2012年度
一般社団法人日本人間工学会
関東支部第42回大会
講演集

Proceedings of the 42nd Annual Meeting of Kanto-Branch,

Japan Ergonomics Society

テーマ
共生社会を拓く人間工学

開催日　2012年12月1日（土）、2日（日）

会　場　埼玉県立大学

埼玉県越谷市三野宮820

大会長　徳田　哲男

共　催　公立大学法人埼玉県立大学

目　次

大会長挨拶 ..... Ⅲ
事務局からのご案内 ..... Ⅳ
大学の案内 ..... Ⅵ
大会スケジュール・プログラム ..... Ⅷ
抄録
　地域公開講座 1
　特別講演 7
　企画セッション
　　企画セッション１ 11
　　企画セッション２ 25
　　企画セッション３ 33
　　企画セッション４ 45
　一般講演
　　１日目（12月１日） 53
　　２日目（12月２日） 115
企業広告 171
協賛団体 173
索引 174

大会長挨拶

会員の皆さまにおかれましては、益々ご健勝のこととお喜び申し上げます。

さて、日本人間工学会関東支部第42回大会が、埼玉県立大学（越谷市）で開催されることになりました。過去の保健医療福祉系大学の開催では、第30回大会（国際医療福祉大学）以来となります。

本大会では「共生社会を拓く人間工学」をコンセプトとして、特別講演「身体を研ぎ澄ました街と環境の観察・発見法：小林茂雄（東京都市大学）」、企画セッション4件「人間工学はどのように活用されているか？」「薬物治療の危機管理に貢献する技術」「ソーシャルセンタードデザインを考える」「視覚と人間工学」、一般演題57件を予定しております。また、一般の方々とりわけ若い世代へ人間工学の関心を高める企画として地域公開講座「人間工学へのご招待―マンホールの蓋はなぜ丸い？」も日本人間工学会との共催により開催することに致しました。なお、大会第一日目には、関東支部大会の恒例ともなりました卒業研究発表会（第18回）も同時開催しておりますので、学生諸君への温かいご指導をお願いいたします。

本学は1学部（保健医療福祉）5学科（看護・理学・作業・社会福祉・健康開発）、学生数も2000名弱という、歴代の関東支部大会開催校に比べると小規模大学であります。そこで、運営方針としては、マイナス要因を減らしてゆく“ユーザビリティ”の向上に力点を置くことで、ご来学の皆さまが気持よく本学でお過ごしできるよう、“おもてなしの心”を合言葉に大会運営に臨んでまいります。

ここ越谷の地でも、木枯らしが吹きすさぶ季節となりましたが、大会事務局一同、会員の皆様方のご参加を、心より歓迎いたします。

日本人間工学会関東支部第42回大会
大会長　徳田哲男

事務局からのご案内

1．参加費・懇親会費

■「事前参加申し込み」済みの方

正会員（協賛学協会会員を含む）	5,000 円
学生（学部・大学院生）	1,000 円
非会員	6,000 円
懇親会	3,000 円

■「当日参加」の方

正会員（協賛学協会会員を含む）	6,000 円
学生（学部・大学院生）	2,000 円
非会員	7,000 円
懇親会	4,000 円
＊論文集のみ	2,000 円

お願い
・当日のお支払いは、なるべく釣銭の必要がないようにご用意ください。
・学生の方は、必ず学生証をご提示ください。
・懇親会に参加される方は、当日受付でお支払いをお済ませください。
（事前登録済みの方でお支払いが未納の方を含む）

2．受付

■受付時間

12 月 1 日（土曜日） 9：00 － 16：00　　12 月 2 日（日曜日） 9：30 － 12：00

■受付場所

埼玉県立大学北棟２階（出入口から２つ目の階段を上がり、２階にお出でください）

■受付方法

○事前に参加登録を済ませている方も、必ず受付にお越しください。
○大会参加者と卒業研究発表会参加者の受付は、受付で所定の手続きを済ませてください。
○受付にて大会講演集および卒業研究発表会講演集、名札をお渡しします。名札はネームホルダーをご利用ください。
○クロークのご用意はしておりませんが、必要があればお荷物をお預かりいたします。受付でお尋ねください。

3．懇親会

○ 12 月 1 日（土曜日）16：30 より、カフェテリアにて行います。
○学生サークルによる演奏などの催しも予定しております。参加者の皆様とのご歓談でお過ごしください。

4．その他

■食堂

○学会期間の２日間ともに、カフェテリアにて、ランチ定食や麺類などをご提供いたしております。

○大学周辺には食事場所が少ないため、カフェテリアのご利用をお勧めします。

12月１日（土曜日）　11：30－14：00　　12月２日（日曜日）　11：30－13：30

■休憩室

○北棟２階 207・208 小講義室が休憩室となります。併設で機器展示も行っております。

○ソフトドリンクや温かい飲み物などもご用意しておりますので、ぜひお立ち寄りください。

お願い　・敷地内での喫煙はできません。

5．連絡事項

【発表者の方へ】

○発表時間は、発表 12 分間、質疑応答３分間の計 15 分です。時間厳守にてお願い致します。

○発表時間の経過を 10 分で１鈴、12 分で２鈴、15 分で３鈴を合図としてお知らせします。

○会場設置のＰＣは、OS は Windows7（Microsoft PowerPoint 2010）をご用意します。

○音声を使用される方は、発表会場でお申し出ください。

○発表用ファイルを USB メモリーに保存してご持参した方は、発表前に、受付において必ずウィルスチェックをお願いします。

○会場での液晶プロジェクタとの接続にはアナログ RGB ケーブル（ミニ D-Sub15 ピン）をご用意します。

○持参されるＰＣによっては専用のアダプタが必要ですので、必ずご持参ください。

○会場設置のＰＣを使用する方は、発表までに、発表用データをデスクトップ画面に保存してください。

＊デスクトップ画面に保存したデータは、学会本部が責任をもって消去いたします。

【座長の方へ】

○座長の皆様は、ご担当のセッションの 30 分前までに受付にお越し下さい。

○発表セッション時間内にすべての発表が終了できますようご協力をお願いいたします。

【お問い合わせ】

埼玉県立大学　鈴木玲子

〒343-8540　埼玉県越谷市三野宮 820

Tel/Fax　048(973)4705

e-mail　suzuki-reiko@spu.ac.jp

大学の案内

■ 交通のご案内

東武スカイツリーライン「せんげん台駅」下車、西口より徒歩 20 分

埼玉県立大学　所在地

〒 343-8540
埼玉県越谷市三野宮 820 番地

■ せんげん台駅―埼玉県立大学間　バスのご案内

【バス停】

せんげん台駅西口から左方向にお進みください。
「TOBU 食鮮市場」の前から、「埼玉県立大学」
行きのバスをご利用ください。

【所用時間と料金】

5 分（徒歩では約 20 分）
片道 170 円
※タクシーの乗降場
　せんげん台駅西口のロータリー正面

せんげん台発

時	土日祝祭日
6	40 58
7	16 35 54
8	15 35 55
9	15 25 35 45 55
10	05 15 25 35 45
11	00 21 41
12	01 20 40
13	00 20 40
14	00 20 40
15	00 25 45
16	05 20 30 40 50
17	00 10 25 35 45 55
18	05 15 25 45
19	05 15 35 55
20	15 40
21	0

埼玉県立大学発

時	土日祝祭日
6	30 48
7	06 25 45
8	05 25 45
9	05 25 35 45 55
10	05 15 25 35 45 55
11	10 31 51
12	11 30 50
13	10 30 50
14	10 30 50
15	10 35 55
16	15 30 40 50
17	00 10 20 35 45 55
18	05 15 25 35 55
19	15 25 45
20	05 25 50
21	10

会場全体図（埼玉県立大学）

会　場　案　内　図

＜ 北棟3F：講座・講演・企画セッション ＞

＜ 北棟2F：受付・発表会場 ＞

＜北棟1F＞

大会スケジュール・プログラム

大会１日目　12月1日（土）受付：9時00分～（2階）

	A会場（346）	B会場（344）	C会場（345）	委員会等（205）	D会場（210）	E会場（211）	F会場 卒研発表会1（343）	G会場 卒研発表会2（203-204）	事務局（206）	展示（207・208）
9:00		9:00 受付開始								
10:00		10:00～12:00 企画セッション1 人間工学はどのように活用されているか？－認定人間工学専門家の実践事例紹介	10:00～12:00 企画セッション2 薬物治療の危機管理に貢献する技術		10:00～10:45 視覚（土D1）	10:00～10:45 VDT（土E2）	10:00～10:50 学習・作業（卒F1）	10:00～10:50 高齢者ケア（卒G1）	学会事務局 パワーポイント受付	企業展示 休憩室
11:00					11:00～12:00 ユーザビリティ1（土D3）	11:00～12:00 安全（土E4）	11:00～12:00 コミュニケーション（卒F2）	11:00～12:00 情報デザイン（卒G2）		
12:00				12:20～13:00 支部委員会	12:00～14:00 休憩		12:00～13:00 休憩			
13:00			13:10～13:50 支部総会				13:00～13:50 マテリアル（卒F3）	13:00～13:50 感覚・生理（卒G3）		
14:00	14:00～15:30 地域公開講座 人間工学へのご招待 マンホールの蓋はなぜ丸い？				14:00～15:00 デザイン（土D5）	14:00～15:00 医療1（土E6）	14:00～15:00 安全確保（卒F4）	14:00～15:00 インタフェース（卒G4）		
15:00					15:10～16:10 感覚・認知1（土D7）	15:10～16:10 自動車（土E8）	15:10～16:10 交通（卒F5）	15:10～16:10 睡眠・休息（卒G5）		
16:00					移動					
17:00					16:30～18:00 懇親会（食堂）					
18:00										

大会２日目　12月2日（日）受付：9時30分～（2階）

	A会場（346）	B会場（344）	C会場（345）	予備（205）	D会場（210）	E会場（211）	事務局（206）	展示（207・208）
9:30		9:30 受付開始						
10:00		10:00～11:30 特別講演 身体を研ぎ澄ました街と環境の観察・発見法			10:00～10:45 動作（日D9）	10:00～11:00 生体（日E10）	学会事務局 パワーポイント受付	企業展示 休憩室
11:00					11:15～12:00 感覚・認知2（日D11）	11:15～12:00 操作（日E12）		
12:00					12:00～13:00 休憩			
13:00		13:00～15:00 企画セッション3 ソーシャルセンタードデザイン（SCD）を考える	13:00～15:00 企画セッション4 視覚と人間工学		13:00～14:00 医療2（日D13）	13:00～14:00 姿勢（日E14）		
14:00					14:10～14:55 福祉（日D15）	14:10～14:55 ユーザビリティ2（日E16）		
15:00								

12月1日（土） 14：00〜15：30　A会場

地域公開講座

人間工学へのご招待　マンホールの蓋はなぜ丸い？

徳田　哲男（埼玉県立大学）

司会　青木　和夫（日本大学）

共催　日本人間工学会

12月2日（日） 10：00〜11：30　B会場

特別講演

身体を研ぎ澄ました街と環境の観察・発見法

小林　茂雄（東京都市大学工学部建築学科）

司会　徳田　哲男（埼玉県立大学）

12月1日（土） 10：00〜12：00　B会場

企画セッション1

人間工学はどのように活用されているか？－認定人間工学専門家の実践事例紹介

人間工学専門家認定機構

12月1日（土）10：00〜12：00　C会場

企画セッション2

薬物治療の危機管理に貢献する技術

定本　清美（東邦大学薬学部）他

12月2日（日） 13：00〜15：00　B会場

企画セッション3

ソーシャルセンタードデザイン（SCD）を考える

アーゴデザイン部会

12月2日（日）13：00〜15：00　C会場

企画セッション4

視覚と人間工学

感性情報処理・官能評価部会

10：00～10：45　D会場

視覚　座長：三澤　哲夫（千葉工業大学）

土D1-1　三次元映像視聴が眼球運動に及ぼす影響～3D-HMDと3D-TVの比較～
○箱山　翔[1)]、三澤　哲夫[2)]
1)千葉工業大学大学院工学研究科、2)千葉工業大学

土D1-2　単眼シースルーHMD使用時の眼球運動特性
○田沼　和泰[1)]、福田　雄介[2)]、中西　美和[1)]
1)慶應義塾大学、2)ブラザー工業

土D1-3　ＬＥＤ照明の瞳孔径反応における劣加法性評価
○石橋　彰吾、下村　義弘、勝浦　哲夫
千葉大学大学院工学研究科

10：00～10：45　E会場

ＶＤＴ　座長：石田　敏郎（早稲田大学）

土E2-1　異なる音楽環境が文章入力作業へ与える影響に関する研究
○門間　政亮
山形厚生看護学校

土E2-2　精神作業中の休息の裁量権がパフォーマンス及び主観的負担度へ及ぼす影響
○劉　欣欣[1)]、東郷　史治[2)]、高橋　正也[1)]、久保　智英[1)]
新堀　友紀[3)]、石橋　圭太[3)]、岩永　光一[3)]
1)独立行政法人労働安全衛生総合研究所、2)東京大学大学院教育学研究科
3)千葉大学大学院工学研究科

土E2-3　WebカメラPC等の携帯端末におけるVDT症候群予防のための瞬きを促すアプリケーションの提案
○鶴岡　浩平[1)]、戸田　健[2)]、鄭　一[3)]
1)日本大学大学院理工学研究科、2)日本大学理工学部、3)鄭一診療室

11：00～12：00　D会場

ユーザビリティ１　座長：大内　啓子（日本色彩研究所）

土D3-1　寝たきり、電動車いすユーザの生活を支える環境制御装置の展望
○大津　慶子
首都大学東京

土D3-2　タブレットコンピュータにおけるキーボード操作に関する研究
○渡邊　廣樹[1)]、三澤　哲夫[2)]
1)千葉工業大学大学院工学研究科、2)千葉工業大学

土D3-3　業務システムにおけるタスク説明のユーザビリティ検証について
○森田　真平[1)]、三澤　哲夫[2)]
1)千葉工業大学大学院工学研究科、2)千葉工業大学

土D3-4　会話補助を目的としたコミュニケーションツールのユーザビリティに関する研究
○志村　友紀[1)]、三澤　哲夫[2)]
1)千葉工業大学大学院工学研究科、2)千葉工業大学

11：00～12：00　E会場

安全　座長：吉澤　昌純（東京都立産業技術高専）

土E4-1　大型ダンプトラック運転時における危険情報呈示に関する研究

○ 福井　翔大[1)]、高田　一[2)]、松浦　慶総[2)]

1)横浜国立大学大学院工学府、2)横浜国立大学大学院工学研究院

土E4-2　タブレット端末を用いた建設作業者向け安全教材の開発

○ 高橋　明子[1)]、高木　元也[1)]、三品　誠[2)]、島崎　敢[3)]、石田　敏郎[3)]

1)独立行政法人労働安全衛生総合研究所、2)有限会社サイビジョン

3)早稲田大学人間科学学術院

土E4-3　事故未然防止に向けた問題・対策に関する気付き支援ツールの試作と運用

○ 赤坂　俊哉[1)]、田沼　正蔵[1)]、岡田　有策[2)]

1)慶應義塾大学大学院理工学研究科

2)慶應義塾大学理工学部管理工学科

土E4-4　電動車いすでの公共交通機関の利用

○ 大津　慶子[1)]、武藤　耕造[2)]

1)首都大学東京、2)シーティングシステム研究会

14：00～15：00　D会場

デザイン　座長：久保田　富夫（埼玉県立大学）

土D5-1　カラーユニバーサルデザインに基づく印象評価の研究

○ 小林　紗矢香[1)]、三澤　哲夫[2)]

1)千葉工業大学大学院工学研究科、2)千葉工業大学

土D5-2　指リハビリ運動訓練装置の開発－固定器具形状の検討－

○ 田村　昂紀[1)]、酒井　直隆[1)]、嶋脇　聡[1)]、中林　正隆[2)]

1)宇都宮大学大学院工学研究科、2)宇都宮大学地域共生研究開発センター

土D5-3　産業用途への応用を想定した単眼シースルーHMDの装着快適性に関する検討

○ 内山　貴博[1)]、栗本　健太[1)]、田沼　和泰[1)]、福田　雄介[2)]、間瀬　陽介[2)]

中西　美和[1)]

1)慶應義塾大学、2)ブラザー工業

土D5-4　印刷メディアと電子テキストメディアにおけるユーザビリティ評価に関する研究

○ 菊地　雅之、矢口　博之

東京電機大学

14：00～15：00　E会場

医療1　座長：國澤　尚子（埼玉県立大学）

土E6-1　歩行支援ロボット（HAL）装着初期における適応評価

○ 四方田　緑[1)]、本村　美和[2)]、辻　容子[3)]、川口　孝泰[4)]

1)筑波大学人間総合科学研究科看護科学専攻、2)茨城県立医療大学、

3)筑波大学人間総合科学研究科看護科学専攻、4)筑波大学医学医療系

土E6-2　医薬品添付文書理解度向上に関する基礎的研究

○ 安田　朋弥[1)]、戸田　麻里奈[2)]、橋口　正行[2)]、望月　眞弓[2)]

土屋　文人[3)]、三林　洋介[1)]

1)東京都立産業技術高専、2)慶應義塾大学、3)国際医療福祉大学

土 E6-3　超音波検査における検査室の照度と疲労の関係
○ 辻本　恵美、青木　和夫
日本大学大学院理工学研究科

土 E6-4　クリニックの診療支援を目的とした患部画像データベースシステムの開発(続報)
○ 塙　拓人[1)]、戸田　健[1)]、陳　保旻[2)]、藤多　和信[3)]、井手口　直子[4)]
1)日本大学理工学部電気工学科、2)日本大学大学院理工学研究科電気工学専攻
3)藤多パークサイドクリニック、4)帝京平成大学薬学部

15：10～16：10　D会場

感覚・認知1　座長：横井　孝志（産業総合技術研究所）

土 D7-1　立体音響を用いた商品陳列棚の配列呈示インタフェースの検討　―音階情報呈示時の正中面定位特性―
○ 久保田　敦大、高尾　秀伸
神奈川工科大学大学院工学研究科

土 D7-2　読み手に合わせて BGM を付加するシステムとその効果についての研究
○ 増村　友甫、森　博彦、岡　誠
東京都市大学大学院工学研究科

土 D7-3　ホームページデザインの印象評価－「使いたくない」と思わせるトップページに関する考察－
○ 永井　美穂、鳥居塚　崇、堀江　良典
日本大学

土 D7-4　環境要素を取り入れた MR システムの提案
○ 岩館　直彬、森　博彦、岡　誠
東京都市大学大学院工学研究科

15：10～16：10　E会場

自動車　座長：鳥居塚　崇（日本大学）

土 E8-1　自動車運転時のドライバの疲労特性に関する研究
○ 和藤　好生[1)]、高田　一[2)]、松浦　慶総[2)]
1)横浜国立大学大学院工学府、2)横浜国立大学大学院工学研究院

土 E8-2　走行環境の相違がブレーキ操作トリガーに及ぼす影響
○ 金子　直司[1)]、近藤　崇之[2)]、近藤　維摩[3)]、澤田　東一[3)]
1)芝浦工業大学大学院理工学研究科、2)東京工業大学大学院総合理工学研究科
3)芝浦工業大学工学部

土 E8-3　事故映像と HazardTouch を用いた危険予測訓練による運転行動の改善効果
○ 中村　愛[1)]、島崎　敢[2)]、伊藤　輔[1)]、三品　誠[3)]、石田　敏郎[2)]
1)早稲田大学大学院人間科学研究科、2)早稲田大学人間科学学術院
3)有限会社サイビジョン

土 E8-4　乗用車との比較による大型商用車ドライバの視認行動の特徴分析
○ 今西　明、金　海燕、杉浦　康司、岩男　眞由美
株式会社いすゞ中央研究所

10：00～10：45　D会場

動作　座長：瀬尾　明彦（首都大学東京）

日D9-1　人の足裏の感度特性の検討　床歩行時の足裏感覚に関する実験的検討その１
○井上　勝夫、冨田　隆太
日本大学理工学部

日D9-2　床表面仕上げ材と足裏感覚　床歩行時の足裏感覚に関する実験的検討その２
○冨田　隆太、井上　勝夫
日本大学理工学部

日D9-3　Kinect™による歩行動作計測
○足立　和隆[1)]、石本　明生[2)]
1)筑波大学体育系、2)（株）HALデザイン研究所

10：00～11：00　E会場

生体　座長：藤本　浩志（早稲田大学）

日E10-1　感染症スクリーニングシステムの開発～重心動揺計を用いた呼吸数の測定精度の向上～
○吉田　真太郎、松井　岳巳
首都大学東京大学院経営システムデザイン研究科

日E10-2　操船シミュレータの映像と動揺が重心動揺に及ぼす影響
○吉村　健志[1)]、疋田　賢次郎[1)]、三友　信夫[1)]、村井　康二[2)]
林　祐司[2)]
1)海上技術安全研究所、2)神戸大学

日E10-3　セラミック圧電素子を用いた就寝時における生体情報の取得
○山内　航平[1)]、鈴木　郁[2)]
1)法政大学大学院工学研究科、2)法政大学理工学部

日E10-4　同時・同所での複数人の合意を証明する生体認証
○征矢　裕加、西内　信之、橋爪　絢子
首都大学東京大学院システムデザイン研究科

11：15～12：00　D会場

感覚・認知２　座長：井上　勝夫（日本大学）

日D11-1　臨場感と現実感の定量化と評価の追加実験
○飯村　浩平[1)]、中村　広幸[2)]、大倉　典子[2)]
1)芝浦工業大学大学院理工学研究科、2)芝浦工業大学工学部

日D11-2　作業達成プロセスにおける”気づき”について
○笠松　慶子[1)]、木曽　宏顕[2)]、神宮　英夫[3)]、福住　伸一[4)]
1)首都大学東京システムデザイン学部
2)日本電気株式会社情報・メディアプロセッシング研究所
3)金沢工業大学情報フロンティア学部、4)日本電気株式会社情報・ナレッジ研究所

日D11-3　学童期から培われた運動の記憶とその活用
○瀬戸　眞弓
日本工業大学

11：15～12：00　E会場

操作　座長：橋爪　絢子（首都大学東京）

日E12-1　凸点の高さと先端部の曲率半径が携帯電話の操作性に及ぼす影響
－触知覚特性を考慮した適切な寸法の考察－
○ 齋藤　健太郎[1)]、豊田　航[1)]、土井　幸輝[2)]、藤本　浩志[1)]
1) 早稲田大学、2) 国立特別支援教育総合研究所

日E12-2　RFIDタグを用いた建物内ナビゲーションシステムについての基礎的検討
○ 森永　尚人[1)]、鈴木　郁[2)]
1) 法政大学大学院、2) 法政大学理工学部

日E12-3　ウェアラブルサードアームのための速度指令出力ヘッドマウント操作器におけるゲイン特性の検討
○ 小野田　行也[1)]、松尾　芳樹[2)]、浦上　大輔[2)]、関口　暁宣[2)]
1) 東京工科大学院バイオ・情報メディア研究科、2) 東京工科大学コンピュータサイエンス学部

13：00～14：00　D会場

医療２　座長：三林　洋介（東京都立産業技術高専）

日D13-1　長期服薬患者の服薬支援システムの提案
○ 遠田　裕貴[1)]、戸田　健[2)]、陳　保旻[1)]、鶴岡　浩平[1)]
井手口　直子[3)]、宮木　智子[4)]、南部　恵子[4)]
1) 日本大学大学院理工学研究科、2) 日本大学理工学部、3) 帝京平成大学薬学部
4) 株式会社新医療総合研究科

日D13-2　医療分野におけるインシデントの要因抽出を活性化させたインシデントレポートの作成
○ 武山　啓太、岡田　有策
慶應義塾大学大学院理工学研究科

日D13-3　力覚センサを用いた静脈採血モデルの評価法に関する検討
○ 中谷　直史[1) 2)]、堀内　邦雄[3)]、青木　和夫[1)]
1) 日本大学大学院理工学研究科、2) 東京電子専門学校電子技術科
3) 工学院大学グローバルエンジニアリング学部

日D13-4　採血の穿刺条件による針先にかかる力の比較
○ 新村　洋未[1)]、小川　鑛一[2)]、國澤　尚子[1)]
1) 埼玉県立大学保健医療福祉学部、2) 獨協医科大学看護学部

13：00～14：00　E会場

姿勢　座長：神宮　英夫（金沢工業大学）

日E14-1　膝関節深屈曲時における大腿下腿接触が下肢負担に与える影響
○ 上垣外　昌之[1)]、瀬尾　明彦[2)]
1) 首都大学東京大学院システムデザイン研究科、2) 首都大学東京システムデザイン学部

日E14-2　体幹後屈を伴う上向き作業における姿勢の分類と身体負担評価
○ 幅舘　勇介[1)]、菅間　敦[1)]、瀬尾　明彦[2)]
1) 首都大学東京大学院システムデザイン研究科、2) 首都大学東京システムデザイン学部

日 E14-3　座位・立位可変型作業の有効性に関する実験的研究（2）
○ 熊澤　明紀、石井　健雄、上田　稜馬、杉本　哲夢、野木　航
阿久津　正大
玉川大学工学部

日 E14-4　座位・立位可変型作業の作業特性と有効性に関する研究（2）
○ 阿久津　正大[1)]、外岡　雅人[1)]、浅沼　悠未[1)]、榎原　毅[2)]
1) 玉川大学工学部、2) 名古屋市立大学大学院

14：10～14：55　D会場

福祉　座長：鈴木　郁（法政大学）

日 D15-1　起き上がり動作における補助具の効果について－２種類のベッドマットレスでの比較－
○ 鈴木　玲子、酒井　理江
埼玉県立大学保健医療福祉学部看護学科

日 D15-2　電動車いすユーザとの沖縄旅行の経験から－同行者と介助、現地で介助者を得る－
○ 大津　慶子[1)]、千　一[2)]
1) 首都大学東京健康福祉学部理学療法学科、2) 鎌倉市会議員

日 D15-3　トイレ用手すりの設置位置が筋負担に及ぼす影響（第１報）
○ 安田　智美[1)]、國澤　尚子[2)]、八十島　崇[2)]、三澤　哲夫[3)]、徳田　哲男[2)]
1) 千葉大学大学院、2) 埼玉県立大学保険医療福祉学部、3) 千葉工業大学

14：10～14：55　E会場

ユーザビリティ２　座長：矢口　博之（東京電機大学）

日 E16-1　ベイジアンネットワークを用いたWebユーザビリティ評価に関する研究
○原田　允貴、西内　信之、　橋爪　絢子
首都大学東京大学院システムデザイン研究科

日 E16-2　指の移動軌跡の特徴を用いたユーザビリティ評価手法の提案
○ 高橋　雄大河、西内　信之、橋爪　絢子
首都大学東京大学院システムデザイン研究科

日 E16-3　直感的インタフェースに関する一考察
○ 鳥居塚　崇、永井　美穂
日本大学

地域公開講座

12月1日（土）14：00～15：30　A会場

人間工学へのご招待

マンホールの蓋はなぜ丸い？

講演　徳田　哲男

（埼玉県立大学）

司会　青木　和夫

（日本大学）

共催　日本人間工学会

人間工学へのご招待

マンホールの蓋はなぜ丸い？

○徳田哲男*
(*埼玉県立大学)

Invitation to the Ergonomics
Why is a manhole cover round?

Tokuda Tetsuo*
(*Saitama Prefectural University)

1. 共生社会に生きる

1.1 共生社会とは

日本人間工学会関東支部第 42 回大会のテーマは、「共生社会を拓く人間工学」である。また、埼玉県立大学は共生社会に貢献できる人材育成を基本理念としており、この社会とは"国民一人ひとりが豊かな人間性を育み生きる力を身に付けていくとともに、国民皆で子どもや若者を育成・支援し、年齢や障害の有無などにかかわりなく安全に安心して暮らせる社会[1)]"とされている。さらに、この共生社会の形成には、"障碍者などを閉めだす社会は弱くもろい社会であり、障碍者はその社会の他の者と異なったニーズをもつ特別の集団と考えられるべきでなく、通常の人間的ニーズを満たすのに特別の困難をもつ普通の市民と考えられるべきである[2)]"という、ノーマライゼーションの理念を根底に添えたい。

大会運営委員ではホスピタリティマインドを合言葉に来学者をお迎えしたが、ホスピタリティの原語は人間同士の繋がりへの約束ごととしての歓待 hospitalité(仏)を意味する[3)]。一方、日本版のホスピタリティマインドとして、"江戸しぐさ"なる江戸商人のリーダーが築き上げた行動哲学・共生の知恵がある(**写真 1**[4)])。これは雨の日に互いの傘を外側に傾け、ぬれないようにすれ違う傘かしげなど、思いと同時に行為が発生する臨機応変の瞬間芸である。ホスピタリティマインドを大切にした共生社会の構築が望まれよう。

1.2 ひとを大切にする工学

①それは・・・人間工学：人間工学(Ergonomics)とは、Ergon(仕事)＋Nomos(法則)＋ics(学問)のギリシャ語より由来し、その起源は 1800 年代中期にまで遡る。この時期は農業社会から工業社会へと移行する産業革命が

写真 1. 江戸しぐさの事例[4)]

進行中であり、労働環境の悪化が健康に及ぼす影響を解明することは時代の要請でもあった。

工学領域でのヒトとモノの関わり方を、機器側性能とヒト側特性のバランスモデルとして、機械工学(機器性能を重視)、人間工学(機器性能と人間特性の双方からの歩み寄り)、福祉工学(人間特性を重視)に分類できる(**図 1**[5)])。機器側性能と使用者側特性は、機器が使用される作業環境条件や運用条件などによりさまざまな変動を呈し、とくに劣悪な環境条件下においては想定された性能や特性を発揮しづらい。機械工学などのようなハード面を主体とした物づくりへの取り組みは、それを使用する人側の特性よりも"機器側性能に視点"をおいた設計思想に偏りやすい。これに対して、人間工学の領域では、使いやすさや安全性を科学するという立場から、"機器側性能と人側特性の歩み寄り"により両者のギャップの解消を図り、人側の諸特性に配慮された機器や使用環境の整備を課題としている。さらに、人側特性からの歩み寄りが難しい高齢者や障碍者などに対しては、機器側性能から最大の歩み寄りを引き出す必要があり、福祉工学的な視点の大切さが強調される。

図 1. 工学領域における機器側性能とヒト側特性のバランスモデル [5)]

②人間工学の諸原則:“安全性の向上”に寄与するフールプルーフ(誤った使い方・操作をしても危険に至らない仕組みを製品側に組み込む設計:写真 2[6)])、フェイルセーフ(安全が確認されている間だけ動作する)、フェイルストップ(事故が起きた場合にはすべての機能を直ちに停止させる)などと、“使いやすさへの配慮”に要求されるコンパティビリティ(人間が自然に感じる操作や表示方法と実際の操作・表示が一致、整合していること)、ポピュレーションステレオタイプ(多くの人が決まりきった共通の行動をとること)、ナチュラルマッピング(自然な対応付け)などの原則をもとに、要支援者側の諸特性の活用、支援機器の使用性能や使用環境に関わる諸条件に配慮して検討されなければならない。さらに、安全性や使いやすさには、環境側からの制約条件を上手に利用するアフォーダンス(後述)を設計思想へ取り込む姿勢にも注目したい。一方、製品の信頼性の向上には冗長(バックアップ機能)設計、フォールトトレラント(耐障害性能力)設計なども活用されているが、そもそも人体には冗長な設計が組み込まれており、リハビリテーションにおいては冗長設計を生かす処方(脳卒中右片麻痺では左手で書く訓練をする)も少なくない。

写真 2. スロバキア首都にあるマンホールの蓋と作業員を模ったオブジェ [6)](四角だと穴の対角線の方が長いので蓋は落ちる)

図 2. 社会基盤の整備(公共レベル)と保健行動の励行(個人レベル)による自立支援の変遷 [5)]

2. 共生社会を拓く方策

2.1 自立に向けた共生社会へ

社会基盤の整備(公共レベル)と保健行動の励行(個人レベル)という両面より自立支援の変遷を図 2 に示した [5)]。第一には、身体機能の上限に近い統計的に描いた架空の若者である Mr.Average 氏を前提に構築されてきた“①従来までの生活環境条件”を、高齢者や障碍者などの身体機能特性に配慮された水準へと転換することが急務となる (図中の下向き太矢印)。このような“②社会基盤の整備”は、特定な支援に偏在することなく自立継続の延伸につながる(横実線矢印)。一方、病気や怪我などで安静にしすぎたり、外出を控えたりすることで身体機能が低下する生活不活発病が指摘されており、これへの進行は要介護状態への移行を意味する。そこで、第二には、身体機能の維持さらには向上を図る“③保健行動の励行”が掲げられる(上向き太矢印)。これには、各自の生活履歴や健康状況に応じて、適度な心身活動が得られる習慣を育成することが大切となる。

“②社会基盤の整備”と“③保健行動の励行”は、健康寿命の延伸につながるが、いっそうの高齢化の進行は自立継続から自立支援への移行を余儀なくさせる(図下段の横波線矢印)。この自立支援への移行に伴い住宅改造による移動環境の確保なども考慮されて良いが、これに先立ち利用者の低下した機能の補完や残存機能を生かす“④共用品を含めた福祉用具の活用やその利用環境の整備”などが、これ以降に発現が予想される介助支援期間(図下段の横一点鎖線矢印)への移行を遅延させ、惹いては当該期間の短縮にも貢献する。

2.2 自立継続のあり方

①バリアフリー化からユニバーサル化へ:ユニバーサルデザインとは最初から目標値を予測可能なフィードフォワード系(予習型)であるのに対して(図 3 上段)、バリアフリーは修正を繰り返しながら次第に目標値へと近づけてゆくフィードバック系(復習型)としての位置付けを持つ(下段)[5]。すなわち、フィードフォワード系を意識した生活環境の整備には、製品開発に先立ちり利用者特性と製品性能及びその利用環境との間で、相互の適正条件を明らかしておくことが必須課題とされる。これには、事前に利用者ニーズに裏打ちされた適切な設計思想と、幅広い生活特性全般にわたる情報の蓄積及びその活用のあり方などが確立されていなければならない。一方、バリアフリー化を進める過程で蓄積された失敗や成功は、当事者が必要とされる関連情報の豊富化に繋がり、さらには物づくりに対する設計思想の育成にも貢献する。このように、フィードバック系による物づくりに関する試行の積み重ねは、これまでの復習型から次第に予習型への更新を可能とさせ、バリアフリー化からユニバーサル化へと質的変化のスパイラルアップを期待できる。

図 3. バリアフリー化からユニバーサル化へ [5]

②生活環境制限には"さじ加減"を:さまざまな生活環境への適応力の大きさを、身体機能の優劣をとらえる余裕力の幅と生活環境に対する制限の強さとの二軸により規定することで、図 4 示すようなベクトル I からⅢまでの"人間・環境系より捉えた自立支援モデル"を提案することができる [5]。図中の円弧内の平面は、自立した日常生活の遂行に困難や支障をきたす領域を示している。身体機能面で余裕力の幅が広い若年者の場合には、生活環境に関する制限軸が比較的強い a－a'水準であっても、適応力のベクトルは円弧外の領域に位置づけられる(図中ベクトル I)。これに対して、若年者に比較して余裕力の幅が狭い高齢者や障碍者などでは、自立生活の継続に困難や支障を生ずる円弧内の領域に留まってしまう(ベクトルⅡ)。余裕力の狭い者であっても自立継続を可能とするためには、福祉用具の活用から住宅改修さらには生活圏の整備に至るまで、幅広い領域において生活環境側の制限をゆるめ、適応力のベクトルを円弧外の領域(例えば b－b'水準)にまで引き上げる対策が必要とされる(ベクトルⅢ)。但し、生活環境側の制限をいたずらにゆるめることは、本人の自立意欲の喪失や身体機能の低下を加速させる要因にもなることから、"適"閾値を超えることのない環境制限を、環境側には残しておくことの大切さを強調したい。

図 4. 人間・環境系より捉えた自立支援のあり方 [5]

2.3 自立支援のあり方

①生活バリアの解消:本邦では「国連・障害者の十年(1983～92 年)」終了直後より、「障害者対策に関する新長期計画」が策定されており、この中で、四大バリアの解消という標語が初めて登場した。すなわち、障碍者を取り巻く社会環境には、①意識上 ②文化・情報面 ③物理的 ④制度的な各バリアが存在する。これらのバリアの解消には、法的な支援も含めた多様な対応が施されてはいるものの、当事者主体によるバリアフリー化を徹底させないと、普及面での誤解や新たなバリアの発生につながる。一方、開発製品の設計思想と異なる使用は製品事故を招来させやすいが、逆に開発初期段階で想定した利用者像を超えて、さまざまな立場の方々に受け入れられている製品も少なくない(図 5)。

図 5. 設計思想の発想先 [5)]

②機能の補完:ヒトの機能をモノにより補完する度合いが高まるにつれて、モノの使用に要求される環境側の関与は強まる。事例として、移動能力に関する支援方策の変遷を図 6 下段に示した [5)]。駆け足さえも可能な自立歩行では、靴の着用により僅かな勾配や段差があっても、これを障害物として意識することなく移動できる。次第に移動能力が低下してくると、生活圏の確保を図る自転車の利用や安全性を高める杖などが必要となる。さらなる機能低下には、移動速度の維持や移動の安定性につながるハンドル型電動車いすあるいは自操型車いすへと更新され、ついには介助を要する車いすの登場を待つ。この一連の移動能力の低下に対応したモノ側の支援方策の成否は、それぞれの利用環境が有する整備のあり方に強く依存する。即ち、自立歩行から杖や車いすへとモノ側の機能配分の高まりに伴い、これまで意識することの少なかった僅かな勾配や段差もバリアとして顕在化されるようになり、整備を要する移動環境の関与は相対的に強まる。このように、ヒトの機能低下には、これを補完するモノの性能を高めておく必要があり、さらにその性能を十分に発揮させるためには使用環境側とのマッチングが不可欠とされるように、この三者の間にはドミノ崩しに似た機能補完の連鎖が成立する。

図 6. 機能補完からのアプローチ [5)]

2.4 五感を研ぎ澄ます作法の活用

設計思想にアフォーダンスを取り込む:環境と知覚との相互依存関係を説明する手段として、アフォーダンスという言葉がある。これは、ジェームズ・ギブソン(米・生態心理学者)が提唱したアフォード(afford:〜を与える)から作った造語(affordance)である。アフォーダンスは,刺激のように「押し付けられる」のではなく、環境が発信している情報を知覚者が能動的に発見・獲得してゆく。

自立生活の継続を支援する日常生活用製品などが、誤ったアフォードを惹起させることのない制約要件を、製品や使用環境に組み入れておく。すると、ユーザはその扱い方を知らずとも、その時々に物側の方から扱い方を教えてくれることになり、取扱説明書の簡素化にも貢献する。たとえば、東京メトロはテロ対策の一環として、ゴミ箱を撤去していたが、2005 年より「中身が見える透明ゴミ箱」として「屑物入用」「空カン、空ビン用」「新聞、雑誌用」の 3 個を 1 セットにして再設置したところ、「透明ゴミ箱」になってからは分別が向上した。これは、中身が見えるため、利用者はきちんと捨てなさいというアフォーダンスを獲得した結果と解釈される。一方、生徒が校舎のひさしに下りることによる転落・死傷事故が続発している。1mのひさし幅は通路であることをアフォードしており、ひさし上面に「立入禁止」と大書された注意喚起だけでは事故防止にはつながらない。

3. 結語

人間工学はヒトを大切にする実践的な技術であり、共生社会が必要とするハード・ソフト双方への支援を可能とする。これには、利用者の心身両面に亘る諸特性に配慮された的確な設計思想の準備が前提とされる。

4. 参考文献

1) 内閣府共生社会政策統括官 HP:共生社会政策、共生社会って?
2) 国際障害者年行動計画:A-63、1979
3) 中川信子:「ホスピタリティ」の起源、神戸女子短期大学論攻、56、25-32、2011
4) 山口晃:江戸しぐさ、公共広告機構マナー広告 HP
5) 徳田哲男:福祉工学による生活環境支援、日本出版サービス、東京、2006
6) ウィキペデアフリー百科事典 HP:マンホールの蓋

[連絡先]
徳田哲男　〒343-8540 埼玉県越谷市三野宮 820 番地
e-mail : tokuda-tetsuo@spu.ac.jp

特別講演

12月2日（日）10：00～11：30　B会場

身体を研ぎ澄ました街と環境の観察・発見法

講演　小林　茂雄

（東京都市大学）

司会　徳田　哲男

（埼玉県立大学）

特別講演

身体を研ぎ澄ました街と環境の観察・発見法

小林茂雄
（東京都市大学工学部建築学科）

Methods to Observe and Discover a Street and Environment with Sharpening our Body Senses

Shigeo Kobayashi
(Tokyo City University, Dept. of Architecture)

1. パターン化した観察からの脱却

小林研究室では、「路上観察（ストリート・ウォッチング）」と「街遊び」の活動を行なっている。路上観察とは、名所や旧跡を訪れたり、ガイドブックやテレビなどで示された情報を辿ったりするような街歩きではなく、街をじっくりと「観察」して、自分の頭のなかで何かを「発見」するという活動である。できれば、誰かが既に見つけていたり、何かに掲載されていたりするようなものではなく、自らが第一発見者となるような事物を見つけだしていくことを目指している。

近年、若者のみにとどまらず、子供から高齢者まで、パターン化した街歩き、パターン化した思考に陥っている。パターン化した街歩きとはすなわち、与えられた情報を追いかけ、目的地に辿ることのみを目標に持ち、そこまでの道程や周囲の状況には目を向けないものである。パターン化した思考とは、条件反射的で画一的な考えのことであり、類型化されることによってそれ以上の奥行きや多様性が生まれにくくなる。丁寧な解説付きの情報の氾濫によって解答が直ちに得られることは、良いことでもあるが、「こう感じてください」と喜怒哀楽までも解説するメディアは、自ら問題を探し、発想するという機会を奪うことになる。多様な人々が住む街というのは混沌とした情報が内在し、また現れる場であるが、その風景を型どおりに捉えるだけでは、街の本質には近づいていかない。パターン化した思考を疑い、常識を疑い、固定観念を外すことによって、違った街の風景は見えてくる。

街に住む人々、街を訪れる人々が、感性を研ぎ澄ましして丁寧に街を「観察」すると、見逃していた街の特徴が浮き出てくるはずである。街には誰にも気づかれていない魅力が際限なく潜んでいる。その魅力の多くは、最後まで気づかれることのないまま、消失してしまっている。その前に誰かが気づき、価値や面白さを抽出し、陽の目を当てるようにしなければならない。そうすることによって初めて、発見した魅力が次の街づくりにつながるきっかけになるのではないかと感じる。

2.「ずらす」観察の方法

どのような点に着目して街を観察すると、街の魅力や面白さ、課題、内情を発見できるようになるのか、そのためのヒントをまとめたものが、書籍『ストリート・ウォッチング』[1]である。この本では、視点や時間の置き方、街の人々の観察の仕方など、常識とは少し異なる方法で街を観察する観点をまとめている。

重要なのは、いろいろなものを「ずらして」観察するということである。例えば、少し高い場所に登って見下ろしたり、しゃがみこんで見上げたり、対象に対してぐっと近づいたりして、いつも見ている位置から高さや距離や方向を変えてみる。視点を少しずらすだけで、それまでと異なったものが目に入ったり、モノとモノ同士にある序列や因果関係に気づいたりしやすい。見慣れているものというのは、たとえ目で見えていたとしても、「地」となって無意識化されやすく、自然と身体をすり抜けてゆくものである。それに対してずらした観察をすることで、日常との差異が知覚されやすくなり、対象が「図」となって意識に上ってくるようになる。

視点だけではなく、観察する時間をずらすことも考えられる。明るい風景を日没後にもういちど観察したり、通勤・通学時間を少しずらしてみたり、人がいなくなったテーマパークやショッピングセンターなど、通常では興味を持たれないような時間帯で観察したりするなど。時間をずらすことで、風景の見え方、人の表れ方、環境の中での人の過ごし方に違いがあることに気づきやすくなるだろう。

3. 五感を磨いて環境を体験する

感覚をずらして観察することも試みてみよう。私たちは通常、最も解像度が高く情報量が豊富な視覚を通して環境を感じ取ることが多い。それで不自由しなくとも、あえて他の感覚を働かせて感じ取る。例えば、いろいろなモノを手で触ったり、なぞったり、足で踏んだり、登ったり、その上で歩いたり、蹴ったりしてみる。同じ歩くにしても裸足になると、表面の凹凸や柔軟性だけでなく、温度や湿気の度合いも感じやすい。極限まで顔を寄せて

においを嗅いでみたり、周りの音を聞いたり、自分で叩いたり揺さぶったりして音を鳴らしたりする。街で買ったりある場所で採取したりした料理や果物を、持ち帰らずにその場で食べてみる。環境体験としての味覚を働かせる。

図1　落ち葉を踏みつけるとき、足の感触と弾力とカシャカシャした音に注意を払う

五感を総動員して感じようとするよりも、ある感覚だけに意識を集中したり、ある感覚を強制的に機能しないようにしたりすると、新鮮な感触をつかみやすくなる。例えば目を閉じて周りの状況をイメージしてみる。何があるか、どんな人がいるか、どのような動きをしているか、細部まで頭の中で再現する。すると、それまで意識に上ることのなかったささやき声や、遠くを流れる音楽、肌に当たる空気の流れや湿気など、僅かな情報が遠近感を伴って現れ出してくる。

また目を閉じたまま、身体を動かして何かの行為を(例えば着替える、食事をする、体を洗う、部屋を移動するなど)しようとする。そうすると必然的に他の感覚を利用するようになり、それまで視覚に如何に頼っていたかということを認識すると同時に、他の感覚による情報が如何に不完全であるかを認識する。しかしだからこそ、イマジネーションを働かせて空間を頭の中に構築できるのであり、その創作的な愉しみや、五感で環境を体験することの未知なる可能性の大きさを感じるのである。

4. 身体を動員して街を遊ぶ

街を観察することの次の段階として、私たちの研究室では、人と街とのより密接な関係を築くような活動を試行している。その一つとして街で「遊ぶ」こと、特に身体を使って街で遊ぶということを提示したい。「観察」というのは、対象に対してやや受け身となる行為であり、観察するもの・されるものという二元的な関係が生じるものである。この境界を曖昧にし、街との相互作用を生み出すような行為へとシフトする。路地の目地や影に沿って競争したり、坂道の傾斜とそこにある物を利用してボウリングをしてみたりする。観察した後に、あるいは観察しながら、街に対してアクションを起こす。時間制限も目標もない観察では、取り掛かるきっかけをつくることとモチベーションを長く維持することが難しい場合がある。ルールやゴールを設けたり、他者と競ったりすることで、参加するハードルを下げたり行為を継続させたりしやすくなるだろう。

身体を使うことによって、街との五感的なつながりも生まれやすくなる。「音楽を奏でる」という課題を与えたとき、ある者は木を揺さぶり、他の者はベンチを叩き、異なる音色を組み合わせた。身体の動きを、音を発生させることに結びつける。それは環境の持つ特徴を発見する行為であると同時に、環境と感覚を同時に能動化する行為となる。街の様々な要素を、フィールドとして、道具として、ルールとして、観客として、背景として用いながら、どのような遊びができるかを考える。そのことを通じて、観察力と想像力とそして体力が鍛えられる。

5. 参考文献

1) 小林茂雄+東京都市大学小林研究室『ストリート・ウォッチング—路上観察と心理学的街遊びのヒント』(誠信書房、2010)

[連絡先]
小林茂雄
東京都市大学　工学部建築学科　教授
〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1
e-mail：skoba@tcu.ac.jp
Tel/Fax：03-5707-2189

企画セッション1

12月1日（土）10：00～12：00　B会場

人間工学専門家機構

人間工学はどのように活用されているか？
―認定人間工学専門家の実践事例紹介

司会　吉武　良治（人間工学専門家機構長、日本アイ・ビー・エム株式会社）

1．血液浄化業務における人間工学の実践
　鈴木　聡（東京女子医科大学臨床工学部）
2．AV商品における感性品質の推進　お客様の感性に訴え，共感をよぶ商品づくり
　永田　英記（パイオニア株式会社　デザイン部　デザイン企画部）
3．アドバンススタディーの可能性　「あたりまえ」をもう一度考え直す
　山口　克弘（株式会社 OKI プロサーブデザイン事業部プロダクトデザイン部）
4．システム開発における人間工学専門家としての活動事例
　黒米　克仁（日本アイ・ビー・エム株式会社　GBS　SmC インタラクティブソリューションズ）
5．Web 制作の現場でユーザビリティを考える
　白石　葵（株式会社博報堂アイ・スタジオ）
6．聴覚・言語機能障害者のための緊急ユニバーサル・コミュニケーション・システム
　細野　直恒　他5名共著（沖コンサルティングソリューションズ株式会社　他）

企 1-1

血液浄化業務における人間工学の実践

○鈴木 聡*
(*東京女子医科大学臨床工学部)

Ergonomic practice in the field of blood purification

Satoshi Suzuki*
(*Department of Clinical Engineering, Tokyo Women's Medical University)

1. はじめに

1.1 医療スタッフの志向的背景

医学・医療関係者は専門分野における最先端技術や最新の治療について深く関心を寄せ、知識や技能の習得に注力する傾向が強い。一方、日常的業務を確実に行うための管理技術については、関心が低い傾向にある。医療安全への重要性や、患者満足度の必要性は認識されているものの、患者視点で考えると安心して受療できるまでには至っていない。

1.2 専門性の課題

近年、医療以外の様々な領域の研究者が医療を対象に安全・安心・確実に向けた取り組みに参入している。著者は医療従事者の立場として、このような研究者に対し門戸開放することが役目と考えていた。しかし研究協力を推進していくに連れて明らかになった課題は、実践・行動レベルにおける専門性や施設間のバラつきなどに起因する部分について、医療以外の専門家には理解困難な部分が存在しており、それが障害になり全体の限界が決まる印象であった。従ってもっと医療者側から歩み寄る姿勢も必要で、医療者自らが医療以外の知見を習得することにより、新たな可能性が生まれると思われた。本稿ではこのような視点から、医療現場(特に透析などの血液浄化領域)における人間工学的実践例の一部を紹介し、医療の質を向上させるための人間工学専門家と医療従事者のあり方について簡単に論じる。

2. 方法

2.1 注視目的による機器の評価

表 1 に示す経験年数の異なる医療スタッフ A～C の 3 名に EMR(eye mark recorder) を装着し、DFPP (Double Filtration Plasmapheresis) の準備作業を 1 週間間隔で 3 回行わせた 。装置はカワスミ社製 KPS-8800CE と KM-9000 の各 1 台とし、操作経験によらず操作方法については事前に教示しなかった。記録された注視データについて、注視目的を情報獲得と動作補助に大別し、2 機種間における注視パターンの差から、血漿交換装置のインターフェース評価を行った。

表 1. 医療スタッフ(被験者)

スタッフ	資格	血液浄化の経験	操作経験 KPS 8800CE	操作経験 KM 9000	備考
A	看護師	3年	無	無	
B	臨床工学技士	30年	有	無	
C	臨床工学技士	2年	無	無	各機種1回のみ
D	臨床工学技士	4年	有	無	

2.2 穿刺技能評価

穿刺技能因子を明らかにし、それを利用した穿刺技能評価法を構築する目的で 16 名の医療スタッフを対象とした主観評価を行った。本人以外の医療スタッフならびに患者を回答者とし、予備検討によりあらかじめ抽出された穿刺技能に関与しそうな 43 項目(患者に対しては専門的項目を除いた 28 項目)についてリッカートスケールで回答を求めた。質問票の一部を図 1 に示す。得られた回答に対する因子分析により因子構造を明らかにした。さらに因子得点の平均値を利用して個別評価を行った。

○○○○技士についてお尋ねします。
【1】この人の穿刺は、失敗が少ない
【2】この人はなるべく新しい場所へ穿刺しようとしている
【3】あまり刺さない場所に穿刺する時、この人に頼みたい
【4】失敗や難航がある場合、この人に交代して欲しい
【5】この人は長期的視点で血管の事を考えながら穿刺している
: :

図 1. 質問票の一部

3. 結果

3.1 注視目的に対する結果

2.1 に対する結果を図 1 に示す。操作経験の無い A と B の情報獲得時間には機種間に有意な差を認めた。同様に A, B, D の動作補助時間についても有意な差があった。いずれも KM-9000 の方が長かった。血液回路を装置に装着するタスクにおいて、装置画面と血液回

路との間を注視点は何度も往復していた。B と D の 8800CE については操作経験があり、1～3 回において大きな変化は見られなかった。KM-9000 の情報獲得時間が長かった理由は、装置画面内の模式図と指示文書の領域と、血液回路の領域を何度も往復して注視していたためであった。

図 2. 注視目的による機種間の差

3.2 穿刺技能評価結果

2.2 の因子分析では「総合的技能(寄与率 30.3%:以下カッコ内同様)」、「技能的安定感(9.8)」、「判断力(7.7)」、「観察・思慮深さ(5.4)」、「積極的態度(5.3)」、「誠実さ(3.2)」、「感染への配慮(2.8)」、「指導力(2.1)」の 8 因子が得られ、7 因子以上でクロンバックαは 0.77～0.97 と高値であった。因子得点を利用した評価例を図 3 に示す。

図 3. 穿刺技能評価例
(経験 5 年未満者における技士 A の位置付け)

3.3 総合的な結果について

紙面の制約から方法や結果の詳細は記述していない。しかし、血液浄化医療(拡大解釈すれば医療全般)において、人間工学の方法論を利用して新たな知見を得ることは、十分に可能であると思われた。

4. 考察

医療における安全性や確実性は、まだまだ発展途上であり、医療職のみで解決できる課題でないことは明白である。日常業務を確実に行うためには、それなりの管理技術が必要であり、そのことに対して医療者はより一層注意と関心を向けるべきではないだろうか。本稿で紹介した事例は、操作ミスを起こさないための医療機器インターフェース設計への「示唆」であったり、患者に不要な苦痛を与えることを回避するための「示唆」に過ぎず、言うまでもなくこれらの課題について、本稿で示した検討のみで解決できる訳ではない。人間工学に限ったことではないが、安全・安心・確実のための管理技術の中心(中核)は医療分野以外で発展してきた歴史があり、これらの管理技術を医療現場で使えるようにアレンジして適用しなければならない。この「現場適用」の部分においては、人間工学(または周辺分野)を専門とする研究者や技術者と、医療に携わる者の両者が協力して取り組むことが必要であり、そのための環境構築が求められる。医療関連の「認定人間工学専門家」はまだ少数ではあるが、その方達の活躍が期待される。

5. 参考文献

1) 鈴木 聡:透析医療から見たこれからの経営工学, 経営システム 19(6), 254-258, 2010
2) Yasuko Tomizawa, Hirotaka Aoki, Satoshi Suzuki, Toru Matayoshi, Ryohei Yozu : Eye-tracking analysis of skilled performance in clinical extracorporeal circulation, Journal of Artificial Organs 15(2), 146-157, 2012
3) 鈴木 聡, 伊藤謙治, 伊藤 憲, 木全直樹, 峰島三千男, 秋葉 隆, 血液透析における穿刺技能の評価に対する因子構造, 日本透析医学会誌 41(12), 827-835, 2008

[連絡先]
鈴木 聡
東京女子医科大学臨床工学部
〒162-8666 東京都新宿区河田町 8-1
e-mail : ssuzuki@twmu.ac.jp
Fax : 03(5269) 7458

企 1-2

AV商品における感性品質の推進

お客様の感性に訴え，共感をよぶ商品づくり

○永田英記*
（*パイオニア株式会社　デザイン部　デザイン企画部）

Perceived Quality for AV equipments

Hideki Nagata*
(*Design Planning Department, Design Division, Pioneer Corporation)

1. 背景

1.1 感性品質推進の必要性

企業のものづくりの姿勢は，不良を発生させないための信頼性向上にはじまり，価格に妥当な仕上がりレベル指標としてのあたり前品質の確保，そして，よりわかりやすく使いやすい商品づくりへと活動のレベルを上げてきた．しかし，アジア勢の台頭により従来の価格と機能のバランスに重点を置いたものづくりでは優位性を保てず市場シェアを奪われてきている．この厳しい状況で競争力を高めるためには，機能にとどまらず，それら機能が利用される場面や，お客様の利用体験まで目を向け，お客様に喜んでいただける本質的なニーズと表層下の要素までを洞察することが不可欠となる．お客様の感性領域まで踏み込むことで商品の独自性を生み出すことが可能となる．さらに環境に配慮したエコプロダクトの推進など，作り手のきめ細かな配慮に利用者が共鳴し，より高い次元での関係を築き上げることで，商品単体の評価に留まらず，それを創り出す企業の価値としても認められることになる．そして愛好者からの意見をとりいれることによってさらに魅力のある商品を共に創りあげるスパイラルアップの攻めの品質向上活動へと繋がる（図 1）．

図 1. 守りの品質と攻めの品質

本報告では開発現場の視点からフレームワークを整理し，商品の企画からデザイン，設計，生産に至る商品開発過程で実行するためのプロセスを紹介する．

2. 活動の定義

2.1 HCD としての位置づけ

弊社では，感性品質，ユニバーサルデザイン，ユーザビリティの 3 つを柱とした人間中心設計：HCD（Human Centered Design）を推進している．そしてこれらの要素が高次に融合し，お客様に楽しく心地よく使っていただけるような驚きを提供することをユーザーエクスペリエンス（体験価値）として整理した（図 2）．

図 2. HCD として感性品質の位置づけ

2.2 感性価値と感性品質

商品の嗜好性を含む最上位の領域を感性価値，そこを支える基盤として誰の目にも共通で評価が分かれるところがない領域を感性品質と到達レベルを分けた．また，“お客様が店頭や利用場面で「見る」「触わる」「聴く」を通じて実際に感じられる商品のよさ”を感性品質と定義している．商品としては、質感・精度感（視覚）／手触り感・操作感（触覚）／動作音など（聴覚）において独自性をもち，尚且つ一貫した品位の醸成を目指し，感性品質の向上に取り組んでいる．

2.3 感性品質の向上プロセス

感性品質の一連の流れを記す．商品コンセプトの策定から本取り組みを開始する．企画部門とデザイン部門とで商品コンセプトの整合性をはかり，お客様の要求に応えるためのデザイン意図をスケッチや CAD/CG による 3D データ，モックなどの伝達手段を用いて関係者へ伝える．重点的に取り組む項目を合議決定し，既存品，サンプルなどの現物を実際に確認しながら設計目標値としてリファレンスを定める．試作，型出図などの製品開発日程上のイベントで毎度チェックを重ね，さらなる改善課題を共通の認識をもちながら品位向上に取り組む．先代や現行機種との内部比較では，お客様が店舗で各社商品を比較して評価し購入するシーンから逸脱してしまうため,競合他社品と相対比較して自社の強みと弱みを把握することで到達度を真に把握できる．量産相当品の評価分析ステップでは，当初の狙いがどこまで商品に反映され，それがきちんとお客様に受け入れられ，ポジティブな評価因子となっているかを分析する．次機種開発にむけては，アドバンテージは踏襲し，ディスアドバンテージは無くせるようにフィードバック要件として申し送る．これら活動を感性品質向上のプロセスとして4段階のステップにわけた(図 3)．

図 3. 感性品質の向上プロセス

3. 考察

本取り組みでは，コスト配分と仕上がりとのバランスが取れているかのジャッジが繊細でありながら非常に重要である．投資をしてもお客様に評価されていない要素は過剰投資として原価低減するか，他の重点要素にコストを上乗せすることが望まれる．お客様が重要視される箇所を明確にすることがこの活動の肝であり，製品評価・分析方法の充実を随時図っていかねばならない．

4. 活動成果

ホーム AV 商品(図 4)から始まった取り組みは，カー AV 商品(図 5)へと活動の裾野を広げてきた．感性品質を向上した商品は世界各国で高い評価をいただいており、今後はさらに取り組むモデルの数を増やし社内の理解者・協力者を増やしながら，活動を定常的なものとして根付かせていく．

図 4. 住宅設備専用オーディオ A-IW001

図 5. カーオーディオ DEH-780

5. 今後の課題

ハードデザインでは現物を見て，手で触り，作動音を聞くことでヒトの複数の感覚へ直接的に効果的に訴えることができる．一方 GUI に代表されるソフトデザインでは視覚に多くの情報量を頼り，頭のなかでおきている知覚・認知・理解の情報処理プロセスまでふまえてその品位に影響する因子を探らねばならない．また，カーナビゲーション等の AV 機器では組み込みソフトウェアが利用されることが多いが，商品よりも年単位前にプラットフォームの開発が行われていることが殆どで，実商品に取り組む段階での各種要求をプラットフォームに組み込むことはある時期を超えると非常に難しくなる．これには常時目標値として関係者で"握る"項目と，商品企画策定後に対応する項目とに要求される性質をわけることで，目標値の立て方，それを到達させるまでのアプローチが変わる．現在，この仕組みを構築し，商品での実践にとりかかる段階である．

6. 参考文献

1) 梅室博行:アフェクティブ・クォリティ―感情経験を提供する商品・サービス，日本規格協会，2009.
2) 長沢伸也:感性をめぐる商品開発―その方法と実際，日本出版サービス，2002.
3) 井上勝雄:デザインと感性，海文堂，2005.

[連絡先]
永田英記
パイオニア株式会社 デザイン部 デザイン企画部
〒212-0031 神奈川県川崎市幸区新小倉 1-1
e-mail : naga@post.pioneer.co.jp
Fax : 044(580)4047

企 1-3

アドバンススタディーの可能性

「あたりまえ」をもう一度考え直す

山口克弘
株式会社OKIプロサーブ　デザイン事業部　プロダクトデザイン部

Potential of advanced design

Yamaguchi Katsuhiro
(OKI Proserve Co., Ltd.　Design Division Product Design Department)

日本人間工学会関東支部第42回大会にあたり、人間工学専門家認定機構より、認定人間工学専門家が日常携わっている分野や研究事例の紹介をする機会を頂戴しました。今回は私が携わるインダストリアルデザインの分野の中でアドバンススタディーというアプローチについてご紹介します。

デザインの世界にはデザインアプローチの垣根を広く超えて、アドバンススタディーというアイデア確認手法があります。ここで用いられているアドバンスとは、少し先の未来のといった意味でしょうか。新しく効果がありそうなデザインをちょっと先に確かめてみる、新しい方向性を導き出す試みとしてアドバンススタディーがあります。図1、2に私がデザインしたアドバンススタディーを示しします。

図 1　Smiley Battery　AAサイズ

普段見慣れた乾電池でも、視覚情報と触覚情報を見直すとユーザビリティーとアクセシビリティーが格段に高まります。弱視や視覚の無いかた、加齢によって視力の衰えたかた、停電時の暗闇の中、読書眼鏡を外しているときなどにも簡単に確実に＋と－がわかります。電池の装填部もこの形状にデザインされていれば、誤った方向に装填されることはありません。国際規格サイズに合致した形状ですから、現在の電池と併用可能です。このデザインはドイツの国際デザイン賞、iF賞の2011年アドバンススタディー部門の金賞を受賞しました。審査員より「図像学的にも意味論的にも完璧」という評価を頂戴しました。1)

図 2　Smiley Battery　装填イメージ

人間工学が包含する分野の中にインダストリアルデザインも存在することは学会員の皆さんには広く知られていることと思います。「普遍に帰納する事象を扱う」という意味では、このアドバンススタディーというアプローチも、対象とする文化や民俗のくくりの広狭はあるものの、多くの人の内面に共有された普遍的な幸せ感を確かめることができる科学的な試みと言えます。将来に対する普遍的な想いを見つけ出す試みとして、工学の現在地点と進むべき道を捕らえ直す大きな提案力を備えています。

インダストリアルデザインの分野では、素材の開発や生産技術の発展に合わせて、様々な潮流や流行が産声を上げ、時代を彩る製品が華々しく私たちの目の前に現れました。その傍らで人間工学の発展とともに人間と文明のインターフェイスについての研究が進み、使いやすさや分かりやすさ、快適さや安全という観点から工業製品のデザインに新しい視点が盛り込まれ、ユーザーインターフェイスという分野の確立、バリアフリーやユニバーサルデザイン、インタラクションデザイン、ヒューマンセ

ンタードデザイン、ユーザーセンタードデザイン、インクルーシブデザインなどなど、工業製品や建築、交通やサービスのデザインは、文明生活が進展する都度に「使う人とデザイン」という視点を活かしたデザインアプローチが発展しました。

また、工業製品やサービスがユーザーにもたらすものは、全てうれしい体験であるべきだというユーザーエクスペリエンスという観点も広く知られるようになりました。更にデザインの結果だけではなく、デザインプロセス自体がデザインの成果であるような体験のデザインや、デザインの為のデザインという捕らえ直しも成されるようになって、使う人の幸福感や満足感を目標に見据えながら、インダストリアルデザインは発展してきました。狭い紙面では紹介しきれませんが、これらは貴会のアーゴデザイン部会の貴重な研究成果などに詳らかです。

これら全てのデザインアプローチの垣根を広く超えて、アドバンススタディーというアイデア確認手法があります。ものづくりの最初の段階で、科学的実証性、現実性という枠を少し緩めて発想を跳躍させてやると、課題の解決策に新しい方向が見えてくるのです。

このような試みは古くから行われています。過去の例を紐解くと、15世紀イタリアのレオナルドダビンチの渦巻き型の飛行装置があります。(図3)

図3 ダビンチのエアリアルスクリュー

団扇で扇ぐときの手に伝わる空気の存在感、丘の上に立って風に吹かれるときの無限の空気の存在感。これらを発想の拠り所として、空気をねじ切っていけば空に舞い上がれるはずだと考えて生まれたデザインです。現代の私たちはこのイメージスケッチを見て即座に「これでは飛べない」と思うのですが、それと同時にこのスケッチが私たちの心の中に「空に舞い上がるわくわくする気持ち」を共有させるのは確かなことです。心の中に普遍的にある望みを誰の目にも明らかにするスケッチですね。工業と自然科学の発展を待ってやがて人類はヘリコプターという乗り物を現実に作り上げました。最初の発想で人々の心に灯を燈すことができる。これがアドバンススタディーの持つ力です。

一見まったく科学的ではないように見えるアドバンススタディーは何を拠り所としているのでしょうか。それは先のダビンチの例に示したように、我々が日常生活の中で抱く幸せに対する直感力の確かさや、想像力の柔軟さ、幸せを願う時の発想の跳躍力です。それでは、このアドバンススタディーというアプローチから私たちは何を得ることができるのでしょう。私たちはアドバンススタディーによって未だ見えない将来、デザインの成果、幸せの形を現実に引き寄せて見ることができます。「まてよ、こっちのほうが良いかもしれない。」「いいね、これはいけるかもしれない」と思えること。幸せの方向が確認できるわけです。

もちろん、この空を飛ぶという事も、実際にはリリエンタールの不屈の挑戦や、何千回にも及ぶライト兄弟の試験飛行があってこそ果たせた成果であることは言うまでもありません。現実化への道程は平坦ではありません。むしろこの現実化がデザインの大きな課題でもあります。ただ、ものづくりの最初の段階で、実証性、現実性という枠を少し緩めて想像力を拡げてやると、新しい方向が大きく見えてくるのです。デザインに関わる人やデザインを享受する人が同じ方向に気持ちを合わせることができるのです。最後に2000年に開催された座談会の席上でデザイナーの深澤直人さんが語った言葉を引用します。

「ちょっと首を傾けるだけで世界は変わる。」 2)

考え直してみると、「あったらいいな」は私達の身の周りにたくさんあります。人間工学は「あったらいいな」を見つけるために様々な視点を与えてくれるでしょう。皆さんの携わられている人間工学の様々な分野の中でアドバンススタディーを試みてはいかがでしょう。

参考URL 出典

1) iF賞 WEBサイト http://www.ifdesign.de
2) (株)竹尾編集 朝日新聞社「RE DESIGN 日常の21世紀」より

[連絡先]
山口克弘
(株)OKIプロサーブ
デザイン事業部プロダクトデザイン部
〒370-8585 群馬県高崎市双葉町3-1
e-mail yamaguchi227@oki.com

企1-4

システム開発における人間工学専門家としての活動事例

○黒米 克仁*
(*日本アイ・ビー・エム株式会社 GBS SmC インタラクティブソリューションズ)

Activity example as a Professional Ergonomist on system integration project

Katsuhito Kurogome*
(*Interactive Solutions, Smarter Commerce, GBS, IBM Japan)

1. はじめに

近年、IT 技術が生活の中に非常に浸透し、ライフスタイルそのものも大きく変えるようになっている。現在、筆者はIT企業において、主に企業のシステム開発に従事しているが、スマートフォン・タブレットの普及やクライアント技術の向上といった状況の変化により、今まで以上に、業務システムにおいてもユーザへ配慮した設計が求められることが多くなったと考えている。このような設計においては、人間工学的な視点がより重要となる。

本稿では、筆者が従事した基幹系業務システム開発において人間工学的な知見を用いた事例を紹介する。

2. システム開発における人間工学的観点

2.1 システム開発の流れと特徴

基幹系業務システムは、ウォーターフォール型開発が一般的である。システム開発のプロセスは、顧客の業務の言葉で書かれた要求を、コンピュータの物理実装に変換し、それが要求通りに実装されたかを検証するプロセスになる。ウォーターフォール型の開発では、このプロセスを段階的に区切り、各工程を原則 1 回のみ実施することが特徴である。

実施ベンダや顧客の標準プロセスにより工程の分け方・名称が異なる。下記のようなもの一例 [1]として挙げられる(以降、説明ではこの用語を用いる)。

(1)要件定義
(2)基本設計
(3)詳細設計
(4)製作
(5)結合テスト
(6)総合テスト(ベンダ確認)
(7)総合テスト(ユーザ確認)

この中で(1)要件定義工程では、対象業務を分析し、システムで必要となる要件を定義する。具体的には、顧客の業務企画担当者と共に、業務の流れとそれに対する利用システムの対応付けを記述した業務フロー等を作成する。次の(2)基本設計工程では実際のユーザから見えるシステムの振る舞いを設計する。具体的には、システムの個別の画面や帳票の具体的な設計を行う。(3)詳細設計は基本設計の内容をシステム・物理的な記述に変換する工程になり、(4)の製作では実際のソースコードの実装を行う。それ以降、(4)に含まれるユニットテストから(7)までは実装したコードの検証の工程である。詳細設計の内容を(4)(5)のテスト工程で検証し、基本設計・要件定義の内容を(5)～(7)のテスト工程で検証する。

2.2 システム開発における人間工学的観点

このようなシステム開発において人間工学的な要素は、一般的には要件定義時に"使用性"や"ユーザビリティ"という形の"非機能要件"として検討される。

ただし、経験上、従来の基幹系の業務アプリケーションにおいては、ユーザのアクションに対する画面のレスポンスタイム等、システムのパフォーマンスとして読み替えられるものに限られることが多い。その為、システム基盤のスペックやシステムアーキテクチャの領域として扱われ、担当する要員もシステム技術者が担当していることが多い、と考えている。

3. 活動事例の紹介

今回、紹介する事例は、金融関連企業の基幹系業務アプリケーションの開発事例である。筆者は UCD(User Centered Design)チームの一員として、UCD プロセスを適用した UI 標準の策定作業に携わった。

3.1 活動事例の特徴

対象となる業務は、外回りを行う営業担当者が携帯端末を利用して行う営業業務である。このシステム化による「営業力の強化」を顧客は期待していた。

本事例では携帯端末にタブレットという業務用途には成熟していない技術を用いている。既存の業務システムではWebブラウザを標準インタフェースとして用いたWebアプリケーションが広く普及している。顧客企業においてはWebアプリケーションのUI標準を持っている所が多く、画面スタイルについては既存の標準に従う形が

多いように思える。

本事例のシステムではタブレットという新規技術を用いる為、UI標準を新しく作成する役割が特に重要であった。

3.2 活動事例の詳細

実際の活動内容を下記に記述する。UI標準を策定するプロセスにはペルソナ/シナリオ法を適用している。

3.2.1 要件定義工程

この工程で実施した活動の概要は下記である。

1)ユーザ調査・分析：業務企画部門へのヒアリングと業務企画部門が事前に行ったエンドユーザのヒアリングデータを用い、組織構造やユーザを分析した。

2)ペルソナの作成：対象システムのターゲットユーザの検討を行い、業務企画部門とターゲットユーザ層(複数) を合意し、ペルソナを作成した。具体的には、ターゲットユーザ層の特徴と利用シーンをヒアリングにより確認し、個々のペルソナの詳細プロファイルを定めた。これには、個々のペルソナが持つ目標と、その為に持つシステムに対する期待が含まれる。

3)シナリオ・ジャーニーマップの作成：システム利用時の主要なシナリオと、そこにおいてシステムが個々のペルソナへ提供すべき価値を検討・設定した。その内容をジャーニーマップに表し、業務企画部門に説明・合意した。

4)画面モックアップの作成：この内容は 3) と並行して行われ、デザイナーとの協業である。3)で検討したシナリオ・提供価値がどのようにシステム上実現されるかを画面モックアップの形で表し、それをシナリオベースに検討し洗練していく作業である。この画面モックアップとシナリオを業務企画部門に説明・検討、合意した内容を、画面コンセプトとしてまとめた。

5)画面コンセプトの周知：画面設計担当者が画面コンセプトを理解する必要がある為、ペルソナとジャーニーマップを用いて、画面コンセプトの理解を徹底した。

6)業務企画部門との Q&A：これはペルソナ/シナリオ法とは直接関係ないが、人間工学専門家として実施した活動である。具体的には下記があげられる。

6-1)アクセシビリティの確保：WCAG2.0 [2] に沿ったデザインであることを説明し、アクセシビリティチェックツール；aDesigner[3]によるシミュレート結果を示した。

6-2)実使用環境を考慮した運用：照度計を用いて、想定される最大照度(屋外)での画面の見え方を調査し、説明した。具体的には、数万ルクス以上では画面スタイルの工夫だけでは対応できない為、運用のアドバイス(晴天時は日陰で使用) 等を行った。

3.2.2 基本設計工程

この工程で実施した活動の概要は下記である。

1)UI 標準の策定：基本設計工程の最初に要件定義で作成した画面モックアップと画面コンセプトを画面設計の実装レベルに詳細化し、UI 標準を作成した。

2)画面設計のレビュー：画面コンセプトと UI 標準を周知徹底・遵守を促す為、設計された画面仕様書のレビューを行った。業務企画部門と画面レビュー会へも出席し、画面仕様の説明を適宜行った。

4. おわりに

この経験を踏まえて、システム開発に人間工学専門家が関わるメリットと求められる役割・能力を述べたい。

4.1 メリット

以下の2つのメリットがあると考えている。

1)ユーザビリティ要件が重要なシステムでの品質の向上が見込める。特に、新規技術を用いる場合の方針検討においては重要になると考えている。

2)顧客の業務企画担当者に対する説明を行うことで顧客満足度を高めることができる。人間工学的な要素についての配慮が適切かどうかについては顧客の業務企画担当者には判断が難しい。業務企画担当者が顧客組織内で報告する際に人間工学的な論拠を示すことで利用者の満足度を向上させることができる。

4.2 求められる役割・能力

上記から、以下のような役割が求められる。

1)ベンダに対して人間工学的な観点でシステム設計を支援(方針の策定・レビュー)する役割

2)顧客に対して提供システムの設計や運用に関する人間工学的な観点でのアドバイスを行う役割

上記を満たす為、下記のような能力が必要と考える。

A)設計担当者に対し人間工学的観点で組み込むべき内容を説明できる能力。これには、開発プロセス、実装技術、共に理解する能力が必要である。

B)顧客の業務担当者に対しシステム設計上の人間工学的配慮や運用の考慮点について説明できる能力。設計担当者に代わり、顧客の人間工学的観点の疑問に回答する能力が必要である。必要に応じて、疑問を解決する為の検証方法を見つけ、実行する能力も必要となる。これには、単独解決が難しい内容もチームや人的ネットワークを利用し解決するということも含まれる。

5. 参考文献

1) 独立行政法人 情報処理推進機構：ソフトウェア開発データ白書 2010-2011,pp298-299,2010

2) http://www.w3.org/TR/WCAG/

3) http://www.eclipse.org/actf/downloads/tools/aDesigner/

[連絡先] 黒米 克仁 e-mail：kurogome@jp.ibm.com

企 1-5

Web 制作の現場でユーザビリティを考える

○白石葵*（*株式会社博報堂アイ・スタジオ）

Practice to adapt human-centered design in website development.

