, Mitsuyuki KAWAKAMI
(Department of Management Systems Engineering, Tokyo Metropolitan University)
Mi Kyong PARK (Faculty of Management Systems Engineering, Tokyo Metropolitan University)

1，はじめに

モノづくりの現場において，古くは大量生産方式を用いた工程指向の職務設計がなされていた．しかし，作業者の単調感や疎外感を生み，モチベーションの低下をもたらすため，現在，効率的かつ作業者指向の職務設計が必要とされている．その解決策として，作業者指向の職務設計である作業集約化方式が挙げられる [1]．中でも仕事の範囲を拡大し工程に変化をもたらせ技能の拡大を図る「職務拡大」や仕事に計画性や仕事遂行などの責任を含め質的に職務を拡大する「職務充実」が一般的であり，その効果は数多くの先行研究により明らかにされている [2]．しかしながら，その評価法はアンケート等による主観的な評価でしかなく，生理信号等を用いた客観的指標により評価されている研究はほとんどない．

上記背景に鑑み，本研究では職務拡大・充実が作業者に与える影響を脳波解析から客観的かつ定量的に明らかにすることを目的とした．

2，実験方法

2，1　実験内容

被験者は，年齢が 21～25 歳の男子学生 10 名とし，室温 24.5℃（PMV 指数±0.5）の環境で作業を行う．また，実験の内容については十分な説明を行い，書面にて同意を得た後実施した．

実験に用いるタスクは，作業人口の多い VDT 作業（タイピング 1040 文字）とし，職務拡大・充実要因として PDCA サイクルの有無を条件とした．具体的な PDCA サイクルを用いたタスクは，表 1 に示す通りであり，PDCA サイクルは 2 回繰り返し，被験者はタスクを計 4 回実施する．PDCA サイクルを行わない場合は VDT 作業のみ 4 回実施する．また，被験者によるタイピングスキルの違いを考慮し，実験前に十分な習熟を行った．

2，2　測定項目および方法

1）作業効率測定

条件の有無による作業効率の違いを評価するために，1 回の実験に要した時間（1040 文字のタイプに要する時間，以下終了時間）とミスタイプ数を測定した．

2）モチベーション測定

作業者のモチベーションを評価すために，各条件での実験終了後にモラール・サーベイ [3]によるアンケートを実施した．通常，モラール・サーベイは個人ではなく企業など多人数を対象とするといった調査であるため，本研究では「作業に熱中したか」，「充実感はあるか」等のモチベーションとなる心理状況を表す質問を加えた計 9 項目のアンケートを実施した．

3）脳波測定

恒常恒温シールドルーム（シールドルーム株式会社製）内にて，国際 10－20 法 [4]に従い，Fp_1, Fp_2, F_7, F_8, Fz, C_3, Cz, C_4, T_3, T_4, T_5, T_6, Pz, O_1, O_2の 15 部位の計測を行った．また両耳朶に基準電極を，額部に設置電極をそれぞれ設置し脳波を導出した．導出した脳波は，生体信号アンプ(NEC, BIOTOP)を通しサンプリング周波数 200Hz, LFF1.6Hz, HFF60Hz の計測条件でデジタルレコーダー(TEAC, DRM3)により記録した．得られた脳波は，周波数分析により θ 波(4~8Hz 未満)，α_1 波(8~10 Hz 未満)，α_2 波(10~13Hz 未満)，β_1 波

表 1　PDCA サイクルを用いたタスク

条件	PDCA有	PDCA無
Plan	目標の設定 →習熟テストの結果から被験者が問題終了時間等の設定	
Do	タイピング	左に同じ
Check	フィードバックから分析 →ミスタイプ数，終了時間，苦手キーなどを自主検査	
Action	タイピング	左に同じ

(13~20Hz 未満)，β_2波(20~30Hz 未満)の 5 帯域に分け分析した．また，FFT ポイント数 1048 点，周波数分解能 0.20Hz，窓関数ハミングの条件のもと FFT を行った．

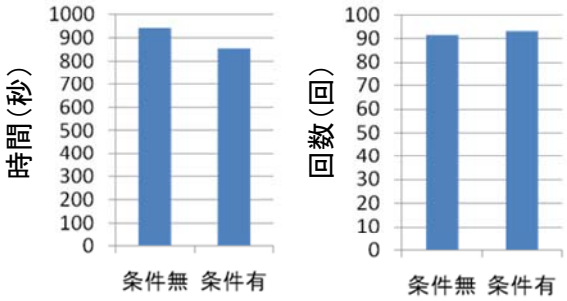
3，結果と考察

図 1 に，条件の有無における作業効率の違いを示す．図中(a)は，終了時間の全被験者の平均値を，(b)は 1 回の実験におけるミスタイプ数をそれぞれ示す．図より，条件の有無でミスタイプ数に違いはみられないが，終了時間では職務拡大・充実要因を加えた条件有で作業時間は短縮している．平均値の差について t 検定を行った結果，統計的に有意な差は認められなかったが，傾向としてはみてとれる(p=0.095)．

次に，条件の有無が作業者のモチベーションに与える影響をモラール・サーベイの結果から考察する．全被験者のスコア平均値が 9 項目中 8 項目で職務拡大・充実要因を加えた条件有で高くなった．先に示した作業効率の結果と合わせると，PDCA サイクルを加えることで職務拡大・充実を図れていると考えられる．

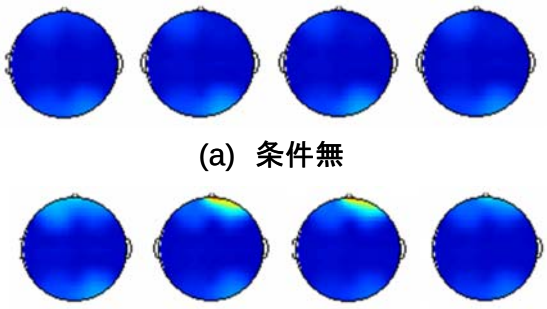
脳波解析については，脳内で思考の要素過程 [5]に対応するといわれている前頭連合野周辺の脳内活動に着目する．そのため，前頭連合野周辺の 5 部位であるFp_1，Fp_2，F_7，F_8，Fz と周波数帯域の各組み合わせにおいて，その周波数帯域での出現比率を特性値とし，条件の有無と実験回(1～4 回)を要因とした繰り返しのある二元配置分散分析を実施した．その結果，すべての組み合わせにおいて統計的に有意な差は認められなかったが，α_1波帯域の部位Fp_1(p=0.073)，α_2波帯域の部位Fp_1(p=0.058)とFp_2(p=0.077)，β_1波帯域の部位Fp_2(p=0.052)においてそれぞれ有意傾向がみられた．そこで，この中でも非常に有意傾向の強いα_2波帯域の部位Fp_1とβ_1波帯域の部位Fp_2で，条件の有無における脳内電位マップの一例を図 2，3 にそれぞれ示す．両図とも，(a)には，条件無での 4 回の実験結果を，(b)には条件有での 4 回の実験結果をそれぞれ示す．これらより，職務拡大・充実要因を加えた条件有でα_2，β_1波帯域の脳内活動が部位Fp_1とFp_2で活発になっていることがわかる．

今後の課題としては，個人差の非常に大きい生理信号解析の精度向上のために被験者数を増やし，わずかな生理指標の変化を統計的に明らかにすることが必要である．また，本実験により顕著な違いがみられた部位が作業者の思考，精神状況にどのような影響を与えているか，それが作業効率やモチベーションの向上にどのように作用しているかについての調査ならびに考察が必要であると考える．



(a) 終了時間　　(b) ミスタイプ数

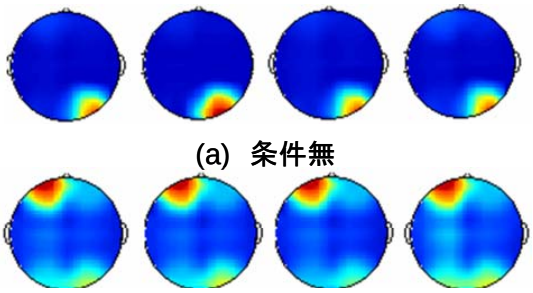
図 1　条件の有無と作業効率の関係



(a) 条件無

(b) 条件有

図 2　α_2波帯域における電位マップの一例



(a) 条件無

(b) 条件有

図 3　β_1波帯域における電位マップの一例

参考文献

1) Das REFA-Buch(新居崎邦宜訳)，標準作業の決め方，日本能率協会，pp.97-101，1961.
2) 川上満幸，上野俊夫，組立作業における取り置き作業の生産性への影響，日本経営工学会誌，Vol.36，No.4，pp.275-280，1985.
3) 杉村健，モラール・サーベイにおける職務満足測定のリッカード法とファジィ理論の応用，日本経営工学会誌，Vol.44，No.2，pp.94-101，1993.
4) H.Jasper，Ten-Twenty Electrode System of the International Federation，Electroenceph. Clin. Neurophysiol.，10，pp.371-375，1958.
5) 久保田競，思考の本質の解明を目指して，信学技報，TL94-2，pp.5-13，1994.

学生支援座談会

学生と企業の懸け橋プロジェクト

―『人間工学』を活かす就職（OB・OG を囲んで）―

日本人間工学会広報委員会・関東支部 39 回大会（共同企画）

広報委員会では、継続性のあるプロジェクトとして、「学生」と「企業」が出会う機会を設けるべく「学生と企業の懸け橋プロジェクト」を展開しています。今回は、その第５弾となります。本年は、広報委員会単独企画ではなく、東海支部大会に続き、関東支部大会にも共同企画者として参加いただきました。

人間工学を学んでも、人間工学を活かせる職業に就ける人は、残念ながらあまり多いとはいえません。企業の側にニーズがないのでしょうか？いえいえ、決してそんなことはありません。このプロジェクトでは、主に大学院生、学部生のみなさんを対象に、企業へ就職して人間工学を活かしている若手企業人に、学生時代に勉強したことや、現在の仕事と人間工学の関わりを話していただく機会を設けました。

就職についての情報や、経験に基づいた就職活動のポイントなども、気軽に聞くことができますので、是非、お立ち寄りください。

参加者同士の交流は、大学という垣根を越えて、人間工学の知識をもつもの同士が、横のつながりを作るきかっけにもなります。

就職活動中の方はもちろんのこと、内定者の方も、ぜひ、ご参加ください。企業においてどのように人間工学を活かせばいいのか、人間工学が社会にどのように役に立っているのか、人間工学に関わらず一般的な就職に関する不安など、素朴な疑問を解消する場にもなります。話がしやすい座談会形式で、少人数でテーブルを囲みます。どうぞお気軽に参加ください。

＜時間・会場＞

１２月５日（土）１５:４５～１７:１５　Ｄ会場

＜対象＞

大会に参加している学部生・大学院生の方

就職活動中の方、内定済みの方

大学教員の方、企業人の方など、本企画に興味のある方

＜参加予定業界＞

自動車メーカー

情報関連企業

シンクタンク・マーケティング関連企業

研究機関（民間研究所等）　　他

＜形式＞

座談会形式（会場内に、業種ごとのテーブルを設けます）

希望のテーブルの座談会にご参加ください

参加企業等の詳細は、大会にて、掲示・チラシを参照ください

企画：

日本人間工学会　第 17 期広報委員会

委員長　吉武良治（日本アイ・ビー・エム（株））

幹事　大内啓子（(財)日本色彩研究所）

岩切一幸（(独）労働安全衛生総合研究所）　榎原毅（名古屋市立大学）

酒井一博（(財)労働科学研究所）　下村義弘（千葉大学）　松田文子（(財)労働科学研究所）

日本人間工学会関東支部第 39 回大会　運営委員会

ビジョン提案型デザイン手法の提案

○山崎和彦[*1]、上田義弘[*2]、高橋克実[*3]、早川誠二[*4]、柳田宏治[*5]、郷健太郎[*6]
（*1千葉工業大学、*2富士通デザイン（株）、*3ホロンクリエイト、*4（株）リコー、
*5倉敷芸術科学大学、*6山梨大学）

A Method for the Structured Scenario-Based Approach for Designing User Experiences

Kazuhiko YAMAZAKI[*1], Yoshihiro UEDA[*2], Katsumi TAKAHASHI[*3], Seiji HAYAKAWA[*4],
Koji YANAGIDA[*5], Kentaro GO[*6]
([*1] Chiba Institute of Technology, [*2]Fujitsu Design, Ltd., [*3]Holon Create Inc., [*4]Ricoh Company, Ltd.,
[*5]Kurashiki University of Science and the Arts, [*6] University of Yamanashi)

1. はじめに

近年は既存製品の問題を解決するだけでなく、どのような製品やサービスを提案するかということが重要となってきている. このような背景を考慮して, 主に個々の製品の問題解決を対象としていたデザインのアプローチに対して, ユニバーサルデザインや人間中心デザインを考慮して、サービスも含めたビジョンを提案できるデザイン手法が期待されている.

日本人間工学会アーゴデザイン部会では、「提案型デザイン方法論ワーキンググループ」を組織し、これからの社会も考慮して、システム、サービスやプロダクトの開発に役立つ具体的なデザイン方法論の構築を目標に議論を行ってきた. そして、開発プロセスに一貫してシナリオを活用する「構造シナリオ法(Structured Scenarios Method)」を提案した.

今回はこの構造化シナリオ手法をさらに発展させ、最新の手法を取り入れた「ビジョン提案型デザイン手法」の全体像について概説する。

2. ビジョン提案型デザイン手法とは

ビジョン提案型デザイン手法とは、これまでにない新しい商品やシステムを提案したり、これまでの商品やシステムに対して新しい提案するための手法である。この手法には、以下に示すように5つの基本となるアプローチがある。

1）ユーザの本質的要求から開始する
2）上位のサービスのレベルから発想する
3）ユーザ本質的要求を要求仕様からシステム仕様まで一貫して通す
4)異分野の部門や専門家のコラボレーションを考慮する
5)常にユーザに聞く

また、ビジョン提案型デザイン手法のフレームは図1に示すように、「構造化シナリオ」を中心に、その前提として「プロジェクトの目標設定」、「対象ユーザのユーザ設定」、「ユーザの本質的要求」と「ビジネスの提供方針」を定義することが重要となる。また、シナリオを具現化するために「シナリオの視覚化」と「シナリオの評価」が必要となる。

3. ビジョン提案型デザインアプローチの完成に向けて

ここでは、ビジョン提案型デザイン手法のフレームとなる要素について解説する。

1）目標設定

ビジョン提案型デザイン手法では、最初にプロジェクトの目標を明確に定義する。そしてプロジェクトの目標を、シナリオを活用して段階的に詳細な目標を定義する。各段階での目標設定の項目にはユーザ視点とビジネス視点を考慮する。ユーザ視点の目標は「誰が、いつ、どこで、どのような体験をするのか」であり、ビジネス視点の目標は「企業のブランドや事業としての位置づけ、市場での位置づけなどの目標」を明確にすることである。

2）ユーザの本質的要求とビジネス提供方針

ビジョン提案型デザイン手法では、具体的なシナリオの検討にはいる前に、「ユーザの本質的要求」と「ビジネスの提供方針」を明確に定義することが重要である。これは、ユーザ視点とビジネス視点での本質的に重要であることを探索して、視覚して設定することである。これまではユーザの本質的提供価値を呼んでいたが「ユーザの本質的要求」へ、ビジネスの提供価値と呼んでいたが、より分りやすいように「ビジネスの提供方針」に修正した。

ユーザの本質的価値を見つけだす方法として、質的アプローチと内省的なアプローチが重要となる。具体的な手法としては、観察調査、文脈的調査、デーィプインタビュー、フォトエッセイ、フォトダイアリーなどがある。

ビジネスの提供方針を明確にするには、企業ドメイン、企業方針や事業部方針などを再確認し、それぞれのプロ

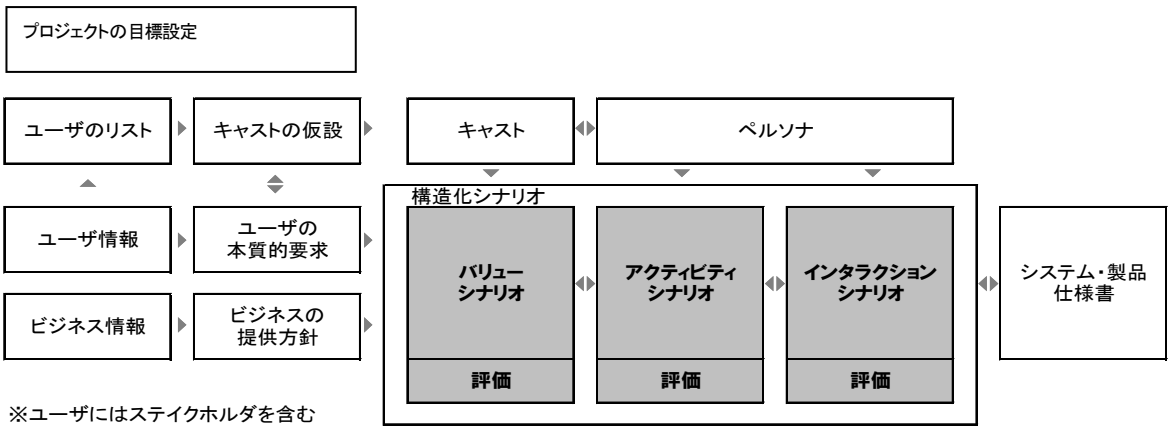


図 1 ビジョン提案型デザイン手法のフレーム

ジェクトでどのようなビジネス提供方針とするか定義する。

3)対象ユーザの設定とペルソナ

ビジョン提案型デザイン手法では、発想を広げ、新しアイデアを創出するために、対象ユーザを段階的に明確化する手順をとる。具体的には、プロジェクトの目標設定の中でおおよその対象ユーザを記載し、「ユーザリスト設定」、「キャストの仮設」、「キャスト設定」と「ペルソナ設定」という手順を踏んで、対象ユーザ像を詳細化させる。また、それぞれの対象ユーザの設定と各シナリオをリンクさせる。

4)構造化シナリオ手法

構造シナリオ法は、構造化されたレイヤー毎にシナリオを描くことで、「提供サービスの有効性」、「開発するシステムの効率性」、そして「ユーザの満足度」を高めるためのアイデアを創出し、最終的には本当に使えるITシステムやプロダクトの仕様を記述するための手法である。具体的には、バリューシナリオ、アクティビティシナリオとインタラクションシナリオの3段階に使い分ける。

5)シナリオの視覚化

構造シナリオだけでは、具体的なユーザ体験を想像することは難しい。まずはスケッチなどを活用する所から開始して、ハードウェアやソフトウエアなどのデザイン対象を簡易プロトタイプを活用して立体・実寸で目に見える形にするとともに、どのように体験するのか分りやすくするためにアクティングアウトや使用イメージ映像の制作が望まれる。また、近年では新しいインタラクションなど、従来にないインタフェースに関してはホットモックなどの操作感を体験できる簡易なモックアップ制作が望まれる。

6)シナリオの評価

設定したプロジェクトの目標に到達しているかどうかを各シナリオの段階で評価する。評価対象としては、構造化シナリオより生まれた、バリューシナリオ、アクティビティシナリオとインタラクションシナリオのそれぞれを評価する。

評価するために、被験者に分りやすいシナリオ表現にしたり、シナリオに画像やスケッチを加えたりする方法もある。また、シナリオのアイデアを可視化したプロトタイプなどがあるとよりリアルな評価結果を得ることができる。評価項目は、目標の項目と同様に、ユーザ視点とビジネス視点とする。評価手法は専門家によるチェックリストやユーザ評価を活用する。

4. おわりに

本稿ではビジョン提案型デザイン手法の概要について、全体像と主要な要素を概説した。個々の要素の内容や事例については、他の論文で議論する。

参考文献

1) J. Pruitt and T. Adlin: The Persona Lifecycle: Keeping People in Mind throughout Product Design, Morgan Kaufmann, 2005.

2) 柳田宏治他:「ビジョン提案型デザインアプローチのツールと事例」, 2008年度日本人間工学会関東支部第38回大会講演集, 2008.

3) B.Buxton: Sketching User Experiences: Getting the Design Right and the Right Design, Morgan Kaufmann, 2007.

[連絡先]
山崎 和彦
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: designkaz@gmail.com

ビジョン提案型デザイン手法における目標設定と発想

○郷健太郎[1]、上田義弘[2]、高橋克実[3]、早川誠二[4]、柳田宏治[5]、山崎和彦[6]
（1山梨大学、2富士通デザイン（株）、3ホロンクリエイト、4（株）リコー、5倉敷芸術科学大学、6千葉工業大学）

Creative Thinking and Goal Setting in Structured Scenario-Based Approach for Designing User Experience

Kentaro GO[1], Yoshihiro UEDA[2], Katsumi TAKAHASHI[3], Seiji HAYAKAWA[4],
Koji YANAGIDA[5], Kazuhiko YAMAZAKI[6]
([1]University of Yamanashi, [2]Fujitsu Design, Ltd., [3]Holon Create Inc., [4]Ricoh Company, Ltd.,
[5]Kurashiki University of Science and the Arts, [6]Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

技術的かつ経済的、社会的情勢が急速に変化するなかで、新技術をもとに新たな市場を創造し先行者利益を享受できるような、新たなビジョンを創出するデザイン手法が望まれている。また、新しいイノベーションによって組織や社会に大きなインパクトを与える手段としてデザイン思考[1)]が注目を集めつつある。このような背景で、日本人間工学会アーゴデザイン部会では、「ビジョン提案型デザイン手法」[2)]の提案を目指し、ワーキンググループを構成して研究活動を行っている。

現行の提案アプローチでは、製品やシステムのデザインにおいて、主要なステイクホルダが得られる価値を重視する。具体的には、提供者としての企業の提供方針（少なくともビジネスとして成立すること）と享受者としての本質的要求（ユーザエクスペリエンス）の両方の観点で成立する製品やシステムの実現を目指す。また、両者の情報をステイクホルダ間で的確に共有して製品化へつなげるための表現手段として、ペルソナとシナリオを積極的に活用する。

本稿では、ビジョン提案型のデザイン手法における目標設定とデザインアイディアの発想、特に、調査・分析のプロセスについて議論する。

2. ビジョン提案型デザイン手法のプロセス

製品やシステム、サービス（以下、「システム」で代表する）の開発初期段階には、それらの計画や企画の段階が用意される。この段階は、大規模・複雑なシステムを開発する場合には明示的に用意されるが、中小規模のシステムを開発する場合には開発組織内で暗黙の了解になっている場合もある。明示の有無にかかわらず、システム開発の概要（目標や予算、納期、対象領域、制約条件など）が一時的に決められる。

この計画・企画段階において、著者らが提案する「ビジョン提案型デザイン手法」では、目標設定を重視する。例えば、「新しいモバイル機器を提案する」という目標を設定した場合には、新しさの内容と程度をシステム構築後に明らかにすることになる。したがって目標を設定する段階で、評価の内容と対象が決まる。さらに、モバイル機器という対象を設定することによって、調査すべき事業ドメイン、競合システム、そして利害関与者であるステイクホルダとユーザが判断できる。以上から、目標設定は計画・企画段階で不可欠な活動だといえる。

設定された目標を基に、ビジョン提案型デザイン手法では、次の3つのフェーズでデザイン活動を進める（図1参照）：（1）既存情報の収集、（2）調査・分析、（3）発想・可視化・評価。

既存情報の収集のフェーズでは、ユーザとステイクホルダの情報から、これらのリストを作成する。また、企業の基礎情報やビジネス環境、競合他社の動向や製品などのビジネス情報を収集する。

調査・分析のフェーズでは、キャストの仮説、ユーザとステイクホルダの本質的要求、ビジネスの提供方針を明らかにする。

発想・可視化・評価のフェーズでは、前フェーズで構築したキャストと設定した目標を基に、キャストとペルソナを作成する。また、バリューシナリオ、アクティビティシナリオ、インタラクションシナリオを作成する。これらのシナリオから、最終的にはシステムや製品の仕様を作成することが、ビジョン提案型デザイン手法の目的である。

3. デザインアイディア創出のプロセス

ビジョン提案型デザイン手法の3つのフェーズとデザインアイディア創出の概念との対応は以下の通りである。まず、調査・分析のフェーズで、既存情報を基に発散思考によって多数のアイディアを生成し、十分なアイディアの数が得られたところで、収束思考によって候補を絞る。対象となるのはユーザとステイクホルダの本質的要求、ならびに、ビジネスの提供方針である。

同様に、前フェーズで確認された本質的要求とビジネス提供方針を基に、発想・可視化・評価のフェーズでは、発散思考によってシナリオやシーンに関する多数のアイディアを生成し、十分なアイディアの量が得られたところで、収束思考によってシナリオやシーンを確定する。これらの活動を繰り返す。

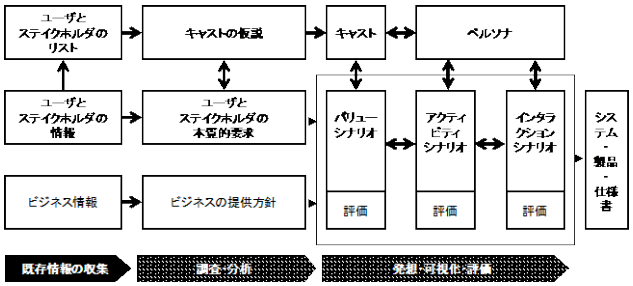


図1. ビジョン提案型デザイン手法のプロセス

4. 本質的要求の抽出

調査・分析のフェーズでは、ユーザとステイクホルダの本質的要求を抽出することが主要な活動となる。このフェーズではまず、ユーザ調査によって、デザイナにインスピレーションを与えるデータを収集する。調査対象ユーザは、キャストの仮説に基づいて設定する。

ユーザ調査の手法として、従来から用いられている様々な手法を取捨選択して活用する。たとえば質問紙調査や主観調査のような定量的手法から、観察法やインタビューのような定性的手法まで、状況に応じて使い分ける。著者らはこれまで、ビジョン提案型のデザイン手法を実証評価するにあたって、以下の2つの手法を組み合わせて活用してきた。

フォトエッセイ法：対象者にテーマを与え、それに適合する写真と説明する文章を作成してもらう手法。1つだけを作成するという制約条件から、テーマを深く内省することが求められる。主として対象者の個別的な潜在的欲求を抽出するアプローチ[3, 4]。

フォトダイアリ法：一日の行動を単位時間ごとに区切り、そのタイミングで行っている行動やおかれている状況を対象者に自ら写真と説明文で記録してもらう手法。対象者の生活を比較的客観性を保って記録することを目指したアプローチ[4]。

これらの手法は、デザイナへインスピレーションを与える素材を、対象とする生活者自身に生成してもらうというCultural Probe[5]に影響を受けている。対象者の主観による影響を受けるため、客観性を担保した科学データとしては活用できないが、対象者の規模に応じて、素材を大量にも少量にも収集することができ、さらに対象者自身での選別によってプライバシー等の問題を回避することも可能である。

次のステップでは、これらの収集されたデータを基にして、本質的要求を抽出する。この段階では、従来から提案されている様々な手法が活用可能である。例えば、ブレインストーミング[6]やKJ法といった代表的な発想支援法を活用できる。著者らはこれまで、この段階において、フォトエッセイ法とフォトダイアリ法で得られた大量のデータを素材に、ラダーリングを使ってアイディアの抽象化と具現化を行った。これによって、ユーザとステイクホルダの本質的要求を最上位とするアイディアの階層化が可能となる。

5. おわりに

本稿では、ビジョン提案型デザイン手法における調査・分析のプロセスを中心に、プロジェクトでの目標設定とデザインアイディアの発想について議論した。今後の課題として、本アプローチにより適した発想法の検討が挙げられる。また、発想のプロセスの詳細なモデル化、支援ツールの構築も同様に実施していく予定である。

参考文献

1） T. Brown: Design Thinking, Harvard Business Review, 84-92, June 2008.

2） 山崎和彦他：ビジョン提案型デザイン手法の概要, 2009 年度日本人間工学会関東支部第 39 回大会講演集, 2009.

3） K. Go, Y. Takamoto, J.M. Carroll, A. Imamiya and H. Masuda: PRESPE: Participatory Requirements Elicitation using Scenarios and Photo Essays, Extended Proceedings of the CHI 2003 Conference on Human Factors in Computing Systems, 780-781, 2003.

4） 郷健太郎: ユビキタス時代のサービス・コンテンツのシナリオベーストデザイン, 計測と制御, Vol. 47, No. 2, pp. 82-87, 2008.

5） W. Gaver, A. Dunne, and E. Pacenti: Cultural Probes, Interactions, 6 (1), 21-29, 1999.

6） 仲川薫, 三留修平: 製品に求められるユーザビリティとユーザベネフィットを抽出する手法の研究, ヒューマンインタフェース学会研究報告集, Vol. 2, No. 4, 2000.

ビジョン提案型デザイン手法における評価

○柳田宏治[1]、上田義弘[2]、郷健太郎[3]、高橋克実[4]、早川誠二[5]、山崎和彦[6]
（1倉敷芸術科学大学、2富士通デザイン（株）、3山梨大学、4（株）ホロンクリエイト、5（株）リコー、6千葉工業大学）

Evaluation in the Structured Scenario-Based Approach for Designing User Experiences

Koji YANAGIDA[1], Yoshihiro UEDA[2], Kentaro GO[3], Katsumi TAKAHASHI[4],
Seiji HAYAKAWA [5], Kazuhiko YAMAZAKI[6]
(1 Kurashiki University of Science and the Arts, 2 Fujitsu Design, Ltd., 3 University of Yamanashi,
4 Holon Create Inc., 5 Ricoh Company, Ltd., 6 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、ワーキンググループを設けて「ビジョン提案型デザイン手法」[1)]の研究を行っている。これまでに、アイデアの発想については構造化シナリオ手法を核とした手法化が纏まってきている。ワーキンググループでは、引き続きシナリオの評価についての議論を行っており、本稿で概説する。

2. ビジョン提案型デザイン手法におけるシナリオ評価

2-1.評価の考え方

HCD プロセスにおいて評価は、上流プロセスで明確にされた目標を達成しているかどうかを確認するもので、HCD 原則の「設計による解決の繰り返し」のための要であり、「ユーザの積極的な参加」や「多様な職種に基づく設計」[2)]の重要な機会の一つと位置付けられる。

図1に示すフレームを持つビジョン提案型デザイン手法における評価は、アイデアが盛り込まれた3段階の構造化シナリオ（バリューシナリオ、アクティビティシナリオ、インタラクションシナリオ）に対して行う。評価の目的は、シナリオの中から際立って魅力的なアイデアを見出すことである。

2-2.評価のポイント

ビジョン提案型デザイン手法における評価のポイントは次の通りである。

1) 段階毎に上位から評価する

デザイン案が出来上がった後の段階だけでなく、より上位の、提供する価値やサービスを検討するバリューシナリオの段階から構造化シナリオに沿って段階毎に評価する。これにより、目標となるユーザの本質的な要求やビジネスの提供方針が反映されているかを確実に確認できるとともに、段階毎の目標とアイデア（シナリオ）とのズレを防ぎ、手戻りが少なく効率的な開発ができる。

2) ユーザとビジネスの両視点で、評価項目を明確にして評価する

アイデアが人々や社会に受け入れられ、尚且つ事業として成立するものであるために、本質的要求を持つユーザ側の視点と、サービスやシステム・製品の提供者であるビジネス側の視点の両面で評価する。3段階のシナリオ毎に的確な評価項目を設定し、これを明確にして評価する。代表的な評価項目は、次項で示すように明示してあるため、これを活用・応用することができる。

3) アイデアを可視化して評価する

ユーザによる評価や多様な職種による評価を可能にするためには、アイデアの可視化が必要である。可視化の手法として、ペルソナやシナリオを活用するが、さらにアクティングアウトやプロトタイプなどの可視化手法も併せて用いる。

2-3.評価の方法

ビジョン提案型デザイン手法における評価の方法を図2に示し具体的に述べる。

1) 評価の視点

プロジェクトの目標を満たしているかどうかが評価の最重要視点である。加えて各段階で、前段階で明確にした個々のシナリオの目標が実現されているかを評価する。個々のシナリオの目標の詳細は、図2に示す。

2) 評価の対象

バリューシナリオの評価では、シナリオそのものを対象とするだけでなく、シーンを簡単なスケッチなどで可視化することも有効である。アクティビティシナリオの評価ではシーン毎、ペルソナ毎に分けてシナリオを作成し、視覚化して評価する。インタラクションシナリオの評価ではタスク毎、ペルソナ毎に分けてシナリオを作成し、視覚化して評価する。アクティビティシナリオ、インタラクションシナリオにおいてはシナリオの量は膨大なものになるが、考え得る全てのシナリオを網羅的に作成して評価する必要はなく、次の段階の目標を方向付け、新たなアイデア発想の糸口を提供するような魅力的な要素を持つシナリオを描き、これを評価する。

3) 評価手法

評価の手法は、従来から用いられている手法から適切に選ぶ。ユーザ側面の評価においては可視化が重要で、ユーザによる評価では、アクティビティシナリオの評価におけるアクティングアウトや、インタラクションシナリオの評価におけるプロトタイプが有効である。これらにより共感度や受容性を検討する。専門家による評価としては主にチェックリストを用いる。インタラクションシナリオの評価では、ヒューリスティック評価などがある。また、ビジネス側面の評価では技術、商品企画、マーケティング、ブランドなどそれぞれの専門家による評価を行う。

4) 評価項目とウエイト

評価項目や評価基準は、開発プロジェクトの目標に応じて決めるものであるが、代表的な評価項目として、ユーザ視点では魅力性、有用性、新規性、効率性を、ビジネス視点では戦略性、社会性、市場性、事業性、技術的可能性を設定している。これらを基本として、個別のプロジェクトにおける評価項目を検討する。それぞれにプロジェクトの目標に照らしたウエイト付けを行う必要がある。

3. おわりに

本稿では、構造化シナリオ手法における評価について概説した。今後、事例作成を通じて評価の考え方や方法について検証していく。

参考文献

1) 山崎和彦 他, ビジョン提案型デザイン手法の展開と実践, 2009 年度日本人間工学会関東支部題 39 回大会講演集, 2009 年 12 月

2) ISO 13407:1999 Human-centred design processes for interactive systems, 1999

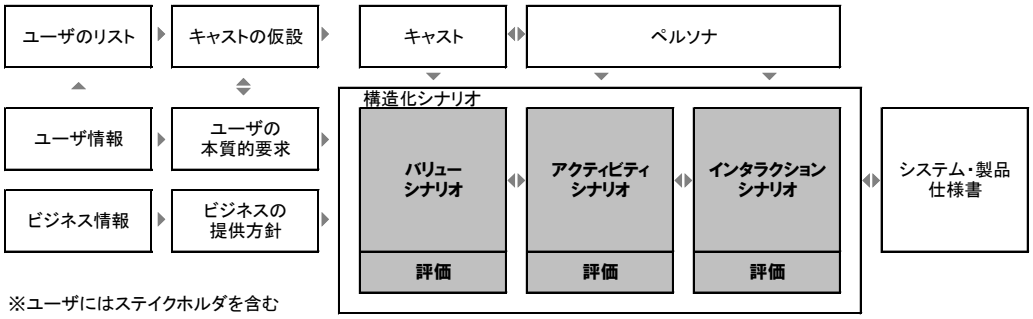


図 1 ビジョン提案型デザイン手法のフレーム

				バリューシナリオ	アクティビティシナリオ	インタラクションシナリオ
評価視点				●プロジェクトの目標を満たしているか ●ユーザの本質的要求を満たしているか ●ビジネスの提供方針に合致しているか	●プロジェクトの目標を満たしているか ●バリューシナリオ(シーン)を実現できるか ●ペルソナを反映しているか	●プロジェクトの目標を満たしているか ●アクティビティシナリオ(タスク)を実現しているか ●ペルソナを反映しているか
評価対象				バリューシナリオを(シーン毎に)可視化して評価する。	シーン毎、ペルソナ毎に分けて描かれた個々のアクティビティシナリオを可視化して評価する。	タスク毎、ペルソナ毎に分けて描かれた個々のインタラクションシナリオを可視化して評価する。
評価手法	ユーザ側面の評価 (視覚化が必要)		ユーザによる評価	シーンの視覚化	アクティングアウト (ペルソナを想定)	プロトタイプ (ペルソナを想定)
			専門家による評価	チェクリスト(ウエイト付け)	チェクリスト(ウエイト付け)	チェクリスト(ウエイト付け) ヒューリスティック評価
	ビジネス側面の評価		専門家による評価	各専門分野の評価手法		
代表的評価項目				一般的な評価ウエイト		
	ユーザ	魅力性	使ってみたい、惹かれる、快適	○	○	○
		有用性	便利、役に立つ	○	○	○
		新規性	新しい、独自性がある	○	○	○
		効率性	簡単、わかりやすい、早くできる	—	—	○
	ビジネス	戦略性	経営方針、事業方針、ブランド方針	○	○	○
		社会性	環境配慮、UD、安全・安心	○	○	○
		市場性	市場で受け入れられるか	○	○	○
		事業性	事業としての採算性はあるか	○	○	○
		技術的可能性	実現性、開発時期、コスト等	—	—	○

図 2 評価の方法

ビジョン提案型デザイン手法の事例実践と改善

－デザイン系大学における事例実践とそれで得た気づきによる手法の改善－

○上田義弘[1]、郷 健太郎[2]、高橋克実[3]、早川誠二[4]、柳田宏治[5]、山崎和彦[6]
（1富士通デザイン（株）、2山梨大学、3ホロンクリエイト、4（株）リコー、5倉敷芸術科学大学、6千葉工業大学）

Case Study of Structured Scenarios in the Vision Design Methodology

Yoshihiro UEDA[1]、 Kentaro GO[2]、 Katsumi TAKAHASHI[3]、
Seiji HAYAKAWA[4]、 Koji YANAGIDA[5]、 Kazuhiko YAMAZAKI[6]
(1 Fujitsu Design Limited、 2 University of Yamanashi、 3 Holon Create、 4 Ricoh Company Ltd.、
5 Kurashiki University of Science and the Arts、 6 Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

本格化するユビキタス社会では、生活や仕事において新たな価値や経験の提供が重要になり、これまでにない新しいサービスやプロダクトを提案することになる。しかし、生活者は IT の利活用に対する厳しい目を持っており、新たな提案がオセッカイなものになる危険性をはらんでいる。新たな提案がオセッカイなものにならないためにも、ユーザの潜在的欲求の本質を捉えた開発が重要になってくる。そのため、日本人間工学会アーゴデザイン部会では、「ビジョン提案型デザイン手法」の確立を目指し、ワーキンググループを組織し研究活動を行っている。また、筆者はデザイン系の学生と共にこの手法を活用して「これからのユビキタス社会に向けたIT ビジョンの提案」を継続して実践している。

本稿ではビジョン提案型デザイン手法の実践事例の紹介と、複数年の実践課程で行った手法へのフィードバックについて概観する。

2. 手法導入以前のアウトプット事例

先ずは初期(手法導入以前)のデザイン開発のプロセスと代表的な作品を紹介しておこう。

2003 年度はユビキタスの現状調査及び既存商品の調査分析を行い、新たな IT ビジョンを考えることにした。2004 年度は店舗、病院や公共空間など提案の対象となる「場」を設定して仮説開発を行い、集まった仮説を基にユーザヒアリングを実施してビジョン作りを行った。2005 年度は提案の場を学生生活に限定し、そこで必要になる IT 支援の仮説開発を行い、アンケート調査を実施した。その結果を多変量解析し、新たなビジョン提案のポイントを求めた。仮説開発に際しては公開されているアドバンスデザイン事例を参照したり、ブレーンストーミング手法を用いて学生が自主的に行っていた。代表的なデザイン提案として 2004 年度に行われた提案を紹介する。「ユビキタス社会では、あらゆるところに情報を存在させることが可能になる。しかし、情報そのものは目に見えない。そのためユーザは情報操作にリアリティが持てない。次世代の情報操作にはリアリティがあり自然な操作が必要だ。」と考え、「ユーザが情報操作に親しみとリアリティを感じられるようなユーザインターフェースの提案」がなされた。

2003 年度から 2005 年度まではビジョン提案型デザイン手法は使用せず、学生各自が自らの思考によりサービス仮説の開発を行った。この時代の作品には、「ユーザと情報のインターラクションに関する提案」や「情報の視覚化」に着目した提案が多かった。

