ＩＳＳＮ　1341-7614

２００６年度

日本人間工学会・関東支部第３６回大会

講演集

Proceedings of the 36th Annual Meeting of Kanto-Branch,
Japan Ergonomics Society

２００６年１２月２日（土）・３日（日）

早稲田大学理工学部

２００６年度

日本人間工学会関東支部会　第３６回大会

プログラム

開催日：２００６年１２月２日（土）～３日（日）

会場：早稲田大学理工学部（大久保キャンパス：東京都新宿区大久保３－４－１）

５５号館Ｎ棟・Ｓ棟会議室

■受付のご案内

（１）受付時間

１２月２日(土)　９：３０～１６：００　　１２月３日(日)　９：３０～１２：３０

（２）受付場所

早稲田大学理工学部５５号館１階アトリウム

（３）受付内容

- **事前登録済みの皆様へ**：事前登録の旨をお知らせ下さい。なお念のため、郵便局の振込受領書をお持ち下さいますようお願いいたします。
- **当日登録の皆様へ**:当日受付においで下さい(登録費にお釣りが出ないよう、ご協力ください)。
- **ご招待の方へ**：受け付けにお申し出下さい。
- **賛助会員の皆様へ**：賛助会員企業の皆様には、正会員と同じ参加費で大会に参加いただくことが出来ます。受付にて参加登録をお願い申し上げます。
- **座長の皆様へ**：セッションの１０分前までに、座長受け付けにお立ち寄り下さい。

■発表要領

（１）発表者の皆様へ

- ビジュアルエイドは、パワーポイントのご利用をお願い申し上げます。会場に設置してあるWindowsパソコンの利用を原則と致します。操作はご自身にお願いいたします。なお、動画や特殊効果のあるスライド、大容量のスライド等には対応できませんので、ご自身のパソコンをお持ち下さい。マッキントッシュパソコンは準備いたしません。
- セッションの始まる前の休み時間中に、ＵＳＢメモリにて、会場のパソコンに発表パワーポイントを収めてくださるようお願いいたします。
- ファイルの削除は大会事務局が行います。
- 一般講演は、一演題持ち時間は１５分（発表１０分、討論５分）です。持ち時間には交代時間やスライドの立ち上げ時間、パソコンのセッティング時間も含みます。発表時間(持ち時間)の厳守をお願いいたします。

（２）企画セッションのコーディネータの皆様へ

- セッションの運営はお任せいたします。セッション時間の厳守をお願いいたします。
- 会場には、一般講演同様のパソコンを準備いたします。

■懇親会のご案内

大会初日の１７：１５から理工学部生協レストラン（５７号館地下）で開催いたします。
当日申し込みも可能ですので、ぜひご参加下さい。会場では名札をご着用下さい。

■支部総会

12月２日(土)　13：10～13：40　A会場にて開催いたします。関東支部会員にはご参集下さい。

■お願い

・ １２月３日(日)は、正門からのみの出入りとなります。当日は閉門しておりますので、守衛に、「人間工学会に参加します」と、お声をおかけくださるようお願い申し上げます（守衛の対応に失礼があればご容赦下さい）。
・ 安全管理上、大会会場以外への立ち入りは固くお断りいたします。
・ キャンパスは、指定場所以外は禁煙です。
・ キャンパス内への車両の乗り入れは固くお断りいたします。自動車でおいでの方は、近隣の有料駐車場をご利用下さい。

■ご案内

・ １２月２日には恒例の学生部会（卒論中間発表会）が、５３号館４階教室にて開催されます。
・ １２月２日(土)には、生協食堂（56号館地下）をご利用いただけます。また明治通り沿いには、飲食店やコンビニエンスストアも多数ございます。
・ １２月３日(日)は、プログラムに昼食休憩の時間は設けてありません。休憩室に茶菓を用意いたしますので、ご利用下さい。
・ 図書展示、機器展示も行われますので、是非お立ち寄り下さい。

■大会参加費等

大会事務局から８月末に支部会員宛送付された郵便振替用紙（または郵便局備付の振替用紙）に、氏名・所属・送金内訳等必要事項を明記の上、参加費を送金下さい。事務局着金をもって、事前参加登録と致します。なお、当日登録申し込みも可能です。
郵便振替先　００１５０－１－５７５４５５　日本人間工学会関東支部第３６回大会事務局

【大会参加費】

・ 正会員・賛助会員
　（１１月１０日振込まで）　５，０００円（講演集含む）
　（１１月１１日以降振込）　６，０００円（講演集含む）
・ 非会員（事前割引無し）　６，０００円（講演集含む）
・ 学生・大学院生（学生証を当日提示）１，０００円（講演集含まない。大会同時開催の卒研発表会に参加登録した学部学生は、大会会場に無料入場できます(名札着用のこと)）

【懇親会参加費】

・ 正会員・非会員
　（１１月１０日振込まで）　３，０００円
　（１１月１１日以降振込）　４，０００円
・ 学生･大学院生（学生証を当日提示）　２，０００円

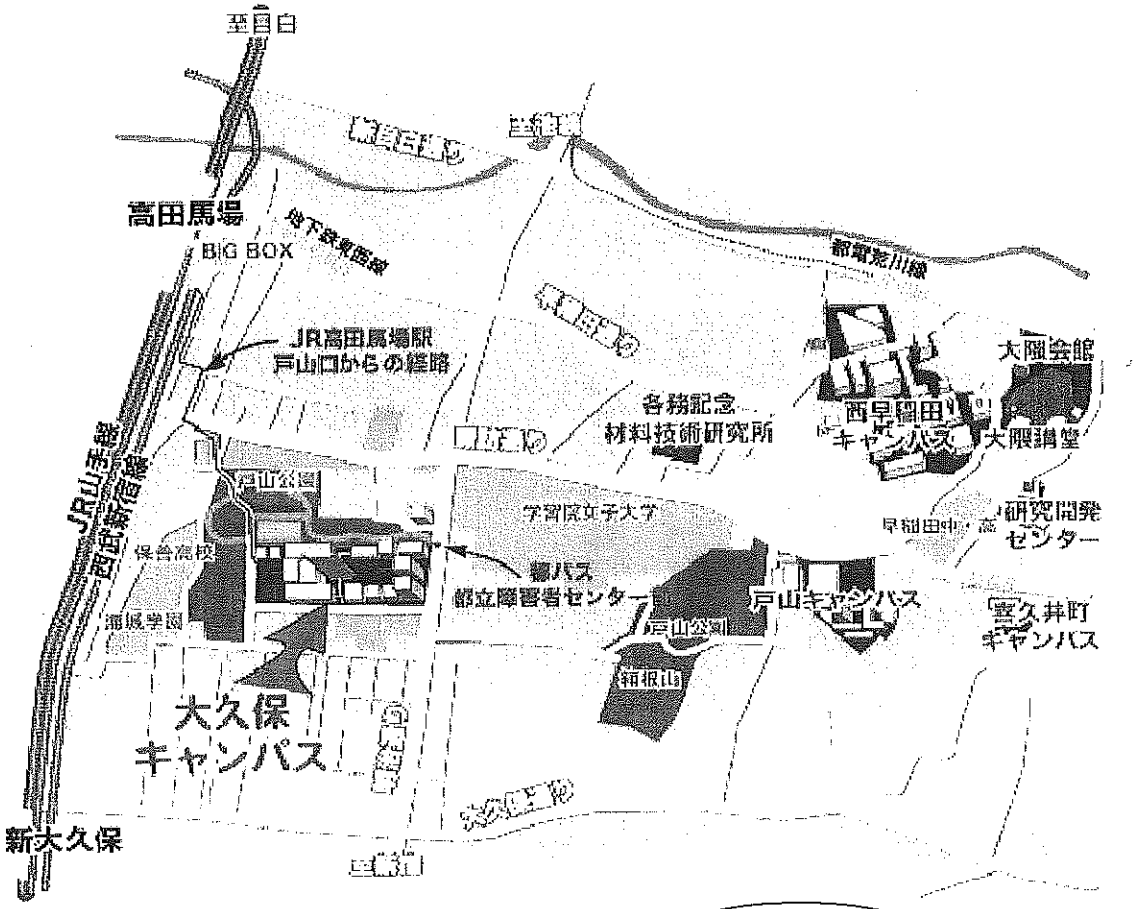
【別売講演集】

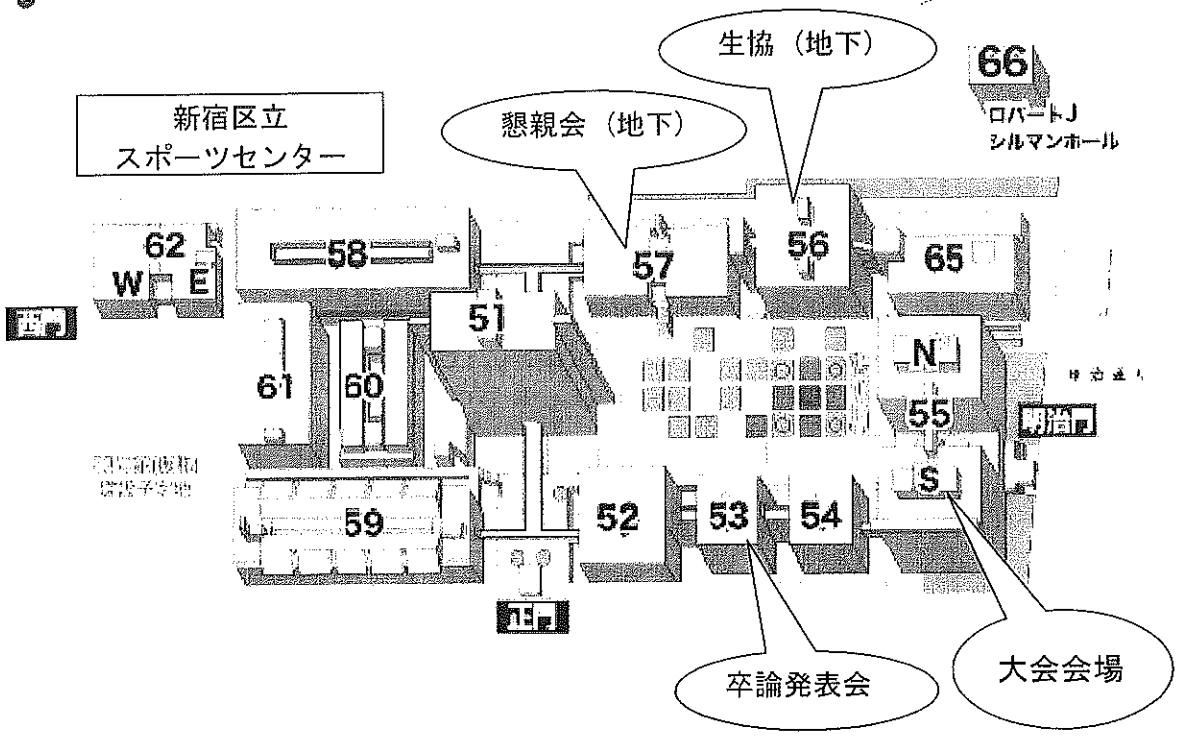
・ １冊につき（当日受付渡し、後日郵送とも）　２，０００円

■交通案内

「いわゆる早稲田大学キャンパス(大隈講堂のあるキャンパス)」ではないので、十分ご注意下さい。
大会会場（理工学部）は大久保キャンパスとなります。

- 高田馬場駅(JR、西武新宿線、メトロ東西線)下車、徒歩15分が便利です。
- 〈新宿スポーツセンター〉を目標に進みます（ところどころに誘導案内板が立っています）。
- 戸山公園へと進むところが分かりにくいかもしれません。ジョナサン(筋向いはマルエツ：オレンジコート)前の、「保善高校入口」横断歩道を渡り、〈戸山公園〉〈新宿スポーツセンター〉の案内板に従って、公園内へと進みます。
- 公園内の新宿区スポーツセンター前を通りすぎ、公園をすぐ突っ切って下さい。
- 突っ切った左手が理工学部です。塀に沿って歩き、正門からお入り下さい。





【プログラム】

■特別講演　１２月２日　１３：４０～１４：４０　A会場　　【司会　大会長　小松原明哲】

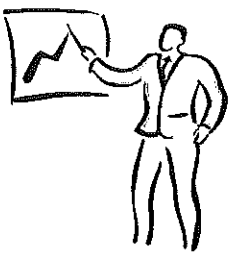
「座の研究　再考」　早稲田大学人間科学学術院教授　野呂影勇先生

12/2		A＋B 会場 55号館1階	C 会場 2階第3会議室	D 会場 2階第4会議室
10:00	11:00	【企画】触覚ｲﾝﾀﾌｪｲｽ	ﾌﾟﾛﾀﾞｸﾄﾕｰｻﾞﾋﾞﾘﾃｨ	人間特性（脳波）
11:10	12:10	コミュニケーション	情報ﾕｰｻﾞﾋﾞﾘﾃｨ	動作・運転
12:10	13:00	昼休み		
13:10	13:40	総会		
13:40	14:40	特別講演		
14:50	15:50	【企画】ﾕﾋﾞｷﾀｽ時代のUD	快適性	人間特性（知覚認知）
16:00	17:00		歩行・行動	感覚・知覚
17:15	19:00	懇親会（57号館地下生協レストラン）		

12/3		A 会場 1階A	B 会場 1階B	C 会場 2階第3会議室	D 会場 2階第4会議室
10:00	11:00	【企画】 健康評価循環計測	職場設計	ワークロード	医療安全
11:10	12:10	【企画】 ｴﾗｰﾏﾈｼﾞﾒﾝﾄ	姿勢・身体計測	感性・デザイン	福祉
12:20	13:20 13:35 13:50	【企画】 人間特性計測	安全・ﾋｭｰﾏﾝﾌｧｸﾀ	ディスプレイ	社会システム

■大会実行委員会

堀江良典（日本大学：支部長）
小松原明哲（早稲田大学：委員長）
赤松幹之（産業技術総合研究所）
阿久津正大（玉川大学）
井上隆康（東京大学）
岡田有策（慶應義塾大学）
辛島光彦（東海大学）
鴻巣　努（千葉工業大学）
鳥居塚崇（日本大学）
河合隆史（早稲田大学）
西口宏美（東海大学）
山崎寛享（早稲田大学）



日本人間工学会関東支部第３６回大会事務局
〒169-8555　新宿区大久保３－４－１
早稲田大学理工学部経営システム工学科小松原研究室内
http://www.f.waseda.jp/komatsubara.ak/Ergokanto36.html

12月2日

A1-1 10:00/11:00　触覚インタフェース研究会へのお誘い【企画セッション】　【オーガナイザ】山本栄(東京理科大学)

A1-1-1	触覚インタフェース研究会の紹介	山本栄(東京理科大学)
A1-1-2	触覚インタフェースとは	カク・ミサグレース(慶應義塾大学)
A1-1-3	ISO9241-900シリーズとは	小林正(富士通ソフトウエア)
A1-1-4	触覚インタフェースの応用　ATMを例に	平野和彦(NEC)

A1-2 11:10/12:10　コミュニケーション　【座長】小林大二(日本橋学館大学)

A1-2-1	聞き馴染みと不馴染み単語の聞き書き誤り様態の調査 ―単語親和感と聞き誤りの調査(第4報)―	○江袋林藏(SAU研究機構)
A1-2-2	言語障碍者のための携帯型コミュニケーション・エイドに関する実験的研究 ―下肢入力時における操作条件の検討―	○小山　毅(千葉工業大学大学院)　安田智美(千葉工業大学) 堀野定雄(神奈川大学)　大津慶子(首都大学東京健康福祉学部) 新家敦、山岡俊樹　(和歌山大学)　小野雄次郎(株式会社バンダイナムコ) 三澤哲夫(千葉工業大学)
A1-2-3	チャットコミュニケーションにおける会話分析について	○門間政亮(山形大学大学院医学系研究科)　丸田忠雄(山形大学医学部) 本多　薫(山形大学人文学部)
A1-2-4	教示方法が異常同定作業時のオペレータに与える影響	○村田浩昭(東京理科大学)　小林大二(日本橋学館大学)　山本栄(東京理科大学)

A特 13:40/14:40　特別講演「座の研究　再考」　野呂影勇先生(早稲田大学教授)

A1-3 14:50/16:50　ユビキタス時代のユニバーサルデザイン
【アーゴデザイン部会、情報社会人間工学研究部会共催企画】　【オーガナイザ】野村昌敏(NEC)

A1-3-1	家電ネットワークを用いた生活異変の検知技術	○松岡克典(産業技術総合研究所)
A1-3-2	ユビキタス時代の観察手法	○新家敦(島津ビジネスシステムズ)
A1-3-3	ユビキタス3層モデルの人間中心設計	○森博彦(武蔵工業大学)
A1-3-4	ユビキタス時代のコンセプト開発手法実践事例 -デザイン学生が制作したアウトプットの変化を通して-	○上田義弘(富士通)
A1-3-5	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	○渥美文治(トヨタ自動車)
A1-3-6	UDマトリックスの展開 ーユビキタス時代を考慮してー	○山崎和彦(日本IBM)

C1-1 10:00/11:00　プロダクトユーザビリティ　【座長】辛島光彦(東海大学)

C1-1-1	ホワイトボードの設置角度による筆記特性に関する研究	○高城 史(千葉工業大学大学院工学研究科デザイン科学専攻) 上野義雪 (千葉工業大学工学部デザイン科学科)
C1-1-2	製品設計のための製品ライフサイクル・シミュレーションシステム	○先田和弘(創価大学)　森達雄(シャープ株式会社)
C1-1-3	筆記具におけるクリップの使用向上に関する研究	○鈴木　剛(千葉工業大学大学院)　上野義雪(千葉工業大学)
C1-1-4	トイレ機能付き介護ベッドの開発に関する調査報告	○小嶋高良(八戸工業大学)

C1-2　11:10/12:10　　情報ユーザビリティ　　【座長】森博彦（武蔵工業大学）

C1-2-1	ATM広告における音声効果の検討	○赤津裕子（沖電気工業株式会社，早稲田大学） 三樹弘之、五反田小百合（沖電気工業株式会社）
C1-2-2	ATM広告と金融指向に関する感性評価	○細野直恒（沖コンサルティングソリューションズ（株）） 五反田小百合（沖電気工業（株））　井上裕光（千葉衛生短大） 富田豊（慶応義塾大学）
C1-2-3	WWW巡回記録システムを活用したWebデザインの特徴抽出	○内山俊朗、山中敏正、木村浩（筑波大学大学院人間総合科学研究科） 善方日出夫、上田義弘（富士通株式会社総合デザインセンター）
C1-2-4	ユーザビリティテスティングのためのシナリオ集作成法に関する研究	○新田亜紀子（東海大学大学院工学研究科）　辛島光彦（東海大学情報理工学部）

C1-3　14:50/15:50　　快適性　　【座長】澤貢（鉄道総合技術研究所）

C1-3-1	ミストサウナ入浴時のストレッチ効果	○韓在都（（社）人間生活工学研究センター）　竹森和利（大阪ガス）
C1-3-2	一過性の加速度に対する乗客の頭部動揺と乗り心地の関係	○遠藤広晴、小美濃幸司、白戸宏明（鉄道総合技術研究所）
C1-3-3	人間と自然の調和を目指した加藤式適正指標の解析	加藤修一（帝京平成大学大学院生命情報講座） ○中村貴展（帝京平成大学メディアラボⅢ）
C1-3-4	風が人へ与える力学的影響に関する一考察	○小美濃幸司、遠藤広晴、白戸宏明、澤貢（鉄道総合技術研究所）

C1-4　16:00/17:00　　歩行・行動　　【座長】鴻巣努（千葉工業大学）

C1-4-1	妊娠後期における妊婦の歩行特性に関する研究	○水野千奈津（帝京大学）　井澤優也（東京理科大学大学院） 山本栄（東京理科大学）
C1-4-2	歩行などの運動に伴う靴およびヒトの足長変化に関する研究	○杉本史朗（東北工業大学大学院）　原田一（東北工業大学）
C1-4-3	幼児行動の特性とその誘発要因に関する検討－育児雑誌のコラムから－	○鳥居塚崇、臺功平、堀江良典（日本大学生産工学部）
C1-4-4	要介護高齢者の歩行能力評価指標の確立	○木下慶（横浜国立大学大学院）　高田一、松浦慶総（横浜国立大学） 滝沢茂男（リハビリエイド有限会社）

D1-1　10:00/11:00　　人間特性（脳波）　　【座長】中西美和（東京理科大学）

D1-1-1	予測制御の難易度とERPの関係	○庄子洋平（東京理科大学大学院）　小林大二（日本橋学館大学） 山本栄（東京理科大学）
D1-1-2	数字ストループ課題間の待ち時間における脳波の検討	○長谷川裕久、竹原直紀（東海大学開発工学部）　早坂明哲（岩手県立大学大学院） 木村達洋、岡本克郎、山崎清之（東海大学開発工学部）
D1-1-3	聴覚刺激に対する脳波リズムの応答	○児玉晃、大窪佳信、山口典子、遠藤順一、坂口行成、佐光興亜（東海大学情報理工学部情報科学科）
D1-1-4	事象関連電位法による睡眠中の情報処理機構の推定	○冨田真一（足利工業大学大学院情報・生産工学専攻） 蔵淵要介、横川智也（足利工業大学大学院システム情報工学専攻） 木村篤（足利工業大学システム情報工学科） 斉藤泰彦、小林敏孝（足利工業大学付属睡眠科学センター）

D1-2 11:10/12:10　　動作・運転　　【座長】赤松幹之（産業技術総合研究所）

D1-2-1	自動車運転時における累進屈折力眼鏡レンズの評価法	○森峰生、前田和城（東京眼鏡専門学校） 広瀬悟（日産自動車（株）総合研究所モビリティ研究所）　畑田豊彦（東京工芸大学工学部）
D1-2-2	自動車運転時における操作フィーリングの定量化	○大野雄矢（横浜国立大学大学院）　高田一、松浦慶総（横浜国立大学）
D1-2-3	前走車追従における制動開始時の感性評価	○後藤将和(芝浦工業大学大学院)　広瀬敏也(交通安全環境研究所) 春日伸予、澤田東一(芝浦工業大学)
D1-2-4	空間内における手先位置精度の評価	○吉村昌子（千葉大学大学院自然科学研究科）　下村義弘（千葉大学工学部デザイン工学科）、岩永光一（千葉大学大学院自然科学研究科） 勝浦哲夫（千葉大学工学部デザイン工学科）

D1-3 14:50/15:50　　人間特性（知覚・認知）　　【座長】山本栄（東京理科大学）

D1-3-1	異なる目標筋力が筋収縮の実行及びイメージ中の事象関連電位に及ぼす影響	○落合理子（千葉大学大学院自然科学研究科）　下村義弘（千葉大学工学部デザイン工学科）　岩永光一（千葉大学大学院自然科学研究科） 勝浦哲夫（千葉大学工学部デザイン工学科）
D1-3-2	非対称両眼視野闘争における非意図的な認知パフォーマンスの変化	○寺崎亘、小坂亮仁、長岡寛樹、磯田淳（東海大学開発工学部） 早坂明哲（岩手県立大学大学院）　山崎清之、岡本克郎（東海大学開発工学部）
D1-3-3	自律神経系活動に課題の困難度と順序が与える影響	○山田クリス孝介、青木和夫（日本大学大学院理工学研究科）
D1-3-4	アルキメデス螺旋を用いた振戦疾患患者の病態評価	○吉井孝博（長岡技術科学大学医用生体工学研究室）　松本義伸（長岡技術科学大学RIセンター）　平川晋也（長岡技術科学大学医用生体工学研究室）田村正人（医療法人崇徳会 長岡西病院）　中島孝（国立病院機構新潟病院）　福本一朗（長岡技術科学大学医用生体工学研究室）

D1-4 16:00/17:00　　感覚・知覚　　【座長】河合隆史（早稲田大学）

D1-4-1	日常生活における周辺視野機能を解明するための実験装置の開発	○吉岡陽介（千葉大学大学院自然科学研究科）
D1-4-2	自動車用先進制動灯（ARS）の開発 ：夜間時におけるLED点滅型緊急制動灯の効果に関する検討	○田中啓一（市光工業株式会社研究開発部）　森俊哉、若森猛幸（市光工業株式会社電子技術部）　深阪武志（市光工業株式会社実験部）　辛島光彦、水上明裕（東海大学情報理工学部）
D1-4-3	視覚刺激の相違が環境音に及ぼす影響	○銭袋秀明（東京農業大学）　黒川敦、谷本都栄、出店暁美（東京農業大学大学院） 松本三紀雄、福岡孝純（東京農業大学）
D1-4-4	対光反応を誘発する受光角度	○黒川敦（東京農業大学大学院）　松本三紀雄（東京農業大学） 谷本都栄、出店暁美（東京農業大学大学院）　福岡孝純（東京農業大学）

12月3日

A2-1 10:00/11:00　健康評価のための循環計測【企画セッション】　【オーガナイザ】横井孝志(産業技術総合研究所)

A2-1-1	家庭用血圧計を応用した動脈硬化計測技術	○小峰秀彦(産業技術総合研究所)
A2-1-2	上腕加圧下での指尖脈波計測にもとづく動脈硬化および自律神経機能の評価	○東田外史((株)CCI)
A2-1-3	近赤外分光法の健康評価への応用	○谷川ゆかり(産業技術総合研究所)
A2-1-4	生理計測による睡眠時の温熱環境評価	○都築和代(産業技術総合研究所)

A2-2 11:10/12:10　「エラーマネジメント」へのアプローチ【企画セッション】　【オーガナイザ】氏田博士(エネルギー総合工学研究所)

A2-2-1	問題提起ーエラーマネジメントとはなにか	○清川和宏(元日立)、氏田博士(エネルギー総研)、小松原明哲(早稲田大学)
A2-2-2	エラーマネジメントにおいて実務者が考慮すべき背後要因	○作田博(原子力安全システム研究所)
A2-2-3	エラーの背後要因を追求する手法について	○弘津祐子(電力中央研究所)
A2-2-4	組織事故・不祥事への展開の方法について	○氏田博士(エネルギー総研)
A2-2-5	エラーマネジメントプロセスモデルを用いた組織事故・不祥事の分析	○中村誠(清水建設)

A2-3 12:20/13:50　人間特性計測と標準化を繋ぐもの【企画セッション】　【オーガナイザ】佐川賢(産業技術総合研究所)

A2-3-1	人間特性関連標準化の戦略	○佐川賢(産業技術総合研究所)
A2-3-2	聴覚計測と標準化:高齢社会のインフラ技術整備	○松下一馬(製品評価技術基盤機構)
A2-3-3	触覚計測と標準化:障害者へのニーズ対応に向けて	○藤本浩志(早稲田大学)
A2-3-4	視覚映像酔いと標準化:産業界と消費者の接点	○氏家弘裕(産業技術総合研究所)

B2-1 10:00/11:00　職場設計　【座長】岡田有策(慶應義塾大学)

B2-1-1	職場の安全文化醸成のためのセルフアセスメントツールの提案 ーSafety Culture Maturity Modelの開発ー	○竹村尊仁(早稲田大学大学院理工学研究科) 山崎寛享、小松原明哲(早稲田大学理工学術院)
B2-1-2	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 :質問紙調査による職位間の比較	○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産業安全研究所人間工学・リスク管理研究グループ)　神田直弥(東北公益文科大学公益学部)
B2-1-3	ファインセラミック製品製造過程における作業者の負荷軽減	○中山慶一、鳥居塚崇　(日本大学生産工学部)
B2-1-4	医療職における労働時間の分析	○山本百合子(フリーランスデザイナ)

B2-2 11:10/12:10　姿勢・身体計測　【座長】持丸正明(産業技術総合研究所)

B2-2-1	椅坐姿勢時の脊柱圧縮を抑制する座具の研究 ー 高精度スタジオメータによるRCPM装置を使用した動的椅坐姿勢の評価 ー	○石川雅文(千葉大学大学院自然科学研究科デザイン専攻)　下村義弘(千葉大学工学部デザイン工学科)　岩永光一(千葉大学大学院自然科学研究科デザイン専攻) 勝浦哲夫(千葉大学工学部デザイン工学科)
B2-2-2	非接触式簡易人体測定器の開発と骨格モデルへの応用　ー可動域測定用ー	○壽里伸一、青木和夫(日本大学大学院)
B2-2-3	三次元身体計測データの歪みの補正	○大西洋一、橋本昭夫、工藤正秋 (防衛庁技術研究本部先進技術推進センター人間工学技術推進室)
B2-2-4	日本人7,000人の人体計測事業 (size-JPN 2004-06)	○中井隆洋((社)人間生活工学研究センター)　今岡春樹(奈良女子大学) 間壁治子(共立女子大学) 持丸正明、河内まき子((独)産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究センター)

B2-3 12:20/13:35　安全・ヒューマンファクタ　【座長】井上隆康（東京大学）

B2-3-1	ヒューマンエラー防止の観点からの技術伝承方法に関する研究 ～PSF管理とナレッジ管理の利用～	○大森一樹、山川序、岡田有策（慶応義塾大学大学院理工学研究科）
B2-3-2	検査作業における潜在的ヒューマンエラーの分析	○山川序　岡田有策（慶応義塾大学大学院理工学研究科）
B2-3-3	東京大学の事故事例に関するヒューマンファクター的観点からの要因分析	○刈間理介（東京大学環境安全研究センター）　小松原明哲（早稲田大学理工学術院）
B2-3-4	不安全行動の技術的防止に関する一考察 ―保護具・服装のあやまりを例にして―	○深谷潔（（独）労働安全衛生総合研究所人間工学・リスク管理研究グループ）
B2-3-5	安全訓練用VRシステムの現場利用に対する検討	○盛川浩志、河合隆史（早稲田大学） 宗形昌幸、田邊亨、斎藤史彦（株式会社ソリッドレイ研究所） 滝川靖史（三菱重工環境エンジニアリング（株））

C2-1 10:00/11:00　ワークロード　【座長】阿久津正大（玉川大学）

C2-1-1	運転行動データベースに基づいた運転員の状態・意図の推定方法	○吉村健志、伊藤博子、丹羽康之、福戸淳司 （独立行政法人海上技術安全研究所運航・システム部門）
C2-1-2	周回試験路を用いた自動車運転時の速度が発話音声に与える影響の解析	○佐藤清、澤貢、水上直樹（鉄道総合技術研究所人間科学研究部） 塩見格一（電子航法研究所管制システム部）　海津成男（セレブラルダイナミックス（株）） 赤松幹之、宇津木明男（産業技術総合研究所人間福祉医工学研究部門）
C2-1-3	発話音声によるトラック運転手の心身状態評価手法と結果	○塩見格一（電子航法研究所）　佐藤清、澤貢、水上直樹（鉄道技術総合研究所） 堀口明伯（いすゞ自動車（株））　杉浦康司（株式会社いすゞ中央研究所） 海津成男（セレブラルダイナミックス（株））
C2-1-4	生理指標によるメンタルワークロードの定量化	○五十嵐匡平（千葉大学工学部デザイン工学科）　杉浦康司（(株)いすゞ中央研究所車両研究第二部）　堀口明伯（いすゞ自動車(株)CV製品企画・設計第一部）　下村義弘（千葉大学工学部デザイン工学科）　岩永光一（千葉大学大学院自然科学研究科）　勝浦哲夫（千葉大学工学部デザイン工学科）

C2-2 11:10/12:10　感性・デザイン　【座長】赤津裕子（沖電気工業）

C2-2-1	意匠形状設計のためのイメージ創造過程モデル	○先田和弘（創価大学工学部）
C2-2-2	一対比較における一意性と感性の整合性に関する検討	○神田太樹（西武文理大学）
C2-2-3	感性工学による音楽情報伝達の評価方法の研究	○山崎武志（明星大学大学院理工学研究科機械工学専攻）　亀井延明（明星大学理工学部機械システム工学科）　鈴木和秀（録音エンジニア，昭和音楽大学，東海大学）
C2-2-4	製品の長期使用における情緒的反応の変化とその要因 ～携帯電話を対象として～	○池田悠太（早稲田大学大学院理工学研究科） 山崎寛享、小松原明哲（早稲田大学理工学部）

C2-3 12:20/13:35　　ディスプレイ　　【座長】堀江良典(日本大学)

C2-3-1	光学補正方式を用いた立体ディスプレイによる眼精疲労の回復効果	○柴田隆史、李在麟、金相賢、河合隆史(早稲田大学)　大槻正樹、三宅信行(ニコン) 葭原義弘(有沢製作所)　岩崎常人(産業医科大学)
C2-3-2	スクロール画像のボケ感評価ーディスプレイの動画性能評価の試みー	○北島洋樹、斉藤進(財団法人労働科学研究所)　高橋誠(大阪教育大学)
C2-3-3	時系列に変化する情報群の表示方法に関する研究	○曽根僚平(慶應義塾大学大学院)　中西美和(東京理科大学)　岡田有策(慶應義塾大学)
C2-3-4	Augmented Realityのための表示系インタフェースに関する人間工学的評価	○尾関麦彦(慶應義塾大学)　中西美和(東京理科大学)　岡田有策(慶應義塾大学)
C2-3-5	組立作業におけるマニュアル表示のためのインタフェース -Augmented Realityの応用可能性-	○三浦敏郎(慶應義塾大学)　中西美和(東京理科大学)　岡田有策(慶應義塾大学)

D2-1　10:00/11:00　　医療安全　　【座長】鳥居塚崇(日本大学)

D2-1-1	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	○早坂敏治、木村昌臣、大倉典子(芝浦工業大学工学部情報工学科) 土屋文人(東京医科歯科大学歯学部附属病院)
D2-1-2	医薬品使用安全性データベースの提案	○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薬剤部)
D2-1-3	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 ー複室バック容器の輸液管理に関する被験者の特性ー	○張替 俊明、大倉 典子(芝浦工業大学) 土屋文人(東京医科歯科大学歯学部付属病院)
D2-1-4	看護師の与薬準備業務における作業手順に関する研究	○辻　容子、山田クリス孝介、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)

D2-2 11:10/12:10　　福祉　　【座長】西口宏美(東海大学)

D2-2-1	仰側臥位対応エアマットレスの開発	○野田修平(慶応義塾大学大学院理工学研究科)　山崎信寿(慶応義塾大学理工学部)
D2-2-2	ウェアラブルロボットによる移乗介助の支援研究	○山本博人(東京理科大学大学院)　中西美和、山本栄(東京理科大学)
D2-2-3	ストレッチャー移送における安楽な臥床姿勢に関する研究	○鈴木玲子(埼玉県立大学保健医療福祉学部看護学科) 小川鑛一(元東京電機大学)
D2-2-4	入浴形態の違いによる%HRmaxの経時的変化について ～ストレチャー浴とシャワー入浴装置を用いた入浴による検討～	○小林豊(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、附属第三北品川病院リハビリテーション科)　宮入裕樹((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)　浅井葉子(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) 渡辺寛(河野臨床医学研究所附属北品川病院)

D2-3　12:20/13:20　　社会システム　　【座長】青木和夫(日本大学)

D2-3-1	NPO方式における都市型ITコミュニティ構築に関する研究	○稲葉真悟(千葉工業大学大学院)　竹本篤郎(千葉工業大学)
D2-3-2	震災時におけるコンビニエンスストア活用の可能性に関する研究 ー震災時にコンビニ携帯サイトから提供される情報に関する被災者ニーズの調査ー	○辛島光彦(東海大学情報理工学部)　石橋祐子(東海大学大学院工学研究科)
D2-3-3	社会シミュレーションモデルの検討　ー個人差がもたらす影響についてー	○佐藤翔(山形大学大学院社会文化システム研究科) 西平直史、本多薫、渡邊洋一(山形大学人文学部)
D2-3-4	分散協調作業の支援に関する研究	○井澤優也、山本栄(東京理科大学)

特別講演

特別講演

座の研究　再考

日本人間工学会関東支部大会

野呂影勇(早稲田大学人間科学学術院)
Kageyu Noro
(School of Human Sciences, Waseda University)

1. 目的

医師Keeganによる 1964 の論文1)が、その後のシートや椅子の設計に 及ぼした影響は大きいものであった。2006 年、アメリカ人間工学会年次大会(HFES 2006) でのセッション「座　再考」では、Keegan の理論以来の椅子の研究の流れと新たな視点についての議長報告がなされた 2)。

Keegan の理論は、シート設計において腰椎の重要性を指摘したもので、特に腰椎の前弯が平坦化されることによる病理学的な問題を論じている。さらに前弯を維持するための椅子・シートの条件を論じた上、最適設計条件を提案している。

Keegan の理論は、ヨーロッパの研究者・医師にも大きな影響を与えた。その影響の一つとして腰椎部の支持(ランバーサポート)で代表される背当ての設計に関心が集中した。この理論には、その後、それを支持しない研究や意見がなかったわけでない。それは、二つに分けられる。

一つは、医学的な点について、もう一つは、椅子設計の点についてである。

腰椎を平らにする屈曲姿勢の優位性 3)

腰痛患者の 85%の根本的な理由が不明 4)

腰椎の前弯は、座位では必要ではない 5)

ランバーサポートの機能には限界 6)

本報告の目的は椅子の座面の開発理論をどのように構築していくかである。

2. 座面についての幾つかの研究

腿、骨盤、腰椎、胸椎の各サポート付き座面 7)

体圧分布は、臀部・腿の機能的相違を考慮 8)

実験に基づくものとしてペルビックサポート(Pelvic Support)を扱った研究がある。9) この研究(Wu 論文)は、ハーマンミラー社のアーロンチェアの Ver.2 およびそれ以降の同社の椅子の理論的な根拠 10)として知られている。

3. Wu のペルビックサポート

ひとが着座することで、接触面で下方への圧力が生ずる。ペルビックサポートは、この圧力を利用して、臀部が後方に傾斜することを阻止するよう機能する。ペルビックサポートとは、骨盤そのものよりは、骨盤を覆う大臀筋をサポートする。

坐禅で用いる座蒲と Wu のペルビックサポートを併せて図示すると、図 1 のとおりである。両者が非常に似ていることが分かる。

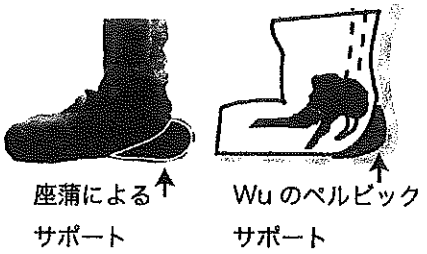


図 1 座蒲と Wu のペルビックサポートの比較

2 人の僧侶が座蒲を用いて坐禅する際の、骨盤

の後方への傾斜角度を20分間測定した。
その結果は、表1の通りである。

表1 骨盤後方への傾斜角度(度)

立位	坐禅	椅子(参考値)
0	5	24

座蒲をペルビックサポートとみなすならば、少なくとも傾斜角については、椅子座に比べて高い優位性を持つ。

4. 臀部について

必要な知識を箇条書きとしてまとめておく。

1) 臀部(buttocks)は、骨盤とそれを覆う筋群で構成されている

2) 臀部は、身体重量を支えることの出来る数少ない部位である。

3) 大臀筋は、極めて大きなものであり、感覚受容器の所在を調べる神経内科学的な方法を用いると、そこには豊富かつ繊細な感覚を発信する部位である。

4) 立位から座位に変わると、大臀筋の長さが大きく伸展する。

5) 立位、椅子座位、床座で、臀幅が大きく変化する。性差が大きい。

6) 外から、仙骨と坐骨結節は触診できる。

7) 座位姿勢において、大臀筋の下方終端と坐骨結節の間の距離は、数センチである。

5. 座面の開発理論

人体は、筋肉と骨格でその形体を構成しているので、筋肉の存在を無視できない。たとえば着座時に生起する衝撃力は、0.5kN にもおよぶ。この力を吸収することにおいて、骨盤まわりの筋のはたす役割は大きい。このことを前提として、座面の開発理論を展開する。重要な概念は、三つある。

1)体圧分布(pressure distribution)の最適化

2)臀部コンフォートゾーンと体圧ピーク値

3)臀部形状の測定・評価に基づく工法

これらは互いに密接に関係している。なお、前提条件として椅子のフレームへ座面を取り付ける際、座面と水平面となす角度は、座面高14) とともに、重要である。

1)体圧分布の最適化

椅子は、体を支え一定の姿勢を保持することが第一の目的である。

着座時の圧力の分布をプレッシャーマップあるいは体圧分布と呼ぶ。着座時に、接触面積を広くすることができれば、体圧分布を拡大することにつながり単位面積当たりの力(圧力)が低下する。体圧分布において、そのピーク値は、着座時の快・不快と密接な関係があることが実証されている。

身体部位とクッションの関係も大きい。臀部は体重を支えることができる。しかし、大腿部に大きな圧力をかけると、苦痛・違和感が生ずる。臀部・大腿部それぞれ異なる材質・構造を持つことで、体圧分布の最適化が図られる。座面のクッション構造と臀部大腿部筋群との間に圧力伝達系が構成され、インピーダンスの整合が図られることにより、座面と人の間によりよい関係が形成される。その評価尺度として、体圧分布がある。

なお、体圧分散という表現がある。これは、エリアを限定してそこでのピーク値を下げること言い換えると減圧・除圧することをいう。

2)臀部コンフォートゾーンと体圧ピーク値

皮下組織表層の毛細血管は、32mmHg 以上の圧力で圧迫を受けると血行が遮断されるという。11) 褥瘡ケアでは、圧力の高い箇所の除圧・減圧は重要な治療法ないしは予防策である。健康人が座位のとき、上記とは異なる次元であるが、体圧ピーク値はやはり重要な指標である。

50 分間の着座(いわゆるアップライト姿勢)における座面の体圧分布を継続的に測定した。その間のピーク値をプロットしたのが図 2 である。

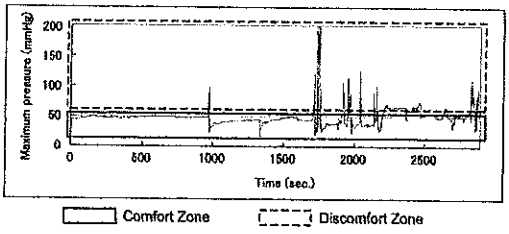


図 2 座面の体圧のピーク値(50 分間) 12)

座面と身体の対応において、体圧ピーク値の調整は三の部分に区分される。若干の説明を加えておく。

大臀筋: 臀部の主要筋である大臀筋は、坐骨結節に近いところから腰椎に近いところまでに至る大きな筋である。この筋は、さまざまな感覚受容器が表在することで、座り心地に関わる感覚情報の発信源(コンフォートゾーン)である。50mmHg 以下に押さえることが必要である。この部分の体圧分散を図ることは、座り心地を作り込んだ座面開発の上で重要である。すでに述べた座蒲や Wu のペルビックサポートは、大臀筋のサポートである。

坐骨結節: 座位における大臀筋終端の周辺である。この周辺の体圧は、体圧分布を測定したときに、常に高い値となる。体幹にほぼ垂直な部分である。そのため体重の影響すなわち、座面のクッション厚は、通常 4cm 前後であるが、この厚さで体を支えることになる。

大腿部: 筋組織は、臀部筋群とはまったく異なり、大荷重に耐えにくい。大臀筋と同様な感覚受容器の存在は認められない。

工法の開発

基本的な概念を 2 点述べるのみとする。

1) 座面領域の拡大と臀部のサポートの考慮

座面は、大臀筋上部終端までをカバーすることがよい。また、体圧分布を最適化することで座面形状は、3 次元曲面を持つことが有効である。

2)臀部形状の計測と評価

身体荷重に対応した適当な撓み特性のクッションを用いて、筋肉と座面撓みの間のインピーダンス整合をおこない目的とする座り心地を実現する。客観的な評価例として、図 3 を示す。

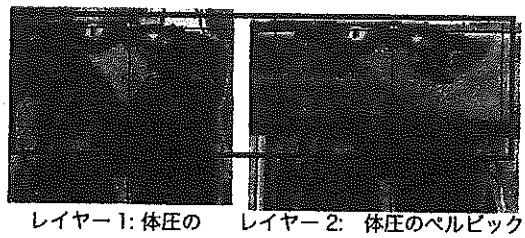


図 3 新体圧測定法 13)を用いた 3 次元曲面の身体フィットの評価。

高機能座面の提案 2), 15)

ここで述べたことに基づくと、座面には、いくつかの機能が認められそれらの機能には、座面の各部が対応する。このような座面は、高機能座面と呼ぶものである。これを図 4 に

示す。



図 4 高機能座面の例 (High Performance Seat-pan: HPS)

臀部スタビライザー(Buttocks stabilizer)

坐骨結節サポート(Ischium support)

ペルビックサポート(Pelvic support, Buttocks or **Sacral という場合もある**)

大腿部コントローラ(Thigh Controller)

References

1) Keegan, J.J. :The Medical Probrem of Lumbar Spine Flatting in Automobile Seats, booklet 838A 1-12, Society of Automotive Engineering, (1964).

2)Noro,K.,Lueder,R.,Yamada,S.,Fujimaki,G.,Oyama,H. and Hashidate,Y.:
REVISITING SITTING FOCUSING ON CROSS-CULTURAL ASPECTS, 50th Annual Meeting, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, (2006).

3) Adams, M.A., and Hutton, W.C.: The Effect of Posture on Lumbar Spine, The Journal of Bone and Joint Surgery 67-B 625-629 (1985).

4) Deyo,R.A.: "Low-back pain" Scientific American August 1998

5) 下出真法、座るーその人体の構造と機能、野呂影勇(編): 生活のための工学、68、放送大学(1992).

6) Mandal, A.C.: The Seated Man, Private Edition, 11 (1982).

7)Yu,Chi-Yuang and KeyserlingW.M.: Evaluation of a new work seat for industrial sewing operations, Applied Ergonomics 20(1) 17-25 (1989).

8)Corlett,E.N.: Background to sitting at work: research-based requirements for the design of work seats, Ergonomics 49(14,15) 1538-1546 (2006).

9) Wu, C., Miyamoto, H. and Noro, K.: Research on pelvic angle variation when using a pelvic support, ergonomics 41(3) 317-327 (1998)

10) Herman Miller, The Benefits of Pelvic Stabilization, 1-5, Herman Miller (2003).

11) 美濃良夫、褥瘡はどのようにしてできるか、整形外科看護、1(1). 24-29(1996).

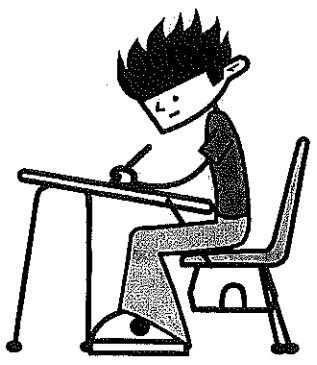
12)Noro,K., Fujimaki,G. and Kishi,S. :A Theory on Pressure Distribution and Seat Discomfort, In Vink, P.(Ed.) : Comfort and Design ,33-39, CRC Press (2005).

13) 野呂影勇、成瀬哲哉: 新体圧測定法、日本人間工学会第 15 回システム大会、予定(2007)

14) Noro, K.: Sashaku, In Lueder,R. and Noro,K.(Eds): Hard Facts about Soft Machines—The Ergonomics of Seating, 9-23, Taylor & Francis (1994).

15) 早稲田大学理工学総合研究センター、禅と椅子シンポジウム、プロシーディング(DVD) (2005).

【メモ】



一般講演 及び 企画セッション

触覚インタフェース研究へのお誘い

日本人間工学会　触覚インタフェース研究部会設立

東京理科大学工学部経営工学科　山本　栄

Invitation of the research for Haptic and Tactile Interface

Sakae Yamamoto
Department of management Science, Faculty of Engineering,
Tokyo University of Science.

1．はじめに

本企画は触覚インタフェース研究を日本人間工学会で盛んにすることを目的としている。そこで有志が集まり、研究部会を作り、研究活動、広報活動を始めることにした。セッションはこの一環として開催されます。本研究部会の趣旨は以下のとおりです。

2．触覚インタフェース研究部会の設立趣旨

2.1.名称

日本人間工学会
　触覚インタフェース研究部会

2.2. 設立の目的

日本人間工学会　触覚インタフェース研究部会は、ヒトの触覚という機能を機器やシステム等に反映させることを研究する部会である。

これまであまり顧みられなかったヒトの触覚に光を当てて、触覚という機能を再認識し、触覚を機器等に反映する触覚インタフェースの開発研究をおこなうことを本部会では目指していく。触覚と言うと、目の不自由な人のモノという既成概念を外し、より良い生活を実現するためのハードウェア、ソフトウェアを含めたシステム開発を目指すということである。もちろん障害をもっている人たちを排除するわけではなく、障害を持つヒトも含め、さらには健常者にとってもこの触覚を利用することにより、使い勝手が向上する、エラー、ミスを減らすことが可能となる等などの利点を追求するところにある。

さらにISOでは、ISO/TC159/SC4/WG9において、最近、触覚に関する規格つくりが進んでいます。ISO 9241 シリーズの９００番台の規格です。2006年9月現在では以下の規格作りが進んでいる。

ISO 9241-900 : Introduction to tactile and haptic interactions

-910 : Framework for tactile and haptic interactions
-920 : Guidance on tactile and haptic interactions
-930 : Haptic and tactile interactions in multimodal environments
-940 : Evaluation of tactile and haptic

interactions

-971：Haptic and tactile interfaces to publicly available devices

また経済産業省では JIS S0011 凸記号の規格の国際提案をおこないます。

日本では最近少しずつですが、研究されてきつつあります。これをもっと発展させるために日本人間工学会の中に本部会を作り、さらにこの分野の研究を発展させようとの意見が出てまいりました。この成果をISO 規格つくりに活かせればと考えております。

2.3.活動の内容

2.3.1 研究組織つくり

本部会の目的に賛同するメンバーを集め、本部会の活動の活性化を図るための組織作りをおこなう。そのために本部会の主催で、2007 年 5 月末に Haptic & Tactile Interface に関するワークショップを開催する。このワークショップは ISO/TC159/SC4/WG9 の会議が東京で 2007 年 5 月に開催されます。その会議の前に本ワークショップを開催することを WG9 の主査の Jim Carter 教授に提案し、賛同を受け、彼の大学からの出席や WG9 へ来る海外からの研究者、実務担当者たちも参加することが決まっている。

また年１回、人間工学会大会においてシンポジウムまたはワークショップを開催する。

2.3.2 情報収集

触覚に関する先行研究、現在行われている研究について研究者との交流をはかり人間工学的見地からこれらをまとめてみる。

2.3.3.応用研究

基礎的な研究情報とともに、応用場面を、現在研究されている研究者や開発に携わっている実務畑の方たちとの意見交流を図る。

3. 本セッションのテーマは？

以上，本部会の話を述べてきましたが、さて触覚インタフェースって何なのか良く分からない方が多いかもしれない。あまり馴染みがないと思う方がいるかもしれないであろう。また触覚というと点字くらいしか思いつかない方もいるであろう。

でも実は我々の身の回りに結構見受けられるし、またその役割が大きいことも見落とせない。ただし、その働きを我々が十分に認識しているかというと、まだまだではないであろうか。

本セッションではこの点を踏まえ、慶應義塾大学のカク氏が“触覚インタフェースとは”と題して本研究部会の主題である触覚インタフェースの説明をおこなう。また富士通ソフトウェアテクノロジーズの小林正氏が ISO9241 の 900 シリーズを解説します。このシリーズは触覚インタフェースの ISO 規格です。次に触覚インタフェースが世の中でどう適用されているかを NEC の平野氏が NEC と沖電気との共同研究での成果を報告する。

4. まとめ

以上我々の趣旨をご理解いただき、ご参加を希望の方はぜひ山本まで電子メールで申し込みをお願いいたします。またご質問等がございましたら同じメールアドレスへお願いいたします。

東京理科大学工学部経営工学科

山本　栄

E-mail: sakae@hci.ms.kagu.tus.ac.jp

A1-1-2

触覚インタフェースとは

Kwok, Misa Grace (慶應義塾大学)

What is Tactile /Haptic Interface?

Misa Grace KWOK
(Keio University)

1. はじめに

近年，人間への情報呈示の方法は様々に進化してきている．オフィスや学習環境では必需品となってきているコンピュータ環境においても，VDT などの視覚的な情報だけではなく，適切な警告音などの聴覚的な情報，マウスにアクチュエータを搭載させることによりクリック位置などを誘導するような触覚的な情報など，情報呈示方法には工夫がなされてきている．

人間の五感の中で触覚は，身体の部位によっても異なるが，もっとも変化に敏感な感覚といえる．特に，触覚は視覚よりも空間分解能，時間分解能，暗闇での知覚に優れている．そのため，触覚を利用した情報呈示が少しずつではあるが，着実に増加してきている傾向がある．

2. 触覚インタフェースとは

触覚インタフェースとは，人間の触覚を利用したインタフェースの総称である．特に，VR 技術の発展により，触覚の呈示方法や人間に与える効果などが近年では明らかになってきている．一番身近な触覚インタフェースは，携帯電話などに代表される，携帯端末といわれている．近年の携帯電話にはバイブレーション機能が搭載されており，着信音だけではなくバイブレーションが振動することにより，着信を知ることができる．

触覚インタフェースは大きく分けて 3 つに分類することができる．1 つは，触覚マウス(富士ゼロックス社製)や PHANTOM (VR 用力覚入出力デバイス，SensAble Technologies Reseller 製)などに代表される触覚入出力デバイスである．ユーザはこれらのデバイスを用いることにより，自分の感覚や感性に対応した入力を自然と行うことができる．また，入力だけではなく，VR 環境においてはプログラム上でコントロールすることにより，詳細な触覚的疑似体験をすることが可能となる．

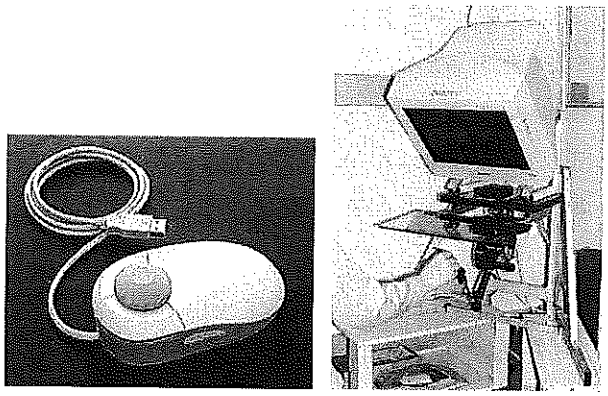


Fig.1 触覚入出力デバイス
(左：触覚マウス[1]，右：PHANTOM[2])

これらのデバイスでは，force，stiffness，inertia，force feedback などを調整することにより，力，振動，粗さ，硬さ，勾配，ひっかかりなどを表現することが可能となる．

もう 1 つは，触地図や Haptic Back Display (Purdue 大学)などに代表される触覚出力デバイスである．ユーザはこれらのデバイスを用いることにより，的確な情報を入手することができる．これらには触地図のように意図的に自分で触ることにより，情報を入手するものと，体に装着し何かしらの情報をユーザに伝達させたい時にバイブレータなどの振動により情報を伝達させるものがある．

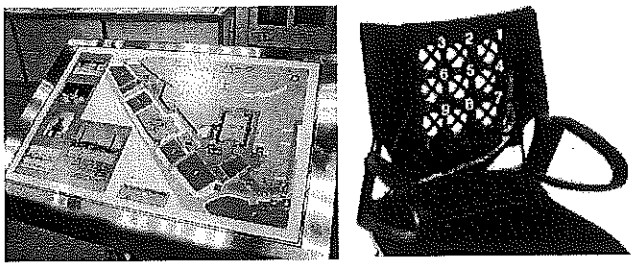


Fig.2 触覚出力デバイス
(左：触地図，右：Haptic Back Display[3])

3つ目は，interface-free (New York University)などのタッチディスプレイやタッチパネルに代表される，触覚入力デバイスである．ユーザはディスプレイ部分に表示されている情報に直接触れることで，デバイスを操作することができる．

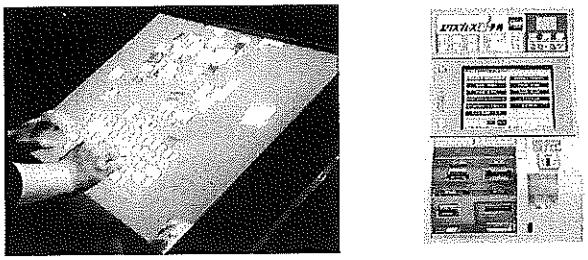


Fig.3 触覚入力デバイス
(左：interface-free[4]，右：券売機[5])

このように触覚インタフェースは，実験環境やVR環境，ゲーム環境のみならず，日常生活の中でも頻繁に使用されるようになってきている．

3．触覚インタフェースの設計

触覚インタフェースの設計は，制作するデバイスによって検証事項は異なるものの，一連の流れがある． 触覚インタフェースを設計する場合，まずアプリケーションのユーザビリティを評価する必要がある．アプリケーションのユーザビリティが確認された上で，実際にタスクを用いた評価を行う．タスクは2つに分けられ，1つが navigation, selection, manipulation からなるユーザ行動である．もう1つは，触知ターゲットの特性であり，これには hardness/softness(compliance), mass/weight, size, shape, texture, force, friction, temperature, orientation, location, vibration, duration, motion, deformation があげられる．タスクに対してユーザ行動に問題が生じないことが確認された後，ユーザとインタフェース間のインタラクションを考慮し，それらの結果を基に，触知ターゲットの特性，表現方法，ジェスチャー，他の感覚との相互作用，反応時間などを考慮した上で，触覚インタフェースはデザインされなければならない．

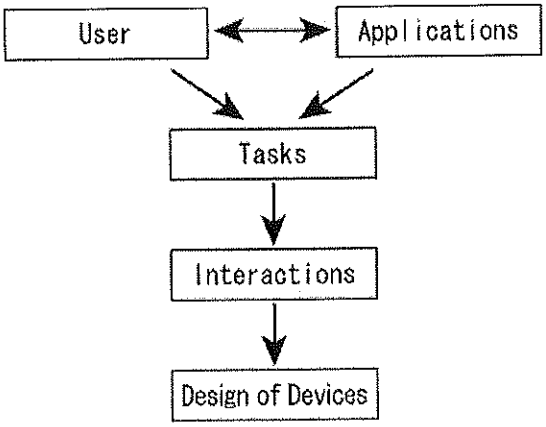


Fig.4 触覚インタフェース設計フロー

4．おわりに

近年，触覚インタフェースを用いた情報呈示デバイスの開発が盛んになってきた．しかし，現在のデバイスでは人間の触覚特性に基づいていないものも多く，使いやすいとは言えないものも多い．触覚には独特な情報認識が存在するため，開発者は考慮したうえでデバイスの開発を行って欲しいと考える．

参考文献

[1]富士ゼロックス
http://www.fujixerox.co.jp/company/tr/13/Sakamaki/absj.html
[2] SensAble Technologies Reseller
http://www.dcccafe.com/index.php
[3]Haptic Interface Research Laboratory
http://www.ecn.purdue.edu/HIRL/
[4]New York University Courant Institute of Mathematical Sciences
http://www.cims.nyu.edu/
[5]JRおでかけネット
http://www.jr-odekake.net/guide/info_7.html

A1-1-3

ISO 9241-900 シリーズとは？

小林正（㈱富士通ソフトウェアテクノロジーズ）

What are ISO 9241-900 series standards?

Tadashi Kobayashi
(Fujitsu Software Technologies Limited)

1．はじめに

1975年、ISO（国際標準化機構）にTC159（人間工学専門委員会）が設置され，日本は1986年から議決権を持つPメンバーとなっている。これに伴い、日本人間工学会は，1986年に通産省工技院から国内審議団体として委託を受け、学会内に国内対策委員会（JENC）を設置した。以来二十年、国内対策委員会は、対応SC，WGを順次増強し、発展・継続している。

本発表では、このTC159の中に設置されているSC4（人間とシステムのインタラクション）の中でも、主にユーザビリティ/アクセシビリティを扱っているWG5（人間ー機械の対話）が扱っている9241シリーズ規格の位置付け、および2005年10月に新規に設置されたWG9(Haptic/Tactile)で扱っている内容について解説する。

2．ISO 9241 シリーズの再構成

ISO 9241 シリーズは、視覚表示装置を用いるオフィス作業に関する17種類の規格からなるシリーズ規格として知られていた。この中にはユーザビリティ（使用性）を定義する9241-11や対話における7つの原則をまとめた9241-10が含まれている。TC159/SC4内で作成されたプロセス規格であるISO 13407なども含め、数多くの規格が制定されているが、これらを総合的な観点から体系的に整理し、番号体系までも変えようという動きが数年前から出ていて、実際に再構成（restructuring）が行われて、以下のような追番体系となった。

001:　9241シリーズ総論
002-099: 汎用規格
100-199: ソフトウェア規格
200-299: 対話プロセス規格
300-399: ディスプレイ関連規格
400-499: 入力装置規格
500-599: ワークプレイス規格
600-699: 環境規格
700-799: 特殊分野規格
900-999: 触覚関連規格

この結果、従来のPart 10と呼ばれた対話の原則は、9241-110となり、ソフトウェアの枠組みに組み込まれ、プロセス規格として有名なISO 13407も改訂されるとISO 9241-211となる。番号体系の変更はかなりの混乱を招く可能性はあるが、番号を見ただけで、どのような分野の規格なのかが分かるようになるという利点がある。

3．「触覚による対話」WG設立

ISO TC159/SC4/WG5 のカナダ代表であるJim Carterから、近年、障害者支援技術などにおいて触覚による対話の重要性が増しているにも関わらず、このような分野のシステムを開発する上での手引きとなる人間工学関連規格が存在しないことから、このような規格を検討する場として、SC4の中にWG9を設立したいとの提案があり、2005年にWG9の設立が承認された。

4．ISO TC159/SC4/WG9

新規設立のWG9では、触覚（haptic and tactile）による対話に関係するハードウェアとソフトウェアについての人間工学的要件や推奨事項を定め、これらのハードウェアとソフトウェアの設計・評価や対話の組合せに関する手引きを作成・公開する事を目的としている。制定するISO規格は以下の6規格を想定している。

900 Introduction to tactile/haptic Interactions
910 Framework for tactile/haptic Interactions
920 Guidance on tactile/haptic Interactions
930 Haptic/tactile interactions in multimodal environments
940 Evaluation of tactile/haptic Interactions
971 Haptic/tactile interfaces to publicly available devices

5．WG9における検討状況

(1) 第1回会合（2005年10月）

WG9設立提唱者のJim Carterが所属するカナダのサスカトゥーンにあるサスカチュワン大学で開催された。WG9会議の開催に先立ち、3日間にわたってGOTHI-05 Workshopを開催して、現状の触覚研究・技術について調査・議論を行い、WG9における議論の入力材料とする手法を採用した。

WG9会議では、このワークショップへの参加者とISOエキスパートを交えて議論を行い、WG9の方向性や制定するISO規格の概要を定めた。また、9241-920から議論を始める事にして920の内容について深く議論した。

(2) 第2回会合（2006年5月）

ドイツのポツダムで開催された。この会合でもWG9会議に先立ってワークショップを開催した。WG9会議においては、9241-920のWD（Working Draft）について審議した。

(3) 第3回会合（2006年10月）

HFES 2006の一環としてアメリカのサンフランシスコで開催された。9241-920のWDを完成させ、CD投票へと進める事になった。また、9241-900の議論を開始した。

(4) 第4回会合（2007年5月予定）

次回は日本(東京)での開催が予定されていて、9241-920のCD投票結果の議論と9241-900の作成を行う。ワークショップは5月28、29日の2日間にわたり開催し、WG9は5月30、31日、および6月1日の3日間にわたって開催する予定。

6．ISO 9241-920の内容

9241-920には、CD投票直前の状態で、触覚による対話に関する75種類のガイドラインが用意されている。この内容は、触覚に関するハードウェア、ソフトウェアとその組合せの設計・評価に関するもので、触覚入出力、触覚情報のエンコーディング、触覚インタフェースのカスタマイズ、触覚オブジェクトの設計、触覚スペースのレイアウト、触覚による対話技法をカバーしている。

(1) 触覚入力、出力、およびそれらの組合せに関するガイドライン(21個)

コンテキスト情報の提供などの一般的ガイドラインが15個あり、これに個人差を考慮するためのガイドラインおよび知覚の意図しない慣れなどを考慮するガイドラインが含まれている。

(2) 触覚情報のエンコーディングに使用する属性に関するガイドライン(22個)

触覚情報をエンコーディングする際に情報の種類に無関係なガイドラインと、エンコーディング情報の種類（テクスチャ、位置など）に依存しているガイドラインに大別されている。

(3) エンコーディング済みコンテンツに関するガイドライン(11個)

テキスト、グラフィックス、およびコントロールの3種類のガイドラインが用意されている。

(4) 触覚オブジェクトおよび触覚スペースの設計に関するガイドライン(10個)

触覚オブジェクトおよび触覚スペースに関係するガイドラインを用意している。

(5) 触覚による対話に関するガイドライン(10個)

触覚による対話のナビゲーション、再構成、および技法に関するガイドラインを用意している。

7．JIS化の状況

17種類の規格で構成されていたISO 9241シリーズは、現在制定中のもの(Part12およびPart13)を除いた15規格がJIS規格として登録されている。ISO 9241シリーズの再構成に基づき、Partの数字が3桁となるため、JISでは新しく、JIS Z 8541シリーズ(この"41"は"9241"シリーズを意識している）という体系に3桁の追番を付ける形式となると見られている。すなわち、ISO 9241-920は、将来、JIS化された場合には、JIS 8541-920となる模様。

8．おわりに

次回のWG9会議は、日本で開催される予定であり、日本にいる触覚関連研究者の研究データや情報を日本固有の事情として、または共通の認識として、ISOの国際規格に反映していく上で最適なタイミングであると考える。この発表が全国の触覚関連研究者への情報提供として役立つ事を期待したい。

参考文献

1. Erp, J. V., Andrew, I., and Carter, J. *ISO's New Work on Guidelines on Tactile and Haptic Interaction* (draft). The Netherlands, 2005.
2. ISO 9241-920(4th WD) *Ergonomics of human system interaction - Part 920: Guidance on tactile and haptic interactions*, Geneva, International Organization for Standardization, 2006.

A1-1-4

触覚インタフェースの応用
—ATMを例に—

○平野和彦 (NEC)、三樹弘之 (沖電気工業)

Tactile interface – Case study on ATM –

Kazuhiko HIRANO (NEC Corporation) and Hiroyuki MIKI (Oki Electric Industry Co., Ltd.)

1. はじめに

タッチパネルを用いたATMは、視覚障害者にとって使いにくい機器の１つとして挙げられることが多い。現在、視覚障害者向けATMの仕様として、日本自動販売機工業会において３つの方式が規定されている。その１つに触覚記号方式がある。視覚に頼らずにタッチパネルを操作することを目的に考案された方式である。本稿では、この方式で用いられている触覚記号の開発について紹介する[1~4]。

2. 触覚記号とは

触覚記号とは、触って識別できる凸状の図記号で、これをタッチパネル画面の周囲の縁の部分に配置する。また、タッチパネル画面には、外周に沿って大きなタッチボタンが配置されている。利用者は画面周囲の触覚記号に触れて位置と機能を認識し、指を画面上に滑らせてタッチパネルを押すことができる(図1)。

視覚障害者のための表示手段としては点字が代表的であるが、点字が読めるのは、その１割程度に過ぎない。触覚記号方式は点字がわからなくても操作でき、視覚障害者のみならず悪い照明環境下での健常者にも共通して有効と考えられる。また、ハードウェアの改造が少なく、低コストで実現できるのも特徴である。

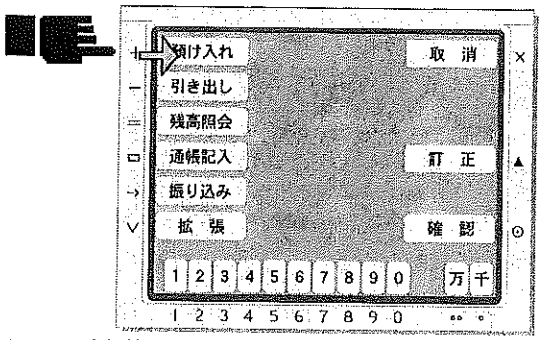


図1. 触覚記号を配置したATM画面の例

視覚的な図記号には、ISOやIECなどの標準規格がある。幾つかの図形を組み合わせることで、その意味を表現したものが多い。しかし、図形の組み合わせを触って認識することは極めて難しい。そのため、視覚的な図記号の考え方を、触覚記号にそのまま適用することはできない。ただし、混乱を避けるため、ISOなどで規定されている図記号と、触覚記号は極力矛盾しないことが望ましい。

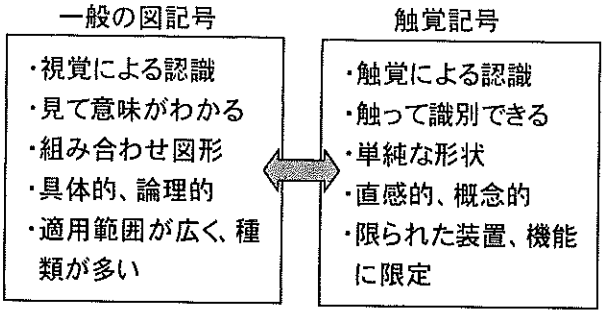


図2. 一般の図記号との比較

3. 触覚記号の試作

先行研究の知見も踏まえ、様々な触覚記号を試作した。視覚障害者が実際にATMを使用する場面を想定し、以下のことに配慮した。

・形状把握が容易である
・機器の機能との対応づけがしやすい
・既存の視覚的な記号と著しい矛盾がない
・機器の設置環境に依存した方向性がない

設計と評価の繰り返しを２サイクルおこなって絞り込み、２セットの触覚記号を作成した。１つは一般記号を用いたセットで「記号系」と名づけた。もう１つは操作時の動作をイメージしたセットで「動作系」とした。また、ATMへの実装や触認識に適した最小サイズを考慮し、樹脂製、文字高10mmとした。

4. 評価実験

試作した触覚記号を利用者の立場から検討するため、視覚障害者を被験者とした評価実験をおこなった。

4.1 覚えやすさと忘れにくさの評価

ATMの機能と触覚記号との対応づけのしやすさを明らかにするため、覚えやすさの評価をした。触覚記号を提示して対応する機能名を回答する課題と、機能名を提示して触覚記号を見つけだす課題をおこなった。また、実際の利用場面では、時間が経過しても正しく対応づけられることが必要なため、忘れにくさの評価も実施した。覚えやすさ評価の１週間後に、機能名から触覚記号を見つけだす課題をおこなった。

4.2 イメージしやすさの評価

ATM機能と触覚記号との対応の意味づけが、利用者の持つイメージに合致しているかを、5段階の評価尺度で評価してもらった。

4.3 好みの評価

ユーザ自身の主観的な意見を聞くことも大切なため、好みの評価を実施した。２つの触覚記号セットを機能ごとに比較してもらった。

4.4 結果と考察

各評価実験の結果では、触覚記号の仕様を決定できる明確な結論は得られなかった。

イメージしやすさの評価結果を整理し直し、他の指標との関係を明らかにすることを試みた。イメージしやすさにより触覚記号は３つの群に分類された。先天盲と後天盲、およびATM利用者と非利用者により被験者を分けて集計しても、いずれも同様の分類となった。イメージしやすさの効果を検討するため、覚えやすさ、忘れにくさ、好みとの関係を調べた。いずれも、イメージしやすい群の記号が覚えやすいという傾向が示された。同様に、忘れにくさ評価と好みの評価についても、イメージしやすい群で評価が良くなる結果が得られた。

視覚的な記号やアイコンと異なり、触覚記号では極めて単純な形状とする必要がある。このため、先行研究では触知と弁別の問題に議論が集中したと考えられる。ここではイメージしやすさの観点から検討を加えた。イメージしやすい触覚記号は、覚えやすさ、忘れにくさ、および選好でも優れていることが示された。

評価実験の結果を基に、さらに検討、改良を重ね、最終的な触覚記号を作成した。

5. 仕様統一と標準化活動

製造メーカごとに違った触覚記号が用いられたのでは、ユーザにとって使いにくい。他社製のATMとも同じ記号を用いるのが望ましい。触覚記号の仕様は、沖電気工業とNECの共同プロジェクトにより決定された。触角記号を業界標準として普及推進するためのガイドラインも作成された。ガイドラインには、触覚記号の役割、使用するための前提条件から、それぞれの記号の形、覚えるためのイメージ、呼び方、配置方法、適用事例などがわかりやすく記述されている。このガイドラインが、自動販売機工業会の標準仕様となった。

機能	記号	イメージ	呼び方
預入	＋	預金が増えていく	プラス
引出	－	預金が減っていく	マイナス
残高照会	＝	プラスマイナスの結果を出す	イコール
通帳記入	□	通帳の形	シカク
振込	→	他人の講座にお金が移動する	ヤジルシ
拡張	∨	上に拡張していく	ブイ
確認	⊙	確認してOK	マル
取消	×	すべて止める	バツ
訂正	▲	丸とバツの中間	サンカク

図３．主な触覚記号

参考文献

1) 平野 他：バリアフリーATMのための触覚記号に関する実験的研究，ヒューマンインタフェース学会論文誌,3(3), 171-179, 2001.
2) 野村 他：OKIとNECのコラボレーションによるATM触覚記号の開発,日本人間工学会関東支部第32回大会講演集, 14-15, 2002.
3) 平野：ユニバーサルデザインによる銀行ATMの開発，ユニバーサルデザイン研究会編,『新・ユニバーサルデザイン』 148-161, 日本工業出版, 2005.
4) 三樹 他：ATMのユニバーサルデザイン，三樹他編,『ITのユニバーサルデザイン』 26-43, 丸善, 2005.

A1-2-1

聞き馴染みと不馴染み単語の聞き書き誤り様態の調査

－単語親和感と聞き誤りの調査（第４報）－

江袋　林藏　（SAU 研究機構）

An investigation on An Effect of Feelings of Familiarity with Words Regarding Dictation Errors

Rinzou EBUKURO
(SAU Research Organization)

１．はじめに

ここでは、品詞に対する親和感の大小と誤りの関係のあることが報告されている第３報（JES 47 大会）の続編として、誤り原因が、品詞か親和感か？を見るために、聞き馴染みのある大姓と無い稀姓とで、ﾃﾞｨｸﾃｰｼｮﾝ法と相異度法を用い誤りの様態を調査し、その原因が聞き馴染みに対してより関係があることを見たので報告する。

2．経過と目的

第３報では、観光施設や史跡神社仏閣等の固有名詞群からなる単語ﾘｽﾄに親和感が薄く聞き誤りも多かったことを報告した。被験者であった学生は、対単語親和感を有する人が 21%であった単語ﾘｽﾄに対しては誤りが、全体の 18%程であったのに対して、7%の場合には 82%に達していた。観光施設や史跡神社仏閣等の固有名詞群については学生や他地域住民は地域住民の 1/2 以下の人しか親和感を持っていなかった事が調査結果から分かっている。ここで、おそらく地域住民の人の聞き誤りは学生や他地域住民ほどほど多くはなかったと推察された。つまり、同じ固有名詞でも、聞き馴染みがあれば誤りも少ないであろうということが考えられた。その後、同一の調査を行うことができなかったので、固有名詞として、聞き馴染みのある姓氏とそうではないものをとり、双方について誤りの様態（聞き書き誤りの親和感との関係や誤り方等）について検討し、単語品詞に原因があるかもしれないが、その基本的理由として「聞き書きの誤りがより聞き馴染みに関係する」のではないか、ということを確かめてみた。

３．実験方法

大姓といわれる姓氏 60、稀姓といわれるもの 60 を無作為に取り、乱数表を用いて混合し、ﾃﾞｨｸﾃｰｼｮﾝﾃｽﾄ後に、双方を分離し誤りを抽出し、誤りの内容を分析し、相異度法により相異度指標分布を求めた。実験方法を表１に示す。大姓・稀姓の混合単語ﾘｽﾄの一部を表２に示す。

表１　調査方法

No.	項　目	方　法		
1	単語ﾘｽﾄ	表２		
2	被験者	男子学生、21～23 歳　A～J		
	＊　混合ﾘｽﾄ	A～F	6名	＊聞き馴染みの回避の為只１回宛のﾃｽﾄ
	＊　大姓ﾘｽﾄ	G～H	2名	
	＊　稀姓ﾘｽﾄ	I～J	3名	
3	場　所	防音なし通常の教室環境		
4	テスト方法	＊予め4ﾓｰﾗ/秒±で録音しておいたリスト単語を再生受聴させ書き取りさせる. ＊一実験時間８～１０分程 ＊被験者負担軽減のため、全て 20 単語ずつに分けて行った		
5	親和感調査	ﾃﾞｨｸﾃｰｼｮﾝ後被験者にｱﾝｹｰﾄ		
6	誤りの判別	ﾘｽﾄ単語と異なる書き取り結果ただし、音が同一の書き取りは正とする. ｲﾄｳ/ｲﾄｰ／ｶﾄｳ/ｶﾄｰ		
7	相異度計算	少ないので、手計算で行った		

表２　混合単語ﾘｽﾄの一部

No.	単　語	ヨ　ミ	処　理
1	中村	ナカムラ＊	ヨミに従って録音した。ただし、「ｶﾄｳ」は「ｶﾄｰ」「ｶﾄｵ」とも聞こえるので、書き取りはいずれも正とした。書き文字は問わない ex.「加藤」でも良いとする。＊：大姓
2	加藤	カトウ＊	
3	三浦	ミウラ＊	
4	成田	ナリタ＊	
5	阿部	アベ＊	
6	向折戸	ムカイオリド	
7	苦瓜	クウリ	
8	丁子	ヨウロゴ	
9	棗理	カンリ	
以下略			
合計　１２０単語			

４．実験結果

対ﾘｽﾄ単語親和感を表３、誤り単語対の総べてを表４、誤り単語対に対する親和感を表５、誤り単語対の相異度指標分布を図１に示す。

表３　単語親和感調査結果　(%)

姓	◎	○	△	▼	合計
大姓	80	18.7	1.3	0	100
稀姓	1	2	26.3	70.7	100

親和感：◎有り、○やや有り、△やや無し、▲無し

表４　誤り単語対総数　(全１０人分)

正	ﾅｶｼﾞﾏ*	ﾑｶｲｵﾘﾄﾞ	ﾑｶｲｵﾘﾄﾞ	ﾖｳﾛｺﾞ	ｷﾀﾞｲ	ｱﾀﾗｼ
誤	ﾅｶﾞｼﾞﾏ	ﾑｶﾘﾖﾘﾄﾞ	ﾑｶｲﾉﾘﾄﾞ	ﾖｳﾛｺﾞｳ	ｷﾗｲ	ｱﾀﾗｼｲ
I	1	2	1	1	1	1
回数	1	1	1	2	1	2
正	ﾂﾕﾘ	ｺﾁﾋﾗ	ﾀｲﾁｭｳ	ｻｶﾘ	ﾌﾞﾆｳﾁ	ﾌﾞﾆｳﾁ
誤	ｽﾕﾘ	ﾄﾁﾋﾗ	ｻｲﾁｭｳ	ｻｶｲ	ｳﾆｳﾁ	ｳﾐｳﾁ
I	1	1	1	1	1	1
回数	1	1	1	2	1	1
正	ﾀｶｼﾞｯｺ	ﾊﾈｲｼ	ﾌｻﾞｶｼ	ｼｮｳｷ	ﾌｳﾄ	ｲｽﾔ
誤	ﾀｶｼﾞｯｺｳ	ﾀﾈｲｼ	ﾌｻﾞｶｼｲ	ﾁｮｳｷ	ｸｳﾄ	ｳｽﾔ
I	1	1	1	1	1	1
回数	1	1	1	1	2	1
正	ｷﾞｽｼ	ｷﾞｽｼ	ﾊﾗｺ	ｻﾖﾈ	I	個数
誤	ｷﾞｯｼ	ｷﾞｸｼ	ﾀﾗｺ	ﾀﾖﾈ	1	25
I	2	1	1	1	2	3
回数	2	1	1	1	合計	２８

表５　誤り単語に対する親和感 (%)

姓	◎	○	△	▼	合計
大姓	80	20	0	0	100
稀姓	0.4	0.4	21.4	77.8	100

親和感：◎有り、○やや有り、△やや無し、▲無し

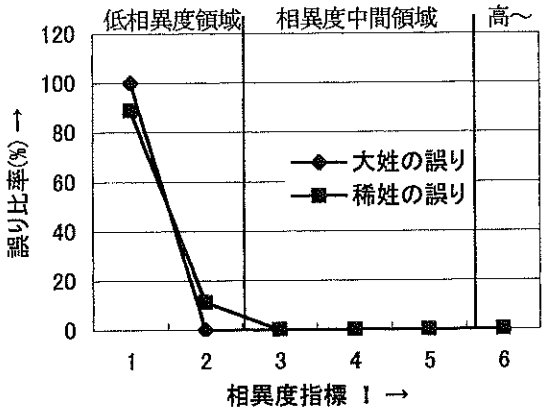


図1　誤りの相異度指標分布

５．検　討

被験者１０人分の誤り総数は２８、入力総数は１０人分で１２００、誤り率は２．３%、誤りの相異度指標分布は全て低相異度領域にあり、従って、すべて当該ﾘｽﾄ単語の変形で、他のﾘｽﾄ単語に誤ったものは無く、また、全く異なる単語に誤るものもなかった。大姓(＊印)で誤った単語は１(4%)、他の２７単語(96%)は稀姓であった。

ﾘｽﾄ単語と誤った単語に対する親和感(◎+○)は大姓が 99-100%、稀姓が 3-1%、非親和感(△+▼)は大姓が 1-0%、稀姓が 97-99%であった。これをまとめて表６に示す。

表６　対単語親和感と誤りの割合

姓	大姓	稀姓
親和感(◎+○)	99-100%	3－1%
非親和感(△+▼)	1-0%	97-99%
誤り比率 (%)	4 (1 単語)	96(27 単語)

６．考　察

[聞き馴染みと誤り]　中村や加藤という姓は良く聞く姓であるが、クウリとかヨウロゴという姓は、一般には日常的にはほとんど耳にしないであろう。地名･施設名等もそうであるが、固有名詞には地域性が関係して、一般的にはえてしてこのようなものが多い事が言えよう。第３報では、固有名詞の誤りが多いとしたが、固有名詞の中でも聞き馴染みのあるものは誤りが少なく、ないものが誤りのほとんどを占めている事がここで確かめられた。つまり、聞き誤りは、当初想定したように、品詞に関わりがあるかもしれないが、**聞き馴染みの有無が鍵**となっていることが分かる。

[誤りの分布様態]　図１に見るように、全ての誤りが低相異度領域にあり、仕方ないというような誤り方である。ただし、稀姓の方はI=2に誤りが及んでいる。つまり、誤りが図１のような形で、(A)高相異度領域に及ぶとか、(B)これとは全く異なるような分布の仕方をするときは、分布形に応じて被験者の状態等を吟味し直す必要があろう。騒音等他の要因を捨象して被験者に限って見ると、たとえば、Aのような場合は、ﾘｽﾄ単語との親和性や、聞き馴染み方、軽度の聴力障害等、Bのような場合は、たとえば聴覚障害や認知聴力を疑う等の問題を考える必要があるかもしれない。

[誤りの音素列様態]　誤りは、(a)他のﾘｽﾄ単語に誤る(低相異度～高相異度)、(b)全く別の単語に誤る(高相異度)、(c)当該単語類似変形となる(低相異度～中間領域)、という３種類の形態がある。この場合は、(c)で被験者は全員健聴であった。

[人の属性と誤り様態]　被験者の価値観等の**基礎的属性**がその人の生活環境を規定すると見られ、それに応じて職業や生活が定まり**経験属性**が形成され、聞き馴染む言葉や単語が定まり**聞き誤り方**にも個性が出てくると考えられる。　☆☆☆

A1-2-2

言語障碍者のための携帯型コミュニケーション・エイドに関する実験的研究
― 下肢入力時における操作条件の検討 ―

○ 小山 毅，安田 智美(千葉工業大学)，堀野 定雄(神奈川大学)，大津 慶子(首都大学東京)，
新家 敦，山岡 俊樹(和歌山大学)，小野 雄次郎(株式会社バンダイナムコ)，三澤 哲夫(千葉工業大学)

Experimental study on a portable communications aid for a person with speech/upper limbs disorder
— Examination of operating condition when lower limbs is input —

Tsuyoshi KOYAMA, Satomi YASUDA (Chiba Institute of Technology),
Sadao HORINO (Kanagawa university), Keiko OHTSU (Metropolitan university),
Atsushi SHINYA, Toshiki YAMAOKA (Wakayama university),
Yujiro ONO (BANDAI NAMCO), Tetsuo MISAWA (Chiba institute of Technology)

1．はじめに

一般に，言語障碍者は発話機能の障碍を補うために，手話やジェスチャー，書字等の代償手段を用いる．しかし，重度身体障碍と複合的に言語障碍がある場合には，前述した代償手段ではコミュニケーションをとることが困難となることがある．この場合，コミュニケーション・エイド（意思伝達装置）の活用が有効な方法となる．

利用者によって，その利用方法は様々で，上肢使用困難者の場合は顎や下肢等の部位を利用して操作を行う．しかし，現行のコミュニケーション・エイドは主に上肢での使用を目的として製作されているため，下肢入力時には，操作中過度の筋緊張を示すなど，心身にかかる負担は大きくなる．

2．目的

コミュニケーション・エイド下肢操作時における，入力姿勢及び機器設置の最適条件について実験的に明らかにする．

3．方法

3.1.被験者

男性5名，女性5名，計10名の学生及び，アテトーゼ型脳性麻痺の障碍を持つ男性(対象者)1 名を被験者とした（表1，表2）．

3.2.実験趣旨

「トーキングエイド※1)（株式会社バンダイナムコ)」を対象機器とし，下肢操作時の入力時間及び移動軌跡を記録・分析し，負担の少ない操作条件を検討する（図1）．

※1）トーキングエイド

86個のキーで構成されているコミュニケーション・エイド．水平面に対して操作盤は8度の傾斜角を有する．かな入力し，発話キーを押すことにより人工音声で出力される．外形寸法（268mm，288mm，65mm）

3.3.実験条件

操作性，身体負担に大きく影響を及ぼす，操作盤角度，キープロテクタ，踵支点の有無に関して以下の条件を選定した．

Ⅰ．操作盤角度
0度，8度，16度，24度（現行機8度）

Ⅱ．キープロテクタの厚み
1mm，2mm，3mm　（現行機3mm）

Ⅲ．踵接地
・踵を床に接地した状態での入力
・踵を床から離した状態での入力

なお，操作盤角度0度時の踵を支点とした入力は，不可能であったため省略した．

表2．アテトーゼ型脳性麻痺者(対象者)の身体特性

性別	男性
身体障碍	脳性まひアテトーゼ型
主な機能障碍	上肢機能障碍
	右下肢機能障碍
	言語障碍
	(視力低下)
T機操作歴	5年
T機操作部位	左下肢第1趾
移動方法	電動車椅子
	(立位移動若干可，移乗動作自立)
電動車椅子運転方法	左下肢第1趾と第2趾でレバーを挟む
移動中収納場所	電動車椅子シート脇

表1．学生被験者の身体寸法

	年齢	身長(mm)	大腿長(mm)	下腿長(mm)	足根間接点高(mm)	足長(mm)	足幅(mm)	第一趾腹高(mm)
平均	21.9	1638.1	406.7	342.0	66.6	231.6	91.5	24.5
標準偏差	0.7	51.7	34.3	28.3	8.1	11.5	5.8	3.3

視覚探索の要素を除外した課題 5 条件（1 サイクル 366mm）を設定し，上記の操作条件に関して，それぞれ 3 サイクルの試行を行った（図 2）．被験者のパフォーマンスレベルを考慮し，ランダムに試行した．

3.4.分析

3.4.1.運趾解析

足趾の動揺を移動誤差率[1)，※2)]として算出し，統計分析には 1 元配置分散分析および Student の t 検定を用いた．

なお，軌跡の抽出はモーションビューア（フィジカルソフト）を用いて行った．

※2) 移動誤差率

始点から目標点を結ぶ直線距離に対しての実際の足趾軌跡距離の誤差を算出した実距離との比．

移動誤差率(%) ＝（実際の移動距離－直線距離）／直線距離 ×100

3.4.2.入力時間

①キー入力前から⑨キー入力後までの 1 サイクルに要した時間を抽出．統計分析には HSD 検定を用いた．

4．結果及び考察

4.1.運趾解析

操作盤角度 24 度における踵の接地は，踵を接地しない時と比べ移動誤差率が有意に低い．これは，踵を床面に接地した状態で入力動作を行うことで，足部の安定性を高め，移動誤差を最小限にすることができると考えられる．8 度，16 度についてはおおむね踵接地時の方が低い値を示したが，有意差は認められなかった．

操作盤角度は，0 度，16 度，24 度間には顕著な差が無く，8 度が最も低い値を示した．また，踵接地時の各操作盤角度条件間には有意差が示されなかったが，踵を接地しない条件間において 8 度と 24 度の移動誤差率には有意差が認められた．このことから，操作盤角度は 8 度，もしくは踵を床面に接地した状態であれば 24 度の入力が最も移動誤差をおさえ，無駄の無い動きを可能にすると考えられる．キープロテクタの厚みに関しては，1mm がわずかに低い値を示したが，顕著な差は見られなかった．

4.2.入力時間

踵を接地しない時の入力時間は、接地した場合と比べて短い．これは踵をつけることによって移動動作が制限されたことに原因があると考えられる．

また，キープロテクタの厚みは 1mm と 3mm の間で有意差が確認された．3mm の厚さでは，足趾第 1 趾での打鍵作業が困難であることが影響していると考えられる．

よって，キープロテクタの厚みは 2mm 以下が最適と判断できる（図 4）．

以上の結果より，踵接地の有無及びキープロテクタの厚みは入力時間に大きく影響することが示唆された．

操作盤角度については 24 度が最も入力時間が短い結果となったが，有意差は認められなかった．

5．おわりに

入力時の運趾解析における移動誤差率から見た操作盤角度は現状の 8 度，もしくは踵を床面に接地した状態であれば 24 度が最適と判断できる．また，キープロテクタの厚みに関しては 2 mm 以下が最適である．

今後，現在行っている筋活動量の分析結果をふまえ，よりスムーズで，心身負担の少ないコミュニケーションが可能な操作条件を再検討し，具体的に電動車椅子への設置を行うことを目指したい．

なお，本発表は電動車椅子据置型コミュニケーション・エイドの開発を目的とした研究の一環として行った．

[参考文献]

1) 西口宏美：人間の自立を誘う支援技術に関する一考察（2）—上肢運動機能の評価方法とその補助・代替策について—，東北公益文科大学総合研究論集第五号，p.31～41，2003

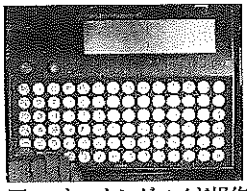


図 1．トーキングエイド操作盤

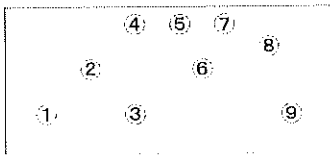


図 2．実験課題　操作順序配列例

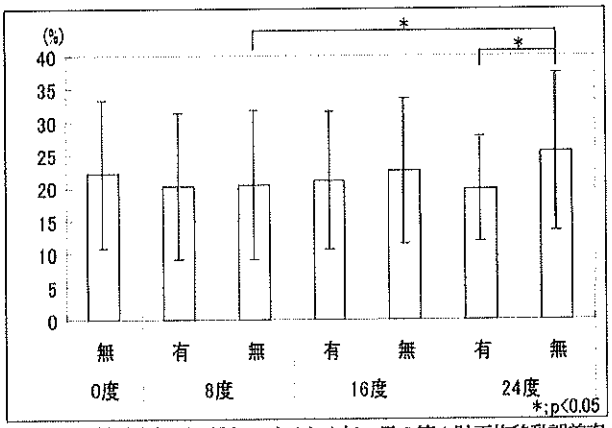


図 3．踵の接地有無別に見た 1 サイクル毎の足の第 1 趾平均移動誤差率

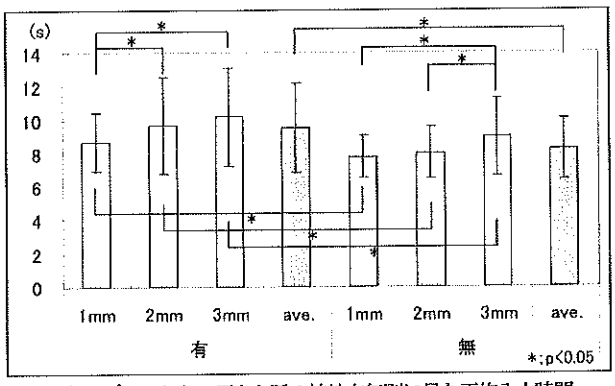


図 4．キープロテクタの厚さと踵の接地有無別に見た平均入力時間

A1-2-3

チャットコミュニケーションにおける会話分析について

○門間政亮（山形大学大学院医学系研究科）
丸田忠雄（山形大学医学部）、本多薫（山形大学人文学部）

Conversation Analysis in Chat communication

Tadasuke MONMA (Graduate School of Medical Science, Yamagata University)
Tadao MARUTA(Faculty of Medicine, Yamagata University)
Kaoru HONDA(Faculty of Literature and Social Sciences, Yamagata University)

1．はじめに

従来とは異なるコミュニケーション手段であるチャットは、文字情報により会話を行うものであり、インターネットによる生活時間の夜型へのシフト[1]により夜間に行われる頻度も増加しているものと思われる。

一般的に夜間に書く文章は昼間に書く文章よりも冷静な推敲を欠いた自己本位なものになりやすいと言われる。これがチャット会話にも当てはまるのかを検討した以前の研究[2]では、昼間のチャットと比較して夜間のチャット会話は進行速度が速く、他者の発話に十分な応答をせずに別の話を持ち出す行動が見られ、話題の変化が多く自己本位的なコミュニケーションになる傾向があるということがわかった。

本研究では、チャット会話の内容を分析し、昼と夜のチャットの違いを検討する。

2．実験方法

実験には自作したチャットシステムを用い、全ての会話内容を記録した。作成したチャットシステムは、1 つのサーバーに複数のクライアントが接続するサーバー・クライアント型である。被験者はコンピュータを日常的に使用している大学生 18 名とし、3 名ずつ計 6 グループに分けた。組み合わせはランダムに決め、匿名とした。実験は 1 回のセッションを 1 時間とし、グループ毎に昼夜 2 セッション行った。昼間の実験は午前 11 時から、夜間の実験は午後 11 時からとした。チャットで行うテーマは昼夜で異なる 2 つを用意した。

3．結果と考察

今回の実験においては、話題毎に区切った談話の内容と変化に注目して分析を行った。

話題は、被験者が発言した内容について他の被験者が 1 回以上発言したものとした。実験者が選定したものを、実験の参加者とは異なる被験者 3 人に同様に選定してもらったもので評価し、実験中の会話において変化していった談話の数を決定した。談話について、内容が設定したテーマからどのくらい離れているかで、「直接関係がある」、「間接的に関係がある」、「関係がない」の 3 段階に分けた。全体の結果を図 1 に示す。談話は、時間の経過とともに設定したテーマと関係のない方向に変化していくが、図 1 より、昼のチャットよりも、夜のチャットの方が、設定したテーマと関係のない談話に変化しやすい傾向が見られた。

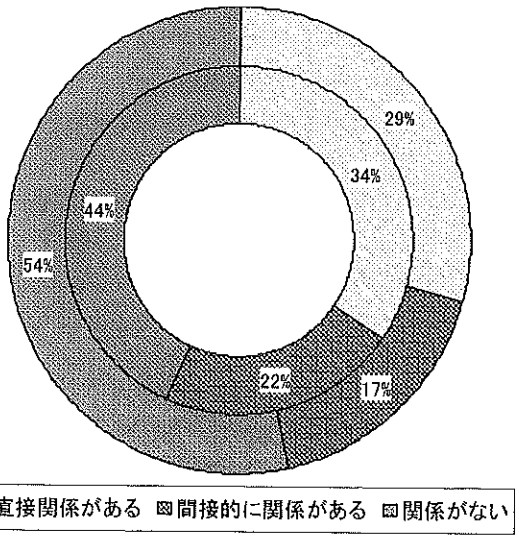


図 1　談話内容とテーマの関係（内昼、外夜）

また、談話の変化について、新しい談話へ変化する時の会話の特徴を、次のように分類した。前の談話、もしくは以前の談話の中でなされた他者の発言の情報を元に新しい談話を作成するものを「通常接続」、直前の談話、もしくは直前の談話の中でなされた他者の発言から、1つ以上の連想を経て新しい談話を作成するものを「連想接続」、次の談話の作成者が、あらかじめ直前の談話において次に作成したい談話に誘導する発言を行っておくものを「誘導接続」、談話が設定されているテーマから離れているときに、テーマへの修正を促すものを「軌道修正」、それまでの談話とは全く関係のない談話が急に始まるものを「無接続」とした。

分類した全体の結果を図2に示す。図2より、連想接続と誘導接続の割合を合わせると、昼24%、夜23%と、およそ同程度になった。ただし、昼のチャットと比べ、夜のチャットでは連想接続の割合が増加し、誘導接続の割合が減少している。このことから、夜のチャットでは、昼のチャットよりも、誘導する発言を省き、自分の頭の中だけで連想して談話を提供する割合が増えていると考えられる。「自然さ」あるいは「意味的つながり」という概念に基づく談話の整合性は、強ければ強いほど「聞き手に課する推論の量」が少ない[3]。昼71%、夜69%と大勢を占める通常接続は、整合性が強く、より自然な変化であることがうかがえる。一方、自己の連想だけで談話を提供するということは、整合性が弱いため意味的なつながりは薄く、また、聞き手に、より多くの推論を強いるため、会話の自然さも減少しているものと思われる。つまり、他者を省みない自己本位的なコミュニケーションであると考えられる。また、若干ではあるが、昼よりも夜の方が軌道修正が多かった。このことは、上記の、設定したテーマと関係のない談話に変化しやすい傾向によるものだと思われる。無接続については、数が少なく、昼夜間においてほとんど差が見られなかったため、割愛した。

4. おわりに

本研究では、チャット会話について、特に話題毎に区切った談話の内容と変化に注目して分析し、昼と夜のチャットの違いを検討した。その結果、夜のチャットは昼のチャットよりも設定したテーマと関係の無い談話に変化しやすい傾向が見られた。また、談話の変化について、夜のチャットは昼のチャットよりも、連想接続の割合が増加し、誘導接続の割合が減少する。そのため、談話の整合性が弱く、会話の自然さも減り、他者を省みない自己本位的なコミュニケーションとなると考えられる。

参考文献

[1] “インターネット・携帯電話等の普及と生活の変化”, 労働と経済, 1246, pp35-38, 2000

[2] 門間政亮, 本多薫, 渡邊洋一: チャットコミュニケーションにおける昼夜間の違いに関する基礎的検討, 人間工学, 45(6), 367-370, 2005

[3] 田窪行則, 西山佑司, 三藤博, 亀山恵, 片桐恭弘: 岩波講座　言語の科学7　談話と文脈, 岩波書店, 1999

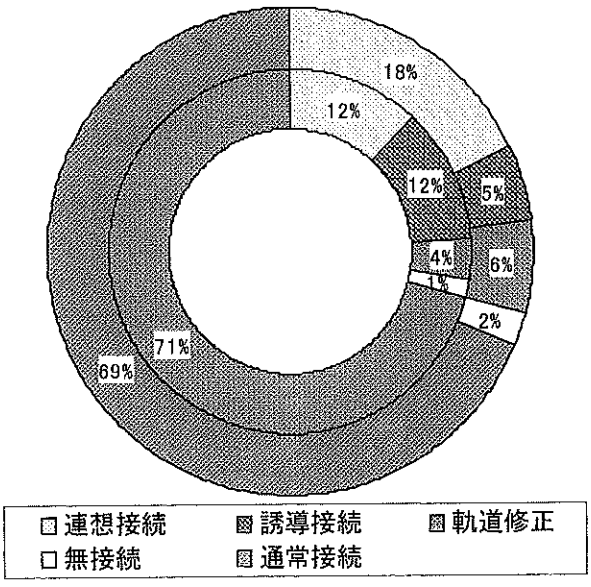


図2　談話変化の分類（内昼、外夜）

A1-2-4

教示方法が異常同定作業時のオペレータに与える影響

○村田浩昭[1]，小林大二[2]，山本栄[1]([1]東京理科大学，[2]日本橋学館大学)
Effect of Instruction for Operator on Identifying Malfunctions
Hiroaki MURATA and Daiji KOBAYASHI and Sakae YAMAMOTO
(Tokyo University of Science, Nihonbashi Gakkan University

1. はじめに

プラントにおけるオペレータ(運転員)の役割の一つに異常同定作業がある．これは，異常時に CRT 画面を通してプロセスに関する情報を収集し，異常の原因となった不調・故障機器を探索し特定する作業である．この時，オペレータはプラントの状況の変化を速やかに理解し，システムの状態を安全な状態に保つよう作業を行う必要がある．そのため各プラントでは，オペレータに対して異常同定に必要な知識を教示し，技量の向上を図っている．また速やかで正確な判断が行えるよう，故障機器を特定する手順を手順書などによって規定している．しかし実際の異常同定作業では，異常を同定するまでの細かな探索過程はオペレータの技量や経験などに左右される．

先行研究では，オペレータが異常同定作業時にプロセスの状況を理解し探索方針の決定を行う思考過程をシミュレータを用いた実験で明らかにしている(1)．しかし，そこで得られた知見に基づいた望ましい行動を被験者に教示する方法や，その効果は明らかにされていない．

2. 目的

そこで本研究では，シミュレータを用いて異常同定作業時のオペレータの誤判断を調べ，その低減に繋がる教示・訓練方法を提案する．

3. 実験方法

3-1. シミュレータを用いた異常同定作業

原子力発電所のグランド蒸化器とその周辺のプロセスの変化を模擬するシミュレータを用い，被験者に異常同定作業を行わせた．シミュレータの画面は，プロセスの配管計装図を模したミミック表示などで構成した．シミュレータには，プロセスに配管の破断やバルブの自動制御不良などのマルファンクション(機器の不調・故障)が発生するシナリオを事前に設定した．

3-4. 実験手順

全被験者に 1 試行 10 分間の，異なるシナリオ 15 種類を同じ順序で行った．なお，1 つのシナリオには 1 つ以上のマルファンクションが発生するものとした．被験者はコンポーネント(機器)をタッチしパラメータ検索を繰り返しながら，故障したコンポーネントとその状況の同定を行う．異常同定作業中被験者には思考内容を随時発話させ，その内容を記録した．また試行後には，被験者から状況が把握できなくなった場面の有無とその理由を聴取した．

3-3. 測定装置および測定項目

被験者の発話内容と，非接触型注視点解析装置(ｹｯｸｲﾒｰｼﾞﾃｸﾉﾛｼﾞｰ製 EMR-NL8)で取得した注視点をシミュレータ画面に重ね，ビデオテープに記録した．被験者による機器検索の履歴はシミュレータのハードディスクに記録した．

3-2. 教示内容と教示方法

異常同定過程では，図 1 に示すような二つのタイプの考え方が求められる．一つは，マルファンクション発生時にパラメータがどのように変化するか(以下ボトムアップ型と呼ぶ)を教示する過程である．二つめは，シミュレータを用いてパラメータの変化からマルファンクションを特定させる訓練(以下トップダウン型と呼ぶ)である．つまり，異常同定作業の教示においては，これらの両タイプの考え方を定着させる有効な手段を講じる必要がある．そこで先行研究(2)では 2 つの実験を行い，教示と誤判断との関係を調べた．両実験とも教示日程は 1 日 90 分，延べ 4 日間，被験者は大学生 3 名とした．

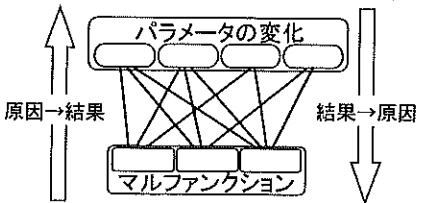


図 1　マルファンクションとパラメータの変化との関係

4. 実験 1

4-1. 実験 1 の教示内容

実験 1 では表 1 に示すような教示に沿って被験者を訓練した．教示 1，2 日目はシミュレー

表 1　教示内容

日程	教示内容
第1日目	実験の趣旨 プロセスの役割とコンポーネントの挙動と動特性
第2日目	第1日目の教示内容の確認
第3日目	異常発生時のプロセスの変化
第4日目	10種類のシナリオを用いた異常同定作業の訓練

タの説明を行った．3 日目にはボトムアップ型の訓練でマルファンクション発生時に起きるパラメータの変化を被験者に教示した．4 日目には，トップダウン型の訓練として実際に異常同定作業を実際に 10 試行行わせた．

4-2. 実験 1 の実験結果および判断エラー

その結果，被験者の判断に一人あたり 5.8 件の誤判断(以下判断エラーと呼ぶ)が含まれていた．これらは教示内容を憶えていなかった，誤解していたケースやプロセスの状態を推定する際に混乱したケースなど，教示が原因となっているケースが見られた．

5. 実験 2 の実験結果および考察

5-1. 実験 2 の教示内容

実験 1 で得られた知見をもとに，3 日目のボトムアップ型の教示には被験者の知識の定着を促すための練習用シートを加えた．4 日目のトップダウン型の訓練には，異常同定作業開始前に，先行研究で被験者が見出した探索方法や判断に関する知識(コツ)を加えて教示した．

5-2. 実験 2 の実験結果および判断エラー

その結果，判断エラーが一人あたり 4.7 件に減ったことが判った．しかし，被験者がコツや判断方法を十分に理解しないまま用いていた，また教示された方法のみに頼り，短絡的な判断を行い判断エラーに繋がるケースが見られた．

5-3. 実験 1 と実験 2 の考察

以上の結果より，4 日目のトップダウン型の訓練において，実験 1 ではパラメータの逐次的な探索が，実験 2 では教示された判断方法の短絡的適用による判断が，プロセスの結果と原因の因果関係を十分に理解することの阻害要因になっていたと考えられる．

6. 検証実験

6-1. 検証実験の教示内容

上述の逐次的な探索や短絡的な判断を行うときに，被験者は主に個々のコンポーネントのパラメータ検索に頼った異常同定作業を行っていた．よってこれらの阻害要因を排除するためには，トップダウン型の訓練過程において，全体的なパラメータの変化に着目し必要以上に個々のパラメータを検索してしまわないような訓練方法を取り入れる必要がある．そこで実験 4 日目の訓練の前に以下の訓練を追加することとした．「マルファンクションが生じた状態を示す画面を被験者に呈示し，可能性が高い故障箇所とその状態をできるだけ論理的に推論させる訓練」．対象はプラントに関する知識を持たない大学生 4 名とした．訓練終了後，前回の実験で用いた 15 種類のシナリオを用いて実験を行った．

6-2. 検証実験の実験結果および判断エラー

その結果，個々のコンポーネントのパラメータ検索によらず，画面上のパラメータからプロセスの状態を推論する探索が多く見られるようになっていた．そして表 2 に示すように，パラメータの変化からプロセスの状態を把握する過程での混乱は見られなくなった．また判断エラーの発生件数が一人あたり 3 件に減少していた．これより，今回提案した訓練が有効である可能性が高いと言える．

表 2　検証実験 判断エラー発生件数

エラーカテゴリー ＼ 被験者	G	H	I	J	合計
異状によるパラメータ変化の見逃し	1	1	0	1	3
コンポーネントの挙動の誤判断		1	0	2	3
類似したプロセスの変化が起こる異状との取り違い	2	1	2	1	6
パラメータ変化からプロセスの状態を推論する過程での混乱	0	0	0	0	0
合計	3	3	2	4	12

7. まとめと今後の検討

被験者の発話内容，コンポーネント検索の履歴から，教示に含まれる要因が異常同定作業時の判断エラーに繋がる経緯を探った．この結果に基づいて教示内容の一部を再検討し，新たな教示・訓練に関する提案を行い，判断エラーの低減に繋がることを示すことができた．

しかし今回の実験では，ボトムアップ型とトップダウン型それぞれの改善方法についての提案は行ったが，それぞれ個別に教示・訓練を行った場合，被験者の思考はどのような影響を受けるのかについては検討していない．また，異常同定作業はマルファンクションとパラメータ変化間の因果関係が複雑なだけでなく，時間の経過に伴う変化や機器・系統間の連動などプラント特有の要因を含む．そこで今後は，起きた事象とそれによって変化する現象との因果関係を理解することが問題を解くために必要となるような簡単な課題を設定し，上述の教示方法について検討していく．

8. 参考文献

(1) 小林大二，林貴行，山岡聡，山本栄，「異常同定過程における注目行動が思考に与える影響に対する PSF に基づく検討」日本プラント・ヒューマンファクター学会誌 Vol.9, No.1, pp.15-26, 2004, 7.