Aoi Shiraishi* (*Hakuhodo i-studio Inc.)

1. はじめに

2004 年、日本における Web アクセシビリティを規定した JIS X8341-3 が公開され、いわゆる「Web 標準への準拠」が叫ばれ出した頃、Web 業界では「ユーザビリティ」や「アクセシビリティ」といった言葉が飛び交い、にわかに人間中心設計への機運が高まったように見えた。

しかし、現在ではその勢いも少しずつ下火になったかのように見える。実際 Web 制作の現場に立っていると、多くの企業サイトの関心はソーシャルメディアへと移り、ユーザビリティは重点課題ではない。

ユーザビリティを一時の流行ではなく設計プロセスとのひとつして組み込むためには、制作現場の意識を変えていく必要がある。ここで PDCA サイクルに沿って設計から評価までを実施した事例を通し、そこから得られた知見を社内へ還元する取り組みを紹介する。

2. A社の事例

IT 機器の製品情報／販売サイトを運営するA社は情報設計への意識が高く、各種の調査分析も積極的に実施している。今回あるIT 製品のサポートサイトをリニューアルすることで、ユーザの利便性を高めると共に、サイト利用率の向上に伴うサポート担当部門の負荷軽減をめざしていた。

2.1 課題の把握

現状の利用状況を把握するため、ユーザ側の視点としてアクセスログ解析を実施し、誘導経路、離脱ポイント、対象ユーザ群の特定とユーザニーズの把握を行った。またアンケートや直接電話サポートに寄せられた問い合わせ内容の分析も合わせて実施した結果、対象ユーザ群は個人と企業があり、さらにそれぞれ購入前と購入後に分かれてニーズの優先度が少しずつ異なることが確認できた。

それを受け、A社として特に力を入れたい企業ユーザを対象としたグループインタビューを実施。詳細ニーズの把握やサイトの利用実態、満足度、課題点などを抽出した。一方、サポートを担当する部門のスタッフに対し複数回インタビューを実施し、情報の更新方法や過去情報の取り扱いなどを確認した。

2.2 設計

設計段階ではそれまでに出た課題への解決策を探るべく、競合サイト分析やアンケートによるブランド比較調査を実施し、それらを踏まえてコンテンツ分類、ラベルの最適化、SEO 対策、検索機能、購買モデルに照らし合わせた導線設計を行った。

2.3 デザイン・実装

主要画面のデザインが完了した段階で、一部機能だけが動作するモックアップを作成し、ユーザビリティテストを実施した。被験者にA社内のシステム担当者、サポート担当者、想定外（製品知識のない）ユーザをそれぞれ2名ずつ計6名選定し、さらに弊社内スタッフも同じように各 1 名ずつ計 3 名加え、合計 9 名に対して実施した。

テストは被験者にモデレーター役が質問する形で、ノート PC に表示したモックアップについてサイトへの期待値の確認、タスクの実行、意見聴取などを行った。被験者の行動はビデオ撮影され別室のモニターから確認、また画面の動きをトレースするソフトウェアを使用して PC の操作を記録した。

テストの結果、検索機能や情報の表示方法にいくつか課題が発見されたため、それらを改善したデザイン案を作成し、実装を行った。

2.4 サイト評価

公開後しばらくして実施されたユーザビリティテストでは、特に大きな問題なくタスクを達成できており、リニューアルが一定の成果を上げたことが確認できた。一方でいくつかの課題も浮かび上がった。初回テスト後の改善案に対しても反復テストを実施することで更なる課題が発見できた可能性がある。

3. B社の事例

公的なサービスを提供するB社は大規模な組織変更を控えており、いかに利便性を損なわず新体制へ移行し、それをユーザにわかりやすく周知できるかどうかが焦点となった。そのためサイトの戦略設計から積極的に関与していくことが求められた。

3.1 課題の把握

現状の利用状況を把握するため、ユーザ側の視点としてアクセスログ解析を実施し、誘導経路、離脱ポイント、ユーザニーズの把握を行った。別途実施していたユーザニーズ調査やヒューリスティックによる現状サイト分析も踏まえて課題点を抽出した。

また運用側の視点として、各コンテンツを担当する部門のスタッフに対し情報のカテゴリ分類方針や運用フローなどについてインタビューを実施した。

3.2 設計

公的なサービスを提供している事情から、サイト設計にはわかりやすさや親しみやすさに加え、ユーザビリティやアクセシビリティへの対応が求められた。そのため早い段階からユーザビリティ方針、アクセシビリティ方針を策定し、設計とその後のデザイン・実装段階でそれらに準拠するよう意識を共有した。

その上で幅広いユーザ層が訪れることを念頭に、来訪目的があいまいなユーザ、サービスを比較検討中のユーザ、具体的なサービス名で検索してくるユーザなど、ユーザニーズを段階的に想定し、それぞれの経路仮説に基づくランディングページの設定と SEO、用語の選定などを実施した。

3.3 デザイン・実装

設計を元にデザインと実装を行ったが、それに対する評価は実施されなかった。

3.4 サイト評価

公開後リニューアルの評価を行うため、アクセスログ解析とユーザビリティテストを実施した。

被験者は主なターゲットである個人ユーザと企業の B to B 担当を想定したユーザをそれぞれ 4 名ずつ計 8 名選定した。テストは被験者にモデレーター役が質問する形で、ノート PC に表示した新サイトについてサイトへの期待値の確認、タスクの実行、意見聴取などを行った。被験者の行動は別室のマジックミラー越しに確認され、また視線の動きをトレースするアイ・トラッキング技術を使用して視線の軌跡や滞留を記録した。

テストの結果、トップページに関しては設計方針にほぼ合致した形での使用感が確認でき、被験者のコメントからもわかりやすさや親しみやすさへの満足が伺えた。サイトの目的のひとつである新体制への理解も一定の割合で達成されていた。一方、下階層に入ると誘導ミスが多く、改修すべき課題がいくつか浮かび上がった。

4. 社内への還元

A社やB社などの事例で得られた知見を社内に還元し、スタッフの教育や意識向上のために行ってきた取り組みを紹介する。

4.1 ユーザビリティ委員会によるテスト報告会

ユーザビリティに関心のある若手を中心としたスタッフでユーザビリティ委員会を設立。ユーザビリティテストをもっと気軽に実施してもらうため、実際の事例を挙げながらテストに掛かるコストや期間、手法などを紹介した。

4.2 ユーザビリティセミナーの実施

ユーザビリティに関する知識が浅いスタッフへ向けて、ユーザビリティの定義やアクセシビリティとの違い、設計や実装のプロセスでどう組み込んでいくかなどについて社内セミナーを実施した。

4.3 ユーザビリティガイドラインプロジェクト

設計やデザインの段階でユーザビリティを評価するため、チェックリスト付きのユーザビリティガイドラインを作成し、配布した。

5. おわりに

Web とそれを取り巻く技術は日を追うごとに進化を続けている。HTML5 の登場やスマートデバイスの普及により、一般化したはずのサイト構造やナビゲーションはあっという間に使えなくなってしまう。Web 制作現場のユーザビリティへの意識を高め、設計プロセスを変えていき、思い込みと模倣で作られるインターフェースをなくしていくために活動していきたいと考える。

[連絡先]
白石(藤井)葵
株式会社博報堂アイ・スタジオ
〒135-8621 東京都江東区豊洲 5-6-15
NBF 豊洲ガーデンフロント 9F
e-mail：aoi.fujii@i-studio.co.jp

聴覚・言語機能障害者のための緊急ユニバーサル・コミュニケーション・システム

○細野直恒*，宮嶋文洋**，因幡敏幸**，西島勝*，鈴木道夫***，富田豊****
(* 沖コンサルティングソリューションズ株式会社，
** 春日大野城那珂川消防本部，*** 日本聴覚障害者建築協会，**** 慶應義塾大学)

The Urgent Communication System for Deaf and Language Dysfunction People

Naotsune Hosono*, Fumihiro Miyajima**, Toshiyuki Inaba**,
Masaru Nishijima*, Michio Suzuki***, Yutaka Tomita****
(* Oki Consulting Solutions Co., Ltd. **Kasuga-Onojo-Nakagawa Fire Department Fukuoka Prefecture,
***日本聴覚障害者建築協会 AAJD. ****Keio University.)

1. はじめに

昨年の東日本大震災では，防災無線などの設備があるにも関わらず，地震後の津波により，多数の貴重な生命が失われた．障害を抱える方々にとって，このような大規模な震災の場合，平常時は助けてくれる周囲の健常者の方々も，自分自身のことで精一杯なため，支援は期待できない．しかし最低限のインフラが動いていれば，情報通信技術(ICT)の活用により，仮想的に遠隔の場所の人たちが，これら被災している障害者の支援をすることは可能である[1]．

本研究は，これらの課題を解決するため，従来から研究開発を行って来た「SOS カード」[2, 3](図1)という名称で，緊急時の必要最小限の対話要素をメニュー化したものを，例えばアンドロイド端末上に搭載し，クラウドのネットワークを介して，地方にある数箇所の支援センタと結びつけることを目的とする．

2. 背景

以上に述べたような理由から，まず SOS カードの利用場面の調査を始めた．この際，技術などのシーズから先行するのではなく，実際に使われる場面を想定して，人間中心設計(HCD: Human Centred Design)[4]の概念に準じて，ユーザニーズから調査を開始した．

また国際標準化機構(ISO)から，国際標準となっている「利用の文脈(コンテキスト) ISO9241-11」[4]も元にして，本研究では「ヒト」が「モノ」を使用しようとする時の，使うだろう人の特定と，どのように使われるかという利用形態(タスク)と，使われる利用場面(環境)の特定を行った．さらに「対話の原則」ISO9241-110[4]では，「ヒト」と「ヒト」の対話の状況についてまとめてあるので，この規格も参考にした．

3. SOS カード開発制作と評価

以上のような背景を踏まえ，SOS カードは，次のような構成にした．

- SOS カードは，在日外国人の人口構成を参照にして，日本語，英語，韓国語，中国語(簡体)，中国語(繁体)，ポルトガル語の 6 カ国に対応した．更にホームページ上では,追加の 9 ヶ国語も掲載した．
- 「痛み」などは抽象表現であるので，直感的に分かる絵記号(ピクトグラム)を中心にして構成し，最後に既往症の確認をした．
- ウェブアクセシビリティにも留意した．

4. 評価実験

実験協力者として，実際の使用場面を想定して，聴覚障害者と在留する外国人留学生に評価を依頼した．

図 1. SOS カード（部分）

人間工学では，操作性（ユーザビリティ）に関して，前述の利用の文脈（ISO9241-11）[4]において，目的に即して使えたか（有効性），短い時間とリソースで使えたか（効率性），また次に使おうと思えるか（満足度）の3要素から評価を行った．

聴覚障害者による評価では，聴覚障害者6人と，健聴者 3 人の実験協力者に参加してもらい，SOS カードを使った場合と，使わない場合で，伝達すべき内容が伝達できた時間を測定したところ，使用した場合の方が，約 30%の時間的効果が認められた．

外国人留学生による評価では，8 人の在留外国人及び 2 人の帰国子女を実験協力者として，SOS カードの評価を実施した．そこでは，各々のコミュニケーションに要した時間を，ストップウォッチを用い計測した．結果として，コミュニケーションカードを用いた場合は，用いない場合と比べて，伝達時間に関して約 20%の短縮効果が認められた．

5.タッチパネルへの搭載

以上に述べたように，紙ベースでの SOS カードを適用した場面では，有効性，効率性，ユーザの満足度の確認が出来た．これらの結果を踏まえ，紙ベースから発展したものとして，タッチパネルを備えたスマートフォンやタブレット型端末にも搭載してみた(図2)．

これらの端末に搭載することの利点としては，タップ操作，ダブルタップ操作，ドラッグ操作，フリック操作，ピンチ・イン，ピンチ・アウト操作，加速度センサ，写真の閲覧機能，バックライト機能，Wi-Fi 機能が挙げられる．

6. 運用

視覚障害者の方々からも，このようなツールが存在すれば，彼らの安心・安全に寄与するとのコメントが寄せられている．また紙ベースから発展させて，ホームページからもダウンロードが可能にしたり，Apple 社の iPod touch や iPad へも試行的に搭載したりして検討を行った．またスマートフォンの iPhone や，Android 端末端末の特徴を生かす形での搭載も試みて，同様の評価を行う予定である．

今後は，SOS カードでの対話の原則を基本として，緊急時に最低限必要な言語表現の要素を，タッチパネル上のピクトグラムに関連付けて，ユーザは，それらのピクトグラムを組み合わせることにより，遠隔の支援者と少ないタッチ回数でも，最低限のコミュニケーションが可能になるような環境を構築することを目指す（図2）．

図２．遠隔の支援者とのコミュニケーション

7. まとめ

聴覚障害者と在住外国人の方々の緊急場面の対応のために SOS カードを開発作成し，実験協力者を集い，有効性，効率性と満足度に関する評価を行い，使えそうであることが確認できた．ユーザインタフェースに関しては，基本の部分は押さえたので，今後は，ネットワークを介したクラウドを介して，遠隔地の支援者との対話について検討と試作を実施中である．

謝辞

平成 23 年度に消防庁からの研究委託事業を元に，SOS カードの改良とタッチパネル上への移植や，ネットワーク上のクラウドとの連結の試行中である．

参考文献

1) 三樹弘之，細野直恒編著，IT のユニバーサルデザイン，丸善，ISBN4-621-07579-9, 2005.
2) 細野直恒，他，ユニバーサルデザインによる緊急協調サービスカード，ヒューマンインタフェース学会誌，vol. 11, No. 4, pp.401-408, 2009.
3) Hosono, N., Inoue, H., Miki, H., Suzuki, M., Tomita, Y., Universal Communication through Touch Panel, AHFE2010, in CD-ROM, 2010.
4) International Organization for Standardization (ISO), ISO9241-210, ISO9241-11, ISO9241-110, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs), 2006.

[連絡先]
細野直恒
沖コンサルティングソリューションズ株式会社
〒105-8551 東京都港区芝浦 4-11-15
e-mail：hosono903@oki.com

企画セッション２

12月1日（土）10：00～12：00　C会場

定本　清美（東邦大学薬学部）他

薬物治療の危機管理に貢献する技術

1．　医療活動・薬物治療に貢献するユニバーサルデザイン包装技術
　　誰もが使えるくすりの包装を目指して
　　定本　清美（東邦大学薬学部臨床病態学研究室）
2．　服用しやすい剤形の工夫とその技術　GT-technology
　　盛本　修司　他３名共著（㈱モリモト医薬大阪研究センター）
3．　PTP医薬品の開封性に関する研究
　　溝口　優　他２名共著（東京ベイ浦安医療センター　他）
4．　治療と服薬を円滑にするサポートデバイスの開発
　　高森　寛子　他２名共著（大日本印刷包装事業部　他）

企2-1

医療活動・薬物治療に貢献するユニバーサルデザイン包装技術

誰もが使えるくすりの包装を目指して

○ 定本清美

（東邦大学薬学部臨床病態学研究室）

Medical and Pharmaceutical Packaging with Universal Design contribute medicine and risk management

Kiyomi Sadamoto
(Toho University)
Faculty of pharmacy Department of Clinical Sciences

医療包装におけるユニバーサルデザインの必要性

医療において、薬剤は小児から高齢者、また健常者から種々の障害をもった人々まで、使用者の限定なく適正に使用されることが前提として投与されている。しかし、高齢者や障害者に関して考慮された薬剤包装は少なく「間違いなく服用する」「自立した取り扱いが可能である」といった課題は達成されていないことも多い。

薬物治療は疾病治療の根幹であり、薬の有効性はいかなる対象者においても最大限に発揮されるべきである。多くの人が薬剤を適切にかつ利便性高く使用できるような、薬剤包装・医療包装の必要性は大きい。特に世界に類をみない超高齢化社会が到来している日本では、地域医療遂行するにあたり、身体的障害、認知症を含むメンタル障害などを考慮する必要がある[1)]。

このような社会背景を考え誰もが使いやすいユニバーサルデザインの発想を取り入れた薬剤・医療関連デバイスの開発を行ってきた。

真に実現できるユニバーサルデザイには、医療従事者、工学、デザイン、危機管理、経済などの研究協力が有効であることが実証された。

薬剤使用における問題となる背景を紹介するとともに、研究の歩みと今後の方向性について概説する。

社会背景と薬の使用：

- ✓ ユーザーの問題は把握されていない？
- ✓ 超高齢化社会における薬の問題
- ✓ 医療費抑制と薬の使用法

薬剤包装の使用と問題：

- ✓ 散剤開封における開封と視認性の問題
- ✓ ＰＴＰにおける情報伝達と開封性の問題[2)]
- ✓ セルフメディケーション推進と一般用医薬品使用

医療・服薬貢献する技術の必要性

- ✓ 医療・服薬の問題点を客観的評価した上での技術開発
- ✓ 開発された技術、あるいは開発されているからそれを応用できる医療分野への適応[3)]

文献

1..Kiyomi Sadamoto, Masaru Mizoguchi, Takahiro Yamanouchi, Shunji Morimoto, Kiyoshi Kubota: Innovative Tool for Taking Large Pills for the Elderly and Patients with Swallowing Difficulties, *The Pharma Innovation*, 8,1-6, 2012

2.定本清美,溝口優,中島岳,木下教之,上村直樹：PRESS THROUGH PACKAGING(PTP)の視認性に関する官能試験を用いた客観的評価ーユーザーによるPTPシート認識行動評価－日本包装学会誌 Vol.21,No.4 293-299 2012
3..定本清美、山之内崇紘、大家康彦、溝口優：関節リウマチ患者における　ピンチ力のPTP包装開封に与える影響　人間工学　Vol48.No4 1-3 2012

〒274-8510　千葉県船橋市三山２－２－１
Tel　047-472-1171　　Fax　047-472-1171
E-mail　sadamoto@phar.toho-u.ac.jp

企 2-2

服用しやすい剤形の工夫とその技術　GT-technology

○盛本修司*、于琳*、山口好彦*、作間豊*
(*: ㈱モリモト医薬　大阪研究センター)

New dosage form and Technology for easy handling and swallowing GT(Gel Together) Technology

○Morimoto Shuji*, Yu Lin*, Yamaguchi Yoshihiko*, Sakuma Yukata*
(*: Osaka Research Center, Morimoto Pharma Co., Ltd)

1. はじめに

医薬品はきちんと定められた時間に定められた薬剤を正しく服用して初めて、薬の効果が発揮される。

図1. GT 剤

しかし、服用のコンプライアンス(服用の遵守率)は、6割程度というデータもある。

固形剤の中では、錠剤・カプセル剤が主流であるが、最近はより飲みやすい剤形として、OD 錠やフィルム錠なども開発されている。

1988年の高齢者を対象とした「シルバーサイエンス研究」において、錠剤・カプセルを飲みにくい方からの要望の剤形に、プリンやゼリーがあり、その後ゼリー剤が製薬会社にて多く研究されたが、20年後の現在、製品としては、10製品たらずが上市されているのにすぎない。それは、液体の中に薬物を入れるために、安定性の問題があり、さらに、通常の粉末の状態での開発ができない点が理由としてあげられる。

当社で、現在開発中の GT 剤(GelTogetjer剤、Good Taste 剤)は、患者指向のより飲みやすい剤形として、薬剤とゼリーを分離して配置し、服用時に隔壁を開封してゼリーで薬剤を囲いこんで一塊のゼリーにしてそのまま服用するものである。錠剤・カプセルの水での服用に比較して、はるかに簡単に服用できるように設計されており、服用動作を分解分析した結果においても、有意差が出ている。また、誤嚥が起こりやすい上を向く動作を必要としないことが大きな特徴の一つである。

2. GT 剤の紹介、種類

製剤研究は、戦略的に固形製剤として開発することが決定された場合、薬剤の物理化学特性等の基本物性調査と製剤研究の初期として様々な処方化研究やその試験法評価法などの研究が行われる。特に、添加剤との安定性研究、処方、製造法研究などを行う必要がある。

図 1 に示したように、GT 剤の特徴的な構造は、既存の錠剤・顆粒・カプセル剤、そして、原末全ての製品に適用可能である。

図2. 各々の剤形での GT 剤
上:カプセル剤、中:顆粒剤、下:錠剤

実際には、粉末や顆粒は飲みにくいことと残留するという問題があり、対策として可食性のフィルム(OB)で薬剤を包み込むことにより、前記問題が完全に解消された。

図 2 に示すように、GT 剤のシンプルな構造によって、従来剤形の薬剤や OB に封入した薬剤をそのまま入れられ、多種類の薬剤での合剤(GT 合剤)が容易に設計できる。

図3. 合剤 GT 剤
上:OB 薬剤の GT 合剤、下:錠剤の GT 合剤

3. GT 剤の製剤研究結果

当社にて、隔壁を弱い力でも開封できる弱シール技術を新開発し、さらに、一定量の粉末を正確に切りだしそれを保証する技術、また、薬剤が残量なく全部排出できるオブラートのパック技術を開発した。

3.1 充填検討

図3のように、100%の全量排出が実現できる。

図4. GT 剤薬剤排出の画像

3.2 シール性検討

図4に示したように、シールチェック液を使って、10分間経って、弱シールを確認した結果、モレのないことを確認している。

図5. 弱シール液漏れ試験

3.3 溶出検討

アスコルビン酸製剤の検討例として、原末、原末を OB で包んだもの、錠剤とカプセルをそれぞれ GT 剤に入れ、ゼリーと混合したのち、溶出試験を行った。図5に結果を示す。

図6 原末、原末 OB、錠剤とカプセルの溶出性

4. 服薬性評価

4.1 薬剤服用の4STEP

(1).服用準備作業・・・・手指、視覚
GT 剤(容易に開封、水等の準備が不要)
錠剤 (必要動作:水を準備)

(2). 服用前作業・・・・手でつまみ、口に持っていく
GT 剤(つまみ・絞る動作、口腔内へ)

(3). 舌上から咽頭部に動かす。上向き、水をのむ。
GT 剤(食塊となって送り込む動作、上を向かない)

(4). 咽頭から食堂・胃への飲み込み操作

4.2 服用試験評価

インフォームドコンセントの元、以下の評価を行った。

高齢者(東邦大学 定本清美教授)、小児・幼児、リューマチ患者、片手での服用 いずれも、良好な結果を得ている

5. GT 剤の特徴

この G 剤は、さらにほかの剤型にないメリットとして、薬剤に直接触れずに服用できるという特徴がある。 したがって、手指がたとえ不衛生であっても、一切触れずに服用ができる。 その意味で、抗がん剤。高活性医薬品にも最適である

6. おわりに

錠剤は添加剤と混合・造粒して、打錠を行って製造するが、GT 剤は原則添加剤が不要であるので、よりコンパクトになるとともに、粉末の柔らかい塊をゼリーで服用することによって、より多量の薬物を容易に服用することができる。

今後は、本技術は、抗がん剤や嚥下困難な患者、高齢者向けの医薬品への適用が 要望されており、現在、治験薬の製造の準備を行っている。さらに、脳疾患、パーキンソン病、統合失調症や、量の多い抗生物質や、鎮痛剤、さらには、水摂取 の制限されている腎臓疾患などへの適用が有利であり、さらに、錠剤等の処方化研究が不要で早期に治験薬製造ができる点で、ドラッグラグの短縮化に貢献できる。

さらに、当社では、GT 剤(薬をあらかじめ含めている)に対して、GT パック(図 6、薬はあとでセットする。服薬支援キット、食品に分類)を開発中である。

図7. 服薬支援キット－GT パック

[連絡先]
盛本修司 E-mail: morimoto@m-ph.co.jp
株式会社 モリモト医薬 大阪研究センター
〒555-0012 大阪市西淀川区御幣島5丁目8－28
Fax: 06-6476-5573

企 2-3

PTP医薬品の開封性に関する研究

○溝口　優*、定本清美**、佐藤晴恵**
（*東京ベイ浦安医療センター、**東邦大学薬学部）

Study for patient's sensuality during opening a PTP package of medical

Masaru Mizoguchi*, Kiyomi Sadamoto**, Harue Satoh**
(*Tokyo Bay Urayasu health care center, **Toho university school of pharmaceutical sciences)

Abstract

医薬品において「開封し易い包装」は設計品質の重要なポイントとなっているが、内容製剤の品質保護が優先され、また製薬メーカーのラボでは健常者により官能的に判定されるため、様々な背景を持つ患者に対して必ずしも使いやすい包装になっていないケースがある。

リウマチ患者を対象とした以前の研究では、ピンチ力と PTP 開封時の患者の官能的判定との関係を精査し、その相関性を見出した。また、ヒートシール包装［散剤の分包］が PTP と比べ開封し難いこと、手指機能障害のある患者に配慮した包装設計をする場合、15～60N のピンチ力での官能評価が有効であることを報告した。その際、開封のメカニズムは複雑で幾つもの要素が絡みあうために押出し力などの代用特性と実際の開封し易さとの相関が悪いことも分かった。

このような現状や過去に行った研究の経験を踏まえて、医薬製品で汎用される PTP 包装の開封性について人間の感性（検出力）を中心に研究することを計画した。

まず、官能評価（評点）を基準として、様々な要因がそれに及ぼす影響を統計的に解析できるよう、多変量解析を用いた実験デザインを選択した。すなわち、官能評点を目的変数として、従属変数（説明変数）には、患者の特性、PTP 包装の要素［材質、厚み、ポケット形状、内容製剤形状など］をおき、従属変数と官能評点との相関や、様々な従属変数の組合せにおける官能評点への寄与率を評価するという方法を考えた。

実験では、実際の医薬製品より取出し性に差異があると思われる PTP5 品目を選択し、評点には 11 段階の NRS（Numeric Rating Scale）を用い、学生 60 名による開封性の官能評価を行った。

その結果、それぞれの製品毎に NRS の有意差が検出され、また各 PTP 要素が官能性に及ぼす影響の大きさが明確となった。

■

第４２回日本人間工学会企画セッション「薬物治療の危機管理に貢献する技術」

治療と服薬を円滑にするサポートデバイスの開発

○高森　寛子[1]、定本　清美[2]、吉澤　明孝[3]

([1]大日本印刷株式会社　包装事業部、[2]東邦大学　薬学部、[3]要町病院)

近年、日本では高齢化が進み、在宅で治療を受ける患者が増加している。これに伴い、患者自身もしくは介護者が服薬や体調の管理を行う必要性が高まっている。しかし、実際には、在宅での服薬状況や症状を医療者が把握すること自体が難しく、「適切なタイミングで服薬がなされているか」、「どのような経過をたどったか」、などを知ることは非常に困難であった。

海外の服薬遵守率調査によると、慢性疾患の服薬コンプライアンスはどの領域においても５０％程度であることから、患者の症状や病態と服薬状況を知って有効な治療を行うことは、薬剤治療の効果を上げるとともに、医療費抑制にも大きな効果をもたらすと考えられる。

そこで、DNP ではモニタリングシステム「Your Manager」の開発を進めている。「Your Manager」は、タイムスタンプ機能を有し、NFC プロトコール対応モジュールを内蔵した紙製のカード、及び、そのアプリケーションである。患者が、自宅で「Your Manager」を搭載したパッケージから薬を取り出したり、ボタンを押したりすると、その日時をカード内モジュールに記録、蓄積できる。そして、リーダーやスマートフォンを介して通信することで、医師や介護者がパソコンやスマートフォンで、その服薬状況をより正確に短時間で把握することが可能となる。医師は、それを診断のバックデータとして利用することが可能となり、患者は適切な服薬治療を受けられるばかりではなく、自身の治療への参加意識が向上すると考察している。(図1)

「Your Manager」を、患者向けのパッケージや治療記録カードへ応用し、医療現場での実用化に向けて、大学や医療機関と共同開発を行っている。今回の実証実験では、糖尿病向け、リウマチ患者向けの「治療経過記録カード」、及び癌患者向けの「服薬・疼痛記録カード」を作成し、患者さんと医師、看護師に運用してもらった。その結果、80％以上の患者が「治療のために使用したい」と答えた。また、医師は「薬の処方や診断を行う際のデータとして有用である」と評価した。(図2)

「Your Manager」を用いた服薬モニタリングシステムは、患者の服薬状況や体調などを、簡単に日時と紐付けて把握できるシステムであり、実証実験の結果から、(1)医師や薬剤師が患者に指導しやすくなる、(2)医師が処方を工夫しやすくなる、(3)患者の服薬への意識向上、という効果が得られることがわかった。

「Your Manager」は、症状の出現と薬物治療効果を関連付けて正しく評価することが可能とするばかりではなく、データの保存、インフォームドコンセント、患者の自己管理などに有効であり、かつ患者が積極的に治療に関わることができるツールであると考えられる。今後、疾病や用途によるカスタマイズや機能の拡大を実現することで、様々な薬物治療シーンでより多くの可能性が見出されるであろう。

【研究の手順】
患者エントリー
⇒電子カード配布
⇒患者入力
⇒電子カード回収・読取り
⇒服薬指導
意見聴取(患者の使用性)
協力医療機関の意見聴取

図 1 電子カードの外観と服薬管理のシステム

図 2 電子カードについての慢性リウマチ患者の使用性調査結果

Takamori, Hiroko
〒162-8001 東京都新宿区市谷加賀町 1-1-1
Tel 03-5225-5942 Fax 03-3266-4899
E-mail Takamori-H2@mail.dnp.co.jp

企画セッション３

12月2日（日）13：00～15：00　B会場

アーゴデザイン部会

ソーシャルセンタードデザイン（SCD）を考える

1．ユーザー視点で捉えるSocial Centered Design
　安藤　昌也（千葉工業大学工学部）
2．社会環境も考慮したデザインアプローチ
　山崎　和彦（千葉工業大学工学部デザイン科学科）
3．デザインと公益性についての一考察～Social Centered Design を考える～
　細田　彰一（日本工業大学）
4．参加型デザインとソーシャルセンタードデザイン
　西内　信之（首都大学東京システムデザイン学部）
5．SCDにおける社会の視点をどのように考えるか
　笠松　慶子（首都大学東京システムデザイン学部）

企 3-1

ユーザー視点で捉える Social Centered Design

○安藤 昌也*
(*千葉工業大学工学部)

Social Centered Design from User's Viewpoint

Masaya Ando*
(*Faculty of Engineering, Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

日本人間工学会アーゴデザイン部会では、複雑化する社会の変化に対応できる人間中心設計(HCD)のあり方やその課題を考える取り組みとして、「これからのアーゴデザインを考える」活動を行ってきた。議論を重ねる中で、"人間"に焦点を当てた人間中心設計から、環境問題などを含む、より社会的な側面を考慮するキーワードとして、"ソーシャルセンタードデザイン(SCD)"を、今後議論を深めるキーワードとすることになった。このキーワードは、議論の中で創作された造語である。そのため、現時点でこの語が何らかのコンセンサスを得た意義をもつものではない。

このキーワードが登場した背景には、環境の変化に対応して持続可能な社会を築くことへの努力が、今後より強く求められるとの認識がある。そうした中においては、「これまでは、市場にニーズがあり、これに応えることができるならそれを製品化し、提供するのが普通であったが、今後はその中から社会全体が望ましいと考える状態に合致するようなものを優先的に提供するために、社会全体が望ましいと思う状態とはどのようなものかを知るための方法論」[1] が求められるはずだ、との予想に基づいている。

人間中心設計の国際規格 ISO9241-210: 2010 においても、「持続可能性と人間中心設計」の項を設け"社会的責任設計 (socially responsibility design)"を推進することが課題だと指摘している。

本稿では、"ソーシャルセンタードデザイン(SCD)"が今後デザインの一つの方向性を示すキーワードであると仮定し、それがどのようなビジョンを示すものであるかについて、ユーザーやステークホルダーの視点から論考する。こうしたバックキャスティング的論考によって、現在の課題を認識しつつ、今後の取り組むべき方向性を論じることには、意義があるものと考える。なお論考を始める段においては、"ソーシャル"の語を環境に関連する意味でのみ用いるのではなく、まずは広義に"社会的"を意味する語として捉えることから始めることとする。

2. SCD における"ソーシャル"の意味

"ソーシャル=社会的な"の語は、現在様々な用いられ方をしている。SNS に代表されるように、ソーシャルメディアと呼ばれるアプリケーションやサービスが登場することにより、頻繁かつ多様な使われ方をしている。"ソーシャルランチ"や"ソーシャルライブラリー"などもある。こうした場合、主に新たな人の繋がりを意味したり、人の繋がりを前提にした集合知的な機能を意味したりする。つまり"人の生きる社会そのもの"をソーシャルとして捉えるものである。

一方で、ソーシャル・アントレプレナー(社会的企業家)やソーシャル・イノベーションなどに代表されるように、社会的課題を解決することを意味する使われ方も増えている。ノーベル平和賞を受賞したムハンマド・ユヌス氏のグラミン銀行が行うマイクロファイナンスのように、従来見落とされてきた社会的課題を新しい方法で解決するアプローチは、広くその必要性が認められつつある。

このように見ると、デザインにおいて"人の繋がり"や"集合知"などは、解決手段の一つではあるものの、その創出だけが目的ではないと考える。デザインは問題解決のプロセスであり、同時に新たな価値の創出のプロセスでもある。その意味においては、見落とされたり気付きにくい"社会的課題"へのアプローチは、様々なデザインが持つべきものであると言えよう。

米国デザインコンサルタント会社の IDEO は、社会的課題へのデザイン的アプローチを"HCD(人間中心デザイン)"と捉え、その方法論を体系化している [2]。この方法論は、低所得のコミュニティの人のために非営利活動や社会的事業を行う人々を対象にしたものである。

このように見るとデザインには、ソーシャルを社会的課題として捉え、アプローチすることへの期待があると考えられる。

3. ユーザー視点での社会的課題

社会的課題はどのような特徴があるだろうか。これまで HCD が捉えてきたユーザー側を、社会的課題に対して個別的課題として対比させ、模式的に考えてみたい。

個別的課題を中心に考えると、社会的課題はその変縁にある。個別的課題といっても、それらは環境を含む社会的文脈との関わりの中で存在する(図 1)。人間中心設計で扱うような課題、例えば情報機器の利用は、主に図中(a)の矢印が示すように、文脈における課題が主体であるユーザーにとってどのような状況であるかを把握し、よりよい状態へと改善する取り組みだと言えよう。そのため、社会的課題そのものは扱いにくい。

しかし、実際の我々の生活では、日々の生活においてごみの分別や節電といったように、直接的に社会的課題を実践していることも多い。図中(b)はそうした関係を示している。このような行為は社会的課題を個別的課題に引き寄せて変換し、実践されていると考えられる。つまり、外縁の社会的課題は、その輪郭ははっきりしておらず、ユーザーが認識し個別的課題として扱われることで、ようやく扱いやすいものとなる。

図 1 個別的課題中心の図

図 2 社会的課題中心の図

では視点を移し、社会的課題を中心に同じ構造を描いてよう(図 2)。社会的課題は複数の個別的課題の中で存在するものであり、それら多様な課題の外周を総合することにより、社会的課題の輪郭を捉えやすくなる。

これはあくまで概念的な議論ではあるものの、潜在化されている社会的課題をいかに把握し、それをいかにデザインに取り込んでいくかは、新しい課題であると言える。

4. ユーザーの利他的欲求と SCD の糸口

図 1 で示したように、一人のユーザーにとって社会的課題は基本的には距離のある問題である。そのため、ユーザーを利己的欲求でのみ行動する主体として捉えると、社会的課題を取りこんだデザインは考えにくくなってしまう。

牧野らは、様々な欲求理論を検討し、ユーザーの欲求を“利己的欲求—利他的欲求”と“自己—他者”の 4 象限に整理している [3]。また、ユーザーの欲求を分類した上で、欲求の連鎖を記述し社会の仕組みを分析・デザインする欲求連鎖分析(WCA)を提案している。牧野らは利他的欲求の連鎖に着目することで、新しいビジネスモデルや社会モデルを提案できると述べている。

2011 年 3 月の東日本大震災以降、私たちの中には利他的欲求が強く芽生えたと言える。これは、「私が何かをしたい」という利他的(自力)欲求と、「私は何かを誰かにしてほしい」という利他的(他力)欲求によるものだ。社会的課題の解決には、こうしたユーザーの利他的欲求をうまく活用することが重要だと言えよう。

5. まとめと今後の課題

本稿では、SCD を潜在的な社会的課題を発見するアプローチとして捉え、ユーザーの利他的欲求を糸口にデザインと結び付ける方向性について検討した。しかし図 2 は、あくまで社会的課題の特徴を整理したものであり、誰がどのようなデザインを行う際に取るべきアプローチであるのかについては、今後議論を重ねていく必要があろう。

6. 参考文献

1) 八木佳子, “環境の変化とこれからのアーゴデザインの課題“, 2011 年度一般社団法人日本人間工学会関東支部第 41 回大会講演集, pp186-187, 2011.

2) HCD connect: http://www.hcdconnect.org/

3) 牧野, 白坂, 牧野, 前野, “欲求連鎖分析: 人々の欲求の多様性を考慮した社会システムの分析・設計手法”, 日本機械学会論文集 C 編, 78 (785), pp214-227, 2012.

[連絡先]
安藤 昌也
千葉工業大学 工学部 デザイン科学科
〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1
e-mail : ando@sky.it-chiba.ac.jp

企 3-2

社会環境も考慮したデザインアプローチ

○山崎和彦
（千葉工業大学工学部デザイン科学科）

Design Approach for Social Centered Design

Kazuhiko Yamazaki
(Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

これまでの人間中心設計やアーゴデザインは、人間やユーザーを中心にデザインを検討してきた。そして、ビジョン提案型デザイン手法やビジネスモデル・ジェネレーションなどでは、ユーザーとビジネスの両方を考慮している。近年、社会と環境は、顧客とビジネスに大きく影響する場合もある。また、顧客の価値の中で、社会と環境における役割も大きくなっている。このような背景から、ここでは、社会環境を考慮した人間中心設計やアーゴデザインのアプローチについて解説する。

2. 研究の位置づけ

2.1 アーゴデザイン部会のテーマとして位置づけ

アーゴデザイン部会のテーマは、1)ハードウエアからソフトウエアの時代の変化に対応した「GUIのデザイン手法研究」、2)多様な人が使用するという視点での、問題解決のための手法を研究した「ユニバーサルデザイン手法の研究」、そして、現状の問題解決から、未来の提案のための「ビジョン提案型デザイン手法」という変遷をたどった。ユニバーサルデザインの手法や、ビジョン提案型の手法を基本に、現代の課題に取り組むために、これからのテーマの一つとして「社会環境も考慮したデザインアプローチ」を提案する。

2.2 ビジョン提案型デザイン手法としての位置づけ

図1に示すように、未来の提案のための「ビジョン提案型デザイン手法のフレームワーク」では、上部に「ユーザー視点」、下部に「ビジネス視点」と中央部に「構造型シナリオ手法」がデザイン手法のコアとなっている。この手法では「社会や環境」に関しての位置づけは特になく、「ユーザー視点」の中に含まれていたり、「ビジネス視点」の中に位置づけしたりすることができるが、明確な位置づけはない。

図2 ソーシャルデザインの概念

3. 社会環境の位置づけ

3.1 ソーシャルデザインとは

ここでは、ソーシャルデザインとは、図2に示すように「ユーザー視点」と「ビジネス視点」に「社会環境視点」を加えたデザインアプローチと定義する。ユーザー視点とは利用者にうれしい人間中心のデザインのことであり、「ビジネス視点」とは企業にうれしいビジネス中心のデザ

図 1. ビジョン提案型デザイン手法のフレームワーク

インと位置づけとする。そして、新たな「社会環境視点」とは、社会や環境（地球）にうれしい社会環境中心のデザインのことである。

3.2 社会環境とは

ここでは、「社会環境」とは、下記のような社会と環境を考慮することとする。

・サスティナブルな社会
・社会的な価値
・社会経済
・社会的な環境
・文化的な環境
・地域環境
・地球環境

4. 社会環境も考慮したデザインアプローチ

4.1 デザインアプローチ

図3に示すように、社会環境を考慮する上で、「顧客の価値を意識したビジネスモデル」に社会環境視点を追加するアプローチを提案する。

社会環境も考慮したデザインアプローチを具現化する方法としてビジネスモデル・キャンバスの活用を検討した。ビジネスモデル・キャンバスは、ビジネスモデルをユーザー視点、企業視点と利益・コスト視点を一つのテンプレートとして、分かりやすく活用できる手法である。図4に示すように、そのプレートの上部に社会環境のブロックを追加する。社会環境のブロックには、社会や環境の動向、社会と環境に関連する顧客価値とビジネス価値を記述する。

4.2 デザインアプローチの検証

提案するビジネスモデル・キャンバスを活用した社会環境も考慮したデザインアプローチを検証するために、2012 年 3 月のアーゴデザイン部会主催の合宿ワークショップにて、このアプローチを活用して検証した。この合宿では以下のプロセスを実施した。

1）図4のフレームワークをホワイトボードに書いて、関連する情報をポストイットに貼る。
2）どのような顧客セグメント(CS)を対象とするか検討して、顧客セグメントを設定する（ 例：お年寄り、こども）
3）顧客セグメントにとって、どのような価値提案(VP)するとよいのか検討する。（例：町を楽しく歩ける、安全に公園で遊べる）
4）どのような社会環境(SE)であればよいのか検討する（例：地産地消、マイナスインパクトレジャー）
5）時間があれば、顧客との関係（CR)とチャネル（CH）も検討する。

この合宿での結果、提案するアプローチに活用できる可能性があるが、アプローチや要素に対して、具体的な定義を明確にすることで、より効果的に活用できる可能性が分かった。

図 3 ビジネスモデルと社会環境

図 4 社会環境視点を加えたビジネスモデル

5. まとめ

ここでは、ビジネスモデル・キャンバスを活用した社会環境も考慮したデザインアプローチを提案し、合宿ワークショップにて検証をした。今後、具体的なプロジェクトなどで検証を進める。

参考文献

1) 山崎和彦他,"エクスペリエンス・ビジョン"、丸善,2012
2) 山崎和彦、"文化性と地域性を考慮したデザインへのアプローチ"、コンセプト事例発表会、2010
3) アレックス・オスターワルダー他、"ビジネスモデル・ジェネレーション"、翔泳社、2012

[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

企 3-3

デザインと公益性についての一考察

～Social Centered Design を考える ～

○細田彰一*
(*日本工業大学)

A Study of Design Method and Utilitarianism

Shouichi Hosoda*
(*Nippon Institute of Technology)

1. はじめに

筆者が「人間中心設計」という言葉を使い始めた頃、その説明を聞いた人たちの中で気になるリアクションがあった。「それはエゴイスティックな考え方ではないか」エコロジーという言葉を巷でよく聞いた時期である。人間のことよりも、地球のことを考える方が先ではないかというニュアンスであった。地球環境を考えるというコンセプトが注目されていた時代に、「人間中心」という言葉はずいぶん奇異に移ったのであろう。

人間中心設計は、ユーザにとっていいサービスや製品をデザインするための手法である。そのために、設計要件の中心に人間を位置づけ、その人のための最適を探っていく方法論を採用している。一方、エコロジーは人が自然環境保護のために何をするべきかという思潮である。個人から発想してその個人(あるいは小集団)に適したモノやサービスを提供するというアプローチは、エコロジーのような大局から発想して、個人(あるいは小集団)レベルの行動規範(道徳)を定めてゆく立場からすると、傲慢、あるいは自堕落に見えたのかもしれない。

人間中心設計がエコロジーをはじめとする社会全体を考える視点と矛盾こそしていないものの、システマチックに取り扱う方法論を採用してこなかったことは事実であろう。また、地球環境以外にも地域格差等々、考慮すべき様々な社会的なファクターがあり、それらのてんでバラバラなファクターをどう扱うべきかについてもこれまで人間中設計では積極的に触れて来なかった印象がある。

人間中心設計の肝は、物語･エピソードを設計要件に変換する部分である。物語･エピソードには主人公や脇役等の主要キャストが存在しており、これら積極的にエピソードに関与する主要キャストは構造的に考慮しやすい。ストーリーにからむ主要人物を増やすことで、群像劇のように複数人の集団や人と人の関わりに関する事象もある程度扱うことが可能である。

しかし、ストーリーの背景の一部であるモブ(端役、群衆)や舞台そのものについては、背景であるがゆえに人間中心設計では取り扱うことが難しかった。

その意味(登場人物を限定的にしか扱えない)では、人間中心設計は「利己主義」的ニュアンスがあることは否めない。

筆者の所属する日本人間工学会アーゴデザイン部会でも、このある意味での不備は数年前より認識しており、従来の人間工学や人間中心設計で扱いずらい社会的要素に関わる視点はこれまでも何度か扱う試みを行ってきた。端緒として、人間中心設計を取り入れたアカデミックロードマップ作成ツールの開発を試みた「マザーロードマップ」ワーキングでは、人の定義を個人のみではなく「家庭」「社会」まで拡張した。ただし、社会の捉え方については非常に曖昧模糊のまま、まとめきることができなかった。ここ二年ほどは、「これからのアーゴデザインを考える」活動を行ってきた。この活動において、社会的な側面を考慮するキーワードとして、「ソーシャルセンタードデザイン(SCD)」という言葉を発想したのは、自然な流れであった。

2.ユニバーサルデザインからの学び

ソーシャルという言葉が、我々の行っている製品やサービスに関して何を意味するかは現時点で見えない部分も多いが、ユニバーサルデザインが一つのヒントになることは確かであろう。ユニバーサルデザインは、主に同時代の様々な人が機会均等であることを実現するために個別のモノやサービスのデザインレベルでどうするべきかを考える活動である。日本人間工学会では、2003 年に「ユニバーサルデザイン実践ガイドライン」という形で社会問題にアプローチする方法論について一定の成果をあげている。これから、個々の社会事象に対して有効な手法を考えることは有効であり、ユニバーサルデザイン実践ガイドラインのような方法論を用いれば、ある程度有効なツールを作り出すことも比較的用意に可能であろう。ただし、考慮すべきファクターは多々あることが予想されており、同時代の構成員の機会均等だけを考えていればよいわけでもない。結局、デザイン活動

の中心にすえるべき「社会」とは何かを考える必要がある。

3. 参考になるスタンス：三方良し

なお、社会全体の公益性を考える取り組みというのは少なくとも数世紀前から存在する。福祉やボランティア活動などはまさにその典型であるが、福祉は政治的な色彩が濃く、ボランティアは営利活動にはなじみにくい。デザインや営利活動に関わる人間がどう考えるべきかを考察する必要がある。

ヒントになりそうなのは、近江商人のスローガンである「三方良し」である。三方良しとは、「売り手良し」「買い手良し」「世間良し」の三つの「良し」であり、売り手と買い手がともに満足し、また社会貢献もできるのがよい商売であるということを指す。この三つの「良し」のバランスをとるという方向性は、今の我々の目指す方向性と矛盾しないように思われる。なぜなら、売り手、買い手というその場の主役である両者のみを配慮するだけでは社会はよくならず、また社会に対する配慮のみでも営利活動は成り立たないからである。人間中心設計は買い手を中心にして売り手が行うアプローチであり、「世間」をどう考慮していくかがやはり重要になりそうである。

4. 功利主義のアプローチ

「世間」「社会」という言葉をここまで用いてきたが、これらの言葉は非常に重要だと考えている。エコロジーでよく使われる「環境」「地球環境」という言葉も、人類の持続に関わらない部分はほぼ考慮されないという意味で「世間」「社会」と同義であると考えられる。要するに、人をとらえる時間的、空間的スパンの拡張が今求められているということであろう。その意味では、「Social Centered」という言葉が適切かどうかも今後検討する必要を感じる。

利己主義と功利主義の関係も人をとらえる時間的、空間的スパンの拡張として考えられる。我々は、功利主義的なアプローチを求められているのではないか。

功利主義とは実利主義、公益主義とも言われる概念で、ベンサムの「最大多数の最大幸福」という言葉が有名である。要するに、個神のみではなく、社会の構成員の幸福の足し合わせた物を評価指標とする思想である。

さて、ベンサムらの古典功利主義においては、それを計算するための快楽計算というアプローチが存在する。批判は多いものの、社会を定量化する手法としては学ぶ部分は多いように思われる。もちろん、最大幸福の総量を考慮するのにあまり意味はないだろうが、我々の提供するサービスによって幸福の全体量がどう変化するかという差分を検証する部分では参考になるアプローチだと思われる。

Cベンサムの快楽計算では、個々の事象に対し、1 強度 2 持続性 3 確実性 4 時間的遠近（実現の近さ）5 多産性（快楽の連鎖）6 純粋性 7 範囲の七つの項目を点数化して計算を行うことが提唱されている。

5. 最後に

Social Centered Designという着想は時代の要請でもあろうが、扱わなければならない事象は多々あり、さらに時代によって移ろってゆくことが予想される。現状でもデザイナーが考慮すべき項目は無数にあり、デザイン現場の作業は増える一方である。

Social Centered Designは、明快なコンセプト、使いやすいツールとして提供することも考えなければならないように思われる。

既存のデザイン手法や方法論と連携、あるいは融合したツールになれば有効であろう。

6. 参考文献

1) 八木佳子, “環境の変化とこれからのアーゴデザインの課題“, 2011 年度一般社団法人日本人間工学会関東支部第 41 回大会講演集, pp186-187, 2011.

2) 新家,上田,高橋,吉井,細田,”「マザーロードマップ」の提案”, 2010 年度一般社団法人日本人間工学会第 51 回大会講演集, pp232-233, 2010.

3)人間工学会編,”ユニバーサルデザイン実践ガイドライン”,共立出版,2003

[連絡先]
細田　彰一
日本工業大学　機械工学科
〒345-8501 埼玉県南埼玉郡宮代町学園台 4-1
e-mail：hosoda@nit.ac.jp

企 3-4

参加型デザインとソーシャルセンタードデザイン

○西内信之*（*首都大学東京 システムデザイン学部）

Participatory Design and Social Centered Design

Nobuyuki Nishiuchi*
(*Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

これまで日本人間工学会アーゴデザイン部会では、利用者の立場や視点に立って機器やサービスの設計を行う人間中心設計(HCD:Human Centered Design)について多くの議論を行ってきた。しかし、近年の急速な社会の変化、消費者の意識の変化にこれまでの HCD では対応ができなくなる懸念が指摘されるようになった。そこでアーゴデザイン部会では、これからの HCD が扱うべき課題は、広く(環境軸)、深く(人間軸)、難しく(技術軸)なってきていると考え、地域社会やユーザを巻き込んで社会的な課題の解決を目指すソーシャルセンタードデザイン(SCD:Social Centered Design)として深化、追求していかなければならないと考えている。

本発表では、社会的な課題を扱うビジネスとは何かをベースに考え、参加型デザインの観点から SCD を捉えることで、これからの SCD についての更なる議論を進めるための足掛かりを得ようとするものである。なお、本発表は日本人間工学会アーゴデザイン部会が主催する企画セッション「ソーシャルセンタードデザイン(SCD)を考える」の一部である。

2. 社会的な課題を扱うビジネス

社員食堂でカロリーを抑えた食事を提供し、食事代の一部（20 円:開発途上国の 1 食分の食事代に相当)をアフリカの学校給食支援に充てる TABEL FOR TWO（TFT）という活動がビジネスとして展開されている [1]。この活動で重要なポイントは、社会的な課題を解決する一方で、ビジネスとしてきちんと利益を得ているところである(図 1)。

社会的な課題を解決する社会貢献といえば、従来までは「自己犠牲の慈善活動」と捉えられていたものが、近年は「ビジネス」として捉えられるようになってきている。それは、CSR が企業の中で本業と統合されることでビジネスの重要な役割を担ってきている [2]ことからもうかがえ、社会背景も大きく変化してきていると言えるだろう。

そこで、これから考えていく SCD は、このような形で社会的な課題を解決しながらビジネスとして成立する新しい仕組み・価値を生み出す手法を考えていくべきではないだろうか。この新しい仕組み・価値には、「おいしい」、「かわいい」、「うれしい」などの感動体験が先にあって、「実はエコ」のようなストーリが重要と考える。

図 1 「大きなつながり」ができるまで [1]

3. 参加型デザインと SCD

3.1 参加型デザインとは

参加型デザイン(Participatory Design)とは、エンドユーザがデザインの過程に能動的に参加し、デザインされる製品が彼らのニーズに合っているか、使い易さはどうかを確認する助けをするデザイン手法の一種であり、スカンジナビアの国々の労働組合で 1960 年代から 70 年代にかけて行われ始めたことが起源とされている [3]。

3.2 従来の参加型デザインの例から得られる SCD と関連するポイント

従来の参加型デザインについては、日本人間工学会関東支部第 41 回大会(2011 年)において、ユーザ参加型デザインの 4 つの分類 [4]に基づいて、具体的な例を挙げて議論を行った [5]。これらの従来の参加型デザイン

の例を分析することで、SCDと関連する次の4つのポイントを得ることができた。

(1) 支援システム・ノウハウの有無

参加型デザインでは一般的に、参加するユーザには、開発支援ツール、関連する内容のワークショップ、専門家のアドバイスなどが提供される。逆に、これらがユーザに提供されない場合には、参加するユーザ自身の知識レベルが問われ、知識のないユーザは参加することができない。SCD においても、参加するユーザグループによっては、グループごとの知識共有や、何らかの支援の形が必要になると考えられる。

(2) 決定権のウエイト

人間中心設計の場合、ユーザの意見が取り入れられるものの、最終的な設計の決定は開発者が行う。参加型デザインでは、参加者であるユーザが決定権を持つことが多い。SCD では、様々なグループ、コミュニティが加わることが望ましく、最終的な決定権のバランスを検討することが重要である。

(3) 参加するユーザのモチベーション

参加型デザインに参加するユーザのモチベーションには、「より良くしたい」、「趣味・興味」、「賞金・賞品」などがあるが、SCD を推進させるためのモチベーションは、「社会を良くしたい」をベースに「理想的な社会の姿」を思い描くことであるべきと考える。

(4) 対象とするもの

これまでの人間中心設計での対象とするものは、ヒューマンインタフェース、システム、プロダクツ、サービス等であった。一方で、参加型デザインでは、プロダクツや公共施設のデザインに留まっていた。SCD においても、人間中心設計と同様にサービスまで含めた広い範囲を設計対象としていくことが望まれており、設計対象を基にしてビジネスが成立することが要件として求められる。

4. SCD を考えるときのプロセスの提案

図1は、問題が解決されるまでの流れ、または実際にビジネスの形として成立するまでの流れであるが、SCD の考えに基づいた新たなビジネスを考えるときのプロセスとしては、矢印の向きや要素が若干異なり、図2に示す①から⑤のステップで考えられるのではないだろうか。

プロセスのスタートは社会的な課題であるが、それをダイレクトに検討の中心に据えるのではなく、①→②において社会的な課題から理想の姿に展開する。具体的には、はじめにロジックツリーやピラミッドストラクチャーなどの課題を構造化・細分化する手法を適用し、その後、構造化・細分化された課題から理想の姿を導き出す。そして、③でどのコミュニティがふさわしいかを検討し、④では支援システムやノウハウにより具体的なアクションが定められる。⑤のアウトプットは図1での「価値」であり、参加したコミュニティや一般の人たちに受け入れられるか、「想い」が共有できるかが問われる。

図2 SCD を考えるときのプロセス案

5. まとめ

本発表では、近年注目されている社会的な課題を解決するビジネスをベースにして参加型デザインの観点から SCD を検討し、SCD を考えるときのプロセスについて提案を行った。今後は、本発表で提案したプロセスに基づいて、具体的な事例を適用し、議論していきたい。

参考文献

1) 小暮真久、「“想い”と“頭脳”で稼ぐ 社会起業・実戦ガイド 20 円で世界をつなぐ仕事」、日本能率協会マネジメントセンター.
2) 竹井善昭、「社会貢献でメシを食う」、ダイヤモンド社.
3) ウィキペディア「参加型デザイン」 http://ja.wikipedia.org/ 2012/10/20 アクセス.
4) 中里耕治、野口尚孝、「ユーザ参加型デザインの現状と可能性について」、日本デザイン学会 BULLETIN OF JSSD 2002, pp.124-125, 2002.
5) 西内信之、「ユーザ参加のデザインと人間中心設計」、日本人間工学会関東支部第41回大会講演集, pp.102-103, 2011.

[連絡先]
西内信之
首都大学東京システムデザイン学部
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail：nnishiuc@sd.tmu.ac.jp
Fax：042 (585) 8620

企 3-5

SCDにおける社会の視点をどのように考えるか

○笠松慶子*
(*首都大学東京システムデザイン学部)

The Perspective of Society in the SCD

Keiko Kasamatsu*
(*Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

本稿は，日本人間工学会アーゴデザイン部会が主催する企画セッション「ソーシャルセンタードデザイン(SCD)を考える」の一部である．アーゴデザイン部会では，人間中心設計(HCD:Human Centered Design)について議論がなされ，従来の HCD の考え方だけでは急速な社会の変化に対応しきれない懸念が指摘されてきた．そこで，昨年の関東・関西支部大会での企画セッション [1~4]では，「これからのアーゴデザインを考える」と題し，環境，人間，技術の 3 軸の観点から"人間の成長，環境の変化，技術の革新，参加型デザイン"の 4 つのキーワードについての議論が行われた．

また，アーゴデザイン部会が開催している今年 3 月の合宿研究会では，「これからのHCD(ヒューマンセンタードデザイン)と SCD(ソーシャルセンタードデザイン」をテーマに，"社会"をキーワードにこれまでの HCD を発展的に捉えるという概念を取り入れる必要性について議論されてきた．

本稿では，ソーシャルセンタードデザイン(SCD: Social Centered Design において，社会の視点を取り込む上で，社会をどのように考えるか，社会とどのようにつなげるかについて考える．

2. SCD の 3 つの要素

2012 年 3 月に行われたアーゴデザイン部会の合宿研究会で SCD の要素を検討していく中で，「人」「ビジネス」「社会」という 3 つが提案された．

人を中心に考えるデザインが HCD，人を中心に，およびビジネスを両立しつつ新しい価値観を提供するのがビジョン提案型デザイン [5]であり，これに社会の視点を加えたデザインが SCD と考えている．近江商人の経営学の理念として「売り手よし，買い手よし，世間よし」という"三方よし"がある．近江商人は，堅実・勤勉・質素倹約・信用第一を基本とし，巧みな商法と商品開発力を持ち多くの人に喜ばれる商品を提供した一方，無償で橋をかけたり，学校を建てたりと，利益の社会還元を行った [6]．この理念を SCD に言い準えると「人(ユーザ)よし，ビジネスよし，社会よし」といえよう．人は何らかの社会に属しており，その背景ともなる社会における価値なるもの，つまり，社会的価値の創生が重要な要因となるのではないかと考えられる．さらに，ビジネスとしても成立する価値となる必要がある．

これらの 3 要素の関係性については議論の途中ではあるが，SCD は HCD から始まった人を中心とする設計活動を社会にまで発展させることにより共生社会化に向かう潮流を促進できるデザインとなることを期待されている．

3. 社会的課題を扱うデザイン

社会のさまざまな課題を解決するデザインとして，現在注目されているものは数多くあるが，言葉が似ているソーシャルデザインについて述べ，SCD ではどのように社会を考えるかについて検討した．

まず，社会の課題をデザインの力で解決しようというソーシャルデザインについて紹介する．このアプローチの方法はプロダクトや仕組みにより解決しようというものである．その代表的な組織として，ビジネスや社会に変革をもたらすイノベーションを達成する考え方であるデザイン思考を体現している IDEO[7]がある．ここでは，イノベーティブな製品やサービスを提供するため，(1)理解(Understand)，(2)観察(Observe)，(3)視覚化(Visualize)，(4)評価と改良(Evaluate & Refine)，(5)実現(Implement)という 5 つをプロセスとしている．また，IDEO では，イノベーションを Desirability(人)，Viability(ビジネス)および Feasibility(技術)の共通部分に位置づけている．スタッフには，人間工学，工業デザインなど多岐にわたる専門家を備えており，古くは Apple 社のマウスをデザインしている．2010 年には，"OpenIDEO" [8]というウェブサイトをリリースし，難しい問題も一人だけでは解決できないが，多くの人の知恵，協力があれば解決できる可能性があるという考えのもと，ウェブを通じてオープンにアイディア・解決方法を募るサイト

である．このサイトでは，多様なバックグラウンドを持った人がそれぞれ貢献できる形で課題解決に取り組むチャンスがあり，ビジネスにもつながっていることである．

SCDにおいても社会を考慮している点はソーシャルデザインと同様であるが，SCD では，社会的課題をモノ，システムやサービスを提供することで解決に導く，あるいは提供するモノ，システムやサービスが社会的にどの位置にあるか，社会的見地からどう貢献できるかを明示することが重要であると考えられる．

いずれも人のためにデザインが適切に機能し，社会の継続的な運営に寄与することを目指しているという点では共通している．

4. 社会とのつながり

社会的課題の解決に向けて活動を行う場合や社会的見地からみる場合，社会とのつながりを考える必要があるだろう．人と人のつながり，人と社会とのつながりを生むことだけでなく，社会に対し機能する，継続するつながりが求められている．

従来，つながりを生むために行政などの組織が主導するトップダウン型，住民参加型のボトムアップ型の取り組みがあった．しかし，これらの方法ですべてが解決されたわけではなかった．籾山[9]は，関わる人の合意形成の難しさにその一因があるのではないかと提起している．八木ら[10]は，今後の HCD を議論するなかで，あるべき生活環境として多くの人が共感するニーズに基づいた商品やサービスが提案される必要があり，個人のニーズの集合を超え，社会全体としてのより好ましい価値観に照合する必要があると述べている．

社会とつながるためには，トップダウン型やボトムアップ型というプロセスを踏むだけでなく，これらを複合させたアプローチが必要ではないかと考える．また，社会とつながるためには，人と人がつながる必要があり，さらにそれらの人々の共感をいかに見つけ出すかが重要である．社会とつながることは，ソーシャルメディアなどの普及により，以前よりは容易になりつつあり，前章にある“OpenIDEO”のような場を利用し，人や社会とつながることができるケースはある．しかし，あくまでツールが使えることが前提となる．SCD ではこのようなツールを使えることを目的とするのではなく，共感するニーズとしての取り組むべき課題へのアプローチ方法を検討していく方向であると考えられる．

5. おわりに

本稿では，SCD における社会をどう考えるかについて，「人」「ビジネス」「社会」の3つの要素から社会と捉え，また，ソーシャルデザインを紹介し SCD との検討を行った．

より多くの人々が社会とつながり，課題を解決していくためには，共感ニーズを発見することはもとより，それをどのように展開していくのか，そのアプローチ，方法論が必要となろう．

なお，本稿はSCD-WGのメンバーの協力によりまとめることができたことを報告し，謝意を表します．

6. 参考文献

1) 安藤昌也，人間の成長とユーザエクスペリエンス，日本人間工学会関東支部第 41 回大会講演集，pp.100-101，2011.

2) 西内信之，ユーザ参加のデザインと人間中心設計，日本人間工学会関東支部第 41 回大会講演集，pp.102-103，2011.

3) 八木佳子，環境の変化とこれからのアーゴデザインの課題，日本人間工学会関西支部大会講演論文集，pp.39-40，2011.

4) 新家敦，アーゴデザイン指標の一考察－インタラクションからロードマップまでー，日本人間工学会関西支部大会講演論文集，pp.45-46，2011.

5) 山崎和彦，上田義弘，高橋克実，早川誠二，郷健太郎，柳田宏治，エクスペリエンス・ビジョン：ユーザーを見つめてうれしい体験を企画するビジョン提案型デザイン手法，丸善出版，2012.

6) http://www.sanpo-yoshi.net/about/know.html，近江商人群像／三方よし研究所

7) http://www.ideo.com/ ，IDEO | A Design and Innovation Consulting Firm.

8) http://www.openideo.com/，OpenIDEO

9) 紫牟田伸子＋編集部，クリエイティブ・コミュニティ・デザイン，pp.104-107，フィルムアート社，2012.

10) 八木佳子，幾原武志，上田義弘，岡田衛，西内信之，平野和彦，新たな社会動向と今後の HCD のあり方－アーゴデザイン部会研究会ワークショップでの事例－，人間工学，47，特別号，pp.60-61，2011.