3. 手法導入後のアウトプット事例と手法の改善

3. 1. シナリオ手法の導入

2006 年度からは仮説開発のために「フォトエッセイ手法」や「フォトダイヤリー手法」等のシナリオ手法を導入し、利用者の内面導出や行動観察から新たな「気づき」を得て仮説開発を行うことにした。代表的な作品としては「街の中でサポートを必要としている人と、ボランティアをしたいと思っている人を、リアルタイムで結びつけるサービスとそのための端末の提案」や「英会話を学習したいと思っている人に対して、街中で英会話に接する機会を提供するサービスの提案」など、ユビキタス技術を活用して利用者の潜在的な欲求をくすぐるサービスの提案が多くなった。これは仮説開発フェーズに、シナリオ手法を取り入れたことにあると考えている。既存市場や既存機器の分析をベースにブレーンストーミングを行うプロセスからは、将来のビジョンを明確に描くことは難しく、ビジョン開発に有効な手法にはなっていないと言える。それに対してフォトエッセイ手法は直接ビジョン開発を行う手法になっていないが、「仮説開発の目的を明確に意識」して提案によって実現するユーザにとっての「価値」を明確化できたと考えている。

しかし、多くの作品でターゲットユーザと提案プロダク

トとの関係性が曖昧で、ユーザ適合性に欠ける提案が多かった。新たな課題として、提案内容とターゲットユーザとのマッチングを強化する必要性を感じた。

3. 2. ペルソナ手法の導入

そこで 2007 年度は、シナリオによる仮説開発に加え、ターゲットユーザを明確化し、そのユーザ特性に適合するデザインをさせるために「ペルソナ手法」を導入した。当時ペルソナ手法はソフトウェア開発等で活用され始めており、手法としては確立されていた。この年の代表的な作品としては、「ストリートで歌う若者の音楽をその近傍エリアに居る若者に届ける音楽配信サービスとそのための端末」等が提案された。ペルソナ手法の導入により、インターラクションからプロダクトへの展開が、ターゲットユーザを明確に意識したものになった。

しかし、サービスの決定からプロダクトのデザインへ展開する課程が精緻さを欠き、提案内容の検討が浅いものが多かった。

3. 3. 構造化シナリオ手法の導入

この情報をアーゴデザイン部会方法論WGに持ち込み、シナリオ開発の精緻化に向けた手法改善の議論を行った。その結果、サービスシナリオとインターラクションシナリオの間にアクティビティシナリオを描くフェーズをはさみ、各シナリオ作成のインプットとアウトプットを明確化し、シナリオを階層的に描く「構造化シナリオ手法」が確立され、ワークシートが開発された。2008 年度は、これを活用（ワークシートも含め）してデザイン開発を実践した。代表的な作品としては、「オートフォトサービス」と題して、「社会インフラとして街中に設置されつつある防犯カメラを活用して、一人旅をしている旅行者に写真を提供するサービスとそのためのプロダクト提案」がある。サービスはグループで検討し、プロダクトは各人がペルソナや使用シーンを設定し提案した。同じサービスに対してプロダクトはターゲットユーザや使用シーンに合わせ様々なバリエーション展開ができ、充実したデザイン提案になった。ただし「サービスを如何に生み出すか」、この問題は学生個人の発想力に委ねられており、手法として支援できていないことは依然として残った。

3. 4. 本質的価値を抽出する手法の導入

方法論WGでもこの問題が課題となり、本格的に議論することになった。2009 年 3 月に実施した研究会では、エスノグラフィ的手法とそれにより得た気づきの本質を議論する階層的思考法が試された。そして 2009 年 4 月から始まった今年度のデザイン開発にも同じ手法を取り入れデザイン開発を実践した。2009 年度の代表的な作品としては、「新たなコミュニケーションを考えて提案された吹き出しサービスとそれを利用する端末の提案」等、ユーザの本質的価値の抽出に成功した作品が複数生まれ、試みた手法の有効性が確認されたと思っている。

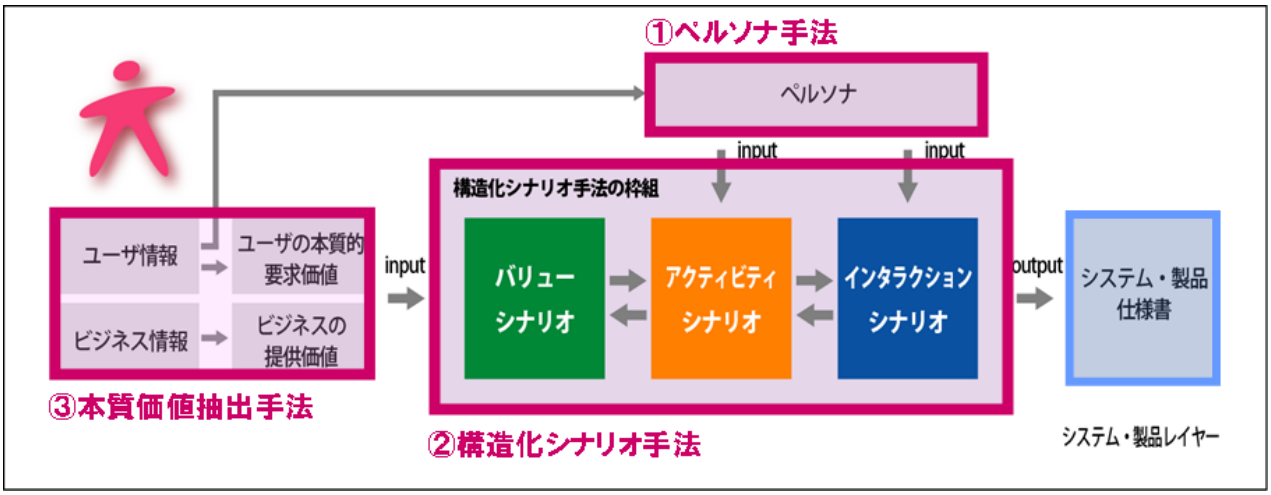
4. 手法改善経緯と今後の展望

各年度の作品事例から見てきたように、シナリオ手法の導入に始まり、①ペルソナ手法の追加、そして②提案内容の精緻化のために構造化シナリオ手法を導入、③ユーザが潜在的に求めている本質的価値を抽出する手法の導入を経て、ビジョン提案型デザイン手法を改善してきた。これからの時代、「オセッカイ」なサービスやプロダクトを生み出さないためにも、本手法のさらなる精緻化を進め、開発の現場で使える手法として確立することが必要だと考えている。

参考文献

1） 上田義弘ほか：ユビキタス時代のユニバーサルデザイン方法論の提案．日本人間工学会関西支部大会シンポジウム
2） 山崎和彦、上田義弘ほか：ユビキタス時代のユニバーサルデザイン方法論の提案．日本人間工学会関東支部第38 回大会シンポジウム
3） 山崎和彦、上田義弘ほか：ビジョン提案型ユニバーサルデザイン手法．日本人間工学会第 49 回大会シンポジウム
4） 日本人間工学会アーゴデザイン部会シンポジジウ．2009 年 6 月．

[連絡先]
上田 義弘 y.ueda@jp.fujitsu.com
富士通デザイン㈱第1デザイン事業部
〒211-8588 川崎市中原区上小田中 4-1-1



ビジョン提案型デザイン手法の教育での実践における課題と改善

安藤　昌也（産業技術大学院大学）

Structured Scenario-Based Approach for Designing User Experiences: Challenge and Improvement of the Approach in an Education Practice

Masaya Ando (Advanced Institute of Industrial Technology)

1. はじめに

ユビキタス社会に対応した、製品やサービスをデザインする手法として、ビジョン提案型デザイン手法[1] が提案されている。

この手法の特徴は、対象とする行為に対するユーザの本質的な要求価値に着目することにより、現状の個別的な課題に目を奪われることなく、デザインアイディアを創出すできる点にある。通常の問題解決型アプローチにおけるアイディア創出は、どちらかといえばボトムアップであるのに対し、ビジョン提案型はトップダウンである。そのため、現状の枠組みにとらわれない解決アイディアを検討できる。

しかし、大学等でデザインやデザインプロセスを学んでいる学生に、この手法を適用してデザイン開発を行わせようとすると、仮想的な対象を扱う教育の特性と手法との整合性などの理由から、様々な問題が発生することがある。

本稿では、デザインの初学者を含む大学院生に対して行ったビジョン提案型デザイン手法の実践を通し、発見された手法上の課題とその改善について述べる。

2. 実践概要

2.1 目的と対象

ものづくり系の専門職大学院に在籍する 1 年生（11 名）と 2 年生（4 名）を対象に、デザインプロセスを学ぶワークショップとして実施した。受講者のうち、学部でデザインを学んだ人は数名で、多くは初学者である。

受講者を 3 つのチーム（1 年生 2 チーム、2 年生 1 チーム）に分け、約 1 ヵ月間にわたり実施した。

2.2 実施プロセス

受講者は、ビジョン提案型デザイン手法の講義を受講し、全体像を学んだ上で実施した。各チームでは、自律的にプロジェクトを進め、必要に応じて教員が助言・指導した。

なお、1 年生の 2 チームには、2016 年の開催を目指す東京オリンピックを念頭に、「東京オリンピックでのおもてなし」を実現するサービスや製品の開発をテーマとした。また、2 年生は、「日常生活の中の身近なもののリデザイン」をテーマとした。

2.3 成果

ワークショップでは、以下のアイディアが創出された。

1) 競技場でのオリンピック観戦を楽しめる応援グッズの提案～みんなと振ると光りのウェーブで誰もが一体感を味わえるうちわ
2) 旅行者に地図を持たずに東京の街を探検する楽しみを提供する“最寄り駅案内コンパス”の提案
3) フードコートで荷物を持っていても安心して買い物ができる、荷物カゴ付き椅子の提案 [2]

なお、これらの成果は、2009 年 9 月 10 日に行われた、人間工学会アーゴデザイン部会の「コンセプト事例発表会」において、口頭およびポスター形式での発表を行った。

3. 実践上の課題

教育実践上、課題となったのは、主にアイディア創出までのプロセスである。ビジョン提案型デザイン手法は、現在の課題に捕われないアイディアの創出に力点を置いているため、基本的には発散型のアプローチを取っている。実際の開発では、自社のビジネスドメインや保有技術などの制約から、必然的にアイディアが収束するものと考えられる。そのため、あえて手法として収束のプロセスを持つ必要はないのかもしれない。しかし、教育の場面では、具体的なビジネス要件を想定しにくいことや、限られた期間で成果を出す必要性があることなどの理由から、何らかの方法でアイディアを収束させていくプロセスが求められる。

本実践事例では、主に以下の点が課題となった。

・ビジネス側の制約を明確にできないことから、サービスのアイディアを創出する手掛かりが「ユーザの本質的要求価値（最上位ニーズ）」だけになる。そのため、発想の自由度が高すぎてアイディアを出しにくい点。

・複数のペルソナそれぞれにサービスシナリオを作成する必要があり、作業量が過大となりがちで取り組みにくい点。

4. 手法の改善と事例

4.1 改善のポイント

先に挙げた 2 点の課題は、ビジョン提案型アプローチが目的とする新サービスの創出には重要な作業手順でもある。そこで、ビジョン提案型アプローチの良さを活かしつつ、先に挙げた課題を解決し、学生の研究活動に活かしやすいアプローチを検討した。

改善のポイントは、主に以下の 3 つである。

① 本質的要求価値の抽出の際に“ユーザの行為目標”と“ユーザの本質的要求価値”の間に「ユーザのニーズ」欄を設け、デザイン対象を利用する際の現在のユーザの要求価値を明確にし、そのニーズをアイディア発想の基点とする（図 1）。

② 主要ターゲットのニーズを基に、他のペルソナを用いて “ニーズ共通性チェック”を行い、ニーズの優先度を明らかにするとともに、アイディア発想のニーズシートを 1 枚に縮約する（図 2）。

③ 優先度付けを行ったニーズを参考にしながら、サービスシナリオを作成するための作成要件を策定する。

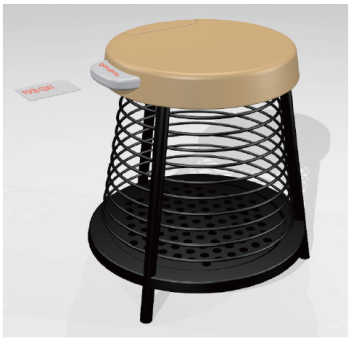


図 3　創出したプロダクト案のイメージ[2]

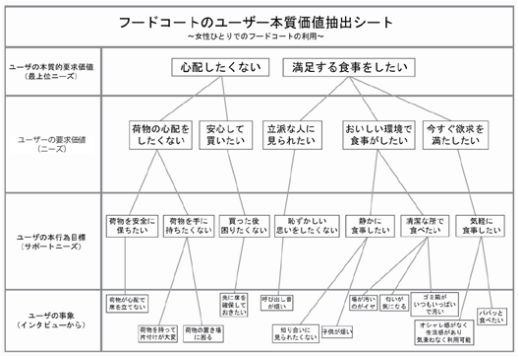


図 1 ユーザの本質的要求価値・ニーズ抽出シート

4.2 創出したプロダクト

改善したビジョン提案型デザイン手法によりアイディアを創出し、構造化シナリオ法を活用して導出した、学生の作品であるプロダクトイメージを図 3 に示す[2]。

5. まとめ

本稿では、ビジョン提案型デザイン手法を基にしつつ、学生がアイディアを創出しやすい形で改良するために、ユーザのニーズに着目した手法の改善と実践を行った。今後、さらに実践事例を積む中で、ビジョン提案型デザイン手法の良い点を活かしつつ、より実効性のある方法へと洗練させていきたい。

引用文献

[1] 山崎和彦，上田義弘，高橋克実，早川誠二，柳田宏治，郷健太郎：ビジョン提案型デザインアプローチの提案，日本人間工学会関東支部第 38 回大会講演集,pp21-22, 2008.

[2] 廣瀬優平，安藤昌也，下田麻美，藤堂高樹，古畑直紀：ビジョン提案型アプローチを応用した潜在的課題解決型のデザインプロセス―フードコートのリデザインによる事例，日本人間工学会アーゴデザイン部会コンセプト事例発表会, 2009.

ペルソナ→	(◎/○/△/×)	①下田さん（24歳 学生）	②藤田さん（28歳 会社員）	③金田さん（38歳 会社員）	④桃井さん（27歳OL）	⑤藤沢さん（34歳リッチな主婦）	⑥瀬田さん（67歳、清掃業）	優先順位
ターゲットのニーズ	荷物の心配をしたくない	○	△ 荷物はそんなに多くない	△ 盗られてもいい物を置いておくので	△ それ程荷物を持っていかない	○ やっぱり置きっぱなしは心配	別に客の荷物には無関心	5
	立派な人に見られたい	○	△ フードコートではあまり感じない	△ あまり気にしない	○ あまり知り合いには見られたくない	◎ フードコートに一人でいるのを見られたくない	別にそんな関心は無い	4
	おいしい環境で食事したい	○	○ せっかく来たから	○ フードコートに限らない	◎ 汚れるのが嫌	◎ 綺麗な所で食べたい	できる限りの掃除で済ませたい	1
	今すぐ欲求を満たしたい	○	◎ 限られた昼の時間だから	△ 別に急ぐ必要はないので	○ 限られた時間だから	◎ 仕方なく利用している感じ	急いでいても分別・片付けをして欲しい	2
	安心して買いたい	○	△ 一人でも複数でも何とかなることが多い	◎ 必ず先に席を確保する	○ 買ってウロウロしたくない	○ 買ってウロウロしたくない	ウロウロしている人が邪魔だ	3
	その他	※この列はメインターゲット自身を表す	・食後のゆとりに使いたい ・軽食や飲み物がもっとあるといい	これといった不満はない	一人だと寂しい時もある	綺麗で一人でも平気そうだったら利用してもいいかも	自分の仕事は楽であって欲しい	

図 2　ニーズの共通性チェックシート及び優先度

ビジョン提案型デザイン手法の展開
～SIG 活動とワークショップ～

○早川誠二（㈱リコー）、上田義弘（富士通デザイン㈱）、郷 健太郎（山梨大学）、
髙橋克実（ホロンクリエイト㈱）、柳田宏治（倉敷芸術科学大学）、山崎和彦（千葉工業大学）

Structured Scenario-Based Approach for Designing User Experience

Seiji Hayakawa(Ricoh Company, Ltd.),Yoshihiro Ueda(Fujitsu Design, Ltd.),
Kentaro Go(University of Yamanashi), Katsumi Takahashi(Holon Create Inc.),
Koji Yanagida(Kurashiki University of Science and the Arts),
Kazuhiko Yamazaki(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、これまで、構造化シナリオ手法を核としたビジョン提案型デザイン手法に関して検討を進めてきた。ここでは、さらに手法の完成度を高めるとともに、実践事例の収集を狙いとした SIG（Special Interest Group）の結成と SIG で行われたワークショップに関して報告する。

２．SIG の活動

SIG に関しては、09 年 3 月に実施されたアーゴデザイン部会の合宿研究会で発足が宣言され活動が始まった。その後、メーリングリストが整備されるとともに、09 年 6 月に開催された第 1 回ビジョン提案型デザイン手法シンポジウムで、初めての会合とワークショップが行われた。

＜SIG の役割と機能＞

・手法確立に向けた議論の場

手法検討ワーキングのメンバーだけでなく、いろいろな視点から手法に対する議論を深めることで手法の完成度を高めてゆく。

・多業界の認識の共通化

手法がさまざまな業種に適用できるよう、認識や理解を共通化してゆく。テンプレートの汎用性を高めてゆくこともできる。

・手法の表現、文言の統一

手法で使用されている表現や文言に関して、多くの人の目を通すことによって、よりわかりやすくしてゆく。

・参考事例、実施例の収集

実際に SIG のメンバーが手法にもとづきデザイン提案活動を実施することを通して、参考例や実践例を蓄積できる。これは、いずれ手法に関する出版物が刊行されるときに、事例集としての活用もできることになる。

＜SIG 参加のメリット＞

・手法構築に向けた議論に参加できる

手法の実践を通した疑問点や改良点を提案することやテンプレートの開発などの議論に参加できる。

・手法の更新情報を取得できる

ある意味で発展途上にある手法であるため、内容に関して新たな情報が発生するが、更新情報に関して、メーリングリストなどを通じてタイムリーに取得できる。

・イベント情報の取得

SIG メンバーを対象にした事例研究会やワークショップなどの手法構築に向けたイベント情報を取得することができる。

・テンプレートデータを取得できる

この手法では多くのテンプレートが用意されているが、これらのテンプレートに関してデータが取得でき、実践に活用できる。

現在、SIG メンバーは●●人登録されている。SIG には、アーゴデザイン部会のホームページから電子的な手続きで誰でも参加が可能になっている。

３．ワークショップ

第 1 回ビジョン提案型デザイン手法シンポジウムに引き続き、SIG メンバーによるワークショップが開催された。このワークショップでは、構造化シナリオ手法のインプット情報である

ビジネス情報からのビジネスの提供価値（提供方針）を導き出し、仮説検討フレームシートを用いて、提案の全体像を描くことを行った。(図1、２参照)

ビジネス情報から提供価値の抽出をする方法は、ビジネス情報シートを用いる。検討項目としては、現在扱っている商材（機器・システム・サービス)、事業ドメイン、既存の販売チャネル、保有している（新）技術、事業環境（ビジネスの機会、脅威)、自社の強み・弱み、事業戦略などを記述することを通して、最終的にビジネスとしての提供価値を導出する。

実際に導出された提供価値では、「IT プロダクツを活用した新しいサービスで若年層の生活を楽しく、豊かにしたい」、「健康な食事と運動が実践でき、会員同士の交流を通じてロハスな暮らしを実現する」など、次ステップでのバリューシナリオ（提供するサービス価値）にうまく繋がりそうな価値がいくつも提案された。

４．課題と今後の展開

＜SIG 活動のさらなる活発化＞

SIG には多くのメンバーが参加しているが、まだメンバー同士での手法に関する活発な議論が巻き起こっているところまでは達していない。今後、手法をより精緻化するためにも議論の量と質を高めてゆきたい。

＜ビジネス情報シートの改良＞

今回ワークショップで用いたテンプレートは、ビジネス情報として必要な項目をできるだけ網羅し、そこから提供価値を導出するものになっているが、項目自体の精査、順序性の見直しと、提供価値（提供方針）という概念をよりわかりやすく解説する必要性を感じた。

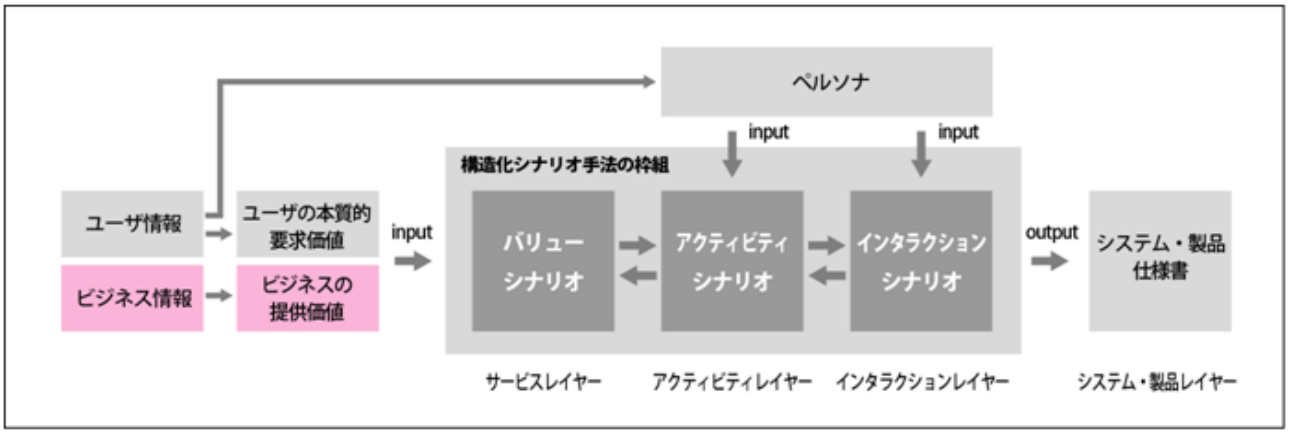


図１　手法におけるビジネス情報・提供価値の位置づけ

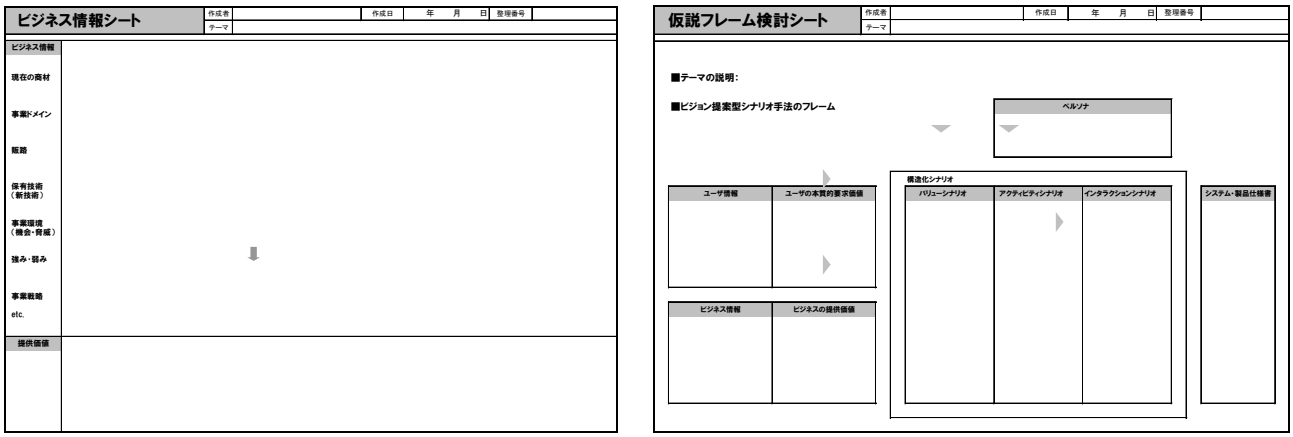


図２　ビジネス情報シートと仮説フレーム検討シート

ビジョン提案型デザイン手法の今後の展開

○髙橋克実[1]、上田義弘[2]、郷 健太郎[3]、早川誠二[4]、柳田宏治[5]、山崎和彦[6]
（1ホロンクリエイト、2富士通（株）、3山梨大学、4（株）リコー、5倉敷芸術科学大学、6千葉工業大学）

Progressing of Structured Scenario-Based Approach for User Experiences in the Future

Katsumi TAKAHASHI[1], Yoshihiro UEDA[2], Kentaro GO[3], Seiji HAYAKAWA[4],
Koji YANAGIDA[5], Kazuhiko YAMAZAKI[6]
(1Holon Create Inc, 2Fujitsu, Ltd., 3University of Yamanashi, 4Ricoh Company, Ltd.,
5Kurashiki University of Science and the Arts, 6Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

これまで多くの業界の専門の方々に参加いただいて研鑽してきました「ビジョン提案型デザイン手法」もやっと実践に耐えうるものとなってきました。最終の詰めをしておりますアーゴデザイン部会ワーキンググループメンバーもその完成度に手ごたえを感じております。

ここで、今一歩、SIG メンバーとシンポジウムに参加いただいている皆様の意見を取り入れ、より優れた手法にしていきたいと思います。

2. これまでの活動

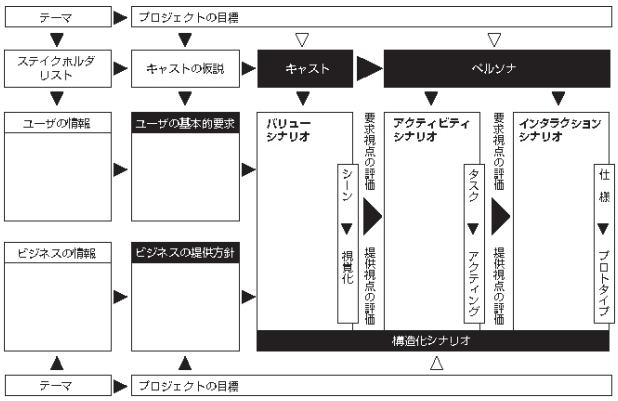
この手法をより理解していただくために、手法が生まれるまでの経緯とその活動を紹介します。以下はスタートのきっかけとなりました講演と、毎年のアーゴデザイン部会の合宿研究会のテーマ並びに日本人間工学会でのシンポジウムのテーマを記載しています。

2001 年 3 月「これからの IT 社会におけるｱｰｺﾞﾃﾞｻﾞｲﾝ」
坂村健 ｱｰｺﾞﾃﾞｻﾞｲﾝ部会合宿講演
2003 年 3 月「ﾕﾋﾞｷﾀｽ社会におけるﾕｰｻﾞﾋﾞﾘﾃｨ」合宿
2004 年 6 月「ﾕﾋﾞｷﾀｽ社会におけるﾕｰｻﾞﾋﾞﾘﾃｨ」
2005 年 3 月「ﾕﾋﾞｷﾀｽﾃﾞｻﾞｲ方法論」合宿
6 月「ﾕﾋﾞｷﾀｽﾃﾞｻﾞｲﾝ■■方法論」
－あなたに何が見えますか－
2006 年 3 月 ｱｰｺﾞﾃﾞｻﾞｲﾝ部会合宿
「ﾕﾋﾞｷﾀｽ＋ﾕﾆﾊﾞｰｻﾙﾃﾞｻﾞｲﾝ方法論の実践」
6 月「ﾕﾋﾞｷﾀｽ+ﾕﾆﾊﾞｰｻﾙﾃﾞｻﾞｲﾝ方法論の実践」
12 月「ﾕﾋﾞｷﾀｽ時代のﾕﾆﾊﾞｰｻﾙﾃﾞｻﾞｲﾝ」
2007 年 3 月 ｱｰｺﾞﾃﾞｻﾞｲﾝ部会合宿
「ﾕﾋﾞｷﾀｽ・ﾕﾆﾊﾞｰｻﾙﾃﾞｻﾞｲﾝﾏﾄﾘｸｽを目指して」
6 月「ﾕﾋﾞｷﾀｽ時代のﾕﾆﾊﾞｰｻﾙﾃﾞｻﾞｲﾝ」
－ﾀﾞｲﾅﾐｯｸなﾕﾆﾊﾞｰｻﾙﾃﾞｻﾞｲﾝを目指して－
9 月 方法論ワーキンググループ結成
11 月
「ﾕﾋﾞｷﾀｽ時代のﾕﾆﾊﾞｰｻﾙﾃﾞｻﾞｲﾝ方法論の提案」
2008 年 3 月「ﾕﾋﾞｷﾀｽ時代のﾕﾆﾊﾞｰｻﾙﾃﾞｻﾞｲﾝ方法論」
－構造化ｼﾅﾘｵ手法の実践－ｱｰｺﾞﾃﾞｻﾞｲﾝ部会合宿
6 月「ﾋﾞｼﾞｮﾝ提案型ﾕﾆﾊﾞｰｻﾙﾃﾞｻﾞｲﾝ手法」
－構造化ｼﾅﾘｵ手法の提案－
11 月「これからのﾕﾆﾊﾞｰｻﾙﾃﾞｻﾞｲﾝ」
－ﾋﾞｼﾞｮﾝ提案型ﾃﾞｻﾞｲﾝｱﾌﾟﾛｰﾁ－
2009 年 3 月「これからのﾕﾆﾊﾞｰｻﾙﾃﾞｻﾞｲﾝ」 合宿
-ﾋﾞｼﾞｮﾝ提案型ﾃﾞｻﾞｲﾝ手法の実践
6 月第 1 回ﾋﾞｼﾞｮﾝ提案型ﾃﾞｻﾞｲﾝ手法ｼﾝﾎﾟｼﾞｳﾑ
8 月第 1 回ﾋﾞｼﾞｮﾝ提案型ﾃﾞｻﾞｲﾝ手法 SIG ﾐｰﾃｨﾝｸﾞ
12 月「ﾋﾞｼﾞｮﾝ提案型ﾃﾞｻﾞｲﾝ手法の展開と実践」
第 2 回ﾋﾞｼﾞｮﾝ提案型ﾃﾞｻﾞｲﾝ手法 SIG ﾐｰﾃｨﾝｸﾞ

以上のように当初、IT とアーゴデザインから始まり、ユビキタス社会とユニバーサルﾃﾞｻﾞｲﾝへの取り組みとなり、結果的にこれらを実現する方法論の必要性から、この手法が生まれました。現在ではこれまでにない単なるものづくりを越えた創造手法となってきています。

3. 手法の枠組みの確立

今回の手法の内容は、前回のシンポジウム、コンセプト事例発表会での指摘や SIG メンバーからの提案を元に改善した部分がいくつかあります。これにより、この手法の全体像が決まってきました。



○テーマ設定からプロジェクトの目標の明確化
○目標に対するシナリオの評価の意義とその位置づけ
○シナリオ評価の内容とその活用の方法の明確化

○ユーザの基本的要求の抽出方法としてのフォトエッセイ、フォトダイアリ、観察、インタビュー、上位下位法の活用
○ビジネスの提供価値を「提供方針」としたことでの、提供者側のシーズの生かし方やメリットの記述の盛り込み
○提案に関わるステイクホールドからその関係を示したキャストの設定と、より具体的な行為やインタラクションのシナリオのためのペルソナへの繋がりの明確化
○各段階のシナリオを展開する繋ぎとしてのシーンやタスクの位置づけの明確化

以上、これらの改善はテンプレートなどに盛り込み、実践しやすいものとしていきます。

4. 残された検討事項

シナリオの評価の枠組みができたことで、シナリオそのものを評価することは専門家による場合には特に問題無く、これまでどおり可能だと思われます。しかし、ユーザを参加させた評価では、シナリオだけを提示してもユーザはその評価を行うことは困難であると思われます。そこで、各シナリオの可視化を行った方がより理解され、精度の高い評価が可能となると考えました。このため、今後は各シナリオの可視化の方法としてシーンの視覚化、タスクのアクティング、仕様のプロトタイピングなどの技術をどのようにプロセスに組み込んでいくことが望ましいか、また、参考となるかの検討をしていく必要があります。

また、最終目的である手法の体系化のための出版に際して、使用されている文言の統一や他の手法との整合性を調整することが必要です。そうすることで、各分野の専門家の意見を取り入れた実践に役立つ「ビジョン提案」の可能なデザイン手法となるのです。

5. 事例による手法の検証

手法を実践の場で使うことができるようになるためには多くの検証が必要です。

この手法は当初スタートしたときの経緯もあり、ユビキタスな社会が進展していく中で、各分野のハードウェア、ソフトウエア、ヒューマンウェア、その他のサービスが人間中心設計の考え方に則って、構築されることを目的として、開発が進められてきました。そして、実践に当たっては、是非、さまざまな業界の、各種の事業、プロジェクトで活用していただきたいと思っています。そのため、広く理解を促すために、今後はこれらの業界でどのように活用できるかを事例として提供をお願いしたいと思っております。

提供して頂きたい業界を参考に記載しました。
○家具家電・情報機器、アパレルなどの開発製造業界
○建築・土木、住宅設備、生活インフラ等の環境土木、設備業界
○大型販売店、通販、ロジスティクス等の流通販売業界
○ホテル、飲食店、公共交通等の公共サービス業界
○放送、WEB サービス、携帯電話などの通信産業界
○健康医療機器、介護サービス等の健康、医療、介護業界

6. まとめ

この手法を体験された方はご存知のようにバリュー、アクティビティ、インタラクションとペルソナを複数設定して、アイデア展開していくと、そのシーンとタスクは膨大なシナリオの記述となります。しかし、このビジョン提案型デザイン手法が提唱するのは膨大なシナリオを書くことが、その主たる目的ではないということです。すなわち、シナリオでアイデアを展開することで、どのような職能、立場、知識の人も参加できること、各段階のシナリオで評価できることでユーザの基本的要求とビジネスの提供方針の合致したことを確認評価しながら、企画やシステムやサービスの勝ち筋(核)となる新たなアイデアを見つけ出すことこそがその目的なのです。このため、すばらしいアイデアが出た時点で、これに絞り、シナリオをさかのぼり、修正することも大いに在ってよいことなのです。

7. 今後の予定

2010 年 3 月 12 日より湘南国際村で行われるアーゴデザイン部会主催の合宿研究会において、そこまでにほぼ完成となる「ビジョン提案型デザイン手法」の全体を通して実践していただくワークショップを行います。また、このワークショップ体験の意見交換会として、その後引き続いてSIGメンバーによる第3回のミーティングを行います。

さらに、出版前に最終完成段階の手法の全貌を紹介するために来年6月の日本人間工学会全国大会シンポジウムを行います。

[連絡先]
髙橋　克実
株式会社ホロンクリエイト
〒222-0033　横浜市港北区新横浜 3-18-20
TEL：045-475-3903
E-mail：takahasi@hol-on.co.jp

胃瘻からの半固形栄養剤を簡便で安全に注入できるデバイス開発に向けて

小長谷百絵、○坂井志麻（東京女子医科大学看護学部）、國澤尚子、
鈴木玲子（埼玉県立大学保健医療福祉学部）、小川鑛一（元東京電機大学）

Development of safty and easier infusion device
for semi-solid enteral nutritional supplementation via a gastrostomy catheter

Momoe Konagaya, Shima Sakai(Tokyo Women and Medical University), Naoko Kunisawa,
Reiko Suzuki(Saitama Prefectural University),Koichi Ogawa(Tokyo Denki University)

Ⅰ．はじめに

本来食事は経口摂取が基本であるが、何らかの要因で経口摂取が困難となり栄養状態が低下すると経静脈栄養あるいは経腸栄養を選択することになる。消化管機能が温存されていれば、経静脈栄養より、自然な栄養摂取方法である経腸栄養が選択される場合が多い。我が国でも 1990 年代より経皮内視鏡的胃瘻造設術(Percutaneous Endoroscpic Gastorostomy)が行われるようになり、多くの患者の栄養状態が安定し生命予後の延長やQOL(Quality of Life)の向上に寄与している。

しかしその一方で胃瘻の長期管理における合併症やトラブルが発生している[1-2]。その代表的な合併症として、瘻孔部のただれや下痢、便秘などがあり、特に生命予後にかかわる問題として、胃食道逆流現象による誤嚥性肺炎の発生がある。このような合併症予防のために、近年では増粘剤を使用した粘り気のある半固形化栄養法(以下半固形法)が開発され、特に「合田式半固形短時間注入法」[3]は誤嚥性肺炎の発生の減少や下痢の改善、胃内 pH の正常化、血糖の安定などが認められ優れた方法であるといえる。

このように液体栄養法に比べて半固形法は様々なメリットがあるが、半固形法は看護師が手動でシリンジなどを使い注入するために、栄養剤の粘度が高いほど看護師らの挿入の負担が大きい[4]ことが問題である。

そこで半固形法の手動注入を補助するデバイス開発の基礎実験を行うためにまず胃瘻モデルを作成し、半固形栄養剤の粘度と注入の時間、圧力の関係を明らかにしたので報告する。

Ⅱ．方法

1．胃瘻栄養の定義と胃の特徴

胃瘻栄養法とは腹壁から胃に瘻孔を作成し、瘻孔を通して胃にチューブを留置する。そのチューブから水分や栄養分を補給する方法である。生体の胃は食物残渣などがない状態で容積は約 500ml といわれているが、内側の壁はひだを作り縮んでいるために伸縮が自在で、満腹の状態では、容積は 1.5～1.8 リットルといわれている

2．胃瘻モデルについて

胃は柔軟な臓器であることから、図 1 のようなホール型と図 2 のような開放型の 2 種類の胃瘻モデルを想定した。ホール型は胃の容積に制限がある場合を仮定し、注射器から圧をかけると A 部をとおりペットボトルから溶液が漏れるように穴（直径 9mm）をあけた。開放型は胃の伸縮が自在で容積が大きい場合を仮定した。

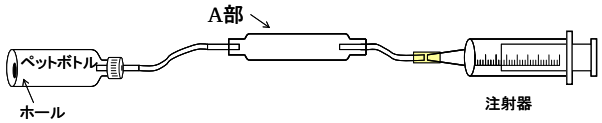


図 1　胃瘻モデル（ホール型）

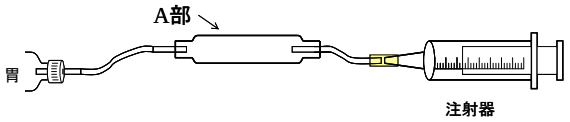


図 2　胃瘻モデル（開放型）

3．増粘剤について

基になる液体に添加混合することにより粘度を増大させる作用を有する物質を一般に増粘剤という。今回増粘剤として使用したトロミ調整食品は原材料にデキストリン増粘多糖類を主に含み栄養剤の半固形化に汎用されている。

4．実験装置について

本実験では、半固形栄養剤注入時の圧力を測定

するために、ひずみゲージ式超小型圧力変換器[5]を利用した。本実験システムは図3に示すようにA部にB部の側管を挿入し、それをC部に接続する。C部分は超小型圧力変換器（共和電業製:PS-05KC 50kPa）を封入し、この部分に水を充満させてある。

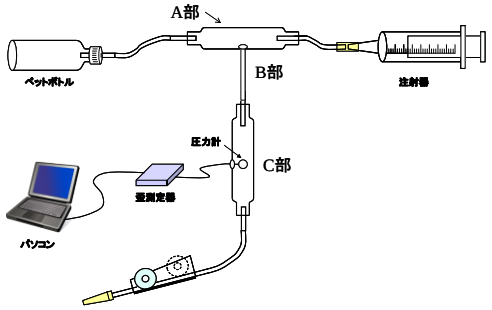


図3　半固形栄養剤注入時の圧力測定システム

注射器に半固形栄養剤をいれピストンを押すとA部に栄養剤が充満し胃をモデル化したペットボトルに向かって流動する。その時の圧力はB部側管へ伝わり、さらに水を充満したC部にも伝わる。C部に充満した水圧によって超小型圧力変換器から圧力に相当するひずみが検出される。得られたひずみに0.09766という係数を掛けると圧力（[kPa]）が得られる。

5．実験方法

1)胃の伸展度による違い

注入圧が胃の容積や伸展度によって異なるか、ホール型と開放型の胃瘻モデルで比較した。

2)注入する栄養剤の粘度による違い

注入圧は栄養剤の粘度によって異なるか、水に増粘剤をいれて200mlになるようにした1.5%(増粘剤3g)水溶液と3%（増粘剤6g)水溶液の2種類の粘度と、水の注入圧を比較した。

注入実験は胃瘻からの経管栄養の経験がある看護師2名がそれぞれ2回ずつ注入し平均圧力で比較した。

Ⅲ．結果

表1に示したように、ホール型と開放型で比較した実験では、水は5.25mmHgと4.88mmHgの注入圧で胃の容積の影響を受けない。粘度が増すと胃の内容積にかかわらず圧力は高くなり（図4）1.5%水溶液では開放型90.0mmHgとホール型110.3mmHg、3%水溶液は、262.5mmHgと270.0mmHgであった。胃瘻モデルとして、胃への注入圧は胃の内容積による圧力の差は少なく、開放型が適していると考えられた。

表1　ホール型と開放型の平均圧の比較

		ホール型	開放型
3%水溶液	平均圧(mmHg)	270.00	262.50
	注入時間(秒)	72	51
1.5%水溶液	平均圧(mmHg)	110.30	90.01
	注入時間(秒)	57	58
水	平均圧(mmHg)	5.25	4.88
	注入時間(秒)	41	35

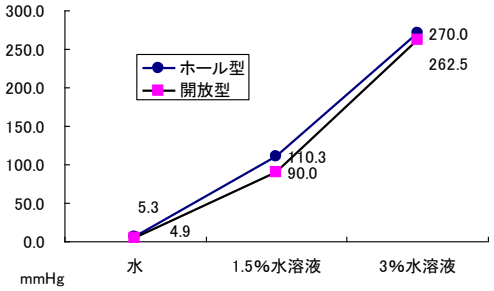


図4　胃の容量と粘度の違いによる平均注入圧

Ⅳ．考察

胃瘻からの栄養剤は、本来は食事摂取と同様に、咀嚼され、唾液と混ざった食塊の形状が望ましい。ところが胃瘻からの注入には胃瘻のサイズや接続のチューブ、注入のための栄養剤など生理的形状で注入するためには多くの制限がある。食塊に近い粘度でも注入時の負担が軽減し、しかも安全に注入が行えるようなデバイス開発のために、今後は作成した胃瘻モデルによって、実際の胃瘻チューブによる注入圧測定実験を行い粘度と注入圧の関係をより明確にする必要がある。

【引用文献】

1)合田文則：胃瘻からの半固形短時間摂取法ガイドブック　胃瘻患者のQOL向上を目指して、医歯薬出版、2007.