(2) 村田浩昭，小林大二，山本栄「教示方法が異常同定過程の思考に与える影響」日本人間工学第 47 回大会講演集, pp.400-401, 2006, 6.

家電ネットワークを用いた生活異変の検知技術

○ 松岡克典（産業技術総合研究所 人間福祉医工学研究部門）

Awareness of home accidents using a home-appliances network

Katsunori MATSUOKA
(National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)

1．はじめに

我が国では、急速な少子高齢化が進む中、生活様式や生活価値観の多様化が急速に進んでいる。65歳以上の一人に対する20歳から64歳までの人の数は、1990年の約5人から、2020年には約2人になってしまう。これまでのように若い人が高齢者や子供をいつも見守ってあげることは難しくなる。そして生活の多様化は様々な生活価値観を生み出し、一律の生活サービスや生活支援では生活の豊かさを感じることが難しくなってきた。

このような社会の変化の中で、安全で安心できる豊かな社会を創り出すために、個々の生活者の状態を日常生活の中で理解して（気づいて）、その理解に基づいた生活サービスや生活支援を提供する技術（生活見守り技術）が必要になる。

このような観点から、人に代わって生活の異変や生活ぶりの変化に気づいてくれる技術の研究開発が数多く進められている。本報では、簡単な家電情報ネットワークを用いて家族の生活異変を自動検知する技術について報告する。

2．生活異変の検知方法

住宅はくつろぎの場所であり、現れる生活状態はいつも同じではなく、生活者各人によって異なる。そのため、生活異変の状態を一律に定めることは困難であり、各人の生活ぶりに合わせて生活異変を識別することが必要になる。

そこで、生活異変を普段の生活から逸脱した状態と定義し、住宅内の家電機器の使用状況から生活状態を評価して、普段からの逸脱程度を数値化する手法を開発した[1,2]。

住宅内で使われる家電製品は、日常生活の営みに強く関係しており、その使用状況から調理、くつろぎ、睡眠などの生活状態を識別できる可能性がある。しかし、家電製品の設置場所や部屋の間取りなどを必要とする手法では、使用者が予めシステムにそれらの情報を設定することが必要であり実用的ではない。そこで、センサとなる家電製品の設置場所や部屋の間取りの情報を用いなくても、普段からの逸脱状態を評価できる手法を開発した。

3．家電機器の使用情報を用いた生活の普段度

住宅内に設置した複数の家電製品の使用状況を統合して，生活の普段度を評価できるようにした[1]。普段度は，その住宅内に頻繁に現れる典型的生活パターンとの類似度を示す指標である。

3.1 生活記述子の抽出

住宅内に設置された複数の家電製品の使用情報を1ヶ月間程度の長期に蓄積すると、住宅内に現れる頻度の高い家電製品の使用パターン（生活記述子）を抽出することができる。

典型的な家電製品の使用パターンを求める方法は、図1に示すように、長期に蓄積された家電製品の使用情報を時間窓で切り出し、(1)それらの主成分空間でのクラスタ分析により求める方法[1]や、(2)独立成分分析により求める方法などが考えられる。いずれの場合にも、得られる家電製

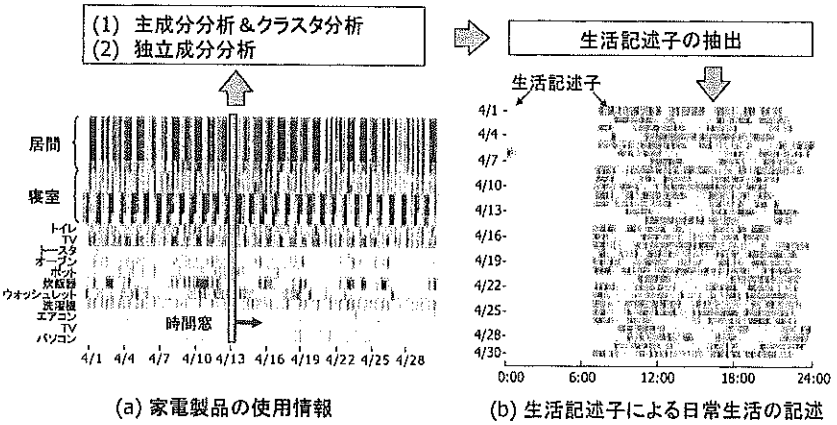


図1　生活記述子の抽出と生活記述子による生活状態の記述

品の使用パターンは、住宅に現れる固有の生活状態を表すものであり、生活を記述するための基本となる生活記述子と考えることができる。

3.2 生活記述子による日常生活の記述

各時刻における家電製品の使用情報を生活記述子に置き換えることにより、日々の生活状態を生活記述子の時系列情報として記述できる。

生活記述子は、前節で述べたように、主成分分析や独立成分分析で求まる主要成分であり、一般的に少数の生活記述子で日常生活を記述できるようになる。これまでの実験データでは、20 個程度の家電製品を使用している場合に 20 から 30 個程度の生活記述子が抽出されている。

生活記述子を用いた日常生活の記述は、生活を要約したものと考えることができる。

3.3 普段度評価

生活記述子で記述された生活状態を1ヶ月程度重ね合わせると、各時刻での生活記述子の発生確率を求めることができる。この生活記述子の発生確率を用いて、生活状態の普段度$Q_T(\tau)$を次のように定義することができる。

$$Q_T(\tau) = \sum_c \int_{t=0}^{t=T} P(\tau - t; c) X(\tau - t; c) dt \quad (1)$$

$P(t;c)$は生活記述子Cの時刻tにおける発生確率を表し、$X(t;c)$は生活記述子の時系列を表し、時刻tに生活記述子Cが現れる時に値 1 を示し、それ以外の場合は値 0 を示す。

生活記述子の発生確率分布$P(t;c)$は、住宅内に現れる典型的な生活パターンを示しており、そのパターンに似通った生活記述子の時系列が表れた際に、普段度$Q_T(\tau)$ は大きな値をとる。従って、普段度が閾値よりも小さな値となる場面を、生活異変の現れた場面と判断することができる。

4．既存住宅への適用結果

開発した普段度評価の手法を、1ヶ月から1年間に亘って 17 軒の既存住宅に適用した。

家電製品の使用状況を収集するために、家電製品に繋いで使用電力量を計測する電力量センサと、照明器具に赤外線センサ（人感センサ）を組み込んだ照明センサを開発し、既存住宅内に設置した。電力量センサは1分おきに、照明センサは 1 秒おきに無線で情報を送る。照明センサは最大 10 台まで，電力量センサは最大 20 台まで同一住宅内に設置することができる。

表１　設置したセンサ群

電力量センサ設置		照明センサ設置
エアコン	レンジ	リビング
テレビ	炊飯器	キッチン
ビデオ	洗濯機	トイレ
オーディオ	ヒーター	寝室
冷蔵庫	パソコン	洋室
トースタ		洗面所

4 人家族の 9 ヶ月間の生活データに適用した際に設置したセンサ群を表１に示す。この計測データに対する普段度評価から、表２に示すように、75 回の生活異変が検知された。その内 54 回は、生活者が申告した生活イベントに関連していると判断できた。主な検知内容は，家族の体調不良の日，長い外出，多くの来客，夜更かし，運動会の前の晩などであった。

5．まとめ

家電製品の使用情報を用いて日常生活の普段度を評価し生活異変を検知する技術について報告した。開発した手法は、部屋の間取り、家族構成員数、家電製品の種類、家電製品の設置位置の情報が無くても利用できるところに特徴がある。

このような生活見守り技術が、日常生活の中で気づきを可能にし、個別生活者の状態に合わせた新しい生活サービス・生活支援の提供につながることを期待している。

謝辞

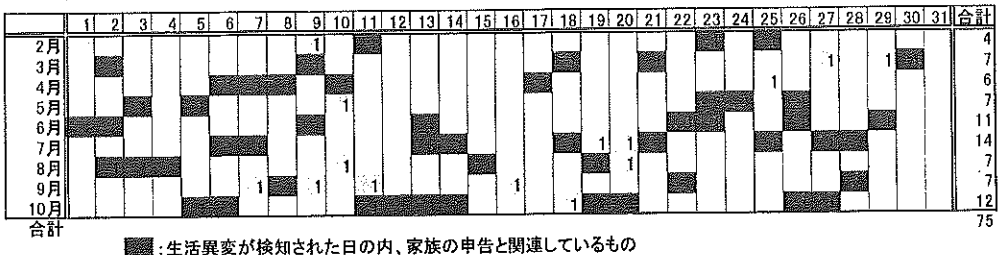
本報告で用いた計測データは、経済産業省と新エネルギー・産業技術総合開発機構が進めた研究開発プロジェクト「人間行動適合型生活環境創出システム技術」の中で取得されたものである。

参考文献

[1] 松岡克典, 信学技報 MBE2002-128, pp. 65-68, 2003.

[2] K. Matsuoka and K. Fukusima, Proc. of SCIS & ISIS 2004 (IEEE), pp. 1-6, 2004.

表２　普段度評価による生活異変の検知結果と家族の申告内容との比較



A1-3-2

ユビキタス時代の観察手法

新家敦（株式会社島津ビジネスシステムズ）

Observation Method of the Ubiquitous Era

Atsushi SHINYA (Shimadzu Business Systems Corporation)

1. はじめに

ユビキタス時代には，製品出荷後のユーザ実環境における直接観察が重要となる。

現状のユーザビリティラボによる評価手法では，予め評価者が決めたシナリオを基にした被験者の行動の観察をベースとしている。しかしながら，ユビキタス時代においては，実環境下でのユーザごとの製品使用実態は製品提供者の意図するシナリオでは収まり切らないことが容易に想像できる。より多様化するユーザの製品使用実態を把握するためにはin-vitro的な調査ではなくin-situ的な調査が必要となる。

直接観察法はユビキタス時代にこそ必須の手法であると思われる。ここではユビキタス時代における拡張された直接観察法である「In-Situ Ergonomics（その場人間工学）[1)]」について述べる。

2. In-Situ Ergonomics：その場人間工学

通常使用されるアンケートやグループインタビューによる製品調査では，広く浅く製品に対する意見を収集することができる。これは氷山の水面より上の部分を調査したのみであり，水面下に眠るより大きなユーザニーズを掘り起こしていないと指摘されている。

これに対して直接観察法は，ユーザの製品使用環境下における実態調査の手法である[2)]。アンケート法などでは得られない無意識下のユーザの製品関与が明らかにされる利点がある。その半面，直接観察法では調査対象者数および調査期間が極めて少数・短期間とならざるを得ない欠点がある。これは，ユーザの製品関与のうち，氷山の一角のみを深く掘り下げたものであり，やはり大半のユーザ行動は氷山の中深く眠ったままであると考えられる。

製品個体に付与されたセンサ情報および操作記録を全量吸い上げ，それを評価すれば，全ユーザの当該製品に関係するすべての行動を観察することが可能になる。得られたデータからデータマイニングにより製品の使用上の問題点を発見すれば，氷山に内在するすべての問題を発見できたことになる。

この拡張された直接観察法を筆者は「In-Situ Ergonomics：その場人間工学[1)]」として提案している。

3. 直接観察法の拡張

製品使用時の戸惑いや操作ミスは，直接観察により発見されるが，その情報は製品に内包されたセンサにも出力される。すなわち，操作の戸惑いが操作パネル操作時間の長さに現れ，また，操作ミスは不要な操作ボタンのイベントの発生として現れるのである。

これはセンサを用いた直接観察法の拡張である。直接観察法の考え方のまま，全数検査を行おうとするものである。

4. In-Situ Ergonomics 適用分野

In-Situ Ergonomicsの適用分野は，以下の通りである。

(1) ネットワーク対応事務機器，家電製品

複合機（コピー・FAX・プリンター），通信機能付き電気ポットなど

(2) センサ付きネットワーク対応可能機器

各種赤外線センサ，焦電センサなど

(3) 赤外線リモコン利用機器

TV，VTR，エアコンなど

(4) 組み込みソフトウエアを持つ機器

携帯電話，自動車など高機能製品群

(5) 常時(遠隔)監視機器

エレベータ，各種システム制御卓，券売機などオンラインで遠隔監視されている機器

(6) クライアントサーバ型ソフトウエア

パソコン用もしくは業務用アプリケーションソフトウエアでネットワーク接続型のもの

(7) 外付けセンサが取付可能な機器

家庭用冷蔵庫など可動部分を持つもの

5. データの特徴

本手法により収集されたセンサからのデータは，既存のユーザビリティ評価手法のデータと比較し，以下のような特徴をもつ。

(1) 大量ユーザ

理論的にはその製品の使用者すべて

(2) 長期間のモニタリング

ISO13407 にて規定される，「長期間にわたって，様々な方法でユーザーからの情報を収集すること」を可能としている。理論的には期間を限定せず，リアルタイムに評価することが可能である

6. データ解析時の着目点

データはデータベースに格納後，解析される。その際の着目点は，以下のようなものが考えられる。

(1) エラー操作の抽出

操作パネル上のボタンのうち，その時点での操作は無効なボタンを押してしまうことがある。TV リモコンの割り当てられていない番号ボタンなどが相当する。これに着目してその傾向や頻度を解析する。

(2) 実体との突き合せによる想定外使用の発見

多機能 TV リモコンのボタンのうち，ユーザが普段使用しないとメーカーが考えているものはフタの内部に隠されている。時系列でボタン操作を追跡することにより，フタの中と外のボタンを行き来しているものがあれば，メーカーの想定外の製品使用実態を抽出することができる。

(3) システムが見逃す操作エラーの発見

多機能複合機において，コピー時のエラーは，ユーザがストップボタンを押すことなどで取得できる。しかしながら，ネットワークプリントの場合，レイアウト設定ミスで大量の紙を浪費したとしても，システムは正常な印刷状態としてエラーを見逃してしまう。このようなエラーを，例えば同名のファイルが複数回印刷出力された痕跡などから推測する。

(4) 反対動作の接近

エレベータの開閉ボタンのイベントが短時間で連続した場合，ボタンの押し間違いと考えられる。同様に自動車のアクセルとブレーキのイベントが接近している場合もペダルの踏み間違いと考えられる。このように反対動作が接近して発生するものを抽出する。

7. ルールの一般化

これらの操作ミスのデータ出現パターンには人間特性として何らかの共通点がありそうである。これを一般化することができれば，製品改善の PDCA サイクルに役立てることが可能となろう。今後の研究課題である。

参考文献

1) Shinya et.al, In-situ ergonomics: proposal for in-situ ergonomics evaluation method.; IEA(Korea), (2003)

2) 中澤ら，心理学マニュアル 観察法; 北大路書房,(1997)

A1-3-3

ユビキタス３層モデルの人間中心設計

○ 森　博彦(武蔵工業大学工学部システム情報工学科)

A Three Layer Model Approach for Human-Centric Design toward a Ubiquitous Society

Hirohiko MORI
(Department of Systems Information Engineering, Musashi Institute of Technology)

1　はじめに

現在、ユビキタスは、「ユビキタス社会」、「ユビキタスネットワーク」、「ユビキタスコンピュータ」など、言葉がおおく存在し、その後に続く言葉によってユビキタスの意味合いも少しずつ違っている。筆者はユビキタスを議論するとき、その意味の違いのため議論がかみ合わないことを多く経験したが、石井[2]は、Weiser[1]が自分の思想を表すのに用いた「ユビキタス」という言葉のラベル付けが不適切であったため、このような文脈の乱れが発生していると指摘している。

そのため、筆者はこのような文脈の乱れを整理するために、ユビキタスは３層に分けて議論する必要があることを提案した[3]。本稿では、まず始めにこのモデルに従って「ユビキタス」の文脈を整理する。さらに、人これらの３層それぞれにおいて人間工学が果たすべき役割が大きいことを議論していく。

2　「ユビキタス」の文脈と３層モデル

前にも述べたように「ユビキタス」という言葉は、様々な文脈で用いられており、その意味合いも少しずつ違っている。これらの議論のすれ違いを整理するためには、ユビキタスの議論を３つのレベル、すなわち、「システム・インフラ」のレベル、「インタラクション」」のレベル、そして「サービス・コンテンツ」のレベルに分けて考えるとわかりやすい（図１）。

「システム・インフラ」のレベルは、システムを実現するための技術的側面を表す。たとえば、「ユビキタスネットワーク」は、狭義では「いつでもどこでもインターネットに接続できる社会環境」、広義では「様々な場所でその場にあった情報が手に入る環境」を意味することが多い。たとえば、駅を出るとその周辺のセール情報が携帯電話に転送されるといったサービスを

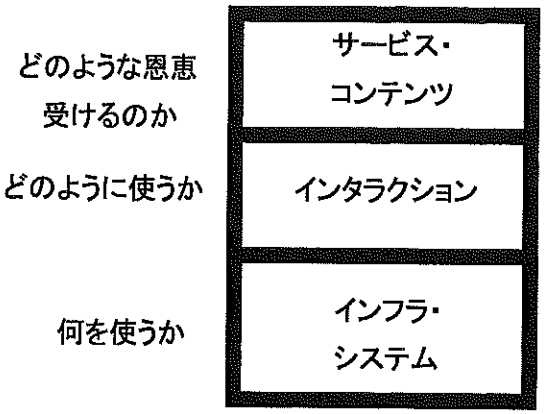


図１.ユビキタスの３層モデル

さすが、多くの場合はユーザがどのような情報を、どのような方法で選択して手に入れるかを議論されることはあまりなく、通信技術やネットワーク技術が議論の中心となっている。

一方、ユビキタスが「ユビキタス社会」といった様に使われた場合、これまで情報通信機能を持たなかったものが情報化し、さらにネットワークの中に入って何らかのサービスを創出する社会形態を表す。例えば、野菜など物理的なモノにICタグをつけ、物理オブジェクトを電子化することで、その生産者の情報や流通履歴といったモノの情報を見ることができたり、家庭内に単体で存在していた機器がネットワークを構成するといった具合である。さらに将来的には、それらの機器や物理的なモノが、お互いに通信しあうことにより、新たな機能を創出していくことも考えられている。例えば、ディジタル家電では、ビデオデッキが時計の機能を内蔵するのではなく、置時計などの時計とビデオがホームネットワークを通じて情報通信を行なうことにより、ビデオ予約機能を創出する。それは、これまでのように特定

の機器の先には決まった機能やサービスが用意されているのではなく、提供される機能は、状況依存であり、今いる環境によって変化することを表している。このように見るとユビキタス社会における議論は一見、どのようなサービスをユーザに提供できるかを議論しているように見えるが、これらはRD-IF技術の進歩や家庭内でのネットワークインフラの充実という技術的側面から考えやすい単機能サービスを列挙している感が否めず、少なくとも現時点では「システム・インフラ」レベルでの議論が大半を占めている。

「インタラクション」レベルは、あるサービスやコンテンツをどのような方法でユーザに取り出すかについての議論であり、従来からのヒューマンインタフェース研究の範疇に入る。元来、ユビキタスという言葉を最初に用いたWeiser[1]は、システムとのインタラクションが消えてなくなる（"disappear"）ことを目指して、「ユビキタスコンピュータ」を提唱している。ここで用いられている" disappear" とは、本当に消えてなくなることではなく、意識から消えることを意味している。すなわち、優れた技術とはその機器を使用しているという意識がなく、タスクに集中できることを表している。例えば、われわれが字を書くときにペンを使っているという意識はなく、書く内容に集中している状態を表している。Weiserの思想は、インタラクション研究において、Augmented Reality や Tangible User Interfaceなどの「実世界指向インタフェース」研究の流れを生み出した。

「サービス・インタラクション」レイヤは、ユビキタス社会が実現したときに、どのようなサービスやコンテンツを人間に提供すべきかを議論するレイヤであり、おおざっぱな議論をすれば、「どのようなサービスやコンテンツがユビキタス社会におけるキラーコンテンツになりうるか」を考えるレイヤである（もちろんキラーコンテンツとは結果であって、そもそも企画するものではない）。

3　ユビキタス社会における人間工学の役割

人間工学は各レイヤにおいて重要な役割を果たす。インフラのレベルにおいては、センサー群から人間の状態や状況を把握することである。人間工学はこれまで生体計測により人間の状態を感知する技術を積み重ねてきた。単体のセンサーから得られる状態ではなく、複数のセンサー群から人間の状態や状況を総合的に把握する技術の開発が人間工学の責務となる。

インタラクションのレベルについては、人間工学においてヒューマンインタフェース研究が多くなされているため多くを述べないが、単に「使いやすさ」追求するのはなく、「システムの透明性」が今後のキーワードとなっていくと考えている。

コンテンツのレベルを取り扱うことは難しい。人間工学はこれまで要求分析などを行なうことで、ユーザニーズの把握を目指してきた。しかし、現在存在しない環境についての要求分析が機能するとは考えがたい。そこで、新しい方法論を作り出す必要があり、アーゴデザイン部会と情報社会人間工学部会は合同で、ユビキタス社会におけるサービス・コンテンツの人間中心設計論を生み出そうとGo, et. al.[4]の提案する「フォトシナリオ手法」をベースに試みをしている。

ユビキタス社会は、社会インフラ自身を巻き込むため、これまでのシステム以上に後戻りすることは難しい。そのため、より上流での人間中心設計が大切であり、すべてのレイヤにおいて人間工学は積極的に取り組んでいく必要がある。

参考文献

1) Weiser, M.: 「Computer for the 21st century」, Scientific American, 265(3), 1991.

2) 石井裕: 「ユビキタスの混迷の未来」, ヒューマンインタフェース学会誌, Vol4, No. 3, pp.129-130, (1999).

3) 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」、日本人間工学会第４５回大会講演集(2004)

4) Go, K, et. al.: 「Supporting "Omoiyari: A Design Issue in Post-Ubiquitous Society」, SICE-ICCAS 2006, CD-ROM Proceedings(2006).

A1-3-4

ユビキタス時代のITビジョン開発手法実践事例

--デザイン学生が制作したアウトプットと手法の関係性--

○上田義弘（富士通株式会社）、渡邉 誠（千葉大学）

A study of Vision-Development Methods for the ubiquitous generation

Yoshihiro Ueda (FUJITSU LIMITED), Makoto Watanabe (CHIBA University)

1．はじめに

現在ではインターネットや携帯電話の普及を始め、様々なITシステムが日々の暮らしや仕事を支える存在となっている。特に最近ではRFIDやネットワーク技術の高度な発展によって社会のいたる所にITが存在するようになり、「いつでもどこでも誰とでも」情報のやり取りが可能になってきた。1988年にXerox社パロアルト研究所の故Mark Weiser氏が提唱した「ユビキタス社会」が現実のものになろうとしている。これからのユビキタス社会では、今までの延長では考えつかない様なIT支援が可能になるであろう。そこでは「仕事や生活のいかなる場面でITをどのように活用するか」という「IT利活用のビジョン」を描くことが重要になる。

このテーマに対して、筆者らはデザイン系の学生と共に、「これからのユビキタス社会に向けたITビジョン」の提案を、様々な方法で試みてきた。本稿ではこれまでのアウトプットとそのための手法との関係を概観する。

2．ビジョン開発のプロセスと手法

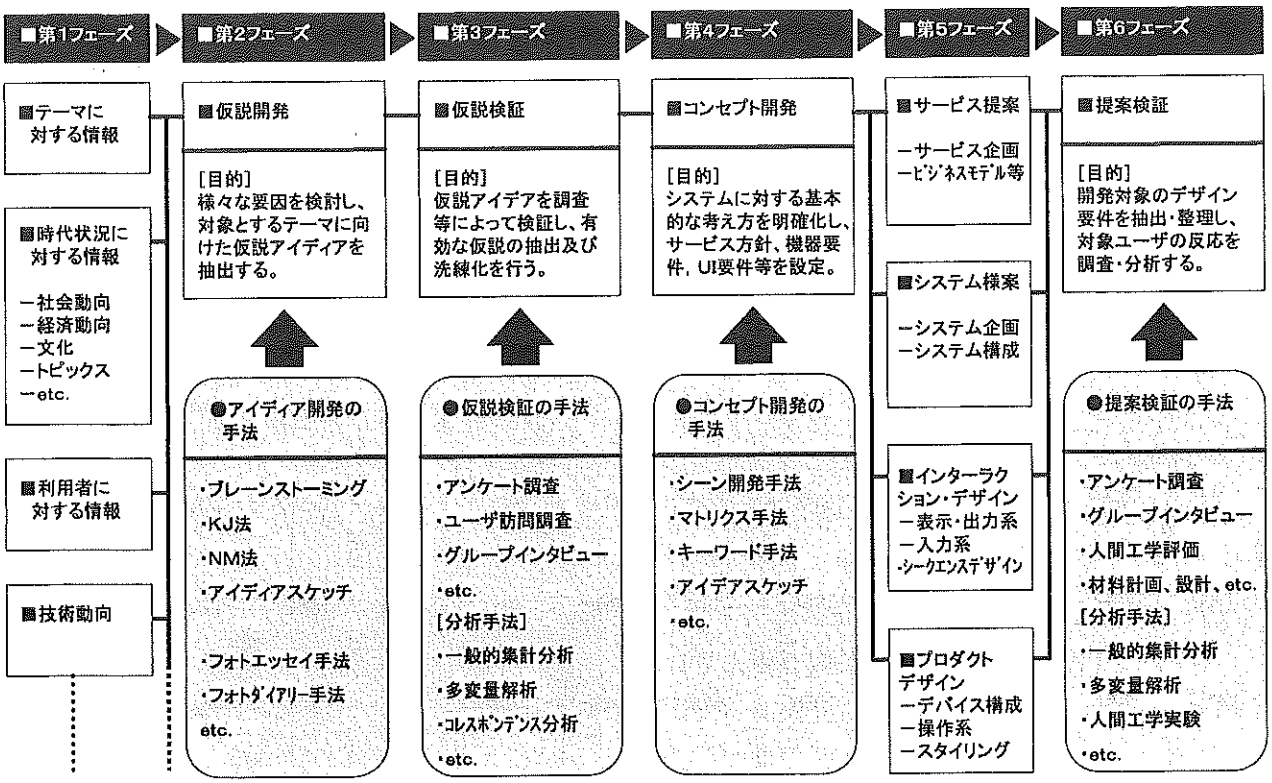
2003年度より4回のデザイン開発を実施し、約50件のデザイン提案が集まった。その開発プロセスは図1に示すようであり、どの年度も基本プロセスは同じである。ただし、アウトプットの内容を見て、課題の詳細条件や各フェーズで活用する手法は毎年変えている。2003年度はユビキタスの現状調査及び既存商品の調査分析を行い、新たなITビジョンを考えることにした。2004年度は店舗、病院や公共空間など提案の対象となる「場」を設定して仮説開発を行い、集まった仮説を基にユーザヒアリングを実施してビジョン作りを行った。2005年度は提案の場を学生生活に限定し、そこで必要になるIT支援の仮説開発を行い、アンケート調査を実施した。その結果を多変量解析し、新たなビジョン提案のポイントを求めた。2005年度まで仮説開発に関しては、公開されている事例を参照してブレーンストーミング手法を用いて、学生が自主的に行ってきた。2006年度は仮説開発のために「写真」と「シナリオ」を使用した「フォトエッセイ手法」を新たに導入し、目的意識を明確にした仮説開発を行うようにした。

3．アウトプット事例

代表的なアウトプットを見ておこう。

2004年度に行われた提案の一つとして、「ユビキタス社会では、あらゆるところに情報を存在させることが可能になる。しかし、情報そのものは目に見えない。そのためユーザは情報操作にリアリティが持てない。次世代のユビキタス社会では、目に見えない情報に対してもリアリティが持てる自然な操作が必要だ。」と考え、「ユーザが情報操作に親しみとリアリティを持てるユーザインターフェースの提案」がなされた。その他の提案もこれからの時代に対する新たなサービスを明確に提案したものより、ユーザと情報のインターラクションに着目したものが多かった。

2006年度は「街の中でサポートを必要としている人と、ボランティアをしたいと思って



■図1 開発プロセスと手法

いる人を、リアルタイムで結びつけるサービスとモバイル端末の提案」、「タンポポの綿毛のように、あたかも「風」に乗って音楽が飛んでくるかのように、音楽を配信するサービスの提案」や「英会話を学習したいと思っている人に対して、街中で英会話に接する機会を提供するサービスの提案」など、ユビキタス時代に向けた新たなサービスを提案するものが多くなった。

4．提案内容と手法の関係性について

約50件に及ぶ提案内容を年度ごとに見てみると、2006年度とそれ以前では明らかにアウトプット傾向に差があった。与えた与件でアウトプットが変化する事は自明だが、活用した手法によってアウトプットが明らかに変化していると思われる。その背景には2006年度から仮説開発フェーズに、「フォトエッセイ手法」を取り入れたことにあると考えている。市場や既存機器の分析をベースにブレーンストーミングを行うことでは、将来のビジョンを描くことは難しい。これに対して、フォトエッセイ手法は直接ビジョン開発を行う手法ではないが、ビジョン開発を行う上で「仮説開発の目的意識を明確に持たせる」ことができ、「提案の意義」を明確にする事ができたのではないかと考えている。

5．今後の展望と課題

生活者の視点から「数年先の社会で求められるITビジョン」を構想し、サービス内容や実現のための仕組みを企画・開発する。このような活動を総称して「技術の市場化」と呼んでいる。人々は常に新しいアイデアを求めているが、一方でITの利活用に対する厳しい視点も持っている。未来ビジョンを構想し、サービスや商品を創造することは，一方では「オセッカイ」なシステムを構想する危険性を孕んでいる。将来のユビキタス社会に向け、暮らしを豊にする活きたITビジョンを創出するためには「技術の人間（生活）化」とそのための手法が益々重要になると考えている。

A1-3-5

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

○ 渥美文治（トヨタ自動車），野村昌敏（日本電気）

Application Research of Universal Design Matrix on IAUD

Bunji ATSUMI (Toyota Motor Co.), Masatoshi NOMURA (NEC Co.)

1．はじめに

2003年に設立された「国際ユニヴァーサルデザイン協議会」（IAUD：International Association for Universal Design）は，多くの企業と研究者が集まり，ユニヴァーサルデザイン（以下 UD）の普及と実現を目指して活動を推進している．

この中で，「標準化研究 WG」が取り組んでいる項目に，UD マトリックスの研究がある．これは多種多様な会員企業が，“UD 開発に標準的に使用できるツール”の研究を主な目的としており，日本人間工学会アーゴデザイン部会が開発・公表した“UD マトリックス”[1]を基本として，改良・情報追加を行ったものである．ここでは，この IAUD における UD マトリックスの研究結果を述べる．

2．UD マトリックス活用の狙い

人には様々な身体特徴，環境・使用状況の違いがある．「使い手」と，様々な業種・業態の「作り手」が，①使い手の特徴の把握，②使い手の行為とモノとの関係を把握，③開発時の配慮項目の抽出，④モノの対応状況，などの課題を容易に発見するツールを開発することにより，UD の更なる普及に貢献することを狙いとした．（図1）

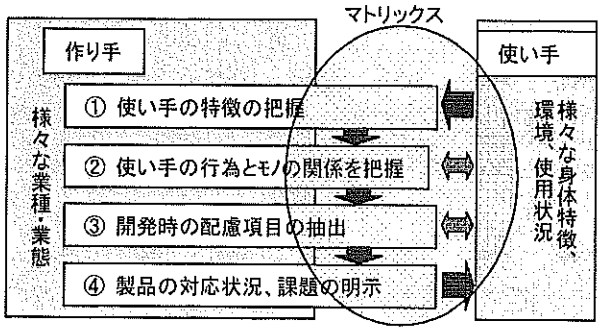


図 1．UD マトリックス活用の狙い

3．IAUD のマトリックスの特徴

マトリックスの構成は基本的に，人間工学会作成のマトリックスと同様だが，以下の工夫点・特徴がある．（一部は作成中）

3.1 横軸

人間の感覚機能を機能レベルの分類で示す．それぞれの分類は，各機能がどの程度の能力があるかに対応している．分類の細分化とユーザ機能の詳細を記述するため，会員のノウハウ，Web などの公開情報調査に加え，専門家ヒアリ

表 1．機能の細部分類と、詳細情報の例

	見る			
	視野	視力		
状態の程度	視野狭窄(2～5級)	全盲(1級)	弱視(2～6級)	矯正視力 0.2～0.6
概要	緑内障	角膜混濁→暗いところが苦手 角膜軟化症、角膜白斑、網膜はく離、 ～中略～　眼色素の欠乏→まぶしさ		
代替手段・自助具など	首や物を振ることで把握	白杖、点字/点字図書、立体地図/立体図など、電子図書（DAISY)、OCR による読み上げシステム、点字ディスプレイ　・・・・		
日本の該当者数	30.1万人（人口比率：　%） 1級：10.5万人、2級：7.4万人、3級：2.7万人、 4級：2.8万人、5級：3.4万人、6級：3.2万人・・・			

ングを行い，かなりの詳細な分類と，機能の特徴説明が追加できた．これにより，幅広いユーザの持つ機能と特徴を，マトリックスの利用者が理解しやすくなったと考えている．（表１）

3.2　縦軸

各製品の使用時の動作・操作を細分化して記入することは同様である．

3.3　使用例の追加

複数種類の機器の使用場面を例に，タスク分類（縦軸）と各機能に対応した考慮項目を，なるべく細かく調査・記述した使用例を追加した．

製品開発・設計者は，類似の例を見ながら，どのように製品の動作・操作（タスク）を分類すべきか，多様な機能を持ったユーザに対し，どのような配慮が必要であるかの基本が理解でき，UD 初心者にも活用しやすいマトリックスになったと考えている．（図２）

3.4　使いやすさの工夫

上記で述べた改良や情報の追加により，UD マトリックス本体は，かなり大規模のものとなった．このため，全体を見渡し難かったり，製品やフィールド調査の際，持ち出し難さも感じられるようになった．

そこで，横軸の機能分類や縦軸の使用例を中分類ごとに Excel 上でグループ化し，初期は“閉じた”中分類のみが表示される構造とし，マトリックス利用者が詳しく見たい項目のみ，“開く”操作をして詳細情報が表示されるよう工夫した．

4．今後の活用予定

標準化研究 WG によるマトリックスの作成作業は，2006 年末完了を目処に進めている．その後 IAUD 会員に向けてホームページ上で公開される予定である．

その後，会員各位の実施例をもとに改善作業も必要であると考えている．レベルアップが進めば，多くの使用例とともに，広く社会に向けて，会員外にも公開できればと考えている．

最後に，IAUD でマトリックスの研究を始めるにあたり，人間工学会 UD マトリックスの引用を快く承諾いただいた，アーゴデザイン部会の皆様に，厚くお礼申し上げます．

参考文献

１）日本人間工学会編，「ユニバーサルデザイン実践ガイドライン」，共立出版（2003）

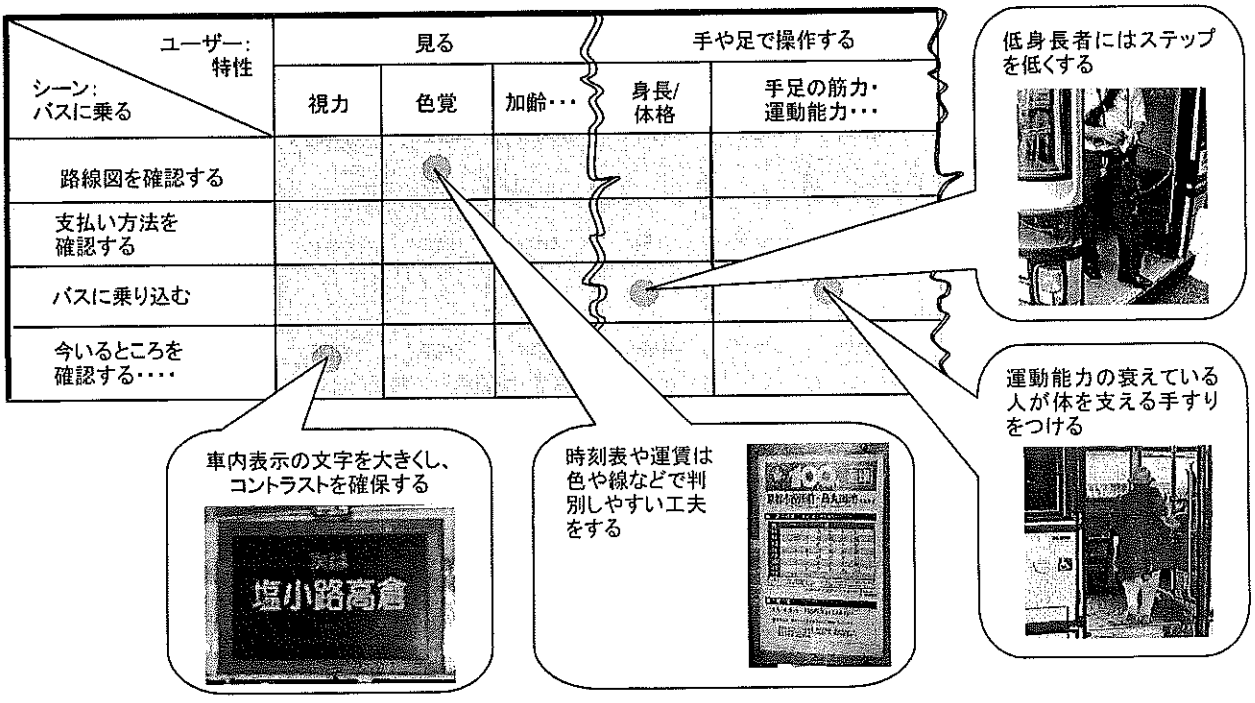


図２．バスでの移動シーンにおけるマトリックス使用例

A1-3-6

UDマトリックスの展開

-ユビキタス時代を考慮して

山崎 和彦[1,2]
[1]日本IBM（株）UXデザインセンター，[2]東京大学大学院新領域創成科学研究科

Extended UD Matrix for Ubiquitous Computing Era

Kazuhiko Yamazaki[1,2]
[1]UX Design Center, IBM Japan Ltd., [2]Graduate school of Frontier Science, The University of Tokyo

1. はじめに.

ユニバーサルデザインを実践するために，デザインプロセス上にUDマトリックスを活用することが提案され，すでに多くの事例により効果が検証されている．UDマトリックスとは，個々の状況に応じたUDの要求事項を効果的に抽出するためのマトリックスであり，各行にユーザグループ，各列にUD原則と操作の個別タスクを分類し，その交差するセルにUDに関する個々の要求事項を記入するものである．

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UDマトリックスに対して，ユビキタス時代をより考慮した展開が望まれる．

ここでは，ユビキタス時代を考慮したUDマトリックスの展開の方向性とツール化の方向性について提案する．

2. UDマトリックスの展開の背景

ユビキタス時代をユーザー視点でとらえると，いつでも，どこでも，何でも，誰でも，簡単にネットワークコンピューティングの恩恵にあずかれることである．そのようなシステムに対して，人間中心設計を活用して，企画・開発するためには以下の5項目が重要である．1）ユーザーエクスペリエンス・デザインのアプローチの導入，2）ユーザー情報の明確化とコミュニケーションの促進，3）プロジェクトマネージメント手法の活用，4）強力なリーダーの配置，5）ツールの活用．

3. UDマトリックスの展開の方向性

ユビキタス時代の背景を考慮して，UDマトリックスの展開として以下の方向性を提案する．

1）ユーザグループの展開

現在のUDマトリックスのユーザグループの概念は主に障害という側面より分類をしているが，それだけではなく，ユーザーの目標，ユーザーの役割，ユーザーの趣味指向など幅広い視点でユーザグループを検討する必要がある．

また，ユーザー表現としてペルソナ手法の活用を考慮したユーザグループの表現が望まれる．ペルソナ手法とは典型的なユーザーを想定して仮想的な個人を厳密に設定し，常にそのユーザーを考慮した設計を行う手法である．ユーザー情報を具体的で厳密な記述と顔写真など組み合わせて活用することにより，多くの開発関連者に分かりやすいという特徴がある．

2）シーンの拡張

現在，UDマトリックスでは一つのシーンを基本にしているが，ユビキタス時代では，ユーザーがいろいろな場所でシステムと触れあう場合が多い．現在のユーザグループとタスクという二つの軸ではなく，シーン（場所，目的）という三つ目の軸が必要となる．

3）タスクの拡張と展開

現在のタスクは実際のユーザーの行動を主体としているが，ユーザーエクスペリエンスを考慮す

ると，1）より精緻にユーザーモデルを活用して分析する拡張HCI modelの利用，2）実際のユーザー行動の前後に関連するユーザーの心理段階などの考慮，3）エクスペリエンスライフサイクルなど考慮した長い時間でのユーザーとシステムの関わりも検討する必要がある．

3. UDマトリックスのツール化

UD マトリックスを展開してツール化する方向で，UED スタジオというツールを開発している．UED スタジオは，製品デザインに関わる者にデザインプロセス全般に渡って統一したユーザーエクスペリエンス（UE）を伝え，また，メンバー間で UE の共通認識をもつことを目的として開発したものである． このツールではすでに下記の２項目の部分で UD マトリックスの概念を活用している．

1）定義ツールと評価ツールにおけるユーザー設定画面

対象ユーザーを設定するためにユーザー設定画面を準備している．デザイナーが簡単にユーザー設定できるように 50 人のキャストを掲載している．この 50 人のキャストの配置には UD マトリックスのために準備されたユーザー分類表の概念を導入している．横軸に配慮すべき機能，縦軸に想定されるユーザー事例をもとに配置されている．

2）評価ツールにおける基本画面の概念

対象となる製品やサービスが，対象となるユーザーの環境やタスクの側面から問題がないか評価するために評価ツールがある．図 1 に示すように評価ツールの基本画面は，UD マトリックスの概念を導入し，縦に個別タスクをインプットし，横に代表的なユーザグループを配置する．そして個々のユーザグループごとに，個別タスクを考慮した場合に問題がないかどうかを数値化して入力する．

3）UD マトリックスの概念を詳細に導入

UD マトリックスの概念を UED スタジオに精緻に導入することにより，ユニバーサルデザインという視点からの開発ツールとして UED スタジオがより役立つことが考えられる．

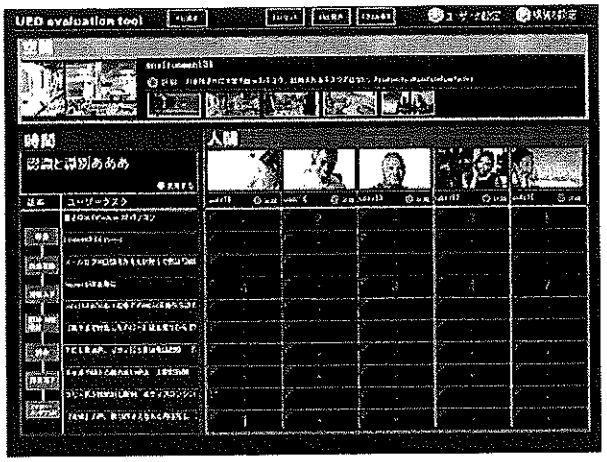


図1 UED スタジオ評価ツール

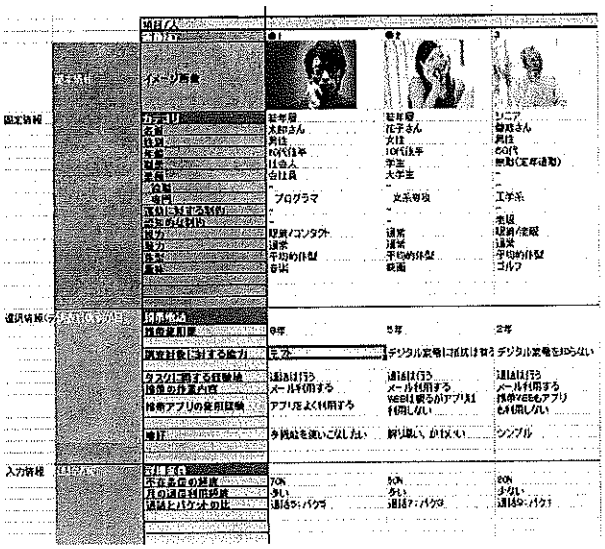


図２ プロフィールの詳細設

50 人のキャストには各プロフィールを設定できるように設計しているが，実用上は個々のプロジェクトによりプロフィールの編集が必要である．ここでは，簡単にプロフィールの編集ができ他の資料との相互利用を可能にするために，表計算ソフトにより編集ができるようにした．

また，図２に示すようにプロフィールの情報の中より，どのプロジェクトでも必要となる固定情報と個々のプロジェクトごとに編集・追加が必要となる選択情報にわけて入力できるようにした．

4. おわりに

ここでは，ユビキタス時代を考慮したUDマトリックスの展開の方向性とツール化の方向性について提案した．今後は提案した手法の事例研究により手法の改良と評価を進める．

C1-1-1

ホワイトボードの設置角度による筆記特性に関する研究

○高城 史[1]，上野 義雪[2]
[1]千葉工業大学大学院，[2]千葉工業大学

A Study on writing characteristics by fixed angles of whiteboard

Chikashi Takashiro[1], Yoshiyuki Ueno[2]
[1]Graduate School of Engineering, Chiba Institute of Technology, [2]Chiba Institute of Technology

1. はじめに

筆記作業とは，一般的に水平机面上での筆記(=水平面筆記)のことを指すが，一方で教育現場やオフィスにおいては垂直壁面に設置したホワイトボードや黒板への板書(=垂直面筆記)も存在する。

垂直面筆記は，水平面筆記に比べ筆記時の上肢の負担が増大するなどの問題点を有するものの，それらの改善を目的とした製品や方策の提案には至っていないが現状である。そこで，垂直面筆記の問題点の改善し，最適な筆記環境の提案を行なうためには水平・垂直両条件下での筆記作業の特性を明らかにすることが前段として必須であると考える。

本研究では，ホワイトボードへの板書作業を前提とした上で，ホワイトボード(板面)の設置角度条件の違いにより筆記作業にどのような特性が生じるかを明らかにし，垂直面筆記の問題点及びその原因の考察と問題改善案を挙げることを目的とした。

2. 方法

予備実験に基づき，12条件(ホワイトボード設置角度３条件×筆記具の持ち方４条件)において設定した筆記作業を課し，この場合の姿勢測定や感覚評価を行う。なお，被験者は大学生16名(平均年齢22歳，男10名：女6名)を対象とする。

2-1. 条件設定

(1)ホワイトボード板面の設置角度 (図1)

水平(0°)，斜(45°)，垂直(90°)の３条件。

(2)ボードマーカーの持ち方 (図2)

鉛筆持ち，ナイフ持ち，握り持ち，つまみ持ちの４条件。筆記具は既往研究により明らかにした垂直面筆記に適した形状のものを使用し，持ち方条件に合わせて軸長を調整した。

(3)筆記時の姿勢 (図1)

今回は，筆記作業の主動部位である上肢の特性を調査するため，すべての条件において座位姿勢に統一する。なお，板面は高さ70cmの机面上に設置し，イスの座面高は被験者の差尺に合わせて設定する。

(4)筆記位置 (図1)

水平では前端から20cmの位置，垂直では眼高-5cmとし，斜では板面上の水平・垂直の中間とする。

(5)被験者に課す筆記作業の内容

筆記文章は「加齢に伴う身体機能の低下」，文字サイズは縦横６～８cm程度とする。

2-1. 評価方法

(1)姿勢測定 (図3)

①肘角度，②手首角度，③前腕角度，④ペン軸角度，⑤手首回転を測定する。

(2)感覚評価

持ち易さ，運筆のし易さ，負担部位・度合，書き易さ，板面条件への適応性を評価する。

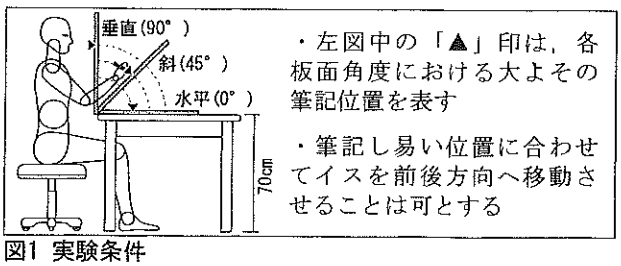


図1 実験条件

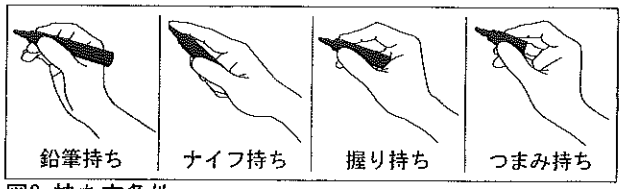


図2 持ち方条件

3. 結果

3-1. 姿勢測定

(1)肘角度 (図4)

全ての持ち方において水平，斜，垂直の順で肘の開きが小さくなる。垂直においては肘を締めて筆記する傾向があるが，板面条件の違いによる肘角度の差異は最大でも20°以下と小さい。

(2)手首角度 (図5)

水平，斜，垂直の順で角度が小さくなる傾向が見られる。「ナイフ持ち」以外は，水平では手首を自然に伸ばした状態(180°程度)となるが，垂直になるにつれて手首を甲側に屈折させる格好となり，これにより手首への負担が増加すると推測される。

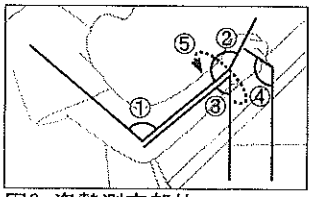


図3 姿勢測定部位

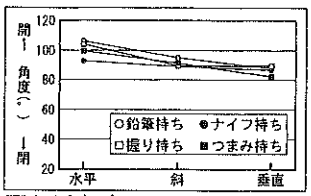


図4 肘角度

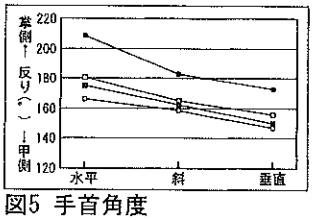


図5 手首角度

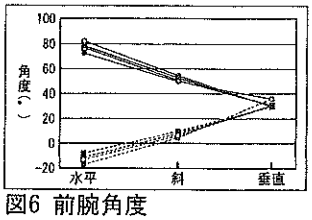


図6 前腕角度

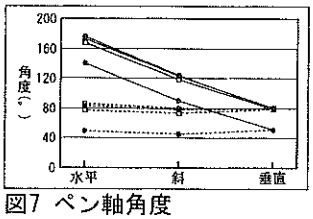


図7 ペン軸角度

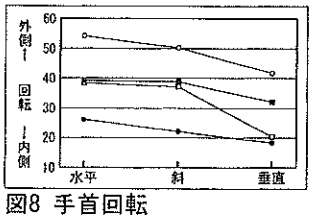


図8 手首回転

(3)前腕角度　(図6)

板面角度との関係(図中に破線で表示)を見ると，水平，斜では，前腕と板面が平行に近い関係になるものの，垂直ではそれがなくなり手首角度などにより板面と上肢の位置関係を補正すると考えられる。

(4)ペン軸角度　(図7)

板面角度の違いに伴いペン軸角度も傾くという傾向が見られるが，ペン軸の板面への入射角度(ペン軸角度から板面角度を差し引いたもの:図中に破線で表記)を見ると，板面条件によるペン先入射角度の差異は10°以下と非常に小さい。

(5)手首回転　(図8)

全ての持ち方において板面条件が垂直になるにつれて内回転が大きくなる。手首の回転は脇の開きとも連動していると考えられるため，板面が垂直になるにつれて脇の開きも大きくなるといえる。

(6)姿勢測定のまとめ

概ね板面条件の違いに伴い各測定部に傾向が現れるが，ペン軸入射角度が板面角度の違いに関わらず差異が小さいことから，肘角度，手首回転，手首角度などの姿勢変化は，ペン軸入射角度を一定に保つために採られた無意識的な姿勢調節と考えられる。

3-2. 感覚評価

(1)持ち易さ　(図9)

「鉛筆持ち」「握り持ち」の評価が高く，「つまみ持ち」は持ち難いとされた。また，板面が斜である場合に評価が高くなる傾向が見られ，水平と垂直の間に大きな差異は見られなかった。

(2)運筆のし易さ　(図10)

「鉛筆持ち」「ナイフ持ち」においては，斜，垂直，水平の順，握り持ち，つまみ持ちにおいては垂直，斜，水平の順で評価が高くなる。

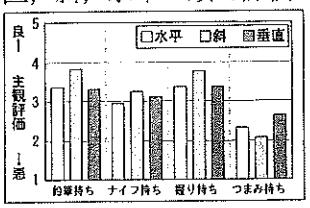


図9 持ち易さ

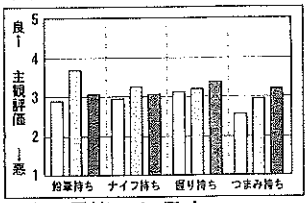


図10 運筆のし易さ

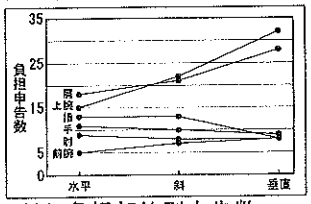


図11 負担部位別申告数

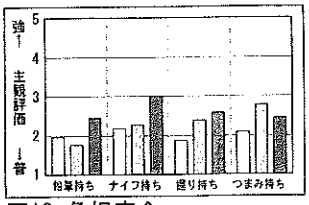


図12 負担度合

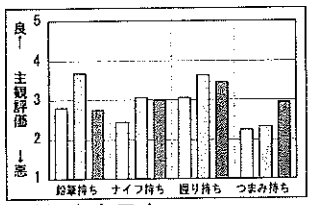


図13 書き易さ

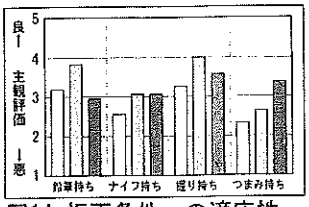


図14 板面条件への適応性

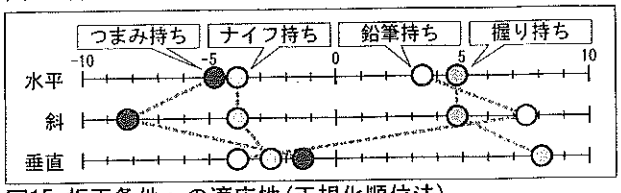


図15 板面条件への適応性(正規化順位法)

(3)負担部位・度合　(図11, 図12)

被験者が申告した負担部位をまとめた結果，板面条件が垂直になるにつれて肩や上腕の負担が増加する傾向が見られた。また，負担度合は，垂直に筆記する場合が最も高く，次いで斜，水平の順となる。

(4)書き易さ　(図13)

板面が斜である場合に評価が高くなり，次いで垂直，水平の順となる。しかし，通常の水平面筆記と比較した場合は，垂直よりも水平の方が書き易いと評価されると推測される。このような結果になった背景には，今回の水平での筆記作業内容が通常の筆記作業と異なり不慣れであったためと考えられる。

(5)板面条件への適応性　(図14, 図15)

各板面条件において各持ち方を適応順に順位付けしたものを正規化順位法により分析した結果，適応性の高い群(鉛筆持ち，握り持ち)と低い群(ナイフ持ち，つまみ持ち)に大きな差が見られた。更に板面条件による傾向も見られ，鉛筆持ちは，水平，斜において高い適応性があるとされたものの，垂直では最下位にまで落ち込んだ。このことから水平，斜においては，鉛筆持ち，握り持ち共に適応した持ち方であるものの，垂直においては適応した持ち方が握り持ちのみになるといえる。

(6)感覚評価のまとめ

書き易さや持ち易さの評価項目については，概ね板面が斜である場合の評価が高い。これは板面を適度に傾斜させることにより，肘を自然に屈折させた格好での筆記作業が可能になるためと考えられる。また，同項目の評価傾向と板面条件への適応性の評価傾向には近似の関係が見られ，書き易い条件を作り出すためには，板面条件に適応した持ち方を提案する必要がある。なお，今回の結果からは，斜，垂直両板面条件において「握り持ち」の評価が高く，板面条件に適しているといえる。

4. まとめ

今回の調査結果より，板面が水平から斜，垂直になるにつれて特に肩や上腕の負担が増加することが明らかになった。主観評価と姿勢測定を照らし合わせて考察すると，垂直面筆記では上肢を上げながら手首を内回転させるため，上腕を体側部や板面に依存できない姿勢となり，結果的に上肢の自重による負担が増加するものと考えられる。しかし，上肢各部の姿勢変化は，ペン軸の板面への入射角度を一定に保つためのものであり，書き易さを維持する重要な働きといえる。このことから書き易さを維持しつつ負担の少ない筆記環境を提案するためには，板面を垂直ではなく前腕角度に合わせて適度に後傾斜(前腕と板面を平行に近い関係に保てる角度)させて設置することが望ましいと考えられる。なお，垂直面筆記に適した筆記具については「握り持ち」を前提とした形状とするのが望ましいと再確認された。

5. 今後の課題

今回は，姿勢測定と主観評価を基に板面条件の違いによる筆記特性の考察を行ったが，より具体的な負担傾向を探るために同調査項目について客観的な視点からの考察を行なう。また，今回提案した板面傾斜については，実験により傾斜角度の適正値を明らかにしようと計画している。

C1-1-2

製品設計のための
製品ライフサイクル・シミュレーションシステム

○先田和弘、森達雄（シャープ株式会社）

Product Lifecycle Simulation System for Product Design

Kazuhiro SAKITA
and
Tatsuo MORI
(Sharp Corporation)

１．はじめに

製品設計において、製品の社会的・環境的影響への配慮を行うことが必須になっている。本論では、設計している製品の環境への影響を予測するツールとして、製品ライフサイクルシミュレーション・システムを提案する。

２．主体の相互作用に基づく製品ライフサイクルシミュレーション・システム

２．１　主体と環境

本論において、主体（subject）とは工場、企業、店舗、組織体、人間の集団、個人等を表す。主体は社会的実体や人工物や自然と相互に関係し影響しあっている（図１参照）。本論で提案する製品ライフサイクルシミュレーション・システムは、主体間の相互作用と主体の変化に基礎を置いている。

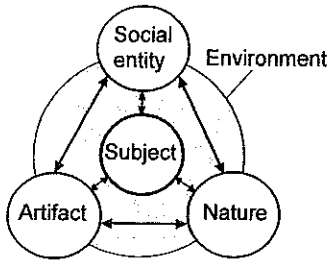


図１　主体と環境

２．２　主体の構造

主体は活動力、能力、潜在力、収容力で構成される（図２参照）。活動力とは他の主体との連携活動力であり、物質、エネルギー、人的資源、資金、情報、自然資源などの物質的・社会的・経済的実体の処理量である。能力は物質的・社会的・経済的実体の処理能力であり、潜在力は、未来の能力の候補であり、収容力は物質的・社会的・経済的実体の収容と処理の限度である。

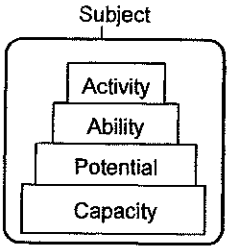


図２　主体の構造

２．３　物理的・社会的・経済的実体の離合集散

物質的・社会的・経済的実体はトークンによって表現され、主体間を移動して離合集散し、主体内に蓄積される。また、主体の満足度は主体の収容力に対する充足度に関係する。

３．製品ライフサイクルシミュレーション・システムの構造と動作

３．１　システム層と主体のネットワーク

製品ライフサイクルシミュレーション・システムは物質、エネルギー、人的資源、経済、情報、自然の６層のシステムから構成され、主体はこれら６層のシステムを貫いている（図３参照）。主体はシステム層内でネットワークを形成し、物質的・社会的・経

済的実体を表現するトークンの流量によって生成・発展・減衰・消滅する。

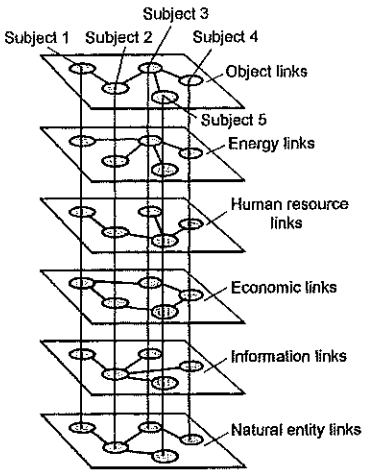


図３　製品ライフサイクル
シミュレーション・システムの構造

３．２　主体における物理的・社会的・経済的実体の変換と蓄積

主体は活動力、能力、潜在力、収容力を表現する各マトリクスを用いて、入力または蓄積されている物質的・社会的・経済的実体を表現するトークン群を変換し、蓄積または各層に送出する（図４参照）。

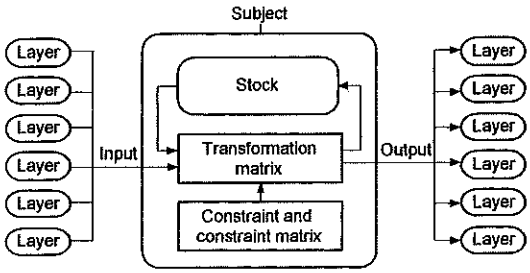


図４　主体の表現

３．３　参照および入力データ

本システムは産業連関表や公開された製品や材料や物質のデータベースを参照するとともに、主体が企業の場合、速報的なデータとして企業の株価等の情報を参照する。

４．製品ライフサイクルシミュレーション・システムの実装

本システムの主体はマルチプロセスＯＳのプロセスを用いて、主体間のリンクはプロセス間通信を用いて実装される（図５参照）。

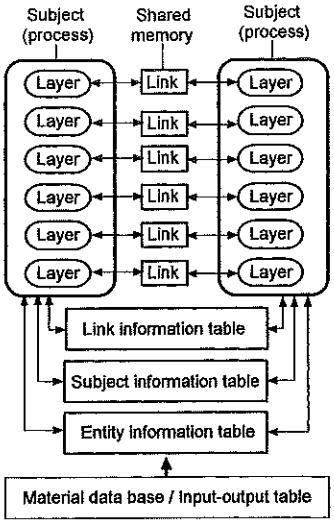


図５　製品ライフサイクル
シミュレーション・システムの実装

５．一般的な製品ライフサイクル・フローへの適用

本システムを一般的な製品ライフサイクル・フローに適用した表示例を図６に示す。

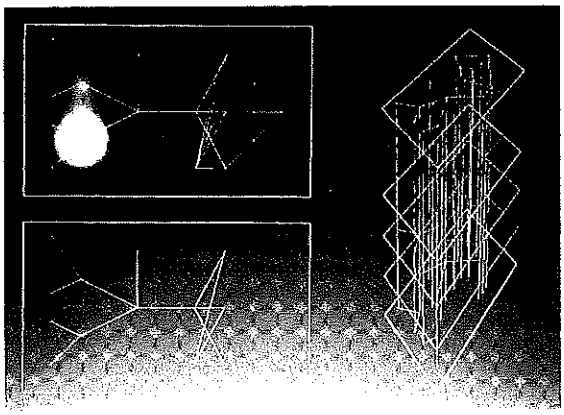


図６　製品ライフサイクル・フローへの適用例

６．おわりに

主体（subject）の相互作用に基づく製品ライフサイクルシミュレーション・システムの概念を提案し、システムを実装し、一般的で単純化された製品ライフサイクル・フローに適用した。

参考文献

Sakita, K. and Mori, T., (2006), "Scenario Creation for New Environmentally Conscious product using Product Lifecycle Simulation System", Proceedings of PLM06, pp.267-277, Bangalore, India.

C1-1-3

筆記具におけるクリップの使用向上に関する研究

○鈴木 剛[1]，　上野 義雪[2]

[1]千葉工業大学大学院，　[2]千葉工業大学

A Study on Use Improvement of Clip in Pen

Tsuyoshi Suzuki[1]，　Yoshiyuki Ueno[2]

[1]Graduate School of Engineering, Chiba Institute of Technology,　[2]Chiba Institute of Technology

1. はじめに

古代、絵や文字をかく手段として枝や石が利用されていたが、イギリスでの黒鉛発見により、筆記具が作られ始めた。以降、筆記具は多くの人に使用され、様々な機能が付加されてきた。近年では、書きやすさや疲れにくさを考慮した筆記具が多くみられるが、握り方が制限されてしまうものやクリップが長い為に、筆記時の持ち替えがしにくいなど、使用性に優れた筆記具は少ない。

これまで研究では、使用性に優れた筆記具の条件を明らかにしてきた。しかし、筆記具は様々な場面で使用される為、どの場面においてもシャツのポケット、手帳のペン挿し、ペンケース等からの出し入れ動作をスムーズに行うことも求められる。挿し抜きのしやすさはクリップの長さに影響を受けるが、安定性も考慮すべきである。これらの出し入れ動作には、筆記具やクリップの長さや硬さに加え、形状などが影響する。

本研究では、書きやすさに支障をきたさない範囲で、主に身に着けているシャツのポケット、手帳のペン挿し、ペンケースを考慮したクリップの条件について明らかにする。なお、今回は寸法について明らかにする。

2. 方法

クリップの問題点を調査し、ボールペンの保持に関わる寸法やシャツのポケット、手帳、ペンケースの寸法を把握する。得られた特徴を基に、クリップの使用性評価をおこなう。

(1)筆記具と手に関する調査　(人数:10名)

1)クリップの硬さ・長さに関する問題点

クリップの硬さや長さに対する問題点について

2)筆記具の所持方法

筆記具の所持方法を調べ、その出し入れ動作を考慮したクリップの寸法条件を求める。

3)ペン先から第四支持位置までの長さ

書きやすさに支障をきたさないクリップの位置を把握するため、ペン先から人差し指の付け根(第四支持位置)までの長さを実測する。

(2)市販ボールペンの寸法　(サンプル:50本)　(図1)

ノック式及び回転式ボールペンの全長、クリップ下部、クリップ、挿入時上部、クリップ上部、クリップを含む太さ、クリップ上部軸、クリップ部軸を実測し、その特徴と関係を調べる。

(3)シャツのポケット寸法　(サンプル:50個)　(図1)

四角ポケットと五角ポケット各25個の横幅、深さ、最長深さ(五角のみ)について調べる。

(4)手帳の寸法　(サンプル:50冊)　(図1)

横幅、縦、厚さ、ペン挿し、ペン挿し幅、ペン挿し上部、ペン挿し下部について調べる。

(5)ペンケースの寸法　(サンプル:50個)　(図1)

横幅、深さ、厚さを調べ、シャツのポケットや手帳の寸法と同様に関係を調べる。

(6)クリップの使用性評価　(被験者:10名)

ボールペンの実測より、平均的な寸法のボールペンを使用し、下記の使用性評価をおこなう。

1)シャツのポケット

実測した平均値である横幅125mm、深さ135mmの四角ポケットに、クリップ挿入部の長さを輪ゴムで35mm(平均)、25mm、20mm(最短)に変えた場合における挿しやすさ、抜きやすさ、安定性について評価をおこなう。

2)手帳のペン挿し

実測寸法より、ペン挿し幅については他の寸法と関係がみられたが、ペン挿しの長さについては同様の関係がみられなかった。そこで、実測したクリップの長さ20mm(最短)、30mm(平均)、45mm(最長)で、挿しやすさ、抜きやすさ、安定性に及ぼす影響を調べる。

3)ペンケース

実測寸法より、横幅195mm(平均)のペンケース使用時を想定し、出し入れに支障をきたさない筆記具の長さを調べる。ペンケースの条件として、深さ50mm(最短)、85mm(平均)、120mm(最長)の3種を用い、軸の長さ150～190mmの鉛筆(10mm間隔)における出し入れしやすい軸の長さを調べる。

以上の3項目より、クリップの寸法条件を明らかにする。

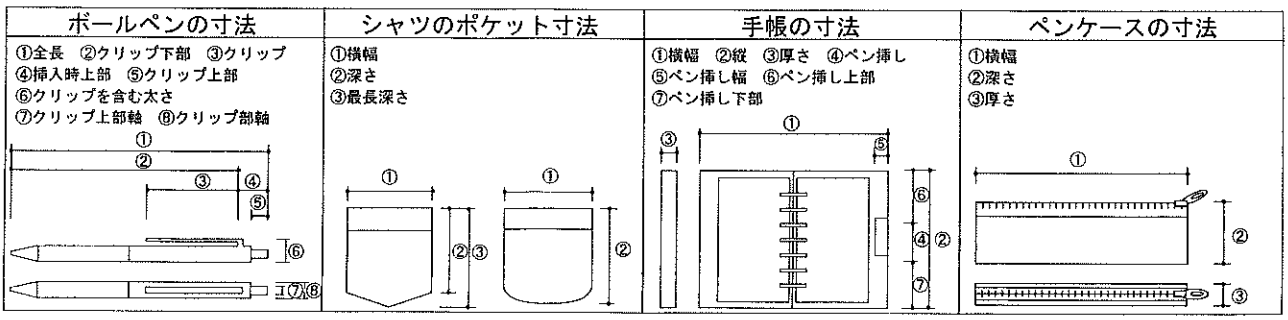


図1　寸法部位

3. 結果

(1)筆記具と手に関する調査

1)クリップの硬さ・長さに関する問題点

クリップの硬さ、長さ共に10名中４名が問題点を挙げ、クリップを改善する必要性が伺える。

2)筆記具の所持方法 (図2)

ペンケース９名、バッグ６名、手帳２名、シャツのポケット２名、ズボン１名、スーツ１名であり、様々な場所に所持している。

3)ペン先から第四支持位置までの長さ (図3)

ペン先から80～115mmと幅広く、手の大きさや持ち方によりクリップの適切な位置は異なる。

(2)市販ボールペンの寸法 (表1)

クリップが長いほど挿入時上部の長さが短い等の関係がみられた。これらの関係を考慮してクリップの寸法条件を定める必要がある。

(3)シャツのポケット寸法 (表1)

四角ポケットの場合、縦横の長さに関係はみられない。しかし、五角ポケットでは縦横の長さに加え、最長深さとの正の相関がみられた。

(4)手帳の寸法 (表1)

手帳の横幅、縦の長さ、ペン挿し上部や厚さが大きいほど、ペン挿しの幅が大きくなる傾向がみられた。しかし、ペン挿しの長さは他の寸法との関係がみられなかった。このことから、ペン挿しの長さの違が使用性に及ぼす影響を明らかにする必要がある。

(5)ペンケースの寸法 (表1)

実測から、横幅、縦、厚さに関係はみられないが、横幅(195mm)と厚さ(15mm)については、どのペンケースもほぼ一定である。

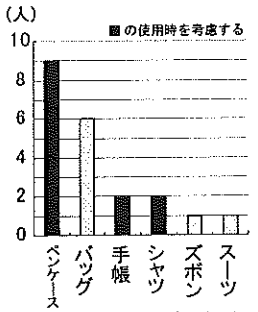


図2 筆記具の所持方法

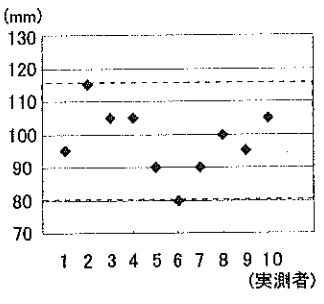


図3 ペン先から第四支持位置

表1 相関分析結果

**:p<0.01 *:p<0.05

		比較する部位の寸法		相関係数
ボールペン		クリップ下部	全長	r = 0.43**
			挿入時上部	r =-0.74**
		クリップ	挿入時上部	r =-0.40**
		クリップ部軸	クリップを含む太さ	r = 0.66**
		クリップ上部軸	クリップ上部	r = 0.51**
シャツのポケット	四角	横幅	縦	r = 0.31 (p<0.15)
	五角	横幅	縦	r = 0.93**
			最長深さ	r = 0.85**
		縦	最長深さ	r = 0.91**
手帳の寸法		横幅	縦幅	r = 0.82**
			ペン挿し上部	r = 0.62**
			ペン挿し幅	r = 0.41**
			ペン挿し下部	r = 0.74**
			厚さ	r = 0.45**
		縦	ペン挿し上部	r = 0.70**
			ペン挿し幅	r = 0.45**
			ペン挿し下部	r = 0.82**
		ペン挿し上部	ペン挿し幅	r = 0.39**
		厚さ	ペン挿し幅	r = 0.32*
ペンケース		横幅	深さ	r = 0.25 (p<0.09)

(6)クリップの使用性評価

1)シャツのポケット (図4)

クリップの長さが25mmの場合、最も挿し抜きがしやすく評価にばらつきが少ない。しかし、クリップ長いものほど安定する傾向がみられた。

2)手帳のペン挿し (図5、7)

ペン挿しの長さは30mmの場合、最も挿し抜きがしやすいと評価された。しかし、評価にばらつきがみられる。また、長いものほど安定する。

3)ペンケース (図6)

ペンケースの深さ50mmの空き寸法は約25mm、深さ85mmでは約15mm、深さ120mmでは10mm程度の空き寸法が必要である。このことから、現状の筆記具が数本収納されている場合も、出し入れがしやすいと考えられる。しかし、筆記具の太さや他の文具を収納した場合についても考慮すべきである。

4. まとめ (図8)

筆記時に支障をきたさないクリップ先端の位置は、ペン先から120mm程度であり、シャツのポケットへの挿し抜きを考慮すると、クリップの長さは25mm程度が好ましい。しかし、シャツのポケットや手帳のペン挿しの寸法は様々である。以上のことから、クリップの位置は使用時に可動させられる事が求められ、安定性を高める為にはクリップの硬さだけでなく、収納する側の形状も考慮すべきである。今後は、他の文房具を同時に所持した場合を想定した評価をおこなう。

参考文献

「ボールペンの使用性評価と使用実態に関する研究」 日本人間工学会第46回大会
「椅子の高さの違いが筆記作業に及ぼす影響」 日本インテリア学会第17回大会
「市販ボールペンの物理的特性に関する研究」 日本人間工学会関東支部第35回大会
「タックリング機能を備えたボールペンの使用性に関する研究」 日本人間工学会第47回大会
「筆記面の高さを考慮したボールペンの条件に関する研究」 日本インテリア学会第18回大会

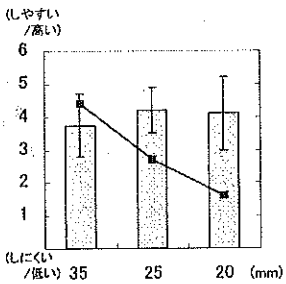


図4 クリップの長さ評価

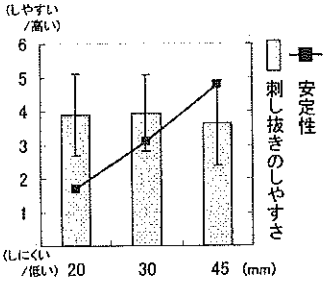


図5 ペン挿しの長さ評価

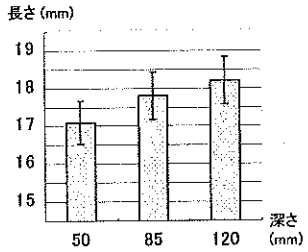
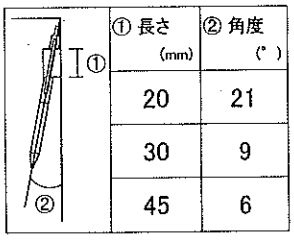


図6 ペンケースの深さに適した筆記具の長さ



① 長さ (mm)	② 角度 (°)
20	21
30	9
45	6

図7 ペン挿しの長さと筆記具の可動角度

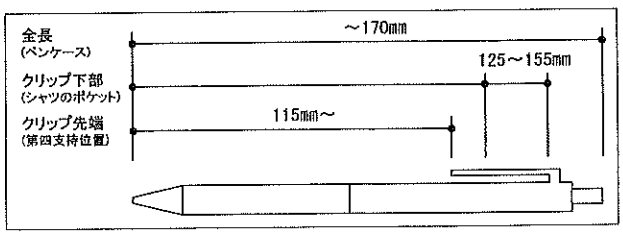


図8 クリップの寸法条件

C1-1-4

トイレ機能付き介護ベッドの開発に関する調査報告

○小嶋高良、栗原伸夫、増田陽一郎(八戸工業大学)

Investigation Report on the Development of a Care Bed with Toilet Functions

Koryo KOJIMA,Nobuo KURIHARA and Yoichiro MASUDA
(Hachinohe Institute of Technology)

1．はじめに

現代社会において深刻化する少子高齢化に伴い、高齢者・障害者は 1 人で自立した生活を余儀無くされてきている。介助する数少ない家族は介助・介護に身体的・精神的負担が強いられるようになり、施設および在宅介護サービスを受け、他人に身内の介助を依頼しなければならなくなってきた。一方、介助される側も介助者の他人の目が気になり、介助・介護されることに対して、身体的・精神的に大きな負担を感じることとなってきている。

本研究は、排泄介助おいて介助者の身体的・精神的な負担を大きく軽減しながら、下肢に障害を持つ人や足腰が弱くなった高齢者等の人間の尊厳が守られながら排泄行為が行えるような自立生活支援福祉機器(トイレ機能付き介護ベッド)の開発を目指した市場規模、特許出願および市販品の調査報告である。

2．市場規模

６５歳以上の人口と介護ベッドの市場規模の推移を図１に示す。ノーマライゼーションの理念の普及に伴い、高齢者・障害者の生活の質を高め、自立・社会参加を支援する福祉用具は、順調に市場規模を拡大してきたが、介護保険制度のレンタル対象である「介護ベッド」は、レンタル制度の普及等による影響から、1999 年度をピークとして減少してきている。しかし、介護保険制度の改正の伴い、要介護の軽度者は介護ベッドのレンタル使用への補助が打ち切られることとなり、これまでは福祉用具のレンタルは１割負担で済んでいたが、今後は用具の使用を諦めるか、購入するしかなくなった。是非はともかく、市場拡大の機会が到来したとも考えられ、この機会に多目的な機能を備えた「介護ベッド」の開発が望まれているものと考える。そこで、「介護ベッド」の開発に関して、(1)八戸市民(本大学祭来場者 100 人)、(2)青森県内の福祉介護施設(調査数 40 事業所、回収数 21 事業所、回収率 52.5 %)、(3)介護ベッド製造企業(調査数 28 事業所、回収数 9 事業所、回収率 32.1 %)、に対してアンケート調査を実施した。

トイレ機能付き介護ベッドの開発の必要性について、(1)(2)(3)の結果を図２～図４の示す。

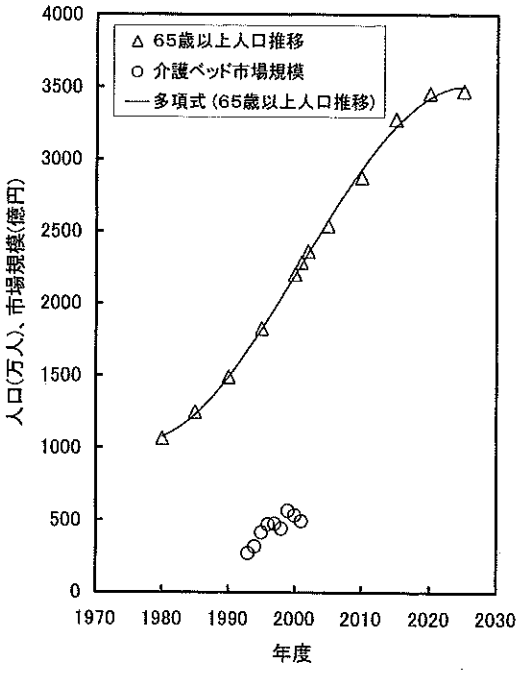


図1 65歳以上人口と市場規模の推移

調査結果より、(1)は、時代を反映し、福祉機器、開発の必要性、トイレ機能付き介護ベッド、全般について強い関心を示した。(2)は、要介護者・介護者両者とも、排泄介助に対して、身体的・精神的負担、新排泄介助方法の必要性等を強く感じながらも、トイレ機能付き介護ベッドの必要性については、ADL の観点から、あまり感じていない。(3)は、介護ベッドの多機能化は試みているが、トイレ機能については関心の程度が分かれていて、製造計画にまでは至っていないようである。

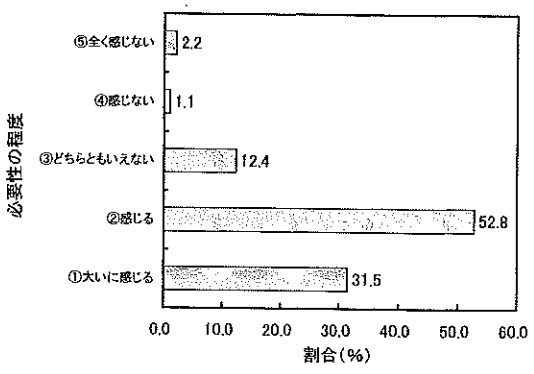


図2 トイレ機能の必要性(一般市民)

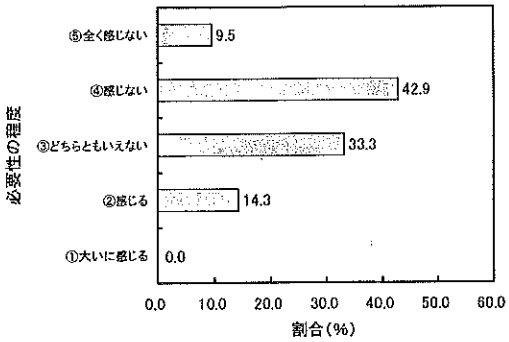


図3 トイレ機能の必要性(施設)

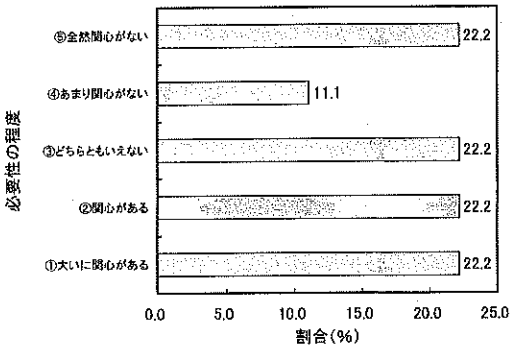


図4 トイレ機能の必要性(企業)

3. トイレ機能付き介護ベッドの現況

トイレ機能付き介護ベッドの実際市販されている開発状況について、2006年度版福祉機器企業要覧等から、インターネットを利用し、介護ベッド製造企業のホームページより調査した。

また、未だ工業化されていない特許出願状況については、特許電子図書館ホームページより調査した。



図5 トイレ機能付き介護ベッド
―可動分離タイプ―(企業ﾎｰﾑﾍﾟｰｼﾞより)

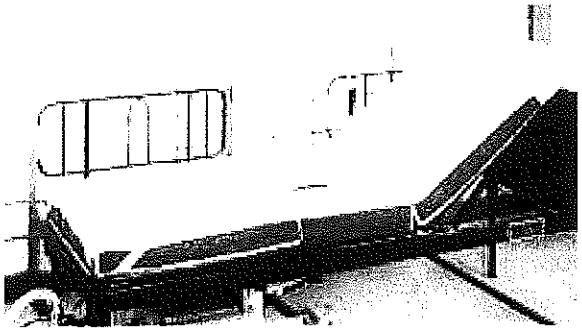


図6 トイレ機能付き介護ベッド
―穴開きタイプ―(企業ﾎｰﾑﾍﾟｰｼﾞより)



図7 トイレ機能付き介護ベッド
―オムツユニットタイプ―(企業ｶﾀﾛｸﾞより)

開発または特許出願されているトイレ機能付き介護ベッドは、(1)可動分離タイプ(図5)、(2)穴開きタイプ(図6)、(3)オムツユニットタイプ(図7)、(4)折衷タイプ、に大きく分類される。

それぞれ特徴があり、(1)は、リモコンにより介護ベッドを移動・分離・形状変化させ、寝ている人もベッドに腰掛けた状態で排泄可能なもの。(2)は、介護ベッドのお尻の部分に穴が開いていて、使用時に便器が現れ、寝ている状態で排泄可能だが、排泄しやすいようにベッドが45度位の角度まで起き上がるもの。(3)は、寝ていながらオムツ状の自動排泄処理機を使用し、排泄物を自動的に吸引、温水洗浄、温風乾燥を行なうもの。(4)は、(1)(2)(3)の折衷タイプである。

また、福祉機器展等において、介護ベッド製造企業の社員等に面談調査した結果、昭和40年代においては、トイレ機能付き介護ベッドの開発気運があったが、現在は、介護保険制度適用下で、福祉用具レンタルへの補助があり、需要の増加が期待できないとの判断で開発が中断されたとのことであった。

さらに、トイレ機能を使用するためには、要介護者を移動させ、介護ベッドのマットの一部等を移動しトイレ機能を出現させ、使用後にまた要介護者を平常状態に戻さなければならず、介護者の身体的負担が軽減されていないため、需要が減少したと思われるとのことであった。

4. おわりに

本報告はトイレ機能付き介護ベッドのプロトタイプの設計・開発を目指した事前調査報告であり、現在の市場規模、開発状況、課題等を明らかにした。

今後、課題と挙げられている介護者の排泄介助等の動作分析・解析等を実施し、排泄方法の最適な方法を考究しながら、両者の身体的・精神的な負担を軽減するようなプロトタイプの設計を目指すものである。

5. 参考文献

1)保健福祉広報協会：2006年版福祉機器ｶﾀﾛｸﾞ
2)坪内弘行監修：在宅介護マニュアル③排泄の介助(2001)

C1-2-1

ATM広告における音声効果の検討

○ 赤津 裕子 （沖電気工業（株），早稲田大学），
三樹 弘之，五反田 小百合（沖電気工業（株））

Sound and Voice effects on understanding of ATM advertisement

Hiroko Akatsu , Hiroyuki Miki, Sayuri Gotanda.
(Oki Electric Industry Co.,Ltd., Waseda University)

1. はじめに

銀行法の改正によりATM（Automatic Teller Machine：現金自動預払機）の画面上に広告を表示することが可能となり（図１），新しい広告媒体として注目されている．しかし，その広告の多くは，ユーザの操作の妨げになり，またユーザの気分を害すものであると言われてきた．さらに，せっかく画面に表示した情報もほとんど読まれることがないという指摘もされてきた．

そこで，赤津ら[1]は，操作性を阻害することなく効果的な情報提示について検討を行い，画面レイアウト及び音声や名前表示などの広告に注意を向かせる表現手段を明らかにした．本研究では，その注意を向かせる手段の一つである音声効果について，さらに検討をするため，視線計測実験を行った．

2. 先行研究

(1)広告の画面レイアウト

５秒という制約の中で，注意を向かせ，内容が理解できる設計が求められる．瞬間認知の研究において，このような瞬間的な認知を支援する上で重要なものの一つがレイアウトであると考えられる[2]．そこで，様々な広告表現手法を参考にして，広告の画面設計を検討した[3]．広告画面は，画像中心画面（文字は画像と一体化している；図１），画像＋文字画面，文字中心画面の３つの定型パターンを作成し(図２)，実験を行った．その結果，画像中心画面や画像+文字画面は文字と画像に一体感があるため，自然に文字が目に入り，文字数や詳細部分まで内容を理解できていることが明らかになった．

(2)広告への注目

広告に対して注意を向けさせ，視線を誘導する条件を検討するために，音声効果の有無（効果音，音声読み上げ），登場効果の有無，名前表記効果の有無の検討を行った．

その結果，実験参加者１１名中１０名が広告の表示に気づき，注意を向かせる手段として，効果音，読み上げ，登場効果，名前表示については，すべて効果が見られた．

しかし，視線誘導までを考えてみると，音声読み上げは読むことの妨げになり，登場効果は，本来の広告を見てもらう時間が少なくなるデメリットもあった．さらに，名前表示は，自分の名前が表示されると注意は向くが，セキュリティ上の問題などから不快感を示す人が見られた．

これらの結果を踏まえ，より効果的な表現手段，とくに音声効果の検討を進めるうえで，画面上の広告に対して，どのように視線を移動させているのかを理解する必要があると考え，視線計測装置を用いて実験を行った．

3. 視線計測実験

先行研究と同様に，３つの定型レイアウトをもとに広告コンテンツを作成し，NAC 社製視線計測装置 EMR-NL8 を用いて実験を行った．

(1)被験者

被験者は，普段ＡＴＭを利用している６名であった．年齢による相違を検討するため，大学生群（男性２名，20代），中高年群（男女各１名，40代，50代），高齢者群（男女各１名，60代後半）それぞれに実験を行った．

(2)実験装置

実験は，瞳孔／角膜反射方式を採用した視線計測器 EMR-NL8 が用いられた．実験は ATM シミュレータを PC 上で動かし，タッチパネルから表示及び音声が出力された．



図１．ATM 広告例

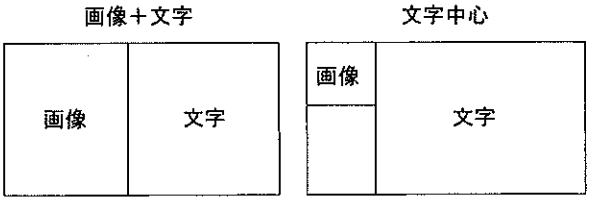


図２．広告画面の定型パターン

(3)実験材料

実験の広告コンテンツ，音声効果の有無（効果音，音声読み上げ）について，それぞれ３つの定型レイアウトを準備した．表示する広告の順番は，ランダムに振り分け，カウンタバランスがとられた．

(4)実験手順

被験者，新しいＡＴＭの画面について評価してもらうように説明され，広告が表示されることについては教示されなかった．

実験の手順は，以下の通り．

1) 引出し操作の練習（広告表示なし）．

2) 課題の実施（広告表示あり）．引出し操作をしてもらい，現金が出てくるまでの待受け画面（5秒間）に広告を表示．操作後，「何かお気づきになった点はありますか？」と広告の気づきについて質問を行った．

3) 広告の表示に気づいた場合は，視線を向けた後の理解の深さを確認するため「何か表示されていたか覚えていますか？」と質問を行い，覚えていることを口頭で答えてもらった．気づかなかった場合には同じ画面を表示して同様の質問を繰り返し，それでも気づかない場合は，課題に入る前に広告が表示されることを説明した．

4) その後，引出し操作（広告表示）を行うごとに，覚えている内容，広告に対する評価を知るために，広告から受けた印象について質問を行った．

(5)分析

上記の手順で実験を行い，視線の動きについて分析を行った．また，被験者の発話，行動，システムの変化をすべて書き起こし，視線との関係について分析を行った．

4. 結果と考察

(1)広告への気づき

広告には６名中５名が気づいた．広告が表示されれば視線を向けていた．

(2)画面の見方

画面の全体的な見方としては，先行研究では画像を中心に見ている結果が出ていたが，本実験における中高年群と高齢者群では，画像より文字中心に視線を動かしていることが見受けられた．一方，大学生群は，最初に画像を見て，すぐに全体を見渡すように視線を動かしていた．

(3)音声効果

効果音，読み上げともに，大学生群は「音声で広告の内容が理解しやすくなった」とインタビューで答えているように，プラスの効果が見られた．その際，音声に対して視線は動かしていなかった．一方，高齢者群においては，音の方に注意を向けようとして，視線が飛ぶ様子が見られた．さらに，その視線が画面に戻るまでに時間がかかり，ほとんど広告を見ることができなかった．

5. まとめ

本研究では，ATM 広告における音声の効果について，視線計測装置を用いて検討した．大学生群では，音声による効果が見られたが，高齢者群では音の方に注意を向けてしまい，広告自体に視線を戻させる工夫が必要であることが明らかになった．今後も，音声を含め，より効果的な広告の表現方法について検討を続けていく予定である．

引用文献:
[1]赤津裕子・三樹弘之・五反田小百合，ＡＴＭ画面における効果的な広告表示の検討，人間工学会第 47 回大会論文集，2006,
[2]海保博之，瞬間情報処理の心理学，福村出版，2000.
[3]南雲治嘉，チラシデザイン，グラフィック社，2003.
[4]仁科貞文，広告効果論，電通，2001.

C1-2-2

ATM広告と金融志向に関する感性評価

○ 細野 直恒　（沖コンサルティングソリューションズ（株））
五反田 小百合（沖電気工業（株））
井上 裕光　（千葉県立衛生短期大学）
富田 豊　（慶応義塾大学理工学部）

ATM advertisement and financial preferences with Sensory Analysis
Naotsune HOSONO, Sayuri Gotanda, Hiromitsu INOUE, Yutaka TOMITA.
Keywords: 人間中心設計，感性評価，ATM理論，AIDMAモデル

1．はじめに

人間中心設計（HCD: Human Centred Design）[1]の考え方が，1999年に国際規格化され，またJIS化もされた．しかしHCDでは概念レベルは認められるとしても，方法論としての具体化はまだ充分為されていない．従ってこの論文では，HCDを実現するため，感性評価を用いてユーザの志向を計測し，設計に反映させる試みを論じた．

本稿では金融に関して，ユーザの志向とATM（Automatic Teller Machine）という機械の間の，最適な融合について考慮した．題材として，ATMの画面上に広告を出し，その傾向とユーザの金融志向との関連性を検討した．

2．AIDMAモデル

AIDMA（アイドマ）の法則[2]とは，Attention（注意）→Interest（関心）→Desire（欲求）→Memory（記憶）→Action（行動）の頭文字を取ったもので，アメリカのローランド・ホールが提唱した「消費行動」の仮説である．消費者があるモノを知り，それから買うという行動に至るまでのプロセスであり，コミュニケーションに対する反応プロセスでもある．しかし自分自身の消費行動を振り返ってみると，AIDMAモデルだけで言い尽くされてはいない．現実では，その前後に，知人からの評判，店員からの薦め，雑誌や広告などによる，第三者からの推薦などがある．つまりAIDMAモデルの前後にも，影響している部分がある．

3．金融志向

本論では，方向を絞るために，金融におけるユーザ志向という点に注目した．つまり金融におけるユーザの振舞いは，消費型グループ，貯蓄型グループと株などの投資型グループの3つに分類できる．その上に，全部に積極的に関わるグループと，あまり興味の持たないグループを追加し，金融ユーザのライフスタイルに関しては，全部で5グループが存在する[3]．

4．ユーザ要求の抽出方法

HCDに基づく場合は使用文脈（Context of use）[1]を考えなくてはならない．一般のユーザは，好きとか嫌いとかいう官能レベルは区別がつくので，2種のものを比べて大小関係や，上下関係を比較することは可能である．

著者らは，この点に注目し，D.ノーマンによるEmotional DesignのVisceral Level（本能的レベル）[4]に述べられているような，本能的な要素を元にした評価方法を構築した．これを体系化したのが，マーブル法[5]である．

そこでは，比較のため被験者に数種類のサンプルを渡し，同時に与えた数個のマーブルの中から，どのサンプルが被験者に取って好きか，嫌いかということを元にして，各サンプルに対して，被験者が投票をする方法である．これにより，定性的なユーザからの要求（ニーズ）を定量化する．得られたデータの解析のためには，対応分析（数量化Ⅲ類）を用いる[6]．

5．金融志向に関する予備調査と結果

予備調査では，ATMユーザの金融志向を評価するため，ATM画面上に消費，貯蓄，投資に各々関連する5種の広告を画面に出力し，マーブル法により被験者の志向との関連性を調査した．被験者は，20代から60代までの8人であり，内訳は男性5人，女性3人であった．

これらのデータをマーブル法により処理して，プロットした布置図が，図1である．これによると，消費・ローンのグループ，貯蓄のグループ，投資のグループが並んだ1つの軸が，新たに検出された．

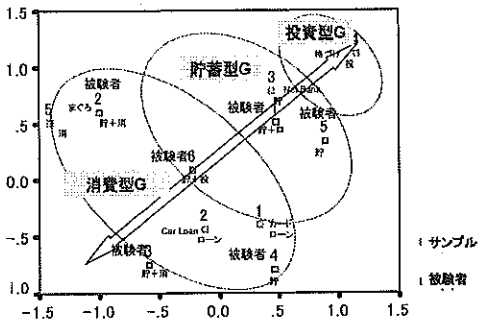


図１．ユーザの金融志向

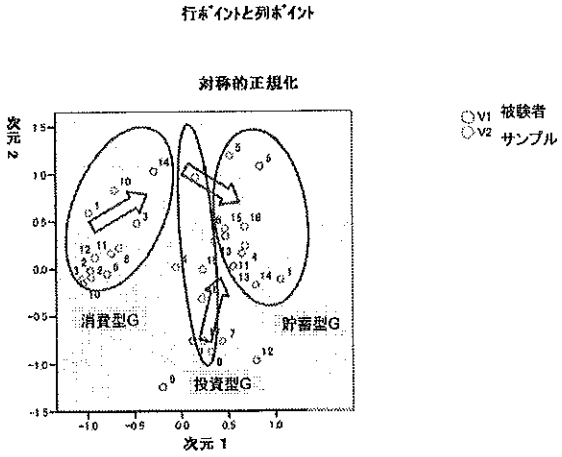


図２．追加分析による結果

予備調査により，金融に関するユーザ志向が，マーブル法の適用により，ある程度セグメンテーション化できることが分った．

6．本調査

先般に述べたごとく AIDMA モデルの前後には，評判，推薦，広告などの要素も絡んでいる．本研究では，この部分の評価を行った．

本調査では，被験者に ATM 画面を見せてマーブル法により，もともとの金融志向を調査した．その後に，被験者にはインタネットの電子コマースにより，仮想の購買の試行を実施してもらった．その際に利用したサイトは，アマゾンによる図書の購入試行と，楽天市場による機器の購入試行とした．図書選択の課題は，被験者の興味ある分野の図書を 10 冊見つけ出すこととして，掛かった時間も記録するように依頼した．一方，楽天市場の課題では，重量 200g 以下で，画素数 500 万画素以上の一番性能の良い物で，一番安い物を見つけ出すという課題を与えた．これらの作業ため，約２週間の期間を与え，その後に当初実施したマーブル法による，被験者の金融に対するユーザ志向の変化を比較した．

7．結果と考察

被験者の総数は 20 人であったが，その中の 5 人は，データの範囲が外れていたので除外し，残りの 15 人のデータを使って評価した．それらの内訳は，20 代から 60 代までの年齢層で，男性７名，女性８名であった．

得られたデータ処理のため，対応分析の中の追加分析を用いた．追加分析では，１回目のプロットした布置図をもとに，２回目のデータを被せることができるので，被験者の時間的志向の変化を評価できる方法である．

結果を図２に示す．１回目から２回目の変化は，消費型グループと投資型グループが，貯蓄型グループに近づいていることである．これは，電子コマースを実施した際，沢山の種類のカタログを見ることにより，直ぐには買うのを控え，また投資であると手元に現金が無いので，貯蓄へ変換しようとする心理的作用が推測される．

8．まとめ

本論文では，感性評価を用いて ATM 上の広告と金融志向の関係を分析した．そのために初めに感性評価を行ったあとに，電子コマースの作業を被験者に課して，再度同様の評価を実施した．これら２回の評価を比較することにより，ATM を使用するユーザの志向の変化を評価することができた．

参考文献

[1] 三樹弘之，細野直恒，IT のユニバーサルデザイン，丸善，2005.
[2] Underhill, P., Why We Buy: The Science of Shopping Touchstone Books, 2000.
[3] 戸谷圭子，価値観や嗜好で顧客をセグメント化，金融財政事情，2003 年 10 月 20 日号，pp38-48，2003.
[4] Norman, D., Emotional Design, Basic Books, 2005.
[5] 井上裕光，主観評価測定法の開発とその応用，日本人間工学会第 36 回大会講演集 Vol. 31, pp. 70-73, 1995.
[6] HOSONO, N., Use Centred Design Utilizing Sensory Analysis, HCII2003, Vol. 10, No. 2, pp. 395-399, 2003.