[連絡先]
笠松慶子
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
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail：kasamatu@sd.tmu.ac.jp

企画セッション4

12月2日（日）13：00～15：00　C会場

感性情報処理・官能評価部会

視覚と人間工学

司会　山下　利之（首都大学東京）

1．奥行き知覚の絵画的手がかり　コントラストの効果について
　　市原　茂（首都大学東京人文科学研究科）
2．大きさの知覚と臨場感-視距離と角距離に基づく画像再生法-
　　梶谷　哲也（文化学園大学造形学部）
3．視覚情報にもとづく安全な移動行動の実現　隙間通過行動に着目して
　　樋口　貴広（首都大学東京人間健康科学研究科）

指定討論者　宇賀神　博（武蔵野大学環境学部）

企 4-1

奥行き知覚の絵画的手がかり

コントラストの効果について

○市原　茂*
(*首都大学東京人文科学研究科)

Contrast as a pictorial cue for depth perception.

Shigeru Ichihara*
(*Graduate School of Humanities, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

奥行き知覚の手がかりには，調節，両眼の輻輳，両眼視差，運動視差など様々なものがあげられるが，網膜像それ自体に含まれている絵画的な要因も重要なものである。今回は，絵画的手がかりの中の，面の明暗のコントラストを取り上げることにする。

2. 面の輝度と進出後退現象

明暗のコントラストの手がかりと関連した研究として，面の輝度の高低によって，その面が手前に進出して見えたり，後ろに後退して見えるという現象が報告されてきた。例えば，暗い背景のもとで面の見えの奥行きを測定した場合には，刺激の輝度が高いほど近くに見えたり[1]，白色の背景上に黒い長方形（検査刺激）を提示した場合には，検査刺激の輝度が低いほど近くに見えるという報告がある[2]。

これらの結果は，一方は，輝度が高い（明るい）面の方が近くに見えるというものであり，他方は，輝度が低い（暗い）面の方が近くに見えるというものであるが，前者は背景が暗い場合であり，後者は，背景が明るい場合である。つまり，対象の面が近くに見えるか遠くに見えるかというのは，単にその対象が明るいか暗いかということで決まるのではなく，その対象の背景との間の輝度の差が重要で，この輝度差が大きい対象ほど近くに見えると言い換えることができる。

3. 面のコントラストと進出後退現象

3.1 一様な面の進出後退

Farne[3]は，マンセル色票を用いて，白と黒の正方形を横に並べ，背景の明度を様々に変化させた時に，白と黒のどちらの正方形がより近くに見えるかを報告させた。結果は，黒い正方形は，背景の明度が高いほど近くに，白い正方形は，背景の輝度が低いほど近くに見えるという。

これらの結果は，面の進出や後退を決定するのは，検査刺激の輝度ではなく検査刺激と背景との輝度差，つまり，コントラストであることを支持するものである。O'Shea, Blackburn, & Ono[4]も，コンピュータディスプレイを用いて，同様の結果を得ている。

3.2 テクスチャーのある面の進出後退

図 1. テクスチャーコントラストと面の進出後退の結果の一例　(Ichihara, Kitagawa, & Akutsu[5])

図の縦軸の値は，面の進出後退の評定値を示し，＋の値が高いほど手前に進出して見えることを示す。パラメータは，刺激の平均輝度。背景輝度は 20cd/m²

Ichihara, Kitagawa, & Akutsu[5]は，検査刺激としてランダムドットパターンを用い，ランダムドットパ

ターンのコントラスト(テクスチャーコントラスト)とランダムドットパターンの平均輝度と背景との間のコントラスト（エリアコントラスト）が面の進出後退に与える効果について検討している。結果，テクスチャーコントラストが低くなるほど面は遠くに見え，かつ，エリアコントラストが低くなるほど面は遠くに見えるという。

また，O'Shea, Govan, & Sekuler[6]は，面のランダムドットパターンのコントラストとぼけ(blur)の度合いが進出後退に及ぼす効果について調べた。その結果，両者とも影響を及ぼすが，特に，ぼけの効果は，中程度のコントラストの時に最大になり，コントラストとぼけは，奥行きの手掛かりとしては，独立したものであることが示唆されている。

4. 他の手がかりとの相互作用

Kitagawa, Akutsu, & Ichihara[7]は，同心円状の正弦波格子のコントラストを段階的に上げると，手前に近づいてくるように（拡大して）見えること。逆に，そのコントラストを段階的に下げると，同心円パターンは遠ざかっていくように（縮小して）見えることを発見した。さらに，彼らは，これらのコントラストが段階的に上昇する同心円正弦波格子をしばらく観察した後で，静止した同心円正弦波格子（検査刺激）を観察すると，検査刺激が，縮小して（あるいは，遠ざかって）見えること。そのコントラストが段階的に下降する同心円正弦波格子に順応すると，検査刺激が拡大して（あるいは，手前に近づいて）見えることを発見している。

この研究は，コントラストという絵画的手がかりと拡大縮小運動の手がかりとが奥行き知覚に加算的に影響する可能性を示すものであるが，それらがどれくらいの重みで影響を及ぼしあうのかというところまでは，検討されていない。異なる奥行き手がかり情報の統合の問題は大きなテーマで，これまでにも，ぼけと両眼視差など，様々な奥行き手がかり間で検討がなされているが[8,9]，明暗のコントラストを取り上げた報告例はいまだ見当たらない。

コンピュータゲームやバーチャルリアリティへの応用を考えた時に，動きを伴うダイナミックな環境下での，絵画的手がかりのはたす役割は，今後さらに重要性を増すものと思われる。

5. 参考文献

1) Coules, J. : Effect of photometric brightness on judgments of distance, *Journal of Experimental Psychology*, 50, 19-25（1955）

2) Fry, G. A. , Bridgman, C. S., & Ellerbrock V. J. : The effects of atmospheric scattering on binocular depth perception, *American Journal of Optometry and Archives of American Academy of Optometry*, 26, 9-15（1949）

3) Farne, M. : Brightness as an indicator to distance: relative brightness per se or contrast with the background? *Perception*, 6, 287-293（1977）

4) O'Shea, R. P., Blackburn, S. G., & Ono, H. : Contrast as a depth cue, *Vision Research*, 34, 1595-1604（1994）

5) Ichihara, S. , Kitagawa, N. , & Akutsu, H. : Contrast and depth perception: Effects of texture contrast and area contrast, *Perception*, 36, 686-695 （2007）

6) O'Shea, R. P. , Govan, D. G. , & Sekuler, R. : Blur and contrast as pictorial depth cues, *Perception*, 26, 599-612（1997）

7) Kitagawa, N. , Akutsu, H. , & Ichihara, S. : Motion-in-depth aftereffect following adaptation to contrast change. 26th European Conference on Visual Perception, Paris, France（2003）

8) Mather, G. , & Smith, D. R. R. : Depth cue integration: stereopsis and image blur, *Vision Research*, 40, 25, 3501-3506 (2000)

9) 佐藤隆夫，草野勉　ミニチュア効果－画像のぼけと距離と大きさの知覚－　*IEICE Fundamentals Review*, Vol. 5, No. 4, 312-319 (2012)

[連絡先]
市原　茂
首都大学東京人文科学研究科心理学研究室
〒192-0919 東京都八王子市南大沢1－1
e-mail：ichihara@tmu.ac.jp
Fax：042(677) 2100

企 4-2

大きさの知覚と臨場感

- 視距離と角距離に基づく画像再生法 -

○梶谷哲也*
(*文化学園大学 造形学部)

The perceived size of objects and how they affect the observer's sense of presence

- A reproducing image method based on sight and angular distance -

Tetsuya KAJITANI*
(*Bunka Gakuen University)

1. はじめに

年々高度化する情報通信は，通信ネットワークを基にして人々の相互理解と協働活動を形成することで，より高い価値の創発をもたらす新たな「ユニバーサル・コミュニケーション」へと質的に変わってゆくと考えられている．その中でもとりわけ「超臨場感コミュニケーション」，すなわち，遠く離れた場所からでも同じ空間を共有でき，お互いにその場にいるような自然でリアルなコミュニケーションは，重要な要素であり，高齢化社会において誰もが心豊かで便利に生活できる情報化社会の創生に役立つと考えられる[1]．この目的を達成するための基盤技術の一つとして，ヒトが見たと感じる大きさに基づいてその対象の大きさを再生することも，そのような画像の臨場感を向上させる一要因であると考えている．

2. 単点透視投影法の発明

《見たと感じる対象の大きさを，単眼から直進する光で捉える》

15 世紀頃に透視投影法の基本的な方式が発明される(図1)．この図法の発明によって，はじめて彫りの深い人物を正面から描くことができるようになった．同時に，この画期的な描画法は同時期に発明された活版印刷によって，教科書にまとめられ広く知られるようになる．一方，その手法で描画された画像上の対象の大きさは，これもほぼ同時期に発明された光学式カメラの前身である，カメラ・オブスキュラ(カメラ・オブスクーラとも称される)で得られる画像(いわゆる"写真")と類似していたために，単点透視投影法による描画像(パース)に関しては，このカメラによって自動化されたものとされた．以上のことから，**平面に対象の大きさを幾何光学的な大きさで写し取ること，が正しさ(臨場感)の基準と考えられるようになる**[2].

約 100 年後に，グイドバルト(Guidobaldo)によって，透視投影図の解説書(数学的に定量的な定義を伴う解説書)が発刊される．このなかで，はじめて，消点とその点への直線が定義された．この定義と数式による定量的な手法の確立によって，計算によって画像を再生する画像再生法(:単点透視投影図の描画法)が確立した．その後，さらにこの描画法は広く一般に普及し，数学者によって定性的な手法であった透視投影法は，視距離に対する縮退写像として定量的に整理された．この計算方法が確立したことをきっかけとして，様々な分野で画像を描画することが可能となった．これ以後，透視投影法(言い換えると，幾何光学的な対象の大きさと位置の関係)は CG(Computer Graphic Image)の画像再生法の基礎理論となり，現在でも採用され続けている[2].

図1 この挿絵の方法は，単眼でグリッド越しに対象を観察し，その結果を部分的に卓上のグリッドへ書き写す方法である．このとき，視覚における大きさの恒常性は失われ，対象の大きさは幾何光学的な大きさとして転写される．

3. 人の視知覚特性を考慮した画像生成法の発明

<<見たと感じる対象の大きさを，光が歪んで進むと解釈して捉える>>

人が見たと感じる大きさである"見えの大きさ:apparent size"は，網膜像の大きさのみで規定されない．

その一例に，"大きさの恒常性"がある．物理的に同じ大きさの対象がつくる網膜上の大きさ(視角と同意)は，その観察距離に反比例して変化する．ところが，それにかかわらず見えの大きさは一定に保たれる傾向がある．このような現象を"大きさの恒常性"と呼ぶ．この傾向は，単に網膜上の大きさだけによるものではなく，その他の刺激である奥行き知覚の手掛かりが関係している[2]．それを考慮した透視投影図の生成法が，1975 年にレジ

ーニによって提案された[3]. この手法は, ザウレスの行った視覚における恒常性の実験結果から得られたザウレス指数も考慮して透視投影図を生成するものである. なお, この描画法では, 人の恒常性の程度(恒常度)は, 本来直進するはずの光のゆがみ(図 2)の程度として解釈された. この頃から, 視対象に対する見かけの奥行きと見かけの大きさの関係から, その見えの大きさを予測する描画法が提案されるようになる.

図2 本来直進するはずの光が歪んで進むと解釈して生成される透視投影法[3]

3. 人の視知覚特性を考慮した画像生成法(Ⅱ)

<<見たと感じる対象の大きさを, 大きさの恒常性以外の因子も考慮して捉える>>

20 世紀後半になって, コンピュータを画像生成法の手段として利用できるようになった. その結果, 高度で多量の計算を必要とする画像生成法も, 実用的に用いることが可能となった.

これまでに提案された画像生成法の多くは, 人の視知覚特性として"大きさの恒常性"に注目しており, その結果, "奥行き手がかり"をどのように捉えて, 見かけの大きさの推定に反映させるかを検討してきた[2]. ところが, 既存の描画法では図 3 にあるような, 日常生活でよく経験する状況を描画することができない.

そこで, 梶谷が提案した大きさの恒常性("視距離")以外に"対象の重なり:角距離"も同時に考慮した, 新たな画像生成(再生)法[4,5]を紹介する(図4). この生成法によって, 視距離5m以下の空間の対象の見えの大きさの予測精度を向上させ, 図 3 のような実験結果も精度よく再現することを可能とした.

今後は, "重なり"以外の要因も考慮する必要がある.

図3 対象同士が近接または重なった時, 視距離が変化しなくても見えの大きさは, それらの重なりの程度に従って変化する.

図4 対象までの視距離と角距離に基づく画像再生法[5]

4. 参考文献

1) URCF: http://www.scat.or.jp /urcf /forum /forum_aim.html 2012 年 10 月現在.
2) 黒田正巳, 空間を描く遠近法, 彰国社, 1992
3) H.C.Reggini: Using Curved Projection Rays and its Computer Application , Leonardo : international journal of the contemporary artist 8, 307-312, 1975
4) 梶谷哲也:対象の見え方と再生画像の大きさ -2刺激間の水平方向の角距離が見えの大きさに与える影響-, 日本官能評価学会誌, Vol.15, No.2, 120-124, 2011
5) Tetsuya Kajitani, A reproducing image method based on sight distance and angular distance, International Conference on kansei Engineering and Emotion Research, Psychology and cognition session, KEER2012, 2012

[連絡先]
梶谷哲也
文化学園大学 情報科学研究室
〒151-8523 東京都渋谷区代々木 3-22-1
e-mail : kajitani@bunka.ac.jp
Fax : 03(3299)2334

企 4-3

視覚情報にもとづく安全な移動行動の実現

隙間通過行動に着目して

○樋口　貴広*
(*首都大学東京人間健康科学研究科)

Visuomotor control of locomotion: adaptive behavior for fitting into apertures

Takahiro Higuchi *
(*Graduate School of Health Promotion Science, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに:移動行動中の視覚情報処理

歩行や自動車運転時のような移動行動場面では，視覚情報に基づいて移動環境の状況を把握する必要がある．そこで優先されるべき視覚情報処理は，視対象の同定に関わる精緻な視覚情報処理ではなく，移動対象との関係性に基づき，安全な移動が保障されるか，あるいは回避行動をとるべきかを判断するために最低限必要な情報の処理である．本話題提供では，狭い隙間を通り抜ける場面に着目して，移動行動中に得られる動的視覚情報に基づき，安全な移動行動が実現されるプロセスについて議論する．

2. 隙間通過行動:隙間幅／身体幅の相対値知覚

混雑した駅のホームなど，狭い空間を通り抜ける場面では，身体と隙間の空間関係を正確に知覚し，それに応じて適切な衝突回避行動をとる必要がある．具体的には，通過直前での体幹の回旋[1)]や，速度の減速[2)]，または隙間の中心を正確に通る[3)]といった行動が有益である．このうち体幹回旋については，隙間の幅が肩幅の 1.3 倍よりも狭い時に，体幹を回旋し始めることがわかっている [1)]．すなわち，隙間幅に関する視覚情報は，歩行中に身体幅との相対値(π数と呼ばれる)に瞬時に変換され，安全な歩行を実現させている．

荷物やカバンを持って歩く場合，隙間通過に必要な幅は，“身体＋モノ”の幅であるため，身体幅に基づく相対値の知覚はキャリブレーションされなければならない(図 1)．しかしこうした場面でもそのキャリブレーションは歩行中に瞬時になされ，隙間幅が“身体＋モノ”の幅の相対値として処理され，最適な肩回旋行動が実現されている[2)]．

3.:体幹回旋角度調整のルール

もし私たちが隙間幅をπ数として知覚し，行動調節する能力を有しているならば，体幹の回旋角度はπ数との一次関数として制御すれば，その制御は容易であろう．しかしながら，実際には中枢神経系はそうした制御をしていない．最近の研究により，中枢神経系は，あらゆる“身体＋モノ”の条件において必要最小限の空間マージンを作り出せるように，回旋角度を調節していることが分かった[4)]．具体的には，“身体＋モノ”の幅が広いほど，任意のπ数の隙間に対して最小の空間マージンを生み出すために必要な体幹角度は，小さくて済む(図 2 参照)．中枢神経系はこの点を考慮して，必要最小限の(すなわちエネルギー産生的に効率的な)体幹回旋を行っている．

図 1. 隙間通過行動の実験風景．荷物を持って歩く場合にも，隙間幅が“身体＋荷物”の幅との相対値に瞬時に変換され，必要最小限の回避行動を選択する．

4. 車いすの車両感覚からわかること

標準型車いすの車幅は 63 cm程度である．歩行中に 63 cm程度のモノを持っても，私たちはその幅に瞬時に適応できる[2)]．ところが，初めて車いすを利用する人に，車いすでぶつからずに通り抜けられる最小の通過幅

を判断してもらうと，一貫してその幅を過小評価してしまう[5]．この過小評価傾向は，8 日間にわたる通過経験の後も，完全に解消することはなかった．また，実際に車いす移動で隙間を通過する際の視線は，主として隙間を形作るドア一方に向けられ，接触の有無を中心視で捉える傾向がみられた[6]．この傾向は，歩行時にはたとえ幅の広い荷物を持っても，隙間の中心に視線を固定し，ドアを周辺視で捉える傾向[6]とは対照的であった．

これに対して，車いすを移動手段として日常的に利用している頸髄損傷者の場合，自身が利用する幅の狭い車いす（平均 57 cm）を利用した場合だけでなく，通常よりも幅の広い標準型車いす（63 cm）を利用した場合でも，通り抜けられる幅を正確に判断することができた[7]．これら一連の成果から，“身体＋モノ”の幅に合わせて瞬時に移動行動を調節できるのは，熟練した移動様式においてのみ見られる現象であることがわかる．こうした現象は学習の特殊性（specificity of learning）と呼ばれる．

図 2. 体幹回旋により発生する空間マージンは，｜r cosθ－Dx｜で計算できる．モノを持つことでrの値が大きくなると，同一の空間マージンを算出するための回旋角度θは小さくて済む[4]．

5. アメフト選手における防具の適応と密集突破

アメリカンフットボールの選手が防具（ショルダーパッド）のサイズに瞬時に適応し，狭い隙間を突破する能力についても，やはり車いすに対する車両感覚と同様，選手たちが日頃から訓練を積んでいる“走って突破する”状況でのみ発揮され，それ以外の場面では発揮されない[8]．アメフト選手とその他のスポーツ競技選手を対象に，体幹を回旋して接触せずに隙間を通過してもらう実験を行った．その結果走って通過する条件では，アメフト選手における回旋角度は，それ以外の選手における回旋角度に比べて有意に小さかった．すなわち，アメフト選手の接触回避は，非常に無駄ない体幹の回旋によって実現されていた．ところが歩いて通り抜ける場面では，こうした優れた特性は消失し，それ以外のスポーツ選手と同程度の体幹回旋を必要としていた．

6. おわりに

隙間通過行動に関する一連の研究成果から，隙間幅に関する視覚情報は，身体幅との相対関係として処理され，接触のない安全な回避行動の選択に利用されることが分かった．ここでいう相対関係とは，必ずしもπ数を意味せず，効率の良い回避行動を選択するのに適した情報の変換がなされている．私たちは身体＋モノ条件下によって移動に必要なスペースが拡大しても，それに瞬時に適応できる．ただし，こうした瞬時の適応は習熟した移動様式でのみ成立するという，学習の特殊性の特徴を持っている．

5 引用文献

1) Warren WHJ et al. (1987) *J Exp Psychol Hum Percept Perform* 13: 371-383.

2) Higuchi T et al. (2006) *Exp Brain Res* 175: 50-59.

3) Fujikake H, Higuchi T et al. (2011) *Exp Brain Res* 210: 195-206.

4) Higuchi T et al. (in press) *PLoS ONE*. DOI:10.1371/journal.pone.0048123

5) Higuchi T et al. (2004) *J Exp Psychol Appl* 10: 55-66.

6) Higuchi T et al. (2009) *Hum Mov Sci* 28: 760-771.

7) Higuchi T et al. (2009) *J Physiol Anthropol* 28: 15-21.

8) Higuchi T et al. (2011) *Hum Mov Sci* 30: 534-549.

[連絡先]
樋口　貴広
首都大学東京人間健康科学研究科
〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1(13 号館)
e-mail：higuchit@tmu.ac.jp
Fax：042-677-2967

一般講演

12月1日（土）D・E会場

土D1	10：00～10：45	視覚
土E2	10：00～11：45	VDT
土D3	11：00～12：00	ユーザビリティ1
土E4	11：00～12：00	安全
土D5	14：00～15：00	デザイン
土E6	14：00～15：00	医療1
土D7	15：10～16：10	感覚・認知1
土E8	15：10～16：10	自動車

土D1-1

三次元映像視聴が眼球運動に及ぼす影響

～3D-HMDと3D-TVの比較～

○箱山翔*, 三澤哲夫**

(*千葉工業大学大学院, 工学研究科,**千葉工業大学)

Influence which three-dimensional image viewing and listening has on eye movement

～Comparison of 3D-HMD and 3D-TV～

SHO HAKOYAMA* TETSUO MISAWA**

(*Chiba Institute of Technology Department of engineering research Design course subject of study.)

1. はじめに

近年、映像技術の発展により次世代の映像表示装置の一つとして3Dテレビや3Dヘッドマウントディスプレイ(Head Mount Display :以下3D-HMDと表記)が一般にも普及し始めている。HMDは、他の映像装置とは異なり、頭部装着型のため眼球の至近距離に映像を写し出す事で姿勢や動作、空間の制限を受けることなく常時映像データを受け取る事が出来る特殊な映像装置である。しかしながら、眼球と映像の距離が近いことで生じる眼精疲労や映像酔いや頭痛などの症状を引き起こす可能性があると考えられる。

そこで、本研究では3D-TV型と3D-HMD型の映像表示機器を使用し、映像視聴時における眼球運動への影響を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2.1 被験者

自覚的に立体視が可能で、21歳から24歳までの平均22.4±1.02歳までの健康な男性5名(裸眼:2名、コンタクトレンズと眼鏡による矯正:3名)を対象におこなった。

2.2 測定項目及び解析方法

3D-HMDと3D-TV、それぞれ15分間の3D映像視聴の2条件で実施し、眼輪筋の水平方向と垂直方向の計2カ所の筋活動量を測定した。映像には、立体感が激しいシーンと落ち着いたシーンがそれぞれ3分間以上含まれている。また、それぞれの測定項目に対してt-検定により評価した。なお、使用した統計ソフトは(IBM SPSS Statistics20)である。

2.3 表面筋電図

視聴中の筋活動量を測定するために表面筋電図測定を実施した。用いた機器に、多用途生体アンプ(TEAC BA1008)を使用し、フィールドレコーディングユニット(TEAC ES8)に記録した。測定データはA/D変換し、50Hzで、サンプリングをおこない、一秒あたりの積分値を算出した。

2.4 実験手順及び使用機器

実験は、暗室にて3D-TVと3D-HMDをそれぞれ15分間同じ映像を視聴させた。順序効果を考慮して各被験者に対して、映像機器の順番が異なるようにした。また、2条件の間に10分の休憩を挿入し、実験映像には[映画トランスフォーマー·ダークサイドムーン](アクションムービー)から抽出したシーンをそのまま使用した。

① 3D-テレビ(図2-1 A)

機種名:KDL-32HX750 32型400×700(SONY社製)

ディスプレイ大きさ:400×700 3Dレンズ重量:35g

視距離においては、メーカーが定めた最適視聴距離の1m60cmの間隔でディスプレイを配置した。3D眼鏡は実験開始と同時に装着してもらった。

② 3D-HMD(図2-1 B)

機種名:HMZ-T (SONY社製) 大きさ:210×126×257

重量:420g 仮想ディスプレイ700インチ

被験者には、まずHMDを装着してもらい頭部固定バンドを調節後、平面画像を見ながらHMDの左右のピントを合わせた(仮想映像視聴距離 20m,眼鏡·コンタクト着用のままHMDの使用もあり)。ピント調節後は、変更せずに映像を視聴してもらった。

(A) 3D-HMD (B) 3D-TVレンズ

図2-1 実験用映像表示機器

3. 結果

3.1 筋電図

図 3-1 には 3D-HMD と 3D-TV の 15 分間の平均した筋活動量の垂直方向と水平方向に分けて示した。t-検定の結果、3D-HMD と 3D-TV の間にそれぞれの方向において、有意差(p<0.001)が認められた。

図 3-1 眼輪筋の方向別の平均筋活動量(*p<0.001)**

図 3-2 と図 3-3 は、15 分間内での激しいシーンと落ち着いたシーンの眼球運動を3分間抽出してそれぞれ水平方向と垂直方向で示したものである。水平方向については、落ち着いたシーンにおいて、3D-TV と 3D-HMD の間に有意差(p<0.001)が認められた。しかし激しいシーンについては認められなかった。垂直方向については、落ち着いたシーン(p<0.01)と激しいシーン(p<0.01)共に有意差が認められた。

図 3-2 シーン別の眼輪筋の水平方向平均(*p<0.001)**

図 3-3 シーン別の眼輪筋の垂直方向平均 (p<0.01) (***p<0.001)**

4. 考察

3D-HMD、3D-TV が水平方向と垂直方向で共に有意差が認められた理由として、3D-TV と 3D-HMD のディスプレイとの距離の差によるものだと推測される。3D-HMD は、仮想映像視距離が 20m となっているが、実際のディスプレイの距離が近く輻輳角が大きくなるために眼球が内側に回転し筋肉が緊張することで筋活動量が増えたと考えられる。

3D-HMD と 3D-TV 共に、激しいシーンが落ち着いたシーンより筋活動量が少なかった。その要因として、画面内を注視する範囲の大きさと推測する。激しいシーンでは立体感は大きく感じるが、その部分だけを注視することになり眼球運動が少なる。一方で、落ち着いたシーンでは立体感は小さいが画面全体を注視するため、眼球運動が多くなる。よって、筋活動量が増えたと考えられる。

5.まとめ

本実験では、3D-HMDと3D-TVを使用し三次元映像を視聴した際の眼球運動への影響を明らかにすることを試みた。

本研究の成果は以下のように要約する。

1)映像視聴時において、3D-HMD と 3D-TV 共に眼輪筋は垂直方向に大きく筋活動量が増える。

2)機器による筋活動量の影響は、実際の距離と仮想ディスプレイ距離が関係していると考えられる。

3)激しいシーンと落ち着いたシーンで比較を実施した際、水平方向と垂直方向ともに落ち着いたシーンのほうがより筋活動量が増える。

6. 参考文献

1)加藤像二郎、大久保堯夫:初学者のための生体機能の測り方 第二版, 1999, p.118-131

2) 潮崎 克、松井端夫、丸尾敏夫 編:眼科検査法ハンドブック、医学書院、1985

3) 眼電図による随意性瞬目を用いた コミュニケーションツールの文字入力の検討, 大矢 哲也

4) 長谷川旭:モバイル情報端末の特性に関する 人間工学的な評価と応用システムの開発,2012

[連絡先]
箱山翔
千葉工業大学大学院工学研究科デザイン科学科専行
〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1
e-mail:shou.hakoyama@gmail.com
Tel:047(478) 0346

単眼シースルーHMD使用時の眼球運動特性

○田沼和泰*, 福田雄介**, 中西美和*
(*慶應義塾大学, **ブラザー工業)

Characteristics of Eye Movement while Using Monocular See-Through Head-Mounted Displays

Kazuhiro Tanuma*, Yusuke Fukuda**, Miwa Nakanishi*
(*Keio University, **Brother Industries, Ltd.)

1. はじめに

単眼シースルーヘッドマウントディスプレイ(HMD)は、ユーザの視野に電子的な情報を重畳し視認させるディスプレイである。ユーザの姿勢や位置にかかわらずハンズフリーで情報を参照できるという特性を活かし、マニュアル等を提示する作業支援ツールとして産業場面での活用が期待されている。

単眼シースルーHMD は既存の小型ディスプレイとは多くの点で異なり、特に片眼にシースルーで情報映像を提示するという特徴を有していることを考えると、人間の視覚系にて独特の情報参照が行われていることが予想される。本研究では、単眼シースルーHMD から快適かつ効率的に情報参照を行うための人間工学的知見を得ることを目的に、使用時のユーザの眼球運動を計測し、その結果を検討する。

2. 方法

2.1 実験概要

本研究では、実場面での用途を想定して、HMD 参照頻度の異なる 3 つのタスクを用意した。これらのタスクを行う際の被験者の眼球運動を計測し、既存の携帯情報端末における小型ディスプレイを参照する際の眼球運動と比較検討することとした。

2.2 実験環境

被験者は HMD（ブラザー工業製 AiRScouter）を非優位眼に装着し、実視野を模擬した 42 インチディスプレイ（パナソニック製 TH-42PX300）の前に、HMD の映像がディスプレイに重畳する姿勢で座った。

2.3 実験タスク

被験者は以下の 3 種類のタスクをそれぞれ 3 回ずつ行った。各タスクにおける実視野及び HMD 映像の例を表 1 に示す。なお、HMD 映像の焦点距離は各被験者が最も見易いと感じた位置に設定した。

・タスク 1：被験者は HMD 映像のみを参照し、提示されているアイテムの中から予め指定されたカテゴリーのアイテムを見つけるごとにキーボードのスペースキーを押下し、そのアイテム名を発話した。

・タスク 2：被験者は実視野と HMD 映像それぞれを比較し、同じ番号が付されたアイテムの一致/不一致をキーボードの「Z」と「X」で入力した。

表 1　実視野及び HMD 映像

・タスク 3：被験者は、実視野を監視し、その中にランダムな位置・時刻で出現するトリガ信号を発見したら、キーボードのスペースキーを押下した。すると、HMD 上にアイテムが 1 つ表示されるため、そのアイテムと同じカテゴリーのアイテムを実視野内から選んで、マウスでクリックした。

上述の 3 タスクを、比較検討のための携帯情報端末（アップル社製 iPod touch, 4 インチ縦型ディスプレイ）を用いた条件でも同様に課した。iPod は視距離約 20cm の位置に左手で保持させた。

2.4 被験者及び記録項目

被験者は平均年齢 22.2 歳（SD1.46）の大学生 20 名（内女性 4 名）であった。実験中は眼球運動の計測を行うため、HMD と共にアイマークレコーダ（ナックイメージテクノロジー社製 EMR-9）を装着した。また、タスクパフォーマンスとして、被験者の操作ログを記録した。

3. 結果・考察

3.1 HMD 映像の参照位置とパフォーマンスとの関係

まず、被験者が視野のどの位置で HMD 映像を参照する傾向があるのかに注目し、それによるタスクパフォーマンスの違いの有無を調べた。図 1 に、例として、ある被験者の視野における HMD 参照時の注視点を示す。

図 1　被験者 C1 の HMD 参照時の注視点

全ての被験者について、視野の中心に対して注視点の重心がどこにあるのかを調べ、それらを次の3観点で分類した。すなわち、注視点重心が視野内の1)上・下のいずれ寄りか、2)左・右のいずれ寄りか、3)中心・外縁のいずれ寄りかで被験者を分類した。図2,3,4に、タスク1における前述1), 2), 3)の分類別の作業時間を示す。 結果から、HMDを見る位置による作業時間の違いは見られなかった。また、タスク1の正答率においても差は見られず、同様に、タスク2、3でもHMDを参照する視野内位置によるパフォーマンスの違いはないことが分かった。

3.2 実視野とHMD参照の位置関係

次に、実視野とHMDとの交互参照を頻繁に要するタスク2に注目し、実視野を参照する際、シースルーのHMD越しに参照するのか、別の位置で参照するのかを分析した。実視野参照時の注視点範囲がHMD参照時の注視点範囲と重なっている被験者群（図5）と、HMD参照時の注視点範囲がHMD参照時の注視点範囲とは異なっている被験者群（図6）の人数を調べたところ、全被験者20人中14人が前者に属していることが分かった。このことから、被験者の多くが、単眼シースルーHMD特性を活用して、実視野及びHMDから提示される補助情報の両者の参照を行っていたことを意味している。

3.3 HMD/iPodでの輻輳運動

さらに、被験者が実視野とHMDから提示される補助情報を交互に参照する際の眼球の輻輳運動にも注目した。ディオプター値（焦点距離の逆数）の時系列変化を、同タスクをiPodを用いて行った場合と比較したところ、タスク1では図7のような波形がそれぞれ見られた。図7より、HMDを用いた条件ではディオプター値が低い時間帯が見られる。タスク

図2 G1作業時間　図3 G2作業時間　図4 G3作業時間

中塗り円が実視野参照範囲、中抜き円がHMD参照範囲を示す。

図5 A群(14人)の実視野及びHMD参照範囲　図6 B群(6人)の実視野及びHMD参照範囲

（上:HMD・下：iPod）

図7 タスク1におけるディオプター時系列変化

（上:HMD・下：iPod）

図8 タスク2におけるディオプター時系列変化

図9 全被験者の高ディオプター継続時間分布

1は、HMDのみを参照するタスクであったが、タスク中に焦点距離が実視野方向に移行する傾向があったことが分かる。iPodを用いた条件ではこのような傾向は確認できなかったことから、HMD使用時特有の眼球運動特性の一つであるといえる。また、タスク2では図8のようなディオプター値の時系列変化の波形が得られた。HMDを用いた条件に比べてiPodを用いた条件では、矩形波が多くみられる。そこで、各被験者のディオプター値の75%タイル以上を「高ディオプター」と定義し、その継続時間を調べたところ、全被験者の実験結果から得られた分布は図9のようになった。HMDを用いた条件では、100ms以下のディオプター継続時間の度数が圧倒的に高いのに対し、iPodを用いた条件では、1000ms以上の度数がHMDより顕著に高いことが分かる。このことから、HMD使用時の眼球運動の一特性として、輻輳運動を十分に行わず補助情報を参照する（できる）傾向を示唆することができる。

4. まとめ

HMD使用時の眼球運動は、既存の携帯情報端末使用時とは異なる特性を有することが明らかになった。

[連絡先]
田沼和泰
慶應義塾大学大学院理工学研究科開放環境科学専攻
〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉3-14-1
e-mail：kaz0414@gmail.com

土D1-3

LED照明の瞳孔径反応における劣加法性評価

○石橋彰吾*, 下村義弘*, 勝浦哲夫*
(*千葉大学大学院工学研究科)

Evaluation of subadditive effect in pupil response of LED lighting

Shogo ISHIBASHI*, Yoshihiro SHIMOMURA*, Tetsuo KATSUURA*
(*Chiba University, Graduate School and Faculty of Engineering)

1. はじめに

ヒトにおける光への非視覚的応答は短波長光(青)に敏感で、これは感光性網膜神経節細胞(pRGCs)で発現しメラノプシン光色素に起因している[1]。複数の単波長光曝露の比較実験によると、日中の青色単波長光曝露は縮瞳作用と覚醒作用を誘発する[2]。また、発光時間が非常に短い青色LEDパルス光をヒトに曝露し、pRGCの応答特性に起因した非視覚的作用の誘発も確認された[3]。一方で、青色光による光刺激呈示時に同じ眼球に対して同時に緑色光を呈示することで光の劣加法性、すなわち pRGC 機能の抑制を引き起こし覚醒作用の減少が確認されている[4]。更に、メラノプシン刺激量を統一させた単色光と多色光(白色)の比較研究では多色光で有意に覚醒度の抑制が確認されている[5]。

本研究ではこれらの知見から短時間のLED照明パルス暴露においても単色光の混色や白色光による劣加法性が起こると仮定し、光暴露による瞳孔径反応と主観的な覚醒度評価によりその効果を検証することを目的とした。

2. 方法

2.1 被験者

色覚正常で健常な男子大学生 11 名 (平均 23 ± 0.9 歳)を被験者とした。

2.2 実験

室温 26 ℃、相対湿度 50%に設定した暗室ブース内にて実験を行った。光源として積分球を用い、光刺激用 LED をその内側に設置した。瞳孔径測定装置(EMR-8B, ナックイメージテクノロジー)と乳白色の拡散板を設置した机の前に裸眼の被験者を着座させた。

2.3 光条件

単色光条件はメラノプシンの最大感度と錐体の感度から選出し、パルス照射による単色LED光の λmax はそれぞれ 470、529 nm とした(図1a)。既往報告でパルス光による非視覚的効果が確認された放射照度[3]の単色光を中条件とした。白色光条件は短波長域にピークを持つLED(CREE MX-6:C 条件)とブロードなスペクトルを持つLED(試作品:S条件)の同一色温度(5000 K)である2種を使用し(図1b)、青中条件とメラノプシン最大感度[1]における刺激量を統一させる為に Lamb(1995)[6]の分光吸収特性を使用した(表1)。刺激光の発光時間は 1 ms であった。

図1a 単色光スペクトル

図1b 白色光スペクトル

表1 光条件

Light condition	Irradiance (μW/cm²)	Photon density (photon/cm²/s)	"Melanopsin-stimulating" photon density(photon/cm²/s)
青弱	10.2	2.4×10^{13}	2.2×10^{13}
緑弱	10.0	2.7×10^{13}	1.1×10^{13}
青 + 緑弱	20.2	5.6×10^{13}	3.3×10^{13}
青中	15.4	3.7×10^{13}	3.3×10^{13}
緑中	14.9	4.0×10^{13}	1.7×10^{13}
青 + 緑中	30.3	7.7×10^{13}	5.0×10^{13}
青強	19.8	4.7×10^{13}	4.2×10^{13}
緑強	19.9	5.3×10^{13}	2.3×10^{13}
青 + 緑強	39.7	1.0×10^{13}	6.5×10^{13}
C	40.7	1.1×10^{14}	3.3×10^{13}
S	47.2	1.0×10^{14}	3.3×10^{13}

2.4 実験手順・測定項目

被験者は45 分の暗順応の後、ランダムに各光条件を暴露された。1 条件での刺激提示は 3 分間で 3 回行い、10 分の休憩を挟んだ後に次の光が暴露された。

瞳孔径測定装置により瞳孔径(左眼)を測定し、瞳孔径の一過性応答における時間経過や径変化量を指標とした。覚醒水準の指標を KSS (Kwansei-gakuin Sleepiness Scale)、眠気スコアを VAS 法により刺激提示の前後で測定した。

2.5 データ処理・統計解析

瞳孔径は 3 回の提示の平均値を使用した。光暴露直後からの最大縮瞳と、刺暴露後から瞳孔径が 85 %まで回復した時間を算出した。KSS と眠気スコアは刺激提示前後の変化量を算出した。

条件を、単色(混色)光の強度"弱"、"中"、"強"と"白

色”に分類しそれぞれのクラスタについて一元配置反復測定分散分析とBonferroniの多重比較検定を行った。

3. 結果と考察

各条件における瞳孔径の変化率を図2に、最大縮瞳率を図3に示す。単色光における全ての強度で、青色光は緑色光より有意に大きい縮瞳が起こった。また、各条件における85%までの縮瞳回復時間を図4に示す。

図2 各条件における瞳孔径変化

図3 各条件における最大縮瞳率

図4 各条件における縮瞳回復時間

“弱”条件において、青＋緑光で緑光より有意に大きな縮瞳が起こった(p= .003)。

“強”条件において、青色光で青＋緑光より有意に大きな縮瞳が起こった(p= .045)。また、縮瞳回復時間の遅れが生じる傾向がみられた(p= .073)。これは先行研究で示された劣加法性[4]が、本実験の様な短時間暴露でも十分な放射照度(39.7 μW/cm^2)の時に確認できることを示唆している。しかし、”弱”条件の様に低放射照度(20.2 μW/cm^2)におけるパルス光照射の際には劣加法性ではなく光の加法性による瞳孔変化が起こった。

“白色”条件では、C条件がS条件より有意に大きな縮瞳を起こし(p= .003)、縮瞳回復時間に有意な遅れを起こした(p= .002)。更に眠気スコアの変化量において、C条件がS条件に対して眠気が減少する傾向がみられた(p= .054)。 Revellらは白色光において551- 600 nmの光子束が多いことでM, L錐体を経由、もしくはメラノプシンの光再活性化機能を経由したことで減弱効果を強化することができると示唆しており[5]、本研究でも上記の知見と同様の傾向が見られた。

4. まとめ

短時間パルス光照射においても十分な放射照度の時に瞳孔径変化の劣加法性反応を示したが、低放射照度ではその効果を確認出来なかった。低放射照度のパルス光照射では瞳孔径変化に対し錐体よりもpRGCが優勢に作動しているのではないか。メラノプシン刺激量を統一させた白色光条件の放射照度(40.7ー47.2 μW/cm^2)でもスペクトルの違いにより減弱効果が見られたことはこの仮説を支持する。

5. 参考文献

1) Berson et al., Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock, Science, 295, 1070-1073(2002)

2) 李ら: 単波長の光曝露に対する生理反応, 日本生理人類学会誌, 13(2), 75-83 (2008)

3) Katsuura et al., Effects of blue pulsed light on human physiological functions and subjective evaluation, Journal of Physiological Anthropology, 31, 23(2012)

4) Figueiro et al.: Retinal mechanisms determine the subadditive response to polychromatic light by the human circadian system, Neuroscience Letters, 438, 242-245(2008)

5) Revell et al., Predicting human nocturnal nonvisual responses to monochromatic and polychromatic light with a melanopsin photosensitivity function, Chronobiology International, 27, 1762-1777(2010)

6) Lamb, Photoreceptor spectral sensitivities: common shape in the long-wavelength region, Vision Research, 35, 3083-3091(1995)

[連絡先]

石橋彰吾

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 千葉県千葉市稲毛区弥生町1 - 33

e-mail:ishibashi@chiba-u.jp

Fax:043 -290 -3087

土 E2-1

異なる音楽環境が文章入力作業へ与える影響に関する研究

○門間政亮*
(*山形厚生看護学校)

The Impact of different musical environment on text input work

Tadasuke Monma*
(*Yamagata Kousei Nursing Vocational School)

1. はじめに

主目的の作業とは別の事柄を並行して行う行動である「ながら作業」，中でも BGM の形で扱われる，音楽を聴きながら行う「ながら作業」は，作業の内容を問わず我々の日常に広く浸透している．特に，本邦の大学生が学習時に使用している BGM は言語音を含むものが多いと指摘されている [1]．筆者らは先行研究において，音楽に含まれる歌詞（言語情報）が言語課題の遂行に与える影響を，意味の理解可能な歌詞（日本語）を含む音楽，理解できない歌詞（韓国語）を含む同じ音楽，歌詞を抜いた同じ音楽，無音の異なる音楽環境下での比較実験により検討した [2]．その結果，日本語の歌詞を含む音楽を聴かせた場合において，他の条件よりも作業成績が低下した．人間は音楽に含まれる歌詞（言語情報）を知覚し，聴覚から意味の理解可能な言語情報を含む音楽と，同時に視覚から文章読解などの言語情報を処理する課題が与えられた場合には，聴覚と視覚の2つの経路からの言語情報を同時平行処理する必要があるために，作業の質に影響したものと考えられた．

先行研究においては，紙面での言語作業を想定して検討を行ってきた．近年における大学生の学習時に想定される言語作業としては，コンピューターを用いた文章入力作業が挙げられる．そのため，文章入力作業についても検討を行う必要がある．

そこで本研究では，無音，歌詞を除いた音楽を提示する，歌詞を含む同じ音楽を提示する，の3条件において言語課題を課し，課題成績，心拍を評価指標とする比較実験を行い，異なる音楽環境が言語的な作業に与える影響と生体負担に違いがみられるかについて検討する．

2. 方法

2-1. 被験者および実験環境

被験者は，これまでにおいて視聴覚に異常のない男子学生 9 名（年齢は 19～22 歳）である．

実験時は，ヘッドホンを用いて音楽を暴露した．但し，音楽を暴露しない条件においてもヘッドホンを装着させた．音量は騒音計（リオン NL-27）により，ヘッドホンのスピーカ部より 1cm 離れた位置で 70db（LAeq:15 分間）に調整した．

音楽は，「BoA」の楽曲の中から，“ID;Peace B”，“Milky Way”，“Don't start now”の 3 曲を選定し，曲間を開けずに，曲の終了と同時に次の曲を再生した．

実験は簡易的な実験室で行い，室内温度 24±1℃，湿度 62±1%，被験者の手元の照度 520±10lx，ディスプレイの輝度 222cd，室内の暗騒音 33.1db（LAeq:1 分間）であった．

全被験者について，実験開始前に心拍計（竹井機器工業 T.K.K.1876a）を取り付け，CM_5 誘導法を用いて心拍（R-R 間隔）を測定した．

2-2. 実験方法

実験は，最初に課題に慣れさせるための練習を行った後，音楽の提示環境を変え 3 回（無音，歌詞を除いた音楽を提示する，歌詞を含む同じ音楽を提示する）行った．それぞれの提示環境下で，15 分間の言語課題を行わせた．なお，文章課題を行う前には，10 分間の閉眼安静をとった．実験の順番は被験者毎にランダムとした．言語課題は，A4 判の紙に印刷した新聞記事（社説：毎日新聞）をモニター（24 インチワイド）の左脇に提示し，その文章を，キーボードを用いて入力させた．文書作成ソフトは Microsoft Word 2010 を使用した．

3. 結果

図 1 に各条件における言語課題の作業数（平均）を示す．ここで言う作業数とは，実験時間 15 分内に入力した

文字数である．作業数については，特徴的な差はみられなかった．

図 2 に各条件における言語課題の誤答率(平均)を示す．誤答率とは作業数における誤答の割合である．本研究では，誤答を 3 種類に分類した．入力する文字を間違えた「誤字」，入力するべき文字を入力しなかった「脱字」，そして提示していない文字を入力した「増字」である．これらの内，誤字と脱字について，無音，歌詞を除いた音楽を提示する条件よりも，歌詞を含む音楽を提示する条件において，誤答率が高くなる傾向がみられた．しかし，音楽環境を要因とする一元配置の分散分析を行った結果，有意差は認められなかった．

また，図3に最初の安静時と3条件の音楽環境下での，平均 R-R 間隔を示す．安静時，無音の条件と比較して，歌詞を除いた音楽を提示する条件，歌詞を含む同じ音楽を提示する条件において R-R 間隔が短くなる傾向がみられた．しかし，音楽環境を要因とする一元配置の分散分析を行った結果，有意差は認められなかった．

4. 考察

先行研究では，精神作業と心拍に関して，作業の困難度が増すと心拍数の増加傾向が著大となる，と報告されている [3]．本研究の結果より，3 つの音楽環境の間に有意な R-R 間隔の差が認められなかったことから，コンピューターを用いた文章入力作業の作業困難度が，音楽に含まれる言語情報によって遮られるほど高くないのではないかと推察された．これは，誤字，脱字，増字の誤答率全てを合わせても全体の 1%から 2%程度であることからもうかがえる．

これらのことより，コンピューターを用いた文章入力作業においては，生体負担，作業精度の観点からみて，音楽を聞きながら行っても大きな影響が生じないということが考えられた．しかし，本研究で検討を行ったのはあくまでも作業の精度であり，学習時のながら作業を想定した場合，その学習結果に影響を与えるかどうかについては未検討である．今後，さらに学習効果への影響についても検討したい．

図 1　文章課題の作業数(平均)

図 2　文章課題の誤答数(平均)

図 3　R-R 間隔(平均)

5. 参考文献

1) 志水佳和，菅千索：計算課題の遂行に及ぼすBGMの影響について（2），和歌山大学教育学部教育実践総合センター紀要，14，103-112，2004.

2) 門間政亮，本多薫：音楽に含まれる言語情報が文章課題に与える影響に関する検討，人間工学，Vol.45，No.3，170-172，2009.

3) 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，Vol.10，No.7，377-379，1968.

[連絡先]
門間政亮
山形厚生看護学校
e-mail：tadasuke.monma@gmail.com

土 E2-2

精神作業中の休息の裁量権がパフォーマンス及び主観的負担度へ及ぼす影響

○劉欣欣*, 東郷史治**, 高橋正也*, 久保智英*, 新堀友紀***, 石橋圭太***, 岩永光一***
(*独立行政法人労働安全衛生総合研究所, **東京大学大学院教育学研究科,
***千葉大学大学院工学研究科)

The influence of rest control on performance and subjective workload during mental works

Xinxin Liu*, Fumiharu Togo**, Masaya Takahashi*, Tomohide Kubo*,
Yuki Shibori***, Keita Ishibashi***, Koichi Iwanaga***
(*National Institute of Occupational Safety and Health, Japan
Graduate School of Education, The University of Tokyo. * Graduate School of Engineering, Chiba University)

1. はじめに

適切な休息を取ることはパフォーマンスの維持に有効であることが示唆されている [1,2]. Kopardekar ら(1994)は, VDT 作業に関して, トータルでは同じ作業時間と休憩時間になるが, その配分を変化させて作業パフォーマンスを検討した [3]. その結果, 60 分作業 10 分休息が望ましいペース配分であることを示唆している. また, 厚生労働省の「VDT作業における労働衛生管理のためのガイドライン」についても作業の時間管理について, 一連続作業時間が 1 時間を超えないようにし, 次の連続作業までの間に 10～15 分の作業休止を設けることを推奨している [4].

一方, 労働者が自ら働く時間や休暇に対して裁量権を持つことは疲労の回復が早く, 健康に有益であることが報告されている [5,6]. しかし, 勤務時間の裁量権に関する研究は質問紙調査が多く, 実験的に作業中の休息の裁量権の影響を検討した知見は数少ない.

本研究では, 計 3 時間の精神作業を実施し, 1 時間ごとに強制的に休息を取らせる場合と被験者が自らの裁量権で休息を取る場合のパフォーマンスや主観的負担度を比較し, これらの指標に休息の裁量権が及ぼす影響を検討した.

2. 方法

2.1 被験者

34名の健康な大学生及び大学院生(平均年齢22.1±3.0歳;男性18名, 平均年齢23.1±3.9 歳;女性16名, 平均年齢 21.1±0.6 歳)が実験に参加した. 本研究は, 独立行政法人労働安全衛生総合研究所の研究倫理委員会より承認を得て実施した.

2.2 作業課題

ストループカラーワード課題を用いた. この課題では, コンピュータ画面上に色を意味する文字(ひらがな)がその意味とは異なる色で提示され, 被験者はその文字の提示色を 3 秒以内に 6 つの選択肢から選択した. 全ての選択肢はコンピュータ画面上に同時に表示され, 被験者はマウスを動かして, 特定の選択肢をクリックすることで解答した. 制限時間内に解答できない, あるいは誤まった反応をした場合には警告として画面全体が 1 秒間, 赤色に変色した. 課題の反応時間及びエラー回数を記録した.

2.3 手順

被験者は 6 分間の作業試行を 24 回, 6 分間の休息試行 6 回, 以下の裁量なし・あり条件で異なる日の同じ時間帯に実施した(図1). 実験条件の順序はカウンターバランスを考慮して実施した.

裁量なし: 作業を連続 8 試行, その後, 休息を連続 2 試行実施するパターンを 3 回連続して繰り返す.

裁量あり: 作業 8 試行, 休息 2 試行を 1 セットとし, 合計 3 セットを連続して実施した. 被験者は各セットの内で 2 回の休息試行のタイミングを自らの裁量で決めることができる.

図 1. プロトコール

2.4 測定項目と統計解析

作業中の負担度は各試行後, 「眠気」, 「疲労」, 「ストレス」を VAS 法で評価した. 全体の負担度は各条件の全試行が終了後, 日本語版 NASA-TLX(NASA Task Load Index) [7]を用いて, 「知的要求度」, 「身体的要求度」, 「タイムプレッシャー」, 「作業成績」, 「努力」, 「フラストレーション」)を評価した.

図 2. 課題の平均反応時間

図 3. 課題のエラー率

反応時間，エラー率及び作業中の負担度は，二元配置分散分析（条件[裁量あり・なし]×時間[1 時間目，2 時間目，3 時間目]）と多重比較(Bonferroni)を行った．作業全体の負担度は対応のある t 検定を行った．有意水準は $p<0.05$ とした．

3. 結果

3.1 パフォーマンス

二元配置分散分析の結果，反応時間において，時間の主効果が有意であった($p<0.01$)．裁量あり条件は裁量なし条件より反応時間が短い傾向であった($p<0.1$)．交互作用は検出されなかった(図 2)．多重比較の結果，2 時間目の反応時間が 1 時間目と 3 時間目より有意に長かった($p<0.05$)．

エラー率において，裁量あり条件は裁量なし条件より有意に低く($p<0.05$)，時間の主効果と交互作用が有意ではなかった(図 3)．

3.2 主観的負担度

作業中の「疲労」及び「ストレス」の時間の主効果が有意であり，作業時間の延長に伴い，主観的疲労とストレスは有意に増加した($p<0.01$)．条件及び交互作用は有意ではなかった．

両条件の「知的要求度」，「身体的要求度」，「作業成績」，「タイムプレッシャー」，「努力」，「フラストレーション」及び「全体的負担度」において，条件間に有意差は見られなかった．しかし，いずれの指標も，裁量あり条件の方が良好な成績を示す傾向がうかがわれた．

4. まとめ

本研究の主な知見は，休息を自らの裁量で決定できる条件において，反応時間及びエラー率の改善が認められたことである．主観的負担度においては，裁量権の影響が明確に示さなかった．しかし，パフォーマンスにおいて裁量権の効果が確認されたことから，作業の進捗状況や内容にあわせて，労働者が自らの裁量で休息を選択できる環境を提供することは労働の効率や生産性にとって望ましい効果が得られる可能性があると考えられる．

5. 参考文献

1) Henning, R.A., *et al.*: Frequent short rest breaks from computer work: effects on productivity and well-being at two field sites. Ergonomics, 40, 78-91, 1997.

2) Balci, R., Aghazadeh, F.: The effect of work-rest schedules and type of task on the discomfortand performance of VDT users. Ergonomics, 46, 455-465, 2003.

3) Kopardekar, P., Mital, A.: The effect of different work-rest schedules on fatigue and performance of a simulated directory assistance operator's task. Ergonomics, 37, 1697-707, 1994.

4) 厚生労働省：新しい「VDT 作業における労働衛生管理のためのガイドライン」の策定について，2002．http://www.mhlw.go.jp/houdou/2002/04/h0405-4.htm

5) Takahashi M., *et al.*: Worktime control-dependent reduction in fatigue, sleep problem, and depression. Appl Ergon, 42, 244-50, 2011.

6) Vahtera L., *et al.*: Employee control over working times and risk of cause-specific disability pension: the Finnish Public Sector Study. Occup Environ Med, 67, 479-85, 2010.

7) 芳賀繁，水上直樹：日本語版 NASA-TLX によるメンタルワークロード測定 ： 各種室内実験課題の困難度に対するワークロード得点の感度．人間工学 32(2), 71-79, 1996.

[連絡先]
劉欣欣
独立行政法人労働安全衛生総合研究所
〒214-8585 神奈川県長崎市多摩区長尾 6－21－1
e-mail：liu@h.jniosh.go.jp
Fax：044-865-6124

土 E2-3

Web カメラ内蔵型ノート PC 等の携帯端末における VDT 症候群予防のための瞬きを促すアプリケーションの提案

○鶴岡浩平* 戸田健** 鄭一***
(*日本大学大学院理工学研究科, **日本大学理工学部, ***鄭一診療室)

A proposal of Application for VDT Syndrome Prevention by Blink Promotion in Mobile Computer and Device with Built-in Webcam

Kouhei Tsuruoka*, Takeshi Toda** and Hajime Tei***
(*Graduate School of College of Science and Technology, Nihon University
**College of Science and Technology, Nihon University
***Tei Hajime Clinic)

1. はじめに

近年パーソナルコンピュータや携帯電話に加え, 携帯型ゲーム機器, スマートフォンやタブレット端末が急速に普及し, 職場だけでなく私生活においても VDT 症候群と呼ばれる健康被害が急増している [1]。VDT 症候群は, 特に涙腺機能が低下する 40 代以降のオフィスワーカーに見られる症状であったが, 近年は若者層の患者も急増している [2]。従来の瞬き検出の研究では, 主に筋萎縮性側索硬化症(ALS: Amyotrophic Lateral Sclerosis)患者向けの瞬きによるスイッチ操作[3]や自動車運転時にドライバの意識低下を検知するためのもの[4-5]が研究されているが, いずれも VDT 作業者向けの研究ではない。また, 瞬きを促す技術に関しては, 一定時間瞬きをしなかった場合に眼鏡が曇る眼鏡(Wink Glasses)[6]等, 作業者に装備する形のものがあるが, 本研究では普段の VDT 作業中に使用することを想定し, なるべく VDT 作業者に負担をかけない方法を検討する。

2. 提案システム

提案システムの機能構成を図1に示す。機能構成は瞬き検出部, 瞬き促進部, 瞬き促進部の制御部から成る。瞬き検出部ではVDT作業者の顔をリアルタイムで撮影し, 撮影された映像から瞬きを検出し, そこから得られた信号(瞬き検出信号)を制御部へ送信する。制御部では瞬き検出信号のインターバル時間を計測する。瞬き検出信号のインターバル時間と, ある設定時間内での総インターバル時間の測定を行い, それらの測定時間に基づいて瞬き促進部を制御する信号を出力する。

瞬き制御部の実施例として, 図2に制御フローチャートを示す。ある一定時間で移動平均T_{ave}を測定し, その移動平均がある閾値T_{th}を超えた場合に瞬き促進部を動作させ, VDT作業者に瞬きを促す。閾値を超えない場合は瞬き促進部は動作させない。

図 1. 機能構成

図2. 制御フローチャート

3. 実験提案システム

実験システムは, Web カメラが搭載されたノート型のパーソナルコンピュータ(ノート PC)にオールインワンで実装する。Web カメラで VDT 作業者の顔を撮影し, リアルタイムでコンピュータに送信する。Web カメラによって送られてきた映像データは Intel 社で開発されたコンピュータビジョン向けライブラリである OpenCV[7]を用いて画像処理を行い, 目のトラッキング, 瞬きの検出をする。瞬きの検出方法については, 画像処理法のフレーム間差

図3. 警告を表示する方法

図4. 画面全体を変化させて警告する方法

分を使用する。フレーム間差分法は計算コストが低く，比較的高速に動く物体などを検出する際に有効であるため，フレーム間差分法を用いて，2 つのフレーム間での運動領域の2値画像を閾値処理する方法を使用する。検出結果として，VDT 作業者の瞬きの時間間隔が一定時間以上長くなった場合，VDT 作業者に瞬きを促す。瞬きを促す方法だが，今回は被験者の対象をコンピュータ使用者に限定し，瞬きの検出から瞬きの促進までをすべてコンピュータ内で実現するため，VDT 作業中のモニターに警告を表示する方法(図3)，画面全体で警告する方法(図4)，を実装し，状況によって適宜に切り替え，随意的な瞬きをさせるといった方法を採用する。

4. システムの評価

本システムはドライアイ防止のためのものであるため，被験者にシステムを使用してもらった後にドライアイであるかどうか検査を行うことでシステム全体の評価とする。

VDT 作業者のドライアイの発現は，読みとりにくい画面の凝視等によるまばたきの減少等が影響している[8]ため，検査方法として，10秒間目を開け続けるといった方法で検査を行うドライアイ10秒チェックが挙げられる。また，人間は通常では1分間に20回程度の瞬きをしている[9]が，読みとりにくい画面の凝視等によってまばたきが減少し，ドライアイ等の症状が発現する。よって，瞬きの回数が減少しているかどうかを確認し，評価を行う。これらは自己で行うことができる主観的な方法であるため，厳密に検査をする場合には，眼科にてシルマー試験やBUT 検査等が必要となるため個人で行うことはできず，医療関係者との協力が必要であるため，まずは上記のような簡単な検査方法でシステムの評価を行う[10]。

5. まとめ

本稿ではコンピュータ使用者の瞬きを検出し，瞬きの時間間隔が長いユーザーに対して瞬きを促すことで，ドライアイを防ぐ方法を検討した。今後は実際にシステムを試作し，瞬き検出，瞬きを促す最も有効な方法を，実験を通して比較，検討し，システムの最適化を図る。また，最近では携帯電話の普及や，携帯ゲーム機の普及等により，ドライアイになる子供も増加している。よって，成人だけでなく，子供を対象としたドライアイ防止システムの検討を含め，画面上での警告以外の瞬きを促す方法，コンピュータにおける作業以外での利用について等，システムの応用方法についても検討する。さらにはドライアイ以外の VDT 症候群の症状全般にも応用が可能か検討する。

6. 参考文献

1) 佐藤：環境とドライアイ-VDT 症候群とドライアイ-，臨床眼科，No. 51, pp68-70(1997).
2) 難波，平井，米田，田淵：携帯電話を使用した Visual Display Terminal (VDT)作業前後の高次収差の変化，川崎医療福祉学会誌，Vol.18, No. 1, pp. 147-154 (2008).
3) 中村，林，中村，若林，渡辺：反射型フォトセンサを用いた ALS 患者向け汎用スイッチの瞬き検出特性，信学技報，WIT2006-125,pp115-120(2007).
4) 足立，濱田，中野，山本：ドライバの意識低下検知のための動画像処理によるまばたき計測，電学論 C, Vol.124, No. 3, pp776-783(2004).
5) 杉山，水野，中野，山本：画像方式を用いたまばたき計測による意識低下検知，豊田中央研究所 R&D レビュー，Vol.31, No.2, pp51-60(1996).
6) Masunaga Optical Mfg Co.,Ltd. : Wink Glasses
http://www. masunaga1905.jp/brand/winkglasses/
7) 奈良先端科学技術大学院大学 OpenCV プログラミングブック制作チーム：OpenCV プログラミングブック 第2版，株式会社毎日コミュニケーションズ，p. 268 (2009).
8) 厚生労働省：VDT作業における労働衛生管理のためのガイドライン，厚生労働省報道発表資料 (2009).
9) 奥澤：ぎもんしつもん目の辞典，東山書房 (1989).
10) ドライアイ研究会：ドライアイ診療 PPP，メジカルビュー社 (2002).