2)久保朋子、松木みどり、松村博士他:胃瘻から注入しやすいゲル化経腸栄養剤のゲル化の方法、手段、カテーテルについての検討、在宅医療と内視鏡治療、11(1)、2007.

3)徳毛宏則、有本之嗣：広島県内各施設における胃瘻関連後期トラブルの実態、広島医学、60(6)、388-393、2007.

4)島田英雄、幕内博康：総論・PEGの適応と長期管理、消化器の臨床、9(6)、631-636、2006.

5)小川鑛一：採血の技術教育のための人間工学的アプローチ：採血シミュレータ開発の試み、臨牀看護、第34巻、第1号、p89－97、2008)

転倒、転落に関わる要因からの転倒者判定に関する研究

○佐藤小百合（埼玉セントラル病院）、高橋英司（埼玉ロイヤルケアセンター）、百瀬治（ウエストケアセンター）、清水みどり（埼玉みさと総合リハビリテーション病院）、松澤良平（春日部ロイヤルケアセンター）、岡田有策（慶應義塾大学）、秋吉祐太（慶應義塾大学）、深谷覚（慶應義塾大学）

A Study about Fall Risk Evaluation Method on Fall Factors

Sayuri Satou, Eizi Takahashi, Osamu Momose, Midori Simizu, Ryohei Matsusawa, Yusaku Okada, Yuta Akiyoshi, Satoru Fukaya

1.研究の背景

医療現場において、最も件数の多いトラブルの一つが患者の転倒・転落事故である。患者の転倒・転落事故を減らすための手法の一つとして、従来転倒・転落アセスメントスコア表が利用されてきた。アセスメントスコア表は施設における患者の転倒・転落リスク算出のために使われている。転倒・転落リスクの高い患者を選択し、看護師がその患者に対して注意を払うことによって、転倒・転落事故を防ぐために使われている。

しかし、多くの施設において、各施設の特徴を考慮した患者の転倒・転落リスク評価ができているとは言えない現状がある。また、転倒・転落リスク評価をする際に、看護師の経験に依存する割合が強い。そのため、すべての看護師が適切に転倒・転落リスク評価をできているとは言えない状況となっている。

2.研究の目的

既存のアセスメントスコア表を利用する一つの手法として、患者の転倒・転落事故に関する要因を統計的に分析することを提案する。具体的には、アセスメントスコア表の各要因と実際の転倒・転落事故との関係を分析し、新しい転倒・転落リスク評価方法を施設ごとに考えていく。

また、患者の転倒・転落事故に関連する要因を考慮して、各施設における各患者が転倒・転落事故を起こしやすいか否かを判定する。そして転倒・転落事故を起こしやすい患者に対して、現場の看護師に数ヶ月の間特に注意を払ってもらった。この結果、患者の転倒・転落事故を減少させられるかどうかについて考えていく。

3.転倒・転落リスク評価方法について

今回の研究では、既存の転倒・転落アセスメントスコア表を用いて患者が転倒・転落しやすいか判定する方法を考えた。このアセスメントスコア表は、各患者の状態に応じて、各要因に当てはまれば 2、当てはまらなければ 1 として記入した。以下に表 1 としてアセスメントスコア表の転倒・転落要因項目を添付する。

全施設においてアセスメントスコア表の各要因の重要度が共通するとは限らないことから、各施設をそれぞれ分析することによって、各施設の患者の特徴を考慮した転倒・転落リスク評価方法を構築していく。この方法で入院患者を対象に10施設で調査を行った。ほとんどの患者が高齢者であり、各施設における患者の人数は 100 人から 1000 人前後となっている。

今研究では、統計学的多変量解析の手法の一つである判別分析を利用することで、アセスメントスコア表から各施設における各患者の転倒・転落リスクを評価する手法を提案する。まず判別分析を行い、その施設での

表1. 転倒・転落要因
Table1. Fall factors

1	トイレまで距離がある
2	夜間トイレに行く
3	尿便失禁がある
4	尿道カル―テル留置
5	頻尿がある
6	トイレ介助が必要
7	化学療法
8	浣腸緩下剤
9	睡眠安定剤
10	降圧利尿剤
11	麻薬剤
12	抗パ―キンソン剤
13	鎮痛剤
14	記憶力の低下があり再学習が困難である
15	不穏行動がある
16	判断力・理解力の低下がある
17	痴呆がある
18	見当障害・意識混濁・混乱がある
19	寝たきりの状態である
20	ふらつきがある
21	移動に介助が必要である
22	車椅子・杖・歩行器を使用している
23	足腰の弱り・筋力の低下がある
24	痺れ感がある
25	骨・関節に異常がある（硬縮・変形）
26	麻痺がある
27	聴力障害がある

転倒・転落事故に特に影響の強い要因をアセスメントスコア表の項目から選択する。念のため、各施設のリスクマネージャーに対して選択された項目を提示したところ、各施設で実際に転倒している患者の特性をある程度捉えているということで現場の認識とも一致した。その後、判別分析の結果を参考にしながら、選択された項目が転倒・転落事故に対してどのくらい影響しているかを表わす重要度を計算した。そして、各施設に対して患者の転倒・転落リスクが高いか否かの判定基準を決めることで、各施設の特徴を表した転倒・転落リスク評価の式を提示した。

4.ケース・スタディ

今回の方法を用いた例として、A 病院の結果を示す。判別分析の結果を参考にして、以下の4つの項目が統計学的に転倒・転落事故に強い影響があることが分かった。

・車椅子、杖、歩行器を使用している
・ふらつきがある
・判断力、理解力の低下がある
・睡眠安定剤

以上の4つの変数を用いて、導かれた式が以下の(1)式である。

$$F=1.00\times(\text{車椅子、杖、歩行器を使用している})+0.90\times(\text{ふらつきがある})+0.75\times(\text{判断力、理解力の低下がある})+0.75\times(\text{睡眠安定剤}) \quad (1)$$

上記の式において、Fは転倒・転落のリスクの大きさを示している。そして、それぞれの項目の値を代入した時に、今回のケースでは転倒・転落リスクが高いか否かの判定の基準を以下のように定めた。

・$F \geq 4.5$ ならば転倒しやすい
・$F < 4.5$ ならば転倒しにくい

この基準でA病院の現場において、施設のある部署におけるナースコールの患者の名前の横に☆印(該当している患者は転倒しやすいという目印)を添付した。現場の看護師には、この☆印を意識しつつ、数カ月働いてもらった。以下にA病院の判別結果を図1として示す。転倒すると判別された患者は約 46%しか転倒していないが、転倒しないと判別された患者は 90%程度転倒していないことが分かる。

また、A病院の判別結果を用いて、A病院の現場で☆印を適用した部署とその他の部署での各月に転倒した患者の割合の経過を図2にて示す。

		判別された群		
		転倒しない	転倒する	
真の群	転倒しない	396	392	50.3%
	転倒する	50	332	86.9%
		88.8%	45.9%	

図 1.判別結果

Figure 1. discriminant result

5.考察

従来の方法の判別率が3割程度であったことを考慮して図1を見ると、今回の判別方法が従来方法より有用であることが分かる。また図 2 から、転倒しやすいと判別された患者を現場に☆印で提示した結果、看護師が転倒しやすい患者に注意を払うことによって、転倒・転落事故を減らす効果があったと考えられる。

しかし、今回の判別方式では、「転倒しない患者」は正確に判別できているが、「転倒する患者」を正確に判別できているとは言い難い。また、☆印の効果が一時的な効果に止まっていると考えられる。

6.まとめ

今研究では転倒・転落アセスメントスコア表を使い、統計的に必要な変数を絞り込むことで、各施設の患者の転倒・転落リスクを評価した。また、医療現場で患者の転倒・転落リスク情報を呈示することで転倒・転落の可能性を低くすることができた。

今後は、転倒・転落に関連する要因の客観性を高め、より継続的に効果のある情報呈示方法も考えていきたい。

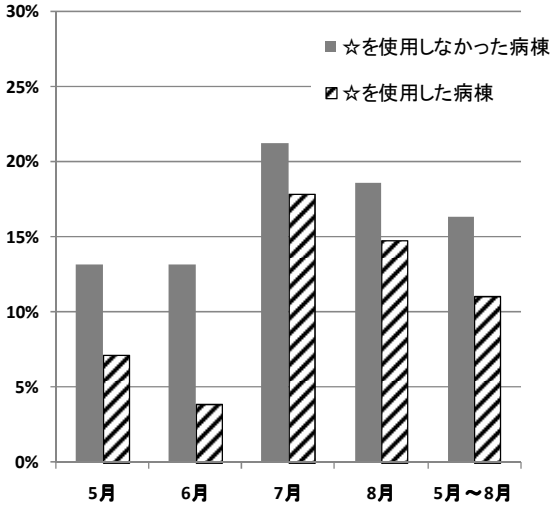


図 2. A 病院の転倒者の割合の経過

Figure 2. the process of upset patient percentage in hospital A

「セルフチェックシートから導く、リスクマネジャー活動の実際」

○ 鈴木幸子　三愛会総合病院　　横溝あずさ, 岡田有策　慶応義塾大学

The actual condition of the risk manager activity drawn from a self check sheet

Kouko Suzuki　SnaikaiGeneralHospital　　Azusa Yokomizo,Yusaku Okada　KeioUniversity

1. はじめに

三愛会総合病院は、IMSグループ（板橋中央総合病院グループ）に属する地域密着型の178床を有する小児から高齢者まで幅広い患者層に対して24時間救急受け入れに力を入れている一般病院である。小児救急・救急医療はともにリスクファクターが高い分野であり、病院全体で医療安全に取り組まなければならないのは言うまでもない。よって、2006年度より専従の医療安全管理者を配置し医療安全活動を推進してきたが、現場での安全意識の向上は、理想とは違い高まりも見られず医療安全管理者として活動の方向性に不安が生じた。そこで、現状の活動の問題点を明らかにするとともに、改善のための対策を打ち出すことを目的として、2007年度に、HEMAS（Human Erro Management Assessment System(1)）による現状評価を行い、その結果をもとに活動を行った。その後2008年度2009年度に再度HEMASを実施することにより低意識者の意識改革の確認および今後の活動課題を得ることができた。

2. 内容および方法

ⅰ）HEMASの実施／2007年度

当院において医療安全対策を実施していくための枠組みや整備スタッフの意識を確認するため、3部署・64名の看護師から回答を得て、HEMASのセルフチェックシートにより評価をおこなった。以下の図1・2は、2007年度の調査で明らかになった部署Aの低意識者の割合および程度を評価項目ごとに示したものであり、各項目、値が大きいほど意識度・理解度が低い人が多いことを表している。

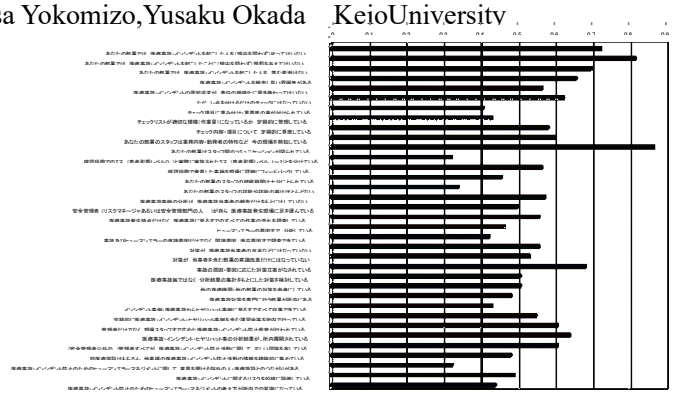


図１：２００７年度　部署Ａの低意識者の割合（実際の活動について）

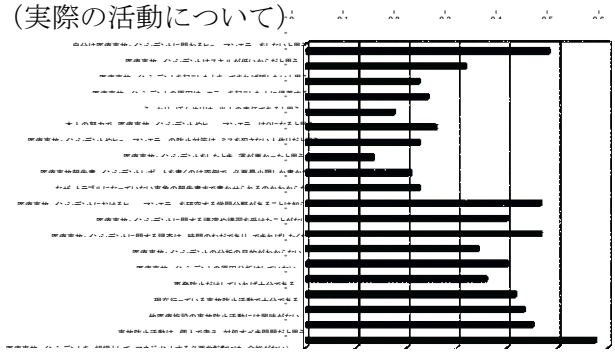


図2：2007年度　部署Aの低意識者の割合（基本理解について）

ⅱ）2007年度結果からの考察

図1では、丸で囲った5つの項目に注目し、以下の4つを問題点として挙げた。

① エラーを報告しにくい・・雰囲気がある
② 事故報告や調査が不十分
③ 対策が当事者の反省や意識改革で終わっている
④ リスクマネジャーの活動がスタッフに認識されていない

なお、他部署での結果も同様の傾向がみられた。

ⅲ）リスクマネジャーの活動計画

以上の調査結果から、4つの問題点に対し以下のような計画を立て実行した。

① に対して：　各部署の所属長に対し懲罰的な雰囲気の打破を行うため所属長会議でのヒヤリ・ハットなどのレポートは懲罰を行うためのものではないことを繰り返し伝達し、各現場を積極的にラウンドし、声かけを行い、報告しやすい雰囲気や気軽に声をかけやすい状況を意識的に設定した。

② に対して: インシデント・アクシデントの収集や整理・分析だけではなく、実際のインシデントなどが起きた現場に行きインタビューをおこなった。
③ に対して: 洗い出された要因・原因と対応させた対策の立案を行った。
④ 積極的に現場に足を運ぶとともに、朝礼やスタッフが集まる機会を活用し、医療安全情報の伝達・注意点・対策についてフィードバックを行った。

これらをリスクマネジャーの業務に盛り込み活動をおこなった。

ⅳ)活動後の効果と評価／2008年度

活動の効果を検証するため再度HEMASにより評価を行い部署Aの実際の活動についての低意識者の割合を図3に基本理解についての低意識者の割合を図4に示す。

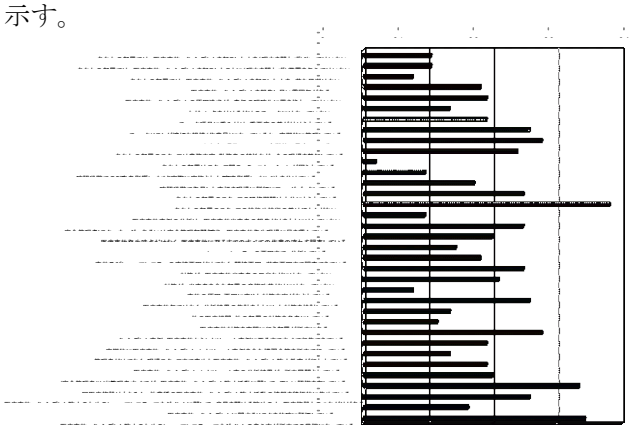


図3:2008年度　部署Aの低意識者の割合
（実際の活動について）

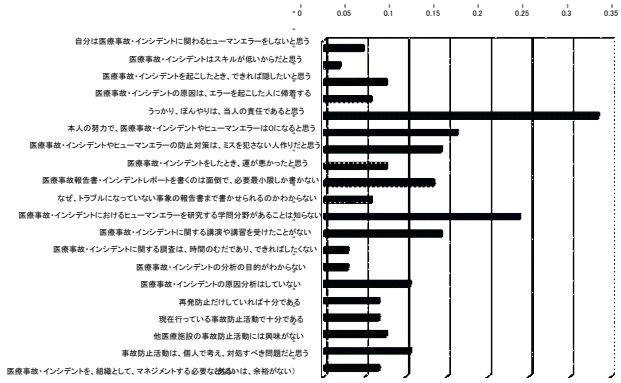


図４：２００８年度　部署Ａの低意識者の割合
（基本理解について）

実際の活動・基本理解ともに全体的に低意識者の割合が下がっていることが分かる。中でも①雰囲気・②事故報告・④現場におけるリスクマネジャーの周知がなされ意識の向上を示唆できる結果を得られて。一方、③対策に関しては、対策の具体性・有効性を示唆し更なる改善が必要である結果となった。

ⅵ） 活動後の効果と評価／２００９年度

2007年度・2008年度と同様に活動の効果を検証するため再度HEMASにより評価を行った。

2008年度の図3・図4に比べ全体的に低意識者が増えている傾向にあった。その要因として考えられるのは、新入職員・中途入職者が増え現在までの医療安全活動の取り組み・活動を知らないことや、リスクマネジャーの活動時間の短縮によることが要因となったと考えられる。

3. まとめ

本研究において、リスクマネジャーの活動効果の現状や、その問題点を明確にし、それをもとに改善計画を立案・実施したことで低意識者の意識改革が実現できるという確認と、逆に医療安全活動を知らない新入職員・中途採用者が増えた場合のリスクマネジャーの活動のあり方を考えさせられる結果であった。

リスクマネジャーが日々現場に足を運び、現場のスタッフとともに考えていく姿勢を見せていくことは、効果的である。

しかしながら、リスクマネジャーが病院内で周知されればされるほど、一人では抱えきれないほどの情報やクレームが集まり「何でもや」のようになってしまっているのがリスクマネジャーの現状であり、現場へ足を運ぶ時間の短縮にも繋がっている。

今後は、リスクマネジャーのみでHEMASによる評価を活用した活動を行うのではなく、各部署の現場においても同様の活動が行えるようにしていかなければならないことが課題である。

更なる医療安全意識の向上・安全文化の構築のため活動していこうと考える。

4. 参考文献

(1)岡田有策・中山結里;ヒューマンエラー防止活動評価システムの開発, ヒューマンファクターズVol.11, No.1, pp42－52

文字形状に着目した医薬品類似名称指標の提案(第一報)

○今井貴広*，鍋田啓太**，木村昌臣*，大倉典子*，土屋文人***
(*芝浦工業大学, **芝浦工業大学大学院, ***東京医科歯科大学)

Proposal of similarity index of brand names of medicines based on character resemblance

Takahiro Imai*, Keita Nabeta**, Masaomi Kimura*, Michiko Ohkura*, Fumito Tuchiya***
(*Shibaura Institute of Technology, **Graduate school of engineering, Shibaura Institute of Technology, ***Tokyo Med. & Den. Univ.)

1. はじめに

近年，医療現場では医薬品の名称類似に起因する医療事故が発生しており，医療事故防止のために医薬品の名称類似性に関する研究の必要性が高まっている．現在，既存の医薬品と名称が類似する医薬品の認可防止を目的とするシステム[1] が実際に運用されている．このシステムは共通した文字の並びによって類似度を評価しており，文字の形状については考慮していない．そこで，本研究では文字の並びに加え，文字の形状も考慮する医薬品類似名称検索システムを提案する．このシステムは類似名称を持つ既存の医薬品の特定や新たに発売される医薬品の名称類似の防止に資することを目的とする．

2. 先行研究

先行研究[2]では比較する名称間の共通部分文字列の現れかたにもとづくワード・シーケンス・カーネル(以下，WSK)[3] による類似度と薬剤師が医薬品名を判断する際に着目する先頭 2 文字，末尾 2 文字の一致数である htco の平均を名称類似度と定義した．本研究ではこれらの指標を拡張し，文字形状を考慮した名称類似度を算出する手法を提案する．

3. 研究内容

3.1 文字間の形態的類似度

本研究では文字形状を考慮した名称類似度を算出するために，文字間の形態的類似度 ω を使用する．本稿では文字間の類似度を測る手法としてテンプレートマッチング[4]を用いる．対象とする文字画像のフォントは MS ゴシック，サイズは 150 ポイント，200×200 ピクセル，対象文字は仮名文字，アルファベット，数字とし，まず画素毎に 0 と1の2値化を行う．次に，互いに同位置にある画素値の差の絶対値を取り、総和を取ったものを全画素数で割り，1 から引いた値を類似度とする．実際に全ての文字間の類似度を計算すると，得られた値は 0.68～1.00 となった．文字は画像の中心に位置していることから，必ず文字の一部が重なってしまうために類似度が 0 になることはない．似ていると考えられない文字の組の類似度を 0 とするため，線形変換により実験値の最大・最小類似度を用いて正規化を行い類似度の値の幅を 0～1 とした．正規化後， 類似度が小さい文字組は名称間の類似度に影響を与えないという仮説をもとに，類似度 0.55 より小さい文字組の値に対しては類似度を 0 とする．漢方を除き，医薬品のブランド名や一般名の多くがカタカナで表わされることから，閾値はカタカナ文字間による類似度の分布から決定した．図 1 はカタカナ文字間の類似度を降順にソートしたものである．

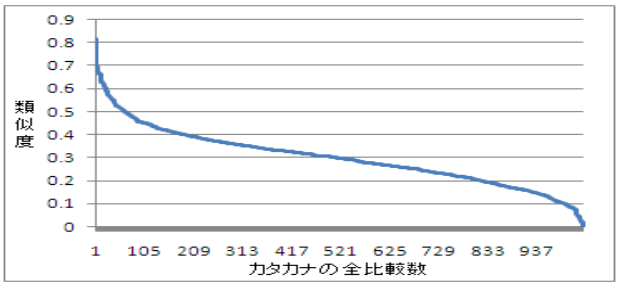


図 1. カタカナ文字間による類似度の分布

3.2 名称類似度

3.1 小節から得られた文字間の類似度を使用し，WSK と htco を拡張する(以下，拡張されたものをそれぞれ WSK’, htco’とする). WSK は名称を表す文字列 S, T の共通部分文字列 u を基底とした写像(式(1))の内積を取り，全ての部分文字列について足し合わせて得られるものである(式(2)).

$$S \mapsto \phi_u(S) = \sum_{u=S[i_1,i_2,\cdots,i_n]} \lambda^{i_n-i_1+1-n} \quad (1)$$

$$K^{WSK}(S,T) = \sum_u \phi_u(S)\cdot\phi_u(T) \quad (2)$$

$S[i_1,\cdots,i_n]$は文字列 S の $i_1,\cdots,i_n$ の各位置にある文字を並べることにより得られる部分文字列を表す．λ は部分文字列が離れて存在する場合に値を減衰させるパラメータである．式(1)に現れる λ の冪は部分文字列 u 中の文字が文字列 S に現れるときにスキップする回数になる．

WSK'では文字の形状を考慮することから，共通文字列ではなく名称を構成している全ての部分文字列を基底とし，異なる文字同士でも比較を行う．さらに比較する部分文字列に現れる文字間 u[j]と S[i_j]の形態的類似度 $\omega_{u[j],S[i_j]}$を重みとしてかけることで，文字の形状を考慮した類似度の値を算出する(式(3)).

$$S \mapsto \phi'_u(S) = \sum_{S[i_1,i_2,\cdots,i_n]} \lambda^{i_n-i_1+1-n} \prod_{j=1}^{n} \omega_{u[j],S[i_j]} \quad (3)$$

WSK'では異なる文字を含む名称を比較するときに，類似している文字を含む名称間の類似度が大きくなる．これにより形状が似ている文字に起因して起きる名称間の類似性の効果を指標に取り入れることができる．さらに，類似しているが異なる文字が同じ位置にある場合，htco への寄与は 0 となるが，本研究で提案する htco'ではその寄与を形態的類似度 ω で置き換える．本研究の名称類似度はこれらを組み合わせたもの(式(4))とし，定数 α によって，WSK'と htco'の類似度に対する寄与率が決める．

$$\text{名称類似度} = \alpha \frac{K^{WSK'}(S,T)}{\sqrt{K^{WSK'}(S,S)}\sqrt{K^{WSK'}(T,T)}} + (1-\alpha)htco' \quad (4)$$

本稿は先行研究と同様に α の値を 1/2 とした．

5. 実験

5.1 文字間の類似度

本研究の文字間の類似度を測る手法の評価・検証を行うため，関連研究[5]により得られた人の主観により形態的類似度が大きいとされたカタカナ文字組と，本研究で得られた結果上位 10 組と比較した(表 1).

表 1. 本研究の類似組と関連研究の類似組との比較表

本研究で得られた類似文字組	人の主観で類似度が大きいとされた文字組
ノ⇔メ	
ク⇔タ	○
フ⇔ヲ	○
ソ⇔フ	
エ⇔ニ	○
フ⇔ワ	○
ス⇔ヌ	○
ニ⇔ユ	
ソ⇔ツ	○
コ⇔ユ	○

この結果より，本手法では多くの組が関連研究と同様の結果が得られたと言える．一方で，本手法では「ノ⇔メ」，「ニ⇔ユ」，「ソ⇔フ」が類似文字組として得られたが，関連研究では類似度が大きくないとされた文字組もあった．この結果が得られた原因を今後調べ，問題があるならばこれに対する対策を考える．

5.2 名称類似度

2 節の先行研究[2]の名称類似度指標と本手法の名称類似指標との比較実験を行った．データとして共通した文字を多く含む名称組 A，形態的類似文字を含む名称組 B，C，D，どちらの条件にも当てはまらない名称組 E，合計 5 件で行う．以下，表 2 に先行研究と本研究から得られた結果を示す．

先行研究で提案された名称類似度指標では共通文字を多く含む名称組のみ類似度が高い結果が得られる．C，D は形状が類似している文字を含むのに E と同程度の小さい類似度が得られてしまっている．本研究では B，C，D 形態的類似文字を含む名称組に対して，大きい類似度が得られた．また，A は先行研究と同様に類似度が大きく，E は類似度が小さいままとなり文字の並びに加え，文字形状を考慮した結果が得られた．

表 2. 先行研究と本手法との類似度比較

	名称1	名称2	先行研究の類似度			本研究の類似度		
			htco	WSK	名称類似度	htco'	WSK'	名称類似度
A	アレロック	アテレック	0.75	0.45	0.60	0.75	0.53	0.64
B	ツルメリン	ソルノミン	0.5	0.10	0.30	0.68	0.49	0.59
C	ノンソル	メジカル	0.25	0.08	0.16	0.61	0.44	0.53
D	グリンゲン	ゲルソゲン	0.25	0.08	0.17	0.63	0.62	0.62
E	アダラート	エコナール	0.25	0.04	0.15	0.25	0.10	0.18

6 まとめと課題

本稿では含まれる文字の形状の類似性を考慮した医薬品名称の類似指標を提案した．実験から手法の妥当性は概ね評価できたと言えるが，一部の文字の形状が一致しているだけで形態的類似度が大きくなる問題もあった．今後，この問題を解決するために本手法の他に端点や交点といった文字の特徴点の位置情報を用いて類似度を測る手法を検討する予定である．また，提案手法で得られる類似名称が実際に薬剤師にとって類似している名称と感じるのか調査する必要がある．

7 参考文献

1) 医薬品類似名称検索システム(2009) https://www.rui.ruijimeisho.jp/
2) 立野孝治他:医薬品名称類似指標の検討, 信学技報 IEICE SSS2006-20, pp.1-4(2006)
3) 平尾努他:単一言語コーパスにおける文の自動対応付け手法，情報処理学会論文誌，vol46，No.10，pp.2533-2545(2005)
4) 糟谷勇児他:ニ種類の SVM を用いたオンライン類似数式文字識別，信学技報 IEICE Technical Report TL2005-58, PRUM2005-193(2006)
5) 山出康世他:カタカナ文字の形態的類似性に対する主観的評価 -医薬品名の類似性要因として-, Rikkyo psychological research 50 pp.79-85(2008)

[連絡先]
今井貴広
芝浦工業大学工学部情報工学科
〒135-8648 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail:l06010@shibaura-it.ac.jp
Fax:03-5859-8507

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 ―

○村岡宏紀、泉谷聡、木村昌臣、大倉典子（芝浦工業大学）
土屋文人（東京医科歯科大学歯学部付属病院）

Construction and analysis of database of outer case of medicine

- Determination of attributes of database -

○Hiroki MURAOKA, Satoshi IZUMIYA, Masaomi KIMURA, Michiko OHKURA
(Shibaura Institute of Technology), and Fumito TSUCHIYA (Dental Hospital, Tokyo Med. & Den. Univ.)

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として、まずは、医薬品外箱のデータベースを構築する。さらにこのデータベースを解析することで、医薬品外箱のユーザビリティ[1]を向上するための知見を得ることを目的とする。

本研究は以下の手順に沿って進めるが、本報告では①を中心に報告する。

① 医薬品外箱データベース属性の決定
② 医薬品外箱データベースの構築
③ 医薬品外箱データベースの解析

２． 医薬品外箱データベースの属性の決定

現在、医薬品外箱のデータベースは存在しない。そこで、データベースを新しく構築するため、まず、属性を決定する必要があった。そこで、以下の過程を経て、表 1 に示す 35 種類の属性を決定した。

① 複数の薬局から収集した使用済みの医薬品外箱を実際に調べ、外箱表面の記載情報や開封性・再封性・サイズ等の属性案を作成。

表１ 属性名の一覧と説明

	属性名	説明
外箱表面の記載情報等	JAN コード	外箱に記載されている JAN コードの 13 桁の数字
	薬品名	外箱に記載されている薬品名
	製造販売元	外箱に記載されている製造販売元
	販売元	外箱に記載されている販売元
	製造元	外箱に記載されている製造元
	剤形	医薬品の剤形
	容量	医薬品の容量
	JAN コード面	JAN コードの記載面
	新コード面	新コードの記載面
	使用期限面	使用期限の記載面
	新コード種類	新 RSS コードの種類（図 1 参照）
開封性に関する属性	想定する開け方	製薬企業が想定した開け方（外箱の外形や開封に必要な動作から推定）図 2 参照
	手順数	想定した開け方をした場合の手順数
	開封口表記	開封口を意味する文字表記の有無
	矢印表記	矢印の表記の有無
	破片の有無	想定した開け方をした時の破片の有無
	開封口がある面	開封口がある面
	開封面	想定した開け方の開封する面
	押し口の形	押し口がある場合その形
	利き腕汎用性	利き腕の汎用性有無（本文参照）
	開封の一致状況	想定する開け方と実際の開け方が一致しているかどうか
	開封面（実際）	実際に開けられている面
	開封面の状態	実際に開封されている面の状態（4 枚フラップ等）
	開封方法	開け方が一致していない場合の開け方（糊付けはがし等）
その他	再封性の有無	想定する開け方をした後に閉められるかどうか
	再封の工夫	再封するための工夫
	廃棄性の有無	捨てやすい工夫がされているか
	廃棄の工夫	捨てやすくするための工夫
	保管の適・不適	保管に適しているかどうか
	改竄防止の有無	改竄防止の工夫の有無
	サイズ（縦）	外箱の縦の長さ（mm）
	サイズ(横)	外箱の横の長さ（mm）
	サイズ（奥行）	外箱の奥行の長さ（mm）
	写真 3 枚	全体写真、開封口の拡大写真、JAN コードがある面の 3 枚の写真
	備考	特記事項

② 医療従事者との打ち合わせや医薬品外箱の製作工場の見学を通じ、属性案を修正。

これらの属性は、以下の 3 種類に分類した。また、面については、薬品名が一番大きい面を正面とし、それ以外を左右面、上下面、背面とした。

A) 外箱表面の記載情報等：外箱表面に記載されている情報や、その情報の記載されている面に関する属性。

「新コードの種類」を図 1 に示す。(a)の RSS コードを 1、(b)の RSS コードを 2 とした。

(a) 商品コードのみ　(b) 商品コードと使用期限

図 1　「新コード種類」の種類

B) 開封性に関する属性：医薬品外箱の開け方や、開け方の表記等の属性。

「想定する開け方」の種類を図 2 に示す。また、「利き腕汎用性」については、図 3 のように左右対称に開封口がある外箱を利き腕に対する汎用性があるとした。「開封の一致状況」、「開封面（実際）」、「開封面の状態」、「開封方法」の 4 属性は、複数の薬局や、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。

図 2　「想定する開け方」の種類

図 3　利き腕に対する汎用性がある外箱の例

C) その他：再封性、外箱のサイズなどの諸特性。

3．医薬品外箱データベースの構築

前節で定めた属性を用いて、3 病院薬局から回収した約 400 個の医薬品外箱のデータを作成した。

4．医薬品外箱データベースの解析

3 薬局の「開け方の一致状況」を調べると、A 薬局は 148 種類中、一致していた外箱が 20 種類なので、開け方の一致率が 13.5%（20/148）、B 薬局は 93.0%（80/86）、C 薬局は 100%（7/7）であった。このことから、薬局により「開け方の一致状況」が異なっていることがわかった。

「想定する開け方」と B 薬局の「開け方の一致状況」のクロス集計表を表 2 に示す。ここで、ジッパータイプは、一致が 11、そのうち 5 はジッパー部分を途中まで使用していた。また、不一致は 4、そのうち 3 はジッパーの 2 本あるミシン目のうち 1 本のみを使用していた。これらの原因は、開封時に破片が出ることをきらうためではないかと、推測される。

表 2　「想定する開け方」と B 薬局の「開け方の一致状況」のクロス集計表

想定する開け方	開け方の一致状況		合計
	1 (一致)	0 (不一致)	
プッシュ	42 (1)	2	44
ジッパー	11 (5)	4 (3)	15
プル	9	0	9
プッシュプル	6	0	6
テープ	11	0	11
その他	1	0	1
合計	80 (6)	6 (3)	86

5．まとめ

医薬品外箱のユーザビリティ向上の手段として、医薬品外箱のデータベースを構築するために、その属性を定めた。この属性を用いて、医薬品外箱のデータベースを構築し、開封性について解析した結果、薬局により開け方が異なる可能性のあることがわかった。

今後は、さらに他の薬局のデータも追加し、構築したデータベースの解析を行う。

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]黒須正明, 伊東昌子, 時津倫子：ユーザ工学入門, 共立出版株式会社, 1999.

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 15 報）

－PTP シートの外観類似に関するアンケートの解析（その2） 裏面の属性値の解析－

○大槻宜孝、泉谷聡、木村昌臣、大倉典子（芝浦工業大学）、高池敏男（アストラゼネカ株式会社）
土屋文人（東京医科歯科大学歯学部付属病院薬剤部）

Examination of method of displaying medicine to prevent human error (15)
Analysis of questionnaire on appearance similarity of PTP sheets, Part 2 (Attribute values of the back side)

Yoshitaka OOTSUKI, Akira IZUMIYA, Masaomi KIMURA, Michiko OHKURA
(Shibaura Institute of Technology) , Toshio TAKAIKE (AstraZeneca),
Fumito TSUCHIYA (Dental Hospital, Faculty of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University)

1. はじめに

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)。現在、薬剤の名称類似に対しては、新たな名称類似薬剤を認可しないよう対策が行われているが、外観類似に対しては、まだ行われていない。

そこで我々は、錠剤を包装している PTP シートの外観類似性に着目し、それがどのような要因で起こるのかを明確にすることで、外観類似性の評価指標の確立を目指し、研究を行っている 2)3)4)。

以前実施した薬剤師に架空の PTP シートの画像を提示し、類似薬剤名を挙げてもらうアンケートの解析 5)では、表面のみを対象とした。今回は、裏面に焦点をあてた解析を行い、薬剤師にとっての外観類似とは何かについて知見を得た。

2. アンケート内容

アンケートは、図1に示すように、架空の PTP シートの画像を提示し、それに似ている PTP シートを知っているかを問う。

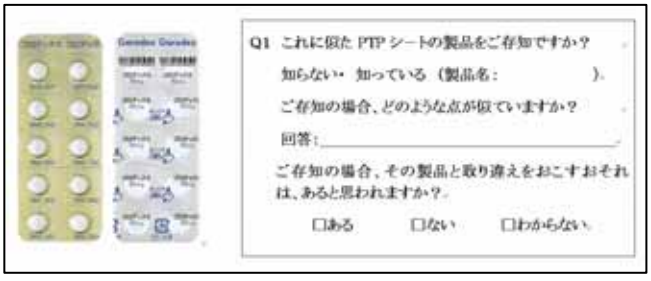


図1. アンケートの内容

アンケートは計3回行い、1回目は東京で薬剤師156名、2回目は大阪で薬剤師189名、3回目は北海道で薬剤師67名から回答を得た。

また、1回目、2回目のアンケートでは、5種類の PTP シート画像を提示し、3回目のアンケートでは、4種類の PTP シート画像を提示した。

3. 解析方法

アンケートで提示した PTP シートに対して、外観類似品として名前が挙がった PTP シートとを1つ1つ見比べて、類似点があるかを調べる。

先の解析 5)では表面のみを解析の対象としたが、今回は裏面を対象とする。裏面の属性名については以下に記す。

- シートの色
- 印字の色
- 印字の繰返数（行単位）
- 各印字の個数
- 区切線

各属性名の詳細は次節に示す。

4. 属性名の説明

各属性名の詳細を以下に記す。

（1） シートの色

PTP シートの裏面のシートの色。

（2） 印字の色

PTP シートの裏面の印字の色。

なお、二色の場合は、黒とそれ以外の色。

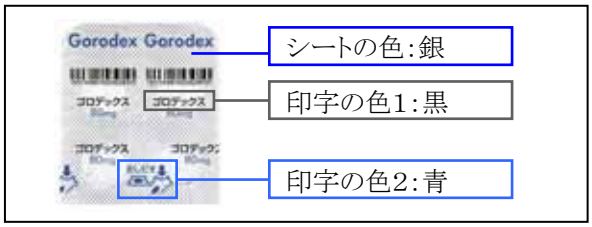


図2. シートの色と印字の色

（3） 印字の繰返数（行単位）

PTP シートの裏面の印字について、印字の 1 まとまりが何行ごとに繰り返されているか。

図3の場合では、印字の 1 まとまりが 2 行ごとに繰り返

されているので、繰返数(行単位)は 2 となる。

(4) 各印字の個数

PTP シートの裏面の印字について、1 シート中に以下の 6 種類の内容が印字されている数。

- ▹ 薬品名
- ▹ 会社名
- ▹ 規格
- ▹ おしだしマーク
- ▹ 識別コード
- ▹ プラスチックマーク

一例として、図4に薬品名の場合を示す。この場合の薬品名の個数は 10 個となる。

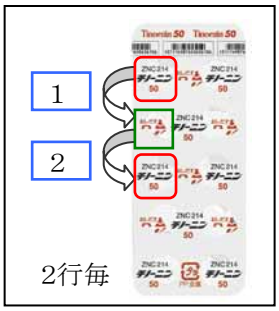


図3. 印字の繰返数

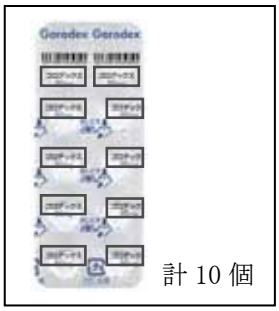


図4. 各印字の個数

(5) 耳部の記載内容

耳部に記載されている印字内容。

(6) 区切線

PTP シートの裏面に、シートを横断する線及び図形が存在するか。線等があった場合は、その色や形状について、別途記述する。

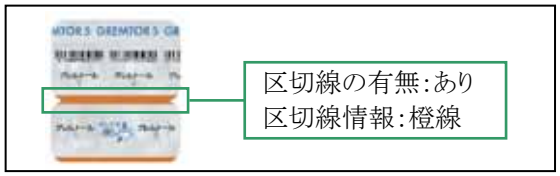


図5. 区切線

5. 解析結果

アンケートで似ていると指摘された PTP シートの集計結果を解析した。シートの色の似ている PTP シートの回答者数を全回答者数で割った割合について、回答者数の重み付け平均をとった。他の属性についても同様の処理を行った結果を、表1に示す。

表1. アンケート解析結果

属性名	シートの色	印字の色(黒)	印字の色(他の色)	印字の繰返数	印字の耳部記載
割合	100.00%	25.15%	76.25%	13.27%	31.27%

属性名	薬剤名の個数	規格の個数	識別コードの個数	会社名の個数	押出マークの個数	PTマークの個数	区切線
割合	8.70%	7.67%	0.00%	0.00%	21.09%	6.49%	61.46%

以上より、似ていると指摘されたPTPシートは、提示したPTPシートと以下の2点が類似していることの多いことがわかった。

- ▹ シートの色
- ▹ 印字の色(黒以外の色)

シートの色について、今回提示した PTP シートの裏面の色はすべて銀色である。既存の PTP シートの約 7 割のシート裏面の色が銀系統といわれているため、シートの色が外観類似の要因として重要かはわからない。

印字の色について、提示した PTP シートが単色の場合はその色、黒と他の色の二色の場合には、印字割合の大きい色(以下、印字支配色)で印字された PTP シートが多くあがっていることがわかった。また、印字の繰返数や個数等の割合が小さいことから、印字配置が外観類似の要因とはならないことがわかった。

したがって、PTP シートの裏面に対し、印字支配色が外観類似の要因として重要であることが示唆された。

表2. 印字の色の結果

薬品名	黒割合	他の色割合	他の色	印字支配色
ゴロデックス	8.24%	89.41%	青	青
グレムトール 5mg	9.92%	96.18%	青	青
オリモデックス	62.78%	42.22%	青	黒
ズクレンジール	41.18%	54.90%	緑	緑
クメクラール 20mg	8.97%	91.03%	青	青
ヒロクン		100.00%	緑	緑
グレムトール 2.5mg	0.00%	100.00%	緑	緑
チノーニン	0.00%	100.00%	橙	橙
クメクラール 10mg	0.00%	72.73%	青	青

6. 結論

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アンケートについて、裏面の解析を行った。その集計結果の解析から、印字支配色が外観類似の要因として重要であることが示唆された。

今後も、実験や解析を行うことで、外観類似性の評価指標の確立を目指す。

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 10 報)」, 日本人間工学会誌, vol.44, 特別号, 76-77, 2008
3) 大槻他:「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 12 報)」, 医療の質・安全学会誌, vol.3, 増補号, 215, 2008
4) 大槻他:「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 13 報)」, 電子電気通信学会 2009 年総合大会講演論文集, 基礎・境界講演論文集, 328, 2009
5) 大槻他:「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 14 報)」, 日本人間工学会誌, vol.45, 特別号, 222-223, 2009

添付文書情報における表構造からの頻出内容の抽出(第一報)

○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,**芝浦工業大学大学院,***東京医科歯科大学)

The method to extract of frequently appearing contents from the table structure in package insert informations(Ⅰ)

Hirotsugu Ishida*, Keita Nabeta**, Masaomi Kimura*, Michiko Ohkura*, Fumito Tsuchiya***
(*Shibaura Institute of Technology,**Graduate school of engineering,Shibaura Institute of technology,
***Tokyo Med. & Den. Univ.)

