土曜日　A会場　プログラム

【一般講演：土A1】　医療／安全1

時　間	番号	研　究　題　目	発　表　者
10:00～10:15	土A1-1	患者特性による転倒可能性評価に関する研究	○百瀬治(ｳｴｽﾄｹｱｾﾝﾀｰ)，高橋英司(埼玉ﾛｲﾔﾙｹｱｾﾝﾀｰ)，清水みどり(埼玉みさと総合ﾘﾊﾋﾞﾘﾃｰｼｮﾝ病院)，三樹文子(北小田原ﾛｲﾔﾙｹｱｾﾝﾀｰ)，深谷覚・中西美和・岡田有策(慶應義塾大学)
10:15～10:30	土A1-2	医薬品添付文書を元にしたデータベースにおける併用禁忌情報の解析	○奥屋遼・石田啓継・鍋田啓太・木村昌臣・大倉典子(芝浦工業大学)，土屋文人(国際医療福祉大学)
10:30～10:45	土A1-3	見える範囲を考慮したアンプルラベル類似指標の提案	○古川裕太郎・石田啓継・鍋田啓太・木村昌臣・大倉典子(芝浦工業大学)，土屋文人(国際医療福祉大学)
10:45～11:00	土A1-4	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17報）－ピッチ印刷におけるＰＴＰシートの視認性評価実験－	○泉谷聡(芝浦工業大学大学院)，大倉典子(芝浦工業大学)，青木和夫(日本大学)，土屋文人(国際医療福祉大学)

【一般講演：土A2】　社会／安全

時　間	番号	研　究　題　目	発　表　者
11:10～11:25	土A2-1	知識と意識の共有を支援するヒヤリハット報告システムとその運用方法の提案	○山口俊憲(山形県立産業技術短期大学校)，間部克裕(北海道大学大学院)，大場友華(山形県立産業技術短期大学校)
11:25～11:40	土A2-2	自律型無線ネットワークシステムを利用したWebシステムの提案	○井上隆司・たかはしゆういち・桜井将人(東京理科大学)，小林大二(千歳科学技術大学)，山本栄(東京理科大学)
11:40～11:55	土A2-3	社会ネットワークに関する基礎的検討－ペルー，ナスカ台地を例として－	○本多薫(山形大学)
11:55～12:10	土A2-4	購買時における視線移動と認知方法のベイジアンネットワーク分析	○鈴木光太郎・西内信之(首都大学東京大学院)

【一般講演：土A3】　認知／ユーザビリティ

時　間	番号	研　究　題　目	発　表　者
14:00～14:15	土A3-1	感性を考慮したデザインにおける評価法の提案	○増永英俊(ものつくり大学大学院)，松本宏行・龍前三郎(ものつくり大学)
14:15～14:30	土A3-2	マニュアル参照時の作業者の視線特性ータスク特性を考慮した検討ー	○秋庭貴志(千葉大学大学院)，中西美和(慶応義塾大学)，石橋圭太・永光一(千葉大学大学院)
14:30～14:45	土A3-3	ユーザビリティ評価指標としての時間評価指標の有効性に関する研究	○鈴木啓示(東海大学大学院)，辛島光彦・西口宏美(東海大学)
14:45～15:00	土A3-4	道具の認知における視覚的な行為表示の効果-事象関連電位による検討-	○水沼天佑・下村義弘・勝浦哲夫(千葉大学大学院)

【一般講演：土A4】　ユーザビリティ

時　間	番号	研　究　題　目	発　表　者
15:10～15:25	土A4-1	ホームネットワークシステムの操作用デバイスのUIデザインとその評価	○松本幸祐(東京工科大学大学院)，萩原祐志(東京工科大学)
15:25～15:40	土A4-2	タッチタイピングを容易にするリモコン向けキーパッドに関する検討	○前田篤彦・小林 稔(日本電信電話株式会社)
15:40～15:55	土A4-3	「使ってみたい」と感じるヒューマンインタフェースの評価	○安間裕起・中西美和・岡田有策(慶應義塾大学)
15:55～16:10	土A4-4	ユーザエクスペリエンスをデザインするための物語と登場人物に関する一考察	○伊藤泰久(株式会社U'eyes Design)

【一般講演：土A5】　感性／生体

時　間	番号	研　究　題　目	発　表　者
16:20～16:35	土A5-1	人間-機械系における予測制御中のオペレータによる操作前後の脳波	○赤坂佳紀，桜井将人，山本栄(東京理科大学)
16:35～16:50	土A5-2	水琴窟とカオス	○遠藤順一・佐光興亜(東海大学)
16:50～17:05	土A5-3	低周波全身振動感覚に及ぼす音刺激の影響	○三浦久士・寺崎弘幸・半田結衣・岡田成央・町田信夫(日本大学)
17:05～17:20	土A5-4	かわいい人工物の系統的研究（第9報）－visual analog scale を用いた「かわいい」色の評価－	○小松剛・大倉典子(芝浦工業大学)
17:20～17:35	土A5-5	VR空間を利用した歴史的建造物復原支援の一手法の検討～旧川越織物市場を題材にして～	○小沼瑞枝・木暮友梨・酒井聡子・田中沙耶花・江井ひとみ(芝浦工業大学)，石堂敬(芝浦工業大学大学院)，大倉典子・渡辺洋子(芝浦工業大学)

土曜日　B会場　プログラム

【一般講演：土B1】　感覚・認知／生理1

時　間	番号	研　究　題　目	発　表　者
10:00～10:15	土B1-1	T字杖への荷重率変化時における圧中心動揺と体幹筋活動の関係	○竹内弥彦 (千葉県医療技術大学校)，下池まゆみ (埼玉県総合リハビリテーションセンター)
10:15～10:30	土B1-2	音楽に含まれる言語情報の無意識処理に関する検討	○門間政亮(東北福祉大学)，本多薫(山形大学)
10:30～10:45	土B1-3	安全運転支援のための安定した非接触心拍数計測方法の検討	○小谷光・鈴木哲・松井岳巳(首都大学東京)
10:45～11:00	土B1-4	リアルタイムによる運動関連電位の判別とその応用に関する研究	○安藤一裕・鈴木哲・菅原慶太郎・溝口翔一・松井岳巳(首都大学東京)

【一般講演：土B2】　感覚・認知／生理2

時　間	番号	研　究　題　目	発　表　者
11:10～11:25	土B2-1	体温分布を用いた個人認証の研究	○鈴木真璃子・西内信之・山中仁寛・朴美卿(首都大学東京大学院)
11:25～11:40	土B2-2	闘争・逃避反応の検出における顔面熱画像解析の検出法の提案	○首藤誠志・浅野 裕俊(青山学院大学)，鈴木哲(首都大学東京)，井出英人(青山学院大学)
11:40～11:55	土B2-3	身体接触面ずれカセンサの開発とその応用	○石倉啓行(慶應義塾大学大学院)，山崎信寿(慶應義塾大学)
11:55～12:10	土B2-4	色温度と照度がオフィスワークを想定したタスク中の生理・心理機能に与える影響	○高橋洵子・石路・戸渡(上野)智子・下村義弘・勝浦哲夫(千葉大学大学院)，福田麻衣子・斎藤敦子・竹野淳一 (コクヨ株式会社)

【一般講演：土B3】　感覚・認知／生理3

時　間	番号	研　究　題　目	発　表　者
14:00～14:15	土B3-1	温度と振動による皮膚の感覚刺激が指先の精密な力制御に与える影響	○原田愛子・下村義弘・勝浦哲夫(千葉大学大学院)
14:15～14:30	土B3-2	同時複数音声の選択的聴取に関する脳磁図計測	○手塚勇人・佐久間宏之・吉田達哉(千葉大学大学院)，新谷益朗(東京歯科大学)，栗城眞也(東京電機大学先端工学研究所)，外池光雄(千葉大学大学院)，岩坂正和(千葉大学大学院)
14:30～14:45	土B3-3	聴覚刺激による注意喚起が注意範囲に与える影響	○吉池健人(静岡大学大学院)，末長修(静岡大学)
14:45～15:00	土B3-4	反復による短期記憶の変化と事象関連電位	○田畑裕貴・篠田直樹・舩田眞里子(白鴎大学)

【一般講演：土B4】　感覚・認知／生理4

時　間	番号	研　究　題　目	発　表　者
15:10～15:25	土B4-1	近赤外分光法を用いた発語及び筆記に関する脳活動評価	○鈴木宏彰・浅野裕俊(青山学院大学)，鈴木哲(首都大学東京)，井出英人(青山学院大学)
15:25～15:40	土B4-2	脳波分析による誤作業時の感性の定量化	○新開大樹・大堀雷太・永井義満・石津昌平(青山学院大学大学院)
15:40～15:55	土B4-3	青色パルス光の曝露による瞳孔径および覚醒水準への影響	○落合志文(千葉大学大学院)，松浦良介・妹尾敏弘・栗山昭彦(シャープ株式会社)，下村義弘・勝浦哲夫(千葉大学大学院)
15:55～16:10	土B4-4	覚醒度の変化と呼吸との関係性に関する調査研究	○菅原慶太郎・鈴木哲・松井岳巳(首都大学東京)

【一般講演：土B5】　医療／安全2

時　間	番号	研　究　題　目	発　表　者
16:20～16:35	土B5-1	子どものリハビリを支援するインタラクティブシステムの開発，第4報-異なる対象者へのシステムの適用	○村井秀聡(芝浦工業大学大学院)，大倉典子(芝浦工業大学)
16:35～16:50	土B5-2	米国ＦＤＡにおける医療機器回収データの分析	○福田由海・石田啓継・鍋田啓太・木村昌臣・大倉典子(芝浦工業大学)，土屋文人(国際医療福祉大学)
16:50～17:05	土B5-3	アンプルを対象とした外観類似性評価方法の検討(第3報)　アンプルの外観類似要因調査実験	○田添純・渡辺邦浩・泉谷聡・鍋田啓太・大槻宜孝・木村昌臣・大倉典子(芝浦工業大学)，高池敏男(アストラゼネカ株式会社)，屋文人(国際医療福祉大学)，
17:05～17:20	土B5-4	医療従事者に対する卒前教育中における安全教育に関する検討	○村上玄樹・菅田 智子・斉藤 葉子・鹿嶋小緒里・烏帽子田彰(広島大学大学院)
17:20～17:35	土B5-5	遊具からの落下事故で生じる衝撃の評価に関する研究	○加藤麻樹・下平佳江(長野県短期大学)，佐藤健(実践女子大学)，飯田正巳(日本体育産業)

土曜日　C会場　プログラム

【一般講演：土C1】　動作／筋活動1

時　間	番号	研　究　題　目	発　表　者
10:00～10:15	土C1-1	筋負担の総合評価に基づく人間工学的設計法に関する検討	○茅原崇徳(首都大学東京)，瀬尾明彦(首都大学東京)
10:15～10:30	土C1-2	商品陳列作業における上肢負担に関する研究	○肥田拓哉(首都大学東京大学院)，茅原崇徳・瀬尾明彦(首都大学東京)
10:30～10:45	土C1-3	古武術を用いた腰部負担に関する研究	○高橋勇太・山中仁寛・川上満幸(首都大学東京大学院)，朴美卿(首都大学東京)
10:45～11:00	土C1-4	起立介助動作時の身体負担軽減に関する研究	○平松大明・瀬尾明彦(首都大学東京)

【一般講演：土C2】　動作／筋活動2

時　間	番号	研　究　題　目	発　表　者
11:10～11:25	土C2-1	水平手すりの配置が立ち上がり動作に与える影響についての研究	○小島公平・安田智美(千葉工業大学大学院)，三澤哲夫(千葉工業大学)
11:25～11:40	土C2-2	座位作業時における姿勢変化に関する研究―加速度センサを用いた姿勢の評価について―	○山村昌代(千葉工業大学大学院)，白水重憲・片山宗哲・正木健雄(特定非営利活動団体ｾﾙﾌｹｱ総合研究所)，茂木伸之(武蔵野大学)，三澤哲夫(千葉工業大学)
11:40～11:55	土C2-3	座位・立位可変型作業の有効性に関する実験的研究	○外岡雅人(玉川大学大学院)，阿久津正大(玉川大学)
11:55～12:10	土C2-4	高齢女性の化粧用コットン使用に関する研究	○彭春栄・下村義弘・勝浦哲夫(千葉大学大学院)，池山和幸((株)資生堂リサーチセンター)

【一般講演：土C3】　技能／動作1

時　間	番号	研　究　題　目	発　表　者
14:00～14:15	土C3-1	操作対象物の形状特性が操作方法と操作力に与える影響	○大塚真言(首都大学東京大学院)，瀬尾明彦(首都大学東京)
14:15～14:30	土C3-2	溶接作業者の腕の動作と筋活動の測定	橋本宣慶・○上島彩(青山学院大学)，奥村誠・永徳俊裕・大石進(日本溶接技術センター)
14:30～14:45	土C3-3	旋盤作業技能の定量化を目的とした測定装置の製作	橋本宣慶・○外川貴洋・大石進(青山学院大学)
14:45～15:00	土C3-4	VRを用いた中ぐり旋盤作業の高能率技能訓練	○梁馨・馬寧・加藤秀雄・樋口静一・大川一也(千葉大学大学院)

【一般講演：土C4】　技能／動作2

時　間	番号	研　究　題　目	発　表　者
15:10～15:25	土C4-1	複合現実感を用いた汎用工作機械の操作訓練	○御簾納陽介(千葉大学大学院)，橋本宣慶(青山学院大学)，加藤秀雄・樋口静一・大川一也(千葉大学大学院)
15:25～15:40	土C4-2	円筒状工作物の芯出し技能のVR訓練システム	○青宿淳一・加藤秀雄・樋口静一・大川一也(千葉大学大学院)
15:40～15:55	土C4-3	口の開閉動作を利用したロボットハンドの把持制御	○亀山剛・中沢信明(群馬大学大学院)
15:55～16:10	土C4-4	鼻孔を特徴点とする顔方向の認識システムの開発	○森崇・前田亜哉(群馬大学)，富岡遼・岩田知之・中沢信明(群馬大学大学院)

【一般講演：土C5】　コミュニケーション

時　間	番号	研　究　題　目	発　表　者
16:20～16:35	土C5-1	発話音声に対する母音および子音等の影響に関する調査―若齢女子学生と高齢女子の比較―	○佐藤清・塩見格一・及川太・原田あすか((独)電子航法研究所)，阿部仁(阿部産業)，佐藤健一・佐藤祐樹(芝浦工業大学)
16:35～16:50	土C5-2	発話音声に対する母音および子音等の影響に関する調査―高齢男女の比較―	○及川太・塩見格一・佐藤清・原田あすか((独)電子航法研究所)，阿部仁(阿部産業)，佐藤健一・佐藤祐樹(芝浦工業大学)
16:50～17:05	土C5-3	発話音声から算出するカオス論的指標値に及ぼす飲酒の影響の調査	○塩見格一・佐藤清・及川太・金田直樹(電子航法研究所)，佐藤健一・佐藤祐樹(芝浦工業大学)，阿部仁(阿部産業)，多田三男(埼玉県立循環器・呼吸器病センター)
17:05～17:20	土C5-4	メディア形態の違いが学習に与える影響－電子端末を用いたときの諸要因について－	○勝木辰明・安間裕起・中西美和(慶應義塾大学)
17:20～17:35	土C5-5	避難行動モデルに基づいた携帯端末情報に提示する避難地図の評価	○浅見圭貴・山本栄・桜井将人(東京理科大学)，小林大二(千歳科学技術大学)

日曜日　A・B会場　プログラム

【企画セッション：日A1】			【司会】 山崎 和彦（千葉工業大学）
時　間	テ　ー　マ		企　画　者
10:00～12:00	ビジョン提案型デザイン手法における評価と応用事例		アーゴデザイン部会
	番号	題　　目	講　演　者
	日A1-1	ビジョン提案型デザイン手法の評価テンプレート	郷健太郎(山梨大学)
	日A1-2	ビジョン提案型デザイン手法におけるシナリオ評価事例	高橋克実((株)ホロンクリ エイト)
	日A1-3	スケジューラーの応用事例	早川誠二((株)リコー)
	日A1-4	ジーンズの応用事例	柳田宏治(倉敷芸術科学大学)
	日A1-5	モバイルの応用事例	山崎和彦(千葉工業大学)
	日A1-6	ICTの応用事例	上田義弘(富士通デザイン(株))

【企画セッション：日A2】			【司会】 市原 茂（首都大学東京人文科学研究科）
時　間	テ　ー　マ		企　画　者
13:00～15:00	今こそ食について考える ー官能評価・感性工学からの再考ー		感性情報処理・官能評価部会企画
	番号	題　　目	講　演　者
	日A2-1	易摂食性食品にける咀嚼・嚥下特性と力学特性との関係	森高初惠(昭和女子大学大学院生活機構研究科)
	日A2-2	実験心理学で探る食の感性	和田有史(独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構)
	日A2-3	食感性評価ー感性工学における食に関する評価についての考察	神田太樹(西武文理大学 サービス経営学部)

【企画セッション：日B1】			【司会】 河合 隆史（早稲田大学理工学術院）
時　間	テ　ー　マ		企　画　者
10:00～12:00	3D元年の人間工学		3D人間工学研究部会
	趣旨		
	番号	題　　目	講　演　者
	日B1-1	立体ディスプレイ方式のアーチファクトによる生体影響評価	吉竹淳樹・金相賢・盛川浩志・河合隆史・山田宰(早稲田大学)，井口明彦(アストロデザイン)
	日B1-2	立体ディスプレイの搭載されたノートPCの生体影響評価	宗雪史弥・盛川浩志・河合隆史(早稲田大学)，Jesse Wang・Brian Chong(台湾・
	日B1-3	PCを用いた立体視コンテンツ視聴による生体影響評価	平原正広・金相賢・盛川浩志・河合隆史(早稲田大学)，三浦隆文・小櫃敏郎(富士通)
	日B1-4	立体視ビデオゲームによるユーザエクスペリエンス評価	加藤亮・中村拓哉・安田裕・三家礼子・河合隆史(早稲田大学)，Jari Takatalo・Göte Nyman(フィンランド・University of Helsinki)
	日B1-5	ドームシアターにおける広視野立体視コンテンツの主観評価	尹夏英・阿部信明・太田啓路・河合隆史(早稲田大学)，鈴木真一朗(日本科学未来館)
	日B1-6	2D/3D変換を用いた博物館向け立体視コンテンツの主観評価	阿部信明・太田啓路・河合隆史・安藤紘平(早稲田大学)，工藤尚美・藤田和子(TBSテレビ)

【企画セッション：日B2】			【司会】 小松原 明哲（早稲田大学理工学術院）
時　間	テ　ー　マ		企　画　者
13:00～15:00	子どもを育み育てる人間工学		子ども人間工学委員会
	趣旨		
	番号	題　　目	講　演　者
	日B2-1	子どもを育てる人間工学	小松原明哲(早稲田大学理工学術院)
	日B2-2	ものの正しい使い方教育の必要性ー靴を正しく使っていますか？ー	片瀬眞由美(金城学院大学生活環境学部環境デザイン学科)
	日B2-3	遊具を中心とした子ども用品の安全の取組みー安全基準と人間工学的視点からー	越山健彦(千葉工業大学社会システム科学部金融・経営リスク科学科)
	日B2-4	子どもの遊びを通じた元気づくりー運動生態学からの考察	江川賢一(財団法人明治安田厚生事業団体力医学研究所)

日曜日　C会場　プログラム

【一般講演：日C1】　高齢者

時　間	番号	研　究　題　目	発　表　者
10:00～10:15	日C1-1	胃瘻からの半固形栄養剤補給のための補助装置の開発	○小川鑛一(元電東京電機大学)，小長谷百絵・林みつる(昭和大学)，坂井志麻(東京女子医科大学)，國澤尚子(埼玉県立大学)，多田是隆(実川製作所)
10:15～10:30	日C1-2	胃瘻からの半固形栄養剤注入のための補助装置作動性の検討	○坂井志麻(東京女子医科大学)，小川鑛一(元電東京電機大学)，小長谷百絵・林みつる(昭和大学)，國澤尚子(埼玉県立大学)，多田是隆(実川製作所)
10:30～10:45	日C1-3	高齢者の立ち座り動作に適した通勤電車優先席	○安中成樹(慶應義塾大学大学院)，山崎信寿(慶應義塾大学)
10:45～11:00	日C1-4	高齢者の低照度における室内移動時の視線変化に関する研究	○辻容子(東邦大学)，尾崎宏樹(国立スポーツ科学センター)，青木和夫・城内博(日本大学)，榊原隆次(東邦大学医療センター佐倉病院)
11:00～11:15	日C1-5	機器の操作姿勢に関する加齢変化	○居戸和由貴(東京理科大学)

【一般講演：日C2】　医療／安全3

時　間	番号	研　究　題　目	発　表　者
11:25～11:40	日C2-1	non-technical-skill重要性理解のための演習提案	○福田有希(早稲田大学)，小松原明哲(早稲田大学理工学術院)，早田文隆(株式会社日立プラントテクノロジー)
11:40～11:55	日C2-2	Proposing an Analysis method of Causes on Serious Medical Accidents based on Sabotage Analysis	○Altiyare Hattan・Akinori KOMATSUBARA(Waseda University)
11:55～12:10	日C2-3	特徴点に着目した文字間の形状類似度算出手法の提案	○羽田野輝・石田啓継・鍋田啓太・木村昌臣・大倉典子(芝浦工業大学)，土屋文人(国際医療福祉大学)
12:10～12:25	日C2-4	医薬品外箱データベースの構築と解析（第4報）―医薬品外箱の開封性の要因分析―	○吉見洋文(芝浦工業大学)，村岡宏樹(戸田市役所)，泉谷聡・木村昌臣・大倉典子(芝浦工業大学)，土屋文人(国際医療福祉大学)

【一般講演：日C3】　視覚／AR・VR

時　間	番号	研　究　題　目	発　表　者
13:00～13:15	日C3-1	顔の向きを利用した電動車いすの操作インタフェースの開発	○前田亜哉・森崇(群馬大学)，岩田知之・富岡遼・中沢信明(群馬大学大学院)
13:15～13:30	日C3-2	視線入力インタフェースの新たな利用法の提案	○大橋照明・西内信之・山中仁寛・朴美卿(首都大学東京)
13:30～13:45	日C3-3	単眼式ヘッドマウントディスプレイのナビゲーション利用による生理・心理的影響	○齋藤寛子・盛川浩之・河合隆史(早稲田大学)，Jukka Häkkinen・Göte Nyman(ヘルシンキ大学)
13:45～14:00	日C3-4	ヘッドマウントディスプレイの呈示方式が歩行使用時に及ぼす影響	○大島佳介・齋藤寛子・山添崇・盛川浩志・河合隆史(早稲田大学)，Jukka Häkkinen・Göte Nyman(ヘルシンキ大学)

【一般講演：日C4】　ディスプレイ／制御

時　間	番号	研　究　題　目	発　表　者
14:10～14:25	日C4-1	液晶テレビの観視画角の違いが身体動揺と心理評価に及ぼす影響	○関根豪・窪田悟(成蹊大学)，岸本和之・合志清一(シャープ)，五十嵐陽一(ﾊﾟﾅｿﾆｯｸ液晶ﾃﾞｨｽﾌﾟﾚｲ)，松本達彦・芳賀秀一・中枝武弘(ソニー)
14:25～14:40	日C4-2	顔の向きと口の開閉を利用した運筆動作支援システムの開発	○飯塚進哉・中沢信明(群馬大学大学院)
14:40～14:55	日C4-3	電動車いすの駆動制御システムの構築	○富岡遼・岩田知之(群馬大学大学院)，前田亜哉・森崇(群馬大学)，中沢信明(群馬大学大学院)
14:55～15:10	日C4-4	電動車いすにおける運転操作に連動する方向指示器に関する一考察	○前澤幸寛(静岡大学大学院)，末長修(静岡大学)
15:10～15:25	日C4-5	光学シースルーHMDから提示する作業補助情報のデザイン指針に関する研究	○田沼和泰(慶應義塾大学)，佐藤知弘(ブラザー工業)，中西美和(慶應義塾大学)

患者特性による転倒可能性評価に関する研究

○百瀬治*，高橋英司**，清水みどり***，三樹文子****，深谷覚*****，中西美和*****，岡田有策******
（*ウエストケアセンター，**埼玉ロイヤルケアセンター，***埼玉みさと総合リハビリテーション病院，
****北小田原病院，*****慶應義塾大学理工学研究科）

An Evaluation of Fall Possibility based upon Patients' Characteristics

Osamu Momose, Eizi Takahashi**, Midori Shimizu***, Fumiko Miki****,*
*Satoru Fukaya*****, Miwa Nakanishi*****, Yusaku Okada******
*(*West Care Center, **Saitama Royal Care Center, ***Saitama Misato Sougou Rehabilitation, ****Kita Odawara Hospital, *****Fac. of Science & Technology, Dept. of Administration Engineering, Keio University)*

1. 研究の背景

医療現場において、患者の転倒事故は件数の多いトラブルの一つである。患者の転倒事故を防ぐ方法の一つとして機械的・施設的な対策が考えられるが、実質的に転倒事故を防ぐには至らない。また、対策を行う費用や人員を増やすことによるコストがかかるため、多くの医療現場にとって機械的・施設的な対策は現実的とはいえない。そこで医療現場では、全ての患者の中から転倒する可能性の高い患者を選択し、転倒しないようにケアをすることで施設での転倒を抑制することが考えられている。その一つの手法として、転倒・転落アセスメントスコア表を用いた手法が行われている。アセスメントスコア表は施設において患者の転倒要因から転倒可能性の評価を行うために活用されている。しかし、アセスメントスコア表を活用している多くの施設において、施設の特徴を考慮した患者の転倒可能性を評価できているとは言えない現状となっている。

2. 研究の目的

本研究は、既存のアセスメントスコア表を活用していく一つの手法として、患者の転倒事故に関する要因を統計的に分析することを提案する。具体的には、アセスメントスコア表の各要因と実際の転倒事故との関係を分析することで、施設ごとに転倒可能性評価の方法を考えていく。また、現場で活用するために転倒可能性の高い患者に印を付けることで現場への情報提示を行い、転倒を抑制するためのサービスを提供することを考える。

3. 転倒可能性評価方法について

本研究では、既存のアセスメントスコア表を基に各施設において患者の転倒に影響する要因を選択し、患者を「転倒しやすい」患者と「転倒しにくい」患者の二つに判別する方法を考える。まず既存のアセスメントスコア表の転倒要因に関して医療安全管理者が各患者の状態をチェックし、記入する。以下に表1としてアセスメントスコア表の転倒要因の項目を添付する。次に、患者の転倒可能性を評価するために施設ごとで判別分析を行う。判別分析する際、目的変数を各患者の入所してからの転倒経験、説明変数をアセスメントスコア表の各転倒要因と設定する。判別分析の結果からF値を参照して転倒に影響する要因選択を選択し、重要度を算出することで、転倒可能性評価の判別式を導くことができる。

4. ケーススタディ

各施設で患者の情報を基に転倒可能性評価の判別式を算出する。今回は11施設でそれぞれ患者の転倒可能性評価を行った。転倒可能性評価を行った方法の例として、A病院の結果を示す。今回対象としたA病院の患者の総数は 1170 名である。A病院の各患者の状

表1. 転倒要因

Table1 Fall Factors

1	聴力障害がある
2	麻痺がある
3	骨・関節に異常がある（硬縮・変形）
4	痩れ感がある
5	足腰の弱り・筋力の低下がある
6	車椅子・杖・歩行器を使用している
7	移動に介助が必要である
8	ふらつきがある
9	寝たきりの状態である
10	見当障害・意識混濁・混乱がある
11	痴呆がある
12	判断力・理解力の低下がある
13	不穏行動がある
14	記憶力の低下があり再学習が困難である
15	鎮痛剤
16	抗パーキンソン剤
17	麻薬剤
18	降圧利尿剤
19	睡眠安定剤
20	浣腸緩下剤
21	化学療法
22	トイレ介助が必要
23	頻尿がある
24	尿道カルーテル留置
25	尿便失禁がある
26	夜間トイレに行く
27	トイレまで距離がある

態をチェックし判別分析を行った結果、以下の4つの項目が統計学的に転倒事故に強い影響を及ぼしていることがわかった。

・車椅子、杖、歩行器を使用している
・ふらつきがある
・判断力、理解力の低下がある
・睡眠安定剤

以上の4つの変数を用いて導かれた判別式が以下の(1)の式である。

F=1.00×(車椅子、杖、歩行器を使用している)＋0.90×(ふらつきがある)＋0.75×(判断力、理解力の低下がある)＋0.75×(睡眠安定剤)－4.5　(1)

各患者は上記の式において各項目の該当する値を代入し、患者の転倒可能性評価を以下のように定めた。

・F≧0 ならば「転倒しやすい」患者
・F＜0 ならば「転倒しにくい」患者

上記の手順で行うことで、医療安全管理者は各施設の特徴を考慮した形で「転倒しやすい」患者を判別することができる。A病院で患者を二つの状態に分けた判別結果を図1として示す。

		判別された群		
		転倒しない	転倒する	
真の群	転倒しない	396	392	50.3%
	転倒する	50	332	86.9%
		88.8%	45.9%	N=1170

図 1.判別結果

Figure1 Discriminant result

図 1 より、「転倒しやすい」と判別された患者は約 46%の患者しか実際に転倒していないが、「転倒しにくい」と判別された患者は約 89%転倒していないことがわかる。また、A病院の判別結果を用いて、医療現場で「転倒しやすい」患者の情報提示を行った。A病院のある部署においてナースコールの患者名の横に「転倒しやすい」患者であることを意味する☆印を4ヶ月添付した。図2はA病院の現場で☆印を適用した部署とその他の部署での各月に転倒した患者の割合の経過を示している。

5. 考察

アセスメントスコア表を用いた従来の評価に比べて、本研究で提案した転倒可能性評価方法は判別率がよくなっていた。また、現場に対して医療安全管理者が「転倒しやすい」と判別された患者を☆印で提示した結果、看護師が「転倒しやすい」患者に対して注意を払うことにつながり、転倒の割合が減少したと考えられる。しかし、「転倒しやすい」患者にサービスを続けていく過程で、看護師が繁忙な時や時間の経過により「転倒しやすい」患者に対する意識が薄れ、転倒抑制効果が弱まる傾向が見られる。これは、看護師が日々の業務に追われることや「転倒しやすい」患者に対して行うサービスの内容を具体的に指示せずに行ったことで、長期的な運用する際に「転倒しやすい」患者に対して徐々にケアが行き届かなくなっていったことが考えられる。

6. まとめ

本研究では、既存の転倒・転落アセスメントスコア表の転倒要因を統計的に絞り込むことで、施設ごとに患者の転倒可能性を評価する方法を提案した。また、医療安全管理者が看護師に「転倒しやすい」患者を☆印として提示することで、患者への注意喚起したことから転倒者の割合が減少した。今後は、「転倒しやすい」患者に対して統計的に選択された要因を基にしたサービス提供方法を考える。具体的には☆印のついている患者に対して、各施設で転倒可能性評価の際に選択された転倒要因をもとにして看護師が行うサービスを決めることで、看護師が「転倒しやすい」患者に行うサービスが明確になり、転倒する患者の割合をより減らしていく方法を検討していく。

[連絡先]
深谷　覚
慶應義塾大学大学院　理工学研究科
開放環境科学専攻　岡田研究室
〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1
慶應義塾大学　矢上キャンパス 26-305
e-mail：abc.fsr@a7.keio.jp

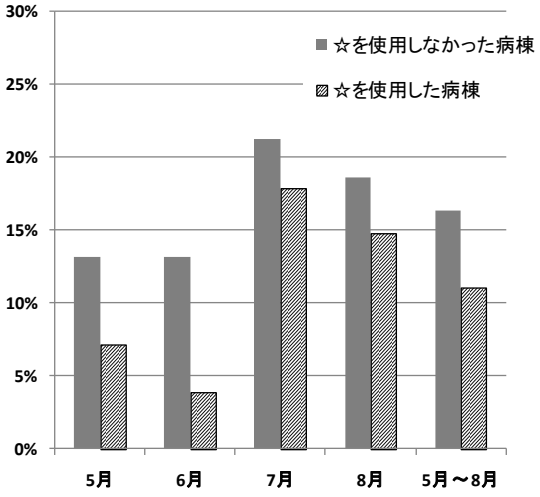


図 2.A病院の転倒者の割合の経過

Figure2 Process of fall patient percentage in hospital A

医薬品添付文書を元にしたデータベースにおける併用禁忌情報の解析

○奥屋遼[*]，石田啓継[**]，鍋田啓太[**]，木村昌臣[*]，大倉典子[*]，土屋文人[***]
（*芝浦工業大学，**芝浦工業大学大学院,***国際医療福祉大学）

Analysis on contraindication for combined use information in the medicine database based on package inserts

Ryo Okuya[*], Hirotsugu Ishida[**], Keita Nabeta[**], Masaomi Kimura[*], Michiko Ohkura[*], Fumito Tsuchiya[***]
([*]Shibaura Institute of Technology, [**]Graduate School, Shibaura Institute of Technology,
[***]International University of Health and Welfare)

1. はじめに

近年，様々な対策が行われているにも関わらず，医薬品の医療事故が発生している．その防止方法として学習により正しい知識を身につける仕組みや処方を自動でチェックするシステム等の開発が挙げられ，そのような仕組みを実現するためには，システムに適した構造をもつ医薬品情報データベースが必要である．医薬品の添付文書は文章で記載されており，項目そのものやその内に含まれる情報の表現方法に揺れが大きく，これをそのままデータとして活用することは困難であることから，2009 年度の厚生労働科学研究 [1)]において，添付文書に基づく医薬品の使用安全に関わるデータベースが開発された．しかし，データベース内のデータは添付文書で分けられていた文章が統合されたものである．文章は非構造化データであり，人間であれば意味を読み取ることで瞬時に構造化が可能であるが，システムは柔軟に構造化を行うことが出来ない．よってあらかじめ文章を構造化データに変換し，これを格納する必要がある．

そこで，本研究では厚生労働科学研究で開発されたデータベースの禁忌についての項目の内，併用禁忌に関する情報を解析し，表記の揺れの調査を行った上で，データベースとして持つべきデータ項目の提案を行う．

2. 解析方法

厚生労働科学研究で構築されたデータベースのうち併用禁忌データベース内の項目名「禁忌理由」に記載されている禁忌情報データを対象とする．これは，添付文書の「使用上の注意」の項目の下にある「相互作用」内の項目の一つである「併用禁忌」に含まれている「薬剤名等」「臨床症状・借置方法」「機序・危険因子」の禁忌情報を簡略化し，一つの文章にまとめたものである．文章の表現方法は様々であり，医薬品 2102 種類に対し重複を除くと 458 種類の文章が存在する．

対象データとなる禁忌情報は文章であるため，この情報を保持すべき適切なデータベースを設計するには文章内の適切な部分からデータ項目に相当する情報を抽出する必要がある．そのため，対象となる文章のうち同じ記述を共有するもの同士をまとめることで文章の類型化を行った．具体的には，併用禁忌情報データベース内に格納されている薬物群名のマスタデータや鍋田ら [2)]によって作成された有効成分名のマスタデータなどを用いて文章中の有効成分名や販売名を記号「＄」に置換した後，エディット距離を用いた階層クラスタリングを行い，共通の文字列を持つ文構造をまとめた．そして，まとめた文章群のうち，共通しない連続した単語部分を記号「％」に置換し，表記の揺れと考えられる句読点を削除してパターンを作成した．全てのクラスタに対してこの処理を行った後，クラスタ内で上記のパターンに合わない文章を作成したいずれかのパターンに当てはまるか確認を行い，それでも当てはまらない文章群を再度一つのグループとみなし，同様の方法を用いてパターンを作成した．以上の手順でパターンを作成出来ない単独の文章を例外文章とした．

その後，パターンと例外文章の文章中全てに含まれている単語の意味を公開されている添付文書 [3)]などを参考に目視で分類し，データベースとして持つべきデータ項目名を洗い出した．

また，同時に表記の揺れを調査し，同義語と考えられる単語をまとめた．

3. 結果・考察

対象データに対して有効成分名や販売名の置換を行ったところ，全 458 件中 239 件しか置換に成功しなかった(52.2%)．失敗した主要な原因として，マスタデータに含まれる薬物群名と文章中の薬物群名に表現の違いがあったことが挙げられる．禁忌理由の文章は禁忌となる併用の薬物群名を必ず 2 つデータとして持っている

表 1. 有効成分名と文章中の表記が一致しない表現

有効成分名(薬物群名)	文章中の表記
ワルファリンカリウム	ワルファリン
アルトバスタチンカルシウム水和物	アルトバスタチン
塩酸チザニジン	チザニジン
ピタバスタチンカルシウム	ピタバスタチン
バルプロ酸ナトリウム	バルプロ酸Na

が，文章中では薬物群名の一部が省略されており，置換が行えなかった．また，置換に用いたマスタデータでは有効成分名が漢字とカタカナで表現されているのに対し，文章中では元素記号であるアルファベットも含まれているため，置換できなかった場合もあった．

有効成分名や販売名を記号に置換した文章 182 種類に対してパターンを作成した結果, 43 種類のパターンが作成でき，例外文章は 44 種類(24.2%)だった. 43 種類と少なくない数のパターンに分かれた原因として，助詞の使い方や文頭・文末の表現の揺れが多く見受けられたことが挙げられる．例えば，同様の内容を示している文章であるにも関わらず，「……することがある。」と「……するおそれがある。」といった単純な表現の揺れによって，パターンが分かれていく場合が多かった．また例外文章では，漢字の使用未使用，独特な表記表現による違いなどが単独の文章となった原因として挙げられる．他に単独となった要因として，情報の付加が挙げられる．このような文章は 1 文で終わらず, 2 文目に併用禁忌となる時間的条件などの情報が追記されていることが多い．また，一部の文章の特徴として文頭に有効成分の薬効詳細や既に患っている患者の疾病名などの情報が記載されていた．これら情報はデータ項目として考慮する必要がある．

表 2. 禁忌理由のパターンの例
（＄は有効成分名，%は共通しない連続した単語）

禁忌理由
＄と＄との併用により、%ことがある。
＄と＄との併用により、%おそれがある。
＄と＄を併用すると%ことがある。
＄は%ため、＄と併用すると%おそれがある。
＄と＄を併用すると、%に対する競合により＄の血中濃度が上昇するおそれがある。
＄と＄は%で競合して代謝されるため、＄の血中濃度が%おそれがある。

次に文章中から得た単語を分類していった結果，文章に含まれる情報として「併用禁忌となる有効成分名や販売名」「併用禁忌となる原因」「原因から起こる結果」「併用禁止期間」「投与前の患者の情報」「その他特別な条件」が含まれていた．「投与前の患者の情報」や「併用禁止期間」「その他特別な条件」は医薬品によって不必要な場合があるが，他の情報は必須である．ここで得られた項目名を元にデータ抽出パターンを作成する．また，文書中に現れる上記情報の順番として「有効成分名や販売名」「併用禁忌となる原因」「原因から起こる結果」の順に並んでいるパターンが 89.7%を占めていた．「原因から起こる結果」は更に詳細化することが出来，「投与後の患者の状態」「投与後の患者の疾病名」「有効成分の薬効」「有効成分の作用時間」に分けることが出来た．

データを抽出する際の問題点として，有効成分名や販売名，原因又は結果の情報が欠落している文章が存在することが挙げられる．有効成分名や販売名を示している言葉が記されていない文章は 1 つ(1.1%)，結果を示している言葉が記されていない文章は 5 つ(5.7%)と少ないが，原因を示している言葉が記されていない文章は約半数ある(48.3%)．このような文章からは併用禁忌として必要な情報を網羅することが出来ない為，必ず表記する必要がある．また，すでに説明した有効成分名や販売名が正確なものと一致していないものがあることに加え，「上昇」「増加」などの表記のゆれ，受動態と能動態の違いによる表現の揺れ，ローマ数字とアルファベット「I」を並べたもの等の記載方法の違いなどが見られるため表記を統一する工夫が必要である．

また，有効成分名の誤記や一部単語の欠損，必要のない文字の挿入等の文章を起こす際のタイプミスが存在した．

4. まとめ

厚生労働科学研究で構築されたデータベースの併用禁忌に関する記述文章を解析したところ，文章中に含まれている併用禁忌情報を複数のデータ項目に分けることが出来た．しかし，網羅すべき情報が含まれていない文章が存在するという問題点も明らかになった．また，そのような情報を含む文章でさえ，表記の揺れなどによって様々な表現がなされており，自動的に最適な情報を抽出することは困難である．よって，単に文章として情報をデータベースに格納するのではなく，あらかじめ必要な項目を用意し，文章を項目に適したかたちに分割し格納する必要がある．

今後は，この解析結果で得たデータ項目に対応した部分の情報を取得するデータ抽出手法を確立し，医薬品情報システムに利用可能な禁忌情報データベースを構築する予定である．

5. 参考文献

1) 土屋文人,木村昌臣他:電子化された医薬品添付情報の利活用に関する研究，厚生労働科学研究，200937060A(2009)

2) 鍋田啓太他: 医薬品添付文書からの有効成分名の抽出(第 2 報)，電子情報通信学会 2009 年総合大会講演論文集, A-18-5, 2009.

3) 独立行政法人 医薬品医療機器総合機構(2010) http://www.info.pmda.go.jp/

[連絡先]
奥屋遼
芝浦工業大学工学部情報工学科データ工学研究室
〒135-8648 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：l07035@shibaura-it.ac.jp
Fax：03-5859-8507

見える範囲を考慮したアンプルラベル類似指標の提案

○古川裕太郎*, 石田啓継**,鍋田啓太**,木村昌臣*,大倉典子*,土屋文人***

(*芝浦工業大学工学部, **芝浦工業大学大学院, ***国際医療福祉大学)

A proposal of appearance similarity index of ampoule labels based on the sight range

Yutaro Furukawa*, Hirotsugu Ishida**, Keita Nabeta**, Masaomi Kimura*,Michiko Ohkura*, Fumito Tsuchiya***

(*Shibaura Institute of Technology, **Graduate school of technology, Shibaura Institute of Technology,
***International University of Health and Welfare)

1. はじめに

近年，医薬品の名称や外観の類似に起因する医療事故が発生しているため，医薬品の名称や外観が類似することを防止するため工夫の必要性が高まっている．名称類似に関しては，類似名称検索システムが稼働しており既に対策が講じられている．しかし，医薬品の外観類似防止を目的としたシステムは存在せず充分な対策はなされていない．このため，先行研究[1)]ではガラスやプラスチックの円柱状の容器に薬品を入れたアンプルのラベルを対象に外観が類似したものを検索するための手法を提案している．この手法では，ラベル画像を既定の大きさ(行方向 256 ピクセル，列方向 157 ピクセル)に揃えた上で，その RGB データに対してフーリエ級数展開を適用し，スペクトラル関数をもとに特徴量を求め，ラベル間の類似度を算出している．しかし，白色を多く含むラベル画像に関しては，他のどのラベルとも高い類似度が算出される問題があった．一方で，人が実際にアンプルを見る場合には見えるラベルの範囲は限られるため，特定の方向からラベルを見たときに似ていればやはりそれらのアンプルは似ていると考えるべきであると考えられる．そのため，人間が一度に見ることができる部分についての類似度を算出する必要があるが，先行研究ではこの点に関して考慮していない．そこで，本研究ではそれらの問題を解決し，見える範囲を考慮したアンプルラベル類似指標を提案することを目的とする．

2. 研究内容

2. 1 使用する色情報データの検討

白色を多く含むラベル間の類似度が高くなる問題の解決方法として，白以外の色の特徴量での類似度算出が有効的であると考えられる．しかし，RGB では白を表現するためにRGB全ての値を使用しており，白色成分とそれ以外の分離が困難である．そこで本研究では，L*a*b*表色系を使用する．この色情報データでは，L*は明度，a*は赤・緑の成分，b*は黄・青の成分を表すため，白色成分は L*の値として分離できる．そのため，a*と b*をもとに計算された特徴量を比較することで，白以外の色にもとづく類似度の算出が可能となると考えられる．

2. 2 画素の位置に対応した特徴量の取得

見える範囲を考慮した類似度の算出には， ラベル画像の画素の範囲を限定し，その範囲内の画素の位置と対応する特徴量を比較する必要がある．しかし，先行研究[1)]の手法では，フーリエ級数展開を用いたため画素の位置に対応した特徴量の取得が困難であった．そこで，本研究では線形補間により先行研究と同様の大きさに揃えたラベル画像に対しウェーブレット変換を適用し特徴量を求める．

2. 2. 1 色の変化についての特徴量

まず，画像の各行のL*a*b*値に対して，離散ウェーブレット変換を適用する．離散ウェーブレット変換は，マザーウェーブレットと呼ばれる局所的な関数Ψ(t)と元データ f(t)との内積の値を計算して係数を取得する手法である (式 1)．この時，伸長パラメータ m と平行移動パラメータ n を指定すると，マザーウェーブレットの幅を 2^m 倍に伸長し，nだけ平行移動した位置での内積の値が求まる．使用するマザーウェーブレットは daoubechies1(以下 db1)とする (式 2)．

$$W_{(m,n)} = \frac{1}{\sqrt{2^m}} \int f(t)\psi\left(\frac{t}{2^m} - n\right) \quad (1)$$

$$\psi(t) = \begin{cases} 1 & 0 < t < \frac{1}{2} \\ -1 & \frac{1}{2} < t < 1 \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad (2)$$

db1 のマザーウェーブレットを用いることで，ラベル内で色が変化する画素の位置では，変化前の画素と変化後の画素の L*a*b*値が 大幅に変化するため高い係数を得られる．そのため，細かい色の変化や大まかな色の変化が画像内のどの位置で起きているかをパラメータ別の係数として取得できる．このとき，mが3以上の係数を特徴量として取得する．その理由は，ラベル内の細かい文字の大きさは凡 8 ピクセルであり，それより細かい表示はラベルが似ているかを判断するための材料として用いないと考えられるためである．8 ピクセル間の色の変化をとらえるのはmが 3 の場合であり，これより大きい m をもつ成分，即ち，荒い表

示情報を表現する成分を取得する．この成分を画素の位置に対応する色の変化についての特徴量とする．

2.2.2 色合いについての特徴量

次に，画像から各行のL*a*b*値を取得し，8ピクセル，16ピクセル，32ピクセル間隔のL*, a*, b* それぞれの値の平均値を取得する．その理由は，db1を用いた離散ウェーブレット変換はいろいろなスケールでみたL*a*b*値の変化のみを係数として算出するためであり，それ以外に画像の代表的なL*, a*, b* それぞれの値を比較して類似度を求める必要があると考えたためである．本研究ではこの代表的なL*, a*, b* それぞれの値をそれら各々の平均値とした．得られた平均値をその行に対応する色合いについての特徴量とする．

2.3 見える範囲を考慮した類似度の算出方法

ラベルは円柱状のアンプルに巻かれており，アンプルを正面から見た場合，ラベルの横の長さの1/4(64ピクセル)が見える範囲となると考えられる．そのため，1枚のラベル画像の特徴量から，1/8(32ピクセル)間隔ずらしたそれぞれの位置で，その範囲及び各行に対応する特徴量を含むベクトルを行ごとに作成する．このベクトルは，L*，a*，b*の色の変化についての特徴量と，a*, b*の色合いについての特徴量を成分に含むものとする．この時，L*成分は画像の文字やバーコード部分など，白から黒へのまたは黒から白への変化に相当する係数であるため，白黒成分の特徴量とみなしベクトルに含める．

本研究では，アンプルラベルの組に対し，このようにして得られたそれぞれのベクトルの間のなす角についてのcos値を各行についてもとめ、その平均値を「見える範囲についてのラベルの類似度」と定義する．

また，ラベル全体の類似度を求めるために，2つのラベルをそれぞれ横方向に1/8間隔に分割し，対応する位置に相当するベクトルがなす角のcos値を計算し，その平均値をもとめる．さらに，片方のラベルを円周方向に1/8ずつずらして同様な計算を行い，その結果得られるcos値で最大のものを2つのラベル間の全体の類似度とする．

3. 実験

3.1 見える範囲を考慮した類似度の算出

ラベル画像の見える範囲の類似度を算出し，人の主観に近い類似度が得られたかの検証を行った． 図2の画像は，4つのオリジナルのラベル画像のうち,比較対象とする1/4部分の画像である．ラベルA・Bは左側が青色に塗りつぶされているところが似ているが，他はAと少し異なる部分がある画像である．Cは左側が赤色で,それ以外の部分がAとほぼ同じ画像である．Dはどの画像とも似ていない画像である．この時，Aと他のラベルの見える範囲の類似度を求める．結果はA-Bは0.404, A-Cは0.535, A-Dは0.001である．この結果より，似ていないA-Dの組では類似度として小さい値を，A-B, A-Cの組み合わせでは大きい値を算出できたことから，本研究の類似度の算出方法は妥当であると考えることができる．

図1 対象としたラベル部分

3.2 類似度に対するラベルの白色部分の影響について

ラベルに白い部分が多い場合に類似度が高くなる問題の解決がなされたかの確認を行うため，白色が多いラベルの組み合せに対して本研究の手法で提案する類似度を算出する．Aは似ていないが白を多く含むラベルの組み合わせであり，Bは，ラベルの構造が似ているが，色が異なる組み合わせである．本手法を用いてAとBの全体の類似度を算出した結果，Aは0.0395，Bは0.163 となった．

先行研究[1]の手法でAとBの組み合わせに対して類似度を求めると，Aの組み合わせに対して高い類似度が算出され，この結果が人の主観と合わない結果とされた．しかし，本研究の手法を用いた結果ではAの値が低くなったため，本手法は白が多い場合に類似度が高くなる問題を解決する耐えに有効な手法であると考えられる．

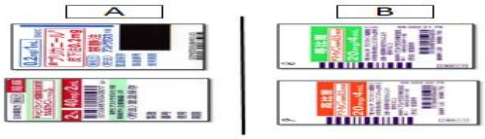


図2 白色部分の効果をみるために用意したラベルの組

4. 今後の課題

本研究では，見える範囲を考慮すべくウェーブレット解析手法を利用したアンプルラベルの類似度計算手法を提案した．既存研究で指摘された白色部分が多いラベルは他のラベルと高い類似度をもつ傾向にある問題はL*a*b*表色系をとることにより解決した．今後はこの手法をもとに類似アンプルラベルを検索するシステムを構築する予定である．

5. 参考文献

1) 古城他: アンプルを対象とした外観類似医薬品検索手法の提案,電子情報通信学会, pp.249, A-18-7, (2009)

謝辞

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

[連絡先]

古川 裕太郎

芝浦工業大学 工学部情報工学科 データ工学研究室

〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5

e-mail:l07113@shibaura-it.ac.jp

Fax: 03-5859-8507

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 17 報)

ピッチ印刷におけるPTPシートの視認性評価実験

○泉谷聡*、大倉典子*、青木和夫**、土屋文人***
(*芝浦工業大学、**日本大学、***国際医療福祉大学)

Examination of method of displaying medicine to prevent human errors(ⅩⅦ)
-A visibility evaluation experiment of PTP sheet in printing of pitch-

Akira IZUMIYA*, Michiko OHKURA*, Kazuo AOKI**, Fumito TSUCHIYA***
(*Shibaura Institute of Technology, **Nihon University, *** International University of Health and Welfare)

1. はじめに

現在、薬剤の包装や表示に起因した取り違え等のエラー事例が数多く報告されており、薬剤の表示を評価することへの注目が高まっている[1)]。

薬の錠剤やカプセルを包むために多く使われているPTP(Press Through Package)シート(図 1)に関しても例外ではなく、狭いシート上に多くの情報を詰め込んでいるため、重要な表示が見にくい等の問題を抱えている。そこで著者らも、これまでPTPシートの表示に関して評価や改善に取り組み、その成果としてPTPシートの表示に関していくつかの知見を得ている[2)]。

一方、PTP シートを印刷する上で、1錠単位で製品名や含量を印字することのできる、ピッチ印刷という手法がある。そこで、ピッチ印刷を用いた PTP シートの見やすい表示を決定することを目的とし、架空の薬剤(メジロアンOD2．5mg)をサンプルとして PTP シートの視認性評価実験を行った。また実験は、シートの表面と裏面に対して別々に行った。本報では、この結果について報告する。

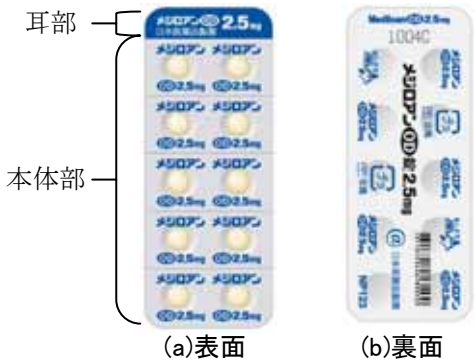


図 1 PTP シートの例

2. 実験概要

本実験では、これまでの研究[2)] でも使用した視線追跡装置(NAC社、EMR－NL8B)を用いて、被験者の視線を計測する実験を行った。 方法は、PCモニター中央に表示された画像を被験者に見てもらい、その間の被験者の視線の動きを計測し、各項目に視線が向いていた時間(以下、注視時間)を算出した。なお、各画像の提示時間は 2 秒間とし、提示順序はバランスを考慮した。

このような実験を、薬剤師 18 名に対して行った。

3. 表面に対する実験

3. 1. 耳部における含量の文字の大きさの評価実験

まず、耳部(図 1 参照)における含量(図 2 参照)の文字の大きさの変化が含量の識別性に与える影響を調査する目的で、図 2(a)～(c)の3つの耳部デザインを実験にて評価した。本体部(図1参照)には図1(a)を含む3種類を用い、それぞれに対して、評価を行った。また、本体部を切り取った耳部だけの評価も行った。

実験の結果、全ての評価実験において、含量に対する注視時間の傾向が図 2(c)＞図 2(b)＞図 2(a)であった。ここから図 2(c)のような含量を大きく表記する表示が最も視線を集めることがわかった。

(a) (b) (c)

図 2 耳部の表示

3. 2. 本体部における表示の評価実験

耳部の含量の表示を前節の実験で最も注視時間の長かった図 2(c)とし、本体部図 3(a)、(b)における製品名、剤形(図 3 参照)、含量表記に対する注視時間の評価実験を行った。

実験結果から、本体部と耳部における、含量表記に対する平均注視時間を図 4 に示す。これらに対し、対応のある2群の差の検定を行ったところ、本体部、耳部ともに、図 3(a)と図 3(b)の平均注視時間について、有意水準1%で差があった。

このことより、図 3(a)のように含量の周りを丸く囲んでネガ表示にしたことが、注視時間を集める結果になったことがわかる。また、耳部の含量の平均注視時間は図 3(b)＞図 3(a)となっており、図 3(b)案は本体部の含量に