[連絡先]
鶴岡浩平
日本大学大学院理工学研究科電気工学専攻
〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14
e-mail:csku12024@g.nihon-u.ac.jp
Tel/Fax:03(3259)0791

土D3-1

寝たきり、電動車いすユーザの生活を支える環境制御装置の展望

大津　慶子（首都大学東京）

The prospects of Environment Control Equipment (ECS)　that supports independent life of persons with serious disability

Keiko Ohtsu (Tokyo metropolitan University Human Health Sciences Faculty)

1. はじめに　頸髄損傷C4は肩までしか動かせず電動のベッド、リフターと車いすが無ければ寝たきりの生活を余儀なくされる。同様に全介助で生活をしているが理解判断力に問題のない人々が多くいる。片時も介助者が側にいて様々な介助を行うと介助者の負担は家族であれば非常に大きい。公的介助であれば上限に及ぶ。障害者自立支援法（現在法改正中）により区市町村に申請をして障害程度を認定して月の総介助時間が決定される。一番重度である障害度6で介護給付（重度訪問介護　居宅介護　生活介護）を事例1であれば月の介助時間数：重度訪問介護４５０時間（移動介護６３時間）居宅（身体）介護１６時間、生活介護23日分を組み合わせている。主婦の家事労働を労働者の労働時間と同じように換算すると通常の労働者よりもはるかに総労働時間は増えるが家族介助から公的介助による生活はそのような切り替えの意味もある。ここでは公的介助の最大枠で暮らしている頚損者などの環境制御機器（以下ECS）の利用により実際にどのような介助が不要になりその果たす効果を可能な範囲で検証しつつ今後のECSの展望を考えて行きたい。需要が少ないと当然販売は中止になるという経済原則がここにもあり、生活上の絶対必需品であるので何時までも保守サービスも含めて安定して供給される必要があり、ユニバーサルデザイン化として一般市販商品（携帯電話など）での解決を目指していく方向性が考えられる。

2. 方法　実際に使用している事例など。市販されているECSの現状を調べた。

3. 結果

3－1 良く使われている代表的なECS

① 環境制御装置製品名：ECS-65　アイフォン
発売元：㈱フィックサプライ価格：687,750円　チャンネル数：65ch（有線15、学習リモコン50）ベッド、電話、照明、テレビ、ビデオ等 さまざまなものがコントロール可能。チャンネル表示はデジタル数字と見やすい円形表示器の併用。
1入力でのオートスキャンが可能です。専用呼吸気スイッチ付。

図1　アイホンと呼気スイッチ

② 製品名：みてら
発売元：株式会社アクセスインターナショナル
価格：798,000円（税込）チェンネル数は1，０００以上

図2　みてら

「みてら」は、家庭内のテレビやエアコンなど、赤外線リモコンに対応した家電製品や電動ベッド、福祉電話、玄関ドアホンなどを重度障害者の身体機能に応じた入力スイッチから操作する製品選択。

③ 製品名：思伝介（しでんかい）
システム：株式会社テクノスジャパン
価格：現地調査の上、見積　生体信号で身の回りの電子機器を操作したい！このような声に応えてシステム化したのが、思伝介です。額につけて生体信号を拾うMCTOS（マクトス）やEMOS（エモス）を使ってベッド・照明・TVなどの環境機器を操作可能。

図3　生体信号スイッチ

④ ボイススキャン
音声認識を用いた情報・通信支援用具　　製品名：ボイスキャン発売元：株式会社ボイスキャンwelfare
１７モード環境制御装置。専用ソフトをパソコンに組み込んで使う。利用者は、マイクに向かってしゃべるだけで家電操作可能。マイクは、付属のヘッドセットもしくはピンマイク・ベッド用フレキシブルマイクを使用。
セッティングから、電話の契約までスタッフが全て行います。ボイスキャンは市区町村の公的補助が受けられます。
項目名は、「情報・通信支援用具」として多く認められています。
これは日常生活用具等給付事業の情報・意思支援用具の中の「情報・通信支援用具」にあたります。
平成18年度より障害者自立支援法の地域生活支援事業は市町村が実施主体になっていて地方によって補助額は地域により様々でリフォーム助成金の中に補助枠を設けている地域もある。
補助額の上限は10万円～70万円。

⑤　販売中止となったライフタクト

図4　ライフタクトと事例1

ライフタクトは２００１年から２００２年まで、全国の脊髄、頚髄損傷者の協力で、言葉でリモコンを制御する環境制御装置、旭化成の「ライフタクトＩ」が完成。期待されたものであったが残念ながら２００７年で生産中止となっている。

３－３．使用状況事例 MK 氏 C4，5頚損者二種類を併用使用している　(1) 環境制御装置　　製品名：ECS-65 アイフォン発売元：パシフィックサプライ株式会社　(2) ライフタクト(音声認識 ECS)」ベッド上、電動車いすなど状況に応じて利用、夜間一人で過ごすために ECS は生活上不可欠である。事例２みてらの使用により生活上かなりの安心と自立を得ている。3)

事例3市販されているECSひつらゆるリモコンをベッドサイドボードに貼り付けてマウススティックを用いて操作している例（図Ｉが、頚髄損傷であればC1から３レベルで人工呼吸器を使用しているから頚部と肩の動きは可能なC4レベル肘の屈曲は可能なC5レベルもまた環境制御装置（以下ECS）によりベッドに寝ていても照明、エアコン、テレビを動かし、玄関の出入り、来客の応対、パソコン操作など可能となる。ECSの利用が望ましいと考えられる重度の頚損者がなぜ利用に踏み切らないのかは　頚損解体新書２０１０のアンケート結果では１）重度・非重度頚髄損傷で使用していない理由として①操作方法が面倒、機能が低い、②どのような種類があるのか情報が乏しい、購入のための自己負担が大きい。があげられている。5)

４．考察　環境制御機器を音声、呼気、額などの生体信号を利用した入力方法で寝たきりであっても同居家族が外出や仕事に出ることが可能となり、一人自立生活へ踏み切る可能性が出てくる例や実際に自立生活をしている重度頚損者の取材も行った。ECS の導入は夜間宿泊介助が不要となり介助コストが低くなる。購入のための自己負担が大きいという点は平成１８年度より市町村

図５　リモコンスイッチボード（ECS 不使用）

決定となった日常生活用具等給付事業の情報・意思支援用具の中の「情報・通信支援用具」としてボイススキャンは補助を受けて全国展開中である。また最近のネットワーク家電など携帯電話やインターネットでできる家電操作システムとの連携も展開すれば健常者のシステムとの連携が可能となりユニバーサルデザイン領域へと展開の可能性が考えられる。修理や調整も必要であり、重度障害者意思伝達装置のように補装具としての給付が適当であると考えられる。入力方法についても事例に情報提供と機種の選択について適切なアドバイスが必要とされる。

５．参考文献

１）武藤耕造：取材. 2012

２）麩沢孝：ふざわたかしのホームページ 2012

３）宮野秀樹　環境制御装置みてらの使用レポート，2006

４）畠中規　他：環境制御装置（ECS）の課題と展望，第 23 回日本工学カンファレンス論文集 147-151、2008

５）全国頚髄損傷者連絡会：頚損解体新書 2010 ひとりじゃないよ p72－73，2010

[連絡先] 大津慶子

〒　112-0012 東京都文京区大塚６－２９－９

e-mail mld21222@nifty.com

土 D3-2

タブレットコンピュータにおけるキーボード操作に関する研究

○渡邊廣樹*, 三澤哲夫**
(*千葉工業大学大学院工学研究科, **千葉工業大学)

Study on the operation in the tablet computer keyboard

Hiroki Watanabe*, Tetsuo Misawa**
(*Graduate School of Engineering, Chiba Institute of Technology
**Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

近年、タブレット端末の普及にともない、従来のハードウェアキーボードと形状等の異なる、ソフトウェアキーボードが VDT 作業において多く使用されるようになってきた。これらは、ハードウェアキーボードのように、画面に表示された QWERTY 配列のキーボードを使った文字入力が利用できる。

そこで本研究では、2 種類のキーボードにおける上肢の筋的負担を評価するとともに、文字入力時における、操作性の違いを明らかにする。

2. 方法

2.1 被験者

被験者は、年齢21～24歳の健康な男子大学生5名を選んだ。実験では普段近見時にメガネもしくはコンタクトレンズを使う被験者は普段通り装着して行った。

2.2 実験端末

実験に利用した端末は、Xperia(TM) Tablet S(以下 Xperia Tablet)である。ソフトウェアキーボードとして、Xperia Tablet の画面内に表示される標準の QWERTY 配列のキーボードを、横幅の長いランドスケープモード(図 1-1a)にて利用した。Xperia Tablet にランドスケープモードでソフトウェアキーボードを表示させると、キーピッチは 17mm である。ハードウェアキーボードとして、SGPWKB1(図 1-1b)のキーピッチは、19±1mmとなっており、JIS によってフルキーボードと定義され通常の PC で利用されているキーボードと同じ大きさである。

2.3 実験手順

文字入力は、夏目漱石著「坊ちゃん」(岩波書店 1990 年)の第一節と第六節の文章を、一字一句そのまま横書き入力するように指示し、上肢の位置などの条件を同一にするため、手首を宙に浮かせ、キーボードから手を離さない状態で作業を行わせた。ハードウェアキーボードおよびソフトウェアキーボードの文字入力では、練習による効果を排除するため、各被験者に入力文章をランダムに入力させた。今回の入力作業は、単純入力型の VDT 作業を再現させた。実験は、予め作業前の被験者に「自覚症しらべ」質問紙に記入した後、直ちに筋電図測定のための電極を装着した。作業前の各測定終了後、スチール製一般事務作業机と、OA 用椅子のワークステーションに椅座位姿勢をとり、椅子の高さ、背もたれ、入力文章、キーボード、ディスプレイの位置を、被験者が作業しやすい椅子の高さ、ディスプレイ・キーボード位置および入力文章 (位置)を調整させた。また、作業中に作業初期に設定した高さ、位置等が入力作業において作業が辛い、作業がしづらい、疲れると感じた時点で入力作業が楽に作業できるように配置を自由に変更するように指示した後に、実験を開始した。入力作業時間は 15 分間とした。その間、筋電図を連続的に記録した。作業終了後は、直ちに筋電図の電極を取り外し、作業後の「自覚症しらべ」質問紙に記入して終了した。

(a)ソフトウェアキーボード　(b)ハードウェアキーボード

図 1-1. 実験に利用した端末

測定項目は、作業開始より 15 分間連続して記録した表面筋電図(総指伸筋、手根伸筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋)と作業成績、実験前後に各 1 回行った疲労自覚症状調査である。得られた成績は、統計ソフトウェア(IBM SPSS Statistics 20)を用いて処理した。

3. 結果

3.1 筋電図

15分間の文字入力作業中の総指伸筋、手根伸筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋、それぞれ左右の筋電図の電位出力を図 2 に示した。図 2-1 は総指伸筋、図 2-2 は手根伸筋、図 2-3 は上腕二頭筋、図 2-4 は上腕三頭筋である。電出力は、ハードウェアキーボードでは、総指

伸筋、手根伸筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋の左右間において、有意差(p＜0.001)が確認された。また、ソフトウェアキーボードでは、総指伸筋、手根伸筋、上腕二頭筋の左右間と、右上腕三頭筋において有意差(p＜0.001)が確認されたが、左上腕三頭筋では、有意差は確認できなかった。

3.2 作業成績

作業成績は、各条件間の作業量の差が約 1%であり、差はみられなかった。

図 2-1. 総指伸筋

図 2-2. 手根伸筋

図 2-3. 上腕二頭筋

図 2-4. 上腕三頭筋

4. 考察

本実験において作業量に差がみられなかったことは、どちらのキーボードも、同じように作業が行えたことを推測させる。筋電図の結果では、ハードウェアキーボードとソフトウェアキーボードにおける、文章入力作業での負担は、わずかにハードウェアキーボードが大きかったと示されている。このことはキーボードの物理的特性の違いが、作業負担の違いとして表れたことを推測させる。ハードウェアキーボードは、キーピッチ 19mm/キーストローク 2mm に対し、ソフトウェアキーボードは、キーピッチ 17mm/キーストローク 0mm であった。作業負担がソフトウェアキーボードよりも大きくなったのは、キー入力をする時に、より大きな力が必要であったためであると考えられる。

5. まとめ

今回の研究では、ソフトウェアキーボードの物理的特性が、従来と異なる点に着目し、キーの押し下げ力の違いによる作業負担への影響を、一般的に用いられているハードウェアキーボードの作業負担との比較によりしらべた。その結果、ソフトウェアキーボードのように大きな押し下げ力を必要としない、キーの連続的な使用は、従来のハードウェアキーボードに比べて、上肢への影響が小さくなることが明らかになった。

6. 参考文献

1) 長谷川旭;モバイル情報端末の特性に関する人間工学的な評価と応用システムの開発 pp34-48 2012

[連絡先]
渡邊廣樹
千葉工業大学大学院 三澤研究室
〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1
e-mail : h.watanabe1213@hotmail.co.jp
Fax : 047(470)2080 (研究室)

土 D3-3

業務システムにおけるタスク説明のユーザビリティ検証について

○森田真平*, 三澤哲夫**
(*千葉工業大学大学院工学研究科, **千葉工業大学)

Usability verification of the task explanation in an operating system

Shinpei Morita*, Tetsuo Misawa**
*Graduate School of Chiba Institute of Technology, **Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

1.1 背景

近年、業務の IT 化が進み業務システムが多く導入されている。業務システムの特徴として内容が専門的であったり機能が多岐に渡るため、初めて使うユーザーにとってメンタルモデルを形成しにくいという点を指摘できる。さらに、業務システムを使用するユーザー層は習熟度に差があることも考慮しなければならない。そこで、習熟度の低いユーザーのために使用されるのが、マニュアルなどによるタスク説明である。ユーザーが選択するタスク説明には、様々な種類が想定される。ユーザーの理解度を向上させる場合は、業務システム自体のユーザビリティだけでなくタスク説明のユーザビリティも重要だと考える。

1.2 目的

本研究では、習熟度の異なるユーザーがタスク説明を参照する場合におけるユーザビリティ検証を目的とする。

2. 実験

2.1 実験方法

被験者には、図 1 のようなディスプレイ(978×553pix)にタスク画面(652×553pix)とタスク説明画面(326×533pix)を参照してもらい、タスクを実行してもらった。タスク説明には、タスク説明の基本的な形態と考えられる『テキストによるタスク説明』、『画像によるタスク説明』、『動画によるタスク説明』をそれぞれ参照してもらった。習熟度の異なるユーザーを想定するため、ラスムッセンの SRK モデルに基づき、3 種類のタスク特性を検討対象とした。被験者には、上記で挙げた 3 種類のタスク説明からランダムに選んだ 1 つのタスク説明を参照し、タスクを実行してもらった。タスク画面で使用する業務システムは『商品スタッフ II』(有限会社クリプトメディア)を使用し、本システム内のレジスターを使った商品の販売業務と返品業務を行った。タスク説明は Microsoft Word 2010 を用いて作成した。尚、被験者は21～24歳の健康な学生6名とした。被験者には、今回使用する業務システムとタスクの概要、タスク説明の参照方法を事前に説明し、各タスクに臨んでもらった。測定にはアイマークレコーダー(Nac 社 EMR-9)を使用し、作業時間の合計、タスク説明の参照時間、タスク時間に対する参照時間の割合、1 回の参照時間の平均を計測し、解析を行った。

図 1. タスク画面(左)とタスク説明画面(右)

表 1. SRK モデルごとに設定したタスク

S タスク:事前に 7 回練習を行った後、タスク説明を参照しながら商品の販売業務を行う。
R タスク: タスク説明を参照しながら、商品の返品業務を行う。
K タスク:タスク説明を参照し、初めて販売業務を行う。

3. 結果

3.1 SRK モデルに対するタスク説明の相関

表には SRK タスクに対し、それぞれのタスク説明を参照した場合の作業時間の合計、タスク説明の参照時間、作業時間に対するタスク説明参照時間の割合、1 回の参照時間の平均値と標準偏差を記載した。一元配置分散分析の結果、R タスクと K タスクにおける各々の評価項目に対しタスク説明の有意差が見られた。表 2 の S タスクに関しては、タスク自体が慣れている動作だったため、タスク説明を参照する必要がなく、タスク説明の差異が影響しなかったなどの要因により、タスク説明における有意差が認められなかった。

表 2. S タスクの計測結果

タスク説明方法	テキスト 平均 [SD]	画 像 平均 [SD]	動 画 平均 [SD]	有意差
作業時間 (sec)	20.32 [13.15]	29.00 [14.23]	20.32 [17.31]	P<0.19
参照時間 (sec)	6.73 [8.06]	8.91 [9.45]	20.32 [13.75]	P<0.79
参照時間の割合 (%)	24.95 [0.18]	26.91 [0.24]	25.78 [0.26]	P<0.96
参照時間平均 (sec)	1.45 [1.16]	2.12 [2.30]	2.95 [3.71]	P<0.24

表 3 は R タスクにおける各タスク説明を参照した場合の計測結果である。R タスクでは、作業時間、タスク説明の参照時間、1 回の参照時間の平均の評価項目に有意な差が認められた。(p<0.00)、(p<0.00) (p<0.00) 作業時間、参照時間に有意な差が認められた理由として、被験者の業務システムに対する知識の向上により、タスク画面とタスク説明画面との視線の動きがスムーズになった要因がある。業務システムの操作にある程度慣れているため、情報量の少ない『テキストによるタスク説明』の方が『画像によるタスク説明』や『動画によるタスク説明』と比べ目移りすることがなく必要な情報を取得することができ、作業時間と参照時間が短くなったものと考えられる。『動画によるタスク説明』の 1 回の参照時間の平均が他のタスク説明と比べ長いのは、動画再生による視線の注視時間が長くなったためと考えられる。

表 3. R タスクの計測結果

タスク説明方法	テキスト 平均 [SD]	画 像 平均 [SD]	動 画 平均 [SD]	有意差
作業時間 (sec)	39.65 [15.93]	70.70 [47.32]	91.35 [54.70]	P<0.00
参照時間 (sec)	21.30 [11.11]	37.77 [25.40]	49.11 [34.96]	P<0.00
参照時間の割合 (%)	49.73 [0.15]	50.85 [0.12]	49.04 [0.22]	P<0.92
参照時間平均 (sec)	2.11 [0.83]	3.81 [1.40]	7.34 [8.78]	P<0.00

表 4 は K タスクにおける各タスク説明を参照した場合の計測結果である。K タスクでは、作業時間に対するタスク説明の参照時間の割合、1 回の参照時間の平均の評価項目に有意な差が認められた。(p<0.00)、(p<0.05) 参照時間の割合、参照時間平均の評価項目に有意な差が認められた理由として、タスク説明とタスク画面を照合する注視時間の軽減がある。『画像によるタスク説明』や『動画によるタスク説明』の画面では、実際に操作するタスク画面と照合がしやすく、タスクに対する動作の把握が容易になったと推測される。習熟度の低いユーザーにとってタスク画面とタスク説明の照合のしやすさが、作業時間に対するタスク説明の参照時間の割合を低くする要因になると考えられる。

表 4. K タスクの計測結果

タスク説明方法	テキスト 平均 [SD]	画 像 平均 [SD]	動 画 平均 [SD]	有意差
作業時間 (sec)	68.90 [41.89]	86.03 [47.32]	89.18 [34.70]	P<0.36
参照時間 (sec)	40.38 [11.11]	48.13 [25.40]	45.44 [34.96]	P<0.86
参照時間の割合 (%)	59.4 [0.15]	54.6 [0.12]	53.8 [0.22]	P<0.00
参照時間平均 (sec)	3.99 [0.83]	4.31 [1.40]	4.79 [8.78]	P<0.05

4. まとめ

本研究では S タスク、R タスク、K タスクの 3 段階でタスクレベルを設定することで、習熟度の異なるユーザーを想定したタスク説明のユーザビリティ検証を行った。

業務システムに対して習熟度が高いユーザーを想定した S タスクでは、タスク説明の参照方法に対する違いは見られなかった。業務システムに対して基本的な機能を扱える程度の習熟度を持つユーザーを想定した R タスクでは、各タスク説明を参照した場合の 3 つの評価項目に対し有意な差が認められた。業務システムについて一般的な知識を持ち、メンタルモデルが形成されているユーザーにとっては、簡潔な情報で基本的なタスク操作のみを記載されているタスク説明が有効であると言える。業務システムについて知識がなく、習熟度の低いユーザーを想定した K タスクについては、2 つの評価項目に有意な差が認められた。業務システムを初めて使うユーザーにとっては、一つ一つの動作をタスク画面とタスク説明とを照合しながら行うことのできるタスク説明方法が有効であると考えられる。

以上の結果から、業務システムにおけるタスク説明のユーザビリティを向上させるには、ユーザーの習熟度に応じてタスク説明の情報量を選択できるようなマニュアルの作成が望ましいと考えられる。

5. 参考文献

1) 1) ヤコブ ニールセン:ユーザビリティエンジニアリング原論 -ユーザーのためのインタフェースデザイン-

2) マニュアル参照時の作業者の視線特性 -タスク特性を考慮した検討-(2010)第 40 回人間工学会関東支部, P28-29

3) 黒田聡/雨宮拓/徳田直樹/高橋陽一:業務システムのためのユーザーマニュアル作成ガイド

[連絡先]

森田真平

エルゴノミクス&ユニバーサルデザイン研究室

〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1

e-mail : shinpei_1226 @yahoo.co.jp

Fax : 047(470)2083 (研究室)

土D3-4

会話補助を目的としたコミュニケーションツールのユーザビリティに関する研究

○志村友紀*, 三澤哲夫**
(*千葉工業大学大学院工学研究科, **千葉工業大学)

A study on usability of the communication tool for the purpose of the conversation assistance

Yuki Shimura*, Tetsuo Misawa**
(*Graduate school of Engineering Chiba Institute of Technology, **Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

一般的に、高齢者はハイテクな電子ツールや機能に対して敬遠していると認識されがちである。しかし、高齢者がいつの時代に生まれたかによって、その認識は間違っている可能性がある。たとえば、現在の 65 歳と 20 年後に 65 歳になる人とでは、幼少期もしくは働き盛りの頃に過ごした環境や流行などの時代背景は大きく異なる。したがって、現在の若い世代が将来高齢者になった時に、ハイテクな電子ツールを日常生活で有効的に活用している可能性が十分にあると考えられる。

しかしながら、高齢者の多くは日常的に様々な問題を抱えており、どんなに健常な高齢者であっても身体機能や認知機能などの能力低下は起こり得る。そのため、高齢者も利用対象に含まれる製品におけるユーザビリティに関する研究は今後も続けていく必要があると考える。

本研究では、会話補助を目的としたコミュニケーションツールとアプリケーション(以下、アプリ)のユーザビリティを評価・分析し、将来の高齢化社会に適したコミュニケーションツールとして活用できるのか検討するために基礎的な要素や現状を把握することを目的とした。

2. 方法

2.1 実験の概要

本実験では、会話補助を目的とした 2 種類のコミュニケーションツールと1種類のアプリを用いて、予め決めた4つのタスクに沿って操作を行うユーザビリティテストと、その実験中の被験者にアイマークレコーダー(EMR-9. ナック)を装着して、視線計測を実施した。

2.2 被験者

被験者は、21 歳～24 歳の健常な男女学生 8 名(22.75±1.30)とした。そのうちの 5 名にはアイマークレコーダーを装着してもらい、視線データも計測した。

また、本実験で使用するツールやアプリは主に言語機能や声に何らかの障害がある人が利用対象者となるため、被験者にはあらかじめ「言語機能に障害があり、声を出すことが困難な人」を想定してもらうこととした。

2.3 対象のコミュニケーションツールとアプリケーション

本実験では、福祉機器 VOCA「スーパートーカー(パシフィックサプライ株式会社)」(図1)と、福祉アプリケーション「たすくコミュニケーション」が入っている iPad(図2)の2種類を対象ツールとした。「たすくコミュニケーション」は絵カードを組み合わせて文を作り、音声で再生できる機能を持った福祉アプリの一つであり、VOCA と類似した特徴があるため比較要素になると考えて選択した。

図1. VOCA

図2. iPad(画面はアプリ)

2.4 実験の手順

初めに、こちらから一回目の質問を与え、その質問に対してタスク 1 と 2 を実行する。次に、二回目の質問を与え、その質問に対してタスク 3 と 4 を実行する。このタスク1～4までの流れを各ツール一回ずつ行う。共通する 4 つのタスク(表1)操作は原則自力で行い、どうしても操作方法がわからない場合は操作のヒントを記した操作手順リストを置き、その都度見るように指示をした。

表1. 共通する基本タスク

一回目の質問を与える
タスク1：質問の答えをカードの中から選ぶ
タスク2：画面をタッチして音声を再生する
二回目の質問を与える
タスク3：絵カードを入れ替える
タスク4：画面をタッチして音声を再生する

2.5 評価・分析項目

本実験のユーザビリティテストでは、有効性・効率性・視線解析を中心に評価・分析とした。1)有効性は、テスト中の被験者の利用状況や表情、発する言葉などを実際の観察からみる。2)効率性は、タスクを達成する為の時間や労力をビデオや視線映像履歴からみる。3)視線

計測では、被験者のタスク別の操作時間と一つのタスク内でタスク実行に必要な物や画面を注視していた時間を計測し、被験者の視線の動揺や操作の躊きをみる。

3. 結果

3.1 ユーザビリティテストの観察結果と考察

3.1.1 有効性(利用状況)

その場の観察では、被験者が設定上声を出せないので気づかなかったが、タスクが進まない時や明確なエラーが起きた時、被験者の視線の動きがやや激しくなり動揺していたことが視線解析で明らかになった。実際に使用される場面で仮に利用者が迷っていたとしても気づけず、使いこなせない可能性があると示唆された。

3.1.2 効率性(タスクの自力達成率)

被験者が自力でタスクを達成できたかをA(自力でできた),B(迷ったが自力),C(自力でできなかった)の3段階で評価したところ、VOCA はレベルキーを合わせること、iPad はカードの消し方に迷いが生じる傾向にあり、結果的にエラーにつながりやすいことがわかった。

3.1.3 エラーの回数とシーン

VOCA は被験者8名中5名がタスク3の電源を消し忘れ、iPad は被験者8名中5名がタスク3の絵カードを消し忘れに該当し最もエラーが多かった。実験後のインタビューでは、最後までエラーが起こったことに気づいていない者もいたことがわかった。要因として、ツールがエラー反応を示さず気づかれない、またエラーが起きても次の操作に問題なく進めてしまうということが考えられる。

3.2 視線解析

タスク実行中の視線の動向を探るために、アイマークレコーダーの解析ソフトを用いて視線解析を行った結果、以下のことが明らかになった。

3.2.1 タスクごとにかかった操作時間

被験者がそれぞれのツールを使用してタスク1～4を行う際にかかった操作時間を、t 検定と一元配置分散分析で検定した。(表2)その結果いずれもタスク1～3では有意差が認められず($p>0.05$)、タスク4のみ有意差が認められた($p<0.05$)

表2. タスクごとにかかった操作時間(s)

ツールの種類	VOCA 平均 【SD】	iPad 平均 【SD】	有意差
タスク1	39.98 【12.85】	42.65 【18.62】	$p<0.81$
タスク2	10.49 【4.47】	13.69 【4.13】	$p<0.23$
タスク3	34.34 【3.03】	34.60 【17.65】	$p<0.98$
タスク4	9.28 【1.68】	5.11 【0.73】	$p<0.00$

3.2.2 タスクごとの注視時間

被験者がタスクを行う際に必要とされる場面を 0.1 秒以上注視していた時間を、t 検定と一元配置分散分析で検定した。(表 3)その結果いずれもタスク1～3では有意差が認められず($p>0.05$)、タスク4のみ有意差が認められた($p<0.05$)。

表3. タスクごとの注視時間(s)

ツールの種類	VOCA 平均 【SD】	iPad 平均 【SD】	有意差
タスク1	23.72 【9.48】	11.32 【9.46】	$p<0.77$
タスク2	7.68 【4.12】	4.20 【2.81】	$p<0.80$
タスク3	19.52 【5.22】	8.43 【8.07】	$p<0.56$
タスク4	6.39 【2.91】	3.11 【2.60】	$p<0.03$

4. まとめ

本実験の結果から、2種類のコミュニケーションツールのユーザビリティに関する大きな差は見られなかった。また、タスクの切り替え時が最も操作の混乱を招き、被験者に負担がかかっていることが明らかになった。しかし、タスクの達成および注視時間からわかるように、回数を重ねることで学習し効率的に操作が行えるようになることから、今後は初心者と経験者のように被験者の設定を変えて比較し、実験を重ねることでユーザビリティ向上のための要素を検討したいと考える。

5. おわりに

視線解析で統計学的な有意差があまり認められなかったことについて、被験者数が十分ではなかったことも要因の一つと考えられるため、今後さらに被験者数を増やして早急に再検討する必要があると考える。

6. 参考文献

1) 黒須正明:ユーザビリティテスティング-ユーザ中心のものづくりに向けて-,共立出版,2003.

2) ユニバーサルデザイン研究会:新・ユニバーサルデザイン-ユーザビリティ・アクセシビリティ中心・ものづくりマニュアル-,日本工業出版,2005.

[連絡先]
志村友紀
千葉工業大学大学院　三澤研究室
〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1
e-mail : s1175013UU@it-chiba.ac.jp
Fax : 047(470)2083 (研究室)

土 E4-1

大型ダンプトラック運転時における危険情報呈示に関する研究

○福井翔大*, 高田一**, 松浦慶総**
(*横浜国立大学大学院　工学府, **横浜国立大学大学院　工学研究院)

A study of the alarm at the time of dump truck operation

Shota Fukui*, Hajime Takada**, Yoshifusa Matsuura**
(*Graduate School of Engineering, Yokohama National University,
**Faculty of Engineering, Yokohama National University)

1. はじめに

資源採取や土地開発のために広大な鉱山の中で 24 時間 365 日様々な大型鉱山用機械が稼働している。鉱山には整備された工事用道路はあるものの，一般道路のような交通システムは存在しないため危険因子が多く存在している。また事故が起きた場合，大型鉱山用機械が高価という理由や稼働効率が落ちてしまう理由から損失が大きいものになってしまう。以上の危険因子が多いことや事故が起きた際の損失が大きいことから事故を未然に防ぐための危険伝達が重要である [1)]。普通自動車における危険伝達の研究は多くなされているが，大型鉱山用機械における危険伝達の研究発表は未だ少ない。そこで特に接触事故や衝突事故の多い大型ダンプトラックに対しての危険伝達に着目した。本研究は大型ダンプトラック運転時の効果的な危険伝達の構築を目的としている。危険伝達として警告音と LED に注目し，反応時間と心拍変動で評価した結果を報告する。

2. 実験方法

本実験では，5 名の被験者にドライビング・シミュレータを操作させ，夜間運転を模擬して実験コースを走行させる。Fig.1 にドライビング・シミュレータの構造を示す。実際のダンプトラックの運転と同様に走行中は被験者にアクセル・ペダルを全開で踏み続けてもらう。そして危険を認識した際は即座にブレーキ・ペダルを停止するまで踏んでもらった。走行中の最高速度をダンプトラックの仕様に基づいて 50km/h に設定した。走行距離は約 3km となっている。ドライビング・シミュレータの操作中に警告音や LED を発生させると同時にスクリーン上に危険を発生させる。運転操作中は常に運転操作の記録，心電図の測定そして CCD カメラによる顔の録画が行われる。Table1 に実験で扱う警告音の詳細を示した。実験状況として室内(背景音)の音圧は約 50db(A)となっており，警告音の音圧が背景音より 15db(A)以上大きいので背景音に埋もれる心配はない [1)]。LED は周辺視野で気付きやすい黄色に点滅する。また点滅周波数は 8Hz とした。

Fig.1 Layout sketch of driving simulator

Table1 Alarm sound specifications

Frequency	1000Hz, 4000Hz
Wave shape	Sine curve
Sound interval	1/2sec, 1/16sec
A-weighted sound pressure level	65db(A)

警告音の吹鳴時間は 1/2sec, 1/16sec を使用する。吹鳴時間と無音時間は等しく，警告時間は音と LED 共に 4 秒間とした。

スクリーン上に現れる危険を 4 種類用意した。その内 3 種類は被験者が運転するダンプトラックの 50m 先に危険が発生するものである。3 種類の危険発生パターンを Fig.2 に示す。さらに見えない位置(死角)で人間が発生するパターンを用意した。

Fig.2 Conditions of dangers

3. 評価指標

3-1. 反応時間

ダンプトラックの運転において，緊急時は常にブレーキを踏んで停止することが最優先される。そのためより早いブレーキが求められる。今研究では危険発生からアクセル・ペダルを離す時間までを認知時間とし，危険発生からブレーキ・ペダルを踏む時間までをブレーキ反応時間とした。Fig.3 に認知時間とブレーキ反応時間のモデル図を載せる。

Fig.3 Reaction time

3-2. 心電図

危険発生時には，緊張感をもって対処しなければならない [2)]。またオペレータに危険があることを認識させるために切迫感は必要である。今研究では危険情報呈示時の切迫感を見るために心電図の平均 RRI 値の差分値を使う。平均 RRI の差分値とは平均 RRI 値から安静時の RRI 値を引いた値である。平均 RRI 値として 4 つの平均値を用意した。危険呈示から 6 秒後，8 秒後，10 秒後，12 秒後を平均範囲の開始時間とし，開始時間から 4 秒間の平均値を平均 RRI 値とした。

4. 実験結果

4-1.警告音の実験

平均 RRI の差分値を警告音間で比較した。平均 RRI の差分値を Table2 に示す。

Table2 RRI difference from rest

Subject A	1000Hz-1/2	1000Hz-1/16	4000Hz-1/2	4000Hz-1/16
6 seconds lag	-0.0613	-0.0517	-0.0363	-0.0417
8 seconds lag	-0.0247	-0.0070	-0.0446	-0.0440
10 seconds lag	-0.0123	0.0137	-0.0437	-0.0297
12 seconds lag	-0.0083	-0.0037	-0.0477	-0.0153
Subject B	1000Hz-1/2	1000Hz-1/16	4000Hz-1/2	4000Hz-1/16
6 seconds lag	0.0172	-0.0520	-0.0727	-0.0647
8 seconds lag	-0.0897	-0.0300	-0.0728	-0.0540
10 seconds lag	-0.1517	-0.0347	-0.0796	-0.0612
12 seconds lag	-0.1244	-0.0517	-0.1347	-0.0776
Subject D	1000Hz-1/2	1000Hz-1/16	4000Hz-1/2	4000Hz-1/16
6 seconds lag	-0.0946	-0.1098	-0.1240	-0.1117
8 seconds lag	-0.0946	-0.1300	-0.1358	-0.1069
10 seconds lag	-0.0931	-0.1306	-0.1349	-0.0969
12 seconds lag	-0.1000	-0.1233	-0.0900	-0.0863
Subject E	1000Hz-1/2	1000Hz-1/16	4000Hz-1/2	4000Hz-1/16
6 seconds lag	-0.0607	-0.1069	-0.0400	-0.0403
8 seconds lag	-0.0627	-0.1383	-0.0743	-0.0773
10 seconds lag	-0.0483	-0.1240	-0.1086	-0.0843
12 seconds lag	-0.0507	-0.1273	-0.1103	-0.0843
Subject F	1000Hz-1/2	1000Hz-1/16	4000Hz-1/2	4000Hz-1/16
6 seconds lag	-0.0403	-0.0367	0.0013	-0.0173
8 seconds lag	-0.0250	-0.0511	-0.0570	-0.0183
10 seconds lag	0.0308	-0.0834	-0.0320	-0.0237
12 seconds lag	0.0337	-0.0889	0.0203	-0.0430

Table2 から負の値が多く見られ，警告音を聞くことで被験者は切迫感を感じていることが分かる。しかし平均 RRI の差分値を警告音間で多重比較しても有意差は見られなかった。緊張感がある警告音としてアンケートを取った結果，4000Hz-1/16 の警告音が最も緊張感があることが分かった。今後警告音として 4000Hz-1/16 を使用する。

4-2. LED と警告音の比較実験

次に LED による危険呈示と警告音による危険呈示方法を反応時間で比較する。

Fig.4 Brake reaction time

Fig.5 Cognition time

Fig.4, 5 から LED で危険情報呈示した時の反応時間が長い傾向があった。特に認知時間で比較した場合，5 人中 4 人の平均値が警告音よりも LED による認知時間が長かった。警告音と LED2 標本の t 検定を行った結果，ブレーキ反応時間においては 1 名，認知時間においては 2 名に有意差が見られた。これは LED の点灯が認識しづらいと考えられる。警告音を反応時間，緊張具合から選定することは難しい。しかし警告音は LED よりも被験者に危険を認識させやすいことが分かった。

参考文献

1) 飯盛洋：「建設機械の安全対策に関する研究事例」，建設の施工企画，P23, 2007

2) 桑野園子:「警告音信号の心理評価」，騒音制御 Vol. 25, P3-7, 2001

[連絡先]

福井翔大

横浜国立大学大学院工学府

〒240-0067 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-1

e-mail：shota-fukui-sk@ynu.ac.jp

土 E4-2

タブレット端末を用いた建設作業者向け安全教材の開発

○高橋明子*, 高木元也*, 三品誠**, 島崎敢***, 石田敏郎***
(*独立行政法人労働安全衛生総合研究所, **有限会社サイビジョン, ***早稲田大学)

Development of a safety education system for construction workers with a tablet PC

Akiko Takahashi*, Motoya Takagi*, Makoto Mishina**, Kan Shimazaki***, Toshiro Ishida***
(*National Institute of Occupational Safety and Health, Japan, **Cyvision, Ltd., ***Waseda University)

1. 背景と目的

建設現場は様々な実務経験の作業者がいるため，危険要因の知覚能力の差が大きい．しかし，建設作業者の危険要因の知覚特性や問題点は十分に明らかにされていない．また，建設現場の中でも，低層住宅建築現場は作業人数が少なく，一人作業の場合もあるため，作業前の安全活動が実施されづらい．さらに，現場が点在しており，管理者は安全活動の実施状況を把握しづらい．そのため，一人でも実施可能で，遠隔から実施状況を把握できる安全活動のツールが望まれている．

以上から，本研究では低層住宅建築工事を対象とし，タブレット端末を用いて危険要因の知覚能力を測定する安全教材ツールを開発する．それにより，建設作業者の知覚特性を明らかにするとともに，安全活動での利用可能性を検討するため，その教育効果の検証を行う．

本報では，予備実験として11名の建設作業者を対象とした実験結果について報告する．

2. 方法

2.1 題材とする作業と危険要因の抽出

低層住宅建築工事の労働災害分析結果[1]より，頻発労働災害に関連する4作業(外部足場上の作業，脚立の作業，電動丸ノコの作業，自動釘打ち機の作業)を安全教材ツールの題材とした．4作業に関し，10数社の住宅メーカーの安全管理者の意見を参考に，典型的な危険要因(不安全状態，不安全行動)を抽出した(表1)．

2.2 安全教材ツールの作成

安全教材ツールの内容は，タブレット端末の画面に作業状況の説明を示した後，危険要因を含む画像1枚と含まない画像3枚を4分割して提示し，実験参加者に危険な画像へタッチさせる．その後，解答と解説を示す．1作業につき8場面提示し，これを1セットとする．危険要因を覚えさせるため，これを3セット繰り返す．4セット目は危険要因を覚えたかどうかを検討するため，同じ危険要因の異なる画像8場面を提示する(図1)．すべての正誤と反応時間を記録する．また，4枚の画像の提示位置，8場面の提示順序はランダムとする．

表1 4作業の危険要因

作業		危険要因
外部足場上での作業の危険要因	1	躯体と足場が離れている所で安全帯を使用していない
	2	手すりが外され，放置されている
	3	作業中，作業床が外されている箇所がある
	4	昇降設備以外で上下作業間を移動する
	5	足場上に部材が放置されている
	6	手すりに足を掛けて作業をしている
	7	段差付近でストッパーをかけずに作業をしている
	8	足元近くに安全帯を掛けて作業をしている
脚立の作業の危険要因	1	脚立に変形がある
	2	開き止めを使用していない
	3	両手に物を持って脚立に上がっている
	4	天板に乗って作業をしている
	5	無理な姿勢で作業している
	6	物が散らかっているところで脚立の作業をしている
	7	段差のある場所で脚立の作業をしている
	8	脚立を背にして降りている
電動丸ノコの作業の危険要因	1	電源コンセントに差したまま作業前点検をしている
	2	安全カバーを固定して丸のこを使用している
	3	首からタオルを垂らして丸のこを使用している
	4	軍手を着用し丸のこを使用している
	5	部材を手に持って丸のこを使用している
	6	作業台が散らかっている状態で作業をしている
	7	身体の位置を歯のラインからかわしていない
	8	作業終了後，電源コンセントを抜かず放置している
自動釘打ち機の作業の危険要因	1	エアホースを差したまま作業前点検をしている
	2	エアホースを差したまま釘を装填している
	3	保護メガネを着用していない
	4	エアホースを差したまま部屋を移動している
	5	釘打ち終了後，指を掛けたままにしている
	6	打つ向こう側に人がいる
	7	射出口を人に向ける
	8	作業終了後，エアホースを差したまま放置している

図1 安全教材ツールの1作業の流れ

画像の撮影は，戸建住宅建築現場にて行い，264枚(4作業×8項目の危険要因×4画像(1場面)×2セット+練習試行2試行分)を撮影した．

その後，撮影した画像，解答・解説文などの妥当性と，ツールの操作性に関し，住宅メーカーの安全管理者10数名によるチェックを受けた結果，脚立の作業の1場面の画像が不適切と判断されたため，除外した．

2.3 実験参加者

低層住宅建築工事に従事する作業者11名(平均年齢43.5歳，標準偏差6.5歳，平均実務経験年数20.3

年，標準偏差 9.2 年）.

2.4 実験手順

はじめに，実験参加者に実験内容の説明をし，実験参加同意書，プロフィールを聞くアンケートへ記入をさせた．次に，タブレット端末を用いて単純反応時間の測定を行った．その後，安全教材ツールを実施した．最後に，安全教材ツールを使用した感想など（操作の難易度，興味，主観的な学習効果，通常の安全活動と比較した感想）を聞くアンケートへ回答させた．

3. 結果

3.1 正答率の変化

作業別の正答率の推移を図 2 に示す．また，1 回目と 4 回目の正答率の変化を検討するため，対応のある t 検定を行ったところ，すべての作業において有意差はなかった（足場：$t(10)= 1.99$, *n.s.*，脚立：$t(10)= 1.79$, *n.s.*，丸ノコ：$t(10)= 1.15$, *n.s.*，釘打ち：$t(10)= 1.94$ *n.s.*）

3.2 反応時間の変化

作業別の反応時間の推移を図 3 に示す．なお，誤答の反応時間は削除した．どの作業も 1 回目は反応時間が長く，データのばらつきも大きいが，2 回目以降は大幅に反応時間が短くなり，異なる画像を提示した 4 回目も同様に短くなった．また，1 回目と 4 回目の反応時間の変化を検討するため，対応のある t 検定を行ったところ，すべての作業において 1 回目よりも 4 回目のほうが反応時間は有意に短かった（足場：$t(10)=2.78$, $p<0.05$，脚立：$t(10)=5.78$, $p<0.001$，丸ノコ：$t(10)=5.55$, $p<0.001$，釘打ち：$t(10)=4.01$ $p<0.01$）.

n.s.:0.05<p

図 2 作業別の正答率の推移

*:$p<0.05$, **:$p<0.01$, ***:$p<0.001$

図 3 作業別の反応時間の推移

3.3 アンケート

ツールの操作の難易度について，5 件法で回答を求めた結果，11 名中 5 名が簡単だった（簡単だった：4 名，少し簡単だった：1 名）と回答し，4 名が難しかった（難しかった：1 名，少し難しかった：3 名）と回答した．また，ツールへの興味についても 5 件法で回答を求めた結果，11 名中 8 名が興味を持てた（興味を持てた：2 名，少し興味を持てた：6 名）と回答し，興味が持てなかったと回答した実験参加者はいなかった．興味を持てた理由として，ゲーム感覚だったから，写真で見られたのがよかったから，楽しかったからという意見があった．

4. 考察

正答率については，どの作業も 1 回目と 4 回目との間で有意な上昇は見られなかったが，どの作業も 1 回目の正答率が 8～9 割と高かったため，4 回目との差が出なかった可能性がある．今回，分析対象とした実験参加者の実務経験年数が長く，職長も多かったことから，現場の安全に対する意識が高く，危険要因を熟知していたことが要因として考えられる．一方，反応時間については，1 回目より 4 回目のほうが有意に短くなった．4 回目は 1～3 回目とは異なる画像であったが，1～3 回目で危険要因を覚えたことにより，同じような作業場面の危険要因に対し，早く注意を向けられるようになったと言える．また，実験後のアンケートでは興味が持てたという回答が多かった．作業前の KY 活動では，作業者がその日の作業の危険ポイントを文章で書き出す方法が用いられている．一方，今回，タブレット端末を用いて写真を示したことによりわかりやすくなったり，正誤のフィードバックが与えられることによりゲーム感覚となり，受け入れられやすかったと考えられる．今後は，実務経験年数の短い作業員などにも行い，実務経験や職位による正答率，反応時間の変化の違いを検討する．また，実務経験により知覚しづらい危険要因が異なるかなど詳細に検討する予定である．

5. 参考文献

1) 社団法人住宅生産団体連合会，独立行政法人労働安全衛生総合研究所：ヒューマンエラー防止対策ガイドブック低層住宅建築工事，2010

[連絡先]
高橋明子
独立行政法人労働安全衛生総合研究所
人間工学・リスク管理研究グループ
〒204-0024 東京都清瀬市梅園 1-4-6
e-mail：takahashi-akiko@s.jniosh.go.jp

土 E4-3

事故未然防止に向けた問題・対策に関する気付き支援ツールの試作と運用

○赤坂俊哉*, 田沼正蔵*, 岡田有策**
(*慶應義塾大学大学院理工学研究科, **慶應義塾大学理工学部管理工学科)

Tool for Helping Workers Be Aware of a Wider Variety of Problems and Actions in Proactive Prevention of Accidents: A Prototype and Its Operation

Toshiya Akasaka*, Shozo Tanuma*, Yusaku Okada**
(*Graduate School of Science and Technology, Keio University,
**Department of Administration Engineering, Faculty of Science and Technology, Keio University)

1. はじめに

事故の防止を重要視する組織は、組織や作業の体質において事故を起こしやすくしている点は何かを知り、日常的に改善を実施していく必要がある。

どのような問題があるのかを把握するための情報源になるのが、ヒヤリハットをはじめとする、自組織で発生した事故未満の事象についての情報である。

一件々の報告に対して個別の対応を行う活用と併せて、集められた報告の情報を集計して傾向を探るような活用が行われることは多いが、問題の把握に繋がる情報が集まらずに苦労している組織は多い。

課題となっているのは、職場や作業上の問題点が上手く集まらないという点である。報告数が多い組織の場合、特定の担当者が報告一件々に対して職場や作業上の問題点を推定していくことは難しいため、報告書上の情報を変えていく必要がある。すなわち、問題点やその推定が容易に行えるような情報が報告書に記入されるようにしなければならない。そこが課題である。

特に人間の行動が絡むような事例については、「うっかりしていた」「ぼんやりしていた」「思いこみをしていた」など、当事者の行動を問題視した内容に回答が偏りがちである。人間の行動だけを要因としてしまうと、本人の努力を促したり事例の周知を以て注意喚起を図ったりするようなことしか対策の取りようがなく、それを毎度のように行えば、すぐに改善の余地はなくなってしまう。

人間の行動だけを要因として問題視するのではなく、人間の行動形成に影響を与えていたような要因(PSF: Performance Shaping Factor)にも着目すれば、多様な問題点と改善指針のヒントを探すことができる。

しかし、PSFを抽出するのは簡単ではない。人間行動一般に関わる知識や、事例と PSF の関連性を考える独特の視点が必要であることに加えて、責任感やプライドの強い人の中にはPSFを考えることが自身のミスの言い訳をしているように感じられてしまう人もいる。そのため、ただ単に報告書に要因用の記入欄を設けただけでは、多様な PSF が報告されるとは期待できない。

本研究の目的は、報告書上の情報からシステム的にPSFを導出する仕組みを検討することにある。特に、「既存の報告制度も重視し続けたく、PSF抽出のためだけに多くの追加負担を作業者に強いたくない」というニーズも存在することを鑑み、抽出の多様性や精度については多少の妥協を許しながら、既存の報告書に大きな変更を強いない形でのシステム作りを目指した。

このアプローチのもと、ある石油会社と共同でヒヤリハット報告システムを設計し、2012 年 8 月から運用を開始している。本稿ではその概要について報告する。

2. システムの概要

本稿で紹介するシステムの概要を図 1 に示す。直接的には、報告書フォームの記入項目と、そこから機械的に PSF の推定を可能にする推定ルールが主な構築成果物である。

今回の試作では、報告書フォームはエクセルファイルとして用意されており、報告者はPCを起動後、当該ファイルを開いて報告を行うことになる。PSF の推定も PC によって自動的に行われ、結果が即提示される。報告を数多く集めることで、PSF ベースでの傾向観察が可能に

図 1. 提案するシステムの概要

なり、職場や作業上の問題発見に活用できるようになっている。

このシステムを通じて狙うことは、職場や作業上に潜む体質的・潜在的な問題点・改善ポイントに対する気付きを報告者に与えることにある。前節でも述べた通り、本システムでは、報告者の記入負担を抑えるために、PSF推定の多様性や精度については妥協を許している。しかし、各事例に対する厳格な適合性がなくとも、PSF を眺めるうちに、人間の行動の背景に思ったよりも多様な問題点や改善ポイントがあること、人間の行動を問題視して思考を止める以外にも方法があるということに気付くことは可能であろうと考えている。

3. PSF の推定

3.1 推定方針

本研究における推定方針を図 2 に示す。

人間の行動が多様を極めるものである以上、一般的に考えられる PSF の種類や性格も多様を極める。つまり、PSF(Performance Shaping Factor)といっても、どのような Performance に対する要因なのかを定めなければ、具体的な PSF を指定することは難しい。そのため、どのような PSF を推定するべきかを大まかに絞るための情報を、報告書上に設けて報告者自身に指定してもらうという方針を採っている。それが図 2 における直接的要因である。

選択された直接的要因の背後にある PSF は、報告者に頼らずに、報告書の情報を基にルールにより推定するという方針を採っている。具体的には、直接的要因それぞれについて候補となる PSF のリストを推定し用意しておく。原則として、ある直接的要因が選ばれた時点で、それに対応する PSF は全てカウントするが、報告書上の情報から当該事例との関係性が特に強い、あるいは弱いと判断できるような PSF がある場合には、関係性の強さを重み付けしたうえでカウントする。一定数の事例が集まった際に、突出して高いスコアを持つ PSF があれば、それは職場や作業に関わる体質的な問題を反映していると考えることができる。

図 2. PSF の推定方針

3.2 直接的要因と PSF

前節の推定方針を実現する方法は一つに限定されるものではないが、本研究では J. Rasmussen の提唱する Decision Ladder / SRK モデルを参考にしながら直接的要因を挙げ、それぞれに対応する PSF を挙げていくことにした。

図 3 に、直接的要因の一つである「状況認識に問題があった」に対応する PSF(枝葉部分)を例示する。図から分かるように、直接的要因に対して要因分析の要領で背後要因を挙げていき、PSF を導出している。ただし、通常の分析と異なり、具体的な事例に対して要因を探すわけではなく、一般的に考えられる現場でありがちな問題を探していくというアプローチに基づいている。その際、精神的ストレスなど、よく回答されがちな内容に対応するような PSF を挙げるように意識した。多様な視点で要因を探すことでそれを可能にした。

図 3. PSF の例

4. まとめ

本稿では、ヒヤリハット事象の報告書から PSF を推定するアプローチを紹介した。今後は、運用が開始された石油会社において、現場作業者を含む報告者の方々の間で、事象の捉え方や問題の見つけ方について新たに気付くところがあったかどうかを調査していきたい。

[連絡先]
赤坂俊哉
慶應義塾大学理工学部管理工学科岡田有策研究室
〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1
e-mail : to48_a@ae.keio.ac.jp
TEL: 045-566-1623(研究室直通)

土 E4-4

電動車いすでの公共交通機関の利用

○大津慶子　　武藤耕造
*首都大学東京健康福祉学部部理学療法学科　　シーティングシステム研究会
Use of public transport in Electric Wheelchair
Keiko Ohtsu (Tokyo metropolitan University Human Health Sciences Faculty)
Kozo　Muto (Seating System Sociaty)

1.はじめに　元気に階段を登れる世代だけが利用できる交通機関から赤ちゃんを連れてバギー車を利用しても、キャスター付きトランクでも車いすや電動車いすでも、苦にすることなく移動できる時代になってきた。車輪を使った移動の連続性が確保されてきた。今回ここまでに至る歴史と実際の電動車いす使用での交通機関の利用などを報告する。

2．方法　被験者は江戸川区在住の頚髄損傷C4-5でチルトリクライニング式電動車いす（今仙）を利用している身体障害者手帳１級の４０代の男性である。過去と現在の公共交通機関の利用の現状を報告してこれまでの車いすの公共交通機関の利用の経緯と法改正に関連して考察する。

3．結果

３－１　過去の利用時　多くの駅員に電動車いすを抱え上げてもらい階段を上り下りした。

図１車いすを持ち上げてもらう

図２　持ち上げ介助用横の持ち手

３－２現在の交通機関の利用。身体障害者手帳を利用して公共交通機関は無料で介助者は半額である。

鉄道　駅の改札口は車いすが十分に通れる広さが確保されている。１．車いすの乗客は、改札口で駅員に利用することを必ず伝える。２．駅員には、乗車時間と降りる駅又は、乗換えの場合、乗換えの駅についても伝える。３．改札口から電車に乗り込むまで、駅員が案内をする。４．乗る時は、車両の乗車位置に駅員がスロープを置く。５．駅員が降りる駅に連絡する。到着時間に合わせて駅員が待機しており、簡易スロープが設置される。

車内に車いすスペースがあると安心して乗れる。混んでいると動きが取れず遠慮がちになる。

図３　乗り込みと車いすスペース

日本人間工学会関東支部第42回大会　埼玉県立大学　2012年12月1日, 2日

図４都営バスの乗車と車いすスペース

バスの利用　低床型バスが主流になっている。運転手が簡易スロープを出して設置する。バス内には二か所車いす乗車スペースがあり座席を上げて固定を行う。

４．考察　公共交通機関を利用できない場合にはリフト付きタクシーなどを予約して利用することになるが、公共交通機関の利用はある程度の手間をとらせるがユーザにとっては便利である。特に車いすスペースがあると周りの乗客に電動車いすをぶつけたりしないので安心して乗車が可能となる。

電動車いすなどでの公共交通機関の利用しやすさは車いすを持ち上げてもらっていた時代から格段と進化した。全国的には昇降客が少ない駅にはまだまだバリアフリーでないところもある。これから電動車いすユーザの利用がさらに多くなり誰もがどこにでも行ける交通バリアフリーの時代へと進んでいる。これは障害当事者の努力のたまものであり、その経過についての歴史的な認識が健常者にも必要あろう。電動車いすユーザとこれまでの公共交通機関の電動車いす等の利用の歴史 1988 年 10 月に東京・新宿で RI（リハビリテーション・インターナショナル）の世界大会が開催され、障害当事者は「RI を機に行動する障害者委員会」を結成した。その運動の一つとして、交通アクセスの改善を掲げ、交通環境の改善に向けての行動がありました。RI に参加していたアメリカ、ヨーロッパ、アジアの障害当事者を巻き込み、新宿の街ならびに新宿駅で、鉄道施設の改善を訴える行動を行った。この行動を発端として、DPI 日本会議の呼びかけで、1989 年、**「誰もが使える交通機関を求める全国行動実行委員会」**を結成し、交通環境の改善を求める行動をはじめた。1990 年からは全国の 20 数カ所の都市で、同じ日に行動を起こす「統一行動」に取り組み、毎年 30 程度の都市で 3,000 人近い人々が参加する行動として引き継がれた。この運動は、当初「駅にはエレベーターを、バスにはリフトを」というスローガンで行動していが、後には**「駅にはエレベーターをバスはノンステップに」**と変更し、交通環境整備を訴えた。多くの障害者が切実に求めているもののシンボルとしてこのスローガンは唱えられた。1990 年代になってからは交通環境整備の重要性に対する認識が政府、地方公共団体、交通事業者の間に徐々に高まった。

1992 年に鉄道駅におけるエスカレーター整備指針、1993 年に同じくエレベーター整備指針という形で整備指針が出された。2000 年 5 月に**「高齢者、身体障害者等の移動の円滑化の促進に関する法律（交通バリアフリー法）」**が制定され、2000 年 11 月施行された。この法律の特徴の一つは、これまで交通環境整備とは縁の薄かった市町村に重要な役割を与えたことだ。このことはそれぞれの地域における自治体に対する働きかけ、つまり当事者の参画による具体的な提起がより重要なものとなってくるということ。2000 年に**「高齢者、身体障害者等の移動の円滑化の促進に関する法律（交通バリアフリー法）」**が制定されてから、都心部においては、エレベーターの設置やノンステップバスの導入など法律制定以前とは段違いの速さで進んだ。2006 年の改正に向け、交通バリアフリー法は、建物のバリアフリーに関する法律「高齢者、身体障害者等が円滑に利用できる特定建築物の建築の促進に関する法律（ハートビル法）」と、一体化して 2006 年 6 月に「高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律（バリアフリー新法）」成立し、12 月 20 日から施行された。**バリアフリー基本構想の重点地区の範囲が広がった。「鉄道駅とその周辺」から、学校・役所・福祉施設・病院・図書館など生活関連施設を含む地域に。ホームドア・可動式ホーム柵が独立した基準となり、整備が求められるようになった。職員等関係者に対する研修・教育訓練がもりこまれた。これにより職員の対応が確実になった。また当事者リーダーの研修も開かれている。**

５．参考文献

１）　武藤耕造：公共交通機関の利用　授業テキスト、２０

［連絡先］大津慶子
〒　112-0012 東京都文京区大塚６－２９－９
e-mail mld21222@nifty.com

土 D5-1

カラーユニバーサルデザインに基づく印象評価の研究

○小林紗矢香*, 三澤哲夫**
(*千葉工業大学大学院工学研究科, **千葉工業大学)

Research of the impression evaluation based on color universal design

Sayaka Kobayashi*, Tetsuo Misawa**
(*Graduate School of Engineering Chiba Institute of Technology, ** Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

1.1 カラーユニバーサルデザインについて

カラーユニバーサルデザイン(CUD)は、色の表示を工夫することで、より多くが利用しやすい製品や施設、サービスを提供する考え方である。駅の出口表示や路線図等がよく見られる。また、カラーユニバーサルデザインシュミレーションツールとして、疑似色覚障がいを体験できるツールや、作成した画像の色をP型・D型色覚の見え方に擬似的に表示することができるPCソフト、カメラ機能に色覚障がいの色の見え方のシュミレーターがついているスマートフォンアプリなどがある。

1.2 色覚障がいについて

人間の目の網膜には、主に暗所で働く杆体細胞と主に明所で働く錐体細胞の2種類の視細胞がある。錐体細胞にはL(赤)、M(緑)、S(青)の3種類があり、それぞれ感じる光の波長は異なる。3種類の錐体細胞全て揃っているのがC型色覚で、L錐体が無いまたはL錐体の感じる波長がM錐体に似ているものがP型色覚、M錐体が無いまたはM錐体の感じる波長がL錐体に似ているものがD型色覚である。色覚障がいを持つ人のほとんどがP型色覚、D型色覚で日本人男性の20人に1人、女性の500人に1人を占める。色覚障がいではないが色の見え方が他者と異なる人も含めると、一般的な色覚では無い人の人数はかなり多いことが知られている。

1.2 目的

色の表示を工夫することで色覚伝達の間違いを回避し、色覚障がいの有無に関わらず利用しやすいものを提供するためにカラーユニバーサルデザインは取り入れられている。しかし、印刷物や案内掲示板等に使用されている色が「別の色同士が隣り合っている」という判別は出来るが、「どのような色合いで何色を使用している」ということを色覚障がい者は認識できないのではないかと考えた。本研究では、色覚障がいの中で最も多いP型色覚とD型色覚の色の見え方を疑似的に再現し、両者共通の色を抽出して印象評価を行い、誰もが認識することのできる色で作成した「CUD単色カラースケール」の提案を目的とする。

2. 実験

2.1 被験者

色覚に障がいがない大学生10名。
男性:8名　女性:2名

2.2 実験環境

太陽光が入らない白熱灯の照明の部屋。
照度:750～850lx　室温:24～26℃

2.3 実験方法

Hue&Tone システムを元に、PhotoShop を用いてP型色覚・D型色覚の色の見え方に変換したものから両者が同じ色に見える色を抽出した(図1)。
そして抽出した68色を10人以上の被験者に見せて、10項目5段階の印象評価アンケートに回答させた。
印象評価のアンケート内容は以下の通りである。

①明るい―暗い　⑥きれい―汚い
②派手―地味　⑦柔らかい―硬い
③淡い―濃い　⑧大人っぽい―子供っぽい
④鮮やか―くすんだ　⑨男性的な―女性的な
⑤暖かい―冷たい　⑩楽しい―寂しい

提示する色はA3サイズに印刷し、壁の中央で床から100cmの高さに提示、机は150cm離して設置した(図2)。
印象評価アンケートの結果を集計したデータを因子分析にかけてX軸とY軸の成分プロットを出し、クラスタ分析でグループ分けを行った。

図1. P型・D型色覚共通(68色)

図2. 実験風景

表2. P・D 色覚共通単色カラースケール

2.4 実験手順

①被験者にP型色覚・D型色覚の共通する色を一色ずつ提示した。

②一色提示するごとに印象評価アンケートに回答させた。

③①～②の手順を68通り行った。

3. 結果

印象評価アンケートをは各色ごとに全被験者の平均値を求め、主成分分析を行って成分プロットを求めた。成分プロットの1の成分を「色の明るさ」、2の成分を「色の鮮やかさ」と設定をした(表1)。成分プロットを分類するためにクラスタ分析をかけてデンドログラムを求めて分類を行い、主成分分析で求めた成分プロットを「明るい」「淡い」「薄い」「濁っている」「深い」「濃い」「鮮やか」の7つにグループ化して、X 軸プラス方向をダーク、マイナス方向をライト、Y 軸プラス方向をペール、マイナス軸方向をビビットと設定してP型色覚・D型色覚共通の単色カラースケールを作成した(表2)。印象評価アンケートを集計した際、見た目の印象と色を見て感じた印象で評価が異なったため、分析をかけた際に偏った成分プロットとなった。

表1. 成分プロット

4. 考察・展望

印象評価アンケートの「明るい―暗い」という項目で、被験者によって評価が真逆になっているものが多々あった。見せる色の「明度で評価している人」と「色のイメージで評価している人」がいたためだと考えられる。そのことにより集計した際の平均値に影響が出て、主成分分析をかけた際の成分プロットで各色の分布が偏り、一カ所に多くの色が固まってしまった部分が出たのではないかと考える。成分プロットの分布で色同士が重ならないようにばらつきを持たせるためには印象評価アンケートの項目の増量、または評価方法の検討を行う。さらに、評価が偏ったり被験者の感性で真逆の評価が出ても結果に影響がないようにより多くの被験者で実験をする必要があると考える。また、男女比にもばらつきがあったため男女間での色の印象も影響したと考えられる。

5. 参考文献

1)小林重順他:カラーイメージスケール改訂版, 講談社, 2001.

2)岩下豊彦他:SD 法によるイメージの測定, 川島書店, pp. 162-166, 1983.

3)石村貞夫:SPSS による多変量データ解析の手順[第2版], 東京図書株式会社, pp. 128-157, 172-181, 2001.

4)菅民朗他:アンケートデータの分析, 現代数学社, pp169-186, 217-233, 1998.

[連絡先]
小林紗矢香
千葉工業大学大学院　三澤研究室
〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1
e-mail : s1175011SS@it-chiba.ac.jp
Fax : 047(470)2083 (研究室)

土 D5-2

指リハビリ運動訓練装置の開発

ー固定器具形状の検討ー

○田村昂紀*, 酒井直隆*, 嶋脇聡*, 中林正隆**
(*宇都宮大学大学院工学研究科, *宇都宮大学地域共生研究開発センター)

Development of the finger exercise device in hand rehabilitation, Examination of form in fixation instrument

Koki Tamura*, Naotaka Sakai*,Satoshi Simawaki*,Masataka Nakabayashi**
(*Graduate school of engineering Utsunomiya University, **Collaboration Center for Research and Development of Utsunomiya University)

1. 緒言

手は人体の中でも極めて知覚に富み，精密な動きが可能である．そのため，手指の機能が低下すると食事や整容，物体を動作させるといった日常生活動作(Activities of Daily Living; ADL)に支障が生じる．それらの機能低下による弊害は，早期運動療法などのリハビリ運動によって手指動作を支援することで，機能回復の試みがなされている．しかし，現在のリハビリ機器は把持や伸展など単純な動作にのみ対応しており，手指の複雑な動作を行うことができない．そのため，手指の動作に対応した効率的な運動を可能にする指リハビリ運動訓練装置が必要である．

本研究では，リハビリ運動における効率的な動作支援を目的として，装置と手指の固定方法について検討してきた．簡易的な CPM(Continuous Passive Motion)装置を作成することで，示指と装置のとの動作中のずれを光学式三次元動作解析装置 VICON によって解析し，バンドによる固定方法の有効性を示すことができたが，まだ充分な性能を得たとはいえない．そこで著者らは、固定器具の患部接触面形状について着目した．

本報では，被験者 10 名右手示指各節の厚さ・幅・長さを計測し，その平均値をもとに固定部を作成した．固定器具の厚さ，幅，示指接触面の半径を変化させたものを作成し，各形状での示指と装置の動作を比較し，ずれを低下させる最適な固定器具形状と締付力について検討した．

2. 動作解析方法

本実験の動作解析を行う被験者は，手部に既往歴のない健康な男性 2 名である．平均年齢 21.5 歳，示指の各節平均寸法は末節部厚さ 11.5mm，幅 15.5mm，中節部厚さ 14.5mm，幅 16.5mm，基節部厚さ 18.5mm，幅 18.0mm であった．

2.1 実験装置

試作したリハビリ訓練装置の動作部には電動義手の指部 [1]のリンク機構を使用し，動作部と示指の固定にはバンドを用いて固定した．測定対象動作は示指の屈曲・伸展運動である．図 1 に示すように，装置の動作部の基節部が測定台に固定されており，リンクの末端部に取り付けたワイヤを左手で動作させることで駆動する構成となっている．

2.2 固定器具の形状

固定器具の形状・寸法は，男性 10 人(平均年齢 22.4 歳)の示指各節の厚さ，幅，長さの平均をもとに，基節部と中節部それぞれ 4 種類，接触面半径の異なる固定部をアクリルによって作成した．作成した固定部の形状を図 2，表 1 にその寸法を示す．中節部，基節部ともに No.2 が基準となる固定部である．固定器具は，この固定部に指関節固定用のバンドを装着したものである．

2.3 三次元動作解析装置

動作解析には VICON612 を使用した．測定対象物に

図 1. 試作リハビリ訓練装置の全体図及び
マーカ貼付け位置

表 1. 固定部の寸法

(a) 中節部 [mm]

	H:高さ	W:幅	L:長さ	R:半径
No.1	12	21	15	9.95
No.2	9	23	15	15.78
No.3	7.5	25	15	27.7
No.4	5	19	15	∞

(b) 基節部 [mm]

	H:高さ	W:幅	L:長さ	R:半径
No.1	15	16	18	7.08
No.2	10	18	18	12.17
No.3	8	20	18	15
No.4	5	15	18	∞

図 2 作成した固定部

(a)モニタ画像 (b)示指固定部

図 3.動作計測モニタ及び訓練装置のマーカの対応

取り付けられた反射性マーカを複数の赤外線ビデオカメラを用いて撮影し，反射性マーカの位置を三次元座標上に算出する．この三次元座標値から計測プラットフォームソフトウェア Vicon WorkStation Ver4.4 を用いてモニタに表示する．図 3 にモニタ画像を示す．本実験では直径 3mm の反射性マーカを使用し，サンプリングレート 120Hz で撮影を行った．撮影精度は±0.5mm であった．

また，動作測定のために使用したマーカの貼り付け位置を図 1 に示す．示指上のマーカは，爪遠位(①)，DIP 関節(②)，中節(③)，基節(④, ⑤)の指背中央線上に張り付けた．動作部には，末節部(W①)，DIP 関節(W②)，PIP 関節(W③)，基節部(W④)の機構側面中央線上に張り付けた．

2.4 実験方法

測定の初期位置は、全関節が最大伸展位として右手示指に取り付けた動作部を計測台に固定した状態とした．被験者は左手のみを使って動作部を動かす．実験は屈曲伸展動作を 5 回行い，固定器具を示指に固定する際の締付力を 1.96～9.80N の間で変化させた．計測は 4 つの固定器具それぞれにおいて同様に行った．

3. 結果及び考察

固定部の示指接触面の半径と締付力を変えた際の示指と動作部の運動について，DIP 関節・PIP 関節における関節角度変化を比較し，屈曲角度の差を算出した．図 4 に各関節における最大屈曲角度差を示す．

3.1. DIP 関節(遠位指節間関節)

接触面半径が被験者の平均値である No.2 の固定器具及び比較的大きい接触半径である No.3,No.4 は強い締付力は必要なく，6N 付近で最大角度差は

図 4 装置と示指関節の最大屈曲角度差

6deg.程度となり充分に抑えられたと考えられる．

3.2. PIP 関節(近位指節間関節)

PIP 関節の最大屈曲角度差は，接触半径と締付力によって変化した．接触半径が平均値以上の No.2～No.4 は，締付力 6N 付近で最大角度差は 12deg.程度となり，平均値によって形状を決定しても固定性能が充分に得られる可能性があることがわかった．

4. 結言

三次元動作解析装置 VICON を用いて，試作手指リハビリ運動装置による示指の運動の解析を行った．そこで，バンドと固定器具を用いた固定方法について提案し，各関節のずれの最大角度差を比較・検討した．以下に結論を述べる．

i) 対象者の平均値をもとに作成した形状の固定器具は固定性能が充分である可能性がある．
ii) 固定器具の締付力を 6N にすることでずれが低下する傾向が得られた．

今後は被験者を増やし，示指への動力伝達方法など機構によるずれの改善を試みる必要がある．

5.参考文献

1) 藤原伸得ほか:ヒト手指動作を再現したヒューマノイド電動義手，日本機械学会関東支部総会講演論文集，pp.323-324, 2007

[連絡先]
田村昂紀
宇都宮大学大学院工学研究科
〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2
e-mail:mt126118@cc.utsunomiya-u.ac.jp
Fax:028(689)7059

産業用途への応用を想定した 単眼シースルーHMD の装着快適性に関する検討

○内山貴博*, 栗本健太*, 田沼和泰*, 福田雄介**, 間瀬陽介**, 中西美和*
(*慶應義塾大学) (**ブラザー工業)

Evaluation modeling of comfort in wearing a monocular see-through HMD used in industrial situations

Takahiro Uchiyama*, Kenta Kurimoto*, Kazuhiro Tanuma*, Yusuke Fukuda**, Yousuke Mase**, Miwa Nakanishi*
(*Keio University) (**Brother Industries, Ltd.)