１．はじめに

近年,多様な対策が講じられているにも関わらず,医薬品による医療事故が発生している．このような医療事故を未然に防ぐ方法の一つとして，医師が処方する際や，薬剤師が調剤する際に処方をチェックするシステムがあげられる．システムの構築にはチェックを行うためにあらかじめ作成された医薬品のデータベースが必要であるが，添付文書の構造は複雑なため，厳密なチェックを行うために利用可能な医薬品データベースは存在しない．そのため，システムに利用可能な添付文書に関するデータベースを構築する必要がある．

先行研究[1) 2)]では医薬品医療機器総合機構[3)]が公開している SGML 形式の添付文書情報（以下 SGML）11685 件を対象とし，医薬品の処方において重要である用法用量情報のうち文章からの情報抽出を実現している．添付文書には表が多数用いられており，用法用量の記述部分にも用いられているが,表に関しては文章と同様に扱うことができないため，そこからの情報抽出方法は検討されていない．そこで，本研究では用法用量情報に関する表を対象とし情報抽出を行う．SGML における用法用量についての表部分の例を図１に示す．

```
- <tblfordoseadmin>
    <variablelabel>用法及び用量の表</variablelabel>
  - <tblblock>
    - <simpletable>
      - <simptblrow>
          <simptblcell>効能・効果</simptblcell>
          <simptblcell>用法・用量</simptblcell>
        </simptblrow>
      - <simptblrow>
              ⋮
```

図１　用法用量部分の SGML の記載例

SGML に含まれる用法用量に関する表には表自体を表す tblfordoseadmin タグ及び行を表す simptblrow タグとその行内のセルを表す simptblcell タグなどから構成されている．SGML では属性名，属性値の区別なく共に simptblcell タグでセルを表している．

属性名を調べることでその表の内容を取得でき，また属性名をもとに属性値を抽出することが可能なので,表から情報を抽出するためには属性名を取得する必要がある．しかし，用法用量情報を記述するという点で共通していても属性名は多種多様でありまたそれらの組み合わせの数の多さゆえに内容や構造も様々なため，特定の文字列をキーワードとして属性名を取得することが困難である．また文字種等の情報から属性名と属性値の分離を試みる関連研究もあるが，特定の分野のデータを対象にした方法であり他の対象については必ずしも良い精度を得られていない[4)]．本研究ではある特定の分野に依存しない，共通の分野における多数の表から属性名を抽出する方法を提案する．ただし，すべての属性名を取得することは困難なので，まず重要度が高いと考えられる頻出属性名を取得する方法を検討する．

２．研究内容

２．１　特徴文字群の取得

本研究が対象とする添付文書の SGML ファイル 11685 件には，表を含むファイルは 364 件あり表の数は 407 件だった．

表の１行目１列目以外の部分は属性値である可能性が高いという仮定のもと，すべての表の該当部のセルから文字列を抽出し，１文字ずつ取り出す 1-gram と２文字ずつの組みで取り出す 2-gram を生成し属性値を示す特徴文字群とする．

また，属性名は１行目１列目に多いと考え同様にして属性名特徴文字群を抽出する．また，その文字列に「の」や「として」など属性名に多く含まれているもの以外の助詞を含む場合は文字列長が長いことが多く，文章による説明を含む属性値である可能が高いので１行目１列目にあるそのようなセルは属性名特徴文字群取得には用いないこととする．

両方の特徴文字群の取得後，ある文字 s が属性名

と属性値のどちらの特徴を持つのかを決めるためにｓが属性名特徴文字として出現する回数をｎ回，属性値特徴文字として出現する回数をｍ回として，その文字の属性名割合 $w_{name}(s)$ と属性値割合 $w_{value}(s)$ は以下のように定義する．

$$w_{name}(s) = \frac{n}{n+m} \qquad w_{value}(s) = \frac{m}{n+m}$$

また，それぞれの特徴がより強いものを使用するため，これらの値が 0.9 未満のものは特徴文字群から除外する．2-gram の場合は文字の組みを対象に同様の処理を行う．

２．２　表の分割アルゴリズム

表のｉ行目と i+1 行目の間及びｊ列目と j+1 列目の間に属性名と属性値の境界があるとする．なお，ある表で本来属性値のセルではあるが，表の１つのレコードを同定する事ができるものは，属性名特徴を持つ文字が多く現れる傾向にあるので，属性名に準ずるものとして扱う．ｉ行目やｊ列目までを属性名としたときに，分離される 4 つの領域 D_k (k=1, 2, 3, 4) において各領域のそれぞれのセル $C \in D_k$ に対して，そのセル内の文字（組）$s \in C$ が特徴文字群と一致するかどうか比較した回数を Comp(C) とする．また，D_k に含まれるセルの総数を $N^{cell}_{(D_k)}$ とする．これらの値を使って D_k 内の属性名の平均値 M^k_{name} を次式のように算出する．

$$M^k_{name} = \frac{1}{N^{cell}_{(D_k)}} \sum_{C \in D_k} \frac{\sum_{s \in C} w_{name}(s)}{Comp(C)}$$

同様にして D_k 内の属性値割合の平均値 M^k_{value} を算出する．2-gram で生成した属性名特徴文字群を用いて M^k_{name} を算出できない場合は 1-gram で生成した属性名特徴文字群を用いて M^k_{name} を算出する．さらに，属性名特徴文字群及び属性値特徴文字群が現れる確率をそれぞれ

$$P^k_{name} = \frac{M^k_{name}}{M^k_{name} + M^k_{value}} \qquad P^k_{name} = \frac{M^k_{value}}{M^k_{name} + M^k_{value}}$$

と定義し，これらの値を用いて表内の属性名特徴文字群や属性値特徴文字群のばらつき具合を以下のエントロピーの式を用いて計算する．

$$-\sum_{D_k} \left(P^k_{name} \log P^k_{name} + P^k_{value} \log P^k_{value} \right)$$

エントロピーが最小となったとき，それぞれの領域は属性名のセルまたは属性値のセルに整頓されて分けられているため最適な分割であると考えることができる．よって，そのときのｉ行目以下及びｊ列目以下に相当する部分のセルに含まれる文字列は属性名であると判断することができる．１行目と１列目で表を分割した場合の例を図２に示す．

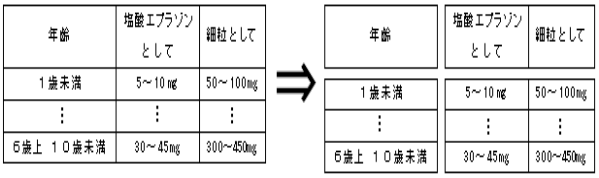


図２　表を１行目と１列目で分割した場合の例

３．実験と考察

本手法を適用した結果を，ランダムに 30 件選び目視で精度を調べるという方法を 5 回行い，精度の平均は 74.6%だった．本手法により比較的多くの属性名と属性値を分離できることを示した．これをもとに属性名を集計することができ，それを利用した頻出属性名の抽出が可能であると考えられる．

４．今後の課題

頻出属性名抽出のためにはより高い精度が求められるので，本手法では $w_{name}(s)$ や $w_{value}(s)$ を算出するときの閾値を調整することや，特徴取得に形態素解析を利用する方法を検討するなどの余地があるため今後このような方法で手法を改善する．また，現在は属性名と属性名に準ずるものを同様に扱っているためそれらを分離する手法を検討する．

また，頻出属性名を抽出するが，表記のゆれを吸収するため，分離して得られた属性名のセルから文字列を抽出し，形態素解析等を利用して頻出単語を求め，得られた単語を含んでいる属性名を抽出する手法を検討する．最後に，組成・性状の部分にも表が用いられているので，それらの表についても本手法を適用し属性名と属性値の分離の精度を評価する．

５．参考文献

１）　K. Nabeta et al. : The investigation into problems of utilization of drug information in package inserts to ensure safety of drug usage, proceeding of AHFEI 2008 (2008).

２）岡田和寛他：　添付文書情報における用法用量に関する情報の分析，電子情報通信学会総合大会講演論文集 A-18-8 p.327 (2009).

３）独立行政法人　医薬品医療機器総合機(2009). http://www.info.pmda.go.jp/

４）増田英孝他：　HTML の表形式データの構造認識と携帯電話端末表示への応用，情報処理学会論文誌, Vol.44, No.19,　pp.23-32（2003）.

[連絡先]

石田啓継　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: l06006@sic.shibaura-it.ac.jp
FAX: 03-5859-8507

姿勢を意識させるインナーウェアの着用効果

○廣川妙子、田中優衣、志村明日美、三成陽子（文化女子大学）、尹賢榮（文化・衣環境学研究所）

The Effects of Wearing of Inner Wear to Consider Posture

Taeko HIROKAWA, Yui TANAKA, Asumi SHIMURA, Yoko MINARI (BUNKA Women's University)
And Hyun-young YOON (BUNKA Research Lab for Clothing Environment)

Ⅰ．緒言

多様な場面で IT 化が進展する中、パソコンに向かう時間の増加から眼精疲労に伴う肩こりや、腰痛など、健康に悪影響を及ぼしていることは周知の通りである。これらの症状は、腹筋、背筋、大腰筋の筋力バランスの低下に繋がり、ひいては姿勢の変化、特に前肩体型、前頸体型への移行が予想される。また、バッグを常に同じ方向で持つなどの生活習慣の影響から、肩傾斜や腰部位置の左右差の増大が懸念される。

そこで本研究は、「着用者に姿勢を意識させる」ことを意図し、とりわけ猫背姿勢やO脚を改善するため、衣服圧強化部分の形状の異なるトップス３種とボトムス３種を用いて姿勢改善効果の検証実験を行う。特に、ボトムス着用により大腿部内側に意識が働き、膝蓋骨中心部が内側に向き、運動連鎖[1)]により骨盤傾斜角度が水平方向に向かい、ヒップアップ効果を狙う。これに伴い脊椎が適切なＳ字形の彎曲となり、上半身も美しい姿勢を保持する効果を期待するものである。これらの着用実験から快適で姿勢改善効果が認められるインナーウェアのトップス並びにボトムスとして最適タイプを見出すことを目的とする。

Ⅱ．研究方法

１．被験者　文化女子大学学生 31 人とする。

２．実験服

１）素材：ナイロン 45%、ポリエステル 45%、ポリウレタン 10%で、天然シルク保湿成分が配合されたフレシール加工が施されている。

２）トップス：袖なしのキャミソールタイプとし、「経編み一体成型」という新しいシームレス製法のもので、背面加圧部分の形状差による３種で、Ｘ２、Ｈ１、Ｈ２と呼称する。背面加圧部分がＸ形、Ｈ形に設計され、Ｈ２はＨ１より加圧部分の面積が大きい。サイズはＳ（バスト 72～80 ㎝対応）、Ｍ（79～87 ㎝対応）、Ｌ（86～94 ㎝対応）の３種で、被験者のバストサイズに対応し着用する（図１）。

３）ボトムス：大腿部加圧部分の形状・編み方・丈の差による３種とし、Ｂ１、Ｂ２、Ｂ３と呼称する。加圧面積は、１～３の順に、３が最大となっている。サイズはＭ（ヒップ 87～95 ㎝対応）、Ｌ（92～100 ㎝対応）の２種とし、被験者のヒップサイズに対応し着用する（図２）。

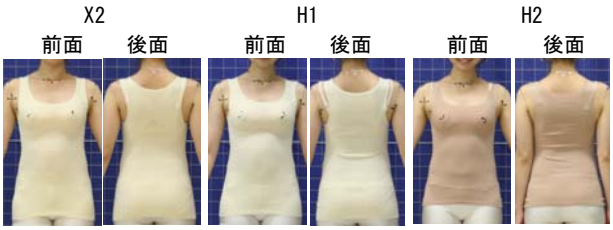


図１　実験服トップス３種

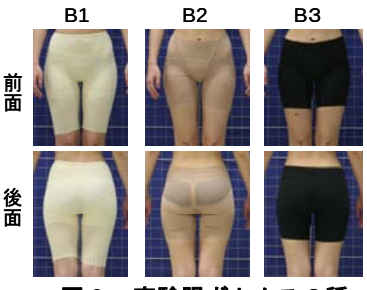


図２　実験服ボトムス３種

３．人体計測方法

未着用時及びトップス・ボトムス着用時における立位姿勢とし、①身長・体重 ②メジャー計測 14 項目　③写真撮影６方向　④シルエッター写真撮影３方向　⑤非接触三次元人体計測（以降、三次元計測という）等を行う。

４．姿勢変化の計測方法

主にシルエッター写真から図３に示すように計 39 項目について、投影長・高度・幅径・厚径は DIGITAL CALIPER を用いて、また、上半身・下半身体軸角度は分度器を用いて未着用時、及びトップス・ボトムス着用時の計測を行う。着用効果の検討には、Juse Package Software StatWorks を用いて分散分析、他を行う。有意水準は $P<0.05$ とする。

さらに、三次元計測からは、サイドネックポイント(SNP)、肩先点(SP)、前腋点、後腋点、バストポイント(BP)、ウエストライン(WL)、ヒップライン(HL)、その他の位置の変化を水平断面図から比較・考察する。

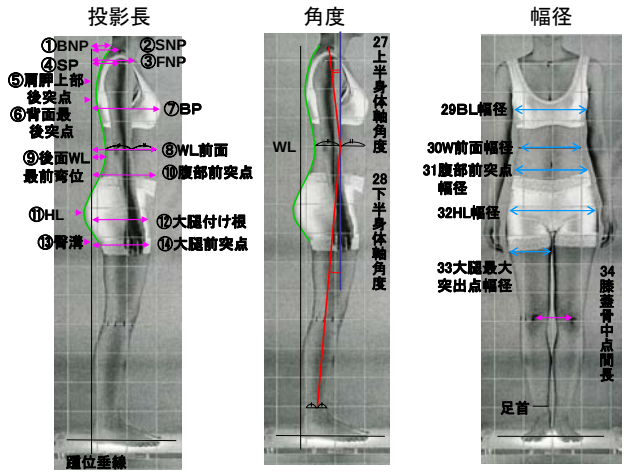


図3　シルエッター写真からの計測部位（抜粋）

５．着用官能検査方法

評価は５段階評価法を用いて、1）着用時の全体感の良否。2)部位別フィット感の良否　①**トップス**；背面、胸部、アンダーバスト、ウエスト、他　②**ボトムス**；WL、腹部前突点、臀部後突点、臀溝部、大腿部、他。3)衣服圧感　①**トップス**；背面中央部、背面脇寄り、他　②**ボトムス**；腹部、臀部、大腿部、他。4)一日中着用の可否。5)よい姿勢の意識の有無　の項目について評価を得る。

Ⅲ．主な結果及び考察

１．被験者の諸言

本被験者を HQL の 20 歳代のデータと比較すると、バスト、腹部前突囲以外は平均値より僅差で小さい値であったが有意差はなく、痩身タイプのほぼ全国平均値に近い被験者群であった（図４）。

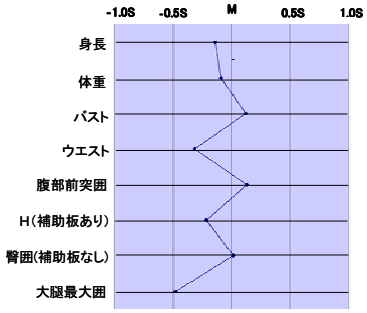


図4　被験者の基本身体寸法(n:31)

２．トップス着用時

1）シルエッター写真計測結果：ウエスト厚径の 1／2 点と SNP を結ぶ上半身体軸角度は、着用時では未着用時に比べ角度が大きくなる傾向が見られ、上半身が後傾していることが示された。また、踵位垂線から SNP、肩先点、背面最後突点などの投影長計測結果から、約 70～80%の被験者は後方に移動していることが確認された。トップス３種の比較では、Ｈ２の後方移動距離が最大であった（図５）。

2）三次元計測結果　：シルエッター計測結果と同様に SNP、前腋点、後腋点、背面最後突点、BL の各断面を未着用時・着用時で比較すると、いずれも着用時の断面図形は後方に移動し、Ｈ２、Ｘ２の移動距離は大の傾向が見られた。

3）官能検査結果：着用時の全体感ついては、評価の高かった順位は、Ｈ２＞Ｈ１＞Ｘ２であった。

３．ボトムス着用時

1）シルエッター写真計測結果：未着用時よりボトムス着用時の方が左右の膝蓋骨中心点間距離は有意に小さくなり、Ｏ脚改善効果が確認された。足関節外果を通る足首部の 1/2 点からウエスト厚径の 1/2 点を結ぶ下半身体軸角度は、着用時では未着用時に比べ小さくなる傾向にあり、骨盤の後傾が正しい位置に近づいていることが示唆された。

また、ボトムス着用により踵位垂線から SNP と背面最後突点位の上半身の投影長計測結果においても、後方への移動が見られ、更に高度が増し、正しい姿勢が意識されていることが示された。ボトムス３種の比較では、Ｂ３のボトムスが他の２種に比べて有意な値を示した（図６）。

2）官能検査結果：着用時の全体感ついては、被験者の評価の高かった順位は、Ｂ３＞Ｂ２＞Ｂ１であった。

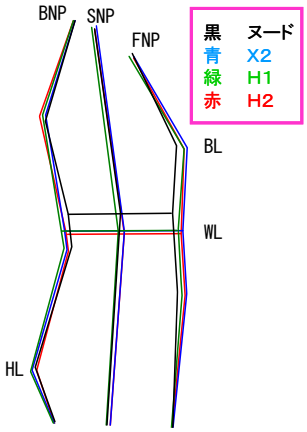


図5　トップス着用時の側面シルエット平均図

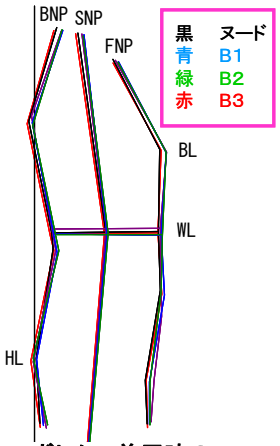


図6　ボトムス着用時の側面シルエット平均図

Ⅳ．まとめ

本実験結果より、インナーウェアのトップス及びボトムス着用によりよい姿勢を意識させ、１日中着用可能なものは総合的にはトップスではＨ２が、またボトムスではＢ２が最適と判断された。今後は、猫背姿勢の顕著な被験者を対象に、２ヶ月間程度の継続着用後の姿勢変化を検証実験により確認したいと考えている。

引用文献

1）鳥居俊:身体動作の運動学,東京都,有限会社ナップ, pp.94-121 (1999)

センシビリティなグラフィックデザインの一断面

工藤強勝
（首都大学東京 システムデザイン学部 インダストリアルアートコース教授）
Tsuyokatsu KUDO
（Tokyo Metropolitan University　Faculty of System Design　Division of Industrial Art）

グラフィックデザインとはわかりやすく言えば、視覚伝達デザインのことで、文字や写真、イラストレーション、図版などの画像をファクターとして多様な表現をし、コミュニケーションするための一つの手法です。日常、私たちの身体に入ってくる情報の中でも、五感では目から入ってくる情報のことです。研究分野としてはビジュアルコミュニケーションということになります。

このグラフィックデザインですが、その表現の方向性には様々なメソッドやスタイルがあります。例えば、「論理的に構築する編集工学的なメソッド」、「キーワードの集積を視覚的に具現化するメソッド」、「アーティスティックな感性で表現するメソッド」などがあります。言い方を変えるならば、表現するポリシーとして、コンセプチュアルな面とセンシビリティな面のどちらに比重をおいて、全面に大きく打ち出すか…ということによって、そのグラフィックデザインは変わってきます。

もちろん、このことは言葉や考え方ではいくら解っていても、そのデザイナー個人の資質やアーティスティックなセンス、右脳能力によって異質なものになったり、難解なものになったり、凡庸なものになったりします。当然、メッセージとして、テーマやコンテンツが主体であることは言うまでもありません。

よく私は「グラフィックデザイナーを目指すうえで大切

な7つの要素（ファクター）」について解説することがあります。この分野で活動して30数年になるのですが、仕事を通して体感してきたことだけでなく、学生時代は雲の上にいるような、日本では超有名なグラフィックデザイナー、アーティストたちと運良く仕事やデザイン職能団体などで深く知り合い、付き合って研究分析し、探求してまとめた次の7項目です。

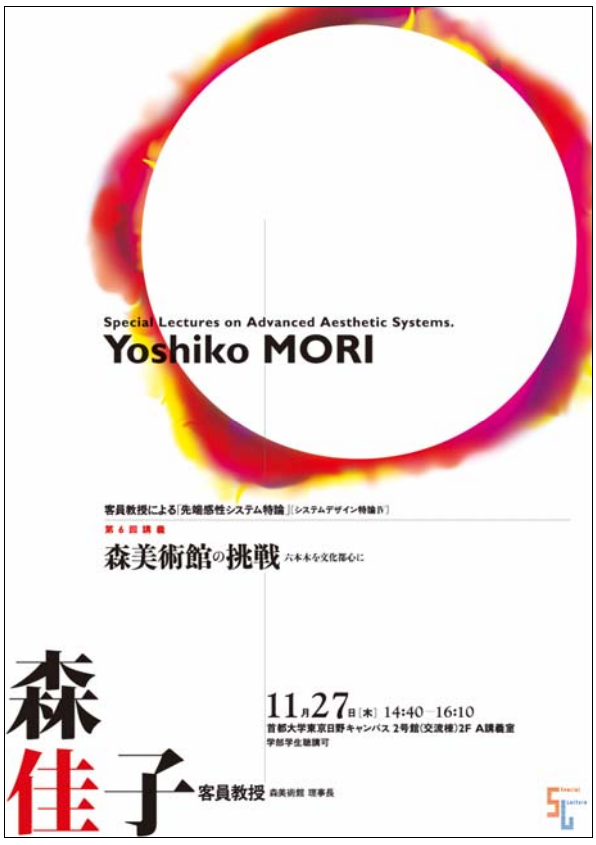
1. モチベーション［motivation］…動機
2. コンセントレーション［concentration］…集中力
3. リアライゼーション［realization］…自覚
4. プレゼンテーション［presentation］…発表、説明、
5. ディレクション［direction］…監督、指導、方針
6. マネージメント［management］…管理、運営、経営
7. プロデュース［produce］…生産する、演出する

つまり、第一線で名声を勝ち取るには、これらの要素を持ち合わせているか、経験、努力、場数、訓練などで後天的に身につける必要があります。少なくても、現在トップで活躍されているデザイナーたちは殆どこの7項目、すべてを持っています。

あえて言う必要もないのだが、0番としての先天的な右脳能力はこれらの要素（ファクター）とは別次元として当然の前提のことです。実はこの0番は言葉や文字では表現できない、「感性力」ということになります。表現を変えて言うならば、「審美眼」とか、「美意識」能力ということもできます。

現在、最先端の表現としてグラフィックデザインに求められているのは、機能的なものではありません。プロダクトデザインでは機能がデザインを決めてしまうことがありますが、グラフィックデザインでは機能は必要条件の中にはありますが最優先事項ではありません。むしろ、求められているのは、言葉にすると「デザイナーの感性による、ここちよい違和感」というものでしょうか。いささか、解りにくい表現になってきました。

それでは、今回のテーマであるセンシビリティな面でデザインした私の仕事、作品について画像を見ていただきながら、グラフィックデザインの一つの表現メソッド、あるいはスタイルについて解説します。



子供たちと地域をつなぐ教育ツールのデザイン

工藤　芳彰*
（*拓殖大学工学部工業デザイン学科）

A Design of Local Education Tools for Children

Yoshiaki KUDO *
（*Department of industrial design, Faculty of engineering, Takushoku University）

1. はじめに

地域教育とは地域連携型の若年層教育のことで、身近な地域社会を教科書がわりに、地域の風土や歴史、社会のしくみ等を理解しようとするものである。この取り組みは、地域を支える次代の育成のみならず、地域機能の回復や充実に寄与し、ひいては地域が抱える問題を内発的に解決する原動力として期待され、都市や村落を問わず注目を集めている。

しかし、若年層の多くはグローバライズされた情報社会に暮らし、生活経験も浅く、地域のことを能動的に学ぼうとする意識は決して高くない。そこで、学びの契機となるプログラムを準備する必要があると考えた。本講演の内容は、ここ数年、研究室で取り組んできた３件の地域教育ツール（図１）を紹介するものである。児童がこれらのツールを使うことによって、地域とつながりを感じ、能動的な学びへ導かれることをイメージしている。以下はそれぞれの概要である。

「八王子の山車文化を学ぶ動画コンテンツ」は、八王子市南町の山車巡行を調査し、その成果を踏まえて、山車まつりの面白さや奥深さを伝える小学生向けの動画コンテンツを制作したものである（図２～４）。

「埼玉の山車文化を学ぶボードゲーム」は、埼玉県に広く継承される山車まつりを調査し、その成果を踏まえて、巡行の準備とデザインの多様性について理解を深めるボードゲームを制作した（図５～７）。

「地域教育のための物語創作ツール」は、中学年児童が身近な地域資源を題材とした物語を容易に創作するためのシートを制作したものである（図８～10）。このツールは、児童が創作した物語を、具体的な地域活性化策のアイデアとして利用することを意図したものである。

以上のうち、動画コンテンツと物語創作ツールは実際に小学校の授業で使用し、検証と改良に取り組んでいる。ボードゲームを含め、今後も引き続き改良を続けていく予定である。

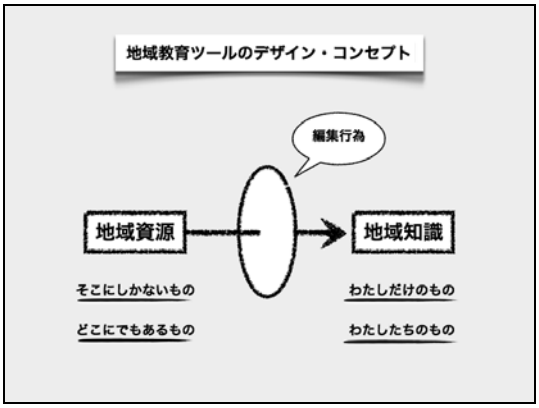


図1　地域教育ツールのコンセプト

図2　八王子市南町の山車と山車人形

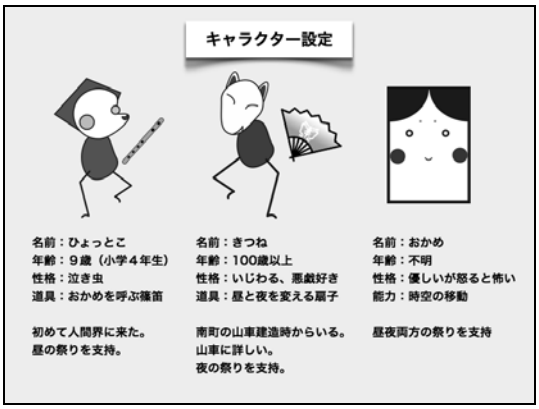


図3　動画コンテンツのキャラクター設定

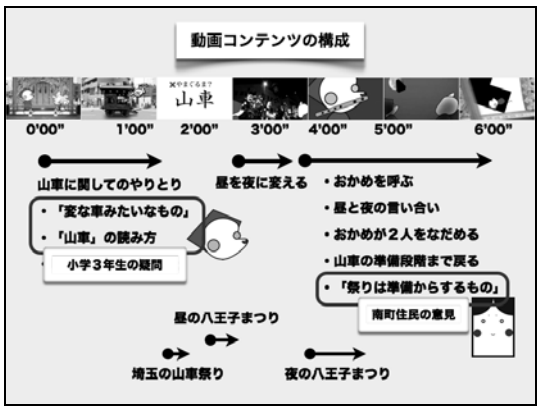


図4　動画コンテンツの構造

図5　埼玉県の山車まつり調査地

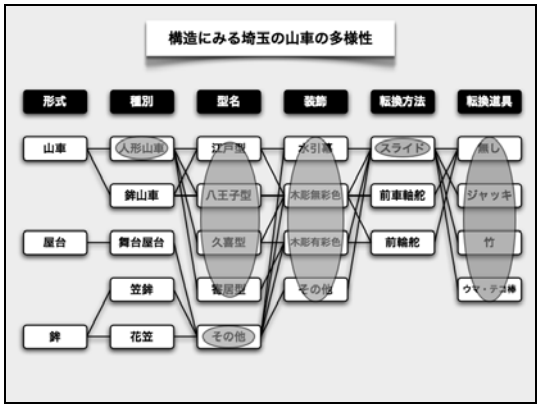


図6　山車のデザインの多様性

図7　埼玉県の山車文化を学べるボードゲーム

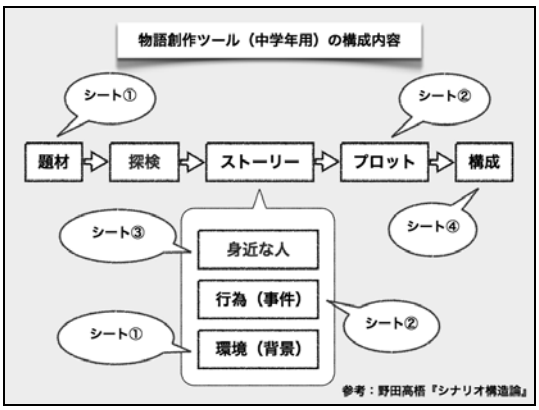


図8　物語創作ツールの構成内容

図9　小学4年生が創作した物語の視覚化

図 10　視覚化した物語の例

[連絡先]
工藤　芳彰
拓殖大学工学部工業デザイン学科
〒193-0985 東京都八王子市館町 815-1
e-mail: ykudo@id.takushoku-u.ac.jp
Fax: 042-665-1519

拡張現実を用いた道路標識の提示方法の提案

○ 田渕 祐介、森 博彦
（東京都市大学大学院工学研究科システム情報工学専攻ヒューマン・メディア工学森研究室）

Displaying Traffic Signs using Augmented Reality Technique

Yusuke Tabuchi, Hirohiko Mori (Graduate School of Engineering Department of System Information Engineering
Human media engineering Mori Lab at Tokyo City University)

1. 研究背景

現在、自動車のドライバーに対しての情報提供方法の１つとして道路標識がある。道路標識はドライバーが見ることで情報を取得し安全運転をするためのものであるが、道路標識を見ること自体が難しい環境や大量の道路標識が存在することによってドライバーが瞬時に情報を取得し、理解することができない状況が存在する。

現状の対応策として、道路標識の位置を頭上に配置するといったことが実施されている。なぜなら、横方向への視線移動は危険探索に使われることが多く、縦方向に関しては、危険がないため情報提供のために使いやすい。しかし、立て直しなどの修繕費用がかかる問題も存在する。また、修繕した場合でも道路標識自身の見易さや理解しやすさは変化しないため、根本的な問題の解決には至っていないと考える。

また、ナビゲーションシステムなどに搭載されている情報を用いることで標識が存在していない地点においても交通法規の情報を得ることができるため、車外の環境に影響されずに情報取得ができると考える。

よって標識という自動車運転のための専門的な知識によるものではなく、壁といった実世界の物理法則や日常に身近な知識を用いることで問題の解決を試みる。

2. 研究目的

拡張現実を用いて道路標識の情報を瞬時に理解しやすい形で提示するシステムを提案する。

3. 関連研究

自動車の運転において、交差点を右折する際に対向車線の右折車によって後続車が死角となってしまう問題がある。これを後続車がスロープ状の道路で走行する映像としてフロントガラス上に投影して解決するシステムとして、NaviView[1)]がある。これは交差点に設置してある路上カメラからの画像を用いて死角となる部分を補完している。(図1)

次に、ナビゲーションシステムに搭載されている地図情報と走行中の道路を対応づけし、フロントガラス上にナビゲーション情報を重ねるVICNAS[2)]が挙げられる。結果として、車載カメラからロバストに道路形状が認識できリアルタイムに情報が反映できることを示した。(図2)

本研究では、上記のVICNASに用いられている道路形状認識のアルゴリズムとカメラの姿勢推定方法を用いた情報表示システムを提案する。

図1　NaviView

図2　VICNAS

4. システム

提案する本システムは下記の図 3 の構成からなっている。

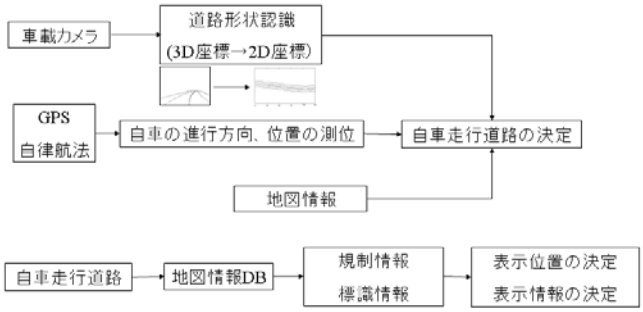


図 3　システム構成図

まず動作として、車載カメラから自動車前方の画像を取得する。そして、VICNAS に用いられている道路形状認識モデルのアルゴリズムを用いて道路形状を認識する。ナビゲーションシステムなどの地図情報データベースと対応させるため、運転者の主観視点である 3D 視点での道路形状画像を頭上から見た 2D 視点の画像に変換する。

次に、地図情報データベースと道路形状の対応づけを行う。ナビゲーションシステムのGPSや自律航法によって現在位置を推定し、周辺の地図情報と道路形状の位置照合を行う。照合が完了したら、地図情報データベースから道路標識情報を呼び出し、現在走行している道路に割り当て、表示に反映する。

この時、表示装置としてWSD(Windshield Display)[3]を用いる。これはフロントガラス上に画像を透過させて投影することによって、視線移動による負荷を減らすことができる。また、運転中の視界上に情報を重ねて表示するので、直感的な情報提示が可能となる。

道路標識情報の提示方法として、一方通行など自動車の進入禁止や一時停止などの停止指示の情報に対しては情報表示をする地点の100m手前からディスプレイ上に壁の画像を透過して投影することでドライバーに情報を伝える。また、速度制限に対しては、制限速度を上回る走行速度に対して、走行レーンの両脇の白線上に対して壁がせりあがりはじめ、上回っている速度に応じて壁の高さが変化する。壁の高さは最大時ではガードレールと同じ高さまで変化する。(図4)

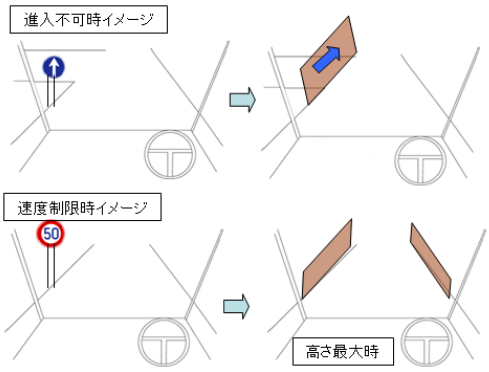


図4　動作イメージ図

また今後、車車間通信や路車間通信など通信技術の発展によって、車同士の接近や歩行者の接近を情報表示することで交差点での事故を防ぐことや、ナビゲーションシステムの案内経路を 1 本道であるように経路沿いに壁を見せるなどの応用方法が考えられる。

5. 今後の展望

これらの表示システムをシミュレータにおいて実装し、標識情報の把握や減速効果などの情報取得における効果を検証する。また、最終的にはこの情報表示によって運転者の行動を自発的に変更させられるかを実験によって確かめる。

参考文献

1) Fumihiro TAYA, Yoshinari KAMEDA, Yuichi OHTA: “NaviView: Virtual Slope Visualization of Blind Area at an Intersection”,12th World Congress on ITS, Paper 6433 (2005).

2) 胡 振程, 内村 圭一: 拡張現実感技術による次世代ナビゲーションシステムVICNASの構築, 第2回ITSシンポジウム2003 (2003).

3) 中村 耕治, 安藤 浩, 川原 伸章: 「ウインドシールドディスプレイ」による安全で快適な画像情報呈示, 「自動車技術」Vol 59, No.6 (2005)

情報提供のための音の物理特性が方向や遠近感の知覚に与える影響

○露木章史，横田佳代子，岩本太郎，石橋基範（マツダ株式会社）

Effect of physical characteristic of timbre on perception of direction and distance for driving-safety information.