視線が行かない分、耳部に視線が集まったと考えられる。

図 3　本体部の表示

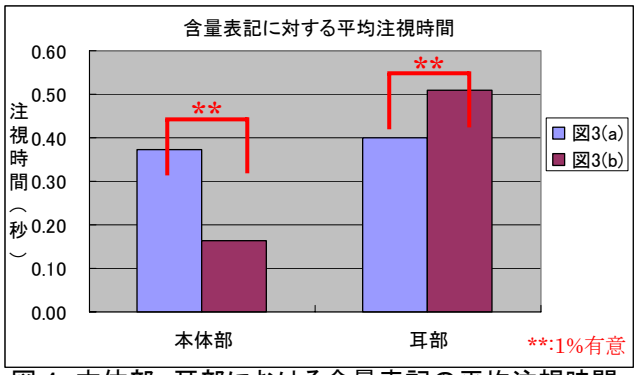


図 4　本体部、耳部における含量表記の平均注視時間

4. 裏面に対する表示の評価実験

PTP シートの裏面における、ピッチ印刷を用いた図 5(a)～(c)の本体部の製品名、剤形、含量、バーコード表記、プラマーク(図 5 参照)に対する注視時間の測定実験を行った。

実験の結果、図 5(a)、(b)における本体中央部の製品名、含量、剤形表記に対する平均注視時間に対し対応のある 2 群の差の検定を行ったところ、製品名において有意水準 1%、含量において有意水準 5%で平均注視時間に差があった。また、図 5(a)～(c)におけるバーコード表示、プラマークに対する平均注視時間に対して分散分析を行ったところ、バーコード表示において有意水準 5%、プラマークにおいて有意水準 1%で平均注視時間に差があった。これらの視線の軌跡例を図 6 に示す。

対応のある2群の差の検定の結果と図 6 より、図 5(c)は図 5(a)、(b)に比べ、視線が一箇所に定まらず複数の項目に散っている傾向があり、プラマークの注視時間も 3 つの中で最も長かったことがわかる。ここから、図 5(c)のように狭い場所に多くの情報を詰め込むことで視線が様々な場所に散ってしまう傾向にあると考えられる。

5. まとめ

PTP シートピッチ印刷の表示方法の決定を目的とし

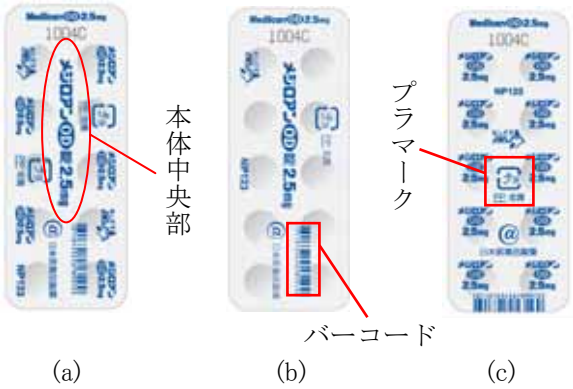


図 5　裏面の表示

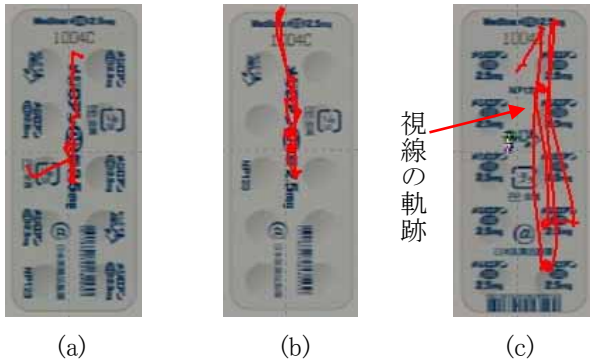


図 6　視線の軌跡例

て、架空の PTP シートをサンプルとして表示の評価実験を行った。表面に対する実験結果より、耳部に関して、含量を大きく表記する表示が最も視線を集めることがわかった。また本体部においては含量に関して、含量のネガ表示が注視時間を集める結果になることがわかった。さらに裏面に対する実験結果より、表示方法によっては視線が一箇所に定まらないことがわかった。

これらの知見から、ピッチ印刷を用いた PTP シートの見やすい表示の指針を定めることができた。今後はこのような評価を種々の表示に対して行い、より見やすい PTP シートの表示を決定していく。

参考文献

1) 土屋文人:「医療事故防止と医薬品包装・表示のあり方」, PHARM TECH JAPAN, vol.19, No.11, 27-37, 2003

2) 泉谷聡他:「ヒューマンエラーを防止するための薬剤の表示方法の検討（第 3 報）-PTP シートの視認性向上を目的とした表示方法の研究-」, 日本人間工学会第 47 回大会講演集, 184-185, 2006

[連絡先]
泉谷聡
芝浦工業大学
〒135-8548　東京都江東区豊洲 3-7-5
TEL:03-5859-8508
E-mail:m708101@shibaura-it.ac.jp

知識と意識の共有を支援するヒヤリハット報告システムとその運用方法の提案

○山口俊憲*，間部克裕**，大場友華*
（*山形県立産業技術短期大学校，**北海道大学大学院医学研究科）

Proposal of Incident Report System for Information Sharing

Toshinori Yamaguchi*, Katsuhiro Mabe**, Tomoka Ohba*
(*Yamagata College of Industry and Technology, **Graduate School of Medicine, Hokkaido University)

1. はじめに

医療事故防止策の一つとして，安全管理サイクル [1]の構築が必要であると考えられる．しかし，この安全管理サイクルが十分構築できていなと考えられる．例えば，各病院などで収集されているヒヤリハット事例の報告件数は非常に多く，どの事例に対して対策をとるべきかなどを決定することが難しい．また，事例報告が病院全体として十分活用できていないなどの指摘がある [2]．

本報告では，安全管理サイクル運用上の問題点を考察し，効果的にサイクルを回すことを支援するヒヤリハット報告システムとその運用方法について提案する．

2. 安全管理サイクル運用上の課題

図 1 に安全管理サイクル [2]の概略を示す．この安全管理サイクルを運用していく上で，ヒヤリハット事例からの分析対象の抽出や立案された対策の評価などの面で課題があると考えられる．

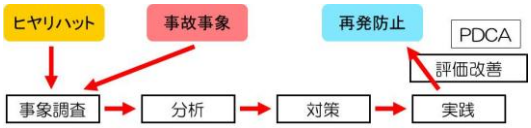


図 1. 安全管理サイクル [2] の概略

2.1 ヒヤリハット事例から分析対象の抽出

事故未然防止の取り組みとして，ヒヤリハット事例の収集が行われている．しかし，この報告件数は膨大な量にのぼる．例えば，ある自治体の 4 病院の 1 年間の報告件数は 3283 件となっており，一病院あたり約 800 件となる．また，医療機能評価機構で収集されているヒヤリハット事例は 3 か月間で約 14 万件報告されている [3]．

このような膨大な量の事例すべてに対して分析を行い，対策を立てることは困難であると考えられる．そのため，統計的な分析を行い，報告件数の多い事例などについて分析・対策をとることが必要である．しかし，このような統計的な分析に基づく事例の抽出だけでなく，医療従事者が危険性を感じている事例などを抽出し，そのような事例の分析・対策の立案が必要であると考えられる．

2.2 対策の評価

ヒヤリハット事例や発生した事故に対する対策は立てられている．しかし，立てられた対策の有効性に基づく評価が十分に行われていない場合がある．そのため，行わなければならない作業が増えている．この対策の有効性などを評価し，効果的な対策については実行性を高め，あまり効果がみられない対策の実行を中止する整理が必要と考えられる．

3. 意識と知識の共有

病院は多くの部門から構成されており，このような組織において共通の認識，すなわち意識を持つことが難しいと考えられる．このような多くの部門からなる組織での共同作業を円滑に進めるには，すべての参加者の間で情報，作業，意識を共有することの必要性 [5]が指摘されている．また，SHEL モデルを応用した iSHEL モデルでは，組織内での情報の流通の必要性が言われている．いくら有用な対策を立てたとしても伝わらなければ意味をなさない．そのため，これらの情報は必要な時に必要な相手に伝わる必要がある．

図 2. iSHEL モデル [4]

病院組織において流通する情報には，ヒヤリハット事例やそれに対する対策などの「知識」とヒヤリハット事例の危険度，対策の実効性や作業方法の変更に対する気持ちなどの「意識」があると考えられる．

安全管理サイクルを効果的に運用するためには，ヒヤリハット事例やその対策などの「知識」としての情報だけでなく，それらに対して職員が感じる危険性や重要性などの「意識」に関する情報の共有をサポートする報告システムが必要になると考えられる．

4. 提案する安全管理サイクルとヒヤリハット報告システム

4.1 提案する安全管理サイクル

提案する安全管理サイクルを図 3 に示す．安全管理サイクルを運用する上で，事例の収集・分析・対策立案だけでなく，報告事例・対策などの評価を行う必要があると考えられる．

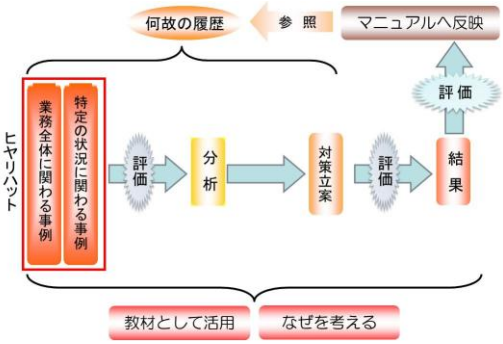


図 3. 提案する安全管理サイクル

(1)ヒヤリハット報告の評価

膨大な量のヒヤリハット報告から分析対象とする事例を抽出する際，発生頻度など統計的な分析の実施が必要である．しかし，報告されていないヒヤリハット事例や現場に近い職員が感じている危険度などを考慮する必要がある．そこで，個々の医療従事者が持つ，事例の危険度や報告されていない事例などに対する意識による評価に基づき，分析の対象とする事例の抽出方法が必要と考えられる．

(2)対策の評価

前述したように病院は多くの部門から構成されている．そのため，ある部門で立てられた対策が，他の部門の安全性や作業効率に著しく影響を及ぼすことがあると考えられる．対策の立案に際し，このような影響について複数の部門から構成される安全管理委員会などでも考慮されている．しかし，現場に近い職員との乖離についても継続的に明らかにし，それを反映していく必要がある．そこで，立てられた対策の有効性や所属する部門の作業への影響度などの評価が必要になると考えられる．

(3)実施された対策の評価とマニュアルへの反映

実施される対策は直ちにマニュアルへ反映するのではなく，ある一定期間実施後，有効性・実行性などの評価を行い，マニュアルに反映することが必要であると考えられる．また，新たに立てた対策については，更なる期間経過後にまとめて有効性・実行性や他の対策との整合性などの評価を行い，評価の低い対策については取り消しなどの整理が必要と考えられる．

4.2 ヒヤリハット報告システム

ヒヤリハット報告システムは，事例の収集とその統計的な処理の結果の表示だけでなく，事例や対策に対する職員の意識などの評価結果の収集とその結果の共有が必要と考えられる．また，マニュアルに反映された対策がどのような経緯で立案されたのかの履歴を参照できるシステムにする必要がある．この履歴を残すことで，Know-How の蓄積だけでなく，Know-Why の蓄積が可能となり，システムが人材育成のための教材として活用可能になると考えられる(図 3 参照)．

5. おわりに

本報告では，安全管理サイクル運用上の問題点を考察し，効果的にサイクルを回すことを支援するヒヤリハット報告システムとその運用方法について提案した．

安全管理サイクルの構築には，膨大な量となっているヒヤリハット事例から分析対象とする事例の抽出や立てられた対策の評価が必要と考えられる．このとき，現場に近い職員の意識に関する情報に基づく評価が必要と考えられる．今後，このような意識の共有をサポートするヒヤリハット事例報告システムの開発を目指す．

参考文献

1) 石橋明:事故は，なぜ繰り返されるのか，中央労働災害防止協会，2003.
2) 吉川俊治:医療安全対策は実効を上げたか，外科，Vol. 67, No. 3, 308-312, 2005.
3) 財団法人日本医療機能評価機構，医療事故情報収集等事業第 22 回報告書，2010.
4) 山口俊憲:情報とモノの流れに着目した医療業務分析，人間工学，Vol. 40, 394-395, 特別号，2004.
5) 岡田謙一:グループウエアと CSCW，ヒューマンインタフェース学会誌，Vol. 2, No. 3, 145-152, 2000.

[連絡先]
山口俊憲
山形県立産業技術短期大学校産業技術専攻科
〒108-8619 山形県山形市松栄 2-2-1
e-mail：yamaguch@astro.yamagata-cit.ac.jp

自律型無線ネットワークシステムを利用した Web システムの提案

○井上隆司*，たかはしゆういち*，桜井将人**，小林大二***，山本栄**
（*東京理科大学大学院, **東京理科大学, ***千歳科学技術大学）

Suggestion of the Web System Using Autonomous Wireless Network System

Takashi Inoue*, Yuichi Takahashi*, Masato Sakurai**, Daiji Kobayashi*** and Sakae Yamamoto**
(*Graduate School of Tokyo University of Science, ** Tokyo University of Science, *** Chitose Institute of Science and Technology)

1. はじめに

大地震が発生すると通信などの断絶が起こり，情報が手に入らないことが想定され，災害時でも利用可能な情報提供サービスが必要とされている．災害時における情報提供サービスとは，被災者が求める情報を提供することである．災害時に情報に対する地域住民のニーズが満たされないと住民が混乱し，社会的な問題 [1] になるため，このサービスは不可欠である．その対策として，大地震が発生しても直後から情報の収集と提供が可能である自律型無線ネットワークシステムが開発されている [2]．このシステムの今後の課題に，取り扱う情報の種類・内容の検討や情報収集・提供に用いるユーザインタフェースの検討などが挙げられている．すなわち現状では，自律型無線ネットワークシステムを活用する Web システムの提案・開発が必要である．また，開発した Web システムに対して災害状況下でも利用可能であるというユーザビリティの検討も必要である．

2. 目的

自律型無線ネットワークシステムを活用するための Web システムの提案をして，その開発を行う．そして開発した Web システムに対してユーザビリティの面からの検討を行い，システム運用の実験を行う．

3. 方法

3.1 想定する災害と状況

本研究で対象とする地域は東京都新宿区箪笥町出張所管内とする．箪笥町地区は大地震発生の際，大きな被害を受けるという報告がある[3]．また，地震というものを一般的に定義することは困難なため，以下のような災害の状況を想定する．

- 東京都新宿区箪笥町地区を含む地域で大地震（M7 程度）が明け方に発生し，電気や水道などのライフラインは停止
- 自治体もダメージを受け，救援は地震発生から 3 日後以降に開始
- 被災地域の住民は余震がある程度収まると，全員が避難所に向かう
- 75 歳以上の高齢者や全介護を必要とする介護認定レベル 3 以上の人は自力で避難所に行けない
- 避難所に着いた住民は上記の住民やそれ以外の避難所に来られない人の救助に向かう
- 避難所に住民全員を収容することはできないので，一部住民は避難所到着後，自宅に戻る
- 自宅に戻った住民はシステムを利用して物資の配給情報を得る

以上を想定して検討を行う．尚，地震発生から 3 日間すなわち 72 時間は政府の援助は行えないと発表されている．これより最低 3 日間は地域住民だけで生活しなければならない．本研究で作成する Web システムは地震発生から 3 日間活用できるシステムとする．

3.2 Web システム作成手順

Web システムは図 1 のフローに従って作成する．まず，表示情報の検討ではシステムにどのような情報を載せるべきであるかを提案する．次に画面構成の提案では，情報の載せ方を提案し[4]，これら 2 つの項目の考察が終わってから Web システムの作成を行う．これは HTML と Java Script を用いて作成する．Web システム作成後に以下の項目の確認作業や実験を行う．

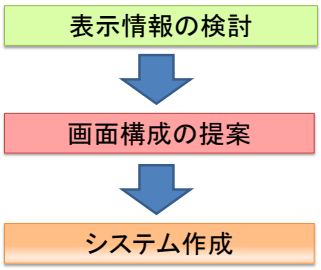


図 1. システム作成手順

- 動作確認作業
- ユーザを考慮した評価実験
- 災害発生時に屋内ではなく，避難所である体育館や屋外で使用できるかの検証

この項目を確認することで，ユーザビリティの検討を含んだシステムを開発することができる．

3.3 表示情報の検討

情報は大地震が発生した後，箪笥町出張所管内で集めることができる情報のみを集めるものとする．例えば，余震の情報や政府の支援情報などはその地域の外部と連絡がつかないと情報を入手できないので，本研究では想定しないことにする．また被災時に求める情報は閲覧する人によって異なる．その例を以下に示す．

- ✓ 地域住民(箪笥町地区の住民)が求める情報
  →食料・水の配給場所，知人や家族の安否など
- ✓ 救援者の立場の人が求める情報
  →援護必要者[5]の情報，避難所未到着者の情報
- ✓ 避難所等の運営者が求める情報
  →他避難所の状況，避難民の把握

3.4 収集する情報の案

表 1 に収集すべき住民の情報を示した．この情報は大地震が発生する前に集められる情報と大地震が発生した後でなければ集められない情報の 2 種類が存在する．地震発生前の情報は各自でシステムに登録し，発生後の情報は避難した避難所で登録する．また表示情報の検討で述べたように，各々が欲しい情報は異なるので，提供する情報は全ての人に同じ情報を提供するわけではない．

表 1. 収集する住民情報の案

地震発生前	地震発生後
氏名・年齢	避難した避難所
住所・性別	現在地(自宅・避難所)
家族(同居人の数)	怪我の有無
救助に必要な人数	
要援護者の情報	
自力で生活可能かなど	

3.5 画面構成の提案・システム作成

ユーザが情報を登録・閲覧する画面の例を示す．画面は救援者の立場の人が誰を救出しに行けばよいか，またその人はどのような特徴を持つ人なのかが分かる画面にする必要がある．

図 2 は救助者が援護必要者の情報を取得する画面である．図 2 の画面は地震が発生した後，避難所未到着者は誰か，その人の大まかな住所はどこか，さらに事前に住民の情報を登録している場合は救助にどれだけの人出を必要とするかが避難所ごとに分かるようになっている．また，その人の救出作業に誰かが向かったのか分かるようにして，同じ援護必要者のところに多くの人が向かわないように配慮している．この情報を救助者に提供することで，円滑な救助活動を行える可能性がある．

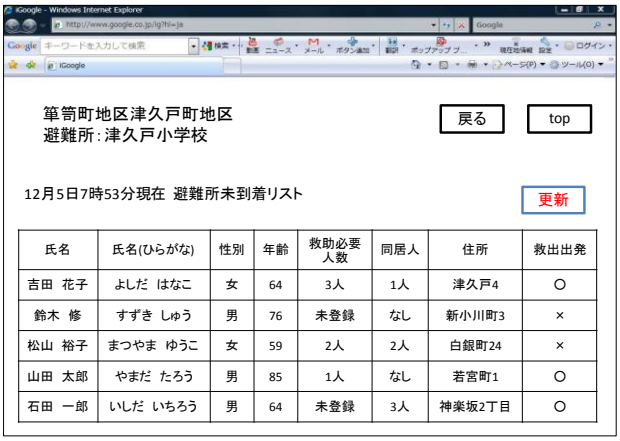


図 2. 避難所未到着者確認用の Web ページ案

このような住民情報を取り扱う場合，個人情報の扱い方が問題になることが非常に多い．本研究の Web システムでは FeliCa を用いて認証を行うことで，地区にいる数人の責任者が個人情報を扱う Web ページにアクセスできるようにして，救援者に指示を出すものとする．

4. まとめ

本研究では，自律型無線ネットワークシステムにおける Web システムの提案・開発を行った．しかし，現段階では実際の大地震発生下において，初めてこのユーザインタフェースを使用する人が使うことができるか？また，ユーザインタフェースである画面に記載する情報に過不足はないか，という観点からの評価を行えていない．今後，開発したインターフェースについて，このような点を満たしているのか検討することが必要である．

5. 参考文献

1) 廣井脩（編著）：災害情報と社会心理，シリーズ情報環境と社会心理，北樹出版, p.177, 2004.

2) Y. Takahashi et al., A development of information system for disaster victims with autonomous wireless network, HCI International 2009 (San Diego, USA 2009).

3) 新宿区防災会議：新宿区地域防災計画，5-35，新宿区防災会議事務局，2008.

4) 岡田謙一 ： ヒューマンコンピュータインタラクション, 31-51, オーム社, 2002.

5) 今福珠英 ： 大地震発生時における高齢者避難支援の研究，東京理科大学修士論文, 2008.

[連絡先]
井上 隆司
東京理科大学 工学部 経営工学科 山本研究室
〒162-8601 東京都新宿区神楽坂 1-3
e-mail：t.inoue@ms.kagu.tus.ac.jp
Fax：03-5228-8352（山本研究室宛）

社会ネットワークに関する基礎的検討
－ペルー、ナスカ台地を例として－

本多　薫
（山形大学人文学部）

A Study of the social network: a case study of Nasca upland, Peru

Kaoru HONDA
(Faculty of Literature and Social Sciences, Yamagata University)

1．はじめに

通信インフラや道路網などのライフライン、企業組織・友達・血縁関係などの人間関係のネットワーク、さらに疾病の伝染、遺伝などの生物学的なネットワークなどのネットワークが存在する。これら現実のネットワークは無関係であるかのように思われるが、多くの共通した構造が見られる。人間関係（組織、集団、個人）は、必然的に起こる現象であり、その人間関係を支援する形で道路、物流、情報などの社会ネットワークが構築される。しかし、現代社会の複雑化した人間関係（行動）を理解するためには、古代の社会ネットワークを分析し、人間行動の普遍的な性質を明らかにする必要がある。

ペルー南海岸のナスカ台地は、220km^2（東西 20km・南北 15km）に及ぶ広大な起伏の少ない砂漠である。この台地の端には、遺跡、河川などがあり、古代の人々が台地を移動したと推察される。本研究では、人間行動の基礎資料とするため、ナスカ台地のネットワークを調査分析し、社会ネットワークの構造および人間行動（歩行による負担）を検討した。

2．方法

2.1 調査対象

調査対象としたナスカ台地の地上絵は、2000 年前に制作されたと考えられている[1)]。ナスカ台地には、動物、植物や幾何学図形などで有名なナスカの地上絵がある。しかし、動物、植物は少数で大部分を占めているのが直線（ライン）である。地上絵には複数のラインが集まる（又はラインが放射される）“ラインセンター”と呼ばれているものが複数ある（図1）。Aveni は、ナスカ台地とその周辺にある 62 箇所のラインセンターを取り上げ、位置とラインセンターから出ているラインの方位、他のラインセンターとのコネクト（ネットワーク）を調査している[2)]。しかし、ナスカ台地の全体を調査したものでなく、不明な部分も多い。実際に高精度人工衛星画像を分析すると、Aveni が取り上げたラインセンター以外にも、ナスカ台地全体にラインセンターとそれを繋ぐラインが見られる。よって、ラインセンターに着目し、ラインセンターのネットワークを分析することにした。

図1．ラインセンターの一例

2.2 ネットワーク図（グラフ）の作成

アメリカの商用衛星 Quick Bird（2001 年打ち上げ）で撮影された高精度衛星画像を用いた。この衛星画像は、最小分解能が 0.61m である。分析の基準として、「ラインの両端がラインセンターであり、少なくとも片方のラインセンターが他のラインセンターとラインで結ばれているもの」とした。ラインセンターとして、①衛星画像から確認できる、②コネクターである疑い、③Aveni 資料によるもの、の3つに分類した。また、線（ライン）は、(a)コネクトされている、(b)延長した場合にコネクトされる、(c)Aveni 資料[2)]によるもの、(d)山等を一つのコネクターとした場合、の4つに分類した。これらの分類に従って、ナスカ台地におけるラインセンターの分布図を作成した。また、コネクターである疑い（上記②）の一部については、坂井正人教授（山形大学）に依頼し、現地調査による確認作業を行った。作成したラインセンターの分布図[注)]をもとに、図2のネットワーク（グラフ）図を描いた。ネットワーク図のコネクターを「ノード」、ラインを「リンク」と呼ぶことにする。なお、ノードは重要度に応じて、○数字を3種類にした。また、リンクの数字は距離（km）を示している。

3. 結果および考察

3.1 社会ネットワークについて

図2のネットワーク(グラフ)は、スタート地点 A と B が大地北側の端、C、D、E が大地南側の端である。北側から南側に歩行すると仮定すると、スタート地点 A からゴール地点 D へは、メインノード(①③⑤)がほぼ直線上にあり、最短距離で移動可能である。なお、このメインノードは山や丘の自然物がラインセンターとなっており、信頼性、視認性が高い。また、スタート地点 B からゴール地点 C や E へは、複数の経路が存在し、バランス良くノードが配置され、リンクされている。計画性をもって社会ネットワークを構築したのではないかと思われる。

3.2 人間行動(歩行による負担)について

ノード②からノード⑦の最短経路は、ノード②→③→⑥→⑦であり、移動距離(リンク)は 18.98 km である。この距離を歩行により移動した場合の負担を考える。平地の歩行速度は、74m/min(4.44km/h)であり[3)]、歩行時間は 4.27h(256min)となる。地面状況や疲労、体格(身長・体重)、休息時間などを考慮しても 5h 前後で移動可能と思われる。参考までに、歩行速度とエネルギー消費量[3)4)](C=0.8V+0.5)の関係から、エネルギー消費量(消費カロリーC)は 1039kcal 程度(当時の人間の体格により補正が必要)となる。負担(移動距離と歩行時間)からみても歩行可能であると考えられる。

4. まとめ

人間行動の基礎資料とするため、ナスカ台地を例として、社会ネットワークの構造および人間行動(歩行による負担)を検討した。その結果、最短距離で移動可能、複数の経路があるなど、人間行動(歩行)を助ける社会ネットワークを構築するのではないかと推察される。今後、さらに分析を進める予定である。

注)2010 年 8 月 21 日までの調査結果に基づくもので、今後の分析や現地調査の結果で修正されることもある。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金(課題番号 21101004)の助成を受けて行われた。また、データの整理・分析において、門間政亮 博士(元山形大学特別研究員)に多大な協力をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。

5. 参考文献

1) 坂井正人編: ナスカ地上絵の新展開, 山形大学出版会, p. 8-9, 2008.
2) Aveni, A.: The Lines of Nazca, The American Philosophical Society, 1990.
3) 中島隆一, 斎藤宏: 基礎運動学 (第 4 版), 医歯薬出版, p. 322-324, 1992.
4) 坪内和夫: 人間工学, 日刊工業新聞, p. 191-201, 1961.

[連絡先]
本多 薫
山形大学 人文学部 人間文化学科
〒990-8560 山形県山形市小白川町1－4－12
e-mail : honda@human.kj.yamagata-u.ac.jp

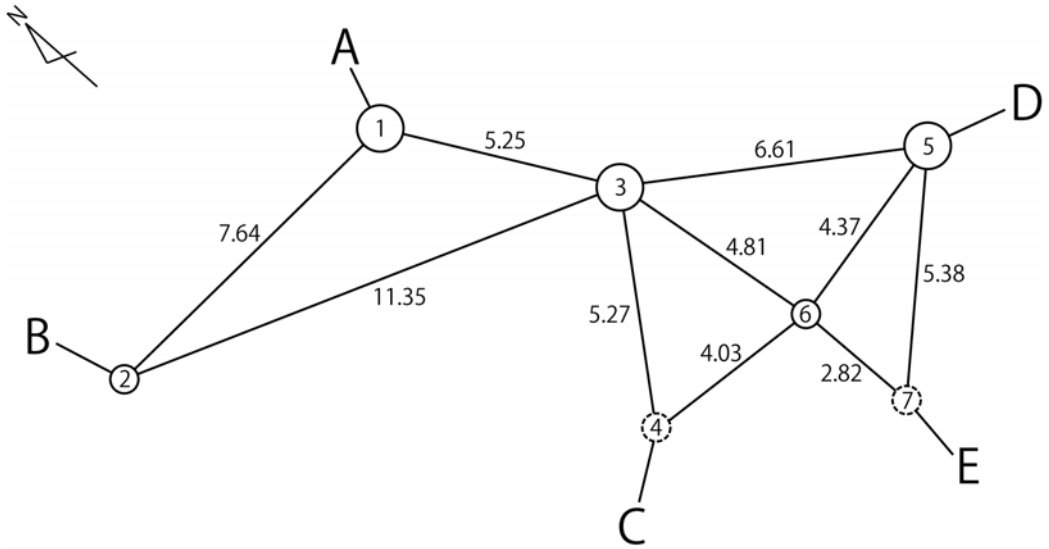


図2. ナスカ台地のネットワーク(グラフ)[注)]

購買時における視線移動と認知方法のベイジアンネットワーク分析

○鈴木光太郎*，西内信之 *，山中仁寛*，朴美卿*
（*首都大学東京大学院システムデザイン研究科）

Analysis on Purchase Behavior According to Lines of Sight and Cognition by Bayesian Network

Kotaro Suzuki*, Nobuyuki Nishiuchi*, Yamanaka Kimihiro* and Mikyonn Paku*
(*Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

日本の GDP（国内総生産）の約 7 割はサービス産業が占めているといわれている。近年、日本国内におけるサービス産業の生産性の低迷が問題視されており、今後の経済発展を考えるとサービス産業の活性化は直近の課題といえる。

そこで最近では、今まで勘や経験に頼る部分の大きいサービス産業に工学的手法を導入しようとする「サービス工学・サービスサイエンス」への関心が増えてきている。

また一方で、センシング技術の発達により人の視線の動きを計測する事ができるようになり、データ化することが可能となりつつある。

本研究では、消費者の購買行動や購入商品に対する認知方法や購買時の視線移動をデータ化し、ベイジアンネットワークによりモデル化することを試みた。

2. ベイジアンネットワークとは

2.1 ベイジアンネットワークのモデル

ベイジアンネットワークとは不確実性を含む事象の予測や合理的な意思決定、障害診断などに利用することのできる確率モデルの一種である。ある確率分布を表現し、その確率分布によって計算対象をモデル化し、様々な条件により変化する確率分布を計算し、予測や最適な意志決定を行う。

図 1 は単純なベイジアンネットワークのモデルおよび確率分布の一例を示す。モデル化する際には、すべてのノードに対して確率分布表（CPT）を与える必要がある。

表1. P(B|A) 条件付確率表

P(B|A)		
	はい	いいえ
はい	0.1	0.5
いいえ	0.9	0.5

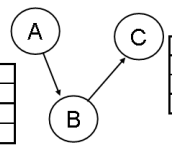


表2. P(C|B) 条件付確率表

P(C|B)		
	はい	いいえ
はい	0.7	0.6
いいえ	0.3	0.4

図 1. モデルおよび確率分布の一例

2.2 ベイジアンネットワークの確率推論

ベイジアンネットワークによりモデル化をすれば、一部の変数を観測したときのその他の任意の変数についての確率分布を求めたり、確率値が最も大きい状態をその変数の予測結果として得る事ができる。このとき、入力となる変数と出力となる変数はモデルの中では区別されてはいない。観測された変数の情報があれば、それはどの変数にも代入することができ、それを与えた場合の任意の確率変数の事後確率を求める事ができる。こうした確率計算に基づく推論は、確率推論と呼ばれている[1)]。

3. 研究方法

3.1 認知構造のモデリング

個人の認知構造を抽出するために評価グリッド法に基づく調査を行った。量販店を利用する大学生 6 名を対象とし 30 分間のインタビュー調査を行い、その結果を上位、中位、下位概念と分類し、消費者がポテトチップスを購入する際の要因を抽出した（図 2）。

調査結果から購買心理に関するアンケートを作成した。

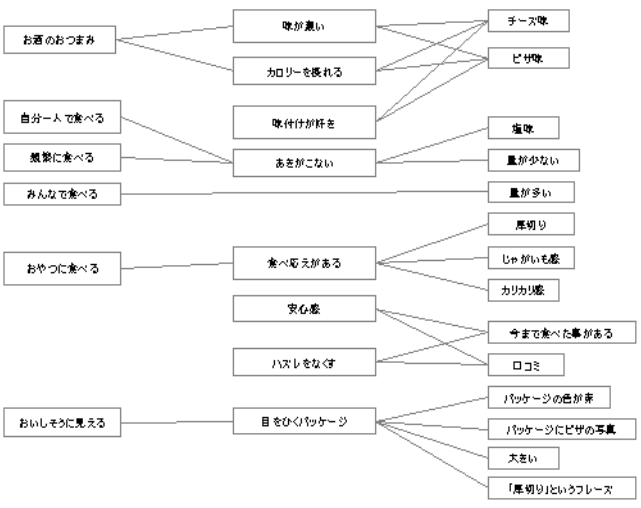


図 2. 評価グリッド法結果

評価グリッド法の結果、主な購入要因として上位概念では「シチュエーション」、下位概念においては「味付け」、「量」、「値段」、「食感」、「商品の事前知識」、「パッケージの色」「パッケージの写真」、「商品名」という項目が抽出された。

3.2 モデル化のためのデータ取得実験

大学生 2 名を対象として予備実験を行った。実験環境を図 3 に示す。被験者にはアイマークレコーダ（Nac 社：EMR-8）を装着してもらい、量販店を模擬した陳列棚から商品を選択してもらう。

商品は現在小売量販店などで取り扱われているポテトチップス 25 個（各一種類）を使用した。

商品選択時は実際の量販店と条件を同じにするため、陳列棚から約 100cm を行動範囲とする。

陳列棚に使用した材料は全て白色、横幅が 90cm、高さ 130cm で五段あり奥行きが一番上の段から 25, 30, 35, 40, 45(cm)となっている。

購入商品を決定するまでの視線の軌跡・停留点・商品購入までの時間を観測した。また、ビデオカメラを設置し購買行動も観測した。

実験終了後、被験者には被験者の身体的特徴（年齢、身長、性別、視力、利き手、前回の食事からの経過時間）や購入商品の選択理由などの心理状態をアンケートにて記入してもらった。

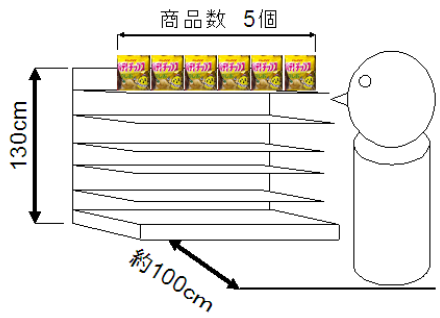


図 3. 実験環境

実験により得られたデータを使用してモデル分析を行う。モデル分析に用いるソフトウェアは BayoNet（産業技術総合研究所）である。

3.3 モデルの検討

BayoNet の自動モデル構築機能を用いたモデル構築および、その機能を用いた各被験者に対するモデルの検討を行った。なお、モデル構築に用いたアルゴリズムはすべて GreedySearch（ある評価基準値を目標に欲張り法で親子関係のリンクを張るもの）である。モデルの適合性に対する評価基準値として AIC（赤池情報量基準）を採用した。

4. 結果

4.1 実験結果のモデル化

モデル構築をした結果、図 4 の結果が得られた。

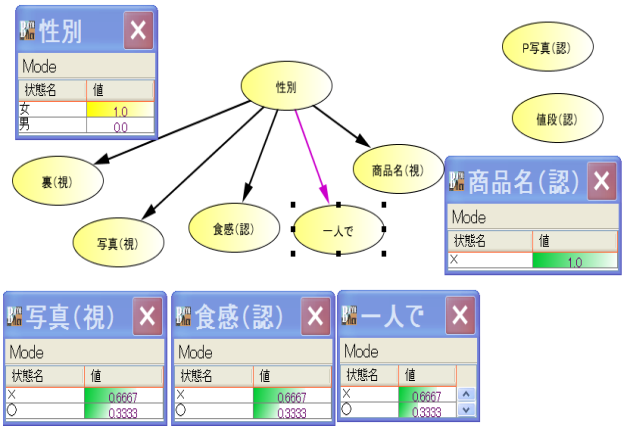


図 4. ベイジアンネットワーク 予備実験結果

今回の予備実験によるモデル化の結果、「性別」のノードから「パッケージの写真を見る」「パッケージの商品名を見る」「商品選択において食感を考慮する」「一人で食べる状況を考える」というノードへのリンクが見られた。

5. 考察

今回の実験では被験者によってモデルに偏りが生じてしまったものと考えられる。このため被験者数を増やすことによりモデルの適合性を高める必要があると考えられる。また個人差がデータに反映してしまった場合の検討方法も今後考案する必要がある。

より現実的な心理状態抽出ためにも評価グリッド法で作成したアンケートと共に、消費者の購買心理を把握するための手段として現在マーケティングの分野などで使用されている「購買心理 7 の段階」をベイジアンネットワークモデルのノードとして用いることも検討している。

6. 参考文献

1) 小島徹弥, 「ベイジアンネットワークによるモデル構築と被験者の個性の検討」, 日本建築学会東海支部研究報告書, Vol.47, pp.325-328, 2009.

[連絡先]
鈴木光太郎
首都大学東京日野キャンパス
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail：kzss2558@gmail.com
Fax：042 -585-8620（西内研究室宛）

感性を考慮したデザインにおける評価法の提案

○増永英俊*，松本宏行**，龍前三郎**
（*ものつくり大学大学院，**ものつくり大学）

Proposal of evaluation method in design that considers sensibility

Hidetoshi Masunaga* ,Hiroyuki Matsumoto** ,Saburou Ryuumae**

(*Graduate School of Inst. of Technologists, **Inst. of Technologists)

1. はじめに

1.1 背景

工業製品が生活の中に浸透して以来，今日ほど製品のデザインが重要視されてきたことはなかったであろう。特に携帯電話やスマートフォンのように契約会社のサービスを凌ぐほどユーザーからの関心が高く，製品の売れ行きを左右しかねないケースが目立っている。

通学電車の７人がけシートに座っている７人全員が同じ携帯電話を使っていたという体験をした。７人は老若男女様々だが彼らを魅き着付けるその携帯電話の魅力とはいったい「何なのだろう？」「どうしてなのだろう？」と疑問に思っていた。

その普及の鍵はおそらくデザインなのである。デザインという感性に関連づけられる言語化しにくい対象を観測収集し，その感性を言語化することは重要であると考える。

1.2 目的

製品のデザインを論理的に評価し，方向付けることが本研究の目的である。この研究によりデザインの方向性が定義付けられることによって製品に新しい価値を吹き込む手がかりになる。また，本研究は新しい価値観や文化を提案する可能性を秘めている。

現時点までに形状や意匠に関する探究は盛んに行われてきたが，「美しい」あるいは「心地よい」と感じる直接的な要因は明らかになっておらず，それらは主観的な評価になりがちである。

この研究では従来の様々な評価方法のメリット とデメリットを吟味しその中から有効な手法を抽出し，目標とする評価対象にとって有効であるかを実際に評価の調査実験を行い従来型の評価方法と比較することにより確認する。

2. 方法

2.1 課題

従来型の評価方法，理論では初期段階での致命的な問題点の発見やニーズや潜在的な要望を発見することには有効であるが，評価担当者の訓練が必要であったり，モニターの状態に依存してしまう。あるいはモニターが専門家や熟練者であったりした場合に有効に調査ができないといった重大な問題がある。

また，長期間に及ぶ調査方法では評価担当者，モニターの双方に身体的，精神的な負担を強いることによりダメージを与えてしまう上に調査のコストが高くついてしまう。

表 1. 評価法の特徴

	メリット	デメリット
ヒューリスティック法	重大な欠点や問題の発見が可能	潜在的な情報を集められない
思考発話法	少人数から効果的に情報収集可	モニターと担当者に負担が大きい
フォーカスグループ	複雑な製品の熟練者に効果大	有効性が低く，調整が困難
SD法	感性アンケートに適している	形容詞対の選定が困難

このような問題点に着目し，特別な設備や道具を使用せずしてモニターの熟練度や専門家であるかどういかに左右されず，少ない身体的な負担で調査を実施し，有効な情報を得ることが最大の課題である。

これまでの多くの評価方法における問題点としては

- モニターが普段と異なる環境の中で発話させるので十分な意見が得られない。
- 評価方法を熟知した担当者を訓練，用意することが必要である。
- 多くのモニター数を必要とする。なぜ？どうして？といった具体的な情報が得られない。
- 担当者が想定していない意見や項目に対応できない。

といった問題点があがっている。

2.2 提案する評価方法

本研究では「発言札法」という方法を提案する。発言札法のこれまでの方法と大きく異なる点はモニターの発言の方法に関する点である。モニター全員に発言カードを配布し，発言する際に使用してもらう。

これにより発言者が発言に積極的に発言する傾向があり，発言中に誰が発言者か明確になるだけでなく他の発表者が意見を聞く傾向になりやすい。また，二度以上連続して発言しない，発言カードをカウントする，発言時間に目安を設けるといったルールを評価対象物やモニターの人数によって設定することにより，発言するモニターと発言しないモニターの差を縮め，モニター間の互いの熟練度や専門的知識に左右されることなく発言が促される。

さらには評価担当者にも誰が発言中かが明確にわかるために議事録製作が容易で書面に起こしたときに第三者が発言や対話を把握しやすくなる。

2.3 評価実験

実験対象者は 13 名（3組に分け在学生，研究生が中心）携帯電話のモックアップ4種を対象物とし，SD法による評価を行い，次に発言札法による評価を行う。

図 1. 発言札法

3. 結果

赤，灰，銀，緑のうちデザイン的にも人気モデルであった赤と銀では札法とSD法の双方で形容詞対の中から極端な項目を獲得する場合が多く，特に銀は「つるっと」「冷たい」「単純」「すっきり」「きれい」「美しい」といった項目がSD法よりも顕著にあらわれている。

この結果は評価中の発言にある「金属的」「メタル」「艶がある」といったコメントとも一致する。

評価シートにない「素材感」をモニターが効果的に導き出していると考えられる。

4. 考察

評価シート上ではモニターが「なぜ？」「どうして？」そう記入したのか。どのような着眼点から考えているのかは表れにくいが，発言札法によって効果的に収集することができた。

評価項目にない情報や新たなキーワードを得ることができることが確認できた。以上によって十分な有効性が確認できた。

また，モニターからも

- 発言したくなる
- 発言に責任感が生まれる
- 話し方が真面目になる
- 野次やダメ出しが少ない
- 時間がかかる
- 自分でも思いつかなかった意見がとっさに出る
- 赤は艶があるので，まるっこく感じる
- 銀は金属的で高級感がある
- 緑は触るとザラザラしているので値段が高そう

などの意見が寄せられた

この研究によりデザインの方向性が定義付けられることによって製品に新しい価値を吹き込む手がかりになる。

さらには感性を求められるデザイン製品だけでなく他の対象物への評価やアイデア発想法に応用できることが期待できる。

なお，主成分分析および因子分析の定量的検討については当日の講演で紹介する予定である。

5. 参考文献

1) 横尾良笑，ユニバーサルデザインコーディネータ2級資格取得講座　公式テキスト，内閣府認証　特定非営利活動法人　日本ユニバーサルデザイン研究機構，2007.
2) 樽本徹也，ユーザビリティ エンジニアリングーユーザ調査とユーザビリティ評価実践テクニックー，オーム社、2005.

[連絡先]
増永英俊
ものつくり大学大学院
〒361-0038　埼玉県行田市前谷 333 番地
e-mail： g 00921002@iot.ac.jp
Fax：048-564-3838（松本研究室宛）

マニュアル参照時の作業者の視線特性

タスク特性を考慮した検討

○秋庭貴志*，中西美和**，石橋圭太*，岩永光一*

（*千葉大学大学院工学研究科，**慶應義塾大学）

Operator`s Eye Gaze Characteristics during Refering to Instruction Manual

:Examination Based on Characteristics of Tasks

Takashi Akiba*, Miwa Nakanishi,** Keita Ishibashi*, Koichi Iwanaga*

(*Graduate School of engineering, Chiba University, **Keio University)

1.はじめに

1.1 研究背景

作業には、多くの場合マニュアルが存在し、作業者はそれを参照しながら作業を行う。ラスムッセンの SRK モデル[1)]を考慮すると、作業者の行為は Skill Base レベル(習熟した状態であり、体が無意識的に課題に対して対処を行う)、Rule base レベル(課題に対する対処法はすでに決まっており、それを滞りなく対処できる)、Knowledge Base レベル(課題に対する対処法が決まっておらず、自分の知識、経験をもとに対処を行う)の 3 つのタスク特性に分類できる。秋庭(2008)はこの異なるタスク特性においてマニュアルの参照方法が異なることを示したが[2)]、その際の被験者の視線の詳細は明らかになっていない。

そこで本研究は、マニュアルを参照する際の作業者の視線を記録し、分析を行った結果、異なるタスク特性で作業者のマニュアル参照方法にどのような違いがあるのかを検討した。

2.実験

2.1 実験方法

実験では、図 1 に示すようなモニター(1024×760pix)上部に映された操作盤を、モニター下部のマニュアルを参照しながらマウスで操作し、操作盤を疑似的に通電状態にするタスクを被験者に課した。本研究ではラスムッセンの SRK モデルに基づき、3 種類のタスク特性(S タスク,R タスク、K タスク)を検討対象とした(表 1)。操作盤の作成は、Visual Basic2008 を用いた。被験者は、21～25 歳の健常な学生 10 名で、視力が良好な者とした。被験者には、事前にマニュアルの見方を教示し、練習を行ったうえで各タスクに臨ませた。

2.2 評価項目

測定には、アイマークレコーダー(Nac 社,EMRNL-8B)を使用し,作業中のマニュアル参照時間、参照回数、視線速度をパラメータとして解析を行った。解析には EMR-dfactory(Nac 社)を用いた。

図 1.実験タスク

表 1.難易度を 3 段階に設定したタスク

S タスク…事前に 7 回練習を行った後、同一のマニュアルを用いて操作盤を通電させる。
R タスク…マニュアルを参照しながら、操作盤を通電させる。
K タスク…操作を行うが、操作盤が通電しないため、操作盤の故障個所を発見する。

3.結果と考察

3.1 作業時間,参照時間,参照時間割合

表 2 に各タスクの作業時間、1 回の参照における参照時間、参照時間の合計を作業時間で割った参照時間割合の平均値と標準偏差を示す。本実験での参照時間とは、視線がマニュアル解読を行うのに必要な範囲内に留まった時間をいう。一元配置分散分析の結果、作業時間、参照時間、参照時間割合の平均値にタスク特性の有意な主効果が認められた($F_{2.27}$ = 5.83, p<0.01), ($F_{2.27}$ = 57.70, p<0.01), ($F_{2.27}$ = 18.52, p<0.01)。また、多重比較検定を行った結果、平均作業時間では K タスク、S タスク間に有意な差が認められた(p<0.01) 平均参照時間では、S タスクと R タスク、K タスク間に有意な差が認められた(p<0.01)。平均参照時間割合では、それぞれのタスク特性で有意な差が認められた(p<0.01)。S タスクが他のタスクに比べ平均参照時間割合が有意に低

かった要因として、マニュアルを参照する際に作業者はマニュアルの情報を解読することが求められるが、S タスクでは事前の練習により、マニュアルの情報を記憶しているためマニュアルを解読する必要がなかったと考えられる。また、R タスクと K タスクで差が認められた要因として、K タスクでは課題解決のためのマニュアルの見方が教示されておらず、操作盤とマニュアルに視線が分散したためと考えられる。

図 2 に各タスクの参照時間累積率を示す。平均参照時間に差が認められた要因として、図 2 が示すように、S タスクが他のタスクと比べ 0.2~0.8sec の参照時間頻度が高く、ごく短時間の参照が多く行われていることから、これは被験者がマニュアルと操作盤を照合しており、マニュアル解読が行われなくなったことが考えられる。

表 2.作業時間,参照時間割合,参照時間

タスク特性	S タスク 平均 (SD)	R タスク 平均 (SD)	K タスク 平均 (SD)	F-ratio by ANOVA	P-value	Post-hoc	
作業時間 (sec)	18.1 (5.5)	65.8 (16.8)	132.6 (125.0)	$F_{2,27}=5.83$	$p<0.01$	$K>S$	$p<0.01$
参照時間 (sec)	0.6 (0.3)	1.6 (1.4)	1.7 (1.4)	$F_{2,27}=18.52$	$p<0.01$	$S>K$ $R>K$	$p<0.01$
参照時間割合 (%)	20.3 (6.8)	57.2 (4.8)	45.1 (10.4)	$F_{2,27}=57.70$	$p<0.01$	$S>K$ $R>S$ $R>K$	$p<0.01$

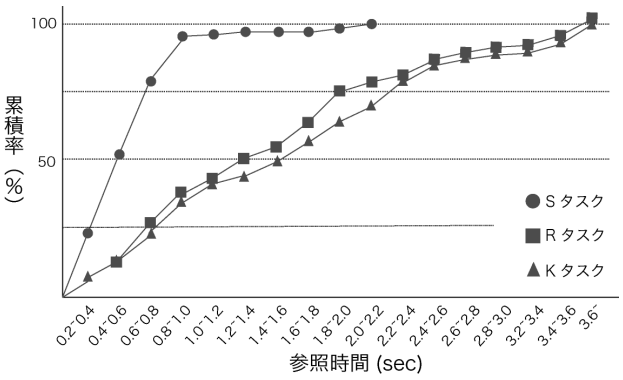


図 2.各タスクの参照時間累積率

3.2 サッケード発生率

R タスクと K タスクのマニュアル参照方法の違いを更に検討するため、各タスクの 1 秒あたりのサッケード発生率を算出した(図 3)。ここでは、視線速度が 40deg/秒をサッケードとし[3]単位変換を行った結果 1 秒あたり 1500pixel/秒とした。検定の結果、タスク特性でに有意な主効果が確認され($F_{2,27}$ = 5.20, p<0.01)、多重比較検定の結果、K タスクと R タスク、S タスク間で有意な差が認められた (p<0.01)。どのタスクにおいても 1 秒につき 1 回以上のサッケード発生がみられることから、マニュアル、操作盤内の視線移動やマニュアルと操作盤への視線移動、すなわち照合が行われていると考えられる。K タスクが他のタスクと有意に差がみられた要因として、K タスクは与えられた課題に対するマニュアルの見方が教示されていないため、被験者は自らの経験や知識をもとに、課題を解決しようと試みる。その際に視線が様々な所に跳躍し、操作部分や解読個所を探索する行為が他のタスクに比べ増加したため、サッケード発生が増加したと考えられる。

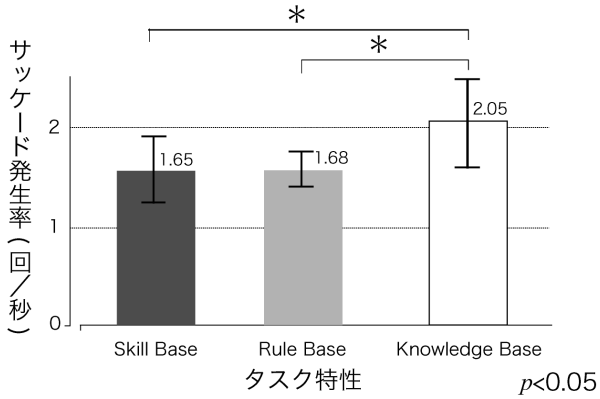


図 3.作業時のサッケード発生率(±SD)

4.まとめ

本研究は、異なるタスク特性でのマニュアル参照方法について、被験者の視線から検討を試みた。どのタスクにおいても、マニュアルと操作盤を照合する参照方法が共通していることが確認された。各タスクの比較では、S タスクが R タスク、K タスクに比べマニュアルを解読する行為が減少し、参照方法の多くは照合であると確認された。また、サッカードの発生に伴い一時的に視覚機能が低下する[4]にも関わらず、高難易度の K タスクで発生率が高くなったことが確認された。よって、本実験の結果から Knowledge Base のようなモデルにあたるタスクでは、作業者に適切な教示を行う必要があり、視線移動を効率的に減少させるような提案が望まれる。

5. 引用文献

1) Rasmussen, J:Skills, rules, knowledge; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models. (1983),IEEE,13,P257-266

2)秋庭:Augmented Reality を利用した作業マニュアルの有用性,タスク特性を考慮した検討(2008)第 38 回人間工学会関東支部大会,P45-46

3)竹田:問題解決時の精神活動が眼球運動に及ぼす影響(1976)人間工学,5,P176-181

4)フィンドレイ,ギルクリスト:アクティブビジョン(2006),北大路書房

[連絡先]
秋庭貴志
千葉大学大学院工学研究科デザイン科学専攻
人間情報科学研究室
〒263-0022 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33
e-mail:imatplacecalled@hotmail.co.jp

ユーザビリティ評価指標としての時間評価指標の有効性に関する研究

○鈴木啓示（東海大学大学院工学研究科）　辛島光彦　西口宏美（東海大学情報通信学部）

A Study on the effectiveness of Time Estimation Measurement for Web Usability Evaluation.

