ISSN 1341-7614

2007年度
日本人間工学会・関東支部第37回大会
講演集

Proceedings of the 37th Annual Meeting of Kanto-Branch,

Japan Ergonomics Society

2007年11月23日（金）・24日（土）

千葉大学
大学院工学研究科

ご挨拶

日本人間工学会関東支部第 37 回大会
大会長　勝浦哲夫

日本人間工学会関東支部第 37 回大会の開催を仰せつかり、大変光栄に存じます。

本大会では、開催地である千葉大学の人間工学的研究をより広く知っていただくために、シンポジウム「千葉大学における人間工学的研究の過去・現在・未来」を企画いたしました。また、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」と、一般講演として 54 題の申し込みをいただきました。並行して卒業研究発表会も開催されます。閑静な千葉大学で、心ゆくまで研究討議ができればと思っています。

本大会にも多数の会員の方々より参加のお申込みをいただきました。また、企業等からは多大なご支援をいただきました。深く御礼申し上げます。

本大会が、参加される皆様にとって実り多きものとなりますよう、祈念しております。大会運営には種々行き届かない点もあろうかと存じますが，その節はご容赦願います。

協賛団体（五十音順）

アイティーシー株式会社
株式会社朝倉書店
株式会社アドバンス
アロカ株式会社
株式会社 INAX
オリンパスメディカルシステムズ株式会社
キッセイコムテック株式会社
株式会社コカ・コーラ 東京研究開発センター
酒井医療株式会社
三洋電機株式会社
株式会社スペースビジョン
独立行政法人　製品評価技術基盤機構
株式会社ディケィエイチ
株式会社ディテクト
浜松ホトニクス株式会社
ぺんてる株式会社
株式会社モンテシステム

実行委員会

堀江　良典　（日本大学：関東支部長）
勝浦　哲夫　（千葉大学：大会長）
鴻巣　努　　（千葉工業大学）
鳥居塚　崇　（日本大学）
岩永　光一　（千葉大学）
下村　義弘　（千葉大学）

日本人間工学会関東支部第 37 回大会

プログラム

日本人間工学会関東支部長　堀江良典
日本人間工学会関東支部第 37 回大会会長　勝浦哲夫

開催日:2007 年 11 月 23 日(金・祝日)～24 日(土)
会場:国立大学法人千葉大学　工学部(千葉市稲毛区弥生町 1-33)15・17 号棟
懇親会会場:レストラン　コルザ(千葉大学けやき会館内)

■受付のご案内

・受付時間

11 月 23 日(金)9:30～17:30
11 月 24 日(土)9:30～12:15

・受付場所

工学部 17 号棟エントランス

・大会参加の受付

事前に振込み済みの方:郵便局の払込受領書をご提示ください。
当日払いの方(学生以外):参加費 6000 円とご希望により懇親会費 4000 円をお支払い下さい。
当日払いの方(学生):学生証提示のうえ、参加費 1000 円とご希望により懇親会費 2000 円をお支払い下さい。大会抄録集は 2000 円で別売りとなります。
※大会参加者は卒業研究発表会(抄録集無料)にも参加することができます。
※受付作業の効率化のためにも郵便振替による事前振込みにご協力ください(加入者名:日本人間工学会第 37 回関東支部大会、口座番号:00180－0－335869)。

・卒業研究発表会参加の受付

学生証提示のうえ、参加費 1000 円とご希望により懇親会費 2000 円をお支払い下さい。大会抄録集は 2000 円で別売りとなります。

・名誉会員・賛助会員・ご招待の方、協賛団体(製品展示・広告掲載等の賛助企業・団体)の方

受付に直接お越しください。

■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(Windows XP、PowerPoint2007、光学ドライブ・USB ポート装備)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、特殊なモニタケーブルはご持参の上、接続もご自身でお願い致します。発表前に、休み時間等を利用してあらかじめ発表の準備をしてください。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致します。

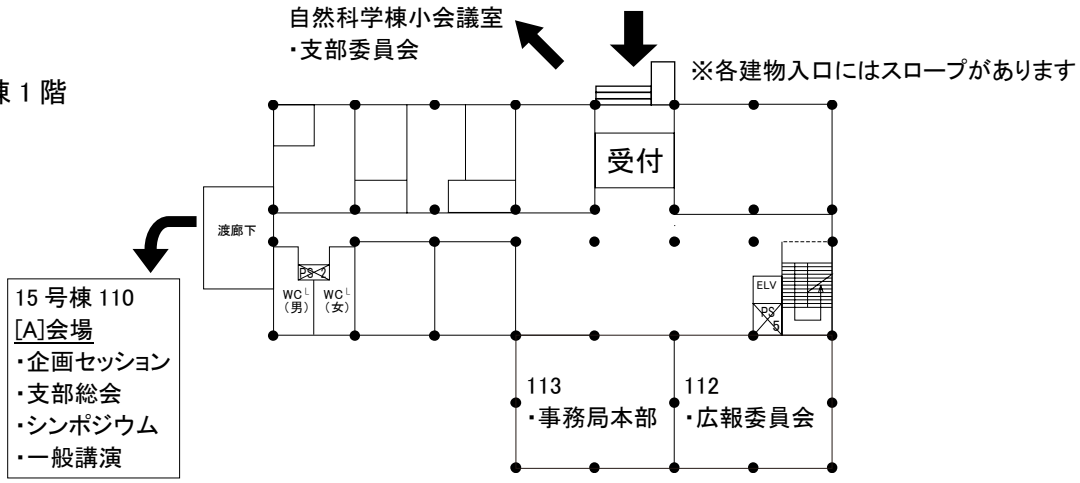
■交通のご案内

JR 西千葉駅改札を左に降りて階段を昇り、千葉大学南門まで徒歩 2 分、その後会場まで直進 5 分程度です。京成みどり台駅改札を左に降りて駅前通りを直進し、千葉大学正門まで徒歩 6 分、その後会場まで 4 分程度です。門周辺および構内にある誘導看板に沿ってお進みください。お車の場合は、正門からのみご入場可能です。交通に関しましては、千葉大学の Web サイトの「アクセス」も御覧ください。
(http://www.chiba-u.ac.jp/general/about/map/route.html)

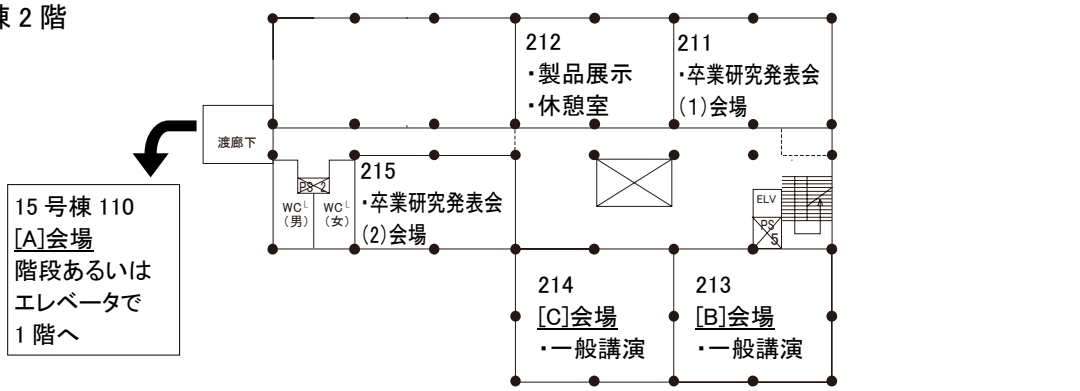
■発表会場のご案内

発表会場は、A、B、C の 3 会場に加えて、卒業研究発表会用の 2 会場があります。これらの他に、製品展示・休憩室があります。展示では、8 つの協賛団体が製品やパネルの展示を行います。

・工学部 17 号棟 1 階



・工学部 17 号棟 2 階



■日程

		17号棟 エントランス	[A] 110教室(15号棟)	[B] 213教室	[C] 214教室	211教室 ・卒業研究 発表会(1)	215教室 ・卒業研究 発表会(2)	212教室	112教室	自然科学棟 小会議室
23日 (金)	09:30-10:00	受付						展示 セッティング		
	10:00～11:00		[U]企画セッション	行動・作業1(4)	感覚・認知1(4)	S1 10:00-11:00	S1 -	製品展示 休憩室	広報委員会 (10:30 ～12:00)	
	11:15～12:00			行動・作業2(3)	交通(3)	S2 11:05-12:05	S2 -			
	昼休み									支部委員会 (12:05 ～12:55)
	13:00～13:45		支部総会			S3 13:00-14:00	S3 13:00-14:00			
	14:00～15:15		ユーザビリティ1(5)	生理1(5)	安全(4)～15:00	S4 14:10-15:10	S4 -			
	15:30～17:30		[S]シンポジウム			S5 15:20-16:20 S6 16:30-17:30	S5 15:20-16:20 S6 16:30-17:30			
	18:00～20:00	懇親会(けやき会館1階レストラン「コルザ」)								
24日 (土)	09:30～11:00	受付	ユーザビリティ2(6)	バイオメカニクス(6)	医療(6)			製品展示 休憩室		
	11:15～12:15			生理2(4)	感覚・認知2(4)					
			()内は演題数です					撤収作業		

■事務局

〒263-8522　千葉市稲毛区弥生町 1-33 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内
日本人間工学会第 37 回関東支部大会事務局 Tel/Fax: 043-290-3087, E-mail: shimomura@faculty.chiba-u.jp（下村）

◆11月23日（一日目）

U / 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」

…… **10:00 ～ 12:00**　　【司会】山崎和彦（千葉工業大学）

U－1	ユビキタス時代へ向けて－これまでの活動報告－	○新家敦（株式会社島津ビジネスシステムズシステム開発部）
U－2	ユビキタス時代のユニバーサルデザイン方法論の提案	○山崎和彦（千葉工業大学）、上田義弘（富士通（株）） 郷健太郎（山梨大学）、高橋克実（ホロンクリエイト） 早川誠二（（株）リコー）、柳田宏治（倉敷芸術科学大学）
U－3	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	○郷健太郎（山梨大学）、上田義弘（富士通（株）） 高橋克実（ホロンクリエイト）、早川誠二（（株）リコー） 柳田宏治（倉敷芸術科学大学）、山崎和彦（千葉工業大学）
U－4	ユビキタスデザイン方法論における 構造化シナリオ法の活用事例	○上田義弘（富士通（株））、郷健太郎（山梨大学） 高橋克実（ホロンクリエイト）、早川誠二（（株）リコー） 柳田宏治（倉敷芸術科学大学）、山崎和彦（千葉工業大学）
U－5	ユビキタスデザイン方法論における構造化シナリオ：事例研究	○柳田宏治（倉敷芸術科学大学）、上田義弘（富士通（株）） 郷健太郎（山梨大学）、高橋克実（ホロンクリエイト） 早川誠二（（株）リコー）、山崎和彦（千葉工業大学）
U－6	構造化シナリオ法におけるサービスシナリオの導出	○早川誠二（（株）リコー）、上田義弘（富士通（株）） 郷健太郎（山梨大学）、高橋克実（ホロンクリエイト） 柳田宏治（倉敷芸術科学大学）、山崎和彦（千葉工業大学）
U－7	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 構造化シナリオ手法の意義と今後の展開	○髙橋克実（ホロンクリエイト）、上田義弘（富士通（株）） 郷健太郎（山梨大学）、早川誠二（（株）リコー） 柳田宏治（倉敷芸術科学大学）、山崎和彦（千葉工業大学）

S / シンポジウム「千葉大学における人間工学的研究の過去・現在・未来」

…… **15:30 ～ 17:30**　　【司会】勝浦哲夫（千葉大学）

S－1	**建築人間工学と人間工学と千葉大学**	○吉岡陽介（千葉大学大学院工学研究科）
S－2	**デザイン科学としての人間工学**	○岩永光一、下村義弘、勝浦哲夫（千葉大学大学院工学研究科）
S－3	**仮想現実感技術による技能の訓練**	○加藤秀雄（千葉大学大学院工学研究科）
S－4	**人とコンピュータのコミュニケーション**	○堀内靖雄（千葉大学大学院融合科学研究科）
S－5	**Ubiquitous Health Care―健康を計る、健康を守る**	○田村俊世、関根正樹（千葉大学大学院工学研究科）

A / ユーザビリティ1 …… 14:00 ～ 15:15　　【座長】堀江良典（日本大学）

A－1	利き手と巧緻性検査の関係に関する研究	○田島一美、青木和夫（日本大学大学院理工学研究科）
A－2	携帯電話の利用実態調査 ― 場所、時刻、姿勢、画面の明るさ感 ―	○馬野由美、窪田悟（成蹊大学大学院） 中村芳知、野本弘平（三菱電機株式会社）
A－3	三次元デスクトップの一提案	○金山貢（電気通信大学大学院電気通信学研究科） 水戸和幸、板倉直明、清水豊(電気通信大学電気通信学部)
A－4	グリップ角度に焦点をあてたビデオカメラの最適な形状	○徳永裕香、下村義弘、勝浦哲夫（千葉大学大学院工学研究科） 飯島靖博、畑中晴雄、藤田日出人（三洋電機株式会社）
A－5	大腸内視鏡の操作性と熟練度	○下村義弘、岩永光一、勝浦哲夫（千葉大学大学院工学研究科）

B / 行動・作業1 …… 10:00 ～ 11:00　　【座長】小松原明哲（早稲田大学）

B－1	共同学習時における学習者間の心理的相互作用の研究	○井澤優也（東京理科大学大学院工学研究科） 中西美和、山本栄（東京理科大学工学部）
B－2	高齢者介護施設における入居者と介護者の行動特性 － OBSERVANT EYE を用いた長時間動画解析 －	○易強、岡田慶雄、 鈴木敬明、櫻川智史（静岡県工業技術研究所）
B－3	時間的切迫感が生理機能に与える影響	○石田裕一（千葉大学大学院自然科学研究科） 下村義弘、岩永光一、勝浦哲夫（千葉大学大学院工学研究科）
B－4	音声による精神的ストレス評価の試み －飛行時のストレス変化が音声に与える影響－	○秦淳一郎、竹内由則（航空自衛隊航空医学実験隊）

B / 行動・作業2 …… 11:15 ～ 12:00　　【座長】辛島光彦（東海大学）

B－5	単調作業時における作業の質と心拍の関係	○奥深山誠（東京理科大学大学院工学研究科） 中西美和、山本栄（東京理科大学工学部）
B－6	一対比較における被験者の回答の整合度に関する検討	○神田太樹（西武文理大学サービス経営学科）
B－7	アフォーダンスの概念に基づく 人間の動作モデルに関する研究	○野守耕爾（早稲田大学大学院） 小松原明哲（早稲田大学理工学術院）

B / 生理1 …… **14:00 ～ 15:15**　　【座長】下村義弘（千葉大学）

B－8	エッセンシャルオイルによる体表温などの 自律神経機能に対する効果	○伊藤裕也、一ノ瀬充行（岩手大学大学院工学研究科）
B－9	予測制御の難易度と事象関連電位(ERP)の関係	○庄子洋平、山本栄（東京理科大学） 小林大二（日本橋学館大学）
B－10	乳香刺激による生体生理作用の随伴陰性変動を用いた 電気生理学的研究	○簗田智子、一ノ瀬充行（岩手大学大学院工学研究科）
B－11	心電図と動作を長時間連続計測可能な 携帯型小型心電計の開発	○岡田慶雄、易強、 鈴木敬明、櫻川智史（静岡県工業技術研究所）
B－12	トレンド解析によるNIRSデータの心拍信号抽出	○三家礼子、盛川浩志、栗原俊介、河合隆史（早稲田大学） 田村義保（統計数理研究所）

C / 感覚・認知1 …… **10:00 ～ 11:00**　　【座長】山本栄（東京理科大学）

C－1	視覚以外の感覚情報がVR酔いに与える影響の検討（第2報） ～生体信号の解析～	○松田浩典、青砥哲朗（芝浦工業大学大学院工学研究科） 大倉典子（芝浦工業大学工学部）
C－2	誘導運動における色彩の効果	○山道主馬（電気通信大学大学院電気通信学研究科） 水戸和幸、清水豊（電気通信大学電気通信学部）
C－3	母趾底部の機械受容感覚器刺激が 動的バランス指標に及ぼす影響	○竹内弥彦（千葉県医療技術大学校理学療法学科） 下村義弘、岩永光一、勝浦哲夫（千葉大学大学院工学研究科）
C－4	声質の違いが音声言語情報の認知過程に及ぼす影響について	○深澤伸一（千葉大学大学院自然科学研究科） 下村義弘、岩永光一、勝浦哲夫（千葉大学大学院工学研究科）

C / 交通 …… **11:15 ～ 12:00**　　【座長】麻生勤（日本自動車研究所）

C－5	ドライバ属性によるステアリング操作差異の観察	○下山修、阿部学、佐久間壮（日産自動車株式会社総合研究所） 深田修、竹原昭一郎、須田義大（東京大学生産技術研究所）
C－6	駅床材の滑り感に関する予備的検討	○大野央人、伊積康彦、 石突光隆、青木俊幸（鉄道総合技術研究所）
C－7	脳波によるマイクロスリープ検出に関する研究	○松村裕幸(横浜国立大学大学院工学府) 高田一、松浦慶総（横浜国立大学工学研究院）

C / 安全 …… **14:00 ～ 15:00**　　【座長】青木和夫（日本大学）

C－8	労働災害に対するPSFリファレンスリストによる評価	○天明良太、岡田有策(慶應義塾大学理工学部)
C－9	仮想訓練における不快感に基づく警告システム	○Natasya Deviyani、加藤秀雄、 樋口静一、大川一也（千葉大学大学院工学研究科）
C－10	作業条件が情報伝達に与える影響	○高橋明子（早稲田大学大学院人間科学研究科） 石田敏郎（早稲田大学人間科学学術院） 中村隆宏、高木元也（独立行政法人労働安全衛生総合研究所） 神田直弥（東北公益文科大学公益学部）
C－11	地震災害時に高齢者を援護する情報システムの作成	○林貴行、今福珠英（東京理科大学大学院工学研究科） 山本栄（東京理科大学工学部）

◆11月24日（二日目）

A / ユーザビリティ2 …… 09:30 ～ 11:00　　【座長】山崎和彦（千葉工業大学）

A－6	キーボード操作時の手関節角度に 手関節装具及びキーボードの種類が与える影響	○竹田恵利子、青木和夫（日本大学大学院理工学研究科）
A－7	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－D/C 比との関連について－	○西口宏美（東海大学情報理工学部）
A－8	画像と打鍵を利用した携帯電話による個人認証	○石川和人（千葉工業大学大学院情報科学専攻） 宮本博幸（千葉工業大学）
A－9	パソコン機能の使用頻度とユーザ特性との関連性	○加藤麻樹、下平佳江、前田亜紀子（長野県短期大学）
A－10	Augmented Realityを用いた電子マニュアル参照時の マルチモーダルな操作方法に関する研究	○三浦敏郎、岡田有策（慶應義塾大学） 中西美和（東京理科大学）
A－11	協調的な作業における情報伝達強化のための Augmented Realityの応用可能性	○秋吉祐太、岡田有策（慶応義塾大学） 中西美和（東京理科大学）

B / バイオメカニクス …… 09:30 ～ 11:00　　【座長】富岡慶（株式会社東芝）

B－13	介護作業者の抱き起こし作業時の姿勢別最大筋力に関する研究	○永田久雄、 外山みどり（独立行政法人労働安全衛生総合研究所）
B－14	歯石除去作業における熟練者と未熟練者の相違	○弓倉峻、加藤秀雄、 樋口静一、大川一也（千葉大学大学院工学研究科） 橋本宣慶（青山学院大学理工学部） 松井恭平、石田洋子（千葉県立衛生短期大学）
B－15	入浴が腰部負担に及ぼす影響	○尾滝啓介（千葉大学工学部） 工藤亮（（株）INAX総合技術研究所空間技術開発室） 下村義弘、岩永光一、勝浦哲夫（千葉大学大学院工学研究科）
B－16	自動車シート着座時の疲労に関する研究	○宮下和範（横浜国大学大学院工学府） 高田一、松浦慶総（横浜国立大学工学研究院）
B－17	投球フォームのコンピュータによる良し悪し判定を行う システムの開発	○山中孝二（東海大学大学院開発工学研究科） 野須潔（東海大学開発工学部）
B－18	サッカーのリフティングにおける下肢の動作についての研究	○田平義仁（青山学院大学大学院理工学研究科） 尾崎宏樹（日本大学大学院理工学研究科） 丹野有、加藤謙一、水野統太、 浅野裕俊、井出英人（青山学院大学理工学部）

B / 生理2 …… 11:15 ～ 12:15　　【座長】易強（静岡県工業技術研究所）

B－19	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～	○青砥哲朗（芝浦工業大学大学院工学研究科） 大倉典子（芝浦工業大学工学部）
B－20	システムの感性を評価するための生体信号の 利用方法の検討(第3報)～カードを用いた課題による評価～	○中村雄司、原田拓哉、大倉典子（芝浦工業大学工学部） 青砥哲朗（芝浦工業大学大学院工学研究科）
B－21	心拍動を利用した個人的な印象メモとしての短縮映像	○豊沢聡、河合隆史（早稲田大学国際情報通信研究センター）
B－22	洗髪・洗体動作とシャワー入浴装置での温浴による 脈拍数変化について	○小林豊（河野臨床医学研究所附属北品川病院、 河野臨床医学研究所附属第三北品川病院） 浅井葉子（河野臨床医学研究所附属第三北品川病院） 渡辺寛（河野臨床医学研究所附属北品川病院）

C / 医療 …… 09:30 ～ 11:00　　【座長】木田健一（テルモ株式会社）

C－12	薬剤師向け学習支援システムの開発（第2報）	○鍋田啓太、木村昌臣、大倉典子（芝浦工業大学工学部） 土屋文人（東京医科歯科大学歯学部附属病院）
C－13	注射薬ラベル等のバーコード表示に関するアンケートの解析 －データマイニングを適用して－	○木村昌臣、大倉典子（芝浦工業大学工学部） 古川裕之（金沢大学医学部附属病院） 塚本均（トーアエイヨー株式会社） 土屋文人（東京医科歯科大学歯学部附属病院）
C－14	データマイニング手法による医療機器ヒヤリハット事例解析	○渡部祥、木村昌臣、大倉典子（芝浦工業大学工学部） 土屋文人（東京医科歯科大学歯学部附属病院）
C－15	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8報) －バーコード表示義務化に伴うPTPシートの表示方法の再検討－	○泉谷聡、大倉典子（芝浦工業大学） 高池敏男（アストラゼネカ株式会社） 土屋文人（東京医科歯科大学歯学部附属病院）
C－16	気管内吸引技術の鑷子を使用する方法と指の回転による 吸引効果の比較実験―改良型鑷子の開発に向けて―	○大久保祐子（自治医科大学看護学部） 小長谷百絵（東京女子医科大学看護学部）
C－17	人工呼吸器の警報発生時における熟練者と初心者の思考過程分析	○濱口淳、山本栄（東京理科大学） 小林大二（日本橋学館大学）

C / 感覚・認知2 …… 11:15 ～ 12:15　　【座長】山崎和彦（実践女子大学）

C－18	網膜像がぼけると異なる数字に見える視力視標	○森峰生（東京眼鏡専門学校）
C－19	大脳半球の片側優位性から見た表面色の情動効果	○陽東藍（千葉大学大学院自然科学研究科） 勝浦哲夫、岩永光一、下村義弘（千葉大学大学院工学研究科）
C－20	色照明環境が生体に及ぼす影響	○藤巻聡（電気通信大学大学院電気通信学研究科） 水戸和幸、清水豊（電気通信大学システム工学科）
C－21	足底面の不安定が重心動揺に与える影響と頸部可動域の関係	○壽里伸一、青木和夫（日本大学大学院理工学研究科）

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

ユビキタス時代へ向けて－これまでの活動報告－

○新家敦*
(*株式会社島津ビジネスシステムズ システム開発部)

Ubiquotous Working Group Report:　Toward the ubiquitous era

Atsushi SHINYA*
(*Shimadzu Business Systems Corporation)

1. はじめに

日本人間工学会アーゴデザイン部会(部会長:上田義弘)および情報社会人間工学研究部会(部会長:森博彦)はこれまで共同で「ユビキタス時代におけるユニバーサルデザイン」をテーマとしてワーキンググループ(WG)形式にて研究してきた。この度,「ユビキタス」がどういうものであるかについての一定の知見が得られたため,本活動の内容をまとめてみたい。

2. WG 活動について

アーゴデザイン部会が 2002 年 3 月に開催した合宿研究会(伊豆・富士通保養所)での特別講演「これからの IT 社会におけるアーゴデザインの役割」(講師:坂村健先生)における「ユビキタス社会」の話に感銘を受け,部会として「ユビキタス」を研究テーマとして取り上げることになった。

図 1　合宿研究会風景

活動内容は,毎年恒例の合宿研究会でのグループ討議,日本人間工学会全国大会および関東支部大会,関西支部大会での発表が主なものである。また,合宿研究会に参加いただいたことが縁となり,情報社会人間工学研究部会が本テーマの研究に加わっている。

2002 年 3 月のこの合宿研究会が端緒となり,その後 WG を設置した。2003 年度－2008 年度までが,第 1 期の活動となる。

3. 得られた知見について

・ユビキタスは遠い将来のものではなく,すでに携帯電話などにその事例は見られる。[3)]
・ユーザへの負荷が著しく増大する可能性があること。[6)]
・ユビキタスの流れは止められないこと。非人間的・否定的なイメージがあるが故に,人間工学の役割は大きいこと。[7)]
・インタフェースは個人化され,可搬性があり,そしてフレキシブルでなければならない。[9)]
・ユビキタス時代における「ユニバーサルデザイン実践ガイドライン」活用の留意点について。[11)]
・モノとコトをバランスよく表現できる素養がこれからのデザイナーに求められる。[12)]
・ユビキタス技術により,普段はセンサが高齢者を見守っており,本当に必要な時にだけ人間が手助けするようなシステムが可能となる。[16)]
・センサ導入当初にはユーザの「見張られ感」が強く,拒絶されるが,次第に利点が理解されてくると「見守られ感」に変わってくる。[16)]
・自動車用ドライブレコーダーのタクシーへの導入当初,ドライバーは監視されている感覚だった。しかし,もらい事故などの事例により次第に自己防衛のための機器として捉えられるようになってきている。[17)]
・製品デザインにおける「シナリオ」の考え方有効性について。[18)]
・「いつでも,どこでも,誰でも」使えるインタフェースから「いまだけ,ここだけ,私だけ」のためのインタフェースへの発想の転換が必要である。
・ユビキタスセンサを利用して,製品が実際に多くのユーザにどう使われているかを観察する手法について。[23)]
・ユビキタスを語るときに,人によりその概念が異なり混乱する。ユビキタスを構成する要素について 3 層(インフラ・システム層,インタラクション層,サービス・コンテンツ層)に分けて語ることで混乱を回避することができる。[24)]
・シナリオ法を用いることで,ユビキタスに対する学生の姿勢が積極的になった。[25)]
・最新の高級自動車では,多数のセンサからリアルタイ

ム情報を得ることで予防安全を実現している。[29]
・ホテルのフロント係は，お客様の状況を即座に把握してその場での最適のおもてなしをしている。これはユビキタス時代におけるユニバーサルデザイン製品にとっては格好の教師役と言えよう。フロント係はお客様の何を見て，どう判断・行動しているのか？[30]

これまでに得られたこれらの知見を財産とし，今後のユビキタス時代のユニバーサルデザイン研究の発展に資することを期待したい。

4. 今後の展開について

今後は，ユビキタス時代におけるデザイン方法論の構築に注力していく予定である。

5. 参考文献

1) 山崎和彦，笹島学：ユビキタス時代のための UI アプローチ／「触覚」を利用したアプローチの提案，JES 関東支部大会（2003/11）
2) 新家敦：In-Situ Ergonomics：その場観察による人間工学的評価手法の概要，JES 関東支部大会（2003/11）
3) 千代芳郁：ユビキタス時代のデザイン開発／携帯電話からみたユビキタス社会，JES 関東支部大会（2003/11）
4) 森博彦：ユビキタスコンピュータが目指したものと人間工学の役割，全国大会（2004/06）
5) 鱗原晴彦：ユビキタス時代のユーザインタフェース／GUI の二の舞にならぬための考察，JES 全国大会（2004/06）
6) 美記陽之介：ユビキタス社会におけるユーザビリティ／自動車におけるユーザビリティ，JES 全国大会（2004/06）
7) 平沢尚毅：ユビキタス時代における住民中心のコミュニティ・ソリューション，JES 全国大会（2004/06）
8) 森博彦：ユビキタスはユニバーサル？，JES 関西支部大会（2004/12）
9) 高橋賢一：ユビキタス時代におけるインタラクションのユニバーサリティ，JES 関西支部大会（2004/12）
10) 丸野進：ユビキタス時代のインタフェースに向けた情報処理技術，JES 関西支部大会（2004/12）
11) 柳田宏治：ユビキタスネットワーク対応製品の開発におけるユニバーサルデザイン実践ガイドラインの活用，JES 関西支部大会（2004/12）
12) 郷健太郎：ユビキタス時代におけるデザイン対象とデザイナの素養，JES 全国大会（2005/06）
13) 伊藤泰久：ユビキタス情報社会に対する人間中心設計アプローチ／開発の上流工程において重要となるプロセス，JES 全国大会（2005/06）
14) 甲洋介：ユビキタス■■デザイン方法論－あなたに何が見えますか－／設計・評価において基本となる 5 つの要素から検討する，JES 全国大会（2005/06）
15) 高橋克実：ユビキタス■■デザイン方法論としての In-Situ Solution／ユビキタスネットワーク環境のインターフィット（Intefit）構築，全国大会（2005/06）
16) 松岡克典：くらし情報を用いた生活見守り技術，JES 関東支部大会（2005/10）
17) 片山硬：自動車用ドライブレコーダーの開発と課題，JES 関東支部大会（2005/10）
18) 郷健太郎：シナリオをどう使えばデザインに役立つか，JES 関東支部大会（2005/10）
19) 伊藤潤：思い出に残るキャンパスライフ提案に至るまで，JES 全国大会（2006/06）
20) 吉川嘉修：ユビキタス技術によるキャンパスライフ支援の考察，JES 全国大会（2006/06）
21) 井上敦夫：ユビキタス時代における新しいキャンパスライフの提案／～フォトシナリオ手法によるアプローチ～，JES 全国大会（2006/06）
22) 松岡克典：家電ネットワークを用いた生活異変の検知技術，JES 関東支部大会（2006/12）
23) 新家敦：ユビキタス時代の観察手法，JES 関東支部大会（2006/12）
24) 森博彦：ユビキタス 3 層モデルの人間中心設計，JES 関東支部大会（2006/12）
25) 上田義弘：ユビキタス時代のコンセプト開発手法実践事例，JES 関東支部大会（2006/12）
26) 渥美文治：IAUD におけるユニヴァーサルデザインマトリックスの研究，JES 関東支部大会（2006/12）
27) 山崎和彦：UD マトリックスの展開 －ユビキタス時代を考慮して－，関東支部大会（2006/12）
28) 染谷裕：家電ネットワーク普及で製品の使い勝手はどう変わるのか？，JES 全国大会（2007/06）
29) 山田幸則：サスティナブル・モビリティに向けたトヨタの技術，JES 全国大会（2007/06）
30) 中村 賢一：ホテルにおける顧客満足 －ホスピタリティ・マネジメント－，JES 全国大会（2007/06）

[連絡先]
新家敦
株式会社 島津ビジネスシステムズ システム開発部
〒615-0005 京都市中京区西ノ京桑原町 1
TEL：075-823-1125
E-mail：shiny@shimadzu.co.jp

ユビキタス時代のユニバーサルデザイン方法論の提案

○山崎和彦[1]，上田義弘[2]，郷 健太郎[3]，高橋克実[4]，早川誠二[5]，柳田宏治[6]
（1千葉工業大学，2富士通（株），3山梨大学，4ホロンクリエイト，5（株）リコー，6倉敷芸術科学大学）

Proposal for Universal Design Methodology in the Ubiquitous Area

Kazuhiko YAMAZAKI[1],Yoshihiro UEDA[2], Kentaro GO[3], Katsumi TAKAHASHI[4],
Seiji HAYAKAWA[5], Koji YANAGIDA[6]
(1Chiba Institute of Technology，2Fujitsu, Ltd。, 3 University of Yamanashi, 4 Holon Create,
5 Ricoh Company, Ltd., 6 Kurashiki University of Science and the Arts)

1. はじめに

近年はユビキタス時代となり，コンピュータが人間の生活環境の中に埋め込まれ，ユーザー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。このような背景を考慮して，主に個々の製品開発を対象としていたユニバーサルデザインのアプローチに対して，ユビキタス時代をより考慮した展開が望まれる。

日本人間工学会アーゴデザイン部会では，ユビキタスデザイン方法論研究ワーキンググループを組織し，これからのユビキタス社会に向けたIT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ユニバーサルデザイン方法論の構築を目標に議論を行ってきた。この方法雄論により，ここでは，これらの議論の成果である「ユビキタス時代のユニバーサルデザイン方法論」の全体像について解説する。

2. ユビキタス時代のユニバーサルデザイン方法論へのアプローチ

2. 1. ビジョン提案型のアプローチ

ユニバーサルデザインのためのデザイン方法論の一つとして，UDマトリックスを活用した手法が「ユニバーサルデザイン実践ガイドライン」の中にまとめられている。この手法は，「問題解決型のアプローチ」であり，現状のプロダクトをユーザーの視点より評価し，そこで発見した問題点を改善するデザインアプローチである。特に，いろいろなユーザーの問題点の把握や，解決案の評価に役立つ特徴があり，近年は多くの企業や大学でこの手法が活用されている。

ユビキタス時代を考慮すると，まだ存在していないサービスや商品を提案することが重要となるが，そのような場合は現状の問題点の解決からスタートするのではなく，ユーザーの本質的な要求を把握して，どのようになったらよいのかという「ビジョン提案型のアプローチ」が必要となる。また，このようなアプローチはユビキタス時代だけでなく，既存商品やサービスにない，新たな商品やサービスの創出に活用できることが想像される。今後，2つのデザインアプローチを，対象ユーザーや開発の対象や目的により，効果的に活用することでユニバーサルデザインの目標に近づいていく。

2. 2. 対象ユーザーと4つのレイヤー

ユビキタス時代の検討プロセスのために，ユビキタス3層モデルとして，①サービスレイヤー，②インタラクションレイヤー，③システムレイヤーの3つのレイヤーが提案されている。このモデルを活用して，実際のデザインプロセスを検討してみると，対象のユーザーの把握を追加することと，サービスレイヤーをよりユーザーの価値とビジネスの価値を記述したサービスレイヤーとユーザー体験を記述するアクティビティレイヤーの二つに分けた方が分かりやすいと判断した。図1に示すように，ユビキタス時代の検討プロセスとして，対象ユーザーと4つのレイヤーを提案する。

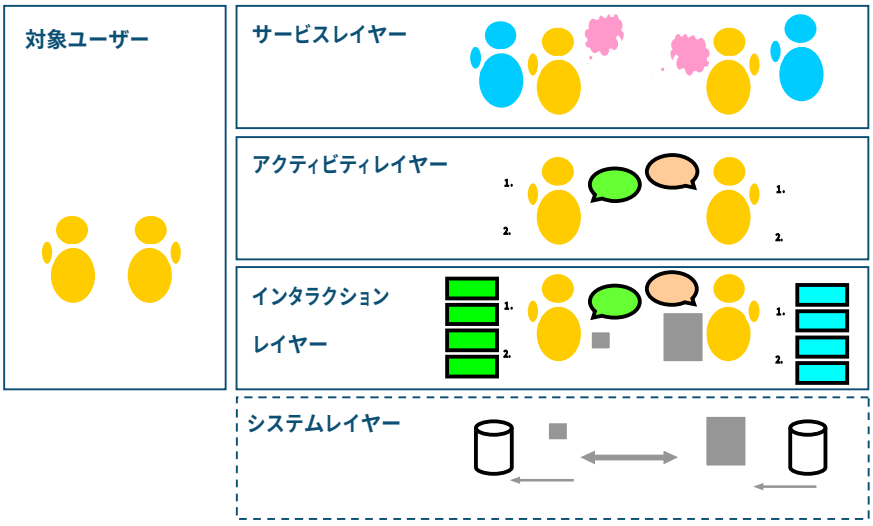


図１対象ユーザーと４レイヤー

2. 3. 提案するデザインプロセス

ユビキタス時代のユニバーサルデザインのために，図2に示すように，対象ユーザーと4つのレイヤーを活用したデザインプロセスを提案する。このプロセスでは初期段階で「対象ユーザーと目標の設定」を行い，コンセプトデザインの段階で「ユーザーとビジネス価値の設定」および「ユーザー体験の設定」を実施，詳細デザインの段階で「ユーザーのインタラクションの設定」および「システム仕様の設定」を実施する。

「対象ユーザーと目標の設定」の段階では，対象ユーザー情報収集のためにフォトダイアリーそして対象ユーザーと目標の記述のためにペルソナ手法を活用する。「ユーザーとビジネス価値の設定」の段階ではフォトエッセイやサービスシナリオを，「ユーザー体験の設定」の段階ではアクティビティシナリオ，「ユーザーのインタラクションの設定」の段階ではインタラクションシナリオを活用する。

2. 4. 構造シナリオ法

ユーザーシナリオ手法とは，ユーザー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。ユーザーシナリオとは，どのようなユーザーが，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。

ここでは，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)」を提案する。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「ユーザーの満足度」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。

構図シナリオ法では，以下の3つの代表的なシナリオを活用し，システム仕様の設定を行っていく。

①サービスシナリオ：ユーザーの本質的な欲求に合致するサービスを検討・開発する。そのためにユーザーにとっての価値とビジネスの価値を記述したシナリオ。

②アクティビティシナリオ：サービスの構成要素を明確にし，サービス全体のフローを検討・開発する。特に，ユーザーの体験に重きをおいたシナリオ。

③インタラクションシナリオ：サービスの構成，フローに従い，具体的なインタラクションを検討・開発する。ユーザーがどのような人工物とインタラクションするか記述したシナリオ。

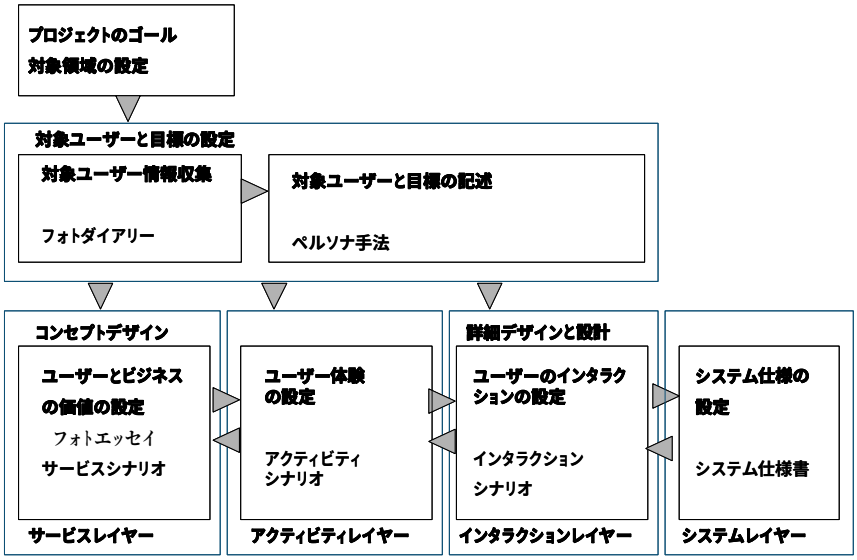


図2　提案するデザインプロセス

3. おわりに

このアーゴデザイン方法論を活用することで，①使いやすい商品やITシステムを開発できるようになり，②次世代の競争の源泉となる顧客価値の発見ができる。加えて，③開発のスピードアップやコスト削減が図れ，④売れる商品やお客様に喜ばれるITシステムの開発が可能になる。さらに，⑤次世代に向けたビジネスのベクトルが明確になり企業の経営にも寄与できると考えている。

ここでは，「ユビキタス時代のユニバーサルデザイン方法論」の全体像について解説した。今後，より具体的な手法として検討していくことと，提案した手法の検証をしていく予定である。

参考文献

1) 森博彦：ユビキタス3層モデルの人間中心設計，日本人間工学会関東支部大会，2006年

2) 山崎和彦，UD マトリックスの展開 -ユビキタス時代を考慮して，日本人間工学会関東支部大会，2006年

[連絡先]
山崎和彦
千葉工業大学
千葉県習志野市津田沼 2-17-1
TEL：047-478-0297
E-mail：designkaz@gmail.com

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

○郷 健太郎[1]、上田義弘[2]、高橋克実[3]、早川誠二[4]、柳田宏治[5]、山崎和彦[6]
(1山梨大学、2富士通(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)

Structured Scenarios in the Ubiquitous Design Methodology

Kentaro GO[1], Yoshihiro UEDA[2], Katsumi TAKAHASHI[3], Seiji HAYAKAWA[4],
Koji YANAGIDA[5], Kazuhiko YAMAZAKI[6]
(1University of Yamanashi, 2Fujitsu, Ltd., 3Holon Create, 4Ricoh Company, Ltd.,
5Kurashiki University of Science and the Arts, 6Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

ユビキタスデザイン方法論ワーキンググループ(WG)では, ユビキタス社会の実現に役立つ具体的なデザイン方法論の構築を目標に, アーゴデザイン部会と情報社会人間工学部会の研究活動をもとに議論を行ってきた[1]. これらの成果をもとに本稿では, 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の位置づけを議論し, 各シナリオの例を挙げる.

2. HCDにおけるシナリオ

Human-Centered Design (HCD) におけるシナリオは, ISO9241-11[2]におけるユーザビリティの定義(右上ボックス参照)に構造的に合致している. HCD におけるシナリオでは, 製品利用に関して, ユーザとその利用状況および目標を, 詳細かつ具体的に記述する. さらに, ユーザがその製品を利用して目標へ向かっていく活動の過程を, 時間順に詳しく描いたものである. 特にHCDの観点では, 有効さと効率, 満足度が評価できるように, 活動の過程を記述することが重要である[3]. 活動過程の評価項目である, 有効さと効率, 満足度は, デザイン対象と領域において意味が異なる. そこで著者らは, ユビキタス社会を実現する各機能別レイヤー[1]に対して, これらの項目を位置づけ議論する.

ユーザビリティ (Usability): 特定の利用状況において, 特定のユーザによって, ある製品が, 指定された目標を達成するために用いられる際の, 有効さ, 効率, ユーザの満足度の度合い.
利用状況 (Context of use): ユーザ, 仕事, 装置(ハードウェア, ソフトウェア及び資材), 並びに製品が使用される物理的及び社会的環境.
有効さ (Effectiveness): ユーザが指定された目標を達成する上での正確さ, 完全性.
効率 (Efficiency): ユーザが目標を達成する際に, 正確さと完全性に費やした資源.
満足度 (Satisfaction): 製品を使用する際の, 不快感のなさ, 及び肯定的な態度.

3. 構造化シナリオ法

HCD の基本概念を背景に, ユビキタスデザイン方法論 WG は, 構造化シナリオ法を提案する. 構造化シナリオ法では, シナリオを特徴別に書き分けることによって, ユビキタス社会を実現する各機能別レイヤーを明確化する.

構造化シナリオには, 3種類のシナリオが含まれる:(1)サービスシナリオ, (2)アクティビティシナリオ, (3)インタラクションシナリオ. これらのシナリオを基にして, システム仕様書が得られる. 構造化シナリオにおける各シナリオの特徴を表1に示す.

サービスシナリオは, サービスレイヤーでの記述に相当する. ユーザにとっての価値とビジネス的価値を記述するシナリオである. ビジネスの観点, 特に, 抽象的な目標やユーザの期待が描かれる. したがって重点評価軸はビジネスの観点である. また, HCD におけるユーザの満足度も, ここで議論する評価軸となる.

アクティビティシナリオは, アクティビティレイヤーでの記述に相当する. 活動全体のフローやユーザの情動が描かれる. ここでは, ビジネスの観点も記述されるが, 主となる記述対象は, ユーザの具体像とその活動である. 重点評価軸は HCD における有効性である.

インタラクションシナリオは, インタラクションレイヤーでの記述に相当する. 主にユーザが目標に向かう具体的活動を描く. 重点評価軸は HCD における効率である.

以上のシナリオに対して, システム仕様書には, システムによる実現像を表現する. 主となる記述対象は, 技術要素であり, 技術的観点から評価される.

4. 構造化シナリオ例

以下に「こづかい帳」について，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に書き分けた例を示す．

【サービスシナリオ】
少ない入力の手間で，収支を正確に管理したい．
[ビジネス的視点]
・顧客満足：操作性の高いユーザインタフェースによって，手軽な入力とデータ閲覧を実現する．

このサービスシナリオには，個別的なユーザを表現していない．またビジネス的視点を明示して検討するために，シナリオの物語部とは項目を分けて記述している．

【アクティビティシナリオ】
タクヤはこの仕組みを，こづかいを管理するために利用する．彼は，収入額や支出額を記録する．また，残金を確認する．細かい金額をちまちまと記録する姿を見られるのはかっこ悪いので，あまり目立たず，すばやく使いたいと感じている．

このアクティビティシナリオでは，ユーザのタクヤが行う活動の様子が描かれている．また「かっこ悪い」という表記からは，タクヤの態度が伺える．タクヤの詳細な定義については，別途用意したペルソナ表現で補足する．

【インタラクションシナリオ】
タクヤは，アルバイト代を受け取ったので，こづかい帳に記録したい．彼は，こづかい帳アイコンをダブルクリックして，アプリケーションを起動する．記録内容一覧が表示され，現在の残金が ¥12,800 と表示される．タクヤは最後の記録エントリの下にある空白エントリをクリックし，最近受け取ったアルバイト代の名目「引越荷物運び」と金額「9500」を書き込んだ．

このインタラクションシナリオでは，「収支の正確な管理を行う」という目標の副目標：「収入金額の記録」を達成するために行う個別的な活動を示している．活動の記述から，効率の評価が可能である．

これらのシナリオを基にして，システム仕様書の作成を行う．例えばユースケースシナリオ表現を使えば，3つのシナリオとの親和性を保った上で仕様が表現できる．

5. おわりに

本稿では，ユビキタスデザイン方法論として，構造化シナリオ法を概説した．サービスシナリオとアクティビティシナリオ，インタラクションシナリオの特徴を議論し，それぞれの例を示した．

参考文献

1) 山崎和彦．ユビキタスデザイン方法論（今後の方向性）．日本人間工学会アーゴデザイン部会・コンセプト事例報告会，2007 年 9 月 11 日．

2) ISO9241-11. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals. Part 11: Guidance on Usability (1998). (JIS Z 8521: 人間工学－視覚表示装置を用いるオフィス作業－使用性の手引き).

3) 郷 健太郎．HCD シナリオのデザインヒューリスティックス，ヒューマンインタフェース学会研究報告集，2007（印刷中）．

[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 甲府市武田 4-3-11
TEL：055-220-8632
E-mail：go@yamanashi.ac.jp

表1．構造化シナリオにおける各シナリオの特徴

	記述内容				重点評価軸	作成者（チーム）
	ビジネス 抽象的な目標 ユーザの期待	ユーザ 〃 具体像 〃 活動	対象物 構成要素	技術		
サービスシナリオ ユーザにとっての価値 ビジネス的価値	○	×	×	×	ビジネス HCD（満足）	ビジネス HCD
アクティビティシナリオ 全体のフロー，情動	△	○	×	×	HCD（有効性）	HCD
インタラクションシナリオ 目標に向かう具体的活動	△	△	○	×	HCD（効率）	HCD 技術
システム仕様書 システムによる実現	△	△	△	○	技術	技術

ユビキタスデザイン方法論における構造化シナリオ法の活用事例

○上田義弘[1]、郷 健太郎[2]、高橋克実[3]、早川誠二[4]、柳田宏治[5]、山崎和彦[6]
(1富士通(株)、2山梨大学、3ホロンクリエイト、4(株)リコー、5倉敷芸術科学大学、6千葉工業大学)

Structured Scenarios in the Ubiquitous Design Methodology: An Case Study

Yoshihiro UEDA[1], Kentaro GO[2], Katsumi TAKAHASHI[3],
Seiji HAYAKAWA[4], Koji YANAGIDA[5], Kazuhiko YAMAZAKI[6]
(1 Fujitsu Limited, 2 University of Yamanashi, 3 Holon Create, 4 Ricoh Company, Ltd.,
5 Kurashiki University of Science and the Arts, 6 Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

日本人間工学会アーゴデザイン部会では、2007年度からユビキタスデザイン方法論ワーキンググループを組織し、これからのユビキタス社会に向けたITシステムやプロダクトの開発に役立つ具体的な方法論の構築を目指して研究を行っている。

本稿では、その成果である「構造化シナリオ法」を、デザイン開発に適用した事例について概説する。

2. 構造化シナリオ法の概要

2. 1. 構造化シナリオ法とは

シナリオはデザインやHCD分野ではこれまでにも用いられている。しかし、開発プロセス全般にわたって体系的にシナリオを用いる方法は少ない。構造化シナリオ法は、構造化された4つの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やユーザに対する新たな価値を創出し、最終的に本当に使える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。

2. 2. シナリオ記述の手順

この手法では4つの各レイヤーに対して、体系的にシナリオを書き分けることが重要になる。

サービスレイヤーに対するシナリオは、ユーザが求める本質的な価値を明確にし、それを実現するサービスと、そのサービスによってもたらされるビジネス的価値を総合的に記述する。

アクティビティレイヤーに対するシナリオは、サービスのユーザに対する有効性を明確にし、サービス全体のフローやユーザとの関係性を述する。同時に、ユーザ像もペルソナ手法により具体的に記述する。

インターラクションレイヤーに対するシナリオは、サービスのフローやユーザの特性を考え、ユーザとシステムの間のインターラクションを具体的に記述する。

そして、システム仕様書は、このインターラクション・シナリオから技術要件を考慮して、具体的なITシステムやプロダクトの仕様を記述する。

これらのシナリオにより、「有効さ」、「効率」、「満足度」を高めるアイデアが生み出され、本当に役に立つITシステムやプロダクトの仕様を記述できるようになる。

3. 具体的なシナリオ事例

本手法の細部及び実効性検討を目的に、事例検討を行った。今後実現すると考えられる新たなサービスとユーザの関係性の検討から、ユビキタス端末のデザイン開発を行った事例を以下に示す。

3. 1. サービス・シナリオの開発

サービス・シナリオとして以下のようなものを描いた。

●サービス・シナリオ

公共空間でコンサートや映画等、「催しの情報」を街行く人々に最適に提供する。同時に、その情報を受け取った人が「催し」に参加するために必要なチケット販売やシアター情報等の提供を行うサービス。

3. 2. アクティビティ・シナリオの開発

アクティビティ・シナリオを図1に示す。また、シナリオ開発に重要なユーザのペルソナ設定を図2に示す。

3. 3. インターラクション・シナリオの開発

インターラクション・シナリオは絵で図1に併記した。このインターラクション・シナリオはアイデア開発の役割も果した。試行錯誤の検討を経て精緻に記述することにより、端末のユーザインターフェースが描ける。(図3参照)

4. 事例検討から得たポイント

従来の市場や既存機器の分析をベースにデザイン開発を行う手法では、サービスにフィットした端末像を描くことは難しい。構造化シナリオ法では、ユーザ・ペルソナに応じた行動が生き生きと伝わるため、端末のインターフェース・デザインを明確に描くことができる。

また、アクティビティ・シナリオとインターラクション・シ

ナリオを相互に関連付けて記述することで、端末開発に有効なアイデアが導きやすいこともわかった。また、同時にデザイン開発の実効性も確認できた。

5. おわりに

我々生活者は常に新しいサービスやエクスペリエンスを求めている。しかし一方で、ITシステムの利活用に対する厳しい視点も持っている。未来のビジョンを構想し、ITシステムやプロダクトを創造することは，一方では「オセッカイ」なシステムを生む危険性を孕んでいる。

これから本格的に始まるユビキタス社会に対し、我々の暮らしを本当に豊にする「活きたITシステムやプロダクト」を創出するために、この手法のさらなる検討を進め、開発の現場で開発者が自ら使える手法に育てたい。

参考文献

1) 山崎和彦ら. ユビキタスデザイン方法論（今後の方向性）. 日本人間工学会アーゴデザイン部会・コンセプト事例報告会, 2007 年 9 月 11 日.

[連絡先]
上田 義弘
富士通デザイン株式会社
〒211-8588 川崎市中原区上小田中4－1－1
TEL ： 044-754-3741
E-mail ： y.ueda@jp.fujitsu.com

図1. アクティビティ・シナリオとインターラクション・シナリオの例

図2. ペルソナの設定

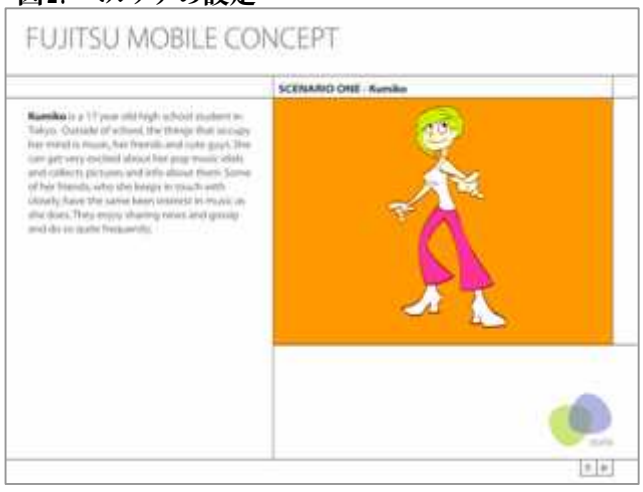
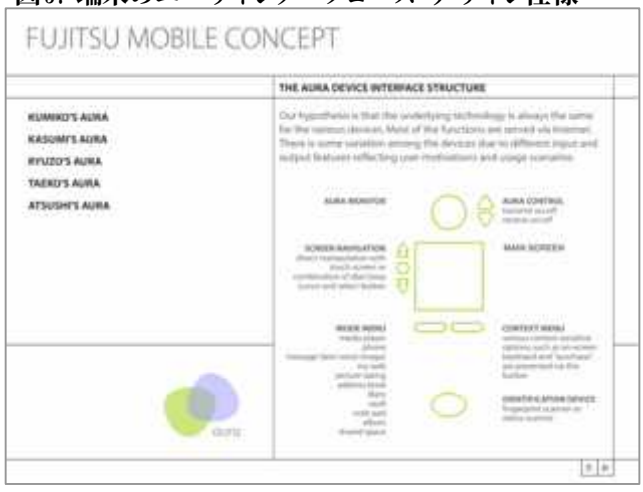


図3. 端末のユーザインターフェース・デザイン仕様



ユビキタスデザイン方法論における構造化シナリオ：事例研究

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

Structured Scenarios in the Ubiquitous Design Methodology: An Case Study

Koji YANAGIDA[1], Yoshihiro UEDA[2], Kentaro GO[3], Katsumi TAKAHASHI[4],
Seiji HAYAKAWA[5], Kazuhiko YAMAZAKI[6]
(1 Kurashiki University of Science and the Arts, 2 Fujitsu, Ltd., 3 University of Yamanashi,
4 Holon Create, 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年からユビキタス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具体的な方法論の構築を目指して研究を行っている[1)]。本稿では、その成果である「構造化シナリオ手法」について、具体的な事例を作成して概説する。

2. シナリオ事例作成の目的

構造化シナリオ手法は、本来は新たなサービスを生み出すことを目的としたものであるが、これが有効なものであれば、既存のサービスを構造化シナリオ法のフレームに当て嵌めることができるはずである。本手法の細部の明確化と有効性の検討を目的に事例作成を行った。

対象は、新たなユビキタスサービスが次々に生まれてきている電子マネーとした。尚、電子マネーには買物決済手段を主機能とした買物系と、鉄道乗車券としての機能を持つ交通系に大きく分けられるが、ここでは多様なサービスの検討をしやすくするために交通系電子マネーのサービスを対象とした。

2. 交通系電子マネー

交通系電子マネーは、日本国内では2001年にJR東日本による「Suica」が首都圏で登場して以来、PASMO、ICOCA、 PiTaPa などが各地に展開され、2007 年 4 月時点でカード型の Suica だけでも 2000 万枚を超えるなど、急速な普及を見せている。

交通系電子マネーの登場により、改札を通り抜ける際にカードや携帯電話を自動改札機のリーダーに軽くタッチするだけで入出場でき手軽になっただけでなく、乗車前に行き先までの料金を確認し、自動券売機を操作して適切な切符を購入するという作業が不要になった。また、移動の履歴をパソコンなどで確認したり、改札への特定個人の入退場をシステムが感知して指定アドレスに E メールを送信するなどのサービスも実現している。さらに買物系のサービスも取り込まれてきており、続々と多様なサービスが生まれている。

3. シナリオの作成手順

構造化シナリオ手法ではサービスレイヤー、アクティビティレイヤー、インタラクションレイヤー、システムレイヤーの4つのレイヤーで検討する。シナリオの作成手順は、ペルソナ設定→フォトエッセイによるテーマ設定→サービスシナリオの検討→アクティビティシナリオの検討→インタラクションシナリオの検討となる。

これらのシナリオから HCD の観点から「有効さ」、「効率」、「満足度」の高い IT システム・製品のアイデアが生み出され、仕様が検討されることになる。

4. 交通系電子マネーのシナリオ事例

交通系電子マネーのサービスを構造化シナリオ法のフレームに当て嵌めた事例を図1に示す。

まず、ペルソナとして3人を設定するとともに、フォトエッセイによって導き出されるテーマを設定した。次に、フォトエッセイに方向付けられた経験価値を実現するサービスシナリオを記述した。ここでは A-C の3つの場面で描いている。サービスシナリオはペルソナに依存せず、また対象となるシステム・製品を想定していない。続いて、サービスシナリオを実現するアクテビティシナリオを記述する。これはペルソナを考慮し、HCD の観点から考察されたシナリオとなるが、具体的なシステムや製品は記述されない。最後にアクティビティシナリオを実現するためのインタラクションシナリオを記述する。これはペルソナを反映し、具体的なシステム・製品が盛り込まれたものとなる。ペルソナとシステム・製品との最適な関わりを検討する。以上のシナリオから、システム・製品の仕様を検討することになる。本事例では、仕様についての記述は省略した。

5. おわりに

本稿では、構造化シナリオ手法を既存サービスに当て嵌めて検討した。この作業により、各シナリオの位置付けや記述方法をより明確にすることができた。また、サービスシナリオができれば、アクションシナリオやインタラクションシナリオはある程度容易に導き出せることもわかった。さらに場面 A では、電車利用に際して顧客に個別のリアルタイム音声ガイドを行うという新たなシナリオを導出することができ、手法の有効性も確認できた。今後は、既存サービスの事例研究に加えて新たなサービスシナリオを導出することを重ね、より実効的な手法となるよう検討していく計画である。

参考文献

1) 山崎和彦ら，ユビキタス時代のデザイン方法論の提案，日本人間工学会関東支部大会，2007 年 9 月 23 日

[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

フォトエッセイ		ペルソナ	
・面倒な手続きを避けたい。		**ツトム**： 男性、45歳、父親、メーカー勤務（設計）、仕事は100%全力投球、合理性第一	
・楽しいことはすぐに体験したい。		**ユウコ**： 女性、23歳、独身、一人暮らし、百貨店勤務（企画）、流行に敏感、遊びの仕切り役	
・人に頼りたくない。		**アイコ**： 女性、20歳、学生（音大作曲科）、実家住まい、全盲、人に頼るのは重荷 IcanDoIt!	
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**
A 改札 ・乗換	●朝の通勤/通学。毎日のことだから電車に乗る手続きに意識を向けるのは煩わしい。今日一日の計画などに意識を向けて時間を有意義に使う。 ●改札の通過や乗り換えの際、面倒なことをしないでスマートに電車を利用する。 [ビジネス視点] ・顧客満足：手軽さ、利便性。改札通過時間（切符購入時間含）の短縮による混雑減少。 ・顧客情報：顧客の利用情報を事業に活用。 ・コスト削減：磁気式切符用自動改札機のメンテナンスコストを削減。 ・環境対応：磁気式切符の大量消費による環境負荷を削減。	●ツトムさんは、いつもの朝の通勤電車に乗る。今日は得意先でのプレゼンのため、現場に直行。頭の中は今日のプレゼンのことで一杯。駅では切符を買うことはなく、人の流れに乗って歩いているだけで気が付いたら改札を通り過ぎ、電車に乗っていた。 ●途中でいつもと別の私鉄に乗り換えたが、切符のこと（乗車手続き）は意識しないで改札を入って行った。 ●ユウコさんは、いつもの朝の通勤電車に乗る。今日は寒くて手袋をしているが、手際良くスマートに入場・乗車する。 ●アイコさん（全盲）は、通学電車をラクに利用する。券売機など機器の操作はしない。券売機の操作には戸惑うことが多く、時間がかかることもあるし、視覚に頼る操作だけだと人の助けが必要になって嫌だ。 ●今日は、ゼミで行うミニコンサートの打合せでホールに直行だ。途中、いつもとは違う初めての電車に何度か乗り換えたが、適切なガイドで戸惑うことはなく、自力でラクに行けた。	●ツトムさんは、駅では人の流れに乗って改札に向かって歩き、無意識にICカードの入った財布を改札機にタッチした。 ●途中で電車を乗り換えたが、電光表示で電車の行き先を確認しただけで、切符のことは頭になかった。定期区間外だが、いつもの駅と同じように、財布を改札機にタッチして改札を通過し乗り換えた。 ●ユウコさんは、改札を通るときに手袋をしたまま鞄から携帯電話を取り出し、改札機にタッチして改札を通過した。 ●アイコさん（全盲）は駅に向かう途中、目的地の駅を携帯電話に話して登録した。 ●駅では携帯電話を改札機にタッチして入場した。 ●途中の乗り換えでは、歩く方向や乗る電車、降りる時などを刻々と携帯電話が音声でガイドしてくれた。
B メール 情報 サービス	●朝の通勤の電車内で今日の運勢を読み、一日のスタート。 ●運勢関連の情報から関連した店の情報を入手し、スケジュールに組み込む。 [ビジネス視点] ・顧客データを活用した個別対応マーケティング。	●ユウコさんは電車の中で今日の運勢を確認した。 ●関連情報で、おしゃれなランチの店の情報も入手。早速、割引クーポンもゲット。お店を予約して、同僚に連絡。 ●昼休みにはサイフを持たないで外に出る。支払いでは現金を扱わない。	●改札を通るとすぐにユウコさんの携帯電話にメールが届いた。情報登録しておいた占いコンテンツだ。さっそく読み始めた。今日のラッキーカラーは赤青白のトリコロールカラーだって。 ●関連情報リンクボタンをクリックすると、会社の近くのおしゃれなフレンチレストランのオープン情報が写真付きで表示された。シェフの動画メッセージも。今日のランチはここにしよう。 ●割引クーポン券のアイコンをクリックして割引をゲット。予約ボタンで2名を選択。同僚のトモコに情報を転送。 ●店での支払いは携帯電話をリーダーにタッチして即終了。
C 履歴表示	●煩わしい出張旅費清算を、時間と手間を掛けずにラクに済ませる。 [ビジネス視点] ・顧客満足：履歴情報を提供し、顧客に便利に活用してもらう。	●ツトムさんは、今月は外出や近場の出張が続き慌しかった。今日はようやくオフィスでゆっくり時間が取れるため、旅費の清算などの事務処理をまとめて済ませようと考えた。 ●交通機関の利用履歴を見ながら確認。このデータをそのまま旅費清算処理に回す。合理的な作業が気持ちいい。 ●煩わしさも無く、わずかの時間で事務処理を終了した。	●ツトムさんは、オフィスのパソコンで事務処理ソフトを立ち上げた。 ●交通機関利用履歴ボタンをクリックすると、ICカードの利用履歴画面が表示された。 ●この中から清算項目を選択し、旅費清算フォームに転送。 ●事務処理ソフトの旅費清算フォーム上に、移動場所と交通機関、金額、日時が表示されたので、確定ボタンをクリックして申請終了。

図 1 構造化シナリオ事例 ： 交通系電子マネー

構造化シナリオ法におけるサービスシナリオの導出

○早川誠二[1]、上田義弘[2]、郷 健太郎[3]、高橋克実[4]、柳田宏治[5]、山崎和彦[6]
(1 (株) リコー、2富士通 (株) 、3山梨大学、4ホロンクリエイト、5倉敷芸術科学大学、6千葉工業大学)

Service Scenarios in the Structured Scenarios Method
Seiji HAYAKAWA [1], Yoshihiro UEDA [2], Kentaro GO [3], Katsumi TAKAHASHI[4],
Koji YANAGIDA[5], Kazuhiko YAMAZAKI[6]
(1 Ricoh Company, Ltd., 2 Fujitsu , Ltd., 3 University of Yamanashi, 4 Holon Create,
5 Kurashiki University of Science and the Arts, 6 Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

1988 年、Mark Weiser によってユビキタス・コンピューティングの概念が提唱され 20 年近くが経過した。情報通信技術やコンピューターなどのめざましい発展を経て、まさに本格的なユビキタス時代が始まろうとしている。しかし、現段階ではユビキタス社会において我々生活者 (ユーザー) はどのような恩恵を得ることができるのか、必ずしも明確でない。今必要なことは、これからの人間生活や仕事を想定し、我々が恩恵を感じられるようなITシステムやプロダクトを創ることではないだろうか。

そこで、日本人間工学会アーゴデザイン部会では、ユビキタスデザイン方法論 WG を組織し、これからのユビキタス社会に向けたITシステム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、情報社会人間工学部会と共に議論を行ってきた。本稿では、これらの議論の成果である「構造化シナリオ法」におけるサービスシナリオの導出方法ついて概観する。

2. 構造化シナリオ法

ユビキタスデザイン方法論 WG におけるこれまでの議論で、デザイン方法論は問題 (課題) 解決型のアプローチとビジョン構築型のアプローチの2つに大きく分類できることがまとまってきた。ビジョン構築型アプローチにおけるデザインプロセスは、対象領域とプロジェクトのゴールを決めることに始まり、対象ユーザーと目標の設定を通じ、ユーザーの本質的な欲求に対し、新たなサービスや支援機能を描き、その実現のためのITシステムやプロダクトを人間中心設計 (HCD) 観点で検討するデザイン方法論である。

ユビキタス時代にはこのビジョン構築型アプローチから、サービスオリエンテッドに商品やITシステムを開発することがより重要であると考え、我々はHCD観点からシナリオ法を活用することにした。このアプローチの方法を我々は「構造化シナリオ法」と呼ぶ。

3. 構造化シナリオ法におけるレイヤー

構造化シナリオ法では、構造化された4つのレイヤー毎にシナリオを描くが、各レイヤーでの記述 (シナリオ) の内容は以下の通りである。

	記述内容				重点評価軸	作成者 (チーム)
	・ビジネス的な目標 ・ユーザの経験	・ユーザ像 ・ユーザの活動 ・ユーザの情動	・対象物 ・構成要素	・技術要素		
サービスシナリオ ユーザにとっての価値 ビジネス的な価値	○	×	×	×	ビジネス ユーザビリティ (満足度)	ビジネス HCD 関係者
アクティビティシナリオ 全体フロー	△	○	×	×	ユーザビリティ (有効性)	HCD 関係者
インタラクションシナリオ 目標に向かう具体的な活動内容、部分フロー	△	△	○	×	ユーザビリティ (効率性)	HCD 関係者 技術者
システム仕様書 システムによる実現	△	△	△	○	技術的可能性	技術者

表1. 構造化シナリオ法の階層と記述内容及び特性

①サービスレイヤー：ユーザの本質的な欲求に合致するサービスを検討し、記述する。
②アクティビティレイヤー：サービスの構成要素を明確にし、サービス全体のフローを検討し、記述する。
③インタラクションレイヤー：サービスの構成、フローに従い、具体的なインタラクションを検討し、記述する。
④システムレイヤー：インタラクションを実現するITシステムやプロダクトの仕様を検討し、記述する。

4. サービスシナリオの導出（記述）方法

サービスレイヤーに対するシナリオでは、ユーザーが求める本質的な経験価値を明確にし、それを実現するサービスと、そのサービスを提供する側のビジネス的価値を総合的に記述する。

サービスシナリオを記述する前提として、対象ユーザーとその目標を設定する必要がある。対象ユーザーとその目標を設定する方法としてペルソナ法*、対象ユーザーの情報収集の方法としてフォトエッセイ法が活用できる。

* *ソフトウエアや機器の仕様や設計の検討方法の一つであるシナリオ法の中で用いられる概念的な使用者（典型的なユーザー）のこと*

ユーザー情報を収集するフォトエッセイ法では、人生の究極の目的である「幸せになりたい」「美しくありたい」「楽しく豊かに暮らしたい」などのテーマや、「オフィスにおける快適な機器・サービス」といったプロジェクトの狙いに依存するある状況での具体的な目標をテーマに、そのテーマを表現する写真を一枚撮り、その写真にどのような意味があるのかをエッセイとして記述する。自分の経験からのエッセイでも、設定されたペルソナになりきってのエッセイでもかまわない。また、一人で作成しても複数の人間が同じテーマで作成してもよい。このエッセイをもとに、キーワードを抽出したり、キーワードから想定されるサービスの享受場面を想定した利用シーンを発想する。時間軸や場所などを考慮した利用シーンを描くフォトダイヤリー法などを用いることも有効である。また、文章だけでなく、スケッチなども併せて記述するとサービスイメージがわきやすい。そして、利用シーンにおける具体的なユーザーの経験をシナリオとして記述する。

サービスシナリオの内容は、利用者側からの発想が原点になるが、同時に提供する側にとってのビジネス的な観点からどのような価値を持つのかも記述しておく。

フォトエッセイ法を用いて記述されるサービスシナリオは、利用者からみて「満足度」*の高いものであるどうかをHCD視点で評価するとともに、ビジネスの観点から価値のあるものかの評価を行う。

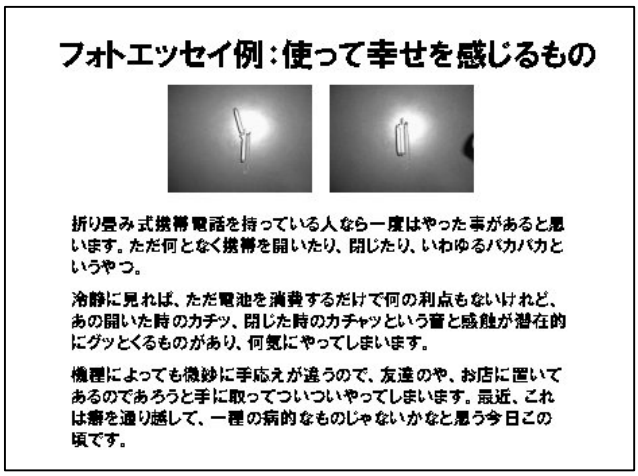


図1. フォトエッセイの例

* *ISO9241-11 で規定される「ユーザビリティ」の定義にもとづく，特定のユーザーにとって，ある利用状況下での「満足度」の度合い*

4. おわりに

構造化シナリオ法におけるサービスシナリオの導出方法に関し概説した。ユビキタス時代における典型的なサービスとして電子マネーなどがあげられるが、これからの本格的なユビキタス時代の到来において、ビジョン構築型アプローチである構造化シナリオ法は、技術・システムからの発想ではなく、ユーザーの立場から HCD の視点で IT システムやプロダクトを検討できる有効なデザイン方法論であると考えられる。具体的な手法としての検討は緒についたばかりであるが、今後より実践的なデザイン方法論としての確立を目指したい。

参考文献

1) 山崎和彦. ユビキタスデザイン方法論（今後の方向性）. 日本人間工学会アーゴデザイン部会・コンセプト事例報告会, 2007 年 9 月 11 日.
2) 柳田宏治ら. ユビキタスデザイン方法論における構造化シナリオ：事例研究. 日本人間工学会関東支部第37回大会.2007 年 9 月 23 日

【連絡先】
早川 誠二
株式会社リコー
経営品質管理本部アプライアンス推進室
〒143-8555 東京都大田区中馬込 1-3-6
TEL：03-6890-2002 E-mail：hayakawa@rdc.ricoh.co.jp

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手法の意義と今後の展開

○髙橋克実[1]、上田義弘[2]、郷 健太郎[3]、早川誠二[4]、柳田宏治[5]、山崎和彦[6]
(1ホロンクリエイト、2富士通(株)、3山梨大学、4(株)リコー、5倉敷芸術科学大学、6千葉工業大学)

Structured Scenarios in the Ubiquitous Design Methodology

Katsumi TAKAHASHI[1], Yoshihiro UEDA[2], Kentaro GO[3], Seiji HAYAKAWA[4],
Koji YANAGIDA[5], Kazuhiko YAMAZAKI[6]
(1Holon Create Inc, 2Fujitsu, Ltd., 3University of Yamanashi, 4Ricoh Company, Ltd.,
5Kurashiki University of Science and the Arts, 6Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

構造化シナリオ手法をご理解頂くために、この手法のもたらす効果や意義について、述べる必要があるかと思います。そこで、この手法についての疑問を以下のように挙げてみました。

■なぜ、ユビキタス時代のユニバーサルデザイン方法論なのか？
■なぜ、ビジョン提案型アプローチなのか？
■なぜ、シナリオ手法なのか？
■なぜ、シナリオを構造化する必要があるのか？
■なぜ、サービスを創出する必要があるのか？
■なぜ、ペルソナ・アクティビティマトリックスなのか？
■なぜ、ビジネス開発と関わるのか？
■なぜ、デザインや人間工学に関わることなのか？

この他にもあるとは思いますが、ひとまず、これらについて答えることで、構造化シナリオ手法の意義を述べることとします。

2. ユビキタス時代のユニバーサルデザイン方法論の必要性

ユビキタス(時空自在)が社会一般に認知されて久しいですが、その間にも技術革新の進展は目覚しく、携帯電話、電子マネー、地デジ放送、交通システムなど様々な生活環境の変化が起きています。今後はより一層この変化が進み、生活環境は偏在するコンピュータに、より依存することとなっていくと考えられます。また、モノづくり、環境づくりの分野もセンサー、ネットワーク、ロボット、新素材などの最新技術により加速度的に変化すると考えられます。しかし、こうした新たな技術革新から生まれたモノの存在により考案されるサービスやインフラへの生活者の不安は募るばかりです。

そこで、こうした不安のない、人に望まれる体験・経験(エクスペリエンス)をスタートとする創造行為が求められることとなります。そして、それらは人にとって必要十分なユビキタス環境の創生となっていかなければならないと信じます。すなわち、すべての人のためのユビキタス環境の実現をするためにはこのデザイン方法論の存在が必要不可欠となります。

3. ユビキタス時代のユニバーサルデザイン

私達、アーゴデザイン部会の提案した「ユニバーサルデザイン実践ガイドライン」と、この中で紹介しているUDマトリックスは広く活用され、商品や環境など様々な分野の改善でお役に立っていると思います。

そこで更にモノや空間の設えの改善だけではできないユニバーサルなデザイン開発を目指して、このユビキタス時代のユニバーサルデザインを提案しました。

ユニバーサルデザインの理念である「いつでも、どこでも、誰でも」という多くの人の最大公約数を探す開発から「今だけ、ココだけ、貴方だけ」というユビキタス技術を活用したカスタマイズによるきめ細かな最小公倍数的なユニバーサルデザインの必要性を進めることとしました。この開発により、さりげなくユニバーサリティの高いユビキタス社会を創りだすために先進技術を活用することとなるのです。

4. ビジョン提案型アプローチ

これまでのユニバーサルデザインのための手法は問題解決型であり、改善を目的としたものでした。これに対して、ユビキタス時代のユニバーサルデザインでは、このアプローチでは生むことのできない新たな広い視野からのユニバーサルデザインを創造することが求められます。そこで、望まれる未来ビジョンを提案するアプローチから、これまでにない開発プロセスを作り出したのです。このプロセスはサービスを創造することがモノづくりや生活環境を一新させることであり、インフラやシステムをも巻き込んだ提案を可能にした手法の概念となると考えています。

5. 構造化シナリオ手法の必要性

ビジョン提案やサービス提案となりますと、その創造的手法はシナリオ記述やシーンビジアライズとなります。その中でも誰にでもできる方法として、生活者の経験、体験（エクスペリエンス）を創造的に記述するシナリオ手法が有効であると考えました。

生活者視点のサービス体験の記述からアクティビティ（行為）の体験記述へ具体的にしていくことで、サービスの実体を明確にすることができます。また、このアクティビティにモノの使い方を踏まえた体験記述を具体的に行うことで、人とモノのインタラクションの方法を明確にし、モノづくりのためのユースケースを作りやすくすることとなります。

このように理想を記述するシナリオが生むユニバーサルなインタラクションが階層化され、明快にブレイクダウンすることでサービスをより具体的な仕様にまで落とすことのできる構造化シナリオ手法はこれから必要欠くべからざるものとなっていくと思います。

6. ペルソナ・アクティビティ（PA）マトリックス

構造化シナリオ手法ではUDマトリックス法の拡大解釈として、タスク×ユーザーグループに准えて、アクティビティ（具体的サービス内容である行為）×ペルソナ（サービス享受者である想定ユーザーの代表）のマトリックスを設定しました。これにより、ペルソナのアクティビティをHCD視点で具体的なモノとのインタラクションの体験記述を可能とします。

ユビキタス時代のユニバーサルデザインに於いて、適正なサービス価値の実現のためには、想定されたユーザー体験を作り出すPAマトリックス法は大変有効であると考えています。

7. 望まれるサービスとビジネスの視点

企業や行政が提供するサービスは享受者の視点で生まれる体験をもとに作ることが必要ではあり、ビジョンから生まれるサービスはユビキタス時代のユニバーサルデザインに有効であることが望まれます。

