

2008 年度  
日本人間工学会関東支部第 38 回大会

会 期 : 2008 年 11 月 29 日(土)・30 日(日)

会 場 : 千葉工業大学

習志野市津田沼 2-17-1

## ■大会事務局より■

—参加者の皆様へ—

### 1. 受付

時間・場所：第1日目、第2日目とも午前9時20分より6号館5階ロビーで受付を行います。

会場には受付でお渡しする名札を必ずつけてお入り下さい。

名札の着用がない場合には、入場をお断りすることがあります。

\* 学生も必ず受付を行って下さい。その際学生証をご提示下さい。

大会 参加費： 正会員	6,000 円(講演集を含む)
非会員	7,000 円(講演集を含む)
学 生 (正会員を除く)	1,000 円
懇親会参加費：	4,000 円
講演集 のみ： (正会員・非会員)	3,000 円
(学 生)	2,000 円

### 2. 懇親会

大会1日目【11月29日(土)】終了後、午後5時30分より新1号棟20階展望室の会場にて行います。

当日も受付にて申し受けます。

### 3. 休憩室

6号館5階の654教室に用意いたしております。ご自由にご利用下さい。

### 4. 昼 食

学内食堂【大会第1日目・11月29日(土)のみ】および大学近辺の施設をご利用下さい。

### 5. 参加者へのお願い

会場内の呼び出しは行いません。大会期間中、休憩室にメッセージボードを設けますので、ご利用下さい。

### 6. 駐車場

原則として自動車でのご来場はご遠慮下さい。

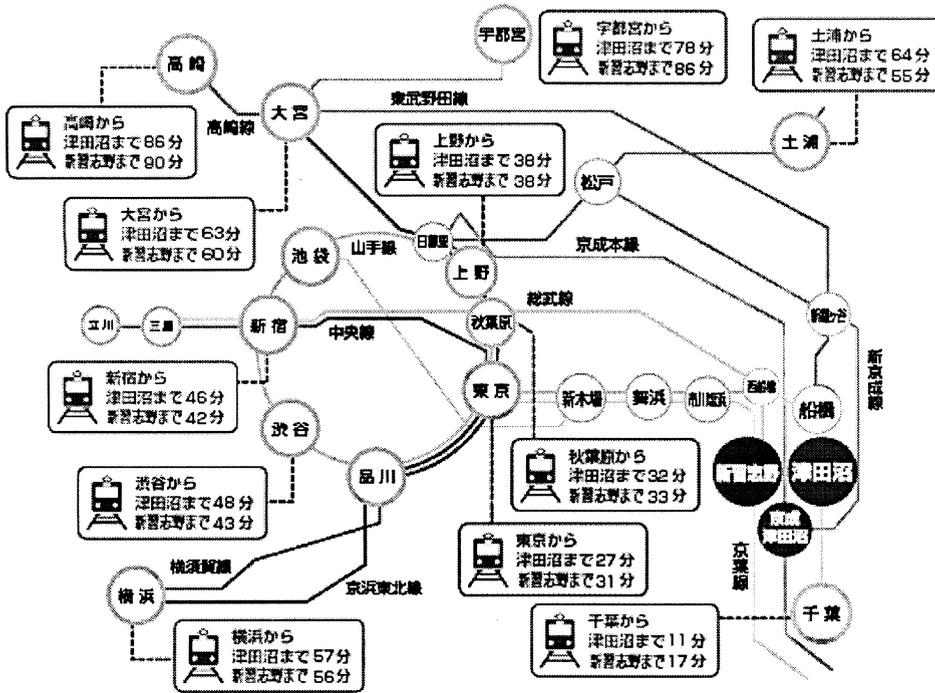
## 講演集

1. 参加者には、受付にて講演集をお渡しいたします。事前にはお送りいたしませんのでご了承下さい。なお、事前に講演集のみを申し込まれた方は12月1日以降に郵送いたします。

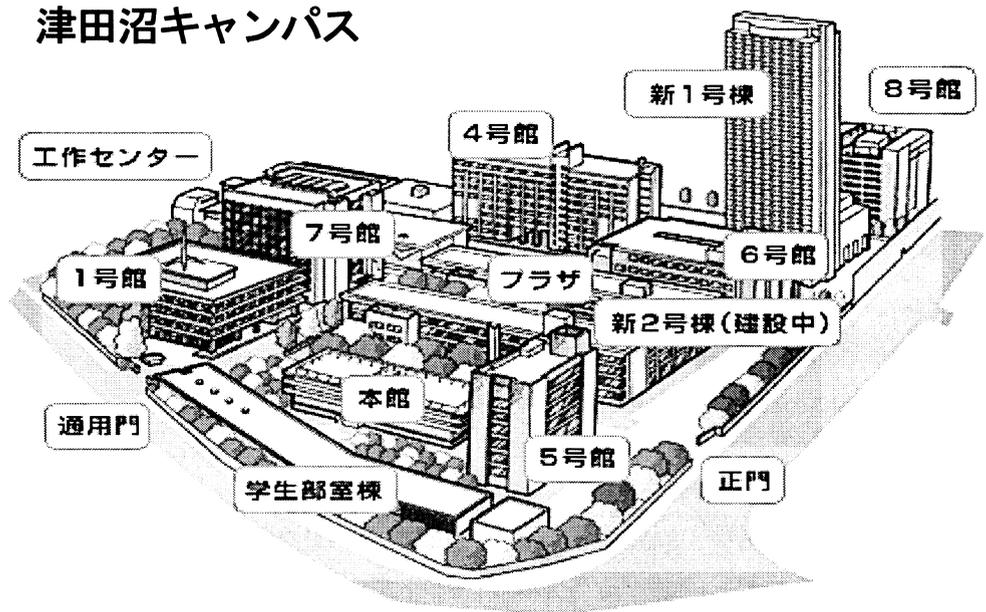
## ■講演発表方法■

一般講演は、発表10分、質疑応答5分です。プロジェクタと発表用の共用PC（WindowsXP、PowerPoint2007、光学ドライブ・USB ボード装備）が各会場に1セットずつあります。ご自分のPCをお使いになる場合は、特殊なモニターケーブルはご持参のうえ、接続もご自身でお願いいたします。発表前に、休み時間等を利用して予め発表の準備をして下さい。また発表終了後は、必要に応じて共用PC内のご自分のファイルの削除もお願いいたします。

■大会会場案内■

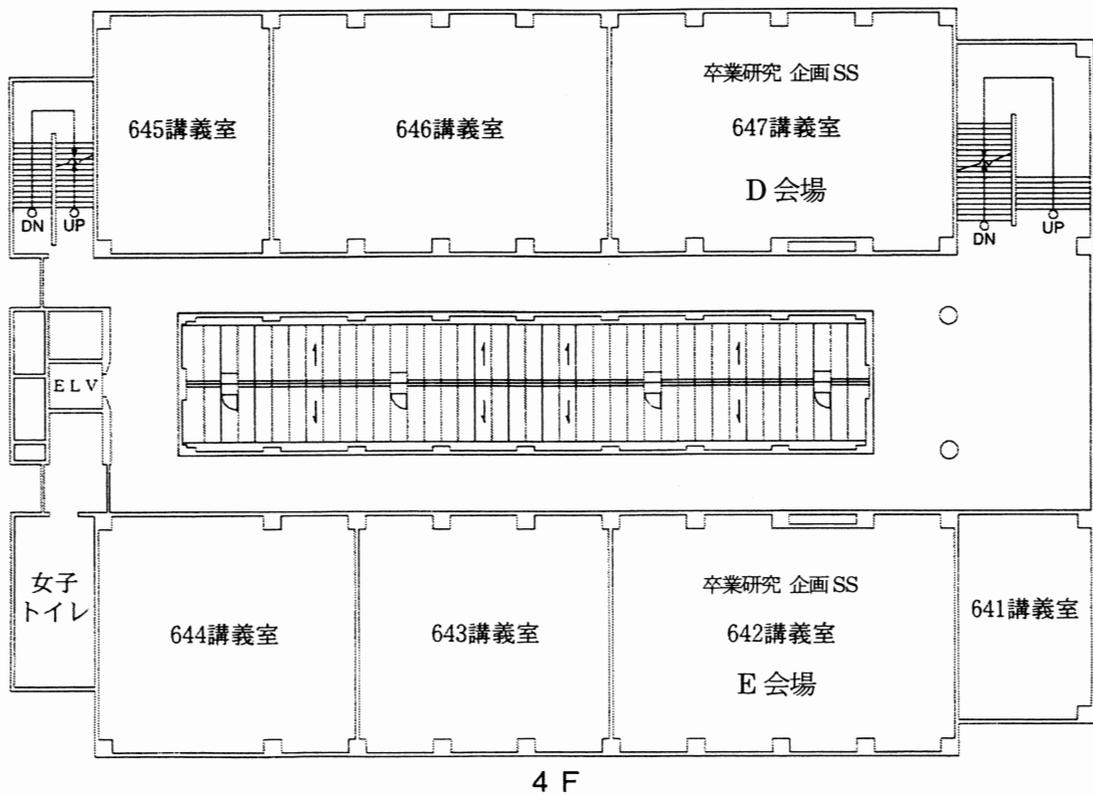
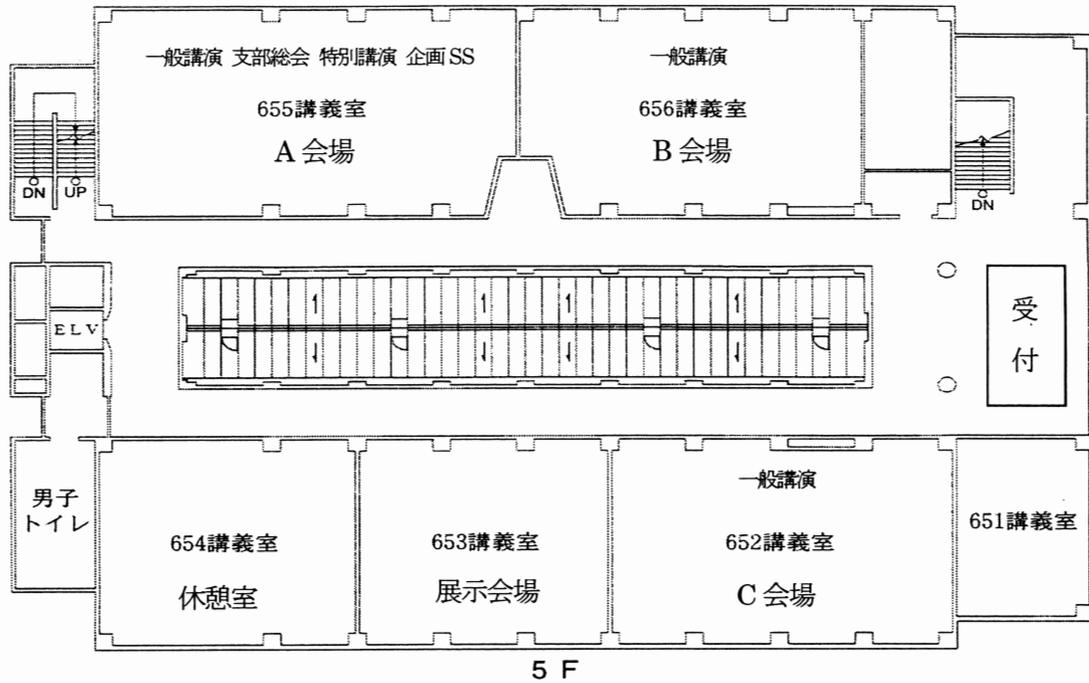


津田沼キャンパス



■大会会場案内■

津田沼校舎 6号館



■日程■

11月29日(土)、30日(日)のスケジュール表

11月29日(土)

	A会場	B会場	C会場	D会場	E会場	F会場
9:00-10:00	受付					
10:00-11:00	医療	商品企画	ヒューマンファクター	卒研	卒研	
11:15-12:15	ユーザビリティ	生体信号	疲労	卒研	卒研	
昼休み						支部委員会
13:00-13:30	総会					
13:30-14:40	特別講演			卒研	卒研	
14:45-15:45	企画1	計測・評価	行動	卒研	卒研	
16:00-17:30		感覚1	介護・高齢者	企画2		
17:30	懇親会					

30日(日)

	A会場	B会場	C会場	D会場	E会場	F会場
9:00-10:00	受付					
10:00-11:00	企画3	感覚2	動作			
11:15-12:15		感性	人間工学評価			

## 大会プログラム

### ■特別講演■

11月29日(土) A会場(13:30~14:30) [司会 大会長 八田一利]

「人間工学会が誕生したころ –老人のたわごと–」

千葉工業大学常任理事 小原二郎 先生

### ■企画セッション■

I. 11月29日(土) A会場(14:45~16:45)

「これでわかった！人間工学規格の活用法」

- |   |                               |    |
|---|-------------------------------|----|
| 1 | 人間工学関連規格の活用法                  | 5  |
|   | 米村俊一 (NTT サイバーソリューション研究所)     |    |
| 2 | 人間工学標準の最新動向                   | 7  |
|   | 横井孝志 (産総研)                    |    |
| 3 | 公共端末のユニバーサルデザイン               | 9  |
|   | 三樹弘之 (沖電気)                    |    |
| 4 | 薄型テレビにおける人間工学 JIS の必要性        | 11 |
|   | 久武雄三 (東芝松下ディスプレイテクノロジー)       |    |
| 5 | 対話の原則に基づく Web ユーザビリティ向上のストラテジ | 13 |
|   | 渡辺昌洋、米村俊一、浅野陽子 (NTT)          |    |
| 6 | 人間工学規格の活用例—コントロールセンターの設計      | 15 |
|   | 森 剛志 (イー・エス・アイ)、米村俊一 (NTT)    |    |
| 7 | 人間中心設計のアプローチ                  | 17 |
|   | 福住伸一、平松健司 (NEC)               |    |
| 8 | 人間工学標準の展望                     | 18 |
|   | 山本 栄 (SC4 主査)、中野義彦 (SC4 前主査)  |    |

II. 11月29日(土) D・E会場(16:00~17:30)

「就職活動座談会 『人間工学』を活かす就職 OB・OG を囲んで」 日本人間工学会広報委員会

「学生時代の研究と現在の仕事との関わり」

北島 創 (財団法人日本自動車研究所 安全研究部 神奈川大学 OB)

「人間工学をデザインに活かす」

鈴木浩之 (アロカ株式会社 デザインセンター 日本大学 OB)

「就職活動と入社後の仕事について」

山田有佳倫 (日産自動車株式会社 実験技術開発部 千葉工業大学 OG)

「学生時代の経験とデザインの仕事との繋がり」

羽深太郎 (日産自動車株式会社 デザイン本部 日本大学 OB・千葉工業大学 OB)

「医療系企業に就職して」

石田裕一 (テルモ株式会社 マーケティング室 千葉大学 OB)

アドバイザー： 吉武良治 (日本アイ・ビー・エム株式会社) ,  
岩切一幸 (独立行政法人労働安全衛生総合研究所)

司会：大内啓子 (財団法人日本色彩研究所), 松田文子 (財団法人労働科学研究所)

III. 11月30日 (日) A会場 (10:00~12:00)

これからのユニバーサルデザイン –ビジョン提案型デザインアプローチ–

1	ビジョン提案型デザインアプローチの提案	21
	○山崎和彦 (千葉工業大学)	
2	ビジョン提案型デザインアプローチの手法	23
	○郷 健太郎 (山梨大学)	
3	ビジョン提案型デザインアプローチのツールと事例	25
	○柳田宏治 (倉敷芸術科学大学)	
4	ビジョン提案型デザインアプローチによる開発事例 –携帯電話のデザイン開発事例–	27
	○上田義弘 (富士通デザイン株式会社)	
5	ビジョン提案型デザインアプローチの事例 –Web サイトにおけるサービスシナリオの導出–	29
	○吉井 誠 (株式会社アイ・エス・ティ)	
6	ビジョン提案型デザインアプローチの事例 –病院で患者にうれしいソリューション–	31
	○山田 弘 (WILLCOM コアモジュールフォーラム)	

## 一般発表

11月29日(土)

### A会場

#### 医療 (10:00~11:00)

- A-1-1 ヒューマンエラーを防止するための薬剤の表示方法の検討(第13報) 複数規格ある薬剤の外箱の含量表示の検討 ○泉谷 聡、大倉典子(芝浦工業大学) …… 35  
青木和夫(日本大学)  
土屋文人(東京医科歯科大学)
- A-1-2 医薬品・医療機器等の回収に関するデータ解析 ○米重宏美(芝浦工業大学)、鍋田啓太(芝浦工業大学・院)、木村昌臣、大倉典子(芝浦工業大学)、土屋文人(東京医科歯科大学) …… 37
- A-1-3 添付文書情報からの用法用量情報取得方法の提案 ○岡田和寛(芝浦工業大学)、鍋田啓太(芝浦工業大学・院)、木村昌臣、大倉典子(芝浦工業大学)、土屋文人(東京医科歯科大学) …… 39
- A-1-4 アンブルを対象とした外観類似医薬品検索手法の提案 ○古城 晃(芝浦工業大学)、鍋田啓太(芝浦工業大学・院)、木村昌臣、大倉典子(芝浦工業大学)、土屋文人(東京医科歯科大学) …… 41

#### ユーザビリティ (11:15~12:00)

- A-2-1 マウスとマウスポインタの相対速度比を考慮した Fitts' Law に関する研究 ○大島 隆(武蔵工業大学・院)、森 博彦 …… 43  
(武蔵工業大学)
- A-2-2 利便性と安全性を考慮した携帯電話向け認証システムの検討 ○石川和人、宮本博幸(千葉工業大学) …… 45
- A-2-3 医療現場におけるリファレンスリストのユーザビリティに関する研究 ○佐川奈見(春日部中央総合病院) …… 47  
古川晃久、岡田有策(慶應義塾大学・院)

### B会場

#### 商品企画 (10:00~11:00)

- B-1-1 ヒューマンデザインテクノロジーと人間特性データベースを活用した商品開発手法 ○石本明生、本多信夫((株)HALデザイン …… 49  
研究所)、山岡俊樹(和歌山大学)

B-1-2 商品—生活者関係の記述に基づくペルソナ作成 プロセスに関する研究	○服部 嶺 (早稲田大学・院)、小松原明哲 …… 51 (早稲田大学・院)
B-1-3 食品の取り出しやすさを考慮した冷蔵庫棚の提案と 評価	○小田健太郎、黄 敬華 (千葉大学・院)、 …… 53 下村義弘、勝浦哲夫 (千葉大学・院) 、 船山敦子、赤木 祐子 (日立アプライアンス 株式会社)
B-1-4 人間中心設計に用いられる連続性	○伊藤泰久 (総合研究大学院大学・株式会社 …… 55 Ueyes Design )、高橋秀明、黒須正明 (独立行政法人 メディア教育開発センター)
生体信号 (11:15~12:15)	
B-2-1 ヒトの手掌部の温冷感覚特性に関する評価実験に 基づくその活用法の検討	○西川冬瑠、土井幸輝、瀬尾明彦 (首都大学 …… 57 東京・院)
B-2-2 システムの感性評価を目的とした生体信号の利用 方法の検討 (第5報) ~わくわくモデルの提案~	○青砥哲朗 (芝浦工業大学・院)、大倉典子 …… 59 (芝浦工業大学)
B-2-3 呼吸音の解析方法の検討	○西倉健介 (明星大学・院)、金杉成昭、 …… 61 亀井延明 (明星大学)、亀井智子 (聖路加看護 大学)
B-2-4 不快刺激提示時における鼻部皮膚温度と血流量の 比較検討	○梅原 進、浅野裕俊 (青山学院大学)、鈴木 哲 …… 63 (首都大学東京)、井出英人 (青山学院大学)
計測・評価 (14:45~15:45)	
B-3-1 脳性麻痺者の GUI 画面でのマウスポインタ操作 特性に関する一考察—D/C 比が移動および位置 決めの時間値に与える影響について—	○西口宏美 (東海大学) …… 65
B-3-2 精神作業継続時における生理心理状態の評価に 関する基礎検討	○宮本大輔、浅野裕俊 (青山学院大学) 鈴木 哲 …… 67 (首都大学東京)、井出英人 (青山学院大学)
B-3-3 大量ライフログデータとペイジアンネットワークを 用いた日常生活行動因果分析	○白石康星 (東京理科大/産業技術総合研究所)、 …… 69 西田佳史、本村陽一 (産業技術総合研究所 /CREST,JST)、溝口 博 (東京理科大学/産業 技術総合研究所)

B-3-4 座位自力移動のための低摩擦材について 一畳に対する摩擦係数について	○小川鑛一（元東京電機大学）…………… 71 大久保祐子（自治医科大学）
感覚1（16:00～17:15）	
B-4-1 聴覚の誤りと機械認識の誤り	○江袋林藏（SAU研究機構）…………… 73
B-4-2 聴覚刺激による注意喚起が人間操作者の反応時間に 与える影響	○末長 修（静岡大学）、桂山博樹、…………… 75 中澤悠太（静岡大学・院）
B-4-3 環境音名称の主成分と共感覚反応の分析	○佐古めぐみ、河合隆史、三家礼子…………… 77 （早稲田大学・院）、佐古順彦（早稲田大学・院）
B-4-4 画像刺激によるカテゴリ別脳機能局在の非侵襲 計測研究	○宮本和哉、横尾勇亮、豊福哲郎、三分一史和、… 79 外池光雄（千葉大学・院）
B-4-5 Working Memory 課題遂行時における脳機能局在性と 反応時間	○横尾勇亮、宮本和哉、豊福哲郎、三分一史和、… 81 外池光雄（千葉大学・院）

## C会場

### ヒューマンファクター（10:00～11:00）

C-1-1 マイクロ波レーダーを用いた非接触呼吸パターン計測 によるストレス評価	○塚原健史、藺牟田隼人（首都大学東京・院）、… 83 鈴木 哲、松井岳巳（首都大学東京・院）
C-1-2 運転中の音環境が生理反応およびパフォーマンスに 及ぼす影響	○陸 祁、黄 敬華、（千葉大学・院）、下村義弘、… 85 勝浦哲夫（千葉大学・院）
C-1-3 色光が筋発揮力と生理・心理反応に及ぼす影響	○小倉菜月希（千葉大学・院）、下村義弘、…………… 87 勝浦哲夫（千葉大学・院）
C-1-4 化学産業における新人作業員の規則遵守態度促進に 関する研究	○大川慶一郎（早稲田大学・院）、小松原明哲 …… 89 早稲田大学・院）

### 疲労（11:15～12:15）

C-2-1 若年層技術職を対象としたメンタルヘルスの調査 —年代と職種による差異—	○石村光資郎（慶應義塾大学）、加藤千恵子 …… 91 （東洋大学）、鈴木康弘（日本大学）
C-2-2 北欧式トランスファーテクニックにおける介護者の 腰部筋疲労について	○鈴木浩之、福島一敬（千葉工業大学・院）、…………… 93 八田一利、三澤哲夫（千葉工業大学）、小野 晃 （ミモザ株健康科学研究所）

C-2-3 メンタルタスク中の主観的ワークロードと生理量の関係	○五十嵐匡平（千葉大学・院）、杉浦康司 …… 95 （株）いすゞ中央研究所）、中西美和（千葉大学・院）、下村義弘、岩永光一、勝浦哲夫（千葉大学・院）
C-2-4 自動車乗車時における乗員の疲労評価方法に関する研究	○浦野竜太郎、高田 一、松浦慶総（横浜国立 …… 97 大学・院）
行動（14:45～15:45）	
C-3-1 Augmented Reality によるマニュアルの情報量と作業パフォーマンスとの関係—動的な実視野への重合—	○玉虫俊一郎（慶応義塾大学）、 …… 99 中西美和（千葉大学）、岡田有策（慶応義塾大学）
C-3-2 Correlates of computer games play in children and adolescents	○Ahmad Eibo、山下利之、増田士朗 …… 101 （首都大学東京）
C-3-3 「物」に駆動される乳幼児の日常生活行動のモデリングに関する研究 —「物」の属性と乳幼児のよじ登り行動との関係記述—	○野守耕爾（早稲田大学・院/産業技術総合研究 …… 103 所）、西田佳史（産業技術総合研究所 /JST CREST）、小松原明哲（早稲田大学・院）
C-3-4 評価グリッド法を応用した就職活動支援ツールの提案	○宮崎 渉（早稲田大学・院）、庄司裕子 …… 105 （中央大学）、小松原明哲（早稲田大学）、
介護・高齢者（16:00～17:15）	
C-4-1 映像と筋電図の同期計測によるベッドから車いすへ移乗介助を行う看護学生の動作習熟前後の筋負担評価	○易 強（静岡県工業技術研究所）、 …… 107 白石葉子（静岡県立大学）、鈴木聡美（東京女子医科大学）、岡田慶雄、鈴木敬明、櫻川智史（静岡県工業技術研究所）
C-4-2 仰臥位引っ張り移動のための低摩擦素材について～頭側へのずり上げ移動時の摩擦係数～	○大久保祐子（自治医科大学）、 …… 109 小川鑛一（元東京電機大学・院）
C-4-3 電動ギャッチベッド背上げ環境における座面形状の検討	○窪田 聡、片倉直子、遠藤 豊（国際医療 …… 111 福祉大学）、山本澄子（国際医療福祉大学・院）
C-4-4 荷物の保持が高齢者の歩行に与える影響	○村田浩昭、山本 栄（東京理科大学） …… 113
C-4-5 在宅介護者の介護環境と介護意識がストレスに及ぼす影響について	○辛島光彦、西口宏美（東海大学） …… 115

11月30日(日)

## B会場

### 感覚2 (10:00~11:00)

- B-5-1 色調知覚と脳活動の関係に関する研究 ○豊福哲郎、宮本和哉、横尾勇亮、三分一史和、… 117  
外池光雄(千葉大学・院)
- B-5-2 硬軟二層構造の弾性体刺激に対する硬さ感覚特性 ○高瀬 翔(早稲田大学)、相馬健作(早稲田大学)… 119  
土井幸輝(首都大学東京)、藤本浩志  
(早稲田大学)
- B-5-3 パーソナルコンピュータを用いた定量的色覚  
検査法の試作 ○成岡 亮、衛藤憲人(東海大学・院) …… 121
- B-5-4 対象認知における利き眼の機能計測に関する  
基礎的検討 ○酒井 駿、栗谷川幸代(日本大学) …… 123

### 感性 (11:15~12:00)

- B-6-1 感性評価に適したAHPの有効利用に関する検討 ○神田太樹(西武文理大学) …… 125
- B-6-2 呼吸規則性の定量化 ~模擬呼吸曲線による特性  
評価と被験者の呼吸規則性評価~ ○赤田浩太郎、不破輝彦、花房昭彦、… 127  
池田知純、塩田泰仁(職業能力開発総合大学校)
- B-6-3 サービス商品における顧客満足度の構造に関する  
研究~美容院を対象として~ ○永水 洵(早稲田大学・院)、小松原明哲 …… 129  
(早稲田大学)

## C会場

### 動作 (10:00~11:00)

- C-5-1 背上げ動作作用マットレスの適合条件 ○伊藤誠之、山崎信寿(慶應義塾大学) …… 131
- C-5-2 足の左右優位性による滑り床面での恐怖感  
及び滑り特性の違い— 浴室の安全設計に  
関する基礎的研究 — ○永田久雄((独)労働安全衛生総合研究所) …… 133  
井上之彦((株)アベイラス)、渡辺仁史、  
林田和人(早稲田大学・院)
- C-5-3 リハビリにおける高齢者の歩行能力の定量的  
評価 ○田中権太、高田 一、松浦慶総 …… 135  
(横浜国立大学・院)

C-5-4 足底面の前後・左右不安定が重心動揺に与える影響	○壽里伸一（日本大学・院）、青木和夫 …………… 137 （日本大学）
人間工学評価（11:15～12:15）	
C-6-1 腕筋力の違いが操舵回避に与える影響	○寺田悟士、栗谷川幸代（日本大学）…………… 139
C-6-2 立位及び座位による簡易胸腰部回旋角度測定器の比較	○福島一敬、鈴木浩之（千葉工業大学・院）、………… 141 八田一利、三澤哲夫（千葉工業大学・院）、 小野 晃（ミモザ健康科学研究所）
C-6-3 人体の体容積と身体部位の左右差に関する研究	○松本恵太（千葉工業大学・院）、上野義雪 …………… 143 （千葉工業大学）
C-6-4 化粧品クリーム容器形状に関する人間工学的研究	○原田愛子（千葉大学・院）、下村義弘、…………… 145 勝浦哲夫（千葉大学）

## 特別講演

---

「人間工学会が誕生したころ ―老人のたわごと―」

## 特別講演

# 人間工学会が誕生したころ — 老人のたわごと —

小原 二郎（千葉工業大学常任理事）

Jiro KOHARA

Regular trustee, Chiba Institute of Technology

このたび日本人間工学会関東支部大会が千葉工業大学で開催されることになりました。本学が会場としてお役に立ちますことを光栄に存じております。その折に講演のご依頼を受けましたので「人間工学会の誕生したころ」の演題でお話することにしましたが、それについて予めお断りしておきたいことが二つあります。

一つは学会が誕生したのは半世紀も前のことで、当時の事情を知る先生方が少なくなって、確かめる方法もありません。私の記憶に誤解が含まれているでしょうがお許しいただきたい。さらに過去半世紀の間にIT産業が広く普及して、環境条件は大きく変わりました。だから当時の研究の話を知ると、幼稚なレベルと思われることもあるでしょう。しかしその頃は測定器具や装置が少なく、ほとんど手作りの装置で実験するほかに方法がなかったことも考慮に入れてお聞き下さい。

もう一つお断りしたいのは、私がやって来た研究の目的は、建築学の分野に人間工学的な考え方を応用することにあります。その目的は、インテリアの地位を人間工学によって高めようということでした。今ではインテリアという言葉を使っても理解していただけますが、昭和42年に私がインテリアという言葉を使おうとした時は、文部省からその言葉はまだ日本語ではないから、使わないようにと注意を受けたのです。公用語になったのは45年でした。

以上に述べたことから分かるように、私のやってきたことは、人間工学の本流からはるかに離れた支流のまた支流くらいの位置づけにあると思います。しかしその後建築の分野でも人間工学を研究する人が増えて、建築人間工学という名称を使う人も出て来ました。しかしそれでも本流の人間工学ではないと思います。そんな次第ですから私がこれから報告する話は、人間工学の中心からはずれていることをご承知おき下さい。その事情は人間工学の本家であったアメリカにおいても、同様であったことを知りました。そのことについては後に説明いたします。

さて本題に入りますが、人間工学という言葉が日本で使われ始めたのは、昭和 33 年ころだったと思います。人間工学を最初にアメリカから持ち帰って、著書としてまとめて紹介されたのは、早稲田大学工学部の先生と、慶応大学医学部の先生の二人だったと記憶しています。当時間工学が日本で深い関心と呼んだのは、国鉄が東京近郊の三河島で列車衝突の大惨事を起こしていました。その原因は信号が見誤りやすい位置に取り付けられていたためだとわかりました。さらにまたその頃は、ちょうど東海道新幹線の工事が進んでいる時でしたから、その運営のためにも、また設計のためにも安全性が強く要求されていたからでした。それが大きな背景になったのですが、さらにそれに加えて、当時の日本の自動車産業が本格的に発足しようとしていた時でしたから、人間工学が設計のために大きく役立つと考えられたのです。そのため、あちらこちらで講演会が開かれていました。そんな事情が背景になったので、関係者が連絡を取り合い、学会創設の話がまとまって、昭和 39 年に学会が誕生することになりました。学会長に就任されたのは、東京大学で宇宙研究のためのロケット開発関連の仕事を担当されていた医学部の大島正光教授でした。その下に集まったのは、自動車、鉄道、機械設計、造船、医療機器、航空機、工業デザインなどの分野の若い研究者でした。私もその仲間に入れていただきました。

大島先生は各人にテーマを与えられましたが、私が担当したのは人体計測でした。うかつにも私は、人体寸法は医学部や人類学科に行けば資料が揃っていると考えていました。今から考えれば笑い話になりまじょうが、それまで日本でまとまっていた資料は、児童生徒の身長と体重の 100 年間のデータだけだったのです。そこでアメリカの文献などを参考にして、小中学校の生徒約 5,000 人の計測を行いました。当時文部省は指導方法が変更になったのを機会に、従来の2人用机を1人用机に改めることになりました。その資料として児童生徒

の人体寸法を知る必要がありました。それで測定が可能になったのです。また成人については、第一生命の本社移転の時期でしたから、同社の社員の男女 1,000 人を測る便宜が与えられました。それらを整理して私は日本人の人体寸法の著書をまとめました。ところがそれが、たまたま大阪で万国博覧会が催されたときで、5,000 年後に昭和の日本の実像を伝えるためのタイムカプセルが、大阪城の中に埋められました。その中に前記の本が収納されました。私が人間工学の分野の仕事をしたのはこの時からでした。

以下は紙数がありませんので、私たちが実験によって調査した項目の概要のみを記載し、それに説明を加えて私の任務を果たしたいと思います。

#### (1) 研究を進めるために武器となった3項目

私たちが実験を進めるうえで大きな武器となったのは下記の3つです。

①各種の生活姿勢をX線写真でとらえる方法を開発したこと そのヒントになったのは、アメリカの雑誌で自動車の運転姿勢のX線写真を見たことでした。われわれもそれを真似ようと独自の方法を考案しました。その後アメリカへ行ったとき、GMの人達に見せたらどうして撮ったのかと驚かれました。彼らが元の雑誌を調べたところ、それは絵であったことが判明しました。素人の勘違いによる怪我の功名というべきでした。

②体圧分布 このヒントは労研の三浦豊彦先生からいただいたもので、十円硬貨大の平面圧の測定器ができました。それによって、椅子やベッドにかかる体圧の分布の状態を知ることができるようになりました。

③姿勢と体型の変化を等高線図でとらえる工夫をしたこと 各種の姿勢やそのめ型を取り、それに側面から平行光線を当てて、椅座位や臥位の体形と姿勢を正確にとらえる方法を開発しました。そのデータを参考にして寺門講師が椅子のプロトタイプをまとめました。

#### (2) 家具や生活用機器の規格化に貢献

学校用家具を初めとして、事務用家具や生活用機器などについて人間工学的な考察を加え、それを基礎にして規格の原案をつくりました。ISOの学校用家具の規格はJISをそのまま採用したものであることも付記しておきたい。

#### (3) 乗り物座席への応用

鉄道、自動車、航空機などの座席の開発のお手伝いをしました。代表的なものをあげれば、東海道新幹線の乗客用座席を初めとして、各新幹線用座席のプロトタイプを作りました。寝台車用座席も改良しました。

それらの中で身近な例で成功したのは、通勤電車の7人掛けシートです。国鉄が民営化された後もその考え

方は受けつがれています。

次は自動車ですが従来のシートは、高級なものほど柔らかくすればよいと考えられていました。しかし、X線写真で最終安定姿勢がとらえられるようになってから、良いシートのイメージは大きく変わりました。また航空機のシートについても同様です。なお人間工学的な立場から、クッション材料の研究も進みました。最近の乗物座席には格段の進歩が見られるようになりました。

#### (4) 住宅産業への応用

昭和 40 年代の後半から住宅産業が始まりました。従来の住宅は一棟ごとの手作りでしたが、工業化による生産方法に変わったことによって、住宅は部品の組み合わせたものになりました。部品の寸法は人体との関係で決まるものが多いので、人間工学が住宅産業にも深くかかわるようになりました。

#### (5) アメリカの人間工学とインテリアの研究との関係

西洋の椅子に腰掛けてみると、どこか一味違うなと思う。それは4,000年の歴史が作り上げてきたコツですから、いかんともなりません。「作って来た」と「作ることができる」とは似ているようだが、実は大きな違いがあるのです。日本の椅子が西洋のレベルに追いつくには理屈が必要です。理論があれば千年は百年に、百年は十年に縮めることができるでしょう。そう考えて私たちは椅子とベッドの人間工学を勉強して来ました。そしてヨーロッパやアメリカに行けば、その手本になる文献が見付かるだろうと考えていました。ところがアメリカへ行ってみたら、そのコツを説明してくれる本は見付かりませんでした。逆に私たちの研究が注目されて、TIME&LIFE 社のサイエンスライブラリー16 巻の「エンジニアの業績」に 3.5 頁も紹介されました。ベッドの体圧分布図が色彩刷り1 頁で掲載されたのを見て驚きました。思うに彼らは長い椅子式生活の歴史の中から、体感というメーターが身につけているのでしょう。理屈などは必要なかったのです。だからわれわれのデータが彼らの盲点を突いたのだと思います。そのことは、アメリカでは家具の機能の研究は、人間工学の分野の中に含まれていなかったことを意味しています。

私はこの講演の初めに私たちのやってきたインテリアの研究は、人間工学の本流からはずれた支流の分野に属すると申しましたが、それは上記のような意味です。しかし日本の生活にはそれが必要ですから、私たちのやってきたことも人間工学の範囲に含めて欲しいと願っています。

本日の私のお話が若い研究者の方に興味を持っていただけましたら幸いです。ご静聴有難うございました。

# 企画セッション

---

企画 I  
企画 II  
企画 III

## 人間工学関連規格の活用法

○米村 俊一

(NTTサイバーソリューション研究所)

How to apply the standard of ergonomics.

Shunichi YONEMURA

(NTT Cyber Solutions Laboratories)

### 1. はじめに

現在、様々な人間工学関連規格が刊行されている。例えば、JIS Z シリーズでは「人間工学」というキーワードをタイトルに含む規格が 35 件、また「高齢者・障害者配慮」に関係する規格は、S シリーズや T シリーズ、X シリーズ等として 26 件刊行されている。これらの規格には「人間が、様々なモノを、容易に、効率的に、満足感をもって利用できるよう、設計するためにはどうすれば良いのか？」に関する人間工学的な知見が詰め込まれている。しかし、モノ作りの現場の担当者から見ると、そもそもどのような規格があるのかわからない、規格を入手しても読みこなすのが難しい、規格を自分の仕事にどう活かせば良いのか分からない、という声も聴く。本稿では人間工学関連規格を概観し、モノ作りの現場での規格活用について考察する。

### 2. 「人間工学」規格の概観

現時点において、「人間工学」規格には「JIS Z 8500: 2002 人間工学—設計のための基本人体測定項目」から始まり「JIS Z 8531-3: 2007 人間工学—マルチメディアを用いるユーザインタフェースのソフトウェア—第3部: メディアの選択及び組合せ」に至る、JIS Z 85××という規格群 (JIS Z シリーズ 35 件) がある。そのうち、JIS Z 8500～JIS Z 8503 は人体測定や作業負荷などに関する原則、JIS Z 8503-1～JIS Z 8503-6 は例えば大規模プラントの制御や航空管制などで必要となるコントロールセンターの設計に関わる人間工学、JIS Z 8504 は暑熱環境における熱ストレスの評価に関する規定である。また、JIS Z 8511～JIS Z 8527 はディスプレイ装置を用いるオフィス作業に関わる人間工学を規定しており、前半の JIS Z 8511～JIS Z 8519 ではディスプレイやキーボード、ワークステーションの配置や作業環境、スクリーンの反射や色など、主にハード的な人間工学上の要求事項を規定している。後半の JIS Z 8520～JIS Z 8527 では、人と情報システムとの対話の原則、ユーザビリティ、各種

情報の提示方法、オンラインヘルプなどのガイダンス、メニュー、コマンドやフォームフィリングなどを用いたインタラクション、また GUI で標準的に利用される直接操作によるインタラクションなど、ソフトウェア設計関わる人間工学的要求事項を規定している。また、JIS Z 8528-1～JIS Z 8528-2 は、家庭やオフィスで誰もが使っている液晶ディスプレイ等のフラットパネルディスプレイに関わる規定である。JIS Z 8530 では、使いやすいシステムを設計する過程「人間中心設計プロセス」について規定している。さらに、JIS Z 8531-1～JIS Z 8531-3 では、マルチメディアを用いるユーザインタフェースの設計における人間工学的要求事項を規定している。

このように、「人間工学」規格では、「人間にとって使いやすいモノを作るためにはどうすれば良いのか？」に関して、人間工学上の基本的な原理・原則、設計の基準や設計プロセス、評価方法まで、一連の設計過程において必要な情報を網羅している。

### 3. 「高齢者・障害者配慮」に関わる設計指針

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

(現 26 件)が刊行され、さらに新たな規格の整備も進んでいる。これら規格については、付属資料を参照された。しかしながら、高齢者・障害者に関する基礎データの蓄積は十分ではない。今後も継続的な研究を行なって多くの知見を蓄積することが求められる。

#### 4. 現場の担当者が規格を活用する上での課題

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

#### (付属資料:人間工学関連規格リスト)

1. JISZ8500:2002, 人間工学-設計のための基本人体測定項目
2. JISZ8501:2007, 人間工学-作業システム設計の原則
3. JISZ8502:1994, 人間工学-精神的作業負荷に関する原則-用語及び定義
4. JISZ8503:1998, 人間工学-精神的作業負荷に関する原則-設計の原則
5. JISZ8503-1:2002, 人間工学-コントロールセンターの設計-第1部:コントロールセンターの設計原則
6. JISZ8503-2:2006, 人間工学-コントロールセンターの設計-第2部:コントロールスイッチの基本配置計画の原則
7. JISZ8503-3:1999, 人間工学-コントロールセンターの設計-第3部:コントロールルームの配置計画
8. JISZ8503-4:2006, 人間工学-コントロールセンターの設計-第4部:ワークステーションの配置及び寸法
9. JISZ8503-6:2007, 人間工学-コントロールセンターの設計-第6部:コントロールセンターの環境
10. JISZ8504:1999, 人間工学-WBGT(湿球黒球温度)指数に基づく作業者の熱ストレスの評価-暑熱環境
11. JISZ8511:1999, 人間工学-視覚表示装置を用いるオフィス作業-通則
12. "JISZ8511:1999, AMENDMENT1:2007", 人間工学-視覚表示装置を用いるオフィス作業-通則(追補1)
13. JISZ8512:1995, 人間工学-視覚表示装置を用いるオフィス作業-仕事の要求事項についての指針
14. JISZ8513:1994, 人間工学-視覚表示装置を用いるオフィス作業-視覚表示装置の要求事項
15. JISZ8513:1994/AMENDMENT1:2006, 人間工学-視覚表示装置を用いるオフィス作業-視覚表示装置の要求事項(追補1)
16. JISZ8514:2000, 人間工学-視覚表示装置を用いるオフィス作業-キーボードの要求事項
17. JISZ8515:2002, 人間工学-視覚表示装置を用いるオフィス作業-ワークステーションのレイアウト及び姿勢の要求事項
18. JISZ8516:2007, 人間工学-視覚表示装置を用いるオフィス作業-作業環境に関する指針
19. JISZ8517:1999, 人間工学-視覚表示装置を用いるオフィス作業-画面反射に関する表示装置の要求事項
20. JISZ8518:1998, 人間工学-視覚表示装置を用いるオフィス作業-表示色の要求事項

21. JISZ8519:2007, 人間工学-視覚表示装置を用いるオフィス作業-非キーボードの入力装置の要求事項
22. JISZ8520:2008, 人間工学-人とシステムとのインタラクション-対話の原則
23. JISZ8521:1999, 人間工学-視覚表示装置を用いるオフィス作業-使用性についての手引
24. JISZ8522:2006, 人間工学-視覚表示装置を用いるオフィス作業-情報の提示
25. JISZ8523:2007, 人間工学-視覚表示装置を用いるオフィス作業-ユーザ向け案内
26. JISZ8524:1999, 人間工学-視覚表示装置を用いるオフィス作業-メニュー対話
27. JISZ8525:2000, 人間工学-視覚表示装置を用いるオフィス作業-コマンド対話
28. JISZ8526:2006, 人間工学-視覚表示装置を用いるオフィス作業-直接操作対話
29. JISZ8527:2002, 人間工学-視覚表示装置を用いるオフィス作業-書式記入対話
30. JISZ8528-1:2002, 人間工学-フラットパネルディスプレイ(FPD)を用いる作業-第1部:通則
31. JISZ8528-2:2006, 人間工学-フラットパネルディスプレイ(FPD)を用いる作業-第2部:FPDの人間工学的要求事項
32. JISZ8530:2000, 人間工学-インタラクティブシステムの人間中心設計プロセス
33. JISZ8531-1:2007, 人間工学-マルチメディアを用いるユーザインタフェースのソフトウェア-第1部:設計原則及び枠組み
34. JISZ8531-2:2007, 人間工学-マルチメディアを用いるユーザインタフェースのソフトウェア-第2部:マルチメディアナビゲーション及び制御
35. JISZ8531-3:2007, 人間工学-マルチメディアを用いるユーザインタフェースのソフトウェア-第3部:メディアの選択及び組合せ
36. TSZ0026:2006, 人間工学-作業中の局所筋負担軽減のための人間工学手順
37. JISS0011:2000, 高齢者・障害者配慮設計指針-消費生活製品の凸記号表示
38. JISS0012:2000, 高齢者・障害者配慮設計指針-消費生活製品の操作性
39. JISS0013:2002, 高齢者・障害者配慮設計指針-消費生活製品の報知音
40. JISS0014:2003, 高齢者・障害者配慮設計指針-消費生活製品の報知音-妨害音及び聴覚の加齢変化を考慮した音圧レベル
41. JISS0021:2000, 高齢者・障害者配慮設計指針-包装-容器
42. JISS0022:2001, 高齢者・障害者配慮設計指針-包装-容器-開封性試験方法
43. JISS0022-3:2007, 高齢者・障害者配慮設計指針-包装-容器-触覚識別表示
44. JISS0022-4:2007, 高齢者・障害者配慮設計指針-包装-容器-使用性評価方法
45. JISS0023:2002, 高齢者配慮設計指針-衣料品
46. JISS0023-2:2007, 高齢者配慮設計指針-衣料品-ボタンの形状及び使用法
47. JISS0024:2004, 高齢者・障害者配慮設計指針-住宅設備機器
48. JISS0025:2004, 高齢者・障害者配慮設計指針-包装-容器-危険の凸警告表示-要求事項
49. JISS0026:2007, 高齢者・障害者配慮設計指針-公共トイレにおける便房内操作部の形状、色、配置及び器具の配置
50. JISS0031:2004, 高齢者・障害者配慮設計指針-視覚表示物-年代別相対輝度の求め方及び光の評価方法
51. JISS0032:2003, 高齢者・障害者配慮設計指針-視覚表示物-日本語文字の最小可読文字サイズ推定方法
52. JISS0033:2006, 高齢者・障害者配慮設計指針-視覚表示物-年齢を考慮した基本色領域に基づく色の組合せ方法
53. JIST0901:2005, 視覚障害者の歩行・移動のための音声案内による支援システム指針
54. JIST0921:2006, 高齢者・障害者配慮設計指針-点字の表示原則及び点字表示方法-公共施設・設備
55. JIST0922:2007, 高齢者・障害者配慮設計指針-触知案内図の情報内容及び形状並びにその表示方法
56. JIST9251:2001, 視覚障害者誘導用ブロック等の突起の形状・寸法及びその配列
57. JISX8341-1:2004, 高齢者・障害者等配慮設計指針-情報通信における機器, ソフトウェア及びサービス-第1部:共通指針
58. JISX8341-2:2004, 高齢者・障害者等配慮設計指針-情報通信における機器, ソフトウェア及びサービス-第2部:情報処理装置
59. JISX8341-3:2004, 高齢者・障害者等配慮設計指針-情報通信における機器, ソフトウェア及びサービス-第3部:ウェブコンテンツ
60. JISX8341-4:2005, 高齢者・障害者等配慮設計指針-情報通信における機器, ソフトウェア及びサービス-第4部:電気通信機器
61. JISX8341-5:2006, 高齢者・障害者等配慮設計指針-情報通信における機器, ソフトウェア及びサービス-第5部:事務機器
62. JISZ8071:2003, 高齢者及び障害のある人々のニーズに対応した規格作成配慮指針

#### 【連絡先】

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

## 人間工学標準の最新動向

- ISO/TC159 国内対策委員会(JENC)の活動 -

○ 横井孝志  
(産業技術総合研究所)

The latest trend in ergonomics standards - Activities in JENC -

Takashi YOKOI

(National Institute of Advanced Industrial Science & Technology (AIST))

### 1. はじめに

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

本稿では、人間工学国際規格策定の中心的役割を担っているISO/TC159(国際標準化機構/人間工学技術委員会)の活動やその最新動向を紹介します。

### 2. ISO/TC159とJENC

国際標準化機構(ISO: International organization for standardization)は様々な重要技術分野において国際的な標準化や規格策定を推進するために設立された機関です。この機構の中の人間工学を専門に扱う技術委員会(TC: Technical committee)がTC159です。

我が国では日本人間工学会が経済産業省から委託を受け、ISO/TC159の活動を担っています。日本人間工学会ではこの活動を円滑に推進するため、ISO/TC159国内対策委員会(JENC: Japan ergonomics national committee; <http://www.ergonomics.jp/jenc/>)を設置しました。現在、JENCでは企業、大学、研究機関等から総勢80名以上の専門家を募り、ISO規格、JIS規格の策定や普及を含めた人間工学規格に関する活動を進めています。

### 3. 人間工学国際規格策定と我が国の活動

TC159で扱う規格の範囲は人間工学的設計の原理・原則等の最も基本的な領域、人体寸法や姿勢・動作に関する領域、機器操作時の情報の提示や入力に関する領域、温熱、照明、騒音等の物理環境の領域など、非常に多岐に渡っています。最近では、これらを横断

的に貫く規格として、高齢者、障害者配慮を重視したものの検討されています。これらの規格は生活の中で用いる機器や環境の設計に不可欠であるため、TC159はISOの中の建築、自動車、福祉機器、安全等を扱う他のTCにも積極的に情報提供を行っています。

上述のようなTC159の活動の一環として、JENCにおいても様々な活動を行っています。JENCやその分科会の委員の方々には、TC159関連の国際委員会で提案された規格内容を人間工学の知見や我が国の状況を加味しながら審議し、国際会議の場での内容の加筆や修正にも加わって頂いております。日本からも積極的に国際規格を提案しています。特に高齢者、障害者に配慮した規格の策定については、重点TC施策と連動した経済産業省からの強力な支援もあり、日本が世界を先導しています。実際、TC159の中に設けられた高齢者障害者配慮規格検討グループやアクセシブルデザインに関する諮問グループの議長および幹事は我が国から選出されています。また、策定された国際標準のうち、有益なものについてはJIS規格として策定する活動も積極的に行っています。この活動の成果はJISハンドブック「人間工学」等に結集されています。

### 4. まとめ

社会や経済の国際的グローバル化が常識となった現在、我が国の産業の国内外での競争力を確保し、安全で使いやすい機器や製品を世界に提供するには、人間工学関連ISO規格、JIS規格の活用が不可欠です。人間工学規格の活用によって、これまで以上により製品が世の中に普及することを期待します。

#### [連絡先]

横井孝志  
産業技術総合研究所人間福祉医工学研究部門  
〒305-8566 つくば市東1-1-1  
TEL:029-861-6658 FAX:029-861-6660  
email: takashi-yokoi@aist.go.jp  
<http://unit.aist.go.jp/humanbiomed/fitness/index.html>

## 公共端末のユニバーサルデザイン

○三樹弘之, 鈴木邦和

(沖電気工業株) システムプラットホームセンター)

Universal Design of Self-Service Terminals

Hiroyuki Miki, Kunikazu Suzuki

(Oki Electric Ind.Co., Ltd., System Platform Center)

### 1. はじめに

グローバルな競争社会となった昨今, 共通の設計基準の重要性は言うまでもない。ユニバーサルデザイン(UD)については, 国際規格, デファクトスタンダード, および法令が存在する。本稿では, これらを概観した後, 公共端末のUDの実践について述べる。

### 2. UDに関する標準や法令

UDについては様々な解釈が存在するが, 1つの見方として, それがアクセシビリティとユーザビリティで構成されるという見方がある[1]。この見方においては, 「アクセシビリティ」を考慮するとは, 利用者(特に高齢者・障害者)に機器やサービスにアクセスする手段を提供するということを意味し, 「ユーザビリティ」を考慮するとは, 利用者に使い勝手の良さも提供するということを意味する。したがってUDは, 出来るだけ多くの人に使い勝手の良い機器やサービスを提供することを意味する。

標準や法令では, UDとして規定されたものは今のところなく, アクセシビリティかユーザビリティのいずれかについて述べたものとなっている。表1にUDに関する主要な標準[3]と法令を示す。ハードウェアに関する「規格」としては, オフィス作業における人間工学的原則をまとめたISO9241のパート3~9とISO13406のパート1~2が国際規格として制定されている。その中で, ISO9241のパート3, 7, 8とISO13406のパート1~2が表示装置に関する規格である。現在ISOでは, これらの規格の適用範囲をオフィス作業以外にも拡大すると共

に, 新たにISO9241パート301~307のシリーズ規格として作成中である。

一方, ソフトウェアのユーザビリティ「規格」については, 1987年以降に整備が進み, GUIに関する規定を体系化したISO9241パート10~17(「製品」に対する規格), ISO13407(「設計プロセス」に対する規格)などが作成された。特にISO13407については, ISO9000のインパクトを踏まえた議論が国内で起こり, ビジネスにとってのユーザビリティの重要性が認識される結果となった[2]。

以上に述べたユーザビリティと違い, アクセシビリティについては, 「法令」までも存在している。これは, ユーザビリティと違い, アクセシビリティが, そもそも最低限満たすべき規定のみから構成されることが多いことによる。しかしこの結果として, アクセシビリティの規定をすべて満たしても, 使いやすくなるわけではないという矛盾を引き起こしている。つまり, 最低限となるアクセシビリティの項目を満たした上で, ユーザビリティの追求を行う必要がある。

情報機器に関するアクセシビリティの法令は, 日本ではまだ存在しないが, 米国では既に, 2000年に連邦通信法255条, 2001年にリハビリテーション法508条が実施されている。また, 近年, これらに加えて, 現金自動預け払い機などに関する規定を含んだ米国障害者法の改正版(ADA-ABAガイドライン)が発行されている。

欧州でもMandate376として, 公共調達における情報アクセシビリティの義務化について欧州標準の作成が進められている。

アクセシビリティに関する「規格」については, 日本発ということで話題になったISO/IEC Guide71が, 2001年に制定された。これはハードウェア, ソフトウェアを問わず, アクセシビリティに関する国際規格を作成する場合に注意すべき点を列挙したもので, 国際規格を作成する場合のガイドという, 上位層の規格である。この他, 国内では, JIS X 8341シリーズとして, 「高齢者・障害者等配慮設計指針 - 情報通信における機器・ソフトウェア・サ

表1 関連法令, 関連規格, デファクト ([2]を基に作成)

	ユーザビリティ	アクセシビリティ
法令	該当なし	バリアフリー新法(日本) 米国内リハビリ3法 (FCC255, 508, ADA)
規格	ISO 9241 シリーズ (JIS Z 8511~8527) ISO 13407 (JIS Z 8530)	ISO/IEC Guide71 (JIS Z 8071) ISO 9241-171 JIS X 8341 シリーズ
デファクト	各 OS 毎の GUI ガイドライン	W3C WAI (Web アクセシビリティガイドライン)

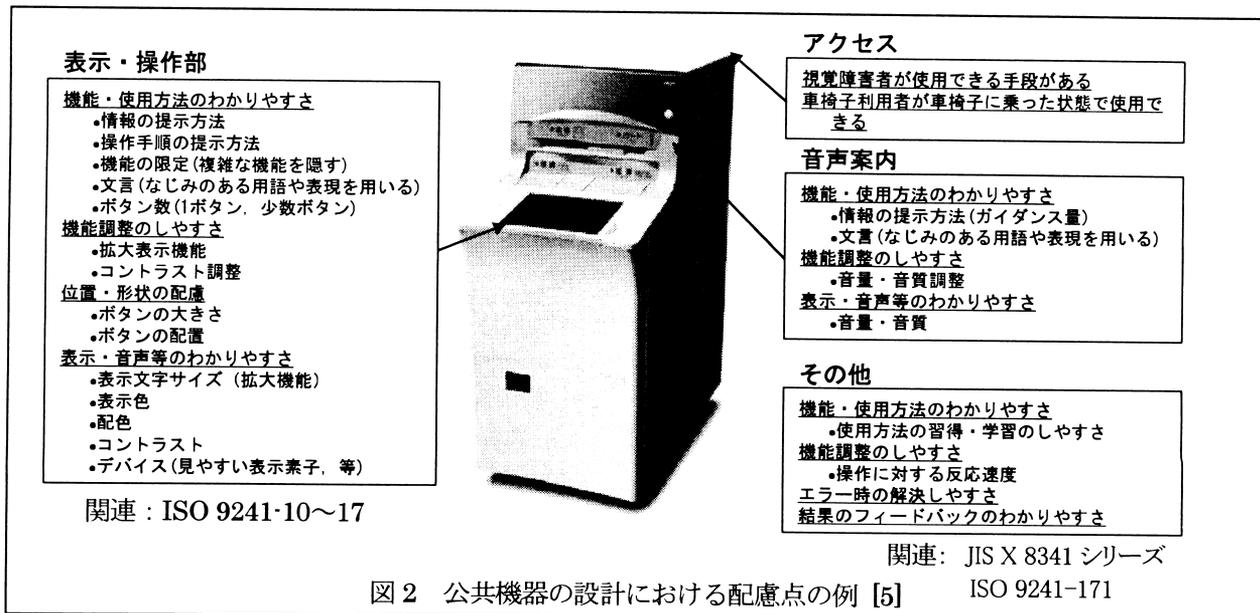


図2 公共機器の設計における配慮点の例 [5] ISO 9241-171

ービス」が制定されている(図1)。「Part 2「情報処理装置」、Part 3「ウェブコンテンツ」を除き、JISをベースとしてISOやITU等で規格として制定された。ISO 9241-20として制定されたJIS X 8341-1「共通指針」は、ISOと整合したJIS改定原案の作成が開始された。

また、ソフトウェアのアクセシビリティ規格として、ISO 9241-171が今年制定され、来年度よりJIS原案作成が開始される予定である。

### 3. UDによる製品開発

UDの実践は容易ではない。多様な利用者を対象とすればその分要求は増え、しかもそれらは矛盾することも多いからである。例えばATMの場合は、このために筐体は1種類として、画面や操作法を複数用意するといった対処法がとられることが多い。

そしてその上で、機能、コスト、セキュリティ、アクセシビリティ、ユーザビリティなどの多様な要因について、製品の実際の利用法(利用文脈)の調査を踏まえて調和

点を見つけ出していくことになる。

調和点を見つけ出すには試行錯誤が必要となるために、ISO13407[4]が提唱する繰返し設計が必須となる。問題が出たら対処するというだけでなく、評価の結果を熟考して新たな知見を導き出して(「知る」)、基本設計から変更するといったことも必要となってくる。詳細な配慮点と関連する標準を、図2にまとめる。

### 4. まとめ

UDに関する法令や規格は、増加の一途をたどっている。考慮しなければいけない点が増加する一方、有効に利用すれば、設計の効果や効率につなげることが出来る。今後の発展に期待する。

### 5. 参考文献

- [1] 三樹, 細野: ITのユニバーサルデザイン, 丸善, 2005.
- [2] 三樹, 細野, 中野, 武者, 浅賀: ユニバーサルデザインに関する標準化の取組みと社内展開, 人間中心設計 Vol.1, No.1, 人間中心設計推進機構, 2005.
- [3] ISO/TC159 国内対策委員会: 人間工学ISO/JIS規格便覧2008(平成20年度版), 2008.  
<http://www.ergonomics.jp/jenc/index.html>
- [4] 黒須, 堀部, 平沢, 三樹, 他: ISO13407がわかる本, オーム社, 2001.
- [5] 三樹, 赤津, 鈴木, 細野: ATMのユニバーサルデザイン, デザイン学研究, Vol.53, No.3, 日本デザイン学会(2006).
- [6] 鈴木: 情報アクセシビリティJIS全体概要, 情報アクセシビリティ関連規格等の同行とJIS X 8341-2解説, 社団法人電子情報技術産業協会(2007).

#### [連絡先]

三樹弘之, 鈴木邦和  
沖電気工業(株) システムプラットホームセンター  
〒335-8510 埼玉県蕨市中央1-16-8  
e-mail: [hmiki@cf.netyou.jp](mailto:hmiki@cf.netyou.jp) [suzuki525@oki.com](mailto:suzuki525@oki.com)

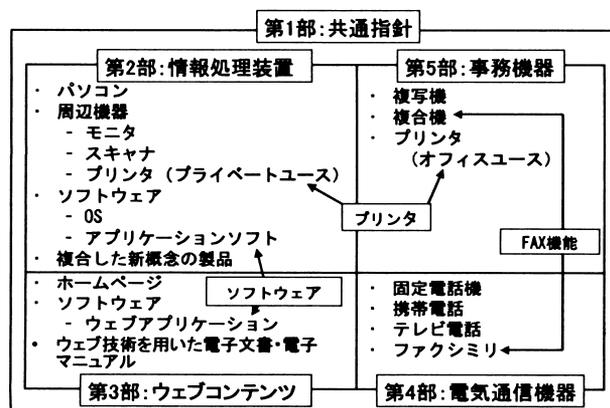


図1 JIS X 8341 シリーズ [6]

## 薄型テレビにおける人間工学JISの必要性

○久武 雄三

(東芝松下ディスプレイテクノロジー)

Need for Japanese Industrial Standardization of Ergonomics for Flat Panel Display Television

Yuzo HISATAKE

(Toshiba Matsushita Display Technology Co. Ltd.)

### 1. ディスプレイの人間工学

人間工学とは、人間の特性にあった機械や道具 (Human-Machine interface) に関する総合的な学問である。つまり、人間と道具の関係における種々の情報の流れを評価、分析し、負荷や歪を与えずに使える道具を設計することを指している。これをディスプレイに当てはめると、「使い易い形態と見易い、読み易い、疲れにくい画質」となる。「使い易い形態」は大きさ、厚み、重さなどから決まるものであり、LCDの先導により、大きく改善された。「見易い、読み易い、疲れにくい画質」は、環境条件を含めた画像の物理的要因と画像を観視する人間の心理的要因からなる。しかし、物理的要因と心理的要因は1対1に対応せず、心理的要因はそれぞれが独立でないことも多い。この対応関係を明らかにして、必要とされる画質を求めることこそ、ディスプレイの人間工学であるといえよう。そのためには、先ず、ユーザー(=人間)を把握すること。つまり、人間の視覚特性を把握すること。次いで、どのような使い方、どのように使われるか(ユーザーの使用特性)を把握する必要がある。

### 2. 何故、人間工学の標準が必要か

昨今、LCDの視野角特性の表記として「視野角180度を実現」という表現を見かける。180度とは真横からも画面を見ることを指すが、実際に真横から見ても何も見えず。見えない範囲の画質をいくら高めても意味がない。実際に使う範囲、限界の範囲までのパフォーマンスが重要であり、その視野範囲での性能がいかに高いかという表現をすべきである。人間工学的な画質評価をするには、まずユーザーがディスプレイをどのように使うか、どのような環境で使うかを把握し、その条件に基づいた評価が必要となる。

以下、家庭におけるTV視聴を一例にTV用ディスプレイの視野角特性の評価条件<sup>1)</sup>について説明する。

視野角特性が異なる3種類のパネルを想定する。表1は、主観評価によるTVの画質としての満足限、許容限を基準とした視野角特性の大まかな比較表である。パネルAは斜め70度までは満足限以上であるが、斜め

80度では表示が全く見えない。パネルBはどの方向から見ても許容限を満たすが、70度ではパネルAに劣る。パネルCは40度では三つの中で一番良いが、それ以上傾いた角度では許容限を下回ってしまう。

表1 ユーザーにとって好ましいディスプレイはどれか?  
～TV用ディスプレイの視野角特性～

左右方位の視認性

	斜め40°	斜め70°	斜め80°
パネルA	◎	◎	×
パネルB	◎	○	○
パネルC	◎◎	△	△

◎:満足限以上

○:許容限以上満足限未満

△:許容限未満

×:何も見えない

ディスプレイを斜めから観察すると、正面と比較して画像が歪んで見える。つまり、縦横比が変化する。この画像歪みに対する視野角の満足限、許容限は窪田<sup>2)</sup>や分元<sup>3)</sup>によると縦横比4:3のディスプレイに対して、左右方向が±30°、上下方向が±15°となっている(図1)。また、窪田による、日本の家庭におけるTVの観視方向の実態調査結果は、この画像歪みの満足限の視野範囲と合致している<sup>4)</sup>。この観視方向の視野範囲で、有効視野(人間が何かを注視しているときに人間の眼が情報を瞬時に受容する視野範囲<sup>5)</sup>)に収まる距離から見た時、パネル面から見た視野角は上下方向が±25°、左右方向が±45°となる(図1)。すなわち、この範囲がTVを夢中で見る時に必要な視野角となる。これに対し、仕事をしながら、ご飯を食べながらTVを見る、所謂「ながら見」の場合、人間の目は情報をなんとなく識別している。この状態での視野(誘導視野<sup>5)</sup>と称する)は有効視野より広くなる。また、なんとなく情報が識別できれば事足りるので、必要な視野範囲は画像歪の許容限となる。その範囲は上下方向が±25°、左右方向が

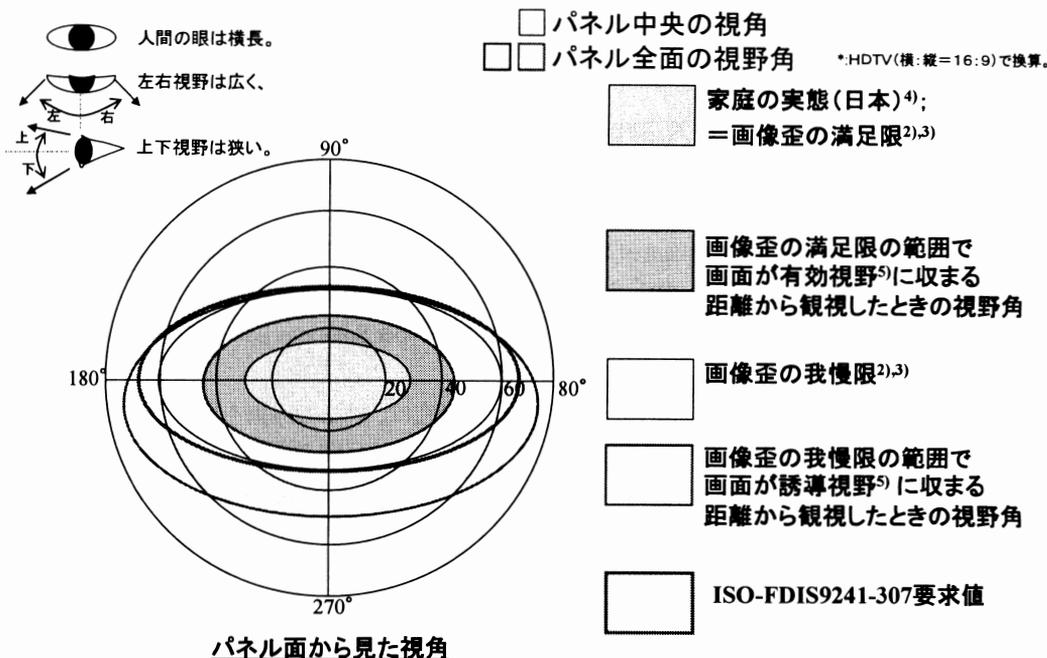


図1 TVに必要な視野角の範囲

±60°であり、その範囲で誘導視野に収まる距離から見た時、パネル面から見た視野角は、上下方向が35°/50°、左右方向が±75°となる(図1)。

表1のパネルBは斜め80°の特性がパネルAより優れているが、ユーザーが使用するのは斜め75°までのためパネルAの方がユーザーにとって有り難い特性となる。一方、パネルCは夢中になって見る時の視野範囲である斜め40°の特性は最も優れているが、「ながら見」をするときの視野範囲が許容限を満たしていないので性能不足となる。ディスプレイの視野角特性は広さではなく使用範囲内の特性(画質)で評価しなければならない。しかし、製品には未だ「視野角〇〇度」といった表記が成され、それをうたい文句にした宣伝が散見される。「見易い、読み易い、疲れにくい画質」でユーザーを保護するためには人間工学的な評価に基づいた確かな標準を定める必要がある。

尚、FPDの画質の人間工学的要求を定めたISO-FDIS9241-303は、パネルAとほぼ等しい設計視野角を定めている。ちなみに、左右が広く、上下、特に上方向が狭いのは人間の眼が横長で、やや下向きになっているためである。

### 3. JIS規格の必要性

FPDテレビの画質の人間工学的要求は、まもなくISO規格(ISO9241-303:FPD全般を対象とした視覚表示条件の人間工学要求規格)として発行される。今後、ユーザーが如何に見易く使い易いテレビであるかを知ることが出来るようになると期待する。しかしながら、ISOが如

何に一般的に知られていようが、国内においてはJISの方が親しみやすい。鉛筆に表示されているJISマークなどに由って広く認知されているからである。製造者に人間工学規格準拠を促すためにもISO規格に準じたJIS規格を発行すべきであり、国内向けの製品には、是非、JIS規格適合認定取得をうたって欲しい。

#### (参考文献)

- 1) 久武雄三: JEITA/液晶産業研究専門委員会, FPDの人間工学シンポジウム2006講演予稿集, S2-2, 2006
- 2) 窪田悟: 電子情報通信学会論文誌, vol.J86-A, No.4, 2003
- 3) 分元博文: 2002年日本液晶学会講演会予稿, 2002
- 4) 窪田悟: JEITA/液晶産業研究専門委員会, FPDの人間工学シンポジウム2006講演予稿集, 特別講演, 2006
- 5) 栗田泰市郎: JEITA/液晶産業研究専門委員会, LCDの人間工学シンポジウム2003講演予稿集, 特別講演, 2003

[連絡先] 久武雄三  
東芝松下ディスプレイテクノロジー(株)  
先行技術商品開発センター  
〒366-0032 埼玉県深谷市幡羅町1-9-2 東芝深谷工場内  
tel:048-574-2774 fax:048-574-2860  
email: yuuzo.hisatake@tmdisplay.com

## 対話の原則に基づく Web ユーザビリティ向上のストラテジ

○渡辺昌洋\*、米村俊一\*、浅野陽子\*

(\*日本電信電話株式会社 サイバーソリューション研究所)

Strategy for enhancement of Web usability based on the dialogue principles

Masahiro WATANABE\*, Shunichi YONEMURA\*, and Yoko ASANO

(\*Nippon Telegraph and Telephone Corporation, Cyber Solutions Laboratories)

### 1. はじめに

インターネットが普及し、現在では Web サイトは重要な情報源となっている。日本は高齢社会を迎え、高齢者、障がい者を含む、なるべく多くのユーザにとって使いやすい Web デザインが求められている。しかし、高齢者特有の問題というのは十分に検討されておらず、高齢者にとって使いやすい Web デザインは十分に明らかになっているとはいえない。

ユーザビリティの向上には、ユーザテストの結果を元に反復デザインを行うユーザセンタードデザインが理想的である。しかし、ユーザテストを繰り返し行うには、一般的には、時間やコストがかかる。一方、現実的には、ユーザインタフェースの検討や改善にかけられる時間やコストは非常に限られている。反復デザインの回数を減らすことができれば、限られたリソースを集中し、ユーザビリティを改善にあてることができる。そのためには、反復デザインの元となる仕様設計の段階で、人間工学的な配慮が必要である。さらに、ユーザテストの結果から対応すべき問題点は、人間工学の専門家とは必ずしもいえない Web の設計者が、コストや納期などを元に決めてしまうという現状もある。

そこで、本研究では、ソフトウェアの人間工学に関する規格、JIS Z8520<sup>1)</sup>、ISO 9241-110<sup>2)</sup>に着目する。これらの規格は、人間工学的に望ましいインタラクティブシステムを設計する上での対話の原則について規定している。対話とは、JIS Z8520 では「ある目標を達成するための、ユーザとシステムのやりとり」と定義されている。7 つの対話の原則とは以下のとおりである。

1. 仕事への適合性
2. 自己記述性
3. 可制御性
4. ユーザの期待への合致
5. 誤りに対する許容度
6. 個人化への適合性
7. 学習への適合性

本研究は、対話の原則を用いて望ましいインタラク션을効率的に開発することを目指している。アプリケーションドメインごとに最適なユーザビリティ向上のストラテジを検討し、仕様設計の段階において適用できるストラテジを明らかにすることを最終目的としている。これが明らかになれば、反復デザインのプロセスを効率化し、人間工学の観点からのユーザビリティの向上を実現することができると考えている。

本稿では、中高年ユーザ向けの Web アプリケーションに限定してユーザテストを行い、事例を集め、ユーザビリティ向上手法のストラテジを検討する。

### 2. 調査

調査対象者は、PC の経験が 3 年以上 15 年未満の 50 歳から 65 歳までの 5 名 (女性 4 名) である。調査対象サイトは主要なポータルサイトの運営する高齢者向けのポータルサイトとし、これを使ってサイト上の記事を検索する課題を行ってもらった。課題遂行中の様子を観察し、インタビューを行い、問題点を抽出した。調査対象者には次の課題を与えた。

- (1) キーワード検索課題: 趣味に関する「苔玉」の記事を、キーワード検索を使って検索する
- (2) ブラウジング検索課題: 「NPO」の記事を、キーワード検索を使わずに検索する
- (3) フォーム送信課題: 好きなイベントに応募する

### 3. 調査結果

調査対象者の遭遇した問題点を対話の原則に基づいて分類した。主な問題点について表 1 に示す。表 1 では、得られた問題点を利用の状況別に分類した。利用の状況は、課題達成までの段階を想定し、キーワード検索、検索結果表示、目的ページの表示とした。

表 1 より、課題達成までのすべての段階において自己記述性が重要であることがわかった。自己記述性とは、「システムからのフィードバックを通じて直ちに各対話段階が理解できるものであるか、又は求めに応じて利用者に説明がなされるような場合に、その対話は、自己記

表1 高齢者向けポータルサイトの利用の状況と主な問題点

利用の状況	重要な対話の原則	主な問題点
キーワード入力	自己記述性	適切な検索のキーワードが思い付かない
	誤りに対する許容度	キーワードに文章を入力してしまう
検索結果表示	自己記述性	次のページの検索結果を見ない
	利用者の期待への合致	赤字に注意が行く
	仕事への整合性	文字よりも画像を好む
目的ページの表示	自己記述性	次のページが参照できない
	自己記述性	スクロールできない

述的であるという。」と JIS Z8520 に定義されている。自己記述性の次に多く観察された問題点は、利用者の期待への合致、仕事への整合性であった。これらの原則が、中高年ユーザには特に重要であることがわかった。

#### 4. 考察

自己記述性に関連する問題点は、さらに3つのレベルに分けられると考えられる。まず、自己記述性がない場合である。例えば、キーワード検索の際にキーワードを「コケ玉」とカタカナで入力し結果が得られなかった。これは表1において、適切な検索のキーワードが思い付かないという問題点の事例の一つだが、入力すべき文字種や言葉の説明が無いという点で自己記述性の欠如の問題であるといえる。

次に、自己記述性に関する情報はあるが知覚的な問題がある場合である。例えば、検索結果の表示ページでは、次のページへのリンクの文字の色が薄いために、リンクに気が付かない様子が見られた。これは表1において、次のページの検索結果を見ないという問題点の事例の一つだが、リンクを表示しているつもりでも中高年ユーザに情報が伝わらないという問題がある。

最後に、自己記述性に関する情報はあるが認知的な問題がある場合である。この場合が最も多く観察されたため、中高年ユーザにとって使いやすいWeb設計で重要であると考えられる。例えば、イベント応募のページでは、応募ボタンの下の部分にイベントの詳細が記載されていたが、応募ボタンが一番下に表示されるという先入観から、応募ボタンより下の部分を見るための画面スクロール操作を行う様子が見られなかった。

このような問題点はユーザの特性を反映していると考えられる。JIS Z8520 では、「この対話の原則は、次のようなユーザの特性を考慮に入れて適用することが望ましい」とし、注意が及ぶ範囲、短期記憶の限界を含む5項

目が書かれている。本稿で対象としたユーザの主な特徴は注意の及ぶ範囲が狭い点と短期記憶の容量の小ささである。中高年向けのWebサイトを作る際に注意が必要な点であると考えられる。

#### 5. おわりに

本稿では、中高年のユーザがポータルサイトの記事検索を行うという事例について、得られた問題点を対話の原則を用いて分類した。その結果、Webアプリケーションドメインにおける中高年ユーザ向けの対話要件として自己記述性、特に認知レベルの自己記述性を満たすことが重要であることがわかった。続いて、利用者の期待への合致、仕事への整合性に重点を置く必要がある。仕様設計、ユーザテストにおいて、これらの対話要件にリソースを集中すれば、中高年ユーザにとってより使いやすいWebサイトが効率的に制作できると考えられる。その他のWebアプリケーションでも同様の操作が行われるため、本稿の結果を適用できると予想されるが、それを確認するためには、様々な利用の状況、すなわち、様々な特性のユーザや様々な課題等による事例の収集、分析が必要であると考えている。

#### 6. 参考文献

- 1) JIS Z8520:2008 人間工学—人とシステムとのインタラクション—対話の原則, (2008).
- 2) ISO 9241-110: Ergonomics of human-system interaction - Part 110: Dialogue principles, (2006).