Keiji Suzuki*, Mitsuhiko Karashima** and Hiromi Nishiguchi**
(*Graduate School and Management engineering, Tokai University,
** School of Information Telecommunication Engineering, Tokai University)

1. はじめに

ISO9241-11 によるユーザビリティ(UB)の定義に用いられている有効性とはユーザが特定の目標を達成する上での正確さ、完全性を指し、効率性とはユーザが目標を達成する際に、正確さと完全性に費やした資源を指し、満足度とは製品を用いる際の不快感のなさ、及び肯定的な態度を指している。

ところで UB テストでは、この効率性については操作性の問題が無いことが確認されている場合の作業時間や NEM(Novice Expert ratio Method)を除き、ユーザの資源の消費の様相を反映した指標はほとんど見られない。そこで本研究ではユーザの資源の消費の様相を反映できる指標として、非時間情報処理による作業記憶の資源の消費の様相を反映するとされている時間評価指標を取り上げ、時間評価指標の効率性の面からの UB 評価指標としての有効性を検討した結果を報告する。

2. 実験方法

被験者に地方自治体の HP の UB テストとして HP を利用した作業を行わせ、その作業に要したと思われる時間をストップウォッチで再現させる実験を行った。

2.1 被験者

実験に用いた自治体 HP を未経験な大学生 16 名(21～30歳)と自治体HPの内容に精通した大学生4名(22, 23 歳)を被験者として用いた。

2.2 実験課題

被験者にシナリオに従い自治体 HP を利用して、課題Ⅰ「粗大ごみの出し方」、課題Ⅱ「国民健康保険の登録方法」を調べる2つの課題を課した。なお自治体HPは、NPO 法人 HCD-net 主催の「地方自治体 Web サイトユーザビリティ評価」にて 3 年に渡り上位に位置した自治体 A の HP と一度も上位にランクされたことのない自治体 B の HP を用いた。なお未経験の被験者 16 名は 8 名ずつどちらか一方の HP を用いることとし、精通した被験者は実験順序についてカウンターバランスを取りながら両 HP を用いることとした。

2.3.実験手順

時間評価の基準を求めるために、被験者に 20、30、40 秒という 3 時程を体験させ、それぞれ体験した時程をストップウォッチで再現させた。なお体験中は時間カウントを避けるために「あああああ」と発話させた。また時程再現後、時程体験について NASA-TLX に回答させた。

次に被験者に実験課題をシナリオの形で配布し、課題を遂行させ、課題遂行後に遂行時間をストップウォッチで再現させた。課題遂行後 NASA-TLX に回答させた。また NASA-TLX 回答後に富士通、イード開発の WUS(Web Usability evaluation Scale)に回答させた。課題終了後に 3 分間の休息を取らせた後、次課題を最初の課題と同一手順で行わせた。なお課題Ⅰ、Ⅱの実施順序は被験者間でカウンターバランスを施した。

2.4 測定項目

作業時間(課題遂行時間)、再現時間(作業時間を再現した時間)、NASA-TLX、WUS を測定した。

3. 実験結果

3.1 作業時間

HP の未経験被験者 16 名について課題・自治体間で作業時間の二元配置分散分析を行った結果、課題によらず自治体 A の方が B よりも作業時間が短いことが示された($F(1,14)=9.58$ $p<0.01$)。また HP に精通した被験者 4 名についても分散分析を行ったところ、交互作用が見られたが($F(1,6)=5.43$ $p<0.10$)、課題によらず HP 間に作業時間の差は見られなかった 課題Ⅰ($F(1,3)=5.08$)、課題Ⅱ($F(1,3)=1.89$, $P>0.10$)。

3.2 時間評価

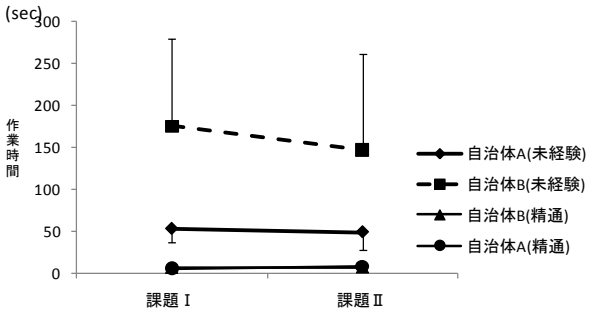


図1. 作業時間

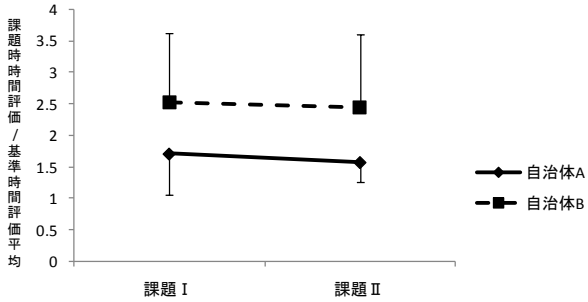


図2. 時間評価

作業時間／再現時間を評価時間率とし、課題の評価時間率を基準となる 3 時程の評価時間率の平均で除した比率を時間評価指標として求めた。HPの未経験被験者 16 名について時間評価指標の分散分析を行った結果、課題によらず、自治体Aの方がBより時間評価指標が小さくなることが示された(F(1,14)=4.92 p<0.05)。

3.3 NASA-TLX

HP の未経験被験者 16 名について NASA-TLX の AWWL (Adaptive Weighted WorkLoad) の分散分析を行った結果、課題によらず自治体 A の方が B より低くなる傾向が示された(F(1,14)=3.65, p<0.10)。

3.4 WUS

WUSの7因子に分類される項目の平均評定の分散分析を行った結果、役立ち感、信頼性について自治体 A の方が B より評価が高いことが示された役立ち感(F(1,14)=4.30, p<0.10)、信頼性(F(1,14)=9.04, p<0.01)。

4.考察

HP の未経験被験者については、自治体 A の方が B と比較し、作業時間が短く、AWWL も小さいことが示唆された。また精通した被験者では両自治体 HP には作業時間に差は見られなかった。またWUS の操作性には有意な差は見られなかった(F(1,14)=3 p>0.10)。これらのことから自治体Aの HPを用いた場合の方が、操作性で

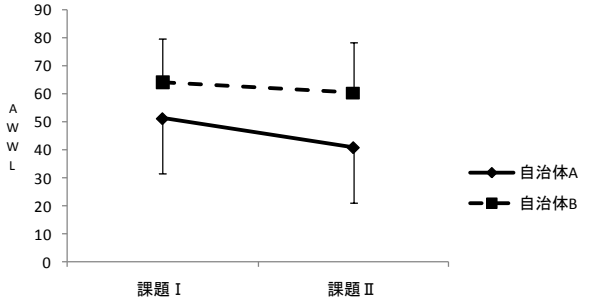


図3. AWWLスコア

はなく、課題実施の際のワークロードが低く、課題に要する時間も短いことが示唆された。また未経験被験者を初心者、精通被験者を熟練者と捉え、効率性の面からUB を表わす NEM(初心者の作業時間／熟練者の作業時間)の分散分析を行った結果、自治体Aの方がBより小さくなることが示された(F(1,14)=9.86, p<0.01)。以上のことから自治体 A の HP は自治体 B の HP よりも効率性の面で UB が高いことが示唆された。

一方時間評価指標については自治体Aの方がBよりも小さくなることが示された。このことは自治体 A の HP を用いた場合の方が、課題遂行時の脳内の時間経過が遅いことを示唆しており、作業記憶の資源の消費量が相対的に小さいことを示唆している。このことから時間評価指標も自治体Aの HPの方が効率性の面で UB が高いことを示唆している。

このように時間評価指標は他の指標により効率性の面から相対的にUBが高いと評価された自治体HPを、UBが高いと評価できていたことから、効率性の面からのUB評価指標として有効である可能性が示唆された。

5.まとめ

本研究では時間評価指標を取り上げ、効率性の面からのUB評価指標としての有効性について実験を通じて検討した結果、UB 評価指標として有効である可能性が示唆された。

なお本研究は平成21～23 年度科研費(基盤研究(c)課題番号21510162) の補助を受け実施されているものの一部である。

［連絡先］
鈴木啓示
東海大学大学院工学研究科経営工学専攻
〒259-1292 平塚市北金目 4-1-1
e-mail:0bmbm005@mail.tokai-u.jp
Fax:0463-50-2055(専攻事務室)

道具の認知における視覚的な行為表示の効果

-事象関連電位による検討-

○水沼天佑*，下村義弘*，勝浦哲夫*
（*千葉大学大学院工学研究科）

Effects of visual display of human movement in tool recognition using event-related potentials

Takasuke Mizunuma*, Yoshihiro Shimomura*, Tetsuo Katsuura *
(*Graduate School of Engineering, Chiba University)

1. はじめに

ヒトにおける対象物の視覚的認知、理解において、その認知速度や理解度の差異には対象物の様々な要因が含まれる。このテーマについては、脳波レベルでこれまでいくつかの研究がなされている。

ある事象関連電位（ERP）研究では対象物としての人物の顔や体に対する特異的な ERP 成分反応の存在が認められている [1)]。また、Mazerolle らはイメージ図-単語のマッチングタスクを行い、対象物カテゴリー間（自然物／人工物）での N300 成分振幅の差を見つけている [2)]。

本研究は、これらを発展させるアプローチとして、対象物の中のヒトと、そのヒトに伴う動きに着目し、特に道具の認知における使用行為の視覚的効果を人体の有無（以下 HUMAN 条件）×動きの有無（以下 MOVE 条件）の 2 条件から調べることを目的とした。指標には認知・判断の指標として事象関連電位を用いた。

2. 方法

2.1 被験者

視覚に異常のない健康な男子学生 9 名（23±1.3 歳）

2.2 提示刺激

実験条件は提示イメージ中における、HUMAN 条件（Human/Non-Human：2 水準）、MOVE 条件（Move/Non-Move：2 水準）での合計 2×2 の 4 条件であった（以下 各水準を H/NH, M/NM とする）。この条件に沿って 2 つのテーマセッション：「ハンマー」と「ハサミ」に関する提示イメージを作成し、1 テーマにつき条件刺激 4＋妨害刺激 8 の合計 12 イメージを用意した（図 1）。脳波データの加算平均処理の為に1イメージ当り 30 回ランダム提示した。1イメージの提示時間は 300 ms であり、各イメージ間には 2000 ms 間注視点を提示した。

2.3 測定項目

国際 10-20 法による Fz, Cz, Pz, T3, T4, O1, O2 の 7 部位から脳波を導出し、事象関連電位の各成分の振幅、潜時を測定した。また、パフォーマンス（ボタン押し反応時間、正答率）、および主観評価（VAS スコア法：分かりやすさ、親近感、躍動感、嗜好感、自然さ）を測定した。

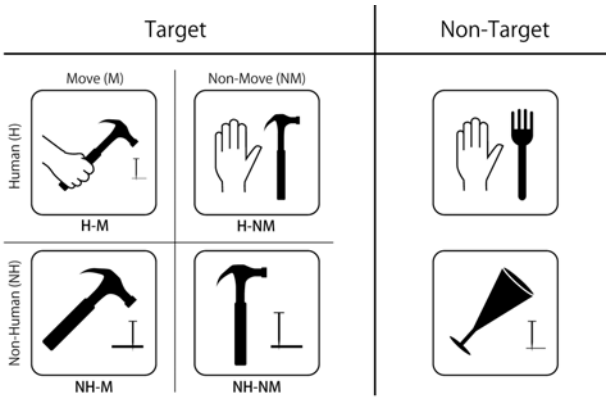


図 1. 刺激イメージの例

2.4 実験手順

被験者は電極装着後、椅子に座り、タスク提示画面に対して姿勢と目線を適当な位置に固定した。その後、練習用タスクを用いて十分に練習を行ってから本実験タスクへ進んだ。実験タスクは、指示されるテーマと次々に提示されるイメージが一致か不一致かのボタン押し判別タスクであった。各テーマセッション終了後には主観評価を行った。2 テーマの順序はランダムであった。

2.5 分析

事象関連電位の振幅、潜時（顕著に現れた成分について、部位ごとで、HUMAN 条件 2 水準×MOVE 条件 2 水準による二元配置分散析、Bonferroni の多重比較検定を行った。パフォーマンス、主観評価は HUMAN 条件 2 水準×MOVE 条件 2 水準で二元配置分散分析、Bonferroni の多重比較検定を行った。全ての検定で有意水準は 5%とした。

3. 結果と考察

3.1 タスクパフォーマンス

正答率について、HUMAN 条件の主効果があり、NH と比較して H で正答率が高かった（$p<0.05$）。応答時間については MOVE 条件の主効果があり、NM と比較して M で応答時間が短かった（$p<0.05$）。

3.2 主観評価

分かりやすさ:両条件の主効果があり、HUMAN 条件は H でのスコアが高く($p<0.05$)、MOVE 条件は M でのスコアが高かった($p<0.001$)。本項目は、パフォーマンスに大きく関係する指標と考えられ、実際に正答率、応答時間の結果と一致するスコアであった。親近感は 2 条件の交互作用($p<0.05$)があり、事後検定より、HUMAN 条件内両水準で NM と比較して M でスコアが高かった($p<0.001$)。また M の時に NH と比較して H でスコアが高かった($p<0.05$)。躍動感、嗜好感、自然さは MOVE 条件の主効果があり、M でスコアが高かった($p<0.05$)。

3.3 ERP 潜時

部位 O2 で、提示後 0 ms- 200 ms 区間の陽性成分において MOVE 条件の主効果があり、NM と比較して M での潜時が長かった($p<0.05$, 図 2)。

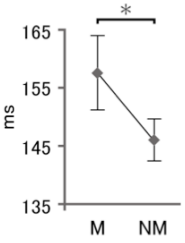


図 2. 潜時(O2)

3.4 ERP 振幅

部位 O2 で、提示後 0 ms- 200 ms 区間の陽性成分において、交互作用があった($p<0.05$)。事後検定より、M の時に H と比較して NH で大きな振幅があった($p<0.05$)。O2 は視覚野を覆う部位であり、刺激の認知以前の効果を反映する。潜時も同様に、MOVE の効果が大きく関与しており、これは整然とした NM と、雑然とした M の刺激の印象の差が影響を与えたものと予想される。

また、部位 Pz で刺激提示後 400 ms- 700 ms 区間の陽性成分において、2 条件の交互作用があった($p<0.05$, 図 3)。事後検定の結果、H の時に M と比較して NM で大きな振幅となる傾向があった($p=0.06$, 図 4)。また部位 Cz の同成分でも同様の傾向があった($p=0.16$)。

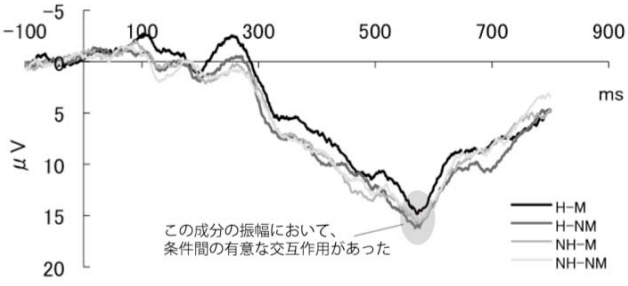


図 3. 各総加算平均波形(Pz)

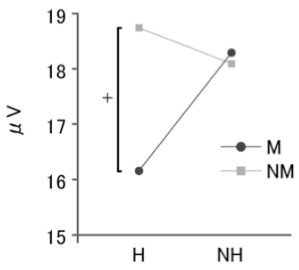


図 4. 各平均振幅(Pz)

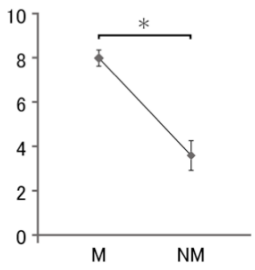


図 5. 自然さ

Pz, Cz は空間認知機能に寄与する頭頂葉が位置し、活性振幅はこの部位での刺激処理に要する脳内資源量を反映している。交互作用の結果は、M の有無が H の活性への影響の大小を左右していると解釈できる。すなわち、M の時に H の影響が弱まり、一方で NM の時に H の影響が強まり、結果、大きな振幅を導く傾向にあることが示唆された。人体への特異的な活性はこれまでも報告がされている。一方で動きは運動野の活性を導く。本実験ではこれらの交互作用という興味深い関係を示唆した。これについて、本実験の刺激イメージを見ると、MOVE 条件における M はその道具の自然な様相を強く表現していたことが主観評価(自然さ, 図 5)の結果から分かる。一方で NH に対して H になると、その複雑性が増しており、これらの事が本結果の1要因として考えられる。またパフォーマンスにおいて、正答率が HUMAN 条件に、対して反応時間が MOVE 条件に各々主効果を持つという結果にも関係があるものと考えられる。

4. まとめ

ヒトの体に対する認知研究はいくつかなされているが、それに伴う動きや行為にまで注目したものはこれまでない。本研究では道具の認知におけるこれらの効果を生理的に調査し、それらの交互作用の存在を示唆した。

ヒトは道具を使用している限り、注意を傾けるのはその物理的形状ではなく、道具を使って成されるべき行為である[3)]という道具についての一考察もなされており、本実験はこれを支持する結果となったのかもしれない。

これらはインフォグラフィックスデザインの要件となり得るものであり、引き続き研究を続けていく。

5. 参考文献

1) G. Thierry et al. (2006). An event-related potential component sensitive to images of the human body. Neuroimage, 32, 871-879.

2) E.L. Mazerolle et al. (2007). ERP assessment of functional status in the temporal lobe: Examining spatiotemporal correlates of object recognition. Journal of Psychophysiology, 66, 81-92.

3) 中川勝昭 (1993). 記号と同一性. 独語独文学科研究年報, 19, 49-62.

[連絡先]
水沼天佑
千葉大学大学院工学研究科デザイン科学専攻
〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33
e-mail：mizunuma@graduate.chiba-u.jp
Tel：043-290-3084

タッチタイピングを容易にするリモコン向けキーパッドに関する検討

○前田篤彦*, 小林稔*
（*日本電信電話株式会社　NTT サイバーソリューション研究所）

A Study on a Keypad to Make Touch Typing Easier for TV remote control

Atsuhiko Maeda*, Minoru Kobayashi*
(*NTT Cyber Solutions Laboratories, NTT Corporation)

1. はじめに

ブロードバンド・ネットワークの普及に伴い、ビデオオンデマンド・サービスの利用者が増加している。このようなサービスでは、映画タイトルや俳優名などをリモコンで入力し、所望の映像コンテンツを検索する機能が提供されている。

しかし、リモコンでの文字入力は労力を要する。上記サービスでは主に 2 種類の文字入力方式が使われている。一つは、画面上に表示されるキーボードのキーをリモコンの方向キーで選択する、いわゆるソフトウェアキーボード方式である。この方式は手元（リモコン）を見ずに入力できることを優先した方式であるが、キー押下回数が著しく多くなることが欠点である。

もう一つは、数字入力用のキーパッドを利用するマルチタップ方式である。こちらは前者の方式に比べればキー押下回数が少なくなり、今や携帯電話での利用により多くの人々が使い慣れている。しかし、テレビで使用する際にはキーパッドと画面の距離が離れるため、視線移動が面倒になるという問題がある。実際、テレビ画面上の GUI 操作においては、手元を見ないで操作できるリモコンが好まれる傾向が報告されている [1]。

本研究では、テレビでの利用時における、後者のマルチタップ方式の操作性を改善することに焦点をあて、触覚を頼りに、誰もが容易にタッチタイピングできる新しいキーパッドの形状について検討した。

2. 関連研究

指先の触覚によるキー形状の判別能力に関して様々な研究が行われている [2-3]。○や□や△といった単純な図形が刻印された 10 種類のキーの中から個々のキーを同定するのに、20 代の被験者で約 2~3 秒を要した [2]。その上、刻印が類似したものが存在するキーに関しては、正答率が 50%以下になったと報告されている [2]。

図形がより複雑になれば、識別にかかる時間はさらに増加する。照明やエアコンなどを表す複雑な刻印が入ったキーの識別に、20 代の被験者が要する時間は約 10~30 秒であった [3]。

ところで、これらの先行研究は、個々のキーにユニークな形状を刻印するというアプローチをとっている。しかし、文字入力に用いるキーパッドは 12 ものキーで構成される。従って、同様のアプローチをとりつつ、刻印をシンプルで分かりやすいものにしようとすると、類似した形状を刻印せざるを得ず、形状の差異を作り出そうとすると図形的要素が複雑化し、どちらにしても誤認率や触知時間の増加が懸念される。他方、既存のキーパッドのように‘5’のキーに凸点をつけるだけでは、常にそのキーを起点として指を動かす必要があり、他のキーに指を移動させるためには注意深い動作が必要となってしまう。

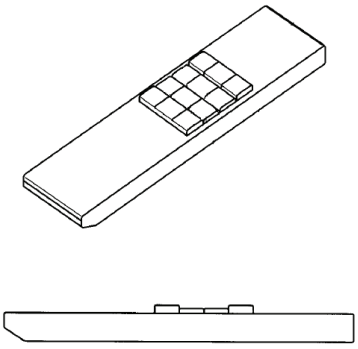


図1．提案するキーパッドを備えたリモコン

3. 提案方法

3.1 アプローチ

関連研究で明らかになった問題点を解決するために、本研究では、個々のキーに識別子を付与するのではなく、隣り合うキーとキーがつくるいくつかの‘間’を触覚識別子としてデザインするというアプローチをとる。ユーザが特定の間を触覚で同定したあとは、そこから指をほとんど移動させず傾ける程度で、両隣のキーを押下できるようにする。

キーパッドは複数のキーが隣接して並べられたものであるから、これら隣接するキーが形成する間の形状を識別子とすることで、その数を減らすことができる。必要な識別子の数が減るほど、識別子形状を単純化でき、識別が容易になる。また、キートップの刻印が不要になるので、従来のキーどおりの押しやすさ（タッチ感）を保つことができる。その上、間を触覚識別子とすることで、キ

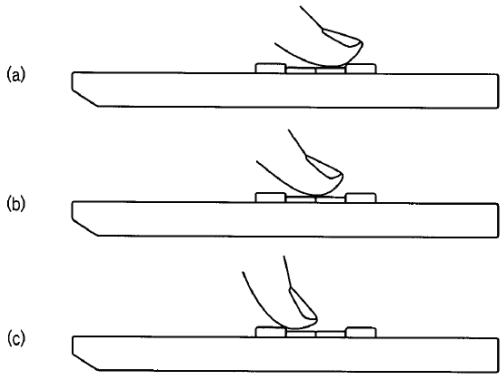


図2. 触覚識別子によるキーの位置の同定方法

ートップに刻印できる以上の深い凹凸を形成し、識別しやすさを高められる可能性がある。

なお、触覚識別子はどのキーに対しても必ず一つは隣接するよう配置し、先述したように、ユーザが特定の識別子の同定後、指を傾ける程度でどのキーも押下できるようにする。これは、‘5’のキーのみに凸点があるキーパッドで行なわれるような、他のキーに指を移動させるための注意深い動作を不要にするためである。

3.2 具体的形状

具体的に考案したキーパッドを備えたリモコンを、その特徴が理解しやすいよう模式図を使って図 1 に示す。具体的には、キーパッドの第 1 行及び第 4 行が、第 2 行及び第 3 行に位置するキーに比べて一定量高くなるように設定されている。従って、第1行と第2行の間には、触覚識別子としてリモコンの先端方向に高くなる段差がキーパッドのなかに唯一設けられることになる。他方、第3行と第4行の間には、触覚識別子として基端方向に高くなる段差が唯一設けられることになる。そして、第 2 行と第3行の間に段差はなく、3 つの行間はそれぞれ独自形状となっている。

なお、横方向のキーの判別に関しては、縦方向の位置さえ容易に判別できるようになれば、認知負荷が下がり、指の運動・体制感覚で十分把握できるようになると考え、触覚識別子は設けていない。

3.3 タッチタイピングの方法

図 2 を使い、本キーパッドにおいてタッチタイピングを行う方法を説明する。第1行か第2行のキーを打つ際にはまず、図 2 の(a)の状態のように、親指をリモコンの先端方向に動かし、先端側が高くなっている段差を触覚で見つける。見つけた後、そこで、親指を前に倒せば第1行のキーを押下でき、前に倒さずそこで押下すれば第2行のキーを入力できる。

第 3 行か第 4 行のキーを打つ際には、(c)の状態のように、親指をリモコンの基端方向に動かし、基端側が高くなっている段差を触覚で見つける。見つけた後、親指を前に倒せば第 3 行のキーを押下でき、後ろに倒せば第4行のキーを入力できる。

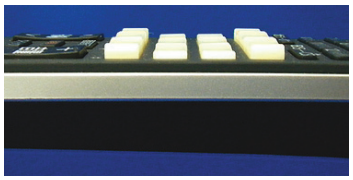


図3. プロトタイプ（段差が 1.5mm のタイプ）

なお、(b)における指の位置で触知できる段差は、(a)及び(c)の状態で触知できる段差とは異なるため、それらの段差と誤って判別してしまう可能性は少ないと考えられる。

3.4 プロトタイプ

東芝社のテレビ「レグザ」のリモコンを改造し、プロトタイプを制作した。図 3 にその外観を示す。段差を加えた新しいキーパッドは、FRP を削り出して製作した。キーの段差は、1mm、1.5mm、2mm のものを試作した。

キーの位置を判別できても、どの文字がマッピングされているか暗記していないユーザのために、テレビ画面上に、文字をマッピングしたキーパッドの図像を表示して使用することも想定している。また、テレビリモコンのキーパッドでは携帯電話と異なり、‘11’キーにスペース、‘12’キーに Enter がマッピングされていることがあり、このようなマッピングを用いて、これらの入力までタッチタイピング可能にすることを念頭においている。

4. 今後の予定

今後は、提案したキーパッドによる効果を詳細に分析するとともに、既存のキーパッドやその他のタッチタイピング向け文字入力方式と比較した結果を報告する予定である。

5. 参考文献

1) 小峯一晃、比留間伸行、石原達哉ら:テレビ画面上の GUI 操作環境における高齢者のリモコン操作性評価--人にやさしいテレビ用インターフェースをめざして、 NHK 技研 R&D (72), 24-33, 2002-03
2) 岡安謙、岩永光一、原田一ら:触覚を用いたインタフェースデザイン、Proceedings of the Annual Conference of JSSD (45), 122-123, 1998.
3) 伊藤哲、江草洋、山本浩司ら:刻印ボタンにおける視覚的および触覚的効果の評価、IEICE、PRU94-63, 33-38, 1994.

[連絡先]
前田篤彦
NTT サイバーソリューション研究所
〒239-0847 神奈川県横須賀市光の丘 1-1Y509A
e-mail：maeda.atsuhiko@lab.ntt.co.jp
Fax：046-859-5505（前田篤彦宛）

「使ってみたい」と感じるヒューマンインタフェースの評価

○安間裕起*, 中西美和*, 岡田有策*
(*慶應義塾大学)

How to evaluate users' interest in human-machine interfaces

Yuki Yasuma*, Miwa Nakanishi*, Yusaku Okada*
(*Keio University)

1. 研究の背景と目的

従来、ヒューマンインタフェースの評価は、ユーザが使用した際の使い易さを測定するなど、「使ったときの良さ」に主眼が置かれていた。しかしながら、「使ったときの良さ」に関する評価のみでは、必ずしもユーザ(中でも未だそのインタフェースを使ったことのない潜在ユーザ)がそれを「使ってみたい」と感じるかはわからない。特に近年、様々なインタフェースが使い易さという面で成熟し始めており、「使ったときの良さ」だけでなく、ユーザが感じる「使ってみたさ」を評価する必要性は増している。

過去の心理学研究ではユーザが「使ってみたい」と感じる感情は好奇心や内発的動機づけによるものであると言われている。しかし、ヒューマンインタフェースの評価においてユーザの好奇心や内発的動機づけなどを測る評価尺度は確立されていないのが現状である。

新たなヒューマンインタフェースの一例として触覚刺激を演出するタッチパネルがある。近年、タッチパネルを利用した公共端末が増える中で、このような新たなインタフェースはユーザを誘引する上で有効であると期待されている。特に触覚刺激は実際に触ってみないとその感覚が全く想像できないという点で、ユーザの「使ってみたさ」を誘発するのに効果的であると考えられる。

そこで本研究では、触覚刺激を演出するタッチパネルを対象に、インタフェースに対する「使ってみたさ」といったユーザの心理的な反応を、客観的・定量的に評価することを目的とする。

2. 評価方法

2.1 主観評価

過去の動機づけ理論によれば、内発的動機づけは自己決定性(自己が拘束されず自発的に行動しているという感覚)、有能性(自己の有能さの感覚)、意外性(自己の感じる意外さの感覚)、適度性(接する対象が退屈すぎず恐怖を感じない適度なものであるという感覚)の4側面に分類される。そこで、まず各側面に対し、構成する下位の感情を抽出し、特性要因図にまとめた(図 1)。

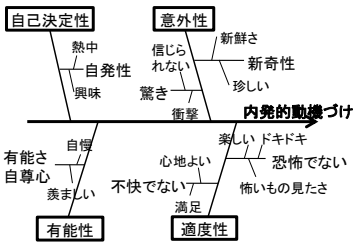


図 1. 内発的動機づけの特性要因図

この特性要因図から既にインタフェースを使用したことのある既存のユーザを対象にした主観評価項目と、未だインタフェースを使用したことのない潜在的なユーザを対象にした主観評価項目を作成した(表 1)。

表 1. 操作後被験者のアンケート
(左;既存ユーザ、右;潜在ユーザ)

側面	項目
自己決定性	もっと体験したくなった
	熱中した
	ワクワク感を感じた
	興奮した
	興味深かった
有能性	愛着を感じた
	自慢したくなった
意外性	ビックリした
	新鮮に感じた
	印象強かった
適度性	心地よかった
	満足した
	楽しかった
	飽きにくかった

側面	項目
自己決定性	早く体験してみたい
	興味がそそられる
	ワクワクする
有能性	体験している人が羨ましい
意外性	想像がつかない
	もの珍しい
適度性	面白そう
	ドキドキする
	コワイモノみたさを感じる
	心地良さそう

2.1 生理反応による評価

過去の生理学研究では、情動と生理反応の関連性を探る研究がいくつもなされている。中でも皮膚コンダクタンス反射(Skin Conductance Reflex; SCR)や心拍数、瞬目などの生理指標は古くから情動と深く関係があると言われている。そこで本研究では皮膚コンダクタンス反射、心拍数、瞬目に注目し、これらの指標とユーザの「使ってみたさ」との関連性を探る。

3. 実験

3.1 実験方法

本実験では、触れると振動するタッチパネル(Immersion 製 TACTILE TOUCHSCREEN DEMONSTRATION UNIT, 8.4 インチ)を用いた。被験者は、2 人 1 組で端末に訪れた。本論文では、端末を体験する被験者を体験被験者、体験被験者の行動を観察する被験者を傍観被験者とする。体験被験者は、

端末に面して座り、傍観被験者は体験被験者の隣に座った(図 2)。端末画面には、左側に風景写真、右側に写真を切り替えるためのボタンが表示された(図 3)。

図 2. 被験者の配置

図 3. 端末画面例

体験被験者には実験開始前に飽きるまでボタンに触れて写真を切り替えるよう教示した。体験被験者は端末体験後、既存ユーザに対する主観評価項目に 0-6 の 7 段階で得点付けした。体験被験者は、触覚刺激なしの場合(A)と触覚刺激ありの場合(B)の 2 条件で端末を体験した。

一方、傍観被験者は、各条件について体験被験者が端末を体験している様子を観察し、体験被験者が端末を体験した後、潜在ユーザに対する主観評価項目に 0-6 の 7 段階で得点付けした。

3.2 被験者

被験者は 18-24 歳の健康な大学生 20 組 40 名であった。20 組中 14 組については体験被験者及び傍観被験者の心電図(第 II 誘導、カットオフ周波数 0.5-3.5Hz、サンプリング数 0.2kHz)、皮膚コンダクタンス反射(カットオフ周波数 0.05-1Hz、サンプリング数 0.2kHZ)、瞬目を測定した。各被験者は実験前日からカフェイン及びアルコールを摂取しなかった。なお体験被験者のうち、半数は条件(A)、(B)の順で端末を体験し、残りの半数は条件(B)、(A)の順で端末を体験するようにして、各条件の順序効果は厳密にコントロールされた。

4. 結果

本稿では未だインタフェースを使用したことのない潜在ユーザに焦点を当てるため、傍観被験者の結果のみを取り上げる。

4.1 傍観被験者における主観評価結果

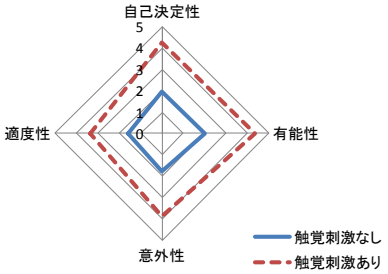


図 2. 傍観被験者の主観評価結果

傍観被験者に課した主観評価の結果、全ての側面で触覚刺激ありの得点が上回り、このことから触覚刺激を演出することで傍観被験者の内発的動機づけが高められることが示唆された。

4.2 傍観被験者における生理反応結果

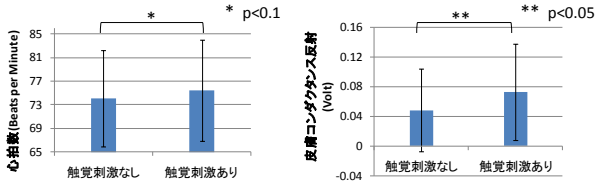


図 5. 傍観被験者の生理反応(左;SCR、右;BPM)

図 5 は傍観被験者の皮膚コンダクタンス反射と心拍数の結果を示したものである。この結果、皮膚コンダクタンス反射は触角刺激を演出した場合に高くなった(p<0.05)。また触角刺激を演出した場合、心拍数は増える傾向(p=0.058)が見られ、皮膚コンダクタンス反射、心拍数が潜在ユーザの内発的動機づけに反応する生理指標である可能性が示唆された。

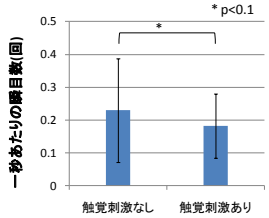


図 6. 男性傍観被験者の瞬目回数(n=10)

また瞬目に関しては、2 条件で有意差は見られなかったものの、被験者を性別で分類したところ、男性の結果には触角刺激を演出することで瞬目回数が減る傾向(p=0.050)が見られた(n=10)。したがって男性に対しては瞬目も内発的動機づけに反応する生理指標となり得る可能性が考えられる。

5. まとめ

本研究では、新たなインタフェースの一例として触覚刺激を演出するタッチパネルを用いて、ユーザの「使ってみたい」という感情の評価方法を提案し、実験的に実施した。結果から以下のことが明らかになった。

1) 新たなインタフェースの一例として、触覚刺激を演出するタッチパネルは潜在ユーザの内発的動機づけを高めることが確認された。
2) 皮膚コンダクタンス反射や心拍数といった生理反応がユーザの内発的動機づけに反応する生理指標になり得る可能性が示唆された。

[連絡先]
安間裕起
慶應義塾大学大学院理工学研究科
〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1
e-mail : yasuma@z3.keio.jp

ユーザエクスペリエンスをデザインするための物語と登場人物に関する一考察

伊藤 泰久*
(*株式会社 U’eyes Design)

A Study of Narrative and Character in Designing User Experience

Yasuhisa Ito*
(*U’eyes Design Inc.)

1. はじめに

人間中心設計(HCD, human-centred design)に関する国際規格である ISO13407[1]が改定され、ISO9241-210[2]となった。ISO13407 では、インタラクティブシステムを対象として、その設計プロセスやユーザビリティを規定していたが、ISO9241-210 では、対象をインタラクティブシステムおよびサービスへ、ユーザビリティを含むユーザエクスペリエンス(UX, user experience)へとその範囲を拡大している。

近年、HCD の分野でも UX の向上を目指した活動が注目されており、UX に関する様々なリサーチメソッド[3]が活用されている。しかし、現在多用されているリサーチメソッドは、インタラクティブシステムのユーザビリティ向上のために用いられていた側面もあり、必ずしもサービスを含む UX に関するリサーチメソッドとして十分とは言えない場面が生じる可能性がある。

ISO9241-210 では、UX を「製品やシステム、サービスを使用、あるいは、使用を予想したときの、人の知覚と反応」と定義している[2][4]。伊藤は、この定義に従った UX を実現するためには、①「ユーザの知覚や感情や好み、感じ方などの心理的な反応」、②「使用前、使用中、使用後における UX」の2点について考慮することが重要であるとし、①②に対応可能なデザインメソッドとして物語論(narratology)や質的心理学、エンターテイメントの分野で用いられている物語(narrative)を適用することの有効性を述べている[4]。

本論では、この物語を UX デザインのためにリサーチする方法について、既存の HCD におけるリサーチメソッドに着目して、その適用可能性を探ることを目的とする。

2. 物語と登場人物

物語論では、物語とは、「一・二名あるいは数名の語り手によって、一・二名あるいは数名の聞き手に伝えられる一ないしそれ以上の事実の、あるいは、虚構の事実の報告」のことであるとしている[5]。また、物語には常に時間的な連鎖が伴い、これが物語の最大の特徴であるとしている[5]。また、物語には様々な人物が登場するが、物語論では登場人物(character)のことを「人間的な特性を付与され、人間的な行動に関わる存在者(物)。人間的な属性を持つ行為者」であるとしている[5]。この登場人物には、役割(role)がある。プロップ[6]は、ロシアの昔話 100 編の構造を分析し、昔話に登場する人物には、普遍的な 31 の機能があることを発見した。これに対して、登場人物は、それぞれの役割を持つ 7 人に類別され、物語は 7 人の登場人物と、31 の機能により構成されることを見出している。

3. 物語と登場人物とリサーチメソッド

物語を UX のリサーチやデザインのために適用することを考えると、物語の構造を含む物語は、HCD で言うところのシナリオに、登場人物は、ユーザやステークホルダー等の人びとに、またインタラクティブシステムなどの人工物も人間的な属性を持つ物と言う点を考慮すると登場人物として捉えられると考えられる。また類別された登場人物は、HCD で用いられるペルソナ[7]やユーザロール(user role)と似ていると言える。

このように HCD において従来使用されてきたリサーチメソッドの中には、物語に関するリサーチメソッドとしても適用可能な部分が含まれると考えられる。

4. 既存のデザインメソッドと、物語と登場人物

UX に関する物語に適用可能なリサーチメソッドに対する要件として、1)物語の登場人物に相当するユーザやステークホルダー、人工物に関する事実を調査し、明文化できることが必要となる。また、2)インタラクティブシステムやサービスに関する時間的な連鎖を伴った事実の物語を調査できることも必要となる。これらの要件を満たす既存のリサーチメソッドとしては、シナリオに基づく設計(SBD, Scenario-Based Design)[9]、文脈における設計(CD, Contextual Design)[8]、ペルソナ[7]が挙げられる。以下にこれらの手法に関する特徴を示す。

4.1 シナリオに基づく設計

SBD では、システム設計においてシナリオを中間生成物として用いる。SBD におけるシナリオの、最も簡素な定義は「使用法の概略」であり、シナリオの構成要素に

は、1）製品、2）アクタ、3）文脈情報、4）目標や期待、5）アクションとイベントの系列の5項目に整理されるとしている[10]。また、SBD におけるシナリオは、物語(story)であるとされており[9]、物語論における物語は、SBD においても適用できると考えられる。また SBD におけるシナリオには、アクタ（ユーザ）も合わせて記述されることから、登場人物の記述にも対応できる。

4.2 文脈における設計

CD [8][11]では、文脈における質問を用い得られた情報に基づいてデザインを行う一連の手法群で、フローワークモデル、シークエンスモデル、人工物モデル、物理環境モデル、文化モデルの5つのワークモデルによるモデル化を行うところに特徴がある。物語のシナリオは、仕事等の流れを時系列的に書き表したシークエンスモデルに相当する。フローワークモデルには、仕事等に関係する人物や組織、人工物の関係性や情報の流れが図示されるが、これは物語の登場人物に相当すると考えられる。

4.3 ペルソナ

ペルソナ[7]とは、ユーザのモデルであり、インタラクションデザイン等のために用いられる。ペルソナは、ユーザを理解するため行われる質的な調査の結果からモデリングされる。ペルソナは、異なるタイプのユーザとそのニーズや行動パターン、態度、属性などを表す。また、ペルソナには役柄があり、主役、脇役、端役、顧客、サービス利用者、黒衣の6種類がある。

物語のおける登場人物とペルソナには、共通する点が多く、登場人物は、その役割等により類別される点も共通している。また、ペルソナには、行動パターン等のシナリオが付随する場合も多く、このシナリオは、物語論における物語に相当すると考えられる。

5. 考察

HCD において用いられているデザインメソッドにおいて、物語は、SBD におけるシナリオや、CD において用いられるシークエンスモデル等として調査、結果の明文化やモデル化され、登場人物については、ペルソナや CD におけるフローワークモデルとして表すこともできることがわかった。しかし、物語論における物語や登場人物を、これらのデザインメソッドで完全に表すことは可能であろうか。

本論で取り上げたデザインメソッドは、デザインのための手法であり、ここに登場する人物は、ユーザや関連する組織、ステークホルダーである場合がほとんどである。ただし、CD におけるフローワークモデルには、ユーザやステークホルダーだけでなく、ユーザと関連するあらゆる人物や人工物を記述できること、また Cooper[7]のペルソナの役柄のうち、端役ペルソナは、主役でも脇役でもないペルソナを記述することができる点は、特筆に値し、物語論における直接的なユーザ以外の登場人物の明文化、モデル化のためにも適用できると考えられる。

6. 結論

HCD において用いられる SBD や CD、ペルソナは、物語論における物語や登場人物のリサーチや、その結果のモデル化・明文化のためにある程度の範囲で適応可能であることがわかった。ただし、物語論における物語は、インタラクティブシステムやサービスを使用すると言った狭い意味でも物語ではなく、主人公等の登場人物の人生や成長や挫折を表す大きな物語である。UX は、狭い意味で限定された人工物の使用を考えるだけでなく、時間的にも長いスパンで、人生の中における人工物との出会いや継続的な使用、その意味を表し、この物語の中で UX が語られるものであると考えられる。

UX の向上のために物語が、リサーチやデザインメソッドとして用いられることは、まだ少ないと言えるが、今後事例研究等を進め、メソッドをより進化させて行きたいと考える。

7. 参考文献

[1] ISO 13407:1999 Human-centred design processes for interactive systems (1999). [JIS Z 8530:2000]

[2] ISO 9241-210:2010 Human-centred design for interactive systems (2010).

[3] Kuniavsky, M., ユーザ・エクスペリエンス ユーザ・リサーチ実践ガイド, 翔泳社 (2007).

[4] 伊藤, 物語性を考慮した人間中心設計に関する一考察, 平成 22 年度日本人間工学会アーゴデザイン部会コンセプト事例発表会予稿集, pp25-29 (2010).

[5] Prince, G., 物語論辞典, 松柏社 (1997).

[6] Propp, V., 昔話の形態学, 水声社 (1987).

[7] Cooper, A., et al., About Face 3, アスキー・メディアワークス (2008).

[8] Beyer, H., Holtzblatt, K., Contextual Design, Morgan Kaufmann (1997).

[9] Carroll, J., Making Use, The MIT Press (2000).

[10] 郷, HCD シナリオのデザインヒューリスティック, ヒューマンインタフェース学会研究報告集, 9 巻 4 号, pp1-6 (2007).

[11]「ユーザビリティハンドブック」編集委員会, ユーザビリティハンドブック, 共立出版 (2007).

[連絡先]
伊藤泰久
株式会社 U'eyes Design
〒224-0001 神奈川県横浜市都筑区中川 1-4-1
e-mail：ito@ueyesdesign.co.jp
Fax：045-914-7822

人間-機械系における予測制御中のオペレータによる操作前後の脳波

○赤坂佳紀[*]，桜井将人[**]，山本栄[**]
（[*]東京理科大学大学院工学研究科経営工学専攻，[**]東京理科大学工学部経営工学科）

ERPs of pre-and-post operation with the time lag in the system

([*]Dept. of Management Science, Graduate School of Engineering, Tokyo University of Science)
([**]Dept. of Management Science, faculty of Engineering, Tokyo University of Science)

1. はじめに

人間が機械を制御する時，機械の状態を人間が目で見て知覚し，脳の中枢神経系でその処理を行い，さらに手で操作のための行動を命令する．その結果が機械の出力として表れる．

制御の中には，入力に対する応答時間に遅れ(時定数τ)が大きいものがあり，遅れが比較的大きい機械として大型船舶などがある．時定数の大きいシステムの制御では，そのシステムの将来の挙動を予測し操作する必要がある．

予測とは，将来の出来事や有様をあらかじめ推測すること，前もっておしはかること(広辞苑)であり，制御とは制御基礎理論[1]によると，ある目的に適合するように，対象となっているものに所要の操作を加えること，とされる．遅れのある機械の操作において，予測制御時の人間を調べることが，よりよい人間-機械系の設計につながるため，予測制御を調べることは重要である[2][3]．この予測制御時の人間を客観的に調べるために，本研究では生理的指標である脳波測定を用いる．

予測制御時の人間を脳波測定を用いて調べた先行研究[4]は，一次遅れ系を模擬したシミュレータであるタンカーゲームを用い，ハンドルを操作開始するまでの過程を解析している．しかし，先行研究ではハンドル操作開始するまでと，操作後の脳波の関係は明らかになっていない．制御にはその目的があり，目的のための操作と目的が達成されたか否かの結果がある．例えばタンカーゲームでは，旗門を通過すること等が目的であり，旗門を通過したか否か，操作によるターゲットの動きを知覚すること等が結果である．

そこで本研究では，ハンドル操作前と操作後の双方の脳波を測定する．

2.目的

予測制御中の操作開始時点と操作後の関係を脳波から明らかにすることを目的とする．

3. 方法

本研究では，遅れの大きいシステムを実験的に再現する為，一次遅れ系シミュレータを用いて実験を行った．

図1：実験環境(実際は暗室)

被験者には，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7400TD21）上にあるターゲットを，ハンドル(THRUSTMASTER 製 FerrariGT2-in-1Force Feedback Racing Wheel)を用いて操作させた．ハンドルの操舵量はハンドルを左右に切ることにより入力され，ハンドルを切った角度がターゲットに出力される．

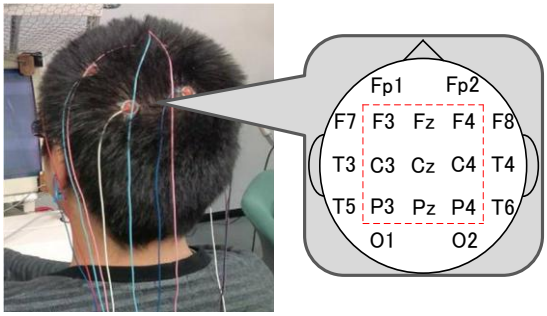


図2：国際式10-20法に基づく9電極部位

教示内容は，①配置された旗門を最短距離で通過すること，②効率よくハンドルを操作すること，とした．

測定項目は，課題遂行中の脳波，眼球運動とし，脳波計(日本光電社製 EEG1100)に記録した．脳波の測定部位は，国際式10-20法に基づく9電極(F3，Fz，F4，C3，Cz，C4，P3，Pz，P4，図2)とした．課題遂行中の脳波は，測定条件はサンプリング周波数1,000（Hz），低域遮断フィルターを0.03Hz(時定数5.0sec)，高域遮断フィルターを30Hzとし，基準電極は左右両耳朶とし共通接地した．

被験者は， 21歳～24歳の男子大学生4人（平均22，SD0.82）とした．被験者には,事前に実験内容を説明し，書面で同意を得た．

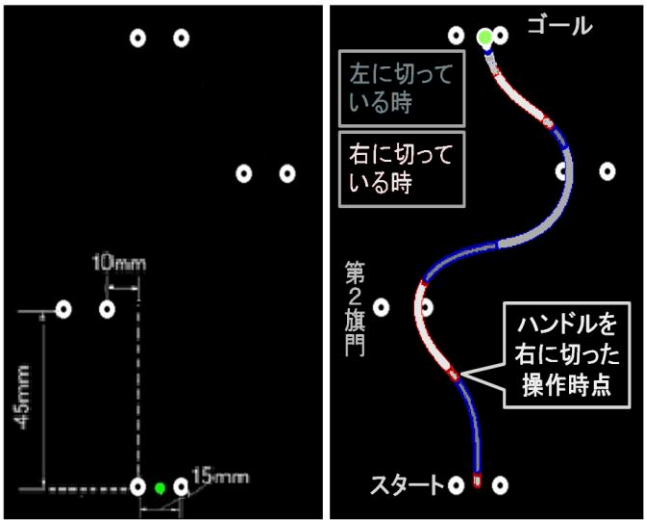


図3:実験コースとターゲットの軌跡の例

本実験で用いた実験コースを図2に示した. 制御対象の時定数 τ は, 0.0, 3.0, 4.5(秒)の3条件とし, 各条件180試行ずつ計540試行をランダムに行った. 実験が長時間に及ぶため, 適宜休憩を入れた.

4. 実験結果と考察

図4にCz部位における総加算平均波形を示す. これは各被験者の加算波形を全員(N=4)分加算平均したものである. 総加算平均波形は, 課題に対する標準的な波形を得ることができると言われている. 波形は, 横軸が潜時(msec), 縦軸が振幅(μV)であり, 上方向が陰性, 下方向が陽性である. 被験者がハンドルを右に操作開始する時点を0秒とし, 操作開始前の-5000msec～-4000msecまでの平均電位が0になるよう基線を引いた.

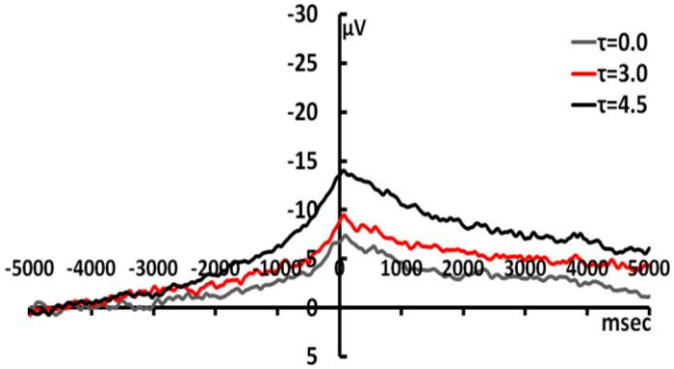


図4:ハンドル操作開始時点の総加算平均波形(Cz)

波形から, 電位が陰性方向に緩やかに立ち上がり, 0m秒付近で頂点を持ち, その後緩やかに下がるという特徴が得られた. 操作開始に伴い脳の活動が活発になり, 操作開始後は徐々に活動が落ち着いていくことが示唆される.

次に各被験者から得られた加算平均波形の頂点振幅の平均を図5に載せる.

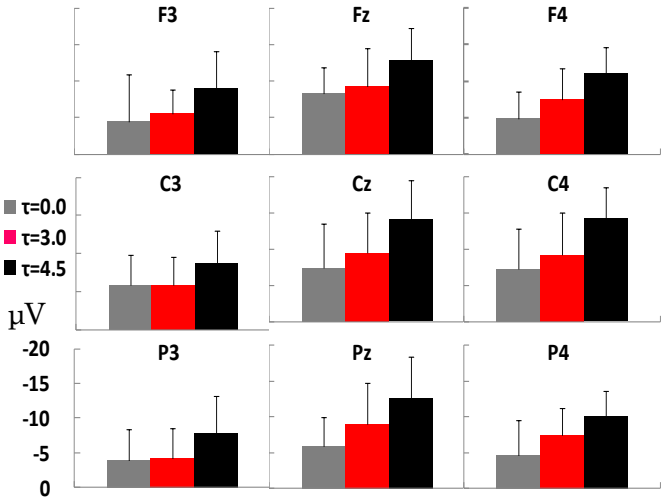


図5:ハンドル操作開始時点の総加算平均波形

各部位における, 4人の被験者の頂点振幅の平均から, 遅れが時定数0秒, 3.0秒, 4.5秒と大きくなるほど波形の陰性方向頂点振幅が大きい結果が得られた.

部位と時定数について二元配置の分散分析を5%有意水準で行なったところ, 分散が大きかったので有意差は認められなかったが, 時定数4.5秒での変化が他の時定数より変化が大きく, 部位間ではF4, Cz, C4, Pz部位が大きく変化した

遅れが大きいほど陰性方向頂点振幅が大きい傾向から, 遅れが大きく操作しにくいほど脳の活動が活発になることが示唆される.

5. 結論

システムの遅れが大きいほど, 陰性方向の脳波の振幅が大きくなることが分かった.

今後, ハンドル操作開始後について, 総加算平均だけではなく, 個人ごとに解析を行う予定である. 具体的には, 課題施行中に各被験者が実験コースのどこを注視し制御を行っているかを眼球運動を用いて観察する. その後特定の眼球運動を基点として, 操作後のシステムの遅れの大きさと脳波を比較する.