しかし、提供者側にとっても、そのビジネス的価値が少なければ維持継続と発展は望めないため、その意味でも、ビジネス価値は享受者の生活価値とそのサービスで共有しなければなりません。すなわち、望まれる抽象的なサービス記述から具体的に望まれるモノづくりや環境づくりが行われることでビジネスとなっていくのです。

このように生活者への新たなビジョン提供がモノづくりや環境づくりのビジネス価値を創出する視点へと変化していくと考えられます。

8. デザイン、人間工学の視野

モノのデザイン開発がビジネスにより定められた仕様に基づきデザインされている状況を抜け出し、ユビキタス時代のユニバーサルデザインではその要求仕様設定の段階からデザイナーがサービス構築へ積極的に参加するチャンスを持つことが重要です。

また、人間工学では分析・改善型のアプローチから、構造化シナリオ手法を使ってビジョン提案型のアプローチへとその視野を広げる一助となればと考えます。これは今注目されつつあるマクロエルゴノミックスからのアプローチとも相通ずるところではないでしょうか。すなわち、システムやインフラ構築のためのデザイン手法であり、人間工学研究であると考え、その必要性はこれからますます重要であると思われます。

9. まとめ

ユビキタス時代のユニバーサルデザインのための構造化シナリオ手法は今、スタートしたばかりの手法です。まだ考えも浅く、これから深めていくこととなります。そのため、様々な立場の人の視点からの考察をお聞きし、実践の場で多くの検証を行うことが必要です。具体的には解り易い手法の表現や使いやすいツールを作り、手法と事例によるまとまりのあるものとする予定です。学校教育ではこれからの人間工学者やデザイナーにこの手法を浸透させ、その結果、各企業や行政の方々にサービス開発のプロセスに組み込まれることを望みます。

10. 今後の展開

●WGによる手法の検討（2007年12月 - 2008年3月）
　WGによる具体的ツール仮説の立案
　大学教育での検証
　（例：千葉工業大学、倉敷科学芸術大学など）
　企業での検証（例：富士通、リコー、など）
●アーゴデザイン部会合宿で体験検証（2008年3月）
●人間工学会全国大会（2008年6月）手法検証を発表
　手法とツールの提案
　合宿での検証結果の発表
　大学、企業などでの検証報告
　手法の今後の検討課題

[連絡先]
髙橋　克実
株式会社ホロンクリエイト
〒222-0033　横浜市港北区新横浜 3-18-20
TEL：045-475-3903
E-mail：takahasi@hol-on.co.jp

シンポジウム

「千葉大学における人間工学的研究の過去・現在・未来」

建築人間工学と人間工学と千葉大学

○吉岡陽介*
(*千葉大学大学院工学研究科)

Architectural Ergonomics and Chiba University
Yohsuke YOSHIOKA*
(*Graduate school of technology, Chiba university)

1. 建築人間工学と千葉大学

1981 年、日本建築学会の中に建築人間工学小委員会が設置された。その最初の委員長となったのが当時千葉大学建築学科の教授であった小原二郎である。

これより以前、日本で人間工学が認知されはじめる1960 年代から、千葉大学では小原を中心として、建築と人間との関係を人間工学的視点から記述する試み、特に家具や室内インテリアを人間の人体寸法や動作空間の分析から設計し直そうとする試みが進められていた。1969 年には、おそらく日本で初めてとなる、建築･室内計画における人間工学的視点の重要性について本格的に言及した書物、「建築･室内･人間工学」[1]が、ほかならぬ小原二郎自身の手によってまとめられている。

千葉大学におけるこうした一連の取組みに呼応するように、建築分野における人間工学的手法の必要性を認識し、積極的に自らの研究領域に援用しようとする研究者も急速に増加していく。こうした気運の高まりの中、冒頭に述べたように、建築人間工学小委員会が日本建築学会内に公式に設立される。以来、千葉大学は、大阪大学や東京大学とならんで、初期の建築人間工学研究における中心的な役割を担うことになる。

2. 建築人間工学と人間工学

以降 20 年あまりの歳月を経て、建築計画学の一分野としての地歩を固め、多彩な進展を遂げてきた建築人間工学は、しかしその成立の当初から、本家の「人間工学」とは多少理念を異にしていた。

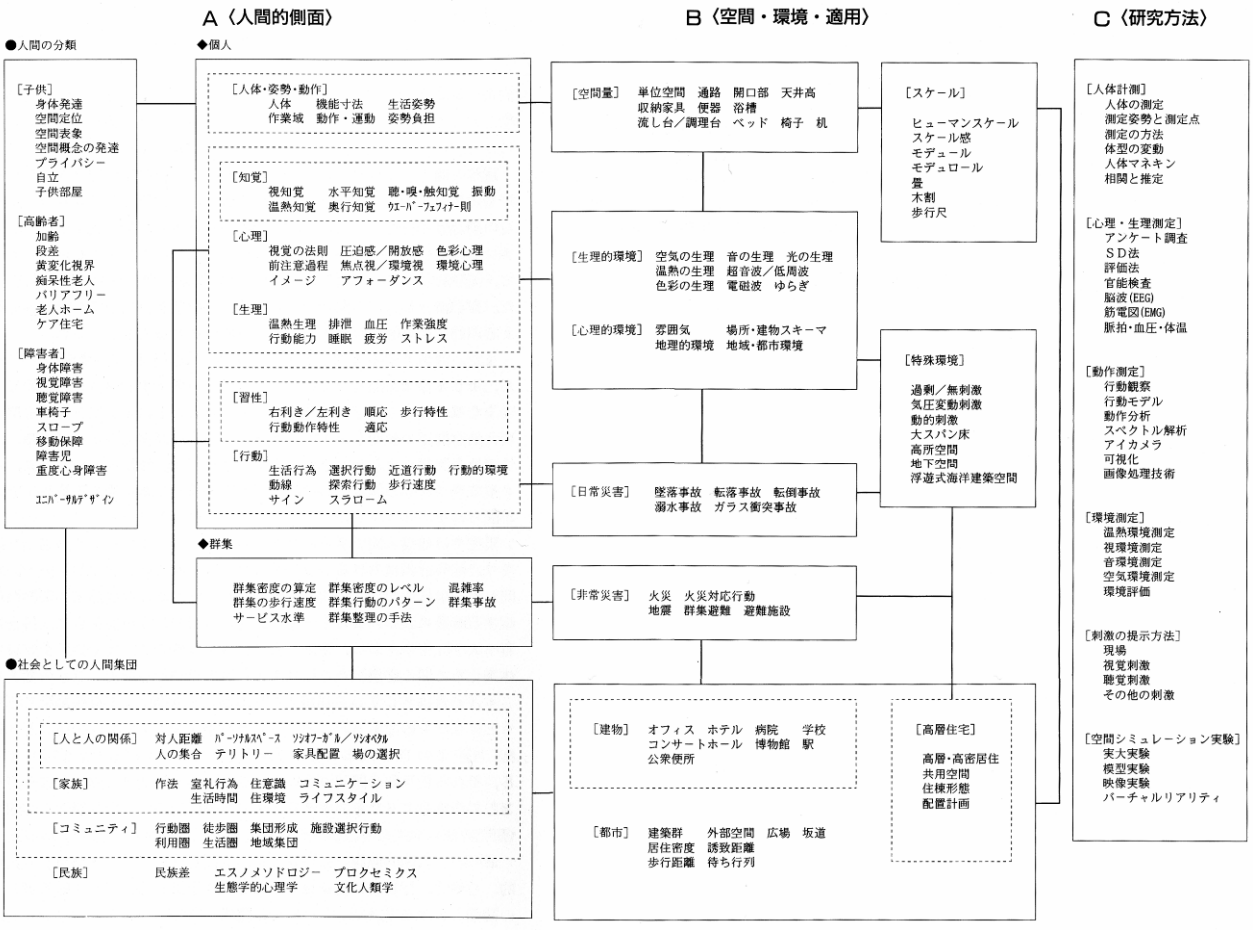


図 1　建築人間工学分野マップ[4]

「建築人間工学とは、人間の特性や行動の法則性をとらえ、人間と空間のかかわりを明らかにすること、つまり建築と人間との間を埋める学問である」と、小原と同じく小委員会設立時からの中心メンバーの一人であった岡田光正は説く[2)]。「建築のための人間工学」ではなく「建築と人間の間をつなぐ工学」である、という位置づけが、ここに言明されている。

また、「建築」に対置される対象が「人間」であって、決して単なる「人体」ではないことにも注意したい。人体寸法や行動特性だけでなく、社会性や個別性をも含めた「人間像」そのものを分析の対象とし、人々の生活・暮らしに深く関わる「建築」をより工学的にとらえ直そうと試みること。それこそが、「建築人間工学」の本懐なのであろう。

小原は、小委員会の設立にあたって建築人間工学の当面の課題として以下の７点を挙げている[3)]。

１）人体寸法と動作空間に関するもの
２）知覚に関するもの
３）人間の能力に関するもの
４）歩行圏・行動パターンに関するもの
５）群集行動・群集流動に関するもの
６）標識・標示など情報の標準化に関するもの
７）設計への応用技術に関するもの

単体の人間だけではなく集団・群集の行動をもその研究対象としてとらえていることがわかる。近年では、これらの各項目に加え、

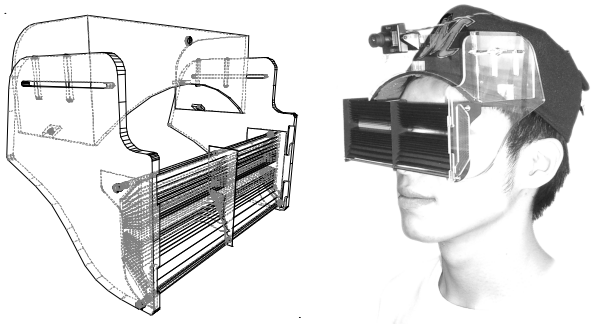
・老人・幼児・身体障害者など個人の特性
・地域性・民族性など集団の特性
・コミュニティーやテリトリーなどの問題

といった事柄が、関連する他分野での研究動向を背景に、新たに注視されるようになっている。建築と人間との関係だけでなく、建築が内包する人間どうしの関係にまで、建築人間工学の射程を広げようとする態度がさらに鮮明になりつつある。

図１に建築人間工学分野マップを示す。このマップは建築人間工学小委員会に関係する研究者有志によって 1999 年に編集された「建築人間工学事典[4)]」に採録されたもので、現時点での建築人間工学の分野としての広がりと、その多様さを概観することができる。

3. 周辺視研究

さて、最後に筆者自身の研究について触れておきたい。歩行時の周辺視機能の役割を解明しようする研究[5)]で、筆者が千葉大学に助手として就任する以前から取り組んでいる研究課題でもある。周辺視とは、視野の周辺部分（周辺視野）で対象を捉えることであり、環境全体を効率よく把握するためには不可欠な能力である。



○　実験装置は、規則的に配列された複数の薄板（黒）と、それを頭部に固定する調節治具（透明）から成る。調節治具上部には被験者の視野状態を記録するための小型カメラが取付けられている。

図２．　周辺視機能を抽出するための実験装置

先に挙げた小原の課題分類に従えば、「知覚に関するもの」と「歩行圏･行動パターンに関するもの」との接点に位置する研究領域になるだろうか。

周辺視の研究は、これまで心理学や医学の分野で行われてきたが、日常の環境･行為とのかかわりにおいて周辺視が担っている役割を解明しようとした研究は少なかった。人間の五感は現実の環境の中で人間が能動的に行為するとき、その真価を発揮する。したがって周辺視を含む諸感覚の役割や機能を解明しようとするならば、本来的に、実際の行為を前提とした実験が計画され、研究が展開されなければならないはずである。ここで人間の行為や知覚をより現実に即した、生々しいかたちで分析しようとする、人間工学的手法が生きてくる。

環境のより広い範囲を捉えることのできる周辺視。この周辺視の働きを人間工学的な視点をとおして理解することで、安全で快適な生活空間を創出するための新しい知見を得ることができると考えている。

4. 参考文献

1) 小原二郎ほか編：建築･室内･人間工学, 鹿島出版会, 1969
2) 岡田光正ほか：建築計画における人間工学の役割, 研究協議会資料, 建築人間工学小委員会, 1981
3) 小原二郎ほか：人間工学への期待, 建築年報（活動編）, 日本建築学会, 1981
4) 日本建築学会編：建築人間工学事典, 彰国社, 1999
5) 吉岡陽介ほか：探索歩行時にみられる特徴的行動と中心視および周辺視, 日本人間工学会, Vol39, No1, pp.9-15,2003

[連絡先]
吉岡陽介
千葉大学大学院工学研究科
〒263-8522　千葉市稲毛区弥生町 1-33
TEL：043-290-3157
E-mail：yoshioka.yohsuke@faculty.chiba-u.jp

デザイン科学としての人間工学

○岩永光一*、下村義弘*、勝浦哲夫*
(*千葉大学大学院工学研究科)

Ergonomics as Design Science

Koichi IWANAGA *, Yoshihiro SHIMOMURA*, Tetsuo KATSUURA*
(*Graduate School of Engineering, Chiba University)

1. はじめに

人間工学の対象は広範にわたる。人間工学の英文名称として本学会で採用されている“Ergonomics”の語源は、“ergon (work)”と“nomos (law)”であり、作業あるいは労働の法則(law of work)というべきものである。しかし、今日の人間工学の対象はいわゆる労働現場や作業環境の物理的因子やシステムの人間適合性の研究にとどまらず、人間生活全般に及んでいる。

千葉大学の人間工学の原点は、工学部建築学科(当時)の小原二郎教授(現名誉教授)による空間設計への生体計測の応用を中心とした建築人間工学、工学部工業意匠学科(当時)の菊池安行教授(現名誉教授)による人間の生理・心理学的特性を重視した製品人間工学、環境人間工学に見ることができると思われる。現在の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(教授・勝浦哲夫)は、1979 年に菊池安行教授が主宰された工学部工業意匠学科人間工学講座の直系にあたり、本年4月にはその傍系として人間情報科学研究室(教授・岩永光一)が設置された。

これらの研究室の特徴は、デザインのフィールドに籍を置いていることであり、広い意味ではデザイン人間工学ということもできよう。

デザインの対象も広範にわたる。千葉大学のデザインは特に生活者としての人間を重視し、人間生活における様々な問題に科学的に取り組み、デザインとしての解決を図ることを目指している。デザイン科学としての人間工学は、人間の視点に立った問題点の発掘、設計資料の提示、デザイン成果の評価などを担う。現在の、人間生活工学研究室の研究テーマは、環境人間工学と製品人間工学の二つに大別することができ、発足したばかりの人間情報科学研究室では、情報とコミュニケーションの視点から人間生活への貢献を目指している。

2. 環境人間工学

人間生活工学研究室では、昼夜を問わない人間の活動や発光ダイオードなどの技術的進歩を踏まえ、近年は照明による光環境に関する研究が精力的に行われている。その研究の興味は、従来から取り組まれてきた視環境としての光から、生活環境の質としての光へと推移し、光の物理的特性の違い(色温度、波長など)に対する人間の生理的特性や、オフィスや住宅などの人間生活の場面に応じた光の質が追求されている。

3. 製品人間工学

デザイン領域の主な対象のひとつにプロダクトデザインがあり、人間特性に合致した製品づくりに人間工学が果たしてきた貢献は大きい。人間生活工学研究室では、筋骨格系、呼吸循環器系などの作業負担の生理的計測によって、より負担の少ない製品作りに関する研究が行われている。研究の対象は、筋活動の可視化や筋疲労特性などの基礎研究から、自動車の計器、浴室、筆記具やペットボトルなどの日常生活用品まで、多岐に及ぶ。

4. まとめ

生活者を取り巻く環境が目覚しい速度で変化する今日においては、従来のパラダイムによる問題解決が困難な場面も少なくない。大量生産、大量消費が抱える問題の顕在化、超高齢社会の到来、科学技術文明がもたらす様々なストレス。これからの人間工学にも、新たな発想と方法論の探求が求められているように思える。

人間工学という学際領域の科学においては、直面する問題の解決を果たす一方で、真の人間性の探求に根ざした本質的問題の解決に取り組む姿勢が必要であると考えている。科学技術の進歩を効果的に人間生活に取り入れる方向性を示すだけでなく、科学技術の暴走に警鐘を発し、生活技術としての技術文明の方向性を示すことも、人間工学に課せられた重要な課題ではないだろうか。千葉大学におけるデザイン科学としての人間工学は、生活者としての人間性を探求し、その成果をデザインとして具現化することを目指している。

[連絡先]
岩永光一
千葉大学大学院工学研究科デザイン科学専攻
〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33
TEL:043-290-3092
E-mail:iwanaga@faculty.chiba-u.jp

仮想現実感技術による技能の訓練

○加藤秀雄*
(*千葉大学大学院工学研究科)

Skill Training Using Virtual Reality Technique

Hideo KATO*
(*Graduate school of technology, Chiba university)

1. はじめに

工業生産において自動化ロボット化が難しい工程は少なくない。その多くの工程では熟練技能者の存在が不可欠であるが、技能者の不足や技能の継承がしばしば問題視されている。若年技能者の育成のネックになっているのは、技能を身につけるまでの時間的長さ、合理的な指導法の未確立、作業の肉体的危険などであり、我々の研究室では、その解決のために仮想現実感技術の応用を検討してきた[1) 2)]。本稿ではその結果について要約して述べる。

2. 溶接の技能訓練

溶接工程は3K職場の代表的なものであり、ロボット化はかなり進んでいるが、造船や鉄鋼構造物製造などにおいて、人手によらざるを得ない工程が依然存在する。図1はアーク溶接を対象とした仮想現実感装置の一例を示す。作業者はヘッドマウントディスプレイを装着し、手に擬似溶接棒ユニットを持っている。作業者がディスプレイを通して見る画像の例を図2に示す。ディスプレイ前面に取り付けたカメラの撮影画像に工作物(母材)、溶接棒、アークなどを仮想物として重ね合わせた、いわゆる複合現実感システムとなっている。中に見える幾何学模様のかかれた四角い物体はマーカであり、仮想物を重ね合わせるときの目印である。

一方、アーク溶接では溶接棒が溶融して短くなり、その模擬は不可欠である。擬似溶接棒ユニットはそれを

図1　アーク溶接の仮想現実感装置の外観

模擬するためものである。図1中に見える細い棒は鋼棒であり、小型モータを介してホルダに直角に取り付けられている。モータは、溶融速度に応じて鋼棒を引き上げ、ホルダからの突出し長さを短くすることによって溶融短縮を模擬している。なお、初心者はアークの調整がうまくゆかず、溶接棒先端を工作物に引っ着けてしまうことがあるが、これを模擬するために鋼棒の先端には電磁石を取り付けてあり、これに電流を流すことにより、床上の鉄板に吸付くようになっている。

このような装置を用い、10名の初心者に長さ10mmの下向き突合せ溶接の訓練を10回行わせた。ただし、訓練の効果を調べるために訓練の前後に実際の溶接も5回ずつ行わせた。実際の溶接について溶接棒消耗量、溶接速度、ビード面積率(溶接部を上部から見たとき、溝にビードが満たされている部分の全体に対する面積比)の平均値を算出し、図3に示す。図中の理想値は熟練技能者によるものであり、訓練の結果、いずれも理想値に近づいていることがわかる。

3. 機械加工作業の技能訓練

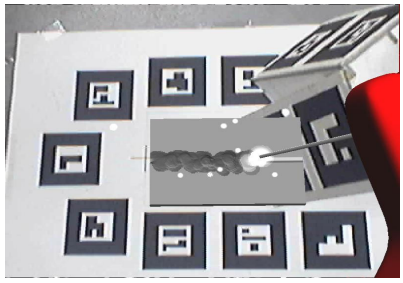


図2　アーク溶接の仮想現実感における画面提示例

旋盤、フライス盤、研削盤等の工作機械による精密加工作業も高度な技能を要するものが多い。図4は、旋盤作業を対象とした仮想現実感装置の一例を示す。この例では実際の旋盤を用いているが、それには工作物と工具は取付けられていない。旋盤のハンドルには角度検出器が取付けられており、ハンドルを動かすと画面中の工具が動くようになっている。また、画面中の工具が工作物と干渉すると工作物が変形し、あたかも切削加工されたように模擬表示している。

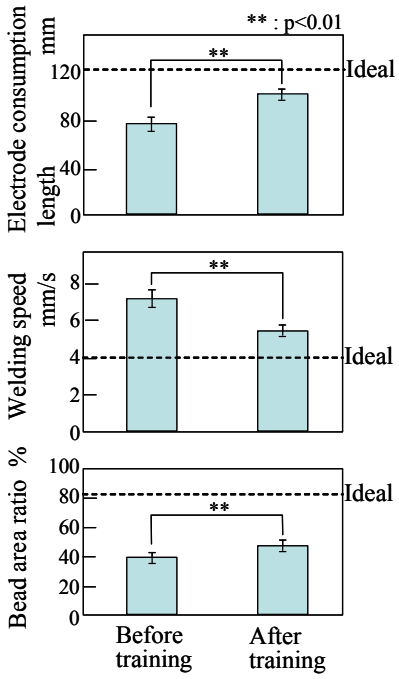


図３　訓練前後の技能レベルの変化

図４　旋盤作業の仮想現実感装置の外観

なお、この装置で使用しているディスプレイは左右の眼に視差のある画像を提示できる裸眼立体ディスプレイであり、作業者は裸眼でも立体感を感じながら作業できる。

仮想現実感による訓練では、現実にはあり得ない条件で訓練を行うことによって、習熟速度を向上させることも可能である。とくに、未だ熟練技能者のレベルには程遠いにもかかわらず向上がみられなくなってしまった場合に、効果を発揮することがある。例えば、図5に示すように、訓練を3段階に分け、第2段階では実際の2倍の感覚情報を提示するような訓練が考えられる。細径深穴加工でこの訓練手順を採用した場合の、訓練結果の例を図6に示す。図から，第1段階で加工精度の向上がほぼ定常状態に達した後、第2段階では切削反力を2倍にすることにより精度を向上できるようになり、実際と同じ特性の第3段階でも第2段階で到達した精度を維持できていることがわかる。

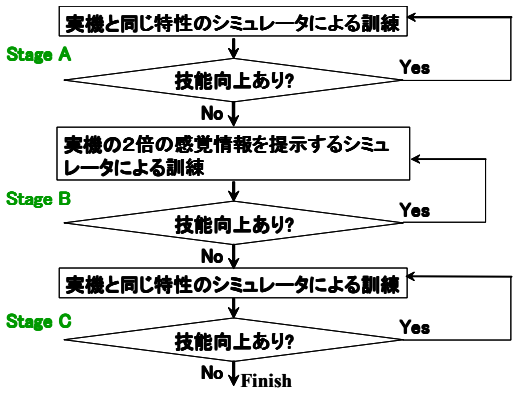


図５　第2段階で実際の2倍の感覚情報を提示する高能率技能訓練手順

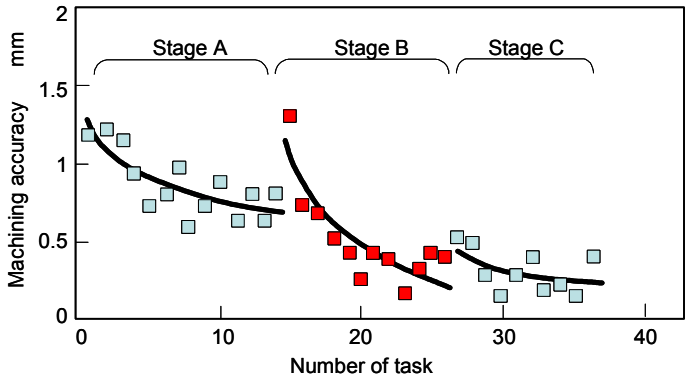


図６　高能率技能訓練結果の例

4. おわりに

工作機械の操作、溶接などの仮想現実感装置を製作し、それによる技能習熟・訓練システムの開発を行ってきた。その結果、多くの場合、初心者の技能訓練に有用であることを見出している。また、現実の環境をそのまま模擬するだけでなく、敢えて異なる環境を提示することにより、習熟の停留状態を突破し得ることを確認している。

5. 参考文献

1）小林 他：複合現実感による中ぐり旋盤作業のシミュレーション；日本バーチャルリアリティ学会論文誌 4-4（1999）985-690
2）小林 他：複合現実感による手溶接訓練システムの改良とそれによる訓練効果の検討；精密工学会論文集 70-7（2004）941-945

[連絡先]
加藤秀雄
千葉大学大学院工学研究科人工システム科学専攻
〒263-8522　千葉市稲毛区弥生町 1-33
TEL：043-290-3185
E-mail：kato@faculty.chiba-u.jp

人間とコンピュータのコミュニケーション

○堀内靖雄*
（*千葉大学大学院融合科学研究科）

Human Computer Communication
Yasuo HORIUCHI*
(*Graduate School of Advanced Integration Science, Chiba University)

1. はじめに

当研究室[1]では人間とコンピュータとのコミュニケーションを中心とする研究を進めてきている。本稿ではこれまでの研究テーマの中から、とくに人間工学的な研究について、その概観を紹介する。

2. 人間とコンピュータのコミュニケーション

身近にコンピュータがあふれ、誰もがコンピュータを利用している現在、ユニバーサルに使いやすい情報機器の実現が目標となる。人間がコンピュータを利用する状況において、人間とコンピュータとの関わりを探究し、両者の関係をより親密なものにするための基礎・応用研究を行なっている。具体的には以下の三つの研究分野の研究を行なっている。

・音楽情報処理
・福祉情報工学
・音声言語処理

各研究では、コンピュータ関連の技術開発のみならず、人間の行動の探究も重要な研究課題である。

3. 音楽情報処理

人間とコンピュータが音楽を通じてコミュニケーションを行なう研究として、人間とコンピュータが合奏するシステム（伴奏システム[1)]）を開発している。人間同士の合奏と同様、お互いに楽譜を共有している状況で、人間の独奏者の演奏にリアルタイムでテンポや音量を合わせて伴奏の演奏を制御する。最近の研究テーマとしては、伴奏システムが人間の独奏者のブレス（息を吸う音）の合図を認識して、テンポ制御に利用する研究をしている[2)]。

また、合奏でテンポを合わせるという処理は発音タイミング（時間）とテンポ（速度）の両方を合わせるという、非常に複雑な制御を行なっている。そのメカニズムを解明するため、人間同士の合奏の分析を行ない、人間らしい合奏制御方法を検討している[3)]。

4. 福祉情報工学

4.1 視覚障害者支援

一般的に視覚障害者はパソコンの画面情報を音声で読み上げるソフトにより、パソコンを利用している。とくにWWWブラウジングは情報取得のために非常に重要であるが、視覚重視で作成されているWWWページを音声で読み上げると聞き取りづらいことがあり、読み上げ方法を工夫する検討[4)]や、読み上げに適したWWWページを作成するWWWページビルダーの検討[5)]などを行なっている。また、漢字入力をする際には、漢字変換が必要となるが、従来の一文字ずつ読み上げながら変換する手法以外に、意味情報や類義語情報などを利用して、漢字変換する手法を検討している[6)]。

4.2 聴覚障害者支援

聴覚障害者は主に手話を用いてコミュニケーションを行なっている。当研究室では手話で人間とコンピュータが対話を行なえるシステムの構築を目指して、手話の認識[7)]、手話の合成[8)]の研究を行なっている。

また、人間同士のような自然な手話対話を実現するため、実際の人間同士の手話対話を収録し、分析している[9)]。

人間同士の手話対話の収録

とくにうなずきは日本手話では非常に頻繁に生じる現象であり、その機能について、分析を行なっている[10)]。

1 研究室教員：市川熹 元教授（1992 年～2007 年定年退職），黒岩眞吾教授（2007 年～現在），西田昌史助教（2003 年～現在）

日本人間工学会関東支部第 37 回大会 千葉大学 2007 年 11 月 23 日，24 日

4.3 視聴覚重複障害者支援

視覚と聴覚の両方に障害を持っている方を盲ろう者と呼ぶ。盲ろう者のコミュニケーション手段は触覚に頼ることになるが、当研究室では日本発のコミュニケーション手法である指点字に着目し、日本エコロジー社と指点字の入出力装置を共同開発し、指点字による支援機器（文字放送受信機、エディター、WWWブラウザ等）の開発を行なっている。また、健常者とネットワーク上でリアルタイムに会話を行なえる仕組みを作るため、盲ろう者が参加可能な会議システムを構築した[11]。また、指点字の強さや速さ（プロソディ）の情報から文構造の推定などを行なっている[12]。

5. 音声言語処理

コンピュータと会話できるシステムの実現を目標として、人間の発話を予測しながら対話を行なうシステムを構築している[13]。また、自動車内での使用を想定し、ドライビングシミュレータを利用して、運転と対話の心的負担の計測を行ない、実用的な対話システムの検討を行なっている[14]。また、声の高さや強さや速さなどの情報（プロソディ）から、文構造や話者の発話が終了したのかどうかを推定する手法を検討している[15]。

自然な会話を実現するためには、人間同士の対話を分析することが重要である。そこで人間同士の対話収録[16]を行ない、話者交替やうなずきの分析等を行なっている[17]。

人間同士の音声対話の収録

6. 参考文献

1) 堀内靖雄：自動伴奏，長嶋洋一，橋本周司，平賀譲，平田圭二編，「コンピュータと音楽の世界」，共立出版，pp.252～269（1998）
2) 堀内靖雄，増田香織，西田昌史，市川熹：ブレスの合図を認識する伴奏システムの実装と評価，情報処理学会研究報告，2007-MUS-71，pp.1-6（2007）
3) 堀内靖雄，坂本圭司，市川熹：合奏時の人間の演奏制御の分析・推定，情報処理学会論文誌45巻3号，pp.690-697（2004）
4) 藤原敦史，堀内靖雄，市川熹：視覚障害者用WWWブラウジングインタフェースの検討，ヒューマンインタフェース学会論文誌2巻2号，pp.31-38（2000）
5) 田口雅浩，西田昌史，堀内靖雄，市川熹：視覚障害者のアクセシビリティを考慮したWebページ作成のためのビルダの検討，電子情報通信学会技術研究報告，WIT2006-72，pp.125-130（2006）
6) 西田昌史，堀内靖雄，市川熹：視覚障害者のための意味情報に基づく仮名漢字変換，電子情報通信学会技術研究報告，WIT2005-23，pp.1-6（2005）
7) 岡澤裕二，西田昌史，堀内靖雄，市川熹：わたり区間を含む単位を用いた手話認識手法の検討，電子情報通信学会技術研究報告，WIT2003-65，pp.13-18（2004）
8) 堀内靖雄，西田昌史，市川熹：時間構造を考慮した手話アニメーションの検討，日本手話学会第32回大会予稿集，pp.13-14（2006）
9) 堀内靖雄，山崎志織，西田昌史，市川熹：日本手話対話の話者交替に関する手話言語の特徴，ヒューマンインタフェース学会論文誌8巻1号，pp.1-8（2006）
10) 堀内靖雄，亀崎紘子，西田昌史，市川熹：日本手話におけるポーズ直前のうなずきの分析，日本手話学会第33回大会予稿集，pp.43-46（2007）
11) 宮城愛美，西田昌史，堀内靖雄，市川熹：発言権を考慮した指点字と文字による会議システムの構築，電子情報通信学会論文誌，Vol.J90-D，No.3，pp.732-741（2007）
12) 宮城愛美，藤森祐司，堀内靖雄，市川熹：指点字のプロソディの分析，ヒューマンインタフェース学会論文誌1巻3号，pp.35-40（1999）
13) 玉井孝幸，堀内靖雄，市川熹：音声対話システムにおける発話予測を利用した音声認識，情報処理学会研究報告，2002-SLP-43，pp.1-6（2002）
14) 野田幸志，西田昌史，堀内靖雄，市川熹：心的負荷状況における車載情報機器のための音声対話戦略の分析，電子情報通信学会技術研究報告，SP2006-110，pp.149-154（2006）
15) 大須賀智子，堀内靖雄，西田昌史，市川熹：音声対話での話者交替／継続の予測における韻律情報の有効性，人工知能学会論文誌21巻1号，pp.1-8（2006）
16) 堀内靖雄，市川熹：ジェスチャーを伴う韻律コーパス，広瀬啓吉編，韻律と音声言語情報処理ーアクセント・イントネーション・リズムの科学ー，丸善，pp.93-104（2006）
17) 庵原彩子，堀内靖雄，西田昌史，市川熹：自然対話におけるうなずきの機能に関する考察，人工知能学会研究会資料 SIG-SLUD-A402，pp.13-18（2004）

[連絡先]

堀内靖雄

千葉大学大学院融合科学研究科

〒263-8522　千葉市稲毛区弥生町1-33

TEL：043-290-3300

E-mail：hory@chez-soi.net

Ubiquitous Health Care―健康を計る、健康を守る

千葉大学大学院工学研究科･田村研究室

○田村俊世*、関根正樹*
(*千葉大学大学院工学研究科)

Ubiquitous Health care-to monitor and maintain health condition

Toshiyo TAMURA *, Masakki SEKINE *
(*Graduate school of Engineering, Chiba University,)

1. はじめに

本研究室は、平成16年4月工学部にメディカルシステム工学科が開設されたと同時に発足した。本年で4年目となるが、われわれのこれまでの研究経過と今後の展開について人間工学との関わりで述べてみたい。

研究室では、医療機器、福祉機器の開発を主としている。特に、無侵襲、無拘束、無意識のうちに患者の生理的情報を取得することができれば、生活の質を向上させることができる。生活習慣病の増加とともに、「健康を計る、健康を守る」をキーワードに研究を進めている。ここでは、その一端を紹介する。

2. 背景

生活習慣病の予防に関しては、平成20年より特定健診が開始され、40歳以上の中高年層の健康情報から生活習慣病予備軍を特定し、医師、医療従事者による介入が開始される。個人の健康意識の高まりとともに、このような背景から、健常成人の健康をいかに計測して維持させるかが重要となっている。われわれは、これまでの、在宅で、無意識に健康状態を把握するシステム[1)]の発展として健康を意識しないで、あるいは、少ない拘束で、計測できるシステムの開発をめざしている。

3. e－Helath、U-health

情報通信技術を応用していつでもどこでも健康状態の計測が可能なシステムの構築を目指している。

3.1 小電力無線による屋内行動の評価

中高年の健康状態を連続的に計測し生活習慣を把握し、健康維持、健康改善に役立てようとするものである。緊急時やだれでも簡単に設置できることを考え、無線 LAN を用いて環境、行動情報収集システムを開発した。環境情報は室温、湿度、二酸化炭素濃度、気圧などであり、行動情報は焦電センサや加速度センサを用いて計測した。屋内の移動は、焦電センサで計測することによって計測対象者は、意識することなく行動情報を提供していく。屋内外は、対象者に小型の加速度センサを装着させ計測する。単位時間あたりの加速度の積分値を身体活動量と定義して行動の評価を行っている。

3.2 ウェアラブルセンサ

限りなく少ない拘束で、身体に装着し、行動やバイタルサインを取得するセンサの開発している。

装着して違和感のない時計形の脈拍計により、日常生活や運動時の脈拍を得ることを目的としている。ここでは吸光度の大きい緑色LEDを用い、その反射光から光電脈波を得ている。安静状態では、正確な脈拍を得ることが示されている。運動時の計測を目的に体動による外乱から信号を取得できるかの信号処理についても検討をはじめている。

小型の加速度･角速度計を背部に取り付け、歩行の評価、リハビリテーション評価に応用している。これまでの歩行評価は、研究室レベルでは、光学的手法で、正確なデータの取得が行われていたが、実用的ではなく、計測準備時間や経費の問題があり、臨床では用いられなかった。ここでは、ウェアラブルの利点を生かして臨床の場面で簡単に短時間でデータの取得が可能なシステムを完成させている。

3.3 転倒予防システム

高齢者の転倒･転落は、骨折を招き、時には、寝たきりになることが多い。高齢者の生活の質を向上させる目的で、体幹に装着した加速度、角速度情報から転倒を予測し、エアバックなどの骨折予防措置を取るシステム開発に着手している。

4. まとめ

健康をターゲットに、いかなる環境下でも、身体･心理状態を把握し、その維持、改善を目的とした健康管理機器開発を行っている。支援機器開発に欠けるデザインも含めて、より使いやすい、親しみやすい機器を試作し、生活習慣病の予防を目指していきたい。

5. 参考文献

1) Tamura T, Kawarada A, Nambu M, Tsukada A, Sasaki K and Yamakoshi K E-Healthcare at an Experimental Welfare Techno House in Japan *The Open Medical Informatics Journal,* 2007, *1,* 1-7 1

連絡先
田村俊世 tamurat@faculty.chiba-u.jp

一般講演

利き手と巧緻性検査の関係に関する研究

○田島一美*，青木和夫*
(*日本大学大学院理工学研究科医療･福祉工学専攻)

Hitomi TAJIMA*, Kazuo AOKI*
(*Department of Medical & Welfare Engineering Graduate school of science &technology Nihon University)

1. はじめに

リハビリテーションにおいては、損傷によって障害された手の機能の回復を目指すとともに、「生活する手(useful hand)」としての能力を図ることが目的となる[1]。しかし損傷が重度で十分な機能回復が図れない場合、また脳血管障害などによる麻痺が生じ回復が難しい場合には、障害のない側の手を使って日常の動作ができるように訓練していく。特に利き手が麻痺した場合、麻痺が軽く早期に完全な回復が期待できる場合を除き、原則的には非利き手への利き手機能の転換の訓練を行う[2]。しかし利き手と非利き手の動作能力の差が現れやすい部分や動作の種類による利き手交換のしやすさは明らかになっていない。

そこで、リハビリテーションでよく用いられる巧緻性検査と片手動作における左右手の成績の比較から利き手と非利き手の動作能力の違いについて考察した。

2. 方法

上肢に障害のない専門学校生22名(男性12名、女性10名。年齢21.2±3.9歳)を対象とした。本研究について説明し同意を得た後にチャップマン利き手テストを実施した。

巧緻性検査として左右手指の巧緻動作の検査5種類と片手動作2種類、また左右手をそれぞれ主として使う両手動作の検査2種類を実施した。

巧緻動作の検査は厚生省編一般適性検査(事業所用)の中から三角形の中に鉛筆で点を打つ検査(以下△打点とする)、鉛筆で□内に記号 (草冠)を記入する検査(以下記号記入とする)、ボードに立ててあるペグの上下を差し替える検査(以下さし替えとする)。また他にパーデューペグボードのうち検査側の皿からピンを1本ずつつまみあげ30秒間穴に立てていく検査(以下パーデューペグボードとする)、皿から3本ずつピンとり穴に立てていくオコナー巧緻テストを3分間(以下オコナー巧緻テストとする)おこなった。

片手動作はピンセット(長さ125㎜、質量14.42g)にて金属製の球体(直径 6 ㎜)を机上正面のシャーレ(直径88㎜、深さ16㎜)から検査側のシャーレへ運ぶ動作(以下ピンセット球運びとする)、スプーン(全長 185 ㎜、質量 36.22g)にて発砲スチロールの球体(直径 20 ㎜、質量 0.19±0.05g)を机上正面の皿(底面直径 145 ㎜、縁面直径212㎜、深さ30㎜)から検査側の皿へと1分間で移す(以下スプーン球運びとする)の2種類である。

両手動作として、厚生省編一般適性検査(事業所用)の丸鋲と座金を組み合わせて検査盤に立てていく検査(以下組合わせとする)、組み立てて物を丸鋲と座金に分けていく検査(以下分解とする)をそれぞれ左右手を主として動作遂行するようにした。そのため左手を主として動作する場合には、座金を通しておく金属製の円柱の位置が左右反転するように設置し検査を実施した。

それぞれの検査順序はランダムとし、また検査時の左右手の順序もランダムとした。検査実施にあたっては、制限時間内にできるだけ速く行うように指示した。

得られたそれぞれの結果は両手利きの者を除外して統計処理した。

3. 結果

1) チャップマン利き手テスト

13点16名、14点2名、15点2名、16点1名、27点1名であった。したがって右利きは21名(男性12名、女性9名。年齢 21.2±4.0 歳)、両手利きは(20歳、女性)であった。左利きはいなかった。

2) 巧緻性検査の左右差

右手の成績を基準として、検査項目ごとに右左手の成績を比較した。右手の成績と比較した左手の成績の比を表1に示す。検査ごとに程度は異なるが、すべての検査において右手の成績が優れていた。

また△打点、記号記入、パーデューペグボード、ピンセット球運び、スプーン球運びにおいて左右手の成績に有意差($P<0.05$)がみられた。しかし左右手を主に使

う両手動作においては有意な差はみられなかった。

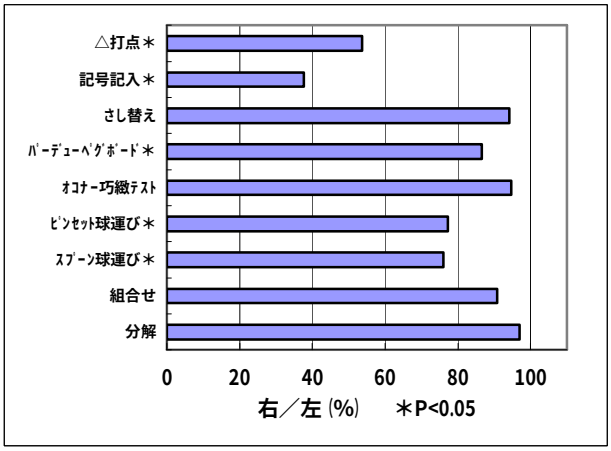


図 1 左右手の成績比較

3) 左右成績の相関

検査項目ごとに左右手の成績の相関を表1に示す。△打点、記号記入、ピンセット球運び、スプーン球運びにおいて相関がみられた。

表 1 左右成績の相関

検査名	相関係数	検査名	相関係数
△打点	0.78	ピンセット球運び	0.48
記号記入	0.58	スプーン球運び	0.44
さし替え	0.26	組合せ	0.31
ﾊﾟｰﾃﾞｭｰﾍﾟｸﾞﾎﾞｰﾄﾞ	0.38	分解	0.31
ｵｺﾅｰ巧緻テスト	0.42		

4. 考察

1) 利き手と非利き手の動作遂行における差について

左右の手の成績を比較すると平均値はすべての検査項目で右が優れていた。一般に利き手の方が非利き手に比べ、動作遂行成績が優れているが、統計的には有意差のみられない検査項目もあった。

有意差がみられた△打点、記号記入、パーデューペグボード、ピンセット球運び、スプーン球運びについてみると、パーデューペグボード以外はすべて道具を介して動作遂行する課題であった。また今回用いた検査項目のうち道具を使用する検査の全てが含まれていた。このことより利き手と非利き手の動作遂行の違いは、道具を介する場合に現れやすいと考えられた。

2) 利き手と非利き手の動作遂行における関係

△打点、記号記入、ピンセット球運び、スプーン球運びにおいて利き手と非利き手の相関がみられた。これら検査項目は前述と同様に道具を使用するものである。このことから道具を介する動作遂行において、利き手の成績のよい人は非利き手の成績もよい傾向にあると考えられた。これは利き手非利き手にかかわらず動作遂行能力が高い人と低い人がいることを表している。

3) 巧緻性の向上訓練・利き手交換訓練について

利き手と非利き手では、道具を介する動作遂行においてより差が生じやすいことがわかった。したがって、道具を使う動作の利き手交換はより困難であることが予測される。

また利き手の成績のよい人は非利き手の成績もよい傾向にあった。また巧緻運動は機能様式が多様で複雑なだけでなく、中枢神経系によって大きく左右され、練習などによってその運動の大きさ、速度、緻密さ、耐久性などが変化する[3]といわれる。これらより、利き手交換の訓練にあたっては、個人差や作業内容を考慮して目標や訓練プログラムを作成する必要があると考えられた。

5. 参考文献

1) 中田眞由美他：作業療法士のためのハンドセラピー入門, 第2版. 三輪書店, 2006.
2) 上田敏：リハビリテーションの理論と実際. ミネルヴァ書房, 2005
3) 上羽康夫：手とその機能と解剖：12, 金芳堂, 1996

[連絡先]
田島一美
日本大学大学院理工学研究科医療・福祉工学専攻
〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14
E-mail：h-.-tajima@tbf.t-com.ne.jp

携帯電話の利用実態調査

― 場所、時刻、姿勢、画面の明るさ感 ―

○馬野由美*、窪田　悟*、中村芳知**、野本弘平**
(*成蹊大学大学院、**三菱電機株式会社)

A survey of mobile phone use by students

－Time, place, posture and subjective brightness of display－

(*Seikei University, **Mitsubishi Electric Corporation)

1.はじめに

携帯電話の進化は著しく、ワンセグ対応などの高機能化やディスプレイの高画質化が進んでいる。利用者指向の携帯電話の開発のためには、実際の利用方法や利用環境を知ることが必要である。これは携帯ディスプレイの輝度特性の設計にあたって特に重要となる[1)]。

そこで本研究では、通信回線からは得られない使用環境、姿勢、使用時間などの利用実態と使用時のディスプレイの明るさ感を調査した。そして、携帯ディスプレイの輝度制御のあり方について考察した。

2.方法

2.1 調査対象者

調査対象者は成蹊大学学生で、男性 188 名、女性 20 名の合計 208 名であった。

2.2 調査期間

調査期間は 2007 年 4 月 24 日～5 月 12 日および 9 月 16 日～10 月 4 日から調査対象者が決めた任意の 1 日(24 時間)で行った。

2.3 調査方法

調査表を対象者に配り、対象者には携帯電話を使用する度に調査表に使用内容を記入させた。調査項目は①使用時刻、②使用時間、③場所、④姿勢、⑤用途、⑥天気、⑦画面の主観的な明るさ感である。

①使用時刻は、使用開始時刻を分単位で記入。②使用時間は、小数点を含め分単位で記入。ただし、着信確認など概ね10秒以下の使用は調査から除外した。③場所は、明室･暗室･屋外･駅ﾎｰﾑ･公共の乗物･その他の中で該当する項目をチェックし、その他の場合は具体的場所を記入。④姿勢は、立位･座位･臥位の中で該当する項目をチェックさせた。⑤用途は、メール･ネット･ゲーム･カメラ･静止画または動画の閲覧･テレビ視聴･電話･その他の中で該当する項目をチェック、その他の場合は具体的に用途を記入。⑥天気は、晴れ･曇り･雨の中から該当する項目をチェックさせた。⑦画面の明るさ評価は、使用時の状況において 1.暗い、2. やや暗い、3. ちょうど良い、4. やや明るい、5. 明るい の 5 段階のいずれかの数字を記入。

3. 結果

一人当たり 24 時間、208 名のデータを集計した結果、1日の使用回数は平均11回、1回の使用時間は平均約2分、1日当たりの総使用時間は平均約 40 分であった。

場所別の使用時間割合は、明室 62%、公共の乗物 14%、暗室 13%、屋外(昼)5%、屋外(夜)4%、ﾎｰﾑ 2%であった。屋外の使用時間は操作的に昼間を 6:00 から 18:00、夜間を 18:00 から翌朝 6:00 として集計した。姿勢別の使用時間割合は座位 55%、臥位 26%、立位 19%であった。

場所別の使用姿勢の使用時間割合を**図 1** に示す。明室での使用が最も多く、乗物と暗室はほぼ同じ割合で、屋外は昼夜合わせても 10%を下回った。明室での使用姿勢は 7 割が座位であり、立位よりも臥位の方が使用時間は長い。乗物では座位での使用時間が長く、暗室では臥位での使用時間が長い。

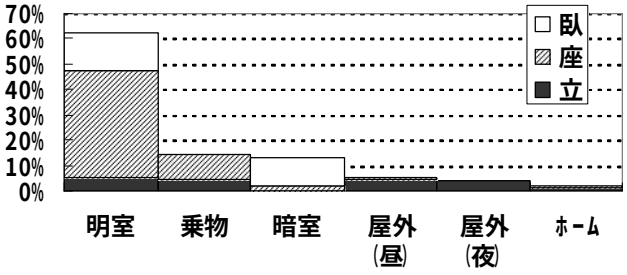


図 1　場所別の使用姿勢の時間割合

用途別の使用時間割合を**図 2** に示した。メール 36%、ネット 22%、電話 16%、ゲーム 16%、その他 7%、静止画･動画の閲覧 2%、テレビ視聴 0.5%、カメラ 0.5%であった。

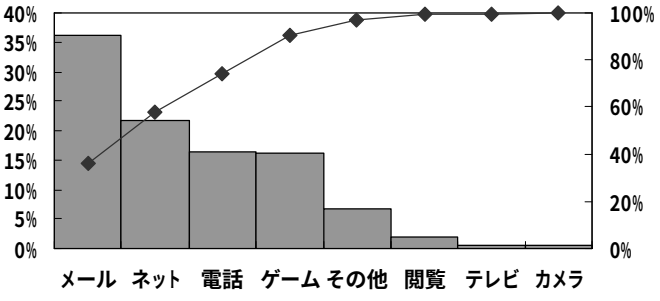


図 2　使用用途の時間割合

メールの使用が最も多く、メールとネットの使用時間で全体の 58%を占める。電話とゲームはほぼ同じで、それぞれ 16%程度であった。ワンセグ機能を搭載した携帯電話を使用している対象者が 10%いたが、現状ではテレビ視聴は 0.5%と少なかった。

図 3 と**図 4** に時刻ごとの使用場所および使用姿勢を示した。いずれも各要素の時間割合である。

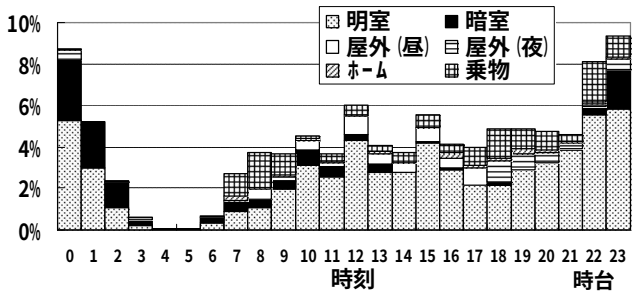


図 3 時刻ごとの使用場所

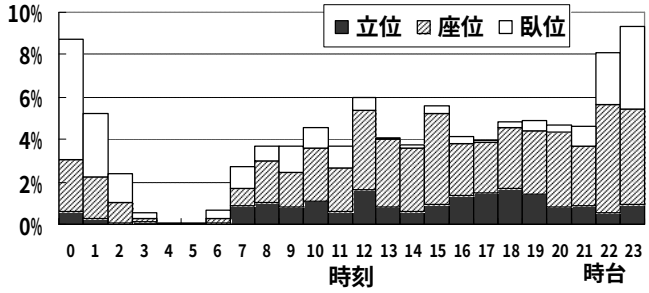


図 4 時刻ごとの使用姿勢

時刻別の使用時間をみると、22 時台から 0 時台までの使用を合わせると全体の約 25%を占め、1 時台の使用も 5%を超えている。4、5 時台の使用はほとんどない。**図 3** の時刻ごとの使用場所では 22 時台から翌日 2 時台まで暗室での使用が多い。また、7 時から 9 時、17 時から 23 時の乗物での使用の増加は通学のためと考えられる。**図 4** の時刻ごとの使用姿勢では 22 時から翌日 2 時までの臥位での使用が多い。7 時から 11 時までの臥位での使用時間の増加は起床時の使用と思われる。

最後に使用場所別の画面の明るさの主観評価の結果を**図 5** に示す。

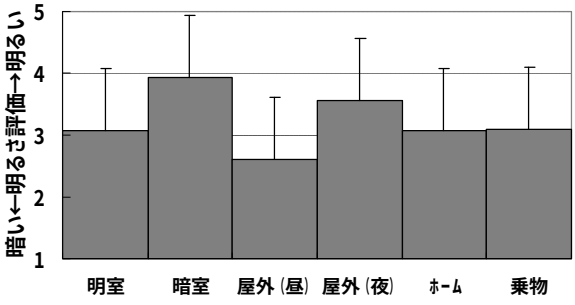


図 5 使用場所別の画面の明るさ評価

明室、ホーム、公共の乗物ともに平均評価はほぼちょうど良いであった。屋外(昼)はやや暗い評価となり、暗室と屋外(夜)では明る過ぎる評価となる。

4. 考察

昼間の屋外での使用時間が 5%であるのに対し、暗室と夜間の屋外での使用時間の合計は 17%で、昼間の屋外での使用より、暗所での使用の方がはるかに多かった。また、場所別の画面の明るさ評価(**図 5**)より、暗室や夜間の屋外といった暗所での明るすぎるという評価の方が、昼間の屋外での画面の暗さの評価よりも顕著であった。このことから、昼間の屋外視認性の確保よりも暗所での輝度制御の方が重要であるといえる。

なお、携帯電話の使用姿勢は、対象者が学生であったこともあるが、立位よりも臥位での使用が 10%ほど多かった。また、場所別使用姿勢の使用時間割合(**図 1**)より暗室での臥位の使用は全体の 10%以上あった。姿勢による視距離の違いがあるとすれば、画面の輝度制御にあたって考慮すべきである[2)]。

そこで、姿勢別の視距離を測定するため、補足実験を行った。被験者は大学生 25 名であった。使用時間が最も長かったメール使用時の立位･座位･臥位の視距離を測定した。メール使用課題は実験者が送ったメールに返信する作業であった。作業開始から約 1 分間経過した時点で視距離をメジャーで計測した。携帯電話は被験者の所有機を使用した。結果は**図 6** のとおりである。

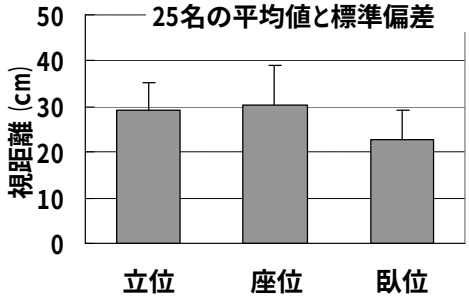


図 6 メール使用時の姿勢別の視距離

姿勢別の視距離は立位 29cm、座位 30cm、臥位 23cm であった。立位と座位の視距離はほぼ同じで、臥位では 6-7cm 視距離が近い。視距離が近い臥位では、画角が大きくなる。したがって、立位や座位に比べて画面の明るさの影響を受けやすいといえる[2)]。

5. まとめ

本研究の結果、①暗所での使用の方が昼間の屋外使用より 3 倍以上多い、②暗所での使用姿勢は臥位が多い、③臥位での視距離は立位、座位より近い、④暗所で「画面が明る過ぎる」という訴えが顕著である、ことなどが示された。これらの結果から、今後は消費電力の削減と視覚負担の軽減という点で屋外視認性の確保よりも低照度下での画面の輝度制御が重要になるといえよう。

参考文献

1) Kubota,S. et al. : Measurement of light incident on mobile displays in various environments, Journal of the SID, Vol.14, No11, 2006

2) 鈴木ほか:観視距離と照明環境が液晶テレビの好ましい輝度に及ぼす影響, 日本人間工学会第 48 回大会,2007

三次元デスクトップの一提案

○金山貢*、水戸和幸**、板倉直明**、清水豊**
(*電気通信大学大学院電気通信学研究科、**電気通信大学電気通信学部)

One Proposal for Three-Dimensional Desktop

Mitsugu KANAYAMA*, Kazuyuki MITO**, Naoaki ITAKURA**, Yutaka SHIMIZU**
(*Graduate School of Electro-Communications, The University of Electro-Communications,
**Faculty of Electro-Communications, The University of Electro-Communications)

1. はじめに

パソコンなど情報機器の表示や操作を三次元に拡張することによって、より充実したインタフェースを提供することができる[1]。このような操作環境をここでは三次元デスクトップという。先行研究では三次元表示された空間を複合感覚に提示する研究がなされている。確かに、この方法によって三次元空間を表現する手段は現実感に近いという意味で有効であり、それによって三次元空間における正確な動作が可能になる。しかし、先行研究では三次元表示を行うことによって隠れてしまうオブジェクトを素早く探索、操作する手段に問題を残している。

三次元デスクトップの本質として、画面表示の三次元化は当然のことながら画面の操作も三次元的になされなければならない。しかし、現状で二次元のマウスが最も安価で普及し、一般のユーザに親しまれ用いられている。その現状から、一般のユーザが三次元表示された空間において、二次元のマウスを用いて作業を行うことを前提とした研究が必要である。

上述の説明を踏まえて、本研究では画面表示の三次元化によって問題となっている、隠れてしまったオブジェクトを二次元のマウスを用いて素早く探索し、任意の位置まで操作することが可能な三次元デスクトップ環境を提案し、実験を通してその有効性を検証することを目的とする。

2. 提案環境

図 1(a)の例に示すように我々がごく一般に使用するPC 画面を透視投影法にて三次元表示する。

2.1 視軸変化

マウスホイールを押しながら二次元のマウスを移動すると、図 1(a)から図 1(b)のように視軸を変化させることができる。この提案により三次元化により隠れてしまったオブジェクトの探索、操作を容易に行うことが可能となる。

2.2 音響支援

操作オブジェクトが、目標オブジェクトの範囲に入った際、目標オブジェクトから音響支援がなされる。この提案により奥行き次元の微妙なオブジェクト調整を容易に行うことが可能となる。

(a) 基本画面

(b) 視軸変化後

図 1 実験画面

3. 実験と結果

3.1 実験Ⅰ: オブジェクト探索における視軸変化の検証

実験Ⅰでは、視軸変化が不可能な条件((a)のまま)と可能な条件((a)に対して(b)のようにできる)での比較においてオブジェクトの探索における優劣を明らかにすることを目的とした。

被験者は 10 名。試行回数は、視軸変化が不可能な条件で練習 10 回、本番 30 回、視軸変化が可能な条件で練習 10 回、本番 30 回。オブジェクトの背面に隠れた別のオブジェクトの探索する課題と操作性の主観評価

を行ってもらった。

視軸変化の無し、有りにおける平均探索時間の結果を図 2 に示す。図 2 からも明らかなように視軸変化が可能な条件の方が不可能な条件よりも平均探索時間が短いという傾向($t = 21.267$, $p < 0.001$, 両側)が示された。また、視軸変化が可能な条件の方が操作しやすいという傾向($Z = -3.584$, $p < 0.001$, 両側)が示された。

3.2 実験Ⅱ: オブジェクト操作における視軸変化の検証

実験Ⅱでは、実験Ⅰの結果を受け、視軸変化が不可能な条件と可能な条件での比較においてオブジェクトの操作における優劣を明らかにすることを目的とした。

被験者は 10 名。試行回数、条件は実験Ⅰと同様。オブジェクトの背面に隠れた別のオブジェクトを探索し、それを目標のオブジェクトまで移動する課題と操作性の主観評価を行ってもらった。

視軸変化の無し、有りにおける平均操作時間の結果を図 3 に示す。図 3 からも明らかなように視軸の移動を可能にした条件の方が不可能な条件よりも平均操作時間が短いという傾向($t = 6.440$, $p < 0.001$, 両側)が示された。また、視軸変化が可能な条件の方が操作しやすいという傾向($Z = -5.066$, $p < 0.001$, 両側)が示された。

3.3 実験Ⅲ: オブジェクト操作における音響支援の検証

実験Ⅱのオブジェクト操作において目標のオブジェクトへ合わせる微妙な調整に苦手意識を持っているユーザが見受けられた。実験Ⅲでは、実験Ⅱの結果を受け、視軸変化の可能な条件において、目標のオブジェクトからの音響支援のない条件、ある条件での比較においてオブジェクト操作における優劣を明らかにすることを目的とした。

被験者は 10 名。試行回数は上記の条件で 60 回。実験Ⅱと同様の課題と操作性の主観評価を行ってもらった。

操作時間においては、両条件で相違するという傾向は示されなかったが、音響支援のある条件の方が操作しやすいという傾向($Z = -3.259$, $p < 0.01$, 両側)が示された。

4. 総合考察

実験Ⅰ、Ⅱを通して、視軸変化が隠れたオブジェクトの探索、操作に有効であることが明らかになった。このことは、筆者が構築した画面表示が三次元表示されることによって背面に隠れてしまったオブジェクトの基本操作、すなわちポインティングと移動において有効であることを意味する。

実験Ⅲを通して、音響支援が操作性の主観評価を向上させるのに有効であることが明らかになった。このことは、音響支援が実験Ⅱで見受けられたオブジェクト操作

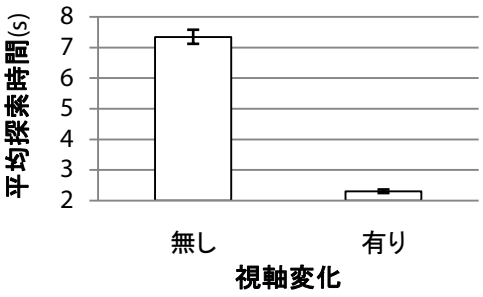


図 2 平均探索時間

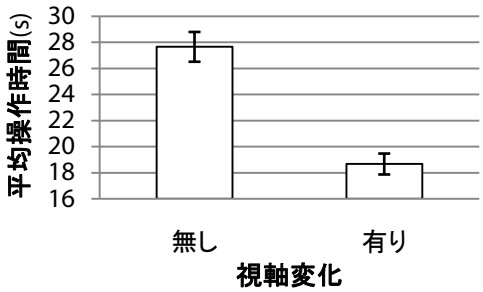


図 3 平均操作時間

において目標のオブジェクトへ合わせる微妙な調整に苦手意識を持っているユーザから、苦手意識を取り払うのに有効であることを意味する。そのため、音響支援は微妙な調整に苦手意識を持つユーザがオプションとして使用するのに適していると考えられる。

5. まとめ

実験を通して、以下の有効性を明らかにできた。

1. 視軸変化は、三次元表示によって隠れてしまったオブジェクトを探索、操作する上で有効であることが分かった。
2. 音響支援は、奥行き次元の微妙なオブジェクト調整を行う上で有効であることが分かった。

6. 参考文献

[1] George G. Robertson, Jock D. Mackinlay, and Stuart K. Card, Cone Trees: animated 3D Visualizations of Hierarchical information, Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: Reaching through technology, pp.189-194, 1991

[連絡先]
金山貢
電気通信大学
〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1
TEL:042-443-5248
E-mail:kanayama@se.uec.ac.jp

グリップ角度に焦点をあてたビデオカメラの最適な形状

○徳永裕香*、飯島靖博**、畑中晴雄**、藤田日出人**、下村義弘*、勝浦哲夫*
(*千葉大学大学院工学研究科、**三洋電機株式会社)

Optimum Grip Angle of Handy Video Camera

Yuka Tokunaga*, Yasuhiro Iijima**, Haruo Hatanaka**, Hideto Fujita**, Yoshihiro Shimomura*, Tetsuo Katsuura*
(*Graduate School of Engineering, Chiba University, **SANYO Electric Co.Ltd)

1. はじめに

従来より、ビデオカメラの使いやすさと撮影姿勢を人間工学的見地から科学的に検証する研究[1)]がなされており、その中で最適な撮影姿勢およびカメラ形状が提案されている。しかし、近年ビデオカメラの小型･軽量化によりその形状が大きく変化していること、液晶モニタの普及により様々な撮影姿勢が可能になってきたことなどから、今一度、最適な撮影姿勢およびカメラ形状を検証する必要がある。

本研究では、撮影姿勢を決定する主因子であるグリップ角度に着目し、複数の実験モデルによるビデオカメラ撮影時の筋電位測定と主観評価を行った。

2. 方法

2.1. 実験モデル

図1に示すような横型から縦型まで現行製品を網羅した7段階のグリップ角度の実験モデルを用意した(重量300±10g)。実験モデルは、小型カメラと液晶モニタを搭載し、リアルタイムに映像を確認できるようにした。グリップの形状、質量、重心位置は、全て同一であり、グリップ角度以外の要因は除去された。

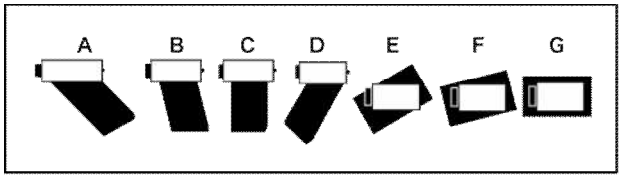


図1.実験モデル(白色：カメラ部、黒色：グリップ部)
(V：縦型(A～D)、H：横型(E～G)、数字はグリップ角度)

2.2. 実験方法

被験者はコンピュータ制御でスクリーンに投影された静止、移動するターゲットをモニタの中心にできるだけ合わせるようにカメラを保持するタスクを行った。スクリーン中央の高さは138cmに設定し、スクリーンから被験者の立ち位置(つま先)までは282cm とした(図2)。

被験者は電子機器の扱いに慣れた健康な大学生、男女10名(平均年齢22.3±0.67才)とした。全員右利きだった。

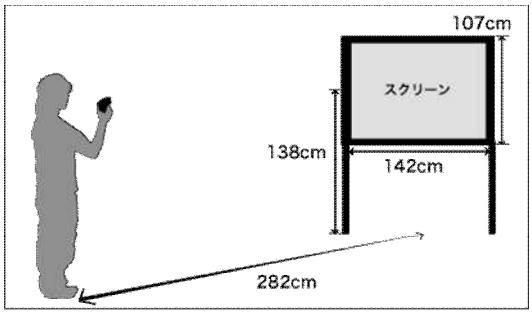


図2.実験環境

2.3. 計測･解析項目

測定項目はカメラ保持時の主働筋の筋電図(僧帽筋、三角筋前部、上腕二頭筋、腕橈骨筋、尺側手根屈筋、総指伸筋)、ゴニオメータによる手関節角度(掌背屈、橈尺屈)、レンズ近傍に取り付けた加速度センサによる上下･左右のブレ量、VAS法による主観評価(持ちやすさ、安定性、追従性)であった。筋電位の実効値については、標準化した後に一元配置分散分析と多重比較検定(Turkey-KramerのHSD検定)を行なった。加速度センサによるブレ量、主観評価については一元配置分散分析と多重比較検定(Turkey-KramerのHSD検定)を行なった。また、これらの統計解析全体を支持するために、疲労部位の頻度を計測した。

3. 結果

3.1. 筋負担の実験結果

移動タスクにおける筋電図(図3(a))では、僧帽筋、三角筋、上腕二頭筋、総指伸筋においてグリップ角度条件の有意な主効果が見られ、A,Bに代表される縦型の筋負担がF,Gに代表される横型に比べ有意に負担が小さい結果となった。この理由としては、縦型の保持姿勢では、肘および上腕部を体幹で支えられること、追従時に前腕の回内、回外運動が小さいことが考えられる。横型について、総指伸筋の筋負担が大きかった理由とし

ては、横型の保持姿勢では、縦型に比べて掌側へのモーメントが大きい（手のひら側にかかるビデオカメラの重量をグリップ部を握り込むことによって支えている）ことが考えられる。

一方で、三角筋はV:135条件で急激に有意に低下しており、撮影方略が変化した事を示し、これは尺側手根屈筋でも同条件で増加の傾向が見られたことからも示唆された。

静止タスクにおける筋電図では、三角筋、上腕二頭筋、総指伸筋においてグリップ角度条件の有意な主効果が見られ、移動タスク同様にA,Bに代表される縦型の筋負担がF,Gに代表される横型に比べ有意に負担が小さい結果となった。実際、A-F、B-G 間では3項目ともに有意差が認められた。

移動タスク、静止タスクの両方とも、追従性に関するパフォーマンスを表すと考えられるブレ量については、条件の効果は有意ではなかった。

(a) (b)

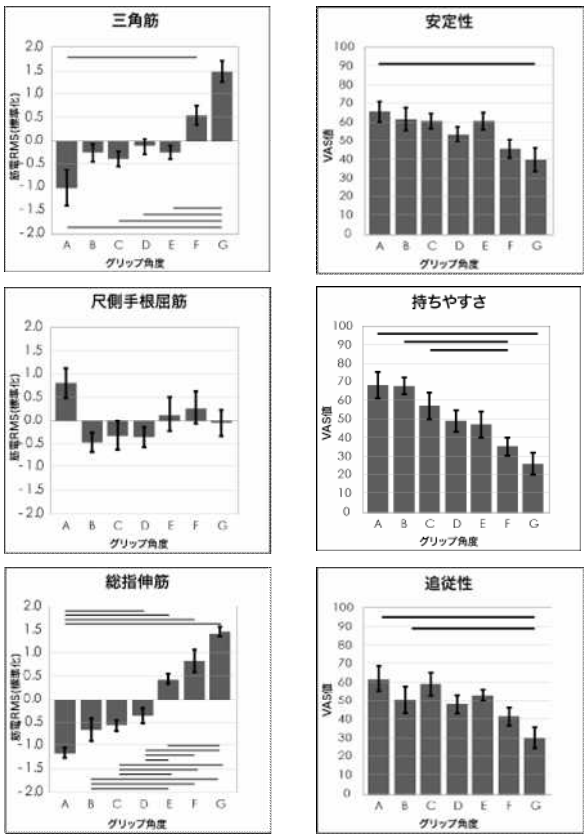


図3(a) 筋電図(移動時)
図3(b) 主観評価
横線は各モデル間の有意差(p<0.05)を示す。

3.2. 主観評価結果

実験モデルと主観評価の関係を項目ごとに図3(b)に示す。縦軸の数値が大きいほど、被験者の評価が高いことを示す。安定性、持ちやすさ、追従性ともに有意な主効果が見られ、縦型、特にグリップ角度が大きい形状ほど、3項目の評価が高くなる傾向が見られた。A-G 間では3項目全てに有意差が認められた。

タスクによる疲労部位の訴え頻度(人数)を図4に示す。横型では肩、上腕、前腕、手部に疲労を感じている被験者が多く、肩と上腕に関しては被験者の半数が疲労を感じるという結果となった。なお、前腕については縦型、横型とも同程度の疲労であった。

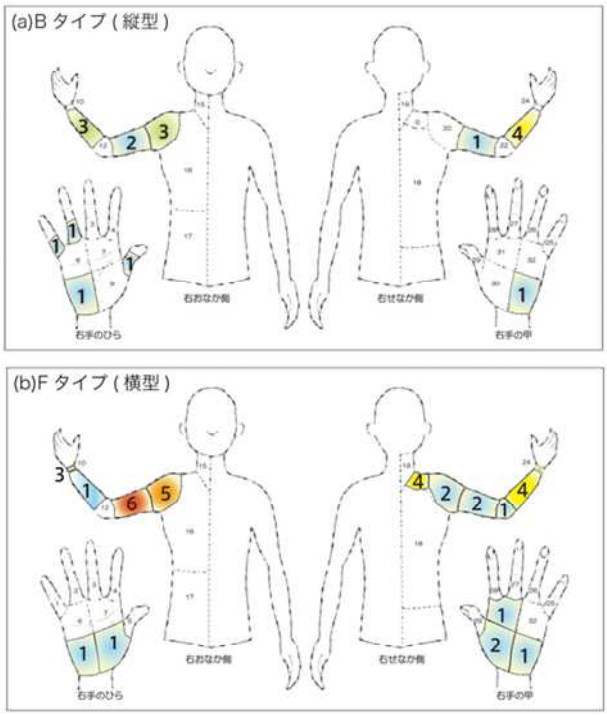


図4. Bタイプ(a)とFタイプ(b)の疲労部位の訴え頻度

4. 考察

以上の結果より、負担を抑制し、握りやすい適切なグリップ角度は、軽度尺側偏位をもたらす角度(本実験では105度程度)であると考えられた。

5. 参考文献

1)勝浦哲夫, “ビデオカメラの人間工学,” 人間工学, 第26巻特別号, pp. 303-306, 1990.