連絡先：　細野直恒
〒108-0023　東京都港区芝浦 4-11-15，
沖コンサルティングソリューションズ（株）
電話（兼 FAX）03-5445-6045，
電子メール hosono903@oki.com

C1-2-3

WWW 巡回記録システムを活用した Web デザインの特徴抽出

○内山俊朗[1)]、山中敏正[1)]、木村浩[1)]、善方日出夫[2)]、上田義弘[2)]
1）筑波大学大学院人間総合科学研究科　2）富士通株式会社

Feature extraction of Web design based on coloring using Web crawler

Toshiaki UCHIYAMA[1)], Toshimasa YAMANAKA[1)], Hiroshi KIMURA[1)], Hideo ZEMPO[2)], Yoshihiro UEDA[2)]
1) University of Tsukuba　2) FUJITSU LIMITED

1. 背景

Web サイトが無数とあり、それが日々更新されている現在、ありとあらゆる Web サイトを閲覧して、それらからデザイン特徴を抽出し、デザインの傾向をつかむことは大変手間もかかり時間も要する。しかし、Web デザインを行う際、デザインの方向性や手がかりとして、他の Web サイトのデザインの特徴や全体的な傾向を知ることは重要かつ有益なことである。

2. 目的

本研究の目的は、上記のことを効率的に行うために、Web サイトを自動的に巡回・記録するクローラーを開発し、そのデーターを利用して Web デザインの特徴を見いだすことができないか検討を行うことである。

3. クローラーの開発

クローラーとは WWW の文書や画像を収集して、データベースに蓄積するプログラムであり、検索エンジンには欠かせないものである。今回、開発したクローラーは検索エンジン用ではなく、Web デザインの特徴抽出を目的としたものであり、一般的な検索エンジンのそれと異なる。特徴的な機能は以下のとおりである。

・画面キャプチャを収集してデータベースに記録する。
・使用されている色とそのピクセル数をデータベースに記録する。

4. 色使いをもとにした Web デザインの特徴抽出

既存の Web サイトにおいて Web セーフカラー 216 色を要因として、これらの色の使われ方のバランスから、なんらかの Web サイトデザインの特徴を見いだすことができるかどうか検討を行った。

まず、開発したクローラーを使用し、サンプルとして日本国内の大学（短期大学も含む）の Web サイトのトップページの画像を画面キャプチャとして収集し、そこに含まれる色とそのピクセル数をデータベースに格納した。なお、画面キャプチャの寸法は 1024 × 768 ピクセルに統一して縦に長いページはスクロールさせていない。画面キャプチャの色数は、約 1670 万色（トゥルーカラー）で記録しているが、その中で使用されている色とそのピクセル数については、216 色（Web セーフカラー）に減色してデータベースに記録している。なお減色のアルゴリズムは代表的なグラフィックソフト（Adobe Photoshop など）と同様のものを用いており、10 進数で、0 ～ 25 は 0、26 ～ 76 は 51、77 ～ 127 は 102、128 ～ 178 は 153、179 ～ 229 は 204、230 ～ 255 は 255 としている。また、画面キャプチャはトップページに動画や Flash を含みアクセスした直後に意味ある画像が表示されていないものを手作業で除いており、最終的に 736 サイトのデータを得た。

このデータをもとに、主成分分析を行ったところ、第一主成分の寄与率が 2.1%，第 4 主成分までの累積で 7.1%と、非常に低く、第 19 主成分まで寄与率が 1.0 をこえていた。そして、ここまでの累積寄与率もわずか 25%に過ぎない。通常、第 1 主成分が全体の特徴をよく示し、第 2 主成分以下は特殊な傾向を示す成分と考えられているが、この結果は、Web セーフカラーの使われ方には特定のパターンが薄く、非常に多様な配色が使われていることを示している。

この結果を確認するために、わずか 4%に満たない説明率ではあるが、第 1 主成分と第 2 主成分を用いて主成分スコアの散布図を描くと図 1 のように、第 1 主成分に沿ってほとんどのデータがバランス良く散布し、特にプラス方向に茶色基調のサイトが、マイナス方向にパステル系ではあるが基本色を多く使ったサイトが配置され、これらは全く異なった傾向でデザインされていると考えられる。一方、第 2 主成分はパステルカラーをブロック状に用いてテーマカラーのハッキリしないページを特徴とする軸となった。この場合、このパターンが Web デザインの主要な傾向を示すのか、特定のデザインの特徴を表すのかハッキリと判断できない結果である。

ここで、データの分布を確認したところ、白と黒以外の全ての色が、ほとんどのサイトで使われて居らず、ごく一部のサイトにのみ使われているという分布となっていた。このことは、元のデータが色ごとにトップページ中で使われていたピクセル数に基づいたデータであったことによって、色のピクセル数の差を過剰に評価した結果であると考えられる。そこで、ピクセル数を 1/2 乗することで、面積比をより自然な比率で評価できるように変更し、同様に主成分分析を用いて主要な軸を得たところ、第 1 主成分の寄与率が 4.3%と向上した。しかし。第 21 主成分まで寄与率が 1.0 をこえており、ここまでの累積寄与率が 36.1 であった。第 2 主成分までの累積寄与率が 7.2% と低いが、主成分スコアによる散布図を描いたものが図 2 となる。各軸に対する寄与率の大きいサイトを配置してみると、第 1 軸が茶色系と青を両端として散布しており、第 2 軸が緑と茶色系を両端とする軸となり、全体として、茶系、緑系、青系の三極をもつ 3 角形の散布となった。こうした Web サイトにおいて、赤を基調とするサイトはデザインしにくいことを考えると、画面表示の 3 原色の赤を茶色に置き換えることによって主要な基調色の傾向が成立していることが読み取れる。そして、緑と茶色が適度に混じったサイトは、印象としてはパステルカラーを多用したサイトとなり、茶色と青を適度に含んだサイトは青と茶色の組み合わせとなる。また、緑と青を適度に

含むサイトは、暖色系をあまり用いないことと、青と緑の中間的な色彩の目立つデザインの傾向となる。この結果は、配色デザインの傾向のわずか10%に満たない部分を説明しているに過ぎないが、大学系のサイトにおけるデザインの基本的な傾向を示すものとして考えられる。

5. 人の判断による分類

先の検討では、色だけに着目して大学Webサイトの分類を行ったが、次に人が手動で大学Webサイトを分類する場合、どこに着目しているか傾向を探った。

まず、大学のWebサイト100件の画面キャプチャをカード状に印刷して、被験者に「見た目で2つのグループに分けてください」という課題を出した。なお、ここで使用した100サイトは、先の検討で行った736サイトの中からランダムに抽出したものである。被験者14名（大学生11名、大学院生2名、職員1名）に各自の基準で分類をしてもらい、51パターンの分類を得た。グループAを1、グループBを0として数量化理論III類を行い、解1、解2（固有値：0.20283、0.17853）をもとに、サンプル100件の散布図（図3）を描いた。

第1軸のプラス側には大学の建物やキャンパスの写真が使用されている「具象的な表現」のサイト。マイナス側には写真の使用がほとんどなく図形などをデザインに用いた「抽象的な表現」のサイト。第2軸のプラス側には、背景が単色でコンテンツもほとんどなく日本語・英語ページの選択をさせるだけの「すっきりした」サイト。マイナス側には画面のレイアウトや色彩にあまりまとまりが見られない「ごちゃごちゃした」サイトが集中した。このことから第1軸は「表現手法」に関する軸、第2軸は「まとまり」に関する軸という解釈をした。

6. まとめ

Webサイトに使用されている色を、使用されているピクセル数の1/2乗で評価し解析することで、配色傾向に意味付けを行う可能性が確認された。また、人の判断による分類では、大学のWebサイトに使用されている色そのものより、「表現手法」や「まとまり」など、意味的なところに影響を受ける傾向があるということがわかった。

7. 今後の課題

上記のことから、コンピュータによる分類をさらに人の判断による分類に近づけようとするならば、写真的表現とそうでないものの区別、そして色やレイアウトのまとまり感を考慮した解析を行う必要がある。そのためには現在クローラーの機能にはない画像解析機能を搭載する方向性が考えられる。

謝辞

本研究は、クローラー開発を除き、筑波大学が富士通株式会社より研究助成を受け実施したものです。データの整理等に協力いただいた筑波大学の梁さん、金さん、草間さんに感謝の意を表します。

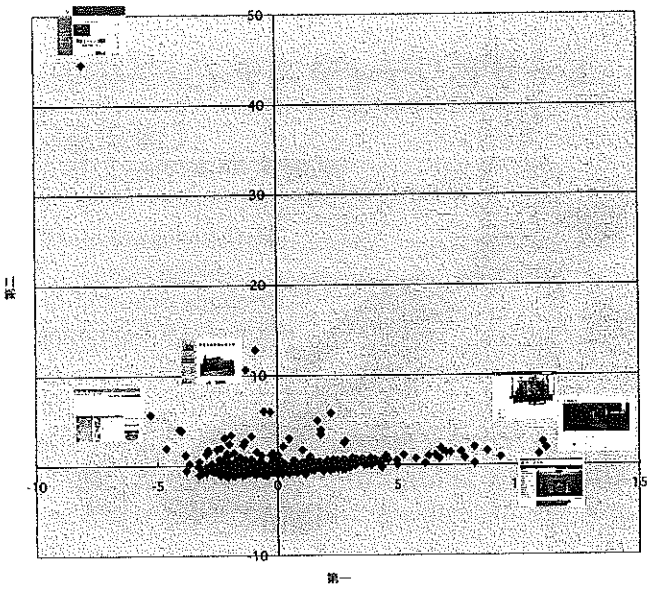


図1. 主成分分析の散布図（第1、2主成分）

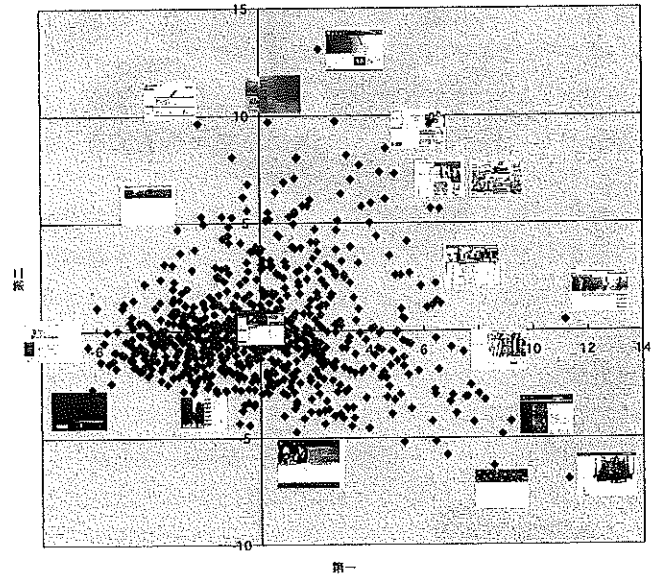


図2. 1/2乗データによる主成分分析の散布図（第1、2主成分）

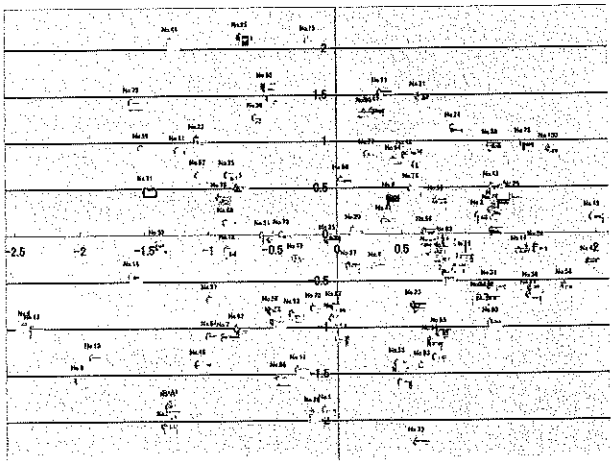


図3. 数量化理論III類によるサンプルスコアの散布図

C1-2-4

ユーザビリティテスティングのためのシナリオ集作成法に関する研究

○新田亜紀子[1)]、辛島光彦[2)]
[1)]東海大学大学院工学研究科 [2)]東海大情報理工学部

Methodology of making usability testing scenarios

Akiko Nitta[1)], Mitsuhiko Karashima[2)]
[1)] Graduate School of Engineering, Tokai University,
[2)]School of information Science and Technology, Tokai University,

1. はじめに

近年、組み込み製品の品質概念の一つとして利用品質(quality in use)が注目されている。この利用品質とはユーザの視点からの製品に対する品質を指しており、いわゆるユーザビリティの概念と同義である。この利用品質を確保するためにはISO13407に定義されているような人間中心設計プロセスを製品設計プロセスに導入することが求められている。その中で、ユーザによる製品のユーザビリティ評価を実現するユーザビリティテスティングは、設計、開発プロセスにユーザ参加を実現させる代表的な手法として、非常に重要なものとなっている。

ユーザビリティテスティングはプロトタイプや完成品のユーザビリティ評価においてユーザを参加させる手法で、シナリオを通じてユーザにタスクを実行させる方法が一般的である。ところで現実の製品設計プロセス中のユーザビリティテスティングにおいては納期やコストの制約に起因し、必ずしも十分な利用状況データを準備できる、あるいは上流工程からそのデータが提供される環境にあるとは限らないのが現状であろう。また例え十分な利用状況データを保持していたとしても、ユーザビリティテスティングの経験値の高いスタッフがいない場合は実施したいテスト条件が決まっていても適切なタスクとシナリオを選定することは困難であろう。

そこで本研究では、十分な利用状況データを持たない場合に、ユーザビリティテストの経験値が低いスタッフでも、テスト条件に合わせたユーザビリティテストのためのシナリオ集を準備できる手順を提案する。

2. 研究方法

本研究では、製品のユーザの利用状況データが準備されない場合のユーザビリティテストのためのシナリオ集を作成するための手順を示すとともに、携帯オーディオプレーヤーを例に、その手順に従ってシナリオ集を作成した例を示す。

シナリオ集作成手順は図1に示す。

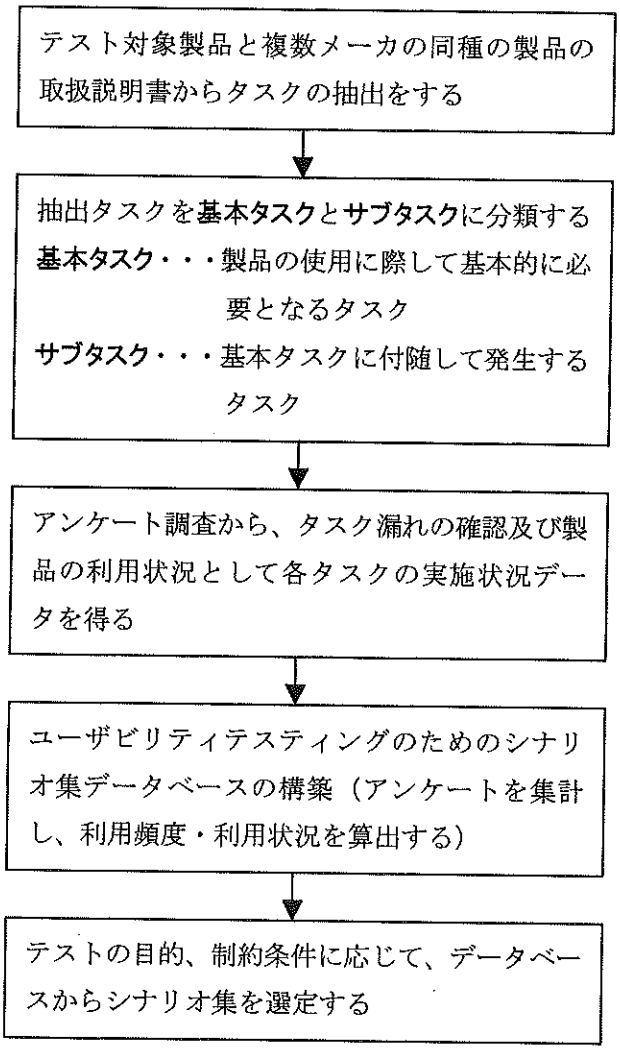


図1. シナリオ集作成手順

2.1 タスク抽出

製品を利用してユーザが実施し得るタスクの抽出には対象製品と複数のメーカの同種の製品の取扱説明書を用いる。

① 取扱説明書ごとにタスクを抽出し羅列して、表にしていく（表1）。その際には、取扱説明書の目次と、本文中の節と項をタスクとして抽出する。

表 1.タスク抽出例

A社	B社	C社
全曲をシャッフル再生する	順番を変えて聴く	曲をシャッフルに設定
よく聞く100曲をシャッフル再生す	×	×
同じ発売年の曲をシャッフル再生する	×	×
繰り返し聴く	繰り返し聴く	曲をリピートに設定

② それぞれの取扱説明書で抜き出したタスクは、取扱説明書によって書き方が異なることが考えられるので、全てのタスクを抽出した後に、同じタスクと照らし合わせ表を整理する。タスクの粒度は細かいものに合わせる。

③ 抽出されたタスクに基づいて、製品使用に際しての基本的に不可欠なタスクを基本タスクとして、これらの基本タスクに付随して発生するタスクはサブタスクとして分類する。

2.2 アンケート作成

分類されたタスクをベースに、ユーザが実際に実施するタスクの漏れの確認及び製品の利用状況として各タスクの実施状況データを得るためにターゲットユーザを対象とするアンケートを作成する。

アンケートでは、各基本タスクについて実施の有無を調査することによりタスクの実施頻度を求める。また、タスク実施するユーザに対しては、そのタスクを最も実施する状況（利用状況）について,who:誰が、when:いつ、where:どこで、what:何を（サブタスク含）、why:何のために、how:どのように、の5W1Hの形でデータを得る。

2.3 アンケート調査及び集計

① 作成されたアンケートを基にターゲットユーザにアンケート調査を実施する。

② アンケート調査から、各タスクの実施頻度及びタスクと5W1Hの実施状況の各組み合わせについての頻度をデータベースとしてまとめる。

③ データベースからユーザビリティテストの実施条件に合ったシナリオ集を選定する。

3. シナリオ集選定事例

3.1 シナリオデータベース作成

今回は携帯オーディオプレーヤーを対象製品とし、3社の取扱説明書を用いた。取扱説明書によるタスク分析を通じて計147項目のタスクが抽出され、基本タスクとサブタスクに分類した。

.ターゲットユーザは大学生とし、大学生113名にアンケートを実施し、82名の有効回答を得た。アンケートは、シナリオに影響を与え得るユーザ属性として、“性別、年齢、携帯オーディオプレーヤーの有無、メーカ・機種名”について尋ねた。抽出された基本タスク、サブタスクの実施の有無、及び実施タスクの実施状況との組み合わせについて最も実施する組み合わせについて尋ねた。タスク及び実施状況の抽出漏れの確認をするとともに、各タスクの実施頻度と各タスクと実施状況の組み合わせの実施頻度を集計しデータベースとした。

3.2 シナリオ集選定例

シナリオデータベースからのシナリオ集選定は、ユーザビリティテストの実施条件に依存するため、画一的に選定ルールを決定することはできない。ここでは、「一番実施頻度の高いタスクで、ユーザが一番し得る利用状況」という条件で、シナリオを作成してみると、まず基本タスクとしては“音楽を聴く”というタスクが91%の利用頻度で抽出される。そして、利用状況としては、“who：一人で・when：歩きながら・where：屋外で・what：曲をその場で選んで聴く（サブタスク）・why：:曲を聴くために・how:ヘッドフォンを使って”、という組み合わせが、音楽を聴くユーザの中の17%となり、一番高い割合を占める。よって以下のようなシナリオを作成することができる（図2）。

> 大学生のAさんは、外を一人で歩いていました。そこで、暇つぶしになんとなく、ヘッドフォンをして、携帯オーディオプレーヤーで曲を選んで聴きました。

図 2.基本タスクシナリオ例:音楽を聴く

さらに基本タスクに付随する“曲を選んで聴く”というサブタスクの実施状況の最も頻度が高い組み合わせ(8%)を用いてシナリオを作成すると図3のように作成することができる。

> 大学生の A さんは、外を一人で歩いていました。そこで、暇つぶしになんとなく、ヘッドフォンをして、オーディオプレーヤーで曲名から曲を選んで聴きました。

図 3.サブタスクシナリオ例:曲名から

4. まとめ

本研究では、十分な利用状況データを持たない場合に、ユーザビリティテストの経験値が低いスタッフでも、テスト条件に合わせたシナリオ集を準備できる手順を提案し、携帯オーディオプレーヤーで実施した事例を紹介した。

今後は、この作成されたシナリオ集の妥当性を検討していく必要がある。

C1-3-1

ミストサウナ入浴時のストレッチ効果

○韓　在都[1]，竹森利和[2]

[1]（社）人間生活工学研究センター，[2]大阪ガス株式会社エネルギー技術研究所

The Effect of Streching during Mist Sauna bath

Jae-Do HAN[1], Toshikazu TAKEMORI[2]

[1]Research Institute of Human Engineering for Quality Life

[2] Energy Technology Laboratories, Osaka Gas Co., Ltd.

1．はじめに

ミスト入浴中の時間を有効に活用し、退屈せず、かつオフィスワークで疲労した肩や腕の回復を図るため、ミスト入浴中にストレッチを行う新しい入浴法（「ミストストレッチ浴」と言う）を考案した。

本研究では、ストレッチ条件、ミスト入浴条件、ミストストレッチ浴条件（10分間のミスト入浴の後半5分間に上半身を中心とした軽いストレッチを実施）の3条件について被験者を用いた実験を行い、温熱効果やストレッチ効果などについて生理、心理的に評価を行った。

2．方法

対象　被験者は男子大学生10名（平均年齢：20.2±1.8歳、平均体重：62.8±3.6kg、平均身長：171±3.4cm）とした。

実験プロトコル　環境試験室の温度は26.7±0.6℃、湿度は51±5.9%の範囲で設定した。浴室環境は、ストレッチ条件では室温27℃、湿度50%であり、ミスト入浴条件とミストストレッチ浴条件では、室温40℃、湿度は95%であった。被験者には、実験当日の運動は控えてもらい、実験の2時間前に食事を済ませるように協力してもらった。また、実験時刻は、体温の日内変動を考慮し、同一被験者にはほぼ同じ時刻に入浴してもらった。図1に実験条件と実験プロトコルを示す。

測定項目　生理指標は血圧、心拍、筋血流、皮膚血流、舌下温、皮膚温、体重減少量を計測した。心理指標はVAS（Visual Analog Scale）による快適感、ストレッチ後の肩や腕のスッキリ感を評価した。

データ解析　筋血流、皮膚血流、舌下温、皮膚温は2秒毎のデータを取り込み、平均値±標準偏差を求めた。平均値の差の検定はPaired t-testを用いて、有意水準5%により判定した。

Stretch condition

60min Before bathing	10min 5min rest、 5min stretch	30min After bathing

Mist Sauna condition

60min Before bathing	10min Mist sauna	30min After bathing

Mist sauna stretch condition

60min Before bathing	10min 10min Mist sauna、 Half of stretch	30min After bathing

図1　実験条件とプロトコル

3．結果および考察

収縮期血圧、拡張期血圧、平均血圧は、すべての条件において入浴直後にやや上昇したものの、統計的な有意差は見られなかった。収縮期血圧、拡張期血圧の変動には、すべての条件において有意な変化がなく、入浴前後における両者の変化は10%以下であったことから、いずれの条件も、心臓への負担が少ない入浴法（またはストレッチ）であることが確認できた。

心拍数は、ミストストレッチ浴条件では入浴直前の63.8±8.43bpmと比べ入浴直後には74.9±10.8bpmに有意に増加した（$P<0.01$）。ミスト入浴条件では、増加する傾向は示したものの有意差は見られなかった。ストレッチのみの条件ではやや低下した。

図2に入浴前後の舌下温の変化を示す。ストレッチ条件の舌下温は、ストレッチ前に比べ、ストレッチ後にわずかに上昇した。ミスト入浴条件では、入浴前の安静時より最大約0.74℃上昇した。ミストストレッチ浴条件では、入浴前より最大約0.91℃の上昇を示した。ミストストレッチ浴条件における舌下温の変化はミスト入浴条件により約0.17℃大きく、温熱効果が大きいことが示された。

ミストストレッチ浴条件では、皮膚表面からの放熱経路（対流・輻射・蒸発）がすべて遮断され、四肢の温度も高くなり、ストレッチで生じたわずかな熱が行き場を失い、舌下温をより上昇させたものと考えられる。

図3に入浴前後の体重減少量（発汗量）を示す。体重減少量は、ストレッチ条件で 113.8g、ミスト入浴条件で220g、ミストストレッチ浴条件では252.5gであった。ミスト入浴およびミストストレッチ浴条件の体重減少量は、ストレッチ条件より有意に大きかった（$P<0.05$）。

図4に入浴前後の僧帽筋の総ヘモグロビンの変化を示す。ミスト入浴条件、ミストストレッチ浴条件において、総ヘモグロビンは入浴前に比べ、入浴後に有意に増加した（$P<0.05$）。両条件間においても有意差が認められた（$P<0.05$）。ミスト入浴とミストストレッチ浴を比べると単純に温熱効果のみではなく、ストレッチ刺激による血流状態の改善など、複数の要因が加わることによる筋肉組織内に血流量が増加したことが示唆された。

図5にストレッチ後の肩や腕のスッキリ感を示した。肩や腕のスッキリ感は、ミストストレッチ条件の方がストレッチ条件より、有意に高かった（$P<0.05$）。

図6に快適感の変化率を示した。ミストストレッチ浴条件では、入浴前に比べ入浴後の快適感が有意に上昇した（$P<0.05$）。ミスト入浴条件でも、快適感が上昇する傾向を示したが、有意差はなかった。ストレッチ条件では、ストレッチ前よりやや減少した。

ミストストレッチ浴条件では、ストレッチすることでミスト入浴中の退屈感がなくなり、その結果、快適感が向上したことが考えられる（被験者3名が自由意見として申告）。

4．まとめ

本研究では、ミスト入浴中にストレッチを行う新しい入浴法を考案し、その効用を検討した。

ミストストレッチ浴条件では快適感が入浴後、有意に上昇した（$P<0.05$）。また、肩や腕のスッキリ感はストレッチ条件より有意に高くなり、僧帽筋の筋血流も大きく増加した。これらの結果より、ミストストレッチ浴は快適感を向上させ、肩や腕をスッキリさせる効果があることがわかった。

さらに、ミストストレッチ浴条件は温熱効果が大きく、舌下温がミスト浴条件より 20%大きく上昇することから、10 分の入浴時間を 8 常のミスト入浴と同様の「発汗・温まり効果」分（ストレッチは5分間行う）に短縮しても通が得られることが示唆された。

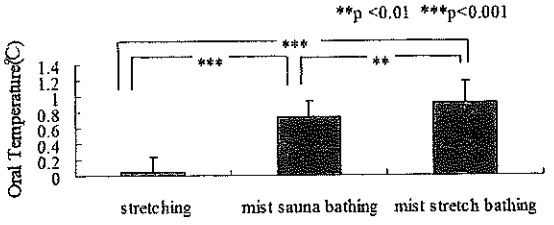


図2　入浴前後の舌下温の変化

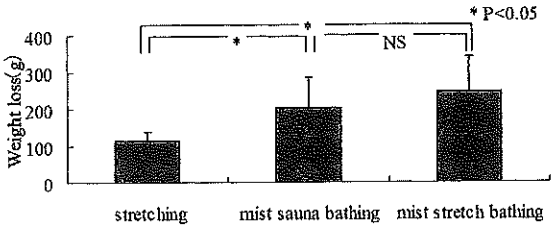


図3　体重減少量

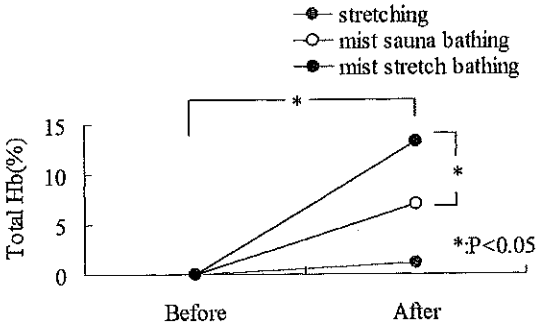


図 4　総ヘモグロビンの増加

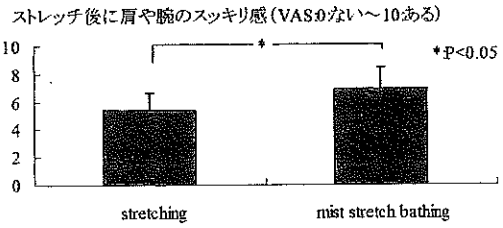


図5　肩や腕のスッキリ感

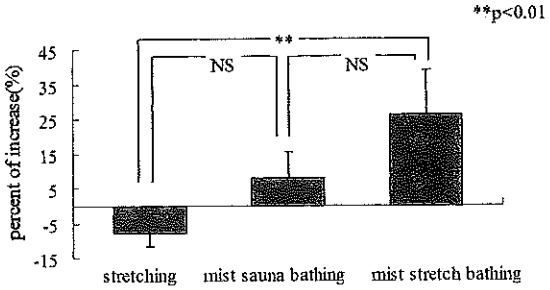


図6　快適感の変化率

C1-3-2

一過性の加速度に対する乗客の頭部動揺と乗り心地の関係

○遠藤　広晴[1]，小美濃　幸司[1]，白戸　宏明[1]
[1]鉄道総合技術研究所

Relationship between Head Sway and Riding Comfort for Transient Acceleration

Hiroharu Endoh[1], Koji Omino[1] and Hiroaki Shiroto[1]
[1]Railway Technical Research Institute

1. はじめに

物理量をパラメータとして，乗客の体感にあった乗り心地評価指標を開発することは，より快適な乗り心地を提供する上で重要である．これまで提案された乗り心地評価指標のほとんどは，車内で計測される振動加速度をパラメータとしている．しかし，同じ振動加速度でも，混雑率などの車内環境が異なれば，乗客の感じる乗り心地は異なることが確認されている[1]．乗り心地評価指標を，車内環境も反映した，より汎用的なものとするためには，振動加速度だけでなく，振動加速度に対する乗客の直接的な応答，すなわち，乗客の動きに関する情報をも考慮する必要があると考えられる．そこで，本研究では，より乗客の体感にあった乗り心地指標を開発するために，車内の振動加速度と同時に，乗客の動きに関する情報を考慮することの有効性について検討を行う．

2. 乗り心地推定法の検討

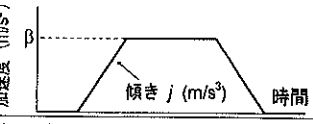
2.1 頭部動揺波形の特徴量と乗り心地の関係

一過性の加速度は，曲線通過時やブレーキ時に生じ，車内の乗客の姿勢安定性を損ねる．加速度を受けた乗客の動きは，加速度の大きさ，混雑率などの車内状況により様々であるが，大まかに2つの運動に分けることができる．1つは，自己の姿勢制御による自発的な運動であり，もう一つは，加速度による強制的な運動である．乗客の乗り心地は，後者の「強制的な運動」の度合いが大きいほど不快になると予測される．また，「強制的な運動」の度合いは，加速度波形と頭部動揺波形との類似度を表す相関値(以後，f1 と記す)，および強制運動の大きさを表す加速度方向の頭部動揺振幅値(以後，f2 と記す)で測ることができると考えられる．特徴量 f1 および f2 と乗り心地との関係を，後述する先行研究で得られたデータにより調べる．

2.2 特徴空間上の頭部動揺波形分布と乗り心地の関係

2.1 で述べた特徴量 f1 および f2 により構成される特徴空間（以後，f1-f2 空間と記す）上に，観測された頭部動揺波形をプロットする．f1-f2 空間上の波形分布と主観評価結果との対応関係を調べ，車内の乗り心地を乗客が受ける加速度と頭部動揺の情報から推定することの可能性を検討する．

表 1 試験概要[1]

振動発生装置	車内快適性シミュレータ
加速度条件（大きさ）	j =0.35 β =0.69, 0.97, 1.25, 1.53　※下図参照 
加速度条件（作用方向）	被験者の前方方向 ※被験者にはブレーキとして体感するように教示した．
混雑率条件	150%，250%
被験者属性	男性 60 名（10 名 1 グループで実施） 年齢：19～63 歳（平均 36.4 歳） 身長：165～183 cm（平均 172.9 cm） 体重：50～80 kg（平均 67.2 kg）
被験者姿勢	立位（肩幅程度に足が開いた状態．支持具は無く，荷物は持たずに立たせた）
主観評価項目	(a)ブレーキの強さ（5 段階尺度） 1. 全く感じない ～ 5. 非常に強い (b)周りからの圧迫感（5 段階尺度） 1. 全く感じない ～ 5. 非常に強い (c)駅停車時のブレーキとして許容可否 1. 許容可　2. 許容不可

2.3 分析対象データ

本研究で分析対象とする先行研究の試験環境，試験条件をまとめたものを表 1 に示す[1]．先行研究では，表 1 に示した一過性の加速度を被験者に体感させ，乗り心地に関する主観評価データ，頭部動揺データを得た．また，床面の振動加速度も同時に計測した．

3. 結果と考察

3.1 頭部動揺波形の特徴量と乗り心地の関係

各主観評価項目（表 1 参照）の各評価段階について，特徴量 f1, f2 の平均値を求めたものを図 1 に示す．図 1 より，2つの特徴量 f1，f2 は，主観評価が厳しくなるほど平均的に大きな値を示すことが分かる．したがって，両特徴量を軸とした f1-f2 空間上に頭部動揺波形をプロットした場合，乗り心地として問題のない領域と，乗り心地が悪化している領域は，大まかに図 2 のようになると推定される．

3.2 特徴空間上の頭部動揺波形分布と乗り心地の関係

各混雑率，加速度条件において，観測された頭部動揺波形を f1-f2 空間上にプロットしたものを図 3 に，対応する主観評価結果を表 3 に示す．図 3 より，混雑率 150%では，加速度が増大するにしたがい，分布中心が f1, f2 の正方向に移動し，分布の散らばりが大きくなっていることが分かる．また，β=0.97 から β=1.25 にかけて分布形状が大きく変化していることも分かる．表 3 に示した主観評価結果をみると，分布中心の f1，f2 正方向への移動が乗り心地の悪化に対応していることが確認できる．また，分布形状の大きな変化は，主観評価における乗り心地の大きな悪化（特に項目(c)）をよく反映していることが確認できる．混雑率 250%では，全体的に混雑率 150%時よりも分布中心が f1 の正方向に偏っている．また，加速度増大により，分布中心は，混雑率 150%時と同様，f1，f2 の正方向に移動しているが，分布の散らばりは逆に小さくなっていることが分かる．これは，高い混雑率状況下においては，乗客は加速度による強制的な運動に支配されやすく，加速度の増大がさらにその度合いを大きくすることを示している．表 3 の主観評価結果を見ると，混雑率 250%時においても，乗り心地と f1-f2 空間上の波形分布との間に，混雑率 150%時と同様の対応関係を確認することができる．また，f1 軸上で分布中心が高い値に存在し，かつ分布の散らばりが小さいことは，圧迫感を強く感じていることに対応していることが確認できる．

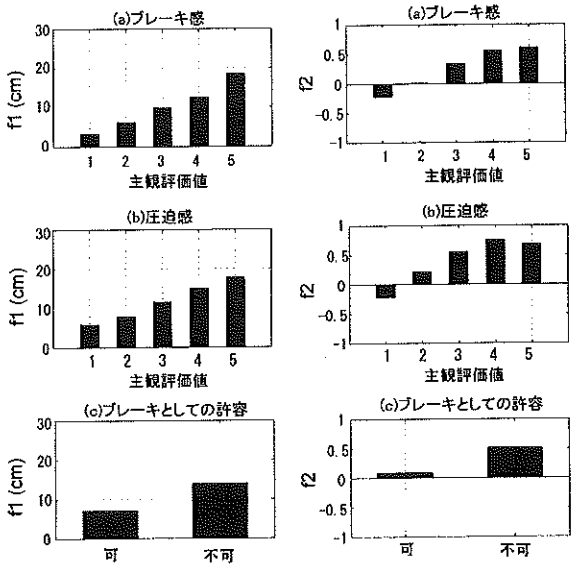


図 1:特徴量と主観評価の関係

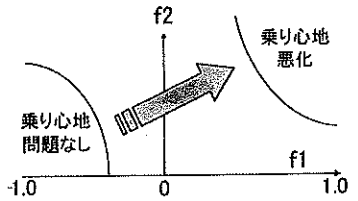


図 2:特徴空間と乗り心地の関係

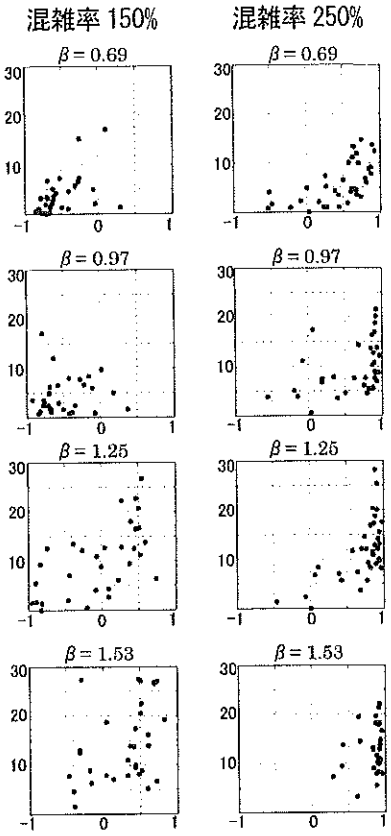


図 3:f1-f2 空間への頭部動揺波形プロット
横軸は f1, 縦軸は f2 を表す

表 3 主観評価結果

	混雑率 150% 条件			混雑率 250% 条件		
β	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)
0.69	1.9	1.3	2.8	2.2	1.8	8.3
0.97	2.2	1.4	5.6	2.6	2.5	18.6
1.25	3.1	2.2	38.9	3.3	3.2	50.0
1.53	3.8	2.9	72.2	3.9	3.7	72.0

主観評価項目(a),(b)は評価平均値を，(c)は回答割合(%)を示す

4. まとめ

本研究では，乗客の乗り心地を，車内の加速度と乗客の頭部動揺から推定する方法を検討した．その結果，加速度波形と頭部動揺波形の相関値，および，加速度方向の頭部動揺振幅値が，主観評価とよく対応することを確認した．また，この 2 つの特徴量を軸とする特徴空間上に頭部動揺波形をプロットすることで，観測した車内環境を反映した形で乗客の乗り心地を推定できることを確認した．今後は，提案した特徴空間上の頭部動揺波形分布から，より定量的に乗り心地を推定する方法について検討を行う．

参考文献

1) 遠藤広晴ほか：列車内の混雑率が乗客の乗り心地に及ぼす影響，日本人間工学会第 47 回大会講演集，No.42，pp.346～347 2006

C1-3-3

人間と自然の調和を目指した加藤式適正指標の解析

加藤修一（帝京平成大学大学院生命情報講座）◎中村貴展（帝京平成大学メディアラボⅢ）

Analysis of Aptitude Index for Harmony with Nature

S.Kato(Life Informatics, Graduate School of Teikyo Heisei Univ.) T.Nakamura (Media LabⅢ.Teikyo HeiseiUniv.),

Ⅰ．目的

人間と自然の調和を目指した新しい人格目録、加藤式人格目録Kato Personality Inventory for the Right of Nature(KPIRN)略して加藤式人格目録Kato Inventory (KI) (加藤, 2005) [2]が提案された。本研究では、人格目録と環境破壊に対する印象調査を年配の方に行い、加齢による環境保護に対する意識を調査した。

Ⅱ．調査とデータ処理

加藤式人格目録 (KI) と、35 問からなる環境破壊に対する印象調査を行なった。使用したイメージは次の河川・湖沼・林野・不法投棄である。

回答者数は年配の方（44～78 歳）36 名（男女比 1:3）である。

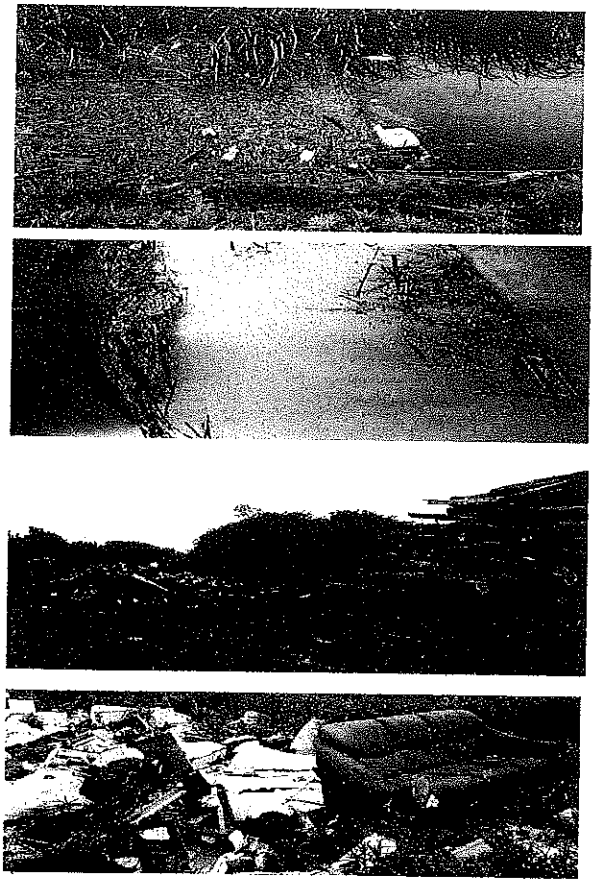


写真　汚染後の河川・湖沼・林野・不法投棄

[2]

まず KI 値を算出し、個人的環境パラメータ毎に平均値を算出した。使用した環境パラメータは① 宗教の必要性② 性別③ 出生順④年齢⑤ 生れ変りの確信⑥ 死後の世界の確信⑦ 身近な人の死の経験⑧ ペットの死の経験⑨ 草花への関心⑩ 科学技術への信頼、となっている。環境破壊に関する印象調査の内容は次の(1)から(3)である。

(1)河川湖沼に関する設問：14 問（例「人が住むためには河川湖沼にごみがたまるのは仕方ない」）

(2)林野に関する設問：8 問（例「人が住むためには林野が伐採されCO2 が増えるのは仕方ない」）

(3)不法投棄に関する設問：13 問（例「少しくらい林野が汚れていても人の幸福とは関係ない」）

質問に対する回答は「はい・いいえ・わからない」の三択とした。

提示写真毎の設問に対する解答、および設問毎の平均値を、KI 値の区分ごとに算出した。ただし得点は環境保護に肯定的な解答で、一問につき一点で算出した。

Ⅲ．結果

年配の方の平均 KI 値は 33.31 となった。

図１に年配の方の得点毎の回答者数分布を示す。

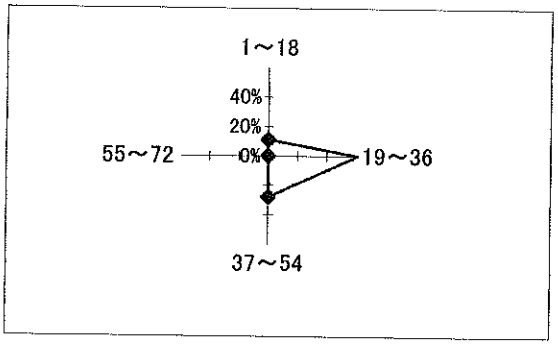


図１　年配の方の得点ごとの回答者数分布（原点 0%　最大 60%　1 目盛 20%）

図２に年配の方の個人的環境パラメータ毎、回答毎に平均した KI 値の結果を示す。

各パラメータ毎の平均ＫＩ値の結果を次に示す。

年配の方の高 KI 値とパラメータは

① 宗教の必要性　なし (38. 70)

③ 出生順　末っ子（36.27））
⑤ 生れ変りがあると思う　はい（38.33）
⑥ 死後の世界があると思う　はい（42.22）
その他のパラメータ②（男性30.44　女性34.31）⑦（はい34.89　いいえ31.00）⑧（はい35.14　いいえ32.10）⑨（はい33.23　いいえ34.00）⑩（はい30.20　いいえ35.53）では、36点以下を示している。

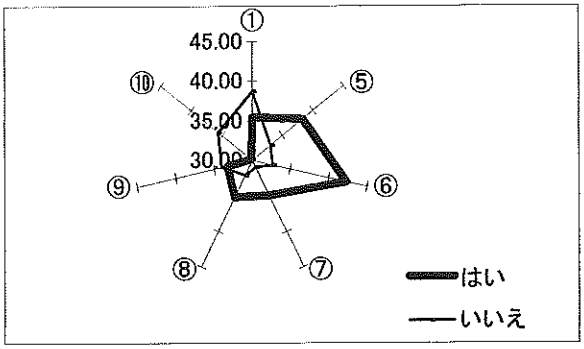


図2　年配の方の個人的環境パラメータ毎の平均KI値
（原点30ポイント　最大45ポイント　1目盛5ポイント）

図3に水辺に関する印象調査を、年配の方の環境破壊に対する印象調査の結果の一例として示す。

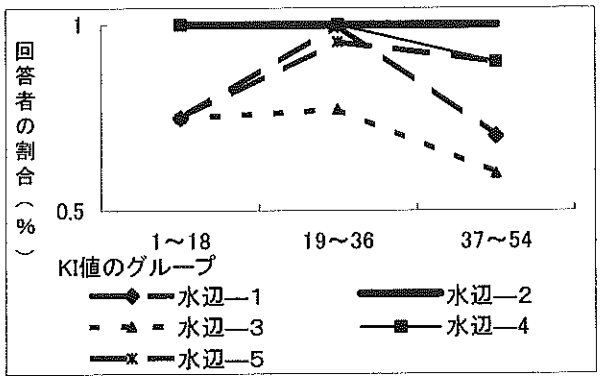


図3　年配の方の水辺に関する印象調査（縦軸　同一グループ内で環境保護に肯定的回答をした人の割合　原点 0.5　最大 1.0　横軸　KI値のグループ
水辺—1あなたは河川・湖沼を汚さないように努力しますか（意識に関する設問）
水辺—2河川湖沼を汚さないためには自然を大事にする教育が必要（システムに関する設問）
水辺—3自然の保護と生活を調和させる特別な考え方や技術が必要（システムに関する設問）
水辺—4生活・工場廃水、ごみなどを意そのまま流せないシステムが必要（システムに関する設問）
水辺—5水質汚染を監視するシステムが必要（システムに関する設問））

IV. 考察

(1)年齢を重ねてもKI値は上がらない。前々報[2]で若年者のKI値の平均は35.10であった。年配の方のKI値の平均が33.31と、年齢を重ねてもKI値の変化はあまりない。
(2)KI値の分布で、55～72の回答者は見当たらない。
(3)前報の調査において、回答者数名から、KIには設問数が多いという報告がなされた。また本報告の調査中でも、答えにくい設問や、わかりづらい設問があると、回答者から報告がなされた。
(4)環境破壊に対する印象調査

環境破壊に対する印象調査（35問）でほとんどの設問では、KI値が上がると、環境保護に対して肯定的回答をしている回答者が多い。また高実利型（1～18ポイント）でも環境保護に対して肯定的な回答をしている回答者が多い。しかし、KI値が上がるとその傾向が下がる設問がある。以下に詳細を述べる。

a. 水辺に関する設問

図3で、KI値の得点が高くなるほど、環境保護に肯定的な回答者の割合が減っている。設問の要素については「意識に関する設問」と、「システムに関する設問」となっている。また、KI値の得点が高くなっても、環境保護に対して肯定的回答をする回答者の割合が変わらない設問があった。

b.林野に関する設問

林野に関する設問（システムに関する設問）において、KI値が上がると、環境保護に対する肯定的回答をする回答者の割合が減っている。

c.不法投棄に関する設問

不法投棄に関する設問では、意識に関する設問2問と、システムに関する設問2問において、KI値のグループが上がるほど、環境保護に肯定的な回答をする人数が減っている。

本研究では、人格目録と、環境破壊に対する印象調査を、年配の方に行い、加齢による環境保護に対する意識調査を行った。調査の結果、加齢による意識の差は明確には見られなかった。

参考文献

(1). R. F. Nash: The Right of Nature. Univ. Wisconsin Press. 1990
(2). 加藤修一中村貴展　人間工学会第14回システム大会講演集S3_2 2006.3.17～19
(3). 加藤修一中村貴展有賀正造仲居克己鷲見成正　環境問題に対する適正指標の解析　人間工学会誌第42巻特別号　人間工学会第47回大会講演集p220～p221

---

(2)

C1-3-4

風が人へ与える力学的影響に関する一考察

○小美濃 幸司、遠藤 広晴、白戸 宏明、澤 貢（鉄道総合技術研究所）

Dynamic Effects of Wind on Standing Persons

Koji OMINO, Hiroaki SHIROTO, Hiroharu ENDOH, Mitsugu SAWA
(Railway Technical Research Institute)

1．はじめに

列車の駅通過に伴い、ホーム上には列車が引き起こす風が吹く。このような通過列車の近傍で生じる風を列車風と呼んでいる。ホーム上の列車風は利用者の安全に配慮される必要がある。このため、国鉄時代にホーム上の列車風風速の目安値9 m/s が設けられ、この目安値を超えないようなホーム上の管理が行われてきた[1]。現在もＪＲ各社ではこの目安値に基づき、ホームドアを設置したり、列車先頭形状を流線型にしたりするなどのさまざまな安全対策が実施されている。

一方、列車風の風速は列車速度に比例して増加する。目安値が設けられた当時から比べると一般に列車速度が向上していることもあり、ホーム上で目安値を越えることはないものの、これに近い風速が観測されることがある。このようなことから、風速が人へ及ぼす影響という観点からみた目安値のより正確な解釈が求められるようになってきた。

ここでは風が人の姿勢安定性に与える影響を探ることを目的とし、列車風に見られる一過性の変動風（以降、単に変動風と呼ぶ）と定常風のそれぞれについて立位姿勢の保持限界を力学的に考察した。

2．方法

立位の人を剛体で表現した簡易モデルに対して、背後から定常風または変動風を当て、その動きを数値計算により求めた。この結果、２種類の風について得られた姿勢保持限界風速の計算結果と実際の被験者で観測された姿勢保持状況を比較検討した。

2-1．風速モデル

定常風は時間上、空間上ほぼ一様な風速で吹く風であり、数値計算では図１に示すような一定風速を仮定した。変動風は、列車風に見られる風速特徴に配慮し、図１に示すようにその風速が２秒間の三角波(２等辺三角形)となるようにモデル化した。ここでは変動風についても同一時刻の空間上は渦のない一様な風速となっていることを仮定した。図１には、それぞれ風速 15m/s の定常風と変動風のモデルを示している。

2-2．人体モデル

人体モデルを図２に示す。モデルは両足が囲むエリア（支持基底面）を表す厚さを無視した板 A と、足より上の身体を表す厚さが一様な板 B から成っている。モデル重心位置は、静止立位時にその高さが身長の 55%で、かつ床面に投射した点がつま先（点 P）から靴サイズの 60%の位置になるよう設定した。

モデルは前額面に身体を投影した面積を受風面積 $S_u(t)$と考える。モデルが受ける力 $F_u(t)$は風速 $U(t)$と受風面積 $S_u(t)$に応じて変わり、次のような関係に近似できる[2]。

$$F_u(t) = \frac{1}{2}\rho C_d S_u(t) U^2(t) \quad \cdots(1)$$

なお、ρは空気密度、C_dは抗力係数であり、今回 ρ=1.23kg/m^3、C_d=1.0 とした。

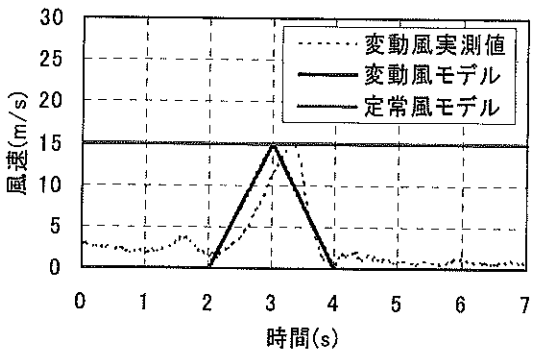
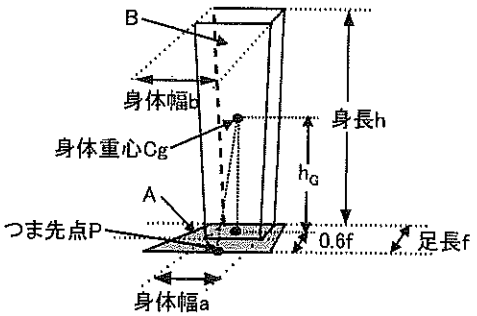


図１　変動風データ例と風速モデル例



身長:h (m), 体重:M (kg), 足長:f (m)
身体重心高:h_G=0.55×h
前額面体表面投射面積:S_u(m^2)

図２　立位人体モデル

また、支持基底面の各辺と床面との摩擦力は十分に大きく、このモデルが風を受けて転倒する際にはこの辺回りに回転運動が生じて倒れるものとした。その運動方程式は次式で表される。

$$J\frac{d^2\theta}{dt^2}+MgL_g\cos(\theta+\theta_g)=F_uL_g\sin(\theta+\theta_g) \quad \cdots(1)$$

ここで、θは床面と足底面とのなす角、Jは上記回転軸回りの慣性モーメント、Mはモデル質量、L_gは点 P とモデル重心 C_gとの距離、θ_gは直線 PC_gと足底面とのなす角である。またF_uの作用点は近似的に重心 C_gとした。

2-3. 静止最大風速・姿勢保持限界風速

変動風においてモデルが静止状態を保つことのできる最大風速を「静止最大風速」と呼ぶことにする。モデルの動きで言うと、踵が浮いてつま先回りに回転運動が始まる直前の風速である。

また、風によりモデルの回転運動が生じ、重心を床面に投射した点がつま先を超えた（支持基底面を外れた）場合、モデルは前方に転倒する。前方に転倒する最小風速を「姿勢保持限界風速」と呼ぶことにする。

定常風については静止最大風速と姿勢保持限界風速は原理上一致するため、姿勢保持限界風速という表現のみを用いる。

以上の静止最大風速と姿勢保持限界風速を姿勢の安定性限界に関する指標として用いる。

3．結果と考察

先行研究[2]によって実測された被験者 14 名の変動風に対して足を動かさずに姿勢を保持できた風速（○）と保持できなかった風速（×）を図 3 に示す。このときの風速例を図 2 に示す。この 14 名の身長、体重、靴サイズを用いて、上記数値計算から推定された静止最大風速と姿勢保持限界風速の推定値を、同図中に折れ線で示す。

被験者が保持できなかった風速は静止最大風速よりは高い値であり、かつ姿勢保持限界風速の推定値付近に分布している。理論上は姿勢が静止最大風速を超えると不安定となり、姿勢保持限界を超えたときに保持できないと考えられ、この意味で推定値は実際の被験者の姿勢の保持・不保持の状況と良い対応を示している。

別の先行研究[3]によって実測された被験者 32 名の姿勢保持限界風速とこの 32 名の身長、体重、靴サイズを用いて、上記数値計算から推定された姿勢保持限界の推定値を折れ線で図 4 に示す。ほとんどが推定値よりも実測値の方が大きく、約 10m/s も推定値よりも大きい値となっているものも見られる。被験者の動きの観察から、この 1 つの原因は人が定常風の場合に風から受ける力を予測し、自然と身体を風上に傾けるような姿勢のフィードフォワード制御を行なっているためであると考えられた。

以上のことは人が変動風を受けた場合、定常風に比べて、人の運動は剛体に近いことを示唆している。変動風は作用時間が長くなると定常風の特性に近づくことが想定されることから、今後作用時間によって人の剛体運動からのずれがどのように変わるのかを明らかにすることで、より一般的な結論を導くことができると考えられた。

参考文献

1) 種本勝二ほか：列車通過時のホーム上の列車風と圧力変動、鉄道総研報告、Vol.17、No.11、pp.53～56、2003

2) 遠藤広晴ほか：一過性変動風の人体に対する力学的影響に関する研究、日本人間工学会第 35 回関東支部大会講演集、No.35、pp.81～82、2006

3) 小美濃幸司ほか：定常風が立っている人へ与える影響、日本人間工学会第 47 回大会講演集、No.42、pp.414～415、2006

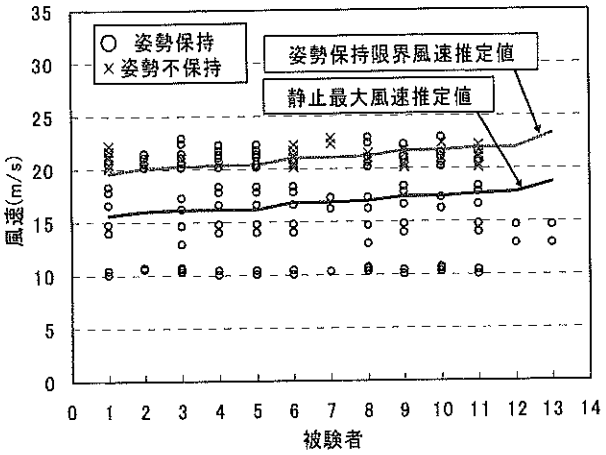


図 3　変動風に対する静止最大風速と姿勢保持限界風速

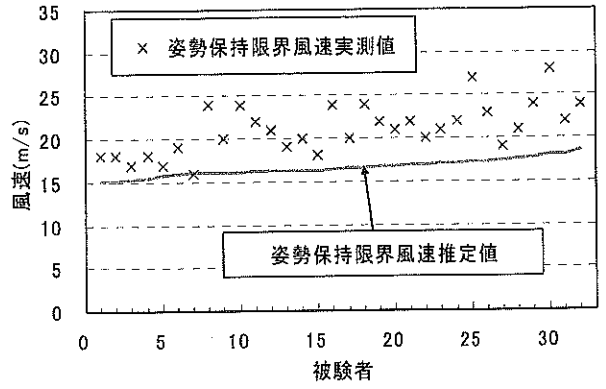


図 4　定常風に対する姿勢保持限界風速

C1-4-1

妊娠後期における妊婦の歩行特性に関する研究

○水野千奈津[1]　井澤優也[2]　山本栄[3]
([1]帝京大学、[2]東京理科大学大学院工学研究科、[3]東京理科大学)

The characteristics of walking women in third trimester

Chinatsu MIZUNO[1] and Yuya IZAWA[2] and Sakae YAMAMOTO[3]
([1]Teikyo University, [2]Graduate School of Engineering, Tokyo University of Science,
[3]Tokyo University of Science)

1. はじめに

妊娠中期以降になると妊娠子宮増大に伴う腹部膨隆や体重増加により歩行中におけるケーデンスの変化や立位時の支持基底面の拡大、重心位置の偏移などがみられ，非妊娠時とは異なる歩行を呈する．また妊娠に伴うホルモン動態の変化により，分娩準備による骨産道や軟産道に付随する結合組織が緩むことで身体を支持しにくい状況下にある．そこで日常生活を想定した条件下における歩行状態を，3 次元運動分析装置を用いて解析及び検討することで、妊娠期における歩行時の特有な姿勢調節のメカニズムを解明する一助となると考える．特に，今回は履物のヒールの高さの違いによる遊脚期におけるトウクリアランス(つま先先端～踏面間距離，以下 TC)ついて検討した．

2. 目的

妊娠後期における歩行時の遊脚期の TC を 3 次元運動分析装置にて解析し、母体の中立な姿勢調節に対する制御運動のメカニズムを明らかにすることを目的とする．

3. 方法

3.1. 被験者

本研究の目的を理解し，同意を得た健康な 20~34 歳までの日本人女性 3 名とした．

3.2. 実験環境

実験環境は図 1 の如く設定し，2 台カメラを設被験者の歩行がより多く可能となるよう設置した．また床面は日常にみられるウレタン系の建築材料を使用しているものとした．

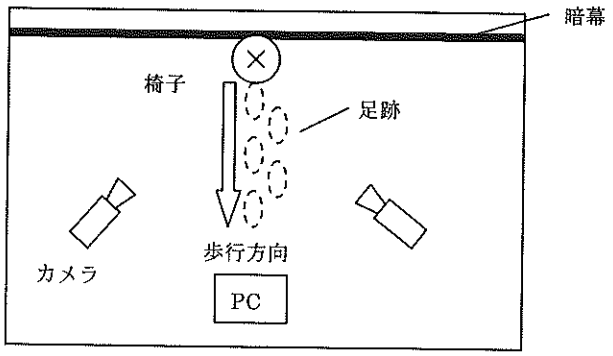


図 1 ：実験環境

3.3. 実験手順

本研究では，実際の妊婦を対象とせず妊婦体験ジャケット（京都科学社）を着用させ，ヒールの高さと形状が違う 0cm, 3cm(ヒール部 4cm ×5cm)，7cm（ヒール部：1×0.8cm）の履物の 3 条件で平面上を歩行した．計測前に履物及び妊婦体験ジャケットに慣れてもらうため，各 1 分程度歩行し，慣れの有無を口頭で確認をした．また妊婦体験ジャケットを着用しない同 3 条件をもつコントロール群を設定した．

歩行速度は自由速度とし，歩行時の被験者の視線は歩行方向に印を特定しその方向に向かって歩行した．試行順序はランダムに設定した．

分析は 3 次元運動分析装置（Quick MAG 社）を用いた．

3.3.1. 妊婦体験ジャケット装着時の補正

妊婦体験ジャケットの装着には，その特性上ジャケットを支える身体の一部に負担が生じる．先行研究及び妊婦体験者よりヒアリングを実施し，身体への負担を最小限にすること，妊

娠後期における妊婦に近づけるようにした．装着時の目安は，被験者の臍部延長上に妊婦体験ジャケットの腹部最大隆起点と設定した．また妊婦体験ジャケットの腹部全体を乳児抱く際に使用するスリングにて覆い腰部で固定することで頚部の負担を最小限にした．装着後において被験者に①頚部負担がないこと，②腰背部に負荷がかかっていること，③臍部位置と腹部最大隆起点を確認した．

3.3.2. カラーマーカーの装着部位

3 次元運動分析装置にて計測する際に必要となるカラーマーカーの装着部は先行研究を参考に頭頂部，左右肩峰部，臍部（妊婦体験ジャケット上腹部最大隆起点），左右腸骨稜部，左右大転子部，左右膝部，左右外踝部，左右つま先先端部の計 11 点とした．

3.3.3. 評価方法

歩行状態が定常化するといわれる 4 歩目以降の歩行周期を採用した．寄与率は 80%以上とした．各被験者の歩行時における進行方向に個人差が見られることが予測されるため y 軸方向に座標変換を施し補正を試みることとする．同時に身体保持に関与する利き脚のバイアスを避けるため暫定的に右足を比較対象とした．

各被験者の実験終了時には歩行時の状態等のヒアリングを実施した．

4. 結果

被験者の身体的属性は表 1 のとおりであった．

被験者数(名)	年齢(歳)	身長(cm)	脚の大きさ(mm)
3	20±1.1	159.8±1.3	241±2.2

表 1 被験者の属性（mean±SD）

図 2 より，妊婦体験ジャケットを装着した際には，全被験者において，ヒールの高さが高くなるほど遊脚期におけるトウクリアランスが低くなった．歩行終了時における被験者のヒアリングでは，全被験者において，「腹部隆起による足元の見えにくい」，「ヒール高くなると脚が上がりにくい，足を踏み出す際の不安定さ」を聴取した．

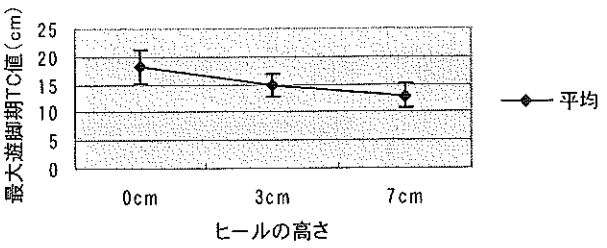


図 2 ：妊婦体験ジャケット装着時におけるヒールの高さの違いと最大遊脚期 TC 値 （mean±SD）

5. 考察

2 足歩行の特徴として歩行中の重心は上下左右に偏移し，その運動エネルギーを最小限に保持し安定性を図っている．[1] よって TC は床面間距離を非常に小さくし安定性を作り出していると考えられる．本研究においてヒールの高さが最も高い 7cm の時に TC が最も小さかった。ついで 3cm，0cm となった．これは重心の安定性を保持するためと示唆される．同時にヒアリングの結果から，遊脚期時の不安定さの指摘からも裏付けられよう．また妊娠中期以降には腹部隆起に伴う足元の視界制限がある．的確な場所への重心移動の際には，心理的不安要素である「恐怖」が遊脚期の TC とヒールの高さに関連しているのではないかと思われる．

周産期に携わる保健医療者が推奨する「3cm 幅広ヒール」[2] は，0cm よりも TC が小さいことから，妊娠週数が進行した妊婦にとって歩行動作時における重心の安定性を考える際には検討の余地があると考えられる．

6. 本研究の限界と今後の展望

コントロール群をとったが，実験環境の限界により，有効なデータが得られなかった．

主要参考引用文献

1） 江原義弘 山本澄子：歩き始めと歩行分析，医歯薬出版株式会社，2005
2） 武谷雄二他：助産学講座 5，医学書院，2005

C1-4-2

歩行などの運動に伴う靴およびヒトの足長変化に関する研究

○杉本史朗[1]，原田一[2]（[1]東北工業大学大学院工学研究科,[2]東北工業大学大学デザイン工学科）

The research on changes of shoes length and foot length during walking

Shiro Sugimoto[1], and Hajime Harada[2]
([1]Graduate School of Engineering, Tohoku Institute of Technology, [2]Tohoku Institute of Technology)

1. 研究の背景と目的

靴の製法には 100 年以上の技術構築があるが、その殆どが経験に基づく創意工夫の蓄積である。その構造は歩きやすく耐久性に優れる靴を求めた職人の努力の結晶ともいえる。

その反面、靴が原因となる足の障害がある。製靴技術が確立された 18 世紀末より足の専門医がおり、現在でも足の障害は解決されることなく整形医が対応している。

現在では化学の技術向上により耐久性に優れた素材や新たな製法で靴を製作することが可能となり靴の構造を大きく変えることも困難ではない。このことから足の障害を起こす原因となる靴の構造を明確にし、改善することで障害を激減させることは可能である。

本研究では運動中に変化する足の動きを把握した後、これを基にヒール高差、シャンクなどの構造の評価を行い、新たな靴を提案したいと考える。

2. 靴の構造と効果

ヒール高差は足の踏付け部と踵の高さの差を指し、メーカーでは 2～3ｃｍ、角度にすると 7～11 度が適度とされている。背筋を伸ばすことと背を高く見せることを目的に派生したとされるが、現在では歩行時などの筋負担を軽減させるのに有効とされる。本研究室でも過去に筋電図積分値の評価でその効果の根拠とされるものを確認している。

ところが、これは脹脛の筋の伸縮を制限することで得られる効果のようであり、歩行時の足長の伸びを抑える巻き上げ機現象の効果が小さくなる、第二の心臓と言われるミルキングアクションの効果も小さくなる、筋の伸縮巾が小さくことでの運動能力の低下、更には靴の中で足の前方への滑りを招き障害の原因となるという可能性が考えられる。垂直飛びの実験などを行い運動能力の低下に関してその傾向が見られることが解ってきた。

シャンクについては、靴底のヒールが独立した形状を保つために足底を支えるための構造として派生した。MP 関節の屈曲に影響し、蹴り出し時の補助的な役割を担うとされる。現在シャンク機能を無くした商品があり、本研究室で評価テストを行なっている。現在のところシャンクが失われたことによって大きな支障があるという結果は出ていない。

シャンクが不要な構造となれば足の変化に合わせて変形する靴底を作ることが容易となる。これにより足の障害の原因と推察していた MP 関節の屈曲による靴の内底が縮み、足裏が伸びることで靴によって爪先と踵双方から圧迫を受ける状況を回避できる。

3. 歩行中の足長変化の測定

足長の変化を計測するためにパソコン用マウスを改造した計測器を作成した。MP 関節の屈曲角度と足長変化を同時に測定し、結果をイラストレーターで記録する構造である。

この計測器により素足歩行の足長の伸びは 2 段階から成り、着地衝撃吸収段階と、蹴り出し段階に分かれることを測定した。基本の変化のパターンとしては着地時に 1 段階目の足長の伸びがあり、MP 関節が屈曲し始めると 2 段階目の足長の伸びがあり、足の離床で MP 関節と足長が戻ることを繰り返す。

被験者 8 名の計測結果から更に以下の典型パターンとその中間が見られた。MP 関節の屈曲初期に巻き上げ機現象が大きいためか、足長が伸びず、足の離床が近くなってから一気に伸びるために軌跡が 8 の字を描くもの（図 1）と巻き上げ機現象が小さいためか、三角形に近い形を描くもの（図 2）、その中間と見られる 8 の字の頭が小さいデータが得られた。

普段からスポーツをしている被験者は図 1 に示すパターンに近い軌跡を描き、あまりスポーツをしていない被験者ほど図 2 に近い軌跡を描く傾向があった。

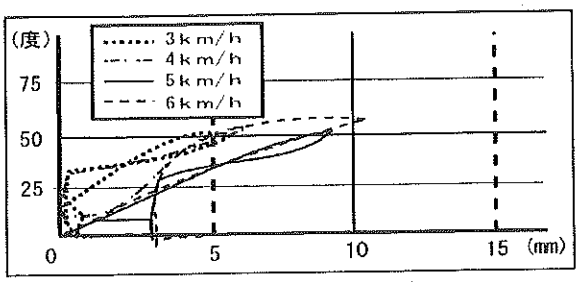


図1　MP関節屈曲角度と足長変化1

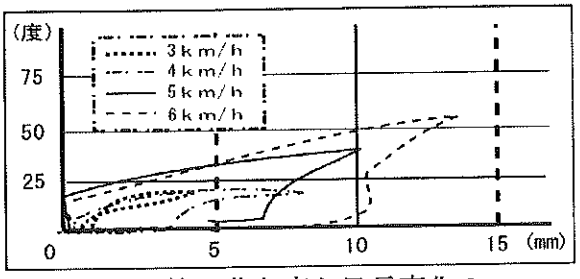


図2　MP関節屈曲角度と足長変化2

4. 登坂中の足長変化の測定

斜路を登る場合の足長変化を平坦路歩行時と比較した。トレッドミルの傾斜を5度にすると、同じ被験者でも図3、図4の違いが出た。高い位置への着地のため着地衝撃による足長の伸びは小さい。その後のMP関節の屈曲に伴う足長の伸びは平坦路歩行の着地後の伸びと同じか、やや小さい値であった。

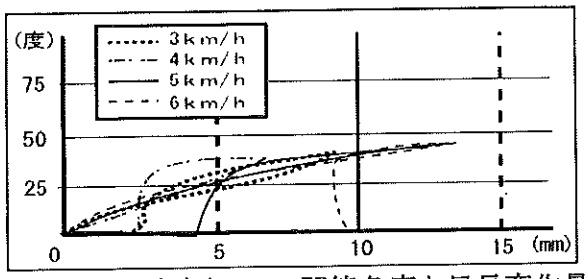


図3　平坦路歩行のMP関節角度と足長変化量

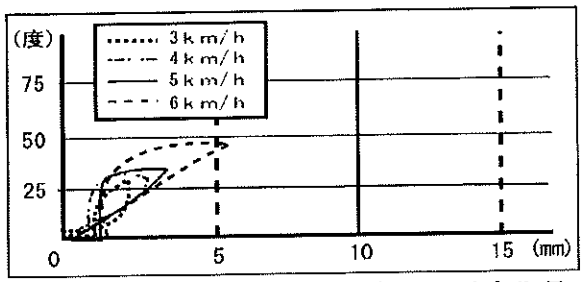


図4　斜路登りのMP関節角度と足長変化量

5. 歩行中の足長変化の考察

改造したパソコン用マウス計測器では、早い変化に追従できないため、更なる改造が必要となる。足長変化を見たモーションキャプチャーによる測定結果とこの測定器の構造を考え合わせると実際の足長変化はもう2〜3割程度大きいと考えられる。

これらの結果から考えると、特に巻き上げ機現象が弱いグループは足長の伸びを抑える要素が小さいため充分サイズに余裕のある靴でなければその使用は危険と考える。若年者で筋力が未発達の者、高齢で筋力の衰えが始まった者などが該当する。

登坂実験では腹腔の筋を充分に伸縮させるため巻き上げ機現象の影響が強く出ているものと推察する。8の字の頭が極端に大きくMP関節の屈曲による足長変化も小さい傾向にある。逆に考えるとヒール高差のある靴を履いた場合下りの状況に近くなることが想像され、腹腔の筋の緊張が小さく巻き上げ機現象も弱くなると考えられる。そうなるとMP関節の屈曲時の足長は更に伸びることが予想される。

6. 靴の改善により期待できる効果

殆どのメーカーは靴の理想として裸足に近い状態で履けるものを目指しているようである。しかし伝統的に受け継がれる製靴技術に固執するかのようになっている体質がある。

これではロッカー、ヒール高差、シャンクの必然性について再検討できる余地は無い。これらの構造を排除又は適正な形状に変更されることは無く、より素足で歩く状態に近づけることは不可能に思える。

人間本来の自然な歩行で使用される足や脚の筋の動きを阻害する要素を小さくすれば、近年における小児の土踏まずの発育遅れ、体力低下などの対策に成り得る。また腹腔におけるミルキングアクションが正常に機能することで循環器系への負担が低減される。血液循環が良くなることから、足のむくみや疲労蓄積の遅延効果も期待できると思われる。

7. 今後の研究

ヒトの足のサイズは普通左右で異なる。この差が大きい被験者の場合、足長が長い足の側に外反母趾の兆候が見られた。症例を増やし靴と障害の関連を探る予定である。

参考文献

1) 越智淳三(訳)：解剖学アトラス 第3版，文光堂，1990
2) 小野三嗣：あし〔いま、身体について考える〕，風濤社，1975
3) 小原二郎　他：建築・室内・人間工学，鹿島出版会，1969
4) 石塚忠雄：靴の科学，講談社，1991

C1-4-3

幼児行動の特性に関する検討

ー育児雑誌のコラムからー

○鳥居塚崇，臺功平，堀江良典（日本大学生産工学部）

An Examination of the Characteristics of Enfant Behaviour

- from the columns of the magazines of child care -

Takashi TORIIZUKA, Kohei DAI, Yoshinori HORIE
(College of Industrial Technology, Nihon University)

1. はじめに

幼児は，大人の想像に難い独特な行動をとる場合が多いため，その親でさえそれに戸惑うケースが見受けられる．しかし，幼児の行動を把握することは，子育ての上で，ものつくりの上で，また生活環境整備の上で非常に重要であり，「想定外」は極力避けなければならない．そこで本研究では，先ずは育児雑誌のコラムを基に，幼児独特の行動およびその特性を整理することとした．

2. 本研究の考え方

幼児が発生させ易いトラブルやその対策等については保育学，発達心理学，小児医学等の分野で多く採り上げられている．しかしその多くはトラブルを現象として捉えるもので，その対策もそれぞれの現象に対する策であるものが多い．トラブルを現象として捉えた場合，異なる現象でも同じメカニズムで発生したり，逆に同じ現象であっても異なるメカニズムで発生したりすることがあることから「想定外」が生じる可能性は否定できない．またそれらの対策は，現象ごとというまとまりは保ちながらも場当たり的という印象は拭えない．これらの問題に対応するため，本研究では幼児行動のメカニズムに着目することとした．本研究で得られる知見を将来的には対策に活かすことを目的とするため，とくに認知・行動の観点からそのメカニズムを捉え，その特性について検討する．

3. 分析対象

育児雑誌「すくすく（NHK 出版）」過去 5 年分の（親の想像を超えるような，独特の）幼児の行動の実例から，分析の対象になりそうな事例 176 例を抽出し，分析を試みた．本研究は幼児行動を対象としているため「一見すると幼児行動のような例だが親に起因しかつ幼児の意図が介在しない事例」は対象から除外し，160 例を対象とした．なお，本研究の対象とする幼児は 1 歳～4 歳とした．つまり自ら動けるようになってから，児童期（Erikson）あるいは学習活動期（Vygotsky）に至る前までの期間である．

4. 分析の基となる考え

図 1 に，人間の行動の流れを簡潔に表現する．これは，ある目的行動を発生させるまでの，表出された行動の流れを示すものである．本研究では，このモデルを基に分析を行うこととした．

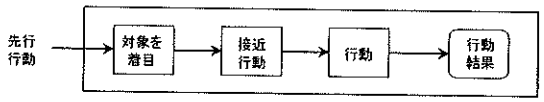


図 1　人間の行動の流れ

しかし，実際の人間の行動は，図 1 に加え認知の働きが含まれる．そのため，ここでは「目的となる行動の『意図形成』」を含めて考えることとした．また「親の想像を超えるような」，「独特な」あるいは「トラブルに至るような」幼児行動には，必ずその直接的な要因があるはずである．ここでは，一連の分析を通じて，その要因を探ることとした．

5. 意図形成場面による検討

目的を持った行動を行うには意図の形成が欠かせない．したがって，先ず幼児行動ではどの時点で意

図の形成がなされるか検討した．この観点からでは，大きく4つのカテゴリーに分類することができた．

a. 対象に着目する前に意図形成

意図を明確にしてから行動を行う場合であり，160例中8例（5%）であった．これらの事例がトラブルに至るのは，ほとんどがlapseによるものである．しかし，その背後には無理な意図の形成が存在する．現象としては，転落や窒息など，大掛かりなトラブルが多い．

b. 対象に着目した後に意図形成

ある対象に目を留めてはじめて行動の意図が形成される場合であり，131例（82%）であった．この例は非常に多いことと派生型も多いことから，次項に詳述する．

c. 意図が明確でない場合

ある行動中に突然大声をあげたり飛び上がったり，あるいはものを振り回したりというように，明確な意図を持たない突発的な行動である．今回は2例が存在したが，行動が突発的なだけに，周囲に危険をもたらしたり，迷惑を掛けたりするようなトラブルであった．

d. 当該行動に意図を持たない場合

例えば玄関ポーチで足を踏み外し転落，等のようなlapse事例である．当事者にとっては突然降りかかるトラブルのため，大けがに繋がることが多い．今回は19例（約12%）であった．

6. 対象に着目してから意図形成を行う場合の行動

今回の事例の約8割が，対象に着目した後に意図形成を行う事例であった．これらは意図の形成自体に問題があるものが多く，大きく3つのカテゴリーに分類できる．1つめは，**その後の行動には問題はないが誤った意図の下で行動が実行されるためにトラブルに発展する**場合，2つめは，キッチンで包丁を発見し，手にしようとするが取り損ねて落下させ足に刺さるという例のように意図形成後の**行動（の実行）に問題がある**場合，3つめは，風呂桶の中におもちゃが浮いているのに目を付け，取ろうとして身を乗り出すものの滑って転落するという例のように，**接近行動に問題がある**場合である．

また派生型もいくつか存在し，1つめは，例えばポットに着目し接近，さらに給湯ボタンを発見しボタンを押すも熱湯がでてきてやけど，というように，**接近行動中に意図の詳細化あるいは新たな意図形成が行われる**場合，2つめは，例えば財布を発見して触っているうちに開き，中の紙幣を発見，取り出し切り裂く，というように，**当初の目的行動を遂行中に新たな対象を発見し，それに対する行動の意図が形成される**場合，3つめは，バケツを発見し接近，丁度良い踏み台とばかりに乗ろうとするも転落，というように，**接近行動中に形成された新たな意図の下における行動に問題がある**場合である．

7. 幼児行動と児童期以降の行動の違い

今回の事例によれば，幼児行動がトラブルにつながる場合の多くは対象に着目した後に意図形成が行われる場合で形成される意図そのものに問題がある場合が多かったが，児童期以降になると，行動には意図形成ありきである場合が多くなり，対象を見てから何をすべきか考えることは少なくなる．したがって，先行研究でも指摘されていることであるが，幼児行動は場当たり的であると捉えられる要因はこの違いにあると考えられよう．

ところで，このような幼児行動に起因するトラブルを防ぐには，例えば単に対象を安全設計にするなどのように現象のみに対策をたてるのではなく，幼児はなぜ対象に着目するのか，なぜ当該行動を目的とした意図を形成するのか，あるいはなぜ接近行動を失敗してしまうのか等，行動の流れの上流部に着目した対策が必要となる．したがって，これらを誘発する要因を検討することが，次のステップとなる．

8. まとめと課題

今回行った分析および検討はあくまでも雑誌のコラムからのものである．しかし，いつ，何をするか判らない幼児の行動を把握する上では貴重な情報源であったと考える．今後は，雑誌の分析に加え，例えば児童公園における母親や，幼稚園・保育園の保母等にインタビューを行う等，幼児行動事例を増やし，分析・検討に活かしたい．

C1-4-4

要介護高齢者の歩行能力評価指標の確立

○木下慶（横浜国大院）、高田一、松浦慶総（横浜国大）、滝沢茂男（バイオフィリア研究所）

Establishment of Gait Evaluation Indexes for Nursing Necessary Senior Citizen

Kei KINOSHITA, Hajime TAKADA, Yoshifusa MATSUURA (Yokohama National University)
Shigeo TAKIZAWA (Institute of Biophilia Inc)

1．研究背景・目的

2006 年，日本における 65 歳以上の高齢者人口の割合は 20.04%[1]に達し，超高齢社会は目前に迫っている．

高齢者の増加により，医療保険・社会保障制度など問題は多くなり，福祉制度の持続可能性を揺るがしかねない状況である．

そこで，高齢者の自立を支援して要介護高齢者を減少させることが重要な課題となっているが，リハビリは理学療法士の定性的な判断の基で実施されているため回復度の明確化が難しい．よって OJT により理学療法士各人が学び，熟練の経験を求められる．

本研究ではリハビリプログラムの中でも平行棒内で行われる歩行訓練に着目する．理学療法士による定性的な判断と歩行データを基に歩行能力評価指標を確立する．この歩行能力評価指標を基に要介護高齢者が使用可能な歩行補助具を提案することを目的とする．

2．実験方法

2－1．実験装置

歩行を定量化する実験装置として，Fig.1 に示す床反力計を用いた．この床反力計を平行棒内に 2 枚設置し，全長 2m とした．

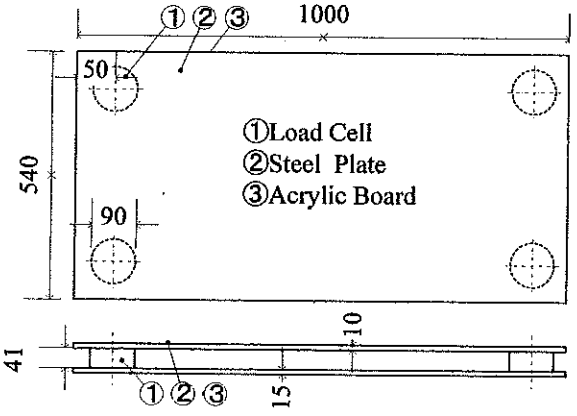


Fig.1　Structure of the Force Plate

本研究で対象としている要介護高齢者は歩行能力が低く，従来の研究で主流となっている踏み分けを要する床反力計では測定が困難である．そこで踏み分ける必要のない床反力計を独自に製作し，データ処理時に左右の判別を行うこととした．

また，歩行中の筋活動を計測するため筋電計を用いた．大腿直筋・ヒラメ筋・前脛骨筋・腓腹筋の 4CH の筋活動を各脚測定した．

2－2．実験方法

被験者には，平行棒内に設置した床反力計の上を従来の訓練通り歩いてもらう．普段装具を使用している片麻痺被験者には，装具をはずした状態で歩行訓練を実施した．訓練で行われている歩行の種類には前歩き・後歩き・横歩きがある．

歩行訓練終了後に，理学療法士へ歩行能力を評価するアンケートを実施した．安定性・離床性など臨床的分析手法として重症度の判断に有効とされている 9 項目を 7 段階で評価してもらう．

被験者数は麻痺のない被験者が 13 名(男性 4 名，女性 9 名　平均年齢 71 歳)，片麻痺のある被験者が 12 名(男性 7 名，女性 5 名　平均年齢 69 歳)である．解析は麻痺の有無で分けて行う．

3．実験結果

3－1．歩行補助具とアンケートの関係

理学療法士に実施したアンケート項目を主成分分析し，歩行補助具(独歩・杖または松葉杖・歩行器・平行棒)との関係を得た．

アンケートは 9 項目用意したが，評価に相関の高い(決定係数 0.8 以上)項目の組み合わせが 3 組あったためこれらをまとめ，{安定性・持久性・リズム性・支持性・離床性・衝撃性}の全 6 項目とした．

主成分分析より寄与率 85.3%を誇る第 1 主成分を歩行能力と判断した．歩行能力の一番低い被験者が 0 点となるよう補正した歩行能力得点により片麻痺被験者を順位付けしたものを Fig.2 に示す．

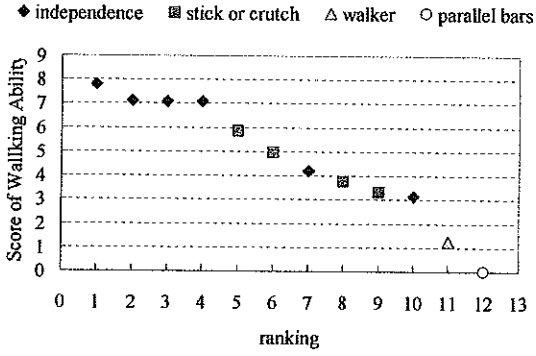


Fig.2　Score of Walking Ability

Fig.2 よりアンケート評価から導かれる歩行能力得点により被験者が使用できる歩行補助具を概ね判断できることがわかる．麻痺のない被験者においても同様の傾向が確認できた．

3－2．アンケートと歩行パラメータの関係

床反力計により得られる歩行パラメータには，時間因子・距離因子・力因子がある．出力データの例として，前歩き時の床反力作用点の軌跡をFig.3 に示す．横軸が進行方向距離，縦軸が左右方向距離となっている．

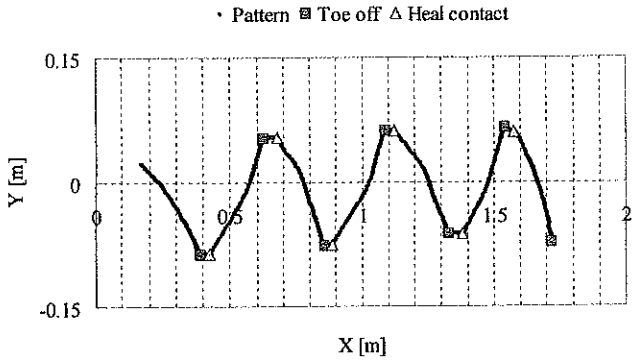


Fig.3　Pattern of the Force Action Point

床反力作用点軌跡より Fig.3 の例では，右→左→右と歩いていることがわかる．歩行パラメータは図中に示した爪先離地点(Toe off)と踵接地点(Heal contact)を抽出することで得ることができる．

歩行パラメータとアンケートの決定係数を算出した結果，例えば片麻痺患者の安定性評価は前歩き時の患側単脚支持率(単脚期/(単脚期+両脚期))と相関が高いことがわかった(Fig.4)．同様に，麻痺なし患者と片麻痺患者の各々アンケート 6 項目について，評価するのに有効である歩行パラメータを得ることができた．

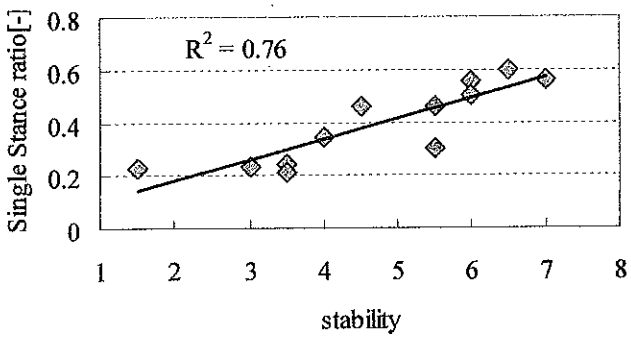


Fig.4 Relation between Single Stance ratio (affected side) and stability

3－3．パラメータと筋電位の関係

筋電位データの例として，右麻痺被験者の右脚筋電位を整流化した後 0.1 秒区間ごとに IEMG(積分筋電位)を算出したものと，左右方向の床反力作用点位置の関係を Fig.5 に示す．

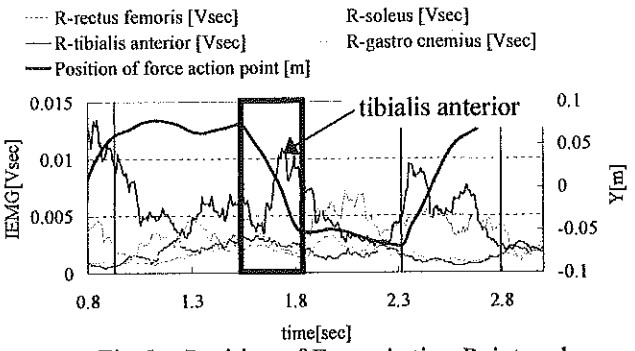


Fig.5　Position of Force Action Point and Right leg (affected side) IEMG

前述したとおり，片麻痺患者の安定性は前歩き患側単脚支持率と強い相関を持っている．単脚支持を安定して行うために筋活動はどのように行われているのか解析した．その際 IEMG 比という指標を用いた．IEMG 比は，各支持期における 4CH の総 IEMG に対する各 CH の IEMG の割合を示すものであり，筋の使用度合いを知ることができる．IEMG 比を用いた解析の結果，両脚支持期(Fig5 太枠)における前脛骨筋(tibialis anterior)の IEMG 比が高い被験者ほど，単脚支持期が長くなることがわかった．

これは，前脛骨筋に力を入れることで下腿前面を強固なものにし，単脚への重心移動に備えることができているためだと考えられる．

前脛骨筋に十分に力を入れることができない被験者は単脚で身体を支持するのが困難であり，単脚期が短くなる．

このように，筋活動を歩行と同時に解析することにより歩行のメカニズムに対する理解がより深まる．

4．まとめ

定性的であった理学療法士の歩行能力評価を，理学療法士へのアンケートと自作の床反力計による歩行計測によって定量的にすることが可能となった．

且つ，主成分分析によって総合的な歩行能力を算出することで，要介護高齢者が使用可能な歩行補助具(独歩・杖または松葉杖・歩行器・平行棒)を提案することができる．

また，歩行中の下肢筋電位を測定することにより歩行能力評価指標となっているパラメータ(例えば，片麻痺患者の安定性評価ならば前歩きにおける患側単脚支持率が指標となる)を歩行のメカニズムという観点からも考察できるようになった．

参考文献

(1)2006 年度版　高齢社会白書
(2)土屋和夫　「臨床歩行分析入門」　医歯薬出版株式会社
(3)窪田俊夫・山崎信寿　「歩行分析データ活用マニュアル –床反力編-」　てらぺいあ

D1-1-1

予測制御の難易度と ERP の関係

○庄子洋平[1]，小林大二[2]，山本栄[1]
[1]東京理科大学工学部，　[2]日本橋学館大学人文経営学部

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

Yohei SHOJI[1], Daiji KOBAYASHI[2] and Sakae YAMAMOTO[1]
[1]Tokyo University of Science, [2]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),3)]．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多く行われている．しかし，予測制御時の操作者の精神状態が大きくパフォーマンスに関係すると思われる．そこで，平間の先行研究では，人間の情報処理を反映する脳波を通して予測制御の評価を行っている．平間は，脳波の中でも特に，事象関連電位(Event-Related Potential, ERP)を用いて予測制御を評価している．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．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．平間の先行研究では，ERP を用いて予測制御を評価した結果，予測制御時に予測を反映する波形が発生することがわかった．本研究では，その予測を反映する ERP と予測制御の難易度の関係について明らかにすることとする．

2．目的

実験コースの難易度，時定数の大きさの変化による予測制御の難易度と予測を反映する ERP の関係について明らかにする．

3．方法

本研究では，平間の先行研究同様，遅れの大きい系を実験用に再現するため，大型船舶であるタンカーの動特性を単純化した「タンカーゲーム」を用いて実験を行った．測定項目は，脳波，眼球運動，アンケートの 3 つとした．

課題遂行時の脳波は，被験者に装着した EEG 電極を通して脳波計(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 1,000(Hz)，時定数 1(sec)，高域遮断フィルタ 30(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（タッチパネルシステムズ製２１型タッチモニター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，最終的にゴールへ導くよう指示した．タンカーのスピードは 4.5mm/sec とした．

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ー信号を記録した．

被験者は，22 歳～24 歳の男子大学生 8 人とした．また，被験者からは事前にインフォームド・コンセントを得た．

被験者には，指示線に沿うように制御するよう教示した．

平間の先行研究では，時定数 1.5 秒(システム上最小の遅れ)と時定数 4.5 秒(遅れあり)を

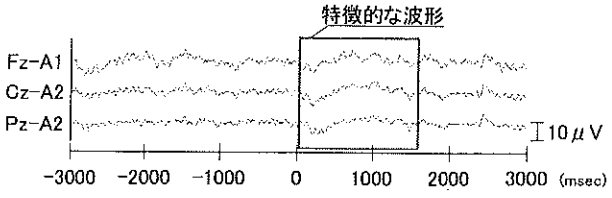


図 1　予測を反映した ERP

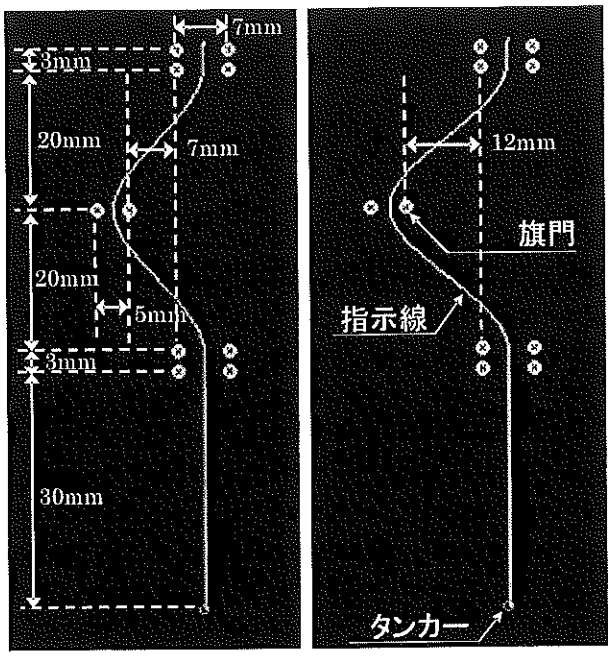


図 2　実験コース 1(左), 2(右)

表 1　実験条件

実験条件		実験コース	
		1(易しい)	2(難しい)
時定数	4.5秒	制御可	ぎりぎり制御可
	6.0秒	ぎりぎり制御可	制御困難

50回ずつランダムに100回繰り返し試行を行い，ハンドル操作時点を基点として加算平均している．その結果，時定数 4.5 秒では，特徴的な波形が見られた(図 1)が，時定数 1.5 秒では，見られなかった．

そこで，これが予測を反映して生じる波形であると考えて，本研究では，遅れの大きさの大小(時定数 4.5 秒，6.0 秒)，実験コースの難易度(図 2)の 2 つの因子を変化させて，予測の難易度と ERP との関係を明らかにすることとした(表 1)．

4．結果

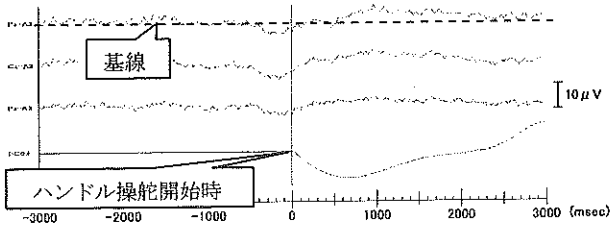


図 3　加算平均波形

加算平均をするための基点は平間の先行研究同様，ハンドル操作開始時点とした(図 3)．解析区間は，基点から 3000(msec)前の時点から 3000(msec)後の時点までの 6000(msec)とした．その結果，タンカーゲームの条件が実験コース 1 で時定数 4.5 秒，時定数 6.0 秒，実験コース 2 で時定数 4.5 秒，時定数 6.0 秒全ての条件において先行研究同様の予測を反映する特徴的

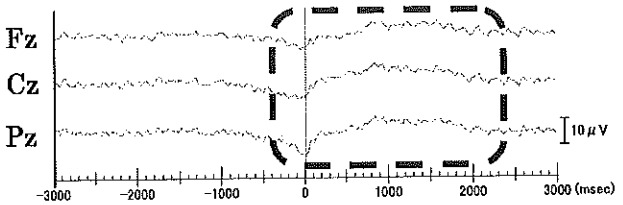


図 4　被験者 A，実験コース 1 時定数 12 秒の波形

な波形が見られた(図 4)．そこで，これらの波形の詳細を解析することにした．解析に用いる項目は，加算波形の基線からの陰性方向へのずれの面積，最大電位，潜時の 3 項目とした．

その結果，加算波形の基線からの陰性方向へのずれの面積、最大電位は，ともにタンカーゲームの条件が実験コース 2、時定数 6.0 秒の場合，他の条件よりも大きくなった．また，潜時に関しては，実験コース 1 の時定数 4.5 秒と 6.0 秒，実験コース 2 の時定数 4.5 秒と 6.0 秒についてそれぞれ比較した結果，時定数が大きいほうが潜時が遅れる傾向が見られた．

5．考察

最も制御することが困難な条件である，実験コース 2，時定数 6.0 秒の条件において，加算波形の基線からの陰性方向へのずれの面積と最大電位が他の条件より大きくなった．このことより，制御が困難になることによって，予測を反映する波形はより強く陰性方向に発生するのではないかと考えられる．また，時定数が大きくなると潜時が遅れることより，遅れが大きいほど，予測制御時の脳内の情報処理も遅れるのではないかと考えられる．

6．まとめ

実験コースの難易度，時定数の大きさの違いによる予測制御の難易度の違いが，予測を反映する波形に影響を与えることがわかった．

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) 林喜男:「タンカー・シミュレーションを用いた人間の制御動作(第 2 報)」, 日本人間工学第 19 回大会講演論文集, pp23-24, 1978
3) 丹羽真一, 鶴紀子 編著:「事象関連電位」, 新興医学出版社, 1997.
4) 大山毅:「手動制御系における予測情報の効果」, 人間工学, Vol. 29, No. 5, pp313-319, 1993.

連絡先
〒102-0073 東京都千代田区九段北 1-14-6
東京理科大学工学部経営工学科　山本研究室
庄子洋平　mail:shoji@hci.ms.kagu.tus.ac.jp

D1-1-2

数字ストループ課題間の待ち時間における脳波の検討

○ 長谷川裕久*、竹原直紀*、早坂明哲**、木村達洋*、岡本克郎*、山崎清之*
*東海大学開発工学部、**岩手県立大学大学院

A study on EEG in inter-stimulus intervals of figure stroop tasks

Hirohisa Hasegawa, Naoki Takehara, Yoshiaki Hayasaka, Tatsuhiro Kimura
Katsuro Okamoto and Kiyoyuki Yamazaki
(*Dept. of Bio-Medical Engineering, Tokai Univ., **Graduate School, Iwate Prefectural Univ.)

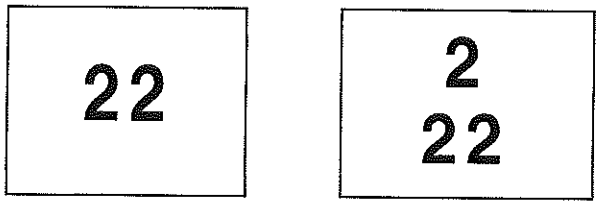
1. はじめに

ストループ効果は、例えば、色名単語とその表示色を一致させた場合と不一致の場合で、単語の読みに要する反応時間が異なり、不一致で遅延を生じる現象をさす[1]。本研究で用いた数字ストループ課題は数字と表示個数が一致した場合と不一致の場合とで個数を答えさせるものであり、色名テストよりも反応時間が短く、個人差も少ない方法である。我々はこの課題を用い、概念処理に干渉が生じる課題解決事態での脳波の解析を試みた。

一定の難易度を有する課題解決時には、脳波のうち4から7Hz程度のθ成分が、前頭部を中心に観察されることが知られている[2]。この現象を利用して、脳波による内的処理負担の客観的評価への応用可能性について検討した。

2. 実験方法

健常男子大学生4名を被験者とした。脳波用シールドルームに設置したパーソナルコンピュータの前に被験者を座らせ、以下の課題を課した。2から5までの数字をランダムな順序でそれぞれ2個から5個までのいずれかの個数でスクリーンに表示し、被験者に数字が何個あるかをキー押しにより答えさせた。例えば、“2”という数字が2個の場合は一致条件、3個の場合は不一致条件、のように、数字と個数により分類し、それぞれの条件での反応時間を記録した。被験者には課題について、(1) 正確に行うこと、(正確条件) (2) できるだけ速く反応すること、(スピード条件) の2種類の指示を行い、それぞれのデータを記録した。課題遂行中の脳波は国際基準に基づき、Fp1, Fp2, F3, F4, Fz, C3, C4, O1およびO2から、耳朶を基準として単極導出し、デジタルデータレコーダ(TEAC:DRM3)に記録した。脳波のサンプリング周波数は100 Hz, 量子化精度は14bitである。数字ストループ刺激提示インターバル (3秒間) の脳波を切り出してFFTによりパワースペクトルを計算し、θ帯域の相対パワーを実験条件間で比較した。



“2”が2個表示されれば一致条件、3個で不一致条件である。“5”についても同様。

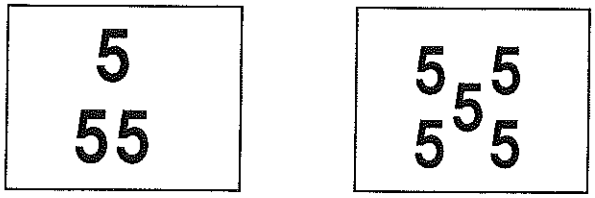


Fig. 1 Examples of the Stroop stimuli

3.結果と考察

Fig. 2 にストループ効果の例を示した。すべての被験者で不一致条件での反応時間の遅延が認められ、スピードを優先する指示において、相対的な短縮がみられた。Fig. 3は、4名の被験者について Fz, F3, F4 における脳波のパワースペクトルのθ成分の割合を示したものである。正確さを優先した場合にスピード優先の場合よりもθ成分が大きかった。部位間では、有意な傾向は認められなかった。

θ波は通常軽睡眠時にも観察される成分であるが、前頭部では覚醒時に課題解決事態で出現することが知られている[2],[3]。特に前頭中心部で観察されるものはfmθとよばれ、思考過程との関連が研究されてきた。

本実験では数字ストループ課題により、内的に生じる認知的干渉が負荷となっており、この処理に伴ってθ成分が増大したものと考えられる。しかし、Fzに特異的に高振幅ではなかったため、典型的なFmθのパタンとは言えない。

本研究で用いた数字ストループ課題は、数字の配置を見たときに自動的に生じる数のイメージと、実際の数との差異が干渉を生じて反応時間を遅延させる効果をもっている。スピード条件はこれに意図的に抵抗するモチベーションを強化するために設定した。しかし、Fig.3 で示すように、正確条件のほうがスピード条件よりもθ成分が大きく、間違いなく回答するための、内的処理における負荷が大きいことが推察された。

脳波のθ成分の振幅は、内的処理に対する負荷の指標としての可能性が考えられる。

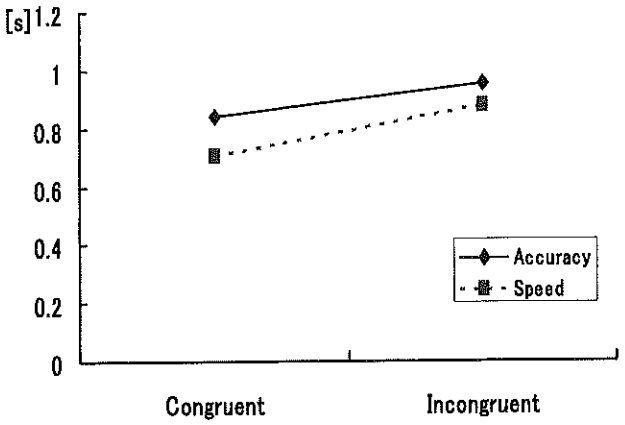


Fig.2 Stroop effect in reaction time

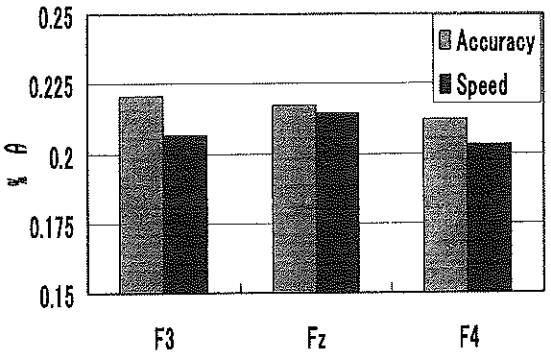


Fig. 3 Parcentage of θ component in each region

4. 文 献

(1) Stroop, J R: Studies of interference in serial verbal reaction. J Exp. Psychol. 18, 643-662, 1935

(2)石原他：精神活動と脳波活動について、臨床脳波、12、102-108, 1970

(3)早坂他：高品質ネットワーク環境創生に向けた生理心理学的評価手法に関する研究、DICOMOシンポジウム論文集 Vol.2005, No.6, 741-744, 2005

D1-1-3

聴覚刺激に対する脳波リズムの応答

○児玉晃，大窪佳信，山口典子，遠藤順一，坂口行成，佐光興亜（東海大学電子情報学部情報科学科）

A Research on the EEG Rhythms Evoked by Auditory Stimulation

Akira Kodama, Yosinobu Okubo, Noriko Yamaguchi, Jyunichi Endo, Michinari Sakaguchi and Okitsugu Sako
(Department of Human and Information Science, Tokai University)

1. はじめに

空気振動として与えられる音波は、人間の音センサー部である耳の複雑な構造を経て、側頭上部に位置する一次聴覚野へと送られ、更に二次聴覚野において記憶や意識と統合され、同定・認識される。その過程において、脳に内在する固有リズム（α波:8.0～13[Hz]、θ波 4.0～7.0[Hz]）が様々な応答を示すものと考えられる。

本研究では、一定のリズムをもつクリック音、カオス的周期変動を示す水琴窟音および広範囲にわたる周波数ゆらぎと強度ゆらぎを含む音楽を聴覚刺激として与えたときの感情応答が脳波に内在する固有リズムの強度変化および脳波のスペクトルパターンの変化に、どのように反映されるかを定量的に評価し、異なる聴覚刺激が脳の活動におよぼす効果について検討する。

2. 実験方法

被験者は、20歳代の健康な男女を採用した。測定は、シールドルーム内で安静座位状態にて行った。脳波は、開眼状態で皿電極を用いて双極誘導法にて測定した。測定部位は、左右側頭葉（C4-T4、C3-T3）および前頭葉（Cz-Fz）の3カ所とした。測定した信号は、ポリグラフシステムを使用してフィルタリングおよび増幅した後に、サンプリング周波数1kHzでデジタルデータレコーダーに記録した。聴覚刺激は、再生装置に取り付けたヘッドホンを用いて与えた。

2-1. クリック音、水琴窟音および音楽を用いた実験

クリック音は、周波数4.0[kHz]（遅延100[ms]）の刺激音を音圧70[dB]で1.0[sec]間隔で発信した。水琴窟音は、予め数分間の水琴窟の音が収録されたCDを再生した。音楽は、チェロによって演奏されたドビュッシーの「ベルガマスク組曲・月の光」という曲を選択した。水琴窟音および音楽の音量は、被験者が不快に感じない程度に設定した。測定時間は、音刺激前を3[min]、音刺激を3[min]（音楽は5[min]）、音刺激後を6[min]の合計12[min]（音楽は14[min]）に設定し、連続的に測定した。

2-2. 解析手法

脳波の解析は、測定データを100[Hz]で再サンプリングした後にデータ窓30[sec]で切断した時系列データを用いて行った。切り出した時系列データからは、0.5～45[Hz]のバンドパスフィルターにかけた後に高速フーリエ変換法を用いてパワースペクトル密度を求めた。脳波のリズム成分であるα波（8.0～13[Hz]）およびθ波（4.0～7.0[Hz]）の強度は、脳波のパワースペクトル密度から各リズム成分の周波数帯域に対応する面積を計算して求めた。

3. 結果

クリック音と水琴窟音による聴覚刺激を与えたときのα波リズムとθ波リズム成分の平均強度の経時変化（刺激前、刺激中、刺激後1、刺激後2）をそれぞれFig.1およびFig.2に示してある。ここで、各平均強度の値は刺激前の値が1になるように正規化してある。

3-1. クリック音による刺激の結果

Fig.1(a)は、左側頭葉（C3-T3）で測定した脳波より求めたα波およびθ波成分の強度変化を表している。各リズム成分の強度は、刺激前と比較して刺激中から減少し、刺激後1および刺激後2においても減少が続いていた。右側頭葉（C4-T4）の結果は、刺激前に比べて刺激中および刺激後1で減少が見られたが、左側頭葉の結果と比べ有意な差はなかった。Fig.1(b)は、前頭葉（Cz-Fz）で測定した脳波のリズム成分の強度変化を表している。左側頭葉と同様に前頭葉においてもα波およびθ波成分の強度は、刺激中から刺激後1、刺激後2にかけて減少していた。

3-2. 水琴窟音による刺激の結果

Fig.2(a)は、左側頭葉で測定したα波およびθ波の強度変化を表している。α波の強度は、刺激前と比較して刺激中に約20%の増加が見られた。刺激後1および刺激後2においても刺激中と同程度の増大が続いていた。θ波の強度は、刺激中から増加し始め、刺激後1でやや増大し、刺激後2では刺激中と同程度になった。右側頭葉の結果も左側頭葉と同様の傾向が見られた。Fig.2(b)は、前頭葉で測定したα波およびθ波の強度変化を表している。α波の強度は、刺激中に約40%ほど増大し、刺激後1および刺激後2においてもそのまま増大していた。θ波の強度は、刺激前と比較して刺激中に減少し、刺激後1および刺激後2においても刺激前の強度を上回ることはなく減少していた。

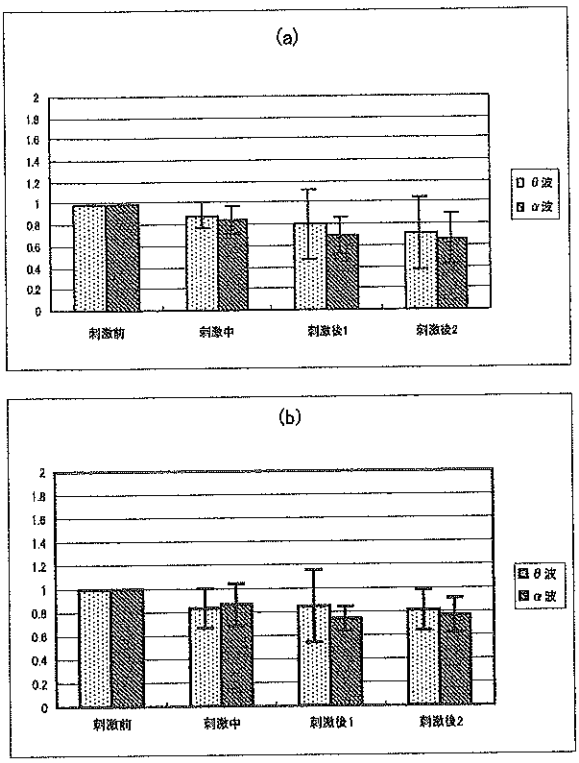


Fig.1 クリック音による聴覚刺激を与えた場合のα波およびθ波成分の平均強度の経時変化のグラフ。(a)左側頭葉(C3-T3)、(b)前頭葉(Cz-Fz)。

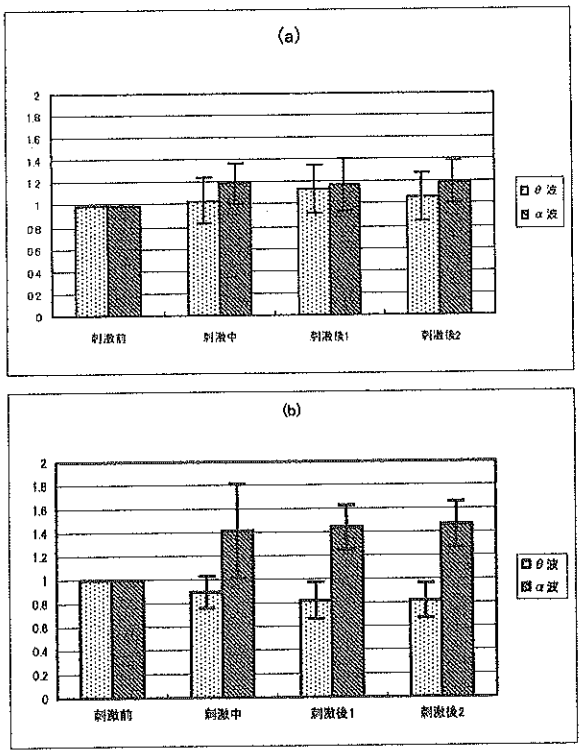


Fig.2 水琴窟音による聴覚刺激を与えた場合のα波およびθ波成分の平均強度の経時変化のグラフ。(a)左側頭葉(C3-T3)、(b)前頭葉(Cz-Fz)。

3-3. 音楽による刺激の結果

α波とθ波の平均強度の経時変化は水琴窟音におけるのと類似の結果を示した。

4. 考察

Fig.1 のグラフは、クリック音の刺激によって脳波のα波およびθ波成分が刺激中から刺激後にかけて減少することを示した。α波リズムが減少するのは、一定の周期で繰り返す規則的で単調な刺激に対する不快な感情応答の結果であると考えられる。

Fig.2 のグラフは、刺激中から刺激後にかけてα波成分の強度が増大することを表している。一方、θ波成分の強度に関しては左右両側頭葉において刺激中から刺激後にかけての増大が確認できるが、前頭葉においては減少傾向を示した。

水琴窟は、瓶の底に水を張り、上から水滴をしたたらし、水滴が水面に衝突した際に発生する音が瓶の空洞の中で反響して琴の音色のように聞こえる装置である。水道の蛇口からしたたり落ちる水滴の流体力学的挙動は非線形ダイナミクスであり、落下する水滴の間隔はカオス的変動を示す[1]。従って水琴窟音による聴覚刺激間隔もまたカオス的であると考えられる。脳はとりわけ非線形システムであり、その活動を反映する脳波はきわめて不規則に変動するが、雑音ではなく、カオス的特徴を有する準決定論的信号である[2][3]。水琴窟においてカオス的に変動する間隔で発生する音により、カオス的活動を示す脳に対して聴覚刺激を与えたときの脳の心地よい感情応答として、α波リズムの強度が顕著に増大したものと考えられる。左側頭葉におけるθ波リズムの増大は、カオス的間隔で発生する水琴窟音時系列において、次の水琴窟音の出現に対する注意の集中や期待のような複雑な機能に関与しているのかもしれない。

音楽の構造は、クリック音や水琴窟音に比べきわめて複雑であり、広範囲にわたる周波数ゆらぎと強度ゆらぎを含む。音楽を聴くことによって得られる感情応答は、個性、興味、教育、文化など多くの因子によって決定されるきわめて個人的な応答である。しかし、本実験の結果は、音楽刺激もまた水琴窟音と同様の感情応答を示した。

引用文献

1) J. P. Crutchfield, J. D. Farmer, N. H. Parkard and R. S. Shaw:" Chaos" ;Sci. Amer. 245, 46-57 (1986)
2) E. Basar:" Brain Function and Oscillations I: Brain Oscillations. Principles and Approaches" ;Springer-Verlag Berlin Heidelberg (1998)
3) B. J. West:" Fractal Physiology and Chaos in Medicine" ;World Scientific Pub. Co. (1990)

研究代表者氏名・連絡先
遠藤順一
〒259-1292 平塚市北金目 1117
東海大学電子情報学部情報科学科
電話 0463-58-1211 (内線：4133、4129)
E-mail : endoj@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

D1-1-4

事象関連電位法による睡眠中の情報処理機構の推定

○冨田真一[1]，蔵淵要介[2]，横川智也[2]，木村篤[3]，斉藤泰彦[4]，小林敏孝[4]

[1]足利工業大学大学院 情報・生産工学専攻 [2]足利工業大学大学院 システム情報工学専攻
[3]足利工業大学 システム情報工学科 [4]足利工業大学付属睡眠科学センター

The estimation of the information processing during sleep by the use of event-related potentials

Shinichi TOMITA[1], Yosuke KURABUCHI[2], Tomoya YOKOKAWA[2],
Atsushi KIMURA[3], Yasuhiko SAITO[4], Toshinori KOBAYASHI[4]

[1]Information Science and Manufacturing Engineering,
Graduate School of Engineering, Ashikaga Institute of Technology
[2]Industrial and Information Systems Engineering,
Graduate School of Engineering, Ashikaga Institute of Technology
[3]Department of Industrial and Information Systems Engineering,
Ashikaga Institute of Technology
[4]Sleep Research Center, Ashikaga Institute of Technology

1．はじめに

睡眠は，誰もが日常的に体験する行為であり，古くから人々の興味の対象とされ，研究されてきた．最近では計測技術の進歩により一定した睡眠の測定や評価方法が得られ，より詳細な睡眠の研究が可能となった．それによると，一晩の睡眠状態は一様ではなく，脳が昼間の覚醒時と同様に活発に活動するレム睡眠とそうでないノンレム睡眠に大別される．また，ノンレム睡眠は，浅い睡眠である睡眠段階1から深い睡眠である睡眠段階4までの4段階に分類される．レム睡眠は睡眠中にも拘わらず脳が活発に活動していることから，昼間，学習した情報を整理するような情報処理を行っていると考えられている．

そこで，本研究では睡眠中の情報処理活動について探るため，外部聴覚刺激が脳内へ取り込まれるか否か，仮に取り込まれるとすれば，その刺激は脳内でどう処理されるかを検討した．そのために睡眠中の被験者に聴覚刺激を与え，その刺激に対する脳波反応を事象関連電位(ERPs)として測定し，この ERPs から脳内の情報処理機能の推定を試みた．ERPs とは，ある特定の刺激に対する情報処理が行われた時に，誘発される脳波反応のことで，この反応に含まれる各成分を分析することによって，脳の情報処理活動が推定できる．

2．実験方法

実験は，健常な男子大学生 10 名(平均 21.9 歳)に協力してもらい，4 日間(順応夜 2 夜，基準夜 1 夜，実験夜 1 夜)の夜間睡眠を，脳波，眼球運動，筋肉活動，心拍から成るポリソムノグラフ(PSG)で記録した．実験夜では，被験者就床後，イヤホンを通して聴覚刺激を提示した．また，提示した聴覚刺激の影響により，被験者の睡眠が阻害されないようにした．実験に用いた聴覚刺激は，60dB 2000Hz(deviant stimulus)と 45dB 1000Hz(standard stimulus)の純音から構成され，deviant stimulus を出現確率 20%の低頻度刺激としたオドボールパラダイムにした．刺激の出現間隔は，2 秒～4 秒のランダムにした．オドボールパラダイムとは，刺激の出現順序及び出現間隔をランダムとし，出現頻度の高い標準刺激(standard stimulus)と標準刺激から逸脱した出現頻度の低い刺激(deviant stimulus)を組み合わせた刺激の提示方法である．本来，この方法では，被験者に deviant stimulus の出現回数をカウントする行為などを要求するが，本研究では刺激に対する反応行為を求めていない．PSG による睡眠記録は，国際睡眠判定法(by Rechtshaffen and Kales)に基づき，睡眠の状態を視察判定した．聴覚刺激に対する脳波反応は，刺激及び睡眠段階別に加算平均処理した．また，全被験者の脳波反応を群加算平均処理(ground averaging)することで，

より明確な ERPs を求めた．さらに，昼間の覚醒時と夜間の睡眠時の聴覚刺激に対する ERPs を比較するため，昼間，聴覚刺激に対する脳波反応も測定し，昼間の覚醒時と睡眠時の情報処理活動についての比較検討も行った．

3．結果

図１は，群加算平均処理により得られた頭皮上の正中中心部 Cz における ERPs である．ここでは，昼間の覚醒時(Wake)，夢見状態であるレム睡眠(SREM)，比較的浅い睡眠である睡眠段階2(S2)の ERPs を示してある．太線が deviant stimulus により得られた ERPs，細線が standard stimulus により得られた ERPs である．また，各 ERPs の縦軸が聴覚刺激を提示した時点及び振幅，横軸が時間を示している．振幅は，横軸より上方が陰性の成分，下方が陽性の成分を示している．各 ERPs の加算回数(N)は，各 ERPs の下に示してある．

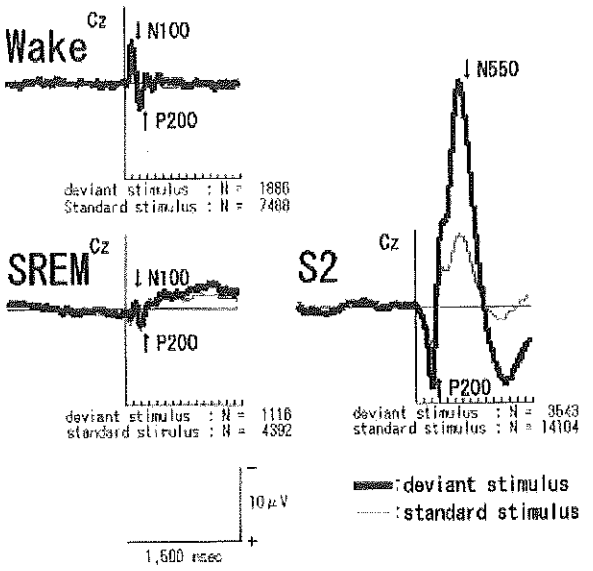


図１．　群加算平均処理済み ERPs (Cz)

各 ERPs について説明すると，Wake では，聴覚刺激提示後，100msec 経過付近に陰性成分 N100，200msec 経過付近に陽性成分 P200 が出現した．SREM では，刺激提示後，100msec 経過付近に微弱な陰性成分 N100，200msec 経過付近に微弱な陽性成分 P200 が認められた．S2 では，刺激提示後，陰性成分 N100 が出現せず，200msec 経過付近に大きな陽性成分 P200 が出現し，550msec 経過付近に大きな陰性成分 N550 が出現した．この N550 は，音圧の大きさに比例して，高振幅の陰性成分となった．

4．考察及びまとめ

得られた結果から，睡眠段階と聴覚刺激に対する ERPs の各成分との関係を表１にまとめた．N100 は，昼間の覚醒時，聴覚刺激が被験者に提示された時に必ず出現するもので，その振幅は強い刺激や被験者が刺激に対して特に注意を払った場合，増幅すると報告されている．[1] このことから，N100 は刺激に対する注意の度合いを示す成分と考えられる．P200 は，今までであまり議論されていない成分であるが，昼間の ERPs を測定する際，軽度の眠気を訴えた者や入眠してしまった者に，この P200 が認められた．そのため P200 は眠気の度合いを示す成分の可能性がある．[2] N550 は，昼間の覚醒時には出現しない成分であり，睡眠特有の反応である．また，この N550 は睡眠段階 2 に出現する K 複合波と同様の波形であるが，本研究では両波形が同質か否かは判断できない．

以上のことから，N100 は外部刺激に対する注意の程度，P200 は眠気の程度を示す成分と考えられる．REM 睡眠は，N100 が非常に低振幅であるため，聴覚刺激に対する注意力が著しく低下した状態と考えられる．睡眠段階 2 は，N100 が出現しないことから，昼間の覚醒時やレム睡眠に見られる注意という精神生理学的な状態とは異質な刺激受容過程を持つ状態と考えられる．さらに，この睡眠段階に出現した高振幅の N550 について K 複合波と同質のものか否か判断できないが，聴覚刺激によって誘発されたものである．このように睡眠中の聴覚刺激に対する ERPs の反応特性から，昼間の覚醒時とレム睡眠は同質の外部刺激受容過程を持つことが推定される．これに対して，睡眠段階 2 では，睡眠特有の外部刺激受容過程を持ち，聴覚刺激によって，睡眠の質を大きく変化させることができる可能性があり，外部から刺激を与えることで睡眠の質を改善できるかもしれない．

表１．睡眠段階と各成分の関係

睡眠段階 / 成分	Wake	SREM	S2
N100	++	+	−
P200	++	+	+++
N550	−	−	+++

5．参考文献

1) Hillyard, S. A. Event-Related Brain Potentials and Selective attention to Different Modalities. Raven Press New York, 1984.