1. はじめに

単眼シースルーヘッドマウントディスプレイ(HMD)は、ウェアラブルなヒューマン・インタフェースとして、産業用途をはじめとした種々の場面での有効活用が期待されている。安全面や機能面での検証と改善が進められる一方、加えて検討しなければならない重要な事項として、装着の快適性がある。本研究では、産業用途での利用を想定し、作業者の活動を阻害しない装着形態について探る。特に本研究では、装着形態に関わるデザイン要素から快適性への影響構造(図 1)を明らかにし、快適性を最大化する装着形態の導出を目指す。

2. 方法

本研究では、HMD を頭部に装着するフレーム及びアタッチメントの組み合わせについて、異なるパタンを用意し、それらを用いて作業を行う際の装着快適性について、被験者に主観評価させる実験を行った。

2.1 評価パタン

まず、フレームとしてモダンの長さが異なる 2 種類を用意した。また、アタッチメントとして、素材及び取り付け角度の異なる 4 種類を用意した。フレームの種類、及び 4 種類のアタッチメントの有無によって、計 32 パタンを評価パタンとした(図 2)。

図 1 快適性とデザイン要素の構造化

図 2 フレームとアタッチメント

2.2 実験タスク

実験タスクは、HMD から提示される情報に従って、配線盤の正しい位置に正しい順番で正しい色のプラグを差し込むプラギング作業とした。1 回のタスクは 15 本のプラグの差し込みで構成された。被験者は、ランダムな順番で与えられる評価パタンの HMD を装着し、実験タスクを行い、取り外した後、直前のタスクで用いた評価パタンの装着快適性について主観評価に答えた。この一連の流れを 32 パタン分繰り返した。

また、本研究では、実際の産業用途での利用状況を想定し、3 種類の作業姿勢を設定した。すなわち、被験者の目線での作業(図 4)、目線より上向きでの作業(図 3)、目線より下向きでの作業(図 5)の 3 種類とした。なお、主観評価の回答に作業姿勢の違いによる影響が出ないよう、同日に異なる作業姿勢での実験は行わないこととし、被験者は3日間に分けて実験に参加することとした。いずれの被験者も初日は目線での作業に臨んだ。

2.3 評価項目

まず、実際の産業用途での利用状況を鑑み、HMD の装着快適性に関わる要件として、(1)体(顔や頭)との接

図 3 姿勢(上向き) 図 4 姿勢(目線) 図 5 姿勢(下向き)

触に関する要件、(2)使用準備(着脱等)に関する要件、(3) 動作(作業中のズレ・ブレ等)に関する要件、(4)視野(視野の阻害等)に関する要件の 4 つの枠組みを挙げた。各枠組みについての具体的な質問項目計 15 項目、及び「総合的な装着の快適性」を含む計 16 項目を、

主観評価項目とした。被験者は、各パタン使用後に、全項目について-3～+3 のフリースケールで得点付けした。ただし、使用準備の枠組みに属する項目については、被験者にとって未だ HMD の着脱が未習熟である初日(目線での作業)においてのみ回答した。

2.4 被験者

HMD のフレームには、裸眼者が使用するタイプのもの(裸眼者用)と眼鏡者が自身の眼鏡と併用して使用するタイプのもの(眼鏡者用)の 2 種類がある。そこで、裸眼者用のフレームを用いる被験者(以降、裸眼者)10 名と、眼鏡者用のフレームを用いる被験者(以降、眼鏡者)10 名を、本実験の被験者とした。裸眼者は、視力(またはコンタクトレンズによる矯正視力)が 1.0 以上であった。また、眼鏡者は、自身の眼鏡を使用し、矯正視力が 1.0 以上であった。実験に際しては、実験手順の説明を行い、同意書をとった。

3. 結果と考察

同一の実験条件における主観評価得点の平均値を用いて、以下の分析を行った。まず、図 1 に示した各デザイン要素と各快適性要件との関係を、前者を説明変数、後者を目的変数とし、数量化 I 類によってモデル化することを試みた。また、図 1 に示した各快適性要件と総合的快適性との関係を、前者を説明変数、後者を目的変数とし、重回帰分析によってモデル化することを試みた。ただし、快適性要件は、2.3 節に述べた 4 つの枠組み毎に主観評価得点を平均したものを用いた。

3.1 デザイン要素と快適性要件の関係の定量化

表 1 に、数量化 I 類によって算出されたカテゴリ数量を示す。この値は、各デザイン要素(行)から各快適性要件(列)に対する影響の大きさを意味する。なお、ここでは一例として、眼鏡者を対象とした下向きでの作業の結果を示す。結果から、ロングモダンのフレーム、及びアタッチメント C を用いたとき、動作に関する要件をより高く満たすことが分かった。これは、眼鏡者の他の姿勢でも同様の結果が得られ、このことから、眼鏡者は頭部の抱え込みが大きいロングモダンのフレームと、頭部のサイズに応じた自由度が高いゴムひもを併用することによって、下向きの作業であっても、自身の眼鏡を含めたズレを防ぐことができたと考えられる。一方、同様の分析結果から、裸眼者は、アタッチメントの数が少ない方が使用準備や接触の要件を高く満たすことが分かった。普段から眼鏡をかけていないため、接触の違和感や取り付け準備の面倒さに敏感であったと推察される。

3.2 快適性要件と総合的快適性の関係の定量化

表 2 に、重回帰分析によって算出された重回帰係数を示す。この値は、各快適性要件(列)から総合的快適性(行)への影響の大きさを意味する。結果から、裸眼者の場合、接触に関する要件が総合的快適性に強く寄与することが分かる。また、下向きの作業では、眼鏡者・裸眼者によらず、動作中に関する要件が総合的快適性に大きく寄与することが分かる。総じて、使用準備や視野に関わる要件より、接触や作業中ズレ・ブレ等に関わる要件が、総合的快適性に強く効いているといえる。

3.3 モデルの精度の検討

上記の分析より、図 1 の各関係性に定量的な影響度を与えることができた。そこで、このモデルの精度を検討すべく、被験者が各パタンに対して回答した総合的快適性の主観評価得点(実測値)と、各パタンにおいて、数量化 I 類と重回帰分析によって算出される総合的快適性(理論値)の適合度を調べた。結果、裸眼者/眼鏡者、及び3種類の姿勢の6ケースのうち、眼鏡者の上向きでの作業を除く5ケースで 0.5 以上の相関係数を得た。従って、これらのケースでは、デザイン要素から総合的快適性への影響を概ね良い精度で説明することができたといえる。一方、眼鏡者の上向きでの作業のケースでは、十分な精度を得られなかった。一要因として、個人が使用する眼鏡とフレーム及びアタッチメントとの併用性が影響したのではないかと考えられる。

4. まとめ

本研究では、単眼シースルー HMD の装着形態に関わるデザイン要素が総合的な装着快適性に及ぼす影響構造について、数量化 I 類及び重回帰分析を用いて、定量的にモデル化し、精度を検証した。

表 1　数量化 I 類カテゴリ係数(眼鏡者下向き作業)

眼鏡者　下向き		使用準備に関する		動作中に関する						接触に関する					視野に関する	
		着脱	ミラー合わ	上下ずれ	左右ずれ	前後ずれ	回転ずれ	ミラーずれ	コード邪魔	肌触り	蒸れ感	圧迫感	重量感	眼鏡併用	視野道	装着幅
ノーマルモダン		0.040	-0.067	-0.337	-0.254	-0.345	-0.257	-0.188	-0.071	-0.112	-0.076	-0.096	0.006	-0.251	-0.065	-0.063
ロングモダン		-0.040	0.067	0.337	0.254	0.345	0.257	0.188	0.071	0.112	0.076	0.096	-0.006	0.251	0.065	0.063
A/90度	無	0.268	0.046	-0.043	-0.064	0.002	-0.069	0.033	0.044	0.267	-0.157	-0.041	-0.090	0.089	0.028	0.033
	有	-0.268	-0.046	0.043	0.064	-0.002	0.069	-0.033	-0.044	-0.267	0.157	0.041	0.090	-0.089	-0.028	-0.033
B/30度	無	0.478	0.074	-0.117	-0.097	-0.047	-0.138	-0.069	-0.043	0.094	-0.181	-0.107	-0.120	-0.092	-0.012	-0.045
	有	-0.478	-0.074	0.117	0.097	0.047	0.138	0.069	0.043	-0.094	0.181	0.107	0.120	0.092	0.012	0.045
C/30度ゴム	無	0.399	0.057	-0.488	-0.450	-0.648	-0.460	-0.343	-0.063	-0.011	-0.293	-0.471	0.033	-0.240	-0.090	-0.108
	有	-0.399	-0.057	0.488	0.450	0.648	0.460	0.343	0.063	0.011	0.293	0.471	-0.033	0.240	0.090	0.108
D/簡易	無	-0.377	0.040	-0.349	-0.310	-0.433	-0.314	-0.239	-0.074	-0.028	-0.138	-0.167	-0.001	-0.190	-0.058	-0.092
	有	-0.377	-0.040	0.349	0.310	0.433	0.314	0.239	0.074	0.028	0.138	0.167	0.001	0.190	0.058	0.092
定数項		-0.106	0.542	0.601	0.830	0.881	0.935	0.762	0.842	0.175	-0.680	-0.142	0.183	0.207	0.403	0.232

表 2　重回帰係数と決定係数

総合快適性		使用準備	動作中	接触	視野	決定係数
眼鏡あり	目線	0.2003	0.5338	0.5108	0.7935	0.6891
	目上	0.2770	1.0121	0.9134	0.1965	0.7571
	机上	0.0131	1.0788	0.9665	0.1283	0.9140
眼鏡なし	目線	0.1599	0.6169	0.7723	0.1309	0.6983
	目上	0.0711	0.1038	0.7895	-0.3467	0.7675
	机上	0.3385	0.9038	0.7014	0.1487	0.6770

[連絡先] 内山貴博
慶應義塾大学理工学部管理工学科
〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1
e-mail：takahiro.uchi@z8.keio.jp

土 D5-4

印刷メディアと電子テキストメディアにおける ユーザビリティ評価に関する研究

○菊地雅之*, 矢口博之*
(*東京電機大学)

An Evaluation of usability between digital media and printed media

Masayuki Kikuchi*,Hiroyuki Yaguchi*
(*Tokyo Denki University)

1. はじめに

2012 年現在, 従来アナログメディアであったレコード, ビデオ, テレビなどは既にデジタル化が完了し, 印刷メディアについても, パソコンやスマートフォン, タブレットPCなどの電子テキストメディア上で電子テキストとして読む機会が多くなってきている。

しかし印刷メディアの中でも新聞や雑誌のデジタル化はまだ発展途上であり, デジタル化のほぼ完了した辞書やメールと比べると, デジタル化によるユーザビリティの向上が少なく, 表示品質は逆に低下していることが問題であると考えられる。

そこで本研究では, 電子テキストメディアの持ちやすさ, 表示特性に着目して, ユーザビリティを評価し, 印刷メディアが電子テキストメディアへ代替可能であるかを検証することを目的とする。

2. ノートパソコンにおけるモニタサイズ, 解像度, 重量

印刷メディアがデジタル化する上で重要である事は, ユーザビリティが高いこと, すなわち, 持ちやすく, 読みやすく, 操作しやすいことである。操作性に関しては他の文献[1]で報告済みであるため, 本研究では解像度, 重量を対象とした。解像度は表示可能な領域と, 文字の鮮明さを左右する。重量は, 持ちやすさ, 持ち運びやすさに関係する。

本研究ではまず, ノートパソコンの解像度, 重量が時代とともに, どのように変化していったかを調査した。調査対象としたのは, Apple 社のノートパソコンである。Apple 社のノートパソコンにおける解像度, 重量の経年変化の様子を図 1 に示す。

図 1 を見ると, 解像度は 90 年代において 100ppi を下回っていたが, 2000 年代に入ると100ppiを超え, 時代とともに高くなっていった。重量も, 90 年代は3kgを超えていたが, 2000 年代に入ると 3kg を下回るようになった。特に 2001 年に発売された iBook M8520LL/A はこれまでの機種と比べ, 解像度と重量が大きく改善された。さらに 2012 年に発売された MacBookPro は Retina ディスプレイ対応になったため, 前年の同機種と比べて解像度は 110ppi から 220ppi と 2 倍となり、解像度が劇的に向上した。

図 1:ノート PC(Apple 社)の解像度と重量の変化

3. 現在の電子テキストメディアの特性比較[2]

現在ではノートパソコン以外にもスマートフォンなど様々な電子テキストメディアで電子テキストを読むことができる。本章では現在の電子テキストメディアの特性比較を行う。図 2 にモニタの対角線の長さと重量の関係をプロットしたグラフを, 図 3 に電子テキストメディアと印刷メディアのサイズの比較を示す。

図 2:モニタの対角線の長さと重量の関係

図 2 と図 3 を見ると, 対角線約 250mm である 7 インチの電子テキストメディアは, 印刷メディアの A6 サイズの書籍とほぼ一致する。重量に関しても, 印刷メディアのもの

図 3:電子テキストメディアと印刷メディアのサイズ比較

とほぼ変わらない。対角線約 300mm である 10.1 インチの電子テキストメディアは A5 サイズの書籍とほぼ一致するが，重量は，電子テキストメディアの方が重いものが多い。このことから，文庫本サイズのものは電子テキストメディアに移行してもさほど重くは感じないが，雑誌サイズのものになると電子テキストメディアで読むには印刷メディアよりも重く感じてしまうことが分かる。

4. 電子テキストメディアの表示特性の検証

本章では，電子テキストメディアの解像の検証を行う。検証した電子テキストメディアのモニタサイズと解像度の関係を図 4 に示す。

図 4: モニタサイズと解像度の関係

図4を見ると電子テキストメディアはモニタサイズが大きくなると表示可能領域が大きくなるが解像度が低くなり文字に滲みが生じる傾向があり，逆にモニタサイズが小さくなると表示可能領域は小さくなるが，文字が鮮明に表示される傾向があることが分かる。このことを確認するために，電子テキストメディア上に文字を表示し，解像度と文字の鮮明さの検証を行った。表示するテキストは新聞の株価情報のページを参考に作成した。フォントサイズは小見出しの漢字が 14 ポイント，数字が 7 ポイントである。このページをスマートフォン，タブレット PC，電子書籍端末，パソコンで実寸大で表示し，文字が画面上でどのように表示状況を撮影したものと、作成した株価情報のページを図 5 に示す。

図 5 から最も文字が滑らかに表示されているのは iPhone4S であった。iPad3 も滑らかに文字を表示すること

図 5:株価情報のページと撮影した文字の検証

とが可能であった。この 2 つの電子テキストメディアは解像度が高く滑らかに表示できる。iPad と電子ペーパーを採用している電子書籍端末の Kindle2 は文字周辺がやや滲んで見えるが，文字の表示は可能である。ノートパソコンとモニタディスプレイは，文字は表示可能だが，文字自体に滲みが生じている。テレビは，文字の滲みが激しく，文字を読み取ることさえできなかった。

5. まとめ

ユーザビリティの観点から印刷メディアの電子テキストメディアへの代替可能性を検証するためモニタサイズ，解像度，重量とそれらの経年変化を調査した。

印刷メディアを現状の電子テキストメディアで表示すると表示可能領域や文字の鮮明さが不足することが確認された。ノートパソコンの歴史から見ても解像度は進歩しているがまだ印刷文字の鮮明さには及ばない。重量も，文庫本サイズまでは問題ないが雑誌サイズになると印刷メディアよりも重くなってしまう。

現状では印刷メディアの方が軽く，高解像度表示可能で細かい文字や画数の多い文字でも読みやすく表示できるが，今後は高解像度で，軽く，雑誌サイズでも縮小せずに表示できる電子テキストメディアの登場を期待したい。

参考文献

[1] 菊池純一．電子書籍端末のインターフェイス評価．日本人間工学会会誌．2012, vol48, P. 186-187

[2] 矢口博之．電子書籍端末が普及するための条件．印刷雑誌．2010, vol93, no11, p. 33-39

[連絡先]
菊地雅之　東京電機大学大学院　理工学研究科
〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂
e-mail：kikumasa10@yaglab.net

土 E6-1

歩行支援ロボット(HAL)装着初期における適応評価

○四方田緑*, 本村美和** 辻容子***, 川口孝泰****,
(*筑波大学人間総合科学研究科看護科学専攻**, 茨城県立医療大学***筑波大学人間総合科学研究科看護科学専攻, 筑波大学医学医療系****)

Evaluate method of adaptation in walking wearing power assistance robot (HAL)

Midori Yomoda*,Takayasu Kawaguchi**
(*University of Tsukuba Graduate School of Comprehensive Human Sciences Master's Program in Nursing Sciense
**Ibaraki Prefectural University of Health Sciences, ***Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba, ****Faculty of Medicine, University of Tsukuba)

1. はじめに

近年、高齢化社会を背景として歩行支援ロボットが人間の生活に浸透しつつある。2007 年には、我が国の産業用ロボットための次世代ロボット安全性確保ガイドラインが打ち出された。2012 年現在、ISOにより、非医療系パーソナルケアロボットの安全性の規定化を進めている(*ISO13482*)。 これらを背景に今後、歩行支援ロボットの適応領域が医療・福祉にまで広がる可能性がある。

しかし、歩行支援ロボットの適応領域の拡大に伴う、リスクマネジメントに関する基礎研究は、まだ不足している。特に、将来歩行支援ロボットを医療・福祉の場に導入する際、看護師を含む現場の医療専門職は適応と逸脱のアセスメントを動作解析装置等の環境が整っていない状況で行う責任を持つことが予想されるが、そのアセスメントを支える根拠となる基礎データはほとんど集められていない。

本研究では、歩行支援ロボット装着初期における歩行動作に焦点をあて、逸脱動作に関する基礎データの収集を目的とする。

評価は、アメリカのリハビリテーション施設で使用されている歩行分析学に基づいた評価ツールである Full body observational gait analysis form(以下FBOGAF)を用いた。

2. 方法

2.1. 対象者

20 歳代の健康な男女 11 名(女性 6 名、男性 5 名)

2.2. セッティング

歩行支援ロボットとしてHAL(Hybrid Assistive Limb)を使用した。すべての動作を 2 台のビデオカメラで撮影した。(実験環境は図1参照)

2.3. プロトコル

① HALを装着しない状況で 10m歩行
② HALを装着して歩行器を用いて 5 分程度歩行
③ 10mのBOX状に記したコース上の歩行
④

2.4. 分析方法

撮影された歩容動作を体幹、骨盤、股関節、膝関節、足関節、足指の部分に分けて、規定の 36 通りの歩行学的な逸脱の有無についてFBOGAFを使用して評価した。評価は研究者らによって実施した。

図 1. 実験環境

3. 結果

HAL の装着なしでの歩行では、全ての被験者に対して、高いリスクの歩容は、すべての被験者に認められなかった。

歩行学的なFBOGAFによる項目ごとに、基準を逸脱したと該当した人数を示したのが表1である。表の横軸は、歩行周期を

①「荷重の受け継ぎを担う相(以下WA期)」
②「単下肢支持を担う相(以下SLS期)」

③「遊脚下肢の前進を担う相(以下SLA期)」の3相に分け、各相における逸脱の状態を示した。

表1. 各逸脱動作が見られた人数(全11名)

		WA	SLS	SLA
Trunk	Lean: B/F	1	1	1
	Lateral Lean: R/L	0	0	0
	Rotates: B/F	10	10	10
Pelvis	Hikes	0	0	0
	Tilt: P/A	0	0	0
	Lacks Forward Rotation	11	0	0
	Lacks Backward Rotation	0	11	11
	Excess Forward Rotation	0	0	0
	Exess Backward Rotation	0	0	0
	Lpsilateral Drop	0	0	11
	Contralateral Drop	0	0	0
Hip	Flexion Limited	1	0	2
	Excess	0	0	0
	Past Retract	0	0	0
	Rotation: IR/ER	0	0	0
	AD/ABduction: AD/AB	0	0	0
Knee	Flexion: Limited	0	0	1
	Exess	0	0	0
	Wobbles	1	0	4
	Hyperextends	0	0	0
	Extention Thrust	0	0	0
	Varus/Valgs: Ve/Vl	0	0	0
	Excess Contralateral Flex	0	0	6
Ankle	Forefoot Contact	0	0	0
	Foot Flat Contact	7	0	0
	Foot Slap	10	0	0
	Excess Plantar Flexion	0	0	0
	Exess Dorsiflexion	0	9	9
	Inversion/Eversion: Iv/Ev	0	0	0
	Heel Off	0	0	0
	No Heel Off	0	0	0
	Drag	0	0	0
	Contralateral Vaulting	0	0	0
Toes	Up	0	0	0
	Inadequate Extension	0	0	0
	Clawed/Hammered: Ci/Ha	0	0	0

体幹においては、1名に前方・後方の傾斜が見られた。また、10名に常に体幹の前方・後方回旋が見られた。

骨盤においては、全員にWA期に骨盤の前方回旋の欠如が見られた。また、SLS期とSLA期に骨盤の後方回旋の欠如が見られた。さらに、全員にSLA期に骨盤の同側の落下が見られた。

股関節においては、WA期に1名、SLA期に2名の屈曲制限が見られた。

足関節においては、1名にSLA期に屈曲制限が見られた。また、WA期に1名、SLA期に4名に動揺が見られた。さらに、反対側膝関節の過度の屈曲が4名にSLA期で見られた。

足関節においては、7名にWA期にフットフラットコンタクトが見られた。また、10名にWA期にフットスラップが見られた。9名にSLS期とSLA期に過度の背屈が見られた。

4. 考察

ペリー(2012)によれば、上記の不適合は前進に際してエネルギー効率を下げ、疲労に結びつきやすくなる。また、動作の柔軟性を下げ、日常生活のさまざまな障害物への対応力が低下に結び付く可能性がある。このような不適合が見られた場合、専門家が早期に指導などのフォローを提供していく必要があると考えられる。

FBOGAFは歩行分析学に基づき作成されたフォームであり、歩容の評価にあたる専門職が短時間に場所を選ばずに、統一された視点で評価できるというメリットを持つ。また、個人の時系列の変化を把握することが可能となるため適応評価をするために有益と考えられる。

しかし、逸脱の判断基準や定義については厳密なものではなく、最終的な判断は評価者の主観によるものとなる。だが、設備の整わない医療・福祉の現場において医療専門職は評価を主観に頼らざるおえない場合においてFBOGAFのように系統だて評価する方法を整備することは、今後求められていくと考える。

参考文献

1) 次世代ロボット安全性確保ガイドライン、平成17年 経済産業省
2) Robots and robotic devices -- Safety requirements for non-industrial robots -- Non-medical personal care robot (http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=53820)2012年10月現在
3) J. Perry, J. Burnfield: Gait Analysis: Normal and Pathological Function (2nd Ed.), Slack Inc., Thorofare, 2010 :武田功・弓岡光徳他監訳:原著第2版 歩行分析 正常歩行と異常歩行, 医歯薬出版株式会社, 東京, 2012.

[謝辞]

本研究は、内閣府最先端研究開発支援プログラム最先端サイバニクス研究拠点(研究代表者:山海)の支援を受けて実施した。また、サイバニクス研究員の吉川先生には、多くの助言をいただいた。

[連絡先]

四方田緑(よもだ みどり)

筑波大学大学院人間総合科学研究科看護科学専攻

〒305-8575 茨城県つくば市天王台1−1−1

e-mail:s1228001@u.tsukuba.ac.jp

Fax:029(853) 2950

土E6-2

医薬品添付文書理解度向上に関する基礎的研究

○安田朋弥*, 戸田麻里奈**,橋口正行**,望月眞弓**,土屋文人***,三林洋介*
(*東京都立産業技術高専, **慶應義塾大学, ***国際医療福祉大学)

A Study on theIntelligibility of the Medical Document

Tomoya Yasuda*, Marina Toda**, Masayuki Hashiguchi**, Mayumi Mochizuki**,
Humito Tuchiya***, Yousuke Sanbayashi*
(*Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology
**Keio University ***International University of Health and Welfare)

1. はじめに

わが国では、今日、生活習慣病に対する医薬品など従来にない効能を持つ成分のスイッチOTC薬化が検討されている。OTC薬(Over the Counter drug)は、医師の処方箋がなくても薬局・薬店で購入できる一般用医薬品のことで、医療薬でのみ使用が認められている成分のなかで、使用実績があり、比較的副作用が少なく、安全性の高い成分を市販薬にも配合したもので、これまで一般の市販薬は、効き目よりも安全性が重視されていると思われがちだったが、OTC薬の登場で、効き目の良い薬が簡単に手に入るようになった。このようなOTC薬を使用したセルフメディケーションの実践においては、生活者自らが添付文書に基づき効能や副作用などを適切に判断する必要がある、すなわち添付文書は、適正に生活者が理解できる記載情報であることが重要である。米国では新成分のスイッチ OTC 薬承認時に、添付文書が正しく生活者に理解されているかを評価するラベル理解度調査(Label Comprehension Study(LCS))が実施されているが、日本ではこれまでこうした取り組みは成されていない。一方、金子らは添付文書の記載内容は同じでもレイアウトや文字の大きさ等、形式が異なることが、理解度に影響を与える可能性があることを明らかとした[2)]。本研究では、添付文書のレイアウトの相違が文書読解および理解度に与える影響について、視線計測実験を通して探求することを目的とした。具体的にはレイアウトに変更を加えた添付文書を作成して、変更前の添付文書の読解と理解度調査における視線計測実験を通して両者の相違を考察した。

2. 研究方法

H_2ブロッカーOTC薬添付文書の「使用上の注意」の部分を見本として、全く変更を加えないもの(添付文書A)と、文字色とレイアウトに変更を加えたもの(添付文書B)を作成した。添付文書AまたはBどちらかを医薬品の知識を有していない被験者にアイカメラ(nac 社製 EMR-8 型)を装着し、時間に制限を設けずに読んでもらった(図1)。読解直後には記載内容に関する 7 項目の質問をした。質問はインタビュー形式とし、訓練を受けた調査員が口頭で行い、被験者は各質問の解答とその根拠となる理由について解答した。インタビューの解答は調査員が評価表に記入する。なお、質問解答時も添付文書の参照を可とした。質問項目の中よりその一例を表 1 に示した。添付文書は出来るだけ自然な姿勢、持ち方で読むことが出来るよう、また、アイカメラを装着してから、インタビュー調査終了までの所要時間が最長でも 10 分以内となるように実験計画段階で十分な配慮をした。被験者は自由意志に基づき本実験調査へ書面による同意が得られた18歳以上の生活者 20 名とした。本実験は慶応義塾大学薬学部研究倫理委員会へ研究計画書を提出しその内容が承認されたものである。

図1. 添付文書読解中のアイカメラ計測画像

表 1. インタビュー調査(質問の一例)

- Fさんは現在妊娠中です。Fさんはこの薬をのんでもよいでしょうか？
- Gさんはこの薬を1回に3日分飲んでしまいました。Gさんはどうするべきでしょうか？

3. 結果と考察

添付文書の理解度を質問正解率として比較すると、添付文書Aが66.4%、添付文書Bが65.1%であり、理解度、また読解時間についても統計学的有意差は認められなかった。そこで添付文書AB間で、まったく同一表記がなされているエリア(エリア1)、文字色を赤色で強調表記としたエリア(エリア2)、文字色と表のレイアウトに変化を与えたエリア(エリア3)に区分して解析する。表記にまったく変化を与えていないエリア1を読み込んでいる時間をエリア1内に視線が停留している時間として導出してこれを基準とすると、エリア2では文字色を強調表記した添付文書Bの視線停留時間の方が若干短く、エリア3では文字色とレイアウトに変化を与えなかった添付文書Aの視線停留時間の方が短い傾向が認められた。いずれも統計的有意差は認められなかったものの、文字色強調により、ある程度、添付文書の読解効率は高められたと考察する。逆に停留時間が増加したエリア3は、表を見やすく区分するために添付文書Aの表を区分して添付文書Bをレイアウト改善配置したことが、同一情報量でも読解時間を大きくしたと考察する。

三林らの先行研究では医薬品添付文書の質的難易度が上がったり、文書自体が読みにくいなどすると、文書読解中の視線移動に戻り現象が認められるなど、読み返し回数が多くなることを明らかとしている[3)]。今回の添付文書においても視線計測データよりエリア別に視線の戻り数(逆行数)を求めた結果、図2の通り、添付文書の違いによる逆行数の統計的有意差は認められなかったものの、1行あたりの文字数が最も多いエリア1の逆行数が最も多く出現し、1つの文書が比較的短く構成されているエリア2はエリア1に比較して逆行数は若干減少していた。また、記載が表としてまとめられているエリア3ではさらに逆行数は減少していた。文字色の強調に逆行数はそれほど影響していなかったものの、短い文書、表化することで、読みやすさは向上すると推察できる。

次に添付文書読解後に記載内容に関する質問をしてから被験者が解答する過程の視線軌跡を解析した。本実験で被験者には解答と併せて添付文書中の該当記載箇所も手差しにより解答してもらったが、質問終了時より手差しするまでに要した時間を添付文書別に算出し、その結果を図3に示した。添付文書Bを読んだ被験者の解答時間が顕著に短く、さらに正答者の視線軌跡は、記載箇所を探索することなく正解記載箇所に向かう。一方、不正解者の視線は、質問に含まれた用語が記載されているエリアに広く分散する傾向があった。このことは、レイアウト等の変更により、用語が見やすく

図2. 添付文書、エリア別視線の戻り数

図3. 添付文書別の解答に要した平均時間

なっただけでは視線の集中や、理解度の向上には繋がらない問合いもあることを意味している。自由意見として、解答の記載が分かりにくかった部分についての質問に対して1行あたりの文字数が多すぎるとの意見も聞かれた。段組による理解度への影響は今後の課題である。

4. まとめ

医薬品添付文書の理解度について生活者の読解中の視線計測実験により測定評価、特に添付文書の文字色強調、レイアウト変更により実施した。統計学的有意差は認められなかったものの、文字色を変えて強調化させることで読解効率に影響を及ぼす症例があった。また、一行当たりの文字数が増加するなどした場合に、読解中の視線の戻りが増加した。

参考文献

1) 小林道浩 保坂藍 三林洋介, 医薬品添付文書のレイアウトに関する研究, 日本人間工学会関東支部第17回卒業研究発表会 講演集、P55-56, 2011
2) 金子梨沙、平成 22 年度慶應義塾大学薬学研究科修士論文 一般用医薬品の添付文書理解度調査法の開発
3) 三林洋介 医薬品名認知向上を目指したイメージトライアル法の開発, 第 16 回日本医療薬学会年会, P249, 2006

[連絡先]
都立産業技術高専医療福祉工学コース 三林研究室
〒116-0003 東京都荒川区南千住 8-17-1
E-mail:sanba@acp-metro-cit.ac.jp TEL:03-3801-0145

土 E6-3

超音波検査における検査室の照度と疲労の関係

○辻本　恵美*, 青木　和夫*
(*日本大学大学院理工学研究科)

Relationship between fatigue and illumination in the laboratory of sonography

Emi Tsujimoto*, Kazuo Aoki*
(* Graduate School of Science and Technology, Nihon University)

1. はじめに

超音波を利用した診断と治療は医療現場で大きな役割をはたしている. 近年, 超音波診断装置は基本性能の向上により様々な領域で実施されるようになった. しかし検査項目の多様化に伴い検査時間の延長, 検査者一人あたりの検査件数は増加傾向にある. 超音波検査は暗い部屋で被検者にプローブをあてモニターをみながら検査をする(図 1)ため, 検者は暗い部屋で不自然な姿勢で長時間作業することを強いられる. 海外ではこのような超音波検査における労働上の危険を指摘し, 筋骨格筋障害や眼精疲労に対し予防策が提案されている[1]. しかし日本では対策を講じている施設が少ないのが現状である. そこで本研究では, 超音波検査者の疲労を測定し, 検査室の明るさとの関係について分析を行った.

図 1.超音波検査室の様子

2. 方法

超音波検査室 5 施設 17 室を対象に, 検査室照度, 超音波装置モニター面照度, 超音波装置モニター輝度を測定した. 検査環境照度は検査ベッド上で測定した. 超音波モニター面照度はモニターの角4か所と中央で測定した. 超音波モニター上で超音波反射波を最大にした状態で測定した値を最大輝度とした. 超音波反射波を最小にした状態で測定した値を最小輝度とした. 最大輝度と最小輝度の比をコントラスト比(CR)とした. 疲労測定の対象者は5施設の超音波検査に従事する 29 名(24～51 歳, 女性 22 名, 男性 7 名)の臨床検査技師と診療放射線技士であった. 疲労の測定には蓄積的疲労徴候調査票(以下 CFSI)(1993 労働科学研究所)と自覚症しらべ(2002 日本産業衛生学会・産業疲労研究会)を使用した. 視力検査は 50cm 視力と 5m 視力の測定を行った. 自覚症しらべと視力検査は1週間連続で業務開始前(朝),昼の休憩(昼),業務終了後(夕)の一日 3 回測定を行った.

3. 結果

超音波検査室内の照明環境測定結果を表1に示す. は A, B 施設は部屋が遮光されており照明はつけられていなかった. C,D,E 施設はダウンライトを使用していた. そこで A,B 施設を暗い検査室(16 名), C,D,E 施設を明るい検査室(13 名)として分析した.

表1. 超音波検査室の輝度・照度

施設	装置 No	輝度 (cd/m²)		CR	照度(lx)					
		最大	最小		部屋	右上	左上	右下	左下	中央
A	1	44.8	0.1	448	1.5	1.4	1.3	1.4	1.4	1.3
	2	75.7	1.5	50	4.4	3.3	3.4	3.4	3.5	3.4
B	3	10.3	3.4	3	3.8	3.5	4.5	3.0	2.7	3.0
	4	9.4	0.4	23	1.6	1.3	1.2	1.2	1.1	1.2
	5	12.3	0.4	31	0.04	0.05	0.04	0.06	0.08	0.06
	6	7.5	0.2	38	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6
	7	7.9	0.3	26	1.2	1.1	1.0	1.1	1.0	0.9
	8	9.5	0.3	32	2.4	2.0	1.9	1.0	1.8	1.7
C	9	82.5	0.3	275	28.3	4.3	4.0	3.4	5.6	4.8
D	10	57.5	4.1	14	43.0	30.8	26.3	23.6	23.5	21.4
	11	27.1	3.3	8	34.2	37.1	34.8	31.6	33.8	30.0
	12	17.2	1.2	14	44.9	27.0	27.2	24.5	22.4	23.5
	13	15.2	0.7	22	36.0	17.3	15.5	14.6	13.6	14.6
E	14	7.6	0.2	38	38.0	39.9	36.3	33.3	32.6	29.9
	15	33.1	0.5	66	33.0	40.8	50.2	54.0	58.0	50.8
	16	6.0	0.1	60	41.8	33.9	53.8	37.1	30.7	44.1
	17	4.9	0.5	10	52.5	50.3	65.6	46.3	44.1	34.5

図 2.CFSI の平均訴え率

部屋の照度は平均で 21.6lx であった．明るい部屋の照度の平均は 39.1lx,暗い部屋では 1.9lx と明るさの違いが認められた(表1)．コントラスト比は 8~448 と広い範囲であった．

CFSI では慢性的疲労徴候(NF6)，一般的疲労感(NF2-1)の平均訴え率が高かった(図 2)．超音波検査室の照度別にみると，暗い検査室の方が明るい検査室より不安感(NF5-1)の平均訴え率が有意に高かった．($p<0.05$)．

自覚症しらべではⅠ群ねむけ感,Ⅱ群不安定感,Ⅲ群不快感に比べⅣ群だるさ感,Ⅴ群ぼやけ感の平均訴えスコアが高かった(図 3)．Ⅳ群のだるさ感は筋骨格系の疲労で，朝から夕にかけて平均訴えスコアが増大していた．Ⅴ群のぼやけ感は目の疲労で，平均訴えスコアは

図 3.自覚症しらべの平均訴え率（曜日別）

図 4.明るい検査室と暗い検査室のぼやけ感

朝から夕にかけて増大し月曜の夕が最も高く,月から金にか,けて徐々に低減していた．Ⅴ群ぼやけ感を明るい検査室と暗い検査室で比べると，暗い部屋の方が訴えスコアが高かった(図 4)．

視力は一週間を通じて明らかな変化は認められなかった．明るい検査室，暗い検査室で差は認められなかった．

4. 考察

超音波検査室は施設によって照度に大きな差があることがわかった．また超音波検査者は慢性的な身体的疲労感の訴えが大きかった．一日の疲労では，検査室の明るさの違いにより疲労の程度が異なり，暗い検査室の方がぼやけ感が増加していた．また慢性疲労では暗い部検査室で不安感が高かった．

このことから部屋の明るさは目の疲れだけではなく精神的な疲労をおよぼす可能性が示唆された．超音波検査者の目の疲れや疲労を予防するために，部屋の明るさをはじめとした作業環境の改善が必要であると考えられた．

5. 参考文献

1) R.Brian "Merser:Occupational health hazards to the ultrasonographer and their possible prevention",Journal of the American Society of Echocardiography,Vol.10, No4,363-366,1997

[連絡先]
辻本 恵美
日本大学大学院理工学研究科
〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14
e-mail：emiasada53@yahoo.co.jp
Fax：03(3259) 0877（専攻共通）

土 E6-4

クリニックの診療支援を目的とした患部画像データベースシステムの開発(続報)

○塙拓人*, 戸田健*, 陳保旻**,藤多和信***,井手口直子****
(*日本大学理工学部電気工学科, **日本大学大学院理工学研究科電気工学専攻,
***藤多パークサイドクリニック, ****帝京平成大学薬学部)

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

Takuto Hanawa*, Takeshi Toda* Pao-Min Chen**, Kazunobu Fujita***, Naoko Ideguchi****
(*College of Science and Technology, Nihon University
** Graduate School of Science and Technology, Nihon University
***Fujita Parkside Clinic, ****College of Pharmacy, Teikyo Heisei University)

1.はじめに

近年，電子カルテの普及と通信ネットワークのブロードバンド化・クラウド化に伴い，電子カルテのネットワーク利用の検討が進んでいる[1)]。しかし日本における電子カルテの普及率は 2010 年度の時点で，病院 23.1%，診療所 19.8%にしか達していない。原因としては，コスト(初期導入及びランニング)が高価であることや，電子カルテの仕様がメーカーごとに異なるためデータを共有することができず，上記のようなメリットが得られない，といった根本的な問題があげられる。この度クリニックの医師から電子カルテシステムとは切り離し，運用上の自由度を高めた患部画像のみを扱うシステムの依頼があり，そのためスマートフォンやタブレット端末から画像の撮影，情報入力，閲覧，検索が一度に行えるシステムを開発した。患者は患部の画像(治癒経過や拡大画像など)を見たいのではないか患部の症状や治癒経過を詳細に把握する事で，診療の満足度向上が期待できる。

2.システム要件

- 医師が診察中に，手軽に素早く患部画像を撮影しデータベース化できる。
- 診察中，医師と患者が同時に，手軽に閲覧できる。
- 診察後，医師は患部画像に対して素早く所見を記入・修正することができる（1 分以内)。
- データベースの閲覧は医師・患者とも診察室外から可能。
- 患者自身が撮影した画像もデータベース化可（電話往診，診察間隔が長い経過観察などへの応用)。

3.開発システム

開発システムはスマートフォン，タブレット端末，Wi-Fi ルーター，Web サーバーで構成される（図 2 参照)。以下にスマートフォン端末，タブレット端末のインターフェースについて詳解する。

図 1.提案システム構成

図 2.開発システム構成

4.開発インターフェース

4.1.医師用端末

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

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

(2) 新規登録画面：患部画像の撮影を行う画面である。撮影後は撮影画像の確認画面となる。ここで ID 番号，

図 3.患部撮影

図 4.患者 ID 検索

図 5.患部写真一覧

図 6.事務員が患者に患者用端末を手渡す

図 7.患部撮影

図 8.所見記入

患部，所見の情報をつけて，撮影された患部写真とともに，画像をサーバーへ送信する。

(3) 患部撮影画面： 患部画像の撮影を行う画面である。撮影後は撮影画像の確認画面となる。ここで ID 番号，患部の情報をつけて，写真とともに，画像をサーバーへ送信し，その後所見を記入する(図 3, 7, 参照)。

(4) 画像検索画面： 患者 ID と患部名による検索機能がある。検索は ID を入力し検索を行う(図 4, 5 参照)。

4.2.患者用端末

患者用端末では患者一人一人の画像を一覧表示する機能のみを有する。事務員が患者の ID を入力することで，それまでに撮影された該当患者の患部画像が一覧で表示される。患者は自らの治療経過や患部の変化を確認することができる(図 4, 5, 6 参照)

5.まとめと今後

診察中に本システムを利用し，患者と医師のコミュニケーションの質を高め，患者の診察に対する満足度を高めることができると期待する。今後はアレルギー性皮膚炎等の長期病状の患者を対象に，クリニックでの診療及び電話往診における実証実験を行う。またシステムのサービス形態，活用方法についても様々な検討を行う。

6.参考文献

1) 株式会社シード・プランニング: 2011~2012 年度電子カルテ市場動向調査 2012

2) セコム医療システム株式会社: セコム・ユビキタス電子カルテ http://medical.secom.co.jp/ 2010

[連絡先]

塙 拓人

日本大学理工学部電気工学科

戸田研究室

〒 101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14

e-mail : csta09141@g.nihon-u.ac.jp

Fax : 03(3259)0791

土 D7-1

立体音響を用いた商品陳列棚の配列呈示インタフェースの検討

— 音階情報呈示時の正中面定位特性 —

○久保田敦大*, 高尾秀伸*
(*神奈川工科大学大学院工学研究科)

Study of the Interface presented an array of display shelf using 3D sounds
- Measurement of Sound Localization Characteristics in Median plane -

Atsuhiro Kubota*, Hidenobu Takao*
(*Graduate School of Engineering, Kanagawa Institute of Technology)

1. はじめに

近年, AR 技術の研究が盛んに行われているが, 多くは視覚的な事例である. 聴覚的な事例としては, 視覚障がい者向けナビゲーションシステムである『NAVIG』[1] が挙げられる. これはナビゲーションに立体音響技術を用いており, 全方位的な音の聴取が可能といった聴覚情報の特徴を活用している. こうした聴覚 AR に関する研究事例はまだ少ない.

そこで, 筆者らは視覚障がい者のニーズが高い買物場面を想定した, 立体音響による商品陳列棚の配列呈示システムの提案を行っている [2]. 本報告では, 音源の正中面における定位特性として知覚方位誤差に関する被験者実験を行い, 既存の陳列棚へ適用が可能か検討を行う.

2. 商品棚の配列呈示インタフェース

2.1 設計コンセプト

従来より, 音のピッチの変化が音高や音階といった心理的な上下感に対応していることが知られており, 音高と空間的な位置の関連付けが可能と考えられる. また, 片山ら [3]は, 音階情報を利用することで正中面における知覚方位誤差が減少すると報告しており, これらを併用することによって上下に関する定位感を向上させ, より正確な商品位置の把握が可能になると考えられる.

そこで, 本インタフェースでは「音階による関連付けと, 立体音響による上下の呈示を組み合わせることにより, 位置関係をより直感的に呈示可能なインタフェース」をコンセプトとして掲げる.

本インタフェースの音響呈示イメージを図1に示す. これは, 歩行中の利用者へと商品近傍歩行時にヘッドホンから商品情報を聴覚的に提供するものである. 呈示音声には立体音響を使用し, 頭部の磁気方位センサによって得た頭部の方向をもとに再現された商品位置から情報が呈示される.

図 1 音響呈示イメージ

2.2 商品陳列棚の寸法値

検討に先立ち, 陳列棚の高さ寸法を求めるためコンビニエンスストア 3 店舗とスーパー3 店舗を対象に陳列棚高さ寸法の調査を行った. その結果, 平均的な陳列棚は 6 段で構成されており, 各段の上下間隔は最小 18.5cm から最大 66.5cm と, 下段に行くにつれて各段の間隔が拡大することが判明した. この寸法値内に知覚方位誤差が収まる場合, 音響的に棚の上下方向での空間的な弁別が可能になると考えられる.

3. 音階呈示時の正中面での知覚方位誤差調査実験

3.1 実験方法

商品陳列棚の配列呈示のため, 本研究では正中面における知覚方位誤差について調査を行う.

実験に使用する音源は Midi のピアノ音源による「音階」, 「バンドノイズ」ならびに「音階＋バンドノイズ」の 3 条件とし, 仮想音源および実音源で知覚方位誤差を比較することで, 仮想音源の有用性の評価を行う. バンドノイズは, ピンクノイズに対して正中面上での角度弁別に必要とされている周波数帯域である 4.8kHz から 9.6kHz[4]をバンドパスした.

被験者の前方 1m の地点を基準として床と直交する垂線を作成し, 被験者の肩の高さを基準として垂線上に 10 度間隔で計7個のスピーカを配置し, 実音源の呈示を行った. また, 同様の位置となる仮想音源を作成し, 開放型ヘッドホンよりバイノーラル呈示を行った.

今回は視覚障がい者の利用を想定して, 被験者にはアイマスクを装着させた. また, 指示棒を持たせ音像位置を指し示させることで回答を行わせた.

音源の呈示は1音源当たり3試行×呈示角度7方向の計 21 試行を，ランダム順に行った．呈示角度域は，被験者の肩の位置を基準(0 度)とし，最大 60 度，最小 -60 度の範囲とした．

被験者は健聴・晴眼の成人男性 6 名(20 歳から 25 歳)とした．

3.2 結果および考察

実音源呈示条件と仮想音源呈示条件の間でt検定を行った結果，音階条件においてのみ 5%水準で有意差が認められた．また，仮想音呈示時の条件間で分散分析を行った結果，音階と音階＋バンドノイズ，バンドノイズと音階＋バンドノイズの間に 5%水準で有意差が認められた(図 2)．

図 2 仮想音源呈示時の条件間比較

この結果から，音階はそのままでは実音源より定位が不正確であり，仮想音源呈示時は音階とバンドノイズを組み合わせて使用することで知覚方位誤差が有意に減少することが明らかになった．

4. 陳列棚配列呈示における音源の妥当性の評価

知覚方位誤差が最も少なく，実音源と同等の定位特性を得られる音階＋バンドノイズ条件について，陳列棚の配列呈示に利用可能かどうか検討を行った．

まず，音階＋バンドノイズ条件の知覚方位誤差の測定結果から近似曲線を作成し，二次多項式を導出した(図 3)．r 値は 0.7≦r＝0.78≦1 で強い相関関係が認められた．よって，近似曲線の適用は妥当だと考えられる．

図 3 知覚方位誤差の近似曲線

次に，求めた二次多項式を用いて，音源の呈示位置を棚の各段の中央としたときの知覚方位誤差を算出した．このときの利用者と陳列棚間の距離は 50cm とした．その結果，頭部に近い上から 3 段目までであれば，他の段と誤差の範囲が重複せず，棚の寸法値の範囲内に収まることが明らかになった(例：6 段目棚間隔 =18.5cm > 6 段目誤差範囲=11.7cm，図 4)．このことから，実用上問題ないと考えられる．

1段目から3段目では誤差範囲が重複しているものの，該当する高さに陳列された商品を選択する際はしゃがみ等の動作が予想される．このため，商品選択動作時には音源呈示位置が頭部に近づき誤差が小さくなると考えられる．

図 4 陳列棚寸法と知覚方位誤差

5. おわりに

本研究では商品棚の配列呈示インタフェースに使用する音源の評価を行った．その結果，音階音源にバンドノイズを付加することにより正中面での知覚方位誤差が減少し，一般的な陳列棚の上部 3 段までならば高さ位置の弁別が可能であることが明らかになった．今後は，本報の結果を踏まえた試作インタフェースの実証評価を予定している．

謝辞

本研究にあたり，実験に協力いただいた神奈川工科大学(当時)の村上歩唯さん，小林覚さんに感謝申し上げます．なお，本研究は科研費・基盤研究(C)[23500661]の助成を受けて行われました．

参考文献

1) Brian F.G. Katz, Philippe Truillet, Simon Thorpe and Christophe Jouffrais :"NAVIG: Navigation Assisted by Artificial Vision and GNSS" ,Workshop on Multimodal Location Based Techniques for Extreme Navigation ,pp.25-28 ,2010.

2) 久保田敦大，吉川輝，露崎高広，高尾秀仲："視覚障がい者向け商品情報提供システムの開発―立体音響を用いた商品位置情報呈示―"，ヒューマンインタフェースシンポジウム 2012 論文集，pp.367-372，(2012).

3) 片山遼介，高尾秀仲，石井博章："立体音響空間における空間定位に与える音階の影響"，日本人間工学会第 17 回システム大会講演集，(2009)

4) 森本政之，斉藤明博："音の正中面定位について-刺激の周波数範囲と強さの影響について"，日本音響学会研究会資料，pp.13-17，(1977).

[連絡先]

久保田敦大

神奈川工科大学大学院

〒243-0292 神奈川県厚木市下荻野 1030

e-mail：kubota@tko.rm.kanagawa-it.ac.jp

読み手に合わせてBGMを付加するシステムとその効果についての研究

○増村友甫*,森博彦*,岡誠*
(*東京都市大学大学院工学研究科)

Research on the system which adds BGM according to a reader, and its effect

Yuusuke Masumura*,Hirohiko Mori*,Makoto Oka*
(*graduate school of engineering research, Tokyo City University)

1.研究背景

昨今,紙の本に取って代わり電子書籍が普及し始めている.電子化したことにより,様々な部分で今までの紙の本ではできなかったことができる.一例として,BackGroundMusic(以下BGM)やSoundEffectを付け加えることができる.一般的に,テレビやゲーム等で見られるように,BGM等はその時の感情をより大きくする効果があり,BGM等の有無で受け手の印象に大きな差があるとされている.そこで,本にBGM等を付加させることで,読み手をより楽しませたり,物語をより深く理解させたり,あるいは本を読むことを敬遠しがちな人にとって読みやすくなるのではないかと考えられる.

2.研究目的

電子書籍端末において,ユーザが読んでいる箇所を自動的に検知し,その部分に用意されたBGMやSEを加えるシステムを提案する.更に,先に述べたような効果やその他にどのような効果をももたらすかどうか実験を通して検証し,本システムの有効性を見つけ出す.

3.関連研究

柴田らの研究[1]では,視線検出を行うデジタル絵本を用い,幼児の絵本への興味対象のリアルタイム判定と話し手へのフィードバックを行うシステムの提案及び効果の検証を行なっている.そのシステムを用いることで,話し手に新たな気づきをもたらし,紙の絵本とは違う効果を生み出す可能性があるという結果が出ている.

小林ら研究[2]では,学習効果を主点に電子書籍端末と紙媒体における文章理解と記憶についての比較が行われている.結果は,従来の紙媒体の方が電子端末より総合的に優れているという結果が出されており,現状のままでは電子端末が紙媒体に取って代わる可能性は低いと示唆していた.

以上の研究のうち,[2],[3]では現状のままの電子書籍と紙媒体を比べているため,電子化したことによるメリットを生かしきれておらず,電子書籍が必ずしも悪いとは言い切れない.本研究では,[1]のように紙のままではできなかったもの付加することにより,よりよい効果を生み出せるのではないかを目的とし研究を行う.

4.システム概要

本システムは, ユーザに新たの作業を要さないよう ,システム側がユーザの読んでいる部分をページ及びカメラの映像からの黒目の位置,デバイスとの距離より検出し、BGM等を自動的に再生するものとする.一般的な小説等において,行の途中から状況が急転することは殆ど無く, 状況が変わる時は新しい行や段落ごと変わることから,基本的にはページごとにBGMを切り替えるようにし、補助的に視線データを用いてユーザの読んでいる位置を検出する.また,BGMの切り替え領域は細かく区切るのではなく,大きく長方形に区切ることにし,視線データは横方向のみを扱うものとする.

4.1 視線の位置の計測方法と式

現在の黒目の位置からユーザがどの位置を読んでいるかを検出する方法として,以下の図1の方法から導けると考えられる.ここで,黒目の移動距離をα(mm),デバイスから両黒目の中間までの距離をl(mm),基準点から両黒目の中間までの距離をm(mm),眼球の直径をk(mm)とすると,

$$\tan\theta = \frac{\alpha}{l+k} = \frac{m}{k}$$

よって,

$$\alpha = \frac{m(l+k)}{k} = m\left(\frac{l}{k}+\frac{k}{k}\right) = m(\frac{l}{k}+1)$$

また,一般的に眼球の直径は,成人では約25mmであるので,

日本人間工学会関東支部第42回大会 埼玉県立大学 2012年12月1日,2日

$$\alpha = m\left(\frac{l}{25}+1\right) \quad \text{...(式1)}$$

図1:視線検出の方法

4.2.黒目と基準点の中心座標と移動距離

左右の黒目の中心座標を二値画像から検出する.黒目が円形であることに着目し,縦方向に黒画素数を数え,その数が一番多かった列を黒目の中心位置として設定する.(図2)また,基準点も同様にして検出する.尚,検出に用いる二値画像は膨張・収縮処理を行い,僅かな光の加減によるノイズ等を除去したものを用いている.

図2:黒目及び基準点の中心座標の検出方法

基準点の位置は,眉間(両目距離の中間)の位置に取り,黒目の場合と同等の条件で検出できるよう黒色の円形のシールを用いている.この方法によって検出した左右の黒目と基準点の値を用いて黒目の移動距離(式上のm)を計算する.

また位置を検出する際,顔のぶれや光の加減等で常に座標に誤差が生じてしまい,誤検出が多くなってしまう.そこで,本システムでは細かな精度までは求めていないため,それを防ぐ手段として,例えば「検出した値が170～179の範囲にあった場合は170とする」といったように数値を丸め,大まかな値にして計算する.

4.3. デバイスから黒目までの距離と物体の縮小率

測定地点から物体が遠ざかるに連れ,見た目の長さは小さくなる.その縮小率は,一般的に,ある点を基準に距離をn倍にすると縮小率は約1/n倍,つまり反比例することがわかっている.また,人間の両目の距離は一般的に6～7cmと範囲が決まっており,カメラから45cm離れた時の画像における両目の座標間は,およそ95pixel前後であることがわかった.よって,検出された両目間をx(pixel)とすると,この95pixelを基準に実際のデバイスの顔までの距離(計算式における l)は以下のように算出できる.

$$l = 50 \times \frac{x}{95} \quad \text{...(式2)}$$

よって式1に式2を代入し,計算式は以下に変わる.

$$\alpha = m\left(\frac{2}{95}x+1\right) \quad \text{...(式3)}$$

この式により,黒目の移動距離とデバイスから黒目までの距離で目線位置の検出を行う.

5.実験計画

本実験は実際のタブレット端末では行わず,PCディスプレイ上で行う.また,顔のぶれを少なくするために,顎を固定台に乗せて行う.用意する小説は,映画化しているものを用い,映画のシーンで使われていたBGMを小説内で該当する部分で再生する.用意した小説から20～30分で読める程度で抜粋し,その部分においてBGMがある状態とない状態で,内容に対しての記憶や理解度に差が出るかどうか分析する.なお,BGMを付けない場合においても,本システムと近い状態にするため同様にPCのディスプレイ上に表示された文章を読んでもらうことにする.また,実験結果に応じて,通常の紙媒体における場合との比較も検討する.

6.今後の課題

本システムの最終調整を行い,順次実験計画に従いデータを取り,分析し,改善点や課題等を見つける.

参考文献

[1] リアルタイム視線検出機能を持つマルチストーリー型デジタル絵本の提案 柴田邦道 森山政訓 湯川和秀 上野康治 高橋一夫 金田重郎 (Vol.2012-IS-119 No.11 2013/3/16)

[2] 表示媒体が文章理解と記憶に及ぼす影響―電子書籍端末と紙媒体の比較― 小林亮太 池内淳 (Vol.2012-HCI-147 No.29 2112/3/22)

[連絡先]
増村友甫
東京都市大学
〒158-8557 東京都 世田谷区 玉堤 1-28-1
e-mail:g1181833@tcu.ac.jp

土D7-3

ホームページデザインの印象評価
—「使いたくない」と思わせるトップページに関する考察 —

○永井美穂　鳥居塚崇　堀江良典
（日本大学）

Kansei evaluation for Homepage Design
- A study for the top page that remains users "I never want to use" -

Miho Nagai, Takashi Toriizuka, Yoshinori Horie
(Nihon University)

1.はじめに

近年 Web を用いたビジネスが増加傾向にあるが，同じサービスまたは店舗であっても，ホームページ(とくにトップページ)のデザインが悪かったり，使いにくかったりすると再び利用しようとは思わなくなるだろう。競合するサービスや店舗が増加する中，新サービスの開発等とともに，Web ページのデザインを追求することも重要となろう。ユーザに好印象を与えなくとも，悪い印象を与えなければ，Web デザインに起因した顧客離れを防止することは可能である。

そこで本研究は，ユーザが「使いたくない」と思うようなWebページの特徴を明らかにし，そのようなWebページにならないようにするための指針を導く。

2.実験方法

2.1.使いたくなる/ならないに影響を与える要因の抽出

人間工学専門家，および人間工学や感性工学を学ぶ学生 5～6 人で使いたくなる／ならないホームページデザイン等についてディスカッションを行い，発話の中から使いたくなる／ならないに影響を与えるホームページデザイン上の要因を抽出した。それらを表 1 に示す。すなわち，これらが本研究における Web デザインの評価項目となる。

表 1.本研究における評価項目

・フォントの統一感	・画面のスクロール	・全体的な統一感
・画像の使い方	・色合い	・操作の手がかり
・フラッシュの使い方	・全体的な情報量	・操作が面倒/単純
・選択肢の量	・メリハリ	・ごちゃごちゃ/すっきり
・バナーの量	・直感での操作性	
・アイテムの大きさ	・レイアウトのまとまり	

2.2 本研究の題材とその特徴

本研究の題材として，同じサービスながら多数の企業がその顧客数増加を競っているDM作成サイトを選定した。DM 作成サイトは，目的が DM 作成であるため，その内容や商品の嗜好度に左右されないことも選定理由である。また，Web ページを使ってみたいかどうかを決定するのはその第一印象であるとの指摘もあることから，ここではとくに，そのトップページを評価対象とした。評価対象としたページとその特徴を表 2 に示す。

表 2.評価対象としたホームページの特徴

	文字の大きさ	画像の量	色の量	フラッシュの量	規則の量	フォントの統一性	スクロール量	段組み
A	大	やや多い	少ない	普通	やや少ない	ある	やや長い	2段
B	大	少ない	少ない	多い	やや少ない	ややある	短い	1段
C	小	少ない	少ない	多い	少ない	ややある	短い	3段
D	小	やや多い	少ない	無	やや少ない	ややある	やや短い	1段・2段
E	小	やや多い	やや少ない	普通	多い	ややある	長い	2段
F	小	やや少ない	やや多い	普通	やや少ない	ややある	やや短い	2段
G	小	普通	やや多い	普通	多い	普通	長い	2段
H	中	少ない	少ない	多い	やや少ない	ある	短い	2段
I	小	多い	多い	普通	やや多い	ない	長い	2段
J	小	多い	やや少ない	普通	やや多い	ない	やや長い	2段
K	小	普通	多い	多い	普通	ややない	長い	2段
L	小	少ない	やや少ない	無	やや少ない	ややない	やや短い	2段
M	中	多い	多い	普通	やや多い	ない	やや長い	2段
N	小	多い	やや多い	普通	多い	ややある	やや長い	2段
O	小	やや少ない	少ない	無	多い	ある	ややない	3段

2.3.実験手順

表 2 に示す 15 種類のトップページについて，表 1 に示す項目に対する評価に加え，全体的な印象，使ってみたいかどうかの 2 つの総合的な評価を行った。

23 名(男性:10，女性:13，平均年齢 27 歳)の実験参加者を対象に実験を行った。参加者にはそれぞれの項目について，その適切度合いを回答してもらった。目盛のない 10cmの線分の左端を 0(不適切)，右端を 100(極めて適切)とし，参加者がその線分のどこかに入れた印が，その項目に対する適切度合いとなる(図 1)。

図 1.評価方法

3. 結果および考察

3.1 総合評価

結果を図2に示す。図2は全体的な印象，使ってみたいか，各項目に対する評価の平均を示す。それぞれについて強い相関があり，個々の項目それぞれの評価が良ければ全体的な印象が良くなるし，また全体的な印象が良ければ使ってみたいと感じていることがわかる。

結果は，表 2 における A, B, C 順に評価が高くなって

図 2 総合評価結果

いる。評価の高いページは，文字に関しては大きめで，フォントには統一感があり，説明の量は少なくまとまっている。また，色の種類は少なく，画像の量よりも全体的に統一性があるのが特徴である。逆に，評価の低いページの特徴は，文字が小さくて説明量が多い。そして文字のフォントに統一性がなく，色の種類も多く，全体的にもまとまりがないようである。

3.2.総合評価とそのばらつき

総合的な評価を平均で示すと図 2 のようになるが，実際は，評価者間で評価のばらつきが見られた。中にはばらつきの小さいページもあったが，非常にばらつきの大きいページも見られたため，ばらつきについても検討する価値があると考えた。たとえ評価が高いページでもばらつきが大きければ，多くの顧客に魅力のあるページとは限らない。つまり，非常に高くそのページを評価するユーザもいれば，逆に低く評価するユーザもいるということを示しているからである。一方，ばらつきが小さければ評価にそれほど差は生じていないということになる。そこで総合評価を標準化した点数と，その標準偏差を 2 つの軸に捉えて結果を布置したものを図 3 に示す。

図 3.評価とばらつきの関係

評価が低くばらつきも小さい（つまり全ての評価者からの評価が低い）ページは，文字は小さめで画像よりも説明が多く全体的にもスクロール量が多い。また，評価は低いものの評価者によってばらつきがあるのは，個々の項目で共通性がないが，色や説明量が多いか少ないか極端で，バランスが悪いという特徴を持ったページが多い。したがって Web ページ，とくにトップページ作成の際には，このことをよく理解しておく必要がある。

また，総合評価を目的変数，個々の項目を説明変数として，全ての被験者のデータで重回帰分析を行ったところ，重回帰係数が大きいものは説明の量や画像の量，色，統一感，重回帰係数が小さいものはフラッシュや個々のアイテム，レイアウト，操作が面倒/単純であった。この結果は先ほどの総合評価から言える項目とほぼ同じである。

図 4.重回帰分析の結果

4. おわりに

本研究では，ホームページデザインの印象評価実験を行うことで，ユーザが「使いたくない」と思うような Web ページの特徴を明らかにした。このような特徴を念頭に置くことは，Web ページ作成の際,ユーザに悪い印象を与えないためのひとつの指針となるだろう。

なお今回は，Web デザインの印象に起因した顧客離れを防ぐことも可能ではないかということで，トップページの印象と限定して実験を行ったが,今後は「使いたくない」と思わせるほかの要因とともに研究する必要がある。

[連絡先]
永井美穂，鳥居塚崇
日本大学　生産工学部　創生デザイン学科
〒275-8575 習志野市泉町 1-2-1
e-mail:　miho.0604.nagai@gmail.com
　　toriiduka.takashi@nihon-u.ac.jp
Fax：047-474-2619

土D7-4

環境要素を取り入れたMRシステムの提案

○岩館直彬,森博彦,岡誠
(東京都市大学大学院工学研究科)

Suggestion of MixedReality system which adopted environmental element

Naoaki Iwadate,Hirohiko Mori,Makoto,Oka
(Graduate School of Engineering ,Tokyo City Prefectural University)

1. 研究背景

Mixed Reality(以下、MR)とは、現実世界とCGをリアルタイムに融合させる技術である。近年、医療やエンターテイメントなど様々な分野で幅広く利用されている。

MRを利用したシステムには、MRアトラクションCherry Blossom Cyberviewに桜の表現方法を実装したシステム[1]がある。このシステムでは、桜の花びらの落下の様子をMR環境下でそれらしく見せることを目的としている。しかし、このシステムには現実の環境要素である風を取り入れていない。

このように、既存のMRシステムは現実の環境要素を省略されて作られているため、観察者がシステムに対し、違和感を持つと考えられる。そこで岩館ら[2]は、風速風向センサーを用いて現実環境の風を取り入れたMRシステムの提案を行い、その有効性を検証した。しかしMRシステムに風の影響を取り入れ、再現することには成功したが利用者が風を認識しづらいという問題点が残った。つまりMRでは現実環境を忠実に再現するのではなく現実環境とは違う要素を提示する必要がある。どのような要素があることによって、利用者が仮想環境内の環境変化を自然であると錯覚させることができるのか見つける必要性がある。

2. 研究目的

本研究では、「環境変化に対応する」MRシステムを提案し、MRシステム利用時に、利用者をどのような状態にすることでシステムに及ぼされる環境変化が自然であると錯覚させることができるかの指標を発見する。

特に、本研究では環境要素である「風」に注目する。

3. システム概要

本研究では、ペーパートスを基にアプリケーション構築を行う。本研究のMRシステムは、観察者が加速度センサーデバイスを持ち、ピンポン玉を投げる動作をすることで、仮想のピンポン玉が飛んでいき、現実の扇風機の風速・風向に対応した動きをするものである。観察者は半透明のスクリーンの前に立ち、スクリーンに映る仮想のピンポン玉を、実オブジェクトであるゴミ箱に向かって加速度センサーデバイスを使って投げる

4. システム構成

図1システムの配置

MRシステムは図1ように配置する。最初に、WEBカメラでゴミ箱についたARマーカを読み取り、位置情報を取得する。次に、加速度センサーデバイスを振ったときの加速度をBluetoothによって取得する。その加速度から計算されたピンポン玉の動きを透過型スクリーンに投影する。そして、ピンポン玉に仮想の風が当たる位置でピンポン玉の動きに風の影響を反映させる。最後に、ピンポン玉がゴミ箱に入ったかの判定は、ARマーカから得られた位置情報とピンポン玉の軌道により決定する。

5.実験1

被験者に直接当てる風を「現実の風」、MRシステム内で吹く風を「仮想の風」と呼ぶ。

5.1 目的

柳澤の研究[3]で利用者に直接風を当てる方法として現実の風と仮想の風の高さと強さの違いに着目し実験を行った。その結果、仮想の風と現実の風の強さの違いに関しては、人を錯覚させるのに影響がありそうであったが、実験方法でいくつかの問題点があり風の強

さによる明確な違いが出てこなかった。そこで、現実の風と仮想の風の強さの関係について再度検証するために以下の実験を行う。

5.2 実験方法

被験者は21～24歳の10名である。

現実の風と仮想の風の強さ「強(7.0[m/s])、中(4.5[m/s])、弱(2.5[m/s])」の各3パターンの組み合わせ計9パターンの実験を以下の手順で行う。(1)システムの操作方法を説明する(2)風を取り入れずに練習する(3)風を取り入れて実験を行う(4)それぞれついてアンケート取る。 アンケート内容は、①風の影響を自然に感じるか、②球の曲がり方について、の2項目について五段階評価行う。アンケートの結果とゴール回数とによって検証を行う。

5.3 実験結果・考察

図2 アンケート結果

図3 ゴール回数

現実の風と仮想の風の強さによってシステムに対する印象に違いがあると言える。そして現実の風と仮想の風の強さとの関係は、強と弱の時は同程度が良いという結果であるが、中の結果をみると同程度であると評価が高くなるわけではないということから、現実の風と仮想の風の強さの関係は単純に同程度でいいというわけではなくある傾向があると考えられる(図2)。

ゴール回数に関しては違いがあったがアンケート結果と照らし合わせるとアンケートで評価と一致していないため、現実の風の強さと仮想の風の強さの違いによるものであるか分からなかった(図3)。

6.実験2

6.1目的

実験1で、MRシステム利用者に直接風を当てることで利用者に印象の違いがあるということが分かった。そして、仮想の風と現実の風の強さの関係はある傾向があると考えられたため、以下の実験をすることで仮想の風の強さと現実の風の強さにはどのような関係性があるか調べる。

6.2実験方法

被験者は21-24歳の13名である。被験者に直接風を当て仮想の玉の動きを見て曲がり具合と当たる風の強さについて球を投げるごとに4段階評価をする。現実の風の強さを0.5～7.0[m/s]の0.5刻みとしてシステム内の仮想の風は0.2～30.0[m/s]の0.2刻みとした。

6.3実験結果・考察

図4:評価が3以上結果　　図5:評価の推移

現実の風と仮想の風の関係は同程度の風というわけではなく、仮想の風と現実の風の差は風の強さが強くなると徐々に差が大きくなるという傾向がであることが分かった(図4)。次に、風が弱い場合は自然に感じる強さというものを細かく設定する必要性があると考えられる。そして強い場合は、弱い場合と比べるとおおざっぱでも評価が下がりにくい。しかし確実に評価が下がるため考慮する必要性はあると考えられる。(図5)

7.今後の課題

仮想の風と現実の風の強さの関係を考慮し、MRシステムの利用者に、直接風を当てることが仮想の環境変化の認識にどの程度有効であるか検証を行う。また個人差についても検証を行う必要性がある。

8.参考文献

[1] 一刈良介,木村朝子,柴田史久,田村秀行:"複合現実型アトラクションのための自然落下物表現法",日本バーチャルリアリティ学会論文誌,Vol.10,No3,pp.273-280,2005,

[2] 岩館直彬,山田祐一郎:"環境要素を取り入れたMRシステムの提案",平成22年度武蔵工業大学卒業論文,2010

[3] 柳澤良介:" 環境要素を取り入れた MR システム利用時の違和感に関する研究",平成 23 年度武蔵工業大学卒業論文,2011

[連絡先]
岩館直彬
東京都市大学
〒158-8557 東京都世田谷玉堤 1-28-1
e-mail:g1181806@tcu.ac.jp

自動車運転時のドライバの疲労特性に関する研究

○和藤好生*, 高田一**, 松浦慶総**
(*横浜国立大学大学院工学府, **横浜国立大学大学院工学研究院)

A study on driver's fatigue property in driving car

Kosei Watou*, Hajime Takada**, Yoshifusa Matsuura**
(*Graduate School of Engineering, Yokohama National University
**Faculty of Engineering, Yokohama National University)

1. はじめに

長時間に渡り自動車を運転する際には，ドライバに大きな疲労やストレスが掛かるため，運転性能や安全性等だけでなく車室空間の快適性も自動車に対するニーズの一つとして挙げられている．その中でも，人体に直接触れるシートの良し悪しは乗員の疲労と深く関与しており，快適性を大きく左右することになる．それ故，長時間走行した場合にも疲労が蓄積し難いシートの開発が要求されるが，現行のシート設計においては，熟練者の主観的な評価に依存している所があり，疲労の評価は定性的であると言える．

したがって，本研究では，自動車走行を模擬した実験を通して，生体反応や体動の挙動から，定量的な疲労の評価指標の確立を行う．

2. 実験方法

本研究では，長時間運転を要される事の多いトラック用のシートを用いた．実験時間は二時間，被験者数は十名とした．被験者をシートに着座させ，疲労に関するアンケート，生体変化及び体動のデータを収集した．また，加振する動的実験と非加振の静的実験の二通りの実験を行った．

2.1 実験装置及び使用シート

実験装置の概略図を図 1 に示す．

図 1. 実験装置概略図

動的実験では，以下に示す 3 脚のシートを使用した．

seat1：量産されている一般的なトラック用シート．

seat2：seat1 に磁気ばね式のサスペンションユニットを設けたトラック用シート．

seat3：座面と背面が連動するトラック用シート．

静的実験では，seat1 と seat3 の 2 脚を使用した．これは，seat1 と seat2 のシート形状が全く同様であり，非加振条件下で行う静的実験の場合には磁気ばね式サスペンションによる影響が無い為である．

2.2 測定項目

実験前後にフリッカー値，随意的に腰部の活動を起させた状態の筋電図，無負荷状態の安静筋電図を測定し，主観量として疲労に関する 12 項目のアンケートを 10 段階の絶対評価で回答を求めた．実験中は，10 分毎に主観量の相対変化を聞き出すとともに，腰部の筋電図(広背筋 6 箇所と脊柱起立筋 2 箇所)，心電図，骨盤の位置及び角度，体圧分布を測定した．

3. 実験結果

3.1 疲労に関するアンケート

各シート・各アンケート項目について多重比較を行った結果を表 1 に示す．多重比較では対照群(実験開始時)と処理群(10, 20, ・・・, 120 分)との比較により有意水準 5%で有意差が生じるかどうかを確認した．表中の数字は有意差の生じ始めた時間帯を示す．"-"表記は 120 分経過しても有意差が生じなかった場合である．

表 1. 疲労に関するアンケートの多重比較結果

実験条件 / アンケート項目	動的実験			静的実験	
	seat1	seat2	seat3	seat1	seat3
疲労感がある	80	80	90	50	40
腰が痛い	80	80	80	40	50
首・肩が凝っている	80	80	80	70	90
背中が痛い	120	110	100	120	100
腕がだるい	60	70	90	80	70
ふくらはぎの筋が凝っている	110	80	120	-	-
大腿部の裏側が痛い	110	100	100	100	100
目が疲れている	90	90	120	50	50
眠い	50	30	50	80	90
注意力・集中力が低下している	50	50	50	50	50
イライラする	-	-	-	-	120
臀部が痛い	90	90	100	60	60
疲労度	80	80	90	50	40

動的実験では，seat1 と seat2 の場合は，より多くの項目

で seat3 と比較して有意差が生じた時間帯が早いことから，被験者が早い段階で各症状を重く感じていたことになる．また，最下段に示す「疲労度」は，12 項目を基に主成分分析により算出した疲労の総合値であり，seat3 は他のシートより疲労の蓄積が遅かったと言える．

3.2 心電図

心電図から RR 間隔(RRI)を算出し，10 分毎に平均値を求め，時系列変化を確認した．多重比較からは，どの条件でも 5%水準の有意差が 120 分時点で生じていたもののシート及び振動の有無による差異はなかった．そのため，本実験で被験者の感じるストレスや緊張が心拍に表れる程度ではなく，疲労評価指標として用いるのは難しいと考えられる．

3.3 骨盤の位置及び角度

体に掛かる負担の大きい仙骨座り姿勢を骨盤の位置及び角度から検出した．一般的に仙骨座りとは，骨盤が後方に傾き，臀部が前方へ滑る様な姿勢を言うため，骨盤部の前方移動とピッチ角の変化に特に着目した．左右の骨盤部が異なる挙動を示すケースが多く見られたため，左右骨盤部の移動量及び回転角の差を取り検証した．前方移動及びピッチ角の左右差に対して，多重比較を行った結果を表 2 に示す．表中の数字は，実験開始時と比較して有意水準 5%で差が生じた時間帯であり，“-”表記は 120 分経過しても有意差が生じなかった場合である．

表 2. 骨盤部の前方移動及びピッチ角の多重比較結果

前方移動					ピッチ角				
動的実験			静的実験		動的実験			静的実験	
seat1	seat2	seat3	seat1	seat3	seat1	seat2	seat3	seat1	seat3
100	-	-	80	80	50	110	110	-	90

動的実験時の seat1 を見ると，他のシートに比べて前方移動，ピッチ角変化ともに傾向が出るのが早かった事が分かる．即ち，seat1 では姿勢に歪みが生じており，他のシートは比較的姿勢の保持がなされていたと言える．

3.4 座面の体圧分布

まず，重心の移動に姿勢の変化が表れると考え観察した．動的実験時の重心位置の前方移動と時間との相関を算出したところ，5 名の被験者の内 seat1 では 4 名，seat2 及び seat3 では 1 名の被験者が 0.7 以上の高い相関を示しており，seat1 では前方移動した被験者が比較的多いことが分かった．

次に，疲労が蓄積する場合には大きな負荷の掛かる部分を分散する動きが見られると推測し，座面のエリアを前後方向に 3 分割し，各エリアに掛かる負荷の変動を捉えることとした．座面のエリア分けを図 2 に示す．脚側が被験者にとって前方である．背中側エリアにある黒い部分が圧力の高いエリアで，そこから外側になるにつれて圧力が小さくなっていることを示している．

図 2. 座面のエリア分け

図 2 で示した各エリアで負担する荷重の時間変化を見るために，各時間においてエリア毎の平均圧力を計算した．その後，10 分経過時の相対標準偏差(以後 RSD)，・・・，120 分経過時までの RSD を求め，RSD の時系列変化を見た．これを図 3 に示す．また，σ を各時間帯の平均圧力の標準偏差，$\bar{x}$ を各時間帯の平均圧力の平均値として，RSD は次式(※)で表わされる．

$$RSD[\%] = \sigma / \bar{x} * 100 \quad \cdots (※)$$

図 3. 荷重分担の RSD 変化(seat1, 被験者 E)

図 3 を見ると，70 分経過時点で脚側及び背中側エリアの RSD が大きくなっており，この時間帯に荷重を他のエリアへ移動させるような体の動きがあったことが分かる．RSD の時系列変化と「疲労度」との関係を見るために相関係数を算出した．結果を表 3 に示す．

表 3. 荷重分担の RSD 変化と「疲労度」との相関係数

エリア / 被験者	seat1			seat2			seat3		
	背中側	中央部	脚側	背中側	中央部	脚側	背中側	中央部	脚側
A	0.85	0.86	0.56	0.79	0.79	0.81	0.10	0.52	−0.07
B	0.02	0.20	0.41	0.79	0.90	0.80	0.33	0.50	0.53
C	0.92	0.93	0.56	0.80	0.57	0.20	0.83	0.77	0.71
D	0.96	0.96	0.94	0.75	0.57	0.47	0.41	0.32	0.65
E	0.98	0.81	0.90	0.18	0.85	0.76	0.91	0.97	0.86

表 3 より，多くの被験者で 0.7 以上の高い相関を示したことから，被験者が疲労を感じた場合に RSD にも変化が見られることが分かり，疲労を評価する有効的な指標になる可能性を見出すことが出来た．

4. 参考文献

1) 縄弥生他：「自動車ドライバの着座疲労評価に関する研究」，日本機械学会関東支部第 16 期総会講演論文集，頁 429-430，2010

[連絡先]
和藤好生
横浜国立大学大学院工学府
〒240-0067 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-1
e-mail：watou-kousei-xp@ynu.ac.jp

土 E8-2

走行環境の相違がブレーキ操作トリガーに及ぼす影響

○金子直司*, 近藤崇之**, 近藤維摩***, 澤田東一***
(*芝浦工業大学大学院理工学研究科, **東京工業大学大学院総合理工学研究科,
***芝浦工業大学工学部)

The Effect of Specification of Own Vehicle Dynamics for Brake Trigger

Naoji Kaneko*, Takayuki Kondoh**, Yuima Kondoh***, Toichi Sawada***
(*Graduate school of Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology
** Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology
*** College of Engineering, Shibaura Institute of Technology)

1. 背景・目的

近年, ドライバの負担軽減や交通事故の低減などを目的として, 様々な運転支援システムの開発が進められている. これらのシステムをより安全性の高いものにするためには, ドライバの運転特性をシステムの特性に反映することが求められる.