[連絡先]
徳永裕香
千葉大学大学院 工学研究科 デザイン科学専攻
人間生活工学研究室
〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33
TEL：043-290-3087
E-mail：tokunaga@graduate.chiba-u.jp

大腸内視鏡の操作性と熟練度

○下村義弘*、岩永光一*、勝浦哲夫*
（*千葉大学大学院工学研究科）

Controllability and proficiency of colonoscope

Yoshihiro SHIMOMURA*, Koichi IWANAGA*, Tetsuo KATSUURA*
(*Graduate school of engineering, Chiba university)

1. はじめに

大腸内視鏡（図1）は、直腸および結腸管腔内部の器質的疾患の発見、診断と治療に用いられる。被検査者は通常左腹部を下にベッド上に横たわり、術者は肛門からスコープ先端を挿入して、先端部を湾曲操作しながら前進させて使用する。現在は電子スコープの映像上の視認性の改善、特殊照明光や画像処理による病変部位の発見方法など、新たな技術開発が続いている。

先端部の湾曲は、上下・左右用の 2 つの回転ノブ操作によってワイヤ牽引することで成される。これは、古くからある機械式バイラテラルマスタスレーブ様の制御方法であり、術野内の方向認識の困難さも加わり、術者の長時間におよぶ訓練と鋭敏な感覚が必要とされている。腫瘍性の病変に対しては、スコープ本体内に生検鉗子等の処置具を通して切除等の処置を行うが、湾曲操作との極めて高度な技能連携が必要とされる。

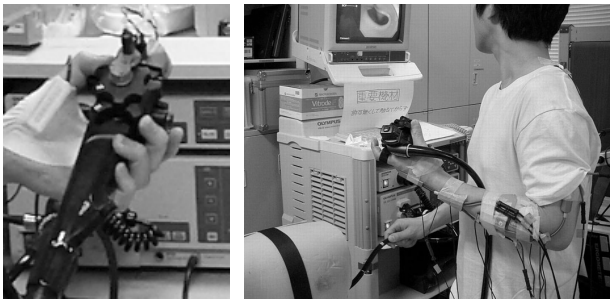


図 1 本研究における大腸内視鏡の操作状況

大腸内視鏡検査は自治体によっては健康診断の精密検診項目に挙げられており、大学病院などでは 1 日の検査数が医師 1 人当たり 10 件を超えるなどの過酷なルーチンワークとなっている。この現状を鑑み、早期熟練やトレーニング効果の明確化が必要であると考えられる。しかしながら、現在はその操作性の指標が無く、経験例数によって定性的に操作性や熟練の程度が論じられるに過ぎない。そこで本研究では、内視鏡操作についてのタスク実験を行い、熟練度が各種生理負担、パフォーマンス、および主観評価に与える影響を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

本研究は3回の予備実験と4回の本実験の2段階から構成された。第 1 段階では測定項目を絞り込みプロトコルの最適化を行った。第 2 段階では被験者を熟練度で分けて実験を実施した。被験者が医師である場合は、通常の処置室環境で実験を行った。タスクは図 1 のようにコロンモデル（ヒト大腸ファントム）を用いて、肛門挿入から可能な限り迅速に盲腸に到達させるものであった。

2-1. 被験者

予備実験では各1名の被検者を用いた。本実験では熟練度をアマチュア（A）、エキスパート（E）、プロフェッショナル（P）の 3 段階に分け、おのおの、医師ではない初心者 9 名、医師ではない熟練者 9 名、現場経験の豊富な医師 6 名の被検者群を用いた。なお全ての被験者は各熟練度に応じて、初期の学習は十分に完了しており個人内で技能は安定していた。

2-2. 実験手順

予備実験1、2、3では各々13、6、6試行、本実験では全被験者で 3 試行ずつ実験を実施した。すべての実験で試行間には数分間以上の休憩を入れ、被検者の疲労が蓄積されないように配慮した。なおコロンモデルであるため病変部位の発見等には注力しないように教示した。タスク中に内視鏡の先端位置を完全に見失っていると判断された場合は、その試行をやりなおした。

2-3. 測定指標

操作に関連する 9 つの主働筋の筋電図と手関節・肘の4軸の関節角度を測定した。自律神経系指標として、心拍数、皮膚コンダクタンス、胃電図の正常波帯域比率を、またVAS法による4項目の主観評価を行った。パフォーマンスについてはタスク遂行時間に加え、磁気センサによる内視鏡先端部の向く方向、および被検者の回転ノブ操作量の周波数領域での検討を行った。生理測定項目のデータ集録には MP-150 データ集録・解析システム（Biopac Systems, inc.）を、統計解析は、Microsoft Excel の分析ツールと組込関数、Kaleida Graph 4.0、StatMateⅢ、JMP IN 5.1を用いて、熟練度を要因とする1元配置分散分析とSNK多重比較検定、回

帰分析等を行った。これらのすべての測定項目は予備実験において適宜検討・取捨選択され、本実験は 28ch または 13ch の項目数で実施した。

3. 結果および考察

左右の僧帽筋、左の上腕二頭筋、短拇指屈筋、浅指屈筋の活動量については熟練度の主効果は見られなかった。右円回内筋(図 2a)は P 群が他の群より有意に高値を示したが前腕回旋(図 2b)および肘屈曲のレンジでは A 群および P 群は小さく、P 群はスコープケーブル本体の捻りを右前腕の回内外トルクで積極的にコントロールしていることが考えられた。グラフが熟練度に従って上に凸状であるのは、E 群は A 群よりも腕をダイナミックに使うことで技能を向上し、P 群では不要な動きを排除したという、技能の獲得と洗練の過程を示していると考えられた。自律神経系指標では心拍数のみが有意であり、同様に上に凸状の値を示した。これは E 群のモチベーションの高さと熟練者として実験に参加した際の精神的緊張が表れた可能性があるが、年齢などの要因を排除していないため、明らかではない。

遂行時間(図 2c)とその標準偏差は、熟練度に従って有意に減少した。一般的に、学習により遂行時間とそのばらつきが減少することが知られている。3 試行の遂行時間の平均値と標準偏差を説明変数とする重回帰分析を行った結果、$p<0.001$、重相関係数 0.533 であり、重回帰モデルを適用する効果は低いと考えた。本研究では熟練度に従って個人内よりも個人間のばらつきが小さくなる効果が大きく、個人内標準偏差は熟練度の推定には有用ではないと考えられた。そこで単回帰分析の結果、遂行時間 t(s)によって A から P 群の熟練度 G(無単位、1～3 点)を式(1)で表すことが可能であった。これにより、例えば熟練度を 1 点上げるには平均遂行時間を約 2.6 分短縮する必要があることがわかる。

$$G = 3.969 - 0.00641 * t \quad (p < 0.001, r = -0.64) \quad \cdots(1)$$

操作量について、ノブの上下方向の DFT の結果を図 3 に示す。対数圧縮されたスペクトルについて、緩慢な操作の指標として 0.3Hz 以下の超低域の勾配(Log(deg)/Hz)、およびリズミカルな操作の指標として 1±0.5Hz の平均値(ΣLog(deg)/n)が特徴的であった。分散分析によってこれらの解析項目は有意であり、熟練度に従ってこれらの指標が大きくなった。左右方向と内視鏡先端の方向の制御量も同様の傾向であった。

主観評価(図 2d～g)では、「(d)現在思い通りに動かせるか」が熟練度に従って僅かな増加が示唆されたが有意ではなかった。「(e)初めて使いだしてからある程度使いこなすまでに要する学習時間」および「(f)1 回の検査にかかる全身的負担感」、「(g)操作するのに要する思考努力」は P 群で有意に低下した。外的なパフォーマンスを推し量る「(d)思い通り…」の項目が有意でないにも関わらず、負担や思考などの内部負担の項目で P 群が低値であったのは、技能獲得におけるリソースの効率化と検査手技全体の経験の影響があると考えられる。

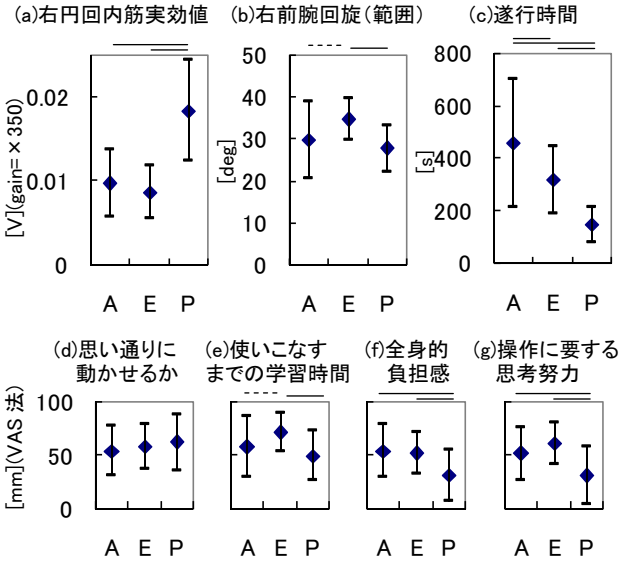


図 2 生理測定項目と遂行時間、主観評価の結果
実線は $p<0.05$、破線は $p<0.1$ を示す。

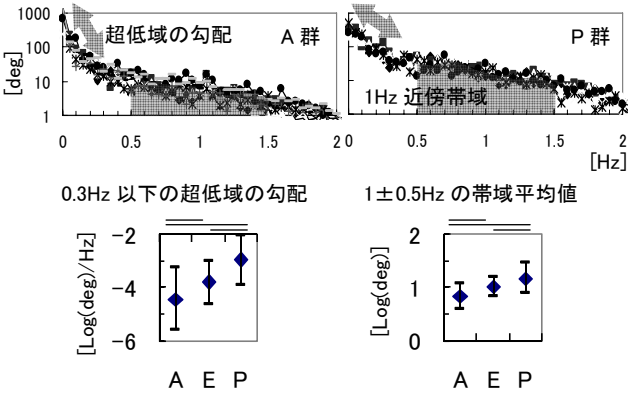


図 3 上下方向のノブ操作量の周波数解析(DFT)結果

4. まとめ

本研究では内視鏡操作についてタスク実験を行い、有効な指標を見出すとともに、熟練度と各種生理負担、パフォーマンス、および主観評価との関連を明らかにした。今後はパラメータの精度を高め、様々な内視鏡インタフェースの評価を行う必要がある。

[連絡先]
下村 義弘
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:shimomura@faculty.chiba-u.jp

キーボード操作時の手関節角度に手関節装具及びキーボードの種類が与える影響

○竹田恵利子* 青木和夫*
(*日本大学大学院理工学研究科)

Effect of splint and keyboard on wrist angle during keyboard operation

Takeda Eriko* , Kazuo Aoki*
(Graduate school of science and engineering , Nihon university)

1.はじめに 慢性関節リウマチ患者(以下 RA 患者)に対する医療は、薬物療法・手術療法・リハビリテーションから成り立っている。リハビリテーションの中で、変形予防を目標とした関節保護の観点も重要視され実践されている。Melvin は関節保護の 10 原則の 1 つに装具の利用を挙げている。RA 患者の装具装着効果として疼痛軽減などの報告はあるが、パフォーマンスに与える影響についての研究は行われておらず、効果的な装着方法の指導ができていない現状がある。今回は、障害を有した方にとって重要なコミュニケーションツールであるキーボード操作に着目し、手関節角度を4条件にて測定し効果を検証した。

2.実験方法 2-1 被験者:26 名の健康な女性(年齢:29±4 歳)、利き手は右、キーボード操作は通常より両手で行い、手・手指関節に疼痛がない者とした。

2-2 条件設定:椅子の高さは肘関節 90° 屈曲位で肘頭とテーブルが同じ高さに調整した。作業中の姿勢は、両肘をテーブル上につくことを規定し肘及びキーボードの位置は被験者が任意の位置を決定した。

2-3 作業内容:入力練習ソフト(パーフェクトキーマスター)を使用し、入力指は規定しアルファベット(A～Z)入力を 3 回連続して行った。4 条件(装具の有無、キーボード2種類)を順不同で実施し、各条件の間に休憩を入れた。キーボードの種類は、マイクロソフトナチュラルエルゴノミックキーボード 4000(図 1、以下 E 型)及び Dell 普通型キーボードをリストレスト(図 3、以下N型)と共に使用した。装具は、本体及び角度調整用アルミ板から構成される Rolyan D-ring short-splint を使用した。(図 2)

2-4 測定方法:Biometrics のゴニオメータにて、2 方向同時測定(手関節伸展－屈曲／尺屈－橈屈)を行い各キー入力時の角度を測定した。ゴニオメータは平らな面に設置しばね長さを 4cm にしてゼロ点を決定した。被験者毎に基準とした肢位で角度測定を行った。装着方法は、手背部は第 3 中手骨上、前腕部は橈骨・尺骨茎状突起中点と近位 10cm の両骨間を結ぶ線上に位置させ、ばね長さを 4cm として、両面テープとサージカルテープにて固定した。(図 3)

図 1 E 型キーボード

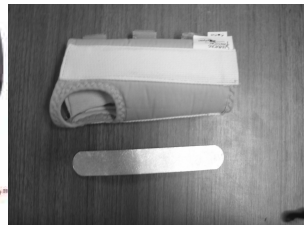


図 2 装具

図 3 N 型キーボード、計測方法

3.データ処理方法　表計算ソフト(エクセル)を使用し各キー入力時の手関節角度の平均値を、繰り返しのある二次元配置分散分析にて解析し、有意水準は5%を採用した。

表1　各条件でのキーボード操作時の手関節角度及び、分散分析結果

	右手関節角度　伸展－屈曲				二次元配置分散分析 P値<0.05		
	各条件: キーボード／装具±				変動要因		
キー	標準　／　装具－	標準／装具＋	エルゴ／装具－	エルゴ／装具＋	装具	キーボード	交互作用
M	29.6	21.3	26.8	19.3	1.74E-09	4.60E-02	-
N	27.7	20.7	22.9	25.3	2.17E-06	2.36E-03	-
L	25.3	18.1	21.0	23.1	1.14E-07	1.91E-03	-
O	22.8	17.1	14.8	12.7	9.56E-04	3.70E-07	-
J	22.4	16.4	17.7	14.2	2.50E-05	2.04E-03	-
K	22.3	15.8	16.5	13.2	5.54E-03	1.67E-02	-
P	18.8	14.4	9.91	8.89	3.77E-02	1.47E-07	-
H	17.1	13.7	13.3	12.7	-	2.48E-02	-
U	15.0	11.8	8.39	8.52	-	2.21E-06	-
I	10.5	8.50	2.89	5.65	-	4.28E-06	2.90E-02
Y	9.63	7.99	2.24	4.97	-	1.51E-06	3.38E-02
	左手関節角度　伸展－屈曲				二次元配置分散分析 P値<0.05		
X	29.7	22.2	20.6	15.3	1.01E-04	2.20E-06	-
C	28.0	18.4	23.1	16.1	1.12E-06	2.47E-02	-
D	27.2	17.1	22.7	15.7	4.35E-09	3.04E-02	-
Z	27.1	22.0	19.5	16.6	1.02E-02	5.92E-05	-
V	26.1	15.9	19.2	13.8	1.66E-05	9.74E-03	-
F	24.5	15.8	19.0	13.2	1.64E-07	1.91E-03	-
A	24.0	18.0	16.8	14.4	2.77E-03	1.43E-04	-
S	23.0	12.4	18.2	12.7	1.82E-06	2.21E-02	-
E	22.6	15.0	16.2	12.2	2.82E-05	8.00E-04	-
W	22.5	14.7	15.1	12.1	4.39E-05	1.35E-04	-
B	21.6	14.8	15.4	11.9	5.38E-04	1.83E-03	-
G	18.6	10.2	13.0	10.3	3.19E-04	-	-
R	17.1	12.3	8.77	8.67	3.42E-02	9.16E-07	4.22E-02
Q	14.6	4.61	8.76	5.61	3.38E-06	-	1.20E-02
T	12.0	8.90	3.93	6.41	-	2.15E-05	2.42E-02
	右手関節角度　尺屈－橈屈				二次元配置分散分析 P値<0.05		
Y	15.8	11.4	5.56	5.51	-	5.03E-09	-
I	15.6	11.3	5.18	5.27	-	1.08E-09	-
U	15.5	11.6	6.06	5.74	-	8.01E-08	-
L	14.6	11.9	4.50	5.81	-	1.56E-09	-
O	14.3	11.9	4.71	5.92	-	5.90E-08	-
J	14.2	10.9	3.33	5.71	-	6.18E-09	2.54E-02
M	14.0	12.0	4.63	6.23	-	1.33E-07	-
K	12.3	11.7	4.14	5.88	-	5.24E-06	-
P	11.7	11.0	2.57	5.00	-	1.30E-06	-
H	11.7	10.8	1.42	4.64	-	1.52E-08	-
N	11.0	10.6	0.37	4.77	-	2.51E-08	-
	左手関節角度　尺屈－橈屈				二次元配置分散分析 P値<0.05		
E	18.6	13.1	7.33	5.71	2.30E-03	1.66E-12	-
Z	17.8	8.53	10.6	6.87	1.83E-05	2.69E-03	-
T	17.7	12.7	8.45	5.96	1.34E-02	4.53E-07	-
F	17.5	12.8	5.82	5.30	2.04E-02	5.76E-14	-
W	16.8	8.65	10.3	5.23	1.35E-07	4.87E-05	-
R	16.6	12.2	6.81	5.51	1.07E-02	2.67E-11	-
S	16.6	12.8	6.81	5.42	2.46E-02	1.72E-11	-
G	16.5	12.5	4.15	4.81	-	3.64E-15	3.28E-02
D	15.9	12.2	4.13	4.72	-	1.75E-13	-
A	15.2	6.85	8.99	4.42	1.27E-04	8.91E-03	-
X	13.9	5.60	9.46	4.71	6.52E-06	-	-
Q	13.5	5.96	9.28	4.62	4.22E-06	2.89E-02	-
C	12.1	11.2	0.205	3.65	-	1.58E-13	-
V	10.9	11.5	-0.6	3.67	2.45E-02	1.31E-14	-
B	9.95	8.69	-3.7	0.821	-	1.44E-13	2.36E-02

4.結果と考察　表1に結果を示す。表の左側に各キー入力時の手関節角度を、表の右側に二次元配置分散分析の結果を示した。各キー入力時に使用する手(右・左)、及び測定方向(伸展-屈曲・尺屈-橈屈)毎に記載した。二次元配置分散分析の結果から、変動要因がキーボードの場合、伸展角度・尺屈角度ともに、一部のキー入力(左手でG・Q入力時の伸展角度、X 入力時の尺屈角度)以外で有意差があり、伸展および尺屈角度が、N 型より E 型の場合に小さかった。変動要因が装具の場合、伸展角度は、一部のキー入力(右－H・U・I・Y、左－T)以外は、装具使用にて有意差があり、装具未使用より、装具使用時の伸展角度が小さかった。尺屈角度は、右手の装具使用では尺屈角度には影響を与えず、左手は一部のキー入力(G・D・C・B)以外では、装具使用にて有意差があり、装具未使用より、装具使用時の尺屈角度が小さかった。今後は、疲労及び効率も加味した上で、最適な条件を検討していきたい

[連絡先]竹田恵利子
日本大学大学院理工学研究科医療福祉工学専攻
〒101-8308　東京都千代田区神田駿河台1-8-14
E-mail:e-hatanaka@mvd.biglobe.ne.jp

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

－D/C 比との関連について－

○西口 宏美*

（*東海大学 情報理工学部）

The characteristics of mouse pointer operation in a positioning task of cerebral palsy patients on GUI screen

- About the influence of the D/C gain -

Hiromi NISHIGUCHI*

(*School of Information Science and Engineering, Tokai University)

1. はじめに

脳性麻痺者は痙性や不随意運動を有する場合が多く，キータッチなど，上肢を用いた位置決め動作に困難を生じる場合が多い。CUI(Character User Interface)からGUI(Graphical User Interface)へ OS の仕様が移行し，PC 操作においては，マウスなどのポインティングデバイスを操作してデスクトップ上のショートカット・アイコンやメニュー・アイコン上にポインタを移動させてクリックすることにより，アプリケーションソフトの起動やメニュー選択が可能となっている。

筆者らは，脳性麻痺者が GUI 画面上でポインタ操作を行う場面を想定し，ターゲット(ショートカット・アイコンやメニュー・アイコン)の大きさ，ポインタの移動距離および移動の方向性が作業時間値(MT)にどのような影響を与えるかについて検討した [1)]。その結果，MT は「移動の方向性には影響を受けない」こと，「目標のサイズに関係なく移動距離が短くなると移動誤差率が大きくなり，単位距離当たりの MT が延長する」という結果を得た。これらの結果より，画面上でのマウスポインタの移動距離が短くなると，ターゲット上にポインタを移動させてクリックするという，位置決め作業に困難が生じてしまうものと推測される。MacKenzie, I.S.は，画面上におけるポインタの移動距離(Display Motion)と入力デバイスの制御距離(Control Motion)との比である「D/C 比」を調整することにより，ポインティングデバイスを用いた位置決め作業の最適化が可能であると指摘している [2)]。

本研究では，GUI 画面上でのポインタ操作ならびに位置決め作業において，移動距離の違いにより MT を最小にする D/C 比が存在するかどうかについて検討することを目的とした。

2. 研究方法

2-1. 作業課題の作成

本研究における作業課題として GUI 画面上でのアプリケーション起動やメニュー選択，さらにはスクリーンキーボードを用いての文字入力に必要な，「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」を Visual Basic 5.0(マイクロソフト社製)を用いて作成した。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。

2-2. 課題提示の内容と実験条件

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(アイコン)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(アイコン)に移動させて左クリックをして終了する」というものである。これらの作業に要した作業時間値(MT)を 100ms 単位で測定した。移動方向については上方向のみ 1 条件とした。基点と目標点との距離(A)，目標点の大きさ(W)，D/C 比の条件は以下の通りである。

- A；500，300，100 ピクセルの 3 条件
- W；20，30，40，50 ピクセルの 4 条件
- D/C 比；1.3,，2.4，3.9，5.1，7.5，9.5，12.1 の 7 条件

図 1. 作業課題 (A=500，W=20 ピクセルの場合)

2-3. 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 7 名を対象とし

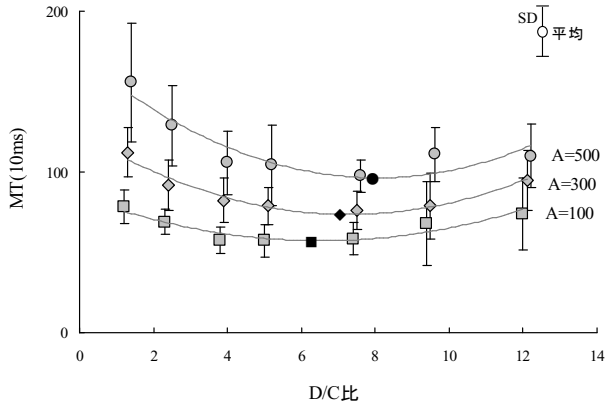


図2. D/Cの変化とMTとの関係 (健常者, W=20の場合)

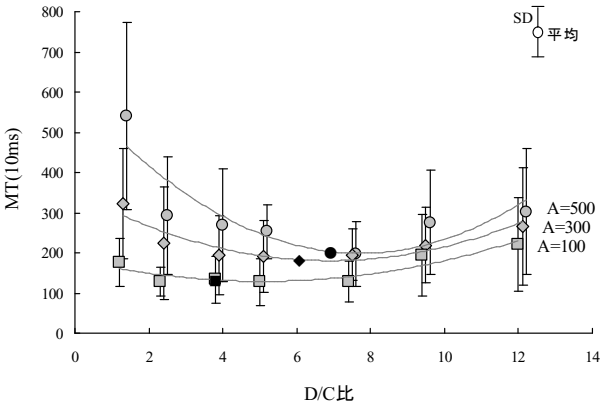


図3. D/Cの変化とMTとの関係 (CP, W=20の場合)

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していただき, 了承を得られた従業員に協力をお願いした。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。

3. 結果

まず, 設定した条件のうち目標点の大きさ W に関しては, 20 ピクセル以外の大きさでは D/C 比の影響は見られなかった。よって, W=20 ピクセルの場合について各移動距離 A における D/C 比が作業時間値 MT に与える影響について考察を行うこととする。

3-1. 健常者群の場合

健常者における D/C 比と MT との関係を図 2 に示した。D/C 比と MT との関係性を見るために 2 次曲線で回帰したところ, 3 条件の移動距離すべてにおいて良い当てはまりが見られた。さらに, 回帰曲線式を用いて MT を最小とする D/C 比を計算したところ, A=500 ピクセルの場合には 7.9(図 2 の●印), A=300 で 7.1(◆), A=100 で 6.3(■)となった。これらの結果より, 健常者の場合, 移動距離が短くなると MT を最小にする D/C 比も低くなることがわかった。朝日らの研究 [3]でも, 同様の結果が報告されている。

3-2. 脳性麻痺者の場合

次に脳性麻痺者(CP)における D/C 比と MT との関係を図 3 に示した。健常者の場合と同様に, 2 次曲線で回帰したところ, 3 条件の移動距離すべてにおいて良い当てはまりが見られた。また, MT を最小とする D/C 比は, A=500 ピクセルの場合には 6.9(図 3 の●印), A=300 で 6.1(◆), A=100 で 3.8(■)となった。脳性麻痺者の場合にも, 移動距離が短くなると MT を最小にする D/C 比も低くなることがわかった。

4. 考察とまとめ

実験結果より, 健常者および脳性麻痺者の両者とも移動距離が短くなると, MT を最小にする D/C 比は低くなり, 脳性麻痺者のほうがより低い値を示した。これらのことより, 2 つのターゲット間においてポインタの移動およびクリックを行う作業では, 移動距離により D/C 比を調整することにより MT を最小にすることが可能であることが示唆された。

さらに, 移動距離の違いにより MT を最小にする D/C がなぜ存在するかについては, 画面上でのポインタの加速度変化などを基に, 移動動作時間値と位置決め(終局)動作時間値との関係から検討を加える必要があると考える。

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, Vol.43, No.3, 124-131, 2007.

2) MacKenzie, I.S. : Input devices and interaction techniques for advanced computing, In W. Barfield, & T. A. Furness III (Eds.), Virtual environment and advanced interface design, 437-470, Oxford University Press, 1995.

3) 朝日元生, 高嶋和毅, 築谷喬之, 北村義文, 岸野文郎:マウスポインティング時の C-D 比と運動特性に関する一検討, ヒューマンインターフェースシンポジウム 2007, 293-398, 2007.

[連絡先]

西口 宏美
東海大学 情報理工学部 経営システム工学科
〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 1117
TEL:0463-58-1211(代表)
E-mail:NAH00632@nifty.com

画像と打鍵を利用した携帯電話による個人認証

○石川和人*、宮本博幸**
（ *千葉工業大学大学院情報科学専攻、**千葉工業大学）

Personal authentication by cellular phone using image and keystroke

Kazuto ISHIKAWA*, Hiroyuki MIYAMOTO**
(*Chiba Institute of Technology graduate school computer science major, **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の必要性が高まっている。その手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る。しかし、長く複雑な文字列は正確に記憶を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、入力回数が多くなり操作が煩雑になる。

本研究では、画像と打鍵を利用した認証システムを提案する。画像はパスワードの忘却を防ぎ、選択式にすることで操作の煩雑さを減らす。打鍵はタイミングを登録することにより、一定のタイミングで打鍵したときのみ有効とすることで安全性を高める。

2. 方法

2.1 認証システム

図 1 にシステムの構成図を示す。

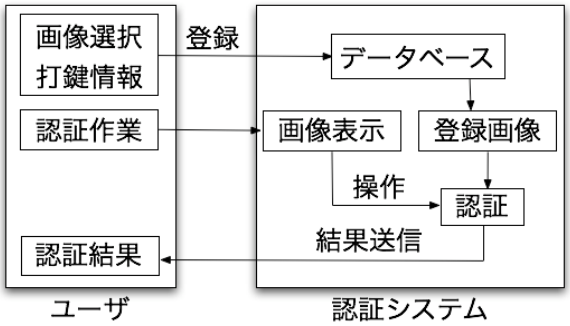


図 1　認証システム

＜登録＞

画像はキーに対応した 4 行 3 列で表示される。ユーザは 12 枚の画像から好きな画像を任意に選択し記憶する。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 回繰り返す。

図 2(a)に登録時の画面を示す。

＜認証＞

認証時は図 2(b)のように画像がランダムに入れ替わる。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。

(a)　　(b)

図 2　システム画面

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キー入力の時間間隔である。例を図 3 に示す。

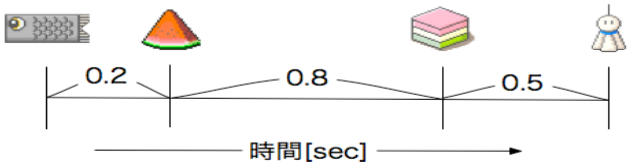


図 3　打鍵のタイミング

打鍵のタイミングには誤差が生じる。本システムでは誤差の許容範囲を平均値±標準偏差×しきい値とする。しきい値は 1.96 とした。

3. 実験

被験者は(22±2)歳の大学生男女 8 名とする。

被験者には実験前に、

- 画像(4 枚)と打鍵
- 任意に設定したパスワード (8 文字以上)
- ランダム配列のパスワード (8 文字)

を被験者に覚えてもらい、期間を空けても認証できるか測定した。期間は 1 日後、1 週間後とした。また、認証時にかかる時間の測定を行った。

次に、被験者に他者が登録した画像を教え認証してもらい、打鍵のタイミングの違いによる他者の排除率の測定を行った。

4. 結果と考察

表 1 期間を空けたときの認証成功率[%]

	画像と打鍵	任意	ランダム
1日後	100	100	37.5
1週間後	100	75	37.5

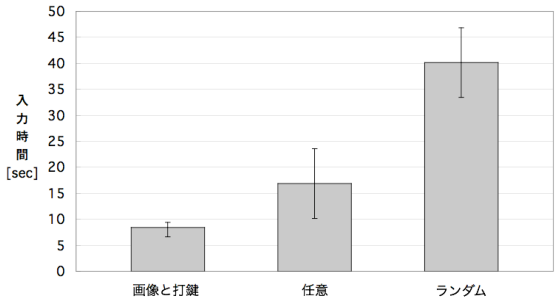


図 4　認証時の入力時間

表 1 からある程度期間を空けてもパスワードとなる画像と打鍵を忘れることなく認証ができた。

本システムは画像がランダムに入れ替わるが期間を空けても認証ができた。しかし、パスワードは被験者に任意に設定してもらったにもかかわらず、期間を空けると忘れる被験者がいた。

このことから、文字列のパスワードより画像を使用したほうが期間を空けたときの認証率が高いと考えられる。

また、期間を空けても打鍵のタイミングは画像と一緒に記憶していられることがわかった。

図 4 から入力時間もテキストパスワードと比べて短くなった。

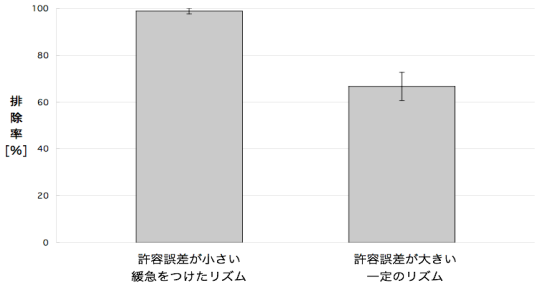


図 5　タイミングの違いによる排除率

他者の排除率を測定した結果、図 5 のように登録するタイミングによって排除率が変わった。

タイミングの違いによる排除率の例として図 6 に被験者のうちの 4 人の登録データを示す。

4 人のうち、被験者 A、B の登録データは他者の排除率が低い登録データである。また、被験者 C、D の登録データは排除率が高い登録データである。

被験者 A は、普段、携帯電話でキー入力をするときと同様の速度で登録を行っていた。

しかし、被験者 C はキーの入力間の間隔を一定の速度にせず入力間隔を長くしたり、短くしたものを組み合わせ、緩急をつけていた。

被験者 B は、登録時に同じタイミングで入力を繰り返さなかったため、許容誤差が大きくなり本人以外も認証しやすくなってしまった。

しかし、被験者D は登録時に同じタイミングで入力を繰り返していた。そのため、許容誤差が小さくなり排除率が高くなった。

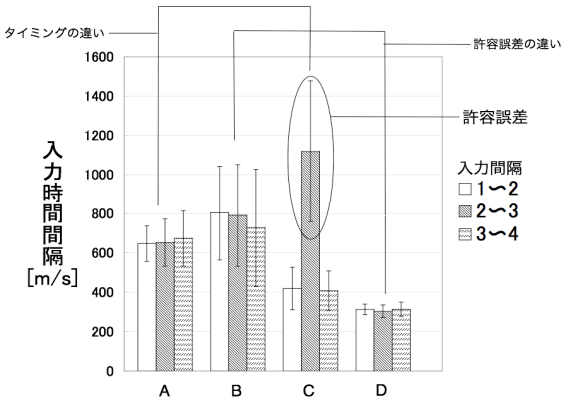


図 6　被験者 4 人の登録データ

図 5、6 から登録するタイミングに緩急をつけ、登録時に同じタイミングで入力し許容誤差を小さくすると排除率が高くなることがわかった。

実験結果から、本システムは認証率を落とさずに高い排除率で、操作が煩雑にならない個人認証ができることがわかった。

5. おわりに

本研究では携帯電話の認証時に画像と打鍵のタイミングを利用する事により、認証率を下げることなく、同時に打鍵の時間間隔の情報から登録者以外の認証を排除し安全性を高め、操作の煩雑さを少なくする認証システムを構築した。

しかし、登録するタイミングによっては他者の排除率の低いデータもあるので、打鍵のタイミングの取得方法の検討が必要である。

[連絡先]
石川和人
〒275-0162　千葉県習志野市津田沼 2-17-1
千葉工業大学 情報科学部 情報工学科 宮本研究室
TEL: 047-478-0538
E-mail: ishikawa@miya.cs.it-chiba.ac.jp

パソコン機能の使用頻度とユーザ特性との関連性

○加藤麻樹，下平佳江，前田亜紀子（長野県短期大学）

The relationship between frequency of utility of computer functions and user characteristics

Macky KATO, Yoshie SHIMODAIRA, Akiko MAEDA (Nagano Prefectural College)

1. 背 景

近年パソコンの機能が向上するとともに，製品価格も安くなったことから普及率は向上し [1]，一般家庭でも複雑な情報処理作業ができるようになってきた．特に GUI の発達は，習熟が十分でないユーザにとっても，使いやすいインターフェイスを提供してきたため，幅広い層のユーザがパソコンを利用できるようになった．しかし装備されている機能の全てを使うことは，ほとんどのユーザにとって困難である．すなわち，パソコンの用途が限定されており，用途を満たすだけの使い方がわかればよいとする場合が多い．

その背景として，パソコンの機能の複雑化そのものをあげることができると考えられる．インターフェイスの発達は複雑な機能の装備を可能にするとともに，その数が増えたことで，GUI の特長である直感的な使用が困難になってきた．すなわち，階層化されたメニューに対して，操作手順を正確にたどっていかないと，目的とする機能を使うことができない状態が生じている．

一方現在の高齢化が進行する中では [2]，今後高齢者がパソコンを用いた業務に従事することも考えられる．高齢者などの初心者ユーザにとっては用意されたメニュー等の選択肢の数が多いために利用が困難になっていると思われる．過去の知見で示されたパソコン教室などにおいても，学習過程において機能を修得するための手順をノートに記録する受講者が多い [3]．

また GUI で複雑な操作を実行するためにはポインティングデバイスの正確な操作が必要となる．しかし高齢者の場合，作業に困難を伴うことが多く [4]，簡素なインターフェイスが求められていると考えられる．

2. 目 的

本研究では，初心者にとって必須である操作と考えられるパソコンの諸機能について，年代別にユーザの使用頻度を調べることで，ニーズの高い機能と低い機能を抽出し，より簡単なインターフェイスの設計における機能の取捨選択に用いることが可能となる資料の構築を目的とした調査を行う．

3. 方 法

初心者の段階から用いられることが多い，パソコンの使用方法を説明する図書で扱われる機能をとりあげ，その使用頻度について 6 段階の評価を行う質問紙を作成する．機能のカテゴリーとして，コンピュータ全般(18)，Windows(23)，メール(15)，WWW(11)，ワープロ(25)の基本的な機能をそれぞれ抽出する．() 内は列記した機能の項目数を示す．

調査対象は年齢層ごとに，30 歳未満の I 群，30 歳以上 65 歳未満の II 群，65 歳以上の III 群にわけ，全年齢および群ごとの得点について平均値を求めて比較対象とする．さらにカテゴリーごとに因子分析を行い，ユーザの利用頻度における潜在的な因子を抽出することで，頻度の違いの原因となる要因について検討する．

4. 結 果

表 1 に各カテゴリーで高い得点を得た機能と，低い得点を得た機能の上位 3 つをそれぞれ示す．

表 1 機能の使用頻度の高低（( )内は総項目数）

カテゴリー	高得点群	低得点群
PC 全般 (18)	ホームページ閲覧，ワープロ文書作成，電子メール	チャット，IP 電話，携帯電話管理
Windows (23)	起動と終了の操作，スタートボタン，ファイルを開く	CD の取込み，ショートカット作成，デジカメの取込み
メール (15)	受信，送信，返信	フィッシング防止，BCC，メルマガ
WWW (11)	ニュース，地図，天気予報	チャット，TV 電話，IP 電話
ワープロ (25)	上書保存，名前つき保存，文書印刷	テンプレート，日付挿入，タブ

それぞれのカテゴリーで最も基本となる機能については高得点が示されたが，得点が低い場合はユーザ群ごとに異なった値を示す場合がある．特に III 群の高齢者については，いずれの項目においても使用頻度を低く回答する場合が多く，カテゴリー別に集計した得点の平均値の差についてはいずれも有意差が示された．表 2 に分散分析の結果得られた値を示す．

表 2 カテゴリー別の得点平均値に関する分散分析

PC 全般	F=6.50	df=2	p<0.01
Windows	F=8.25	df=2	p<0.01
メール	F=12.05	df=2	p<0.01
WWW	F=5.42	df=2	p<0.01
ワープロ	F=4.09	df=2	p<0.01

これに対して，Ⅰ群とⅡ群との間では平均値に有意な差は認められなかったため，特に高齢者群が他のユーザと比較して異なった傾向を示していることがわかる．

次に表 3 に因子分析によって抽出されたカテゴリーごとの因子構造について第 2 因子まで得られたものを列挙する．さらに図1,2 にカテゴリー別に行った因子分析の結果から，コンピュータ機能全般，Windows に関して得られた因子に対し，ユーザが示した因子得点の分布を示す．いずれも累積寄与率が低い値を示していることから，図ではそれぞれ得られた因子について第2因子までをグラフ化している．

表 3 抽出された因子 (( )内は寄与率(%))

カテゴリー	第 1 因子	第 2 因子
PC 全般	受動的機能(19.8)	能動的機能(16.0)
Windows	ファイル操作(30.5)	グラフィカル(15.7)
メール	個人間通信(40.7)	複数通信(21.0)
WWW	ネットサーフィン(31.1)	コミュニケーション(15.0)
ワープロ	ファイル操作(39.7)	編集機能(27.3)

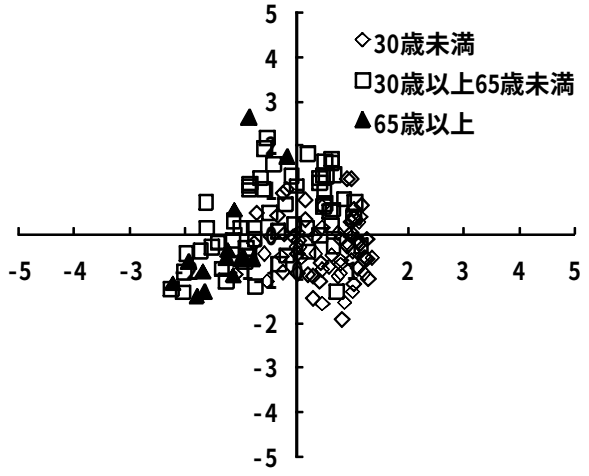


図 1 PC 全般に関する因子得点の分布図

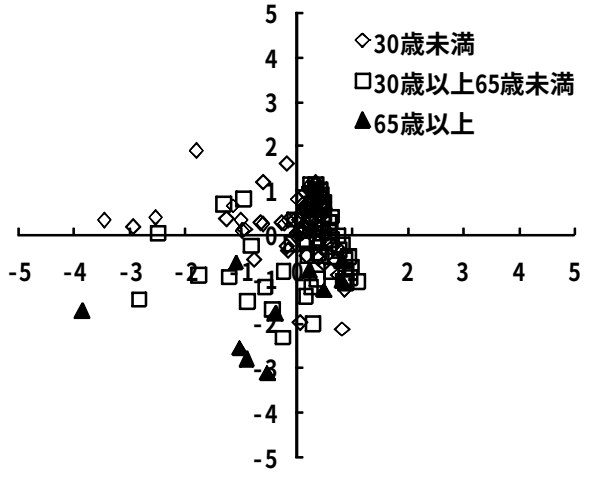


図 2 Windows の機能に関する因子得点の分布図

5. 考 察

全般的に高齢者群の使用頻度が低いのは，パソコンを使用する機会が少ないためと考えられる．HP 閲覧よりも文書作成の使用頻度が高くなっているのは，日常的な配布物の作成などにパソコンを用いているためであり，年賀状に用いる頻度が高いのも印刷物を用意する点では共通しているといえる．すなわち情報のやりとりに印刷物を用いていることがパソコン利用の背景にあると考えることができる．また 30 歳未満群と 30-65 歳の群はそれぞれ高い頻度を示したが，平均では若干 30 歳未満のほうが大きい値を示しているのは，主に学生が被験者の中心となっているため，レポートの作成などでパソコンに接する機会が多いことが影響していると考えられる．

因子分析により抽出されたカテゴリーごとの因子は，特に各第1因子にパソコンの必須操作が列挙しているのが特長である．因子得点の分布からは年代による分布の差異が若干観察できる．65 歳未満での差異は少ないが，65 歳以上の群の場合，各因子の負の方向に偏る傾向を示している．例えば図1では第1因子(受動的操作)の分布は他の群とあまり差が見受けられないが，第2因子(能動的操作)ではほとんどが負の得点を示しており，自分から情報に対して働きかけるようなパソコン利用は比較的少ないと言うことができる．他の項目では第1因子に基本機能が抽出され，第 2 因子には編集などの視覚的要因や複数通信などに対する機能が含まれ，相対的に複雑な機能が列挙されている．

これらの結果からパソコン機能の使用頻度がユーザ特性によって変化することが示唆される．従って特性を考慮した機能の特定をすることが，初心者のユーザビリティを向上させることにつながると考えられる．

謝辞

本研究は平成 19 年度科研費の助成による．

参考文献

1) 総務省，家計消費状況調査，2007
2) 内閣府，平成 19 年版高齢社会白書，2007
3) 下平佳江･加藤麻樹，過疎地域の高齢者の継続的な PC 利用に対する支援の検討，長野県短期大学紀要，61，115-126，2006
4) 加藤麻樹･下平佳江，PC マウスを用いたポインティング作業時の高齢者の動作特性，長野県短期大学紀要，61，99-108，2006

[連絡先]
加藤麻樹
長野県短期大学人間工学研究室
〒380-8525 長野市三輪 8-49-7
TEL：026-234-1221 FAX:026-235-0026
E-mail：kato.macky@nifty.com

Augmented Reality を用いた電子マニュアル参照時のマルチモーダルな操作方法に関する研究

○三浦敏郎*、中西美和**、岡田有策*
(*慶応義塾大学、**東京理科大学)

A study on Multi-Modal Operation in Using Digital Manuals with Augmented Reality

Toshiro Miura*, Miwa Nakanishi** ,Yusaku Okada*
(*Keio University, **Tokyo University of Science)

1. はじめに

Augmented Reality(AR)は、ユーザが専用のヘッドマウントディスプレイを着用するなどして電子的な情報を実視野に重ね合わせて見ることを可能にする技術であり、ヒューマンファクター的な応用が期待されている。著者らは、従来的な紙媒体の作業マニュアルの代替として、ARを用いた作業マニュアルの製造や保守・点検の場面への応用について検討してきた。特に、立体的な作業対象を扱う組立作業においては、作業対象と作業マニュアルとを重ね合わせて参照することができるという特徴とともに、作業マニュアル上の情報に対して切替・選択・移動・回転などの操作を施すことができるという特徴が、ヒューマンエラーの減少や作業効率の向上に寄与することを示した。

そこで、以上のようなARマニュアルの持つ操作可能性に注目し、その適切な操作方法について実験的に検討することとした。特に、本研究では、ARマニュアルが利点として持つウェアラビリティを妨げない操作系インタフェースの適用を考え、その有効性の検証と具体的な操作方法の提案を図った。

2. 実験方法

先行研究を踏襲し、立体的な対象物とマニュアルに描かれた完成図とを見比べて異なる箇所を指摘するような、簡易的な検査作業を対象作業として実験を行った。まずは、この作業で用いられるマニュアルへの記載が想定される情報と、それらに対して想定される操作を検討し、表1のような5種類の操作を施すことが可能な AR マニュアルを作成した(図1-1～3)。

表1　5種類の操作方法

操作の種類	実験で対応する操作	操作オブジェクト
チェック	該当する箇所をチェック	ページ3 チェックボックス
アングル指定	見たいアングル方向「←」「→」「↑」「↓」を選択し、「Search」を選択	ページ1 ボタン
ページ切替	見たいページを選択	各ページ ボタン
動画再生/停止	アングルを動かしたい方向「←」「→」「↑」「↓」を選択、アングルを停止させたいときは「■」選択	ページ2 ボタン
再生速度調節	アングルの動く速度を、速くしたい(遅くしたい)方へバーを移動	ページ2 スクロールバー

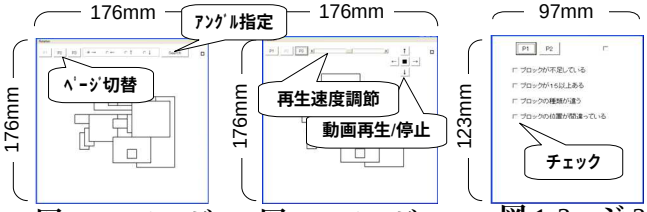


図 1-1 ページ　図 1-2 ページ 2　図 1-3ージ 3

被験者の1回の実験におけるモデル作業は、ARマニュアルのページ1または2を、上述の操作を施しながら参照し、対象物に異なる箇所がないかを検査し、ページ3の該当する箇所にチェックを入れることとした。対象物は15個のレゴブロックから構成される。実験時間は360秒とし、時間の限り被験者は検査をすることとした。

被験者は、AR用の HMD として網膜走査ディスプレイを装着して実験を行った。本実験では、マルチモーダルな操作方法である次の2種類をモデルケースとして検討対象とした。1 つは、顔の向きによってカーソルを動かす顔方向トラック型インタフェース（NaturalPoint 社製 IR Tracker、以下顔トラッカーとする）、もう一つは、手指の動きによってカーソルを動かすグローブ型インタフェース（5DT 社製 DataGlove 14Ultra、以下グローブとする）である。クリックはいずれの場合も手元のボタンで行った。さらに、これらを用いた場合の操作特性を検討する上での評価基準として、最も身近な操作系インタフェースであるマウスも用意した。

各操作系インタフェースの感度は、次のように設定した。顔トラッカーを用いた場合、カーソルは、顔を左に約20°向けたとき左端に、右に約20°向けたとき右端に、下に約15°向けたとき下端に、上に約15°向けたとき上端に到達することとした。グローブを用いた場合、右手に着用し、手のひらを下側に向けた状態で、親指を最大に伸ばしたとき画面の

左端に、最大に曲げたとき右端に、人差し指を最大に曲げたとき下端に、最大に伸ばしたとき上端にカーソルが到達するようキャリブレーションした。マウスを用いた場合、左に約 35 ㎜動かしたとき画面の左端に到達し、右に約 35 ㎜動かしたとき右端に、下に約 17.5 ㎜動かしたとき下端に、上に約 17.5 ㎜動かしたときに上端にカーソルが到達することとした。

被験者は、健康な 21～24 歳の学生 10 名で、各被験者が前述した 3 種類の操作方法で 2 回ずつ実験課題を試行した。

３．実験結果

被験者がある操作を行うために、カーソルを操作オブジェクト付近(3mm 以内)にまで移動させクリックを行おうとしたが正しく行えなかった場合を無効操作とした。正しく行えた場合を有効操作として有効操作回数/（有効操作回数+無効操作回数）を操作精度と定義した。5 種類の各操作について操作精度を図２に示す。結果から、いずれの操作においてもマウスより顔トラッカーやグローブの操作精度は少し劣る。また、顔トラッカーの場合はいずれの操作においても 8 割程度で変化がない。一方、グローブを用いた場合は、動画再生/停止、再生速度調節といった操作のときに操作精度が下がった。

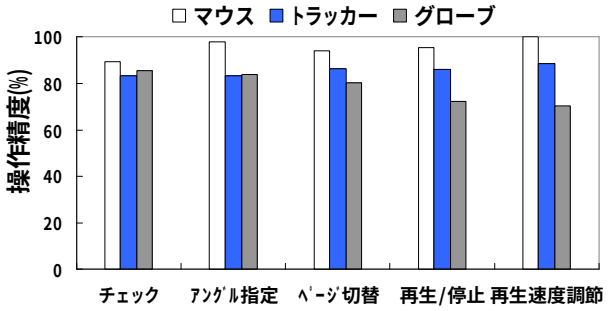


図 2　各操作方法の操作精度

また、AR マニュアルのウィンドウの中心を基準点とし、操作オブジェクトの中心までの距離を計算し、各操作オブジェクトの位置と操作精度の関係を表したものを図３に示す。なお、中線よりも左側を負、右側を正とした。結果から、マウス、顔トラッカーを用いた場合は、操作オブジェクトの位置による操作精度の違いはあまり見られないが、グローブを用いた場合は、特に画面右側に配置された操作オブジェクトに対しての操作精度が低くなっていることがわかる。

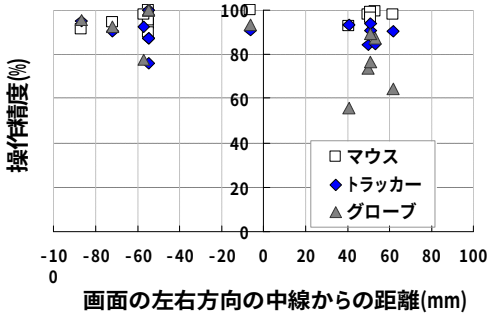


図 3 オブジェクトの位置と操作精度

また、対象物において指摘すべき異なる箇所の数を要指摘数とし、AR マニュアルのページ 3 でチェックを入れた数との差異を誤指摘数とした。図４には各操作方法における１実験あたりの平均誤指摘数の結果を示す。グローブを用いた場合、顔トラッカーやマウスを用いた場合と比べて、明らかに誤指摘の数が低いことがわかる。

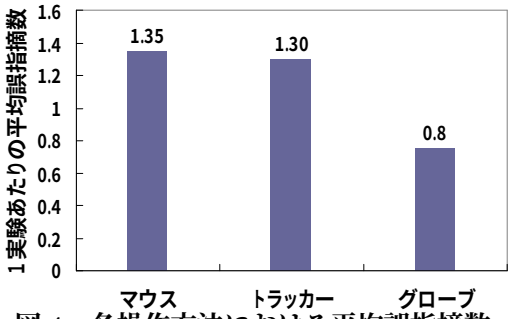


図４　各操作方法における平均誤指摘数

４．考察

まず、図４の結果から、タスクの正しい遂行という観点から言えば、顔トラッカーよりもグローブの方が、より正しく検査作業を行える操作系インタフェースであったと言える。顔トラッカーの場合、操作時に顔の向きを動かすため、対象物がやや見づらくなる。その点、グローブは、対象物を正面から見ながら検査を行えるため、作業パフォーマンスが高くなったと考えられる。

ただし、図２、図３の結果から、グローブを AR マニュアルの操作のためのインタフェースとして用いる場合、次のようなことが考慮されるべきあることもわかった。まず、スクロールバーのような細かな調節が必要な操作オブジェクトは好ましくない。これに対しては、ボタンを押す回数などで状態を変更できるような代替案が提案できる。また、動画再生/停止のように細かなタイミングが重要となる類の操作は難しい。これに対しては、手指の動きに応じて完成図の回転が実現できるような代替案が提案できる。また、親指を曲げる動作は保ちにくいため、本実験のような設定の場合、できるだけウィンドウの中央より左に操作オブジェクトを配置することが望ましい。

5. まとめ

本研究では、AR マニュアルの操作系インタフェースとして、グローブ型のインタフェースの応用可能性を示し、応用に際しての考慮すべき点を示唆した。

[連絡先]
三浦敏郎
慶應義塾大学大学院理工学研究科岡田研究室
E-mail：toshiro-miura-0327@hotmail.co.jp

協調的な作業における情報伝達強化のための Augmented Reality の応用可能性

○秋吉祐太*、中西美和**、岡田有策*
(*慶應義塾大学、**東京理科大学)

Applicability of Augmented Reality for Supporting Communication in Cooperative Work

Yuta AKIYOSHI*, Miwa NAKANISHI**, Yusaku OKADA*
(*Keio University, **Tokyo University of Science)

1. はじめに

Augmented Reality(AR)は、透過型ヘッドマウントディスプレイ(HMD)の装着などによって、電子的な情報を実視野に重ね合わせて見ることを可能にする技術である。実作業をより強化する付加情報の例として、制御時の予測やフィードバック、手順的作業時のガイダンスの有効性が報告されている[(1)(2)]。

本研究では、AR の実作業への応用を、一人の作業者を強化するという視点から、複数の作業者の協調を強化するという視点に拡張し、その可能性を探る。

航空機の主翼の運搬や治具へのセッティングのような、大型の対象物を複数の作業者で扱う作業場面では、従来、トランシーバや PHS を用いた聴覚情報による情報伝達が行われてきたが、この方法による同期合わせの難しさや不確かさが指摘されている。そこで、本研究では、AR 用の HMD を用いて視覚情報を付加することを提案し、作業者間の情報伝達における従来的な問題を緩和する可能性について、実験的に検討する。

2. 実験方法

本研究では、2 人による大型対象物の運搬を簡易化し、PC 上に模擬した。実験装置の概要を図 1 に示す。2 人 1 組の被験者による一回の実験作業は、スクリーン上に映し出された棒状の対象物を初期位置から目的位置

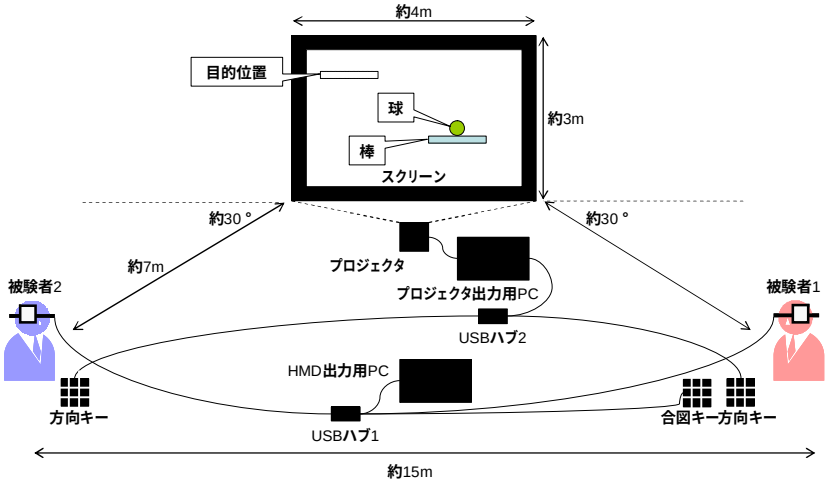


図 1　実験装置の概要

図 2　HMD に表示するマーク

	被験者2 (左端の制御)	被験者1 (右端の制御)
左に移動する	←	←
右に移動する	→	→
上に移動する	↑	↑
下に移動する	↓	↓
左に傾く	↓	←、→、↑、操作なし
	←、→、↓、操作なし	↑
右に傾く	↑	←、→、↓、操作なし
	←、→、↑、操作なし	↓

まで上下左右の方向キーにより移動させることである。ただし、棒の一端が上下に傾くと、棒の上に載せられた球が左右に転がるよう設定されており、球を落とさないよう移動させることがタスクとして課された。一方の被験者(被験者 1)は棒の右側を、もう一方の被験者(被験者 2)は棒の左側の制御を担当した。棒の移動は、両被験者が同時に同じ方向キーを押している期間成立する。両者の方向キーの操作と棒の挙動を表 1 にまとめる。なお、棒の挙動の最小単位は、垂直方向 100(twip)、水平方向 100(twip)、回転π/36(rad)とした。

棒の移動開始と終了においては、被験者 1 が被験者 2 に合図を伝えることで、同期合わせを行った。実験条件として、同期合わせの方法を以下の 3 パターン用意した。

1) 両者がトランシーバを用いて、被験者 1 の「3,2,1,スタート」の合図によって同期を合わせる場合。
2) 両者の装着する HMD 上に図 2 に示すマークを表示し、これを被験者 1 が合図キーを押して点滅させることにより、同期を合わせる場合。
3) 1)と 2)を併用した場合。

なお、HMD 上に表示されるマークは、被験者 1 が、移動を意図する方向に対応した合図キーを押すことによって、同方向を示す三角形が点滅する。このとき、棒を最小単位だけ移動させることを意図した場合は単に合図キーを押すこととし、連続的に移動

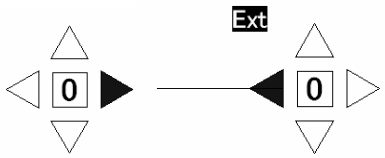


図 2　HMD に表示するマーク

させることを意図した場合は+キーを押してから合図キーを押すこととした。後者の場合のみ、図 2(右)のように三角形の頂点から伸びる線分が表示された。

被験者は、22 歳～25 歳の学生 6 組とした。ただし、被験者 1 の合図の仕方によって実験結果がばらつくことを避けるため、被験者 1 は常に同一の者とした。各組が各条件 20 種類の異なる課題に取り組んだ。HMD は Microvision.Inc 製の NOMAD、トランシーバは icom 製の IC-4088D とした。

3. 結果と検討

まず、各条件において、1 実験あたりの棒の上の球が落ちた失敗回数、及び上下左右の移動回数は、表 2 のようになった。この結果から、いずれの条件においても、ほぼ同様に作業の遂行が確保されたことが分かる。これは、作業において主位的な被験者 1 を同一の者が担ったことによると考えられる。

次に、棒の移動開始時または終了時において被験者 1 と被験者 2 のキー操作の同期がずれた回数を調べた。図 3-1 に、移動開始時おいてずれが生じた割合を、また、図 3-2 に、移動終了時 においてずれが生じた割合を示す。なお、ここでは 0.05 秒以上のずれをカウントした。結果から、移動開始時においては、トランシーバと HMD を併用した条件 3)の場合に、他の条件に比べて少なかったことが分かる。これは、2 人の間の情報伝達に聴覚情報だけでなく視覚情報を加えることによって、より精密な同期合わせが可能になったことを示している。一方、移動終了時においては、3 条件の間で移動開始

図 2　HMD に表示するマーク

	失敗回数	移動回数
1) トランシーバ	0.01	3.89
2) HMD	0.03	3.96
3) トランシーバ+HMD	0.02	3.88

時ほど大きな差は見られない。移動終了時は、棒の動きと目的位置をスクリーン上で視認することによって、被験者 2 は、移動終了位置を予測することができる。従って、情報伝達方法による差が小さかったと考えられる。

さらに、左右または上下への一回の棒の移動において、移動開始時においても移動終了時においても同期のずれが生じず、完全に同期のとれた移動の回数を調べた。全移動回数に比した完全同期の割合を図 4 に示す。この結果からも、トランシーバと HMD を併用した条件 3)において、同期がとりやすかったことが分かる。

以上のことから、聴覚情報のみ、または視覚情報のみに頼る同期合わせの方法に比べて、聴覚情報と視覚情報を併用した方法の方が、時間的なずれが生じにくいことが分かった。

4. まとめ

本研究では、大型の対象物を協調的に扱う作業を想定し、その際の作業者間の情報伝達に、従来的な聴覚情報に加えて視覚情報を付加することの有効性を検討した。結果から、AR 用の HMD によって提示される視覚情報が、このような作業場面において、エラー要因の一つである「同期のずれ」を削減することが分かった。本研究は、AR を、複数の作業者の協調を強化する技術として応用できる可能性を示唆した。

5. 参考文献

(1)中西美和, 岡田有策, 単眼透過型ヘッドマウントディスプレイの作業現場への応用に関する実験的研究～Augmented Reality 下における動的な対象物の制御～, 日本プラント・ヒューマンファクター学会誌-8(1), p.26-33, 2003 年

(2)中西美和, 岡田有策, Augmented Reality を利用した手順・指示の提示に関する試み -網膜走査ディスプレイを用いた実験による検討-, ヒューマンファクターズ-10(2), p.133-142, 2006 年

[連絡先] 秋吉祐太
慶應義塾大学大学院理工学研究科岡田研究室
E-mail：lampard8_2006@mail.goo.ne.jp

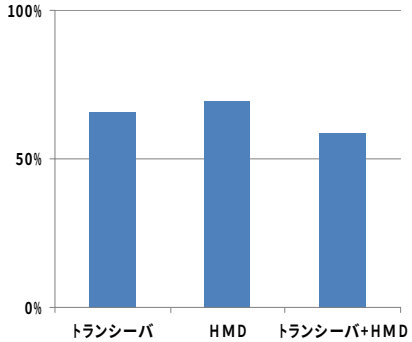


図 3-1　移動開始時における同期ずれの割合

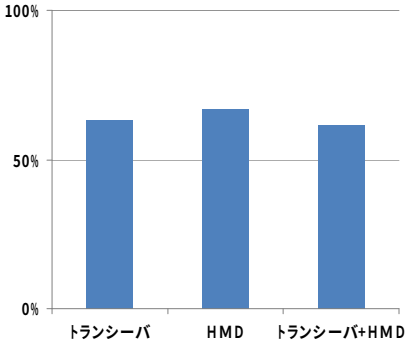


図 3-2　移動終了時における同期ずれの割合

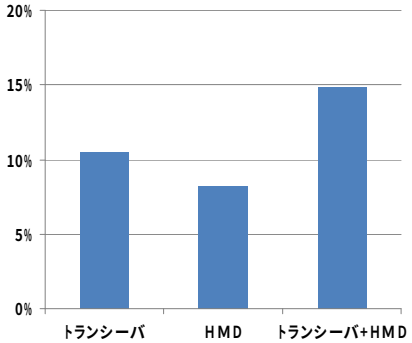


図 4　完全同期(開始時終了時ともに同期成功)の割合

共同学習時における学習者間の心理的相互作用の研究

○井澤優也*、中西美和**、山本栄**
（*東京理科大学大学院工学研究科、**東京理科大学工学部）

Study of Psychological Effect on Learners at Group Learning

Yuya IZAWA*, Miwa NAKANISHI**, Sakae YAMAMOTO**
(*Graduate School of Technology, Tokyo University of Science, **Faculty of Engineering, Tokyo University of Science)

1. はじめに

私たちにとって学習の場は，昼間の学校であったり夜の自宅であったりと，その状況は様々である．一人で学習することもあれば，一緒に学習する仲間が周りにいることもある．しかしこの学習する状況によっては，集中できなかったりやる気が続かなかったりすることもあり得る．

例えば，比較的新しい学習手段である e ラーニングにおいては，学習者がモチベーションを維持するのが困難であるという問題がある[1]．この問題を解消するのに，学習者に共同学習者の存在を意識させることが有効であるという指摘がなされている[2]．これを踏まえ本研究では，共同学習者がいるか否かを基に，いくつかの学習環境を設定する．そして，学習者間の心理的な相互作用を考慮した学習意欲を高める方法について追究する．

2. 研究の目的

学習時に関わりを持てる共同学習者がいる時といない時の，学習者間の心理的な相互作用について明らかにする．

3. 方法

本研究では，学習者にトライアンドエラー型の学習課題を取り組ませる場を設定する．

3-1. 実験概要

学習者に，漢字学習用ソフト（図1）を使って150個の漢字熟語の読みを繰り返し回答させ，これを学習させる実験を行った．漢字熟語には，漢字検定一級および準一級レベルのものを使用した．

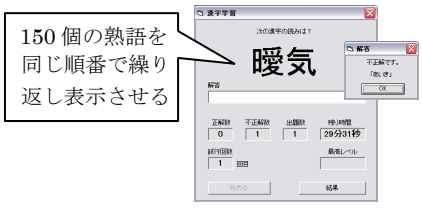


図1　作成した漢字学習用ソフト

3-2. 実験条件

学習時に共同学習者が周りにいる時といない時の，学習者の心理面への影響を捉えるために，学習者を自宅で別々に学習させる「自宅型」と，学校で一緒に学習させる「学校型」を実験条件として設定した．

3-3. 実験手順

学習者には事前に，学習させる漢字熟語の読みに関するテスト（10分）を行った．その後，1日につき30分間，漢字学習用ソフトを使った学習を，7 日間連続して行わせた．毎学習終了時には，心理的側面に関する質問項目（7段階評価）に回答させた．さらに，7日間学習させた翌日には，出題順を変えた同じ漢字熟語の読みに関するテスト（10 分）を再度行った．

学習者にはこれを「自宅型」「学校型」について，期間を分けて（7 日間×2 条件分）取り組ませた．それに伴い，重複のない漢字熟語を300個（150個×2条件分）用意した．

3-4. 被験者

被験者は，漢字検定一級および準一級の資格を持たない交友関係のある 21～24 歳の男子学生 12 人とし，6人1グループの集団を2組構成した．このうち一グループには「学校型」→「自宅型」の順で学習させ，もう一グループには「自宅型」→「学校型」の順で学習させた．

3-5. 実験環境

「自宅型」の学習環境は各自の自宅とし，「学校型」の学習環境は教室で，以下の様に実験環境を設定した．

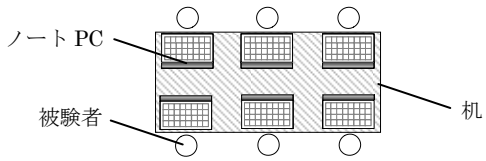


図2 「学校型」の実験環境

「自宅型」では学習者に一人の環境で学習させた．一方「学校型」では学習者に，他の共同学習者と関わりを持てる環境を用意し，学習者同士が正解数など，各自の学習に関する進捗を伝え合う様にさせた．

3-6. 測定項目

測定項目は,学習前後に行うテストの得点と，漢字学習用ソフトのログ（回答の正誤），さらに心理的側面に関

する質問項目への回答とした.

3-7. 実験機材およびソフト

実験機材には，ノート PC6 台と，験者が作成した漢字学習用ソフトを利用した.

4. 結果・考察

4-1. 正解数の変化

「自宅型」「学校型」における，漢字熟語の正解数の推移は図 3,4 の通りであった. 全体的に「学校型」にはばらつきが見られるが，これには学習前のテストにおける得点の差が影響していると考えられる. 学習者の得点の伸び方に関しては，両環境で目立って大きな違いは見られなかった.

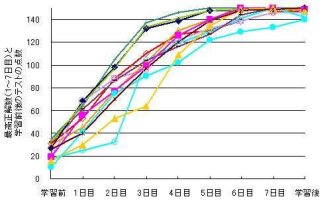


図 3 「自宅型」の正解数の推移

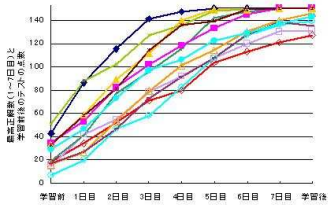


図 4 「学校型」の正解数の推移

4-2. 心理的側面に関する主観評価の結果

共同学習者への気持ちや学習者の気持ちの高揚に関する評価得点を7 日分で平均した結果，図5の質問項目は全体的に，「学校型」の方が評価が高かった. すなわち学校の方が，全体的に連帯感があり他の学習者のことを気にする上，気分が高まる傾向が見られた.

これは，他の共同学習者がいることに刺激されたためであると考えられる.

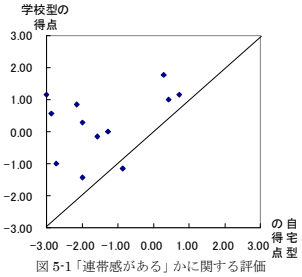


図 5-1「連帯感がある」かに関する評価

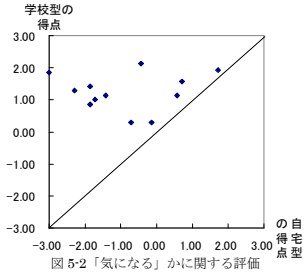


図 5-2「気になる」かに関する評価

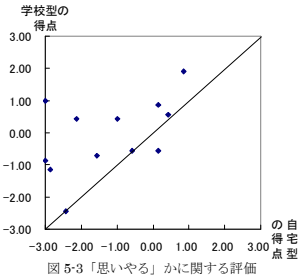


図 5-3「思いやる」かに関する評価

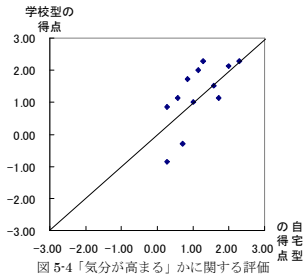


図 5-4「気分が高まる」かに関する評価

図 5 「学校型」の方が評価が高かった項目

一方，学習者自身の出来に対する気持ちや学習時の落ち着きに関する評価得点を 7 日分で平均した結果，図 6 の質問項目は全体的に，「自宅型」の方が評価が高かった. すなわち自宅の方が，馬鹿にされず恥ずかしくないと感じる上，落ちついて学習できる傾向が見られた.

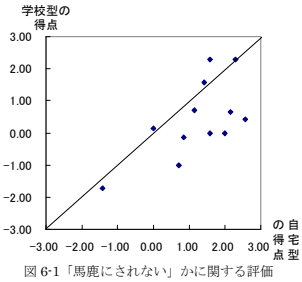


図 6-1「馬鹿にされない」かに関する評価

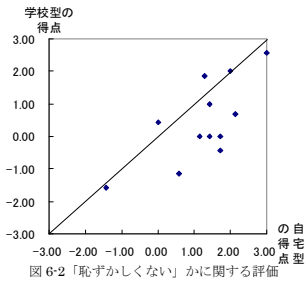


図 6-2「恥ずかしくない」かに関する評価

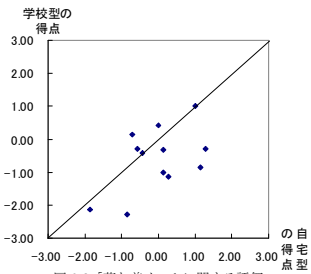


図 6-3「落ち着く」かに関する評価

図 6 「自宅型」の方が評価が高かった項目

これは，一人で学習する空間が確保できることによって，他者の進捗に捉われることなく集中できるため，自分なりに満足する気持ちになったのではないかと考えられる.

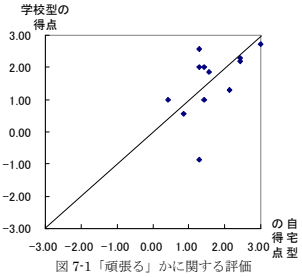


図 7-1「頑張る」かに関する評価

図 7 評価が同様であった項目

その他，学習を継続する気持ちに関する評価得点を 7 日分で平均した結果，図 7 の質問項目に関する評価は，「学校型」と「自宅型」の評価に大きな違いは見られなかった. すなわち，自宅でも学校でも同様に頑張れる傾向が見られた.

5. まとめ

本研究では，学習時に関わりを持てる共同学習者がいる時といない時の，学習者の心理的な相互作用について明らかにした.

6. 今後の展開

今後は自宅の様に集中でき，学校の様に気分が高まる様な新たな学習環境を設定し，学習者の学習意欲を高める方法についてさらに議論していく.

7. 参考文献

[1]先進学習基盤協議会(ALIC)編著:“e ラーニング白書 2003/2004 年度版“, オーム社 (2003)

[2]中川香澄, 赤倉貴子:“他学習者の存在認識促進を目的とした非同期型 e-Learning System の開発と評価”, 東京理科大学大学院工学研究科経営工学専攻修士論文 (2007)

[連絡先]

井澤 優也 (東京理科大学大学院工学研究科)

E-mail:izawa@ms.kagu.tus.ac.jp

高齢者介護施設における入居者と介護者の行動特性

－ OBSERVANT EYE を用いた長時間動画解析 －

○易　強*、岡田慶雄*、鈴木敬明*、櫻川智史*
（*静岡県工業技術研究所）

The Analysis of Caregivers' and Residents' Behavior in Nursing Home
- A Longtime Video Analysis by the software OBSERVANT EYE -

Tsuyoshi YI* 、 Yoshio OKADA*、 Taka-aki SUZUKI*、 Satoshi SAKURAGAWA*
(*Industrial Research Institute of Shizuoka Prefecture)

1. はじめに

日本の高齢者人口は 2660 万人(2006 年)であり、高齢化率 21%の超高齢化社会の入り口に来た。要介護者数は 410 万人を超え、約 15%を占めている [1]。一方、介護サービスに携わる職員はおよそ 120 万人で、仕事がきつい、賃金が安いなどの理由で、年間離職率は 22.6%と高い [2]。高齢者介護施設には、施設入居者の生活の質(QOL：Quality of Life)の維持・向上と、介護職員の持続的な勤務を両立させる運営が求められている。その際、入居者の QOL と介護者の負担が同時にかつ簡易に評価できる方法が必要となる。

施設入居者の QOL 評価方法として、入居者の主観的評価に基づいた基本的 QOL 評価尺度(BAQL) があるが [3]、認知症の程度によっては本人による回答が困難なことがある。客観的な評価方法として、建築計画分野の入居後調査法(POE) を転用し、入居者の行動観察調査に基づいて QOL を評価する試みがある [4]。しかし、収集するデータが離散量であるために、行動の持続時間の評価や短時間の介護動作が捉えられない。一方、介護者の負担評価に関しては、個別に介護動作の負担評価をアンケートや 3 次元動作解析などで行うことがあるが、介護負担を定量的で包括的に評価する指標はまだ存在しない [5]。

これらの調査方法の欠点を踏まえ、入居者と介護者の両者の行動を撮影したビデオ映像から、それぞれの行動の持続時間、頻度といった行動特性を解析し、入居者の QOL や介護者の負担量の評価に利用することを試みた。ここでは、そのケーススタディについて検討した内容について報告する。

2. 方法

我々は、行動観察記録の分析を効率化するために、観察した事象とその発生時間を関連付け、同時記録できるソフトウエア(OBSERVANT EYE)を開発し、ユーザビリティ評価などの分野でその有用性を検証してきた [6]。本研究では静岡県内の特別養護老人ホームの協力を得て、ユニットケアを行っている共用スペースに定点観察用カメラを設置し、入居者および介護者の行動をビデオで収録した(図 1)。収録したビデオ映像を動画ファイルに変換し、OBSERVANT EYE で読み込み、入居者と介護者の行動とその発生時刻を記録した。

記録手順:

①入居者・介護者の名前、日常生活で頻繁に行われる行動、介護活動と場所などを OBSERVANT EYE の画面上にボタン化し、記録用画面を作成した(図 2) 。

②OBSERVANT EYE で再生する動画を見ながら、入居者あるいは介護者の記録すべき事象が観察された時に、対応する画面上のボタンを押す。ボタン入力によって、観察された事象とその発生時間が関連付けられた状態で記録ファイル（CSV 形式）に保存される。

③用意したボタン以外の事象が発生した際は，必要に

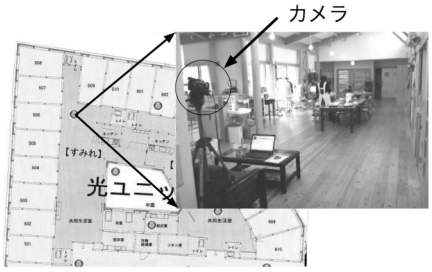


図 1. 定点観察用カメラ設置風景

図 2. 記録用 OBSERVANT EYE のイメージ

応じてその時刻とともにメモ欄に記録した。

データ処理:

記録結果から、行動の種類、頻度、発生時刻、持続時間、介護内容及び時間などを EXCEL で集計した。

3. 結果

入居者及び介護者が昼間(10:30ー15:00)での行動記録の集計結果をグラフ化した。ある入居者 A さん(93 歳、女性、要介護度3)の結果を図 4 に示す。

①昼間に座っている時間は 79.2%で、自力による移動時間は 20.8%で(64 分)であった。そのうち、当日に集会場で行われていた模擬店へ 42 分間出かけていた。

②入居者同士との会話は 28 回で 6 回/h、介護者との会話は合計 43 回で 9.5 回/h であった。

③1 人の介護職員が入居者 A さんに行った介護時間は約 90 分で、そのうちの約半分(41 分)は、午前中の身体の清潔介助であった。介助の時に、介護職員がしゃがんだり、腰を曲げたりして、無理な姿勢で長い時間作業を行う場面が見受けられた。

以上のように、映像による行動観察記録から入居者と介護者の行動特性を明確化できた。

4. 考察

入居者の QOL を考える際、身体機能を維持するために、自力による移動時間は長いほど有益と考えられ、QOL 向上の1つの指標として利用できると思われる。本研究事例では、模擬店というイベントを介護サービスに導入することによって、A さんの自力移動時間がない時に比べ約 2 倍も増えた。介護方法によっては QOL が大きく改善する可能性を示している。

会話の頻度は、入居者の精神状態や居住環境への適応度の指標と捕らえることができる。A さんの例では、他の入居者に比べ、多くの人とコミュニケーションを取っていることが分かる。昼ご飯やおやつの時間では、会話の頻度が多くなっていることが確認できた。

介護者の作業時間の解析結果から、介護作業の時間的な分布や総時間数を考慮することで、効率的に介護職員間の仕事を分担できたり、介護者の負担が集中しないような介護プランを作成したりすることが可能になると考えられる。

今後、さらに事例を積み重ねることで、入居者の QOL と介護者の負担を評価する指標の有効性を検証する必要がある。また、各介護作業の時間的な負担評価とともに、筋電図計測などの生理的の指標を取り入れ、介護者の負担を評価することを計画している。

謝辞

快く本研究にご協力くださった特別養護老人ホーム竜爪園のスタッフおよび入居者の方々に感謝致します。

参考文献

1)厚生労働省,平成 19 年版高齢社会白書, 2007

2)(財)介護労働安定センター,平成 19 年版介護労働の現状 I 介護事業所における労働の現状, 2007

3)福本安甫ら,崎医療福祉学会誌 Vol.10, No.1 pp.33-38, 2000

4)神吉優美ら,日本生理人類学会誌 12(2), 89-94, 2007

5)塩澤伸一郎ら,体力科學,Vol.55, No.6 pp.825, 2006

6)易強ら,デザイン学研究 第 51 回研究発表大会概要集, pp.76-77, 2004

[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

TEL:054-278-3084

E-mail:yi@iri.pref.shizuoka.jp

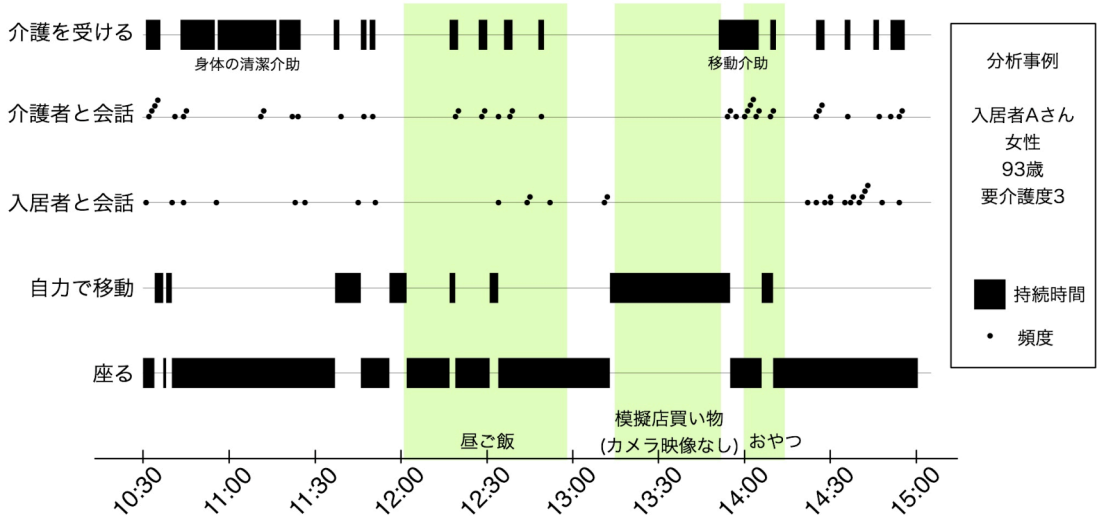


図 4. 入居者および介護者の行動観察記録結果の 1 例

時間的切迫感が生理機能に与える影響

○石田裕一*，下村義弘**，岩永光一**，勝浦哲夫**
(*千葉大学大学院自然科学研究科，**千葉大学大学院工学研究科)

The influence of time pressure on physiological function

Hirokazu Ishida*, Yoshihiro Shimomura**, Koichi Iwanaga**, Tetsuo Katsuura**
(*Graduate School of Science and Technology, ** Graduate School of Engineering, Chiba University)

1. はじめに

ヒューマンエラーや不安全行動は，事故の要因の一つである．その誘因の一つとして，多忙さやノルマ設定などからくる時間的切迫感が考えられる．本研究では，単純な確認課題に時間的負荷を段階的に与え，時間的切迫感が生理機能に与える影響を検討した．

2. 方法

2.1 被験者

10 名の健康な成人男性が実験に参加した．データ記録上の不備および不安全行動回避用の確認ボタン押下の全くなかった参加者の計 2 人のデータを除外した．平均年齢 23 歳 (SD0.53) であった．

2. 2 タスク

Visual Basic 6.0 (Micrtosoft. Inc.) で作成したタスクを 15 インチのディスプレイ上で実行した (図 1)．被験者は，画面に呈示された左右 2 つの 5×5 の乱数配列刺激が同一か否かのキー押し反応を求められた．反応ボタンは，○，×が 2 つずつ設けられ，回答の自信度に応じて，押し分けを指示された．また，右側の刺激は，呈示後 1.5～3 秒の間の 500ms 刻みの表示の後，ランダムに消えた．その際，確認ボタンの押下により，1.5 秒のロスタイムと引き換えに再表示することが可能だった．画面右上には，残時間，残試行数，目安となる一試行当りの残時間が表示され，画面上部には残時間を示すバーが設置された．タスクは制限時間内に決められた数の試行をこなすことであった．被験者には，回答後，逐次正解･不正解のフィードバックが与えられた．

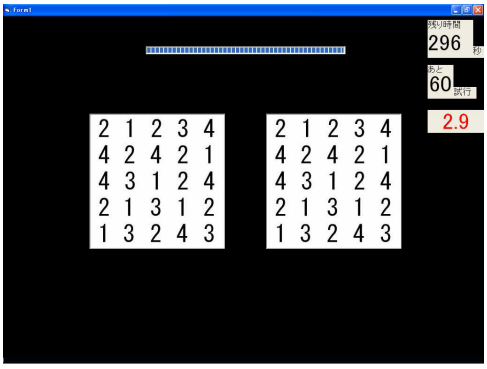


図 1：タスク画面

2.3 測定項目

心電図 (心拍数，交感神経系活動指標 (LF/HF)，副交感神経系活動指標 (HF/ (LF+HF))) および血圧 (収縮期血圧，拡張期血圧) を測定した．心電図は，胸部 3 電極法を採用し，検査電極を左胸部の V5 位置に，基準電極を胸骨柄に貼付した．血圧は，携帯型連続指血圧測定装置 (PORTAPRES MODEL－2；大塚電子) を用いて，左中指から収縮期血圧，拡張期血圧を連続測定した．心電図･血圧ともにサンプリングレート 1000Hz で生体データ集録処理システム (MP100；BIOPAC system, Inc.) によってコンピュータに取り込んだ．

2.4 手続き

被験者はタスクを 4 条件行った．始めに，制限時間なしで 60 試行を行い (free 条件)，その所要時間をその他 3 条件を設けるための基準時間とした．そして，その基準時間が制限時間となる条件 (-0%条件)，基準時間からその 10% を引いた条件 (-10%条件)，同様に-20%条件を設けた．被験者は 10 分間の休憩をはさみ各条件を行い，free 条件以外の 3 条件の順序はカウンターバランスがとられた．また，各条件終了後に NASA-TLX の簡便法 [1]への回答を求め，CSTLX (Card-Sort TLX) 得点を算出した．