2) S. Tomita, O. Mandai, Y., Saito, T. Kobayashi. Effects Sound Environment on Sleep. The 3rd International Conference on Human Environment System. 2005 Sep:151-154.

D1-2-1

自動車運転時における累進屈折力眼鏡レンズの評価法

○森　峰生*，前田和城*，広瀬　悟**，畑田豊彦*,***
*東京眼鏡専門学校
**日産自動車株式会社 総合研究所 モビリティ研究所
***東京工芸大学 工学部

Evaluation method of the progressive addition lens as spectacles for the driving of a car

○ Mineo Mori*, Kazuki Maeda*, Satoru Hirose**, Toyohiko Hatada*,***
*Tokyo Optmetric College
**Nissan Research Center, Nissan Motor Co., Ltd.
***Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic University

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に，累進屈折録レンズを用いた眼鏡（以下「累進」と呼ぶ）が用いられることが多い．累進がＶＤＴ作業に使用されるときの作業姿勢や装用感についての評価は森ら[1-3]によって行われており，使用者が日常生活において使用する環境によって評価が高くなる累進が異なることが示唆されている．

自動車の運転においても，メータ類にとどまらず，ナビゲーションシステムなどに対して近方視が必要になる場面が多く，運転者にとって使いやすい累進の必要性がよりいっそう高まってくるものと考えられる．

本研究は，自動車運転における高齢者の視覚特性の評価方法の確立し，高齢者の視覚特性に適した情報表示装置の提示諸条件の指針を得ること，および自動車運転に適した老視用眼鏡レンズや CL 設計の方向性を定めることを目的として，手始めに，実験１によって単焦点レンズを用いた遠方視用の眼鏡では近方視の視認性が低下することを確認した．

しかし，文字･数字視標やランドルト環などを用いた視力測定では，網膜像がぼけていても視認できれば視力値として測定されてしまうと言う問題がある．そこで，「近方視においてボケが生じていなくて快適に使用できること」を評価するための視標を開発することを目指し，「３×３方形群視標」を試作して，実験２でその有用性を確かめた．

2．実験1（数字視標の短時間提示）

2-1．負荷

遠方視標として３ヶ所に継時的に２桁の乱数を提示して，数回に一度の割合で近方視標として２桁の乱数を同時に提示する．被験者はそれぞれの視標を順次出現するごとに注視して，表示された数字を口頭で答える．近方視標が提示されたときは，そちらの応答を優先させる．

2-2．視標提示条件

(a) 遠方視標

視標の種類と大きさ：２桁の乱数．文字高さは見込み角で 1.5[deg]．視距離：4.7m (0.213 D)．提示位置：上方約 2 度．左右に約 10 度（歩行者および対向車線の白線と車両を想定)．

(b) 近方視標

視標の種類と大きさ：２桁の乱数．文字高さは見込み角で 0.5[deg]．視距離：70cm (1.429 D)．提示位置：下方約 10 度．

(c) 視標提示時間および提示間隔の初期条件

提示時間：0.4 ～ 0.8[sec]．

提示間隔：1 ～ 3[sec]（ランダムに変動)

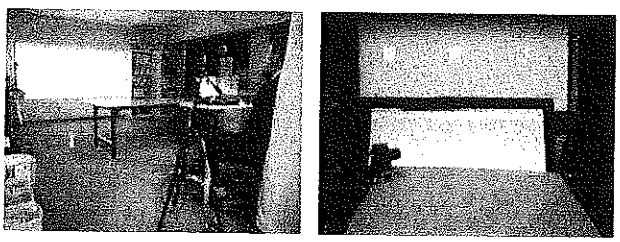


図1．実験の様子（左；全景，右；被験者から見た視標）

2-3．手順

(a) 1試行の時間：3[min]（遠方視標提示回数；90回程度，近方視標提示回数；十数回程度）．
(b) 見逃し率および誤答率の測定方法：数字視標の読みとり応答を口頭にて行わせ録音．同時に遠方および近方に提示している数字を録画して，見逃し率および誤答率を計数する．

2-4．結果および考察

図2に調節力が著しく低下している被験者TSにおける近方視標の正答率を示す．単焦点レンズを用いた遠方視用の眼鏡では，近方視標に対してピントを合わせるのが困難で，ぼけた像として数字を認識しているが，提示時間が短くなると判断しづらくなり正答率が低下した．

しかし，数字のように形状が判断しやすい視標では，観察者の調節状態および輻輳状態が正しく行われなくても，認識は比較的容易であり，観察者が感じる見づらさを正確に評価していないのではないかと考えられた．

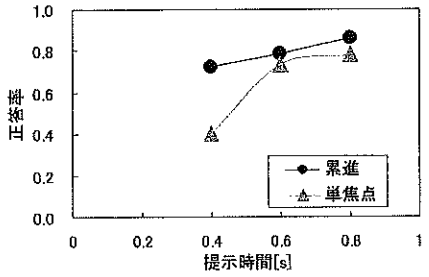


図2．視標提示時間と正答率の関係（被験者TSの例）

3．実験2（3×3方形群視標）

3-1．視標の構成

数字や文字視標，あるいはランドルト環やスネレン視標などを用いて視力検査を行うとき，たとえ視標がどんなにぼけて見えていても，一定の正答率が得られれば視力値として測定されてしまう．しかし，実験1で示したように提示時間が短くなったり，あるいはコントラストなどを低下させるなど，提示条件を変えれば正答率が下がる様子を測定することができるが，実際の使用形態，たとえば，「見ようと思えば見えるのだが，ボケなどにより煩わしい」という反応を測定しようとすると視標そのものが小さくなり困難である．

そこで，図3に示すような「3×3方形群視標」を試作した．これは9個の小さい正方形からなる視標を4個並べたもので，そのうちの3個において，小さい正方形を隔てている通路の一部が埋まっている．通路の幅は小さい正方形の1辺の十分の一になっている．この通路の幅の見込み角（分）の逆数をランドルト環と同様に視力値として表す．被験者の応答としては，通路がどこも埋まっていない3×3方形群が上下左右のどこにあるかを答える．

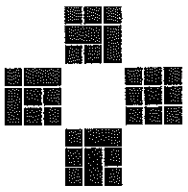


図3．3×3方形群視標の例

3-2．方法および結果

視標を5mおよび70cmの視距離にスライド投影して，近方視においてマイナスレンズを付加してピントが合わない状態を作り出して視力値を測定したところ，マイナスレンズにより網膜像もある程度縮小してしまっているが，ボケの程度に応じて視力値が低下する様子を測定できた．図4に被験者MMでの測定結果を示す．

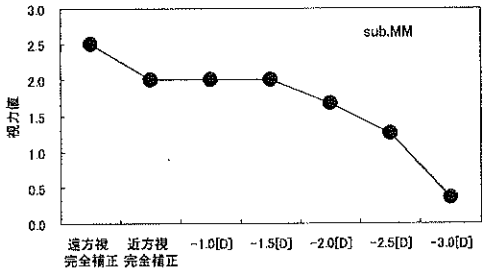


図4．老視をシミュレートした被験者MMにおける3×3方形群視標での視力測定値

4．結論

いわゆる「見づらい」状態を測定するには，視標提示時間を短くすることもある程度有効ではあるが，実験2で示したような高精細な視標を用いることも有効であることが示唆された．

文献

1) 森,溝内,金,畑田：ＶＤＴ作業用眼鏡としての累進屈折力レンズの検討，人間工学会第46回大会講演集，362-363，2005
2) 森：累進屈折力レンズを用いたＶＤＴ作業用眼鏡における姿勢の記録と装用感の評価，人間工学会関東支部第35回大会講演集，87-88，2005
3) 森：ＶＤＴ作業用眼鏡としての累進屈折力レンズの検討（第2報），人間工学会第47回大会講演集，430-431，2006

森 峰生：169-0073 新宿区百人町 2-26-10
東京眼鏡専門学校 Tel:03-3360-7046
m-mineo@toc.ac.jp

D1-2-2

自動車運転時における操作フィーリングの定量化

○大野雄矢（横浜国大院）、高田一、松浦慶総（横浜国大）

Quantification of Operation Feeling in Vehicle Driving

Yuya ONO, Hajime TAKADA, Yoshifusa MATSUURA (Yokohama National University)

1．はじめに

自動車開発において，ユーザニーズの多様化などにより，人間の感性に訴えかける性能の向上が重要になってきている．感性による車両性能開発では，操縦・安定性能や乗り心地性能などの研究がなされている[1]．また，予防安全性を向上させることにおいても，ドライバが意のままに車を操ることができ，精神的負荷が少ないといった性能を開発することは非常に重要である．

運転行動に伴う操作フィーリングの定量化に関する研究では，車両として測定可能なデータを用いた定量化は行われている[2]が，ドライバの操作や精神的負荷の評価が可能な生体反応を用いて，フィーリングを定量化した例は多くない．そこで，ドライバ操作や生体反応のような人間の反応に着目したデータを用いて，フィーリングを定量化する手法を検討することは重要であると考える．

本研究では，自動車運転行動に伴う感性的性能のなかでもブレーキフィーリングを取り上げ，ドライバ操作や生体反応といった人間の反応に着目した物理量を用いて，ブレーキフィーリングを定量的に評価することを目的とする．

2．実験方法

2－1．実験装置

実験装置は，Fig.1 に示すようなドライビングシミュレータおよび生理指標計測装置を用いた．

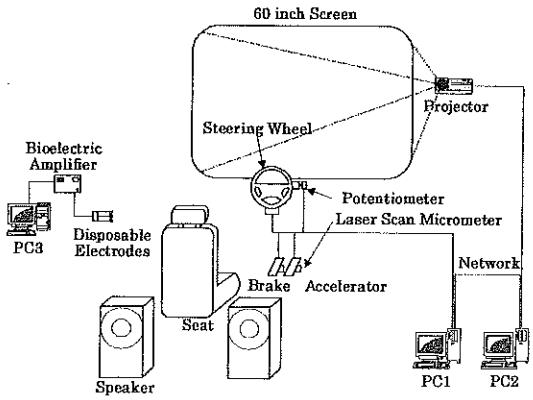


Fig.1　Experimental Apparatus

2－2．実験条件

実験条件として，ブレーキの効きの差をドライバに感じさせるため，ブレーキ減速度を設定した．ある実車を模擬した基準となるブレーキ減速度をドライビングシミュレータ上に設定し，この基準ブレーキ減速度(以下，ケースⅠ)に対して，効きが良いブレーキ減速度(ケースⅡ)と効きが悪いブレーキ減速度(ケースⅢ)をそれぞれ一つずつ設定した．効きが良いとは，効きが強く急ブレーキになることであり，効きが悪いとは，効きが弱く止まりにくいことと定義した．

2－3．実験方法

ドライビングシミュレータ上の走行コースとして，Fig.2 に示すような停止線や標識を設置した直線道路を用いた．

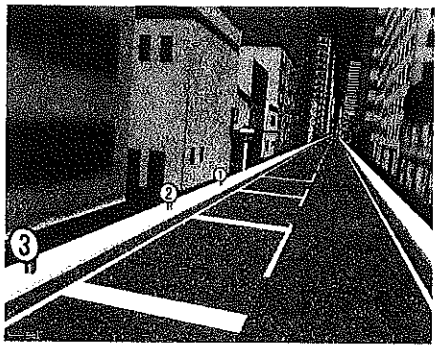


Fig.2　Straight Road of Driving Simulator

直線道路上において，ドライバがブレーキを踏み込み，車両を制動させるよう指示した．車は時速 30 ㎞の一定で走らせ，ドライバは毎回この速度から停止線で止まるようにブレーキを踏み込むこととした．

ケースⅠと予告なしで設定されるケースⅡ・ケースⅢのそれぞれにおいて，ドライバ操作（踏み込み量），生体反応（心電図）を測定した．また，主観評価値として，効きを変えた時にケースⅠと比較して，7 段階で効きの差をドライバに評価させた．

被験者は，運転免許を有する学生 6 名とした．

3．実験結果

3－1．ドライバ操作

ドライバ操作では，ブレーキフィーリング定量化指標として，踏み込み量の最大値と踏み込み速度を算出した．ケースⅠでは 10 回分，ケースⅡ・Ⅲではそれぞれ 8 回分のデータを用いて，これらの指標を説明変数，目的変数を主観評価値として，被験者ごとに重回帰分析を行った．分析結果の精度を表す決定係数 R^2 を Fig.3 に示す．

Fig.3 より，被験者 E や F のケースⅡを除いて，

決定係数の値がほぼ 0.5 以上と高く，分析精度の良い結果が得られた．

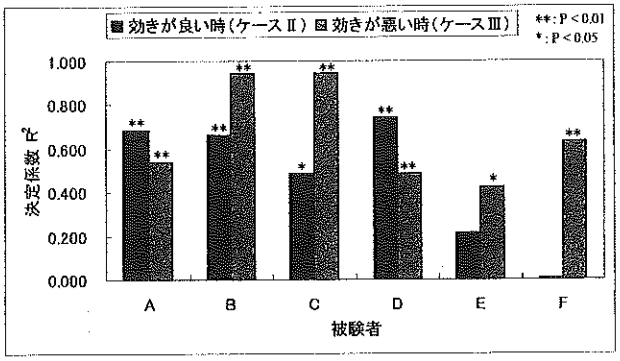


Fig.3　Coefficient of Determination

3－2．生体反応

生体反応では，実験によって得られた心電図波形から R 波を抽出した心拍数データ（不等時間間隔データ）を用いた．この心拍数データに対してリサンプリングをした後，ブレーキフィーリング定量化指標として，以下の各指標を算出した．

・HR 平均値
　ブレーキ踏み込み開始時（以下，開始時）から車両停止後 15 秒までの心拍数平均値．
・HR 増加量
　開始時から車両停止後 15 秒までの心拍数平均値と開始時から車両停止までの心拍数平均値との差分．
・HF
　ガボール関数を用いたウェーブレット変換を行い，0.15Hz～0.50Hz のパワーの総和を算出し，開始時から車両停止後 15 秒までを平均した値．
・LF/(LF+HF)
　ガボール関数を用いたウェーブレット変換を行い，0.04Hz～0.15Hz のパワーの総和を LF とした．LF と HF より LF/(LF+HF)を算出し，開始時から車両停止後 15 秒までを平均した値．

LF や HF を算出するための心拍変動に対する周波数解析では，FFT 法や AR 法が多く用いられている．しかし，これらの手法では心拍時系列データの数分程度は定常であることが必要となる．本研究では，ブレーキの効きの差に対する数秒から数十秒程度の心拍変動をターゲットとしているため，短時間の時間変化を解析できるウェーブレット変換を適用した．

以上の四指標を用いて，目的変数を主観評価値として，被験者ごとに重回帰分析を行った．分析結果の精度を表す決定係数 R^2 を Fig.4 に示す．

Fig.4 より，次のことがわかった．ケースⅡは，被験者 B と D を除いて P<0.05 を満たさず，決定係数も低かった．ケースⅢは，被験者 E を除いて決定係数 0.55 以上と高く，分析精度の良い結果が得られた．

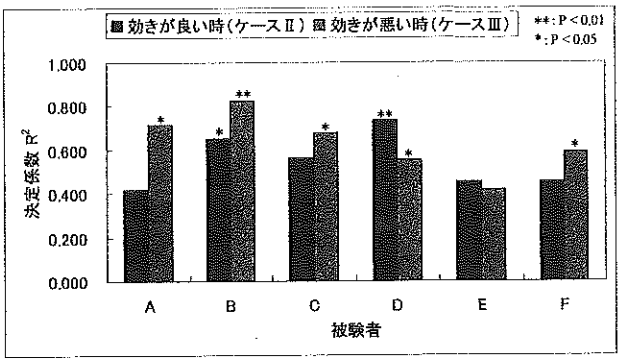


Fig.4　Coefficient of Determination

3－3．ブレーキフィーリング定量化式

ドライバ操作と生体反応における全てのブレーキフィーリング定量化指標を説明変数とし，目的変数を主観評価値にとり，被験者ごとに重回帰分析を行った．分析結果の精度を表す決定係数 R^2 を Fig.5 に示す．

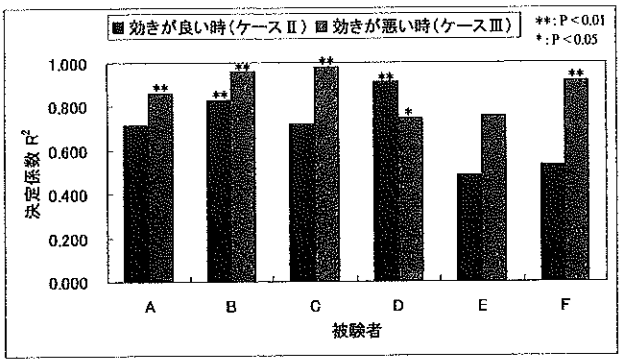


Fig.5　Coefficient of Determination

Fig.5 より，次のことがわかった．生体反応だけの結果と似たような傾向を示し，ケースⅡは被験者 B と D を除いて P<0.05 を満たさず，ケースⅢは，被験者 E を除いて P<0.05 を満たし決定係数 0.7 以上と高く，分析精度の良い結果が得られた．

ケースⅡに比べてケースⅢの分析精度が良いことは，効きが悪い時ほどドライバが精神的負荷を感じやすいためであると考える．

4．まとめ

人間の反応であるドライバ操作や生体反応を用いて，ブレーキフィーリングを定量化することを可能にした．特に，効きが悪い時の分析精度が良いということがわかった．

参考文献

(1)金子敏志・他２名，「感性に基づく車両運動性能評価」自動車技術 Vol.54, No.11 P.70-74
(2)佐藤廣幸・他３名，「ブレーキフィーリングという感性の定量化」自動車技術 Vol.52, No.4 P.57-61

D1-2-3

前走車追従における制動開始時の感性評価

○後藤　将和（芝浦工業大学大学院）
廣瀬　敏也（交通安全環境研究所）
春日　伸予，澤田　東一（芝浦工業大学）

Kansei Evaluation of Braking Start on Car Following

Masakazu GOTO（Shibaura Institute of Technology）
Toshiya HIROSE（National Traffic Safety and Environment Laboratory）
Nobuyo KASUGA and Toichi SAWADA（Shibaura Institute of Technology）

1. はじめに

開発が進められている自動運転システムにおける自動車の制動は，運転者が制御を行う能動的な状態（以下，Active状態）から，運転者が制御を行わず，システムが制御を行う受動的な状態（以下，Passive状態）になる．Passive状態における運転者の受容性と制御動作の関係を考慮せずに自動運転システムを構築することは，運転者に対して多くの不快感を与えると考えられる．

本研究は，制動動作の開始時におけるPassive状態での運転者の感性評価と車間距離，相対速度などの客観的な指標との関係を検討することを目的とする．

2. 運転者の受容性と感性

本研究における受容性とは，運転者に受け入れ易いように許容性や安全性などを配慮し，運転者の不信や過大な期待を招かないようにするため，システムがわかりやすく，扱いやすいことを示す．

また，感性とは物体や環境などに対して心の中に抱く感情やイメージのあるまとまった心的状態を示す．

3. 実験方法

実験はドライビングシミュレータを用い，高速道路を模擬した直線路で行う．

被験者が制動を行うActive状態をコンピュータに記録し，再現することをPassive状態とする．なお，Passive状態において，被験者は制動を行わず，模擬車両側が制動を行う．

被験者は表1に示す走行条件で前走車追従の後，減速する前走車に対し，表2に示す車間距離において提示される音を基に制動を開始する．このとき，被験者が行う制動動作はActive状態であり，Active状態における各被験者自身の制動のデータを再現することで，被験者をPassive状態にする．

感性評価はPassive状態についてのみ行う．自車両が制動を開始する車間距離（以下，制動開始距離）を基準に，被験者は制動開始時の感性についてSD法による主観的評価を行う．評価は，感性表現に近い言語である形容詞を用いる．本研究では，運転動作を形容，評価するのに適すると考えられる表3に示す7個の感性ワード[1]を使用した．図1に主観的評価で用いた尺度の例を示す．なお，被験者は21歳から25歳までの男性10名とし，試行回数は5回とした．

表1　走行条件

前走車の初速度 (km/h)	100
自車両の初速度 (km/h)	100
初期車間距離 (m)	100
前走車の減速度 (m/s^2)	1.5, 3.0

表2　音を提示する車間距離

車間距離 (m)	65,70,75,80,85,90

表3　感性ワード

安心感のある	理想的な	快適な
ゆとりのある	無理のない	安全な
信頼できる		

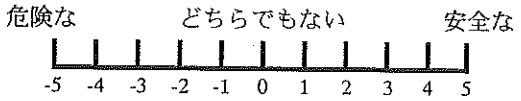


図1　主観的評価の尺度

4. 解析方法

制動動作において，運転者は，視覚情報として相対速度，車間距離，相対減速度，体感情報として自車両の減速度，ジャークを得るとされている[2]．これより，本研究では制動動作開始時の相対速度，車間距離，相対減速度，自車両の減速度，ジャークを客観的な指標として用いた．

実験より得られた各被験者における各感性ワードの評価値と客観的な指標を用いて，数量化理論一類による解析を行う．また，表4に示すように，客観的な指標を数量化理論一類におけるアイテムとして用いた．結果として，数量化理論一類よりスコアが得られ，これはアイテムが感性評価に影響を及ぼす大きさを表す．

5. 実験結果および考察

図2にSub. Aの感性ワード“安全な”における数量化理論一類の結果の一例を示す．図2における横軸のローマ数字は表4に示すアイテムに対応する．図2より，前走車の減速度が$1.5m/s^2$，$3.0m/s^2$において，スコアは相対速度および制動開始距離で大き

表4　アイテム

No.	アイテム
Ⅰ	相対速度（m/s）
Ⅱ	制動開始距離（m）
Ⅲ	相対減速度（m/s²）
Ⅳ	自車両減速度（m/s²）
Ⅴ	ジャーク（m/s³）
Ⅵ	自車両速度（m/s）
Ⅶ	ブレーキ踏力（N）

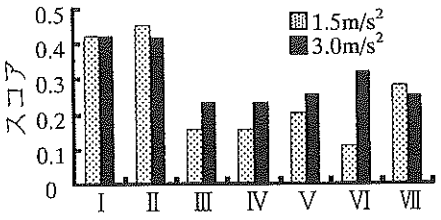


図2　数量化理論一類による結果
（Sub. A，“安全な”）

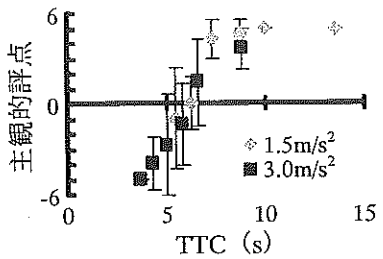


図3　主観的評点とTTCの関係
（Sub. A，“安全な”）

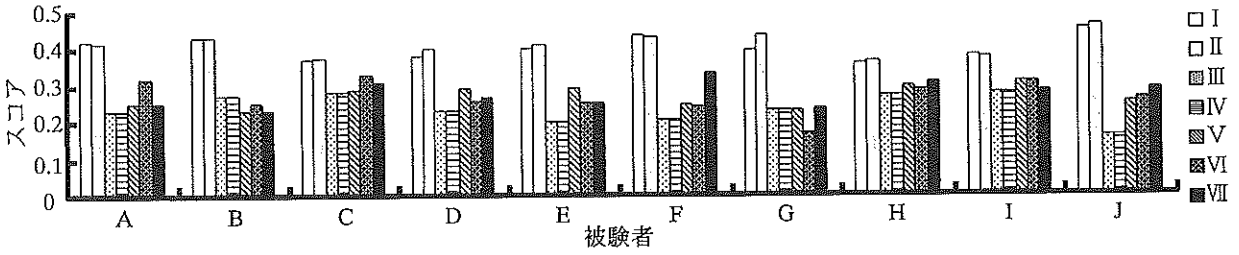


図4　全被験者の数量化理論一類の結果（3.0m/s²，“安全な”）

な値が得られた．これは，Sub. Aが感性ワード“安全な”をPassive状態で評価する際，相対速度と制動開始距離に大きく影響を受ける傾向を表している．

この傾向を基に，制動開始距離を相対速度で除した値である衝突予測時間（以下，TTC）に着目し，感性評価との関係について検討を行った．

図3にSub. A，感性ワード“安全な”におけるTTCと実験より得られた感性の主観的評点の関係を示す．これより，Sub. Aは減速度に関わらず，TTCが大きくなるに連れ，主観的評点が良くなる．これはSub. Aが減速度の違いに関わらず，TTCの変化に影響を受け，感性評価を行う傾向があることを示している．なお，同様の傾向が他の感性ワードにおいても得られている．

また，図4に，前走車の減速度3.0m/s²，感性ワード“安全な”における全被験者の数量化理論一類の結果を示す．横軸の英文字は被験者を表し，凡例のローマ数字は表4に示す各アイテムに対応する．図4より，各被験者の各アイテムのスコアに注目すると，多くの被験者において，相対速度および制動開始距離が他のアイテムより大きな値となっている．これは，多くの被験者が感性ワード“安全な”を評価する場合に相対速度および制動開始距離に大きな影響を受けているものと考えられる．また，他の感性ワードにおいても同様の結果となっている．

図5に前走車の減速度が3.0m/s²，感性ワード“安全な”におけるTTCと感性の主観的評点の関係を示す．凡例の英文字は被験者を表す．図5より多くの被験者は，TTCが大きくなるに連れて主観的評点が良くなる傾向がみられる．なお，同様の傾向が相対速度または制動開始距離と，主観的評価の関係に対してもみられる．これより，多くの被験者は感性ワード“安全な”を評価する際にTTCを基に車間距離，相対速度を判断し，評価を行うものと考えられる．なお，他の感性ワードにおいても，同様の傾向が得られた．

以上の結果より，各被験者において，感性評価に影響を及ぼすアイテムの違いはみられず，TTCと関係を持ち，感性評価が行われる傾向がみられた．

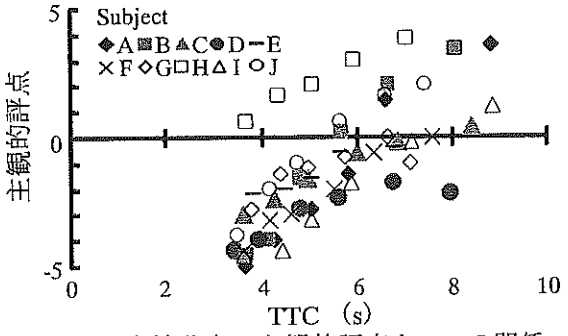


図5　全被験者の主観的評点とTTCの関係
（3.0m/s²，“安全な”）

6. おわりに

本研究により，制動開始時において感性は相対速度および車間距離に関わるTTCの影響を受ける傾向がみられた．

自動運転システムの設定には，運転者に適したTTCを用いることで，運転者の受容性を考慮したシステムの構築が可能になるものと考えられる．

最後に本研究を行うにあたり，ご協力頂いた元同院生小林奈津子氏ならびに実験にご協力頂いた方々に厚く感謝の意を表します．

参考文献

1) 長町三生：感性工学のおはなし，80～85，日本規格協会，東京，2001.
2) 山門，門向：加加速度を用いた運動評価・制御システムの研究，日本機械学会論文集C，64(619)，135～141，1998.
3) 小林，廣瀬，春日，澤田：自動運転システムにおける車間距離の評価，日本人間工学会関東支部第35回大会講演集，57～58，2005.

D1-2-4

空間内における手先位置精度の評価

○吉村昌子[1)]，下村義弘[2)]，岩永光一[1)]，勝浦哲夫[2)]
[1)]千葉大学大学院自然科学研究科，[2)]千葉大学工学部デザイン工学科

Evaluation of Spatial Motion Controlling Accuracy of Arm

Masako Yoshimura[1)], Yoshihiro Shimomura[2)], Koichi Iwanaga[1)], Tetsuo Katsuura[2)]
[1)]Graduate School of Science and Technology, Chiba University,
[2)]Department of Design and Architecture, Faculty of Engineering, Chiba University

1. はじめに

手の位置の違いによる運動制御については，安定性，力感覚の知覚・再現性，位置感覚等，それぞれ異なった視点での研究がある．これらによると，運動制御に影響する因子として，筋骨格系の諸特性，視覚と自己受容感覚，実空間と内部モデル（経験や学習を含む）のずれ，の3つが主に考えられる．これらは複雑に相互作用しているため，人間の運動制御精度を推定することは非常に難しい．したがって，動作を評価する多くの研究は2次元平面に制限したり，頭・首部を固定したりして上述の因子について考察している．このような基礎研究によって運動制御の因子が明らかになってきているが，動作や制御精度の予測モデルへの実用性にはまだ課題が多い．

以前の実験で，位置制御精度を評価するために測定システムを構築した．本システムで得られたデータは，人間の機構学的要因，神経学的要因，精神物理学的要因を統合して反映していることを示した[1)]．本研究では，空間内の任意点18カ所における位置制御精度を評価し，腕姿勢，筋活動，主観評価との関係を調べた．

2. 方法

2．1．実験

健常大学生8名（男性3名，女性5名，22.4±1.2歳）で，全員右手利きであった．

被験者は椅子に深く座り楽な姿勢をとった．磁気センサ（3SPACE FASTRAK, POLHEMUS）を利き腕の手関節背面に貼付し，これを手先位置とした．記録される手先位置はX-Y，Y-Z，Z-X各々の平面投影図をディスプレイ上に表示した．被験者は3つの投影図内を動くターゲットを追従するタスクを行った．ターゲットの移動はX軸上，Y軸上，Z軸上の3種類で，単純な一次元の往復移動（10秒／6往復（周期：1.66 s），振幅：50 mmのsin波）であった．被験者はシステムに十分慣れるまで自由に練習した．測定箇所は18点で（図1），被験者ごとに上肢長を考慮し，相対的に同じ位置とした．測定箇所はランダムに与えられた．

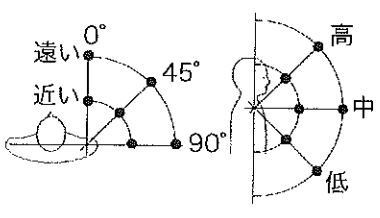


図1．測定箇所

測定項目は腕姿勢（肩鎖関節・腕橈関節・手関節の胸骨からの位置），VAS法による主観評価（手先制御の困難さ（位置・時間），姿勢の快適さ（運動・維持））であった．また，筋活動の影響を確認するために，筋電図（大胸筋，僧帽筋，三角筋前・後部，上腕二頭筋，上腕三頭筋）を測定した（1名）．

2．2．分析

評価に用いるデータは各試行（被験者8名×位置18カ所×タスク3方向）で，往復移動6往復中の3，4往復（開始後3.33-6.67 s）からとった．測定システムから得られたデータから以下の評価指標を運動制御精度として算出した．

*位置*エラー：追従点と軸の距離
*時間*エラー：追従点とターゲットの軸上での距離
*総合*エラー：追従点とターゲットの2点間の距離
軸からの傾き：追従点軌跡の回帰直線の傾き

分散分析での要因は，被験者・位置（場所：矢状面からの角度，高さ：水平面からの角度，距離：肩からの距離）・タスク方向とした．

3. 結果

全指標で有意な被験者の主効果がみられた．

■ 位置エラー

矢状面から90°の点でエラーは大きく（$p<0.01$），肩から遠い点のほうが近い点より大きかった（$p=0.03$）．タスク方向ではZ軸方向で大きかった（$p<0.01$）．被験者－タスク方向で交互作用があった（$p<0.01$）．

■ 時間エラー

高い点は低い点より大きくなる傾向がみられた（$p=0.01$）．肩から遠い点のほうが近い点より大きかった（$p=0.04$）．また，タスク方向ではX軸でエラーが小さかった（$p<0.01$）．被験者－場

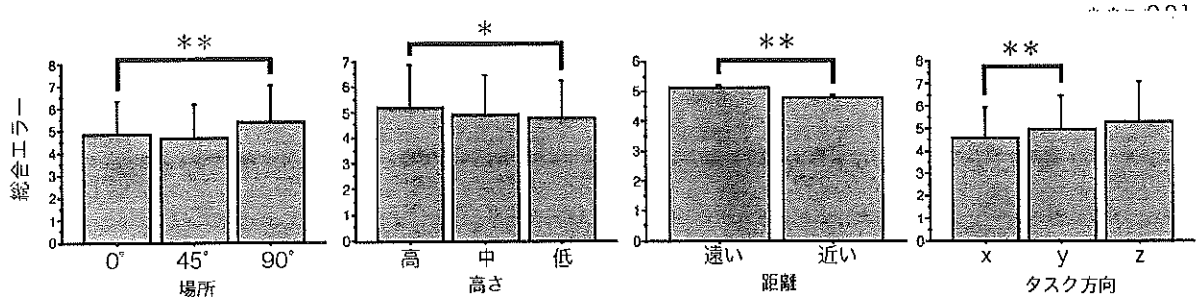


図2．総合エラーの平均値

所，被験者－タスク方向で交互作用があった（p=0.02, <0.01）．

ここで，位置エラーと時間エラーの全試行の相関分析を行った結果，正の相関がみられた（r=0.53, p<0.01）．

■ 総合エラー

位置エラーと時間エラーを統括した結果になる（図2）．

■ 軸からの傾き

矢状面から0°（右肩の前方）の点より90°（体幹の真横）の点，肩と同じ高さの点より高い点のほうが大きくなる傾向がみられた（p=0.03, <0.01），また，タスク方向ではZ軸＞Y軸＞X軸の順で大きかった（p<0.01）．被験者－タスク方向，場所－タスク方向間に交互作用があった（ともにp<0.01）．

■ 主観評価

制御の困難度「位置制御しやすさ」「時間制御しやすさ」，姿勢の快適性「運動しやすい」「維持しやすい」の全項目に共通して，矢状面から90°の点（体幹の真横）が悪く，低い点よりも高い点，近い点よりも遠い点のほうが悪かった（いずれもp<0.01）．タスク方向には有意差はなかった．各項目で高さ－距離の交互作用がみられ，‘制御の困難度’では高くて遠い距離が他より悪く，‘姿勢の快適性’では高くて遠い距離が低い点または近い点より悪かった．

主観評価の各項目の相関関係は「位置制御—時間制御・運動姿勢，維持姿勢（r=0.52, 0.61, 0.48）」と「運動姿勢－維持姿勢（r=0.79）」で正の相関がみられた．また，主観評価と他の指標に相関性はなかった．

4．考察

4．1．任意点の評価

ほとんどの評価指標において被験者間に有意な違いがみられたことは，人間の動作制御における複雑性を反映しており，本測定システムの有用性を支持したといえる．

肩横の位置では運動制御精度は低かった．これは肩関節の外旋可動域の限界が影響している．また，主観評価でも悪い結果となった．肩の外転に作用する三角筋は大胸筋や僧帽筋に比べて小さく，肩横の点では大きな共働筋である僧帽筋の寄与が小さくなり，筋負担を強く感じたのかもしれない．自己受容感覚や内部モデルの影響も考えられる．関節可動域限界に近いと実空間と内部モデルの座標系のずれが大きいのかもしれない．

高い点は低い点より精度も主観評価も悪かった．これは単純に，腕の重さによる筋への負担が大きかったためである．上述と同様に，関節可動域や自己受容感覚，内部モデルのずれが影響しているのかもしれない．

肩から近い点よりも遠い点の精度が低く，主観評価も悪かった．遠い点では肘をほぼ伸展しているために制御性は劣る．さらに自己受容感覚は手位置が体幹に近いほど精度が高い[2]．また肘を伸展して腕全体の重心が肩から離れると姿勢を安定させる筋への負担は大きくなる．

制御精度へのタスク方向の影響がみられた．同じ腕姿勢でも，手先の運動制御精度に方異性があることは腕姿勢の幾何学的で説明できる．また，精度に貢献する自己受容器の特性は運動方向によって異なるのかもしれない．

主観評価では制御精度を評価できなかった．筋負担による影響が大きかったと示唆される．腕姿勢を評価する場合は，制御精度や快適性，筋負担なども合わせて考慮しなければならない．

参考文献

1) 吉村ら：空間内における手先位置精度の評価システムの構築，人間工学，42，182-183，2006

2) van Beers, R.B.:The precision of proprioceptive position sense, Exp Brain Res, 122, 367-377, 1998

D1-3-1

異なる目標筋力が筋収縮の実行及びイメージ中の事象関連脳電位に及ぼす影響

○落合理子[1)]，下村義弘[2)]，岩永光一[1)]，勝浦哲夫[2)]
[1)]千葉大学大学院自然科学研究科，[2)]千葉大学工学部デザイン工学科

The influence of different target force on Event-related potentials associated with motor performance and motor imagery.

Riko Ochiai[1)], Yoshihiro Shimomura[2)], Koichi Iwanaga[1)], Tetsuo Katsuura[2)]
[1]Graduate School of Science and Technology, Chiba University,
[2]Department of Design and Architecture, Faculty of Engineering, Chiba University

1．はじめに

ヒトの随意運動前後の脳波を数十回加算平均して得られる運動に伴う事象関連電位（ERP）は、随意運動の準備、遂行を反映すると言われている。運動イメージの想起の際にも類似した電位が出現することから、運動障害を持つ患者の意思伝達手段として、近年 BCI（Brain Computer Interface）への応用が注目されており、臨床医学、運動学の立場から研究が行われている。しかし、未だ確立した知見は得られておらず、運動野の活動様式から対応する運動を再現できるほど研究は進んでいない。BCI への応用の実現には、筋出力と ERP の関連を明らかにする必要がある。

運動イメージの想起における ERP 様式や、異なる運動強度条件による影響を研究することは、今後の BCI 開発において重要である。そこで本研究では異なる目標筋力が筋収縮の実行及びイメージ想起中の事象関連電位に及ぼす影響について実験を行った。一般的に運動イメージは「運動の準備はしながらも、実際の運動を行わない内的過程」と定義され [1)]、実行と同様に陰性電位の増加を示すが、目標筋力との関連は明らかになっていない。

2．方法

2．1．被験者

健常大学生 8 名（男性 3 名、女性 5 名、20.6±1.6 歳）で、全員右利きであった。

2．2．測定項目

手の第一背側骨間筋による右示指の外転力を、ロードセルを用いた装置より測定した。脳波は頭皮上より、右耳朶を不関電極として導出した。測定部位は国際 10-20 法の C3、Fz、Cz、FCz の 4 箇所だった。また、脳波に混入する瞬目や眼球運動によるアーチファクトを除去するため、左眼の眼球電図を測定した。

2．3．実験条件

最初に右手の第一背側骨間筋の最大随意収縮力を測定した。

被験者は椅子に座り、右前腕を机上の測定装置に乗せ、示指の外転力発揮及びイメージの想起を聴覚刺激キューによって行った。実行タスクでは、被験者は前方のパーソナルコンピュータ画面より発揮筋力のフィードバックをリアルタイムで受けた。画面にはリアルタイムの発揮筋力曲線と目標ラインが示されており、それにすばやく達する様に筋力を制御した。目標筋力は 25％MVC、50％MVC、75％MVC だった。

被験者は予告刺激（S1）が提示されたら準備をし、命令刺激（S2）で運動の実行またはイメージの想起を行った。よく練習したのち、目標筋力の発揮（実行タスク）を 50 回行い、その後同じ目標筋力条件のイメージの想起（イメージタスク）を 50 回行った。加えて、コントロール条件として聴覚刺激キューを聞くのみの条件を 50 回行った。目標筋力条件、コントロール条件の順番はランダムだった。

3．統計解析

各条件で得られた脳波を、S2 をトリガーにし前後 2s 間を加算平均して ERP を得た。その波形よりコントロール条件の ERP を引算して得た波形を以下の 5 つの区間に区切ってその面積値を標準化し、目標筋力、タスク（実行/イメージ想起）を要因として 2 元配置分散分析を行った。

区間 1：-1000―-500ms（後期随伴性陰性変動（CNV）、運動関連脳電位の

Bereitschaftspotential（BP）に相当する）

区間２：-500—0ms（後期 CNV、運動関連脳電位の BP に相当する）

区間３：0—200ms（運動関連脳電位の negative slope（NS'）に相当する）

区間４：200—500ms（運動関連脳電位の motor potential（MP）に相当する）

4． 結果

C3 電極において区間４でタスクの主効果が有意だった（$p<0.05$）。多重比較の結果、実行タスクにおける標準化面積は運動イメージ想起タスクの標準化面積よりも有意に大きかった（$p<0.05$）。その他の部位、区間ではタスクによる有意な主効果はみられなかった（$p>0.05$）。

どの部位、区間でも目標筋力による主効果は見られなかった（$p>0.05$）。

5． 考察

C3 電極の区間４において、実行タスクは運動イメージ想起タスクよりも脳の賦活がみられた。区間４は実行タスクでは運動の開始前後であり、第一次運動野（M1）の細胞活動を反映するとされる運動関連脳電位の MP に相当する。加えて C3 電極は右手指の制御を反映する。運動イメージの想起のみの場合と実際運動した場合で、運動に関する M1 での脳内処理過程における程度の差が見られた[2]ことを示唆する。

他の部位や C3 電極の区間１から３でタスクによる有意差が見られなかったのは、前述したとおり、運動イメージの想起は「運動の準備はしながらも、実際の運動を行わない内的過程」であり、運動イメージと運動実行の準備は異なる脳内過程ではないことが本実験でも明らかになった。

実行タスクで発揮筋力について主効果が見られなかったのは、発揮筋力の違いが運動関連脳電位に及ぼす影響についての先行研究[3]とも一致する。実際の発揮筋力は一定で、イメージする筋力レベルが異なる我々の前実験でも、ERP は発揮筋力によって変化するというよりも、イメージした筋力レベルの影響を受けることを示唆した。発揮筋力による ERP の影響は小さいことが考えられる。

イメージ想起タスクでも目標筋力による主効果が見られなかった。自己のペースで行う運動ではなく、本実験では外的刺激誘導性タスクであったことが目標筋力のイメージの想起による脳の賦活を妨げたのかもしれない。

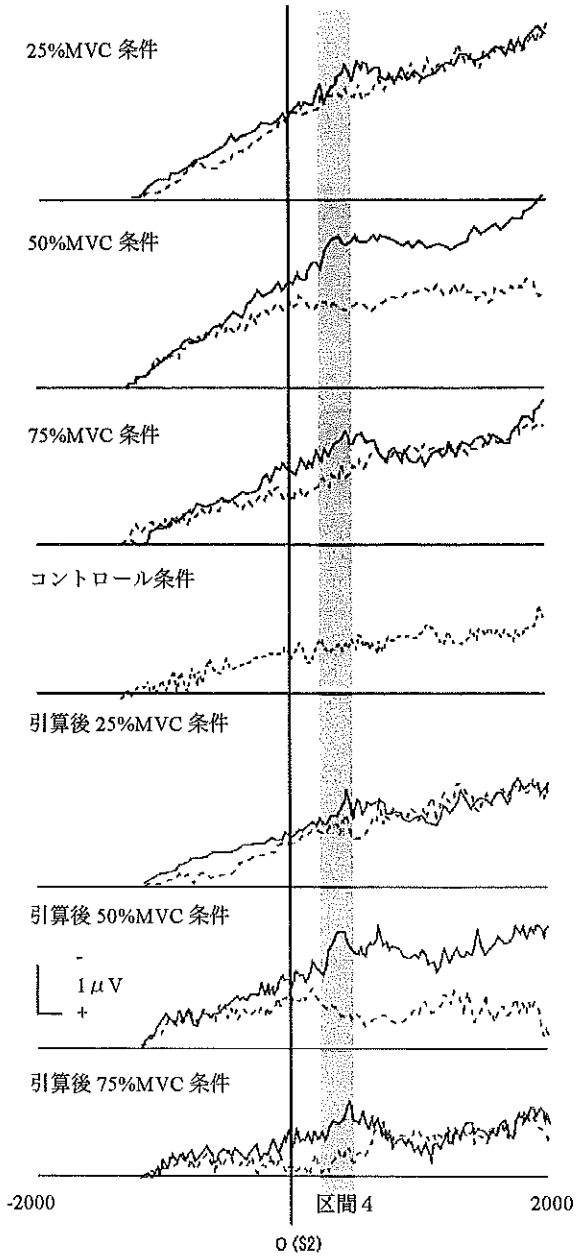


図１：被験者３の C3 電極における加算平均図

1) 西平賀昭ら：運動生理学シリーズ７　運動と高次神経機能、杏林書院、2005

2) Diana H.Romero, Michael G. Lacourse, Kristen E. Lawrence, Steven Schandler, Michael J.Cohen .:Event-related potentials as afunction of movement parameter variations during motor imagery and isometric action, Behavioural Brain Reserch, 117, 83-96, 2000

3) 柴田真志ら：発揮張力の違いが運動関連脳電位に及ぼす影響について、日本体力医学会、147、1992

D1-3-2

非対称両眼視野闘争における非意図的な認知パフォーマンスの変化

○ 寺崎亘*、小坂亮仁*、長岡寛樹*、磯田淳*、早坂明哲**、山崎清之*、岡本克郎*
*東海大学開発工学部、**岩手県立大学大学院

Change of Unintentional Cognitive Performance on Biased Binocular Rivalry

Wataru Terasaki, Akihito Kosaka, Hiroki Nagaoka, Atsushi Isoda, Yoshiaki Hayasaka
Kiyoyuki Yamazaki and Katsuro Okamoto
(*Dept. of Bio-Medical Engineering, Tokai Univ., **Graduate School, Iwate Prefectural Univ.)

1．はじめに

網膜に到達した視覚刺激が、どのようなプロセスを経て意識的な視知覚になるのかについて、多くの研究が行われ膨大なデータが集積されつつあるが、多くの研究者が同意するようなクリアカットな説明はいまだ存在しない。

両眼視野闘争には、明らかに網膜に到達している視覚刺激でありながら意識はされないと言う奇妙な性質が含まれており、特に左右の見え方の切り替わりが、網膜や脳内の神経活動の変化を反映しているものとして、その一見ランダムな統計的性質や、サルを用いての脳内ニューロン活動の直接測定などにより興味深い結果が得られている。[1),2),3),4)]

また、わざと両眼視野闘争の左右非対象性を強調した手法で、視覚の残像効果が網膜レベルより高次の中枢に依存したプロセスを含んでいるとする報告もある。[5)]

われわれは、通常の視知覚と両眼視野闘争が生じている最中の視知覚とで、主観的には意識されない何らかの違いが存在する可能性を考え、左右非対称な両眼視野闘争を利用して実験的に調査し、若干の知見を得たので、以下に報告する。

2．実験方法

被験者は、視覚障害のない健常成人６人で、年齢は21～22歳の範囲であった。測定は、以下のセッテイングで①練習セッション２回、②コントロールセッション３回、③標的刺激検出セッション３回を行った。

パーソナルコンピュータを用い、基本的な両眼視野闘争を出現させ、さらに右眼にはランダムな角度の直線を次々と連続的に表示しかつ消失させ、常時６４本が表示されるように維持した。一方で、左眼には、直径３cmの円を、ランダムな順番とランダムな待ち時間を伴って、反復して出現させた。円の出現と消失は、1.4秒かけて徐々に明るさを増加させ、同じく1.4秒かけて徐々に明るさを減少させて消失させた。これらの操作をもって、両眼視野闘争に左右の非対象性を導入した。課題画面をFig.1 に示す。

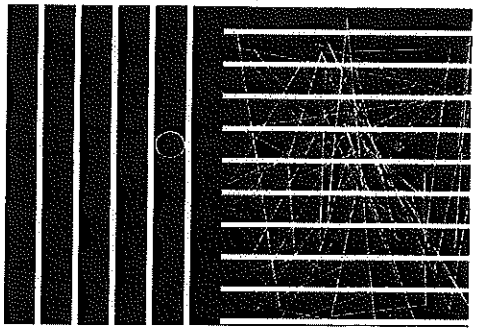


Fig.1 課題画面

被験者に与えられたインストラクションは以下のとおりである。①練習セッションにおいては、特別のミッションは与えられず、両眼視野闘争を経験し、慣れて落ち着いて事態を経験できるよう準備させた。②コントロールセッションでは、通常行われているとおり、被験者の(主観的な)判断によって、右画面のみが見えているか、左画面のみが見えているか、あるいは両画面が混在して見えているかを判定し、キー押しによって回答するように指示した。③標的刺激検出セッションでは、左視野に円が出現したことに気づいたならば、直ちにキー押しによって報告するよう指示した。

3．実験結果

右眼の視覚刺激が意識されて左眼の視覚刺激

は無視されている状態を、右眼優位と呼び、逆を左眼優位と呼ぶことにすると、コントロールセッションでの右眼優位の総時間と左眼優位の総時間とは以下のごとく圧倒的に右眼優位が多い(Fig. 2)。

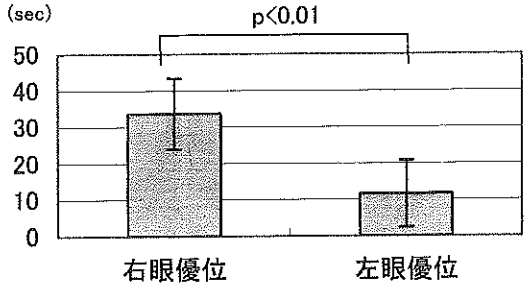


Fig.2 右眼優位と左眼優位の総時間

標的刺激検出セッションにおいて、標的刺激出現からキー押しまでの時間を潜時と呼ぶことにし、コントロールセッションにおける右眼優位の持続時間との比較をすると、潜時は持続時間とほぼ同じ程度から半分程度の範囲におさまることがわかる(Fig. 3)。

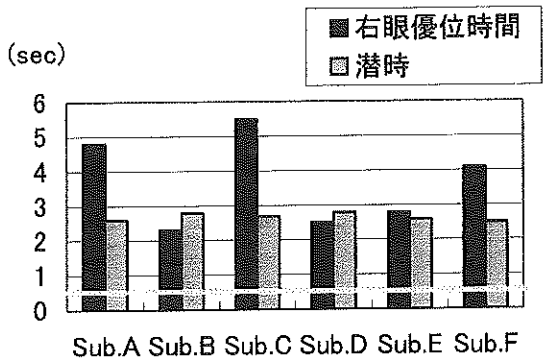


Fig.3 潜時と右眼優位時間

4. 考察

本実験では、両眼視野闘争に左右の非対称性を導入してあるので、コントロールセッションで、左眼が見えている時間の総和は右眼が見えている時間の総和より有意に少なく、明らかに右眼の側へ優位性が“引っ張られている”ことがわかる。時間的に急速に変化する視覚刺激が、これらの非対象性を作り出したものと考えられ、従来から報告されている現象が確認されたと考えられる。[5)]

標的刺激検出セッションでの標的出現からキー押しまでの潜時は、被験者ごとに個人差はあるものの、ほぼ2.5秒程度であり、常識的に考えられる通常の単純反応時間(0.3～0.5秒、熟練者では0.2秒以下)とは明らかに桁が異なる。例えば、左眼優位のときに標的が出現するときには、単純反応時間程度でキー押しがあってもよさそうに思われるが、その様にすばやく反応しているデータは皆無であった。このことは、両眼視野闘争という条件下での視覚認知には、潜時＝単純反応時間＋αという、何らかの余分な時間が必要で、このαは、単純反応時間より桁違いに大きいことを示していると考えられよう。

一方、コントロールセッションのデータからわかるように、右眼優位が成立してから右眼非優位(左眼優位と両眼混在)へ遷移するまでの持続時間は(やはり被験者ごとの個人差はあるが)2.5～5.0秒であり、このことからは、標的刺激を発見するタイミングは、平均的にはその半分の1.3～2.5秒と推測されることになるが、この値は標的刺激検出セッションでの潜時と定性的には近い値である。したがってこの条件においては、前述した「何らかの余分な時間α」が明らかに不要であることを示唆している。

今後、データの精度を高めて「何らかの余分な時間」の出現の条件を見極め、その意味を多角的に追求する必要があると思われる。

参考文献

1) N. K. Logothetis & J. D. Schall : Neuronal Correlates of Subjective Visual Perception. Science 245, pp. 761-763 (1989)

2) D. A. Leopold & N. K. Logothetis : Activity changes in early visual cortex reflect monkey's percepts during binocular rivalry. Nature 379, pp. 549-553 (1996)

3) 木村達洋他：人間工学会誌Vol34、May, pp. 252－253. 1998

4) 早坂明哲他：VEPから見た視野闘争の性質、第３８回日本ＭＥ学会大会医用電子と生体工学 pp. 223, vol. 37 (1999)

5) N. Tsutiya and C. Koch: Continuous: Flash suppression reduces negative afterimages. Nat. neuroscience, 8, pp. 1096 (2005)

D1-3-3

自律神経系活動に課題の困難度と順序が与える影響

○山田クリス孝介，青木和夫（日本大学大学院理工学研究科）

Effects of task difficulty and order on autonomic activities

Kosuke C. YAMADA and Kazuo AOKI
(Graduate School of Science and Technology, Nihon University)

1. はじめに

ストレス課題の困難度と順序は心身に影響を及ぼす要因として取り上げられてきたが，それぞれ個別に扱われてきた。しかし，同一課題を複数回にわたって遂行するような場合，どちらの要因が影響を及ぼしているのかは定かではない。したがって，ストレスを適切に評価するためには両者は同時に考慮されるべき問題である。この問題を扱った研究はいくつかあるが[1, 2]，我が国では少なく，また結果は一貫していない。さらに，ストレスのメカニズムを探る上で重要であるにもかかわらず，自律神経活動にまで言及した研究はほとんどない。そこで，本研究では課題の困難度と順序が自律神経活動に与える影響について検討した。

2. 方法

2. 1. 参加者 28名の男子大学生および大学院生（平均年齢22.5歳，SD＝1.57）が参加した。全員から実験参加への同意を得た。

2. 2. ストレス課題 口答による連続減算（暗算）課題を用いた。参加者は4桁の数字を与えられ，そこから指定減数を4分間連続して引き続けた。減数によって3条件の困難度を設定した（Easy: -3; Moderate: -7; Difficult: -13）。すべての条件をできる限り速く正確に回答するよう求めた。また，誤答の場合は実験者により正解が与えられ，その箇所から再開した。

2. 3. 心臓血管反応の測定 血圧計から収縮期血圧（SBP），拡張期血圧（DBP），平均血圧（MBP）を，心電図からRR間隔を，インピーダンス・カーディオグラフィーから前駆出期（PEP）を測定した。RR間隔から心拍数（HR）を，またKubicek法[3]により一回拍出量（SV）を算出した。心拍出量（CO）と全末梢抵抗（TPR）を関係式から導出した[4]。また，SBPとHRの関係から圧反射感度（BRS）を算出した[5]。HRは心臓の交感神経と迷走神経の両者，COとPEPは心臓交感神経，TPRは血管交感神経，BRSは心臓迷走神経の活動を反映する指標である。

2. 4. 手続き 参加者はインフォームド・コンセントを受け，電極類を装着された。次に，椅子に楽な姿勢で腰掛け，安静時の心臓血管反応を10分間測定した。続いて，参加者間でランダムな呈示順により3条件の暗算課題を行った。それぞれの課題の直後に直前の課題に対する主観的なストレス，努力，困難度について7段階のリッカート尺度で回答した。

2. 5. データ整理と統計的検定 心臓血管反応は，安静時と課題時の1分毎の平均値をすべての指標について求め，安静時の最後の4分間の平均値をベースラインとした課題時4区間の反応性得点を算出した（課題時の反応−ベースライン）。そして，課題困難度（困難度×区間）と課題順序（順序×区間）が心臓血管反応に及ぼす影響を検討するために，それぞれについて二元配置多変量分散分析を行った。パフォーマンスは4分間の試行数と誤答数とし，3つの主観的指標とともに平均値を算出した。多重比較にはBonferroni法を用い，有意水準はすべて5%を採用した。

3. 結果

3. 1. パフォーマンスと主観的指標（Table 1）

課題困難度では，試行数（Wilks' $\lambda = 0.11, F(2, 22) = 88.68, p < 0.001$）と誤答数（Wilks' $\lambda = 0.49, F(2, 22) = 11.56, p < 0.001$）で困難度の主効果が有意であり，概して困難度が増すにつれて試行数は低下，誤答数は増加した。また，主観的ストレス（Wilks' $\lambda = 0.31, F(2, 22) = 4.83, p < 0.05$）と主観的困難度（Wilks' $\lambda = 0.62, F(2, 22) = 17.86, p < 0.001$）でも困難度の有意な主効果が検出された。概して課題の困難度が高いとストレスと困難度も増加した。課題順序条件に有意差はなかった。

Table 1 Means and standard deviations (SDs) of performance and subjective measurements during mental arithmetic task of task difficulty (Easy, Moderate, Difficult) and task order (first, second, and third presentation).

	Number of trials	Number of errors	Subjective stress	Subjective effort	Subjective difficulty
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Difficulty					
Easy	99.67 (24.02)	4.54 (2.96)	4.17 (1.66)	6.50 (0.59)	3.63 (1.61)
Moderate	67.58 (18.25)	6.96 (3.71)	5.00 (1.41)	6.17 (1.55)	5.13 (1.15)
Difficult	55.88 (13.79)	6.92 (2.73)	4.96 (1.46)	6.46 (0.66)	5.25 (1.65)
Order					
First	69.17 (22.52)	5.63 (3.32)	4.83 (1.58)	6.33 (0.76)	5.00 (1.53)
Second	75.75 (27.35)	6.79 (3.20)	4.46 (1.69)	6.54 (0.66)	4.67 (1.58)
Third	78.21 (29.53)	6.00 (3.46)	4.83 (1.37)	6.25 (1.48)	4.33 (1.81)

3. 2. 心臓血管反応性（Figure 1）

課題困難度 HR（Wilks' $\lambda = 0.33, F(3, 21) = 13.94, p < 0.001$）とBRS（Wilks' $\lambda = 0.54, F(3, 21) = 5.85, p < 0.001$）で区間の有意な主効果が検出された。最初の区間においてHRは最も増加し，BRSは最も減少した。その他の指標は有意でなかった。

課題順序 CO（Wilks' $\lambda = 0.54, F(2, 22) = 9.33, p < 0.01$），HR（Wilks' $\lambda = 0.70, F(2, 22) = 4.62, p < 0.05$），およびPEP（Wilks' $\lambda = 0.56, F(2, 22) = 8.69, p < 0.01$）において順序の主効果が有意であった。最初に呈示された課題においてCOとHRは最も反応性が高く，PEPは最も低かった。また，HR（Wilks' $\lambda = 0.33, F(3, 21) = 13.94, p < 0.001$）とBRS（Wilks' $\lambda = 0.54, F(3, 21) = 5.85, p < 0.001$）で区間の主効果が有意であった。最初の区間で最もHRは高く，BRSは低かった。

4. 考察

パフォーマンスと主観的指標では課題の順序ではなく困難度の影響がみられたが，心臓血管反応では困難度よりも順序のほうが顕著な影響を与えたことが示された。先行研究[2]でも心臓血管反応について同様の結果が得られており，課題順序が心臓血管反応に影響を及ぼしたといえる。そして，自律神経活動への影響は，COの有意な順序効果とTPRが何ら有意でなかったこと，およびHRとPEPの順序効果から，主に心臓交感神経活動が活性化したと考えられる。また，HRとBRSで困難度と順序の両方において区間の変化が惹起したことから，課題困難度と課題順序の両方で課題開始直後に心臓迷走神経活動の抑制を伴った心臓交感神経活動の亢進が示唆された。したがって，自律神経活動は困難度よりは順序の影響を受け，パフォーマンスと主観的指標とは異なる影響を反映し，課題中には困難度と順序に関係なく変化することが示唆された。

参考文献

[1] Kelsey et al. (1999) Psychophysiology, 36, 818-831.

[2] Willemsen et al. (2000) Biol Psychol, 52, 127-141.

[3] Kubicek et al. (1974) Biomed Eng, 9, 410-416.

[4] Sherwood et al. (1990) Psychophysiology, 27, 1-23.

[5] Bertinieri et al. (1988) Am J Physiol, 254, H377-H383.

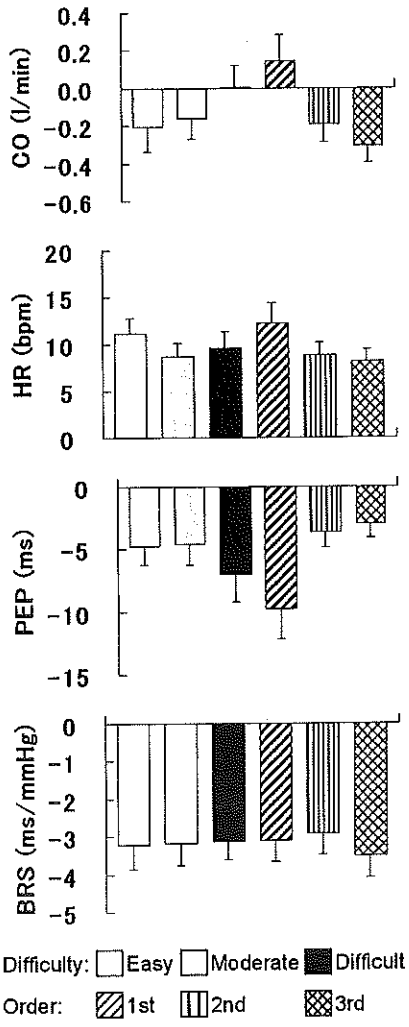


Figure 1 Means and standard errors of cardiovascular reactivity in each condition.

D1-3-4

アルキメデス螺旋を用いた振戦疾患患者の病態評価

○吉井孝博[1]，松本義伸[2]，平川晋也[1]，田村正人[3]，中島孝[4]，福本一朗[1]
[1]長岡技術科学大学医用生体工学研究室，[2]長岡技術科学大学 RI センター
[3]医療法人崇徳会 長岡西病院，[4]国立病院機構 新潟病院

Assessment for clinical condition of tremor disorder patients using Archimedes' spiral

Takahiro YOSHII[1], Yoshinobu MATSUMOTO[2], Shinya HIRAKAWA[1], Masato TAMURA[3], Takashi NAKAJIMA[4], and Ichiro FUKUMOTO[1]
[1]Biomedical Engineering Lab., Nagaoka University of Technology,
[2]RI center, Nagaoka University of Technology, [3]Nagaoka-nishi Hospital, [4]Niigata Hospital

1. はじめに

"四肢に生じる不随意で律動的な振動"と定義[(1)]される振戦は，パーキンソン病(Parkinson's Disease：PD)，本態性振戦(Essential Tremor：ET)に見られる最も特徴的な症状のひとつである．現在，振戦疾患に対する治療は投薬治療が主であるが，治療薬の種類，投薬量の選択は医師の経験に基づきなされており，症状に応じた適切な投薬は困難である．そこで本研究では，振戦疾患の定量的な病態評価を目的とし，神経内科の臨床試験に利用されるアルキメデス螺旋[(2)]を用いた計測・解析システム作製し，振戦疾患患者の病態の客観的評価を行った．

2. 実験方法

2.1. 計測システム

計測システムはパーソナルコンピュータ(HP Compaq tc4200)，3 軸型加速度計(TEAC 612-ZS)，チャージアンプ(TEAC SA-612H)，A/D 変換ボード(National Instruments BNC-2090)，ペンタブレット(WACOM intuous3 PTZ-630)により構成した(Fig.1)．また，計測・解析ソフトウエアとして LabVIEW8.0 (National Instruments)を使用した．

Fig.2 に本研究で使用したアルキメデス螺旋図形[(3)]を示す．螺旋図形は外径 90mm，周間隔 12mm，4 周で構成した．被験者は螺旋図形の中心から追跡を行った．螺旋追跡時には速度の制限を設けず，正確に追跡を行うよう指示を与えた．

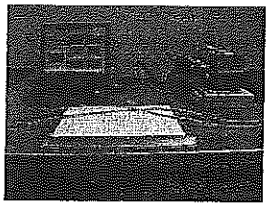


Fig.1 計測システム

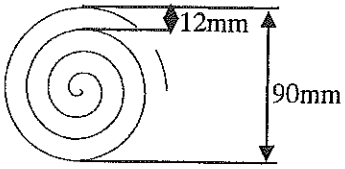


Fig.2 螺旋図形

2.2. 被験者

長岡西病院，新潟病院に通院または入院中の患者を対象とした．被験者は神経内科医により PD または ET の診断を受けた患者である．また，比較対象として振戦疾患を有さない高齢者(Control)，健常学生(Student)を対象に加えた．全ての被験者に対し事前に説明を行い，同意を得た上で実験を行った．Table1 に被験者の詳細を示す．

Table1 被験者詳細

疾患名	症例数[例] (M/F)	年齢[歳] (Mean±S.D.)	Yahr Grade[-] (Range)
PD	29(7/22)	76.9±6.1	Ⅰ-Ⅴ
ET	18(8/10)	70.6±10.4	-
Control	3(1/2)	77.3±4.6	-
Student	10(9/1)	22.5±1.4	-

2.3. データ解析

螺旋軌跡データは，ペンタブレットからサンプリング周波数 100Hz で PC に取得した．取得した螺旋軌跡データに対し極座標変換処理を行い，その分散を極座標分散とし，螺旋図形の歪み度合の指標とし定義した．また螺旋追跡時の手指振戦加速度信号を 800Hz で取得した．取得した信号に対し，3-15Hz のバンドパスフィルタ処理を行い，ふるえの大きさの指標である加速度実効値，及び高速フーリエ変換により，螺旋追跡時の 3-15Hz 帯域におけるピーク周波数の算出を行った．解析データは，一元配置分散分析の後，Tukey-Kramer 法 により統計処理を行った(有意水準 5%)

3. 実験結果

Fig.3 に各疾患群の極座標分散，Fig.4 に加速度実効値の結果を示す．螺旋図形の歪みを表す極座標分散は，PD において最大値を示し，その分布範囲も他群より高値を示す傾向が見られた．また ET においても Control，Student と比較して高い分

布範囲，最大値を示す結果が得られた．

ふるえの大きさの指標である加速度実効値はETにおいて最大値を示し，その分布範囲も高値であった．一方，PDにおいてはControl，Studentの加速度実効値と同様の分布範囲を示す傾向が見られた．

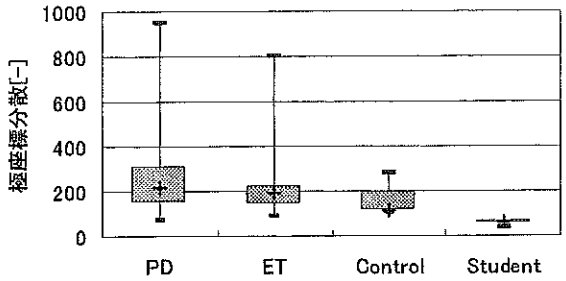


Fig.3　極座標分散

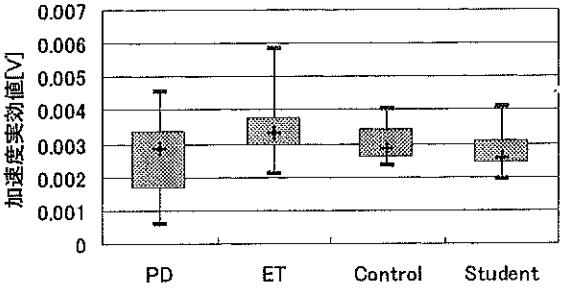


Fig.4　加速度実効値

4．考察

Fig.3及びFig.4よりETでは，螺旋図形の歪みを示す，極座標分散と手指のふるえの大きさを示す加速度実効値が共にControl及びStudentより高い結果が得られた．この結果は，ET患者が動作時・姿勢時振戦を呈する症例が多い[4]為，螺旋追跡動作により，手指振戦が誘発された為であると考えられる．一方，PDにおいてはETと比較しても，螺旋図形に大きな歪みが生じていたにも関わらず，加速度実効値はControlやStudentと同様の値を示した．この結果は，PDにおいては安静時振戦の発生が優位であり，動作時振戦を呈する事は少ない[4]という症例を反映しており，螺旋追跡動作により振戦が抑制されたと考えられる．

安静時振戦以外のPDの特徴的な症状として小字症と呼ばれる書字障害がある．一般的にPDにおける書字障害は固縮との関連があるとの報告[2]がある．そこで螺旋図形を第Ⅰ-Ⅳ象限に4分割することにより，螺旋図形の歪みの特徴を検討した(Fig.5)．その結果，ETではⅠ-Ⅳ象限全てにおいて極座標分散が高値を示したが，PDではⅠ及びⅣ象限でのみ高値を示した．これは，Ⅰ及びⅣ象限のペン動作がⅡ，Ⅲ象限に比べ，手首・肘関節の伸展が多く，筋肉の共収縮が発生する事が原因であると考えられる．これらの結果より，螺旋追跡課題はETにおける振戦症状，PDにおける固縮症状を反映する指標として有用である可能性が示唆された．

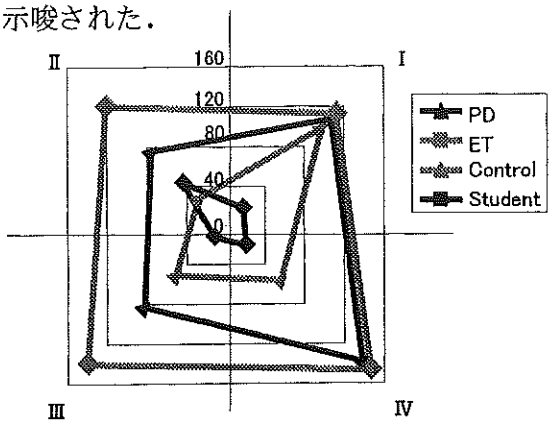


Fig.5　各象限における極座標分散

5．まとめ

振戦疾患の病態評価を目的とし，アルキメデス螺旋を用いた計測・解析システムを作製した．結果，極座標分散からPDの固縮症状，ETの振戦症状を定量評価できる可能性が示唆された．今後，UPDRSや筋電図解析を用いて固縮・振戦症状と螺旋追跡課題の相互関係を検討する予定である．

6．謝辞

本研究を行うにあたり，快くご協力下さいました長岡西病院，新潟病院のスタッフ皆様，並びに被験者の皆様に深く感謝致します．

本研究の一部は科学研究費補助金，若手研究Aの助成を受けて実施された．

7．参考文献

(1)間野忠明：振戦のメカニズム，Geriatric Medicine，Vol.33，No.8，pp985-988(1995)

(2)田村正人：パーキンソン病における姿位振戦，運動時振戦の臨床的研究，日大医学雑誌，第45巻8号，pp200-211(1986)

(3)吉井孝博，松本義伸，平川晋也，他：螺旋描写課題を用いた振戦評価システム開発の基礎研究，信学技報，Vol.105，No.304，pp47-50(2005)

(4)J.H.McAuley，C.D.Marsden：Physiological and pathological tremors and rhythmic central motor control，Brain 123，pp1545-1567(2000)

D1-4-1

日常生活における周辺視野機能を解明するための実験手法の開発

○吉岡 陽介（千葉大学大学院自然科学研究科）

Development of method for clarifying the function of peripheral visual field in life space

Yoshioka YOHSUKE
(Graduate School of Science and Technology, Chiba University)

1. 背景と目的

本研究では、人間の能動的な行為に伴って発現する周辺視の機能を解明するため、新たな実験手法の開発を行った。ここで開発する実験手法では、広い範囲の周辺視野を確保しながら任意の視野部分を制限することができる実験装置を用いる。

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い。

周辺視だけでなく、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、議論が展開されなければならない。

本研究で開発する実験手法では、これまで困難であった能動的な行為に伴う周辺視の機能を定量的に検証することができる。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とおして人間の空間認知のメカニズムを理解することで、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る。

2. 実験装置

2.1. 実験装置の仕組み

既往研究において提案した実験装置では 35° 強の広さの視野を確保するのが限界であったが、今回開発した実験装置では、垂直方向であれば 150° 以上の視野を確保しながら任意の視野部分を遮蔽することができるようになっている。この装置によって視野の一部を遮蔽するとき、そこで生じる被験者の行動の不具合を観察することで、遮蔽されている視野の部分が本来担っていたであろう役割を抽出することができる。

実験装置の仕組みを図１に示す。眼球の直前に薄い板を規則的に配列する。この配列の規則は、眼球の回線点と瞳孔の直径から、幾何学的に導出できる。

この時、周辺の環境から眼球へ向かってくる光（包囲光）は、全ての方向からの光が板と板との隙間を通して、網膜へ到達する。すなわち、眼球では環境の全体を視野として「見る」ことができる。この範囲を「**視野範囲**」と定義する。ところが、この視野範囲の中で、中心視野を使って環境を「注視する」ことができる範囲は、視野範囲の中央のごく一部に限定されてしまっている。

「注視する」ということは、網膜上の最も視覚解像度の高い部分（中心窩）において対象を捉えることである。この中心窩網膜から伸ばした直線を眼球の回旋点を中心に回転させると、配列の中央付近では向こう側まで視線を届かすことができる。しかし、

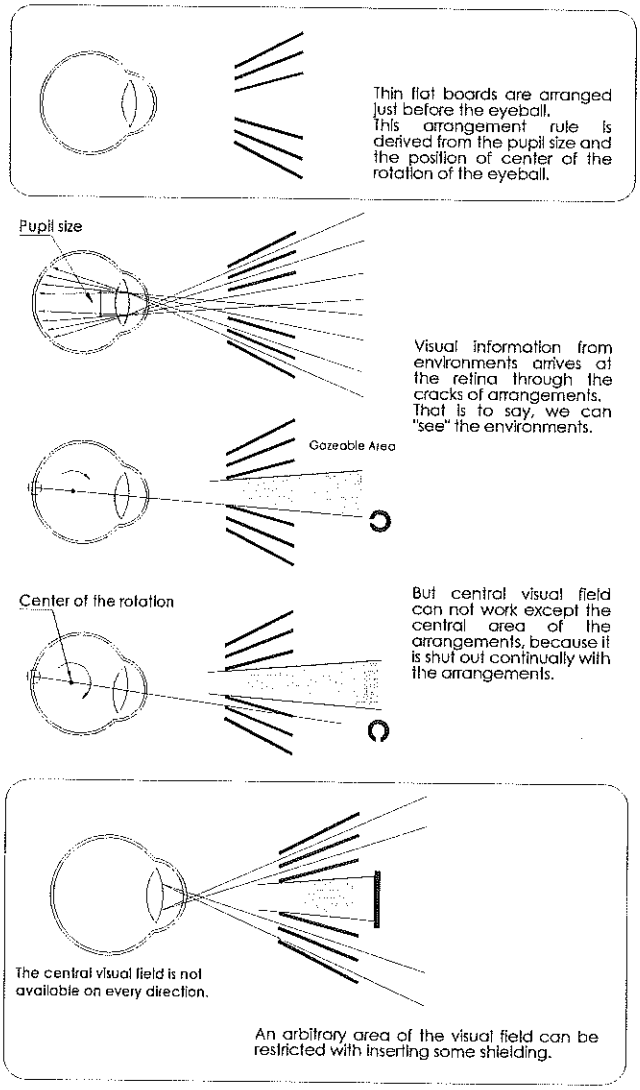


図１ 実験装置の仕組み

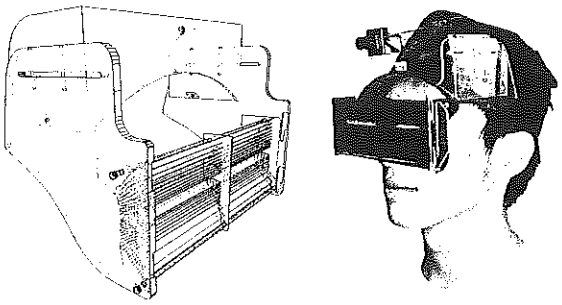
さらに回転が進んで、薄板に視線が蹴られはじめると、その後は連続的に視線が蹴られ続け、最後まで、中心視では向こう側を捉えることができない。

注視の視線が周辺環境を捉えることができる範囲を「**注視可能な範囲**」と定義すれば、放射状の薄板の配列によって作り出される視野の中では、広範囲の「視野範囲」が確保されているが、「注視可能な範囲」だけはごく狭い範囲に抑制されている。本研究で開発した実験装置はこのような原理を仕組みとして応用したものである。仮に、薄板の配列の先に、注視可能な範囲だけを遮るように遮蔽物を配したとすれば、この装置によって作り出される視野の中では中心視は全く機能しない。すなわち、周辺視しか機能しない視野を、人工的に作り出すことができる。

2.2. 実験装置の構造

上述の仕組みを適用した実験装置を製作した（図3）。実験装置は、視野範囲および注視可能な範囲をつくり出すための「本体」と、その本体を頭部に固定・調節するための「調節治具」によって構成される。本体には 0.2mm厚の黒色の薄い平板が 22 枚、垂直方向に規則的に配列されており、これによって上下方向に 150 度程度の視野範囲を確保しながら、注視可能な範囲を 12 度前後に抑えることができる。

調節治具には、被験者の眼球と本体との位置調節をするため、上下と奥行きの 2 方向の可動部があり、また、任意の視野の部分を制限するための「遮蔽物（板）」を嵌め込む細い溝が掘り込まれている。



○ 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.　実験装置の構造

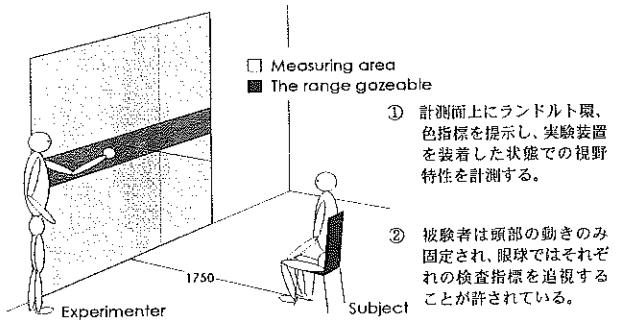


図 3.　実験装置による視野特性の測定

3. 実証実験

3.1. 視野特性の測定

実験装置の効果を確認するため、実験装置によって作り出される視野の特性を測定した。実験装置を装着し着座した被験者から、1750 ㎜離れた壁面に数種のテスト指標を提示する（図3）。それぞれの指標に対する反応精度から、実験装置による視野の特性を導出する。測定中、頭部は固定されているが、眼球を動かして指標を追視することは許されている。

はじめに視野範囲の測定を行った。壁面に照射したレーザーポインタの指標を被験者に視認してもらい、視認できる限界域の内側を視野範囲として測定する。つづいて注視可能な範囲の測定では、視力検査用のランドルト環を用いて、中心窩視力が維持できている範囲を検出した。最後に中心視を制限するための遮蔽板を挿入し、遮蔽板による制限部分の大きさをレーザーポインタ指標によって検出した。

全測定の結果を表1および図4に示す。視野範囲は注視可能な範囲よりも充分に大きく、ほぼ設定通りの値を示した。また遮蔽板によって制限される部分の大きさも、ほぼ設定どおりの値を示しており、注視可能な範囲を確実に遮蔽することができていた。

4. まとめ

本研究では、新しく見出した原理をもとに、広範囲の視野を確保しながら任意の視野部分を制限することができる実験装置を製作した。また実験装置を装着した状態での視野測定を行うことで、設定したとおりの視野特性が実現されていることも確認した。

謝辞

本研究は平成 17 年度科学研究費補助金の交付を受けて実施したものである。また実験装置の製作にあったっては株式会社三樹工業をはじめ多くの方々からの協力を得た。記して謝意を表する。

文　献

[1] 吉岡陽介，一色高志，岡崎甚幸：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

表 1.　実験装置によって生じる視野特

被験者		YO	IT	OA	TK	OT	ST
視野範囲	(°)	152.1	145.3	160.8	145.8	158.2	137.4
注視可能な範囲	(°)	9.2	13.1	9.8	11.5	12.7	12.5
遮蔽範囲	(°)	21.2	23.2	20.5	23.3	23.8	21.5

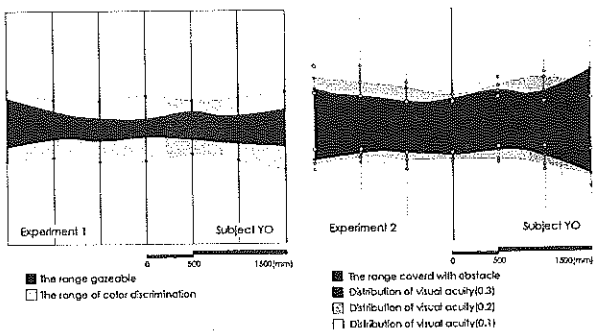


図 4.　実験装置によって生じる視野特性

D1-4-2

自動車用先進制動灯（ARS）の開発

夜間時における LED 点滅型緊急制動灯の効果に関する検討

○田中啓一（市光工業㈱ 研究開発部）　森　俊哉、若森猛幸（市光工業㈱ 電子技術部）
深阪武志（市光工業㈱ 実験部）　辛島光彦、水上明裕（東海大学　情報理工学部）

Development of the Adaptive Rear-lighting System (ARS) for the Vehicle
A study on effect of LED flashing type hazard warning signal light at night time

Keiichi TANAKA
(Research & Development Dep., Ichikoh Industries, Ltd.)
Toshiya MORI and Takeyuki WAKAMORI
(Electronic Engineering Dep., Ichikoh Industries, Ltd.)
Takeshi FUKASAKA
(Testing Dep., Ichikoh Industries, Ltd.)
Mitsuhiko KARASHIMA and Akihiro MIZUKAMI
(School of Information Science and Technology, Tokai University)

1. はじめに

事故統計によれば、車両相互による事故は追突事故が最も多く、増加傾向にある [1]。その要因のひとつに「わき見」があり、先行車のストップランプが点灯してからブレーキペダルを踏むまでの反応時間が遅くなるなどの報告がある [2]。追突事故を低減するために、自車の制動を後続ドライバへ視覚的に喚起させたりすることにより、被視認性を高める予防安全システムとして、自動車用先進制動灯（Adaptive Rear-lighting System　以下、ARS）は期待されている。

フリッカー刺激に対しては、周辺視の方が中心視よりも知覚能力が高いことなどが報告されていることから [3]、点滅型制動灯が反応時間の短縮に寄与する可能性が期待される。法規的にも点滅型制動灯に関する ECE 規則化の動きがある [4]。本研究の先報においても、昼間を想定した室内での基礎的な実験の結果、わき見時に点滅により反応時間が短くなる傾向を示した [5]。

一方、夜間にはリアポジションランプが点灯しているためストップランプの点灯に気付きにくくなり、点滅による反応時間の短縮効果が昼間と異なる可能性がある。

そこで、本報告では夜間にリアポジションランプが点灯している時の点滅型 ARS の効果について、配光パターンが異なる、規格（JIS および ECE 規格）を満たした 3 種類の自動車用灯具を用いて実験的に検討した結果を報告する。

2. 実験方法

2－1 被験者

被験者は 60～65 歳、身長 158cm～175cm の男性、8 名である。

2－2 測定装置

実験装置図を図 1 に示す。夜間、屋外で車両を停止させた以下の条件で実施した。ARS 灯具と被験者の配置は、被験者が ARS を搭載する車両を追従する配置とし、車間距離は 25m にした（ARS 灯具から被験者のアイポイントまでは水平直線で約 27.7m）。ARS 灯具の点灯、点滅制御ならびに反応時間の測定は ARS 制御部で行った。

今回の ARS の点灯、点滅は、図 2（b）に示すようにリアポジションランプが点灯している夜間時の状態で行った。反応時間は ARS の点灯または点滅開始を基準（0 sec）に、被験者の車両停止操作によるストップランプの点灯開始までとした。ARS の点滅操作と反応時間の自動記録（CSV 形式で記録する）はパーソナルコンピュータで行った。

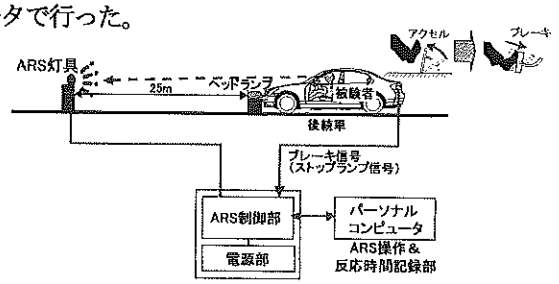
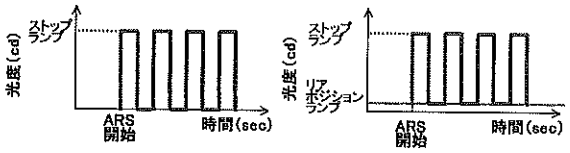


図 1. 実験装置図



(a) 昼間　　(b) 夜間

図 2. ARS の点滅例図

2－3 試験用灯具

試験用灯具の仕様を表 1 に示す。試験に用いた灯具は、LED を光源とする　①JIS 規格を満足する「狭域型」（灯具 A）、②灯具 A と中心照度が等しく、追加光源により配光範囲を 3 倍程度広げた ECE 規格を満足する「広域型」（灯具 B）と③灯具 B を基本に光源を変えずに配光の中心光度を約 2 倍にした「広域集光型」（灯具 C）である。これらの 3 種類の配光パターンが異なる同じ形状の自動車用灯具を用いた。灯具の設置（光源の中心位置）は実車に基づき、高さ：1000mm、間隔 1480mm である。試験前には 30 分間エージングを行い、試験は LED の発光が安定してから実施した。眼前照度は、灯具 A、灯具 B が約 0.12*lx*、灯具 C が約 0.20*lx* であった。

また、ヘッドランプには ECE 規格を満足するハロゲンヘッドランプを用いた。ARS 灯具表面での照度は、左側が約 0.92 *lx*、右側が約 0.73 *lx* であった。

表 1. 試験用灯具の仕様

記号		灯具A	灯具B	灯具C
配光の型名称		狭域型	広域型	広域集光型
適応規格		JIS	ECE	ECE
LED個数		1	3	3
発光面積(cm²)		74	74	74
光束(lm) (範囲:15U-15D, 45L-45R)		9,443	26,501	30,566
H-V光度(cd) (30分後)	ストップランプ	118	121	220
	リアポジションランプ	8.72	8.71	8.67
半値範囲(80cd範囲)		5U-5D 7L-8R	7U-10D 25L-10R	8U-10D 30L-10R

2−4 運転副次タスク

被験者のわき見運転状態を誘発するための副次タスクとして、標準的なナビゲーションシステムと等しい 6 インチディスプレイ上に 12mm×12mm の緑色の 1 桁乱数（背景は黒）を表示し、被験者に読上げさせるタスクを用意した。ディスプレイ設置位置は①ダッシュボード中央上のカーナビゲーションを模した位置（アイポイント平均位置からディスプレイ中心方向に下方：約 10° 左方：約 25° ）、②オーディオや空調操作を模した位置（アイポイント平均位置からディスプレイ中心方向に下方：約 40° 左方：約 33° ）に設置した。被験者の実験中の視線方向は、①、②のわき見運転状態とタスクを課さない③正面前方注視の 3 方向とした。

2−5 実験手順

ARS の点灯、点滅は被験者が確実なわき見状態または正面注視状態になったことをそれぞれ監視用カメラで確認した後、ARS 制御部で制御された正規分布に基づくランダムなタイミング（中央値 8±3sec）で行った。被験者には ARS の点滅または点灯に気付いたら、アクセルペダルからブレーキペダルに踏み替えて、車両の緊急停止に相当する行動を行うように指示した。ARS の点滅周波数は、通常点灯（0Hz と表記），3H，4Hz および 5Hz の計 4 種類とした。点滅周波数の実験順序はラテン方格法に基づき被験者間でカウンターバランスを施した。それぞれの点滅周波数において 5 試行ずつ停止行動を行わせ、得られた反応時間の最大、最小値を除いた平均値を反応時間とした。

3. 実験結果及び考察

図 3 に夜間時の各灯具における点滅周波数と視線方向別の反応時間の関係を示す。

正面視の場合には、Dunnett の多重比較法によると、通常点灯と各周波数で点滅したときの反応時間には有意差は見られなかった。これは、点滅の場合においても最初の点灯に反応するためであると考えられる。また、正面視の反応時間は後述のわき見の反応時間（約 600〜650msec）と比べて約 150msec 早く、灯具によらず約 500msec であった。

視線方向がダッシュボードに向けられた場合には、Dunnett の多重比較法によると、通常点灯と点滅の間には 5Hz のときに灯具 A において有意差（$p<0.05$）が見られ、灯具 B においても点滅の効果が見られる傾向があった（$p<0.10$）。反応時間は約 600msec である。

視線方向がオーディオ部に向けられた場合には、すべての灯具において Dunnett の多重比較法によると、通常点灯と点滅には周波数によらず有意差は見られなかった。

灯具 C では、視線方向がダッシュボードに向けられた場合およびオーディオ部に向けられた場合において、通常点灯および各周波数で点滅したときの反応時間は約 600msec で有意差は見られなかった。

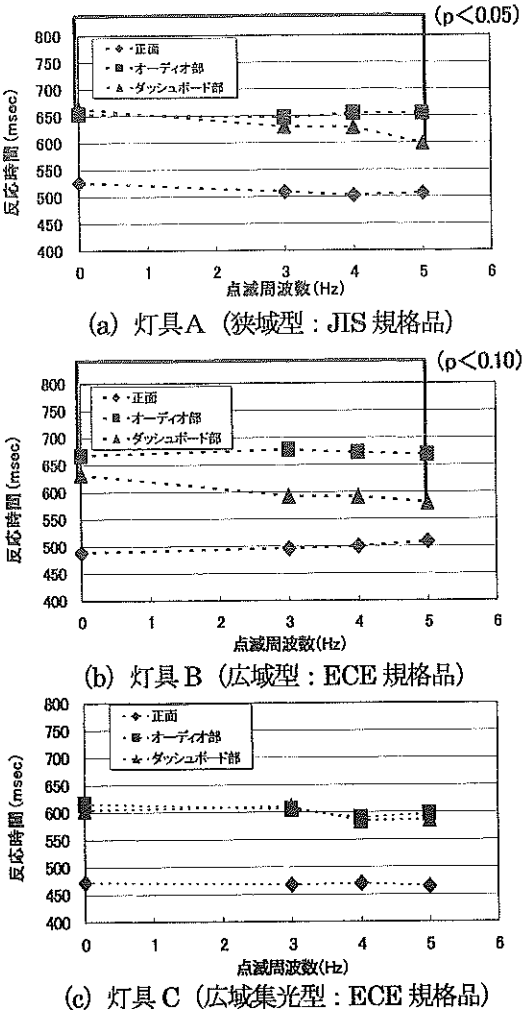


図 3. 夜間時の点滅周波数による視線方向別の反応時間

4. まとめ

夜間時に点滅型制動灯が反応時間に与える効果について、規格を満たした自動車用灯具を用いて試験をした。その結果、夜間時においても昼間を想定した室内での試験結果と同様に点滅によって反応時間が短縮する傾向が示された。特に、ダッシュボード部を見るようなわき見時において、灯具 A（狭域型）で通常点灯よりも点滅に対する反応時間が有意に短いことが分かった。

謝辞

本研究の発表にあたり日本自動車研究所の元木正典氏には適切なご助言をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

1) 警察庁交通局, 平成17年度中の交通事故の発生状況, p24, 2006.
2) 森田和元, 益子仁一, 岡田竹雄, 自動車の車室内表示装置を注視することによる反応時間の遅れについて, 照明学会誌, 第82号, 第2巻, pp121〜130, 1998.
3) 福田忠彦, 静止および運動刺激に対する視覚的識別能力, 照明学会誌, 第64巻, 第6号, pp281〜285, 1980.
4) 林一美, 高田福夫, ISO/TC22/SC8&GTB（自動車ランプ専門家会議）活動報告, 自動車技術, Vol.60, No.3, pp96〜97, 2006.
5) 田中啓一, 森俊哉, 若森猛幸, 岩下浩昭, 深阪武志, 辛島光彦, 自動車用先進制動灯（ARS）の開発 LED点滅型緊急制動灯の安全性に関する検討, 日本人間工学会・関東支部第35回大会, pp61〜62, 2005.