Akifumi TSUYUKI, Kayoko YOKOTA, Taro IWAMOTO, Motonori ISHIBASHI (Mazda Motor Corporation)

1.はじめに

交通事故低減のため，危険対象（歩行者，車両等）に関する情報をドライバに呈示して注意喚起する運転支援技術の研究が進められている．情報呈示に関する感覚特性について，聴覚は視覚に比べて注意を惹きやすいとされる．そこで，聴覚による音の空間定位をうまく使い，危険対象の方向と遠近感をドライバに知らせることができれば，対象への注意を喚起して誘導するという支援の流れを効率的に実現できると考えられる．

音の方向知覚では，低周波成分が両耳間の時間差や位相差，高周波成分が両耳間のレベル差となって音源方向の判断に影響する[1)]．遠近感は主に音圧情報で知覚するが，基準音を設けると音圧変化が分かりやすく遠近を知覚しやすいとの事例がある[2)]．また，反射音（残響）がある方が，ない場合よりも奥行きが定位しやすいとの指摘がある[3)]．反射音の付加は方向知覚にも影響し，定位感の改善に役立つとされ，残響は音の方向や遠近感を正確に知覚させる要因になると思われる．

このように，音の特性と方向・遠近感知覚の関係について基礎的知見は得られているものの，情報提供手段として実現するには，再生方式[4)]といった自動車への実装方法も想定して音の要件を明確にする必要がある．そこで本研究では，ドライバの注意を誘導するための情報提供に向けて，音の方向や遠近感を正確に知覚させるための再生方式及び周波数特性，また遠近感については音の相対比較の有用性も含めて検討した．

2.方法

2-1.被験者

日常的に自動車を運転する25～40歳の30名の男女とし，実験前にインフォームドコンセントを取得した．

2-2.実験システム

無響室でスピーカーを半径 1.3m の円周上に 45deg 間隔で配置した 8ch 立体音響システムを用いた（図 1）．

2-3.実験・解析方法

(1) 方向知覚実験：8 方向（45deg間隔）に音場を生成した．再生方式：モノラル（音源定位），2chステレオ（音像定位），残響付加（音源定位+残響）． 音色：音色 1（1kHz純音），音色 2（音色 4 の 2kHz以上をフィルタで削除），音色 3（音色 4 の 5kHz以上を削除），音色 4（自動車ホーン音．高周波成分を含み多数の倍音成分がある）． 評価方法：評価用キーボードを用いて，音が聞こえた方向のキー押下を被験者に求めた．そして，呈示方向の正答率（生成音場と被験者評価の一致度）を刺激毎に算出した．

(2) 遠近感知覚実験：前項と同じ音色で 2 方向（正面，右 90deg）に音場を生成した．再生方式：モノラル，残響付加． 設定距離[m]・音圧レベル[dB（A）]：①1.3・72，②6.3・62，③11.3・57，④16.3・54，⑤21.3・52． レファレンス音（2 音の相対比較で遠近感を判断するための手がかりとなりうる音）：有，無 評価方法：評価用キーボードにより，音が聞こえた距離（遠近感に相当，5 段階評価），緊急性・重大性（感じる/感じない）のキー押下を被験者に求めた．遠近感評価レベルは刺激毎の平均を算出した．

2-4.手続き

音刺激聴取で顔（耳介）の向きの影響をなくすため，顔向きを極力一定にするよう被験者に教示した．全ての教示後に音刺激呈示とキー押下評価の習熟を約 5 分行い，実験を開始した．両実験とも各パラメータを組み合わせた音刺激をランダムな順序で 1 回ずつ呈示し，その一連の組を 3 回繰り返した．被験者に聴力検査を行い健聴者と確認できた者（N=25）を解析対象とした．

3.結果

統計的検討にはウィルコクソン検定を用いた（有意水準は 5%に設定）．各実験の結果を以下に示す．

3-1.方向知覚実験

再生方式に関して方向別の正答率を検討すると，2ch ステレオは他と比べて 180deg（真後ろ）以外の方向で正答率が低く，特に90degと270deg（左・右）では顕著であった（図 2，正面を 0deg として時計回りに増加）．

再生方式間で正答率を比べると，モノラルと残響付加は 2ch ステレオより正答率が有意に高かった（図 3）．

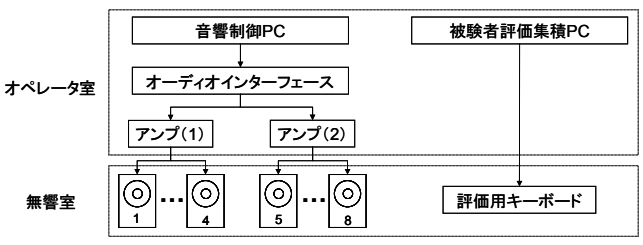


図 1 実験システム構成図

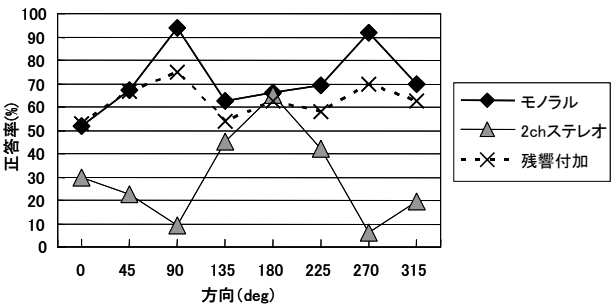


図 2 再生方式毎の各方向の正答率

また，音色間で正答率を比較すると，音色 1 に対して音色 3，4 の，また音色 2 に対して音色 4 の正答率が有意に高かった（図 3）．

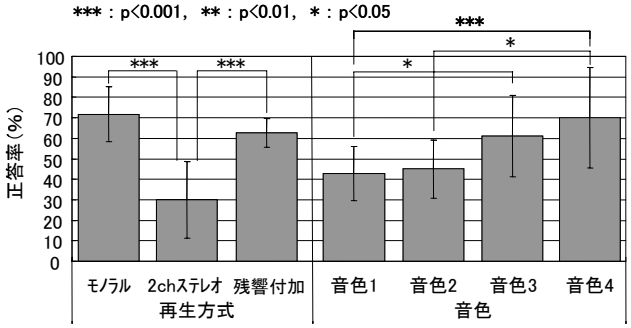


図 3 再生方式別・音色別の正答率

3-2.遠近感知覚実験

ここでは設計上の仮想距離に対して被験者が遠近感を評価するため，正答率ではなく，設定距離と遠近感評価レベルの関係が設計意図に近く（回帰直線の傾きが理想値に近い），直線的か（R^2が高い）をまず検討した．

再生方式では，残響付加よりモノラルで回帰直線の傾きの値が理想に近く，R^2も高く，遠近感をうまく知覚していた．また，傾きとR^2から，モノラルではレファレンス音の付加（図中では+Ref.で示す）が遠近感の知覚に有効である可能性があるが，残響付加ではその効果は見られなかった（図 4）．

音色について傾きとR^2の関係を見ると，音色 2，3，4 と比べて音色 1 は傾きが理想値から離れており，設定距離に応じて知覚できていなかった．

さらに，音色と残響の関係を精査すると，音色 3，4 は残響付加によって遠近を近めに評価した（図 5）．

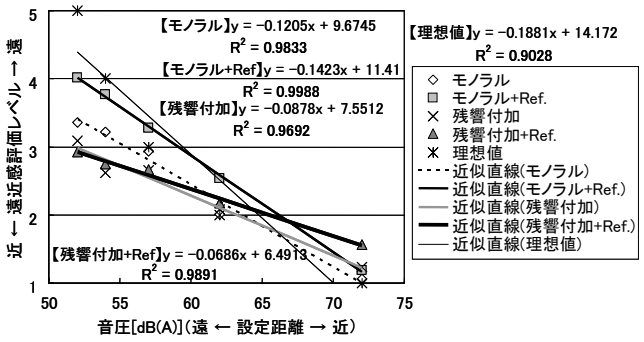


図 4 再生方式別・レファレンス音の有無別の遠近感

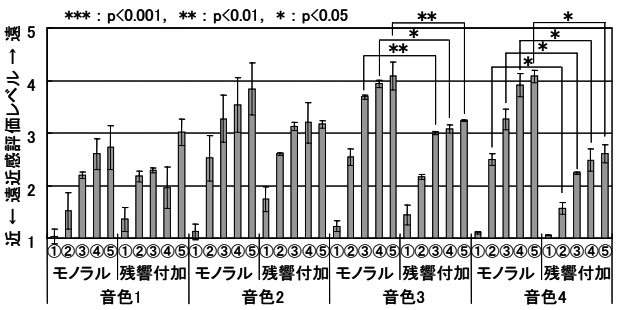


図 5 音色別・再生方式別の遠近感

※横軸の①～⑤は，2-3.(2)の設定距離・音圧レベルと対応している（①：近い，⑤：遠い）．

緊急性と重大性は同様の傾向であったため，本稿では緊急性を検討する．各刺激で緊急性を「感じる」「感じない」の両度数の差を検討したところ，音色 1，2 では感じない方が多かった．しかし，音色 3，4 では音圧（設定距離）によっては緊急性を感じる度数が上回り，残響付加はモノラルより，音圧が小さくても緊急性を感じる度数（回帰予測値）が高くなった（図 6，音色 4 の場合）．なお，レファレンス音の有無は影響しない傾向であった．

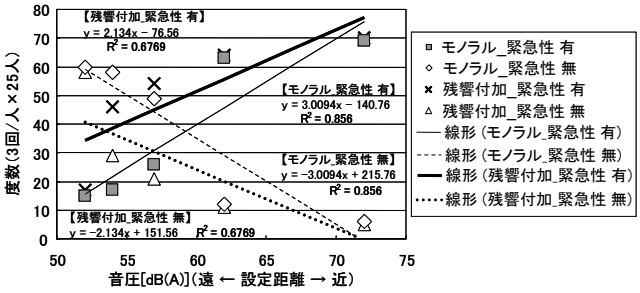


図 6 再生方式別の緊急性の感じ方（音色 4）

4.考察・まとめ

方向知覚について，再生方式では 2ch ステレオは正答率が低かった．これは，2ch ステレオは音源が複数存在し，方向知覚の精度が良い方向ではかえって音像定位が困難になるためと思われる．また，高周波成分を含み広い周波数帯域の音で正答率が高いという結果であった．このような特性の音は両耳間時間差やレベル差が大きく，方向を知覚しやすいと考えられ，多くの知見からも支持される．そして，正答率は音色 2 と音色 3 を境に異なっており，この結果は音色 3 のカットオフ周波数である 5kHz まで含んでいればよいことを示唆している．

遠近感は，モノラルの方が残響付加よりも良好な結果で，当初予想とは異なっており，残響による室内の不適切な共鳴が影響した可能性が考えられる．音圧に関して，音源までの距離と聴取位置での音圧は逆比例関係で，音圧が小さいほど音像は遠くに聞こえると指摘される[3]．これと図 4 から，音圧で遠近感をうまく知覚させることができると言えよう．周波数では音色 1 と音色 2，3，4 で近似直線の結果が異なり，このことから，遠近感知覚には倍音構成と 2kHzの周波数帯域を含むことが必要と考えられる．方向知覚の結果とも総合すると，周波数は少なくとも 5kHz程度まで含む必要があると考えられる．

また，モノラルではレファレンス音の付加が遠近感知覚の手がかりとして有効と思われる．さらに，残響付加により緊急性を感じる音圧が小さい（遠い設定距離）方向に移行しており，緊急性の印象の向上効果があると推測される．これらは遠近感知覚の改善策となりうる．

参考文献

1) Macpherson: Listener Weighting of Cues for Lateral Angle, The Duplex Theory of Sound Localization Revisited. The Journal of the Acoustical Society of America, 111, 2219～2236, 2002.
2) 金他：絶対判断と相対判断による音像距離知覚の比較，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，4(2)，455～460，1999.
3) 黒瀬他：音源の奥行き定位に関する基礎的検討，電子情報通信学会総合大会講演論文集，65，1995.
4) 池田他：音像スウィング法の 2ch ステレオ頭外音像定位への適用に関する検討，電子情報通信学会技術研究報告，応用音響，105(651)，17～22，2006.

オートマチック車のセレクタ操作感評価に関する一考察

○鈴木将也（静岡大学大学院工学研究科），末長　修（静岡大学工学部），
澤田英宣，森　俊一，増田達史，曽根原努（スズキ（株））

An evaluation of operation feeling for selector of car with automatic transmission

Masaya SUZUKI (Graduate School of Engineering, Shizuoka University),
Osamu SUENAGA (Faculty of Engineering, Shizuoka University)
Hidenori SAWADA, Shunichi MORI, Tatsushi MASUDA, Tsutomu SONEHARA
(SUZUKI Motor Corporation)

1. はじめに

現在，様々な変速機構を持つ自動車が販売されている．その中でも，AT（Automatic Transmission）やCVT（Continuously Variable Transmission）を搭載したオートマチック車は，国内で 1959 年に発売されて以来，幅広い世代に支持されている．また，1991 年にオートマチック車限定免許の交付が始まったことも手伝い，2004 年度の統計では，オートマチック車の販売比率は 95%を超えており[1]，その比率は今後も増加するものと考えられる．

オートマチック車のセレクタ（シフトレバー）は，機能的な良否は当然のことながら，その操作感がオートマチック車全体の評価に大きく影響を与える要素の一つでもある．

そこで本研究では，オートマチック車のセレクタ操作感を向上させることを最終目的とするものの，ここでは，その予備研究として，操作感を評価するための評価語の選定，またこれらとセレクタの特性を表現する一指標としての F-S（Force-Stroke）特性との関連を検討することを目的とした．

2. 実験

2.1 実験1

本実験では，オートマチック車のセレクタ操作感の評価に用いる評価語の選定を目的とする．

2.1.1 方法

まず，評価語を設計開発者，使用者のそれぞれの立場から，39 語（形容詞対）を抽出した．これらの評価語について，車種や排気量がそれぞれ異なる 10 車両のセレクタの操作感を評価した．

被験者は，実際に自動車の設計・開発業務に携わっている男女計 27 名である．

評価は，一つの評価に対して，N レンジから D レンジの操作を一回以上行った後，7件法により実施した．

2.1.2 結果および考察

因子分析（3 因子構造），因子負荷量を用いたクラスタ分析，およびケンドールの一致係数などの解析手法[2]により，評価語を 13 語まで集約した（表 1 参照）．

2.2 実験2

実験 1 で集約された評価語とセレクタの F-S 特性との関連を検討する．

2.2.1 方法

運転席モックアップに基準セレクタと評価セレクタが取り付けられており（図 1 参照），被験者は基準セレクタと評価セレクタを順次 N レンジから D レンジへ操作する．このときの基準セレクタとの比較より，評価セレクタを 7 件法により評価した．評価セレクタはそれぞれ F-S 特性が異なる 8 台とした．

被験者は，実験 1 の経験者も含めたセレクタの開発技術者 9 名とした．被験者には，実験 1 と同様に，一つの評価語を評価するときは必ず両セレクタの N レンジから D レンジへ操作を行うように指示した．

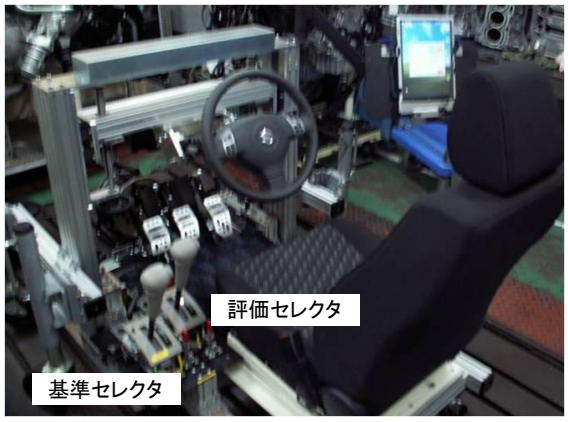


図1　運転席モックアップ

2.2.2 結果および考察

評価結果を定量化し，以後の解析に用いた．ただし，実験 1 で集約された評価語のうち，「ストロークの長短」については，本実験で用いた各評価セレクタのストロークがすべて同じであったことから，解析から削除した．

（1）分散分析[2)]

分散分析を行った結果，評価語「滑らかさ」，「遊び」については，被験者間にわずかに有意差が認められた（それぞれ $p<0.05$）．また評価セレクタ間では「遊び」に対する評価に有意差が認められなかった．

（2）ケンドールの一致係数

ケンドールの一致係数においても，「遊び」については有意差が認められなかった．

前述の分散分析の結果とも関連して，「遊び」は，被験者にとって，その意味が理解しづらいものであったためか，評価セレクタ間で有意に評価されず，さらに個人差も生じた可能性がある．

（3）因子分析[3)]

各評価語間に共通する因子を抽出するため，因子分析（主因子法，プロマックス回転）を行った．因子数は 3 因子が採択された．得られた因子負荷量を表1に示す．

表1 因子負荷量

	因 子		
	1	2	3
ポジションの入れやすさ	.799	−.115	.161
操作感	.702	−.191	.375
節度感	.546	.466	.004
高級感	.518	−.058	.513
遊び	.512	−.081	−.170
弾力感	−.354	.674	.035
操作力	.373	.672	−.018
山の高さ	.258	.653	.072
硬さ	.292	.538	.238
しっかり感	.360	.456	.277
引き込まれ感	−.025	.197	.688
滑らかさ	−.323	.460	.575
負荷量平方和	5.40	4.97	4.82

さらに，因子負荷量を用いたクラスタ分析を行った結果，評価語は3クラスタに分類された．すなわち，クラスタⅠには「ポジションの入れやすさ，操作感，高級感，遊び」，クラスタⅡには「弾力感，引き込まれ感，滑らかさ」，クラスタⅢには「硬さ，しっかり感，操作力，山の高さ，節度感」がそれぞれ分類された．

また，被験者の実験後の感想として「収まり感」や「動き出し」の良否，「重い・軽い」といったキーワードが多用され，評価の一尺度となっていたこともわかった．

これらの結果をもとに，第 1 因子は「収まり感」，第 2 因子は「動き出し感」，第 3 因子は「引き込まれ感」に関連するものと解釈した．

（4）F−S特性との関連

図2にF-S特性モデルを示す．ただし，横軸上のN，D はそれぞれ各レンジのポジションを示している．F-S特性をその形状から3フェーズに分割し，さらに前述の因子分析結果も考慮すれば，フェーズⅠは「動き出し感」，フェーズⅡは「引き込まれ感」，フェーズⅢは「収まり感」とそれぞれ関連しているのでないかと推察された．

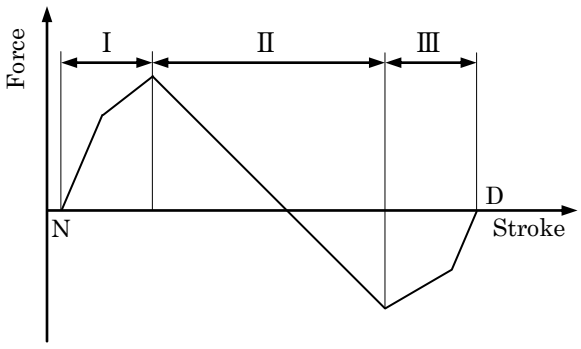


図２ F−S 特性モデル

3．むすび

操作感は「動き出し感」，「引き込まれ感」，「収まり感」に集約され，それぞれがF-S特性の各フェーズに関連することを明らかにした．以上より，F-S 特性の各フェーズの特性に着目することにより，目標とする操作感を実現できる可能性が示された．

しかし，異なる実験条件においては，評価に個人差が生じることも示され，今後，評価語の定義の明確化，もしくは他の表現への変更などを行う必要性も明らかとなった．

参考文献

1）経済産業省製造産業局自動車課
http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g41116b12j.pdf, 2004

2）森敏昭，吉田寿夫：心理学のためのデータ解析テクニカルブック，北大路書房（2001）

3）奥野忠一，久米均，芳賀敏郎，吉澤正：多変量解析法（改訂版），323-372（1981）

［連絡先］
末長 修
静岡大学工学部
〒432-8561 静岡県浜松市中区城北 3-5-1
e-mail: suenaga@sys.eng.shizuoka.ac.jp

タッチパネルを用いたハザード発見遅れの診断装置の開発

○島崎敢，石田敏郎（早稲田大学人間科学学術院）

Development of diagnostic system of hazard detection delay with touch panel

Kan SHIMAZAKI, Toshiro ISHIDA (Faculty of Human Sciences, Waseda University)

はじめに

先行研究によれば，事故反復者はハザードの発見が遅いことが明らかとなっている [1]．同研究では，このことをアイカメラを用いた実験で明らかにしているが，アイカメラは高額な上に調整や分析に専門技術が必要である．従って多くのドライバーに対してハザード発見遅れの診断を行うには不向きである．そこで本研究ではより簡単な方法でハザードの発見遅れを診断する装置を開発することを目的とした．

アイカメラを用いずに注視行動を測定することは困難であるが，画面上のハザードに対するマウスクリックのタイミングとハザード発見のタイミングの間には高い相関があることが明らかとなっている [2]．しかし，マウスクリックを用いた先行研究はいずれも若い実験参加者を対象として行われており，マウス操作に慣れていない実験参加者を対象にした場合，ハザードに対する反応の遅れが，認知の遅延によるものなのか，操作の遅延によるものなのかが曖昧になる可能性がある．そこで本研究では比較的熟練度に影響されないと考えられるタッチパネル式の装置を試作し，これを用いて事故反復者と優良運転者のハザード発見タイミングの比較を行うこととした．

方　法

刺激映像　刺激画像は自動車のダッシュボードに固定したデジタルカメラで，住宅街や幹線道路，高速道路など様々な交通環境を網羅するように撮影した．刺激画像の数は練習試行用 10 枚，本試行用 30 枚とし，刺激の提示サイズは，幅 1200 ピクセル，高さ 900 ピクセルとした．このサイズは実験を行ったディスプレイ上では幅約 31cm，高さ約 23cm であった．本試行に用いた刺激画像の輝度は，実験に用いたディスプレイ上で，最も明るいところで 206.1cd/m^2，最も暗いところで 0.65cd/m^2 であった．

実験システム　実験システムはノート型 PC と実験専用に開発したソフトウエア，タッチパネル一体型の外部ディスプレイ（ニッポンテクト製 NT-7106）およびタッチペンで構成されている．ディスプレイサイズは 17 インチで水平方向 1280 ピクセル，垂直方向 1024 ピクセルである．実験用のソフトウエアは，あらかじめ実験者が登録した座標エリア内に入ったかどうかを判定することで，実験参加者が，どのハザードにタッチしたかを取得し，反応時間も記録した．また，フィードバックとして，タッチした瞬間に“ピッ”という音が出るようにした．最初の練習ブロック以外では 1 場面あたりの提示時間を 7 秒間とし，練習ブロックの間は現在タッチしているハザード名をテキストで画面上部に提示した．ひとつの刺激画像が消えた後は，実験参加者が画面中央のスタートボタンをタッチしなければ次の刺激が提示されない仕様とし，刺激と刺激の間に自由に休めるようにした．

実験参加者　実験参加者は協力タクシー会社の運行管理者に選出を依頼した，平均年齢 55.4 才（SD=9.7 才）の男性タクシードライバー25 名で，12 名は事故反復者，13 名は優良運転者である．免許取得後年数やタクシー経験年数，年間走行距離などの事故件数以外のプロフィールを示す数字には，両群の間に有意差はない．

手　順　実験参加の同意を得た後，タッチパネルに慣れるために画面上に提示される円形図形をタッチする簡単な課題を行った．続いて，実験参加者には前方のディスプレイに提示された交通画像の中で注意して見るところをタッチペンでタッチするように求めた．教示では，運転しているつもりで画面を見ること，普段運転するときに注意して見るポイントをタッチすること，正解や不正解はないので自分の判断でタッチすること，歩行者や自動車などの見えているものだけでなく，死角やミラーなども必要に応じてタッチすること，同じ対象を複数回タッチしても問題がないことを伝えた．練習の前半ブロックでは 1 刺激あたりの制限時間を設けずに，実験参加者がもうタッチするものがないと判断して，終了ボタン（練習前半ブロックのみ提示）をタッチするまで刺激を提示した．

練習の後半ブロックでは，本試行と同様に 1 刺激あたり 7 秒間の制限時間を設けた．実験参加者には制限時間があるので，練習前半ブロックと同じことをなるべく早く行うように教示した．練習中は前半後半とも，タッチしている対象物をテキストで画面上部に表示させた．提示場面は練習前半後半とも共通の 10 場面である．

続いて本試行 30 場面を行った．手順は練習の後半ブロックと同様であるが，本試行ではタッチしているハザードのテキスト表示は行っていない．練習，本試行ともに刺激画像の提示順は順序効果を避けるために実験参加者ごとにランダムとした．

Table 1 有意差または有意傾向が見られたハザード

ハザード			反応人数		反応時間(ms)			反応時間SD		統計表記			
刺激	名称と出現場所	種類	事故	優良	事故		優良	事故	優良	*t*	*df*	*p*	
4	飲食店出入り口(左)	潜在	10	11	3869	>	2604	1250	688	2.91	19	0.009	**
30	ガードレール切れ目(左)	潜在	3	5	6234	>	2803	465	1859	3.93	4.77	0.023	*
14	交差道路死角(左)	潜在	5	7	4566	>	2511	1593	1083	2.68	10	0.023	*
23	自転車	顕在	7	9	5158	>	3548	1330	1306	2.43	14	0.029	*
19	民家出入り口死角(右)	潜在	8	9	4303	>	2802	977	1572	2.39	13.54	0.034	*
17	交差道路死角(右)	潜在	11	13	3115	>	2250	1037	903	2.19	22	0.040	*
24	駐車場出入り口死角(左)	潜在	6	10	3386	>	1977	1673	873	2.24	14	0.042	*
19	民家出入り口死角(右)	潜在	7	8	4984	>	3369	1398	1478	2.16	13	0.050	*
28	カーブの先	潜在	3	4	5047	>	2735	1784	480	2.55	5	0.051	†
24	電柱(左)	顕在	6	5	5258	>	3678	1257	1036	2.24	9	0.052	†
29	電柱の死角(右)	潜在	3	3	4672	>	2255	1064	168	3.88	4	0.056	†
6	カーブミラー	潜在	2	2	5047	>	3837	177	453	3.52	2	0.072	†
10	先行車	顕在	6	8	4901	>	3266	1477	1584	1.97	12	0.073	†
26	歩行者	顕在	9	10	4239	>	3094	1611	1006	1.88	17	0.077	†
25	カーブミラー	潜在	10	12	2945	>	2254	1070	715	1.81	20	0.085	†
23	歩行者	顕在	8	11	4516	>	3125	1480	1856	1.75	17	0.098	†
5	自転車	顕在	5	7	2878	<	4973	949	1356	2.96	10	0.014	*
15	駐車場からの出場車両(右)	顕在	10	13	2869	<	3993	985	1231	2.36	21	0.028	*
24	カーブの先	潜在	4	8	3195	<	4797	577	1391	2.17	10	0.055	†
30	バス停(左)	顕在	7	10	4219	<	5403	1371	1158	1.93	15	0.073	†

結果と考察

はじめに,「エリア外」をタッチしたハザードの特定を行った. あらかじめ実験者が登録したハザードエリアから外れたタッチの座標情報を刺激画像と重ね, これらのハザードの特定を行った. 次に, 平均タッチ回数を算出した. その結果, 実験参加者は 1 場面あたりおよそ 4.4 箇所をタッチしていた. しかし, 全体のタッチ回数には両群の差は見られなかった.

次に, 少なくとも 1 人以上がタッチしたハザードを抽出した. その結果 381 個のハザードが抽出された. そのうち両群が少なくとも 2 名以上タッチしたハザードについて, 刺激画像の提示開始からタッチまでの時間を反応時間として扱い, ハザードごとに反応時間を従属変数, 群を独立変数として *t* 検定を行った. その結果, 20 個のハザードに有意差, あるいは有意傾向が見られ, そのうち 8 割にあたる 16 個は事故反復者の反応が遅かった.

Table 1 は有意差と有意傾向の見られたハザードについて, ハザード名と種類, 反応時間, 統計表記を示したものである. 上の 16 個は, 事故反復者の反応が遅かったものである. これを見ると, 事故反復者の反応が遅れたハザードの大部分は死角やミラーなど, 対象そのものが危険であるというよりは, その対象の背後に隠れているハザードを予測する必要のある対象(潜在的ハザード)である. 一方, 優良運転者の反応が遅れていたハザードは 4 つと数が大幅に少なかった. また, このうち 3 つは交通他者などの顕在的な対象であり, ハザードの内容から見ても対照的であった.

本実験の結果からも, 先行研究同様, 事故反復者のハザード発見遅れを示す結果が得られた. 事故反復者が予測的な注視行動を行っていないために, 潜在的ハザードに対する反応が遅いという点も先行研究の結果を支持するものである. これらのことから, アイカメラを用いないタッチパネル式の簡便な装置でも, 事故反復者のハザード発見遅れを検出できることが明らかとなった.

課　題

簡便な方法で実験参加者のハザード発見タイミングの計測が可能となったが, これを事故削減に結びつけるためには, ハザードの発見遅れを実験参加者にフィードバックする必要がある. また, 多くの実験参加者がハザードとしてタッチしている対象は, 比較的重要なハザードであると考えられるが, こういったハザードに対する反応がない場合にもフィードバックが必要であると考えられる. 今後は実験参加者の反応を個別に分析し, 極端に遅かった箇所や, 重要な対象に反応していない箇所についてはフィードバックを行い, その効果の検討も行う予定である.

また, ハザード発見のスキルを上達させるためには, 繰り返しの訓練が必要であると考えられるが, そのためには刺激映像が常に新しいものである必要がある. そこで近年普及が進んでいるドライブレコーダの画像などを用いることを視野に入れ, 刺激画像のエッジの自動検出から, 複数の実験参加者のデータの蓄積, フィードバックまでを自動化したシステムの開発が必要であると考えられる.

文　献

1)島崎敢・石田敏郎　2009　事故反復者のハザードの発見とリスク知覚の時系列分析　応用心理学研究, 34, 1-9

2)島崎敢・石田敏郎　2009　ハザードに対する注視とマウスクリックの一致度　日本交通心理学会第 74 回大会論文集, 3-4

発話音声に対する母音および子音の影響に関する調査

○ 佐藤清、塩見格一（(独)電子航法研究所）、
鈴木綾子、澤貢（(財)鉄道総合技術研究所）、高橋征三、杉山哲司（(学)日本女子大学）

Investigation of Effect of Vowel or Consonant on Uttered Voice

Kiyoshi SATO, Kakuichi SHIOMI(Electro Navigation Research Institute),
Ayako SUZUKI, Mitsugu SAWA(Railway Technical Research Institute),
Seizo TAKAHASHI, Tetsuji SUGIYAMA(Japan Women's University)

1. はじめに

これまで筆者らは、発話音声をカオス論的に解析して得られる指数値（CEM＝Cerebral Exponent Macro）[1]に対して、フリッカー値に代わる疲労判定指標として期待できると考え、作業遂行時の覚醒水準の変化を表現可能かどうか、従来の疲労判定指標を外部指標として、実験的に検討してきた [2]。その結果、疲労したと思われる状況下では、フリッカー値や心拍数などと高い相関関係がみられること、軽度の疲労状態でも眠気と逆相関するなど、眠気の影響を強く受ける可能性が示唆される。

CEM を得るためには、何かしら言葉を発しなければならないため、現在は、日本昔話を題材にして、電子航法研究所が独自に考案した短文カード（発話課題）を読ませるか、作業中に強制的に発声させるかして音声データを収集している。人間は感情の動物であるため、現在用いているカードでは、課題によって数値が異なる可能性がある。そのため、フリッカー測定装置のように、感情の影響が入りにくい課題を作成する必要がある。

今回は、新しい朗読課題作成のための資料収集を目的として、小学生でも朗読可能で、比較短時間で多くの発話音声データを得られるような種々の課題を作成し、若年者ではあるが、やや幅広い年代のデータを収集し、分析した。

2. 調査の方法

被験者は、日本女子大学の小学 4 年生から大学院生までの女子学生 236 名（平均年齢 16.3 歳±3.6 歳）を対象に、日本女子大学の適度な広さを有する教室等で行われた。写真1は測定風景である。

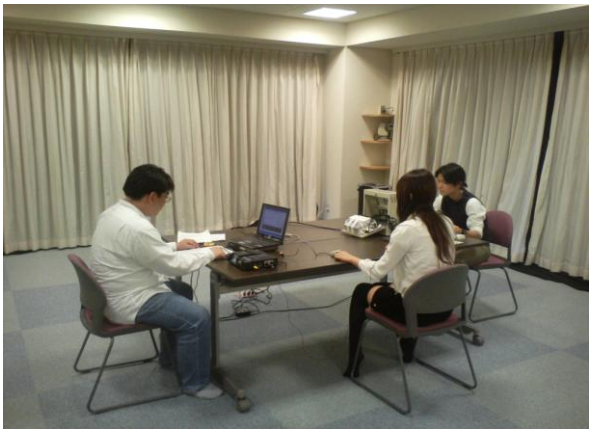


写真１　測定風景

大学生以外は、授業終了後の測定とし、事前に親の了解を得た。測定前には課題毎に発話方法を説明し、脈拍と音声の測定および質問紙による測定当日の状態把握等を行った。作成した課題は9種類（表1）あり、発話内容は、情景が浮かぶようなもの（課題7＝有意味課

表１　課題一覧

課題番号	内　容	朗読方法
1	「あ」から「を」までの1文字カード	1文字ずつ読む
2	「あいうえお」から「わいうえを」までの5文字カード	左から5文字ずつ読む
3	「あいうえお」から「わいうえを」までの5文字カード	左から1文字ずつ読む
4	「おえういあ」から「をえういわ」までの5文字カード	左から5文字ずつ読む
5	「おえういあ」から「をえういわ」までの5文字カード	左から1文字ずつ読む
6	母音の数が5個ずつ入った意味のない文字の羅列カード	左から1文字ずつ読む
7	小学生でも情景が浮かぶような文章カード	左から文章として繋がるように読む
8	同じ母音で統一されたカード	左から5文字ずつ読む
9	「あいうえお」から「わいうえを」までの5文字カード	立って左から5文字ずつ読む

題)とそうでないもの(課題7以外＝無意味課題)に分けられ、後者は1文字発声のもの(課題1、3、5、6)と連続発声のもの(課題2、4、8、9)に分けられる。課題1～8までは椅座位で、課題9は立位で行ってもらった。

3. 調査の結果と考察

全調査対象者のうち、9課題1つの欠損もなくデータを得られたのは 171 名であった。今回は小学生(n＝43、年齢 10.9±0.8 歳)、中学生(n＝40、13.9±0.9 歳)、高校生(n＝49、16.9±0.8 歳)、大学生・大学院生((n＝39、21.1±1.5 歳)を1つの群として結果を示す。

3．1 課題別 CEM

図 1 に課題別 CEM の各群の結果を示した。

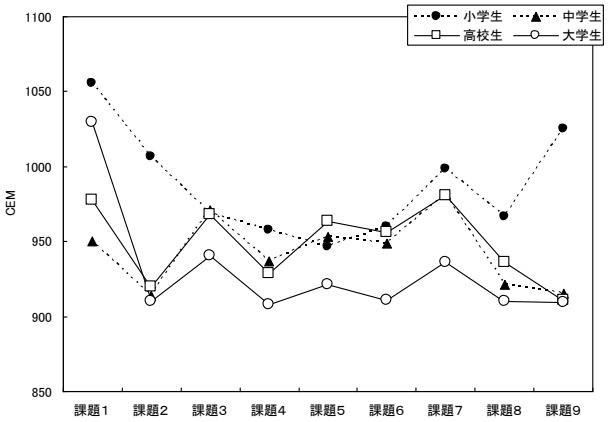


図 1　課題別 CEM と各群の関係

1文字提示を受けて発声した課題1が最も大きく、課題2と課題3、課題4と課題5は同じ5文字提示を受けて連続発声するか 1 文字ずつ発声するかの違いであるが、課題2＜課題3、課題4＜課題5と、1文字発声の方が大きくなっている。この結果は、1文字1文字発声する時の方が、連続で5文字発声する時よりも、瞬間的に大きなエネルギーが発生している可能性を示唆している。

課題7は小学生でも情景が浮かぶような短文であり、小学生以外では、課題1を除けば、連続発声であるにも関わらず CEM が最も大きい。このことは、大脳新皮質が活性化された可能性を示唆している。

課題2と課題9の CEM が小学生以外で同程度になっていることから、CEM は姿勢の影響を受けにくい可能性がある。

3．2 母音別 CEM

図2は母音別 CEM を各群の結果として表したものである。図をみると、概ね各群とも A>E>U=O>I で、同じ結果になっている。

母音での CEM の差異は、主として、口や顎の開き方に関わる骨格筋の使われ方の違いが表れていると考えられる。

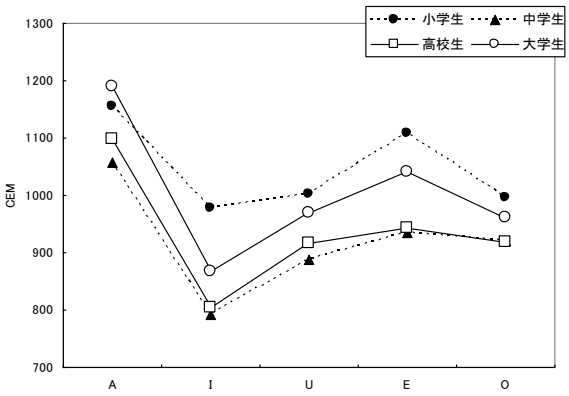


図 2　母音別 CEM と各群の関係

3．3 子音別 CEM

図3は母音(あ行)と子音別 CEM を各群の結果として示したものである。図をみると、「t」が最も大きく、ついで「s」となり、中学生以上になると「n」と「m」は母音単独の場合よりも小さくなる可能性が示唆される。

CEM に対する子音の影響は、舌の使い方(t、s、k、r)や唇の使い方ならびに息の出し方等の違いによるものと解釈される。

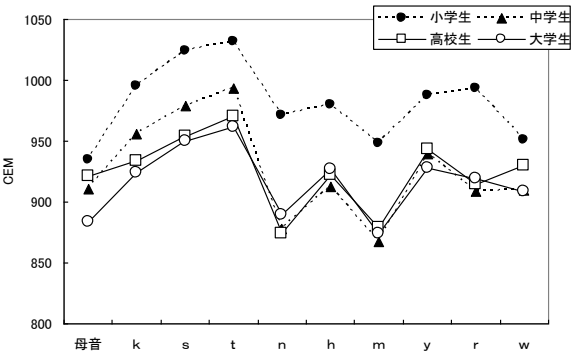


図 3　子音別 CEM と各群の関係

4. おわりに

CEM は母音によって異なり、子音だけでなく、大脳新皮質の活性化の影響を受ける可能性が示唆されるものの、再現性のあることも確認された。今後は、男性も含め、幅広い年齢層のデータを収集すると同時に、脳機能検査指標やエネルギー消費量等の測定を行って、CEM の生理学的な意味づけを深度化する必要がある。

参考文献

1) 塩見格一:発話分析から考える脳機能モデル，感性工学研究論文集, Vol.4, No.1, pp.3-12, 2004
2) 佐藤清ほか:発話音声を用いた心身状態評価に関する実験的検討，鉄道総研報告，Vol.21，pp.17-22, 2007

発話音声から算出する覚醒度評価指標値の誤差と信頼性

○ 塩見格一（電子航法研究所）

Error Margin and Reliability of Awakeness Level Evaluation Index Value Calculated from Human Voice

Kakuichi SHIOMI (Electronic Navigation Research Institute)

1. はじめに

筆者等が行ってきた実験結果からは，カオス論的な手法により発話音声の揺らぎのレベルを定量化すれば，発話者の大脳の発話に係る部分の活性度が定量化できる，と考えられる。[1～6)]

筆者は，発話音声の揺らぎのレベルを定量化するためのカオス論的な指標値（脳活性指数，CEm/CEM: Cerebral Exponent micro/Macro）を提案し，これを高速に算出するためのアルゴリズム（SiCECA: Shiomi's Cerebral Exponent Calculation Algorithm）を考案した。[1, 2)]