2.5 統計解析

各測定項目において，標準化を行った値について，条件を要因とした一元配置分散分析を行った．また主効果が有意であった項目については Bonfferoni の方法を用いた多重比較を行い，群間の差を検定した．有意水準は 5%とした．

3. 結果

3. 1 心拍関連指標

心拍数において，条件の主効果が有意であり ($p<.05$)，多重比較の結果，-10%条件と-20%条件の間に有意な差が認められた．交感神経系活動指標 (LF/HF) においては，条件の主効果が有意傾向であり ($p<.10$)，多重比較の結果，-0%条件と-20%条件の間に差異が見られた (図 2)．また，副交感神経系活動指標 (HF/ (LF+HF)) においても，条件の主効果が有意傾

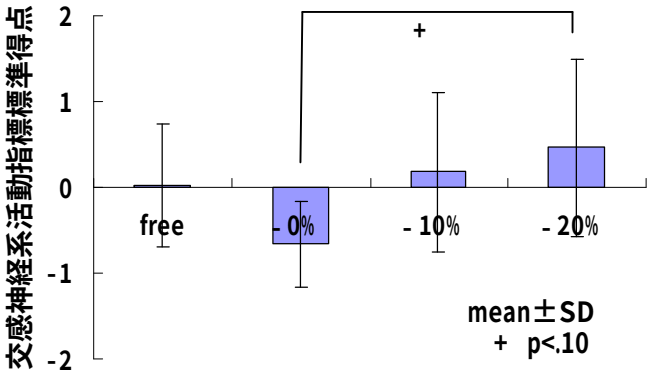


図 2：交感神経系活動指標での条件間の差異

向であり (p<.10)，-0%条件で最大値を示し，-0%条件と-20%条件の間に差異が見られた．

3．2 血圧

収縮期血圧，拡張期血圧において，条件の主効果が有意であり (収縮期血圧：p<.05，拡張期血圧：p<.01)，多重比較の結果，どちらも free 条件と-20%条件の間に有意な差が見られた．また，時間的負荷を与えていない free 条件を基準として，その他 3 条件との差について Dunnet の方法を用いた多重比較を行ったところ，拡張期血圧において，free 条件とその他 3 条件間に有意な差が認められた (図 3)．

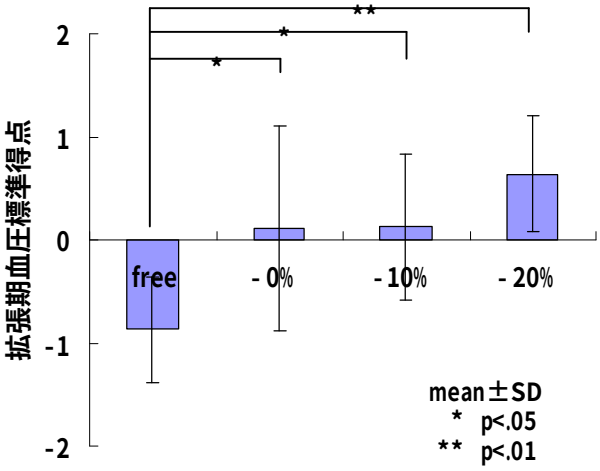


図 3：Dunnet の方法による条件間の比較

3．3 CSTLX 得点との相関

CSTLX 得点について，一元配置分散分析を行った結果，条件の主効果が有意であり (p<.01)，-20%条件で最高得点となり，その他 3 条件と有意な差が認められた．次に Pearson の相関係数を用いて，CSTLX 得点と各測定項目の相関分析を行った．その結果，交感神経系活動指標 (LF/HF) で，r=0.39 (p<.05)，副交感神経系活動指標 (HF/ (LF+HF)) で，r=-0.38 (p<.05)，心拍数で，r=0.37 (p<.05)，収縮期血圧で，r=0.52 (p<.01)，拡張期血圧で，r=0.54 (p<.01) (図 4) であった．

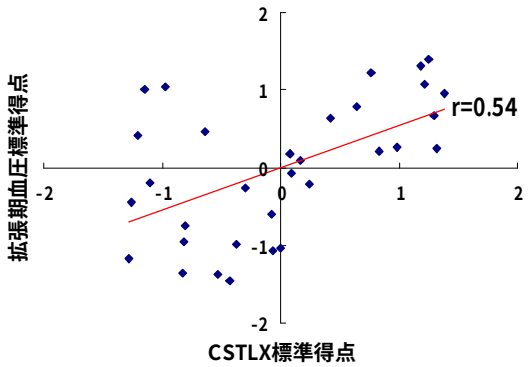


図 4：拡張期血圧と CSTLX 得点の相関

4．考察

全体を概観すると，最も時間的負荷の高い-20%条件において，最も生体への負荷がかかっていたことが明らかになった．しかし，この時間的負荷による生体への負担は，収縮期血圧および拡張期血圧において，free 条件との有意な差が見られたのが-20%条件のみであったことや CSTLX 得点において，-20%条件とその他 3 条件のみに有意な差異が見られたことから，時間的圧迫の段階的変化に応じて生体への負荷が増大するのではなく，山崎ら [2)] で示されたように一定以上の圧迫によって見られる非線形のものであることが示唆された．また，今回実際には時間の削減を行わない-0%条件を設けたが，拡張期血圧の結果から，実際に時間の削減を行わなくとも制限時間の設定による切迫感から生体に負担がかかったことが示唆された．この結果は，山崎ら [2)] や，同様のプロトコルで正答率やリスクテイキング行動について検討した我々の研究などのパフォーマンス結果とも合致する．このように時間的負荷が生理機能に与える影響が観察されたが，明確な有意差の見られない指標やデータの分散の大きさも見られ，さらなる検討が必要である．

5．参考文献

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

2) 山崎寛享ほか，意思決定型作業における時間的制約がパフォーマンスに与える影響に関する研究，人間工学，39(3)，123-130，2003

[連絡先]
石田裕一
千葉大学大学院自然科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：043-251-1111 (内線 4523)
E-mail：h.ishida@graduate.chiba-u.jp

音声による精神的ストレス評価の試み

飛行時のストレス変化が音声に与える影響

○秦淳一郎、竹内由則
（航空自衛隊　航空医学実験隊）

The evaluation of mental stress by voice analysis during landing

Junichiro HADA, Yoshinori TAKEUCHI
(Aeromedical Laboratory, JASDF)

1. はじめに

パイロットは飛行中、心理的なストレスが負荷された状態にあり、特に離着陸時、天候不良時、あるいは異常発生時に精神的緊張度は高まる。操縦における安全確保および飛行能力向上のためには、適切な緊張状態をコントロールすることが非常に重要である。

緊張状態にあると、声帯は緊張し音声の基本周波数は高まることが知られている。実験隊では、パイロットの交信音声から声帯振動間隔変化率（VSSR：Vibration Space Shift Rate）を求め、精神的緊張度を推定する研究を過去に行い、事故調査に利用してきた。しかし、航空機操縦時の音声と操縦パフォーマンスに関する研究はほとんどない。

音声と心理状態に関する研究では、音声により虚偽反応の検出が可能との報告があり、また現在、音声に含まれる各種ストレスパラメータや感情パラメータを数値化するソフトもいくつか開発されている。

ところで航空機の着陸時には高度、距離、速度など多くの情報入手、情報処理および正確な操縦操作が要求され、ストレスは特に大きい。また、横風の強さによって難易度を設定できることから、本実験の課題作業とした。

本研究は、フライトシミュレータを用い、横風着陸中の操縦パフォーマンスと音声との関係を明らかにし、音声データから精神的緊張度を評価することを目的とする。

2. 方法

被験者　男性 7 名（平均年齢 42.3 歳）であり、1 名は現職パイロット、残り 6 名は現職パイロットの指導の下、実験で用いたシミュレータの訓練を受けた者である。

装置　シミュレータ（三菱プレシジョン社製）は、航空自衛隊 T-2 ジェット練習機の飛行性能を模擬しており、水平 160 度、垂直 25 度の視界を有している。また、ポリグラフによる生体情報が記録可能である。

実験条件　風は機体に対し右真横から吹き、風速は 0 knot、12 knot、20 knot の 3 条件とした。

手続き　被験者に心電図測定用の電極を装着した後、コックピット内において、安静閉眼時の心拍数を 1 分間測定した。その後、通常の手順で離陸し、高度 5,000 ft で 1 分間の水平直線飛行を行った。

その後、1 分 30 秒間の安静閉眼と着陸を繰り返した。飛行フェーズにおいて計 5 回（水平飛行、降下Ⅰ、降下Ⅱ、降下Ⅲ、タクシー(接地後の滑走)）、実験者の指示により、飛行状況を報告した。機体停止後、主観評価を行った。以上の操作を、条件をランダムにして、1 回ずつ行った。飛行の概要は図1に示すとおりである。

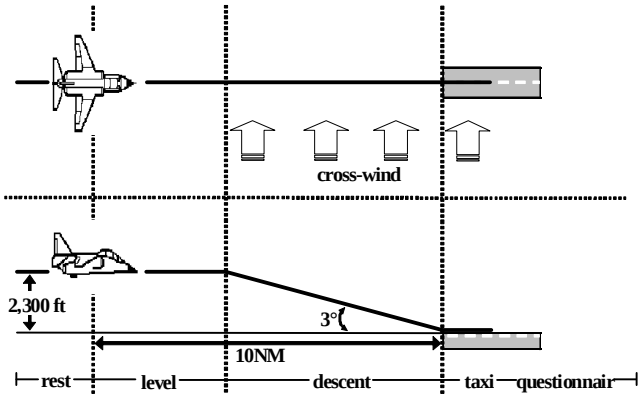


図 1　飛行パターンとフェーズ

測定項目

①操縦パフォーマンス　上下･左右方向について、定められた航路からの逸脱量の二乗平均平方根（RMS：Root Mean Square）を算出した。

②心拍　心電図の R-R 間隔から平均瞬時心拍数を算出した。

③主観評価　着陸後に各飛行フェーズに対する「難しさ」と「満足度」について、被験者本人による 5 段階の評価を行った。

④音声　状況報告の音声を分析対象とした。分析ソフトウェアは LVA7（アレグリア社製）を用いた。

3. 結果と考察

測定結果の1例として、現役パイロットについてのデータを示す。

操縦パフォーマンスについては、横方向逸脱量（コース誤差）において風速による影響がみられた。横風20knot条件では降下時およびタクシー時の逸脱量が大きく、これは強い横風状況下では機体が横に流されるのを修正することが難しかったことを示している。主観的評価についても、風速の増大とともに、「難しさ」は増大し、「満足度」は減少していた。以上の結果より、本実験における状況設定は適切であったと考えられる。

心拍については、20knot 条件では全体的に心拍数は高くなる傾向がみられ（図2）、風速の強さが緊張度を高めていると考えられる。また水平飛行からタクシーまで心拍数は増加傾向にあり、特に接地直前から増加の程度が大きかった。これは、接地時期が近づくにつれ緊張は高まり、その後のタクシー中もその緊張状態は続くと考えられる。

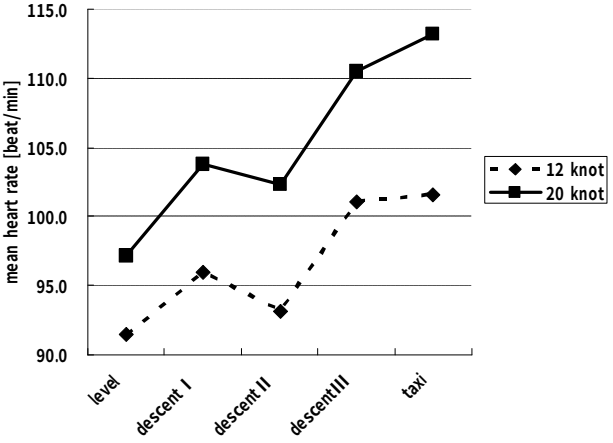


図2 平均心拍数

音声分析の結果を図3に示す。図によると、心拍と同様、機体が地表面に接近するにつれて値が上昇しており、各条件における水平直線、降下、タクシーの3フェーズを分離することが可能であった。音声も心拍もともに水平直線フェーズで 20knot 条件のほうが高い値を示しているが、その後に負荷される横風に備えているためとも考えられる。20knot では descentIIIで値が低下しているが、この条件は全体的に値が高く、12knot と比較しても小さな値ではない。

着陸時に緊張が高まることはこれまでに指摘されてきたことであったが、このことは接地の直前に緊張度がピークとなると理解されてきたように思われる。今回の実験によって、着陸に伴う緊張感はタクシー中も継続していることが明らかとなった。ただしこのことは、生体反応の時間的遅れとみなすことも可能であろう。

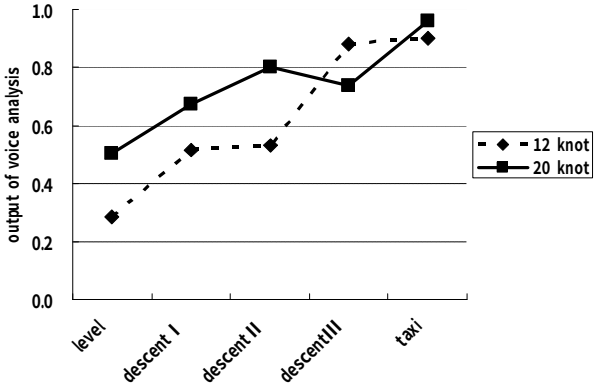


図3 音声分析データ

4. まとめ

本実験において、着陸進入中の精神的緊張度は風速およびフェーズの影響を受け変化し、それにともないパイロットの心拍とともに音声も変化するという結果が得られた。このことから、音声により精神的緊張度を推定しうることが示唆された。

今後はより細かい条件設定のもとで緊張度推定の精緻化を図るとともに、実機による飛行時の音声が緊張度推定のツールとなりうるかどうかの検討が必要である。音声記録は簡便であり、また飛行時の交信音声は航空機事故の重要な手がかりとなる。今後、音声に含まれる多くの情報が十分に利用されることが期待される。

5. 参考文献

1) 藤原治 1981 緊急場面における音声 PILOT, 50-56.

2) Darren Haddad 2002 Investigation and Evaluation of Voice Stress Analysis Technology, National Institute of Justice.

[連絡先]
秦淳一郎
航空自衛隊航空医学実験隊第1部人間工学科
〒190-0003 東京都立川市栄町1-2-10
TEL：042-524-4131（内線：412）
E-mail：hada4675@inet.asdf.mod.go.jp

単調作業時における作業の質と心拍の関係

○奥深山誠*，中西美和**，山本栄**
(*東京理科大学大学院工学研究科、**東京理科大学工学部)

Relation Between Quality of Work and Heart Beat in Repetitive work

Makoto OKUMIYAMA*，Miwa NAKANISHI**，Sakae YAMAMOTO**
(*Graduate school of technology, Tokyo university of science, **Faculty of engineering, Tokyo university of science)

1. 背景

普段我々が行なう作業の一つに、単調作業と呼ばれるものがある。単調作業とは、同じタスクを繰り返す作業のことで、例えば、PC の表計算ソフトなどでの文字や数字の繰り返し入力、工場でのライン業務などがある。しかし、同じ単調作業でも、人間が感じる精神的負担は様々であり、一概にその作業の質を述べることはできない。

そのような、人間の作業によるストレスや緊張などの精神的負荷を反映する生理指標の一つに心拍がある。[1] そこで、本研究では、心拍データから作業の質を評価する方法の提案を試みる。

2. 目的

本研究では、心拍データから作業の質を評価する方法の提案を目指し、単調作業時における作業の質と、人間の心拍の関係を明らかにする。

3. 実験方法

実験では、下図に示すような 2 種類の暗算課題を被験者に課した。

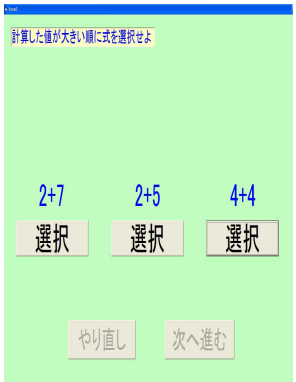


図 1　1桁暗算

図2　3 桁暗算

この暗算課題では、画面上に表示された 3 つの数式を暗算して、解が大きくなる順にボタンを押してもらった。なお、参考として、これと同じ時間マンガ (Dr.コトー診療所) を読ませた場合のデータも取得した。課題時間は全部で 120 分間とし、これを 10 分ごとに区切って間に 1 分間ずつの休憩を挟ませた。また、実験中にはできるだけ多くの暗算を早く正確に行なうように指示した。

被験者は、22～25 歳の健常な男性 8 名とした。

課題作業はノート型 PC (HP 製 CE0336) 上で行い、実験プログラムは Visual Basic6.0 を用いて作成した。また、課題作業時における心電図を、日本光電社製マルチテレメータシステム WEB-5500 (測定条件：サンプリングレート：2kHz、フィルタ：High-cut 500Hz 時定数 0.01sec(Low-cut 約 15Hz)) を用いて測定した。

実験手順として、始めに実験内容の説明･同意を得た後、心電図測定用の電極の取り付けを行った。次に、課題作業の練習を行なわせた。続いて、イスに座った状態で 20 分間の安静閉眼時における心電図を測定して、これをコントロール (基準) とした。なお、各被験者は、各条件ごとに日程を変えて課題作業に取り組んだ。

4. 実験結果

暗算課題において、課題1題を解くペースは、1桁暗算では 8.0±0.7 (秒)、3 桁暗算では 53.2±9.2 (秒) となった。また、マンガを1ページ読むのには約23秒かかっていた。これより、3 桁暗算は、次に切り替わるのが比較的早い単調作業、1 桁暗算は、次に切り替わるのに比較的時間のかかる単調作業であり、マンガは両者の中間的な立場を取る速度で行なわれた作業であったと言える。

また、課題作業を行うことにより被験者が受ける精神的な負荷を評価するための指標として、心拍間隔の平均、分散に注目した。それぞれの被験者について、各実験条件での 120 分間の課題作業時における 10 分ごとの心拍間隔の平均と分散の値を求め、それをコントロール時における心拍間隔の平均、分散の値で割った。このデータを 2 次元平面上にプロットし、時系列に結んだ図が図 3 である。

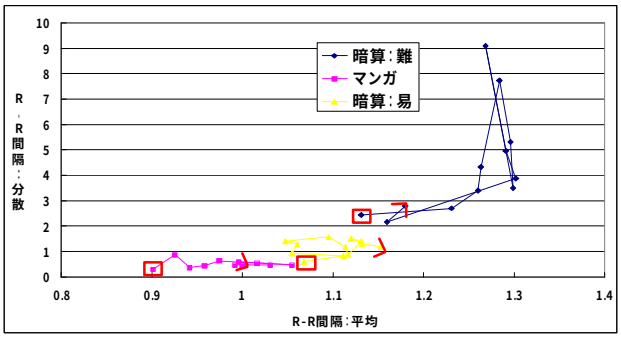


図３　各条件における心拍間隔の平均、分散値

結果から、8名中6名において、ほぼ同様の傾向が見られた。3桁暗算課題では、時間経過ごとの心拍間隔の平均や分散の変化が比較的大きくなる場合が多く見られた。一方、1桁暗算課題では、そのような変動はあまり起こらず、比較的小さな変化や10分ごとに見た時の増減の繰り返しの割合が多く見られた。また、マンガ課題では、3 桁暗算ほどではないが心拍間隔の平均もしくは分散の変動が大きい場合が多かった。

5. 検討

そこで、図3のデータを基に、16 項目を説明変数として、6名のデータについて主成分分析を行なった。説明変数を表１に示す。

表1　主成分分析で用いた説明変数一覧

No.	変数名	定義
X1	平均:最大値	心拍間隔の平均の最大値
X2	平均:最小値	心拍間隔の平均の最小値
X3	分散:最大値	心拍間隔の分散の最大値
X4	分散:最小値	心拍間隔の分散の最小値
X5	平均:最大値-最小値	平均:最大値と平均:最小値の差
X6	分散:最大値-最小値	分散:最大値と分散:最小値の差
X7	最大変化:平均	時系列での心拍間隔の平均値の増減の割合の絶対値の中での最大値
X8	最大変化:分散	時系列での心拍間隔の分散値の増減の割合の絶対値の中での最大値
X9	開始点:平均	最初の10分間の心拍間隔の平均値
X10	終了点:平均	最後の10分間の心拍間隔の平均値
X11	開始点:分散	最初の10分間の心拍間隔の分散値
X12	終了点:分散	最後の10分間の心拍間隔の分散値
X13	重心位置:平均	全12個の点の重心のX座標の値
X14	重心位置:分散	全12個の点の重心のY座標の値
X15	増減切替り数:平均	時系列で心拍間隔の平均が増加した後減少，または減少した後増加という変動パターンが起きた回数
X16	増減切替り数:分散	時系列で心拍間隔の分散が増加した後減少，または減少した後増加という変動パターンが起きた回数

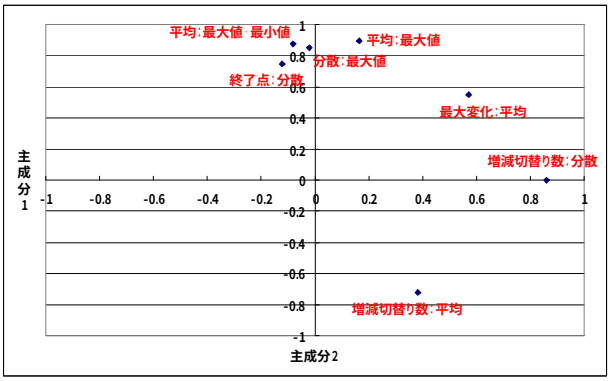


図４　各条件ごとの心拍データの主成分負荷量

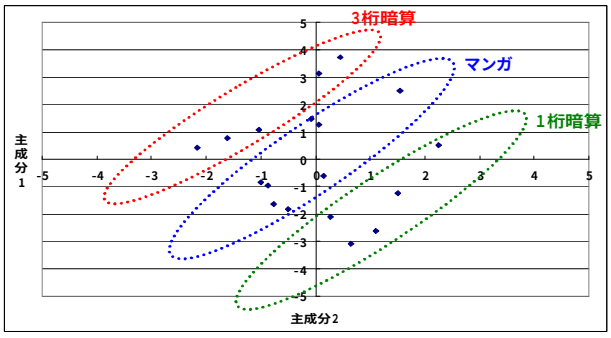


図５　各条件ごとの心拍データの主成分得点

さらに、相関係数が0.8以上となる説明変数を集約し、最終的に、X1、X3、X5、X7、X12、X15、X16を説明変数として主成分分析を行なったところ、第1主成分、第2主成分の寄与率はそれぞれ 52.58、17.96%となった。図4に、主成分負荷量を図示する。この結果から、第1主成分に関係が大きい説明変数は、図 3 に示したグラフの形状のスケールを決める平均や分散の最大値、平均の最大値と最小値の差などであり、第2主成分に関係が大きい説明変数は、時系列で心拍間隔の平均や分散の増減が切り替わる回数などグラフ形状の変動に関するものであることが分かった。

次に、主成分得点の分布図を図5に示す。図 5 を見ると、各実験条件が層別されたことが分かる。この結果から、次に切り替わるのが比較的早い単調作業では、第 1 主成分が負で第 2 主成分が正に、反対に、比較的遅い作業では、第 1 主成分が正で第 2 主成分が負になる傾向があらわれた。

6. まとめ

本研究では、単調作業の質と心拍の関係を、実験的に調べた。結果から、心拍間隔の平均の最大値、分散の最大値、平均の最大値と最小値の差、平均の最大変化量、作業の最後の 10 分間における分散値、時系列での平均の増減切り替わり数、時系列での分散の増減切り替わり数の 7 項目を説明変数として主成分分析したとき、各作業がタスクの切り替わりの早さによって層別できることが示唆された。

7. 参考文献

1) 河野智信, 石川俊彦:「ストレスの事典」, 朝倉書店, pp.80-82, 2005.
2) 行待武生:「ヒューマンエラー防止のヒューマンファクターズ」, 株式会社テクノシステム, pp.53-54, 2004.

[連絡先]
奥深山　誠 (東京理科大学大学院工学研究科)
E-mail:soccer09@ms.kagu.tus.ac.jp

一対比較における被験者の回答の整合性に関する検討

○神田太樹*
(*西武文理大学サービス経営学科)

Studies on Consistency of Subjects' Answers in Paired Comparison

Taki KANDA*
(*Department of service management, Bunri University of Hospitality)

1. はじめに

一対比較において、被験者の回答の整合性を考慮することは重要で、整合性の判定には、一意性の係数(coefficient of consistency) [1]や一対比較を用いる階層化意思決定法(Analytic Hierarchy Process: AHP)におけるコンシステンシー指数(Consistency Index: $C.I.$) [2,3]などがある。回答の矛盾を示す一巡三角形の数をもとに定義される一意性の係数については、統計的に整合性の判定をすることができるが、コンシステンシー指数については、通常、経験的な整合性の判定が行われている。そこで、本報告では、回答が矛盾する場合に生じる一巡三角形とコンシステンシー指数との関係やコンシステンシー指数の値は評価対象数の増加とともに大きくなる傾向にあることに着目し、コンシステンシー指数による被験者の回答の整合性の判定基準について検討する。

２．一巡三角形

3つの評価対象 A、B、C の一対比較による主観評価が

$$A > B, B > C, C < A$$

のとき、1位 A、2位 B、3位 C と順位をつけることができるが、主観評価が、

$$A > B, B > C, C > A$$

のとき、順位をつけることができず、このときの関係を一巡三角形という [1]。一意性の係数は、この一巡三角形の数により定まり、統計的に整合性が判定される。

3．コンシステンシー指数

AHP におけるコンシステンシー指数$C.I.$は、被験者の回答をもとに得る一対比較行列の次数をn、最大固有値を$\lambda_{\max}$として、

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \qquad (1)$$

と定義される [2,3]。そして、通常

$$C.I. \le 0.1 \quad \text{または} \quad C.I. \le 0.15 \qquad (2)$$

であれば経験的に整合性があると判断される。

４．ランダム整合度

いま、AHP における一対比較値 9、7、5、3、1、1/3、1/5、1/7、1/9 をランダムに与えてコンシスタンシー指数$C.I.$を多数回計算したときのその平均値をランダム整合度と呼び、表１に計算結果の一例を示す [4]。

表1 ランダム整合度の一例

評価対象数	ランダム整合度
3	0.58
4	0.90
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41
9	1.45
10	1.49
11	1.51
12	1.53

この表から、ランダム整合度は、評価対象の数により異なることがわかる。これより、コンシステンシー指数$C.I.$による整合性の判定基準も評価対象数ごとに設定すべきと考えられる。いま、表1における評価対象数をx、ランダム整合度をyとすると次の回帰式に当てはまる。

$$y = -0.02x^2 + 0.33x - 0.19 \qquad (3)$$

この回帰式の決定係数は0.982である。図1に評価対象数に対するランダム整合度の平均値と(3)によるその予測値を示す。

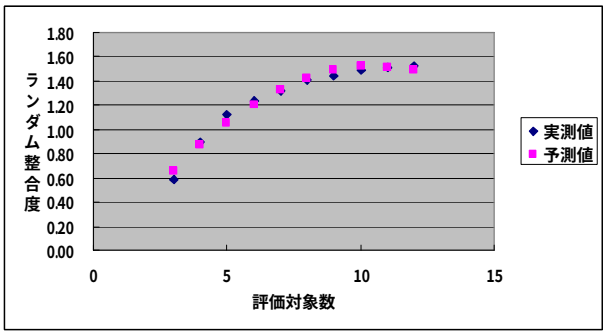


図１　評価対象数に対するランダム整合度とその予測値

５．整合性の判定基準

評価対象数が３から９までの一対比較において、一巡三角形が生じない場合の$C.I.$の最大値を表２に示す。

表２　一巡三角形が生じない場合の$C.I.$の最大値

評価対象数	コンシステンシー指数$C.I.$の最大値
3	0.67
4	0.77
5	0.82
6	0.84
7	0.85
8	0.87
9	0.88

ここで、評価対象数をx、$C.I.$の最大値をyとすると、次の回帰式に当てはまる。

$$y = -0.01x^2 + 0.12x + 0.39 \qquad (4)$$

この回帰式の決定係数は0.995である。この$C.I.$の値は一巡三角形が生じない回答に対する値なので、回答に一巡三角形に象徴される明らかな矛盾はないものの、整合性の閾値としては不十分と言える。そこで、各評価対象数における一対比較の回答の選択肢「両者を同じくらい重視する」、一方を他方より「やや重視する」、「かなり重視する」、「非常に重視する」、「極めて重視する」の中で、すべての一対比較の回答が「極めて重視する」であるときの$C.I.$の値が、整合性に関する閾値と考える。評価対象数とこの閾値との関係は、評価対象数をx、ここで設定した$C.I.$の閾値をyとすると、次の回帰式に当てはまる。

$$y = -0.01x^2 + 0.22x - 0.26 \qquad (5)$$

この回帰式の決定係数は0.998で、表３および図２に評価対象数に対するここで設定した$C.I.$の閾値と(5)によるその予測値を示す。

表３　評価対象数に対する$C.I.$の閾値と予測値

評価対象数	閾値の設定値	閾値の予測値
3	0.28	0.31
4	0.44	0.48
5	0.55	0.53
6	0.62	0.60
7	0.68	0.67
8	0.72	0.73
9	0.75	0.78

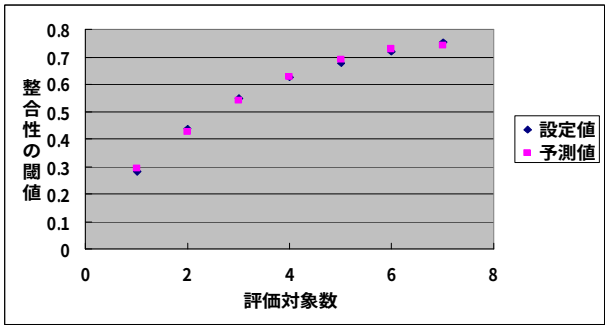


図２　評価対象数に対する$C.I.$の閾値と予測値

6. 考察

$C.I.$をランダム整合度で割った値は整合比として定義されるが、この整合比が整合性の判定に用いられることがある[4)]。図1と図2より、評価対象数に対するランダム整合度とここで設定した$C.I.$の閾値は、ともに2次曲線に当てはまり、整合比と同じ考え方で$C.I.$の閾値を設定することが可能と考えられる。

7. まとめ

本報告では、AHP におけるコンシステンシー指数$C.I.$による整合性の判定基準について検討した。その結果、判定基準は、評価対象数により異なると考えられる。

参考文献

1) 天坂格郎、長沢伸也：官能評価の基礎と応用,日本規格協会，2000.
2) 木下栄蔵：オペレーションズ・リサーチ，工学図書，1995.
3) 木下栄蔵：入門ＡＨＰ，日科技連出版社，2000.
4) 刀根薫:ゲーム感覚意思決定法, 日科技連出版社, 1986.

[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
TEL：04-2952-9871
E-mail：kanda@bunri-c.ac.jp

アフォーダンスの概念に基づく人間の動作モデルに関する研究

○野守耕爾*、小松原明哲**
(*早稲田大学大学院、**早稲田大学理工学術院)

Development of Human Motion Model Based on the Concept of Affordance

Koji NOMORI*, Akinori KOMATSUBARA**
(*Graduate School of Waseda University, **Waseda University)

1. はじめに

本研究では人間の動作において，アフォーダンスの概念を用いて，手先や足先などのエンドエフェクタの2次元動作軌跡を予測する動作モデルを提案することを目的とする．

2. 研究内容

アフォーダンスの概念に基づくと人間は環境からある影響力を受け，それに従い動作が行わされていると考えられる．本研究では，そのアフォーダンスによる影響力を“引力”と“斥力”で表現できると考えた．なおアフォーダンスの引力による行動とは，目的対象への行動であり，斥力による行動とは，障害物などを回避する行動を意味する．

野守ら [1]は障害物を回避する行動について，アフォーダンスの引力･斥力にクーロンの法則とフックの法則を適用し，運動方程式によって障害物回避動作の予測軌跡のモデル化を行ったが，一部の動作を除きうまく表現することができなかった．

本研究では，何らかの法則を前提とせず，先行研究の実験データから動作変化を分析し，人間の障害物回避動作がアフォーダンスの引力･斥力によってなされているか確認する．

4. 実験

実験は健康な男子大学生 6 人で行い，バーの高さを 10cm から 180cm の範囲でランダムに変え，バーを回避してもらう作業を繰り返した．測定箇所はまたぐ行為の場合は先にまたぐ脚の重心，くぐる行為の場合は頭部の重心とし，バーを回避する動作を真横から撮影し，進行方向を x 方向，床面からの垂直方向を y 方向とし，動作解析ソフトにより測定箇所の 2 次元変位を 1/30 秒刻みで算出した．

全データのうち，解析対象を 2 次元的な動作に限定し，またぐ行為ではバーの高さが 10cm,20cm,30cm(以下 B10,B20,B30)の動作について，くぐる行為ではバーの高さが 150cm,140cm,130cm(以下 B150,B140,B130)の動作について，変位 $(x(t),y(t))$ と速度 $(v_x(t),v_y(t))$ を測定し考察する．

5. 結果

またぐ行為(足部)とくぐる行為(頭部)ともに変位 x(t)と速度の y 成分 $v_y(t)$に被験者全員に共通した傾向が見られた．以下に全被験者の x(t)と $v_y(t)$の推移を図 1～4 に示す．ここでは B20 と B140 の場合を例に取り上げる．

5.1. 変位 x(t)の推移

B20 のまたぐ行為(足部)と，B140 のくぐる行為(頭部)における全被験者の変位 x(t)の推移をそれぞれ図 1,2 に示す．グラフの横軸は時間 t[s]を，縦軸は変位 x(t)[m]を表し，記号(A)～(F)は 6 人の被験者を意味している．

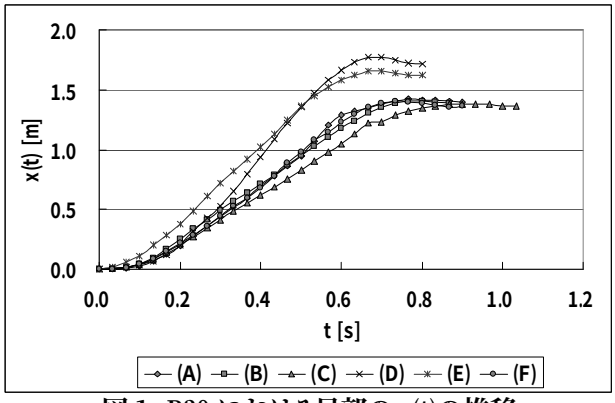


図 1　B20 における足部の x(t)の推移

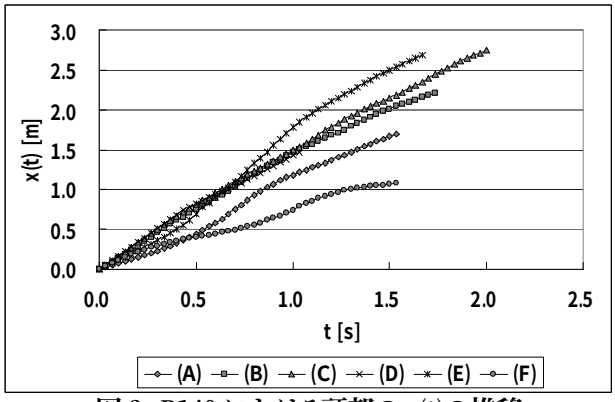


図 2　B140 における頭部の x(t)の推移

5.2. 速度 $v_y(t)$の推移

B20 のまたぐ行為(足部)と，B140 のくぐる行為(頭部)における全被験者の速度 $v_y(t)$の推移をそれぞれ図 3,4 に示す．グラフの横軸は時間 t[s]を，縦軸は速度 $v_y(t)$ [m/s]を表している．

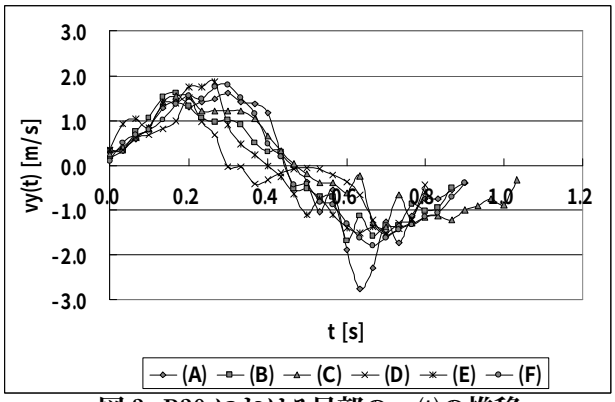


図 3 B20 における足部の $v_y(t)$の推移

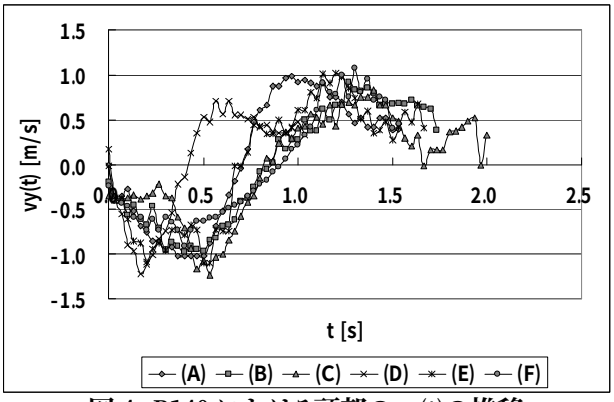


図 4 B140 における頭部の $v_y(t)$の推移

6. 考察

進行方向の変位 x(t)の変化の傾向をモデル化すると図 5.1, 5.2 のようになる. またぐ行為(足部)では最初と最後に足を垂直に持ち上げ, 垂直に降ろすという x(t)が変化しないときがあるが, 表 1 の相関係数に示されるように, またぐ行為(足部), くぐる行為(頭部)とも線形性があり, その傾きは速度 $v_x(t)$となるので, 進行方向の速度 $v_x(t)$はほぼ一定であることがいえる.

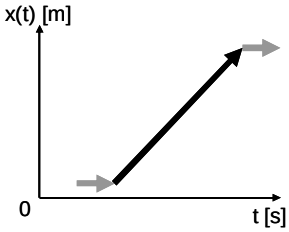


図 5.1 x(t)の傾向(足部)

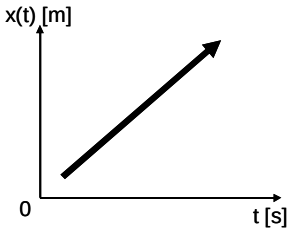


図 5.2 x(t)の傾向(頭部)

表 1 t と x(t)の相関係数の平均値

またぐ行為(足部)		くぐる行為(頭部)	
バーの高さ	相関係数	バーの高さ	相関係数
10cm	1.00	150cm	1.00
20cm	1.00	140cm	1.00
30cm	1.00	130cm	0.99

＊足部に関しては線形性が見られる範囲に限る

速度の y 成分 $v_y(t)$の変化の傾向をモデル化すると図 6.1, 6.2 のようになる. またぐ行為(足部), くぐる行為(頭部)とも速度の増減が 3 パターンに別れ, 表 2 の相関係数に示されるように, それぞれに線形性があり, その傾きは加速度 $a_y(t)$となるので, その間の加速度 $a_y(t)$は一定ということになる. これらの 3 回変化する加速度を, 重力加速度 g のようにアフォーダンスの引力･斥力として捉えると, 表 3 の解釈が出来る.

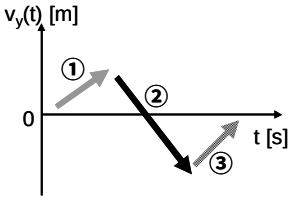


図 6.1 $v_y(t)$の傾向(足部)

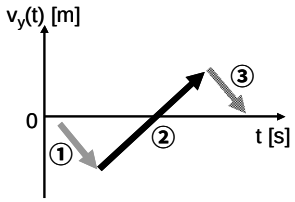


図 6.2 $v_y(t)$の傾向(頭部)

表 2 t と $v_y(t)$の相関係数の平均値

またぐ行為(足部)				くぐる行為(頭部)			
バーの高さ	相関係数			バーの高さ	相関係数		
	①	②	③		①	②	③
10cm	0.98	0.97	0.87	150cm	0.93	0.96	0.61
20cm	0.97	0.94	0.93	140cm	0.92	0.97	0.79
30cm	0.97	0.97	0.95	130cm	0.81	0.97	0.77

＊①～③は図6.1, 6.2における$v_y(t)$の線形性のある3パターンに対応

表 3 加速度の y 成分の解釈

加速度	またぐ行為(足部)	くぐる行為(頭部)	引力･斥力
①	正	負	障害物からの斥力
②	負	正	目的地からの引力
③	正	負	目的地からの斥力 (目的地との衝突回避のブレーキ)

＊①～③は図6.1,6.2の$v_y(t)$の3パターンの傾き(加速度)に対応

7. まとめ

本研究では, アフォーダンスの引力と斥力を定式化することで, 人間の動作を記述できるモデルの提案を目指しており, 今回得られた y 方向の 3 パターンの加速度を引力と斥力と捉えてモデル化を行った. これにより障害物回避動作がアフォーダンスにおける引力･斥力で表現できることが確認できた. 今後はアフォーダンスの引力･斥力と環境特性･行為者特性との関係について, また加速度の正負が転換するポイントと環境特性･行為者特性との関係について検討することが求められる.

8. 参考文献

1) 野守耕爾,小松原明哲:アフォーダンスの概念に基づく障害物回避動作モデル -クーロンの法則とフックの法則の適用-,日本人間工学会大会講演集,Vol.43,pp.72-73,2007

[連絡先]
野守耕爾
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
TEL:03-5286-3012
Email : koji-nomori@akane.waseda.jp

エッセンシャルオイルによる体表温などの自律神経機能に対する効果

○伊藤裕也*、一ノ瀬充行*
(*岩手大学大学院　工学研究科　福祉システム工学専攻)

Effects of essential oils to autonomic nervous function including body surface temperature

Yuya ITO*, Mitsuyuki ICHINOSE*
(*Dept. of Welfare Technology, Graduate school of Engineering, Iwate University)

1. 序論

アロマテラピーとは、植物から抽出した芳香性のある精油を用いる治療方法である。現在、香り作用が情動系と内分泌系に働く可能性が考えられることから、アロマテラピーの臨床応用への期待が高まっている。

本研究では、血行促進作用があるとされるジンジャー精油、ブラックペッパー精油の 2 種類の芳香での生体への効果を明らかにするために、赤外線サーモグラフィを用い顔面皮膚温度測定を行った。また冬季において保温作用があるといわれている、しょうが湯で温湯摂取刺激を行った。芳香刺激と温湯摂取刺激に対する顔面皮膚温度の経時的変化、自律神経系の活性変化や主観的心理状態の変化を検討した。主観的心理状態の検討は多面的感情状態尺度[1]、General Arousal Checklist(GACL: 主観的覚醒試験紙) [2]を用いた。

2. 実験方法

2.1 被験者

3 人の健常な男性 (M.I.:52 歳, M.O.:22 歳, K.T.:22 歳) を被験者とし、実験を行った。

2.2 材料

芳香刺激実験はジンジャー精油、ブラックペッパー精油 (株式会社 生活の木) 、温湯摂取実験では白湯としょうが湯(今岡製菓株式会社)を使用した。

2.3 実験手順

被験者を実験室内の赤外線測定専用の椅子に座らせ、10～80 分間安静にしてもらい、被験者の体表温を安定させた後、実験を開始した。顔面皮膚温度は、芳香刺激実験で、刺激開始前 5 分間、刺激開始後 15 分間の合計 20 分間、温湯摂取実験で摂取前 5 分間、約摂取開始後 20 分間の合計 25 分間測定した。

精油は、実験室内のアロマポットに実験者が約 100μℓ滴下し、燻らせた。温湯摂取実験では被験者がタンブラーで保温された白湯あるいはしょうが湯を 3 分以内に摂取してもらった。実験前後に、体温、血圧、心拍、実験室環境の測定、香りについての内省の報告をしてもらった。また、実験における情動変化および覚醒状態の変化の為に多面的感情状態尺度試験紙、および GACL の 10 段階尺度試験紙に記入してもらった。実験は、室温 24.0±3℃で行われた。

2.4 解析

顔面皮膚温度の測定には、赤外線サーモグラフィ装置 (INFRAEYE2000, 日本光電)を用いた。検出部から顔面までの距離を約 1m とした。解析として赤外線装置より保存した熱画像において、長方形の関心領域を設定し、この範囲の平均温度を算出することで時間経過における顔面平均温度を求めた。

3. 実験結果

3.1. ジンジャー精油における変化

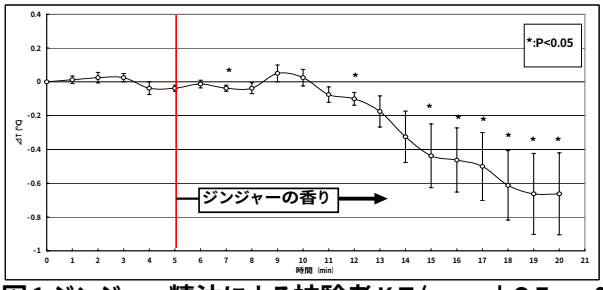


図 1.ジンジャー精油による被験者 K.T.(mean±S.E., n=8) の前額部皮膚温に対する影響

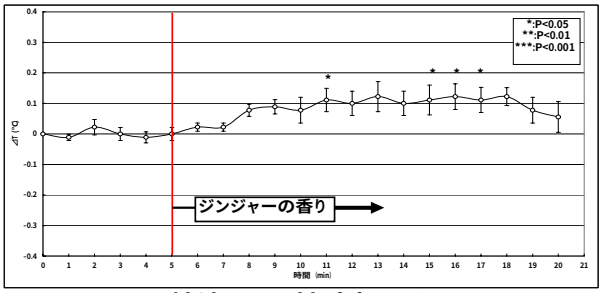


図 2.ジンジャー精油による被験者 M.I.(mean±S.E., n=9) の前額部皮膚温に対する影響

図 1 は被験者T.K.における前額部温の経時的変化を示す。刺激開始後 2～15 分で有意な温度低下が見られた。また、鼻部においても有意な温度低下が示された(刺激開始後:3～14 分)。

図 2 は被験者 M.I.における前額部での経時的変化を示している。刺激開始後 6～12 分において有意に上昇した。また口唇部においても有意に上昇した(刺激開始後: 11～15 分)。自律神経指標については被験者K.T

では最低血圧の上昇(59.25±1.4 から 64.25±1.36)と心拍数の低下(71±1.34 から 69.25±1.08)という有意な増減が見られた。

3.2. ブラックペッパー精油における変化

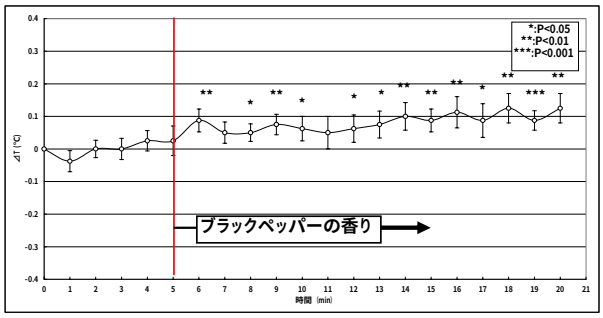


図 3.ブラックペッパー精油による被験者 M.I.(mean±S.E., n=8)の頬皮膚温に対する影響

図 3 は被験者 M.I.における頬表温での経時的変化を示している。刺激開始後 2 分、6 分以外で安静時と比べ優位な上昇を示した。また口唇部においても有意な上昇を示した(刺激開始後:9～15 分)。自律神経指標においては心拍数の有意な低下(69.5±1.55 から 65.5±1.13)を示した。

3.3. 温湯摂取における変化

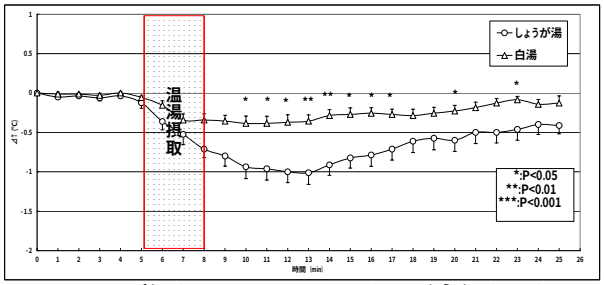


図 4.しょうが湯(mean±S.E., n=8)及び白湯(n=7)による被験者 M.I.の前額部皮膚温に対する影響

図 4 は被験者 M.I.における前額部表温での経時的変化を示している。白湯に比べしょうが湯では刺激後 2～15 分において有意な低下を示した。

4. 考察

ジンジャー精油において、被験者K.T.の前額部および鼻部における皮膚温低下は、交感神経刺激による代謝率上昇とそれに伴う発汗、そして汗の蒸散に伴い気化熱が奪われるためと考えられる。グレープフルーツ精油によって交感神経が刺激され、代謝率が上昇することが知られている[3]。皮膚温計測後の血圧測定より最低血圧が上昇していたことから、血管系が刺激され、すなわち交感神経が刺激されたと考えられる。また、皮膚温計測後の心拍数減少は、交感神経興奮後に副交感神経系が優位となった可能性が考えられる[4]。

M.I.では前額および口唇部で温度上昇が見られた。これらは代謝率上昇によるものと考えられる。また、GACLによる心理学的覚醒評価方法により、エネルギッシュな覚醒上昇が示された。このことは精油に交感神経刺激作用があることが示唆される。K.T.と M.I.において、共に代謝は亢進したと考えられるが、体表温の差は発汗作用に個人差があるためと考えられる。

ブラックペッパーでの被験者 M.I.における頬および口唇部の上昇は、心拍減少が生じていたことより、交感神経が抑制され末梢血管が拡張し皮膚温の上昇につながったことが考えられる[5]。あるいはGACLよりエネルギッシュな覚醒上昇が認められたことにより、交感神経が刺激され代謝率が上昇したという可能性もある。また、緊張性覚醒が低下したことより、リラックス作用もあることが考えられる。

しょうが湯での大きな皮膚温低下は、発汗作用によるものと考えられる。また、GACLにおいて、しょうが湯はエネルギッシュな覚醒上昇があり、交感神経刺激作用があると考えられる。白湯による皮膚温低下は、体温より高い温湯摂取により温熱拡散による体温上昇が生じ、発汗したためと考えられる。

5. 結論

①被験者 M.I.は 2 つの芳香精油において、口唇部の皮膚温上昇が生じた。被験者 K.T.はジンジャー精油により、発汗による温度低下を生じた。

②被験者 M.I.はしょうが湯を摂取することにより、発汗に伴う温度低下を示した。

③精油が嗅覚を介して神経系への刺激作用や肺から血液への体液性作用により、生体の自律神経系と内分泌系に影響を与える可能性がある。

6. 参考文献

[1]寺嶋政治等(1991) 多面的感情状態尺度の作成.日本心理学会 第 55 回発表論文集

[2]畑山俊輝等(1994) アラウザルチェックリスト(GACL)から見た顔のマッサージの心理的緊張低減効果. Jpn. J. Applied Psychol. 11-19.

[3]永井克也(2005) 匂い刺激のエネルギー代謝に対する影響とその機構‐グレープフルーツとラベンダーの芳香の効果. 肥満研究, 11:17-23.

[4]S.Dayawansa, K.Umeno, et al., (2003) Autonomic responses during inhalation of natural fragrance of “Cedrol” in humans, Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical 108: 79-86.

[5]R.Wolf, B.Tüzün, et al., (1999) Alcohol ingestion and the cutaneous vasculature, Clinics in Dermatol., 17: 395-403.

[連絡先]
一ノ瀬充行, 岩手大学大学院 工学研究科
〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5
Tel: 019-621-6310 Email: michinos@iwate-u.ac.jp

予測制御の難易度と事象関連電位(ERP)の関係

○庄子洋平*, 小林大二**, 山本栄*
(*東京理科大学, **日本橋学館大学)

A Study of the Relationship Between Difficulty of the Manual Controls and ERP

Yohei SHOJI*, Daiji KOBAYASHI**, Sakae YAMAMOTO*
(*Tokyo University of Science, **Nihonbashi Gakkan University)

1. はじめに

大型船舶やプラントのような大規模なシステムには，入力に対する出力の応答が遅れる特徴を持つものがある．このようなシステムを制御する際，オペレータはシステムのその後の挙動を予測しながら制御を行う．このような制御は予測制御と呼ばれる[1)]．予測制御では，時定数が大きくなるほど系の挙動の予測が困難になり制御が難しい．そのため，時定数の大きい系の手動制御に関する先行研究は数多く行われている[2)]．例えば，操作者のパフォーマンスから人間の予測制御を検討した研究が昔から数多く行われている．しかし，予測制御時の操作者の内面に関する研究は少ない．予測制御時の人間の内面を知る一方法として事象関連電位（Event-related Potential:ERP）がある．事象関連電位とは，外界の刺激に対する被験者の認知的態度を反映する内因性の電位で，特定の刺激を基点として加算平均することによって得られる．P300 や運動関連脳電位（Movement-related Cortical Potential:MRCP）などが代表的である[3)]．MRCP は，随意動作に先行して 1～2 秒前に頭皮上から記録される漸増的な陰性緩電位変動で随意運動の準備状態を反映するものと言われている．また，加算平均とはランダムなノイズを加算することによって除去し，一定の極性と潜時を持つ目的の成分だけを記録する方法である．本研究では，時定数の違いによる予測制御の難易度の違いと ERP との関係を明らかにする．

2. 目的

予測制御の難易度の違いによる人間の情報処理の違いを予測制御行動前後の事象関連電位より明らかにする．

3. 方法

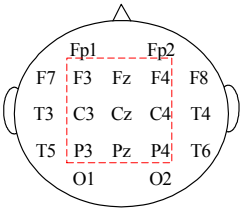


図 1　19 電極部位

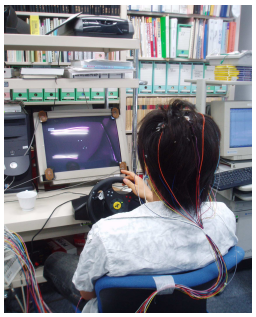


図 2　実験風景

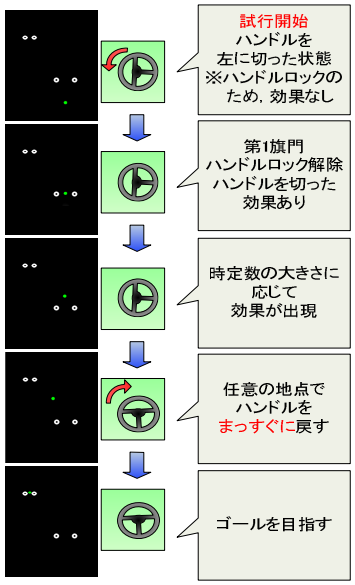


図 3　実験課題の説明

本研究では,遅れの大きい系を実験用に再現する為，大型船舶であるタンカーの動特性を単純化した一次遅れ系シミュレータ「タンカーゲーム」を用いて実験を行った．測定項目は，課題遂行中の脳波，眼球運動，両手首の筋電図とした．課題遂行中の脳波は，被験者に装着した EEG 電極を通して脳波形(日本光電社製 EEG1100)に記録した．電極位置は国際式 10-20 法に基づく 19 電極部位とした．測定条件は，サンプリング周波数 1,000Hz，時定数 10(sec)，高域遮断フィルタ 15(Hz)，AC フィルタを ON とした.基準電極は左右両耳朶とし,共通接地した.

操作者は,ディスプレイ(タッチパネル氏テムズ製 21 型タッチモニタ 7400TD21)上にある一次遅れ要素の動特性を持つタンカーを制御用ハンドルにより操作して,ゴールへ導くよう指示した.

ハンドル角は直流電圧に変換し,外部信号としてコンピュータ上に記録した.また,課題スタート時,旗門通過時,課題終了時にはトリガ信号を記録した.

被験者は，21 歳～25 歳の男子大学生 20 人(平均 22.6 歳，SD1.35)とした．被験者には,事前に実験内容を説明し，書面で同意を得た.

実験内容は，図 3 に示した．タンカーの時定数は，3.0(sec)，4.5(sec),6.0(sec)の 3 条件とし，各条件 100 試行ずつ計 300 試行をランダムに行った．全ての実験条件においてタスクが一定となるようにハンドル操作は左に目一杯切った状態から中心まで動かすという動作に限定した．また,被験者には右手でハンドルを操作するように指示した.実験が長時間に及ぶため，適宜休憩を取った．

解析方法としては，加算平均法を用いた．各被験者の条件ごとの脳波データをハンドル操作時を基点として前5000ms，後 5000ms 加算平均した．

4. 結果

加算波形を抽出した結果，全被験者，全条件においてハンドル操作開始時点付近を最大振幅とする陰性方向間電位が記録された（図 4）．そこで，実験条件ごとに全被験者分の加算波形の平均を取り，総加算平均波形を抽出し，実験条件ごとの一般的な波形を求めた．解析箇所は頭部中心 9 部位（図 1 点線内）とした．その結果，頭部左側において，MRCP の陰性方向最大振幅が，時定数が 6．0 秒のときに他の 2 条件と比べて大きくなる傾向が見られた（図 5）．そこで，実験条件間で陰性方向最大振幅の値に差があるかどうか調べるため，因子を時定数とし，3.0 秒，4.5 秒，6.0 秒の 3 水準で陰性方向最大振幅の値に一元配置分散分析を施した．その結果，P3 電極部位のみで 5%有意で時定数 6.0 秒の時に陰性方向最大振幅が大きくなるという結果が得られた．しかし，それ以外の部位では有意判定は出なかった．その原因として，MRCP の電位の個人差が大きいことが挙げられる．そこで，電位の個人差を除外するために，個人の中で 3 条件の最大振幅の大小の関係性をみるため，各条件の最大振幅のデータを平均 0，分散 1 となるように標準化を施し，再度一元配置分散分析を行った．その結果を，表 1 に示した．その結果，頭部左側 3 部位，および P4 電極部位で 1%有意で時定数 6.0 秒の時に陰性方向最大振幅が大きくなった．

5. 考察

総加算波形を見ると，頭部左側において時定数 6.0 秒のとき，他の条件と明らかに異なる波形を形成していることがわかる．これは，頭部左側において異なる情報処理がされていると考えられる．また，一元配置分散分析を行った結果，頭部左側の MRCP の陰性方向最大振幅は，時定数6.0秒のとき有意に大きくなることがわかった．これより，頭部左側の MRCP の陰性方向最大振幅を用いて，制御の難易度を測る指標となるのではないかと考えられる．

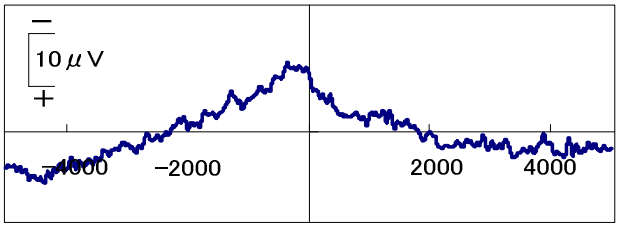


図 4　被験者 R，時定数 6.0sec，Cz 電極部位

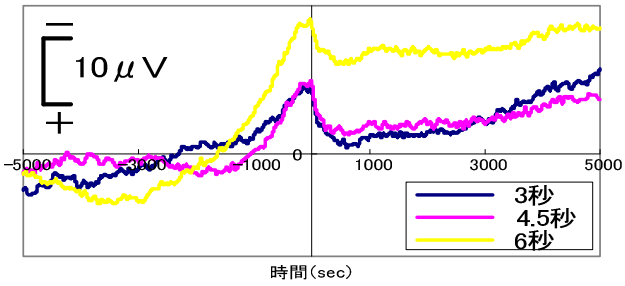


図 5　総加算平均波形（C3 電極部位）

表 1　分散分析 P 値（標準化後）

標準化後分散分析　P値		
0.0012	0.0713	0.2581
0.0061	0.0399	0.0923
0.0000	0.0452	0.0064

10%有意	5%有意	1%有意

6. まとめ

時定数の違いによる予測制御の難易度の違いに対して，運動に用いた腕とは反対側で対応を行っていると考えられる．そして，運動に用いた腕と反対側の MRCP を見ることによって，制御活動の難易度を判定する指標にすることが出来ると考えられる．

7. 参考文献

1) 林喜男：人間の予知制御，人間工学，Vol.11，No.2,3，pp69-70，1975

2) 大日方五郎，猪岡光：2 次元表示手動制御系における表示図形の影響，人間工学，Vol.20，No.1，pp49-53，1984

3) 西平賀昭，大築立志 編集：運動と高次神経機能，杏林書院，2005

[連絡先]
庄子洋平
東京理科大学 大学院 工学研究科 経営工学専攻
〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33
TEL：043-290-3087
E-mail：shoji@hci.ms.kagu.tus.ac.jp

乳香刺激による生体生理作用の随伴陰性変動を用いた電気生理学的研究

○簗田智子*、一ノ瀬充行*
(*岩手大学大学院 工学研究科 福祉システム工学専攻)

Electrophysiological effects to frankincense odour by means of contingent negative variation

Tomoko YANADA*, Misuyuki ICHINOSE*
(*Dept. of Welfare Technology, Graduate School of Engineering, Iwate University)

1. はじめに

アロマテラピーは、植物から抽出された精油を利用して行われる民間療法として知られている。近年、医療現場でもアロマテラピーを取り入れようとする試みがある。しかし、精油の効能については十分検討されていない。

本研究では、脳波の誘発電位の 1 つである期待感・意欲・集中力を表す随伴陰性変動(CNV, Contingent Negative Variation)を用い、乳香の生理学的効果を解析・検討し、生体にどのような影響を与えるかを明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

被験者は男性 4 名(R.S., 21 歳, 左利き; T.Nak., 22 歳, 左利き; S.M., 21歳, 右利き; Y.I., 23 歳, 右利き)と女性 3 名(Y.A., 22 歳, 左利き; H.U., 21 歳, 右利き; T.Noz., 22 歳, 右利き)計 7 人である。

精油は、乳香(生活の木)を用いた。香り刺激は、アロマテラピー用のオイルウォーマーを用い、乳香は粘性があるため、お湯に滴下するのではなく、受け皿にアルミホイルを敷き、その上に精油約 30μℓを滴下した。

脳波の測定は、皿型電極を国際脳波学会による 10-10 電極配置法に基づき、皮膚との接触抵抗が 20kΩ 以下になるように、頭皮上の 25 箇所に取り付け、EEG-1100(日本光電)を用いて記録した。脳波記録は、Control(無臭)状態で安静 5 分、CNV 記録時約 6 分、その後、香り刺激を開始して安静 10 分、CNV 記録を約 6 分、合計で約 30 分間行った。

CNV は、Control 状態と香り刺激状態それぞれにおいて、被験者に警告刺激(S1)、命令刺激(S2)の 2 つの音刺激を約2秒間隔で提示し、S2が提示されたらできるだけ早く足元に置かれたフットスイッチを押してもらうという試行を約 10 秒間隔で 30 回繰り返し行った。

音刺激提示には、音声・画像刺激装置(日本光電)を用いた。記録した脳波は、波形ビューアプログラム VitalTracer(キッセイコムテック)、誘発電位研究用プログラム EPLYZER II を用いて解析を行った。音刺激 S1-S2 間に出現する CNV を解析するため、S1 開始前 0.5 秒から S2 開始後 0.5 秒までの脳波を切り取り、30 回の加算平均を行った。この加算平均データの CNV 面積を用い、Control 時および香り刺激時(乳香)における各 CNV 面積を比較した。

また、呼吸はサーミスタピックアップを鼻孔部に取り付け、呼気と吸気の温度変化を測定した。呼吸波形は EEG-1100 を用いて記録し、呼吸曲線は LEG-1000 と QP-110H EXEC POLYGRAPH(日本光電)で解析を行った。

心電図は心電図用電極を両手首内側に取り付け、双極第 I 誘導法により導出し、MemCalc-Makin2(GMS)を用いて心拍動数、PSD の傾き、心臓拍動のゆらぎを求めた。

3. 結果

期待感・意欲・集中力が最もよく現れる後期 CNV 面積(1000ms～2000ms)において比較・検討を行った結果、4 人の被験者で、頭頂部(C3, Cz, C4)と後頭部(P3, Pz, P4)において control 時と香り刺激時の面積の差が増加する傾向が見られた(図 1)。

心拍変動では、あまり大きな変化は見られなかったが、4 人の被験者において香り刺激状態で少し心拍数が減少していたことから、香りによってリラックスしたと考えられる(図 2)。

また、心拍ゆらぎ HF(副交感神経)と LF/HF(交感神経)もあまり大きな変化は見られなかったが、心拍変動で変化があった 4 人の被験者中 3 人の被験者において香り刺激時で、副交感神経が交感神経より高くなる傾向が見られた(図 3)。

PSD の傾きは覚醒レベルの指標とされる。ほとんどの被験者において香り刺激時にマイナスに近づき覚醒レベルが減少した(図 4)。

4. 考察

嗅覚事象関連電位計測は、健康や病気における認知神経科学の分野で化学感覚機能を特徴づけ、基本的なメカニズムを明らかにするため、適用されることが多くなっている[1]。すでに我々は、ヒバの香りの

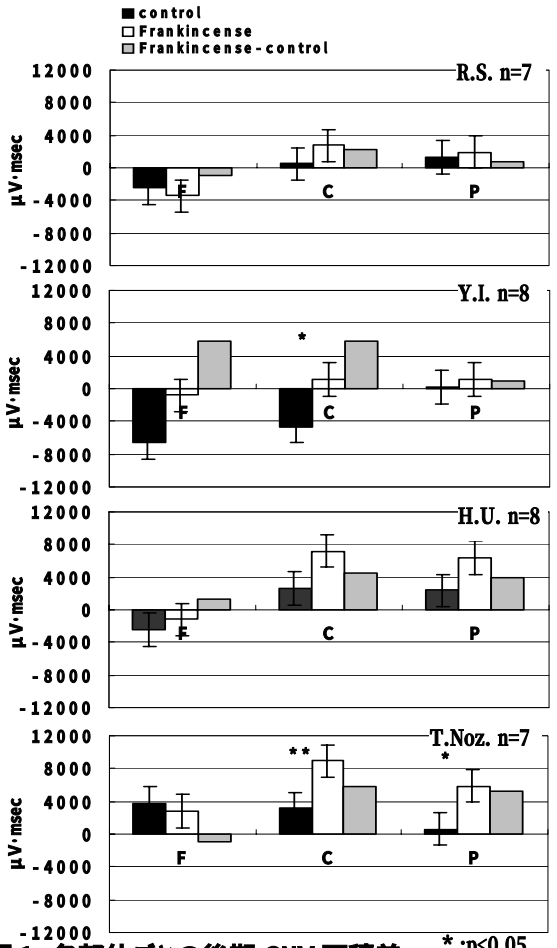


図 1. 各部位ごとの後期 CNV 面積差

各被験者における前頭部 F (F3, Fz, F4)、頭頂部 C (C3, Cz, C4)、後頭部 P (P3, Pz, P4)の面積。棒グラフの黒は control 時、白が香り刺激時、灰色が 2 つの差を示す。

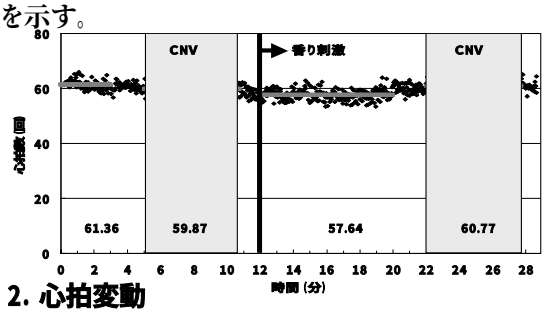


図 2. 心拍変動

被験者(R.S. n=7)における平均を示す。
香り刺激時に心拍数が減少した。

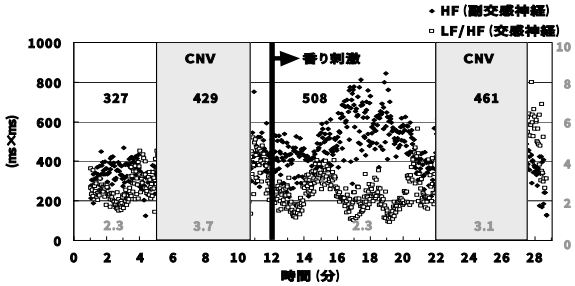


図 3. 副交感神経と交感神経の変動

被験者(R.S. n=7)における平均を示す。
香り刺激時に副交感神経が増加した。

研究において、Fz, Cz, Pz で随伴陰性変動が大きくなることを報告した[2]。本研究で用いた乳香においても同様に頭頂部と後頭部で CNV 面積が大きくなった。R. Masago らは、頭頂･後側頭葉領域が嗅覚を含む総合的な感覚情報処理過程に関連していると報告されている[3]。本研究において、頭頂部と後頭部で CNV 面積差が増加したことは、香りによって期待感･意欲･集中力が高められたことが示唆される。さらに、乳香を提示したあと心拍変動が減少し、副交感神経が増加する被験者も多かったことから、同時にリラックス作用もあったのではないかと考えられる。

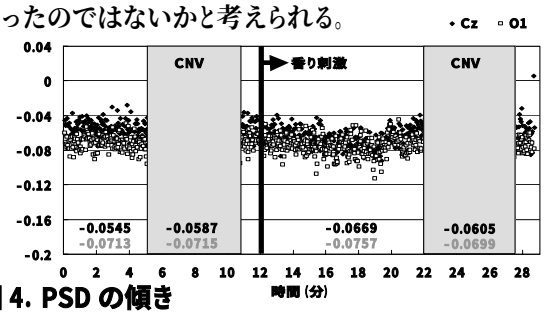


図 4. PSD の傾き

被験者(R.S. n=7)における平均を示す。
香り刺激時にマイナス方向に近づいた。

5. 結論

①本研究は、CNV を用いて乳香が人に与える効果を研究した。

②被験者(4 人)で頭頂･後頭部で増加の傾向が見られた。増加傾向が見られた 4 人の被験者中 3 人の被験者が香り状態で心拍変動が減少し、副交感神経が交感神経より優位に存在した。

③乳香によって期待感･集中力が高められたのではないかと考えられる。このことから、乳香の新たな一面が見られた。

5. 参考文献

[1]C. Murphy, C.D. Morgan, et.al., (2000) Olfactory event-related potentials and aging: normative data. Int. J. Psychophysiol. 36:133-145.

[2]一ノ瀬充行，砂子拓也，澤和也，薗田徹太郎 (2006) 琥珀お香と沈香により異なる随伴陰性変動及び心拍変動を示した一例．Jpn. J. Aromather. 6:27-36.

[3]R. Masago, T. Matsuda, et.al., (2000) Effects of inhalation of essential oils on EEG activity and sensory evaluation. J. Physiol. Anthropology 19:35-42.

[連絡先]

一ノ瀬充行，岩手大学大学院 工学研究科
〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5
TEL:019-621-6458
E-mail:michinos@iwate-u.ac.jp

心電図と動作を長時間連続計測可能な携帯型小型心電計の開発

○岡田慶雄*、易 強*、鈴木敬明*、櫻川智史*
(*静岡県工業技術研究所)

Development of the mobile electrocardiograph with 3-axis acceleration sensor for all day measurement.