6.参考文献

[1]中野道雄,美多勉,制御基礎理論,昭晃堂,1996
[2]林喜男:「人間の予知制御」,人間工学,Vol,11, No.23,1975
[3]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,No5,1993
[4]市川拓弥,運動準備電位とNS'に基づく手動制御系評価に関する研究,東京理科大学大学院工学研究科修士論文,2009

水琴窟とカオス

○遠藤順一*, 佐光興亜*
(*東海大学情報理工学部)

Chaos Hidden in "Suikinkutsu"

Jyunichi Endo*, Okitsugu Sako*
(*School of Information Science and Technology, Tokai University)

1. はじめに

静かな庭園で聴く水琴窟からの音は清澄な空気を伝わり、聴く者の耳に心地よい響きをもたらす。しかし、この響きの間隔にふと気がつくと、規則(秩序)的であるようでまた不規則(無秩序)でもある。その音の間隔の微妙な乱れ(ゆらぎ)が、水琴窟音独特の余韻と相まって、脳に快適な感情応答を引き起こすのであろうか。

ロバート・ショウは、彼の著書「水滴系のカオス」[1]において、身近な物理現象に伴うカオスの一例について次のように述べている。

「水道の蛇口が水漏れしていると、栓をどんなにきつくしめてもポタポタと耳障りな音をたてて水がしみ出してくる。水漏れがひどいと、水滴の落ちる間隔は短くなり、不規則なパターンに変化する。この水滴系はカオスへの遷移を示す典型的な系である。」

水琴窟は、甕の底に水を張り、上から水滴を滴らし、水滴が水面に衝突した際に発する音が甕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。

水琴窟の中で滴り落ちる水滴の流体力学的挙動は、水道の蛇口から滴り落ちる水滴と同じメカニズムにしたがっており、落下する水滴の間隔は共にカオス的変動を示すことが推察される。

本研究は、水琴窟から聞こえてくる妙なる音の間隔の不規則(無秩序)さは、単なる偶然でも、ノイズでもなく、混沌の中に秩序が存在する秩序ある無秩序としてのカオスであることの検証を目的とする。

2. 実験

水琴窟で発生した音を 2172 秒間にわたりデータレコーダに記録した。図 1 には、データレコーダの出力信号をサンプリング間隔 23 μ s でサンプリングした、7.4 秒間のデータを例示してある。

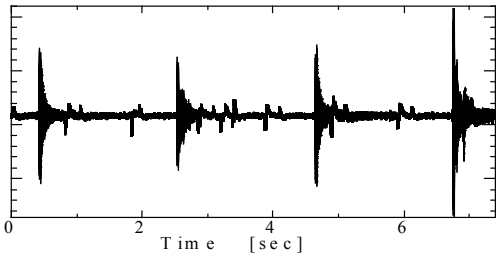


図 1. 水琴窟音出力信号

大きな音を発生する主水滴の落下の後には、音の小さな副水滴が幾つか落下する様子が見られる。これら主水滴と副水滴の落下により水琴窟内に発生する全ての音の発生時刻 t_n(n=0, 1, 2, 3, ….)を同定し、隣り合う音の時間間隔データ T_n(= $t_n - t_{n-1}$: n=1, 2, 3, …)を構成する。

本実験において 2172 秒間にわたり記録したデータからは 6228 点の音の発生時刻 t_n が同定された。これらの t_n から水琴窟音発生の時間間隔データ T_n を計算する。n=100 から n=250 までの T_n データを図 2 に示した。この図から見られるように、水琴窟音発生の時間間隔データ T_n は極めて不規則に変動していることが分かる。6228 点の全データにわたる T_n の平均値は 0.374 秒、標準偏差は 0.296 秒であり、T_n のゆらぎが相当大きなものであることを示している。

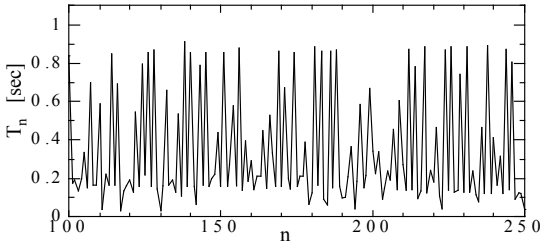


図 2. 水琴窟音発生の時間間隔データ

3. 結果

水琴窟音発生の時間間隔データ{ T_1, T_2, …., T_n, T_{n+1}, …. }の特徴を抽出する手法として、第 1 次再帰写像(first return map)の描写がある。平面内で横軸に T_n、

縦軸に T_{n+1} を選び、座標 (T_n, T_{n+1}) を全ての n(n=1, 2, 3, …)についてプロットする。

6228 点の水琴窟音発生時刻データから計算された水琴窟音発生時間間隔時系列データ{ T_n: n=1, 2, 3, …} を用いてその第 1 次再帰写像を描いてみると図 3 のようになる。

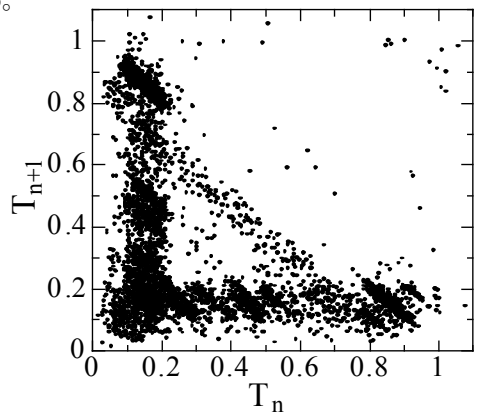


図 3. 水琴窟音発生時間間隔時系列データに対する第 1 次再帰写像

この再帰写像は、周期的パターンやランダムなパターンを示す場合とは明らかに異なる構造を示しており、T_n と T_{n+1} の間には強い相関性があり、T_n と T_{n+1} が何らかの決定論的関係で結びつけられていることを示唆している。

アトラクタの構造を視覚化するために、{ T_n, T_{n+1}, T_{n+2} } (n=1,2,3,…,N)を座標とする 3 次元位相空間軌跡をプロットする(図・4)。

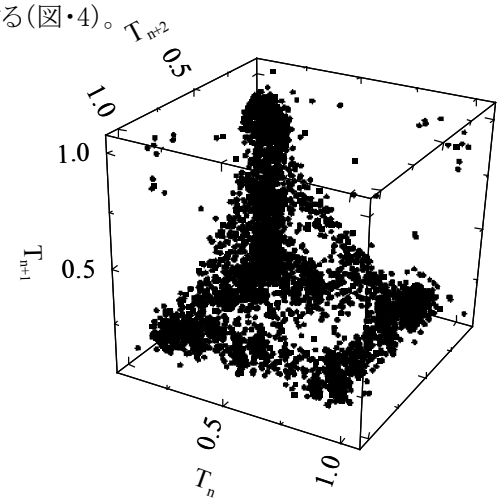


図 4.水琴窟音発生時間間隔時系列データに対する 3 次元位相空間軌跡

図 4 に示した水琴窟音発生時間間隔時系列データから再構成されたアトラクタがカオス・アトラクタか否かを定量的に決定する指標である最大リアプノフ指数 λ_i を Sato 等[2]のアルゴリズムにより計算した結果、$\lambda_i = 0.013$ と正値が得られた。

アトラクタが正値のリアプノフ指数を有するということは、その方向の軌道が不安定になり、最初近くにあった 2 つの軌道は指数関数的に離れていくことになる。このように、初期条件に敏感に依存する発散的性質を持つアトラクタはカオス・アトラクタであり、水琴窟内で発生する音の間隔はカオス的に変動していることが分かる。

4. 考察

脳は極めて多数のニューロンの集合からなる複雑な体系であり、ニューロン間の電気的活動もまた極めて複雑で非線形な振る舞いを示し、一見不規則に変動する脳波信号として観測される。しかし、脳波は白色雑音のような完全にランダムな信号ではなく、その内部にはα波やθ波などの一定の周波数を持つリズムが存在する。脳における活動は不規則現象ではなく、認識過程における情報の自己組織化に見られるように、その活動には決定論的規則性、即ちカオスの存在が示唆される[3]。

本研究によって、水琴窟から聞こえてくる音の間隔は、周期的でもまたランダムでもなく、混沌の中に秩序が内在するカオス的特徴を有することが明らかになった。このカオス性を有する水琴窟音により、カオス的特性を持つ脳を刺激することによって脳が活性化され、前頭葉におけるα波リズム強度の増大と相関次元のダイナミックな変動が誘起され、脳が快適な感情応答を示したものと考えられる[4]。

5. 参考文献

1) ロバート・ショウ:「水滴系のカオス」; 佐藤譲/津田一郎訳　岩波書店　2006

2) S.Sato et al.: Prog. Theor. Phys. **77**, 1 (1987)

3) E.Basar: " Brain Function and Oscillations Ⅰ: Brain Oscillations. Principles and Approaches ", Springer-Verlag, Berlin, 1998

4) 遠藤順一、佐光興亜: "聴覚刺激により誘発される脳の感情応答" ,人間工学 **44,** 325 (2008)

[連絡先]

遠藤順一

〒259-1116　伊勢原市石田 938-2-102

e-mail : endoj@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

低周波全身振動感覚に及ぼす音刺激の影響

○三浦久士*, 寺崎弘幸*, 半田結衣*, 岡田成央**, 町田信夫*
(*日本大学理工学部, **日本大学大学院理工学研究科)

Influence of the sound stimulation to give to low frequency whole body vibration sensation

Hisao Miura*, Hiroyuki Terasaki*, Yui Handa*, Shigeo Okada**, Nobuo Machida*
(*College of Science and Technology, **Graduate College of Science and Technology, Nihon University)

1. はじめに

自動車走行時や建設機械作業時といった環境下では振動と騒音が同時に存在している。振動や騒音それぞれ単独の影響の評価の事例は多くあるが、複合環境下での影響の評価は少ない。本研究では人間が振動を感じやすいとされている4～8Hz の振動を主とした低周波全身振動を用いて振動の強弱、不快感に対し、音刺激がどのような影響を及ぼすかを検討した。

2. 方法

2.1 実験概要

振動と騒音が同時に存在する複合環境での影響を検討するために、振動と音の単独刺激での影響、複合環境での影響を心理学的に評価する。そして、それぞれの実験結果から振動感覚の変化の比較を行い、法則性を見出す。

2.2 振動刺激

振動刺激は全て腰部から負荷した鉛直方向全身振動とする。振動には正弦波振動とランダム波振動(1 オクターブバンド)の 2 種類を用いる。それぞれ 5 種類の周波数、4 種類の振動加速度レベルを設定し、全 40 条件で実験を行う(表 1)。

2.3 音刺激

音刺激として、一般にヒーリング効果があるといわれる 1/f ゆらぎ特性を持つヴィヴァルディの春の第一楽章(以下「春」)、全ての周波数帯でのエネルギーが等しい雑音ホワイトノイズ(以下「WN」)、1/f ゆらぎの雑音ピンクノイズ(以下「PN」)の 3 つを使用する。これらにそれぞれ4種類の等価騒音レベルを設定した全 12 条件で実験を行う(表 2)。

表 1. 振動刺激条件

	周波数	振動加速度レベル(VAL)			
正弦波	1Hz	70dB	80dB	90dB	100dB
	2Hz				
	4Hz				
	8Hz				
	16Hz				
ランダム波	1Hzoct				
	2Hzoct				
	4Hzoct				
	8Hzoct				
	16Hzoct				

表 2. 音刺激条件

音刺激	等価騒音レベル(L_Aeq)			
春	40dB	50dB	60dB	70dB
WN				
PN				

2.4 実験手順

各刺激による人体影響を評価するため、刺激暴露後にアンケートを行った。アンケートは刺激の強弱を 0～100 までの整数を用いて評価する ME 法と快-不快感の評価を行う 5 段階評定法を行った。被験者は健康で聴覚正常な男子大学生 5 名で行った。実験のタイムテーブルは刺激暴露 20 秒→アンケート 20 秒→安静 20 秒とした。これを 1 セットとし、被験者への負担を考慮して 1 回の実験では連続 30 セットまで行った。

3. 結果

3.1 振動感覚の強弱の変化

振動の強さの感覚量を、振動加速度レベルにISO2631 に規定されている周波数ごとの補正値を適用することで求めた。これによって補正した振動加速度レベル（以下 VAL 補正値）と ME 法によって測定した振動感覚の強弱との関係を図1に示す。

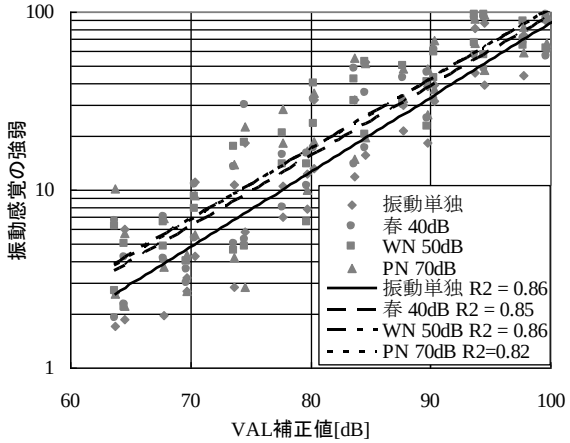


図 1. 振動感覚の強弱の変化

振動感覚の強弱は、振動単独に比べて音刺激を暴露することによって振動感覚が強くなるという結果が出た。VAL 補正値が低いところでは音刺激の影響が強く、高いところでは影響が弱くなっていた。このことから振動感覚の強弱は音刺激によって変化することがわかった。

3.2 振動の快-不快感の変化

5 段階評定法を用いて測定した振動単独の快-不快感から、音刺激を暴露することによって快傾向へ変化した割合を図 2 に示す。割合は各音刺激暴露時の 80 条件の中で快傾向へ変化した条件数の割合を求めた。測定した振動の快-不快感は、音単独で“快”との測定結果が出た「春」を暴露すると快傾向へ変化した。「WN」、「PN」でも“快”と判断された $L_A$eq40dB で同様の結果がでた。音刺激の快-不快感の測定結果を図 3 に示す。音暴露時の快-不快感の変化を見ると、振動条件に関係なく“快”な音は振動を“快”なものへ変える傾向があった。評定値は 3 を中心とし、上回ると“快”下回ると“不快”である。

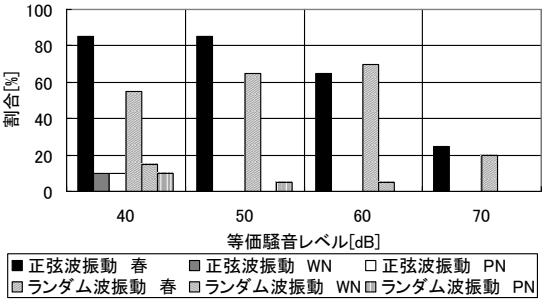


図 2. 快傾向への変化

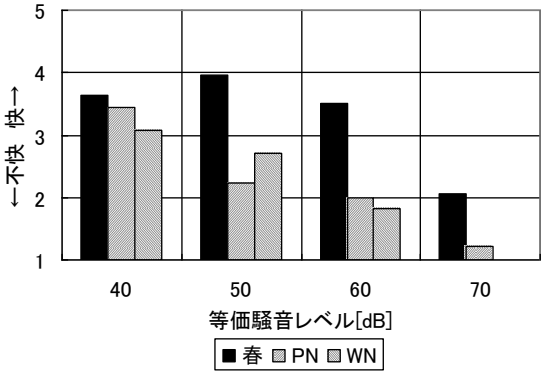


図 3. 音の快−不快感

4. おわりに

低周波全身振動感覚は音刺激によって強弱と快-不快感が影響を受けることがわかった。このことから振動感覚の評価には音刺激の影響を考慮しなければならないことがわかった。今回の研究結果をみると、音刺激の影響は騒音レベルの大小よりも音の種類や印象に大きく左右されると思われる。よって音刺激の種類や解析を増やし、どの要素がどんな影響を与えているかを検討していきたい。

5. 参考文献

1) 岡田, 町田,「人間の振動感覚に及ぼす音刺激の影響に関する研究」日本人間工学会誌 46 巻特別号, 382-383, 2010,

[連絡先]
三浦久士
日本大学理工学部
〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1
e-mail：machida_lab@eme.cst.nihon-u.ac.jp
FAX：047-469-5342（町田研究室宛）

かわいい人工物の系統的研究（第9報）

―visual analog scale を用いた「かわいい」色の評価―

○小松剛*，大倉典子*
（*芝浦工業大学工学部）

Systematic study on kawaii products: The ninth report, -Evaluation of kawaii colors using visual analog scale-

Tsuyoshi Komatsu*, Michiko Ohkura*
(*Faculty of Engineering, Shibaura Institute of Technology)

1. はじめに

従来のものつくりの価値観である性能･信頼性･価格に加え、感性を第 4 の価値として認識しようという国の取組みが開始された 1)。そこで著者らは、将来の人工物の感性価値としての「かわいいインタフェース」に焦点を当て、「かわいい」という属性を系統的に解析する研究を開始した。これまでに、文化論的な先行研究を調査し、さらに簡単な予備実験の結果、「かわいい」という評価が年齢や性別によって異なることがわかった 2)。これを踏まえた上で、かわいい色、形、質感について研究を行ってきた。特に色については、色の色相、明度、彩度の 3 要素からかわいい色を検討した結果、色相ごとでは明度や彩度が高いほどかわいいと選択する人数が多く、色相ではいずれも選択されたが、紫の選択数が最も多かった。しかし、この実験ではマンセル色相環の基本 10 色のうちの 5 色（赤、黄、緑、青、紫）が対象で、残りの 5 色（黄赤、黄緑、青緑、青紫、赤紫）は対象にしていなかった。

そこで今回、色相の種類を増やして、「色」を対象とした実験を再度実施したので、その結果を報告する。

2. 「かわいい」色に関する詳細な実験

2.1. 実験方法

先行研究と同様に、色を色相、彩度、明度の 3 つの要素に分けて、マンセル色相の基本 10 色（赤、黄赤、黄、黄緑、緑、緑青、青、青紫、紫、赤紫）について、「かわいい」を評価してもらう実験を実施した。対象は色相ごとに以下の 4 種類を使用した（図 1）。

① 最も明度は高いが彩度が 0 の無彩色
② 基準色より明度が高く彩度が低い色
③ 基準色（明度･彩度ともに高い色）
④ 基準色より明度が低く彩度が高い色

提示は 46 インチ 3D ディスプレイを使用した立体視とし、図形は円環体、背景色には明度 5 の無彩色を使用した。上記 4 種類を 1 組として、同時に提示した（図 2）。提示する色相の順番は順序効果を考慮しランダムとした。

「かわいい」の評価には Visual Analog Scale（VAS 法）を使用した 3)。

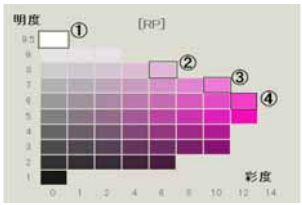


図 1：4 種類の色

図 2：提示図形

2.2. 実験結果

実験は、正常色覚者である 20 代の男女各 10 名、計 20 名に対して行った。

まず得られた評価点に対し、①（白色）の評価点を基準に基準化した。そして男女別の平均値を図 3 に示す。ここで、縦軸は評価点の平均、横軸は色の種類である。この図から以下がわかった。

- 男性は青緑④、黄赤④、緑③が、女性は黄赤④、赤紫③、黄緑③、青緑④が「かわいい」の評価の平均が特に高い傾向があった。
- 男性の評価の平均が高い色は、女性の評価の平均も高かったが、逆は成り立たなかった。
- 男性では、他の色と比較して、赤は評価が低いのに対し、女性では評価の高い赤があった。

- ②（明度が高く彩度が低い色）は男女共通して「かわいい」の評価の平均が低い傾向があった。

次に、男女共に標準偏差が大きかったため、各被験者の評価の高い色を按分して集計した(図 4)。ここで縦軸は度数、横軸は色の種類である。この図から以下がわかった。

- 男性は、黄赤④、緑④、青緑④、紫③、赤紫④の度数が高かった。
- 女性は、黄赤④、紫③の度数が高かった。

次に、「かわいい」の評価に対して性別、色相、明度･彩度で三元配置の分散分析を行った。その結果、性別、色相、明度･彩度について有意な主効果があった(順に、F=24.168, p<.01, F=1.987, p<.05, F=28.608, p<.01)。また、色相と明度･彩度の交互作用が有意であった(F=2.563, p<.01)。これより、色相ごとに「かわいい」と感じられる明度･彩度の傾向が異なることがわかった。

また、どの色の評価について男女で差があるのかを調べるために、t 検定を行った結果、赤③（F=.041, p<.1）、黄緑③(F=2.338, p<.1)、紫②(F=.426, p<.1)、黄赤③(F=1.211, p<.05)、赤紫③(F=1.516, p<.05)について有意差があった。④（純色）は、どの色相についても有意差がなかった。

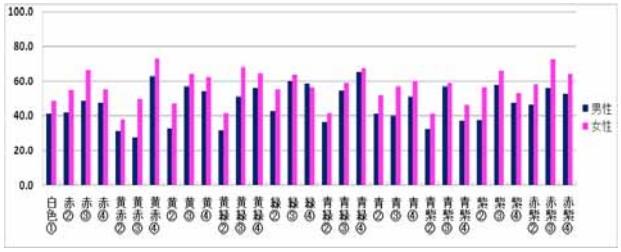


図3:「かわいい」の評価点の平均

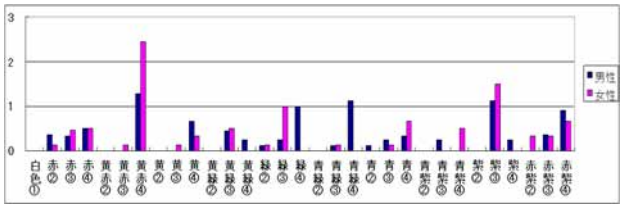


図4: 各被験者の評価の高い色の重みつけによる集計

3. 考察

図3、図4のどちらでも、男性の黄赤④、青緑④、女性の黄赤④、紫③の評価が高かった。しかし、男性の緑③、女性の赤紫③、黄緑③、青緑④については、図3では評価が高いにもかかわらず、図4では度数が低い傾向があった。これは評価の平均が高い色が必ずしも最もかわいい色として選ばれる色ではないことを表している。その理由として、評価の個人差の大きいことが考えられる。今回の実験で、黄赤④は、男女共通して最も多くの被験者が高く評価し、低く評価する人が少ない色であった。また、黄赤、赤紫は「かわいい」の評価が高かったが、これは、先行研究4)の結果（19歳から20歳の女性の最も好きな色の経年推移で、近年橙とピンクが増加し、約20年前の「清潔感」等から「可愛い」などに色の選択基準が移った傾向にある）と一致する結果となった。

4. まとめ

本研究では、色を対象に実験を行った。その結果、男女ごとに「かわいい」色の傾向を明らかにすることができた。

参考文献

1) 経済産業省:「感性価値創造イニシアティブ」について, http://www.meti.go.jp/press/20070522001/20070522001.html
2) 大倉, 後藤, 村井, 青砥:バーチャルオブジェクトを利用した「かわいい」色の検討, 日本感性工学会論文集, Vol.8, No.3, pp.535-542 (2009).
3) 羽成, 高橋:認知的操作がvisual analog scaleによる色嗜好測定に及ぼす効果(3):一般的な好嫌活性化課題を用いて, 日本色彩学会誌, Vol.30, SUPPLEMENT, pp106-107, (2006).
4) 伊藤:色彩好悪と色彩象徴の経年比較, デザイン学研究, Vol.55, No.4, pp31-38, (2008).

[連絡先]

小松 剛
芝浦工業大学 工学部 情報工学科
〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5
e-mail : l07057@sic.shibaura-it.ac.jp
Fax : 03-5859-8508 (情報システム工学研究室宛)

VR 空間を利用した歴史的建造物復原支援の一手法の検討

―旧川越織物市場を題材にして―

○小沼瑞枝*, 木暮友梨*, 酒井聡子*, 田中沙耶花*, 江井ひとみ*, 石堂敬**, 大倉典子*, 渡辺洋子*

(*芝浦工業大学工学部, **芝浦工業大学大学院工学研究科)

Method of Support Restoration and Reconstruction of Historical Buildings using Virtual Space

-Targetting the Old Kawagoe Textile Market -

Mizuki Konuma*, Yuri Kogure*, Akiko Sakai*, Sayaka Tanaka*, Hitomi Ei*, Takashi Ishidou**, Michiko Ohkura*, Yoko Watanabe*

(*Faculty of Engineering, Shibaura Institute of Technology, **Graduate School of Engineering Shibaura Institute of Technology)

1. はじめに

近年、歴史的建造物の再生利用が盛んに行なわれるようになってきた。しかし、古い建造物の復原にあたっては、具体的な復原案の決定が困難なケースが多い。

そこで、著者らは 2008 年度からバーチャル空間（以下 VR空間）を用いて、復原案にふさわしい材料･色彩の組み合わせの空間を提案する、歴史的建造物の復原支援の研究を行ってきた[1)2)]。しかし、この先行研究には以下の問題点があった。

･予備実験で色彩の絞込みを行なった際に被験者の年代に偏りがあったため、他年代で選ばれるであろう色彩が除外された可能性があった。

･実験に使用されたテクスチャの見え方が、実際に使用される材料の見え方と異なるという問題があった。

これらを改善するため、本研究では予備実験の被験者を幅広い年代にし、使用するテクスチャは、より現実に近い見せ方になるよう工夫した。この改善に基づき、本研究では復原対象を「旧川越織物市場」として、歴史的建造物の復原支援手法を検討していく。本報ではその実験の結果を報告する。

2. 実験システム

VR 空間は、AutoCAD により立ちあげた旧川越織物市場の復原案をもとに、3DCG 制作ソフト（3dsmax）と、VR 空間構築ソフト（OmegaSpace）を用いて構築した。

PC に接続された 3D プロジェクタから、壁面にＶR空間を投影する。被験者は液晶シャッターメガネを装着して空間を見ることにより、立体視することができる(図 1)。

3. 色彩の候補の絞込みの実験･分析

3.1 実験概要

本研究では、旧川越織物市場の内部に吹き抜けを設けた織物体験施設を評価対象とした。そこに期待される印象として、吹き抜けが活かされる「開放感」を想定した。あらかじめ選定した色彩の候補が多かったことから、各材料に対する印象に則した色彩を絞込む実験を行った。床面･壁面の材料の組合せが異なる空間を 4 つ設定し（表1）、この空間毎に、被験者に床面･壁面の材料の色彩を選定してもらった。さらに、作成した際に重視した色調（色の濃淡･明暗等）･印象（落ち着き･地味な等）･基準箇所（床･格子戸等の部位）を選んでもらった。最後に、作成した 4 つの空間の中で最も開放感を感じた空間も 1 つ選んでもらった。

3.2 実験手順

①VR 空間と、材料の色の候補を提示（図 2(a)）。
②2 つの部位の色彩を順に選択。
③視点の変更と色彩の再選択（図 2(b)）。
④アンケートの回答。
⑤①～④を 4 種類の空間について繰り返し。
⑥4 つの空間から、最も開放感を感じた空間選択。

なお、4 つの空間の提示順序と床面･壁面の実施順序は、順序効果を考慮し被験者毎にランダムとした。

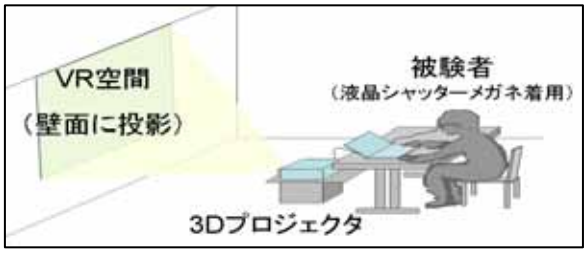


図 1. 実験環境

表 1. 空間の種類と検討箇所

	空間 1	空間 2	空間 3	空間 4
床面	木材(5 色)	木材(5 色)	カーペット (16 色)	カーペット (16 色)
壁面	土壁(7 色)	漆喰(8 色)	土壁(7 色)	漆喰(8 色)

(a)正面からの視点　(b)見上げた視点

図 2. VR 空間

3.3 実験結果･考察

実験は先行研究での被験者問題を考慮し、20 代と 40 代以上の各 24 名、計 48 名で行った。

3.4.1 色彩選択の傾向

各材料で多く選ばれた色彩は、材料ごとに偏りが見られた。図 3 に木材の例を示す。ここで、横軸は色彩の種類、縦軸はその色彩を選んだ人数である。

どの材料においても、木材の古色を除き、白に近い明るい色が選ばれる結果となった。年代別では、最も多く選ばれた色彩が、40 代以上は 20 代に比べて明るい色を選ぶ傾向があることがわかった（表 2）。なお、カーペットと土壁の色彩は、番号で区別した。

3.4.2 アンケート結果の傾向

色彩を選んだ際に重視した色調･印象･基準箇所についても集計を行った。図 4 に色調の例を示す。ここで、横軸は色調、縦軸は得点（被験者一人分の意見を 1 点とし、複数回答の場合は1を選択項目数で除した点数として加算したもの）である。

色調は「明るい色」、印象は「落ち着き」、基準箇所は「床」と「壁」を多く重視している。年代別では、色調･印象･基準箇所は似通ってはいたが、同一ではなかった。

3.4.3 最も開放感を感じた空間

全体では、木材と漆喰の組合せである空間 2 が最も選ばれた(図 5)。ここで、横軸は空間の種類、縦軸はその空間を選んだ人数である。

年代別では、20 代では空間 2、40 代では空間 4 と異なったが、年代に関わらず最も開放感がある空間の壁面は漆喰であった。

3.4.4 絞り込んだ色彩の候補数

以上の実験の結果から、木材 2 色、カーペット 8 色、土壁 3 色、漆喰 4 色まで絞り込んだ。

4. まとめ

本研究は、旧川越織物市場を対象に床面･壁面の色彩の絞り込みの実験を行った。今後は、この実験の結果を踏まえ、川越に縁のある人を被験者とする実験を行い、歴史的建造物の復原支援手法を検討していく。

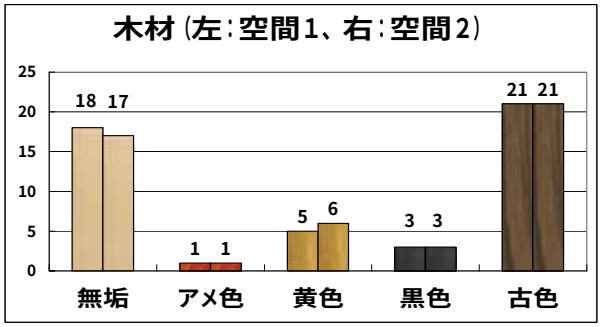


図 3. 木材で選ばれた色彩

表 2. 最も多く選ばれた色彩の年代傾向

	木材	カーペット	土壁	漆喰
20 代	古色	カーペット 7	土壁4	白
40 代以上	無垢	カーペット 11	土壁2	白

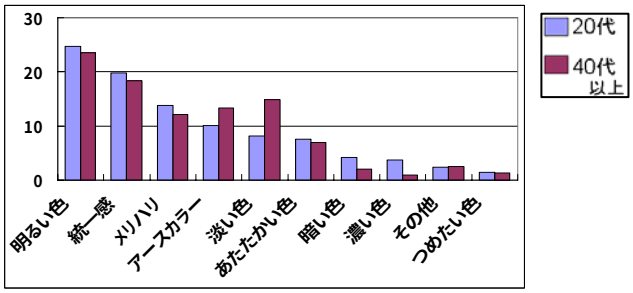


図 4. アンケート結果（重視した色調）

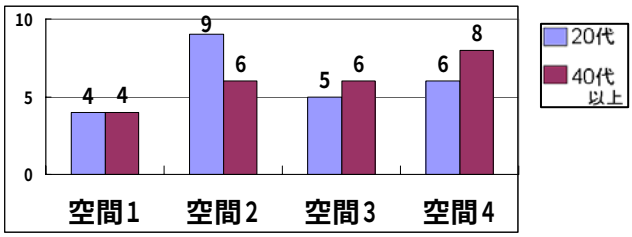


図 5. 最も開放感を感じた空間

5. 参考文献

1) 伊藤真琴　他：バーチャル環境を利用した歴史的建造物復原支援の一手法の提案 印象評価を通じた芝居小屋の内装の検討 , 日本感性工学会論文誌, Vol.9, No.2 , pp.161-170, 2010.

2) 伊藤真琴, 渡辺洋子, 大倉典子：バーチャル環境を利用した歴史的建造物復原支援の一手法の提案, 2009 年度日本建築学会 関東支部研究発表会, 2010.

[連絡先]
小沼　瑞枝
芝浦工業大学　工学部　情報工学科
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：l07054@sic.shibaura-it.ac.jp
Fax：03-5859-8508（情報システム工学研究室宛）

T 字杖への荷重率変化時における圧中心動揺と体幹筋活動の関係

○竹内弥彦*，下池まゆみ**
（*千葉県医療技術大学校理学療法学科，**埼玉県総合リハビリテーションセンターリハビリテーション部）

Relationship with the deflection of center of pressure and the muscular activities of trunk at the time of change of the load rate on the T-cane

Yahiko Takeuchi*, Mayumi shimoike**
(*Department of Physical Therapy, Chiba Prefectural College of Allied Medical Science, **
Department of Rehabilitation Medicine, Saitama Prefecture General Rehabilitation Center)

1. はじめに

杖は歩行補助具に位置付けられ、立位・歩行に機能不全を有する方に用いられる自立支援型の機器である。なかでもT字杖は立位や歩行の安定性を高める目的で、リハビリテーション場面や日常生活において多用される杖の一つである。

杖と立位安定性に関する先行研究ではフォースプレートを用いた圧中心(Center of foot pressure; COP)の動揺を指標としたものが散見される。Jebson[1)]は杖への荷重率が体重の 20%～25%を超えると、COP 動揺軌跡が増大することを報告している。さらに建内ら[2)]は杖への荷重量の違いによる下肢筋活動への影響について報告しており、杖への荷重量増加に伴い支持脚側の中殿筋活動量が漸減することを明らかにしている。しかし、これらの報告では、杖と支持脚の COP を分離していないため、杖単体に関するCOP動揺や杖と支持脚のCOP動揺の関連性についての検討はされていない。杖への荷重量と立位安定性の関係を検討するうえで、杖と支持脚の安定性がどのように影響し合うかを調査することや、上肢に自由度を提供し、少しの位置変化が身体の合成重心(Center of gravity; COG)位置に影響を及ぼす体幹部の筋活動に着目することは重要と考える。

本研究の目的は、T 字杖への荷重率を変化させた片脚立位時において、杖と支持脚、それぞれのCOP動揺を計測し、それらの関連性、および体幹筋活動との関係を明らかにすることである。

2. 方法

対象は健常若年男性13名（平均年齢23.3±3.9歳、身長171.1±6.1㎝、体重63.5±5.2㎏）。被験者には実験の趣旨を十分に説明し、書面にて同意を得た。

COP の計測には、左右分離型の下肢荷重計（Anima 製 G-6100）を使用した。被験者は裸足にて右荷重計上で立位を保持し、左荷重計に T 字杖（以下、杖）を位置させた。続いて、歩行周期におけるmid stanceを想定し、左足底を荷重計から 3 ㎝挙上して片脚立位姿勢を保持した。杖の接地位置は左第5中足骨頭から外側15㎝の左荷重計上とし、杖の長さは杖の接地状態で肘関節が屈曲 30 度となるように、被験者ごとに調節した。

杖への荷重率は、以下の 4 条件を設定した。

・条件 SS (Single stance)：杖への荷重なし
・条件 W0 (Weight 0)：杖に触れるだけで荷重なし
・条件 BW10 (Body weight 10%)：体重の 10%を荷重
・条件 BW20 (Body weight 20%)：体重の 20%を荷重

被験者への荷重率のフィードバックは、体重に対する左右荷重計の荷重率をリアルタイムに棒グラフで表示し、被験者の 1.5m 前方の液晶モニタに映し出した。

上記 4 条件にて、片脚立位姿勢を 20 秒間保持し、その間の COP データをサンプリング周波数 50Hz にてパーソナルコンピュータに記録した。さらに、マルチテレメータシステム（日本光電製 WEB-5000）を用い、サンプリング周波数 1kHz にて、表面筋電図(surface Electromyography; EMG)を計測した。対象筋は左(L)、右(R)の外腹斜筋(obliquus externus abdominis; OEA)、L・R の脊柱起立筋(erector spinae; ES)、腹直筋(rectus abdominis; RA)の 5 筋とした。表面電極は寸法 19×36mm の銀塩化銀電極を用い，電極間距離が 20mm の双極導出法とした。

EMG データは高速データレコーダ（KEYENCE 製 NR-2000）で A/D 変換され、パーソナルコンピュータに取り込んだ。また、EMG 信号を A/D 変換する際に、荷重計からの同期信号をデータレコーダに取り込み、COP データと同期させた。

COP データは、解析範囲を 10 秒間とし、COP 速度（COP-Velocity； COP-V）、COP 位置変化の実効値(COP-Root Mean Square; COP-RMS)を COP 動揺量として、左右（medio-lateral; ML）、前後（anterior-posterior; AP）方向別に算出した。加えて、COP 総軌跡長と外周面積から、単位面積軌跡長（Locus Length per Unit Area; L/A）を算出した。

表 2: 総合 COP 動揺特性と体幹筋活動量の相関係数（r）

T-cane

	BW10					BW20				
	COP-L/A	COP-V (ML)	COP-V (AP)	COP-RMS (ML)	COP-RMS (AP)	COP-L/A	COP-V (ML)	COP-V (AP)	COP-RMS (ML)	COP-RMS (AP)
RF	−0.075	0.202	−0.020	0.256	0.339	−0.263	0.541	0.428	0.425	0.033
OEA (L)	0.503	0.026	−0.213	−0.134	−0.364	0.342	0.392	0.487	−0.044	−0.281
OEA (R)	0.642 *	0.213	0.155	−0.187	−0.419	−0.260	0.653 *	0.661 *	0.592 *	0.153
ES (L)	0.105	0.193	0.023	0.167	0.004	0.232	0.207	0.251	−0.052	−0.160
ES (R)	−0.037	0.604 *	0.235	0.273	0.177	−0.105	0.450	0.426	0.233	0.091

*: p<0.05

これらの COP 動揺特性を、杖側と支持脚側で別々に算出し、さらに杖と支持脚の COP 成分の合成値として、総合 COP 動揺特性を算出した。

EMG データは、同解析範囲における各筋の EMG を等尺性最大随意収縮（Maximum Voluntary Contraction: MVC）時の実効値（RMS）を 100%とする相対値（%MVC）で表した。

統計手法は、COP 動揺特性について、支持脚側では条件 SS、W0、BW10、BW20 の 4 条件間の比較に、多重比較(Tukey)法を用いた。加えて、総合 COP 動揺特性と各筋活動量との関係を調べるために、Pearson の積率相関係数を用いて相関分析を行った。

3. 結果

支持脚の COP 動揺特性：COP-V において、左右方向で条件 SS に比して、W0、BW10、BW20 で有意に低値を示した。COP-RMS においては、左右方向で条件 SS に対して、BW10 で有意に低値を示した（表1）。

総合 COP 動揺特性と各筋活動量との相関分析の結果、BW10 では COP-L/A と右外腹斜筋との間に有意な正の相関を認め、左右方向の COP-V と右脊柱起立筋との間に有意な正の相関関係を認めた。BW20 では、左右・前後方向の COP-V、左右方向の COP-RMS と右外腹斜筋との間に有意な正の相関関係を認めた（表 2）。

表 1: 荷重率による支持脚の COP 動揺特性値の差

	COP-L/A (cm)	COP-V (cm/s)		COP-RMS (cm)	
		ML	AP	ML	AP
SS	14.2±4.3	2.67±0.8 **	2.09±0.7	0.47±0.1 **	0.54±0.2
W 0	15.9±7.3	1.53±0.7 **	1.58±0.5	0.34±0.1 **	0.47±0.2
BW 10	18.4±9.2	1.05±0.5 **	1.67±0.5 *	0.27±0.1 **	0.61±0.3
BW 20	16.5±10.1	1.54±1.0	2.39±0.8	0.36±0.2	0.65±0.1

**: p<0.01, *: p<0.05

4. 考察

本研究で指標に用いた COP-V と COP-RMS の意味合いは、COP-V は COG を安定させるための姿勢制御系が行っている活動量を反映し、COP-RMS はその結果として到達した姿勢調節の有効性を示すとされる。COP-RMS を COP-V が反映している姿勢制御系の活動量の結果と捉えると、表 1 において ML 方向のみで荷重率による有意差を認めたことから、杖への荷重率の違いによる姿勢安定性への影響は、主に左右方向に現れ、さらに体重比 10%の荷重率で安定性が向上することが示唆された。

表 2 より、杖への 10%荷重（BW10）にて、COP-L/A と右の外腹斜筋活動量、左右方向の COP-V と右の脊柱起立筋活動量の間、それぞれに有意な正の相関関係を認めた。杖への荷重により左の外腹斜筋が生み出す左側屈・屈曲・右回旋トルク [3]に対して、拮抗筋である右側の外腹斜筋と、同じく右側の脊柱起立筋の活動により、カウンターとしての反対側トルクを生じさせることで、右外腹斜筋活動は COP の立ち直り制御に関与し、右脊柱起立筋活動は左右方向の COP-V に関与していることが示唆された。加えて、BW20 では右外腹斜筋の活動と左右・前後方向の COP-V、左右方向の COP-RMS に有意な正の相関関係を認めた。杖への荷重量が増加する BW20 においては、左外腹斜筋による左側屈・屈曲・右回旋トルクも増加することが推測され、反対側へのトルクを発生させる右外腹斜筋の活動が、COP-V および、左右方向の COP-RMS に関与することが示唆された。

5. 参考文献

1) Jebsen RH: Use and Abuse of Ambulation Aids. J Am Med Assoc 199:63-68, 1967

2) 建内宏重, 他: T 字杖への荷重量の変化が片脚立位時の安定性と下肢筋活動に与える影響. 理学療法学 29(6):225-229, 2002

3) Neumann DA.（著）: 筋骨格系のキネシオロジー. 医歯薬出版, 東京, 2006, pp329-370

[連絡先]
竹内弥彦
千葉県医療技術大学校 理学療法学科
〒260-8702 千葉県千葉市中央区花輪 111
e-mail：takeuchi@igidai.ac.jp
Fax：043-209-6831

音楽に含まれる言語情報の無意識処理に関する検討

○門間政亮*，本多　薫**
（*東北福祉大学，**山形大学人文学部）

Examination of the Automatic Detection of Verbal Information Contained in Music

Tadasuke MONMA*, Kaoru HONDA**
(*Tohoku Fukushi University, **Faculty of Literature and Social Sciences, Yamagata University)

1. はじめに

我々の日常生活における仕事や学習時に，音楽をBGM として流す事がある．その音楽の中にはポップス等の歌詞を含むものもある．筆者らは，音楽に含まれる歌詞（言語情報）が文章課題の遂行に与える影響を，意味の理解可能な歌詞（日本語）を含む音楽，理解できない歌詞（韓国語）を含む同じ音楽，歌詞を抜いた同じ音楽，無音の異なる音楽環境下での比較実験により検討した[1)]．その結果，日本語の歌詞を含む音楽を聴かせた場合において，他の条件よりも作業成績が低下した．入力された情報への「注意」は，意識的にも無意識的にも働かせることができる[2)]と考えられていることから，音楽に含まれる意味の理解可能な言語情報に注意を払うことにより，言語的な作業の質に影響したのではないかと考察した．しかし，音楽に含まれる言語情報をどの程度無意識に処理しているのかは定かではない．

そこで本研究では，スクリーンに映る画像を見ながら言語情報を含む音楽を BGM として聞かせ，事後アンケートに回答させる実験を行い，音楽に含まれる言語情報をどの程度記憶しているのかについて検討する．

2. 方法

2－1. 被験者および実験環境

被験者は，大学生 11 名（男性 5 名，女性 6 名）である．

視覚環境として扱う画像は風景写真とし，プロジェクターを用いてスクリーンに提示した．画像の提示サイズは縦 124cm×横 160cm とし，被験者の目の位置から 4m の距離に配置した．聴覚環境として扱う音楽は，男性歌手，嘉門達夫の楽曲の中から，「君がいた季節」（演奏時間:4 分 39 秒）を用い，被験者の視野に入らない位置に配置したスピーカーより提示した．音量は騒音計（リオン NL-27）により，被験者の耳の位置で 52.0db（LAeq:曲の長さ）に調整した．

実験室環境は，室内温度 24.5±0.5℃，湿度 62.5±0.5%，被験者の手元の照度 50±1lx，ディスプレイの輝度 142±5cd，室内の暗騒音は 39.0db であった．

2－2. 実験内容

実験は，各被験者に対して一回ずつ行った．実験の意図を被験者に悟らせないため，実験開始前に，「これより実験を開始します．前方のスクリーンに風景写真が提示されます．写真は数十秒毎に別の風景に切り替わるので，スクリーンに注目していてください．数枚の風景写真を提示後，質問用紙に記入してもらいます．」と，教示した．

実験時間は 4 分 40 秒とし，一枚目の写真を提示すると同時に，音楽を再生した．写真は 28 秒毎に別の画像に切り替え，合計 10 枚提示した．実験終了後，表1のアンケート項目に回答させた．また，実験開始前に視力，視野，聴力を聞いてしまうと実験の意図を悟られる恐れがあったため，実験終了後に聞いた．その結果，男性 1 名について著しい低視力が認められたため除外し，10 名の結果について検討した．

表1　事後アンケート項目

質問1：風景写真が提示されている時に，音楽（BGM）が流れていることに気づきましたか？
質問2：風景写真が提示されている時に，音楽（BGM）が流れていました．その音楽（BGM）の歌詞に含まれていた言葉，単語，フレーズなど，想起されるものをなんでも全て記述してください．（質問1で「気がつかなかった」と回答した方は，想起される言葉，単語など自由に記入してください．
質問3：あなたは，実験で流れていた音楽（BGM）を過去に聴いたことがありますか？
質問4：この実験はどのような意図（目的）のものだと予想していましたか？
質問5：風景写真の提示後に，どのようなことを質問されると予想していましたか？
質問6：今回の実験について，気がついた点や感想など，自由にお聞かせください．

3. 結果

質問1より，10 名全員が音楽の存在に気がついていた．また，質問3より，10 名全員が実験で使用した楽曲を聴いたことがないと答えた．その他の結果を表2に示す．

3－1. 歌詞の想起

質問2より，10名中9名について，量の多少はあるものの，楽曲に含まれる歌詞の言葉を想起した．残りの 1 名については，歌詞は想起できなかったが，歌詞のイメージに沿う言葉を想起した．

3－2. 実験の意図に関する質問，および感想

質問4，5および6の結果より，10 名中 6 名については，いずれの項目においても，実験に BGM が関連している，あるいは BGM に意識を向けていたという記述はなかった．6名中5名については，実験の意図として，写真についての記憶力を測るものだと予想していた．残りの1名については，「映像を見るときに，どのような箇所に影響を受けるか」だと予想していた．それに伴い，予想した質問については，6 名全員において，写真の順番，季節，印象，写っていたもの等，写真に関連するものであった．

4. 考察

BGM を意識していなかった 6 名のうち，歌詞を想起できたのは 5 名であった．感覚入力(聴覚または視覚)は意識にのぼる前に自動的で無意識な処理を受ける [3]，また，入力された情報への「注意」は，意識的にも無意識的にも働かせることができる [2]と考えられている．これらのことから，歌詞を想起できた 5 名は，無意識的に音楽に含まれる言語情報に注意を向けて処理・記憶したと推察される．

今後，聴覚と同様の言語課題を視覚環境とした場合の検討も行っていく予定である．

参考文献

1) 門間政亮，本多薫：音楽に含まれる言語情報が文章課題の遂行に及ぼす影響－日本語歌詞と韓国語歌詞による比較－，人間工学，Vol.46，No.5，342-345，2010.
2) 大石晴美：脳科学からの第二言語習得論，8-28，昭和堂，京都，2006.
3) Norman,D. A.: Toward a theory of memory andattention, Psychological Review, Vol.75, No.6, 522-536, 1968.

[連絡先]
門間政亮
E-mail:darce_noa@yahoo.co.jp

表2 事後アンケート結果

被験者	性別	歌詞の想起	実験の意図	質問の予想	気がついた点・感想
A	男	○	一度見た風景をどれくらい記憶できるかを調べること。	○番目の写真の季節は？間違い探し	まさかBGMの質問がくるとは思いませんでした。
B	男	○	BGMと風景の関連	風景の季節について BGMの季節について	BGMが面白くて気に入りました。
C	男	○	出てくる写真の順番をきいてくる、記憶力を調べる問題	写真の順番	曲に歌がついてると思ったら、もう歌詞には注意を払わなかった。風景写真を見てくださいと指示があったため、他にはあまり注意をむけなかった。
D	男	○	画像にどのような物や風景があったかを記憶するものだと予想していた。	何回、鳥居が写ったか？画像の順番	特にありません。
E	女	○	記憶力をはかるもの	写真に関することがら ・写真の出てくる順番 ・写真に写っていたもの・風景	眠くなってしまいました。 実験の意図がわからずじまいなので くやしいです。
F	女	○	風景写真の情景を正確に記憶しているかを問うものだと思いました。(音楽に惑わされずに)	写真が何枚出てきたか 写真がどのような情景か	
G	女	○	写真や記憶のイメージのアンケート	(写真の)季節・印象について	風景写真についてだと思っていたので、BGMが正直ジャマだなぁと感じていました。最初は写真を必死で見ていましたが、終わり頃はBGMに気がとられていました。繰り返されるフレーズに意識がうつりました。
H	女	○	人が映像を見るときに、どのような箇所(部分)に影響を受けるかを調べようとしているのだと思っていました。	風景写真の内容を聞かれると予想していた。	流れているBGMよりも、映像の方に注目しているのだと感じた。
I	女	○	音楽によって、風景をどうとらえるか 変化を見る ポジティブな曲→楽しい風景、 のような感じ	曲が気になったか、どう感じたか どんな風景だったか	特にありません
J	女	△	記憶力をはかるもの	どんな写真でしたか ○枚目には何がうつっていましたか。	BGMは、メロディは意外と耳に残るが、歌詞や内容はほとんど覚えていないものなのだなぁ、と思いました。

歌詞の想起 ： ○＝歌詞を想起できた △＝歌詞は想起できないが、歌詞のイメージは想起できた ×＝歌詞もイメージも想起できなかった

□ ＝ BGMを意識していた

安全運転支援のための安定した非接触心拍数計測方法の検討

○小谷光*，鈴木哲*　松井岳巳*
（*首都大学東京大学院システムデザイン研究科）

A consideration of stable non-contact monitoring for heart rate intended to safety driving support

Akira Kotani*, Satoshi Suzuki* Takemi Matsui*
(*Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. 緒論

居眠り運転による事故は他の事故と比べて被害の程度が大きいとされる。疲労やストレスの蓄積により脳の覚醒水準が低下し，その結果，ハンドルやブレーキ操作に正確性を欠いたり，信号や標識を見落とすといった行為となる[1)]。

この覚醒度の変化を検出するためには脳波を用いるのが一般的であるが，脳波の計測にはさまざまな制約条件が伴い，実際の自動車運転時に計測することは極めて困難である。そこで，近年心拍数などの脳波とは異なる生体信号からストレスや疲労の計測し，それらの情報より運転中のドライバーの眠気を推定し，ドライバーが危険な状態に陥った際に警告するなど，未然に事故を回避する方法がいくつか提案されている[2)]。これらの研究において重要となるのは，自動車の運転に支障とならない且つドライバーの負担にならない計測方法であり，心拍や呼吸といった脳波とは異なる生体信号を非侵襲・無拘束な方法で取得する技術に依存する。本研究グループも，体表面の微小な動きを，マイクロ波レーダーを用いることにより完全に非接触で計測し，これを利用してストレスを推定する方法を提案している[3)]。これらのセンシング方法では，体動や自動車の動きによるノイズの影響への対策が課題となっており，安定的に心拍数の変化を捉える方法を検討することが極めて重要となる。

そこで本研究では，自動車運転時にマイクロ波レーダーを用いて非接触且つ無拘束でドライバーの心拍数を安定的に計測する方法を検討することを目的とする。

2. 方法

2.1 解析方法の検討

非侵襲，無拘束な心拍数計測を行う場合，体動などの影響を避けるため，高速フーリエ変換による周波数解析など一定した時間間隔でのデータ解析を行うことが一般的である．しかし，自動車運転時など実際の作業中のデータ取得では，自動車自体の振動，運転操作に伴う体動などのノイズが心拍数計測に影響することが推測され，データ長を大きくすることで，よりノイズの影響を受けやすくなる。そこで，音響解析などで利用されるノイズの影響を避けるためデータ区間を短くした自己相関関数を検討し，高速フーリエ変換による周波数解析，および短時間での自己相関関数との比較を行う。

2.2 実験概要

被験者及び実験タスク：被験者は，普通自動車第１種免許を保有し，実験内容に同意した健康な男子大学生８名を選択した。被験者には，一周約 150m の楕円形のトラックの周りを反時計回りに徐行(10km/h 程度)を 10 分間行わせるタスクを課した。なお，この走行の前後に，3 分間の自動車の停止且つアイドリング状態で安静時の心拍等の計測を行った。また，安全に配慮し，実験時には実験に係わる者以外は出入りを制限された本校キャンパス内のグランドを使用した。被験者に対しては，背中をシートに付けること以外の制約を与えず，被験者自身にとって自然で運転し易い姿勢で実験を行うように指示した。

実験機材：心拍の非接触計測のためのマイクロ波レーダー(24GHz，7mW)と，自動車の振動や挙動を捉えるための 3 軸加速度センサは，座席と被験者の背中の間に設置した（図 2.1）。また，ハンドルの動きを捉えるためのジャイロセンサをハンドル下部に設置した。なお，心拍の非接触計測の比較対象として接触式の心電図を用いて計測した。また，すべてのデータの計測サンプリングレートは 100Hz とした。

2.3 解析方法

解析には，Lab VIEW（National Instruments 社製）を用いて自作した解析システムを用いた。高速フーリエ変換の１回のデータ区間を 60 秒間とし，自己相関関数を 10 秒間とした。それぞれバンドパスフィルタ（0.5～2.0Hz）を通して周波数解析によりパワーが最大となる周波数から心拍数を逆算した。一方，自己相関関数は各ピークを示すそれぞれの Lag 値を検出し，各ピーク間隔の平均と標準偏差を求めた。ピーク間隔の平均から心拍数

を算出し，またノイズ対策としてピーク間隔の標準偏差が一定値以上の時は自動的に除外できるようにした。

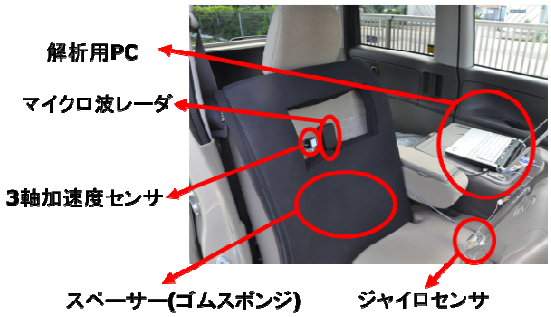


図 2.1　機材の設置位置

3. 結果

図 3.1 は，ある被験者が運転中の，3 軸加速度センサによる自動車の上下方向の振動の周波数解析による結果を示している。心拍数と同じ周波数帯（0.5～2.0Hz）で自動車が上下方向に振動していることが確認できた。また，自動車の振動は周期性がなく不定期に現れることが確認できた。

図 3.2 および図 3.3 は，実験全体のアイドリング時，および走行時の非接触計測によるデータを，高速フーリエ変換による周波数解析と自己相関関数により算出した心拍数を，通常の電極により計測した心電図と比較したものである。自己相関関数を用いた方が，周波数解析により求めた値よりも心電図に近い値を示していることが，アイドリング時，走行時共に確認できた。

自己相関関数を用いることによりマイクロ波レーダーでドライバーの心拍数計測が一般に用いられる周波数解析より安定的に計測できることが確認できた。

4. 考察

自己相関関数の方が周波数解析より安定的して心拍数を計測できた要因の 1 つに，1 回の解析に係るデータ長が 6 分の 1 としたことによって，ノイズの影響を受けにくくなったためと考えられる。ただし，大きなハンドル操作を伴う動作や走行中に生ずる自動車からの不定期な振動によって，心拍数計測が正確にできない場合があることがわかった。原因として，これらのハンドル操作や自動車の振動によるノイズは，マイクロ波レーダーから出力される心拍に係るスペクトルより相対的に大きいことから，結果として抽出すべき心拍に係る情報が埋もれてしまうことが挙げられる。以上のことより今後の課題として，大きなノイズが現れて心拍に係る情報が埋もれてしまった場合，その前後のデータを基に補完するなどの対策が求められる。

5. 参考文献

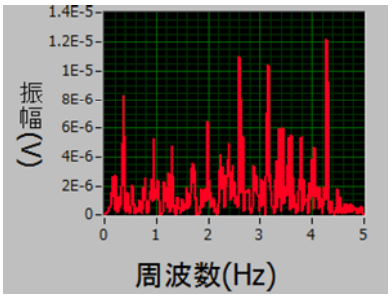


図 3.1 走行時の乗用車の振動数の推移

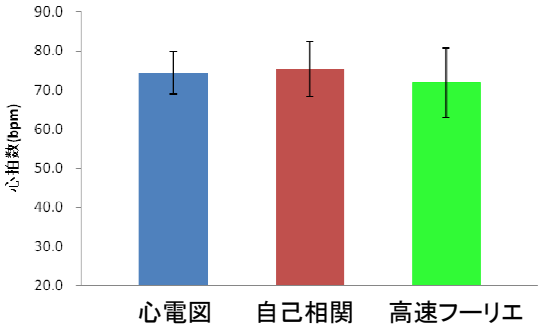


図 3.2 アイドリング時　心拍数(回/分)

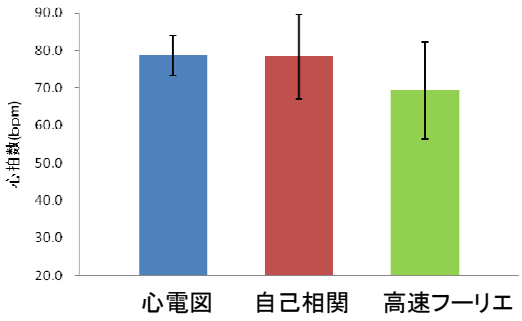


図 3.3 走行時　心拍数(回/分)

1) 警察庁交通局平成 17 年中の交通死亡事故の特徴及び道路交通法違反取締り状況について

2) 柳平雅俊　安土光男　杉浦康司　南野政明　望月正人：ドライバ状態検出装置の開発。PIONEER R&D Vol.11 No.2: 67－71, 2001.