D1-4-3

視覚刺激の相違が環境音に及ぼす影響

○銭袋 秀明(東京農業大学)、黒川 敦(東京農業大学大学院)、谷本 都栄(東京農業大学大学院)、
出店 暁美(東京農業大学大学院)、松本 三紀雄(東京農業大学)、福岡 孝純(東京農業大学)

The influence that difference in sight stimulation gives to an environmental sound

Hideaki ZENIBUKURO (Tokyo University of Agriculture),
Atsushi KUROKAWA (Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture), Tbe TANIMOTO (Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture), Akemi DEMISE (Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture),Mikio MATSUMOTO (Tokyo University of Agriculture), and Takazumi FUKUOKA (Tokyo University of Agriculture)

1．はじめに

ヒトを取り巻く多くの環境要因の中で、特に聴覚情報である環境音は、これまでストレッサーとしての騒音問題から音の効用を目的に音のデザインを考える「サウンドスケープ」まで多方面からのアプローチによる研究がおこなわれてきている。

生体が受ける環境音からの影響は環境音単独で決定されるのではなく、他の感覚情報や生体の状態など多くの条件の中で、時には抑制的に、時には相乗的に影響を及ぼし合っており、これは異なる条件下における音の印象の相違として捉えられている。

これまでの環境音と他の感覚情報との相互作用については、特に視覚情報を用いた研究が多く、その検証にはSD法が良く用いられ、印象評価の抽出に主眼を置いたものがほとんどである[1)2)3)]。異なる印象の想起は、その程度にもよるが何らかの異なる生体反応を引き起こすことがあることはよく知られている。そこで本研究では聴覚情報の環境音としてストレッサーともなりうる交通音(騒音)を用い、視覚情報にはリラックス効果が期待される緑地画像と無機質なオフィス街の画像とを用い、異なる視覚情報下で生体が環境音より受ける影響の相違について特に生理的指標による検出を試みた。

2．実験方法

本研究では聴覚情報に車道脇で収録した交通音を使用し、視覚情報には植物に富んだ庭園および公園の画像(以下、環境 G)と植物のほとんど見られないコンクリートとアスファルトを中心としたオフィス街(以下、環境 O)の2種類の画像を用いた。

図1は本研究の測定環境で、画像は被験者の前方 3m に設置した縦 95cm×横 115cm のスクリーンに液晶プロジェクターにて投影した。各環境での測定時間は 20 分間で、一画像 25 秒間で 48 枚の画像を提示した。

交通音は比較的騒音の大きな都内の環状八号線沿い都立砧公園前で収録し、同時に騒音測定をおこなって再生時の基準とした。交通音の再生に際しては被験者の前には提示画像の景観が広がり、被験者の後方には車道という状況を想定してスピーカを被験者の背後に設置した。

被験者は本学に在籍する視覚障害および聴覚障害のない任意に選んだ 20 才から 30 才(平均年齢 21.6 才)までの健康な男子 9 名、女子 3 名の計 12 名であった。同一被験者で両条件での測定をおこない、環境条件の開始順序をランダムに設定して開始環境条件が均等に

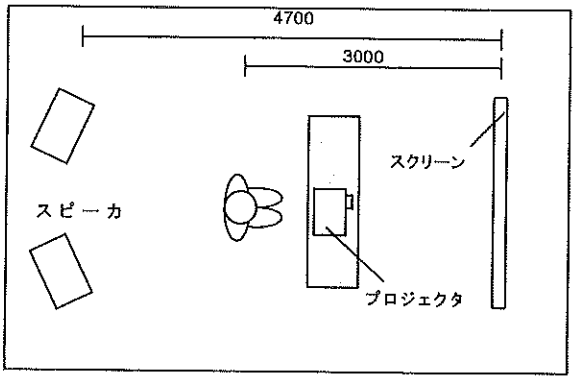


図1　測定環境

なるようにした。また同一被験者の各環境条件での測定と測定の間には 30 分以上の充分な休憩時間を設けた。

測定項目は主観的評価法として SD 法を用い、生理的指標として脳波、心電図、血圧、唾液アミラーゼ、CFF の計 6 項目を測定した。また環境測定として気温、湿度、照度の 3 項目を測定し、被験者間および同一被験者における両環境間での測定時環境差を避けるために測定環境の気温、湿度、照度等は可能な限りコントロールした。

SD 法は 20 尺度 7 段階の形容詞対を作成し、騒音暴露後に実施した。

脳波および心電図はティアック社製脳波計ポリメイト(AP1524)を使用し、国際脳波学会の定める 10-20 法に準じて左右の後頭部(Occipital)より両耳朶結線を基準電極とした単極導出法(Monopolar-Derivation)により導出した。また、心電図は胸部第 2 誘導で導出した。脳波および心電図は騒音暴露中、継続して測定した。

唾液アミラーゼはニプロ社製ココロメーターを使用し、血圧と CFF と共に騒音暴露の前後で測定した。

なお得られた脳波記録は、5.12 秒をデータ長として高速フーリエ変換(FFT)によってパワー・スペクトラムを求めた。また心電図記録から心拍変動係数(CV-RR)を求めた。CV-RR の算出には R-R 間隔を算出後、3 次スプラインにより瞬時心拍率を等時間間隔データへ変換処理後に約 82 秒をデータ長として FFT にて低周波領域(0.04～0.15Hz)と高周波領域(0.15Hz 以上)のパワー・スペクトラムを求め、それぞれ LF、HF 成分とした。CV-RR は自律神経機能の活動を反映するとされ、前者は交感神経系の活動(または交感系と副交感系のバランス)を、後者は副交感神経系の活動を反映するとされており、本研究では，副交感神経系の活動水準を LF/HF 値より算出した。

3．結果と考察

収録した交通音の 20 分間の騒音をサンプリング間隔 0.3Hz で測定したヒストグラムを図 2 に示した。48.4～97.8dB の範囲にあって平均 63.13(5.35)dB であった。

主観的評価の SD 法では 20 尺度中半数以上の尺度に環境条件間で異なる評価を示し、騒音暴露下における緑地画像とオフィス街画像の視覚情報の相違は印象評価に少なからず影響を及ぼしていることを捉えることができた。しかし生理的指標の CV-RR、唾液アミラーゼ、血圧には環境条件間で相違は認められず、ただ脳波においてのみ相違が見られた。この結果は本研究で設定した騒音暴露下での緑地画像とオフィス街画像の視覚情報の相違は、異なった主観的な印象をもたらすものの、このことが直ちに生体への生理的反応を引き起こすものではないことが示された。

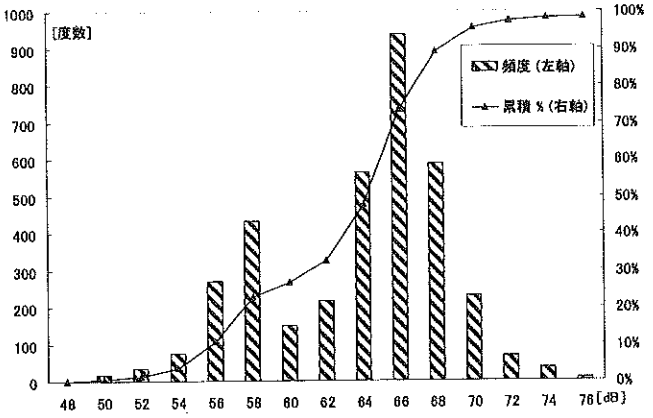


図2　交通音のヒストグラム
(サンプリング間隔0.3Hz)

参考文献

1) 芹沢健自(東大 大学院), 蘓原千珠子(明治大 大学院), 山田由紀子(明治大 理工):視覚刺激が騒音評価に与える影響 その 1 ME 法による Noisiness 評価の検討, 日本建築学会学術講演梗概集 D-1 環境工学 1, 935-936, 2004
2) 蘓原千珠子(明治大 大学院), 芹沢健自 (東大 大学院), 山田由紀子 (明治大 理工): 視覚刺激が騒音評価に与える影響 その 2 SD 法を用いた印象評価による検討, 日本建築学会学術講演梗概集 D-1 環境工学 1, 937-938, 2004
3) 細田誉二(日比谷総合設備), 加藤雅裕(加藤建築環境研), 津田宏之(関東学院大 大沢記念建築設備工研):環境音の視・聴覚情報の効果に関する研究 建築設備工学研究所, 27, 71-77, 2003
4) 大熊輝夫, 松岡洋夫, 上埜高志:脳波判読 step by step 入門編 第 3 版, 医学書院, 2005
5) 難波精一郎, 桑野園子:音の評価のための心理学的測定法, コロナ社, 1997
6) 山口昌樹(富山大学工学部), 金森貴裕(富山大学工学部), 金丸正史(富山大学工学部), 水野康文(ヤマハ発動機(株)研究開発センター), 吉田博(二プロ(株)総合研究所):唾液アミラーゼ活性はストレス推定の指標になり得るか, 医用電子と生体工学, 39(3), 234-239, 2001

D1-4-4

対光反応を誘発する受光角度

○黒川 敦(東京農業大学大学院)、谷本 都栄(東京農業大学大学院)、出店 暁美(東京農業大学大学院)、
松本 三紀雄(東京農業大学)、福岡 孝純(東京農業大学)

The Angle of light reception with Pupillary Reaction in consideration of the pupillary light reflex

Atsushi KUROKAWA (Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture), Toe TANIMOTO(Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture), Akemi DEMISE(Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture), Mikio MATSUMOTO (Tokyo University of Agriculture) and Takazumi FUKUOKA(Tokyo University of Agriculture)

1．はじめに

快適な空間を提供するためには人間の感性情報を測定し、解析する必要がある。特に造園分野では、景観や材料などの評価測定に際して写真の提示や対象地に被験者を伴ってのアンケート調査が多用されており、中でも感性情報処理の一手法であるSD法がよく用いられるが、より客観性に優れた生理的指標を用いた測定方法については現在のところ十分に確立しているとはいえない。しかし、既存の調査法に加えて生理的指標を用いた景観評価法が確立できれば、これまでとは異なったアプローチからの研究が可能となる。

瞳孔は入射する光量の変化に対応して変動する(対光瞳孔反応。以下、対光反応とする)が、心理的変化に伴う自律神経の状態をも反映して交感神経優位で散瞳し、副交感神経優位で縮瞳することは心理学や医学の分野では古くから知られている。これまでもアルツハイマー病など脳機能の障害診断に用いた研究、ストレス負荷を定量的に推定した研究、情動解析を試みた研究等で用いられている。

現在、自律神経系の状態を間接的に捉える方法としては、心拍数、血圧、GSR(皮膚電気反射)、脳波、血中アドレナリン濃度等がある。しかし心拍数や血圧は刺激から反応までのタイムラグがあり、GSRや脳波は即応性の点では優れているものの電気的雑音を除外するための測定条件の制約が大きい上に測定機器自体が極めて高価である。また血中アドレナリン濃度測定は侵襲的かつ短いタイムスパンでの測定には向かない。以上のように自律神経の状態の把握に焦点を絞った場合、これらの測定方法はその使用に際して何らかの制約を受けるのが現状である。

そこで著者らは、経済性に優れたPCカメラを用い、自律神経系の変化を反映する瞳孔反応を指標とし、測定時の被験者への負担が少ない非侵襲的で簡易性に優れた瞳孔径測定器を作成して生理的指標による景観評価法の開発に取り組んできた。

ところで、本測定法の開発および検証ではパーソナルコンピュータ(以下、PCとする)を介してのコントロールのしやすさもあって検証対象となる視覚情報にはPC画像の多用は避けられない。また著者らの最終的な目標である景観評価を考慮した場合には、その多様な景観に対する心理的な瞳孔変化の抽出には対光反応による瞳孔変化を除外する必要があり[1]、そのためには光量変化に伴う対光反応の輝度の閾値と、これを誘発する受光角度の閾値を明らかにすることが必要不可欠となる。前者については既報[2][3]にて報告した。

そこで本研究では、PC画像を構成するRGB値について、本測定法による光量変化に伴う対光反応の受光角度の閾値について追究した。

2．実験方法

2.1システム構成

瞳孔径測定は、CMOSセンサーを使用したLogicool社製PCカメラ(QVX-13N)を使用し、視線を遮らない眼前下方より測定をおこなった。また、赤外線を完全吸収する瞳孔以外は赤外線の反射率が高く、可視光線下よりも赤外線下における画像の方が瞳孔の特定が容易となることから、撮影に際しては赤外線LED(OptoSupply社製OSIR5113A)により赤外線を照射し、可視光を富士写真フィルム社製光学フィルタ(IR-96)によりフィルタリングする等の改良を行った。

実験用の刺激画像提示、撮影および解析は著者らがMicrosoft Visual BASIC 6.0、Microsoft Visual C++6.0、Delphi5による専用ソフトを作成し実施した。撮影画像の最大サンプリング周波数は30Hzであった。

表1 ピクセル幅と受光角

提示順	ピクセル幅	受光角
1	6(2.0mm)	0° 17'
2	10(3.4mm)	0° 29'
3	30(10.1mm)	1° 27'
4	50(16.9mm)	2° 25'
5	70(23.6mm)	3° 23'
6	130(43.9mm)	6° 15'

使用したPCは、Windows XP Professional、Intel Pentium4:3.06GH、メモリ:512Mであった。

2.2瞳孔算出アルゴリズム

瞳孔の特定には任意に定めた瞳孔を含む一定範囲の画像RGB値を取得し、ピクセル毎のRGB値を水平方向に走査して瞳孔に該当する水平方向成分を抽出した。この水平方向に連続した瞳孔を構成するピクセル群の中から、水平方向に最長のピクセル数を瞳孔径として算出した。このアルゴリズムは既報[4]と同じである。

2.3被験者

被験者は東京農業大学の造園科学科に在籍する色弱等の視覚障害のない任意に選んだ20歳から26歳までの男子7名、女子2名の計9名であった。

2.4実験環境

測定環境は窓からの太陽光の影響を排除した蛍光灯の点灯下でおこなった。画像提示をおこなったPCのキーボード上とCRT画面中心の照度は各々165luxと128luxであった。なお、被験者には測定に先立って提示画像に近い明るさの視覚環境で5分間以上の光順応をおこなわせた。

また音に起因する心理的影響を排除するために被験者にはノイズキャンセラー機能付きヘッドホーン(Sony社製MDR－NC20)を装着させると共にピンクノイズを与えて周囲からの聴覚情報の混入を遮断した。また、体感温度変化をさけるため、エアコンの使用を制限する等できるかぎりのコントロールをした。

CRTは三菱社製RDF173Hを用い、画面と被験者の眼までの距離は40cmに固定した。CRT画面の水平視野角は79°、上下視野角は63°であり、鏡面反射輝度を含む輝度は黒色で0.94cd/㎡、白色で69.77cd/㎡であった。

2.5実験方法

RGB値を同値とした白色画像の対光反応の閾値は黒色を基準とした場合に、0.01cd/㎡以下に存在することを既報より確認している。そこで本研究では、閾値を十分に上回る黒色と白色を幅6～130ピクセル、高さ210ピクセルで図1の様に配置した画像を作成し、刺激画像とした。(表1参照)被験者に画面中央のターゲットを注視させ、提示画像を右方向に滑らかに移動し、この間の瞳孔径を時系列順に測定した。

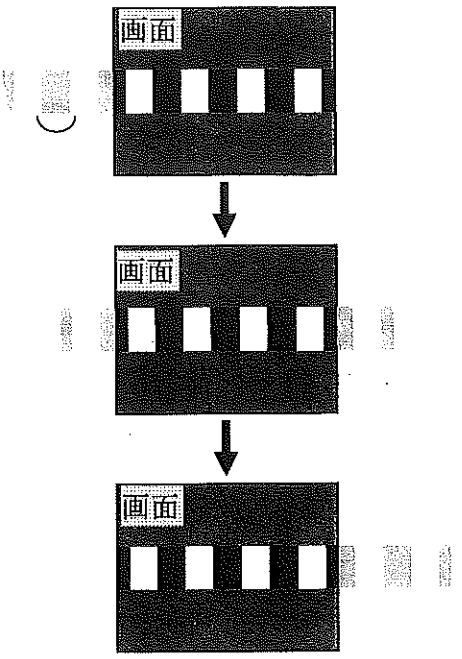


図1 画面変化例(130ピクセル)

3．結果・考察

提示中の温度差の最大は1℃程度であった。

瞳孔変化が見られ始めたのは、10ピクセル幅(受光角:0° 29')から70ピクセル幅(同:3° 23')であった。このように閾値のばらつきが多いのは、被験者ごとの視力が0.1～1.5であることと関係していると考えられる。

参考文献

1)黒川敦(東農大院),松本三紀雄(法政大学),出店暁美(東農大院),谷本都栄(東農大院),福岡孝純(東農大):情動反応による瞳孔径変動,第8回日本感性工学会大会予稿集2006, p.175,日本感性工学会

2)黒川敦(東農大院),松本三紀雄(法政大学),谷本都栄(東農大院),福岡孝純(東農大):瞳孔反応の対光反応を考慮した感性情報処理システム構築の検証,ランドスケープ研究,69(5), p.479-482,2006

3)黒川敦(東農大院),松本三紀雄(法政大学),谷本都栄(東農大院),福岡孝純(東農大):瞳孔反応による感性情報処理システム構築のための基礎的研究,造園技術報告集,3, p.118-121,2005

4)黒川敦(東農大院),松本三紀雄(法政大),福岡孝純(東農大):瞳孔反応による感性情報処理システムを用いた環境評価,システム農学会シンポジウム要旨集, p.102-103,2005秋季

A2-1-1

家庭用血圧計を応用した動脈硬化度計測技術

○小峰秀彦，淺井義之，吉澤睦子，菅原順，横井孝志（産業技術総合研究所）
斉藤之良（(株) 志成データム）

A method to measure arterial stiffness using a simple sphygmomanometer

Hidehiko Komine, Yoshiyuki Asai, Mutsuko Yoshizawa, Jun Sugawara, Takashi Yokoi (AIST)
Yukiyoshi Saito (Shisei Datum Co., Ltd)

1．はじめに

動脈硬化は脳卒中や心筋梗塞を引き起こす原因のひとつであることが知られている．したがって，動脈硬化を早期発見して治療，改善することは重要な課題である．現在，動脈硬化度の評価は，測定装置が高額である上に専門的な技術を必要とするため，医師などの専門家が診療所等で行っているのが現状である．しかしながら，動脈硬化を早期発見するためには，家庭でも簡単に動脈硬化をスクリーニングできる方法を確立することが望ましい．このような背景から，我々は家庭用動脈硬化度測定システムの開発を進めている．今回の発表では，この開発の概要を紹介する．

2．計測システムの試作

家庭で使用できるシステムを開発するにあたって，我々は家庭用電子血圧計に着目した．すなわち，家庭用電子血圧計を用いて血圧を測定する際に，上腕部に巻いたカフから得られる動脈波を解析することによって動脈硬化度を評価する方法である．この原理を用いた動脈硬度の同定に関する既存特許はいくつかあるが，これまでの方法では精度よく安定的に同定することが難しという問題があった．

このような問題を解決できる計測条件や解析アルゴリズムを検討するため，血圧測定時と同様に上腕部に巻いたカフに空気を送って加減圧し，その時カフに伝わる動脈波を精度よくコンピュータに取り込み，オフライン下で詳細に解析できる装置を試作した（図１）．

3．計測原理

図１のシステムの上腕カフ圧減圧過程で得られる脈波波形時系列の振幅は，カフ圧と心臓拍動に伴う血管内圧との差によって徐々に変化する．この振幅の変化パタンは上腕の血管硬度によって異なる可能性があり，このパタンの違いを定量的に解析して血管の硬さを同定する．特に我々は，脈波振幅の時間変化情報にもとづいて血管壁特性をモデル化し，行動に関連したパラメータの値を推定することにより，従来の方法に比べて動脈硬度を精度よく頑健に計測，評価できるアルゴリズムを開発した（特許出願中）．

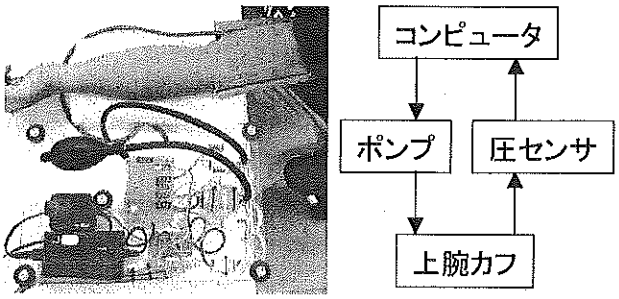


図1　データ計測システム

4．計測評価方法の検証

我々が開発した解析アルゴリズムを評価するため，既存の標準的な非侵襲動脈硬化度計測方法（脈波伝播速度：hfPWV）と我々の方法によって血管硬度計測値を計測し，両者の相関関係を求め

る実験を実施した．実験では20歳台～60歳台の健康な成人男性被験者 39 名を用い，安静仰臥位で計測を行った．

試作システムを用いて，上腕部に巻いたカフを加圧・減圧した時に得られたカフ圧を平滑化(0.5-10Hz)し，1心拍毎の上腕動脈波を抽出した．この1心拍毎の上腕動脈波振幅値を包絡線で結ぶと図2のような結果が得られた．既存の動脈硬化度評価方法である hfPWV の数値が低く血管が“柔らかい”場合には，脈波振幅値を結んだ包絡線が緩やかに立ち上がり明確な頂点を描くのに対して（図2A），血管が“硬い”場合には図2Bのように頂点が不明瞭な包絡線を描いた．このような包絡線の違いを特徴づけるために我々が開発したアルゴリズムや指数と hfPWV との相関関係は図3に示したとおりである．すなわち，我々が開発した動脈硬化度指数は hfPWV と有意な相関関係（$r=0.7$ ($p<0.05$)）を示した（図3）．なお，既存特許の方法と hfPWV との間には有意な相関関係は見られなかった．

5．考察

家庭用血圧測定技術を応用して新たな動脈硬化度評価指数を開発し，既存の動脈硬化度評価方法である hfPWV と比較したところ，両者間に有意な相関関係が得られた．この結果は，血圧測定時に得られる上腕動脈波を用いて，従来特許の方法に比べより精度よく頑健に，動脈硬化度を評価できることを示唆し，家庭用動脈硬化度評価装置の製品化への可能性を示している．特に，新たに開発した動脈硬化度指数が，体の中心部分の動脈硬化度の指標である hfPWV と相関関係を示した結果は，臨床的に重要とされる中心動脈の硬化度をスクリーニングできる可能性を示唆する．

我々が開発している動脈硬化度評価方法は，既存の電子血圧計のハードウェアに手を加えることなく，ソフトウェアを追加するだけで実現できるので，従来の家庭用血圧計とほぼ同じ価格で動脈硬化度測定装置を市場に送り出せる．この装置が完成すれば，家庭で簡単に動脈硬化度を測定できるようになり，脳卒中や心筋梗塞の予防に役立つ．これは，活力ある高齢化社会を創り出すと同時に医療費削減による経済効果も大きいと期待できる．

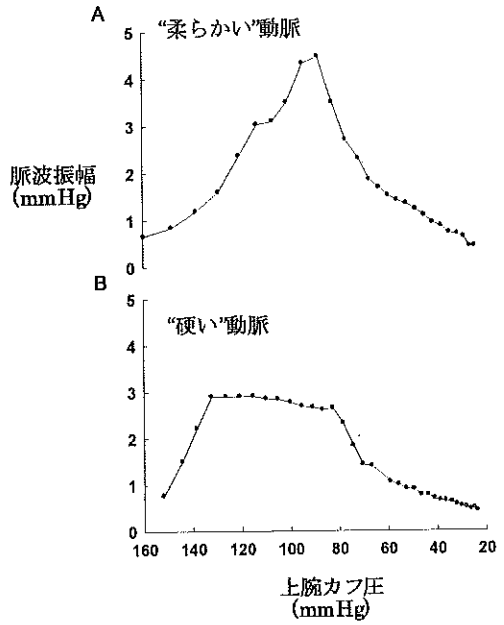


図2 血管の硬さが動脈波振幅パターンに与える影響

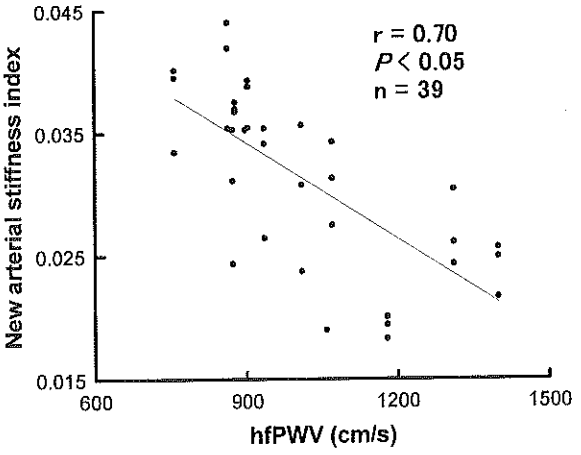


図3 既存の動脈硬化評価指標と新たに開発した動脈硬化指標との関係

A2-1-2

上腕加圧下での指尖脈波計測にもとづく動脈硬化および自律神経機能の評価

○ 東田 外史（株式会社ＣＣＩ）、横井 孝志（産業技術総合研究所）、三上 正俊（青森敬仁会病院）

Evaluation of arteriosclerosis and autonomic function based on plethysmogram measurement under upper arm pressurization

Gesshi Higashida (CCI Corporation), Takashi Yokoi (AIST), Masatoshi Mikami (Aomiri Keijinkai Hospital)

1．はじめに

動脈硬化の早期発見は、高齢化社会における寝たきりの予防としても重要な課題である。動脈硬化の評価法としては、脈波伝播速度、加速度脈波などによる方法があるが、脈波伝播速度の測定には大掛かりな装置が必要であり、加速度脈波では、機能的血管緊張により本来の血管年齢よりも高めに評価される問題がある。これらの問題を解決するために、我々は、上腕部を加圧しながら測定した脈波のCTc (corrected crest time) に着目して動脈硬化を評価する装置を開発した。また、本装置では、CTcのばらつきによって自律神経機能も同時に評価することが可能である。本報告では、本装置の概要について報告する。

$$CTc = CT/\sqrt{SS}$$ SS；脈波立ち上がり点の間隔

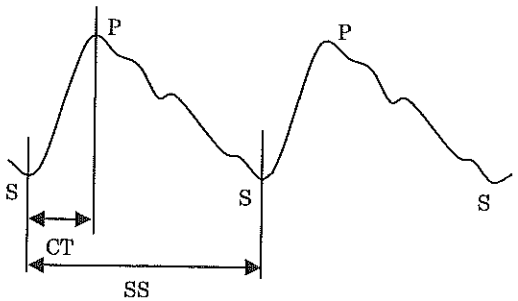


図１　CTc（corrected crest time）の説明図

2．装　置

本装置は、上腕加圧制御部、血圧測定部、指尖脈波測定部の３つとPCから構成される。

脈波の測定には、光学式容積脈波センサを用いて、時定数は２秒とした。脈波と血圧データのサンプリング周波数は１kHz、解像度は12bitでAD変換を行った。PCとはUSB方式で通信を行い、PCのモニター上にCTcのタコグラムをリアルタイムに表示することができる。

CTcとは、図１に示すように、脈波の立ち上がりから頂点までの時間を、心電図のRR間隔に相当するSSを用いてBazettの式で補正したものである。CTcは正常波では小さく、硬性波では大きな値となる[1)2)3)]。

収縮期血圧と拡張期血圧の検出には、振動（oscillation）法を用いた。上腕加圧制御により、血圧計のカフを、一旦180mmHgまで上昇させ、次に、ゆっくりと60mmHgまで減圧する。その時の圧力値を解析して、振動が出現した圧力を収縮期血圧、振動が急激に減少した圧力を拡張期血圧として検出した。

3．測定及び評価方法

室温23±2℃、安静１分後、仰臥位、又は椅子に座り、指先は心臓の高さで記録する。

①加圧前脈波測定（動脈硬化１次評価）

まず、加圧を開始する前に通常の脈波を測定する。このときのCTc平均値により、動脈硬化の第１次評価を行う。CTc≦0.17であれば正常であり、動脈硬化の疑いは無い。CTc＞0.17の場合は、動脈硬化の疑いがある。すなわち、器質的に血管の素材そのものに動脈硬化が及んでいる場合か、もしくは、一過性の機能的血管緊張の両者の可能性がある。

②加圧後脈波測定（動脈硬化２次評価）

次に、第２次評価のために加圧脈波を測定する。脈波を測定している腕の上腕部に予め装着されたカフの圧力を制御して、収縮期血圧、拡張期血圧を検出した後、検出した拡張期血圧にカフ圧力を維持した状態で30秒ほど指尖脈波を測定する。CTc≦0.17の場合は軽度、0.17＜CTc≦0.22の場合は中度、0.22＜CTcの場合は重度の動脈硬化と評価される。

軽度は動脈硬化が大動脈に限定しているか、又は単なる機能的血管収縮によるもので、正常とともに動脈硬化の心配はない。中度は動脈硬化がすでに末梢細動脈にまで及んだものであり、他の検査法も参考にして必要があれば治療する必要があるが、治療には良く反応して、かなりの率で軽度

に回復する。重度は、動脈硬化がかなり進んだもので、他の検査がすべて陰性でもすぐに治療を要する。治療にはかなり抵抗するが時に中度に移行、回復する[3]。

③自律神経評価

加圧前、加圧後の両方の脈波から自律神経機能が評価できる。自律神経機能が不安定な場合には、CTcが大きく動揺するが、自律神経機能が安定している場合は、CTcも安定している。

動脈硬化の存在により、加圧前にCTcが見かけ上安定していたものが、加圧によって不安定になる場合もあるので、自律神経機能の評価方法としては、加圧前と加圧後の両方でCTcが安定している場合が正常、どちらか一方でもCTcの動揺が大きい場合を異常と評価することができる。

4．加圧脈波の原理

加圧前にCTc＞0.17となり異常と判断された場合、それが器質的アテローム硬化によるものか、交感神経作動による機能的血管収縮によるものかの区別はできない。その区別をするために容積脈波ではいろいろな負荷脈波が考えられているが、加圧脈波はその中でも負荷が少なく測定が簡易な方法である。

加圧脈波は、反応性充血と同じようなメカニズムを利用している。反応性充血は、冠動脈を閉塞したのち、再潅流すると冠潅流圧が一定にもかかわらず一過性に血流増加と血管拡張がみられる現象である。内皮由来の血管弛緩因子の本体は一酸化窒素（NO）であり、産生されたNOが血管平滑筋に達し、NOにより活性化された酵素濃度が上昇して血管平滑筋を弛緩させることが判明している。糖尿病、冠動脈疾患などの動脈硬化の危険因子をもつ患者は健康者に比し反応性充血の波高増加は有意に低い[4]。

加圧脈波の測定で、加圧前のCTcが異常であっても動脈硬化が軽度の被験者の場合には、上腕を加圧することにより、NOなどの血管弛緩因子が血液中に発生し、血管が拡張して“血管の若返り現象”が起こりCTcが正常範囲に短縮する。しかし、動脈硬化の重症度が進むにつれて、“血管の若返り現象”が見られなくなりCTcの短縮量も少なくなる。

5．測定例

図２、図３に脈波波形とCTcタコグラムの例、表１に58例の年代別測定結果を示す。

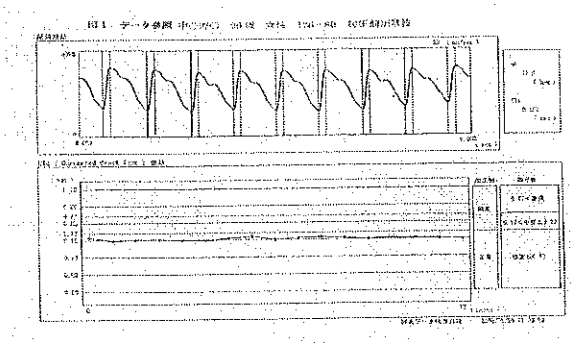


図２　動脈硬化－正常、自律神経－安定の例

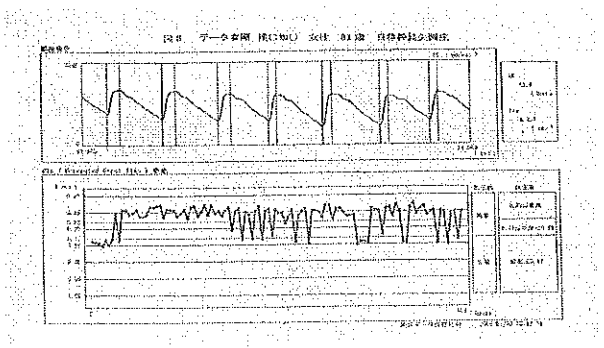


図３　自律神経－不安定の例

表1　58 例の動脈硬化度診断

	20 代	30 代	40 代	50 代	60 代	計
正常	6	6				12
軽度	4	5	5	3		17
中度		4	8	10	4	26
重度			1	1	1	3
計	10	15	14	14	5	58

注　：　自律神経失調症:20 代 2 例、30 代 4 例
　　潜在性自律神経失調症:30 代 1 例

6．おわりに

58例の測定例では、年齢との相関もみられ、本装置の実用性が確認できた。今後は、すでに実績がある脈波伝播速度（PWV）の機器などとの同時測定を行い、エビデンスデータ数を増やし、医療機器としての製品化を目指したい。

7．参考文献

1) 三上正俊：周産期脈波学，東京医学社
2) 吉村正治：脈波判読の実際，中外医学社
3) 三上正俊，鍵谷昭文，小澤禎治：加圧脈波による動脈硬化診断，日本臨床生理学会雑誌，PP. 9-18, Vol. 35, No. 1, 2005.
4) 三上正俊：周産期母児の脈波学的研究，永井書店

A2-1-3

近赤外分光法の健康評価への応用

○谷川　ゆかり（産業技術総合研究所 人間福祉医工学研究部門）

Application of NIRS measurement for evaluation of physical activity

Yukari Tanikawa
(Institute for Human Science and Biomedical Engineering, AIST)

1．近赤外分光法とは

波長 700～900nm 程度の近赤外光（NIR: Near Infrared light）は、エネルギーが低く、生体に対し比較的高い透過性を持つため、無侵襲で安全かつ簡便に生体計測ができるという利点を有している。この近赤外の波長域では、酸素が豊富な動脈血（鮮紅色）と酸素が少ない静脈血（暗赤色）が異なる吸収特性を示している。この特性の違いを利用し、生体の活動度評価指標の一つである、酸素化状態の情報を得るのが近赤外分光法（NIRS: Near Infrared Spectroscopy）の原理である。

2．NIRS 装置

この原理に基づいて生体の生理的情報を無侵襲で安全かつ簡便に計測するのがいわゆる NIRS 装置である。近赤外光は生体に対し比較的高い透過性を持つが、生体組織により強く散乱されるため、生体をまっすぐ透過せず、光源―検出間距離よりもはるかに長い経路を進む。図 1 は脳に照射された光が、脳を模擬した媒質内で散乱・吸収を受けて検出器に到達する過程をシミュレートしたものであるが、照射された光がまっすぐに検出器に到達するのではなく、媒質内で散乱・吸収をうけ、ある程度の広がりをもつ光路を通って検出器に到達する様子が示されている。したがって X 線 CT など、従来の画像再構成アルゴリズムは適用できず、生体組織で強く散乱された微弱な散乱光を利用した、NIRS 装置独自の計測法や解析アルゴリズムの開発が進められている。

拡散光を利用した生体計測法としては主として以下の 2 つの手法がある。

連続光（continueous wave（CW））計測
時間分解（time-resolved（TR））計測

連続光計測（CW）は、連続光（通常のレーザ光）を生体組織に照射、比較的強い拡散反射光を捉え生体表面に近い領域の血流変化をすばやく計測するものである。装置が連続光源と光検出器のみ、という非常に簡便な構成であり、安価、かつ時間分解能が極めて高いという利点を有している。これを生かしシングル、あるいはデュアルチャンネルで計測可能な（近赤外）酸素モニタ、さらには多点照射・多点計測により、画像での計測を可能にした光トポグラフィなどマルチチャンネル型の装置も開発、既に製品化され、広く普及しつつある。

一方、時間分解計測（TR）法は、ピコ秒程度の時間的に短いパルス光源と高速検出器から構成され、生体表面から照射したパルス光が生体内で散乱・吸収され、微弱な散乱光となったパルス光を計測するため、CW の場合と比較して

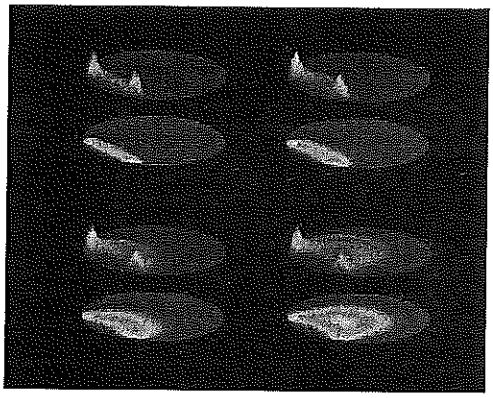


図1. 散乱媒体中の光伝播の様子
（シミュレーション結果）

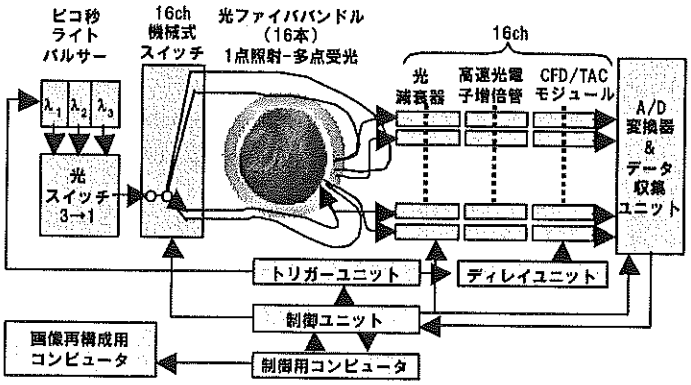


図2. 拡散光トモグラフィ（概念図）

高価、かつ、時間分解能が低いという欠点はあるが、入射光パルスの減衰量、パルス幅、パルスの立ち上がり時間など多くのデータが得られ、実効光路長を求められ、照射・検出間距離の長い位置での拡散透過光，すなわち組織深部を通過した光信号から組織の断層像を描画可能である。図2は拡散光トモグラフィ装置の概念図であり、複数波長のパルス光源からの光をファイバで生体に照射し、多数の検出ファイバで受光、高速検出器で検出する。

3．NIRS 計測の解析

NIRS 計測の解析には、主として modified Lambert-Beer (MLB) の法則で計算する方法と、光拡散方程式の逆問題を解いて吸収係数・散乱係数の画像にする方法の2つに大別される。前出の近赤外（酸素）モニタや光トポグラフィなどの装置では、このMLB法が適用されている。これらの装置は、定量評価に必要な実効光路長を測定する手段を持たないが、簡便・迅速に酸素化状態の変化をすばやく捉えられる利点を生かし、患者の生理状態のモニタリングなどの医療現場での利用から、生体への各種タスクに対する酸素化状態変化のモニタリングや、脳の高次機能のモニタリングなどに広く応用され、普及してきている。

一方、光拡散方程式の逆問題を解いて吸収係数・散乱係数の画像を作成する方法が、いわゆる拡散光トモグラフィである。画像再構成のアルゴリズムは基本的に順・逆計算に基づく逆問題である。はじめに生体組織中の光学特性値である吸収係数μa および換算散乱係数μs'の初期分布を仮定し，光伝播モデルに基づき順問題計算を行なう。各々の検出点での光強度の計算結果は測定結果と比較され，それらが一致した場合、仮定した光学特性値分布が解であると考える。一致しない場合は、誤差に基づいて光学特性値μ_aおよびμ_s'の分布を再度仮定しなおし，再び順問題計算を行なう。このプロセスは計算結果と測定結果の誤差が許容値以下になるまで繰り返し行なう。計算の結果得られた光学特性値μ_aおよびμ_s'の再構成画像を複数の波長で求め、生体組織内の血行動態や酸素化状態を示す断層像に変換する。

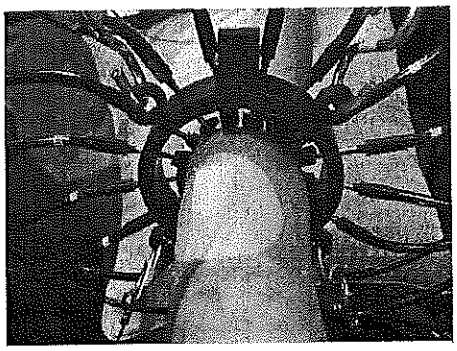


図3．ヒト上腕測定

我々の研究グループでは、この拡散光トモグラフィ装置を用い、アルゴリズム開発を中心に、ヒトの近赤外光イメージングの定量化・組織の健康状態の評価手法の確立を目指し、ファントム試験などの基礎研究と同時に、健常者を対象とした人間工学実験や医工連携による臨床試験などを行い、相補的に開発を進めている。

4．最近の成果

図3、4はリハビリテーション効果の定量評価手法の確立を目指し、ヒト上腕を対象に、錘の保持をタスクとして、タスク前とタスク中で測定を行い、結果から画像を再構成したものである。測定には拡散光トモグラフィ装置を用いた。ヒト上腕の測定は図3のようにホルダを用いて放射状に16本のファイバを設置、1点より照射し、多点で同時計測した。図4はタスク中と安静状態との差の画像であり、上腕の筋肉におけるデオキシヘモグロビン（[HbR]）の増加，太い血管におけるオキシヘモグロビン（[HbO]）および血液量（[HbT]）の増加など，運動前後の酸素化状態の変化を捉えることができた。

本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究（B）（研究代表者：宮川道夫、課題番号17300148）によって行われた。

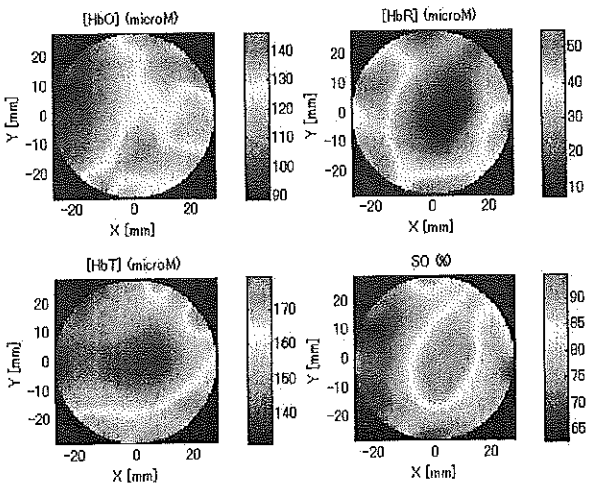


図4．再構成画像

A2-1-4

生理計測による睡眠時の温熱環境評価

○都築和代(産業技術総合研究所),水野一枝（同，東北福祉大学）

The evaluation of the thermal environment during the sleep by the physiological measurements

Kazuyo Tsuzuki (AIST), Kazue Mizuno(AIST & Tohoku Fukushi University)

1．はじめに

睡眠時の温熱環境を評価する方法として，よく眠れたかどうか，など睡眠感を尋ねることが容易で確かな方法である。暑くて何度も寝返りをうった，寒くて布団を掛け替えた，冷房や暖房を入れたなど，覚醒して体温調節行動を起こすことがある。それ以外の起床時まで目が覚めなかった状態などは，よく眠れたことを示すと考えられる。睡眠を客観的に測る方法として，睡眠ポリグラフ計測があり，脳波，頤筋電，眼振より睡眠深度を判定する方法である。また，簡易な計測法として普及しているアクチグラフは，活動計を常時，つまり睡眠中も非利き手に携行して睡眠中の活動度などを測定する方法である。本研究では，上記の測定法のうち実際の生活環境において睡眠と体温調節を測定した結果について報告する。

2．方法

産業技術総合研究所人間工学実験倫理委員会の承認を受けた。アクチグラフによる睡眠効率と睡眠ポリグラフデータによる睡眠深度判定との比較を図1に示す。高齢男性被験者[1]のデータを用いて，相関関係を比較したところ，気温26℃相対湿度 50%よりも気温 32℃相対湿度 50%の方がPSGとアクチグラフとの相関係数が高くなったが，両条件ともに有意な相関関係が認められた。

調査は心身ともに健康な 65 歳以上の高齢者13名（男性5名，女性7名）を，被験者とした。事前調査から極端な朝型または夜型でないこと，不眠，過度のいびき，昼寝，服薬の習慣のない者を対象とした。測定前日は徹夜や睡眠不足を避け，就寝，起床時刻，就寝状態は被験者の通常通りにしてもらった。測定期間は冬期（1 月下旬～2 月），夏期（7 月下旬～8 月），秋期（10 月～11 月上旬）であった。測定項目は皮膚温，寝床内温湿度，寝室内温湿度，アクチグラフ，主観的睡眠感，温冷感，快適感とした。全ての温度湿度はサーミスタセンサと小型温湿度記録装置（LT-8A, LT-8B）で1分毎に連続測定した。また，主観申告として測定当日の生活行動，就寝状況，就寝前後の温冷感，快適感，湿潤感，及び起床時の睡眠感を申告してもらった。測定は1日～2日の間隔をおき，2夜行った。アクチグラフ，寝室内温湿度，屋外温度は1分毎に5 日間連続測定した。アクチグラフの睡眠／覚醒の判定には Cole-Kripke[2] によるアルゴリズムを用い，睡眠変数を算出した。

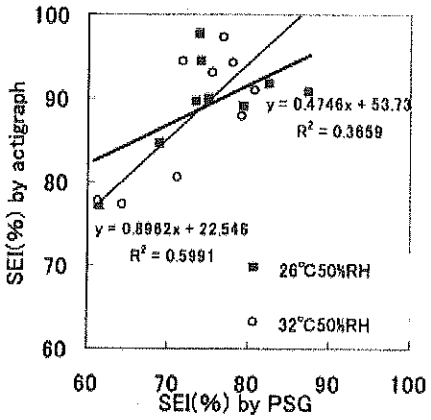


図1　PSGとアクチグラフによる睡眠効率の比較

表1 睡眠中の寝床内気候

	冬期	夏期	秋期
外気温 (℃)	1.83 (2.60)[a]	25.02 (4.41)[a)b)]	8.63 (0.76)
寝室室温 (℃)	8.95 (2.78)	27.35 (2.70)[a)b)]	14.04 (1.05)
寝室湿度 (RH%)	60.36 (7.09)[a)]	73.12 (7.82)[b)]	67.71 (9.77)
寝室湿度 (Torr)	5.32 (0.38)[a)]	19.57 (1.29)[b)]	8.43 (0.32)
敷布団 (枚数)	1.92 (0.51)	1.50 (0.52)	1.67 (0.49)
掛け布団 (枚数)	2.92 (0.67)[a)]	1.00 (0.00)[a)b)]	2.33 (0.65)
寝衣 (Clo)	0.60 (0.08)	0.46 (0.08)[a)b)]	0.54 (0.08)
エアコン使用(%)	16.7	41.7	0
電気毛布使用(%)	16.7	0	9.1

Average(S.D)

[a)] 秋期との間に有意差あり; [b)] 冬期との間に有意差あり

表２睡眠変数と活動量

	冬期		夏期		秋期	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
就寝時刻 (h:m)	22:35	(1:13)	22:24	(1:01)	22:33	(1:16)
起床時刻 (h:m)	6:13	(0:34)	5:37	(0:30)[b)]	6:03	(0:32)
就床時間 (min)	459.4	(79.0)	434.6	(77.4)	450.7	(90.4)
睡眠時間 (min)	425.7	(68.1)	348.5	(69.4)[a)b)]	410.0	(81.8)
覚醒時間 (min)	33.6	(36.0)	86.1	(67.2)[a)b)]	40.6	(29.5)
睡眠効率 (%)	93.0	(6.50)	81.0	(14.1)[a)b)]	91.1	(5.57)
入眠潜時 (min)	7.4	(7.35)	46.2	(48.4)[a)b)]	17.5	(16.4)
覚醒回数 (N)	5.8	(3.8)	8.7	(4.4)	6.3	(2.1)
平均覚醒時間 (min)	5.1	(3.4)	9.2	(5.5)	6.8	(4.8)
最長覚醒時間 (min)	16.9	(24.5)	37.5	(24.1)[a)b)]	15.0	(10.6)
活動量	11.6	(6.78)	32.6	(18.5)[a)b)]	15.6	(6.78)
日中						
活動量	189.8	(32.4)	204.8	(27.9)	186.8	(41.6)
睡眠時間 (min)	38.8	(51.2)	32.7	(38.9)	65.0	(60.1)

Mean (S.D)

a:秋期との間に有意差あり，b:冬期との間に有意差あり

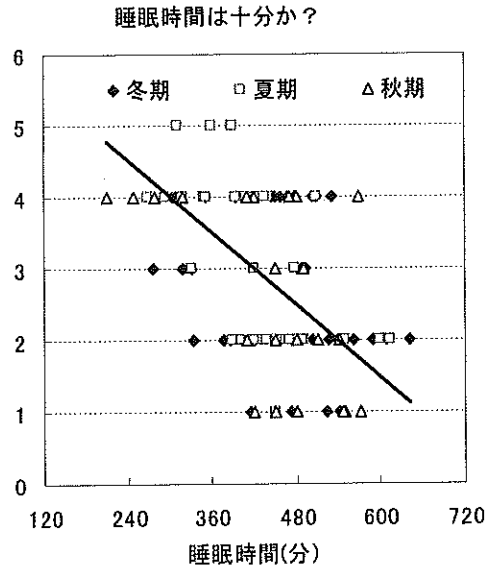


図２　睡眠時間と主観申告との関係

３．結果

表１に示すように，夜間の寝室の温度は夏期で有意に高く，湿度は冬期で有意に低かった。就寝中の寝具では，掛け布団の枚数が夏期で冬期・秋期に比べて有意に減少した。就寝中の衣服のクロー値は夏期で冬期・秋期よりも有意に低かった。

アクチグラフから算出した睡眠変数と活動量の結果を表２に示す。就寝時刻に差はみられなかったが，起床時刻は夏期で冬期よりも早かった。その結果，夏期の就床時間は冬期や秋期よりも短い傾向にあった。また，夏期では冬期，秋期よりも有意に入眠潜時，覚醒時間が延長し，睡眠効率が低下していた。夜間睡眠中の活動量も夏期で冬期，秋期にくらべ有意に増加した。測定当日の日中の活動量，昼寝時間に差はみられなかった。

主観的な睡眠感では寒さ，あるいは暑さによる主観的な覚醒回数が夏期で冬期，秋期より有意に増加したが，それ以外の項目に差は見られなかった。就寝中の全身，および足部の温冷感は冬期，秋期で夏期よりも有意に暖かい側の申告であった。快適感には差がみられなかった。また，個人の睡眠時間と主観申告（１：十分，２：ほぼ十分，３：どちらでもない，４：やや不足，５：不足）との対応を図２に示す。睡眠時間が長くなるほど「十分だ」という申告が増え，夏期において有意な相関関係が認められた。

４．まとめ

日常生活においては冬期の低温環境よりも，夏期の高温環境の方が，中途覚醒を増加させ，睡眠効率を低下させることによって，高齢者の睡眠に悪影響を及ぼす可能性を示唆していた。

【謝辞】

本研究を遂行するにあたり被験者として協力いただいた方々に深謝します。

【引用文献】

1) Okamoto-Mizuno K, Tsuzuki K, Mizuno K (2004) Int J Biometeorol 49(1):32-6

2) Cole RJ, Kripke DF, Gruen W, et al (1992) Sleep15:461-469

3) Haskell EH, Palca JW, Walker JM, et al. (1981) Electro Clin Neurophysiol 51:494-501

A2-2-1

企画セッション：「エラーマネジメント」へのアプローチ

エラーマネジメントとはなにか

○ 清川和宏（元日立）、氏田博士（エネルギー総合工学研究所）、小松原明哲（早稲田大学）

Approach to "Error Management"
Introduction of "Error Management"

Kazuhiro KIYOKAWA (Hitachi Co .Ltd. OB), Hiroshi UJITA (The Institute of Applied Energy)
Akinori KOMATSUBARA (Waseda Univ.)

1．はじめに

最近産業界で発生している事故・トラブル例を見ると、ヒューマンエラーや組織（管理）に係わる要因が重要な原因となっている。このような事故・トラブルは、企業の存続に影響を与えることもあり、また不具合対策費も非常に高額になり、経営上の大きな問題になっている。しかし、:従来のハードウエアを中心とした従来の品質管理では、これらの事故・トラブルに対応するには限界があり、新たなエラーマネジメントが必要となっている。

企業内で発生したインシデントの分析によると、これらの原因はエラーを起こした個人が所属する組織の弱点が顕在化したために発生しているものが多い。エラーマネジメントでは、組織に属している実務者（例えば品質保証・安全担当者）が、自部門で発生したヒヤリハットやインシデント事例を分析し、組織の持つ弱点（問題点）を的確に把握し、事故・トラブルが発生する前に適切に対処できれば本質的な未然防止を図ることができる。

2．実務者向けヒューマンエラー分析手法

（1）既存のヒューマンエラー分析法の調査[2)]

原子力などの産業界で実務者によって実際に使用されている下記のヒューマンエラー分析法を比較検討した。分析事例として千葉県立東金病院で発生した医療事故[1)]を使用し、分析には、実務者が参加した。

- バリエーション・ツリー法
- H²-SAFER
- J-HPES
- CREAM
- トライポッド・ベータ
- 人的過誤分析手法
- 人間エラー発生 FT 図手法、等

各手法とも開発・適用先にニーズに適した特徴を持っているが、いずれも手法も分析には分析者の知識と経験に左右され、実務者が直ぐに適用できるものではなかった。

（2）分析に関する実務者の要望事項調査[2)]

実務者からのアンケート調査により、実務者向けの分析方法には次の要件を満たす必要のあることがわかった。

- 問題点・発生経緯がビジュアルで表現される事象説明図
- 原因追求の範囲と深さ（停止規則）が明確であること
- 分析者が管理できる組織要因は網羅されること
- 分析所要時間は１週間程度

（3）実務者用分析手法[3)]

既存の代表的な手法をベースとし、実務者の要求事項を考慮した図１に示す実務者用の分析手法を開発した。ここでは対象事例の規模をベースとして異なる三つの手法を提案している。

- 現場・部門担当者用
- 品質保証担当者用
- ヒューマンファクター担当者用

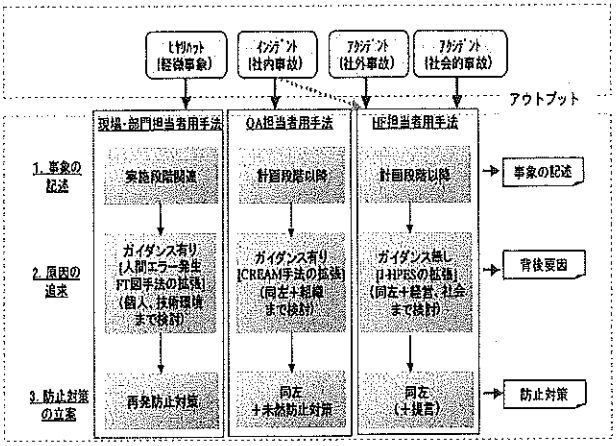


図１　実務者用の分析手法

３．組織事故・不祥事[4) 5)]

前節に延べた個人の行動に注目したエラー分類法は、最近発生している組織そのものに起因する組織事故や倫理的な問題を含んだ不祥事では、適切な対応策を導くことができない。これら組織事故・不祥事の発生を防ぐために何を行うべきかを明らかにする必要があるが、その第一ステップとして、最近国内で発生した代表的な組織事故・不祥事をリスクマネジメントの観点から分析し、実務者が日常の活動で留意すべき事項について整理している。

また、組織事故・不祥事の発生メカニズムを明らかにするためのモデルも検討する必要がある。

４．おわりに

エラーマネジメントを実現するには、従来の品質管理に加え、ヒューマンファクター、リスクマネジメント、安全文化など多岐にわたる分野を有機的に結合する必要がある。現在は事例分析が中心であるが、対策立案の考え方、日常活動に組み込むための仕組み作りなどを充実させ、現場で使用できるものとしてまとめて行きたい。

最後に、事例分析や調査実務に協力頂いた品質保証研究会（http://www.qasg.com/）エラーマネジメント研究会の奈良順一氏（東京電力）、笹島洋幸氏（東芝）、長島廣忠氏（東芝）、山平治氏（関電工）を初めとする常任幹事の方に深く感謝する。

参考文献

〔1〕「千葉県立東金病院の医療事故に関する事故委員会報告書」、平成 12 年７月、東金病院事故調査委員会

〔2〕品質保証研究会エラーマネジメント研究会、「エラーマネジメントに関する調査研究」、平成１３年度定例研究会報告書、平成１４年５月

〔3〕品質保証研究会エラーマネジメント研究会、「エラーマネジメントに関する調査研究」、平成１４年度定例研究会報告書、平成１５年５月

(4) 品質保証研究会エラーマネジメント研究会、「エラーマネジメントに関する調査研究」、平成１５年度定例研究会報告書、平成１６年５月

(5) 品質保証研究会エラーマネジメント研究会、「エラーマネジメントに関する調査研究」、平成１６年度定例研究会報告書、平成１７年５月

A2-2-2

エラーマネジメントにおいて実務者が考慮すべき背後要因

作田　博（原子力安全システム研究所）

Causal Factors in Error Management which Staff in Site should Consider

Hiroshi Sakuda (Institute of Nuclear Safety System, Incorporated)

1．はじめに

ヒューマンエラー（エラー）が発生すると、その再発防止のためエラーを誘発した背後要因を追究し、必要な対策を検討する。いわゆるヒューマンエラー分析を行うことになるが、国内外でいろいろなエラー分析手法が開発され、その特徴に応じて各所で活用されている。

一般的にエラーの事象は連鎖の形をとり、そのどこかで社会やシステムが許容するレベルを超えると重大な事故に至る。事象の連鎖を考えると、できる限り上流側のエラーに着目し、その背後要因を追究することが望ましい。一方、連鎖のうちのひとつのエラーにおいても、できる限り根本原因にたどり着くことが肝要である。しかしながら、どのようなレベルのエラーに対しても同じ背後要因の範囲を検討することは合理的でない面もみられる。

本報告では、ヒューマンエラーの程度に応じて考慮すべき背後要因の範囲と、現場の実務者が責任を持って対策を実行することができる背後要因の範囲などについて検討した結果を紹介する。

2．事故・トラブルレベルの分類

事故・トラブルが社会やシステムに与える影響の程度に応じて、次の４つのレベルに分類した。1)ヒヤリハット（軽微事象：インシデントに進展する前に検出、復旧された不具合）、2)インシデント（社内事故：社内で不具合が発見されたインシデント）、3)アクシデント（社外事故：社会的影響のあるアクシデント(規制当局への報告、新聞発表など)）、4)アクシデント（社会的事故：社会的影響のきわめて大きい事故、または社会に要因がある事故）。

エラー分析の目的は、1)ヒヤリハットレベルは関係部署への周知、2)インシデントから4)アクシデントレベルは根本原因の追究と再発および未然防止対策の検討が主になる。

3．分析者レベルの分類

分析を行う実務者の担当業務、ヒューマンファクターに関する知識や経験の多寡に応じて、次の３つのレベルに分類した。1) 部門担当者、2) 品質保証部門担当者、3) ヒューマンファクター専門家。

4．背後要因の分類

種々のエラー分析手法の中から、表１に示す７つの手法や枠組み[1]を選定し、そこで使われている背後要因を集約、整理することにより背後要因を次の５つに大分類することができた。1)個人要因（作業者固有のもの）、2)技術・環境要因(作業者に与えられるもの)、3)組織要因(管理者が管理できるもの)、4)経営要因（経営活動に係わるもの)、5)社会要因（社会から規制されているもの)。

表１ 検討したエラー分析手法

(1) J−HPES
(2) m−SHEL
(3) CREAM
(4) 人的過誤事例分析評価手法
(5) 人間エラー発生FT図手法
(6) トライポッド・ベータ
(7) 日本プラントヒューマンファクター学会提唱の枠組み[1]

5. 組織要因の検討範囲の分類

背後要因のうち組織要因について検討する範囲を次の４つのレベルに分類した。1) 作業グループ（課・係レベル）、2) 支援グループ（事業所レベル）、3) 経営トップ（本社、支社レベル）、4) 社会（国、地方自治体、世論、マスコミなど）。

6. 考慮すべき背後要因

事故・トラブルレベル、分析者レベル、背後要因および組織要因の検討範囲を総合的に勘案し、より効果的で合理的な分析が可能となるような考慮すべき背後要因の組合せを表２に示す。また、本検討に際して作成した背後要因の定義を表３に示す。

事故・トラブルレベルが重くなればエラー分析の範囲も質も高度なものが要求されるのは当然であり、背後要因が分析者の上位機関にまで及ぶ場合は、そこに委ねることも必要である。

7. おわりに

本報告では、より効果的で合理的なエラー分析を行うために考慮すべき背後要因の範囲を示した。

エラー分析は、できる限り上流側の背後要因、また組織要因などの根本原因を追究することが目的である。従って、分析者に幅広い視野で捉えた背後要因リストを提供できれば、より良い分析が可能となる。その点では、表３の背後要因定義表はまだ改良の余地があり、今後、更なる充実を図っていきたい。

表２　考慮すべき背後要因

事故・トラブルレベル		ヒヤリハット（軽微事象）	インシデント（社内事故）	アクシデント（社外事故）	アクシデント（社会的事故）
分析者レベル		部門担当者	品質保証部門担当者（事業所）	品質保証部門担当者（本社・支社）	ヒューマンファクター専門家
背後要因	大分類	1)個人要因 2)技術・環境要因 3)組織要因	1)個人要因 2)技術・環境要因 3)組織要因	1)個人要因 2)技術・環境要因 3)組織要因 4)経営要因	1)個人要因 2)技術・環境要因 3)組織要因 4)経営要因 5)社会要因
	3)組織要因の検討範囲	作業グループ（課・係レベル）	支援グループ（事業所レベル）	経営トップ（本社・支社レベル）	社会（国、地方自治体、世論、マスコミなど）

表３　背後要因定義表

分類(系)			定義	具体例
個人要因（作業者固有のもの）	心理的要因	主観的要因	作業者の心理的な要因	惑念行為、思い込み、勘違い、忘情、熱中しすぎ、習慣的な行動、付随作業と認識、楽観視、モラール、無理な予測・仮定・推定、反射的な判断、短絡的な発想、不適切な先入観、ど忘れ、目の前のことへの注意の奪われ、遅い判断など
		心理的ストレス		時間的な焦り、失敗の恐怖、高危険性、過度な緊張、適度な刺激なし、単調・退屈な作業、ぼんやり、気のゆるみ、過度に信用・信頼、不信感、自信のなさ、自信過剰、恐怖感、焦り、イライラ、心配事、安堵感、やる気のなさ、頑張り感など
	生理的要因	生理的ストレス	作業者の生理的な要因	空腹、睡眠不足、過労、二日酔い、作業環境によるストレス、サーカディアンリズムの乱れなど
		疲労・病気		疲労、病気、けが、私生活での疲れ、体調の崩れなど
	知識・技能		作業者の知識・技能に係る不適切な要因	知識・技能不足、経験不足、専門知識不足、作業目的・方法の理解不足、危険性の理解不足など
	その他	身体的要因	作業者の身体的な要因	体格、筋力、体力、視力、聴力など
		薬学的要因	作業者の薬学的な要因	風邪薬、睡眠薬、麻薬など
技術・環境要因（作業者に与えられるもの）	ハードウェア		ハードウェアに係る不適切な要因	機器（操作器・表示器・警報等）の故障、故障の多い機器、動作不良、機器・計器利用の不能（修理中、隔離中）、ソフト不良など
	設計・インターフェイス		設計における不適切な要因	設計ミスによる作業環境の不適切、インターフェイス不適切、設計レイアウトの不具合、バックアップシステムの不具合、計器・表示・警報ロジックの不備、作業性の検討不足など
			インターフェイスにおける不適切な要因	MMI、ラベルのミス、不完全／曖昧な情報・表示・識別、情報過多、機器の配置、機器の識別性、機器の操作性、道工具、ブラックボックス化、特殊な装備（防護服、ボンベ、マスクなど）など
	環境条件		作業環境が作業者に影響を与えうる要因（作業空間を除く）	温度／湿度／騒音／照明／振動／臭気／水中／酸素濃度／高放射線など
	作業条件	タスク特性	タスク特性（作業の特殊性、困難性など）が作業者に影響を与えうる要因	困難な作業特性（正確度・緊急性・解釈等）、やり直しができない作業、高度な判断を要する作業、着手条件が通常と異なる作業、危険な作業、繰り返し作業、慣れた作業、単調作業、作業負荷の高い作業、保護具が邪魔になる作業、無理な作業姿勢など
		タスク配分	タスク配分（作業負荷の配分など）が作業者に影響を与えうる要因	作業負荷配分過大（多忙）、作業負荷配分過小（暇）、同時並行作業、同時上下作業、予定外作業など
		チーム支援	チーム支援が作業者に影響を与えうる要因	チーム内の責任／役割不明確、継続性の欠如、集団思考、職場モラル、チームワーク不適切、チーム内コミュニケーション不足、指示・監督の不備など
		作業空間	物理的な作業空間が作業者に影響を与えうる要因	狭隘部、危険場所、乱雑な場所、高所作業、閉所（タンク・配管内など）、手すりなし、梯子なし、高放射線下作業など
		作業時間	作業時刻、作業時間などが作業者に影響を与えうる要因	直（交代）作業、夜間（深夜）作業、早朝作業、変則作業、時間外作業、長時間作業、短時間作業、手待ち作業、余裕のない工程、遅れ気味の工程など
	手順書		手順書、図面などがない、または不適切な要因	曖昧／不完全／不正確な手順書・図面など
組織要因（管理者が管理できるもの）	コミュニケーション		コミュニケーションが不適切な要因	必要なコミュニケーションをせず、情報が届かない／得られない、情報が不正確、情報を誤解、連絡方法不適切、コミュニケーション手段不適切、報告・連絡・相談不足、作業指示や説明不足、組織間連絡・周知不足、引継不十分、打ち合わせ不十分など
	規格・基準		規格・基準がない、または不適切な要因	規格・基準がない／不適切、整合した規格・基準、文書体系が不適切、改訂ルールがない／不適切、作業に潜在する危険性の文書化不適切など
	管理	作業計画	作業計画段階における不適切な要因	作業計画（作業項目、作業の割り当て、作業範囲、作業体制、作業方法など）／作業手順／作業工程の不備、関連部署との連絡不適切、保守計画不適切、計画変更体制不適切など
		役割分担	作業時の役割分担、責任分担などが不適切な要因	適材適所、役割分担不明確、責任分担不明確、指揮・命令系統不適切など
		品質管理	品質管理に係る仕組み、体制、実施方法などが不適切な要因	品質管理不適切（変更管理・図書管理・検査体制・不適合処置の不備など）、確認者多忙による手抜き、整理・整頓の未実施など
		安全管理	安全管理（労災を含む）に係る仕組み、体制、実施方法などが不適切な要因	安全管理不適切、安全パトロール不適切など
	教育・訓練	体系教育・訓練	知識・技能に係る教育・訓練が不適切な要因	教育・訓練の不備（持続的な教育訓練体制、一般知識（設備、安全、HF、モラルなど）、専門知識・技能など）
		OJT	OJTが不適切な要因	体制・内容不適切など
	ナレッジ・マネジメント		ナレッジ・マネジメントが不適切な要因	体制・仕組み・データベース・ITの不備、ノウハウの蓄積不足、暗黙の知識の明示化（共有化）不足、トラブル情報の活用不十分、ノウハウのマニュアル化不足、技術・組織の移り変わりに対する対応不足など
	人的資源活用		人的資源の活用が不適切な要因	適材適所、部門外との協調不足、人的資源配分の状態監視など
	組織風土		組織風土に係わる要因	エラー・ルール不履行、ささいな欠陥に無関心、連携意識の低下、悪慣習、人間関係、モラル、組織の安全姿勢、上司の姿勢、職場内啓発、業務の硬直性など
経営要因（経営活動に係わるもの）	経営	経営方針	企業のトップポリシーに係わる要因	トップポリシー、安全と経済性との内的矛盾の認識と処置、リスク管理不十分、利益追求のみに関心、企業倫理など
		人的資源活用	人的資源の活用が不適切な要因	適材適所、部門外との協調不足、人的資源配分の状態監視、人事・賞罰制度など
		組織構造	企業の組織構造に係わる要因	組織構造・体制、責任・職権不明確、関係機関との連携、違反の常習化など
		企業風土	企業風土に係わる要因	組織文化としての安全文化、組織各部門間の相互作用に関する理解、安全より工程を優先、会社への過度の忠誠心など
	アカウンタビリティ		アカウンタビリティに係わる要因	説明責任、社会との契約不履行、情報公開など
社会要因（社会から規制されているもの）	行政、法体系		行政、法体系などから指導、規制を受けている要因	国・地方自治体からの指導・規制、法律や規則による規制など
	社会的要求		社会から暗黙の圧力を受けている要因	世論、地域、マスコミなど
	その他			

参考文献

〔1〕 日本プラントヒューマンファクター学会、「安全文化構築のために―安全確保のために考慮すべき組織要因―(OECD/NEA 報告をベースに)」、日本プラントヒューマンファクター学会誌、Vol. 5 No. 2 別冊、2000 年 10 月

A2-2-3

エラーの背後要因を追究する手法について

弘津　祐子（電力中央研究所）

Methods to Identify Causal Factors of Human Errors

Yuko Hirotsu (Central Research Institute of Electric Power Industry)

1．はじめに

ヒューマンエラー(エラー)は、単にエラーを起こした当事者の問題ではなく、その当事者を取り巻く作業環境、作業条件、管理上の問題等の様々な要因が係わって発生している。エラーの背後要因追究において、特に管理・風土といった本質的な問題を洗い出すことは、実効性の高い再発防止策の立案に不可欠であるが、このような要因の特定には、かなりの分析の経験を要し、実務者に対して支援する方策が望まれている。

本報告では、国内外の原子力業界において利用されているエラー分析手法における背後要因追究のステップに着目し、その支援方法の特徴を概観する。また、背後要因追究の支援策の一例として、背後要因の枠組みを用いたなぜなぜ分析法を紹介する。

2．各種エラー分析手法における背後要因追究法について

日米の原子力業界において活用されている種々のエラー分析手法（エラーに対する根本原因分析手法）[1]において、背後要因の追究を支援するためにさまざまな方法が提案されている。これを大まかに分類すると表1に示すように、a）背後要因を洗い出す視点を示すもの、b）要因候補のリストを準備しているもの、c）背後要因を追究するガイダンスを用意しているもの、d）自由になぜなぜ分析をするものとなる。a)b)のパターンは、エラーの背後要因を洗い出して是正策を立案することを支援し、ヒヤリハット等の軽微なトラブルの分析に向いている。しかし、トラブルの本質的な問題を捉え是正することを狙いにするためには、要因間の因果関係を明らかにするc）d）のパターンが有効である。c）ではあらかじめ因果関係が定められている要因候補の中から順に該当する要因を選択することにより、分析に不慣れな実務者でも、容易に根本的な原因に辿り着けるメリットがある。一方、d）のなぜなぜ分析は自由度が高く、c）のガイダンスに当てはまらない要因の因果関係に対応でき、多数の要因が複雑に関与した事象の分析に効果的な手法である。考え方は単純であり、実務者によって多く使われているが、組織要因を特定するのは難しく、効果があがっていないのが実態である。

表1　背後要因追究法のパターン

パターン	概要･特徴	例
a）要因を洗い出す視点の提示	● 事象分析の初期段階で問題点を見つける手がかりとする際に有効 ● 本質的な問題を特定しにくい	4M, Change Analysis, Barrier Analysis
b)チェックリスト方式	● チェックリストの中から該当する背後要因を選ぶ ● 本質的な問題を特定しにくい	人的過誤事例分析評価手法, HPES
c)ガイダンス付きの追究	● 予めＦＴ図状に示された(因果関係を固定)要因候補の中から、順に該当するものを選択する ● 本質的な問題を特定可能(追究の停止基準明確) ● ガイダンスの範囲を超えた分析はできない	ＣＲＥＡＭ, 人間エラー発生ＦＴ図手法, ＭＯＲＴ
d)なぜなぜ分析	● なぜなぜの繰り返し ● 通常 a) b）との組み合わせで実施 ● 分析の目的にあった深さまで分析可能 ● 不慣れな人には難しい	バリエーション･ツリー, Ｈ^{2}－ＳＡＦＥＲ, Ｊ－ＨＰＥＳ, Why Staircase

3．背後要因の枠組みを用いた背後要因追究

なぜなぜ分析を実施するにあたり、その長所である分析の自由度を活かしつつ、ヒューマンファクターの知識や分析経験が豊富でない実務者でも、効果的に分析することを可能とするためには、分析のガイダンスがあることが望ましい。そこで、なぜなぜ分析を採用しているJ-HPESに適用するために、エラーの背後要因の分類枠組みをガイダンスとした背後要因追究手順を構築した（図1）[2]。この分類枠組みは、不安全行為、局所作業要因、組織要因の3階層から構成されるReasonの「組織事故の進展および調査の過程」モデル[3]を基本に、原子力発電所の業務を念頭に置きながら展開したものである。事象の引き金となる分析対象行為は、本人あるいは関係者の様々な行為や心理的要因等の人に関する要因が関わって発生する。このような実施段階での人の要因に直接影響するのが、実施段階における作業要因、設備・環境要因といった、作業員ではコントロールできないような作業現場での局所的な状況である。このような局所的な状況を生み出すのは、当該作業の管理（計画・準備・評価）であり、さらに、教育・訓練、トラブル情報活用、といった日常管理やヒューマンエラー防止に関する課や所の認識が根底にある。トラブルを分析して背後要因を明らかにする際には、分析対象行為から実施段階、計画・準備・評価段階、日常管理へと辿ることになる。つまり、分析対象行為に近いところから、徐々に範囲を広げて検討することになる。

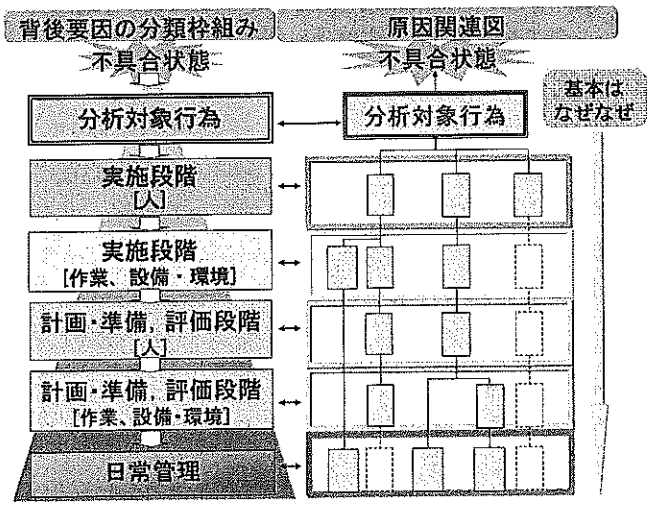


図1　背後要因の分類枠組みをガイダンスとした J-HPES 原因関連図作成のイメージ

図1に示すように背後要因の分類枠組みと原因関連図の表記を合わせることにより、背後要因の検討において目指す深さを特定できるだけでなく、検討が不足している部分（図1中の点線枠）を明らかにすることができる。このような部分を追加情報収集あるいは推定で補えば、分析結果を充実させることができる。

4．おわりに

本報告では、エラー分析の基本的な流れである事象の記述、エラーの抽出、背後要因の追究、防止策の立案のうち、分析を担当する実務者にとってもっとも知識と経験を要すると考えられる背後要因の追究に着目し、支援策を示した。しかし、特定した背後要因を効果的なエラーマネジメントにつなげるためには、実効性の高い防止策を立案し、またその防止策の効果を持続させることが鍵となる。前出のエラー分析手法において種々の防止策の立案のヒントが示されているが、特に組織要因の対策については明確なガイダンスを示しているものは見受けられないため、今後の検討課題としたい。

参考文献

〔1〕NUREG/CR-6751, Human Performance Evaluation Process, US NRC, 2002

〔2〕弘津他、「トラブル未然防止に向けたヒューマンファクター事象の傾向分析」、電力中央研究所報告：Y05010、2006年5月

〔3〕J. Reason. Managing the Risks of Organizational Accident, Ashgate Aldershot, UK. 1997　（邦訳：組織事故、塩見監訳、日科技連出版社、1999）

A2-2-4

組織事故・不祥事への展開の方法について

氏田　博士（エネ総研）

Extension to Organizational Accidents and Misconducts

Hiroshi UJITA (The Institute of Applied Energy)

1. はじめに

通常のエラー分析では、事故に直接係る個人を対象としてきたが、近年の事故は組織そのものに起因したものが多く、対象を組織事故や不祥事にまで拡張する必要がある[1]-[3]。

2. 組織事故と不祥事の定義

組織事故と不祥事の定義を示すが、両者は良く似ている。しかし、組織事故が組織内部の問題であり、その原因は基本的に良かれと思いした（従来のエラーの考え方に近い）ことの蓄積が結果的に組織を揺るがすまでに至るものである。これに対し、不祥事には倫理的問題を含んでいる（従来は背後要因だったが主要因となる）点と社会的問題とみなされたところに相違がある。

【組織事故の定義】

1. 組織内部の要因で、組織を揺るがす規模まで拡大した事故
2. 安全問題（善意の行為だがエラーとなる）との関連性が高い

【不祥事の定義】

1. 組織事故やイベントの原因やその対応あるいは外部対応に、道徳的・倫理的問題が含まれ、社会的問題にまで拡大した事象
2. セキュリティ問題(本質的に悪意があると社会から指弾された）との関連性が高い

以下に、組織事故と不祥事の形態の分類とその事故例を示す。

【組織事故の形態】

大きく、以下の 2 つに大別できる。一つは、従来から大規模な事故に良く見られる傾向であるが、組織としての技術レベルがシステムの複雑さや規模に比べ不十分な場合であると、判断されるタイプである。ボパール事故は、その典型とでも言うべき事故であり、米国の技術を移転しインドにおいて運用されていたが、前々から安全性に対する懸念が表明されていた。もう一つは、最近の事故や不祥事に顕著に見られるようになってきたが、組織として時間経緯の中で安全文化が徐々に劣化することによりある日突然に大きな事故に至るタイプである。JCO 事故などはその典型であり、品質・経済性重視の中で、長年における軽微な違反の蓄積が原因であり、この事故の分析には 20 年程度にわたり違反の積み重ねや意識の低下を分析する必要がある[4]。

1　技術レベルの問題（技術レベルが低い、あるいは技術と経済性のバランスが崩れる）
- ・チェルノブイリ事故：安全性原則無視の設計
- ・チャレンジャー号・コロンビア号事故：経済性重視設計、ノルマ重視、蓄積疲労
- ・みずほ銀行　情報システムトラブル：情報システム統合の困難性認識の不足

2　長期の安全性（安全文化）の劣化（些細な違反の常習化や人員や予算削減による現場に無理がかかる、当該事故はたまたま起きた氷山の一角と考えるべき）
- ・信楽高原鉄道事故：誤出発検出装置を逆手にとって遅延を取り戻そうと強引に出発
- ・雪印乳業食中毒事件　大阪工場：HACCP 規定無視

【不祥事の形態】

不祥事の形態は、社会的立場にある責任者の緊急時の不作為から、内部の個人の問題、外部対応の不手際、組織としての虚偽の連鎖まで、4 種類に分類できそうである。

1　緊急時の不作為（事故やトラブルの後処理が、あまりに後手、ふがいない）
- ・阪神大震災の村山総理：不作為
- ・えひめ丸事故の森総理：重要性認識欠如
- ・農水省・厚労省　狂牛病対策不備：重要性認識欠如、不作為

2　行動自体が非道徳（特定個人の不適切や犯

罪的行為が、組織を壊滅状態に導く）
・大和證券：海外の一人のトレーダーが犯罪的取引
・石川銀行、三越、‥‥：オーナー社長の乱脈経営
・外務省　公金流用：経済原則無理解の組織の個人

3 外部対応の不手際（幹部の社会的意識の低さ）
・フォードピント車の懲罰賠償：人間の価値を金銭換算
・雪印乳業の社長対応：社内連絡体制、危機管理の欠如

4 虚偽の連鎖（幹部が組織防衛のために小さな問題を秘匿し、嘘を重ねる）
・三菱ふそう・自工リコール隠蔽：重工体質
・東京電力　自主点検記録不正問題：規制と安全性との矛盾
・ミドリ十字　非加熱製剤：既得権益確保

3. エラーマネジメント

ここでエラーをマネジメントするとは、リスクマネジメントの観点から、基本となるヒューマンエラーはもちろんとして、最近特に重要視されている【組織事故】や【不祥事】も分析し対策立案することと定義する。背景・環境、社会性、組織の問題、個人の人間性、の分析は当然実施すべきであるが、エラーマネジメントの観点からは、下記項目の分析に重点をおき、対策提言まで実施することが望まれる。

【外部の監視の目】行政、規制、法、規格など組織の外から社会的に監視する枠組み
- 合理性（維持基準）、規範規制、リスクに基づく規制、PL 法、ISO シリーズ（品質保証、安全、環境、etc.）、HACCP 等

【組織としての外部との関係】文書の有無とその内容の有効性により判定
- 関連会社・外注会社・派遣会社とのリスクマネジメントの取決め、組織間協定やコミュニケーションの取り決め、外部監査制度、情報公開・アカウンタビリティ、地元との協定、行動憲章／企業倫理綱領／CSR／コンプライアンス、組織事故・不祥事後の組織的な対応方針

【組織としての制度】文書あるいは組織の有無とその内容の有効性により判定可能；体制の一貫性
- 生産管理・品質保証・安全管理・リスクマネジメント・環境管理体制

【組織としての管理】文書とその内容の有効性により判定可能；制度の運用方針
- リスクマネジメント・生産管理・品質保証・安全管理・危機管理綱領、内部監査制度、内部告発制度、事故報告システム、安全マニュアル／チェックリスト

【組織内の意識】インタビュー、アンケート、社内報などにより判定可能、：組織としての制度、管理との比較で評価
- トップの意識、企業倫理意識の周知、技術者倫理のレベル、リスク認識のレベル、安全教育訓練の周知、組織・安全文化

【技術力】技術系の組織では、この観点が重要
- トップの技術知識不足、トップと技術者の間の理解の齟齬
- 安全管理担当者、技術者層、現場担当者の技術力不足、人数不足

4. おわりに

信楽高原鉄道事故や雪印乳業食中毒事件など最近の 9 件の事例を分析し、組織事故・不祥事に関する共通要因を抽出し、実務者が留意すべき事項を提案した。

参考文献

[1] Reason, J.: 'Managing the Risks of Organizational Accidents', Ashgate, 1997.

[2] 氏田　博士、安全と信頼とリスク～安全・安心な社会を目指して－「安全･安心を実現する専門家･組織･社会のあり方」、信頼性学会誌、Vol. 26, NO. 6 (2004)

[3] 氏田　博士、「技術的安全と社会的安心」、第３回　「原子力安全のための社会技術」に関するワークショップ、平成 18 年 2 月、東京大学

[4] 原子力学会 HMS 部会：JCO 臨界事故におけるヒューマン・ファクタ上の問題、2000 年

A2-2-5

エラーマネジメントプロセスモデルを用いた組織事故・不祥事の分析

中村　誠（清水建設）

Fundamental Study for Organizational Accidents and Misconducts by Error Management Process Model

Makoto NAKAMURA　(Shimizu Corporation)

1．はじめに

組織が ISO9001 のような品質マネジメントシステムや品質保証システム（以下、QMS という）を維持している場合、不具合が発生した後の対応手順を規格の要求事項に従って文書に定めて運用している。従って、手順通りに、かつ、適切に処理されていれば意図したとおりに関連するプロセスが機能するため、是正プロセスの中で完結する筈である。ところが、組織内の様々な問題により、確立されたはずのプロセスが意図したとおりに働かず、是正プロセスに持ち込むことが出来ないために問題を大きくしてしまい、結果的に「組織事故」と見なされるような事態に発展することがある。この流れは一様ではないが、機能させるべきプロセスとそれを働かせることが出来ない『まずい対応』の結果についてＱＭＳの是正フローに基づいた分析モデル（エラーマネジメントプロセスモデル）を作成して考察した。（図－１）

2．モデルの概要

組織の活動の結果に不具合を生じた際、取った処置に妥当性を欠いたケースを『対応のまずさ』と定義する。対応のまずさによって時間の経過と共に事態が悪化し、大きな事故・不祥事が起きることが多いことから、不適合事象の発生からその対応のプロセスを以下の４つのフェーズに区分する。

Phase　0 :「平常時のプロセス」
　　不具合が発生するまでの通常の活動
Phase　Ⅰ :「通常の是正プロセス」
　　ＱＭＳに従って是正が図られる状態
Phase　II :「緊急時のプロセス」
　　通常の是正に失敗したことによる影響緩和のための戦略的意思決定段階
Phase　III :「改革のプロセス」
　　組織体制・意識構造の改革

各フェーズでは、その状況に応じた是正処置の機会が与えられている。

3．事故事例への適用の試み

雪印乳業食中毒事件と信楽高原鉄道列車衝突事故の事例について、本モデルを用いて事象を整理し、それらを招いた背後要因との関係を表－１に示す。

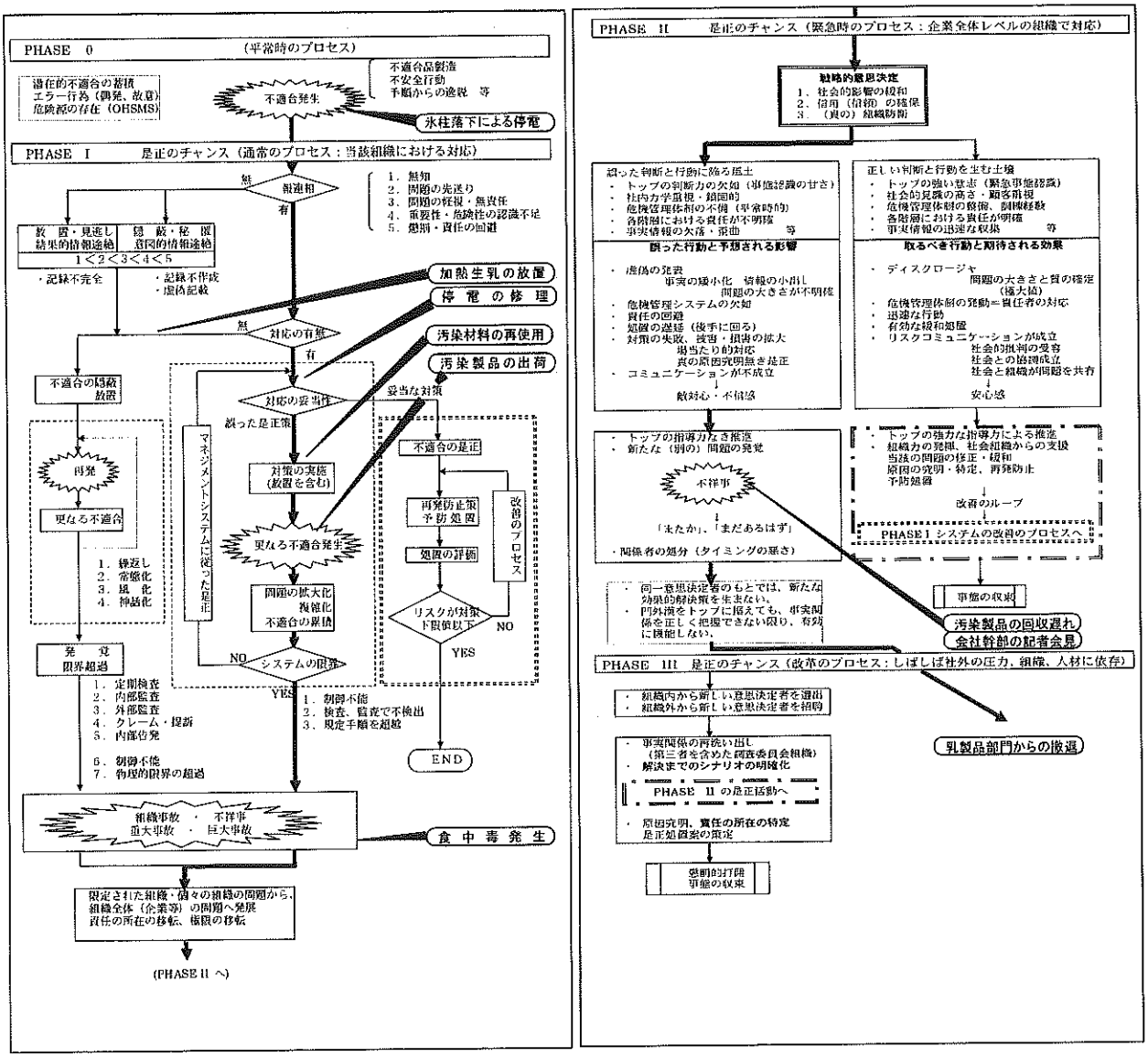
雪印乳業食中毒事件においては、停電事故が製造ラインを止めたことに端を発しているが、食品安全への配慮が欠如しており、Phase Ⅰで妥当な是正処置が取られていない。さらに、停電事故が原因で毒素の混入した乳製品により食中毒が発生し、PhaseⅡの組織事故レベルに発展したが、この組織は企業として取った対応等に問題があり、自律的に事態を収拾することなく、生乳製品分野において一旦は表舞台から退場を余儀なくされることとなった。

信楽高原鉄道列車衝突事故では、度重なる情報途絶、規則違反運行の再発など、重大ミスを相次いで起こした事例である。図－１の Phase Ⅰで意図的な違反行為を扱う左側のフローを通り、重大事故に至っている。

4．おわりに

限られた事例ではあるが、QMS の是正プロセスにおける組織の関わり方のまずさがもたらす結果を考察した。その結果、維持するＱＭＳの手順に沿って流れていかない事象の概要を探ることが可能であることがわかった。

今後は、本モデルの充実化と、各 Phase における対応のまずさを防ぐためのＱＭＳのあり方について検討していきたい。



図－1　エラーマネジメントプロセスモデル図（雪印乳業食中毒事件の場合）

表－1　プロセスモデルへの事例適用結果

Phase		雪印乳業食中毒事件		信楽高原鉄道衝突事故	
		不適合事象	背後要因	不適合事象	背後要因
0 初期不適合事象		氷柱落下による停電発生		信楽駅を赤信号で通過	
I 通常の是正プロセス					
認識のまずさ		停電の影響範囲を検討せず	食品安全教育の不徹底	過去のトラブルを適正に処理せず放置	リスクマネジメント体制の不備
対応のまずさ	不適合認識のまずさ	停電復旧のみに注力	同上 リスクマネジメント体制の不備	職員の到着を待たず赤信号で発車	安全マニュアル違反
					安全教育周知の不徹底
					リスク認識の不足（システム過信）
				電気設備回路の誤配線	システム検証不十分
					信号ｼｽﾃﾑ開発部門のリスク認識の低さ
				方向優先テコ設置をJRが信楽鉄道に伝えず	組織間コミュニケーションの欠如
	是正処置のまずさ	生乳をライン内に長時間加熱状態で放置	異常時操作ﾏﾆｭｱﾙの不在		
			品質保証体制の不備		
		毒素混入の原料を再使用	リスク認識レベルの低さ		
			安全知識の欠如		
			規則不遵守の習慣化		
II 緊急時のプロセス					
認識のまずさ		汚染品の回収遅れで被害拡大	アカウンタビリティ不足		
			緊急時連絡体制の不備		
			危機管理体制の不備		
			経営ﾄｯﾌﾟの技術知識不足		
			社内での情報が不統一		
			社会的責任の欠如		
III 改革のプロセス		道・国からの立入検査、専門家会議による審査 工場の一時操業停止 → 乳製品部門からの撤退			

A2-3-1

人間特性関連標準化の戦略

佐川　賢（産業技術総合研究所、人間福祉医工学研究部門）

Strategy for standardization on human-related measurement and properties

Ken Sagawa
(National Institute of Advances Industrial Science and Technology, AIST)

１．はじめに

人間工学は製品や環境と人間との相互作用を知り、そこから適切な設計や環境を作り出す工学である。そのため、様々な人間計測が要求されるが、この計測は様々な要因で変化することが知られている。年齢差、性差はもちろんのこと、測定方法、測定条件による差、など数え切れないほど列挙されるであろう。しかし、様々な要因で変化する人間計測の中から本質的な部分を抽出し、その部分を標準的に製品設計や環境設計に適用することは可能である。この方法で人間工学関連産業の生産性は格段に進歩すると考えられる。標準化や規格化はこの役割を持つ。ここでは、産総研人間福祉医工学研究部門が積極的に取り組んでいる高齢者障害者配慮規格に関する手法にとり、その基本的考え方を紹介する。

２．ニーズ把握、基礎研究、応用技術から標準化へ

図１にアクセシブルデザイン技術の標準化の流れを示した。この場合、まずニーズの把握から入る。高齢者や障害者が使いたくても使えない製品や不便を感じる環境は数多くある。この問題を解決するには、まず問題（不便さやバリアー）がどこにあるかを分析する。この時、問題の汎用性と本質性を把握することが大切である。

次にその問題の解決を研究することになるが、人間特性計測手法の開発やデータ収集がこの基礎レベルに対応する。

さらにデータそのものだけでは何も進まない。その使い方、応用への展開を示す検討が必要である。いわゆる応用や開発研究である。最終的に、その応用技術を規格化として提案し、そのニーズや適用性を吟味して規格として普及させる。

読みやすい文字設計の技術を例にとってこの流れを見てみる。高齢者やロービジョンの方々は視力が低下し、一般的に小さな文字が読みづらいと訴える。明るいか暗いか、見る距離が遠いか近いか、という環境によってその読みづらさも変わる。一見複雑である。様々な環境で最適な文字を提供するためにはどうしたら良いか。本質的には、変化する視力のデータが必要であることがわかる。

視力に影響を及ぼす重要な要素は、視距離と年齢、さらには明るさのレベルであることが基礎研究の知見から推測される。そこで、まずこれらの基本要素を入れた計測手法とデータベースを作成する。

図１には、視力と視距離、及び視力と輝度レベルのデータを中央に示した[1]。データベースをみると、近くを見る場合に高齢者は視力が低下して近いものは読みづらいことがわかる。また、どの年代でも暗くなると視力が低下することがわかる。ただし、この変化はどの年齢でも相対的に同じである。つまりここでは本質的に年齢差はない。

さて、視力が環境で変化するので、同じ文字サイズでもある時は読みづらく、ある時は読み

やすいことがわかる。ただし、適切な文字サイズはこの視力データだけからは推定できない。

そこで、視力データの応用として、種々のサイズの文字を用意してどのサイズまで読めるかのデータを収集する。日本語3種（ひらがな等、漢字5-10画、11-15画）の明朝とゴシックタイプの計6種の文字をサンプルとして、視距離や明るさを変えた条件でどのサイズまで見読めるかを計測した。このデータをサイズ係数Sという視距離D(m)を視力Vで除した値(S=D/V)を導入してプロットすると、やや誤差は含むものの一次式の近似で表される（図1右上のｸﾞﾗﾌ）ここから、最小の可読文字サイズの推定式が導かれる。すなわち、

$$P = aS + b \qquad (1)$$

となる。ここでPは最小可読文字サイズ（ポイント）Sはサイズ係数である。a, bはサンプルデータからあらかじめ数値化できる[1]。

たとえば、70歳の人が視距離50cmで約100 cd/m²の明るさで漢字5-10画のゴシック体の文字を読む場合は、この環境で、この観測者の視力は視力データベースから0.4とわかる。サイズ係数は0.5/0.4=1.25であり、これに文字種とフォントタイプの係数a,bを引用して（この場合、a=8.1, b=3.4）、(1)式で最小可読文字サイズPが以下のように計算できる。

P= 8.1x1.25 + 3.4 = 13.5（ポイント）

ちなみに、明朝体で計算すると14.8ポイントとなり、明朝の場合はやや読みづらいので大きくしなければならない。もちろん明るい場合は視力が上がるので、サイズ係数は小さくなり小さなサイズで文字が読める。

3．規格化と普及

こうした最小可読文字サイズの推定方法は、汎用で活用範囲が広い。こうした人間工学技術の普及にとって、規格化は良い手法である。すでにJISで規格化したばかりでなく、現在ISO/TC159人間工学において国際規格化をめざしている。

人間特性のデータは個人差はある一方で、人間の基本的特性が反映されており、それを規格化して用いることは同様な計測を繰り反す無駄を省き、直ちに関連した技術に展開できる。高齢者・障害者配慮は特に個人差は多いものの、こうした技術を標準化して普及させることは、有効である。

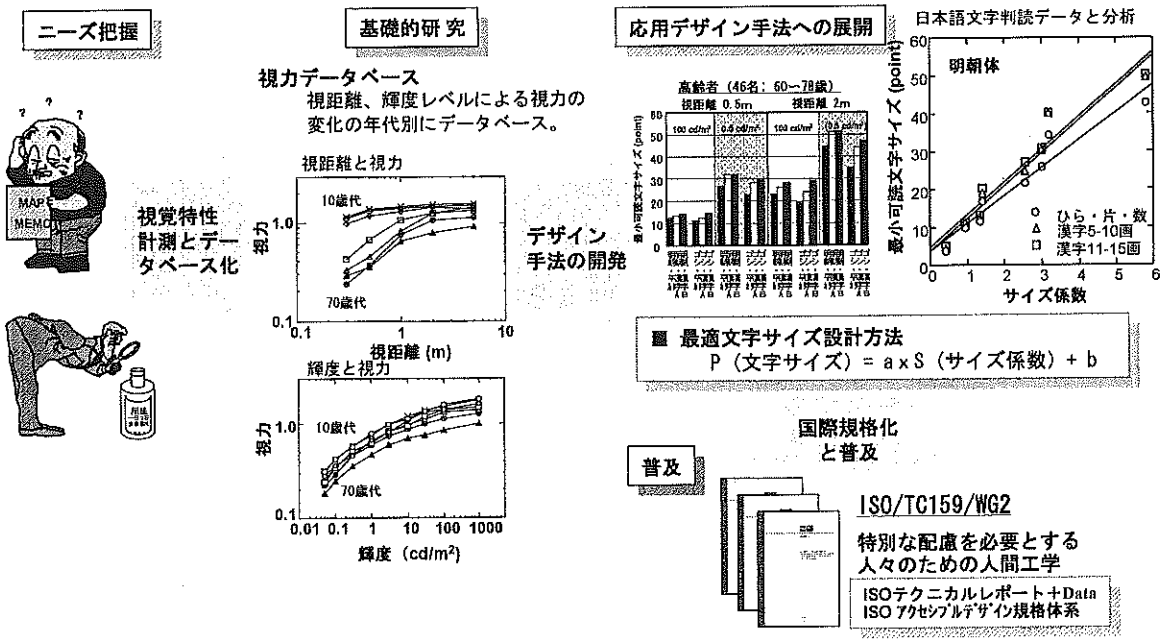


図1： 最小可読文字サイズの推定技術を例にとった人間工学計測術と標準化の流れ

文献：1) Sagawa K, Ujike H, Sasaki T :Proceedings of the IEA 2003、Vol.7, 496-499 (2003)

A2-3-2

聴覚計測と標準化

松下　一馬（製品評価技術基盤機構，生活・福祉技術センター）

Hearing measurement and standardization

Kazuma Matsushita
(National Institute of Technology and Evaluation, NITE)

１．はじめに

製品評価技術基盤機構（NITE）では，平成８年度から聴覚に関する調査研究を産業技術総合研究所と共同で実施している．高齢者を中心に事業を実施し，成果については学会発表，展示，関係機関等への情報発信を行い，コンセンサスを得た段階で日本工業規格（JIS）等の標準化を実施している．本稿では，NITEのこれまでの聴覚事業と現在実施している事業について紹介する．

２．これまでのＮＩＴＥの聴覚測定と標準化

NITEの生活・福祉技術センターでは，製品安全に係る調査研究から高齢者・障害者の安全について検討を行い，その中から聴覚に関する事業を開始した．

人間は年をとると体が徐々に衰えてくることから聴覚については一般的に「耳が遠くなる」と言われる現象があり，主に高い音が聞こえづらくなりますが，このような特性があっても聞こえる音の設計が必要となります．

そのため，NITEでは，高齢者の家庭内での報知音聴取に関して平成８年度～平成１３年度まで「聴覚機能変化の計測とデータ収集」を実施した．まず，家庭内で音情報の報知音についての調査を行い家電メーカの協力を得て実際の製品の報知音を測定して，その音の周波数，音圧レベル，発音パターン（音が鳴っている時間，回数等）のデータを収集した．その結果，高齢者の聞き取りづらい高い周波数を使用していたり，警告用の報知音が操作時の報知音より音圧レベルが小さい事例があったことから，論文発表等で公表し，特に財団法人家電製品協会は，この結果から「JIS S 0013 高齢者・障害者配慮設計指針－消費生活製品の報知音－」を作成した．報知音の聞き取りを妨害する生活環境音についても調査を行い，モデルハウス，一般住宅を借りて掃除機をかけている時の音，炊事をしているときの音等の多様な場面を想定して生活環境で出てくる騒音のデータ収集を行った．データは整理・解析して「TR S 0001 消費生活製品の報知音等の設計指針－生活環境音データベース－」として標準化した．これらを基に高齢者及び若年者を対象に被験者実験を実施し，報知音の設計方法を検討した．その結果から「JIS S 0014 高齢者・障害者配慮設計指針－消費生活製品の報知音－妨害音及び聴覚の加齢変化を考慮した音圧レベル」を作成した．

また，高周波領域の聴覚特性について平成１３年度～平成１５年度まで，「高周波領域の基準聴覚特性の標準化」を実施した．まず存在する高周波のノイズについて調査した．その結果，コンピュータから想定外の雑音が出ていたり，害獣を撃退又は駆除するために高周波の音が出ているなど．その領域の音は，特に高校生等の若年者に聞こえたりしている状況が判明した．コンピュータからの雑音については評価方法をＪＥＩＴＡの協力のもと「TR C 0028 パーソナルコンピュータのリニアPCMオーディオ信号入出力性能の測定方法」を作成し，さらにこ

の規格は「IEC 61606-4 : Audio and audiovisual equipment - Digital audio parts - Basic measurement methods of audio characteristics - Part 4: Personal computer」として国際標準化された．また，本事業については，現在，規格化のための検討を実施している．

3．現在の聴覚測定と標準化

これらの聴覚測定の結果，日本人の若年者の一部及び高齢者についての聴覚閾値データを取得することができたが，年齢別聴覚閾値を規定した ISO 7029 の結果と比べると差が出てきており（図１参照），日本人の聴覚は比較的良いことがわかった．しかし ISO 7029 のデータは３０年前のデータを使っている等，現状を反映してしないため，日本のＪＩＳＣから ISO 7029 を審議している ISO/TC43/WG1 に改正を要請して，了承された．これをうけ NITE では，これまでデータの少ない３０歳代から５０歳代の聴覚閾値データを中心に収集して，日本人の聴覚閾値として ISO/TC43/WG1 に提案する．

また，平成１６年度から ISO/TC159/WG2 等の国際会議に参加して，これまで蓄積した聴覚に関するデータを提供して，国際標準化できるように活動しており，今後はこれまで作成した規格のフォローアップと，音情報の確実な伝達に係る標準化関係の事業を実施する予定です．

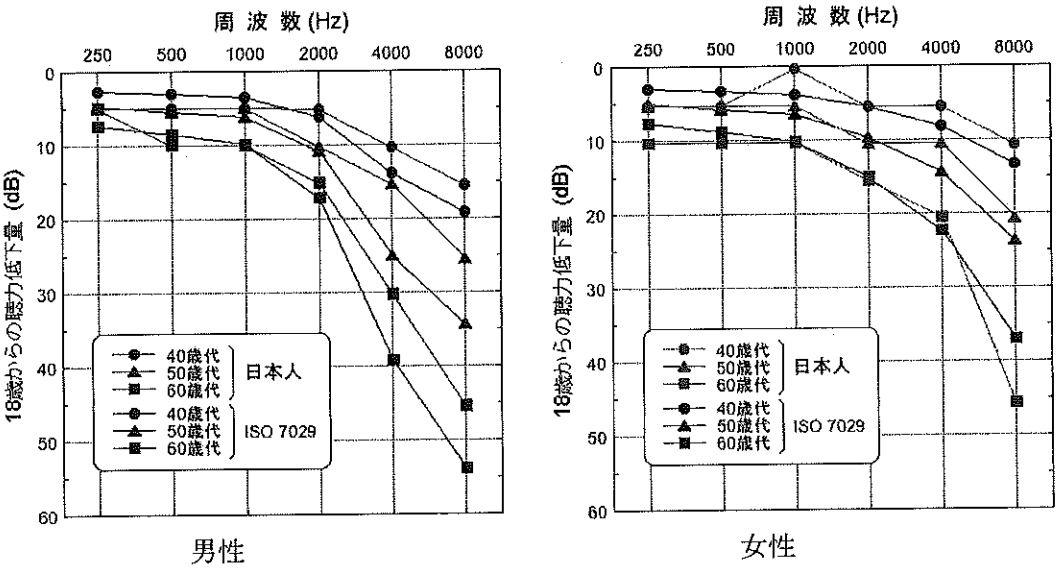


図１：　１８歳からの聴覚低下量　：日本人と ISO7029 の対比

※日本人のデータは，桐谷ら(1992)による．

A2-3-3

触覚計測と標準化：障害者のニーズ対応に向けて

藤本　浩志（早稲田大学，人間科学学術院）

Measurement of the characteristics of sense of touch and the standardization; for the needs of person with disabilities

Hiroshi Fujimoto
(Faculty of Human Sciences, Waseda University,)

1．はじめに

視覚を失った人に取っては聴覚と並び触覚は重要な代替感覚機能である．2001年にISOは高齢者及び障害のある人々のニーズに対応したISO/IECガイド71を制定した．これを受けて我が国でも様々なテーマの標準化が議論され，2003年6月に日本工業標準調査会消費者政策特別委員会で「高齢者・障害者への配慮に係る標準化の進め方について」という提言書が作成された．そこでは最優先ですぐに着手すべき13の標準化課題が挙げられ，その一つが「視覚障害者に配慮した公共的施設等での案内地図の触覚図形等」である．この提言を受け，2003年11月から(財)共用品推進機構を事務局として，標準化検討小委員会が設置された．

本稿ではこれらの経緯を踏まえ，ヒトの触覚とりわけ皮膚感覚に関する基礎的な知見を得るために行っている研究を紹介する．

2．触知記号としての標準化へ

ここでは，触知案内図のJISも含めて触知覚に関する標準を議論する際に考慮しておくべきであると考えられる皮膚感覚特性の内で既に実験を行った2種類について紹介する．

2．1　ドットパターンの粗密感

触知案内図では情報を提示するために，点字，点，線，記号等を用いるが，これら以外にもある領域を示すために面記号を用いることもある．面記号として単純なドットパターンを用いた場合に粗密感で識別することになるが，その際に粗と感じる範囲を検討した．実験に用いたサンプルはUVインクでスクリーン印刷によって作成した（図1参照）．

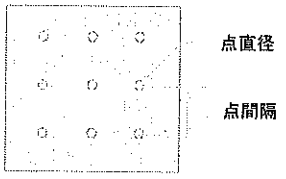


図1　ドットパターン粗密感実験サンプル

実験は10名の晴眼者（アイマスク着用）の協力を得て行った，点直径は1.0mm，点間隔は15種類でランダムに提示し，回答は7段階とした．結果を図2に示す．横軸は点間隔で，縦軸は7種類の選択肢の比率を表す反応率を示している．実験結果より点間隔が約7mm以上であれば「粗い」と感じることが分かった．

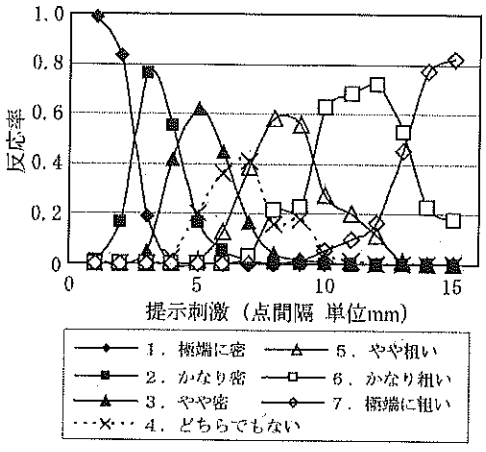


図2　ドット粗密感実験結果

2．2　記号のサイズ

現在様々な施設に設置されている触知案内図には図３のように，基本的な形状である円，正三角形，正方形等が使われている．



(a)現在地



(b)触知案内板　　(c)エスカレーター

図３　触知記号の実用例

そこで，これらの形状がどの程度識別できるのかを評価するために，サイズの影響を実験により明らかにした．

実験は 13 名の晴眼者（アイマスク着用）の協力を得て行った．形状は上記３種類，サイズは 15 種類とし面積で指標化し，ランダムに提示した，実験の様子のイメージを図４に，結果の一例（円の場合）を図５に示す．横軸はサイズで，縦軸は反応時間を示しており，小さい場合には識別に時間がかかり，この円の場合にはサイズが 0.6cm^2 以上では，反応時間に有意差が認められない．