Yoshio OKADA*, Tsuyoshi YI *, Taka-aki SUZUKI *, Satoshi SAKURAGAWA *
(*Industrial Research Institute of Shizuoka Prefecture)

1. はじめに

心拍は、呼吸や循環器系の自律神経活動を受けることにより、周期的にゆらいでいる。このゆらぎ(心拍変動)を計測し、その変動係数(CV)や周波数成分を解析することで、交感神経機能および副交感神経機能の指標を算出することができる[1)]。心拍変動は、自律神経活動の変化によって短時間(数秒)で現れる現象であり、快不快が自律神経活動に及ぼす、短時間の変化を評価するのに有効である。我々は心拍変動を用いて、日常生活での快不快について評価することを検討している。そのためには、24 時間連続で心電図を計測するとともに、体幹の加速度データから姿勢や定性的な動作を切り分けて評価したいと考えている。

以上のことから、心拍変動を用いて自律神経活動を指標とした快不快評価を行うために、日常生活で心電計を携帯しながら、心電図と動作データの計測を行うことを試み、軽量・小型の加速度センサ付き携帯型心電計を開発した。この心電計を用いることで、日常の生活活動における生理指標と動作のモニタリングが可能となり、どこで何をし、どのような反応が現れたかを知ることができると考えられる[2)]。更に、開発した心電計を用いて、実際の日常生活時における心電図と加速度データを収録する実証実験を行った。

2. 装置の概要

図 1 に開発した心電計のブロック図を示す。生体アンプ(図 1-a)で増幅した心電信号と、3 軸加速度センサ(図 1-b)の信号は、マイコン(図 1-c)で A/D 変換を行い、メモリーカード(図 1-d)に収録する。

収録したデータの心拍変動解析を行う際に、R 波の検出精度と、ベースの R-R 間隔値に対するゆらぎの SN 比を向上を考慮して、サンプリング周波数は、1000Hz とした[3)]。計測時の活動内容を把握・評価するための指標として、3 軸加速度センサのデータを心電図と同時収録した。加速度センサの計測範囲は、体幹部の生活動作を測定した既存研究[2)]を参考とし±2G とした。心電図と加速度のデータの収録はバイナリ形式とした。メモリーカードのデータはパソコンで読み出し、様々な生体信号解析ソフトウェアで解析が可能なファイル形式である CSV 形式に変換可能である。バッテリーとメモリーは、交換が容易で、かつ、24 時間使用できる容量のものを採用した。これにより、1 日毎にバッテリーとメモリーを交換しながら、数日間にわたる連続計測実験に使用することが可能である。メモリーカードは心電図と 3 軸加速度データの合計 4ch を 1000Hz のサンプリングレートで収録するため、容量は 1GB を採用した。また、メモリーカードの規格は省電力・小型化・パソコンへのデータの可搬性を考慮し、MMC-Mobile を採用した。バッテリーは大容量 Li-ion バッテリーを採用し、生体アンプ・フィルター・マイコン・メモリーカードは省電力タイプの設計とした。

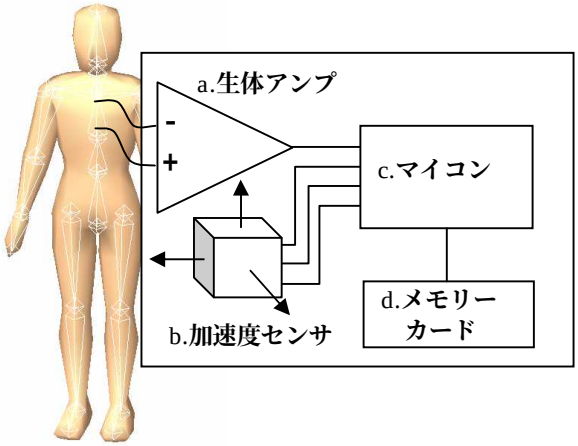


図 1 心電計ブロック図

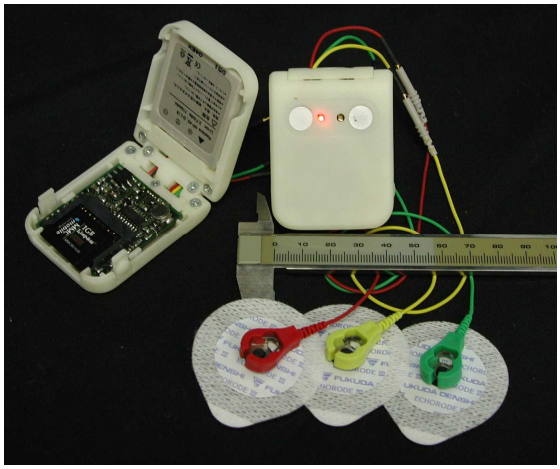


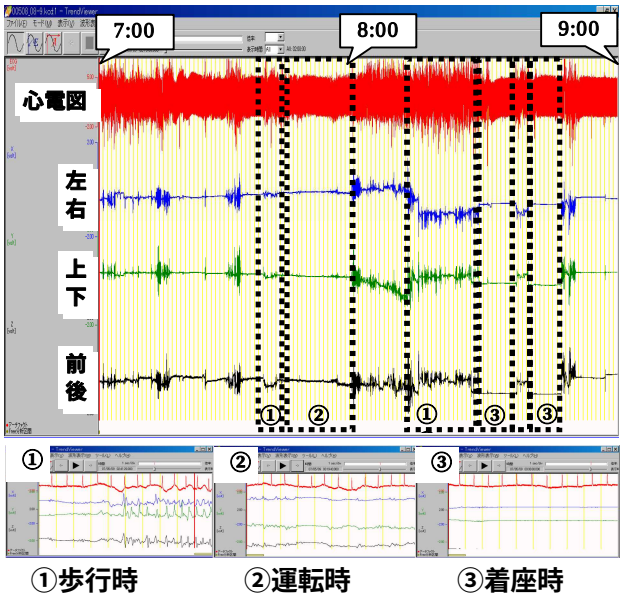
図 2 小型心電計

図 2 に開発した心電計の外観を示す。サイズは 58×44×17mm、重量は 45g (バッテリー、メモリーカードを含む) で、既存の心電計と比較し、最小クラスの大きさが実現できた。検証実験の際には、被験者の行動を妨げることなく、違和感もないことを確認している。

3. 検証実験

開発した心電計を使用して、24 時間以上の日常生活の心電図と加速度データを計測する実験を行った。生体電極には、エコローデIII (TE-170RT、フクダ電子) を使用し、筋電の混入による影響を抑えるため、心電図は NASA 誘導で計測を行った。

実験は 22 時から行い、翌々日の1時まで 27 時間連続の心電図および加速度データから、24 時間以上の連続計測が可能であることを確認した。図 3 に日常生活の計測データの一部を示す。歩行・運転時(図 3-①、②)においても、心電図の計測は可能であった。また、加速度データの規則的な繰り返し運動特有の波形から、歩行運動を推定する特徴的な波形が確認できた(図 3-①)。その際、動作に伴う心電図の基線の遥動は見られるが、心拍変動解析の際に問題となるほどのアーチファクト見られなかった。



①歩行時　②運転時　③着座時

図 3　日常生活における心電図および動作

図 4 に睡眠時の計測データを示す。3 軸の加速度データから、重力方向の静的加速度 1G を基準として、睡眠時の臥位・側臥位などの静止時の姿勢や寝返りの頻度が評価できた。

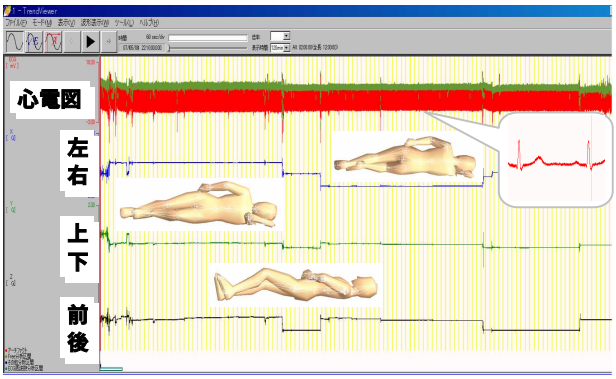


図 4　睡眠時の心電図および姿勢

4. まとめ

開発した心電計を用いて、日常生活における自律神経活動の変化を、短時間に非拘束で 24 時間連続計測することが可能となった。同時に、活動状況も加速度データから評価することが可能となった。

これにより、今まで不可能であった長時間の日常生活や、心電計の携帯が難しい二輪車乗車時や運動時においても被験者の負担が少ない状態での心電図と活動状況の計測実験が可能であると考えられる。

5. 参考文献

1) 自律神経機能検査 第 4 版. 文光堂. 2007.
2) 牧川方昭: 行動のモニタリング. 日本機械学会誌. 1998
3) Hiromitsu Kobayashi, Keita Ishibashi and Hiroki Noguchi: Heart Rate Variability; An Index for Monitoring and Analyzing Human Autonomic Activities. 1999

[連絡先]
岡田慶雄
静岡県工業技術研究所 人間住環境評価プロジェクト
〒421-1298 静岡県静岡市葵区牧ヶ谷 2078
TEL:054-278-3024
E-mail:okada@iri.pref.shizuoka.jp

トレンド解析による NIRS データの心拍信号抽出

○三家礼子*、盛川浩志*、栗原俊介*、河合隆史*、田村義保**
(*早稲田大学、**統計数理研究所)

Extraction of Heart Rate Signal from NIRS data using Trend Analysis

(*Waseda University, **The Institute of Statistical Mathematics)

1. はじめに

近年、脳機能を計測する方法として NIRS (Near-infrared Spectroscopy) が様々な場面で用いられている。さらに、NIRS を用いた研究も盛んに行われている 1)、2)。その一方、計測から得られた結果について明確な評価手法は未だに確立されていない。例えば、計測データの処理方法や、心拍、呼吸、体動などの生理データや身体に関わるデータのノイズ除去に試行錯誤しているのが現状である。そこで、本研究では NIRS 測定から得られる時系列データに着目して、解析手法としてトレンド解析を用いて、その結果により NIRS データの解析手法としての有用性を探ることを目的とする。

2. 測定と分析

測定に用いた実験は、被験者 10 人で、20 秒開眼安静をとった後、PC の画面上に物語からなるクロスモーダル刺激 (3 種類あり、種類によって呈示時間は異なる) を呈示し、測定終了まで約 3 分間とした。測定は、ETG-4000 (日立メディコ社製) を用いた。測定部位は、前頭前野であった。

分析にはトレンド解析を用いて、トレンド、残差を算出し、その後 AR モデルによる周波数解析を行った。

ここで、トレンド解析について簡単に説明する。

トレンドは時系列のおおよその傾向を示し、実際の観測値はトレンドに様々な変動成分が加わったものとも言える。そこで、最も単純な変動成分を表すものとして、

$y_i = t_i + w_i$ と表現できる。(w_i は白色雑音)

本研究では、二次のモデルとして、上記式はトレンド t_i を推定するために

$t_{i+2} - 2t_{i+1} + t_i = v_i$ $(v_i \sim N(0, \gamma^2))$ とした。

v_i は、平均 0、分散 γ^2 の正規分布に従う白色雑音とする。トレンドはベイズモデルの選択規準による。また、トレンド解析は、PROGRAM 11.2 TREND による 3)。

3. 結果･考察

まず、使用した信号の原波、トレンド解析により算出されたトレンドと残差の一例を図 1、図 2、図 3 に示す。ここで、残差について周期性があることが確認されたので、引き続き自己相関分析を行った。その結果、自己相関プロットに周期性があり、AR モデルによる周波数解析を行った。NIRS 測定における全てのチャンネル、全ての条件、全ての被験者のトレンド解析によって得られた残差にほぼ同じ周波数 (1Hz あたり) が出現した。まったく異なった部位や条件の実験でも同じ傾向が見られた。よって、この周波数は、心拍数の変動であると予測される。残差の AR モデルによる周波数解析の結果を図 4 に示す。

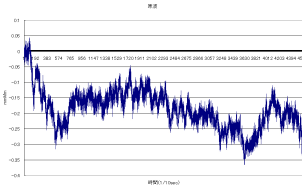


図 1 原波

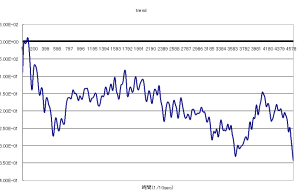


図 2 トレンド

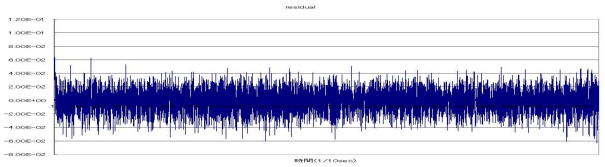


図 3 残差

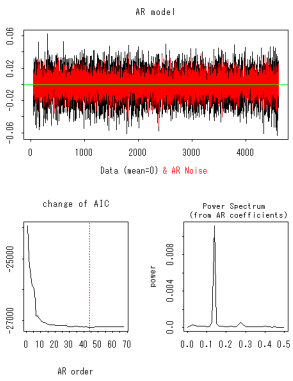


図 4 AR モデルによる周波数解析の結果
(サンプリング間隔 0.1sec)

そこで、心拍信号の検証実験として、別条件で NIRS 測定と心拍測定を同時に行った結果、トレンド解析による残差に心拍数の変動が含まれていることが確認された。よって、被験者の平均心拍数を算出し、NIRS データのトレンド解析後の残差を周波数解析して、周期を求め

た。図 5 に被験者 3 人分の周波数解析の結果を示す。全被験者において、平均心拍数と残差の周波数解析結果の周期がほぼ一致する周期を得ることができた。

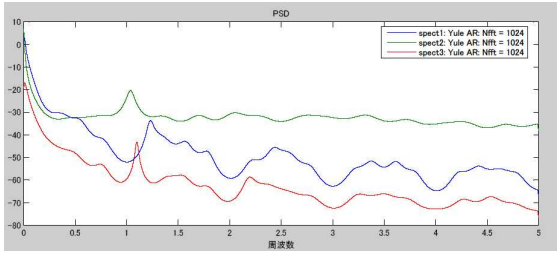


図 5　被験者 3 人分の周波数解析結果

後者の実験結果で、残差に二つの山が出現していた。これは、後者の実験が百枡計算を被験者にタスクとして与えたので、体動の影響によるものであると考えられる。その理由として、前者の実験タスクが PC 画面に向かい身体を静止した状態で行ったので、残差には体動の影響が出現せず、百枡計算での出現は、筆記作業という動的要因によると考えられる。

比較の解析手法として、後者の実験データに現在盛んに行われている独立成分分析を用いた。その結果、図 6 に得られた独立成分の一例を示す。この成分中、心拍信号ではないかと考えられる成分 3 と図 7 の同被験者の心拍数の変動との相関係数を算出すると、r=0.355 (p<0.01) であった。ここで、心拍と NIRS データの時間のずれは各データの交差相関をとることにより、データをラグ、あるいはリードに変換して相関係数を求めている。他の成分とは、有意な相関は認められなかった。

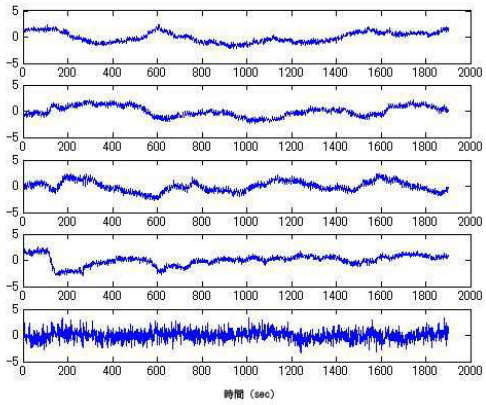


図 6　独立成分分析の結果
（上段から下段まで成分 1 から成分 5）

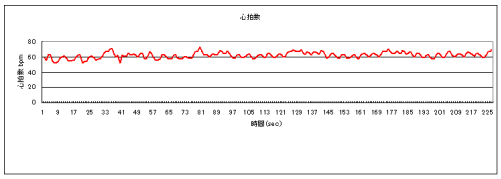


図 7　心拍数の変動

今回、独立成分分析には Fast ICA を用いた 4)。この手法はかなり難しく、評価関数や最適化法によって得られる成分が変化していく。つまり同じデータを解析しても同じ結果が生じるとは限らないのである。この手法はまだ研究の余地があると考えられる。

4. まとめ

トレンド解析を NIRS データ処理に用いることによって、心拍信号の抽出に成功した。NIRS データの処理方法は未だ確立されてはいない。現在の測定値解析手法の主流には、主成分分析、独立成分分析などがある 5)。いずれも、得られたデータの解釈に問題を残している。そこで、本研究では、時系列データ (信号) 処理に強いトレンド解析の NIRS データへの応用を確認することができた。よって、信号のノイズとしての心拍データの抽出が可能となり、また人間工学的評価手法としてトレンド解析の有用性を見出すことができた。今後は、その他のノイズである体動の検証実験、呼吸等に関する周波数をさらに詳細に分析の予定である。最後に、トレンド自体を様々な NIRS データ処理に応用することを期待する。

5. 参考文献

1)桂卓成ら、ICA 法で分離した光トポグラフィ信号中の生体雑音成分の選択基準、第 21 回生体・生理工学シンポジウム、265-266、2006.
2)Takusige Katura et al., Quantitative evaluation of interrelations between spontaneous low-frequency oscillations in cerebral hemodynamics and systemic cardiovascular dynamics, NeuroImage, 31, 2006.
3)北川源四郎著、時系列プログラミング、259-263、岩波書店、1997.
4)http://www.cis.hut.fi/projects/ica/fastica/
5)池田思朗、村田昇、Independent component Analysis を用いた MEG データの解析、電子通信学会技術研究報告、NC98-28、29-36、三和化学研究所、1998.

謝辞

本研究は文部科学省研究費補助金基盤研究 A (研究代表者：河合隆史、「脳機能の特性を活用したクロスモーダルコンテンツ」) の補助を受けて行った研究の一部である。

[連絡先]
三家礼子
早稲田大学国際情報通信研究センター
〒367-0035　埼玉県本庄市西富田大久保山 1011
TEL：0495-24-6076 (河合研究室)
E-mail：smitsuya@sa2.so-net.ne.jp

介護作業者の抱き起こし作業時の姿勢別最大筋力に関する研究

○永田 久雄，　外山みどり
（独立行政法人　労働安全衛生総合研究所）

Study on maximal isometric strength when care workers raised bedridden patients in their arms.

Hisao NAGATA, Midori SOTOYAMA
(National Institute of Occupational Safety and Health, Japan)

1. はじめに

災害性腰痛の発生件数は，全疾病の約 6 割を占めるが，介護作業では特に腰痛が多い [1]。その多くが介護作業に伴う重筋労働が原因である。取り扱い作業重量に関する通達 [2]では 18 歳以上の男子労働者は 55kgf 以下にすることが義務となっている。この高い重量の義務規程により介護現場では，作業効率が優先され，リフターなど作業支援機器が普及してゆかない大きな理由の一つになっている。本報では，取り扱い重量を検討するために，介護時の抱き上げ作業時の等尺性の最大筋力を求めたので、以下に概要を報告する。

2.実験方法

若年男子 14 名（平均年齢 23.5 歳，標準偏差 2.4 歳,21～30 歳）を対象にして，足位置，作業姿勢，持ち方などの違いによる等尺性の最大筋力を求めるための実験を行った。図 1 に示した BTE 社製の Dynamic Lift を用いて最大筋力を測定した。持ち上げ高さは自由に調整できる。実験は，以下の 2 種である。

Ⅰ:足先端から持ち上げ点までの距離と最大筋力

Ⅱ:介護姿勢（図2）と最大筋力

「はい」と合図をしてから 6 秒間，全力で引き上げさせ，次の合図で停止するように教示した。開始から 3～5 秒間の安定状態の平均をとり，かつ 3 回測定を繰り返してその平均を最大筋力（kgf）とした。

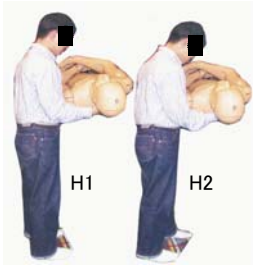
2.1 実験Ⅰ（距離と最大筋力）

足先端から持ち上げ点までの水平距離と最大筋力の大きさの関係を求める実験を行った。実験では，高さ 32.5 cm の図1の形状の棒状ハンドル（直径 32mm）を腕の力で引き上げる Arm-lift 姿勢と主に腰の力で引き上げる Torso-lift 姿勢について行った。両足を肩幅程度に広げた状態で足先端位置を揃えて行った。

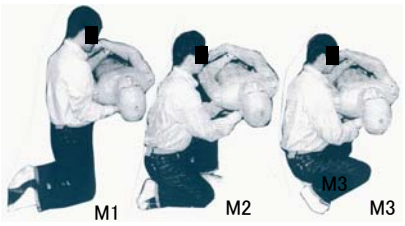
○Arm lift:腕を直角に曲げた状態から腕の力で引き上げる動作（水平距離は，50, 200, 350, 500 mm）
- ・立位姿勢時
- ・膝を床に着けた姿勢時

○Torso lift: 腰を使って両手で引き上げる動作（水

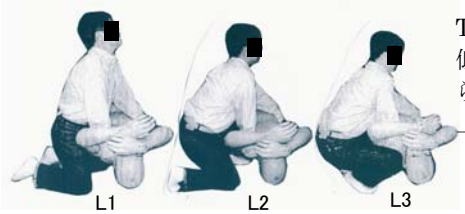
図1　試験装置



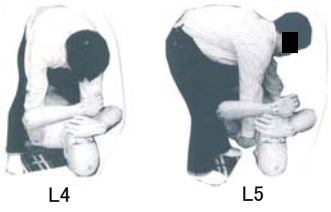
Arm lift
高位置からの抱き上げ



Arm lift
中位置からの抱き上げ



Torso lift
低位置からの抱き上げ



Torso lift
中腰・低位置からの抱き上げ

図 2　介護作業姿勢

平距離は，－60,90，240，390mm）である。

2.2 実験Ⅱ （介護姿勢別の最大筋力）

ダミーを図1の試験装置に取り付けて，抱き上げる時の等尺性の最大筋力を求めた。膝や腰に大きな負担を強いる膝つき姿勢，蹲踞姿勢を含むが，敢えて，この姿勢での最大筋力を求めた。

①高位置（立位姿勢で腕が直角になる高さ）
腰と頸部分に手を掛ける。
H1:Arm lift（肩幅の広さで横開脚）
H2:Arm lift（前後に開脚）

②中位置（両膝をつけた状態で腕が直角になる高さ）
M1: Arm lift（両膝を床に着けた姿勢）
M2: Arm lift（片膝を着いた姿勢）
M3: Arm lift（蹲踞姿勢）

③低位置（床からダミーの背までの高さ 30cm）
L1 Torso lift（両膝付いて－肩と腰に手）
L2: Torso lift（片膝付いて－肩と腰に手）
L3: Torso lift（蹲踞姿勢－肩と腰に手）
L4: Torso lift（中腰，背に両手）
L5: Torso lift(中腰，肩と腰に手）

3.実験結果と考察

3.1 実験Ⅰ （距離と最大筋力）

足先端から持ち上げ点までの水平距離と最大筋力の関係を表1に示した。Torso lift 姿勢では，水平距離を－60～300mm の範囲で変化させると，等尺性の持ち上げ平均最大筋力は，68.5kgfから 13.6kgf へ大きく減じる。Arm lift 姿勢では，立位と膝つきによる姿勢差はなく，足位置を50mmから500mmまで変化させると，持ち上げ最大筋力は，立位姿勢時は，21.3kgfから11.3kgfに減じる。膝付きでは，20.9kgfから9.5kgfに減じている。平均値を図2に示す。Arm lift 姿勢では，立位，膝つきに拘わらず最大筋力は，約 20kgf である。

3.2 実験Ⅱ （介護姿勢別の最大筋力）

結果を表 2 に示した。Arm lift（H と M 群の姿勢）では平均値は，18.1から20.9kgfで，姿勢・作業高さによる差はほとんど見られないが，全体の個人差は大きく9.1kgfから 54.0kgf の変動範囲となっている。

Torso lift では，平均値は 15.9 から 48.5kgf と変動幅が大きい。低位置からの抱き上げ時の最大筋力は，膝つきで，23.1kgfと 25.9kgf である。中腰姿勢から抱き上げる（L4,L5）値と比較してかなり低い。蹲踞姿勢で最も低い値（15.9kgf）となり，姿勢 L4 で最大値（48.5kgf）を示す（変動範囲 26.8～74.8kgf）。

4. まとめ

本報からArm lift 作業及び Torso lift 作業の膝つき姿勢（L1 からL3）では，等尺性の最大筋力が 20kgf 前後と低い。このことから介護現場での取り扱い作業重量の軽減化やリフターの使用の義務化などの対策が求められる。着衣での手のすべりや把持しにくい体を扱うために，介護作業重量の検討にあたっては，工場内作業とは異なる特殊性にも配慮が求められる。

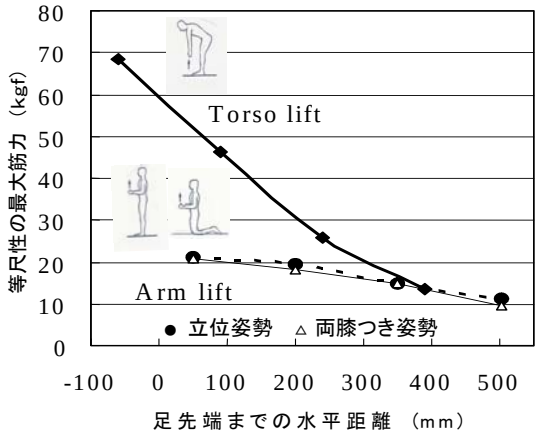


図 2 足先端までの水平距離と最大筋力

表1 水平距離と最大筋力

Arm lift（立位）	距離 mm	50	200	350	500
	最大筋力 kgf	21.3	19.5	15.0	11.3
	標準偏差 kgf	4.8	5.4	3.3	2.1
Arm lift（膝立ち）	最大筋力 kgf	20.9	18.1	15.0	9.5
	標準偏差 kgf	3.71	4.19	3.99	2.10
Torso lift（立位）	距離 mm	-60	90	240	390
	最大筋力 kgf	68.5	46.3	25.9	13.6
	標準偏差 kgf	14.2	11.5	5.3	3.8

表 2 作業姿勢と最大筋力

作業高さ	高位置（kgf）		中位置（kgf）			低位置（kgf）				
作業姿勢	H1	H2	M1	M2	M3	L1	L2	L3	L4	L5
平均値	19.5	20.4	19.5	20.9	18.1	23.1	25.9	15.9	48.5	33.6
標準偏差	4.0	4.1	6.4	5.7	6.5	8.4	6.0	5.9	13.1	6.7

5. 参考文献

1） 永田他：特別養護老人ホームでの介護労働の実態調査と今後の高齢介護労働の検討，労働科学，75（1999）

2） 労働省労働基準局：職場における腰痛予防対策の推進について，基発第 547 号，平成 6 年 9 月 6 日.

[連絡先]
永田 久雄
独立行政法人 労働安全衛生総合研究所
〒204-0024 東京都清瀬市梅園 1-4-6
TEL 0424-91-4512（代表）
E-mail：nagata@s.jniosh.go.jp

歯石除去作業における熟練者と未熟練者の相違

○弓倉峻*，橋本宣慶**，加藤秀雄*，松井恭平***，石田洋子***，樋口静一*，大川一也*
(*千葉大学大学院工学研究科，**青山学院大学理工学部，***千葉県立衛生短期大学)

Difference between expert and inexpert in dental scaling

Shun Yumikura*, Nobuyoshi Hashimoto**, Hideo Kato*, Kyohei Matsui***, Yoko Ishida***
Shizuichi Higuchi*, Kazuya Okawa*
(*Graduate school of tech., Chiba university, **Aoyama gakuin university, ***Chiba college of health science)

1. はじめに

歯科衛生士の主な業務の一つに歯石除去作業[1]があり，専門の学校で訓練が行われている．そこでは，教員が学生の作業状態を見て習熟度を定性的に評価している．下顎右前歯内側面に付着する歯石の場合，歯石に除去具を引掛け，隣接歯に当てた薬指を支点にして，前腕を回外運動させることで除去を行う．このときの薬指が隣接歯に加える支点支持力，除去具により加える歯石除去力を測定できれば，歯石除去技能の定量的な評価が可能になると考えられる．

2. 実験方法と仮説

Fig.1 に測定装置を示す．2 個のニッタ(株)製静電容量型センサ PD3-30-05-40 にそれぞれ歯牙模型を取付け，支点支持力 F_1，歯石除去力 F_2 を測定する．熟練者 2 名 (記号 A,B で表示)，未熟練者 18 名 (番号 1, 2, …, 18 で表示) に作業を行なってもらい，その動作を F_1 と F_2 の波形から比較検討した．被験者は制限時間 30 秒の人工歯石除去作業を，熟練者は 2 回，未熟練者は 3 回行った．Fig.2 に支点支持力波形例を示す．添字の f は力の絶対値を示し，他は各軸方向成分を示す．歯石除去力波形例の図示は省略するが，これらの波形から，熟練者と未熟練者の力波形には定性的に以下のような相違があると思われた．

①熟練者の支点支持力は-z方向を向いている．例えば，Fig.2 を見ると，熟練者の F_{1z} と F_{1f} はほぼ同じ大きさであるが，未熟練者では F_{1z} の方が小さい．

②熟練者の歯石除去時の支点支持力は，未熟練者のそれより大きい．

③熟練者の歯石除去力と支点支持力の比は，未熟練者のそれより大きい．

これらを仮説①，②，③とし，以下ではさらに定量的に検討する．

3. 仮説の定量的検討

三つの仮説は，いずれも実際に歯石除去が行われるときの歯石除去力や支点支持力に関するものである．歯石除去力は歯石除去時のみ発生するが，薬指は隣接歯上に常に置かれているので支点支持力は常にゼロではない．そこで，歯石除去力z軸方向成分 (F_{2z}) の雑音の正の最大値 1.4[N]を閾値とし，それより F_{2z} が大き

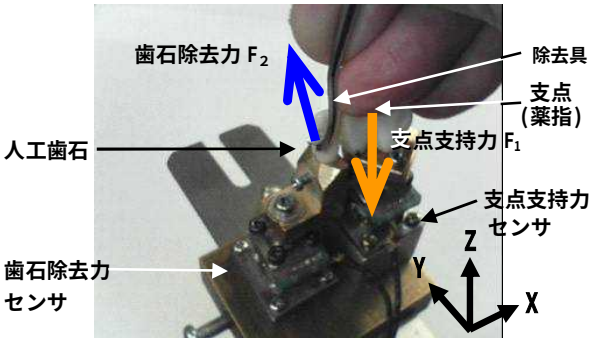
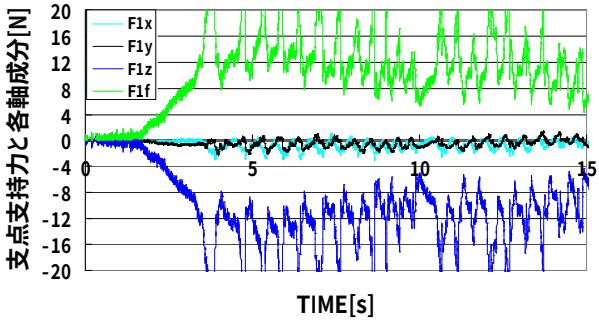
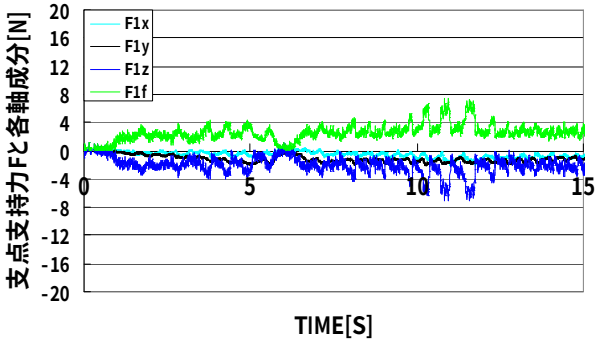


Fig.1　支点支持力と歯石除去力の測定



(a)　熟練者 A の支点支持力波形



(b)　未熟練者 1 の支点支持力波形

Fig.2　支点支持力の波形例

いときのみを抜き出した．抽出した歯石除去力の波形例を Fig.3 に示す．支点支持力についても同様に抽出した．

また，除去具の移動（ストローク）が非常に小さいものは，歯石除去に有効なストロークではないと考えられる．ストロークは Fig.3 中の除去力負荷時間⊿tに関わるので，それが 0.07[s]より小さいストロークは除外した．

3．1 仮説①の検討

検討対象となる全ストロークに対して，各ストロークの F_{1z}，F_{1f}の平均値 $\overline{F_{1z}}$（Fig.3 に例を示す）と $\overline{F_{1f}}$ から，その比 $\overline{F_{1z}}/\overline{F_{1f}}$ を求め，さらに各被験者毎に全ストロークの平均値を算出した．その結果を Fig.4 に示す．図を見ると，熟練者 A,B は 90%以上の値をとっているのに対して，未熟練者の中には 50～80%の者もいる．90%以上が正しい支点支持力のかけ方であるとすると，未熟練者のうち星印をつけた 7 名が，すなわち全体の約 40%が正しくないということがいえる．

3．2 仮説②の検討

各被験者毎に各ストロークの F_{1z}の平均値 $\overline{F_{1z}}$ を求め，さらに全ストロークの平均値をとったものを Fig.5 に示す．図から，熟練者の支持力の大きさは異なるが，いずれも 7.5[N]以上であるのに対して，未熟練者の中には 4[N]以下の者もいることがわかる．支点支持力 z 軸成分 F_{1z} は 7.5[N]以上が必要な力とすると，未熟練者のうち星印をつけた 12 名が，すなわち全体の約 70%が正しくないといえる．

3．3 仮説③の検討

歯石の除去すべき方向はほぼz方向にほぼ一致するので，歯石除去力はz方向成分 F_{2z}のみで考察することができる．3.1 節と同様に F_{2z}，F_{1z}の平均値 $\overline{F_{2z}}$ と $\overline{F_{1z}}$ から，その比 $\overline{F_{1z}}/\overline{F_{2z}}$ を求め，さらに全ストロークの平均値をとったものを Fig.6 に示す．図から，熟練者は 140%以上になっている．140%以上の値が適切であると，未熟練者のうち星印をつけた 15 名が，すなわち全体の約 80%が正しくないといえる．

4．おわりに

歯石除去力および支点支持力の測定結果について検討した結果，少なくとも仮説②，③については，ほぼ成り立つことがわかった．これらの結果に基づき，技能の程度を定量的に示すことが可能であると考えられる．今後は，定量的評価に基づいたアドバイスを与えられ，教員がいなくても効率的な訓練を可能にするシステムを構築していく．

5．参考文献

1） 全国歯科衛生士教育協議会編集，歯科予防処置，医歯薬出版，pp.15-16，2003

[連絡先]
弓倉峻
千葉大学大学院　工学研究科　人工システム科学専攻
機械系コース　機械情報工学教育研究分野
〒263-8522　千葉市稲毛区弥生町 1-33
TEL：090-7417-9977
E-mail：yumikura@graduate.chiba-u.jp

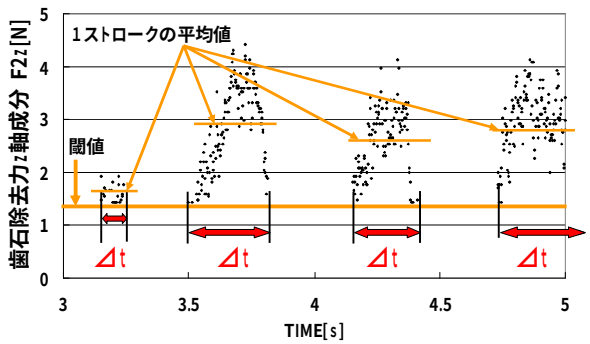


Fig.3　歯石除去時の波形の抽出

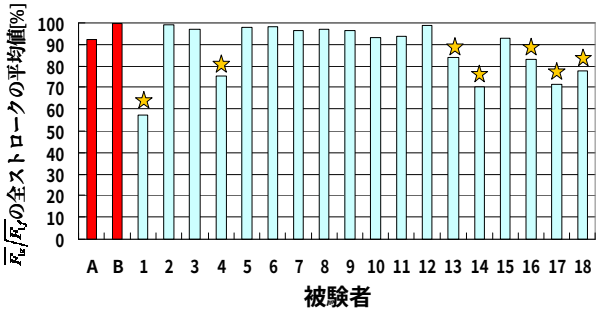


Fig.4　$\overline{F_{1z}}/\overline{F_{1f}}$ の全ストロークの平均値

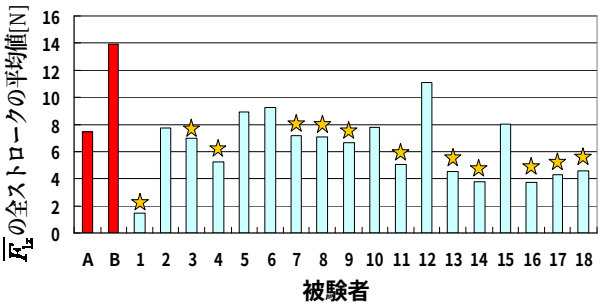


Fig.5　$\overline{F_{1z}}$ の全ストロークの平均値

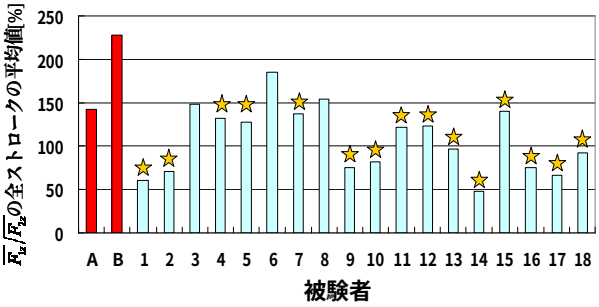


Fig.6　$\overline{F_{1z}}/\overline{F_{2z}}$ の全ストロークの平均値

入浴が腰部負担に及ぼす影響

○尾滝啓介*、工藤亮**、下村義弘***、岩永光一***、勝浦哲夫***
（*千葉大学工学部、**(株)INAX 総合技術研究所空間技術開発室、***千葉大学大学院工学研究科）

Effect of Bathing on Lower Back Stress

Keisuke ODAKI*, Akira KUDO**, Yoshihiro SHIMOMURA***, Kouichi IWANAGA***, Tetsuo KATSUURA***
(* Faculty of Engineering, Chiba Univ., **INAX Corporation,*** Graduate School of Engineering, Chiba Univ.)

1. 研究背景

現在、我が国の腰痛人口は 1000 万人を越えると言われている。健康に関するアンケートで、腰痛を気にかけている人の約 6 割が症状の改善を求めているという結果もあり、腰痛に対する人々の関心はとても高いものである。

一方で、日本人は世界で最も入浴を好む民族であると言われ、日課として入浴する文化を持っている。入浴には、温熱効果、静水圧効果、浮力効果の「3 大効果」があると言われ、健康に対して良いものであるとされている。これらの効果は、血流の促進や腰・膝への負荷の軽減など、腰痛に対しても、症状の改善に繋がると思われているが、それを実際に研究した例はほとんどない。本研究は、高精度スタジオメータで、脊柱の長さ変化を測定することで、腰部椎間円板負担を測定し、入浴が腰部負担にどのような影響を与えるのかを調べることを目的とする。

2. 方法

2.1 被験者

健康な男子大学生、及び大学院生８名（年齢；22~27 歳、身長；165~181cm、体重；52~83kg）がこの実験に参加した。被験者には、前日に 6 時間以上の睡眠を取り、起床後 3 時間以内に実験を開始できるように指示した。また、実験前日から激しい運動を控えさせた。

2.2 実験条件

実験は、お湯の入った浴槽と、お湯の入っていない空の浴槽の 2 条件を二日間に分けて行った。各被験者で実験開始時刻を合わせ、2 条件を一週間以内に行った。また、脊柱の変化を明確にするために、実験は全て午前中に行った。

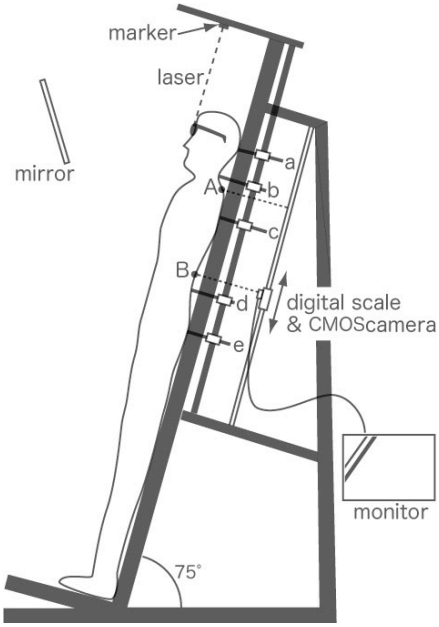


図２　スタジオメータ
（石川、2006）

測定項目は、入浴姿勢前後の脊柱の長さ変化と、入浴姿勢中の筋電図とした。脊柱の長さ変化は、先行研究を参考にし、第七頸椎－第十二胸椎間を計測した。筋電図は、僧帽筋と脊柱起立筋の 2 カ所を計測した。電極は水中での計測を可能とするために、皿電極を使い、増幅器につないで波形をとった。アース電極は額に貼った。計測した波形は、入浴姿勢開始 5~10 分、25~30 分の 2 つの時間帯から、体動によるノイズが少ない 1 分間をそれぞれ選択し、実効値化して、実験の前半から後半への筋活動の増加量を調べた。

図１　実験で使用した浴槽

2.3 実験手順

始めに、被験者にスタジオメータの計測になれるために、十分な計測練習を行った。その後、筋電図の電極を貼付け、入浴姿勢前の脊柱の長さを計測した後、30 分間入浴姿勢をとらせた。浴槽の底にジェル状のクッションを敷き、臀部をなるべく背もたれに近づけるように指示した。実験中は姿勢を一定に保たせ、リラックスを促すために、パソコン画面上でアニメなどの映像を見せた。最後に入浴姿勢後

の脊柱の長さを計測した。また、主観評価として、入浴前後の腰部のだるさ、全身のリラックス感を VAS 法で評価させた。

各計測値のお湯の有無による条件間の比較には、対応のある t 検定を行い、統計的な有意水準は 5%とした。

3. 結果

脊柱の長さの減少量（入浴姿勢前の計測値－入浴姿勢後の計測値）を条件間で比較したものを図 3 に示す。条件間での差は個人差があったが、統計的に、お湯有り条件では、お湯無し条件よりも、脊柱の圧縮が有意に抑えられた（$p<0.05$）。

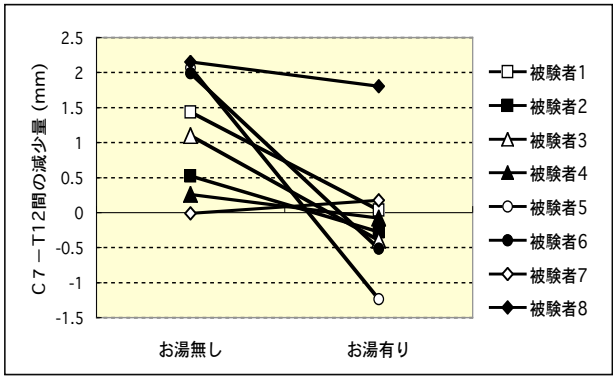


図 3　脊柱の長さ変化の条件間比較

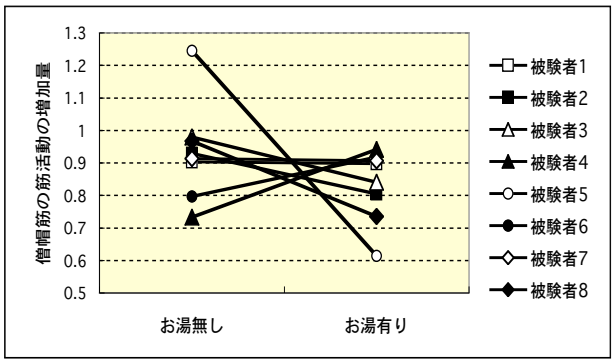


図 4　僧帽筋の条件間比較

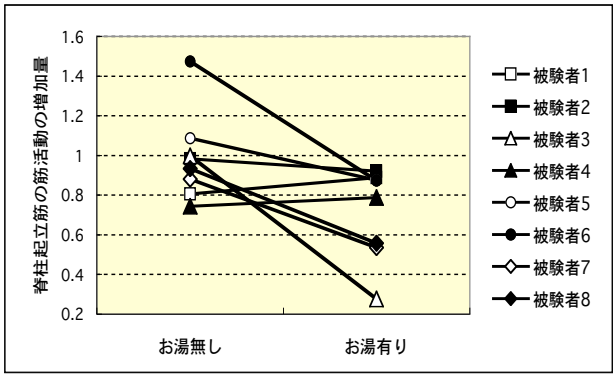


図 5　脊柱起立筋の条件間比較

筋電図の増加量（実験後半の値／実験前半の値）の結果を図 4、5 にそれぞれ示す。僧帽筋では、条件間で明確な差は見られなかったが、脊柱起立筋では、お湯有り条件で有意に筋活動の増加量が減少した（$p<0.05$）。この 2 つの筋には、お湯有り条件のときに、お湯につかっているか、いないかの違いがある。お湯につからなかった僧帽筋では、あまり差が見られなかったが、お湯につかっていた脊柱起立筋では差が見られた。

主観評価では、腰部のだるさは、お湯有り条件の方が減少し、全身のリラックス感は、お湯有り条件で増加したが、どちらの項目においても有意な差は見られなかった。

4. 考察

脊柱の長さ変化を計測し、椎間円板にかかる負荷を定量化することは、腰痛を間接的に評価する方法として、多くの研究がされてきた。今回はその手法を用いて、入浴が腰痛に対してどのような影響を与えるかを調べた。スタジオメータによる計測結果より、入浴が椎間円板負担を軽減することがわかった。さらに、筋電図計測では、長時間姿勢保持のために使用する筋の筋活動増加率が、お湯につかることで減少することもわかった。

今回の実験によって、入浴は、腰部に対して、良い影響を与えることが示唆された。腰痛を気にかけている人には、なるべく長時間の入浴を勧めることができるだろう。さらに次の研究テーマとしては、長時間の入浴を気軽にできるような腰部負担が少なく、且つ心的にもリラックスできるような浴槽形状を研究することが求められると考える。

5. 参考文献

1) 石川雅文、2006、高精度スタジオメータによる RCPM 装置を使用した動的椅座姿勢の評価
2) EKLUND JA、1984、Shrinkage as a measure of the effect of load on the spine
3) 神谷晃央、2004、水中表面筋電図の基礎的研究－防水処理の有無による経時的変化－
4) NAOYUKI KURIYAMA、2005、Electromyographic Functional Analysis of the Lumbar Spinal Muscles with Low Back Pain

[連絡先]
尾滝啓介
千葉大学工学部デザイン工学科人間生活工学研究室
〒260-0044　千葉市中央区松波 3-4-14-202
TEL：090-1776-9054
E-mail：odakiksk75@y6.dion.ne.jp

自動車シート着座時の疲労に関する研究

○宮下和範*、高田一**、松浦慶総**
(*横浜国大学大学院工学府、**横浜国立大学工学研究院)

A study on the human fatigue in sitting on a seat of the car

Kazunori MIYASHITA*, Hajime TAKADA**, Yoshifusa MATSUURA**
(*Yokohama National University, **Faculty of engineering, Yokohama National University)

1. はじめに

交通道路網が整備され, 長時間運転をする機会が多くなった近年では, 自動車は運動性能の向上はもちろん, 安全性や快適性に対するニーズも高まっており, 長時間運転をしても疲れの少ないシートの開発が要求されている. しかし, 従来のシートの設計･評価は, 熟練者の官能評価によって行われてきたため, そういった安全性の面から評価する客観的な評価指標や普遍的な設計指針というものは未だ確立されていない.

そこで, 主観的に感じる疲労の程度を客観的に定量化できれば, 自動車産業における設計･開発に資するだけでなく, 車社会の安全性や快適性の更なる向上に寄与できるためその確立が期待されている.

本研究では, ドライビングシミュレータを用い, 2 時間の運転操作をした時の疲労を客観的に評価し得る指標の抽出を行うための実験を行った.

尚, 疲労評価に採用した生理指標は幾つかあるが, 今回は疲労特性の中でも自動車シートの物理特性をよく反映すると考えられる筋疲労に着目して解析を進めたため, 筋電図による疲労評価に関して報告する.

2. 実験方法

2. 1 概要

振動台に固定した自動車シートに被験者を腰深く座らせ, 着座姿勢を維持させた状態で振動数 2Hz, 加速度 0.05G の振動を 2 時間負荷した. 実験中はドライビングシミュレータを用いた運転操作タスクを与え, 10 分毎に疲労感に関連する 11 項目のアンケートに口頭回答させた. また, 意識を運転に集中させるため, ランダムに速度が変化する先行車を追従する運転操作タスクとした.

2. 2 計測項目

実験中は筋電図 (腰部 3 箇所, 背部, 肩部, 上腕, 大腿部, ふくらはぎの計 8 箇所), 心電図, 脳波, 発汗量を計測した. また, 実験前後にはフリッカー値および能動的に筋収縮を起こさせた状態 (直立姿勢から約 30 度前に傾けさせた状態で 15kg の錘を保持させる) で筋電図を計測した. 今回は先に述べたように, 筋電図による筋疲労解析を腰部, 背部を中心に報告する.

2. 3 アンケート

主観量として, 疲労に関するアンケートを実験前と実験開始から 10 分毎に計 13 回, 口頭回答させた. ただし, 評価値の飽和を防止するため, 実験前には 1 (全く感じない) ～10 (極めて強く感じる) の 10 段階で評価してもらい, 実験中の 12 回は 10 分前と比較して症状が少し重くなった場合は+1, かなり重くなった場合は+2, 症状が少し軽くなった場合は -1, かなり軽くなった場合は -2, 変化の無い場合は 0 で回答させた. 実験終了後に再度 10 段階評価のアンケートを実施することで実験中の疲労度の変化を補正した.

2. 4 被験者

被験者は, 健全な男子 5 名 (年齢 22～24 歳, 身長, 156～168cm, 体重 43～63kg) である.

3. 筋電図の筋疲労解析

一般に筋が疲労すると筋電位の振幅は増大し, 周波数分布における低周波数成分の割合は増大 (徐波) することが知られている. 本研究でもこの 2 点に着目して解析を進めた.

① 筋電図振幅評価

筋電図信号をフーリエ変換し, 第一成分をゼロとして, 再び逆フーリエ変換をすることでゼロ点補正を行った. そのゼロレベルからの偏差の絶対値の平均値を平均振幅 (IEMG) として 1 分ごとに算出した.

② 周波数解析

筋電図は 500Hz でサンプリングしたため, 4096 点でフーリエ変換を行うと 1 分間に 7 個の周波数分布が得られる. その 7 データを平均して 1 分間のデータとし, 全時間で 120 個の周波数分布を得た.

4. 結果及び考察

4. 1 アンケート結果

筋電の電極を添付した部位に関してはその痛みやだるさを実験中に口頭回答させた. 全被験者の平均を「疲労感がある」の評価値とともに Fig.1 に示す. Fig.1 より,

どの部位も時間とともにその評価値が増加しており，疲労感と同様の傾向を示していることが分かる．

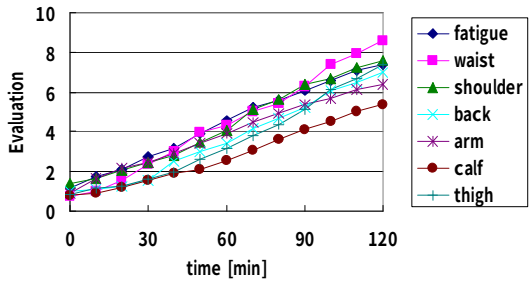


Fig.1　主観評価

この結果から，今回の実験によりどの部位にも多少なりとも筋疲労が生じていると判断した．

4．2　筋電図解析結果

①　筋電図振幅評価

実験中の筋電図振幅は全被験者でばらつきがあり，変化量も微小であったため共通した傾向は見ることができなかった．

実験前後で行った能動的な筋収縮をさせた場合の計測では1人を除き腰背部で振幅が減少していた．他の部位に関しても振幅が減少している部位が多く，筋収縮力の低下が生じていた．一般的な筋疲労の現象とは逆の傾向になった原因としては，深層筋の活動参加などが推測されるが，姿勢変化などの影響も考えられる．

②　周波数解析

得られたスペクトル分布から5Hz毎に面積を算出し，0～200Hz までの面積との比を算出した．算出した面積比と時間との相関をとり，その傾向を調べた．尚，全体の傾向を見るため，面積比は 10 分毎で平均し，計 12 点と時間との相関をとった．徐波化が生じているのであれば，低周波数帯の面積は時間と正の相関，高周波数帯の面積は時間と負の相関を示す．

Fig.2 に特徴的な被験者 A の結果を示す．

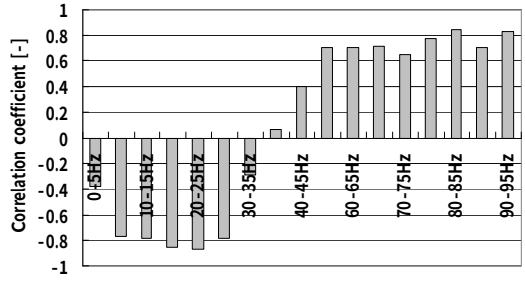


Fig.2　各周波数帯面積比と時間との相関係数（腰部）

腰部及び背中に関しては Fig.2 のように 5 名中 4 名が速波化の傾向を示した．

今回は着座姿勢維持およびハンドル操作という非常に低負荷な筋収縮であるため，徐波化が生じるのであっても潜伏期間が長い可能性がある．そこで，120 分を前半の 60 分と後半の 60 分に 2 分割して，それぞれの区間で同様に時間との相関係数を算出した．一例として被験者 C の結果を Fig.3 に示す．

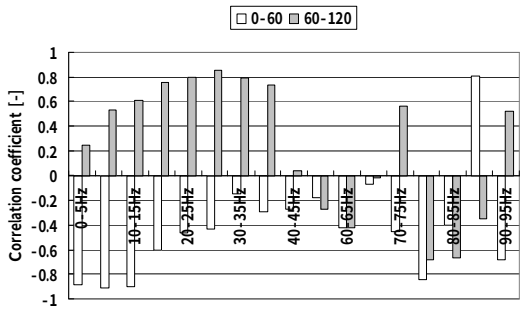


Fig.3　各周波数帯面積比と時間との相関係数（腰部）
（0～60 分および 60～120 分それぞれでの傾向）

Fig.3 のように前半で速波化を示し，後半で徐波化の傾向となる場合が多く見られた．逆のパターンもあったが，その場合は時間との相関係数も低く，変化も小さいものであった．

この傾向はハンドル操作を加えずに着座姿勢維持のみをさせた別の実験（Fig.4 参照）でも見られ，自動車運転のような低収縮の筋疲労の徐波化を検出するためには 1 時間以上の負荷が必要であることが示唆された．

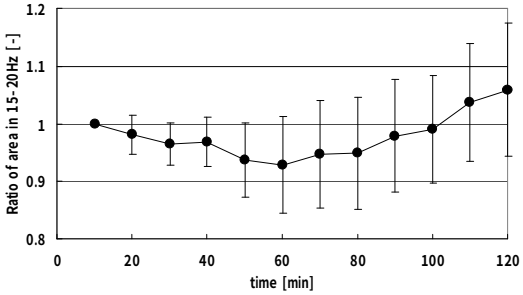


Fig.4　15-20Hz の周波数帯面積（腰部）の時系列変化
（被験者 7 名の平均）

5．まとめ

着座姿勢維持，ハンドル操作といった低収縮強度における筋疲労を検出するには最低でも 1 時間以上の負荷が必要である可能性が示された．今後の課題は生理指標と主観評価を関連させて解析を進めていくことと，逆の傾向を示した被験者がいたことから，被験者数を増やしての解析が必要であることが挙げられる．

6．参考文献

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評価」自技会　学術講演会前刷集 No.90-00

2)大箸純也「低収縮強度での静的筋収縮持続に伴う表面筋電図の変化」九州大学博士学位論文　乙第 3 号

投球フォームのコンピュータによる良し悪し判定を行うシステムの研究

○山中孝二*、野須潔**
(*東海大学大学院開発工学研究科、**東海大学開発工学部)

Compute - based diagnosis system for baseball pitching training

Koji YAMANAKA*, Kiyoshi NOSU*
(*Tokai University Graduate School of High-Technology for Human Welfare)

1. はじめに

投球動作において、上肢のどの部位がどのような動きをした結果、どのような効果をボールに及ぼしたか。これは運動学的な解析だけでなく、筋放電からも解析が試みられ、なにが投球に影響を与えるかの研究は多く行われている。一方で指導者側は上肢だけではなく下肢の動きも重視しているのだが、これに関する研究は上肢と比べとても少ない。また、上肢と下肢を合わせた研究も少ない。特に足圧に関する研究は、足圧と肩･肘の障害への関係の研究報告以外にはほとんどない。

そこで本報告では上肢と下肢の映像の解析及び足圧変化測定による投球フォーム診断システムについて述べる。

2. 良し悪し判定システムの構成

本研究では投球フォームの映像データ解析と足圧変化測定を行い、そのデータを元にフォームの良し悪しをコンピュータによって自動で判定し結果表示を行う(図1)。その結果をより効率的な投球技能習得･向上指導を行うための客観的データとして提供することを目的にシステムを構成した。

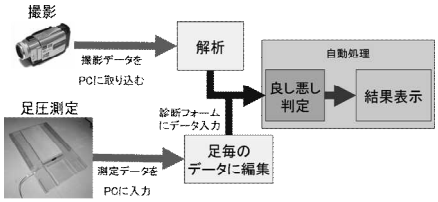


図1　良し悪し判定システム構成図

3. 診断データ取得方法

本研究で良し悪し判定を行う映像は正面と側面の二方向から撮影したものである。撮影した映像は PC にデジタルデータとして入力し、野球専門家(県大会優勝経験のあるチームの投手コーチ)と経験者(野球暦11年)の意見を参考に、動作の区切りとなるタイミングで5つの相に分類し、相ごとに良し悪し判定を行う。分類した各相での動作は以下の通りである。第1相:前期ワインドアップ(構えからテイクバックまでの動作)。第2相:後期ワインドアップ(テイクバックから非軸足の膝が最も高く上がるまでの動作)。第3相:コッキング(非軸足の膝が最も高く上がってから完全に地面に着くまでの動作)。第4相:アクセラレーション(非軸足が完全に地面に着いてからボールリリースまでの動作)。第5相:フォロースルー(ボールリリースから投球動作終了まで)。

足圧測定は FlexiForce ボタンセンサ(ニッタ株式会社製)を二カ所に取り付け(図2)、水平方向と垂直方向を同時に測定出来る装置(図3)を自作してボールリリースの瞬間に踏み込み足である非軸足にかかる力を測定した。サンプリング数は約 2.24 回／秒である。この測定装置はスライドレールによって前方にスライド可能なようになっていて、水平方向に向かう力を阻害せずに測定する仕組みとしてある。

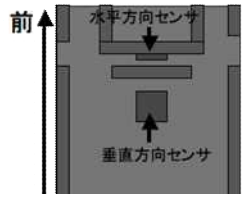


図2　足圧測定装置センサ位置

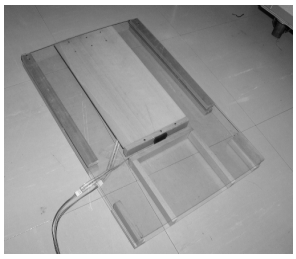


図3　足圧測定装置

4. 映像データによる良し悪し判定方法と結果表示

良し悪し判定は野球専門家と経験者の意見を元に、どのような投球フォームでも共通する指導ポイントを良し悪し判定ポイントとした。分類した各相での判定ポイント以下の通りである。正面映像の第1相と第2相では地面に対する重心線(頭頂部、腰、足先を結んだ線)の角度。第3相は重心線の角度と腰、非軸足の膝、非軸足の足のつま先を結んだ線の角度。側面映像の判定ポイント

は第1相と第2相が地面に対する重心線の角度。第3相が両腕の手首の動きの軌跡と非軸足のつま先の動きの軌跡。第4相が投球腕の指先、腰、軸足のつま先を結んだ線の角度と腰、軸足の膝、軸足のつま先を結んだ線の角度である。

以上の判定ポイントでの各部位のXY座標データと足圧測定結果をExcelファイルで作成した診断入力フォームに入力すると、自動で重心線の角度の数値とグラフ。軌跡のグラフを表示し、良し悪し判定とその結果表示を行う。診断入力フォームには野球専門家と経験者が模範となるような良いフォームと判断した投球フォームでの各部位のXY座標データが入力してあり、そのデータとの一致率を計算することによって、良し悪しを判断する。結果は模範データと診断対象のデータから得られた結果を数値と同一グラフ内で比較して表示し、模範となる良いフォームでの投球フォーム画像も表示する(図4)。

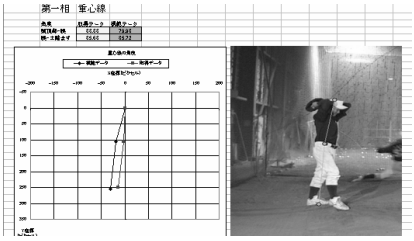


図4 側面第1相の診断結果表示画面

5. 足圧の測定結果

未経験者の足圧(図5)は垂直方向よりも水平方向にかかった力が大きかったが、踏み込んだ瞬間にだけ力がかかっている。これはボールリリース後に投球方向に体が流れたことが原因である。このときの動きは野球専門家と経験者から悪いフォームの見本と言われ、肩・肘に障害を経験した人数が多い比率のパターン[1]と傾向が等しかった。

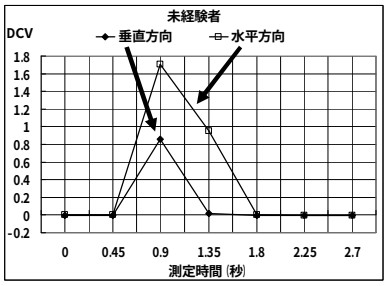


図5 未経験者足圧結果の1例

経験者の足圧(図6)はまず水平方向に大きな力がかかり、それからおよそ1秒後に垂直方向への力がかかっている。これは野球専門家と経験者からかなり良いフォームと言われたときの動きのもので、肩・肘に障害を経験した人数が最も少ない比率のパターン[1]に近く、体幹回旋動作がスムーズに行われると考えられる動き[2]との傾向も等しい。

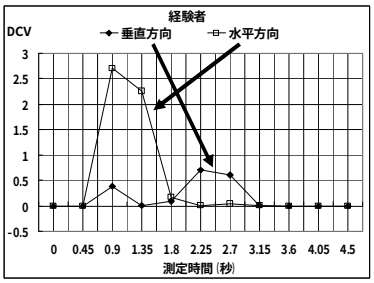


図6 経験者足圧結果の1例

被験者となった経験者での足圧測定結果の傾向は、野球専門家と経験者が考える良いフォームでの足圧の結果とほぼ等しいだけでなく、足圧と肩・肘の障害への関係の研究での障害が発生しにくい、悪影響を与えにくいと考えられる結果とも傾向が等しかった。そのため今回の経験者の足圧パターンは、良いフォームでの足圧の例の一つであると考えられる。

6. まとめ

野球専門家と経験者の協力により、どの部位を見れば各種投球フォーム共通の良し悪し判定が行えるか、どの程度までの一致率ならば良いと判定ができるかについての値を得た。これを元に診断することが出来る。しかし足圧に対してはデータの数が少ないこともあり、下肢の動きから、良いフォームでの足圧はこうなるはずとの推測止まりとなっている。今後、より多くの経験者と未経験者での測定を行い、診断基準データの蓄積を進める。

参考文献

1) 一色房幸,田村達也,呑口理絵,篠原高文,笹原千佳,渡部幸喜「野球選手の投球動作と足底圧との関係 : 肩・肘障害に与える影響について」理学療法学, Vol.30, No.Supplement_2, p. 43

2) 鵜飼啓史,川崎秀和,長壁円,中島啓照,内藤浩一「投球動作での足圧中心軌跡の特徴 : 下肢運動連鎖に着目して」理学療法学, Vol.34, No.Supplement_2, p. 668

[連絡先]
山中孝二
東海大学大学院開発工学研究科 野須研究室
〒410-0395 静岡県沼津市西野317
TEL:055-968-1111(代表)
E-mail:6afcm008@wing.ncc.u-tokai.ac.jp

サッカーのリフティングにおける下肢の動作についての研究

○田平義仁*、尾崎弘樹**、丹野有***、加藤謙一***、水野統太***、浅野裕俊***、井出英人***
(*青山学院大学大学院理工学研究科、**日本大学大学院理工学研究科、***青山学院大学理工学部)

A Research About Movement of Lower Limbs in Lifting Motion of Soccer

○Yoshihito TAHIRA*、Hiroki OZAKI**、Yu TANNO***、Kenichi KATOU***、Tota MIZUNO***、Hirotoshi ASANO***、Hideto IDE***
(*Graduate school of science and engineering, Aoyama Gakuin university, ** Graduate school of science and engineering,Japan university,***Faculty of science and engineering, Aoyama Gakuin university)

1. はじめに

現在、リフティングはウォームアップやコンディション調整、またボールコントロール技術の向上を目的として幅広い年代のサッカー選手たちの練習に取り入れられている。リフティングは正確なボールインパクトが要求されるため、トレーニング効果は高いと考えられる。しかし、インステップキックやカーブキックについての研究[(1) (2)]は多く行われているものの、リフティングについての研究は少なく、技術巧者のリフティング動作の詳細については明らかにされていない。[(3) (4)]

そこで本研究では、技術の高い大学サッカー選手のリフティング動作を解析、比較し、その違いから技術巧者のリフティングにおける下肢の動きの特徴を明らかにする事を目的とする。実験を行った結果、学生サッカー選手群と一般学生によるコントロール群のインパクト時の下肢関節角度の平均値を比較したところ、有意水準5%未満で有意差がみられ、技術巧者のリフティングの特徴が明らかになったので報告する。

2. 実験方法

被験者はサッカー経験10年以上の大学男子サッカー選手5名(うち1名はJリーグチームに内定)と、競技経験のある一般学生(コントロール群)2名とした。被験者の特性は表1に示す。

表1被験者の特性

	人数(名)	身長(cm)	体重(kg)	競技歴
学生サッカー選手群	5	173.0(4.01)	68.0(3.67)	12.6(2.19)
コントロール群	2	172.5(10.61)	63.0(2.83)	

Mean(SD)

被験者の左右上前腸骨棘、左右上後腸骨棘、左右膝関節外側(膝蓋骨の中央の高さで、かつ前後方向で膝蓋骨を除いた中央の位置)、左右外果、左右大腿部、左右脛部、左右第二中足骨骨頭、左右踵部(後方最突点で第二中足骨骨頭と同じ高さ)の計16点に動作分析用反射マーカーを貼り付けた。

リフティングは、両足交互にインステップキックによってボールインパクトするように指示した。ボールは公式5号球を使用した。左右合計10回のキックを1試行とし、1人につき、2試行の撮影を行った。図1に実験模式図を示す。測定範囲は、縦2m×横2m×高さ1.5mとし、試行が測定範囲を超えた場合や10回未満で失敗した場合は再度試行をやり直した。

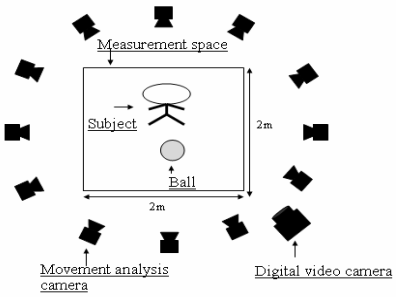


図1 実験模式図

動作の分析には、三次元動作解析装置(インターリハ社製 Vicon MX+)を用いた。動作分析用カメラ(サンプリング周波数100Hz)12台を、測定空間を囲むように配置した。また、デジタルビデオカメラ(Panasonic NV-GS400K-s サンプリング周波数 60Hz)にて、試行中のリフティング動作を撮影した。

分析対象は、二回の試行のうち、よりリフティング動作が安定している試行を用いた。撮影した映像より、動作分析ソフト(インターリハ社製 WorkStation)を用いて、被験者の股関節中心点・膝関節中心点・足関節中心点を算出した。利き足ボールインパクト時における蹴り足の股関節・膝関節の伸展・屈曲角度と、足関節の底屈・背屈角度を求めた。

3. 統計処理

学生サッカー選手群とコントロール群において、蹴り足の股関節・膝関節の屈曲角度と、足関節の底屈角度

の平均値を比較した。なお、足関節は静止立位時を0degとした。分析には、対応の無いt検定を用いた。有意水準は5%未満とした。

4. 結果

学生サッカー選手群とコントロール群の、利き足ボールインパクト時における蹴り足の股関節屈曲角度、膝関節屈曲角度、足関節の底屈角度の結果を示す。図2を見ると、股関節屈曲角度の平均は、学生サッカー選手群で45.47(5.37)deg、コントロール群で63.44(11.23)degとなった。t検定の結果、両者の平均の差は有意であった(両側検定:$t(8)=2.31$ $p<0.01$)。次に図3を見ると、膝関節屈曲角度の平均は、学生サッカー選手2.41(5.66)deg、コントロール群で21.42(12.09)degとなった。t検定の結果、両者の平均の差は有意であった(両側検定:$t(8)=2.31$ $p<0.01$)。図4を見ると、足関節底屈角度の平均は、学生サッカー選手群 0.36(7.28)deg、コントロール群で9.58(4.79)degとなった。t検定の結果、両者の平均の差は有意であった(両側検定:$t(8)=2.31$ $p<0.01$)。

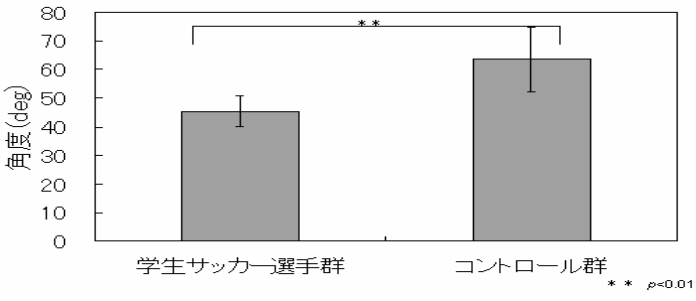


図2 インパクト時股関節屈曲角度の平均値(蹴り足)

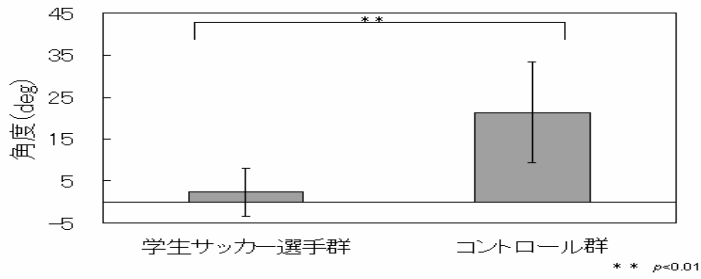


図3 インパクト時膝関節屈曲角度の平均値(蹴り足)

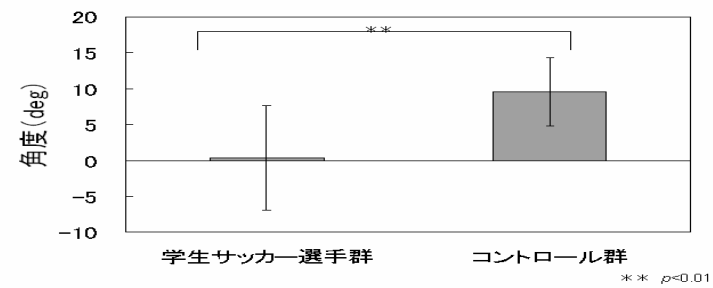


図4 インパクト時足関節底屈角度の平均値(蹴り足)

5. 考察

図2より、コントロール群と学生サッカー選手群とでは、学生サッカー選手群の方が股関節の屈曲が小さく、インパクト時までの股関節の関節可動域が狭い事が分かる。図3より、ボールインパクト時にコントロール群は膝がやや屈曲しているのに対し、学生サッカー選手群はほぼ膝を伸ばした状態で固定し、インパクトしている事が分かる。図4より、コントロール群ではボールインパクト時に足関節の底屈が見られたが、学生サッカー選手群ではばらつきは見られるものの、ほぼ静止立位時と同じ足関節角度でインパクトしている事が分かる。以上の結果より、これらの動作が技術巧者のリフティングの特徴であると考えられる。

6. 謝辞

本研究は防衛省技術研究本部先進技術推進センターのご協力により実現することが出来ました。人間工学研究室の川島祥三氏に深く感謝致します。

7. 参考文献

1) 清野達也、中村康雄、林豊彦、江原義弘 (2006) サッカーのキック動作における下肢の運動学的･動力学的解析、信学技報

2) 浅井武 (1999) サッカーにおけるインステップキックとカーブキックの比較、JJBSE 3

3) 菊池武道、豊田博、山口晃 (1988) 大学正課体育実技における授業効果に関する研究～サッカー種目におけるボールリフティングのトレーニング効果について～、千葉大学教養部研究報告 B-21

4) 後藤幸弘、高橋潤、長井功 (2005) サッカーのリフティング能力と個人技能、パフォーマンスならびに楽しさの関係-中学生男子を対象として-、兵庫教育大学研究紀要 第26巻

[連絡先]
田平 義仁(Yoshihito Tahira)
〒229-8558 相模原市淵野辺5-10-1 L426
青山学院大学理工学専攻
電気電子工学コース
生体情報工学研究室
TEL:042-759-6419 FAX:042-759-6528

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～

○青砥哲朗*、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 Signal to Evaluate Kansei of a System (Report 2)
-Comparison between men and women-

Tetsuro AOTO*， 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「面白さ」はとても重要なファクターである。

このような「面白さ」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、提示をいちいち中断する必要がある

そこで我々は、人が面白いと感じた時に沸き起こる「ワクワクする」という感覚を、生体信号を用いて定量化することで、システムを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。

すなわち本研究は、「ワクワクする」という感覚を定量化するための、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、人の「不安」を生体信号で検出する実験を行った [1]。その結果、生体信号が感情の変化によって変化することは確認できたが、異なる感情にも関わらず同じような反応を示す場合があり、変化が「不安」によるものか特定することはできなかった。

そこで、主観的評価であるアンケートと、客観的評価である生体信号の測定とを両方行い、アンケートで快・不快を、生体信号でその程度を検出するという評価法を提案した。第 1 報では、提案した方法を、男性を対象とした音の快・不快を評価する実験で用い、その有効性を検証した [2) 3)]。

本報告では、第 1 報で行った実験に女性の被験者を追加し、男女間の比較を行った。

2. 実験システム

実験システムの構成を図 1 に示す。また快・不快を検出しうる生体信号として、脳波・電気皮膚抵抗・心拍・呼吸の 4 種類を用いた（選定理由は文献 1）を参照）。脳波の測定には Brain Builder Unit（㈱脳力開発研究所製）を、電気皮膚抵抗・心拍・呼吸の測定には BIOPAC(BIOPAC Systems, Inc。製)を用いた。

アンケートでは、出力した音に対し、被験者に 7 段階で快・不快を評価し、またその理由を答えてもらった。このアンケートはどちらも口頭で行った。7 段階評価では、真ん中の値である 4 を「どちらでもない」とし、4 より大きい値になるほど「快適」に、4 より小さい値になるほど「不快」になるとした。

提示する音は、快適感を与える音として“波の音”などの 5 種類、不快感を与える音として“金属がこすれる音”などの 5 種類の、計 10 種類を用意し、音量を一定に合わせた。表 1 に提示した音の詳細を示す。

3. 実験手順

実験は、以下の Ⅰ～Ⅲの流れで行った。Ⅱ～Ⅲのプロセスは 10 種類の音に対して繰り返し行った。

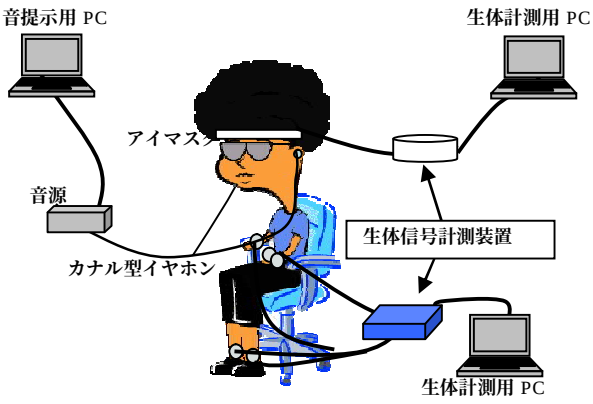


図 1　システムの構成

I. 約 30 秒間安静状態を保ってもらう。この際、音の提示は行わない（以下、無提示状態）

II. 音を約 30 秒間提示する（以下、提示状態）

III. 口頭でアンケートを行う

音の提示順は被験者毎にランダムにし、実験中は常に生体信号を計測した。

4．実験結果

実験は、20 代前半の女性 10 名に対し行い、20 代前半の男性の結果と比較した。

4．1 アンケート

口頭アンケートから、それぞれの音に対する評価の平均値を男女別に算出した。そのグラフを図 2 に示す。女性において、”H:ささやき声”の評価が低く、この理由として「怖い」、「迫られる感じがした」などがあげられた。このような回答は男性被験者にはなく、女性特有の結果と思われる。

4．2 生体信号

まず生体信号ごとに生理指標を選定した（表 2）。いずれの生理指標もストレス時に増加するとされている。これらの生理指標は、提示状態における値と無提示状態における値の比をとり基準化した。

例として、GSR 分散を音の種類と性別ごとに示す（図 3）。”H:ささやき声”において値の大きい女性が何名もいたことから、生体信号からもアンケートと同様の男女差を確認することができた。

5．考察

女性において最も評価の低かった”H:ささやき声”では、評価に男女差があり、女性特有の理由として恐怖を訴える回答が多かった。このことから、女性のみが「怖いと思う音」を不快に感じる可能性が示唆された。

また GSR 分散で、”H:ささやき声”において値の大きな女性が何名もいたことから、GSR 分散の値は「恐怖」によって大きくなることが示唆された。

6．まとめ

男女の違いを生体信号で評価する目的で、実験を行った。

実験の結果、アンケートと生体信号で同じ男女差を確認した。また感性の評価において、男女差に対応できたことから、生体信号の新たな有用性を確認できた。

表 1　提示した音の種類

音	音の説明
A	波の音
B	ししおどし
C	鈴虫の鳴き声
D	ヒグラシの鳴き声
E	ホトトギスの鳴き声
F	金属のこすれる音
G	物をクチャクチャ食べている音
H	ささやき声
I	やすりがこすれるような音
J	人が溺れているような音

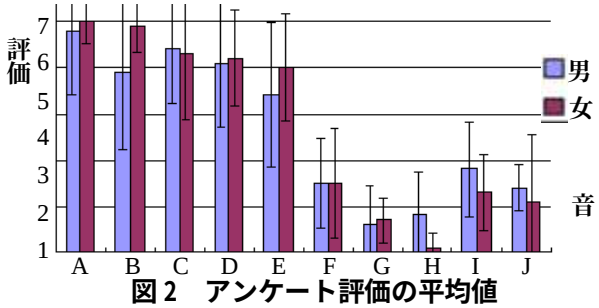


図 2　アンケート評価の平均値

表 2　解析に用いた生理指標

生体信号	生理指標
電気皮膚抵抗	GSR平均、GSR分散
心拍	心拍数平均、心拍数分散、RRV
呼吸	呼吸数平均、呼吸数分散

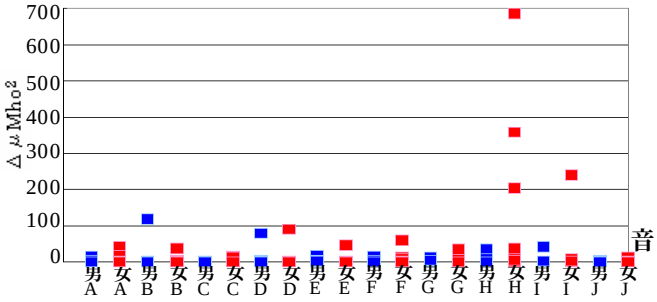


図 3　GSR 分散の結果

参考文献

1) 青木,青砥,大倉:“没入型空間シミュレータを利用した生活空間安心度評価(第 4 報)-「不安」を検出するための生理指標の検討”，日本バーチャルリアリティ学会大会論文集(CD-ROM), Vol.11, 2B1-4, 2006.

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”，日本感性工学会大会論文集(CD-ROM), Vol.9, H27, 2007.

3) Aoto T, Ohkura M: “Study on Usage of Biological Signal to Evaluate Kansei of a System,” Proceedings of KEER2007(CD-ROM), L-9, 2007.