3) Suzuki S, Matsui T, Imuta H, Uenoyama M, Yura H, Ishihara M, Kawakami M : A novel autonomic activation measurement method for stress monitoring: non-contact measurement of heart rate variability using a compact microwave radar. Med Biol Eng Comput (2008) 46:709–714.

[連絡先]
小谷光
首都大学東京大学院システムデザイン研究科
〒191-0065　東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail：kotani-akira@sd.tmu.ac.jp
Fax：042-585-8669(松井研究室宛)

リアルタイムによる運動関連電位の判別とその応用に関する研究

○安藤一裕*，鈴木哲**，菅原慶太郎*，溝口翔一**，松井岳巳**
（*首都大学東京大学院システムデザイン研究科，**首都大学東京システムデザイン学部）

Discrimination of accuracy of performance using movement-related cortical potential in real-time and its applications

Kazuhiro Ando*, Satoshi Suzuki**, Keitaro Sugawara*, Shouichi Mizoguchi**, Takemi Matsui**
(*Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University, **Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

随意運動の計画過程を反映し、運動開始前の 1～2 秒程度前に発現するとされる運動関連電位(Movement-related cortical potential；MRCP)は、動作や作業の精度と関係性があることから、工学的な応用が期待されている。

しかし MRCP は、アーティファクトが脳波に混在しやすいことや MRCP と背景脳波の区別が困難であること、MRCP の発生には個人差があること、等の理由から通常脳波計測後の加算平均により抽出されるため、リアルタイムでの解析は困難とされている。したがって、MRCP の現実的な応用には現状で至っていない。

そこで本研究では、MRCP の現実的な応用を目指し、判別機能と学習機能を有する教師付き機械学習機である SVM(Support vector machine)により MRCP の波形成分の学習を行ない、学習結果を用いてリアルタイムで動作精度が推定可能か検討した。

2. 方法

2.1 実験方法

被験者は右利きの健康な男子大学生（平均年齢 23 歳±2）7 名を選択した。

被験者に与えたタスクは、タッチパネル中央付近に触れると、その位置から 300pixel 垂直上方に目標となる照準が表示され、その照準の中心部に指を移動し再度触れるといった到達運動とした。この試行を 50 回 1 セットで計 3 セット行わせ、その際、目標となる照準の中心から画面に触れた距離の差を動作精度の指標とした。被験者毎にこの精度の平均値を算出し、この値を境に動作精度の良い試行と悪い試行の 2 群に振り分け比較することとした。

脳波はシールドルーム内で 128ch の脳波計(Geodesic EEG 128ch, Electrical Geodesics, Inc)を用い、サンプリング周波数 1000Hz で記録した。ただし、MRCP は一般に Cz を中心に観測されることが多いことから [1]、国際 10-20 法による Cz を中心とした 7 点の電極位置(F3, C3,Fz,Pz,Cz,F4,C4)を主に観察した。

2.2 解析方法

MRCP は BP(Bereitschafts potential)、NS'(Negative Slope)、N＋50 など、いくつかの成分から構成されていることがわかっている [2)3)]。本研究では、MRCP 成分のうち、運動開始前に現れる BP、IS(Intermediate Slope)、NS'の 3 成分に着目する。運動開始を基準に-2000～-500msec を BP+IS、-500～0msec を NS'とする。こうして得られた BP+IS、NS'の波形から最小二乗法を用いてそれぞれの勾配(μV/100msec)を求めた。また予備実験より、NS'に強く動作精度の影響が現れることから、BP+IS と NS'の勾配の比をとり新たな指標とした。MRCP の発現には個人差があるため、その個人差に対応するために被験者ごとに SVM により教師付き学習を行った。入力信号を BP+IS と NS'の勾配の比、出力信号を動作精度、教師信号を実際の動作精度とし、出力信号と教師信号が異なった場合に SVM のパラメータを変化させ学習を行ない、学習結果を用いて試行 1 回ごとの MRCP 波形の判別を行った。図1に LabVIEW 上で試作したシステムを示す。

また、次の 3 点について検討を行った。

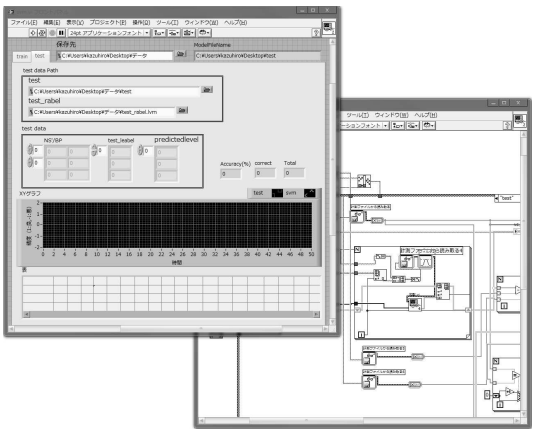


図 1. LabVIEW により試作したシステム

① 検討Ⅰ. 脳波の計測部位による判別精度の比較; 正中線(Fz,Cz,Pz)(条件 A)、前頭部(F3,Fz,F4)(条件 B)、左側前頭部(F3,C3,Fz)(条件 C)、右側前頭部(F4,C4,Fz)(条件 D)、7 点全て(F3,C3,Fz,Pz,Cz,F4, C4)(条件 E)の 5 条件。

② 検討Ⅱ. 訓練セット数による判別精度の比較;動作精度の良い試行、悪い試行それぞれ 20 回、30 回、40 回の 3 条件。

③ 検討Ⅲ. SVM と判別分析の判別精度の比較

3. 結果

図 2 に脳波の計測部位による判別精度の比較を示す。判別精度は条件 A を用いた場合が最も高く 62.37±2.99%、条件 E を用いた場合が最も低く 58.29±4.82%であった。

図 3 に訓練セット数による判別精度の比較を示す。訓練セット数が 40 回×2 の場合が最も高く 62.29±3.15%、20 回×2 の場合が最も低く 59.71±5.09%となった。

図 4 に SVM と判別分析の判別精度の比較を示す。判別精度は脳波の計測部位を正中線(Fz,Cz,Pz)、訓練セット数を 40 回×2 とした場合の SVM による判別で 64.86±3.44%、判別分析による判別で 57.00±5.26%であり、2 つの間には統計的な有意差が認められた。

4. 考察

検討Ⅰ;正中線を用いることで安定した判別が行えることがわかった。しかし、被験者によっては条件 B の前頭部(F3,Fz,F4)もしくは条件 C の左側前頭部(F3,C3,Fz)で判別精度が最も高くなったことから、被験者ごとに最適な計測部位を選定することが必要であると考えられる。また、7 点全て用いた場合に判別精度が低くなったのは、計測部位の増加と共に、ノイズも増加したためと考えられる。

検討Ⅱ;訓練セット数を増やしても判別精度に全く変化のない被験者がいたが、判別精度が低下した被験者はおらず、訓練セット数を増やすことで判別精度の向上にある程度の効果があることが分かった。特に被験者 B と C では訓練セット数を 20 回×2 から 40 回×2 に増やすことで 6%程度の向上が見られた。

検討Ⅲ;SVM による判別精度は全ての被験者で判別分析による判別精度より精度が高く、平均で約 8%、最大で約 11%上回る結果となった。このことから、SVM を用いることでより精度の高い MRCP の判別が行えることが示された。

5. まとめ

本研究から、脳波の計測部位を正中線(Fz,Cz,Pz)、訓練セット数を 40 回×2 を学習データとして用いて SVM による MRCP の判別を行うことにより、ある程度の判別精度を得る結果となった。このことから、リアルタイムでの MRCP の判別の可能性が示唆された。

6. 参考文献

1) 西平賀昭:運動と事象関連電位.西平賀昭,大築立志編,運動と高次神経機能-運動の脳内機能を探索する-.杏林書院,東京:29-34,2005.

2)Shibasaki H et al: Components of the movement-related cortical potential and their scalp topography. Electroencephaloger Clin Neurophysiol, 49: 213-226, 1980.

3) Barrett G et al: Cortical potentials preceding voluntary movement: Evidence for three periods of preparation in man. Electroencephaloger Clin Neurophysiol, 63: 327-339,1986.

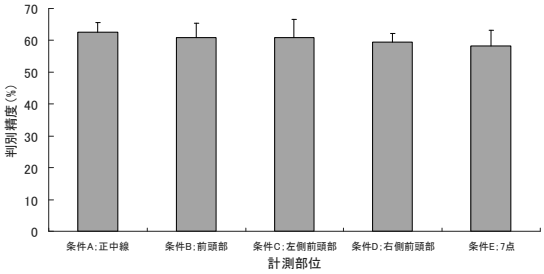


図 2. 検討Ⅰ. 脳波の計測部位による判別精度の比較

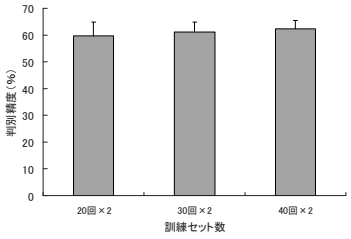


図 3. 検討Ⅱ. 訓練セット数による判別精度の比較

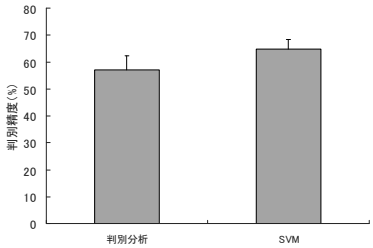


図 4. 検討Ⅲ. SVM と判別分析の判別精度の比較

[連絡先]
安藤一裕
首都大学東京システムデザイン研究科(松井研究室)
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail : kazuhiro-ando@sd.tmu.ac

体温分布を用いた個人認証の研究

○鈴木真璃子*，西内信之*，山中仁寛*，朴美卿*
（*首都大学東京大学院　システムデザイン研究科）

Study of Personal Identification Using Body Temperature Distribution

Mariko Suzuki*, Nobuyuki Nishiuchi*, Kimihiro Yamanaka* and Mikyon Park*
(*Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. 概要

近年、身体的特徴を用いて個人を認証するバイオメトリック認証が銀行のATMやパソコンのユーザ認証、タバコの自販機などでも利用されている。体の一部で認証でき、利用者の負担が少ないことなど便利な点は数多くあるが、その一方で生体情報の偽造・盗難の恐れがあることが指摘されている。 実際に顔認証方式が顔写真で突破されたり、指紋認証機能付の車が強盗に遭い、運転者の指が切り取られたという事件が発生している。

本研究では3次元的な体温分布を偽造した人工物を作成することが極めて困難であることから、なりすましに強いと考えられる、体温分布を個人認証に用いたシステム構築を目標とする。また体温分布を計測することで、生体検知の役割も果たすことができていると考えている。この認証システムの具体的な応用場面として、時間的に連続して体温分布を取得できることから、例えば、コンピュータのログイン時のみでなく、ログイン後の継続した認証にも利用できる。

2. 体温分布を用いた個人認証システム

2.1 ハードウェア構成

体温分布の画像取得には NEC 製の Advanced Thermo TVS-500EX を用いた。図1が実験風景である。被験者の手部を赤外線サーモグラフィーで撮影し実際に取得した画像が図2である。

図1　実験風景

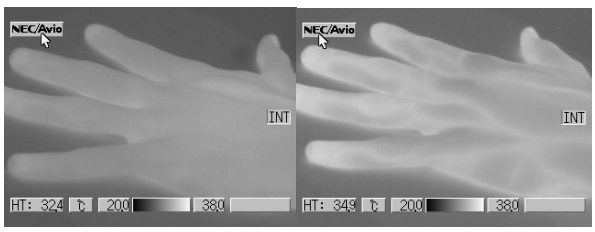


図2　被験者Aの体温分布（右：安静時　左：運動後）

図2の左側の画像は被験者の安静時の手部の体温分布であり、右側の画像は被験者に30秒間運動を行ってもらってから取得した手部の体温分布である。これらの画像では、体温が高い部分ほど白く表示されている。測定温度範囲は冷え性や熱がある場合を考慮して、20～38℃と設定している。

2.2 照合方法の提案

本研究では、本人と他人を区別するための照合方法として、2種類の方法を提案する。

1 つ目は、取得画像に多値化処理を行い、画像自体のマッチングにより温度分布の位置情報を照合する（照合方法Ⅰ）。

2 つ目は、取得画像の輝度値ヒストグラム（温度分布）を求め、正規化を行い、温度分布の情報（包絡線の形状）を照合する（照合方法Ⅱ）。

それぞれの照合方法における具体的な処理については、次章において述べる。

3. 提案する照合アルゴリズム

3. 1 照合方法Ⅰについて

画像中の温度と輝度値の対応は、20℃で輝度値 0、38℃で輝度値255となるように、温度が256段階の輝度値として表示されている。

体温分布を可視化し、マッチングしやすくする為に、一定温度範囲ごとに輝度値を等しくする変換処理（多値化処理）を行った。今回はその温度範囲を 0.5℃とした。図3は図2の多値化処理後の画像である。また、図4は図3の輝度値ヒストグラムである。

安静時と運動後の手部の体温分布において、低温部と高温部の位置の傾向は同じものであると仮定して次の処理をおこなう。

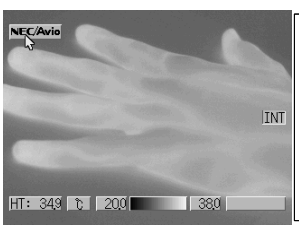


図3　多値化処理後

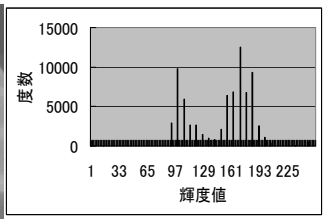


図4　輝度値ヒストグラム

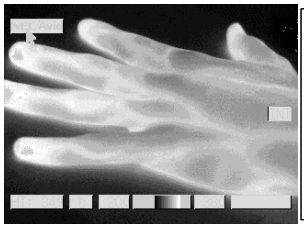


図5　強調処理後の画像

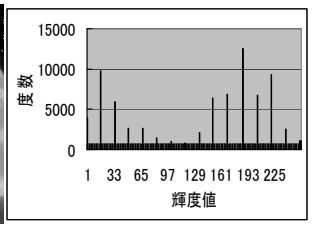


図6　強調処理後の輝度値ヒストグラム

図4の多値化処理後の画像のヒストグラムを見ると輝度値の分布が一部分に集まっている。この集まった分布を最低値と最高値で切り出し、新たに輝度値 0～255 に変換する。この処理は、画像処理分野でのコントラスト強調処理にあたる。

図5はコントラスト強調処理を行った後の画像である。図6は図5の輝度値ヒストグラムである。

手部での温度分布の位置情報に個人の特徴が表れると考えており、照合方法Ⅰの処理を行うことで、運動などによる体温上昇の影響が削減され、手部での温度分布の位置情報を比較することができると考えられる。

3. 2 照合方法Ⅱについて

照合方法Ⅱでは取得画像の輝度値ヒストグラム(温度分布)の形状を直接比較する方法を用いる。照合方法Ⅰと同様に取得画像の輝度値ヒストグラム(図7)に対して強調処理を行ったものが図8である。

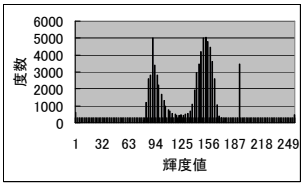


図7　輝度値のヒストグラム

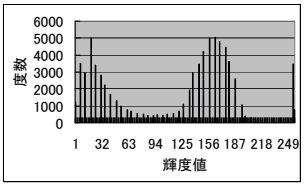


図8　強調処理後

ここでは、この温度分布の形状を直接比較するため、ヒストグラムの度数の正規化を行う。具体的には、各度数を最高度数で割っている。これにより、分布の最大値が1で統一されるので、被験者ごとの度数の差の影響をなくすことができる。図9は図8の度数の正規化を行ったものであり、さらに、分布の形状をわかり易くするためにドットでプロットしてある。

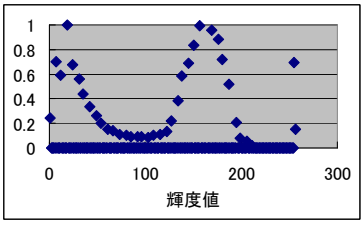


図9　度数の正規化後

4. 検証実験(照合方法Ⅱについて)

本報告では、照合方法Ⅱを用いた手法の検証実験についてまとめる。実験での被験者は、健常な 20 代男子 1 名、女子 1 名である。図2で示したような、安静時と運動後の手部の画像を取得し、本人と他人を区別できるか検証を行った。

4. 1 実験結果および考察

図10、11は照合方法Ⅱでの処理結果である。

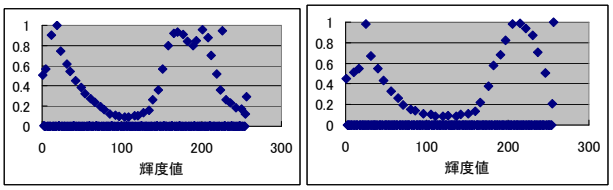


図10　被験者 A(左:安静時　右:運動後)

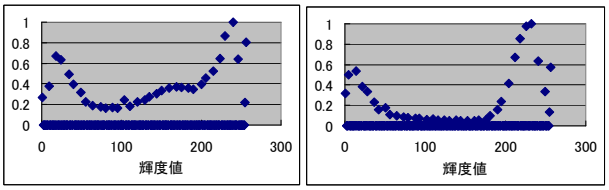


図11　被験者 B(左:安静時　右:運動後)

図10、11のそれぞれの左右のグラフの形状を見ると被験者ごとに安静時と運動時の包絡線の形状が似ていることがわかる。このことから、運動で体温変化があっても、個人の特徴が抽出できていることがわかった。一方で、被験者AとBのグラフの形状は異なる傾向にあり、体温分布を用いた個人認証の可能性が示唆された。

5. 今後の課題

今回の報告では、安静時と運動後の体温上昇のみを取り上げたが、様々な体温変化についても検討していく予定である。さらに今後は、被験者数を増やして提案手法の有効性を検証する。

6. 参考文献

1) バイオメトリクスセキュリティコンソーシアム,「バイオメトリックセキュリティ・ハンドブック」, オーム社, 2006.
2) 二宮裕貴, 村上和人,「サーモビジョンを用いた人物検出の検討」, ITE Technical Report, Vol.33, No.54, pp41-44, 2009.

[連絡先]
鈴木真璃子
首都大学東京大学院システムデザイン研究科
〒191-0065　東京都日野市旭丘 6-6
e-mail : D40_suzuki-mariko1@sd.tmu.ac.jp
Fax:042-585-4506(西内研究室)

闘争・逃避反応の検出における顔面熱画像解析の検出法の提案

○首藤誠志*，浅野裕俊*，鈴木哲**，井出英人*
（*青山学院大学，**首都大学東京）

Proposal of Detection method of Face Thermal Imagery Analysis in Detection of Fight-or-Flight Response

Seiji Shutou*,Hirotoshi Asano*, Satoshi Suzuki**,Hideto Ide*
(*Aoyama Gakuin University, **Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

交通事故や工場等での事故など，作業集中時における重大事故発生の背景には類似の要因を持つ事故に至らなかった偶発事象「ヒヤリハット」が存在する．ヒヤリハット発生下では，生理反応として闘争・逃避反応(Fight-or-Flight Response :FFR)が生じるとされている．FFR とは，人を含む野生動物に発現する自律神経系の動的生理反応である(1)．FFR 発現時では，アドレナリンやノルアドレナリン等が分泌され，心拍数の上昇，精神性発汗，骨格筋血管拡張，末梢血管収縮等を生じる(2)ことから，生理量を用いた FFR 検出は事故を未然に防ぐための重要な手段と成り得る可能性がある．これまで我々は交感神経指標である鼻部周辺に密集する動静脈吻合血管付近の皮膚温度変化から FFR 検出を試みてきた．従来方法では，顔面熱画像から Pixel 毎にデータを抽出しており，検出画像の大きさに起因してデータが膨大となり，リアルタイムに処理出来なかった．また，従来方法には FFR 発現により生じる骨格筋拡張に伴う温度上昇の影響を考慮していなかった．そこで，本研究では，末梢血管収縮に伴う温度低下や骨格筋拡張に伴う温度上昇に対応した新しい FFR 検出手法を試みた．実験の結果，FFR に伴う顕著な温度変化が表れ，本手法が有効である可能性を示すことができた．

2. 解析方法

時系列熱画像における左右頬を含む顔面の中心部を 25 分割し，皮膚温度の平均値 T(t)を算出する．次に各部位の時系列温度変位 ET(t)を求める．時系列温度変位とは，単純に一秒毎の温度変位ではなく，温度上昇もしくは低下が連続しているときは順々に加算していき，それを時系列に算出したものである．

$$ET(t) = T(t) - T(t-1) \qquad (1)$$

式(1)が下記の条件(2)を満たす場合，式(3)にて時系列温度変位を算出する．

$$ET_{(t)} > 0 \quad and \quad ET_{(t+1)} > ET_{(t)} \qquad (2)$$
$$ET_{(t)} < 0 \quad and \quad ET_{(t+1)} < ET_{(t)}$$

$$ET_{(t+1)} = ET_{(t+1)} + ET_{(t)} \qquad (3)$$

各部位の温度変位において，刺激提示後の温度変位が最大となる部位を FFR 発現に伴う反応部位として検出する．

3. 実験方法

被験者の鼻背から約 0.7m の位置に赤外線サーモグラフィ装置を設置し，顔面熱画像を取得した．画像サイズは 320×239pixel，温度分解能は 0.08℃，放射率は ε =0.98 とする．課題は計算課題遂行中に音刺激を提示する FFR 喚起課題とした．計算課題は繰り上がりの無い 2 桁の計算とし，1 問につき 3 秒以内に解答する．音刺激は計算課題開始 30 秒後と終了 30 秒前に提示した．音刺激の提示時刻は被験者には予め知らせていない．実験時間は 2 分間の開眼安静，6 分間の FFR 喚起課題の計 8 分間とした(図 3)．また，実験後 Visual analogue scale(VAS)アンケートによる主観評価を行った．評価項目は「驚愕度」「集中度」とした．また、どちらの刺激でより驚いたかを記入させるものとした．

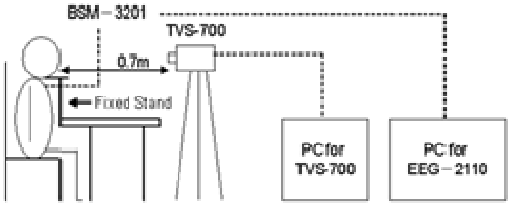


図1． 計測システム

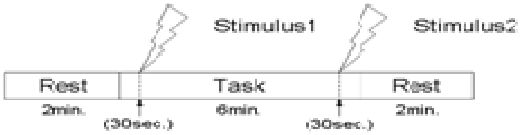


図 2． 計測のスケジュール

4. 結果・考察

表 1 に心理評価結果を示す．6 名中 5 名において FFR に起因したと考えられる「驚愕度」に高い値を示した．被験者 D は「集中度」が他の被験者と比較して低い．これは計算課題に対する飽きに伴う覚醒度低下による

影響で「驚愕度」が低くなったものと考えられる.

表 1. 心理評価結果

Subject	Be surprised[%]	Concentrated[%]	
A	95	94	Stimuluse1
B	100	90	Stimuluse2
C	96	94	Stimuluse2
D	62	51	Stimuluse1
E	96	94	Stimuluse1
F	93	92	Stimuluse1

表 1 の心理評価結果に基づき, FFR 発現に伴う温度変化について検討した. 実験結果では, 被験者によって音刺激提示直後において急峻な温度上昇と温度低下の 2 つのパターンがみられた. 初めに FFR が検出された頬部における皮膚温度の時系列変化の一例を示す(図 3). 2 回目の音刺激直後に急峻な温度上昇がみられる. 表 1 によると, 2 回目の刺激時の方がより驚愕度が高い値を示していることから, FFR 発現に伴って温度が変化したことがわかる. また, 皮膚温度変位の時系列変化をみると, 急峻な温度上昇が 2 回目の音刺激直後にのみ表れており(図 4), 皮膚温度変位が FFR 発現に伴う骨格筋の血管拡張による反応を捉えていることがわかる.

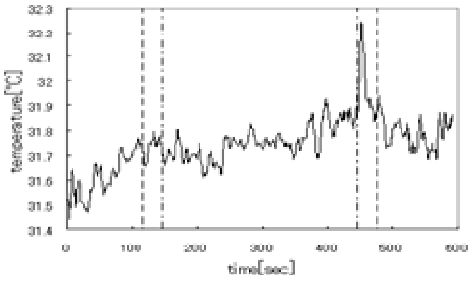


図 3. 皮膚温度の時系列変化（頬部・被験者 A）

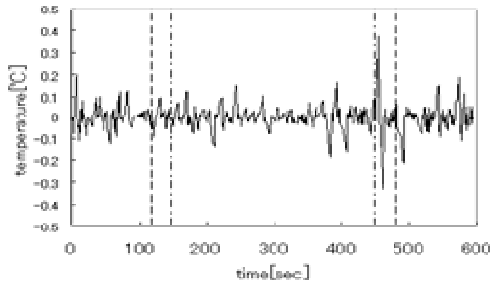


図 4. 皮膚温度変位の時系列変化(頬部・被験者 A)

次に, FFR が検出された鼻部における皮膚温度の時系列変化の一例を示す(図 5). 1 回目の音刺激直後に急峻な温度低下がみられる. 表 1 によると, 1 回目の刺激時の方がより驚愕度が高い値を示していることから, 1 回目の刺激時に FFR が発現したことがわかる. また, 皮膚温度変位の時系列変化をみると, 急峻な温度低下が 1 回目の音刺激直後に表れており, 皮膚温度変位が FFR 発現に伴う末梢血管の収縮による影響を捉えていることがわかる(図 6). 以上の結果より, 本解析方法が FFR 検出に有効となる可能性が示唆された.

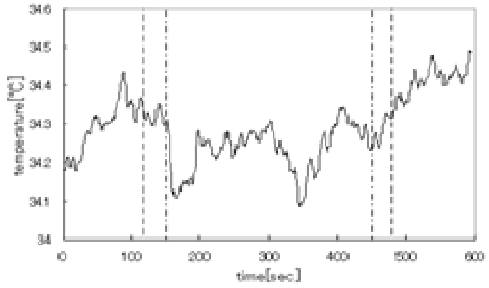


図 5. 皮膚温度の時系列変化（鼻部・被験者 B）

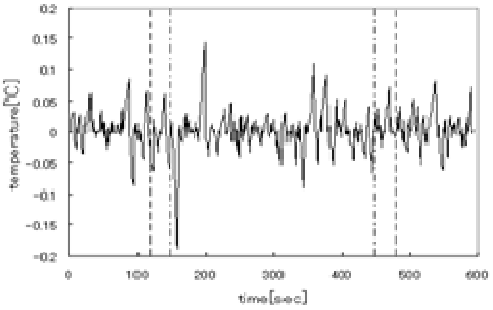


図 6. 皮膚温度変位の時系列変化(鼻部・被験者 B)

表 2. 各被験者の反応部位における温度変化

Subject	A	B	C	D	E	F
[℃]	+0.25	-0.19	+0.36	--	+0.28	+0.23

5. まとめ

本研究では, 末梢血管収縮に伴う温度低下及び骨格筋拡張に伴う温度上昇に対応した新しいFFR検出手法を試みた. 精神作業である計算課題を与え, 作業中不意に破裂音を呈示時における FFR 検出を検討した. 実験の結果, 6 名中 5 名において FFR に伴う顕著な温度変化が表れ, 本手法が有効である可能性を示すことができた.

6. 参考文献

1) 下　正宗:“人体の構造と機能”, 医学書院
2) 真島英信:“生理学”, 文光堂(1993)　他

[連絡先]
首藤誠志
青山学院大学大学院電気電子工学コース
〒252-5258 神奈川県相模原市中央区淵野辺 5-10-1
e-mail：shutoooooh_daccha@hotmail.co.jp
Tel：042-759-6419（井出研究室宛）

身体接触面ずれ力センサの開発とその応用

○石倉啓行*，山崎信寿**
（*慶應義塾大学大学院理工学研究科，**慶應義塾大学理工学部機械工学科）

Development of shearing force sensor on contact surface and its application

Hiroyuki Ishikura*, Nobutoshi Yamazaki**
(*Graduate School of Science and Technology, Keio University, **Department of Mechanical Engineering, Faculty of Science and Technology, Keio University)

1. はじめに

長時間椅子に着座していると，圧迫感だけでなく，座面や背もたれにずれ力を感じて不快なことがある。このため，椅子と身体との間に挟んで使用できる，せん断力測定センサ(50×50×4.5 mm)[1]が開発されているが，定格が 4 N と小さい。本研究では，より単純な構造で高強度のずれ力センサを開発した。

2. 寸法と定格荷重の決定

ヒトの姿勢に影響せず，使用時に違和感のないセンサ寸法を検討するために，一般的な事務用椅子に成人男性 3 名(1579 ~ 1818 mm, 53.7 ~ 82.2 kg)を着座させ，坐骨結節直下に表 1 に示す試験片を入れ，官能検査を行なった。図 1 に示すように，面積 30×30 mm 以下，厚さ 5 mm 以下で全被験者が違和感を訴えず，圧迫感も小さく痛みがなかったため，④を目標寸法とし，強度が必要な場合は厚さを 5 mm とした。

定格荷重は，体重の重い成人男性 1 名(1764 mm, 82.2 kg)を図 5 の実験椅子[2]に深座りさせ，坐骨結節直下の支持面(575×60 mm)反力を計測して定めた。支持面の鉛直方向と前後方向の反力は，206 N と 58 N で，浅座りしたときは 163 N と 79 N であった。ずれ力センサは片側の体表面ずれ力を計測するため，100 N 程度の圧縮荷重に耐えられ，40 N 程度のずれ力を計測できれば良いことがわかる。また，0 °から 70 °まで背上げ動作を行なったときの坐骨結節部のずれ力は，体重 82.2 kg の男性で 90 N 程度であった。一方，ひずみゲージ寸法から，はり幅は 6 mm 程度必要で，このときのずれ方向のセンサ許容荷重は 250 N となる。これは想定負荷範囲に適するため，ずれ力センサの定格を 250 N とした。

表 1. 試験片

No.	寸法 [mm]
①	40×40×5
②	30×30×8
③	30×30×5
④	30×30×3

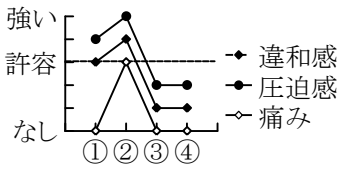


図 1. 官能検査結果例

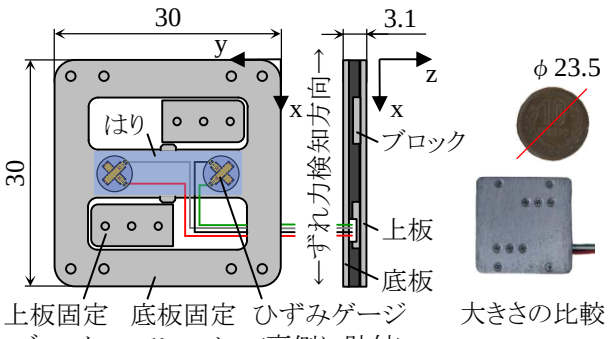


図 2. ずれ力センサ

3. 計測原理と試作

センサは，図 2 のように中央にはりをもつ日の字型のフレーム(厚さ 1.5 mm，アルミ製)と底板，上板(共に厚さ 0.8 mm，ステンレス製)から成る。枠と底板は M1.4 ネジ 4 本で固定され，ずれ力が作用すると，上板に固定されたブロックがはり中央の突起を x 軸方向に押す。これによるひずみを，2 軸交叉型ひずみゲージ(共和電業，KFG-1-120-D16-23)で検知する。はり(6×22×1.5 mm)の，ひずみゲージ貼付部は深さ 0.5 mm 削ってある。厚さ 3.1 mm のときの許容圧縮荷重は，はり集中荷重で 50 N 程度であるため，坐骨結節下のような高圧部位に使用する場合は，上下 1 mm のステンレス板を追加して厚さ約 5 mm とし，210 N まで許容できるようにした。

4. センサの校正

図 3 に示すように，固定台の上にセンサを置き，その上におもりを載せ，x 軸方向におもりで引っ張ったときの

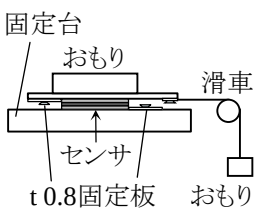


図 3. 校正方法

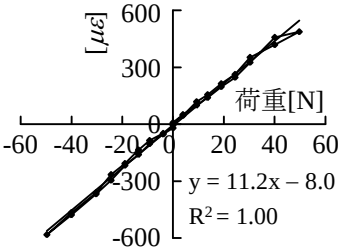


図 4. 校正結果(x 軸)

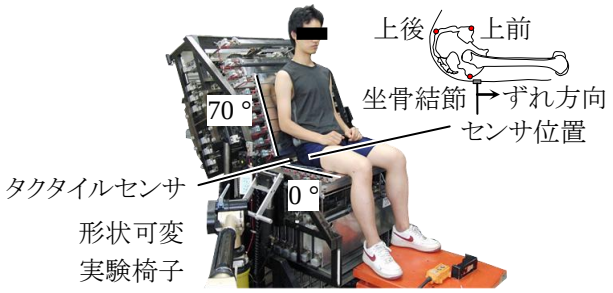


図 5. 計測概況

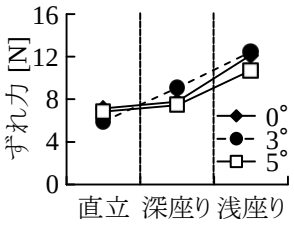


図 6. 座面角度とずれ力

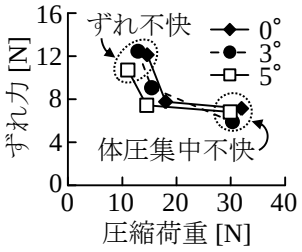


図 7. 圧縮荷重とずれ力

荷重とひずみを計測した。校正直線を図 4 に示す。y 軸方向の干渉は 3 %以下であった。また，下が剛体の場合，z 軸方向 50 N の圧縮荷重に対するひずみは 3 $\mu\varepsilon$ 程度で，無視できることを確認した。

5. センサの実用性

5.1 椅子・姿勢条件とずれ力

スパッツを着用させた成人男性 1 名(1620 mm, 62.9 kg)を，背もたれ角度 70 °，座面角度 0 °とした剛体平板の実験椅子[2]に着座させ，座面角度を 0, 3, 5 °に変えた場合と，座面角度 0 °でクッション剛性を 5 N/mm とした場合の体圧分布とずれ力を計測した。また，各条件では体幹直立で自然着座，それより 10 mm 程度の深座り，同 30 mm 程度の浅座りの 3 姿勢を 5 回計測した。ずれ力センサは，図 5 に示すように坐骨結節前方のスパッツ表面に両面テープで固定し，座面との間に挟んだ。

図 6 に示すように，浅座りするとずれ力は大きくなったが，5 °程度の座面傾斜ではずれ力はほとんど変わらなかった。これは聞き取りの結果とも一致した。

センサ部に作用する圧縮荷重とずれ力の関係を図 7 に，体圧分布計測例を図 8 に示す。体幹直立では坐骨結節下の体圧集中が大きく，浅座りするとピーク圧力は低下するが，深座り姿勢よりもずれ力が 46 %程度増加し，坐骨結節や大腿裏の皮膚が後方に引っ張られる感じが不快であった。快適な着座が可能なのは，圧縮荷重 30 N 未満，ずれ力 10 N 未満のときであった。また，図 9 に示すように，座面の最終安定形状を同一にしてクッション剛性を変更しても，ずれ力は変わらないことがわかった。

5.2 実際の椅子での計測例

スパッツを着用させた成人男性 1 名(1777 mm, 64.8 kg)に対し，一般的な事務用椅子に着座させたときと，その上に柔らかいクッションを敷いたときのずれ力を同様の手順で計測した。事務用椅子の坐骨結節部の座面のクッション剛性は 11 N/mm で，クッションを使用したときは 7 N/mm であった。図 10 に示すようにずれ力は，クッション剛性が小さいほど小さくなった。これは，体が沈み込むことで，前方クッションがずれ方向の支えになっていると考えられる。

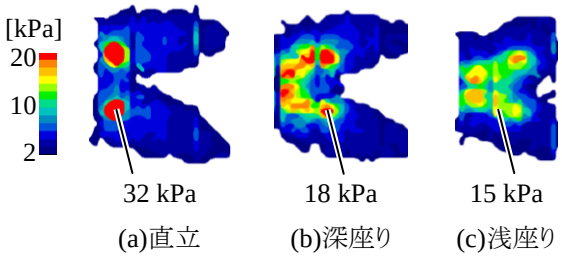


図 8. 体圧分布とピーク圧の計測例 (座面角度 0°)

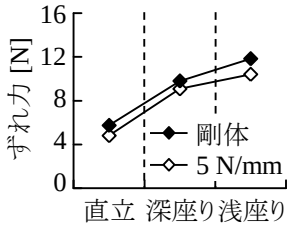


図 9. ｸｯｼｮﾝ剛性とずれ力

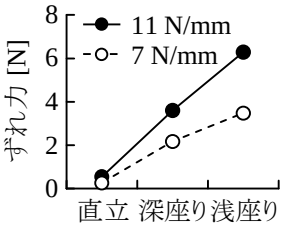


図 10. 椅子でのずれ力

6. おわりに

身体接触面に作用するずれ力を計測できるセンサを試作した。ずれ力は浅座りすると増加し，最終安定形状が同じであればクッション剛性に依存しない。剛体座面で坐骨結節部に 10 N 以上作用すると不快であるが，椅子では体が沈み込むため 6 N 程度でも不快になる。

参考文献

1) 鈴木誠一，大沼扶久子，矢波智佳子，村山智子，穐吉真：褥瘡発生に対する皮膚変形の影響評価のためのせん断力測定装置の試作，電気学会論文誌 C，電子・情報・ｼｽﾃﾑ部門誌，Vol.120，No.8-9，pp.1092-1097，(2000)

2) 山崎信寿，佐々木貴弘，相澤淳平：個別適合条件の探索を目的とした可変クッション椅子の開発，人間工学，Vol.33，No.4，pp.211-218，(1997)

[連絡先]
石倉啓行
慶應義塾大学大学院理工学研究科　山崎研究室
〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1
e-mail：hi-ishi_and_fire-stone@hotmail.co.jp
Fax：045-566-1495　(機械工学科事務室)

色温度と照度がオフィスワークを想定したタスク中の生理・心理機能に与える影響

○高橋洵子*、石路*、戸渡(上野)智子*、下村義弘*、勝浦哲夫*、福田麻衣子**、斎藤敦子**、竹野淳一**
(*千葉大学大学院工学研究科、**コクヨ株式会社 RDI センター)

Effects of color temperature and illuminance of lighting on physiological and psychological function during tasks assumed office works

Junko TAKAHASHI, Lu SHI, Tomoko UENO-TOWATARI, Yoshihiro SHIMOMURA,
Tetsuo KATSUURA, Maiko HUKUDA, Atsuko SAITO, Junichi TAKENO
(*Graduate School of Engineering, Chiba University, **KOKUYO Co., Ltd. RDI Division)

1. はじめに

快適なオフィスの環境に照明の色温度及び照度は欠かせない要素である。光の性質がヒトの生理的影響を与えることが報告されている。実際のオフィスでは、アイデア創出のような作業や計算や確認など、様々な業務が存在する。本研究では、異なるタスクを用いて、照度と色温度がヒトに与える影響について、心理的・生理的指標から考察を行った。

我々の先行研究[1)]では、創造性課題を取り入れた実験を行った。KSS は、照度が高いほど変化量は小さく、眠気が増加しにくい。主観評価では、「リラックス感」に有意差、「落ち着き」、「目の疲れ」の項目が低色温度において大きい傾向である。750 lx 以上の照度が紙面による計算タスクに向いているが、「眼の疲れ」は、750 lx よりも 1000 lx で大きく、長時間の高照度光曝露では眼精疲労の可能性がある。AAC は、創造性課題直前で 3000 K と 5000 K が 7000 K より有意に大きいことが報告された。

2. 実験方法

実験は、照明実験室(RGB 蛍光灯インバータ制御)で行った。被験者は、健康な男性 8 名であった。被験者の年齢は、22 歳から 25 歳(平均 23 歳)、体重は 53kg から 70kg(平均 61kg)、身長は 164cm から 183cm(平均 171cm)であった。各被験者は、実験 7 日前から実験終了まで、23:30 から 7:30 までの睡眠を守るように指示した。実験で用いた照明の照度と色温度の 8 条件を表 1 に示した。

実験中は継続して生理指標の測定を行った。脳波(AAC:α波減衰係数)、脈波(加速度脈波)、心拍変動性(交感神経活動指標:LF/HF、副交感神経活動指標:HF/(LF+HF))、血圧(収縮期血圧、拡張期血圧)、唾液コルチゾールを生理指標とした。また、単純加算タスク、立方体計数タスク、180 秒の time production を行い、これら 3 つのタスクを集中課題とした。創造的な作業を想定したタスクとして、アイデアの発散と収束(創造性課題 20 分間)を被験者に課し、キーワードから連想した単語数、創出したアイデアの実用性と独創性を評価指標とした。主観的眠気:KSS(Kwansei Gakuin Sleepiness Scale)、主観評価(集中力/すがすがしさ/やる気/頭がさえている/眼の疲れ/アイデアの出しやすさ/落ち着き/リラックス)を VAS(Visual Analog Scale)法を用いて評価を行った。被験者は実験室に入室し、標準条件(5000 K,750 lx)で電極装着後、5 分間安静にし、照明条件を変え、集中課題 1 回目、創造性課題、集中課題 2 回目を行った(図 1)。被験者は、机の上で紙を媒体とした課題を行った。

得られたデータは、照度 750 lx 条件(条件 3, 4, 5)、色温度 5000 K 条件(条件 1, 4, 7)の 3 条件、8 条件、2, 4, 6, 8 条件ごとに、統計処理した。条件と時間を要因とした二元配置反復測定分散分析と、条件を要因とした一元配置反復測定分散分析を行った。有意水準を 5%に設定し、Holm 法で多重比較を行った。

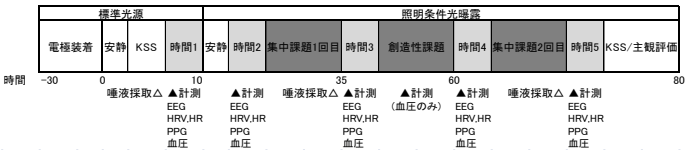


図 1. 実験プロトコル

表 1.本実験における条件の色温度と照度の対応表

		色温度			
		2000 K	3000 K	5000 K	7000 K
照度	1000 lx			条件 1	条件 2
	750 lx		条件 3	条件 4	条件 5
	300 lx		条件 6	条件 7	
	100lx	条件 8			

3. 結果と考察

3-1. 心拍変動性、心拍数

交感神経活動指標、副交感神経活動指標、心拍数に条件間の違いはなかった。

3-2. 加速度脈波

条件間の違いはなく、単純主効果と交互作用はなかった。また、条件 1、条件 2、条件 3、条件 8 で時間の主効果が有意であり、時間が経過により減少する傾向があった。高色温度/高照度と低色温度/低照度条件では、ストレスを受けると考えられる。

3-3. 血圧

750 lx 条件と 5000 K 条件で、時間と条件の単純主効果が有意であった。時間 1 の 5000 K 条件では、1000 lx よりも 300 lx、750 lx が大きかった。また、750 lx 条件では、5000 K は 3000　K と 7000 K よりも高かった。

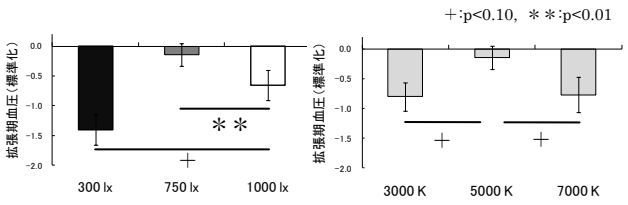


図 2. 血圧(条件光曝露安静−標準光源曝露安静)

3-4. 唾液コルチゾール

条件 4 のみ時間経過による変化はなく、他の条件よりストレス負荷の多い条件であるといえるだろう。

3-5. 創造性課題

単語数と実用性は、条件間に違いはなかった。条件 2, 4, 6, 8 の独創性の合計得点に対し、条件の主効果が有意であった(図 3)。同一色温度の平均値の条件の比較では、5000 K が 3000 K、7000 K よりも高い傾向(p< 0.10)が見られた。

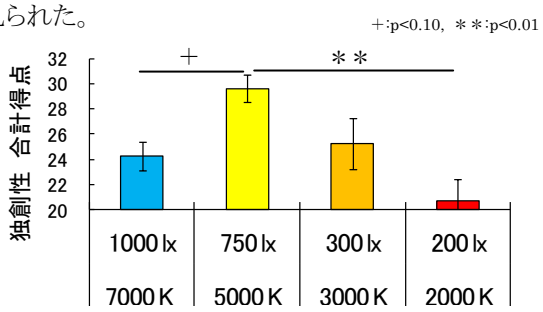


図 3. 条件 2,4,6,8 の独創性の評価

3-6. 生理指標とタスクパフォーマンスの相関

創造性課題後の Pz 部位の AAC(標準化)と「アイデアの出しやすさ」(標準化)で r = −0.31 で有意な負の相関があった(図 5)。また、創出した単語数(標準化)と創造性課題後の拡張期血圧には、r = −0.28 で有意な負の相関があった。立方体計数タスクの正答数の変化量と集中課題 1 回目後の Pz 部位の AAC(図 4)には、r = 0.23 で有意な正の相関があり、AAC は、覚醒度の上昇とパフォーマンスの上昇に影響する。

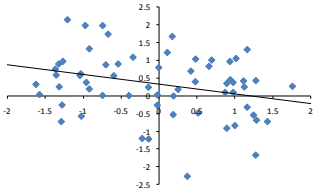


図 4. 立方体計数タスク正答数の変化量と集中課題後の AAC(Pz 部位)

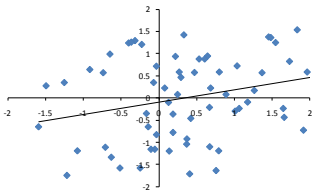


図 5. 創造性課題後 AAC と「アイデアの出しやすさ」

4.　まとめ

本研究では、異なるタスクを用い、照明がヒトに与える影響について、心理的・生理的指標から考察を行った。

先行研究 [1]の α 波帯域率の結果によると、低照度は集中課題に向いていない。5000 K/ 750 lx の条件では、血圧が上昇し、集中課題のパフォーマンスが優れた。また、他の条件では減少したコルチゾールは変化がなかった。不快を伴わない適度なストレスが、タスクへの取組を積極的にした。立方体計数タスクの正答数と AAC には正の相関があり、覚醒状態で作業することは、タスクパフォーマンスを高める。

創造性課題では、心理的にリラックスすることでアイデアの出しやすさを実感する。創造性課題直前では、3000 K で AAC による覚醒度が高い。創造性課題の取組への意欲を高め、色温度の影響を受けたためだろう。創出した単語数と創造性課題後の拡張期血圧には、有意な負の相関があり、発散的思考には緊張状態は望まれない。しかしながら、心理・生理機能と収束的思考のアイデアの質の評価は関係せず、今回の実験では、集中課題と同じく、5000 K 条件、5000 K/750 lx 条件で、独創性の評価が高かった。発散的思考と収束的思考では、適する照明の質に違いがあるためだろう。

参考文献

1). オフィス照明の色温度と照度がヒトに与える影響，髙橋洵子ら，日本生理人類学会誌 Vol.15 (2), 2010
2). 創造性概念生成プロセスにおける概念合成と差異性の役割―言語解釈タスクとデザインタスクの比較，永井由佳里ら，認知科学 Vol. 16, No. 2, 2009

[連絡先]　髙橋洵子
千葉大学大学院工学研究科人間生活工学研究室
〒263-8522　千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33
電話: 043-290-3084
E-mail: p9tm1128@graduate.chiba-u.jp

温度と振動による皮膚の感覚刺激が指先の精密な力制御に与える影響

○原田愛子* 下村義弘* 勝浦哲夫*
(*千葉大学大学院 工学研究科)

Effects of temperature and vibration stimuli on finger skin during precise force control

Aiko HARADA*, Yoshihiro SHIMOMURA*, Tetsuo KATSUURA*
(*Graduate School of Engineering, Chiba University)

1. はじめに

指先の皮膚感覚によるフィードバックは力制御において非常に重要な意味を持つ。冷却[1]や麻酔[2]によって皮膚感覚を低下させた既往研究では力制御精度が低下したが、オブジェクトを掴んだ被験者自身の腕を動かすことで得られるわずかな固有受容入力により力入力のタイミングは影響を受けなかったとの報告がある[1]。しかし、冷却以外の温度刺激と振動刺激による影響を検討した例は見当たらない。

本研究では皮膚感覚への温度と振動による刺激が筋による力制御に与える影響を調べることを目的とし、示指によるトラッキングタスク中の筋活動の動的成分と力制御精度を調べた。

2. 方法

2.1 実験機材

ペルチェユニット(TKG-311-230, 坂口電熱)に振動モーター(自作, 25 Hz)を取り付け、超薄型台はかり(PLL-5L-120, 東洋測器)の上に載せた実験機器を制作した。被験者は自然な姿勢で肘まで支持台に載せ、指先をペルチェユニット上に載せた。本装置は振動(有, 無)と温度(5.0, 33.0, 48.0℃)を設定できた。

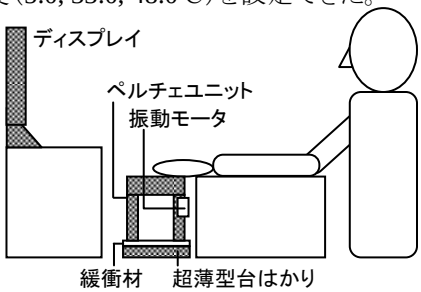


図 1. 実験機材配置

2.2 被験者

健康な大学生 9 名(男性 7 名, 女性 2 名)が同意して実験に参加した。全員利き手の右手でタスクを行った。

2.3 実験方法

被験者は前方 40 cm の PC ディスプレイにリアルタイムで表示される目標波形と力入力波形を見ながら、示指でペルチェユニット上面を鉛直下方に押す力でトラッキングタスクを行った。タスクは 1 条件約 75 秒で、サイン波形、矩形波形、ランダム波形で構成された。

学習効果を防ぐため、実験開始前に十分な練習を行わせた。実験室の気温は 25℃に保ち、暑くも寒くもないことを被験者に確認した。

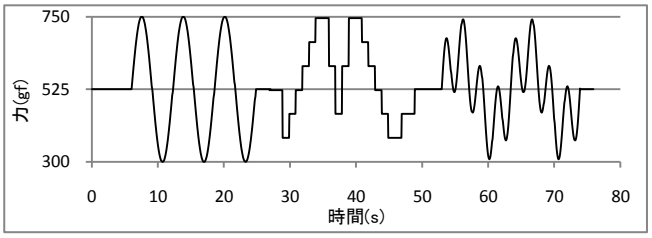


図 2. 目標波形

2.4 計測項目とデータ解析

前腕の表面筋電位(第一背側骨間筋、浅指屈筋、総指伸筋)と力入力データをデータ集録・解析システム(MP-150 ; Biopac Systems, inc.)を用いて計測した。表面筋電位 500 Hz、力入力データ 20 Hz のサンプリングレートで計測した。

微小な筋活動の増減を調べるため、筋電図の波形に対して 0.5 s の窓長で移動積分し、0.2 s の移動平均で高周波成分を平坦化した後、1 Hz のハイパスフィルタをかけ定常成分を除き、筋活動動的成分を抽出した。最終的にタスク中全期間の RMS 値を指標とした。演算はデータ解析ソフトウェア(AcqKnowledge 4.1.0 ; Biopac Systems, inc.)を用いて行った。

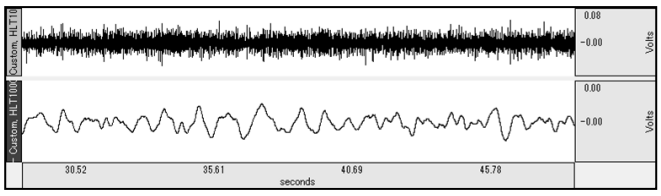


図 3. 筋電図演算例(矩形タスク中の 20 秒間)
上:生波形 下:筋活動動的成分

力入力データから入力時間誤差と力入力誤差の 2 つの指標を取り出した。入力時間誤差は目標波形と入力波形の相互相関関数のピークのタイムラグを指標とした。タイミングがぴったり合っていれば値は 0 となる。力入力誤差は目標値と力入力値の差の絶対値を合計したもの

で、タイミングのずれを補正したものを指標とした。筋活動動的成分と力入力誤差は z-score を解析に用いた。

それぞれタスク全体、サイン波形、矩形波形、ランダム波形の 4 つに分けて一元配置分散分析と Bonferroni の多重比較を行った。有意水準は 5%とした。

3. 結果

3.1 筋活動動的成分

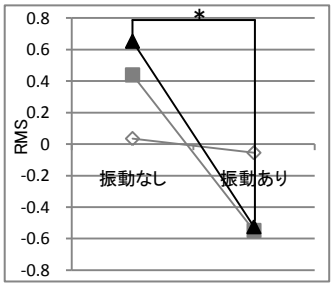
48℃矩形波形タスク中の総指伸筋で振動あり条件が有意に小さかった(図 4a)。

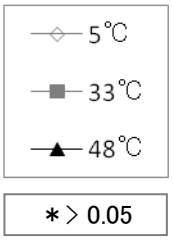
3.2 入力時間誤差

33℃、48℃矩形波形タスク中に振動あり条件で有意に誤差が小さかった(図 4b)。一方、33℃サイン波形タスク中では振動なし条件で有意に誤差が小さかった。振動なしのタスク全体の結果では、5℃条件より 33℃条件で有意に誤差が小さかった(図 4c)。

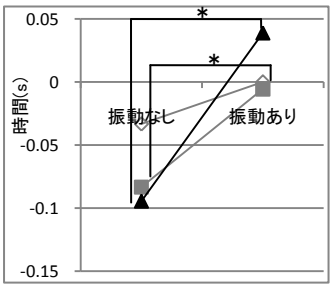
3.3 力入力誤差

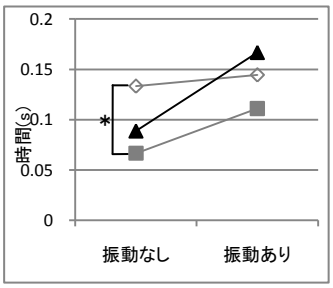
33℃サイン波形タスク中、振動なし条件で有意に誤差が小さかった。





(a)総指伸筋　矩形タスク





(b)入力時間誤差　矩形タスク　(c)同左　タスク全体

図 4. 実験結果

4. 考察

本実験で用いた温度刺激は冷蔵品を想定した 5℃、皮膚の無関温度である 33℃[3]、タスク中に低温やけどをしない 48℃[4]であった。5℃、48℃とも主な冷・温受容器の応答温度ではなく、冷感受性侵害受容器、熱侵害受容器、ポリモーダル侵害受容器が応答する侵害刺激である。また、振動刺激には 40 Hz 未満の粗振動に感受性の高いマイスナー小体が応答する[3]。

33, 48℃の矩形波形タスクの振動あり条件でタスクパフォーマンスが高く、筋活動がなめらか(図 4a, b)だが、33℃のサイン波形タスクでは振動なし条件でタスクパフォーマンスが高かった。力を段階的に増加・減少させる矩形波形タスクでは振動刺激が水平面を押す指の感覚受容器の順応を防いだため、拮抗筋である伸筋側の制御がこまやかになったと考えられる。サイン波形タスクは連続的になめらかな力の増加・減少を行うタスクであり、振動は妨害刺激となってしまったのかもしれない。

寒冷曝露中の触感覚低下のメカニズムはまだ明らかにされていないが、力制御は手指の冷却により麻酔下と同様の低下を示すという報告がある[1]。また、40 Hz 以下の粗振動は温度による影響を受けにくいが皮膚温 20℃以下では閾値の上昇が見られるとされている[3]。本研究では 33, 48℃条件でのみ有意差がみられたが、5℃条件では冷却効果によって触感覚感度が低下し、振動有無による影響が小さかったと考えられる。

本研究の振動刺激は電気機器振動のような周波数だったが、ヒトの動作程度の周波数の振動刺激を受動的に与えた場合異なる結果が得られるかもしれない。

5. まとめ

温度と振動による皮膚感覚刺激が筋による力制御に与える影響を調べるため、示指によるトラッキングタスク中の筋活動と力制御精度を調べた。皮膚温以上で段階的な力入力を行うとき振動はポジティブな影響を与えるが、力を徐々に変化させていくタスクでは妨害刺激となることがわかった。

6. 参考文献

1) D.A. Nowak, et al. : “Digit cooling influences grasp efficiency during manipulative tasks”, Eur J Appl Physiol 89 (2003) 127‐133

2) Ayman M.E, et al. : “The role of cutaneous sensation in the motor function of the hand”, Journal of Orthopaedic Research 22 (2004) 862-866

3) 大山 正 他 : “新編 感覚・知覚心理学ハンドブック”, 誠信書房 (1994)

4) 国民生活センター : “熱くないのに症状は深刻！暖房具による低温やけど”, 消費者被害注意情報(危害情報システムから) No.24 (1998)

[連絡先]
原田愛子
千葉大学大学院 工学研究科 デザイン科学専攻
人間生活工学研究室
〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33
Tel : 043-290-3087
E-mail : harada.1144.aiko@graduate.chiba-u.jp

同時複数音声の選択的聴取に関する脳磁図計測

○手塚勇人*, 佐久間宏之*, 吉田達也*, 新谷益朗**, 栗城眞也***, 外池光雄*, 岩坂正和*
(*千葉大学大学院工学研究科, **東京歯科大学口腔科学センター, ***東京電機大学先端工学研究所)

MEG measurements during the selective listening of multiple simultaneous voices

Hayato Tezuka*, Hiroyuki Sakuma*, Tatsuya Yoshida*, Masuro Shintani**, Shinya Kuriki***, Mitsuo Tonoike*, Masakazu Iwasaka*
(*Graduate School of Engineering, Chiba University, **Oral Health Science Center, Tokyo Dental College, ***Research Center for Advanced Technologies, Tokyo Denki University)

1. はじめに

ヒトが同時に複数の音刺激を受けた時, 聴覚によって音は弁別され, 選択されたものが音として認識される. 脳は音の成分による弁別と音源定位による弁別を行い, 弁別されたものを選択して聞いているとされる. その選択性に関して, 音源定位による弁別課題においては頭頂葉や上側の前頭葉, 音の成分による弁別課題においては, 側頭葉や下側の前頭葉に賦活が見られるとの研究報告がある. しかし, 詳しい脳の反応部位や, より複雑な音の認識がどのように行われているのかは, 議論の余地が残っている.