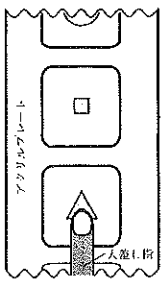


図４　実験の様子

これらの結果より最小サイズの目安として，円；0.6cm^2，正三角形；0.6cm^2，正方形；0.8cm^2，（それぞれ高さに換算すると約 9mm，約 12mm，約 9mm）が分かった．

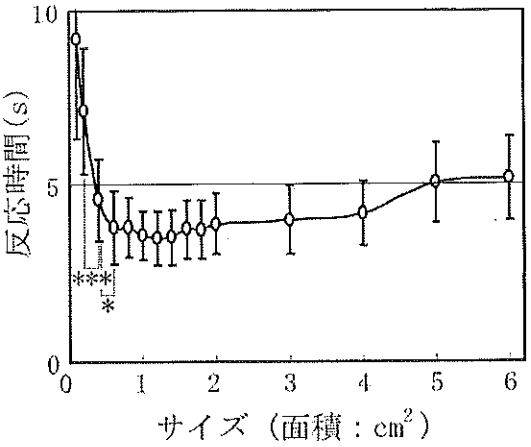


図５　反応時間（円の場合）

これらの結果より最小サイズの目安として，円；0.6cm^2，正三角形；0.6cm^2，正方形；0.8cm^2，（それぞれ高さに換算すると約 9mm，約 12mm，約 9mm）が分かった

３．皮膚感覚特性の指標化へ

さらにこうしたヒトの皮膚感覚特性の評価は，視覚障害者のための情報提示手段の改善のための基礎研究のみならず，本セッション名にもある『人間特性計測』に基づく『標準化』へのアプローチを示唆してくれると期待できる．

現在，筆者等が産総研アクセシブルデザイン研究グループと共に行っている前述の２．２の考え方に基づく実験では，高齢者を被験者とした場合，若年者と比較して加齢と共に反応時間や正答率が変化する傾向が認められる．皮膚感覚と比較して，視覚や聴覚に関しては，加齢と共に変化（減退）する機能特性が先行して明らかになっている．皮膚感覚の重要性については視覚障害者の場合には代替感覚機能として不可欠であり，また晴眼者にとっても視覚や聴覚を補佐する意味で重要であり，インターフェースへの凸表示表記ついてはJISにまとめられている通りである．

今後適切な指標を検討していくことで，皮膚感覚に関する人間特性としてのまとめと，それらの知見に基づく規格化も可能になるのではないかと期待している．

A2-3-4

視覚映像酔いと標準化

産業界と消費者の接点

○氏家弘裕（産業技術総合研究所）

Measurements of Visually Induced Motion Sickness and Standardization
Viewpoints of Consumers and Industries

Hiroyasu UJIKE
(National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)

1．はじめに

映像デバイスの技術革新や映像コンテンツ制作のコンピュータ化など映像メディア産業の発展により、映画やビデオ、ビデオゲームなどのさまざまな魅力あふれる映像を、さまざまな形態で視聴し、楽しむことが可能となってきた。とりわけ、高精細で大画面の映像は、これまでにない映像の臨場感を生みだしている。しかし、こうした状況は、誘導自己運動感覚（ベクション）や、めまい、吐き気などの不快症状をともなう映像酔いを引き起こす可能性がある。映像酔いは、それ自体で身体に重得なダメージを与えるものではないと考えられているが、消費者の健康と安全を守る観点からは、その発生原因を明確にし、対策を講じる必要がある。

映像酔いについて、映画やビデオゲームでは、**「シネラマ酔い」や「3D酔い」などの用語が存在するように、その存在が認識されている。また、映像酔いについての報道事例も存在する。**2003年7月8日に、島根県の中学校で、授業中に体育館でビデオ映像を視聴していた生徒294名のうち、最終的に50名ほどが不快症状を訴え、このうち36名が病院に運ばれるという事例が発生している。この事例では、カメラの頻繁な動きにより、映像中に動きが生じ、これを大視野で提示したことが関係していると考えられる[1]。

映像がさまざまなメディアを通して、国際的に流通している現状では、映像酔いに対する対策として、国際的なガイドラインが必要である。産総研では、このような立場から、この課題の国際標準化に取り組んできた。実効性のあるガイドラインの作成は、日本の基幹産業とも言える映像情報メディア産業の健全な発展につながるものである。

本稿では、映像酔いの影響要因を明らかにするための生体影響計測と、これに基づく国際標準化活動について述べる。

2．映像酔いの生体影響計測

映像酔いを発生させたり、映像酔いに影響を与えたりする要因として、主に3つが考えられる。第1に、映像の内容であり、具体的には映像に含まれる運動パタンやその速度、時間周波数、さらにはコンテンツのタイプなどであると考えられる。第2に、映像の提示環境であり、提示サイズや周囲の明るさ状況などである。第3に、視聴者の要因で、年齢や性別、酔いへの感受性、視聴時の構えなどである。

このうち、映像酔いを発生させる主たる要因は、映像中の運動パタンやその速度、時間周波数などであると考えられる。特に、映像を撮影したカメラの動き（ロール、パン、チルト、ズーム）がどのように影響するかは、興味深い点であり、応用的観点からもこれらの影響を抑えておく必要がある。我々は、このような観点から、映像中のグローバル運動による映像酔いへの影響を調べ、グローバル運動の種類や速度、時間周波数成分による影響を個別に明らかにしてきた[2],[3]。

我々の実施してきた映像酔いの生体影響計測では、例えば、コンピュータ・グラフィックスにより、仮想環境中で運動させたカメラによる映像を作成し、実際に観察者に提示するなどの実験を行ってきた（図1）。カメラは、その垂直軸や左右軸、前後軸まわりに一方向に回転させたり、往復回転させたりといった状況をシ

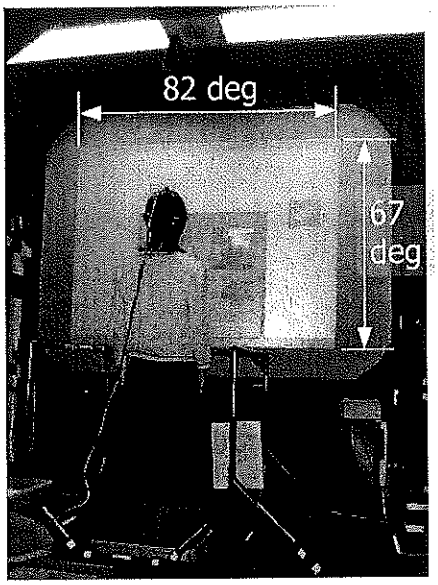


図１．映像酔いの生体影響計測
観察者は、立位で視距離 1m に提示された映像を、観察する。

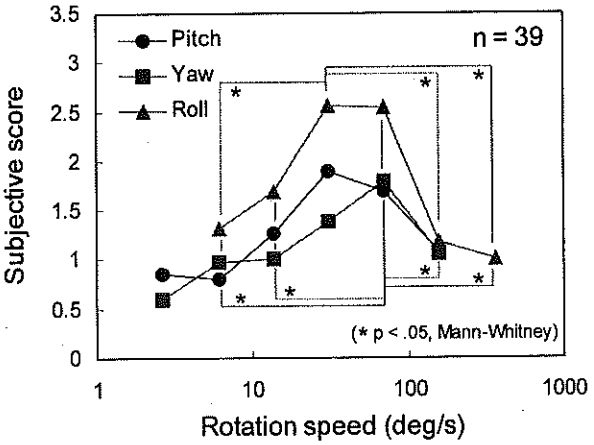


図２．カメラの回転速度に対する影響
一定の速度範囲(30～70deg/s)で、主観評価値が高くなる。

ミュレートし、また生体影響については、これまでに延べ 400 名以上の観察者により、主観評価や身体動揺、頭部動揺、眼球運動などの計測を主として用いた。

その結果、前後軸に対する回転（いわゆるロール運動）の映像が比較的影響が大きく、垂直軸に対する回転（ヨー運動）の映像が比較的影響が小さいことから、映像における垂直方向の情報の変化が酔いやすさと結びつきやすいことが示唆されるとともに、適度な回転速度（仮想的なカメラの回転速度として 30～70deg/s 付近）などでも影響が大きいこと（図２）が明らかにされた。

３．国際標準化

産総研では、国際標準化の具体的な活動として、収集された生体影響データを基盤として、2004 年 12 月に日本工業標準調査会（JISC）と共同で、ISO 国際ワークショップを開催し、ISO 国際ワークショップ合意文書（IWA3）の発行を実現した[4]。IWA3 では、現状で合意の得られた勧告について記述するとともに、産総研で得た知見などを含めて映像の生体影響に関わる要因を解説として記述している。この合意文書は、対象とする映像の種類や生体影響の種類が幅広く包括的であるという点で、映像の生体安全性に関する初めての国際的文書であり、この問題に対する国際標準(IS)作成での第一歩であることが明記されている。また、現在 ISO では、TC159(人間工学)/SC4(人間とシステムのインタラクション)に、スタディグループを設置し、映像酔いに加え、光感受性発作や視覚疲労など、映像による健康被害を防止するための国際標準化の方針についての議論を開始した。

３．結び

我が国は、ゲームやアニメなどの映像メディア産業に世界的にもすぐれており、その健全な発展を推進する上では、映像の生体安全性の問題を、産業界と消費者との間での十分な調整を図りながら進めていく必要がある。特に、産業界の視点では、利用しやすく実効性のあるガイドラインが求められている。また、消費者の視点では、映像酔いしやすい人とそうでない人との個人差が大きく、一律に影響要因を排除することでは、対処が困難である。こうした問題を解決していくためにも、より詳細な科学的知見の集積に対する努力を、今後も継続していくことが求められている。

参考文献

[1] Ujike, H., et al.: Survey on motion sickness-like symptoms provoked by viewing a video movie during junior high school class, Displays, under review.
[2] 氏家弘裕, 他: 映像酔いに対する運動パタンと映像コンテンツの影響, Vol.9, No.4, pp.377-386 (2004)
[3] Ujike, H., et al.: Effects of rotational components of yaw, roll and pitch on visually-induced motion sickness, Proc of HCII 2005, pp.2353-2356, (2005)
[4] ISO IWA3:2005, Image Safety, (2005)

職場の安全文化醸成のためのセルフアセスメントツールの提案

—Safety Culture Maturity Model の開発—

○竹村尊仁（早稲田大学大学院理工学研究科）、山崎寛享、小松原明哲（早稲田大学）

Proposal of Self Assessment tool for Producing Safety Culture in the Organization
Development for Safety Culture Maturity Model

Takahito TAKEMURA and Tomoyuki YAMAZAKI and Akinori KOMATSUBARA
(School of Science and Engineering, WASEDA University)

1.研究背景

平成 11 年の東海村臨界事故や H-Ⅱロケットの打ち上げの失敗を契機に国は安全に対しての政策を打ちたてたが、製造業の多くで、工場の火災など重大事故（死傷者が 3 人以上の事故）が頻発し、安全文化の衰退が懸念されている現状にある。

企業において安全文化の重要性は認識されつつあるものの、実際に自社がどのようなレベルにあり、今後、実際に何をすべきか、把握できていない、理解されていない場合が多い。そこで、今後は現場において安全文化を醸成し浸透させるために、より具体的な体系だった評価方法が要求される。

2.研究目的

本研究では職場での安全文化の醸成と浸透を促すために、安全文化の醸成や浸透を安全文化の成熟と捉え、現場での安全文化の成熟度を評価するツールを開発し提案することを目的とする。

3.研究仮説

安全文化の成熟度の評価ツールを開発するために、体系的なモデルを構築し仮説とする。このモデルを SCMM（Safety Culture Maturity Model）と呼ぶこととする。

3.1 従来研究

3.1.1 CMM(Capability Maturity Model)[1]

CMM（Capability Maturity Model）とは、ソフトウェア開発プロセスを評価する手法の 1 つであり、ソフトウェア開発能力の成熟度を評価するために、ソフトウェアの開発能力を複数の領域に分割し、領域ごとの成熟度を定義されている 5 段階のレベルで評価する。この 5 段階の成熟度レベルにより、アセスメント対象とするプロセスの絞り込みや、優先すべき改善課題の特定が容易に行える特徴をもっている。

本研究では、この CMM の考え方を基に本研究の仮説である SCMM のモデルを構築する。

3.1.2 安全文化について[2]

組織学者のシャインは、安全文化は①個人の安全意識、態度、行動、②安全態度や行動の共有性、③安全確保の仕組み、の 3 要素から構成されると述べている。

3.2 研究仮説

先行研究や過去の参考文献から本研究仮説である SCMM を作成した。

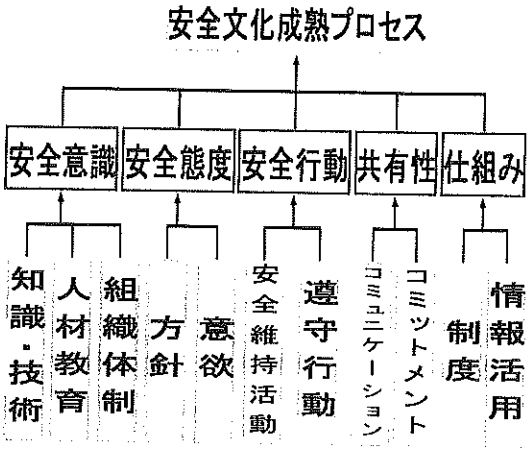


図 1 研究仮説（SCMM）

4.研究内容

4.1　調査内容および方法

SCMM の構造、アセスメント項目の実用性を問うために、安全工学のエキスパート（１名）へのヒアリング、及び機械系メーカーの現場安全管理者、現場監督者、安全総務担当者等へのアンケート（回答数９名）及び、ヒアリング調査（１名）を行った。

4.2　調査結果

実施したアンケートの主な調査事項を以下に示す。

①安全文化の成熟度の評価
②アセスメント項目の表現
③アセスメント項目の内容のチェック

[1]調査事項①の結果

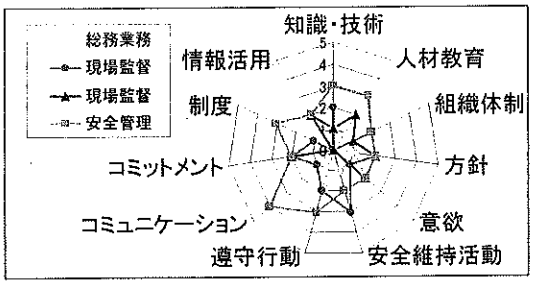


図２　安全文化成熟度評価

図２から、職位によって評価に差が出るとことが示唆される。

表１に自由記述、ヒアリング結果を示す。

表１　自由記述、ヒアリング結果

・評価者が安全に関して知識を持っている必要がある ・現場の安全を測るための指標の1つにはなると思う ・レーダーチャートにすることで自分の職場の弱点がわかりやすい ・この指標を用いることで安全に対して取り組むモティベーションが高まる ・改善すべき事項が導きやすい

[2]調査事項②、③の結果

アセスメント項目の表現や内容に対して不適当であるという意見はなかった。また、ヒアリングに表２の結果を得た。

表２　ヒアリング結果

・表現の曖昧さが残るため、チェックしても良いのかというためらいが生じる ・モニタリングという表現が理解しづらい

[3]安全工学のエキスパートヒアリング

本研究仮説である SCMM のレベル定義とその構造に対しての評価をしていただいた。その結果、レベル定義、SCMM 構造に対して問題はないという意見が得られた。アセスメント項目に対しては項目の是非やレベルの逆転があることが指摘された。

4.3　考察

SCMM の基本的な考え方やフレームワークとしては、評価を得ることが出来た。しかし、アセスメント項目に対しては、表現の難しさやレベルの逆転があるとの指摘があった。現場用語などを取り入れながら評価しやすい表現に改める必要がある。

また 4.2.1[1]の結果から本研究で開発した SCMM を使用する際、使用者の職位により、評価の視点に違いがでることが示唆された。ただし今回は調査数も少ないため、この評価の相違の起因、及び、その統合については、検討する必要がある。

5　今後の課題

本研究仮説である SCMM の表現、レベルを改善し、改善された SCMM が実際に安全文化の成熟度を評価できるものになっているかを企業に試用し検証する。また、その際に、SCMM の評価指標としての妥当性を検証するために試用先の現場での労働災害や設備災害の発生率、その職場で働く従業員の安全行動の 2 つを調査し、この 2 つの要因を用いて SCMM の妥当性を検証する。

参考文献

[1] Mark C.Paulk、1993
"Capability Maturity Model for Software(R), Version 1.1"
Carnegie Mellon Univercity
[2]Cox,S,Cheyne,1998
"A Measuring Safety Culture In Offshore Environment" Offshore Technology Report,London,
Health and Safety Excutive

B2-1-2

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

：質問紙調査による職位間の比較

○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）

Analysis of Communication Error in Construction Sites: A comparison with results of a questionnaire survey among posts

Akiko TAKAHASHI (Graduate School of Human Sciences, Waseda University), Toshiro ISHIDA (Faculty of Human Sciences, Waseda University),
Takahiro NAKAMURA, Motoya TAKAGI (National Institute of Occupational Safety and Health, Japan),
Naoya KANDA (Tohoku University of Community Service and Science)

1．はじめに

建設作業現場では，コミュニケーションがうまくいかないことが災害につながる可能性のあることが示唆されている．そこで，高橋ら[1]はコミュニケーション・エラーの発生過程に着目し，コミュニケーション・エラーが要因となって発生した死亡事例を分析した結果，コミュニケーション・エラーを5パターンに分類し（表1），背後要因を抽出した．さらに，これらの結果の妥当性を検討するため，建設作業現場での作業者及び管理者を対象とした質問紙調査を行った[2)3)]．

本報では，質問紙の結果を詳細にとらえるため，職位による違いを検討することとした．

表1　5パターンのコミュニケーション・エラーの定義

パターン	定義
独断作業型	メッセージの送り手あるいは受け手が独断で行動し、コミュニケーションが発生しなかった
設備不備型	危険箇所に関して明確な表示、あるいは、事前の説明がなかった
計画不備型	メッセージの送り手が受け手に気づかずコミュニケーションが発生しなかった
媒体型	媒体が不十分でコミュニケーションが成立しなかった
理解型	受け手がメッセージを正確に理解しないためにコミュニケーションが成立しなかった

2．調査方法

2-1．質問紙の作成及び調査方法

質問項目は，先行研究[1]，及び，予備調査をもとに，「コミュニケーションの現状」，「先行研究で得られたコミュニケーション・エラーの現状」，「ヒヤリハット経験」，「労働災害減少ために望むこと」，「属性」を設定した．「先行研究で得られたコミュニケーション・エラーの現状」では，各パターンの背後要因，頻度，危険度，ヒヤリハット経験頻度を設定した．調査は2005年9～11月に行った．建設作業現場の現場所長から作業員までを対象に，全国の建設作業現場28ヶ所へ1,143部配布し，1,092部回収した（回収率95.5%）．うち，有効回答数は849部であった．

2-2．分析データ

職位は「その他」を選択した38名を除く811名を分析対象とし，現場所長（27名），現場職員（122名），職長（208名），作業員（454名）の4区分で分析を行った．本報では，「先行研究で得られたコミュニケーション・エラーの現状」のうち，コミュニケーション・エラーの頻度，危険度，ヒヤリハット経験頻度に対する回答の分析結果を示す．回答は5段階で求めたが，「よくある」，「非常に危険である」を5点，「全くない」，「全く危険ではない」を1点のように得点化をして分析を行った．

3．職位別の調査結果および考察

3-1．職位別頻度の比較

コミュニケーション・エラーのパターンと職位を独立変数とし，頻度の得点を従属変数とした2要因分散分析を行った結果，交互作用が有意であった（$p<.001$）．頻度の職位間の比較を図1に，単純主効果の検定結果を表2に示す．この結果から，コミュニケーション・エラーの頻度に関して作業員は他職位より頻度を低く評価する傾向にあり，特に理解型において，作業員は他の3職位よりも頻度を低く評価した．現場職員は管理に直接関わると考えられる計画不備型を設備不備型及び理解型よりも有意に低く評価した．職長は媒体型及び独断作業型，理解型よりも設備不備型が多いと評価し，設備不備型の頻度が高いと認識していると考えられる．庄司ら[4]は質問紙調査結果に基づき，所長の安全意識は作業員よりも高いことを示したが，本研究では，所長については他職位との意識の有意な相違はほとんどみられなかった．以上から，所長以外の各職位において，各パターンの頻度に関する意識が異なることが明らかとなった．

3-2．職位別危険度の比較

コミュニケーション・エラーのパターンと職位を独立変数とし，危険度の得点を従属変数とした2要因分散分析を行った結果，コミュニケーション・エラーのパターンの主効果が有意であった（$p<.001$）．危険度の職位間の比較を図2に，多重比較の結果を表3に示す．この結果から，各パターンのコミュニケーション・エラーの危険度に対する意識は職位間で差がなく，同程度であると言える．

3-3．職位別ヒヤリハット経験頻度の比較

コミュニケーション・エラーのパターンと職位を独立変数とし，ヒヤリハット経験頻度の得点を従属変数とした2要因分散分析を行った結果，パターンの主効果のみ有意傾向を示した．ヒヤリハット経験頻度の職位間の比較を図3に示す．この結果より，ヒヤリハット経験頻度は各職位同程度であると考えられる．

3-4. 職位別質問間の相関分析

各コミュニケーション・エラーの頻度，危険度，ヒヤリハット経験頻度に対する回答の相関分析を職位別に行った．その結果を表 4 に示す．これらの結果より，職位間に顕著な相違が現れたのは頻度と危険の相関であり，作業員はコミュニケーション・エラーの頻度を低く評価すると危険度を高く評価し，コミュニケーション・エラーの頻度を高く評価すると危険度を低く評価する可能性のあることが示唆された．

4. 結論

先行研究における5パターンのコミュニケーション・エラーについて，職位別の意識の違いを調べた．その結果，コミュニケーション・エラーの頻度に関して職位により意識の相違が見られたが，危険度，ヒヤリハット経験頻度に関して職位間の意識の相違はなかった．作業員は他職位よりも頻度に対する意識が低く，特に理解型を低く評価した．また，職位により頻度に対する意識に異なった特徴が見られた．さらに，作業員はコミュニケーション・エラーの頻度を高く評価すると，危険度を低く評価するという可能性が示唆された．建設作業現場でのコミュニケーション・エラーを防止するためには，職位により意識が異なることを考慮し対策を講じることが必要であると考えられる．

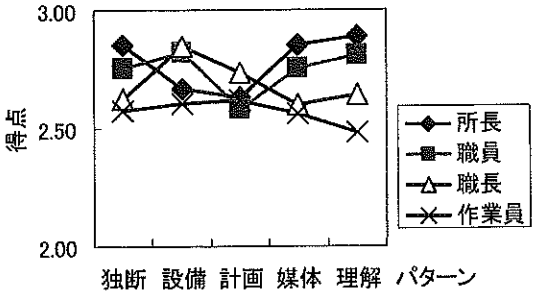


図1 頻度の職位間の比較

表2 頻度の単純主効果の検定結果

パターン	職位			有意確率
設備不備型	作業員	<	職長	***
	作業員	<	現場職員	*
媒体型	作業員	<	現場職員	有意傾向
理解型	作業員	<	現場職員	***
	作業員	<	所長	有意傾向
	作業員	<	職長	有意傾向

職位	パターン			有意確率
現場職員	計画不備型	<	設備不備型	*
	計画不備型	<	理解型	*
職長	媒体型	<	設備不備型	***
	独断作業型	<	設備不備型	**
	理解型	<	設備不備型	**
作業員	理解型	<	計画不備型	**
	理解型	<	設備不備型	*

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

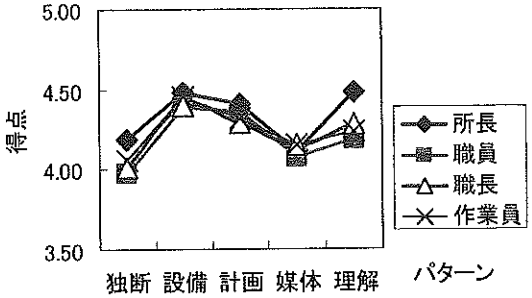


図2 危険度の職位間の比較

表3 危険度の多重比較の結果

	独断作業型	媒体型	理解型	計画不備型	設備不備型
独断作業型	—	<	<	<	<
媒体型		—	<	<	<
理解型			—	=	<
計画不備型				—	=
設備不備型					—

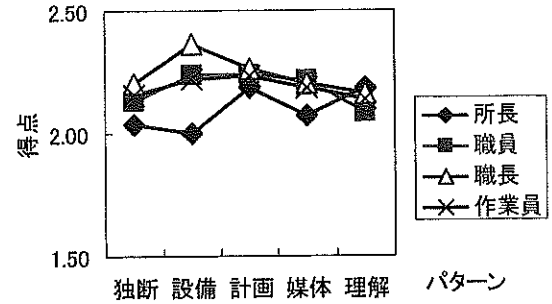


図3 ヒヤリハット経験頻度の職位間の比較

本研究は，平成 17 年度厚生労働科学研究費補助金(課題番号: H17—労働—11)による助成を受けて実施した．

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.10，287-296，2003

2) 石田敏郎：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，労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業平成17年度総括研究年度終了報告書，2006

3) 高橋明子，石田敏郎，中村隆宏，高木元也，神田直弥：建設作業現場におけるコミュニケーション・エラーの分析質問紙による調査結果，日本人間工学会第47回大会講演集，146-147，2006

4) 庄司卓郎，江川義之，高木元也：建設作業における不安全行動の発現とその防止対策に関する職位による意識の相違，産業安全研究所特別研究報告，No.32，1-14，2005

表4 職位別の頻度，危険度，ヒヤリハット経験頻度の相関分析

	頻度-危険度				頻度-ヒヤリハット				危険度-ヒヤリハット			
	所長	現場職員	職長	作業員	所長	現場職員	職長	作業員	所長	現場職員	職長	作業員
独断作業型	-0.271	-0.088	-0.247 ***	-0.263 ***	0.409 *	0.229 *	0.503 ***	0.441 ***	-0.072	0.176	-0.017	-0.006
設備不備型	-0.080	-0.262 **	-0.095	-0.199 ***	0.408 *	0.525 ***	0.562 ***	0.546 ***	-0.098	-0.034	0.018	-0.154 **
計画不備型	-0.215	-0.054	0.024	-0.006	0.562 **	0.612 ***	0.578 ***	0.543 ***	-0.230	-0.041	-0.016	-0.012
媒体型	-0.046	-0.133	-0.053	-0.123 **	0.342	0.481 ***	0.497 ***	0.583 ***	-0.319	-0.014	0.005	-0.064
理解型	-0.038	-0.045	-0.029	-0.199 ***	0.493 **	0.493 ***	0.487 ***	0.577 ***	-0.405 *	-0.029	0.016	-0.094 *

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

B2-1-3

ファインセラミック産業における作業改善

○中山　慶一，鳥居塚　崇（日本大学生産工学部）

Kaizen of the Working Space in Fine-Ceramic Plant.

Keiichi NAKAYAMA, Takashi TORIIZUKA
(College of Industrial Technology, Nihon University)

1. 研究背景

ファインセラミック製品は，その性質・特性からIT関連，精密機械産業をはじめ様々な分野で需要が高く，その産業は成長が著しい．一方，その製造方法ゆえに，自動化が困難な作業が多数存在し，それらの作業は，作業者に大きな負担をかけている．しかし今後の作業者高齢化問題を考慮すると，これらの作業は，いわゆる「人間に優しい」作業でなければならない．本研究では，この産業の今後を見据え，人的負荷の観点から現状における問題点を見出し，高齢者も就業できるような作業環境について，大阪府内のある中規模クラスのファインセラミック工場を対象として事例研究的に検討することにした．

2. 作業者にとって困難な作業の抽出

現場管理者2名と人間工学に詳しい者2名の計4名によるディスカッションにより，全工程をいくつかの観点から分析，評価をすることで本研究の対象とすべき，作業者にとって困難な作業を抽出した．抽出された作業は，「成型品並べ作業」である．他工程にもいくつか困難な作業がみられたが自動化の計画がされていることや，将来的に自動化が可能であるため，本研究の検討対象からは除外した．

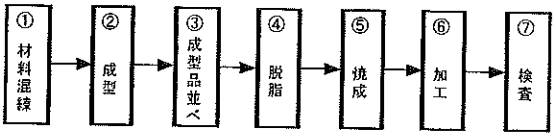


図1　セラミック製品生成工程

3. 成型品並べ作業

成型品並べ作業とは，脱脂，焼成前の工程で，炉に入れるためにセラミック製の板の上に成型品を並べる作業である．縦横約30cm程度，重量約2kg程度の板の上に，縦・高さ1cm，横1.5cm程度の直方体の非常に小さな成型品を等間隔で並べ，並べ終えた板を順に重ねていく作業である．成型品を並べ終えた板は3枚で約10kgになる．長時間にわたり前屈で立ち作業を行うことや，重量物を運搬するためにきつい前屈や，しゃがむ等の姿勢を取らざるをえないため非常に辛い作業である．



図2　並べ作業



図3　板交換作業

作業の様子をビデオに捉え，その映像を基に，姿勢分析，動作時間分析を行い，どのような動作・姿勢がどのような頻度で出現するかを分析した．これらに加え，作業員3名にインタビュー調査を行い，実際に作業を遂行する上で作業者自身が感じる問題点の抽出も併せて行った．調査の結果，表1に示すような問題点が明らかとなった．

表1　問題点

①	長時間にわたり立位状態で前屈姿勢をとり，精密作業を行っていること．
②	作業中に辛い姿勢(きつい前屈，しゃがみ)での重量物の取り扱いをしなければならないこと．
③	並べ作業には多大な熟練と，作業中には極めて過酷な精密さ，緻密さが要求される．
④	作業を行う机，台車の位置関係など，作業スペースによって非効率であることに加え，要求される精密さから精神的圧迫感となっている．

4. 作業改善に向けて

「人に優しい」作業環境を構築するために，ILO版『人間工学チェックポイント』によって改善点を人間工学的観点から検証し，改善案を導出した．

表２　改善すべき点

①	作業者に長時間，前屈姿勢で作業させない．
②	重量物を持っての，辛い姿勢(きつい前屈み，しゃがみ)を取らさないようにする．
③	作業に熟練と，緻密さ，精密さを要求されないように，作業を簡略化させる．
④	作業スペースを効率的なものへ改善し，精神的圧迫感を取り除かなくてはならない．

5. 作業改善

前項に示す改善案に基づき，改善を行った．すなわち，①に対しては，十分な広さを持った高低可変の机を導入．②に対しては，スプリングによって高さが一定に保たれる台車を導入，③に対しては作業者に精度を要求しない治具を導入，④に対しては，作業スペースの改善として，台車，机を作業者の可動領域内に設置して改善を行った．以上，表２に対応した改善を行った．

また，それに加え，長時間の立ち作業による負担の軽減のために，腰で支え，寄りかかるように座る椅子を導入した．

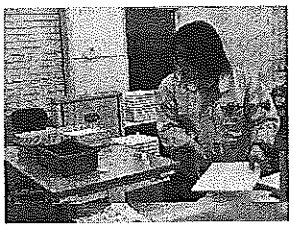


図４　板交換作業



図５　並べ作業

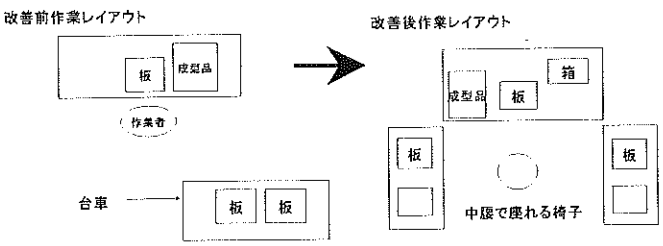


図６　レイアウトの改善

6. 効果測定

作業改善を行ったことによって作業者の負担が減少したことを確認するために，ビデオ撮影による姿勢分析，動作時間分析，インタビュー調査を再び行った．それに加え筋電を計測し，身体的負荷が軽減されたことの裏付けとして計測した．ビデオ撮影による結果は，姿勢，作業とも辛いとされるものは大幅に減少，あるいは完全に無くなり，改善が効果的であったものであると言える．インタビュー調査(高齢作業者を含む）による結果も，疲労が激減したこと，作業が効率的になったという回答が得られ，こちらでも作業改善が効果的に行われていたということが言える．

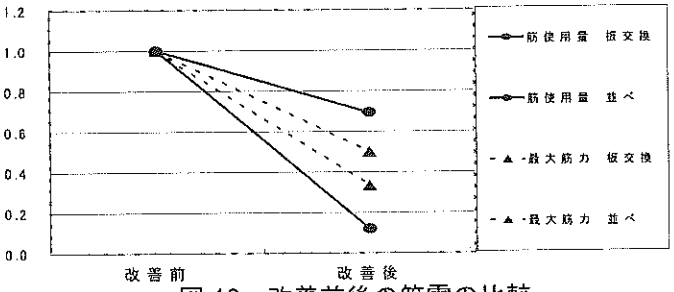


図 10　改善前後の筋電の比較

作業遂行上，体にかかる負担の度合いが多い腰，腕に電極を装着して計測した結果を図 10 に示す．板交換作業において，改善前と比較して改善後は，筋使用量，最大筋力共に大幅に減少していることが確認された．しゃがみ，きつい前屈の姿勢がなくなったことによる効果と考えられる．

以上のことから，本研究で行った作業改善が有効であることが確認された．

7. まとめ

今回，作業改善が比較的困難と言われてきたファインセラミック工場において作業改善を行うことができた．これまでは，若年者作業者でさえ辛かった作業が，高齢作業者にも対応し，作業環境の観点からは高齢者就業問題は解決できたと考えて良い．ところで，この分野では，作業の困難さが招く良品率の低さから製品のコストダウンがなかなか実現されなかったが，今後はコスト面における良好な影響が期待でき，多方面で効果があった取り組みと考える．

B2-1-4

医療職における労働時間の分析

○ 山本百合子 (グラフィックデザイナ)　川島道美 (千葉県精神保健福祉センター)

Analysis of Working Hours in Medical Professional Employment

Yuriko YAMAMOTO, Michiyoshi KAWASHIMA

これまでは、医師の過重労働を測る目安は1週間当たりの総労働時間などによって表され、連続勤務などによる質的負荷が加味されなかった。ここでは規則的な睡眠習慣をどれだけ侵害するかという視点に基づいて、ある医師の勤務状況を分析した。

1.背景

昨今、医療従事者の過重労働が問題視されている。多くの医師にはタイムカードは無く、正確に何時間働いているのか、記録が残らない。また、医師のいわゆる当直は、労働として換算されていない場合が多い。当直をはさんで2日間の昼間の勤務が重なると、連続３０時間を越えることになるが、当直は労働ではないため、連続勤務とは解釈されないことになる。[1] ゆえに、過重労働を示す数値として、一般的には1週間あたりの総労働時間などが引用されるが、夜間の労働はこの中には含まれず、この数値は医師の過重な労働状況を示す物としては不適切であると考えられる。

多様な当直業務による問題点

○寝ているだけの当直から忙しく手術などもあるものまで状況は様々

○シーズンによっても差がある

○不定期に呼び出されるものもある

当直が労働時間とされていない中、この負荷を時間に換算するのは難しい。

2. 労働の質的負荷を数値にする試み

生体は、睡眠覚醒の概日リズムを始めとして、規則的な生活リズムの上で健康を保っている。しかし、当直をすることによって、それを侵害しているということは事実であると言えよう。[2]

ここでは、ある小児科医師の規則的な睡眠リズムがどう、損なわれていくかということに着眼し、分析した。

a. N医師の勤務データ

N医師(小児科医／46歳)の平成11年の2月から7月までの6ヶ月間の病院側の勤務状況記録と看護記録から睡眠阻害時間を算定したもの。

家族の言によると、夜12時から翌朝7時まで7時間睡眠を習慣としている。これに関して、以下の２点について分析する。

1. その月の全睡眠時間に対する当直の割合:
   1ヶ月あたり、何日間、自宅ではないベッド(病院の仮眠室)で睡眠が可能であったか。
2. 患者来院時刻から算定した、明らかに眠れていない規則的な睡眠を阻害した時間

備考:その他、N医師は病棟の患者の診療をしていたと考えられるが、これに関しては記録が無い為、阻害時間の算定の対象には入れていない。

平成 11 年 2 月第 1 週の勤務状況

月日	曜日	急患人数	睡眠時間	割合	睡眠時間
1日	月○		7:00	100%	
2日	火○	11人	7:00	100%	17:35 / 23:35
3日	水○		6:55	98.8%	8:00
4日	木○		7:00	100%	
5日	金○		7:00	100%	
6日	土○		7:00	100%	
7日	日●	8人	7:00	100%	18:40 / 22:45

表中に記載された時間は当直勤務中患者の最初の来院時刻と最後の来院時刻である。
最後の患者の診療が終わった後、早朝に来院する患者が来るまでの間睡眠が取れたとした。

平成11年3月と6月の当直勤務

月日	急患人数	阻害時間(分)	割合(%)	当直日数	当直割合	阻害割合
3月2日	11	85	20.2			
3月7日	4	50	11.9			
3月9日	5	192	45.7			
3月13日	6	150	35.7			
3月16日	3	60	14.2			
3月23日	1	0	0			
3月28日	2	258	61.4			
3月31日	4	0	0			
3月合計		795		8	25.80%	23.70%
6月1日	4	224	53.3			
6月8日	8	151	36			
6月15日	5	0	0			
6月22日	7	148	35.2			
6月29日	9	192	45.7			
6月合計		715		5	16.70%	34.00%

急患人数：時間外診療患者数
阻害時間：
12時～7時までの間に睡眠が阻害されていたとされる算定時間
割合：阻害時間の睡眠時間(420分)に対する割合
当直日数：その月の当直日数合計
当直割合：その月の全睡眠時間に対する当直日の睡眠時間の割合
阻害割合：その月の当直日全睡眠時間に対する阻害時間の割合

b.睡眠阻害時間の算定

阻害時間を看護記録にある患者来院時刻から換算した。

患者来院時刻から、睡眠を始めるまでの時間は、

診療所用時間20分[註)]

睡眠までの準備時間20分

を加えたものとし、この阻害時間が、12時から翌朝7時までの7時間(420分)の睡眠の中、何パーセントに値するか計算した。

註) 同僚医師によると、深夜に来院する小児は、昼間のように軽症であるものは少ない。場合によっては点滴その他の時間のかかる処置を要求され、その状態の観察／診断などもある為、何時間も仮眠できない場合が多いとのことであった。また、あらかじめ電話連絡があってから、来院までの待機の時間などもあることを考え、最低限の数値として20分としている。これに、診療が終わってから、ベッドにつき、寝るまで、(移動、着替え、洗面など含む)の間を20分として加えた。この2項目に関しては、医療機関、季節によっても違う為、個別に調査、設定が必要である。

3. 結果

N医師の場合、例えば、1週間あたりの総労働時間としては、平均37時間であり、夜間の当直が労働時間として含まれなければ過重とは言えない。しかし、1ヶ月の全睡眠時間の25.8%が病院の仮眠室での緊張を強いられた睡眠時間であり、そのうち、23.7%が診療に携わり、眠れていなかったという結果が得られた月もあった。(3月)

平成11年2月から6月の当直勤務状況

月	阻害時間合計(分)	当直日数合計(日)	当直割合	阻害割合
2月	343	6	21.4%	13.5%
3月	795	8	25.8%	23.7%
4月	250	6	20.0%	9.9%
5月	736	5	16.1%	35.1%
6月	715	5	16.7%	34.0%
7月	432	5	16.1%	20.6%

4. 考察

ここでは、N医師の勤務状況から、睡眠阻害時間を患者来院時刻より40分として算定したが、この数値は、それぞれの状況によって異なる変数であると考えられる。

結果で得られた阻害割合は、総労働時間だけでは評価できない質的な負荷が、限られた記録からも抽出できる可能性を示唆している。この数値の大きさが具体的にどの程度の影響があるか、今後、労働衛生、睡眠、精神保健等の学際的な研究が望まれる。

N医師は、このデータとして用いられた勤務の翌月である平成11年8月初旬死亡したが、現在過労死認定裁判を係争中である。

参考文献

1) 北海道における休日夜間急患センターの利用状況と小児の受診回数の推移について／日本小児科学会雑誌2003年1月号　江原朗他, 2003
2) 小児救急担当者の夜間における診療と睡眠について　小児科臨床 VOL.59, NO.9, Page2071-2075(2006.09.05) 江原朗, 2006

B2-2-1

椅坐姿勢時の脊柱圧縮を抑制する座具の研究

－高精度スタジオメータによるRCPM装置を使用した動的椅坐姿勢の評価－

○石川雅文[1)]，下村義弘[2)]，岩永光一[1)]，勝浦哲夫[2)]
1)千葉大学大学院自然科学研究科，2)千葉大学工学部デザイン工学科

A study of the chair inhibiting spinal shrinkage of sitting posture
- Evaluation of dynamic sitting posture on a RCPM device by using the stadiometer -

Masafumi Ishikawa[1)], Yoshihiro Shimomura[2)], Koichi Iwanaga[1)], Tetsuo Katsuura[2)]
1) Graduate School of Science and Technology, Chiba University,
2) Department of Design and Architecture, Faculty of Engineering, Chiba University

1．はじめに

脊柱の長さ変化を計測することで椎間円板にかかる負荷を定量化する方法がEklundとCorlett（1984）によって考案された．高精度のスタジオメータを使用した方法で，様々な研究者によって改善され，腰痛を間接的に評価する方法として多くの研究に使用されてきた．

RCPM（Rotary Continuous Passive Motion）装置とはDeursenら（1999）によって提案された椅子である．この装置は脊柱上の軸を中心に，座面を低速度で回転往復運動させるものである．我々の以前の研究（石川ら，2004）でRCPM装置によって椅坐姿勢時の下肢のむくみを抑制できることを示した．本研究ではRCPM装置により椅坐姿勢に伴う脊柱圧縮がどの程度抑制されるのかを明らかにすることを目的とした．RCPM装置により刺激を与える動的な椅坐姿勢を続けた場合と，刺激を与えない静的な椅坐姿勢を続けた場合の脊柱圧縮をスタジオメータにより測定し比較した．

2．方法

2．1　RCPM装置

本実験で使用したRCPM装置は振動数0.125Hz，回転角1.5°で稼動させた（図1）．

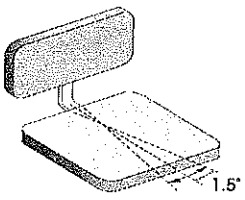


図1．RCPM装置

2．2　スタジオメータ

スタジオメータはDieenら（1994），Rodackiら（2001）の研究を参考に製作した（図2）．

剛性のある金属フレームでできており後方に15°傾いている．

繰り返し同じ姿勢を再現するため後頭部の最も隆起した点（図中a），頚椎の最も前湾した点（第四頸椎付近，b），胸椎の最も後湾した点（第七胸椎付近，c），腰椎の最も前湾した点（第三腰椎付近，d），尻の頂点（仙骨稜付近，e）の5点を，スタジオメータに取り付けられた垂直方向，水平方向に位置調節できる姿勢制御装置に接触されることで被験者の姿勢を制御した．この姿勢制御装置によって矢状面上では一定した脊柱の湾曲を得ることができる．

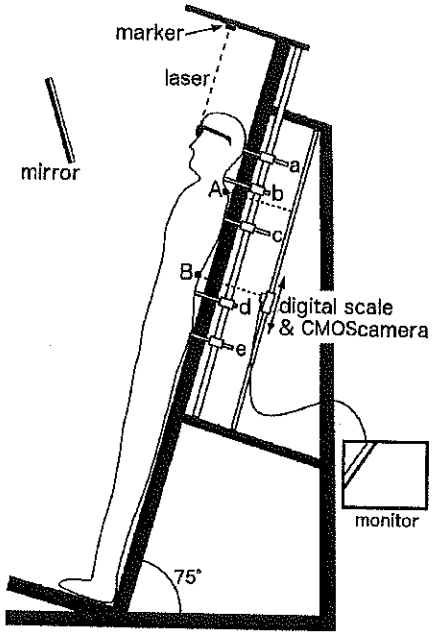


図2．スタジオメータ

頭部の動きを制御するため，両端にレーザーポインタを取り付けたゴーグルを使用した．レーザーは上方に向かって出ており，被験者は正面の鏡を見ながら頭上のパネルに固定された直径2㎜の標的に一致させた．パネル上の標的は被験者毎に調節した．

脊柱の長さは第七頸椎の約15㎜上部の点（A）と第十二胸椎（B）の間を測定した．これらの点は先行研究から最も誤差が少ない点と考えられている．デジタル式測長スケールとCMOSカメラによって2点間の距離を計測した．

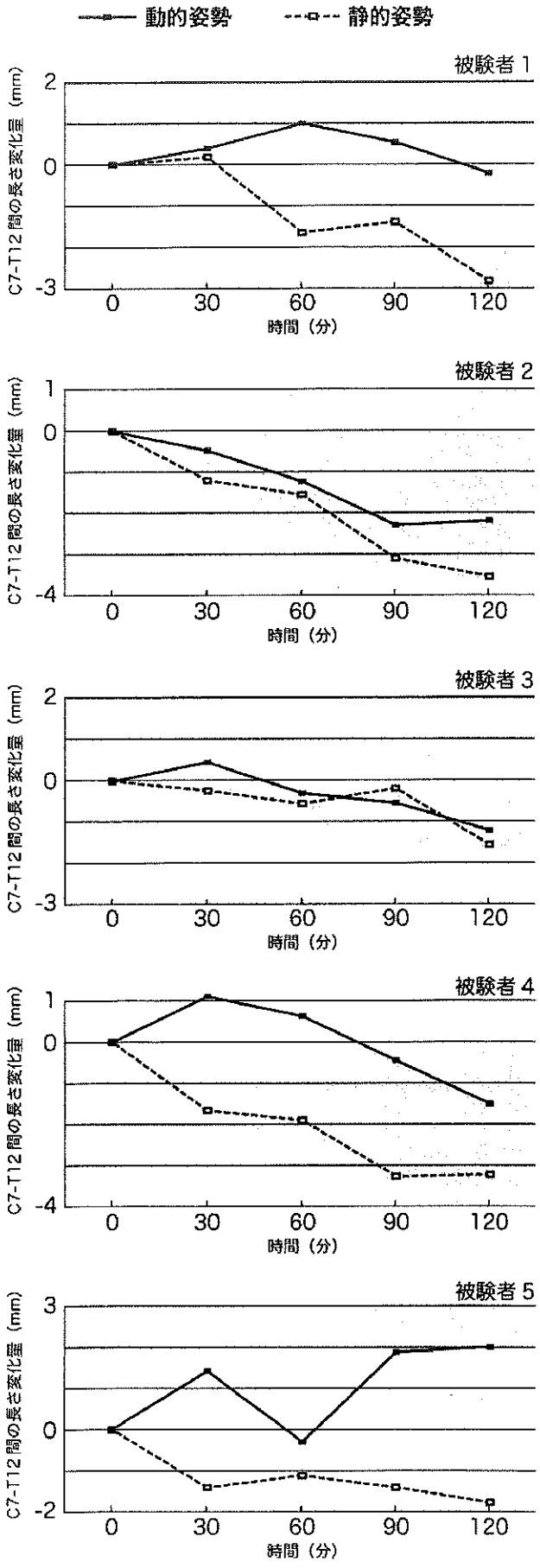


図 3. 被験者毎の C7－T12 間の長さ変化

2．3 実験

実験を行う前に被験者をスタジオメータによる計測に慣れさせるため十分な訓練を行った．実験は動的姿勢条件と静的姿勢条件を連続した 2 日間で行い，それぞれ同時刻（AM10:00）に開始した．2 時間椅坐姿勢を続け，実験開始前とその後 30 分毎に脊柱の測定を行った．実験中，被験者にはデスクワークを行わせた．

3．結果

5 人の被験者の結果を図 3 に示す．実験開始前の第七頸椎と第十二胸椎の間（C7－T12 間）の長さを基準とした変化量で表している．得られた結果のグラフのパターンから被験者毎に個人差はあるが，RCPM 装置による動的姿勢を取り続けた場合，そうでない場合に比べ脊柱の圧縮を抑制，または伸張させる効果がありそうである．特に被験者 1，被験者 2，被験者 4，被験者 5 ではその効果が顕著に表れている．これは Deursen ら（2000）の結果と一致している．

4. 考察

ヒトの脊柱は S 字型に湾曲しているが椅坐姿勢時に平坦化し，椎間円板にかかる圧力のバランスが崩れる．円板内の髄核は長時間負荷が加えられると水分を失いながら圧縮し，これが腰痛の原因となることがある．反対に適度な運動やストレッチをすることで髄核は水分を吸収し回復する．このことから椎間円板に適度な刺激を与えることは有効であると考えられる．本研究で RCPM 装置が椎間円板に良い影響を与えることが示唆された．

参考文献

1) Eklund, J.A.E., Corlett, E.N., 1984. Shrinkage as a measure of the effect of load on the spine. Spine 9, 189-194.

2) Van Deursen, D.L., Goossens, R.H.M., Ever, J.J.M., van der Helm, F.C.T., van Deursen, L.L., 2000. Length of the spine while sitting on a new concept for an office chair. Applied Ergonomics 31, 95-98.

3) 石川雅文，2004．椅坐姿勢時の下肢のむくみを抑制する座具の研究．千葉大学工学部卒業研究．

4) Rodacki CL, Fowler NE, Rodacki AL, Birch K., 2001. Technical note: Repeatability of measurement in determining stature in sitting and standing posture. Ergonomics 84, 1076-1085.

B2-2-2

非接触式簡易人体測定器の開発と骨格モデルへの応用

－可動域測定用－

○壽里伸一，青木和夫（日本大学大学院）

Development of Non-contact Compact Anthropometric Measuring Instrument and Application to Skeleton Model.

－ Range of Motion Test －

Shin-ichi SUSATO and Kazuo AOKI
(College of Science and Technology, Nihon University)

1．はじめに

現在，ヒトの関節可動域の角度の測定器具は，主として専用の角度計が用いられている．あるいは，その測定の別法として，可動域の距離を測定する場合は，巻尺や直尺が用いられる場合もある．

通常，角度計は被検者の皮膚に密着接触させながら測ったり，あるいは，被検者から離れた空中に角度計を把持しながら測定者の目視によって測ったりする．

本研究は，非接触で関節可動域を測ることができる簡易型の人体測定器を開発し，現場で使われている接触式の関節角度計と比較検討することを目的とする．基本測定として，開発器の精度測定を行い，応用測定では，人体骨格モデルを対象にして行う．

2．開発測定器の構成と機能

2-1．原理と構成

測定点は2次元の極座標を用いて表す．中心から測定点までの距離を r，水平軸から測定点までの角度を θ とすると，位置は(r, θ)で表される．

開発器のベースには光学式エンコーダとアームが直結されている．アームの回転角度 θ は，エンコーダの出力パルスをもとにディジタル表示(分解能 1°)される．アームにはレーザマーカと直尺が取り付けられている．レーザマーカはアーム上を滑らすことができ，その位置距離 r は直尺の目盛から読み取る．さらに，回転中心照射用としてベースには，別のレーザマーカが取り付けられている．全体は三脚に乗せられている．図1参照．

表示器の値はアームの回転角度 θ そのものであるが，実際に測定点を照射するレーザスポット光の位置角度は，アームに取り付けられた高さ h 分だけ大きい．図2に示すように，θ に Δθ を増分しなければならない．しかし，二点間の相対角度では，各点の Δθ は相殺される．

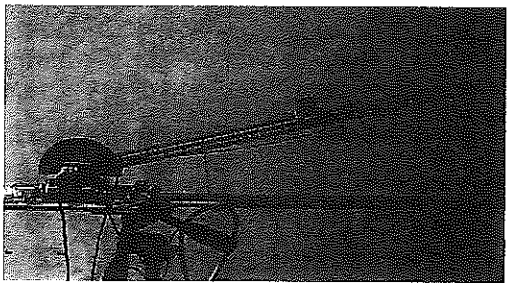


図1

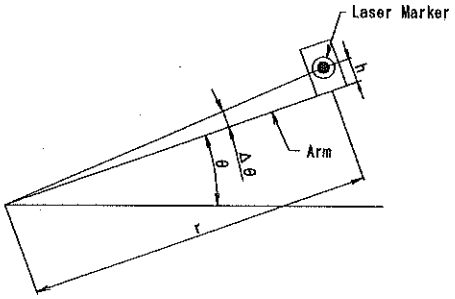


図2

2-2．仕様

・アームの回転範囲：－3° ≦ θ ≦187°

・レーザマーカの移動範囲：80mm≦r≦580mm

3．測定と結果

3-1．測定器の種類

開発器と市販の関節角度計(目盛間隔 1°，アームの長さ 300mm)を用い，比較する．

3-2．精度試験

レーザマーカの照射口から対象の方眼紙(B1)までの距離は 20cm，ベースの高さは 66cm とする．

3-2.1　アームの精度試験

開発器の目盛 r と角度 θ を基準とする．図3(a)に示すように，レーザの位置を各(r, θ)に設定し，スポット光が当たる方眼紙上の座標(x,y)を読み取る．例えば，r＝500mm，θ ＝30° の設定では，方眼紙上のスポット光は x＝416，y＝279 の位置

にあった．そこで，設定点(r, θ)から計算によって求めた座標変換点(x',y')と，実測点(x,y)を比較する．

3-2.2　アームの精度試験の結果

結果を図 3(b)に示す．実線が実測値で，破線が設定値を表す．第二象限では徐々に，実測値と設定値が離れてきた．これはアームの回転とともに，アームまたはレーザマーカの照射口の偏心が大きくなったことが原因と思われる．

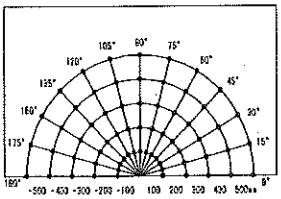


図 3(a)

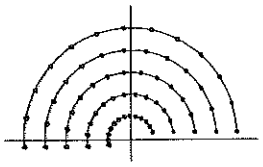


図 3(b)

3-2.3　照準の精度試験

方眼紙の目盛 x と y を基準とする．図 4(a)に示すように，設定した各(x,y)点にスポット光が当たるように照準を定めながらレーザマーカを移動させ，その位置での(r, θ)を読み取る．例えば，方眼紙上の x=300，y=400 に当てたスポット光は，r=499mm，θ=49° の位置にあった．そこで，設定点(x,y)と，実測点(r, θ)から計算によって求めた座標変換点(x',y')を比較する．

3-2.4　照準の精度試験の結果

結果を図 4(b)に示す．直線性は，第一象限と第二象限には差がなかったが，原点と実測点，設定点との距離の差は，第二象限が少し大きかった．

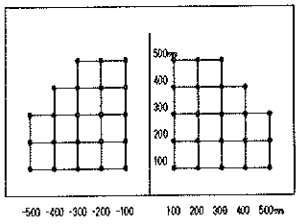


図 4(a)

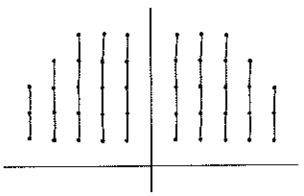


図 4(b)

3-3.　人体骨格モデルの測定

対象は等身大 170cm の人体骨格モデルを使う．そのモデルから上肢と下肢を取り外し，屈曲の状態にさせ，主要な測定点の点間角度を求める．

開発器による角度の測定は二種類の方法で行う．まず，可動範囲の中心に回転中心用レーザスポットを照射し，始点・終点の照射位置での角度表示器の値 θ を直接読む方法である．もう一方は，回転中心レーザスポットは任意の固定点に照射し，中心点・始点・終点の各位置での r と θ から計算によって角度を求める方法である．

骨は全体的に凹凸が大きく，非対称であるが，測定点の目視による確認と照射設定は容易である．

3-3.1　屈曲姿勢

屈曲の状態は，近位端と遠位端をヒモで結び，その近位端をヒモで空中に吊るすことで実現させる．図 5(a)は上肢の右側，手背側を示し，図 5(b)は下肢の右側，外果側を示す．

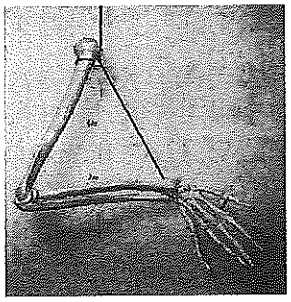


図 5(a)

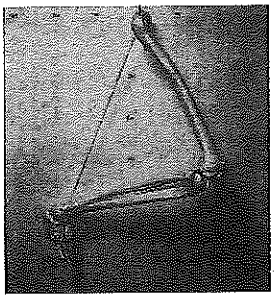


図 5(b)

3-3.2　測定結果

測定結果を表 1 に示す．開発器による直接読値と計算値，関節角度計による読値の三種類である．

上肢の「上腕骨 - 上腕骨外側上顆 - 橈骨茎状突起」は肘関節屈曲，下肢の「大転子 - 大腿骨外側上顆 - 腓骨外果」は膝関節屈曲の一般的規定である．

測定点間角度を関節角度計で測ることは，かなり困難であった．

測定部位		測定点 始点	測定点 中心	測定点 終点	開発器角度[°] 直接読値	開発器角度[°] 計算	関節角度計角度[°]
上肢	右側，手背側	上腕骨頭頂	上腕骨外側上顆	橈骨茎状突起	67	66.2	66
				尺骨茎状突起	76	74.0	75
				尺骨頭	75	73.0	74
			肘頭	橈骨茎状突起	61	60.1	61
				尺骨茎状突起	69	67.2	68
				尺骨頭	68	66.0	67
	右側，手掌側	上腕骨頭頂	上腕骨内側上顆	橈骨茎状突起	66	67.0	66
				尺骨茎状突起	75	76.9	75
			肘頭	橈骨茎状突起	60	60.9	60
				尺骨茎状突起	68	70.2	69
下肢	右側，外果側	大転子頭頂	大腿骨外側上顆	腓骨外果	83	82.0	83
			膝蓋骨	腓骨外果	76	74.4	77
	右側，内果側	大転子頭頂	大腿骨内側上顆	脛骨内果	85	85.8	86
			膝蓋骨	脛骨内果	76	75.7	76

表 1

4.　おわりに

今後は，データの補正を行う，生体を測るなどを予定している．

B2-2-3

三次元身体計測データの歪みの補正

日本人間工学会関東支部大会

○大西洋一、丹羽雄一郎、川島祥三、工藤正秋、橋本昭夫（防衛庁技術研究本部）

Correction of distortion of three-dimensional anthropometric data

Japan Ergonomics Society

Yoichi ONISHI, Yuichiro NIWA, Shozo KAWASHIMA, Masaki KUDO and Akio HASHIMOTO

(Technical Research and Development Institute, Japan Defense Agency)

1．はじめに

陸上自衛官の体格データを整備するために、平成13年度から15年度にかけて光学式非接触三次元形状計測装置（本装置）によって約2,300名の立体的な表面形状データを取得した。本データは体格に関する基礎資料として利用されるので、その正確さを明確にする必要があった。

光学式非接触三次元測定及び三次元人体計測の正確さ・校正方法等の標準化が、近年、独立行政法人産業技術総合研究所計量標準総合センター及びデジタルヒューマンリサーチセンター他によって進められている。しかしながら、この標準化作業以前に製造された本装置の正確さは、装置メーカー独自にカメラの解像度と測定領域の理論値で定義されていたため、必ずしも実用に即した値ではなかった。

当研究室で本装置について動作機構・計測データを検証したところ、制御部にかかる演算負荷等によって制御タイミングが遅延し、計測データに傾向をもった歪みが生じることが判明した。そこで、装置メーカーに協力を依頼し、平成14年度に動作機構を改善した。一方、本改善前に既に計測済みの被験者データに対しては、データ処理による補正を試みた。そこで、この補正結果について報告する。

1．1．歪み

光切断法等と呼ばれる計測原理をもつ本装置「VOXELAN」（HEW-1800SHSW、㈱浜野エンジニアリング、H12製造）は、図1に示すように複数のカメラ(C)、光源(L,R)、筐体フレーム(Ref.)から構成され、CとL,Rは専用コンピュータ(PC)でタイミング制御される。C,L,Rは、それぞれにPCの発する開始トリガー信号を受けて、それぞれのクロックに従って独立に動作を開始する。動作終了後、PCはCの撮影画像を取得し所定のパラメータを用いて演算を行うが、C,PC,L,R相互の開始トリガーの送受機序によって撮影画像データに対応する光源方位（図1,D）に遅延が生じた（図1,D'）。この遅延によって、Dに対応するCの撮影画像は、D'に対応する虚像として演算され、不自然な形状が生成される。図2に光源方位の再現性の例として、Ref.上の所定領域の平均値をヒストグラム（N≒500）で示す。1920から2000の分布（幅80）が遅延量のバラつきである。本装置の改善後の上記同様の再現性は、予備実験によると幅10以内であった。

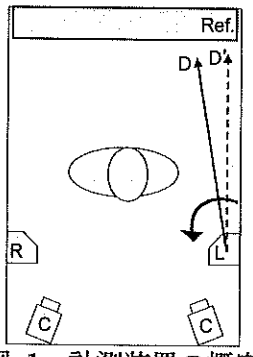


図1　計測装置の概容

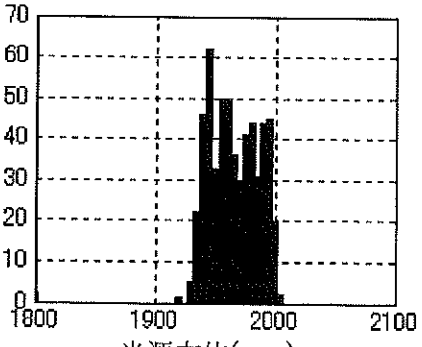


図2　光源方位の再現性の例

2．方法

2．1．遅延ズレの補正

計測ごとにばらついている遅延量を一定値に揃えることで、カメラの撮影タイミングと光源方位の対応が一意に定まる。そこで、各撮影画像毎の光源方位の値に、最小の遅延量に合わせるようにバイアスをかけた。

2．2．校正

初期校正時の校正用測定データも遅延ズレの影響を受けたため、2．1の方法で遅延ズレを補正し、再度校正を行った。

2．3．正確さの検証手順

正確さの要因には、計測器・処理アルゴリズムの原理的誤差（本補正の効果を含む）、計測器と被験者の光学的特性の整合及び被験者の身体動揺等がある。本装置では、カメラ1台につき光源2台(L,R)によって2つの奥行き距離画像が得られる。そこで、この2つの画像の差分の絶対値（図3）の平均値（平均距離）をそのカメラの測定の正確さの指標と定義した。



図 3　2つの奥行き距離画像の差分の例

3．結果

図4に補正前後の比較例を示す。左は補正しない原形状、中央は原形状に対する装置のﾃﾞﾌｫﾙﾄ処理結果、右は原形状に対する本補正の適用結果である。補正後のデータ以外では、肩及び臀部周辺等に段差が生じ、また、全体的に表面の荒れも見られる。これは複数の撮影視野を合成したために顕在化した歪みである。

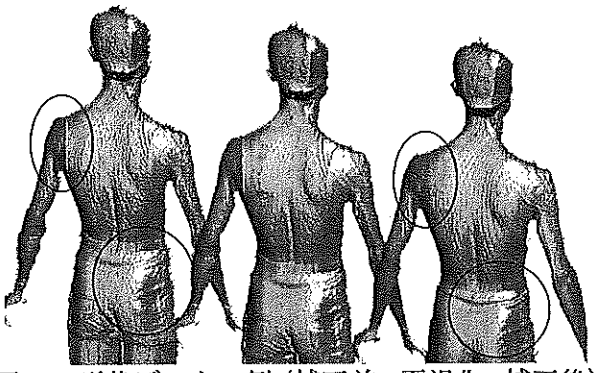


図 4　形状データの例（補正前、平滑化、補正後）

また、図5に図4の水平断面形状を示す。太線は原形状、点線は本補正結果であり、縦軸は身体の前後方向、横軸は左右方向である。原形状には背面方向のバイアスが加わっている。よって、本補正により、表面の平滑さだけでなく、空間的位置の正確さも改善されたことがわかった。

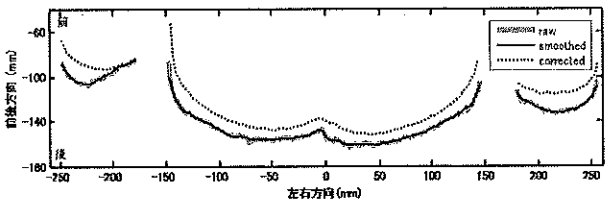


図 5　断面形状の比較

次に、被験者データの補正結果の集計を表すために、本補正適用前後の平均距離のヒストグラム(N≒600、面積1に規格化)を図6に例示する。点線は原形状、実線は補正後形状のものである。原形状の約25mm程度までのなだらかなバラつきが、本補正によって約3mmをピークとする鋭い分布形に改善された。これは予備実験で得られた正常なデータ分布に近い形である。

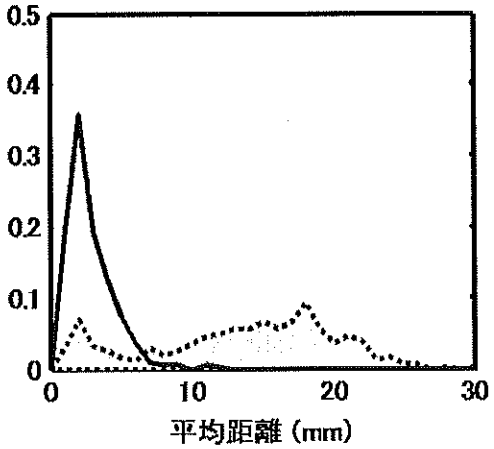


図 6　平均距離のヒストグラムの例

4．まとめ

本装置 Voxelan (HEW-1800SHSW)の動作原理に起因する測定データの歪みを紹介し、データ処理によって補正する手法を提案した。本補正によって光源の回転方向のズレが修正され、これに伴って、自然な表面形状が生成できた。また、多くの被験者データについて本補正の効果があった。

B2-2-4

日本人 7,000 人の人体計測事業(size-JPN 2004-06)

○中井隆洋　(人間生活工学研究センター　研究開発部)
今岡春樹　(奈良女子大学　生活環境学部)
間壁治子　(共立女子大学　家政学部)
持丸正明　(産業技術総合研究所　デジタルヒューマン研究センター)
河内まき子 (産業技術総合研究所　デジタルヒューマン研究センター)

size -JPN 2004-06: A 3D ANTHROPOMETRY PROJECT

○Takahiro Nakai[1], Haruki Imaoka[2], Haruko Makabe[3], Masaaki Mochimaru[4], Makiko Kouchi[4]
1 Research Institute of Human Engineering for Quality of Life, Research and Development Division
2 Nara Women's University, Faculty of Human Life and Environment
3 Kyoritsu Women's Educational Institution, Faculty of Home Economics
4 National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Digital Human Research Center

1. はじめに

人体寸法・人体形状といった人間特性データは、生活環境を取り巻くあらゆる工業製品の寸法や形状を決定するための最も基本となるデータである。また高齢社会における安全・安心で快適な生活の実現のためにも、人間特性に関する基盤的データの整備と充実が求められている。このような観点から、社団法人人間生活工学研究センター(HQL)では、経済産業省からの委託事業"人間特性基盤整備事業"(2004 年度から 2006 年度)として、20 歳から 79 歳の日本人約 7,000 人の人体計測事業(愛称:size-JPN 2004-06)を実施している。ここでは、この人体計測事業について紹介する。

2. size-JPN 2004-06 の概略

HQL では、1992 年から 1994 年にかけて、日本人 34,000 人の人体寸法(178 項目)と当時世界初の3次元人体形状の計測事業を実施した(HQL1992 年データベース:http://www.hql.jp/project/size1992/)。しかしこの事業から 10 数年が経過し、日本人の体格や形状に変化があると予想されること、また産業界からも新たな人体寸法データへの期待が高まったことから、今回新たに計測事業を行うこととなった。本計測事業における計測の概略を表1に示す。

表1　size-JPN 2004-06 における計測の概略

実施期間	2004 年 10 月～2006 年 10 月(計測終了)
被験者数実績	6,742 人 (M:3,530 人、F:3,212 人)
年齢層	20 歳～79 歳
寸法項目数	手作業による計測項目：155 項目 3D形状データからの採寸： 60 項目
3D形状計測	・全身3姿勢　・手　・足
計測地域	東京、大阪、神戸

3. 計測項目と計測方法

3.1 人体寸法項目の選定

伝統的な方法(手作業)で計測する 155 項目の選定にあたっては、以下の6つの規格等から必要な項目を検討し、さらに産業界からの要望の高かった項目を加えた。

1) 日本人の体格調査報告書(1978-81)
2) JIS L0111 衣料のための身体用語-1983 (2003 確認)
3) ISO 3635 Size designation of clothes -Definitions and body measurement procedure
4) ISO 7250 第1版 1996-07-15 工業デザインのための基本人体測定項目
5) JIS Z8500:2002 (JES/JSA) 人間工学ー設計のための基本人間測定項目
6) 日本人の人体計測データベース 1992-1994 (HQL)

この他に、3次元形状データから 60 項目(全身 40 項目、手5項目、足 15 項目)を算出する予定である。

3.2 3次元形状計測

本事業では、伝統的な方法による身体各部位の寸法計測の他に、3次元形状計測器を用いて全身、手、足の表面形状を計測している。図1と以下に全身の3次元形状計測時の姿勢を示す。姿勢1:正立位。姿勢2:上肢・下肢外転立位(ISO 20685 推奨姿勢)。公開する形状データの基本姿勢とする。姿勢3:座位。

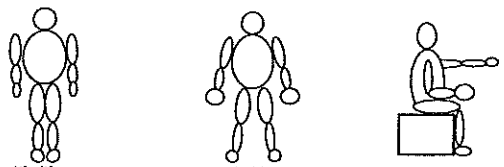


図1　全身の3次元計測における計測姿勢

4. 信頼性の確保

4.1 計測者

本事業のために6名の計測者を養成した。この6名の計測者に関して、1)各計測者とエキスパートとの差(正確さ)、2)計測者間および各計測者内でのバラツキ(精密さ)をできるだけ小さくするために、随時計測技術レ

ベルのチェックを行い、計測値の精度の確保に努めた。

4.2 計測着衣

本事業における計測着衣は、次の基本要求事項を満たすように市販品の改良品を使用した。1)人体の本来の形を変えず、ヌードに近い状態で体を包む。2)女性のブラジャーは、バストを本来あるべき位置に支え、本来あるべき形に整える。

4.3 人体寸法データの処理

計測された寸法データは、ISO 15535 に基づき、散布図を用いてデータ編集や異常データの削除を行っている。また3次元形状データから算出した寸法項目については、あらかじめ ISO 20685 に基づき、伝統的な方法で取得した寸法との差の有無を調べ、差がある場合は差の程度を明らかにする予定である。

5. 3次元形状データの活用

本事業終了後、寸法データおよび3次元形状データを公開する予定である。形状データの公開にあたっては、以下のような処理を行う予定である。

5.1 顔面部データの処理

全身の3次元形状データは縦横約 2mm のピッチで網目状に計測された点群データである。このような点群データをコンピュータ上で見れば、顔の部分からは、個人の特定がある程度可能である。そこで瞳孔およびその他の特徴点の位置情報を計測した後、顔面部表面形状を平滑化し、個人が特定できないようにする。

5.2 3次元形状データの正規化処理(相同モデル化)

平均形状を求める等、形状を統計処理するためには、点群データを正規化する必要がある。正規化処理の一つとして、人体形状相同モデル化を行う。相同モデル化とは、どの個体も同数、同一位相幾何構造で、同じ解剖学的意味をもつデータ点から構成されるよう、データ点を再構成することである[1]。持丸らは、細分割曲面とデータフィッティングによる精密な人体形状相同モデル化手法を開発した[2]。HQL では、この技術を使用して、3次元形状データの相同モデル化処理を行う予定である。形状データの公開にあたっては、先ず顔面部平滑化処理を行った形状データを DXF 形式で公開し、その後、相同モデル化した形状データ(3次元形状相同モデル)を OBJ 形式で公開する予定である。

5.3 正規化された3次元形状データの統計処理

持丸らは、多次元尺度法と FFD (Free Form Deformation) 法を用いた形状合成法を提案し、同手法によって、2次元や3次元の形状空間上に全形状データをプロットした分布図を表示すると共に、分布の任意の位置にある仮想的な人体形状を合成することを可能にした[3]。例えば、20 代前半の女性の服を開発しようとしている企業の場合、多数の 20 代前半女性の3次元形状相同モデルを統計処理すれば、20 代前半の女性の体型分類をしたり、分類群毎の代表形状を求めたりすることができる。各分類群に含まれる人数も分かるので、各分布の人数に合わせて服の製造数を変える等と生産計画に役立てることができる。図 2 に相同モデル化の例と相同モデルを用いた統計処理の例を示す。

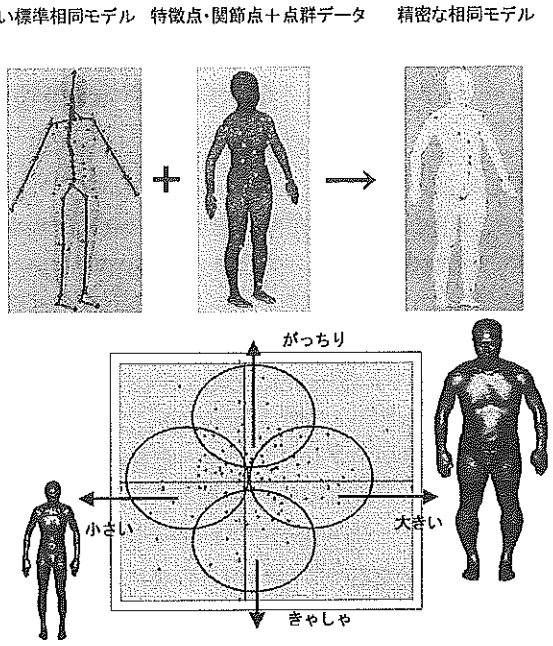


図 2　相同モデル化の例と統計処理の例

6. おわりに

size-JPN 2004-06 事業の概要と、その成果である3次元形状データベース活用の展望を述べた。今後は、このデータベースをできるだけ早く世に出せるように努めると共に、本データベースの産業界での積極的な活用を期待する。

今回の計測事業の計画と実施にあたっては、技術的課題を始めとして被験者募集に至るまで、さまざまな課題を解決するために産業界、大学、国等の非常に多くの方々のご支援をいただいた。ここで改めて謝意を表す。また被験者としてご協力いただいた多くの方々にも厚くお礼を申し上げる。なお今回紹介した全身の相同モデル化技術は、日本自転車振興会の機械工業振興事業補助金の交付を受けて行う(財)機械システム振興協会の委託による2005年度事業によってなされたものである。

文献

[1] 河内, 2000, "人に合わせるデジタルヒューマン：人体形状モデリング", デジタル・サイバー・リアル, 丸善

[2] 稲垣ほか, 2004, "解剖学的特徴点による点群からの足形状の再構成と人体寸法の抽出", 精密工学会春季大会

[3] Mochimaru and Kouchi, 2000, "Statistics for 3D Human Body Forms", SAE Digital Human Modeling for Design and Engineering 2000, 2000-01-2149

B2-3-1

ヒューマンエラー防止の観点からの技術伝承方法に関する研究

Skill Training and Knowledge Transmission on Human Error Prevention

○大森一樹（慶應義塾大学）岡田有策（慶應義塾大学）
○Kazuki OMORI (Keio University), Yusaku OKADA (Keio University)

1.はじめに

技能伝承は、単に現在の作業者のスキルレベルを維持させるという技術レベルだけではなく、ヒューマンエラーを未然に防ぐための方策をも組み込むことが一層求められる時代になっている。そのためには、スキルとナレッジという二つの側面を技能伝承の中に盛り込むことが必要であろう。ヒューマンエラー防止教育においては、"Know-Why"という言葉で代表されるように、"何のために"ということが包含されていないと、形骸化してしまい、根源的な解決を図ることを妨げることになる。一方、ヒューマンエラーを防ぐ"こつ"を会得するには、失敗経験が重要な鍵となる。しかしながら、現場において失敗を歓迎するわけにはいかない。したがって、不具合・インシデントといった事象を分析し、その中で指摘された問題点を検討し、その解決策を教育することとなる。

重大な不具合やインシデントに関しては、詳細な分析がされ、その解決策も所内展開される。しかし、それだけでは将来の問題事象の数%しかカバーすることはかなわない。ヒヤリハットなどニアミス事例までも含めて検討し、その分析結果から得られた知見をナレッジとして教育に盛り込むことが必要である。エラーの少ない熟練作業者は、自らのヒヤリハット経験を糧として、自らの作業形態を改善し、ヒューマンエラーを起こしにくい状況を作り出している。これまでの生産現場では、このような個々人の経験、およびその経験に基づく個々人の技量・エラーを防ぐ自然な所作に支えられてきた。また、そのような"こつ"は、次の世代が直接指導されることで引き継がれてきた。しかしながら、バブル期の人員削減、団塊の世代の退職という近未来の状況を見据えた場合、これまでのような直接的な技術伝承だけでは十分に対応できるとはいえない。したがって、ヒヤリハットなどのニアミス事例を、体系的にまとめ、その結果をもとにしたヒューマンエラー防止教育を技術伝承の柱にすることが望まれる。

そこで本研究では、品質管理、特に検査作業を対象とし、ヒヤリハット事例の分析を通して、根源的な要因を導き、教育訓練という観点からヒューマンエラー対策の基本指針を示すことを目的として行った。

2.検査作業におけるヒューマンエラー要因の調査

品質管理の分野においても、ヒューマンエラーによる不具合製品の発生を防ぐことは重要な課題となっている。特に、製造・組み立て工程後に行われる検査工程におけるヒューマンエラーは、不具合製品を供給することに直結するだけにその改善に対する関心は非常に高い。しかしながら、検査作業は、その対象が多様であるほど、検査作業の内容もまた多様化する。結果、重大な不具合事象として顕在化した事象未満の事象の分析は、直接的な要因を挙げるのが限界である。その結果、講じられる対策も現場での注意喚起程度になってしまっていることが多い。

図 1 は、ある組立工場において、作業者にヒヤリハット事象の発生に関わったと判断できる要因を上げてもらい、それを集計した結果である。この結果は、その現場での問題点の姿を表してはいる。しかしながら、"作業を中断することがあった"という項目は、確かにヒューマンエラーの要因ではあるが、この項目自体、別の要因によって派生したことは明らかである。つまり、挙げられている要因が、エラーに関わる直接的なものが含まれる。また、それぞれの要因自体、さらになぜなぜ分析を行えば、別の要因が見えてくると容易に想像される。しかしながら、前述したように、日々の作業量が多く、作業内容も多岐にわたる検査現場において、ヒヤリハット事例に関してこれ以上詳細な分析を要求することは難しい。そこで、これまでのヒューマンエラー要因研究の成果を用い、このような直接的要因から根源的要因を導く方策を検討した。

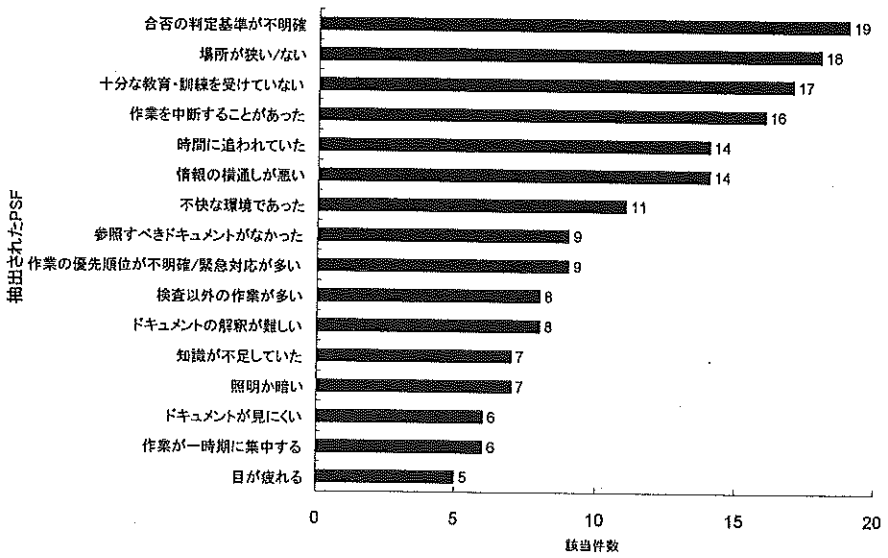


図1 ある組立向上の検査作業における品質ヒヤリハット事例から抽出されたPSF

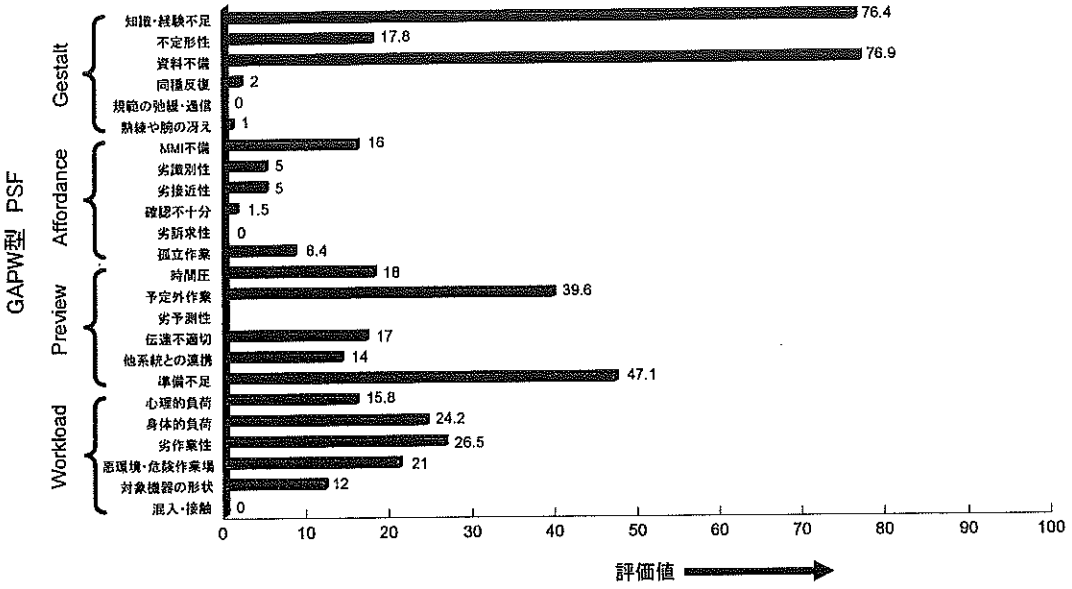


図2 GAPW型PSFへの変換結果 （潜在的要因への展開）

3.GAPW 型 PSF リファレンスリストの利用

ヒューマンエラーの要因は、PSF(Performance Shaping Factors)と呼ばれることもある。この PSF に関する研究は数多くあるが、その中でも、対策までも志向した分類として、GAPW 型 PSF 分類がある。これは、Gestalt, Affordance, Preview, Workload という4つの観点から PSF を分類したものである。さらに GAPW 型リファレンスリストという PSF 一覧表は、作業上の根源的な PSF を体系化させたものであり、付記された対策表と照合することで、対策指針をも得ることができる。そこで、本研究でもこの GAPW 型リファレンスリストの利用することとした。すなわち、図 1 で示した要因を、GAPW 型リファレンスリストに掲載された要因に展開することを図った。

ヒヤリハット事例から指摘された要因（図 1）と GAPW 型リファレンスリストに記載された PSF との関係性をヒューマンファクターの専門家及び現場作業者の意見をもとにエキスパートジャッジから定めた。その際、関係性は、完全にある(Complete)から、全くない(Zero)までの間を、High, Middle, Low の3つに分け 5 段階で評価した。この関係性をもとに、図 1 の結果を GAPW 型 PSF に展開した結果が図 2 である。

この結果を見ると、“知識・経験不足”、“資料不備”、“準備不足”、“予定外作業”という項目の評点が高い。つまり、これらの要因が、本現場におけるヒューマンエラー予備軍の背景にあると推察できる。このことは、GAPW 型リファレンスリストに付記された対策指針表に、図 2 の結果を反映させて図 3 の結果を見るとより明らかになる。図 3 では、マニュアルを含めた作業指示書の改善が最も優先される対策であるという結果を示している。ただ、この一つだけでなく、他の傾向もあわせて見るならば、「作業者のスキルレベルが十分に上がらないまま現場作業への配置が行われている。そのため、現在のマニュアルでは判断できない作業者が増えてきている。マニュアルに書かれていないような、熟練者なら自然に行う準備や配慮がなされないことが、作業の中断や停滞などを引き起こしている可能性が高い。したがって、現在の作業者のスキルレベルを把握し、そのスキルレベルに即したマニュアルや治具の作成を行うことが必要である。さらに、現場作業を行いながらも、熟練者の作業前準備や配慮を会得できるような教育が望まれる。」という推論が得られる。この推論に関しては、本分析対象工場の品質管理責任者にフィードバックし、その妥当性の確認は得られた。

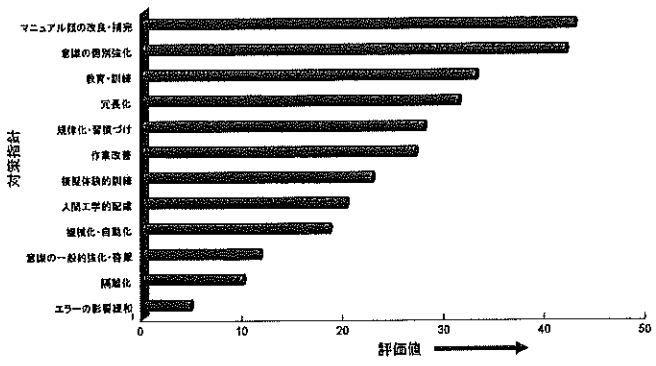


図3 対策指針の評価結果

4.まとめ

本研究では、ヒヤリハット事象で指摘された顕在要因から根源的 PSF に展開する方法を試作し、その結果をもとに教育訓練に関する提案を行った。一事例ではあるがその妥当性、可能性を得ることはできた。しかしながら、先にも述べたように、教育訓練は、口伝という技術伝承では対応できなくなっている。したがって、スキル（熟練者の技）とナレッジ（熟練者の知識）という二つの側面を、本研究で行った PSF 管理と、熟練者の識見をまとめ体型化させたナレッジマネジメントの両面から展開させるように進めることが望まれる。特に、業務に関する知的好奇心を高め、教育を受ける側のモチベーションを高める工夫を盛り込んだ具体的方策をさらに検討していきたい。

なお、本研究は、科学研究費補助金 基盤研究(B)課題番号 18310108「利用者の視点に立った開放型サービス空間マネジメントに関する横断的研究」の一部として行ったものである。

参考文献：行待武生他：再発防止対策における PSF 緩和の評価とヒューマンエラー未然防止への提言、ヒューマンファクターズ、Vol9(2)、2005

B2-3-2

検査作業における潜在的ヒューマンエラー分析

An Analysis of Latent Human Error in Inspection Tasks

○ 山川序(慶應義塾大学) 岡田有策(慶應義塾大学)

○ Hajime Yamakawa (Keio University), Yusaku Okada (Keio University)

1.はじめに

検査作業におけるヒューマンエラーを防止するためには、スキルの未熟な作業者に熟練作業者の技術を効果的に伝承することが必要である。特に、製造現場における団塊の世代の大量退職という問題を控えた現在、この技能伝承の問題は急務の課題といえよう。これまで、技能伝承というと、作業の内容、作業を的確に処理する技・こつ、といったように作業内容を習得することにその力点は置かれていた。しかし、技能伝承においては、ヒューマンエラーを防ぐノウハウ、つまり熟練者が何気なく行っている所作にも焦点を与えることも重要である。熟練者がほぼ無意識に行っている“転ばぬ先の杖”のような所作は、熟練者の失敗の経験から会得したものも少なくない。しかし、技術伝承の点から言えば、各作業者に失敗の経験を重ねさせ会得させるのではなく、熟練者の失敗の経験自体を体系化させ後世に伝えていくことが肝要であろう。すなわち、ヒューマンエラーの要因である PSF(Performance Shaping Factors)を明らかにし、その PSF の影響を緩和する方策を熟練者の行動から抽出し、それを体系化させることが、技能伝承に盛り込む重要な要件であると考える。

そこで、本研究では、検査作業におけるヒューマンエラーの要因において、教育・訓練によって改善可能な要因を選択し、それらの要因を改善できる方策を、実際の作業現場での調査をもとに試作し、その効果を実験的に検証していくこととした。

さらに効果について考えるにあたって、実際の作業現場を想定してみる。すると作業環境は様々であり、作業環境を容易には変えることが出来ないという場合も多々ある。作業環境が教育・訓練の効果に影響を及ぼすことはなかろうか。逆に言えば、作業環境に応じた教育・訓練といったものもありうるのではないかと考えた。その可能性もあわせて検討するために、作業環境を実験条件として幾段階かに分けた上で、試作した幾段階かの教育訓練の効果を検証することとした。なお作業環境が教育訓練効果に影響を及ぼすイメージ図を図１として記す。

図１は PSF がヒューマンエラーに影響を及ぼしているイメージ図であり、PSF とヒューマンエラー間の矢印の太さが影響の強さを示す。図１中央の図は教育訓練の効果により、PSF の影響を緩和していることを示している。図１右の図は環境要因によって教育訓練の効果が小さくなり、PSF の影響を緩和しきれていないことを示す。

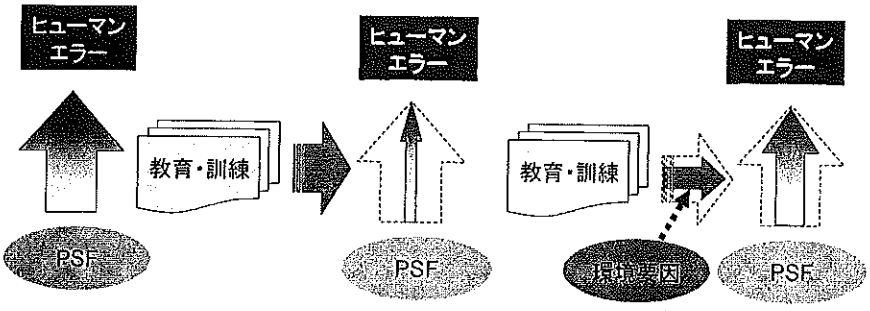


図１ 環境が教育訓練効果に影響を及ぼすイメージ

2 実験方法

実際の作業現場を想定し、対象作業を、ある検査対象物(以降検体と呼ぶ)における目視を中心とした外観検査とした。

そして対象作業をもとに、ヒューマンエラーを防ぐための知識やスキルを有する人材育成を目的とした訓練用手順書・チェックリストの作成をした。作成手順については以下に記す。まず対象作業における予備実験から、ヒューマンエラー防止の観点から作業解析を通じて、「目視が形骸化している・目視検査場所に漏れがある」等の PSF を抽出した。次にそれらの PSF の影響を緩和すると期待される方策、及び予備実験で無意識に行っていたと思われる所作をまとめたものを手順書とした。また「目視検査場所に漏れがある」PSF の影響を緩和することを期待したチェックリストを作成した。この手順書・チェックリスト両方を与えていない状態をレベル０とした。そしてチェックリスト使用法の指示をした上で、チェックリストを与えた状態をレベル１とした。またチェックリスト・指示及び手順書を与えた状態をレベル２とした。計３条件を設定した。そして対象作業を外観検査とした時に、照明環境について段階

的に分けて考えることを選択した。その上で 50lxs 下の部屋の中で、手元灯なしの状態をレベル０とした。更に手元灯有(固定)という環境をレベル１、手元灯有(可動可)という環境をレベル２とした。計３条件を設定した。

実験は、21 歳～23 歳までの健常者である被験者６人を対象とした。被験者は１条件あたり検体３体について、予め定義した７種類の不具合に関する外観検査をする。そして不具合発見→不具合記入という作業を行った。制限時間は予備実験により 10 分と設定した。被験者はまず教育訓練レベル０の状態で照明環境計 3 条件についておこなった。次に被験者３人ずつに教育訓練レベル１・レベル２を与えた上で、再度照明環境レベル計３条件の下でおこなった。最後に一定期間置いた後に再び教育訓練レベル０（チェックリストなし・手順書なし）の状態にて、照明環境計３条件の下で行った。

実験後、被験者が検出した不具合を、予め検体に設定した不具合の場所と種類を把握した不具合管理表と照合して、不具合箇所及び不具合種類が完全に一致している場合を「検出した」と定義した。そして検出した数を検出率として、各条件下での教育訓練効果を評価する指標とした。

$$検出率=\frac{検出数}{設定した総不具合数}\times 100 \quad (\%)$$

3　実験結果

照明条件と教育訓練レベルの関係性を検出率によって示したグラフが図２である。

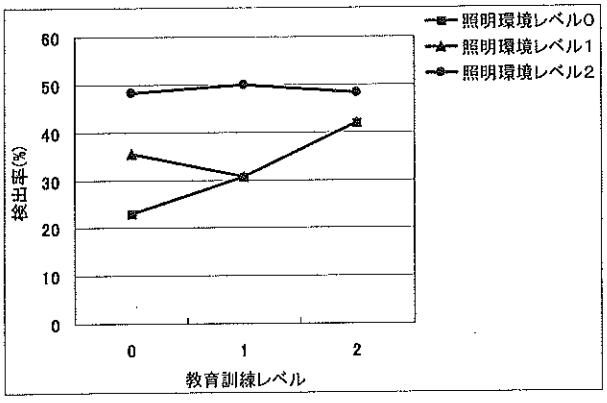


図２　教育訓練レベルと照明環境レベルと検出率

図２によれば照明環境レベルが０の時は教育訓練レベルが上がるにつれて検出率が上昇している。照明環境レベル１の条件下において教育訓練レベル１は教育訓練効果が出ていないことがわかる。これは試作した教育訓練が、照度よりも作業自由度の影響を受けていると考えられる。又教育訓練レベル２に関しては照明環境レベルが０であっても高い検出率が出ており、照明環境に左右されずに一定の教育訓練効果があると考察される。

次に以下に定義する効果度にて検討する。

とした。効果度とは

$$効果度=\frac{実験条件における検出率}{教育訓練前の検出率}\times 100 \quad として$$

教育訓練前と比較した時に、教育訓練した効果を数値として表現する。この式をもとに照明環境レベル０において作成したグラフが図３である。

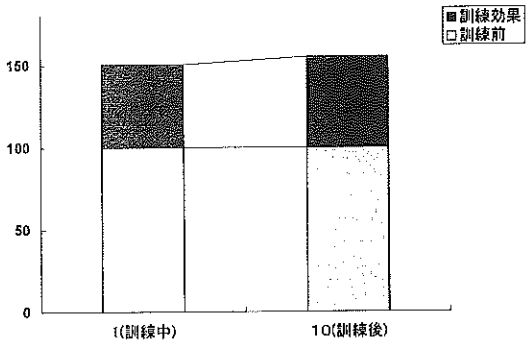


図３　照明環境レベル０下の教育訓練レベル１の教育訓練効果

図３中において、左の棒グラフは教育訓練レベル１中の効果度である。100 が教育訓練前の状態であるので、100 より上の部分が教育訓練効果ということになる。一方右の棒グラフは教育訓練レベル１を経た後に、レベル０を行った時(１０と記すこととする)の効果度である。左右のグラフから、教育訓練中に関してはもちろんのこと、作業訓練レベル０(チェックリストなし、手順書なし)状態にあっても検出率が上昇していることが分かる。すなわち教育訓練レベル１が照明環境レベル０条件下において効果がある事を示唆しているといえる。

4　まとめ

本研究ではヒューマンエラー防止の観点から試作した訓練用手順書・チェックリストの効果を確認し、ヒューマンエラーを防ぐための知識やスキルを有する人材育成の可能性について言及した。また作業環境と教育訓練の効果の関連性についても同時に示した。今後は作業環境毎に適する教育・訓練について検討していきたい。

なお本研究は、科学研究費補助金　基盤研究(B)課題番号　18310108「利用者の視点に立った開放型サービス空間マネジメントに関する横断的研究」の一部として行ったものである。

代表者氏名：山川序
所在地：慶應義塾大学大学院理工学研究科
岡田研究室
045-563-1511　内線 42636
e-mail　pc_yamakawa@nifty.com

B2-3-3

東京大学の事故事例に関する ヒューマンファクター的観点からの要因分析

○ 刈間理介[1),2)]、小松原明哲[3)]

([1)]東京大学 環境安全研究センター、[2)]東京大学 環境安全本部
[3)]早稲田大学 理工学部)

The Analysis of Human Factors involved in the Accidents in the University of Tokyo

Risuke KARIMA[1),2)] and Akinori KOMATSUBARA[3)]
([1)]Envitonmental Science Center, the University of Tokyo
[2)]Division of Environment, Health and Safety, the University of Tokyo
[3)]School of Science and Engineering, Waseda University)

1. はじめに

旧国立大学は国立大学法人化により、大学における安全管理においても、それまでの文部科学省に依存した体制から、個々の大学で自らの安全を確保することが求められるようになった。東京大学では、平成16年4月の法人化以降、大学本部に環境安全本部を設置し、大学(付属研究所等を含む全学)内で発生した事故およびインシデントの環境安全本部への報告を義務化し、大学内で発生する事故の実態を把握と安全確保へ向けた改善に努めてきた。

大学で発生する事故の多くは、教職員や学生の人的な要因に起因するものが多く、また研究教育機関という特長もあり、一般事業所とは違った側面からの取り組みが極めて重要な課題である。そこで、これまでに報告された東京大学における事故・インシデント事例を、学生(大学院生も含む)と教職員等(非常勤職および派遣職員も含む)に分け、ヒューマンファクター的観点からその要因分析を行い、大学における事故・インシデントの特徴について検討した。

2. 方法

1)分析対象　平成16年4月から平成18年9月の間に東京大学環境安全本部に報告された事故・インシデント事例のうち、農学部附属演習林・附属農場・附属牧場における事故・インシデント、通勤通学中および課外活動・レクレーション中の事故・インシデントを除く事例を分析の対象とした。

2)事故発生寄与要因の抽出　事故・インシデントの発生要因分析のため、① **Rasumusen** の人間行動分類 (1.Knowledge-based、2.Rule-based、3.Skill-based)[1)]、② **Reason** のヒューマンエラー分類(1. 意図しないエラー、2.意図したエラー)[2)]、③ 小松原の人間工学的ヒューマンエラー分類(1.偶発的触発、2.能力を超える行為、3.錯誤、4.失念、5.技量不足、6.知識不足、7.違反、8.チームの意思不疎通、9.組織の不適切行為)[3)]、および④ 科学技術振興機構(JST)の失敗知識データーベースの失敗原因の分類[4)]に、収集された事故例をあてはめることにより、このいずれのヒューマンエラーの概念・分類にも相応する事故発生要因を抽出した。

3)事故事例の発生要因分析　分析対象の各事故・インシデント事例について、抽出した発生要因のなかから、その各事故・インシデントの発生に主要因および背景要因として関与があると考察される要因を選択した。さらに、学生の事故・インシデントと教職員等の事故・インシデントにおいて、各要因の関与の率を比較し、Welch の対応のない t 検定により有意差検定を行った。

3. 結果

1) 分析対象となった事故・インシデントは学生によるもの 111 件、教職員等によるもの 90 件であり、その事故の形態別内訳を表1に示した。

表1. 東京大学における事故の形態別分類

(平成16年4月～平成18年9月)

	全件数	学生	教職員等
化学物質関連事故	60	48	12
ガラス関連事故	22	17	5
落下物・打撲	19	7	12
刃物等による切創	12	8	4
交通関係事故 (通勤災害を除く)	11	3	8
転倒・転落・捻挫	10	2	8
電気関連事故	9	2	7
機械類関連事故	8	4	4
ガスバーナー・加熱機器関連事故	7	5	2
針刺し事故	6	1	5
疲労・体調不良	6	2	4
化学物質・電気関係以外の火事	5	2	3
動物関連事故	5	2	3
レーザー光線・紫外線関連事故	4	3	1
化学実験装置関連事故	3	3	0
野外活動中事故	2	1	1
その他	1	0	1
計	201件	111件	90件

2)　先述のように Rasumusen の人間行動分類等に個別事例をあてはめ検討したところ、事故発生寄与要因として、表 2 に示したヒューマンファクター的要因 19、組織・環境的要因 4、および偶発的接触・不運の計 25 要因が抽出された。

3)　対象とした東京大学の事故・インシデント事例について、抽出した事故発生寄与要因の関与率を学生と教職員等で比較した(図1.)。その結果、教育不足・知識不足、手順不遵守および危険認知不足に関して、学生の事故・インシデントに有意に高い関与を認めた。また、不注意、軽率、技量経験不足に関しても、統計的有意差は認めなかったが、学生の事例に、より強く関わっている傾向を認めた。

4. 考察

このようなヒューマンファクターに着目した事故・インシデント分析は、大学における安全確保の対策を考えるうえで、有意義なものと考える。今回の検討からは、特に基本的な知識や実験スキル、危険感受性に欠ける学生への安全教育、安全管理が、大学の安全推進上、重要な鍵になるものと考察された。

今回の検討で示した事故発生寄与要因の分類の妥当性については、今後更なる検討が必要であると思われるが、このようなヒューマンファクターの観点に基づく事故事例分析は、医療安全や交通安全など、ヒューマンファクターが安全確保に大きく関わる分野での対策を検討する際に、有効な手法になり得ると考える。

表2. 事故発生寄与要因

1. ヒューマンファクター的要因	15)体調管理不足
1)教育不足	16)あわて・動揺・焦り
2)知識不足	17)不適性・不能力
3)コミュニケーション不足	18)無謀行為
4)注意不足	19)違反
5)軽率	**2. 組織・環境的要因**
6)失念	20)製品・設備安全の不備
7)錯誤	21)作業環境の不備
8)思い込み	22)手順・規則の不備
9)過信	23)管理・指導の不備
10)怠慢	**3. その他**
11)手抜き	24)偶発的触発
12)手順不遵守	25)不運
13)経験技量不足	
14)危険認知不足	

文献

1) J. Rasmussen, "Skills,rules,knowledge: signals, signs and symbols and other distinctions in human performance models", IEEE Transactions: Systems, Man & Cybernetics SMC-13 p257-267 (1983)

2) J. Reason, "Human Error", Cambridge Univ. Press, Cambridge (1990)

3) 小松原明哲, "ヒューマンエラー", 丸善 (2003)

4) 科学技術振興機構 失敗知識データーベース http://shippai.jst.go.jp/fkd/Search

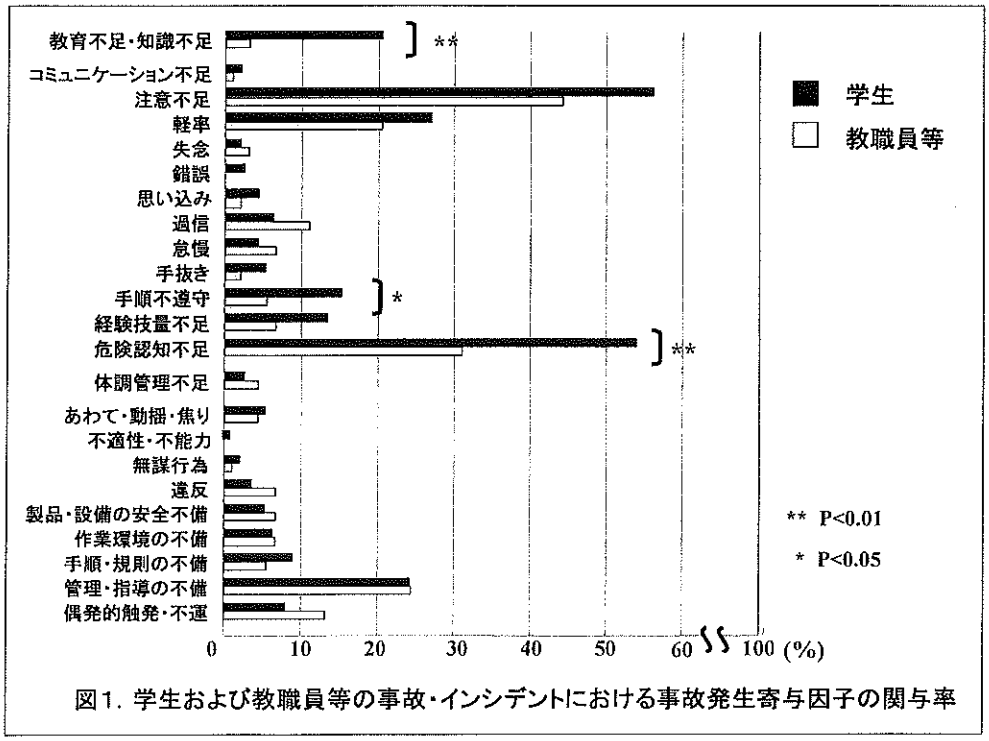


図1. 学生および教職員等の事故・インシデントにおける事故発生寄与因子の関与率

B2-3-4

不安全行動の技術的防止に関する一考察

— 保護具・服装のあやまりを例にして —

深谷潔（労働安全衛生総合研究所）

A consideration on technology for prevention of Unsafe Behaviors ; A Case of Protective wear and work wear

Kiyoshi FUKAYA
(National Institute of Occupational Safety and Health, Japan)

1. はじめに

労働災害は不安全状態と不安全行動が重なることで起こると考えられる。従って、労働災害を防止するためには、不安全状態をなくすというアプローチと不安全行動をなくすというアプローチがある。本研究では、不安全行動を技術的に防止するというアプローチについて考察する。従来設備的な対策になじまないと考えられる保護具・服装の誤り等についても、近年の情報処理技術を適用することで、不安全行動の防止を促すことができることを示す。また、これらの設備の導入に対する問題点について検討する。