#### [連絡先]

渡辺昌洋

日本電信電話株式会社サイバーソリューション研究所  
〒239-0847 神奈川県横須賀市光の丘 1-1

e-mail: watanabe.masahiro@lab.ntt.co.jp

Fax: 046-859-5560

## 人間工学規格の活用例

— コントロールセンターの設計 —

○ 森剛志\*、米村俊一\*\*  
(\*イー・エス・アイ、 \*\*NTT)

Some applications of ergonomics standards — Ergonomic design of control centres

Takeshi MORI\*, Syunichi YONEMURA\*\*

(\*E.S.I, \*\*NTT)

### 1. はじめに

人間工学関連の規格のなかにあつて、やや異色な規格—JIS Z 8503「コントロールセンターの設計」シリーズについて、その概要と活用例を紹介する。

異色という意味は、その対象を「コントロールセンター」という具体的なものに絞って、学問的、抽象的でない実際の設計方法 — 人間工学的視点 — を規定していることにある。

この規格は、「コントロールセンター」の設計者及びそのユーザー(そこで働く人々)にとって有用な規格である。もちろん、これらの人々と協働して設計に参画する人間工学専門家にも多くの示唆を与える。

### 2. コントロールセンターとは

人間のあらゆる活動にかかわるシステム、例えば、各種産業プラント、社会施設等の運用の中核として、それらシステムを監視、管制、制御、運転するための「機能」を指す。具体的には、プラントの運転・制御、航空・交通管制、消防・警察の指令・管制、鉄道の運行管制、刑務所の監視、物流コントロール、ガス・水道・電力の配送管理、ビルのユーティリティ・セキュリティ管理、浄水場・ダム・排水・廃棄物処理場の運用・管理などである。

### 3. JIS Z 8503「コントロールセンターの設計」シリーズ

正式名称は、

JIS Z 8503-X 人間工学 — コントロールセンターの設計 — 第 X 部：○○○○ として構成される規格群。

**第1部：コントロールセンターの設計原則**

**第2部：コントロールスイートの基本配置計画の原則**

**第3部：コントロールルームの配置計画**

**第4部：ワークステーションの配置及び寸法**

**第5部：表示器及び制御機器(予定)**

**第6部：コントロールセンターの環境**

### 第7部：コントロールセンターの評価の原則(予定)

の7部構成で、ISO 11064-X シリーズを原規格とする、一致(IDT=Identical)規格である。原規格は、すべて国際標準として制定されており、対応する JIS 規格も第 5 部及び第 7 部を除いて発行されている。残り2件についても逐次 JIS として制定・発行の予定である。

### 4. 人間工学的設計の9原則

原則 1 人間中心設計を採り入れよ

(機能中心設計 ⇒ 人間中心設計)

原則 2 設計活動に人間工学を組み入れよ

原則 3 フィードバックの繰り返しで設計の完成度を高めよ

原則 4 状況分析(既存 or 類似システム)をせよ

原則 5 タスク分析をせよ

原則 6 エラートレラントなシステムを設計せよ

原則 7 必ずユーザーを参画させよ

原則 8 職際的な設計チームをつくれ

原則 9 人間工学的設計の根拠を文書化せよ

### 5. 国際的な反響

最初の原国際規格制定の頃と前後して世界的に「人間工学的設計(Ergonomic design)」への関心が高まり、プラントのコントロールセンターに関しても、メジャーオイル企業等を筆頭に引き合い時に、「Ergonomic study」を要求する例が増え始めた。なかにはこの規格を引用して準拠することを要求するものも現れた。

### 6. 規格適用の効用

- ・発注者、受注者、第三者に共通の判定基準を与える。
- ・ユーザー参画の効果(一緒に創造したという達成感)
- ・職際的なチームワーキング
- ・フィードバックによる設計効率・品質の向上
- ・文書化の効果(トレーサビリティ、技術の伝承)

## 7. 規格活用事例 その1 — 「統合計器室」(国内)

日本の高度成長期、国内の企業は競って生産設備の新・増設を行った。その結果、それぞれの設備毎に専用の計器室(コントロールセンター)を持つ結果となり、設備やシステムの老朽化に伴う更新、生産性向上のための省人化などの要求ともあいまって「計器室の統合」が課題となった。

こうした機運の中で、国内の某製油所の統合計器室建設プロジェクトが計画された。オーナーの意向として、単に計器室の物理的な統合ではなく、従業員の働く場として、近隣社会や地域との連携の場としてのシンボリックなものにしたいとの要求があった。

「統合計器室」は製油所の中核としての地位を与えられ、「リファイニングセンター」と呼ばれることになった。

受注者(エンジニアリング企業)は、当時 ISO 規格として制定しつつあった標記規格を先取りする形で適用することを提案し受け入れられた。

いろいろな部門の担当者や外部の専門家を交えた「職人的プロジェクトチーム」を編成した。

ユーザー(オーナー企業の従業員)もこのプロジェクトに参画した。この参画には、直接「計器室」で製油所の運転に関わるオペレーターのみならず、リファイニングセンターに入居するすべての部門の従業員が含まれる。アンケート調査などを通じてユーザーの要求を把握し、状況分析も行った。デザインレビューを繰り返し、都度設計へフィードバックした。

設計は、規格の規定に則って進められた。一部の規格はまだ審議段階であったが、その議論もどんどん先取りした。

完成した「リファイニングセンター」はオーナーの満足を得た。従業員にも好評であった。近隣コミュニティーからの見学も増大した。

このリファイニングセンターは、そのデザインコンセプトが評価され、平成 10 年度グッドデザイン賞(施設部門)を受賞した。

その数年後、筆者も参画して、追跡調査を行った。ユーザーの評価は概ね建設時と同様好意的であったが、技術的ないくつかの問題点も発見できた。

## 8. 規格活用事例 その2 — 「プラント統合」(海外)

二例目は、ごく最近、まもなくプロジェクト完了というホットな例である。

筆者の古巣のエンジニアリング企業が受注した海外プロジェクト。既存のリファイナリーにいくつかの装置を増設するとともにプラント全体の統合・合理化を図る計画のフロントエンドエンジニアリング(FEE)。

発注者は最近の例のご他聞に漏れず、設計段階での「Ergonomic Study」を要求している。依頼されて筆者がコンサルタントとなり、企業の建築部門を中心に「職人的プロジェクトチーム」を結成。発注者へも働きかけて、ユーザー(運転部門)も含む対応チームを設置してもらって協働作業を開始した。

発注者の要求の程度を勘案しつつ ISO 規格の規定を取捨選択してプロジェクトスキームを構成して提案した。

さらに、規格をベースに「デザインレビュー」のための「チェックリスト」を提案した。「チェックリスト」の各項目は規格を基本として作成され、レビューを進める上で非常に有効であった。これらの項目を、発注者の承認の許に一つずつ「ツブシ」で行くことで漏れのないレビューとフィードバックが行われた。

この過程は、期せずして「状況分析」「タスク分析」となり、ユーザーにも自身の仕事を見直すよいチャンスとなった。結果は文書として残って、第三者にも明確な資料となった。

使用者(発注者)／設計者(受注者)の間に ISO 規格という国際的な権威のある規定が存在し、それらの適用については、双方の協議・合意で進めたことにより、プロジェクトはきわめて効率的に進捗した。

(完)

\*\*\*\*\*

### 【連絡先】

森 剛志

〒249-0008 神奈川県 逗子市 小坪 2-4-17

e-mail: tmori@green.ocn.ne.jp

Fax: 0467-23-0349

## 人間中心設計のアプローチ

○福住伸一\*、平松健司\*

(\*NEC 共通基盤ソフトウェア研究所/ヒューマンインタフェースセンター)

Times Approach to Human centered design

Shin'ichi Fukuzumi\*, Takeshi Hiramatsu\*

(\*Human Interface Center, Common Platform Software Research Laboratories, NEC Corporation)

### 1. はじめに

弊社では、ユーザビリティの向上を目的として、実プロジェクトに入り込んだHIコンサルティングなどを行ってきた。しかし、ユーザビリティ専門家の数は限られており、なかなか幅広い活動には結びつかなかった。この状況を克服するため、社内のSI標準に、人間中心設計プロセス<sup>[1]</sup>の考え方を適用し、開発現場で開発者自身が人間中心設計の遂行を可能とする取り組みを行っている。

### 2. 『UI 設計ガイド』の策定

弊社では、SIプロジェクトを遂行するに当たり、SystemDirector Enterprise 開発方法論<sup>[2]</sup>をベースとした社内SI標準を活用している。本開発方法論は、「開発現場で即実践でき、開発者に特別な技術を求めない」という基本思想の上に作成されており、開発の各フェーズにおいて、「誰が(ロール)」、「いつ(フェーズ)」、「どのように(アクティビティ/タスク)」、「何を(成果物)」を行えばよいのかを明確に定義している。この基本思想を引き継ぎ、人間中心設計プロセスを現場の開発者が実践するための手順書として、『UI設計ガイド』を策定した。

### 3. UI 設計の手順とドキュメント体系

表 1. 社内 SI 標準とのマッピング(抜粋)

UI 設計の手順	SI 標準でのアクティビティ
1. UI 要件定義 - UI コンセプトの整理 - 利用状況の整理	A101 要件定義準備
- UI 要件の整理	A105 非機能要件整理
2. 画面 UI 標準作成 - 画面プロトタイプの作成と確認	C204 設計標準策定
3. :	:

本ガイドで規定した UI 設計の手順は、社内 SI 標準におけるアクティビティ/タスクにマッピングする形で、表1に

示すように、いつ・だれが行うべき作業かを明確化した。

また、『UI 設計ガイド』の体系として、3つの部からなる本編と、参考ドキュメントを用意した(図1)。開発者が直接利用するのは、『UI 設計ガイド 第Ⅱ部 UI 設計のアクティビティと成果物』である。

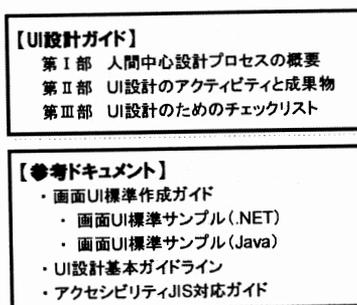


図1. ドキュメント体系

### 4. おわりに

本稿では、人間中心設計の考え方を、社内の SI 標準へ適用する取り組みについて紹介した。今後、効果の分析を進めるとともに、開発者にとってより使いやすい設計ガイドとなるよう取り組んでいきたい。

### 5. 参考文献

- [1] ISO 13407: Human-centered design process for interactive systems, 1999
- [2] SystemDirector Enterprise, 製品 URL : <http://www.nec.co.jp/sdent/>
- [3] JIS Z 8521: 人間工学—視覚表示装置を用いるオフィス作業—使用性についての手引き

[連絡先]

福住伸一  
NEC 共通基盤ソフトウェア研究所  
〒108-8557 港区芝浦 2-11-5  
e-mail: s-fukuzumi@aj.jp.nec.com

## 人間工学標準の展望

○山本栄 中野義彦  
(SC 4 主査, SC 4 前主査)

The view of future standard for SC4 Ergonomics  
SAKAE YAMAMOTO, YOSHIHIKO NAKANO  
(JENC SC4 Chair, former JENC SC 4 Chair)

### 1. SC4 Ergonomics of human-system interaction: 人間とシステムのインタラクション

人間工学標準化の展望であるが, SC4 関連の最近の動向を示すことにより, 今後の展開もわかるのではないかと考え現状を若干報告する. SC4 関係では特に WG9 で扱う規格は全て新規のものである. また WG10 で扱う規格は JIS で制定されたものを国際規格に持っていこうという考えかたである. また, 昨年の TC159 総会で消費生活製品の使いやすさ規格である ISO 20284 シリーズ規格が SC4 の作業項目とすることが決定している. 見直し時期に合わせて, 新規に WG が組織される. 更に JTC 1/SC 7 と TC 159/SC 4 の合同で CIF の人間工学側面について TR を作成している.

以下各 WG の最近の動向について述べてみる.

### 2. 各 WG の最近の動向

WG1 Fundamentals of controls and signaling methods: 制御器と信号表示法の基礎

ISO1503 (方向通則) が 2008 年 8 月に制定された, 今後 JIS 化にむけて現在準備中. ISO 1503 で参照している ISO 9355-4(EN 894-4) が途中で廃案になり, CEN TC 122 で再導入され, 今後ウィーン協定に基づく Fast Truck 投票後, WG1 主体で見直しを行う予定である.

WG2 Visual display requirements: 視覚表示の条件  
ISO 9241-300, 302, 303, 304, 305, 306, 307 が近々発行され WG2 の主要テーマは一段落する. 今後は三次元ディスプレイの人間工学, 電子ペーパーディスプレイの人間工学, 映像の生体影響と安全性(WG2 とは別に新規 WG が設置される可能性もある) や, TC159 のスコープ見直しを受けて, 作業用に限定しない一般的に使用される, 例えば家庭での TV の見やすさも対象に加えていくと推定している.

WG3 Control, workplace and environmental requirements: 制御装置, 作業場および環境の条件  
ISO 9241-400, 410 発行され 420 が CD 段階にあるが再導入の規格なので ISO 発行は近い. 今後は机椅子, 作業環境の改訂も視野に入れている

WG5 Software ergonomics and human-computer dialogues: 人間-機械の対話

9241-10~17 までの見直しが始まっている.

9241-171 ソフトウェアのアクセシビリティ規格が IS に制定された.

WG6 Human centered design process for interactive systems: インタラクティブシステムの人間中心設計過程  
13407 が改訂作業に入っており, 9241-210 がまもなく DIS 投票にかけられる. また 13407 の周辺規格も 9241 シリーズとして作業準備中である.

WG8 Ergonomic design of control centers: 制御室の人間工学的設計

WG9 Haptic and Tactile Interactions: 触覚インタラクション

ISO 9241-900 番台が割り当てられている.

現在 920 の DIS 投票が済みまもなく FDIS 投票がある 910 の CD 投票が完了したところである.

WG10 Accessible Design for Consumer Products: 消費者用製品のアクセシブルデザイン

ISO CD 24503 が規格作成中である.

### 3. 今後の展望

人間工学の規格を使いやすくすることは人間工学を専門にしている者にとっては大事なことです. 考えられることは

- \* なるべく JIS 化して, 日本語表現にする.
- \* 設計段階で各規格をどう使うのかを解説する必要がある.

規格によっては, 付録にチェックリストが付いている. しかしながら, この解説はすぐにわかるとよいのであるが, 容易にはわからないのが現状ではないか. しかしこのチェックリストを活用することで, 規格の趣旨を反映できる. そこで各チェックリストの解説を中心としたものが必要と考えている.

[連絡先] 山本栄 [sakae@ms.kagu.tus.ac.jp](mailto:sakae@ms.kagu.tus.ac.jp)  
中野義彦 [nakano56@agate.plala.or.jp](mailto:nakano56@agate.plala.or.jp)

## 企画-II

日本人間工学会広報委員会企画

### 「就職活動座談会 『人間工学』を活かす就職 OB・OG を囲んで」

人間工学を学んでも、人間工学を活かせる職業に就ける人は、残念ながらあまり多いとはいえません。企業の側にニーズがないのでしょうか？いえいえ、決してそんなことはありません。今回、広報委員会では、学生と企業の懸け橋プロジェクトの第一弾として、大学院生、学部生のみなさんを対象に、企業へ就職して人間工学を活かしている若手企業人に、学生時代に勉強したことや、現在の仕事と人間工学の関わりを話していただく機会を設けました。

就職についての情報や、経験に基づいた就職活動のポイントなども、気軽に聞くことができますので、是非、お立ち寄りください。就職活動をこれから始める修士課程1年生や学部3年生にお勧めですが、すでに内定をいただいている修士課程2年生や学部4年生も、入社後に役立つ情報を聞けるチャンスですので、どうぞご参加ください。

### 対象：学生(大学院生、学部生)、その他興味のある方ならどなたでも

「学生時代の研究と現在の仕事との関わり」

北島創（財団法人日本自動車研究所 安全研究部 神奈川大学 OB）

「人間工学をデザインに活かす」

鈴木浩之（アロカ株式会社 デザインセンター 日本大学 OB）

「就職活動と入社後の仕事について」

山田有佳倫（日産自動車株式会社 実験技術開発部 千葉工業大学 OG）

「学生時代の経験とデザインの仕事との繋がり」

羽深太郎（日産自動車株式会社 デザイン本部 日本大学 OB・千葉工業大学 OB）

「医療系企業に就職して」

石田裕一（テルモ株式会社 マーケティング室 千葉大学 OB）

アドバイザー：吉武良治（日本アイ・ピー・エム株式会社）、岩切一幸（独立行政法人労働安全衛生総合研究所）

司 会：大内啓子（財団法人日本色彩研究所）、松田文子（財団法人労働科学研究所）

## ビジョン提案型デザインアプローチの提案

○山崎和彦<sup>\*1</sup>、上田義弘<sup>\*2</sup>、高橋克実<sup>\*3</sup>、早川誠二<sup>\*4</sup>、柳田宏治<sup>\*5</sup>、郷健太郎<sup>\*6</sup>  
(\*1千葉工業大学、\*2富士通デザイン(株)、\*3ホロンクリエイト、\*4(株)リコー、  
\*5倉敷芸術科学大学、\*6山梨大学)

Proposal for the Structured Scenario-Based Approach for Designing User Experiences  
Kazuhiko YAMAZAKI<sup>\*1</sup>, Yoshihiro UEDA<sup>\*2</sup>, Katsumi TAKAHASHI<sup>\*3</sup>, Seiji HAYAKAWA<sup>\*4</sup>,  
Koji YANAGIDA<sup>\*5</sup>, Kentaro GO<sup>\*6</sup>  
(\*1 Chiba Institute of Technology, \*2 Fujitsu Design, Ltd., \*3 Holon Create Inc., \*4 Ricoh Company, Ltd.,  
\*5 Kurashiki University of Science and the Arts, \*6 University of Yamanashi)

### 1. はじめに

近年はコンピュータが人間の生活環境の中に埋め込まれ、ユーザはコンピュータを意識することなく利用できる環境になりつつある。また、既存製品の問題を解決するだけでなく、どのような製品やサービスを提案するかということが重要となってきた。このような背景を考慮して、主に個々の製品の問題解決を対象としていた従来のデザインのアプローチに対して、ユニバーサルデザインや人間中心デザインを考慮して、サービスも含めたビジョンを提案できるデザイン手法が期待されている。

日本人間工学会アーゴデザイン部会では、「提案型デザイン方法論ワーキンググループ」を組織し、これからの社会も考慮して、システム、サービスやプロダクトの開発に役立つ具体的なデザイン方法論の構築を目標に議論を行ってきた。その中でシナリオ手法の活用に着目した。

シナリオ手法とは、ユーザが商品やサービスを利用する場面を想定して、できるだけ具体的にシナリオを記述することによって、デザイン上の考慮点や問題点を発見したり、あるいはそれらを解決する手段として用いる手法である。シナリオとは、どのようなユーザ、どのような環境で、どのような行動をとるかについて記述したストーリーである。

これまでに、このシナリオ手法を活用して、開発プロセスに一貫してシナリオを活用する「構造シナリオ法(Structured Scenarios Method)」を提案した。構造シナリオ法は、構造化されたレイヤー毎にシナリオを描くことで、「提供サービスの有効性」、「開発するシステムの効率性」、そして「ユーザの満足度」を高めるためのアイデアを創出し、最終的には本当に使えるITシステムやプロダクトの仕様を記述するための手法である。具体的に

は、サービスシナリオ、アクティビティシナリオとインタラクションシナリオの3段階に使い分ける。

今回はこの構造化シナリオ手法をさらに発展させた「ビジョン提案型デザインアプローチ」の全体像について概説する。

### 2. ビジョン提案型デザインアプローチとは

ビジョン提案型デザインアプローチとは、ユーザ視点で新しいビジョンを提案して最終的にはシステムや製品仕様を記述するデザイン手法である。この手法には、以下に解説する基本となる5つのデザインアプローチがある。

#### 1) ユーザの本質的要求から開始する

これまででは問題解決から開始する場合が多い。ユーザが現状の商品やシステムで問題であると認識している部分だけにフォーカスされる。それでは、ユーザが気づいていない問題やこれまでにない新しいシステムや製品の問題は見つけられない。

これまでのユーザ調査やユーザ観察の手法も、現状の不満や問題点の抽出に使われる場合が多かった。現在は存在していないシステムや製品のユーザの本質的要求を見いだせる手法が必要である。

お客様満足という視点からみると、問題点を解決するのは「当たり前の価値」に対応し、これだけではユーザの満足を得ることはできない。ユーザにとっての「魅力的価値」を見つけ出し、それをユーザ本質的要求として明確にすることが必要である。

#### 2) 上位のサービスのレベルから発想する

問題解決型は下位のレベルから発想する場合が多い。例えば製品のある操作が使いにくいので、それを改善するのはインタラクションのレイヤーでの改善となる。お客様が飛躍的に満足するような解決策は上位のレイヤーから検討することが必要である。上位のレイヤーとはサービスを

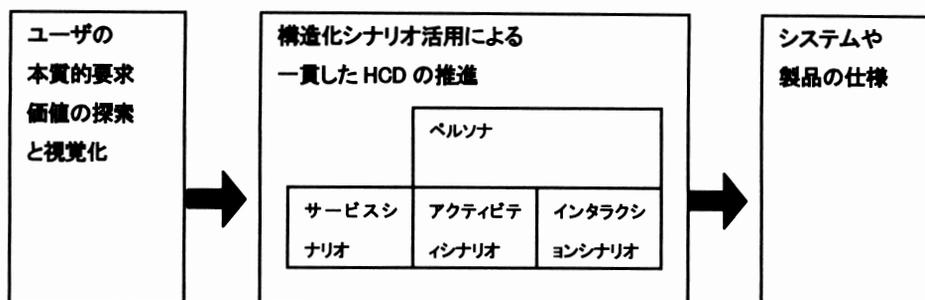


図1 ビジョン提案型デザインアプローチの構造

含んだ総合的なソリューションを考えることである。

3) ユーザ本質的要求を要求仕様からシステム仕様まで一貫して通す

従来は仮に、ユーザの本質的要求が分かったとしても、それを最終的な製品やシステムに盛り込めない場合が多い。その理由の一つとして統一されたユーザの本質的要求の記述方法がなかったことがある。上流工程でも下流工程でも、だれでもが分かりやすいユーザの本質的価値の記述方法が必要である。

4) 異分野の部門や専門家のコラボレーションを考慮する

異分野や異なる文化や特徴の人のコラボレーションにより新しいビジョンを創造することができる。また、共通の目標、明確なユーザ像などによって異分野の部門や専門家のコラボレーションを促進する。

5) 常にユーザに聞く

人間中心設計の原則でもあるが、上位のレベルから常にユーザに聞くことで新しい発想やユーザ本質的要求を間違えずに企画開発を推進できる。

### 3. ビジョン提案型デザインアプローチの主要構成

図1に示すようにビジョン提案型デザインアプローチを活用するための3つの構成について解説する。

1) ユーザの本質的要求価値の探索と視覚化

この段階では、ユーザの本質的価値を探索すること、探索して見出した内容を視覚化するという手順をする。

ユーザの本質的価値を見つけた方法として、質的アプローチと内省的なアプローチが重要となる。具体的な手法としては、文脈的調査、ディープインタビュー、フォトエッセイ、フォトダイアリーなどの手法を活用してユーザ情報を獲得する。獲得した情報をもとにして、ユーザの本質的価値を抽出しまとめる。最後に、ユーザ情報を誰でも理解できるように視覚化する。

2) 構造化シナリオ活用による一貫したHCDの推進

視覚化されたユーザ情報をより精緻な記述を加えてペ

ルソナ作成する。また、ユーザ目標までのシナリオを、上位レイヤーのサービスシナリオ、中間レイヤーのアクティビティシナリオと下位のインタラクションシナリオの三段階のユーザシナリオを作成する。

3) システムや製品の仕様

ユーザ本質的要求価値から開始したゴールとして、システムや製品の仕様をまとめる。

4) 上記のすべての段階で視覚化と評価を繰り返す

ビジョン提案型デザインアプローチの各段階で、アイデアを視覚化して、そのアイデアがユーザの本質的要求価値とあっているかどうか評価を繰り返す。評価方法は直接ユーザに評価してもらう方法と、専門家や技術者がユーザ視点で評価する方法と二つの方法がある。

### 4. おわりに

ここではビジョン提案型のデザインアプローチとはどのようなアプローチであるか、そのアプローチの構造を解説した。今後このアプローチの実践による、より具体的な手法への検討が重要である。

### 参考文献

- 1) J. Pruitt and T. Adlin: The Persona Lifecycle: Keeping People in Mind throughout Product Design, Morgan Kaufmann, 2005.
- 2) 柳田宏治他:「ビジョン提案型デザインアプローチのツールと事例」, 2008 年度日本人間工学会関東支部第 38 回大会講演集, 2008.

### [連絡先]

山崎 和彦  
千葉工業大学工学部デザイン科学科  
〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1  
e-mail: designkaz@gmail.com

## ビジョン提案型デザインアプローチの手法

○郷健太郎<sup>\*1</sup>、上田義弘<sup>\*2</sup>、高橋克実<sup>\*3</sup>、早川誠二<sup>\*4</sup>、柳田宏治<sup>\*5</sup>、山崎和彦<sup>\*6</sup>  
(\*1山梨大学、\*2富士通デザイン(株)、\*3ホロンクリエイト、\*4(株)リコー、  
\*5倉敷芸術科学大学、\*6千葉工業大学)

A Method for the Structured Scenario-Based Approach for Designing User Experiences

Kentaro GO<sup>\*1</sup>, Yoshihiro UEDA<sup>\*2</sup>, Katsumi TAKAHASHI<sup>\*3</sup>, Seiji HAYAKAWA<sup>\*4</sup>,  
Koji YANAGIDA<sup>\*5</sup>, Kazuhiko YAMAZAKI<sup>\*6</sup>

(\*1University of Yamanashi, \*2Fujitsu Design, Ltd., \*3Holon Create Inc., \*4Ricoh Company, Ltd.,

\*5Kurashiki University of Science and the Arts, \*6Chiba Institute of Technology)

### 1. はじめに

情報通信分野における技術革新のスピードがドッグイヤーにたとえられるようになって久しい。このようなダイナミックに変化するビジネス環境下においては、従来の問題解決型のアプローチで顧客やユーザの要求に応えるデザインを速やかに提供するだけでなく、新技術をもとに新たな市場を創造して先行者利益を享受できるような「ビジョン提案型のデザイン手法」が求められている。

著者らは、アーゴデザイン部会内に「提案型デザイン方法論ワーキンググループ」を立ち上げ、ビジョン提案型のデザインアプローチを吟味検討してきた。本稿では、本アプローチにおける手法の基本モデルと、主要な成果物であるペルソナ・シナリオの関係について概説する。

### 2. ビジョン提案型デザインアプローチの基本モデル

著者らが提案するビジョン提案型デザインアプローチでは、製品やシステムのデザインにおいて、主要なステークホルダが得られる価値を重視する。具体的には、提供者としての企業の提供価値(少なくともビジネスとして成立すること)と享受者としての本質的要求価値(ユーザエクスペリエンス)の両方の観点で成立する製品やシステムの実現を目指す。また、両者の情報をステークホルダ間での確に共有して製品化へつなげるための表現手段として、ペルソナとシナリオを積極的に活用する。

本手法の背景として著者らは、人間中心設計の考え方をとっている。したがって、デザイン初期段階でのユーザの参与や、繰り返しのデザイン、多様な職種によるデザインを具現化するためにも、ペルソナとシナリオを有効活用する。

以上の基本概念を反映させた手法として、ビジョン提案型デザインアプローチを構成する(図1参照)。デザインの開始にあたり、一方で、前提として目指す企業ドメインがある。これは、事業環境と事業戦略が基本情報として整理することによって示される。この情報をもとに企業の提供価値を理解する。

他方で、その製品やシステムを使うことになるユーザの情報がある。ユーザ情報は、様々な調査手法によって得られる。たとえば量的アプローチでは質問紙調査、質的アプローチではフォトエッセイやダイアリ、インタビュー、観察など様々な手法を活用してユーザ情報を獲得する。ユーザ情報をもとにして本手法では、ユーザの本質的価値を抽出し、またペルソナを記述する。

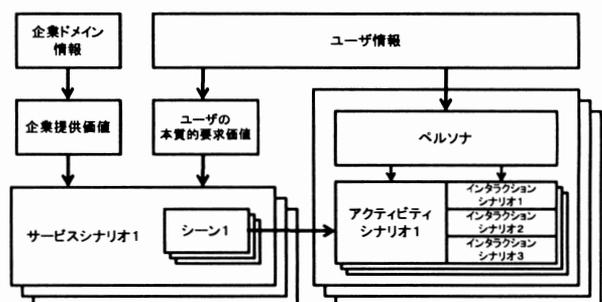


図1 ビジョン提案型デザインアプローチの基本モデル

ビジョン提案型デザインアプローチでの主要成果物は、ペルソナと3種類のシナリオ(サービスシナリオ、アクティビティシナリオ、インタラクションシナリオ)である。

前述した企業の提供価値とユーザの本質的要求価値は、サービスシナリオとして表現される。サービスシナリオはサービスのコンセプトを記述したものであり、実現を目指すサービスの構想とその実現イメージを概略的に表す。ここには想定されるペルソナの枠組み(一般に

ユーザクラスやユーザセグメント、ターゲットユーザと呼ばれる表現)や、想定されるシーンが描かれる。サービスシナリオは、企業提供価値とユーザの本質的要求価値の観点で評価される。特に、ユーザエクスペリエンスという観点では、ユーザの満足度の評価が重視される。

調査の結果として得られたユーザ情報は、ペルソナ記述へと反映される。このペルソナは、アクティビティシナリオとインタラクションシナリオとして、サービスシナリオを具現化するのに用いられる。

### 3. 各シナリオの関係

ビジョン提案型デザインアプローチにおけるペルソナと各シナリオの関係を図2に示す。

サービスシナリオの記述中には、複数のシーンを概略的に(タイトル風に)示される。ここでは各シーンの細かい説明は行わず、この説明はアクティビティシナリオに記述される。

アクティビティシナリオでは、各シーンの記述をペルソナごとに活動や作業のレベルで説明する。アクティビティシナリオの全体像を一覧視しやすくするために、シーンとペルソナとでマトリックスを構成すると良い。アクティビティの記述中には、インタラクションについての概略的な記述が(タイトル風に)出現する。ここでは、これをタスクと呼ぶ。

インタラクションシナリオは、アクティビティ中に現れたインタラクションをより細かく記述したものである。インタラクションシナリオの全体像を一覧視しやすくするために、アクティビティシナリオの表現と同様に、マトリックスを構成する。具体的には、アクティビティシナリオ中に描かれたタスクを行方向にとり、列方向には、ヒューマンウェアと、ソフトウェア、ハードウェアの3つの特性をとる。ヒューマンウェアとは、たとえば店員によって提供される

ような、人によって実現されるサービスである。ソフトウェアとハードウェアはそれぞれ、システムとして実現されているサービスのソフトウェアとハードウェアを示す。各インタラクションシナリオでは、これらの3つの特性で各ペルソナの行為の系列を記述する。なお、アクティビティシナリオのインタラクションシナリオへの実現の仕方によって、3つの特性の組み合わせと配分には様々な可能性がある。

### 4. おわりに

本稿ではビジョン提案型のデザインアプローチについて、その基本モデルの全体像と主要成果物の関係を概説した。個々のシナリオの内容と形式については、柳田らの論文で議論を行う。

### 参考文献

- 1) 郷健太郎他:「ユビキタス時代のユニバーサルデザイン方法論における構造化シナリオ」, 2007年度日本人間工学会関東支部第37回大会講演集, 5-6, 2007.
- 2) J. Pruitt and T. Adlin: The Persona Lifecycle: Keeping People in Mind throughout Product Design, Morgan Kaufmann, 2005.
- 3) 柳田宏治他:「ビジョン提案型デザインアプローチのツールと事例」, 2008年度日本人間工学会関東支部第38回大会講演集, 2008.

### [連絡先]

郷 健太郎  
 山梨大学大学院医学工学総合研究部  
 〒400-8511 山梨県甲府市武田 4-3-11  
 e-mail: go@yamanashi.ac.jp  
 Fax: 055-220-8632

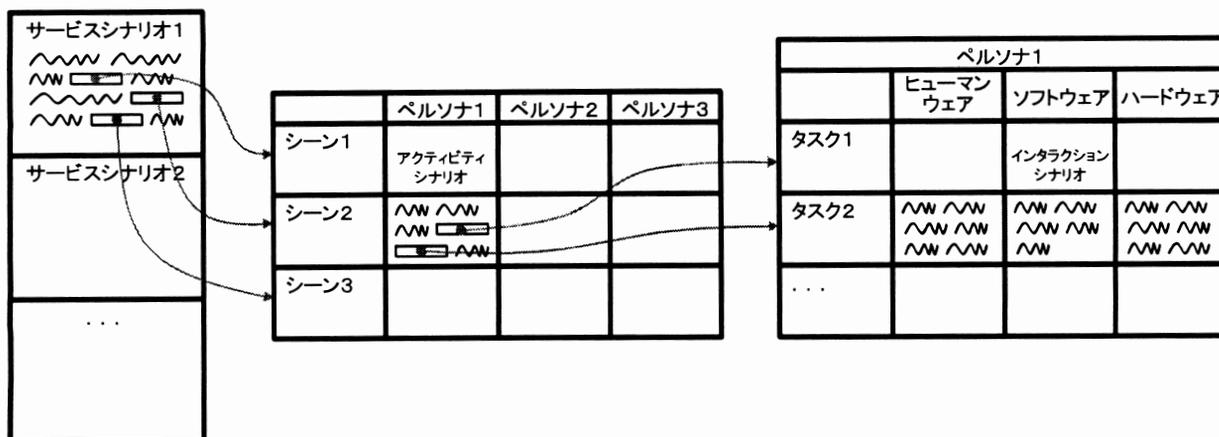


図2 ペルソナと各シナリオの関係(マトリックス表記)

## ビジョン提案型デザインアプローチのツールと事例

○柳田宏治<sup>1</sup>、上田義弘<sup>2</sup>、郷健太郎<sup>3</sup>、高橋克実<sup>4</sup>、早川誠二<sup>5</sup>、山崎和彦<sup>6</sup>

(1倉敷芸術科学大学、2富士通デザイン(株)、3山梨大学、4(株)ホロンクリエイト、5(株)リコー、6千葉工業大学)

Tools and examples for the Structured Scenario-Based Approach for Designing User Experiences

Koji YANAGIDA<sup>1</sup>, Yoshihiro UEDA<sup>2</sup>, Kentaro GO<sup>3</sup>, Katsumi TAKAHASHI<sup>4</sup>,

Seiji HAYAKAWA<sup>5</sup>, Kazuhiko YAMAZAKI<sup>6</sup>

(1 Kurashiki University of Science and the Arts, 2 Fujitsu Design, Ltd., 3 University of Yamanashi,

4 Holon Create Inc., 5 Ricoh Company, Ltd., 6 Chiba Institute of Technology)

### 1. はじめに

日本人間工学会アーゴデザイン部会では、2007年から「提案型デザイン方法論ワーキンググループ」を組織し、特に今後のユビキタス社会に向けたITシステム・製品の開発に役立つビジョン提案型デザインアプローチの構築を目指して研究を行っている<sup>1)</sup>。本稿では、このデザインアプローチのためのツールと事例を概説する。

### 2. ビジョン提案型デザインアプローチのツール

ツールとして、サービスシナリオ、アクティビティシナリオ、インタラクションシナリオの3層のシナリオを導出、検討するためのテンプレートを作成した。その構造を図1に示す。「サービスシナリオ検討シート」で導出したサービスシナリオから、想定されるシーンを抽出し、その一つを次の「アクティビティシナリオ検討シート」に移す。ここでは対象ペルソナ毎にアクティビティシナリオが導出され、そこからタスクを抽出する。同様にこのタスクを次の「インタラクションシナリオ検討シート」に移し、対象ペルソナによるインタラクションシナリオを導出する。

### 3. ビジョン提案型デザインアプローチの事例

「洗濯」をテーマにシナリオを検討した事例を図2-4に示す。ユーザーが求める本質的価値が、3層のシナリ

オ記述の中に受け渡され、HCDの観点から「有効さ」、「効率」、「満足度」の高いビジョン提案型のアイデアへと繋がっていくことがわかる。

### 4. おわりに

本稿では、ビジョン提案型デザインアプローチのためのツールと事例を概説した。ツールについては、現段階では構造が理解しやすい紙ベースで考えられているが、今後は項目が相互にリンクするなど電子的な活用しやすいツールにする必要があると考えている。

### 参考文献

1) 柳田宏治他、構造化シナリオの仮想事例、日本人間工学会誌 第44巻特別号(日本人間工学会第49回大会講演集), 40-41, 2008年6月

### [連絡先]

柳田 宏治  
倉敷芸術科学大学芸術学部  
〒712-8505 岡山県倉敷市西之浦 2640 番地  
TEL:086-440-1026  
E-mail: yanagida@arts.kusa.ac.jp

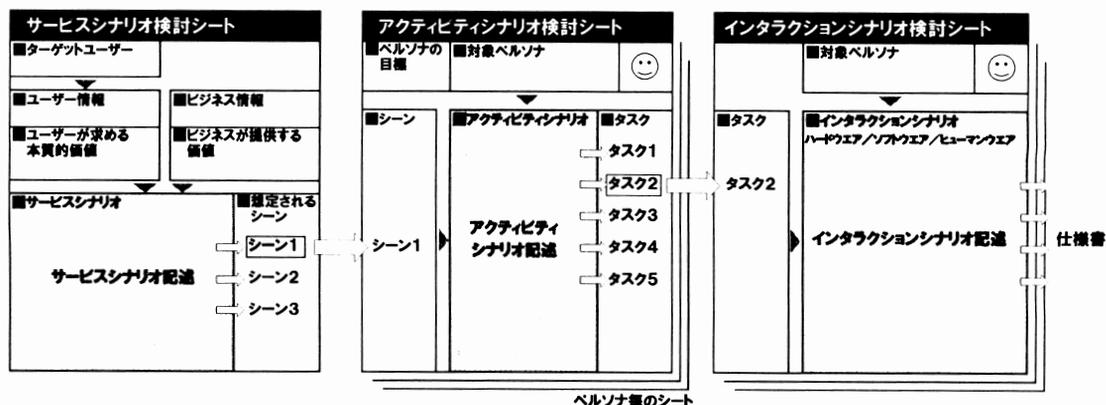


図1 テンプレートの構造

<b>サービスシナリオ検討シート</b>		作成者 柳田	作成日 2008年 11月 30日	管理番号 SS08-002
タイトル 1人暮らしの若者向け洗濯サービス				
<b>ターゲットユーザー</b>				
1人暮らしの若者				
<b>ユーザー情報</b> <small>&lt;得意情報、ユーザーの属性等、性別、年齢&gt;</small>		<b>ビジネス情報</b> <small>&lt;経営方針、事業内容、目的、トピック等&gt;</small>		
1人暮らしの若者は、衣類の洗濯や手入れの知識、経験が乏しい。仕事では適切な装いや身だしなみが求められるが、面倒なことはしたくない。		製品(洗濯機)単体からサービスと一体となった総合的な事業へシフトし、販路も家電販売ルートに加え、住設販売ルートにも拡げる。		
<b>ユーザーが求める本質的価値</b>		<b>ビジネスが提供する価値</b>		
装いや身だしなみは、いつもきちんとしていたけれど、手間は掛けたくない。		衣類の洗濯で、ユーザーにとって面倒なことや手間のかかることを簡単にし、洗濯に関することを丸ごとサポートする。		
<b>サービスシナリオ</b>		<b>想定されるシーン</b>		
1人暮らしの若者が、洗濯に関する知識や経験が無くても、簡単に手軽に洗濯ができ、いつも清潔な装いができる。		1) 夜、帰宅後に自宅で上着を洗濯する。 2) 休日に、溜まった衣類をまとめて洗濯する。 3) 皮やレース付きなど特殊な衣類を洗濯する。		

図2 サービスシナリオの事例

<b>アクティビティシナリオ検討シート</b>		作成者 柳田	作成日 2008年 11月 30日	管理番号 AS08-002
タイトル 自宅での上着の洗濯(大山裕介)				
<b>サービスを通したヘルシナの目標</b>		<b>対象ヘルシナ</b>		ID: P08-005
簡単に手間を掛けず、清潔でおしゃれな服装にしたい。	大山裕介 男性、24歳、1人暮らし、カーディーラーの営業職、入社3年目 (おおやまゆうすけ) ルースな性格だけど、きちんとしてると見られたい営業マン			
<b>シーン</b>	<b>アクティビティシナリオ</b>		<b>タスク</b>	
1) 夜、帰宅後に自宅で上着を洗濯する。	<p>裕介さんは、仕事帰りに同僚と食事とお酒を楽しんだ後、夜遅く自宅のワンルームマンションに帰ってきた。</p> <p>「タバコの嫌な臭いがするな、洗濯しておこう」と、裕介さんは上着とネクタイをそれに入れた。クローゼットに入れるのと同じ手間なので、面倒が無くラクだなと思った。</p> <p>翌朝、上着は洗濯され、タバコの臭いも取れて清潔になっていた。これなら接客の仕事も好印象だと、裕介さんは嬉しくなった。</p> <p>ところが、ネクタイには家では取れない染みが付いていたことがわかり外部サービスに頼むことにした。裕介さんは、染み付きのネクタイをうっかり着けてしまわないで良かったと思った。</p>		<p>1) 服を入れる。</p> <p>2) 洗濯の設定をする。 (洗濯する)</p> <p>3) 服を取り出す。</p> <p>4) 汚れが落ちていないものがあることを知る。</p> <p>5) 外部サービスの手続きをする。</p>	

図3 アクティビティシナリオの事例

<b>インタラクションシナリオ検討シート</b>		作成者 柳田	作成日 2008年 11月 30日	管理番号 IS08-002
タイトル クローゼット洗濯機と、連携クリーニングサービス				
<b>対象ヘルシナ</b>		ID: P08-005		
大山 裕介 (おおやまゆうすけ)				
<b>タスク</b>	<b>インタラクションシナリオ</b> <small>ハードウェア/ソフトウェア/ヒューマンウェア</small>			
1) 服を入れる。	裕介さんは、クローゼット洗濯機の扉を開け、中から空いている専用ハンガーを取り出して、それぞれ上着とネクタイを掛けて中のフックに下げた。(衣類に付けられたICタグとの通信で個別の衣類情報を得た。素材、洗濯履歴等)			
2) 洗濯の設定をする。 (洗濯する)	扉を閉じると、扉に付いたタッチパネルの液晶表示に「上着:1」「ネクタイ:1」と表示されたのを確認し、ボタン「洗う」を押した。液晶表示に「空気洗濯中」「仕上がりがまで1時間」と表示された。(システムが汚れをセンシングし、空気洗濯機能による最適な無水洗濯がなされた)			
3) 服を取り出す。	翌朝、扉の液晶表示には「上着:1:洗濯完了」「ネクタイ:1:未完了」と表示されていた。「ネクタイ」をタッチすると詳細が表示された。気付かなかったが、ソースの染みが付いており、空気洗濯機能では綺麗にならなかったことがわかった。			
4) 汚れが落ちていないものがあることを知る。	クリーニングサービスに朝出せば、夜には届けてくれることが表示されている。ボタン「クリーニングサービスを呼ぶ」をタッチした。「ネクタイを専用BOXに入れてください」との表示通り、裕介さんは玄関横の受渡し専用BOXの中にネクタイ入れた。			
5) 外部サービスの手続きをする。				

図4 インタラクションシナリオの事例

ビジョン提案型デザインアプローチのツールと事例

## ビジョン提案型デザインアプローチによる開発事例

—携帯電話のデザイン開発事例—

○上田義弘  
(富士通デザイン(株))

Mobile-phone designing by the Structured Scenario-Based Approach

Yoshihiro UEDA  
(Fujitsu Design, Ltd.)

### 1. はじめに

情報通信技術は急速に発達し、コンピュータネットワークやセンサが有機的に機能しあうユビキタス時代が始まろうとしている。本格化するユビキタス社会では、生活や仕事に対して新たな価値や経験を提供することが重要になり、これまでに存在していない新たなサービスやプロダクトを提案していくことになる。一方、生活者はITの利活用に対する要求と厳しい目を持っており、ユビキタス社会に向けた新たな提案がオセッコイなものにならないためにも、本質的に使えるITシステムやプロダクトを開発することが重要になってくる。

本稿では、ビジョン提案型アプローチによる携帯電話のデザイン開発について述べる。

### 2. 携帯電話の発展経緯

携帯電話は1987年にサービスが開始され、1991年にポケットブルな携帯電話「ムーバ(mova)」が登場し、それ以降目まぐるしい発展を遂げている。1996年秋には大きさが100cc、質量が100g切る「デジタルムーバ」が販売された。1999年にはiモードサービスが開始され、インターネットへの接続が可能となり、以来、技術革新の流れはますます加速し、生活者に最も身近なIT端末として発展している。<sup>(4)</sup>

携帯電話販売当初は、音声による通話しかできないものであったが、14年の間に技術革新を繰り返し、扱えるサービスを次々に拡大していった。1999年のiモードサービス開始とともに、音声通話サービスに加え、文字メディアの利用、インターネットアクセスが可能になり、EメールやWebサイトが利用できるようになった。2000年にはカメラ機能が搭載され静止画が扱えるようになった。さらに2001年には3G(第3世代)携帯電話が登場し、通信速度が飛躍的に向上した。これにより、静止画のみでなく動画を送受信することが可能となり、テレビ電話で相手の様子を見ながらコミュニケーションするなど

が可能になった。また、携帯電話の急速な普及と共に、個人が利用する端末として音楽の録再生や健康管理サービスなども導入された。さらに現在では、携帯電話で商品購入やチケット予約ができ、電子マネーサービスも導入されるなど、インターネットの利用拡大と共に手の中で扱えるサービスの拡大が続いている。

### 3. 携帯電話開発におけるビジョン提案型デザインアプローチの活用

従来、携帯電話のデザイン開発では、マーケティングデータやハードウェアの仕様からプロダクトのデザインを行い、そのプロダクトを操作するためのインタラクションを開発し、それらを活用したサービスを考えることが一般的であった。しかし、急速な技術革新により生み出される様々な可能性を、お客様にとって有効で効率的で満足できる携帯電話として提供するには、これまでのアプローチからでは十分でなくなった。そこで、ビジョン提案型デザインアプローチから、本質的な使いやすさを持った携帯電話を考えることが必要だと考えた。

#### 3.1. デザインの変化とその要因

携帯電話のデザインは、これまでに様々な変化を遂げている。具体的には、利用できるサービスが音声通話のみであった時代は、ポケットから取り出してすぐに使えるシンプルな棒状スタイルが主流であった。しかし、iモードサービスが始まると、携帯電話によるメールやiモードサイトへのアクセスといった新たな使い方が発生し、画面を大きく見やすくでき、キー操作も楽な二つ折りスタイルが市場を席卷することになった。さらに、携帯電話にカメラ機能が搭載されたり、テレビ放送やフルスペックのWebサービスの利用が可能になると、携帯電話のスタイルは、スライド方式、リボルバー方式や回転2軸方式など様々な形態が登場することになる。

このように、サービスの拡大と共に携帯電話の基本スタイルは変化してきたと考えることができる。そして市場

では、各時代の主要なサービスを最も使いやすく提供することができた基本スタイルがデファクトスタンダードとなり、市場を席巻することになった(図-1 参照)。

### 3. 2. ビジョン提案型アプローチによる開発

このような考察を得て、次の時代の主要なサービスを考え、そのサービスに最も適したデザインを探すことが携帯電話開発には必要だと考えた。そのためビジョン提案型アプローチにより、次世代の携帯電話で必要になるであろうサービスのシナリオを描き、そのサービスを提供するシーンを想定し、そのシーンにおける利用者と携帯電話のインタラクションを設定する。そして、設定したインタラクションに相応しい携帯電話のデザイン開発を実施するプロセスを取ることにした。

今回の検討過程で描いたサービスとしては、携帯電話による音楽配信サービスに加え、ワンセグ放送サービスや録画メディアの視聴をモバイル環境で行うことを想定した。そのために画面を横位置にして操作を行うインタラクションを考えることになった。同時にメールや音声通話においても妥協のない本質的な使いやすさを確保することを基本スタイルの条件とし、デザイン案を展開した。創出したデザイン案の評価を行い、携帯電話の新たな基本スタイルを決定し商品化を行った。結果としてシェア拡大も果たすことができた。

今後、ユビキタスコンピューティングの発展を視野に入れると、プッシュ型サービスの充実が予想される。そのような時代には、新たな基本スタイルが必要になるであろう。これからの時代、商品開発を成功させる最大のかぎは、新しいサービスにフィットする本質的な使いや

すさをデザインすることにあると考えている(図-1 参照)。

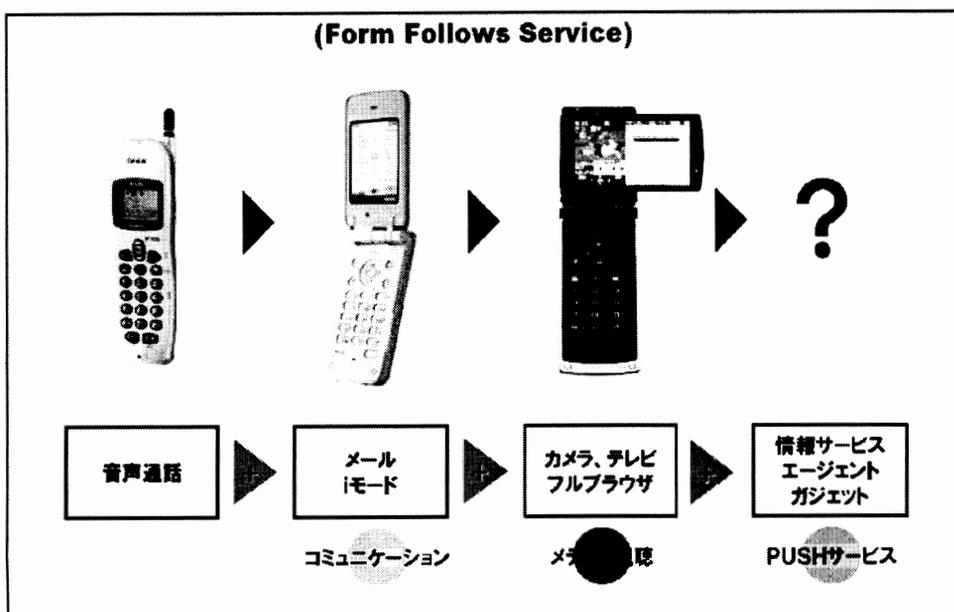
### 4. おわりに

これまで見てきたように、これからの携帯電話デザイン開発では、生活に必要なサービスの検討から、「ビジョン提案型アプローチ」により開発を進めることが有効である。かつてミス・ファン・デルローエはデザインの規範を「Form Follows Function (形態は機能に従う)」と表現した。現在のデザイン開発は、マーケティングやユーザ調査に基づいて行われている。いわば“Form Follows Marketing”がデザイン規範になっている。IT 技術がますます高度化、複雑化する 21 世紀のユビキタス社会では、デザインの規範として“Form Follows Service”を新たに加えることになる。

### 5. 参考文献

- 1) 上田義弘ほか:ユビキタス時代のユニバーサルデザイン方法論の提案. 日本人間工学会関西支部大会シンポジウム, 2007 年 12 月 1 日.
- 2) 山崎和彦, 上田義弘ほか:ユビキタス時代のユニバーサルデザイン方法論の提案. 日本人間工学会関東支部第37回大会シンポジウム, 2007 年 11 月 23 日.
- 3) 山崎和彦, 上田義弘ほか:ビジョン提案型ユニバーサルデザイン手法. 日本人間工学会第 49 回大会シンポジウム, 2008 年 6 月 15 日.
- 4) NTT ドコモ歴史展示スクエアのホームページ.  
<http://www.std-mcs.nttdocomo.co.jp/history-s/index.html>.

図-1 提供サービスの拡張による携帯電話デザインの変遷 Cellular phone design depend on Enhancing-Service



#### [連絡先]

上田 義弘  
y.ueda@jp.fujitsu.com  
富士通デザイン(株)  
第1デザイン事業部  
〒211-8588  
川崎市中原区上小  
田中 4-1-1  
Fax: 044-754-3481

## ビジョン提案型デザインアプローチの事例

～Web サイトにおけるサービスシナリオの導出～

○吉井誠<sup>1</sup>, 山崎和彦<sup>2</sup>, 柳田宏治<sup>3</sup>

(1(株)アイ・エス・ティ, 2 千葉工業大学, 3 倉敷芸術科学大学)

Design Approach of Presence for Vision – Service Scenarios for Produce Web Site –

Makoto YOSHII<sup>1</sup>, Kazuhiko YAMAZAKI<sup>2</sup>, Koji YANAGIDA<sup>3</sup>

(1I.S.T.Ltd., 2Chiba Institute of Technology, 3Kurashiki University of Science and the Arts)

### 1. はじめに

Web サイトにおいてペルソナ手法を活用することは、的が絞られる、感情移入できる、意見の一致を促してくれる、効率アップ、望ましい決定を導くなどの効果が期待できる<sup>1)</sup>。中小企業・ベンチャー企業向けのホームページ作成において使用するペルソナ手法に必要なサービスシナリオ作成は困難な場合が多い。本稿では、Web サイトの効果を上げるためのサービスシナリオ抽出において効果的な手順を検討し、Web サイト案件である事例にて検証を行う。

### 2. サービスシナリオ作成プロセス

Web サイト作成におけるペルソナ手法のプロセス及びサービスシナリオ作成プロセスを図1に示す。

#### (1) 対象となるサービス名を抽出

対象となるサービス・商品の名称又は項目を抽出する。サービス・商品については、出席するメンバーに対しては周知する。対象となるサービス・商品については、できる限り絞っておく。

#### (2) 顧客層を抽出

対象となるサービス・商品の顧客層として、年齢・性別・地域・肩書き・所得・趣味など条件を抽出する。

#### (3) 期待する成果や目的、幸せを感じる条件を抽出

提供するサービス・商品によって、顧客がどんな喜びを感じるか、目的は何か、成果などを項目として抽出する。

#### (4) キャッチフレーズを抽出

キャッチフレーズはサービスシナリオのタイトルとして、対象となるサービス・商品を具体的に、よりわかりやすくすることができる。

#### (5) サービスシナリオをまとめる

以上の内容について、キャッチフレーズをサービスシナリオのタイトルとして内容をまとめ、サービスシナリオ毎に以降のペルソナ作成・シナリオ作成を行う。

### 3. Web サイト作成の事例紹介

特殊金具を用いた木造3階建住宅を施工・販売する新興住宅企業のWeb サイト作成において、サービスシナリオ作成し、ペルソナ手法を用いた。参加者として、コーディネータと、新興住宅企業側の参加者として、経営者、技術者、総務担当者、デザイナーが参加する。

#### 3.1 サービスシナリオ作成

##### (1) 対象となるサービス名を抽出

取り扱う商品は、木造3階建て住宅の施工販売である。コーディネータ以外の参加メンバーは特徴などを理解しているため、本事例ではコーディネータが事前に用語などを予習するだけで円滑に進められる。

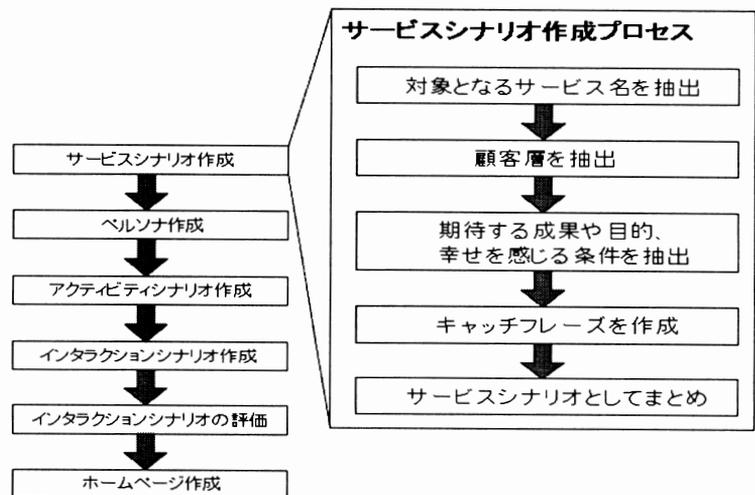


図1 Web サイト作成のペルソナ手法とサービスシナリオ作成プロセス

## (2)顧客層を抽出

木造3階建て住宅の施工販売の顧客を層として抽出した。本事例では特に、地域や家族構成、施主の年齢層、年収(施主の雇用形態)が重要となる。

## (3)期待する成果や目的、幸せを感じる条件を抽出

住宅を建てる際の目的、居住してからの満足感や充実感など、何に対して喜びを感じられるかを明確にする。住宅の特徴によるもの、所有欲によるもの、他者から優越感によるものなどがあつた。できる限り多くの項目を抽出することにより、Web サイトのインタラクションシナリオ作成時のキーワードを明確にすることが可能である。

## (4)キャッチフレーズを抽出

住宅の特徴によるものの中から重点的なものを選び出し、住宅のイメージをよりわかりやすいものとする。本事例においては、住宅の特徴である屋内車庫と低価格を謳った「インナーガレージ付住宅」など3つのキャッチフレーズを作成した。

## (5)サービスシナリオをまとめる

3つのキャッチフレーズをサービスシナリオとし、サービスシナリオに沿って顧客層、期待する効果や目的、幸せを感じる条件をまとめ、ペルソナ用の資料とする。

## 3.2 ペルソナ作成～インタラクションシナリオ作成

各サービスシナリオに基づいて、ユーザー像をペルソナとして作成する。作成したペルソナの特徴を抜粋したものを表1に示す。サービスシナリオが明確であるため、ペルソナ作成も円滑に行うことが可能である。

各ペルソナに基づき、ペルソナが具体的に住宅に住んだときに感じる幸せを定義することで、シナリオを作成する。アクティビティシナリオ作成時は、ペルソナの元となったユーザー像を提案した担当者が中心となり、足りない点、わかりにくい点について参加者全員で補っていく。またアクティビティシナリオでは、住宅を販売すること自体を目的としては設定せず、インタラクションシナリオにおいてペルソナが、具体的なきっかけから、Web サイト閲覧の経過、問い合わせを行うまでを明確にする。

## 4. 考察

本事例ではサービスシナリオの中で、期待する成果や目的、幸せを感じる条件を提案したメンバーが、以後もペルソナ作成、シナリオ作成の過程においても中心メンバーとなった。これは最初の段階である程度どんな顧客にどんな風に喜んでもらえればよいかを明確にイメージしている可能性が高い。

アクティビティシナリオを作成後、Web サイト作成とは

表1 サービスシナリオから作成したペルソナの特徴

サービスシナリオ	ペルソナ(ユーザー像)
インナーガレージ付住宅	自動車愛好家
防音防震住宅	音楽演奏愛好家
静穏住宅	快適安眠希望者



図2 サービスシナリオのイメージ画の一部

別プロセスにて、よりイメージをわかりやすくするため、経営者が外部デザイナーにイメージ画を発注した。発注したイメージ画を図2に示す。サービスシナリオを明確にする成果物となった。

## 5. まとめ

Webサイト作成においてサービスシナリオを設定する手順を検証した。本稿では中小企業やベンチャー企業のWeb サイト構築におけるサービスシナリオの事例として、既存商品におけるサービスシナリオの作成手順を確認した。今後は、新商品・新サービス開発においても応用し、確立できるように検討したい。

## 6. 参考文献

- 1) Web サイト設計のためのペルソナ手法の教科書、Steve Mulder, Ziv Yaar 著, 奥泉直子訳, 佐藤信哉監訳, 毎日コミュニケーションズ, 2008年
- 2) 日本人間工学会関東支部第37回大会講演集企画セッション「ユビキタス時代のユニバーサルデザイン方法論の提案—ユビキタス時代も考慮したアーゴデザイン部会の活動—」山崎和彦ら, 2007年

## [連絡先]

吉井誠  
株式会社アイ・エス・ティ 東京サテライトオフィス  
東京都港区東新橋2-10-10 東新橋ビル 2F  
電話 090-6403-9215  
E-mail: info@ist-japan.co.jp

## ビジョン提案型デザインアプローチの事例

～病院で患者にうれしいソリューション～

○山田弘<sup>\*1</sup>、笠浪潤<sup>\*1</sup>、山崎和彦<sup>\*2</sup>

(<sup>\*1</sup>WILLCOM コアモジュールフォーラム、<sup>\*2</sup>千葉工業大学)

Design Solution for Patient by the Structured Scenario-Based Approach

Hiroshi YAMADA<sup>\*1</sup>, Jun KASANAMI<sup>\*1</sup>, Kazuhiko YAMAZAKI<sup>\*2</sup>

(<sup>\*1</sup>University of Yamanashi, <sup>\*2</sup>Chiba Institute of Technology)

### 1. はじめに

本研究の目的は、「ビジョン提案型デザインアプローチ」の可能性を検討することである。

ユビキタスネットワーク社会がより進展するためには、使用する人の目的や環境に応じた柔軟なシステムの構築が必要となる。そのような目的のために、PHS 無線通信部分を小型モジュール化した W-SIM を活用することで、開発軽減と低コスト化した通信機能の搭載が可能となり、今後新しい製品・サービスの提供が可能になる。また、このような新しい製品・サービスを普及させるには、人間中心のデザインプロセスを活用することで、導入の促進が期待される。

WILLCOM コアモジュールフォーラムは、「W-SIM を活用した人間中心デザインを基本にした新しい手法を活用したデザイン提案」を産学協同プロジェクトとして千葉工業大学工学部デザイン科学科とコラボレーション実施した。

ここでは、このコラボレーションを中心に教育現場において「ビジョン提案型デザインアプローチ」の活用事例について解説する。

### 2. プロジェクトの概要

このコラボレーションはデザイン科学科の3年生を対象とした「情報デザイン論及び演習 1」の授業の一貫として実施した。この授業の目的は、使う人が満足する商品、情報やサービスをデザインするために、実践的なユーザエクスペリエンスデザイン手法の基礎を身につけることを目的とした授業である。

テーマは「病院で患者にうれしい情報デザインの提案」として、提案の中で W-SIM を活用することを条件とした。授業の流れは、人間中心設計のプロセスに基づき、ユーザ調査、ペルソナ作成、構造シナリオ作成とコンセプト検討、アイデア展開とペーパープロトタイプ作成、ユーザ評価とラピッドプロトタイプ作成、プレゼン

テーションとポートフォリオ作成というプロセスである。

最終提案では、病院に来る患者などを対象ユーザとして、W-SIM を利用したサービスとそのサービス必要はシステム、ハードウェア、ソフトウェア、コンテンツなどを提案した。

### 3. デザインプロセス

プロジェクト期間は 15 週間で、毎週3時間の授業と演習がある。デザインプロセスは人間中心のデザインプロセスを基本に「ビジョン提案型デザインアプローチ」の一部であるペルソナ手法と構造化シナリオ手法を活用した以下のプロセスである。

#### 1) ユーザ情報の把握と対象ユーザの設定

テーマを選定して、テーマよりキャストを仮設する。仮設したキャストに近い人物へインタビュー調査を実施。図1に示すようにインタビュー調査の分析と調査結果のまとめ。調査結果より図2に示すようなキャスト作成し、そのキャストより図3に示すペルソナを選定する。

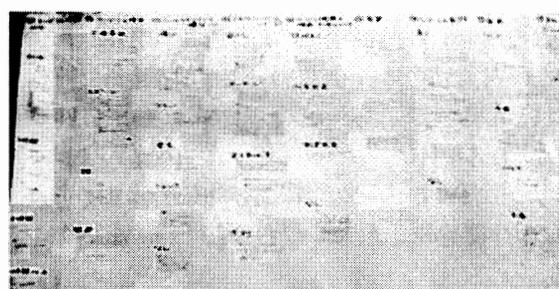


図1 インタビュー調査結果の分析例

#### 2) シナリオ検討とアイデア展開

ペルソナよりサービス検討および図4に示すようにアクティビティシナリオを作成する。アクティビティシナリオには魅力的価値と当たり前価値も記述する。シナリオに基づいたアイデアスケッチを検討する。

#### 3) ペーパープロトタイプとユーザ評価

シナリオとアイデアに基づきペーパープロトタイプ作成、ペーパープロトタイプによるアクティビティアウトのプレゼン



## 一般発表

---

## ヒューマンエラーを防止するための薬剤の表示方法の検討(第13報)

## 複数規格ある薬剤の外箱の含量表示の検討

○泉谷 聡\*、大倉 典子\*\*、青木 和夫\*\*\*、土屋 文人\*\*\*\*

(\*芝浦工業大学大学院、\*\*芝浦工業大学、\*\*\*日本大学、\*\*\*\*東京医科歯科大学歯学部付属病院)

Examination of method of displaying medicine to prevent human error (XIII)

Examination of content indication on package of medicine plural specifications

Akira IZUMIYA\*, Michiko OHKURA\*\*, Kazuo AOKI\*\*\*, Fumito TSUCHIYA\*\*\*\*

(\*Graduate school of Engineering Shibaura Institute of Technology, \*\*Shibaura Institute of Technology,

\*\*\*Nihon University, \*\*\*\*Dental Hospital, Faculty of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University)

## 1. はじめに

現在、薬剤の包装や表示に起因した取り違え等のエラー事例が数多く報告されており、薬剤の表示を評価することへの注目が高まっている。

2004年3月に、医薬品の取り違えに関する医療事故の要因として多く報告されている規格違いについて、複数規格を間違えることなく識別するための方策などを協議・検討し、医療機関側、医薬品企業側及び行政側で行うべき対策を取りまとめる目的で、検討が行われた。

その報告書(規格ワーキンググループ報告書)<sup>1)</sup>によると、複数規格の存在を示す手段及び医療機関や薬局などにおける規格確認のための方策として、いくつかの規格表示について検討が行われたが、結論の収束には至らなかった。

この度、ある薬剤がカプセル剤から錠剤化するに伴い、表示の変更を行うことになった。この薬剤は1.25mg、2.5mgという複数の含量規格を有している。しかし上述したように、複数規格の表示についてどのような表示がよいかの明確な結論は得られていない。そこで、この薬剤の外箱の含量表示に対し、どのような表示にすればわかりやすく間違えることなく複数規格を認識することができるかを検討する目的で、以下に示す実験を行った。

## 2. 実験方法

実験は以下の3つの手順からなる。

## (1) 予備知識なしの状態での調査

何も予備知識を与えない状態で被験者に規格のみの表示を見てもらい、その表示に対してどのような意味があるのか記述してもらおう。

## (2) 反応時間の計測

(2)-1 (1)で提示した表示が複数規格あることを示すものであることや、それぞれの表示にどのような意味が

あるかを被験者に教える。

(2)-2 製品のパッケージを提示し、もう1種類の規格が表示された規格より多い方にあるのか少ない方にあるのか回答してもらおう。また、そのときの反応時間を計測する。

## (3) わかりやすい表示の調査

これまで提示してきた表示を見せ、どの表示が一番わかりやすかったかを回答してもらおう。

(1)(3)では図1.(a)-(i)に示す9種類の規格表示を使用した。ここで、図1.(a)-(f)は表示されたものよりも多い方にもう1種類の規格があることを示す表示であり、図1.(g)-(i)は表示されたものよりも少ない方にもう1種類の規格があることを示す表示である。また、今回検討している含量表示は外箱の表示に適用するため、実物に則して図2に示すような外箱のデザインとして被験者に提示した。

さらにこの薬剤は1.25mg、2.5mgという2種類の規格を有しているが、数の大小が他の規格の方向を示すおそれを考慮して、全ての表示を25mgで統一した。また、製品名はダミーのものをを用いた。

表示の提示順序は、順序による影響を無くするためバランスを考慮した。



図1 複数規格ある含量の表示



図2 外箱に付属したデザイン(例)

### 3. 実験結果

実験は、実験目的を知らない薬剤師 20 名を対象として行った。

まず、手順(1)の調査を行った結果、被験者 20 名中 19 名がどの表示を見てもどのような意味があるかわからないという回答が得られた。

この結果から、今回実験に使用した表示では、複数規格あることが見ただけでは判断がつかないことがわかる。ここから、今回実験に使用した表示にまだ改良の余地があると同時に、このような規格表示をする際にはそれがどのような意味を持つのかを、使用する側の人に明確に説明し、把握してもらう必要があると考えられる。

次に、手順(2)において、計測した反応時間の平均値と回答の誤答数(合計値)を表1に示す。

表1 平均反応時間と合計誤答数

表示	A	B	C	D	E	F	G	H	I
反応時間(秒)	3.4	2.2	4.3	5.4	2.4	3.9	3.1	2.9	3.3
誤答数(回)	0	1	6	11	15	11	1	2	3

### 4. 考察

誤答数の結果から表示 C、D、E、F が特に間違いが多かったことがわかる。

この結果から、表示 C～F は「複数規格あることがわかっていても間違いやすい表示」であることがわかる。

次に、表示されたものよりも多い方に複数規格があることを示す表示(表示A～F)のうち、特に間違いが少なかった表示 A と表示 B、表示されたものよりも少ない方に複数規格があることを示す表示(表示G～I)のうち、特に間違いが少なかった表示 G と表示 H に対して、それぞれの反応時間について、対応のある二群の差の検定を行った。

検定の結果、どちらの検定においても有意な差はなかった。回答する時間に個人差があり、分散が大きかったことが原因であると考えられる。

最後に、手順(3)において、どの表示が一番わかりやすかったかを回答してもらった結果を図3、4に示す。

図3、4より、規格の上下に記号を配置した表示 A、表示 G が最もわかりやすいという選択をした人数が最も多く、手

順(2)の正誤率との結果と合わせて、今回提示した複数規格表示の中では表示 A、表示 G が最も優れていると考えられる。

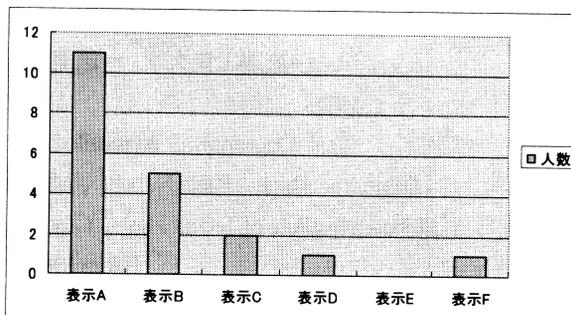


図3 口頭質問結果(多い方に複数規格がある)

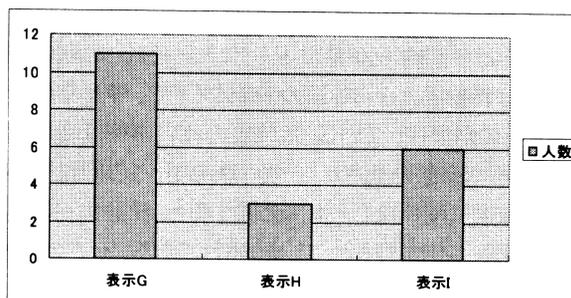


図4 口頭質問結果(少ない方に複数規格がある)

### 5. まとめ

複数規格の表示について、どのような表示にすればわかりやすく間違えることなく複数規格を認識できるかを明らかにするために、複数規格表示の検討実験を行った。それぞれの表示を見たときの反応時間と正誤率から、間違いが多く、混乱させやすい表示があることがわかった。また、反応時間は表示による影響よりも個人による影響の方が大きいことがわかった。また、それぞれの表示のうちどれが一番わかりやすいかというアンケートの結果、規格の上下に記号を配置した表示が最もわかりやすいという選択をした人数が最も多く、手順(2)の正誤率の結果と合わせて、規格の上下に記号を配置した表示が最も優れているという結果になった。

### 6. 参考文献

- 1) 厚生労働省: 規格ワーキンググループ報告書, 医薬品・医療用具等対策部会第 7 回資料, 1-6, (2004), <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2004/03/s0302-8.html>

#### [連絡先]

泉谷 聡

芝浦工業大学

〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5

e-mail: m708101@shibaura-it.ac.jp

Fax: 03-5859-8501

## 医薬品・医療機器等の回収に関するデータ解析

○米重宏美\*、鍋田啓太\*\*、木村昌臣\*、大倉典子\*、土屋文人\*\*\*  
 (\*芝浦工業大学、\*\*芝浦工業大学大学院、\*\*\*東京医科歯科大学)

Data analysis on recalled cases of medicine and medical equipments  
 Hiromi Yoneshige\*, Keita Nabeta\*\*, Masaomi Kimura\*, Michiko Ohkura\*, Fumito Tsuchiya\*\*\*  
 (\*Shibaura Institute of Technology, \*\*Graduate school of technology, Shibaura Institute of Technology,  
 \*\*\*Tokyo Medical and Dental University)

### 1. はじめに

昨今の医薬品・医療機器・化粧品・医薬部外品の回収報告は年間約 600 件に上っている。それらの回収理由には異物混入から外箱の表記ミスまで、様々な危険度のものが混在している。危険度の高い事例は利用者に確実に伝達・認識されるべきであるが、この回収情報を危険度に関係なく一律に公開すると、注意すべき危険な回収事例が埋もれてしまう恐れがある。そこで、危険度によって回収事例を 3 つに分類する「クラス分類」を厚生労働省が定め、これに基づき 2000 年度より分類が行われている。その定義は以下の通りである<sup>1)</sup>。

クラスⅠ：その製品の使用等が、重篤な健康被害又は死亡の原因となりうる状況。

クラスⅡ：その製品の使用等が、一時的な若しくは医学的に治癒可能な健康被害の原因となる可能性があるか又は重篤な健康被害の恐れはまず考えられない状況。

クラスⅢ：その製品の使用等が、健康被害の原因になるとはまず考えられない状況。

この定義に従い、本来正しく分類されているべきであるが、この分類の判断は各地方自治体に委ねられているため、「健康被害の恐れはない」とするものがクラスⅡとして分類されているなど、クラスⅡ・Ⅲ間で明らかに間違っ分類された事例が存在する。これでは危険度の低い回収事例まで危険度の高いものとして公開されることになり、クラス分類の意義が低下すると考えられる。

そこで本研究では医薬品等の回収内容を解析することで、現在のクラス分類の適用の傾向と本来の定義を照らし合わせ、分類のされ方の不正確さを具体的に提示し、適切なクラス分類を検討することを目的とする。

本解析では厚生労働省<sup>2)</sup>及び医薬品医療機器総合機構<sup>3)</sup>の Web サイトで公開されている 2000 年度から 2008 年度 6 月までの回収事例を対象とする。また、解析ツールには Clementine 及び Text Mining For

Clementine を使用し、回収事例内に含まれる項目「危険される具体的な健康被害」に注目して解析を行う。

### 2. 解析内容

#### 2-1. データの取得

公開されている回収事例を取得したところ、クラスⅠは 300 件、クラスⅡは 2909 件、クラスⅢは 1473 件、総計 4682 件が取得された。これに対し解析を行う。

#### 2-2. 「危険される具体的な健康被害」の分析

まず、クラスごとに回収事例がどのような危険度をもつかを調べるために、似た内容・構造をもつ文を集約して提示する係り受けリンク法<sup>4)</sup>を適用した。係り受けリンク法とは文に係り受け解析を行い、単語の係り先と別の単語の係り元が共通しているものをまとめ、同じ文の単語間の係り受けを連結していく手法である。クラスⅡの項目「危険される具体的な健康被害」について係り受けリンク法を適用したものの一部を図 1 に示す。

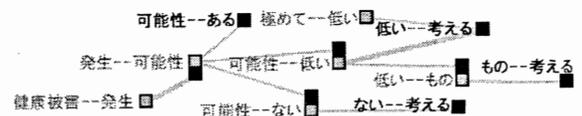


図1 クラスⅡの係り受けリンク法(一部)

これより、クラスⅡには健康被害の可能性のあるもの、可能性が低いもの、可能性がないものが混在していることが読み取れる。またクラスⅢにも「健康被害の可能性が低い」とするものが見られた。一方でクラスⅠについては多くが血液製剤の回収事例であり、それ以外の事例についても「重篤な状態になることが考えられる」等、正しく分類されていることを示す結果が得られた。

#### 2-3. 可能性の観点からの分析

2-2の結果、クラスⅡ・Ⅲには現状の分類の基準である健康被害の程度以外に、健康被害が生じる可能性の程度について言及している事例が多いことが分かった。そこで、健康被害が生じる可能性とはどのような要素に基づき決定されるのかを調べるため、以下のような解析

を行った。

健康被害の可能性の程度に繋がる理由を述べた文章を抽出するために、クラスⅡ・Ⅲの事例における「従って」「以上より」等の単語が出現する前の文章、また「ため」「より」を含む文章を抽出し(3441件)、係り受け解析を行った。その結果より得られた動詞とそれに係る名詞をそれぞれ抽出し、共起関係を表1に表わした。またこれをグラフにしたところ、図2のような結果が得られた。尚、「使う」「使用する」等の同じ意味を指す語は同義語としてまとめている。

表1 名詞と動詞の共起関係(一部)

係り元名詞	係り先動詞	度数	係り元名詞	係り先動詞	度数
総合	判断	66	病態管理	行う	14
酸素濃れ(否定)	想定	44	もの	考える	13
検査結果	合わせる	43	臨床所見	合わせる	13
報告	ない	23	程度	とどまる	13
可能性	ある	22	斜め	なる	13
結果	総合	21	目視	確認	12
容易	確認	19	原料	使用	11
容易	発見	19	処置	取る	10
対応	取る	18	異常	発見	10
使用	繋がる	16	誤使用	繋がる	10
総合	行う	15	判断	下す	9
診断	行う	14	場合	ある	9
処置	行う	14	異常	気付く	9

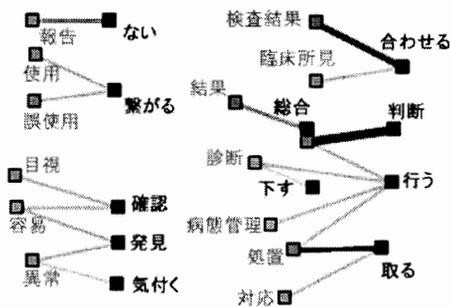


図2 名詞と動詞の共起関係のグラフ(一部)

この結果より、「報告がない」「(誤)使用に繋がる(ことはない)」「目視(等)で容易に異常に気付く」「検査結果・臨床所見を合わせる、結果を総合して判断する」「病態管理・処置・対応を取る」といった大きく5つの理由を読み取ることができる。

### 3. 考察

「目視(等)で容易に異常に気付く」では、製品の異常に気づき使用しないと理由を考えることができ、「病態管理・処置・対応を取る」は製品を使用しても異常に気づき対処することで健康被害を未然に防ぐことができる、若しくは重篤な健康被害を防ぐことができるという理由を提示していると考えられる。「検査結果・臨床所見を合わせる、結果を総合して判断する」については他の検査結果等と合わせて総合的に判断され、健康被害の恐れはないことを示していると思われる。特に後者は使用しても健康被害があっても治癒可能であることを示し、クラスⅡが妥当であると考えられる。

一方で、前者のように、使用すれば健康被害の恐れはあるが異常に気付くことができる事例については、健康被害の発生の原因になる可能性は極めて低いと考えられるため、クラスⅢに分類しても良いと考えられる。しかしながら、例えば「異常→気付く」という文構造を全体で検索すると84件中、82件がクラスⅡに分類され、2件のみがクラスⅢに分類されており、クラスⅢの「原因になる」とはまず考えられない」という定義が健康被害の程度のみを表すか、使用されないことにより原因にならないことを含むかが明確ではない為に、クラスⅡに分類されてしまっている可能性を示唆していると考えられる。

### 4. まとめ

本稿では、クラス分類の定義上に不足している要素として、使用の可能性と、対処することで健康被害を防ぐことが出来る可能性の存在を示した。

回収された医薬品等については、生じる健康被害の程度の外に、まずそれが使用される可能性の有無、そして使用中または使用後に異常に気づき健康被害を防げるか否かという二つの前提があると考えられ、健康被害の原因になるとしても、使用されない場合、またすぐに異常に気付ける場合は、異常に気付けない場合に比べて危険度は低いと考えられる。しかし、多くの事例がそれらの点から健康被害の生じる可能性について言及しているにも関わらず、現状のクラス分類の定義ではその分類が健康被害の程度のみか否かに曖昧性を残していると考えられる。

今後、この結果を元に、よりの確かなクラス分類の定義を検討することが必要であると考えられる。

### 5. 参考文献

- 1) 土屋文人他:医薬品・医療用具等の回収に関する研究, 平成11年度厚生科学研究費補助金医薬安全総合研究事業(1999).
- 2) 厚生労働省(2008),  
<http://www.mhlw.go.jp/>
- 3) 医薬品医療機器総合機構(2008),  
<http://www.info.pmda.go.jp/>
- 4) 木村昌臣他:医薬品使用の安全性に関するアンケートの解析, 日本人間工学会, Vol. 41, No. 5, pp. 297-305(2005).