本研究では, 非侵襲計測装置である脳磁図(MEG)を用いて刺激音を提示した時の被験者の脳活動を計測する. 基本周波数の異なる 2 つの音声を刺激音とし, 1 つの音声を聴取した時と, 2 つの音声を同時に提示し片方の音声成分を聴取した時の側頭葉・前頭葉における脳活動を計測・解析する. その結果を比較する事によって選択的聴取に関する脳機能について明らかにする事を目的としている.

2. 実験方法

Neuromag 社 122 チャンネルベクトル型 MEG を用いて計測した. 実験における刺激音は, プラスチック製のチューブ, イヤーピースを介して両耳同時に提示する. この装置を使い, 以下 2 種類の実験中の脳磁界反応を計測した. 被験者は男性 5 人(20 から 25 歳), いずれも正常な聴覚を有する. 実験中は座った体勢でスクリーンに写された固視点を見たまま刺激音を聞く. 刺激音には音長 300ms 基本周波数 207Hz と 93Hz のノーマライズを行った「あ」, 「い」, 「う」の 3 種類の音声を加工したものを使用する. 実験の前に, 被験者それぞれの聴覚特性を考慮した音圧の刺激音を提示するために調整を行う. まず, 音圧を下げて聞き取りが不可能な音声「あ」, 「い」, 「う」を被験者に提示し, 徐々に音圧を上げて最低可聴域となる音圧を調べる. その音圧から 40dB 上げた音声を実験に使用する. 実験は単一音声聴取時と複数音声聴取時で2つに分かれており, 実験間には休憩を挟んで行う.

3. 実験 1:単一音声聴取に関する実験

以下のタスク 1 とタスク 2 をそれぞれ累計 70 回以上となるようランダムな順番で提示する.

3.1 タスク 1

基本周波数 207Hz の 3 種類の音声を刺激音とし, ランダムな順番にして 300ms 間隔を空けて 3 回提示する. 刺激音提示の 1s 後に, 正しく聞き取りが行われたか確認するため正誤判定を行う.

3.2 タスク 2

基本周波数 93Hz の 3 種類の音声を刺激音とし, タスク 1 と同様に提示し, 正誤判定を行う.

4. 実験 2:同時複数音声聴取に関する実験

以下のタスク 3 とタスク 4 をそれぞれ累計 70 回以上となるようランダムな順番で提示する.

4. 1 タスク 3

基本周波数 207Hz と 93Hz の音声を重ね合わせたものを刺激音とする. この刺激音からランダムに 3 種類を選び, 300ms 間隔を空けて 3 回提示する. その際 207Hz の音声を選択して聞き, 正しく聞き取りが行われたか確認するため正誤判定を行う.

4.2 タスク 4

タスク 3 の刺激音を同様に提示し, 93Hz の音声を選択して聞き, 確認のために正誤判定を行う.

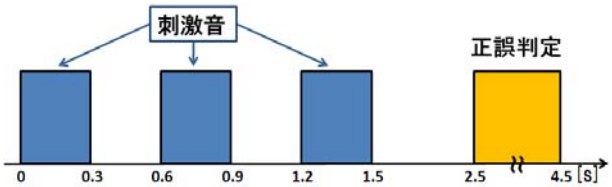


図 1. 実験 1, 2 タイミングチャート

5. 実験結果

刺激音に対する誘発反応として，左右の側頭葉，前頭葉付近の複数のチャンネルにピークが見られた．図 2 に被験者 A 実験 1，2 における左の側頭葉付近にある 58ch の加算波形を示す．全ての被験者に聴覚誘発磁場（auditory evoked field: AEF）が計測された．特に刺激提示後 100ms と，300ms から 500ms の間に特徴的なピークが見られた．

単一音声聴取時と複数音声聴取時でこのピークにおける反応の差を見るために，側頭葉･前頭葉付近の 1 から 60 チャンネルの AEF を加算し，300ms から 500ms の範囲で積分を行った．これを全ての被験者で平均した値を図 3 に示す．単一音声聴取時であるタスク 1，2 は，複数音声聴取時のタスク 3，4 に比べて，それぞれ低い値をとる傾向が見られた．

次に 250ms から 400ms の時間で L1 ノルム推定による Minimum Current Estimation (MCE)を用いて電流源解析を行った．全ての被験者において前頭葉，側頭葉，頭頂葉における反応が見られた．400ms 付近で単一音声聴取時に比べて同時複数音聴取時に，両半球における側頭葉から前頭葉において反応が多く見られた．特に聴覚性連合野や前頭連合野において差が見られた．図 4，5 に単一音声聴取時の 400ms における 5 名の平均電流源解析結果，図 6，7 に同時複数音声聴取時の 400ms における 5 名の平均電流源解析結果を示す．

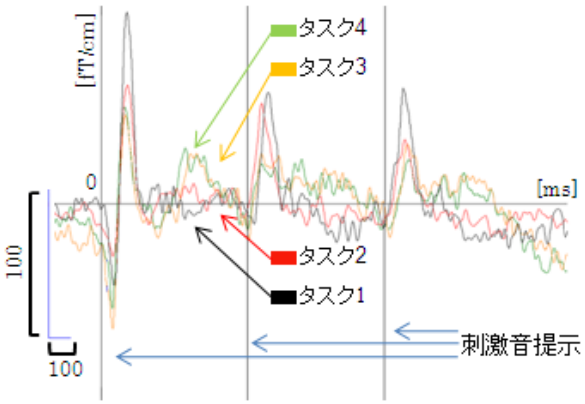


図 2. 被験者 A，58ch における加算波形

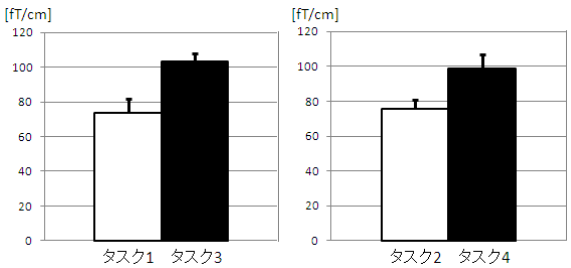


図 3. 各タスクにおける 300ms-500ms の AEF 積分値

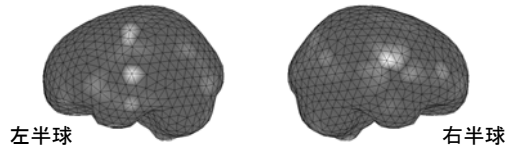


図 4. タスク 1，300-500ms 平均電流源解析結果

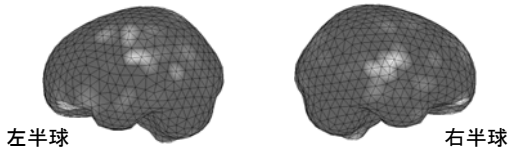


図 5. タスク 2，300-500ms 平均電流源解析結果

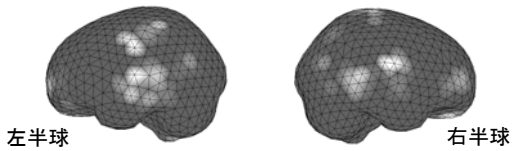


図 6. タスク 3，300-500ms 平均電流源解析結果

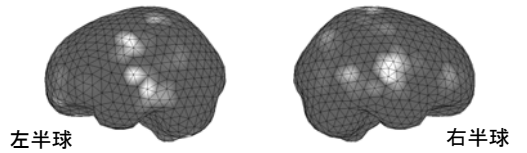


図 7. タスク 4，300-500ms 平均電流源解析結果

4. 考察

選択的聴取は脳から蝸牛へのフィードバックによるものと考えられる．それは，蝸牛によって周波数成分に分けられた信号は脳によって認知され，脳から蝸牛への信号によって基底膜の周波数特性を変化させる事ができるからである．実際に，フィードバックの神経経路は確認されているが，認知を含んだ高次の脳機能に関しては不明な点が多い．

本実験では刺激提示から 300ms から 500ms の間，同時複数音聴取時に，聴覚性連合野や前頭連合野での反応を明らかにした．聴覚性連合野は高度な聴覚処理を，前頭連合野は理性的な判断や思考を行う部位とされている．大脳皮質において蝸牛への信号が発生しているとすれば，本実験において賦活した部位が深く関与していると考えられる．

5. 参考文献

1)Ahveninen, J(2006) Task-modulated "what" and "where" pathways in human auditory cortex, Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, Vol.103(39). 14608-14613 47-6005

[連絡先]
手塚勇人
千葉大学大学院工学研究科人工システム科学専攻
〒263-8522　千葉市稲毛区弥生町1-33
e-mail：teduka49@graduate.chiba-u.jp

聴覚刺激による注意喚起が注意範囲に与える影響

○吉池健人*，末長　修**
（*静岡大学大学院工学研究科，**静岡大学工学部）

Effect of auditory stimulus on visual response time

Taketo Yoshiike*, Osamu Suenaga**
(*Graduate School of Engineering, Shizuoka University, **Faculty of Engineering, Shizuoka University)

1. 序論

近年，人間-機械系における操作・運転支援システムが実用化されつつある．しかし例えば，車載の運転支援システムが稼働し，自動的に車速やステアリングの制御が実行される場合，それに先行して，予告（注意喚起）が行われなければ，ドライバは“突然の運転状況の変化”にかえって混乱をきたす恐れがある．すなわち，目標の出現（例えば，センサによる障害物検知による減速もしくは停車や回避運転）に先行して，注意喚起を行うことは，予防安全の観点から重要である．さらには注意喚起においては，例えば「左斜め前方に障害物を検出したため，減速する」といった「支援を行うに至った原因」と「支援の内容」も，操作者にとって理解しやすいように情報提示を行う必要がある．

以上より本研究では，まず注意喚起としての聴覚刺激の有用性（無指向性など）を利用する [1)]．そして聴覚刺激の種類や提示方法が与える操作者の注意レベルへの影響を，「注意範囲」の視点から，実験的検討を行うことを目的とする．ここで本研究においては，「注意範囲」を「視野内での視覚刺激（目標）に対する反応時間が相対的に短い領域」と捉えることにする．

2. 実験方法

2. 1　被験者

被験者は大学生・大学院生の成人男女 15 名（21～24 歳）である．すべての被験者とも普通自動車免許を有している．また，被験者の視力は正常であった．

2. 2　実験概要

実験システムを図1に示す．実験は以下の2つの課題を同時に実施する二重課題とした．1つは，聴覚刺激を注意喚起として提示し，ある先行時間後に，実験スクリーン上のある一点に出現（点灯）する視覚刺激（目標）に対して応答する「視覚探索課題」である．もう1つはステアリング操作を行う「ステアリング操作課題」である．

聴覚刺激には「意味を持つ音(有意音)」，「意味を持たない音(無意音)」の 2 種類を用いた．具体的には有意音は「ひだり」もしくは「みぎ」と発声する音声であり，無意音はビープ音である．先行時間は，先行研究より，有意音提示時は 0.9，0.7，0.5[s]の3種類を設定した．無意音提示時は 0.5，0.3，0.1[s]とした．

また視覚探索課題においては，目標の出現に対する反応時間を測定した．ここで目標は，図1に示すように，運転環境を投影したスクリーン上 18 か所（3行×6列）のいずれか一点が点灯する．注意喚起においては，例えばスクリーンの左半面内の目標が点灯する場合には，それに先行して，換言すれば先行時間前に，左スピーカから“ひだり”と発生する音声もしくはビープ音を提示することにより行った．そして目標の点灯から，その点灯位置（左側もしくは右側）に対応する，ハンドルに設置された，左右のボタンを押すまでの反応時間を測定した（図2参照）．

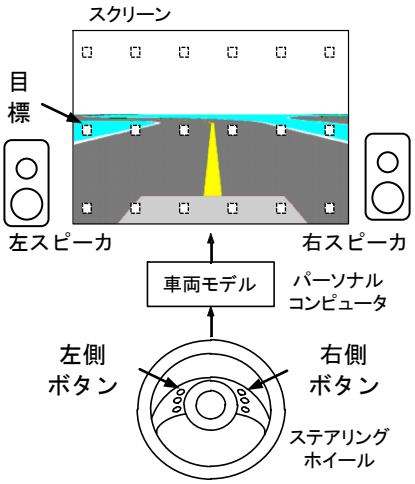


図1　実験システム

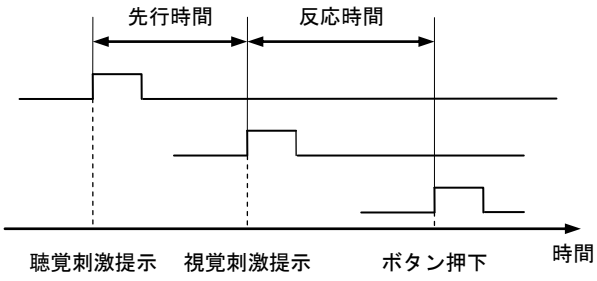


図2　先行時間と反応時間

ステアリング操作課題においては，制御対象である単純にモデル化された自動車モデルを目標値（センタライン）にできるだけ沿う運転操作を行うように指示した．

測定は，1 回のステアリング操作課題あたりに視覚探索課題 20 回を行う．これを 1 試行として，計 6 試行を繰り返した．ただし，聴覚刺激の種類，視覚刺激の提示位置および先行時間の各条件はランダムとした．

3. 実験結果および考察

各先行時間における，視覚刺激の上下位置（行）ごとの平均反応時間を求めた．その結果を図3に示す．また先行時間ごとの平均反応時間も図中に併記する．図3より，先行時間ごとの平均反応時間は，聴覚刺激が有意音では先行時間が 0.7[s]，無意音では 0.3[s]の時にもっとも短くなることがわかった．これらは有意音と無意音がそれぞれ有する情報とその処理速度による，各聴覚刺激が提示されてから注意力が最も高められるまでの時間的差異が依存しているものと推察される．

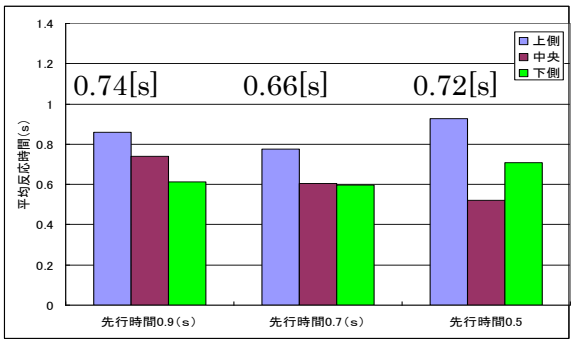
さらに各上下位置における反応時間は，有意音提示時，無意音提示時ともに「中央」や「下側」に比べ「上側」が遅い傾向にあることがわかった．つまり，両条件とも「中央」を基準に「上側」よりも「下側」の方に注意が向けられている傾向が示された．

そこで次に，有意音提示時，無意音提示時におけるスクリーン上での等平均反応時間域を求めた．その結果を図4に示す．図4より，有意音を用いた注意喚起では，有意音が示すそれぞれ左右半平面の中央付近の反応時間が相対的に短くなり，注意が集中する傾向が示された．一方，無意音を用いた注意喚起では，有意音とは異なり，注意範囲が一点に集中することなく，スクリーン全体の下方で注意が向けられ，さらには横方向に広がっている傾向を示した．これらの差異は音声の持つ方向情報の有無が関与し，その結果として「注意範囲」が異なったと思われる．

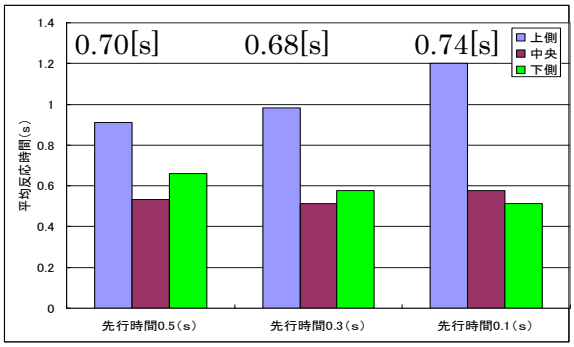
4. 結論

注意喚起としての聴覚刺激が有する情報量の違いや先行時間によって操作者の注意範囲に変化をもたらすことが実験的に明らかとなった．先行時間に関しては，有意音提示，無意音提示それぞれ0.7[s]，0.3[s]付近で反応時間の短縮が確かめられた．これらより，出現が予期されない目標物に対しては，視野全般に注意が及ぶ（反応時間を早い）無意音提示が，逆に危険予測など予期されている目標物では，向けたい方へ注意が向けられる有意音提示が有効であると考えられる．

以上より，聴覚刺激の状況に応じた使い分けにより，適切な注意喚起が行える可能性が示唆された．

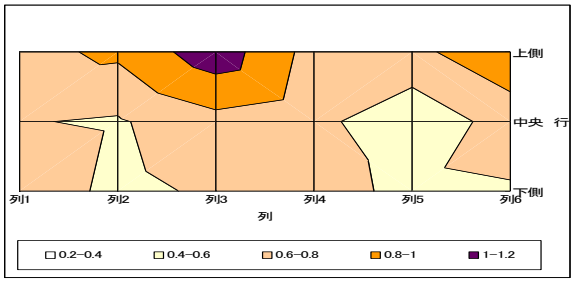


（ａ）有意音（“ひだり／みぎ”）

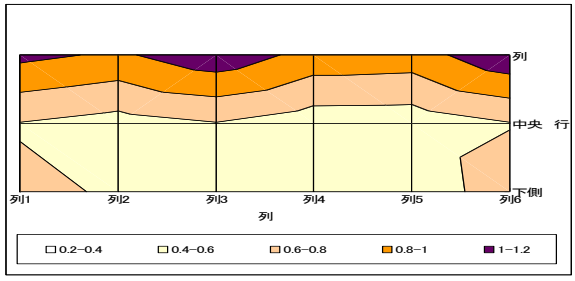


（ｂ）無意音（ビープ音）

図3　先行時間と視覚刺激位置ごとの平均反応時間



（a）有意音（“ひだり／みぎ”）



（ｂ）無意音（ビープ音）

図4　等平均反応時間域

参考文献

1）小松原明哲，辛島光彦：マネジメント人間工学，8-11，朝倉書店，2008.

［連絡先］
末長　修
静岡大学工学部システム工学科
〒432-8561　静岡県浜松市中区城北 3-5-1
e-mail：suenaga@sys.eng.shizuoka.ac.jp
Fax：053-478-1269　（末長研究室宛）

反復による短期記憶の変化と事象関連電位

○田畑裕貴*，篠田直樹*，舩田眞里子*
(*白鴎大学経営学部)

The Relation between the Short-Term Memory and Event-Related Potentials in the process of repeated memorization.

Yuuki Tabata*, Naoki Shinoda*, Mariko Funada*(*Business Administration, Hakuoh University)

1. はじめに

筆者らは、脳波から測定される事象関連電位 (Event Related Potential[1]、以下 ERP と略称) の雑音低減法 [2] を考案し、学習効果計測への応用などを試みてきた。

学習やCMなどでは、短期記憶を長期記憶へと効果的に移行させることが望まれる。短期間で長期記憶を確立のための基礎研究として、本論文では意味のない数字列の短期記憶課題を用いた実験を行った。課題の難度 (桁数) とそれに対応するERPを測定し、個人ごとのERPが、実行する課題の難度や反復によってどのように変化するかを把握し、ERPの有用性を検討した。

2. 方法

2.1 実験の方法

(1) 被験者：実験に協力的な成人男性 10 名 (平均年齢 21.3 歳、*a* から *j* で識別)。全員右利きである。

(2) 実験場所：実験のみに使用される研究室。実験時には特に実験への集中を保つよう配慮した。

(3) 刺激の種類：5 桁から 9 桁のランダムな数字列と数字入力を促す画面。数字列は、それぞれ 60 種類 (図 1(a)) で、入力を促す画面は図 1(b)である。

(a) 数字記憶用の画像　　(b) 数字入力用画像

図 1 刺激の例

(4) 刺激表示のタイミング：19 インチの画面の中央に数字列と入力を促す画像を 1 秒間ずつ、間に白色画面を 500～1500ms のランダムな間隔をおいて表示した。被験者は画面と目の距離が 60～80cm となる位置に腰掛けた。刺激は眼球を動かさずに見える縦 0.8 ㎝、横 2.5～4.0 ㎝の大きさとした。

(5) 課題 (タスク)：次の 2 種類のタスク (**TA**、**TB**) を交互に行う複合課題。

TA：画面に表示された数字を記憶するタスク。

TB：記憶した数字を入力するタスク。

(6) 反復回数：20 種類の数字記憶課題を 3 回ずつ、計 60 回。1 日の実験で原則的に異なる桁数の反復回数 60 回の実験を 2 回行った。この課題は別の課題を含めて 4 種類の課題を行う一連の実験の中の一つとして行った。

(7) 脳波：脳波は日本光電社製の Neurofax EEG8310 でハイカット周波数を 60Hz、時定数を 0.3 秒、抵抗を約 2kΩ とし、A/D 変換ボードを挿入したコンピュータ G7-600 を用いてリアルタイムで記録した。

(8) 電極配置：国際 10-20 法による A_1A_2 を基準電極とする Cz、Pz、C_3、C_4 の単極導出とし、短期記憶に関する課題なので Pz を中心に解析した。

(9) A/D 変換のサンプリング周波数：1kHz。リアルタイムでコンピュータに取り込んだ。

上記の実験をおよそ 1 週間おきに反復して行った。

2.1 解析の方法

測定データに、カットオフ周波数が時間とともに変化するアダプティブフィルタを用いて、高周波・低周波雑音の除去を行った。次に、各波形の平均と標準偏差を用いて標準化後、60 回加算平均して ERP を求めた。全実験日のデータを加算平均して、個人ごとに典型的な ERP を求めた。また、桁数別の ERP を求めた。抽出加算平均法 [2] を用いて、全平均、桁数別の ERP を求めた。

また、記憶の正確さの確認のために入力された数字列に関して正答率を求めた。

3. 結果と考察

図 2 は数字記憶課題 (**TA**) の被験者 *i* の全実験日のデータを加算平均した典型的な ERP である。100ms、

300ms、450ms 付近に正の電位が、250ms、350ms 付近に負の電位が出現している。図 3 は数字入力課題 (**TB**) の同じ被験者の ERP である。**TA** と **TB** により生じる ERP の形状は異なる。これは他の全ての被験者についても同様であった。

図 4 は抽出加算平均法による *class*I～III の ERP の例である。これらは、図 2 と同様なデータを 3 つのクラスに分割してそれぞれの加算平均により求めた波形である。これらのデータ数による重み付き平均が図 2 の Pz となる。図 4 は、図 2 の Pz が、より単純な波形 (図 4) の重ね合わせであることを示している。この結果は全被験者に関して同様に得られた。

図 5 は他の被験者 (*f*) の *class*I の桁数別の ERP である。300ms 付近の正の電位の潜時が桁数の多い課題ほど早くなることを示している。同様な傾向が他の被験者についても得られた。しかし、この潜時の変化が桁数 (難度) によるものか反復に伴う慣れ (学習) に起因するのかは、今回の実験では確定できない。

正答率については、5 桁、6 桁などの短い記憶課題では実験の開始から 95%を超える高い正答率が得られたが、7 桁以上になると反復により正答率が上昇する結果が得られた。

4. まとめ

反復に伴う短期記憶の変化と事象関連電位の変化との関係を実験により求めた。短期記憶課題では、100、200、300ms 付近に正の電位が、250、350ms 付近に負の電位が出現した。300msの正の電位には潜時が早いものと遅いものが混入していた。桁数の増加と反復に伴いこの潜時が速くなる傾向があった。桁数の多い場合は、反復により入力の正答率が改善した。数字列の短期記憶は学習により記憶桁数が長くなるといわれているが、今回の実験でもその傾向が認められた。

参考文献

1) Picton, T. W. at al: Guideline for using human event-related potentials to study cognition: recording standards and publication criteria, Psychophysiology, 37, 128-152,2000.
2) 舩田眞里子他：電位分布からの再構成による事象関連電位の特徴付け、人間工学、Vol.46、No.2、144-156、2010.

[連絡先] 田畑裕貴 白鴎大学経営学部、
〒323-8585 栃木県小山市大行寺 1117、
e-mail:mfunada@fc.hakuoh.ac.jp
Fax：0285-22-8989 (舩田研究室)

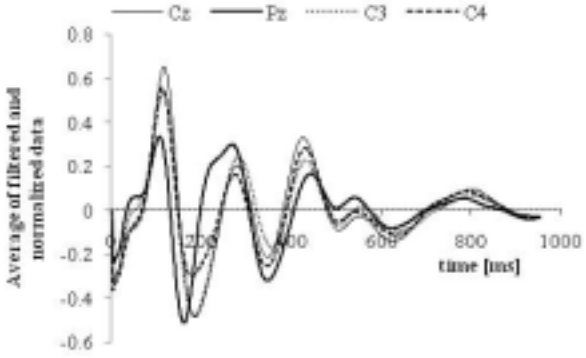


図 2 数字記憶課題(**TA**)による ERP の例
(被験者：*i*、加算回数：全実験日のデータ 960 回))

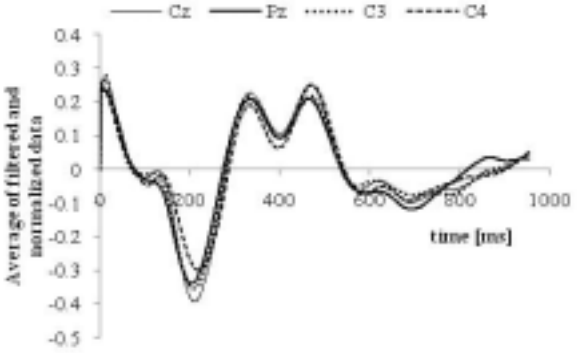


図 3 記憶した数字の入力課題 (**TB**) による ERP の例
(被験者：*i*、加算回数：全実験日 960 回)

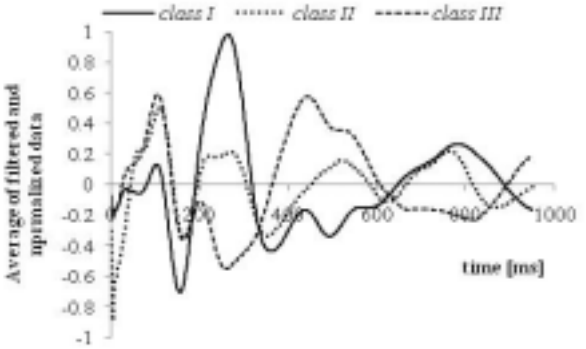


図 4 抽出加算平均法による ERP の例 (被験者：*i*)
(データ数：*class*I(496)、*class*II (113)、*class*III (351))

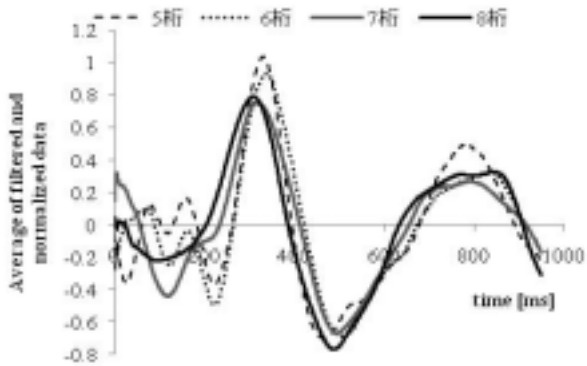


図 5 抽出加算平均法による *class*I の ERP と桁数の関係 (被験者：*f*、測定部位：Pz)

近赤外分光法を用いた発語及び筆記に関する脳活動評価

○鈴木　宏彰[*]、浅野裕俊[*]、鈴木哲[**]、井出英人[*]
（[*]青山学院大学、[**]首都大学東京）

Evaluation of Brain Activity Related to Speech and Handwriting Using fNIRS

Hiroaki Suzuki[*], Asano Hirotoshi[*], Satoshi Suzuki[**], Hideto Ide[*]
([*]Aoyama Gakuin University, [**]Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

近年，日本では高齢化が進んでいる．国立社会保障・人口問題研究所によると，2050 年には 65 歳以上の人口の割合は 35.7%に達するといわれており，それに伴い発話や体動等の意図伝達が困難な要介護者（高齢者）の増加が見込まれる．家族や施設スタッフに意図を伝えるためには客観的な判断が必要であることから，現在，要介護者と介護者の円滑なコミュニケーション支援を目的として，非侵襲計測型の Brain-Computer Interface(BCI) 技術を備えた意思伝達手法の研究が盛んに行われている[1)]．

非侵襲的計測法には，機能的磁気共鳴画像（functional magnetic resonance imaging : fMRI）や近赤外分光法（near-infrared spectroscopy : NIRS）等がある．fMRI は一般的に測定環境や測定条件による制限が強く，また体動による影響が大きいと言われている．一方，NIRS は fMRI に比べて体動による制限が少なく，より自然な状態で実験が行うことができる．そのため，計測困難な運動時における脳活動を評価することができ，実用性に優れている[2)]．

そこで，本研究では NIRS を用いて発語及び筆記時の脳活動信号の特徴量から行動推定を試みた．発語と筆記は人間が行う基本的行動手段の一つであることから選定した．本研究により，脳活動信号に基づく行動推定が可能となれば，将来的には要介護者の意図検出に応用できると考えられる．実験の結果，前頭葉における酸素化ヘモグロビン濃度（OxyHb）の平均濃度変化量から発語と筆記の行動推定が可能であることがわかったので報告する．

2. 実験

2.1 実験環境

本実験は電磁シールドルームで行った．室温は 26.0±1.0℃，照度約 200lx，室内は無風である．光脳機能イメージング装置（島津製作所製 FOIRE-3000）を設置し，被験者の前頭葉を測定部位として頭部ホルダー及び測定プローブを装着した（図 1）．頭部ホルダーのサイズは縦 3 行×横 7 列とし全チャンネル数は 32ch である（図 2）．頭部ホルダー装着は国際 10-20 法に基づきプローブ番号 9 の受光側プローブ（R9）を Fpz に対応させ装着した．

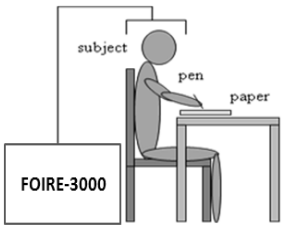


図 1. 計測システム

図 2. 測定チャンネル

2.2 実験条件

被験者は 21 歳～30 歳までの健常な成人男性 5 名とした．実験時間は起床後 6 時間以上経過している時間帯であること，及び前日の睡眠は 8 時間程度とっていることを条件とした．また，実験 2 時間前の過度な食事・喫煙・カフェインの摂取・運動を禁止事項とした．

2.2 実験方法

実験では Rest 中に「あ，い，う，え，お」を暗唱した．また，Task A では発語，Task B では筆記，Task C では発語と筆記を同時に行った．各 Rest，Task 時間とも 20[sec]，実験時間は合計 500[sec]とし，それぞれの被験者に対して 2 回の実験を行った（図 3）．被験者には室温への慣れを考慮し，入室から 20 分以上経過後に実験を開始した．被験者の状態は安静座位，開眼である．実験は被験者毎に 2 回ずつ行った．

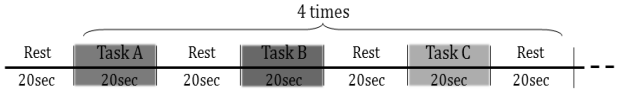


図 3. 計測スケジュール

3. 評価方法

生理指標は ΔOxyHb を用いた．測定した各チャンネルの ΔOxyHb を標準化し，Task A，Task B，Task C に分け，Task ごとに加算平均を行った後，各 Task 平均値を算出した．目的とする発語及び筆記時の行動による

ΔOxyHb の変化以外の要因を除去するために,

$$\Delta OxyHb_{\_diff} = \Delta OxyHb_{\_Soeaking} - \Delta OxyHb_{\_Both} = \Delta OxyHb_{\_Writeing} - \Delta OxyHb_{\_Both} \cdots\cdots (1)$$

と定義し, 評価指標とした.

3. 推定方法

階層型ニューラルネットワークを用いてΔOxyHb による行動推定を行った. 説明変数は各チャンネルにおけるΔOxyHb で, 目的変数は発語時を「1」, 筆記時を「0」とした. 入力パターンに対して望ましい出力がされるように誤差逆伝播法により各ニューロン間の結合係数を変更した. ニューロンの出力関数はシグモイド関数を用いた. 学習が終了した階層型ニューラルネットワークを用いて, 入力層(X_1,X_2…)に与えられた発語や筆記時のΔOxyHb から行動推定した. 1 回目の全被験者の実験データを階層型ニューラルネットワークの学習に用い, 2 回目の実験データを推定評価に用いた.

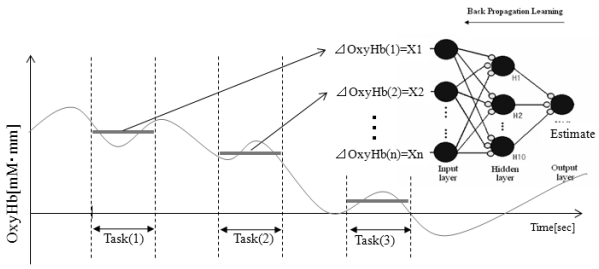


図 4. 推定モデル

また, 推定モデルの性能を評価するために推定率を以下の式のように定義してモデルの評価を行う.

$$推定率[\%] = \frac{推定正解数}{全推定回数} \times 100 \cdots\cdots (2)$$

推定正解数は教師信号に許容範囲を設け, その範囲内にある推定値の数である.

5. 実験結果及び考察

各チャンネルにおいて ΔOxyHb-$_{diff}$ における t 検定を行ったところ, 有意差が見られた(図 5). 有意差の見られたチャンネルの一例(ch14)を図 6 に示す. このことから, 前頭前野における ch14, 27, 30, 32 において「発語」と「筆記」の差異を評価できる可能性が考えられる.

そこで, ch14, 27, 30, 32 の ΔOxyHb を用いた推定の評価を行う. 図 7 に被験者別にみた許容誤差 5%における推定率の結果を示す. すべての被験者において推定率は 65%以上, 全体では 72.5%となっている. このことから本モデルにより, 発語と筆記の差異を推定できる可能性が示された.

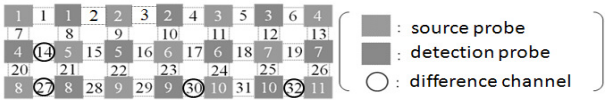


図 5. 主効果があったチャンネル

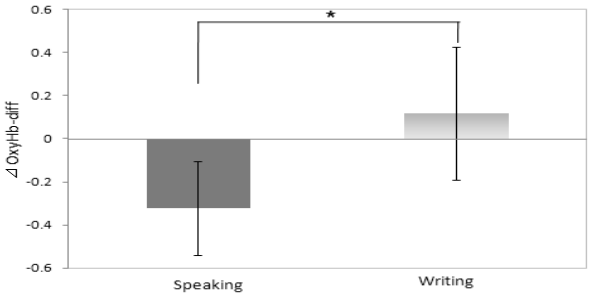


図 6. 発語及び筆記時のΔOxyHb$_{-diff}$(ch14)

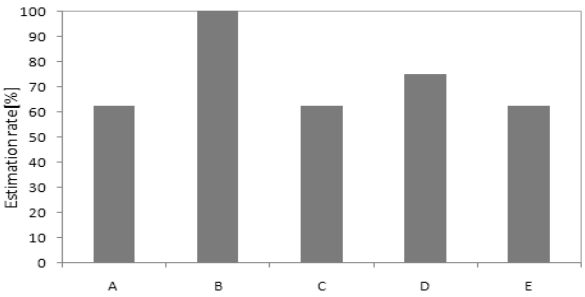


図 7. 被験者別にみた推定率(許容誤差 5%)

6. まとめ

本研究では NIRS を用いて発語及び筆記時の脳活動信号の特徴量から行動推定を試みた. 実験の結果, 発語と筆記時の行動をΔOxyHb により推定することができた.

7. 参考文献

1) 芝野功一郎, 澁谷翔吾 "BCI(Brain Computer Interface)" 第 106 回月例発表会(2009 年 5 月)

2)K . Yanagisawa ,H. Tsunashima, Y.Marumo,S.Hirose, T.Shimizu and M.Taira:"Measurement and Evaluation of Higher Brain Function Using Functional Near-Infrared Spectroscopy",Human Interface. The Transaction of Human Interface Society,Vol.11,No.2pp.183-192 (2009)

[連絡先]
鈴木宏彰
青山学院大学大学院電気電子工学コース
〒252-5258 神奈川県相模原市中央区淵野辺 5-10-1
e-mail：hiro322512@yahoo.co.jp
TEL：042-759-6419（井出研究室宛）

脳波分析による誤作業時の感性の定量化

○新開大樹*, 大堀雷太*, 永井義満*, 石津昌平*
(*青山学院大学大学院)

Quantification of the *Kansei* at the time of the false work by the electroencephalogram analysis

Daiki Shinkai *, Raita Ohori*, Yoshimitsu Nagai*, Syohei Ishizu*
(*Aoyama Gakuin University Graduate School)

1. 序論

人間が作業をする際には誤作業が問題となる. 誤作業による様々な損失や誤作業の訂正の無駄があり, 誤作業を早期に発見し未然に防ぐことが重要になる. 誤作業後の誤作業認知は, 正常作業後の正常作業認知と比較して心的状態に違いが考えられる. また、誤作業前の心的状態を定量化できれば, 正常入力前の心的状態との違いを判別し誤作業を早期に発見できる可能性がある. 心的状態の定量化の方法として, 武者らは脳波を用いて喜怒哀楽の感性状態を定量化する感性スペクトル分析を開発した[1]. 感性状態の定量化には脳波波形や波の発生・非発生だけでは情報不足である. 感性スペクトル分析では波形の種類, 時間, 相互相関係数式を用いることで感性状態を定量化している. 喜怒哀楽の 4 状態の代わりに, 誤作業時前後と正常作業時前後の心的状態を感性とすることで状態の定量化が可能と考えられる. 定量化を考える誤作業が起こる作業として, 広く一般的である点と熟練者にも誤作業(誤入力)が多い点を考慮しキーボードから PC への文字入力を対象にした. 本研究の目的はキーボードからPC への文字入力作業を対象として, 誤作業時の感性の定量化である. 本研究では感性スペクトル分析を利用し入力前の心的状態の感性マトリクスモデルと入力後の心的状態の感性マトリクスモデルを作成し, 誤入力判別モデルを構築する.

2. 感性スペクトル分析法

感性スペクトル分析法では頭皮上に 10 個の電極を配置し, 電極間の相互相関係数を図 1 の式を用いて求める. 10 ヶ所の時系列から得られる相互相関係数は 45 個で, θ 波(5～8Hz), α 波(8～13Hz), β 波(13～20Hz)について求めると, 135 個の変数が得られる. これを状態ベクトルとする. また, 喜怒哀楽の 4 状態をそれぞれ 0 と 1 で識別し, これを感性ベクトルとする. 4 行 135 列のマトリクスを用い, 状態ベクトルから感性ベクトルを導出するマトリクスを求める. これを感性マトリクスとする. これにより感性状態が定量化され, 様々な状況での心理分析に用いられている.

$$X_{i,j,k}=\frac{\sum(X_{i,K}(t)X_{j,k}(t))}{\sqrt{\sum(X^2{}_{i,k}(t))\sum(X^2{}_{j,k}(t))}}$$

ここで, $X_{i,j,k}$:相互相関係数 ,
$i, j = 1 \sim 10$:測定箇所,
$k=\theta,\alpha,\beta$:脳波の種類, t :時間である.

図 1 相互相関係数式

3. 脳波測定

3.1 測定準備

誤入力判別モデルを作成するために, 正常入力前後と誤入力前後の脳波を計測し相互相関係数を求める. また, 相互相関係数作成に必要な入力前の心的状態時間と入力後の心的状態時間を加算平均法によって定義する. 本研究では脳波計測にペーストレス電極ヘルメット(BFL-EH15)を使用した. 電極位置は, 国際 10-20 法で定められたポイント中の Fp1, Fp2, F3, F4, P3, P4, O1, O2, Pz 合計9ヶ所である. 右耳朶を基準電極とし単極誘導で測定した. 各電極の接触抵抗は実験中 20kΩ以下に保ち, フィルタは 1.6～60Hz, サンプリング周波数は 200Hz とした. 電極から送られた信号は A/D 変換し, プロセッサボックスでフィルタリングした. 測定には防音効果のある部屋を用いた.

3.2 実験手順

入力用の PC としてディスプレイ上部に表示用, 下部に入力用の二画面に分けられた PC を用意した. 入力用 PC の前に被験者を座らせ, 安静時間を取り脳波を測定開始した. 表示用部に漢字とひらがなで構成された 100 文字の文章を提示した. 入力用部に表示用部の文章をキーボードからローマ字入力させた. 1 人に対して 5 種類の文章で脳波を計測した. 被験者は健康な成人男性 9 名(21～24 歳)とした.

3.3 加算平均法による比較

得られた誤入力数は 152 個であった. 誤入力前後データと別に正常に入力しているデータの前後を正常入力として採取した. 三浦らはキーボードからの入力過程で脳波に事象関連電位を確認している[2]. この知見から誤入力後 0.3 秒程度に正常入力と異なる, 誤入力を認知する事象関連電位脳波が確認できると考えられる. 確認の為, 誤入力データ, 正常入力データを加算平均し比較した. 結果, 被験者 9 名中, 8 名に入力後 0.2 秒から 0.4 秒間に Pz 地点で脳波に違いを確認できた. この 0.2 秒から 0.4 秒間の脳波を誤入力後認知の脳波, 誤入力前 1.0 秒から誤入力後 0.2 秒間の脳波を誤入力前心的状態の脳波と定義した. この時間区間より, 9ヶ所の測定ポイントから 108 個の相互相関係数を求めた.

4. 脳波判別モデル構築

4.1 感性マトリクス作成

誤入力と正常入力のデータを出力とした感性スペクトルモデルを図 2 で示す. モデル構築にあたり, 相互相関係数を状態ベクトル, 感性ベクトルを1, 0と入力した. モデルに従い誤入力前心的状態と正常入力前心的状態のマトリクスと誤入力後認知と正常入力後認知のマトリクスの 2 種類を作成し, 108 行 108 列の連立方程式から感性マトリクスの定数値を求めた. 表 1 の a_1が誤入力前, a_2が正常入力前, a_1'が誤入力後, a_2'が正常入力後のマトリクス定数値である.

感性マトリクス　状態ベクトル　感性ベクトル

$$\begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,108} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \cdots & a_{2,108} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{108} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \end{pmatrix}$$

図 2 誤入力感性スペクトル分析モデル

表 1 誤入力感性マトリクスの定数値

	1	2	…	107	108
a_1	-1.9595	4.9017	…	-7.5581	1.8951
a_2	7.4453	-76.8792	…	12.9451	11.0375
a_1'	2.2452	14.4860	…	-2.9389	-2.6061
a_2'	1.5692	-2.3094	…	1.4934	1.3092

4.2 検証

判別精度について検証した. Z_1を誤入力前, Z_2を正常入力前の感性ベクトル値とし, $Z_1 - Z_2 > 0$ ならば誤入力前状態, $Z_1 - Z_2 < 0$ ならば正常入力前状態とした. 同様に, Z_1'を誤入力後, Z_2'を正常入力後の感性ベクトル値とし, 誤入力後認知と正常入力後認知を定義した. 1 人の被験者に文章を入力させ, 100 秒間で 10000 個のデータ(100 分の 1 秒毎に脳波を測定)を得た. このデータを用い, 入力前では 0～120,1～121…9880～10000 で, 入力後は 0～20, 1～21…9980～10000 の時間区間で誤入力判別を行う. 横軸を時間軸, 縦軸をベクトル値として誤入力前後の $Z_1 - Z_2$, $Z_1' - Z_2'$の時系列変化を求めた(図 3). 表2では, 全データの判別結果を示す.

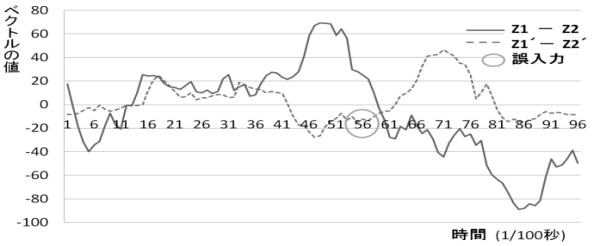


図 3 誤入力時の感性ベクトルの時系列変化

表 2 誤入力判別モデルの判別精度

	誤入前	正入前	誤入後	正入後
データ	543	4890	543	4890
判別数	480	2641	427	3032
精度	90%	54%	79%	62%

図 3 では誤入力(0.56 秒地点)前に $Z_1 - Z_2$のベクトル値が大きく, 誤入力後には $Z_1' - Z_2'$のベクトル値が大きくなり, 誤入力前後の状態を正しく判別できていることが分かる. 全データの結果では表 2 の通りで, 誤入力前で 90%, 誤入力後で 79%の誤入力を判別出来た. しかし正常入力前では 54%, 正常入力後では 62%の判別となってしまった. これは, 正常入力において入力文字の違いや, その場で考えることの差異等の影響でデータを同一として扱うことが難しいためであると考えられる.

5. 結論

本研究はキーボードから PC への文字入力作業を対象として, 誤作業時の感性の定量化を目的とした. 誤入力前後状態の定量化ために, 誤入力時の状態を感性とし, 感性マトリクス方程式を作成した。作成したマトリクスより誤入力時前後の状態を判別することができた.