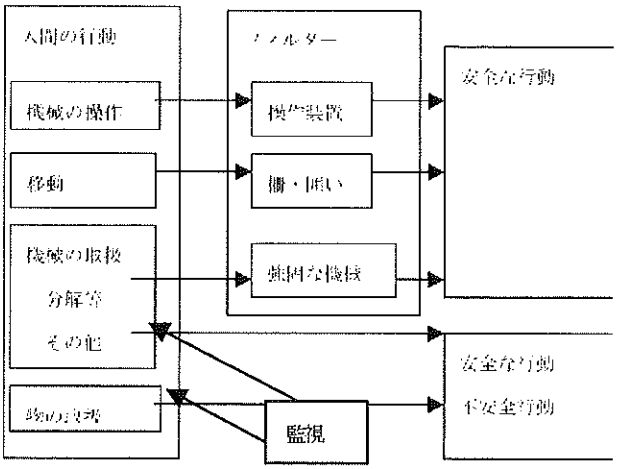


図１　機械設備による不安全行動の防止

2. 不安全行動

2.1 不安全行動の種類

厚生労働省では、製造業、建設業などの業種ごとに労働災害の事故の統計をとっているが、そのなかに不安全行動ごとの災害件数もある。

不安全行動は、「機械の操作や道具の扱いに関するもの」が多く、その他に「移動に関するもの」や「保護具等に関するもの」等がある。

また、不安全行動には、気付かないとかやり損なう等の認知や動作の誤り（エラー）によるものと、禁止されていることが分かっていても行うもの（違反行為）がある。

2.2 不安全行動の防止手段

人間の行動に関わるものなので、不安全行動の防止には人間に対する対策が必要となる。人間の対策というと、教育訓練と思いがちである。確かに、教育訓練は重要であるが、教育訓練だけでは、エラーや違反行為をなくすことはできない。教育訓練が人間の内部からの行動の規制を行うものとすれば、外部から人間の行動を規制する方法もある。自動車のスピード違反の防止に、運転者の教育のみならず、カーブでの道路の凹凸等の道路設備の整備や、交通違反の取り締まりが有効なように、不安全行動の防止にも、フールプルーフやタンパープルーフ（不正防止技術）等の技術・設備的な対策や管理的な対策も有効である。次にこれらについて、検討する。

2.3 不安全行動の設備的な防止手段

2.3.1 人間が設備に働きかけるもの

不安全行動のうちには、服装の誤り等人間の動作で完結するものもあるが、多くの場合、機械の操作や移動等の機械や環境との相互作用がある。このような場合には、設備的な対策による不安全行動の防止の可能性がある。すなわち、図１に示すように機械や設備によって人間の行動にフィルターをかけて一定の行動しか可能でないように規制するということである。

具体的には、操作装置を工夫して不正な操作を受け付けないようにするとか、柵等を設け、進入して

はいけない場所には物理的に進入できないようにする、あるいは、ふたに特殊なねじを用いて専門の工具を用いないと取り外しできなくする等の手段がある。

不安全行動の場合、犯罪と異なって意図的なものであっても、事故を起こしたいわけはではないので、悪意があるとは思えない。単に面倒くさいという程度の意識だと思われる。従って安全な行動をやりやすくすることでも、不安全行動を防止できる。逆に、柵や操作装置の工夫は不安全行動を行うための負担を増やして、安全な行動をとらせるものと考えられる。

2.3.2 設備から人間に働きかけるもの

多くの不安全行動についていえることだが、保護具や服装の誤りという不安全行動についても、その防止には事前の安全教育や現場の監督の注意等の手段が用いられてきた。しかし、監督がすべての作業に目が届くわけではなく、不安全行動が見逃されてきた。そのため、監督者にかわり作業者の行動をチェックし、注意を与えることは、不安全行動の防止に有効であると考えられる。

人間とは比べものにならないが、近年では機械に世界の認識や知的判断を行わせることが可能となった。これらを用いること、限定された範囲ではあるが、監督者に代わり作業者の行動を監視し作業者に注意を与えることが可能となった。

ここで検討するシステムは、保護具の着用の有無を確認するもので、作業者がこれらを着用しないで危険箇所に進入することをチェックするものである。具体的には、保護具にRFIDを取り付け、また、作業者もRFIDを携帯させる。これらの保護具を着用することが必要な場所に進入する箇所に、ゲートを設けてRFIDのリーダーを設置する。人間と保護具のRフィドォリーダーで読み取ることで、進入者がこれらの保護具を着用（携帯）しているか否かを判別できる。

このように、設備の側に新たに人間との関連を設けることで、人間の行動を規制することができる。

2.4 不安全行動の管理的防止手法

設備によって人間の行動を規制するほかに、管理的な手段によっても人間の行動を規制することが可能である。交通違反の取り締まりのように、監督者や共同作業者が注意を与えることで不安全行動を止めさせることができる。

また、管理は直接不安全行動を防止するためだけではなく、設備を有効にするためにも必要である。設備の故障の放置等の運用の不備によって、設備対策が無効になる可能性がある。このように、設備的対策を行う場合にも、管理的対策は必須である。

3. 考察

マスコミで、飲酒運転が問題として取り上げられ、海外で飲酒運転防止装置（エンジンを欠ける時に、呼気を吹き込んで検査する）を義務づける動きがあることが報道されたが、この例も技術的に不安全行動を防止するためのものである。そこでの問題点として、

(1)コスト，(2)使い勝手の低下(不安全行動をしない人に余分の負担をかける),(3)確実性(身代わりを使う等の抜け道がある.飲酒運転をするよう人は、元々使用しない)等が指摘されていた。

労働災害における不安全行動の技術的防止手段についても同様の問題がある。すなわち、新たな設備を設けることによるコストや注意されても従わない・着用していても使用しない等の確実性は問題点としてあげられる。

コスト面から考えると、この目的単体でこのようなシステムを導入することは考えにくい。しかし、建設業の一部では、作業者の入退出管理にIDカードを導入しているが、このようなシステムの発展形として、このような機能を取り入れることはありえると思われる。

人間の特性として、手抜きを行うことがあるが、使い勝手が悪いと、対策の抜け穴を探して無効化することが少なくない。泥棒と鍵の関係のように設備の対策にはきりがないので、警察のような管理的対策との併用が必要となる。

4. おわりに

人間の働きかける対象に工夫をしてエラー等の不安全行動を防止する技術は昔からあったが、人間に働きかける設備を新設することで、今まで対応できなかった不安全行動の防止の可能となることを示した。この場合、実用化のためには、従来以上に使い勝手等への配慮が必要となる。

B2-3-5

安全訓練用 VR システムの現場利用に対する検討

○盛川浩志、河合隆史(早稲田大学)、
宗形昌幸、田邊　亨、斎藤史彦(株式会社 ソリッドレイ研究所)、
滝川靖史(三菱重工環境エンジニアリング(株))

Study of use in work site for safety training VR system

Hiroyuki Morikawa, Takashi Kawai (Waseda University),
Masayuki Munakata, Akira Tanabe, Fumihiko Saito (Solidray Co.,Ltd),
Yasushi Takikawa (MHI Environmental Engineering CO.,LTD)

1. はじめに

労働災害事故の原因として、注意力の管理不全といった不適切な認知状態が挙げられている。筆者らは人間の認知状態に着目し、不適切な認知状態の理解を目的とした安全訓練用バーチャルリアリティ(VR)システムの開発に取り組んでいる。

安全訓練用 VR システムの開発およびコンテンツの制作にあたっては、実際に労働災害が発生した現場を参考としている。しかしながら、現場での労働作業の経験がないコンテンツの制作者にとって、これらの再現性を評価することは困難であった。

そこで、実際の現場作業経験者または安全管理業務の関係者を対象に、システムの印象やコンテンツのリアリティ、作業での注意対象などについて、アンケートによる調査を行った。

2. 安全訓練用 VR システムの開発

人間の注意力には限界があるため注意力を適切に配分し管理することが、事故の防止には有効であると言われている [1]。注意力の管理が不十分である状態を体験し、作業中の認知状態を理解することで、注意力の管理能力を高めることが出来ると期待される。そこで、認知状態の体験を意図した安全訓練用 VR システムの開発を行っている。

コンテンツ制作として、はさまれ・巻き込まれ事故を想定し、インタラクションを設定している。設定したタスクは、巻き込まれの危険がある作業台の拭き掃除で、利用者はマウス操作によって、CG で表現された布巾(ウェス)を動かし、清掃作業を行うことが可能である(図 1)。

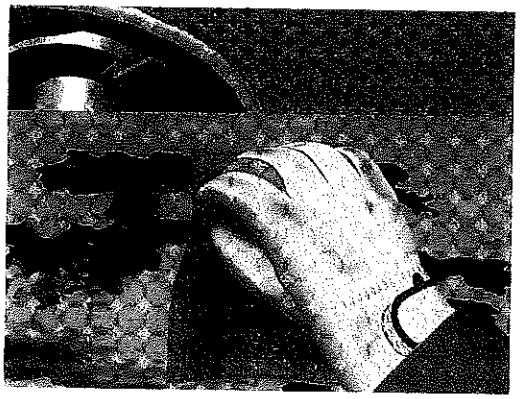


図 1 VR による清掃作業

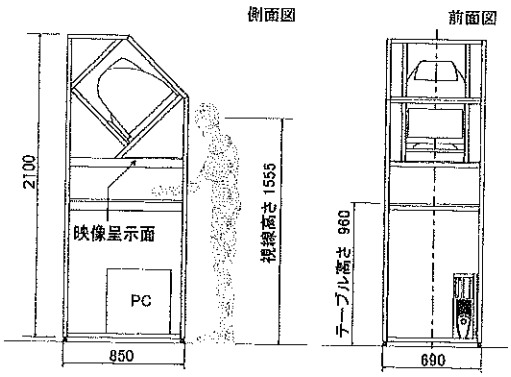


図 2 システム設計

鏡を用いた立体ディスプレイによって映像を呈示し、利用者は立体映像を観察しながら、鏡の下に手を入れマウス操作を行う(図 2)。マウスには振動子とウェスを付加し、またスピーカによる環境音の呈示も行っている。利用者の手は CG によって表現され、危険箇所に接触すると、手のモデルが傷を受ける映像と同時に衝撃音と振動刺激も呈示される。

3. アンケート調査

コンテンツの制作にあたり、インタラクションの表現における実際の作業との違いや、事故場面の体験による印象について、アンケート調査を行った。被験者は工場設備の作業経験者および安全管理業務の経験者、またはその関係者で、20 代から 60 代まで計 56 名を対象とした。

被験者には、作業台に呈示される汚れのマウス操作による清掃を求めた。危険箇所として、作業台の左前方にモータの刃が回転している開口部を設定した。汚れが落ちたら次の汚れを呈示し、継続的に作業を行わせるようにした。一定時間内に危険箇所に接触しなかった場合、強制的に手のモデルを危険箇所に移動させ、事故映像の呈示を行った。事故映像の呈示の後、アンケートへの回答を求めた。

結果の一部を図3に示す。マウス操作によって実際に拭き掃除をしているように感じられたかについては、75%が感じられたと回答した。拭き掃除は二次元の動きで再現できるため、マウスのような単純なデバイスでも十分に再現できたと考えられた。一方で手の動かし方やウェスの掴み方でとまどったという意見も聞かれた。これはマウスに付加されたウェスや振動子により、クリック動作が阻害されたためであり、マウス形状に工夫が必要であるとも示唆された。

注意の配分については、視覚的な注意と作業内容に関しての質問を行った。視覚的な注意では、回転部や汚れといった周囲環境に注意をしたという意見が多く、作業内容については危険部位に触れないことにより注意が向けられた。

この結果から、認知状態の操作として、外部の環境に関する情報量を増大させ、注意を散漫にさせるような演出が考えられた。また、自分の手に対してあまり注意が向けられなかった事から、実際の手の位置と CG モデルの位置を操作することで、気づかないうちに危険部位に手が近づいていた、というような事故の演出が効果的であると期待された。

事故映像の呈示による印象については、実際に巻き込まれ事故を体験したような感じがしたという回答が 64%であった。事故映像呈示の演出としては、映像のリアリティや音声、振動刺激の呈示が効果的であったと言えたが、実際に手を引き込むような力の呈示が欲しいといった意見も聞かれた。

そのほかの意見としては、現場での利用を行うために、装置の小型化やネットワーク化などに対する意見が聞かれた。また、巻き込まれ事故のみではなく、転落や落下、衝突といったコンテンツへの要望も多く聞かれた。システムの利用場面としては、新人研修での利用が多く挙げられた。

4. まとめ

アンケート調査では、システムについて概ね肯定的な意見が聞かれたが、一方で拭き掃除以外のコンテンツへの要望が多く聞かれた。本システムでは、作業そのものの習熟より、事故を起こす際の認知状態の理解に重点を置いているため、代表的な事故場面を想定してコンテンツ開発を行ってきた。今回の調査では、認知状態の操作を行うような演出は特に行っておらず、安全教育に対するアプローチの説明が不十分であったとも考えられた。

今後の課題として、コンテンツの拡充や具体的なシステムの利用方法の検討とともに、各事故場面における認知状態の再現を意図した演出方法の開発や、コンテンツへの実装を行っていきたい。

参考文献

[1] 海保博之:ミスに強くなる！, 中災防新書(2005)

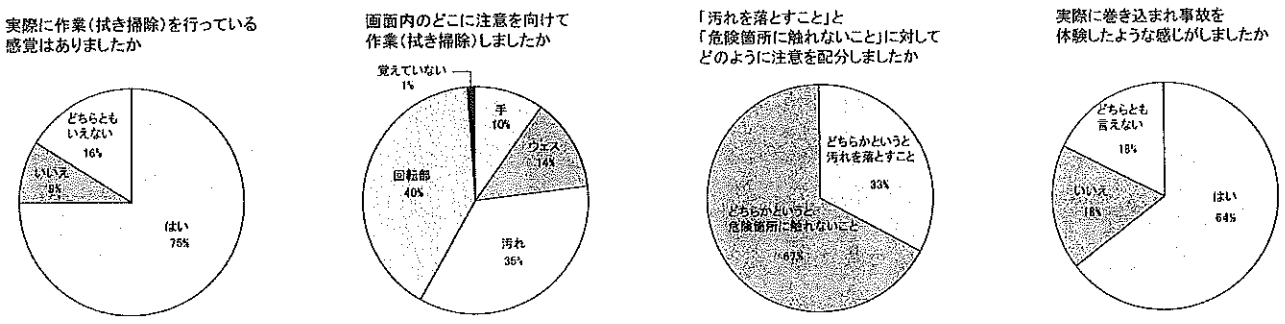


図 3 操作感および注意対象についてのアンケート結果

C2-1-1

運転行動データベースに基づいた運転員の状態・意図の推定方法

○吉村健志、伊藤博子、丹羽康之、福戸淳司（独立行政法人 海上技術安全研究所）

The Situation and Intention Recognition from the Automobile Operation Action Database

Kenji YOSHIMURA, Hiroko ITOH, Yasuyuki NIWA, Junji FUKUTO
(National Maritime Research Institute)

1. 目的

長距離運行における運転行動は、運行管理者でもその実態を把握するのが難しい。近年、普及が進んできたドライブレコーダによって運転行動データが容易に取得できるようになったものの、得られる膨大な運転行動データを有効に活用している例は少ない。一方、運転行動データに基づいて運転員の状態・意図・運転行動間の不整合を検出することにより、潜在的危険状態への移行を防止、あるいは潜在的危険状態から正常状態への復帰を促すようなアドバイスができれば、事故の低減を図ることができると考える。

そこで、本研究では、予防安全型技術の中でも、運行管理者による座学的な安全運転教育と衝突警報システムとの間をうめる安全対策技術として、運行管理者や運転員が運行の実態を容易に把握できるような運転作業状態報告システムの構築するため、運転作業状態を指標化する技術を開発している。

本研究ではこれまで、主に夜間、単調な道路交通環境を長時間にわたり走行する長距離運行における追い越し運転行動を対象として、その実態を明らかにするなど解析を進めてきた。その中で記録されたビデオからは、運転員の眠気の発現が頻繁に観察されている[1,3,4]。

本稿では、高速道路走行中の眠気と追い越し運転行動を取りあげて、運転員の状態が運転行動に及ぼす影響を明らかにすることにより、ドライブレコーダから得られる運転行動データから運転員の状態を推定する方法の有効性について検討する。

2. 方法

トラック運送事業者と産業技術総合研究所の協力を得て、近畿圏から首都圏までの区間を定期的に往復する大型貨物自動車 15 台に長距離運転行動データ計測装置（ドライブレコーダ）を設置し、実路走行における長距離運転行動を計 27 万キロに亘り計測・記録した。また、運転席に運転画像記録システムを設置して、運転員の副次行動データを収集した[2,3,4]。本稿では、運転員 1 名、約 6 時間の運転行動と副次行動を対象に解析をおこなった結果を報告する。

運転画像記録システムには、運転員を撮影するためのカメラが、助手席と運転員の前後に計 3 台設置されており、これらのカメラにより撮影された映像をもとに、運転員の姿勢や副次行動を解析した。解析にあたっては実験者の目視によるビデオ解析を実施し、その際、映像を閲覧しながら観察された行動を記述して記録する機能を持った運転行動解析ソフトウエアを利用した[2,3]。撮影された映像のサンプルを図 1 に示す。運転中には、あくびや強いまばたきといった眠気に由来する様々な行動が観察されるが、本稿では「あくびをする」「大きくまばたく」「眠そうに目をこする」「ボーッとした表情をする」等の行動が観察されたときのみを眠気の発現として集計し、一定時間内に発現した眠気の回数を眠気の程度として評価した。

長距離運転行動データ計測装置により得られた走行データは、映像を含めて 1.5TB に及ぶ容量があるため、目的の運転行動を容易に抽出できるようデータベースを構築した。この運転行動データベースから、追い越しを目的とした車線変更時の右ウインカ操作の瞬間における自車の走行速度、先行車との車間距離、相対速度等を抽出し、運転員の眠気との相関を解析した。

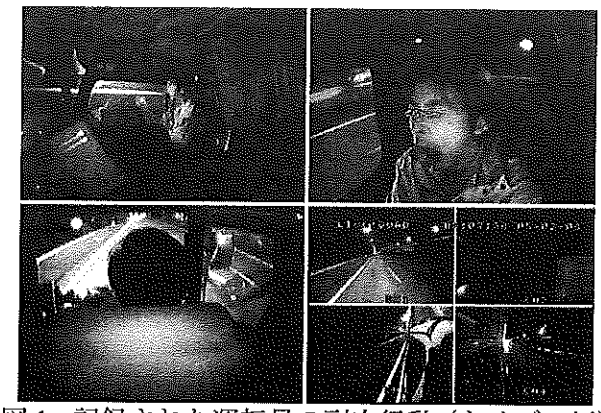


図 1. 記録された運転員の副次行動（あくびの例）

表 1. 眠気の条件別にみた追い越し前の走行速度、先行車との車間距離と相対速度

条件	N	走行速度(km/h)		車間距離(m)		相対速度(m/s)	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
眠気高	20	87.81	1.99	23.01	11.86	-2.23	1.36
眠気低	71	88.30	2.94	31.27	16.94	-3.38	3.24

3. 結果と考察

本稿では、運転員の状態を眠気の発現頻度により 2 群に分けて解析した。5 分間に観察された眠気の発現が 9 回以上の場合を眠気の高条件とし、9 回未満の場合を眠気の低条件とした[5]。また、運転行動データベースからは、解析対象として計 91 回の追い越し運転行動を抽出した。表 1 は、運転員の眠気の条件別にみた追い越し前の走行速度、車間距離、相対速度について、それぞれ平均と標準偏差を表したものである。

分散分析の結果、追い越し前の車間距離において眠気の条件間で有意差が認められた $F(1, 89)=4.172, p<.05$。このことから、眠気がより多く発現するようになると、追い越し前の車間距離が短くなることが明らかとなった。一方、追い越し前の走行速度と相対速度については、いずれも眠気の条件の違いによる有意差は認められなかった $F(1, 89) = .509, p = .477$、$F(1, 89) = 2.405, p = .125$。このうち追い越し前の走行速度に関しては、速度抑制装置が装備された当該の大型貨物自動車は、装置によって制限される速度の上限で走行していることが多いことから[2]、走行速度の差違としてあらわれにくかったものと考えられる。一方、眠気の高い条件で追い越し前の車間距離が短くなった原因として、眠気の増大により主課題である運転操作行動に割り当てるリソースが減少したことから、先行車に追いつくまでの間に右後方確認などの安全確認行動が疎かになった結果、追い越しのタイミングが遅れたことが考えられる。さらに、有意差は認められなかったものの先行車へ接近する相対速度が減少する傾向にあったことからも、眠気の多いときには追い越し前の安全確認等の作業負担を減らそうとする運転員の意図がこのような運転行動につながったものと考えられる。

4. まとめ

本研究では、運転作業状態を指標化するため、眠気が運転行動に及ぼす影響を明らかにすることにより、運転行動データから運転員の状態を推定する方法の有効性について検討した。解析の結果、眠気が追い越し前の運転行動に影響を及ぼすことが明らかになった。このように、ドライブレコーダにより得られた運転行動データをデータベース化して、特定の運転行動と運転員の状態の相互関係を明らかにする本研究の方法を用いることにより、運転行動データから運転員の状態や意図の推定が可能であることが示唆された。本研究では引き続き、運転員の状態が追い越し前におこなわれる右後方確認などの安全確認行動等に及ぼす影響についても解析を進めていく予定である。

参考文献

1) 吉村健志, 伊藤博子, 丹羽康之, 福戸淳司：長距離トラック運転における追い越し行動に関する研究；日本人間工学会誌, 41(特別号), 160~161, 2005.

2) 吉村健志, 伊藤博子, 丹羽康之, 福戸淳司：長距離トラック運転における不安全運転行動の検出技術に関する研究；産業保健人間工学研究, 7(特別号), 146~149, 2005.

3) 吉村健志, 伊藤博子, 丹羽康之, 福戸淳司：長距離運転における不安全運転行動の検出と評価；計測自動制御学会 システム・情報部門学術講演会 2005 講演論文集, 159~162, 2005.

4) 吉村健志：高速道路における追い越し運転行動の危険度評価手法に関する研究, 交通科学研究資料, 47, 32~33, 2006.

5) Qiao Liu, Hiroko Itoh, Kenji Yoshimura: On the Design of In-vehicle Advice System, 2006 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, #00715, 2006.

謝辞

本研究は、平成 16 年度文部科学省科学技術振興調整費重要課題解決型プロジェクト「状況・意図理解によるリスクの発見と回避」によっておこなわれたものである。

研究代表者氏名・連絡先
吉村健志
海上技術安全研究所　運航・システム研究部門
〒181-0004 東京都三鷹市新川 6-38-1
TEL: 0422-41-3128 (直通), FAX: 0422-41-3126
E-mail: yoshiken@nmri.go.jp

C2-1-2

周回試験路を用いた自動車運転時の速度が発話音声に与える影響の解析

○佐藤　清，澤　　貢，水上直樹（鉄道総合技術研究所）　塩見格一（電子航法研究所）
海津茂男（セレブラルダイナミクス㈱）　赤松幹之，宇津木昭夫（産業技術総合研究所）

Study on Relation between Driving Speed and Analytical Result of the Driver's Voice, in Driving a Car with Multiple Speed Levels at a Cycler Road Course.

Kiyoshi SATO, Mitsugu SAWA and Naoki MIZUKAMI (Railway Technical Research Institute) Kakuichi SHIOMI (Electronic Navigation Research Institute) Shigeo KAIZU(Cerebral Dynamics Co.) Mikiyuki AKAMATSU, Akio UTSUGI(National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)

1．はじめに

作業中の心身状態を評価する従来の意識中枢系指標は、フリッカー値（CFF）や質問紙のように、作業を中断して測定するものが多い。このような指標では、作業を中断した時の意識中枢の活性度（意識水準）しか評価できないので、疲労のように作業を中断しても影響が残りやすい場合には、使える。しかしながら、単調のように作業中の意識水準の低下が大きくても、作業を中断すると適正な状態に戻ってしまうことが多い場合には、使いにくい。したがって、作業中の意識水準を連続的に評価できる指標を開発することが重要と思われる。

2．発話音声による心身状態評価

演者らは、自動車等の事故防止対策技術開発の一環として、発話音声を用いた運転者の心身状態評価法[1]の妥当性について実験的に検証している。現在までに、一晩の徹夜という、眠気が強い条件下[2]では、短文の朗読音声が、選択反応作業の正答率や眠気等と相関するが、心拍数（HR）と相関しないこと等を、疲労状態[3]では、朗読音声がCFFおよびHRと相関すること等を、短時間の暗算実験では、朗読音声と暗算回答音声のどちらを用いても課題の難度が高まれば増加する関係がみられる[4][5]こと等を確認している。

3．実験の目的

今回の実験では、周回コースで実車を運転した時に運転者が発する音声にどのような特性がみられるか、検討することを目的とした。

4．実験の方法

1周約3.2kmテストコースにおいて、排気量2000ccのワンボックスカーを用い、某運送会社のトラック運転手12名（40.5±3.6歳）を被験者とした。

実験条件は、運転時間を約20分、自動車の運転速度を、60km/h，80km/h，100km/h，120km/hの4種類（周回数＝6周、8周、10周、12周）、各速度一定走行とした。

自動車運転中に測定した項目は、運転中には、小型ICメモリーに連続記録したHRと、コースに設置した4箇所（各曲線部の入口100m手前と出口100m先）の看板位置での喚呼（速度○○よし）の声と、運転速度とし、運転の前後にCFや短文朗読音声および質問紙による測定を行なった。

テストコースは、曲線部がバンク状になっており、120km/hまではハンドル操作を必要としないということであったが、試走した結果、このコースに慣れていない運転者では、100km/hまではハンドル操作しなくても事故の危険性はないと判断されたので、そのまま運転させて速度と音声およびHRの反応をみることにしたが、120km/hについては、コースの最外周を走ることになり、曲線部において事故になる危険性があると判断されたので、曲線部においてハンド

ル操作を許可した。

5．実験の結果

今回は、運転中に測定した、HR と看板位置での喚呼音声の結果について報告する。

5．1 HR

図２に、HR を、走行の前後に測定した安静時のものを基準値として増減率を求め、平均値を、周回順の経時変化として示した。

図をみると、120km/h の時に最も高くなっているが、それ以外は概ね同程度となっている。また、100km/h と 120km/h には１周目に強い反応が、また、周回が進むにつれて漸減する傾向がみられるが、60km/h と 80km/h では１周目に強い反応がなく、２周目以降、１周目よりも高いレベルで終了まで推移している。

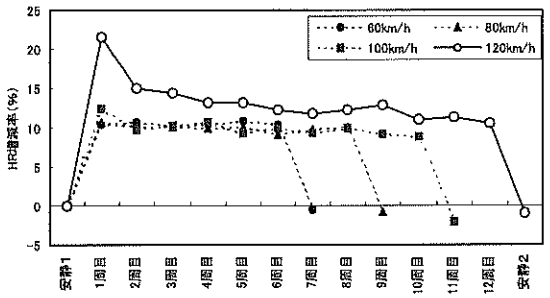


図２　運転速度別にみた HR 増加率の経時変化

4．2 喚呼音声

図２に、被験者が看板位置で喚呼した時の音声を塩見の解析法[1)]で処理して得られた数値の平均値を、周回順の経時変化として示した。

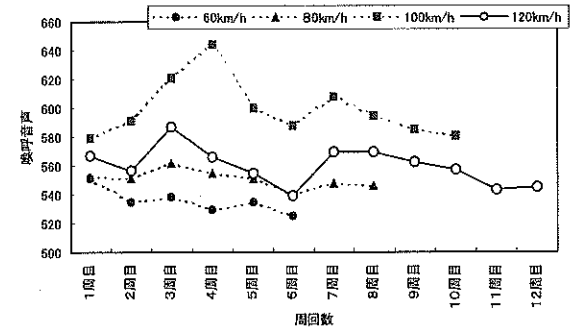


図２　運転速度別にみた喚呼音声の経時変化

図をみると、喚呼音声は、100km/h が最も高く、次いで、120km/h、80km/h、60km/h の順になっている。また、100km/h 以外の３条件では初めから終わりまで概ね漸減傾向になってるが、120km/h では 80km/h 以下の２条件に比してうねりが大きくなっている。

5．3 運転速度とＨＲ・音声との関係

HR および喚呼音声における全周回時データの平均値と運転速度との関係を、図４に示した。

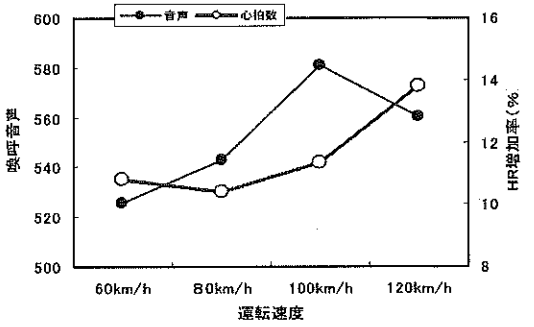


図４　運転速度と音声および HR 増加率との関係

図をみると、HR は、80km/h で最も低く、それよりも速度が高いほど、増加率が高くなっているが、60km/h でもやや増加している。喚呼音声は、100km/h までは速度の上昇に伴い増加するが、120km/h では低下に転じている。

6．おわりに

今回の実験では、100km/h までは、ハンドル操作をしないで運転するという、同一条件で行なっており、そこで得られた HR および音声は、運転速度の上昇に対応した数値の増加がみられている。しかしながら、120km/h については、事故防止という観点から、曲線部でのハンドル操作を行なわせたところ、HR は 100km/h 以下に比して著しい増加がみられたものの、音声は低下する結果となった。この結果は、自律神経中枢系の指標である HR と意識中枢系指標と思われる音声に対するハンドル操作の挿入の影響が異なることを推察されるものであり、今後、詳細な検討を行いたい。

参考文献

1) 塩見格一：感性工学研究論文集,Vol.4,No.1,pp.3-12,2004.

2)佐藤清：RRR,10 月号,pp.14～17,2005

3)塩見格一他：交通医学,Vol.59,No.1・2,p.66,2005

4)塩見格一他:日本人間工学会第 35 回関東支部会講演集,2005

5)高岡美智子他：交通医学,Vol.60,No.1・2,p.66,2006

C2-1-3

発話音声によるトラック運転手の心身状態評価手法と結果

○ 塩見格一(電子航法研究所), 佐藤 清, 澤 貢, 水上直樹(鉄道総合技術研究所),
堀口明伯(いすゞ自動車), 杉浦康司(いすゞ中央研究所), 海津成男(セレブラルダイナミックス)

Method and Results of Experiments for Evaluation of Psychosomatic Conditions of Track Drivers

Kakuichi SHIOMI (Electronic Navigation Research Institute), Kiyoshi SATO, Mitsugu SAWA and
Naoki MIZUKAMI (Railway Technical Research Institute), Akinori HORIGUCHI (ISUZU MOTORS LIMITED),
Koji SUGIURA (ISUZU ADVANCED ENGINEERING CENTER, LTD.), Shigeo Kaizu (Cerebral Dynamics Co.)

1. はじめに

運転手が余裕ある心身状態で且つ適度な緊張感を持ってトラック等の運転を行うことは, 将来的に様々な安全装置が実現された状況においても, 交通安全の第一の前提であることに変わりはない。安全装置はそれがどの様なものであっても, 例えば利用者の非健全状態を検出して運転を開始させない様な機能を有するものであっても, 何等かの平均的な利用者の或る計測評価の可能な平均的な心身状態を想定して設計され製造提供されている。

我々は, 運転者が行おうとする様々な行為を生成する運転者の脳, 大脳新皮質の前頭前野の機能状態を監視することが可能である時, 他の安全装置と任意に組み合せることが可能であって, 且つその安全装置に深刻な副作用を与えない, 最上流の予防安全装置が実現可能であると考え, 人間の発話音声からその発話者の覚醒度等脳機能状態の評価を可能とする装置の研究開発を進めて来た。[1) 2) 3)]

本稿においては, 上記研究の一環として実施したトラックを利用した実験結果について紹介する。

2. 実験手法

実験は苫小牧にあるテストコース(図1参照)を利用して行った。実験の概要は図2に示す通りであり, 被験者は前日に観測室に入り, 実験説明を受けた後, 踏み台昇降運動による体力測定を行い, 心拍計を装着して約 6 時間の睡眠を取った。起床後は, 臨界フリッカ周波数(CFF), 血糖値等を計測し, 併せて朗読音声を収録した。

実験走行は, 「観測室前(⓪)から出発し, ①②③④の地点をこの順番で通過する様に 5 周し, 観測室前で運転席において CFF 計測と朗読音声の収録をし, また運転負担質問票等により主観的な状態を記録して, 次に③④①②の順番で5周運転した後に, 同様にCFF他に加えて血糖値を計測し, 10 分間の休憩を取る。」ことを 1 セットとして, この繰り返しとして行った。実験では, 運転手は朝食を取らずに,

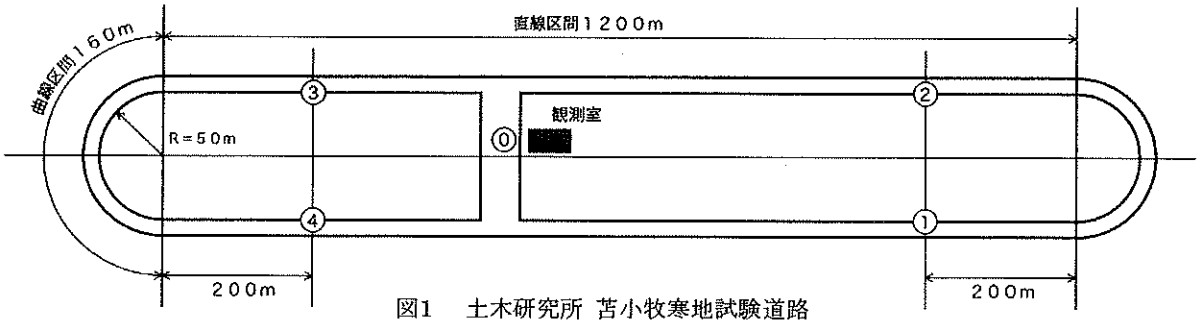


図1　土木研究所 苫小牧寒地試験道路

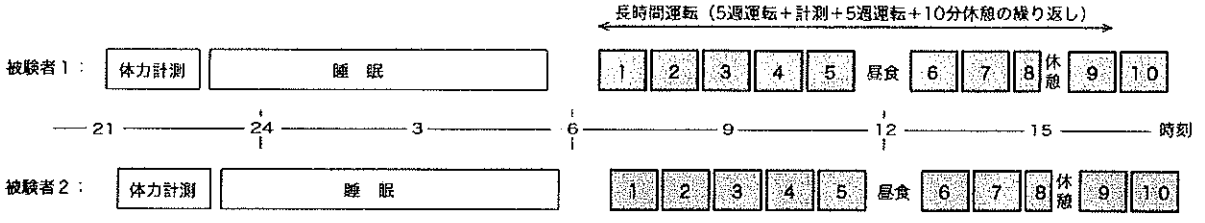


図2　心身状態計測実験タイムテーブル

午前中は水分の補給のみとして第 5 セットまでを実施している。なお，第 8 セットについては，被験者の疲労状況から後半の 5 周は行わずに休憩とした。また実験車両としては小型トラックを使用し，走行速度は 40km/h 一定とした。実験日程の都合により 1 日に 2 名の被験者により走行実験を行うために，テストコース上で 2 台のトラックが常に観測室から見て反対側に来る様にタイムテーブルを調整している。

発話音声の収録は，観測室前においては日本の昔話による朗読カードを用いて行い，走行中については①②③④の各地点に看板を設置し，これを目標として「○番通過速度よし！」と発話してもらい収録した。録音フォーマットは 24bits@48.0kHz PCM として，マイクロフォンは AKG 社製 #420C を被験者頭部に装着し使用した。

3. 実験結果

図3は 39 歳の男性運転手(身長 164cm，体重 64kg)による実験結果としての発話音声から算出された指数値(CEM03r)の経時的な変化をプロットしたものである。午前中，昼食後から休憩まで，また休憩から実験終了までの 3 つの時間帯を分けて，夫々のプロットに対して傾向を見易くするために直線をフィットさせている。この被験者においては第 9，10 セットの走行中の発話音声以外では経時的に指数値の低下が見られている。

空腹な状態で単調な低速運転を続けた午前中には，停車時における朗読音声において明確な指標値の低下が観測され，昼食後においては走行時に強い眠気に襲われているであろうことを思わせる指標値の低下が観測されている。実車を利用した本実験においても，シミュレータを利用した実験における場合と同様に，発音声からの指標値は短時間の休憩によって回復するが，脳資源に余裕が失われている状況においては，多くの場合，経時的な低下が観察される。第 9，10 セットの走行時の発話音声における指標値の回復は，作業に終わりが見えて来たときの頑張りの効果によるものと思われるが，運転業務作業とは無関係な昔話の朗読においては，字面を読むことだけで精一杯であったのかも知れない。

4. おわりに

昨年度には鉄道シミュレータを利用して，疲労の蓄積する状況を朗読音声から観測可能であることを示した。[3)]

本実験においては，運転業務中の短い発話音声によっても同様な評価が，更には朗読音声によっては観測し得ない単調な作業中の緊張感の喪失や，最後の頑張りの様子が観測可能であることが示されるかも知れない。本実験データについては，現在，他の被験者19名についても整理を進めており，他の生理的指標値等と併せて，近い将来公表したいと考えている。

本実験は，苫小牧のトラック協会とそこに所属する多くの運転手さん達のご協力を得て実現されたものであり，深く謝意を表したい。なお，本実験は，科学技術振興機構による「状況・意図理解によるリスクの発見と回避」の研究の一環として実施したものでもある。また，本実験には，国土交通省総合政策局による技術研究開発委託費により製作した発話音声分析装置を利用した。

参考文献

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

2) 塩見,他：発話音声による疲労状態評価検証実験の手法と結果，日本人間工学会第35回関東支部大会，30 Oct.，2005.

3) http://www.siceca.org

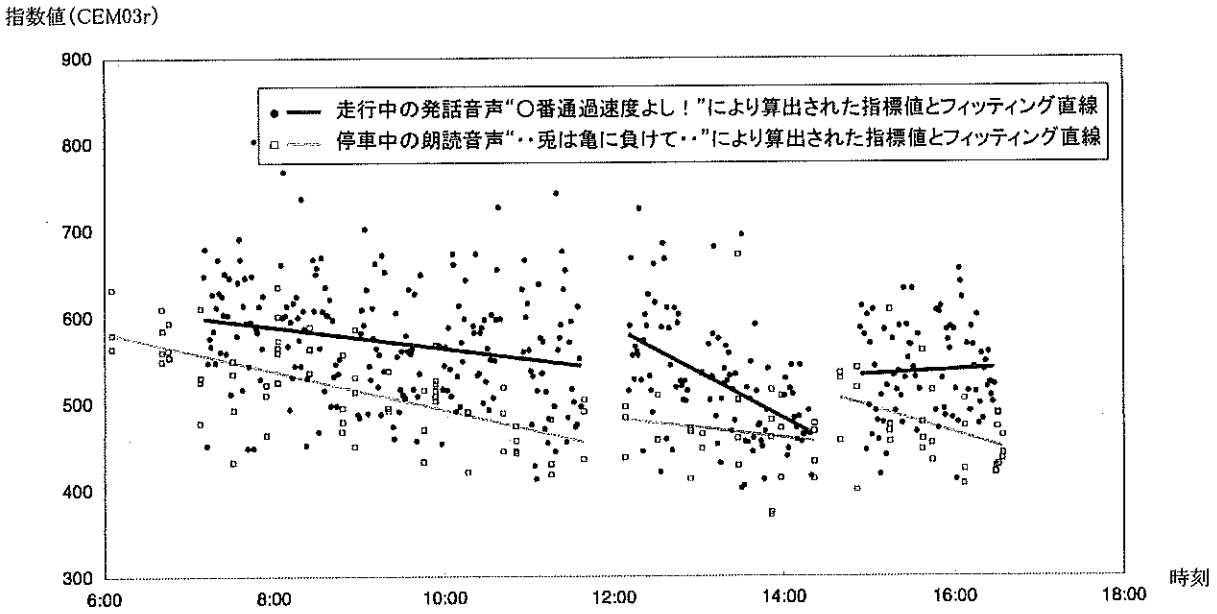


図3　発話音声から算出される指数値の経時的な変化の例

C2-1-4

生理指標によるメンタルワークロードの定量化

○五十嵐匡平[1]，杉浦康司[2]，堀口明伯[3]，下村義弘[1]，岩永光一[4]，勝浦哲夫[1]

([1]千葉大学工学部デザイン工学科，[2](株)いすゞ中央研究所車両研究第二部，
[3]いすゞ自動車(株)CV 製品企画・設計第一部，[4]千葉大学大学院自然科学研究科)

Quantification of a mental workload by a physiology index

Kyohei Ikarashi[1], Koji Sugiura[2], Akinori Horiguchi[3], Yoshihiro Shimomura[1], Koichi Iwanaga[4], Tetsuo Katsuura[1]

([1]Department of Design and Architecure, Faculty of Engineering, Chiba University,
[2]ISUZU Advanced Engineering Center, LTD. 2nd Vehicle Research Dept.,
[3]CV Planning &Engineering Dept.No1, ISUZU MOTORS Ltd.,
[4]Graduate School of Science and Technology, Chiba University)

1．はじめに

新しい作業方法や製品の導入の際の作業負担評価方法の確立に際し，依田ら[1]は皮膚電気活動に注目し，メンタルワークロードを定量化するP-MWLとT-MWLという指標を開発した．本研究の目的は，異なるタスクでのP-MWL, T-MWLの有効性の確認と新たな指標を開発することである．

2．実験方法

2.1．被験者

被験者は，21~24歳の健康な男子大学生14名であった．実験に先立ち，すべての被験者に本研究の目的，方法，および本人の意思で実験を拒否できることを説明し，実験参加の同意を得た．

2.2．実験タスク

実験には短期記憶と監視の複合タスクを用いた（図1）．短期記憶タスクではランダムなアルファベットが画面上に3秒ごとに提示された．条件は2back，3back，4backの3条件であった．Xback条件では，作業者は提示された文字とX個前に提示された文字とが一致するかどうかを判断した．一致の場合は左Ctrlキー，一致しない場合は左Altキーを押した．監視タスクでは，中央の棒が左右に移動した。棒が危険域（破線より外側）に入ったら外枠を越えないように，被験者は棒の進行方向を反転させなくてはならなかった．棒を左に動かしたい場合は「←」キー，棒を右に動かしたい場合は「→」キーをそれぞれ押せば，棒の動きは反転した．回答の有無に関わらず，短期記憶タスクの100個目のアルファベットが提示されたらタスク終了とした．

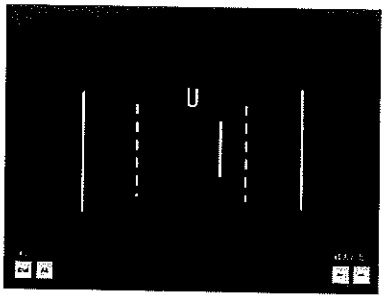


図1．実験タスク画面

2.3．実験手順

10:00～11:30か13:00～14:30の時間帯に防音室で実験を行った．実験中の気温，相対湿度および机上面の照度は，およそ25℃，50%，700luxとした．実験は1条件5分で3条件行い，各条件後に被験者に主観評価を記入してもらった．被験者は電極装着後5分間の安静を取り，最初に練習として3backタスクを行い，3条件の順序はカウンターバランスをとった．タスク作業間には8分間の休憩を設け，安静状態に戻すため風景映像を見てもらった．

2.4．計測方法

主観評価は，知的･知覚的要求，身体的要求，タイムプレッシャー，作業成績，努力，フラストレーションの6つから構成されているNASA-TLXの日本語版を参考にした[2]．簡易的な方法を利用し，AWWL得点とCSTLX得点を算出した．

生理指標は，心電図，皮膚電気活動，脈波を計測した．心電図は胸部誘導による3電極法を用いて導出した．皮膚電気活動は左手第2指，第4指より通電法で得られた皮膚コンダクタンス値を記録した．脈波は左耳朶から導出した．

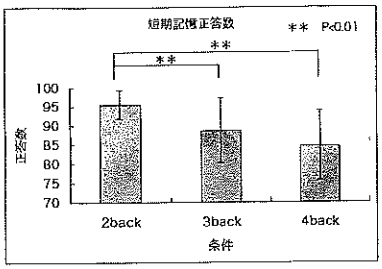


図 2. 条件別の短期記憶正答数

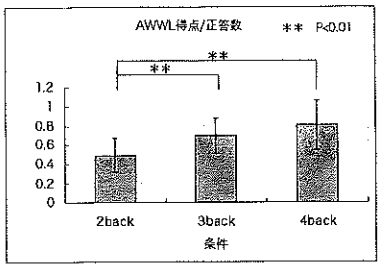


図 4. 正答あたりの AWWL 得点

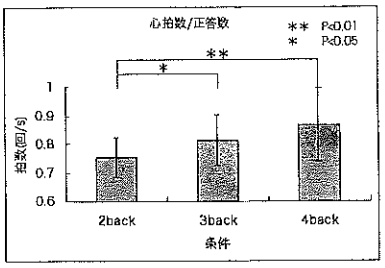


図 6. 正答あたりの心拍数

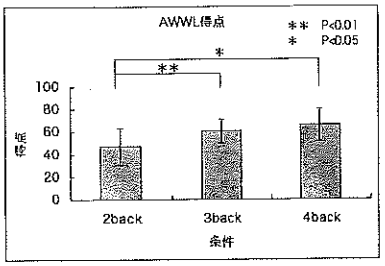


図 3. 条件別の AWWL 得点

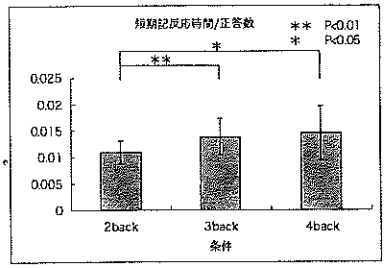


図 5. 正答あたりの短期記憶反応時間

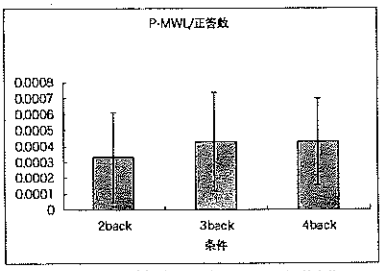


図 7. 正答あたりの P-MWL

2.5. 統計処理

各計測項目について，条件を主効果とした 1 元配置分散分析を行った．多重比較には Bonferroni 法を用いた．危険率は 5%を水準とした．

3. 結果

3.1. タスクパフォーマンス

短期記憶正答数(CA)について，条件の主効果は有意だった(図 2)．短期記憶タスクの正答数は，記憶する文字数の増加に応じて減少した．

3.2. 主観評価

CSTLX 値，AWWL 値ともに条件の主効果が有意であり，2back と 3back，2back と 4back との間に有意差が得られた(図 3)．

3.3. 生理指標

心電図から，心拍数(HR)，副交感神経活動指標(HF/(LF+HF))，交感神経活動指標(LF/HF)を算出した．いずれにも有意な条件の主効果は得られなかった．

心電図の R 波から脈波の立ち上がりまでの時間である脈波伝播時間(PWTT)を算出した．有意な条件の主効果は得られなかった．

皮膚電気活動は生波形にハイパスフィルタ(0.05Hz)をかけ，解析窓長 5 秒で，レンジ(最大値-最小値)の平均を求め P-MWL を，生波形にローパスフィルタ(0.05Hz)をかけ，平均値を求め T-MWL を算出した．それぞれに有意な条件の主効果は得られなかった．

3.3.1. 一正答あたりの計測値

各条件について正答数あたりの計測値を算出し，分散分析を行った．AWWL 得点/正答数(AWWL/CA)，短期記憶反応時間/正答数(RT/CA)，心拍数/正答数(HR/CA)，脈波伝播時間/正答数(PWTT/CA)で有意な条件の主効果が認められた(図 4,5,6)．AWWL/CA，HR/CA，PWTT/CA は条件ごとの増加を示した．RT/CA と P-MWL/正答数(P-MWL/CA)は 3back から 4back への増加が小さかった(図 7)．AWWL/CA，HR/CA，RT/CA，P-MWL/CA を標準化し相関分析を行った．AWWL/CA と HR/CA とには相関係数 r=0.80 で，RT/CA と P-MWL/CA とには r=0.46 で相関関係が認められた．

4. 考察

AWWL/CA と RT/CA の結果から，4back タスクでは困難と感じながらもモチベーションを維持し続けることができなかった可能性がある．AWWL/CA と相関があった HR/CA は心理的な負担を反映する可能性があると考えられ，RT/CA と相関があった P-MWL/CA は被験者の心理的努力によって変動する可能性があると考えられる．

参考文献

1) 依田拓，精神的作業負担の定量化と測定システムの開発，2005 年度千葉大学大学院修士論文

2) 芳賀繁，水上直樹，日本語版 NASA-TLX によるメンタルワークロード測定 -各種室内実験課題の困難度に対するワークロード得点の感度-，人間工学 Vol.32 No2, 1992

C2-2-1

意匠形状設計のための
イメージ創造過程モデル

○先田　和弘

Computational Model of Image Creation Process for Industrial Design

Kazuhiro SAKITA

1．はじめに

本論では、意匠形状設計のアイデア展開段階における製品イメージ創造過程のモデル化を行う。

2．意匠形状設計とデザイナーのイメージ界

外界から獲得された視覚イメージは、デザイナーのイメージ界に蓄積され、時間の経過とともに蓄積された視覚イメージ間で関係が生じ、イメージ界の構造が変化する。イメージ界の中のデザイナーにとって印象の強い視覚イメージは、意識化され、スケッチとして表現され、再びイメージ界へ視覚イメージとして獲得される。このサイクルは与えられたデザイン条件に適合する視覚イメージを意識化し、スケッチとして表現することで終了する（図１参照）。

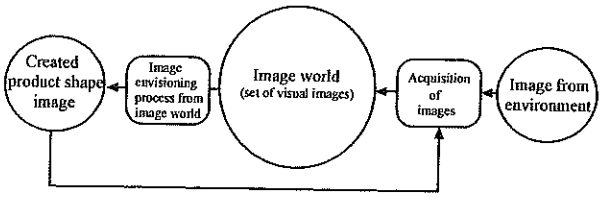


図１　意匠形状設計過程とイメージ界

3．イメージ界モデルとデザイン解

イメージ界は例えば、硬い－柔らかい、暖かい－冷たい等の座標軸によって構成される多次元空間としてモデル化される。イメージ界に蓄積される１つの視覚イメージはイメージ界の各座標軸の座標値を持つ。これにより、１つの座標軸には複数の視覚イメージが関係付けられる（図２参照）。デザイン解の候補は、イメージ界モデルの多次元空間の一点で表される（図３参照）。ただし、デザイン条件に適合するものだけがデザイン解となる。

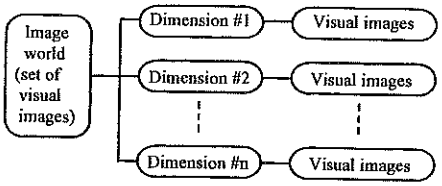


図２　イメージ界モデルと視覚イメージ

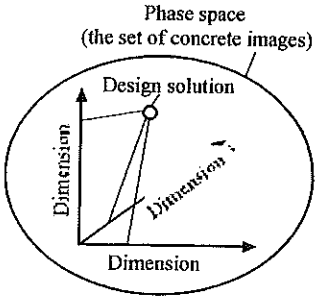


図３　イメージ界モデルとデザイン解

4．イメージ創造過程モデル

図４に、イメージ界モデルと視覚イメージに基礎を置くイメージ創造過程モデルのフローを示す。

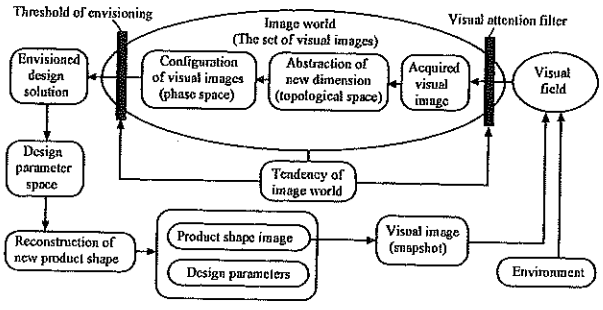


図４　イメージ創造過程モデル

５．因子分析による視覚イメージからの次元の抽出

イメージ界に獲得された視覚イメージ群の画像特徴を因子分析することでイメージ界の次元を抽出する。イメージ界に蓄積される視覚イメージが増加すると、因子分析により抽出される次元が増加する（図５参照、図中の記号は視覚イメージ番号)。

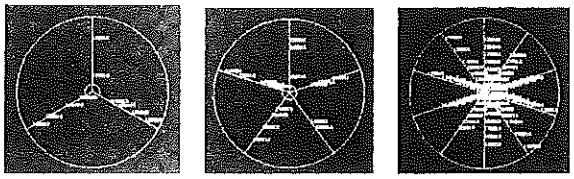


図５　因子分析によるイメージ界の次元の抽出

６．イメージ界の構造変化とデザイン解の創造

多次元のイメージ界の中を運動するビリアードボールに、イメージ界に獲得される視覚イメージに相当する運動量を与えるとビリアードボールは非線形運動を始める（図６参照)。多次元のイメージ界でのビリアードボールの位置がデザイナーが意識化しているデザイン解の候補である。イメージ界に獲得される視覚イメージの引き起こす非線形運動によってイメージ界の座標軸に配置された視覚イメージが再配置され、イメージ界の構造が変化する。これにより、新奇なデザイン解を得る確率が高まる。図７に４次元のイメージ界の非線形運動による構造変化を示す。

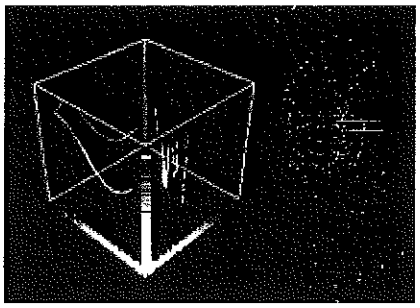


図６　イメージ界の中での非線形運動

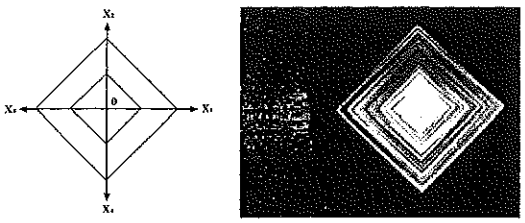


図７　４次元のイメージ界の構造変化

７．視覚イメージとデザイン解の表現

本システムでは、視覚イメージはデジタルホログラムによって表現される。デザイン解は、正面図、平面図、側面図に相当するデジタルホログラムの１組によって構成される（図８、図９参照)。これらのデジタルホログラムは複数の視覚イメージを表現するデジタルホログラム群に適当な画像処理をし重ね合わせて作る。図１０はデザイン解の表示例である。

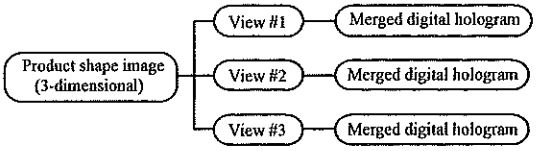


図８　デザイン解の表現

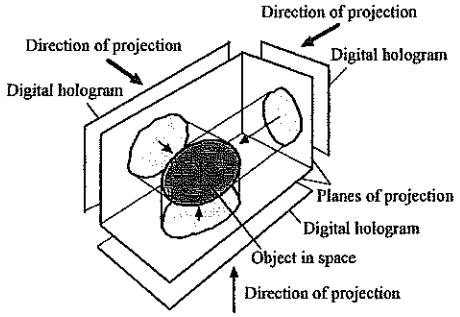


図９　デザイン解とデジタルホログラム

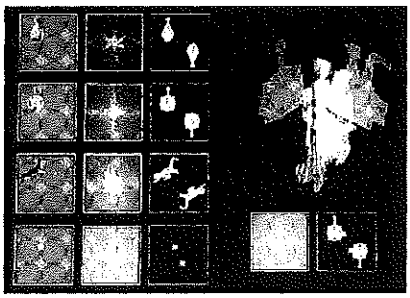


図１０　デザイン解の表示例

８．おわりに

意匠形状設計のアイデア展開段階における製品イメージ創造過程のモデル化を行い、システムを実装した。

参考文献

Sakita, K., (2005), "Representation Method of Image and Function of Product for Computer Aided Industrial Design", Proceedings of CAID&CD2005, Delft, The Netherlands.

C2-2-2

一対比較における一意性と感性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部）

Studies on Consistencies of Human Feelings in Paired Comparison

Taki KANDA
(Department of Service Management, Bunri University of Hospitality)

1. はじめに

人間の感性を評価するとき、感性の非線形性を考慮することは重要であり、一対比較法は感性の非線形性を扱うのに有効な方法といえる。しかし、一対比較においては、被験者が矛盾した回答をすることがあり、被験者の回答が矛盾しているかどうか判断することも必要である。被験者の回答の矛盾に関する判断基準として、一意性の係数(Coefficient of Consistency)[1]やAHP(Analytic Hierarchy Process)[2]におけるコンシステンシー指数（$C.I.$: Consistency Index)などがある。本報告では、AHPにおけるコンシステンシー指数から、被験者の回答の整合性を判断する基準について検討する。

2. AHPにおける回答の整合性の判断

AHPは、1970年代後半にTomas Saatyにより開発された人間の主観的判断による意思決定支援に有効な方法として、欧米を中心に経営問題、エネルギー問題、政策決定、都市計画等様々な分野で広く活用されている一対比較を用いる方法で、問題全体を、最終的な目的（goal)、評価基準（criteria)、代替案（alternatives）という階層図に表した上で、評価基準からみた代替案の評価と人間の主観評価による代替案への重み付けを一対比較により行い、両者の加法和から代替案のプライオリティを決定する。

AHPにおける被験者回答の整合性の判定には、コンシステンシー指数 $C.I.$を用いる、コンシステンシー指数は、一比較行列の次数をn、最大固有値をλ_{max}として、

$$C.I.=\frac{\lambda_{max}-n}{n-1} \tag{1}$$

と定義される。被験者の回答の整合性については、経験的に

$$C.I.\leq 0.1 \quad \text{または} \quad C.I.\leq 0.15 \tag{2}$$

であれば、整合性があると判定する。

3. 一巡三角形と$C.I.$

比較対象をA、B、Cとして、A>B、B>C、A>Cを一巡三角形[1]とならない場合、A>B、B>C、A<Cを一巡三角形になる場合の例として、「どちらとも言えない」という回答を除いたすべての回答について$C.I.$を(1)より求めた。一巡三角形になる場合、ならない場合ともに64通りの回答パターンがあり、それぞれの場合の$C.I.$の平均、標準偏差、最大値、最小値を表１と表２に示す。

表１　一巡三角形にならない場合の$C.I.$

平均	標準偏差	最大値	最小値
0.20	0.15	0.67	0.00

表２　一巡三角形になる場合の$C.I.$

平均	標準偏差	最大値	最小値
1.94	0.64	3.56	0.67

表１より一巡三角形にならない場合の*C.I.*の最大値は0.67、表２より一巡三角形になる場合の*C.I.*の最小値も同じく0.67である。これより、一巡三角形にならない場合となる場合の*C.I.*の閾値は0.67である。

４．整合性に関する*C.I.*の閾値

被験者の回答に整合性があるのは、一巡三角形にならない場合であるが、そのときの*C.I.*の値は、

$$0.00 \le C.I. \le 0.67 \qquad (3)$$

の範囲にある。通常、整合性の判定は、経験的に(2)により行われる。そこで、表３に*C.I.*の値が

$$0.00 \le C.I. < 0.10 \qquad (4)$$

の範囲にある場合の18回答パターン（一巡三角形にならない場合の28%）と*C.I.*の値、表４に*C.I.*の値が

$$0.10 \le C.I. \le 0.15 \qquad (5)$$

の範囲にある場合の13回答パターン（一巡三角形にならない場合の20%）を示す。

５．一巡三角形と*C.I.*に関する考察

一巡三角形にならない64の回答パターンのうち、通常の整合性の判定条件(4)を満たすのは28%の18パターン、(5)を満たすのは20%の13回答パターンで、(4)と(5)を合わせても、48%の31回答パターンである。回答が一巡三角形にならないということは、回答が全く矛盾したものではないことを意味しているので、特に、(4)の判定条件は、相当限られた回答パターンにしか整合性を認めていないということができる。

表３　$0.00 \le C.I. < 0.10$の回答パターン

比較 A&B	比較 B&C	比較 C&A	*C.I.*
A-やや重視	B-やや重視	A-極めて重視	0.00
A-やや重視	B-やや重視	A-非常に重視	0.00
A-やや重視	B-かなり重視	A-極めて重視	0.02
A-かなり重視	B-やや重視	A-極めて重視	0.02
A-やや重視	B-やや重視	A-かなり重視	0.02
A-やや重視	B-かなり重視	A-非常に重視	0.03
A-かなり重視	B-やや重視	A-非常に重視	0.03
A-やや重視	B-非常に重視	A-極めて重視	0.04
A-非常に重視	B-やや重視	A-極めて重視	0.04
A-かなり重視	B-かなり重視	A-極めて重視	0.06
A-やや重視	B-やや重視	A-やや重視	0.07
A-やや重視	B-かなり重視	A-かなり重視	0.07
A-やや重視	B-非常に重視	A-非常に重視	0.07
A-やや重視	B-極めて重視	A-極めて重視	0.07
A-かなり重視	B-やや重視	A-かなり重視	0.07
A-非常に重視	B-やや重視	A-非常に重視	0.07
A-極めて重視	B-やや重視	A-極めて重視	0.07
A-かなり重視	B-かなり重視	A-非常に重視	0.09

表４　$0.10 \le C.I. < 0.15$の回答パターン

比較 A&B	比較 B&C	比較 C&A	*C.I.*
A-やや重視	B-極めて重視	A-非常に重視	0.10
A-極めて重視	B-やや重視	A-非常に重視	0.10
A-かなり重視	B-非常に重視	A-極めて重視	0.10
A-非常に重視	B-かなり重視	A-極めて重視	0.10
A-やや重視	B-非常に重視	A-かなり重視	0.12
A-非常に重視	B-やや重視	A-かなり重視	0.12
A-かなり重視	B-やや重視	A-非常に重視	0.15
A-かなり重視	B-やや重視	A-やや重視	0.15
A-かなり重視	B-かなり重視	A-かなり重視	0.15
A-かなり重視	B-非常に重視	A-非常に重視	0.15
A-かなり重視	B-極めて重視	A-極めて重視	0.15
A-非常に重視	B-かなり重視	A-非常に重視	0.15
A-極めて重視	B-かなり重視	A-極めて重視	0.15

６．まとめ

本研究では、AHPにおけるコンシステンシー指数を用いて、被験者の回答の整合性を判断する場合の判定基準について検討した。その結果、比較対象数３の場合について、回答が一巡三角形にならない場合と一巡三角形になる、明らかに回答が矛盾している場合のコンシステンシー指数の閾値を明確にすることができた。

参考文献

1. 日科技連官能検査委員会：官能検査.ハンドブック，日科技連，1973.
2. 木下栄蔵：入門ＡＨＰ，日科技連，2000.

C2-2-3

感性工学による音楽情報伝達の評価方法の研究

○ 山崎武志(明星大学大学院 理工学研究科 修士課程), 亀井延明(明星大学)
鈴木和秀(録音エンジニア, 昭和音楽大学, 東海大学)

A study on evaluation method for music transfer by Kansei Engineering

Takeshi YAMAZAKI(Meisei University Graduate School Master's Course),
Nobuaki KAMEI(Meisei University),
Kazuhide SUZUKI(Recording Engineer,Showa Academia Musicae,Tokai University)

1. 緒言

CD が登場してから 20 年以上が経過し, その間制作技術や録音・再生機器の改良により, 当初指摘された音質の問題も改善されつつある。ところが, 芸術音楽の録音・再生において,「作り手」である録音エンジニアと「受け手」の聴衆, 音楽家の間に価値観の隔たりが生じている。本研究では情報伝達における録音技術による音質の違いを評価する手法を感性工学の視点より検討した。

2. 芸術音楽の録音における情報伝達

芸術音楽では, 作曲から年月を経て評価の定まった作品を, コンサートホール等, 響きの豊かな空間で演奏による自然音響を, 空間を共有する聴衆にそのまま伝える聴取形態が確立されている。よって, 生演奏を聞くことが本来の形であり, 基準となっている。それに対し, 録音では「作り手」である録音エンジニアが, 音響情報を録音機器の制約や多様な再生環境を踏まえて解釈し, 独自のノウハウにより再構築し「受け手」に伝える, 言わば通訳の役割を果たしている。図 1 は芸術音楽の録音再生における情報伝達を示した図である。CD 等の媒体に記録されるまでに録音エンジニアによる情報の解釈と再構築が行われているが, その過程は「作り手」である録音エンジニアの裁量により行なわれる為, 作品及び演奏の捕らえ方, 情報伝達に対する考え方が問われている。図 2 はステレオ録音・再生における音場のイメージを表した図であり, 2 つのスピーカーの間で展開する音場のなかで音楽表現に関わる音色, 音域や楽器間のバランス, 空間表現, ダイナミクス等を制御して情報の再構築を行っている。

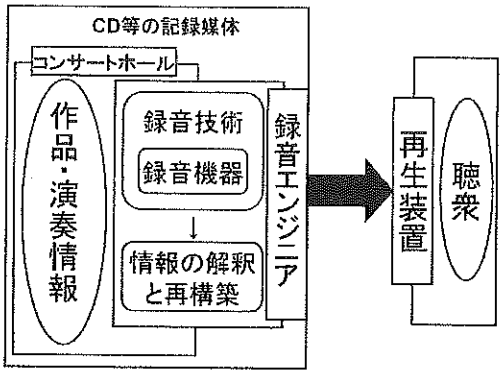


図 1. 芸術音楽の録音再生における情報伝達

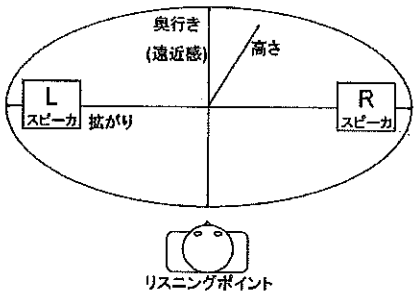


図 2. ステレオ録音・再生における音場のイメージ

3. 録音実験

同一の演奏(G. Faure ヴァイオリン ソナタ第 1 番 イ長調 作品 13)を録音エンジニア 2 名及び明星大学亀井研究室の学生の 3 者が同時に録音を行った。この 3 種類の録音をそれぞれ MIX-A, MIX-B, MIX-C とする。今回の実験では, 実際の録音制作において機材の選択, 設定は録音の一部であることから, それらを含めた録音技術の影響に着目し, 分析を試みた。なお MIX-A, B, C はそれぞれ録音時にコンピュータを用いた HDD レコーディングシステムを用いて録音し, 編集を同一条件で行い, CD-R に記録した。図 3 は録音実験時のマイク位置及び CD-R に記録するまでの信号経路を示した図である。

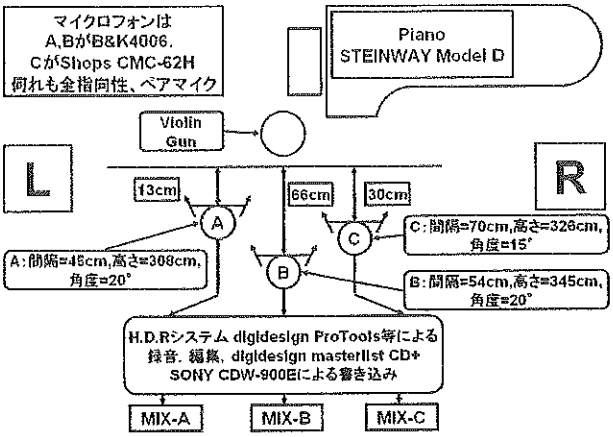


図 3. 録音実験時の配置及び情報伝達経路

4. 官能評価実験

4.1 実験方法

制作した MIX-A, B, C の録音を，明星大学の学生 44 名(一般パネル)，音大生，演奏家等 19 名(専門パネル)を対象に，録音技術の影響を調べることを目的とした実験を行った。なお使用曲目は G. Faure ヴァイオリン ソナタ 第 1 番イ長調 作品 13 の第 1 楽章の終結部約 1 分間である。

4.2 実験結果

官能評価実験(一般パネル 44 名，専門パネル 19 名)において 1 つの評価用語に 5 段階(+2, +1, 0, -1, -2)の点数を与えて集計した一般パネルと専門パネルの推定をそれぞれ図 4, 5 に示す。なお図中の番号は評価用語(8 項目)に対応しており，「①軟らかい，②拡がりがある，③はっきりとした，④ボリューム感のある，⑤バランスがよい，⑥生演奏のイメージに近い，⑦音楽的な評価について，⑧嗜好について」である。また一般パネルにおいては評価が難しい「⑥生演奏のイメージに近い，⑦音楽的な評価について」の項目を除いた 6 項目について実験を行った。

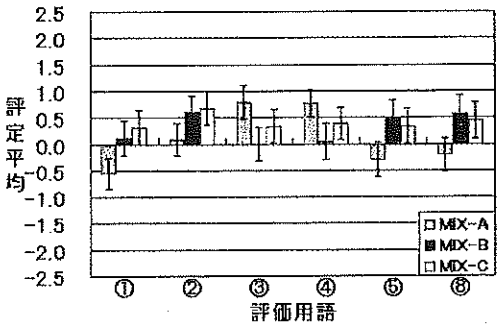


図 4. 点推定・区間推定(一般パネル 44 名)

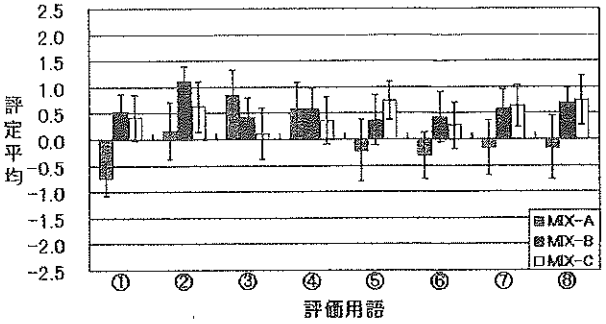


図 5. 点推定・区間推定(専門パネル 19 名)

図 4 より一般パネルの最高得点は MIX-A③の 0.795 点，最低得点は MIX-A①の-0.545 点，有意差検定を行った結果全ての項目において 5%水準で有意差があった。また図 5 より専門パネルの最高得点は MIX-B②の 1.105 点，最低得点は MIX-A①の-0.737，同様に①，②，⑦，⑧の項目において 5%水準で有意差があった。③，⑤，⑥の項目においては 10%水準で有意差があった。図 4, 5 を比較すると，評定平均がほぼ同様の傾向を示していることがわかる。

5. 結論

録音技術による音質の違いを有意差検定により評価した結果，一般パネル，専門パネル共に評価用語に対して有意差があった。特に一般パネルでは全ての項目において 5%水準で有意差があった。専門パネルでは「④ボリューム感のある」の項目のみ 10%水準においても有意差がなかった。このことは専門パネルと一般パネルでは，同じ評価用語でも，その解釈において違いがあると考えられ，今回の実験では専門パネルの「④ボリューム感のある」に対する解釈が，その専門性により多岐にわたった事に原因があったのではないかと推測される。本研究における評価用語の開発に関しては，過去の実験による構築であり，今後更に改善の必要がある。

6. 参考文献

(1) 鈴木和秀，亀井延明:『藝術音楽の録音における情報伝達 第 2 報』ー録音技術と音のバランスとの関係ー日本人間工学会第 14 回システム連合大会抄録集(2006)

C2-2-4

製品の長期使用における情緒的反応の変化とその要因

－携帯電話を対象として－

○池田 悠太（早稲田大学大学院）、山崎 寛亨（早稲田大学）、小松原 明哲（早稲田大学）

Change of Emotional Response and its Caused Factors in Long-Term Product Use

－In the Case of Mobile Phones－

Yuta IKEDA[1], Tomoyuki YAMAZAKI[2], Akinori KOMATSUBARA[2]

1：Graduate School of Waseda University ， 2：Waseda University

1. はじめに

近年、物質的な豊かさを追求し続けてきたモノづくりの在り方が問題視されつつある。なぜなら、無意味とも思われる競争や差別化に特化したデザインが横行し、モノやデザインを簡単に捨て去るような消費経済が確立され、環境破壊や資源保全問題といった事態を招いているからである。これらの問題解決に向けて、現在エコデザインに関する意欲的な取り組みが展開され始めている。

一方、エコデザインにおける問題解決においては、モノづくりの高機能化・高性能化などハード面の検討をしているだけでは限界が生じてくる。そこで製品を使う人のメンタル的な面をハード面に融合させることが重要である。つまり、人のモノを長く使うことに対する意識が、問題解決の重要な糸口となる。現在その糸口に対し、「愛着」や「飽き」といった情緒的反応に注目した研究[1][2]が行われてきているが、意識の構造や、その因果関係に関してはあまり明確にされていない。

そこで本研究では、製品を使用していく中で生まれる買い替え願望に影響を及ぼす情緒的反応を明らかとし、さらにその情緒的反応を引き起こす要因を、因果構造モデルを構築することで明確にすることを目的とした。なお、本研究では、身近な製品でありかつ新製品の発売サイクルが短いことから、携帯電話を検討事例の対象とした。

2. 研究方法

本研究では、従来研究において示されている人間の認知・知覚モデル[3]をもとに、図1の概念モデルを設定した。

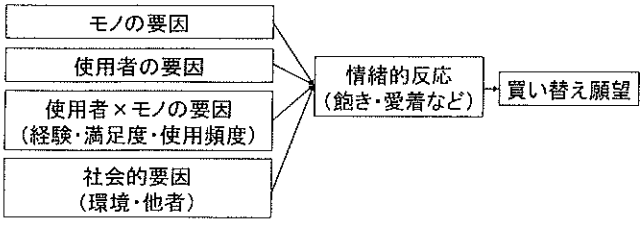


図1 本研究の概念モデル

この概念モデルをもとに、現在使用している携帯電話に関するアンケート項目を作成し、調査を実施した。調査項目は大きく「情緒的反応」「情緒的反応を発生させる要因に関する項目」「買い替え願望」の3つである。調査対象者は21.5±1.8歳の男女89名（男性65名、女性24名）である。

2.1 情緒的反応に関する調査

先行研究を参考に、長期使用の中で変化があると考えられる17項目（親しみ、味わい、存在感、温もり、愛おしさ、安心感、一体感、価値、新鮮さ、うっとうしさ、必要感、関心、充足感、愛着、飽き、期待感、信頼感）を7段階SD法にて評価させた。

2.2 情緒的反応を発生させる要因に関する調査

先行研究を参考に予想された7つの要因（モノの要因、使用者の要因、使用者×モノの要因（経験・満足度・使用頻度の3つから成る）、社会的要因（環境・他者の2つから成る））をもとに、36の調査項目（4段階）を作成し、評価させた。

2.3 買い替え願望に関する調査

現在使用している携帯電話の買い替え願望について、7段階で評価させた。

3. 結果と考察

3.1 情緒的反応の因子分析結果

2.1の調査によって評価させた17項目に関して因子分析（主因子法、固有値1.0以上、varimax回転）を行った。その結果を表1に示す。

表1 情緒的反応の因子分析結果

因子	因子の解釈	固有値	寄与率(%)
1	愛着	3.30	19.44
2	新鮮さ	2.78	16.36
3	安心感	2.04	12.00
4	飽き	1.01	5.95
		累積寄与率	53.75

3.2 情緒的反応と買い替え願望の相関

3.1 において抽出された 4 つの情緒的反応における因子と買い替え願望との相関について調査するために相関分析を行った。結果を表2に示す。

表 2　買い替え願望と情緒的反応の相関

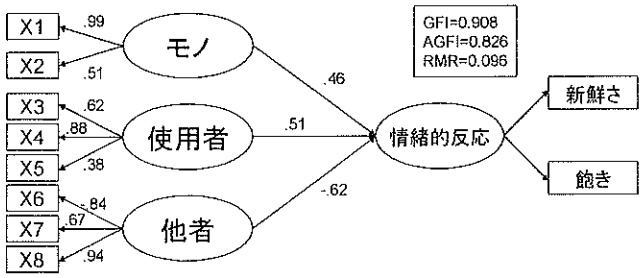
	愛着	新鮮さ	安心感	飽き
買い替え	0.05	−0.44**	−0.12	0.22*

*:p<0.05
**:p<0.01

表 2 より、買い替え願望の原因となる情緒的反応としては、新鮮さと飽きであることが分かった。このことから、愛着や安心感などといった、長期使用の中でプラスとなる情緒的反応を発生させることより、新鮮さが失われたり、飽きるといったマイナスとなる情緒的反応をいかにして防ぐかが、買い替えを抑止するための重要な点であるといえる。

3.3 因果構造モデルの構築

3.2 で明らかとなった買い替え願望へ影響を及ぼす 2 つの情緒的反応（新鮮さ・飽き）がどのような要因の影響を受け、発生するのかを明らかにするため、情緒的反応を発生させる要因に関しては主成分分析を行うことで潜在因子を抽出し、また情緒的反応に関しては 3.1 で得られた新鮮さ・飽きの 2 つの因子を得点化することで観測変数とし、共分散構造分析によって因果構造モデルの構築を行った。その結果を以下に示す。



X1 傷の多さ
X2 機能の調子
X3 自分の性格・個性との調和
X4 自分の趣味との調和
X5 携帯電話に求めるものの変化
X6 好きな人などが同じ携帯電話を使用
X7 好きな人などが同じ携帯電話を不使用
X8 嫌いな人などが同じ携帯電話使用

図 2　飽き・新鮮さの因果構造モデル

新鮮さ・飽きに関する因果構造モデルを構築したことで、3 つの要因が新鮮さを失わせ、飽きを誘発させていることが明らかになった。

まず一点目は、モノの要因であり、時間経過の中で発生するハード面における不具合であることがわかる。ハード面においては現在までに数多くの研究がなされ、改良が進められてきていると思われるが、これはメンタル的な面に対しても影響力があるので、この点の強化はモノを長く使用する上で最低条件であり、今後も引き続き注力せねばならない点であるといえる。

二点目は使用者の要因である。使用者自身が時間の経過の中で変化することで、求めるものなどが変わり、新鮮さを失ったり飽きが発生したりするということである。使用者自身の変化は事業者側からすればコントロールすることができず、対策を講じることは困難な点であると考えられるが、カスタマイズなど使用者が自ら変化を行える要素などを組み込むことで対応できる部分はあると思われる。

三点目は、使用者の周りに存在する人々の影響である。特に、好きであったり嫌いであったりという特別な感情を抱いている人間の影響が新鮮さの減少や飽きの発生に影響があることがわかる。この点も、事業者側からコントロールすることは難しく、対策も困難である。

4. 結論と今後の課題

本研究の結果、製品の長期使用を促し、買い替えを低減させるためには、ロングライフの中で製品に対してマイナスに働く情緒的反応への対応が重要であることが明らかになった。またその要因としては、製品だけでなく使用者とその周りの環境の影響も強く、その点への考慮も必要であることが示唆された。

本研究では因果構造モデルをフルサンプルで構築した。しかし本研究で明らかとした4つの長期使用において生み出される情緒的反応は個人によって異なると考えられるため、その点を考慮しなくはならないといえる。例えば、モノに飽きやすい・飽きにくい性格タイプといった使用者特性が挙げられる。今後はこのような使用者の特性をふまえ、特性別にモデル構築するなどを行い、因果関係の違いを考察する必要がある。

参考文献

[1]寺内文雄、久保光徳、青木弘行、橋本英治(2005),"愛着の発生に関わる因果モデルの構築",デザイン学研究,Vol.51,No.6,Page45-52
[2]広川実津雄、井上勝雄(1999),"工業製品における飽きに関する一考察（その 2）",デザイン学研究 研究発表大会概要集,No.46,Page146-147
[3]海老原親志、弓田龍二(1993),"使いやすさの評価事例",品質,Vol.23,No.2,Page42-48

C2-3-1

光学補正方式を用いた立体ディスプレイによる眼精疲労の回復効果

○柴田隆史、李 在麟、金 相賢、河合隆史（早稲田大学）、
大槻正樹、三宅信行（ニコン）、葭原義弘（有沢製作所）、岩崎常人（産業医科大学）

Asthenopia recovery using stereoscopic 3-D display with dynamic optical correction

Takashi SHIBATA, Jae-Lin LEE, Sang-Hyun KIM, Takashi KAWAI (Waseda University),
Masaki OTSUKI, Nobuyuki MIYAKE (Nikon Corporation), Yoshihiro YOSHIHARA (Arisawa Manufacturing Co. Ltd.), Tsuneto IWASAKI (University of Occupational and Environmental Health)

1．はじめに

立体映像は、次世代の映像メディアとして期待されているが、メディアとして普及・定着するためには、解決すべき課題がいくつか残されている。その１つは、観察時における眼精疲労の発生であり、輻湊と調節の不整合がその主な原因と考えられている。これは、従来の立体ディスプレイでは、奥行き情報の１つである調節を呈示できないことに起因している。そこで筆者らは、動的な光学補正を行うことで調節を呈示可能な立体ディスプレイを試作し、その応用について検討している[1]。

2．試作した立体ディスプレイシステム

本ディスプレイは、テレセントリック光学系と機構部が可動する液晶ディスプレイ（LCD）から構成されており、立体映像の呈示にはマイクロポールを用いた偏光方式を用いている[2]。システムとしては、ディスプレイ本体部と、映像呈示とLCDの位置制御を行う専用ソフトウェアの実装されたパーソナルコンピュータ（PC）により構成されている。本システムでは、立体像の再生位置に同期して、画像呈示面を前後方向に移動することで焦点距離を変化し、視覚系の不整合の解決を試みた。テレセントリック光学系を用いることで、LCDの移動に伴う視野角の変化を除去している。本ディスプレイで補正される立体像の再生範囲は、2.5D（眼前40cm）から0D（無限遠）までである。なお、D（Diopter）とは屈折力の単位であり、メートル距離の逆数で表される。

さらに、本システムに赤外線オプトメータを組み込むことで、屈折値のデータがほぼリアルタイムで取得できることに着目し、観察中の屈折値のデータを映像呈示系にフィードバックする機能を付加した。この機能により、観察者の視覚状態に応じた立体像の再生位置の制御が可能である。

3．眼精疲労の回復を目的とした映像呈示

本ディスプレイの特性として調節の遠方化に着目し、それによる眼精疲労の回復への応用を検討している。VDT（Visual Display Terminal）作業のように近方視を長時間持続すると、毛様体筋が過度に緊張し、眼精疲労が生じる。こうした疲労を回復する方法の１つとして、遠方視による毛様体筋の弛緩があげられる。そこで、試作したディスプレイを用い、観察者の視覚状態に応じて無理なく遠方視を促す方法を検討した。具体的には、奥行き方向に前後運動する視標を、観察者が明視できる範囲で徐々に遠方へ移動させる呈示方法である。視標が最も遠方に移動した時点の屈折値が、前回のシーケンスにおいて視標が最も遠方にあった時よりも遠方になった場合は、次のシーケンスでより遠方に移動するように設定した。

4．眼精疲労の回復効果の評価

試作したディスプレイの当該用途への応用性を検討するための、評価実験を行った。被験者は、

一日中 VDT 作業を行っている事務職員 2 例とし、眼精疲労に関する生理・心理視標の測定を朝と夕方に実施した。測定項目は、視力検査、屈折値および眼精疲労に関する自覚症状であり、実験後にはインタビュー法により内省報告を求めた。なお、夕方は試作したディスプレイによる立体映像の観察前後に 2 回の測定を行った。また、朝の測定は当日のベースラインとしての参照を目的とし、朝と比較して夕の視力が低下していない場合は、解析の対象から外した。

呈示刺激には、奥行き方向に移動速度は 0.2 D/sec. で前後運動する視標を用い、2 種類の実験条件を設定した。条件 1 は光学補正を伴う条件であり、視標は 2.0D から 1.0D まで移動し、その後は上記ルールに従って前後移動を繰り返した。一方、条件 2 では視標は 2.0D に固定されており、眼前 50cm に通常の平面ディスプレイが設置されているのと同様である。なお、観察時間は各 3 分間であり、被験者は各条件を 5 試行ずつ行った。



図 1　評価実験の様子

被験者により視力や調節域が異なるため、結果の解析は被験者毎に分けて行った。いずれの被験者も、条件 1 では観察後に朝の視力値と同等な程度まで回復していたが、条件 2 ではその傾向は見られなかった。図 2 に被験者 N の視力検査の結果を示した。眼精疲労に関する自覚症状の結果では、「頭がぼんやりする」と「眠くなる」といった項目において、条件 1 で観察後の回復が認められた。さらに実験後のインタビューでは、いずれの被験者も条件 1 での観察後に、鮮明に見えるという報告があった。これは、視力検査の結果と同様の傾向であり、光学補正を伴う立体映像による視覚系の遠方化と、眼精疲労の回復効果が示唆された。

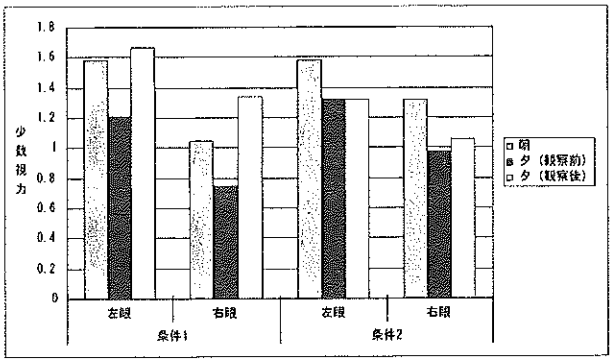


図 2　被験者 N の視力検査の結果

5．むすび

本研究では、輻湊と調節の不整合を解決するディスプレイシステムを試作し、眼精疲労の回復効果を検討した。評価実験の結果からは、調節を呈示した立体映像を観察した後に、視力および眼精疲労の自覚症状が回復した。これらの回復は、一時的なものであるかもしれないが、眠気がなくなるような爽快感やはっきりするような感覚が、調節が呈示された立体映像観察により生じたことが示唆された。今後の課題は、効果的なコンテンツの制作手法の検討と裸眼方式の立体ディスプレイへの展開である。

Acknowledgment

本研究は、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「産業技術研究助成事業」に係る研究開発テーマである。

参考文献

1) T. Shibata, et al.: Stereoscopic 3-D display with optical correction for the reduction of the discrepancy between accommodation and convergence, Journal of the SID, 13, 8, pp.665-671 (2005)

2) 松廣憲治：μPol（マイクロポール）システム，コンバーテック，28, 8, pp.2-5（2000）

C2-3-2

スクロール画像のボケ感評価
－ディスプレイの動画性能評価の試み－

○北島洋樹、斉藤進（財団法人　労働科学研究所）、高橋誠（大阪教育大学）

Measurement of Perceived Blur of Scrolled Picture
-An Approach to Evaluation of Quality of Moving Picture on Displays-

Hiroki KITAJIMA, Susumu SAITO(The Institute for Science of Labour),
Makoto TAKAHASHI(Osaka Kyoiku University)

1．はじめに

オフィスや家庭において、ディスプレイの大型化が進んでおり[1]、大型ディスプレイに関する負担研究の重要性が増している。テレビ視聴場面を想定した、大型ディスプレイの負担要因に関する研究[2][3]では、明るさ制御が負担を低減している可能性が示唆された。しかし、他の要因として、動画ボヤケの影響も推定されている。動画ボヤケの定量的評価方法として、MPRTが提案されているが、MPRTは液晶ディスプレイに適した評価方法で、ブラウン管やプラズマディスプレイは方式の差から応用できない[4]。本研究では、各種ディスプレイにおいて、スクロールさせた画像がボヤケ始める速度（検出閾）、および明らかなボヤケが生じる速度（明確閾）を測定し、動画性能の評価方法について考察する。

2．方法

2.1. 装置

(1) ディスプレイ：実験に用いたディスプレイは、液晶（LCD）、ブラウン管（CRT）、プラズマ（PDP）を含む3タイプ5機種であった。表1に機種の概要を示す。実験に際してはメーカー名・機種名は遮蔽した。

(2) パーソナルコンピュータ：画像を表示し、速度を制御してスクロールさせるために、PC（Dell社製 XPS Gen4）とスクロール用ソフトウェア（エヌピーシー社製）を使用した。ビデオボード（ATI RADEON X850 XT PE ）を介し各ディスプレイとコンポーネント接続した。

表1　ディスプレイの概要

機種	タイプ	サイズ（アスペクト比）	画素数（水平×垂直）	横×縦／対角（mm）
1	LCD	37V型（16：9）	1,366×768	820×461／940
2	LCD	40V型（16：9）	1,366×768	885×498／1015
3	CRT	36V型（16：9）	(1,600×900)	752×423／862
4	PDP	37V型（16：9）	1,024×720	818×461／939
5	PDP	37V型（16：9）	1,024×1,080	814×448／930

2.2. 画像

用いた画像は6種類であった（画像1～3の空間周波数は視距離3Hで算出）。画像1（矩形波：空間周波数2.82c /deg）、画像2（矩形波：空間周波数1.41c/deg）、画像3（矩形波：空間周波数0.71c /deg）、画像4（洋なし）、画像5（時計）、画像6（人物）。いずれも1920×1080ピクセルで作成した。　図1に画像の例を示す。

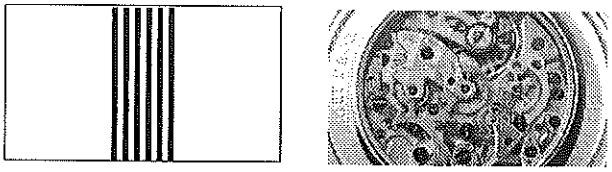


図1　スクロール画像の例
画像3（左図）、画像5（右図）

2.3. 実験参加者

実験参加者は、18歳～22歳の12名（男性7名、女性5名）であり、平均年齢は19.1歳であった。視力は矯正を含め正常であった。

2.4. 手続き

(1) ディスプレイの設定と室内照明条件

全白表示の輝度をできるだけ揃え、かつ、機種間で画像の見た目が大きく異ならないように設定した。また画面入射照度は一般家庭を想定し150lx[5]に設定した。

(2) 手順

1) 1機種を選択し、実験参加者を3Hの距離で椅子に座らせる。
2) 1画像を表示する。
3) スクロールを開始（方向：→）。スクロール速度は1pixel/field単位で、0～32pixel/fieldの範囲で調整できる。

実験者調整法により、上昇系列において、(a) ボヤケを感じ始めた時、(b) 明らかなボヤケを感じた時のスクロール速度を、下降系列において、(c) 明らかなボヤケが消失した時、(d) ボヤケが感じられない時のスクロール速度を測定した（速度変化は約1秒ステップ)。実験参加者1名につき、機種（5）×画像（6）×スクロール方向（2）×系列（2）=120試行を測定した。機種の順番、画像の順番は偏りの無いように、個人毎に変えてバランスした。所要時間はおよそ2時間であった

3．結果

(a)（d）の平均を検出閾、(b)（c）の平均を明確閾として、個人別、機種別、画像別に算出し、全体の平均を求めた。画像と機種を要因とした2元配置分散分析の結果、検出閾（機種：$F(4, 287)=54.097$, $p<0.01$)、画像：$F(5, 287)=30.905$, $p<0.01$)、明確閾（機種：$F(4, 287)=54.097$, $p<0.01$)、画像：$F(5, 287)=30.905$, $p<0.01$）ともに、主効果のみが認められた。また下位検定の結果、機種1と機種2、機種4と機種5ではそれぞれ差が無く、両閾値に関して、CRT>PDP>LCDというグループ化が認められた。

(1) 矩形波周波数とボヤケ始め速度

画像1～3の周波数とボヤケ始め速度の関係を図2に示す。どの機種でも回帰直線のR^2値は0.91以上であり、矩形波では周波数からボヤケ始めの速度が予測できることを示している。各機種について、3deg/secの矩形波のボヤケ始め速度を回帰式より算出し、スクロール画像のボケ易さに関する機種特性値と仮定した。

(2) 自然画のボヤケ始め速度

算出した機種特性値と自然画のボヤケ始め速度の関係を図3に示す。図中に示した画像5の回帰直線と比較すると、機種4、5は、矩形波のボヤケ方から予測されるより、自然画においてボヤケ始めの速度が高く、ボケ難いことが分かる。これは、矩形波と自然画ではボヤケ感が生じる速度が機種間で異なる傾向があることを示し、評価に用いる画像の検討が今後重要であること思われる。今回検討した要因以外にも、動画像の構造（例えば、対象の速度が画面の部分によって異なる場合、対象物のみが動く場合、対象も背景も動く場合など）の影響も推測され、動画ボヤケの評価方法には今後更なる検討が必要と思われる。

文　献

(1) 窪田悟. 次世代フラットパネルディスプレイに求められる人間工学的条件. フラットパネルディスプレイの人間工学シンポジウム2006＜講演集＞ 2006: pp159-190.

(2) M. Takahashi. Ergonomic Requirements for Large-Area Flat Panel TVs. The 12th International display Workshop(IDW'05), Dec.2005

(3) 窪田悟 他. 照明環境と観視者の視覚特性を考慮した液晶テレビの輝度制御に関する研究. 信学技報　2006; 105(608): 65-70.

(4) 栗田泰市郎.　動画表示に求められる性能と最近の技術動向. 月刊ディスプレイ　2006; 12（4）: 6-11.

(5) 窪田悟 他、家庭におけるテレビの観視条件. 映像情報メディア学会誌　2006; 60(40): 597-603.