[連絡先]

米重宏美

芝浦工業大学工学部情報工学科

〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5

e-mail:l05127@sic.shibaura-it.ac.jp

Fax:03-5859-8507

## 添付文書情報からの用法用量情報取得方法の提案

○岡田和寛\*, 鍋田啓太\*\*, 木村昌臣\*, 大倉典子\*, 土屋文人\*\*\*  
 (\*芝浦工業大学, \*\*芝浦工業大学 大学院, \*\*\*東京医科歯科大学)

The suggestion for information acquisition method of dosage and administration of medicines  
 from package insert informations

Kazuhiro OKADA\*, Keita NABETA\*\*, Masaomi KIMURA\*, Mitiko OHKURA\*, Fumito TSUCHIYA\*\*\*  
 (\*Shibaura Institute of Technology, \*\* Graduate school of technology, Shibaura Institute of Technology,  
 \*\*\*Tokyo Med. & Den. Univ. Dental Hospital)

## 1. はじめに

近年、様々な対策が講じられているにも関わらず、医薬品の医療事故が発生している。医療事故を未然に防ぎ、医薬品の使用の安全性を高めるためには薬剤師が処方チェックできるシステムが必要である。しかし、用法用量情報の構造は複雑で、その構造を反映したデータベースがないため、厳密なチェックが行うのが困難である。そのために用法用量についてのデータベースを構築する必要があるが、データ構造の分析やデータの取得方法について行われた既存の研究はない。

先行研究<sup>1)</sup>では医薬品医療機器総合機構<sup>2)</sup>が公開している SGML 形式の添付文書情報(以下 SGML)11685 件を対象とし、そこから単純なデータ構造をしている部分にある情報を抽出することには成功しているが、医薬品の処方において重要である用法用量に関する情報に対しては、データが記述されている構造が複雑であるため取得することができていない。そこで、用法用量を対象とし、より詳細なデータの構造の分析、及び情報を取得する方法についての提案を行う。

SGML はタグとテキストデータによって構成されており、使用するタグやその構造を定義している共通の DTD に基づいて各製薬会社により作成されている。しかし、そこに定められている DTD は形式的なタグの名前と構造の記述方法についての制約を定義しているだけであり、用法用量を記述出来る位置が複数あり、文章で記述された場合、その表現方法に制約がないという点で未だ曖昧な点が残されているという問題がある。

また、医薬品の用法の表現には1回あたりの量(以下1回量)による記載と1日あたりの量(以下1日量)によるものがあり、医薬品によりまちまちである。1日量による記述であると、医薬品を処方する際に1回量に計算し直して処方しなくてはならず計算ミスの危険性が増し、また、1回に投与すべき量に曖昧さが生じてしまうおそ

れもある。このような記述のされ方の実状を知るために、SGML において1回量と1日量の表記がそれぞれどれくらいの割合で行われているのか調査する必要がある。

そこで、本稿では SGML に記述されている用法用量のテキストデータの格納場所についての分析と、用法用量の記述方法について1回量及び1日量の各割合の調査を行ったので結果を報告する。

## 2. 用法用量記述位置の分析と調査

## 2.1. 分析内容および方法

SGML では doseadmin タグにより用法用量が記述されており、その下にその内容をテキストデータとして記述するための detail というタグが用意されている。しかし、doseadmin タグは効能・効果及び用法・用量などの情報を含む infoindicationsorefficacy (以下 A) というタグの下と、その中で特に効能・効果を表す部分である indicationsorefficacy (以下 B) というタグの下の2ヶ所に記述される余地が残されており、このデータから情報を抽出しようと考えると、まず用法用量の記述位置を特定してから解析しなければならない。しかし、本来の電子データの持ち方のあるべき姿を鑑みれば、プログラムから容易にデータを取得すべく同一内容を扱うデータは同一の場所から取得出来るべきである。そこで、全 SGML に対して doseadmin タグがどちらの位置で使用されているのか調査した。

SGML ごとに doseadmin タグを探索し、発見する度に A タグ及び B タグのどちらの下で使用されているのかを表1のように①～④の4つに分類し、該当する SGML の数とその内部での出現回数を数え上げた。

## 2.2. 結果と考察

各分類に該当する SGML の分布を表1に示す。さらに同一 SGML での doseadmin タグの出現回数を見ると、①に属する全 SGML ではその内部に1回出現するのみであるのに対して、②では2268件中719件で複数出現

していた。さらにそれらのSGMLでは doseadminタグは 効能又は効果ごとに使用されている傾向があった。これから、効能又は効果毎に用法用量が決めている場合はBタグの後にdoseadminタグを複数使用して表現したいという意図が伺える。しかし、このような傾向がある反面、1つの doseadmin タグの中に複数の効能又は効果ごとの用法用量の記述を行っている場合もある。このような記述の違いがあるとプログラムによるデータの取得は個々に対応せざるを得なくなってしまうおそれがある。④は別の構造により用法用量情報が管理されていることを示唆しているので更なる調査が必要とされる。

表 1 : doseadmin タグの使用位置ごとの件数と割合

	使用位置	件数	割合(%)
①	indicationsorefficacy(A)タグの下のみ	8692	74.4
②	indicationsorefficacy(B)タグの下のみ	2268	19.4
③	ABそれぞれのタグの下	123	1.1
④	doseadminタグの未使用による位置の特定不可	602	5.2
	計	11685	100.1

### 3. 用法の1回量, 1日量の調査

#### 3. 1. 方法

SGML には複数の医薬品に関する情報を記載し、さらにそれぞれ異なる用法を記載しているものがあるが、医薬品とその SGML が一対一の関係(一品一葉)にならない場合、用法・用量についての記述がどれについてのものかをプログラムが判別することは困難なため、対象を一品一葉となっているSGML(7873件)に限定した。

doseadmin タグに含まれるテキストデータを持った detail タグから取得したテキストデータに対して、用法用量の表現が1回量又は1日量であるかを、文字の並び方を表現する正規表現を用いてパターンマッチングを行った。取得したテキストデータに対し、「1日1回」、「1回」(1回量に該当)、「1日」(1日量に該当)のいずれかに当たるかの判定を行った。ここで「1日1回」は1回量、1日量の両方に該当するために、分類を別にした。正規表現は対象にしたSGMLから無差別に選んだ30件を基に作成し、新たに無差別に選んだ30件を用いて検証したものを利用した。一品一葉となっているSGMLではあっても適応症等によってテキストデータが複数ある場合があるため、それら各々に対して判定を行い複数の表現を併用している場合はそれぞれに件数を数えた。また、剤形ごとの傾向をみるため、SGMLに付されているYJコード中の左から4~6桁にある数字と7桁目のアルファベットより得た剤形情報を基に集計を行った。

#### 3. 2. 結果と考察

結果を表2に示した。調査対象全体で見ると、1

回量、1日量はほぼ同じ割合で存在することがわかる。剤形ごとに見てみると、散剤、錠剤、液剤は1日量が比較的多いことがわかった。これらはいわゆる内服薬であり、現状では一日単位の処方のが主流であることが影響しているのではないかと推察される。また、散剤に注目したところ、漢方が多く含まれており、それらの漢方の多くが1日量を用いているために至った結果と考えられる。そこで、散剤に対して漢方を除いて集計を再び行ったところ、1日量(39.6%)と使用割合の方が依然多いことがわかった。液剤について販売名を調査したところ、188件中152件がシロップ剤であった。シロップ剤は小児用であることが多く、小児の用量は薬の効果と安全性を観察しながら調節すべきで、特別な用量を設定するには検討が必要であり、用量設定が困難なため1回量の表現を避けていると考えられる<sup>3)</sup>。実は、漢方以外の散剤についてもドライシロップなどが含まれており、液剤と同様の事情となっていることが考えられる。

表 2 : 用法用量の表現ごとの件数と割合

	(T) 全体(件)	(A) 1日1回(件)	(A/T) 割合	(B) 1回(件)	(B/T) 割合	(C) 1日(件)	(C/T) 割合
全体	7873	819	10.4%	3212	40.8%	3217	40.9%
注射薬	1445	221	15.3%	702	48.6%	287	19.9%
外用薬	1558	127	8.2%	440	28.2%	433	27.8%
散剤	1516	33	2.2%	408	26.9%	1056	69.7%
錠剤	2219	301	13.6%	1125	50.7%	988	44.5%
カプセル	397	74	18.6%	210	52.9%	129	32.5%
液剤	415	53	12.8%	165	39.8%	188	45.3%
その他	323	10	3.1%	162	50.2%	136	42.1%

#### 4. まとめ

用法用量を記述するタグはSGMLによって実際に異なる使われ方をしていることを示した。これはデータを活用する観点からは好ましいものでなく、より適切なデータ構造にもとづく用法用量の記述を要していることを示唆している。また用法の表現に関しても剤形によるものの1日量と1回量が混在している現状が示された。使用のされ方を鑑み、標準化を行う余地があると言える。

#### 5. 参考文献

- 1) K. Nabeta et al. : The investigation into problems of utilization of drug information in package inserts to ensure safety of drug usage, proceedings of AHFEI 2008 (2008).
- 2) 独立行政法人 : 医薬品医療機器総合機構 (2008) <http://www.info.pmda.go.jp/>
- 3) 宮崎利夫ら : 薬の事典, 朝倉書店 (2007).

#### [連絡先]

岡田和寛 (芝浦工業大学 工学部 情報工学科)  
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5  
e-mail: l05024@sic.shibaura-it.ac.jp  
FAX: 03-5859-8507

## アンプルを対象とした外観類似医薬品検索手法の提案

○古城晃<sup>\*</sup>、木村昌臣<sup>\*</sup>、鍋田啓太<sup>\*\*</sup>、大倉典子<sup>\*</sup>、土屋文人<sup>\*\*\*</sup>  
 (\*芝浦工業大学、\*\*芝浦工業大学大学院、\*\*\*東京医科歯科大学)

Proposal of search for ampules having similar appearance

Akira Kojo<sup>\*</sup>, Masaomi Kimura<sup>\*</sup>, Keita Nabeta<sup>\*\*</sup>, Michiko Ohkura<sup>\*</sup>, Fumito Tsuchiya<sup>\*\*\*</sup>  
 (\*Shibaura Institute of Technology, \*\*Graduate school of technology, Shibaura Institute of Technology,  
 \*\*\*Tokyo Medical and Dental University)

### 1. はじめに

近年、医薬品の名称や外観の類似に起因する医療事故の防止が注目されており、医薬品の類似性に関する研究の必要性が高まっている。現在、名称の類似した医薬品を特定する研究は複数報告されており<sup>1)2)</sup>、医薬品の類似した名称の名付け防止を目的とするシステムが実際に運用されている。しかし、医薬品の外観類似に関する研究は調査した限りではほとんど見られない。また、医薬品にはアンプルや PTP シート等様々な包装形態が用いられているが、本研究では医療の現場で多く利用されているものの一つであるアンプルを対象とする。アンプルとは注射薬容器の一種で、ガラスの筒に薬品を入れ先端を熔封したものである。

本研究では外観の類似したアンプルを提示する検索手法を提案し、外観が類似した既存の医薬品の特定や新たに発売される医薬品の外観類似防止に資することを目的とする。

### 2. 研究内容

アンプルの容器は類似した形状をもち、また色も数種類しかないため容器のガラスやプラスチック等の部分のみでの差別化は難しい。そこで、アンプルに貼られているラベルを画像として読み込み、画像間の類似度を算出して外観の類似したアンプルを特定する。類似画像検索に関する研究では、検索対象画像から特徴量を抽出し、それをもとに画像間の類似度を算出する手法が一般的である。そこで本研究では、アンプルのラベル画像から RGB 値をそれぞれ色情報データとして取得し、類似度を算出する前処理としてフーリエ変換(フーリエ級数展開)を適用して特徴量を求める。フーリエ変換は、周期性を持ったデータを周波数成分に変換するものである。アンプルのラベルは筒状の容器側面の周上にラベルの端同士を繋げて貼られており、取得した色情報データは周方向に周期性があると見なすことが出来るため、本研究では色情報データにフーリエ

変換を適用し周波数成分で考える。これにより、容器の円周方向の位置に関わらずラベル画像間の類似度を計算することが出来る。類似度の算出方法には、円周方向の色情報データの並びにフーリエ変換処理を施しパワースペクトルを求めたものを特徴ベクトルの要素としこれをもとに類似度を算出する方法を採った。本研究では類似度の算出にベクトル空間モデルを用いるが、これは特徴ベクトルの各要素の値の分布が類似している場合にはベクトル間のなす角の  $\cos$  値が1に近づくため、この  $\cos$  値を類似度とするものである。ただし、画像は円周と垂直な方向にも画素が並んでいるため、画像全体の類似度を求める際には円周と垂直な方向についてのベクトル空間モデルで得た  $\cos$  値の平均値をとることを基本的な方針とした。

本研究では、フーリエ変換後の色情報データからラベル画像の色合いと表記の構造の情報をそれぞれ抽出して特徴ベクトルとし、これらに対しベクトル空間モデルに適用し類似度を算出する手法をとる。

### 3. 検討手法

アンプルは形こそ類似しているが大きさはまちまちであり、そのラベルの大きさもアンプルによって異なる。本研究ではフーリエ変換の手法として高速フーリエ変換(FFT)を用いているがこれを利用してベクトル空間モデルを適用する場合、ラベル画像から同数の色情報データを取得する必要がある。そこで、まず複数のラベル画像に対し線形補間を利用して同サイズの色情報データを取得する。この色情報データに FFT を適用し、特徴ベクトルを求める。

この方法の妥当性を調べるためにこの色情報データに FFT を適用し周波数成分をそのまま特徴ベクトルとして用いそれぞれのラベル画像間の類似度を算出した。その結果、ラベル画像間で得られた類似度はいずれも高く、差がはっきりと出なかった。これは、ラベル画像から RGB 値の高い白成分が特に多く検出されたため

であると考えられる。そこで本研究では、フーリエ変換処理後の色情報データからラベル画像の色合いと表記の構造の情報をそれぞれ抽出し、それぞれに対して特徴ベクトルを作成してラベル画像間の類似性を求める工夫を行った。

### 3-1. 検討手法1

ラベル画像の色合いの情報のみを抽出するため、ラベル画像から取得した R,G,B それぞれの色情報データにフーリエ変換処理を適用して得られる周波数成分のうち、周波数が0となる成分の値(以下、第0成分)に着目した。これは、第0成分は各円周上にある色情報データの定数成分(直流成分)であり、おおよその色合いを表すものであると考えられるためである。そこで、類似度算出対象画像間の対応する各行ごとに取得した R,G,B 値それぞれにFFTを適用して得られた第0成分を3次元ベクトルとして考え、行ごとにベクトル間の内積の値にもとづきベクトル間のなす角の cos 値を算出し、これらの値の対象画像の行数分の平均を求めこれを類似度とした。これにより、ラベル画像上の色合いの類似性を見ることが出来ると期待される。

### 3-2. 検討手法2

検討手法1では色合いの類似性を求めるためにフーリエ変換処理後の色情報データの第0成分に着目したが、アンプルの類似性には色合いだけでなく幾何模様や文字の表記の構造にもよると考えられる。そこでもう一つの手法として、ラベル画像をグレースケール化した後に色情報データを取得してフーリエ変換処理を施し、その結果得られるパワースペクトルに対して分析を行うことを考える。なおグレースケール化には人の心理的影響を考慮し  $(2 \times R \text{ 値} + 4 \times G \text{ 値} + B \text{ 値}) / 7$  で与えられる NTSC 係数を用いる。その後、得られたフーリエ変換処理後の色情報データから第0成分を除去し、他の周波数成分を特徴量ベクトルとしてベクトル間の内積を求め類似度を算出した。これにより、ラベル画像上の表記の構造の類似性のみを見ることが出来ると期待される。

## 4. 実験

### 4-1. 実験対象

検討した手法の有効性を調べるため、次のようなラベル画像に対して実験を行った。図1は実験対象とした3枚のラベル画像である。



図1 実験対象ラベル画像

表1 実験結果

	A - B	A - C	A - C
検討手法1	0.995	0.984	0.988
検討手法2	0.509	0.540	0.692

ラベル A, B は白い部分以外は主に赤色で構成されており、ラベル C は白地に青を主として用いられたラベル画像である。また、ラベル B, C はラベル A と比べ類似した表記の構造をもつ。

### 4-2. 実験結果・考察

検討手法1ではラベル A, B 間で他のラベル画像間よりも高い類似度を得た(表1)。これはラベル画像の色合いがともに赤色が主であることに起因すると考えられる。

検討手法2ではラベル B, C 間で他のラベル画像間よりも高い類似度を得た。これは表記の構造が他のラベル画像間よりも類似していることに起因すると考えられる。また、ラベル A, B 間に比べラベル A, C の類似度が大きいのはラベル画像上にある帯のように着色されている箇所の幅の違いによる影響であると考えられる。

## 5. 今後の課題

本研究では、ここまで2つのラベル画像間の類似度算出手法を検討した。今後は検討手法1, 2の結果をもとに、それぞれの類似度算出結果に重みづけを行うなどして双方の結果を合わせて総合的な類似度を算出する手法を検討する。また、その手法をもとに、類似画像検索を行うことが出来るシステムを備えたデータベースを構築する予定である。

### 謝辞

本研究では、アストラゼネカ株式会社からアンプルのラベル画像を実験用に提供して頂きました。この場に記し深く感謝いたします。

### 参考文献

- 1) 土屋文人, 川村昇, 王智瑛, 原明宏: 医薬品名の標準化と類似性の検討, 医療情報学, 21 巻 1 号, pp.59-67 (2001).
- 2) 木村昌臣, 立野孝治, 大倉典子, 土屋文人: 医薬品名称類似度指標の検討, 信学技報, SSS2006-20, pp.1-6 (2006).

### [連絡先]

古城晃  
 芝浦工業大学 工学部情報工学科 データ工学研究室  
 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5  
 e-mail:l05043@sic.shibaura-it.ac.jp  
 Fax:03-5859-8507

# A-2-1

## マウスとマウスポインタの相対速度比を考慮した Fitts' Law に関する研究

○大島隆<sup>\*</sup>、森博彦<sup>\*\*</sup>

(\*武蔵工業大学大学院工学研究科、\*\*武蔵工業大学)

Fitts' Law in experiment with a mouse

Takashi OSHIMA<sup>\*</sup>, Hirohiko MORI<sup>\*\*</sup>

(<sup>\*</sup>Graduate school, Musashi Institute of Technology, <sup>\*\*</sup>Musashi Institute of Technology)

### 1. 研究背景

GUI とウィンドウシステムが普及した現代では、マウスと呼ばれる間接入力型のポインティングデバイスを用いてコンピュータの操作を行うことが多い。

ユーザがある点からボタンなどのターゲットへマウスポインタを移動するのにかかる時間の予測モデルとして Fitts' Law が知られている。(図 1)

$$MT = a + bID \quad (1)$$

$$ID = \log_2 \left( \frac{A}{W} + 1 \right) \quad (2)$$

MT(msec) : 移動時間    A(cm) : 移動距離  
W(cm) : ターゲット幅    a, b : 定数

(1)式において、ID は移動運動の困難度 (Index of Difficulty) とされており、様々な修正式が提案されている。2次元タスクにおける ID としては、(2)式が使われることが多い。

本来、Fitts' Law は手を用いた箱入れ作業において提案されたものであるのに対し、マウスを用いたポインティング作業においては、マウスポインタの速度(マウスの移動距離に対するマウスポインタの移動距離の比率、相対速度比、D/C 比)の設定により、手とマウスポインタの位置対応が異なるため、箱入れ作業と同等のタスクとは捉えがたい。

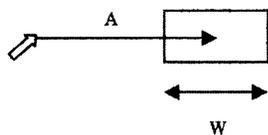


図 1 Fitts' Law

### 2. 目的

D/C 比がポインティングタスク(スタート地点をクリックした後、速やかにマウスポインタをターゲットの中央あたりをめがけて移動してターゲットをクリックする操作)における移動時間に及ぼす影響を明らかにすることを目

的とした。また、D/C 比を考慮したモデルを構築し、評価した。

### 3. 実験方法

スタート地点をクリックしてからターゲットをクリックするまでの時間(移動時間)を精度 1msec で計測する実験プログラムを Java で作成し、時間計測に使用した。

スタート地点はターゲットの右側とし、一箇所に固定した。スタート地点の中心とターゲットの中心を結ぶ線分(20cm)が、ディスプレイの下辺と水平になるようにした。ターゲットは縦寸法を 3cm, 横寸法を 1cm, 2cm, 3cm, 4cm, 5cm とし、縦寸法と横寸法を組み合わせた。表示されるターゲットの順番はランダムとした。

D/C 比は 1, 2, 4, 8 とした。タスクは、距離(1種類)×縦寸法(1種類)×横寸法(5種類)×D/C 比(4種類) = 20種類であった。1種類のタスクにおける移動時間の計測回数は 12 回であった。

被験者は右利きの 21~24 歳学生 11 人とした。本実験開始前、練習を行わせた。実験中、通常のマウス操作の姿勢をとらせ、マウスを持ち上げないように指示した。マウスポインタの移動、ターゲットのクリックを、できるだけ速かつ正確に行うように指示した。表示されるターゲットの順番は被験者間でランダムとした。マウスの初期位置は画面に向かって右側であった。4種類の D/C 比でタスクを行わせた。D/C 比の順序は被験者間でランダムとした。なお、タスク中、D/C 比には変化を与えなかった。

### 4 実験結果および考察

#### 4.1 D/C 比および横寸法と平均移動時間の関係

すべての D/C 比でのタスクで、横寸法を大きくすると、平均移動時間が短縮する傾向にあった。また、すべての横寸法でのタスクで、D/C 比を大きくすると、平均移動時間が短縮する傾向にあった。(図 4.1)

以下は、横寸法毎に D/C 比の逆数と平均移動時間

について回帰分析した結果である。

横 1cm:  $MT = \frac{589.82}{R} + 945.88$   $R^2 = 0.9857$   
 横 2cm:  $MT = \frac{512.06}{R} + 882.93$   $R^2 = 0.9912$   
 横 3cm:  $MT = \frac{530.17}{R} + 861.62$   $R^2 = 0.9801$   
 横 4cm:  $MT = \frac{562.93}{R} + 818.45$   $R^2 = 0.9925$   
 横 5cm:  $MT = \frac{467.12}{R} + 850.02$   $R^2 = 0.9688$

$R$  : D/C 比  $MT$  : 移動時間 横 1cm : 横寸法 1cm  
 これより、マウスを用いて、ある点からボタンなどのターゲットへ D/C 比  $R$  のマウスポインタを移動するのにかかる時間は以下の式で表せる。

$$MT = a + \frac{b}{R} \quad (3)$$

$$ID_{D/C \text{ 比}} = \frac{1}{R} \quad (4)$$

$MT(msec)$  : 移動時間  $R$  : D/C 比  $a, b$  : 定数

$ID_{D/C \text{ 比}}$  : D/C 比による困難度

本実験条件下で、D/C 比による困難度は D/C 比に反比例することが明らかとなった。

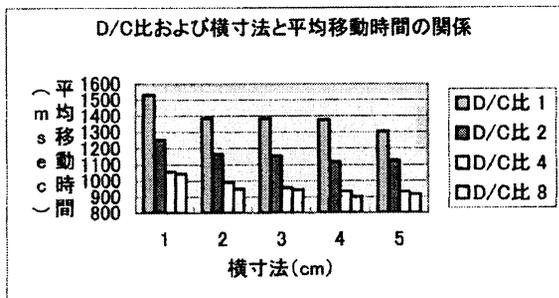


図 4.1 D/C 比および横寸法と平均移動時間の関係

#### 4.2 困難度と平均移動時間の関係

D/C 比毎に困難度と平均移動時間について回帰分析した結果、すべての D/C 比でのタスクで、Fitts' Law が成立することが明らかとなった。

D/C 比 1:  $MT = 96.203ID + 1096$   $R^2 = 0.8823$   
 D/C 比 2:  $MT = 64.565ID + 960.13$   $R^2 = 0.9307$   
 D/C 比 4:  $MT = 62.57ID + 777.02$   $R^2 = 0.9873$   
 D/C 比 8:  $MT = 64.992ID + 747.04$   $R^2 = 0.9025$

#### 4.3 D/C 比を考慮した Fitts' Law モデルの評価

以上の結果から、以下のモデルを構築し、評価した。

##### D/C 比を考慮したモデル

$$MT = a + b \log_2 \left\{ \left( \frac{A}{W} + 1 \right) \cdot R \sqrt{c} \right\} \quad (5)$$

$$ID_R = \log_2 \left\{ \left( \frac{A}{W} + 1 \right) \cdot R \sqrt{c} \right\} \quad (6)$$

: D/C 比を考慮した困難度

$MT(msec)$  : 移動時間  $A(cm)$  : 移動距離

$W(cm)$  : ターゲット幅  $R$  : D/C 比

$a, b, c$  : 定数 ただし,  $R \geq 1, c \geq 1$

回帰分析により、本実験データのモデルへのあてはめを行った結果、(6)式において、

$$a = 645.48, b = 72.08, c = 167.29$$

のとき、 $R^2 = 0.977$  となりよくあてはまった(図 4.3)

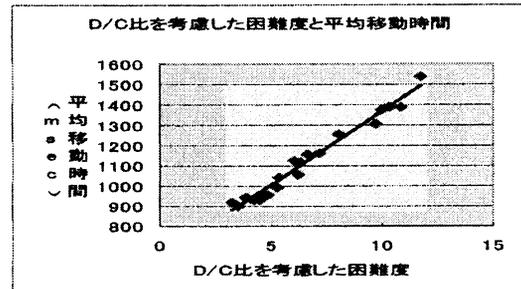


図 4.3 D/C 比を考慮したモデルへの適合性

## 5. 結論

本研究で得られた結論は下記の通りである。

- (1) ポインティングタスクにおける移動時間は、移動距離、ターゲット幅のみならず、D/C 比の影響も受けることを明らかにした。
- (2) マウスを用いて、ある点からボタンなどのターゲットへ本実験における D/C 比  $R$  のマウスポインタを移動するのにかかる時間の予測式を明らかにした。
- (3) 本実験におけるすべての D/C 比環境下で、Fitts' Law が成立することを明らかにした。
- (4) D/C 比を考慮した Fitts' Law モデルを構築し、本実験データがよくあてはまることを示した。

## 参考文献

- [1] I.Scott MacKenzie, William Buxton: "Extending Fitts' law to two-dimensional tasks", CHI, 1992
- [2] Windows XP でのポインタの移動特性  
<http://www.microsoft.com/whdc/archive/pointer-ba1.mspx>

## 【連絡先】

大島 隆  
 武蔵工業大学大学院工学研究科システム情報工学専攻  
 ヒューマン・メディア工学研究室  
 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1  
 e-mail: highpoem@nifty.com

## 利便性と安全性を考慮した携帯電話向け認証システムの検討

○石川和人<sup>\*</sup>、宮本博幸<sup>\*\*</sup>

(<sup>\*</sup>千葉工業大学大学院情報科学研究科、<sup>\*\*</sup>千葉工業大学)

Convenient and safe authentication system for cellular phone

Kazuto ISHIKAWA<sup>\*</sup>, Hiroyuki MIYAMOTO<sup>\*\*</sup>

(<sup>\*</sup>Graduate School Information and Computer Science, Chiba Institute of Technology, <sup>\*\*</sup>Chiba Institute of Technology)

### 1. はじめに

現在、パソコンだけではなく携帯電話でも個人認証をする機会が多くなっている。その認証方法の一つにテキスト入力によるアカウントやパスワードなどの認証方法があり、広く利用されている。

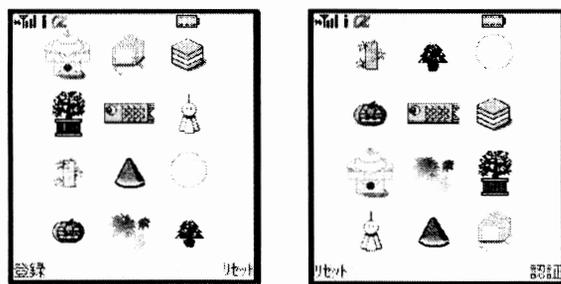
しかし、長く複雑な文字列は正確に記憶することが困難であり、単純なパスワードになりやすい。また、携帯電話で文字を入力する場合、キー入力回数が多くなり操作が煩雑になる。

そこで本研究では、特殊な装置を必要とせず、画像の記憶・選択という覚えやすい簡単な操作で認証ができ、同時に利用者の打鍵情報を取得することで安全性を考慮した認証方法を提案する。

### 2. 認証システム

#### 2.1 システム概要

図1(a)に登録時の画面、(b)に認証時の画面を示す。



(a) (b)

図1 システム画面

#### <登録>

画像は携帯電話のキー配列に対応しており、4行3列で表示される。ユーザはこの12枚の画像の中から好きな画像をn枚選択し、記憶する。

選択した画像と対応するボタンを任意のタイミングで押す。その操作を30回繰り返し、ユーザの打鍵の情報を取得する。

#### <認証>

認証時は図1(b)のように画像がランダムに入れ替わって表示される。ユーザは表示された画像の中から登録時に記憶した画像を見つけ、対応するキーを登録時と同じタイミングで入力する。

入力後、データがサーバに送信され、認証結果がユーザの携帯電話に返ってくる。その後、画面に認証結果が表示される。

#### 2.2 打鍵のタイミング

打鍵のタイミングとはキーを入力した時の時間間隔のことである。例を図2に示す。



図2 打鍵のタイミング

この情報を取得し、登録した画像と打鍵のタイミングの照合を行い、認証処理をする。

打鍵のタイミングは入力するごとに誤差が生じる。本システムでは、認証時の誤差の許容範囲を登録してあるデータの平均値±(標準偏差×しきい値)とする。しきい値は、本研究では1.96とした。

また、本研究では、打鍵のタイミング以外にキーを押下する間の時間情報を取得し利用する。その例を図3に示す。

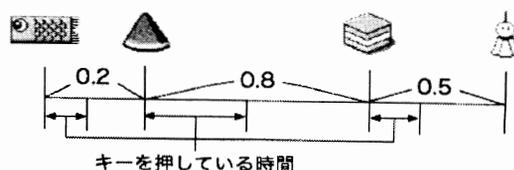


図3 キー押下時間の取得

### 2.3 許容誤差の調整

2.2 で打鍵の取得方法を示した。しかし、登録時、入力に失敗して大きくタイミングがずれた場合、そのままデータを登録してしまうと、許容範囲が大きくなり安全性が低くなる可能性がある。そのため、システム側で許容誤差が大きくなりすぎないように調整する必要があると考えられる。

そこで、本研究では、登録時にデータを取得した後、認証時の許容範囲を平均値±(標準偏差×2)以内になるよう調整する。

このように許容範囲を調整することにより、認証時の安全性を著しく低下させず、一定以上に保つことができる。

### 3. 実験

実験では (20±2) 歳の男女 8 名にあらかじめ

- ・画像 4 枚
- ・打鍵のタイミング情報
- ・キー入力時間

を登録してもらい、以下の実験を行った。

#### <実験 1>

期間を空けても認証できるかを確認するため、登録を行った日と、1 週間後に再び認証作業を行ってもらい、認証に成功できるか(認証率)を測定した。

#### <実験 2>

本システムと文字入力による認証との利便性の比較をするため、認証にかかる時間の測定を行った。

このとき、被験者には“Password”という文字を入力してもらった。

#### <実験 3>

本システムの安全性を検証するため、被験者に他者が登録した画像を提示し、認証作業を行ってもらった。認証結果から、認証に失敗した割合である排除率の測定を行った。

### 4. 結果と考察

実験 1 の結果を表 1、実験 2 の結果を図 4 に示す。表 1 から、1 週間程度の期間を空けても、登録データを再現できることがわかった。

また、実験 2 の結果から認証時にかかる時間は、8 文字の文字パスワードの認証と比較してみると文字入力よりも時間をかけずに認証作業ができることがわかった。

これらのことから、一定の期間を空けても認証率を落とさずに簡単な操作で、認証作業を行うことができるということがわかった。

表 1 実験 1 の結果

	初日	1 週間後
認証率 [%]	100	100

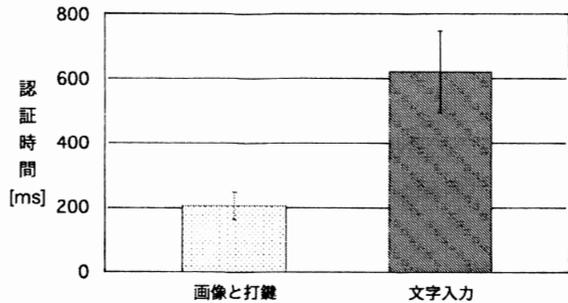


図 4 実験 2 の結果

しかし、実験 3 では、排除率は平均で 60%とあまり良い結果が得られなかった。これは、しきいの値が大きいことが原因であると考えられる。

そこで、しきい値を 1.96 から 1.5 へと小さくし、許容範囲を狭くした。その結果、認証率が 10%近く低下するが、排除率が 80%程度になり、排除率の向上が見られた。このことから、認証時には最適なしきい値を考慮する必要があることがわかった。

### 5. まとめと今後

本研究では、利便性と安全性を考慮した携帯電話向け認証システムとして画像の記憶、打鍵のタイミング情報とキー押下時間情報の取得、登録時の打鍵のタイミングの許容誤差の調整を行った。

実験結果から、期間を空けても認証の再現性を損なうことはなかった。また、認証時間に関しても、時間をかけずに認証でき、ユーザに負担をかけない認証システムの作成ができた。

今後の課題として、しきい値の調整や打鍵の取得方法を変更し、認証率を落とさずに安全性を向上させる方法を検討する必要がある。

### 6. 参考文献

- 1) 石川 和人、宮本 博幸:画像と打鍵を利用した携帯電話による個人認証、日本人間工学会第 37 回関東支部大会講演集、2007。

#### [連絡先]

石川和人

千葉工業大学 情報科学部 情報工学科 宮本研究室

〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1

E-mail: ishikawa@miya.cs.it-chiba.ac.jp

FAX: 047-438-0549

## 医療現場におけるリファレンスリストのユーザビリティに関する研究

○佐川奈見\*、藤塚隆子\*\*、古川晃久\*\*\*、岡田有策\*\*\*

(\*春日部中央総合病院、\*\*板橋中央総合病院、\*\*\*慶應義塾大学大学院理工学研究科)

A Study on Usability of A Reference List in Nursing Duties

Nami SAGAWA\*, Ryuko FUJITSUKA\*\*, Akihisa FURUKAWA\*\*\*, Yusaku OKADA\*\*\*

(\*Kasukabe chuo general hospital, \*\*Itabashi chuo medical center, \*\*\*Graduate school of keio university)

### 1. はじめに

昨今、医療分野における安全に関心が高まってきている。医療安全についての取り組みの一つにヒヤリハット事例の収集、分析がある。事故には至らなかった事例であるヒヤリハットを収集し、その要因を分析し、対策をすることで将来起こりうる事故の未然防止につなげるという取り組みである。

実際の医療現場ではリスクマネージャーがヒヤリハット事例の分析・対策・評価を行っている。しかし、その数の多さなどから簡単に分析ができずにいるのが現状である。そこで、自部署で簡単に要因を抽出できるリファレンスリストの作成を行った。

### 2. 現状における取り組み

各部署でヒヤリハットが発生すると、当事者はそのヒヤリハットの内容や原因、改善策などを個人レベルで考え、ヒヤリハット報告書に記入する。作成された報告書は各部署のリスクマネージャーがとりまとめ、その内の幾つかは部署内のカンファレンス等で話し合われている。しかし、ヒヤリハットはその量も多いことから、すべての事例を個別に話し合い、分析することは現実的に不可能である。また、取り組みに対する個人の認識などの違いから、報告書を出したがいらないスタッフがいたり、「確認不足であった。今後気をつけます。」といった反省文のような内容の報告書を提出してくる場合も少なくない。このように、分析に使えるようなデータが集まらない。また、分析も十分にできない。そのため、十分な対策が打たれず、結果として、活動の重要性が浸透せず、ただ報告書を集めているだけということになりかねない。

### 3. リファレンスリストの作成

事故やヒヤリハットなどのヒューマンエラーはPSF (Performance Shaping Factors) と呼ばれる多くの要因がもとで発生している。そのため、事故を未然防止するには現場にはどのようなPSFがあるかを把握し、そのPS

Fに対して対策を取っていくことが望ましい。そこで、ヒヤリハットの要因として考えられるPSFをまとめたリファレンスリストを作成した。

表1. リスト項目

Gestalt(やるべきことのイメージ)	
スキル不足	作業に関するスキルが不足・または偏っている
曖昧で不明確な作業	個人の判断に依存する作業 マニュアルがない・マニュアル自体が曖昧
知識不足	作業に関する知識が不足・または偏っている 基本的な医療知識が不足・または偏っている
Affordance(使いやすさ・わかりやすさ)	
確認困難	確認がしづらい又はできない作業 確認項目が不明確
識別困難	表示・操作器具などの識別性が悪い(単独) 識別しにくい・判別しにくい(似たようなものが複数ある)
器具の不備	操作器具が使いにくい 操作器具の使い方が分かりにくい
判断基準の欠如	判断基準がない・迷う・具体性に欠ける(数値がない)
Preview(行為後の作業の流れ)	
予測困難	予測するための情報が得にくい 予測が立たない(場当たりの) 潜在する危険を予測しづらい・出来ない
伝達不適切	上司から適切な指示・連絡・指導がなされない 交代・引き継ぎの際の情報共有が十分でない 他部署との連携が良くない
準備不足	準備不足のまま作業に入る 日常的な準備不足
予定外作業	割り込み、または変更の多い作業 作業の中断がある
情報過多	同時にたくさんの情報が与えられる 同時に複数の人・場所から指示が与えられる
複雑な作業	準備・記録・後始末などの付帯作業が多い 同時処理が必要な作業がある
心理的負担	単独作業 緊張・失敗の恐れが厳しい
作業環境が悪い	作業に関しての十分な広さがない 長時間の勤務 照明が暗い
身体的負担	無理な姿勢・動作が要求される作業 長時間の作業
注意散漫	注意が逸れる 一点集中で周囲に気が配れない

このリストを用いることで、事例の要因分析をする際には当てはまる要因にチェックをつけるだけでよいことから簡単に分析ができ、また、大量にあるデータを要因であるPSFごとに整理することができる。また、報告書を作成するスタッフにとっても、このリストに挙げたPSFを意識することで、どのような報告書を書けばよいかをイメージすることができ、反省文のような内容の報告書ではなく、分析に適した報告書が書かれることが期待できる。

#### 4. 検証

作成したリストを用いて提出されたヒヤリハット報告書の要因チェックを行った。まず各部署のリスクマネージャー(担当者)が要因チェックを行った。またそれと同時に、改めてその事例の要因、改善案等の考案をしてもらった。その後、更に同じ事例に対し、病院全体のリスクマネージャー(管理者)が再度要因チェックを行った。その結果、図1に示したように要因に関しては46%の報告書において、改善案に関しては54%の報告書において、それぞれ新たな要因、改善案の記載が見られた。

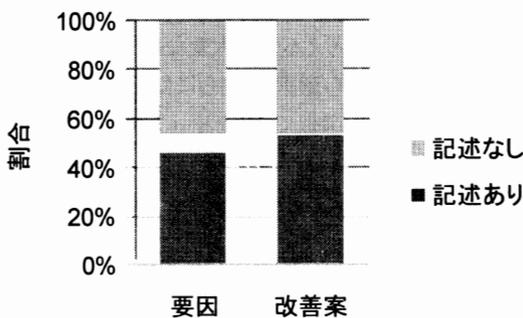


図1. 再チェックによる変化の割合

また、図2は当病院にて1か月間で提出されたヒヤリハット報告書に対する分析結果を集計したものである。チェックのあったものを担当者のみがチェックをしたもの、管理者のみがチェックをつけたもの、両者ともにチェックをつけたものに分けてある。

図2で示したように、担当者と管理者とでは分析結果に差がみられ、担当者がチェックをつけた要因の内、管理者がつけたものは41%にとどまった。

この原因としては次の2点が考えられる。まず1点目は事例に対する認識の違いである。報告内容が不十分であるために第3者が報告書を見た際に、背景や詳しい状況がうまく伝わらないということがあった。そのため、分析者によって事例の解釈が異なってしまったこと

がずれの原因と思われる。もう1点は要因に対する認識の違いである。チェックをつける際に、各項目の意味をチェックをつける人によって取り違えていることがあった。これは、要因分析に関する知識やスキルが低い人から特によく出た意見であった。

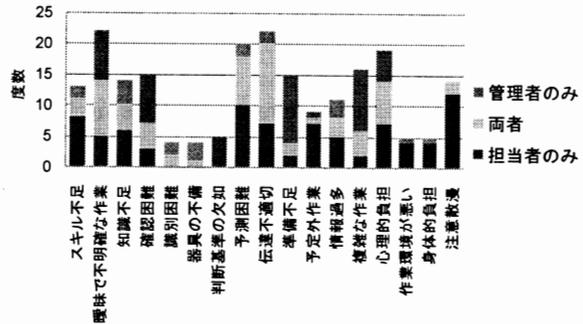


図2. 分析結果

#### 5. まとめ

ヒヤリハット報告書の要因分析を簡単に行えるように、リファレンスリストの作成を行った。実際に各部署のリスクマネージャーに使用してもらったところ、報告書段階のものと比較して、要因、改善案共に新たな記載が見られた。また、従来は報告された事例のうち何件かを個別事例で扱うだけであったということを考慮に入れると、提出された報告書に関してはすべての事例の分析が行えたことから、リストによる一定の効果は見られたといえる。

しかし、一方で担当者和管理者との分析結果が異なったといったことや簡単に分析が行えるとは言え、各部署に依頼をしてから結果が返ってくるまでに数週間の日時を費やすこともあったことなどから、実際の現場で長期的に使っていく上ではスタッフへのストレスとなりかねない。そのため、今後は分析結果の精度を高めると共に、現場スタッフにとってより分かりやすく、使いやすいリファレンスリストの作成を行っていききたい。また、それをもとに実際の現場スタッフに利用してもらうことで、現場スタッフにもヒューマンエラーの要因を意識してもらい、医療安全に対する活動を浸透させていきたい。

#### [連絡先]

佐川奈見  
春日部中央総合病院  
〒344-0063 埼玉県春日部市緑町5-9-4  
e-mail: kasukabe.kango@ims.gr.jp

## ヒューマンデザインテクノロジーと人間特性データベースを活用した 商品開発手法

○石本 明生\* 本多 信夫\* 山岡俊樹\*\*

( \*株式会社 HALデザイン研究所 \*\*和歌山大学 )

A Method of Products Development Using the Human Design Technology and Human Characteristics Database

Akio ISHIMOTO\* Nobuo Honda\* Toshiki YAMAOKA\*\*

(\*Human & Life Laboratory \*\*Wakayama University)

### 1. はじめに

今、モノづくりを取り巻く環境を見ると、一つは、ユーザの視点重視、もう一つは製品のライフサイクルの短縮と担当製品数の増加がある。一見して矛盾を感じさせるこれらの傾向に配慮しつつ、なおかつ魅力的な製品をスピーディに開発することが求められている。

### 2. ヒューマンデザインテクノロジー(HDT)とは

HDTは、ユーザのリクアイアメントに基づいて、効率よく商品を可視化、評価し魅力ある商品を構築する方法であり、特徴は、「方法が容易で、短期間で誰でも製品開発が可能」である。以下の4ステップから構成される。

#### (1) ユーザリクアイアメントの抽出(ステップ1)

ターゲットユーザを用いたグループインタビューやユーザ宅を訪問してのインタビューによりユーザのリクアイアメントを抽出する。

#### (2) ユーザリクアイアメントの構造化と商品コンセプトの構築(ステップ2)

3Pタスク分析や直接観察などにより抽出したユーザリクアイアメントを取捨選択し、グループ化することによって階層化する。最上位はコンセプト全体を表す表現にする。

#### (3) ユーザリクアイアメントの可視(デザイン)化(ステップ3)

構造化されたコンセプトの最下層にあるユーザリクアイアメントを、予め設定された70デザイン項目を参照しながら具体的にアイデア化(絵や文字で表現)する。そして最後にアイデアを一体化してデザイン原案を構築する。

#### (4) デザイン評価(ステップ4)

あまりコストがかからず、簡単に評価でき、分析に時間のかからない手法と本格的評価方法としてユーザビリティタスク分析を用いてデザイン案を評価する。

### 3. 商品開発手法

コンピューターとデータベースを活用することにより、HDTの狙いを、より確実に、よりスピーディに実現すること

ができる手法をご紹介します。各ステップにおいてどのようにコンピュータソフトとデータベースを活用するかを、図1を用いて説明する。

#### (1) ユーザリクアイアメントの抽出

ここでは、3Pタスク分析を用いたユーザリクアイアメントの抽出を取り上げる。3Pタスク分析とは、一見分かりにくく見える製品の使いやすさやインタフェースに関する問題点を、その製品を使用する際のタスク(課業)のレベルに細分化することによってあぶり出そうとする手法である。

具体的には、タスクを設定してそれに対する問題点を抽出するときに、一から考えるのは大変なので予め入力されたデータリストの中から選択し、さらにはその問題点に対するリクアイアメントも選択できるとともに、最後にcsv形式で出力が可能なコンピュータソフトを作成した。

#### (2) ユーザリクアイアメントの構造化と商品コンセプトの構築

ここでは、抽出したユーザリクアイアメントを構造化するソフトについてご紹介する。テキストマイニングという分野でナイーブベイズモデルを採用した。このモデルは、予め人が作成した構造化されたコンセプトを入力すると、各々の層に属する文書を、それを構成する単語とその構成比率から上下関係を決めるアルゴリズムを学習する。人が作ったいくつかの構造化コンセプトを学習させたナイーブベイズモデルに新たなユーザリクアイアメントをファイルごと入力するだけで構造化してくれる。ただし、初期のモデルは学習不足なことが多いので構造化されたコンセプトを見て、人が修正をする必要がある。以後、この作業は不要となるが、これを継続することにより、モデルは次第に使用者によってカスタマイズされることになる。

#### (3) ユーザリクアイアメントの可視(デザイン)化

ここではユーザリクアイアメントを可視化するときに必要なデータベースと社内イントラネットを通じて可視化案やデザイン原案を相互に紹介したりデザイン案をまとめるこ

とを可能にするソフト(グループウェア)についてご紹介する。

まず前者に関しては、図2を参照されたい。つまり、例えば「持ち運びしやすい」というリクアイアメントを可視化する場合、まずそれが該当する8デザイン領域を選択する。例では、ユーザインタフェースを選ぶ。次にその下位の層(70デザイン項目)の中から該当する箇所(例では「身体的負担の軽減」)を選ぶ。そうすると、人が片手で持てる重さや手で握ることができる大きさ等のデータが出力される。もし該当するデータがない場合は、新規にデータを収集して入力しておく。

次に後者について説明する。例えば、新製品の企画に当たって、社内関連部署の可視化案を募る場合、その製品に関する構造化コンセプトを掲示板に上げる。次にそれを見た関係者は、可視化しようとするユーザリクアイアメントを選択し、それに関する可視化案を、紙に書きそれをスキャナーで取り込んだ後、場所を指定して可視化案を保存する。関係者の可視化案を見たい場合は、掲示板に入り、新製品名を選んでユーザリクアイアメントを指定すれば、保存された可視化案(コメント含む)を一覧できる。

#### (4) デザイン評価

一連の作業で作成が終了したデザイン案を評価するソフトを紹介する。3Pタスク分析によるユーザリクアイアメントの抽出と同様に、評価対象製品のタスクを設定する。するとその製品に関してユーザリクアイアメント抽出時に設定した問題点が示されるのでそれに関して5点法で採点する。以下同様に、ひたすら表示される評価項目に関して採点してゆくと最後にその結果がレーダーチャートとして表示される。競合品を同様に評価すれば企画製品と競合他社品の比較ができる。さらに、競合品と比較して劣って

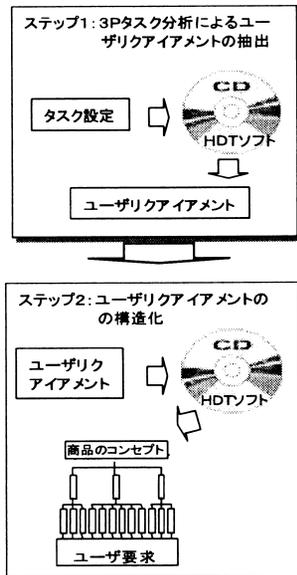


図1 HDTプロセス

いるところを指定すればそれを改善するための可視化案が出てくる。

以上、HDTとデータベースを活用した開発手法に関するご紹介をしたが、ユーザリクアイアメント抽出からデザイン評価までの情報の流れを企画担当者から営業担当者までの幅広い関係者が同時に共有化することにより、特に開発の上流での無駄を省くことを狙いとしました。

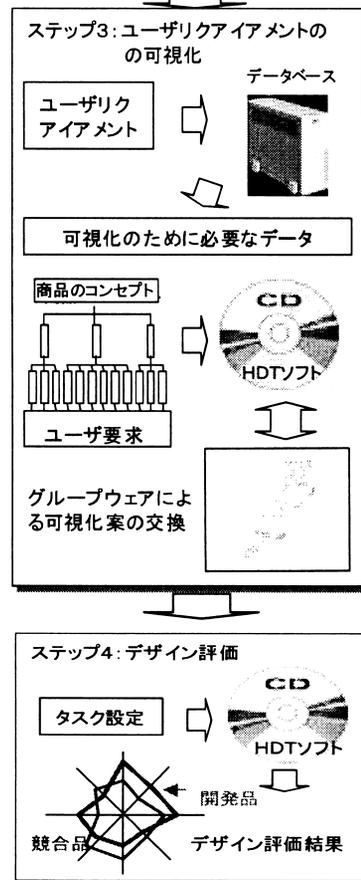


図1 HDTプロセス(続き)

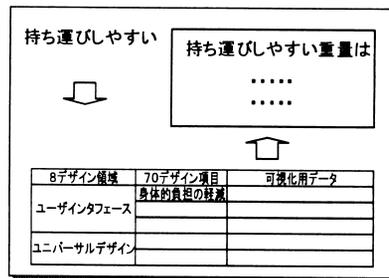


図2 可視化のためのデータベース

#### [連絡先]

石本明生  
株式会社HALデザイン研究所  
〒305-0001 茨城県つくば市栗原 3453-4  
e-mail: ishimoto@hal-design.com  
Fax: 029-857-6436

## 商品—生活者関係の記述に基づくペルソナ作成プロセスに関する研究

○服部嶺\*、小松原明哲\*\*

(\*早稲田大学大学院創造理工学研究科、\*\*早稲田大学理工学術院)

Method for Creating Persona based on Description of Relations between Product and Consumer

Rei HATTORI, Akinori KOMATSUBARA

(Waseda University)

## 1. はじめに

生活者にとって魅力的な製品づくりをするために人間中心設計(UCD: User Centered Design)活用する方法としてペルソナ手法が提唱されている。ペルソナ手法を導入することにより、対象となるユーザ像のとらえかたが、製品開発に関わる多くの人にとってあいまいでなく明確になり、分かりやすいという特徴がある<sup>1)</sup>。

また、マーケティングにおいて、対象となる商品の性質・意思決定の重要度による、セグメンテーションの違いが指摘されている。「どのような商品特性か」ということがマーケティング本来の目的とされている<sup>2)</sup>。

本研究では開発する製品の特性を考慮したペルソナ作成プロセスの提案を目的とする。これにより、対象製品の特性によってユーザ情報取得の焦点を定め、データに基づく効率的なペルソナ作成が可能となる。

## 2. ペルソナ手法

## 2.1 ペルソナ手法とは

UCDを活用する上で重要になることは、「ユーザ情報の取得」と「ユーザ情報の表現」である。ペルソナ手法とは「ユーザ情報の表現」のための手法であり、典型的なユーザを想定して仮想的な個人を厳密に設定し、常にそのユーザを考慮した設計を行う。ユーザ情報を具体的に厳密な記述と顔写真など組み合わせることで、多くの開発関連者に分かりやすいという特徴がある。ペルソナの構築手法は、関連情報の取得、ユーザ定義表の作成、キャスト候補の検討、キャスト候補へのユーザ調査、キャストの決定、主要ペルソナの決定とされている<sup>1)</sup>。

## 2.2 ペルソナ研究の現状と問題

現状、ペルソナの使われ方やその効果に対する研究は多く、例えばユーザ定義の描写方法としてペルソナと他の方法との関わり、ユーザ描写の利用局面とその効果については言及されている<sup>3)</sup>。しかしこれまでユーザ表現の構成要素は示されているものの、ペルソナ作成の目的に対してどのユーザ定義情報を取得・表現することが効果的かということは明らかになっていない。

ペルソナに表現すべき項目は前提とする製品や開発のコンセプトによって左右される。事前に製品と生活者との関係性から表現したいペルソナの項目を明らかとし、それに沿って表現することで、情報過多にならない効果的なペルソナ作成が行えると考えられる。また目的とする「ユーザ情報の表現」が明らかとなることで、ユーザ調査の焦点が定まり、効率的な「ユーザ情報の取得」が行えると考えられる。

## 3. 研究内容

## 3.1 提案するペルソナ作成プロセス

製品の構成要素特性とペルソナ項目の関係性を示した「ペルソナ-製品構成要素マトリクス」を提案する。このマトリクスを用いることにより、膨大な量の調査を行わず、ペルソナに必要な部分に絞って効率的、効果的なユーザ情報取得からのペルソナ作成を行うことができる。提案するペルソナ作成プロセスを図1に、提案するマトリクスとその使用のイメージを図2に示す。

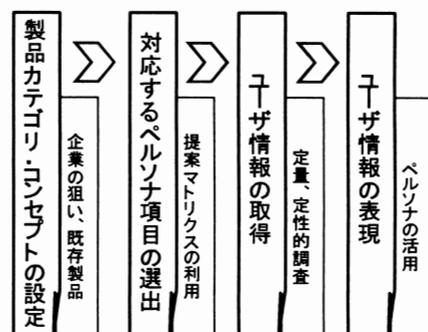


図1. 提案するペルソナ作成プロセス

## 3.2 提案方法

「ペルソナ-製品構成要素マトリクス」作成のため、ペルソナ項目についてはカテゴリ作成の4つの概念<sup>4)</sup>に、また製品構成要素については人間生活工学特性<sup>5)</sup>に基づき項目を設定した。その理由は様々なユーザを対象とする製品において、ペルソナに対してはユーザのカテゴリを明確にすることが必要であること、また製品に対しては人間の特質・生活の特質といった人間生活工学性が重視されることである。

設定した項目を、実際の製品と現在公開されているペルソナ、実務者の意見を考慮して精選し、またその関係性の有無を記入した。

- ・カテゴリ作成4つの概念<sup>4)</sup>
  - ユーザの基本情報、ユーザの役割(ユーザロール)、ユーザの目標(ユーザゴール)、ユーザ・セグメント
- ・人間生活工学特性<sup>5)</sup>
  - 安心(5項目)、安全(4項目)、健康(4項目)、快適(6項目)、便利(9項目)

4. まとめ

製品の特性を考慮した、ペルソナ作成のための方法を提案した。本研究で提案した手法は、概念レベルの提案であるが、今後、製品の種類や多数の目的に対して、より具体的な提案と実験、提案手法の検証を実施したい。

5. 参考文献

1) 山崎和彦:UCD のためのペルソナ構築手法と活用, ヒューマンインタフェース学会研究報告集 Vol.8 No.4 pp.49-52(2006)

2 ) David MEER, Daniel YANKELOVICH: REDISCOVERING MARKET SEGMENTATION , Harvard Business Review Vol.84 No.2 pp.122-131(2006)

3) 松田美奈子, 吉武良治, 横田祐介, 土屋和夫, 岡本郁子:UCD 活動の事例からみたユーザ定義描写方法の分析, ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集 Vol.2007 No.1454(2007)

4) John Pruitt, Tamara Adlin:ペルソナ戦略,ダイヤモンド社(2006)

5) (社)人間生活工学研究センター:人間生活工学商品開発実践ガイド, 日本出版サービス(2002)

[連絡先]

服部嶺  
早稲田大学大学院 創造理工学研究科  
経営システム工学専攻  
〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1  
e-mail: rei-01.htr@suou.waseda.jp  
Fax: 03-5286-3509

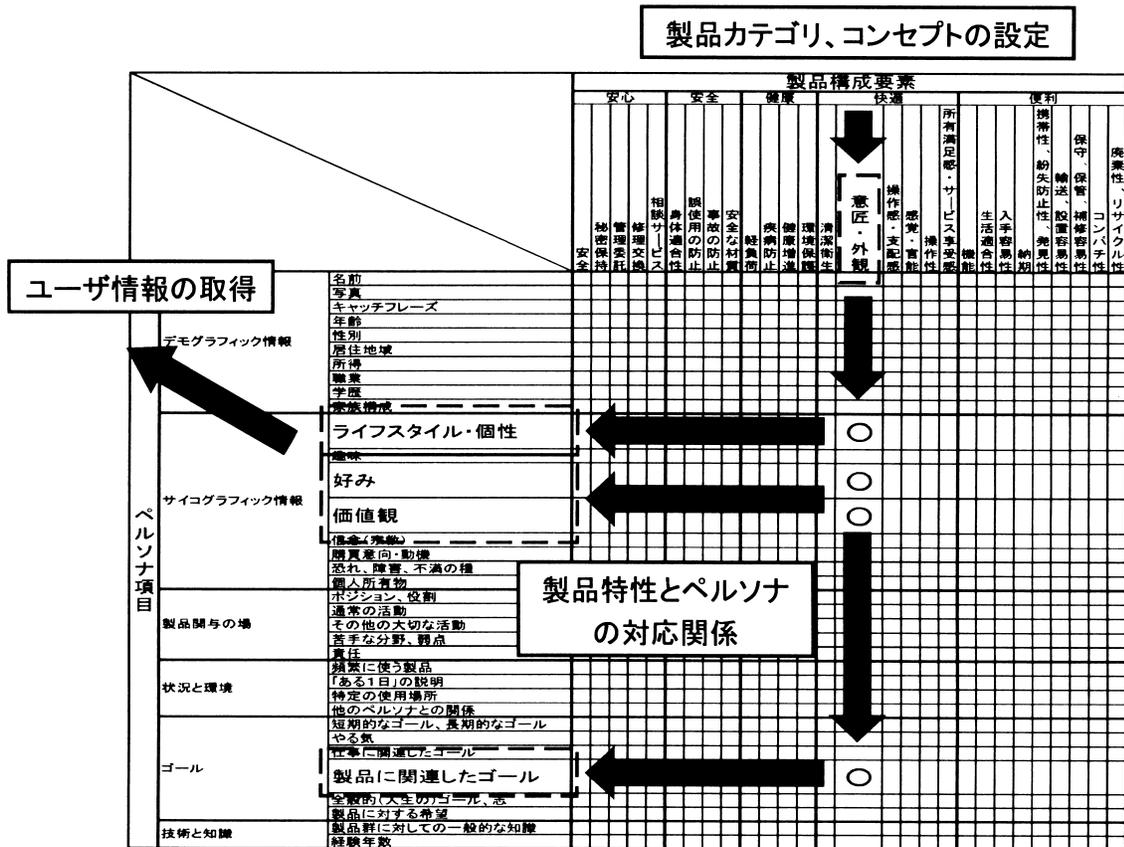


図2. ペルソナ - 製品構成要素マトリクスとその使用

## 食品の取り出しやすさを考慮した冷蔵庫棚の提案と評価

○小田健太郎<sup>\*</sup>、黄敬華<sup>\*</sup>、船山敦子<sup>\*\*</sup>、赤木祐子<sup>\*\*</sup>、下村義弘<sup>\*</sup>、勝浦哲夫<sup>\*</sup>  
 (\*千葉大学大学院工学研究科、\*\*日立アプライアンス株式会社)

Proposal and evaluation of refrigerator shelf designed for ease of taking food out  
 Kentaro ODA<sup>\*</sup>, Jinghua HUANG<sup>\*</sup>, Atsuko FUNAYAMA<sup>\*\*</sup>, Yuko AKAGI<sup>\*\*</sup>,  
 Yoshihiro SHIMOMURA<sup>\*</sup>, Tetsuo KATSUURA<sup>\*</sup>,  
 (\*Graduate school of Engineering, Chiba university, \*\*Hitachi Appliances, Inc.)

### 1. はじめに

家庭用大型冷蔵庫内の上段の棚は収納容量の確保に役立っているが、その一方で「最上段棚の使いにくさ」は、ユーザからの不満として最も大きな割合を占めている。具体的な要因としては、奥のものが「出し入れしにくい」「見づらい」という点が挙げられる。これらのことはユーザの身体的負担となることはもちろんであるが、さらには扉の開放時間延長による消費電力の増加を招き、また、食品の使い忘れによる無駄を生じさせる原因ともなる。そこで我々は、これらの点に配慮して新たな方式の棚を開発し、その有効性を検証するため従来の棚との比較を行った。

### 2. 方法

実験には2種類の冷蔵庫を用いた。片方の冷蔵庫の棚は手前に引き下ろすことのできる構造であった(以下、可動棚:図1左)。もう一方の冷蔵庫の棚は収容物を載せるだけの板状であった(以下、固定棚:図1右)。

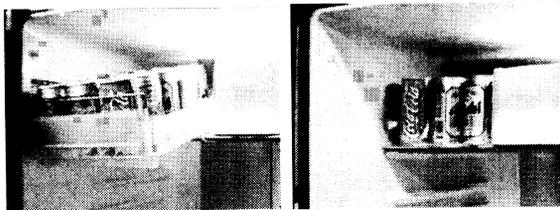


図1 実験に使用した棚(左:可動棚、右:固定棚)

#### 2-1. 被験者

健康な成人女性 12 名が実験に参加した。平均身長は 158.0cm (152.0~163.0cm, SD2.9cm)であった。

#### 2-2. タスク

可動棚および固定棚に左右方向3列、奥行き方向5列で飲料缶(350ml)が15本配置された。1本を赤色のターゲット缶とし14本を銀色の非ターゲット缶とした。これらの缶の右側には庫内収容物を模した障害物が置

かれた。被験者は冷蔵庫の前に立ち、実験者の合図により、右腕のみを用いてターゲット缶を探索し取り出すよう指示された。左腕は下垂位のままであった。取り出しの際に障害となる缶はいったん庫内下部に置き、ターゲット缶を取り出した後、棚に戻した。可動棚の場合、上記動作の最初に棚の引き出し、最後に棚の押し戻し動作が加わった。ただし、引き出し/押し戻しを行わずにターゲット缶を取り出せる場合にはこれを省いた。上記動作を1試行とし、可動棚と固定棚の各々で30試行を行った。ターゲット缶は先述の配置の各箇所にて2回ずつ出現し、位置と順序は無作為であった。また、被験者にはその位置は知らされなかった。

#### 2-3. 測定指標

タスク動作に関連する7つの筋の筋電図を測定した(右総指伸筋、右浅指屈筋、右上腕二頭筋、右上腕三頭筋、右三角筋前部、右僧帽筋下降部、左腓腹筋)。得られた筋電図のRMS値とタスク所要時間との積を試行ごとに算出し、それらの平均値を筋負担とした。また、VAS法による3項目(探しやすさ、取り出しやすさ、総合的な使いやすさ)の主観評価を行った。データ集録にはデータ集録・解析システム(Biopac Systems, inc., MP-150)を用いた。統計解析はMicrosoft Excelの関数を用いて対応のあるt検定を行った。

### 3. 結果

#### 3-1. 全試行での比較

筋負担は腓腹筋を除く全てにおいて可動棚で有意に低かった。腓腹筋では有意差は見られなかった。所要時間は可動棚で有意に短かった。主観評価は全ての項目において可動棚で有意に高かった(図2)。

#### 3-2. ターゲット位置が右端奥の場合の比較

可動棚が手前に引き下ろすことのできることの効果を見るため、ターゲット缶の位置が右端奥の4つのいずれかであった場合のみの比較を行った。この結果、筋負

担は全ての筋において可動棚で有意に低かった。所要時間は可動棚で有意に短かった。(図3)

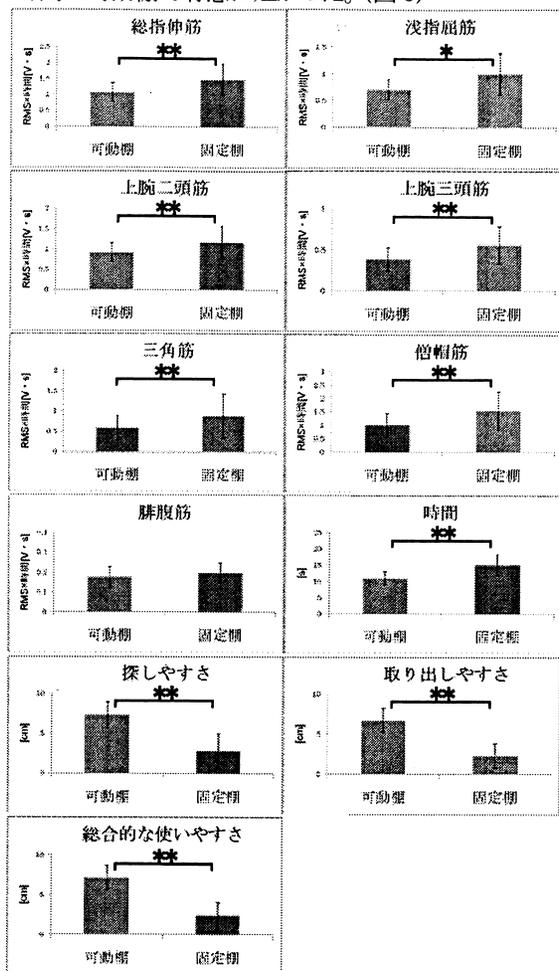


図2 全試行での比較結果(\*\*: p<0.01、\*: p<0.05)

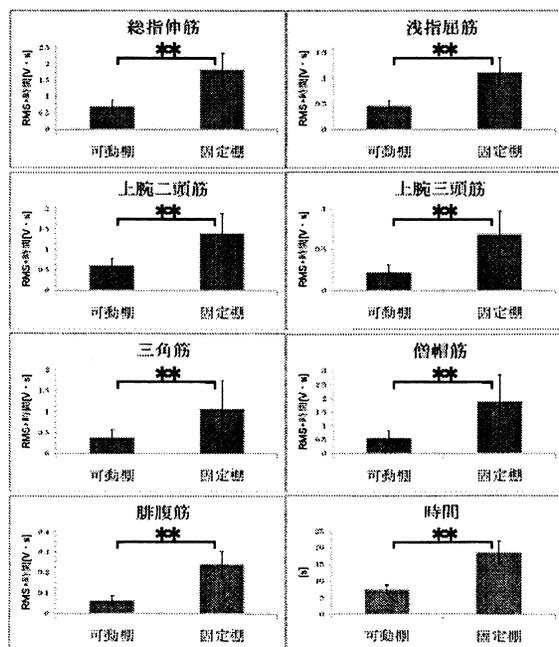


図3 ターゲット缶の位置が右端奥の場合の比較結果 (\*\*: p<0.01、\*: p<0.05)

#### 4. 考察

可動棚は、手前に下げながら引き出せることにより次の効果が得られる。

- ・ユーザから対象物までの距離が短くなる。
- ・手前の物をどけることなく奥の物を直接取り出せる。
- ・奥のものへの視認性が向上する。

筋電図、所要時間、主観評価のいずれにおいても可動棚で良い評価が得られたことは上記のことが寄与した結果であると考えられ、この新しい方式により内容物の取り出しやすさが向上したと言える。

全試行での比較において腓腹筋のみに筋負担の有意差が見られなかったが、これには「探索」の影響が考えられる。可動棚と固定棚とでは、筋負担の主な発生要因が異なる可能性がある。被験者行動の観察より、可動棚では缶を手でつまみ上げ、それがターゲット缶であるか否かを目視確認するためにつまみ立ちをする様子が多く見られた。このことから、可動棚では「探索」を主目的とする筋負担が主であり、固定棚では障害となる缶の出し入れによる筋負担が主であったと考えられる。

ターゲット缶の位置が右端奥であった場合、可動棚ではターゲット缶を直接視認できるため「探索」要因が排除される。このため、腓腹筋においても可動棚で固定棚と比較して有意な筋負担減少が生じたと考えられる。他の筋においても固定棚との差が広がっていることが図3からうかがわれ、このことは可動棚での視認性向上の効果によるものであると言えるだろう。

また、可動棚により所要時間が短縮されたことは、冷蔵庫の扉の開放時間短縮につながる。これにより冷気漏れが少なくなり、消費電力の減少も期待できる。

#### 5. まとめ

本研究では、冷蔵庫内最上段棚の食品の「出し入れのしやすさ」「見やすさ」を考慮して新たに開発された可動棚を固定棚と比較した。その結果、筋負担、タスク所要時間、主観評価のいずれにおいても固定棚と比較して良い結果が得られた。このことから、ユーザの身体的負担が減少し、使い勝手が向上したと言える。また、扉の開放時間短縮による省エネや、食品の使い忘れによる無駄の抑制にもつながると思われる。

#### 【連絡先】

小田 健太郎  
千葉大学大学院工学研究科 人間生活工学研究室  
〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33  
Tel: 043-290-3087  
E-mail: kentaro\_oda@graduate.chiba-u.jp

## 人間中心設計に用いられるシナリオの連続性

○伊藤 泰久<sup>\*\*\*</sup>、高橋 秀明<sup>\*\*\*</sup>、黒須 正明<sup>\*\*\*</sup>

(\*総合研究大学院大学 文化科学研究科 メディア社会文化専攻、\*\*株式会社 U' eyes Design

\*\*\*独立行政法人 メディア教育開発センター)

Continuity among scenarios used in human-centred design

Yasuhiro ITOH<sup>\*\*\*</sup>, Hideaki TAKAHASHI<sup>\*\*\*</sup> and Masaaki KUROSU<sup>\*\*\*</sup>

(\*Department of Cyber Society and Culture, The Graduate University for Advanced Studies, \*\*U'eyes Design Inc.,

\*\*\*National Institute of Multimedia Education)

### 1. はじめに

製品の開発プロセスに関する考え方の一つに人間中心設計(HCD)<sup>1)</sup>がある。

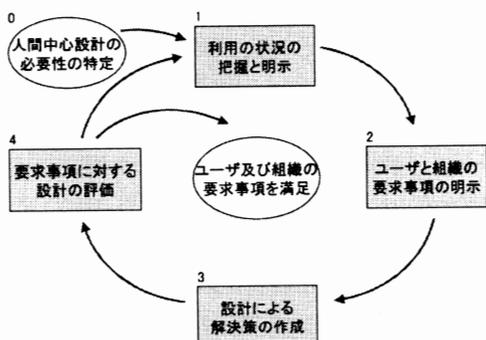


図1 ISO13407による人間中心設計のプロセス<sup>1)</sup>

1999年に、ISO13407<sup>1)</sup>(インタラクティブシステムにおける人間中心設計プロセス)が発行されてから今日まで、HCDに取り組む企業も増えてきている。ただし、HCDのプロセスに関する取り組み状況を考えると、「要求事項に対する設計の評価」など、比較的取り組み易いプロセスについては導入されているものの、「利用の状況の把握と明示」から「ユーザと組織の要求事項の明示」「設計による解決策の作成」のプロセスについては、未だ十分な取り組みが行われているとは言えない。また、近年では、ペルソナ<sup>2)</sup>に対する関心が高まり、ちょっとしたペルソナブームとなっている。これに伴いペルソナと共に使用されるシナリオ<sup>3)</sup>の重要性も増していると言える。ペルソナ・シナリオは、まさに「利用の状況の把握と明示」~「設計による解決策の作成」の部分に使えるとされる手法であり、開発者のニーズにうまく適合していると言える。ただしこのような、ペルソナ・シナリオを、開発のために導入すると、「ペルソナ作ってどうするの?」と言われるような困った状況に陥ることもあり、ペルソナ・シナリオに対する批判的な声も聞こえないわけではない。

このような状況を考慮して、ペルソナ・シナリオについて、改めて考えてみると、その有効性が不明確であることや、開発のステージやプロセス毎に、具体的にどのようなシナリオを書けばよいのか?と言う多くの疑問がある。このような問題が現在存在しているため、ペルソナ・シナリオの導入時に問題が生じたり、導入効果が現れにくいとも考えられる。

本論では、特にHCDにおいて用いられるシナリオに着目し、製品の開発ステージと、HCDの4つのプロセスの関係を示し、シナリオベースデザイン(SBD)<sup>3)</sup>で用いられる主要な4つのシナリオについての検討を行った。

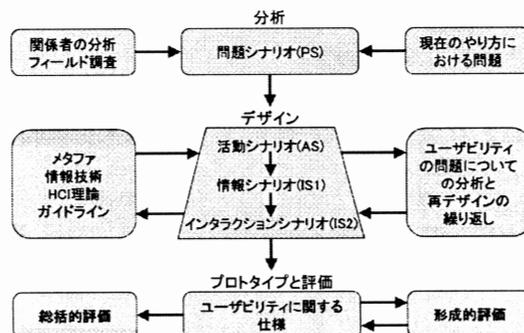


図2 シナリオベースデザインの流れ

### 2. シナリオベースデザイン

HCDの分野で使用されるシナリオについてはCarroll<sup>3)</sup>によるシナリオがある。Carrollは、シナリオを設計に用いる手法としてSBDを提唱している。SBDの流れを図2に示す。SBDでは、まずフィールド調査等を行い、問題シナリオ(PS: Problem Scenario)を作成する。これは、文章で書かれており、ユーザの目標や利用する対象の機器やサービスおよびこれらを利用する状況、直面した問題などの内容が含まれる。次にPSをベースとして、問題の解決方法を発想、考案した結果である活動シナリオ(AS: Activity Scenario)を作成する。次に機器のユーザインタフェース、画面デザインなどの情報シナリオ

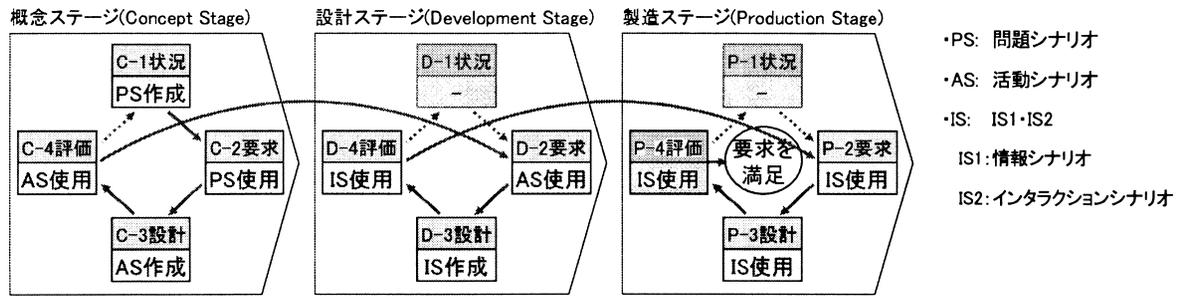


図3 シナリオと開発ステージ・HCD プロセスとの対応

(IS1:Information Scenario)と、操作の手順や具体的な操作方法を含むインタラクションシナリオ (IS2 :Interaction Scenario) が作成される。ここまでのシナリオは、全てテキストをベースとしている。次にプロトタイプを作成し、形式的評価を繰り返し、最終的に総括的評価により確認を行う。

### 3. 人間中心設計に用いられるシナリオ

#### 3.1 開発ステージとHCDプロセスとの対応

HCD のプロセス(図1)と製品開発のライフサイクルステージ<sup>4)</sup>との対応を図3に示す。HCD の4つのプロセス(状況・要求・設計・評価)は、製品開発における概念ステージ、設計ステージ、製造ステージのそれぞれの中に含まれると考えられる。

#### 3.2 シナリオと開発ステージ・プロセスとの対応

製品の設計ステージの各プロセスで使用されるシナリオとの対応を、図3に示す。

##### 1) 概念ステージ

概念ステージでは、製品やサービスのコンセプトを策定し、設計による解決策を作成する。まずフィールド調査やインタビュー調査などのユーザ調査の結果から PS を作成する。次に、この PS を用いて要求分析を行う。次に、要求分析の結果や PS を用いて AS を作成する。評価のプロセスでは、作成された AS をタスクシナリオとして用い評価を行う。

##### 2) 設計ステージ

設計ステージでは、要求仕様書を作成し、詳細設計を行う。必要がない限り、設計ステージではユーザ調査は行わない。次に前ステージで作成した AS 等を用いて、要求仕様書を作成する。次に設計のプロセスでは、要求仕様書等をもとに IS1 と IS2 を作成する。IS1・IS2 は、さらに詳細設計に対する入力となる。評価のプロセスでは、IS2 をタスクシナリオとして評価を実施する。

##### 3) 製造ステージ

製造ステージでは、システムの製造やソフトウェアの実装を行う。このステージでは、シナリオを新たに作成することは通常ない。評価のプロセスでは、前ステージで作成した IS2 をタスクシナリオとして評価を実施する。

### 4. 考察

HCD の活動は、基本的に前工程から次工程へ繋がって行くが、HCD で使われるシナリオも図3に示すように、前工程から次工程へ繋がって行く。HCD に使用されるシナリオには連続性があり、企画フェーズにおいて作成される PS がその源流となっている。この意味で、フィールド調査などのユーザ調査の実施およびこれらの結果から作成される PS が非常に重要であると言える。また、PS は AS へ、AS は IS1・IS2 へ変換されながら下流工程へユーザ情報を伝えて行く。ユーザ視点の開発を行うためには、ユーザ情報を損なわずに下流へ伝えて行く必要があり、シナリオの連続性も重要となる。

また、各プロセスで使われるシナリオを使うのはデザイナーやユーザビリティエンジニア、設計者であり、シナリオが使われるステージもプロセスも、利用者もまた異なる。よって、各開発ステージ・プロセスで使用されるシナリオ (PS、AS、IS1・IS2) の書き方やシナリオに含めるべき要素、シナリオに対する要件もまた変わってくるはずである。ただし、この要件については、まだ詳細な検討が行われておらず、HCD で使用される「良いシナリオ」と条件さえもあきらかになっていない。今後これらに関するさらなる検討および要件定義を行うことが望まれる。

### 5. 参考文献

- 1) ISO13407: Human-centred design processes for interactive systems (1999). JIS Z 8530: インタラクティブシステムの人間中心設計プロセス (2000).
- 2) アラン・クーパー, コンピュータは、むずかしすぎて使えない!, 翔泳社(2000).
- 3) Carroll, J.M., Making Use, MIT Press (2000).
- 4) ISO/IEC 15288: Systems engineering - System life cycle processes (2002). JIS X 0170: システムエンジニアリングシステムライフサイクルプロセス (2004).