近藤らは, 先行車接近時のドライバの知覚メカニズムは TTC (Time-to-Collision)の逆数かつ視角変化と等価である iTTC (inverse of Time-to-Collision)で説明可能と報告している[1]. 図1は, 各ドライバの初期車間距離とブレーキ開始時の iTTC 値との関係を示したものである[1]. 図1より, ドライバは初期車間距離によらず一定の iTTC 値でブレーキを開始しており, ブレーキ操作開始判断は iTTC で表現できることが分かる. しかし, ブレーキ操作タイミング時の iTTC 値は個人ごとに異なり, ドライバはなぜある iTTC の値でブレーキを開始するのか, またブレーキ操作トリガーがどのようなメカニズムで決定されるのかは明らかではない.

近藤ら[1]は, 制動操作判断は, 操作の結果を反映する可能性を提案しているものの, 実験的な検証は行われていない. また Fajen[2]は, 車両が出せる最大減速度を制限し, 制動操作特性を検証している. しかし, モーションによる体性格性感覚の呈示がない, 路面特性の学習が行われていない, ジョイスティックによる操作を用いているなど. 運転操作特性に重要な意味をもつ学習課程についての運転行動としての再現性の高い検討が十分ではない.

本研究では, ブレーキ操作トリガーのメカニズムを解明するため, その要因のひとつであり条件の設定が可能である走行・環境特性, すなわち路面の摩擦係数(μ)を変化させることにより, 運転特性にどのような影響を及ぼすかを実験的に明らかにすることを目的とする.

図 1. iTTC 値と初期車間距離の関係(近藤ら[1])

2. 実験装置および方法

本研究では, モーション式ドライビングシミュレータ(DS)を用いて, 高速道路の直線区間を模擬した乾燥路面(μ=0.85)と圧雪路を模擬した低μ路面(μ=0.35)を用意する. 被験者は普通自動車免許保持の 20 代男性 7 名とし, 事前にインフォームドコンセントを得た.

図2に実験1から4の手順を示す. 以下詳細を記す.

図 2.実験手順

実験 1: 被験者は乾燥通常路面を 20 分間慣熟走行する. 慣熟走行では, 上限車速 100±10km/h, 下限車速 60±10km/h で一定速での走行後, 加減速を繰り返して走行する前方車を追従運転する. 前方車は 5-7 回加減速し, 停止する. これにより, 被験者に運転を慣熟させる.

実験 2: 100km/h で走行する前方車に追従運転後, 前方車を一定の減速度で減速させ, その際のブレーキ操作タイミングを測定する. 実験条件は, 一定減速度 1,2,3m/s^2 の 3 条件, 車間距離 30,40,60m の 3 条件とし,

各条件で 5 試行をランダムに実施した．このとき，慣熟走行以外で車両特性を学習することを防ぐため，被験者が制動を開始した時点で実験を終了した．

その後，実験 1，実験 2 の路面摩擦係数を変えた低μ路面において同様の実験 3，4 を行い，ブレーキ操作タイミングを計測した．

本実験においては，ドライバの制動開始判断のタイミングを計測するため，ブレーキ操作タイミングは被験者が制動を開始したタイミングより単純反応時間 0.44s を差し引いたものを用いた[1]．

3. 実験結果

図 3 および図 4 に，各ドライバの乾燥路面と低μ路面でのブレーキ操作タイミングを，ブレーキ操作時の iTTC と初期車間距離で示す．縦軸のエラーバーは標準偏差である．また，図 5 に乾燥路面と低μ路面でのブレーキ操作タイミングが変化した 3 名の被験者(Sub.A, Sub.E, Sub.F)の路面別におけるブレーキ操作時の iTTC の平均値を示す．このデータについて，車間距離と摩擦係数を用いた反復のある二元配置の分散分析を行い，摩擦係数がブレーキタイミングに影響を与え(p <0.01)，初期車間距離の違いは影響を与えず，交互作用は見られなかった(p >0.01)．

図 3.通常路面のブレーキタイミング

図 4.低μ路面のブレーキタイミング

図 5.ブレーキタイミングの平均値

4. 考察

図 5 および分散分析の結果より，初期車間距離によらず，摩擦係数の違いによりブレーキ操作タイミングに差が出ることが分かる．これは，ドライバが自車両の最大減速度が制限される低μ路面の慣熟走行においてブレーキが効きにくい車両特性を学習し，低μ路面においてのブレーキ操作の方略を変化させたことによると考えられる．

また，路面条件の違いによりブレーキ操作タイミングが変化しなかった 4 名の被験者(Sub.B, Sub.C, Sub.D, Sub.G)は，通常路面における iTTC 値が 0.15 程度と変化した被験者に比べ低く，ブレーキ操作タイミングが早い．このことより，この群に含まれる被験者は，今回の条件では乾燥路面と低 μ 路面のいずれにおいても同じブレーキ操作タイミングで前方車に衝突することなく停車することが可能なため，ブレーキ操作タイミングを変える必要がないと判断したと考えられる．

5. 結論

走行・環境特性を変化させ，運転特性に与える影響を検証したところ，ドライバは車両・環境特性の変化を学習し，ブレーキ操作の方略を変えることが分かった．

6. 参考文献

1) 近藤崇之，他: ドライバの先行車接近の知覚メカニズムと知覚特性・ブレーキ操作特性，ヒューマンインタフェースシンポジウム 2012，福岡，2012.

2) Fajen, B. R. Affordance-Based Control of Visually Guided Action, *Ecological Psychology*. 19(4), Pp.383-410, 2007.

[連絡先]
金子直司
芝浦工業大学大学院理工学研究科
機械工学専攻ヒューマンマシンインタフェース研究室
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：md12021@shibaura-it.ac.jp
Fax：03(5859) 8078

土E8-3

事故映像とHazardTouchを用いた危険予測訓練による運転行動の改善効果

○中村愛*, 島崎敢**, 伊藤輔*, 三品誠***, 石田敏郎**
(*早稲田大学大学院人間科学研究科, **早稲田大学人間科学学術院, ***有限会社サイビジョン)

Improvement of Driving Behavior by Risk Perception Training using Accident Movies and HazardTouch

Ai Nakamura*, Kan Shimazaki**, Tasuku Ito*, Makoto Mishina*** ,Toshiro Ishida**
(*Graduate School of Human Sciences, Waseda University, **Faculty of Human Sciences, Waseda University, ***Cyvision, Ltd.)

1. 背景と目的

筆者らは，タブレット端末(iPad)と専用ソフトウエア(HazardTouch[1])，および事故映像を組み合わせた訓練ツールを開発し，訓練後はハザードの発見率上昇等の効果があることを示した[2]．ただし，この知見は端末上の実験で得られたもので，実路運転時に運転行動が改善するかどうかは検討していない．

一時停止交差点左折時，事故ドライバは優良ドライバに比べて左確認回数が少ない[3]．この理由はドライバの意識が右から来る自動車に向けられ，左から来る自転車や歩行者に向けられないためだと考えられる．そこで本研究では，上記の訓練ツールを用いた訓練前後に実路運転を行い，訓練後に左方の確認も含めた運転行動が改善するかどうか検討することを目的とする．

2. 方法

まず，実路上に設定した実験コースを走行，次に訓練ツールで訓練，直後に同じ実験コースを走行し，訓練後に運転行動が改善したか検討した．

実験コースには3箇所の分析対象交差点が含まれた．分析対象交差点は，左右の見通しが悪く，カーブミラーがなく，交差道路に歩道とセンターラインがある．いずれも実験車両は非優先道路から優先道路に左折進入した．実験車両には日産セドリック(EPY33)を用いた．

訓練には，ドライブレコーダで記録された事故映像6場面(本試行4場面，練習試行2場面)を用いた．いずれの場面も一時停止交差点進入時に左死角から来た自転車に衝突する事故類型とした．各場面は前半映像(約10秒)，前半映像の最終フレームである静止画像，後半映像(約5秒)で構成した．静止画像は衝突対象がわかる直前とした．後半映像は衝突シーンであった．映像と静止画像はタブレット端末(iPad)と専用ソフトウエア(HazardTouch)を用いて提示した．実験参加者には，静止画像の提示中(7秒)に，普段運転中に見るところにタッチするよう求めた．後半映像の終了後には衝突対象にタッチできたかをフィードバックした．

実験参加者は13名(男性12名，女性1名)であった．年齢は20-24才(平均21.4才)，免許取得後経過月数は14-60カ月(平均28ヶ月)，年間運転頻度は3-192日(平均49日)であった．

手順は，最初に実験同意を得た後，実験車両に慣れるために，練習走行を行った(約2分)．続いて実験コースを2周した．交差点進入時に交通他者がいた場合は通過をやり直し，各一時停止交差点2回ずつ，計6回分の分析データを得た(約20分)．次にiPadで訓練を行った．練習試行を2場面行った後に，本試行を4場面を3回繰り返した(約10分)．最後に再び実験コースを2周した．訓練前の走行と同様，計6回分の分析データを得た(約20分)．運転行動は2つの広角カメラによる前方と車内の映像を常時録画するドライブレコーダ(KATO-DENKI製，MGS100)で記録した．フレームレートは8fpsとした．

3. 結果と考察

分析区間は，一時停止線約3m手前から交差道路進入後車体が45度左に向いた地点までとした．分析項目は，分析区間通過時間，停止率，左右別確認回数，左右別注視時間，歩道の延長エリア(Fig.1)進入時の左確

日本人間工学会関東支部第42回大会 埼玉県立大学 2012年12月1日，2日

認率とした．左右別注視時間および確認回数は視線の動きから判断した．交差道路進入後に最後に左を見た場合は，安全確認のためか進行方向を見たのか判断できないため，左確認にはカウントしなかった．

Fig.2A に分析区間通過時間のデータの分布を示す．検定の結果，訓練後の方が通過時間が長かった($t(12)=2.34$, $p=0.038$)．Fig.2B に停止率のデータの分布を示す．検定の結果，訓練後の方が停止の割合が高かった($t(12)=2.99$, $p=0.011$)．Fig.2C に左右別確認回数のデータの分布を示す．2 要因の分散分析の結果，左右および訓練前後の主効果が有意であり($F(1,12)=32.14$ $p<0.001$, $F(1,12)=5.50$ $p=0.037$)，訓練後は左右とも確認回数が多かった．Fig.2D に左右別注視時間のデータの分布を示す．2 要因の分散分析の結果，左右および訓練前後の主効果が有意であり($F(1,12)=11.77$ $p=0.005$, $F(1,12)=7.80$, $p=0.016$)，訓練後は左右とも確認時間が長かった．Fig.2E に歩道の延長エリア進入時の左確認率のデータの分布を示す．検定の結果，訓練後の方が歩道の延長エリア進入時の左確認の割合が高かった($t(12)=4.93$, $p<0.001$)．

今回は左死角から来た自転車に衝突する事故類型のみの映像を用いて訓練を行った．実験参加者は訓練によって左方に注意する必要性を学習したと考えられるが訓練後は左確認だけでなく，右確認も増加したことは興味深い．訓練後の通過速度の低下と併せて考えると，実験参加者は右確認にあてられていたリソースを左確認に振り分けたのではなく，交差点進入時に速度を落とすことでリソースを増やしていたと考えられる．

4. まとめ

事故映像と HazardTouch を用いた危険予測訓練によって，左方の確認を含め，実路運転時の運転行動の改善が見られた．

5. 参考文献

1) 三品誠，島崎敢，中村愛，石田敏郎：情報端末を用いた危険認知訓練システムの開発，第 48 回日本交通科学協議会学術講演集，69-72，2012.
(http://itunes.apple.com/jp/app/hazardtouch/id539416327?mt=8)

2) 島崎敢，三品誠，中村愛，石田敏郎：事故映像とタブレット端末を用いたハザード出現予測の訓練とその効果，日本交通心理学会第 77 回大会発表論文集，59-60，2012.

3) 中村愛，片山恵美子，島崎敢，石田敏郎：タクシードライバーの一時停止交差点における安全行動(2)～安全行動に影響を及ぼす要因～，日本交通心理学会第 76 回大会発表論文集，109-110，2011.

[連絡先]

中村愛

早稲田大学大学院人間科学研究科

〒359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島 2-579-15

早稲田大学石田研究室

e-mail：ai.ai.lalala@fuji.waseda.jp

Fax：04-2949-9494

Fig.1　交差点見取り図

Fig.2　A:分析区間通過時間　B:停止率　C:確認回数　D:注視時間　E:歩道の延長エリア進入時の左確認率

土 E8-4

乗用車との比較による大型商用車ドライバの視認行動の特徴分析

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

Characteristics of drivers' gaze direction on heavy-duty truck comparison of passenger car's driver

Akira Imanishi*, Haiyan Jin*, Koji Sugiura*, Mayumi Iwao*
(*ISUZU Advanced Engineering Center, Ltd.)

1. 序論

近年，大型商用車への各種運転支援システムの導入が進んでいる。しかし，ドライバに十分に受容されるシステムでなければ，有効活用は望めない。受容性評価には，運転行動の把握が重要であるため，システム使用時と不使用時の運転行動の差異を検討する必要がある。特にドライバは運転に関する情報の大半を視覚から取得しているため，"視認行動"を手掛かりに運転行動の把握を試みることは有効であろう。

これまでに，大型商用車ドライバの視認行動を顔向きおよび目線方向の変化回数や持続時間から分析した先行研究 [1]によると，前方視認を起点とし，それ以外の方向との間を往復することが報告されているが，基礎的知見は少ない。そこで，本研究では，先行研究 [1]と同様，走行中のドライバ顔映像から視認行動を定量的に評価し，乗用車や道路種別との差異を比較することから，通常走行時における大型商用車ドライバの視認行動の特徴を分析した。

2. 方法

2.1. 映像の収集

表1に各車両および各道路における映像収集状況を示す。車両はいずれも自動変速機付きで，大型商用車は平ボディまたはバンタイプ，乗用車はセダンタイプであった。インフォームド・コンセントが得られたのべ 15 名を対象に，平日の日中に，実路走行中のドライバ顔映像や車両前方映像等を同時収録した。大型商用車と乗用車の両方に乗車したドライバはいなかった。また，先行研究 [1]で収集した2名の映像も含む。

ドライバ顔映像はインストルメントパネル上部に設置したカメラで撮影した。また，大型商用車のみ，車速などの車両信号を記録した。

2.2. 視認行動の分析

先行研究 [1]で実施した分析方法に準じて，ドライバ顔映像は5分間を1ユニットとして分割し，ユニット毎に1名の分析者が映像を目視で，視認方向の変化を手掛かりに6分類(前・左・右・上・下・脇見)し，それぞれの視認回数および視認時間(持続時間)を算出した。

本研究では，通常走行中の視認行動のみを対象としていたため，一般道において停止割合が多いユニットおよび高速道において渋滞が含まれたユニットを分析の対象外とした。これらの状況は通常運転時とは異なることから，それらを含めて，視認行動に関する一般的な傾向を見出すことは難しいと考えられる。

一般道では各ユニットの停止割合が 50%を超える場合，高速道では平均車速が 60km/h 以下の場合 [2]を除外した。また，高速道において，料金所を通過した映像が含まれるユニットも分析対象外とした。

なお，乗用車は車両信号を取得できなかったため，一般道は車両前方映像から停止割合を算出し，高速道は分析者の主観的判断から渋滞ユニットを特定した。

3. 結果

3.1. 視認回数および視認時間割合

全ドライバの視認行動を分析した結果，先行研究 [1]と同様，大型商用車および乗用車において，前方を起点とした視認行動が確認された。

視認回数および視認時間の全体傾向を検討するため，図1に1ユニット内の各視認方向における平均視認回数および平均視認時間割合を示す。大型商用車の視認回数は乗用車と比べて多く，さらに，いずれの車両も一般道より高速道の方が多かった。また，大型商用車の右左方および下方への視認回数や視認時間割合は乗用車よりも多く，特に，高速道と一般道の大型商用車

表 1. 各車両および各道路における映像収集状況

車両	道路	ドライバ (人)	撮影時間 (分)	平均車速 (km/h)	平均停止割合 (%)	対象外ユニット割合 (%)	分析対象時間 (分)	走行コース
大型商用車	一般道	4	485	29.8	14.0	5.2	460	市街地(神奈川県)／郊外(静岡県)
	高速道	7	390	76.7	0.0	10.3	350	首都高速道／東名高速道／新東名高速道／常磐道／東北道
乗用車	一般道	3	60	–	17.4	17.4	60	市街地(神奈川県)／郊外(茨城県・栃木県)
	高速道	2	100	–	2.6	2.6	75	首都高速道／東名高速道／東北道／外環道

図 1. 各方向における視認回数および視認時間割合

図 2. 前/右方における視認時間の累積度数分布

の視認回数には差が見られたが，視認時間割合は同等であった。一方，乗用車の右左方および下方への視認時間割合は高速道よりも一般道の方が多かった。

3.2. 各方向における 1 回当たりの視認時間

各視認行動を詳細に分析するため，図 2 に前方および右方における 1 回当たりの視認時間の累積度数分布を示す。なお，左方，下方，上方，脇見ついて，車両や道路の違いによる特徴は見られなかった。前方視認について，大型商用車は半数が 3 秒未満であったが，乗用車は半数が 5 秒未満であった。一方，右方は両車両の高速道において 1 秒以上の場合は 5%にも満たなかったが，一般道ではその傾向が異なり，特に乗用車において，1 秒以上の右方視認が 30%以上を占めた。

3.3. 前方視認行動における個人差の影響

本研究では，同一ドライバが両方の車両に乗車しなかったことから，車両や道路の違いよりも，個人差による影響が大きい可能性があるため，前方視認における個人差の影響について検討した。図 3 に各車両および各道路における各ドライバの前方視認回数と前方視認時間の関係を示す。大型商用車と乗用車は道路種別に関わらず，異なる範囲で分布していることから，個人差を考慮しても，車両や道路による差異を検討することができると考えられる。

図 3. 各ドライバにおける前方視認の回数と時間

4. 考察

大型商用車は乗用車よりも視認回数が多かった点について，以下のことが考えられる。視認行動には，車両に関わらず，前方視認が起点となり，それ以外との方向を往復するパターンが存在し，特に大型商用車は右左方および下方への視認行動が多いため，全視認回数も必然的に増えたと解釈することができる。

本来，大型商用車は車両が大きいために死角が多く，ルームミラーによる自車後方の状況を確認することができないため，左右のサイドミラーから，それらの情報を得ようとしたことが推測される。特に高速道では，他車両よりも車速が低いことから，サイドミラーにより追い越し車両の確認を行なっていた。また，速度制限を遵守するため，下方，すなわち，速度メータを確認する行動が増えたと予想される。一方，一般道では，自車側方をすり抜ける車両および歩行者の有無の確認や，左折時の巻き込み確認として左方への配分が増えたと考えられる。

5. 結論

本研究から，車両に関わらず，前方を起点とした視認行動が行われるが，車両や道路の違いによって視認行動は異なることが分かった。特に大型商用車は右左方および下方への視認行動が乗用車よりも多かった。

本研究で得られた知見を基に，今後は支援システムの使用が視認行動に与える影響を検討していきたい。

6. 参考文献

1) 岩男眞由美 他：大型トラック実路走行におけるドライバの視認行動の分析，日本人間工学会関東支部第 41 回大会講演集，p.2-3, 2011.
2) 松井寛 他：人間の知覚に基づく高速道路渋滞の情報提供とその評価に関する研究，土木学会論文集，494, 127-135, 1994.

[連絡先]
今西 明
株式会社いすゞ中央研究所 車両研究第二部
〒252-0881 神奈川県藤沢市土棚 8 番地
e-mail: imanishi[a]iaec.isuzu.co.jp
Fax: 0466 (45) 2405

一般講演

12月2日（日）D・E会場

日D9　10：00～10：45　動作

日E10　10：00～11：00　生体

日D11　11：15～12：00　感覚・認知2

日E12　11：15～12：00　操作

日D13　13：00～14：00　医療2

日E14　13：00～14：00　姿勢

日D15　14：10～14：55　福祉

日E16　14：10～14：55　ユーザビリティ2

人の足裏の感度特性の検討

床歩行時の足裏感覚に関する実験的検討 その 1

○井上勝夫*, 冨田隆太*
(*日本大学理工学部)

Sensitivity characteristics of human sole of foot
Experimental Study on Sense of sole of foot for walking Part1

Katsuo Inoue*, Ryuta Tomita*
(*College of Sciense and Technology, Nihon University)

1. はじめに

住宅の床は、人が常に接する重要な部位であるため、多くの性能が要求される。我々は、床の総合性能の向上を目指し、歩行感・床衝撃音遮断性能・転倒時の安全性などについて研究を行ってきた。中でも、既報[1)]で報告した「床のかたさ試験用歩行衝撃シミュレータ」は、リアルに人の歩行状態(足裏の床への時間応答や接触面積)を再現することができ、歩行感からみた床材の試験等に利用できるものである。 床の歩行感覚を検討する上で、床の物理特性に着目し、人の歩行感覚と対応の良い床側の物理量の検討[2)など]を行ってきているが、一方で人体側からのアプローチも重要と考えられ、足裏の圧力分布特性を詳細に分析した結果を報告した[3)など]。また、既報[4)]では、歩行時に床のかたさを感じる足裏部位を調査し、かたい床は踵部で感じるが、床がやわらかくなると前足部や指部に移行する結果を報告した。このように、人は歩行時の床の感覚を時間的、空間的変化として捉え、その微妙な変化を総合評価しているものと考えられる。そこで、本研究では、先ず、人間側の特性を把握するため、足裏の感覚に着目し、実験的検討を行った。本報では、足裏の皮膚感覚について、2 点識別閾を極限法で測定した結果を報告する。

2. 足裏の感度特性(実験 1)

2.1 実験概要

人の身体部位の2点識別閾については、表 1[5)]のような測定例が報告されているが、足裏を対象としたものは少ない[6)]。そこで、本報では足裏各部位の2点識別閾を把握する目的で、図1の足裏4部位を対象に、プラスチック製のノギスを用いて計測した。被験者は 20 代成人10名(男性5名、女性5名)、70歳以上の高齢者8名(男性 3 名、女性 5 名)とし、実験時には視覚の影響を防ぐため、アイマスクを着用させた。また、加圧部分の形状や材質が影響する可能性を考え、先端をそのまま用いたもの(接触部: φ0.5mm:以下ノギス)に加え、プラスチック(φ3mm)、ゴム(φ3mm)の 3 種類に接触部の材質や面積を変化させた。上昇系列、下降系列を対象に 1mm 単位で測定し、その結果を平均値として算出した。なお、加力の程度は、60kgの成人歩行時の最大衝撃力 700N を想定し、接触面積補正を行い、実際の加力としてプラスチック・ゴムは 250g 程度とした。なお、ノギスについては、7g 程度になるが、値が小さすぎることもあり、28g 程度で加力した。また、高齢の被験者の場合には加力ヘッドとしてゴムのみを用いた。

2.2 実験結果

成人の 2 点識別閾の結果を図 2,3 に示す。これをみると、縦、横方向ともに、足裏各部位の差、絶対値共に大きな差はなく、同様な傾向を示しているが、親指部が最も敏感であり、土踏まず横部が最も鈍い結果であった。なお、表 1 の手指掌側の 4mm と比較すると、足裏は最も小さい値となった縦方向親指部ノギスでも 7mm 以上であることから、手に比べて鈍いことがわかった。加力ヘッドを比較すると、ノギス<プラスチック<ゴムの順となるが、足裏部位の相対的な傾向は変わらないと言える。また、縦、横方向の変化については、足裏各部位及び加

表 1. 身体各部位の 2 点識別閾(Siclair,1967)[5)]

部位	(mm)	部位	(mm)
前額	23	舌端	4
胸	45	上腕	67
前腕	41	手背	31
手指背側	11	手指掌側	4
指尖掌側	2	大腿	67
下腿	41	足背	41
足趾背側	11		

図 1. 足裏各部位

図 2. 成人 2 点識別閾(縦方向)

図 3. 成人 2 点識別閾(横方向)

図 4. 高齢者 2 点識別閾

図 5. 成人の足裏各部位の 2 点識別閾

振ヘッドごとに t 検定を行った結果、加振ヘッドがプラスチックの場合に A、B の部位で P＜0.05 の有意差がみられたが、ノギス、ゴムヘッドの場合にはどの部位でも有意差がみられなかったことから、全体的には足裏の感度は円形に分布しているとして扱えると言える。

高齢者については、被験者 8 名中全部の測定が行えた被験者が1人と少なく、測定範囲以上の感度分布となる結果が多くみられた。図 4 に示した結果は、測定を行うことができた被験者の平均値である。方向別、部位別に求めているが、最小 2 名、最大 4 名の平均値であり、測定範囲以上の被験者を考えれば、この数字より大きな値と言えよう。また、指部の感度が良く、土踏まず横が鈍い傾向は成人と同様であると考えられるが、絶対値は成人に比べて大きい。これは、高齢者の場合には、足裏の感度自体が鈍いのか、検知してからの反応が鈍いのかは定かではないが、いずれにしろ感覚系が鈍感になっていることは確認できる。

3. 歩行状態を考慮した足裏の感度特性(実験 2)

3.1 実験概要

2. で行った実験は、足裏が床に接触していない状態で行った。実際の歩行状態に近づけた方法で、足裏の感度特性を把握するため、長さ 20mm、太さ(円形)1.3mm(知覚でき、なるべく細い長さを選択した)の 2 本のプラスチック棒を被験者が踏む方法で、2 点識別閾の測定を行った。実験は、上昇系列、下降系列を対象に、2.5mm 間隔で 0mm から 2 本の感覚を示す範囲まで行い、またその識別閾からさらに 10mm 広く離した幅から 1 本の感覚を示す範囲までを 1 回とし、2 回の測定結果を平均値として算出した。なお、判断を得るまで何度踏んでもよいとした。被験者は20代成人 12 名(男性 7 名、女性 5 名)とした。対象とした足裏部位は、指部、前部内側、前部外側、踵部の 4 部位とした。

3.2 実験結果

図 5 に縦、横方向別に足裏各部位の結果を示す。なお、比較のために、実験 1 の測定結果を併せて示す。これをみると、足裏部位の識別閾は、指部＜前部内側＜前部外側＜踵部の順となり、実験 1 とほぼ同様な傾向を示した。但し、実験 2 の方が相対的に指部とそれ以外の部位の差が大きい傾向を示した。実験 2 について、縦方向、横方向別に足裏各部位の分散分析を行った結果、P<0.01 となり有意差があったことから、足裏各部位には感覚差があると言え、足裏各部位で感度が異なることが示唆された。また、男女差については、足裏各部位及び縦横方向別に男女差で分散分析を行った結果、P<0.05 となったのは、踵部における横方向のみであったことを考えると、全体的には男女差は少ないと考えられる。一方、縦、横方向の差については、前部外側で P<0.01 の有意差がみられたが、他の部位では有意差がみられず、円形として扱えると言える。

4. まとめ

本報では、足裏の感度に着目し実験的検討を行った。足裏各部位の識別閾は、指部＜前部＜踵部の順になることがわかった。足裏の部位ごとの方向性については、前部外側で異方性がみられたが、他の部位については円形に扱えることがわかった。今後、歩行時のように踵部から指部へと接触部位が連続するときの感覚変化の捉え方について検討する必要がある。

5. 参考文献

1)井上勝夫、冨田隆太:「床のかたさ試験用歩行衝撃シミュレータの開発と衝撃力再現性」, 日本人間工学会第 49 回大会講演集, 370-371, 2008.6
2)冨田隆太、井上勝夫:「直張り木質フローリング床を対象とした高齢者及び成人の歩行感覚と動的変位量に関する検討」,日本建築学会環境系論文集, 第 612 号, 15-22, 2007.2
3)井上勝夫、冨田隆太:「高齢者及び成人の歩行時における足裏の圧力分布特性」, 日本人間工学会第 49 回大会講演集, 362-363, 2008.6
4)井上勝夫他:「床歩行時の足裏各部の衝撃力特性(歩行感からみた住宅床の振動応答特性と床衝撃音遮断性能に関する研究 その 1)」,日本建築学会計画系論文集, 第 477 号, 1-10, 1995.11
5)山崎信寿編:「足の事典」,朝倉書店, 73, 1999.12
6)浅井仁他:「保育園児における足底の二点閾値」理学療法学 17,351, 1990.3

[連絡先]
井上勝夫
日本大学理工学部建築学科
〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1－8－14
e-mail : inoue@arch.cst.nihon-u.ac.jp
Fax : 03(3259)0418

床表面仕上げ材と足裏感覚

床歩行時の足裏感覚に関する実験的検討 その 2

○冨田隆太*, 井上勝夫*
(*日本大学理工学部)

Floor finishing materials and the sensitivity of human sole of foot
Experimental Study on Sense of sole of foot for walking Part2

Ryuta Tomita*, Katsuo Inoue*
(*College of Sciense and Technology, Nihon University)

1. はじめに

本報では、別報[1)]に引き続き、歩行時において、人が足裏のどの部位で床表面仕上げ材の感触を判断しているのかを明らかにすることを目的に、実験的検討を行ったので、その結果について報告する。

2. 床歩行時の足裏感覚(実験 1)

2.1 実験概要

実験は、別報[1)]の図 1 に示した足裏の踵部、前部、指部のどの部位で床表面の感触を感じているのかを明らかにするため、被験者には通常歩行に加え、足裏各部位を厚さ 2mm のアクリル板で床からの感覚を遮断した状態で歩行してもらい、感覚評価実験を行った。歩行パターンは、図 1 に示すように、①通常歩行でストッキングを履いた状態②アクリル板を踵部下に挿入し、ストッキングを履いた状態③アクリル板を前部下に挿入し、ストッキングを履いた状態④アクリル板を指部下に挿入し、ストッキングを履いた状態とした。

感覚評価は、床のたわみやかたさではなく、床表面の感触について回答してもらった。歩行①は、床表面の感触を「全体で感じる・やや踵で感じる・踵で感じる・やや前部で感じる・前部で感じる・やや指部で感じる・指部で感じる」の 7 項目から選択してもらった。また、歩行②～④は、床表面の感触が「①と同じ(近い)」から「①と違う」までの 5 段階で評価してもらった。被験者は、20 代成人 12 名(男性 7 名、女性 5 名)とし、感覚評価を記入してもらうまで試験体の上を何度でも歩行してよいとした。対象とした床仕上げ材は図 2 に示す通り、防音直張りフローリング(総厚 14mm、緩衝材厚 5mm、以下フローリング)とカーペット(総厚 6mm、緩衝材厚 3mm)とした。

2.2 実験結果

歩行①の結果を図 3 に示す。図 3 をみると、前部又はやや前部の回答が、フローリング 75%、カーペット 60%と大きい。また、カーペットの場合には、指部の回答が 40%を占めており、前部と指部のみで感じている結果となった。これらから、床表面の感触は、踵部ではなく、前部から指部で感じている可能性が示唆された。また、床表面の種類によって感じる部位が異なることがわかった。歩行②～④の結果を図 4～6 に示す。歩行②から④の実験は歩行①の通常歩行に対して、1「歩行①と同じ(近い)」⇔5「歩行①と違う」の 5 段階評価である。図 4 をみると、踵部の感覚をアクリル板で遮断した歩行②の場合には、フローリング、カーペット歩行時共に床表面の感触が 1「歩行①と同じ(近い)」と被験者の約半数が回答している。1,2 の回答を合わせると、フローリングでは約 85%、カーペットでは 100%の被験者が、歩行①と近い感触で床を評価していることがわかる。これは、床表面の感触は、前部から指部で感じているため、踵部の影響が小さいことを裏付けるものと考えられる。図 5(歩行③)をみると、図 4(歩行②)の結果と反対の結果となった。前部をアクリル板で遮断してるため、床表面の感触が違うという 4,5 の回答をあわせると、フローリングでは 75%、カーペットでは約 85%であった。すなわち、床表面の感触に前部が非常に重要な役割を担っていると考えられる。図 6(歩行④)をみると、図 4,5 の結果とは異なり、全体的にみると、歩行①に対して同じ(近い)と回答する被験者と違うと回答する被験者が同程度みられる。フローリング、カーペットで差がみられ、フローリングの場合には、床表

図 1. 歩行パターン

図 2. 床仕上げ材

図 3. 歩行①の結果(複数回答あり 実験 1)

面の感触が同じ(近い)とする1,2の回答が50%を占めている。一方、カーペットの場合には、床表面の感触が違うとする4,5の回答が約60%を占めている。これより、床表面の感触に指部も影響し、カーペットの場合にはその影響が大きいことがわかった。これは、カーペットの場合、床表面がやわらかいことや床表面の他の要因によるものと考えられる。

3. 足裏感覚の時間特性の影響(実験2)

3.1 実験概要

2.で行った実験は、通常歩行のため、足裏各部位の床に接触する順番は踵部→前部→指部である。2.の結果で、前部から指部が床表面の感触に大きく影響することを示したが、これは時間的には最後に前部、指部が接触するため、感覚的にも印象が残りやすい可能性がある。そこで、通常歩行とは逆に、後ろ向き歩行について、2.と全く同じ条件で実験的検討を行った。後ろ向き歩行では、指部→前部→踵部の順に床に接触するように歩行してもらった。被験者は、20代成人11名(男性7名、女性4名)とした。

3.2 実験結果

図7に歩行①の実験結果を示す。図7と図3を比較すると、後ろ向きで歩行しても、床表面の感触を前部で感じている結果であった。また、歩行②の結果では、フローリング、カーペット共に、歩行①と同じ(近い)側の1,2の回答を合わせると約75%の結果となり、歩行③の結果では、歩行①と違う側の4,5の回答が約65%の結果となり、通常歩行時同様に踵部の影響が小さく、前部の影響が大きい結果であった。これらから、足裏の接触する順によらず、床表面の感触は前部から指部にかけて判断していることがわかった。別報[1]より、指部<前部<踵部と指部や前部の2点識別閾が踵部より狭かったことも影響している可能性がある。そこで、別報[1]の足裏各部位の2点識別閾をもとに、試算例として「2点識別閾(mm)の逆数×面積(mm^2)」を足裏の有効感覚範囲と仮定し、被験者ごとに試算し、その平均値を表1に示す。なお、指部の2点識別閾は親指の結果であるが、面積は全ての面積をあわせて指部全体とした。表1をみると、前部合計>指部全体>踵部となり、本報の床表面の感触が前部の影響が大きい結果と対応する。

4. まとめ

本報の結果と既報[2]の床のかたさを感じる足裏部位の結果(かたい床の場合は踵部の回答が多く、やわらかくなると前足部や指部の割合が大きくなる)を踏まえると、床歩行時の感覚評価を行う上では足裏全体を考慮する必要があると考えられる。すなわち、床歩行時の好ましさ等を評価する場合には、かたさ以外にも床表面のテクスチャーが影響すると予想される。かたさと床表面の感触を評価する部位が異なる結果であったことから、足裏全体の衝撃力・接触面積の時間特性を再現できる「床のかたさ試験用歩行衝撃シミュレータ」[3]のような装置で歩行感覚評価を検討していく必要がある。

図4. 歩行②の結果(実験1)

図5. 歩行③の結果(実験1)

図6. 歩行④の結果(実験1)

図7. 歩行①の結果(実験2)

表1. 足裏の有効感覚範囲の試算例

	指部全体	前部外側	前部内側	前部合計	踵部
縦	224	157	112	269	207
横	229	144	127	271	209

5. 参考文献

1)井上勝夫、冨田隆太:「人の足裏の感度特性の検討 床歩行時の足裏感覚に関する実験的検討 その1」, 日本人間工学会関東支部第42回大会, 2012.12

2)井上勝夫他:「床歩行時の足裏各部の衝撃力特性(歩行感からみた住宅床の振動応答特性と床衝撃音遮断性能に関する研究 その1)」,日本建築学会計画系論文集, 第477号, 1-10, 1995.11

3)井上勝夫、冨田隆太:「床のかたさ試験用歩行衝撃シミュレータの開発と衝撃力再現性」, 日本人間工学会第49回大会講演集, 370-371, 2008.6

[連絡先]

冨田隆太

日本大学理工学部建築学科

〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1－8－14

e-mail：tomita@arch.cst.nihon-u.ac.jp

Fax：03(3259)0463

日 D9-3

Kinect™による歩行動作計測

○足立和隆*, 石本明生**
(*筑波大学体育系, **(株)HALデザイン研究所)

Measurement of Walking Parameters by Kinect

Kazutaka Adachi*, Akio Ishimoto**
(*Institute of Health & Sport Sciences, University of Tsukuba, **HAL Design Institute Co. Ltd.)

1. はじめに

ヒトの歩行動作を数値化する場合、基礎的なデータとして、歩行速度、歩幅、歩調が計測される。これらは歩行パラメータと呼ばれる。歩行パラメータの計測を簡単かつ自動的に行うために、Kinect を使用したシステムを開発した。

1.1 Kinect™とは

Kinect は、Microsoft 社が製造、販売しているテレビゲーム機 Xbox360 用の動作入力用装置である。この装置には、被写体までの距離を計測できる赤外線カメラ、通常のビデオカメラ、ステレオマイクロフォン、3軸加速度計が内蔵されており、USB インターフェイスにより、同社の Windows を OS とするパーソナルコンピューターでも使用することができる。本研究では Kinect を3台同時に使用し、距離を計測する機能とビデオカメラの機能を利用し、自動的に歩行速度と歩幅を計測できるシステムを開発した。Kinect は1台数万円で購入できるため、本計測システムのハードウェア費用は、安く抑えることができた。

1.2 歩行パラメータ

本研究では、歩行パラメータである歩行速度、歩幅(ストライド長)、歩調(ケイデンス)を、被験者に対してマーカーを貼るなどの制約なしに自動的に計測できるシステムを開発した。これらの歩行パラメータは、人間工学においても基礎的なデータとして必要であり、他にも人類学における民族差や健康科学における加齢変化を調べるためにも利用される。歩行速度は、歩幅と歩調の積であるので、これらの3変数のうち2変数を計測できれば、残りの1変数は計算によって求めることができる。本研究に使用したシステムでは、歩行速度とストライド長(片足の接地位置から次の同側の片足接地位置までの距離)を自動的に計測することができるようにした。

先行研究における歩行パラメータの計測では、路上を歩行する人々の歩行速度と歩調を路面上に一定間隔で描いた線とストップウォッチを使用し、その間の通過時間から歩行速度を、また特定の歩数に要した時間から歩調を実地計測する方法、また歩行をビデオ撮影したものをコマ送り再生するなどしてこれらを計測する方法が利用されてきた。一方では、赤外線マーカーと複数台カメラによる3次元運動計測システム(Vicon など)を利用することもある。しかし、いずれの方法も手間がかかる。本研究は、対象者の歩行パラメータ計測を、費用をあまりかけず、機器の設置が簡単で、自動的に行うことができるシステムを構築することを目的とした。

2. 方法

本システムの大きな特徴として、簡便なキャリブレーション法があげられる。

2.1 Kinect システムのキャリブレーション

本システムでは、対象を3次元で計測するため、3台の Kinect を歩行路に向けて設置した後、キャリブレーションを行う。一般的な複数台のカメラを使用した3次元動作計測で実施されるキャリブレーションでは、計測エリア内に、基準点間の距離がわかり、方向が固定された基準点を複数個置き、さらに基準点が数点固定された棒状のものを計測エリア内で振り回す。本研究では、直径が既知の球(直径 20cm の発泡スチロール球)を計測エリア内で移動させることによるキャリブレーション法を新たに考案した。具体的には、歩行路を含む長さ約2m、幅約2m、高さ約2mの範囲内の9カ所において、この球を上下に動かしてキャリブレーションを行う(図1)。

図1. キャリブレーションにおける球の移動状況と精度検定用ブロックをおいた床面(A面)および床面から 1.2m の面(B面)

このキャリブレーションの後、縦 100mm、横 300mm、高さ200mmの検定用ブロックを床面(A面)の9カ所および1.2mの高さ(B面)の9カ所に移動させながら置き、Kinect システムによってそれぞれの場所における箱の寸法を計測し、精度検定を行った(図1)。

2.2 歩行実験の被験者および方法

男性3名について、歩行速度、姿勢、靴(裸足を含む)を様々に変え、合計48通りの歩行を行わせた。これらの歩行の歩行速度とストライド長について、Kinect を使用したシステムによって計測した数値と、通常のビデオカメラ(60コマ)で撮影し、コマ送りして計測した数値とを比較した。

3. 結果

3.1 検定用ブロックによる精度検定

キャリブレーション空間(長さ約2m、幅約2m、高さ約2mの範囲)の床面および1.2mの高さの面において、それぞれ9カ所で計測した縦 100mm、横 300mm、高さ 200mm の検定用ブロック各辺の長さについて、計測誤差の割合 Eを次式によって求め、精度検定を行った。

$$E = (|K_1 - R_1|/R_1 + |K_2 - R_2|/R_2 + |K_3 - R_3|/R_3)/3$$

K_n: Kinect で計測した長さ

R_n: 実測値

n=1:100mm の辺、n=2:300mm の辺、n=3:200mm の辺

A面およびB面それぞれの面および全体における計測誤差の割合 Eを表 1 に示す。

表1. Kinect による検定用ブロックの各辺の計測値と実測値の差の絶対値を実測値で除して求めた誤差 E

計測面	A(床面)	B(高さ 1.2m)	全体
平均	0.008167	0.008957	0.008562
標準偏差	0.005949	0.004742	0.005394
最大	0.028000	0.023000	0.028000
最小	0.000500	0.000333	0.000333

3.2 歩行パラメータの計測と検証

48通りの歩行様式の歩行速度とストライド長について、Kinect による計測値を縦軸に、ビデオカメラのコマ送りによる計測値を横軸にプロットしたものを図2に示す。

図2. 歩行速度とストライド長の計測値
(Kinect:縦軸、ビデオカメラ:横軸)

歩調は、歩行速度をストライド長で除して求めた。歩行速度、ストライド長、歩調に関して、Kinect によって計測した値と、ビデオカメラのコマ送りによる計測値との相関係数を表2に示す。

表2. Kinect とビデオカメラにおける計測値の相関係数

項目	相関係数
歩行速度	0.999878
ストライド長	0.999784
歩調	0.998553

4. 考察

4.1 キャリブレーションと精度検定

本研究で行ったキャリブレーション法は、球はどの方向から見ても一定の直径を持つ円としてとらえられることを利用しており、先行研究では見られないユニークなものである。立体物の計測精度に関して、検定用ブロックにおける計測誤差は、平均で1%以下となっており、本キャリブレーション法の妥当性が検証されたということとともに、対象物の寸法の3次元計測に関しても、この精度であれば実用に十分耐えうると考えられる。

4.2 歩行パラメータの計測と検証

Kinect による歩行速度とストライド長の計測値は、図2からも分かるように、各点が傾き1の直線上にきれいに載っていることから、ビデオカメラのコマ送りで計測した値とほとんど同じ値となった。さらに、表2に示したように、歩行速度とストライド長における両者の相関係数はかなり1に近く、また歩行速度をストライド長で除して求めた歩調に関しても同様に相関係数がほとんど1であることから、本研究で開発した Kinect を使用したシステムは、歩行速度、ストライド長、歩調の計測において、十分実用に耐えうるものであるということがいえる。

5. 参考文献

1) 曹娜英, 足立和隆: 日本人とマリ人の歩行パラメーターの比較. つくば生物ジャーナル, (2005) 4
2) 安倍希美: ヒトにおける四足歩行とテンポに関する研究. 科学研究費課題番号:06780097, (1994)
3) 西林 孝, 小野 憲史: キネクト ハッカーズマニュアル.ラトルズ, (2011)
4) 中村 薫: KINECT センサープログラミング,秀和システム, (2011)

[連絡先]
足立和隆
筑波大学・体育系
〒305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1
e-mail : adachi@taiiku.tsukuba.ac.jp
Fax : 029(853)2737

日E10-1

感染症スクリーニングシステムの開発

～重心動揺計を用いた呼吸数の測定精度の向上～

○吉田真太郎*、松井岳巳*
(*首都大学東京大学院システムデザイン研究科)

A development of an infection screening system ,
～Improvement in breathing-rate measurement accuracy using a center-of-gravity agitation meter～

Shintaro Yoshida*, Takemi Matsui*
(*Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

過去に発生した重症急性呼吸器症候群(SARS)から，一昨年のH1N1型新型インフルエンザに至るまで，多種多様な感染症が流行し，世界各国に被害をもたらしてきた．それらの中には終息しつつある感染症があるものの，再興感染症や新興感染症の発生も危惧されている．この状況下において，入国の際の水際対策は極めて重要であり、空港等の検疫では質問票やサーモグラフィによる健康チェックが行われている．前者は入国者の自主性に依存し、後者は解熱剤を服用した渡航者に対応しきれないなどの限界がある．これらの課題を克服するため本研究グループでは従来のサーモグラフィを使った顔表面温度の測定に加え，レーザードップラー血流計を使った心拍数の測定，呼吸波レーダーを使った呼吸数の測定を行い，これら3つのバイタルサインを併せて考慮することにより，より客観的で精度の高い感染症スクリーニングを行うシステムの開発に取り組んでいる[1](図1)．

解熱剤で体温は下がっても、呼吸数や心拍数は下がりにくいため感染症のスクリーニングが可能となる．

図1 感染症スクリーニングシステムの概要

現在，この感染症スクリーニングシステムの開発において，呼吸レーダーによる呼吸数測定時の誤差が問題となっている．誤差が生じる理由として，立位時の体動の影響が呼吸レーダーで計測した波形に含まれていることが考えられる。

以上を踏まえ，本研究では感染症スクリーニングシステムにおける呼吸数の測定精度の向上を目的として，重心動揺計を用いることによって体動を捉える．さらに呼吸レーダーの波形と重心動揺を組み合わせることにより，呼吸数の測定精度向上を目指す．

2. 重心動揺計を用いた呼吸数測定精度の向上

2.1 方法

健康な男子大学生9名(22±1歳)を被験者とし、呼吸数のリファレンスとして胸腹呼吸センサを装着した．立位で重心動揺計の上に立つよう教示し，被験者の腹部から30cm離れた位置に呼吸レーダーを設置した．体動を定量的に捉える重心動揺計として，任天堂株式会社のWii-fitを改造して用いた(図2-1)．Wii-fitの内部に組み込まれている4つの歪ゲージから直接信号を取得できるよう改造し、National Instruments社のLabVIEWを用いて重心動揺をリアルタイムで計測するプログラムを作成した．

図2-1 Wii-fitを改造した重心動揺計

重心動揺計の上で被験者を180秒間起立させ，呼吸レーダーによる呼吸波形と改造型Wii-fitによる重心動揺を同時に測定した。これらの波形とレファレンス波計に高速フーリエ変換(FFT)を施し，体動の周波数成分を算出する．その中で最大の振幅のピークに対応する周波数帯域が呼吸波形に大きく影響していると考えられるので，この周波数帯のバンドストップフィルタを呼吸波形に施し、体動によるノイズをカットし，体動成分の少

ない呼吸波形を得る.

そうして得られた呼吸波形から算出した呼吸数と，何も処理を施していない呼吸波形から算出した呼吸数を，リファレンスである胸腹呼吸センサを用いて算出した呼吸数と比較する．呼吸数の算出方法は，呼吸波形のPeak-Peak 間隔から算出する方法を採用する.

また，実際の検疫での運用を考えると、より短い時間でのスクリーニングが望まれるので，180 秒分の全てのデータを用いた場合に加え、測定開始から 15, 30, 60, 120 秒分のデータを用いた場合でも呼吸数の測定精度がそれぞれ向上するか否かを同様に検証する.

2.2 結果

図 2-2 にある被験者のリファレンス，重心動揺計，呼吸レーダー，重心動揺計を用いた体動除去後の呼吸波形の FFT スペクトラムを示す．この図において青色の実線で示している周波数帯(0.25Hz-0.27Hz)が体動の主な周波数成分と考えられるので，このケースでは呼吸波計に周波数範囲 0.25Hz-0.27Hz のバンドストップフィルターを施した．赤色の実線で示している周波数(0.28Hz-0.29Hz)は呼吸の周波数に対応している

呼吸レーダーの呼吸波形から算出した呼吸数とリファレンスから求めた呼吸数との相関係数を求めたところ，計測時間 180 秒の場合，体動を除去していない呼吸波形から算出した呼吸数は相関係数 r=0.50，体動除去を施した呼吸波形から算出した呼吸数は相関係数 r=0.78 となり，重心動揺を用いた体動除去の結果、相関係数は大きく上昇した.

図 2-2 リファレンス、重心動揺、呼吸波計、体動除去後の呼吸波計の FFT スペクトラム

同様に，180 秒よりも短い時間(15, 30, 60, 120 秒)のデータを用いて算出した呼吸数とリファレンスとの相関係数も，計測時間が 15 秒の場合を除き，全ての場合で体動除去を施した呼吸波形から算出した呼吸数の方が体動除去を施さない呼吸波形から算出した呼吸数よりもリファレンスとの相関係数が高くなった．(図 2-3)

図 2-3 計測時間と相関係数の関係

2.3 考察

図2-2で示されるように，呼吸レーダーの波形に対し、重心動揺計で求めた体動の周波数帯(0.25Hz-0.27Hz)の範囲のバンドストップフィルタを施すことによって，呼吸レーダーの波形から体動の周波数帯が取り除かれていることが分かる．また，図2-3で示されるように，呼吸レーダーのみを使用するよりも，重心動揺計を併用して呼吸数を算出した場合の方が有意にリファレンスとの相関係数が高い．これらのことは、重心動揺計による体動除去が有効であること，それにより呼吸レーダーを用いた呼吸数の測定精度が向上することを示している．また，計測時間が 30 秒の場合でも，重心動揺計を併用して体動除去を行うことにより相関係数が r=0.67 となり中程度の相関があるため，さらなる精度向上と計測時間の短縮を行うことにより、検疫の現場での運用が期待される.

3. 参考文献

(1)Takemi Matsui, 他 : A Nobel Screeing Methodology for Influenza Febrite Patients using a Newly-Developed Non-Contact Screening System, *Journal of Infection*, (60) : 271-277, 2010

[連絡先]
吉田真太郎
〒192-0373 東京都八王子市上柚木 2-8-12
ブルーベル 105 号
e-mail : shintalow.yoshida@gmail.com
Tel : 090-3652-4035

日 E10-2

操船シミュレータの映像と動揺が重心動揺に及ぼす影響

○吉村健志*, 疋田賢次郎*, 三友信夫*, 村井康二**, 林祐司**
(*海上技術安全研究所, **神戸大学)

An Effect of Optokinetic Stimulation and Motion of Bridge Simulator on Body Sway

Kenji Yoshimura*, Kenjiro Hikida*, Nobuo Mitomo*, Koji Murai**, Yuji Hayashi**
(*National Maritime Research Institute, **Kobe University)

1. はじめに

人は、身体の傾きや向き、動き等の自身の姿勢に関する情報を、内耳の前庭器、深部感覚、皮膚感覚、及び視覚から取得し、これらの情報を統合して姿勢を保持する平衡感覚を有している。通常、開眼時の重心位置の移動量(重心動揺)は、閉眼時と比較して小さくなる。これは、前庭器等による姿勢の保持機能を、視覚情報によって補っているからである。身体の重心を水平支持面上に鉛直に投影したときの支持面上の位置を重心位置といい、重心位置の計測を伴う重心動揺検査は、めまいや平衡感覚の診断及びその経過観察に用いられ、医学・生理学の分野では長い歴史をもつ[1]。

一方、視野の中の広い部分を占める風景がある一定の方向に動く映像刺激(視運動刺激)は、静止状態の人に主観的な流れや傾きを感じさせる。これを、視覚誘導自己運動感覚という。また、視運動刺激に合わせて人の重心位置が移動することも確認されている[2]。重心動揺は、シミュレータや仮想現実空間内での臨場感・没入感の評価指標としても用いられている[3]。

筆者らは、操船シミュレータのスクリーンに投影される横揺れの視運動刺激が、重心動揺を生起させることを実験により確かめた[4]。海上技術安全研究所(海技研)の操船シミュレータは、臨場感・没入感を高めるため、波浪による船体の動揺を床面の傾きで再現できる。また、スクリーンに投影される船体の傾きと、床面の傾きの割合を変えて船体動揺を再現できる。しかし、平衡感覚と視覚誘導自己運動感覚を誘発する刺激が混在したときに、これらの刺激が生理的な反応に与える影響は明らかにされていない。また、動揺する船橋内で生理計測を行い、妥当性の高い評価を行うためには、これらの影響を明らかにする基礎的なデータが必要である。

そこで、本研究[5]では、床面の傾きで船体動揺を再現できる操船シミュレータを用いて、動揺刺激と視運動刺激の割合を変化させて再現した船体動揺が、実験参加者の生理的な反応に与える影響を、重心動揺を指標として明らかにする。

2. 実験

2.1 実験参加者

操船実務経験者 13 名が、実験に参加した。参加者の年齢は、20 歳から 64 歳まであり、平均すると 45 歳であった。いずれの参加者も健常者であった。実験は、海技研が内規で定める「人間を対象とする実験に関する倫理及び安全管理規程」、及び「人間工学実験取扱細則」に則って行われた。

2.2 実験条件

海技研の操船シミュレータを使用して実験を行った。実験では、横傾斜角が最大で 2.0 度、縦傾斜角は最大で 1.5deg となるように波浪を発生させた。実動揺率 100%の際のロールとピッチの傾斜角を、図 1 に示す。なお、本研究では、再現したい船体動揺のうち、床面の傾きによって再現した動揺の割合を、実動揺率として定義した。実験は、7 条件で行い、それぞれの実動揺率は、0%、10%、30%、50%、70%、90%、100%とした。

2.3 計測評価項目

重心動揺は、船橋の中央に設置した重心動揺計で、一条件あたり開眼及び閉眼でそれぞれ 60 秒間計測した。重心動揺を解析・評価する項目は、実験参加者の重心位置が単位時間あたりに描く軌跡の長さ、単位時間軌跡長(cm/s)を用いた。また、閉眼時の重心動揺を開眼時の重心動揺で除した値で、視運動刺激が重心動揺に及ぼす影響を評価する指標のひとつである Romberg 率[6](以降、RR)を、単位時間軌跡長に基づいて求めた。

3. 結果と考察

実験条件別にみた単位時間軌跡長の平均値と標準偏差値を図 2 に示す。また、いずれの刺激も与えない状態での計測値(Standard Value, SV)を示す。

図 1 実動揺率 100%時のロール角度とピッチ角度

図 2 実験条件別にみた単位時間軌跡長
(mean±S.D.)

図 3 実験条件別に見た Romberg 率(mean±S.D.)

まず、実動揺率と単位時間軌跡長の平均値との相関を求めた。相関係数 α は、開眼時で 0.9626、閉眼時は 0.9900 であった。このことから、いずれも床面が傾いた分だけ、重心が動揺することが分かる。一方、図 3 に示した RR を見ると、何も刺激を与えない状態での RR が 1.40 であったのに対して(健常者の RR 平均値は 1.4 から 1.5[7])、動揺刺激を与えると、RR はいずれも減少している。これは、動揺刺激の影響と比較して、視運動刺激による重心動揺への影響が大きいことを示している。特に、実動揺率 0%条件では、開眼時の重心動揺が、閉眼時の重心動揺を上回っていることから、視運動刺激による影響が比較的大きく現れた結果といえる。ただし、動揺刺激を加えた実動揺率 10%条件から 100%条件では、実動揺率と RR との間に有意な相関は得られなかった。

これらの結果から、視運動刺激だけでも重心動揺は誘起される。しかし、動揺刺激を加えると、視運動刺激の影響は小さくなり、重心動揺は主に動揺刺激の影響を受けるようになることが分かった。

4. まとめ

操船シミュレータの視運動刺激と動揺刺激が、重心動揺に及ぼす影響を明らかにするために、海上での勤務または実習経験者を実験参加者とした実験を行った。その結果、視運動刺激のみの場合を除き、動揺刺激が重心動揺に影響を与える主要因となることを確認した。本実験の結果より、動揺刺激によって実験参加者の生理的な反応を評価しようとする実験では、たとえ、視運動刺激による影響があったとしても、床面を傾斜させる動揺刺激が必要であることを示した。

参考文献

(1) M. H. Romberg : A manual of the nervous diseases of man, Sydenham Society, London, Vol.2, 1853.
(2) 市川真澄, 渡邊悟:直立姿勢に対する視覚情報の影響(<特集>姿勢制御と感覚情報), バイオメカニズム学会誌, Vol.15, No.2, pp.59-64, 1991.
(3) 竹田伸, 金子照之:広視野映像が重心動揺に及ぼす影響, テレビジョン学会誌, Vol.50, No.12, pp.1935-1940, 1996.
(4) 村井康二, 三好雄一:シミュレーターによる視覚と身体応答の関係に関する基礎研究, 日本航海学会論文集, Vol.103, pp.167-173, 2000.
(5) 疋田賢次郎, 吉村健志, 村井康二, 林祐司:身体重心動揺を指標とした操船シミュレータの船体動揺表現の評価, 日本航海学会論文集, Vol.127, pp.223-228, 2012.
(6) 日本平衡神経科学会運営委員会:重心動揺検査のQ&A, 手引き(1995), Equilibrium Research, Vol.55, No.1, pp.64-77, 1996.
(7) 今岡薫, 村瀬仁, 福原美穂:重心動揺検査における健常者データの集計, Equilibrium Research, Vol.56, No.12 Supplement, pp.1-84, 1997.

日E10-3

セラミック圧電素子を用いた就寝時における生体情報の取得

○山内航平*, 鈴木郁**
(*法政大学大学院工学研究科, **法政大学理工学部)

Obtaining biological information by ceramic piezoelectric devices while sleeping

Kohei Yamauchi*, Kaoru Suzuki**
(*Graduate School of Hosei University
**Hosei University)

1. 序論

1.1 はじめに

近年,高齢者社会が進むにつれて,病院や介護施設において,就寝時における体動や呼吸,脈などの生体情報を取得する需要が増加している.生体情報を取得することによって様態が変化したときに早期に発見することができ,また,体動を知ることでベッドからの転落事故を事前に防ぐことも可能になるためである.介護士が入所者を監視し続けることができれば,様態の変化等に早期に発見することができるのだが,それは困難であるため,自動で生体情報を取得するシステムが必要となる.そこで,安価なつくりのセンサを用いて就寝時の生体情報を取得する方法について研究を行っている.

1.2 研究方法

本研究は,病院や介護施設などで入所者の生体情報を取得し,介護士に知らせることを目的としている.現在使用されている似た用途のものに,腕時計型センサが挙げられるが,被験者への装着が必要なため負担が大きいという問題がある.そこで,被験者への装着をしない,"枕の下","ベッドの脚の下"の 2 パターンにセラミック圧電センサを設置し,生体情報を取得した(Figure 1).セラミック圧電センサは,セラミック圧電素子を用いて作成した.セラミック圧電素子は,電圧を与えることで歪む性質があり,一般的にブザーの発音部分等に用いられているが,その可逆的な性質をから,歪んだ時に電圧の変化が生じる.

Figure 1.センサの設置場所

Figure 2.枕センサ簡易図

Figure 3.ベッドの脚センサ簡易図

2. 装置概要

2.1 セラミック電圧素子

本実験では,セラミック圧電素子の,中央のセラミック部分が歪むことで生じた電圧の変化から生体情報を取得する.しかし,一定の方向に定常的な力が加わっている状態では電圧に変化が生じないため,電圧の変化がなく,情報が取得できない.なので,生体情報を効率良く取得するためには,セラミック圧電素子を適度に歪ませる必要がある.しかし,セラミック圧電素子が適度に歪むための構造が枕の下とベッドの脚の下で異なる.そこで,枕の下に設置する場合と,ベッドの各脚に設置する場合でそれぞれ異なるものを使用した.

Figure 5. 就床から離床までの電圧の変動

上：ベッドの脚の下に設置したセンサの出力電圧

下：市販の心拍計による出力

Figure 6. 脈による電圧の変動

2.2 枕の下に敷いたセラミック圧電センサ

3 枚のセラミック圧電素子を 2 枚のアクリル板(それぞれの厚さ 2mm,3mm)で挟んだ構造をしている.セラミック圧電素子は 3 つ横並びではなく三角形になるように配置した(Figure2).樹脂製の板同士は接着剤(二塩化メチレン)で接着した.

2.3 椅子の下に敷いたセラミック圧電センサ

セラミック圧電素子が張り付けられたステンレスの板を支えるため円形の 2 段階の窪みがある樹脂製の土台にはめた.また,樹脂製の土台が,上からの大きな負荷で歪むことのないよう,十分な厚さのアルミ板を土台の下に取り付け強度を上げた.また,ステンレス上部にアクリル板の円柱突起を付け,さらにその上にアルミ板を取り付けた(Figure 3).接着には全て二液混合で接着後に硬くなる接着剤で接着した.

3.実験方法

セラミック圧電センサから発生した出力を,チャージアンプとA/Dコンバータを介して数値としてパソコンに取り込んだ(サンプリングレート 50Hz).取り込んだセンサ出力値を,パソコン上でバンドパスフィルタによって濾波し,10 秒の区間ごとに実効値振幅(RMS)を求める.

バンドパスフィルタの通過帯域は目的とする生体情報ごとに変える.枕の下に設置したセンサでは,主に体動を取得することを目的としているため,通過帯域 0.2Hz～1.0Hz のバンドパスフィルタで濾波する(Figure 4.).また,呼吸は体動と同じ通過帯域(0.2Hz～1.0Hz),脈は 0.5～2.0Hz の通過帯域で濾波する.

4.結果と考察

センサを枕の下に設置した場合,頭が枕のどこに乗っているのかでセンサ内の三つの素子で得られる RMS の値が大きく異なった.そこで,三つの素子の 10 秒間の RMS を各々求め,その三つの中から最大の値を,その 10 秒間の区間の代表値とした.起床から離床までのすべての区間において RMS の代表値を求め ，就床から離床までの電圧の変動を求めた(Figure 5).電圧の変動から,就寝者がベッドの上で頻繁に動いている時刻や,ベッドから起き上がった時刻が伺える.しかし,枕の下に設置したセンサでは呼吸や脈などの生体情報を安定して取得することは難しかった.また,寝相が悪く枕から頭が外れた場合には,体動も取得できなくなった.それに対し,ベッドの脚の下に設置した場合は,体動だけでなく呼吸や脈といった生体情報まで取得することできた(Figure 6).

取得できる生体情報の量と安定性では,セラミック圧電センサをベッドの脚の下に設置した場合の方が,枕の下に設置した場合よりも,優れていた.しかし,設置の容易さによる介護者等への負担の小ささでは,枕の下に設置した場合のほうが優れているため,用途によって選択していく必要がある.

5.参考文献

1) 上坂吉則,MATLAB プログラミング入門, 牧野書店,2010

2) 中村尚五,デジタルフィルタ(ビギナーズ), 東京電機大学出版局,1989

[連絡先]

山内航平

法政大学小金井キャンパス 人間工学研究室

〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2

e-mail：kohei.yamauchi.3s@stu.hosei.ac.jp

Tel：042-387-6343

日E10-4

同時・同所での複数人の合意を証明する生体認証

○征矢裕加*, 西内信之*, 橋爪絢子*
(*首都大学東京大学院　システムデザイン研究科)

Biometric authentication to prove the agreement of people at the same time and place

Hiroka Soya*, Nobuyuki Nshiuchi* and Ayako Hashizume*
(*Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

生体認証は、人間の身体的特徴または行動的特徴を用いて行う個人認証方法である[1]。IC カードなど人工物による認証や、パスワードや暗証番号など記憶による認証と比較すると、生体認証はカードの紛失やパスワードの忘却の危険性がなく、利便性の高い認証方法であるといえる。また生体認証において照合時に取得する生体情報は、記憶認証におけるパスワード等が記号としての意味しか持たないのに対し、生体情報自体に多くの情報を持っている。

本研究では、多くの情報を有する生体情報を個人認証以外の利用方法はないかを探ることを目的とし、複数の生体情報から生成する新たな情報から、複数の人間が同時・同所にいることを示す認証法を提案するものである。

2. 提案する認証システム

2.1 システムの概要

まずは、2 人のユーザの指紋を用いて実験を行った。初めに各ユーザの指紋により個人の認証を行う。続いて、それぞれの指紋のテンプレートの右上どうしの距離を求め、その距離に再現性があれば、2 人が指を接触させて指紋を撮影していることがわかり、すなわち、2 人のユーザは同時・同所に合意をして認証装置に生体情報を提示したとみなすことができる。

本システムの具体的な応用例としては、重要な会議に出席したことの証明、重要な契約等で複数人の合意したことの証明などが考えられる。

図 1　提案する認証法の概要

2.2 ハードウェア構成

図 2 に示す実験装置で指紋の撮影を行った。1 台の CCD カメラと、プリズムの下に設置した照明により、プリズムの上に指を置いたときの指紋の谷線部分での乱反射により隆線部分を撮影している。

2 名のユーザの指紋を撮影するときには、まず 1 名が、図 3 のように指の先端と側面のガイドに合わせてプリズムの上に置き、もう 1 名が指の先端と、先に置いてある指の側面に合わせて指を置くようにする。

図 2　認証システムのハードウェア構成

図 3　2 名の指紋を撮影する際の指の置き方

2.3 ソフトウェア構成

提案する認証システムのソフトウェア構成を以下に示す。図 4 は全体のアルゴリズムフローであり、各ステップのアルゴリズムについては、以下の各項で具体的に述べる。

図 4　認証のアルゴリズムフロー

2.3.1　各ユーザの指紋の照合

本研究では、指紋の照合にテンプレートマッチングを用いた。本研究で用いた入力画像が 640×480 画素であるのに対して、80×80 画素テンプレート画像により、図 5 のように画像内で最も類似度の高い指紋部分を抽出した。

なお、テンプレートマッチングの前処理としては、ノイズ除去、2 値化、細線化・膨張を行っている。

図 5　テンプレートマッチングによる指紋照合

2.3.2　指紋間の距離の照合

各指紋のテンプレートの範囲での右上位置を求め、その 2 点間の距離を求める(図 6)。

図 6　指紋間の距離の算出

3. 提案手法の評価実験

3.1　実験目的

本研究で提案した認証アルゴリズムによって、複数の指紋間の距離に再現性があるかどうかを検証する。これにより、指紋間の距離が設定したある範囲内で検出されれば、それぞれの指紋を有するユーザは同時・同所であると証明できる。

3.2　実験方法

健康な大学生の 6 名の指紋を以下の条件で撮影した。1 名の被験者(被験者 6)は、全ての試行をおこない、残りの 5 名の被験者が指を並べて撮影し、1組につき 20 回の撮影を行った(図 7)。

図 7　評価実験における認証の組み合わせ

3.3　実験結果および考察

各被験者の指紋間の距離の標準偏差を表 1 に示す。被験者 5 名のうち 4 名の指紋間の距離の標準偏差は 30pix 以下(1mm=20pix)となっており、ほぼ一定の指紋間距離が得られていることがわかる。以上の結果から、得られる指紋間の距離には再現性があると考える。

表 1　評価実験結果

	被験者1	被験者2	被験者3	被験者4	被験者5
距離標準偏差[pix]	18	13	15	14	30

4. まとめ

本研究では、生体情報を個人認証以外の利用方法はないかを検証するため、複数の指紋から生成する新たな情報により、複数の人間が同時・同所にいることを示す認証法を提案した。認証精度は各指紋の照合において、指紋の回転等を考慮することで更なる改善ができると考える。本研究では、距離というスカラーのみを用いたが、今後は複数のパラメータを取得することで、同時・同所を証明する手法を検討する。

参考文献

1) 瀬戸洋一, ソフト・リサーチ・センター, バイオメトリックセキュリティ入門,2004.