2004 年からは，トラックのドライバーや鉄道車両運転士，更には航空機のパイロット等を利用者として想定し，予防安全装置としての実用化を目的とした発話音声分析装置の試作開発を進めてきた。2007 年には，リアルタイムに，例えば，トラック・ドライバーが「走行車線良し！　走行速度良し！」と発話すれば，数秒でその発話を分析し，「疲労が溜まって来ています。休憩を取りましょう！」等との警告を発する事の可能な装置を実現した。[3)]

2. 診断指標値の信頼性

我々の実験結果からは，実現した発話音声分析装置において，過労状態の識別を目的とする場合，誤診断が発生する可能性については，運用方式を工夫する事で（例えば，5 分毎に 5 秒程度の発話音声を収録分析する。）十分に実用化に対応する程度に小さなものとする事はできそうに思われる。

しかしながら，運用環境における制限によっては，上記の様に頻繁な発話音声の収録は不可能であり，1 回の音声データから何等かの診断を行いたい，との要求が存在する。

上記の様な要求に対応する装置の実現可能性について検討するためには，毎回の発話音声から算出される診断値の信頼性を明らかにする必要があり，以下の実験を実施した。

3. 実験内容

SiCECA による音声信号処理おいては，収束計算の打ち切り条件判断処理等において，サンプル・データに発生するコンピュータ・イプシロンの差異等，データの有効数字桁数が有限である事が常に問題となる。

例えば，24bits@192.0kHz のフォーマットで収録した音声を 3 つ飛ばしに間引いて，4 つの 24bits @48.0kHz のフォーマットの音声時系列データを生成した場合，4 つの音声データは，サンプリング・クロックが 5μs ずつずれている以外は，全く同じ音声を，同じマイクロフォンで，同じ AD 変換器により，デジタル化したものであり，一般的な感覚では，音声データとしては同一なものと考えられるべきものであるが，現状の SiCECA の実装であるソフトウェアにより処理した場合，4 つの異なる指標値（CEM 値）が算出される。

上記 4 つの CEM 値の相互の差異に，何等かの意味が有るとは考えられないので，これらの差異は現状の SiCECA の実装であるソフトウェアの与えた誤差であり，この誤差の性質を明らかにする事が可能であれば，直ちに全ての診断値に意味を持たせることができる訳ではないが，「複数の診断値相互の差異等が有意味なものである可能性が高いのか？」，或は「信号処理ソフトウェアの発生させた誤差に過ぎないものであるのか？」等の判断には有効な知見となる事が期待される。

音声データ	ID	U0	U1	U2	U3	U0-U1	U0-U2	U0-U3	U1-U2	U1-U3	U2-U3	UA-U0	UA-U1	UA-U2	UA-U3
002979-010334.wav	1	604	581	585	590	23	19	14	4	9	5	14.00	9.00	5.00	0.00
011761-017879.wav	2	531	518	530	524	13	1	7	12	6	6	5.25	7.75	4.25	1.75
020471-026796.wav	3	631	601	635	617	30	4	14	34	16	18	10.00	20.00	14.00	4.00
028873-035879.wav	4	589	579	581	598	10	8	9	2	19	17	2.25	7.75	5.75	11.25
037256-044112.wav	5	552	534	557	583	18	5	31	23	49	26	4.50	22.50	0.50	26.50
045648-052715.wav	6	553	574	556	565	21	3	12	18	9	9	9.00	12.00	6.00	3.00
055650-062263.wav	7	512	504	511	515	8	1	3	7	11	4	1.50	6.50	0.50	4.50
063931-070338.wav	8	530	515	489	520	15	41	10	26	5	31	16.50	1.50	24.50	6.50
071886-078458.wav	9	535	530	549	555	5	14	20	19	25	6	7.25	12.25	6.75	12.75
083864-089988.wav	10	512	511	517	520	1	5	8	6	9	3	3.00	4.00	2.00	5.00
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
470090-476605.wav	249	484	506	509	500	22	25	16	3	6	9	15.75	6.25	9.25	0.25
477908-484067.wav	250	475	491	463	480	16	12	5	28	11	17	2.25	13.75	14.25	2.75
最大値		661	691	664	667	35	72	67	58	49	57	39.25	33.50	41.50	30.75
最小値		420	426	431	434	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
平均値		522.3	523.4	522.5	522.4	9.8	12.3	12.2	11.3	12.1	10.6	7.0	6.6	7.2	7.2
標準偏差		39.7	39.0	38.4	39.0	8.0	11.1	10.4	9.2	9.7	9.2	6.3	5.2	5.9	6.1

表 1　　収録音声処理結果

そこで以下により，発話音声収録のための朗読テキストを用意し発話音声収録実験を実施し，信号処理ソフトウェアの発生させる誤差を評価した。

朗読テキストは，朗読カードとして，日本昔話を 10 秒程度で読める様に加工して作成し，250 種類を用意した。朗読音声は，米国 Sound Device 社製 PCM レコーダ 744T によりデンマーク DPA 社製マイクオフォン 4006TL を使用し，音響吸収板により反響を低減させた当所実験室において，24bits@192.0kHz フォーマットで収録した。

表 1 は，収録音声の処理結果であり，音声データの U0～U3 は，4 種類の間引きにより生成した 4 種類の 24bits@48.0kHz フォーマットの音声データから算出された CEM 値をそれぞれ示しており，U0-U1～U3-U2 は相互の差であり，UA は U0～U3 の平均値，UA-U0～は平均値との差を意味している。同一の朗読音声から算出された 4 つの CEM 値の平均値と個々の CEM 値との差は，最大で，250 枚の朗読カードによる全ての朗読音声 1,000 サンプルの CEM 値から算出される標準偏差（σ）と同程度であり，その差の平均値は σ の約 20%であった。

250 枚の朗読カードは 50 枚ずつ，間に 5 分程度の休憩を挿みながら約 1 時間で朗読した。朗読音声から算出される CEM 値に経時的な変化の傾向は見られず，その間に被験者の心身状態に著しい変化があったとは考え難い。また，朗読音声の音韻構成等によって，その音声から算出される CEM 値に差異が生じる可能性は存在するが，現時点では，その差異の性格等は不明である。

4. おわりに

朗読課題としての日本昔話は，被験者個々人の感性に強く影響を受ける様な課題は好ましくないと考え選んだものであるが，無意味な音韻の羅列等の方がより適当であったかも知れない。この点については，より詳細な実験を今後実施したいと考えている。

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）K. Shiomi: Voice Processing Technique for Human Cerebral Activity Measurement, IEEE-SMC P0660, Oct. 15, 2008, Singerpore.

3）K. Shiomi, K. Sato and et al: Experimental Results of Measuring Human Fatigue by Utilizing Uttered Voice Processing, IEEE-SMC P0557, Oct. 15, 2008, Singerpore.

4）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, 30 Oct., 2005.

5）塩見,他：発話音声によるトラック運転手の心身状態評価手法と結果，日本人間工学会第 36 回関東支部大会, 3 Dec., 2005.

6）http://www.siceca.org

事故のグループ懇談によるリスク情報の共有と安全意識向上

重森雅嘉（鉄道総合技術研究所）

Sharing risk information and improvement of safety awareness through Accident Round-table Discussion (ARD)

Masayoshi Shigemori (Railway Technical Research Institute)

1 事故のグループ懇談

鉄道の施設、電気、運転などの多くの現場において、作業者各自が持っているヒヤリハット経験や危険に関する気づき、事故防止の工夫（リスク情報）が、コミュニケーション不足により共有されにくくなってきている[1)]。このような問題を解消するため、作業者間のリスク情報共有の促進や安全意識の向上を目的とした安全の小集団活動（事故のグループ懇談）が考案されている[1), 2)]。これは、事故やヒヤリハットの原因や対策などを、ファシリテータを中心とした５、６人の小集団で話し合うものである（図１）[3)] (http://www.kenf.or.jp/groupmanual.html)。

事故のグループ懇談によるリスク情報共有の促進効果や安全意識の向上効果は、アンケートにより確認されている[1)]。しかし、これは、このような活動を通じて事故やヒヤリハット経験や事故防止の工夫などの共有が促進されそうかどうかを参加者に尋ねた主観判断であり、効果が十分に確かめられたものとはいえない。

したがって、本研究では、懇談前後の事故やヒヤリハットに対する意識の変化などを調べることにより、事故のグループ懇談のリスク情報の共有促進効果および安全意識向上効果を確認した。

2 実験１

2.1 方法

被験者は、鉄道の現場作業者 25 名（運転、車掌、車両、施設、電気系統各５名）、平均 49.08 歳、SD4.40 であった。

被験者は、事故のグループ懇談の手順について教示を受けた後、各系統に分かれ、あらかじめ準備した事故の発生状況や原因についてファシリテータを中心に議論を行った。ファシリテータには事前にグループ懇談の手順や考え方についての講習を行った。またファシリテータは、事前に話題とする事故の選定、原因分析や対策の検討を行い、著者と懇談会の進行についての打合せを行った。グループ懇談の実施時間は約１時間であった。

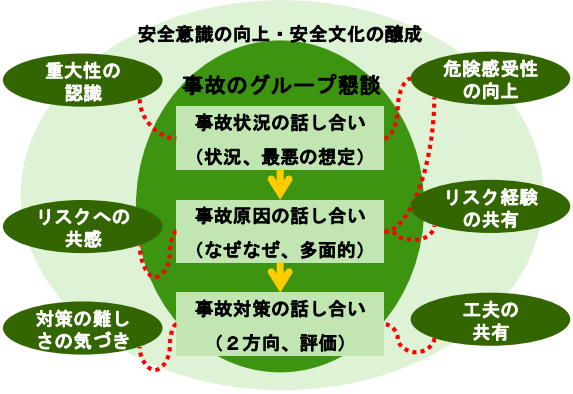


図1 事故のグループ懇談の流れと機能

各系統グループに分かれ、ファシリテータが参加者に話題とする事故の概要について説明を行った後、安全意識調査として、話題とする事故を自分がどのくらい起こす可能性があると思うか（事故の心配）、どのくらい重大な事故だと思うか（事故の重大性）、どのくらい対策が難しいと思うか（対策の難しさ）、当該事故ついて今後どのくらい注意を必要とするか（安全意識）について、「１まったく該当しない」～「７非常に該当する」までの７段階による評定を求めた。またリスク経験共有の指標として、思いつく事故の原因および対策をできるだけ多く記述させた。これとまったく同じ調査をグループ懇談会終了後に実施した。このときには、特に原因や対策は、懇談会前に挙げたものであっても新たに思いついたものであってもすべて記述するように求めた。調査に要した時間はそれぞれ約 10 分であった。

2.2 結果と考察

安全意識調査の各項目の平均評価得点を懇談前後で比較した。分散分析の結果、事故の心配についてのみ懇談前よりも後の方が、評価得点が高いことが分かった（$F(1, 24) = 0.885$, $p < .05$）。また、記述された原因数や対策数の平均についても懇談前後で比較したが、差は見られなかった。

事故の心配について懇談前後の差が見られたことから、懇談により当該事故を自分に置き換えて考え、事故の危険についての共感が得られたといえる。しかし、今回の調査では、リスク情報共有の促進効果の指標である原因数や対策数を含め、ほとんどの項目で懇談前後の差が見られなかった。今回の調査で差が見られなかった項目のうち、事故の重大さや安全意識については、懇談前から非常に高い評価がなされており、天井効果により差が見られなかったものと考えられる。また対策の難しさの評定値や原因数や対策数に差が見られなかったのは今回の調査では対策についての議論は行っていなかったためと考えられる。

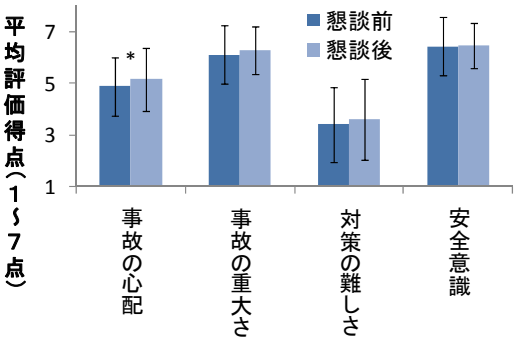


図2　実験１の安全意識変化調査の結果
*は 5%水準での有意差、バーは標準偏差

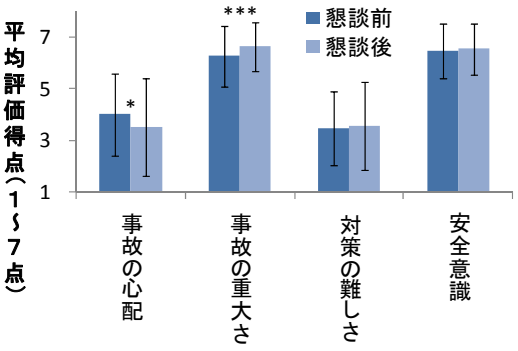


図4　実験2の安全意識変化調査の結果
*は 5%水準***は 0.5%水準での有意差、
バーは標準偏差

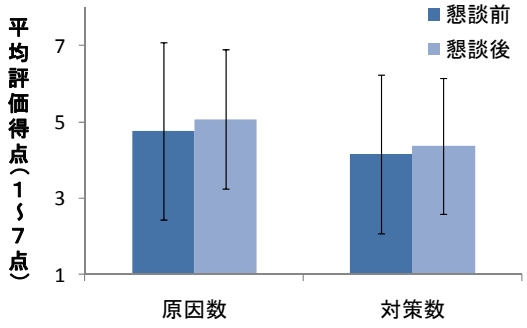


図3　実験1の原因数と対策数調査の結果
バーは標準偏差

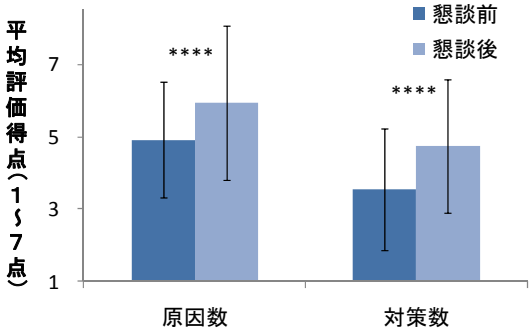


図5　実験2の原因数と対策数調査の結果
****は 0.01%水準での有意差、バーは標準偏差

3 実験２

実験１では、対策の議論まで行えなかったため安全意識や原因・対策数について懇談会前後の差が明確に現れなかった。したがって、実験２では対策の議論まで行い、実験１と同様の比較を行った。

3.1 方法

被験者は、実験１とは異なる鉄道の現場作業者 46 名（運転、車掌、駅、車両、施設、電気系統各５または６名）、平均 48.28 歳、SD5.28 であった。

手続きは、対策に関する議論まで行ったこと、および実施時間が約１時間 30 分であったこと以外は、実験１と同様であった。

3.2 結果と考察

安全意識調査の各項目の平均評価得点を懇談会前後で分散分析により比較した結果、事故の心配は、実験１とは逆に懇談後の方が小さいことが分かった（$F(1, 45) = 4.726$, $p < .05$）。また事故の重大さは、懇談後の方が高いことが分かった（$F(1, 45) = 9.845$, $p < .005$）。事故数や対策数は、懇談後の方が多いことが分かった（$F(1, 45) = 13.424, 16.328$, $p < .001$）。

事故の重大さ得点が懇談後に高まったことは、安全意識の向上において懇談が有効であること示すものである。しかし、事故の心配について、実験１と正反対の結果が出たことは、長時間議論をしたことの効果であるのか、対策まで話し合うことにより事故は防げるという安心感を持ってしまったためか今回の結果からだけでは分からない。

実験２では、原因や対策については、懇談後の方が多く挙げられることが分かった。これは、各作業者が持つ経験や事故防止の工夫を、懇談を通して共有できたことを示すものである。

本研究により事故のグループ懇談の安全意識の向上効果とリスク情報共有の促進効果の両方が確認できたといえる。

参考文献

1. Shigemori, M.: Accident Round-table Discussion for sharing risk information. Proceeding of the 17th International Ergonomics Association Triennial Congress (CD-ROM). 2009.
2. 重森雅嘉・鈴木史比古・青沼新一・楠神健: 小集団による事故分析討議手法の提案. 日本人間工学会第４８回大会講演集. 2007.
3. 重森雅嘉: 事故のグループ懇談マニュアル. 2009, 東京: 財団法人鉄道総合技術研究所.

音楽音と色のクロスモーダル知覚

弁別課題の反応時間とエラー数にみる複合刺激の効果

○武千鶴、山下利之（首都大学東京）

Cross-Modal Perception of Musical Sounds and Colors
the Reaction Time and the Number of Errors affected by Combination Stimuli in Discrimination Tasks

Chizuru TAKE, Toshiyuki YAMASHITA (Tokyo Metropolitan University)

1. 目的

先行研究より、音のピッチ高低と、光・色の明暗・彩度の間には共感覚上での結び付きと同様の対応を持つクロスモーダルな感覚が広く一般的に生じることがわかっている。共感覚上でもクロスモーダル感覚上でもピッチの高い音と明るい光・色、ピッチの低い音と暗い光・色は結び付いており、ピッチの高い音と鮮やかな色、ピッチの低い音と鈍い色は結び付いていることが示されている [1)]。具体的に観測できる現象として、感覚上結び付いた異なるモーダルの刺激を同時に呈示して弁別課題を行うと、その反応時間とエラー数が少なくなることがわかっている。本研究は、調・コードの情報を含む音楽音とそれに対応する色を呈示し、弁別課題の反応時間とエラー数を測定し、感覚上の結び付きについて考察することを目的とする。

2. 方法

(1)実験参加者　実験参加者は男女 8 名ずつ計 16 名で、年齢は 21～40 歳(M = 29.00)であった。ブロックの呈示順序が異なる 4 群に対し、男女各 2 名ずつが割り当てられた。また、本課題後に実施した音感測定テストの結果、正答率が 50%を超えた参加者がいなかったので、16 名全員が絶対音感を保持しないと判断された。

(2)刺激　音刺激: 音刺激の作成には“CubaseSX Ver. 1.0.5.58”およびそのプラグインソフトウェアである“4Front Piano Module VSTi/AU (http://www.yohng.com/piano.html)”(midi のピアノ音源)を使用した。音刺激は D Major/ニ長調・G Major/ト長調(以下 D・G)2 つの調の主和音を構成音として持つ、全く同じ音列(図 1)を使用した(第一音の音高は D4・G3)。実験時、参加者にはヘッドフォン(Sony MDR-Z600)を着用して貰い、約 65dB(A)の大きさで音を呈示した。

色刺激: 色聴・絶対音感保持者の調と色の典型マッピング [2)](表 1)に基づいて、ニ長調・ト長調に対応する青・橙色をしたサイズ幅約 1.38°、高さ約 1.83°の長方形を画面中央に提示した。参加者とモニタの距離はおよそ 57cm になるようにした。なお色は色名に基づき P.C.C.S.表色系の色を適宜割り当てた。

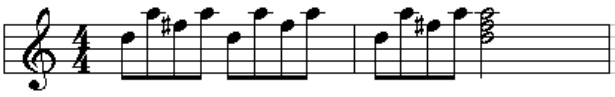


図 1　音刺激(D Major/ニ長調)

表 1　典型マッピング・調と対応色の RGB 値

コード・調名	色名	R	G	B
D Major/ニ長調	Orange/橙 v5	255	127	0
G Major/ト長調	Blue/青 v17	15	33	139

(3)手続き　始めに 0.5 秒間注視点を表示し、直後に色と音の刺激を複合刺激として同時呈示した。SuperLab 専用の反応ボックス(RB-730 Response Pad)を用い、参加者は左右の人差し指をそれぞれ 1 ずつのキーを、呈示された刺激にあわせて押して反応するよう求められた。課題は大きく分けて 4 つのブロックからなり、各ブロックの始めに 20 の練習試行を設けた。本試行は 100 試行から成り、参加者の疲労に配慮して 25 試行ごとに任意で休憩が取れるようにした。複合刺激の組み合わせは全 4 パターンあり、うち 2 パターンが表 1 のマッピングにマッチした組み合わせ、残り 2 パターンがミスマッチな組み合わせだった。各パターンが 1 ブロックにつき 25 回ずつランダム呈示された(表 2)。正解時、正のフィードバックは行わず、誤反応時の負のフィードバックのみを行った。ブロックは色を弁別するブロックが 2 つ、音を弁別するブロックが 2 つあり、色・音・色・音ブロックの順で交互に呈示された。色ブロックの 2 回目は、1 回目とキー割り当てが左右逆になっており、音ブロックについても同様であった。つまり、初めに橙色が呈示された場合右人差し指で反応するブロックを実施した参加者は、次の音ブロックを経て、2 回目の色ブロックを実施する際には青色が呈示された場合右人差し指で反応するよう求

められた(表 3)。

表 2 色・音刺激の組み合わせ

	Orange/橙	Blue/青
D Major/ニ長調	match	mismatch
G Major/ト長調	mismatch	match

表 3 ブロック・群ごとの反応キー割り当て

	第 1 群		第 2 群		第 3 群		第 4 群	
反応キー	右	左	右	左	右	左	右	左
色ブロック 1	橙	青	橙	青	青	橙	青	橙
音ブロック 1	D	G	G	D	D	G	G	D
色ブロック 2	青	橙	青	橙	橙	青	橙	青
音ブロック 2	G	D	D	G	G	D	D	G

3. 結果

音ブロックにおける色・音刺激の組み合わせがマッチしている試行(以下 match 試行)とマッチしていない試行(以下 mismatch 試行)の反応時間(正反応のみ)を比較した(match 試行, M = 541.69; mismatch 試行, M = 558.02)。ANOVA を行った結果 match 試行の反応時間が有意に少なかった($F(1, 1539) = 4.21$, $p < .05$)。色ブロックについても match 試行と mismatch 試行の反応時間(match 試行, M = 421.75; mismatch 試行, M = 421.50)について ANOVA を行った結果、統計的有意差はみられなかった($F(1, 1558) = .00$, $p > .05$)。

match 試行と mismatch 試行のエラー数を比較したところ、音・色ブロックどちらにおいても mismatch 試行においてエラー数が多かった(表 4)。t 検定を行った結果、統計的有意差は音ブロックのみでみられた($p < .05$)。

表 4 match/mismatch 試行のエラー数

	match	mismatch
色ブロック	22	36
音ブロック	28	56

ブロックの呈示順序について t 検定を用いて比較した。1 番目のブロックで反応した色のキー割り当てと、2 番目のブロックで反応した音のキー割り当てがマッチした刺激組み合わせになっていた第 1・4 群は、ミスマッチな組み合わせになっていた第 2・3 群と比較して全体の反応時間(正反応のみ)が有意に短くなっていた($p < .01$)。

4. 考察

本実験の結果から、聴覚刺激・音の弁別課題において統計的有意に視覚刺激・色の影響がみられ、調・コードと色を刺激として用いても視覚・聴覚間でクロスモーダル知覚が生じることが示唆された。聴覚刺激の弁別課題においてのみに有意に他のモーダルである視覚刺激の影響があったことについて、次のことが考えられる。共感覚において、音刺激に反応した色知覚がおこる色聴現象の報告は多いが、色に反応して音の知覚がおこる現象の報告は少ない。今回の結果は共感覚とクロスモーダル感覚が、基礎として共通のメカニズムを持つという説 [3]を支持しうる。エラー数と音感測定の結果に着目すると、課題の難易度は色の弁別課題より音の弁別課題の方が高かったと考えられる。そのため音の弁別課題実施時に、判断の手掛かりとして聴覚刺激だけでなく視覚刺激にも注意が向きやすくなり、結果、刺激の組み合わせが反応へ影響が表出しやすくなった可能性がある。加えて、色の弁別課題において、難易度の低さから全体的に反応時間・エラー数が減少し、match・mismatch 試行間での有意差が見られなかった可能性がある。視覚刺激の弁別課題においては聴覚刺激・音の影響がみられなかったが、ブロックの呈示順序による反応時間への影響があったことから、やや高次の認知において、視覚・聴覚双方向で複合刺激の効果があるのかもしれない。また、モーダル間の優劣について考察すると、本実験の状況・刺激においては視覚が聴覚に対して優位であると捉えることができる。今後、他の調・コードでも同様の結果が得られるのか、また、より単純な音楽音である単音と色彩との間にも同様の対応関係が見出されるか、モーダル間の優劣についてなどさらに詳細に検討されるべきである。

5. 引用文献

1) L.E. Marks : On cross-modal similarity: Auditory-visual interactions in speeded discrimination, Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 13, 384-394, 1987.
2) 川村真裕子, 大串健吾: 音楽の調性と色彩感, 音楽知覚認知研究会・音楽心理学懇話会資料, p160, 1990.
3) C.V. Parise and C. Spence: 'When birds of a feather flock together' : Synesthetic correspondences modulate audiovisual integration in non-synesthetes, PLoS ONE 4 (5), art, e5664, 2009.

6. 連絡先

武千鶴 E-mail: chizuru_take@live.jp

視覚と温覚によるマルチモーダルな情報提示の試み

飯塚 重善（神奈川大学）

A trial of multi modal information presentation using vision and thermal sense

Shigeyoshi IIZUKA(Kanagawa University)

1. はじめに

コンピュータを利用したコミュニケーション手段の発達によって，さまざまな情報を送受信できるようになってきた。しかし，文字や画像だけの情報を通信することが多く，モノの微妙な質感やヒトの気持ちを効率よく伝達することは難しい。コミュニケーションための機器インタフェースは，複数の感覚を同時に使えば使うほど，ヒトにやさしく，しかも現実感は増すと考えられる。したがって，多様な知覚を積極的に利用することで，情報を日常生活の中で利用する際の閲覧や取捨選択といったコミュニケーションを支援できると考えられる。

Web を用いたコミュニケーションにおいて，ヒトは情報取得の大半を視覚に頼っており，五感における視覚以外の知覚情報は，補完的に利用するのが良いと考えられる。そこで筆者は，コンピュータを利用したコミュニケーションにおいて，視覚情報を補う一手段として，温・冷感情報を提示することによって，情報に，より現実感を与え，情報の閲覧や取捨選択といったコミュニケーションを支援することを検討している。

これまでに，コンピュータ画面上への提示（視覚）情報に加えて，マウスを介して料理画像に温感情報を付与する実験をおこない，同一の画像であっても並行して温感情報を知覚することで，ユーザの印象が変わる可能性を示唆した[1]。ただしこの実験は，非常に限定した温感情報を提示したものであった。そこで今回は，ユーザへの呈示情報として温感情報だけでなく冷感情報も加え，さらに，温度指定を可能とするマウスを試作した。本稿では，その新たな試作マウスの概要と性能について示す。

2. 温・冷感情報提示方法

温・冷感情報提示によって視覚情報の補完をおこなう方法として，皮膚への温・冷感情報提示を用いている。皮膚への温・冷感情報提示は，視覚や聴覚とは別のモダリティであるので，ユーザが何らかのコンテンツを視聴中でも知覚できるという利点がある。つまり，ユーザの活動を妨げずに，視聴中のコンテンツの関連情報の存在に気づかせたり，補助的な情報を提示する，という使い方ができる。本研究では，人が触れるデバイスとして，コンピュータ操作時に一般的に利用し，かつ手のひらを接触したまま利用することが多い「マウス」に着目し，視覚情報への付加情報としての温・冷感情報を，マウスを介して提示する方法を採用している。以下，その概要と性能について示す。

2.1. 概要

コンピュータ画面の XY 平面のスキャンと 2 つのボタン入力をおこなうマウス機能はそのままに，人差し指の先が触れる部分にペルチェ素子を装着することで，コンピュータ利用中のユーザに温感情報を呈示できるマウスを試作した（図 1）。ユーザが，コンピュータ画面上に提示された，温感情報が付与されたコンテンツ（画像等）そのものやエリア（画像の一部等）をクリックすることで，マウスに装着されたペルチェ素子が冷えたり温まったりする。ユーザは，ペルチェ素子に接触している人差し指の先の部分で温感情報を知覚することになる。このように，入力デバイスとしてのマウスそのものの機能を損ねることなく，温感情報出力機能が付加されて実現したマウスは，USB 接続のみで利用できる汎用なデバイスであるとともに，ユーザに敢えて装着させるデバイスを増やすこともなく，ユーザへの呈示情報を新たに加えることができる。

図 1　マウスの外観

2.2. 構成

試作したマウスは，図 2 に示すように，USB 光学マウスにペルチェ素子および温度センサを追加し，ケーブルを介して接続されたペルチェ駆動装置およびワンチップマイコンにより，ユーザに対して温感情報を出力することを可能にしたものである。USB 光学マウス(右手用)の右ボタン近辺に半導体温度センサとともにペルチェ素子が埋め込まれている。ペルチェ素子とは，ペルチェ効果を利用した半導体素子であり，2 種類の金属の接合部に電流を流すと，一方の金属からもう一方へ熱が移動する性質を利用している。また，電流の方向を反転

することで，吸熱方向を反転させることもでき，ヒートシンクと組み合わせた排熱用途で CPU の冷却や小型の冷蔵庫などに利用されている。このペルチェ素子を制御する電流の量と方向を調節することで，制御する温度変化の大小制御や，加熱制御から冷却制御までをおこなうことができる。マウス内部にはペルチェ用放熱板とともに光学マウス処理回路が内蔵されている。これらは，マウス筐体内部の空間を利用して実装しているため，図 1 に示したように，外観は，ペルチェ素子が装着されていること以外は通常のマウスのままであり，マウスとしての左右のクリック、ホイール操作などは通常の同様に使用することができる。また，ペルチェ駆動回路および制御マイコンが、USBーシリアル変換モジュールを介して PC と接続されている。これには DC コンバータが内蔵されており、ペルチェ素子用の電力を USB 電力から取得している。

なお，温度制御は、ワンチップマイコン内に書き込まれたプログラムに従っておこなわれる。USB シリアルを介してPCから指定温度が入力され，ペルチェ素子側に接地された温度センサからの情報と比較して制御方向（加熱・吸熱）を決定する。

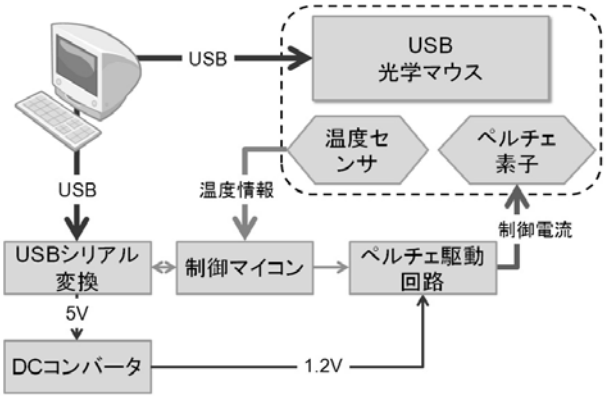


図 2　試作マウスの構成

2.3.　性能

今回試作したマウスでは，設定としては 0℃～40℃の指定を可能としているが，実際にはペルチェ素子の性能上 0℃に達することはなく，また逆に 40℃に近い温度にまで達することは可能だが，ユーザによっては 40℃では熱すぎると感じることがあるため，今回は以下に示す手順で実際に加熱制御（38℃設定）および冷却制御（10℃設定）をおこない，ペルチェ素子の温度変化を測定した．

- 測定開始
- 測定開始から 10 秒後
  - ✓ 指を置く場合にはこの時点で置く
- 測定開始から 20 秒後：制御開始
- 測定開始から 50 秒後：制御終了
  - ✓ 指を置いていた場合は，指も離す

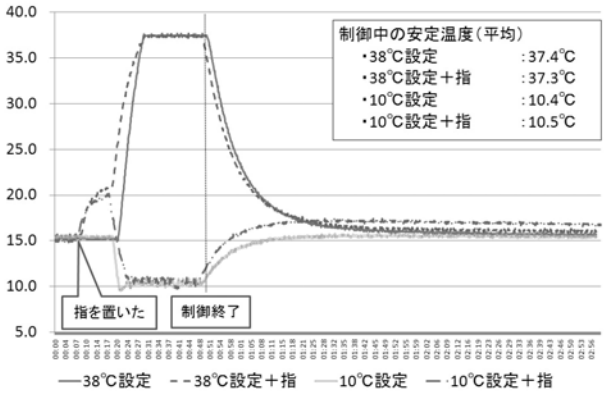


図 3　測定結果

温度測定結果の一例をグラフにしたものを図 3 に示す．まず制御後の安定温度の平均値をみてみると，加熱・冷却制御は指を置いた場合も置かない場合も設定温度に近い値を示した。そして，図 3 からわかるように，制御に対する温度変化はほぼ線形であるといえる。また，マウスに対して制御を開始してから設定温度に達するまでに要した時間から，加熱・冷却についての温度制御はそれぞれ，約 1.5℃/秒，約 1.5～2℃/秒という速度でおこなわれたことが確認できた．よって，今後の使用に際しては，必要に応じてこれらの設定温度近くの安定温度までの到達所要時間を考慮して制御用のタイムコードをあらかじめ用意しておく等の処置を施すことにより，目的とする温感情報呈示タイミングへの対応が可能となる．ただし冷却制御後に着目すると，以前の試作マウスと同様にオーバーシュートが見られた．これは，排熱機構を具備したものの充分ではなかったためと考えられるが，一般的なマウスの筐体をそのまま用いるという方針では，これが限界とも考えられる．

3.　おわりに

コンピュータを利用したコミュニケーションにおいて，情報の閲覧や取捨選択といったコミュニケーションを支援するため，視覚情報を補う一手段として，ユーザに温感情報を呈示する新たなマウスの試作をおこなった。そして指定温度に対する加熱・冷却制御の結果を測定したところ，設定温度に近い温度に達することが確認できた。今後は，このマウスを用いて，視覚への補完的情報として温感情報付与した場合の印象評価特性を解明し，その結果を応用した実サービスへと発展させていきたい。

参考文献

1)　中茂睦裕，飯塚重善：マウスへの温感情報呈示による視覚情報に対する印象評価の変化，ヒューマンインタフェース学会論文誌，10,4,479-486,2008

サイン音のための聴覚刺激による脳の感情応答の一検討

後藤達也、志村　諒 （東海大学情報メディア学科）、
遠藤順 （東海大学）、宮地泰造 （東海大学情報メディア学科）

A Study of Emotional Response of the Brain Evoked by Auditory Stimulation for Sound Signature

Tatsuya Goto, Ryo Shimura (Department of Information Media Technology, Tokai Univ.), Junichi Endo (Tokai University), Taizo Miyachi (Department of Information Media Technology, Tokai Univ.)

1. はじめに

脳は多数のニューロンの集合体であるが、1/fゆらぎに似たスペクトルパタンを示し、認識過程では決定論的規則性、即ち、カオスの存在が示唆される[1)]。性質が異なる 3 種類の聴覚刺激（クリック音、水琴窟、広帯域の周波数および強度ゆらぎを含む音楽）を与えたときの脳の感情応答が研究されている[2)]。本稿では、人間の脳が心地良く感じかつ容易に作成できるサイン音を目指して、前頭葉と左右側頭葉における脳の感情応答をα波のリズム強度により脳の感情応答を評価する。

2. サイン音の現状と課題

音は意識しなくても 360 度から聴こえて情報を提供してくれる。駅の構内などの混雑した環境では目で確認しにくい電車の発車、到着などの情報をサイン音で知らせている。また横断歩道では信号の変化の時間を音で知らせて歩行者に注意を呼びかけている。視覚障害者や高齢者などの低視力の人々にはこれら音による情報提供は大変有用で無くてはならないものである。

一方、サイン音は必要でない人には騒音になるため、人にやさしいサイン音が重要になる。そこで、繰り返し聞いても不快に感じにくい音サインが必要とされている。人間の脳が基本的に心地良く感じる音を脳の感情応答から見つけることを目指す。

3. 優しいサイン音による住みやすい街づくり

人に優しい音には、自然の中の音、音楽、母親の心臓音 (d)風鈴などの揺らぎのある音がある。嫌な音には、ブザー音や車の騒音などがある。人が住む街の音環境において、人の優しい音を増やすことにより、安全で効率が良く、住みやすい街を作ることができる。そこで、人に優しいサイン音を容易に作成する方法が重要になってきている。

本稿では、(a)ブザー音,(b)水琴窟の音に加えて、(c)メロディのある音楽(バチカンの鐘の音)、(d)地下鉄の発着案内音(メロディがある)、(e)風鈴(人に優しい)、を聴覚刺激とする場合の脳の感情応答を検討する。風鈴の音はそれ自体が心地良い音であるが、脳がいかに感じているかを調べる。また、風鈴の音を編集してより心地良くなるかを探求する。これにより、心地良い音をベースにして、脳が心地良く感じる音を容易に作成できる可能性を探求する。

4. 脳の反応による人に優しいサイン音の分析

■実験方法：被験者がイヤホンを装着して、刺激音を聴く。そのときの左右側頭葉と前頭葉のα波リズム強度の経時変動を測定して評価する。評価では、α波帯域の 8～13Hz の範囲のスペクトルの面積をつぎの時間帯に対して算出する。

(1)音を聴く前の 1 分間の脳波
(2)聴いている最中の 1 分間の脳波
(3)聴き終わった後の 1 分間の脳波
(4)脳波測定終了 4 分後の 1 分間の脳波

■被験者：20 歳代男性

■評価結果（図 1 参照）：

時間帯(2)および(3)のα波帯域の 8～13Hz の範囲のスペクトルの面積を比較することにより以下のことが分析できた(表 1 参照)。視聴前の値は 15000 である。

(a)**ブザー音**：ブザー音は、視聴前(1)よりも視聴中(2)、視聴後(3)でα波が弱くなった。ブザー音の試聴中は少し緊張して聴いており、試聴後に左脳が少しだけ高い値を示しているが、試聴前よりも低い値である。このことから、ブザー音は脳があまり心地良く感じていないことが分かった。

(b)**水琴窟の音**：水琴窟の音では試聴中(2)は試聴前(1)よりα波は弱くなっているが、試聴後(3)左脳のα波が非常に強くなり、左脳が活性化されて心地良く感じていると推測された。右脳は試聴前（1）とほぼ同じ値になっていることから試聴中の緊張から開放されてリラックスした状態になっていると推測できる。

(c)**バチカンの鐘の音**：バチカンの鐘の音は試聴後(3)右脳にα波が強くなり試聴前（1）より高い値となり心地良くなっていることが推測された。左脳では試聴中(2)低下していたα波が試聴前（1）の値に近くまでなって

おり緊張が取れていると推測できる。
(d)**地下鉄の発着案内音**:地下鉄の発着案内音、さまざまなメロディが作曲されているため、脳に心地よいことが予想された。実際の測定結果では、予想に反して、地下鉄の発着案内音は右脳で試聴中(2)から試聴後(3)で多少値が上がっているが試聴前(1)の値には達せず、左脳の値は試聴中(2)と試聴後(3)で変化はほとんど無く、試聴前(1)の値に達しなかったことから、脳には心地よい音ではないと推測できる。
(e)**風鈴の音**:
(e-1)**一つの風鈴の音**:一般的に風鈴の音は心地良く感じる人が多いが、一つの風鈴の音の場合、試聴後(3)左脳ではα波が強くなったが、試聴前(1)の値まで達せず、緊張は取れたがあまり活性化していないと推測される。右脳では試聴中(2)と試聴後(3)で変化がほとんど見られず、試聴前(1)より低い値になっており、脳への心地良い効果は弱いものだと考えられる。
(e-2)**間隔を空けて鳴らした風鈴の音**:一つの風鈴を、間隔を空けて鳴らした音の場合、試聴中(2)、試聴後(3)も試聴前(1)の値に達せず、試聴中(2)と試聴後(3)でもほとんど変化が無かった。間隔をずらしてもほとんど変わらなかった。間隔を変えても、間隔を空けた風鈴の音ではα波は増えず、脳に心地良くはならなかった。
(e-3)**異なる三種類の風鈴を重ねた音**:鹿、有田焼、竹炭の三種類の風鈴を重ねた音の場合、試聴後(3)に非常に強くα波が出ており特に左脳のα波が強く出ており心地良くなっていることが確認できた。右脳でも試聴前(1)の値を超えており心地よくなっていると確認できた。この右脳と左脳の値の上昇の特徴から、三種類の風鈴を重ねた音は水琴窟(a)の音に近く、この二つの音は脳に対する心地良さの点で似ていることが判明した。
(e-4)**異なる三種類の風鈴をつなげた音**:前述の(e-3)と同じ鹿、有田焼、竹炭の三種類の風鈴をつなげて流す音では左脳は試聴中(2)と試聴後(3)でほとんど変化がなく試聴前(1)の値に達せず、右脳は試聴中(2)から試聴後(3)で多少変化しているが試聴前(1)の値まで達せず、脳で心地よい音ではないことが判明した。

議論:
(i) 被験者が最も好ましい音を選んだにも関わらず、メロディのある地下鉄の発着案内音は、音楽ではあるが、必ずしも脳に心地よい音にはならなかった。
(ii)脳に心地よい音として、主に左側頭葉に水琴窟の音が、また、主に右側頭葉にバチカンの鐘の音が、心地よいことが実験の結果判明した。
(iii)風鈴は、一つでは心地よさが十分に感知されないが、異なる3種類の音の重ね合わせにより、主に左側頭葉に、右側頭葉にもある程度、心地よい音であることが確認できた。
(iv)脳に心地よい音を容易に作成する手法として、複数種類の心地よい音を重ねることが有効であることが発見・確認できた。
(v)一つの風鈴の音が脳に心地よいかについては、20歳男性の被験者では検出できなかったが、風鈴を聞きながら育った人の場合については不明である。

5. おわりに

街で聴こえるサイン音と、自作による人にやさしいサイン音とに対よる脳のアルファ波反応を、前頭葉、左右側頭葉において分析して、脳への心地良さを追及した。今後は、より多く音と世代に対して分析を進めることにより、人が聴きたいサイン音を探求していきたい。

参考文献

[1]E. Basar: “Brain Function and Oscillations I: Brain Oscillations. Principles and Approaches”, Springer-Verlag, Berlin, 1998.
[2]遠藤他,「聴覚刺激により誘発される脳の感情応答」, 人間工学 Vol44,No.6, 2008.