#### [連絡先]

伊藤泰久 / 株式会社 U' eyes Design  
〒224-0001 神奈川県横浜市都筑区中川 1-4-1  
ハウスクエア横浜 4F  
e-mail: ito@ueyesdesign.co.jp

# B-2-1

## ヒトの手掌部の温冷感覚特性に関する評価実験に基づく

### その活用法の検討

○西川冬瑠\*, 土井幸輝\*, 瀬尾明彦\*  
(\*首都大学東京大学院システムデザイン研究科)

Inspection of practical use of thermal and cold sensorial characteristic in palma based on experiment

Tooru NISHIKAWA\*, Kouki DOI\*, Akihiko SEO\*  
(\*Graduate school of System Design Tokyo Metropolitan University)

#### 1. はじめに

最近さかんになっている触覚の活用について、家電の凸記号表示や点字、触知案内図などの凸刺激及び携帯電話の着信通知などに利用されているバイブレーションなどの振動刺激が事例として挙げられる。今後、第3の感覚器と言われ有効活用が望まれる触覚に関する同様の事例が増えていくことが期待されている。そこで本研究では触覚に着目し、その中でも十分に活用されていない温冷感覚を日常生活の中で活用できるかどうかを検討した。具体的には、手掌部の温冷感覚特性に関する評価実験を行い、温冷感覚特性の良い部位への温冷刺激の呈示がPC作業中の作業者に対するメール受信通知として活用できるかどうかを検討した。

#### 2. 実験1 温冷感覚特性評価実験

本章では、ペルチェ素子を温度可変素子として用い、基準温度(30.0°C)に対して温度を上下させた際の手掌部の温冷感覚特性を調べると同時に部位による差を調べた実験について述べる。

##### 2.1 方法

被験者は健康な22~24歳の男性10名を対象とした。ペルチェ素子を温度可変素子として用い図1のように実験装置を組上げた。被験者には測定部位が温度可変素子に触れるように手掌部を実験装置の温度呈示台に置いてもらった。次に、実験者の「はじめます」の合図とともに被験者の右手の計測部位に温刺激あるいは冷刺激の呈示が開始され、「温かい」あるいは「冷たい」と感じた時点で口頭で答えてもらい、そのときの温度を反応温度として記録した。また、実験終了後に被験者には温冷刺激に対する感じ易さを5段階(1:感じ難い~5:感じ易い)で答えてもらった。測定部位は親指の腹・拇指球・薬指の腹の3つで、それぞれを測定部位1、測定部位2、測定部位3とした(図2)。温冷両方の刺激で、



図1 実験装置



図2 測定部位

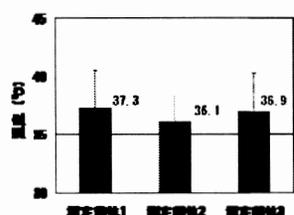


図3 反応温度(温刺激)

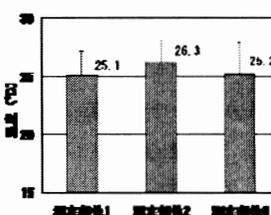


図4 反応温度(冷刺激)

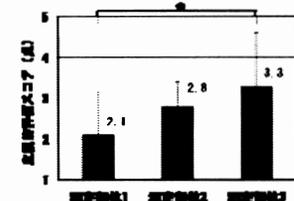


図5 主観的評価(温刺激)

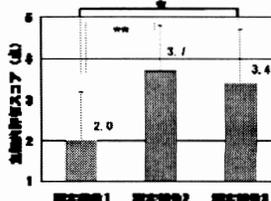


図6 主観的評価(冷刺激)

各測定部位に対して10試行の測定を行った。

##### 2.2 結果と考察

反応温度について、温刺激に対する反応温度は、測定部位による主効果は見られなかった( $F(2,27)=0.39$ ,  $p=0.68$ )。冷刺激に対する反応温度も、測定部位による主効果は見られなかった( $F(2,27)=0.86$ ,  $p=0.44$ )。これより、温刺激と冷刺激のいずれも測定部位による温度感覚特性に顕著な差がないことがわかった。ヒトは、温点と冷点の分布密度は、Rein や Strugholdらの研究により部位による差があることが一般に知られている<sup>1) 2)</sup>。指よりも手掌部のほうが一般に温点・冷点共に密度が僅かに高いことが知られているが今回の実験による温度感

覚特性の結果からは差は見られなかった。温度閾値は、刺激の接触面積や刺激の温度変化速度によって影響を受け、接触面積が大きくなればなるほど閾値が小さくなり、温度変化速度が速くなればなるほど同様に閾値が小さくなることから、今回のような接触面積や温度変化速度の条件が今回の実験結果に影響を及ぼした可能性は考えられる。以上より、測定部位については、先に述べたように手掌部の温点及び冷点の分布密度が高いことと、将来的に接触面積を変えることを想定して指先を避け、手掌部の拇指球(測定部位 2)が良いと考えられる。

主観的評価について、温刺激に対する主観的評価は、分散分析の結果、測定部位による主効果が見られた( $F(2,27)=3.21, p<.05$ )。測定部位2では、他の測定部位と比べて温刺激が密閉されており、感じ易かったと考えられる。一方で、冷刺激に対する主観的評価も、測定部位による主効果は見られた( $F(2,27)=6.09, p<.01$ )。これらの結果についても、温刺激に対する主観的評価の結果と同様に、測定部位2は他の測定部位に比べて冷刺激が密閉され感じ易い結果となったと考えられる。

以上の結果をまとめると、測定部位 2 が次章の実験で温冷刺激を呈示する部位として相応しいことがわかった。これより、次章では温刺激、冷刺激の温度設定をそれぞれ  $36.1^{\circ}\text{C}$ 以上( $36.5^{\circ}\text{C}$ )と  $26.3^{\circ}\text{C}$ ( $26.0^{\circ}\text{C}$ )以下として、温冷刺激の呈示を行うことにした。

### 3. 実験 2 PC作業中のメール受信の通知としての利用の可能性の検討

本章では、温冷感覚特性の良い部位への温冷刺激の呈示がPC作業中の作業員に対するメール受信通知として活用できるかどうかを検討した。

#### 3.1 方法

被験者は健康な22~24歳の男性5名を対象とした。被験者にはPC画面上にランダムに現れるターゲットをクリックするというタップ作業を行わせた。作業には温度可変素子を取り付けたマウス(図7)を使用し、温冷刺激呈示部に拇指球が触れるようにマウスを右手で握らせた。被験者の作業開始時に基準温度( $30.0^{\circ}\text{C}$ )に設定し、開始後しばらくして、実験者は温度可変素子の温度を変化させ温刺激( $36.5^{\circ}\text{C}$ )あるいは冷刺激( $26.0^{\circ}\text{C}$ )を呈示した。被験者には温冷刺激を感じた時点で作業を中断してもらい、デスクトップ上にあるメールボックスに見立てたフォルダを開かせた。このとき、温刺激だと感じた場合は「mailbox official」を、冷刺激だと感じた場合は「mailbox private」を開く。被験者には実験終了後に温冷刺激に対する感じ易さを、5段階(1:感じ難い

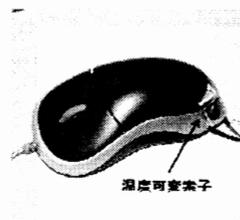


図7 温度可変素子を搭載したマウス

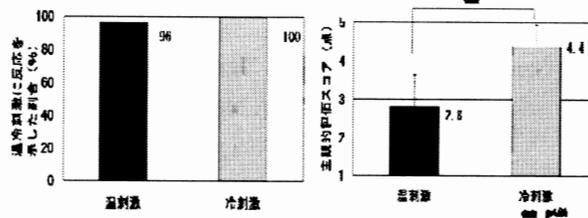


図8 温冷刺激に対して反応を示した割合

図9 主観的評価

~5:感じ易い)で答えさせた。温冷刺激はそれぞれ5回ずつ計10回ランダムに呈示した。

#### 3.2 結果と考察

温冷刺激が呈示された場合、それぞれ高い割合で作業を中断し各メールを確認できることがわかった(図8)。主観的評価は温冷刺激間で有意差が見られた(図9)。主観的評価に関して、冷刺激のスコアが高いことがわかる。ヒトは温刺激よりも冷刺激に敏感であることが知られているが<sup>3)</sup>、今回の実験からも同様の傾向が見られた。以上のことから、PC作業中にメールを受信通知は温冷刺激を呈示することで可能になると言える。

#### 4. まとめ

本研究では、ヒトの手掌部の温冷感覚特性を調べると同時に部位による差を実験により調べた。その結果、拇指球の温冷感覚特性が良いことがわかった。また、PC作業中のメール受信を温冷刺激により通知することができるかを実験により検討した。その結果、温冷刺激の呈示がメールの受信通知に有用であることがわかった。

#### 参考文献

- 1) Rein, H. :Über die Topographie der Warmempfindung. Beziehungen zwischen Innervation und torischen En dorganen. Zeitschrift für Biologie, 82, 513-535. 1925
- 2) Strughold, H. & Porz, R. :Die Dichte der kaltpunHaut des menschlichen Körpers. Zeitschrift für Biologie, 91, 563-571. 1931
- 3) 間田直幹, 内菌耕二:新生理学下, 第17編 第1章, 医学書院

#### [連絡先]

瀬尾明彦  
 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: ase0@cc.tmit.ac.jp  
 Fax: 042-583-5119

## システムの感性評価を目的とした生体信号の利用方法の検討(第5報)

～わくわくモデルの提案～

○青砥哲朗\*、濱野匡秀\*\*、渡邊浩之\*\*、大倉典子\*\*  
 (\*芝浦工業大学大学院工学研究科、\*\*芝浦工業大学工学部)

Study on Usage of Biological Signals to Evaluate Kansei of a System (Reprt5)・-Suggestion of a Wakuwaku -Model -  
 Tetsuro AOTO \*, Masahide HAMANO \*\*, Hiroyuki WATANABE \*\*, Michiko OHKURA \*\*  
 (\* Graduate School of Engineering, Shibaura Institute of Technology, \*\* Shibaura Institute of Technology)

### 1. はじめに

近年、アミューズメントパークやエンターテイメント市場が日増しに増大し、これに加えてコンピュータグラフィックスなどの技術が飛躍的に進歩したことで、インタラクティブシステムが、より一般的なものになってきている。このようなインタラクティブシステムにおいて、感性価値はとても重要なファクターである。

システムの感性価値を評価する際、アンケートのような主観的な評価指標が用いられてきた。しかし、アンケートには以下のようなデメリットがある。

- ・ 被験者の意図が混入してしまう
- ・ 評価を得るために、提示を中断する必要がある

そこで我々は、生体信号を用いて客観的に評価することを考えた。生体信号の利用により、被験者の意図が入るのを防ぐだけでなく、実験中の感情の変化を検知することが可能となる。

これらから本研究は、インタラクティブシステムの感性価値を、生体信号を用いて定量化するための、評価指標や評価方法を検討することを目的としている。

我々は、この研究に先駆け、音を用いた快・不快の検出実験、カードを用いた嬉しさ・悔しさの検出実験などを行い、生体信号の有用性を確認してきた(1～3)。

本報告では、これらの知見をもとに、感性価値の中からわくわく感に着目し、これを客観的に評価するための、生体信号を用いたインタラクティブシステムの感性モデルを導出した。

### 2. わくわく感を評価するための指標の検討

インタラクティブシステムのわくわく感を評価するための指標を検討するため、学生176名に対し、今までに体験した「わくわく」した体験と、その時の感情を他の言葉で表すと何か、という質問をした。

これを解析した結果、「わくわく」に関して以下が確認できた。

- ・ 何かに期待して「どきどき」しているときに、「わくわく」という感情が沸き起こっている
  - ・ 様々な感情(例えば「楽しい」「悲しい」「恐怖」など)に対して、「わくわく」という言葉が使われている
- そこで今回は、様々な感情から「楽しい」に着目し、2軸のわくわくモデルを提案した。図1にモデルの説明を示す。このモデルは、右上を「わくわくゾーン」として、中心からの距離を「わくわくの程度」とするモデルとなっている。

### 3. システムの構築・評価

#### 3.1 システムの構築

システムは、「もぐらたたき」を作成することとした。作成するシステムをもぐらたたきにすることで、以下のメリットがある。

- ・ どの穴から出てくるかと期待して、「どきどき」させることができる
  - ・ ゲームにすることで、被験者を楽しませることができる
- また、作成するもぐらたたきに様々なパラメータを設定し、「わくわく」の程度を測定することとした。パラメータは操作・音・標的とし、それぞれ2種類ずつの要素を設定した。これらを組み合わせ表1に示す8種類のシステムを構築した。

#### 3.2 システムの評価実験

被験者に8種類のシステムを使用してもらい、それぞれ

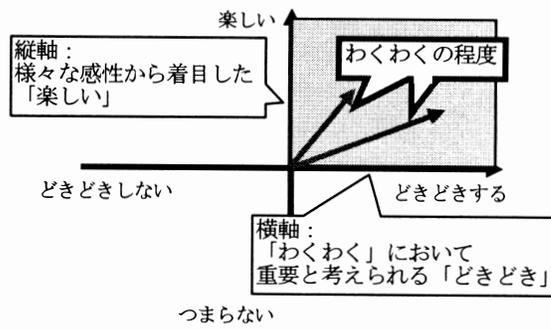


図1 わくわくモデルの説明

れをアンケートで評価してもらい実験を行った。アンケートには、「楽しい」、「どきどきする」などを5段階で回答するものと、「楽しかった瞬間はどの瞬間か」などを自由記述で回答するものとした。

また、実験中は電気皮膚抵抗・心拍・呼吸の3種類の生体信号を計測した。

### 3.3 実験結果

まず、5段階のアンケートに対して、「操作」、「標的」、「音」で、3元の分散分析を行った。その結果、ほとんどの項目において、「標的」、「音」で主効果が1%有意となり、「わくわく」の程度は標的や音に依存することがわかった。

また、「楽しかった瞬間はどの瞬間か」という自由記述の回答から、ハンマーの利用により被験者を楽しませることができたことがわかった。

これらから、以下が確認できた。

- ・ パラメータを設定したことで被験者の「わくわく」の程度を測定できた
- ・ 構築したシステムで、被験者を「わくわく」させることができた

### 4. モデルの導出

構築したシステムが、被験者を「わくわく」させることができたことを受けて、測定した生体信号から表2に示したような生理指標を選定し、ニューラルネットワークを利用して、モデルを導出することとした。

8種類の生理指標を入力、アンケート項目の「どきどきする」を出力とし、隠れ層1、学習用サンプルデータを全体の60%とした。

この結果から、以下の式を得た。

$$\text{どきどき} = 0.55 * \text{呼吸の大きさ} + 0.45 * \text{心拍数}$$

また、「楽しい」も同様に以下の式を得た。

$$\text{楽しい} = 0.71 * \text{心拍数} + 0.45 * \text{呼吸数分散}$$

この結果を図2に示す。ここで、各システム(A~H)の値は、被験者ごとに算出した各生理指標の値から上述した式で得られる「どきどき」と「楽しい」の値を、それぞれ平均したものである。この図で8種類のシステムの「わくわく」の程度を表現できていることが確認できた。

### 5. まとめ

わくわく感を客観的に評価するための、インタラクティブシステムの感性モデルを導出し、構築したシステムに関して、わくわく感の程度を表現できることを確認した。今後は様々なインタラクティブシステムに対し、モデルの評価・改善を繰り返す必要がある。

表1 構築した8種類のシステム

	操作	音	標的
A	テンキー	あり	モグラ
B	テンキー	あり	球
C	テンキー	なし	モグラ
D	テンキー	なし	球
E	ハンマー	あり	モグラ
F	ハンマー	あり	球
G	ハンマー	なし	モグラ
H	ハンマー	なし	球

表2 選定した生理指標

生体信号	生理指標
電気皮膚抵抗(GSR)	GSR平均値
心拍	心拍数
	心拍数分散
	RRI
	RRV
呼吸	呼吸数
	呼吸数分散
	呼吸の大きさ

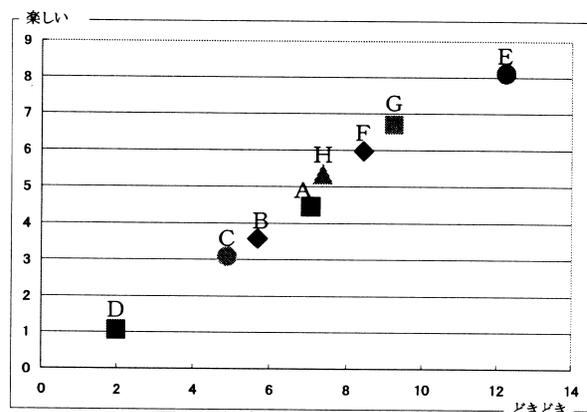


図2 作成したわくわくモデル

### 6. 参考文献

- 1) Aoto T, Ohkura M: "Study on Usage of Biological Signal to Evaluate Kansei of a System," Proceedings of KEER2007 (CD-ROM), L-9, 2007.
- 2) 青砥,大倉:システムの感性評価を目的とした生体信号の利用方法の検討(第2報)-男女間の比較, 日本人間工学会大会論文集, pp85-86, B-19 (2007)
- 3) Aoto T, Ohkura M: Study on Usage of Biological Signal to Evaluate Kansei of a System: Evaluation of feelings at a simple task using cards, Proceedings of the 2nd International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (CD-ROM) (2008)

#### [連絡先]

青砥哲朗 芝浦工業大学大学院工学研究科

〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5

TEL : 03-5859-8508

E-mail : m706101@sic.shibaura-it.ac.jp

## 呼吸音の解析方法の検討

○西倉健介(明星大学・院),金杉成昭(明星大学・学)  
 亀井延明(明星大学),亀井智子(聖路加看護大学)

The examination of the analysis method for the breathe sound

Kensuke NISIKURA , Shigeaki Kanasugi ,Nobuaki KAMEI (Meisei University)  
 Tomoko KAMEI (St.Luke's,College of Nursing)

### 1. はじめに

近年,慢性呼吸不全等の肺疾患や生活環境,食生活からアレルギーによる喘息が増加の傾向にある。このような背景より,本研究では呼吸音を実際に聴診器を用いて計測し,安静時の正常呼吸音と運動後の正常呼吸音との時間の相関性等,その解析方法を検討したものである。そして解析した結果を元に季節による呼吸器系の変化又は変調を予測し健康管理に役立つ方法を検討することを目的とした。

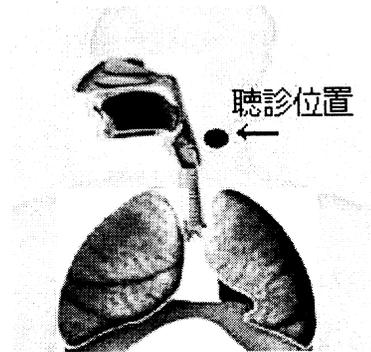


図 2<sup>2)</sup> 聴診位置

### 2. 呼吸音について

呼吸運動とは,体外の空気を肺のなかに入り出す運動で,吸息(吸って),呼息(はく)運動が規則正しく交互に繰り返される運動である<sup>1)</sup>。図 1 のように吸息は一定の大きさを持って行われており,呼息ははき始めが最大となり徐々に収束している。

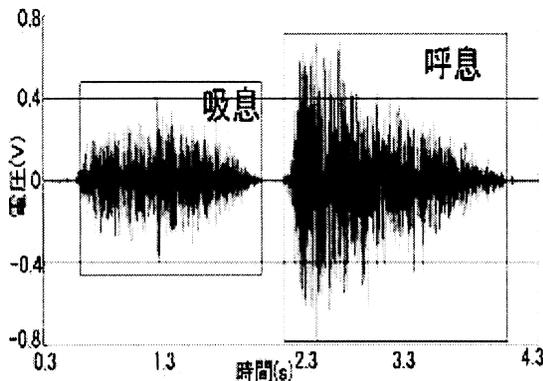


図1 一組の呼吸音

### 3. 2 フィルタ処理

ハイパスフィルタを 100[Hz],ローパスフィルタを 400[Hz]としてフィルタ処理を行った。このことによって,ノイズを減らし視覚的に波形を判断しやすくなり吸息部と呼息部の開始地点,終了地点を判断することが容易となった。今後,計測した呼吸音全てにこの条件でのフィルタ処理を行うものとする。

### 4. 解析結果

吸息部の開始地点,吸息部の終了地点と呼息部の開始地点,呼息部の終了地点の時間を計測した。それぞれを,図3で示したように,i-s,i-e,b-s,b-eとし,その後,i-s~i-e間を区間①,i-e~b-s間を区間②, b-s~b-e間を区間③,b-e~i-s間を区間④,と定めた。

図4の折れ線は同一人物を2008年3月の3週目より9月末まで28週にわたり測定した一組の安静時正常呼吸音の時間である。また同図中に示した直線は一般成人の安静時の呼吸数 14~18 回/分<sup>1)</sup>より求めたものであり下線は 3.33(s)上の線は 4.29(s)となった。

図5は安静時正常呼吸音の各区間の比率を求めたものであり,図6は運動後正常呼吸音の各区間の比率を求めたものである。また,本実験の運動とは階段を1階から6階まで駆け上がる事とした。

### 3. 測定方法

#### 3.1 聴診位置

本実験では図 2<sup>2)</sup>の点で示した位置に聴診器をあて呼吸音を計測した。

また,この聴診位置は左右両側で聴診が可能であるとされている<sup>3)</sup>。

図5,図6より安静時と運動後の呼吸音の比率で区間①( $t=0.621, df=48, p>0.05$ ),区間②( $t=0.114, df=51, p>0.05$ )で有意差は認められなかった。区間③( $t=2.732, df=54, p<0.05$ ),区間④( $t=4.219, df=49, p<0.05$ )で有意差は認められた。

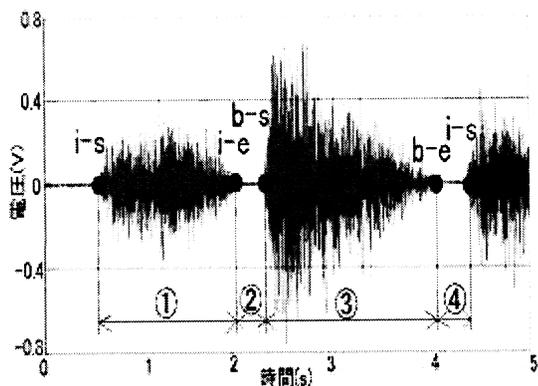


図3 聴診位置による呼吸音

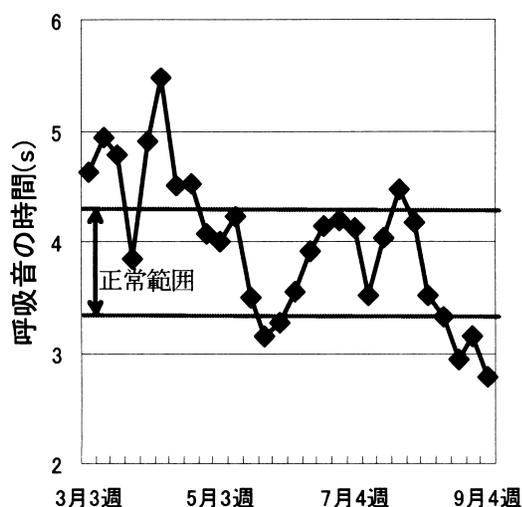


図4 安静時正常呼吸音の時間

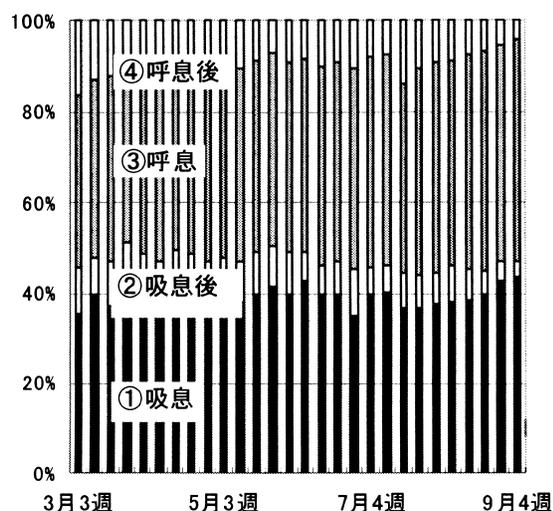


図5 安静時正常呼吸音比率

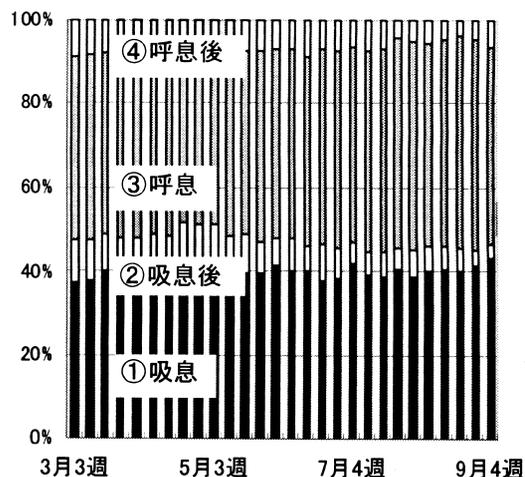


図6 運動後正常呼吸音比率

### 5. 考察及び今後の課題

本研究において,解析を行った結果,図4より正常範囲内を上回っている際,被験者は鼻づまりを,下回っている際は喉の痛みを訴えた。このことから呼吸音の時間を使って呼吸器系の変化又は変調を予測することが可能ではないかと考える。

安静時と運動後の呼吸音の比率で有意差を求めた結果,区間③と区間④に有意差が認められた。このことから運動後の呼吸音の比率は呼息部である区間③と呼息後である区間④が変動していると言えるのではないかと考えられる。

今後の課題として,安静時正常呼吸音の正常範囲内を超えている時期の気候や被験者の健康状態を考慮するため通年に渡りデータを計測して記録し,検討すべきであると考えられる。また,今回は被験者1名のみで計測を行ったが複数名から長期間の計測を行い同様のデータの処理を行う必要が有ると考えられる。

### 6. 参考文献

- 1) 北一郎:図解雑学 呼吸音のしくみ, ナツメ社,(2005),22,114
- 2) ビジュアルディクショナリー人体解剖図, 株式会社同朋舎,(1998),2
- 3) 飯島真之介:異常心音及び異常呼吸音データ解析システムの開発,明星大学平成18年修論,13,24

[連絡先]

西倉健介

明星大学理工学研究科機械工学専攻亀井研究室

〒191-8506 東京都日野市程久保 2-1-1

TEL:042-591-5111 代表(内線 80607)

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

## 不快刺激提示時における鼻部皮膚温度と血流量の比較検討

○梅原進\*、浅野裕俊\*、鈴木哲\*\*、井出英人\*

(\*青山学院大学理工学部、\*\*首都大学東京)

Comparative study of temperature of nose skin and blood flow volume when unpleasant stimulation is presented

Susumu Umehara \*, Hirotohi Asano \*, Tethu Suzuki \*\*, Hideto Ide \*

(\*Aoyama Gakuin University, \*\*Tokyo Metropolitan University)

## 1. はじめに

産業が発達した近年では、工場や自動車などの機械音による騒音、PCやOA機器などの電化製品から発生される騒音が増加してきており社会問題となっている。これらの騒音は集中力や作業能率の低下を招き、心身症、適応障害、心因反応などで人間の健康を害する可能性がある<sup>1)</sup>。我々はこれまで赤外線サーモグラフィ装置により取得した顔面熱画像を用いて、人の感情を推定し、快音・不快音の評価を行ってきた<sup>2)</sup>。一般に生理心理状態の変化に伴い、交感神経、副交感神経の働きによって血管収縮作用が発生し、血液量変化が生じる<sup>3)</sup>。特に鼻部周辺部には、毛細血管の血流量を調整する動静脈吻合血管(AVA: Arterio venous anastomoses)が皮膚と鼻骨のわずかな隙間に集中的に存在し、他の部位と比較して多い。さらに、血管が他の部位では脂肪層の下を走っているのに対し、鼻部周辺においては皮膚直下走行をしている。皮膚温度は血液量の変化に依存するため、副交感神経が優勢時には、AVAを通る血液量が増加することにより鼻部皮膚温がゆくり上昇すると考えられる。逆に交感神経が優勢時には血液量の減少により鼻部皮膚温が短時間に下降すると考えられる。このように生理心理状態は鼻部皮膚温度に顕著にあらわれるといわれている。これまで、体幹部などの皮膚温度と血流量とを比較する研究は行われていたが、鼻部の皮膚温度と血流量を比較した研究は少ない。そこで本研究では不快音を被験者に与え、その時の鼻部皮膚温度と血流量の比較を行うことを目的とした。その結果、心理指標が不快傾向を示した時に鼻部皮膚温度と血流量に関係性が見られたので報告する。

## 2. 測定環境

実験装置の概略図を図1に示す。本実験は電磁シールドルーム(幅3.8m×奥行3.1m×高さ3.2m)で行う。室温は $26.0 \pm 1.0$  [°C]、室内は無風である。被験者には心拍導電用電極を装着する。被験者の鼻尖から1.0[m]の位置に赤外線サーモグラフィ(日本アビオニクス製

TVS-700)を設置しPCにより制御し顔面熱画像を取得する。本装置の熱画像サイズは $255 \times 239$  [pixel]、温度分解能は $0.08$  [°C]、顔面皮膚放射率は $\epsilon = 0.98$ 、サンプリング周期 $2$  [s]である。また、赤外線サーモグラフィに平行してレーザー血流画像装置(オメガウェーブ社製OZ-1)を設置する。心電図測定用の電極は、左鎖骨下窩(N)、右鎖骨下窩(-)、および左前腋窩線上最下肋骨(+)の3点に装着し、心電図出力はベツトサイドモニター(日本光電製EEG-2110)を介して脳波計のDC入力部に接続する。

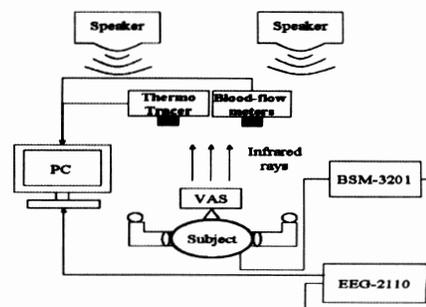


図1 計測システム

## 3. 測定手順

計測スケジュールを図2に示す。被験者は椅子に着座させて実験を行った。被験者の室温への慣れを考慮し、入室後20分以上経過後に実験を開始した。被験者の実験中の動きを抑えるため、顎を固定台の上に置いて測定した。また、実験開始直前および直後に被験者にVAS・POMSを記入させた。被験者には5分の安静時間の後、被験者前方にあるスピーカーを用いて聴覚刺激(スクラッチ音)を10分間聞かせた。聴覚刺激は等価騒音レベル $85$  [dB]と等価騒音レベル $50$  [dB]で、被験者1人に対して2回の実験を行った。被験者は22歳から23歳までの健康成人5名である。また、刺激への慣れを考慮し、実験は1日1回にした。

## 3. 評価方法

血流は相対値として測定されるため、刺激に対する

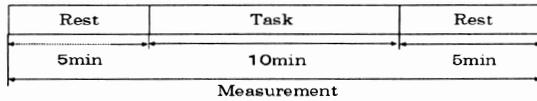


図2 計測スケジュール

血流反応は、始めの安静時間に対する血流の変化量で表した。同様に鼻部皮膚温度も評価した。心拍では心電図波形のR-R 間隔に着目する。副交感神経が優位になるとR-R 間隔が広がり、交感神経が優位になるとR-R 間隔が狭まると言われている。心拍では、安静時とタスク時のR-R 間隔を指標とした。心理状態の指標としてVAS(Visual Analog Scale) を用いた。対となる形容詞に、「pleasant(快)」と「unpleasant(不快)」を選択し、被験者がつけたチェックまでの距離を0~100のVAS値とし、快-不快の心理物理量とした。また安静状態でのVAS値からタスク中でのVAS値までの最大VAS変位を $\Delta E_{vas}$ とする。POMSによる主観評価指標として日本語版POMSを用いた。現在の「気分の状態」について65の質問事項により評価する、緊張・不安(T-A)、抑うつ・落ちこみ(D)、怒り・敵意(A-H)、活気(V)、疲労(F)、混乱(C)の6因子を測定できる<sup>4)</sup>。

#### 4. 結果および考察

図3に鼻部皮膚温度変化量と血流量変化量の推移、図4に最大鼻部皮膚温度変化量と最大血流量変化量を示す。不快刺激提示後には鼻部皮膚温度は低下し、それに伴い鼻部血流量も減少する傾向が見られた。また、不快感が大きい等価騒音レベル85[dB]の時のほうが等価騒音レベル50[dB]の時よりも鼻部温度・血流量で減少傾向にあった。VASでも等価騒音レベルが高いほど不快感が増す傾向が確認された。これは、等価騒音レベルが高いほど不快感により交感神経が優勢になり、AVAを通る血流量が減少し鼻部皮膚温度が低下したためだと考えられる。POMSによる因子別の評点では、実験前と比較し実験後では、活気(V)減少し、疲労(F)は増加していた。このことから刺激が不快感与え、心的疲

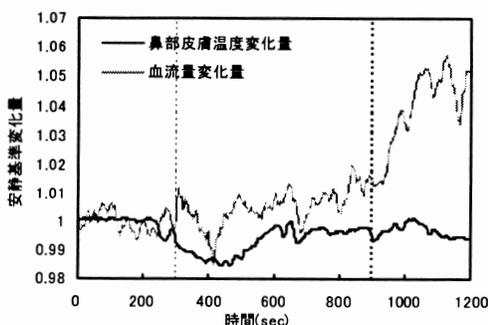


図3 鼻部皮膚温度変化量と血流量変化量の推移

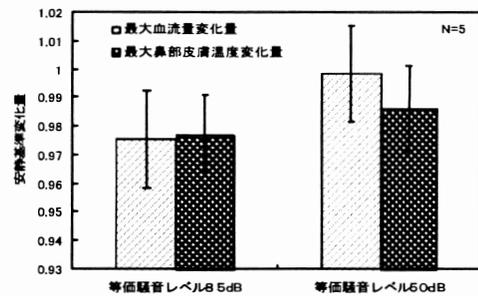


図4 最大鼻部皮膚温度変化量と最大血流量変化量

労を伴うものだった事が言える。心拍において安静時間に対するRRIの変化率は、等価騒音レベルに対しばらつきがあり、また被験者ごとでも規則性などは見ることができなかった。

本研究では不快音を被験者に与え、その時の鼻部皮膚温度と血流量の比較検討を行った。その結果、心的疲労が与えられた時に鼻部皮膚温度と血流量に関係性が見られることが示唆された。

#### 5. 参考文献

- 1) Nishimura Masaharu, Goto Tomonobu, Imajo Yoichi, Shigeki Kenji: "Quieting techniques for cooling systems of OA-equipments (Use of silencer ducts with acoustically transparent walls), Symposium on Environmental Engineering Vol.2005, No.15(20050706) pp.102-105 西村正治, 後藤知伸, 今城陽一, 茂木建二: "OA 機器 冷却系の低騒音化(音響透過ダクトの活用)", 環境工学総合シンポジウム講演論文集, Vol.2005, No.15(20050706)pp.102-105
- 2) Susumu Umehara, Hiroto Asano, Mizuno Touta, Hideto Ide: "Physiological Evaluation by Strength of Auditory Stimulus", IM-07-51(2007) 梅原進, 浅野裕俊, 水野統太, 井出英人: "聴覚刺激の強度における生理心理評価", IM-07-51(2007)
- 3) 最新医用サーモグラフィ 蟹江良一 石垣武男 日本サーモロジー学会
- 4) D.M. マックネア, M. ロー, L.F. ドロップマン: 日本語版POMS TM;

#### [連絡先]

梅原進  
 青山学院大学 理工学研究科 理工学専攻  
 電気電子工学コース 生体情報工学研究室  
 〒229-8558 神奈川県相模原市淵野辺 5-10-1 L426  
 E-mail: ume@biel.ee.aoyama.ac.jp  
 Tel: 042-759-6419 Fax: 042-759-6528

不快刺激提示時における鼻部皮膚温度と血流量の比較検討

# 脳性麻痺者の GUI 画面でのマウスポインタ操作特性に関する一考察

—D/C 比が移動および位置決め時間値に与える影響について—

○ 西口 宏美 \*

(\* 東海大学 情報通信学部)

Characteristics of Keyboard Operation by People with Cerebral Palsy  
- Adjustment of D/C ratio with Respect to Movement Time and Positioning Time -  
Hiromi NISHIGUCHI \*  
(\* School of Information and Telecommunication Engineering, Tokai University)

## 1. はじめに

筆者は脳性麻痺者の GUI 画面上におけるマウスポインタの操作特性について検討してきた<sup>1,2)</sup>。その結果、「画面上のポインタの移動距離が短くなると単位距離当たりのポインタの移動動作時間値が延長する」、「D/C 比を調整することによりポインティング作業時間値(MT; Motion Time)を最小とすることが可能であり、ポインタの移動距離によって MT を最小にする D/C 比の値が変化する」などの知見を得ることができた。しかし、ポインティング対象であるターゲットアイコン間距離が短く、ターゲットサイズがある程度大きい場合には、MT を最小とする D/C 比値が特定できないことがわかっている<sup>2)</sup>。これに対しては、ターゲット間距離が短い場合には D/C 比の調整にかかわらず終局動作に移行する前相の移動動作において十分な速度が確保できず、MT の最小化に至らないなどの理由が考えられる。

そこで本研究においては、まず脳性麻痺者における GUI 画面上でのポインタの移動軌跡と速度波形をもとに、GUI 画面上でのマウスポインタの移動動作を「移動動作相」と「終局(位置決め)動作相」に分離した。さらに、D/C 比が各動作相に要する時間値にどのような影響を与えているかについて検討するとともに、MT を最小にする D/C 比の特定の可能性の有無の要因について考察することを目的としている。

## 2. 研究方法

### 2-1. 用いた実験課題と実験条件

「マウス操作によりポインタを目的のアイコン上に移動させ、左ボタンをクリックする」という上肢作業を想定した「ポインタ移動ならびに位置決め作業課題(Visual Basic 5.0, マイクロソフト社製により作成)」を用いた。なお、作業課題は 15 インチサイズ、解像度 1,024×768(ピクセル)の TFT モニター上に提示し、ポインティングデバイスとして、光学式読み取りの 2 ボタンのスクロールマウスを使用した。また、作業課題は、図 1 に示したように「モニ

ター上に提示された基点(ターゲット)上にポインタを移動させてクリックして開始し、次にポインタを目標点(ターゲット)に移動させてクリックして終了する」というものである。移動方向については上方向のみの 1 条件とした。

ターゲット間距離(A)は、30mm, 90mm, 150mm の 3 条件、ターゲットサイズ(W)は、6mm, 9mm, 12mm, 15mm の 4 条件、D/C 比は、1.3, 2.4, 3.9, 5.1, 7.5, 9.5, 12.1 の 7 条件とした。これらの条件の組み合わせにより、 $3 \times 4 \times 7 = 84$  パターンの実験課題を実施した。

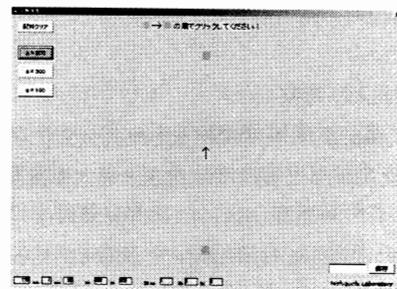


図 1 実験課題(A=150mm, W=9mm の条件時)

### 2-2. 被験者

東京都内の社会福祉法人が経営する印刷工場に就労している障害等級 2 級の脳性麻痺者 5 名を対象とした。対象者は全員が PC での印刷物の版下入力業務を行っており、PC 操作には熟練している。なお、実験実施にあたっては法人のケースワーカーから当該実験の趣旨の説明を依頼し、了承が得られた従業員を対象に実施した。さらに、日頃から PC 操作に熟練している健常者 8 名(22~47 歳, 男性 7 名・女性 1 名)にも比較対照群として協力を得た。なお、実験課題について、各条件に対して脳性麻痺者においては各課題パターンを 3 試行、健常者においては 5 試行を実施した。

### 2-3. 測定したデータと解析方法

#### ①画面上におけるポインタの座標

「モニター上に提示された基点上にポインタを移動させて左クリックして開始し、次にポインタを目標点に移動させて左クリックをして終了する」までの時間値を

GetTickCount 関数を用いて 10ms の精度で測定した。

## ②移動動作相と位置決め動作相の分離

測定した座標データを、1ピクセルあたり 0.3mm で換算したうえで、移動方向に対するポインタの移動速度(x, y 方向の移動速度の合成成分)と経時的変化との関係を速度波形として作成した。さらに、作成した速度波形をもとに移動動作相と終局動作相の二相に分離する試みを行い、それぞれに要する時間値を算出した。

## 3. 結果および考察

W=9mm の条件での脳性麻痺者における D/C 比と移動動作時間値との関係についてみる。D/C 比と移動時間値との関係を図 2 に、D/C 比と位置決め動作時間値との関係を図 3 に、D/C 比と各動作時間値との関係を示す予測式について表 1 に示した。

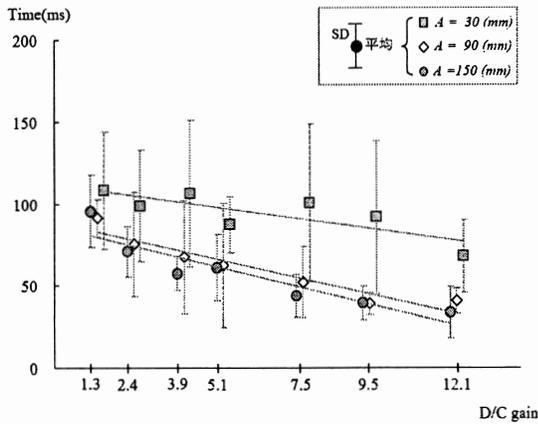


図 2 D/C 比と移動時間値(CP 群, W=9mm)

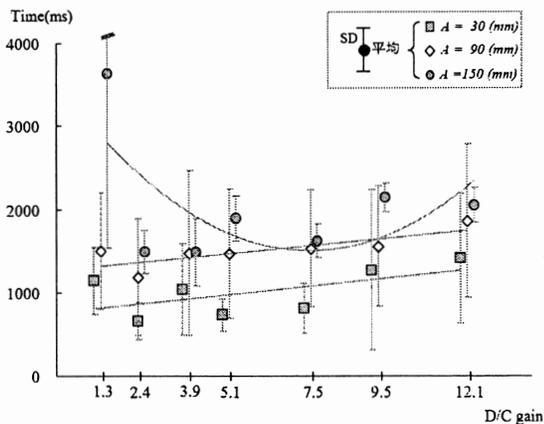


図 3 D/C 比と位置決め時間値(CP 群, W=9mm)

表 1 CP 群における推定式(W=9mm)

動作相	A(mm)	推定式	決定係数	相関性
移動	30	$MT = -2.8 \times ID + 111.3$	0.082	$p < 0.10$
	90	$MT = -4.6 \times ID + 88.7$	0.347	$p < 0.01$
	150	$MT = -5.0 \times ID + 81.8$	0.508	$p < 0.01$
位置決め	30	$MT = 42.3 \times ID + 754.6$	0.074	$p < 0.10$
	90	$MT = 39.5 \times ID + 1274.1$	0.038	-
	150	$MT = 36.2 \times ID^2 - 527.6 \times ID + 3430.5$	0.137	$p < 0.10$

その結果、D/C 比と動作時間値との間には有意に線形的な関係が認められ、D/C 比が大きくなると動作時間値は短縮された。また、A=30mm の場合には、A=90mm および A=150mm の場合と比べて単位距離当たりの移動時間値が延長している。

一方、位置決め動作時間値に関しては、W=6mm の条件時とは異なる傾向が見られた。移動距離が A=150mm の条件では D/C 比と位置決め時間値の間には 2 次曲線の関係がみられ、D/C 比の調整により位置決め動作相において時間値の最小化が行われていることがわかる。しかし、A=90mm においては有意性は認められないものの線形の傾向が、A=30mm においては有意な線形関係がみられた。換言すれば、ターゲットサイズ(W)が 9mm 以上でターゲット間隔(A)が 90mm 以下の場合には、D/C 比を低減することにより位置決め動作時間値が短縮されることになる。さらに、A=150mm の条件では他の W の条件(12mm, 15mm)でも D/C 比と MT との間には 2 次曲線の関係がみられたことより、D/C 比の調整により位置決め動作相において時間値の最小化が可能であると予想される。

## 4. まとめ

本研究において、GUI 画面上でのポインティング操作における作業時間値(MT)を移動動作時間値と位置決め動作時間値の二相に分離して検討したところ、脳性麻痺者の場合には、W=9mm 以上かつ A=90mm 以下の場合には MT を最小にする D/C 比は存在しないが、W=6mm または A=150mm の場合には MT を最小にする D/C 比が存在することがわかった。

## 5. 参考文献

- 1) 西口宏美, 齋藤むら子: GUI 画面上での脳性麻痺者のマウスポインタの移動と位置決め作業についての一考察, 人間工学, 43(3), 124-131, 2007.
- 2) 西口宏美: 脳性麻痺者の GUI 画面上でのマウスポインタ操作の効率化の支援方策に関する一考察-D/C 比の調整による作業時間値の短縮について-, 日本経営工学会誌, 59(5), 2008. (掲載決定)

## [連絡先]

西口 宏美

東海大学 情報通信学部 経営システム工学科  
〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 1117  
e-mail: NAH00632@nifty.com

## 精神作業継続時における生理・心理状態の 評価に関する基礎検討

○宮本大輔\*, 浅野裕俊\*, 鈴木哲\*\*, 井出英人\*

(\*青山学院大学, \*\*首都大学東京)

Basic Research on Evaluation of a Physiology and Psychology Condition in Continuation of a Mental Work

Daisuke MIYAMOTO\*, Hiroto ASANO\*, Satoshi SUZUKI\*\*, Hideto IDE\*

(\*Aoyama Gakuin University, \*\*Tokyo Metropolitan University)

### 1. はじめに

近年、情報技術の急速な発展に伴い、ヒトの担う精神的作業が多くなってきている。精神的作業による負荷・負担はメンタルワークロード(Mental Work-Load: 以下MWL)と呼ばれている。MWLには作業の強度・密度・難易度・時間的制約など、作業そのものの負荷や強度を上げることによって引き起こされる1次的なもの、それを継続することによって引き起こされる2次的なものがある。「過度なMWL(1次的)」や「MWLの継続(2次的)」は、ヒューマンエラーや健康被害を引き起こす要因であるといわれている<sup>1)~2)</sup>。それらを防止するためにもMWLの適正な評価は重要であり、現代においてその必要性は高まってきていると言える。

これまでのMWLの評価方法については、作業成績による評価、主観的評価、生理指標による評価などが主であった。特に生理指標に基づく評価は、客観的・定量的かつ実時間で扱うことが可能で、無意識下の反応も検出できるという優れた特徴がある。しかし、一般的に生理情報を計測するには電極を装着する必要がある。計測すること自体が被験者に精神的、物理的な負担となる可能性がある。一方、我々は低拘束・非接触で測定可能な赤外線サーモグラフィ装置により測定した顔面熱画像から得られる鼻部皮膚温度と額部皮膚温度の温度差(以下:差分温度)を用いて、生理・心理状態の評価を行ってきた。先行研究では、自律神経系の指標である差分温度を用いて「過度なMWL」の定量的評価を行ってきた<sup>3)</sup>。「MWLの継続」についての評価も行ってきたが、主観的データの不足や集団間変動が大きいため定量的評価には至っていない。

そこで本研究では、個人内変動に着目し「MWLの継続」における生理・心理状態の変化の定量的な評価を試みた。差分温度の平均温度変位により「MWLの継続」の定量的評価の可能性が示されたので報告する。

### 2. 実験方法

2-1 測定環境 計測システムを図1に示す。本実験は電磁シールドルーム(幅3.8m×奥行3.1m×高さ3.2m)で行う。室温は $26.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 、照度約200lx、室内は無風である。被験者は健康成人男性1名で、心拍導電用電極を装着し、鼻先から水平距離1mの位置に赤外線サーモグラフィ(日本アビオニクス製TVS-700)を設置する。顔面皮膚放射率は $\epsilon = 0.98$ とする。顔面熱画像を専用PCにサンプリング周期5[s]で記録する。また、心電図測定用の電極は、左鎖骨下窩(N)、右鎖骨下窩(-)、および左前腋窩線上最下肋骨(+)の3点に装着し(二誘導近似)、心電図出力はベッドサイドモニタ(日本光電製BSM-3201)を介して心電図計(日本光電製ECG-2110)のDC入力部に接続する。

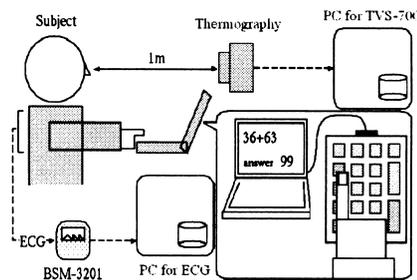


図1 計測システム

2-2 測定手順 本研究では、精神作業負荷としてPCのディスプレイ上で暗算課題を与える。課題は2項2桁の繰り上がりのない加算問題とし、3秒周期でランダムな数値を提示する。被験者は問題提示時間内に解答をテンキーで入力する。課題の所要時間は10分間、問題数は計200問(以下:Task)とし、計6回のTaskを繰り返し行う(図2)。計測は100分間で顔面熱画像、

心電図を測定する。また、Task の継続に対する主観評価のため、実験開始直前および直後に日本語版 POMS<sup>4)</sup>、Task の継続が被験者に及ぼす影響を評価するため各 Task 終了直後に VAS を記入させる。試行回数は 3 回である。

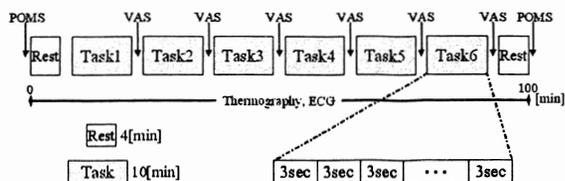


図2 計測スケジュール

2-3 評価方法 測定した各指標との比較により行う。生理指標は差分温度・心拍変動、心理指標は VAS、作業成績は TSF<sup>5)</sup>により測定する。ここで、差分温度を  $T(t)$  と定義する。 $t$  は Task 開始からの時刻である。Task1 前安静 4 分間の差分温度の平均値を  $T(0)$  とし、Task 毎の  $T(t)$  からの差分 ( $\Delta T(t) = T(t) - T(0)$ ) の平均値を平均温度変位  $\Delta T_{ave}$  と定義し、Task の継続に伴う負担の蓄積を表す指標とした(図 3)。心電図波形からは自律神経系の指標と言われている R-R 間隔を得た。VAS は、「まぶたが重かった(眠気・疲労の指標)」「緊張していた(負担に抗する努力の指標)」「意欲がわかなかった(あき・集中困難の指標)」の 3 項目<sup>6)</sup>について「全く当てはまらない」から「非常に当てはまる」の間で記入させた。

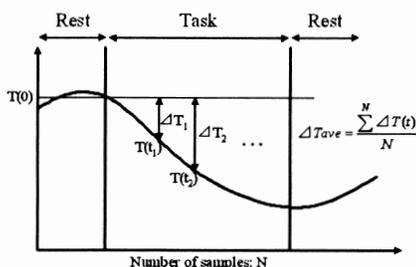


図3 平均温度変位  $\Delta T_{ave}$  のモデル

### 3. 結果および考察

実験前後の POMS による因子分析の結果、因子 F (疲労) に有意水準 1% で有意差が認められたほか、VAS についても、Task を重ねるごとに「眠気・疲労、あき・集中困難」は増加し、「負担に抗する努力」は減少した。これは Task の継続により負担が蓄積し、Task に傾ける努力や注意の心的エネルギーが減少したためと考えられる。また Task の継続に伴い、TSF や自律神経系の指標である R-R 間隔もわずかながら増加傾向にあった。次

に、図4に  $\Delta T_{ave}$  と「眠気・疲労」の関係を示す。これらには -0.96 (有意水準 1% で有意) という高い相関が確認された。つまり、Task を継続することによって出現する負担の蓄積を、 $\Delta T_{ave}$  により捉えられる可能性を示している。

本研究において、個人に対しての「MWL の継続」を評価する指標として、 $\Delta T_{ave}$  の有効性が確認されたが、試行回数や被験者が極端に少ないことから今後も慎重な議論が必要である。

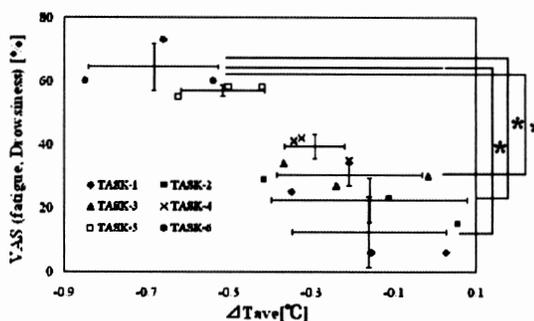


図4 平均温度変位と VAS(眠気・疲労)の関係

### 4. 参考文献

- 1) 芳賀繁:メンタルワークロードの理論と測定; 日本出版サービス(2001)
- 2) Nachreiner F. : International Standards on Mental Work-load? The ISO 10 075 Series -, Industrial Health, Vol.37, No.1, pp.91-99(1999)
- 3) 日沖求, 野澤昭雄, 水野純太, 井出英人:時間的圧迫状況下におけるメンタルワークロードの生理心理評価; 電学論 C Vol. 127, No. 7, pp.1000-1006 (2007)
- 4) D.M.マックネア, M.ロー, L.F.ドロップルマン:日本語版 POMS TM;
- 5) 高野研一, 吉野賢治, 長坂彰彦:生体情報を利用した精神作業負荷の評価に関する基礎的研究; 産業医学, Vol. 32, No. 2, pp. 105-117(1990)
- 6) 澤貢, 宇賀神博, 大久保亮夫, 芳賀繁:作業負担に及ぼす作業時間効果の測定のための実用的調査指標の開発; 日本経営工学会論文誌 Vol. 52 No. 4 (2001)

### 【連絡先】

宮本大輔  
 青山学院大学 理工学研究科 理工学専攻  
 電機電子工学コース 生体情報工学研究室  
 〒229-8558 神奈川県相模原市淵野辺 5-10-1 L426  
 e-mail: daisuke@biel.ee.aoyama.ac.jp  
 Fax: 042-759-6528

精神作業継続時における生理心理状態の評価に関する基礎検討

# 大量ライフログデータとベイジアンネットワークを用いた 日常生活行動因果分析

○白石 康星<sup>\*\*\*</sup>、西田 佳史<sup>\*\*\*\*</sup>、本村 陽一<sup>\*\*\*\*</sup>、溝口 博<sup>\*\*</sup>  
(\*東京理科大学、\*\*産業技術総合研究所、\*\*\*CREST,JST)

Causality analysis of daily life action by life log data and Bayesian network

Kosei SHIRAISHI<sup>\*\*</sup>, Yoshifumi NISHIDA<sup>\*\*\*\*</sup>, Yoichi MOTOMURA<sup>\*\*\*\*</sup>, Hiroshi MIZOGUCHI<sup>\*\*</sup>

(\* Tokyo Univ.of Science, \*\* AIST, \*\*\* CREST, JST)

## 1. はじめに

何らかの実験データから、可変パラメータである環境の属性と我々の行動との間の因果関係を見つけ、その知見に基づいて行動予測を行ったり、環境を変化させることで行動を制御しようとした試みに、行動分析学(1)がある。

一方、近年のユビキタスセンサ・大容量記録媒体の登場や、ベイジアンネットワーク(2)など統計数理手法などの技術的發展によって、非拘束かつ長期的な生活行動の記録や、大規模な生活行動データから環境と行動との因果構造モデルを構築するアプローチが利用可能になってきている。これら技術背景は、これまでは困難であったような日常生活全体を視野に入れた新たな行動分析が可能になりつつあることを示唆している。

環境と日常生活行動との因果構造を分析する際、ポイントとなるのは日常生活における行動随伴性(3)の記述である。環境や日常生活行動に関するセンサデータだけでなく、行動を起こすことで何を变化させたいと考えたのかのデータ、つまり行動目的をもデータとして取得することで、環境=行動=行動目的が関係付けられたデータを収集することが因果関係のモデル化に不可欠である。例えば、「お茶を入れる」という行動の場合、水分補給がしたいのか、体を温めたいのか、休息がしたいのかで、行動や環境の意味が違って来るからである。

そこで、本研究では以下の三つを目的とする。

- (1) 行動の発生時間や位置だけでなくその内容や目的が収集可能なセンサハウスを構築する。
- (2) 生活行動の時間・位置・内容・目的が関係付けられた大規模ライフログデータを収集する。
- (3) 収集した大規模ライフログデータとベイジアンネットワークを用いて日常生活行動因果分析を行う。

## 2. 方法

### 2-1. センサハウス

日常生活行動データの収集環境としてセンサハウスを構築した。実際の家にセンサを配備しているので長期的な住み込みが可能である。配備したセンサは以下の4つである。

- (1) 位置情報取得用の超音波式ロケーションセンサ
- (2) 家電消費電力取得用の家電消費電力計測システム
- (3) 視野情報と発言取得用のウェアラブルアイカメラ
- (4) 行動内容記録用の固定カメラ

行動目的の収集方法として、被験者にマイクを取り付け、行動毎にその目的を発言していただき、発言し忘れたなどあった場合は、後に動画を見ながら思い出せる範囲で追記していただく方法をとった。

### 2-2. センサデータの意味付け

行動内容・目的とセンサデータを関連付けるために動画と同期的にラベル付けをおこなうソフトウェアを開発した。動画とセンサデータは同期しているため、その動画に対して目的や行動を手動でラベル付けすることで、センサデータに対して意味付けをすることが可能となる。目的や行動のラベル付けのリストは被験者の発言を元に作成した。

### 2-3. 日常生活行動の因果分析法

行動因果分析の前に、行動の粒度を決める必要がある。行動分析では行動の目的が重要であると考え、行動の1単位を、「行動の発生から終了まで」ではなく「目的の発生(発言のあった時点)からその目的が達せられるまで」とした。以下この1単位をフェーズと呼ぶ。

次に、フェーズの説明変数候補(結果を説明する原因)を設定する。本研究では「場所・時間帯・行動履歴・不快指数・直前フェーズ」の五つを説明変数候補とした。これら5つの説明変数とフェーズとの関係を、ベイジアンネットワークを用いて確率的に因果構造をモデル化する。モデル評価は、例えば、実際のデータとフェーズ推論の結果を比較し、その的中率によって評価すること

が可能である。評価の良かったフェーズは候補として挙げた説明変数で説明可能であることを示しており、逆に評価の悪かったフェーズは候補の説明変数では説明できず、新たな説明変数が必要であることを示している。

このように「モデル構築→推論結果の評価」を行うことで、モデルを定量的に分析し、改善点を洗い出すことが可能となる。

### 3. 長期住み込み実験と分析結果

大量ライフログデータ収集のために、23 歳学生を対象とした長期住み込み実験を行った。実験の様子を Fig.1 に示す。



Fig.1 長期住み込み実験の様子

期間は合計で約 2 か月間である。そのうち意味付け作業が完了したのは 1 か月分であり、このデータを元にして先の説明変数とフェーズの確率的因果モデルを構築した。構築したモデルを Fig.2 に示す。

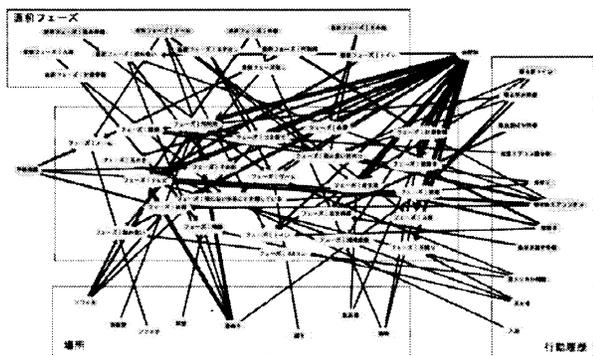


Fig.2 ライフログデータを用いた確立因果モデル

このモデルを用いて実際のフェーズを推論しその的中率により評価を行う。評価値として以下を定義した。

$$P = \frac{P_{i=match}}{\sum_{i=1}^N P_i}$$

$$Score = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M P \quad (0 \leq Score \leq 1)$$

$P_i$  は推論によって得られた、フェーズ (i) の確率値であ

る。また  $P$  は実際に合致したフェーズ ( $i=match$ ) の確率値を確率値の総和で割ったものであり、いわばフェーズごとの的中率といえる。また  $P$  の平均値をモデル全体の評価値 (Score) とした。

結果、構築したモデルの評価値は [Score=0.67] であった。フェーズごとの  $P$  の値を Table1 に示す。

Table 1  $P$  の値とフェーズ

P	フェーズ	P	フェーズ
0.92	入浴	0.35	ゴミ捨て
0.91	PC利用	0.30	飲食片づけ
0.65	身支度	0.24	メール
0.61	計測管理	0.22	飲食
0.60	テレビ	0.20	トイレ
0.57	休憩	0.17	照明
0.50	洗濯	0.13	環境調整
0.45	風呂準備	0.11	エアコン
0.44	ゲーム	0.07	その他
0.39	就寝	0.02	やることを探す

### 4. 考察

$P$  の値が高いほど、そのフェーズにとって今回設定した説明変数が適当であることを示している。モデルを見ると、例えば  $P$  の値が高かった入浴フェーズでは時間帯と居間に線が引かれており、その二つがフェーズ決定の重要な条件であるといえる。また休憩に関しては、場所や時間帯だけでなく不快指数も大きく関係している。風呂の水抜き時間帯にソファにいるという条件の下、不快指数が「寒い」を示している時、そうでないときに比べ休憩フェーズの発生確率が 0.5 から 0.0025 にまで減少するという推論結果が得られた。例えば、休憩をせずに仕事をしたいと思う場合、室温を下げることで休憩フェーズの発生を抑制することが可能になるのではないかという行動制御に関する新たな仮説が得られる。一方  $P$  の値が低いメールやトイレなどは、値の高かったものに比べ習慣性が低いものであると考えられる。突発的な行動の説明変数としては生理データや着信などが考えられ、それらをさらに説明変数として追加することが必要であるといえる。

### 5. 参考文献

- (1) Skinner, B.F. "Verbal behavior of organisms", New York: Appleton-Century-Crofts, 1938
- (2) 本村陽一, 岩崎弘利, "ベイジアンネットワーク技術: ユーザー・顧客のモデル化と不確実性推論", 電機大出版, 2006
- (3) 杉山尚子, "行動分析学入門", 集英社, 2005

# 座位自力移動のための低摩擦材について

—畳に対する摩擦係数について—

○小川 鑣一\*、大久保 祐子\*\*

(\*元東京電機大学、\*\*自治医科大学)

On Friction of Sheet Materials to move Sitting Person on Tatami

\*Koichi OGAWA, \*\* Yuko OKUBO

(\*Former Tokyo Denki University, \*\*Jichi Medical School of Nursing)

## 1. はじめに

畳上に置いた座布団下に摩擦の小さいシート材（例えば低摩擦の布地、広告紙など）を敷き、座ったまま移動する場合を考える。このような場合、畳と座布団との摩擦力が小さければ、手を使っての移動が可能になる。本稿では、身近にあるいくつかのシート状材料の摩擦係数を測定したので報告する。

## 2. 実験装置と方法

畳上の座布団下に図1に示すように低摩擦係数のシートを敷き、人力で引っ張る。座布団に均等の

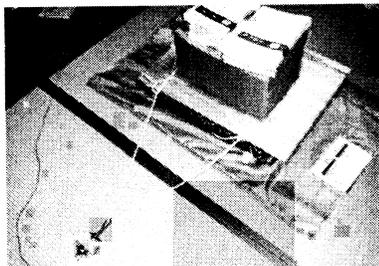


図1 摩擦力の測定実験風景

負荷をかけるため、その上に板と重りを乗せる。板の重さは4 [kgf]、その他の重量は本や水入りペットボトルの数で調整して実験を行う。引っ張り力測定のために図2に示すひずみゲージ式力変換器を試作した。起歪材は既成のアンクル材、材質はステンレススチールである。30 [kgf] まで校正を行い、その値までのひずみ出力の直線性を確認した。引っ張り力1 [kgf] に対するひずみは0.01632 である。

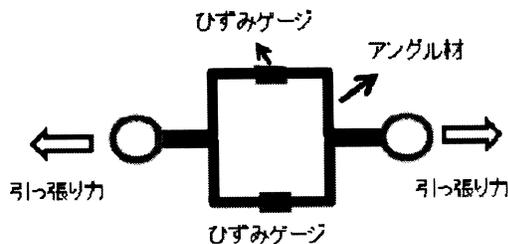


図2 試作した力変換器

畳の目の垂直、水平方向に図1のように人力で座布団を約10 cm移動させ、その時の引っ張り力を測る。

## 3. 実験結果

図3は摩擦力(引っ張り力)の測定例である。約10cm移動後に止め、それを3回繰り返した場合である。最大値を読み取り、その平均値を摩擦力とした。

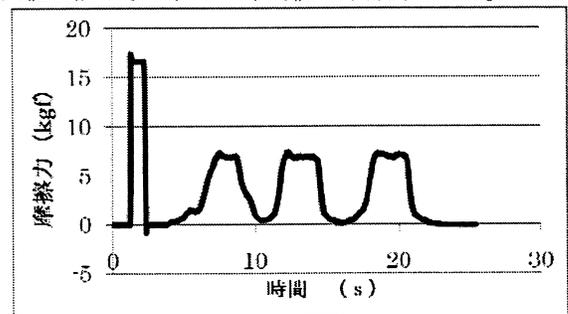


図3 摩擦力測定例

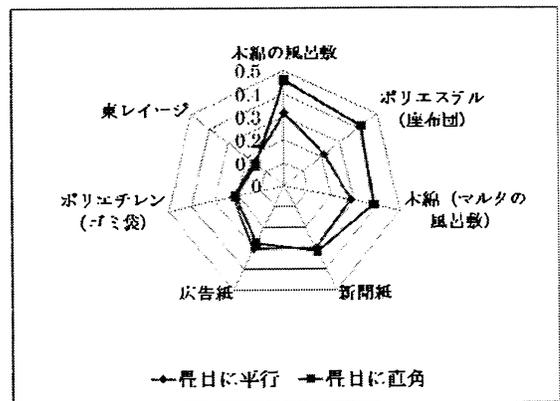


図4 各種シートの摩擦係数

摩擦係数 $\mu$ は、次式より求めた<sup>1)</sup>。

$$\mu = F / N \quad (1)$$

図4は、異なる材質シートの摩擦係数である。図5は座布団(ポリエステル)、図6は畳目に直角方向と水平方向に対し、荷重 $N$ を変えた場合の半透明ポリ袋(ポリエチレン)の摩擦係数を示す。

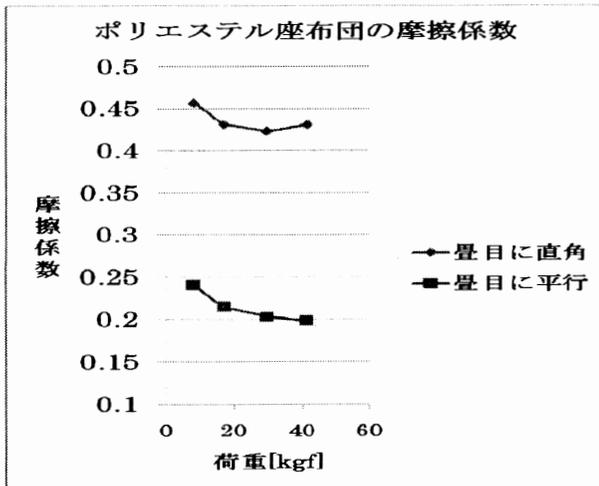
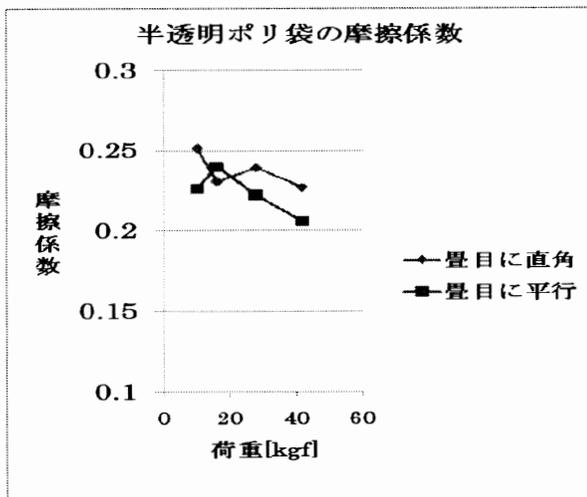


図5 座布団（ポリエステル）の摩擦係数



半透明ポリ袋（原料樹脂：ポリエチレン）：  
寸法：650×800mm、厚さ：0.015mm

図6 半透明ポリ袋（ポリエチレン）の摩擦係数

#### 4. 考察

座布団下に半透明ポリ袋を敷くと移動しやすいということはよく聞く。そこで、座布団（カバーの生地ポリエステル）を用いて畳上で引っ張り実験を行ったところ、畳目と平行、垂直に引いた場合とで引く力に差異があった。身近にある半透明ポリ袋（ゴミ袋）、木綿の風呂敷などの生地、新聞紙、広告紙などの用紙についても実験を行った。さらに介護用ナイロン生地の東レイジについても行った。その結果、図4に示したように木綿繊維、ポリエステルなど縦糸・横糸で編んである素材の摩擦力は畳目の方向でかなり異なることがわかった。これは、畳目の方向への座布団移動は、畳に接している繊維のわずかな凹凸が畳目に沿うよう

なかたちで動くので摩擦力は小さいと考えられる。これに対して、畳目に直角方向の動きは、畳目の凹凸を乗り越えるように移動するので摩擦力は大きくなったと考えられる。この差異は図5に示したようにかなり大きい。この傾向は、今回使用した座布団生地をよく見ると肉眼でも見えるほど繊維の凹凸があったことから理解できた。また、木綿についても繊維の凹凸が認められたので、畳目の水平・直角方向で摩擦係数に大きな差が表れたと考えられる。一方、半透明ポリ袋（ポリエチレン）は、前述した繊維で編んだ布地と異なり、表面が全方向にわたり平らで滑らかである。そのため畳目の方向には影響を受けず図6のように畳目両方向への摩擦係数は一致したと考えられる。

摩擦の研究は古く、以下のクーロンの法則がある。

- 1) 摩擦力は、荷重に比例する。
- 2) 摩擦力は、みかけの接触面積に無関係である。
- 3) 摩擦力は、すべり速度に無関係である。

上記1)によると摩擦係数は荷重に依存しないはずである。ところが、図5、図6に示したように荷重により摩擦係数は若干減少の傾向を示した。この理由は、畳の表面は荷重によって変形する、実験を繰り返すと畳の表面は次第に滑らかになるので摩擦係数は減少したものと考えられる。

#### 5. おわりに

文献<sup>1)2)</sup>によると、各種物体の摩擦係数は氷と氷が0.1~0.15、ナイロンとナイロンが0.15~0.25、木綿と木綿が0.6である。図6より半透明ポリ袋（ポリエチレン製）と畳の摩擦係数は0.2~0.25という結果であった。この値は氷と氷に迫る低摩擦係数である。しかも、この摩擦係数は畳の目の方向に依存しないので、全方向へ同じ摩擦力で移動することができる。今後、安価な半透明ポリ袋を主に考え、人が座った座布団下にそれを敷いた実験と評価を行いたいと考えている。

#### 6. 参考文献

- 1) 河野彰夫：摩擦の科学、p.25、裳華房、1989
- 2) 田中久一郎：摩擦のおはなし、p.249、日本規格協会、1994

#### [連絡先]

小川 鑑一  
〒358-0012 埼玉県入間市東藤沢 8-20-6  
e-mail: k2m2t@ictv.ne.jp  
Tel : 04-2964-9955

## 聴覚の誤りと機械認識の誤り

江袋林蔵  
(SAU 研究機構)

### Auditory Error and ASR Errors

Rinzou Ebukuro  
(SAU Research Org.)

キーワード：聴覚、認知、感覚、相異度指標、定量的評価、定性的評価、MM則

#### 1. はじめに

機械認識の誤りと人の聴能力とはよく対比され、機械稼働現場では人の聴能力が優れているという根拠のない前提から機械側がよく批判されたりしてもいる。しかし、その誤り率を単純に比較した結果では、人の聴能力は必ずしも ASR (Automatic Speech Recognition) による機械認識の能力以上でも無いことが分かっている。相互の誤りの特性が、相異度指標という共通の評価尺度を用いて検討した結果明らかになってきている部分もある。今後の機械認識の適切な応用事例の開発や根拠のある人の聴能力評価に資する為に、ここで評価法的一端を紹介する。

#### 2. 伝統的な定量的誤りの評価方法

産業応用における ASR errors の契約上の実用的限界値は 3%とされている。その為には、①音声入力の基礎訓練を受け、②音声入力作業に貢献している意欲を持ち、③その稼働に熟練したオペレータにより、④音声入力適合現場で、⑤現場の事情に適合するように良くチューニングされたマシンを用いた⑥通常の稼働状態であることが運用条件とされている。人の聞き誤り (Auditory Errors) の大きさは、単語の種類と聴き取る人の経験属性等の各種の条件によって異なるが、数%～10%以上になる場合のあることが実験により確認されている [e.g. 人間工学

vol. 31, No. 2, p. 127, 表 8、1995]。これが、伝統的に行われている定量的な性能比較の考え方である。性能評価には、人と機械とでは、明らかに音声刺激の受容・認知や、感性・感覚の有無等の認知システムとしての仕組みやテスト条件の相異があると言えるが、どちらがどのように優れているかは、定量的特性評価のみでは明らかにされ得ないでいた。

#### 3. 誤りに関する定性的評価方法

Fig. 1 は、リスト単語対の相異度指標 I 軸上の分布 (山形) と人の誤聴・ASR 誤認識単語対の分布 (右下がり) を表すものである。立ち下がりが急なものは人の誤聴で、緩やかなものは、HMM 法による ASR 誤りの単語対分布である (Cited from 2nd ed. International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors, Vol.1, Fig 3 p.280/江袋の論文より)。ここで得られている誤りは、あらかじめ相異度指標  $I \leq 2$  の領

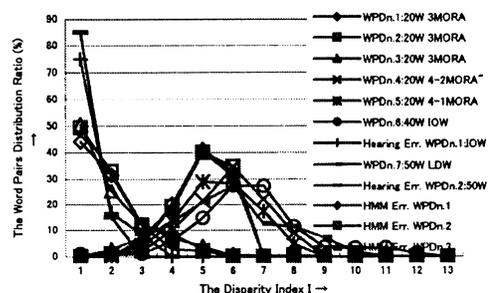


Fig.1 Word Pair Distr'n's of Listed Word Pairs, Hearing Err.s, and HMM Err.s

域にあり、その定量的な大きさとは関係なく、定性的には、ほぼ正常な誤りであることが言

える。Fig.1 に示すようなリスト単語対分布と誤り単語対分布の関係を、経験則MM則とし、発声確度や人の聴能力、機械認識性能評価の定性的評価基準としている。

#### 4. 人の誤りと ASR 誤り

誤りに関する人と ASR とのおよその比較結果を表 1 に示す。

表 1 人の誤りと ASR 誤りの比較

No.	比較項目	人	ASR	備考
1	定量的誤り	大小は決め難い		条件による
2	誤りの終息域	2~3	6±	$I \leq N$
3	誤り単語	多様	登録単語	注 1
4	稼働要件	日常的	綿密	注 2

注 1：人の場合は、リスト単語にもリスト外単語にも誤る。ASR の場合、多くはリスト単語である。

注 2：人の場合は、テストの場合でも、日常的感覚のママ行われるが、ASR の場合は、各種環境要件の設定の有無が肝要である。

#### 5. 検討と考察

##### (1) ASR 性能の前提条件の認知

多くの音声認識製品には音声認識の有利性が歌われているが、これは、事実に基づく記述であって、虚偽を言い立てているわけではない。しかし、ネット上に公開された The Secret Diary of Steve Jobs (Tuesday, July 10, 2007 Vista's advanced speech recognition technology) ) によれば、I'm not sure if this is for real but even if it isn't it's fun to imagine that it is. という見出しで、音声入力に苦戦している様子が公開されている。Fig. 1 に示した HMM による音声入力テスト結果は、時間をかけて、被験者の教育と装置のチューニングを行った結果得られたものである。つまり、Steve がどのような準備の下に入力テストを行ったかは不明であるが、ASR の稼働には、少なくとも、§ 2 ①~⑥ に示したような要件のあることが、販売側を含めて改めて認識し、周知する必要がある、ということである。必要なことを周知しないのは、許されることではない。しかし、これは、アーゴノミクスの研究

分野の重要な課題でもあり、我々がこれを見過ごしていると言うことも反省しなければならないことである。

##### (2) 人の聴能力理解と誤聴の低減

表 1 に人の誤りの多様性について触れたが、人の誤りはテストの環境条件を整えば、ASR と異なり、低相異度領域  $I \leq 2$  に集中する傾向がある (MM 則適合)。人の場合は、従って、① 誤りが  $I \leq 2$  に集中するか否か、②  $I \leq 2$  に集中した場合の定量的大きさ、③ 誤りが  $I \leq 2$  に集中しない場合の分布形状、④ 誤り単語がリスト単語にあるか否か、といったことが主たる評価の対象となる。整ったテスト環境とは、様々な場面で誤聴を防ぐ、或いはその機会を低減する為の施策が整備されている事で、低相異度領域での誤りの性質を分析することは、聴覚コミュニケーションの為の用語選定の参考になると考える。

#### 6. おわりに

ここで、人の聴能力が優れているか? といった幾つかの基本的問題を提起したが、根拠のない前提に対するその妥当性を立証する (or 否定する) 基礎的な研究がこの分野では更に必要とされると考えている。音声入力の実用化促進には、少なくとも § 2 ①~⑥ に示したような要件が必要と述べたが、一般には未だに“音声入力はすぐ使える”という事をセールスに使う企業があり、販売側が、販売促進と実績確保のみに邁進するという風潮が問題にされているむきもある。音声入力の導入に際しては必要要件を周知 吟味する必要があり、その KH や KW の体系化も必要でアーゴノミックマネジメントの重要な課題である。人の場合は、大規模・複雑で誤りの修正機能を備えた後処理機能を持つことが機械との違いであるが認識能について直接比較できる相異度指標という尺度が見出されているので、それぞれの特質がかなり具体的に明らかにされるものと期待している。

## 聴覚刺激による注意喚起が人間操作者の反応時間に与える影響

○末長 修\*, 桂山博樹\*\*, 中澤悠太\*\*  
 (\*静岡大学工学部, \*\*静岡大学大学院工学研究科)

Effects of attention awakened by auditory stimulus on human operator's response time in manual control system

Osamu SUENAGA\*, Hiroki KATSURAYAMA\*\*, Yuta NAKAZAWA\*\*

(\*Faculty of Engineering, Shizuoka University, \*\*Graduate School of Engineering, Shizuoka University)

### 1. はじめに

近年、高度に発達した情報通信技術やセンシング技術、さらには制御技術などを利用して、システム側が人間よりも先に危険を検知し、警報を出すといった人間-機械系の実現も可能となり、また実用化されつつある。事故予防の観点からも、このような注意喚起を行なう人間-機械系に対して、警報の提示方法などといった、注意喚起の方法の確立が今後の重要な課題になってくると思われる。すなわち例えば、警報のタイミングはシステム側の機能・性能に依存して、決められるのではなく、人間の特性を考慮したものでなくては、注意を的確に喚起することもできず、逆にシステムへの不信頼感を招く危険性すらあると考えられる。

そこで本研究では、人間の認知特性を考慮した、人間-機械系支援システムの構築を目指す基礎研究として、注意喚起が手動制御時の操作者に与える影響や効果を、特に注意喚起に用いる聴覚刺激の種類、提示方法や先行時間について、視覚刺激に対する反応時間から実験的に検討することを目的とする。

### 2. 実験

#### 2.1 実験1

注意喚起に用いる聴覚刺激の違い(音の高低や音色など)が視覚刺激に対する反応時間に与える影響を検討するための予備実験として、まず印象の異なる刺激音を選定する。

#### 2.1.1 方法

刺激音として、正弦波、矩形波、三角波、AM 変調波の4種類の波形に、500, 1000, 1500, 2000Hzの4種類の基本周波数を有する計16種類を用意した。被験者(16名)には、1回ずつランダムに聴取した、各刺激音の主観的評価を行ってもらった。

#### 2.1.2 結果および考察

各刺激音の主観的評価をクラスター分析した結果、正弦波500Hzと三角波2000Hzが最も特徴の異なる音と評価された。そこで、これらの刺激音を今後の実験において聴覚刺激として用いることにした。

### 2.2 実験2

注意喚起としての聴覚刺激提示後の視覚刺激に対する反応時間を測定する。

#### 2.2.1 方法

実験システムを図1に示す。視覚刺激は表示装置上の左右・上下の計6か所のいずれか1つの位置でランダムに提示される正方形とした。被験者には、表示装置中央部に提示した注視点に対して、視覚刺激が提示された方向(例えば、左側の3か所のうちどれか1つが提示されれば左、同様に右側に提示されれば右)に対応するカーソルキー(左向き、もしくは右向き)をできる限り早く押しもらった。ここで、聴覚刺激が提示されてから視覚刺激が提示されるまでの時間を先行時間とし、視覚刺激が提示されてからカーソルキーが押下されるまでの時間を反応時間とした。

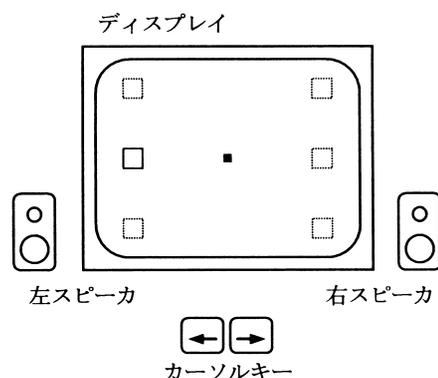


図1 実験2の概要

聴覚刺激には、正弦波500Hzと三角波2000Hzの刺激音に加え、「ひだり」もしくは「みぎ」と発音する音声の3種類を用いた。また聴覚刺激の提示方法は、左右のスピーカから同じ刺激音あるいは音声を鳴らす提示方法Iと視覚刺激が現れる方向のスピーカを鳴らす提示方法II(例えば、左側に視覚刺激が提示される場合には、左側のスピーカのみから刺激音/音声を提示)の2方法とした(図2参照)。聴覚刺激の先行時間は0~1000msの100ms間隔と1500msの12通りとした。

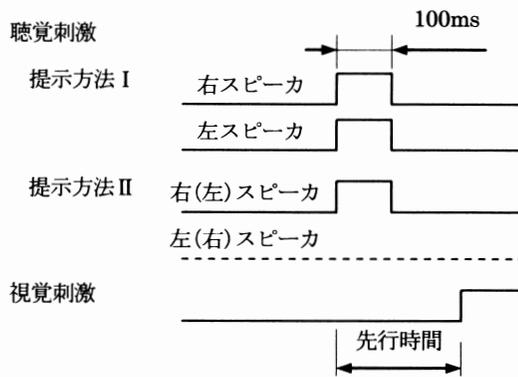


図2 聴覚刺激の提示方法

3(聴覚刺激の種類)×2(聴覚刺激の提示方法)=6通りの注意喚起条件に対する反応時間を測定した。各条件において、先行時間を無作為化した12回の測定を1試行とし、さらに各条件を無作為な順序で行う6試行を1セットとした。被験者にはこれら2セットを行ってもらった。被験者は大学生10名(22~24歳)である。

### 2.2.2 結果および考察

測定結果の一例を図3に示す。

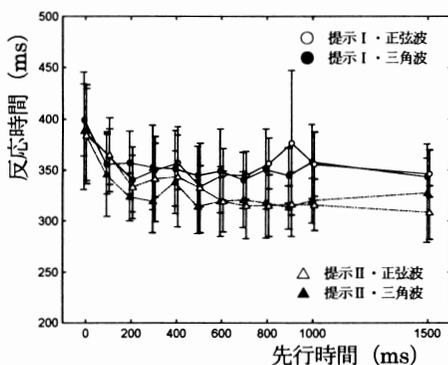


図3 反応時間(実験2)

分散分析及び多重比較を行なった結果、聴覚刺激の種類に関しては、“音声の情報による、視覚刺激が提示される方向の教示”が、提示方法に関しては“聴覚刺激が聞こえてくる方向による教示(提示方法II)”が反応時間の短縮に有効であることがわかった。

## 2.3 実験3

簡易なドライビング・シミュレータを作成し、カートの操作中に、実験2と同様に、聴覚刺激提示後の視覚刺激に対する反応時間を測定する。

### 2.3.1 方法

被験者には、ステアリングホイールによるカートの操作を行い、できるかぎり目標値に沿って走行するように指示した(運転タスク)。また反応時間の測定には、ステアリング中央に左右3個ずつ配置されているボタンのうちそれぞれ一番上のボタンを使用した。

聴覚刺激の種類は三角波2000Hzと音声の2種類とした。注意喚起条件は2(聴覚刺激の種類)×2(聴覚刺激の提示方法)=4条件とし、聴覚刺激の先行時間は、0, 300, 600, 900, 1200, 1500msの6種類とした。また、各条件に対して先行時間を無作為化した6回の測定を1試行とし、さらに各条件を無作為な順序で行う4試行を1セットとした。被験者には2セット行ってもらった。なお被験者は大学生20名(21~24歳)である。

### 2.3.3 結果および考察

測定結果の一例を図4に示す。

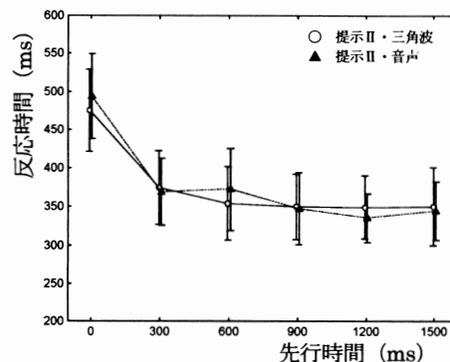


図4 反応時間(実験3)

実験2の結果と同様に、提示方法IIの“聴覚刺激が聞こえてくる方向による教示”は反応時間の短縮に有用であったものの、“音声の情報による方向の教示”の有用性は低下した。これは運転タスクに注意資源を必要としたため、音声の情報(「左」もしくは「右」)を活用できなかったのではないかと推察される。

先行時間との関連については、実験2では、先行時間が約500~700msの範囲で反応時間が最短となる傾向が見られるものの、その変動は大きい。一方実験3では、900msより長い先行時間に対しても、反応時間に大きな変動は認められなかった。これは運転タスクが難しいことがかえって、能動的注意による視覚刺激提示に対する注意レベルの維持を促進し、その結果として反応時間がほぼ一定の値を示したものと推察される。

## 3. 結論

聴覚刺激を用いた注意喚起により、反応時間の短縮が実験的に確かめられた。さらに作業負荷の程度により、その反応時間の短縮に有用な聴覚刺激が変化することも明らかにすることができた。

### [連絡先]

末長 修

静岡大学工学部

〒432-8561 静岡県浜松市中区城北3-5-1

e-mail: suenaga@sys.eng.shizuoka.ac.jp

Tel: 053-478-1204

## 環境音名称の主成分と共感覚反応の分析

○ 佐古 めぐみ\*, 河合 隆史\*, 三家 礼子\*, 佐古 順彦\*\*

(\*早稲田大学 大学院国際情報通信研究科, \*\*早稲田大学 人間科学学術院)

Analysis of primary components of and synesthetic responses to verbally presented environmental sounds.