6. 参考文献

1) 荒賀裕, 武者利光「脳波を用いた人間の感性の数値化・定量化」バイオサイエンスとインダストリー 59(10) , 37-38, 2001

2) 三浦駿介, 伊東由佳, 舩田眞里子, 二宮理憙「キーボード操作を用いた文字認識の事象関連電位による評価」日本行動計量学会大会発表論文 32(1), 102-103, 2005

[連絡先]
石津昌平
青山学院大学 経営システム工学科
〒229-8558 神奈川県相模原市淵野辺 5-10-1
e-mail：ishizu @ise.aoyama.ac.jp
Fax：042-759-6556（石津研究室宛）

青色パルス光の曝露による瞳孔径および覚醒水準への影響

○落合志文*，松浦良介**，妹尾敏弘**，栗山昭彦**，下村義弘*，勝浦哲夫*
（*千葉大学大学院工学研究科，**シャープ株式会社健康・環境システム事業本部要素技術開発センター）

Effects of blue pulsed light on pupil diameter and arousal level

Yukifumi Ochiai*, Ryosuke Matsuura**, Toshihiro Senoo**,
Akihiko Kuriyama**, Yoshihiro Shimomura*, Tetsuo Katsuura*
(*Graduate school of Engineering, Chiba University, **SHARP CORPORATION, ADVANCED TECHNOLOGY DEVELOPMENT CENTER, HEALTH AND ENVIRONMENT SYSTEMS GROUP)

1. はじめに

1.1 LED の普及

表示用途の光源をはじめとして発光ダイオード(LED)の技術発展が進み、今後、照明用途の光源としても更なる普及が予想される。LED の特長のひとつに応答速度が速い点が挙げられる。

1.2 青色光による非視覚的効果

日中における青色単波長光曝露によって、非視覚的経路を通して縮瞳と覚醒水準の上昇が誘発されることが報告されている [1)]。非視覚的経路における光受容器である ipRGC(内因性光感受性網膜神経節細胞)は、青色光の波長帯域にピーク感度が存在し、視細胞と比較して網膜における分布密度が低いものの、単一光子に対する活動電位が大きく、応答が数秒間持続するという特性を持つ [2)]。

1.3 研究目的

上述の LED と ipRGC の特性に着目し、青色パルス光の曝露による瞳孔径や覚醒水準への影響について、照明への応用を考慮しつつ、その有用性を検討することを目的とした。

2. 方法

2.1 被験者

十分な説明と同意の上で、被験者として色覚正常で健常な男性 7 名（平均 22±0.7 歳）が実験に参加した。

2.2 実験環境

室温 26℃、相対湿度 50%に設定した実験室で実験を行った。被験者は、鉛直に設置された円形スクリーン(直径 500mm)から水平距離 500mm の位置に頭部を固定した状態で着座した。スクリーンに向けてハロゲンランプと LED を被験者の背後に設置した。

2.3 曝露光(基準光，刺激光)

基準光の光源としてハロゲンランプ、刺激光の光源として青・白色 LED を用いた。刺激光に関しては、パルス光条件と定常光条件を設定した。パルス光条件については、矩形波かつパルス幅 100 μs の青色パルス光を用い、デューティ比(点灯時間比)が異なる計 4 条件(0.01, 0.1, 1, 10%)を設定した。なお、青色光が消灯している期間は、白色光を点灯させた。定常光条件として、0%(白色光), 100%(青色光), F10%（青・白色混合光；放射照度比 1:9)の計 3 条件を設定した。いずれの曝露光もスクリーン上の水平放射照度を 50 μW/cm^2 に設定した。

2.4 実験手順

脳波測定用の電極を装着した後、実験を開始した。実験は、基準光下で安静(6 分間)、α 波減衰テスト(6 分間)、安静(3 分間)、続いて刺激光下で安静(9 分間)、α 波減衰テスト(6 分間)と進行した。休憩の後、刺激光条件を変えてこれを繰り返した。なお、被験者 1 名あたり計 3 日間、同一時刻帯に実験を実施し、刺激光条件の実施順序についてはカウンターバランスをとった。

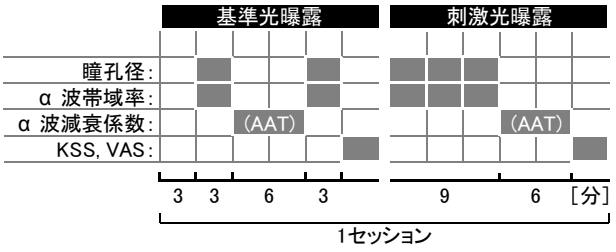


図 1. 実験プロトコルおよび測定指標

2.5 測定項目

アイマークレコーダ(EMR-8B, ナックイメージテクノロジー)を用いて瞳孔径(左眼)、生体信号集録・解析システム(MP150 システム, BIOPAC Systems)を用いて脳波（Fz, Cz, Pz）を測定した。また、主観評価項目として、眠気指標である KSS（Kwansei-gakuin Sleepiness Scale）スコア, VAS(Visual Analog Scale)による眠気, 集中力, 疲労感スコアならびに刺激光に関するちらつき, 違和感, 青み, 赤みスコアを測定した。

2.6 指標と解析

瞳孔径の測定結果から刺激光曝露による変化量、脳

波の測定結果から覚醒水準の指標としてα波帯域率（α/(α+β)），α波減衰係数(AAC)の変化量を算出した。主観評価については、刺激光に関する指標は実測値、その他の指標はその変化量を算出した。なお、被験者間で値のばらつきが大きかった場合、適宜、値の正規化を行った。

算出されたそれぞれの指標について、反復測定一元配置分散分析と多重比較検定（Holmの方法，0%条件をコントロール群とした Dunnett の方法）を行った。また、有意な主効果が認められた指標については非線形回帰分析を行った。

3. 結果と考察

3.1 刺激光に対する主観評価

ちらつきスコアに関して、刺激光条件間で有意差が認められなかったことから、刺激光の点滅が知覚されていなかったことが確認された。

違和感，青み，赤みスコアに関して、100%条件とその他条件間の一部で有意差が認められたが、100%条件を除いた各条件間では有意差は認められなかった。

3.2 瞳孔径

瞳孔径に関して、100%条件はその他条件と比較して、有意に減少(縮瞳)することが確認された（P<0.01）。

3.3 α 波帯域率

α波帯域率(Pz)に関して、刺激光曝露0～3分において、Holmの方法により100%条件と0.01，0.1，1%の各条件間で、Dunnettの方法により0%条件と100%条件間で、デューティ比が増加するほどα波帯域率が減少するという有意傾向が認められた(P<0.1)。

3.4 α 波減衰係数(AAC)，主観評価

α波減衰係数(AAC)およびKSS，眠気，集中力，疲労感スコアに関しては、有意差は認められなかった。

3.5 デューティ比と生理応答の関係

多重比較検定において有意差が認められた生理指標について、常用対数化したデューティ比(ただし 0%≒10^{-7}%)と各変化量間で曲線($y=a+bc^x$)に回帰を行った（図2，3）。その結果、瞳孔径、α波帯域率ともに、デューティ比が増加するにつれて、値が減少することが確認された。また、これらの生理応答の閾値は、デューティ比10%付近に存在する可能性が示唆された。

4. まとめ

実験結果より、曝露する青色パルス光のデューティ比が増加するにつれ縮瞳や覚醒水準上昇といった非視覚的効果が誘発され、その生理応答の閾値はデューティ比 10%付近に存在する可能性が示唆された。また、刺激光に対する青みスコアに関して 0%条件と 10%条件間で有意差が認められなかったことから、青みを知覚することなく非視覚的効果を誘発する照明が実現可能かもしれない。定量的な実験を重ね、その可能性を引き続き検討していく。

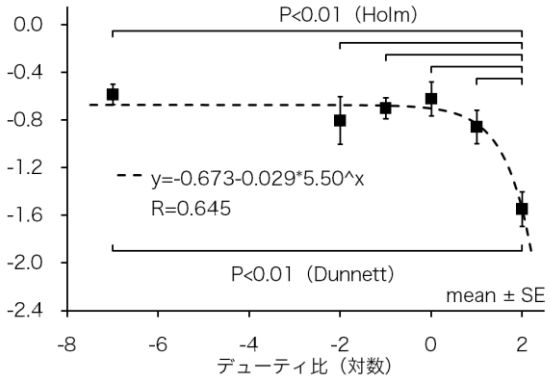


図 2. 瞳孔径 変化量[mm] 刺激光曝露 0～3 分

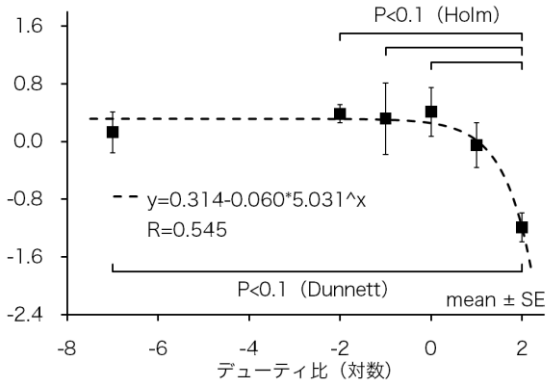


図 3. α 波帯域率（Pz） 正規化変化量
刺激光曝露 0～3 分

5. 参考文献

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

2) Michael et al.：Photon capture and signalling by melanopsin retinal ganglion cells, Nature 457, 281-287 (2009)

[連絡先]
落合志文
千葉大学大学院工学研究科デザイン科学専攻
人間生活工学研究室
〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33
e-mail：ochiai@graduate.chiba-u.jp
Tel：043-290-3084

覚醒度の変化と呼吸との関係性に関する調査研究

○菅原慶太郎*, 鈴木哲*, 松井岳巳*
（*首都大学東京大学院システムデザイン研究科）

A survey research on a relationship between the change of arousal and respiration

Keitaro Sugawara*, Satoshi Suzuki*, Takemi Matsui*
(*Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

覚醒度の低下は注意力や判断力の低下を引き起こし，結果として作業中の事故を引き起こす原因となることから，様々な研究がなされている．覚醒度は一般に脳波によって判定されるが，電極の設置の煩雑さやリードの拘束性等により，実際の作業中に脳波を取得することは極めて困難である．したがって，作業中における覚醒度の変化を捉えるためには，脳波に代わる代替的な指標の取得や，作業に影響を与えることなく指標を捉える方法の適用，さらに複数の代替的指標を併用した覚醒度判定，などの対応が現実的に重要となると考えられる．

一方，呼吸活動は随意・不随意によって制御されることから，呼吸活動に含まれる情報は本来多いと考えられる．しかし，随意・不随意制御であることからその制御構造が複雑であり，その活動も心拍などと比較して振動数が少ないため信号として抽出できる情報が限られ，結果として取扱いが難しいとされる．しかし，実際に覚醒度変化と呼吸との関係性が一部で指摘されている(1)．さらに，呼吸活動は腹部表面に大きな変位として表れることからセンシングが容易といった特徴があり，作業現場での取得も比較的容易である．したがって，呼吸と覚醒度の関係性を調査することは，今後の作業現場での応用に寄与すると考えられる．

そこで本研究では，覚醒度の変化に対して呼吸がどのような変化を示すか調査することを目的とする．

2. 方法

2.1 呼吸指標と覚醒度指標

覚醒度との関係性を検討する呼吸指標として，①Timing および Driving，②分時換気量，③吸気曲線の変曲点位置，の 3 つについて検討を行うこととした．

①Timing・Driving；呼吸に関連する研究で一般的に利用される指標である Timing と Driving（式(1)）をまずは検討することとした(2)．

$$Timing = \frac{T_i}{T_t} \quad Driving = \frac{V_i}{T_i} \qquad \cdots\cdots\cdots(1)$$

T_t[sec] ：呼吸時間　T_i[sec] ：吸気時間　V_i[V] ： 振幅

②分時換気量；先行研究によると，覚醒度低下時において呼吸数は減少するとされる．他方，覚醒度の低下に伴い，代謝も低下するとされる．また，一般に代謝が低下すると肺胞換気量の低下が引き起こされるとされることから，これらの間に一定の関係性があると考えられる．肺胞換気量や呼吸数に関連した指標として分時換気量があることから，したがって分時換気量（式(2)）を調査することとした．

$$\dot{V}_t = (V_\alpha + V_d) \times n \qquad \cdots\cdots\cdots(2)$$

$\dot{V}_t[ml/\min]$ ：分時換気量　$V_\alpha[ml]$: 肺胞換気量

$V_d[ml]$: 死腔量　n[回] : 呼吸数

③吸気曲線の変曲点位置；安静時の呼気では，吸気時に蓄積された肺・胸壁の弾性収縮力のみで肺を収縮させ，呼気が行われるとされる．したがって，吸気時の弾性収縮力(呼吸振幅)によって呼気時間が定まると考えられる．また，覚醒度低下時の呼吸数の減少に伴い呼吸時間の延長が予想される．つまり，呼気時間の低下と呼吸時間の延長から，結果的に吸気時間が相対的に増加することが推定される．一般的な指標としては Timing がこの変化を捉えるのに適当であると考えられるが，より詳細に調べるためには吸気曲線の変化を検討する必要があると考えられる．そこで，吸気曲線から得られる吸気の最大速度が現れる位置，つまり変曲点位置の変化を調査することとした．呼吸曲線を$V_i(t)$ とすると，$\max(d/dt)V_i(t)$ のとき，$t = T_{DI}$ とする．したがって，吸気曲線の変曲点はT_{DI}/T_i となる．

2.2 実験方法

被験者は右手が利き腕の健康な男子大学生 8 名(平均年齢 23.56 歳±1.24)を被験者とした．実験のタスクは自動車運転を想定し，運転中のハンドル操作を模した作業を課した．まず画面の中心を開始点とし，ハンドルに同期して動く十字のカーソルを，225Pixel 離れた位置にある照準に合わせる実験を，左右交互に連続 40 分間行った．なおハンドルの C/D 比は 3 とし，被験者には照準が現れたら可能な限り早く正確にカーソルを照準に合わせるよう教示した．作業に際して眠気をコントロー

ルするため，先行研究を参考[4]に，被験者に実験当日の午前 3 時～6 時の 3 時間の睡眠調節を行った．また，食事時間を午前 7 時とし，午前 9 時から実験を行った．脳波は国際 10-20 法に従い，F_3・F_4・C_3・C_4・P_3・P_4 の 6 点を測定し，呼吸は呼吸バンドを用いて腹部を測定した．なお，サンプリング周波数は 500Hz で記録した．

覚醒度については，先行研究を参考に α 波(8～13Hz)，θ 波(4～8Hz)，β 波(13～30Hz)を 4 秒ごとに周波数解析により算出し，覚醒度の指標となる α 波出現率を以下のように計算した．

$$\frac{P_\alpha}{\sum(P_\alpha, P_\theta, P_\beta)} = r_\alpha$$

$P_\alpha[V^2]$：α波パワースペクトル積 分値　　$P_\theta[V^2]$：θ波パワースペクトル積分値

$P_\beta[V^2]$：β波パワースペクトル積分値　　$r_\alpha[\%]$：α 波出現率

3. 結果

3.1 Timing, Driving

図 1 はある被験者の Timing と α 波出現率(P_3)の 5 分平均の推移である．Timing の増加に伴い，α 波出現率の増加，つまり覚醒度が低下する傾向が見られた．図 2 は全被験者の Timing・Driving と α 波出現率(P_3)の 5 分平均の関係である．Timing は一名の極端な被験者を除外すれば，一定の関係性が認められた(r=0.73(p<0.01))．一方，Driving は多くの被験者で，α 波出現率の増加に伴い Driving が減少する傾向が認められた．

3.2 分時換気量

分時換気量と覚醒度の変化については，結果として明確な関係性は認められなかった．しかし Driving ほど顕著ではないものの，多くの被験者で α 波出現率の増加に伴い，分時換気量の減少が認められた．

3.3 吸気曲線の変曲点位置

図 3 は全被験者の吸気曲線の変曲点位置と α 波出現率(P_3)の 5 分平均の関係を示している．一部の被験者を除いて，2 つの間に強い相関が認められた．

4. 考察

Timing が Driving より α 波出現率との相関係数が高かったのは，Timing の方が個人差が現れにくく，比較的安定していると言われているためと考えられる．

Timing では全体と反対の傾向を示した被験者が，吸気の変曲点位置では全体と同じ傾向を示した．吸気の変曲点位置は Timing と比べ，より覚醒度の変化に適切に反応すると示唆された．また，ヘーリング・ブロイエル反射から考えると，吸気の変曲点位置から吸気の抑制が開始され，(随意等の外部からの働きがない限り)，変曲点から吸気終了までの時間はほぼ一定であると予想できる．さらに吸気時間の増加が見られたことから，吸気曲線の変曲点位置は増加したと考えられる．

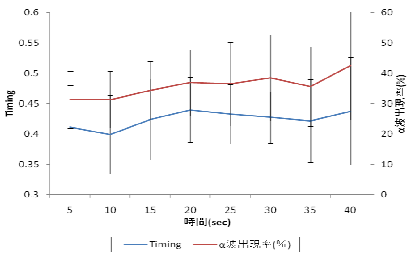


図 1　Timing と α 波出現率(P_3)の 5 分平均の推移

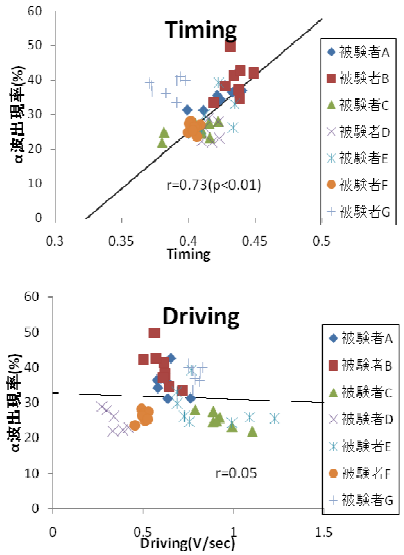


図 2　Timing(上)・Driving(下)と α 波出現率(P_3)

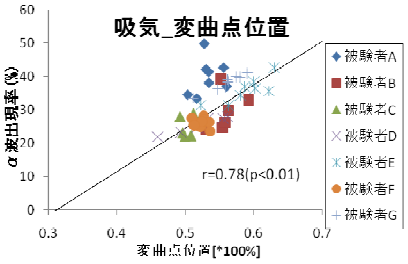


図 3　吸気曲線の変曲点位置と α 波出現率(P_3)

5. 参考文献

1) 市岡正彦：呼吸器と睡眠異常．日薬理誌，vol129，pp432-435(2007)

2)中川千鶴他：呼吸曲線の解析プログラムの検討．日本人間工学会関東支部大会講演集，vol33，pp25-26(2003)

3)瀬尾明彦他：睡眠時間が翌日終日の認知・運動機能に与える影響．IT ヘルスケア.vol3.(2).pp96-105(2008)

[連絡先]
菅原慶太郎
首都大学東京システムデザイン研究科(松井研究室)
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail：keitarou-sugawara@sd.tmu.ac.jp

子供のリハビリを支援するインタラクティブシステムの開発

第 4 報　異なる対象者へのシステムの適用

○村井秀聡*，大倉典子**

（*芝浦工業大学大学院工学研究科，**芝浦工業大学工学部）

Interactive system to assist rehabilitation of children

The fourth report: Application of system for another patient

Shuto Murai*, Michiko Ohkura**

(*Graduate School of Engineering, ** College of Engineering, Shibaura Institute of Technology)

1. 研究背景と目的

先天性の病気の中には「ダウン症」や「脳性麻痺」などがあり、それによって「歩行困難」や「麻痺」などの症状が引き起こされる。これらの症状は子供の頃から早期にリハビリをすることで、症状の回復が大きいとされている[1]。しかし、リハビリは作業的で単調なため、長期間の継続が難しい。また、家でリハビリを行う際に理学療法士がいないため、正しいリハビリを行えているかの判断ができないといった問題がある。

そこで本研究では、障碍を持つ子供に対し、以下を目的とするインタラクティブシステムを構築した。

- リハビリを楽しく行えるようにすることで、継続性を持たせる。
- 家でも正しいリハビリが行える。

これまで、ある一人の患者に対し、リハビリ支援システムの構築を行ってきた[2][3]。今回、今までとは異なる別の患者に対し、新たなリハビリ支援システムを構築した。今回は、その結果について報告する。

2. 対象者の決定とシステムの構築

2.1　システム対象者の決定

先天性の病気によって引き起こされる症状は、患者によって様々で個人差が大きい。そのため、実際に患者や理学療法士から情報を収集し、システムを患者ごとに特化させる必要がある。

これまで、脊髄髄膜瘤による後遺症で下肢の末梢に筋力低下と感覚障碍を引き起こす顕在性二分脊椎症の男児をシステム対象者としていた。今回は、同様の障碍を持つ別の男児をシステム対象者とした。

2.2　システムの検討・構築

システム対象者は、爪先に力を入れることが難しく、かかとに余計な力が入った状態で歩行しているため、爪先の筋力強化が必要である。このような患者に対するリハビリ法として、爪先側への体重移動を行うステップという動作（右足、左足、両足の計3種）がある。これまでに、このリハビリ法を取り入れたシステムの構築済みであり、新たな対象者に合わせたシステムの改良を行い、実験に用いることとした。システムの概要図を図 1 に示す。

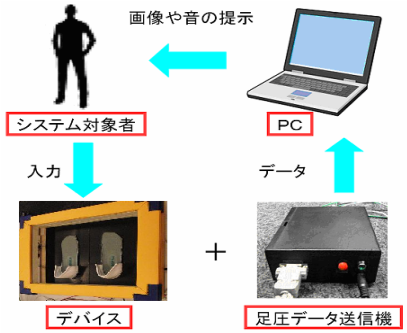


図 1. システムの概要図

2.3　デバイスの製作

今回の対象者の足に合わせ、新たにデバイスを構築した。ステップ動作用のデバイスは、既に構築済みであるが、入力に On/Off スイッチを使用していた。今回は、入力に足圧センサを利用することで足圧の大きさによる制御を可能にした。また、対象者の両足の形状が異なっていることから、左足と右足でセンサの位置を変えた。センサの配置を図2に示す。

図2. センサの配置

2.4　コンテンツの改良

コンテンツを作成するに当たり、これまで作成した複数のコンテンツを対象者に見せたところ、「ステップを行うことでモンスターを倒すことができるゲーム」が好評だったので、このゲームを改良して作成した。画面上、ゲーム中に爪先に力を入れることができている箇所のセンサ

は赤色で表示した。ゲーム画面の一例を図3に示す。

今回も、システム実行時の対象者の体調を考慮し、ゲーム実行前にシステム対象者の最大足圧を測定し、その値を元にセンサの閾値を設定し、ゲームの難易度に反映させた。

図3. ゲーム画面の一例

3. 評価実験

3.1 評価指標

システムを使用することによるリハビリの効果の評価方法として、ゲーム実行中に取得する足圧(爪先に力を入れているときの力のかかり具合)を用いる。

また、システムの継続性を評価するためにログを取得すると共に、簡単なアンケートをシステム対象者とその保護者の両方に行う。

3.2 実験方法

当初、システム対象者に、約一ヵ月半の間、システムを使用してもらう予定だった。しかし、システム使用中に、対象者の事情で使用できない期間があったため、約3ヶ月間に延長し、システムを使用してもらった。

3.3 実験結果・考察

継続性の結果として、リハビリの運動量としては不十分であるが、一部の期間を除いて約3ヶ月間継続してリハビリを行ってもらうことができた。アンケートの結果として、「楽しんで行うことができた。」や「明日からもゲームを続けられる。」という意見からも、システムに継続性があったと考えられる。これはシステム対象者が異なる場合でも、コンテンツを対象者にとって魅力的なものにすることで、同様に継続性を持たせることが出来たことを示す。

図4にシステム対象者の右足の最大足圧値の割合を示す。横軸はシステム実行日、縦軸は割合を示し、パラメータは図2のセンサ①～③、⑦の合計、④をそれぞれ前足部、後足部として分けた。図4から、若干だが、前足部の爪先の足圧に上昇が見られる。つまり、爪先の筋力強化を図ることができたと考えられる。しかし、対象者が姿勢を崩してゲームを行っていた場合のあることが分かり、今後は対象者の姿勢を計測できるようなシステムの改良を行う必要がある。

また、システム開始当初は保護者の手助けがなくてはゲームを行うことができなかったが、途中から、対象者自身で準備し、ゲームを行うことができるようになった。対象者は知的な障碍があるにもかかわらず、自身の力だけで準備が出来るようになったことは、非常に興味深く、システムの意義を新たに考えさせられる結果となった。

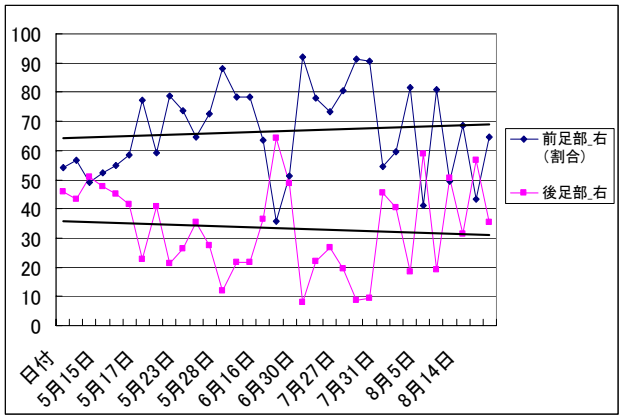


図4. 右足の最大足圧値の割合

4. まとめ

著者らは、前システムの対象者とは別の対象者に対し、ステップ運動を取り入れたリハビリ支援システムを構築するため、入力に足圧センサを用いたステップ動作用デバイスを製作し、またコンテンツの改良を行った。結果として、システムの継続性、リハビリの効果だけでなく、対象者の生活習慣をも変化させる結果を得た。

今後は、今回得た知見を元に研究を継続する予定である。

5. 謝辞

今回、ご協力いただいた昭和大学藤が丘リハビリテーション病院の水間先生、関屋先生、網本様、また被験者をお引き受けいただいた方とご家族の方々に、深く感謝いたします。

6. 参考文献

[1] 佐竹孝之, “小児科領域における早期リハビリテーションの重要性と諸問題”, 日本理学療法士協会機関紙, 分冊 4, no2, pp.18-22, 1978

[2] 村井秀聡　他, “子供のリハビリを支援するインタラクティブシステムの開発”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.109, no28, pp.205-208, 2009

[3] 村井秀聡　他, “子供のリハビリを支援するインタラクティブシステムの開発(第3報)－座位によるリハビリ支援システムの構築－”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.109, no.358, pp.47-50, 2010

[連絡先]
村井秀聡
芝浦工業大学大学院工学研究科
〒135-8548　東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：m109087@shibaura-it.ac.jp
Fax：03-5859-8508（大倉研究室宛）

米国 FDA における医療機器回収データの分析

○福田由海[*]，石田啓継[**]，鍋田啓太[**]，木村昌臣[**]，大倉典子[**]，土屋文人[***]
（*芝浦工業大学，**芝浦工業大学院，***国際医療福祉大学）

Analysis on medical device recall data submitted to FDA

Yumi Fukuda[*], Hirotsugu Ishida[**], Keita Nabeta[**], Masaomi Kimura[*], Michiko Ohkura[*], Fumito Tsuchiya[***]
(*Shibaura Institute of technology, **Graduate School of technology, Shibaura Institute of technology, Information, ***International University of Health and Welfare)

1. はじめに

近年，医療品や医薬機器等の回収が少なからず発生しており，日本における 2009 年度の回収件数は 1223 件にも上る．危険度の高い回収報告は重視すべきであるため，その危険度によって回収事例を3つに分類する「クラス分類」が厚生労働省の通知により定められた．[1)] クラスⅠは死に至る程重篤なものであり，クラスⅡは治癒可能なもの，クラスⅢは健康被害の恐れはないものと定義された．しかしながら，健康被害の恐れがない事例をクラスⅡに分類する等，分類が正しくなされていない事例が多いという問題点があり，先行研究 [2)]では，既に報告されている事例を解析することにより，製品納入から使用までの時系列的な観点が，クラス分類が正しく行われるために必要な軸であるとして新たに提案された．

一方，このような回収事例データは日本国外でも収集されており，これを同様に解析することにより国内の回収事例データとしてのあるべき姿について知見が得られることが期待できる．そこで，本研究では日本同様のクラス分類を持つ米国 FDA(Food and Drug Administration) [3)]の医療機器回収データを分析し日米でのクラス分類の傾向の違いを明確化して，その結果を基に両国の回収報告の仕方に対し，改善案を提案することを目的とする．

2. 方法

本研究では，米国 FDA の HP で公開されている医療機器回収事例データを対象とする．日米でそれぞれ収集されている回収事例に含まれる項目を図 1 に示す．

日本	製造販売業者等名称，回収理由，危惧される具体的な健康被害 効能・効果又は用途等，その他
米国	回収番号，製品名，クラス番号，日付，製造販売者名，回収理由

図 1. 日米における回収事例項目

取得した回収事例内の回収理由(Reason for Recall)欄内の記述に対しテキストマイニング手法のひとつである単語間リンク法 [4)]を適用し，各クラスの記述にそれぞれどのような傾向があるか分析する．単語間リンク法 [4)]は，係り受け関係を利用し多量の文章から文の要旨を抽出する方法であり，既存研究では日本語の文章に適用されることが多かったが，本研究ではこれを英文に適用する．英文の係り受け関係の抽出には，The Stanford Parser[5)]を用い，抽出した係り受け関係をグラフ構造として可視化する．この分析結果と結果の考察を適宜繰り返し，クラス分類に対する有益な情報を得る．

3. 分析内容

3. 1. 医療機器回収事例データの取得

2008 年 1 月から 2010 年 6 月 7 日までのデータを取得した．クラスⅠは 449 件，Ⅱは 4630 件，Ⅲは 386 件の計 5455 件を取得した．また，類似製品であるために全く同じ回収理由である事例も存在する．本研究では，理由文にどのような記述パターンが存在するかが重要であるため，そういった重複を取り除いたデータを用いる．使用したデータはクラスⅠが 84 件，クラスⅡが 1572 件，クラスⅢは 211 件の計 1867 件である．

3. 2 回収理由文の分析

まず取得件数が最も多く日本において誤分類があったクラスⅡの解析を行った．これらの回収事例がどのような特徴をもつのかを調べるため，係り受け関係を利用し主語と目的語になり得る単語を抽出した．

表 1 をみると，product や device といった製品を表す単語が上位に表れ，健康被害が及ぶ対象となる patient

表 1. 主語と目的語の出現頻度

主語	
単語	度数
product	103
device	91
which	86
it	58
This	48
firm	43
user	41
error	37
patient	37
Healthcare	35
recall	32
system	32

目的語	
単語	度数
device	39
potential	38
results	33
safety	25
reports	23
recall	23
sterility	22
product	22
issue	20
system	18
failure	16
patient	16

や user といった人を表す単語も出現していることがわかる．更に，製品と人に関する記述をより詳細に分析するためにこれらの単語が出現している文書に対し単語間リンク法を適用した結果の一部を以下に示す．

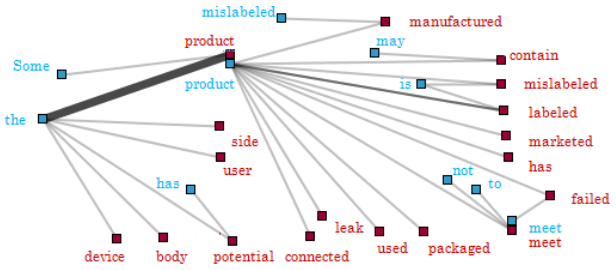


図 1. product が主語となる場合(頻度 3 以上)の一部

図 1 からは「製品から漏れる」「製品に誤ったラベルを付ける」等の内容が読み取れ，製品の不具合に関する記述がされていることが判明した．同様に user が主語である文章群に対しても頻度 4 以上のグラフから「バッテリーキャップ」「キャップが痛んだ」という内容が読み取れ，これもまた製品の不具合についての記述がされていた．しかし，両者共に係り受け関係の出現頻度は低かった．

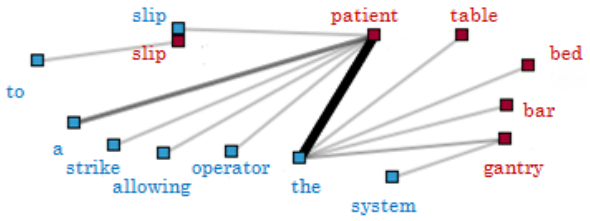


図 2. patient が目的語である場合(2 度以上)の一部

図 2 からは「患者に起きる」「患者を滑らせる」「患者に打ちつける」といった内容が読み取れる．このことから，健康被害に繋がる事項が記述されていることが判明した．また係り受け関係の出現頻度は，主語の結果と同様に低かった．

3. 3. クラス分類の問題点と使用の可能性について

先行研究では，回収事例が正しく分類されていないという問題があった．本研究においても，クラスⅡの解析中に，”death"や”serious injury”等の語句を含む文を調べたところクラスⅠに分類されるべき回収理由文が存在することがわかった．これらの回収事例は誤分類である可能性があり，かつ serious であるとする場合，どの程度までがクラスⅠに含められるべきかが曖昧なことにその一因があると考えることができる．

また，日本の回収事例データでは，使用の可能性の有無に関する記述が多数みられたが，FDA の回収事例データに使用の可能性の有無に関する記述はほとんど見られず，実際の使用の有無という観点で use という動詞が使われている文は“never used”という表現をとる1文のみであった．

4. 考察

単語間リンク法の結果から，医療機器そのものや使用対象となる患者についての情報を除き，特定の係り受けが多く出てくることはないことがわかった．これは記述に特定の言い回しが存在しないことを表すため，文の構造からの情報取得が困難であることを示唆している．

また，回収対象製品の使用の可能性の有無についての記述がほとんどないことから，もっぱら使用した時に何が起こるかのみを記述していると考えられる．製品を使った場合に健康被害の程度が大きい場合，使用の可能性がある場合とない場合で患者に対する影響は大きいため，使用の可能性についての情報自体も重要な安全に関する情報であるにも関わらず，FDA の回収事例データからはそのような情報はほとんど得ることができない．収集されるべき回収事例データの項目として使用の可能性の有無を含めるべきであると考えられる．

5. まとめ

本稿では，日本の回収データとは異なり FDA の回収データに定型的な記述パターンはみられず，文の構造をもとに情報を抽出できない記述のされかたになっているため，人間が目視で確認する事は可能だがクラス分類との整合性を示す情報を機械的に抽出することは困難であることを示した．また，使用の可能性有無に関する記述がないため，使用の対象となる医療従事者および患者に対する安全性についての情報が充分考慮された回収事例データとなっていないと考えることもできる．回収データの有用性を向上させるためにも，回収報告の項目について見直す必要があると考える．

6. 参考文献

1)医薬品医療機器総合機構:http://www.pmda.go.jp/
2)米重宏美,木村昌臣他:医薬品医療機器等の回収に関するクラス分類の提案,電子情報通信学会技術研究報 SSS 安全性 109(177),pp.17-20(2009)
3)FDA :http://www.fda.gov/default.htm/ (2010)
4)木村昌臣他:医薬品使用の安全性に関するアンケートの解析,人間工学会,Vol41,No5,pp.296-305(2005)
5)The Stanford NLP Group :http://nlp.stanford.edu/
Download Stanford Parser version 1.6.3(2010)

[連絡先]
福田由海
芝浦工業大学工学部情報工学科
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：l07109@shibaura-it.ac.jp
Fax：03-5859-8507（データ工学研究室宛）

アンプルを対象とした外観類似性評価方法の検討(第 3 報)

アンプルの外観類似要因調査実験

○田添純*，渡辺邦浩*，泉谷聡*，鍋田啓太*，大槻宜孝*，木村昌臣*，大倉典子*，高池敏男**，土屋文人***

(*芝浦工業大学，**アストラゼネカ株式会社，　***国際医療福祉大学)

Proposal of search for ampules having similar appearance,

Experiment on externals similar factor investigation of ampoule

Jun Tazoe*, Kunihiro Watanab*, Akira Izumiya*, Keita Nabeta*, Yoshitaka Otsuki*, Masaomi Kimura*,

Michiko Ohkura*, Toshio Takaike**, Fumito Tsuchiya***

(* Shibaura Institute of Technology, ** AstraZeneca K.K, *** International University of Health and Welfare)

1. 背景と目的

近年、薬剤の外観類似や名称類似に起因した取り違え等のエラー事例が数多く報告され、薬剤の表示への注目が高まっている 1)。医薬品の名称類似に対しては、名称の類似した医薬品を新たに認可しないように対策が行われているが、外観類似に対しては同様の対策はほとんど存在しない。そこで、外観類似の評価方法の検討が開始された。本研究では、外観類似の事例が数多く報告されているアンプル(注射薬容器の一種　図 1.a)を対象として評価方法を検討していく。

アンプルは、ガラスの容器にラベルが巻かれたものである(図 1)。第 2 報 2) までは、ラベルのみを対象として、外観の類似した医薬品の検索手法を提案し、ラベル画像間の類似性を定量化するシステムを開発した。しかし、システムが算出した結果は人の類似性評価と必ずしも一致しなかった。さらに、医療現場ではラベルだけを見ているわけではないので、アンプル全体で外観類似性の評価をすることが必要だと考えられる。

そこで、アンプル全体を対象にして、人の類似性評価に近い結果を得られるように、外観類似性の評価方法の改善を行うことにした。本報では、そのために実施した調査実験の結果を報告する。

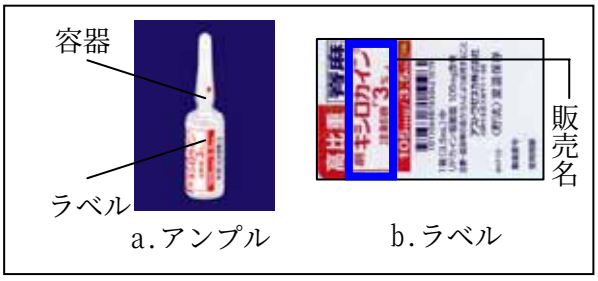


図 1 アンプル

2. アンプルの外観類似要因調査実験

2.1 実験概要

ラベルのみでの類似性評価とアンプル全体での類似性評価の違いを調べるため、第 2 報で使用したラベルからアンプル画像を作成し、それを用いて外観類似性の評価実験を行った。評価には、アンケートを用いた。

2.2 実験方法

第 2 報で使用したラベルから、実際の大きさや色を反映させたアンプルの 3D モデルを作成し(図 3)、販売名が正面になるようにアンプル画像を提示した。画像の提示方法はパワーポイントを用いたスライド形式で、第 2 報と同様にアンプルの画像を 2 つ 1 組とし、2 組を同時に提示した(図 2)。提示時間は 4 秒とし、提示後、どちらの組合せの方が似ていたかの 7 段階評価とその評価の理由を口頭で答えてもらった。

使用スライドは、第 2 報と同じ組合せから 11 枚(表 1)、提示順序は被験者ごとにランダムとした。

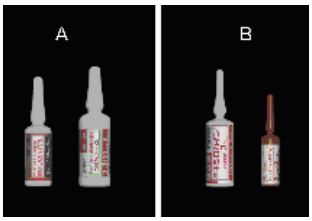


図 2 スライド例

3. 実験結果･考察

3.1 類似度の解析

学生 15 名に対して実験を行った。

実験から得られたアンケートの結果を、第 2 報の結果と比較するため、A の方が似ている、B の方が似ている、どちらとも言えないという 3 段階に変更した(図 4)。

今回スライドの提示に不備があり、10 人分のスライドで本来スライド 4 を見せるところで誤ってスライドの 3 を提示してしまった。そのためスライド 3 の結果のうち、一度目に提示したものを 3a、2 度目に提示したものを 3b として評価を行った。

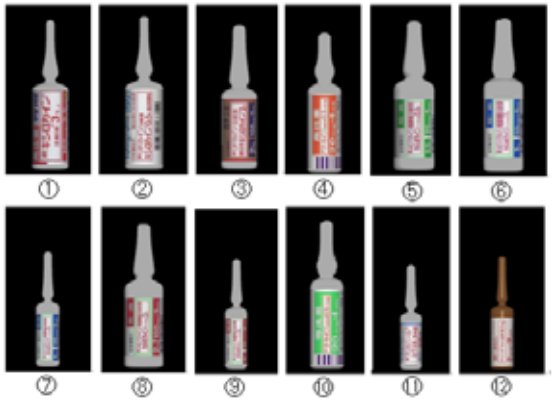


図 3 対象のアンプル

表 1 使用した組合せ

スライド番号	組合せ A	組合せ B	スライド番号	組合せ A	組合せ B
1	②と⑥	⑦と⑪	7	②と⑦	⑦と⑧
2	②と⑥	⑤と⑩	8	④と⑨	③と⑥
3	①と⑧	⑨と⑫	9	④と⑫	⑥と⑧
4	⑨と⑪	④と⑩	10	⑨と⑫	④と⑤
5	④と⑦	⑤と⑪	11	②と⑩	⑤と⑥
6	③と⑧	①と⑫			

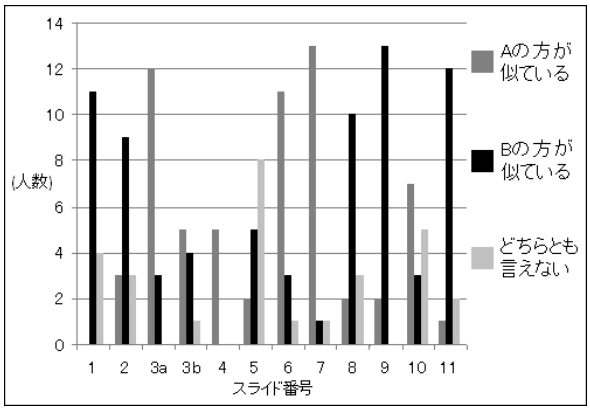


図 4 アンケート結果

実験結果から、アンプル全体での類似性評価について、以下のことがわかった。

- ラベルのみの類似性評価とは、一部異なる結果があった。
- 同じ傾向だった場合でも、評価理由が容器の特徴である場合があった。
- ラベルの色以外が類似の組合せより、ラベルの色が似ている組合せの方が、類似性が高かった。
- 容器の小さいアンプルの組の方が、容器の大きいアンプルの組より、類似性が高く判断された。
- 提示順序によって評価が大きく変わった。

これらのことから、以下のことが推測される。

- ラベルのみではなく、容器の特徴も、アンプルの外観類似の評価にとって重要な要因である。
- ラベルの色は他の要因よりも強い影響力を持っている。
- 提示順序によって評価が大きく異なることから、同じ画像を複数回見せ平均をとるなど工夫が必要である。

また、今回提示した画像は実物よりも大きかったため、実物を提示した場合とは結果が異なる可能性がある。そのため、今後は実物と同じ大きさに見えるようにアンプル画像を提示する必要がある。

3.2 評価理由の解析

口頭で聞いた評価の理由をまとめ、どの部分を見比べているのか傾向を調べた。容器では、色、大きさ、形状、ラベルでは色や構造があげられた。

容器の色が異なる組が含まれたスライドの場合、容器の色の違いから評価されていた。また、すべてのスライドにおいて、ラベルに書かれている文字についての意見はほとんどなかった。このことから、容器の色がアンプルの外観類似性に強く影響していると考えられ、ラベルに書かれた文字の内容ついては影響が少ないことがわかった。しかし、今回の実験の対象は学生であり、アンプルを扱う場面はほとんどなく、医療従事者との着眼点も異なる可能性から、傾向が異なると推測される。そのため、今後は医療従事者を対象として実験を行い、確認する必要がある。

4. まとめ

アンプルの 3D モデルを作成し、それを用いた画像で類似性評価を行い、ラベルのみの結果と比較した。今後は薬剤師を対象にアンプル全体での外観類似性の要因を明らかにする実験を行い、その結果をもとにアンプルの類似性を定量化する評価方法の改善を行う。

参考文献

1) 土屋文人:「医療事故防止と医療品包装・表示のあり方」, PHARM TECH JAPAN, vol.19, NO.11, 27-37, 2003
2) 古城晃他:アンプルを対象とした外観類似医薬品検索手法の提案(第 2 報), 電子情報通信学会 2009 年総合大会, A-18-7, 2009

[連絡先]
田添純
芝浦工業大学　工学部　情報工学科
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：l07081@sic.shibaura-it.ac.jp
Fax：03-5859-8501（情報システム工学研究室宛）

医療従事者に対する卒前教育における安全教育に関する検討

○村上 玄樹[*], 菅田 智子[**], 斉藤 葉子[**], 鹿嶋 小緒里[*], 烏帽子田 彰[*]
(*広島大学 大学院医歯薬学総合研究科 公衆衛生学講座, **広島大学病院 医療安全管理部)

The Safety Education during the Pre-Graduate Education for the Students of Medical School

Genki Murakami[*], Tomoko Sugata[**], Yoko Saito[**], Saori Kashima[*], Akira Eboshida[*]
(*Department of Public Health & Health Policy, Graduate School of Biomedical Sciences, Hiroshima University
**Division of Patient Safety, Hiroshima University Hospital)

1. 背景・目的

1.1 社会的背景

1999年の横浜市立大学附属病院での患者取り違い事故以降、医療現場における安全が社会的な注目を得るようになって来た。しかし、その後の10年以上経つ今日にしてなお、医療界において安全(管理)教育の充実はなされていない。現在は、一部の医療系大学において医療安全学の講義がなされているが、まだ稀な事例である。

1.2 医学部での教育制度の変革

医学部では卒後臨床研修の義務化が始まり、また医療現場でのより長期間の実習を行なうために、5年次より病院実習を行なうこととなった。そのため、実際の医療現場に出る前での医療安全教育が必要となっている。

1.3 目的

本研究では、実際の医療現場に赴く前の医学科 4 年生を対象に、社会医学実習のプログラムの1部として実施された、医療安全学の講義の効果を、授業アンケートを元に行動変容のステージの変遷をもとに確認し、医学部における医療安全教育のプログラムのデザインを検討する。

2. 方法

2.1 対象

本研究は、広島大学医学部医学科 4 年生を対象として行なっている、社会医学系の実習において医療安全学のコースを選択受講した 9 名を対象とした。

2.2 講義のスケジュール

医学科 4 年生は基礎・臨床医学分野においては習得済みであるが、実際の医療現場には出ていない。そこで、健康信念モデルの 1 つである、プロチャスカのステージングモデル[1)]を考慮し、本研究における医療安全に対する行動ステージングの各段階は、以下の通り定義した。

無関心期:医療安全について興味を持っていない
関心期:医療安全には興味が有るが他人事と認識
準備期:医療安全は自分にも関わるが何をすればよいか不明
行動期:実際に医療安全の行動をとり始める、
維持期:既に医療安全の行動をとり続けている

上記の定義に基づき、医療安全の教材 [2)]を参考に、以下のようなスケジュールを計画し、実行した。その際、講義の進捗度・理解度を測るために1回目講義開始前および、各講義終了後にアンケートを行なった。

1週目:安全工学概論および問題発見・解決法(KJ法、特性要因図法、FMEAなど)
2週目:文献検索法
3週目:安全対策(身近な事例で見るフールプルーフとフェイルセーフ)
4週目:医療界以外での重大事故/大学病院での医療安全部の取組
5週目:課題テーマ(横浜市立大学患者取違事故)の調査
6 週目:課題テーマ(同上)の検討・考察

2.3 仮説モデル

上記プログラムにおける、医療安全に対する行動変容モデルを仮説(Fig.1参照)として構築した。

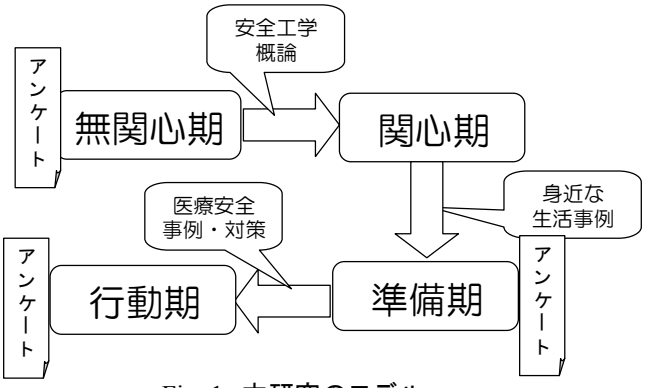


Fig. 1 本研究のモデル

講義前では、学生は無関心期もしくは関心期にあると仮定し、一般的な安全工学の概論により安全対策を

把握した上で、実際に身近な生活においても実施されていることを調査することで、安全工学や安全対策が自分にもかかわりのあることと認識させ、準備期へと移行させる。さらに、具体的な医療現場での事故や実際に大学病院で行なわれている事例を知ることで、行動期へとつなげることを目標とした。本研究の対象講義では、実際の医療現場に出る段階までは含まれていないため、行動期を最終目標とした。解析対象としたアンケートは、初日の講義開始前（ベースライン）、医療関連の内容開始前、全講義終了時の段階である。

3. 結果

9 名の学生全員が欠席もなく対象である3回のアンケートへの回答を行なった。しかし、いくつかの質問において無回答であった物が居り、その場合は当該項目においてのみ、解析に使用しなかった。

3.1 ベースラインでの結果

「ミスが自分と無関係である」との質問について、8名が「全く思わない」、1 名が「思わない」と回答していた。さらに、***「自分は医療ミスを起こさないように対応できる」***については、「全くは思わない」4名、「思わない」2名、「あまり思わない」、「やや思う」、「思う」各1名であった。また、実際に***「医療ミスについて対策を考えている」***では「全く当てはまらない」2名、「当てはまらない」6名、「当てはまる」1名で、***「医療に限らずミスを防ぐ為の対策を実行している」***では、「当てはまらない」4名、「あまり当てはまらない」2名、「やや当てはまる」2名、「当てはまる」1名であった。

3.2 医療関連の内容開始前での結果

基本的な安全工学、安全対策の講義が終了した際の、アンケートの結果を1回目と比較すると、以下のような結果であった。***「ミスが自分と無関係である」***との質問については変化がなく、***「自分は医療ミスを起こさないように対応できる」***については、1回目に「全く思わない」、「やや思う」と回答した4名と1名は変化がなく、「思わない」と回答した2名は「あまり思わない」、「やや思う」に、1回目に「思う」と回答した1名は「あまり思わない」に変遷していた。また、***「医療ミスについて対策を考えている」***では1回目に「全く思わない」、「思う」と回答した者は変化がなかったが、「思わない」と回答した3名は「あまりおもわない」、「やや思う」、「思う」へと変化した。さらに***「医療に限らずミスを防ぐ為の対策を実行している」***では「やや思う」、「思う」と回答した者には変化がなかったが、「思わない」と回答した4名は「全く思わない」、「思わない」、「あまり思わない」、「やや思う」に分かれ、1回目に「あまり思わない」と回答した2名は「やや思う」へと変化した。

3.3 全講義終了時での結果

医療現場での対策を含めた、全講義が終わった時点でのアンケートの結果は以下の通りであった。***「ミスが自分と無関係である」***では、3回目に5名が「全く思わない」と回答し、そのうち一貫して「全く思わない」と回答していたのは3名であった。***「自分は医療ミスを起こさないように対応できる」***では、1・2回目では「やや思う」「思う」との回答が見られたが、最後は「全く思わない」、「思わない」、「あまり思わない」の回答だけになった。

4. 考察

4.1 講義におけるステージングの変遷

ベースライン調査の結果から、医療安全について全く興味がないという「無関心期」や自分自身の問題として考えていない「関心期」の学生は居なかった。これは現状の医療安全に対する社会の意識の高さを実感したものであると考えられる。一方、講義を進めるうちに、安全対策の実際や安全工学など今まで未知であった内容を把握することで、自己認識が厳しくなり自己評価が低くなった。しかしさらに講義を受け医療安全対策の実際などを知ることで、理解が進み自己評価も再度向上し、落ち着いたものと考えられる。

4.2 本研究の限界および今後の展望

本研究の対象者は、実習内容として医療安全を選択した者であり、そもそも医療安全に対する意識が高い傾向にあると考えられる。そのため、ベースラインでの結果においても無関心期であるものは少なく、関心期であるものが多く準備期への移行が容易であったのではないかと考える。さらに、今後は広く全学を対象とした講義での実践結果を確認する必要があると考える。また、カリキュラムの中身については、安全学の専門家や他分野での知見を参考に検討する必要がある。

5. 参考文献

1) Prochaska, J. O. et al. Changing for Good: A Revolutionary Six-Stage Program for Overcoming Bad Habits and Moving Your Life Positively Forward, Harper Paperbacks, 1995
2) 日本医学教育学会 他監修, 医療安全学, 篠原出版社, 2010

[連絡先]
村上玄樹
広島大学 大学院医歯薬学総合研究科
公衆衛生学講座
〒734-8551
広島市南区霞１－２－３　基礎・社会医学棟７階
電話：082-257-5167　Fax：082-257-5169

遊具からの落下事故で生じる衝撃の評価に関する研究

転落時の傷害発生危険性の評価方法の簡素化

○加藤麻樹[*]，下平佳江[*]，佐藤　健[**]，飯田正巳[***]

（*長野県短期大学，**実践女子大学，***日本体育産業）

A study on Evaluation of the impact in falling accidents from playground equipment

Simplification of evaluation method of injury risk in the falling accident

Macky KATO[*], Yoshie SHIMODAIRA[*], Takeshi SATO[**], Masami IIDA[***]

(*Nagano Prefectural College, **Jissen Women's University, Nihon Taiiku Sangyo)

1. はじめに

幼児や児童(1～14 歳)の死亡事故原因として最も多く挙げられるのは不慮の事故とされている．事故の原因はさまざまであるが、これまで発生した事故事例から、その行動特性が大人とは異なることが原因の一つとなっていることが多いとされている．従って子どもの行動特性を考慮した遊具等の設計が必要とされている．

事故を未然に防止するために，事故が発生した遊具についてはすべて撤去する方法は，児童の身体能力の成長に求められる負荷を減らすため，安全措置としては有効であるが，その弊害も大きい．そこで，遊具自体は存続しつつ，その構造を安全にすることが望ましい．

公園遊具で生じる事故にはいくつものケースがあるが，発生頻度の高いものとして転落事故があげられる．例えば滑り台や複合遊具などからの転落で頭部に衝撃が加わり，致命的な事故につながることがあるため，転落事故の防止策の必要性は極めて高い．事故防止策としては転落そのものの防止と，転落時の衝撃の減衰が検討されるが，本研究では後者を研究対象としている．

2. 目　的

転落事故のうち，特に頭部からの転落は致命的傷害をもたらすことから，床面の材質や厚さを安全な状態にすることが求められる。床面の素材の安全評価に関する規格として ASTM F1292-04 がある。F1292-04 では頭部への衝撃を，転落時の G-max と HIC(Head Injury Criteria)を用いて評価しており， 200G または 1000deg を超えると，重大な傷害が発生するとしている 2)。我が国の安全評価も ASTM に準じているが，衝撃の評価に必要となる機材，手順等が煩雑であるため，広範囲で簡素に評価することが困難である。

本研究では ASTM で示された評価方法を用いて遊具からの転落時の衝撃測定を行うとともに，より簡略な手順と器材を用いた評価方法による転落時の衝撃測定を行って両者を比較検討することで，自治体内の公園の実地調査など，広範囲で安全性評価を実施することが必要な場合に，短期間で簡素に実施することができる評価方法を提案することを目的としている。

3. 落下衝撃測定

3.1 ASTM F1292-04

専用のゴム落下面を用いてキャリブレーションをとった後，落下地点をタンパーによって押し固め，落下衝撃測定装置を用いて，3 回落下時の衝撃を測定した後，2 回目と 3 回目に測定された HIC および Gmax を評価指標とする．図 2 に測定手順を示す．

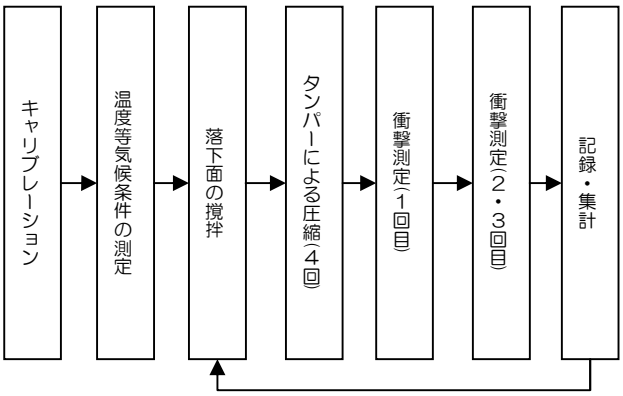


図 1 ASTM F1292-04 の測定手順

3.2 JPFA 方式

図 1 に示した測定方法は，専用の機材と複数回にわたる落下試行を行なうことから，測定の信頼性を高める点で標準化された評価指標として用いられることに問題はない．しかし広範囲にわたる公園等の調査において連続して測定をするには不適であることから，簡素化された方式として図 2 に示す方法について検討する．

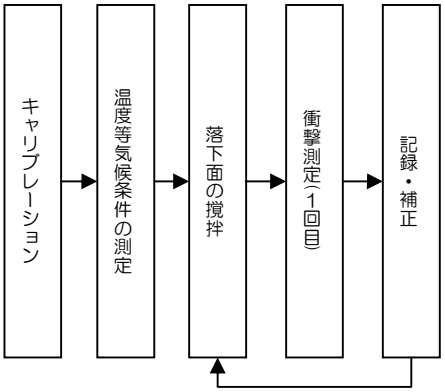


図 2 JPFA の測定手順

図 2 の手順では 1 地点での評価を一度の落下によって評価するため，踏み固めの影響が考慮されていないが，簡略化された手順であることから，繰返し行なわれる評価には有効である．測定値としてHIC 及びGmax がASTM の結果よりも低くなる傾向があることは予想されるため，本研究では ASTM による評価と比較した場合の妥当性を保つための方法として，同条件による測定値と用いた補正式の提案を行う．

4. 方　法

本研究では，転落事故の危険が想定される遊具の一つとしてジャングルジムをとりあげ，転落高さを 4 段階に分ける．さらに床面の材質として砂を用い，転落地点の床面を，そのままの状態で用いる場合と，砂を厚く敷く場合の 2 通り用意する．その上で，上述したASTM 方式と JPFA 方式による転落時の衝撃強さを示すデータとして比較し，その差異の補正式を検討する．

5. 結果及び考察

図 3 に床面に砂のクッション材を用いなかった場合の測定結果を，図 4 に 14cm の砂のクッション材を敷き詰めた場合の測定結果を示す．

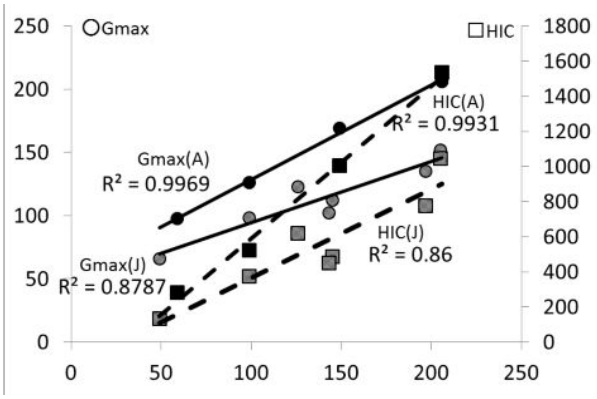


図 3 砂地床面における衝撃測定値

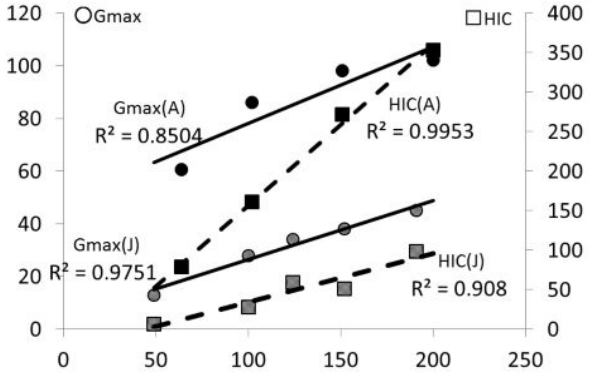


図 4 砂クッション材における衝撃測定値

図で示したとおり ASTM による測定値と JPFA による測定値では結果が異なっている．ASTM はタンパーと 1 回目の落下による踏み固めの効果により衝撃が高い値を示す結果を示したといえる．そこで図 5 にクッション材を用いて測定した際の，ASTM で破棄される一回目の測定結果との関連性を示す。図 5 からは，1 回目の測定結果が示す直線の傾きはは図 3 で示す直線の傾きと近似している．