[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

システムの感性を評価するための生体信号の利用方法の検討(第 3 報)

～カードを用いた課題による評価～

○中村雄司*、原田拓哉*、青砥哲朗**、大倉典子*
(*芝浦工業大学工学部、**芝浦工業大学大学院工学研究科)

Study on Usage of Biological Signal to Evaluate Kansei of a System (Report 3)
-Evaluation by task with card-

Yuji NAKAMURA, Takuya HARADA, Tetsuro AOTO, Michiko OHKURA
(*Shibaura Institute of Technology, **Shibaura Institute of Technology, Graduate School of Engineering)

1. はじめに

近年、ハードウェアやコンピュータグラフィックスの飛躍的な進歩により、犬ロボットやビデオゲーム等のエンターテインメントシステムが一般的なものになってきている [1)]。このようなエンターテインメントシステムの面白さなどを評価する際、今まではアンケートなどの主観的な方法が用いられてきた。しかし、アンケートには、被験者の意図が入ってしまう点や、回答を得る為に提示を中断しなければならないといったデメリットがあった。

そこで、上記のデメリットを解消する為に、客観的評価指標である生体信号の利用を考えた。今回は、嬉しさと悔しさという感情に着目し、被験者に成功･失敗という状況を与える課題を行ってもらい、その時の生体信号を計測することとした。

2. 課題を与える実験

2.1 実験システム

実験システムの構成を図 1 に示す。

感情の状態を検出しうる生体信号として、電気皮膚抵抗(以下 GSR)･心電･呼吸の 3 つ [3)]で検討を行った。測定には BIOPAC(BIOPAC Systems, Inc.製)を用いた。

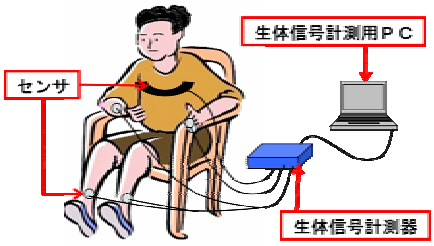


図 1 システムの構成

2.2 課題

与える課題は、習熟度や事前知識の不要なものとすることで、課題に対する反応の有利･不利が無いようにした。そこで、3 枚のカードからアタリを当てるという課題を選定した。

2.3 実験手順

① 30 秒間安静状態を保ってもらう(以下、安静状態)
② 3 枚のカードを切り、並べる
③ 10 秒間思案してもらった後、カードを選んでもらう
④ 選んでもらったカードが当たったか(アタリ)外れたか(ハズレ)を提示する
⑤ ②～④を 9 回繰り返す
⑥ 口頭でアンケートを行う

なお、実験中は常に生体信号を計測する。

3. 実験結果

実験を 20 代の男子学生 9 名に対して行った。

計測した生体信号の波形から、一時的な値の変化(一過性の変化)と緩やかな値の変化である持続性の変化が見られた為、切り分けて解析を行った。

3.1 生理指標の選定

生体信号を解析するにあたり、生理指標の選定を行った(表 1)。また、生理指標は、安静状態における値を基準として基準化をした。

3.2 一過性の変化

図 2 は、ある被験者の GSR の波形である。縦の点線はカードのアタリ･ハズレの結果を提示した瞬間(以下、結果提示時)を示している。図 2 から、結果提示時に GSR が急激に変化していることが分かる。他の被験者でも同じ傾向が見られた為、結果提示時の GSR 値と思案時間(カードを選ぶ前に思案した時間 10 秒間)の GSR の平均値とで対応のある差の検定を行ったところ、1%または 5%の有意差があった(表 2)。このことから、結果の提示が被験者の GSR に影響を与えていることが確認できた。

3.3 持続性の変化

各被験者の安静状態 30 秒間と結果提示から 5 秒間とにおける心拍数の平均値を図 3 に示す。

図 3 から、アタリ･ハズレに関係無く、結果提示時には安静状態より値が増加していることが分かる。アンケートで聞いた結果提示時の感想では、アタリでは嬉しい、ハ

ズレでは悔しいであった。心拍数は、ストレスによって増加するとされているが [4)5)]、今回の結果では嬉しい・悔しい両方の感情で心拍数が増加したことから、心拍数では感情の種類を区別することが困難であることが示唆された。

一方、被験者B・Hのように変化の大きい被験者や、被験者A・Iのような変化の少ない被験者がいることから、心拍数の変化には個人差があり、感情の程度が分かる可能性が示唆された。

結果提示時の呼吸数分散をアタリ・ハズレ別に分けたところ(図4)、両者に大きな差が見られた。等分散性の検定の結果、5%の有意差があった。このことから、呼吸数分散により感情の種類を区別できる可能性が示唆された。

表1　実験に用いた生理指標

生体信号	生理指標	ストレス時の変化
電気皮膚抵抗(GSR)	GSR平均値	増加
	GSR発生頻度	増加
心電(ECG)	心拍数	増加
呼吸(RESP)	呼吸数分散	増加

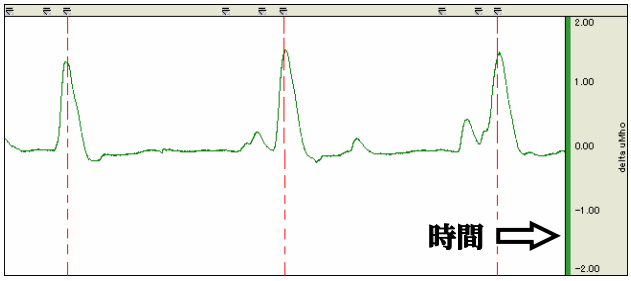


図2　GSRの波形

表2　思案時間と結果提示時におけるGSR値のt検定

変　数	思案	結果提示	差			
サンプル対		6		統計量t	6.090	
平均値	-0.028	0.816	0.844	自由度	5	
不偏分散	0.007	0.070		両側P値	0.002	**
標本標準偏差	0.082	0.264		片側P値	0.001	**

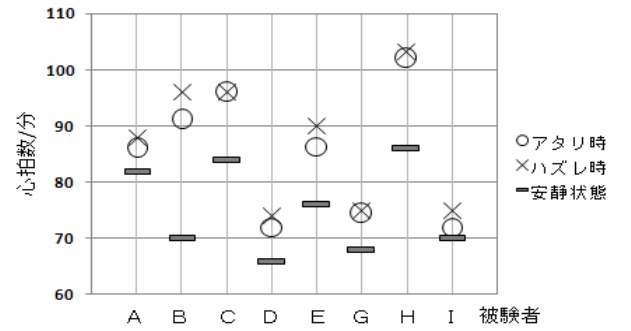


図3　結果提示時の心拍数の平均値

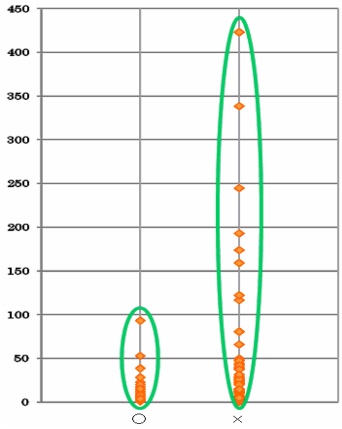


図4　アタリ・ハズレ別　呼吸数分散

4. まとめ

生体信号を用いて感性を客観的に評価するに当たり、嬉しさ・悔しさに着目し、実験を行った。計測した生体信号を一過性の変化と持続性の変化に分けて処理し、解析したところ、一過性の変化では GSR が、持続性の変化では呼吸数分散と心拍数が有用であることが示唆された。このようにして有用な指標を見出していき、感性を客観的に評価する手法を確立していきたいと考えている。

5. 参考文献

1) 釜江尚彦:エンターテイメントコンピューティングとは何か,情報処理,Vol.44,No.8,pp.799-826,2003.

2) 田中久弥、坂知之、長嶋祐二:テーブルゲームにおけるプレーヤーの生理心理計測、ヒューマンインタフェース研究報告集,Vol.9,No.2,pp.149-152,2004.

3) 青木、青砥、大倉:没入型空間シミュレータを利用した生活空間安心度評価(第 4 報)-「不安」を検出するための生理指標の検討,日本バーチャルリアリティ学会大会論文集(CD-ROM),Vol.11, 2B1-4,2006.

4) 芳賀繁:人間工学ハンドブック(伊藤謙治、桑野園子、小松原明哲(編)),pp.144,株式会社朝倉書店,2003.

5) 大須賀美恵子:インタフェースと生理計測 心的状態の指標としての心拍・心拍変動,ヒューマンインタフェース学会誌,Vol.6,No.1,pp.9-14,2004.

[連絡先]
中村雄司
芝浦工業大学 情報システム工学研究室
〒135-0061 江東区豊洲 3-7-5 研究棟 13M-32
TEL：03-5859-8508
E-mail：l04079@shibaura-it.ac.jp

心拍動を利用した個人的な印象メモとしての短縮映像

○豊沢 聡*、河合 隆史*
(*早稲田大学 国際情報通信研究センター)

Heart rate based video digest as a personal impression memo

Satoshi TOYOSAWA*, Takashi KAWAI**
(*Global Information and Communication Institute, Waseda University)

1. はじめに

映像コンテンツの要約化は、主として映像の意味的な内容そのものを要約することで視聴時間の短縮や検索を容易にすることを目的としているが、本研究では、視聴時に印象的であった場面を集めた短縮映像の生成を目的としている。こうした短縮映像は、自分の観たものを思い出させるメモとして、またこれまでは文章だけに頼っていた他者へのメッセージを豊かに補強するといった用途に利用できる。

こうした主観的短縮映像では、元コンテンツからの代表区間選択の指標に、視聴時の生理的・身体的な反応を用いるのが一般的である。たとえば、印象的もしくは驚きを呼び起こした場面を皮膚電位反応[1] や脳波[2] を用いて抽出する手段などがすでに提案されている。しかし、これら既存手段のセンサは直接接触型のため、平素の映像視聴を妨げるという問題がある。そこで筆者らは、椅子等に埋め込んだ圧力センサを通じて体動から間接的に測定でき、視聴者を拘束しないというメリットがある[3] 心拍動の利用を検討している。

本稿では、映像コンテンツを視聴したときの主観評価と比較して、印象的であった映像区間の選択に心拍動がどれだけ効果を示すかを調査した結果を報告する。

2. 短縮映像生成手順

映像視聴時の心拍動 (beats/minute) は、呈示された刺激に対して選択的注意を払い、覚醒的な状態になると低下するとされる[3),4)]。したがって、映像視聴中に心拍動が低下した時点を検出すれば、視聴者の注意を他の区間より惹いた、印象的であったり重要であったりする映像区間を特定できると考える。そして、こうした区間のみを抽出・連結すれば、印象的であった場面を集めた短縮映像を生成できる。

高い覚醒水準、すなわち興奮状態にあるときに心拍動が低下するという知見は、そうした状態のときにどきどきするという我々の経験的知識と相反するが、Bradley らはこれを 2 段階の防衛反応モデルで説明している[4)]。防衛活動が発動されていない初期の段階では、リソースは状況判断のために感覚器官に集中され、副交感神経が賦活し、心拍動が低下する。続く段階では、反応を誘起した対象から逃避、またはその対象に接近するといった身体活動をサポートするために、交感神経が賦活し、心拍動が上昇する。映像視聴においては、恐怖症を誘起するような映像でもない限り次段にすすむことはまれであるとされているので、通常の映像視聴活動ならば心拍低下だけに着目すればよい。

短縮映像は、印象度を示す評価値をショットにそれぞれ割り当て、必要とする映像長もしくはショット数になるまで、評価値の大きい順にショットを選択していくことで生成する。オリジナル映像のショット分解には、既存のカット点判定手段を用いる。

視聴者の心拍データは、アーティファクトを除去し、スプライン関数で等時間隔データに変換してから、6 秒区間の単純移動平均フィルタで処理する。区間を6秒としたのは、刺激呈示によって低下し始めた心拍が正常状態に戻るよう上昇を開始するまでの時間が 4-5 秒程度であるという知見[4)] を踏まえている。そして、処理後の心拍動カーブの谷が含まれるショットにはその谷と前の山の差分値を、谷を含まないショットには 0 をそれぞれ評価値として割り当てる。複数の谷を含むショットには、大きい方の差分を割り当てる。

3. 評価実験

3 種類の映像コンテンツを用い、上記方式の評価実験を行った。評価基準には、本方式が選択した 10 のショットと、被験者が主観的な印象判断で選択した 10 のショットとの間の一致率を用いた。

刺激映像には、Bradley らの刺激の快不快/覚醒度空間[4)] (刺激はこの空間上に「く」の字状に分布している) を代表する位置を占める内容のコンテンツでカバーするように、中庸な快不快/低覚醒 (Video A：野鳥のドキュメンタリー)、強い快/高覚醒 (Video B：サッカーゲーム)、強い不快/高覚醒 (Video C：残虐シーンを含むシュールレアルの短編映像) に該当すると実験者が判断したものを選んだ。いずれも 6 分半程度のカラー映像で、

背景音や音楽は含むが音声や文字は含んでいない。
被験者の胸部にはR-R間隔を取得できるスポーツ心拍計(Polar S810i)を装着し、2分の安静期間の後、刺激映像を呈示した。3つのコンテンツの呈示順は、被験者毎に異なるようにした。呈示ディスプレイには、被験者から約70 cm離した19''カラーLCDディスプレイを用いた。被験者数は4名である(平均年齢26.5歳)。取得した心拍データから、先に示した方式で、それぞれのコンテンツについて被験者毎に10ショットを抽出した。
刺激映像の主観的印象度は、被験者に映像を再度呈示しながら印象深さ、重要さ、そして興奮の度合いの高かったショットをそれぞれ10ショット回答させることで得た。再呈示は、所定の10ショットが得られるまで行った。10ショットを超えた場合は、後に削減させた。そして、多くの評点を集めた上位10のショットを、主観的印象度の高いショットとした。

4. 結果と考察

被験者毎、コンテンツ毎に、本方式と主観評価のショットの一致率を算出した。一致率を映像コンテンツ毎にまとめたものを図1に、被験者毎にまとめたものを図2に示す。全体の平均は27%であった。この値は高いものであるとは言えないが、1つの生理情報に基いた情動判定手段の一致率が8%-50%[5]であることから、平均的な一致率とみなすことができる。なお、ランダムに10ショットを選択したときに主観評価と一致する確率は17%程度であり、このランダム値と全体平均との間には有意差が見られた(p<.01)。
コンテンツ間に有意な差はみられなかった。心拍動は、刺激映像が不快なほど低下の度合いが大きく、続いて快、中庸の順になるとされている。このため、心拍低下で印象度を評価すると、中庸なコンテンツ(A)で一致率が低下すると予想された。しかし、そのようにならなかったのは、カーブの極値差を指標値とした本方式が、コンテンツ内の各ショットの相対的な覚醒度に対応して印象部分を抜き出せたからだと考える。
被験者間では、高一致率の被験者(2および4)と低一致率の被験者(1)の間にそれぞれ有意差(p<.05)と優位傾向(p<.1)が見られた。低一致被験者の一致率はランダム選択と同程度であり、本方式が適合していないことを示している。これは、平均的には心拍低下は観察されるものの、同じ刺激に対して心拍上昇示す個体が2割程度はあるという報告[3]があり、この低一致被験者はこのタイプに属したからだと考えられる。このような場合、評価値算出アルゴリズムを凹点検出から凸点検出に適応的に変更するなどの処置が必要になってくるが、それには、対象の心拍変動パターンを判定する何らかのメカニズムが必要で、今後の検討を要する。

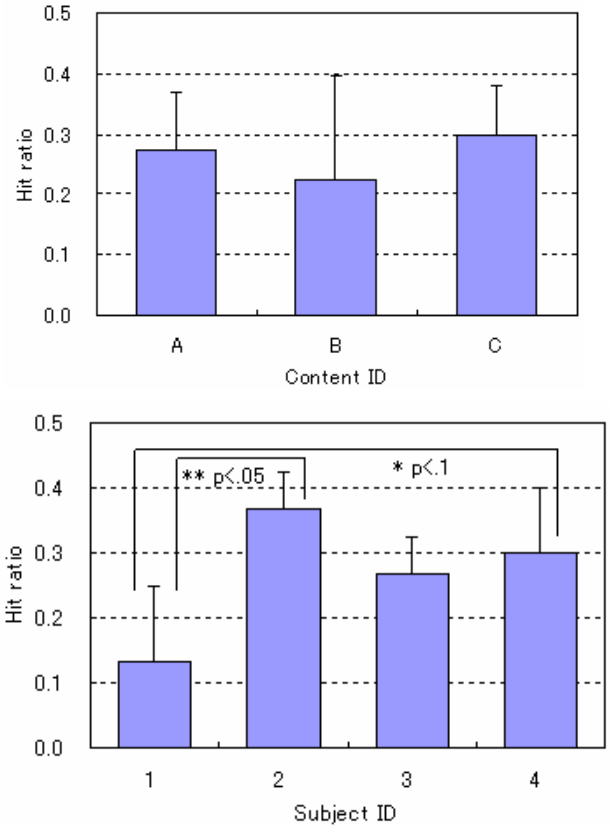


図2 一致率(被験者毎)

5. 参考文献

1) J. Healey and R. W. Picard : StartleCam: a cybernetic wearable camera, Proc. 2nd Int. Symposium on Wearable Computing, 42-49, 1998.
2) 石島 健一郎 他:個人体験映像の構造化と要約,信学技報, IE 2000-23, 51-58, 2000.
3) J. Anttonen and V. Surakka: Emotions and heart rate while sitting on a chair, Proc. ACM Conf. on Computer Human Interaction 2005, 491-499, 2005.
4) M. M. Bradley, et al. :Emotion and motivation I: defensive and appetitive reactions in picture processing, Emotion, 1(3), 276-298, 2001.
5) 高橋 和彦: マルチモーダル生体信号情報による感情認識に関する一考察,人間工学会誌(短報), 41(4), 248-253, 2005.

[連絡先]
豊沢 聡
早稲田大学 国際情報通信研究センター
〒367-0035 埼玉県本庄市西富田大久保山1011
TEL:0495-24-6420
E-mail:toyosawa@asagi.waseda.jp

洗髪・洗体動作とシャワー入浴装置での温浴による脈拍数変化について

○小林豊[1)2)]，浅井葉子[2)]，渡辺寛[3)]
1）河野臨床医学研究所附属北品川病院　リハビリテーション科
2）河野臨床医学研究所附属第三北品川病院　リハビリテーション科
3）河野臨床医学研究所附属北品川病院

The change of elderly patient's pulse rate by activities of washing hair and bodies, and using a showering system.

Yutaka KOBAYASHI，Yoko ASAI and Hiroshi WATANABE
Kohno Clinical Medicine Research Institute
KITASHINAGAWA HOSPITAL and DAISAN KITASHINAGAWA HOSPITAL

1．はじめに

我々は，これまでに入浴にシャワー入浴装置を用いた高齢患者が運動強度の増大を示したことや[(1)]，臨床の場では入浴の影響を把握する指標に脈拍数が有用であること[(2)]を報告している．

シャワー入浴装置（以下，装置）とは，多数のシャワーノズルを有し，頭部を除く全身に温水噴射することで保温性を高めつつ身体を洗浄する装置である．溺水や感染の危険性が極めて少ないことや，作業能率や人件費を軽減できる利点がある[(3)]．また，介護の軽労化などを理由として徐々に施設に導入されつつあり，同時に生理的影響の特性についての調査がされている[(4)]．しかし，これらは健常成人に対して温浴を実施した場合のみの検討であったことから，臨床現場で使用した際の知見を得る必要性が考えられる．そこで，入院患者の入浴における脈拍数変化を調査し，洗髪・洗体後に装置を用いた温浴によって生じる変化について検討した．また，患者の脈拍数変化に影響を与える因子についての検討も行った．

２．方法

２－１．対象

当院にリハビリテーションを目的に入院中の高齢患者 21 名とした．詳細については表 1 に示す．患者には事前に調査についての目的と同意を得た．なお，医学的処置を要する重篤な心疾患患者は含まれていない．

２－２．入浴方法

患者は浴室内（室温 29.4±1.8℃，湿度 82.9±4.8%）での脱衣後，シャワーチェアーに移乗した．その後，40～41℃でのシャワーにて体を流し，洗髪・洗体を行った．これらは自力遂行を基本としたが，困難な箇所のみ介護士による介助を実施した．再びシャワーで体を流した後に装置（CanonNTC 製 WISTERIA；シャワーノズル 11 基，シャワー流量 15ℓ/分，湯温 40℃）による温浴を行った．装置の使用時間は定めず，患者の意思表示により終了とした．

表 1．対象者情報

N	21	(人)
男性･女性	9 ・ 12	(人)
年齢	79.2±10.3	(歳)
疾患　脳卒中	12	(人)
整形外科疾患	5	(人)
内科疾患	4	(人)
入浴時間	16.0±4.7	(分)
温浴時間	170.9±105.2	(秒)
総蛋白	6.4±0.6	(g/dl)

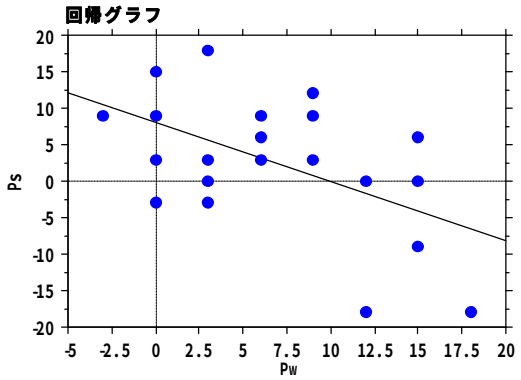
２－３．データ収集

脈拍数を，20 秒間の橈骨動脈触診にて計測した．計測は脱衣前（以下，入浴前），洗体後，温浴後の 3 回実施した．また脱衣直前から温浴終了までの入浴時間，装置での温浴時間，栄養状態の把握のために生化学検査結果より総蛋白を収集した．

２－４．データ解析

計測値より，主に洗髪･洗体による変化量（以下，Pw）を【洗体後－入浴前】式，入浴装置での温浴による変化量（以下，Ps）を【温浴後－洗体後】式によって求めた．なお，Pw，Ps および収集したデータは平均±標準偏差で記した．

統計解析は，洗髪・洗体後に入浴装置を使用した際の脈拍数変化を検討するために単回帰分析を行い，最小二乗法を用いて回帰方程式および決定係数を



Y=－0.81＊X＋8.012；R2＝0.279

図 1．Pw と Ps の関係性

求めた（StatView.4.5）．さらに Pw，Ps と患者情報の各項目の相関関係について Pearson の積率相関係数を用いた．なお，統計学的有意水準は 5%未満とした．

3．結果

今回の調査における患者の入浴時間は平均 16.0±4.7 分，入浴装置の使用時間は 170.9±105.2 秒であった．総蛋白は 6.4±0.6g/dl であった（表１）．

Pw と Ps の回帰グラフを図 1 に示す．回帰直線は Ps＝－0.81Pw+8.012，決定係数 R^2 は 0.279 であった．また，入浴中の脈拍数変化（Pw，Ps，Pw+Ps）において最大変化量は+21 拍/分，最大変化率は+35%，最大脈拍数は 117 拍/分であった．

Pw，Ps と患者情報の各項目の相関関係の結果は表 2 に示す．Pw は年齢と有意な負の相関（r＝－0.510）が，Ps は年齢と有意な正の相関（r＝0.466）が認められた．その他の項目では有意差が認められなかった．

4．考察

シャワー入浴装置を用いた温浴が脈拍数に与える変化は，温浴前の洗髪・洗体による脈拍数増加が小さい程，より温浴後の脈拍数増加が大きい傾向にあることが示された．一方，温浴前の増加が大きければ温浴後に変化しない，または減少しやすいことが示された．ところで，リハビリテーション分野ではリスク管理として利用されている訓練実施のための基準がある[(5)]．訓練を一時中止する場合の条件は，脈拍数については 120 拍/分を超えた場合，または運動前の 30%を超えた場合であるとされている．今回の調査でこの基準を超えた患者は 2 名認めた（温浴後 35%1 名，30.5%1 名）．このことから，高齢者のシャワー入浴装置を用いた入浴は概ね安全であると考えられるが，基準を超える場合もあること認識しておく必要がある．

表 2．Pw・Ps と患者情報との相関関係

	洗体による変化		温浴による変化	
	相関係数r	p値	相関係数r	p値
年齢	-0.51	0.01＊	0.46	0.03＊
性別	-0.13	0.55	0.05	0.81
疾患	0.05	0.8	-0.18	0.43
総蛋白	-0.09	0.67	-0.29	0.2
入浴時間	0.12	0.6	-0.09	0.7
温浴時間	—	—	-0.3	0.18

Pearson product-moment correlation coefficient
＊：p<0.05

また，年齢においてのみ，脈拍数変化と有意な相関が認められた．洗髪・洗体とは負の相関，装置での温浴とは正の相関であった．疾患，装置の使用時間等との相関が予測されたが認められなかった．

以上のことから，入浴装置を使用した入浴では，利用者の年齢と温浴前の脈拍数変化に留意しながら個々への安全配慮を行うことが大切であると考えられた．

5．まとめ

入院患者の入浴において，介護型シャワー入浴装置での温浴を洗髪・洗体後に行った．結果，脈拍数増加が少なければ温浴後の増加が大きい傾向が伺えた．また，高年齢では洗髪・洗体による脈拍数の増加は小さく，温浴により増加しやすいことが示唆された．

１） 小林豊，他：入浴形態の違いによる%HRmax の経時的変化について．日本人間工学会・関東支部第 36 回大会講演集，191-192，2006
２） 小林豊，他：中高齢者における入浴後の循環動態変化について．第 41 回日本理学療法学会 第 33 巻 大会特別号 No.2，404，2006.
３） キャノン NTC 株式会社：次世代型シャワー入浴装置のご提案
４） 藤井謙治，他：生理心理反応による介護用シャワー浴装置の評価．人間工学 36(5)，273-278，2000
５） 土肥豊：リハビリテーション医のための循環器入門(１)－うっ血性心不全．総合リハ，53-58，1979

視覚以外の感覚情報が VR 酔いに与える影響の検討（第 2 報）

～生体信号の解析～

○松田浩典*、青砥哲朗*、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）

Examination of the influence on VR-Sickness from non-visual sensory information・Analysis of biological signals

Hironori MATSUDA*, Tetsuro AOTO*, Michiko OHKURA **
(*Graduate School of Engineering, Shibaura Institute of Technology, **Shibaura Institute of Technology)

1. はじめに

近年、計算機の高速化や専用ハードウェアの開発に伴い、シミュレータやアミューズメントパークのアトラクションなど、VR を用いたシステムが登場している。しかし物によっては、利用者が VR 酔いを引き起こすことが問題となっている。この問題に対して先行研究では、視覚情報以外に力覚情報や触覚情報などを同時に提示することで酔いを低減できる可能性が指摘されている 1)。

シミュレータには多種多様なものがあるが、数が多いのは自動車のシミュレータ（ドライビングシミュレータ）である 2)。ドライビングシミュレータでは、操作反力を再現するため、ハンドルやペダルの運転操作に伴う力覚情報の提示は、重要な要素の一つだと考えられる。また、ドライビングシミュレータにおける酔いは、体性感覚情報および視覚情報の実車との不一致により起きるともいわれており、対策としては、シミュレーションの遅れを極力短くすることや、運動模擬の正確さを向上させるなどの工夫が上げられる。しかし、酔いが発生するメカニズムは明確になっていないため、酔いの症状を抑えるための根本的な対策はない 2)。

そこで本研究では、VR 酔いに関係する可能性のある力覚情報に着目し、運転操作に伴う力覚情報提示の有無が、VR 酔いにどの程度影響を与えるのかを検討する。また同時に，運転操作方法を変えることにより、運転操作方法の差異と力覚情報提示の有無では，どちらがより VR 酔いに影響しているのかを明確にすることにした。

力覚情報提示の有無と 2 種類のアクセル･ブレーキ操作方法を組み合わせた 4 種類の条件で実験を行い、アンケートを解析した結果、どの条件でも VR 酔いの程度の増大が確認された 3)。

本報告では、同時に計測した生体信号の解析結果について報告する。

2. 実験方法

2. 1. 実験の概要

本実験では、被験者にドライビングシミュレータを複数の条件で運転操作してもらった。運転条件としては、2 種類の運転操作方法と力覚情報の提示の有無を組み合わせ、表1に示す 4 種類を設定した。

表 1　4 種類の運転条件

運転条件	運転操作方法（アクセル、ブレーキ操作）	力覚情報の提示の有無
①	レバー（手）	
②	レバー（手）	○
③	ペダル（足）	
④	ペダル（足）	○

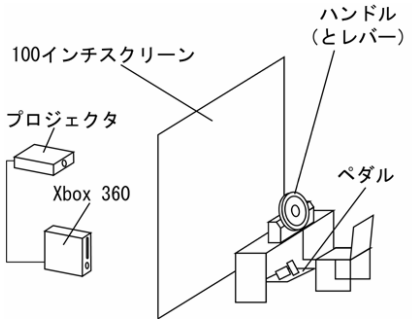


図 1　実験システム

2. 2. 実験システム

構築した簡易的なドライビングシミュレータを図 1 に示す。ディスプレイシステムにはリアプロジェクション方式の 100 インチスクリーンを使用し、映像はプロジェクタから出力した。運転操作にはハンドルとペダル、レバーを使用した。ハンドルは，路面の変化による重さの変化などの力覚情報を提示する機能を有している。ペダルにはアクセルとブレーキが設置されている。なお、アクセル，ブレーキ操作をハンドル上で行うため、レバー型のデバイスを製作し、ハンドルの左右に装着した（図 2）。今回装着したレバーは，自転車のブレーキのように握って操作し、右がアクセル，左がブレーキの役割を果し，握る力の強さをペダルの踏み込みの強さに対応させた。また生体信号を計測するため、BIOPAC(BIOPAC Systems, Inc.製)を用い、心拍を測定した。

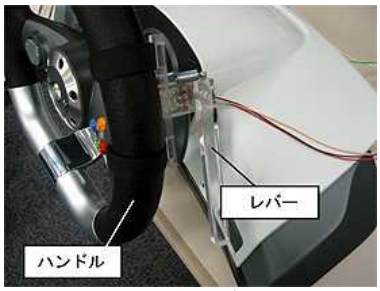


図 2　ハンドルにレバー型デバイスを装着した様子

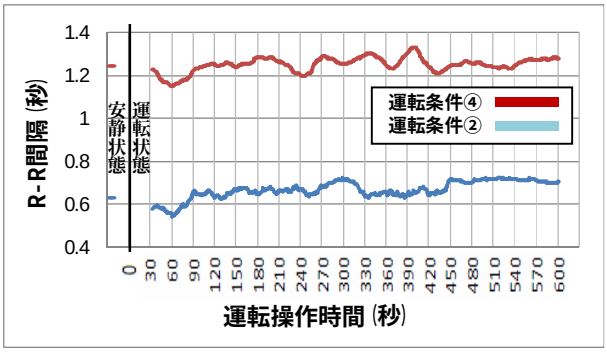


図 3　R-R 間隔の移動平均の例

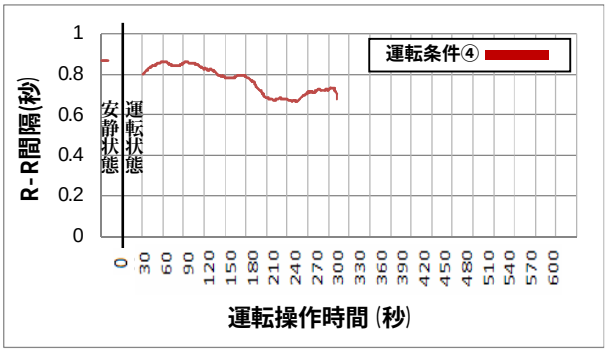


図 4　途中棄権した被験者の移動平均

3. 実験結果

本実験は、20 代前半の女性 12 名に対して行った。被験者 1 人につき、4 種類中 2 種類の条件でコースを 10 分間運転操作してもらった。また、運転操作前に 30 秒間安静状態を保ってもらった。

まず、実験中の R-R 間隔の変化の傾向を把握するため、R-R 間隔の 30 秒間の移動平均を求めた。R-R 間隔とは、心電図の波形で大きく突出している波（R 波）と次の R 波までの間隔のことを言う。移動平均の例を図 3 に示す。グラフの縦軸は R-R 間隔、横軸は実験時間（秒）を表している。この図の例のように、24 例中 12 例において、運転開始直後の R-R 間隔が安静時と比較して短くなることが確認された。R-R 間隔が短くなることは、緊張状態を示すことから(4、多くの被験者が初めに緊張していたことがわかった。

また、運転操作中に酔ったため途中棄権した被験者の移動平均のグラフを図 4 に示す。この被験者の R-R 間隔の移動平均の変化は運転操作開始 90 秒後から 210 秒後にかけて大きく短くなっているのがわかる。このような変化は他の被験者には見られなかったことから、これが酔いの予兆を示している可能性が示唆された。

4. まとめ

本研究では、運転操作に伴う力覚情報提示の有無が、VR 酔いにどの程度影響を与えるのか、運転操作方法の差異と力覚情報提示の有無では，どちらがより VR 酔いに影響しているのかを明確にすること目的とした。そこでドライビングシミュレータを力覚情報提示の有無と 2 種類のアクセル･ブレーキ操作方法を組み合わせた 4 種類の条件で運転操作を行い、それぞれの条件で VR 酔いの計測を行った。

今回は実験中に計測した心拍の解析を行った。その結果、運転条件に関わらず、多くの被験者において運転開始直後に緊張状態にあることがわかった。また、R-R 間隔の変化の仕方を酔いの予兆として捉えられる可能性が示唆された。このことから、回答した時点の状態しかわからないアンケートと比較して、心拍は状態の時間的な変化を反映するので、VR 酔い発症時の心拍の特徴が明らかになれば、酔いの進行をリアルタイムで検知できる可能性があると考えられる。

5. 参考文献

1) 中川千鶴、大須賀美恵子:VE 酔い研究および関連分野における研究の現状，日本バーチャルリアリティ学会, Vol.3, No.2, pp.31-39, 1998.
2) 練尾正美、知久良夫:ヒューマンファクタ解析のためのシミュレータ技術、計測と制御、Vol.45, No.8, pp.726-730, 2006.
3) 松田、青砥、大倉:“視覚以外の感覚情報が VR 酔いに与える影響の検討”、日本バーチャルリアリティ学会第 12 回大会論文集(CD-ROM)、2B3-4,2007.
4) 大須賀美恵子:インタフェースと生理計測 心的状態の指標としての心拍･心拍変動、ヒューマンインタフェース学会誌、Vol. 6, No. 1, pp. 9-14, 2004.

[連絡先]
松田浩典　芝浦工業大学大学院
〒135-8548　東京都江東区豊洲 3-7-5　　TEL : 03-5859-8508
E-mail: m107094@sic.shibaura-it.ac.jp

誘導運動における色彩の効果

○山道主馬*、水戸和幸**、清水豊**
(*電気通信大学大学院電気通信学研究科、**電気通信大学電気通信学部)

Effect of Colors on Vection

Kazuma YAMAMICHI*, Kazuyuki MITO**, Yutaka SHIMIZU**
(*Graduate school of Electro-Communications, the University of Electro-Communications,
**Faculty of Electro-Communications, the University of Electro-Communications)

1. はじめに

映像技術の発展に伴い、様々な場面で様々な色、形の映像に触れる機会が増えている。このような映像の多様化は表現の世界を豊かにするものとして注目されている。その中で、実体運動を伴わない仮想の運動知覚は脳機能解明の分野とあいまって興味ある題材を提供している。

小脳には、視覚からの情報と三半規管からの平衡感覚情報を複合的に処理したうえで、体位を正常に保とうとする働きがある。本報告はこうした働きに関係する誘導運動が対象である。動きのある映像を静止して観察する場合、視覚系からの動きの情報と平衡感覚系からの動きの情報とに矛盾が生じ、それが誘導運動を生起させるといわれている。今回の実験では視覚運動刺激として視線軸の回りを回転するダーツボード型の刺激を用いた。静止した状態で回転するダーツボードを観察すると、ダーツボードの回転により自分の体が傾くような感覚(視覚誘導自己運動感覚:ベクション)が生じ、主観的な鉛直方向と実際の鉛直方向との間にずれが生じる。そこで生起したベクションを評価するにあたり、主観的な鉛直基準のずれの大きさを評価基準とした。

先行研究[1][2]では視覚刺激の画面における密度、また視覚刺激の表示パターン等によるベクションへの影響は明らかにされている。しかし、提示する視覚刺激の色彩については触れられていないため、本研究では視覚刺激の色彩による誘導運動への影響を調べることを目的とした。

2. 実験方法

2. 1 測定方法

実験画面は図1の通りである。ディスプレイにカバーをつけ、円形の領域のみが見えるようにした。画面の中央の点を注視点として固定し、VA60°の領域に回転するダーツボード型刺激を提示し、VA30°の領域にマウスからの入力によって傾きを自由に変えることができるバーを提示した。

図1 実験画面

被験者はディスプレイの前に座り、顎台で顔を固定した状態で画面中央の注視点を見ながら、右手でマウスによる調節作業(バーの傾きを自分が鉛直だと思う方向に調節)を行った。顔から画面までの間は内側に暗幕を貼った箱で覆い、実験は暗室で行った。

被験者は次の条件 1、条件 2 において、それぞれバーの傾きを自分が鉛直だと思う方向に調節した。

1. 回転するダーツボードを提示せずバーのみ提示
2. バーの背景に回転するダーツボードを提示

一回の調節ごとに、調節し終わった時のバーの傾き(単位:度)を測定した。被験者ごとに、条件 1 でのバーの傾きを基準とし、条件 2 でのバーの傾きの基準からのずれを、主観的鉛直基準のずれの大きさとした。つまり、生起したベクションの強さが強いほど主観的鉛直基準のずれも大きくなるということである。

また条件1、条件2ともに調節時間は無制限とし、被験者が休憩を申し出た場合にはその都度休憩をとれるようにした。19〜25 歳の男女 12 名を対象にデータを得た。

2. 2 刺激提示条件

今回の実験で使用した各色彩は、「各 4 色:赤、緑、青、黄の見えの明るさを統一する」という実験方法で、被験者 12 名で予備実験を行った結果に基づいて決定した。なお白に関しては他の 4 色と比較するため、純粋な白の明るさにした。今回の実験で提示した各色彩の輝度は次の表1の通りである。また視覚刺激を与える装置として、視覚心理実験などで用いられる Cambridge Research Systems 社製の Visage を使用した。

	白	赤	緑	青	黄
輝度(cd/m^2)	118	18.3	46.9	7.48	68.3

表1　各色彩の輝度

回転方向は時計回りと反時計回りの 2 条件で行い、色彩 (5 種類) ×回転方向 (2 種類) の組み合わせで 10 通りの条件について各 5 回繰り返し測定を行った。

3. 実験結果

12 人分の主観的鉛直基準のずれ (単位：度) の平均を、輝度を条件としてグラフに表したものが次の図2、各色彩を条件としてグラフに表したものが次の図3である。また図中のバーは標準誤差 (SE) を示している。図3の結果において、5%有意水準で多重比較検定を行った結果、どの 2 水準間にも有意差は認められなかった。

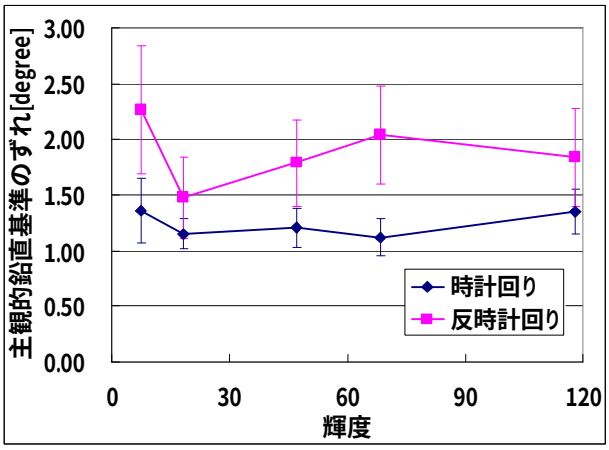


図2　輝度によるずれの大きさ

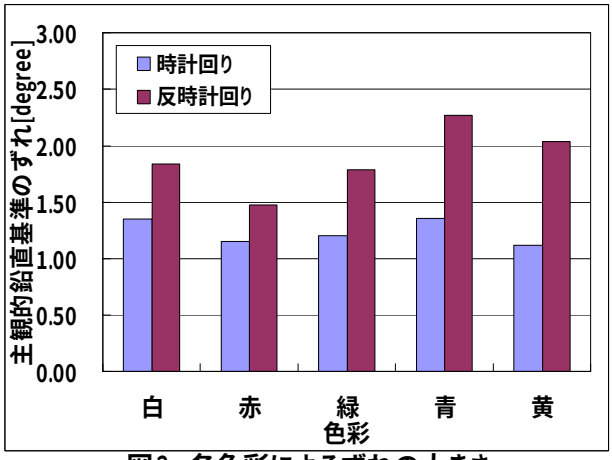


図3　各色彩によるずれの大きさ

輝度と主観的鉛直基準のずれの大きさ (図2) に関して、物理的な輝度の違いによるずれの大きさの傾向は見受けられなかった。次に、各色彩と主観的鉛直基準のずれの大きさ (図3) に関しては、統計的有意差は認められなかったものの、時計回りでは青＞白＞緑＞赤＞黄の順に、反時計回りでは青＞黄＞白＞緑＞赤の順に小さくなった。また、回転方向と主観的鉛直基準のずれについてはどの色彩においても時計回りのずれ＜反時計回りのずれという傾向が見られた。

4. 考察

回転運動に関する視覚誘導自己運動感覚 (サーキュラーベクション) の中で、今まで最もよく研究されてきた垂直軸回りの回転運動では、空間的要因として「運動刺激が背景として知覚されるか否か」が自己運動感覚の大きさにとって重要な意味を持っていると考えられている[3]。本研究で取り上げた視線軸回りの回転運動でもこのことが成り立つと考えられ、廣瀬による先行研究では運動刺激が地 (背景) として知覚されやすいほどベクションはより強くなり、逆に図として近くされやすいほどベクションはより強く抑制されると考えられている[2]。

今回の実験で用いた刺激パターンは、視覚刺激の観察画面に占める密度が 50%であり、規則性をもった形の為、地 (背景) として知覚されやすいと言える。そして本実験の刺激パターンは常に同一なので、純粋に色彩がベクションに及ぼす影響を評価できると思われる。

図2を見ると、必ずしも物理的な輝度の大きさにベクションが依存しているわけではないということが言える。また図3を見ると、時計回りと反時計回りの2条件とも青の場合には無彩色である白よりずれが大きく、緑と赤に関しては白よりもずれが小さいという傾向がある。このことを踏まえると、ベクションは視覚刺激の輝度ではなく、色相 (色味) から何らかの影響を受けているのではないかと考えることもできる。

刺激の回転方向に関して、有意差は検出されなかったものの、傾向として時計回りより反時計回りのほうが主観的鉛直基準のずれが大きいという結果は、先行研究[2][4]の結果と一致する。これは、人間に本来備わっている一側優位性を反映していると考えられている。

5. 参考文献

1) 廣瀬彩子, 水戸和幸, 坂本和義：視覚運動刺激による誘導運動の研究, 日本人間工学会第 35 回関東支部大会, (2005)
2) 廣瀬彩子：視覚運動刺激による誘導運動の研究, 平成17年度　システム工学専攻修士論文, (2005)
3) 日本視覚学会編：視覚情報処理ハンドブック, 朝倉書店, 419-434 , (2000)
4) R. Held, J. Dichgans, J. Bauer：Characteristics of moving visual scenes influencing spatial orientation. Vision Research, 15, 357-365, (1975)

[連絡先]
山道主馬
〒182-8585
東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1
TEL：0424-43-5154
E-mail：k_yamamichi83@yahoo.co.jp

母趾底部の機械受容感覚器刺激が動的バランス指標に及ぼす影響

○竹内弥彦*、下村義弘**、岩永光一**、勝浦哲夫**
(*千葉県医療技術大学校理学療法学科、**千葉大学大学院工学研究科)

The Effect of Stimulation of the Mechanoreceptors in the First Toe Sole on the Index of Dynamic Balance

Yahiko TAKEUCHI*, Yoshihiro SHIMOMURA**, Koichi IWANAGA**, Tetsuo KATSUURA**
(*Chiba Prefectural College of Allied Medical Science, ** Graduate School of Engineering, Chiba university)

1. はじめに

ヒトの立位姿勢調節機構において、体性感覚、とくに足底感覚からのフィードバック情報は重要な役割を担っている。さらに、その足底感覚情報は、足底部位別に異なる役割を有することが示唆されている [1]。足底の知覚神経終末の分布に関する先行研究[2]では、第一中足骨頭部や母趾末節部で多いことが報告されている。加えて、足圧中心の前方移動動作では、足趾、とくに母趾の支持機構としての関与が大きいことが示されている。

これらのことから、母趾末節部は接地面からの情報をより知覚できる可能性があり、さらに、足圧中心前方移動時の安定性に関与していることが示唆される。

本研究の目的は、母趾末節部の機能に着目し、母趾末節底部の機械受容感覚情報を増加させた際の、動的バランスに及ぼす影響を明らかにすることである。

2. 方法

対象は健常学生 15 名(男性 8 名、女性 7 名)。平均年齢 22.3±4.2 歳、身長 165.7±6.5cm、体重 58.9±9.0kg であった。被験者には、実験の趣旨を口頭および紙面にて十分に説明し、同意を得た後に実験を行った。

本研究では、動的バランスの指標に視覚および体性感覚からのフィードバックを必要とする足圧中心のトラッキング動作を用いた。被験者は左右分離型フォースプレート(Anima 製 G-6100)上で、裸足にて両側内側縁を 10cm 離し、左右のプレートにそれぞれの足部を位置した。トラッキング課題の設定は、まず、フォースプレート上の被験者の前方 150cm の位置、および視線の高さに 17 インチ液晶ディスプレイを設置し、被験者の足圧中心と目標点を同時に表示した。目標点の設定は、被験者ごとに足圧中心の最大前方移動距離を測定し、その 90%の位置を目標点とした。

被験者には「目標点の位置に自己の足圧中心を、できるだけ早く、しかも正確に一致させるように移動する」と指示した。課題動作の測定肢位は、上肢を胸部の前方で軽く組み、股関節と膝関節は伸展位を保持したまま、足関節を軸に重心を前方へ移動させる運動方略とした。

母趾底部の感覚刺激には、高さ 1mm、幅 2mm のゴム球を 2mm 感覚で木綿素材に敷き詰めたものを用い、荷重時に被験者に痛みのないことを確認した。

トラッキング動作におけるデータ解析(動的バランス指標)は、以下の項目について算出した(図 1)。

- 立ち上がり時間(Rise Time; RT):動作開始後、足圧中心の位置が目標値の 90%に到達するまでの時間。
- 誤差(Error; ER1 ER2):目標値の 90%に到達してからの、2 秒間ずつの目標値と足圧中心位置との誤差の平均値。
- 誤差の改善率(Improvement rate; IMP):ER1 を ER2 で序した値(ER1/ER2)で誤差の減衰率を表す指標。

さらに、ER1 と ER2 区間における足圧中心の

- 動揺速度(左右方向:Vel X、前後方向:Vel Y)
- 動揺加速度(左右方向:Acc X、前後方向:Acc Y)

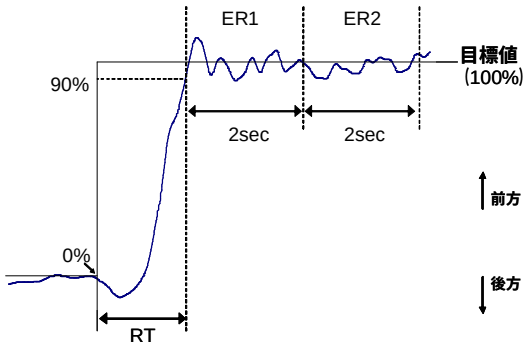


図 1 動的バランスの指標

以上の項目について、裸足(刺激なし)と両側の母趾末節底部を刺激した条件(刺激あり)の 2 条件間の平均値の差を比較した。

統計処理には、対応のある t 検定を用い、有意水準は 1%未満とした。さらに RT と ER1、ER2 との相関関係を Pearson の積率相関係数を用いて分析した。

3. 結果

・動的バランス指標（RT、ER1、ER2、IMP）

ER2 では、刺激なし条件 0.69±0.42cm、刺激あり条件 0.38±0.29cm であり、刺激あり条件で有意な減少を認めた（p<0.01）。IMP では、刺激なし 94.1±41.0%、刺激あり 226.4±149.1%であり、刺激あり条件で有意な改善を認めた（p<0.01；図 2）。

RT、ER1 では、条件間で有意な差は認めなかった。

・足圧中心動揺速度と加速度

ER2：Vel Y では、刺激なし 2.51±1.1cm/s、刺激あり 1.37±0.47cm/s で、刺激あり条件で有意に動揺速度の低下を認めた（p<0.001）。Acc Y では、刺激なし 33.7±10.2cm/s^2、刺激あり 22.2±8.0cm/s^2 で、刺激あり条件で有意に動揺加速度の低下を認めた（p<0.001；図 3）。

ER1 及び Vel X、Acc Xでは、条件間で有意な差は認めなかった。

・RT と ER1、ER2 の相関関係

両条件ともに有意な相関関係は認めなかった。

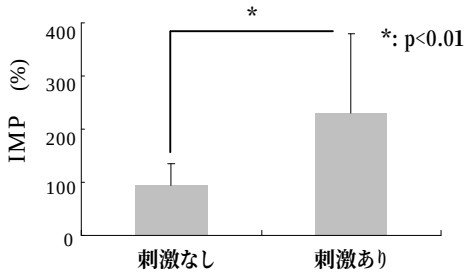


図 2 条件間の誤差改善率の差

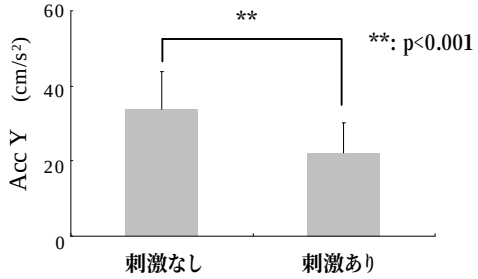


図 3 条件間の前後方向加速度の差

4. 考察

中村ら[3]は随意運動における運動制御に関して、目標に向かって動いている身体部位からの感覚入力の連続的フィードバックを受けるフィードバック制御（修正運動；corrective movement）と、運動が開始してから何の変更もなく終わりまで遂行されるフィードフォワード制御（ballistic movement）の 2 通りが利用されており、日常動作の過程では、この両者が併用されるとしている。この理論を本研究の結果にあてはめると、目標点までの足圧中心の移動に関与する時間（RT）および目標点に到達してから 2 秒間の誤差修正（ER1）はフィードフォワード制御を利用した運動制御を反映しており、ER1 から 2 秒間の誤差修正(ER2)は母趾底部の触圧感覚情報からのフィードバックを利用した運動制御を反映していることが考えられる。このことから、刺激あり条件で誤差の減衰率が有意に大きくなったことは、母趾底部の触圧感覚からのフィードバック情報が増加したことにより、修正運動である ER2 で目標点との誤差が有意に小さくなったことが要因として考えられる。さらに、ER1 と ER2 区間における足圧中心動揺速度と加速度の結果から、ER2 区間の刺激あり条件において、前後方向の速度と加速度が有意に低下している。足圧中心の動揺速度やその時間変化率である加速度は、姿勢の安定性の指標と考えられることから、今回の結果より、母趾底部の機械受容感覚刺激は、目標点到達後の修正運動において、足圧中心の前後方向の安定性に影響を及ぼすと推察される。

以上より、前方への足圧中心トラッキング動作における母趾底部の機械受容感覚器刺激は、目標点到達後の修正運動時期に関連した位置誤差の修正や安定性に関与する足圧中心の動揺速度と加速度の低下に影響を及ぼすことが明らかとなった。このことは、下肢骨折後などのリハビリテーションにおける部分荷重トレーニング（toe touch）や、随意的に身体重心を移動し制御する前方への動的バランストレーニングなどに応用可能と思われる。

5. 参考文献

1) Kavounoudias A, et al. : The planter sole is a ‘dynamometric map’ for human balance control. Neuroreport 9: 3247-3252、 1998.

2) 本部紹一： 足底部軟部組織における知覚神経終末の形態ならびに分布に関する研究． 日整会誌 41：275-287、1967.

3) 中村隆一、斉藤宏、長崎浩：基礎運動学.医歯薬出版、東京、2003.pp128-139.

[連絡先]

竹内弥彦

千葉県医療技術大学校 理学療法学科

〒260-8702 千葉市中央区花輪 111

TEL：043-266-9002

E-mail：takeuchi@igidai.ac.jp

声質の違いが音声言語情報の認知過程に及ぼす影響について

○深澤伸一*、下村義弘**、岩永光一**、勝浦哲夫**
（*千葉大学大学院自然科学研究科、**千葉大学大学院工学研究科）

Influence of vocal qualities on speech perception

Shinichi FUKASAWA*, Yoshihiro SHIMOMURA**, Koichi IWANAGA**, Tetsuo KATSUURA**
(*Graduate School of Science and Technology, Chiba University, **Graduate School of Engineering, Chiba University)

1. 序論

音声はヒューマン・マシン・インタフェースの有効な手段のひとつである。しかしながら、その役割を発話内容の単純な伝達とみなせばそこに求められるのは第一に発話内容の言語的「了解性」であり、結果として合成音声の品質評価に関する既存研究の多くではその声質についてはほとんど顧みられてこなかった[1)]。しかし、深澤（2006）[2)]は発話内容に無意味つづりを用いた音声聴取実験により、音声の声質の違いが聴取者に生理的・心理的に有意に異なる影響を与えることを報告している。深澤はその後その発展系として、有意味の発話内容を持つ複数の声質音声を刺激として用い、声質の違いが聴取者に与える様々な影響について研究を行っている。本論文ではその中から特に、声質の差異がその音声刺激が有する発話内容の認知過程に何らかの影響を及ぼすか否かについて、言語の意味情報処理過程を反映すると言われている事象関連電位N400[3)]を指標として用い検証した結果について報告する。

2. 方法

2-1. 被験者：健常な聴力を持つ右利きの日本人大学生16名（男性8名：23±3歳、女性8名：23±4歳）。

2-2. 計測項目：脳波（両耳朶連結電極を基準としてCzを中心とする13点から単極導出し、事象関連電位およびα波帯域率を算出）、心電図（瞬時心拍数および心拍変動性指標を算出）、主観評価（VAS法により16項目）、ボタン押し反応（反応時間および正答率）。

2-3. 提示刺激：Shimoyamaら（1998）[4)]等を参考に以下の条件で自作した音声提示文400文。一文は3文節から成り、末尾の文節は必ず3モーラの動詞となる。ここで、その文末動詞と前の2文節との組み合わせを考えた時に、常識的な日本語文として文の意味理解上特に問題を生じさせないと考えられるものを通常意味文（以下「通常文」）、総合的意味解釈が困難であると考えられるものを文末動詞意味逸脱文（以下「逸脱文」）とし、1文につき1セットのペアを作成する。以下に例文を1セット示す。

・[通常文]：図書館で　本を　借りる。
・[逸脱文]：図書館で　本を　滑る。

1声質条件内でこの通常文と逸脱文のペアが50セット（100文）、よって、全4条件では計200セットの音声文が提示されることとなる。作成した文はテキスト音声変換エンジン『SMARTTALK 3.0』（沖電気工業）を用いて、同ソフトに標準搭載されている声質4設定（男性1・男性2・女性1・女性2――以下、「男声1」「男声2」「女声1」「女声2」と記す）それぞれで読み上げを行い、文節および文間の時間間隔を調整した（第一文節と第二文節間は350 ms、第二文節と文末動詞間は700 ms、文と次の文の間は5000 msに設定した）。なお、刺激文を構成する単語はすべてNTTデータベースシリーズ『日本語の語彙特性 第1巻』における「音声単語親密度」の値が5.0以上のものを使用した。また、文と読み上げ声質の組み合わせはカウンタバランスをとり、刺激文の提示順序は被験者ごとにランダマイズを行った。

2-4. 実験手順：被験者は各種電極装着後に防音室に入り、室内の肘付オフィスチェアに腰掛けた（図1）。刺激はステレオヘッドホンを介して提示され、音量は10文提示間の最大音圧レベルが69～70 dB(A)の間に収まるように調整された。また、提示刺激聴取中は約50 cm前方に設置された固視点を注視し続けるよう指示を行った。被験者は1声質条件につき100文、全4条件で計400文の音声刺激を提示され、1文聴取ごとにその文が通常文であったか逸脱文であったかを示指および中指によるボタン押しで回答した。一つの声質条件終了毎には約3分間の休憩時間がとられ、被験者はその間にその声質条件の刺激について主観評価を行った。

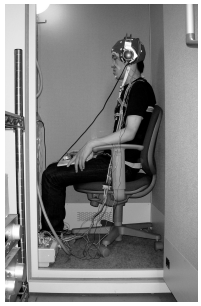


図1　実験風景

2-5. データ解析：上記の計測項目の内、本研究では事象関連電位N400に関する解析結果について報告

する。得られた脳波データは声質条件ごとに通常文と逸脱文に分け、それぞれに対し文末動詞開始時をトリガとして加算平均処理を行った。N400 成分のピーク潜時および振幅の計測は、トリガから 300～550 ms の間で被験者ごとに成分検出に適した解析区間を指定し、『EPLYZERⅡ』(キッセイコムテック) を用いて通常文波形と逸脱文波形の差波形からピーク検出処理を行い算出された。今回は頭頂 3 部位 (Pz、P3、P4) の加算平均波形を解析の対象とし、求めた N400 潜時および振幅について、性別 (2 水準、対応なし)および声質(4 水準、対応あり) を 2 要因とする二元配置分散分析を行った。

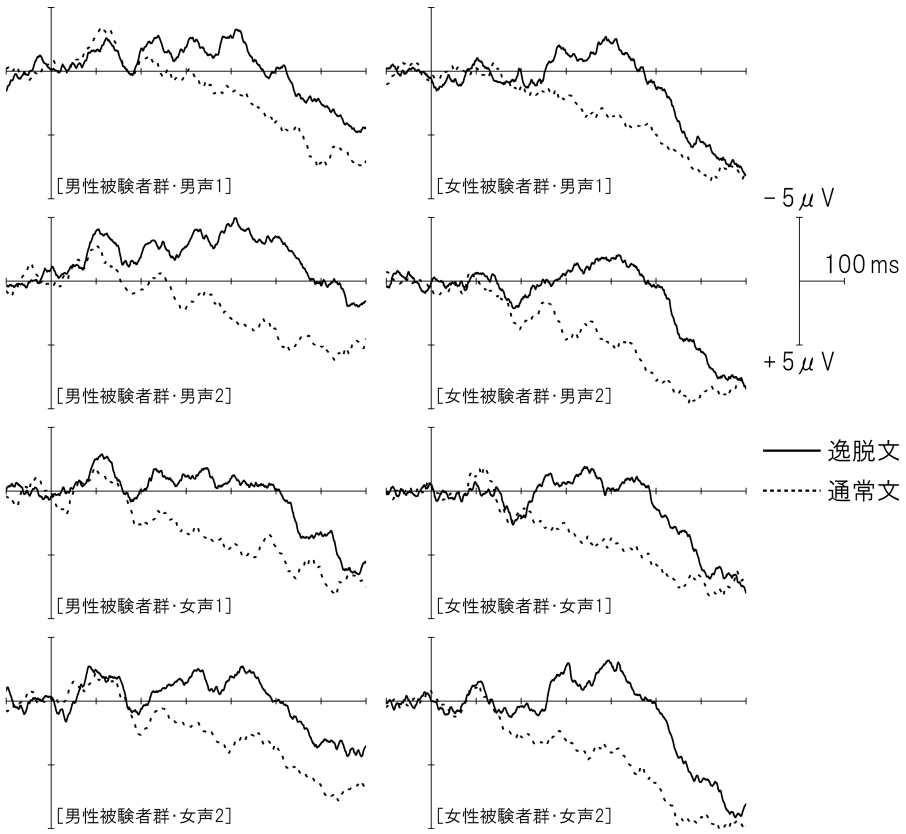


図 3　総加算平均波形 (Pz・P3・P4 平均、区間：-100～700 ms)

3. 結果

振幅については有意な交互作用および主効果は見られなかった (P＞0.05) が、潜時では声質要因に有意な主効果(F(3,42) = 7.187、P = 0.001) が見られた (交互作用、性別要因主効果は共に P ＞ 0.05)。N400 潜時の結果を図 2 に示す。声質要因の各水準に対する多重比較検定 (Bonferroni の方法)の結果、「男声 1」と「男声 2」、「男声 2」と「女声 2」の間にそれぞれ有意な差 (P＜0.05) が検出された。

図 3 は、各声質条件における男性被験者群と女性被験者群それぞれの通常文・逸脱文に対する総加算平均波形を示したものである。全条件とも、逸脱文のみ 400 ms 付近に大きな陰性変動が確認され、差波形の振幅も数μV 程度と既存の N400 に関する報告と相違ない値を示しており、本研究で計測された陰性成分が言語の意味処理に関わる N400 成分であることが裏づけられた。

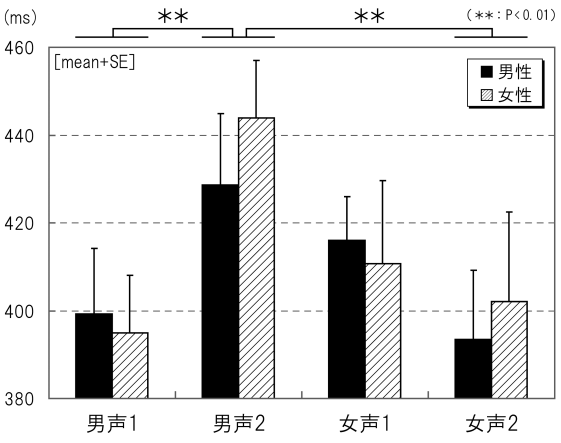


図 2　N400 潜時

4. 考察

本報告により、声質の差異によりその発話が持つ言語意味情報の認知過程、すなわち認知に要する時間に影響が及ぼされることが示された。解析の結果、「男声 2」がその他の声質条件よりも言語情報の認知に有意に長い時間を要することが示唆されたが、その原因および機構については本解析の結果のみから考察を行うのは難しい。しかし、実験後の自由コメントにおいて「男声 2」の滑らかな声質に対する高い評価が複数あったことから、主観評価「快適性」項目等との関連性が期待される。今後は他の計測指標の解析を進め、本解析結果とそれら (特にα波帯域率や反応時間、関連主観評価項目など) の結果とを複合的に解釈することにより、音声の声質が聴取者に及ぼす各種生理的・心理的影響について、その処理過程の考察も含め検討を行う予定である。

5. 参考文献

1) 粕谷英樹、音声合成技術の評価、日本音響学会誌 48(1)、pp. 46-51、1992

2) 深澤伸一、男声･女声に対する反応の性差について、千葉大学工学部 2005 年度卒業論文、2006

3) 中尾美月、事象関連電位を用いた言語研究の動向、第 7 回認知神経心理学研究会抄録集、pp. 44-45、2004

4) Ichiro SHIMOYAMA, et al.、Hemispheric Laterality in Contextual Recognition、Japanese Journal of Physiology 48、pp. 493-497、1998

ドライバ属性によるステアリング操作差異の観察

○下山 修*、 阿部 学*、 佐久間壮*
深田 修**、 竹原昭一郎**、 須田義大**
(*日産自動車株式会社総合研究所、**東京大学生産技術研究所)

Observations of Steering maneuver depend on driver clasifivcationr
○Osamu SHIMKOYAMA*, Manabu Abe*, Tsuyoshi Sakuma*
Osamu FUKATA**, Shoichiro TAKEHARA**, Yoshiro SUDA**

(* Nissan Research Center, Nisssan Motor co,.LTD、
**Institute of Industrial Science,University of Tokyo)

1. はじめに

近年、女性ドライバや高齢ドライバが増加して、このようなユーザの多様化に応じた性能を実現する必要が生じている。 従来、車両開発は、自動車会社のテストドライバの評価に依っていたが、一般、特に、運転に不慣れな初心者ドライバや、女性ドライバの立場で評価するのは非常に難しい。そこで、実際に初心者ドライバや女性ドライバを被験者にして、テストドライバとのステアリング操作の差異を観察することにした。

2.操舵差異観測走行実験

1) 走行実験車と被験者概要

本実験に使用した走行実験車は排気量2500ccの四輪駆動ワゴン車である。 ステアリングオーバーオールギア比と操舵力は、可変ギアシステムと、パワーステアリングシステムによって任意に変更が可能とした。 可変可能なギア比は、6から22、ﾊﾟﾜｰアシスﾄ力は油圧式と電動式のパワーステアリングを併用することによって、0N･mから約30N･mまで調整可能にした。実験に供したコースは、茨城県ひたちなか市にある、交差点や、クランクコース、S字コースなどからなる模擬市街路の専用コースである。 被験者は、20代から40代の健常な男性3名、女性2名である。 その属性を表1に示す。 被験者Aは、自動車メーカの実験部署に所属する従業員で、運転訓練を十分受けている者である。 特に、被験者 C は、公道での運転経験が全く無いドライバである。

表1 被験者

被験者	年齢	性別	運転経験等	運転技量
A	48	男性	30年	熟練
B	32	男性	10年	一般
C	30	男性	稀	初心者
D	34	女性	時々	初級者
E	22	女性	稀	初心者

2) 測定項目

本実験では、車速、ヨーレート、横加速という車両応答パラメータと、操舵角および操舵トルクに加えて、新たに開発した。

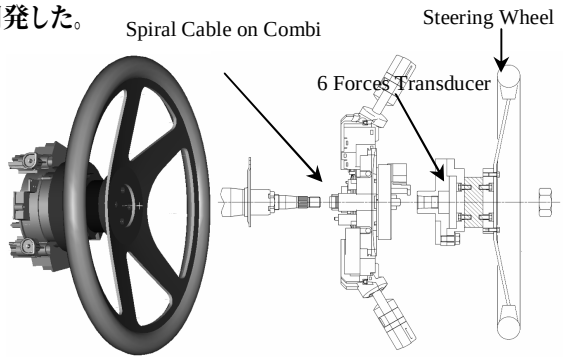


図1 操舵6分力計

図1に示す操舵6分力計によって、ステアリングコラム軸上の直交する 3 軸力と、各軸まわりのトルクも計測した。更に、図4に示す超音波式モーションキャプチュアシステム InterSense 製 IS-900 SimTracker & Minitrax HandTracker,HeadTracker によって、ドライバの腕および手首の位置を計測した。

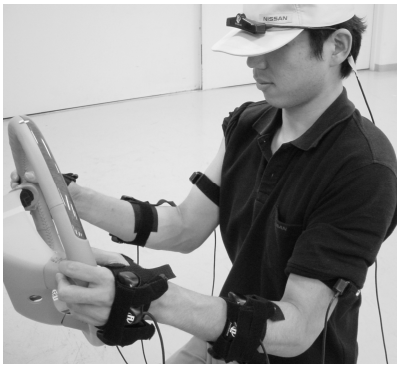


図2　超音波式モーションキャプチュア

3. 実験結果

1) ステアリング操舵角比較

図3に、クランクコースとS字コースを走行した際の、操舵角の違いを示す。 上段は被験者A、下段は初心者の代表例として披見者Dの操舵角波形である。

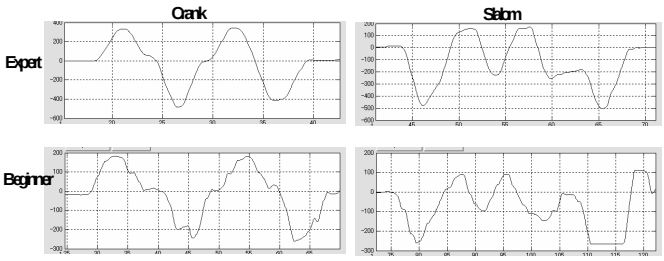


図3　操舵角比較

熟練ドライバの操舵は滑らかなのに対して、初心者の操舵は、細かいギザギザが観られ、ギクシャクしている様子が見受けられる。

2) ステアリングホイール維持位置の差異

次に、ステアリングホイール上の把持位置および、持ち替え動作に違いがないのか検討した。 図4に示す様に、熟練ドライバは、ステアリングホイールを示す円周の中にも、手首が動いていることから、スムーズに持ち換え動作をしていると推測される。 それに対して、左側の男性初心者ドライバでは、円周内に手首が現れる事がめったに無く、すなわちこれは、持ち替え動作をせず送りハンドルのみで操舵していると考えられる。

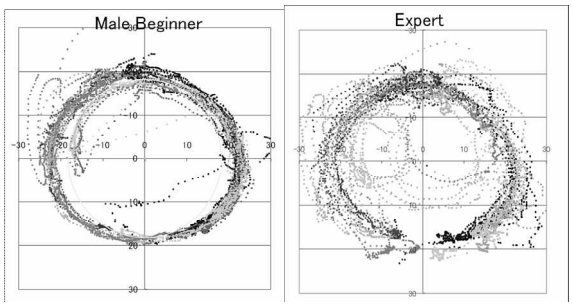


図4　ステアリング把持位置

3) ステアリングホイール押し引き

ステアリングホイールにかかる6分力を測定することにより、ドライバの属性、緊張度、技量などが推測できる可能性があると考え、操舵6分力を計測した。

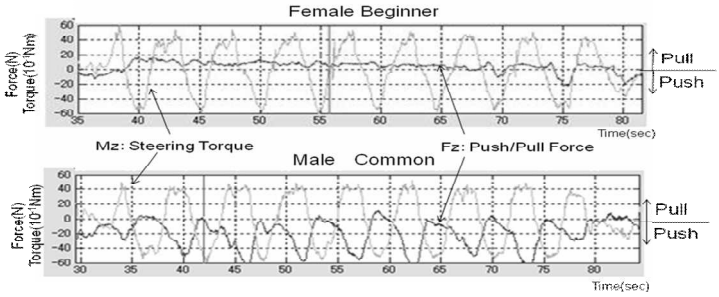


図5　ステアリングホイール押し引き力

図5に示す様に、女性ドライバは、明らかに恒常的にステアリングホイールを自身の手前方向に引き寄せながら操舵している。一方、男性一般ドライバは、比較的ステアリングホイールを押し気味で操舵をしていることがわかる。

4. 結論

初心者ドライバの操舵時の特徴として、細かくステアリングを回転させること、腕を大きくクロスする様な持ち替え動作は行わない、女性ドライバは、ステアリングホイールを引きながら操舵する傾向あることが判った。

[連絡先]
下山　修
日産自動車㈱総合研究所モビリティ研究所
〒243－0123　厚木市森の里青山1－1
TEL:050－2029－0254
E-mail：o-shimoyama@mail.nissan.co.jp

駅床材の滑り感評価に関する予備的検討

○大野央人* 伊積康彦** 石突光隆** 青木俊幸**
(*鉄道総研 人間工学研究室 **鉄道総研 建築研究室)

Exploratory study on slipperiness evaluation of floor materials

Hisato OHNO *, Yasuhiko IZUMI **, Mitsutaka ISHIZUKI **, Toshiyuki AOKI **
(*Ergonomics Lab., Rrailway Tech. Res. Inst., **Architecture Lab., Rrailway Tech. Res. Inst.)

1. はじめに

我が国の高齢化率は 2005 年に 20%を突破し，今後さらに上昇していくことが確実である。そのため駅のバリアフリー対策がますます重要となり，例えば駅床については，誰もが安全かつ快適に利用できるような性能が要求される。そのため床材の滑り特性を的確に評価し得る方法が必要である。

しかしながら，床材の滑り評価については確固とした評価方法が未だ確立されていない。例えば，我が国で最も広く普及している滑り測定器である O-Y･PSM 型測定器[1)]は静摩擦を測定する方式であり，これはつま先で床を蹴り出す際の滑りを問題にしている[1)]。ところが歩行力学の観点から見れば，転倒に結びつくような滑りは踵接地時（蹴り出した脚が着地する瞬間）に生じるという考えが優勢であり[2)]，このことから滑り測定にも踵接地の生体力学を考慮する必要があるとの主張もある[2)]。この点以外においても既往の研究には見解の相違が多く，未だ統一した評価方法は見出されていない。

ただ，既往の研究のそれぞれが問題にしている環境条件は多岐に渡っており，このことが見解の不一致をもたらしていると考えられることも少なくない。実際のところ，駅における滑り評価に要求される要件は，食肉工場や厨房で水分や油分が一面に散布されているような状況とは大きく異なると考えられるため，必ずしも滑り現象一般に通用する法則性が見出せなくても，駅環境をよく評価し得る方法であれば，駅のバリアフリー対策という目的には十分である。

このような問題意識のもと，本研究では駅の床材に対象を限定し，滑り評価法の構築を目指している。そこで本研究では，まず予備的な検討として，つま先による蹴り出しと踵による着地のいずれが滑り評価に適しているのかを明らかにすることを目的とした。また，これに加え，各床材の滑り特性に関して基礎特性を把握することも目的とした。

2. 方法

2.1 被験者

日常的に鉄道を利用している一般旅客から募集した 21～62 歳の男性 31 名（平均 41.4 歳±標準偏差 12.2 歳）を被験者とした。

2.2 歩行路

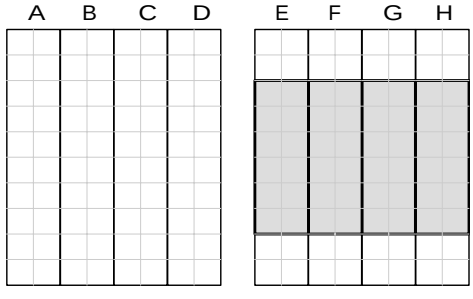
本研究に先だち，大都市圏の駅において床材の摩擦物理量の分布を測定し，その結果に基づいて摩擦係数が小さい床材から大きい床材まで 4 種類の床材を抽出して本研究に用いた。4 種類の床材とは，具体的には，花崗岩本磨き仕上げ（以後，花崗本），花崗岩バーナー仕上げ（以後，花崗バ），花崗岩特殊仕上げ（以後，花崗特），及びテラゾタイル（以後，テラゾ）であった。

これらの床材を用いて，幅 0.6m，長さ 3m の歩行路を室内に 8 本敷設し（**図 1**），このうち 4 本は乾燥状態での実験用（乾燥路），残り 4 本は水濡れ状態での実験用（湿潤路）とした。湿潤路にはシリコン製の水枠（高さ約 5mm）を設け，その中に計量したエタノール水溶液を注ぐことで各歩行路の湿潤量を統一した。

2.3 体感評価

(1) 歩行フェーズ

踵接地に着目した評価（踵接地），つま先離に着目した評価（つま先離），および歩行フェーズを特定しない



乾燥路	湿潤路	床材
A	E	花崗岩特殊仕上げ
B	F	花崗岩バーナー仕上げ
C	G	花崗岩本磨き
D	H	テラゾ

図 1 歩行路の概略
（網掛け部は水枠で囲まれた領域を示す）

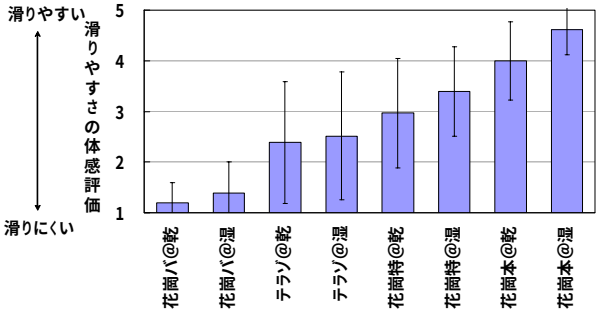


図2　滑りやすさの体感評価結果

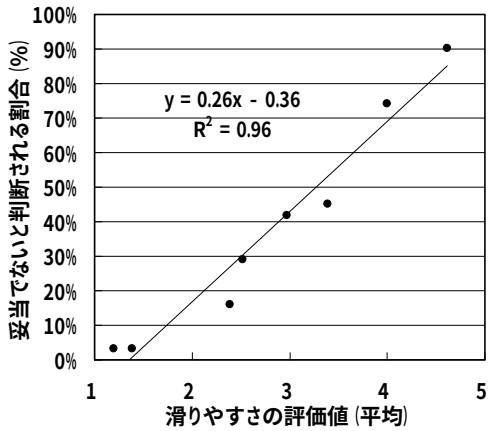


図3　滑りやすさの評価と妥当でないいと判断された割合の関係

全般的な評価（総合評価）の3種類について評価した。

（2）絶対評価

以下の3種類の設問について回答させた。

問1：滑りやすさ（5段階；①滑りにくい～⑤滑りやすい）

問2：歩きやすさ（5段階；①歩きやすい～⑤歩きにくい）

問3：駅床材としての妥当性（2段階；①妥当～②妥当でない）

（3）一対比較

歩行路A～Hから2つを選ぶ組み合わせ28通りについて，一対比較法で滑りやすさを評価させた。時間の制約のため，歩き方は総合評価のみとした。

（4）靴

靴の影響を排除するため，前被験者に，同メーカー，同モデルのビジネス靴を着用させた。

2.4 物理測定

方式の異なる3種類の測定装置を用いて滑り抵抗の測定を行った。ただし，物理測定の結果については本報では扱わない。

3. 結果と考察

3.1 歩行フェーズの選定

3種類の歩行フェーズ間での相関は極めて高く，いずれの組み合わせおいても相関係数 0.97 以上となった（表1）。当初のねらいとしては，総合評価との相関の仕方により踵接地とつま先離のいずれか一方を選択することにあったが，この結果から判断する限り，3種類の歩行フェーズのいずれでもほぼ同じ体感傾向が得られると考えられる。そこで，以下の検討では，総合評価の結果を用いた。

表1　体感評価の歩行フェーズ間における相関

	問1 滑りやすさ	問2 歩きやすさ	問3 妥当性
総合 vs 踵接地	.994	.976	.981
総合 vs つま先離	.982	.973	.976
踵接地 vs つま先離	.981	.982	.995

3.2 各床材の体感評価

滑りやすさの体感評価結果を図2に示す。床材の種類と乾燥／湿潤の違いによって，滑りやすいものから滑りにくいものまで体感で区別できることを確認した。また，ここで得られた滑りやすさの順序は一対比較法の結果とも整合することを確認した。

ただ，この滑りやすさの体感評価からは，各床材の適否に関する情報は得られない。そこで，滑りやすさの体感評価と駅床材としての妥当性との関連を検討したところ，両者の間には線形の対応関係がみられた（図3）。この関係をフィードバックすることで，床材の適否を検討することができると考えられる。

4. まとめと今後

床材の滑り感と歩行フェーズとの関連について検討した結果，歩行フェーズ間できわめて高い相関が見られたため，駅床材の滑り評価に関する限り，どの歩行フェーズで評価しても問題ないと考えられる。ただし，本研究は実際に滑りを発生する状況での検討を行っていないため，今後こうしたリスク評価の観点もあわせて検討する必要がある。

5. 参考文献

1)小野ら：床のすべりおよびその評価方法に関する研究，その4，日本建築学会論文報告集第 356 号，pp.1-7, 1985.