Megumi SAKO\*, Takashi KAWAI\*, Reiko MITSUYA\*, Toshihiko SAKO\*\*

(\*Graduate School of Global Information and Telecommunication Studies, Waseda University,

\*\* Faculty of Human Sciences, Waseda University)

### 1. はじめに

共感覚は一つの感覚に異なるモダリティーの体験が同時に随伴する現象である。また異種感覚間連合は言語の基礎であり形容詞も通様相性を有す。

共感覚の顕著な例は音に色覚が伴う色聴だが、色等に聴覚が伴う音視もあり、色彩と音の間には近縁性が想像される。色聴の定義からは形容詞を伴う「黄色い声」といった言語表現は、「声」が主反応であり、「黄色い」は共感覚となる。従来の共感覚の研究では、主に共感覚者を対象としたマッチング手続きによる調査が一般的であった。

これに対して本研究では、非共感覚者を対象として、純音や楽音ではない環境音の名称を刺激に用い、生起される音のイメージを、多様な感覚尺度の反応の枠内に位置づけ、共感覚的反応の有無を調査した。

### 2. 方法

調査には、質問紙法を用いた。質問紙は、自然、機械、人間由来の環境音を様々なジャンルから選び出した19の環境音名称と、五感に基づく22の感覚尺度(形容詞対)を記載したものであった。この質問紙により、各環境音名称により生起される感覚尺度について、それぞれ5件法での回答を求めた。

調査対象は、男子大学生56名、女子大学生41名の計97名(平均年齢:20.0歳)であった。

### 3. 結果と考察

各環境音名称の評価結果に対して、平均値に基づき主成分分析を用い直交バリマックス回転を施した結果、解釈可能な3因子が抽出され、それぞれ「知覚的因子」、「記憶・イメージ因子」、「情動的因子」と命名した。

成分得点のクラスタ分析の結果、環境音名称は5つのクラスタを形成した。

表1 主成分分析結果

	成分		
	1	2	3
苦い	.964	-.102	.076
不快な	.932	-.077	.023
濁った	.895	-.255	-.243
固い	.873	-.371	.178
滑らか	-.841	.456	.008
明るい	-.829	-.275	.173
痛い	.828	-.258	.380
軽い	-.810	.416	-.015
かんばしい	-.792	.171	.338
聞き慣れ	.747	.215	.100
静かな	-.687	.642	-.183
小さい	-.506	.784	-.214
青い	-.203	.751	-.245
寒い	.012	.734	-.003
弱い	-.578	.716	-.267
止まった	.034	.638	-.206
緑の	-.346	.607	-.439
近い	-.019	.523	.252
高い	-.293	.062	.889
鋭い	.229	-.066	.885
ぼんやり	.289	.483	-.743
乾いた	.161	-.362	.537
合計	8.755	4.880	3.319
分散の %	39.796	22.182	15.088
累積 %	39.796	61.978	77.066

抽出された成分を、第1因子をX軸、第2因子をY軸として、音名称と感覚尺度を座標上に位置付けた。

非共感覚者の異種感覚間の共通性は、「カラスの鳴き声」と「政治家の演説」の音名称にあらわれた。前者は「赤」の色彩感覚、後者は「粗い」感覚に共通性が高く、グループ2の音名称群に「明るい」感覚が随伴していた。この結果を、図1に示した。

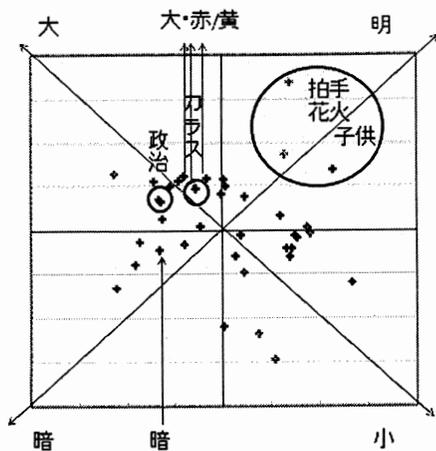


図1 音と色の配置

「青-黄」と「緑-赤」の色彩感覚尺度を従属変数に、他感覚尺度を独立変数として重回帰分析を適用し、色彩関係とその他感覚と対比を行った。その結果、「青-黄」は「快-不快」と最も共通性が高く、以下「苦-甘」、「弱-強」、「小-大」と続いた。これに対して、「緑-赤」は「固-柔」が最も高く、以下「弱-強」、「苦-甘」、「静-騒」と続いた。この結果を、表2に示した。除外された感覚尺度は、「静-騒」と「濁-澄」であり、これらは認知レベルにおける色彩の評価尺度には適さず、色彩評価軸として機能しない可能性が考えられた。

表2 音と色の配置

感覚尺度	青い-黄色い	緑の-赤い
滑らかな-粗い	-1.151	-1.695
固い-柔らかい	1.759	2.647
軽い-重い	.597	1.414
苦い-甘い	-2.533	-2.115
聞き慣れない-聞き慣れた	.595	-.263
鋭い-鈍い	-.028	-.262
痛い-くすぐったい	1.605	1.473
乾いた-湿った	.314	-1.013
小さい-大きい	-2.052	.134
高い-低い	.781	1.201
ぼんやり-鮮やか	1.882	1.700
近い-遠い	.628	.226
快い-不快な	-2.616	-.987
かんばしい-臭い	-.498	.177
弱い-強い	2.519	1.381
寒い-暑い	-.386	-.670
止まった-動く	-.664	-.229
明るい-暗い	-1.725	-.134

#### 4. まとめと今後の課題

本研究では、19種類の環境音の名称を刺激として呈示した際に生起されるイメージを、多様な感覚尺度で評定させ、主要な感覚成分を抽出した。その成分得点でクラスタリングを行い、音の名称を分類し、二次元上に位置付けた結果、「カラスの鳴き声」と「政治家の演説」が「赤い」や「粗い」といった感覚反応と同位置に配置され、非共感覚者にも潜在的に音名称の持つイメージと他感覚に通様相性を有していることが推測された。

「青-黄」と「緑-赤」の色彩感覚尺度を従属変数、他の感覚尺度を独立変数として重回帰分析を適用した結果からは、「快-不快」と「固-柔」が最も高い共通性をもつ感覚形容尺度となった。このことから、音に対する色彩の共感的反応が、非共感覚者にも誘発される可能性が示唆された。

今後は、色彩感覚に加え、その他尺度からの関係をもってこれらの環境音名称を分析し、クロスモダリティについて、さらなる調査を行いたい。また、今回は名称のみの呈示による言語イメージの反応を調査したが、実音呈示による調査を行い、その結果と比較することで、聴覚自体の枠組みがどのように反映されるか検討したい。さらに、共感覚者を対象とした同様の調査を行い、これらの結果を基に共感的体験を誘発させるメディアコンテンツの制作を目指したい。

#### 5. 参考文献

- 岡田 斉: 質問紙法を用いた聴覚的イメージの検討, 日本心理学会第53回大会発表論文集(1989)
- 楠見 考: 共感覚に基づく形容表現の理解過程について -感覚形容語の通様相性的修飾-, 心理学研究, 58(3)(1988)
- リチャード・E・シトーウィック 著, 山下篤子 訳: 共感覚者の驚くべき日常 形を味わう人、色を聴く人, 草思社(2002)
- R. マリー・シェーファー, 他: 世界の調律 サウンドスケープとはなにか, 平凡社(2006)
- 河合隆史, 柴田隆史 編著: 先端メディアと人間の科学, トランスアート(2006)

#### [連絡先]

佐古めぐみ

早稲田大学 大学院国際情報通信研究科 河合研究室  
〒367-0035 埼玉県本庄市西富田大久保山 1011

e-mail: m-sako@fuji.waseda.jp

Fax: 0495-24-6645

## 画像刺激によるカテゴリ別脳機能局在の非侵襲計測研究

○宮本和哉、横尾勇亮、豊福哲郎、三分一史和、外池光雄  
(千葉大学大学院工学研究科)

A study of noninvasive measurement on the cerebral localization  
according to category by image stimuli

Kazuya MIYAMOTO , Yusuke YOKOO , Tetsuro TOYOFUKU , Fumikazu MIWAKEICHI ,  
Mitsuo TONOIKE  
(Chiba University, Graduate School of Engineering)

### 1. はじめに

ヒトは眼で見た物を脳内でどのように処理しているのだろうか。本研究ではヒトの脳内での様々な物体の認知を MEG、fMRI といった非侵襲計測装置を用い測定し、解析を行った。

### 2. 方法

#### 1)MEG 実験

実験は東京歯科大学の neuromag 社製 306 チャンネル MEG を用いて行った。刺激としてヒト顔画像、動物顔画像、家画像、(様々な)物画像、そして各画像に対応するシャッフル画像を刺激として用いた。各画像はそれぞれ 10 種類ずつ使用した。シャッフル画像は各画像から明るさだけを取り出したもので、それぞれに対応する刺激画像が提示される前に提示し、その画像の明るさに脳を慣らす目的で使用した。被験者は健常視力を持った 20 代男性 3 名。

#### 2)fMRI 実験

実験は東京電機大学の日立製 1.5TfMRI を用い、MEG 実験と同様の画像を刺激として用いた。この実験ではシャッフル画像を control に用い、画像の明るさに対する反応を取り除いた結果を得た。被験者は健常視力を持った 20 代男性 5 名。図 1 に実験方法のデザインを示す。

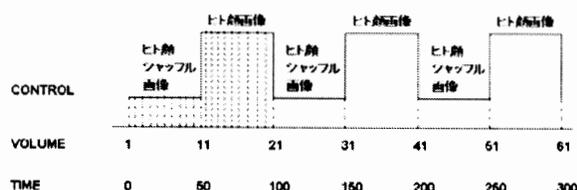


図 1 fMRI 実験デザイン(ヒト顔画像刺激実験)

### 3. 結果

#### 1)MEG 実験結果

すべての被験者において左右の違いはあったが、後側頭葉で刺激に対する活動が見られた。図 2 はある被験者の左後側頭葉の 1642ch の波形である。ヒト顔画像刺激による反応の方が他の刺激による反応よりも大きな反応を示している。また、潜時は約 150~250ms の間であった。図 3 は MEG の実験結果を MRI 画像上に当てはめたものである。図からヒト顔の信号源が他の信号源よりも高い位置にあることがわかる。これは別の実験でも同様であった。

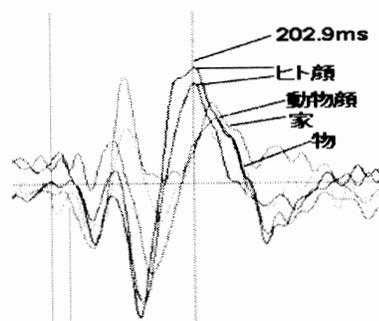


図 2 左半球 1642ch,100 回加算波形

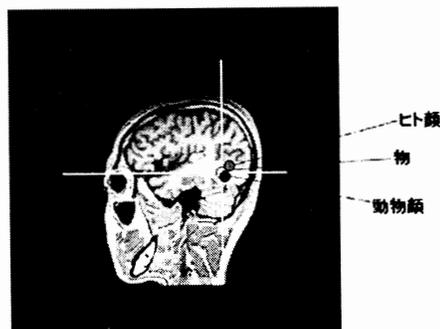


図 3 左半球 1642ch 信号源(sagittal 面)

## 2) fMRI 実験結果

下の図4はヒト顔画像刺激による集団解析の結果である。両半球の後側頭葉に賦活が見られる。また、他の画像刺激においてもヒト顔画像刺激とほぼ同様の後側頭葉に賦活が見られた。さらに、ヒト顔画像刺激による賦活位置の方が動物顔画像刺激による賦活位置よりも高い位置であるという結果も得られた。

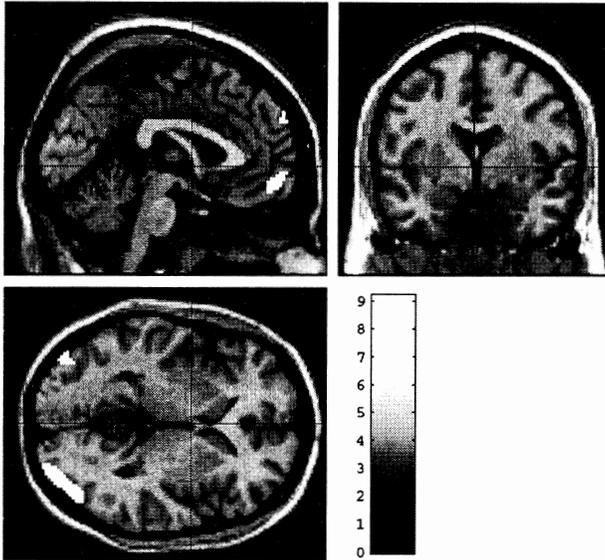


図4 fMRI 実験結果(ヒト顔画像刺激、 $p < 0.05$ , FWE)

## 4. 考察

まず図2、3に示したMEG実験結果についてであるが、図2の1642chを始め、多くの他のチャンネルでも家画像刺激による波形が大きくなり、また信号源の位置が小脳に当たる位置にくるなどノイズによる影響が考えられる。(別の実験では他の刺激による信号源とほぼ同じ位置に信号源が現れた)なので、ここではヒト、動物、物画像による結果のみについてではあるが、先の結果にも示したように、波形の強さではヒト>動物>物の順となっていた。また一般的にヒトの顔に反応する潜時は約170msと言われており今回の結果はそれにほぼ一致し、ヒトの顔に比べて他の刺激では潜時に遅れが見られた。さらに信号源については結果でも述べたようにヒト顔画像刺激による信号源が他の画像刺激による信号源よりも高い位置に現れ、この実験に限っては、ヒト顔画像刺激信号源は動物顔画像信号源より約8mm、物画像信号源より約4mm高いという結果であった。

また、fMRI実験の結果から得られた座標とソフトウェアTalairach Clientによりヒト顔画像刺激による賦活位置は特に紡錘状回や下後頭回であることがわかった。これらはKanwisherらが示した結果と一致する。<sup>1)</sup>また、他の画像刺激によっても紡錘状回などヒト顔画像刺激による賦活位置とほぼ同様の位置に賦活が得られた。これ

らはHaxbyらが示した結果と一致する。<sup>2)</sup>さらにヒト顔画像刺激による賦活位置の方が動物顔画像刺激による賦活位置よりも約10mm高いという結果が得られた。前頭葉での賦活は注意や集中によるものであると考えられる。

さて、ここで両実験を比較してみると、MEG実験では被験者によって活動する後側頭葉の部位が右半球であったり、左半球であったりと異なっていた。Kanwisherらによると一般的にヒトの顔に反応するのは右半球後側頭葉付近である<sup>3)</sup>ということであるが、左右の違いは個人差であると考えられる。これに対してfMRI実験ではすべての被験者で両半球での賦活が見られた。同じ被験者でもMEGでは片方の半球、fMRIでは両半球に反応が現れた。これはMEGとfMRIの機器の特徴の違いであると考えられる。MEGでは時間的脳活動を見ているのに対し、fMRIでは実験全体を通しての脳の活動部位を示している。つまり、fMRIで得られた両半球での活動はMEGでは観測されなかった1200ms以降の活動が含まれていると考えられる。

次に反応位置の高さについてであるが、Haxbyらによってもヒト顔画像刺激による賦活位置の方が動物顔画像刺激による賦活位置よりも高いという結果が報告されており、その高さは約0~7mmであった。<sup>3)</sup>

これらの結果、考察に対して未だに被験者数、解析も不十分であるので今後被験者数の増加、さらなる詳細な解析を行っていく予定である。

## 5. 参考文献

- 1) Kanwisher, N., J. McDermott, and M. M. Chun; The fusiform face area: A module in human extrastriate cortex specialized for face perception. 1997
- 2) James V. Haxby, M. Ida Gobbini, and K. Montgomery; Spatial and Temporal Distribution of Face and Object Representations in the Human Brain, 2004
- 3) Linda L. Chao, Alex Martin and James V. Haxby; Are face-responsive regions selective only for faces? , Neuro Report , 10, 2945-2950, 1999

### [連絡先]

宮本和哉

千葉大学大学院工学研究科

〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33 千葉

大学内工学部11号棟3F

TEL: 090-2359-1171

e-mail: miya-kazu-27@garduate.chiba-u.jp

Working Memory課題遂行時における脳機能局在性と反応時間

○横尾勇亮, 宮本和哉, 豊福哲郎, 三分一史和, 外池光雄  
(千葉大学大学院工学研究科)

Local existence and reactive time of human brain function on the Working Memory task

Yusuke YOKOO, Kazuya MIYAMOTO, Tetsuro TOYOFUKU, Fumikazu MIWAKEICHI, Mitsuo TONOIKE  
(Chiba University, Graduate School of Engineering)

1. 背景と目的

人間でもっとも発達した精神機能を担っている脳の働きにおいて、脳研究が進んだ今日でも、記憶・認知に対する働きは、数多くの曖昧性を含み、解明されていない問題として残されている。本研究では、高い空間分解能を有するf-MRIと高い時間分解能を有するMEGの2つの非侵襲計測機器を用いて、正誤判定を伴うWorking Memory課題の遂行における脳の局在性と反応に対する影響を、機器各々の特徴の違いから明らかにすることを目的とする。

2. 方法

被験者には予め数字に色のついた7枚の画像を自由に憶えてもらう。その後、20分間の休憩ののち、一定時間間隔でモニターに表示されるさまざまな画像に対して、予め記憶している画像と比べて正しいか、間違っているかという正誤判定を伴うtaskを行ってもらった。

(1) f-MRI

本実験は、東京電機大学の超伝導磁石型MRI装置(日立メディコ製 Stratis II 1.5T 超伝導磁石型 EPI用超高速切替傾斜磁場コイルシステム)を用いて行われた。画像提示は、図1に示すようなf-MRI実験で一般に用いられるboxcarデザインを用いた。提示順序として、予め記憶した画像と違う画像(以下 誤画像)が、3もしくは5秒間ごとに合計10枚提示される。その後、誤画像と、事前に記憶した画像と同じ画像(以下 正画像)が、ランダムで3もしくは5秒間ごとに合計10枚提示される。この組み合わせを1セットとして、計3セットの実験を行った。実験の間は、被験者に精神を集中してもらい、頭の中で正誤判定を強く意識してもらった。また、本研究対象が記憶課題であるため、事前に順序を把握してしまわないように、被験者にはこのようなブロックデザインで行うことを伝えてはいない。

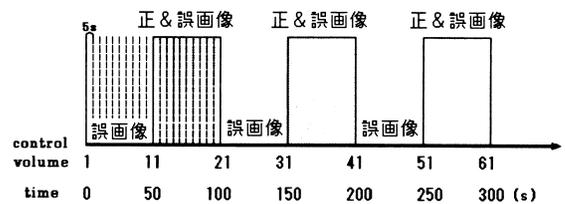


図1 boxcar デザイン (TR 5s)

(2) MEG

刺激提示は図2に示すようなタイミングチャートで行い、ボタン押しを用いて正誤判定してもらった。被験者には順次表示される画像が予め記憶している画像と合っていれば YES, 間違っていれば NO のボタンを押してもらいように指示した。この作業を、加算回数100回以上を目安に繰り返した。正画像と誤画像はランダムに提示され、それぞれの提示出現確率は1:1としてある。

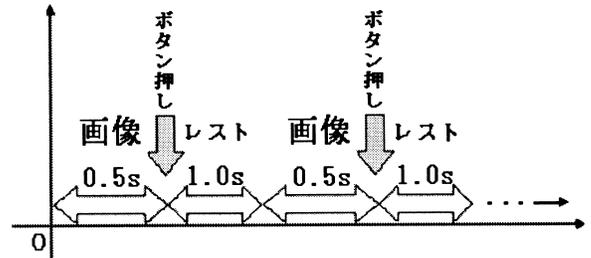


図2 タイミングチャート

3. 結果と考察

(1) 結果(f-MRI)

被験者は、21-24歳でいずれも健常視力をもった男性5名に協力をいただいた。今回の解析では、SPM8bを使用した。その際得られた座標は、Talairach Daemon softwareを使用し、Talairach座標に変換して解剖学的部位の検索に用いた。その際検索条件を、cube range: +/- 3mmとして同定した。

その結果、5秒間の画像提示では、賦活部位が左半球、前頭葉、中前頭回周辺で賦活がおこっており、その周囲にブロードマンの10野(以下 BA 10)および46野(BA 46)が含まれていることがわかっていった。さらに、3秒間の画像提示において、帯状回後部の脳梁付近に位置する脳梁膨大後皮質 (BA 29, 30)と後帯状皮質 (BA 23) 周辺に賦活が観測された。

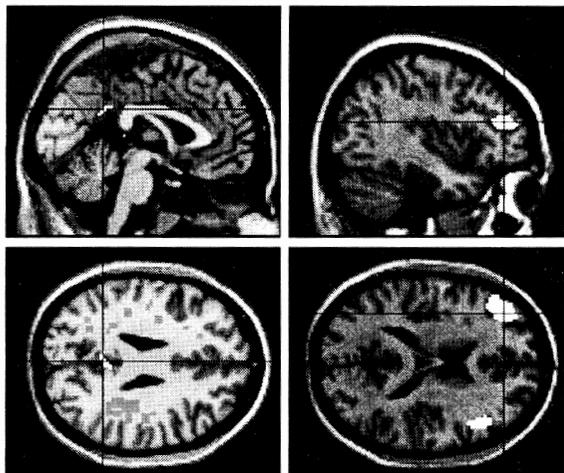


図3 右:前頭連合野賦活部位 [ $p < 0.001$  (unc.)]  
左:帯状回賦活部位 [ $p < 0.001$  (unc.)]

## (2) 結果(MEG)

被験者は、22-24歳でいずれも健常視力をもった男性3名に協力をいただいた。結果に対する指標として、ボタン押しでYESと答えた場合のデータとNOと答えた場合のデータの差を利用した。その結果、被験者3名共に両側の前頭連合野周辺において、ボタンを押す反応時間に差がみられた。さらに、データの差がみられる時間は、画像を提示した時刻を0として3名ともにおおよそ600[ms]前後での反応が得られている。

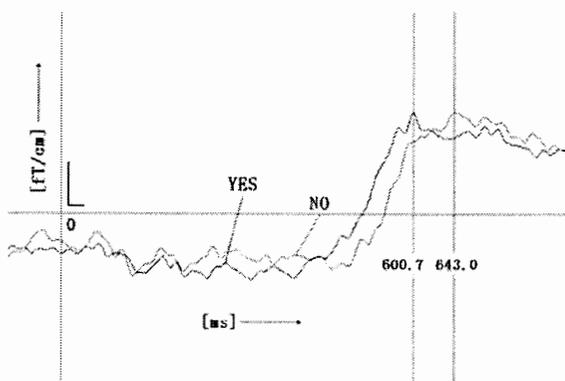


図4 CH1422 加算波形

## (3) 考察

これらのことから考察すると、機能局在の観点から、本実験で使用したWorking Memory課題が前頭連合野

(BA10,46)に関係しているだけでなく<sup>1</sup>、帯状回後部の脳梁付近に位置する脳梁膨大後皮質 (BA 29, 30)と後帯状皮質 (BA 23)に関係していることがわかった。画像提示時間の違いにより賦活部位が異なる要因として、f-MRIのTRの変化が考えられる。これにより、賦活部位の時間的推移が、帯状回後部から前頭連合野へ変化していることが示唆される。また、MEGの結果から時間的推移をたどると、先行研究<sup>1</sup>における考察からも正当性がうかがえるであろう。

## 4. 結論

本実験の結果より、視覚誘発記憶を利用した Working Memory 課題を用いると、その作業における脳機能局在は、前頭連合野(BA 10, 46)周辺だけでなく、帯状回後部(BA 23, 29, 30)にも位置していることがわかった。また時間的にみると、本研究における一連の試行は、視覚刺激として入力された情報が後頭葉の視覚1次野へ伝達され、記憶の維持を行いながら帯状回周辺へ伝わり、前頭連合野まで情報が到達していることが示唆された。さらに正誤判定において、予め記憶していた画像と違う画像が提示された際の反応がおおよそ50[ms]遅れることがわかった。この反応の要因については今後検討していく予定である。

## 5. 参考文献

- [1] 横尾勇亮 (2008) 視覚誘発記憶課題における脳機能局在とその影響 日本生体磁気学会誌特別号 Vol.21 No.1 (pp.134-135).
- [2] 小林靖 (2005) 霊長類における帯状回の機能解剖学 Clinical Neuroscience Vol.23 No.11(pp.1229) 中外医学社.
- [3] Goldman-Rakic, P. S. (1987) Circuitry of primate prefrontal cortex and regulation of behavior by representational memory. In F. Plum (Ed), *Handbook of physiology. The nervous system. Higher functions of the brain:Section 1, Vol. 5* (pp. 373-417) Bethesda, MD: American Physiological Society.
- [4] Baddeley, A. (1986) Working memory. Oxford: Oxford University Press

## [連絡先]

横尾勇亮

千葉大学大学院工学研究科

〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33

e-mail: y.yokoo@graduate.chiba-u.jp

TEL: 090-2457-4452

## マイクロ波レーダーを用いた非接触呼吸パターン計測による ストレス評価

○塚原健史\*、藺牟田隼人\*、鈴木哲\*、松井岳巳\*  
(\*首都大学東京大学院 システムデザイン研究科)

Stress evaluation by noncontact breath pattern measurement with micro wave radar

Takeshi TSUKAHARA\*, Hayato IMUTA\*, Satoshi SUZUKI\*, Takemi MATSUI\*

(\*Department of Management Systems Engineering, Tokyo Metropolitan University)

### 1. はじめに

近年社会問題として取り上げられるストレスは、人の安全に大きく影響するファクターとなっている。ストレスが引き起こす作業パフォーマンスの低下やヒューマンエラーの誘発により重大な事故を引き起こすケースも少なくなく、簡易に人にかかるストレスを把握する手法が求められている。

ストレス評価手法としては心拍変動を用いたものが多く研究されているが、呼吸によるストレス評価の手法も提唱されている。呼吸運動は随意的、不随意的の二つの側面を持つが、これは呼吸活動の測定・分析を困難にしている反面、生理的・心理的指標としての情報が多く含まれていること意味しており、心拍同様にストレスの評価等のソースとして利用できることが期待されている。

心拍や呼吸など、人体の動きを計測する手法は多く研究されてきたが、非侵襲であっても接触を余儀なくされるものばかりで測定手法自体がストレスになり得る可能性があり、また、電極の取り付けの複雑さや電極リードによる拘束性や作業遂行への支障などから、実際に様々な作業現場で利用するには不向きなものばかりであった。呼吸運動には心拍に比して呼吸に伴う体表面の動きが非常に大きく、外部からその変化を捉えることが容易という利点がある。

本研究では、呼吸パターンを非接触で捉え解析することによって、容易に人体にかかるストレスについて評価をするシステムの構築を目指した。

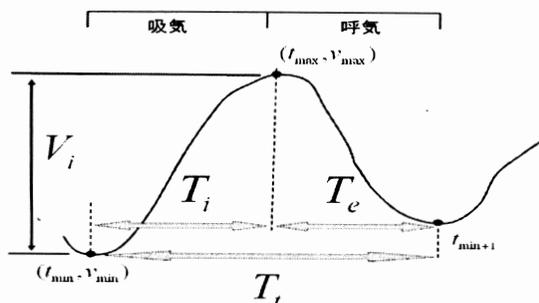


図1 呼吸パターン

### 2. 呼吸によるストレス評価

先行研究<sup>1)</sup>を参考に、呼吸1サイクルの呼吸毎に振幅( $V_i$ )、呼吸時間( $T_r$ )、吸気時間( $T_i$ )を抽出し、そこから、Driving と Timing という2つの値を算出、これをストレス評価の指標とする(図1)。

Driving は振幅  $V_i$  を吸気時間  $T_i$  で割ったもので、(1)式とする。

$$\text{Driving} = \frac{V_i}{T_i} \quad (1)$$

この値は吸気ニューロンの発火強度を示しており、これが吸気の流速に反映されると考えられている。ストレスに伴う交感神経の緊張、それに伴う脳の酸欠状態により、呼吸はより速く深くなり Driving は上昇する。

Timing は、吸気時間  $T_i$  を呼吸時間  $T_r$  で割ったもので、(2)式とする。

$$\text{Timing} = \frac{T_i}{T_r} \quad (2)$$

これは吸気ニューロンの発火と休止の周期性を示している。本来吸気と呼気の周期は脳幹による不随意的な支配下であり、自由にコントロールすることはできないとされている。また、Timing の値は出産直後から高い安定性を示していることが動物実験においても確認されている<sup>2)</sup>。当研究グループでは Timing に変動が見られるとき、人体がストレス状態にあると考えた<sup>3)</sup>。

### 3. レーダーによる呼吸パターン取得

マイクロ波とは、300MHz～3THz程度の電磁波の事を指し、これら電磁波を利用して対象の状態を把握するためのものをレーダーという。本研究で使用したマイクロ波レーダーはドップラー効果を利用したものとなっており、照射したマイクロ波と対象物からの反射波との周波数差から対象物の動きの速さを捉える事ができる。

今回レーダーは周波数10.5GHz、出力7mWの国内基準と電波法に準拠したものを使用した。携帯電話の最大出力が数百mWであることから、十分に出力は

小さいものと考えられる。このマイクロ波レーダーを約50 cm程度の間隔を取って人体腹部に向け、その反射波を検出する事によって呼吸に伴う腹部の動きを捉える。

## 4. 実験

### 4.1 概要

被験者を椅子に着座させ、腹部に向け50cmの間隔を持ってマイクロ波レーダーを設置した。被験者には、5分間の安静の後2分間のタスクを課し、その後5分間の安静をさせ、その間の呼吸パターンを取得した。タスクは、2120Hzと2130Hzを合成した不快な音をヘッドホンにて95dbの大音量で聞かせるもの5名と、パソコンで1桁の足し算の計算の回答とマウス操作を同時に行わせるもの2名の2種類とした。

### 4.2 リアルタイムストレス評価システム

呼吸から前述の2つの評価指標をリアルタイムで算出するプログラムをLabVIEWにて作成した。Drivingについては、①測定全期間中の平均値、②1分間の平均値、③直近5〜7呼吸の平均値をそれぞれ求め、①を②と③の双方が上回ったときを閾値とし、ストレス状態を判定する事とした。Timingについては、ばらつきの大きさとして標準偏差を求める。標準偏差値が上昇した時ストレスとして判定する。

## 5. 結果・考察

### 5.1 接触法と非接触法の比較

マイクロ波レーダーを使用した非接触法で捉えた呼吸パターンと、呼吸による胸囲の変化をベルトによって捉える胸部呼吸ピックアップセンサによる接触法ものを比較した結果、図2に示す通り、非常に酷似した動きを示していることが確認できる。実験における被験者全てにおいても、同様の結果を得ることができた。

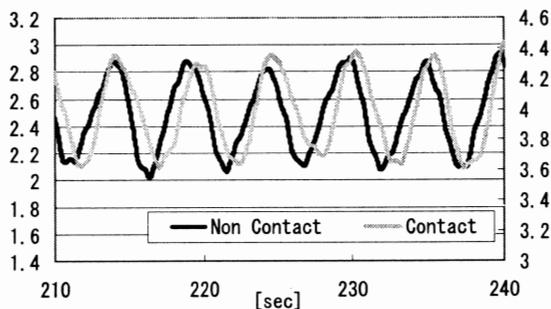


図2 接触、非接触法の呼吸パターン比較

また、評価指標であるDrivingとTimingについても接触法と比較して、差がほとんどない事も確認した。

## 5.2 評価システム

今研究で用いた評価指標で算出したストレス判定は、Drivingの①〜③について着目すると、安静時とストレス負荷時の間には有意な差が見られる結果となった。また、図3のようにタスクを行っている時間の大部分でストレスを感じていると判定した例も2名に見られた。又、心拍変動よりも機敏にストレスを判定できる傾向も一部で見られた。しかしながら、ストレスの真偽を判定するための閾値設定については、②、③が上昇傾向で山を成しているにもかかわらず、①を超えないためにストレス状態と判定されなかったことがあったため、再考の余地があると考ええる。また、今回はTimingからはストレスを判定することはできなかった。これについては、仮定の生理学的側面からのアプローチを含め再考が必要と思われる。

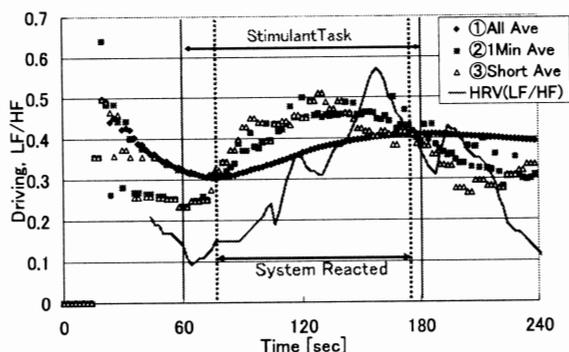


図3 Drivingによる判定例

## 6. 参考文献

- 1) 中川千鶴、大須賀恵美子、呼吸曲線の解析プログラムの検討. 日本人間工学会第33回関東支部大会講演集, 25-26, 2003
- 2) Wyszogrodski I, Thach BT, Milic-Emili J. Maturation of respiratory control in unanesthetized newborn rabbits. J Appl Physiol. 44(2), 304-310. 1978
- 3) 皆川雅彦, 松井岳巳, マイクロ波レーダーを用いた呼吸波形解析によるメンタルストレスの評価, 産業保険人間工学研究 vol.9, 25-28, 2008

### [連作先]

塚原健史

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

TEL: 042-585-8669

MAIL: plasmanium@yahoo.co.jp

## 運転中の音環境が生理反応およびパフォーマンスに及ぼす影響

○陸 祁, 黄 敬華, 下村 義弘, 勝浦 哲夫  
(千葉大学大学院工学研究科)

The effects of sound environment on human physiological response and performance during driving  
Qi LU, Jinghua HUANG, Yoshihiro SHIMOMURA and Tetsuo KATSUURA  
(Graduate School of Engineering, Chiba University)

### 1. はじめに

近年、日本では聴覚障害者は増加傾向にあり、18歳以上の聴覚障害者は31万7千人に及んでいる。現行の運転免許試験は聴力の合格基準を「10mの距離でクラクション(90dB SPL)の音が聞こえること」を要件(補聴器使用可)にしている。海外では聴力を要件としていない場合が多いので、日本の聴覚障害者団体等から見直しが求められている。

現実の場面では、多くの音刺激(騒音と有益な音情報)が存在し、健常者にとっては騒音が作業パフォーマンスに悪影響を与えている可能性がある。一方、聴覚障害者は有益な音情報を得ることができないが、騒音による悪影響も受けない。しかし、先行研究では、聴覚障害者と安全運転との関係に関するものはない。本研究では、運転中における警報音及び騒音がヒトの生理反応とパフォーマンスに及ぼす影響を検討し、聴覚の有無による運転行動への影響を考察することを目的とした。

### 2. 方法

被験者は聴覚に支障がない健康な男子大学生、大学院生8名とした。平均年齢は22±1.9歳であった。

本実験では、棒制御タスクを負荷した(図1)。棒制御タスクでは、左右に移動する棒が細い線を越えて危険区域に入ったら素早く棒の動きを反転する作業であった。

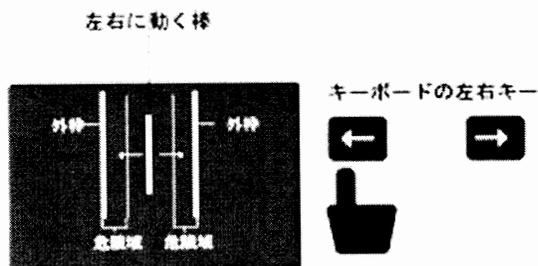


図1. 棒制御タスク

被験者が「←」と「→」のボタンを押すことによって、棒の動きが反転した。実験は3つの条件からなる。棒制御タスクを無音で行うものを無音条件、棒が細い線に触れると警報(70 dB SPL)が鳴るものを警報条件、警報条件の測定開始と同時に騒音(ホワイトノイズ、75 dB SPL)も呈示するものを騒音条件と定義した。警報音及び騒音はスピーカによって呈示された(図2)。

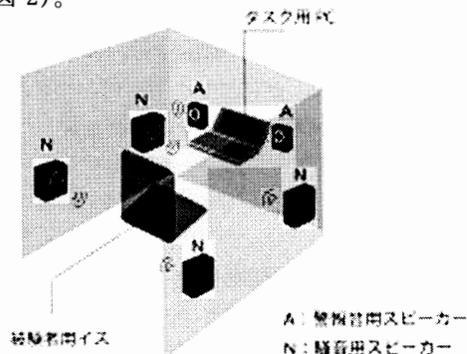


図2. 実験配置

実験は以下の手順で行われた。被験者は、3分間安静を保った後に、10分間の棒制御タスクを行った。3つの実験条件の順序は被験者に対してカウンタバランスを取った。10分間の棒制御タスク直後、5分間の休憩時にNASA-TLXを用いて作業負担の評価を行った。生理指標として、脳波(EEG)を測定した。棒制御反応時間、エラー率をパフォーマンスの指標とした。主観評価はNASA-TLXの作業負担の評価指標であるAWWLとした。室温は25℃、湿度は45%に設定した。

EEG活動は、10KΩ以下のインピーダンスで、Ag-AgCl皿電極を用いて、国際10-20法に基づき、Fz、CzおよびPzに電極を装着し、右耳朶を参照電極とし、前額部を接地電極として測定した。眼球運動を監視するために、左目眼窩上縁と外側縁に電極を装着し、眼球電図(EOG)を導出した。EEG、EOGは生体電気用アンプにより増幅し、サンプリング周波数1000 Hz、EEGは時定数0.3s、高周波フ

フィルタ30Hz、EOGは時定数1.0s、高周波フィルタ15Hzで取り込んだ。

すべての測定指標において、Bonferroni法を用いて多重比較を行った。有意水準は0.05とした。

### 3. 結果

脳波は、Pz部位において、警報音条件における $\alpha$ 波帯域率( $\alpha/(\alpha + \beta)$ )の変化量が無音条件より有意( $p < 0.05$ )に大きかったが、無音条件と騒音条件の間に有意差は認められなかった(図3)。

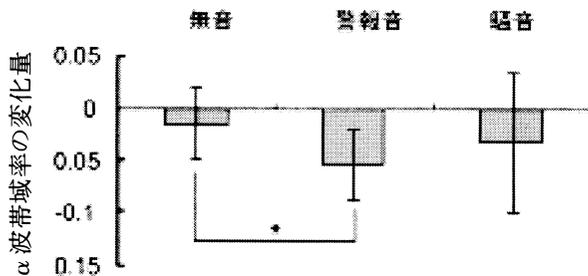


図3.  $\alpha$ 波帯域率の変化量 (mean ± SD, \* $p < 0.05$ )

エラー率において、各条件間における有意差は認められなかった。反応時間において、警報音条件が無音条件より有意( $p < 0.01$ )に短かったが、無音条件と騒音条件の間に有意差は認められなかった(図4)。

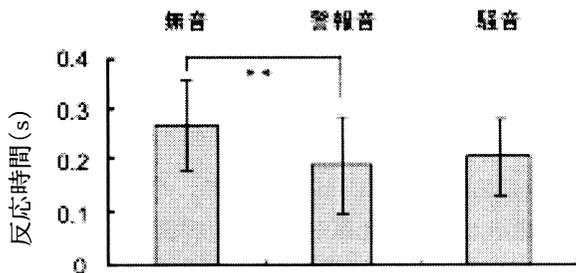


図4. 反応時間 (mean ± SD, \*\*  $p < 0.01$ )

作業負担評価指標であるAWWL値において、各条件間における有意差は認められなかった(図5)。

### 4. 考察

中枢神経系の指標である脳波において、先行研究では、覚醒水準の低下によって脳波は徐波化する<sup>1)</sup>と報告されている。本実験では、警報音条件における $\alpha$ 波帯域率の変化量が無音条件より大きかった。この結果から有益な聴覚情報が健聴者の精

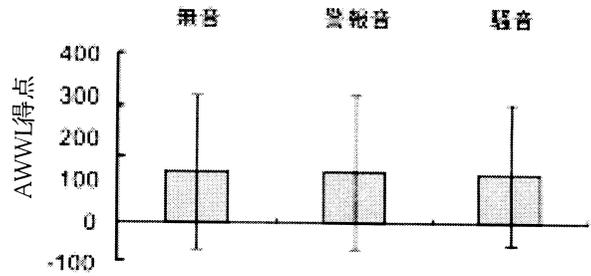


図5. AWWL得点 (mean ± SD)

神負担を軽減し、覚醒水準を向上させることを示唆する。無音条件と騒音条件の間に有意な差異が認められなかったことから、騒音はヒトに悪影響を与え、警報音の効果を無くしたと考えられる。

パフォーマンスにおいて、警報音条件における反応時間は無音条件より有意に短かったが、無音条件と騒音条件の間に有意差は認められなかったことから、有益な聴覚情報が健聴者のパフォーマンスを向上させ、騒音が健聴者のパフォーマンスに悪影響を与えることが示唆された。脳波の結果はパフォーマンスを裏付けた。

主観評価であるNASA-TLXのAWWL値においては、各条件間に有意差は認められなかった。このことから、警報と騒音刺激は潜在的に運転行動に影響を与えることが示唆され、さらになる研究が必要であると考えられる。

結論として、本実験の生理反応及びパフォーマンスの結果から、騒音環境においては、運転行動に与える聴覚の有無の影響は小さいと推定できる。したがって、聴覚障害者は補聴器をつけなくても健聴者と同等に安全に運転できることが示唆された。

### 5. 参考文献

- 1) van Olst EH and Orlebeke JF. An analysis of the concept of arousal. Ned Tijdschr Psychol. 22(9): 583-603, 1967

### [連絡先]

陸 邇  
 千葉大学大学院工学研究科デザイン工学専攻  
 人間生活工学研究室  
 〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町1-33  
 E-mail: luqi2004@msn.com  
 Fax: 043-290-3087

## 色光が筋発揮力と生理・心理反応に及ぼす影響

○小倉菜月希、下村義弘、勝浦哲夫  
(千葉大学大学院 工学研究科)

Effects of color light on maximal voluntary contraction and physiological and psychological responses  
Naduki OGURA, Yoshihiro SHIMOMURA, Tetsuo KATSUURA  
(Graduate school of Engineering, Chiba University)

### 1. はじめに

色彩がヒトの生理・心理反応に影響を及ぼすことは、数多くの研究から証明されている。しかし、色彩が運動パフォーマンスに与える影響を検討した例はあまりない。既往研究では、色彩の違いによって作業パフォーマンスや握力に差が発生することが報告されているが、色彩条件が実験ごとに異なっている等の問題で、明確な知見は得られていない。また、その生理的メカニズムも明らかになっていない。

本研究では、照度を統一した色光暴露中の筋発揮力(最大随意収縮力)と覚醒度、自律神経系の指標を計測し、色彩と運動パフォーマンスの関連性を調査することを目的とした。

### 2. 方法

#### 2.1 被験者

石原式色覚異常検査で問題のなかった男子大学生及び大学院生9名(年齢:22~26歳)が実験に参加した。被験者には前日からカフェインを避け、よく睡眠をとるように指示した。

#### 2.2 照明条件と実験設備

照度を300lxに統一し、できるだけ単色光に近い、青(x:0.158 y:0.103)、緑(x:0.328 y:0.567)、赤(x:0.589 y:0.346)、白(x:0.348 y:0.355)の4色の照明を実験に用いた。色光暴露前の安静時(ベースライン)と、1条件終了後の休憩時は、4500K、20lxの白色光を使用した。実験は、照明実験室(室温25℃、相対湿度50%)にて行った。被験者は壁から約1200mm離れて着座し、肘関節を90度に保った状態でロードセルを手首に装着した(図1)。

#### 2.3 計測項目と実験手順

筋発揮力として、肘関節屈曲力を計測し、同時に上腕二頭筋、腕橈骨筋の筋電図を計測した。また、覚醒度を求めるため、国際10-20法のFz、Cz、Pz部位で事象関連電位(P300)と背景脳波(α波減衰係数)を計測した。さらに、自律神経系の指標として、連続血圧、

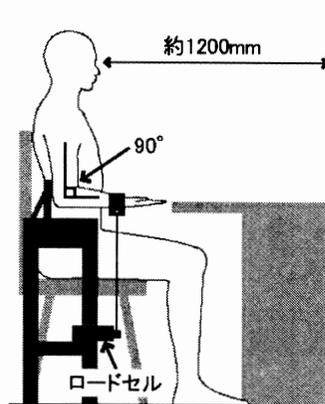


図1 実験設備概略

皮膚血流量、平均皮膚温、口腔温、心拍数を求めた。心理指標としてはVAS法による主観評価を行った。

実験のプロトコルを図2に示す。最初に、ベースラインとなる安静をとり、

その後色光に暴露した。被験者は、ベースライン中に1回、各色光暴露開始5分後と10分後に1回ずつ、右手の肘関節を出来るだけ強く屈曲し、2秒程度保持した状態で発揮力を計測した。実験は、被験者のモチベーションと疲労を考慮し、カウンターバランスをとって2色ずつ2日に分け、両日とも同時刻から実験を開始した。

#### 2.4 解析

肘関節屈曲力は1回に2度計測し、平均値を求めた。筋電図は、最大力発揮中の1秒間の実効値の平均値を求めた。背景脳波は、力計測直前に1分間ずつ閉眼と開眼を行い、α波減衰係数を求めた。連続血圧、皮膚血流量、平均皮膚温、心拍数は、安静時に計測した値と、暴露開始10分後の力計測直前に行った開眼中の平均値との変化量を求めた。

各測定項目について、色光条件を要因とした一元配置分散分析とBonferroniの多重比較を行った。

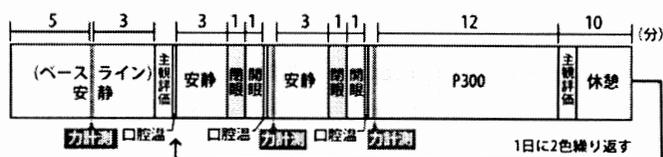


図2 実験プロトコル

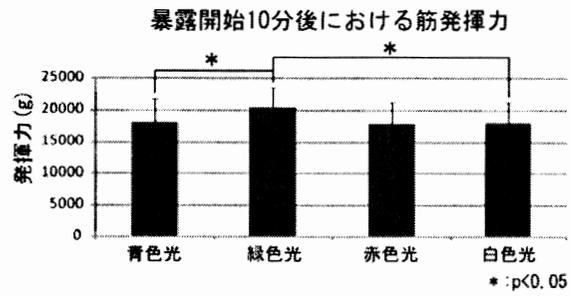
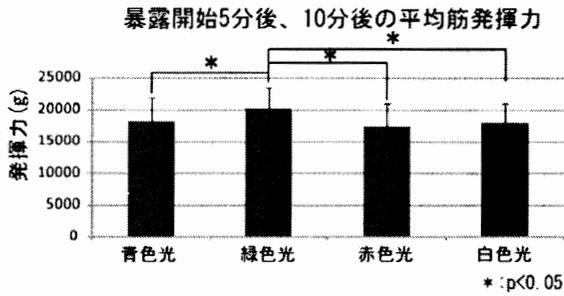


図3 筋発揮力の結果

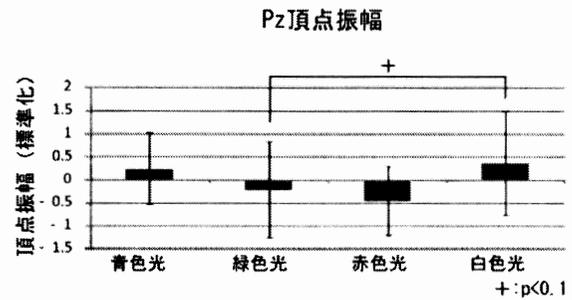
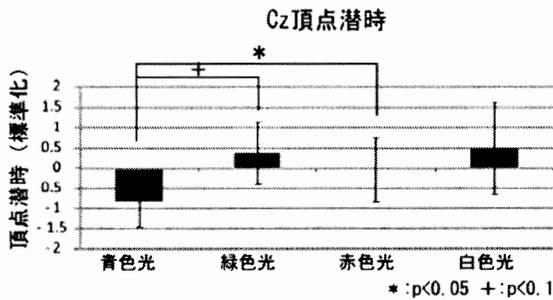


図4 P300の結果

### 3. 結果

筋発揮力は、暴露開始5分後と10分後の平均値の比較において、緑色光が他の色光と比較して有意に大きい結果となった。また、5分後の発揮力の比較では有意な違いがなかったが、10分後の比較では緑色光が他の色と比較して有意に大きかった(図3)。筋電図もそれを裏付けるような結果となった。事象関連電位(P300)では、Cz部位の頂点潜時が赤色光、緑色光に比較して青色光が短く、Pz部位の頂点振幅では白色光に比較して緑色光が小さい傾向となった(図4)。α波減衰係数は、Fz部位の10分後において、緑色光と白色光が赤色光に比較して小さい結果となった(図5)。連続血圧、皮膚血流量、平均皮膚温、口腔温、心拍数では有意な変化がなかった。主観評価では、集中力の高さについて、それぞれ赤色光に比較して青色光、緑色光に比較して白色光が高いという結果となった。また、温度感覚では、青色光が他の色光に比較して寒いという結果となった。照明の好感度については、緑色光が白色光に比較して低い傾向にあった。

### 4. 考察と結論

今回の実験では、筋発揮力は、緑色光において、他の色光よりも有意に大きいという結果となった。それに対し、P300とα波減衰係数の結果は、緑色光の覚醒度が他の色光に比較して低いことを示唆している。一般的に、運動パフォーマンスは、覚醒度が高い状態の方が向上するといわれているが、本実験では逆の結果となった。この結果は、緑色光以外は緊張が高まったのに対し、緑色光はリラックスしたために逆に力が出しやす

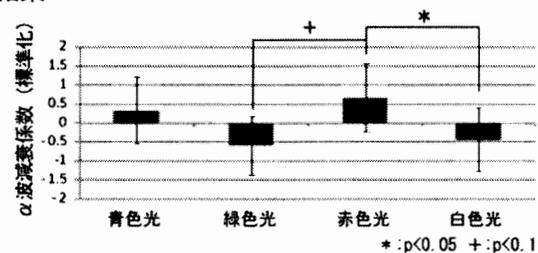


図5 α波減衰係数(Fz部位)の結果

かったと解釈できるかもしれない。既往研究においても、緑色がリラックスをもたらすことは数多く報告されている。また、自律神経系に差がなかったことから、中枢神経系活動と嗜好性以外の心理的効果の相互作用が表れたとも考えられる。今回の実験では、自律神経系、中枢神経系に与える色の効果は異なり、さらに、筋発揮力に対する自律神経系以外の複合的要因が存在することが考えられた。今後、さらなる研究により、そのメカニズムを解明したい。

### 5. 参考文献

- 1) 陽東藍:表面色の生理的及び心理的効果に関する研究(2007)
- 2) Lynn Dunwoody : Color or brightness effects on grip strength?(1998)

#### [連絡先]

小倉菜月希  
 千葉大学大学院 工学研究科 デザイン科学専攻  
 〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33  
 e-mail: nadu\_dct3803@graduate.chiba-u.jp  
 Tel: 043-290-3087

## 化学産業における 新人作業者の規則遵守態度促進に関する研究

○大川慶一郎\* 小松原明哲\*\*

(\* 早稲田大学大学院創造理工学研究科 \*\* 早稲田大学理工学術院)

A study about improvement of new face worker's rule compliance attitude in Chemical Industrial

Keiichiroh OHKAWA, Akinori KOMATSUBARA

(Waseda University)

### 1. 研究背景・目的

化学産業において新人作業者が日常のルーズな態度を現場に持ち込むことによって起こす軽率行為(規則違反)が問題となっている。これらはプラントでの事故に繋がりがねず、作業者の規則遵守態度を向上させることが必要とされている。不安全行動を防止するためには、人は自分に内在する性格とエラー種類等が起因となり生じる不安全行動の危険性を意識化し、自己管理に努める必要があるとされている<sup>1)</sup>。規則違反防止のためにも、同様のことが必要であると考えられる。そこで本研究では規則遵守態度向上のため、新人作業者の性格を問うことで、起こしやすい規則違反と、その違反により発生しうる事故をフィードバックするツールの提案を目的とする。なお対象とする規則は、保安や安全に関わるものとする。

### 2. 提案するツールのコンセプト

提案するツールのコンセプトを図1に示す。このツールでは個人特性を問う項目を診断項目として、利用者

に自分がどの程度当てはまるかを回答してもらう。その回答結果から自分の起こしやすい日常場面での違反が分かるようにし、最後にその行動を現場でも取るどのような事故につながるかや、作業上の注意ポイントを示す。日常場面での違反を示した後に、現場で発生しうる事故例を示すのは日常場面での行動を現場でとることの危険性を知ってもらうためである。

### 3. 研究方法

ツール作成のため化学産業に従事する方へのインタビュー調査や、事故事例ハンドブック、データベース等から、化学プラントにおける規則違反の事例を調査した。また調査した違反事例を日常場面での違反に置き換え、妥当性を検討した。その後、規則違反に影響を及ぼすと考えられる個人特性を調査した。

### 4. 化学プラントにおける違反事例の調査

化学プラントにおける規則違反事例として、表1の違反があることが明らかとなった。

個人特性を問う質問紙

番号	質問項目	あてはまる				あてはまらない		
		6	5	4	3	2	1	
1	周りの人がそうだといえ、自分もそうだと思えてくる	6	5	4	3	2	1	
2	自分の信念や意見は、友人の意見によって左右されることはない	6	5	4	3	2	1	
3	物事を自分一人で決めるのは苦手だ	6	5	4	3	2	1	
4	⋮	6	5	4	3	2	1	

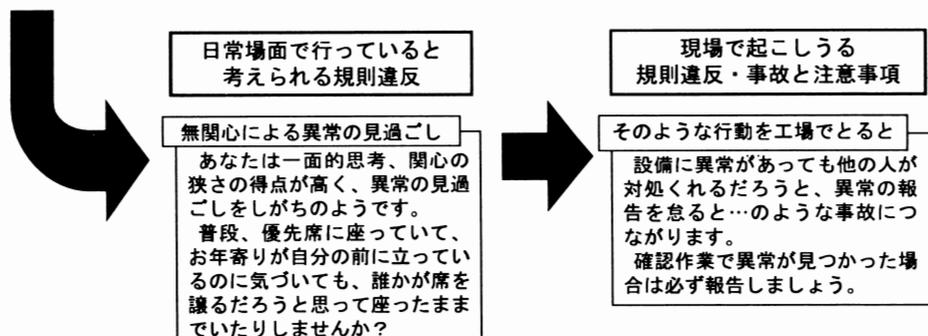


図1. 提案するツールのコンセプト

## 5. 日常場面における違反への置換え

表1の化学プラントにおける違反事例を日常場面での規則違反に置換えた(表1右欄)。置換えの妥当性を評価するため、化学プラントでの作業や安全活動に詳しい方6名にコメントをいただき、修正を行った。また大学生8名に、化学プラントにおける規則違反分類を参考にして、日常場面における規則違反を分類してもらった。各人の分類と、著者が設定した分類の一致度をカッパ係数により検討した結果  $\kappa = 0.96$  となり、置換えが妥当であることが示唆された。

## 6. 規則違反に関係すると考えられる個人特性の調査

違反に関する先行研究<sup>2)3)4)</sup>から規則違反に影響を及ぼすと考えられる個人特性を調査した。その結果、表2の個人特性が考えられた。

表2. 規則違反に関係すると考えられる個人特性

個人特性	特徴
被影響性	他者から影響を受けやすい性質
公的自意識	周囲から見られた自分に敏感であるかどうか
一面的思考	物事を一面から捉える傾向
拒否回避欲求	他者からの否定的評価の回避を目指す傾向
賞賛獲得欲求	他者から賞賛されたい欲求
権威主義	権威に対する自己卑下や盲目的服従の態度
共感的配慮	相手の立場に立って物事を捉える個人特性
関心の狭さ	自己中心的な傾向
神経質傾向	神経質傾向の度合い
回帰性	気分の変わりやすさ
感情高揚性	感情の不安定さ
攻撃性	攻撃的な思考や行動を発生させる性質
非協調性	調和を重んじない性質

## 7. まとめ

規則遵守態度を向上させるツールのコンセプトを提案した。またツール作成のため化学プラントでの違反事例調査、日常場面での違反への置換え、違反に関係すると考えられる個人特性調査を行った。今後は質問紙調査により、個人特性と規則違反の関係を明らかにした上でツールを作成し、有用性を検討する。

## 8. 参考文献

- 1) 中央労働災害防止協会調査研究部:「安全性格診断の調査研究概要」, 安全 Vol.42, No.12, p.8-11, 1991
- 2) 運転適性研究会: 運転適性検査 K 型実施手引(改訂版), 1978
- 3) 堀洋元他:「職場における違反と個人特性の関連」, 社会技術研究論文集 Vol.1, p.248-257, 2003
- 4) 鈴木有美他:「多次元共感性尺度作成の試み」, 名古屋大学大学院教育発達科学研究科紀要 Vol.47, p.269-279, 2000

### [連絡先]

大川慶一郎  
早稲田大学大学院創造理工学研究科  
〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1  
Tel : 03-5286-3509  
Mail : k-ohkawa@ruri.waseda.jp

表1. 化学プラントにおける違反事例と日常的場面での違反に置換えたもの

分類	化学プラントにおける例	日常場面での規則違反に置換えたもの(一部)
無関心によるもの	機器の圧力・温度などに異常があることを発見したが、自分が異常を報告すると面倒なので、次の直にそのまま引き継ぐなど	優先席に座っていて、お年寄りが自分の前に立っているのに気づいたが、誰かが席を譲るだろうと思って座ったまましている
いつも安全状態になっているから	午前中はガス検知、酸素検知をやったので、午後はやらなくても安全上問題ないとガス検知、酸素検知を省略するなど	自転車で交差点を通過する際、いつ確認しても車がこない交差点なので、左右を確認しないで交差点を通過する
いつも通りにできないから	ドレン・ベント等の詰まりを見つけた際、決められた方法ではなく、針金等でついで詰まりを取るなど	いつもはコンセントをちゃんと使っていたが、コンセントの数が足りなくなったのでタコ足配線をする
周りにつられて	電気工事を行う際は感電防止対策をすることがあるが、周りの人がやっていないので感電防止対策をしないなど	駐輪禁止のところにもみんな自転車を停めていたので、自分もそこに自転車を停める
指示されて	上司に効率的な生産のため設計圧力・温度を超えた状態で使用するよう言われ、それに従うなど	先輩に酒を飲むよう言われたので、未成年だが酒を飲む
時間的切迫	機器を復旧する際は内部点検を行わなければならないが、時間に余裕がないため内部点検をせずに危機の復旧するなど	急いでいたので、赤信号を無視して横断歩道を渡る
善意や好意	他の人が作業中に現場を離れていたのを見つけ、担当者に連絡せず作業の続きを行うなど	友達か風邪を引いて苦しそうにしていたので、善意から以前自分が処方された風邪薬をあげる
いい格好	長髪、ピアスが禁じられているにもかかわらず、長髪、ピアスで作業するなど	自分も友達も未成年で酒を飲むような場において、いい格好をしようとして酒を飲む
リスクテイキング	点検時期でもないのに、スリルを求めて40mの高さの蒸留塔の上に登るなど	スリルを味わうため、友達とお金をかけてゲームをする
慣れ	高所での作業では、安全帯をつけなければならないが、高所での作業に慣れているので安全帯をつけないなど	自転車のブレーキの効きが悪いことに気付いても、その自転車の運転に慣れていたのでそのまま運転する
信念によるもの	回転機のカバーを上司の許可を得て取り外して清掃作業を行っていたのではちがいが明かなく、無許可で取り外すなど	横断歩道の信号が赤信号でも、車が来ていなければ渡っていると思って信号無視をする

## 若年層技術職を対象としたメンタルヘルスの調査

—年代と職種による差異—

○石村光資郎<sup>\*</sup>、加藤千恵子<sup>\*\*</sup>、鈴木康弘<sup>\*\*\*</sup>

(<sup>\*</sup>慶應義塾大学理工学部、<sup>\*\*</sup>東洋大学工学部機能ロボティクス学科、<sup>\*\*\*</sup>日本大学医学部精神医学系)

Research for the mental health of young engineers —the difference of ages and jobs—

Koshiro ISHIMURA<sup>\*</sup>, Chieko KATO<sup>\*\*</sup>, Yasuhiro SUZUKI<sup>\*\*\*</sup>

(<sup>\*</sup>Keio Univ. Science and Technology, <sup>\*\*</sup>Toyo Univ. Department of System Robotics, Faculty of Engineering, <sup>\*\*\*</sup>Department of Psychiatry Nihon University School of Medicine)

### 1. はじめに

職場のストレスは身体的・精神的障害を招く危険要因であり、心理的・社会的行動に大きな影響を及ぼすと考えられている。職場で受けるストレスの要因とその反応については、荒記(1993)の中で、職場におけるストレス要因とストレス反応、健康影響等の分類と評価方法が解説されている。ストレスの原因の種類として、職場の環境問題、役割からくるストレス、職場における人間関係、技術活用の欠如、仕事の将来の不明瞭さと不安、仕事の量的及び質的な作業負担等が挙げられている。また、ストレス反応として、生理的反応、心理的反応、行動的反応、社会的反応が挙げられている。荒井ら(1986)によると、ソフトウェア会社 47 社において 744 人のソフトウェア技術者の健康及び意識調査を行った結果、精神的愁訴として多かったものは、「いらいらするようになった」37.3%、「神経が疲れる」60.3%であったという。さらには、建設や土木における技術者の間では苛酷な労働環境のせいで過労死してしまうケースが後を立たない。日経コンストラクションによると、2003 年に土木分野の技術者に対して「過労死」に関するアンケート調査を実施した結果、土木技術者の 7 割以上が、過労による体調の異変や過労死する危険を感じたことがある、と答えている。また、心の病を抱える社員を年代別に見ると、30 代が 61%でトップとなっていることがわかる(社会経済生産性本部メンタル・ヘルス研究所、2004)。30 代の多くは部下と上司との板ばさみの状態にあり、部下とのコミュニケーションが取れない一方で、それを上司から批判されるといったサンドイッチ症候群と呼ばれる状態に陥るケースが多い。本研究では、社員の心身の健康状態を把握するために心理検査を実施した。また、会社内の職種や年代による差異と全国平均との差異、ならびに疾患レベルについて調査した。

### 2. 方法

調査期間:平成 20 年 2 月に調査紙を配布し 3 月中に回収したが、調査協力者の業務日程の都合により、6 月に追加配布回収した。

調査方法:郵送調査法により、社員全員に書面にて内容を説明し、質問紙への回答を依頼した。

調査内容:GHQ;精神健康度調査法とは、ゴールドバーグ(Goldberg, D.P.)によって開発された精神的な健康を診断するための心理検査(質問紙法)である。このテストは、非気質性、非精神病性の精神障害のスクリーニングテストであり、神経症症状の発見や把握を主たる目的とするほか、うつや緊張を伴った疾患性など、精神的な健康度を測る目的に用いられる。下位尺度には以下の 4 つがあり、ストレス状態の尺度として用いることができる。これらの得点が高いほど精神健康度が悪いことを示す。

1. 身体的症状(自信欠如による心気症的問題に関する因子)
2. 不安と不眠(心理的障害に関する因子)
3. 社会的活動障害(社会的適応障害に関する因子)
4. うつ状態(不幸に関する因子)

また、中川(1981)によると GHQ の総得点が 17 点以上であれば神経症的傾向があるといわれる。

調査対象者:全社員 180 人。そのうち男性 148 名中、有効回答数 48 名(32.4%)、平均年齢 40.8 歳。女性 32 名中、有効回答数 14 名(34.8%)、平均年齢 30.0 歳。調査対象者のうち、30 代 56.3%、40 代 43.8%、50 代 18.8%であった。また、技術職 60%、営業職 21%、事務職 19%となっていた。

分析方法:SPSS(Ver.15.0J)により、一元配置の分散分析を行い、等分散性が仮定されない項目については、ウィルコクソンの順位和検定を行った。また、母平均の差の検定を有意確率 0.05 未満として行った。

Tab. 1 GHQ 年代別のウィルコクソンの順位和検定による比較

	比較年齢階級		
	30代-40代	30代-50代	40代-50代
GHQ			
うつ傾向	-2.22*	-1.86	-0.315
不眠と不安	-.99	-2.06*	-1.359

\*:p<0.05

### 3. 結果と考察

GHQ の結果に対して、分散分析を用いて年代間の差異について調べたところ、「不安と不眠」と「うつ傾向」において等分散性が仮定されなかったため、ウィルコクソンの順位和検定を行った (Tab. 1)。その結果、うつ傾向では、30代と40代で有意差 ( $Z=-2.22, p<0.05$ ) が見られ30代の方が高い数値を示していた。不安と不眠では、30代と50代で有意差 ( $Z=-2.06, p<0.05$ ) が見られ30代の方が高い数値を示していた。また、GHQ の全国平均は2.76であったので、これを検定値として、職種別の平均値と年代別の平均値に対して、母平均の差の検定を行った (Tab. 2)。その結果、技術職 ( $t(35)=4.70, p<0.05$ )、事務職 ( $t(12)=3.36, p<0.05$ ) で有意差が見られ、調査対象者の方が高い数値を示していた。同様に、年代別では、30代 ( $t(26)=4.95, p<0.05$ ) と40代 ( $t(19)=3.17, p<0.05$ ) で有意差が見られ、調査対象者の方が高い数値を示していた。30代の従業員の中で下位項目のうち1つでも中等度以上の値を示していたのは46.2%であった。これらの結果から、30代のメンタルヘルスの問題が明確に現れていることが伺える。30代の従業員は社内において上司や部下の両方とコミュニケーションをとらなければならないが、仕事量の増加や適応能力の問題から、それがうまくいっていない可能性が示唆される。また、30代の従業員は人数も最も多いため、同僚との人間関係にも問題が生じている可能性がある。若年層を中心とした対人能力の低下などが、この問題の一要因となっていると考えられる。また近年、独身者が増加傾向にあることから家に戻ってからも相談する相手がおらず、自分の悩みを話すことができないことがメンタルヘルスの悪化につながっていることも示唆される。職種別について、GHQ の下位項目のうち1つでも中等度以上の値を示していたのは、技術職が36.1%、事務職は50.0%となっていた。技術職において神経症的傾向が疑われるGHQ の総得点が17点以上の者が8.3%いることが分った。事務職では該当する者はいなかった。技術職では一部の者に偏ってストレスがかかっていることが示唆される。一方の事務職は満遍なくメンタルヘルスの悪化が見られることがわかる。

Tab. 2 従業員のGHQ 総得点 (平均±標準偏差)

		人数	GHQ
職種	技術者	36	7.28±5.76*
	事務職	13	6.77±4.30*
	営業職	11	5.82±4.98
年齢階級	30代	27	8.44±5.96*
	40代	20	5.60±4.00*
	50代	9	4.11±3.59

\*:p<0.05

このことから、近年明らかになってきた技術職における労働環境の悪化だけでなく、事務職においても景気悪化による人員不足や1人あたりの仕事量の増加などから労働環境の悪化が懸念される。今後は技術職だけでなく、職種全般的にメンタルヘルスの悪化傾向が拡大しつつあることが示唆される。

### 4. まとめ

近年の労働者のメンタルヘルスの悪化は著しいものがある。労務行政研究所 (2008) によるとメンタルヘルス不調者が最近3年間で“増加している”とする企業は55.2%であり、特に増加が目立つ年代層は30代が最も多く51.9%、次いで20代が41.2%の順となっていた。メンタルヘルス不調で1カ月以上休職している社員がいる企業は62.7%で、3年前の調査時 (同研究所) では50.9%であったのが、さらに高まっていることがわかっている。また、最近問題になっているコミュニケーション不足や適応能力、対人能力の低下、さらに独身者の高齢化などから、今後メンタルヘルスの悪化は30代だけでなく、もっと高齢化していくことが懸念される。本研究の結果からも40代におけるGHQ 総得点の平均値は一般の健常者と比較して有意に高いことが分っているため、今後メンタルヘルスの悪化による不調者は、高齢化とともに増加傾向に向かうことが示唆される。職業別においては、近年問題になっている技術職の労働環境の悪化に伴うメンタルヘルスの調査結果同様に、本研究においても技術職におけるメンタルヘルスの悪化が見られた。ところが、技術職以上に事務職にもメンタルヘルスの悪化が見られた。これは、景気の悪化から従業員の削減に伴い、慢性的な人員不足と1人あたりの仕事量の増加により、ストレスや疲労が蓄積しつつあると考えられる。今後は職種を問わずメンタルヘルスの悪化が拡大していく可能性があることが示唆される。

#### [連絡先]

石村光資郎 慶應義塾大学理工学部  
〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉3-14-1  
e-mail: [koshiro@math.keio.ac.jp](mailto:koshiro@math.keio.ac.jp)

# 北欧式トランスファーテクニックにおける介護者の腰部筋疲労について

○鈴木浩之\*、福島一敬\*、八田一利\*\*、三澤哲夫\*\*、小野晃\*\*\*

(\*千葉工業大学大学院、\*\*千葉工業大学、\*\*\*ミモザ(株)健康科学研究所)

On the muscle fatigue of a care worker's waist in a Northern Europe system transfer technique  
 Hiroyuki SUZUKI \*, Kazuhiro HUKUSIMA \*, Kazutoshi HATTA \*\*, Tetsuo MISAWA \*\*, Akira ONO \*\*\*  
 (\* Graduate school, Chiba Institute of Technology, \*\* Chiba Institute of Technology,  
 \*\*\*MIMOZA Health Science Laboratory)

## 1. はじめに

厚生労働省による福祉人材確保指針の見直し概要(平成19年8月28日厚生労働大臣告示第289号)によると、施設で働く介護福祉士らの離職率は20.2%で、全労働者の17.5%を上回る。この多くの理由としては、待遇・人間関係等への不満や重労働による腰痛などの身体的負担であった<sup>1)</sup>。

介護福祉士は1988年に始まった国家資格であり、2006年10月末現在、約54万8000人が取得している。今後、高齢者人口がより増加されることが懸念される中で、身体的負担の多い介護福祉士の離職率はさらに高まると考えられる。

北欧におけるトランスファーテクニック(人体移乗技術)は介助者の身体的負担を可能な限り制限することに着目しており、介護をおこなう際、人を持ち上げるという垂直方向の動作そのものを用いず、それをできる限り水平方向の動作(例えば引く、押す、回転させる動作)に変えて動かすことを考える<sup>2)</sup>。本研究では、北欧式トランスファーテクニック(以下北欧式と略す)における介護者の腰部筋疲労について日本式トランスファーテクニック(以下日本式と略す)との比較・分析を行った。

## 2. 方法

### 2.1 対象

本研究で用いた被験者(介護者役)は腰痛などの自覚症状のない、男子学生1名であった。トランスファーテクニックは初心者であり、北欧式、日本式の事前講習を行ってから実験を開始した。

### 2.2 動作内容

本研究で用いた介護動作は、介護現場で実施される頻度が高く、人の手で行う介助では介護者の負担が大きい介助動作である、ベッド上で足側にずり下がった要介護者を頭側に位置修正する介助動作であった。

### 2.3 実験方法

被験者(介護者役)が筋電計を左側脊柱起立筋に付け、2名の要介護者役に4回ずつ北欧式及び日本式をそれぞれ行い、1回目から4回目までの筋電図Area単位時間(mV・sec)の平均値の比較・分析を行った。

## 3. 結果

以下表1. 表2. 表3. 表4. は被験者(介護者役)が要介護者①及び要介護者②に北欧式及び日本式のトランスファーテクニックを行った測定結果である。

表1. 要介護者①における北欧式トランスファー

	タイム (秒)	筋電図 Area (mV・sec)	筋電図 Area 単位 時間 (mV・sec)	筋電図 Amplitude (mV)
1回目	67.88	1.015	0.015	0.255
2回目	68.01	0.972	0.014	0.314
3回目	76.64	1.108	0.014	0.415
4回目	66.32	0.921	0.014	0.214
平均	69.71	1.004	0.014	0.299
標準偏差	4.054	0.069	0.000	0.076

表2. 要介護者①における日本式トランスファー

	タイム (秒)	筋電図 Area (mV・sec)	筋電図 Area 単位時間 (mV・sec)	筋電図 Amplitude (mV)
1回目	22.34	0.391	0.017	0.420
2回目	20.21	0.361	0.018	0.337
3回目	19.49	0.387	0.020	0.226
4回目	18.46	0.373	0.020	0.319
平均	20.13	0.378	0.019	0.326
標準偏差	1.422	0.012	0.001	0.069

表3. 要介護者②における北欧式トランスファー

	タイム (秒)	筋電図 Area (mV·sec)	筋電図 Area 単位 時間 (mV·sec)	筋電図 Amplitude (mV)
1回目	63.22	0.860	0.014	0.184
2回目	65.38	0.845	0.013	0.178
3回目	69.44	0.980	0.014	0.228
4回目	65.84	0.951	0.014	0.226
平均	65.97	0.909	0.014	0.204
標準偏差	2.234	0.057	0.001	0.023

表4. 要介護者②における日本式トランスファー

	タイム (秒)	筋電図 Area (mV·sec)	筋電図 Area 単位 時間 (mV·sec)	筋電図 Amplitude (mV)
1回目	20.40	0.300	0.015	0.348
2回目	20.32	0.309	0.015	0.257
3回目	21.66	0.354	0.016	0.389
4回目	19.22	0.303	0.016	0.374
平均	20.40	0.317	0.016	0.342
標準偏差	0.864	0.022	0.001	0.051

Area は、介護動作開始から終わりまでの筋放電量の面積であり、それを時間(タイム)で割ったものが、Area 単位時間である。Amplitude は、介護動作の中での最大放電量である。本研究では、Area 単位時間を用いて比較・分析を行った。

有意差検定(表.5)による北欧式及び日本式の筋電図 Area 単位時間では、要介護者①及び要介護者②において、有意な結果が認められた(要介護者①:  $p < 0.001^{***}$  要介護者②:  $p < 0.01^{**}$ )。

#### 4. 考察

本研究により北欧式は日本式に比べ単位時間当たりの筋放電量が少なかった。

また、北欧式は介護動作に掛かる時間が日本式に比べて、約3倍であった。これは、北欧式は単に介護者の負担を軽減させるものではなく、要介護者は残存機能を活用し、動かせる所は動かすという残存機能の維持・向上にもつながっているため、要介護者のペースに合わせて介護動作が行われているかであるためと考えられる。また更に、介護動作が水平方向の動

表5. 日本式・北欧式間における有意差検定

		日本式		北欧式
要介護者①	タイム(秒)	20.13		69.71
	筋電図 Area 単位時間 (mV·sec)	0.0189	***	0.0144
要介護者②	タイム(秒)	20.4		65.97
	筋電図 Area 単位時間 (mV·sec)	0.0155	**	0.01377
		* $p < 0.05$	** $p < 0.01$	*** $p < 0.001$

きのため、邪魔な摩擦をできる限り減少させる、もしくは無くし、また反対に利用できる摩擦は大いに利用するために福祉用具(スベリやすい布・スベリ止めなど)を利用するのでそのセッティングを行うため、介護動作に時間も掛かってしまう。

垂直方向動作の日本式で行えば短時間で済む動作が水平方向動作の北欧式では時間が掛かる。しかし、介護者にとって負担の大きいと思われる、日本式により身体に損傷を生じるものであるならば、介護者はその仕事を一時的あるいは半永久的に継続は出来なくなる。日々の介護動作における数秒・数分の時間差と、介護者の健康と、どちらが重視するかを考えると後者であると考え。

本研究を基礎研究と位置づけ今後は、年齢や男女介護経験の差など、多様な被験者での検討や、測定部位を増やすなどし、発展した研究を行っていくことが今後の課題である。

#### 5. 参考文献

- 1) 厚生労働省: 福祉人材確保指針の見直し概要 (平成19年8月28日厚生労働大臣告示第289号)
- 2) 小島ブンゴード孝子: つらい介護からやさしい介護へ, 株式会社ワールドプランニング

#### [連絡先]

鈴木 浩之  
 千葉工業大学大学院 八田研究室  
 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼2-17-1  
 e-mail: ba7\_ba7\_suasan@yahoo.co.jp  
 Tell: 047-478-0342

## メンタルタスク中の主観的ワークロードと生理量の関係

○五十嵐匡平\*, 杉浦康司\*\*, 中西美和\*, 下村義弘\*, 岩永光一\*, 勝浦哲夫\*  
 (\*千葉大学大学院工学研究科, \*\*株式会社いすゞ中央研究所)

Relationship between subjective workload and physiological indices during mental task

Kyohei IKARASHI\*, Koji SUGIURA\*\*, Miwa NAKANISHI\*,

Yoshihiro SHIMOMURA\*, Koichi IWANAGA\*, Tetsuo KATSUURA\*

(\*Graduate School of Engineering, Chiba University, \*\*Isuzu Advanced Engineering Center, Ltd.)