[連絡先]
征矢　裕加
首都大学東京大学院　システムデザイン研究科
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail：soya-hiroka@sd.tmu.ac.jp

日D11-1

臨場感と現実感の定量化と評価の追加実験

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

The Additional Experimental of Quantification and Assessment of Sense of Presence and Reality

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

1. はじめに

バーチャルリアリティ(以下VR)を用いたシステムに関して数多くの研究が行われ、そこで臨場感や現実感の評価が行われてきた。

これに関して本研究では、臨場感に加えて現実感に関しても先行研究 [1]と同様の方法で調査を行い、さらに3D画像の評価実験を行うことで調査結果を検証した。

前々報では臨場感と現実感の印象調査を行い、その結果を解析した [2]。また前報では、調査結果を用いた実験を行った [3]。本報では、前報の結果から生じた疑問点を解消するために再度実験を行った結果を報告する。

2. 前報までに得られた結果と疑問点

前々報で行った臨場感と現実感の印象調査より、臨場感と現実感を評価する評価指標として、迫力因子、評価性因子、現実性因子の三つの因子を抽出した。

また、前報で行った3D画像を用いた臨場感と現実感の評価実験の結果、提示画像に関して印象調査の結果に近い評価を得た。ただし、以下の課題が残った。

① 迫力因子の評価項目の再検討
② 迫力・現実性因子に共通する評価項目「平面的－立体的」と、他の迫力・現実性因子の評価項目との評価の不整合についての検討
③ 画像に人の姿が含まれると現実感の評価が高まるのかどうかの検証
④ 画像によって複数の因子で評価が高くなることがあり、それによって因子間の分離ができなかったことへの検討

これらの課題を解消するため次の実験を行った。

3. 追加実験

前報での課題を解消するため、前報と同様の方法で、提示画像と評価項目を変更して実験を行った。

3.1 評価項目と画像の選定

評価項目は、課題①から、「静的な－動的な」の評価項目を「狭い－広い」と変更した。また課題②から、画像の立体感を別の側面から評価するため、「奥行きのない－奥行きのある」の評価項目も追加し、計 11 個で評価を行った。

画像は、前報の結果で各因子の評価が高かった3枚の画像(画像1～3)に、7枚の画像を追加した。課題③から、前節の画像3より人の姿を消した画像(画像7)を用意した(画像7)。また課題④から、それ以外の6枚は、因子間の分離を行うために、各因子が高評価を得ると想定される画像を選定した。表1に画像の一覧を示す。

(a) 画像3　　(b) 画像7

図1. 実験で使用した画像の例

表1. 実験で使用した画像の一覧

画像番号	想定される高評価因子	画像の内容
画像1	迫力・現実性	芝浦工大豊洲校舎
画像2	迫力	ブランコに乗る子供
画像3	評価性・現実性	沖縄の道(人の姿あり)
画像4	現実性	建物と路地
画像5	評価性	一面の広い海
画像6	現実性	夕暮れの駐車場
画像7	評価性	沖縄の道(人の姿なし)
画像8	評価性	人の姿がある港
画像9	現実性	木々の横を歩く学生達
画像 10	迫力・評価性	雲と海

3.2 実験方法

前報と同様の方法で実験を行った [3]。

画像の提示順序は、画像1～10で昇順と降順の二種類を用意した。

4. 実験結果・考察

20代の学生11名(男性10名、女性1名)に対し印象評価の実験を行った。

10枚の画像に対して、評価項目ごとに評価点の平均値を算出し、中央値との差の検定を行った。評価の平均値の結果を図2に示す。

図2. 画像1, 2, 3, 6, 7, 9の評価の平均値

4.1 迫力因子

画像1と画像2で、有意確率1%で高い評価を得た。この結果は、前報での実験結果に近い結果となった。

画像2において迫力因子の評価が高くなったのは、この画像が動的な迫力を表現しているためであると考えられる。

また画像9では、「平面的－立体的」と「奥行きのない－奥行きのある」の二つの形容詞対が高い評価を得ており、同時に迫力因子に属する形容詞対は低い評価を得ていた。ここから、立体的であると評価された画像で、迫力因子の評価が低くなる場合があることが示された。

以上のことから、迫力因子は被験者に動感を想起させるような画像であるかどうかが影響していると考えられる。

4.2 評価性因子

画像3と画像7で、有意確率1%で高い評価を得た。画像3の結果は前報での実験結果に近い結果となった。また、評価性因子の評価が高い傾向にあった画像3、画像5、画像7、画像10は、全て海や空などの自然の風景の画像であった。

このことから、評価性因子の評価には自然の風景の画像かどうかが影響していると考えられる。

4.3 現実性因子

画像1、画像3、画像9で、有意確率1%で高い評価を得た。画像6では全体的に評価が低いが現実性因子のみ若干高い評価を得ていた。また画像3と画像7を比較したところ、画像3の方が現実性因子の評価が高かった。

画像1と画像3の結果は前報での実験結果に近い結果となった。そして画像9では、他の因子の評価は高くはなく、因子間の分離に活用できる画像であると考えられる。

現実性因子の評価が高くなった画像には、被験者が日常的に目にする光景の画像が多かった。また、人の姿が写っている画像も多かった。

このことから、現実性因子の評価には、普段目にすることのできる光景であるかどうか、また人の姿が写っているかどうかが影響していると考えられる。

5. まとめ

本報では、前報の結果より得られた疑問点を解消するために実験を行った。結果、疑問点に対して以下のことが分かった。

① 迫力因子の評価は適切に行うことができた
② 人の姿によって現実性因子の評価は高くなる
③ 因子の分離に成功した
④ 立体的であり奥行きがあると評価された画像で、迫力因子の評価が低くなる場合がある

また、今回の結果から新たな課題が生じている。

① 静的な画像に対し迫力因子の評価が高くなる条件の検討
② 現実性因子の評価における、日常的に目にする光景であるかどうかと、人の姿があるかどうかの影響の分離

今後は、これらの課題を解明するために実験を行う。

6. 参考文献

1) 寺本渉他:“臨場感の素朴な理解”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 Vol.15, No.1, pp.7-16, 2010.
2) 飯村浩平他:“臨場感と現実感の定量化と評価に向けた調査”, 日本人間工学会関東支部第41回大会講演集, B1-2-3, pp.34-35, 2011.
3) 飯村浩平他:“臨場感と現実感の定量化と評価の実験”, 日本人間工学会第53回大会講演集, 2E3-4, pp432-433, 2012.

[連絡先]
飯村浩平
芝浦工業大学理工学研究科
〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5
e-mail : ma12006@shibaura-it.ac.jp
Fax : 03(5859)8501

日D11-2

作業達成プロセスにおける"気づき"について

○笠松慶子[*], 木曽宏顕[**], 神宮英夫[***], 福住伸一[****]
([*]首都大学東京システムデザイン学部, [**]日本電気株式会社情報・メディアプロセッシング研究所,
[***]金沢工業大学 情報フロンティア学部, [****]日本電気株式会社 情報・ナレッジ研究所)

The Factors of "Awareness" on the Process of Task Achievement

Keiko Kasamatsu[*], Hiroaki Kiso[**], Hideo Jingu[***], Shin'ichi Fukuzumi[****]
([*]Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University,
[**]Information and Media Processing Laboratories, NEC Corporation,
[**]College of Information Science and Human Communication, Kanazawa Institute of Technology,
[****]Knowledge Discovery Research Laboratories, NEC Corporation)

1. はじめに

ユーザがある作業を達成するプロセスでは，何らかの"気づき"が起こる。例えば，取扱手順書がなかったり，読まないでタスクを行う状況のように，ゴールへの手順が明確でないタスクでは，試行錯誤を重ねながらゴールにたどり着きそうな手順を探って，ゴールに到達するというステップを踏む．このときゴールにたどり着きそうな手順に関する"気づき"を誘発してくれるシステムがあると，タスクを遂行しスキルとして獲得するために非常に有用である．

そこで，"気づき"を誘発してくれるシステムを開発するために，"気づき"のメカニズムの解明が必要であると考えられる．本研究では，"気づき"が起こる作業達成プロセスとして，「出来そうだと感じた」「出来たと感じた」「コツをつかんだと感じた」「見通しが立った」の4つを取り上げ，それぞれどのような要因を含んでいるのかについて調査し，その分類を試みた。

2. 方法

2.1 "気づき"について

本研究では，ある作業プロセスの中で生起する以下のような4つの"気づき"を対象とした．

1)出来そうだと感じた:ゴールに向かう方法を見つける
2)出来たと感じた: ゴールを達成できる方法を見つける
3)コツをつかんだと感じた:成功経験を認知しゴールを達成する方法を見つけ，そのプロセスを反復できる
4)見通しが立った:ゴールを見据えたサブゴールに向かう方法を見つける

2.2 調査方法

日常生活において，"気づき"が起こる作業プロセスについて調査するため，日記方式による調査を行った．対象者は33名で，2.1の4つの"気づき"が起こった事象とその内容について詳しく記入し，その"気づき"の強さを4段階で記録した．調査期間は1週間とした．

2.3 分析方法

各"気づき"について，KJ法を用いて3名の分析者により内容分析が行われ，タグ付けがなされた．また，"気づき"を感じた強さについて4段階で得点化した．

3. 結果

4つの"気づき"それぞれについて，その他に分類される回答を除外したタグ付けに有効な回答数は，以下の

図1 「出来そうだと感じた」における分類

図2 「出来たと感じた」における分類

図 3 「コツをつかんだと感じた」における分類

図 4 「見通しが立った」における分類

通りであった.「出来そうだと感じた」は 57,「出来たと感じた」は 61,「コツをつかんだと感じた」は 54,「見通しが立った」は 67 であった.

これらの 4 つの"気づき"に対して, KJ 法によりタグ付けを行い, 分類した. さらに, "気づき"の感じ方の強さに対して得点化を行った. 気づきの分類, 回答数の内訳および気づきの強さ得点の平均値を図 1～4 に示す.

4 つの"気づき"全体から見ると,「出来そうだと感じた」「出来たと感じた」「コツをつかんだと感じた」の 3 つには, 練習や手順, 手がかりなどの類似する事象が見られ, 一方,「見通しが立った」では, 理解や達成などの事象が見られた.

「出来そうだと感じた」については, 手順・段取りに分類される"気づき"が多く生起する結果ではあったが, "気づき"の強さからみると, 成功体験による"気づき"で強く感じていた.

「出来たと感じた」については, 努力による"気づき"が最も多く, 強く感じていた結果が得られ, 続いて, 達成や手順に分類される事象が多かった.

「コツをつかんだと感じた」については, 練習試行錯誤に分類された"気づき"最も多く, 強く感じており, 続いて, 手順や手かがり・知識に分類される事象が多くみられた.

「見通しが立った」については, 何をどうすればよいか分かるに分類された回答が最も多かったが, "気づき"の強さ得点からみると, 準備が整う事象で最も"気づき"を強く感じていることが認められた.

4. 考察

作業達成に至るには, そのためのスキルを獲得する必要がある. スキルの獲得とは, コツをつかんで上手にできるようになること, 熟達すること [1]であり, 佐藤 [2]によるとコツをつかんだということは, うまくできたときの自分の動きの中にそれまでと違う感覚構造を見つけ, その動きを反復できるようになることである. 本研究では, スキルを獲得するに至るプロセスの中で作業を達成するための 4 つの気づきに着目し, その要因を分類した. その結果から,「出来そうだと感じた」「コツをつかんだと感じた」については, 手順や段取りに関する事象や練習したり試行錯誤を行う事象が特徴としてみられ, 作業を達成するためにはこの種の気づきが強く関連していると考えられた. 一方,「見通しが立った」については, 事象に対する理解やリストアップするなど, 計画性が関連している要因が抽出され, 時系列的に他の 3 つの気づきとは異なる捉え方をしていることが認められた.

5. おわりに

本研究では, スキル獲得の際に生起される気づきの要因を把握しその分類を行った. その結果, 気づきの段階により, 生起される気づきの要因が異なることが認められ, 段取りや反復経験による気づきと理解や計画性による気づきがあった. これらのことから, 作業のタイプ別に気づきを生起させる方略を区別し, システムに組み込む手法について検討していく.

6. 参考文献

1) 小林大二, 庄司陽平, 山本栄:手動制御のスキル獲得過程におけるオペレーターの脳波に関する研究, 日本橋学館紀要, 第 6 号, 63-75, 2007.

2) 佐藤徹:コツをつかむ、コツを伝える, 日本体育学会大会号, 55, 26, 2004.

[連絡先]
笠松慶子
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
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail : kasamatu@sd.tmu.ac.jp

日D11-3

学童期から培われた運動の記憶とその活用

○瀬戸眞弓*
(*日本工業大学)

Use of motor memory that was cultivated from childhood

Mayumi Seto*
(*Nippon Institute of Technology)

1. はじめに

これまでの筆者の研究から,過去の記憶を遡ることができる生活用品を映した画像をみた回想時には、言語連合野の活動を中心に、側頭における大脳皮質の皮質 - 皮質投射による情報の伝達の様式から、高齢者の脳の活動がいっそう高まり、とくに言語活動にも密接に関係あることがわかった [1]。これは回想法として一般化された、高齢者の脳の活性化を図る方法を脳活動から検討したものである。今回は、ラジオ体操の音楽を中高年の男女に聴かせたところ、学童期から高校期において継続的に実践された体操が想起され、その情報が大脳皮質において伝達されるネットワーク活動を、主に脳波のβ波を指標に検討した結果から、ある十分な期間にわたって、身体的運動とともに記憶された音楽を聴くことによる、高齢期におけるリハビリ効果への期待に関連するケアの環境への活用を問いかける。

2. 方法

2.1 被験者

被験者は小・中・高と日本国内で過ごし、学校の体育の授業等において、ラジオ体操を継続的に学習したことがある人たちとし、日常生活に支障をきたすような持病を持たず、長谷川式スケールでの聞き取り検査で認知症とは認められず、脳疾患のない、右利きの中年者(53.3±3.83 歳)と高齢者(67.3±3.01 歳)の合計 12 名。

2.2 手続

実験は室温 23±0.2℃、(湿度 50.0±0.3%) に設定した人工環境室内シールドルーム内で行われた。被験者は 128 チャンネルの電極を装着し、実験用安楽椅子に腰かけ、両手は手のひらを下にして軽く膝の上に置き、両足は膝を軽く曲げた状態で行われた。被験者には、シールドルーム内に流される NHK ラジオ第 1 体操の音楽(ピアノ伴奏のみ)を聴いてもらい、ラジオ体操の様子を自身の内的イメージで想起するように指示し、対照課題として、①開眼時の安静状態 (2 分間) と、②ラジオ体操の曲のように活動的なリズムをもつ、全く別のピアノ曲を被験者に聴いてもらい、脳波を記録した。さらに脳活動は、各周波数別 (α波 : 8～13Hz, β波 : 13～30Hz) に 2 ミリ秒間隔で記録し、それをコンピュータの MRI 画像上で各電極と対応させ解析した。また、左前頭前野と右前頭前野において、1 秒間に、より強い活動の状態になる回数について検討した。統計処理は、β 波成分を中心に、グループ (中年者・高齢者) ×活動内容 (「ラジオ第 1 体操の音楽のみ」を聴いた時、「バイエル 88 番」のピアノ練習曲を聴いた時) の、それぞれの要因を用いて、1 要因が独立、1 要因に対応のある 2 元配置分散分析を行った。有意水準は 5%未満とした。

2.3 倫理的配慮

実験の対象者には本研究の目的および方法と、研究への参加の自由や中途での辞退の権利、プライバシーの保護について書面と口頭で説明を行い、同意書への署名をもって同意を得た。

3. 結果

3.1 運動連合野の活動

どのような運動を行うかに深く関係する部位である補足運動野及び運動前野では、開眼安静時よりも、ラジオ体操の音楽を聴いた時のほうが中年者及び高齢者ともに顕著な活動が見られた。ラジオ体操の音楽と同様にリズミカルであるが、全く別の曲であるピアノ練習曲を、同じ被験者に聴かせたところ、補足運動野と運動前野にはラジオ体操の曲ほどの顕著な活動が認められなかった。

3.2 その他の活動部位

聴覚情報は、側頭連合野から言葉をつくり出す場所であるブローカ野に活動が推移する場合、あるは側頭連合野のウェルニッケ野から頭頂連合野の角界や側頭連合野のブローカ野に活動が推移する場合、また、頭頂連合野の活動が運動連合野に推移し、前頭前野に移行する場合、ブローカ野の活動において前頭前野との反復活動が生じる場合などの多様な活

動が認められた。さらに、視覚野のあたりも活動が認められた。

図1 高齢者における聴覚刺激による脳活動
(ラジオ体操の音楽 - ピアノ演奏のみ)

また左右の前頭前野における活動の状態を、活動の相対的度合いで表される画像の様子から検討したところ、ラジオ体操の音楽を聴いた時のほうが、ピアノ練習曲バイエル88番や、開眼安静時よりもよく活動した。どちらにも有意差（$p<0.01$）が認められた。またバイエル88番の曲と開眼安静時における前頭前野の活動では、有意差は認められなかった。

4. 考察

脳波周波数成分のうち、β波成分（13～30Hz）による、音楽を聴いた時の補足運動野及び運動前野の活動を捉えたが、練習を継続的にした経験をもつアマチュアの弦楽器演奏者が、弦楽器の曲を聴くと指を動かす運動領域が活性化するとの報告がKimらによって報告されている[2]。どのように運動活動をするかに深く関係するこれらの部位の活動は、高齢者・中年者ともに、開眼安静時よりも、ラジオ体操の音楽を聴いた時のほうが強いことが明らかになり、また、同曲と同じようにリズミカルだが全く別の曲では、このような活動が顕著に認められなかったことから、ラジオ体操の音楽を聴くことと補足運動野と運動前野の活動における関連が示唆された。

また、聴覚野を含む側頭連合野やブローカ野、イメージ想起に関係する視覚野のあたり[3]の領域が活性化したこと、下側頭皮質は視覚パターンの記憶の貯蔵に関与しているとの報告[4]、またその映像的な記憶をよみがえらせることによって、脳内の言語中枢の機能が働くとの報告[1]から、体操の様子を自身の内的イメージによって想起しながらラジオ体操の音楽を聴く時には、過去に記憶されたラジオ体操の身体的動きを、脳内で言葉とともに再現している可能性が示唆される。一方、前頭前野は、ラジオ体操の音楽を聴いた時に、開眼安静時と別の曲を聴いているときよりも活動していることから、この時は、他の2つの場合よりも、情報の統合と意思決定[5]が盛んに行われていると考えられる。

ところで、ラジオ体操は、小学校時代から行った体操が、中高年になっても、多くの人たちに、身体運動として記憶されていると位置づけられる。同じように子ども時代から行い、記憶された身体運動としては、盆踊りやフォークダンスが考えられる。

5.まとめ

中高年の人において、ラジオ体操の音楽を聴く事は、脳の運動出力の準備に関与している運動連合野を活性化させ、さらに運動野の出力細胞を活性化させ、運動を容易に引き起こす状態を生じさせているという意味において意義がある。

今回の実験では、ラジオ体操の音楽を被験者に聴いてもらう時に、その運動内容を内的イメージで想起してもらった。ケアの環境においては、そのようにイメージ想起への動機が繰り返し行われることが望ましいのではないだろうか。人的な「声かけ」によるものでも構わないが、やはり体操しようとする利用者本人の自発的な想起による意思内容の濃淡にも加担したい。例えば、体操する本人の脳内におけるイメージ動作を読み取り、眼前のスクリーン上に再現映像となったイメージ通りの動きを、自分の動作確認としてみなすことが可能であれば、そのことが、利用者本人による自発的に繰り返される想起への動機となる可能性がある。

参考文献

1) 瀬戸眞弓他(2003) 健常高齢者における映像の回想中の脳活動-脳波からの解析-. Health Behave Science 2:33-37.

2) Kim DE.et al.(2004) Musical training-induced functional reorganization of the adult brain: functional magnetic resonance imaging and transcranial magnetic stimulation study on amateur string players. Hum Brain Mapp,23:188-199

3) 新井安充(1999) 脳のしくみ. 日本実業出版社

4) Naya Y.et al(2001) Backward spreading of memory-retrieval signal in the primate temporal cortex. Science 291:661-664.

5) Koechlin E.et al(2000) Dissociating the role of the medial and lateral anterior prefrontal cortex in human planning. PANS 97(13):7651-7656

[連絡先]
瀬戸眞弓
日本工業大学工学部生活環境デザイン学科
〒345-8501 埼玉県南埼玉郡宮代町学園台4-1
e-mail：setom@nit.ac.jp
Fax：0480(33)7715

日E12-1

凸点の高さと先端部の曲率半径が携帯電話の操作性に及ぼす影響

ー触知覚特性を考慮した適切な寸法の考察ー

○齋藤健太郎*, 豊田航*, 土井幸輝**, 藤本浩志*
(*早稲田大学, **国立特別支援教育総合研究所)

Influences of the Height and the Tip Radius of Curvature of Tactile Dot on the Operational Performance in Cellular Phone: Discussions for the Appropriate Sizes Based on Tactile Properties

Kentaro SAITO*, Wataru TOYODA*, Kouki DOI**, Hiroshi FUJIMOTO*
(*Waseda University, **National Institute of Special Needs Education)

1. はじめに

視機能が低下した高齢者や視覚障害者への触覚上の配慮として，消費生活製品の操作部に凸記号が付されるようになった．2000 年には，凸記号に関する標準(JIS S 0011)が制定されたが，この規格の推奨寸法の根拠となる客観的データが必ずしも十分とは言えない．今後，凸記号の関連規格の策定及び改訂を検討する上で，推奨寸法に関する実証データが必要とされている．筆者らは，携帯電話の 5 番キーに付した凸点の高さがその操作性へ及ぼす影響を定量的に明らかにしてきた[1]．一方，市販されている携帯電話の凸点の尖り具合(先端部の曲率半径，以下:R)は様々であり，この違いによって指先で触れた際の印象が顕著に異なる．しかし，こうした先端部の R が操作性に及ぼす影響は明らかではない．そこで本研究では，触知に慣れていない中途失明者を想定して，晴眼の若年者と高齢者を対象に，凸点の高さと先端部の曲率半径 R が携帯電話の操作性に及ぼす影響を評価することを目的とした．

2. 方法

本実験では，高さと先端部の R を定量的に統制した凸点を 5 番キーに付した携帯電話を，参加者に操作させた．図 1 に操作性評価装置を示す．参加者は，晴眼若年者 16 名(平均年齢 20.0±1.2 歳)と晴眼高齢者 18 名(平均年齢 64.9±2.9 歳)であった．全ての参加者は，日常的に携帯電話を使用しており，指先に外傷や関連既往歴がなかった．凸点は高さが 4 条件(0.1, 0.3, 0.55, 0.75mm)，R が 5 条件(0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9mm)の組み合わせに，凸点がない条件を加えて計 21 条件であった．本実験では，参加者の手元を遮蔽した状態で携帯電話を持たせ，親指で課題を入力させた．課題は，1 試行につき，0 から 9 までのアラビア数字 50 個であった．試行数は，凸点 21 条件×4 試行の計 84 試行であった．評価指標は，入力課題の操作時間，エラー率の 2 つとし，高さと R を要因とした 2 元配置分散分析と Bonferroni 補正法による多重比較を行った．なお，本実験は早稲田大学研究倫理審査委員会の承認を得て実施した．

図 1. 携帯電話の操作性評価装置

3. 結果

3.1 操作時間

若年者と高齢者における操作時間の各結果を図 2 に示す．若年者と高齢者のいずれも，高さ 0.3mm 以上では，R が大きいほど早く操作する傾向であった．また，若年者と高齢者のいずれも，高さ 0.1mm は 0.3mm と比べて，操作時間が長かった．さらに若年者では，R が大きい条件において，高さ 0.75mm は，0.55mm と 0.3mm に比べ，操作時間が長かった．高齢者では，高さ 0.55mm は 0.3mm よりも操作時間が短く，高さ 0.55mm 以上において，操作時間が有意に短い状態で収束した．

3.2 エラー率

若年者と高齢者におけるエラー率の各結果を図 3 に示す．若年者と高齢者のいずれも，高さ 0.3mm 以上では，R が大きいほど正確に操作する傾向であった．また，若年者と高齢者のいずれも，高さ 0.1mm は 0.3mm と比べて，エラー率が高かった．若年者では，高さ 0.3mm よりも高くなるにつれ，エラー率が増加する傾向であった．高齢者では，高さ 0.3mm 以上ではエラー率は有意に低い状態で収束した．

3.3 総合評価

若年者と高齢者ともに，高さ 0.3mm 以上において，R が大きいほど早く正確に操作する傾向であった．若年

図 2. 操作時間

図 3. エラー率

者は，高さ 0.3mm では，総じて他の高さよりも早く正確に操作したが，高さ 0.75mm では，エラー率が高く，R が大きい条件では操作時間も長かった．高齢者は，高さ 0.55mm 以上において，早く正確に操作した．

4. 考察

結果より，若年者と高齢者のいずれも，凸点の高さが同じ場合には，先端部の R が大きいほど，携帯電話の操作性が高いことが明らかとなった．点字と同様の寸法である凸点の検出には，触覚受容器のメルケル細胞とマイスナー小体が対応し [2]，これらに対応する機械受容ユニットはそれぞれ SA-I, RA である．先端部の R が大きい凸点は，触れた際に指腹部の変形が大きく，これらの機械受容ユニットにおける神経インパルスの発火頻度が高くなるために，携帯電話の操作中に触知することが容易であった可能性があると考えられる．

また，若年者と高齢者のいずれも，高さ 0.1mm は他の高さと比べて，操作性が低かった．メルケル細胞に対応する神経基盤である SA-I の発火頻度は，刺激への皮膚の押し込みが浅いほど低いとされている [3]．高さ 0.1mm の凸点は携帯電話の操作中に触れても皮膚への押し込みが浅いために，メルケル細胞に力学情報が伝わらず，SA-I の発火頻度が相対的に低いため，検出が容易でなかった可能性がある．

一方，若年者は高さ 0.3mm，高齢者は高さ 0.55mm 以上が操作しやすい寸法であった．ヒトは加齢に伴い，触覚受容器の密度の低下や形態の変化が生じ [4]，刺激に対する応答が鈍化する．即ち，高齢者が凸点を明瞭に知覚するためには，指をより深くかつ広い範囲で変形させ，触覚受容器に対して強い刺激を加える寸法である必要がある．そのため，高齢者では，若年者が必要とするよりも高い凸点において携帯電話の操作性が向上したと考えられる．

5. 結論

本研究では，凸点の高さと先端部の曲率半径 R が携帯電話の操作性に及ぼす影響を評価することを目的とした．結果より，若年者と高齢者のいずれにおいても，凸点の高さが同じ場合は，先端部の R が大きいほど，早く正確に操作できることが明らかになった．また，若年者と高齢者において，操作性向上のために有効な凸点の高さの範囲が異なることが分かった．これは，加齢による触知覚特性の変容が一因であると考えられる．

6. 参考文献

1) 豊田航，土井幸輝，藤本浩志，凸点の高さが携帯電話の操作性に及ぼす影響に関する研究，日本機械学会論文集 C 編，Vol. 76, No. 763, pp. 690-695, 2010.
2) J.R. Phillips, R.S. Johansson, K.O. Johnson, Representation of Braille characters in human nerve fibers, *Experimental Brain Research*, Vol. 81, pp. 589-592, 1990.
3) V.B. Mountcastle, W.H. Talbot, H.H. Kornhuber, The neural transformation of mechanical stimuli delivered to the monkey's hand, Touch, Heat and Pain, pp. 325-345, 1966, Harcourt Brace.
4) M.F. Bruce, The relation of tactile thresholds to histology in the fingers of elderly people, *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, Vol. 43, No. 8, pp. 730-734, 1980.

[連絡先]
齋藤健太郎
早稲田大学人間科学研究科福祉医用人間工学研究室
〒359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島 2-579-15
e-mail：kentaro3110@asagi.waseda.jp
Tel&Fax：04-2949-8113（内線:3625）

日 E12-2

RFID タグを用いた建物内ナビゲーションシステムについての基礎的検討

○森永尚人*, 鈴木郁**
(*法政大学大学院, **法政大学理工学部)

Preliminary study of the indoor navigation system

Naoto Morinaga*, Kaoru suzuki**
(*Hosei University, **Hosei University)

1. はじめに

病院や学校などの建物は内部が広大であり，目的地に着く時間が長くなる可能性がある．

現在，病院内を想定し RFID を使用したナビゲーションシステムは導入されているが，これは建物内にリーダーを設置するという大掛かりなものである．本研究では建物内の随所に RFID タグを，車椅子にリーダーを設置した．ナビゲーションシステムの基礎的検討として，連続的な現在地表示システムを作成中である．

2. RFID タグを用いたナビゲーションシステムの概要

RFID とは電磁波を利用した認証技術の総称である．今回は公共交通機関の定期券等で使用されるカード型のものを使用する．このタグは電源が要らないパッシブタグであり，リーダーがタグ上を通過するとタグ一枚ごとの固有 ID が送信される．送信された固有 ID に沿った処理を行い PC 上のディスプレイに現在地を不連続で表示させる．

3. プログラムについて

リーダーが受信した固有 ID をキーとし，地図のファイル，現在地を示す座標等の情報をデータベースから取り出す．データベースには地図のファイル名，座標等の様々な情報が，固有 ID と対応付けて同じレコード内に収められている(図 1 に示す)．こうして車椅子下部に設置したリーダーがタグ上を通過し固有 ID を受信すると，PC 上のディスプレイに現在地を示す地図とマーカーが表示される．実際の実行画面の例を図 2 に示す．

図 1. データベースレコードの内容

図 2. 現在地を表示している実行画面

図 3. 各装置の設置場所

5. タグ間の移動距離量検出

上記のシステムでは現在地が連続的に表示されない．タグ間での移動量が検出できれば，連続的な現在地表示が可能となる．移動量検出の一つの手段として，リードスイッチ及びマグネットで移動距離を，角速度センサにより回転角度を検出する．各センサ等の設置場所を図 3 に示す．

リードスイッチを本体側に 2 つ設置する．これは図 4 の様に出力される事により進行方向を検出する為である．車輪の周囲は 1.78m より，7 個あるマグネット間の距離は 0.254m となり，i 番目の出力をx_iとすると走行距離 l

は

$$l = \sum_{i=0}^{n} 0.254 \times x_i$$ となる.

6. 角速度センサを用いた回転角量検出

角速度センサから得た出力値と実際の角速度は図 5 の様な関係になっている. 図 5 の傾きを感度係数 a, 切片をオフセットbとする. a, bは更に温度によって変化する. よって温度を T, 温度補正項を k とし, 推定式とする.

角速度を時間積分したものを$\int_0^t \omega dt$ とし,

T:センサ温度 x:センサ出力値 t:回転時間

$$\int_0^t \omega dt = (k_1 T + k_2)xt + (k_3 T + k_4)t$$

$$Txt = X_1, \quad xt = X_2, \quad Tt = X_3$$

とおく.

本来 x は変数である. しかし xt が x を時間積分した値であると考え, X2 に代入すると推定式は

$\int_0^t \omega dt = k_1 X_1 + k_2 X_2 + k_3 X_3 + k_4 t$ となる.

ここでt=10 で固定し, 3 通りの温度条件下で 45°, 90°, 135°, 180° の 4 通りの角度で車イスを回転させ, それぞれの推定値を横軸, 実際の角度を縦軸とし重回帰を行い k の値を求める.

7. 角度量検出時の累積誤差の緩和

静止時の出力値の値は平均値が 0 ではない. これは出力値にオフセットが含まれている為である. よって静止時の積分誤差を緩和する為, トレンド除去を行った. 今回は直流成分つまり 0 次のトレンドの除去を行う.

0 次のトレンド除去は出力値u_nと標本平均の差である. 標本平均値 $\bar{u}$ は, N=480 として

図 4. リードスイッチとマグネットの仕組み

図 5. 出力値と実際の角速度の関係

$\bar{u} = \sum_{n=1}^{K} \frac{u_n}{N}$ で表される. よって 0 次のトレンドを除去した値x_nは, $x_n = u_n - \bar{u}$で表される.

今回は, そのまま得た, 生のセンサ出力値を使用し係数を求めた推定式で回転角を求める. そのままのセンサ出力値を推定式に代入し求めた回転角を θ とする. 比較対象としてトレンドの除去を行った値x_nを推定式に代入し求めた回転角を θ ' とし, トレンド除去の効果を比較する. 回転角の条件は 45°, 90°, 135°, 180° の 4 条件とし, t=10 で計測した.

8. 結果

θ, θ ' の結果とトレンド除去の効果を表 1 に示す. トレンド除去は非逐次的計算法である. 現在位置を刻々と更新しなければならず, 今回の用途には適さない. したがって積分誤差の軽減には FIR フィルタの様な逐次的に出力値を得られる計算法を用いる必要がある.

表 1. θ, θ ' の結果とトレンド除去後の効果

実際の角度(deg)	θ (deg)	θ ' (deg)	効果(deg)
45	51.7	44.5	7.2
90	89.2	87.8	-1.4
135	127.3	133.2	5.9
180	189.1	180.9	8.2

参考文献

1) 計測法シリーズ)7 振動・騒音計測技術, 日本機械学会, 朝倉書店

[連絡先]

森永尚人

法政大学小金井キャンパス人間工学研究室

〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2

e-mail : naoto.morinaga.3e@stu.hosei.ac.jp

Fax : 042-387-6361

日 E12-3

ウェアラブルサードアームのための速度指令出力ヘッドマウント操作器におけるゲイン特性の検討

○小野田行也*, 松尾芳樹**, 浦上大輔**, 関口暁宣**
(*東京工科大学大学院バイオ・情報メディア研究科, **東京工科大学コンピュータサイエンス学部)

Gain Characteristics of Velocity-Command Head-Mounted Control Device for Wearable Third Arm

Yukiya Onoda, Yoshiki Matsuo, Daisuke Uragami, Akinori Sekiguchi
(Tokyo University of Technology)

1. はじめに

筆者らは，ウェアラブルサードアームと呼ぶロボットアーム(以下サードアーム)を提案している。これは，あたかも第3の腕のように使用できる装着型の作業支援装置である。両手を別の用途に用いるために，これらを使わない操作性の高い入力手段が鍵となる。そこで，3軸加速度センサを頭部に装着し，頭の傾きを操作入力とするヘッドマウント操作器について検討を進めている。

これまでに，操作器のプロトタイプと，それを入力装置として2次元平面内のエンドエフェクタ(ハンド)の動きを模擬するシミュレータを作成し，操作実験によって入出力特性による操作性の違いを検討してきた。そして，ハンドの移動・位置決めを例題として位置，速度，加速度指令出力の3方式を比較し，速度指令出力が最適だがゲインの設定が操作性を左右することがわかった[1), 2)]。

そこで今回は，速度指令出力型に限定し，まず一定ゲインの操作入出力特性について，ゲインの値による操作性能の違いを調べる。次に，異なる動作モードでの仕様を一つの特性で満たすために，可変ゲイン特性を提案し，その効果について検討する。

2. 操作シミュレーション実験

2.1 操作シミュレーションシステム

図1に，操作器とシミュレーションシステムの構成を示す。図2が現状のシミュレータの画面である。頭部に装着した3次元加速度センサの，前後・左右の傾きに相当する出力をシミュレータへの入力とする。これらの入力に対して，後述する操作特性をプログラムで実現し，シミュレータ上のハンドの速度指令値とする。現在は，アームとハンドの運動学・動力学は考慮せず，ハンドの水平面内の並進速度が遅れなく実現できるとしている。

図 1. 操作シミュレーションシステム

図 2. 操作シミュレータの画面表示

2.2 作業設定

被験者は，ヘッドマウント型操作器を装着して，ディスプレイ上のハンドを操作する。合図とともにハンドを初期位置から移動させ，目標近傍の一定ピクセル内に3秒間留めることができると作業完了とする。開始から完了までの所要時間を小さくすることが操作目標である。

2.3 操作結果の評価指標

試行開始後，対象が目標から所定の距離内に入るまでをモードa，その後作業完了までをモードgとする。各モードの所要時間とその和を操作性の指標とみなす。

3. 一定ゲイン操作特性の検討

3.1 設定と内容

まず，加速度センサ出力から対象への速度指令値までの入出力特性のゲインを一定とした場合を検討する:

$$v = K \cdot u \quad (1)$$

ただし，u:加速度センサ出力ベクトル，v:操作対象の速度指令ベクトル，K:ゲイン(スカラ定数)である。

予備的検討により，ハンドを原点から移動させるような大きな動きと，目標点近傍で位置決めするような微細な動きで，操作性のよいゲイン値の異なることが示唆されている。そこで今回は，上記のモードaとモードgそれぞれに要する時間を操作性の指標とし，ゲインを細かく設定して違いを調べる。

3.2 結果

今回は，図3(a)に示す6通りの各設定について，練習20回ののち10回の試行を課した。被験者は1名である。モードaとモードgそれぞれに要する時間の設定ごとの平均値を求め，プロットしたものが図3(a)右のグラフである。モードa(大きな移動)の所要時間はゲインが大きい方が短く，モードg(目標近傍)はゲインが小さい方が短くなるという相反する傾向が現れている。

なお，詳細を見るために全試行の結果をプロットすると図3(b)のようになった。横軸がモードaの所要時間，縦軸がモード g の所要時間なので，左下によるほど操作性能が高いことになる。ゲインの値に対する全体的な傾向は上記のとおりだが，作業設定のためモードgの所用時間は 3 秒が下限となっている。操作性評価をより正確に行なうためには，作業設定を改善する必要がある。

(a)ゲインに対する操作モードの所要時間

(b)全試行の結果

図 3. シミュレータ実験の結果（一定ゲイン操作特性）

4. 可変ゲイン操作特性の検討

4.1 可変ゲイン操作特性の提案

前節の結果から，操作モードに合わせてゲインを変える可変ゲイン操作特性をとることによって，作業全体の操作性向上の可能性がある。具体的には，操作対象の動きが大きいときにゲインを大きくすることが有効と考えられる。そこでその第 1 案として，操作対象への速度指令値を動きの情報とみなし，以下のように，その絶対値に対して線形に増加する形のゲイン特性を取り上げる。

$$\Delta v = h(v) \cdot \Delta u, \quad h(v) = c_0 + c_1 \cdot |v| \qquad (2)$$

ただし，Δu:加速度センサ出力の1フレーム間差分，Δv:操作対象の速度指令の1フレーム間差分，$h(v)$:瞬時ゲイン，c_0, c_1:特性パラメータである。

4.2 検討内容

本報告では対象の運動と操作入力が2次元のため，上記の操作特性を実現するにあたって，瞬時ゲインを両方向とも同じ値とする方式（以下，2次元共通型）と，それぞれ独立に，各方向の速度成分の絶対値から決める方式（以下，2次元独立型）が考えられる。以下では，この両方のタイプについてシミュレーション実験を行ない操作性能を比較検討する。

4.3 特性パラメータの選定

特性パラメータは，3 節の結果に基づき，2次元独立型・共通型のそれぞれについて，(2)式による $h(v)$の値が以下2点を満たすように決定した。

- モードaの所要時間が十分短かった値 K=0.16 を，$|v|$がその設定での最大絶対速度の試行間平均値に等しいときにとる
- モードgの所要時間が十分短かった K=0.02 を，$|v|$がその設定での平均絶対速度に等しいときにとる

4.4 結果

各方式について練習 20 回ののち 10 回の試行を課した。被験者は 3.2 と同一である。結果を，一定ゲインの場合とも比較するため，全設定について試行間平均値をプロットすると図 4 のようになる。2 次元独立型可変ゲイン操作特性がもっとも左下にあり，操作性能の点では最良であることが分かる。ただし，2 次元にすると操作経路によって入出力関係が変化するため，操作入力を 0 に戻しても出力が戻らない履歴現象が生じ，その点で改良の余地がある。

図 4. 全設定の試行間平均の比較（一定ゲイン・可変ゲイン）

5. おわりに

ウェアラブルサードアームのためのヘッドマウント型操作器の望ましい入出力特性について検討結果を述べた。2 次元操作を模擬するシミュレータによる実験を通じて，操作器ゲインの設定と操作性能の関係を調べた。まず，一定ゲイン操作特性の場合は，作業モードによる最適なゲインの違いを確認できた。その結果を受けて，対象の速度指令絶対値に対して線形に瞬時ゲインを変える可変ゲイン操作特性を提案し，2 次元独立と共通の 2 タイプを実装して比較検討した。その結果，2 次元独立型の可変ゲイン操作特性がもっとも高い操作性となる可能性を示せた。しかし，履歴現象の影響など，特性改善が課題として残されている。また，作業設定や評価方法の点などの問題があり，さらに検討が必要である。

参考文献

1) 小野田，松尾，浦上，関口："ウェアラブルサードアームのためのヘッドマウント型操作器の検討"，2011 IEEJ-C, 2011 年 9 月
2) 小野田，松尾，浦上，関口："サードアームのためのヘッドマウント型操作器の入出力特性の検討"，ROBOMEC 2012, 2012 年 5 月

[連絡先]
小野田行也
東京工科大学院バイオ情報メディア研究科 CS 専攻
〒192-0914 東京都八王子市片倉町1404-1
e-mail：onoda.lab@gmail.com

日D13-1

長期服薬患者の服薬支援システムの提案

○遠田裕貴*, 戸田健**, 陳保旻*, 鶴岡浩平*, 井手口直子***, 宮木智子****, 南部恵子****
(*日本大学大学院理工学研究科, **日本大学理工学部,
***帝京平成大学薬学部, ****株式会社新医療総合研究科)

A Proposal of Medication Support System for Long-term Medication Patients

Yuki Enda*, Takeshi Toda**, Paomin Chen*, Kohei Tsuruoka*,
Naoko Ideuchi***, Tomoko Miyaki****, Keiko Nanbu****
(*Graduate School of Science and Technology, Nihon University,
** College of Science and Technology, Nihon University,
*** Faculty of Pharmaceutical Sciences, Teikyo Heisei University, ****New MEC Inc.)

1. はじめに

虚血性心疾患, 糖尿病, 高血圧症や喘息等長期の服薬治療では, 医療従事者の指示に従って処方通りに服薬することを意味するコンプライアンスが継続しないことが問題になっている。コンプライアンスが継続しない原因は, 長期服薬の在宅患者は, 病院及び調剤薬局への来局頻度が少ない。そのため医師や薬剤師とのコミュニケーションが少なく, 服薬治療に対する意識や主体的気持ちといったアドヒアランスが継続しない, また長期服薬治療の疾患には自覚症状が弱いことが多く, このこともアドヒアランスを低下させている。さらに近年の医療機関を取り巻く環境変化により, クリニックにおける診察及び治療の指導, 調剤薬局における服薬指導に十分な時間がとれなくなっていることも原因の1つとして挙げられている。

これまで,調剤薬局において患者指導の不足を補うための試みとしては従来, 服薬指導に関わる情報について, 冊子やパンフレット等テキストによって提供することが一般的である[1]。それらの冊子やパンフレットを薬局内に掲示したり, 配布したり, 服薬指導時に提示する等して利用する。また薬局に設置したディスプレイによる提供[2],[3]。患者の携帯電話へ報知する試みも行われている[4]。しかし, これらの情報提供手段においては, 前記のパンフレットやディスプレイによる情報提要と同様に, 患者の興味・関心を引きアドヒアランスを向上させるには限界がある。

本研究では前記問題に対処するため, 調剤薬局薬剤師による長期服薬患者への服薬支援システムを提案する

2. 提案システム

2.1 患者端末

患者端末では, 図1に示す通り, 服薬状況の入力部, 症状のシミュレーション部及びコンプライアンス表示部, 応答機能の4つの機能で構成される。

(1) 服薬状況の入力機能

予め設定した服薬時間にアラートが鳴り, 処方の内容とともに「服用した」, 「服用しなかった」の 2 つのボタンが表示される(図2参照)。患者は服薬状況として何れかのボタンを選択すると, 時間と服薬状況が記録され端末のコンプライアンスデータが更新される。また同時に薬剤師端末にも服薬状況が送信され, 同様にデータの更新が行われる。

(2) 薬剤師への連絡機能

薬剤師への連絡機能は「服用した」, 「服用しなかった」の2つのボタンの下方に置いてある3つのアイコンより電話, テキストメッセージ, ボイスメッセージの3つの連絡手段より構成されている。

(3) 薬剤師への通知機能

薬剤師から, 患者が何らかの理由で端末の操作をせず, 服薬の確認が取れなかった場合や, 患者から送った質問に対する返信する時に, 薬剤師端末側から行われた応対を通知する機能である。

(4) 症状のシミュレーション機能

症状のシミュレーション部では患者の服薬状況の結果に基づいて, 血栓の固まり具合といった目に見えない症状の変化をシミュレーションで可視化し, 表示する。

2.2 薬剤師端末

調剤薬局の薬剤師端末では, 患者の服薬時間の度に, 患者端末から送信された服薬状況をリスト表示する機能(図3参照)と服薬状況の悪い患者に連絡をするための電話,テキストメッセージ,ボイスメッセージといった応対機能を持つ(図4参照)。患者の入力した服薬状況の他に, 送信時間を服薬時間とし, 薬剤師は毎日コンプライアンスリスト表示を見て, 患者の服薬状況を把握することができる。また, 各患者のコンプライアンスグラフを確認できる(図4参照)。次回患者が調剤薬局へ来局

した時，薬剤師は過去の服薬状況のグラフを患者と共に確認し，服薬指導に活用する。また患者に対して見守っているというメッセージを与え，患者は見守られている感を得ることができる。

2.3 シミュレーション例

服薬状況の入力で「服用していない」ボタンの選択，服薬間隔の日数があく等，服薬状況が悪くなると，アテローム血栓性脳梗塞では，粥腫(変性したコレステロールの塊)が大きくなり血流の流れが悪くなる。図5(a)～(d)では，レベル 1 からレベル 4 に従って粥腫が大きくなり血液の流れが滞る様子をシミュレーションしている。

3. 今後

今後，抗血小板薬「プラビックス」の服薬患者を対象に実証実験を行い提案システムの有用性を確かめるとともに改善点，新しいサービスやシステムの可能性を探る予定である。

4. 参考文献

1) 木下:服薬アドヒアランスを上げる為の工夫・薬を飲めない子への対応，小児科診療，Vol.74, No.5, pp.729-732, 2011
2) 森戸，大戸，太田，後藤，笹原，常山:ビデオ放映による待ち時間対策への検証，日本農村医学会雑誌，Vol.53, No.4, pp.733, 2004
3) 久我，木下，石原，森本:待ち時間を利用した患者者教育の試み-外来テレビを用いた Q&A クイズの効果と反響-,外来小児科,Vol.8, No.4, pp519-520, 2005
4) 河本，難波，山本，他:調剤薬局からの発信満足度向上のために，第 42 回日本薬剤師会学術大会，2009

図1 提案システムの機能構成

図 2 提案システムの患者端末の画面例

図3 提案システムの薬剤師端末の画面例

図3 コンプライアンスグラフの画面例

レベル 1

レベル 2

レベル 3

レベル4

図 5 コンプライアンスの状況によって異なる症状のシミュレーション結果の画面例

[連絡先]
遠山 裕貴
日本大学大学院理工学研究科電気工学専攻
〒101-8038 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14
e-mail:csyk12004@g.nihon-u.ac.jp
Fax:03-3259-0791

日D13-2

医療分野におけるインシデントの要因抽出を活性化させたインシデントレポートの作成

○武山啓太*, 岡田有策*
(*慶應義塾大学大学院理工学研究科)

A Proposal of New Incident Reporting System to Enhance the Extraction of PSFs on Medical Incidents

Keita Takeyama *, Yusaku Okada *
(*Keio University)

1. はじめに

医療分野における安全管理活動は、インシデントと呼ばれるアクシデント未満の事象の情報を収集・分析し、対策を講じるという流れを基本としている。しかしながら、収集される情報が不足していたり、偏っていたりするために、最初に報告された資料、すなわち、インシデントレポートだけでは、十分な分析、評価をできないことがほとんどである。そのため、医療安全管理者や各部署の安全担当者が何度も調査を行いながら情報を集めなくてはならない。この情報再収集に要する労力は非常に大きい。また、その再収集に携われる人員と時間には限りがある。その結果、報告されたインシデントの中で影響が小さかった事象は、実質的な対策がなされないまま(要因の詳細な調査がされず)事象の表面的な情報のみが記録されるという形になっている。

一方、種々の医療機関の医療安全管理者からは、これら分析が不十分なままファイリングだけになっているインシデントの有効利用、それらの情報をもとにした未然防止活動の活性化などへの期待は強い。

そこで本研究では、インシデント報告時点で、より詳細な情報が収集されるようなインシデントレポートデザイン、および分析者の負担を軽減させる機能について、検討し、その検討結果をもとにインシデントレポート支援システムの施策を行った。

2. 支援システムの概要

インシデントに関する報告、およびそれに基づく分析作業の流れは、次の5つに大別できる。

①インシデントレポートから要因を抽出
②抽出された要因を分析
③対策を講じるインシデントの決定
④対策の内容を検討
⑤現場への対策の提案

2.1 「インシデントレポートから要因を抽出」することへの支援方法:「新しいインシデントレポートの形式」

インシデントレポートのフォーマットを、幅広い要因を設定した選択項目形式主体とすることで、現状では記入時に記入者が思い浮かばない要因も幅広く抽出できるようにした。特に、インシデント発生までの流れ・インシデントが発生した際の当事者の周りの環境などを考慮にいれた。また、自由記述形式では記入者が気づきにくい要因を抽出するために、あらかじめ要因をフォーマットに設定しておく、選択項目形式とした。設定する項目は、500 以上のインシデント事例をもとに選定した。なお、そのベースは 11 ページからなる。

図 1. 新しいインシデントレポートの一部

また、出された要因に簡易リスク評価を行えるような機能を、さらに、抽出された要因に対して効果が期待できる対策を示す機能を付加させた。

3. 試行結果

本研究で提案した内容を、実場面で利用しやすくするため、エクセル上で実行できるアプリケーションを作成した。

このように試作したシステムをもとに、20 の病院の安全管理担当者の方々に試用していただいた。その結果、80%の方から、機能に対する期待感があることが得られたが、実用においては、運用における予備教育が必要であること、記入者のレベルをどう設定すればいいか、など、運用に関する意見がいくつか得られた。

また、82 件のインシデントについて、既存のインシデントレポートで抽出された要因と、本提案レポートを用いた場合に抽出された要因と比較した結果、図 2 に示されるように、本提案手法を用いることで、より幅広い要因が報告されるようになっていることが確認できた。

4. まとめ

本研究で提案した、インシデント報告システムの運用上の問題を、丁寧に解決させ、現場の安全管理担当者の負担を軽減させ、より効率的な安全管理活動が実現できるよう、今後も検討を継続していきたい。

5. 参考文献

1)永田学、行待武生:『再発防止対策における PSF 緩和の評価とヒューマンエラー未然防止への低減 human factors in Japan 9(2)』 pp.73-81 2005/1

[連絡先]
武山啓太
慶應義塾大学理工学部管理工学科岡田研究室
〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-26-305
e-mail : keiokeita@z3.keio.jp

図 2. 提案するインシデントレポートと従来のものから抽出された要因の比較

日 D13-3

力覚センサを用いた静脈採血モデルの評価法に関する検討

○中谷直史[*,**], 堀内邦雄[***], 青木和夫[*]
(*日本大学大学院理工学研究科, **東京電子専門学校電子技術科, ***工学院大学グローバルエンジニアリング学部)

Evaluation of intravenous blood sampling practice model using force sensor

Naofumi Nakaya[*,**], Horiuchi Kunio[***], Kazuo Aoki[*]
(*Graduate School of Science and Technology, Nihon University
**Department of Electronic Technology, Tokyo Electronics College
***Faculty of Global Engineering, Kogakuin University)

1. はじめに

医療従事者の養成には，医療技術習得のための訓練が不可欠である．従来，痛みやリスクを伴う技術の習得は，学生同士の訓練や，臨床現場の経験を通して体得されてきた．今日では，そのようなリスクを伴う技術の習得機会が限定されつつある．今後，代替手段として，静脈採血モデル(以下モデルとする)を使用した訓練が不可欠になると考えられる．

しかし，看護教育の現場では，モデルでの訓練の重要性を指摘しているものの，人体と比較し穿刺の感触が異なることなどの理由で，採血演習を学生同士など人体で行っている例が見受けられる．

このような現状から，これまでもモデルをより人体に近づけるための研究が主観評価を用いて行われてきた．金城らは，看護教育者の観点からモデルの自作を試みており，主観評価の結果，良いモデルの条件を挙げている[1)]．

しかしながら，モデルの穿刺感を定量的，客観的に評価した研究はこれまであまり行われていない．モデルをさらに人体に近づけるためには，従来行われてきた主観的評価と合わせて，定量的評価による方法を確立することが不可欠である．

本研究では，力覚センサを注射器へ直接搭載する穿刺力測定装置を製作し，穿刺者が直接保持する方法により，穿刺力の定量的評価を試みたので報告する．

2. 方法

2.1. 注射器型穿刺力波形測定装置の製作

普段の採血業務と同様の手技で穿刺力波形を得るため，出来る限り実際の採血器具の形状に近づけるように考慮し，注射器に力覚センサを組み込んだ装置を製作した(図 1)．

図 1. 穿刺力波形測定装置

2.2. 穿刺力測定装置の校正

本研究で用いた力覚センサは，無負荷時において，電源電圧に比例したオフセット電圧が出力され，力を入力すると，その変化量がオフセット電圧からの変化として出力される．そのため，今回定量的なデータとして穿刺力を得るために，力覚センサの校正を行った．

電源電圧を DC5.0V とし，無負荷時のオフセット電圧を計測した．また，力を入力したときのオフセット電圧の変化を，デジタルフォースゲージを用いて 0.5N ごとに力を入力し計測を行った．センサ出力電圧 V_0 は，力を入力したときのオフセット電圧から，無負荷時のオフセット電圧を除いたものである．この結果を図 2 に示す．

図 2. 穿刺力波形測定装置の出力電圧

図 2 より，相関係数は r = 0.998 であり，最大穿刺力 F=0.229Vp-0.25[N]となった。

2.3. 実験方法

国内3メーカによる採血モデルを用意し，それぞれ モデル A，モデル B，モデル C とした．モデル A，B は人間の腕に装着して使用するもので，モデル C は腕のついたモデルである．穿刺テストは，穿刺経験のある現役の臨床検査技師（男性 3 名，女性 9 名，年齢 20 代から 60 代，経験年数 2 年から 40 年）によって実施した．また穿刺テスト後に，モデルに関する自由記述のアンケートを実施した．

2.4. 穿刺力波形の分析項目

穿刺力波形の例と分析項目を図 3 に示す．穿刺力波形は穿刺針先端が皮膚層へ到達すると，穿刺力波形が立ち上がり，血管壁を貫通する瞬間にピークに達し，内腔に到達すると，急激に穿刺力が減少する．

図 3. 穿刺力波形分析項目（穿刺力波形の例）

3. 結果および考察

図 4. 各分析項目の平均値

図 4 に測定された平均値を示す。一元配置分散分析の結果，有意差が認められた．TukeyKramer 法による多重比較の結果，**項目間に有意差が確認された．最大穿刺力における検討では，モデル B は他のモデルと比較し，有意に穿刺力を要する結果が得られた．自由記述のアンケートにおいても，モデル B は他のモデルと比較し，“皮膚が固い”，“血管が固い”といった記述がみられた． このように，主観的評価と，定量的評価に関連が見られた．一方で，“血管は固いが，刺さったのがわかりやすい”，“血管に針が入る感覚は他のモデルと比較して最もリアルである”といった評価も見受けられた．これは，血管への穿刺感覚が強く感じ取ることが高評価につながったと考えられる．金城らの報告でも“血管への穿刺が確実に行えるもの”が良いモデルに対する評価の一つと報告しており，これに合致したものと考えられる[1]．

4. おわりに

これまで，モデルの評価は主観的評価によるものが主な方法であった．その評価には，多くの評価者が必要となり，分析は容易ではないと推察される．本研究では，モデル穿刺時の穿刺力波形を力覚センサで得ることにより，モデルの定量的評価を試みた．モデルの主観的評価と定量的評価に関連が見られたことから，モデルの定量的評価の可能性が示唆された．

今後，研究の成果から，モデルを目標とする教育効果の分類別に制作，選択を行う際の有益な指標を与える可能性が示唆された．

5. 参考文献

1) 金城忍，中宗根洋子，名城一枝，大田貞子，棚原節子，嘉手苅英子：採血技術の修得を促す血管モデルの条件．沖縄県立看護大学紀要．2：82-88，2001．

2) 小川鐵一，新村洋未，國澤尚子：針先 2 軸の力測定器開発と穿刺角度の推定．日本人間工学会関東支部第 41 回大会講演集．2011，pp.58-59．

3) 佐藤政哉：血管穿刺訓練用ハプティックデバイスに関する研究． ライフサポート．24(1)：23，2012．

4) Saito H, Togawa T : Detection of needle puncture to blood vessel using puncture force measurement. Med. Biol. Eng. Comput. 43：240-244, 2005.

[連絡先]
中谷直史
東京電子専門学校電子技術科
〒170-8418 東京都豊島区東池袋 3-6-1
e-mail：nakaya@tokyo-ec.ac.jp
Tel：03-3982-3131（内線 66）
Fax：03-3980-6404

日 D13-4

採血の穿刺条件による針先にかかる力の比較

○新村洋未*, 小川鑛一**, 國澤尚子*
(*埼玉県立大学保健医療福祉学部, **獨協医科大学看護学部)

Comparison of the force to the needle point from conditions of puncture on taking a blood sample

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

1. はじめに

看護技術のうち採血は，皮下の細い血管腔内に注射針を穿刺し血液を吸引するという巧緻性を必要とする難易度の高い技術である。この技術のうち穿刺時の針の角度については，看護技術のテキストでは注射針と皮膚表面の角度は 15°～20°と記載されている。しかし，実際の臨床現場では，看護師は対象者の血管の深さ，太さ，走行によって意図的に角度を変えているほか，看護者の熟練度によっても異なる。初学者は対象の状況に関わらず角度をつけず水平に近い状態で穿刺することで，血管穿刺の成功率は上がるが，皮膚を貫く距離が長くなり痛みを生じやすい。一方，熟練者は痛みを軽減するために，意図的に角度をつけて血管に穿刺した後，血管を貫通しないよう針の角度を水平に近づける二段穿刺と呼ばれる方法を行う者も多い。

穿刺時の痛みは，皮膚の痛点への刺激のほか，針の太さ，針の刺入角度，刺入速度，刺入後の角度変化などが影響すると考えられる。そこで，穿刺技術と穿刺時に生じる痛みの関連を明らかにすることを最終目的として，今回は針の種類，針の刺入角度および速度と穿刺時の針先にかかる力の関連について検討した。

2. 方法

1)使用機器

ひずみゲージを応用して前後(水平)・上下(垂直)の二軸の力を同時測定できる測定器を開発した[1]。この測定器の構想をもとに半導体ひずみゲージを用いた改良版を作成し，本実験に用いた(図 1)。測定面には皮膚表面の代替となるよう皮膚モデルを貼りつけた。この二軸測定器をセンサーインターフェース(共和電業，DCS-300B)，ノートパソコンへ接続し，垂直方向の力(以下，垂直力)，水平方向の力(以下，水平力)をデータとして収集した。

2)測定内容

(1)穿刺動作

穿刺動作は，実際の採血を想定して皮膚に針を穿刺する動作を以下の条件設定下で繰り返し再現できるよう，測定器上部に角度調整が可能な傾斜板を設置し，その傾斜板に沿って針を接続した注射器を滑らせるようにして測定面の皮膚モデルを穿刺するものとした。この穿刺動作は，採血室での勤務の経験のある看護師 1 名が行った。

図 1. 二軸測定器の概要

(2)条件設定

用いる注射針は，通常の採血で使用するものを中心に太さは18G, 21G, 22G, 23Gとし，それぞれ刃面形状はレギュラーベベル(以下，RB)，ショートベベル(以下SB)の2種類の計 8 種類を選択した。刺入角度は，10°，20°，30°，40°と 4 種類を設定した。刺入速度は，通常の採血をイメージし，主観であるが「速く」，「ゆっくり」の 2 種類を設定した。これらの針の種類，角度，速度の組み合わせ全 64 条件を各 5 回ずつ計 320 回の穿刺動作を行った。

3)分析方法

穿刺時の垂直力，水平力を測定すると，図 2 のようなデータが得られる。そのピーク点は垂直力，水平力とも同時であり，皮膚モデル表面を貫通した瞬間の

図 2. 測定データの例

日本人間工学会関東支部第 42 回大会 埼玉県立大学 2012 年 12 月 1 日, 2 日

地点と捉えられる。今回はピーク点の垂直力の二乗と水平力の二乗の和のルートをとった絶対値を，穿刺時に針先にかかる力の大きさとして算出し，64 条件ごとの平均値を求め分析に用いた。

3. 結果

64 条件ごとの水平力，垂直力，および絶対値の平均値を算出したのち，絶対値の平均値を表 1 に示した。

表 1. 穿刺 64 条件における針先にかかる力（絶対値）

刃面形状	太さ	長さ	10°		20°		30°		40°	
			速い	遅い	速い	遅い	速い	遅い	速い	遅い
RB	18G	38mm	98.5	60.8	61.2	56.7	73.5	64.9	55.1	87.1
	21G		45.0	32.2	41.7	32.1	60.8	36.3	51.0	32.3
	22G		32.6	34.2	33.4	29.8	46.1	28.4	37.9	28.1
	23G	32mm	33.0	30.5	34.5	18.6	35.4	21.9	42.2	33.7
SB	18G	38mm	46.6	57.2	68.3	62.1	58.3	64.6	75.6	68.6
	21G		35.8	25.7	49.8	30.8	56.4	31.3	68.2	47.5
	22G		30.7	23.8	27.4	23.1	52.7	25.4	58.2	37.8
	23G	32mm	21.1	16.3	21.8	16.6	36.4	23.3	37.7	28.5

1）針の太さ・刃面形状と力の関係（図 1）

針の太さと力の関係については，刺入角度と刺入速度が同じ場合は，針の太さが太い方が絶対値が大きくなる傾向があった。また刃面形状と力の関係については，刺入角度が小さい時は RB の針で大きい傾向にあったが，刺入角度が大きい 40°では SB の針で大きくなり，異なる傾向がみられた。

図 3. 針の太さ・刃面形状による絶対値の比較（速度遅い時）

2）穿刺角度と力の関係（図 4）

穿刺角度と力の関係については，穿刺速度が速い時は角度が大きくなるほど絶対値が大きくなる傾向があったが，速度が遅い時は穿刺角度が 40°の時のみ絶対値が著しく大きい傾向があった。

3）穿刺速度と力の関係（図 5）

穿刺速度と力の関係については，角度，針の種類が一定の場合，速度が速い時ほど絶対値が大きい傾向があった。

図 4. 穿刺角度による絶対値の比較（SB 針）

図 5. 穿刺速度による絶対値の比較（SB 針）

4. 考察

採血の皮膚穿刺時の針先にかかる力を二軸測定器の改良版を用いて測定し，穿刺針や手技との関連を分析した。その結果，針の太さが細い方が，刃面形状が SB の方が，刺入角度が大きい方が，刺入時の針の速度が遅い方が，力は小さくなる傾向があった。これらより，採血に適した範囲内で細い針を選択し，ゆっくりとした速度で，角度をつけずに穿刺をすることが痛み軽減につながる可能性があることが見いだせた。今回は皮膚モデルを穿刺したが，実際の採血対象である人体の皮膚の柔軟性は個々に異なり，また看護師は皮膚を末梢方向に伸展して穿刺を行うなど，今回の実験条件下とは異なる状況がある。今後，より実際の採血時の状況に近い測定ができるよう穿刺条件を設定するなど検討を進めていく予定である。

5. 参考文献

1）針先 2 軸の力測定器開発と穿刺角度の推定（第 1 報）．小川鑛一，新村洋未，國澤尚子．日本人間工学会関東支部第 41 回大会講演集：60-61.

[連絡先]
新村洋未
埼玉県立大学保健医療福祉学部
〒343-8540 埼玉県越谷市三野宮 820
e-mail：shinmura-hiromi@spu.ac.jp
Fax：048(973) 4307（直通）

日E14-1

膝関節深屈曲時における大腿下腿接触が下肢負担に与える影響

○上垣外昌之*, 瀬尾明彦**
(*首都大学東京大学院システムデザイン研究科, **首都大学東京システムデザイン学部)

Effect of thigh-calf contact on lower limb load during deep knee flexion

Masayuki Kamigaito*, Akihiko Seo**
(*Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University
** Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

近年, 人の特性を力学的あるいは数学的なアプローチによりモデル化したデジタルヒューマンの利用が進みつつある. しかし実際の人の負担評価に利用した時, その評価結果が実際の人の反応に合わない場面がみられ, さらなる研究が求められている. 特に関節を過度に曲げた姿勢では推定が困難になりやすい. 例えば膝を深く曲げた肢位(深屈曲)では, 大腿と下腿との間の接触によって筋活動が抑制されるため, 生体力学解析には接触圧と筋活動との関係を考慮する必要がある. しかし, 現状として大腿下腿接触圧と筋活動や関節トルクなどの身体負担との関係を比較検討した研究はない.

そこで本研究では, 大腿下腿間の接触圧と筋電図および関節トルクとの比較を行い, 膝関節深屈曲時における大腿下腿接触が筋活動などの身体負担に与える影響を明らかにすることを目的とし, 深屈曲における身体負担評価の精度向上を目指す.

2. 実験方法

2.1 被験者

被験者は健常な男子学生 7 名で, 年齢, 身長, 体重はそれぞれ 22.7±0.9 歳(平均±標準偏差), 171.0±8.0 cm, 65.8±11.1 kg であった.

2.2 実験条件及び実験手順

被験者は, 両膝を床に接地した膝立ち姿勢をとり, 30 秒間の姿勢保持を行った. 実験条件は膝から体幹までを直立した肢位(膝立ち位)と, 膝を最大まで曲げた肢位(完全屈曲位)の膝屈曲角度をそれぞれ 0%, 100%とした時の屈曲率 0%, 25%, 50%, 75%, 100%の 5 水準とし, 被験者は前方に配置したディスプレイで姿勢をモニタリングしながら, 角度ガイドに合わせて姿勢を構築するようにした. また, 作業場面を想定して移動を伴うことを考慮し, 足の指先は離床しないこととした. 加えて, 矢状面に対して左右対称に姿勢保持を行うこと, 腕を前で組みながら前方を注視し, 体幹はできる限り直立するように指示を与え, 被験者間で統一した.

図 1. 実験レイアウトおよび深屈曲モデル

2.3 測定項目

接触圧は, 接触が生じない屈曲率 0%を除き, センサマットを用いて左側の大腿下腿間に生じる接触圧を計測した. また, 膝関節運動に作用する右側の大腿直筋, 大腿二頭筋, 腓腹筋, 参考のため前脛骨筋の 4 箇所の表面筋電図を計測した. 姿勢は, 矢状面に対して身体の右方向から USB カメラで記録し, 膝関節の角度を推定した. 床反力は, 身体右側の接地点に対してフォースプレートを用いて計測した. また, 膝関節まわりの負担感を 1(わずかに負担がある)から 50(非常に負担がある)に 0(負担感なし)を含めた計 51 段階で評価した.

2.4 解析方法

筋電図は各筋の最大随意筋収縮(MVC)に対する姿勢保持中の%値(%MVC)を用いて評価した.