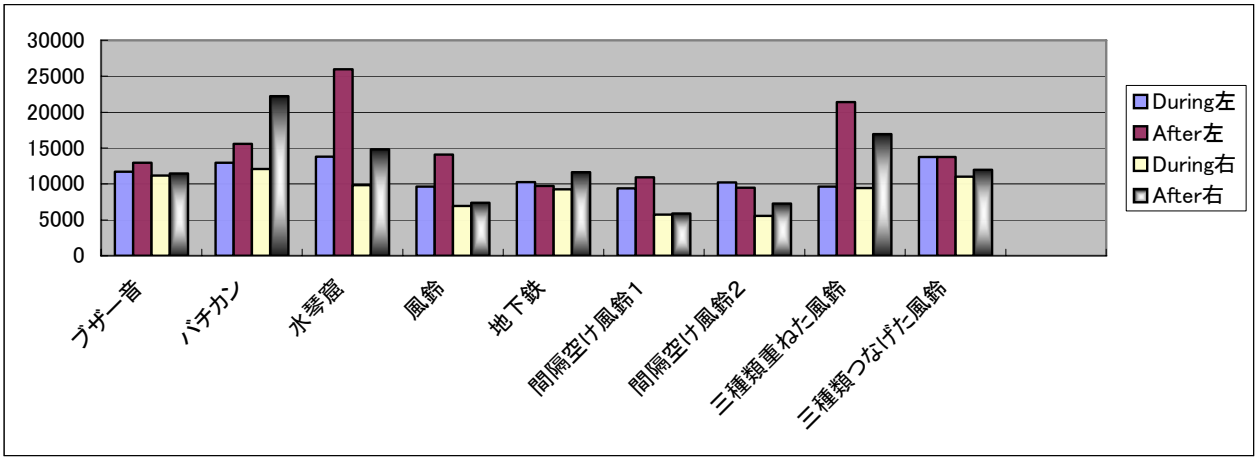


図１． 聴覚刺激に対する左右の側頭葉における脳の感情応答の測定結果

ピエゾフィルムを用いたヒトの触感の推定
皮膚振動検出のためのシステムの開発

○高橋謙介，下村義弘，勝浦哲夫(千葉大学大学院工学研究科)

Estimation of the human tactile sensation with a film-type piezo sensor
Development of the system for the skin vibration detection
Kensuke TAKAHASHI, Yoshihiro SHIMOMURA, Tetsuo KATSUURA
(Graduate School of Engineering, Chiba University)

1．背景

ヒトは，対象を見ずとも触れることによって素材の特性を感じ取り，どのような材質であるかの予測を立てることができる．それは皮膚内部の様々な受容体のはたらきによるものであり，材質の評価に寄与する要素としては「機械変形」「温度」「化学的作用」の 3 種類に分類されるとされている[1]．触覚に関する研究は盛んに行われているが，指紋の凹凸による微細な振動感や弾性体としての圧感など，ヒトの指先にもたらされる複雑な力学的情報を直接計測することは容易ではない．

本研究では，表面材質の特性を評価する要素として，皮膚と材料表面が擦れた際に発生する皮膚の微細な振動を触感の一要因として検出するために，極めて薄くフレキシブルな圧電素材であるピエゾフィルムに着目した．ピエゾフィルムを皮膚と一体となるように指腹に貼付することによって指先の微細な皮膚振動を検出し，ヒトの触感の推定を目指した．

2．目的

本研究では，素材表面を指腹で走査した際に皮膚に生じる微細な振動をピエゾフィルムを用いることによって検出するシステムを構築し，ヒトの触感の特性を明らかにすることを目的とした．

3．実験Ⅰ

3．1．実験方法

実験Ⅰとして，ピエゾフィルムを直接指先に添付することによる皮膚振動の検出方法を検討した．皮膚振動を検出する機構として，厚さ 40μm のコーティング付きピエゾフィルム(DT1-028K:Measurement Specialties Inc)を 12mm×3mm にカットし，コロジオン絆創膏を用いて 4 通りの貼り方で直接指腹に貼付した(図 1)．貼付パターンはそれぞれ ⅰ:指腹の脇に指先にかけて，ⅱ:DIP 関節と平行になるように 1mm 程指先側に，ⅲ:指先に短めにカットして，ⅳ:指先から爪表面にかけて，とした．

増幅回路は計装アンプ INA128 を用いて作成し，交流電源による交流ノイズを避けるために電源は電池式とした．検出する信号が微細であるため，増幅率は G= 1000 と高めに設定した．皮膚感覚受容体の応答周波数を十分上回るために，サンプリングレート5kHz で生体データ集録処理システム(MP150;BIOPAC system, Inc.)によってコンピュータに取り込んだ．

実験試料は①コピー用紙，②サンドペーパー(粒度 120)，③MDF の 3 通りで，それぞれ延べ回数 3 回ずつ測定した．また，より表面の粗さを感じやすいように(ピエゾフィルムに試料が直接触れない範囲で)様々な触り方を許容した．得られたデータの周波数解析を行うことによって試料と指腹面による皮膚振動特性を確認した．

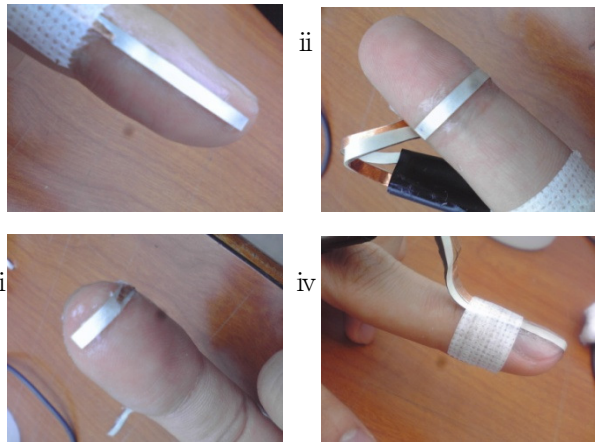


図 1 ピエゾフィルムの貼付パターン

3．2．実験結果・考察

典型的な実験結果のデータを図 2 に示す．結果より振動データは得られたが，それ以外の不確定な要素も多く検出してしまったように見受けられた．これは，指先の走査速度・加速度の変化，動きそのものによる外乱といった要素が主たる影響源であると考えられる．そのため，より正確性を求めるためには指を動かすのではなく試料の方を動かすことが適当であると考えた．また，4 パターンの貼付方法のうち，ⅱの貼り方が最も試料ごとの周波数成分に変化が見られた．

図 2　実験 I FFT 解析を行った振動データの一例

以上の結果を踏まえた上で実験環境を再構築したものを，実験 II とした．

4.　実験 II

4．1.　実験装置

指先に皮膚振動を生じさせる機構として，ベルトの着脱可能なベルトコンベア状の装置を作成した(図 3)．純粋に皮膚と試料による振動データのみを取得するための機構として，先行研究より Meftah ら(2000)[2]の手法を参考にし，指を動かさずに試料の方を動かす装置を作成した．試料は粒度#120，#180，#240 の市販の紙やすり 3 種類とし，輪を描くベルト状に加工した．

また，ベルトの回転速度はフィードバックループ型の DC モータコントローラ(共立電子産業㈱)を用いて被験者自身に制御させることが出来る構成にし，ベルトの回転周期を計測することによって指と試料との相対速度を求めた．

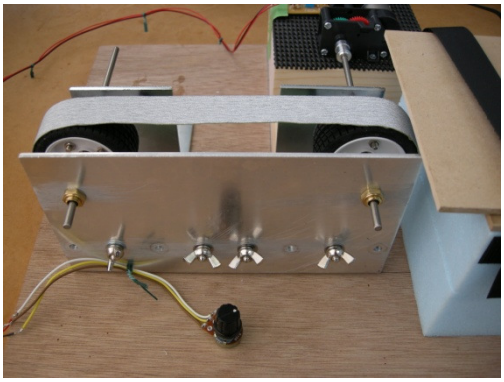


図 3　実験装置写真

4．2.　実験手順

被験者は表面材質を視認しないためにアイマスクを，モーター音からスピードを推定しないためにヘッドホンを着用した．利き手を固定し，示指の指腹がベルト面に軽く触れられるように試料上面に添えた．「最も表面の粗さを鋭敏に感じられる速度」になるように被験者自身に非利き手で自由にベルト速度を調節させ，ベルトの回転開始からタスク条件を満たす速度を探り当てた時点までを試行時間とした．その後ベルト速度を計測し，試料の交換を行う．試料の回転方向を内向き(体幹方向)と外向き(指先方向)の 2 通り設定した．測定項目は，ピエゾフィルムによる皮膚振動の検出，ベルト速度，試行時間．解析方法は，得られた振動データに高速フーリエ変換を行い，周波数特性を確認した．測定項目による相関関係を確認した．

4．3.　実験結果・考察

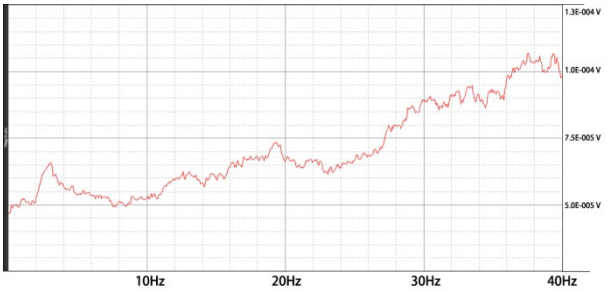


図 4　実験 II FFT 解析を行った振動データの一例

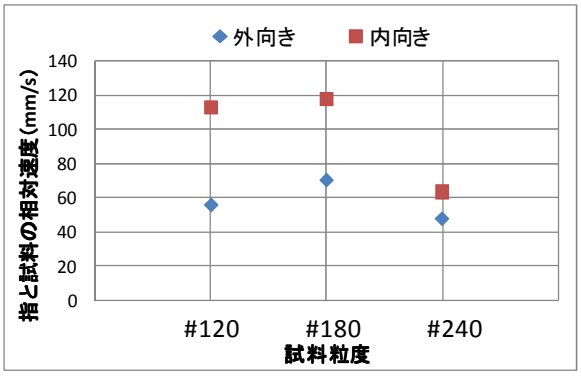


図 5　スピード-試料粒度のグラフ

図 5 にあるように，試料の回転スピードと回転の向き，粒度の関係が特徴的であった．これは，内向きの方が応力の逃げが少ないため摩擦が高くなることが原因として考えられ，また，スピードが増すと皮膚が表面を「捕える」よりも「滑る」という動作に近くなり摩擦が減少する．そのため，最も粗さを感じられる速度は指に対して同程度の摩擦を与える速度とも捕えることができる．今後は摩擦と皮膚振動の関係性をより明らかにし，周波数特性の推移から特徴を見出すことを課題としていきたい．

引用文献

[1]篠田裕之：皮膚の力学的構造に隠れている知能，「『人間における知能の力学的理解』特集号」，システム/制御/情報 ：システム制御情報学会誌，Vol.46，No.1，pp.28-34，2002

[2] Mehdi Meftah et al:Relative effects of the spatial and temporal characteristics of scanned surfaces on human perception of tactile roughness using passive touch ；Experimental Brain Research，Vol.132，No.3，pp.351-361，2000

スプレー缶“らしさ”の評価と把持特性について

○笠松慶子（首都大学東京）、神宮英夫（金沢工業大学）

Sensory Evaluation and Grasping characteristics in Aerosol Spray Cans

○Keiko Kasamatsu (Tokyo Metropolitan University), Hideo Jingu (Kanazawa Institute of Technology)

1. はじめに

現存のスプレー缶は，高さや太さなどのサイズに違いはあるが，それらは内容量に大きく依存しており，使い手の持ちやすさを考慮したものではないことが多い．

本研究では，ヘアスプレー缶に着目し，太さ（径）に関する官能評価および把持に関する定量的評価を行い，ヘアスプレー缶使用時の把持特性を調べるとともに使いやすさに関する知見を得ることとする．

2. スプレー缶らしさと握りやすさの評価

ヘアスプレー缶らしさの評価と円筒部の握りやすさに関する視覚のみの評価および視覚と把持での評価を行い，これらの関係を検討した．

2. 1 方法

手の寸法データとして第三指手長(L1)，手幅(L2)，にぎり内径(r1)を測定した．視覚のみで最もヘアスプレー缶らしいと感じるもの，および最も握りやすそうなものを判断してもらった．次に，実際にスプレー缶の円筒部を握り，5 段階評定尺度にて握りやすさの評価を行った．

2. 2 刺激

42 種類のスプレー缶を径の大きさで分類すると 35，40，45，50，53，58，60，66mm の 8 種類となった．そこで，刺激として，これらの 8 種類のスプレー缶を用いた．缶の上下を隠し，高さがわからないように配慮した．

2. 3 評価者

評価者は，21～23 歳までの男性 10 名，女性 10 名の計 20 名であった．

2. 4 評価結果

手の寸法の測定結果から，円筒物体の把持に影響がある [1]とされるにぎり内径において，男性の方が女性より有意に大きいという結果が得られた（$t(18)=0.0004$, $p<0.05$）．

視覚のみで判断したヘアスプレー缶らしさについては，男性が 45mm，女性が 53mm を最もヘアスプレー缶らしいと評価した（図 1）．女性の方が男性より太い径のものをヘアスプレー缶らしいと感じているという結果が得られた．次に，視覚のみ，および視覚と把持により握りやすさの評価を行った結果は以下の通りであった．男性では，視覚のみによる握りやすさの評価は径 58mm で最も多く，次いで 53mm であった．視覚と把持による握りやすさでは，53mm の評価が最も高く，次いで 45,50mm であった．一方，女性の場合は，視覚のみの評価は，45mm が最も多く，視覚と把持による握りやすさも 45mm が最も評価が高かった．また，径が太くなるにつれて評価は低下していた．

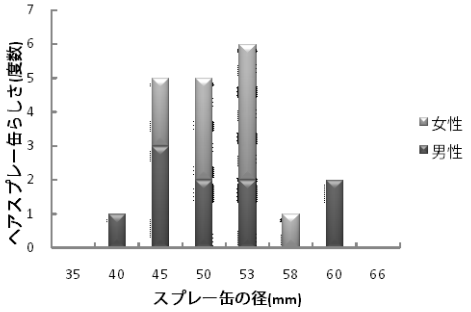


図1 ヘアスプレー缶らしさの評価結果

3. スプレー缶使用時における握りやすさの評価

ヘアスプレー缶使用時の握りやすさの評価を行った．刺激は，男性に対し 45～61mm，女性に対し 37～53mm のそれぞれ 7 種類準備した．評価者は 21～23 歳までの男性 5 名，女性 5 名の計 10 名であった．その結果，男性では 51mm，女性では 43mm を最も握りやすいと評価していた．

さらに，この結果をもとに，男性では 51mm を中心として 9 種類の刺激(45～57mm)を，女性では 43mm を中心として 9 種類の刺激(37～49mm)を用い，21～29 歳までの男性 20 名，女性 20 名の計 40 名を対象に握りやすさに関する 7 項目について 5 段階評価を行った．その結果，男性では 50mm，女性では 44mm で評価の高い項目が多かった．また項目間の相関を検討したところ，男性ではフィット感，ボタンの押しやすさ，使いたいが持ちやすさと関連が強く，女性ではフィット感と使いたいが持ちやすさとの関連が強かった．

4. スプレー缶使用時の把持特性に関する評価実験

ヘアスプレー缶使用時の手指の関節角度と掌にかかる圧力を計測し，握りやすさとの関係を調べた．手の寸法の測定結果より，にぎり内径において男女間に有意差が認められたことから以後男女別に刺激を準備し検討することとした．

4. 1 関節角度測定実験

4. 1. 1 方法

基準値として指を伸ばした状態を 5 秒間保持させた関節の角度の平均値を用いた．課題としては，噴出口を示指で 5 秒間押す作業とした．測定対象は，母指の第一関節，示指・中指の第 2 関節の角度とした．

4．1．2 刺激および実験機材

刺激は，男性について径 45～57mm の 9 種類，女性について径 37～49mmの 9 種類，さらにボタン部分が特異な形状をした 4 種類(W～Z)をそれぞれ加えた計 13 種類を用いた．関節の角度の測定にはシェイプセンサ(Measurand S720)を用いた．

4．1．3 実験参加者

実験参加者は，21 歳から 29 歳までの男性 5 名，女性 5 名の計 10 名であった．

4．1．4 実験結果

中指の角度は，男女共にスプレー缶の径が太くなるに従い小さくなる傾向があった．一方，示指の角度は，男女共にスプレー缶の径との関連は認められなかった．母指の角度は，男性ではスプレー缶の径が太くなるにつれ小さくなる傾向があり，一方女性では大きくなる傾向があった．

4．2 圧力測定実験

4．2．1 方法

掌 11 か所の圧力を計測した．利き手にヘアスプレー缶を持ってもらい，使用する前(噴出口を押す前)と使用中(噴出口を押した状態)の状態をそれぞれ 5 秒間保持する課題を 1 セットとし 5 セットの測定を行った．

4．2．2 刺激および実験機材

刺激については，使用時の握りやすさの評価が最も高かった径と低かった径を用いた．男性では，50mm と 57mm，女性では，44mm と 37mm であった．これらに噴出口が特異な形状をした 4 種類(W～Z)を加えた計 6 種類を用いた．圧力測定には，把持力分布測定システム(ニッタ株式会社)を用いた．

4．2．3 実験参加者

実験参加者は，21 歳から 29 歳までの男性 5 名，女性 5 名の計 10 名であった．

4．2．4 実験結果

男女共に母指先端と中指先端の圧力が高かった．男性の場合(図 2)，使用前に母指先端の圧力が最も高くなり，使用中では示指先端が最も圧力が高い結果となった．女性の場合(図 3)，使用前では男性と同様に母指先端が最も圧力が高くなるが，使用中には示指先端，母指先端，中指先端の圧力が高くなった．また，径の違うものやボタン部分が特異な形状をしたスプレー缶であっても，圧力分布には大きな違いは認められなかった．

5．考察

視覚のみで判断したヘアスプレー缶らしさと円筒部に

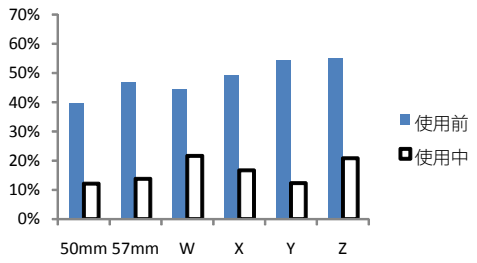


図2 母指先端における圧力測定結果(男性)

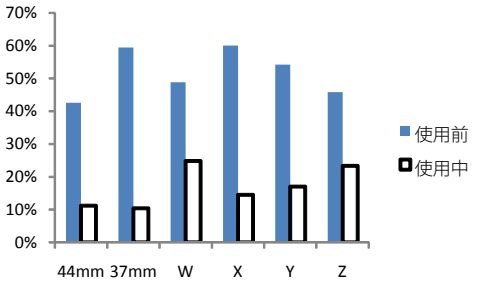


図3 母指先端における圧力測定結果(女性)

おける握りやすさの評価では，男女ともにスプレー缶の径は一致しなかった．一方，視覚のみで判断した握りやすさと円筒部を握って評価した結果は近い径であった．ヘアスプレー缶使用時における握りやすさでは，円筒部の握りやすさより若干細い径を握りやすいと評価された．ヘアスプレー缶に対するイメージは，握りやすさという評価結果から得られた径よりも太い径をヘアスプレー缶らしいと評価している．今回の結果では製品に対するイメージと使いやすさに不一致が起こっている可能性が考えられる．現状では径の大きさは内容量に依存することがあるが，使い手の持つイメージと使いやすさを一致させることは今後の製品への使用欲求を高める可能性があると考えられる．

一方，スプレー缶使用時の把持特性に関しては，母指の角度の変化から，手が小さく握力が弱いと考えられる女性の方が，スプレー缶使用時に母指の関節を曲げることで缶を支え，その補助として，中指先端にも力を入れる必要があることが示された．

6．まとめ

本研究では，ヘアスプレー缶に対する官能評価および把持特性を調べた．ヘアスプレー缶使用時の最適径は約 50mm，女性は約 44mm であることが示唆された．ユーザビリティの側面から検討するとフィット感，母指と中指の圧力及び示指の角度が重要であるといえた．

謝辞 本研究の実施にあたり株式会社マンダムに御協力を得たことについてここに感謝の意を表する．

参考文献

1)八高隆雄 山本圭治朗 堀健一 (2000)． 円筒物体の上げ手握り時の握りやすさの感性評価と手のひらのアーチの関係 日本機械学会論文集(C 編) 202

触れるということを用いた実世界インタラクションの提案

○下平卓也（武蔵工業大学大学院）、森博彦(東京都市大学大学院)

Selectiing a function by the way of holding

Takuya Shimohira (Musashi Institute of Technology),Hirohiko Mori(Tokyo City University)

1　研究背景

日常生活で人が自然に行う、触れるという能動的な行為はモノの温度、質感、手触りなどを感じ、人がモノを使用する際に行う自然な行為である。

人はモノを見て持ち方や触れ方を直感的にイメージすることができ、イメージからユーザはそのモノの機能や情報を引き出そうとしているではないかと考える。触れるという行為がユーザに欲しい情報を与える新しいインタラクションになりうると考えられる。

楓らの研究[1]では行動する際にはモノに触れるという仮説のもと、行動予測をしているが、触れるという行為自体が、ユーザがモノから何か情報を得るためや、機能を使用するために行っている行為ではないかと考えられる。

モノの触れ方に着目することでユーザの意図を把握することができるのではないかと考える。

2　研究目的

ユーザがある機能を思い描き、その持ち方でモノに触れることによりユーザが意図した機能をモノが備えるツールを提案する。

触れて使用するモノは無数にあるので、今回は様々な形状と大きさの存在する楽器という分野で、ユーザがある楽器をイメージして、その楽器の持ち方で触れるとユーザがイメージした楽器に切り替えるデバイスを提案する。

3　関連研究

竹川らの UnitKeyboard は鍵盤を組み合わせることで音の高さを変え、加速度センサを用いて、楽器を 4 種ほど変化させている。これは、触れ方によって楽器が変化するわけではなく、直感的に機能を切り替えられるわけではない。[2]

4　システム

4.1　概要

ユーザはデバイスに触れる。デバイスに触れた際、ユーザはある楽器をイメージし、その楽器の持ち方をしていると考えられる。そして、デバイスはユーザがイメージした楽器の機能となる。

例えば、ユーザがデバイスに触れた際、リコーダの持ち方を意識して触れている場合、デバイスはリコーダの機能を備える。システムイメージとして図 1 に示す。

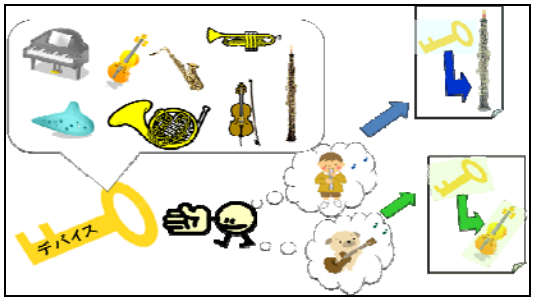


図 1：システムイメージ

本システムでは、ユーザがイメージした楽器の持ち方でデバイスを持つことにより、デバイス自身がイメージ通りの機能を備えることができるようにする。

4.2　構成

デバイスの表面にはボタンスイッチ 45 個(5×9)を敷き詰め、内部に加速度センサを装着する。

ボタンスイッチにより、ユーザがデバイスのどの場所を触れているかを判別し、加速度センサによりデバイスの傾きを判別する。また、デバイスの大きさは縦 10×横 5×厚み 3(cm)を作成した。

図 2 のようにデータはマイコンを通して処理し、パソコンに返す。

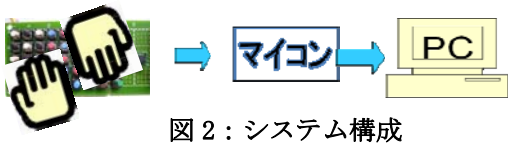


図 2：システム構成

5　予備実験

5.1　実験目的

10 人の被験者に 8 つの代表的な楽器(トランペット、バイオリン、ピアノ、ギター、リコーダ、サックス、太鼓、木琴)の持ち方をイメージさせ、デバイスを持たせる。ユーザが意図した楽器をどの程度判別できるか検証する。

楽器を判別する方法として、試作アルゴリズムを使用する。

5.2　試作アルゴリズム

5.2.1　触れ方判定

ボタンスイッチを□、触れている個所を◎とし、図 3, 4 に示す。敷き詰めたボタンスイッチを座標とおき、スイッチ 3 マス分の範囲内にすべておさまった場合を直線判定とする。

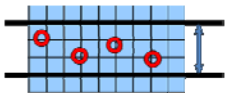


図 3：直線判定

直線判定でないものは、ばらつき判定となる。

同様に 3 マス分の範囲内で斜め直線の判定を行ったものを図 4 に示す。

斜め直線の判定は、P 軸 Q 軸の値の小さい値を始点、大きい値を終点とし直線 A を引き、直線 A と平行にスイッチ 3 マス分の範囲を斜め直線判定とする。

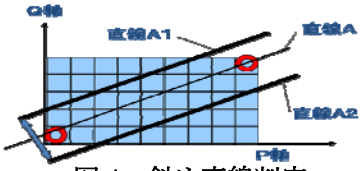


図 4：斜め直線判定

5.2.2　傾き判定

加速度センサにより、3 軸の加速度成分から傾きを判別する。重力が 3 軸のどの成分にかかっているかを得ることで傾きを判別することが可能である。

5.3　実験結果

楽器全体の判定率は 36%であった。

5.4　考察

今回の予備実験では片手でも両手でも持てるようなデバイスを作成したが、1 つのデバイスでは片手で持っているのか、両手で持っているかわからず、楽器自体が両手にモノを持つ楽器もあれば、大きな 1 つの楽器を両手で持つ場合もあるため、それを 1 つのデバイスだけで表現するのは無理があったと考えられる。

そこで、片手に 1 つずつの装置を持たせ、適宜どちらにも対応させることができるようにする必要がある。

その上で、再実験を行い、表面だけではなく裏面にもスイッチを配置することで、持ち方の判定の幅を広げられるのではないかと考えられる。

6　新システム

6.1　システム構成

片手に 1 つずつ装置を持ち、デバイスは片手で持てるサイズとする。

デバイス 1 つの大きさは片手で持て、すべてボタンが押せる大きさとし、縦 10×横 5×厚み 5(cm)を目安に作成する。

6.2　追加アルゴリズム(装置位置判定)

装置を体のどの位置で構えているかを判定する。まず、装置の移動前を初期位置とし、装置を構えるまでの動的加速度を計算することにより初期位置からどのくらい移動したのかを判定する。

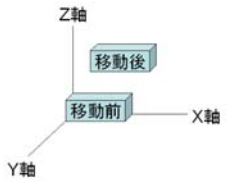


図 5：装置の位置判定

7　今後の展望

新システムを実装し、ユーザがイメージした楽器の持ち方でデバイスに触れてもらい、ユーザが意図した楽器の機能を引き出すことができるか検証していく。

8　参考文献

[1]楓　仁志、山原裕之、野口豊司、島田幸廣、島川博光:“接触物体から個人の行動を認識するための確率的手法”, 情報処理学会論文誌 Mar. 2007

[2]竹川佳成、寺田努、西尾章治郎：さまざまな演奏スタイルに適応可能な電子鍵盤楽器 UnitKeyboard の設計と実装”, コンピュータソフトウェア vol26, No1 Feb2009

デジタルカメラの最適ボタン配置に関する人間工学的研究

○齋藤哲生*,飯島靖博**,畑中晴雄**,下村義弘*,勝浦哲夫*
(*千葉大学大学院工学研究科,**三洋電機株式会社)

Ergonomic research on the most suitable button layout of the digital camera

Tetsuo Saito*, Yasuhiro Iijima**, Haruo Hatanaka**, Yoshihiro Shimomura*, Tetsuo Katsuura*
(*Graduate School of Engineering, Chiba University, **SANYO Electric Co. Ltd)

1. 背景・目的

近年,カメラや携帯電話,携帯音楽プレーヤーなどの小型・薄型化が進行し,操作性の向上が課題となっている. この中でもカメラを操作する際のボタン配置や種類に関して人間工学的な観点から評価している研究はまだ少ない.そこで本研究は箱型デジタルカメラのボタン配置について人間工学的実験を行い,筋負担の観点から最適なボタン配置を求めていくことを目的とした.

2. 方法

2.1. 被験者

手長別に分類した被験者 10 名で実験を行った(手長 16.5cm 以下 3 名,17.4～18.0cm4 名,18.7cm 以上 3 名,男:女=5:5).

2.2. 把持方法・ボタン配置

把持方法は事前に行ったデジタルカメラの持ち方調査の結果に基づいて「手のひらで受けて示指で操作」,「拇指で受けて示指で操作」,「拇指、薬指、小指で挟んで示指で操作」,「手のひらで受けて拇指で操作」,「薬指または小指で支えて拇指で操作」の 5 つに決定した.示指操作時のボタン配置は「上面」,「横斜め」,「前斜め」,「スライド(上面)」,拇指操作時のボタン配置は「上」,「中」,「下」,「スライド(上)」とした.ボタンは全て右手操作とした.これらの把持方法とボタン配置を組み合わせて 30 の実験タスクをとした(図 1).

■片手

操作指	把持方法	示指操作 上面	横斜め	前斜め	スライド(上面)	タスク合計
示指	①手のひらで受ける	○	○	○	○	4
	②拇指で受ける	○				1
	③拇指と薬指、小指で挟む	○	○	○	○	4
						9

操作指	把持方法	拇指操作 上	中	下	スライド(上)	タスク合計
拇指	①手のひらで支えて中指で受ける	○	○		○	3
	②薬指or小指で支える	○	○	○	○	4
						7

■両手 ＊左手は拇指と示指で2点で把持する

操作指	把持方法	示指操作 上面	横斜め	前斜め	スライド(上面)	タスク合計
示指	①手のひらで受ける	○	○	○	○	4
	②拇指で受ける	○	○		○	3
						7

操作指	把持方法	拇指操作 上	中	下	スライド(上)	タスク合計
拇指	①手のひらで支えて中指で受ける	○	○		○	3
	②薬指or小指で支える	○	○	○	○	4
						7

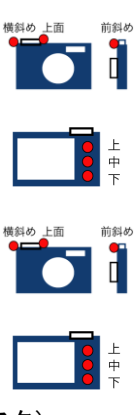


図 1:タスク表(表の○印が実施タスク)

2.3. 実験方法

被験者はモック本体中心にある目印を壁上のターゲットに合わせ,LED の点灯に合わせてボタンを 10 回押した.被験者の立ち位置,姿勢,被験者からターゲットまでの距離(120cm)を統一し,ターゲットの高さを日本人の肩の高さの平均 133cm に設定した.評価機種として 10mm 厚モックを用いて実験を行った.

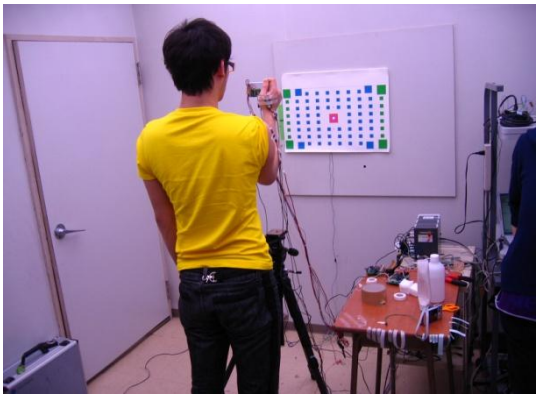


図 2:実験環境

2.4. 計測・解析項目

測定項目は筋負担としてボタンを押したときの筋電図(浅指屈筋,総指伸筋,三角筋,第一背側骨間筋,短拇指屈筋),圧力センサーによるボタン操作時の右手の示指または拇指の圧力,両手操作時の左手拇指圧力,主観評価(ホールド性,安定性,ベスト 1,2,ワースト 1,2)を測定した.筋電位の実効値は Z スコアを用い筋負担の指標とした.

「手のひらで受けて示指で操作」,「手のひらで受けて拇指で操作」,「薬指または小指で支えて拇指で操作」の 3 つの把持方法に関しては,筋負担,右手の示指または拇指の圧力,主観評価で「ボタン配置」,「片手と両手」を要因とした二元配置分散分析,「片手と両手」ごとに「ボタン」についての多重比較検定(Bonferroni)を行った.「拇指で受けて示指で操作」,「拇指,薬指,小指で挟

んで示指で操作」に関しては筋負担,右手の示指または拇指の圧力,主観評価で一元配置分散分析と多重比較検定(Bonferroni)を行った.有意水準は 0.05 とした.

3. 結果

3.1. 筋負担

「手のひらで受けて示指で操作(図 3)」,「手のひらで支えて中指で受けて拇指で操作」,「薬指または小指で支えて拇指で操作」は浅指屈筋,総指伸筋,三角筋においては「片手と両手」の主効果が有意で,両手にすることで筋負担が減少した.背側骨間筋,短拇指屈筋はボタン配置の主効果が有意であった.

示指で操作する場合「スライド(上面)」と「前斜め」で他のボタン配置に比べて有意に筋負担が小さかった.拇指で操作する場合「スライド(上)」と「中」で他のボタン配置に比べて有意に筋負担が小さかった.

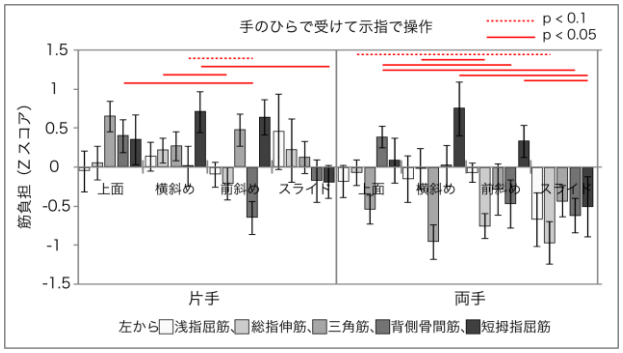


図 3:筋負担結果

「拇指で受けて示指で操作」では「両手 − スライド(上面)」,「両手 − 横斜め」で有意に筋負担が小さくなることがあった.「拇指,薬指,小指で挟んで示指で操作」ではボタン配置に関係なく有意差はなかった.

3.2. 圧力

示指操作時の圧力は「スライド(上面)」で有意に圧力が小さかった.拇指操作時の圧力も「スライド(上)」で有意に圧力が小さかった.また,両手で把持する際の左拇指の圧力で有意差はなかった.つまり,被験者は両手で把持する際に「把持方法」や「ボタン配置」の違いに関係なく左手の拇指の圧力を一定に保っていたことになる.

3.3. 主観評価

片手操作では「手のひらで受けて示指で操作 − 上面」が好まれ,「拇指で受けて示指で操作 − 上面」,「薬指または小指支えて拇指で操作 − 下」が好まれなかった.両手操作では「手のひらで受けて示指で操作 − 前斜め」が好まれ,「拇指で受けて示指で操作 − 横斜め」,「薬指または小指支えて拇指で操作 − 下」が好まれなかった.

4. 考察・まとめ

ボタンはプッシュタイプよりスライドタイプで有意に筋負担が小さかった.これは関節の動く方向の影響があるように思われる.また,スライドタイプではプッシュタイプに比べてボタンの力学的フィードバックがあまりなく,これが小さな筋負担として表れたように思われる.

プッシュタイプだけで比較すると,示指操作で「前斜め」が他の位置に比べて有意に筋負担が小さいことが多かった.これは示指で「上面」のボタンを押す場合,示指を起こす様な姿勢になるため第一背側骨間筋の筋負担が大きくなり,「前斜め」配置にすることにより示指が自然な角度になって筋負担が減った可能性がある(図 4).

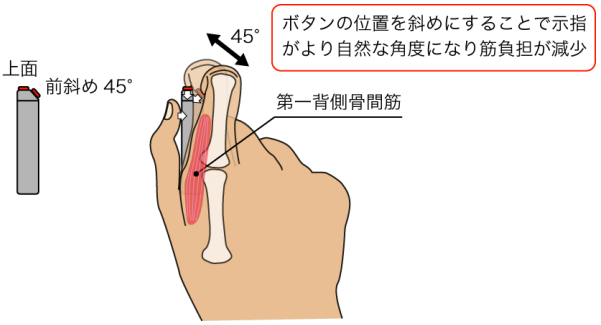


図 4:カメラ上面に対する示指の角度と筋負担

「スライド」は主観評価の結果からは好ましいといえなかった.これは筋の疲労度を主観評価で問わなかったことが原因と思われる.また,スライドタイプではプッシュタイプに比べてボタンの力学的フィードバックがあまりなかったことが被験者には好まれなかった原因だと思われる.

今後はスライドタイプにしっかりと力学的フィードバックを持たせて実験を行う必要がある.また,スライドタイプの「位置」やスライドさせる「方向」を変えて実験を行い,スライドタイプで最適な「力学的フィードバック」,「位置」,スライド「方向」を比較・検討してみる価値があると思われる.これらを人間工学的に研究することで機器の形状やインタフェースなどの改善に役立つと考えられる.

5. 参考文献

1) 徳永裕香:“グリップ角度に焦点をあてたビデオカメラの最適な形状”, 日本人間工学会関東支部第 37 回大会講演集,pp.33-34,2007

[連絡先]
齋藤哲生
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
TEL043-290-3087
E-mail:08tm1118@graduate.chiba-u.jp

運びやすいキャリーバッグの設計ガイドライン

- 運搬車とフレームの位置関係に着目して -

○若生然太　小松原明哲(早稲田大学)

A study of the carry-cart design to realize comfortable usage

- On the relative positions of carrier and frame -

Nenta Wako, Akinori　Komatsubara(Waseda University)

1.はじめに

キャリーバッグはその利便性と手軽さから幅広く用いられている.これはてこの原理を用いた二輪台車の一種であり,荷物の運搬を楽にするツールである.運びやすさのポイントとしては,①引きの重さ,②引きの円滑さ, ③取り回しやすさ等の項目があると考えることが出来,これをキャリーバッグの構成パーツごとに見ていくと図 1 の特性要因図として示すことが出来る.