### 1. はじめに

交通事故を未然に防ぐため、ドライバのワークロードが高水準の時には、自動車の挙動やナビゲーションの情報量を制限するといった新しいシステムの開発が期待されている。本研究の目的は、その開発の基礎段階として、循環器系の生理指標を用いて主観的ワークロードをリアルタイムで定量化するために必要な関係式を導くことであった。

### 2. 方法

#### 2.1. 被験者

被験者は、21～24歳の健康な男子大学生9名であった。実験に先立ち、すべての被験者に本研究の目的、方法、および本人の意思で実験を拒否できること等を説明し、実験参加の同意を得た。

#### 2.2. 実験タスク

実験には、運転行動に似て動機の維持をしやすいタスクとしてレーシングゲーム(ナムコ;RIDGE RACER 7, ソニー;PLAYSTATION 3, ロジクール;GT FORCE Pro, セクトインターナショナル;PLAYSEATS EVOLUTION)を用いた。コースは難易度の異なる2つのコースA, Bを用意した(図1)。Aは広い高速道路で難易度は低く、Bはコーナーの多い市街地で難易度は高かった。被験者には、できるだけ衝突を避け、よりよいタイムを出すよう指示し、各コースを1回(3周)ずつ練習走行させた。その後、実験タスクとして各コースを交互に5回走行させた。

#### 2.3. 実験手順

13:00～17:00の時間帯に実験を行った。実験中の気温、相対湿度はおよそ25℃、50%とした。実験は2つのコースを5回ずつ走行する計10試行で構成された。被験者は電極装着後、練習走行を行ってから5分間の安静を取り、その後10試行を連続して行った(図2)。実験は全体で2時間程度であった。

### 2.4. 計測方法

走行中のワークロード変動を調査するため、口頭での主観評価を行った。被験者には、練習走行時に、2つのコースを走行中に変動したワークロードに対して最も高いワークロードを10と判定するように教示した。その後、実験タスク中に実験者が音で合図した時点のワークロードを、練習走行で得られたワークロードの10段階(1～10)を基に口頭で答えた。この時、作業負荷ではなく精神的な作業負担度を答えるように指示した。これらの主観評価は図1の●で示された箇所で行った。およそ5～10秒に1回程度のペースであった。

生理指標としては、心電図と脈波を計測した。心電図は胸部誘導による3電極法を用いて導出し、脈波は左耳朶から導出した。

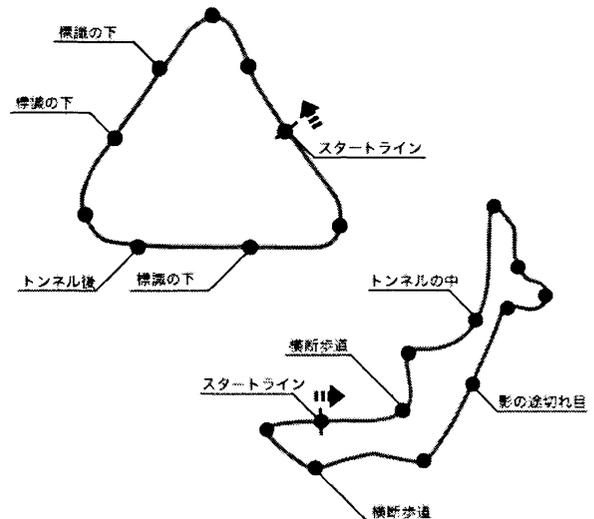


図1 コースA(左)・B(右)と主観評価ポイント(●)



図2 実験プロトコル

## 2. 5. 解析方法

心電図および脈波から以下の指標を算出した。

- ・HR10 (心拍数 10 拍分の平均)
- ・HR10 差 (5 拍後の HR10 との差)
- ・RRV8-3-10 (心拍数 8 つの分散と心拍数 3 つの分散の差分について 10 個分の平均)
- ・HR10stdev (心拍数 10 拍分の標準偏差)
- ・CVRR10 (HR10stdev/HR10 の 10 個の平均)
- ・PWTT10 (脈波伝播時間 10 個の平均)
- ・PWTT10 差 (5 拍後の PWTT10 との差)

さらに、各々について、10 個分のデータの取り方の違いを 11 パターン検討した(ある主観評価のデータに最も近い時間のデータを 0 番目とした時、-10~-1 から 2 つずつずらして 10~19 までの計 11 通り)。主観評価の変化に感度良く反応する生理応答を調査するため、これらと主観評価との相関分析を行った。安定したデータを抽出するため、各試行のスタート後 30 秒間およびゴール前 30 秒間は解析対象から除外した。

## 3. 結果

### 3. 1. 個人ごとの主観評価と生理量の関係

被験者 9 名全員において主観評価と HR10, PWTT10 に有意な相関関係が認められた。特に 5 名においては、HR10(-4~5)付近で  $r \geq 0.4$  の主観評価との正の相関関係が、PWTT10(0~9)付近で  $r \leq -0.4$  の負の相関関係が認められた。図 3 に 1 名の被験者の例を示す。その他の指標については個人差が大きく、被験者全員で有意なものは無かった。

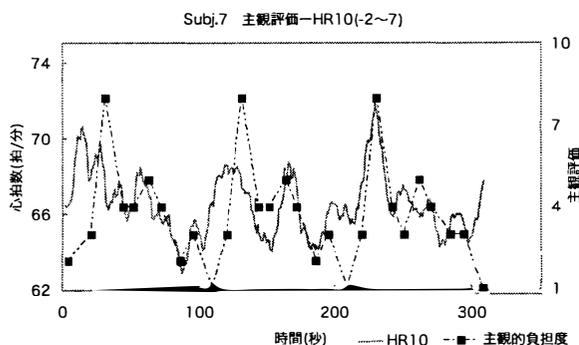


図 3 主観的ワークロードと心拍数の関係

### 3. 2. 全体の主観評価と生理量の関係

上記の相関分析は HR や PWTT を絶対値で解析したが、絶対値では被験者によってベースラインが大きく異なることから、主観評価との相関関係が強かった HR10 と PWTT10 について、それぞれ標準化を行った。標準化に際しては、主観評価が 1~4 の時の生理量の平均値と標準偏差を用いた。また、主観的ワークロードの増

加に対し生理量が飽和する傾向であったので、主観評価を対数変換し、さらに非線形性にも対応するために HR10 と PWTT10 をそれぞれ 2 乗した変数を追加することにした。以上により、対数変換した主観的ワークロード ( $f_{\omega}$ )、HR10、 $(HR10)^2$ 、PWTT10、 $(PWTT10)^2$  を用いてステップワイズ重回帰分析を行った結果、 $r=0.51$  の次の回帰式が得られた。

$$f_{\omega} = 0.50 + 0.092 * [HR10] - 0.081 * [PWTT10] - 0.02 * [PWTT10]^2 - 0.009 * [HR10]^2$$

## 4. 考察

全被験者において、主観的ワークロードの増加に応じて HR10 は増加、PWTT10 は減少する傾向が共通してみられた。住田ら(1997)は車線変更における心拍数を調査し、車線変更の前から心拍数は上昇し始め、変更時点に最大値に達し、その後減少していくことを報告している。また、鈴木ら(1999)は作業記憶タスクに時間圧迫感を加えた作業環境での精神ストレスによる過覚醒状態中の脈波伝播時間の短縮を確認している。従って、今回の実験でワークロードと HR10 ならびに PWTT10 の有意な相関が見られたことは妥当な結果であると考えられる。また、心拍数や脈波伝播時間を 10 拍分平均することで、3~5 秒周期である呼吸性変動の要因をキャンセルできると考えられる。

今回導かれた回帰式には、HR10、 $(HR10)^2$ 、PWTT10、 $(PWTT10)^2$  が採用され、主観的ワークロードと生理量の関係は非線形である事が示唆された。この回帰式には全被験者で有意な関係が得られた指標を用いていることから、多くのユーザに対して適用可能なワークロード推定式となる事が期待できる。今後はこの回帰式を使い、リアルタイムにワークロードを推定するプログラムを製作し、その有効性を検証する予定である。

## 5. 参考文献

- 1) 渥美ら, 心拍計測によるドライバの意識状態評価-自律神経指標を用いた緊張感と眠気の計測-, 自動車技術会学術講演会前刷集 946, 133-136, 1994
- 2) 住田ら, 車線変更時の運転者の緊張度解析, 自動車技術会学術講演会前刷集 975, 217-220, 1997
- 3) 鈴木ら, 過覚醒状態の生理心理的評価 II - 心電図と脈波による検討 -, 人間工学 Vol.35, 特別 2, 266-267, 1999

### [連絡先]

五十嵐匡平  
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: fifty-storm@graduate.chiba-u.jp

# 自動車乗車時における乗員の疲労評価方法に関する研究

○浦野竜太郎\*、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 the Method of Human Fatigue Evaluation in Automotive Seat

Ryotaro URANO\*, Hajime TAKADA\*\* and Yoshifusa MATSUURA\*\*

(\*Graduate School of Engineering, Yokohama National University, \*\*Yokohama National University)

## 1. はじめに

自動車は安全性の高度化に伴い、快適性に対するニーズも高まっており、長時間走行での疲労を低減するシート開発や技術が求められている。

自動車用シートに長時間着座した際、シート形状や体圧分布などの物理特性が変化すれば、疲労の度合いも変化すると考えられる。従来、自動車用シートの評価は熟練者の官能評価により行われてきたため、疲労度の変化を捉えるための客観的な評価指針は確立されていない。このためシートについての疲労度の定量化方法が求められている。

本研究では、物理特性の異なる2シートにおいて、長時間着座した際の筋電図、心電図などの生理指標を計測し、疲労度の比較を行う。また有効な生理指標の抽出を行い、疲労を客観的に評価する方法を導出する。

## 2. 実験方法

### 2.1 概要

物理特性の異なる2つの自動車用シートに着座させ、2時間着座姿勢を維持させた。実験中は高速道路映像を映すとともに、車線変更の際にタスクを設ける事で、実験に集中させた。また10分毎に疲労感に関する10項目のアンケートを実施し、口頭回答させた。なおこの実験では非加振、運転操作はしないものとした。

### 2.2 自動車シート

実験に用いた2脚のシートの特徴を示す。

①seat1: 従来ウレタンシート

②seat2: シート素材に、人間の筋肉に近い弾性を誇る立体編物を使用したシート

### 2.3 測定項目

実験中は筋電図(肩部、背部、腰部、臀部の計8箇所)、心電図、発汗を測定した。また実験前後にはフリッカー値および腰部に一定の負荷を与えることで随意的に筋活動を起こさせた状態での腰部筋電図を測定した。主観量は、疲労感と背中、腰、肩、臀部の痛みなど10項目からなるアンケートに1(全く当てはまらない)~10(非常に当てはまる)の10段階で評価させた。回答は口頭にて、実験前と実験中10分毎の計13回行った。

## 2.4 被験者

被験者は健全な男子学生11名(年齢:22~24才,身長:156~179cm,体重43~75kg)である。

## 3. 実験結果及び考察

### 3.1 主観量

疲労感の変動を Fig.1 に示す。疲労感をほとんど感じなかった被験者もいた為、疲労感が5以上となった8名の被験者のシート別の平均値を示した。以降この8名において解析を行った。また、t検定においてシート間の有意差があったポイントをチェックしたものを Table 1 に示す。○は seat2、×は seat1 優位を表す。ここでの優位とは、各評価項目の程度が低いことを意味している。

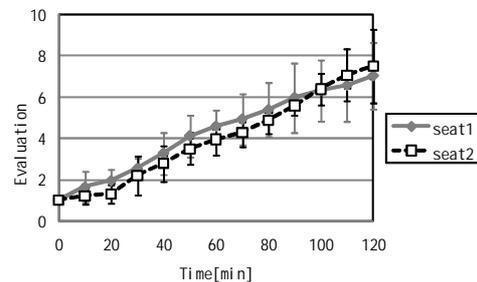


Fig.1 「疲労感がある」平均値変動

Table 1 t検定によるシート間の有意差とシート間比較

	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
肩が凝っている	-	-	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-
背中が痛い	-	-	-	-	○	○	-	○	-	-	-	-
腰が痛い	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
臀部が痛い	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
疲労感がある	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ストレスを感じる	-	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-
不快感がある	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	×
目が疲れている	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
集中力が低下している	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-
眠い	-	-	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-

シート間の差を確認するためにt検定を実施した。疲労感においては20分に有意差が確認されたが、それ以外の時期において差は確認されなかった。しかし seat2 は実験中盤までは標準偏差が小さく、全被験者が同様な疲労感を感じていることが分かった。また肩、背部などにおいて seat2 が優位であるという結果となった。精神的疲労であるストレスについての指標においても多くの有意差が現れた。最終的な評価値において差は無かったものの、実験中盤までに関して言えば、シートの物理特性が主観量に影響を及ぼすことを確認した。

### 3.2 筋電図解析

一般に筋は疲労すると振幅が増大することが知られている。本研究では、Table1 のt検定結果から有意差の多かった「肩が凝っている」、「背中が痛い」、そしてシート特性をより反映するとされる腰部の疲労感である「腰が痛い」の項目において解析するため、各部位の筋電図解析を行った。Fig.2~4 は 10 分毎の振幅平均値変動を示す。すべて実験開始 10 分の値で正規化した。

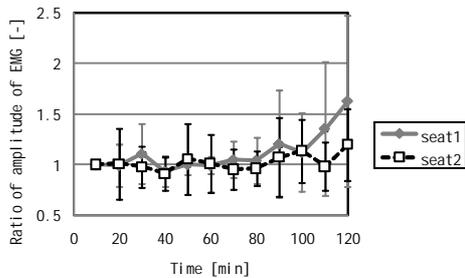


Fig.2 肩部筋電図振幅平均値変動

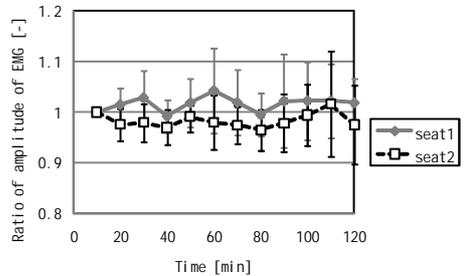


Fig.3 背部筋電図振幅平均値変動

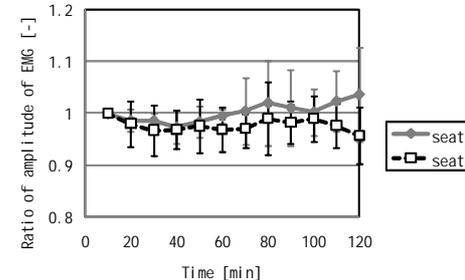


Fig.4 腰部筋電図振幅平均値変動

主観量(眠い以外)はほぼ時間に比例し増加するという傾向が見られたが、筋電図振幅においては各部位とも振幅の増減を繰り返すような結果となった。Fig.2 において、seat1 の 30 分で振幅が大きく増加している。これは、table1 で示した主観量のt検定結果「肩が凝っている」の項目において有意差が確認できた時刻でもある。また Fig.3 においても、t検定で有意差のあった 50、60 分の時刻において seat1 の振幅が増加している。Fig.4 の腰部においては、t検定において有意差のあった 10 分については振幅の変化をみることは出来なかった。しかし、振幅の増加が seat1 の方が早く、また中盤以降において seat2 も増大しており、主観量である「腰が痛い」の平均値変動と傾向が酷似していた。今回の実験において、疲労を感じると、体動や力みなどにより疲労を回復させているような被験者がよく見られ、その影響で疲

労を感じた時刻において局所的に筋電図振幅が増加したと考えられる。また、ある程度疲労に慣れると、振幅の減少も見られ、疲労により増減を繰り返すことが確認された。以上の結果より、局所的な筋電図振幅の増加は、疲労を捉えるための有効な指標になり得ると判断した。

### 3.3 心電図

心電図から得られる RRI 曲線に対して周波数解析を行い、0.07~0.015Hz の周波数成分(LF : Low frequency)と 0.15~0.45Hz の周波数成分(HF : High frequency)の面積を算出した。HF/(LF+HF)は副交感神経活動を反映する指標であるため、その傾向を調べた。実験開始 10 分で正規化した結果を Fig.5 に示す。

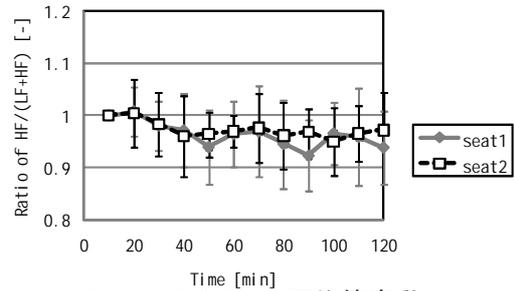


Fig.5 HF/(LF+HF)平均値変動

t検定結果より「ストレスを感じる」において 20、30、60 分に有意差が確認できたが、20、30 分では、シート間に差はなかった。しかし seat1 において副交感神経活動の減少が seat2 よりも減少した直後の 60 分において有意差が確認できた。この時刻における HF/(LF+HF)平均値変動の有意差を確認することは出来なかったが、ストレスや不快感と高い相関を示す被験者が多く、精神的負担を評価し得る指標であると判断した。

### 4. まとめ

長時間着座実験から、以下を評価し得ることを示した。

- ①シート素材は、疲労感などの主観量に影響を与える。
- ②肩、背、腰部筋疲労 ⇒ 局所的な振幅の増大
- ③HF/(LF+HF) ⇒ ストレスなどの精神的負担

### 5. 参考文献

- 1) 吉澤公理・他 3 名、「自動車シートの長時間着座における筋疲労」自動車技術会 学術講演会前刷集 No.90-00(2000), pp.11-14
- 2) 稲垣大・他 3 名、「シート感品質評価方法」豊田中央研究所 R&D レビュー Vol.35 No.4, pp.9-14

[連絡先]

浦野竜太郎

横浜国立大学大学院 工学府 高田研究室

〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5

TEL:045-339-4221

e-mail:chibiyen724@vib.me.ynu.ac.jp

# Augmented Reality によるマニュアルの情報量と 作業パフォーマンスとの関係

— 動的な実視野への重合 —

○玉虫俊一朗\*、中西美和\*、岡田有策\*  
(\*慶応義塾大学、\*\*千葉大学)

Effect of Information Quantity Given by Augmented Reality Manual on Task Performance  
-Overlay on Dynamic Background-  
Shunichiro TAMAMUSHI\*, Miwa NAKANISHI\*\*, Yusaku OKADA\*  
(\* Keio University, \*\* Chiba University)

## 1. はじめに

AR(Augmented Reality)とは、HMD(Head Mounted Display)を利用するなどして、実視野に電子的情報とを重合する技術である。実視野の対象と関連情報の対応付けのし易さや視線移動の節約などの利点を持つため、作業マニュアル(AR マニュアル)への応用が有効とされる。しかしソフト面、つまりARの特性を考慮した提示情報のデザイン指針については十分に検討が行われていない。そこで先行研究では、静的な実視野の特性に応じて作業パフォーマンスを阻害しない情報提示方法が提案された。本研究では、例えば、ベルトコンベヤー上を流れていく製品に、作業指示を与える場合の様に、実視野において注意を向ける対象が動く場面を想定し、動的特性を持つ実視野に応じた適切なAR マニュアル提示方法を提案することを目指す。そのために、実視野が動的な場合に、重合する情報量が作業パフォーマンスに与える影響を明らかにする。

## 2. 実験方法

本実験では、被験者が向き合うPCディスプレイ上に実視野を模擬し、作業対象を置いた。

作業対象にはマトリクス上にブロックが並べられ、各ブロックには1から6までの数字ボタンが含まれる。また、作業に関する指示をAR マニュアルとして被験者が装着するHMD(Microvision, Inc 製NOMAD)から提示することとし、対応する作業対象と重なり合う位置に、1から6までのいずれかの指示数字が提示される様設定した。そして作業対象であるブロックと対応するAR マニュアルが、同期して3(mm/sec)で左から右へ常に流れるよう設定した。対応ブロックに対し指示通りボタンをクリックする操作を1ブロックに対する操作とし、提示されたマニュアルに従い早く正確に操作することを被験者のタスクとした。1タスクは、作業対象に対応するAR マニュアルが提示された時点で開始し、3分間経過した時点で終了とした。

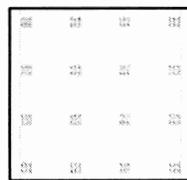


図 1-1.作業対象  
(m=4)

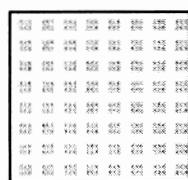


図 1-2.作業対象  
(m=8)



図 1-3.作業対象  
(m=12)

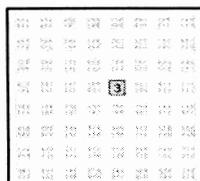


図 2-1.1 個提示の例  
(m=8)

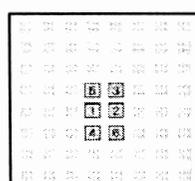


図 2-2.6 個提示の例  
(m=8)

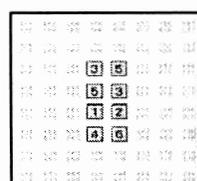


図 2-3.8 個提示の例  
(m=8)

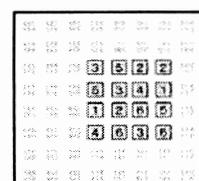


図 2-4.16 個提示の例  
(m=8)

更に、実視野の情報の量を3条件設定すべく、 $m \times m$  ( $m=4, 8, 12$ )のマトリクスが左から右に連続的に流れる様、作業対象を用意した(図1-1~3)。また、上記の実視野に重合するARマニュアルの情報量として、一度に示す指示数字の個数を $q=1, 6, 8, 16$ の4種類用意した。図2-1~4に $m=8$ の実視野にARマニュアルを重合した例を示す。被験者は、各ARマニュアル提示条件において提示された

指示数字すべてに対応するブロックへの操作を終えたら、手元のボタンによって次の指示数字を提示させるための切替操作を行った。被験者は、眼に疾患のない20~25歳の男女学生15名とし、各被験者は各実験条件について1回ずつタスクを試行した。実験中に習熟の影響が生じない様、十分な作業練習の後実験に臨んだ。

### 3. 結果および検討

本研究では、作業パフォーマンスを、正確性と効率性の側面から捉え、それぞれの阻害的影響の程度を誤入力率と未操作率から分析を行った。

#### 3-1. 誤入力率

ARマニュアルが提示した指示数字とは異なる数字ボタンを操作した件数をカウントし、全指示数字数で割った値を誤入力率とした。 $m=4, 8, 12$ の各作業対象パターンにおける平均誤入力率を図3-1~3に示す。結果より $m=4, 8$ の場合、指示数字の個数が多くなるに従い誤入力率が低くなる傾向が見られた。これは、実視野のブロック数が少ない場合、一度に指示情報がまとめて提示されると、ARマニュアルの切替操作を施す必要がなく、作業対象への操作に終始注意を向けることが出来たためだと考える。一方 $m=12$ の場合、16個提示の時逆に誤入力率が高くなったことがわかる。これは実視野の操作ブロックが多い場合、ARマニュアルとして指示情報が重ね合わせられると、情報過多により視認性が阻害されるとともに一定の速さで実視野およびARマニュアルが動いているので数字ボタンの誤判別や指示数字との対応箇所の誤認識、指示数字の読み取り間違いなどが生じ易くなったことが要因と考えられる。また、いずれの作業対象パターンにおいても6, 8個提示のとき誤入力率は低くなる傾向が見られた。

#### 3-2. 未操作率

ARマニュアルから指示数字が提示されたにもかかわらず、対応する数字ボタンへの操作が行えなかった件数をカウントし、全指示数字数で割った値を未操作率とした。図4-1~3に $m=4, 8, 12$ の各作業対象パターンにおける平均未操作率を示す。結果より $m=4, 8$ の条件では、1個提

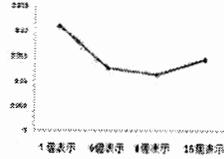


図 3-1. 平均誤入力率  
( $m=4$ )

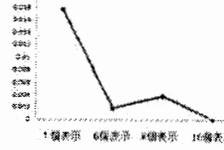


図 4-1. 平均未操作率  
( $m=4$ )

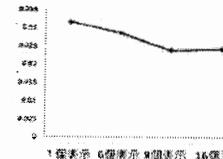


図 3-2. 平均誤入力率  
( $m=8$ )

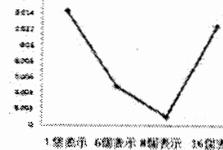


図 4-2. 平均未操作率  
( $m=8$ )



図 3-3. 平均誤入力率  
( $m=12$ )



図 4-3. 平均未操作率  
( $m=12$ )

示において未操作率が高くなる傾向が見られた。1個提示の場合1ブロックに対する操作を終える毎に切替操作を施す必要があった。つまり情報をいくつかまとめて提示する方法に比べ切替操作に費やす時間がかかること、また作業対象が時々刻々と移ろいゆく様な、時間的な制約が課せられたことにより、与えられた指示数字に対してすべて対応できなかったり、与えられた指示数字を見飛ばしたりしたためだと考えられる。一方 $m=12$ の場合、16個提示のとき未操作率が高くなる傾向が見られた。これは情報過多により視認性が阻害され、数字ボタンの判別や指示数字との対応箇所の認識、指示数字の読み取りが困難となったためと考えられる。

### 4. まとめ

本研究では、ARマニュアルを動的な実視野に重ね合わせた際の情報量と作業パフォーマンスとの関係性を、動的特性を持つ実視野を模擬した実験によって明らかにした。結果より、実視野およびARマニュアルの情報量によって情報過多と切替操作の煩雑さの2種類の阻害要因が作業パフォーマンスに影響する傾向がみられた。

### 5. 参考文献

- 1) 中西美和, 赤坂俊哉, 岡田有策: Augmented Reality による作業マニュアルの「適切な複雑さ」に関するモデリング, ヒューマンファクターズ, 12(1), 62-70, 2007
- 2) 中西美和, 玉虫俊一郎, 岡田有策: Augmented Reality による作業マニュアルのデザイン指針確立に向けた実験的研究—「適切な複雑さ」を導出する基本モデルの検証と拡充—, 13(1), 58-68, 2008

#### [連絡先]

玉虫俊一郎  
慶応義塾大学理工学部  
神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1  
e-mail: tamamushi.0610@a8.keio.jp

## Correlates of computer games play in children and adolescents

Ahmad EIBO<sup>\*</sup>, Toshiyuki YAMASHITA<sup>\*\*</sup>, and Shiro MASUDA<sup>\*</sup>

(<sup>\*</sup>Graduate school of system design, <sup>\*\*</sup>Graduate school of humanities, Tokyo Metropolitan University)

### 1. Introduction

The social arguments concerning video games negative effects on children and adolescents can be gathered in the following 3 categories: (1) Do violent video games promote violent behavior in children? (2) Does the world of virtual reality prevent children and adolescents from building human relations in the real world and retard both of the social and the school adjustments for the children? (3) Does devoting long time for playing video games result in preventing brain activities by obstructing health intelligence and personality development? There always have been contrasting researchers, that is, (1) critics who pointed out that playing violent video games may promote violent behavior (e.g., Cooper & Mackie, 1986; Sakamoto, 1998), and (2) proponents who argued the opposite (e.g., Winkel et al., 1987).

Similarly, there always has not been a mutual knowledge of potential negative consequences of video games playing on both of the social and school adjustments. There have been some negative correlations between video games playing and school adjustment, which do not seem to be as extreme as those positive affects helping with reinforcing social communications between friends and societies. For instance, activities of borrowing and loaning games software between the students can grow human relationships smoothly, promote students social adjustment, and raise class popularity in the school (e.g., Kimura et al., 2000; Sakamoto, 1994; Sakamoto, 2004).

Related to such arguments as well as the changes of games software and its usage occurring by the rapid technology development in hardware and networks fields, the fundamental goals of this research are to provide some preliminary evidence concerning the correlate of video games playing by young people.

Therefore, we carried out a survey to study the influence of video game use and frequency on aggression and school maladjustment in elementary and junior high students.

Among data analysis provided by this investigation there were some focal findings that clearly indicated some effects of video games playing on the student's aggression, school phobia feelings, and school maladjustment.

### 2. Method

#### 2.1 Participants

A questionnaire survey was carried out in 12 public schools in Tokyo, 10 junior high schools and 2 elementary schools. The participants were total of 283 fifth- and sixth-grade students of elementary schools (146 boys, 137 girls) and 1089 first- and second- grade students of junior high schools (540 boys, 548 girls),

#### 2.2 Questionnaire

We asked the participants when and how long they practice the following eight activities regularly, on school days or on holidays:

- (1) Sleeping (including naps)
- (2) Eating & dressing (eating, bathing, and changing clothes at home, etc.)
- (3) Studying other than the school study (studying in a private supplementary school, and at home, etc)
- (4) Attending other than the school lessons (attending piano, painting, penmanship, and abacus lessons, etc.)
- (5) Playing video games alone
- (6) Playing video games with friends or siblings
- (7) Playing other than video games (playing outside and reading comics, etc.)
- (8) Watching TV & videos

The questionnaire is divided to three major parts; questions 2 and 3 concern the above eight daily life activities; questions 4 to 11 concern video games playing frequency, place, duration, time, devices, and genres; questions 12 to 14 concern video games playing condition ( playing alone or with friends or siblings).

The second and third parts were the aggression scale and

the adjustment scale as are explained below:

### 1) Aggression scales

Aggression was measured based on the Japanese version of The Buss-Perry Aggression Questionnaire which has been developed by Ando et al. (1999). The Japanese version of BAQ measures four components of aggression by four subscales, that is, (1) physical aggression, (2) verbal aggression, (3) hostility, and (4) anger.

Questioning items had to be selected to tap these subscales for two kinds of participants and therefore some items for junior high school students were selected based on The HAQ-S (Hostility-Aggression Questionnaire for students: HAQ-S) (Otake et al., 1998; Shimada, 1998, 2000) and the ones for elementary school students were selected based on The HAQ-C (Hostility-Aggression Questionnaire for Children) (Sakai et al., 2000; Yamashita et al., 2001).

Each participant was asked to rate all the items on a 5-point scale anchored by "1. Do not think so, and 5. Think so, with 3 being neutral.

### 2) School life adjustment scales

Two scales were used to measure school life adjustment. The scale of school phobia was constructed based on the School Phobia Feelings Measurement Scales (Furuichi, 1991). The scale of school adjustment was based on the Educational Environment Adjustment Scales (II) (Koizumi, 1995), that is, (1) relationship with teachers, (2) study will, (3) relationship with classmates, and (4) Interest in school.

Each participant was asked to rate each item on a 4-point scale anchored by "1.seldom" (1 point), "2.rarely" (2 points), "3.sometimes" (3 points), "4.often" (4 points).

## 3. Results and discussion

In this study, I grasped the actual situation of video games usage in daily life for elementary and junior high school students through an inventory survey in order to examine how video games playing frequency and time influence the students' aggression trait, vague school phobia feelings, and school adjustment trait.

Concerning participants of the elementary school students research results suggest the followings. 1) The elementary school students tend to play video games in

the living room rather than other room in house, and in this case, 2) they confine themselves to playing for a limited time at the period from right after returning from school until supper, moreover, 3) playing with friends or siblings seems to have a positive effect weakening their aggression trait and strengthening their school adjustment by deepening the relationships with their classmates.

In other words, it suggests that the place and the condition (playing alone, playing with friends or siblings) of playing video games are likely to have significant effects on aggression and school adjustment traits for children.

A similar tendency was suggested from the result of the junior high student study. However, when children grow up to become adolescents, they tend to play video games alone a lot, and in that age of adolescence, 2) they confine themselves to playing for quite long time at the period from right after returning from school until bedtime.

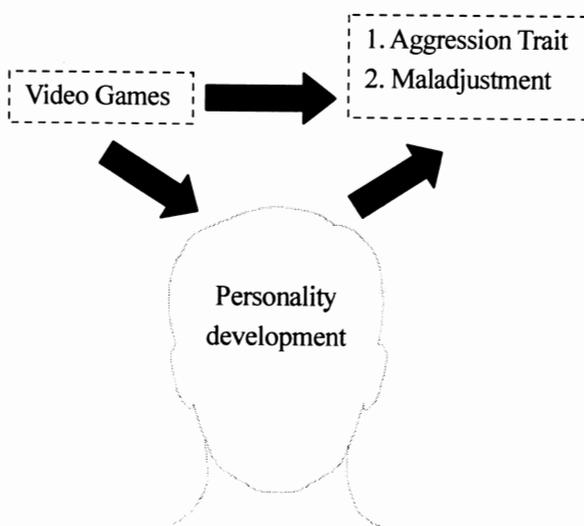


Figure 1 Video game playing effects

Finally, the overall results of this interim research suggests that it still lack analytic data and appoints out to a necessity for furthering this study to include more sophisticated details and sufficient results as well.

---

Ahmad Eibo  
Tokyo Metropolitan University  
6-6 Asahigaoka, Hino, Tokyo 191-0065  
eibo@yellow.plala.or.jp  
Fax: 042-585-8631

# 「物」に駆動される乳幼児の日常生活行動のモデリングに関する研究

—「物」の属性と乳幼児のよじ登りとの関係記述—

○野守耕爾<sup>\*1\*2</sup>, 西田佳史<sup>\*2\*3</sup>, 本村陽一<sup>\*2\*3</sup>, 小松原明哲<sup>\*4</sup>

(<sup>\*1</sup> 早稲田大学大学院創造理工学研究科, <sup>\*2</sup> 産業技術総合研究所, <sup>\*3</sup> JST CREST, <sup>\*4</sup> 早稲田大学理工学術院)

Modeling Infant Daily Life Behavior Operated by Objects

- Description of the Relation between Object's Attribution and Infant Climbing -

Koji NOMORI <sup>\*1\*2</sup>, Yoshifumi NISHIDA <sup>\*2\*3</sup>, Yoichi Motomura <sup>\*2\*3</sup>, Akinori KOMATSUBARA <sup>\*4</sup>

(<sup>\*1</sup>Graduate School of Creative Science and Engineering, Waseda University, <sup>\*2</sup>AIST, <sup>\*3</sup>CREST JST, <sup>\*4</sup>Faculty of Science and Engineering, Waseda University)

## 1. はじめに

わが国では、0歳を除く子どもの死因の第1位は不慮の事故であり、特に件数の多い乳幼児の事故対策は急務となっている。事故の内容を見てみると、転倒・転落事故が最も多く、乳幼児では家庭内製品での事故が多い。このような乳幼児の事故を防止するため、これまで色々な取り組みがなされてきたが、現状調査にとどまるものが多く、有効な事故対策となっていない。

子どもの事故を予防するためには、「子ども」、「保護者」、「環境」といった変数をコントロールする必要がある。子どもを教育などによってコントロールすることはほぼ不可能である。また「保護者」をコントロール、すなわち保護者への啓蒙は、例えば荒木ら[1]のパンフレット作成など、これまで多くの取り組みがなされてきたが、乳幼児の事故の傾向は大きく改善しておらず不十分である。そこで「環境」から子どもの行動をコントロールすることによる事故予防が求められている。

本研究では、転落事故防止を目標に、乳幼児の日常生活場面で起こるよじ登り行動を、行動対象となる物の特性と、行動する子どもの特性からデータに基づいて数理的にモデリングすることを目的とする。このモデルによりよじ登り行動が起こりやすい環境を予測したり、逆に、起こり難い環境へと改善することで、転落事故予防への応用が期待される。

## 2. 従来研究

北村ら[2]は、環境モデルと、乳幼児の発達行動のモデルを確率的に統合し、乳幼児の日常生活の行動モデリングを行った。このモデルにより、対象物の情報と、乳幼児の発達段階の情報によって、どのような行動が発生するか確率推論できる。しかし、この環境モデルとは、主に物と乳幼児の距離と誘発される行動を関係づけたものであり、どのような物によってどのような行動が誘発されるのかという、物の特徴と行動との関係性についてはほとんど明らかとされていない。

本研究では、物の特徴として物が持つ物理的属性に着

目し、物の属性と乳幼児の特性、そして誘発されるよじ登り行動とのインタラクションをモデリングする。これによって物の情報から乳幼児のよじ登り行動の起こりやすさを予測でき、安全な環境づくりを支援することが期待される。

## 3. よじ登り行動モデルの作成方法

本研究では、以下の手順でよじ登り行動のモデルを作成していく。まず、よじ登り行動に影響を与える「物」と「乳幼児」の要因を実際の事故データから探る。次にそこでの「物」の属性を変化させた色々なパターンの物を用意し、その物に対して乳幼児はよじ登るのかという、行動計測の実験を行う。次に、収集された行動データをもとに、乳幼児はどのような条件の時によじ登る可能性が高いのかという、よじ登り行動を確率推論するモデルを作成する。

なお本研究では、対象物に対して乳幼児の興味があるという条件のもとで、乳幼児がその物によじ登るのかどうかを予測するモデルを作成する。そのため行動計測の実験では、興味を持たなかった物に対してはデータとして扱わないこととする。

## 4. 事故データベースを用いたよじ登り行動に影響を与える要因の分析

国立成育医療センターで収集されている子どもの事故データ[3]の内4歳未満の子どもで、よじ登りなど自発的な行動により転落に至った事故107件について、その行動を起こした子どもの特徴と、行動対象となった物の特徴を調査した。これにより、よじ登り行動に影響を与えると思われる「物」と「乳幼児」の要因をまとめたものを図1に示す。

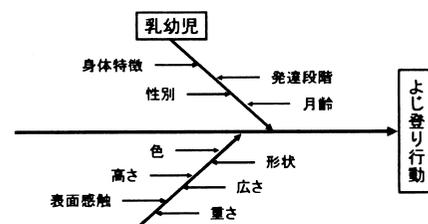


図1 よじ登り行動に影響を与える要因

## 5. 実験

よじ登り行動は「物」と「乳幼児」のどのような要因がどのようにインタラクトして発生するのか明らかとするため、特徴の異なる物に対する子どものよじ登り行動を計測する実験を行った。

実験で使用する物は、「形状」を全て正四角柱に統一した。その正四角柱の物に対して、図1のよじ登り行動に影響を与えると思われる物の要因のうち、「高さ」、「広さ」、「重さ」、「表面感触」について、表1に示すような水準を設け、「高さ」、「広さ」、「重さ」の各水準を組み合わせた正四角柱を18個用意した。「表面感触」に関しては、各水準を均等に、この18個の正四角柱にランダムに割り当てた。また「色」に関しては、この影響を今回は考慮しないとして、全ての物の面を赤・黄・青で構成した。

表1 物の要因と水準

要因	高さ	広さ(幅)	重さ	感触
水準1	10cm	10cm	軽い	滑らない
水準2	30cm	20cm	重い	滑らない
水準3	50cm	30cm		柔らかい

実験は、実験部屋に18個中6個の正四角柱の物を置き、この部屋で20分間保護者とともに乳幼児に自由に行動してもらう。これを設置する正四角柱を入れ替えて3セット行う。また実験空間をより日常空間に近づけるため、実験部屋にはBGMを流し、クッションやぬいぐるみなども置いた。なお実験の記録は、部屋の角に設置された2台のカメラと天井中央に設置された1台カメラの計3台で撮影を行う。実験の様子を図2に示す。

計測の対象は、興味を示した物に対して、その対象物によじ登ったのか、よじ登らなかったのか、というよじ登り行動の有無である。ここで「興味を示した」とは、物に触れその物を見ていることとした。また「よじ登った」とは、物に登り両足が完全に床面から離れることとした。

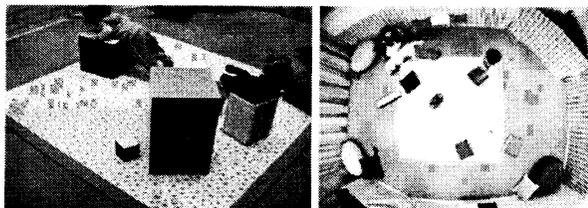


図2 実験空間の様子

## 6. 結果と考察

5名の乳幼児を対象に前述の実験を行い、興味を示した物ごとに、その物の特徴と乳幼児の特徴とともによじ登り行動の有無を記録した。今回得られたデータ数は59であり、データの例を表2に示す。

表2 実験によって得られた行動データ(例)

物		乳幼児				よじ登り行動の有無		
高さ	広さ、幅	感触	性別	月齢(ヶ月)	身長(cm)		体重(kg)	発達段階
低い	20	柔らかい	男	24	90	11	乳歯に歯肉を覆われる	0
低い	10	柔らかい	男	24	90	11	乳歯に歯肉を覆われる	0
低い	30	滑る	男	24	90	11	乳歯に歯肉を覆われる	1
低い	30	滑らない	男	24	90	11	乳歯に歯肉を覆われる	1
低い	20	柔らかい	男	30	70	9.5	つかまり立ちができる	0
低い	50	柔らかい	男	30	70	9.5	つかまり立ちができる	0
低い	30	滑らない	男	30	70	9.5	つかまり立ちができる	0
低い	30	滑らない	男	30	70	9.5	つかまり立ちができる	0
低い	30	滑らない	男	30	70	9.5	つかまり立ちができる	0

このデータを、確率的因果構造をモデル化できるベイジアンネットワーク[4]によってモデリングした。これを図3に示す。依存関係がある要因にはリンクが張られている。

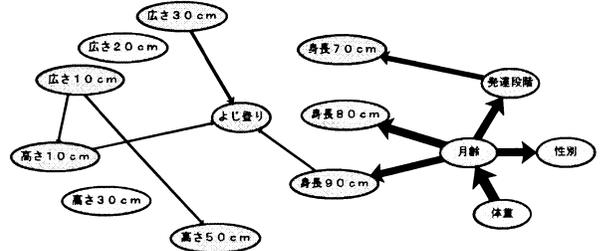


図3 ベイジアンネットワークモデル

図3のモデルからは、例えば、よじ登り行動は、「物」の属性に関しては高さ・広さと強い関係があり、「乳幼児」に関しては、身長と強い関係がある、といったことが読み取れる。

## 7. 結論

本研究では、乳幼児の行動データに基づき、物の属性と乳幼児の特性、そして誘発されるよじ登り行動とのインタラクションをモデリングした。

今後はさらに実験データを増やし、大規模データによるモデリングを行い、行動推論の精度向上が課題とされる。また今回の実験による行動データの収集では、主にカメラの映像を観察することによって、よじ登り行動の有無を判断したが、データが大規模になれば行動を抽出するのにかかる時間も膨大となる。そこで今後はセンシング技術なども活用し、効率的にデータを収集していく予定である。

## 参考文献

- [1]荒木暁子,東幸恵,相墨生恵,荒屋敷亮子,小山睦美:家庭内における乳幼児の事故とその防止への援助 啓蒙パンフレットの作成と効果,岩手県立大学看護学部紀要, Vol.5, pp.65-70, 2003
- [2] K. Kitamura, Y. Nishida, N. Matsumoto, Y. Motomura, T. Yamanaka, H. Mizoguchi: Development of Infant Behavior Simulator: Modeling Grasping Achievement Behavior Based on Developmental Behavior Model and Environmental Interest Induction Model, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.17, No.6, pp. 705-716, 2005
- [3]坪井利樹,西田佳史,持丸正明,河内まき子,山中龍宏,溝口博:身体地図機能を有する事故サーベイランスシステムによる傷害統計,第26日本ロボット学会学術講演会予稿集, pp. 3G1-02(1)-(4), 2008
- [4]本村陽一,岩崎弘利:ベイジアンネットワーク技術,東京電機大学出版, 2006

## 連絡先

野守耕爾

早稲田大学大学院 創造理工学研究所

経営システム工学専攻

Email: koji-nomori@akane.waseda.jp

## 評価グリッド法を応用した就職活動支援ツールの提案

○宮崎渉\*、庄司裕子\*\*、小松原明哲\*\*\*

(\*早稲田大学大学院創造理工学研究科、\*\*中央大学理工学部、\*\*\*早稲田大学理工学術院)

A proposal of the job hunting supporting tool with using The Evaluation Grid Method

Wataru MIYAZAKI\*, Hiroko SHOJI\*\*, Akinori KOMATSUBARA\*\*\*

(\*,\*\*Waseda University, \*\*Chuo University)

### 1. 研究背景と目的

近年、「7.5.3 離職」という言葉に代表されるように、若者の早期離職率が高まっている。これは学生が就職活動期において、十分に企業とのマッチングを行えず、結果として入社前後での様々なギャップが生じ、これによってリアリティショックを受けてしまうことが主な要因とされている。<sup>1)</sup>

企業との的確なマッチングを行うにはまず、自己を分析する必要がある。そこで本研究では、評価グリッド法を用いた手軽で支援効果の高い就職活動のための自己分析ツールを作成することを目的とする。

### 2. 方法

以下の流れで研究を行う。

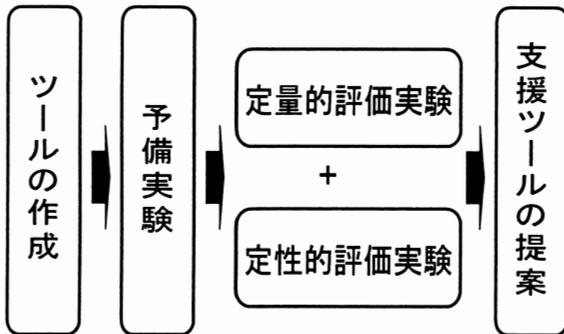


図 1. 研究の流れ

### 3. ツールの作成

#### 3.1. 評価グリッド法

讃井は建築において、真のニーズを引き出すために、認知構造を同定し、可視化することを目的とした、インタビュー調査手法の一つである、「評価グリッド法」<sup>2)</sup>を提案している。さらに讃井は認知構造を同定させるプロセスを経て、抽出者自身に新たな気づきを与える可能性を示唆している。

#### 3.2. 評価グリッド法のプロセス

手順は以下の通りである。

手順 1 比較対象を提示する

手順 2 どちらが好ましいかを判断させる

手順 3 その評価判断の理由を尋ねる

手順 4 その理由を挙げた理由を尋ねる

手順 5 抽出項目の用語を全被験者で統一する

手順 6 手順 4 で関連した用語を繋ぎ、モデルを作成する

手順 2~4 の一連のプロセスをラダーリングといい、被験者の根源的な心理状態に近づけていくという効果があり、評価グリッド法最大の特徴であるといわれている。

#### 3.3. 自己分析ツールへの適用

評価グリッド法のプロセスを自己分析ツールに応用するために<sup>3)</sup>、3.2 節のプロセスを紙面化し、自己分析ツールへと変換させた。

#### 3.4. 支援方法

提案する自己分析ツールの手順は以下のものである。

手順 1 就職サイトの日経ナビが発表した、人気企業 20 社を 1 社 1 枚のカードにして提示し、志望度を 5 段階のランク付けによってグループ分けをさせる

手順 2 ランクが隣接したグループ間でどのような差があるのかを考えさせる

手順 3 その理由の根本的な理由を考えさせる

手順 4 挙げた理由の優先順位を付けさせる

### 4. 予備実験

#### 4.1. 実験目的

インタビュー調査手法である「評価グリッド法」を紙面で表現でき、正しく自己分析が行えるのかを評価する。

#### 4.2. 実験方法

作成したツールを配布し、分析のアウトプットを定性的に考察し、妥当な結果が出力されているかを評価する。被験者は、大学生 45 名で、就職活動の前・中・後の 3 層に分け、それぞれ 15 名である。

### 4.3. 実験結果

作成された企業評価基準構造モデルの一例として、「就職活動前の大学生」を例として示す。

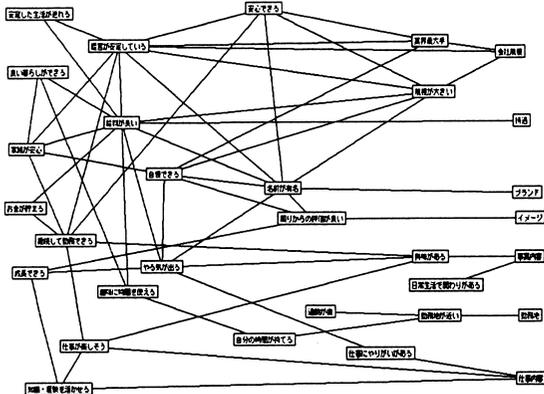


図 2. 就職活動前の学生の企業評価基準構造

### 4.4. 考察と結論

4.3 節のモデルに含まれる評価基準の数と、その基準間の関連を示すネットワーク数を 3 層それぞれカウントすると表 1 となった。

表 1. 3 層のモデル比較

	就職活動前	就職活動中	就職活動後
評価基準数	31	33	31
ネットワーク数	57	72	75

3 層のデータを比較すると、評価基準の数に差はないが、ネットワーク数に差が見られる。就職活動前のみ数が少ないのは、就職活動に対し深く考えたことがなく、結果として評価基準同士を関連付けることが出来なかったためであると考えられる。

また、表出された評価基準の項目を比較すると、就職活動の前後でブランドやイメージに関連した項目から、待遇や事業内容に関連した項目にシフトしている。これは就職活動を通じて、漠然とした会社への評価から具体的な、より階層の深い評価基準が生成されたことを意味している。

3 層のモデル構造の時系列推移から、妥当なアウトプット結果が導き出された。従ってこの結果から、紙面でも評価グリッド法が表現できたと評価できる。

## 5. 定量的評価実験

### 5.1. 実験目的

支援の前後で、被験者の就職活動に対する意識がどの程度向上するのか、8 つの評価尺度を用いて統計的に支援ツールの効果を証明する。

### 5.2. 実験手順

- 手順 1 8 つの評価尺度によるアンケート
- 手順 2 支援ツールによる自己分析 (3.4 節参照)
- 手順 3 8 つの評価尺度によるアンケート

手順 4 支援前後の評価尺度をウィルコクソンの符号付順位和検定(ノンパラメトリック検定)を用いて有意差を測る

被験者は、就職活動を始めようとしている大学 3 年生 33 名(男 16 名 女 17 名)を対象とした。

### 5.3. 評価尺度<sup>4)</sup>

評価に用いる尺度は、職業的な進路に対する意識を計る尺度【①職業的進路自律度②職業的進路計画度③職業的進路関心度】、就職活動に対する自信を計る尺度【④職業的進路課題自信度⑤人生的進路課題自信度】、進路の成熟度合いを計る尺度【⑥自己実現態度⑦進路計画⑧進路決定】によって構成されている。

### 5.4. 実験結果と考察

ノンパラメトリック検定の結果、8 つ全ての尺度において非常に有意となった。

この結果から作成した支援ツールは、就職活動における意識レベルが向上し、職業の選択・決定や、その後の適応に関する課題の達成における自信を高める効果があるといえる。また、意識だけではなく、進路成熟を促す効果があることがわかった。

## 6. 結論と今後の課題

5 章の定量的結果から、支援ツールによる学生の就職活動に対する意識変化の効果が見られた。

今後、この結果が評価グリッド法によって出力された企業評価基準構造モデルにどう表れたのか、また支援効果の高い学生と低い学生をピックアップし、基準構造がどの異なっているのかを定性的に評価していく。

## 7. 参考文献

- 1) 奥井秀樹:“若年者の職業的進路決定における悩みの構造分析”,日本経営システム学会全国研究発表大会講演論文集,Vol.38,pp128-131,(2007)
- 2) 讚井純一郎:“よりよい環境創造のための環境心理調査手法入門”,技法堂出版,pp57-64,(2000)
- 3) 宇治川正人,丸山玄,讚井純一郎:“電子メールを用いた評価グリッド法の開発-魅力あるガソリンスタンドの条件に関する調査研究-,日本建築学会計画系論文集,No.518,pp75-80,(1999)
- 4) 竹内登規夫:“進路成熟と自己理解の関連に関する研究”,愛知教育大学研究報告,No.37,pp169-186,(1988)

[連絡先]

宮崎 渉  
早稲田大学大学院創造理工学研究科  
〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1  
e-mail: wataru1984.8.7@suou.waseda.jp

評価グリッド法を応用した就職活動支援ツールの提案

映像と筋電図の同期計測によるベッドから車いすへ移乗介助を行う看護学生の動作習熟前後の筋負担評価

○易強\*、白石葉子\*\*、鈴木聡美\*\*\*、櫻川智史\*、岡田慶雄\*、鈴木敬明\*

(\*静岡県工業技術研究所、\*\*静岡県立大学短期大学部看護学科、\*\*\*東京女子医科大学看護学部)

Evaluation of Muscular Load during Carrying a Subject from the Bed to the Wheelchair by the Motion Video and Electromyography Synchronous Measurement

Tsuyoshi Yi YOTO\*, Yoko SHIRAIISHI\*\*, Satomi SUZUKI\*\*\*, Satoshi SAKURAGAWA\*, Yoshio OKADA\*, Taka-aki SUZUKI\*  
(\*Industrial Research Institute of Shizuoka Prefecture, \*\*University of Shizuoka, \*\*\*Tokyo Women's Medical University)

1. はじめに

日本の要介護者数は高齢者人口の約 15%を占め、410 万人を超えた。一方、介護サービスに携わる職員はおよそ 120 万人と少なく、仕事がつらいなどを理由に年間離職率は 22.6%と高い<sup>1)</sup>。腰痛を経験した介護職員は8割を超え、介護に従事してから2年以内に腰痛が発症した人は約6割と報告されている<sup>2)</sup>。介護技術の習熟度が不足していることが原因で、身体負担を大きくし、腰痛を発生させているのも一因と考えられる。これを検証するために、介護技術の習熟度と介護動作の筋負担の関係について実験を行った。

2. 方法

1) 被験者

介護者役：間もなく看護職に就く大学生 10 名(23.4±4.4 才、1.56±0.04m、44.4±3.9kg)。介護技術について1年生時のカリキュラムで勉強実習した程度である。

患者役：右麻痺を模擬する成人女性1名(1.68m、54kg)

実験の前に、インフォームド・コンセントを行った。終了後に謝礼金を支払った。本実験は静岡県立大学倫理委員会の承認を得た。

2) 測定条件

介護動作はベッド上で端坐位の状態にある被介護者を車いすに移乗することである。

習熟前条件：

模範介護動作のビデオをみて、直後に実行した1回目の移乗介助動作である。

習熟後条件：

1回目動作の後に、看護教員の指導に従い、動作を修正しながら合格と判定されるまで練習を繰り返した。合格時の動作を習熟後条件とした。

患者役は、介護される時に右手足に力が入らないよう事前に訓練を行った。実験時

に右足圧を測定(Prescale super low, FujiFilm)し、体重をかけていないことを確認した。ベッドの高さは、座位時の患者役の膝関節が約 90 度になるように調整した。

3) 筋電図測定及び動作映像の同期収録

左右の上腕二頭筋、僧帽筋、脊柱起立筋、外側広筋の皮膚表面筋電図を無線式筋電計(MQ8, KISSEI COMTEC)で増幅し、1000HzでA/D変換し、30Hzのハイパスフィルターをかけた後にPCに収録した。無線トリガー装置(MQ-WT, KISSEI COMTEC)で前と後ろの2方向から収録した動作の映像と筋電図を同期させた状態で収録した。各被験者の筋電図を正規化するために、トレーニングマシン(CompassTorso EXT/FLEX, SAKAImed)を用い、それぞれの筋の最大随意筋力(MVC)下の筋電図を測定した。脊柱起立筋のMVCは腹臥位で上体起こし時の値を採用した。

4) データ処理

収録した動作の映像と筋電図を同期再生・分析できるEMG研究プログラム(BIMUTAS-VEDIO, KISSEI COMTEC)を用いて、車いす介助動作全体の筋負担の指標となる筋電図の積分値と最大振幅を算出した。実験映像から、介護動作を構成する主な4つの動作で区間を設定し、それぞれの区間の筋電図の積分値と最大振幅値を求めた(図1)。習熟前と習熟後の筋電積分値及び最大振幅の平均値の差について、対応のあるt-検定を行い、有意水準は危険率5%以下とした。

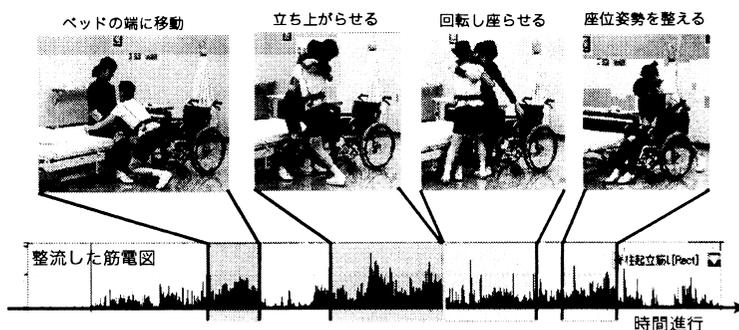


図1. 映像から4つの区間に分割した移乗動作に対応する筋電図の一例

### 3. 結果

上腕二頭筋と脊柱起立筋において、習熟前の筋電の積分値が大きく、習熟後は有意に低減した(図2左)。筋電の最大振幅も同様の傾向が見られた(図2右)。脊柱起立筋を4つの動作区間に分けて分析すると、習熟前の立ち上がらせる区間の筋電積分値が最も大きく、習熟後に有意に低減した(図3左)。最大振幅においても、立ち上がらせる区間と座位姿勢を整える区間の最大振幅が有意に低減した(図3右)。

### 4. 考察

車いす移乗介護動作において、介護技術の習熟度が低いときの介護者の手と腰の筋負担が大きいことが実験で明らかになった。特に立ち上がらせるときの腰の筋負担の大きかった。振幅の大きい筋電図に対応する映像から、未熟に起因する動作の戸惑いの他に、介護学生のしゃがみ込みと被介護者の引き寄せが不十分で、被介護者の上半身を前傾させる角度が小さいため、無理して持ち上げようとする場面が多く観察された。これが手と腰の筋負担を大きくさせた原因の1つと考えられる。ボディメカニクスの知見に基づく教員の指導により、

習熟後の介護動作が改善され、手と腰の筋負担が低減したと思われる。

今回の実験結果により、介護技術の習熟度を高めることが、腰などの負担を低減させ、腰痛予防に寄与する可能性を示した。しかし、今回の実験のようにマンツーマンの指導は介護・看護の教育実習現場では、なかなか現実的ではない。今後は効率よく介護技術を習得できる方法について検討していきたい。

### 5. 参考文献

- 1) 介護労働安定センター, 介護労働の現状(H18版)
- 2) 戸渡ら, 介護福祉士の腰痛に関する実態調査結果と今後のマネジメントについて, 理学療法学 Vol.33, No.Supplement\_2 p.487(2006)

### [連絡先]

易 強 (い い つよし)  
 静岡県工業技術研究所  
 〒421-1298 静岡市葵区牧ヶ谷 2078 番地  
 e-mail: yi@iri.pref.shizuoka.jp  
 Fax: 054-278-3066

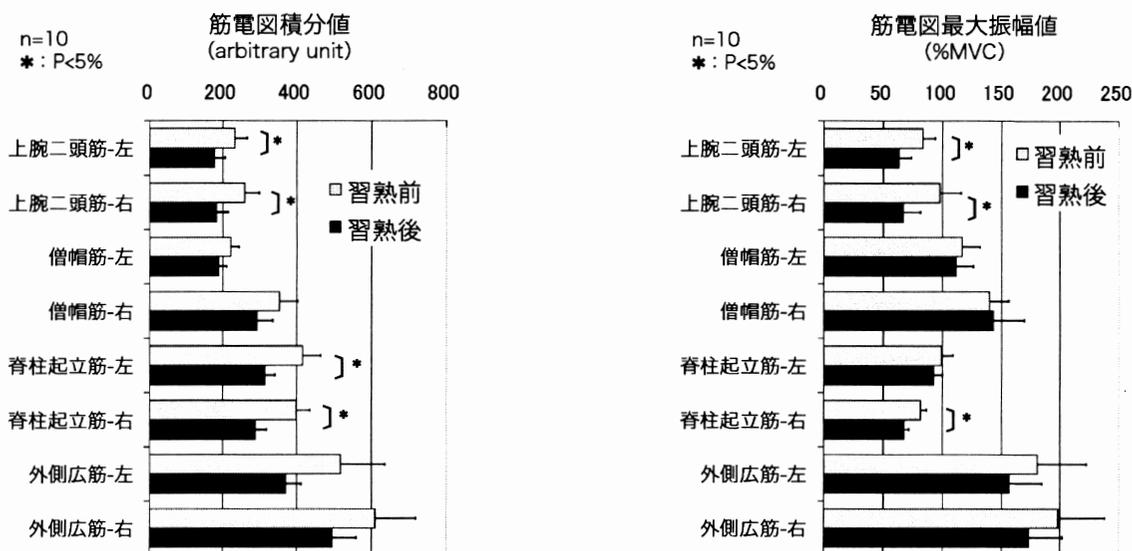


図2. 車いす移乗介護技術の習熟前と習熟後の各筋の筋電図の積分値(左)および最大振幅(右)

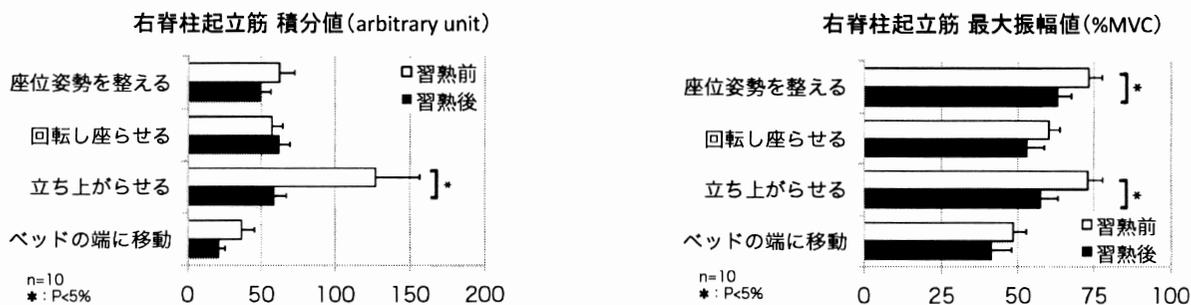


図3. 分割した介護動作における習熟前と習熟後の脊柱起立筋の積分値(左)および最大振幅(右)

映像と筋電図の同期計測によるベッドから車いすへ移乗介護を行う看護学生の動作習熟前後の筋負担評価

## 仰臥位引っ張り移動のための低摩擦素材について

—頭側へのずり上げ移動時の摩擦係数—

○大久保祐子\*、小川 鏡一\*\*

(\*自治医科大学看護学部、\*\*元東京電機大学理工学部)

On Friction of Sheet Materials to slide a Person who is lying Supine Position on a Bed

Yuko OKUBO\*, Koichi OGAWA\*\*

(\* Jichi Medical University, \*\*Former Tokyo Denki University)

### 1. はじめに

日常看護の中で、ベッド上で臥床している患者を横や頭側に引き臥床位置をかえる援助がしばしば行われている。例えば、仰臥位から右側臥位に体位変換するには、右向きになった後でベッドから落ちないように、左側に充分引いてから体位変換をする。またギャッチベッドを使用する際、上半身を起こしておく前には臥床位置がベッドの腰の屈曲位置に合うように、上半身を平坦に戻した後は滑り落ちた身体を頭側に引く必要がある。

しかし、これらのベッド上臥床患者の臥床位置をかえる援助は、前傾姿勢をとり、一瞬患者を持ち上げる大きな力を必要とするので、援助者の腰背部痛の原因の一つとなっている。

そこで、患者の下に摩擦の小さい素材を敷くことで、摩擦の力を軽減し、援助者が1人で行う臥床位置を変える援助を容易にすることができるのではないかと考えた。その基礎データの収集のために本稿では、低摩擦素材として市販の製品や、素材表面の特徴の異なる市販のシートにより、摩擦がどれくらい低減するのかについて、臥床している人を頭側から引っ張る実験を通して検討したので報告する。

### 2. 方法

#### (1) 実験環境・実験方法

ベッドの高さは、マットレス上面が高さ 80cm になるように調整する。

マットレスは、しずみ込みのほとんどないマットレスとして、プレグラ<sup>®</sup>マットレス(パラマウントベッド社製)長さ 191cm×幅 91cm×厚さ 8cm(以下プレグラ)と、体圧分散効果がありしずみ込みのあるマットレスとして、マキシーフロート<sup>®</sup>マットレス(パラマウントベッド社取り扱い)長さ 191cm×幅 91cm×厚さ 15cm(以下マキシ)の 2 条件を設定した。

通常の使用法と同様に、プレグラにはキルティング

素材のマットレスパッドをのせ、綿 100%の平織りシートまたは、綿 100%のタオル地シートを敷く 2 条件を設定した。マキシにはマットレスパッドをのせずに、綿 100%の平織りシートを敷く。(以下それぞれ、プレグラ・平織り、プレグラ・タオル、マキシ・平織り)

患者役として、女性(身長 158cm、体重 50kg)が仰臥位になる。身体とシートの間に、以下の実験素材条件のような低摩擦製品や素材表面の特徴の異なるシートを敷き、頭側に伸縮性のないロープを結び、引っ張り力測定装置をつけ、頭側に 30cm 引っ張る。

#### (2) 実験素材条件

- ①半身(80cm)サイズ3枚式低摩擦補助具(A社製)
- ②半身(60cm)サイズ袋状低摩擦補助具(B社製)
- ③全身サイズ(180cm)低摩擦ボード(C社製)
- ④体幹サイズ(100cm)ハンドル付低摩擦移動補助具(D社製)
- ⑤裏地用の布(ポリエステル 100%)
- ⑥綿 100%平織りシート
- ⑦起毛布(ボア、毛足 8mm アクリル 100%)

①②③は、実験素材の上に綿平織りシートを敷きシートにロープを結び引く。②は上半身に挿入・腰に挿入の 2 通りの実験をする。④はハンドルにロープを結び引く。⑤⑥⑦は布に直接ロープを結び引く。

#### (3) 測定装置

引っ張り力測定には、ひずみゲージ式力変換器(小川自作)を使用した。実験方法の概要図を図1に示す。

起歪材は既成のステンレス製アングル材。伸縮方向の2辺にひずみゲージが装着してある。

なお、本測定装置は 30kgf 程度までを想定し、装置を開発しているため、マットレス・シートと実験素材条件との組み合わせで、引っ張り力が 30kgf を超えることが予測される組み合わせは実験を行わなかった。

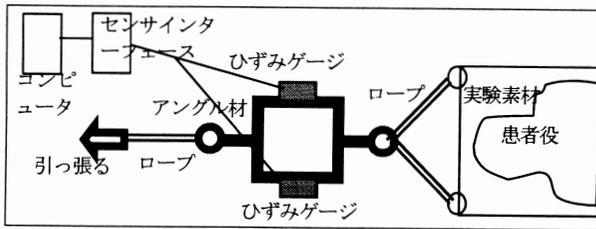


図1 引っ張り力測定実験方法概要図

#### (4) 分析方法

30cm引っ張る間の最大引っ張り力を求める。2回施行し平均値を患者役の体重で除した値を、その素材条件の摩擦係数として比較検討する。

### 3. 結果

実験素材条件①～⑦について、それぞれプレグラ・平織り、プレグラ・タオル、マキシ・平織りの摩擦係数を図2に示す。

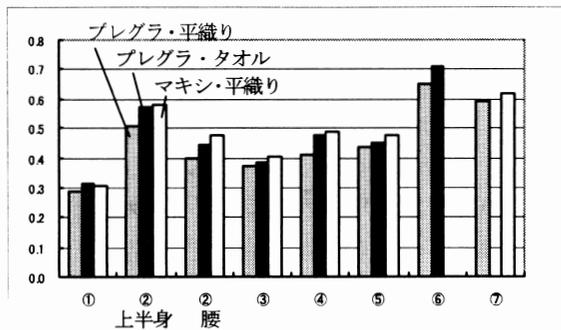


図2 各実験条件での摩擦係数

### 4. 考察

①、②腰、③、④の低摩擦補助具では、プレグラ・平織りで摩擦係数 0.29～0.41 であった。低摩擦補助具を使用することで、患者体重の 3～4 割の力で引くことができるので、低摩擦補助具を使用することは引っ張り移動による負担軽減に効果がある。

①の 3 枚式の低摩擦補助具は、摩擦係数 0.29～0.31 と、大きな効果があった。

②上半身は、②腰に比べて 1.23 倍～1.32 倍の摩擦係数がかかっていた。低摩擦補助具を身体の下に敷く際、十分な大きさのあるものを使用することが望ましい。やむを得ず小さなサイズのものを使用する場合は、移動方向に対して最も重量がかかっている位置に敷かないと十分な効果が得られないといえる。

⑤の裏地用の布はそれぞれのマットレス・シーツ条件で摩擦係数 0.44～0.48 で、⑥平織り、⑦起毛布の 63～77%の力で動かすことができた。介護現場では身体の下にバスタオルやシーツを敷いて移動介助を行うことがあるが、引っ張り移動の介助には向いていない。したが

ってバスタオルやシーツは、浮かせて移動介助するための素材であり、一人で移動介助する可能性がある場合は、バスタオルやシーツを使用すべきではない。一人で移動介助をしなければならない場合には、少なくとも裏地用の布など、なんらかの摩擦係数軽減のための素材を使用する必要がある。

文献<sup>1)2)</sup>によると、ナイロンとナイロンの摩擦係数は 0.15～0.25、木綿と木綿が 0.6 である。本実験ではシーツの下に、しずみ込みの小さいプレグラでも通常使用同様キルティング素材のマットレスパッドを使用したり、しずみ込みの大きなマキシを使用しているため、いずれも文献よりも大きな摩擦係数になったと考えられる。また、患者役が女性であり、皮下組織の弾力性と仰臥位での骨突出部の状態も、しずみ込みに影響していると考えられる。したがって、ベッド上で人を引っ張り移動する場合には、しずみ込みによりその素材のもつ本来の摩擦係数軽減効果は、割り引かれることを認識し、可能な限り滑りのよい補助具を準備することが望ましいといえよう。

### 5. まとめ

- (1) 低摩擦補助具は、引っ張り移動の摩擦係数低減に効果がある。
- (2) 低摩擦補助具は、引っ張り移動の方向に対して、十分な大きさのあるものを使用する。やむを得ず小さなサイズのものを使用する場合は、最も重量がかかる位置に挿入する。
- (3) バスタオルやシーツは、引っ張り移動には適さない。少なくとも裏地用の布など、一人で引っ張り移動をする場合には、摩擦係数軽減素材の準備が必要である。
- (4) マットレスに人が寝ている状態で引っ張り移動をする時には、マットレスの柔らかさ、身体の柔らかさ・凹凸から、実際には素材の摩擦係数よりも大きな力が必要である。

### 6. 参考文献

- 1) 河野彰夫: 摩擦の科学. p.25, 裳華房, 1989.
- 2) 田中久一郎: 摩擦のおはなし. p.249, 日本規格協会, 1994.