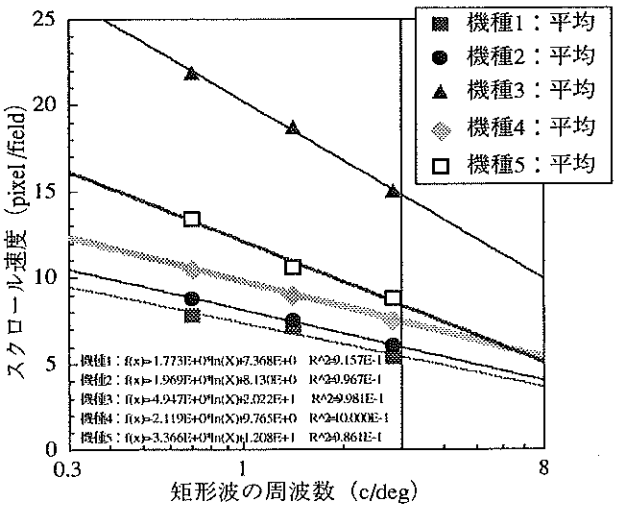


図2　矩形波周波数とボケ始め速度の関係

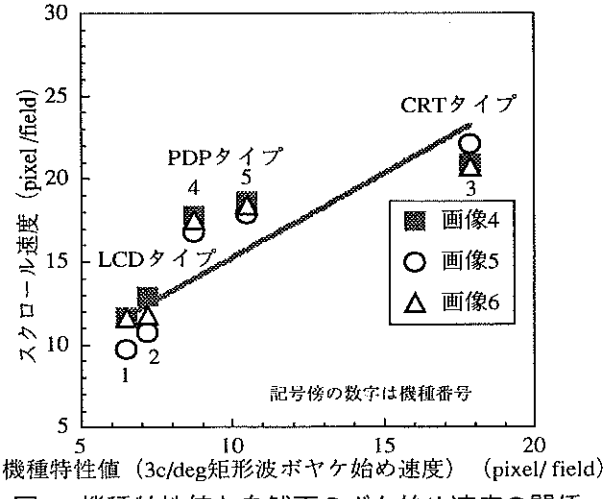


図3　機種特性値と自然画のボケ始め速度の関係

C2-3-3

時系列に変化する情報群の表示方法に関する研究

A Study on Indication Methods of Continually Changing Information

○曽根 僚平[1]，中西 美和[2]，岡田 有策[1]
[1]慶應義塾大学大学院，[2]東京理科大学
Ryohei Sone[1], Miwa Nakanishi[2] and Yusaku Okada[1]
[1]Keio University, [2]Tokyo University of Science

1．はじめに

近年、情報・通信技術の飛躍的な進歩により、多様なデジタル情報の送受信が可能になった。

このような技術分野の進歩に伴って、社会的なニーズも生まれてきている。放送分野では、画面上のメイン映像に関連する一部の情報を抜き出して、補足的に同一画面上表示するといった利用も頻繁に行われている。スポーツ中継画面内の実況補足情報や選挙の開票速報はその一例と言える。この場合、受信者であるユーザは、特に表示を予測してない一般視聴者となる。

画面内の情報が多様化すれば、ユーザの注目頻度やタイミングも多様化する。結果的に、必ずしもユーザの行動や意思決定に対して強制的な影響力を持たない情報が画面内に存在すると考えられる。このような情報のことを、情報側から見て「消極的」な情報発信ということにする。一方、表示されたら見なければならない、というような情報は「積極的」な情報と言える。

本研究で対象としている「消極的」情報では、進歩した技術を利用してユーザに対して提供したい情報を持っている提供者でも、表示方法は個別に試行錯誤して検討していて、ユーザビリティを考慮した体系的な仕組みがないのが現状である。

そこで本研究は、上記の問題に対して適切な表示方法の選択を支援する手法の提案を目的とし、研究対象を図1のような位置付けにした。

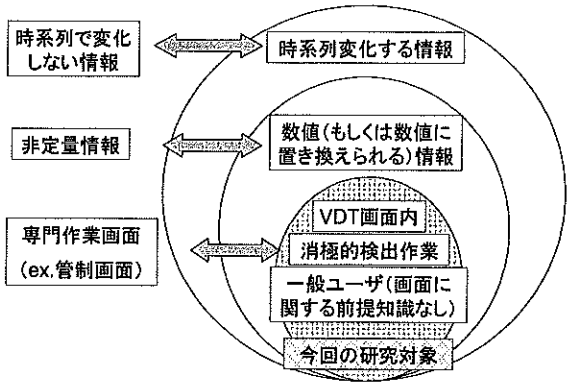


図1．研究対象

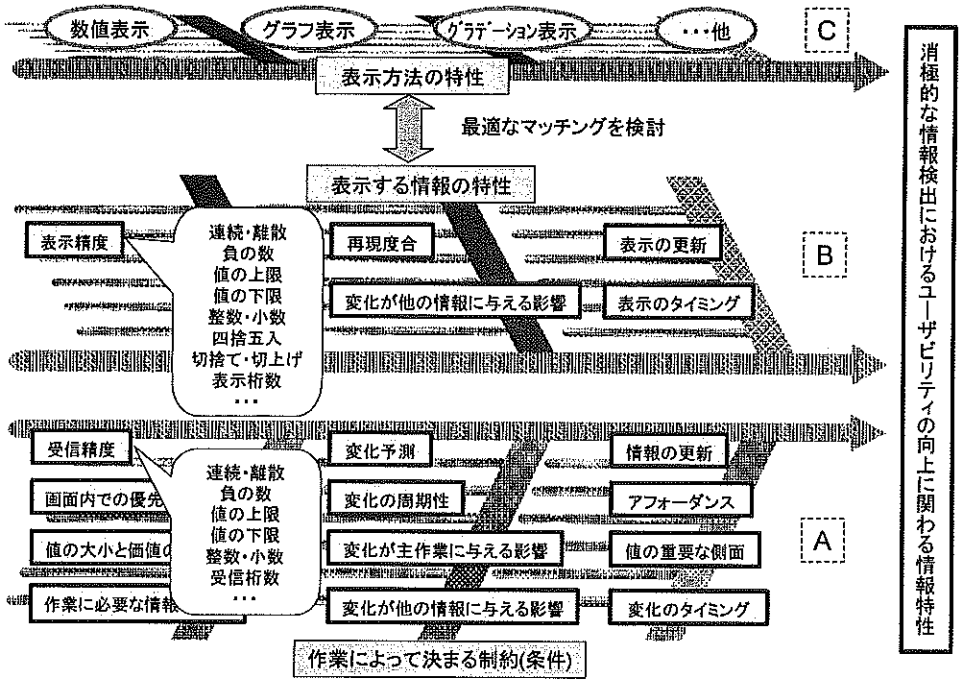


図2．消極的な情報検出におけるユーザビリティの向上に関わる情報特性

2．検討の流れ

情報は、表示までの過程の中で様々な制約を受ける。本研究で対象とする消極的情報の検出作業において、評価手法のコンセプト設計に先立ち、ユーザビリティの向上に関わる情報の特性を、図2のように表した。

A：あらかじめ与えられた制約や作業内容などによって決まる特性

B：Aによって制約された中から決められる、表示情報の特性
C：種々の表示方法が持つ特性

AとBによって表示情報がどのような特性を持っているかを把握し、その特性に適する表示方法をCとあわせて検討することで、適切な情報と表示のマッチングの提案を図る。

今回の実験では、これらの特性項目の中から特定作業における制約条件の下で、情報の特徴を適切に表示方法の選択に大きく影響すると考えられる項目群を選択した。

ある情報に対して、最適な表示方法とは、変化の特性だけで決まるものではない。そこでは、実際の作業内容や外的な環境によって、表示できる情報の特性は制約を受け、結果的に、適切な表示方法も、その適合度合いも変わってくる。

受信精度に関する項目を例にとると、実際のデータが整数で存在する場合は、表示精度はいくら正確に表示したくても小数まで提示することはできなかったり、逆に、受信は負の数も存在するけど、作業として必要とされる情報は自然数で十分だったりと、作業や受信計器の制約により加工・表示する情報の精度が変わってくる。

3. 実験と評価

実験では、数種類の検出作業をあらかじめ設定し、そこで表示する様々な情報が持つ特性と合わせて、選んでおいた各項目による点数をつけておく。被験者は各情報を、それぞれ数値・棒グラフ(バー)・画面背景を用いた色彩グラデーションの3通りの表示方法で読み取るなど、指定された検出作業を行った。

実験は図3や図4のような画面で行い、実験中の作業の効率、有効性を評価した。さらに満足度については、表示情報と作業に関する主観評価アンケートを実験後に実施して、結果を評価指標として用いた。以上の3つの側面からユーザビリティについての評価を行った。

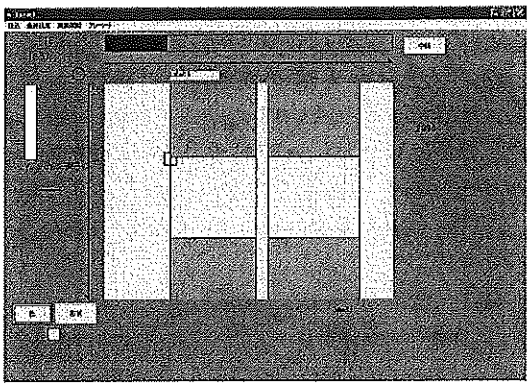


図3. 実験画面（1）

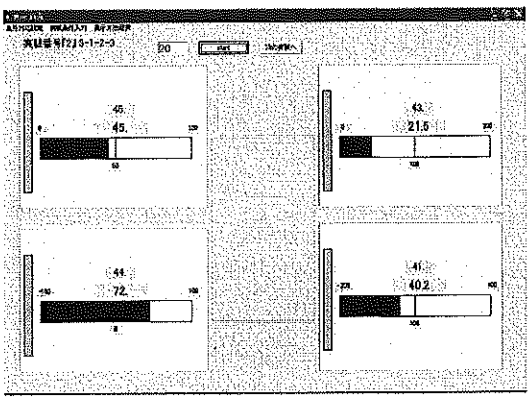


図4. 実験画面（2）

情報の特性を分類・評価する際、定性的な項目を、点数の分布が線形になるように多次元尺度構成法を用いて点数化した。これによって、制約された条件化での情報の特性を分類した。

10種類の異なる特性をもった情報から、回帰分析によって各項目の表示方法選択に与える影響の度合い（α、β、・・・）を求め回帰式を得る。

$$Y_n = \alpha_n f_1(x_1) + \beta_n f_2(x_2) + \cdots \text{(1)式}$$

Y_n：表示適合度

$f_i(x_i)$：各項目の点数

$\alpha_n, \beta_n, \cdots$：項目の重要度

ここでのYは、それぞれの表示方法のユーザビリティを評価した値となり、その情報特性における情報表示方法別の適合度ということにする。

(1)式におけるxは、特性の内容を表現しているのでそのままでは数値化できない。したがって、各項目の内容の尺度に合わせて、定量化する方法を適用し、これを便宜上 $f_i(x)$ と表現した。

様々な情報特性（制約条件）のもとでの表示方法別適合度から、表示方法別の項目重要度（α、β、・・・）を算出が算出される。

この係数（表示方法別の項目重要度）が決まることで、作業による制約条件が変化した場合にも（1)式で求めた式が利用でき、様々な作業条件における情報の表示方法の適合度合いを判断できる。また、上記以外の表示方法の適合度合いを検討する際にも、注目すべき項目を係数から判断することができる。

代表者氏名：曽根僚平
所在地：慶應義塾大学大学院理工学研究科岡田研究室(045-563-1511　内線 42636)
e-mail:ryohei_sone@yahoo.co.jp

C2-3-4

Augmented Reality のための
表示系インタフェースに関する人間工学的評価

○ 尾関麦彦*、中西美和**、岡田有策*
*慶應義塾大学、　**東京理科大学

An Ergonomical Evaluation of an interface of Display for Augmented Reality technology

Mugihiko OZEKI*, Miwa NAKANISHI**, and Yusaku OKADA*
(KEIO University)*　(Tokyo University of Science)**

1 はじめに

作業現場における組立や検査等の手順的作業において、従来用いられてきた紙媒体に替わる方法として、Augmented Reality（以下 AR）技術の利用可能性が模索されている。著者らの既存研究によると、AR による作業マニュアルを用いた場合、作業時間の短縮とともにヒューマンエラーの抑制が期待できる[1]。しかし、今後、作業マニュアルに AR を導入する際の具体的な方向性はまだまだ定まっていない。例えば、主作業と副作業の様に２つの作業が存在するときに、主作業の作業マニュアルで AR を用いることで副作業におけるヒューマンエラーを誘発する可能性がある。そこで、本研究では主作業の作業マニュアルで AR を用いたときの副作業に対する影響について実験を通して検討した。

2 実験

2−1　配線作業（主作業）

本実験では、主作業として図１のような配電盤に指定された両端に差し込み手が付いた赤、緑、青、白、黄の 5 色のプラグを差し込む配線作業を与えた。被験者は、指定された色のプラグの一端を、図 2 にあるような指示図を見ながら順番通りに、六角形部分の差し込み口に差し、他端を長方形部分の指定された差し込み口に差し込む。指示図の六角形部分の各差し込み口に該当する円の中には、プラグを差し込む順番（上段左の数字）、差し込むプラグの色（上段右のアルファベット[R:赤、G:緑、B:青、W:白、Y:黄]）、長方形部分へのプラグの差し込み位置（下段の数字）が示される。被験者は、実験者の合図と共に作業を開始し、20 個のプラグを差し込み終えたところで１回の実験を終了する。配電盤は、被験者の正面に取り付けられ、被験者は、椅子に座り作業を行った。

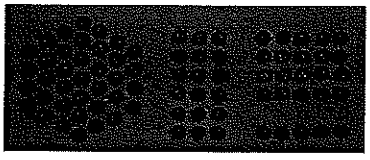


図１　配電盤

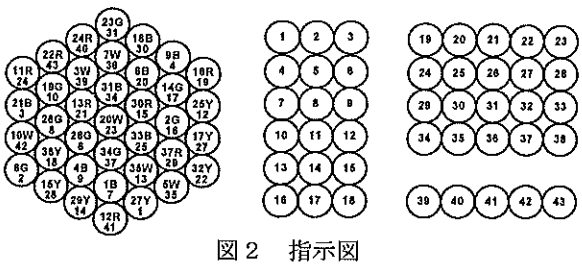


図２　指示図

2−2　周囲の変化の検出作業（副作業）

本実験では副作業として、次の図３のように被験者の周囲に、ランダムに一つずつ発光する発光板を取り付け、発光板の光を感じた時点で口頭で伝える、検出作業を与えた。

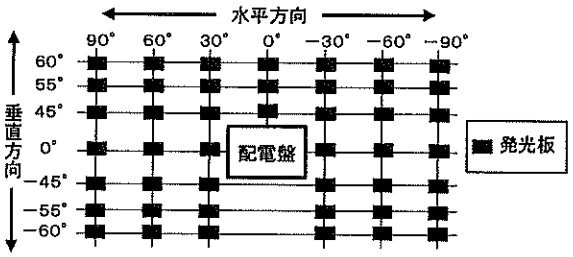


図３　発光板の配置

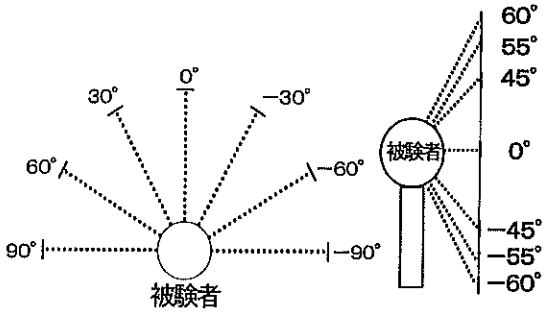


図４　発光板の配置
（上から）

図５　発光板の配置
（横から）

発光板は図４のように水平方向に被験者の左側から 7 箇所（90°,60°,30°,0°,−30°,−60°,−90°）、図５のように垂直方向に 7 箇所（60°,55°,45°,0°,−45°,−55°,−60°）、作業する配電盤とその下方を除く 45 箇所に配置した。発光板の配置は眼球を動かさずに周囲の変化を感じたり、見ることができるといわれている周囲視野（水平方向−90°～+90°、垂直方向−65°～+65°）の中に収まるようにした。また、発光

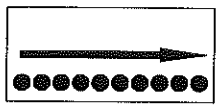


図６発光板の発光の様子

板自身は図6のように取り付けられたLEDが左から右に流れるように1秒間発光する。

2−3 実験条件

本実験ではARを実現する表示系インタフェースとして頭部装着型の単眼透過型ディスプレイ(以下STD)と網膜走査ディスプレイ(以下RSD)を用いた。それぞれ、60cm先に13インチ相当の映像を映し出す。

実験条件は、主作業の指示図が載っているA4サイズ(13インチ相当)の紙を持ちながら主作業を行う場合(以下紙マニュアル)、効き目にSTD、RSDを装着し主作業の指示図を表示させる場合、STD、RSDを非効き目に装着する場合の以上の5条件について、主作業を行いながら副作業を行う場合、STD、RSDを装着するが副作業のみ行う場合の10パターンの作業を行ってもらった。

被験者は、成人男女10名に行ってもらった。

3 実験結果

3-1 副作業の検出作業に関する比較

各実験条件における副作業の作業パフォーマンスを、被験者による発光板の発光の検出率で表した。以下図7に結果を示す。

$$検出率=\frac{1作業中の総検出数}{1作業中の総発光数}$$

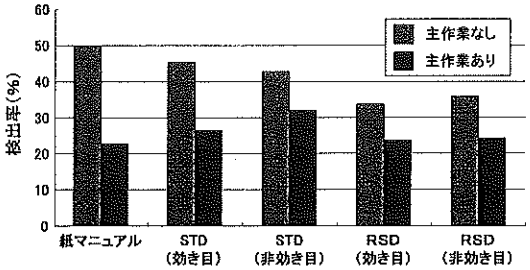


図7 副作業の検出率

まず、副作業のみ与えられている場合、紙マニュアル(何も装着していない状態)の検出率が一番高くなっている。これはSTDやRSDを装着することで生まれる装着感や違和感が、周りに対する気づきを減らしたのではないかと考えられる。また、RSDの検出率が他に比べて低くなっているが、これは実験で使用したRSD(Microvision社製NOMAD)の特長上、頭部が傘となっていて、視野の上部が遮られているためである。

次に主作業を与えられた時の副作業の検出率であるが、紙マニュアルでの作業より、STDを非効き目に装着した時の作業の方が検出率が高い。

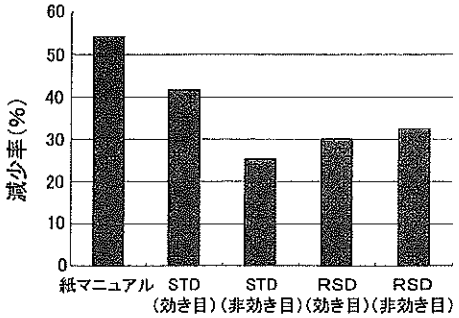


図8 主作業を行うことによる副作業の検出率の減少率

主作業を与えられることによる検出率の減少率は図8に示す。図からもわかるとおり、紙マニュアルで作業を行った場合、50%以上減少している。それに対し非効き目にSTDを装着した場合、25%しか減少してない。RSDにおいても作業を行う事による検出率の減少は少なくなっている。これは、従来のように紙の指示図の持つことで生まれる「紙により視界が遮られる」、「紙を見るために下を向く」といった副作業に対するヒューマンエラー要因が、実視野を見ながら指示図を見られるといったARの特徴により緩和されたからと思われる。

また、効き目にSTDを装着した場合の減少率は40%と高くなっているが、これは効き目に装着することでマニュアルが外景に対して被験者の視野に強く出すぎたためと思われる。実験後のアンケートからも、「効き目にSTDを装着した場合、STDの映像が強くて酔う」といった意見もあった。

3-2 主作業の作業所要時間に関する比較

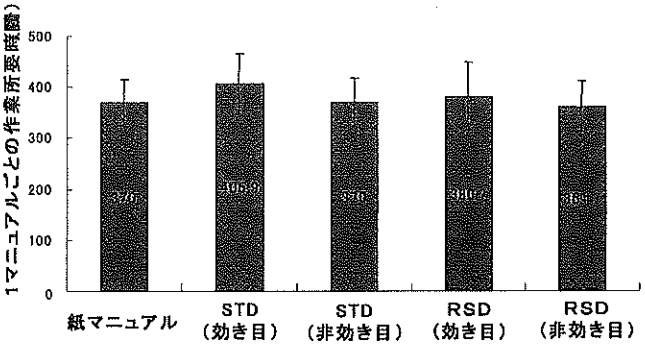


図9 主作業の作業所要時間

次に主作業おける作業所要時間の平均を図9に示す。ここでも、STDを非効き目に装着した場合は30秒近く、効き目に装着した場合と比べ減少していることがわかる。いずれにしろ、STDの非効き目、RSDを装着した場合、紙マニュアルに対し大きな差は生じなかった。

5. まとめ

本研究では主作業の作業マニュアルでARを用いたときの副作業である発光の検出作業に対する影響について実験を通して検討した。結果、本作業ではSTDを非効き目に、そしてRSD装着し主作業の作業マニュアルとして用いる事で副作業に対してヒューマンエラー要因を緩和するといった有効性が見られた。また、この実験を通して、背景への注意を必要とするような現場への、作業マニュアルにARを導入するという、新たな方向性も示せた。

謝辞

なお、本研究は、財団法人立石科学技術振興財より、平成18年度研究助成金を受けて行ったものである。ここに記し、謝意を表する。

参考文献

[1]中西美和, 岡田有策, 熟練者および非熟練者の両者を支援する手順提示方法としてのAugmented Reality技術の応用, ヒューマンファクターズ, 11(1), p84,2006

C2-3-5

組立作業におけるマニュアル表示のためのインタフェース -Augmented Realityの応用可能性-

○ 三浦敏郎（慶應義塾大学）　中西美和（東京理科大学）　岡田有策（慶應義塾大学）

An Experimental Study on Interface for Displaying Procedures in an Assembling Task -Application Possibility of Augmented Reality-

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

1．はじめに

作業現場のヒューマンファクター管理においては、作業効率を保ちながらヒューマンエラーの削減を実現することが望まれる。特に、製造現場においては、作業の正確さや効率を左右する大きな要因は、手順書や指示書といった作業マニュアルのユーザビリティである。この点に関して、著者らは、従来採られてきたような紙媒体の作業マニュアルに替えて、Augmented Reality を応用した提示システムの可能性について、実験を通して検討してきた。ただし、これまでの実験では、作業マニュアルの記載内容を、操作手順および操作箇所の指示に限定していた。そこで、本研究では、これら一連の研究を補完すべく、作業時に取り扱う対象物の形状や位置の提示方法に Augmented Reality を応用する可能性について検討する。特に、対象物の組み立て作業時に、Augmented Reality を用いた際の作業パフォーマンスについて実験的に探った。

2．実験方法

本実験での対象作業は、完成図を参考にブロックを組み立てることとした。完成図の提示方法は①従来型の紙媒体のマニュアル　②PC のディスプレイ(PCD)　③シースルーディスプレイ(STD)　④網膜走査型ディスプレイ(RSD)の４種類とし、これを実験条件とした。紙媒体のマニュアルは、図１のように、ブロック群を６方向からみた平面図を載せてある。この場合、視点は６方向に固定されている。一方、PCD、STD、RSD の場合の完成図の提示方法は、視点を任意に変えることができるようにした。図２のようにブロックを立体表示し、マウスでドラッグすることでブロック群を回転させ、様々な視点で確認できる。完成図には、ブロックを全て組み立てたときのブロック群が記載（表示）されている。全ての実験課題において、ブロック群は１５個のブロックから構成されている。制限時間以内に正確にブロックを組み立てることを被験者のタスクとした。被験者自身が、完成図通りに組み立てたと判断した時点、または制限時間を過ぎた時点で実験を終了とした。実験風景を図３に示す。被験者は 21～24 歳の学生５名（利き目左０人、右目５人）で、各被験者が４つの実験条件（①紙媒体、②PCD、③STD、　④RSD）について実験課題を試行した。また、STD、RSD は被験者の非効き目に装着した。今回は実験１回の制限時間を１０分に設定した。

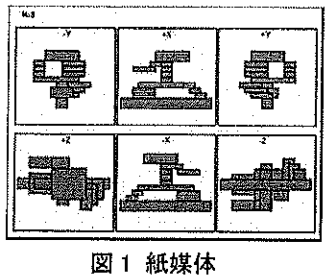


図１ 紙媒体

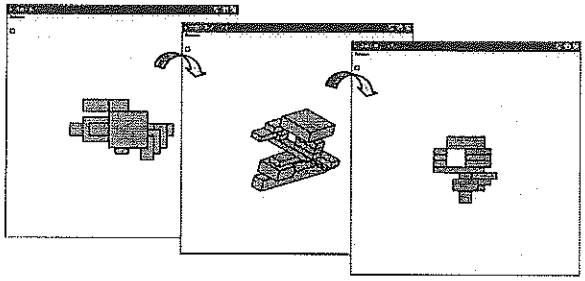


図2　立体表示(イメージ)

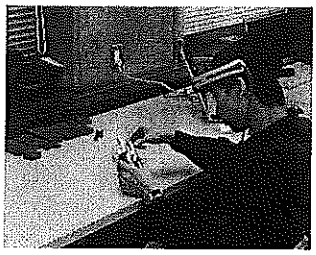


図3　実験風景

3．実験結果

本実験では、被験者は１５個のブロックを組み立てる作業を行った。実験終了後のブロックの状態について以下の３種類に分類した。

① 制限時間内に組み立てたブロックの中で、正しく組み立てたブロック数

② 制限時間内に組み立てたブロックの中で、誤って組み立てたブロック数
③ 制限時間内に組み立てることのできなかったブロック数

作業効率を、①を作業時間で割ったものと定義した。コミッションエラー数を②、未処理数を③とし、これらを評価指標とした。

3－1　紙媒体と3種類のディスプレイの比較

図4は、各条件の作業効率について表したものである。結果から、PCD、RSD、STD の作業効率に比べ、紙媒体の場合の作業効率が低いことがわかる。特に、図5のコミッションエラーに注目すると、紙媒体に比べ、他の3つの条件(PCD、STD、RSD)の場合はコミッションエラーが大幅に減少していることがわかる。従来型の紙媒体を基準に考えると、紙媒体のマニュアルの場合は固定された視点からでしかブロックを確認できない。PCD、STD、RSD の条件では、ディスプレイ上に表示されたブロック群を自由に回転できるため、作業者自身がブロック群を認識しやすい視点で捉えることができた。このため、ブロック間の位置関係やブロックの形状をより容易に把握することができ、コミッションエラーの減少につながった。このことから、組み立て作業においては、紙媒体のマニュアルよりも、自由に視点を変えて表示することのできるディスプレイ表示の方が優れていると言える。

3－2　3種類のディスプレイの比較

3種類のディスプレイのうち、STD は外景透過率が 15%程度であり、RSD は外景透過率がほぼ 100%である(ディスプレイ上に何も表示していない状態において)。PCD、STD、RSD の条件で作業効率について(図4)、それぞれ比較すると、PCD の効率が高く、RSD は PCD よりやや低く、STD は一番劣る。PCD の場合、被験者は、画面とブロックを交互に両眼で捉えていた。また、RSD の場合、非効き目は RSD によって覆われているが、その外景透過率が高いので、ブロックを両眼で捉えることができた。RSD の作業効率が PCD より劣ったのは、単色表示の RSD よりも、カラーで表示できる PCD の方が見やすさという点で優れていたためであると考えられる。一方、STD の場合、ブロックを組み立てる際、手元を両眼で見ることが難しく、立体的な形状の把握がやや難しくなったと考えられる。

未処理数（図5）について PCD、STD、RSD の3条件を比較すると、STD はこの3条件の中ではかなり未処理数が多いことがわかる。PCD、RSD についてはほとんど差がなかった。STD の場合は、手元を両眼で見ることが難しく、作業に時間がかかったため制限時間内に組み立てることができず、未処理のブロックが多くなった。RSD にわずかに未処理が生じたのは、RSD は単色表示なので、わずかながらマニュアルの確認に時間を要したためであると考えられるが、PCD と RSD はほぼ同程度であると言える。そして、実際の組み立て作業の現場を考えると、傍に PCD を置いて作業を行うことが難しいことも少なくないことから、このような作業の場合、ウェアラブルな RSD の利用が特に有効であると思われる。

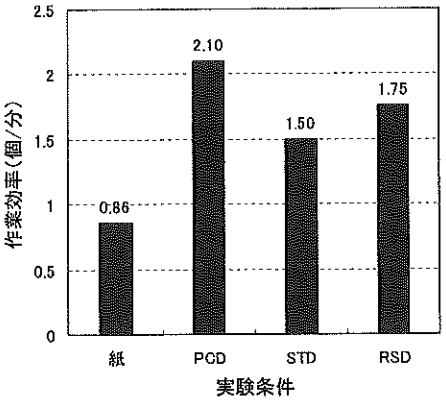


図4　作業効率

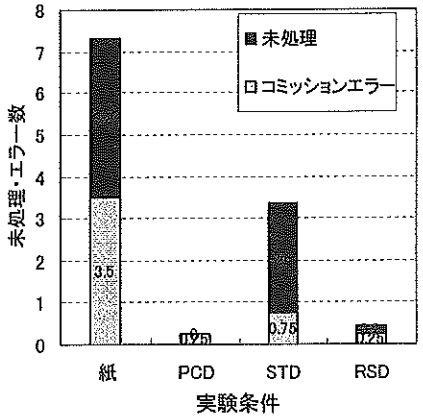


図5　エラーと未処理

4．まとめ

本研究では、対象物の組み立て作業時に、Augmented Reality 用いた際の作業パフォーマンスについて実験的に探った。3次元での組み立て作業においては、視点を自由に変えることのできるディスプレイ表示が有効であることがわかった。PC のディスプレイを傍に設置して作業することが難しい作業環境下では、ウェアラブルで透過性の高い網膜走査型ディスプレイの利用が特に有効であることがわかった。なお、本研究では財団法人立石科学技術振興財団より、平成18年度研究助成金を受けて行ったものである。ここに記し、誠意を表する。

代表者氏名：三浦敏郎
所在地：慶應義塾大学大学院理工学研究科岡田研究室(045-563-1511　内線 42636)
e-mail: toshiro-miura@jcom.home.ne.jp

D2-1-1

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

○早坂敏治、木村昌臣、大倉典子（芝浦工業大学工学部情報工学科）
土屋文人（東京医科歯科大学歯学部附属病院）

Analysis of the near-miss case of medicine using the text-mining technique.

Toshiharu Hayasaka, Masaomi Kimura, Michiko Ohkura (Shibaura Institute of Technology)
Fumito Tsuchiya (Tokyo Med. & Den. Univ. Dental Hospital)

1．はじめに

近年、医療現場における医療事故やヒヤリハット事例が後をたたない。ヒヤリハット事例というのは、一歩間違えたら事故になっていたかもしれない事例のことである。そのような事故やヒヤリハット事例では投薬ミスによるものが最も多いことが知られているため、薬を扱った事例に対して解析を行うことは、医療事故を減らすため重要なことであると考えられる。特にヒヤリハット事例は、発生要因は事故のものと変わらずさらに事故と比べ発生件数が多いため、単に事故の事例のみを扱うよりも有用な情報を多く得られると期待できる。去年度までの研究は主に定型項目に対するデータマイニングによる解析であったが[1)]、テキストマイニングで扱う自由記述欄は、報告者自らの言葉で書かれており、情報量も多くより詳細な結果を導き出せることが期待される。

以上のことから、本研究では医薬品投薬ヒヤリハット事例に対してテキストマイニングを用いて分析を行い、潜在的なリスク因子を浮き彫りにし、重大事故防止の手がかりを得ることを目的としている。

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、独立行政法人医薬品医療機器総合機構で収集された医薬品投薬ヒヤリハット事例第12回、第13回、第14回、計858件である。

使用データは1件につき『発生時間帯』、『内容』、『当事者の職種』、『当事者の経験年数』、『販売名』、『販売名（本来）』、『検討要因』などの質問に対し記入式で回答された24項目及び『事例の具体的な内容』、『事例が発生した背景・要因』、『実施した、若しくは考えられる改善策』、『コメント』などの自由記述形式で書かれている4項目、計28項目からなる。ただし、『販売名（本来）』など括弧付きで本来と書かれた項目には本来投与すべき薬品の情報が、『販売名』のように括弧付きの本来がない対応した項目には誤って投与しそうになった薬品の情報が記入されている。

また、本研究の解析に使用したデータマイニングツールはSPSS社のClementine9.0及びText Mining For Clementine2.2である。

3．使用データの問題点及び前処理

データマイニングでは前処理、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加工や選択、追加などを行い、本解析では加工されたデータを基にルールやパターンを抽出し、その解釈を行う。

本研究で使用するデータは記述式のものであり、書式が統一されておらず、そのままの形では解析を行うことができないため、前処理を行った。以下に前処理として行ったものを紹介する。なお、定型項目の前処理に関しては去年度のものを参考に行ったため[1)]、本稿ではテキストマイニングで扱う自由記述欄に関しての前処理を紹介する。

まず、Text Mining for Clementineは改行があると正しく読み取ることが出来ないため、これらの改行を削除した。また、括弧などの記号はそのまま処理を行うと、適切な場所で言葉が区切られないなど解析に悪影響を及ぼす可能性があるため不要な記号は削除した。さらに、表記のゆれや同義語による違った表現などがある場合にはそれらは全て別のものと判断されてしまうため、類義語辞書を作成しこれらをまとめる処理を行った。

4．本解析

前節の前処理を行ったデータに対して以下のような解析を行った。

解析1　『検討要因』と『当事者の職種』の関係を調べるためウェブグラフを用い解析を行った(図1,2)。ウェブグラフは頻度が多い組み合わせを抽出してしまうため、各職種に分けることでそれぞれの職種で多く挙げられる要因を抽出した。

解析2　『事例の具体的な内容』に対しテキストマイニングを行った。形態素解析で検出された主要語の頻度を調べたところ「間違う」、「間違える」、「誤る」など原因と繋がる可能性がある語が多く検出された。これらの語が含まれる文を抽出することで要因と考えられる内容を抽出した(図3,4)。

解析には単語間リンク法を用いた。単語間リンク法とは、係り先と係り元で同じ単語を持つ場合それらを繋ぎ合わせ、似た内容・構造を持つ文を集約して提示することができる方法である[2)]。

解析３　『事例の具体的な内容』など他の自由記述項目に記述されていること以外にどのようなことを指摘しているのかを調べるべく『コメント』欄に対して単語間リンク法を用い解析を行った(図５)。

５．本解析の結果及び考察

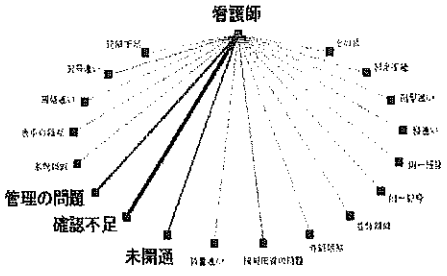


図１　『検討要因』と『当事者の職種』(看護師)

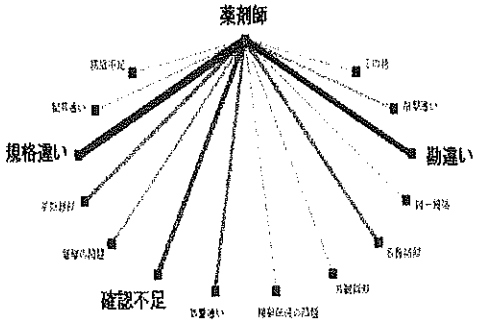


図２　『検討要因』と『当事者の職種』(薬剤師)

解析１　「看護師」の場合は「確認不足」や「管理の問題」、「未開通」などが多いことが分かり（図１)、「薬剤師」の場合では「規格違い」が最も多く、次に「勘違い」が多いことが分かった（図２)。

この結果から、職種ごとに多く挙げられる要因が異なり、それぞれで改善策が必要であることが言える。

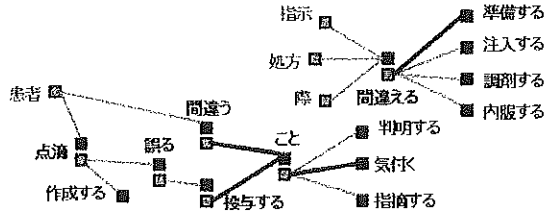


図３　『事例の具体的な内容』看護師

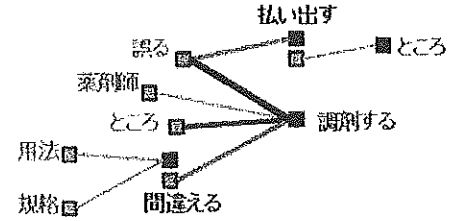


図４　『事例の具体的な内容』薬剤師

解析２　解析１より職種により要因が異なることが分かったので、職種の中でも事例数の多い「看護師」と「薬剤師」に分けることによって、それぞれどのようなことを間違えたのかを抽出することができた。

看護師の場合「指示・処方を間違えて準備・調剤・注入・内服する」「患者を間違うことに気付く・判明する」と読み取ることが出来(図３)、薬剤師の場合「誤って調剤する」や「用法・規格などを間違えて調剤する」と読み取ることが出来る(図４)。看護師の場合、医師や患者など、接することが多い第三者が関わる間違いが多いのに対し、薬剤師の場合は用法や規格など薬を扱う上での間違いが多いことが窺える。

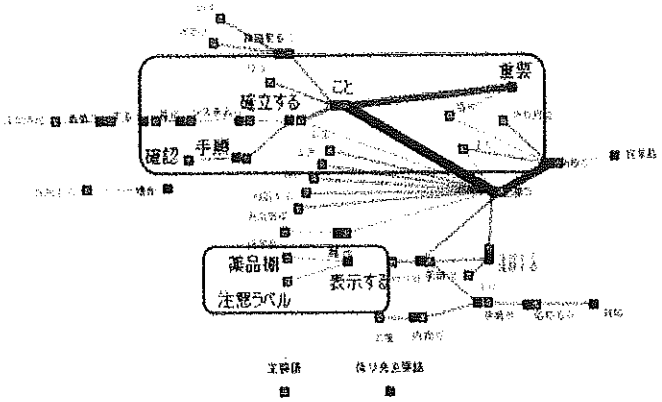


図５　『コメント』欄の単語間リンク法

解析３　「確認手順を確立することが重要」や「薬品棚・注意ラベルを表示する」など改善策と思われる文章を抽出することが出来た。

しかし、『実施した、若しくは考えられる改善策』という項目があるにも関わらず〔コメント〕欄でも改善策と思われる文章が記述されている。このことからデータの項目分けに問題があるのではないかと考えることが出来る。

６．まとめ

本解析を行った結果、それぞれの職種により要因は異なり、職種ごとに改善策が必要であることが分かった。また、実際にどのような改善策を医療現場の人が挙げているかも抽出することが出来た。今回は看護師と薬剤師以外の職種については事例の数が極端に少ないため、より深い解析を行うことが出来なかった。それらの職種についてはこれからも情報の収集を続け、充分な件数が確保できた時点で同様の解析を行なっていく必要があると考えられる。

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（第三報）；日本人間工学会関東支部第35回大会講演集, 103-104, 2005

2）木村、他：医薬品使用の安全性に関するアンケートの解析；日本人間工学会論文誌, 41(5), 297-305, 2005

3）青砥、高橋、木村、大倉、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；第３回情報科学技術フォーラム(FIT2004)講演論文集, 511-512, 2004

4）木村、大倉、土屋：テキストマイニングによる医薬品投薬ヒヤリ・ハット事例の解析；日本人間工学会第47回全国大会講演集, 232-233, 2006

D2-1-2 医薬品使用安全性データベースの提案

○ 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）

The Suggestion for Database of Safety of Drug Use

Masaomi Kimura, Michiko Ohkura (Shibaura Institute of Technology)
Fumito TSUCHIYA (Tokyo Med. & Den. Univ. Dental Hospital)

1．はじめに

医薬品に関する物の安全性に加えて、医薬品を正しく扱わずに発生する医療事故を防止するという観点から、近年その使用の安全性も高い関心を集めている。各医薬品使用時の安全性に関する情報をまとめたデータベースを構築することによって、医薬品を正しく扱うために考慮すべき情報を容易に参照することができ、その結果として医療事故を減少させることができると期待できる。

そこで本研究では、そのデータベース構築の基礎となるデータモデル及びスキーマの提案を行う。

2．対象データ

対象とする医薬品の使用安全性に関する情報として、製薬会社の期待する正しい使い方についての情報と、その期待と実際との差の情報を与える正しく使われなかった場合の情報を扱う。

医薬品の正しい使い方に関する情報は、各医薬品の添付文書から得られる。添付文書の記載項目のうち、使用の安全性に関係する部分は「警告・禁忌」「用法・用量」「使用上の注意」であるが、本稿では処方から投与まですべてのフェーズで特に重要となる「用法・用量」に着目する。

一方、正しく使われなかった場合の情報として独立行政法人医薬品医療機器総合機構による医薬品ヒヤリ・ハット事例情報データベースがある。ただし、これは事例ごとに収集されたものであり医薬品中心にまとめられたデータとなっていない。本研究では各医薬品に対する情報をまとめデータベースを構築することが目標であるため、事例ごとでなく医薬品ごとに事例群をまとめる必要がある。

医薬品の添付文書とヒヤリ・ハット事例は元々別途に管理されているが、このような観点から各データをまとめ直し、医薬品固有のデータをもとにこれらの情報を結びつけることによって横断的に医薬品使用の安全性情報を得ることができる。

3．概念スキーマ

前節をもとに、データベースが持つべき情報を概念スキーマとして拡張ER図を利用して整理する。

まず、医薬品がもつ固有の情報のうち特に使用安全性に関係する部分として、医薬品名称、規格単位、剤形の情報が必要になる（基本情報）。これらは、ヒヤリ・ハット事例の主要な原因である名称類似・外観類似に関係した情報および数量違いの事例に関する情報であるからである。さらに規格単位違いの事例が発生した場合に規格単位のどの点について間違えたのか、誤って何倍投与をしてしまったのか等を把握するため、規格単位は数値部分と単位部分を分離して保持する。さらに、これらの情報を指定する主キーとしてHOT9番号を利用する(図 1)。

この基本情報と関連する用法・用量情報とヒヤリ・ハット情報は以下の通りである。

用法・用量情報は、医薬品だけでは一意に決まらず、効能と投与対象（成人、高齢者等）の情報がそろって決定される。このため、用法・用量情報は基本情報と、一対多関係となる。さらに、投与量については「○○mg～××mgで利用する。ただし効果不充分の場合は△△mg以下で利用すること」などの表現をとることがあるため、通常利用する範囲と最高用量の情報を持つことができる構造にする必要がある(図 2)。

ヒヤリ・ハット情報に関しては、数量違いと薬剤違い、それ以外の場合で保持すべき情報が異なる。数量違いの場合は、どの程度の数量を間違えたかという情報が重要だが、薬剤を取り違えた場合は誤って使用した薬剤名が必要となる。そのため「数量違い」「薬剤違い」に対応して本来投与すべき量や薬剤を保持するエンティティを設けた。

また、要因や当事者は現状では一事例に一つ記入するようになっているが、複数の要因が絡んで発生するような場合や複数人による確認や引き継ぎが発

生するような複数人が関わる場合には対応できないことから、それぞれにエンティティを用意する必要がある。また、患者の心身状態についても第一正規化のためエンティティを設けた。

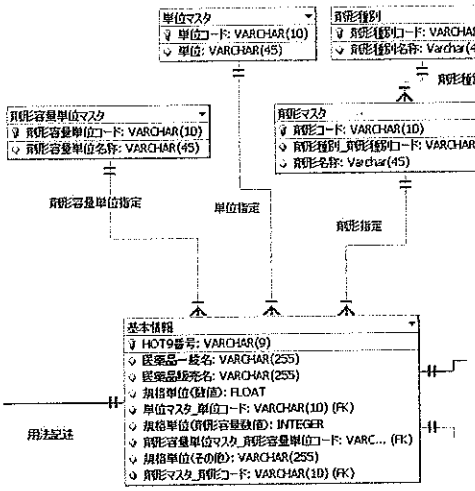


図1　基本情報部分

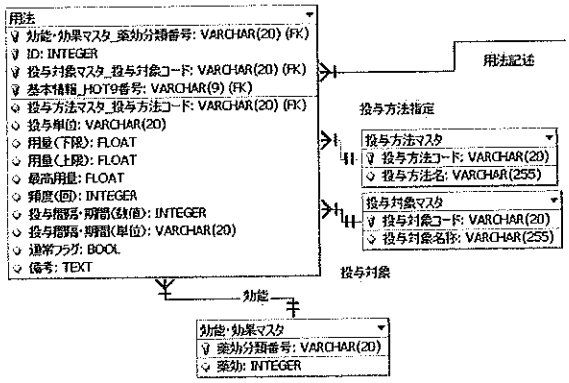


図2 用法・用量情報部分

また、第12回から第14回までの調査分のヒヤリ・ハット事例データベースの「考えられる対応策」では確認することが最も重要であるとする報告が多いため[1]、確認の有無および確認内容についての情報を記述できるようにする必要がある。

さらに、自由記述以外の部分では記入時の表現の揺れを抑えるために、マスタに含まれる項目から選択する方法をとる必要がある。

以上の条件から、ヒヤリ・ハット事例情報に関しては図3のように概念スキーマをまとめた。

6. まとめ

本稿では医薬品使用の安全性に関するデータベースとして持つべき概念スキーマの整理を行った。今後は、これをもとにデータベースを構築していく予定である。なお、構築するにあたり、そのデータとなるヒヤリ・ハット事例の継続的な収集が重要であることは言うまでもない。

参考文献

1) 木村,大倉,土屋: テキストマイニングによる医薬品投薬ヒヤリ・ハット事例の解析, 第47回日本人間工学会大会(2006)

代表：木村昌臣(芝浦工業大学 工学部 情報工学科)

〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5

masaomi@sic.shibaura-it.ac.jp

TEL: 03-5859-8507

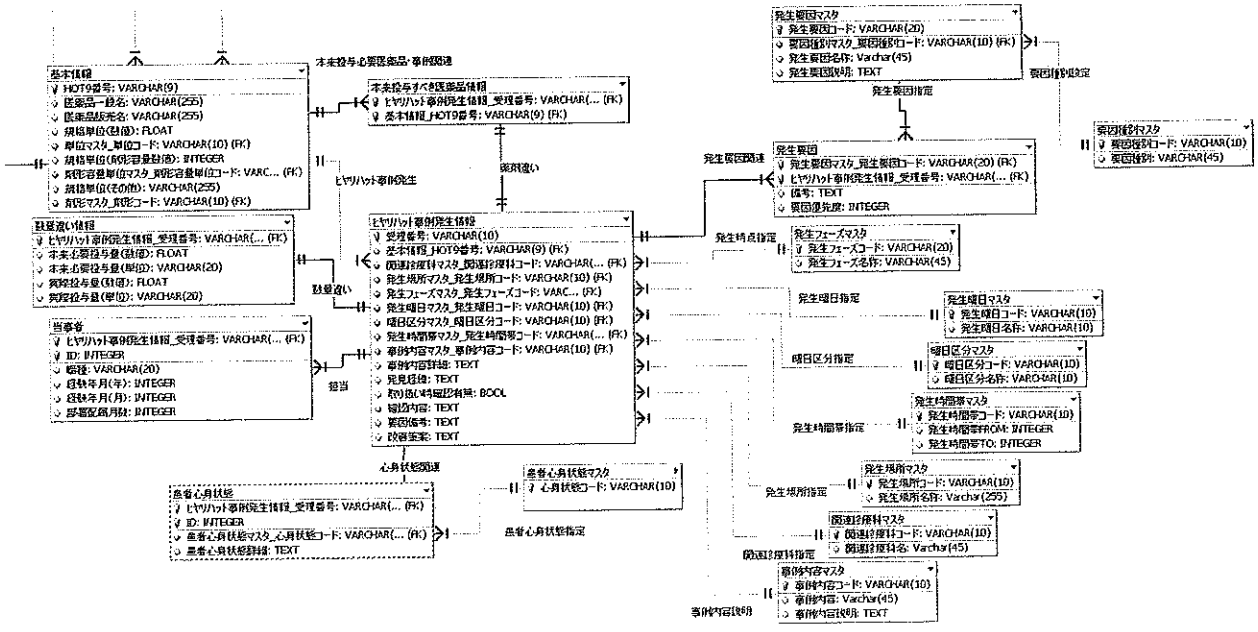


図3　ヒヤリ・ハット事例情報部分

D2-1-3

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
－複室バッグ容器の開通作業における被験者の特性－

○張替俊明（芝浦工業大学大学院）、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）

Examination of method of displaying medicine to prevent human error
－Human Characteristics on Opening Process of Infusion Bag－

Toshiaki Harikae, Michiko Ohkura (Shibaura Institute of Technology),
Fumito Tsuchiya (Dental Hospital ,Tokyo Med. & Den. Univ.)

1．はじめに

現在、医療事故が大きな社会問題となり、事故防止のためのさまざまな取り組みが行われている。点滴などで使われる複室輸液バッグでも「隔壁の開通忘れ」の事故が起こり、問題となった。そこで我々は、事故防止のための複室輸液バッグの表示デザインに関する検討実験を行って、その製品化に寄与した[1]。今回は、その実験の際に撮影したビデオを基に、被験者の特性に関する種々の解析を行ったので、その結果を報告する。

2．観察した項目

被験者が複室輸液バッグの隔壁の開通作業を行ったときのビデオを用いて、解析を行った。被験者は看護師20名（女性20名）、薬剤師14名（男性8名、女性6名）である。

まず、被験者がバッグを受け取ってから作業終了までを以下の3つに分けた。

① 作業開始から、バッグを開通し始めるまで
② 開通をし始めてから、開通し終わるまで
③ 開通が終わってから、作業終了まで

この①②③において、各被験者の作業時間と表1に示した動作の有無について観察した。

解析は、これらの各作業時間・各動作の有無・被験者の属性である役職（看護師・薬剤師）や性別（男女）などを対象として行った。ただし、薬剤師1名のデータは、作業時間が正規分布から大きく外れていたため、はずれ値として、解析対象から除外した。

以下、何も表示がない複室輸液バッグの開通作業の観察結果について、記述する。

表1　確認した動作

開通前①	袋を受け取る
	机に置く
	袋を開ける
	混注口を確認
	投与口を確認
	セーフゲートを確認
	上下の確認
	開通壁の確認
	バッグ全体の確認
開通中②	隔壁を開通する
開通後③	机に置く
	バッグ全体の確認
	混注口を確認
	投与口を確認
	セーフゲートを確認
	上下の確認
	開通壁の確認
	液体を混ぜる

3．観察結果

3.1　作業時間の観察

まず、①②③の各作業時間と①②③の合計時間に対して、看護師と薬剤師の差の検定を行った。その結果を図1に示す。図1の**は有意水準1%以下で有意であることを示す。

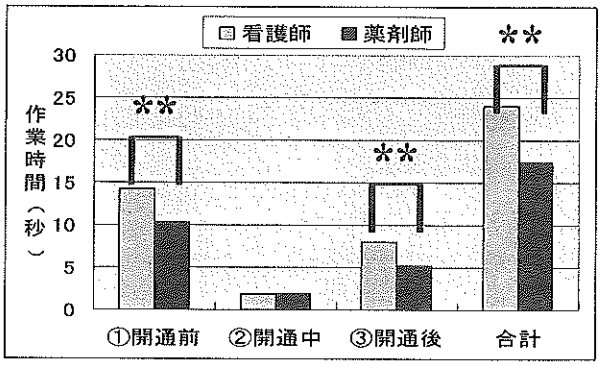


図1　各時間の被験者の作業時間の平均

検定の結果、①、③、合計時間で有意に差があり、薬剤師の方が看護師に比べて作業時間が短いことがわかった。また、薬剤師において、男女で差を検定したところ、どの項目においても有意な差はみられなかった。

3.2 動作の観察

表１であげた動作項目（開通中②を除く）について、動作の有無を観察し、動作ごとに被験者が行った割合を求めた。その結果を図２に示す。図２の*は有意水準5%以下で有意であることを示す。

図２を見ると、全体的に看護師の方が多くの項目で高い値を示している。各項目で比率の差の検定を行ったところ、

- ①開通前・混注口の確認
- ①開通前・投与口の確認
- ①開通前・バッグ全体の確認
- ③開通後・混注口の確認
- ③開通後・液体を混ぜる

の各項目に関して、看護師と薬剤師の間に有意に差があった。また、「開通前・上下の確認」の動作に関しては、統計的には差はないものの、薬剤師の方が高い割合になっていた。

一方薬剤師において、性別に注目して動作を見たところ、「開通前動作・全体のバッグの確認」の動作において、男性において高い割合で行われ、有意に差があった。

3.3 各項目の関連性について

動作と役職の関連や各動作間の関連を見るために、Webグラフを作成した。その一例を図３に示す。この図では、関連が強いほど太い線で表される。

図３から、開通後の動作の「無」同士が強く関連していることがわかる。これより、開通後にある１つの動作を行わない人はその他の多くの動作も行わないということがわかった。

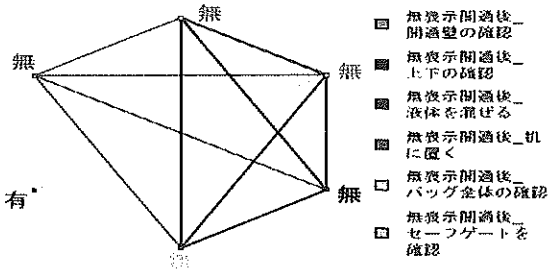


図３　各動作項目の関連図

4．考察

作業時間および動作の割合から見て、看護師の方が慎重に作業を進めていることがわかった。これは、看護師の場合、次の作業は患者への投与であり、「自分の後には誰もチェックしない」という状態が習慣となっているため、確認をしっかり行っていたと考えられる。

5．まとめ

複室輸液バッグの開通作業における作業時間や動作の解析を行った。その結果、被験者の属性によって、作業時間や確認項目等に差があること等がわかった。

今後は、今回のデータとアンケートデータとを組み合わせた解析を行い、得られた知見を基にして、薬剤の表示デザインに関するガイドラインの導出に寄与したい。

参考文献

1）張替俊明他：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４報）－複室バッグ容器に関する絞り加圧方法のための表示の検討－；日本人間工学会誌，第42巻特別号，186－187，2006

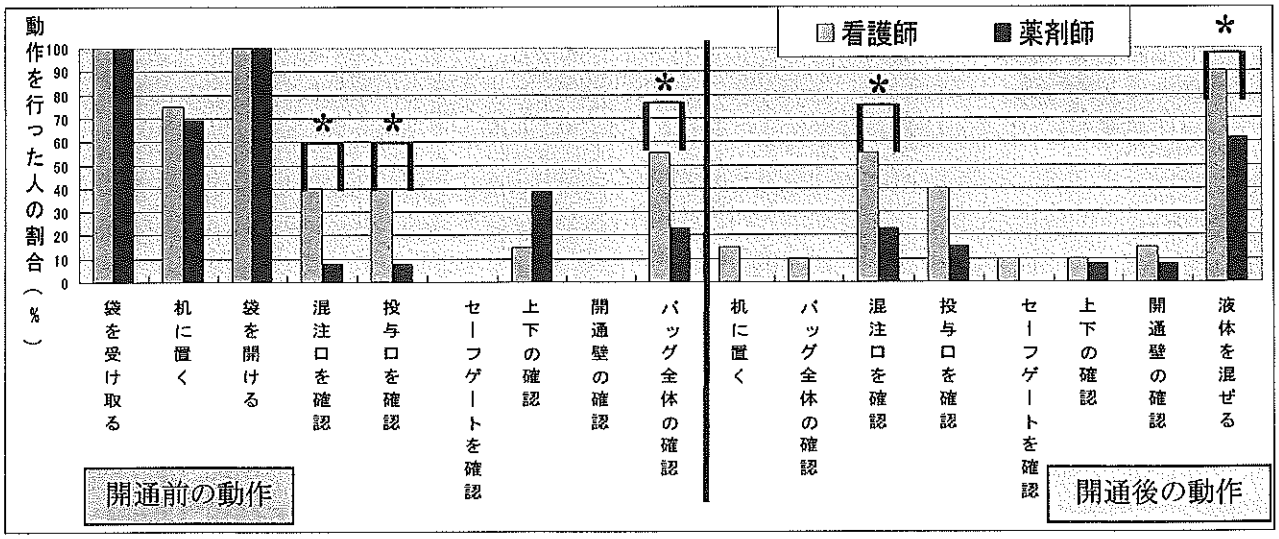


図２　職種ごとの被験者の動作の割合

D2-1-4

看護師の与薬準備業務における作業手順に関する研究

○辻　容子，山田クリス孝介，青木和夫（日本大学大学院理工学研究科）

A study on preparation procedure of medication administration by nurses

Yoko TSUJI,　Kousuke C. YAMADA,　Kazuo AOKI

(Medical and Welfare Engineering, Graduate School of Science and Technology, Nihon University)

はじめに

行政で「ヒヤリ・ハット事例」の収集・分析が開始され，早5年の年月が経つ．その内訳は当初から与薬業務が上位を占めており，薬剤の準備段階で薬剤の間違いや患者間違いなどのヒューマンエラーが主な原因とされており，現在も重要な問題となっている．これらに対して近年ＩＴ化が進み，患者IDとしてリストバンドにあるバーコードを，携帯端末を用いて認証できるシステムが導入され始めた．しかし，これらの対策の効果について実証した例は少ない．そこで，看護師および看護学生を対象としてバーコードリーダを用いた認証方法（以下，バーコード法）と，実施者のサインを記入とする方法（以下，サイン法）の与薬準備選別作業実験を行い，作業手順およびエラーの発生状況の検討を行った．

実験方法

【被験者】臨床指導の経験がある病院に勤務する現職看護師11名(平均年齢31歳，経験年数平均9年，SD=3.8)，臨床実習を終えた看護大学4年生11名(平均年齢22歳)，計22名である．看護師は病院でバーコードリーダを用いた安全確認作業を実施していない看護師とした．

【作業】ナースステーションを想定し，立位姿勢にて作業を行った．患者7名の与薬準備選別作業を，バーコード法は，ノートPCを用いて照合結果を液晶画面で「OK」もしくは「NO」という文字によるフィードバックとした．間違えた場合にはやり直しはなしとし，次作業を続行させる指示とした．2セット練習後，本実験は連続計6セット行った．作業はできるだけ早く正確に行うよう教示した．使用した薬剤は，内用薬，外用薬，点滴の3形態とし，点滴のみ1種類の薬剤を準備し，その他は薬剤袋の選別とした．薬剤名は実在しないダミー名を用いた．

【作業手順と測定項目】実験について同意を得た被験者に対し，電極装着後，2セット練習課題をする．その後，自覚症しらべを記入し3分間の座位安静，血圧測定を行い，3分間の立位安静とした．本施行は，7人分の与薬準備選別作業を1セットとし，計6セット実施した．再び，3分間の立位安静後，自覚症しらべを記入し，血圧測定，最後に3分間の座位安静後，実験を終了した．

確認方法の順番は，作業者の自由とした．バーコード法とサイン法は別の日に行い，被験者各々ランダムな順に実施した．作業をVTR撮影し，作業時間,作業手順,作業エラー，安全確認行動を分析した．

結果

7名分の与薬準備作業を1セットとし，計6セットの平均作業時間について，平均値の差の検定（t検定）を行った．その結果，バーコード法とサイン法について看護師と学生ともに有意差はみられなかった．

次に作業手順と作業エラーについて，各方法の作業手順タイプ別人数とSwainのエラーの分類を用いた各作業手順タイプ別の発生率（図1,2）と，安全確認行動とタイプ別エラー率（表1）を示す．バーコード法でエラーが多かったのは，「PC画面の確認」と「与薬指示書と薬剤ワークシートの認証」であった．また，安全確認行動がバーコード法とサイン法において異なっていた者が看護師2名，学生2名の計4名いた．作業者の中には毎作業同じ安全確認行動を行う者，作業を重ねるごとに指追い行動を行わなくなるなど，確認行動に違いがあった．

考察

本実験では，バーコード法とサイン法で，認証順序に違いが出る者があった．バーコード法は机上に薬剤を並べて与薬指示書，薬剤ワークシート，薬体の各バーコードを一度に読み取るという作業をした者が12名，サイン法のとき連続してサイン記入するものは2名のみであっ

た．バーコードリーダは連続して読み取ると作業効率がよいと考えられたと思われる．それに対して，サインを記入する行為は，確認する度に記入しても効率は変わらないと認識していると思われる．また，バーコード法では「PC画面の確認」をしないエラーが最も多く，作業後の確認動作をしないというオミッションエラーの改善策を考える必要がある．今回は，読み取った後に結果を画面上に文字表示したが，画面の確認を義務化することも必要と考える．

つぎにバーコード法でエラーが起きている作業は，「与薬指示書と薬剤ワークシートの認証」で，与薬指示書の読み取り時に，次の欄の患者バーコードを読んでしまっていた．与薬指示書は1枚のシートに7名の指示とバーコードが縦に並べて記載してあるため，読み取り箇所の間違いが起きてしまったと思われる．改善策として，読み取った内容を画面に表示し，作業者に知らせるなどの対策が必要であると考える．

安全確認行動については，看護師は全員「指追い」確認をしていたが，学生はこれをしない者がいた．しかし安全確認として推奨されている「指追い（指差し）呼称」を行っている者が必ずしもエラーが少ないとは今回のデータからは言えなかった．

今後は，本実験で行った生理的反応の解析を進めるとともに，薬剤投与場面に関する実験も検討したいと考えている．

表1．安全確認行動とエラー率

	バーコード法			サイン法		
	看護師(人)	学生(人)	エラー率(%)	看護師(人)	学生(人)	エラー率(%)
A:指追い呼称	6	6	0.1	8	5	0.9
B:指追い	5	1	1.0	3	3	0.7
C:見比べるのみ	0	4	0.3	0	3	0.4

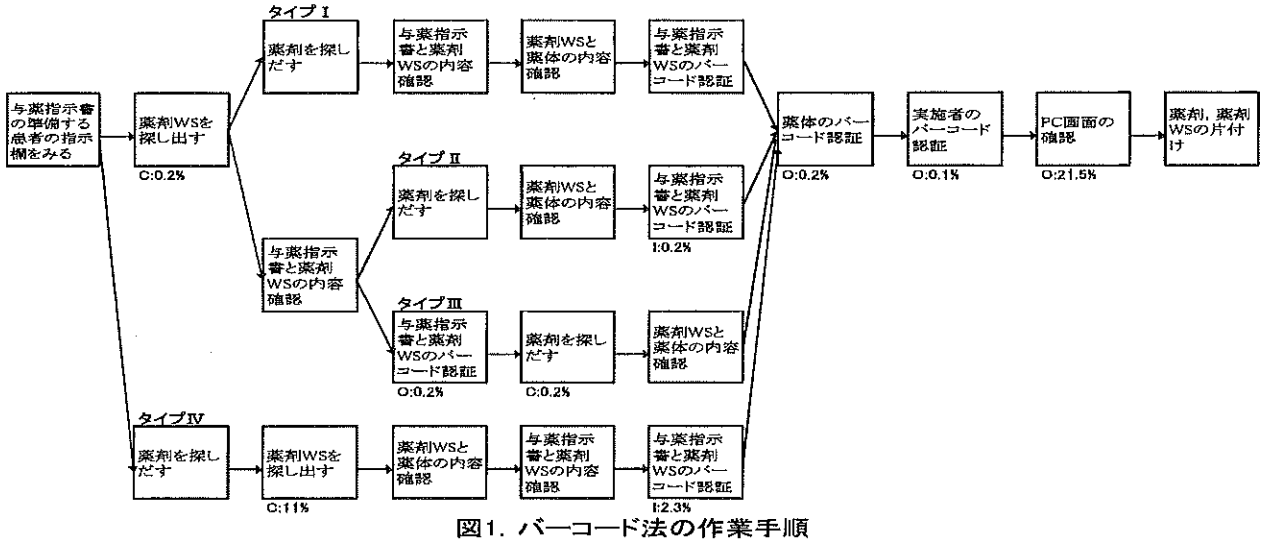


図1．バーコード法の作業手順

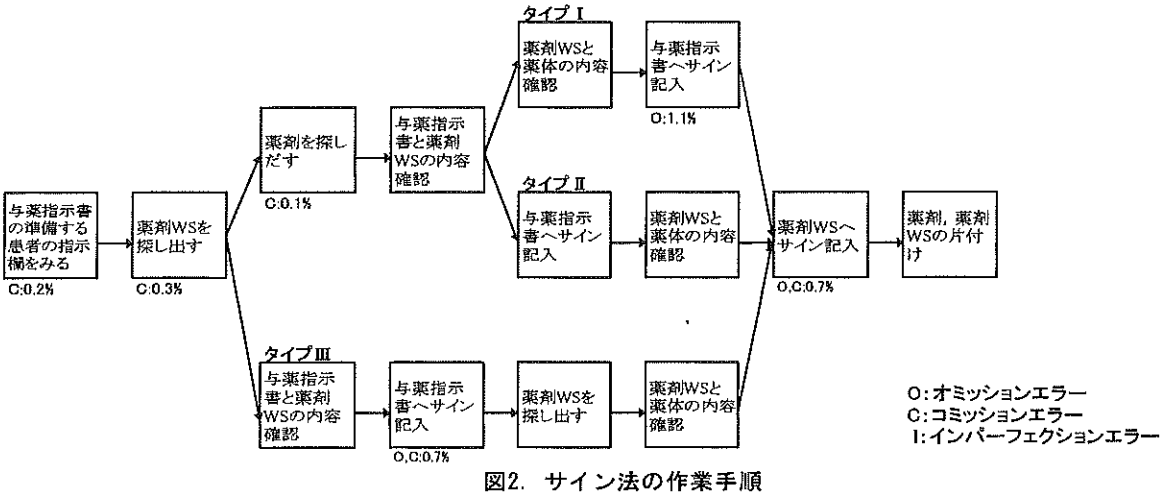


図2．サイン法の作業手順

D2-2-1

仰側臥位対応エアマットレスの開発

○野田修平[1]，山崎信寿[2]
[1]慶応義塾大学大学院理工学研究科，[2]慶応義塾大学理工学部

Development of comfort air mattress fitted for different postures

Shuhei Noda[1] and Nobutoshi Yamazaki[2]
[1]Graduate School of Sci. and Tech.,Keio University, [2]Faculty of Sci. and Tech.,Keio University

1．はじめに

睡眠中には仰臥位と側臥位をほぼ等しい割合でとっているが、両姿勢では快適と感じられる沈込状態が異なり、一般的な均一クッションではその実現が困難である。このため、姿勢の違いによる接触断面積差を利用し、自然に快適沈込量が得られるエアマットレスを開発した。

2．仰側臥位の快適状態

森ら[1]は、支持面が身長方向に16分割され，各々のばね定数を独立に設定できる実験ベッドを用い、仰側臥位の快適姿勢を実現する沈込量を明らかにした。それによると、快適化には，身体体幹部の沈込量が重要であり、腰部に対する肩と臀部の相対沈込量は、仰臥位で、各々1~12 mm、4~20 mm程度、側臥位で、各々12~25 mm、10~26 mm程度であった。このため、この平均値に腰部の平均沈込量15 mmを加算し、表1のように目標沈込量を定めた。

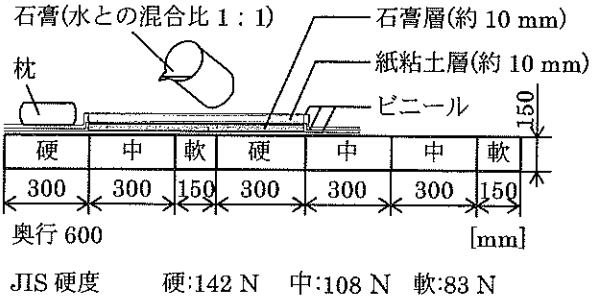


図1　接触部型取り用マットレス

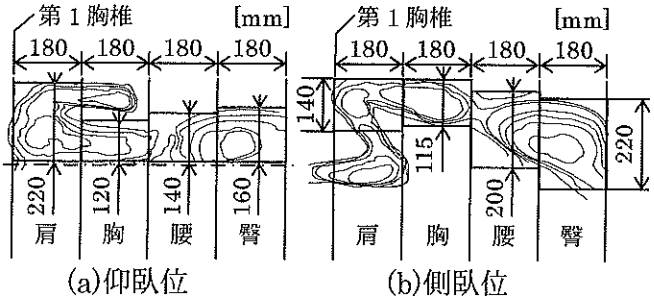


図2　等高線図

また、実験ベッドで求めた被験者の快適クッション分布を図1に示すように硬度の異なるウレタンブロックにより再現し、その上に紙粘土と石膏を薄く敷き、被験者(168 cm、53 kg)を臥床させて接触面形状を型取りした。光学式3次元形状装置(コニカミノルタ：Vivid910)により計測した石膏型の立体形状を図2に示す。第1胸椎から体幹部をほぼ4等分する間隔180 mmで肩、胸、腰、臀の接触断面積と沈込量の関係を求めると図3のようになり、目標沈込量のときの面積は表1のようになった。

3．エアクッションの設計

仰側臥位の異なる沈込量と接触断面積を実現するために、図4のオリフィス付きセル型エアクッション(ポリテックデザイン)を用いた。このクッションは、セル間のオリフィスで空気の流動を制限するために、寝返りに伴う急激なクッション変形を防ぐことができる。セルの幅は側臥位時に接する肩厚さの成人女性5 %tile値90 mmとした。

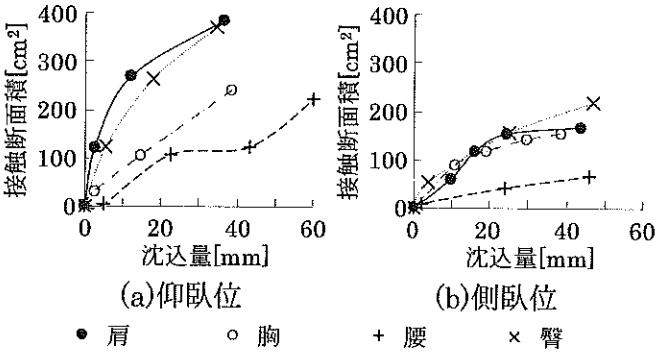


図3　沈込量と接触断面積

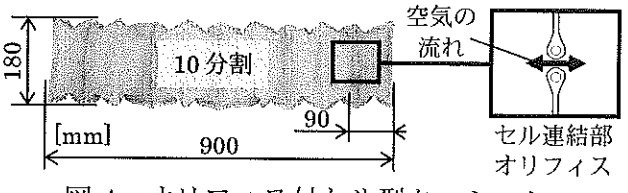


図4　オリフィス付セル型クッション

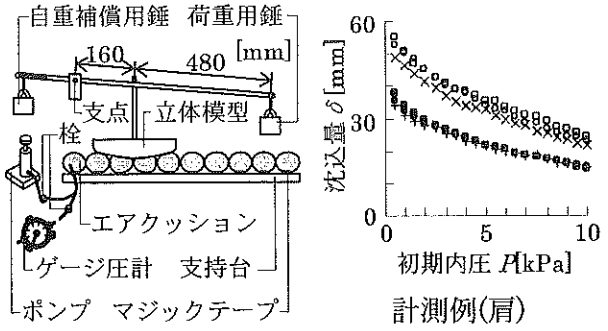


図5　押込試験方法と計測例

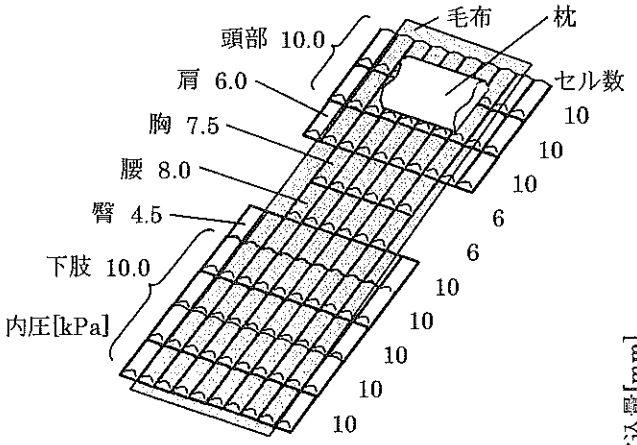


図6　エアクッション条件

4．適合クッション条件の検討

図2のデータより、仰側臥位時の体表面形状立体模型を製作し、図6の押込試験方法により体節重量相当の荷重でエアクッションを押し込み、セルの個数条件ごとに初期内圧 P と立体模型の沈込量 δ を計測した。

この結果、目標沈込量を実現するエアクッションの内圧とセル数を図6のように定めた。

5．適合クッション条件の評価

図6のマットレスに被験者1名(167 cm、54 kg)を仰側臥位で臥床させ、図7に定義する特徴点の沈込量を計測した。この結果、図8に示すように仰側臥位で目標沈込量をほぼ実現できることを確認した。

また、市販の均一マットレス(JIS硬度約150 N)との寝比べを行ない、被験者5名の2点比較法による官能検査を行なった。図9より、総合的な快適性は仰側臥位共に向上していることがわかる。

表1　仰側臥位の快適条件

	目標沈込量		接触断面積		体節重量	セル内圧	セル数
	仰臥位	側臥位	仰臥位	側臥位	仰側臥位	仰側臥位	仰側臥位
	[mm]	[mm]	[cm²]	[cm²]	[N]	[kPa]	
肩	22	33	310	160	87	6.0	10
胸	20	27	140	140	65	7.5	6
腰	27	28	110	50	73	8.0	6
臀	27	33	310	180	86	4.5	10



図7　特徴点の定義

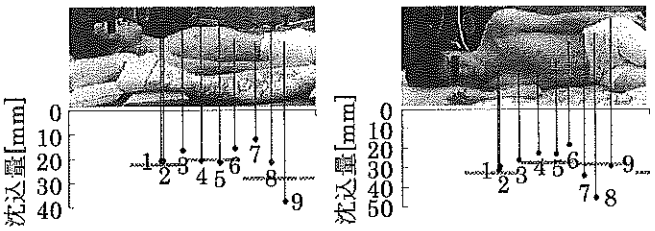


図8　仰側臥位の沈込量

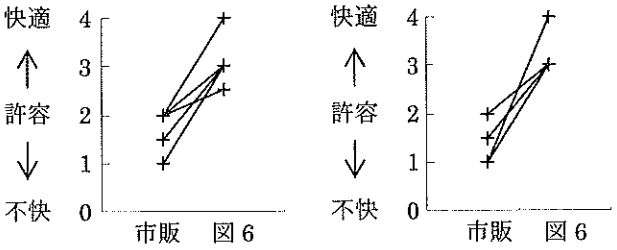


図9　総合的な快適性の比較

謝辞

クッションの試作には株式会社ポリテック・デザインの助力を得た。ここに記して謝意を表する。

参考文献

1）森伊織ら：仰側臥位適合体格別マットレスの提案，日本人間工学誌，第42巻特別号，pp.408-409，(2006)

D2-2-2

ウェアラブルロボットによる移乗介助作業の支援

○山本博人，中西美和，山本栄（東京理科大学）

Support of Transfer-Care by Wearable Robot

Hirohito YAMAMOTO, Miwa NAKANISHI, Sakae YAMAMOTO
(Tokyo University of Science)

1．背景

看護・介護作業は，介助者の大きな肉体的負担を伴い，腰痛症，頸肩腕症等の作業関連疾患も多く報告されている[1]．特に，ベッド-車椅子間の移乗介助は，介助者の腰痛症の大きな原因の一つであるとも報告されており，支援機器の開発が強く望まれている．既存の移乗介助支援機器として，吊り上げ式のリフト等が普及し始めているが，機器に扱われる不安感など被介助者の心理的負担が大きいという問題点がある[2]．

そこで，本研究では，ウェアラブルロボットによる移乗介助の支援を目指した．ウェアラブルロボットとは，装着（着用）することにより着用者の筋力が補助されるタイプのロボットであり，ウェアラブルロボットによる支援は，ロボットを着た「人間」に扱われるという点で，既存の支援機器に比べ，被介助者の心理的負担を軽減できると考える．

予備実験より，被介助者を上肢にて十分に引きつけて移乗介助を行うことにより，前傾姿勢が緩和され，腰部の筋負担が軽減されることが予測された．よって，本研究では，上肢筋力補助用マッスルスーツ[3]による支援を検討した．

2．目的

マッスルスーツによる移乗介助作業の支援を実験的に評価することを目的とした．介助者の腰部の筋負担に着目し，積分筋電図を用いて評価を行った．

3．方法

マッスルスーツ着用による移乗介助における介助者の筋負担を探るため，被介助者を模擬したマネキンを用いた実験を行った．

被験者：健常な女性看護学生２年生 13 名（平均 23.1 歳，標準偏差 5.63 歳．移乗介助の指導・実習を受講済）とした．

実験課題：ベッドの端に座ったマネキンを車椅子へ移乗させるよう指示した（介助者が，被介助者の膝の間に脚を入れ，抱きかかえるようにする方法にておこなった）．

条件：条件 A（“普段実習等通りに”と指示），条件 M（マッスルスーツ着用）による移乗作業を各４回ずつ行わせた．



図　実験風景

測定方法・項目

介助者の筋負担の指標として，表面筋電図を，日本光電社製マルチテレメータシステム WEB-5500 により測定した．測定箇所は，上腕二頭筋・僧帽筋・脊柱起立筋とした．介助者の主観を測るために，アンケート・ヒアリング調査を行った．また，課題作業中の被験者の様子

を観察するため，ビデオカメラによる撮影を行った．

使用機器・環境：

ベッド：PARAMOUNTBED94 A514（ベッドの高さは，端座位にてマネキンの足が地面に着くことが可能な 50cm 程度とした）

車椅子：MATSUNAGA CM-1（アームレスト着脱不可）

マネキン：京都科学社製，万能型実習モデルさくら（自立は不可能だが，端座位が可能な被介助者を想定）

ウェアラブルロボット：上肢筋力補助マッスルスーツ（東京理科大学小林研究室による[3]．肘部の屈曲・内転，肩部の上方回旋機能を持つ．すべての被験者が着用したサイズは同一）

4．結果・考察

課題作業における被験者の筋活動量を探るため，作業時間における積分筋電図を算出し，標準作業（条件 A）と，マッスルスーツ着用（条件 M）における筋積分値を比較した．

結果，10 名の被験者において，“通常通り（条件A）”に比べ，“マッスルスーツ着用（条件M）”における脊柱起立筋の筋積分値が，有意（α=0.05）に小さい傾向が確認された（他の４人の被験者では有意差は認められず）．脊柱起立筋が過剰な筋活動を生じることで，腰部組織に損傷を起こす可能性があり [4]，腰部組織の損傷は，腰痛症へと繋がる[5]ため，マッスルスーツによる移乗介助支援が腰痛症の軽減に繋がる可能性があると考察する．

ただし，マッスルスーツ着用により脊柱起立筋の筋積分値が減少した 10 名のうち，身長・体重の比較的小さな 4 名においては，上腕二頭筋または僧帽筋の筋積分値が，“通常通り（A）”に比べ，“マッスルスーツ着用（M）”が有意（α=0.05）に大きいくなることが確認された．また，ヒアリング等により，体格の小さな被験者には，スーツの上腕部がフィットしていないということが予測された．このことから，マッスルスーツによる移乗介助支援は，スーツが介助者に体格に合わない場合には，上腕部や肩部に余計な負担が加わり，筋負担の増加に繋がる可能性があると考えられる．よって，マッスルスーツによる移乗介助支援においては，スーツの適切なサイジングが重要であると考えられる．

5．まとめ

本研究では，マッスルスーツ（上肢補助用ウェアブルロボット）による移乗介助作業の支援を実験的に評価することを目的とした．介助者の腰部の筋負担に着目し，積分筋電図を用いて評価を行った．結果，“マッスルスーツ着用”条件において，脊柱起立筋の筋積分値が“通常通り”に比べ，有意に小さい場合があることが確認された．ただし，脊柱起立筋の筋積分値が“通常通り”にくらべ小さくなることが確認された被験者の内，体格の小さな被験者においては，上腕又は僧帽筋の筋積分値が，“通常通り”に比べて有意に大きい被験者もみられた．

≪参考文献≫

[1]峰松亮，介護職者の腰痛事情，日職災医誌，52：166-169，2004.

[2]介護現場に蔓延する介護スタッフの腰痛問題−現状と問題点から福祉機器の有効性を探る，福祉環境，11(7)：14-28.

[3]小林宏・鈴木秀俊・伊庭雅弥・長谷川翔，上肢動作補助マッスルスーツの肩機構開発と姿勢制御手法の提案，（ロボット学会投稿中，2005）

[4] Cailliet R 著，荻島秀男訳，腰痛症候群，47-65，協同医書出版者，2000

[5] 佐藤勝彦・菊池臣一，腰痛のメカニズム，からだの科学，通号 206，25-28，1999．

D2-2-3

ストレッチャー移送における安楽な臥床姿勢に関する研究

○鈴木玲子（埼玉県立大学保健医療福祉学部看護学科）
小川鑛一（元東京電機大学）

A study of a comfortable supine position in stretcher transportation

Reiko SUZUKI (Saitama Prefectual University)
Koichi OGAWA (ex-Tokyo Denki University)

Ⅰ．はじめに

ストレッチャーは、安静を必要とする患者や傷病者の移送手段として用いられている。乗車者は水平仰臥位で移送されることが多いが、呼吸機能や循環機能の不良からファウラー位姿勢が適する場合もある。ストレッチャー移送中は、同一体位が強いられる状況であり、特に身体背面への圧迫感は避けがたく安楽の阻害要因となりやすい。

本研究は、ストレッチャーの乗車姿勢における体圧分布を明らかにし、乗車者にとって安楽なストレッチャー移送方法について検討することを目的とする。

Ⅱ．研究方法

１．対象

健康な成人女性６名（22±0.8歳）で、平均BMIは21±2である。

２．測定装置

体圧測定は、XSENSOR Technology社のXsensorを使用し、センサーマット３枚をストレッチャー上に設置して全身の体圧分布を測定した。測定データは専用解析ソフトで分析して体圧分布を出力した。

３．実験方法

被験者は、センサーマットを敷いたストレッチャー上に臥床し、安静姿勢を５分間保ってもらった後に体圧を測定した。この実験で測定した臥床姿勢は、水平仰臥位（0度）および上半身を25度、35度、45度、60度の各角度に挙上したファウラー位の全５種類である。

ストレッチャー（パラマウントベッド社　KK-715）上では、枕を使用せず、上肢は腹部で軽く組み、両下肢は伸展して両踵間を10cmあける姿勢をとった。

被験者の身支度は、ブラジャーや靴下類は着用せず、綿製のパジャマを着用した。実験室内の環境は、平均室温26℃、平均湿度63％で行なった。

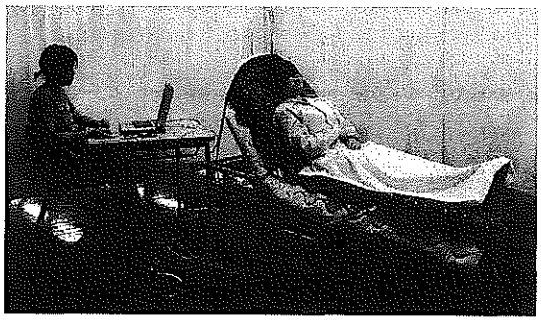


図１　ファウラー位での体圧測定の様子

４．評価方法

ストレッチャーに標準装備されたマットレスにシーツを掛けた場合（寝具Ａ）とマットレス上にベッドパッドを敷いた場合（寝具Ｂ）の２つの寝具条件に対して、５種類の臥床姿勢での体圧測定を行なった。これら全10種類の測定条件はラテン方画にて測定順序に配慮し、各１回ずつ測定した。

そのほか、ストレッチャー上での姿勢を確認するために、右前腸骨棘の位置変化量を測定した。また乗車者の主観評価を自覚症状や身体局所の苦痛より調査した。

Ⅲ．結果

長時間の局所圧迫として問題となる90mmHg以上の体圧分布についてみると、ファウラー位の角度が挙上されるにつれ圧迫圧が上昇する傾向があり、ストレッチャーに標準装備されたマットレスを使用した寝具Ａでは200mmHg以上の高い圧迫圧の分布が増加する傾向がみられた（図２）。また200mmHg以

上の体圧分布数をみると、寝具Aは寝具Bの2倍程度の分布を示した（表1）。

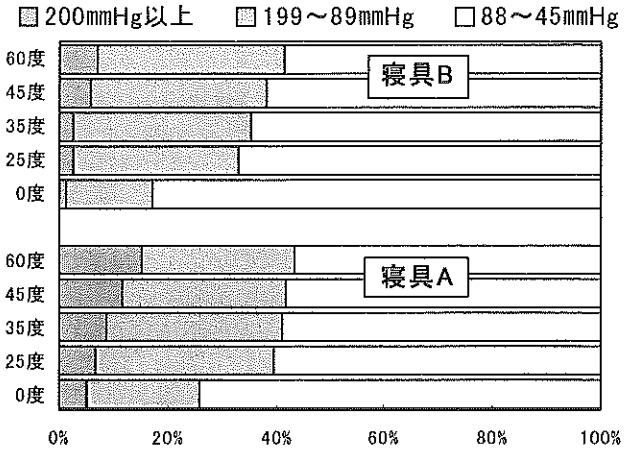


図2　寝具・臥床姿勢別にみた体圧分布

ストレッチャー上での右前腸骨棘の位置測定の結果、水平仰臥位以外の全てで下肢方向にずり下がりがみられた。寝具Aは平均46.97mm、寝具Bは平均46.17mmの位置変化であり、顕著な差はなかった。臥床姿勢では、ファウラー位の角度が上昇するにつれて変化量が上昇していた（図3）。

身体圧迫感の調査では、寝具による圧迫感を寝具A：5.6±1.4、寝具B：4.8±1.6と評価し、寝具Bに圧迫圧が少ない傾向があった。圧迫感を感じる身体部位は、頭部、背部、でん部、踵が多く、仰臥位姿勢での褥瘡発生部位と一致する部位に圧迫感を自覚していた。またこれらは、身体に痛みや辛さを自覚した部位とも一致していた。

Ⅳ．考察

乗車姿勢では、ファウラー位に比べて水平仰臥位は局所部位に高い圧迫が加わることは少なく、圧迫の側面からは最も優れた移送姿勢と言える。ファウラー位は坐位姿勢に近く、でん部が身体を支える支持面として働くために局所圧迫圧が高くなると考えられる。ストレッチャーに装備されるマットレスの上に厚みのある敷物を敷くことは、ファウラー位のでん部圧迫を和らげることに効果をもたらす効果が期待できる。

表1　200mmHg以上の体圧分布数の推移

	0度	25度	35度	45度	60度
寝具A	21	58	82	119	179
寝具B	1	11	21	49	83

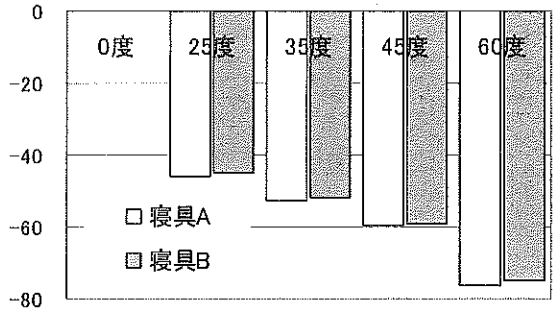


図3　右前腸骨棘の位置変化量(mm)

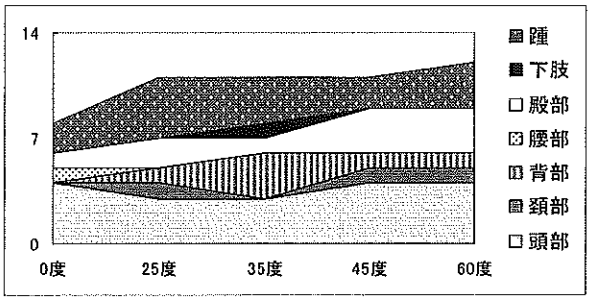


図4　圧迫感を自覚した身体部位

ずり下がった姿勢での姿勢保持は、腹部圧迫や呼吸運動にも影響を与えることが懸念され、敷物をクッション材として利用することで身体の局所圧迫を避ける効果を期待したが、ファウラー位に伴う身体のずり下がり現象には、今回の敷物では効果が薄いと言える。

Ⅴ．おわりに

乗車姿勢と寝具利用によるストレッチャー臥床時の体圧分布を比較した。敷物を利用すると局所圧迫を和らげることができるが、上半身挙上によるずり下がり現象には効果はみられないことがわかった。

Ⅵ．今後の課題

被験者の体型別に評価することも検討していく。さらにストレッチャーを移送させた場合における評価についても検討していく。

D2-2-4

入浴形態の違いによる%HRmaxの経時的変化について

～ストレッチャー浴とシャワー入浴装置を用いた入浴による検討～

○小林豊[1) 2)]、宮入裕樹[1)]、浅井葉子[2)]、渡辺寛[3)]
河野臨床医学研究所　1）附属北品川病院　リハビリテーション科
2）附属第三北品川病院　リハビリテーション科
3）附属北品川病院

Change of %HRmax,the difference of way of bathing pattern.
Between stretcher bathing and bathing used shower bath equipment.

Yutaka KOBAYASHI, Yuki MIYAIRI, Yoko ASAI and Hiroshi WATANABE
Kohno Clinical Medicine Research Institute
KITASINAGAWA HOSPITAL and DAISAN KITASINAGAWA HOSPITAL

1. はじめに

入浴は日常生活の中で習慣的に実施している活動であるが、高齢者とりわけ身体に障害を持つ者では自立困難になることが多い。しかし、寝たきりや立位・歩行が困難であってもストレッチャー浴やシャワー入浴装置を用いることで入浴が可能になる。

我々はシャワー入浴装置を用いた入浴で年齢別予測最大心拍数に対する実測心拍数（以下、%HRmax）が上昇し持続したことについて報告した[1)]。また個々における入浴後の循環動態の変化を把握する指標として%HRmaxの有用性を報告した[2)]。過去に入浴と循環動態の変化については多くの報告があるが、ほとんどが健常者や心疾患患者を対象にした一般浴での入湯前後の検討である。また%HRmaxに着目した報告もない。そこで高齢入院患者を対象に、ストレッチャー浴とシャワー入浴装置を用いた入浴を比較して入浴形態の違いによる経時的な%HRmaxの変化について検討した。

2. 方法

対象は当院にリハビリテーションを目的に入院中の高齢患者52名（男性20名、女性32名）、年齢は79.0±10.5歳（平均±標準偏差）であった。入浴形態はストレッチャー浴（以下、ST群）とシャワー入浴装置を用いた入浴（以下、SH群）で共に26名とした。基礎疾患は脳血管疾患34名、整形疾患18名、内科疾患7名であった（重複含む）。医学的処置を要する重篤な心疾患患者は除外した。

また実際の生活場面における検討を行うため、入浴を起床・移乗・移動・脱衣・洗体・温浴・着衣の一連の動作として規定した。入浴方法としては、ST群は全て介助で実施し、洗髪・洗体・温浴はシャワーにて行った。一方、SH群では対象者が遂行困難な項目のみ介助で実施した。洗髪・洗体はシャワーで、温浴はシャワー入浴装置にて行った。シャワー入浴装置はCanonNTC製WISTERIAを使用した。湯温は41℃で統一し、装置内温は39℃であった。

計測は、脈拍数を入浴前、脱衣前、入浴直後（着衣終了時）、15分後、30分後、45分後、60分後の計7回、橈骨動脈の触診により実施した。計測値より【実測脈拍数／（220－年齢）×100】にて%HRmaxを算出した。

統計解析にはSPSSを用い、計測時間と入浴形態を要因とした対応がなく繰り返しのある2元配置分散分析（Two-factor factorial ANOVA）

表 %HRmaxの経時変化

	入浴前	脱衣前	入浴直後	15分後	30分後	45分後	60分後	ANOVA
ST群	46.3±10.2	51.2±13.4 *	50.7±12.6 *	47.1±12.9	44.6±11.8	45.9±11.4	43.8±11.9	$p<0.05$
SH群	49.5±9.0	55.6±12.1 *	57.6±12.2 *	54.8±11.7 *	52.5±10.8	52.2±9.7	50.3±10.6	$p<0.05$
時間×入浴形態				$p>0.05$				

Mean±SE

*：$p<0.05$ compared with the value before bathing(Dunnet's multiple comparison)

を行なった。また各入浴形態における入浴前値と他の計測時値の比較にはDunnetの多重比較を行なった。統計学的有意水準は5%とした。

3. 結果

表に2元配置分散分析とDunnetの多重比較の結果を示した。計測時間と入浴形態の各要因による主効果は得られたが、交互作用は認めなかった。ST 群は入浴前と比べて脱衣前と入浴直後に有意な上昇を認めた。脱衣前に最高値51.2±13.4%を示し、15 分後には入浴前値に戻った。SH 群は入浴前に比べて脱衣前、入浴直後、15 分後に有意な上昇を認めた。入浴直後に最高値 57.6±12.2%を示し、30 分後には入浴前値に戻った。

4. 考察

我々は入浴が招く生理的反応を把握する手段として%HRmax の有用性を報告した[2]。%HRmax は運動処方の際に用いられ、個人の最大心拍数に対する割合で相対的運動強度を示す指標である。%HRmax の増加は入浴による心負荷の増大を意味すると言える。今回は入浴形態の違いが経時的な変化にどのような相違を示すか確認することを目的とした。

① ST 群について

全介助で実施されたストレッチャー浴でも心負荷の増大が生じた。ただし入浴後 15 分以内に入浴前値に回復した。また最高値が浴室外動作（起床・移乗・移動）後に示されたことより、他動的に実施される場合は、浴室内動作（脱衣・洗体・温浴・着衣）は浴室外動作ほど高い負荷でないと考えられた。

② SH 群について

入浴後に最高値を示し、その後回復に転じて30 分後には入浴前値に回復した。また浴室外動作のみでも%HRmax が増加した。つまり浴室に入る前に心負荷は上昇しており、さらに浴室内での動作で増大することが明らかになった。

5. まとめ

高齢者では、入浴で増大した心負荷が回復するために要する時間は入浴形態によって異なった。また介助下で実施されたとしても、入浴は心循環器系に影響を及ぼすことが示された。入浴を提供するにあたり、これらのことを認識しておくことが大切である。

1）宮入裕樹・他：中高齢入院患者における入浴が循環動態に及ぼす影響 - シャワー入浴装置を用いた検討 - . 第 25 回関東甲信越ブロック理学療法学会誌：96, 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.

D2-3-1

NPO方式における都市型ITコミュニティ構築に関する研究

○稲葉　真悟（千葉工業大学大学院）、竹本篤郎（千葉工業大学）

講演要旨

本研究は、「まちづくり」の一手法として、NPO法人による都市型ITコミュニティ組織を構築するプロジェクトに関しての研究で、その提案モデルを実在の新都市においての検証過程を報告する。

講演内容のキーワード

社会/組織、高齢者

*

D2-3-2

震災時におけるコンビニエンスストア活用の可能性に関する研究

－震災時にコンビニ携帯サイトから提供される情報に関する被災者ニーズの調査－

○辛島光彦[1)]、石橋祐子[2)]

[1)]東海大学情報理工学部　[2)]東海大学大学院工学研究科

A Research on the Possibility of Effective Use of Convenience Stores after Earthquake

Mitsuhiko KARASHIMA[1)] and Yuko ISHIBASHI[2)]

[1)] School of Information Science and Technology, Tokai University

[2)] Graduate School of Engineering, Tokai University

1. はじめに

従来の研究においては、コンビニエンスストア（以下コンビニ）の災害時における情報通信性、機敏性、物資供給能力の面でコンビニに情報・物資提供、一時避難場所という震災時の社会的役割を果たす上での十分なポテンシャルを有することが示されている[1)]。一方で震災時にコンビニが特に物資提供面でその役割を果たせるか否かについてはコンビニの物資配給能力により大きく異なることが指摘されている[2)]。このことは災害時において被災者がコンビニを物資補給場所として有効に活用するためには、各店舗の営業状態を適切に把握できることが重要であることを示唆している。

ところでこのコンビニの営業状態を被災者が比較的情報格差なく把握するためのツールとして携帯版WEBサイト（以下携帯サイト）が考えられる。一方震災時においては携帯サイトを通じての情報伝達には限りがあることから、コンビニによる情報提供そのものに対する被災者のニーズも含め、コンビニ情報に対する被災者ニーズを的確に把握することが必要である。

本研究では、新潟県中越地震の被災者に対して行ったアンケート調査を通じて、震災時におけるコンビニの有効活用を促進するための1方策としての携帯サイトからコンビニ情報を提供することに関する被災者ニーズについて検討した結果を報告する。

2. 研究方法

本研究においては、新潟県中越地震の被災者に対して、震災直後 1 週間におけるコンビニの利用状況、及びコンビニに対するニーズと携帯サイトから提供される情報に対するニーズについてアンケート調査を行った。

2-1.調査方法

アンケート調査は震災直後 1 週間のコンビニ利用状況に関する質問項目 13 項目、及びコンビニニーズと携帯サイトから提供されるコンビニ情報のニーズに関する質問項目 8 項目について行った。

2-2.調査期間・場所及び有効回答数

アンケート調査は、2005年12月に長岡造形大学において、新潟県中越地震に被災した教職員及び学生を対象として行った。無作為的に223名に対して配布し、144名から回答を得た。内有効回答は121名分であった（回答率64.6%, 有効回答率54.3%）。

3. 調査結果

3-1.調査回答者プロフィール

本調査の回答者は、震災直後1週間には80%が都市部、78%が自宅を生活基盤とし、91%が家族、親戚、近隣住民等、何らかの形で複数名で生活をしていた。また87%が近隣にコンビニが存在する環境であった。

また回答者のうち 67%が何らかの生活物資の不足を訴える状況であった。

3-2.コンビニ利用状況

震災直後 1 週間においては、都市部、山間部、あるいは近隣のコンビニの有無を問わず回答者の内の約40%が実際にコンビニを利用していた。コンビニを利用した回答者は図1のような商品を購入しており、飲料、食料品等生活必需・消耗品を大半の回答者が購入していた。またコンビニを利用した回答者のうちの半数が複数店舗を利用していた。複数店舗を利用した理由については、約半数が店舗により販売品目が異なることと営業時間が異なることを挙げた。

ところでコンビニを利用しなかった 60%の回

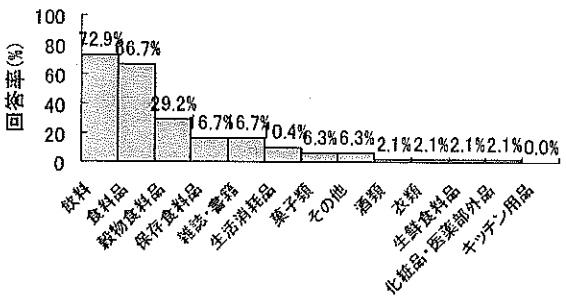


図1.どのような品目を購入しましたか（複数回答可）

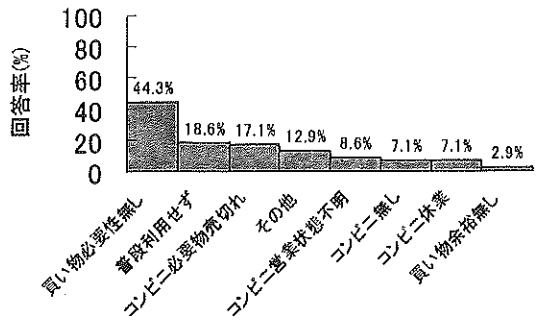


図2. なぜコンビニエンスストアで買い物されなかったのですか(複数回答可)

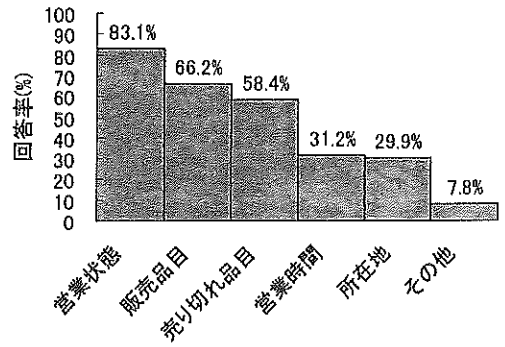


図3. どのような情報を携帯電話から取得出来ると良いですか(複数回答可)

答者の理由は図2のようであり、コンビニを利用する必要性が無い、普段からコンビニを利用しないといった理由が合わせて半数以上を占めた。インタビュー調査では、コンビニを利用しない理由として、長岡市内はコンビニと同様に大型スーパーが多数あるために、日常的なコンビニの利用度があまり高くないためであることが指摘された。

3-3.コンビニ情報ニーズ

震災直後1週間のコンビニの必要性については、88%の回答者がコンビニの必要性を認めるとともに、そのうちの72%がコンビニ情報を携帯サイトで取得できると良いと答えた。具体的には図3のように営業状態、販売品目、売り切れ品目についての情報を求める割合が高かった。特に情報ニーズの高い販売品目については、飲料と食料品(調理加工品、保存食料品)、生活消耗品等についての有無についての情報を求めており、いずれの品目についても在庫数の情報を求めていることが示された。またコンビニ情報を携帯サイトに求めた回答者のうち、80%超が3店舗以上のコンビニの情報を求めた。

4. 考察

恐らく日常生活的にコンビニへの依存度が低い長岡市の特徴に起因して約 40%程度の回答者しか震災直後一週間にコンビニを利用していないにもかかわらず、90%近くの回答者が震災後のコンビニを必要とし、そのうち約70%がコンビニ情報の携帯サイトからの提供を希望していた。日常的なコンビニへの依存度が高いと思われる大都市においては、震災後のコンビニのニーズ及びコンビニ情報の携帯サイトからの提供へのニーズはさらに高くなる可能性が考えられる。

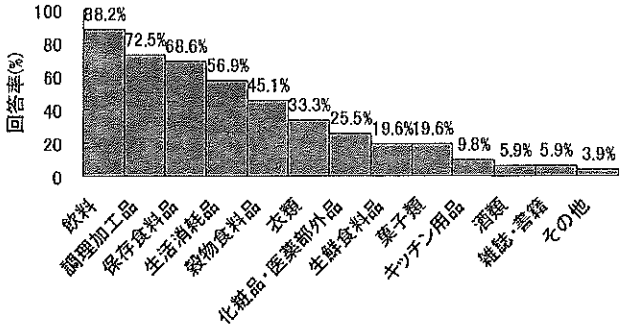


図4.どのような品目の有無についての情報が取得出来ると良いですか(複数回答可)

一方、長岡市の被災者がコンビニ情報に求める内容は、営業状態と飲料、食料品、生活消耗品の在庫数を中心とした緊急的な物資調達のための情報を示している。そのためこの情報ニーズは地域性によらず高い可能性が考えられる。

5. まとめ

本研究では新潟県中越地震の被災者に対して行ったアンケート調査を通じて、震災時におけるコンビニの有効活用を促進するための1方策としての携帯サイトからコンビニ情報を提供することに関する被災者ニーズについて検討した。その結果、被災者は物資補給場所としてコンビニの必要性を感じており、かつその活用のために複数店舗の営業状態と生活必需・消耗品の在庫数を中心とした情報を携帯サイトを通じて提供されたいという高い情報ニーズを持っていることが示唆された。

本研究のアンケート調査には長岡造形大学の皆さんにご協力頂いた。ここに記して謝意を表す。また本研究は、本学経営システム工学科平成 17 年度卒業生下村ちさと氏の卒業論文の一部である。

参考文献

1) 小笠原他、広域災害時におけるコンビニエンスストア活用の可能性に関する研究, 日本建築学会学術講演梗概集, 659-660, 1999
2) 村尾修、岩本宜式、コンビニエンスストア各社の防災対策とその立地を考慮した川崎市におけるコンビニ寄与度マップの作成、日本建築学会計画系論文集, No.594, 77-84, 2005

D2-3-3

社会シミュレーションモデルの検討

ー個人差がもたらす影響についてー

○ 佐藤 翔[†], 西平 直史[‡], 本多 薫[‡], 渡邊 洋一[‡]
[†]山形大学人文学部, [‡]山形大学大学院社会文化システム研究科

Investigation of Artificial Social Model -Influence of Individual Variations-

Sho SATO[†], Naofumi NISHIHIRA[‡], Kaoru HONDA[‡] and Yoichi WATANABE[‡]
[†]Graduate School of Social and Cultural Systems, [‡]Faculty of Literature and Social Sciences

1. はじめに

日頃我々が生活をしている社会を見渡してみると，個人レベルでの意思の変化や，流行や世論など社会全体における意思の集合など，文化の生成や変化などが日々起こっている．このような文化の生成や変化というものは多くの場合単独で起こりうるものでは無い．個人の意見が集約され世論が形成されると同時に，形成された世論は個人の意見に影響を与えるようになる．個人レベルの過程と社会・集団レベルの過程には多くの場合で双方向性があり，こうした個人ー集団間での文化生成，変化の過程はしばしばコンピュータシミュレーションにより検討され，その一つに Axelrod の研究がある[1]．Axelrod はシミュレーションの結果として，クラスタ化と極性化という二つの大きな結果を提示している．また，柴内らは Axelrod のモデルをマスメディアの影響力という視点から拡張し検討を行っている[2]．

しかし，これらの結果はエージェント同士が全て等質な世界における結果である．現実世界を考えれば，人間の性格には個人差がある．世論や文化形成が個人の意思決定や変化をベースとしているならば，相互作用を行うエージェント同士にも個人差を考えるべきである．そのため本研究では，Axelrod のモデルをエージェント毎の個人差という視点から再検討していく．

2. 先行研究

Axelrod が提示したコンピュータシミュレーションモデルである Adaptive Cultural Model（以下 ACM と呼ぶ）では，コンピュータ上で 10×10 の格子に一つずつエージェントを配置し，それぞれのエージェントに 5 つの特性を持たせている[1]．この特性はシミュレーションの初期段階において 0 から 9 の値をランダムにセットされ，その 5 桁の数字のセットを「文化」としている（図 1 参照）．このように特性をセットされたエージェントは以下の手順で相互作用を行っていく．

はじめにランダムに一つのエージェントが選択される．ここでは仮に A というエージェントが選択されたとする．次に選択されたエージェント A の上下左右のエージェントから一つのエージェント B が選択される．これら二つのエージェントの類似性，つまり A と B が共有する特性の割合を確率として，二つのエージェントが相互作用を起こし，その結果，非共有の特性の一つがランダムにエージェント A にコピーされる．例えば，11123(A)と 11132(B)というエージェント同士の場合，前半の 3 桁が一致しているため，相互作用は 3/5，つまり 60%の確率で発生する．こうした手順のシミュレーションを繰り返した結果として，Axelrod は局所的な文化の集束が全体的な極性化とクラスタ化をもたらす事を示した．また，現代の社会現象は ACM がエージェントにより仮定した周囲とのコミュニケーションだけで発生しているわけでは無い．そのため，柴内らは Axelrod のモデルをマスメディアの影響力という視点から拡張し検討を行った[2]．シミュレーションの結果として，多数派情報のフィードバック機構を組み込んだ ACM は，特性値の多様化とその持続に寄与し，多数派情報の参照機会が大きくなればなるほどにその効果も増大するとしている．

だが，これらの結果はエージェント同士が全て等質な世界におけるものである．Moscovici によれば，首尾一貫した行動様式を少数派が持っていた場合，時に多数派に自分たちを認めさせ，集団内で少数派が多数派へと転じる可能性があるとしている[3]．世論や文化形成が個人の意思決定や変化をベースとしているならば，相互作用を行うエージェント同士にも個人差を考えるべきである．そのため本研究では，Axelrod のモデルをエージェント毎の個人差という視点から再検討を行った．

20671	52863	53721	19241	
55864	72499	33436	16372	
81920	36108	86044	52238	
21379	59033	19604	21112	

図 1　格子状に設置されたエージェント

3．方法

3．1　方法1

格子状に配置されたエージェントの全てに対しランダムに相互作用のしやすさを0～4までの5段階に設定した．この値はAxelrodらのモデルにおけるエージェント毎の相互作用のしやすさを1とした場合の相対値として設定している．設定された値が0である場合は，そのエージェントは相互作用を全く行わないエージェントであり，1~4と増加する毎に，「1/4の相互作用のしやすさ」，「1/2の相互作用のしやすさ」，「3/4の相互作用のしやすさ」，「同等の相互作用のしやすさ」と設定している．

例えば，11123(A)と11132(B)というエージェントが相互作用する場合，これまでのモデルならば一致している特性の数が3つであるから，60%の確率で相互作用が起きる．しかし，エージェント(A)の相互作用のしやすさの値が2であった場合，(3/5)×(2/4)=3/10=30%の確率で相互作用が発生する．

3．2　方法2

個人差を導入したACMにおいて，柴内らが提示するようなマスメディアの機能はどう働くのかを検討した．本研究においてマスメディアの機能は，柴内らが行ったシミュレーションに倣い，全体情報を集約した「多数派情報」を各エージェントの5番目の近隣エージェントとして扱っている．まず各エージェントの5つの特性毎に多数派である値を取り出し，それによって「多数派情報」を形成する．形成された「多数派情報」の参照確率はACMにおけるエージェントが選択される確率の相対値として扱い，0.5，1，4，8の4条件を検討した．例えば1の条件下では，1/(4+1)=1/5=20%の確率で多数派情報が参照される．

1回のシミュレーションにおいて，エージェントの選択回数（選択され相互作用が発生するまでの流れ）は10万回行った．この10万回の選択回数を1試行とし，エージェントの配置，相互作用のしやすさの値をランダムに変えて各条件下100回のシミュレーションを実施し結果を検討した．

3．結果

結果を検討するために，シミュレーションにおける残存文化数の変化を取り上げた．図2はAxelrodの追試による結果と，方法1によりACMを拡張したモデルの残存文化数の変化を示したものである．図2を見るとAxelrodのACMにおいて，残存文化数はゆるやかに減少し，最終的に数個に落ち着いている．しかし，設定する個人差に0が含まれる場合の結果を見ると，ACMと比較して飛躍的に残存文化数が増加していることがわかる（本研究では，個人差レベルが0のエージェントを頑固者と呼ぶ）．

また，個人差を設定した場合において，方法2を用いて多数派情報の参照を検討した．柴内らが提示する結果によれば，多数派情報は多様化を招くため，残存文化数はさらに増加していくはずである．しかし，図3に見られるように，多数派情報の参照の可能性を与えた場合，残存文化数は減少している．

本論文では，この二つの結果より，集団内の頑固者，そして画一的情報をもたらすマスメディアの強い影響力というものを示した．

しかし，今回設定した個人差は不変であり，相互交流の過程で人々の交流のしやすさ自体も変動していくことを考えれば，今回設定したレベルも変動すべきである．

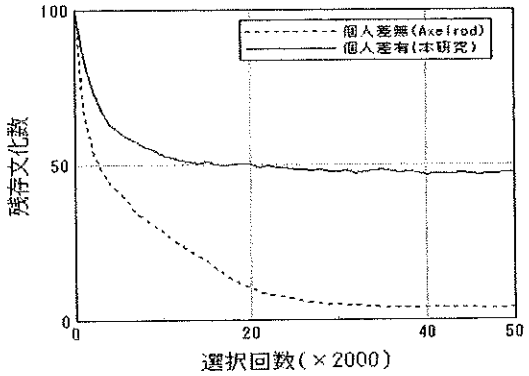


図2　個人差の有無による比較

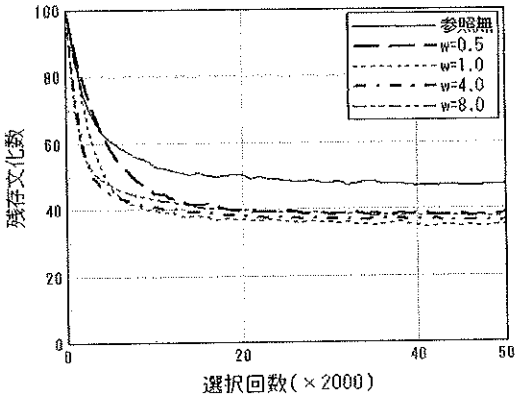


図3　多数派情報の参照

参考文献

[1] Axelrod R. :The Dissemination of Culture: A Model with Local Convergence and Global Polarization; *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 41, No. 2, pp. 203-226(1997)

[2] 柴内　康文・石黒　格・安野　智子 :適当エージェントモデルへの全体情報フィードバックの導入(2):Axelrod(1997)の「文化」シミュレーションへの適応; 日本社会心理学会第39回大会発表論文集, pp. 182-183(1998)

[3] 中島・安藤・子安・坂野・繁桝・立花・箱田: 心理学辞典;有斐閣, 東京, p.~411(1999)

D2-3-4

分散協調作業の支援に関する研究

○ 井澤優也[1]、山本栄[2]（[1]東京理科大学大学院工学研究科、[2]東京理科大学）

Study about Support of Distributed Cooperative Work

Yuya IZAWA[1] and Sakae YAMAMOTO[2]

([1]Graduate School of Engineering, Tokyo University of Science, [2]Tokyo University of Science)

1. はじめに

本研究では，性格や意見の異なった人同士が，互いに譲り合って調和を図りながら進める作業を協調作業として捉える．この際，他者がしている事や考えている事を意識する事は，協調の前提として欠かせない[1]．このような意識はアウェアネスとして捉えられており，個人間の情報共有を促進させる，有効な支援策を見出す指標になると考えられる．そこで今回は，作業者が持つ他者と作業空間の関わりに対する意識（ワークスペース・アウェアネス（W.A.））と，他者が持つ興味や注意，感情に対する意識（ソーシャル・アウェアネス（So.A.））に注目した．そして，分散（空間的に隔たりのある）環境における協調作業過程についての検討を行った．

2. 目的

アウェアネスやアプリケーションの必要度，作業者のコミュニケーションに対する満足度を元に，分散協調作業支援の有効性を実験的に明らかにする．

3. 実験

分散協調作業として以下のような実験を行った．

3.1. 実験概要

旅行計画課題を用意した．具体的には，旅行関連パンフレットを元に，2泊3日且つ3万円以内の条件で自由に旅行計画を立ててもらった．

3.2. 実験環境・機材

実験環境は図1の様に，被験者同士を直接見えない方向に配置し，仮想的な分散環境を設定した．更に実験機材としてノートPC3台，マイク付きヘッドホン3台，ビデオカメラ1台，Webカメラ1台，旅行関連パンフレット8冊×3部，個人メモ用白紙3枚を用意した．また，双方向コミュニケーションのために，Skype2.0（音声チャット，文字チャット機能）及びYahoo!メッセンジャー7.0（Webカメラ機能）を利用した．

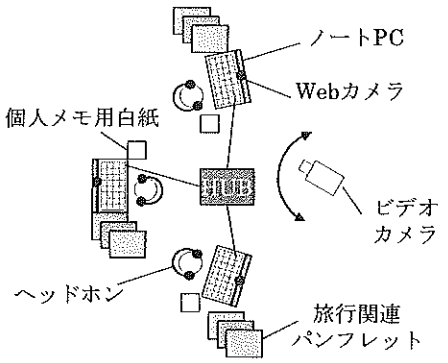


図1．実験環境

3.3. 実験手順

まず被験者に実験内容の説明を行い，各自を図1のような持ち場に着かせた．そして各自に同一の旅行関連パンフレット8冊と個人メモ用の白紙1枚を配布し，3人で協力して旅行計画を立ててもらった．計画を立て終え全員の意見が一致した時点で課題を終了し，その後Webカメラや文字チャット等に対する必要度やコミュニケーションに関するアンケートに回答してもらった．

3.4. 被験者

被験者は21～24歳の学生12名とし，実験以前から交友関係のある3人1組のグループを4組構成した．

3.5. 測定項目および評価方法

本実験では，協調作業過程における被験者の疑問型の発話を評価項目とし，先行研究で提唱されているW.A.の要素とSo.A.の形態に対応付けた．具体的には，Gutwinが提唱したW.A.の要素（"Who"の要素，"What"の要素，"Where"の要素，"How"の要素，"When"の要素）と，Sheldonらの提唱するSo.A.の形態（"[自分or他者]の立場から見た[自分or他者]の[感覚or外観]"）に対応付けた．例えば作業者Aの注目している箇所を把握しようと作業者Bが「どこ？」と質問した場合であれば，その発言を"Where"の要素の表れとして解釈した．また，自分の意見を発言した後に他者に意見を聞いた場合，その発言を"他者の立場から見た他者の感覚"と解釈した．

4. 実験結果・考察

4.1. 発話内のW.A.の要素及びSo.A.の形態の表れ

グループ平均の結果（図2）より，約8割の発話が"他者の立場から見た他者の感覚"の形態に該当した．また，W.A.の要素の表れの大半が，"Where"の要素であった．これは，他者の考えや注目している箇所に対して敏感であることを示唆している．これは，他者に対する意識の表れであると言える．

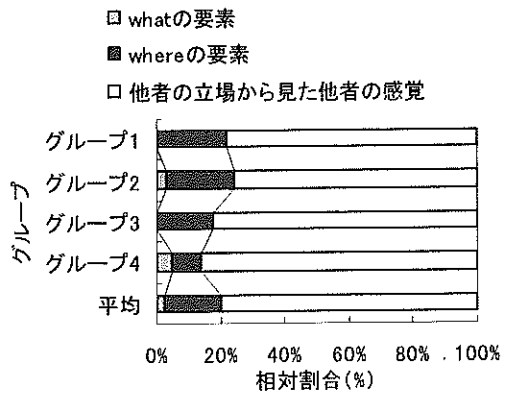


図2．発話内のW.A.の要素及びSo.A.の形態の表れ

4.2. 各アプリケーション（音声チャット機能等）に対する必要度の5段階評価結果

グループ平均の結果より，音声チャットの必要度が約4.9と最大になった．また，W.A.の要素のうち"Where"の要素の表れが大半であったにも関わらず，ウェブカメラの必要度は2.0と低かった．これは，音声のみで十分な意思疎通が可能である程設定タスクが容易であったためであると考えられる．

4.3. コミュニケーションに対する満足度の5段階評価結果

グループ平均の結果より，気軽に楽しくコミュニケーションが取れ，自分の意思や意見を十分に伝える事ができたと感じている度合いが4.0以上であった．これは被験者に交友関係がある事や，設定タスクが容易であった事が影響していると考えられる．

5. まとめ

実験より，作業者は他者に関する情報を必要とするものの，作業過程に対する満足度は全般的に高い事がわかった．そのため，比較的容易な分散協調作業は，支援の有効性が低いことが示唆された．

6. 今後の展望

より難易度の高い分散協調課題を設定し，同様に実験を行う．例えば，レゴパーツを用いて特定の立体物を協力して組み立てるようなタスクを設定すれば，作業者間の意見交換からパーツ一つ一つの選択や配置に至るまで，細かな他者との同調が逐次必要になると考えられる．今後はこのような課題に注目して，分散協調作業支援の有効性を検討していきたい．

主要参考文献

[1] 石井裕：CSCW とグループウェアー協創メディアとしてのコンピューター，オーム社，1994

[2] 末光英之：ワークスペースアウェアネス要素に基づいた遠隔協調作業支援に必要となる情報，東京理科大学大学院工学研究科経営工学専攻卒業修士論文，2003

■大会実行委員会

堀江良典(日本大学：支部長)
小松原明哲(早稲田大学：委員長・大会長)
赤松幹之(産業技術総合研究所)
阿久津正大（玉川大学)
井上隆康（東京大学)
岡田有策（慶應義塾大学)
辛島光彦（東海大学)
鴻巣　努（千葉工業大学)
鳥居塚崇（日本大学)
河合隆史（早稲田大学)
西口宏美（東海大学)
山崎寛享（早稲田大学)

２００６年度

日本人間工学会・関東支部第３６回大会講演集

2006 年 12 月 2 日発行

発行：日本人間工学会関東支部

編集：日本人間工学会・関東支部第 36 回大会実行委員会
169-8555　東京都新宿区大久保３－４－１
早稲田大学理工学部経営システム工学科小松原研究室内

印刷所：協友印刷株式会社