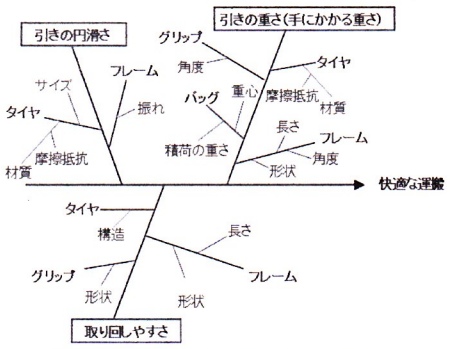


図1.キャリーバッグの特性要因図

フレームは,長さや形状によって運搬者の身体寸法値に対するタイヤとバッグの位置を定める作用があり,運搬者の運搬姿勢にも影響を与える.上記の運びやすさ三項目に対して影響を与える主要なパーツとして考えることができる.そこで本研究ではフレームに着目し,その長さ等を適当に割り付けることによって,自然な姿勢で快適な運搬が行えるという仮定の下,フレームが運搬者に与える効果について検討した.これにより,運びやすいキャリーバッグの設計ガイドラインを検討した.

2.方法

現在広く出回っている,バッグの角にタイヤがあり,そこから直線状にフレームが伸びるタイプのキャリーバッグについて,運搬者との関係を幾何解析する.そして身体寸法値に対するフレームの長さ,重心位置,積荷の重さをパラメータとして固定・変化させ,キャリーバッグを引いたときの運搬姿勢をモーションキャプチャで解析する.またアンケートにより快適さについての評価も得る.

2.1.運搬姿勢

運搬者とキャリーバッグを幾何学的に見た場合,図 2 のように肩峰高,腕,フレームの三本の線の位置関係に集約できる.肩関節の屈曲角度 α [deg],腕とフレームのなす角度 β [deg],地面とフレームの角度 γ [deg]として,これらの関係を解析する.

通常の運搬時には,体の軸より前に手が位置する事はないので,腕を真下に下げて持つとき($\alpha=0$) γ が最小であり,腕とフレームが一直線になったとき γ が最大である.また肩峰高と腕の長さ,フレーム長を固定したとき α と γ は一対一で対応する.

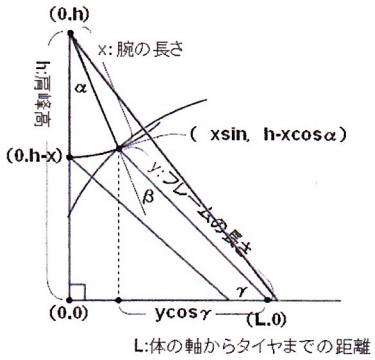


図 2.運搬者とキャリーバッグの幾何学的位置関係

2.2.実験

幾何解析を利用して,タイヤの車軸上に重心が来るような,倒れこみ・跳ね上がりのない理想的なフレーム角度 γ を計測し,これを実現する α を予め算出して,実際の運搬における計測値と比較する.

積荷の位置を自由に変化できるカートを試作し,積荷位置を low＝10cm,high＝50cm,積荷の重さを 0～20[kg]として,フレームの長さを変化させながら被験者に運搬させた.被験者には,積荷の重さと重心位置の各条件でキャリーバッグを引きながら屋内の平坦な通路を直線的に歩いてもらい,その運搬姿勢をビデオカメラとモーションキャプチャで計測した.制約条件としては右手(利き手)で運び,親指が体側に来るようにグリップを下からつかむこととした.

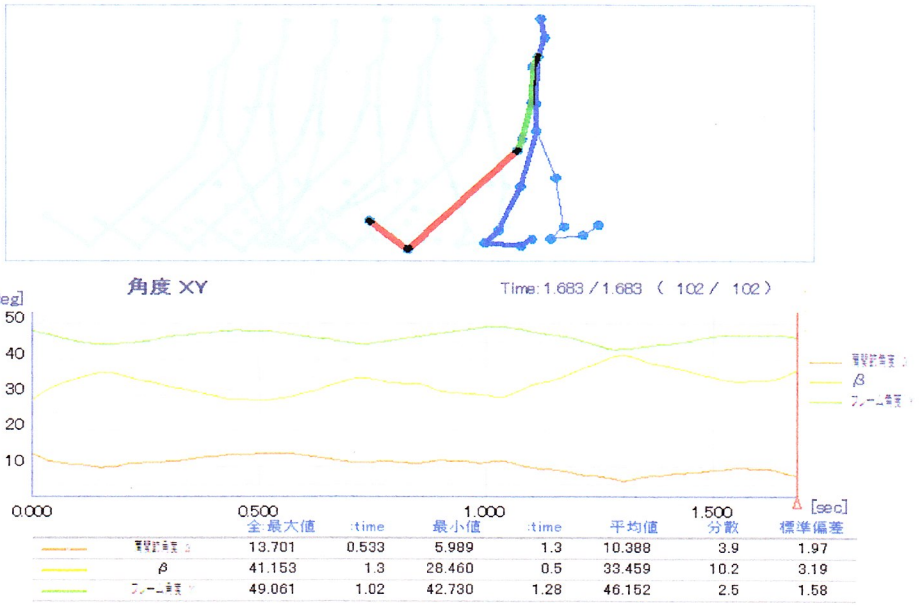


図 3.運搬時の姿勢変化と角度変化

3.結果

モーションキャプチャによると,歩行時に両足が地面に付く瞬間にはフレームが僅かに倒れこみ,逆に地面を蹴って片足が浮く瞬間には僅かに跳ね上がることが分かった(図3参照).またこの変化は肩関節の屈曲角とも連動して起こっていることが分かった.

運搬時のキャリーバッグのフレーム角度の計測値を見ると,倒れこみ・跳ね上がりのない理想的なフレーム角度を実現しようとして運んでいる様子はなく,フレームが跳ね上がる場合には跳ね上がりに耐えながら,またフレームが倒れこむ場合は倒れこみに耐えながら運んでいた.このとき, 肩関節の屈曲角度αとフレーム角度γは積荷の重さ 0kg のときの角度を基準とし,倒れこみ・跳ね上がりの力の大きさによって影響を受けていた.

アンケートによる快適さの評価では,引きの円滑さに関しては,運搬する方向へ倒れこみがある方が安定して運びやすいとのことであった.一方,跳ね上がりがある場合は,前後に振れるため不安定で,引きにくいとのことであった.また引きの重さに関しては,倒れこむ力が大きい場合は重く感じ,また重心位置が低い方が楽であるようであった.

4.考察

引きの円滑さ,引きの重さについて快適と感じさせるフレームは,やや倒れこみをもたせるような形状(例. 湾曲や折れ曲がりをもつ等)で,グリップ位置を重心位置から遠ざけるような長さのフレームということになる.ただし,フレーム長を伸ばす場合は,長さの増加に伴ってフレーム自体の重量が増加することや,段差などで生じる揺れが手元に大きく返ってくることも考慮しなければならない.また本実験では検討しなかった,運びやすさのもう一つの要素である取り回しに関しても,フレームが長くなりすぎない方が良いのは自明であるから,ある身体寸法値に対して,運びやすさ三項目の条件をバランスよく満たすようなフレーム長を設定する必要があるといえる.

5.まとめ

本研究では,キャリーバッグの運びやすさについて,フレームが運搬者に与える効果について検討した.モーションキャプチャの利用とアンケートにより,運搬者とフレームの位置関係から運搬の快適さに効いてくるフレームの効果が明らかとなった.しかしながら,運搬時に肩の屈曲角度がどのような値を取るかについては,実際の運搬時の姿勢を計測することでしか把握することが出来なかった. 今後,被験者を増やし,肩関節の屈曲角度を予測できるようになれば,より詳細な設計ガイドラインを作成することが出来,運搬をサポートする運びやすいキャリーバッグ設計に役立つと考えられる.

参考文献

1) Myung-Chul JUNG 他:「Biomechanical and Physiological Analyses of a Luggage-Pulling Task」, Industrial Health,45,pp756-765,2007

2) 佐藤美紀他:「日常生活行動における身体負荷の物理学的考察 -キャリーバッグ運搬時の肘への負担に着目して-」,愛知県立看護大学紀要,vol.8,pp7-15,2002

手首式血圧計の腕帯圧力分布に関する研究

○彭 春栄、下村義弘、勝浦哲夫
（千葉大学大学院工学研究科）

A study on the pressure distribution of the wrist-type manometer

Chunrong PENG, Yoshihiro SHIMOMURA,Tetsuo KATSUURA
(Graduate School of Engineering, Chiba University.)

1. はじめに

手軽に測定できる手首式血圧計であるが、正確な測定に必要な要素が様々ある。満たされない場合、測定値に影響を及ぼし、日々の血圧管理がしっかりとできなくなる可能性がある。

そこで本研究では、市販の手首式血圧計の腕帯に着目し、要素の中で測定上重要である動脈の適切な圧迫と締め付け具合をユーザがどう感じているかについて 4 タイプの血圧計を代表とし、圧力値、主観評価等の指標を用いて比較評価した。

2. 調査サンプル

腕帯構造に注目して A～D の製品を選出した。

調査サンプルの概観は図1の通りであった。

A:フラップの両端は左右対称で、上下同じ幅で、薄く柔らかい素材がフラップ全体に均等に使われている。

B:フラップの両端は左右対称で、幅は 2 つに分かれており、遠位が細く、近位が少し太めで、厚い硬めの素材が使われている。カフ中央に峰があり、断面が M 型になっている。

C:フラップの両端は非対称で、腹側は硬く、背側は柔らかめの二段階の厚さになり、薄く柔らかい素材が使われている。

D:フラップの両端は非対称で、内側、外側に重なるように向かい合い、厚い硬めの素材が使われている。

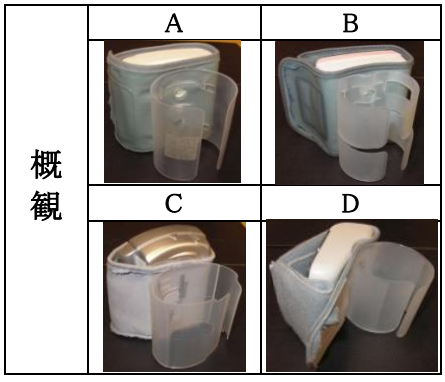


図 1. 調査サンプル

3. 実験1 圧力実験

3-1. 目的

適切な部分がしっかり圧迫されているかどうか、その圧迫強度はどのくらいかを圧力測定を用いて評価した。

3-2. 方法

1)被験者:5 名(平均年齢 24±4)。女性 3 名、男性 2 名。遠位平均手首囲 15.2±1.1cm,近位平均手首囲 16.5±1.1cm であった。

2)測定項目

圧力センサ(イナバゴム(株)製イナストマー)の 8 つのチャンネルを用いて、加圧前や加圧中の腕帯による圧力の平均値の比較や分布の観察により、機種間の差異を考察した。各センサ装着場所は図 2 に示している。

図 2. 各センサ装着場所

3)実験プロトコル

被験者に腕帯装着の練習をさせ、装着方法を理解してもらう。それから被験者が自分にとってぴったりだと感じる巻き加減で腕帯をつけ、加圧前と加圧中の圧力値計測を各機種 3 回行い、計 12 回測定した。

3-3. 解析方法

データ分析は、時間変化を見るため、チャンネルごとの各機種の加圧前の 10 秒、加圧中 10 秒、20 秒、30 秒の圧力値を 10 秒ごとに分析した。機種を要因とした一元配置反復測定分散分析と Bonfferoni の多重比較検定を行った。有意水準は 5%とした。グラフ中で＊は $p<0.05$，＊＊は $p<0.01$ を示す。

3-4. 結果

加圧前は個人差が大きかったため，有意差が見られなかった。加圧中、B 以外の他の機種ではほとんど有意差が見られなかったのに対し、B タイプは加圧中中央部(2、4、5、7ch)では、他機種より有意な高い圧力を示した。この結果より B タイプの M 型部分が手首中央部の腱および動脈の部位をしっかり圧迫していたことが確認された(図 3)。

図 3 のグラフの縦軸は各センサ装着部の加圧力「gf」を示し、横軸は時刻「s」を示す。

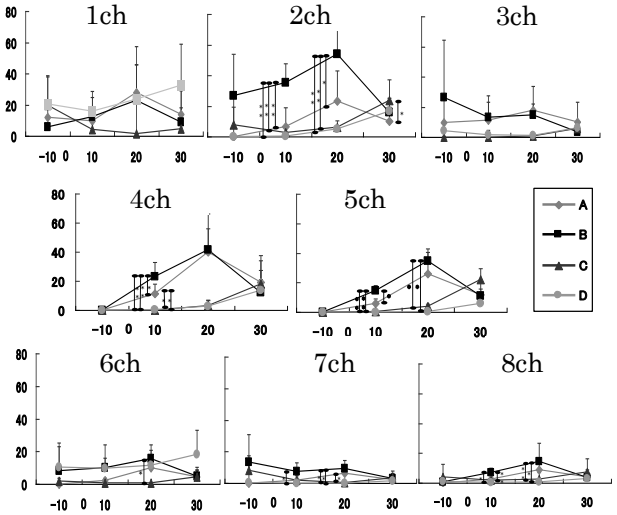


図 3. 加圧力の結果

4. 実験 2　主観評価(VAS 法)

4-1. 目的

腕帯の締め付け感および、その圧迫具合を被験者がどう感じているかについて主観評価を用いて評価した。

4-2. 方法

1)被験者:32 名(平均年齢 26±7 歳)。男性 16 名、女性 16 名。遠位平均手首囲 15.0±1.0cm,近位平均手首囲 16.0±1.0cm であった。

2)測定項目

＜加圧前＞の「腕帯の締め付けによる不快感」、「腕帯の手首へのフィット感」

＜加圧中＞の「腕帯の締め付けによる不快感」

3)プロトコル

被験者に実験内容を説明し、自由に何回も付けてもらい、それから 4 機種それぞれで測定し、主観評価を質問紙に回答してもらった。

4-3. 解析方法

実験1と同様であった。

4-4. 結果

＜加圧前＞

「腕帯の締め付けによる不快感」

B タイプはほかのタイプより有意に不快だった。

A、C、D タイプ間では有意差が見られなかった(図 4)。

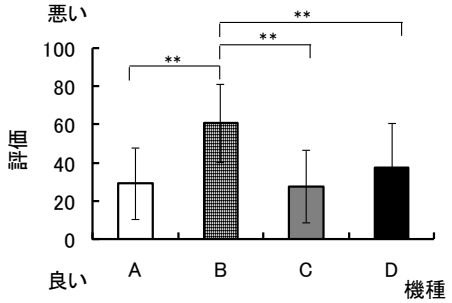


図 4. 腕帯の締め付けによる不快感の結果

「腕帯の手首へのフィット感」

図 5 は手首の断面図および B タイプの平均値を示している。①～⑥は手首の6部位を示している。腕帯の強く当たっていると感じたところを(+1)、ほとんど当たっていないと感じたところを(-1)と評価してもらった。

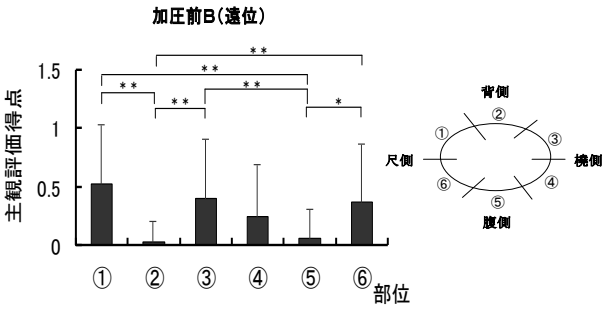


図 5. 腕帯の手首へのフィット感

図 5 を見ると、他のタイプでは、加圧前の遠位での有意差が見られなかったのに対し、B タイプでは遠位に有意差が見られた。尺骨側の①、⑥部位と橈骨側の③部位が②、⑤部位より有意に高かった。このことにより、主観評価で見られる不快感は実験 1 の手首中央部の圧迫に起因するものではなく、左右部分の茎状突起(橈骨・尺骨)に腕帯が当たることに起因していることが示された。

＜加圧中＞の「腕帯の締め付けによる不快感」には有意差が見られなかった。

5. 考察およびまとめ

加圧力と主観評価の結果より B タイプの M 型形状が腱に適正に位置づけられることで、測定上重要な2つの動脈をしっかり圧迫し、正確な測定ができることが確認された。しかし、主観的に不快感が見られ、その原因は腕帯が手首の左右部分の茎状突起に当たるなどの不均等な圧力分布を感じていたためと考えられる。ほかの機種では動脈をしっかり圧迫していることが確認できなかったが、主観的に不快感が見られなかった。そのため、腕帯構造に弾力性やカバー材質などを含めてトータルな改善が望まれる。

「連絡先」
彭春栄
千葉大学大学院工学研究科人間生活工学研究室
〒263-8522　千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33
TEL:043-290-3087
E-mail:sakaeru@hotmail.co.jp

視線解析によるスクリーンキーボードの入力方法の改善

○新開　大樹、山口　卓哉、永井　義満、石津　昌平（青山学院大学）

Improvement of input method for screen keyboard by eye movement analysis

Daiki Shinkai, Takuya Yamaguchi, Yoshimitsu Nagai, Syohei Ishizu (Aoyama Gakuin University)

１．はじめに

近年, コンピュータの普及にともないその操作性も向上しているが, 手や指先が不自由な人間は文字入力時キーボードデバイスでの入力が困難なため, スクリーンキーボードを用いて入力しているのが実状であり, 身体障害者にはまだまだ不便な点が数多く存在する. この場合, 文字入力の負担は入力時間が大きくなるため決して軽いものではなく, 負担改善のための入力時間短縮が必要である.

スクリーンキーボード使用時には入力キーの探索とマウス移動がなされる. そこで, 入力時間短縮の案として, マウス移動距離の短縮が考えられる. キー間の距離が短くなれば入力時間も短くなると考えられるからである. もう一つの案として, キー探索の時間短縮が考えられる. スクリーンキーボードによる入力はキー位置を記憶することが困難であるため, ブラインドタッチができない. キーボードとは異なり, 目でキーを見てから入力する必要がある. 文字探索時における視線移動の研究がおこなわれており[1], 文字の見過ごしなど探索時の視線移動の無駄が指摘されている. 視線移動の無駄を少なくし, 文字発見を容易にできれば入力時間短縮が考えられる.

本研究の目的は負担を軽減するために, 視線移動とマウス移動距離に着目し, 入力時間の短縮を考えるスクリーンキーボードを提案することである.

２．視線移動

文字探索時には視線移動での探索が知られている[1]. 視線移動中の視線運動は大きく停留とサッカードに分けられる[2]. 停留は視線の移動範囲が一定である状態が 0.1～0.3 秒程度続くものである. 文字あるいは画像を認識, 理解する際に生じるものある. 一方, 停留点を変えるときに発生する眼球運動がサッカードである. サッカード中にはほとんど外界を知覚できないという現象が知られている. 視線は一回サッカードが発生すると, 次のサッカードが発生するまでの間一箇所に停留し. それらを繰り返す. 停留とサッカードの定義からスクリーンキーボード上での視線停留中は文字確認, サッカード中は文字から文字への移動と位置づけることができる.

３．マウス移動距離を指標とした改善案

入力時間の短縮のためマウス移動距離の短縮を指針とし自動移動の機能を考える. この機能は文字入力後, ポインタを自動的にスクリーンキーボード上の中心に戻すという機能（以降「自動移動による短縮案」）である. 入力実験として 3 日間で健常者 2 名に一般的なスクリーンキーボード（以降, 通常）と自動移動による短縮案で文字入力時間, マウス移動距離の比較をおこなった. 入力文字は夏目漱石の「こころ」からの一文（ひらがな 54 文字）とした. 結果を表 1 に示す.

表 1　自動移動による短縮案の比較

	入力時間（秒）	停留時間（秒）	サッカード時間(秒)	視線移動距離（pix）	マウス移動距離（pix）
通常	76.7	63.2	12.3	56491.3	9223.5
自動移動	78.7	*68.3	10.3	59994.3	*8522.5

表 1 の通常と自動移動による短縮案のマウス移動距離の値は有意水準 5%で有意であった. マウス移動距離の短縮がなされたといえる. しかし, 入力時間では有意な差はなかった. 視線移動距離, 停留, サッカード時間を確認すると, 視線移動距離と停留時間で自動移動の方が大きくなり, 特に停留時間では意水準 5%で有意な差を得た. 更に通常で停留時間が入力時間の 85.0%を占めていることが分かった. これらの結果から視線移動の短縮, そのための停留時間短縮により入力時間の短縮が必要だと考えられる. そこで視線移動, 停留時間の短縮を新たに指針とし改善を提案した.

４．視線移動を指標とした改善案

文字確認と探索が容易におこなわれ視線移動の停留時間の短縮がされるように，探索時間短縮案として文字を行ごとの色分けし(図 1)，行先頭文字の拡大(図 2)を行った．

色分けによる探索時間短縮案は，色により行ごとを区別している(図 1)．色による区別化で探索物が発見しやすいことが確認されている[1]．行ごとに区別化されていれば文字確認時に少ない文字の確認だけですみ，確認時間も短いと考えられる．なお，色の決定は PCCS 色相環を参考に隣接する行が互いに反発するようなものを選んだ．

先頭文字による探索時間短縮案は，先頭文字を拡大し行位置把握を容易化している(図 2)．文字入力時の特徴的な視線移動として，「え」という文字を入力する時に視線が直接「え」キーに行かず，他キーへの移動後にあ行の先頭文字である「あ」キーを経由してから「え」キーに到着するという動きが確認された．この場合，他のキーへ視線移動することなく，あ行の位置を迷うことなく探索，確認できれば良い．そのためには行位置の把握が容易な方が良い．そこで，行の先頭文字を他の文字より大きくすることで行位置の把握を簡単にし，停留時間短縮をはかる．また，[3]より文字配列による入力時間短縮の効果はないとされているが，先頭文字を拡大した場合，先頭文字が探索，確認され易い方がよいので，先頭文字が一列になるように配列を変更した．

図 1　色分けによる短縮案　図 2　先頭文字による短縮案

これらの案の効果を確認するために，入力実験として健常者 3 名に通常，色分けによる探索時間短縮案，先頭文字による探索時間短縮案で入力時間，視線移動距離，確認時間，探索時間，マウス移動距離の比較をおこなった．入力文字は夏目漱石の「こころ」からの一文（ひらがな 54 文字）とした．結果を表 3 に示す．

表 3　色分けと先頭文字による短縮の比較

	入力時間（秒）	視線移動距離（pix）	停留時間（秒）	サッカード時間(秒)	マウス移動距離（pix）
通常	85.3	67271.3	69.3	16.0	12159.3
色分け	*80.7	*65446.0	*65.0	15.7	11924.3
先頭文字	*79.7	*64582.0	*66.3	*13.3	11743.0

色分けによる探索時間短縮案，先頭文字による探索時間短縮案で通常と有意水準 5%で t 検定を行うと，それぞれで停留時間，視線移動距離に有意な差を得られた．停留時間，視線移動距離の短縮が行えた．入力時間でも有意な差を得られ，短縮効果が確認できた．これら短縮効果のあった 2 つの案を組み合わせた，色分け先頭文字（図 3）と通常で，健常者 4 人で 5 日間の入力時間，視線移動距離，確認時間，サッカード，マウス移動距離の比較実験を行った．入力文字は「いろは歌」とした．

図 3　色分け先頭文字による探索時間短縮案

結果は表 4 である．色分け先頭文字による探索時間短縮案と通常のそれぞれの項目で有意水準 5%の t 検定をおこなった．停留時間，視線移動距離，入力時間で有意差を得られ，13.8%の入力時間の短縮がされた．

表 4　色分け先頭文字による探索時間短縮案の比較

	入力時間（秒）	視線移動距離（pix）	停留時間（秒）	サッカード時間(秒)	マウス移動距離（pix）
通常	66.0	55168.5	51.0	15.7	7234.8
色分け先頭文字	*56.9	*44905.4	*45.3	*12.2	*6508.9

５．結論

スクリーンキーボード使用時の視線解析により，視線運動である視線停留が入力時間に大きな影響を与える事が分かった．また，色分け先頭文字による短縮案使用時の停留時間，視線移動距離の短縮での入力時間短縮で負担を軽減するスクリーンキーボードの提案をすることができた．

参考文献

[1]　神田浩路，和氣典二，高橋博，和氣洋美，「視覚探索時における視線移動に関する研究」中京大学，心理学研究科・心理学部紀要 Vol.6,No2 , (2007)

[2]　大野　健彦,「視線から何が分かるか―視線測定に基づく高次認知処理の解明―」，日本認知科学会「認知科学」9 巻 4 号，pp565-576，(2002)

[3]　邱激文，森本一成，黒川隆夫「タッチパネル用ソフトウェアキーボードにおけるかな配列の実験的評価」，ヒューマンインタフェースシンポジウム 2000 論文集，pp. 251-254，(2000)

医用超音波画像診断装置の操作における人間工学的研究

～医用超音波画像診断装置の筋負担比較～

○鈴木浩之*、齋藤隆由*、下村義弘**、勝浦哲夫**

（*アロカ株式会社、**千葉大学大学院工学研究科）

Ergonomic Study on operation of Diagnostic Ultrasound System

～Muscular stress comparisons of Diagnostic Ultrasound System～

Hiroyuki SUZUKI*, Takayoshi SAITO*,

Yoshihiro SHIMOMURA**,Tetsuo KATSUURA**

(*ALOKA CO.,LTD, **Graduate school of engineering ,Chiba university)

１． はじめに

医用超音波画像診断は、心臓、血管、腹部の臓器などの画像を安全に撮影して診断する手法として、発展を遂げてきた。典型的な検査場面において検査者は、装置とケーブルを介してつながっている探触子を片手に持ち、診断内容に応じて患者のさまざまな身体部位に探触子を押し当てる。装置ディスプレーの画像を頼りに探触子の位置と角度を調節して患部を探す。患部が同定されたら探触子を押しつけたまま保持しつつ、もう片方の手で操作パネルを操作して画像の記録や計測を行う。種々の人間工学的条件によって負担の大きい不自然な姿勢となりやすい作業である。実際、欧米では、検査者に筋骨格系障害が発生しているとの報告がある。そこで我々は、筋負担が少ない、すなわち筋疲労を抑えることで障害が起こりにくい医用超音波画像診断装置の研究を行ってきた。そして、これらの研究成果を新製品に盛り込んだ。その有効性を検証するために、現行機種との比較を行った。

2. 方法

実験には、新製品 Prosound α6 と現行機種を用いた。Prosound α6 は、現行機種に比べ、操作パネル高さが低減化、筐体がコンパクト化されており、また、タッチパネルが採用されている。(図 1)

2-1. 被験者

筋骨格系障害の罹患歴のない男女の超音波検査士 9 名が実験に参加した。平均身長は、160cm(152～169cm、SD4.9cm)であった。

2-2. タスク

椅子には、膝内角度 90° で着座し、操作パネル高さは、調整可能なものについては肘の高さに合わせた。操作パネルと体幹との距離も規定した。

図 1　Prosound α6

ベッドには患者役を寝かせ、そのベッドの高さは、探触子をあてた際、体幹からの距離を規定し、肘が水平になる高さとした。この状態において、予め決めた最も基本的な腹部検査作業と心臓検査作業を標準タスクとした。タスクは実行手順が複雑なため、補助者が操作内容を教示した。また、装置順序は、被験者ごとに交互とし、順序効果を相殺した。なお、タスクは、いずれの装置も腹部、心臓の順で行った。

2-3. 測定指標

タスクに特に関連する５つの筋(左僧帽筋、左総指伸筋、左浅指屈筋、左脊柱起立筋、右三角筋)とした。測定終了後各筋について 100%MVC 発揮時の筋電位を取得し、その RMS 値でタスク中の筋電位を比率化した%MVE 値を筋負担指標とした。また、ゴニオメータにより左手関節角度を測定した、VAS 法による操作しやすさの主観評価は、各標準タスクに含まれるサブタスクごとに行った。データ収録には、データ収集・解析システム(Biopac Systems, inc.,MP-150)を用いた。統計解析は、Micrsoft Excel 関数を用いて対応のあるｔ検定を行った。

3. 結果

3-1. 筋負担

左総指伸筋を除き、左僧帽筋、左浅指屈筋、右三角筋、左脊柱起立筋の筋負担は、腹部、心臓操作いずれも Prosound α6 が現行機種に比べ、ほとんど有意に低かった。(図 2)

3-2. 左手関節角度

腹部、心臓操作いずれも Prosound α6 が現行機種に比べ、有意に背屈していた。(図 3)

3-3. 主観評価

腹部、心臓操作いずれも Prosound α6 が現行機種に比べ、有意に高かった。(図 4)

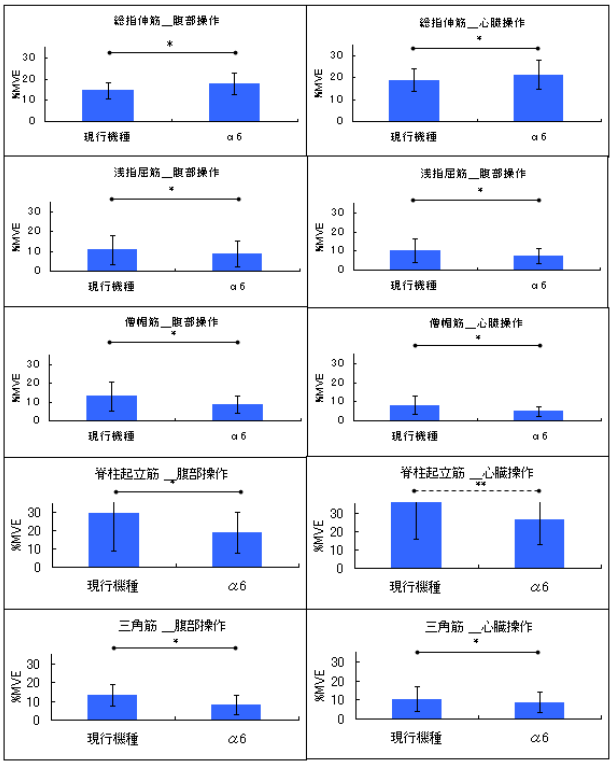


図 3.　筋負担結果(:p<0.1*:p<0.05)**

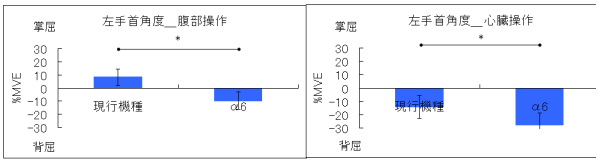


図 4.　左手首関節角度結果(*:p<0.05)

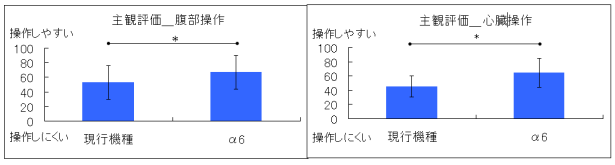


図 5.　主観評価結果(*:p<0.05)

4. 考察

研究成果から操作パネルの高さの低減化を行い、それと共に筐体をコンパクト化、タッチパネルを採用したことにより、現行機種に比べ以下の効果を期待した。

・より負担の少ない姿勢が得られる
・操作時間の減少
・検査者から操作パネルまでの距離が短くなる

左総指伸筋を除いた筋電図、主観評価のいずれにおいても Prosound α6 が改善されたのは、上記のことが寄与したと考えられる。これらにより、操作性が向上したといえる。

全試行において、唯一左総指伸筋のみ改善されなかったが、これについては「操作パネルの高さの低減化」及び「タッチパネルの採用」の影響が考えられる。「操作パネルの高さの低減化」、「タッチパネルの採用」により、左手関節が現行機種より背屈したためと考えられる。これは、左手関節角度の結果から裏付けられる。左総指伸筋に影響を与えると思われる要素については、検討が必要と考えている。

なお、「タッチパネルの採用」は、操作ボタンの減少、カスタマイズの容易さに寄与し、操作時間の減少などが期待できる。

5. まとめ

本研究では、医用超音波画像診断装置操作者の身体的負担を考慮し、新たに開発された Prosound α6 を、現行機種と比較した。

その結果、殆どの主動筋の筋負担と主観評価いずれにおいても現行機種と比較して改善された。このことから、Prosound α6 は、より検査者の身体的負担が減少し、使い勝手が向上していると考えられる。検査者の身体的負担が減少すなわち疲労の減少から、より筋骨格系障害が起こりにくくなると考えられる。また、短時間で正確な検査が可能となることにより、患者の負担が減ることが予想される。さらに、筋骨格系障害による技師職業人口の減少の抑制につながり、患者の検査機会の増進にもつながると考えられる。

[連絡先]
鈴木　浩之
アロカ株式会社　デザインセンター
〒198-8577　東京都青梅市今井 3-7-19
Tel:0428-32-3726
E-mail: suzu1912@aloka.co.jp

医用超音波画像診断装置の操作における人間工学的研究

～新しい探触子形状の提案～

○岡庭美紀*，鈴木浩之**，齋藤隆由**，下村義弘***，勝浦哲夫***

（*千葉大学工学部デザイン工学科意匠系人間生活工学研究室，**アロカ株式会社，

***千葉大学大学院工学研究科）

Ergonomic study on operation of Diagnostic Ultrasound System

～Approach to the new probe design～

Miki OKANIWA*,Hiroyuki SUZUKI**,Takayoshi SAITO**,Yoshihiro SHIMOMURA***,Tetsuo KATSUURA***

(*Faculty of Engineering, Chiba University, **ALOKA CO.LTD,

***Graduate school of Engineering ,Chiba university)

1. はじめに

現在の超音波診断装置は人間工学的な視点から作られていないものが多く，超音波診断技師は日々の業務により，肩こりなどに悩まされている．そこで，超音波診断装置の中でも診断に欠かせない探触子について研究を行い，筋負担の少ない使いやすい探触子の形状を提案する．

2. 実験 1

探触子による筋負担の比較実験を行った．2 種類のタスクを行い，総指伸筋,浅指屈筋,尺側手根伸筋,第一背測骨間筋の筋負担を測定した．タスク後に主観評価を行った．

図 1. 実験 1 で使用した探触子

実験 1 の結果，コンベックス型(C 型)がリニア型(R 型)やセクタ型(S 型)よりも筋負担が小さく，主に総指伸筋に有意差がみられた．このことから,C 型のような把持部が必要であることが確認された．

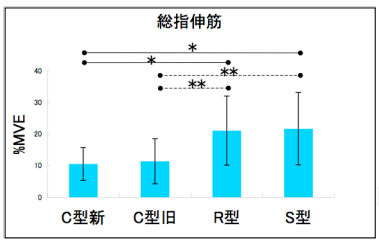


図 2. 総指伸筋の筋負担比較のグラフ
（*:p<0.05, **:p<0.1）

3. 実験 2

実験 1 の結果から適切な把持部を有する形状が重要であるとわかったため，実験 2 では様々なバリエーションのモックアップを作成し，現行の製品との筋負担比較実験を行った．

3-1. 方法

実験では現行の製品と作成したモックアップを用いてタスクを行った．被験者は 1 つの探触子について 2 つのタスクを行い，タスク後に主観評価を行った．

図 4. 比較した探触子
(C 型旧は参考のみ)

3-2. 被験者

被験者は健康な成人男女 9 名(男性 5 名，女性 4 名)が実験に参加した．

3-3. タスク

タスク 1 は，押し力 1.5kgf で探触子を鉛直に維持したまま，60bpm のメトロノームに合わせて並進運動(前後左右前後左右，各 10cm)を行った．タスク 2 は，押し力 1.5kgf で探触子を鉛直に維持したまま，60bpm のメトロノームに合わせて回転運動(4 拍で時計回りに 180°, 4 拍で反時計回りに 180°)を行った．9 種類の探触子の順番はランダムだが，タスクの順番は 1→2 と固定して実験を行った．

また，探触子を押し付ける台の高さは肩外転 45°，肘 90°になるように設定し，探触子を押し付ける台および探触子を握る手にゼリーを塗布し，滑りやすい状況で実験

を行った．

タスク，主観評価終了後に最大筋力を測定した．

3-4．測定項目

MP150ACE(BIOPAC System)，アクティブ電極(TSD150B，BIOPAC System)を用いて総指伸筋，浅指屈筋，尺側手根伸筋，第一背側骨間筋(測定筋は全て右腕)の筋電図を測定した．主観評価(操作しやすさ)は VAS レベルメータを用いて行った．

3-5．解析方法

筋電図はタスク時の筋電位の実効値を最大随意収縮時の筋電位(MVE)の実効値で相対化して%MVE を算出した．

それぞれの測定項目において探触子について一元配置反復測定分散分析と多重比較(Bonferroni)を行った．有意水準は 5%とした．

3-6．結果

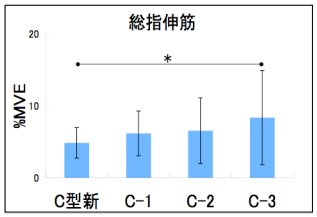


図 5．筋負担結果(*:p<0.05)

○コンベックス型

タスク 1 では総指伸筋と第一背側骨間筋について現行の製品の筋負担が有意に小さいという結果が見られた．

タスク 2 では第一背側骨間筋において，C-1 の筋負担が有意に小さくなった．

主観評価では探触子間に有意差は見られなかった．

○セクタ型

現行の製品よりも S-1,2,3 の筋負担が有意に小さいという結果が得られた．また，タスク 1 における総指伸筋の筋負担比較では，S-1,S-2,S-3,現行の製品の順で筋負担が小さいということ等が明らかになった．

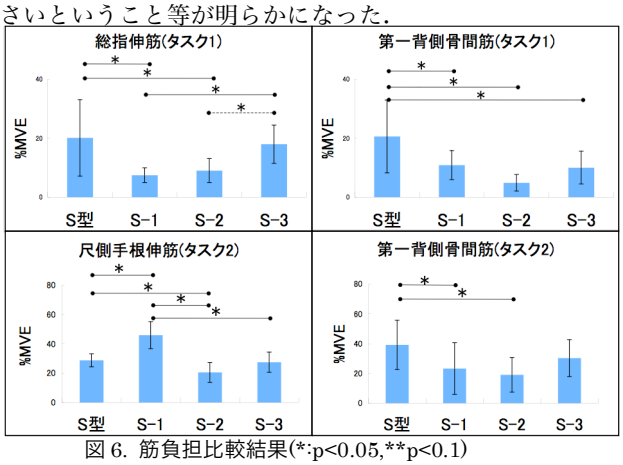


図 6．筋負担比較結果(*:p<0.05,**p<0.1)

主観評価では S-2,S-1 の順に操作しやすいという結果になった．

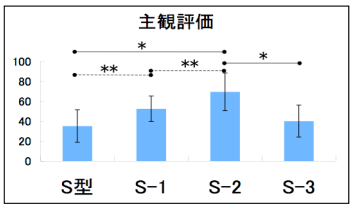


図 7．主観評価
(*:p<0.05, **p<0.1)

3-7．考察

C 型において，提案したモデルの筋負担が大きくなってしまったのは，現行の製品とモックアップでの摩擦の違い(現行製品平均 μ =0.114, モックアップ平均 μ =0.068)に原因があるのではないかと考えられる．またタスク 1 の総指伸筋における C-3 の筋負担が高いのは不均一な姿勢のためと考えている．

セクタ型において，提案した全てのモデルの筋負担が有意に小さいという結果になったのは，より自然な形で把持できるよう考えられていたからだと思われる．

タスク 1 の総指伸筋，尺側手根伸筋において S-3 の筋負担が他のモデルよりも高いのは，形状が従来型と似ているためと考えている．第一背側骨間筋において案 2 の筋負担が低いのは，持ち方が他のものと異なり，より自然な姿勢で把持できるためと考えている．

タスク 2 の総指伸筋，第一背側骨間筋において S-2 の筋負担が低いのは，これも上記と同様で持ち方が他のものと異なるためと考えている．

S-1 が尺側手根伸筋において筋負担が高いのは，元々回転を想定していない形状であるためと考えている．

4．まとめ

2 回の実験から，自然な形で握ることができる探触子は負担が少ないということがわかった．今後は，実験結果からより負担が小さくなる要素を抽出し，成績の良かった S-2 にその要素を集約しモックアップのブラッシュアップを行いたいと考えている．また，C 型については，摩擦の関係などを踏まえながら，モックアップの良い部分を 1 つの集めるようブラッシュアップしたいと考えている．

［連絡先］
岡庭 美紀
千葉大学工学部デザイン工学科意匠系
〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33
TEL：043-290-3087
E-mail：z6t0118@students.chiba-u.jp