### [連絡先]

大久保祐子  
自治医科大学看護学部  
〒329-0498 栃木県下野市薬師寺 3311-159  
E-mail: okubouko@jichi.ac.jp  
Fax: 0285-44-7257

## 電動ギャッチベッド背上げ環境における座面形状の検討

○窪田 聡\*、片倉直子、遠藤豊、山本澄子\*\*

(\*国際医療福祉大学小田原保健医療学部、\*\*国際医療福祉大学大学院)

Investigation of seating contour during rising up the electrically operated bed

Satohi KUBOTA\*, Naoko KATAKURA, Yutaka ENDO, Sumiko YAMAMOTO\*\*

(\*International University of Health and Welfare, \*\*IUHW Graduate School)

### 1. はじめに

医療福祉の現場で用いられる電動ギャッチベッドの特徴的機能の一つに背上げがある。背部の床板(以下ボトム)に傾斜を付けて体幹を起こす機能で、座位が可能となる。背上げ機能を用いた座位では体幹が安定せず、ずり落ちた姿勢すなわちすべり座(仙骨座り)となることが指摘されている<sup>1)</sup>。すべり座は、骨突出部への応力が集中しやすく<sup>1)</sup>、背上げ位では褥瘡発生リスクを増大させることがいわれている<sup>2)</sup>。

我々はベッド背上げ機構の違いが姿勢や身体の支持状態に及ぼす影響を検討してきた<sup>3)</sup>。その結果、既存のベッドは体幹部では胸郭を中心に、座面部では骨盤底部が接地しない不安定な状態であり、すべり座を誘発しやすい構造にあった。よって、すべり座とならないためには、ベッドボトムは座面部では大腿部だけでなく骨盤底部も支持し、体幹部では体幹全体を支持する必要性が示唆された。特に座面部は体幹を支持するために、骨盤部の安定が重要であると考えられる。

そこで本研究では、骨盤部ボトムの構造に着目し、先行研究に基づいたボトム分割構造を提案し、その分割構造を検討することとした。

### 2. 方法

#### 2.1 概要

先行研究<sup>3)</sup>に基づきボトムは体節ごとに区切ることで、下肢部が3分割構造となるボトムを試作した。分割ボトムのうち骨盤部を支持するボトムについて、3通りの傾斜角度を設け身体への影響を検討した。3通りの条件下で座面部の圧力分布計測と座り心地の主観評価を実施した。

#### 2.2 対象

被験者は腰部、下肢に既往の無い男性7名、女性10名の計17名の健康若年者とした(年齢 $19.4 \pm 0.8$ 歳、身長 $164 \pm 4.9$ cm、体重 $56.1 \pm 6.1$ kg)。また全ての被験者に予め同意書を締結した後に計測を実施した。

#### 2.4 座面部のボトム分割法

本研究では、座面部の体節を骨盤、大腿、下腿に区切

って定義し、全てのボトムは体幹部、骨盤部、大腿部、下腿部とし、体幹部1枚と座面部3枚に分割することとした(図1)。ボトム寸法はAIST人体寸法データベース<sup>4)</sup>青年群男子・女子50パーセンタイルの値を参考に男性と女性それぞれ別に製作した。

#### 2.3 計測方法

座面部における身体支持状態を評価するために、圧力分布計測システム(Xsensor社製X3)を用い、座位中の大腿部と骨盤の接触面圧力分布を計測した(図1)。計測用ベッドは4枚ボトムの電動ギャッチベッドと、自作した座面部ボトムで構成される。背上げ角度は30度とし、大腿部ボトムは20度とした。ボトムの上にはポリエステル素材のマットレスを敷くこととした。圧力値は着座時接触面積、圧力50mmHg以上の面積値、最大圧力値を算出した。計測条件として骨盤部ボトム角度を20度、30度、40度とした。また各条件とも3試行ずつ実施し、3試行目で質問紙による座り心地の主観評価を実施した。質問紙は座り心地は良いか、という質問に対し「全くそう思う」「思う」「どちらとも言えない」「思わない」「まったくそう思わない」の5段階評価で回答する形式となっている。なお、圧力については一元配置分散分析とBonferroniの多重比較検定を行なった。

### 3. 結果

各条件における着座時接触面積、圧力50mmHg以上の面積値、最大圧力値の全被験者平均値を図2に示す。また圧力分布の一例を図3に示す。着座時接触面積は20度で最小、40度で最大となり(図3a)、分散分析では主効果( $p < 0.01$ )がみられた。多重比較検定では全条件間で有意差( $p < 0.01$ )がみられた。50mmHg以上の面積値は40度で最小、20度で最大となり(図2b、図3)、主効果( $p < 0.01$ )がみられた。また全条件間で有意差( $p < 0.01$ )がみられた。最大圧力値は20度で最大となり、30度と40度では大きな違いは見られなかった(図3d)。主効果( $p < 0.01$ )が見られ、20度と30度、20度と40度で有意差( $p < 0.01$ )がみられたが、30度と40度ではみられなかった。

座り心地の良さに関する主観評価について、20度で

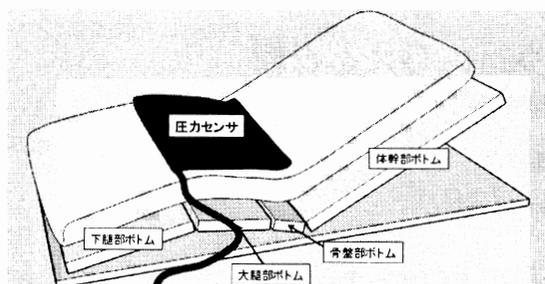
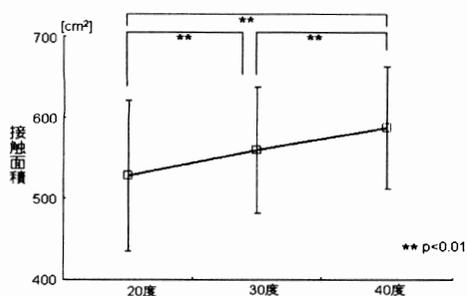
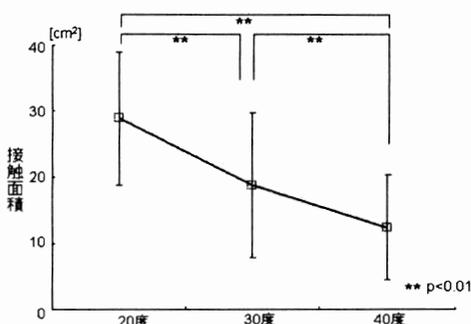


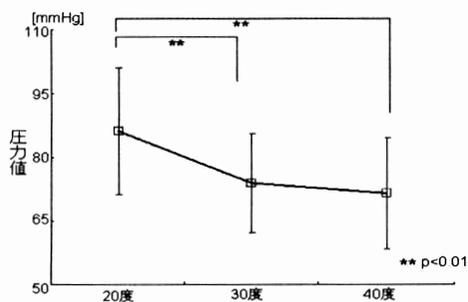
図1 ベッドボトムと計測環境



a 着座時座面部の接触面積



b 圧力値 50mmHg 以上の接触面積



c 最大圧力値

図2 各パラメータ全被験者平均値  
(横軸は計測条件で骨盤部ボトム角度)

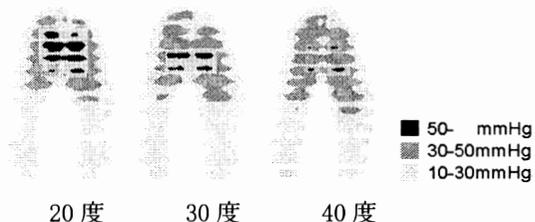


図3 計測結果の一例

は「そう思う」10名、「どちらとも言えない」5名、「そう思わない」2名であった。30度では「そう思う」「全くそう思う」9名、「どちらとも言えない」6名、「そう思わない」2名であった。40度では「そう思う」「全くそう思う」8名、「そう思わない」6名となり、評価にばらつきがみられた。

#### 4. 考察

接触面積値, 50mmHg 以上の面積値の結果より, 骨盤部ボトムの傾斜が増すことで, 座面部の支持面積は増大し, 圧力の高い部分は減少することが示唆された。一般的に広い面積で身体を支えるほうが望ましいとされる<sup>2)5)</sup>。よって骨盤部ボトムに傾斜をつけることは身体支持の観点から有用であると考え。また最大圧力値の結果より, 骨盤部ボトムの傾斜各が小さいと最大圧力は増大することが示唆された。褥瘡発生のリスクからも, ボトム角度 20 度は組織への負担が大きいと考える。

主観評価の結果では, 40 度で心地良いと思わない評価が多く, 主観がばらついた。骨盤部の支持角度が大きくなると, 被験者によって主観がばらつくことが示唆された。

今回の研究では骨盤部ボトム 30 度するとき, 圧力値, 主観共に概ね良好な結果であったと考える。今後, 体幹部ボトムの構造については生体力学的指標と生理的評価指標を用いて検討していく。最終的にベッド全体のボトム構造を検討していく予定である。また, ベッドの動的機構についても検討を行っていく予定である。

#### 5. 参考文献

- 1) 日本リハビリテーション工学協会福祉用具評価検討委員会:ベッドの選び方・使い方,9-27,エム・アール・アイビジネス株式会社,2000
- 2) 真田弘美,須釜淳子:エビデンスに基づく褥瘡ケア,中山書店,2-14, 2004
- 3) 窪田 聡:介護用'ベッド'背上げ時の姿勢評価,Vol.44,No2,109-116,人間工学,2007
- 4) 産業技術総合研究所:AIST 人体寸法データベース,産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究センター,2005
- 5) ベンクト・エングストローム:エルゴノミックシーティング,ラックヘルスケア,2003

#### 謝辞

本研究は平成 20 年度文部科学省科学研究費(課題番号:20791676)を受けて行なわれた。また, 研究に遂行にあたり, 国際医療福祉大学小田原保健医療学部学生諸子に協力いただいた。ここに記して謝意を表す。

#### [連絡先]

窪田聡  
国際医療福祉大学小田原保健医療学部  
〒250-8588 神奈川県小田原市城山 1-2-25  
e-mail: satoshi@iuhw.ac.jp

## 荷物の保持が高齢者の歩行に与える影響

○村田浩昭\*,山本栄  
(\*東京理科大学工学研究科)

Walking Characteristics with Weight Load in Elderly People

Hiroaki MURATA\*, Sakae YAMAMOTO\*\*

(\*Graduate school of technology, Tokyo University of Science, \*\*Faculty of engineering, Tokyo University of Science)

### 1. はじめに

2005年における高齢者人口は2567万人(人口の20.1%)であり、2025年には3635万人(30.5%)と大幅な増加が予想されている。しかし加齢に伴い身体諸機能が低下し、転倒や自動車衝突などの事故を起こす可能性が高まる。特に転倒は年間10~40%の高齢者が経験しており、その結果骨折による入院や転倒への心理的恐怖から外出頻度の減少などが起きる。

転倒は「本人の意志からではなく、地面または地面より低い面に体が倒れること」と定義されており、転倒の種類として滑る、つまずく、よろめく、転落するなどが挙げられている。こうした転倒の要因として筋力の低下などの身体的能力の低下や歩行障害などの内的要因、段差や滑りやすい床、暗い照明などの外的要因がある。またその他に、転倒時の状況として周囲の混雑状況や急ぎ足での移動、持ち物の有無、靴底の高さなども要因として挙げられる。転倒防止のため、こうした要因の転倒への影響の解明とそれに基づいた転倒防止対策が進められている。

#### ・先行研究

しかし転倒に関する様々な要因やその影響が明らかになってきている中、持ち物の保持と転倒との関係を調べた研究は少ない。荷物保持時には体の負担感が高まること、体幹が傾斜することや、重量物の運搬時には転倒の危険性が高まることなどが知られている。しかし前者は負担感、装着感の計測を目的としており、転倒への影響といった観点からは調べられていない。また後者は重量物運搬作業を対象としており、日常的な重量の荷物の保持や高齢者の転倒は対象とされていない。

### 2. 目的

そこで本研究では高齢者の転倒を防止するため、こうした日常的に携行している荷物の保持と高齢者の転倒との関係を明らかにする。

### 3. 実験方法

#### ・運動課題

荷物の保持によって受ける影響は、荷物の保持(装着)部位、重さ、大きさなどによって変化すると考えられる。また、転倒はまず支持基底面がずれバランスが崩れ、次に姿勢を立て直すことができず、最終的に転倒に至る。そこで、転倒動作開始までの通常歩行のみだけでなく、荷物保持状態での転倒回避動作も考慮すべきである。そこで、基礎的な実験として1.重錘の負荷方向による影響 2.上肢の動作制限による影響 3.重錘の重量変化による影響を調べ、検証実験として4.荷物を保持した状態での歩行 5.荷物保持立位状態での前後方向への衝撃に対する反応動作、の5段階の実験を計画し、その第一段階である重錘の負荷方向による影響を調べた。

重錘は歩行時の四肢の動きの影響を受けにくく身体重心に近い体幹部に装着した。また被験者ごとの体格差による影響を少なくするため、重錘の重量は体重比で被験者ごとに調整することにした。また、体重比を5%にした理由は、過去の調査で日常的な荷物はおおよそ3kgであるという調査結果があること、また高齢者にとって体重比10%の荷物は重くて辛いが5%なら普段の生活で持っている荷物の重さに近いという意見が得られたことより、体重比5%とした。重錘なしでの自由歩行と、重錘を体の前後左右に負荷した状態での自由歩行の計5条件をランダムな順に行った。歩行路は長さ10mである。

#### ・対象者

被験者は、若年者16名(平均年齢22.0歳,SD1.1)、高齢者8名(平均年齢75.1歳,SD6.5)を対象とした。

#### ・測定手順

実験条件をランダムに選び、重錘を負荷した(もしくはしなかった)。その状態で被験者がその歩行に慣れるまで(2,3回)練習をしてもらった。実験者の合図に従って歩行を開始させた。



図:1 重錘装着状態での歩行の様子

・実験機器

三次元動作解析装置 Quick MAG を用いて計測した。このシステムは計測室の4隅に固定した4代のカメラにて被験者の衣服表面に固定した 15 個のカラーマーカーを抽出し三次元座標に変換するシステムである。歩行路の中の、被験者の1歩目から8, 9歩目までを計測できるように配置した。

床反力計日本キスラー社製フォースプレートを使用して計測した。歩行動作は 4 歩目から安定すると言われているため、フォースプレートは歩行路中央位置に設置し、被験者の 5 歩目 6 歩目、もしくは 6 歩目 7 歩目を計測した。

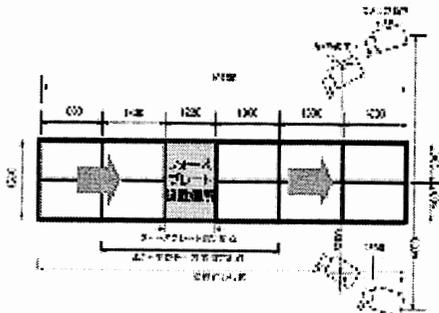


図:2 実験環境

4. 実験結果

実験の結果、錘負荷時には体幹の傾斜角度、歩幅、腕の振幅、関節角度、前後方向床反力に違いが見られた。以下、高齢者の実験結果を記載する。

・前側への重錘負荷条件

前側重錘負荷条件下では、多くの被験者で両足の Toe Clearance の増加、もしくは通常歩行時と差異なしとなったケースがみられた。また、歩行時に前傾姿勢、後傾姿勢をとる被験者の両方がいた。また腕の振幅を小さくする被験者が多くみられた。床反力に関しては、左足鉛直方向床反力の増加と右足側方床反力の増加が見られた。

・後側への重錘負荷条件

後側重錘負荷条件下では、両足の Toe Clearance の増加、もしくは通常歩行時と差異なしとなったケースが多かった。また歩行中に前傾姿勢をとっていた。また腕の振幅を小さくする被験者が多くみられた。床反力に関しては、左足鉛直方向床反力の増加と両足の前後成分床反力の増加が見られた。

・側方への重錘負荷条件

側方重錘負荷条件下では、多くの被験者で非重錘負荷側の Toe Clearance の増加と重錘負荷側の Toe Clearance の低下が見られた。また若年者では非重錘負荷側に、高齢者では重錘負荷側に体幹を傾斜する様子が多くみられた。また重錘負荷側の腕の振幅を小さくし

非重錘負荷側の腕の振りを大きくする被験者が多くみられた。床反力に関しては、左足の前後方向床反力の増加と、非重錘負荷側の前後成分床反力の制動力の減少と側方床反力の増加が起きていた。

4. 考察

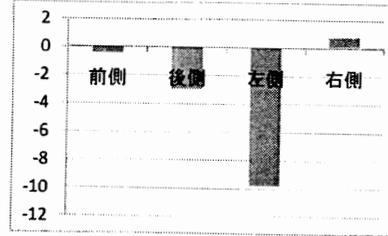


図:3 各実験条件での左足 Toe Clearance 例

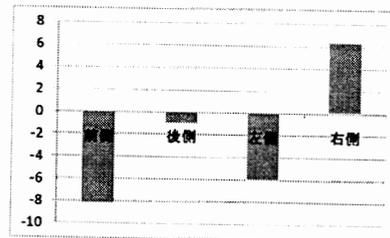


図:4 角実験条件における右腕振り角度の例

若年者は、錘と反対方向に身体を倒して歩いていた。逆に高齢者では、錘と同じ方向に体が倒れていた。そのためか、非重錘負荷側の Toe Clearance は高くなっていたが、重錘負荷側の Toe Clearance が低くなっていた。これはつまずきにつながる危険性がある。また、重錘負荷側の手の振りが大きくなっていて、腕の振りにより体の旋回力を出し、足を運ぼうとしていたことが床反力からもわかる。これはよろめきにつながる危険性がある。

5. 結論と今後の方針

荷物の保持は転倒に繋がる可能性がある。今後基礎的な実験の追加と検証実験を通して明らかにしていく。

5. 参考文献

- 1)内閣府:高齢社会白書 平成 19 年版, pp.2-3,57-59, 2007.
- 2)永田久雄, 李善永:高齢者の通勤負担と通勤途上の転倒事故に関する調査 -ビルメンテナンス業について-。労働省産業安全衛生総合研究所所報, NIIS-RR-2002, 2003
- 3)De Vita: Effects of Asymmetric Load Carrying on the Biomechanics of Walking. Journal of Biomechanics??. Vol.24, No.12, pp.1119-1219, 1991.

【連絡先】 村田浩昭

東京理科大学工学研究科経営工学専攻山本栄研究室  
〒151-0053 東京都千代田区九段北 1-14-6  
e-mail: murata@ms.kagu.tus.ac.jp

## 在宅介護者の介護環境と介護意識がストレスに及ぼす影響について

○辛島光彦\*、西口宏美\*

(\*東海大学情報通信学部)

Influence on the burden of family caregivers by both their consciousness regarding home care and the environment in which it is provided.

Mitsuhiko KARASHIMA\*, Hiromi NISHIGUCHI\*

(\*School of Information Telecommunication Engineering, Tokai University)

## 1. はじめに

日本の人口の高齢化に伴い、要介護高齢者の人口は増加傾向にあり、要支援・要介護認定者は2006年には432万人になっている<sup>1)</sup>。またゴールドプラン21により在宅介護の充実が図られるに伴い、居宅サービス事業所の利用者は2006年には406万人になっている<sup>2)</sup>。このような状況の中で在宅介護においてはなお家族が主介護者となっており、在宅介護における家族介護者(以下在宅介護者)の負担が大きな問題となっている。

ところで職業性ストレスは主観的な仕事量、仕事の裁量の自由度(以下、裁量性)、職場の上司、作業員、あるいは家族、友人などの支援にあたる社会的支援といった職場環境の影響を受けることが知られており、職業性ストレスは職務意識とも密接に関連があることが示されている(齋藤(1998)<sup>3)</sup>)。在宅介護を一種の職務と捉えると介護ストレスは職業性ストレスと、介護意識は職務意識と捉えることが出来、介護ストレスは主観的な仕事量、裁量性、社会的支援といった介護環境の影響を受け、介護ストレスは介護意識とも関連があると推測される。

しかし従来研究では社会的支援や裁量性が介護ストレスに与える影響については、若干触れられているものの十分な検討はされていない。また介護ストレスと介護意識の関連についてもほとんど検討されていない。

そこで本研究においては在宅介護者を対象とした介護環境(介護状況、介護者サポート状況)、介護ストレス、介護意識に関するアンケート調査を通じて、在宅介護者の介護ストレスと介護環境、介護意識の関係について検討した結果を報告する。

## 2. 研究方法

本研究では在宅介護者の介護ストレスと介護環境、介護意識の関係を検討するために、在宅介護者を対象に介護環境としての介護状況、介護者サポート状況(介護者周辺コミュニケーション状況、他者サポート状況)、

及び介護ストレス、介護意識についてのアンケート調査を行った。

## 2-1. 調査方法

アンケート調査は、在宅介護者を対象に、介護状況にかかわる項目6項目、介護者サポート状況として介護者周辺コミュニケーション状況にかかわる項目18項目、他者サポート状況にかかわる項目6項目、介護ストレスにかかわる項目2項目、介護意識にかかわる15項目の計47項目について、4段階リッカードスケールを用いて行われた。合わせて在宅介護者及び要介護者のプロフィールについても尋ねた。

## 2-2. 調査対象および期間

アンケート調査は2008年5月から6月にかけて、熊本保健科学大学保健科学部、久留米大学医学部、鳥取大学医学部の協力のもと、在宅介護者を対象として行われた。回収回答数は49名であったが、欠損値が存在する回答が多く、後述の因子分析及び重回帰分析における有効回答数は31名であった。

## 3. 調査結果及び考察

## 3-1. 介護環境の因子分析結果

介護環境として、介護状況にかかわる項目6項目、介護者周辺コミュニケーション状況にかかわる項目18項目、他者サポート状況にかかわる項目6項目の計30項目について、因子分析(主成分分析法、因子抽出条件固有値1以上、バリマックス回転)を行ったところ、介護環境については、表1のような9因子が抽出された。

## 3-2. 介護意識の因子分析結果

介護意識にかかわる項目15項目について因子分析(主成分分析法、因子抽出条件固有値1以上、バリマックス回転)を行ったところ、介護意識については、表2のような5因子が抽出された。

表 1. 介護環境因子分析結果

因子名	寄与率(%)
医療従事者とのコミュニケーション密度	$\lambda e_1$ 14.79
家族のサポート頻度	$\lambda e_2$ 14.07
友人とのコミュニケーション密度	$\lambda e_3$ 8.96
要介護者とのコミュニケーション密度	$\lambda e_4$ 8.32
介護裁量関連コミュニケーション密度	$\lambda e_5$ 7.99
家族とのコミュニケーション密度	$\lambda e_6$ 7.74
介護環境の整備度	$\lambda e_7$ 6.79
介護外時間確保度	$\lambda e_8$ 6.30
介護単調度	$\lambda e_9$ 6.22
累積寄与率	81.18

表 2. 介護意識因子分析結果

因子名	寄与率(%)
介護空虚度	$\lambda c_1$ 17.95
介護積極度	$\lambda c_2$ 16.05
介護満足度	$\lambda c_3$ 15.87
介護熱意度	$\lambda c_4$ 12.34
介護容易度	$\lambda c_5$ 9.81
累積寄与率	72.03

### 3-3. 介護環境、介護意識が介護ストレスに与える影響について

介護ストレスにかかわる 2 項目(精神的ストレス、肉体的ストレス)と介護環境及び介護意識の関係について検討するために、精神的ストレス( $y_m$ )及び肉体的ストレス( $y_p$ )を被説明変数とし、介護環境の 9 因子、介護意識の 5 因子を説明変数とし、ステップワイズ法( $p_{in}=0.05$ ,  $p_{out}=0.10$ )を用いた重回帰分析をそれぞれ行った。

その結果、精神的ストレス( $y_m$ )については、

$$y_m = 0.24\lambda e_2 - 0.23\lambda e_3 - 0.41\lambda e_4 + 0.42\lambda c_1 - 0.28\lambda c_4 - 0.60\lambda c_5 \quad \text{式(4-1)}$$

が得られた(各説明変数の係数は標準化係数、自由度調整済み寄与率 0.67)。VIF 値は 1.02~1.25 であり多重共線性は見られなかった。

肉体的ストレス( $y_p$ )については、

$$y_p = -0.53\lambda e_6 - 0.41\lambda e_8 + 0.23\lambda e_9 - 0.34\lambda c_4 - 0.23\lambda c_5 \quad \text{式(4-2)}$$

が得られた(各説明変数の係数は標準化係数、自由度調整済み寄与率 0.66)。VIF 値は 1.02~1.48 であり多

重共線性は見られなかった。

式(4-1)より家族のサポート頻度が高いほど、友人とのコミュニケーション密度が低いほど、要介護者とのコミュニケーション密度が低いほど、精神的ストレスが高いことが示唆された。また介護に対する空虚度が高いほど、介護に対する熱意が低いほど、介護が容易と感じられないほど、精神的ストレスが高いことが示唆された。

式(4-2)より家族とのコミュニケーション密度が低いほど、介護以外の時間がとれないほど、介護が単調なほど肉体的ストレスが高いことが示唆された。また介護に対する熱意が低いほど、介護が容易と感じられないほど、肉体的ストレスが高いことが示唆された。

### 4. まとめ

本研究は、在宅介護者の介護ストレスに焦点を当て、在宅介護者を対象とした介護環境、介護ストレス、介護意識に関するアンケート調査を通じて、介護ストレスと介護環境、介護意識の関係について検討した。その結果、職業性ストレスと同様、介護ストレスは主観的仕事量、裁量性、社会的支援といった介護環境の影響を受けていることが示唆されるとともに、介護ストレスは介護意識と密接に関連していることが示唆された。

### 謝辞

本研究を実施するにあたり、アンケート調査のコーディネートのお取り扱いくださった聖マリア学院大学 日高艶子准教授に謝意を表します。また熊本保健科学大学 竹熊千晶准教授をはじめアンケート調査の実施にご協力いただいた皆様にも重ねて謝意を表します。

### 参考文献

- 1) 独立行政法人福祉医療機構, 要介護(要支援)認定者数全国合計, <http://www.wam.go.jp/wamappl/00youkaigo.nsf/vAllArea/200603?Open>
- 2) 厚生労働省, 平成18年介護サービス施設・事業所調査結果の概況, <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/kaigo/service06/index.html>
- 3) 齋藤他(1998) 職場適応工学, 日本出版サービス, pp.106-145

### [連絡先]

辛島光彦  
東海大学情報通信学部経営システム工学科  
〒259-1292 平塚市北金目 1117  
e-mail: mitsuk@tokai-u.jp  
Fax: 0463-50-2055

在宅介護者の介護環境と介護意識がストレスに及ぼす影響について

## 色調知覚と脳応答の関係に関する研究

○豊福 哲郎<sup>1)</sup>, 宮本 和哉<sup>1)</sup>, 横尾 勇亮<sup>1)</sup>, 三分一 史和<sup>1)</sup>, 外池 光雄<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 千葉大学大学院工学研究科

A study of relationship between color perception and brain activity

Tetsuro Toyofuku<sup>1)</sup>, Kazuya Miyamoto<sup>1)</sup>, Yusuke Yokoo<sup>1)</sup>, Miwakeichi Fumikazu<sup>1)</sup>, Mitsuo Tonoike<sup>1)</sup>

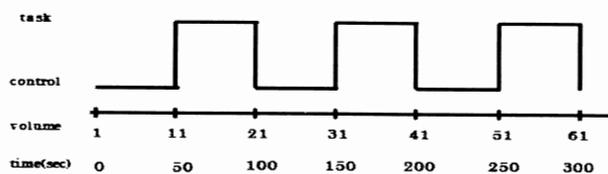
<sup>1)</sup> Graduate School of Engineering, Chiba University

### 1. はじめに

人間の色知覚機能をより正確に予測することはとても重要である。これまでの研究から、網膜錐体での三原色知覚が網膜神経節細胞以降の大脳皮質視覚領においては反対色機構で知覚・認知しているといわれている。また、物体の色が記憶や学習に関係しており、特に補色の知覚は色知覚機能に重要な役割を担っていると考えられる。そこで本研究では、脳内の色知覚、特に補色の認識メカニズムの解明を目的として、色画像刺激によるMEG,及びfMRI実験を行った。

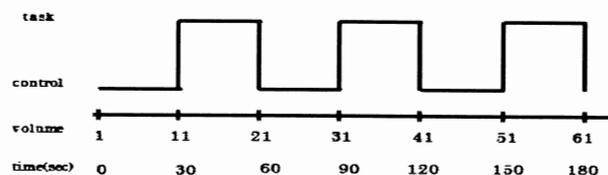
### 2. 方法

1)東京電機大学の1.5TfMRIを用いて(A)赤色単純図形、(B)緑色単純図形を被験者に提示する視覚刺激実験を行った。コントロールとして無彩色画像を使用した。



実験1のブロックデザイン

2)東京電気大学の1.5TfMRIを用いて(A)通常色画像と(B)その画像の一対象物のみを補色変換した画像を被験者に提示する視覚刺激実験を行った。コントロールには通常色画像のモノクロ画像を使用した。



実験2のブロックデザイン

3) 東京歯科大学の neuromag社製306CHベクトル型MEGを用いて(A)通常色画像、(B) (A)の補色画像、(C) (A)のシャッフル画像、(D) (B)のシャッフル画像の4種類の刺激を被験者に提示する視覚刺激実験を行った。画像はCADBの順に3200ms提示され、画像間には700msの休止状態をはさんだ。

### 3. 結果

fMRIを用いた実験の結果はすべてspm5を用いてデータ解析を行った。

i) 図1、図2は実験1の(A),(B)それぞれの刺激画像による賦活部位を示したものの、図3、4は(A)>(B),(A)<(B)それぞれの比較解析の結果である(図は左から、右、後ろ、上から脳を見た画像)。

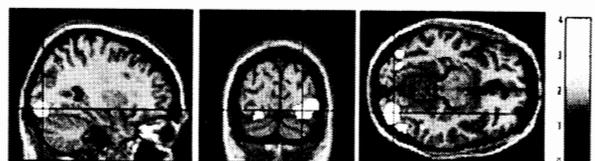


図1 1)-(A)による脳の賦活部位( $p < 0.01, unc, T = 2.39$ )



図2 1)-(B)による脳の賦活部位( $p < 0.001, unc, T = 3.25$ )

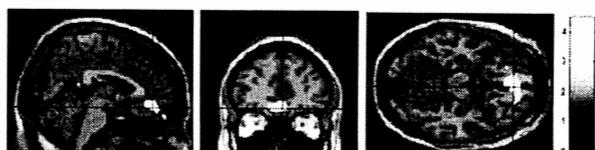


図3 1)-(A)>(B)による脳の賦活部位( $p < 0.01, unc, T = 2.36$ )

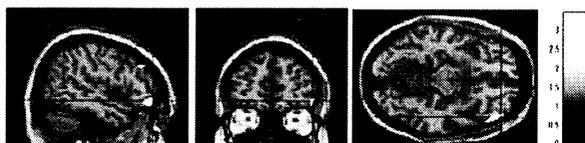


図4 1)-(B)>(A)による脳の賦活部位( $p < 0.01, unc, T = 2.36$ )

2)図3、図4は実験2の比較解析の結果である(図は左から、右、後ろ、上から脳を見た画像)。

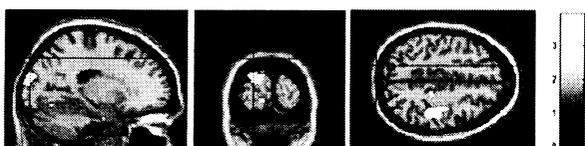


図5 2)-(A)>(B)による脳の賦活部位( $p < 0.01, unc, T = 2.33$ )

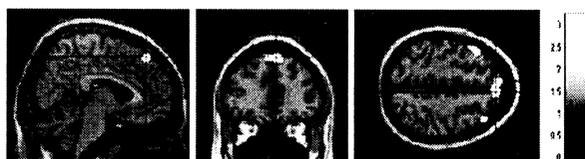


図6 2)-(B)>(A)による脳の賦活部位( $p < 0.01, unc, T = 2.33$ )

3) MEG を用いた実験結果は全て neuromag 社の source modeling program を用いて one dipole 法でデータ解析を行った。図7は実験3で補色刺激の反応のピークの強さが通常色刺激の反応のピークの強さを上回っている部位が認められた潜時 233.4ms の加算波形、図8はその潜時における推定されるダイポールの位置である。

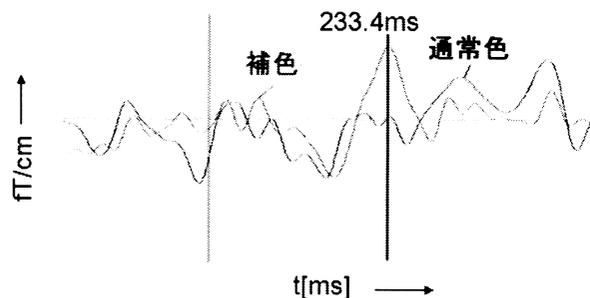


図7 CH1513 の加算波形

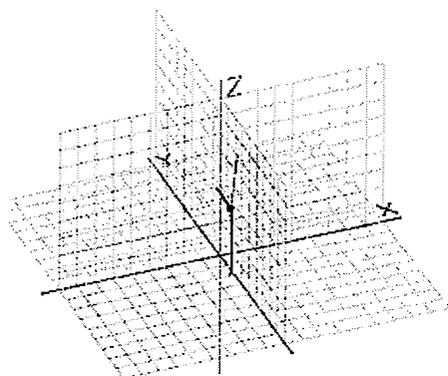


図8 233.4ms に推定される電流ダイポールの位置

#### 4. 考察

実験1では(A),(B)ともに視覚領域に強い賦活が見られるが比較研究においては視覚領域に差は見られず前頭部に差が見られる。これは色の感じ方の違いによるものと思われる。

実験2では(A)>(B)の比較研究においては視覚領域に賦活の差が多くみられたものの、(B)>(A)の比較研究では視覚領域に差は見られず前頭部に差が見られた。これにより補色変換したもの(通常見ているものと異なる着色をされたもの)をみたときには視覚領域だけではなく前頭部での処理が行われていることが分かる。人は通常、それまでの記憶や学習なども関わって色を認識する。補色部位を含むものはそれまでの記憶や学習といったものとは異なる着色を成されているため視覚領域ではなくより前部に賦活の差が見られたのかもしれない。

実験3の結果では潜時 233.4ms に推定されたダイポールの位置は帯状回に位置していた。帯状回は記憶に関連した部位である。補色といういつも見慣れていないもの＝対象物体の色の記憶にないものを見た際は記憶領域が強く活動するのかもしれない。

#### 5. まとめ

単色画像、通常色画像は視覚領域および V4 に反応が見られ、補色画像ではより内側部位および前頭葉に反応が見られた。また MEG の結果より色を認識する際の記憶領域の活動は 233.4ms 付近で起こると思われる。

#### 6. 参考文献

- [1]S.Zeki, Ludovica Marini: Three cortical stages of colour processing in the human brain, Brain, 1669-1685, 1998
- [2]M.Hamalainen, et al.: Magnetoencephalography -theory, instrumentation, and applications tononinvasive studies of the working human brain. Reviews of Modern Physics, Vol.65, Nop.2, 1993.

#### [連絡先]

豊福哲郎

千葉大学大学院工学研究科

〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33 千葉大学内工学部11号棟3階

TEL: 090-6785-8536

e-mail: tetsuhighperformance@yahoo.co.jp

## 硬軟二層構造の弾性体刺激に対する硬さ感覚特性

○高瀬翔<sup>\*</sup>、相馬健作<sup>\*</sup>、土井幸輝<sup>\*\*</sup>、藤本浩志<sup>\*</sup>  
 (\*早稲田大学、\*\*首都大学東京)

Property of hardness perception in case of touching double layer elastic object  
 Sho TAKASE<sup>\*</sup>, Kensaku SOMA<sup>\*</sup>, Kouki DOI<sup>\*\*</sup>, Hiroshi FUJIMOTO  
 (\*Waseda university, \*\*Tokyo Metropolitan university)

### 1. はじめに

ヒトは質感や硬さ、温度などの情報を触覚によって得ているが、物体との接触で刺激を受けた際の硬さ感覚特性についてはほとんど明らかにされていない。先行研究<sup>1)</sup>では、独自に作製した硬さ(ヤング率)の異なる弾性物体の呈示刺激を人差し指の指腹で押し込んだ際の硬さ感覚特性を、系列範疇法(系列カテゴリ法)<sup>2)</sup>により評価した結果、硬さの物理量(ヤング率)と硬さ感覚のカテゴリの関係が明らかになった。しかし、ヒトが日常生活の中で手指で触れる対象物には、表層が硬くて深部が軟らかい物体や、その逆の構造をもつ物体など積層構造の物体が多い。そのような対象物に触れて硬さを知覚する際には、表層(以下、上層)の力学特性だけではなく、深層(以下、下層)の力学特性の影響を受ける可能性も大きいと考えられるが、それらに対する硬さ感覚特性は明らかになっていない。そこで本研究では、ヤング率の異なる弾性体の硬軟二層構造体の硬さ感覚特性を評価することを目的とした。

### 2. 方法

本研究では、ヤング率の異なる弾性体を積層した二層構造の呈示刺激を人差し指の指腹で押し込んだ際の硬さ感覚特性を、系列カテゴリ法により比較した。ここでは系列カテゴリ法と実験方法について述べる。

#### 2.1 系列カテゴリ法

系列カテゴリ法は、いくつかの刺激の各々を、意味のある連続体上に、量的に異なる、一定数のカテゴリのどれかに所属するものと判断することを主眼とし、カテゴリの尺度値及び刺激の尺度値を距離尺度で導き出すことができる手法である。ここでは、硬さ感覚の尺度値の導出法を述べる。まず、各刺激の累積確率を算出し、Z 値変換する。隣り合う2つの正規偏差 X<sub>ij</sub> が両方とも存在する場合のみ、隣り合う正規偏差 X<sub>ij</sub> の差 W<sub>ij</sub> を以下の式(1)により求める。全ての可能な W<sub>ij</sub> の値を算出する。

$$W_{ij} = X_{ij} - X_{(i-1)} \quad \text{---(1)}$$

次に、W<sub>ij</sub> の値を系列ごとに合計し、各系列の W<sub>ij</sub> の相加平均、及びその累積値も算出する。この累積値が全て

の刺激に共通な心理学的尺度値となる。更に、式(2)のように累積値を共通な心理学的尺度上に射影して各刺激の尺度値を算出する。

$$S_i = 1 + \frac{0.5 - \sum P_b}{P_w} \cdot W_{ij} \quad \text{---(2)}$$

S<sub>i</sub>: 共通尺度上における第 i 番目の刺激の尺度値

1: 中央値が存在する共通尺度上の間隔の下限

W<sub>ij</sub>: 共通尺度上の間隔幅

∑ P<sub>b</sub>: 中央値が存在する間隔以下の累積確率

P<sub>w</sub>: 中央値が存在する間隔内の比率

尺度値 S<sub>i</sub> より、「極端に軟らかい」から「極端に硬い」までのカテゴリの範囲において各刺激が存在する位置を、直線補間法と同様な以下の式(3)を用いて求める。

$$A_i = \frac{S_i - 1}{W_{ij}} + A_b \quad \text{---(3)}$$

A<sub>i</sub>: カテゴリ尺度内における第 i 番目の刺激の尺度値

A<sub>b</sub>: 尺度値が存在する間隔の下限の数値

#### 2.2 実験方法

実験には 20 代の大学生(平均年齢 23.4 歳)10 名(男性 3 名・女性 7 名)が被験者として参加した。呈示刺激は、独自に作製した 7 種類のヤング率(単位:N/m<sup>2</sup>)の弾性体(厚さ 15mm)を二枚組み合わせ合わせて重ねて呈示した。圧縮試験機で一定の比率に圧縮(本研究では元の厚さの 2/3 に圧縮)した際の反力(単位:N)を基に算出したヤング率を表に示す。尚、レンジが広いため常用対数で表記した。表中で AA や BB は同種の弾性体を重ねた場合を指す。呈示刺激のサイズは、日本ゴム協会の“膨張ゴムの物理試験方法”を参考とし<sup>3)</sup>、全て直径 50mm、高さ 30mm(上層 15mm、下層 15mm)で、形状は円柱である。刺激の呈

表1. 呈示刺激 (XY(X:上層 Y:下層))

ヤング率 [ $1.0^3 \times 10$ [N/m <sup>2</sup> ]] (log)										
GG	FG	FF	EG	EF	EE	DG	DF	DE	DD	
5.61	5.50	5.27	5.38	5.23	5.12	5.23	5.15	5.00	4.89	
CG	CF	CE	CD	CC	BG	BF	BE	BD	BC	
5.05	4.97	4.88	4.77	4.63	4.95	4.85	4.81	4.69	4.51	
BB	AG	AF	AE	AD	AC	AB	AA			
4.39	4.95	4.75	4.69	4.62	4.39	4.29	4.12			

示方法は、視覚による影響を排除するために、カーテンで手元を隠した状態での能動触とした。手首の位置を軽く固定した状態で、合図に合わせて刺激の中心を一度だけ、人差し指の指腹で押し込む形で呈示した(図1)。押し込み動作終了後には、人差し指を刺激から素早く離させた。被験者への教示において、呈示された刺激を人差し指の指腹で押し込んだ際に感じたままの硬さの感覚に相当するカテゴリ(「極端に軟らかい」「かなり軟らかい」「やや軟らかい」「どちらでもない」「やや硬い」「かなり硬い」「極端に硬い」の7段階)で回答することとした。静的な接触状態での対象物表面の硬さの感覚を回答するのではなく、押し込む際に知覚する変位量や反力、弾性などを基に回答することとした。試行数は、50試行程度の練習試行を行った上で、本試行として245試行(呈示刺激49種類×5試行)を実施した。刺激は全てランダムに呈示した。実験中は50試行に一度のペースで休憩を取った。被験者一人あたりの実験時間は、約2時間を要した。尚、本研究は早稲田大学研究倫理委員会の承認を得て行った。

### 3. 結果及び考察

各刺激に対して感じた硬さ感覚に相当するカテゴリの割合を反応率とし、それを基に各カテゴリにおける呈示刺激の分布を表した結果を図2に示す。また、上層が同じ組合せごとに呈示刺激の分布を線形近似した際の傾きを表2に示す。これらより、以下のことが明らかになった。

- 1) 今回用いた7種類のヤング率(AA, BB, CC, DD, EE, FF, GG)は、「極端に軟らかい」から「極端に硬い」までのカテゴリに分布するように選択できていたことが確認できた。
- 2) 下層のヤング率が何であっても、上層のヤング率に従って、幅広いカテゴリに分布することがわかった。すなわち、硬さ知覚において、指先で直接触れる上層のヤング率が優位であることが確認できた。

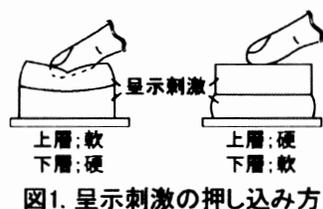


図1. 呈示刺激の押し込み方

表2. 呈示刺激の分布の線形近似の傾き

上層がGの組合せ	0.00
上層がFの組合せ	0.79
上層がEの組合せ	1.06
上層がDの組合せ	2.40
上層がCの組合せ	1.68
上層がBの組合せ	1.65
上層がAの組合せ	0.53

- 3) 上層がA, E, F, Gの場合、下層のヤング率が変化しても、カテゴリの変化の割合(線形近似した際の傾き)が小さかった。すなわち、これらの場合では、硬さ知覚において上層が優位であり、指先で直接触れない下層のヤング率の違いが硬さ感覚に影響を及ぼし難いことがわかった。
- 4) 上層がB, C, Dの場合、カテゴリの変化の割合が大きくなった(最大の傾きはDで2.04)。すなわち、これらの場合では、指先で直接触れない下層のヤング率の違いが硬さ感覚に影響を及ぼす可能性があることがわかった。これは、先行研究<sup>1)</sup>で得られた知見から、特にD付近のヤング率が、硬さ弁別がしやすい領域であり、それらが上層にあるためではないかと考えられる。

今後は、この推察が正しいことを確かめるために、対象物の厚さと硬さ感覚の関係について調べる予定である。

### 4. 結論

本研究では、ヤング率の異なる弾性体を積層した呈示刺激を人差し指の指腹で押し込んだ際の硬さ感覚特性を、系列カテゴリ法により比較した。その結果、二層構造の弾性体の硬さ知覚においては、下層のヤング率によらず、指先が直接触れる上層のヤング率が優位であることが確認できた。また、上層のヤング率がある限られた範囲内にある場合には、直接触れない下層のヤング率の違いが硬さ感覚特性に影響を及ぼす可能性があることがわかった。

### 参考文献

- 1) 千葉, 土井, 藤本: 弾性物体を対象物としたヒトの指先の硬さ弁別特性, ヒューマンインタフェース学会論文誌, vol.8, no.4, pp.93-98, 2006
- 2) J.P.ギルホード/著, 秋重義治/監訳: 精神測定法, pp.276-301, 培風館, 1976
- 3) 日本ゴム協会: SRIS 0101-1968, 膨張ゴムの物理試験方法, 1995

### [連絡先]

高瀬翔  
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  
E-mail: mitsugoro.a-be@toki.waseda.jp  
Tel&Fax: 04-2949-8113(内線 3625)

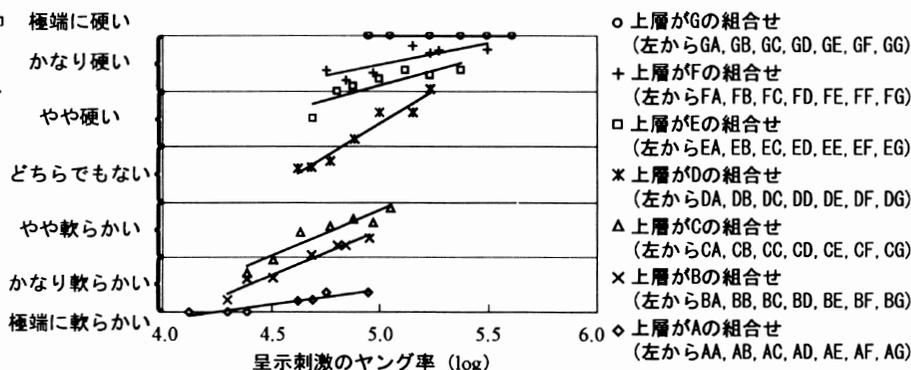


図2. 呈示刺激と硬さ感覚のカテゴリの関係

## パーソナルコンピュータを用いた定量的色覚検査法の試作

○成岡亮、衛藤憲人

(東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻)

Construction of the quantitative color perception test method using a personal computer

Ryo NARUOKA, Norihito ETOH

(Graduate school of high-technology for human welfare, Department of bio-medical engineering, Tokai University)

### 1.はじめに

人間を含め多くの生物は視覚を用いて物体までの距離、形状、色を捉えている。色は光があつて初めて知覚できる物だが、光自体に色があるわけではなく、光の波長に対応する視細胞が興奮し、その情報が視神経を介して大脳の視覚野へ伝達し処理されることで初めて色として認識される。しかし、色知覚は一意に決定されず遺伝子的背景をはじめとする様々な要因に依存し、個人差が発生すると報告される。例えば、日本人男性の4%、女性の0.2%が赤と緑が混合した特定の混色の差を感じにくいという視覚特性を持っている[1]。色覚異常、色覚障害と呼ばれるこの色覚特性は臨床の場では「赤緑色盲」「赤緑色弱」とも呼ばれており、色覚検査はこの色覚特性の詳細を明確にする役割を持つ。

現在臨床の場で用いられる色覚検査法は、仮性同色表、アノマロスコープ、Panel D-15 など、様々な検査法が存在するが、半世紀以上前に開発された検査法もあるため、手法の煩雑性、精度不足、再現性の低さなど、様々な問題点を抱えており、被験者の明確な色弁別能を把握する、新しい検査法が求められている[2]。

本研究では、従来検査法を参考にし、高精度で色弁別能を定量化する新たな色覚検査法の確立を目的とする。

### 2.方法

ヒトの色覚は絶対的な感覚ではなく、対比によって判断される相対的な感覚である。従来の色覚検査法はこの事実に基づき、基準色と対照色の弁別能を基に色覚能の推定を行っている。一方、標準的なヒトの視覚は1600万色以上の色弁別が可能であるとされている。よって高精度に色弁別能を測定するには膨大な施行回数が必要となる。従来法では各種疾患における弁別異常色を予め定めておくことでこの問題に対処しているものの、柔軟性に乏しく、また後天性色覚異常に代表される疾患病態が不明な症例においては適応が困難であった[3]。そこで本研究では色相弁別限界の彩度値の測定を目的とした予測的な色の提示プログラムを提案する。

具体的には、被験者の色弁別能を統計理論に基づいて予測することで、提示色の色相、彩度を柔軟に変化させ、色相弁別限界彩度値を測定する。この手法最大の特徴は、被験者が弁別を苦手とする色を自動的に抽出し表示することで、詳細な検査を迅速かつ効率的に履行する事が可能となる点である。そのため100 hue test等のように全ての色の調査を必要とせず、同等の結果を遥かに少ない時間で実行できる。

検査結果は色の代表的表色系であるx-y表色系の面積として表すことが可能であることから、定量性および病態の直感的な把握に優れている利点が存在する(Fig.1)。

被験者への色の最適な提示方法は現在も引き続き検討中であるが、これまでの結果より被験者の理解と実行が容易であるグループ化提示法が有効であると考えている(Fig.2)。同提示法は、画面中央に配置した複数の色票を被験者の判断でグループ化する手法であるが、色の相違を質問項目にした従来法と異なり、検査時間の大幅な短縮化が可能となった。

### 3.結果

色覚検査にはいわゆるGolden Standardとされる検査法が存在しないことから正常、異常を明確に区分する定量的基準は存在しない。そのため、医学的所見により正常な群、色覚異常を認められた群(色弱・色盲群)を設定し、本手法を用いて色覚異常を弁別できるかを検討した(Fig.1)。その結果、二つの群では明らかな分布の違いが認められ、色覚異常の弁別が可能であることが確認できた。x-y表色系は、中央に近づくにつれ彩度が低下することから、より面積が小さい群が色弁別能に優れているといえる。また特定の色の判別に異常を呈する症例(赤緑異常等)は、その形状が病態を表現することから、病態把握が容易である利点も存在する。一方、同検査結果と代表的検査法であるPanel D-15との結果比較は相関性が認められたものの、明確な関連付けには達しておらず本手法と従来法の関連性は今後の課題として残されている(Fig.3)。

#### 4.考察

表示媒体である CRT モニタは技術の成熟によって高い色再現性を有するものの、その性質上被検者の眼に負担をかけやすい問題点が存在した。実際、実験において眼精疲労や残像を訴える被験者も多く、本検査法の大きな障害となってきた。そこで被検者の眼への負担を軽減するために、CRT モニタから液晶モニタへの変更を検討している。CRT および液晶の両モニタを同一キャリブレーションにて更正後、同条件下で検査を行ったところ、両者には大きな差がないことが確認できた。この結果、CRT モニタにおける大きな問題であったちらつきや映り込み、さらに設置面積等の問題点を解決できると考える。一方、本検査法は発光色を用いた色光検査であることから残像の問題は避けられない。現在、表示時間の短縮化、表示法の検討によって残像の軽減を図っているが、更なる検討が必要であると考える。

色覚検査法は精度をあげるにつれ膨大な時間を必要とする。一方で、現実的な検査時間は臨床において一時間未満、またスクリーニングを目的とした疫学的調査においては 10 分以内であることから如何に高精度を保ちつつ時間を短縮するかが大きな問題点となってきた。本研究では、色相弁別限界の彩度値の測定に焦点絞り、統計的予測手法を用いることでこの時間短縮を実現した。現段階では色覚異常者の測定人数が少ないため、健常者との詳細な比較検証はできていないが、本検査システムの臨床現場や疫学フィールドへの積極的な投入により、より完成されたシステムの構築が可能になると考える。

#### 5.参考文献

1. 太田安雄 and 清水金郎, 色覚と色覚異常 : これだけは知っておきたい理論と実際. 1999, 東京: 金原出版.
2. 北原健二, 【色覚】色覚の考え方. 眼科, 2008. 50(1): p. 33-39.
3. Gong, Y.Y., et al., *Relation between colour vision loss and occupational styrene exposure level.* Occup Environ Med, 2002. 59(12): p. 824-9.

#### [連絡先]

成岡亮  
 東海大学大学院開発工学部  
 〒410-0395 静岡県沼津市西野 317  
 e-mail: 7afh003@wing.ncc.u-tokai.ac.jp  
 Tel: 055-968-1111  
 Fax: 055-698-1151

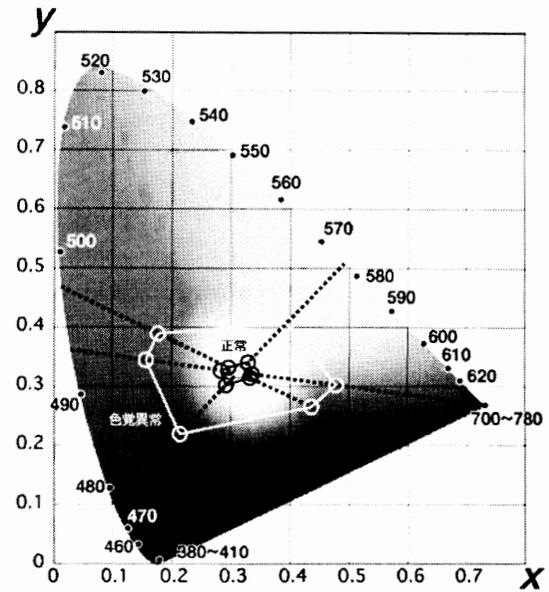


Fig.1 x-y 表色系

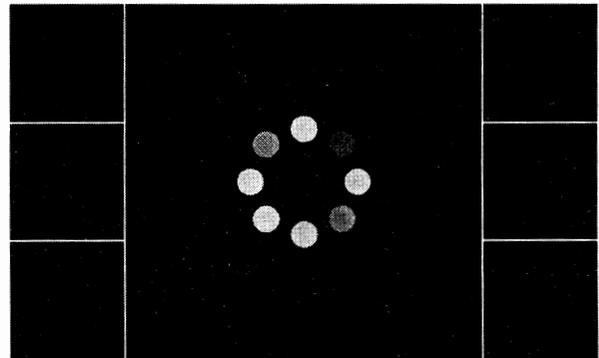


Fig.2 グループ化提示法

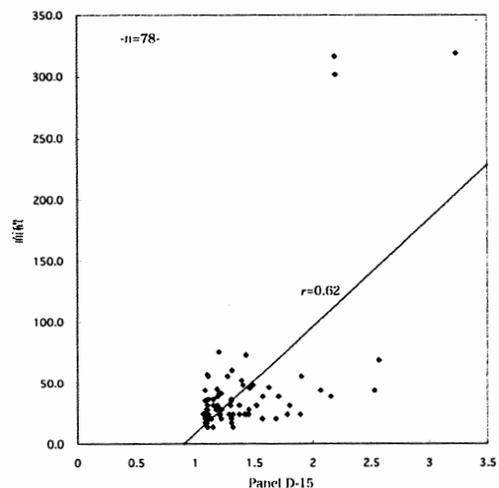


Fig.3 本手法と従来法(Panel D-15)の比較

パーソナルコンピュータを用いた定量的色覚検査法の試作

## 対象認知における利き眼の機能計測に関する基礎的検討

○酒井 駿、栗谷川 幸代\*\*:

(\*日本大学生産工学部機械工学科卒業生、\*\*日本大学生産工学部機械工学科)

Basic examination concerning function measurements of ocular dominance in object acknowledgment

Shun Sakai \*, Yukiyo Kuriyagawa \*\*

(\*, \*\* Department of Mechanical Engineering, College of Industrial Technology, Nihon university)

## 1. 緒言

利き手などと同じく、目にも優位性があるといわれている。小沼は両眼の視力がほぼ同一で両眼視する場合、一眼で背景を他眼で対象物を着目定視するものであるが後者の役割を持つ眼を利き眼という<sup>1)</sup>と述べている。我々はまず、視界に入った認知対象を非利き眼側の周辺視で捉え、次に視線を移動させて利き眼側の中心視で対象を捉えることで認知を行っていると考えられる。しかし、利き眼の働きが認知の過程において示す役割は実験で確かめられたものではない。そこで、本研究では、対象認知の際の利き眼の働きを明らかにすることを目的として、運転状況を簡易的に模擬した実験映像を用いて、対向車や歩行者に見立てた映像中の指標を追視する実験を行った。これより、実験中の被験者の注視点の動きから両眼、利き眼のみ、非利き眼のみで見ている場合のそれぞれについて作業成績の比較を行った。

## 2. 実験方法

## 2.1. 被験者及び利き眼検査法

両眼矯正視力(0.7)以上で運転免許を有する20代~30代の若年者14名を対象とした。利き眼の測定は覗き孔法、左右指差し法にて行った。覗き孔法は被験者が眼前に両手で作った円孔をかざし、遠方の固視対象をその孔を通して両眼で覗く。次に片眼を交互に閉じ、左右いずれの眼で見たとき、固視対象を孔内のより中央で捉えているかによって、利き眼を確認する方法である。指差し法はまず両眼視している状態で遠方の固視対象を人差し指で指差しさせる。そのままの状態で片眼ずつ遮蔽して左右いずれの眼だけで見たとき、指が固視対象と重なっているかによって確認する方法である。今回は各検査法を5回ずつ行った。

## 2.2. 実験映像及び実験課題

2種類の運転状況を模擬した映像をMicrosoft PowerPointを用いて制作した。まず、直進走行中に左右からの飛び出しがある場面を想定し、左右の画面端それ

ぞれの上中下3箇所から四角形のターゲットが出現し、そのまま画面上を横方向に移動する実験映像を作成し実験映像①とした。被験者には「ターゲットに気がついた時点で、ターゲットに視線を移し、静止するまで見続ける」という教示を行った。次に、交差点手前で一時停止し、周囲の安全を確認する場面を想定し、画面中央を中心とする円の円周上のうち上、左、右の3箇所とランダムに選ばれた左上、左下、右上、右下のうちの一箇所に3つの四角形と1つの円のターゲットがランダムに出現する映像を作成し実験映像②とした。被験者には「ターゲットが出現したら円のターゲットに視線を移し、消えるまで見続ける」という教示を与えた。実験映像①は前方を漠然と見て運転している状態を想定し固視点は設けなかった。実験映像②は前方に注意を払って停車した直後の状態を想定し、固視点を設けた。Nac社製アイマークレコーダEMR-8を用いて、課題実行中の左右両眼の注視点の動きをそれぞれ計測した。実験風景を図1に示す。

## 2.3. 実験条件

両眼の場合、ターゲットの色を遮蔽するフィルターを用いて片眼を遮蔽し、非利き眼、利き眼のみの場合それぞれについて計測を行った。実験終了後、課題の難易度と眼の疲労度をそれぞれアンケートで尋ねた。

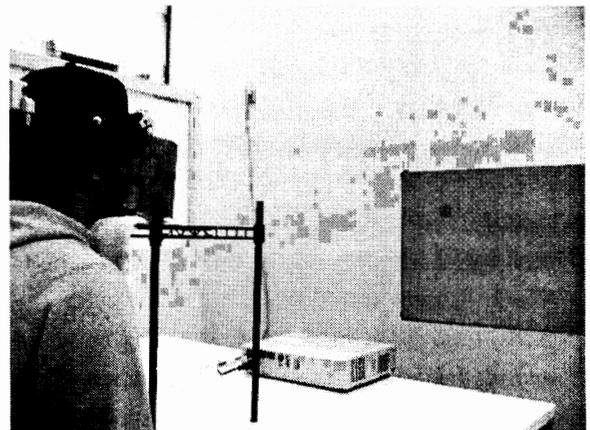


図1 実験風景

## 2. 4. 解析方法

各実験での注視点の動きを記録した動画を1フレーム=0.333秒ごとに確認し、被験者の注視点を表すアイマークがターゲットに重なるか、もっとも近づいたときを被験者がターゲットを見たときと定義し、ターゲットが出現してからのフレーム数を反応時間としてカウントした。

## 3. 実験結果

被験者全員の両眼で見た場合の平均反応時間は、実験映像①では12フレーム、実験映像②では14フレームとなった。そこで、この平均値よりフレーム数が少ない場合を早い注視と定義し、両目、利き眼のみ、非利き眼のみのときにおいて、それぞれ早い注視の数が全体の2/3以上、2/3未満1/3以下、1/3未満であるかによって、A、B、Cの三段階に分類した。一方で、実験後のアンケートから、実験①と②で疲労感の強い眼が左右で変化する被験者と変化する被験者が存在することがわかったことから、被験者群として2分類した。疲労感変化の群は6名で、疲労感不変の群は8名である。実験映像①、②の被験者群別の作業成績の割合をそれぞれ図2、3に示す。

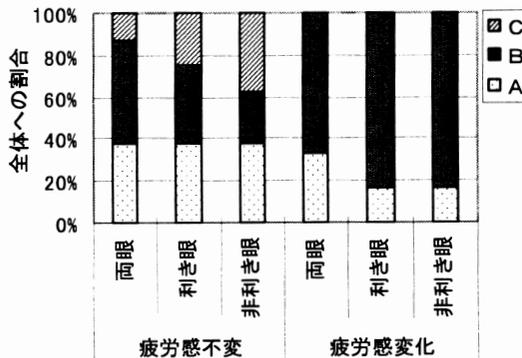


図2 実験結果①

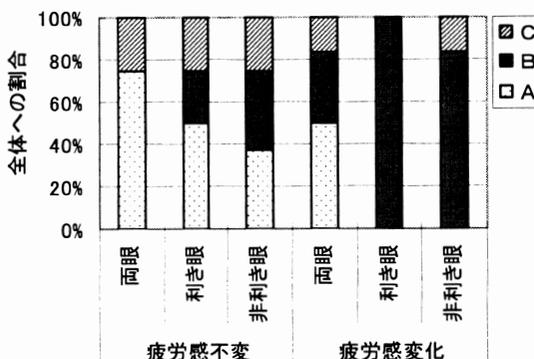


図3 実験結果②

図より、眼の疲労感が変化する群はA、Bの割合が多く、眼の疲労感が変化しない群はCの割合がいずれの条件でも含まれることが分かった。特に、実験②で被験者群間の割合の違いが顕著である。疲労感不変の群はいずれの実験の場合も利き眼、非利き眼のAが一定の割合を示し、両眼の場合の成績も疲労感変化の群よりもAの割合で勝っているのに対して、疲労感変化の群は利き眼、非利き眼のAの割合が少なく、特に②においてはゼロになり疲労感不変の群との差が顕著であった。

## 4. 考察

疲労感の感じ方の違いが作業成績に影響を与えるということは、疲労する眼の変化は眼の役割の変化を表しているとも考えられる。これは、それぞれの眼が普段とは逆の役割を果たさなくてはならない状況となり、普段よりも認知にかかる時間が遅延するためと推察される。実験映像①よりも②において差が顕著になった理由としては、前方を漠然と見ている場合と固視点を注視しているという条件の違いにより、後者の方があるものから別のものに対して「注意の切り替え」(利き眼、非利き眼に配分する注意力の切り替え)が必要となるためではないかと考える。

## 5. 結言

- 眼の疲労感の感じ方の違いによって、視覚特性に違いが現れる。
- ①、②の比較から、注意力の切り替えが多く行われると考えられる状況で差が顕著に現れるものと考えられる。

以上より、左右の視機能には違いがあり、それが利き眼の働きとして現れる可能性が示唆された。また、眼の疲労のしやすさによって、注視特性に違いが表れる可能性が示唆された。

## 6. 参考文献

- 1)小沼 十寸穂:「利き眼」に関する考察の補遺—殊に利き眼の型の分布について、労働科学, Vol.61, No.12, p575~588 (1985)
- 2)高見 有紀子:利き目の程度の定量化について、日本眼科紀要, Vol.52, No.11 p. 951-955, (2001)

## [連絡先]

栗谷川 幸代

〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1

日本大学生産工学部機械工学科 栗谷川研究室

e-mail: yukiyo@cit.nihon-u.ac.jp

Fax: 047-474-2349

## 感性評価に適したAHPの有効利用に関する検討

○神田太樹  
(西武文理大学)

Studies on Effective Use of AHP Suitable for *Kansei* Evaluation

Taki KANDA  
(Bunri University of Hospitality)

### 1. はじめに

AHP (Analytic Hierarchy Process) は、階層化意思決定法と言われ、人間の主観判断による意思決定支援に有効な方法として、1970年代にトーマス・サティ (Thomas Saaty) により開発され<sup>1,2)</sup>、現在では経済問題、経営問題、エネルギー問題、政策決定、都市計画等の様々な分野で広く活用されている<sup>3)</sup>。AHPは、人間の感覚情報を意思決定プロセスにおける重要な要素にしているため、適用の仕方を工夫することにより、感性評価に有用な手法になり得ると考えられる。本報告では、AHPの感性評価手法としての有用性について考察し検討する。

### 2. AHP

AHPは、問題全体の構造を評価基準 (criteria) と代替案 (alternatives) という階層図に表した上で、一対比較により評価基準が重視される程度と評価基準からみた代替案の重要度を評価し、両者の加法和により、代替案の重要度を尺度化して、代替案の優先順位 (priority) を定める。

### 3. AHPの評価モデル

AHPにおける一対比較の評価モデルには、均衡モデルと誤差モデルがある。いま、 $n$ 個の比較対象  $A_1, A_2, \dots, A_n$  があり、 $A_i$  と  $A_j$  との比較に対する  $A_i$  の評価値 (一対比較値) を  $a_{ij}$ 、 $A_j$  の評価値を  $a_{ji}$  とすると、被験者の回答に対し一対比較値として  $a_{ij} = 1/a_{ji}$  となるように回答に対する評点を与える。被験者の回答から一対比較行列

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

を得る。ここに、

$$a_{11} = a_{22} = \cdots = a_{nn} = 1 \\ a_{12} = \frac{1}{a_{21}}, a_{23} = \frac{1}{a_{32}}, \dots, a_{n-1n} = \frac{1}{a_{nn-1}}$$

である。いま、 $A_i$  の評価値  $w_i > 0$  がわかっているものとして、もし、被験者の回答に整合性があれば、 $A_j$  に対する  $A_i$  の評価値  $a_{ij}$  は、

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \quad (2)$$

となり、推移律

$$a_{ik} = a_{ij} \times a_{jk} \quad (3)$$

が成り立ち、(1)は、

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \cdots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \cdots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \cdots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} \quad (4)$$

となる。 $w_1, w_2, \dots, w_n$  を成分とするベクトルを

$$\mathbf{w} = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T \quad (5)$$

とすると、

$$\mathbf{A}\mathbf{w} = n\mathbf{w} \quad (6)$$

を得る。ここで、 $\mathbf{w} \neq \mathbf{0}$  なので、(6)は $\mathbf{A}$ の固有値問題となり、(6)の最大固有値に対する固有ベクトルの成分を評価尺度とするのが均衡モデルである。次に誤差

モデルについて、まず、 $\mathbf{A}$  の第  $i$  行の幾何平均は、

$$\left[ \prod_{j=1}^n \left( \frac{w_i}{w_j} \right) \right]^{\frac{1}{n}} = \frac{w_i}{\left( \prod_{j=1}^n w_j \right)^{\frac{1}{n}}} \quad (7)$$

となり、各行の幾何平均の合計が 1 になるように正規化すると  $\mathbf{w}$  を得る。人間の主観には誤差が含まれることが多いので、この誤差を最小にするような  $\mathbf{w}$  を求めるもので、一対比較値  $a_{ij}$  を本来あるべき真値である  $w_i / w_j$  に正の誤差  $e_{ij}$  を乗じた

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} e_{ij} \quad (8)$$

と表し、両辺の対数をとると、

$$\begin{aligned} \log a_{ij} &= \log w_i - \log w_j + \log e_{ij} \\ \therefore \log e_{ij} &= \log a_{ij} - \log w_i + \log w_j \end{aligned} \quad (9)$$

となり、誤差項  $e_{ij}$  の対数の二乗和

$$\sum_{j=1}^n (\log a_{ij} - \log w_i + \log w_j)^2 \quad (10)$$

が最小になるような解を求め、これをもとに戻すと

$$w_i = \left( \prod_{j=1}^n a_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} \quad (11)$$

となり、評価対象  $A_i$  の評価値  $w_i$  は、 $\mathbf{A}$  の第  $i$  行の幾何平均になる。

#### 4. 感性評価モデル構築へのアプローチ

評価対象  $A_1, A_2, \dots, A_n$  の評価値  $w_1, w_2, \dots, w_n$  の合計が 0 となるように基準化された値がわかっているとして、もし、被験者の回答に整合性があれば、 $A_i$  と  $A_j$  との比較に対する  $A_i$  の評価値  $a_{ij}$  は、

$$a_{ij} = w_i - w_j, \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (12)$$

となり、推移律

$$a_{ik} = a_{ij} + a_{jk} \quad (13)$$

が成り立つ。(1)は、

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} w_1 - w_1, w_1 - w_2, \dots, w_1 - w_n \\ w_2 - w_1, w_2 - w_2, \dots, w_2 - w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n - w_1, w_n - w_2, \dots, w_n - w_n \end{bmatrix} \quad (14)$$

となり、第  $i$  行の算術平均は、

$$w_i - \frac{1}{n} \sum_{l=1}^n w_l = w_i \quad (15)$$

となる。ここで、誤差モデルの観点から考えると、 $a_{ij}$  を本来あるべき  $w_i - w_j$  に誤差  $e_{ij}$  を加えた

$$a_{ij} = w_i - w_j + e_{ij} \quad (16)$$

で表し、

$$e_{ij} = a_{ij} - (w_i - w_j) \quad (17)$$

に対する最小二乗による最適解は、(5)の一対比較行列の第  $i$  行の算術平均

$$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad (18)$$

となる。これより、第  $i$  行の算術平均が  $A_i$  の評価値となるような誤差モデルとなる。

#### 5. まとめ

本報告では、AHP における一対比較値を間隔尺度で与える誤差モデルについて提案した。一対比較値として与える間隔尺度を工夫することにより、基準と単位のある評価尺度を得ることが可能であり、今後、このような感性評価に有効な尺度構成について検討したい。

#### 6. 参考文献

- 1) T. L. Saaty : The Analytic Hierarchy Process, McGraw Hill, 1980
- 2) 木下栄蔵 : 入門 AHP, 日料技連, 2000
- 3) 木下栄蔵, 大屋隆生編著 : 企業・行政のための AHP 事例集, 日料技連, 2007

#### [連絡先]

神田太樹  
西武文理大学サービス経営学部  
〒350-1336 埼玉県狭山市柏原新田311-1  
e-mail: kanda@bunri-c.ac.jp  
Fax: 04-2954-7733

# 呼吸規則性の定量化

～模擬呼吸曲線による特性評価と被験者の呼吸規則性評価～

○赤田浩太郎\*, 不破輝彦\*\*, 花房昭彦\*\*\*, 池田知純\*\*\*, 塩田泰仁\*\*\*

(\*職業能力開発総合大学校工学研究科機械専攻, \*\*機械制御システム工学科, \*\*\*精密機械システム工学科)

Quantification and Assessment of Respiratory Regularity by Pseudo and Measured Respiratory Curve

Kotaro AKADA\*, Teruhiko FUWA\*\*, Akihiko HANAFUSA\*\*\*, Tomozumi IKEDA\*\*\*, Yasuhiro SHIOTA\*\*\*

(\*Grad. School of Eng., \*\*Dep. of Mech. Control Sys. Eng., \*\*\*Dep. of Precision Mech. Sys. Eng., Polytechnic Univ.)

## 1. はじめに

心拍変動解析による自律神経活動量評価法の推定精度は、呼吸規則性に関係することが示唆されている。しかし、呼吸規則性の影響について定量的な評価は行われておらず、また、この評価を行うためには呼吸規則性の定量化が必要である。従来の呼吸規則性の指標 (Approximate Entropy, %Fractal 等) は多くのデータ数を必要とし、秒単位で呼吸規則性の変化を評価することは困難である。

そこで不破らは、時間周波数解析を用いた新しい呼吸規則性指標 *IRR* (Index of Respiratory Regularity) を提案し、規則性の程度が既知の模擬呼吸曲線 (AM 及び FM 変調波) を用いて、それに対する *IRR* の特性を評価してきた<sup>1)</sup>。

本研究の目的は、模擬呼吸曲線が被験者の呼吸曲線の特徴を従来以上に表現できるように呼気相/吸気相の時間比を導入した上で *IRR* 特性を評価する共に、実際の被験者の呼吸曲線に *IRR* を適用することである。

## 2. 方法及び結果

### 2.1 呼吸規則性指標 *IRR* の定義

*IRR* は、呼吸曲線の規則性を示す指標である。全測定時間  $T$  [s] の呼吸曲線 (標準化周波数 2Hz) に幅  $L$  [s] の分析区間を置き、この区間の中央を分析時刻  $t_0$  [s] とする。分析区間を  $L/2 \leq t_0 \leq T-L/2$  の範囲で移動させ、各区間の呼吸曲線に対して次数  $p$  の AR 係数を求め、パワースペクトル密度 PSD を推定する。各区間の PSD 最大値を 0dB として正規化し、呼吸に相当するピーク成分が一つあるという前提で、ピーク値から  $S$  [dB] 低下したレベルにおけるピークの周波数帯域幅を *IRR* と定めた。概略を図 1 に示す。

### 2.2 模擬呼吸曲線による *IRR* 特性 ( $L=T$ ; 時間変化なし)

AM または FM 変調波を模擬呼吸曲線とした場合、*IRR* と変調度 (AM 変調では振幅変調定数  $k_{AM}$ , FM 変調では周波数偏移定数  $k_{FM}$ ) は、図 2 のように両対数グラフ上で直線関係となる<sup>1)</sup>。ここで、搬送周波数は  $f_c=0.25$ Hz (呼吸周期 4s に相当)、信号波は 0.5s 毎に正規乱数 (平均 0, 標準偏差 1) の値をとる。また、FM 変調波に AM 変調を加えていくと、 $k_{AM}$  に応じて *IRR* は増加する<sup>2)</sup>。

### 2.3 呼気相と吸気相の時間幅が異なる模擬呼吸曲線に対する *IRR* 特性 ( $L=T$ )

(呼気相の時間)/(吸気相の時間) を  $r$  と定義し、 $r$  を変化可能な変調度  $k_{FM}$  の FM 変調波  $f_{FM}(t)$  及び変調度  $k_{AM}$  の AM 変調波  $f_{AM}(t)$  を模擬呼吸曲線として作成した (一例: 図 3, 4)。ここで、 $f_c$  は 0.25Hz, 信号波は 0.5s 毎に正規乱数 (平均 0, 標準偏差 1) の値をとる。 $r$  及び  $k_{FM}$  又は  $k_{AM}$  を変化させた  $f_{FM}(t)$ ,  $f_{AM}(t)$  に対し、*IRR* 特性 ( $L=T=89.5$ s,  $S=6$ dB,  $p=4$  次) を求めた結果を図 5, 6 に示す。

図 5, 6 において、 $r$  が 1.0, 2.0 の時の *IRR* を各  $k_{AM}$ ,  $k_{FM}$  毎に  $IRR_{r1}$ ,  $IRR_{r2}$  として求め、 $IRR_{r2}/IRR_{r1}$  を *IRR* 増加比と

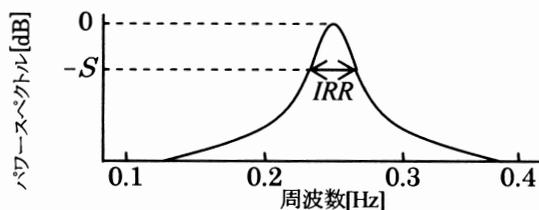


図 1 *IRR* の定義

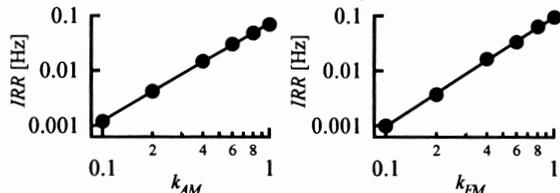


図 2 *IRR* 特性 ( $p=4, S=12$ dB,  $L=T=89.5$ s)

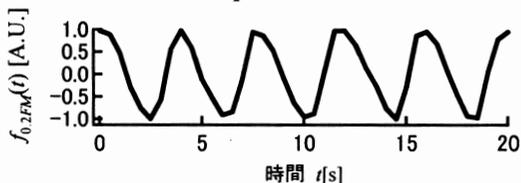


図 3 模擬呼吸曲線の一例  $f_{0.2FM}(t)$  ( $r=2, k_{FM}=0.3$ )

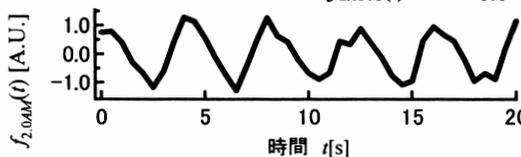


図 4 模擬呼吸曲線の一例  $f_{0.2AM}(t)$  ( $r=2, k_{AM}=0.3$ )

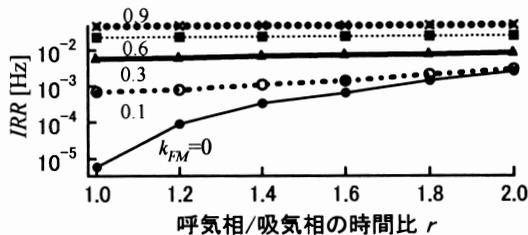


図5  $f_{FM}(t)$ に対するIRR特性

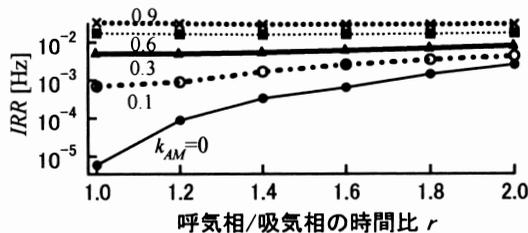


図6  $f_{AM}(t)$ に対するIRR特性

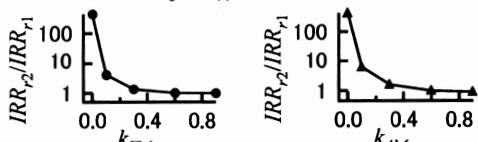


図7  $k_{AM}$ ,  $k_{FM}$ に対するIRR増加比

定義した。 $k_{AM}$ ,  $k_{FM}$ に対するIRR増加比を図7に示す。

## 2.4 被験者の呼吸曲線に対するIRR ( $L \neq T$ ; 時間変化あり)

健康被験者1名(23歳, 男性)を椅子に座らせ, 呼吸統制時(呼気, 吸気各2秒, PC画面上の棒グラフで指示)及び自発呼吸時の呼吸曲線(呼吸に伴う胸部周囲長の変位)を各2分間( $T=120s$ ), 標準化周波数2Hzで測定した。測定された呼吸曲線に対してIRRの時間変化( $L=8s$ ,  $S=6dB$ ,  $p=4$ 次)を求めた結果を図8に示す。

## 2.5 呼吸規則性の突発的な変化に対するIRR ( $L \neq T$ )

前述の被験者に対して2分間( $T=120s$ )の呼吸曲線を測定した。この際, 2.4と同様の呼吸統制を実施したが, 呼吸規則性の突発的な変化を意図的に与えるために, 30~32s, 90~94sの2区間において息を止めるように指示した。測定された呼吸曲線, 及びIRRの時間変化( $L=8s$ ,  $S=6dB$ ,  $p=4$ 次)を求めた結果を図9に示す。

## 3. 考察

図5, 6を見ると, 変調しない場合( $k_{FM}=0$ ,  $k_{AM}=0$ )は,  $r$ がIRRに大きく影響している。しかし本来, 呼吸周期が一定であれば, 規則性の強弱は $r$ の違いに影響されることが望ましい。一方, 図7より, 変調しない場合はIRR増加比が100以上となるが, 変調が加わっていくと( $k_{FM} \geq 0.1$ ,  $k_{AM} \geq 0.1$ ), IRR増加比は急激に低下(10未満)することが示された。実際の被験者の呼吸曲線は(程度の差はあるが)AM, FM変調を受けたものになると考えられ, その場合, 図7に示すように時間比がIRRに与える影響は大きく低減されることが期待される。

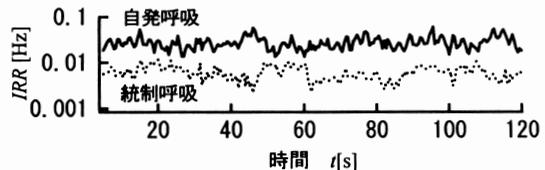


図8 被験者の呼吸曲線に対するIRR

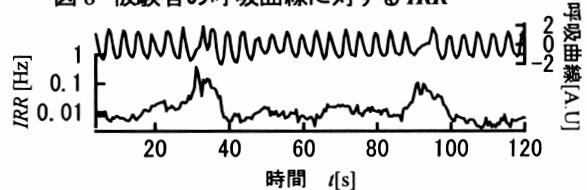


図9 呼吸規則性の突発的な変化に対するIRR

つぎに, 被験者の呼吸曲線に対するIRRの時間変化を求めた結果, 呼吸統制時の呼吸曲線に対するIRRは自発呼吸時に比べて, 全測定時間を通して低値を示す傾向が見られた。しかし, 呼吸方法に関わらずIRRは一定していない。これは, 呼吸統制における被験者への指示が呼気, 吸気時間のみであり, 呼吸の深さを指示していないために振幅変調が加わり, また, 実際の呼吸周期にもばらつきがあったためと考えられる。

突発的な呼吸規則性変化に対するIRRの時間変化を求めた結果, IRRが大きく変化した時間と, 息を止めた時間とがほぼ一致しており, 呼吸規則性の秒単位の評価にIRRが有効である可能性が示された。

## 4. 今後の課題

今後, 呼気相と吸気相の時間が異なり, 且つAM変調とFM変調が同時に実現される模擬呼吸曲線に対するIRRの特性を評価する予定である。その上で, 被験者の呼吸規則性を定量化し, 呼吸方法が, 心拍変動による自律神経活動量の推定精度に与える影響を定量的に評価する。最終的には, 本手法が, 使いやすさ評価の精度向上に役立つことを期待している。

## 5. 参考文献

- 1) 不破輝彦, 丸山峻也, 花房昭彦, “新しい呼気呼吸規則性指標の提案と特性評価”, 生体医工学, 45 特別号, p.192, 2007
- 2) 赤田浩太郎, 秋葉真由美, 岡田有紘, 不破輝彦, 花房昭彦, “模擬呼吸曲線に対する呼吸規則性指標の特性評価~AM/FM複合変調及び呼気/吸気時間比に対する特性~”, 日本生理人類学会第1回研究奨励発表会概要集, p.7, 2007

## [連絡先]

不破輝彦

職業能力開発総合大学校機械制御システム工学科

〒229-1196 神奈川県相模原市橋本台4丁目1番1号

e-mail: fuwa@uitech.ac.jp

Fax: 042-763-9242

# サービス商品における顧客満足度の構造に関する研究

～美容院を対象として～

○永水洵\*、小松原明哲\*\*

(\*早稲田大学大学院創造理工学研究所、\*\*早稲田大学理工学術院)

Research on structure of customer satisfaction in service commodity ～ In the case of hair salons ～

Jun NAGAMI\*, Akinori KOMATSUBARA \*\*

(\* Waseda University, \*\* Waseda University)

## 1. はじめに

本研究では、サービス商品において CS (Customer Satisfaction) を形成する要素を明らかとし、CS 向上へのアプローチに向けて重要となる点を明確化することを目的とする。なお、サービス商品は、以下の 5 つの要素の特徴を持つ商品であると定義する。

表 1: サービス商品

同時性	モノが残らず生産と同時に消費される
不可分性	生産と消費を切り離すことができない
不均質性	品質が一定ではない
非有形性	はっきりとした形がない
消滅性	在庫にすることができない

## 2. 研究領域

### 2.1 研究対象

本研究では、サービス商品の中でも、顧客と密に接する機会の多い「美容業界」を研究対象とする。

現在、美容業界では美容師(店員)の技術、サービスを主に商品とし、市場規模が 3 兆円以上ある。一方で、顧客のニーズが多様多様あり、顧客と店員の流動性も激しい。美容業界のサービス商品の特徴として、顧客が来店してから、店員は常に近くで顧客と接し、一連の流れの中で消費する典型的な「サービス商品」であるため、より CS が求められている。

### 2.2 研究の流れ

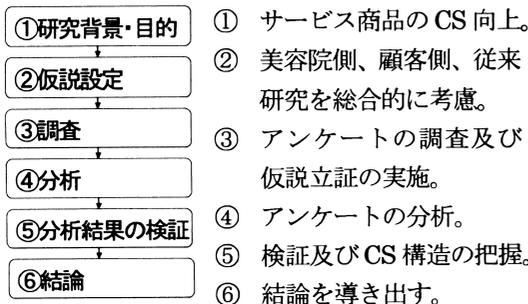


図 1: 本研究の流れ

## 3. 研究方法

美容院側のサービス商品の流れの把握と、顧客へのヒアリング、従来研究のモデルの考えを取り入れた上で、CS を形成すると考えられる質問項目 (65 項目) を設定し、アンケート調査により、CS 構造を明らかとしていく。

## 4. 質問項目の作成と実施

### 4.1 美容院におけるサービス商品の流れ

美容院で顧客がサービスを受ける流れを、サービスフローチャートにより把握し、各サービスにおいて顧客にとって重要と考えられるサービスを抽出した。

以下に美容院でのサービス商品の流れを記す。

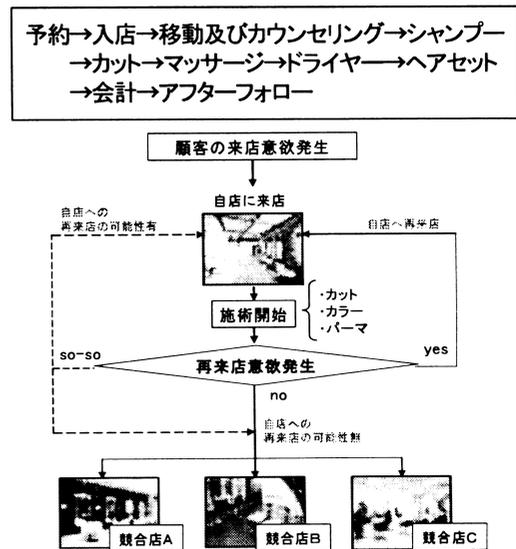


図 2: サービス商品の流れ

### 4.2 SERVQUAL

本研究では、1998 年に Parasuraman, Zeithaml, Berry (PZB) によって開発されたサービス商品の評価尺度である SERVQUAL をベースとした。これは、サービス商品に対する品質を尋ねる 22 項目の設問から、5 つの因子が構成されたモデルである。

表 2: SERVQUALの 5つの因子

信頼性 (Reliability): 顧客との約束を確実に提供する能力
確実性 (Assurance): 店員の知識や礼儀、信頼や自信を伝える能力
反応性 (Responsibility): 顧客を助け、迅速にサービスを提供する意思
共感性 (Empathy): 顧客への気遣いや個々の顧客に払う注意
有形性 (Tangible): 物理的な設備や従業員の外見など

4.3 顧客へのヒアリング

SERVQUAL及び美容院のサービス商品の流れを把握し、更に足りない要素をヒアリングによって補った。

4.4 アンケート調査

「美容院で満足できたサービス」について 65 項目の質問項目を作り、それに対して6段階評価から成る尺度を用いた。調査対象は、美容院のサービスを定期的に繰り返し利用しており、経験的に美容院のサービスを知っている顧客として、東京都在住の大学生 20 代前半 (74名)、男性(42名)、女性(32名)であり、各学生が利用頻度の多い美容院について評価してもらった。

5. 分析方法

調査した質問項目 (65 項目) に対して主因子法による因子分析を行い、CS に影響を与える因子を抽出した。

表 3: 累積寄与率

因子	初期の固有値			回転後の負荷量平方和		
	合計	分散の%	累積%	合計	分散の%	累積%
1	5.42	41.01	41.01	9.02	14.54	14.54
2	3.72	6.01	47.01	7.46	12.03	26.57
3	3.65	5.88	52.90	6.70	10.81	37.38
4	2.75	4.44	57.34	5.79	9.34	46.72
5	2.43	3.92	61.26	4.31	6.95	53.67
6	2.21	3.56	64.82	3.85	6.21	59.88
7	2.00	3.23	68.05	2.60	4.19	64.08

※累積寄与率 64.076%

表 4: 因子分析結果(因子間相関)

因子	1	2	3	4	5	6	7
1	1.00	0.68	0.50	0.47	0.45	0.37	0.24
2		1.00	0.76	0.67	0.65	0.35	0.29
3			1.00	0.66	0.79	0.44	0.26
4				1.00	0.78	0.42	0.35
5					1.00	0.52	0.20
6						1.00	0.32
7							1.00

主因子法 Kaiser の正規化を伴うプロマックス法

表 3 で示すように、Promax 回転、主因子法による因子のスクリープロット、累積寄与率を総合的に考慮した結果、7つの因子が得られた。その結果を表 5 に示す。

表 5: 抽出された 7つの因子

第1因子「有形要素の良さ」 美容院の外観・美容師の服装…	16項目
第2因子「メインサービスの信頼性」 スタイリストの技術・知識…	13項目
第3因子「メインサービスの丁寧性」 注意を怠らない対応・見送りの丁寧さ…	10項目
第4因子「反応性」 カットやドライのスムーズさ…	9項目
第5因子「個別対応性」 細かい要望への対応・情報量の多さ…	5項目
第6因子「サブサービスの良さ」 マッサージ・アフターフォロー…	6項目
第7因子「広告性」 パンフレット・ホームページ…	3項目

メインサービスとは美容院におけるサービス商品の主要部分 (カット等の施術) のことであり、サブサービスとはサービス商品の補助部分 (マッサージ等) のことである。

6. 考察及び今後の課題

因子分析から得られた 7 因子は第 1~4 因子のように SERVQUAL の 5 要素と共通する部分があるものの、第 5~7 のように顧客が自分なりに納得するサービスを求める要素やサブサービスといった要素が確認できる。因子間相関からは第 2~5 因子の相関が強いことが見受けられるが、これらの因子はメインサービスと強く関係しているのではないかと考えられる。また、各質問項目と総合満足度との相関関係に関しては、サブサービスと個別対応性に、相関係数の高さや有意性が見られた。

今後は、項目ごとに総合満足度との相関関係を更に詳細に調べるために、共分散構造分析により各因子がどのように CS に影響を与えるか分析し、CS 向上へのアプローチを導き出していく。

7. 参考文献

- 1) Parasuraman A, "Measuring And Monitoring Service Quality" W.J.Glynn and J.G.Barnes Understanding Services Management Wiley, pp147,1995
- 2) クリストファー・ラブロック, "サービスマーケティング原理" 白桃書房,2005
- 3) 進藤隆雄, "サービス品質の評価について", 情報研究誌, No1.4,2000

[連絡先]

永水 洵  
早稲田大学理工学部 51 号館 14 階 小松原研究室  
〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1  
Mail: jun-n@ruri.waseda.jp Tel: 03-5286-3509

サービス商品における顧客満足度の構造に関する研究  
~美容院を対象として~

## 背上げ動作作用マットレスの適合条件

○伊藤誠之\*, 山崎信寿\*\*

(\*慶應義塾大学 理工学研究科, \*\*慶應義塾大学 理工学部)

Fitting condition of mattress for backrest elevation

Masayuki ITO\*, Nobutoshi YAMAZAKI\*\*

(\* Graduate School of Sci. and Tech., Keio Univ. \*\* Faculty of Sci. and Tech., Keio Univ.)