2)Gronqvist et al.: The validity and reliability of a portable slip meter for determining floor slipperiness during simulated heel strike, Accedent Analysis and Prevention, 35, 2003

[連絡先]
大野央人
鉄道総研　人間工学研究室
〒185-8540　東京都国分寺市光町 2-8-38
TEL：042-573-7348
E-mail：hisato@rtrti.or.jp

脳波によるマイクロスリープ検出手法に関する研究

○松村裕幸* 高田一** 松浦慶総**
(*横浜国立大学大学院工学府、**横浜国立大学工学研究院

A study on method of detecting microsleep by measuring EEG

Hiroyuki Matsumura* Hajime Takada** Yoshihusa Matsuura**
(*Graduate School of Engineering, **Faculty of Engineering, Yokohama National University)

1. はじめに

近年，我々が使用する機械や自動車は，ユーザへの負担がより少なくなるように設計され，ユーザの行動はより単調な作業となりつつある．我々は，単調作業を強いられると，それまで覚醒していたにもかかわらず，マイクロスリープ（以下MS）と呼ばれる数秒間の微小な睡眠を突然することが報告されている．これは重大事故を招きかねない致命的なヒューマンエラーの1つであり，このMSを事前に検出し，発生を防止するシステムを構築できれば，上述の問題解決に非常に有効と考えられる．そこで本研究は，覚醒状態と深い関係にある大脳活動，つまり脳波に注目し，MS事前検出のための指標を提案する．

2. 方法

2-1. 被験者

被験者は 22 歳から 25 歳までの健常な男子大学生 8 名とした．

2-2. 脳波測定条件

脳波測定部位は，国際 10-20 法の部位のうち，4 部位（Fz，C4，P4，Pz)を採用し，左耳朶A1 を基準電極とし単極導出した．サンプリング周波数は 500Hzで行った．

2-3. タスク

MSの発生を促し，かつ被験者の覚醒状態を反映するタスクとして，広重ら[1]が用いている交代式 tap 運動を採用した．これは，両手に 1 つずつスイッチを持たせ，被験者ペースで 1 秒間隔でスイッチを押すよう教示し，右手 10 回→左手 10 回→右手 10 回→･･･と各手交互に運動させるタスクである．この tap 運動により得られるパルス波を計測し，各パルス波の立ち上がり時間間隔t_iを測定した．

2-4. 実験方法

被験者に脳波測定用電極を装着し，実験室内の自動車シートに深く着座させた．

まず，1 秒間の感覚の修得およびタスクの習熟を目的とし，アナログ時計を見せた状態で tap 運動させた．十分に時間をとった後，アナログ時計を外し，タスクを遂行させながら安静開眼 5 分間，脳波およびタスクの電圧データを覚醒時のデータ（キャリブレーションデータ）として取得した．

つぎに，実験室を暗くし，被験者前方のスクリーンにて単調な自動車運転映像を投影した．被験者にはその映像を見ながら tap 運動を続けるよう教示し，30 分間脳波およびタスクの電圧データを取得した．

2-5. マイクロスリープ（MS）の定義

本研究では，MSをタスク情報から定義した．すなわち，キャリブ時に得た各被験者固有の tap 間隔 1 秒間と比較し，1 秒以上の tap 間隔延長，つまり 2 秒以上 tap 間隔に空きが生じた場合をマイクロスリープと定義した．

2-6. 群発α波

本研究で用いた指標として，群発α波なる指標がある．群発α波とは，1 秒以上継続する高振幅の脳波であり，閾値を設定することにより抽出できるものである．Fig.1 に群発α波抽出結果を示す．

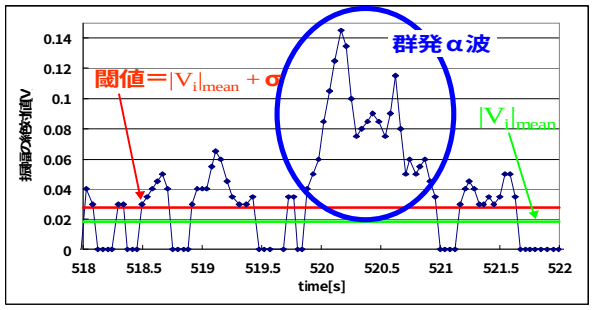


Fig.1 脳波群発α波抽出結果（被験者B）

3. 結果

3-1. タスク特性

タスクによる覚醒状態の時間変化の一例を以下に示す．なお，タスクに関しては，キャリブ時 5 分間の tap 間隔データの平均値$t_{i\,(mean)}$とその標準偏差σを用い，本

番 30 分間の個々の tap 間隔t_i'と値$t_{i\,(mean)}$の差の絶対値

$$\Delta t_i' = |t_i' - t_{i\,(mean)}|$$

を算出し,

$\Delta t_i' > (\Delta t_i)_{mean} + 3\sigma$　　タスクエラー

$\Delta t_i' \leqq (\Delta t_i)_{mean} + 3\sigma$　　tap 間隔誤差範囲内

$\Delta t_i' \geqq 1$　　マイクロスリープ発生

とし, tap 間隔のばらつきを考慮してタスクエラーを抽出した.

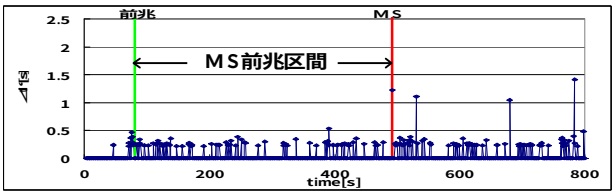


Fig.2　tap 運動データ(被験者B)

上図のような tap 運動特性が大部分の被験者に見られた. 上図中左上の「前兆」とは, タスクの正誤において, 実験開始後初めてエラー(誤)が連続, または 1 回置き, または 2 回置きに発生した時点とする(MSの行動的前兆). また, MSは実験開始後初めてマイクロスリープが発生した時点であり, $\Delta t_i' > 1$[s], つまり tap 間隔が 2 秒以上となった時刻である.

大多数の被験者において, 実験開始後まずMSの行動的前兆を起こし, 眠気との葛藤後MSに陥るという行動特性が見られた.

3-2.群発α波検出

先の 2-6 で述べた群発α波について, 被験者固有の閾値を設定し群発α波の検出を行った. その結果, 8 名中 7 名の被験者において, 後頭部(Pz, P4)でMS前兆区間(Fig.2 の前兆～MSまでの区間)内に多く群発α波が検出された. 以下に Pz における検出回数を示す.

Table 1　群発α波検出回数(Pz)

Subject	前兆およびMS発生時刻[s]		群発α波検出回数[回]	
	前兆発生時刻[s]	MS発生時刻[s]	実験開始～前兆[回]	前兆～MS[回]
A	266	526	0	1
B	83	492	0	1
C	54	557	0	2
D	105	583	0	2
E	365	452	0	0
F	517	756	0	10
G	593	1631	1	92
H	29	30分間発生せず	0	4

3-3.α波含有率

つぎに, 測定した脳波の時系列データをＦＦＴ処理(区間 4096 点, 500 点毎(1 秒間毎)に移動)し, 得られたパワースペクトルにおいて, α波帯域のスペクトル面積比率(8～13Hz帯域面積/4～30Hz帯域面積)を算出した. さらに, 得られた含有率の時系列データに対し, 区間 60 秒, 1 秒毎に移動する移動平均による平滑化処理を行った. その結果, 実験開始後～MS前兆区間前までの間で, 時間に伴って単調に増加する傾向が見られた. Fig.3 に, 平滑化後のα波含有率の時系列データ例を示す.

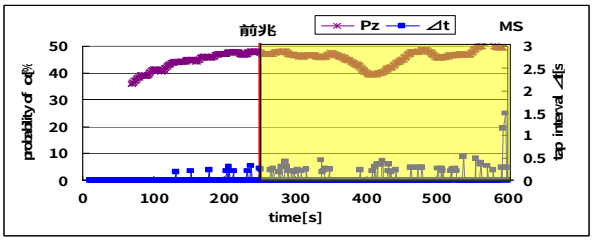


Fig.3　α波含有率時系列データ(被験者E)

実験開始～前兆までの区間に対して, α波含有率と時間tとの相関係数を算出し, 同時に無相関検定も行った. ここでは例として Fig.4 にPzにおける相関係数を示す.

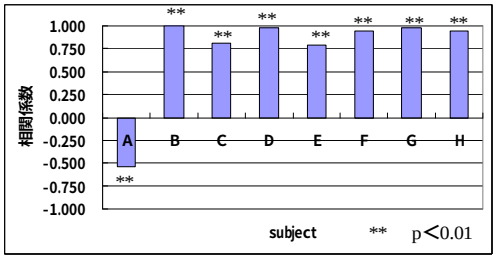


Fig.4　Pzにおけるα波含有率と時間との相関係数

Fig.4 より, 被験者Aを除き, 他の 7 名の被験者では時間と含有率との間に正の相関が見られ, 相関係数の値はいずれも 0.75 以上と高い相関があるという結果が得られた. また, 他の部位については, C4 はPz程高くはないが正の相関, P4 はPzと同程度の正の高い相関, Fzには相関は見られなかった.

4. まとめ

以上から, マイクロスリープ発生前にて以下のことを確認した.

①実験開始～MS行動前兆　　α波含有率単調増加

②MS行動前兆～MS　　群発α波発生

これらから, 作業の精度の低下までをα波含有率で, MSが発生する直前を群発α波で検知できる可能性があることがわかった.

5. 参考文献

1) 広重　佳治「行動的覚醒維持法によるマイクロスリープの実験的検討」

2) 睡眠学ハンドブック　日本睡眠学会　朝倉書店 1994

3)金田雅俊　他 4 名「居眠り運転警報システムの開発」日産技法　No. 34, 1993

労働災害に対するPSFリファレンスリストによる評価

○天明良太*、岡田有策*
(*慶應義塾大学理工学部)

An Evaluation of Labors' Accidents by PSF (Performance Shaping Factors) Reference Lists

Ryota TENMYO*, Yusaku OKADA*
(*Faculty of Science and Technology, Keio University)

1. はじめに

現在、日本国内では、鉄鋼業や重工業などにおいて、高水準の生産などが続いており、需要増に対応した設備の増設に伴う関係要員の増加、生産増に伴う新規の現場作業員の増加などが起こっている。このような状況は、同時に労働災害の増加をも引き起こしており、これまで以上に、労働災害に対して、災害に至った原因の詳細な分析、それに基づいた効果的な対策の実施といったことが要求されてきている。

そのためには、労働災害につながった行為、さらにはヒヤリハット事例における行為を対象とし、そのような行為を誘発させた要因(PSF:Performance Shaping Factors)を的確かつ網羅的に抽出・分析することによって、対策立案につなげていくことが望まれる。

これまでにヒューマンエラーの要因という観点より、PSFに対しては様々な研究がなされてきたが、ここでは発電プラントの作業分析においてすでに成果をあげているGAPW型のPSF分類法[1]に着目する。GAPW型とは図1のようにGestalt, Affordance, Preview, Workloadという4つの視点でPSFを分類する方法である。この4つの視点において、対象作業における要因群をまとめ、整理したものをリファレンスリストとし、事故の要因・原因抽出や分析に利用する。さらにリファレンスリストに記載された要因毎に対策指針をまとめた対策マトリクスも発電プラントの作業を対象として提案されている。

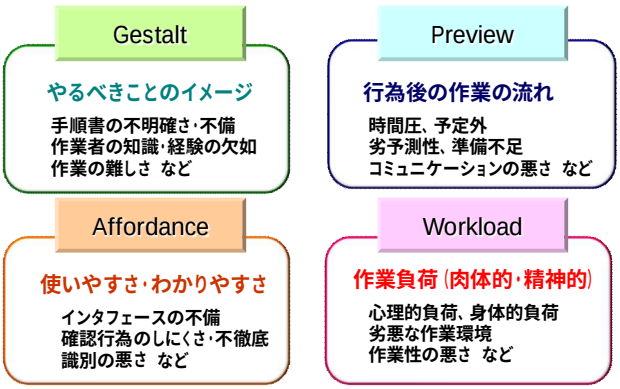


図1 GAPW型 PSF

本研究では、過去に発生した労働災害事例を、GAPW型PSFの観点から分析し、その原因を分類・整理することを通して、労働災害用のPSFリファレンスリストを試作することを目的とする。

2. 労働災害事例におけるPSF

GAPW型PSFは、表1のように98個がその原型とされる。そこで、本研究でもこの98個をもとに、労働災害に影響の大きいPSFを調査し、その結果をもとにリファレンスリストの提案を図った。

表1 GAPW型PSF 98個 版

Gestalt	Affordance	Preview	Workload
過去への過信	MMI	時間圧	認知的負荷
組織構成	劣識別性	予定外作業	失敗の怖れ
経験不足	劣接近性	劣予測性	作業計画不備
知識不足	確認不十分	慎重さ不足	悪環境
教育不足	表示の紛れ	申し送り不備	劣作業性
作業の高度性	意図把握性	伝達不適切	要複数手順書
不定形性	孤立作業	共有の事前確認	注意散逸
資料不足・不備	記録管理不備	準備不足	移動距離大
管理・流用不適切	異常の発生	元請下請間連絡	形状設計
変則作業	仕上がり判定	評価項目不十分	安全性設計
同種反復	文書不明確	補修計画案観的	規格基準煩雑
規範の弛緩	寸法限界の規定	情報提供不足	対象機器の形状
的確な経験判断	設計変更不明確	他系統との連携	危険作業
高精度要求	判断基準具体性	計画工程切迫	狭隘(あい)部作業
思い込み	劣フィードバック	作業の進行状況	身体的負担
手順・方法不適切	誤った取付	作業上意思疎通	混入・接触
経験からの読み	劣確認性	部品・材料不具合	合否識別困難
手順の経験判断	検査基準不透明	予防措置不備	記憶的困難
部門間誤解釈	管理事項欠如	検査基準の変更	機器等改良余地
熟練の腕や冴え	情報散逸性	試験の準備・確認	多くの付帯作業
検査の個人依存	詳細な読み取り	時定数大	単調な観察
検査不十分	過程の劣監視性	手順の優先順位	情報選択性
異常同定		他作業の介入	
操作複雑性		結果の照合	
自動化の範囲		潜在危険の判断	
操作の慣れ		警報・連絡の遅れ	
稀事象の対応			
操作の訂正・中断			

93件の労働災害用として提案事例を分析した結果、表2のようなリファレンスリストを作成することができた。

表2 GAPW型PSF リファレンスリスト

Gestalt	Affordance	Preview	Workload
知識・経験不足	MMI不備	時間圧	心理的負荷
不定形性	劣識別制	劣予測制	身体的負荷
資料不足不備	確認不十分	伝達不適切	劣作業性
規範の弛緩・過信		他系統との連携	悪環境・危険作業場
熟練の腕の冴え		共有の事前確認	対象機器の形状
思いこみ		準備不足(作業体制)	
		予防措置不備	
		情報提供不足	
		一般的予知不足	

尚、表2のリファレンスリストを参考に労働災害における PSF の分析をした結果が図2である。

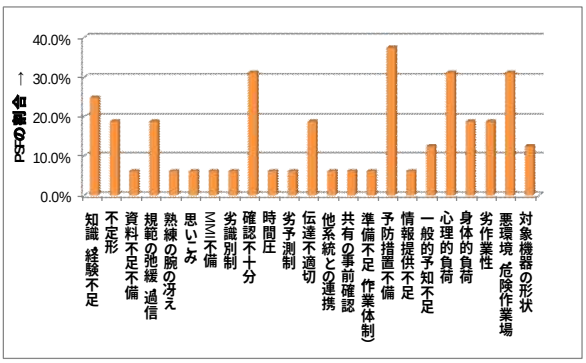


図2　リファレンスリストによる PSF 分析

3. 実際に行われている対策との整合性

さて、提案した労働災害用 PSF リファレンスリストの効果を確認すべく、分析対象事例に対して実施された対策がカバー（つまり改善できている）PSF を調査した。この PSF は、従来の分析で着目された PSF を意味する。この結果と、リファレンスリストによって抽出された PSF とを比較することにより、リファレンスリストの効果の検証を図った。

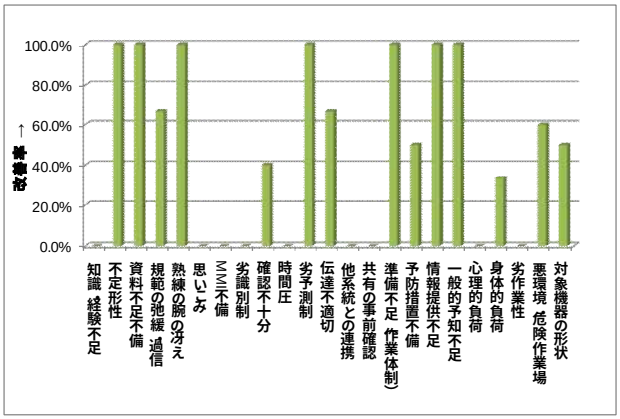


図3　PSF の改善率

図3は、対策された PSF の数を実際の PSF から割ったものである。PSF の数が事例の 10%以上にも関わらず対策が 100%できているものと 0%なものを調べてみると、前者は不定形と一般的予知不足、後者は知識・経験不足と心理的負荷、劣作業性があげられる。

さらに詳しくみていくと、この2つの PSF のみならず、Workload の PSF 全てが、完全にとまではいわなくても対策がうまくいっていない事が分かる。この観点から効果的な対策が提案できる可能性があるといえる。

また知識経験不足について詳しくみていくと、Gestalt という観点では知識経験不足以外の PSF は対策がしっかりとなされていることが分かる。この事と図4から Gestalt の PSF は対策が提案しやすいといえる。知識経験不足に関しては、特殊的（稀）な知識・経験が必要とされる事例のため対策の提案ができなかったのではないかと考えられる。現に図4から分かるように他の PSF の緩和に知識経験不足の PSF は大きく貢献している。

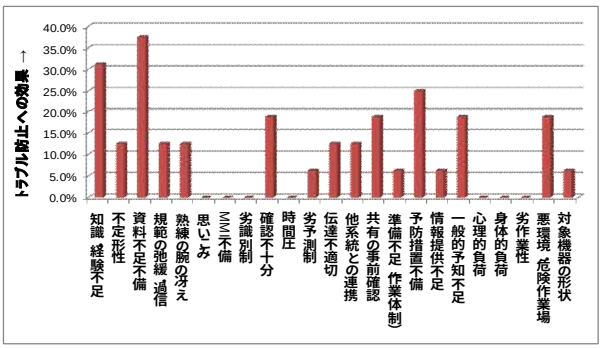


図4　各 PSF とトラブル防止への効果の関係

4. まとめ

本研究では、労働災害用の GAPW 型 PSF リファレンスリストを、労働災害事例をもとに試作した。さらに、リファレンスリストを用いることにより、これまでの分析では見落とされていた要因群が見つかること、そのことによりより効果的な対策を提案できる可能性があることを示した。

今後は、現場の安全管理者の意見などを踏まえながら、現場での利用のしやすさを踏まえたリファレンスリストに精緻化させるとともに、リファレンスリストと呼応させた図4のような対策マトリクスの整備も図っていきたい。

図5　対策マトリックスの原案

参考文献：GAP-W 型 PSF によるリファレンスリストと一事例研究：行待武生他，ヒューマンファクターズ 9(1), 2004

[連絡先]
天明良太：慶應義塾大学理工学部管理工学科 ：〒223-8522 横浜市港北区日吉 3-14-1 ： TEL：045-563-1141
E-mail：rtjivictory@yahoo.co.jp

仮想訓練における不快感に基づく警告システム

○Natasya Deviyani*、加藤秀雄*、樋口静一*、大川一也*
(*千葉大学大学院工学研究科)

Discomfort-inducing warning system in VR training

Natasya DEVIYANI*, Hideo KATO*, Shizuichi HIGUCHI*, Kazuya OKAWA*
(*Graduate School of Technology, Chiba University)

1. Introduction

Virtual reality (VR) has rapidly evolved into a technology today that offers a cost-effective means of supporting the development of human skills in all manner of applications, from automotive engineering to defense, surgery to education, retail, petrochemical exploration, and heritage to micro-robotics [1].

In performing tasks that are considered to be dangerous, operators may feel various mental stresses. This stress is not always bad for them, because the stress is important to avoid severe damages. When training dangerous and skill-requiring tasks in a virtual environment, it is difficult to learn dangers and dangerous actions seriously because of the lack of stress. The purpose of our research is to develop a system to make the trainees feel effective stresses by discomfort-producing devices. In this report, vibration motors have been investigated as one of the devices to be used.

2. Method

The course of this research is divided into several steps. First, the characteristics of vibrotactile displays to be used are evaluated. Two types of motors were considered in this research, the cylinder type and disc type, as shown in Fig. 1. The motors are examined in terms of the frequency and force they exerted when given certain voltage values.

The second step is to compare both types in terms of the sensation delivered to the human body. The location of the body locations to be tested is shown in Fig. 2.

The reaction tests for both motors were administered to 10 subjects, 4 men and 6 women, with the average age of 23 years old. First, the subjects were asked to fill in a questionnaire. After a brief explanation of the test, the motors were attached to the subject's body. The stimulation was given in random order on each body location, and it was done pair-comparison wise, where the subjects were asked to state which stimulation felt more discomforting. After the stimulation, the subjects were asked to rank the location of stimulations based on the level of discomfort felt. After the experiment they were asked to describe how the stimulation felt on their body.

3. Experimental results and discussion

Fig. 3 shows the relationship between the driving voltage and the output frequency given by the cylinder type whereas Fig. 4 shows the same for the disc type.

(a) (b)

Fig. 1 (a) Disc-type and (b) Cylinder-type tactors

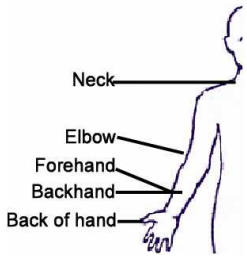


Fig. 2 Body locations to be tested

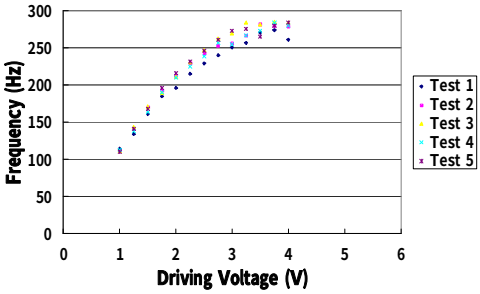


Fig. 3 Voltage-frequency relationship for cylinder type motor

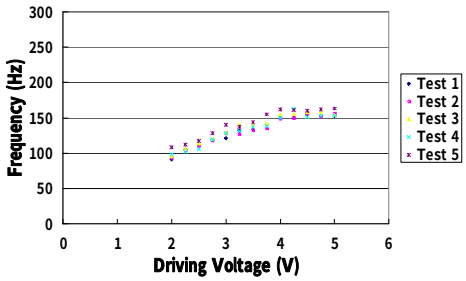


Fig. 4 Voltage-frequency relationship for disc type motor

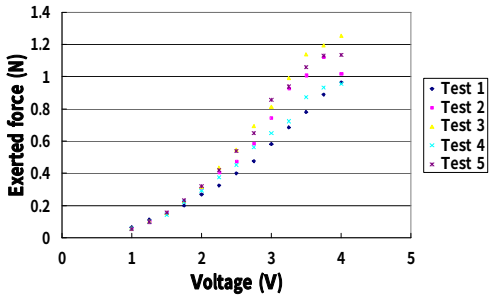


Fig. 5 Voltage-exerted force relationship for cylinder type motor

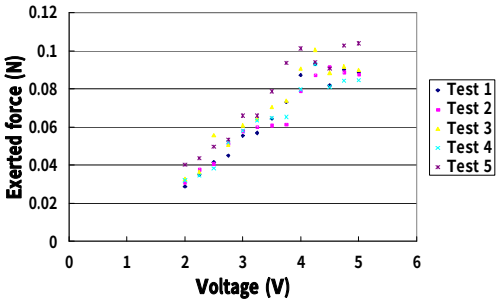


Fig. 6 Voltage- exerted force relationship for disc type motor

Figures 5 and 6 showed the relationship between the driving voltage and the magnitude of force exerted by each motor. It was found that the cylinder type yielded greater frequency and force, with generally less power consumption for generating the same frequency as the disc type. The frequency at which human beings are most sensitive is within the range of 200-250 Hz [2]. As can be observed in Fig. 4, the disc type motor could only exert a maximum frequency of approx. 150 Hz. Because the comparison of the effect sensation given by these 2 motors to the human body is of interest, it was decided set both motors at 150 Hz. The exposure time for each exposure was set to be 3 seconds.

The results of the second step were analyzed with the Condorcet method. The Condorcet method is a method that is popularly used for election. It investigates if one candidate (the runner) is preferred over another (the opponent). Each candidate is put up against one another for every possible combination. In this case, there are 5 candidates (body locations), resulting in 10 different combination of pairs. The winner of the pair obtains 1 point, and the loser 0. The candidates are then ranked based on the total points obtained. The result of the total calculation is given in tables 1 and 2. It is shown that most discomfort was produced when any of the motors was attached to the neck area.

Some other findings according to the survey done after the experiment shows that there were wide individual differences between subjects. For example, out of 10 subjects, 4 stated that they felt not at all discomforted by the stimulation, but another already felt somewhat distracted. Three of the subjects could not

Table 1 Reaction test result for the disc type

		Opponent							
		Back of hand	Back hand	Fore hand	Elbow	Neck	Wins	Loses	Rank
Runner	Back of hand		6	5	4	1	1	2	3
			3	5	6	9			
	Back hand	2		2	1	0	0	4	4
		7		7	9	10			
	Fore hand	5	7		1	1	1	2	3
		5	2		8	9			
	Elbow	6	9	8		0	3	1	2
		4	1	1		10			
	Neck	9	10	9	10		4	0	1
		1	0	1	0				

Table 2 Reaction test results for the cylinder type

		Opponent							
		Back of hand	Back hand	Fore hand	Elbow	Neck	Wins	Loses	Rank
Runner	Back of hand		6	2	3	0	1	3	4
			2	7	4	9			
	Back hand	2		3	2	1	0	4	5
		6		6	5	9			
	Fore hand	7	6		3	0	2	2	3
		2	3		6	9			
	Elbow	4	5	5		2	3	1	2
		3	2	4		7			
	Neck	9	9	9	7		4	0	1
		0	1	0	2				

differentiate the stimuli given by the motors, whereas one subject could precisely describe the direction of the vibration of each motor. Another interesting finding was that more discomfort was produced by the cylindrical motor when the stimulation was given on bony areas, whereas the disc motor produces more discomfort in the non-bony areas. From these results, it was also decided that neck area and the disc type motor will be used in the following step of the research.

4. Conclusion

Although individual differences exist, the results of this research have shown some promising potentials in delivering warning to trainees in virtual operations in the form of discomfort through vibration. The neck area has been identified as the areas where most discomfort was felt when the vibration stimuli was given. Further exploration will employ the disc type motor to be attached on the neck area.

5. Reference

1) Stone, R. : Virtual reality for interactive training: an industrial practitioner's viewpoint. *Int. J. Human-Computer Studies*, 55, pp. 699-711, 2001.
2) 伊藤謙治 ・ 桑野園子 ・ 小松原明哲 : 人間工学ハンドブック, 東京 : 朝倉書店 , 2003.

[連絡先]
Natasya DEVIYANI
千葉大学工学部電子機械工学科
〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33
TEL：043-290-3187
E-mail：natasya.deviyani@graduate.chiba-u.jp

作業条件が情報伝達に与える影響

○高橋明子*, 石田敏郎**, 中村隆宏***, 高木元也***, 神田直弥****
(*早稲田大学大学院人間科学研究科, **早稲田大学人間科学学術院,
***独立行政法人労働安全衛生総合研究所, ****東北公益文科大学公益学部)

Work conditions and Communication

Akiko TAKAHASHI*, Toshiro ISHIDA**, Takahiro NAKAMURA***, Motoya TAKAGI***, Naoya KANDA****
(*Graduate school of Human Sciences, Waseda University, ** Faculty of Human Sciences, Waseda University,
***National Institute of Occupational Safety and Health, Japan and
****Tohoku University of Community Service and Science)

1. はじめに

建設作業現場では災害の発生要因としてコミュニケーションエラー(以下 CE とする.)の存在が明らかとなっている. しかし, これまで建設作業現場の CE に関する研究はあまり行われていなかった. そこで我々は事例分析[1]及び質問紙調査[2]により建設作業現場における CE の発生パターンを検討してきた. 本研究では作業現場を模擬した実験を設定し, これまでの事例分析[1]及び質問紙調査[2]で得られた CE 発生の背後要因を実験条件とした CE の誘発実験を行った. それにより作業現場での作業者のコミュニケーション及び CE の発生状況を実験的に検討することを目的とした.

2. 方法

被験者は心身ともに健康な 18～55 歳の男女 100 名(男性 43 名, 女性 57 名, 平均年齢 24.7 歳, 標準偏差 7.0 歳)であった. 本実験は江川らの実験[3]をもとに, 実験エリアで A チーム・B チーム(それぞれ 2 名で構成)に分かれて玩具(BRIO® MEC 34391 DELUXE SET)の組立作業を行う課題を与えた. 被験者はチームごとに決められたエリア内にある作業台, 完成図・組立図置場, 部品置場を往来し, 作業台で玩具を組み立てた. 部品置場は相手チームのエリア内を通らねば行けない配置となっており, この両チームが共通して通行するエリアをクロスエリアとした. 玩具の組立作業を行う上で作業エリア及びコミュニケーションのルールを次のように課した. 作業エリアのルール:クロスエリアは相手チームと同時に進入してはならない. コミュニケーションのルール:[チーム内のルール]作業台を離れる際同チームのメンバーに行き先と目的を告げ了解を得てから移動しなければならない. [チーム間のルール]相手チーム側のクロスエリアに進入する前に相手チームの了解を取らなければならない. 実験条件は基準条件, 経験者あり条件, 悪環境条件の 3 条件を設定した. 基準条件は江川らの実験[3]をほぼ再現した. 経験者あり条件は質問紙調査の結果[2]から, 「作業に関して経験があり自分のやり方を正しいと思うため」という背後要因を再現するため, 基準条件の被験者を 2 名参加させ, AB 各チーム 2 名のうち 1 名を経験者とした. また, 悪環境条件は「作業環境が悪く, 見えなかったり, 聞こえなかったりするため」という背後要因を再現するため, 両チームの完成図・組立図置場のエリアの間に衝立を増設, 実験エリアの視界を悪くした. さらに CE を誘発させるため, 経験者あり条件及び悪環境条件にはタイムプレッシャーをかけた. 各条件 10 試行ずつ行い, 合計 30 試行を行った. 4 台のビデオカメラにより被験者のクロスエリアへの進入行動及びコミュニケーションの様子を撮影した. 各被験者にワイヤレスピンマイクを装着させ, 発話を映像とともに記録した.

3. 結果と考察

3-1. コミュニケーション数の条件間の比較

コミュニケーションのルールを適用した送信者と受信者の 1 サイクルの発話を 1 つのコミュニケーションと定義し, 分析対象とした. 条件ごとのコミュニケーション数の平均値は基準条件が 351.1, 経験者あり条件が 423.1, 悪環境条件が 327.0 であり, 経験者あり条件が基準条件及び悪環境条件よりも有意にコミュニケーション数が多かった(両条件とも $p<.001$). このことから経験者が含まれるとコミュニケーション数が増え, コミュニケーション数は条件間で異なった.

3-2. CE 率の条件別, コミュニケーションの相手別, CE の種類別の比較

コミュニケーションのルールが適用されるコミュニケーションでルールが守られなかった場合を CE とした. CE 数をコミュニケーション数で割った値を CE 率として試行ごとに算出し, 条件及びコミュニケーションの相手(チーム内, チーム間), 形態により分類した CE の種類(表 1)により比較した結果を図 1 に示す(分類不能は除く.). 基準条件はチーム内では返事前進入が, チーム間では両方エラーが他の種類の CE よりも発生率は高かった. どちらのエラーも送信者のコミュニケーションを成立させる意思が乏しく, チーム内, チ

ーム間ともに送信者のコミュニケーションの形骸化が発生したと言える. また基準条件では進入後声かけがチーム間よりチーム内のほうが多く見られた. これよりコミュニケーションをとる前に行動をとる送信者のエラーは相手チームよりも同じチームで多く発生していると言える. 経験者あり条件は CE の発生率が基準条件と比べて全体的に低い傾向にあるが, チーム内の返事前進入が多く発生した. これより経験者が含まれることで発生率は低下する傾向にあるが, 同じチーム内での返事前進入は依然として発生し, チーム内での送信者のコミュニケーションの形骸化が発生しやすいと考えられる. また, 経験者あり条件においてチーム内よりもチーム間のほうが返事前進入の発生率は低く, 受信者エラーの発生率は高かった. チーム間で返事前進入のような送信者のコミュニケーションの形骸化が減少したため, その分受信者側のエラーが現れてきたと考えられる. 悪環境条件はコミュニケーションの相手及び CE の種類の差が見られなかった. このことから本実験での視界の妨害は CE の誘発に顕著な影響を及ぼさなかったと言える. しかし, 先行研究[1)2)]によると視界が悪いという悪環境は CE の発生に深く関わると考えられるため, 今後詳細な分析により検討する必要がある.

表 1 CE 種類の定義

1. 送信者エラー	送信者が声かけをしない
2. 受信者エラー	送信者が一度声かけして、返事がないため再度声かけをする
3. 両方エラー	声かけしたが返事がないまま進入･通過する
4. 返事前進入	声かけしたが返事の前に進入する
5. 進入後声かけ	次のエリアに進入してから声かけをする
6. 分類不能	判断がつかない

4. まとめ

作業現場におけるコミュニケーション及び CE の発生状況を調べるため, CE の誘発実験を行った結果, 以下のことが明らかとなった.

- 経験者あり条件はコミュニケーション数が多く, 条件間でコミュニケーション数が異なった.
- 基準条件ではチーム内, チーム間のどちらにおいても送信者のコミュニケーションの形骸化が多く見られた.
- 経験者が含まれることにより, 全体的に CE の発生率は低下するが, 同じチーム内での送信者のコミュニケーションの形骸化が発生した.
- 視界の悪さによる CE の発生率に顕著な影響はなかったが, 詳細な分析の必要性が考えられた.

本研究は, 平成 18 年度厚生労働科学研究費補助金(課題番号:H17-労働一一般-011)による助成を受けて実施した.

5. 参考文献

1) 高橋明子, 神田直弥, 石田敏郎, 中村隆宏:建設作業現場におけるコミュニケーション・エラーの分析, 建設マネジメント研究論文集, Vol.10, pp287-296(2003)
2) 石田敏郎(主任研究者):厚生労働省科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業―産業現場における情報伝達の齟齬が災害発生機序に及ぼす影響に関する研究―平成 17 年度総括研究年度終了報告書(2006)
3) 江川義之, 中村隆宏, 庄司卓郎, 深谷潔, 花安繁郎, 鈴木芳美:建設現場のコミュニケーションに係わる労働災害の分析とその実験的検討, 産業安全研究所研究報告, No.99, pp29-38(2000)

[連絡先]
高橋明子
早稲田大学大学院人間科学研究科安全人間工学研究室
〒359-1165 埼玉県所沢市堀之内 135-1-209
TEL:042-949-8113(ex.6709)
E-mail:acco@fuji.waseda.jp

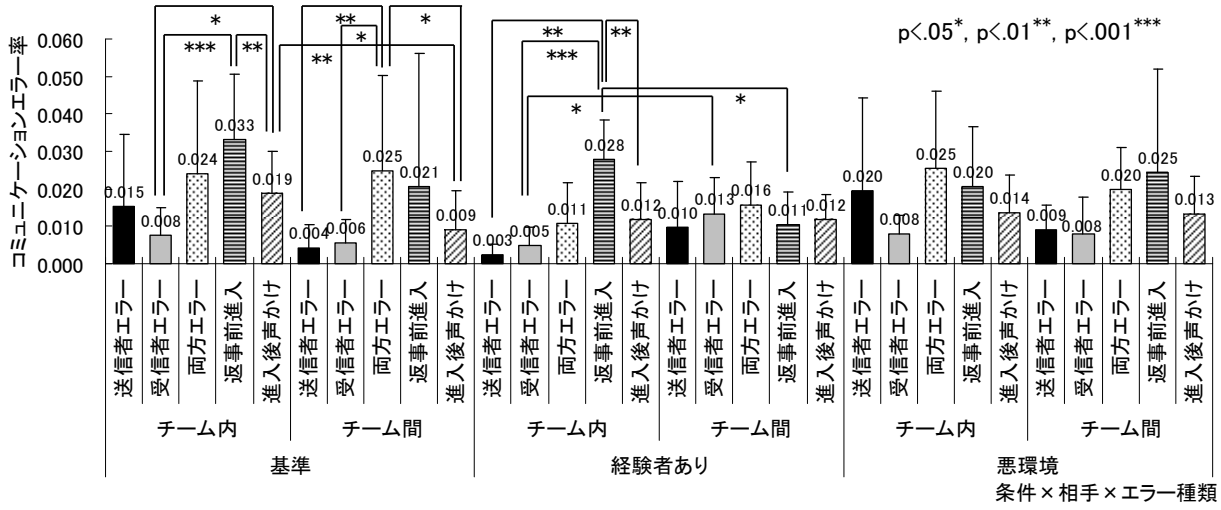


図 1 CE 率の条件別, コミュニケーションの相手別, CE の種類別の比較

地震災害時に高齢者を援護する情報システムの作成

○林貴行*、今福珠英*、山本栄**：
(*東京理科大学大学院工学研究科、**東京理科大学工学部)

Making the information system to support elderly people when an earthquake comes

Takayuki HAYASHI*, Tamae IMAFUKU*, Sakae YAMAMOTO**
(*Graduate school of engineering, Tokyo university of science,
**Faculty of engineering, Tokyo university of science)

1. はじめに

南関東におけるマグニチュード 7 程度の地震の発生確率は、今後 30 年以内では 70%程度[1]と言われている。地震災害はいつ起きてもおかしくない状況であり、最近に起きた能登半島地震や新潟県中越沖地震の被害の教訓からも、その対策が求められる。

本研究で取り扱うような地震災害時における支援情報の IT 化として、安否確認システムや被害情報確認システム、避難所運営管理システムなどが実用化されている。しかしそれぞれが独立していたり、地域に特化していなかったりといった問題点がある。災害時には利用者すなわち被災者がそのまま運用者となることからも、システムの利用者が積極的に開発に関わることが重要になると考えられる。

支援情報を必要とする被災者については、特に災害弱者といわれる高齢者を中心に考える。地震災害が起きた場合に高齢者の死亡率が高いことから、支援情報によっていかに死亡率を下げることができるかが問われることになる。

また高齢者の支援、特に災害時要援護者の場合、様々な場面で多くの人手が必要になると考えられる。しかし災害直後には地域外からの手助けを期待することは無理である。そこで地域の高齢者を地域コミュニティのみによって守ることが求められる。

2. 目的

必要な情報を被災者に提供するための IT を利用した情報ネットワークと、情報ネットワークから得た情報をもとに行動する地域コミュニティとによって、地域内の高齢者を援護できるような、地域密着型の地震災害時支援システムを構築する。

3. 方法

3.1. 情報ネットワーク

地震災害時には停電の危険性がある。それは既存の通信ネットワーク網が使えないことを意味する。そこで本研究で構築する情報システムでは、市販の無線 LAN を用いて乾電池で稼働できるネットワークを想定している。無線 LAN の機材と端末を各一時集合場所や各避難所に用意し、停電時でも地域内の各拠点を結ぶことを想定している。そしてサーバを介してウェブサイト上で必要情報のやりとりを行い、システム運用者や被災者に必要情報を提供する。

一次避難所は該当する地域の住民によって運営されることから、情報ネットワークの運営を避難所の業務の一部として地域コミュニティ内に導入を図ることを考えている。運用者に対しては、情報ネットワークによって、人や物と情報とが一対一対応で活用されるようにする。被災者に対しては、情報ネットワークによって、安全と安心を提供できるようにする。安全の提供として、情報によって人命を救うことを目指す。安心の提供として、情報で混乱を小さくすることを目指す。

必要な情報のやりとりはウェブサイト上で行う。ウェブサイトは災害時のみならず平常時にも閲覧できるようにし、地区住民に日頃から慣れ親しんでもらい、災害発生時に円滑に利用されることを目指す。ウェブサイトは大きく分けて運用者向けサイトと利用者向けサイトとの 2 つに分かれる。運用者向けサイトは一時集合場所や避難所で用いられる。サイトの内容は事前に用意された災害時要援護者名簿や避難所運営管理マニュアル、それから災害時に一時集合場所で登録する安否確認名簿や避難所で確認する避難者名簿と在宅受給者名簿、備蓄品や供給物資に関する情報などである。利用者向けサイトでは、各避難所における配給情報、またライフラインや交通に関する情報などが提供される。

3.2. 地域コミュニティ

地域コミュニティに対して、災害発生以前の普段から、災害発生時に現れる問題を『認識』し『理解』し『訓練』することが必要とされている。そうすることによって、地域コミュニティの共助により、災害発生以後の避難行動や安否確認、高齢者や災害時要援護者などに対する支援や救助、そして避難所の運営がスムーズに行われると期待される。

ここで考える地域コミュニティとしては、既存の町内会

や防災区民組織などが挙げられる。しかし現在は町会に加入する地域住民の数が全体の半数ほどにとどまっているといわれ、箪笥町地区でも、マンションなどの集合住宅の住民を中心に、同様の傾向が見られるという。そのような普段は地域コミュニティとは無縁の住民が、地震災害が発生した場合に、近隣住民による地域コミュニティを作ったり参加したりできるかどうかが問題とされる。そこで、一時避難場所や避難所などの災害時の活動拠点に端末を持ち寄り、情報ネットワークからの情報を受け取るという形で人が集まることによって、その場での一時的なコミュニティを形成し、コミュニティにおいて必要とされる役割分担ができないかと考えている。

地域コミュニティによる共助がもっとも必要とされるときは、災害発生直後の、高齢者や災害時要援護者などに対する支援や救助の場面と考えられる。特に災害発生直後の救助活動によって、高齢者の死亡率が左右されるであろう。そこで、災害時要援護者名簿などの情報をもとに、被災者でもある地域コミュニティの人々がいかに積極的に高齢者支援に回ることができるかが大事となる。しかし同時に、地域コミュニティの誰もが被災者であることを忘れてはならない。支援に回る地域コミュニティの人々に多大な負担がかからないように役割の分担を行わなければならない。また同時に人手にも限りがあるため、高齢者のうちあまり支援を必要としない人々については、高齢者同士での共助も求められるだろう。

4. システムによる支援

システムによる支援として、まず災害発生以前には、ホームページ上で、地震災害対策の呼びかけ、避難所や避難経路についての情報の掲示などが挙げられる。

地震災害が発生した場合、まず家などの被災場所からいったん一時避難場所へと移動する。一時集合場所では、用意した端末をネットワークに接続して、必要な情報をやりとりする。端末の用意として、普段からノートパソコンを使っている地域住民が、各自の端末を持ち寄り、情報ネットワークに接続を行うことが一番望ましい。しかし常にそのようなことが可能とは言えないため、端末をどこかに備蓄しておく必要があるだろうし、また端末の取り扱いができる人員も用意しなければならない。特に平日の昼間に地震が起きた場合、主婦と高齢者がシステムを取り扱うことが予想されるため、ネットワークや端末およびサイトが、誰にでも簡単に使えるように、マニュアルやインタフェースを作成したりする必要がある。

一時集合場所では、地震により家がなんらかの被害を受けた人々はもちろん、被害がなかった人々にも来てもらい安否情報などの登録を行うことを考えている。これによって避難所へは移動せずに自宅にいるという情報を付加して、後に避難所で食糧等の配給を行うときに在宅受給者情報として活用することが可能となる。

自宅に被害が生じなかった場合にはそのまま自宅にとどまればよいが、自宅に被害が生じた場合には一次避難所に避難する必要が生じる。一次避難所には地区内にある小･中･高校が指定されており、避難所の運営は、あらかじめ用意されている各避難所の運営管理マニュアルに従い、各学校の職員、PTA 組織、および各一次避難所に避難するように割り当てられた町丁の防災区民組織の 3 者が行うことになっている。また一次避難所は、あらかじめ用意されている備蓄品や被災後適宜供給される物資、炊き出し等の供給拠点となる。そこでこれにあわせて情報システムでは避難所ごとにウェブページを用意し、避難所運営管理マニュアル、対応する一時避難場所での安否確認情報と連動した避難者情報や在宅受給者情報、物資情報を管理することを考えている。避難所生活については、特に負担がかかりやすい高齢者のために、避難所運営や施設、備蓄物資の観点からニーズを検討する必要があろう。さらに一次避難所のうちの 1 箇所には併せて救護医療所が開設されるため、独自に医療救急情報を提供するウェブページを用意する。

二次避難所は区長の判断により必要に応じて開設され、乳幼児、高齢者および障碍者が利用することになっている。現在二次避難所に関する避難所運営管理マニュアルは用意されていないため、具体的な運営方法と併せて、二次避難所におけるシステムの連携を考える必要がある。

5. まとめ

災害時の様々な問題に対処するために、情報ネットワークと地域コミュニティとによって地域密着型の情報システムを構築することが求められる。

6. 参考文献

1) 地震調査研究推進本部:
http://www.jishin.go.jp/main/index.html
2) 新宿区防災計画:新宿区地域防災計画 本冊 (平成 17 年度修正), 2006
3) 新宿区防災計画:新宿区地域防災計画 別冊資料編 (平成 17 年度修正), 2006
4) 東京都防災会議:東京都地域防災計画 震災編 (平成 19 年修正), 2007

[連絡先]

林貴行
東京理科大学大学院 工学研究科 経営工学専攻
山本研究室
〒102-0073 千代田区九段北 1-14-6
TEL:03-5228-8352
E-mail:korimona@mac.com

薬剤師向け学習支援システムの開発 (第 2 報)

○鍋田啓太*, 木村昌臣*, 大倉典子*, 土屋文人**
(*芝浦工業大学工学部, **東京医科歯科大学歯学部附属病院)

Development of learning supporting system for pharmacists

Keita NABETA*, Masaomi KIMURA *, Michiko OHKURA*, Fumito TSUCHIYA**
(*Shibaura Institute of Technology, **Tokyo Med. & Den. Univ. Dental Hospital)

1. 研究背景･目的

医薬品による医療事故はヒューマンエラーによるものが多いが, それらを防ぐ方法の1つとして, 学習により正しい知識を身につけることが効果的であると考えられ, そこで本研究では学習支援システムの開発を目的とする. しかし, 学習すべき医薬品情報は大量にあり, また随時追加されるため, 学習コンテンツは自動生成されることが望ましい. しかし, 医薬品情報を持つ添付文書のデータは, 情報処理向けには作られておらず, データ項目や表記の標準化が行われていないという問題点がある [1].

本報告では, 有効成分の処方量から医薬品の投与量を計算させる問題と販売名と有効成分名の対応を問う問題の 2 種類の学習コンテンツを作成する際に問題となる点と解決策について報告する. なお, 使用する医薬品情報は医薬品医療機器総合機構 [2]にて公開されている SGML 形式の添付文書情報を用いることとした.

2. 医薬品情報の持つ問題点

2.1 販売名に関する問題点

販売名には規格単位が付加されていないものがある. それにより, 実際の調剤の現場において販売名からは有効成分の含量がわからないということや, 思い込みにより異なる規格単位の医薬品を投与してしまうなどのミスが起きてしまう. また新規に医薬品情報を追加するときに既存のものに規格単位がついているか否かの確認が必要なうえに, 既存のものに規格単位がなければ医薬品情報の更新もしなければならない. さらに学習コンテンツに関しては, 有効成分の含量が特定できないため, これをもとにして医薬品の投与量の計算をさせる問題が出題できないなどの問題がある. このような理由から販売名には規格単位が付加されている必要があると考えられ, 現在では平成 12 年の厚生労働省医薬安全局長通知医薬発第935号に基づき, 規格単位を販売名に付加する動きが各製薬会社で進められている.

一方, 添付文書に関する問題として, 規格単位の異なる同一販売名の医薬品が 1 枚の添付文書に複数記載されているということが挙げられる. 例えば, ある医薬品では有効成分を 90mg 含有するカプセルのものと, 100mg 含有する細粒のものがあり, 用法用量に「60～270mg を 3 回に分けて投与する」という指示が書かれているが, このような場合に 100mg 以外をカプセルで投与することは困難である. そういった情報の混在を防ぐためにも, 本来は添付文書と医薬品は 1 対 1 の関係であるべきだと考えられる.

2.2 SGML での有効成分の記述に関する問題

SGML 形式の医薬品情報では, 有効成分に関する情報を表す composition タグが定義され, その中で名称や含量を記述するために, item タグに「成分名」や「含量」といった項目名, detail タグに具体的な名称や含量を記述するような構造になっている. しかし本来は,「含量」のような項目名がタグになるべきであり, またこの item と detail のタグは他の様々なデータ項目でも多用されている. さらにはタグでないものが「<」「>」の記号で囲まれて記述されていることや, タグの属性間にスペースがない, 属性値がダブルクォーテーションで囲まれていないなど, DTD に従って正しく SGML が作られていないという問題もある. これらの問題点がタグによるデータの特定を困難にしている.

そのため要素部分を参照する必要があるが, データが本来紙ベースで作成された添付文書をもとに作られているので, レイアウトに依存した記述をしていることが少なくなく, それにより添付文書の作者によって医薬品ごとに記述のパターンが大きく異なっている. そこで, 正規表現を用いたパターンマッチングによる手法を用いることでデータの取得を行うこととした.

3. 実験方法

以上の問題点より, 医薬品と添付文書の関係を1対1にすることや販売名への規格単位の付加が必要であると考えられる. 後者については各製薬会社が徐々に進めているが, まだ規格単位のついていないものが混在している状態である. そこで, 両者について現状を調査することとした. 対象データは, MEDIS-DC[3]の医薬品

マスターの個別医薬品コードをもとに収集した SGML ファイル全 7060 件とする.

実験①:添付文書 1 枚あたりに記載されている医薬品数を調査する. 1 つの SGML ファイルから取得できる販売名の件数を数え上げ, その分布を求めることとした.

実験②:販売名に対する規格単位の付加状況を調査した. 販売名に数字が含まれていないものを「規格単位がついていない」として調査したが, 有効成分を複数持つものは規格単位をつけることができないため除外する. 規格単位を持たない医薬品の添付文書のうち, 無作為に選択した 2 割のものに対象を絞り, そのうち有効成分が正しく取得できたもののみを対象とする. 有効成分の取得については, 前述した正規表現を用いる手法によって取得する. 有効成分の記述は,「有効成分名＋含量」が基本的な形であるため, [0-9|.|,]+((m|μ)?g|m?L) のような正規表現を用いて含量を特定し, その直前を販売名として取得した.

4. 結果･考察

実験①:1つの SGML ファイルより取得された医薬品の販売名数の分布を図 1 に示す. 取得された医薬品の総数は 10230 件となった. このうち, 添付文書と医薬品数が 1 対 1 関係になっていないものは 2130 件にのぼり, これは添付文書全体の約 30.2%にあたる. また添付文書 1 件あたりの医薬品数が 5 件以上のものは主に検査薬や生理食塩水であったが, 2～4 件の医薬品を持つ添付文書には検査薬や生理食塩水以外のものも少なくなかった. このように, 1つの添付文書あたりに複数の医薬品が記載されているものが約3割と少なくないことから, 情報の混在が添付文書の読み間違えによる医療事故を引き起こす危険性が考えられる. 情報処理の面からも, 医薬品と関連する情報の対応関係が複雑になってしまうことが少なくないため, 処理が煩雑になってしまうという問題がある.

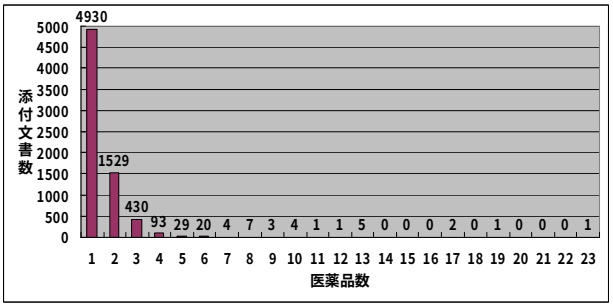


図 1 添付文書 1 枚あたりの記載医薬品数

実験②:対象となる医薬品数 10230 件のうち, 規格単位を含まないものは 4412 件であった. この中から 718 件を無作為に抽出し, うち有効成分の取得ができたものは 511 件であり, そのうちの 257 件が有効成分が 1 種類のものであった. つまり, 現段階で規格単位がついていない医薬品が全体の約 43.1%, その中から無作為に選択した医薬品のうち規格単位をつける必要がある医薬品は約 50.3%であることから, 全医薬品のうち規格単位をつけなければならない医薬品は約 21.7%であると推測される. この結果より, 規格単位の付加状況については依然進んでいないものが多くある様子が伺える. しかしながら, 本実験方法では,「販売名に数字が含まれていなければ規格単位が付加されていない」としたが, 実際には規格単位ではない数字もあるので, 件数はさらに増えると予想され, また有効成分の取得率の精度も 71.2%とあまり高くない点を考慮すると, 規格単位がない医薬品の実際の数とは誤差があると思われるが, 本実験からは規格単位の付加が進んでいないという状況を示す結果が得られたと考えられる.

5. まとめ

本研究では, 医薬品情報の問題点について述べ, その現状について調査を行った. その結果により, 1 枚の添付文書に複数の医薬品を記載しているものが少なくないこと, また規格単位の付加されていない販売名が依然混在していることがわかった.

医薬品情報や SGML の構造上の問題により, 医薬品情報の取得は困難である点が多い. そのため本手法では有効成分に関する情報の取得の精度が十分とは言えないので, 今後取得方法を再検討する必要がある. また, 今回は有効成分と販売名のみを対象としたが, その他の医薬品情報に関しても同様に調査を行っていき, また収集した医薬品情報をもとに学習システムの構築を進めていく. 本研究のように, 医薬品情報を情報システム上で扱う機会は今後増えると思われるが, 情報処理に適したデータ構造にするためには医薬品情報の標準化が必要であると言える.

6. 参考文献

1) 鍋田,木村,大倉,土屋:薬剤師向け教育システムの開発, 情報処理学会第 69 回全国大会, 2J-2,(2007)
2) 独立行政法人医薬品医療機器総合機構:
http://www.pmda.go.jp/
3) MEDIS-DC: http://www.medis.or.jp/

[連絡先]
鍋田啓太(芝浦工業大学工学部データ工学研究室)
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
TEL:03-5859-8507
E-mail:m107069@sic.shibaura-it.ac.jp

注射薬ラベル等のバーコード表示に関するアンケートの解析

データマイニングを適用して

○木村昌臣*、古川裕之**、塚本均***、大倉典子*、土屋文人****
（*芝浦工業大学工学部、**金沢大学医学部附属病院、***トーアエイヨー株式会社、
****東京医科歯科大学歯学部附属病院）

The analysis of questionnaire about a bar code printed on the ampoule label
The application of data-mining

Masaomi KIMURA*, Hiroyuki FURUKAWA**, Hitoshi TSUKAMOTO***, Michiko OHKURA***,
Fumito TSUCHIYA***
(*Faculty of engineering, Shibaura institute of technology, **Kanazawa university hospital, ***TOA EIYO LTD.,
****Tokyo medical & dental university, Hospital faculty of dentistry)

1. はじめに

医薬品そのものの「物の安全性」だけでなく、正しく使うことによる所謂「使用の安全性」も医療事故防止の観点から注目されている。著者らによる医薬品ヒヤリ・ハット事例についての解析によると薬剤違いによるヒヤリ・ハット事例が多く発生していることが分かっている [1)]。そのような取り違えを防ぐため、厚生労働省から医療事故防止等のための医療用医薬品のバーコード表示を行うよう通知された(薬食安発第 0915001 号)[2)]。これにより医療従事者は、対象とする医薬品を確実に同定・確認できることが期待される。

この通知に対して、筆者らは医薬品パッケージとりわけアンプルのラベルに表示されるバーコードをどのように印字すべきか、また医療従事者により当該通知がどのように認識されているか等についての調査を行った。

本稿では、この調査結果として得られたデータに対しデータマイニング手法を適用し、どのような医療従事者が表示に関してどのように希望しているのかおよび当該通知についてどのように認識しているのかということについて得られた知見について紹介する。

2. 対象データ

本解析では 2007 年 1 月から 3 月までに医療従事者を対象に実施した「注射薬ラベル等のバーコード表示に対するアンケート調査」で得られた回答データを対象とする。アンケートは、バーコードおよび製品名の適切な位置、通知に関する認識等についての問いを含む 11 問からなっており、広島、岐阜、金沢、神戸、名古屋等 8 カ所の薬剤師 258 名、看護師 259 名を含む 566 名が調査対象とされた。本稿では、このうち「バーコードリーダ使用時のアンプルの持ち方」「ラベル上のバーコード表示の位置」「製品名表示のアンプル上の方向」「副片付ラベルの場合のバーコード表示の位置」「医療用医薬品へのバーコード表示の実施についての通知についての認識」「バーコードの読み取り場所」に関するデータを用いた解析を行う。

3. 解析手法

アンプルの扱い方や回答者がもつ属性（職種・性別・業務経験等）とバーコード等の表示の仕方や通知の認識との関係を得るために決定木を利用した。

まず、適切な製品名表示と回答者の属性や他の設問の回答との関係を得るため、製品名表示の仕方を目的変数、アンプルの持ち方、バーコードの表示位置、職種、性別、業務経験年数を説明変数として CART アルゴリズムを適用した。また、副片付ラベルの場合の適切なバーコード表示を得るために、副片ラベルの場合のバーコード表示の方法を目的変数、職種、性別、業務経験、病床数、アンプルの持ち方、副片がない場合のバーコード表示、製品名表示を説明変数として C5.0 アルゴリズムを適用した。

さらに、医療用医薬品へのバーコード表示の実施に関する通知への認識と回答者の属性との関係を得るために、同通知を知っているか否かを目的変数、職種、性別、業務経験、病床数を説明変数として CART アルゴリズムを適用した。バーコードの読み取り場所と回答者の属性との関係を得るために、同通知を知っているか否かを目的変数、職種、性別、業務経験、病床数を説明変数として C5.0 アルゴリズムを適用した。ただし、バーコードの読み取り場所は複数回答可であり、可能な回答の組み合わせの数は多数になってしまうため、計算量の観点からも得られる結果の解釈のしやすさの観点からも、そのままでは決定木の目的変数には適さない。そのため、あらかじめ TwoStep クラスタリングアルゴリズムで実

際に回答された組み合わせのパターンを抽出しこれを目的変数とした。

4. 結果

製品名表示については、アンプル底部を持つ又は頭部底部を指で挟む持ち方の場合は、製品名は底部から頭部が望ましいとする意見が多く、さらにアンプル頭部を持つ看護師は頭部から底部に、それ以外の医療従事者は底を下にして頭部を持つ場合は底部から頭部へ、底を上にして頭部を持つ場合は頭部から底部に製品名を表示するのが適当とする傾向が見られた。以上をまとめるとアンプルを持ったときに手前から遠い方に向かって製品名表示する方が望ましいとする傾向がわかる。これはバーコードリーダを右手で持つ場合にリーダ側から製品名が読めるような表示を望んでいる傾向があると解釈することができる。

副片付ラベルの場合のバーコード表示については、副片なしの場合にバーコードをラベル上部に表示すべきとする場合には本体に、ラベル下部に表示すべきとする場合には副片に、ラベル中部に表示すべきとする場合には看護師は副片に薬剤師は本体に表示すべきとする傾向が見られた。提示した副片は本体下部にあったため、回答者は副片の有無よりラベルの相対的位置にもとづいてバーコードの位置を重視した回答をしている傾向があることが伺える。また、職種によって回答が異なる様子も見て取れる。

医療用医薬品へのバーコード表示の実施に関する通知については、経験 5 年以上の男性薬剤師には多く認識されていたが、それ以外の回答者にはほとんど認知されていない傾向がみられた。

バーコードを読み取るべき場所については、TwoStep クラスタリングアルゴリズムの結果として、《薬剤師のみ》《全部署》《外来診療科以外》《薬剤部および一般病棟》《一般病棟》《薬剤部以外》の六つのクラスタに分かれることが分かった。これを目的変数にして決定木を実行すると、看護師からは《薬剤部のみ》で読み取るとする回答が最も多く得られ、続いて《全部署》《薬剤部および一般病棟》で実施するとする回答が得られた。また薬剤師からは《外来診療科以外》が最も多く、続いて《全部署》《薬剤部のみ》とする結果が得られた。

本来は調剤以降の業務においても薬剤取り違え等を防止する観点から、薬剤師だけでなく看護師もバーコードの意義を理解し、活用することが望ましいが、現状ではそのように認識されていないことがわかる。

5. まとめ

注射用アンプルの使用の安全性に関わるバーコード表示についてのアンケートの回答データに決定木を中心としたデータマイニング手法を適用した。その結果、製品名表示はバーコードから見て読める方法が適当である、バーコードの適切な位置は副片があるか否かに依存しない、バーコードに関する通知は経験が長い男性薬剤師のみによく認知されている、看護師はバーコードの読み取りを薬剤部のみで行うべきと考えている等の傾向が得られた。また、看護師か薬剤師かによって得られる傾向が異なる場合があることも明らかになった。

使用の安全性の担保のため以上の検討をもとにバーコードの意義をより広く普及・啓発させる必要がある。

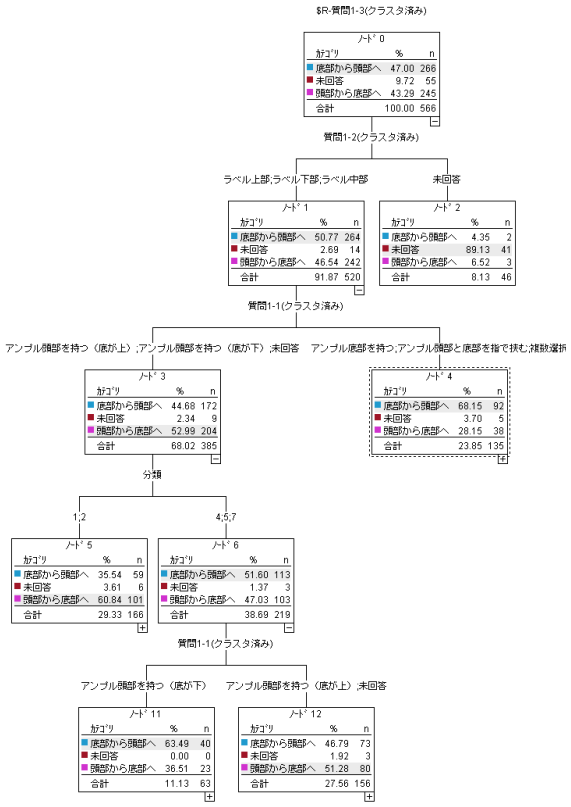


図 1 製品名表示についての決定木

6. 参考文献

1） 立野，木村，大倉，土屋: 医薬品投薬ヒヤリ・ハット事例へのデータマイニング手法の適用，日本人間工学会関東支部第 35 回大会講演集, pp.103-104 (2005)
2） 厚生労働省: http://www.info.pmda.go.jp/

[連絡先]
木村昌臣
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
TEL:03-5859-8507
E-mail:masaomi@sic.shibaura-it.ac.jp

データマイニング手法による医療機器ヒヤリハット事例解析

○渡部祥*、木村昌臣*、大倉典子*、土屋文人**
(*芝浦工業大学工学部、**東京医科歯科大学歯学部附属病院)

The analysis of the near-miss case of medical equipment using the data-mining technique

Sho WATABE*, Masaomi KIMURA*, Michiko OHKURA*, Fumito TSUCHIYA **
(*Faculty of engineering , Shibaura Institute of Technology, **Tokyo Med. & Den. Univ. Hospital Faculty of Dentistry)

1. 背景･目的

近年、医療現場において医療事故やヒヤリハット事例が後を絶たない。そのためそれらの防止策が必要とされているが、この防止策を検討するには実際に生じた医療事故やヒヤリハット事例を分析する必要がある。特にヒヤリハット事例は、発生要因が事故のものと同じであると考えられ、さらに発生件数も医療事故そのものと比べ多いため分析に適している。しかし、医療の現場は様々な事象が発生するため、従来の統計学的手法では予め事故防止策を講じることに寄与する結果を得ることは難しかった。そこで本研究ではデータマイニング手法を用いて解析する。

ヒヤリハット事例として「医薬品ヒヤリハット事例」と「医療機器ヒヤリハット事例」の2種類収集されているが、医薬品ヒヤリハット事例についてはすでに解析が行われている [1)2)3)]。しかし医療機器ヒヤリハット事例については解析されておらず、医療機器は使い方を間違えれば治療効果がなくなるだけでなく健康を損なう恐れがあるため、本研究では医療機器ヒヤリハット事例のデータを解析し、発生した事例の傾向やルール、パターンを抽出することで、注意すべき発生要因等を示し、医療事故防止の手がかりとすることを目的とする。

2. 使用データ及び解析ツール

本研究で解析に使用するデータは、医薬品医療機器総合機構により収集された医療機器ヒヤリハット事例500件である。本データは平成 13 年から 16 年まで計 14 回収集されたものであり、1件に『要因』、『販売名』、『業者名』などの質問に対し記入形式で回答された項目及び『事例の内容』『評価』などの自由記述形式で書かれている項目、5～28項目からなり、回を追うごとに質問項目数が増加している。

また、本研究に使用したデータマイニングツールは SPSS 社の Clementine9.0 である。

3. 手法･結果

データマイニングでは解析目的の設定、前処理、本解析と段階を踏む。前処理では本解析を行うためのデータの修正や選択、追加などを行い、本解析では加工されたデータをもとにルールやパターンを抽出し、その解釈を行う。本研究ではまず事例の要因のパターンを抽出することを解析目的と設定し、前処理、本解析（以下それぞれ「前処理1」「本解析1」と示す）を行った。次に多くの質問項目を使用してより細かい原因を特定することに解析目的を変更し、同じく前処理、本解析（以下それぞれ「前処理2」「本解析2」と示す）を行った。

まず、前処理1として「要因」の再分類を「事例の内容」、「評価」を参考に手作業で行った。また、名称を「事例的要因」に変更した。さらに、内容が機器、操作者、患者である質問項目「物質的要因」を追加し、「事例の内容」「評価」を参考に手作業で分類を行った。

次に本解析1として各事例的要因の内容の共起関係を調べるため、マルチウェブグラフを用いて解析を行った(図 1)。マルチウェブグラフは各項目（ノード）の共起関係を調べるもので、共起が強いほど結ぶ線が太くなる。

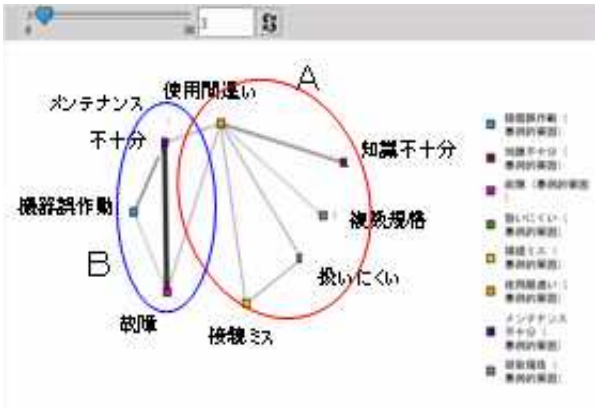


図 1　各事例的要因の内容の共起関係

図1から「使用間違い」に関わるグループ（A）と「メンテナンス不十分」が引き起こすグループ（B）に分かれることがわかる。よって、使用間違いへの対策、メンテナンス不十分から生じる故障の対策が必要だと考えられる。

続いて前処理2ではより詳細な解析を行うため質問項

目数が最も多い第12回から第14回、計149件のデータを使用し、質問項目「販売名」、「医療機器の分類」を参考に輸液ポンプなど 37 種類から成る「機種タイプ」という新規フィールドを作成した。

次に本解析2として各機種タイプと事例的要因の共起関係を調べるため機種タイプと事例的要因をノードとするマルチウェブグラフを用いて解析を行った(図 2)。

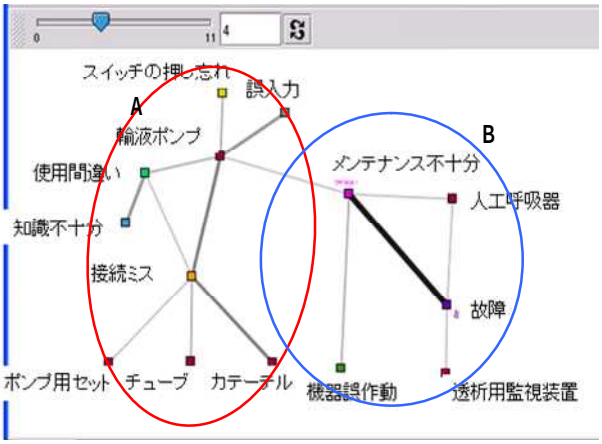


図 2　機種タイプと事例的要因の共起関係

図 2 からチューブやカテーテルなど構造が比較的簡単なものは図1のAグループに属し、人工呼吸器などの構造が複雑なものはBグループに属することがわかる。これは、構造が簡単なものは操作者の手技に左右されやすく、構造が複雑なものはメンテナンスも複雑であるからと考えられる。しかし輸液ポンプは比較的構造が複雑であるが誤入力や使用間違いなど使い方に関係する事例的要因と多く共起していることがわかる。このことから輸液ポンプはユーザーインターフェイスの面において改善すべき点があると考えられる。

次に機種タイプと事例的要因の関係を調べるため、まず事例的要因の分類を行った。分類の手法として TwoStep クラスタリング手法を用いて解析を行った。結果として二つのクラスタに分類され、使用間違い、接続ミス、知識不十分から構成されるクラスタ(以下クラスタ-1)とメンテナンス不十分、故障から構成されるクラスタ(以下クラスタ-2)に分類されることがわかった。この結果から図 1 と比べ、第 12 回から第 14 回に限定してもほぼ同じ結果が得られたといえる。これ利用し機種タイプと事例的要因の関係を調べるため決定木を用いて解析を行った(図 3)。目的変数に前解析で現れたクラスタ、説明変数に機種タイプ、時間帯、発生場所、当事者の職種、当事者の経験年数を設定した。また、機種タイプは 6 件以上のものを抽出し、その他の項目において「不明」「当事者複数」「その他」と入力されている事例を破棄した。

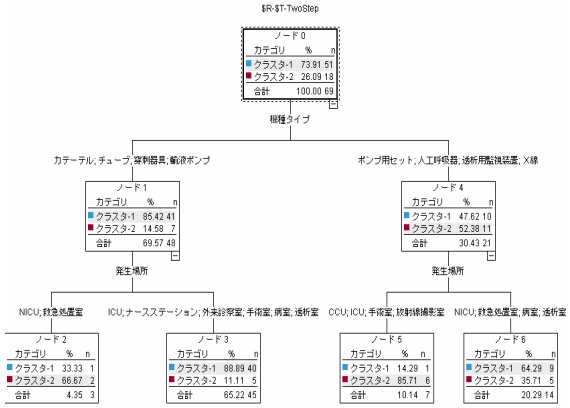


図 3　機種タイプと事例的要因の関係

図 3 からまず機種タイプによって分かれることがわかる。この結果から経験年数や職種よりも主に機種タイプがヒューマンエラーの種類と関係していることがわかる。さらに図 2 とほぼ同様に構造が比較的簡単なものと輸液ポンプは使用に関する間違いが多く、構造が複雑なものは故障など機器に原因があることが多いことがわかる。

4. まとめ

本解析を行った結果、事例的要因として使用間違いにかかわるグループとメンテナンス不十分が引き起こすグループがあり、さらに機種タイプによってそれらが分かれることがわかった。また輸液ポンプは複雑な構造に比して使用に関するヒヤリハット事例が多いことがわかりユーザーインターフェイスの面で改善すべき点があると考えられる。今回は質問項目数が多い事例が少なかったためより深い解析を行うことができなかった。よって以後も情報の収集・公開を続け、継続的に同様の解析を行う必要があると思われる。

5. 参考文献

1) 高橋, 木村, 大倉, 青砥, 土屋：医薬品に関するヒヤリハット事例の解析手法の検討～データマイニング手法の適用～, 情報処理学会第67回全国大会講演論文集, pp.593-594, (2005)
2) 立野, 木村, 大倉, 土屋：医薬品投薬ヒヤリハット事例へのデータマイニング手法の適用（第三報）, 人間工学会関東支部第35回大会講演集, pp.103-104, (2005)
3) 早坂, 木村, 大倉, 土屋：テキストマイニング手法を用いた医薬品投薬ヒヤリハット事例の解析, 日本人間工学会関東支部第36回大会講演集, pp.177-178, (2006)

[連絡先]
渡部祥
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
TEL：03-5859-8507
E-mail：l04120@sic.shibaura-it.ac.jp

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 8 報)

バーコード表示義務化に伴う PTP シートの表示方法の再検討

○泉谷聡*、大倉典子*、高池敏男**、土屋文人***
(*芝浦工業大学、**アストラゼネカ株式会社、***東京医科歯科大学歯学部附属病院)

Examination of method of displaying medicine to prevent human errors (Ⅷ)
-Revision of display of PTP sheet with mandatory bar-code-

Akira IZUMIYA*, Michiko OHKURA*, Toshio TAKAIKE**, Fumito TSUCHIYA***
(*Shibaura Institute of Technology, **AstraZeneca K.K.,
*** Faculty of Dentistry, Dental Hospital, 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[1)]。

薬の錠剤やカプセルを包むために多く使われている PTP (Press Through Package) シート (図 1) に関しても例外ではなく、狭いシート上に多くの情報を詰め込んでいるため、重要な表示が見にくい等の問題を抱えている。そこで著者らも、これまで PTP シートの表示に関して評価や改善に取り組み、その成果として PTP シートの表示に関していくつかの知見が得られている[2)]。

この度、厚生労働省の通知により、全ての医薬品に対してバーコード表示の付加が義務付けられた。これに伴って、必要な情報を載せるスペースが縮小するなどの問題が予想される。

そこで本研究では、 PTP シートに記載された各項目にどれだけ視線が向いているかを測定する実験を行い、バーコードが付加されたことによる影響の確認とシートの表示の再検討を行った。その結果を報告する。

(a)現行デザイン　　(b)改善デザイン

図 1　PTP シートの例

2. 実験概要

本実験では、これまでの研究[2)]でも使用した視線追跡装置を用いて、被験者の視線を計測する実験を行った。 方法は、PC モニター中央に表示された画像を被験者に見てもらい、その間の被験者の視線の動きを計測し、各項目に視線が向いていた時間 (以下、注視時間) を算出した。なお、各画像の提示時間は 2 秒間とし、提示順序はバランスを考慮した。

このような実験を、薬剤師 12 名、学生 (工学部) 12 名、計 24 名に対して行った。

3. 実験1

3. 1. 実験概要

PTP シートの表示項目に関して、薬剤師の要望･考えを抽出し、医薬品の識別に最適な表示についての知見を得る目的で、薬剤師を対象に表示項目をどの場所にどの程度の割合で表示したらいいかを調査するアンケートが 2005 年に行われた。

今回、図1(a)のような PTP シートのデザインを、アンケート調査結果に基づき、図 1(b)のように改善することになった。そこで、改善デザインの効果を確認する実験を行った。

3. 2. 実験結果

実験結果の一例を図 2 に示す。図 2 より、薬剤師、学生ともに含量に対する注視時間が増加する傾向にあることがわかった。差の検定を行った結果、学生に関して有意水準 1%で有意であった。

また、プラマークを減少させた効果も統計的に確認された。

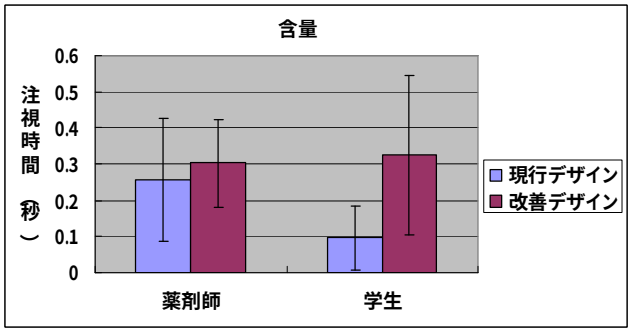


図 2　含量への注視時間

4. 実験2

4. 1. 実験概要

バーコードを付加した影響を確認する目的で、実験1で使用した改善デザイン（図 3(a)）とそれにバーコードを付加したデザイン（図 3(b)）に対して、注視時間の測定実験を行った。

(a)バーコード無し　　(b)バーコード有り

図 3　実験 2 の PTP シートデザイン

4. 2. 実験結果

実験の結果、薬剤師、学生ともにバーコードへの注視時間は、製品名や含量と同程度であった。

5. 実験3

5. 1. 実験概要

PTP シートにバーコードを付加したデザインにおいてどの様なデザインが良いか検証する目的で、以下の条件を組み合わせた 6 種類のデザイン（図 4）を対象に、実験を行った。

- 印刷方法:
  - ランダム印刷（2錠分のスペースに必ず1単語は入るようにした印刷方法 (a),(b),(c)）
  - ピッチ印刷（1錠分のスペースに1単語入るようにした印刷方法 (d),(e),(f)）
- 名称･含量の字の色：緑((a),(b))または黒
- 地の色：白地((a),(b),(d),(e))または黄色地

(a)ランダム緑　(b)ランダム黒　(c)ランダム黄色

(d)ピッチ緑　(e)ピッチ黒　(f)ピッチ黄色

図 4　実験 3 の PTP シートデザイン

5. 2. 実験結果

実験結果の一部を図 5、図 6 に示す。両図より、被験者や印刷方法によらず、名称、含量を黒字にしたものの方が、バーコードが注視されていないことがわかる。

また、これらの注視時間に対して分散分析を行った結果、ランダム印刷、ピッチ印刷ともに、学生において有意水準 1%で有意であり、デザインにより差のあることがわかった。

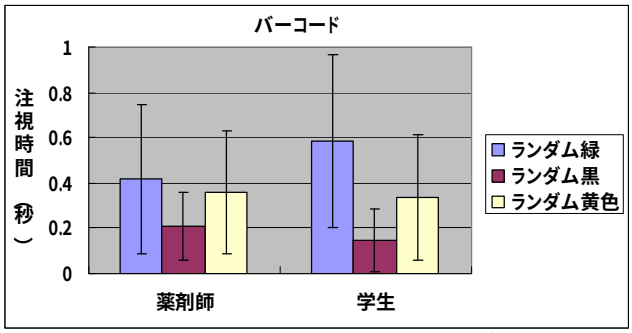


図 5　バーコードへの注視時間（ランダム印刷）

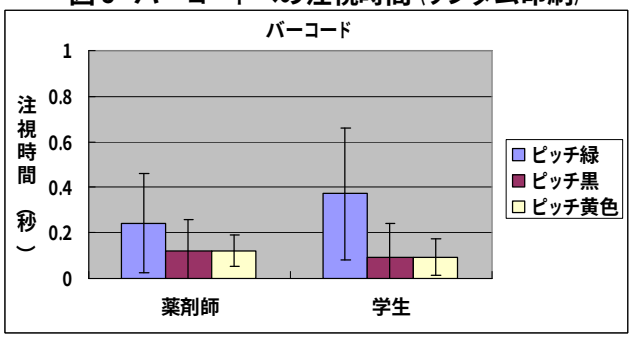


図 6　バーコードへの注視時間（ピッチ印刷）

6. 考察

実験 1 の結果、改善デザインの効果が検証された。

また実験 2 の結果、バーコードを付加することでバーコードに対して必要以上に注意が向けられる可能性が示唆されたことから、何らかの対策が必要と考えられた。

そこで実験 3 の結果、バーコードを付加したデザインにおいても、重要な項目の文字色をバーコードと同じ黒にすることでバーコードへの注視を避けられることがわかった。

7. まとめ

本研究では、PTP シートに対して、デザイン改善の効果と、バーコードが付加されることによる影響とその対策案を検証した。

参考文献

1) 土屋文人:「医療事故防止と医薬品包装・表示のあり方」，PHARM TECH JAPAN，vol.19，No.11，27-37，2003

2) 泉谷聡他:「ヒューマンエラーを防止するための薬剤の表示方法の検討（第 3 報）-PTP シートの視認性向上を目的とした表示方法の研究-」，日本人間工学会第 47 回大会講演集，184-185，2006

[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

TEL：03-5859-8508

E-mail：m106007@sic.shibaura-it.ac.jp

気管内吸引技術の鑷子を使用する方法と指の回転による吸引効果の比較実験

—改良型鑷子の開発に向けて—

小長谷百絵*、○大久保祐子**
*東京女子医科大学看護学部、**自治医科大学看護学部

Tracheal Suction Technology:
Comparison Experiment Between Suctioning With Rotation By Fingers and Suctioning By Forceps

(*Tokyo Women's Medical University School of Nursing **Jichi Medical University School of nursing)

1. はじめに

気管内吸引は何らかの原因により低換気状態にある患者に対して、経鼻(口)あるいは気管切開部からの気管内挿管が行われている場合に、気道内に貯留した分泌物の除去を目的として行う看護技術である。気管内吸引法には従来の開放式吸引法(開放式)と人工呼吸器を装着したまま無菌的に吸引できる閉鎖式吸引法(以下トラックケアー)がある。トラックケアーは開放式に比べ①低酸素になりにくい②感染の危険性が低い③簡便である(竹島、1999)ために、大学病院を中心としてトラックケアーが主流となってきている。一方我が国では医療制度の改革により在宅でも人工呼吸器の使用が可能となり、小児や難病の患者をはじめ全国でも多くの患者が在宅で人工呼吸器療法を受けながら療養生活を送っている。在宅療養患者の主な気管内吸引方法としては従来の開放式で、すなわち滅菌手袋を効き手にはめて第1指と2指の間にカテーテルを挟む、あるいは滅菌鑷子にてカテーテルを把持し、吸引圧をかけないように気管口よりカテーテルを所定の場所まで挿入する。その後陰圧(150～200mmHg)をかけ、カテーテルを回転させながら分泌物を吸引する方法である。これらは原則的に陰圧による気道粘膜の損傷防止や気道の周囲に付着した痰をくまなく吸引するために、カテーテルを回すことが標準看護となっている。

ところが滅菌手袋を装着して指でコヨリを縒るようにカテーテルを回転させながら吸引を行うと、カテーテルの先端は90～180度回転するが、鑷子を使用しての吸引はカテーテルを大きく回しても、カテーテルは上下に移動するだけでカテーテルの先端は回転しないことが明らかになっている(大久保、2007)。

吸引を安全に効率よく行うには滅菌手袋を装着して指でカテーテルを挟む手指法が望ましいが、使い捨ての滅菌手袋は高価で経済的負担が大きいこと、吸引回数が多いと多量のゴミが発生し在宅では大きな問題となる。一方鑷子で把持する方法は、簡便であり、鑷子の購入とその後の消毒経費などは安価であり、ゴミも発生しない。そこで今回、カテーテルを鑷子で把持しながら分泌物を吸引する方法(従来型鑷子法)とカテーテルを指の間で回転・反転させる方法(手指法)のうち、どちらが効率よく吸引が行われるのか吸引量の比較を行った。さらに指で把持する吸引方法に近い動きの鑷子を開発し(改良型鑷子法)、効果を検証したのでここに報告する。

2. 方法

1) 研究方法

図1のように高研の吸引モデル(LM-070)人形の気管支部にプラスティック性のスピッツ(いわき硝子 先細スピッツキャップ付き10ml SPC-SC-10)を装着し、スピッツ内に摸擬痰(卵白に模擬血液着色剤で着色)3cc を注入した。吸引器(ATOM D-51)によって150～200mmHgの一定の圧で吸引モデル人形の気管口から12Fr.(4.0mm)、2孔式(テルモ サフィード R 吸引カテーテル)の吸引カテーテルを挿入し、可視下にて摸擬痰を全て吸引するまでの平均吸引時間を算定した。

同様の装置にて吸引経験がある3名の看護師が、不可視下にて挿入から引抜きまで 4 秒を目安に吸引音と感触によって従来型鑷子法、手指法、改良型鑷子法のそれぞれ 10 回ずつ摸擬痰を吸引し、摸擬痰の残量を計測し平均吸引量を比較した($p<0.05$)。

吸引の様子はデジタルビデオカメラで撮影し吸引時間は、カテーテルの先端が図1のように境界線を越えた時点から、痰を吸引しカテーテルを引き抜き先端が境界線を越えるまでを計算し、デジタルビデオカメラのタイマーにて計算した。摸擬痰の残量は計測器(デジタル計量器 sarutoriusGMBHtype1403 MP8-1)によって測定した。

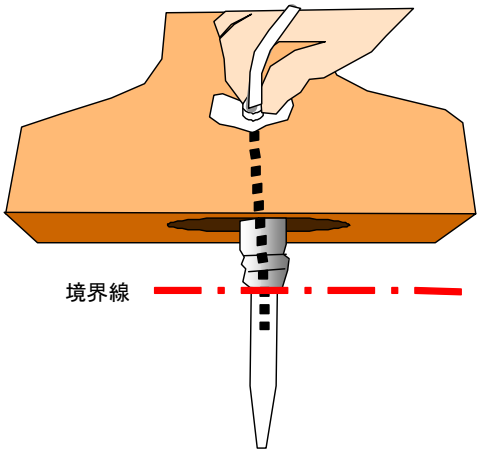


図 1　吸引実験装置

2) 吸引方法

(1) 鑷子による吸引(従来型鑷子法)

鑷子は 18cm を使用し、吸引カテーテルを挿入後吸引中は気管口の上で大きく円を描くよう回しながら 4 秒を目安に引き抜いた。その際気管支内でカテーテルが上下しないように気管口からの距離に注意した。

(2) 指による吸引(手指法)

カテーテルを拇指と示指で把持する。カテーテルを気管口から挿入し、その後カテーテルを指の間で回転・反転しながら 4 秒を目安に引き抜いた。

(3) 改良型鑷子による吸引(改良型鑷子法)

今回開発した鑷子は通常の鑷子にスライド機能を加味したものである。カテーテル挿入時は従来の鑷子のように使用する。その後手指法と同様に約 4 秒で陰圧をかけてカテーテルを引き抜く時に、把持部をスライドさせカテーテルを指で回転・反転させる操作に近い動きをさせた。

3. 結果

模擬痰の吸引時間は平均 3.72(±0.84)秒で、従来型鑷子法と手指法、改良型攝子法で、吸引方法による時間の有意な差はなかった。また吸引時間と吸引量の 2 変数の相関は認めなかった。

吸引量は表 1 に示すように手指法、改良型鑷子法、従来型鑷子法の順番で多かった。さらに吸引量は従来型($p<0.00$)と改良型($p<0.05$)の鑷子による吸引より、手指法による吸引量の方が有意に吸引量が多く、従来型鑷子法より改良型鑷子法のほうが吸引量が多い傾向にあった($p<0.1$)。

表1　各吸引法による模擬痰の吸引量

方法	吸引量(g)	標準偏差	
手指法	2.98	0.21	*
改良型鑷子法	2.78	0.40	†
従来型鑷子法	2.61	0.48	†
平均	2.79	0.40	

各30回の平均
吸引時間　　3.72秒(±0.84)
*:p<0.05　†:p<0.1

4. 考察

気管内吸引は安全で効率的に行う必要がある。3 つの吸引方法における吸引量に有意差はあっても実際上の量的な差は平均で 0.4g 以下と少なく、どれも同じと言えるが、従来型鑷子法はカテーテルの吸引孔が気管支内を上下運動をするが、気管内腔周囲に対しては回転運動とならないために、吸引量にばらつきが生じたと考えられる。これは痰の位置によってはうまく吸引できるが、その逆に強い吸引圧が気管支の一部にだけかかり、痰を吸引できずに気管粘膜の損傷につながると考える。一方手指法はカテーテルの吸引孔が気管支周囲に対して回転をしながら付着した痰を探索するように動くため、部分的に強い吸引圧がかかることがなく、不可視化でも痰をくまなく吸引できることで、吸引量がわずかではあるが有意に多くなったと考える。改良型鑷子は手指による動きにより近い動きを実現しているために、従来型よりも安全であり、吸引量が確保できたといえる。

以上のことから、手指法が気管内吸引の方法としてはもっとも優れた吸引方法であるが、改良型鑷子法は、従来型鑷子法よりも手指法に近い効果があり、経済性、ゴミの処分といった問題を解決できる可能性がある。

5. 引用文献

大久保祐子、小長谷百絵:気管内吸引を効果的に行うための基礎的研究　カテーテル孔の可動性に関する実験的検討、日本看護研究学会雑誌、30(3)、134、2007.
竹島雅子他:焦点　気管内吸引の技術　閉鎖式気管内吸引法による吸引の実際;吸引量・効率の検討、看護技術、45(1)、33-36、1999.