接触圧の結果から大腿下腿接触力 P および作用位置 l_P を導出し, 接触によって生じる膝関節まわりのモーメント M_P を式(1)より求めた. また, 足部と下腿部の重量を $W_{1,2}$, 足部と膝部の床反力を $R_{1,2}$, 各力の膝関節までのモーメントアームを l として, 各データを加えて膝関節トルク M_K を式(2)より求め, 生体力学解析を行った.

$$M_P = -Pl_P \quad (1)$$

$$M_K = R_1 l_{R_1} - W_1 l_{W_1} - W_2 l_{W_2} + M_P \quad (2)$$

さらに膝関節の最大トルク推定値に対する%値(膝関

節最大トルク比)を算出した．なお，単位は力[N]，長さ[m]，モーメント[Nm]とした．また，各項目に対して膝屈曲率を要因とする一元配置分散分析を有意水準 5%で行い，主効果の下位検定として Tukey 法を用いた．

3. 結果

大腿下腿間の接触力(体重比)および作用位置(身長比)を図 2，各筋電図の%MVC と膝関節まわりの負担感を図 3，膝関節最大トルク比を図 4 に，それぞれ被験者間で平均した結果を示す．図 2 の接触力と作用位置では，膝屈曲率による主効果が認められ，膝関節の屈曲角度が大きくなるにつれて単調増加傾向を示した．特に屈曲率 75%から接触力が大きく増加し，完全屈曲位では体重の 40%近い接触力が大腿下腿間に生じていることがわかった．図 3 では，大腿直筋および前脛骨筋の%MVC と，膝関節まわりの負担感に膝屈曲率による主効果が認められた．大腿直筋と負担感は屈曲率 75%まで単調増加し，完全屈曲位で有意に減少した．大腿二頭筋と腓腹筋の%MVC に関しては，いずれの膝屈曲率においても 3%以下の値を示し，主効果は認められなかった．図 4 の膝関節最大トルク比では，屈曲率 75%で最大となり，完全屈曲位で減少する結果となった．なお，膝屈曲角度の被験者間での平均は膝立ち位で 121.7±2.0 度，完全屈曲位で 159.1±6.5 度であった．

4. 考察

膝立ち位から完全屈曲位へと屈曲率が高くなるにつれて，重心は体幹の位置に伴い後方に移動し，足部の床反力が増加するため，膝関節トルクは単調増加すると考えられる．そこで大腿下腿接触力および作用位置の結果を考慮すると，大腿下腿間に生じた接触力によって，膝関節トルクを打ち消す方向にモーメントが加わっていた．特に完全屈曲位付近では体重の 40%近い接触力によって膝関節の伸展側へのトルクが減少し，それに伴って膝関節伸展に作用する大腿直筋の筋負担も減少したものと考えられる．屈曲率 50%および 75%で大腿直筋の筋負担および膝関節まわりの負担感が高かった原因としては，大腿下腿接触力は概ね体重の 10%程度で，接触によるモーメントはほとんど生じず，体幹の自重をほぼ筋発揮のみで支えなければならかったためと考えられる．また，完全屈曲位では，膝関節最大トルク比の 30%付近に対して，大腿直筋の%MVC は 3%程度であり，膝関節トルクと大腿直筋の筋負担で異なった傾向(相関係数 0.39)を示した．一方で，膝関節最大トルク比と膝関節まわりの負担感は同様の傾向(相関係数 0.74)を示し，負担感との関係を考慮すれば，接触によるモーメントの打ち消し量は妥当であると考えられる．

図 2. 大腿下腿接触力および作用位置

図 3. 各筋の%MVC および負担感スコア

図 4. 膝関節最大トルク比

5. まとめ

本研究では，膝関節深屈曲時における大腿下腿接触が下肢負担に与える影響を定量的に評価した．その結果，完全屈曲位付近では，大腿下腿間に生じる接触力により膝関節トルクは減少し，負担感や大腿直筋の筋活動が軽減されることがわかった．

6. 参考文献

1) Zelle, J., Barink, M., Loeffen, R., Malefijt, M.D.W., Verdonschot, N.,"Thigh-calf contact force measurements in deep knee flexion", Clinical Biomechanics, 22, 821-826, 2007

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

日 E14-2

体幹後屈を伴う上向き作業における姿勢の分類と身体負担評価

○幅舘勇介*, 菅間敦*, 瀬尾明彦**
(*首都大学東京大学院システムデザイン研究科, **首都大学東京システムデザイン学部)

Classification and Physical Load Assessment of Trunk Extension during Upward-Looking Task

Yusuke Habatate*, Atsushi Sugama*, Akihiko Seo**
(*Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University
** Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

自動車製造工場や電線工事などの作業現場では，作業者頭上での作業がしばしば見受けられる．例えば，自動車の下に作業者が立ち，車体底面への部品の取り付けや取り外しを行う場合などである．上記作業は，体幹後屈を伴う姿勢を継続することから腰部負担が生じやすく，労働上の筋骨格系障害発生の一因として問題視されている[1]．体幹を単純に後屈させた研究は行われているが，実際の作業では体幹や頸部のほかに上肢や下肢が連動して姿勢が決定するため，作業者がとりうる姿勢を正確に再現しているとは言い難い．

そこで本研究では体幹後屈を伴う上向き作業について，作業面の高さと作業姿勢および身体負担の関係を定量的に評価し，身体負担の小さい作業面の高さを明らかにすることを目的とした．

2. 実験方法

2.1 被験者

被験者は健常な男子学生 13 名を対象とした．被験者の年齢，身長，体重はそれぞれ 23.0±1.2 歳（以下，Mean±SD），172.4±6.2 cm，62.5±6.5 kg であった．

2.2 実験条件および実験手順

実験条件は作業面高を要因とし，被験者の身長比 85%, 90%, 95%, 100%, 105%, 110%の 6 条件とした．なお，作業面を押し込むなど挙上した手で力を発揮することはせず，手を作業面下に添えて手先に外力が発生しないよう統制した．その際，手を添える位置と注視点を作業面下に図示し，上肢の肢位と視線方向を統制した．

実験を開始する前に被験者に実験の概要を説明し，作業内容や手順の確認を行った．被験者にはフォースプレート上に立位姿勢で待機させ，実験開始の合図の後上肢挙上を開始させた．5 秒間の姿勢保持を 1 条件につき 3 試行行った．姿勢変化の際は被験者に右足を前方に踏み出させ，作業面下を鉛直上向きに見上げると同時に両腕を挙上するよう指示した．

図 1. 実験の様子

2.3 測定項目および評価手法

作業姿勢をモーションキャプチャによって計測し，3 次元データより身体の各関節角度を推定した．左右の足に加わる床反力を 2 枚のフォースプレートを用いてそれぞれ計測した．筋負担として，体幹後屈および下肢姿勢維持に使用する腹直筋，脊柱起立筋，大腿直筋を左右 2 箇所，上肢挙上に使用する僧帽筋，三角筋前部を右腕のみとし計 8 ch を表面筋電図により計測した（図 1）．各筋の最大随意筋収縮（MVC）に対する作業時の%値（%MVC）を用いて評価した．主観評価は身体各部の負担感と作業のしにくさを 1（負担を感じない，作業しやすい）～5（非常に負担を感じる，作業しにくい）の 5 段階で評価した．

また，得られた被験者の筋電図結果より筋発揮傾向による 2 つのグループに分け姿勢の分類を行いグループ別に身体負担を評価した．作業姿勢のデータより生体力学的解析を行い鉛直方向に対して 50 N の押し引き動作を行った場合の各関節トルクを推定した．

3. 結果および考察

以下の図 2～4 に体幹の筋電図，上肢・下肢の筋電図，作業のしにくさ，腰部椎間板圧縮力の結果を示す．

図 2, 3 の筋電図結果より，左右の腹直筋は高さによる筋発揮の変化はなく，左右の脊柱起立筋は作業面高が最も低い身長比 85%において筋発揮が大きくなることが分かった．左右の大腿直筋は作業面高が低くなるに

つれて単調増加しており，身長比 85%では 30%MVC 程度となることが分かった．僧帽筋と三角筋前部では条件間で顕著な差は見られなかったものの，全条件で 20%MVC 程度となった．以上の結果より作業面高の低下に対する姿勢変化には筋発揮の大きい下肢を使って対応したと考えられる．身長比 85%では下肢の過度な負荷集中を避けるため骨盤を鉛直線に対し後傾させ，腰部受動抵抗による体幹屈曲トルクを生み出して作業姿勢を維持したと考えられる．そして脊柱起立筋が 8～10%MVC 程度収縮し，体幹屈曲トルクに拮抗する体幹伸展トルクを生み出すことで体幹後屈姿勢の調整が行われてきたと推察する．図 4 の腰部椎間板圧縮力の結果より，身長比 100%を下回ると腰部椎間板圧縮力は 1500 N を上回り，身長比 85%では約 2000 N となることがわかった．作業のしにくさについて作業面高が低くなるにつれてスコアが高くなることがわかった．また，身長比 110%では上肢挙上による負担があるため身長比 105%が最も作業しやすい結果になったと考えられる．

また被験者全体を腹直筋の発揮傾向別に 2 つのグループに分けた腰部主観評価，腰部トルクの結果を図 5, 6 に示す．グループ 1 は作業面高に関係なく全条件において腹直筋の筋発揮が小さく，グループ 2 は身長比 85～95%条件において腹直筋の筋発揮が増大する傾向である．図 5, 6 の結果よりグループ 1 は上半身を鉛直状態に維持し，下肢で高さ調節を行い腰部負担を分散させているのに対して，グループ 2 は上半身を後屈させ姿勢維持・高さ調節を行っているため，腰部トルクが発生し主観評価も高くなったものと考えられる．

また，グループ 2 の腰部トルクの結果が 110%条件以外において同じ高さで押し引きによる差が見られなかった．これは外力の発生位置と腰部の回転中心の距離が近いためモーメントアームが短く差が出ないものと考えられる．

4. 結論

本研究では体幹後屈を伴う上向き作業について作業面高と身体負担の関係に着目し，身体負担の小さい作業面高を明らかにした．その結果，腰部負担は身長比 85～90%の高さで顕著に増加することが分かった．また，作業を行う姿勢によって身体負担に差は出るが，傾向は同じであること分かった．そのため，身長比 110%における上肢負担を考慮して作業者の身長比 105%程度の高さが適切であることが示唆された．

5. 参考文献

1) 厚生労働省：社会福祉施設における安全衛生対策マニュアル～腰痛対策と KY 活動～(1994)

図 2. 体幹の筋電図

図 3. 上肢・下肢の筋電図

図 4. 腰部椎間板圧縮力・作業のしにくさ

図 5. グループ別腰部主観評価

図 6. 腰部トルク シミュレーション結果

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

日E14-3

座位・立位可変型作業の有効性に関する実験的研究(2)

○熊澤明紀*, 石井健雄*, 上田稜馬*, 杉本哲夢*, 野木航*, 阿久津正大*
(*玉川大学工学部)

Experimental study of effectiveness during work with sit-stand desk(2)

Akinori Kumazawa*, Takeo Ishii*, Ryouma Ueda*, Tetsumu Sugimoto*, Wataru Nogi*, Masahiro Akutsu*
(*College of Engineering, Tamagawa University)

1. はじめに

北欧等ではオフィス作業者の腰痛問題の改善策として，高さを可変できる作業机(座位・立位可変机)が導入され，自分が好む姿勢をとることができる作業方式が普及している。一方，わが国のオフィスでは椅子座位姿勢が一般的である。座位・立位可変机の認知度は低く，オフィスでの導入例は少ない。座位・立位可変型作業の有効性については，徐々に究明されつつある現状にある。

外岡・阿久津[1)]は座位・立位可変机を用いて，座位・立位可変姿勢，座位姿勢，立位姿勢で被験者にVDT作業を行わせ，各姿勢作業における作業パフォーマンスや生体負担を測定・比較し，座位・立位可変型作業の有効性を明らかにしている。しかし，その作業実験では被験者の睡眠時間や水分摂取量など，一定に保たなければならない条件の統制が不十分であり，再検証の必要がある。

そこで本研究では，外岡らと同じ作業実験[1)]を一定に保たなければならない条件を統制して行い，座位・立位可変姿勢，座位姿勢，立位姿勢における作業パフォーマンスや生体負担を比較し，座位・立位可変型作業の有効性を検討する。さらに座位・立位可変型作業における姿勢変更状況(同一姿勢連続時間)と姿勢変更理由を明らかにする。

2. 実験

実験では，座位・立位可変姿勢(椅座位，立位を自由に変更できる作業姿勢。"座位・立位可変"と略)，座位姿勢(足首や膝を動かす動きを許した椅座位姿勢。"座位"と略)，立位姿勢(歩行なし，かつ下肢を動かす動きを許した立位姿勢。"立位"と略)で被験者にExcelによる一桁の計算作業を120分課した。計算結果をテンキーで入力し，Enterキーで次問題へ進ませる作業であった。被験者には「120分で正確に最も計算量が多くなるように作業を行う」ことを教示した。

被験者は，健康な男子大学生4名(年齢21±1.0歳，身長168.8±49.1cm，体重60.7±6.5kg，右利き3名と左利き1名)であった。前日の睡眠時間など、生活面の条件や食事時間，水分摂取等の諸条件を統制した。

実験で使用した什器，PCは，座位・立位可変机(品名Sit&Standデスク，電動で机面高を70～120cm無段階に可変)，オフィスチェア(武藤工業製)，Vostro Desktops(DELL製)であった。作業場の室温は24℃であった。

測定項目は，作業パフォーマンスの指標として正解数，不正解率，生理的負担の指標として心拍数，筋電図，左足脹脛部位のインピーダンス，CFF値，心理的負担の指標として自覚症しらべ，身体疲労部位しらべ，腰/下肢の疲れ感，眠気感等の主観評価を取り上げた。座位・立位可変姿勢実験では，同一姿勢連続作業時間を計測し，姿勢変更理由を問診した。CFF値，自覚症しらべ，身体疲労部位しらべ，腰/下肢の疲れ感，眠気感等の主観評価は，作業前，作業中30分ごとに5時点で測定した。実験は10:00～12:00，14:00～16:00の間に1日1～2名ずつ行った。

3. 結果

3.1 作業パフォーマンス

10分当り正解数は，作業姿勢，被験者の要因に有意差($p < 0.01$)が認められた。平均正解数は座位・立位可変で471.3問(SD:61.7問)，座位で421.5問(SD:76.2問)，立位で443.7問(SD:94.1問)となり，座位・立位可変が有意($p < 0.01$)に多かった(図1)。不正解率は，座位・立位可変で0.79%，座位で0.52%，立位で0.77%であった。作業姿勢間で有意差はみられなかった。

3.2 生理的負担

(1) CFF値

CFF値変動率は作業姿勢($p<0.01$)，作業経過時間($p<0.05$)の要因に有意差が認められた。CFF値変動率は3作業姿勢とも時間経過とともに漸減したが，座位・立位可変における低下は他の姿勢よりも小さかった。(心拍数，筋電図，左足脹脛部位のインピーダンスの結果は次報で報告予定)

3.3 心理的負担

(1)自覚症しらべ

自覚症状が「まったくない」～「非常にある」に1点～5点を与え数値化した(身体疲労部位しらべも同様に数値化)。自覚疲労の愁訴スコアについては，作業姿勢，作業経過時間，被験者の要因に有意差($p < 0.01$)が認められた。愁訴は 3 姿勢とも時間経過に伴い増加傾向がみられた。作業開始 30 分以降では，座位・立位可変が座位，立位に比べて低い訴えで推移した(図 2)。

(2)身体疲労部位しらべ

身体疲労部位の愁訴スコアについては，作業姿勢の要因に有意差($p < 0.01$)が認められた。愁訴は 3 作業姿勢とも時間経過とともに漸増した。なかでも立位では作業開始 30 分以降で高い訴えとなった。座位・立位可変と座位の訴えは低いレベルで推移した(図 3)。

(3)腰/下肢の疲れ感，眠気感

腰/下肢の疲れ感，眠気感については「まったくない」～「非常にある」に 0 点～10 点を与え数値化した。腰の疲れ感の愁訴スコアについては，作業姿勢，作業経過時間，被験者の要因に有意差($p < 0.01$)が認められた。愁訴は 3 作業姿勢とも時間経過とともに漸増した。なかでも立位では作業開始 30 分以降で他の姿勢に比べて高い訴えとなった。座位・立位可変と座位の訴えは低いレベルで推移した。下肢の疲れ感の愁訴スコアについては，作業姿勢，作業経過時間の要因に有意差($p < 0.01$)が認められた。下肢の疲労感は，座位・立位可変と座位では 120 分間を通して小さく，立位では有意($p < 0.01$)に高くなった。眠気感の愁訴スコアについては，作業姿勢($p < 0.01$)，作業経過時間，被験者に($p < 0.01$)の要因に有意差が認められた。ねむけ感は作業姿勢によって異なり，立位と座位姿勢では作業開始 30 分以降で眠気感が増大した。座位・立位可変では眠気感の愁訴は低いレベルで推移した。

3.4 座位・立位可変型作業における同一姿勢連続作業時間及び姿勢変更理由

姿勢変更が生じるまでの同一姿勢連続作業時間は，立位で平均 20.9 分(SD12.6 分)，座位で平均 24.6 分(10.3 分)であった(図 4)。座位→立位への主な姿勢変更理由は「気分転換」，「眠気をとるため」であった。立位→座位への主な変更理由は「足の疲れの緩和」等であった。

3.5 各作業姿勢の特性

座位・立位可変は，座位，立位よりも作業パフォーマンスに優れ，自覚疲労や身体的疲労の訴えを低いレベルに止めることができる。座位は身体的疲労の訴えは小さいが，眠気を引き起こしやすく，作業パフォーマンスを低下させる。立位は自覚疲労や身体的疲労の訴えが他の作業姿勢に比べ顕著に高くなり，作業パフォーマンスの低下も示唆される。

図 1 10分当りの平均正解数

図 2 自覚症しらべ

図 3 身体疲労部位しらべ

図 4 同一姿勢連続作業時間

4. まとめ

座位・立位可変型作業が座位作業、立位作業よりも作業パフォーマンス，生体負担において有利であることを明らかにした。また座位・立位可変型作業における姿勢変更状況(同一姿勢連続時間)と姿勢変更理由を明らかにした。なお被験者を追加し実験を継続している。

参考文献

1)外岡雅人，阿久津正大：座位・立位可変型作業の有効性に関する実験的研究，日本人間工学会関東支部第 40 回大会講演集，108-109，2010

[連絡先]
阿久津正大
玉川大学工学部マネジメントサイエンス学科阿久津研究室
〒194-8610 東京都町田市玉川学園 6-1-1
e-mail:akutsu@eng.tamagawa.ac.jp
Fax:042-739-8858(阿久津研究室宛)

座位・立位可変型作業の作業特性と有効性に関する研究(2)

○阿久津正大*, 外岡雅人*, 浅沼悠未*, 榎原 毅**
(*玉川大学工学部, **名古屋市立大学大学院)

Study on work characteristics and effects while working in adjustable sit-stand worktable (2)

Masahiro AKUTSU *, Masato TONOOKA*, Yumi ASANUMA* and Ebara TAKESHI **
(*College of Engineering, Tamagawa University, **Nagoya City University Graduate School)

1. はじめに

90年代に入り、持続的な座位姿勢による運動器疾患や有訴軽減に対する予防策として、座位・立位選択可能な作業方式の研究が行われるようになった。北欧等では座位・立位可変机が開発され、オフィス作業現場で実践導入されている。一方、国内では、オフィス作業は椅座位姿勢が一般的である。座位・立位可変机の認知度は低く、オフィス作業現場での導入例は少ない。座位・立位可変型作業方式に関わる研究が数例[例えば 1)]みられるものの、作業者の自由意思による座位・立位可変型作業方式の有効性を立証した研究はみられない。

本研究では、事務的作業に従事する割合が高い女子作業者を対象とし、自由に座位と立位を可変できる座位・立位可変型作業方式の特性と有効性を研究している。前報[2)]では座位・立位可変机を用いた作業実験を行い、座位・立位可変型作業方式における座位と立位の可変状況、および座位・立位可変型作業方式が作業パフォーマンスにおいて座位作業方式よりも優れていることを明らかにした。

本報では前報に続いて、座位・立位可変型作業方式と座位作業方式における作業者の生理的負担を比較・検討した結果を報告する。

2. 実験

実験では、被験者に座位・立位可変型作業方式(椅座位、立位を自由に変更できる作業姿勢、"座位・立位可変"と略)、座位作業方式(オフィスで通常用いられている椅座位姿勢、"座位"と略)で Excel による一桁の計算作業を120分課した。計算結果をテンキーで入力し、Enter キーで次問題へ進ませる作業であった。

被験者には「長時間継続できる作業ペースで、できるだけ正確に多く計算作業を行うこと。座位・立位可変条件のときは、机面昇降機能を最大限に活用し作業を行うこと」を教示した。被験者には実験参加報酬として、1実験につき時給860円×3時間を支払った。

被験者は、健康な女子大学生12名(年齢22.3±1.0歳、身長1593±55mm、体重54.8±6.4kg、全員右利き)であった。前日の睡眠時間など、生活面の条件統制を行った。なお平均睡眠時間は6時間48分(SD30分)であった。

実験で使用した什器は、座位・立位可変机(Edsbyn製 Sit&Stand デスク、電動で机面高を70～120cm 無段階に可変)、オフィスチェア(武藤工業製)、PC((DELL製 Vostro Desktops)であった。

座位・立位可変実験では、同一姿勢連続作業時間を計測し、さらに姿勢変更理由を問診した。

作業パフォーマンスの指標として正解数、不正解率、生理的負担の指標として心拍数、筋電図、左足脹脛部位のインピーダンス、CFF 値、心理的負担の指標として自覚症しらべ、身体疲労部位しらべ、「作業姿勢としての好ましさ」等の主観評価を取り上げた。CFF 値、自覚症しらべ、身体疲労部位しらべ等の主観評価は作業前、作業中30分ごとに5時点で測定した。

座位・立位可変/座位の 2 条件、実験時間帯:午前10:00～12:00/午後14:00～16:00の2条件、座位・立位可変実験における作業開始姿勢:座位から開始/立位から開始の2条件をカウンターバランスするよう、12名の被験者を実験 1 日目、2 日目に割付けた。全実験数は姿勢2条件×被験者12人の計24実験であった。実験室内の温度は平均24℃、湿度は平均36%であった。

3. 結果および考察

(1)心拍数

図1に可変姿勢における120分間作業中の心拍数の推移を例示する。座位姿勢では増減がみられるが、ほぼ同じ水準で推移している。これに対し、可変姿勢では

座位姿勢時には低い水準で推移し、立位姿勢時には高い水準で推移する傾向がみられる。

可変姿勢と座位姿勢における平均心拍数は、座位・立位可変姿勢で 80.6±8.5 拍/分、座位姿勢で 74.5±7.6 拍/分となり、前者のほうが有意($p<0.01$)に高かった。また、可変姿勢における座位姿勢時の平均心拍数は 77.6±7.8 拍/分、立位姿勢時のそれは 84.0±8.6 拍/分となった(図 2)。立位時の平均心拍数は座位時よりも有意($p<0.01$)に高くなった。このことから、循環機能からみた身体活動度(エネルギー消費)は可変姿勢が座位姿勢に比べて高く、その程度は適度な範囲にあることがわかった。

(2) インピーダンス

可変姿勢と座位姿勢における平均インピーダンスは、可変姿勢で 18.9±2.7Ω、座位姿勢で 19.6±2.5Ωとなり、両作業姿勢間で有意差はみられなかった。また、可変姿勢における座位姿勢時の平均インピーダンスは 19.1±2.8Ω、立位姿勢時のそれは 18.8±2.8Ωとなった。この両者にも有意差は見出されなかった。このことから、下肢脹脛部の浮腫み(水分量)は両作業姿勢で明確な違いはみられなかった。

(3) CFF値

平均低下率は、両作業姿勢とも時間経過にともないに漸減した。可変姿勢では 120 分後に−3.08±2.79%となった。一方、座位姿勢では 120 分後−5.80±7.68%であった(図 3)。低下率に対して作業姿勢、作業経過時間、被験者を要因とする 3 元配置分散分析を行った結果、作業姿勢($p<0.05$)、作業経過時間($p<0.01$)、被験者($p<0.01$)に有意差が認められた。また、水準間で多重比較を行った結果、座位姿勢において時間経過とともに有意な低下が確認できたほか、120 分時点で可変姿勢に比べて座位姿勢で有意な低下を確認できた。座位姿勢では、精神労働における好ましい限界の低下率−5%を上回る低下がみられた。一方、可変姿勢では−3%の低下にとどまった。以上のことから、座位姿勢に比べて可変姿勢は、大脳皮質の活動水準を良好な状態を維持したまま作業を継続できることがわかった。

4. まとめ

座位・立位可変型作業方式と座位作業方式における作業者の生理的負担を比較した結果は、つぎのようにまとめられる。1) 身体活動度(エネルギー消費)は可変姿勢が座位姿勢に比べて高く、その程度は適度な範囲にある。2) 足の浮腫み(水分量)は両作業姿勢で明確な違いはみられない。3) 可変姿勢は座位姿勢に比べて、大脳皮質の活動水準を良好な状態を維持したまま作業を継続できる。

図 1 可変姿勢における心拍数の変動例

図 2 作業姿勢別の平均心拍数

図 3 CFF値低下率の時系列変化

参考文献

1) Ebara T, et al.: Effects of adjustable sit-stand VDT workstations on workers' musculo-skeletal discomfort, alertness and performance. Industrial Health, Vol.46, pp.497-505, 2008.

2) 阿久津正大, 外岡雅人, 浅沼悠未, 榎原毅:座位・立位可変型作業の作業特性と有効性に関する研究, 人間工学, Vol.48, 特別号, pp.450-451, 2012

[連絡先]
阿久津正大
玉川大学工学部マネジメントサイエンス学科
〒194-8610 東京都町田市玉川学園 6-1-1
e-mail:akutsu@eng.tamagawa.ac.jp
Fax:042-739-8858

日D15-1

起き上がり動作における補助用具の効果について

― 2種類のベッドマットレスでの比較 ―

○鈴木玲子，酒井理江
（埼玉県立大学保健医療福祉学部看護学科）

The effect of the assistant device to rising movement
Comparison with the mattress which is two from which pressure differs

Reiko Suzuki, Rie Sakai
(Saitama Prefectural University Department of Nursing)

1. はじめに

在宅療養者や介護施設入所者にとって、臥床姿勢からの起き上がり動作の可否は生活の質に影響を及ぼす。とくに、療養者が自らの力で起き上がれることは、自己効力感を高めることにもなり、介助を受ける人の心理的な負担感を軽減することにもなると考える。

本研究は、2 種類のベッドマットレスにおいて、起き上がり動作を助ける補助用具のひとつであるモンキーポール（以下、MP）を使用した臥床姿勢からベッドへの端座位への動作移動における動作負荷量を筋電測定より評価し、その使用効果を検討することが目的である。

2. 方法

2.1 被験者

運動機能に問題のない健康な成人女性 8 名で、身長 157（SD5.2）cm、体重 51(SD5.4kg)、右握力 29(SD4.4)kg、左握力 29（±5.1）kg である。実験に際して、口頭と文書で研究の目的や方法を説明して承諾を得た。

2.2 実験方法

被験者はベッド上での臥床姿勢から、3 秒で長座位に起き上がり、続いて 2 秒で長座位姿勢から端座位に移動してもらった。移動方法は、先行研究を参考に [1)-2)]、水平臥床で膝関節は 90 度屈曲をとらせた。両手あるいは MP を使って上半身を起こして長座位となり、さらに臀部を回転軸として下肢をベッド右横に降ろしながら端座位をとってもらった（図 1）。

両上肢で身体を支えて起き上がる方法(以下、hand 群)と上腕でMPの吊り輪部分につかまり起き上がる方法(以下、MP 群)の2通りを実施した。さらに、ベッドに敷いたマットレスは、一般的なマットレス(以下、N マット)と体圧分散マットレス(以下、P マット)の 2 種類を使用した。

2.3 実験の手続き

モンキーポールはベッドの頭部側に設置し、肩幅で上腕を伸展位し、両手が吊り輪を把持できる高さで、仰臥位姿勢での正中線上に対して肩関節屈曲角度が 60 度に調整した。それぞれの動作を数回の練習後に 3 回ずつ測定した。測定順番はラテン方格を用いた。

図1 移動動作の様子
（MPを使用）

2.4 評価方法

表面筋電の測定部位は、左胸鎖乳突筋(Stm)、右三角筋中部(Dem)、上腕三頭筋長頭(Tbm)、上腕二頭筋(Bbm)、右腹直筋(Ram)、外腹斜筋(Acm)の計 6 箇所で、筋電測定には MYOSYSTEM1200(NORAXON 社製)を使用した。電極間隔 30mm の双曲誘導で測定した。サンプリング周波数は 1000Hz とした。

また各条件の動作終了後に、1（辛い）～10（楽である）とした VAS(Visual Analog Scale)で動作のしやすさを測定した。身体の疲労部位については、疲労部位調査票（日本産業衛生協会）で評価した。

2.5 分析方法

動作を前半（長座位姿勢まで）と後半（端座位まで）に分け、被験者別に 3 回の平均値を算出し、各筋の%MVC(Maximum Voluntary Contraction)と RMS 値(Root Mean Square value)を求め、VAS 評価点についても wilcoxon の符号検定を用いて比較した。有意水準は 5%未満とした。

3. 結果

3.1 移動動作別での筋活動量の比較

動作前半では、hand 群および MP 群ともに、胸鎖乳突筋と腹直筋の％MVC は 50％前後、外腹斜筋の％MVC は 70％を超えていた。動作後半は、外腹斜筋を除くと 10-20％の％MVC の発揮であった。MP 群は上腕二頭筋の%MVC が増加した（P<.05）。

図2 臥床から端座位への起き上がり動作時の%MVC の比較

動作後半では、MP 群に比べて hand 群の三角筋%MVC が有意に増加し、N マットでの MP 群の上腕三頭筋の%MVC が大きかった(<.05)。

3.2 マットレス種類別にみた筋活動の比較

マットレスの種類別では、P マットは hand 群で腹直筋と三角筋の%MVC が高く、N マットでは hand 群の外腹斜筋の%MVC が増加していた(P<.05)。2 種類のマットレス間での%MVC に有意な差はなかった。

1 秒間の RMS 値からは、N マット使用で MP 群の上腕二頭筋が 0.28、hand 群の腹直筋 0.59 とそれぞれに高かった(P<.05)。P マット使用は、hand 群が三角筋 0.36、腹直筋 0.65 で高く(P<.05)、上腕二頭筋は有意に低かった。

図3 身体部位別にみた疲労部位祖総数

3.3 感性評価

動作直後の身体の疲労部位は、hand 群が頭頸部から上腕、腹部と全身に分布し、MP 群は上腕と前腕に多かった。とくに MP 群の腹部疲労は hand 群の 1/3 以下だった。動作のしやすさは、MP 群と hand 群では統計的に有意な差はなかった。

4. 考察

今回の結果から、補助用具モンキーポールの使用は、上腕二頭筋を中心とした筋活動を発揮することで、起き上がり時の頭部の前方移動や腹直筋、や外腹斜筋といった体幹の屈曲を支えることに働く筋活動の負担を減らす効果があると考えられる。

体圧分散マットレスは、身体の局所圧迫を避ける構造によりマットレス自体が沈み込むことから、手を支えとした場合は動作のしにくさが考えられ、そうした影響が上腕部の疲労を自覚する件数が多かったことからも予想される。

筋力の低下がある高齢者での検証も必要である。

5. 参考文献

1) CD Ford-Smith, AF VanSant:Age Differences in Movement Patterns Used to Rise from a Bed in Subjects in the Third Through Fifth Decades of Age, Physical Therapy, Vol.73(5), 24-33,1993

2)金子純一朗,他:起き上がり動作における運動パターン分類の検討—若年者と高齢者の比較,総合リハ, Vol.31(5),473-479,2003

[連絡先] 鈴木玲子
埼玉県立大学保健医療福祉学部看護学科
e-mail:suzuki-reiko@spu.ac.jp

日D15-2

電動車いすユーザとの沖縄研究旅行の経験から

—同行者と介助、現地で介助者を得る—

○大津慶子*首都大学東京健康福祉学部部理学療法学科　千一（はじめ）鎌倉市会議員

From the experience of Investigation travel Okinawa with electricwheelchair user—Bathing assistance is obtained there.

Keiko Ohtsu (Tokyometropolitan University Human Health Sciences Faculty)
Hajime Sen (CouncillorKamakura)

1. はじめに

航空機を利用して旅行に出かける電動車いすユーザも増えている。研究で航空機の利用と同行介助もしながらの旅行となりその経験から同行者としての介助と現地で入浴介助を依頼したのでその経験を通じて、介助者を雇用するのではなく同行者として行う様式について考えていることを報告する。

2．方法　電動車いすユーザの航空機利用の経験と移動手段としてリフト付き乗用車の利用、介助の内容と方法、入浴介助を依頼した経過と結果などをまとめる。また自立生活センター（障がい者の自立生活の理念を実現させる最も有効な手段として、サービス事業体であると同時に運動体という形態をとっている全国的な支援団体）沖縄調査内容なども触れる。対象は脳性まひアテトーゼ型で言語障害（トーキングエイド使用）、両上肢障害、立ちあがりと介助による歩行可能な市会議員としてバリアフリー環境改善を中心に活動しているＳ氏である。重度身体障がい者が仕事で旅行するときには専従介助者が同行する場合が多いが、仲間として同行する者がごく自然に介助をするというのが、彼の基本的な考えである。私は仕事仲間でもある立場で介助は問題がないが入浴介助は行わないというのが、異性としての基本的な立場である。Ｓ氏に必要な介助を日常生活動作の基本六項目+コミニケーションであげる。起居移動動作 起き上がり、座位保持、立位保持、バランス介助による立ち上がり、骨盤操作による介助歩行が可能である。キャスター付き椅子があれば室内は移動可能、食事は全介助で口まで運ぶ、ストローによる水分摂取可能、排泄は車いすから便器への移乗バランス介助、下着とズボンのあげおろし、温水洗浄便座でなければ後始末、入浴はシャワーチェアを利
用して移乗のバランス介助、身体を洗う、髪を洗う動作は全介助、更衣動作の準備は自立、着脱は全介助、整容動作は髭そり、歯磨きなど全介助、コミニケーションはトーキングエイドを左足指で使用、携帯電話の使用は可能だが時間的に余裕のある場合に限られる。

図１トーキングエイド

3．結果　過去に同行の男性研究者が帰った為に入浴介助ができず旅行を中断して帰宅1)。その経験から入浴介助は現地で介助者を探すことで二回の沖縄出張が実現した。

3－1. 旅行の事前準備 ○ANAのパック旅行を利用、事前振り込みご本人行う。車移動のためリフト付き乗用車の確保 ○ANAハンディキャップ窓口に電動車いすの規格と重量、バッテリーの種類を連絡。 ○ホテルにバリアフリー対応客室の問い合わせ ○入浴、就寝準備のための介助者を現地自立生活センターに依頼

3－2 旅行の目的 一回目：第二回国際環境シンポジウムに参加をして「鎌倉のバリアフリー」を博物館・美術館にて発表。千一氏は読み上げソフトを利用して講演、質疑はトーキングエイド使用、名護療育園の成人脳性まひ者との交流、将来名護市市会議員を目指す高校生との交流、辺野古訪問など。

図２　発表など、辺野古訪問

二回目：障害者自立生活センター（宜野湾のイルカ、名護のキララ）訪問調査、

図３　自立生活センター訪問調査

沖縄はゆいレール以外はバス交通なのでリフト付きレンタカーによる移動となった。このような介助の時間は入浴と就寝時着替えを除いて約四時間から五時間を要した。食事は介助しながら介助者も食べるスタイルで何とか目的とする仕事と人との交流を行うこができた。ホテル、バリアフリー対応の客室をお願いしたが、浴槽がなくシャワーいすだけで、入浴動作と対応した設備があるとは言えない状況でした。

飛行機にはユーザは航空車いすに乗り替えて電動車いすはバッテリを外して貨物として別になります。

バッテリの取り外しでトラブルもあります。二度目の帰りには電源が入らない事態が発生。幸い通りがかった乗務員が対応。テープを外してくれました。

飛行機内は食事、排泄の介助はありませんので、一人搭乗の時にはトイレに行かずにすむように紙おむつを一応準備した。水分摂取はプラスチック水飲み容器、滑り止め、ストローを準備。隣座席の方が介助参加

入浴など就寝時介助の確保

一回目は訪問先の担当者が自ら入浴と就寝時介助を行ってくれた。二度目は自立生活センター訪問であったので自立生活センター専従のスタッフによる入浴介助を申請、時給1200円でとても気持ちよく介助をして頂きました。一日は、那覇空港バリアフリー窓口により紹介があり介護福祉士＋一人の入浴介助を受けた。費用は8000円コーディネーターの社会福祉士も一緒に来訪して夜中までバリアフリー論議が弾んだ。

リフト付き車両　軽自動車の手動でスロープを出し入れするタイプを利用した。荷物は助手席と折りたたんだ介助用車いすを電動車いす所定位置の隣に乗せて対応した。ユーザの安全はベルトで電動車いすを固定した。走行中は足台に置いたトーキングエイドを利用して運転席との会話をかなり弾ませることができた。

5. 考察

介助の必要な電動車いすユーザとの仕事での同行で介助を引き受けた場合には介助の方法を熟知して介助必要時間をあらかじめ想定したのでかなりの仕事は可能になった。介助をするか、しないかは同行者の自由であり介助を強いることはできない。よって可能な限りノウハウを技術伝達する手段を講じて介助の引き受け手がやりやすい方法を蓄積する必要がある。これで気持ちの良い沖縄研究旅行が可能となった。今後もノウハウを蓄積して電動車いすユーザのバリアフリー改善活動を支援していきたいと考える。

5. 参考文献

1) 千一：じろじろ見てよ—重度脳性マヒのぼくが議員になって201-202 、2012. 03

〔連絡先〕大津慶子〒　112-0012東京都文京区大塚６－２９－９e-mail mld21222@nifty.com

日D15-3

トイレ用手すりの設置位置が筋負担に及ぼす影響(第1報)

○安田智美*, 國澤尚子**, 八十島崇**, 三澤哲夫***, 徳田哲男**
(*千葉工業大学大学院, **埼玉県立大学保健医療福祉学部, ***千葉工業大学)

Effects of the layout of handrail for toilets on muscle activity (Part 1)

Satomi Yasuda*, Naoko Kunisawa**, Takashi Yasojima**, Tetsuo Misawa*** and Tetsuo Tokuda**
(*Chiba Institute of technology **Saitama Prefectural University)

1. はじめに

病院や公共施設などの障がい者用トイレや多目的トイレに設置されている手すりの多くは、便器に対して側面の壁に取り付けられている。しかも、建物の設計構造によって壁面(左右)への設置位置が異なっている場合が多い。

トイレ内で手すりの使用が必要な対象者は、加齢により身体機能が低下した高齢者、事故や脳血管疾患などの後遺症として片麻痺が発症した者など様々である。

なかでも、片麻痺を有する対象者の場合には、手すりの設置位置によっては、健側(麻痺がない側)で把持するために体幹を捻って使用しなければならず、重心のバランスを崩してトイレ内で転倒するなどの事故に繋がりやすいことが指摘されている。

最近、トイレ用手すりとして、便器に対して斜め前方の床面に設置できるアドバンテージ・レール(ヘルスクラフト社、カナダ製)が採用されるようになってきた。これは、高さ115cmの垂直支柱と長さ44cmの水平ハンドルから成り、カタカナの「ト」の字のような形状をしている。ハンドルは360度回転可能であり、45度ごとにロック機能がついている。ハンドルは便器の正面に位置することが可能であり、片麻痺の発症部位による動作への影響を最小化することができる。

そこで本研究では、アドバンテージレール(以下、水平手すりと略)と側壁に設置するタイプのL字型手すり(以下、壁手すりと略)を用いて、手すりの設置位置の相違が筋負担に及ぼす影響を検討した。

2. 実験方法

2.1 被験者

被験者は健康な女子学生10名(年齢21.5±1.0歳、身長158.2±5.1 cm、体重55.8±6.1 kg、全員右利き)であった。なお、解析には筋電図が正しく計測・記録された8名分のデータを使用した。

2.2 実験条件及び実験手順

車いすから便器、便器から車いすへの移乗動作およびそれぞれにおける立ち座り動作を再現して実験を行った。水平手すりについては、先行研究を参考に、便器の右側180mmおよび便器先端から370mmの位置に垂直支柱を設置した[1]。便器の左側正面から対象者が車いすで進入してくることを想定し、水平手すりは便器に対して90度と135度の2条件設定した。壁手すりも、便器の左側正面より車いすで進入してくることを想定し、便器の右側の壁面に、便器先端から337mm前方の位置にL字の角(垂直部分と水平部分の交点)がくるように手すりを設置した。

被験者には、手すりの使い方等については細かく指示をせず、実験の直前に「高齢者を想定して動作を行うこと」を指示し、数回の練習を行わせた。実験での動作は、「手すりを使用して立ち上がる」→「便器の前まで移動」→「着衣を下ろす動作」→「便器に座る」→「便器から立ち上がる」→「着衣を上げる動作」→「車いすの前まで移動」→「車いすに座る」を1サイクルとし、それぞれの条件において数秒間の静止時間を挟んで連続して5回ずつ行わせた。なお、実験は、水平手すりの90度、135度、壁手すりの順に行った。

図1 実験風景
(左:135度条件、右:壁手すり条件)

2.3 測定項目

動作時の筋負担を評価するために、表面電極による筋電図を測定した。計測・記録は多用途生体アン

プ（TEAC BA1008）およびフィールドレコーディングユニット（TEAC ES8）を用いて行った。計測部位は、左右それぞれの僧帽筋（肩）上部、上腕二頭筋、腰筋（L4）、外側広筋の計 8 部位とした。解析には、多用途生体情報解析プログラム BIMUTAS II（KISSEI COMTEC ㈱）を用いた。

また、被験者の動作を確認するために、デジタルビデオを用いて一連の動作を記録した。

3. 結 果

3.1 筋負担（積分値）

筋電図の結果を図2に示す。測定データは A/D 変換し、1000Hz でサンプリングを行い、1 秒間あたりの積分値を算出した。なお、終末効果を考慮し、各 5 回の動作中 3 回目のみを抽出し分析の対象とした。

全体的な傾向として、下肢よりも上肢の力によって移乗動作が行われていることが確認された。僧帽筋においては、90 度・135 度の条件では車いすから手すりを使って立ち上がる際、手すりが被験者の左側にあるため、左手を伸ばして手すりを掴み、体を引き寄せる動作を行っていたため、右よりも左の方が高い値を示していたと考えられた。上腕二頭筋については、左の壁手すり条件において高い数値を示していた。下肢については、左側よりも右側の方が筋負担は大きかった。これは、90 度・135 度では移乗動作の際に左側に大きく体を捻るような動作をしたためと考えられる。

図 2 条件別筋負担

3.2 筋負担度（順位）

それぞれの被験者の 3 条件の筋出力を大きい順に 3 点、2 点、1 点と点数（順位）化し、筋負担度の指標として図3に表した。

中央値（12pt）よりもすべての部位・条件において高めの結果が確認され、中でも 135 度と壁手すり条件の筋負担度が 90 度の条件よりも高い傾向が見られた。135 度の条件に関しては、僧帽筋、上腕二頭筋、腰筋、外側広筋の右側の測定部位の筋負担度が高いという結果が示された。壁手すりの条件に関しては、左側の僧帽筋、上腕二頭筋、腰筋の筋負担度が高かった。

図 3 条件別筋負担度

4. まとめ

本研究では、壁設置型のL字型手すりと前面に手すりがあるアドバンテージレールを用いて、手すりの設置位置が筋負担に及ぼす影響を検討した。その結果、今回の実験条件では 90 度の条件は他の条件よりも全体的に筋負担度が低い傾向がみられ、135 度の条件では右半身の筋負担度が高く、壁手すり条件では左半身の上肢の筋負担度が高いという傾向がみられた。

今回の実験から得られたデータを基に、実験条件を再度検討し、更に研究を進めていきたい。

なお、本研究は、平成 23 年度科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金（基盤研究 C））の助成を受けて行ったものである。

5. 参考文献

1) 水平手すりの配置が立ち上がり動作に与える影響についての研究：小島公平，安田智美，三澤哲夫，日本人間工学会関東支部大会講演集, Vol.40th pp.104-105

[連絡先]
安田 智美
千葉工業大学大学院工学専攻
〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1

日 E16-1

ベイジアンネットワークを用いた Web ユーザビリティ評価に関する研究

○ 原田允貴*, 西内信之*, 橋爪絢子*
(*首都大学東京大学院システムデザイン研究科)

Study on Web Usability Evaluation Using Bayesian Network

Masataka Harada*, Nishiuchi Nobuyuki* and Hashizume Ayako*
(*Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

近年、Web サービスが様々な方面に拡大し Web サイトが急増している中で、Web ユーザビリティに関する関心が高まっている。Web ユーザビリティ評価手法[1]には主に、専門家に依頼し経験則によりユーザビリティ評価をしてもらうヒューリスティック評価法、多数の被験者を用意し実際に操作してもらい、操作時間やマウスの動きを記録し分析するユーザビリティテスティング、アンケート評価法、ガイドラインレビュー法などがあるが、主観的な評価だけになる、データ分析のコストや時間がかかるなど、どれも改善すべき問題を有していると考えられる。

そこで本研究では、ユーザの Web ページ閲覧時のマウス軌跡やスクロール回数、注視点、アンケート評価により得られた結果をベイジアンネットワークによって分析し、定量的なデータによるユーザビリティ評価モデルが作成できるかどうかを検証する。そして、ユーザビリティ評価に有効な評価項目は何かを推考する。

2. ベイジアンネットワークについて

ベイジアンネットワークとは[2]、因果関係を確率により記述するグラフィカルモデルの1つで、複雑な因果関係の推論を有向グラフ構造により表すとともに、個々の変数の関係を条件つき確率で表す確率推論のモデルであり、複雑でかつ不確実な事象の起こりやすさやその可能性を予測することができる。

図 1 ベイジアンネットワークの例

ベイジアンネットワークでは、従来の手法では認識出来なかった隠れた行動要因、因果関係を抽出することが可能であり、他の統計手法では困難な詳細な推論や様々な目的のシミュレーションが可能であるという特徴を持つ。これらの特徴を利用し、実際にはシステムの故障診断や商品リコメンデーション、ユーザモデリング 等に応用して使われている。

本研究では、ベイジアンネットワークの構築には数理システム社の BAYONET を使用した。

3. 予備実験について

3.1 実験概要

予備実験では、メニューバーの位置などのレイアウト変更可能な、実存するポータルサイトに類似させた Web サイトを作成し、被験者属性やレイアウト属性、Web ページ閲覧時の操作履歴、ユーザの使用感想などのデータによりベイジアンネットワークモデルを作成できるかと、作成されたベイジアンネットワークからユーザビリティ評価が可能かどうかを検証する。

3.2 実験方法

被験者は、21 歳～26 歳の大学生 16 名(男性 13 名、女性 3 名)。Web サイトは、日本で最も PV 数の多いポータルサイト(Yahoo!JAPAN)に類似させたものを作成し使用した。レイアウトは、メニューバーの位置が左部にあるものと上部にあるもの、コンテンツカラム数が 1 段のものと 2 段のものの、計 4 種類を用意した(図 2)。

図 2 作成した Web サイト 4 種類

この 4 つのサイトにおいてキーワード探索課題3つ、黙読課題 1 つを遂行してもらった。被験者にはアイマークレコーダ(Nac 社:EMR-8)を装着してもらい、課題遂行中の視線の軌跡を取得した。実験前と課題終了後は、アンケートにより被験者の特徴(年齢、性別、インターネット使用歴等)や、Web ページの使用感を答えてもらった。また、課題遂行中の操作は画面キャプチャソフト(BB Flash Back Express)にて操作履歴を記録し、マウス移動距離、課題遂行時間のデータを取得した。

このように取得されたデータを、図 3 のように属性ごとに分類し、ベイジアンネットワークを作成する。「ヒト属性」「モノ属性」が「行動履歴」「アンケート評価」に影響を与え、「行動履歴」が「アンケート評価」に影響を与えるという構造である。

図 3 データ分類とベイジアンネットワークの構造

3.3 実験結果および考察

実験により取得されたデータを分析し、構築されたベイジアンネットワークを図 4 に示す。

図 4 ベイジアンネットワークモデル

このモデルからわかる各属性間の関連性を以下に示す。

- 「ヒト属性」「モノ属性」と「行動履歴」に関連性が見られた。
- 「行動履歴」と「アンケート評価」に関連性が見られた。
- 「ヒト属性」「モノ属性」と「アンケート評価」に直接的な関連性は見られなかった。

その中から、特に特徴的な因果関係をまとめる。

- マウス移動距離、マウス移動速度よりも、視線移動距離と視線移動速度の方が、評価の部分との関連性が多く見られた。
- 注視点は、縦の移動量(Y 軸)が横の移動量(X 軸)よりも評価への影響が大きかった。
- メニューバー位置は、行動履歴への関連性は薄かった。
- コンテンツカラム数は、アンケート評価へ影響を及ぼす行動履歴因子との関連性を多く見せた。

これらの事から、以下の事項が言える。

- ユーザビリティ評価を行う際には、マウス移動軌跡よりも注視点軌跡を見ることの方が有効。
- 視線移動が縦に少ないサイトの方が、「見やすい」と感じるユーザが多い。
- 「好感度」「操作のわかりやすさ」「見やすさ」の評価の高いサイトを作るためには、視線移動距離がなるべく少なくなるようにすることが必要。

実験に使用したサイトにおいては、メニューバーは左部、コンテンツカラム数は1段のレイアウトが、最も視線移動距離が少なく評価が高いことになる。

4. まとめ

本研究では、ベイジアンネットワークを用いた Web ユーザビリティ評価の手法を提案した。予備実験で得られた結果から作成したベイジアンネットワークにより、「ヒト属性」「モノ属性」「行動履歴」「アンケート評価」の関連性を見ることができ、ユーザビリティ評価が可能であることが示唆された。今後は実験条件等を再考し本実験を行い、更に詳細なベイジアンネットワークモデルを作成していく。

参考文献

1) 仲川薫 須田亨 他, "ウェブサイトユーザビリティアンケート評価手法の開発", 第 10 回ヒューマンインターフェース学会.
2) 鈴木康之 他, "ベイジアンネットワークのモデル構築手法の検討"情報処理学会第 71 回全国大会.

[連絡先]
原田允貴
首都大学東京日野キャンパス
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail : harada-masataka@sd.tmu.ac.jp
Fax : 042 -585-8620 (西内研究室宛)

日E16-2

指の移動軌跡の特徴を用いたユーザビリティ評価手法の提案

○高橋雄大河*, 西内信之*, 橋爪絢子*
(*首都大学東京大学院システムデザイン研究科)

Proposal of Usability Evaluation Method Using Finger Moving Locus

Yutaka Takahashi*, Nobuyuki Nishiuchi* and Ayako Hashizume*
(*Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

近年、技術の発展により、テレビや電子レンジ、複合プリンタなど電化製品の多機能化・多様化が進み、操作がより複雑になっている。同様に製品の機能による差別化というのも難しくなってきている。このような点から、製品のユーザビリティが注目されている。

ユーザビリティとはWebサイトや製品、サービスなどの「使いやすさ」のことで、国際規格ISO9241の11章では、「特定の利用状況において、特定のユーザによって、ある製品やサービスが、指定された目標を達成するために用いられる際の、有効さ、効率、ユーザの満足度の度合い」と定義している。従来のユーザビリティ評価手法であるアンケートでは、評価が主観的になってしまう、また操作ログを記録する方法では、ログ記録が困難な機器への対応などの問題点があった。

そこで本研究では、機器に依存しない客観的・定量的なユーザビリティ評価手法として、ユーザの指の移動軌跡の特徴を用いた評価手法を提案することを目的とする。

2. 提案するユーザビリティ評価手法

2.1 指の移動軌跡の抽出

機器を操作するユーザの手の動作をビデオカメラで撮影する。この時操作する指には先端を着色した指サックを装着してもらう。そして画像処理により指先を追跡し、移動軌跡を抽出する。

図1. 抽出した指先の移動軌跡の例

2.2 評価パラメータ(特徴量)

ユーザビリティ評価には、操作時間、指の移動軌跡長、移動軌跡の特徴(停留・切り返し・フレームアウト等)を評価パラメータとして用いる。

操作時間については、鱗原らが開発したNE比[1)]を応用する。NE比は、「初心者の操作時間÷習熟者の操作時間」で表され、設計者とユーザの間のギャップを客観的なデータとして抽出することができる。本研究では操作時間のモデル化を行い、基準となる操作時間(習熟者の操作時間)を計算で求められる理想値とした。

指の移動軌跡長は、操作時間と同様にNE比の考えを応用し、初心者の軌跡長と、操作の最短経路を通る理想的な軌跡の軌跡長と比較する。

指の停留は、事前に設定した時間内で、指の移動速度が閾値を下回り続けた時に停留と判定し、その回数と時間を評価に用いる。

指の切り返しは、上下・左右の移動方向が切り替わった回数を理想的な軌跡と比較し評価を行う。

フレームアウトは、操作中にボタンなどが配置されている操作面上から指が外れる回数を評価に用いる。

2.3 操作時間のモデル化

操作時間のモデル化にはFittsの法則を用いた。Fittsの法則は、マンマシンインタフェースにおける人間の動作をモデル化したもので、対象の領域に移動するのに必要な時間Tが式(1)を満たすと予測している。

$$T = a + b\log_2(0.5+\frac{D}{W}) \qquad (1)$$

ここで、$\log_2(0.5+D/W)$はポインティングの困難度、aとbは操作する機器などによって決まる定数、Dは開始点から対象の中心までの距離、Wは対象物の幅を意味している。

3. 予備実験1(Fittsの法則による理想値のモデル化)

3.1 実験内容

操作時間の評価基準となる理想値を算出するため、Fittsの法則を用いてモデルを作成する。実験にはタッチパネルディスプレイと自作のインタフェースを用い、上

下左右とその中間の計 8 方向に配置された、ボタンサイズと始点からの距離が異なる計 40 個ボタンを実際に押した時の操作時間から Fitts の法則の定数を求めた。

3.2 実験条件

被験者は健常な 22～24 歳の大学院生男女 5 名で、40 個のボタン操作を 3 セット行なってもらった。

3.3 実験結果

操作時間の結果と最小二乗法により求めた回帰直線を図 2 に示す。操作時間の結果を移動方向別に検定を行ったところ、有意差がみられたため、Fitts の法則の定数の値は 8 方向別の値を使用することにした。

図 2. 操作時間と困難度(全方向)

4. 予備実験 2(モデルの適合性検証実験)

4.1 実験内容

予備実験 1 で作成したモデルの適合性を検証するため、予備実験1と同様のタッチパネルディスプレイに表示したテンキーで、被験者本人の 8 桁の学生番号(被験者が十分に慣れている番号)を入力した時の操作時間を測定し、モデルによる理想値と比較した。

4.2 実験条件

被験者は健常な大学生・院生男女7名で、テンキーのボタンサイズは大(約 26×26mm)と小(約 13×13mm)でそれぞれ 5 回入力を行なってもらった。

4.3 実験結果

被験者毎に 5 回の入力の平均を実測値とし、7 操作の内の最大誤差を抽出、被験者 7 名での平均と標準偏差を表1に示す。ボタンサイズ小で無視できない誤差が見られたため、今後近似式の次数を増やす、困難度毎に補正をかける等をして調整を行う必要がある。

表 1. 計算値の誤差

	ボタン大 誤差(%)	ボタン小 誤差(%)
平均	-5.48	-17.59
標準偏差	12.43	4.99

5. 本実験(ユーザビリティ評価実験)

5.1 実験内容

メーカの異なるファクシミリ 2 台(Panasonic 製、SHARP 製)を用いてユーザビリティ比較評価実験を行う。タスクは基本的な機能から以下の 3 つを選んだ。

・タスク 1:再ダイヤル機能から発信
・タスク 2:電話帳機能を用いてファクス送信
・タスク 3:電話帳から連絡先を一つ消去

また、タスクを一つ完了する毎にヒアリングを行い、被験者の主観的な評価の取得も行う。

5.2 実験条件

被験者は各ファクシミリ 5 人前後を予定している。ファクシミリとタスクの実験順序は被験者毎に入れ替える。

5.3 実験結果

それぞれのファクシミリを 1 台目として実験を行った被験者 2 名の、タスク 2 の時間と移動軌跡の NE 比についての結果を表 2 に示す。

表 2. 2 台のファクシミリの NE 比の比較

	Panasonic			SHARP		
操作ステップ	完了時刻 (x0.1s)	時間 NE比	軌跡 NE比	完了時刻 (x0.1s)	時間 NE比	軌跡 NE比
電話帳を開く	15	2.81	1.18	22	4.42	1.08
送信先を決定する	205	5.11	3.59	79	4.21	2.79
ファクスを送信する	248	9.49	2.76	108	6.11	4.02

ファクシミリの種類によって時間と軌跡の NE 比に異なる傾向が見られた。特に下線部分に大きな問題点が潜んでいると思われる。さらに移動軌跡の特徴やヒアリングの結果を合わせる事で、その機器のユーザビリティの特徴や問題点を明らかにすることができるのではないかと考えられる。結果の詳細については口頭発表にて報告する。

6. 参考文献

1) 鱗原晴彦,他:設計者と初心者ユーザの操作時間比較によるユーザビリティ評価手法,ヒューマンインタフェースシンポジウム'99 論文集, pp.537-542,1999 年.
2) 安藤盛洋,西内信之:動作分析を応用した定量的・客観的なユーザビリティ評価手法の開発,平成 22 年度首都大学東京大学院修士論文.

[連絡先]
高橋雄大河
首都大学東京大学院システムデザイン研究科
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail:takahashi-yutaka@sd.tmu.ac.jp
Fax : 042-585-4506(西内研究室)

直感的インタフェースに関する一考察

○鳥居塚 崇　永井 美穂
（日本大学）

A Study of the Intuitive Interface Design

Takashi TORIIZUKA　Miho NAGAI
(Nihon University)

1. はじめに

直感的インタフェース（例えば Briell Marketing[1)], Control Grobal[2)], Hurricane Software Inc.[3)]など）という語は 2000 年代に登場し，現在ではしばしば耳にするようになったが，その捉え方は区々である．一般的には，スマートフォンやタブレット端末のように様々な種類の Haptic/Tactile 操作が可能で，初めてそれを利用するユーザでも何となく使えてしまうようなインタフェースとして捉えられるケースが多いようである．しかし実際には Haptic/Tactile 操作に関わるものだけでなく，ボタン，ダイヤル，レバーなどのように従来から存在するものでも，直感的でわかりやすい操作が可能なものは直感的インタフェースと捉えられることも多い．

2. これまでの方法論

直感的インタフェースデザインの基には人間中心生設計や ISO9241 等のユーザビリティの原理などの考えあるが，実際の方法論（ガイダンス）としては方向通則の原理（ISO1503），ゲシュタルトの法則，アフォーダンス理論互換性の原則，一貫性の原則，ポピュレーション・ステレオタイプ，メタファーの利用などが挙げられる．これらはもちろん異なる側面からのアプローチで，それぞれに特徴がある．例えばゲシュタルトの法則を用いればインタフェースのレイアウトをよりわかりやすくすることができ，またアフォーダンス理論を用いれば操作のきっかけがわかりやすいようなデザインを行うことが可能となる．しかしこれらは主に知覚上のわかりやすさに関するもので，どのような状況のときにどのような操作をすれば良いかに関わる問題を扱うときには少々難がある．それに対し例えばメタファーの利用などは，もう少し広範に亘る応用が可能である．Microsoft や Apple の OS で用いられているデスクトップ・メタファがその代表的なものとして挙げられ，PC の画面を机上と捉えそこにファイルが置かれていたり不要なファイルはゴミ箱に捨てれば良かったりと，直感的な操作を促すものとなっている．しかしこれは，例えば PC やタブレット端末のようにソフトウェアで構築されたインタフェースに限定される．そこで，ソフトウェアで構築されたものに限定されず，どのような状況のときにどのような操作をすれば良いかが直感的にわかるようなデザインの方法論が必要となる．

3. イメージスキーマ

そのような方法の 1 つとしてイメージスキーマの利用が考えられる．イメージスキーマは Johnson, M.や Lakoff, G.が確立した概念で，Johnson の The Body in the Mind の中で「イメージスキーマとは身体的動作，対象の操作，知覚的相互作用に繰り返し登場するパターンのイメージのことで，そのイメージがないと私たちの経験は不可解なものになる（要約）」と述べられている [4)]．つまり，日常的経験がイメージスキーマを形成し，それを基に私たちは言語として表現したり（身体的に）行動したりしているということである．そのプロセスを図 1 に示す．

図 1　イメージスキーマの位置づけ

Grady はメタファーは具体的な感覚運動経験と抽象的な主体的経験との関係が繰り返されることで生じると論じており [5)]，日常経験（繰り返される感覚運動経験）から形成されるイメージスキーマとメタファーには密接な関係があるといえる．メタファーは言語，イメージスキーマはイメージであることから，メタファーはイメージスキーマの表象である捉えることができる（図 2）．例えば日常的な経験から，垂直の方向性を持った何かをイメージすることができる．これがイメージスキーマで，これに上方向と下方向の意味を持たせたもの（「more」が上方向，「less」が下方向）がメタファーである．これらは具体的な経験から抽象化されたものであるから，抽象から具象に再び実体化させることが可能である．この考えを利用したのが，イメージスキーマのインタフェースへの応用である（図 3）．すなわち，このようなプロセスでデザインされたインタフェースは，私たちの経験をそのままデザインとして反映されたものであるから，直感操作が可能なインタフェースであると捉えることができると思われる．

図２ イメージスキーマとメタファーの関係

図３ メタファーおよびイメージスキーマの位置づけ

3. イメージスキーマの抽出

先述したように，イメージスキーマが実体化されたものの 1 つが言葉だとすると，私たちの自然な言葉からイメージスキーマを抽出することができると考えられる．また日常的な言語の多くの場面でメタファーが用いられている[6]ことを考えれば，言葉の中からメタファーを探し出すことでイメージスキーマを抽出することができる．

Hurtienne らがエアコン操作の例を用いて分かりやすく説明している[7]ので引用して説明すると「外の気温が15度以下になるようだったら設定温度を24度まで上げる」には，温度という語と（温度は高い－低いで表現），「以下」や「上げる」という表現が含まれるので，これらは「more is up, less is down」のメタファー，つまり垂直方向（up-down）のイメージスキーマが存在するし，「朝 5 時から 8 時までと夜 20 時から 23 時までは，暖房を入れるようにタイマーをセットしている」には，時間の概念（時系列＝時間は左から右に流れる）が含まれるばかりでなく，「から」「まで」等，経路を示す語が含まれているので経路（path）のイメージスキーマが存在する．このようなイメージスキーマのリストは文献 4）に記載されている．

4. イメージスキーマからデザインへ

直感的に分かりやすいインタフェースをデザインするためには，イメージスキーマを具象化すれば良い．したがって先述の例では，温度を示すものについては垂直方向（上－下）のインタフェースを，また時間に関わるものについては左右方向（左→右）のインタフェースのデザインが望まれよう．図４に温度調節が含まれるインタフェース，時間の設定が含まれるインタフェースを示す．温度については上下方向の調節ボタンがデザインされているが，時間については左右方向ではなくやはり上下方向ボタンがデザインされている．これは，理論的には直感による操作が難しいデザインであるといえる．実際に，イメージスキーマとインタフェースが一致していない場面が少なくない．このように，イメージスキーマはデザイン評価のための一指標にもなり得る．次回はイメージスキーマを用いたデザイン評価やインタフェースの試作・評価を試みたい．

図 4 温度調節が含まれるインタフェースと時刻設定が含まれるインタフェース（温度調節は IS：イメージスキーマに合致しているが，時刻調節は IS と齟齬がある）

参考文献

1）Briell Marketing: Sony Digital Printer, Snap Lab UPCR10L, 2008

2）Control Global: New Products, Keypad improves intuitive use for drive controls, 2008

3）Hurricane Software Inc.: Legal Practice search tool, 2002

4）Johnson, M.: The body in the mind, the bodily basis of meaning, imagination, and reason, Chicago, University of Chicago Press, 1987

5）Grady, J.: Theories are buildings revisited, Cognitive Linguistics, 8 (4), pp264-290, 1997

6）Lakoff, G. & Johnson, M.: Metaphors we live by, Chicago, University of Chicago Press, 1980

7）Hurtienne,J, *et.al*: Towards an account of sensorimotor knowledge in inclusive product design, In C. Stephanidis (ed.), Universal Access in Human-Computer Interaction, Addressing Diversity, Lecture Note in Computer Science, Vol. 5614, pp251-260, 2009

[連絡先]
鳥居塚崇（日本大学　生産工学部）
〒275-8575 習志野市泉町 1-2-1
e-mail:　toriiduka.takashi@nihon-u.ac.jp

協賛団体

一般社団法人　映像情報メディア学会
一般社団法人　情報処理学会
一般社団法人　繊維学会
一般社団法人　電子情報通信学会
一般社団法人　日本医療薬学会
一般社団法人　日本音響学会
一般社団法人　日本機械学会
一般社団法人　日本建築学会
一般社団法人　日本航空宇宙学会
一般社団法人　日本作業療法士協会
一般社団法人　日本福祉のまちづくり学会
一般社団法人　日本リハビリテーション工学協会
一般社団法人　日本ロボット学会
一般社団法人　プロジェクトマネジメント学会
一般財団法人　日本規格協会
公益社団法人　精密工学会
公益社団法人　計測自動制御学会
公益社団法人　日本経営工学会
公益社団法人　日本自動車技術会
公益社団法人　日本心理学会
公益社団法人　日本理学療法士協会
公益社団法人　日本リハビリテーション医学会
社団法人　日本交通科学協議会
社団法人　人工知能学会
特定非営利活動法人　ヒューマンインタフェース学会
システム制御情報学会
日本感性工学会
日本義肢装具学会
日本信頼性学会
日本人類学会
日本生活支援工学会
日本生理人類学会
日本知能情報ファジィ学会
日本デザイン学会
日本認知科学会
日本バイメカニクス学会
日本バーチャルリアリティー学会
日本臨床生理学会
バイオメカニズム学会

索引

あ

青木　和夫　土 E6-3
　　日 D13-3
赤坂　俊哉　土 E4-3
阿久津　正大　日 E14-3
　　日 E14-4
浅沼　悠未　日 E14-4
足立　和隆　日 D9-3
安藤　昌也　企 3-1
飯村　浩平　日 D11-1
石井　健雄　日 E14-3
石田　敏郎　土 E4-2
　　土 E8-3
石橋　彰吾　土 D1-3
石橋　圭太　土 E2-2
石本　明生　日 D9-3
市原　茂　企 4-1
井手口　直子　土 E6-4
　　日 D13-1
伊藤　輔　土 E8-3
因幡　敏幸　企 1-6
井上　勝夫　日 D9-1
　　日 D9-2
今西　明　土 E8-4
岩男　眞由美　土 E8-4
岩館　直彬　土 D7-4
岩永　光一　土 E2-2
上田　稜馬　日 E14-3
内山　貴博　土 D5-3
浦上　大輔　日 E12-3
榎原　毅　日 E14-4
遠田　裕貴　日 D13-1
大倉　典子　日 D11-1
大津　慶子　土 D3-1
　　土 E4-4
　　日 D15-2
岡　誠　土 D7-2
　　土 D7-4
岡田　有策　土 E4-3
　　日 D13-2
小川　鑛　日 D13-4
小野田　行也　日 E12-3

か

笠松　慶子　企 3-5
　　日 D11-2
梶谷　哲也　企 4-2
勝浦　哲夫　土 D1-3
金子　直司　土 E8-2
上垣外　昌之　日 E14-1
川口孝泰　土 E6-1
菊地　雅之　土 D5-4
木曽　宏顕　日 D11-2
金　海燕　土 E8-4
國澤　尚子　日 D13-4
　　日 D15-3
久保　智英　土 E2-2
久保田　敦大　土 D7-1
熊澤　明紀　日 E14-3
栗本　健太　土 D5-3
黒米　克仁　企 1-4
小林　紗矢香　土 D5-1
小林　茂雄　特別
近藤　崇之　土 E8-2
近藤　維摩　土 E8-2

さ

齋藤　健太郎　日 E12-1
酒井　直隆　土 D5-2
酒井理江　日 D15-1
作間　豊　企 2-2
定本　清美　企 2-1
　　企 2-3
　　企 2-4
佐藤　晴恵　企 2-3
澤田　東一　土 E8-2
三林　洋介　土 E6-2
島崎　敢　土 E4-2
　　土 E8-3
嶋脇　聡　土 D5-2
志村　友紀　土 D3-4
下村　義弘　土 D1-3
白石　葵　企 1-5
神宮　英夫　日 D11-2
新堀　友紀　土 E2-2
新村　洋未　日 D13-4
菅間　敦　日 E14-2
杉浦　康司　土 E8-4
杉本　哲夢　日 E14-3
鈴木　郁　日 E10-3
　　日 E12-2
鈴木　聡　企 1-1
鈴木　道夫　企 1-6
鈴木　玲子　日 D15-1
瀬尾　明彦　日 E14-1
　　日 E14-2
関口　暁宣　日 E12-3
瀬戸　眞弓　日 D11-3
千　一　日 D15-2
征矢　裕加　日 E10-4

た

高尾　秀伸　土 D7-1
高木　元也　土 E4-2
高田　一　土 E4-1
　　土 E8-1
高橋　明子　土 E4-2
高橋　正也　土 E2-2
高橋　雄大河　日 E16-2
高森　寛子　企 2-4
武山　啓太　日 D13-2
田沼　和泰　土 D1-2
　　土 D5-3
田沼　正蔵　土 E4-3
田村　昂紀　土 D5-2

陳 保旻　土 E6-4
　　日 D13-1
辻 容子　土 E6-1
辻本 恵美　**土 E6-3**
土屋 文人　土 E6-2
鶴岡 浩平　**土 E2-3**
　　日 D13-1
鄭 一　土 E2-3
土井 幸輝　日 E12-1
東郷 史治　土 E2-2
徳田 哲男　**地域**
　　日 D15-3
戸田 健　土 E2-3
　　土 E6-4
　　日 D13-1
戸田 麻里奈　土 E6-2
外岡 雅人　日 E14-4
富田 豊　企 1-6
冨田 隆太　日 D9-1
　　日 D9-2
豊田 航　日 E12-1
鳥居塚 崇　土 D7-3
　　日 E16-3

な

永井 美穂　**土 D7-3**
　　日 E16-3
永田 英記　**企 1-2**
中西 美和　土 D1-2
　　土 D5-3
中林 正隆　土 D5-2
中村 愛　**土 E8-3**
中村 広幸　日 D11-1
中谷 直史　**日 D13-3**
南部 恵子　日 D13-1
西内 信之　**企 3-4**
　　日 E10-4
　　日 E16-1
　　日 E16-2
西島 勝　企 1-6
野木 航　日 E14-3

は

箱山 翔　**土 D1-1**
橋爪 絢子　日 E10-4
　　日 E16-1
　　日 E16-2
橋口 正行　土 E6-2
塙 拓人　**土 E6-4**
幅舘 勇介　**日 E14-2**
林 祐司　日 E10-2
原田 允貴　**日 E16-1**
疋田 賢次郎　日 E10-2
樋口 貴広　**企 4-3**
福井 翔大　**土 E4-1**
福住 伸一　日 D11-2
福田 雄介　土 D1-2
　　土 D5-3
藤多 和信　土 E6-4
藤本 浩志　日 E12-1
細田 彰一　**企 3-3**
細野 直恒　**企 1-6**
堀内 邦雄　日 D13-3
堀江 良典　土 D7-3

ま

松尾 芳樹　日 E12-3
増村 友甫　**土 D7-2**
間瀬 陽介　土 D5-3
松井 岳巳　日 E10-1
松浦 慶総　土 E4-1
　　土 E8-1
三澤 哲夫　土 D1-1
　　土 D3-4
　　土 D3-2
　　土 D3-3
　　土 D5-1
　　日 D15-3
三品 誠　土 E4-2
　　土 E8-3
溝口 優　**企 2-3**
三友 信夫　日 E10-2
宮木 智子　日 D13-1
宮嶋 文洋　企 1-6
武藤 耕造　土 E4-4
本村 美和　土 E6-1
村井 康二　日 E10-2
望月 眞弓　土 E6-2
森 博彦　土 D7-2
　　土 D7-4
森田 真平　**土 D3-3**
森永 尚人　**日 E12-2**
盛本 修司　**企 2-2**
門間 政亮　**土 E2-1**

や

矢口 博之　土 D5-4
安田 智美　**日 D15-3**
安田 朋弥　**土 E6-2**
八十島 崇　日 D15-3
山内 航平　**日 E10-3**
山口 克弘　**企 1-3**
山口 好彦　企 2-2
山崎 和彦　**企 3-2**
于 琳　企 2-2
吉澤 明孝　企 2-4
吉田 真太郎　日 E10-1
吉村 健志　日 E10-2
四方田 緑　**土 E6-1**

ら

劉 欣欣　**土 E2-2**

わ

渡邊 廣樹　**土 D3-2**
和藤 好生　**土 E8-1**

＜企画委員会＞

埼玉県立大学

徳田哲男（大会長）　鈴木玲子（大会事務局長）
新村洋未（会計）　國澤尚子（プログラム委員長）

千葉工業大学

三澤哲夫　安田智美

＜運営委員＞

埼玉県立大学

井上和久　白銀　暁　酒井道久
嶌末憲子　久保田富夫

＜実行委員＞

新井麻紀子　髙橋　綾　渋谷えり子
清水典子　安田哲也　渡邉　恵
山田絵里

2012 年度　一般社団法人日本人間工学会関東支部第 42 回大会講演集
平成 24 年 12 月 1 日発行

発行　一般社団法人日本人間工学会関東支部
編集　日本人間工学会関東支部第 42 回大会事務局
〒343-8540　埼玉県越谷市三野宮 820　埼玉県立大学
印刷　有限会社　シュープリント