### 1. はじめに

ギャッチベッドによる背上げ動作では、マットレス表面と身体背面間のずれや、臀部への体圧集中などが起こる。このため本研究では、背上げ時の体表面伸縮と適合クッション硬さを計測し、ギャッチベッド用マットレスの設計条件を求めた。

### 2. 背上げ姿勢時の適合マットレス寸法

#### 2.1 身体幾何モデル

佐々木ら<sup>1)</sup>は身体を剛体と仮定し、関節中心から体表面までの距離を一定として、関節の屈伸に合わせたベッド支持面長を求める図1の身体モデルを開発した。一例としてT10まわりの伸び量 $d_1$ は次式から求まる。

$$d_1 = (H + \text{胸部矢状径}/5) \tan(a_1/2)$$

$H=0$  として求まる寸法が身体接触面の寸法となる。本モデルを用い、マットレスの必要伸縮量を推定した。



図1 身体幾何モデル<sup>1)</sup>

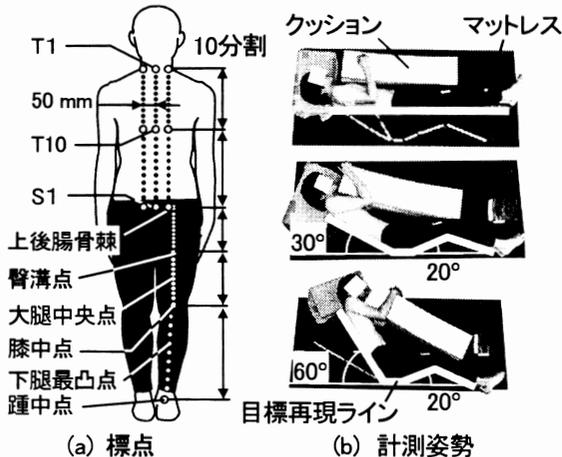


図2 計測手法

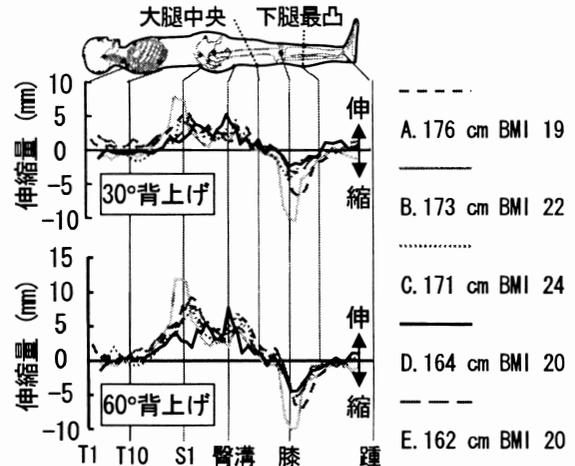


図3 背面の伸縮量分布

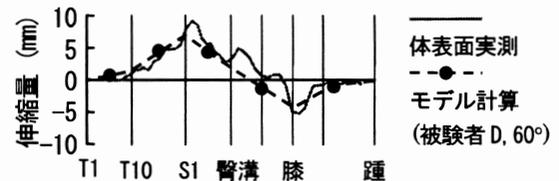


図4 モデルの伸縮量分布との比較

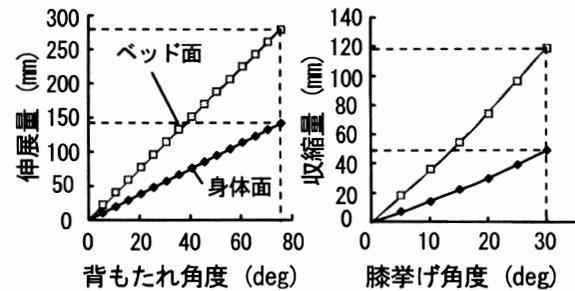


図5 マットレスの必要伸縮量(厚さ 80 mm)

#### 2.2 体表面伸縮の計測によるモデルの検証

図2のように体幹と下肢の背面に標点を貼り、マットレス上で側臥位にし、クッションで体の回旋や側屈を補正することにより、実際の寝姿勢での身体角度を再現した。背もたれ角度は仰臥位と身体負担の有意差が現れる30°、60°とし<sup>2)</sup>、膝挙げ角度はともに負担の少ない20°<sup>3)</sup>とした。体表面伸縮量は標点間距離の変化から計測した。被験者は体格の異なる男性5名(身長 1622~1760 mm, BMI 19~24)である。

図3より、胸部はほとんど伸びず、S1 から臀溝にかけて大きく伸び、大腿中央付近で伸展から収縮に転じ、膝前後で大きく縮み、下腿中央付近まで縮んでいることがわかる。被験者体格と等しくして計算したモデルの伸縮量は図4に示すように実測値とよく一致した。

### 2.3 マットレス必要伸縮量

身体幾何モデルに男性 50%tile 値の身体寸法統計値を与え、マットレス厚さを 80 mm として、背もたれ角度と膝挙げ角度を変化させたときの必要伸縮量を求めた。図5に示すように、一般的な市販ギャッチベッドの背もたれ 75°、膝挙げ 30°のとき、T10～大腿中央点の伸展量は最大 140 mm、大腿中央点～下腿最凸点の収縮量は 49 mm である。

## 3. 背上げ姿勢時の快適マットレス硬さ

### 3.1 実験条件

背上げ姿勢では臥位とは体重分布が異なるため、適合するマットレス硬さも異なると考えられる。このため図6に示す可変ばね式実験椅子<sup>4)</sup>とオットマンを用いて一般的なギャッチベッドの形状を再現し、体格が異なる男子学生9名(身長 1622～1840 mm, BMI 17～25)の好みのクッション硬さ分布を探索した。初期硬さはばね定数 10 N/mm 均一とした。

### 3.2 硬さ分布

各姿勢の沈み込み量と反力およびその比から求めたばね定数の分布を図7に示す。30°では仰臥位に比べて臀部が沈み込み、臀部から大腿にかけて反力が増している。また 60°では臀部から大腿にかけて沈み込みと反力が増し、胸部の反力が減少した。

胸部の沈み込み量はほとんど変わらないため、胸部のばね定数は背上げとともに小さくなることを好むが、均一とするなら 5 N/mm とすることが望ましい。これは従来の柔らかいマットレスに相当し、体圧分散効果がある。

## 4. おわりに

マットレスが背上げ姿勢に適合するには、身体接触面で身体背面上の T10 から大腿中央点が 140 mm 程度伸び、踵中点までが最大 50 mm 程度縮まなければならない。またクッションのばね定数は、やや柔らかい 5 N/mm が望ましい。

## 5. 参考文献

- 1) 佐々木由理, 川本貴志, 山崎信寿: 快適背上げ姿勢探索用ベッドの開発, 人間工学, Vol.42, No.6, pp.373-380, (2006).
- 2) 木村静, 阿曾洋子: ヘッドアップ角度の違いが身体・精神面の安全・安楽に及ぼす影響, 第9回看護人間工学学会, (2001).

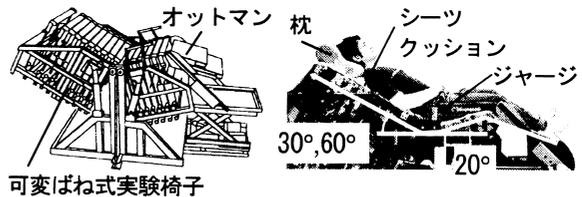


図6 探索実験装置

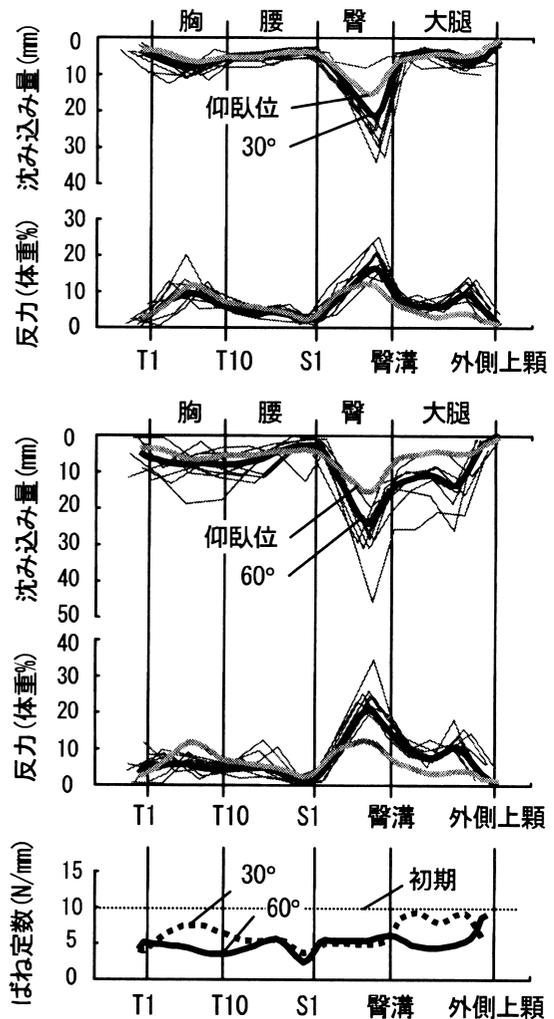


図7 適合クッション硬さ分布

- 3) 綿田明文, 小川鉦一, 大久保祐子, 小長谷百絵: 臥床者・看護者の負担を軽減するギャッチベッドのあり方, バイオメカニズム学術講演会予稿集, Vol.23, pp.145-148, (2002).
- 4) 山崎信寿, 佐々木貴弘, 相澤淳平: 個別適合条件の探索を目的とした可変クッション椅子の開発, 人間工学, Vol.33, No.4, pp.211-218, (1997).

### [連絡先]

伊藤誠之

慶應義塾大学 理工学部 機械工学科 山崎研究室

〒223-8522 横浜市港北区日吉 3-14-1

e-mail: iridium-titan-oxygen@z7.keio.jp

Tel: 045-566-1524 Fax: 045-562-2601

# 足の左右優位性による滑り床面での恐怖感及び滑り特性の違い

— 浴室の安全設計に関する基礎的研究 —

○永田久雄<sup>\*(\*\*\*)</sup>、井上之彦<sup>\*\*</sup>、渡辺仁史<sup>\*\*\*</sup>、林田和人<sup>\*\*\*</sup>

\*労働安全衛生総合研究所、\*\*(株)アベイルス、\*\*\*早稲田大学理工学術院

The Differences of Predominance of a Right-Left Leg for Feeling of Fear on Slippery Floors and for its Slipping Properties

— Fundamental Study on Safety Design of a Bathroom —

Hisao NAGATA<sup>\*(\*\*\*)</sup>, Yukihiko INOUE<sup>\*\*</sup>, Hitoshi WATANABE<sup>\*\*\*</sup>, Kazuto HAYASHIDA<sup>\*\*\*</sup>

(<sup>\*</sup>National Institute of Occupational Safety and Health, <sup>\*\*</sup>Availvs Inc., <sup>\*\*\*</sup>Faculty of Sci.&Eng., Waseda University)

## 1. はじめに

既報<sup>1)</sup>の予備的な実験において、滑りによる転倒時の足の左右の優位性(以下、利き足と非利き足とする)が、転倒への恐怖感や足の動きに大きな影響を与えているのではないかと推察された。そこで、滑りやすい床面に足を踏み出す際の利き足と非利き足の差による恐怖感と足の滑り歩行特性について、高齢者を対象にして検証した。

## 2. 実験方法

被験者は、65歳以上の男子8名、女子8名である。被験者に実験の主旨や内容の説明を事前に十分に行った。また、滑りで立位バランスを崩して後に床面に倒れるのを防ぐために吊り下げ式保護スリングなどの安全装置の説明を行った。その上で、滑り歩行実験への参加同意を得て実施した。被験者群の属性を表1に示す。利き足が、右足と申告したのは、女子では、8名中全員、男子は、8名中7名である。ただし、男子では、利き足が右で、利き手が左の被験者が1名いた。なお、利き足とは、ボールを蹴る側の足とした。

### 2.1 滑りによる恐怖感の差

一般に高齢者になるほど範疇(言語)尺度を用いた官能検査結果は安定しない。そのため本報では、1対の刺激差を判別する一対比較法を用いた。非常に滑る床面に素足で踏み出した際の転倒への「恐怖感」に関して、足の左右差に関して3対のすべり歩行(回数は計6回)の比較をさせた。その際に、通常の早さと歩幅(約60cm)で歩行するように被験者に教示した。

### 2.2 滑り歩行特性の差

既報<sup>1)</sup>と同じ測定方法により、被験者が床面に足を載せると必ず滑りが発生する状態で実験を行った。足が滑った時の足の移動時の滑り速度、加速度、床反力を求めた。本報では、足裏の皮膚の変化や、床面上を覆う水の蒸発、潤滑膜の厚さなどにより滑り度が微妙に変化すると推察されるために、安定しかつ非常に小さな摩擦係数とすることができる乾式法を用いた。すなわち、プラスチック(PET)

表1 被験者属性の一覧

性別	測定項目	平均値		
		年齢	身長	体重
男子	平均	68.8	167	62.3
	SD	2.5	5.7	9
女子	平均	67.6	153.9	59.3
	SD	3.6	5.2	6.6

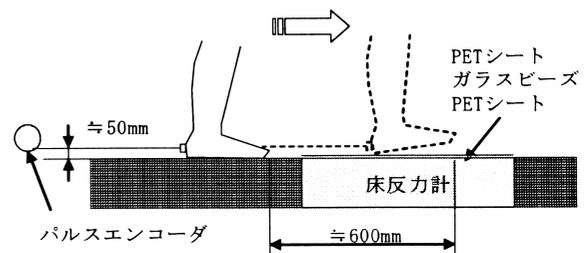


図1 足の動きの測定方法

製フィルム(厚さ125 $\mu$ m)を床反力計(キスラー社製9281B型)の上に敷き、そこに微粉末の硝子ビーズ(直径160–850 $\mu$ m)をまき、その上にフィルムを置いて、足を踏み出し着地すると同時に急滑りが発生する。

床反力からの出力は、1000個/秒でサンプリングし、ワイヤー巻き取り方式のパルスエンコーダ(精度0.02mm)を被験者の踵部に取り付けて計測した。エンコーダの出力は、パルス積算カウンター、アナログ出力付きパルスカウンターを通して、パソコンに取り込み変位、速度、加速度を計測した。これらのデータは床反力計からの出力計算結果と同期させて観察した。

## 3. 実験結果

### 3.1 恐怖感の左右差

全試行(男24回+女24回)で2回のみ(いずれも男子)恐怖感に「左右差がない」となった。「利き足の方が恐怖感をより感じない」は、女子は22回、男子については14回となった。「利き足の方が恐怖感をより感じる」と回答したのは、女子2回、男子8回のみであった。

ここで、利き足の方が「恐怖を感じない(+1)」、「左右差がない(±0)」、「利き足の方が恐怖感を感じる(-1)」とした場合に、女子の平均値は、+0.83、男子は+0.25となった。平均値の差の t 検定によれば男女別の結果に有意差(危険率 5%)が認められた。男女群別の分散分析結果から被験者間、実験回ごとの検査結果に有意差は認められなかった(危険率 5%)。

### 3.2 足滑り特性の左右差

足速度の測定結果例を図2、鉛直力の測定結果例を図3に示す。図2において足滑り発生時の開始速度  $v_0$  は、足が床面に接地し鉛直力が最初のピーク値となる滑り初めの瞬間の速度を指し、加速度  $\alpha$  はその後の ( $v_1 - v_0$ ) 間の定加速域の値を指す。図3における鉛直力  $F_{v_0}$  は、足が着地してから即、足が急滑りする際の開始点の値である。

足滑り発生時の足の開始速度、加速度、鉛直力の平均値と標準偏差を平均値で除した変動係数(CoV)を表2に示す。ここで、滑り開始速度とは、鉛直力が最大値を示した時点である。滑り発生時には、足は定速度で移動すること、鉛直力は、体重の約 17%から 30%程度である。表2で左右差が特に見られるのは滑り加速度である。その差は、男子では  $2.8m/s^2$ 、女子では、 $5.3m/s^2$  である。しかしながら、差の有意差検定(t検定)の結果、測定値のバラツキが大きく有意差があるとは言えない結果となった。滑り発生時の速度、鉛直方向比の左右差についても有意差が見られなかった。

### 4.考察とまとめ

非利き足から滑り面に踏み出した際に、転倒する恐怖感をより強く感じる傾向があることは、一対比較による官能検査結果から推察される。これらの足の左右優位性差は運動機能の中枢性統御や大脳半球の左右差があることから類推される。しかしながら、検査結果に男女間に有意差が見られたこと、また、被験者は 18 名のみであり、全ての高齢者について利き足から踏み出す方がより恐怖感が必ず小さくなると、本報の結果から断定することはできない。

滑り発生直後の足の歩行分析結果からは、利き足と非利き足による差を見いだすことはできなかった。この結果から転倒を引き起こす滑りの発生直後の状態(速度、加速度の大きさ)は個人差だけでなく、歩行時の様々な要因により影響を受けて変動すると推察される。

滑り転倒事故の発生可能性の観点から各高齢者の利き足に配慮した住宅内浴室の手すりの設置位置、ドアの取っ手の配置やドアの開閉方向などは、安全のためのチェック項目の一つとなりうると考えられる。

本報は、国土交通省住宅局の住宅・建築関連先端技術開発助成事業の補助金による「滑り・つまずき転倒防止床材に関する技術開発」研究の一部として実施した。

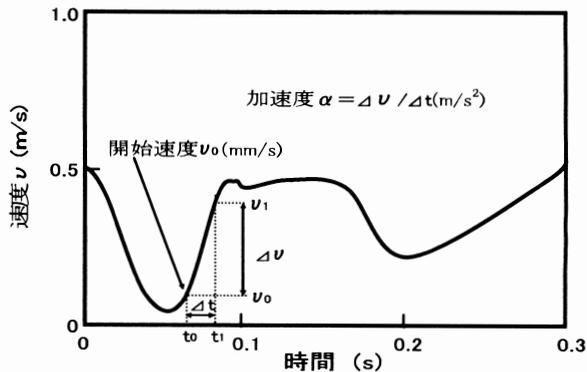


図2 滑り発生時の足速度の測定結果例

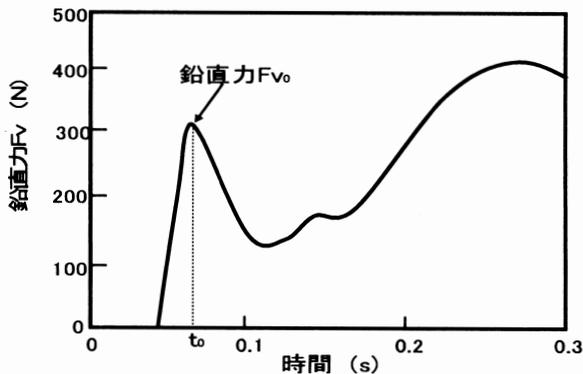


図3 鉛直力の測定結果例

表2 計測結果

性別	踏み出し足	すべり発生時			
		測定項目	開始速度	加速度	鉛直力の体重比
		単位	(mm/s)	( $m/s^2$ )	無次元
男	利き足	平均	413	10.5	0.205
		CoV	81	56	49
	非利き足	平均	512	13.3	0.166
		CoV	83	32	39
女	利き足	平均	254	10.3	0.276
		CoV	137	47	35
	非利き足	平均	227	15.6	0.292
		CoV	52	61	48

### 参考文献

- 1) 永田、井上、渡辺、「浴室などの滑り転倒に関する基礎的な研究」-高齢者について-、人間工学会第 49 回大会講演集、206-207、2008.

### [連絡先]

永田久雄  
 労働安全衛生総合研究所 外部研究員室  
 〒204-0024 東京都清瀬市梅園 1-4-6  
 E-mail: [nagata@s.jniosh.go.jp](mailto:nagata@s.jniosh.go.jp)  
 Fax: 042-491-7846

## リハビリにおける高齢者の歩行能力の定量的評価

○田中権太\*、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)

Quantitative Evaluation of Senior Citizen's Walking Ability in Rehabilitation

Gonta TANAKA\*, Hajime TAKADA\*\* and Yoshifusa MATSUURA\*\*

(\*Graduate School of Engineering, Yokohama National University, \*\*Yokohama National University)

### 1. 結論

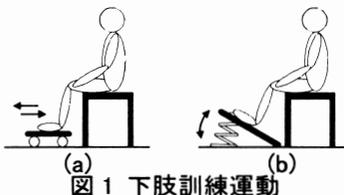
高齢社会における問題を解決するため、要介護高齢者を減らすための取り組みが注目されている。特に高齢者の歩行能力回復のため、さまざまなリハビリが行われているが、診断は専門知識と技術を有し、経験を積んだ理学療法士などが定性的に判断しているのが現状である。高齢化に伴う要介護高齢者の増加により、現在のような経験を積んだ理学療法士だけでは人手不足が見込まれる。そこで、歩行能力の判断を定量化することにより、経験の浅い理学療法士でも適切にリハビリの指導がおこなえるなど、リハビリの普及や指導、訓練の省力化に役立てることができると考えられる。

本研究では下肢訓練時における足の可動範囲や運動速度、歩行訓練時の重心位置や歩行速度などを測定し、歩行能力と相関の高いパラメータを抽出する。また被験者の下肢筋の表面筋電位を測定し、歩行能力との関係を考察する。最終的に得られたパラメータを基に歩行能力を定量的に評価する式を導出する。

### 2. 実験

#### 2-1. 下肢訓練運動

被験者にはリハビリにおいて下肢訓練運動として行われている、(a)座位で両足を前後にスライドさせる前後運動、(b)ばねで支持された板を両足で踏み込む底背屈運動を行ってもらった。運動の様子を図1に示す。実験において足板の変位、角度の時系列変化を測定した。



#### 2-2. 歩行

ロードセルを4隅に配置した長さ1mの床反力計を用いた実験を行った。この床反力計を平行棒内に2枚設置し、全長2mとした。計測される加重から、歩行時の床面に及ぼす力や重心の位置を求めた。歩行は前歩き・後歩き・横歩きを行った。

#### 2-3. 筋電位

運動に伴う筋活動を観測するため、脚の各部位の表面筋電位を測定した。筋電位を計測する筋は、大腿直筋、ヒラメ筋、腓腹筋、前脛骨筋とした。

#### 2-4. 歩行能力得点

理学療法士に歩行能力の指標として用いられる支持性・リズム性・離床性の3項目を7段階で採点していただいた。評価していただいた施設や理学療法士ごとに評価者A、評価者B、評価者Cとした。採点した3項目の得点を主成分分析し、第1主成分の主成分得点を総合的な歩行能力得点とした。

#### 2-5. 被験者

解析対象とした被験者は麻痺や怪我のない被験者32名(男性12名、女性20名、平均年齢79歳)、脳血管障害により、どちらかに麻痺のある被験者15名(男性8名、女性7名、平均年齢71歳)であった。解析は片麻痺被験者、麻痺なし被験者に区別を行った。

### 3. 結果と考察

#### 3-1. 歩行能力得点と歩行の関係

各評価者の採点した歩行能力得点と高い相関係数となった歩行パラメータで麻痺なし被験者のものを表1に、片麻痺被験者のものを表2に示す。

表1 歩行能力得点との相関係数(麻痺なし被験者)

	被験者数	前歩き	後歩き	横歩き
		単脚支持率[-]	立脚期長[-]	歩隔(開脚)[-]
評価者A	18	0.85	0.72	0.74
評価者B	7	0.79	0.85	0.80
評価者C	7	0.96	0.87	0.83

表2 歩行能力得点との相関係数(片麻痺被験者)

	被験者数	患側		
		前歩き	後歩き	横歩き
		単脚支持率[-]	単脚支持率[-]	開脚期[s]
評価者B	9	0.93	0.74	-0.60
評価者C	6	0.84	0.83	-0.82

麻痺なし・片麻痺被験者ともに前歩き単脚支持率が高い相関となった。歩行能力得点が高いほど単脚支持率が高くなっている。単脚支持率は歩行時に単脚で体重を支持している割合である。単脚でしっかり体重を支

えられることが歩行能力に重要であると考えられる。前歩き単脚支持率を、歩行能力を表す指標とし、下肢訓練運動パラメータとの相関係数を求めた。

### 3-2. 前歩き単脚支持率と下肢訓練運動の関係

麻痺なし・片麻痺被験者のそれぞれの前歩き単脚支持率・患側前歩き単脚支持率と下肢訓練運動パラメータとの相関係数を求めた。麻痺なし被験者では前歩き単脚支持率と運動(a)の引き戻し平均速度との相関係数が0.67、押し出し平均速度の変動係数(CV)との相関係数が-0.60となり高い関係性を示した。片麻痺被験者では患側前歩き単脚支持率と運動(a)の押し出し速度のCVとの相関係数が-0.54、運動(b)の背屈平均角速度のCVとの相関係数が-0.65となり高い関係性を示した。

麻痺なし被験者では運動(a)のパラメータが前歩き単脚支持率と高い相関を示した。これは麻痺なし被験者では足関節のみの小さな運動よりも、足関節と膝関節を含めた複合的な運動のほうがより変化が捉えやすいことを示していると考えられる。片麻痺被験者では運動のばらつきを表す変動係数(CV)が患側前歩き単脚支持率と高い相関係数を示した。片麻痺被験者の場合、大きく早く運動することよりも、安定して運動できることが歩行能力と関係が高いことを示していると考えられる。

### 3-3. 歩行能力評価式

前歩き単脚支持率を、歩行能力を表す指標とし、下肢訓練運動パラメータから前歩き単脚支持率を算出する式を導出する。前歩き単脚支持率を従属変数とし、麻痺なし被験者では引き戻し平均速度、押し出し平均速度CVを、片麻痺被験者では押し出し平均速度CV、背屈平均角速度CVを独立変数として重回帰分析を行った。導出された式を以下に示す。

#### ・麻痺なし被験者

$$Y=0.433 \times X_1 - 0.0136 \times X_2 + 0.440 \quad \dots(1)$$

Y: 前歩き単脚支持率[-]

X<sub>1</sub>: 引き戻し平均速度[m/s]、X<sub>2</sub>: 押し出し平均速度 CV[%]

#### ・片麻痺被験者

$$Y=-0.0144 \times X_1 - 0.0144 \times X_2 + 0.798 \quad \dots(2)$$

Y: 患側前歩き単脚支持率[-]

X<sub>1</sub>: 引き戻し平均速度 CV[%]、X<sub>2</sub>: 背屈平均角速度 CV[%]

式の精度を表す自由度修正済み決定係数は式(1)では0.67、式(2)では0.56となりやや良い精度となった。

### 3-4. 筋活動

片麻痺被験者の患側の前脛骨筋の働きと歩行能力との間に関係性が見られた。底背屈運動と筋活動の様子を図2に示す。筋活動が見られる区間と、そうでない区間の比を求め、歩行能力得点順にプロットしたものを図3に示す。

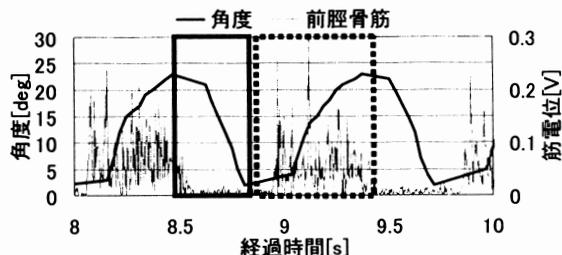


図2 底背屈運動と筋活動の様子

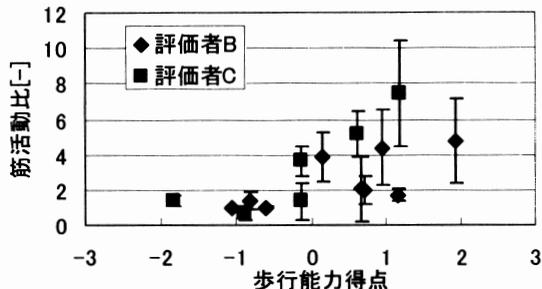


図3 片麻痺被験者の筋活動比と歩行能力得点

歩行能力得点が高い被験者ほど筋活動比が大きく、歩行能力得点が高い被験者ほど筋活動比が小さくなっている。運動にあわせて筋の収縮と弛緩がメリハリよく行っていると筋活動比は大きくなり、メリハリがなくなると筋活動比は小さくなる。つまり片麻痺被験者では患側の筋の収縮・弛緩をうまく行えることができるかが歩行能力と深く関係していると思われる。

## 4. 結論

[1]麻痺なし・片麻痺被験者ともに導出した重回帰式の精度はやや良いものとなった。これにより、下肢訓練運動パラメータより歩行能力を定量的に評価できる可能性を示した。

[2]片麻痺被験者の歩行能力と患側前脛骨筋の活動に関係が見られた。運動に合わせ筋をメリハリよく働かせているかどうか歩行能力と関係していることがわかった。

## 5. 参考文献

[1]木下、高田、松浦、滝沢: 要介護高齢者の歩行能力評価指標の確立、日本人間工学会・関東支部第36回大会講演集、65-66、2006

[2]河合、比企: 高齢者の歩行能力を評価する簡易尺度の提案、日本生活支援工学会誌、Vol.5、No.1、28-37、2005

### [連絡先]

田中権太  
 横浜国立大学大学院 工学府 高田研究室  
 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5  
 TEL: 045-339-4221  
 e-mail: gonta@vib.me.ynu.ac.jp

## 足底面の前後・左右不安定が重心動揺に与える影響

○壽里伸一\*, 青木和夫\*

(\*日本大学大学院理工学研究科)

Effects of movement of the center of gravity in standing  
on backward/forward or right/left unstable foot-board.

Shin-ichi SUSATO\*, Kazuo AOKI\*

(\*College of Science and Technology, Nihon University)

## 1. はじめに

重心動揺検査は、動揺計を水平な硬い床面の上に設置して行うことが規定されている<sup>1)</sup>。その設置状態で、静止を心がけた静的姿勢や動作を行う動的姿勢での重心(足圧中心も同義とする)を調べ、平衡機能を両足による姿勢保持の観点から分析している<sup>2)</sup>。姿勢制御系の状態を乱そうとする外的作用(外乱)は、計算や思考判断、視覚や聴覚の刺激、支持基底面の変化などが知られている。その多くは、外乱後に規定の方法で検査を行う。

本研究は、動的姿勢と外乱を、簡便な方法で行い、静的姿勢との比較を行う。そのために、外乱として足底面を曲面状にして、前後および左右方向が不安定な状態をつくり、その外乱前後と外乱中の重心動揺を測り、その変化や影響を調べることを目的とする。

## 2. 方法

## (1) 被験者

運動指導に従事している健常者6人(男1人, 女5人; 平均年齢41.6歳; 平均BMI 20.7 kg・m<sup>-2</sup>; ボールを投げる手と蹴る足は、全員右側)で、実験趣旨を説明し、同意を得た。

## (2) 測定器

重心動揺計(グラビコーダGS-11E, アニマ)を用いる。足底を不安定にさせるために、専用の「ゲタ」(底は半円形)を用いる(図1参照)。前後不安定ゲタでは、両端にあるバンパーによって傾斜が制限される(最大傾斜角度は9°)。

## (3) 手順

- ① 通常の重心動揺検査を、靴下を履いた状態で行う(平坦1),
- ② 重心動揺計の上に「前後不安定ゲタ」を置き、その上に乗って検査を同様に行う(前後不安定),
- ③ 再び通常の方法で行う(平坦2),
- ④ 同計の上に「左右不安定ゲタ」を置き、その上に乗って行う(左右不安定),
- ⑤ 再び通常の方法で行う(平坦3)。

## (4) その他

検査は事前練習を行わず、各状態を開眼と閉眼の立位姿勢で、①～⑤を連続して行う。②と④では、静止姿勢を保つよう指示する。検査時間は準備10秒間、測定60秒間。検査回数は1日1回で連続2日間の計2回。平坦時は両足を接しないで、約8cm離す。

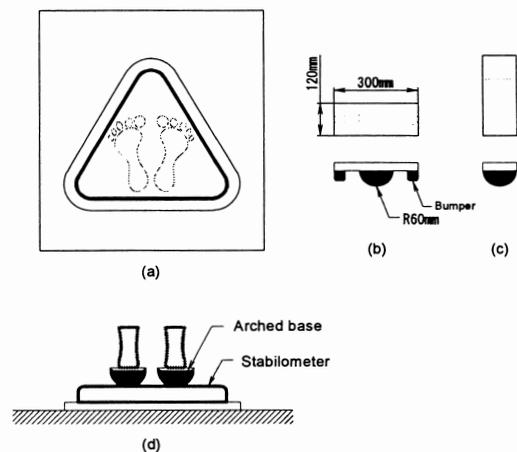


図1 測定器具 (a)重心動揺計 (b)前後不安定ゲタ (c)左右不安定ゲタ (d)左右不安定ゲタに乗った状態

## 3. 結果および考察

重心動揺データは、総軌跡長・単位面積軌跡長・単位軌跡長・外周面積・矩形面積・実効値面積などがあるが、ここでは総軌跡長、単位面積軌跡長および軌跡図を評価指標として採用する。

表1は、総軌跡長の被験者平均値を示す。

- (1) 「平坦1, 2, 3」は、開眼・閉眼ともに1日目<2日目となった。(平坦時は翌日には大きくなった。)
- (2) 「前後不安定」と「左右不安定」は、開眼・閉眼ともに1日目>2日目となった。(不安定時は翌日には小さくなった。また、前後不安定ゲタのバンパーがないと、軌跡長はより長くなる場合があるが、被験者は転倒してしまう危険もある。)

(3) 全被験者は、前後不安定 >> 左右不安定となった。  
(左右方向より前後方向が不安定であるほうが、動揺がはるかに大きかった。)

表 1 重心動揺データ: 総軌跡長

項目	足底状態	視覚条件	n = 6			
			1日目		2日目	
			Mean	SD	Mean	SD
平坦1	開眼	開眼	39.95	10.64	41.32	13.59
		閉眼	54.45	17.07	58.77	23.76
	前後不安定	開眼	218.26	47.96	209.35	39.63
		閉眼	386.81	96.51	358.03	63.71
平坦2	開眼	開眼	39.56	7.22	46.83	10.62
		閉眼	54.30	20.74	59.52	21.48
	左右不安定	開眼	61.77	12.12	57.26	14.50
		閉眼	107.14	45.63	100.76	27.74
平坦3	開眼	39.73	14.67	39.73	11.68	
	閉眼	53.23	16.69	55.43	15.93	

図 2 は単位面積軌跡長の 2 日間の被験者平均値の変化を示す。

「平坦1」では、2 日間とも開眼時は閉眼時より小さかったが、それ以後の「前後不安定-平坦 2-左右不安定-平坦3」までは、開眼のほうが大きくなった。(この逆転現象は、視覚情報の量と直前の外乱の影響が影響したと思われる。単位面積軌跡長は『動揺の密度』に相当するので、この値が大きいほど姿勢制御系のフィードバックが頻繁に行われたと考える。)

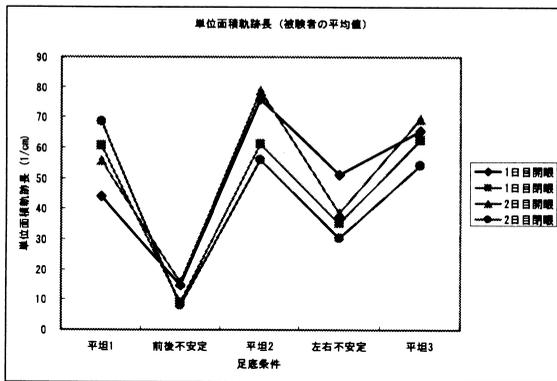


図 2 重心動揺データ: 単位面積軌跡長

表 2 は、被験者 4 人の重心軌跡図の例である(全員分として計 120 種の軌跡図を得た。ここでは 8 種を載せる)。

- (1) 「前後不安定」では、被験者 S2 は 1 日目(I)の開眼と閉眼では軌跡図が異なった。
- (2) 「左右不安定」では、S6 は開眼と閉眼は同じであった。
- (3) 「平坦 1→平坦 2」は、平坦 1 から平坦 2 への変化を表すが、S3 は開眼時、軌跡全体が収縮した。(平坦

1 と 2 の間には、「前後不安定」があった。)

- (4) 「平坦 2→平坦 3」では、S4 は閉眼時、左右方向への広がり前後方向への広がりに変化した。(平坦 2 と 3 の間には、「左右不安定」があった。)

表 2 重心動揺データ: 重心軌跡図

被験者	S2f (I)		S6f (I)	
足底状態	前後不安定		左右不安定	
視覚条件	開眼	閉眼	開眼	閉眼
全体				
拡大				
被験者	S3f (II)		S4f (II)	
足底状態	平坦1 → 平坦2		平坦2 → 平坦3	
視覚条件	開眼	閉眼	閉眼	閉眼
全体				
拡大				

#### 4. おわりに

足底状態と視覚条件によって、(i) 総軌跡長と単位面積軌跡長は、検査前後あるいは 1 日経過後には変化する、(ii) 軌跡図は、多種多様な変化パターンを示すことがわかった。しかし、(iii) 外乱が姿勢制御に与える影響については、はっきりと解明できなかった。

今後は、多くの被験者、日数で実験を行い、姿勢安定化の学習効果の推移を調べる、重心動揺図をパターン化する、動揺と関連部位の形態・関節可動域との関連を調べる予定である。

#### 5. 参考文献

- 1) 重心動揺計 JIS T 1190, 1987
- 2) 重心動揺検査の基準, 日本平衡神経科学会

#### [連絡先]

壽里伸一  
日本大学大学院理工学研究科  
医療・福祉工学専攻 青木研究室  
〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14  
TEL: 03-3259-0529

足底面の前後・左右方向の不安定が重心動揺に与える影響

## 腕筋力の違いが操舵回避に与える影響

○寺田悟士\*, 栗谷川幸代\*\*

(\*日本大学大学院生産工学研究科, \*\*日本大学生産工学部)

Study on the Effect on Driver's Muscle Strength to Avoidance Steer

Satoshi TERADA\*, Yukiyo KURIYAGAWA\*\*

(\* \*\*College of Industrial Technology, Nihon University)

### 1. はじめに

ドライバは運転中の様々な状況において、無意識あるいは意識的に腕の状態を変化させて操舵を行っているものと考えられる。このような腕の状態変化が操舵特性にどのように影響するかを調べることは緊急障害物回避時の運転支援などドライバサポートシステムを開発する上で有用と考える。そこで、筆者らは過去、操舵直前の腕状態と操舵までの反応時間の関係について検討を行い、腕の拮抗筋が同時にまたは偏って収縮している場合には、操舵までの反応時間が遅延する可能性が示唆された<sup>1)</sup>。ただし、実験時の腕状態の統制が困難で実験実施方法の再考および被験者数の増加が課題であった。

そこで、本研究では、被験者間の腕状態が統制できる工夫をした上で、腕状態の違いが障害物の操舵回避特性に与える影響を検討した。また、腕状態の保持に影響があると考えられる筋力の違いと操舵回避特性についても併せて検討を行った。

### 2 操舵に腕の状態が与える影響

ハンドルを左右に振るとき、腕の前腕部の拮抗関係にある手根の伸筋と屈筋はそれぞれの筋群が独立して活動する傾向がある。これに対し、手でハンドルを把持し保舵している状態では、拮抗する筋は同時に活動する傾向があり、手根の関節の固さも変化することからハンドルを抑え込んでいるものと考えられる。これらにより、操舵に伴う筋活動と保舵に伴う筋活動は異なるため、操舵直前の腕の状態によって、操舵特性は異なることが推察される。

ここで、ハンドルを握っている腕の状態が変化すると、等価的にハンドル系の力学的特性が変化し、車両運動に影響を与えるとの報告がある<sup>2)</sup>。これより、飛び出し等の緊急回避時は瞬時に素早く正確な操舵が要求されるため、個人の腕特性の一つである筋力の違いによっても、操舵特性や保舵特性が変化するものと考えた。なお、操舵に関わる腕特性を表現する筋力として、ハンドルを回す力、ハンドルを握る力などが考えられるが、ここでは腕状態を変化させて実験を行うとの観点から、ハ

ンドルを握る力を筋力と定義し、握力を計測することにした。

### 3 実験概要

#### 3.1 実験条件

緊急障害物回避時の操舵特性を検討するため、以前検討した停止時における操舵特性の計測を行った。その際、操舵特性に影響を与えられられる腕状態は、普段の運転中での把持状態(通常)と運転中に発揮しうる強めの把持力(強め)、および過大な力(過大)の条件を設定した。なお、強め・過大の把持力を維持させるため、ハンドルにハンドグリップを取り付けてこれを握ることでハンドル操作(操舵)ができる状態になるようにした。なお、被験者間の把持状態を統制するため、ハンドル中央部に LED を設置し、確実に把持しているときのみ点灯するようにして、点灯を確認した上で計測を開始するものとした。また、通常の把持力の運転でも、ハンドルを把持する部分の状況を統制するため、ハンドグリップを握った状態でハンドルに固定して、その上から被験者に握らせて操舵を行わせるようにした。なお、ハンドルの把持位置は腕状態が把持力だけに依存するように、10時10分の位置に統制した。

#### 3.4 実験方法

走行中の速度など、各要素の影響を無視した条件での腕状態の操舵への影響を調べるため、実験を行った。これは、ハンドルの前方に LED を設置し、LED 点灯したら、ハンドルを中立位置から指定した位置まで出来るだけ素早く操舵するように教示した。操舵方向は左から左右交互にランダムなタイミングで繰り返し、それぞれ5本ずつ行った。なお、停止時の操舵ではタイヤの路面との摩擦が大きいので、前輪の回転をフリーにした状態で行った。



図 3.1 指示用 LED パルス

### 3.2 計測項目

操舵状態量として、操舵角、操舵トルクを 1000Hz で計測した。腕特性として左右の握力を各 1 回ずつ、腕状態として、操舵時の腕の筋電位を計測した。筋電位は筋の収縮時に発生する電位であり、振幅は筋収縮の強さとほぼ比例する。筋電位計測箇所は、ハンドル把持に関わる筋として、尺側手根屈筋・橈側手根伸筋、操舵に関わる筋として、三角筋を左右それぞれ計測した。筋電位の被験者間の標準化のためシート圧センサを筒にとりつけ、把持と筋電位の対応をとった。実験中は常に筋電位をモニタリングし、目標の腕状態を実現していることを確認した。

### 3.3 手順

被験者にインフォームドコンセントを行った上で、生体センサを取り付け、握力を計測した。次に、筋電位とハンドルを握る力の関係を調べるために、ハンドルのグリップを模した円筒にシート圧センサを巻き付けたものを用いて、最大の力および把持力を変化させた時の力と腕の筋電位を計測した。実験前に、各条件の練習を行い、実験方法及び教示の意図を十分に被験者が理解できていることを確認した上で、実験を行った。

### 3.4 被験者

被験者は普通免許を取得して 1 年以上経過しているドライバとした。LED 点灯の認知面の差が出ないように、年齢は 20 代で統制し、筋力差がある 3 名に無償で協力してもらった。なお被験者の握力は、sub1, sub2, sub3 それぞれ 36.9kg, 55.1kg, 33.3kg であった。

## 4 実験結果

### 4.1 腕状態と反応時間

図 4.1 に操舵角の時系列変化の例を示す(sub2)。図より、腕状態における LED 点灯に伴う操舵開始時の操舵状況に大きな違いは見られない。LED 点灯から操舵角が 0.5°以上になるところまでを操舵の反応時間と定義し、各条件における反応時間の平均値と標準偏差を図 4.2 に示す。図より、各把持条件で反応時間に明確な差は確認できなかった。これより、今回設定した腕状態が反応時間に与える影響はあまりないものと考えられる。

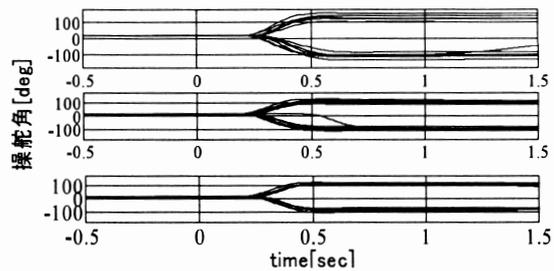


図 4.1 sub2 の操舵(上から通常,強め[10kg],過大[20kg])

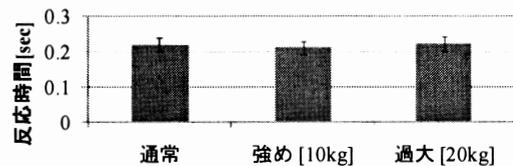


図 4.2 操舵の反応時間(sub2)

### 4.2 筋力差と反応時間

図 4.3 に各被験者の反応時間の平均値と標準偏差を示す。図より、被験者間で反応時間に差が見られるが、筋力差との関係は見いだせなかった。これは、被験者間の単純反応時間の差やハンドグリップを握る手の大きさ等の影響が現れたものと推察される。

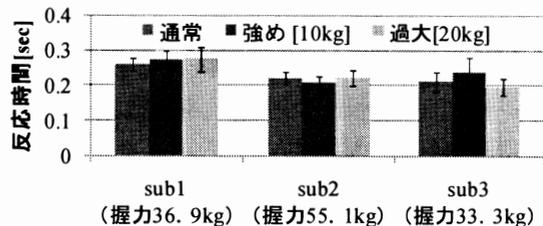


図 4.3 操舵の反応時間

## 5 おわりに

腕の状態の違いにより、操舵特性にどのような違いが現れるかを検討した。その結果、今回設定した条件間の差よりも被験者間の差の方が大きく、今回の設定範囲の腕状態では操舵の反応時間にそれほど影響しない可能性が示唆された。ただし、今後も被験者数を増やして確認実験を行う予定である。

### 参考文献

- 1) 寺田悟士他:「ドライバの腕状態が操舵特性に与える影響」,人間工学会誌,vol43,p124-125,2007
- 2) 景山一郎他:「二輪車のハンドル系における人間の要素」,日本機械学会論文集 C, Vol.50 No.458 Page.2037-2045 (1984.10)

### [連絡先]

寺田悟士  
 日本大学生産工学研究科機械工学専攻  
 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1  
 e-mail: c81200@cit.nihon-u.ac.jp  
 Fax: 047-474-2349

## 立位及び座位による簡易胸腰部回旋角度測定器の比較

○福島一敬\*、鈴木浩之\*、三澤哲夫\*\*、八田一利\*\*、小野晃\*\*\*  
 (\*千葉工業大学大学院、\*\*千葉工業大学、\*\*\*ミモザ(株)健康科学研究所)

The difference of a measuring instrument for the thoracic and lumbar spines rotation and the physical functions between in a upright position and in a sitting position

Kazuyuki FUKUSHIMA\*, Hiroyuki SUZUKI\*, Tetsuo MISAWA\*\*, Kazutoshi HATTA\*\*, Akira ONO\*\*\*  
 (\*Graduate school Chiba Institute of Technology, \*\*Chiba Institute of Technology,  
 \*\*\*MIMOZA Health Science Laboratory)

## 1. はじめに

人の全ての動きに影響を及ぼす大きな関節は、上肢では体幹、下肢では股関節である。この二つの関節と協働しているのが胸腰部である。胸腰部の可動方向は、屈曲(前屈): flexion、伸展(後屈): extension、回旋: rotation、側屈: lateral bending である<sup>1)</sup>。これらの可動域が低下することで、投げる、蹴るなどの運動パフォーマンスの低下にもつながる。また、加齢と共に、日常の生活動作である歩行や起き上がり、立ち上がりなどが困難となる。身体の動きに影響を及ぼす胸腰部の回旋可動に関する報告は少なく<sup>2)</sup>、身体機能との関係、可動域を知ることの意義は大きい。

現在、関節可動域の計測は、ゴニオメーターやポテンションメーター、フレキシブルなどの機器を用いて行われている<sup>3)4)</sup>。ゴニオメーターは主に肩関節、肘関節、膝関節、足関節などの2軸関節の計測に用いられる。計測に関しては、熟練した技術が必要とされる。これに対し、ポテンションメーターやフレキシブルはより多くの関節が計測可能だが、計測は実験室的であり、機器の価格は高価である。

胸腰部の屈曲、伸展、側屈の計測に関しては、その他の2軸関節同様、ゴニオメーターでの計測が可能である。しかしながら、回旋に関しては、ひねり動作であるために、ゴニオメーターでの計測は不可能である。その他の測定器は前記の通り、実験室的であり、容易に計測することは困難である。

胸腰部の回旋角度が容易に計測できることは、運動パフォーマンスや障害の度合い、加齢現象などの指標となりうると考えられる。容易な計測が可能となれば、トレーニング施設やリハビリ施設のみならず、高齢者施設や身体障害者施設への実用が可能であると考えられる。

本研究では立位型と座位型による2種類の簡易胸腰

部回旋角度測定器を制作し、それぞれの測定値の有意差を検討した。

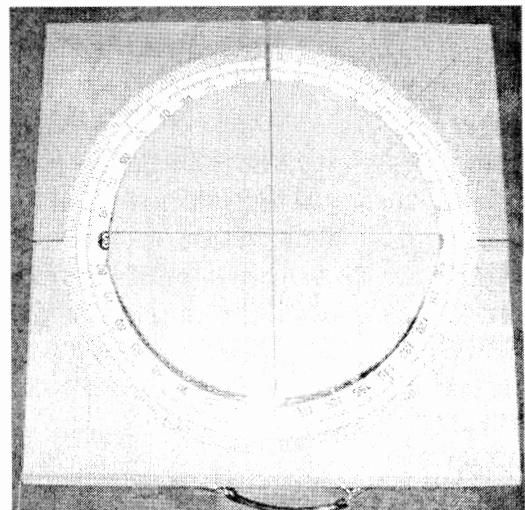


図1 立位型簡易胸腰部回旋角度測定器



図2 立位型測定風景(例)

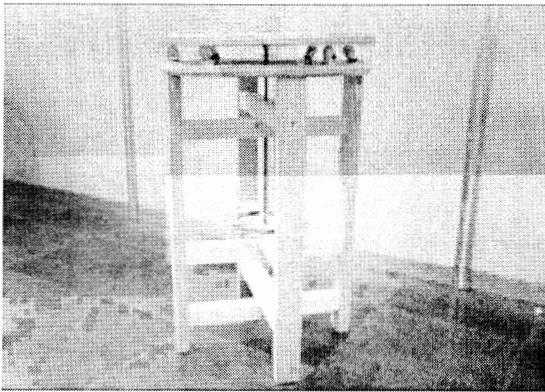


図3 座位型簡易胸腰部回旋角度測定器

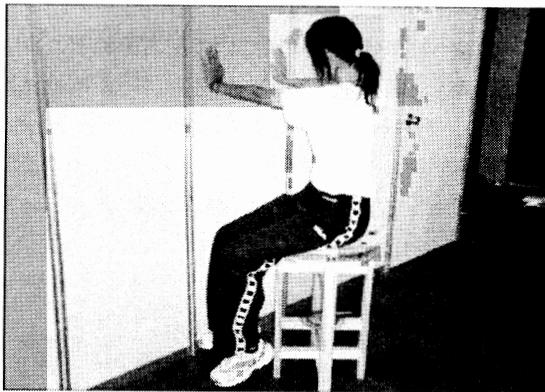


図4 座位型測定風景(例)

座位型は、他の関節可動による影響を受けにくく、より純粋な測定値を得られる。しかしながら、被測定者は乗り降りに不便を感じ、特に高齢者にとっては負担が大きい。また、一人当たりの測定時間もかかる。一方、立位型では、乗り降りは容易であり、負担も少ない。反面、膝関節や足関節などの可動により、測定値へ影響を及ぼす。

## 2. 方法

測定者役の6名が、被測定者役の5名に、試作した立位型及び座位型の簡易胸腰部回旋角度測定器を用い測定を行った。左右それぞれ1度練習を行った後の数値を測定値とした。

測定者役、被測定者役は、人体測定に関する専門知識の無い学生であった。

## 3. 結果

6名の測定者全てにおいて、立位型及び座位型の測定器による測定値の間には、左右共に有意差が認められた(表1)。

表1 立位型及び座位型による有意差検定結果

(n=5)		立位型			座位型	
測定者1	右	101.6	± 12.0	*	64.2	± 9.0
	左	93.8	± 8.4	*	66.0	± 12.9
測定者2	右	91.6	± 9.3	*	69.2	± 8.8
	左	93.2	± 8.1	*	66.8	± 8.7
測定者3	右	99.6	± 10.7	*	67.2	± 7.6
	左	96.4	± 7.9	*	64.4	± 10.5
測定者4	右	102.2	± 12.8	*	64.8	± 8.5
	左	99.0	± 11.9	*	63.6	± 10.1
測定者5	右	97.8	± 9.3	*	67.2	± 9.7
	左	99.0	± 9.8	***	65.2	± 5.4
測定者6	右	95.4	± 15.6	*	71.4	± 6.9
	左	97.4	± 9.7	***	59.0	± 9.7

\*p<0.05,\*\*\*p<0.001

## 4. 考察

本研究の結果から、立位型での測定値は、胸腰部回旋角度だけではなく、膝関節や足関節の可動と協働したものであったと考えられる。より精度の高い胸腰部回旋角度を測定するには、座位型の方が有効である。しかしながら、立位型の優位点である、被測定者にとっての負担が少ないことを考慮すると、他の関節可動からの影響を受けない改良を行っていくことが今後の課題である。

## 5. 参考文献

- 1) 日本リハビリテーション医学会評価基準委員会(編): 関節可動域表示ならびに測定法, リハ医学, Vol.32, pp208-217, 1995
- 2) 浅井 結, 木村 美穂, 渡辺 和恵, 金澤 悠, 三浦尚子, 佐藤 法明, 佐々木 誠: 体幹回旋運動のマシントレーニングが車椅子駆動能力に及ぼす影響, 理学療法科学, Vol. 21, No. 3, pp 281-285, 2006
- 3) 横山 浩康, 萩原 礼紀, 曷川 元: 関節可動域測定における Electronic Goniometer の実用性, 埼玉理学療法, Vol.12, No. 1, pp.63-67, 2005
- 4) 村田 伸, 宮副 孝茂: 傾斜角度計による関節可動域測定, 理学療法科学, Vol.18, No. 3, pp153-157, 2003

## [連絡先]

福島一敬

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: fukazdt@hotmail.com

Tel: 047-470-0346

## 人体の体容積と身体部位の左右差に関する研究

○松本恵太<sup>\*</sup>、上野義雪<sup>\*\*</sup>

(\*千葉工業大学大学院工学研究科、\*\*千葉工業大学)

Human bodies and body parts of the body volume study on the difference between right and left

Keita MATSUMOTO<sup>\*</sup>, Yoshiyuki UENO<sup>\*\*</sup>

(\*Graduate school of technology, Chiba Institute of Technology, \*\*Chiba Institute of Technology)

### 1. 体容積測定の意味と目的

人体計測における実長や周囲長は、測定部位の曲げや伸ばし等により測定値に誤差が生じることが多い。しかし、人体計測において身体部位の左右差などの傾向をみるには実長や周囲長よりも体容積を調べる方が測定誤差を少なくすることができる。

人体計測法によれば上肢・下肢など左右の対として測定項目のある場合には左側を測定することになっている。しかし、人体寸法は左右で異なるため、衣服のように左右両方のデータを必要とする製品には、左側のデータだけでは不十分であり、左右それぞれの測定値が必要と考えられる。

体容積に関する既往研究では、上肢や下肢の体容積を左右それぞれ測定したデータは、見当たらず、上肢・下肢について左右それぞれの測定を行い、左右差に関する体容積の特徴を明らかにすることとした。

### 2. 方法

#### 2-1.測定方法

測定方法には、沈下法と目盛法の2種類がある。

- (1)沈下法:水で満たした水槽に測定部位を沈下させ、あふれた水量を測定する方法。
- (2)目盛報:水槽の所定位置まで水を入れ、測定部位を沈下させる。水位の上昇を目盛で読み、水位の上昇と水槽の底面積から体容積を算出する方法。

沈下法は、水面の動揺による誤差が目盛法に比べて少ないことから、沈下法を用いることにした。

#### 2-2.測定装置の概要

測定装置は、水槽1~3から構成される。満水にした水槽1に測定部位を沈め、取水口まで水を入れた水槽2に水を貯める。水槽2に貯まった水は、取水口から水槽3に流出するので、その容量を測定する。

ただし、手と足については、測定値が小さく水槽2か

ら水が流出するほどの水圧が得られないため、測定部位を水槽2に沈める。

#### 2-3.測定項目の設定

手・前腕・上肢・足・下腿について左右それぞれ測定する。測定項目は、JISZ8500「人間工学—人体寸法測定」により定められた人体計測点を基に設定した。また、被験者の体格上の偏りを示すため、身長と体重を測定する。被験者を成人男性10名(平均身長170.7cm,平均体重60.6kg)とする。

### 3. 結果と考察

#### 3-1.各項目の特徴

##### (1)手の体容積

手の体容積は、身長との相関関係が強い。この傾向は、手だけに見られた。また、ばらつきと左右差は、ほとんど認められない。このような特徴は、手に大きな筋肉がなく、筋肉の量から影響を受けにくいいため、骨格から受ける影響が大きいためではないかと考えられる。

##### (2)前腕の体容積

ばらつきは、左右共に少ない。左右を比較すると、右前腕が大きい傾向にある。これは、上肢や下肢と共通している点である。相関関係は、身長・体重ともにはっきりした傾向はみられなかった。

##### (3)上肢の体容積

ばらつきは、前腕よりも大きい。左右を比較すると、右上肢が大きい傾向にある。これは、前腕と同様であるが、前腕よりはっきりした傾向である。これは、被験者の8割が右利きであり、相対的に右上肢の使用頻度が高く、筋肉が発達していたためであると考えられる。また、体重との相関関係が認められる。

##### (4)足の体容積

体重との相関関係が強いことがわかった。これは、足が全身の体重を支えるためではないかと思われる。

ばらつきは、前腕と同程度である。しかし、前腕や上

肢とは異なり、左足が大きい傾向にあることがわかった。これは、足の体容積だけにみられた傾向である。

### (5) 下肢の体容積

下肢は、ばらつきの大きさや体重との相関関係が強い点、右側の体容積が大きい点で上肢と共通している。また、手や足の測定結果から、体容積の大小は骨格や筋肉量に影響と思われる。さらに、骨格が同程度であっても筋肉の発達はばらつきがある。そのため、下肢や上肢のように大きな筋肉がある部位は、ばらつきと左右差が大きく体重との相関関係が強くなると考えられる。

### 3-2. 利き手による体容積の左右差の違い

左利きの被験者は、右利きの被験者と比べ左右差が少なく、ほとんど認められなかった。これは、右利きを前提に設計された製品が多く存在することにより、非利き手である右手を使用する機会が多いためではないかと考えられる。

今回の実験では、左利きの被験者は2名であったため一般性を持つかどうかの判断は難しい。しかし、文献調査から上肢長・上腕囲・握力において左利きの場合には、右利きに比べ左右差が少ないことが明らかになっていることから、体容積においても左利きは左右差が少ないものと考えられる。

### 4. まとめ

本研究では、上・下肢を中心に計測した。体容積は、骨格や筋肉量に影響されると考えられる。さらに、骨格が同程度でも、体重の異なる場合がある。これは、筋肉や脂肪など体組成が異なるためであると考えられる。そのため、大きな筋肉のある部位は、ばらつきと左右差が大きくなり、体重との相関関係が強くなると考えられる。

また被験者の利き手により、身体の左右差に違いがみられた。右利きでは、右側の上肢・下肢が大きくなる傾向があり、左利きでは左右差の少ないことが明らかになった。これは左利きの者の方が、非利き手を使用する機会が多いためではないかと考えられる。

### 参考文献

- 1) 日本体力医学会「上肢の左右差について」田中正敏
- 2) 水野忠文「日本人の体容積に関する研究」
- 3) 高崎裕治「日本人の身体容積算出に関する基礎的研究：成年男子を対象として」

### 【連絡先】

松本恵太  
千葉工業大学大学院  
〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1  
e-mail: kta.mt2@gmail.com  
Fax: 047-478-0552

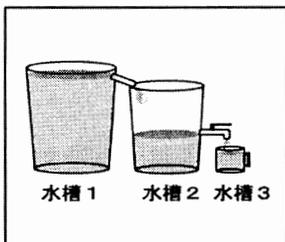


図1.測定装置概要

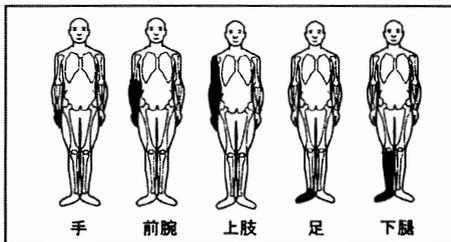


図2.測定項目

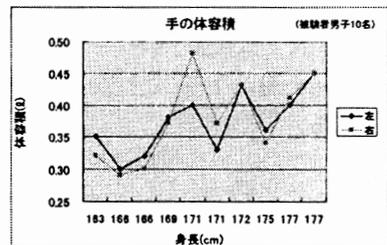


図3.手の体容積

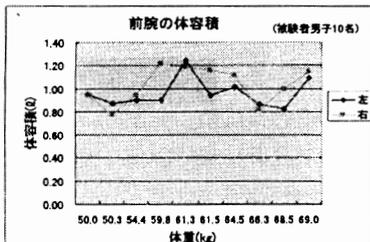


図4.前腕の体容積

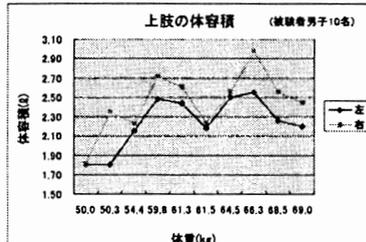


図5.上肢の体容積

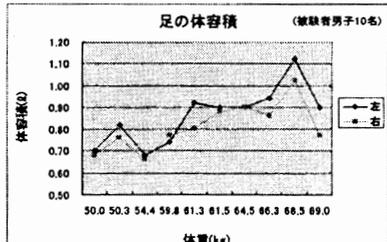


図6.足の体容積

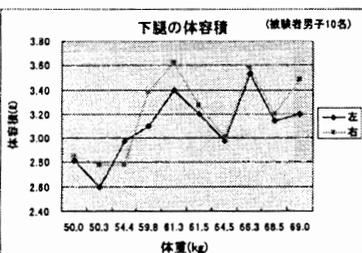


図7.下腿の体容積

表1.測定値から得られた値

	身長 (cm)	体重 (kg)	手		前腕		上肢		足		下腿	
			左	右	左	右	左	右	左	右	左	右
実測値の平均値(L)	170.7	60.6	0.37	0.38	0.96	1.02	2.24	2.44	0.86	0.81	3.09	3.20
実測値の標準偏差	4.73	6.99	0.05	0.07	0.13	0.16	0.27	0.32	0.13	0.11	0.27	0.32
身長との相関係数	-	-	0.68	0.63	0.28	0.09	0.30	0.39	0.49	0.54	0.05	0.18
体重との相関係数	-	-	0.36	0.52	0.16	0.40	0.72	0.66	0.77	0.72	0.72	0.72

## 化粧品クリーム容器形状に関する人間工学的研究

○原田愛子\*、井田厚\*\*、下村義弘\*\*\*、勝浦哲夫\*\*\*

(\*千葉大学工学部、\*\*(株)カネボウ化粧品製品開発研究所、\*\*\*千葉大学大学院工学研究科)

Ergonomic Study of Cosmetic Cream Jar

Aiko HARADA\*, Atsushi IDA\*\*, Yoshihiro SHIMOMURA\*\*\*, Tetsuo KATSUURA\*\*\*

(\*Faculty of Engineering, Chiba Univ., \*\*Cosmetics Laboratory, Kanebo cosmetics Inc.,

\*\*\*Graduate School of Engineering, Chiba Univ.)

## 1. はじめに

化粧品は肌を清潔に保つ、老化を防止するなどの生化学的な機能に加え、使用者が精神的に充足感を得るという心理的な機能を持ち合わせている。仕上がりや効果とともに、化粧行為そのものを楽しむことも重要である。同様に、パッケージにおいても、品質保持・輸送性などの包装容器としての物理的な機能に加え、高い人間工学的機能性も要求されている。濡れた手やクリームでぬめる手で使用するシーンの多い化粧品クリーム容器は開栓時に落下する等の改善すべき点が多い。

先行研究(長谷川, 2008)では市販の化粧クリーム容器を用いて形状についての検討を行い、形状の違いが筋への負担のかかり方に影響を与えることを明らかにした。本研究では側面テーパーと断面の形状(楕円率)の観点から化粧品クリーム容器の設計指針を得ることを目的とする。

## 2. 方法

## 2-1. 実験モデル

図 1 に示すような側面テーパーと楕円率の異なる 9 つの樹脂製モデルを用意した。既製容器のふたの直径は 40~60mm に集中していることと、その範囲ではふたの直径が筋に与える影響は小さいことが先行研究(長谷川, 2008)で明らかにされていたため、モデルの直径(楕円の場場合は長軸と短軸の平均)は 45~60 mm のものを用いた。

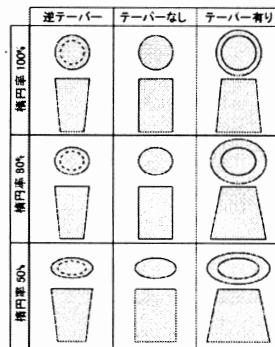


表 1.モデルの上面図と側面図

## 2-2. 実験方法

モデルはデジタルトルクゲージ(DTX2-5N-; 今田製

作所)に装着され、椅子に座った被験者の前にランダムな順序で提示された。被験者は 1 つのモデルに対して 2 種類のタスクを行った。

被験者はまずモデルの上部を右手でつかみ、約 1 秒間最大の力でモデルを反時計回り(開栓の向き)にひねった(最大力発揮タスク)。その後、安静にしてから、ディスプレイによってフィードバックされるトルク波形を見てピークが 0.25 Nm になるよう 120rpm のメトロノームに合わせて 3 回連続でモデルをひねった(目標力発揮タスク)。

2 つのタスクは、密封された容器を初期開栓する動作と、開栓後、指先で素早くふたを回して外すまでの動作をシュミレートしている。

女性 10 名(平均年齢 22±0.88 歳)が被験者として実験に参加した。

## 2-3. 計測・解析項目

各タスクのトルク平均と、前腕の筋電図(橈側手根伸筋、総指伸筋、浅指屈筋、第一背側骨間筋、短小指屈筋)、VAS 法によるモデルごとの主観評価(まわしやすさ)、被験者の手の寸法(手長、手幅、握り内径)を計測した。筋電図計測には MP-150 データ集録・解析システム(Biopac Systems, inc.)を用いた。

筋電位の実効値、トルクの平均値、標準化した主観評価に対して二元配置分散分析と Bonferroni の多重比較検定を行った。有意水準は 5%とした。

## 3. 結果

最大力発揮タスクでは、総指伸筋、浅指屈筋、短小指屈筋で楕円率 50%の条件で有意に筋負担が小さく(図 1a)、第一背側骨間筋は楕円率 80%と逆テーパーの条件で有意に筋負担が小さかった(図 1b)。発揮トルクは楕円率 50%、テーパー有りの条件で有意に高かった(図 1c,d)。

目標力発揮タスクでは、楕円率 80%、逆テーパーの条

件で橈側手根伸筋の負担が有意に小さかった(図 1e)。トルク平均に有意差は見られなかった。

手幅平均 71.1±3.6cm、手長平均 172.7±11.5cm、握り内径平均 41.6±3.6cm であった。

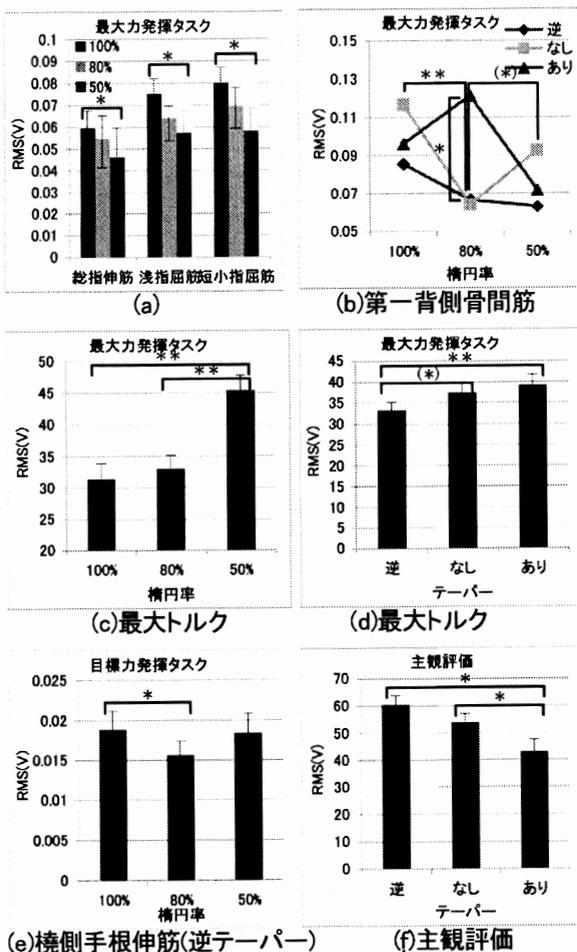


図 1. 筋電図の結果

#### 4. 考察

被験者の手の寸法データを人体寸法データ集(生命工学工業技術研究所 編)と比較したところ、平均値、標準偏差とも 18~30 歳の日本人女性のデータと近似していた。

目標力発揮タスクのトルク平均値に有意差がなかったことから、被験者がモデル形状に関わらず一定のトルクを発揮できていたと言えた。

開栓トルクを発生させる主働筋である橈側手根伸筋は最大力発揮タスクではモデルの形状によらず常に大きく活動していたため有意差が出ず、一方目標力発揮タスクでは繊細に制御する必要があったため形状による違いが有意であったと考えられる。

最大力発揮タスクでは楕円率 50%のモデルのとき握りに関する筋で総合的に筋負担が小さかったと言えた。一方、第一背側骨間筋は楕円率 80%のモデルで有意に

筋負担が小さく、目標力発揮タスクにおいて橈側手根伸筋で楕円率 80%のモデルで有意に筋負担が小さかったことから、楕円率は平坦であるほどいいと一概には言えず、楕円率 80%の形状の効果も考慮する必要があると思われる。

テーパーに関しては両タスクと主観評価を通して逆テーパーまたはテーパーなしの条件で有意に筋負担が小さく、評価が高かった。ただし最大力発揮タスクでの発揮トルクはテーパー有りのモデルで有意に高く、より大きな力を発揮できるという結果が出た。テーパーがあることで掌とモデルの接触面積が増えやすく、より大きな摩擦が発生した可能性や、まわしづらい第一印象から被験者が意識的に強くひねったため筋負担も発揮トルクも大きくなった可能性が考えられる。ただ、逆テーパーやテーパーなしのモデルでも容器の開栓トルクとしては十分なトルク値が出ているので、よほど密封性が重要な中身でない限り逆テーパーまたはテーパーなしの容器が適切だろう。

本研究では人間の握りの特性を最大力発揮タスクと目標力発揮タスクの 2 側面から調べた結果、それぞれのタスクで有意差の出る筋や有意なモデル形状が異なった。これは実際の使用シーンに近いタスクを行う必要性や、それによる評価も重視する必要性を示唆する。

最大発揮トルクの解析結果から手と容器の側面の接触面積が影響する可能性が考えられるため、ふたの凹凸に関する研究も必要だろう。また、容器本体側を支える動作についての研究も安定して開栓できる容器の設計には不可欠だろう。

#### 6. 参考文献

- 1) 長谷川由佳：化粧品クリーム容器の形状の筋電図による評価 (2007 年度 千葉大学卒業研究)
- 2) 日高正人 他：小児用安全容器の透湿性；病院薬学 vol.21, no.2, 115-123 (1995)
- 3) JOANNE O. CRAWFORD *et al.*: The interaction between lid diameter, height and shape on wrist torque exertion in younger and older adults；ERGONOMICS, vol.45, no.13, 922-933 (2002)

#### [連絡先]

原田愛子  
 千葉大学工学部デザイン工学科人間生活工学研究室  
 〒263-0023 千葉県千葉市稲毛区緑町 1-26-7-502  
 TEL：090-7245-7871  
 E-mail：[z5t0165@students.chiba-u.jp](mailto:z5t0165@students.chiba-u.jp)

日本人間工学会関東支部第38回大会  
大会実行委員会

堀江 良典 (日本大学 : 支部長)  
小原 二郎 (千葉工業大学 : 名誉大会長)  
八田 一利 (千葉工業大学 : 大会長)  
三澤 哲夫 (千葉工業大学 : 事務局)  
上野 義雪 (千葉工業大学)  
鴻巣 努 (千葉工業大学)  
白石 光昭 (千葉工業大学)  
竹本 篤郎 (千葉工業大学)  
鳥居塚 崇 (日本大学)  
宮本 博幸 (千葉工業大学)  
山崎 和彦 (千葉工業大学)

日本人間工学会関東支部第38回大会 講演集

発行日 2008年11月28日

発行者 日本人間工学会関東支部第38回大会

大会長 八田 一利

〒275-0016 習志野市津田沼2-17-1

千葉工業大学社会システム科学部

経営情報科学科

印刷 株式会社 正文社