[連絡先]
小長谷百絵
東京女子医科大学看護学部
〒162-8666　新宿区河田町8－1
TEL:03-3353-8111(7038)
E-mail:konagaya@nurs.twmu.ac.jp

人工呼吸器の警報発生時における
熟練者と初心者の思考過程分析

○濱口 淳*,小林大二**,山本 栄*
*東京理科大学, **日本橋学館大学

Analysis of thinking process of expert and novice when a ventilator's alarm going off

Jun Hamaguchi*, Daiji Kobayashi**, Sakae Yamamoto*
*Tokyo University of Science, **Nihonbashi Gakkan University

1．はじめに

人工呼吸器は救命装置の一つとして医療に欠かせない機器である。アラーム発生時にはすばやくその原因を判明することが、患者の生命を安全に保つために必要である。

実際に人工呼吸器のアラーム時における看護師の対処の現状を把握するため、シミュレーション実験を行い、調査した結果、アラームが発生してから解除するまでの時間（平均作業達成時間）に差が見られた。熟練者（勤務年数3年以上）が 34.3±5.85 秒、初心者（勤務年数 3 年未満）が 96.2±26.17 秒であった（図1）。

一般的に初心者は分らないことがあった場合、手順書を確かめながら行動すると考え、人工呼吸器のアラーム時における対処方法の手順に沿ったガイダンス画面を作製した。

初心者に対して、ガイダンス画面を用いて確認実験を行った。作業達成時間は 38.0±4.65 秒と速くなった（図1）。

2．目的

熟練者と初心者の作業達成時間の差を解明するために、認知的な観点から、思考過程を分析する。

3．方法

被験者は集中治療室に勤務する看護師13名とした。集中治療室の勤務年数が 3 年以上を熟練者（6 名）として、3 年未満を初心者（7 名）とした。装置は人工呼吸器サーボ 900C、富士通社製パーソナルコンピュータ FMV-830MT（以下 PC）およびタートル工業社製 AD コンバータユニット TUSB-1612ADSM を使用した。

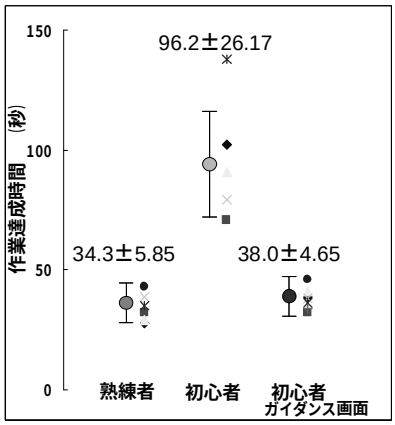


図1．熟練者と初心者の作業達成時間

実験では、人工呼吸器にアラームを発生させて被験者に対処させた。発生させた人工呼吸器のアラームは、比較的多く発生し、解除できないと患者の生命に影響を及ぼす危険が高い分時換気量警報とした。分時換気量警報が発生する原因は、大きく分けて、回路などからのエアリークによるものとアラームの設定の誤りが挙げられる。このうち、回路からのリークは容易に発見することができるため、アラーム設定の誤りを原因とした。“アラーム設定の誤り”だけを原因にすると原因を記憶してしまう恐れがあるため、分時換気量警報の原因と考えられる他の原因（加湿器部の外れ、ウォータトラップ部の外れ、患者回路と気管チューブの外れ、回転コネクターのキャップ部の外れ、カフ内空気の漏れ）についてもランダムに発生させ、対処させた。

取得するデータとして、発話と行動パターンを

ビデオカメラで撮影･記録した。発話データは、作業中に被験者が考えていることをできる限り言葉に出してもらうようにして録音した。

実験手順は次のようにした。人工呼吸器のアラームが発生した時点を実験開始とした。被験者はアラーム音が鳴った後、アラームの原因を探し、発見したら対処する。アラームランプが消灯した時点で実験終了とした。

4. 結果

行動する前に人は何かを考える。その考えたことを言葉に出した記録を分析した。行動する前に言葉に出した内容から捉えられる、被験者が考えた過程をここでは思考過程とした。熟練者と初心者の思考過程に図 2 のような違いが見られた。熟練者は数あるアラーム発生原因の中から素早く的確な原因を同定しているのに対し、初心者はどの原因であるのか予測しながらひとつずつ確かめる思考過程がみられた。

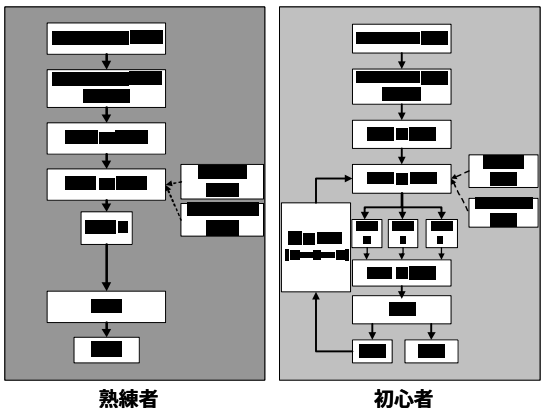


図 2. 熟練者と初心者の思考過程の違い

また、ガイダンス画面を用いた初心者の思考過程を図 3 に示す。初心者はガイダンス画面を利用することで熟練者に近い思考過程がみられた。

５．考察

初心者の作業達成時間が熟練者よりも長くかかるのは、思考過程で複数の原因について判定する過程があるためと考えられた。しかし、ガイダンス画面を使用して、ガイダンスに従うことで、初心者の思考過程は熟練者に近くなり、的確な原因の同定をすることができた。そのため作業達成時間が短くなったと考えられた。

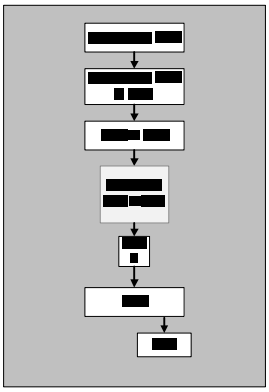


図 3. ガイダンスを用いた初心者の思考過程

作成したガイダンス画面は、あくまでも手順に基づいたものであるため、手順書では対応しきれない原因でアラームが発生した場合、ガイダンス画面は今回の結果のような効果を発揮することはできないと考えられる。初心者がガイダンス画面で得られる知識や原因同定に対する過程を組み合わせて的確に対処できるようになるには、繰り返し行うシミュレーションなどによる体験型訓練により体得することが必要だと考えられる。

6. まとめ

熟練者と初心者の作業達成時間の差を解明するために認知的な観点から思考過程を分析した。結果から、初心者は手順書に沿って作成したガイダンス画面を用いると、思考過程が熟練者と近くなり、作業達成時間が速くなると考えられた。

7. 参考文献

1) 財団法人日本医療機能評価機構　医療事故防止センター：医療事故情報収集等事業第3回報告書, 2005.10

2) 厚生労働省医政局長通知：良質な医療を提供する体制の確立を図るための医療法等の一部を改正する法律の一部の施行について, 医政発第 0330010 号, 2007.3

[連絡先]
濱口淳
東京理科大学
〒162-8601　東京都千代田区九段北 1-14-6
電話／FAX：03-5228-8352
E-mail：hamaguri@ms.kagu.tus.ac.jp

網膜像がぼけると異なる数字に見える視力視標

○森　峰生
(東京眼鏡専門学校)

New targets that appeared another number with a blur of the retinal image for the measurement of visual acuity

Mineo MORI
(Tokyo Optometric College)

1. はじめに

加齢による眼球結像系の調節能力の低下を補うための累進屈折力レンズを用いた眼鏡に対する装用感を評価するため，ランドルト環などの従来の視力視標とは異なる視標（方形群視標）の開発が試みられてきた[1,2]．

その結果，ランドルト環などでは小さすぎて実用的ではないような視力値における視認性の低下を測定することが可能になった．しかし，この方形群視標は最小分離閾と言うよりは小さい正方形を隔てている通路の検出閾を評価していると思われるなどの，いくつかの問題点が残された．

そこで今回は，数字を構成する各エレメントを縞模様にして，一部分のみの空間周波数を変えて，網膜像がぼけた時に視認性が異なり，例えば9が5に見えたり5が9に見えたりする二種類の視標を試作した．

2. 方法

図1に示した視標は，4画素からなる微少な正方形を縦横ずらすことなく2画素分の隙間をあけて配置した背景（正方ドット背景；面積比 25%）の上に，デジタル表示などで用いられる数字表示を模して，各エレメントを細かい縞模様（細エレメント）で数字を表示している．図1の例では「9」が描かれているが，右上の縦のエレメントの空間周波数を2倍にした粗い縞模様（粗エレメント）にすると，網膜像がぼけたときに粗エレメントが細エレメントと融合して「9」と知覚されるが，はっきりと見えているときには粗エレメントは数字とは別のものと知覚されて「5」と見える．

また，図2は背景をランダムドット（面積比 50%）として，細エレメントと粗エレメントを入れ替えた．はっきりと見えているときにはすべてのエレメントが数字を構成しているものと知覚されるので「9」と見えるが，ぼけると細エレメントが背景に埋没して見えるので「5」と認識される．

図3にエレメントが欠損すると見え方が異なる数字の組み合わせを示す．実験ではこれらをランダムに提示して，また，視標の提示位置を表1に示すように変えて，エレメントを欠損せずに認識している割合を求めた．

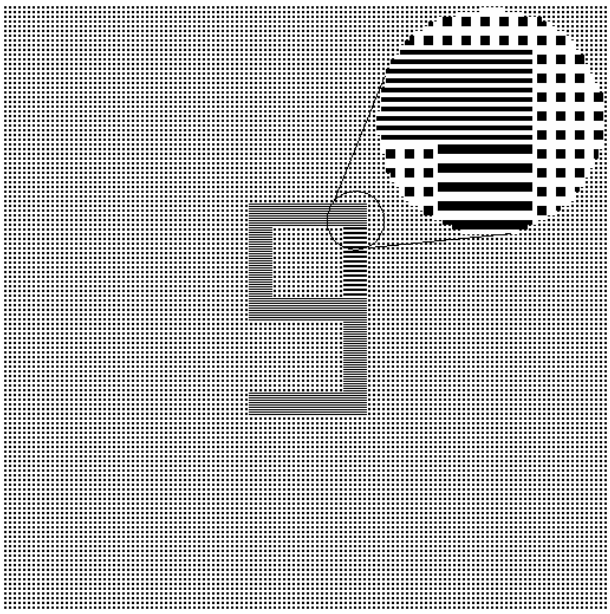


図1　正方ドット背景で，ぼけると粗エレメントが細エレメントと融合して認識される視標の例

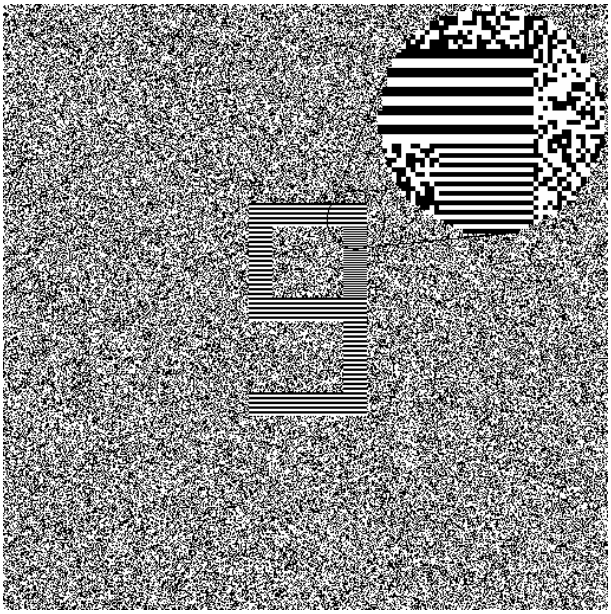


図2　ぼけると，細エレメントがランダムドット背景に埋没して消失して認識される視標の例

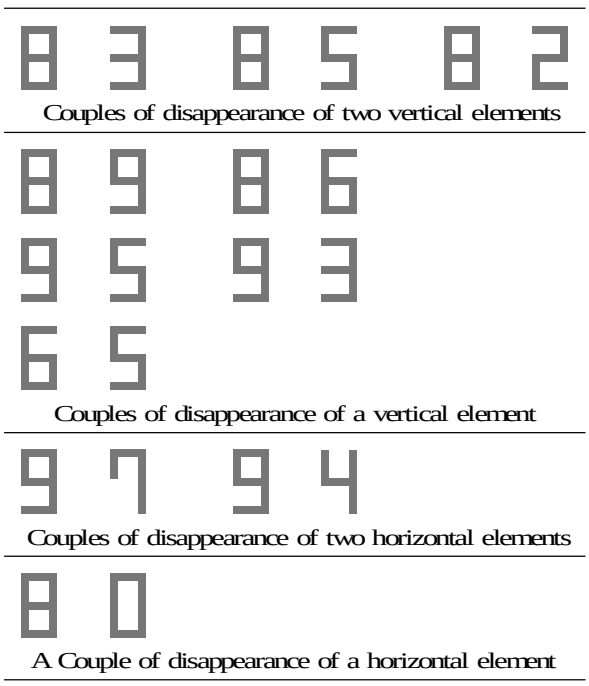


図3　エレメントが欠損すると見え方が異なる数字の組み合わせ

表1　視距離とエレメントの縞模様の視力相当値

視距離[mm]		572	906	1437	2277	3609	5719
細	LogMAR	+0.20	+0.00	-0.20	-0.40	-0.60	-0.80
	小数視力値	0.6	1.0	1.6	2.5	4.0	6.3
	cycle/deg	18.9	30.0	47.5	75.4	119.4	189.3
粗	logMAR	+0.50	+0.30	+0.10	-0.10	-0.30	-0.50
	小数視力値	0.3	0.5	0.8	1.3	2.0	3.2
	cycle/deg	9.5	15.0	23.8	37.7	59.7	94.6

3. 結果

44 歳の被験者 MM (両眼視力 1.2) と 20 歳の被験者 CK (両眼視力 1.6) において，正方ドット背景型とランダムドット背景型のそれぞれで，エレメントを欠損させずに数字を認識している割合を測定したところ，図4に示すような結果となった．グラフの横軸は視距離によって変化させた細エレメントの縞模様の小数視力相当値を示している．カッコ内はそのときの粗エレメントの視力相当値で，細エレメントの半分の値になる．また，縦軸は図3に示した組み合わせの数11を母数とした認識割合が示されている．

ドット背景型は，ぼけると粗エレメントが細エレメントと融合して，例えば「9」と「5」の組み合わせならば「9」と見えてくるので知覚確率曲線は右上がりになった．また，ランダムドット背景型は，ぼけると細エレメントが背景に埋没して知覚されるので，欠損した状態の数字に見え，知覚確率曲線は右下がりになった．

4. 考察

ランダムドット型の知覚確率曲線に注目すると，細エレメントの縞模様がぼけて一様な灰色と知覚されランダムドットに埋没してしまうものと考えられ，視力値の決定水準である60%および 50%閾値は視力値にして 1.6 ないし 2.0 程度にあることがわかる．したがってそれぞれの被験者においてランドルト氏環で測定した視力より高い空間周波数の縞模様まで認識されていたと考えられる．

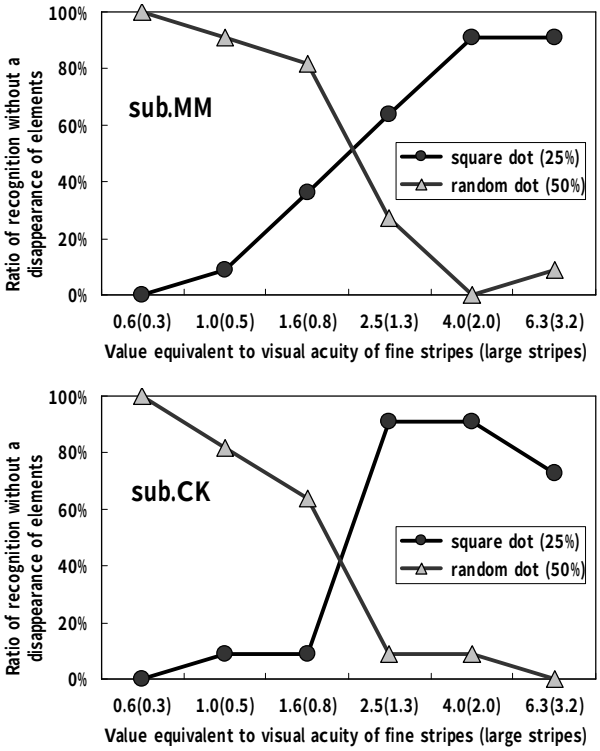


図4　エレメントを欠損せずに認識している割合

なお，正方ドット背景型では粗エレメントがぼけて知覚されるかどうかが閾値を決定すると考えていたが，閾値は粗い縞模様の視力相当値にして 1.0 程度であったことから，閾値を低下させる何らかの要因が存在する．

以上のように，視標形状が大きくても，網膜像がわずかにぼけることによって見え方が異なる，空間周波数パターンを用いた視標を作製できることが示唆された．

5. 参考文献

1) 森，前田，広瀬，畑田：自動車運転時における累進屈折力レンズの評価法，日本人間工学会関東支部第 36 回大会講演集，pp.75-76 (2006)

2) 前田，森：累進屈折力レンズを評価するための新しい視標，眼鏡学ジャーナル，Vol.11-1, pp.19-24 (2007)

[連絡先]
森　峰生
東京眼鏡専門学校
〒169-0073　東京都 新宿区 百人町 2-26-10
TEL：03-3360-7046
E-mail：m-mineo@toc.ac.jp

大脳半球の片側優位性から見た表面色の情動効果

○陽東　藍*、勝浦哲夫**、岩永光一**、下村義弘**
(*千葉大学大学院自然科学研究科、**千葉大学大学院工学研究科)

Affective Effects of Color on Brain Asymmetry

Ai YOTO*, Tetsuo KATSUURA**, Koichi IWANAGA**, Yoshihiro SHIMOMURA**
(*Graduate School of Science and Technology, Chiba university, ** Graduate School of Engineering, Chiba university)

1. はじめに

先行研究[1,2]の結果から、赤は情動的不安や、内的注意が促進されるとの可能性が示唆された。一方、色への個人的な嗜好も情動的に働く可能性が推測できる。

映像などの視覚刺激による快、不快などの情動効果と脳波に関する研究で、左前頭部の脳活動は肯定的感情に関連すると言われている[3,4,5,6]。また、左前頭、前側頭部は楽しい、嬉しいなどの接近行動を引き起こす情動反応、右前頭、前側頭部は嫌悪感などの回避行動を引き起こす情動反応に関連することや[7]、怒りなどのようなマイナス感情(negative affect)だが接近的な動機傾向を持つ情動に反応して、左前頭部が活性化する[8]なども報告されている。つまり、快では左前頭部で、不快では左右の前頭部および主に右脳において広範囲に脳活動が増加することが考えられる。

本研究は、表面色を注視することにより引き起こされる不安や、緊張、または色の好き嫌いにより持たされるプラス感情(positive affect)とマイナス感情を、脳波の脳半球片側優位性との関連から明らかにすることを目的とした。

2. 方法

被験者は 20-23 歳の大学生 8 名(平均 21.38±1.19 歳、男性 4 名、女性 4 名)であった。人工気象室(室温 24-25℃、相対湿度 50%)内に背もたれ付きの椅子と机を設置し、刺激色となる色紙を机の上に置いた。色紙の表面における照度を 500 lx とした。色刺激の提示は明度と彩度をできる限り同一にした市販の A2 判の色紙とし、青(9B5/9)、緑(5G5/8)、赤(4/R5/12)と刺激前のベース色の灰(N5.5)の 4 種類を用いた。また、被験者それぞれの色に対する嗜好のレベルを評価するため、上記4色に加え、黄(6Y9/9)、紫(5P5/6)、黒(N2)、薄い灰(N7)、紺(4PB3/4)、薄ピンク(2R8/5)、肌(2Y9/5)、黄緑(8GY7/9)、赤紫(3RP6/10)、茶(9YR7/4)、橙(5YR7/12)、濃い茶(6YR6/6)、水色(3B7/7)、青紫(1P5/8)、濃ピンク(7RP6/11)、白(N9)の計 16 色を嗜好度評価に用いた。実験手順は図 1 で示した。

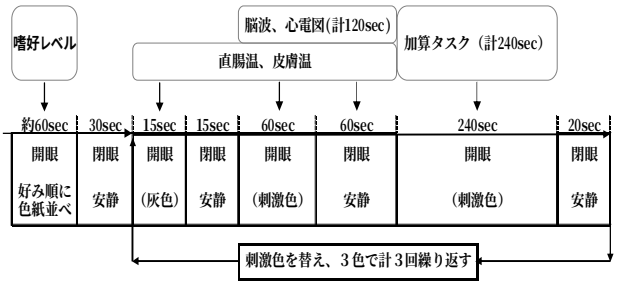


図 1　実験プロトコール

測定項目として色の嗜好度は主観評価、脳波は国際 10-20 法に基づき、Fp1, Fp2, F7, F8, C3, C4, O1, O2, T5, T6, Fz, Cz, Pz, A1, A2 の 15 箇所より導出し、Low-Cut 0.016Hz、Hi-Cut 30H で増幅し、100Hz でサンプリングした。開、閉眼時の脳波サンプルは高速フーリエ変換を行い、各色条件のそれぞれの電極部位において 6 つの帯域に分割したδ(1-4Hz)、θ(4-8Hz)、α1(8-10Hz)、α2(10-13Hz)、β1(13-20Hz)、β2(20-30Hz)の各帯域のパワー密度を算出し、色条件ごとに左脳半球優位性を、前頭極(Fp1-Fp2)/(Fp1+Fp2)，前頭部(F7-F8)/(F7+F8)，中心部(C3-C4)/(C3+C4)，後頭部(O1-O2)/(O1+O2)，側頭後部(T5-T6)/(T5+T6)の 5 部位でそれぞれの式の計算結果を解析に用いた。加算タスクは1分間毎タスクの正解数及びその平均値を解析に用いた。

データ解析は反復測定分散分析を行い、主効果が現れた場合、Bonferroni の多重比較検定を行った。また、嗜好度と各生理的指標との Spearman の相関係数を求めた。

3. 結果

本実験に参加した被験者の色の嗜好度と、加算タスクと、開眼時の各帯域の脳波の左脳半球優位性は色の違いにより有意な差は認められなかった。

閉眼時の脳波活動の結果で、α1 波は側頭後部

(T5vsT6、F(2,14)=5.222, p=0.020)、α2 波は中心部(C3vsC4、F(2,14)=6.970, p=0.008)に色の主効果が認められ、赤注視後の閉眼時のα1 波の側頭後部左脳半球優位性が青のそれより有意に大きく(p=0.020)、α2 波は中心部で左脳半球優位性が緑の閉眼時より有意に大きかった(p=0.009)。

色の嗜好度との相関では、閉眼時、α1 波の前頭部左脳半球優位性と正の相関(r=0.437, n=24, p=0.033)、後頭部左脳半球優位性と負の相関(r=-0.515, n=24, p=0.010)、α2 波の前頭部左脳半球優位性と正の相関(r=0.605, n=24, p=0.002)、θ波の後頭部左脳半球優位性と負の相関(、r=-0.427, n=24, p=0.037)が観察された。

4. 考察

脳波の結果から、α1 波は側頭後部で赤色紙を注視した直後の閉眼時が青条件時より左脳半球優位性が大きかった。脳活動性の評価として、一般に低周波帯域であるδ波、θ波、α波のパワー減衰は、脳内神経活動の上昇に対応すると言われていることから、赤条件は青条件よりより右半球が神経活動の上昇を示した。つまり、赤条件の閉眼時が青より不快情動を引き起こす結果となった。一方、前頭部では青や緑との有意な差が出なかった。接近的不快情動は左前頭部がより活性化するとの報告から [8]、赤刺激の情動効果は接近的不快情動より、回避的不快情動の可能性が大きい。つまり、怒りなど攻撃性の不快ではなく、嫌悪や不安などの回避的不快である可能性を意味する。これは、先行研究で述べた赤の不安、内的注意を引き起こす効果に一致した。

同様に、α2 波は中心部で、赤条件は緑条件より左脳半球優位性が大きく、右半球の脳活動がより活性化することが示された。ここでも、赤色紙を見た直後の閉眼時は、緑条件より不快情動が引き起こされた可能性を示唆した。

また、各生理的指標と、自己評価してもらった嗜好レベルとの相関係数を求めた結果、開眼時は相関関係が認められなかったが、閉眼時は、α1 波、α2 波の前頭部左脳半球優位性と正の相関、α1 波、θ波の後頭部左脳半球優位性と負の相関が示された。つまり、好きな色ほど、色を見た後の閉眼時に、前頭部の低い周波数帯域の左脳半球優位性が大きく、後頭部では逆に左脳半球優位性が小さくなることが示された。低周波帯域の出現率が脳活動のリラックスや待機状態を反映するとの観点から、好きな色ほど、刺激後閉眼時の前頭部では右半球が活性化し、後頭部では左半球が活性化することを示し、逆に言うと、嫌いな色ほど、その色を見た後の閉眼時に、前頭部で左半球が活性化し、後頭部で右半球が活性化することが示唆された。

5. 参考文献

1) 陽東藍、下村義弘、岩永光一、勝浦哲夫(2006)随伴陰性変動と気分に対する物体色の効果、日本生理人類学会誌 11(4) 1-6

2) Yoto A, Katsuura T, Iwanaga K, Shimomura Y (2007) Effects of Object Color Stimuli on Human Brain Activities in Perception and Attention referred to EEG Alpha Band Response. J. Physiol. Anthropol. 26 (3) 373-379

3) Herrington, John D; Mohanty, Aprajita; Koven, Nancy S; Fisher, Joscelyn E; Stewart, Jennifer L; Banich, Marie T; Webb, Andrew G; Miller, Gregory A; Heller, Wendy (2005) Emotion-modulated performance and activity in left dorsolateral prefrontal cortex, Emotion 5(2):200-207

4) Ekman P, Davidson RJ, Friesen WV (1990) The Duchenne smile: emotional expression and brain physiology, J Pers Soc Psychol 58(2):342-53

5) Wheeler RE, Davidson RJ, Tomarken AJ (1993) Frontal brain asymmetry and emotional reactivity: A biological substrate of affective style, Psychophysiology 30 (1):82-9

6) Schutter DJLG., Putman P, Hermans E, Honk J (2001) Parietal electroencephalogram beta asymmetry and selective attention to angry facial expressions in healthy human subjects, Neurosci Lett 314:13-16

7) Davidson RJ (1992) Anterior cerebral asymmetry and the nature of emotion, Brain Cogn 20: 125-151

8) Harmon-Jones E (2004) Contributions from research on anger and cognitive dissonance to understanding the motivational functions of asymmetrical frontal brain activity, Biological Psychology 67:51−76

[連絡先]
陽東 藍
〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33 千葉大学大学院人間生活工学研究室
TEL：080-5124-4762
E-mail：yotobing@yahoo.co.jp

色照明環境が生体に及ぼす影響

○藤巻聡*、水戸和幸**、清水豊**
(*電気通信大学大学院電気通信学研究科、**電気通信大学システム工学科)

Affection caused by coloured lighting to human body

Satoshi FUJIMAKI*, Kazuyuki MITO,Yutaka SHIMIZU**
(*Graduate school of Electro- Communications ,The University of Electro- Communications,
**Faculty of Electro- Communications, The University of Electro-Communications)

1. はじめに

色が人間の肉体や精神に影響を及ぼすということはいまや周知の事実である。例えば、一部病院では実際に壁の色を橙に塗り替えることによって人間の治癒能力を促進する試みもなされている。壁などの物体色の他に、色光照明においても同様の効果が指摘されており、精神的安定や興奮などの目的で意図的に照明の色を変えるということはよくなされている。また、作業環境においては安全色や快適色など彩色に関する研究もなされている。本研究においては環境照明に踏み込んで、特に色光が作業効率に及ぼす影響に着目し、照明色を変化させることによる作業効率及び作業時の快適性の向上を目的とした研究を行った。

2. 実験内容

2.1 実験装置と方法

暗室環境で被験者に着席してもらい、その後、代表的な色光を照射しタスクを与えたときの影響を調べた。
試行は1回5分間で行い、色順応の影響を考え各試行間には1分間の休憩を挟んだ。タスク実施量、心理データ及び生理データを記録した。生理データの記録及び解析には、AD instruments 社の chart5 を用いた。

2.1.1 色光照明

実験に用いた照明は赤緑黄青白の5色である。
すべての照明は照度 60±2Lx に固定して照射した。
各照明の色度については以下の表1の通りである。

表1:実験に使用した照明光の色度

	Y	x	y
緑	60.9	0.274	0.576
赤	62.0	0.695	0.302
青	59.0	0.128	0.286
黄	59.4	0.610	0.389
白	60.0	0.504	0.415

2.1.2 タスク

タスクには、内田クレペリン精神検査用紙を用いた。
1行が60問からなる1桁の乱数同士の加算タスクを行ってもらい、試行開始から1分間での解答数及び試行開始4分後から終了までの解答数を求めた。

2.2 被験者

被験者は色覚に異常のない22歳から29歳までの健常男性11人である。

2.3 計測内容

2.3.1 脳波測定

図1に示すように国際 10-20 法に基づき、Pz に導出電極、A2 に基準電極、Fzに接地電極を貼付し、Pz-A2 間の単極誘導によって測定を行った。得られたデータからパワースペクトルを導出し、そこからPz部位におけるα波の帯域率を求め比較を行った。

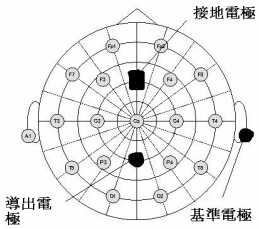


図1:視覚誘発脳波導出用電極貼付位置

2.3.2 心電図測定

心電図計測には双極胸部誘導法を用いて計測を行った。試行中、脳波と同時にデータを記録し、取得したデータから LF/HF を求め、白色と他の色照明との比較を行った。

2.3.3 自覚症状計測

心理計測として、各試行終了後に1から5の5段階評価からなる自覚症状に関するアンケートに回答してもらった。“自分がどの程度試行中に集中していたか”及び“試行を行うにあたりどの程度快適であったか”の2項目についてのデータを取得した。

3. 実験結果

得られたデータを測定開始から1分間までのものをbefore、4分後から測定終了までのものをafterとして比較を行った。

3.1 脳波測定

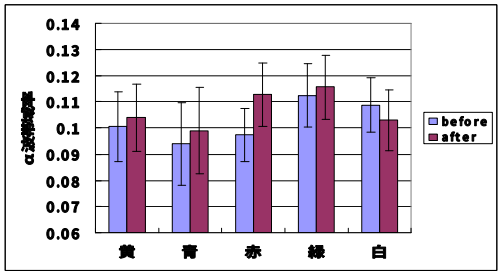


図2：タスク実行時の脳波中α波帯域率平均値

図2はタスク実行時の脳波におけるα波帯域率である。白色光と他の色光において11人中9人に同様の傾向が見られたため平均値の差の検定を行ったところ、緑afterにおいてt=2.17(p<0.05)となり有意であった。また、赤before及びafterでも白との差が傾向としてみられた。

3.2 心電図測定

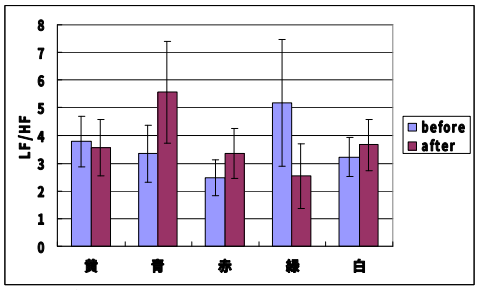


図3：各色照明条件におけるLF/HF比率

導出したLF/HFの平均値を白色とそれ以外の色光で平均値の差の検定を行って比較したが、有意な差が認められなかった。しかし、青のbefore及び緑のafterは他の色と比べるとLF/HFの比率が高くなる傾向が覗える(図3)。

3.3 タスク回答数

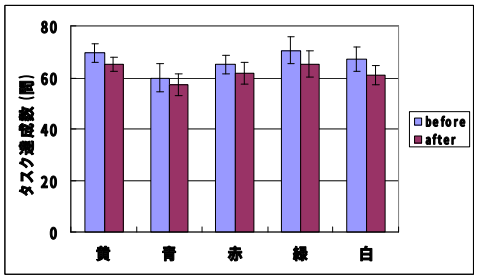


図4：before及びafterにおけるタスク回答数平均値

Beforeにおいては白と他の色との有意差は認められなかった。Afterにおいては、緑が一人を除く全員が白よりも回答数が多かったため平均値の差の検定を行ったところt=1.97(p<0.05)となり白との有意差が見られた(図4)。

3.4 自覚症状(快適性と集中力評定)

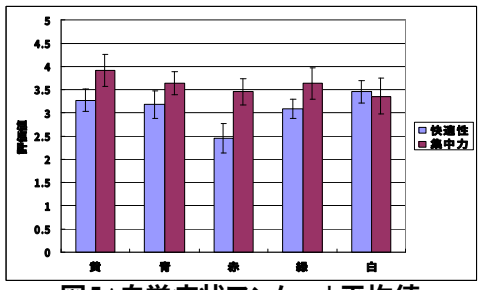


図5：自覚症状アンケート平均値

図5に示すように、快適性の評定については、タスクありの試行において赤にのみt=-2.23(p<0.05)となり有意差が確認されたが、他の色に関しては見られなかった。また、集中力の自覚評定においては、同図5に示すようにタスクありの場合、赤にのみt=1.78(p<0.05)となり白との有意傾向が表れたが、他の色光においてはみられなかった。

4.考察

今回、一般の照明環境光である白色光とそれ以外の色光との比較を行った。色順応の影響などを考えbeforeの方がafterよりも明確な差が出ると考えたが、実際には逆の結果となり、順応をした状態であるafterにおいて強く影響が見られた。Pz部位α波帯域率、及びタスク達成数において緑afterに白afterとの有意差が認められた。一般に、集中力が高まるとα波は増加すると言われている。今回の実験においても、白と比べてα波帯域率が増加した緑afterはタスク達成数においても有意差がでているためα波の増加は集中力に関連性があるということができるであろう。快適性に関しては、普段と違う環境に突然おかれたことにより、色光照明の評価が下がっていると考えられる。今回実験を行ったような色光照明を頻繁に体験する環境であれば、また違う結果になるのではないかとも思われる、さらなるデータの蓄積を必要とする。

5.参考文献

[1]豊野美佳(1994)：色光刺激による誘発脳波の研究 平成9年度電気通信大学卒業論文

[連絡先]
藤巻 聡
電気通信大学
〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘1-5-1
TEL:042-443-5154
E-mail：willwisp640@hotmail.com

足底面の不安定が重心動揺に与える影響と頸部可動域の関係

○壽里伸一*, 青木和夫*
(*日本大学大学院理工学研究科)

Relation between effects of movement of center of gravity in standing on unstable foot-board and cervical range of motion.

Shin-ichi SUSATO*, Kazuo AOKI*
(*College of Science and Technology, Nihon University)

1. はじめに

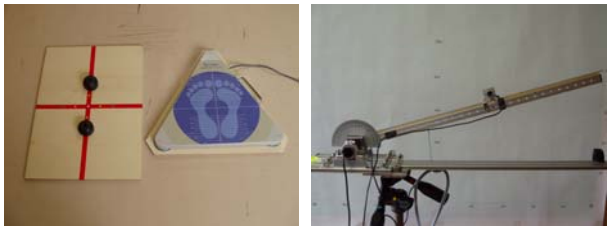
重心動揺検査は，動揺計を水平な硬い床面の上に設置して行うことが規定されている[1]．その設置状態で，静止を心がけた静的姿勢や動作を行う動的姿勢での重心(足圧中心も同義とする)を調べ，平衡機能を両足による姿勢保持の観点から分析している[2]．この種の検査の外乱は大部分が，視覚，聴覚，支持基底面の変化などである．大規模な平衡機能検査装置においては，可動式の起立台と前景板による動的外乱もある．重心動揺に対する足関節と股関節の関与についての研究も行われている．

本研究は，動的姿勢と動的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，外乱として足底面および動揺計自体を不安定にさせ，外乱の最中と前後の重心動揺を測る．そして，頸部の屈曲・伸展角度との関係を調べる．

2. 方法

被験者は，健常者 10 人(男 5 人,女 5 人;平均年齢 28.6 歳,±8.6 歳;平均 BMI 20.1,SD 1.3;ボールを投げる手と蹴る足は，全員右側)で，実験趣旨を充分説明し，同意を得た．

測定器は，重心動揺計(グラビコーダ GS-11E，アニマ)と非接触式関節角度計(レーザビームによる投影測定，自作)を用いる．これらを図 1 に示す．



(a)重心動揺計　　(b)角度計

図 1　測定器

手順は，(1)頸部の第 7 頸椎棘突起を中心に，頭頂を測定点として，前後・左右方向の屈曲・伸展を行い，被験者固有の可動域角度を測る．

(2)重心動揺計の下に木製の板を図 2 に示すように置き，以下のようにして測定する．

①平坦な床の上に直接置き，重心動揺検査を立位姿勢の開眼と閉眼で行う(平坦 1)．

②床と板との間に合成ゴム(φ60－30 ㎜)を 2 個，前後方向に置き，同様に検査を行う(前後置き)．

③ゴムを左右方向に置き，検査を行う(左右置き)．

④再び①を行う(平坦 2)．

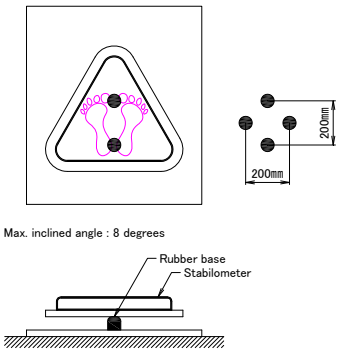


図 2　重心動揺計と外乱用器具

さらに，試験用重り(215×225×315 ㎜，10 ㎏)を用い，測定者が手動で，②と③の重心動揺を人為的に行う．

また，②と③の測定中も，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．

3. 結果

表 1 は，重心動揺の被験者データである．

(ⅰ)軌跡の総平均長は，平坦 1＜平坦 2，外周面積は，平坦 1＞平坦 2 となった．これは軌跡の「密度」に相当する単位面積軌跡長が，外乱後は大きくなったことを意味する．開眼時の単位面積軌跡長は，平坦1＜平坦2となった($p<0.05$)．外乱後は姿勢制御の微細さが向上したと解釈できる．

(ⅱ)開眼時の単位面積軌跡長は，前後置き＜左右置きとなった($p<0.05$)．これは左右方向より前後方向が不安定であるほうが，外乱中の動揺が大きいことを意味す

る.

表1　重心動揺の被験者データ

N = 10

内容	設置面	視覚	Mean	SD
総軌跡長 (Length) (cm)	平坦1	開眼	76.5	24.6
		閉眼	110.7	29.1
	前後置き	開眼	230.5	62.4
		閉眼†	460.0	99.2
	左右置き	開眼	452.2	220.9
		閉眼†	625.9	185.0
	平坦2	開眼	81.1	24.8
		閉眼	116.7	36.5
外周面積 (Env. Area) (cm^2)	平坦1	開眼	3.2	1.3
		閉眼	5.0	4.5
	前後置き	開眼	10.6	5.4
		閉眼†	22.4	7.6
	左右置き	開眼	11.4	5.0
		閉眼†	31.3	15.1
	平坦2	開眼	2.4	0.6
		閉眼	4.1	1.7
単位面積軌跡長 (L/EA) (cm^{-1})	平坦1	開眼	25.6	8.2
		閉眼	29.7	11.3
	前後置き	開眼	27.7	15.5
		閉眼†	21.6	5.5
	左右置き	開眼	43.2	16.3
		閉眼†	22.6	9.4
	平坦2	開眼	35.0	10.0
		閉眼	32.1	12.5

（注）† 被験者S1f は除く

表2は，外乱時の重心軌跡パターン図である．I1とH1は試験用重りである．重心動揺計の傾斜角を θ，試験用重りの重量を W とすると，重りの垂直荷重 N は，$N = W\cos\theta$ となり，傾斜角が大きくなるにつれて N は減少する．重りの形状寸法を一辺 A の立方体とすると，重心は平坦時の位置から，$(A/2)\tan\theta$ 移動した軌跡を描く．表2のパターン図は，重心移動の反復履歴を巨視的にみたものであり，水平および垂直荷重の大きさは考慮に入れていない．

重心パターン図から，左右方向の外乱は，主に両方の踵で不均等に平衡調整されている．前後方向の外乱は，主に両方の足指と片方の踵で調整されている．

表 2　外乱時の重心軌跡パターン図

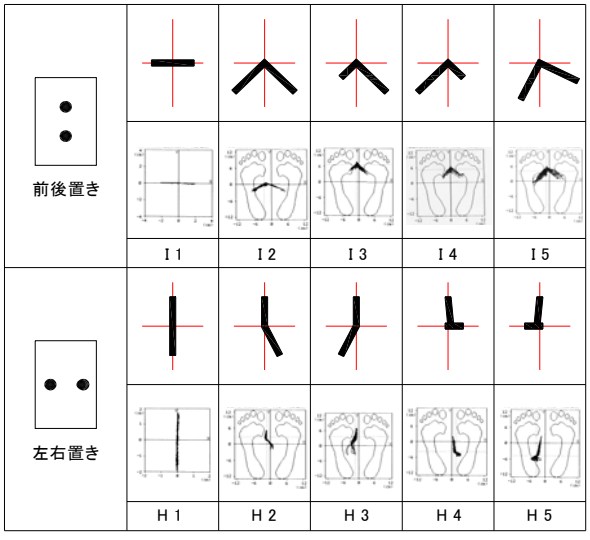


表 3 は被験者の外乱時の重心パターンである．被験者は，それぞれのパターンで平衡姿勢を保っていることがわかる．Ix と Hx は軌跡が乱雑で，同表のパターンにあてはめることができなかった．これは前後置きに多かった．原因は，次のように考えられるが，明確にできなかった．(ⅰ)左右方向の不安定な傾斜に特有の現象であった，(ⅱ)実験の最初の外乱刺激であったため，被験者が不慣れのため気が動転した，などである．

表 3　被験者の外乱時の重心パターン

設置面	視覚	S1f	S2f	S3f	S4f	S5m	S6f	S7m	S8m	S9m	S10m
前後置き	開眼	Ix	Ix	I3	Ix	Ix	Ix	I3	I3	I3	I2
	閉眼	–	I2	I2	I4	I5	I3	I4	I3	I3	I2
左右置き	開眼	H4	H4	H2	H2	H3	Hx	H2	H5	H4	H3
	閉眼	–	H4	H2	H2	H3	Hx	H2	H5	H4	H3

図 2 は，被験者の頸部可動域である．前後左右の 4 方向を表示する．左屈＜右屈となった($p<0.05$)．

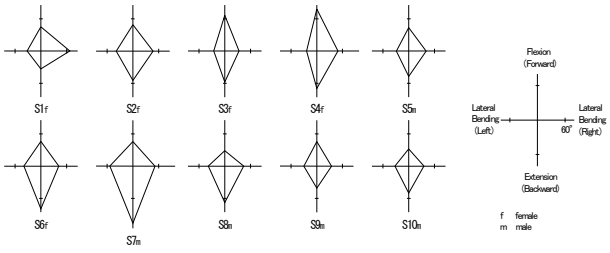


図 3　被験者の頸部可動域

4. おわりに

外乱後，平坦な面での平衡調整は，重心動揺の変動範囲が小さく，頻繁に行われる．この理由は，姿勢保持に対する感覚の反応が鋭敏になったためと考えられる．

頸部の可動範囲と重心動揺の関係は，明確にできなかった．

今後は，(ⅰ)外乱後の改善が，一過性の効果によるものか，あるいは永続的な効果によるものかを検証する，(ⅱ)他の部位の関節可動域と形態距離を非接触式で測り，重心動揺との関係を調べる，(ⅲ)重心動揺計を水平に設置し，同様のパターンを出現させる実験を行う．

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/FAX:03-3259-0529

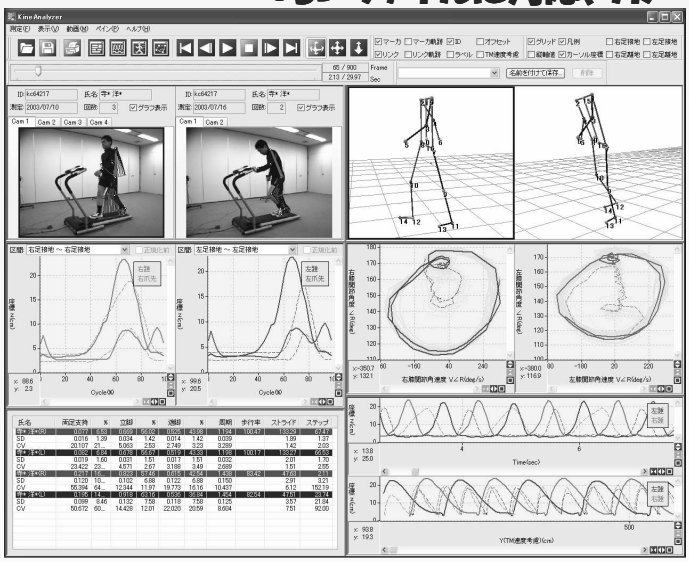
KeT KinemaTracer

KISSEI COMTEC System Integrator

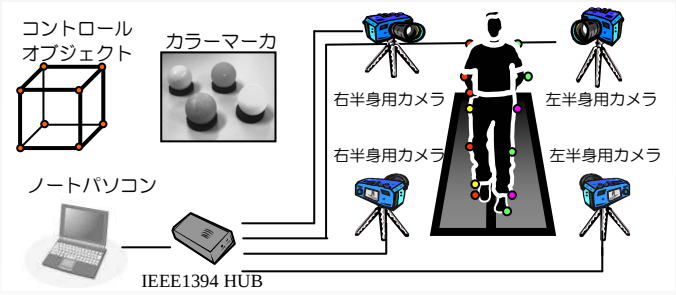
三次元動作解析システム

KinemaTracer

C3D ファイルに対応、カメラはより小型で 60Hz に対応！！



特長①シンプルな構成　―持ち運び可能―



小型カメラで省スペースな為設置場所を選びません。またカメラとパソコンの間の接続はFirewireケーブルのみです。同期装置も不要なため非常にシンプルに、撮影環境をつくれます。

特長②データの比較（最大 4 データ）が可能

複数のデータを同時に開くだけで、動画・スティックピクチャを並べて表示、各種グラフは重ねて表示することができます。異なる条件で計測した動作を最大 4 ファイルまで開き、比較できます。

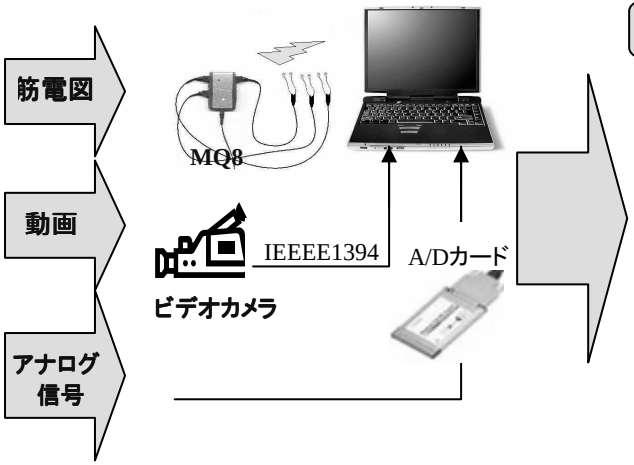
特長③AVI 出力機能　ープレゼンテーションに活用ー

スティックピクチャをはじめ、解析画面の任意の部分（全画面も可）を AVI ファイルとして出力することができます。学会発表用の資料作成などに大変重宝する機能です。

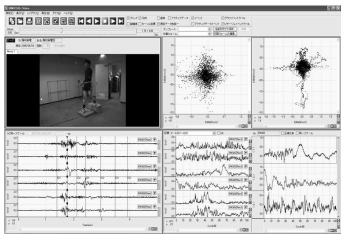
新発売！

テレメトリー筋電計　MQ8

小型・軽量(70g)・多チャネル(8～24ch)・ノイズフリー　動画同時収録＆同期解析が可能



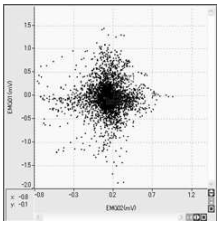
BIMUTAS-Video　―動画を見ながらの筋電図解析―



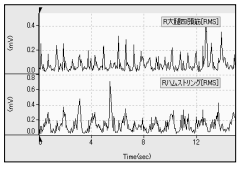
【主な機能】
- データベース管理
- ビデオ同期
- データ比較
- 各種アウトプット
  （CSV、BMP、AVI）
- レポート出力

【筋電解析機能】
リサージュ波形、全波整流、包絡線、RMS、正規化、積分、レベルリセット、イベントリセット、FFT解析など

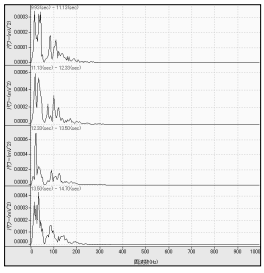
【筋電解析例】



リサージュグラフによる拮抗筋の放電パターン

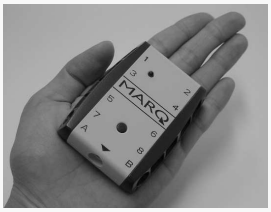


RMS による放電量の評価



時系列 FFT による筋疲労の評価

テレメトリー筋電計MQ8



【仕様】
- アナログ8ch(ディジタル4ch)
- 最大3ユニット可(8～24ch)
- 70g（バッテリー含む）
- サイズは7.2×5.5×1.9(cm)
- 連続30時間収録可能

※Bluetooth ID WML-C29 で登録済みモジュールを搭載

キッセイコムテック株式会社

■お問い合わせ窓口
メディカルシステム事業部

〒390-1293 長野県松本市和田 4010-10
[TEL] 0263-40-1122 [FAX] 0263-48-1284
[Email] motion@comtec.kicnet.co.jp
[URL] http://www.kicnet.co.jp/

Humanmetrics　－人体形状を 3D に

SPACEVISION

スペースビジョンは、3D カメラ並びにそのソフトウェアの開発・製造及び販売を行っている会社です。

実物体を

手軽に、そして高速に

３次元データへ

HANDY 3D CAMERA

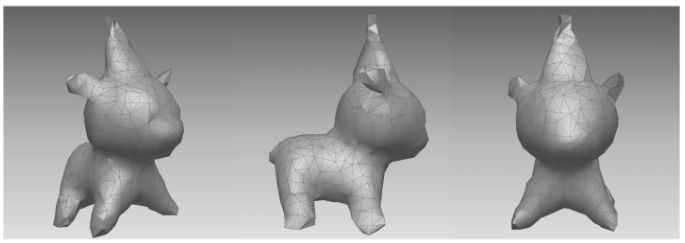
Cartesia

問い合わせ先：㈱スペースビジョン
ビジネス・ディベロップメント　小野
TEL:052-252-8891
URL:http//www.space-vision.jp

STANDARD SYSTEM

撮影対象

３次元データ

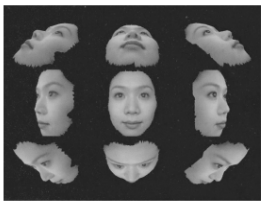


“Cartesia STANDARD SYSTEM” は、実際に存在するものを手軽に３次元撮影し、コンピュータ上に取り込む３Ｄカメラです。

FACE SYSTEM

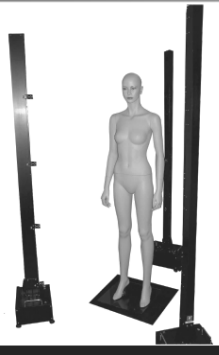
撮影対象者

３次元データ

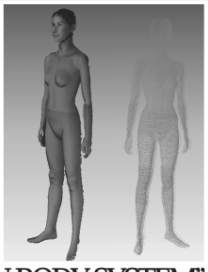


“Cartesia FACE SYSTEM” は、CCD カメラ１台にスキャナ２台を配置し、オクルージョンを最小限に抑え、顔の３次元撮影に適したシステムです。

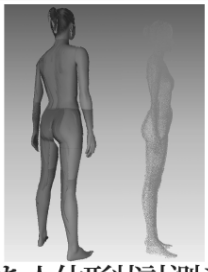
HUMAN BODY SYSTEM



３次元データ１



３次元データ２



“Cartesia HUMAN BODY SYSTEM” は、移動及び設置が容易な人体形状計測システムです。本体のポールに３Ｄカメラを配置し、人体の計測を瞬時に行うことが可能です。

Spirit of Wonder

Pentel®

筆記を科学した、ウィンググリップ

人間工学が実現した、筆記具の新しいカタチ。

親指と人差し指の間の「第4の支点」を「ウィンググリップ」が
支えることにより、これまでの筆記具にはない握りやすさと
書きやすさを実現しました。

疲労軽減機能付 筆記具

ERGoNoMiX エルゴノミックス　ウィンググリップ

WINGGRIP

○ Ball Point pen 油性ボールペン
○ Automatic Pencil シャープ
○ Gell Roller ゲルインキボールペン

軸色　各6色

1本¥840
（本体価格¥800）

ぺんてる株式会社　〒103-8538　東京都中央区日本橋小網町7-2
お客様相談室 0120-12-8133
www.pentel.co.jp

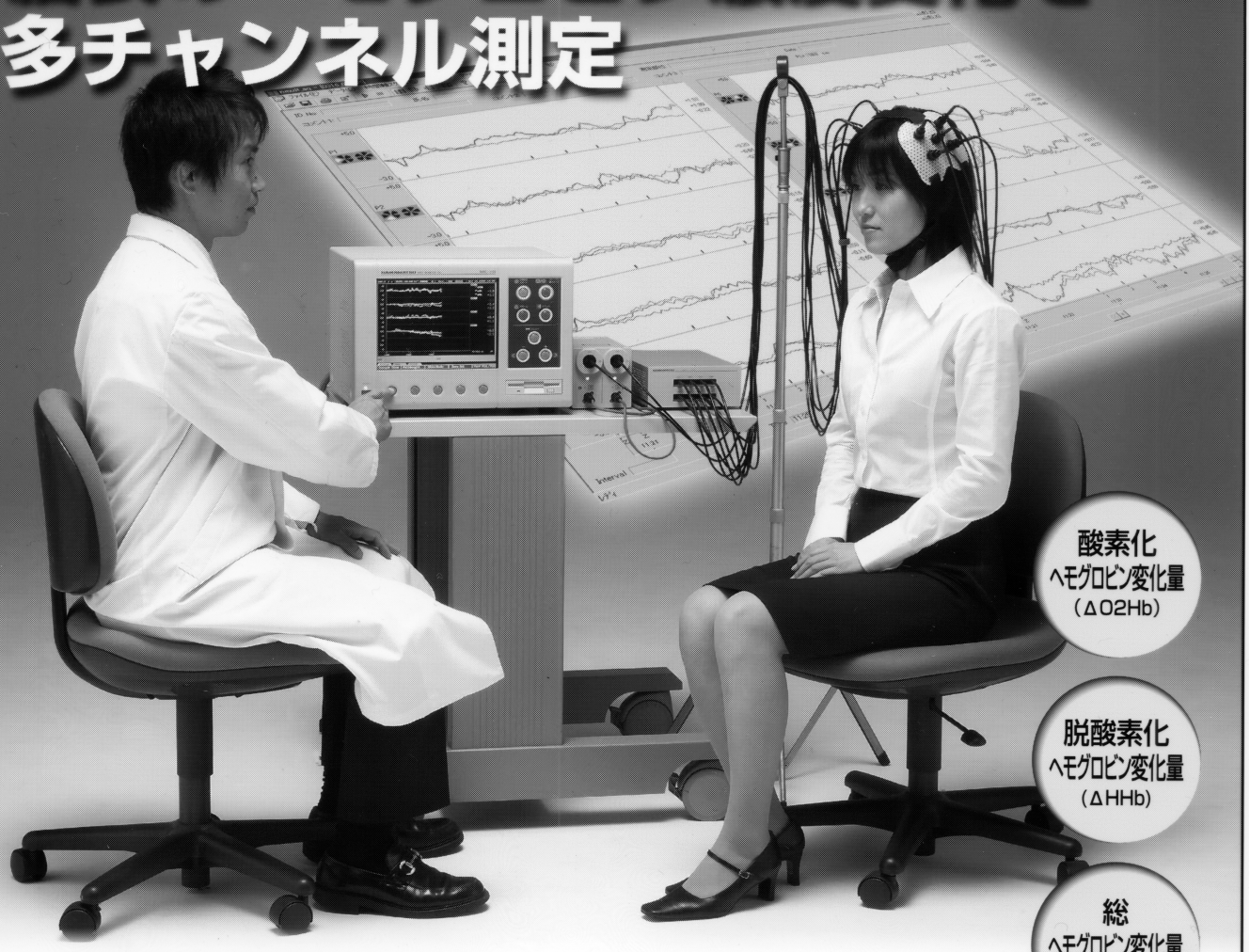
長いあいだ日本の家の片すみにあった、風呂やトイレや洗面所。それらがまばゆいばかりの光を浴びて、とつぜん住まいの主役に躍り出ます。INAXから「スイートルーム」誕生。光を取りこむ、家の外とつなぐ、家の内とつなぐ、という3つのテーマと組み合わせ、いままでバラバラだった水まわりを気持ちのいいひとつづきの空間に変えたのです。本物の素材感。大胆なデザイン性。豊かなバリエーション。かつて、自由設計でしか得られなかったぜいたくな解放空間が、わずかな工期で手に入る新システム。日本の家を、まずは水まわりから、明るく美しく変えたいINAXの新提案です。

INAXお客さま相談センター 0120-1794-00　INAXホームページ http://www.inax.co.jp　SUITEROOMホームページ　http://suiteroom.info

医療用具製造承認番号　21500BZZ00259000

HAMAMATSU

脳表のヘモグロビン濃度変化を多チャンネル測定



酸素化ヘモグロビン変化量（ΔO2Hb）

脱酸素化ヘモグロビン変化量（ΔHHb）

総ヘモグロビン変化量（ΔcHb）

光で脳活動を捉える。進化した酸素モニタ。

脳機能研究から臨床まで幅広いニーズに対応

脳活動によるヘモグロビンの変化を照射2点・受光8点のプローブにより、最大10 ch分リアルタイムで表示します。光ファイバの先端を頭皮に接触させるだけで測定が可能なため、非侵襲で拘束性が低く、被験者への負担はほとんどありません。光源に3波長のレーザダイオードを使用することで、誤差の少ない計測を実現しました。レーザ光量は最も安全なレベルのクラスIを採用しているため、長時間でも安全にご使用いただけます。

特長

- ヘモグロビン濃度変化をリアルタイム計測
- 定量計測(酸素飽和度計測)が可能 (2 ch)
- 小型のため機動性に優れ、設置場所を選びません

応用

- 脳機能・感覚計測のツール
- 刺激による関連部位の活動変化の観察
- 脳機能障害の評価
- リハビリの効果測定

赤外線酸素モニタ装置 マルチファイバアダプタシステム C9866

眼精疲労や自律神経の検査には……

近見反応測定装置 TriIRIS は、近くの物を見るときの眼の動きや、光に対する眼の動きを測定する装置です。眼精疲労や自律神経の状態を視覚的に捕らえることができます。

近見反応測定装置 TriIRIS（トライイリス） C9000

浜松ホトニクス株式会社　www.hamamatsu.com
システム事業部 光計測営業部　〒431-3196 浜松市東区常光町812　TEL（053）431-0143　E-mail　med@sys.hpk.co.jp

製品紹介Webサイト >>>　jp.hamamatsu.com

最新カタログをPDFデータで掲載しています。
ぜひ、アクセス・ダウンロードしてください。

人間工学ハンドブック

伊藤謙治・桑野園子・小松原明哲編
B5判 860頁 定価35700円（本体34000円）（20113-0）
“より豊かな生活のために”をキャッチフレーズに，人間工学の扱う幅広い情報を１冊にまとめた使えるハンドブック。著名な外国人研究者10数名の執筆協力も得た国際的企画。〔内容〕人間工学概論／人間特性・行動の理解／人間工学応用の考え方とアプローチ／人間工学応用の方法論・技法と支援技術／人間データの獲得・解析／マン-マシン・インタフェース構築の応用技術／マン-マシン・システム構築への応用／作業・組織設計への応用／環境設計・生活設計への「人間工学」的応用

人間の許容限界事典

山崎昌廣・坂本和義・関　邦博編
B5判 1032頁 定価39900円（本体38000円）（10191-1）
人間の能力の限界について，生理学，心理学，運動学，生物学，物理学，化学，栄養学の７分野より図表を多用し解説(約140項目)。〔内容〕視覚／聴覚／骨／筋／体液／睡眠／時間知覚／識別／記憶／学習／ストレス／体罰／やる気／歩行／走行／潜水／バランス能力／寿命／疫病／体脂肪／進化／低圧／高圧／振動／風／紫外線／電磁波／居住スペース／照明／環境ホルモン／酸素／不活性ガス／大気汚染／喫煙／地球温暖化／ビタミン／アルコール／必須アミノ酸／ダイエット／他

人間計測ハンドブック

産業技術総合研究所人間福祉医工学研究部門編
B5判 928頁 定価37800円（本体36000円）（20107-9）
基本的な人間計測・分析法を体系的に平易に解説するとともに，それらの計測法・分析法が製品や環境の評価・設計においてどのように活用されているか具体的な事例を通しながら解説した実践的なハンドブック。〔内容〕基礎編（形態・動態，生理，心理，行動，タスクパフォーマンスの各計測，実験計画とデータ解析，人間計測データベース）／応用編（形態・動態適合性，疲労・覚醒度・ストレス，使いやすさ・わかりやすさ，快適性，健康・安全性，生活行動レベルの各評価）

日本人の事典

佐藤方彦編
B5判 736頁 定価29925円（本体28500円）（10176-8）
日本人と他民族との相違はあるのか，日本人の特質とは何か，ひいては日本人とは何か，を生理人類学の近年の研究の進展と蓄積されたデータを駆使して，約50の側面から解答を与えようとする事典。豊富に挿入された図表はデータブックとしても使用できるとともに，資料に基づいた実証的な論考は日本人論・日本文化論にも発展できよう。〔内容〕起源／感覚／自律神経／消化器系／泌尿器系／呼吸機能／体力／姿勢／老化／体質／寿命／諸環境と日本人／日本人と衣／日本人の文化／他

3次元映像ハンドブック

尾上守夫・池内克史・羽倉弘之編
A5判 480頁 定価21000円（本体20000円）（20121-5）
３次元映像は各種性能の向上により応用分野で急速な実用化が進んでいる。本書はベストメンバーの執筆者による，３次元映像に関心のある学生・研究者・技術者に向けた座右の書。〔内容〕３次元映像の歩み／３次元映像の入出力（センサ，デバイス，幾何学的処理，光学的処理，モデリング，ホログラフィ，VR，AR，人工生命）／広がる３次元映像の世界（MRI，ホログラム，映画，ゲーム，インターネット，文化遺産）／人間の感覚としての３次元映像（視覚知覚，３次元錯視，感性情報工学）

環境人間工学

佐藤方彦・勝浦哲夫著
A5判 208頁 定価3990円（本体3800円）（20078-2）
人間工学に技術文明の人間化を試みる。〔内容〕人間と環境要素（光環境，温熱環境，音環境，振動環境，気圧環境，無重力環境）／人間の生活活動と環境（住宅環境，オフィス環境，交通環境，レジャー環境，道具環境，作業環境，海洋・宇宙環境）

経営工学ライブラリー8 人間工学

大島正光・大久保堯夫編
A5判 208頁 定価4095円（本体3900円）（20958-7）
マン・マシン・インタフェースの観点から解説。〔内容〕人の感覚とその仕組／人の形態と運動機能／人の評価技法／人・時間・速度と作業能／人と作業環境／マン・マシンシステムの設計／人の適性・訓練と作業／人と作業安全／産業人間工学

感性の科学 —心理と技術の融合—

都甲 潔・坂口光一編著　八木昭宏・三浦佳世他著
A5判 228頁 定価4725円（本体4500円）（10199-7）
心理学，工学，栄養学，文化人類学など幅広い観点から感性と技術の融合について解説。〔内容〕心理学と感性／デザインを介した情報伝達と文化／身体の感性とデジタルアート／テクスチャーの感性工学／食感性の可視化／食感性の食育／他

人体計測マニュアル

大島正光・大久保堯夫・江袋林蔵監訳
A5判 216頁 定価4095円（本体3900円）（20115-4）
「人を測る」ためのさまざまな技術の基礎と実際を実用性を重視しコンパクトでわかりやすく解説。〔内容〕計測の準備／測定の装置と手順／データの報告／予測と評価／各種手法／作業空間／測定機器の設計・評価／付録：用語解説・人体図解／他

朝倉書店
〒162-8707 東京都新宿区新小川町6-29　(ISBN)は 978-4-254- を省略
電話　営業部(03)3260-7631　FAX(03)3260-0180
http://www.asakura.co.jp　HPで新刊案内メール会員募集中(登録無料)

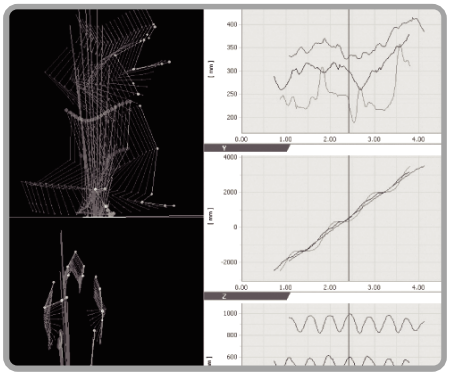
ユニモア Universal Motion Analysis

UNIMoA

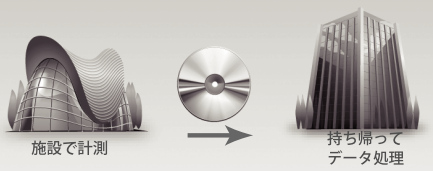
動作解析を「活用」する解析専用ソフトウェア

マーカポジションが決まっているから、
色々なモーションデータが読めるから、
どのデータでも使える。

全ての解析結果をテキストファイルに保存します



計測済みのデータを活用したい

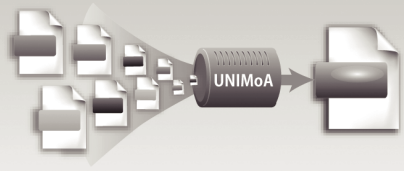


UNIMoAは計測システムを問いません。マーカポジションを統一することにより、どの施設で計測したデータでも扱うことができ、簡便に解析することが可能です。

マーカーの配置や解析設定がわからない

UNIMoAは動作解析のマーカポジションモデルを提唱し、複雑な角度定義やセグメント定義といった解析設定なしに、簡単に解析を行うことが可能です。

大量データを一括処理したい



大量データを一度に自動処理します。計測システムが混在していても、平均値やばらつきの算出が可能です。

※今後、いろいろな計測システムのファイルフォーマットに対応する予定です。

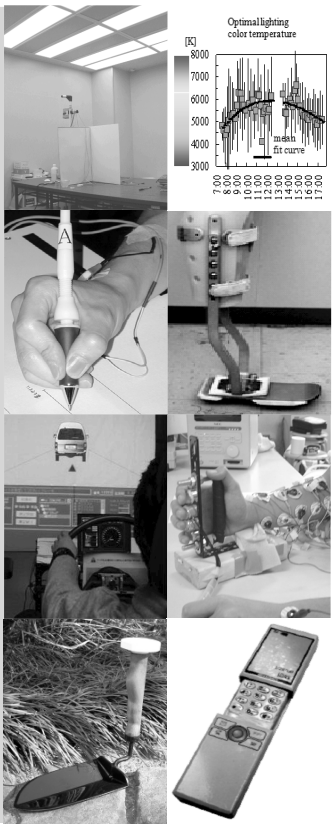
解析項目

- マーカ座標、速度、加速度
- 重心座標、速度、加速度
- 関節角度、角速度、角加速度
- セグメント角度、角速度、角加速度
- 関節力、関節トルク
- 動作占有空間、到達域
- 補間
- 平滑化
- 複数データの規格化
- 複数データの平均化、標準偏差

株式会社ディケイエイチ
〒175-0094 東京都板橋区成増1-27-2 大沢ビル3F
TEL:03-3979-6317 FAX:03-3979-6318 E-Mail: info@dkh.co.jp
http://www.dkh.co.jp

Humanomics Lab.

「デザイン」は快適でよりよい暮らしのためのものです。
私たちは、ヒューマノミクスに基づき、人間を知るための
基礎研究から環境や製品のデザインまで行っています。



〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33
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
TEL 043-290-3085, FAX 043-290-3087, http://ergo1.ti.chiba-u.jp/

日本人間工学会関東支部第 37 回大会　抄録集

発行日　2007 年 11 月 22 日
発行者　日本人間工学会関東支部第 37 回大会
大会長　勝浦　哲夫
〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33
千葉大学大学院工学研究科
人間生活工学研究室
TEL 043-290-3085，FAX 043-290-3087
印　刷　株式会社　正文社