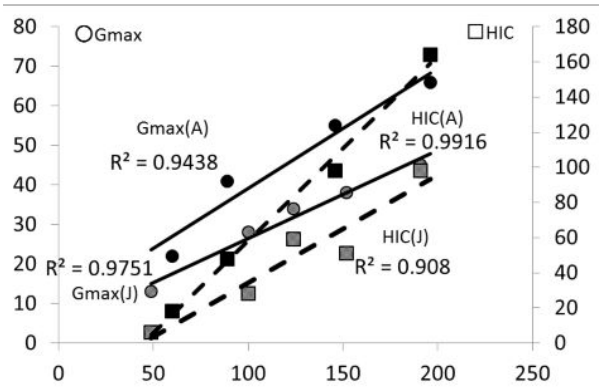


図 5 砂クッション材を用いた際の，ASTM1 回目の測定値と JPFA 測定値との関連性

図 3 の測定結果より求めた ASTM の回帰式は，Gmax=0.75h+53.5 ，HIC=8.69h+278.1 ，JPFA では Gmax=0.48h+46.2，HIC=5.04h-139.2 となった。いずれも相関は高いため，両式の差異について結果を補正することで，ASTM 方式を用いて測定した場合の推定値を得ることができると考えられる．例えば図 3 における Gmax について JPFA で測定された値に対して，0.097ln(h)+0.92 倍することでほぼ ASTM の値に修正をすることが可能となる．ただクッション材に厚みを持たせた場合にはそのクッションの吸収効果が 2 回目，3 回目で変動するため，そのまま図 4 の式に対して適用することができない．したがって今後，パラメータを増やして補正係数を検討する必要がある．

謝　辞

本研究は日本公園施設安全協会(JPFA)の委託による。実験の実施に当たっては長野県短期大学の栗原優氏，越川裕衣氏の協力を得た。記して謝する。

参考文献

1) 厚生労働省，平成 20 年人口動態統計月報年計の概況，2008

2) ASTM International, Standard Specification for Impact Attenuation of Surfacing Materials Within the Use Zone of Playground Equipment, 2004

［連絡先］

加藤麻樹（かとうまき）長野県短期大学人間工学研究室

〒380-8525 長野市三輪 8-49-7

e-mail: macky@nagano-kentan.ac.jp

TEL: 026-234-1221, FAX: 026-235-0026

筋負担の総合評価に基づく人間工学的設計法に関する検討

○茅原崇徳*，瀬尾明彦*
（*首都大学東京システムデザイン学部）

Fundamental Study on Ergonomic Design Method Based on Comprehensive Evaluation of Muscle Load using Surface Electromyography

Takanori Chihara*, Akihiko Seo*
(*Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. 緒言

人間工学的設計において，製品を使用した際の使いやすさや快適性を定量的に評価するために，筋電図や心電図，脳波などの生体信号が利用されている．その中で，表面筋電図（Surface Electromyography; surface EMG）は侵襲性がなく簡便に利用できるという利点から，様々な製品の人間工学的設計に応用され，人間の身体的負担や疲労を評価するために用いられている．しかし，複数の筋の筋電図を計測することにより得られる筋負担を総合的に評価する手法については十分に検討されていない．そこで本報では，多目的最適化の考え方を筋負担の総合評価に適用することで，トレードオフ関係を考慮して筋負担を総合的に評価し，人間工学的設計に応用する手法について検討する．そして，提案する手法を横手すりの設置位置の設計に適用し，提案する手法の有効性について検討する．

2. 筋負担の総合評価に基づく人間工学的設計法

多目的最適化手法を適用した筋負担の総合評価に基づく人間工学的設計法の流れを図 1 に示す．はじめに，対象とする製品を使用した際の筋電図を計測する（図 1 Step1）．次に，計測した各筋電図の応答曲面を作成する（図 1 Step2）．そして，各応答曲面を目的関数とし，身体負担の総合評価を多目的最適化問題として定式化し（図 1 Step3），定式化した多目的最適化問題を解くことで身体負担を最小化する最適解を求める（図 1 Step4）．

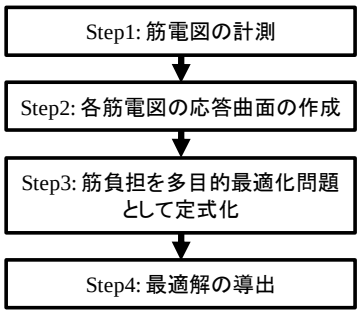


図 1. 提案する手法の流れ

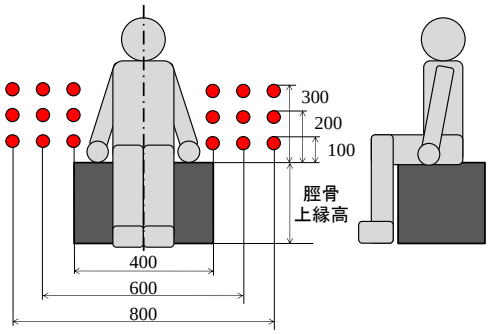


図 2. 実験条件

3. 横手すりの設計への適用

3.1 実験方法

横手すりの設置位置を変化させ，被験者が立ち上がる際の筋電図を計測した．被験者は 21~22 歳の健康な男子学生 3 名であり，全員右利きである．横手すりの設置位置は，座面からの高さ h を 100, 200, 300 mm とし，横手すり間の水平距離 d を 400, 600, 800 mm とした．実験条件の模式図を図 2 に示す．椅子の高さによる影響を無視するために，椅子の高さを被験者の脛骨上縁高とし，立ち上がり動作時の三角筋（前部），上腕三頭筋，大腿直筋，および前脛骨筋の 4 か所の筋電図を計測した．なお，正中矢状断面に対して対称であると仮定し，利き手側の筋の筋電図を計測した．筋電図は最大随意収縮（Maximum Voluntary Contraction; MVC）に対する割合である%MVC 値に変換し，立ち上がり動作時の%MVC 値の最大値を用いて評価した．各条件で 3 試行実施し，各条件の試行間には 3 分間の休憩をとった．また，休憩中に各条件における立ち上がりやすさを「非常に立ち上がりにくい」から「非常に立ち上がりやすい」までの 7 段階で評価させた．

3.2 実験結果

計測の結果，上腕三頭筋と前脛骨筋の%MVC が手すりの設置位置の影響を受けていた．上腕三頭筋と前脛骨筋の%MVC を，被験者間で平均したものを図 3 に示す．図 3 より，上腕三頭筋の%MVC と前脛骨筋の%MVC はトレードオフの関係にあると考えられる．これは，手すり高さが低く，手すり間距離が遠い場合には主に前脛骨筋を使

用して立ち上がっているのに対し，手すり高さが高く，手すり間距離が近くなるにつれて上腕三頭筋が使用される割合が増加し，前脛骨筋の筋負担が軽減されるためだと考えられる．したがって，上腕三頭筋と前脛骨筋の%MVCのどちらか一方を評価指標として使用するのではなく，二つの筋の筋負担を総合的に評価することが必要であると考えられる．

3.3 筋負担の定式化

上腕三頭筋と前脛骨筋の%MVC を目的変数とし，手すり高さ h と手すり間距離 d を説明変数として応答曲面を作成した．応答曲面は変数の交互作用を考慮した二次多項式により表現した．上腕三頭筋の%MVC の応答曲面 f_1 と前脛骨筋の%MVC の応答曲面 f_2 は次式で表される．

$$f_1 = 4.71\times10^{-2}h + 1.05\times10^{-2}d + 1.25\times10^{-4}h^2 - 1.25\times10^{-5}d^2 - 1.17\times10^{-4}hd + 1.73\times10^{1} \quad (1)$$

$$f_2 = -8.21\times10^{-2}h - 6.26\times10^{-2}d + 1.29\times10^{-4}h^2 + 5.65\times10^{-5}d^2 + 1.82\times10^{-5}hd + 4.18\times10^{1} \quad (2)$$

上腕三頭筋と前脛骨筋の%MVC を用いた筋負担の総合評価は次のように定式化される．

$$\left(f_1(h,d),\ f_2(h,d)\right) \rightarrow \min \quad (3)$$

$$100 \le h \le 300 \qquad 400 \le d \le 800 \quad (4)$$

3.4 最適化の結果

式（3）と式（4）で表される多目的最適化問題のパレート最適解を満足化トレードオフ法（Satisficing Trade-Off Method; STOM）[1]を用いて求めた．本報では最適化ソフトウェア VisualDOC/DOT（Vanderplaats R&D 社）に実装された Particle Swarm Optimization（PSO）[2]を使用してパレート最適解の探索を行った．

最適化を行った結果を図 4 に示す．図 4 中の白丸は 9 種類の条件における目的関数値をプロットしたものであり，各点の値は主観評価の評点を表している．また，STOM によって得られたパレート最適解を表 1 に示す．パレート最適解（h^*, d^*）は h^* = 234 mm, d^* = 585 mm であり，パレート最適値（f_1^*, f_2^*）は f_1^* = 21.1, f_2^* = 14.9 であった．しがたって，表 1 の条件のとき，被験者は最も立ち上がりやすいと感じると考えられる．

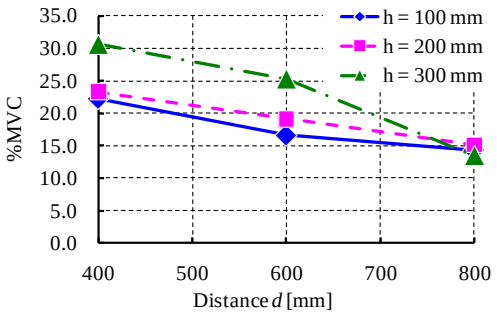
4. 結言

本報では，手すりを使用した椅子からの立ち上がり動作を適用例として，複数の筋負担を総合的に評価し，人間工学的設計に応用する手法を提案した．また，最適化ソフトウェア VisualDOC/DOT の使用でご協力頂いた Vanderplaats R&D 社に感謝の意を表する．

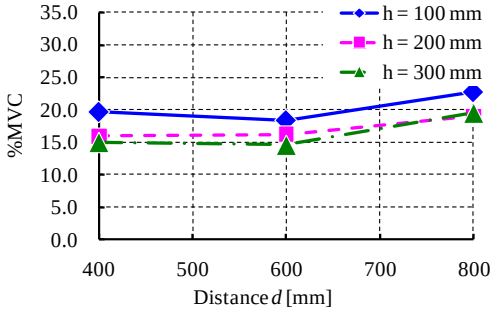
5. 参考文献

1) 中山弘隆，谷野哲三，多目的計画法の理論と応用，(1994)，pp. 22-179，コロナ社.

2) Venter, G., Sobieski, J.S., “Particle Swarm Optimization”, AIAA Journal, Vol.41, No.8(2003), pp.1538-1589.



（a）上腕三頭筋



（b）前脛骨筋

図 3. %MVC 平均値

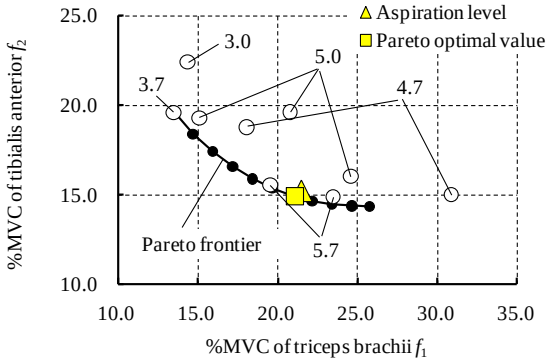


図 4. パレートフロントとサンプル点

表 1. パレート最適解とパレート最適値

高さ h^* [mm]	距離 d^* [mm]	上腕三頭筋の%MVC f_1^*	前脛骨筋の%MVC f_2^*
234	585	21.1	14.9

[連絡先]
茅原崇徳
首都大学東京システムデザイン学部
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail：chihara@sd.tmu.ac.jp
Fax：042-585-8685

商品陳列作業における上肢負担に関する研究

○肥田拓哉*，茅原崇徳**，瀬尾明彦**
（*首都大学東京大学院システムデザイン研究科，**首都大学東京）

A study of upper limb load caused by displaying commodities on shelves

Takuya Hida*, Takanori Chihara**, Akihiko Seo**
(*Graduate School of System Design Tokyo Metropolitan University, **Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

商品を棚に陳列する作業は，従業員が手作業で商品を掴む把持動作と商品を棚に運ぶ上肢移動を繰り返す，労働集約型の立位上肢作業である．

立位上肢作業に関するこれまでの研究は，組立作業ラインのような作業条件をコントロールできる場面を想定しており，作業域や作業台の高さ，動作時間などを検討したものがほとんどであった．一方，商品陳列作業は，商品の形状や棚高さなどの作業条件の制約が強く，作業者が作業条件に合わせているのが現状である．また，商品陳列に関するこれまでの研究は，売上高向上を目的としたマーケティングに関する研究であり，研究の対象は消費者であった．

そこで，本研究では商品陳列作業の作業者を研究の対象として，異なる商品形状，棚高さが上肢負担に与える影響を明らかにすることを目的としている．

2. 方法

本実験では，商品陳列棚の作業面高さと商品形状が異なる商品陳列作業における上肢負担を評価するために，筋電図と把持力の計測，主観的負担感及び操作性（作業しにくさ，握りにくさ）の聞き取り調査を用いた．以下で，本実験の詳細について述べる．

2.1 被験者

被験者は 21 歳から 24 歳までの男子学生 10 名で，上肢に疼痛がなく，極めて健康な者とした．年齢は 22.9±1.0 歳，身長は 173.6±5.4cm，体重は 64.3±4.6kg（それぞれ平均±標準偏差）であった．また，被験者は全員が右利きであったため，実験は右上肢で行った．

2.2 実験条件

被験者は，被験者右方の荷台上にある商品を，被験者前方の商品陳列棚に並べる作業を実施する．被験者から荷台及び商品陳列棚までの水平距離は，被験者の橈骨点から指尖点までの距離に合わせた．

実験条件は，商品陳列棚の作業面高さ 2 条件（腰高，目線高），商品形状 3 条件（缶，本，果物を模したもの）の計 6 条件とした．商品重量は 350g で統一し，把持幅は缶が 64 ㎜，本が 32 ㎜，果物が 100 ㎜とした．

2.3 測定項目及び解析方法

筋電図は，右側の浅指屈筋，総指伸筋，上腕二頭筋，三角筋中部，大胸筋鎖骨部，僧帽筋上部の計 6 ヶ所を計測し，各筋の最大随意筋収縮に対する作業時の%値（%MVC）により，上肢の筋的負担を評価した．把持力は，把持力分布測定システム（グローブスキャン，ニッタ株式会社）を用いて計測し，各指にかかる力の大きさの合計（把持力）と，把持力に対する各指にかかる力の大きさの割合（把持力分布）により評価した．主観評価は，手，手首，前腕，上腕，肩の負担感を 1（全く負担を感じない）から 5（非常に強く負担を感じる）の 5 段階で評価し，作業しにくさと握りにくさを 1（非常に作業しやすい，握りやすい）から 5（非常に作業しにくい，握りにくい）のそれぞれ 5 段階で評価した．

また，それぞれの測定項目に対して，作業面高さと商品形状を要因とする繰り返しのある二元配置分散分析を実施した．また，有意水準は 5%とした．なお，主効果の下位検定として Fisher の最小有意差法を用いた．

3. 結果

各筋の%MVC を被験者で平均したものを図 1，把持力を被験者で平均したものを図 2，把持力分布を被験者で平均したものを図 3，主観評価を被験者で平均したものを図 4 に示す．

図 1 より，全ての実験条件で%MVC が概ね 10%以下であった．三角筋中部と僧帽筋上部は，作業面高が目線高のときに，腰高と比べて有意に%MVC 値が大きかった．全体の傾向として，%MVC の変化は，商品形状よりも作業面高さの違いによるものの方が大きいと考えられる．

把持力の分散分析の結果，商品形状による主効果が見られ，果物は缶や本と比べて，有意に把持力が大きかった．図 2 より，全体の傾向として，把持力の変化は，作業面高さよりも商品形状の違いによるものの方が大きいと考えられる．

図 3 より，商品形状により使用する指が異なっていたが，母指は全ての実験条件で，把持力に占める荷重割

合が概ね 5 割となっていた.

主観評価の分散分析の結果，手の負担感には商品形状による主効果が見られ，果物は他と比べて有意に負担感が大きかった．上腕，肩の負担感には作業面高さによる主効果が見られ，目線高は腰高と比べて有意に負担感が大きかった．作業しにくさ，握りにくさには商品形状及び作業面高さについて主効果が見られた．

4. 考察

上肢筋は日常活動では最大筋力の 10%以下しか発揮していないと言われており，軽作業では 8%以下が望ましいとされている [1)]．今回は%MVC が概ね 10%以下であったため，日常活動レベルの筋的負担だったと言える．

商品形状の違いによる上肢負担への影響は，筋電図では見られなかった．これは，上肢重量(体重の約 10%，今回の場合は約 6kg)に対し，商品重量(350g)が軽かったことが原因と考えられる．一方，把持力は商品により大きく変化しており，果物は本と比べて約 2.5 倍もの把持力を発揮していた．これは，果物の径が大きく，球体のため，落とさないためには強く握り込む必要があったためだと考えられる．また把持力分布は，缶と本では母指と示指の割合が大きく，果物では母指と中指の割合が大きかった．これは缶と本は前腕中間位で母指−その他 4 指の対立把持を行ったのに対し，果物は前腕回内位で上から覆うようにして把持したためだと考えられる．

作業面高さの違いによる上肢負担への影響は，僧帽筋上部と三角筋中部の筋的負担で見られたが，大胸筋鎖骨部では見られなかった．これは，作業台までの距離が近かったため，作業面が上がったときに，楽な姿勢となる肩の引き上げと上腕の外転が作用し，窮屈な姿勢となる上腕の屈曲は作用しなかったことが原因と考えられる．一方，把持力では有意差は見られなかった．

主観的負担感は，手については把持力の結果と一致しており，上腕と肩については筋電図の結果と一致していた．操作性（作業しにくさ，握りにくさ）は，筋的負担及び把持力が大きくなると，操作性も悪いと感じていた．

よって，商品形状は手指の負担，商品陳列棚の高さは上腕及び肩の負担に影響を与えると考えられる．

5. おわりに

今回は，商品陳列作業において，作業面高さと商品形状が上肢負担に与える影響について明らかにした．しかし，一般的な商品陳列作業では様々な形状や重量の商品が存在するため，これらに対応した実験条件の検討が必要である．また，今回評価しなかった，作業姿勢に起因する上肢の力学的負荷を評価するためには，生体力学解析を用いた検討が必要である．

6. 参考文献

1) Björkstén M, Jonsson B : “Endurance limit of force in long-term intermittent static contractions”, Scand J Work Environ Health, 3(1), 23-27, 1977

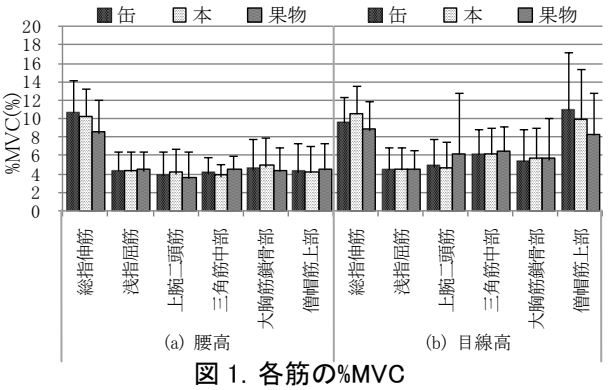


図 1. 各筋の%MVC

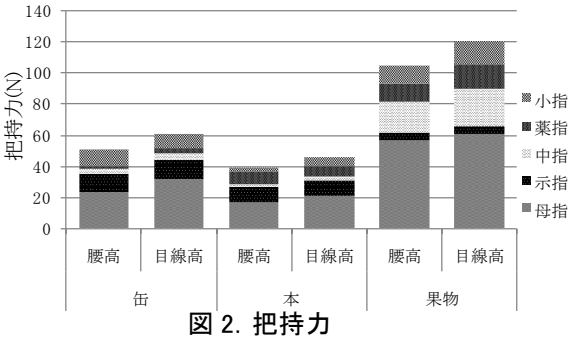


図 2. 把持力

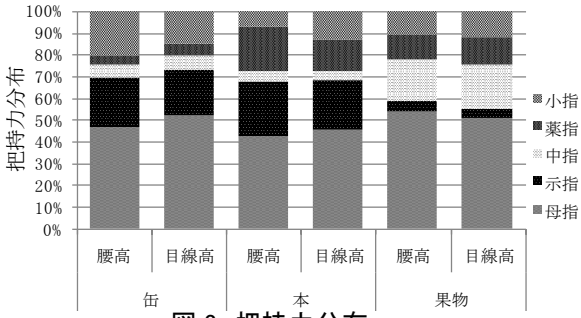


図 3. 把持力分布

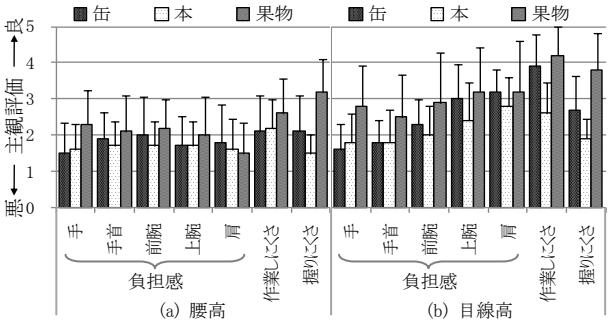


図 4. 主観評価

[連絡先]
肥田拓哉
首都大学東京大学院システムデザイン研究科
福祉人間工学研究室
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail：hida-takuya1@sd.tmu.ac.jp

古武術を用いた腰部負担軽減に関する研究

○高橋勇太*, 山中仁寛*, 川上満幸*, 朴美卿**
(*首都大学東京大学院システムデザイン研究科, **首都大学東京システムデザイン学部)

A Study on Reduction of Low Back Stress Using Kobujutsu

Yuuta Takahashi*, Kimihiro Yamanaka*, Mitsuyuki Kawakami*, Mi Kyong Park**
(*Department of Management Systems Engineering, Tokyo Metropolitan University,** Division of Management Systems Engineering, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

荷役作業や介護といった人力作業において, 作業者への身体的負担は大きく腰痛や筋肉痛, 椎間板ヘルニアなどの発生原因として問題とされている[1]. これに対し, 補助器具の開発や作業姿勢に関するものなど様々な対策や研究が行われている. その中で注目されているのが古武術を用いた身体運用法である. 古武術とは, 日本古来の身体の動かし方であり, 現代の筋肉に頼った動きではなく人間のもつ身体的構造を利用することで全身を効率よく使うといった特徴をもつものである. 近年古武術は, スポーツや介護において応用されている. 中でも介護の分野において, 岡田[2]により古武術介護として提案されており, 腕を捻った状態で介護作業を行う「手のひら返し」が特徴的である. この技術は, 腕を捻ることで肩関節の遊びをなくし, 身体全体の筋力を効率よく伝える構造をつくることで作業者の身体に負担がかかりにくくなると考えられている. しかしながら, このような古武術を応用した動作のメカニズムや効果について客観的に評価を行った研究はみられない.

そこで本研究では, 荷役作業において古武術特有の身体運用法を利用し, 作業中の筋電図を計測することで古武術による負荷の分散と身体的負担の軽減を定量的に評価することを目的とした.

2. 実験方法

2.1 被験者

被験者は健康状態が良好で腰痛をもたない男子大学生 10 名(平均年齢 22.8±1.0 歳, 身長 171.2±4.0cm, 体重 58.0±7.7 ㎏, BMI 19.7±2.2)とした.

2.2 実験条件

図 1 に実験概略図を示す. 被験者は, 図に示すように立ち, 同じ高さの台から台への荷役作業を行った. 台は縦 450mm×横 600mm で高さが調節可能な物を用いた. また, 荷物は縦 320mm×横 460mm×高さ 170mm で量側面に直径 30㎜ の取っ手を設置した.

被験者は合図によって作業を開始し, 作業の流れは

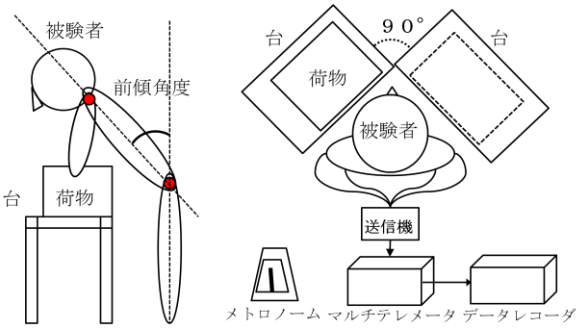


図1. 実験概略図

直立→屈曲→移動→伸展→直立→屈曲→移動→伸展→直立といった一連の動作を1往復として5往復行った. 作業中, 被験者には荷物が身体に触れないように指示し, 作業速度を一定に制御するために 1 秒間隔に設定したメトロノームに合わせて荷役作業を行わせた. なお, 作業の開始はいずれも左側からとした.

荷物の持ち方は, 中間位と前腕を 90 度回内＋肩を 90 度内旋した持ち方(以下, 回内位と表記)の 2 種類とした. また, 取り扱う荷物の重さは10kg, 20kgの2種類とした. 前傾角度は, 予備実験の結果から体幹前屈運動に関して脊柱起立筋の筋活動に減少または消失が起こる屈曲弛緩現象(Flexion Relaxation Phenomenon:以下, FRP と表記)[3]の発生を考慮し, 重さ 10kg の条件では前傾角度を 15, 30, 45, 60°とし, 20 ㎏では 15, 30°とした. なお, 前傾角度は垂線と被験者の肩峰と大転子を結ぶ直線がなす角度とし, 条件ごとに取っ手を握った時に規定の角度となるよう台の高さを被験者に合わせ, 条件ごとに変化させた. また, 被験者には以上の持ち方, 重さ, 前傾角度条件を組み合わせた計 12 条件をランダムに行ってもらい, 試行間には十分な休息をとるように配慮した. 慣れない持ち方での荷役作業は危険を伴うため, 被験者には実験を始める前に対象作業を十分に習熟させた.

2.3 評価指標

本研究では, 作業者の各部位の筋電図電位を表面電極法[4]によってサンプリング周波数 1kHzで計測し, 得ら

れたデータをデータレコーダで記録した．筋電図の計測部位は，左右の上腕二頭筋，上腕三頭筋，僧帽筋，広背筋，脊柱起立筋L3，L5の 12 ヵ所とした．

得られた筋電図は解析ソフトBIMUTAS Ⅱ(キッセイコムテック製)により全波整流の後，2Hz のハイパスフィルタリング処理を行った．また，各部位ごとに荷物を移動している間の平均値と，あらかじめ計測した最大随意筋収縮時の筋電図電位から%MVC 値を算出した．

3. 結果と考察

図 2～4 に顕著に傾向のみられた被験者の%MVC 値を条件ごとに棒グラフで示す．図 2 に上腕二頭筋，図 3 に僧帽筋，図 4 に脊柱起立筋L5 とする．なお，図中の縦軸の値が高いほど筋活動量が多く，その動作に筋力を要することを表す．また，本実験では前傾角度条件

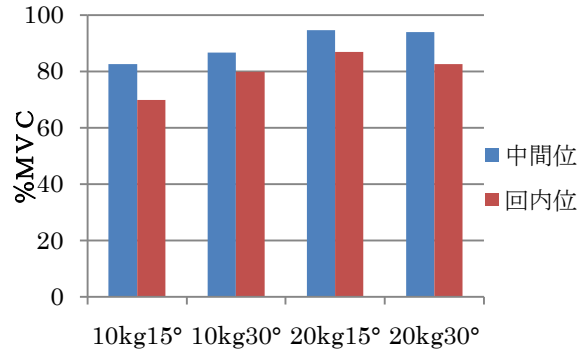


図 2. 上腕二頭筋の%MVC 値(%)

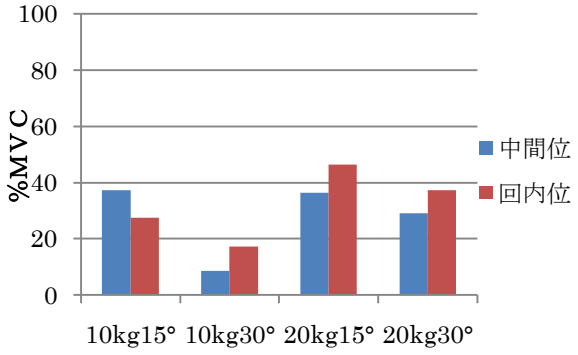


図 3. 僧帽筋の%MVC 値(%)

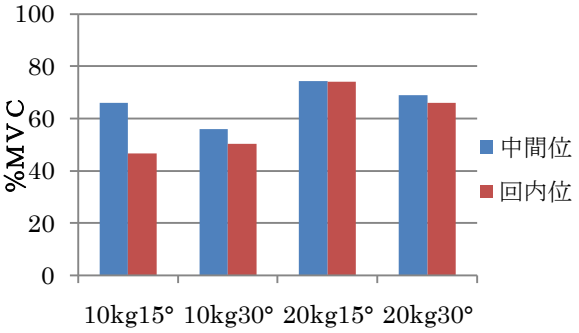


図 4. 脊柱起立筋L5 の%MVC 値(%)

45，60° においてFRP の影響が見られたため，これらの条件の結果は省略した．

まず，図 2 の上腕二頭筋の結果をみると，中間位と比較して回内位において値が小さくなっていることがわかる．これは回内位において上腕二頭筋で相互抑制現象が働き，筋負担が減少したと考えられる．また図 3 の僧帽筋では 10kg･15° の条件以外で中間位と比較して回内位において全ての条件で%MVC 値が大きくなっていることがわかる．この結果は，上腕二頭筋が担っていた負担が肩の筋へ分散し移行したと考えられる．図 4 のL5 においては，全ての条件で中間位と比較して回内位において%MVC 値が同等もしくは小さくなっていることがわかる．この結果は，負荷の分散により肩の大きな筋を有効的に使用したことで，本来腰部にかかっていた負荷も軽減したと考えられる．

4. まとめ

本実験では，荷役作業において古武術を応用した持ち方による身体的負担の分散を評価するため，筋電図を用いて計測を行った．

研究成果を要約すると，次のようにまとめられる．

(1)荷役作業において，回内位を用いると上腕二頭筋の負担は小さくなり，それに対して僧帽筋の負担が大きくなる傾向を示した．

(2)腕の捻り（回内位）により脊柱起立筋L5の筋活動が減少し腰部の負担を軽減できる可能性を示唆することが出来た．

5. 参考文献

1)厚生労働省労働基準局安全衛生部労働衛生課：職場における腰痛予防対策指針，1994.

2)岡田信一郎：古（いにしえ）の身体運用に学ぶ介護技術―「古武術介護」がもつ可能性―，医学書院，2007.

3)FLOYD WF：The function of the erectors spinae muscles in certain movements and postures in man，J Physiol. 129，184-203，1955.

4)瀬尾明彦，小木和孝：表面筋電図の人間工学応用，労働科学研究所出版部，2004.

[連絡先]
高橋勇太
首都大学東京大学院システムデザイン研究科
〒108-8619 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail： takahashi-yuuta@tmu.sd.ac.jp
Fax：042-583-5119（川上研究室宛）

起立介助動作時の身体負担軽減に関する研究

○平松大明*, 瀬尾明彦*
(*首都大学東京システムデザイン研究科)

Study on physical load in help by assisting sit to stand movement

Hiroaki Hiramatsu*, Akihiko Seo*
(*Graduate School of System Design Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

高齢者の起立動作において, 臀部離床時が最も不安定になることはMillingtonやSchultsの研究により知られており[1)2)], 起立介助動作において動作開始時は最も支援が必要であるともいえる. しかし, 介護場面の起立介助動作開始時において, 介護者が被介護者を引張る方向や被介護者の着座姿勢は, 介護者の経験によって決定されており, 被介護者の身体負担の状況が十分に解明されているわけではない.

そこで本研究では, 起立介助動作開始時の被介護者を引張る方向と被介護者の着座姿勢が被介護者の身体負担に与える影響を明らかにし, 被介護者の身体負担軽減に効果的な条件を求める. 具体的には, 引張る方向と着座姿勢の体幹前傾角による変化を, 筋電図, 主観, 膝関節モーメントにより評価する.

2. 方法

2.1 実験方法

被験者は21歳から23歳までの健康状態良好な男子学生 6 名(22.2±0.7 歳(平均年齢±標準偏差))である. このうち, 被介護者役の被験者は 5 名で, 平均身長と体重はそれぞれ 170.4±2.5 cm(平均年齢±標準偏差), 60.6±1.6 kg(平均年齢±標準偏差)であった. 介護者役の被験者は1名で, 身長と体重はそれぞれ182 cm, 65 kgであった.

本実験では, 椅子から起立する被介護者と引張り動作により起立させる介護者を想定した2名の被験者によって行った. 介護者が被介護者を引張る方向は, 図 1 に示すように, 斜め上・水平・斜め下の 3 条件とした. 被介護者の着座姿勢の体幹前傾角は, 図 2 に示すように, 60度・0度の2条件とした. 以上の計6条件を各1試行ずつランダマイズした順番で行った. また, 椅子の高さは被験者の膝関節屈曲角が着座姿勢時に90度になるように設定した.

2.2 測定項目

起立介助動作開始時の介護者が要介護者を引張る力と角度は, フォースプレート(Anima社製, MG-10)に

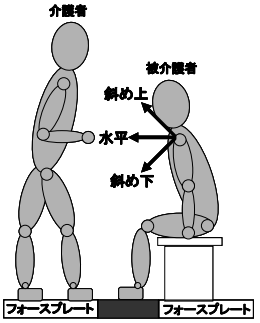


図 1. 引張り方向条件

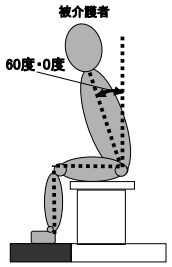


図 2. 体幹前傾角条件

より求めた. また, 各条件時の被介護者の各関節屈曲角, 体幹前傾角, フォースプレートによって求めた引張る力と角度を用いて, バイオメカニカル解析を行い, 被介護者の膝関節のモーメントを推定した. 筋活動は, 被介護者の右側の大腿直筋・脊柱起立筋などの筋電図により測定した. 筋活動は, 各筋の最大随意筋収縮(MVC)に対する起立時の%値(%MVC)を求めた. 主観評価については, 大腿・腰部などの負担感を 1(全く負担がない)～10(非常に負担がある)の10段階で評価してもらった.

3. 結果と考察

図 3 に大腿直筋, 図 4 に脊柱起立筋の%MVC を示す. 各筋の%MVC は, 体幹前傾角60度の条件群に比べ, 0 度の条件群の方が全体的に大きくなった. 体幹前傾角が小さいと, 被介護者の膝関節から重心位置までの距離が遠くなる. それにより, 膝関節に発生する屈曲モーメントが大きくなり, 起立に必要な膝関節伸展モーメントも大きくなる. その結果, 大腿直筋の筋活動が増加したと考えられる. また, 体幹前傾角 60 度の条件群の引張る力は平均で140.3 Nであり, 0度の条件群の引張る力は平均で201.5 Nであった. 体幹前傾角0度の条件群の引張る力は60度の条件群に比べ, 平均で1.4倍増加していた. その結果, 姿勢維持のために, 脊柱起立筋の筋活動が引張る力に反発して増加したと考える. また, 引張る方向別で見ると, 各筋の%MVC は, 体幹前傾角 60 度では斜め下方向, 0 度では水平方向の条件が最も低い.

図 5 に大腿, 図 6 に腰部の負担感を示す. 大腿の負

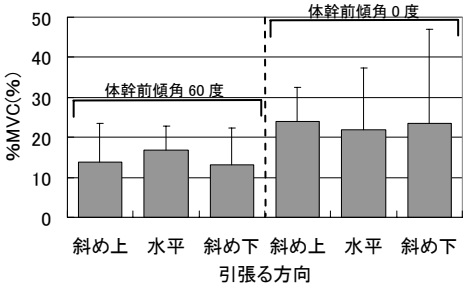


図 3. 大腿直筋%MVC

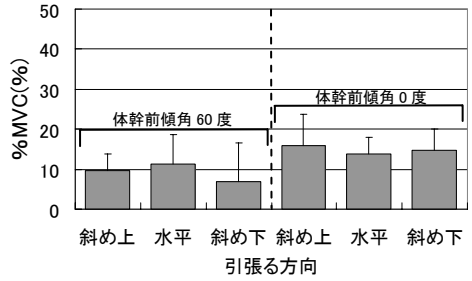


図 4. 脊柱起立筋%MVC

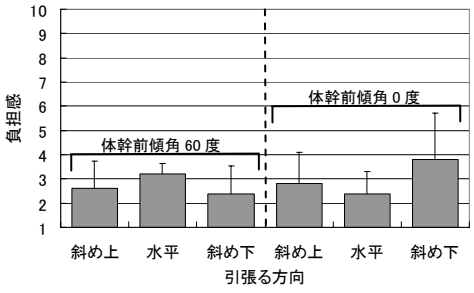


図 5. 大腿部負担感

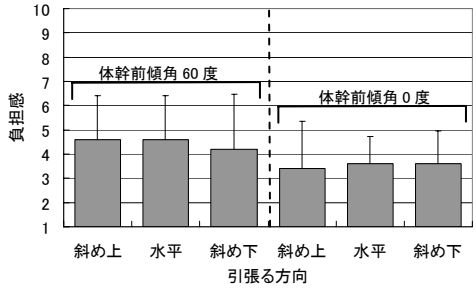


図 6. 腰部負担感

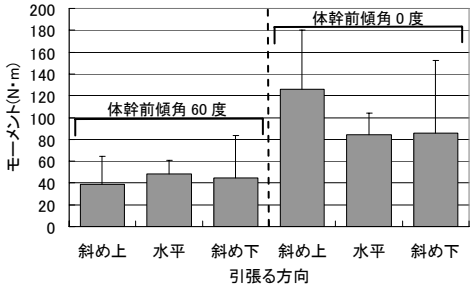


図 7. 膝関節モーメント

担感では，体幹前傾角による差は見られなかった．しかし，引張る方向別で見ると，体幹前傾角 60 度では斜め下方向，0 度では水平方向の条件が負担感が低かった．腰部の負担感では，体幹前傾角 0 度の条件群に比べて体幹前傾角 60 度の条件群の方が高く，脊柱起立筋の%MVC と逆の傾向が見られた．これは，体幹前傾により発生する腹部の圧迫や腰椎の強い湾曲が負担感に影響したと考えられる．

図 7 に膝関節に生じるモーメントを示す．モーメントは，体幹前傾角 60 度の条件群に比べ，0 度の条件群の方が全体的に大きくなった．引張る方向別で見ると，モーメントは，体幹前傾角 60 度では斜め上方向，0 度では水平方向の条件が最も低かった．体幹前傾角 0 度で斜め上方向は特に値が大きくなった．

以上の結果から，体幹前傾角の大きい方が，引張る方向にあまり影響されず，被介護者の筋負担を少なくでき，少ない引張る力で介助できることがわかった．しかし，被介護者の身体的制限や介護スペース等の制約から十分な体幹前傾がとれない場合は，水平方向に引張ることで最も負担を軽減できることがわかった．

4. まとめ

起立介助動作開始時において，被介護者の体幹前傾角が大きい場合は，被介護者の大腿直筋や脊柱起立筋の筋活動および膝関節モーメントを軽減できることがわかった．しかし，引張る方向の違いによる差は小さかった．また，体幹前傾角が小さい場合では，前傾角が大きい場合よりも負担は増えるが，引張る方向の違いが負担に影響する傾向が見られた．

5. 参考文献

1) Millington PJ, Myklebust BM, et al.: Biomechanical analysis of the sit-to-stand motion in elderly persons. Arch Phys Med Rehabil, 73, 609-617, 1994.
2) Schults AB, Alexander BN, et al.: Biomechanical analysis of rising from a chair. Biomechanics, 25, 1 383-1391, 1992.

[連絡先]
瀬尾明彦
首都大学東京システムデザイン研究科
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail：aseo@sd.tmu.ac.jp
TEL：042-585-8675

水平手すりの配置が立ち上がり動作に与える影響についての研究

○小島公平*, 安田智美*, 三澤哲夫**
(*千葉工業大学大学院, **千葉工業大学)

The influence of disposition of horizontal handrail upon rising action

Kouhei KOJIMA*, Tomomi YASUDA*, Tetsuo MISAWA**
(*Graduate School of Engineering, Chiba Institute of Technology, **Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

1.1.背景

病院や介護施設におけるトイレ内での介護は、個人のプライベートを守るために介護者が極力介入せずに済むよう、被介護者の自立支援をする努力が必要である反面、排泄行為は立ち座り動作や清拭など、難易度の高い生活動作を必要とする。また介護施設における事故報告では、トイレ内での被介護者に起こる事故は立ち上がり動作や歩き始めの転倒に集中している [1)]。トイレ内における被介護者の自立支援や転倒防止を促すには手すりによる補助が有効である。しかし、これまでL字手すりや縦手すりに関する研究は行われてきたが、便器使用者の前額面に対し平行で水平に設置された手すり(前方手すり)に関しては、便器からの距離や他の手すり配置と比較して定量的に検討をした研究は行われていない。

1.2.目的

筋負担の観点から、前方手すりと便器との距離の相違が、立ち上がり動作にどのような影響を及ぼすのか、また他の水平手すりと比較してどのような立ち上がり動作の違いがあるのかを実験的に比較し検討する。

2. 方法

2.1.実験概要

被験者には後述する8つの条件の下、椅子からの立ち上がりおよび着座動作を行わせた。その条件とは、①椅子との距離が等間隔 6 段階に設定された、前手すりを両手で把持する 6 条件、②右側方手すりを右手で、左側方手すりを左手で把持する条件(両手すり)、③右の側方手すりだけを両手で把持する条件(右手すり)、の計 8 条件である。これら条件下における立ち上がり動作を筋電図により比較した。表面筋電図を測定する部位は、僧帽筋、上腕二頭筋、大腿直筋、前脛骨筋のそれぞれ左右について計 8 箇所である。用いる機器は、8チャンネル生体アンプ(BA1008, TEAC 社製)と、フィールドデータレコーダー(es8, TEAC 社製)である。筋電図の測定条件は、時定数 0.01sec、感度 0.1mV、ハイカット 100Hz である。被検者は健常な男性 10 名であり、その平均年齢は 21.5 歳(標準偏差=1.25 歳)である。

2.2.実験装置

実験装置を自作し、前方手すりと側方手すりの2種類の水平手すりを設置した。前方手すりの高さ HF、前方手すりと便器先端からの距離 DF、側方手すりの高さ HS、側方手すりの便器先端からの距離 DS はそれぞれ、先行研究と便器メーカーカタログの値の双方に対し整合性の取れる数値に設定した [3)4)]。それを図 1 に示す。

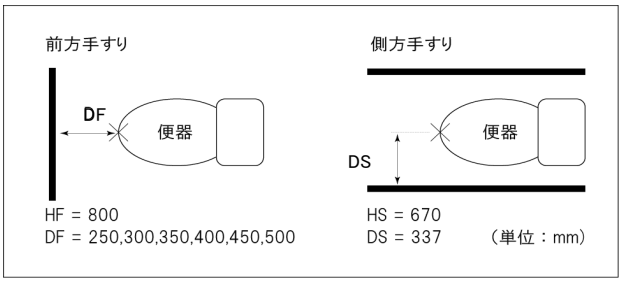


図1 便器と各手すりの想定配置(平面図)

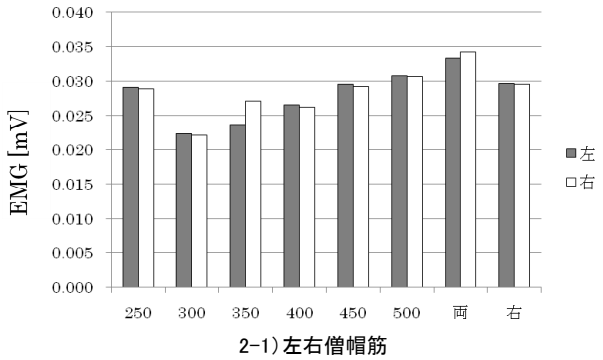
2.3.実験手順

実験は、順序効果の影響を考慮して、各被験者に対し条件の順番を不規則に実施した。また立ち座り動作を統一するため、被験者にはこちらが指示する動作を行ってもらった。足の位置は、体幹と大腿、大腿と下腿の角度がそれぞれ直角をなす位置から、立ち上がりやすいように足を 10cm体に寄せた位置 [5)]で固定した。立ち上がり動作は各条件につき5回実施した。各立ち上がり動作の間には 10 秒間の時間間隔を設け、その間は立位または椅坐位を維持してもらった。

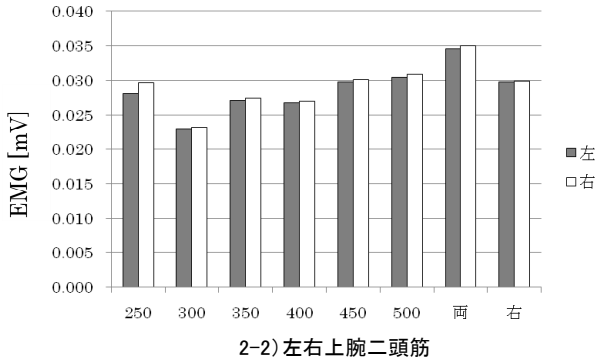
3. 実験結果

実験より得られた筋電図の結果を図2に示す。図2-1は僧帽筋、図 2-2 は上腕二頭筋、図 2-3 は大腿直筋、図 2-4 は前脛骨筋である。横軸の表記のうち、数字は前方手すりにおける便器との距離を、両は両手すりを、右は右手すりの条件をそれぞれ示している。各筋肉のグラフは、黒色の棒グラフで左半身の筋肉部位を、白の棒グラフで右半身の筋肉部位をそれぞれ示している。

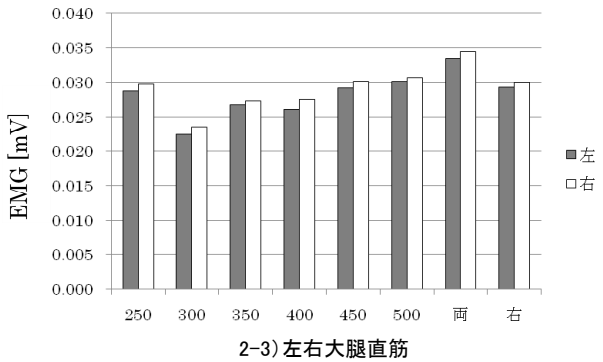
まず、全ての図に共通している事項から述べる。300mmの条件がもっとも筋負担が小さく、500mmの条件がもっとも筋負担が大きい事が分かる。その差は、300mmが500mmに比べ、平均約25%少ない。前方手す



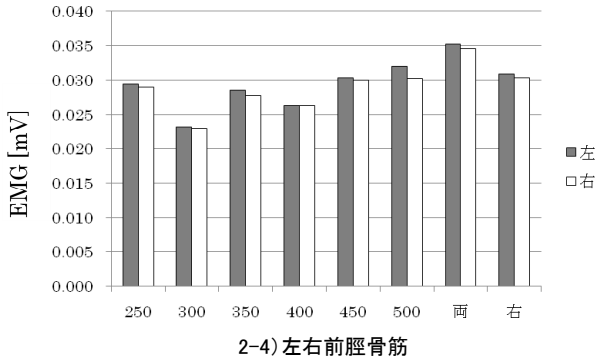
2-1) 左右僧帽筋



2-2) 左右上腕二頭筋



2-3) 左右大腿直筋



2-4) 左右前脛骨筋

図 2. 各筋肉部位の単位時間あたりの筋活動量

りの距離と筋負担の大きさに相関関係はなく、距離が短くなるにつれ筋負担も減少するが、300mm を境に増大に転じ、250mm は大きな筋負担を示している。250mm と 350mm は、300mm から等間隔にあるが、250mm の方が筋負担量の増え方が大きい。前手すりを、両手すりと右手すりと比較すると、双方とも筋負担が大きい事がわかるが、特に両手すりの筋負担の大きさが目立つ。

4. 考察

手すりが近すぎると筋負担が大きくなるのは、立ち上がり動作時に行う前傾姿勢に関係があると考えられる。立ち上がりには前方に一定のスペースが必要であり、手すりが近すぎるとこの前傾動作を妨害し、通常の軌道とは異なる立ち上がり動作を行わなければならないからだと考えられる。また動作能力の低下した高齢者になると、前傾姿勢が大きくなる事が報告されているため、この影響はより顕著になると考えられる。

対して、手すりの位置が遠くなると筋負担が大きくなるのは、座った状態から手すりを把持するまでの余分な動作に加え、立ち上がり動作時に手すりを体に引き寄せるストロークの長さが関係していると考えられる。手すりを把持する行為には、3 段階の行為が存在する。初めは、手すりを把持するまで。次に、把持したまま立ち上がるまで。最後に、手すりを手放して直立するまでの段階だ。特に最後の段階は、手を離してから直立するまで非常に不安定な状態となる。一般的に支持基底面は広くするべきだが、手すりで支持基底面を広げようとすると、手すりから手を放して直立するまでの上体のストローク量も多くなると考えられる。この事からも、手すりの役割は、把持したままでも立ち上がり動作後の直立姿勢に近づけられる事が重要であると考えられる。両手すりや右手すりはその点、無駄な動作が多い事や、手すりの高さが直立姿勢の手の高さと大きく異なり、手を離してからの運動量が大きい事にも関係していると考えられる。

5. まとめ

筋負担の大きさは、体と手すりの距離、並びにそれに付随する動作に大きく関係していると考えられた。

6. 参考文献

1) 世田谷区:平成 20 年度介護保険事故報告,(2009)
2) TOTO:2010 住宅＆パブリックカタログ,(2010)
3) 川口亜紀, 山本松樹:立ち上がり動作補助用縦型手すりの使用性に関する生体力学解析, 松下電工技報,(2001)
4) 丸田和夫:立ち上がり動作時における体幹前傾姿勢の類型化, 理学療法科学 19(4):p291-298,(2004)
5) 高野貴之, 小川鑛一:立ち上がり動作における三次元重心解析, 人間工学第 35 巻特別号 2,(1999)

座位作業時における姿勢変化に関する研究

—加速度センサを用いた姿勢の評価について—

○山村昌代*, 白水重憲**, 片山宗哲**, 正木健雄**, 茂木伸之***, 三澤哲夫*

(*千葉工業大学大学院工学研究科, **特定非営利活動団体セルフケア総合研究所, ***武蔵野大学,)

A Study on change in Seated Working Posture

-Evaluation of Posture Change by Using an Acceleration Sensor-

Masayo YAMAMURA* , Shigenori SHIROUZU **, Sotetsu KATAYAMA **

Takeo MASAKI **, Nobuyuki MOTEGI ***, Tetuo MISAWA *

(*Chiba Institute of Technology, **Japanese Research Institute of Health Care and Education

***Musashino University)

1. はじめに

姿勢を測定する方法として、動的な姿勢変化の動作分析では、被験者の身体的な動きを観察者が直接目視する方法、撮影機器を利用した方法、角度センサによる傾斜角度、三次元動作解析、筋活動を測定する筋電図など様々な方法が用いられている。静的な姿勢変化の測定では、体圧分布測定、垂直線検査法などの方法が行われているが、長時間の静的な姿勢変化を定量評価した報告は少ない。

そこで、体動や運動の検出可能な加速度センサに着目し、座位作業における姿勢変化の測定を検証することとした。

本研究では、3 軸加速度センサを用い、座位における姿勢変化の定量評価を目的とし、上体の姿勢変化に伴う筋活動と加速度を比較し、加速度センサによる姿勢評価の有用性を検討した。

2. 研究方法

2.1.1 実験Ⅰ

実験Ⅰは、加速度センサ、表面筋電図を装着した被験者に座位姿勢から上体を5秒間で45°まで前傾させ、その後5秒間で背もたれに上体を戻す動作を5回行わせた。

2.1.2 被験者

被験者は健常な男5名、平均年齢22.6±0.9歳であった。

2.2 測定装置及び測定項目

2.2.1 加速度

実験で用いた加速度センサ装置は3軸加速度で、204.8Hzでサンプリングを行った。

装着部位は、背部とし、加速度のデータから上体（体幹軸）の前後方向の角度を算出し、1 秒間あたりの平均した値を代表値とした。

2.2.2 表面筋電図

動作中の筋活動量を測定するために表面筋電図測定を行った。測定部位は、左右の腰筋とした。多用途生体アンプ（TEAC BA1008）を使用し、フィールドレコーディングユニット（TEAC ES8）に記録した。測定データはA/D変換し、1000Hzでサンプリングを行い、1秒間あたりの積分値を算出した。

2.3.1 実験Ⅱ

実験Ⅱは、加速度センサ、表面筋電図を装着した被験者に60分間の課題文章の入力を行わせた。入力開始30分後（以下、前半30分とする）に5分間の休憩を挿入し、その後 30 分間の入力（以下、後半30分とする）を行わせた。

2.3.2 被験者

被験者は、健常な男女 11 名（男性 5 名、女性 6 名）、平均年齢 22.7±2.0 歳であった。

2.4 測定装置及び測定項目

2.4.1 加速度

長時間の座位作業における姿勢変化の定量評価を行うために加速度センサを装着した。加速度のデータから算出した前後、左右方向の角度から1秒間あたりの平均した値を代表値とした。

比較検討の視点から①前半30分・後半30分毎での前後、左右方向の平均値、②1 秒毎に得た平均値から5分毎の前後、左右方向の平均値を算出した。

2.4.2 表面筋電図

測定部位は、左右の僧帽筋上部、僧帽筋中部、広背筋中部、腰筋とした。表面筋電図の測定は、実験Ⅰと同様の方法で行った。

3. 結果

3.1 実験Ⅰ

5回の繰り返し動作のうち、4、5回目の腰筋の筋活動量と前後方向の角度の平均値を図1に示した。

動作開始前は、前後方向が 4.0°、腰筋（右）が 181.4mV・s、腰筋（左）が 130.7 mV・s で、4回目のもっとも深い前傾時は 61.0°、腰筋（右）が 236.9 mV・s、腰筋（左）が 281.4 mV・s であった。前後方向の角度が大きくなると同時に筋活動量も増加しており、上体の角度変化と筋活動量の変化が一致することが確認された。

3.2 実験Ⅱ

3.2.1 上体の角度変化について

上体の角度変化の比較として、前半 30 分、後半 30 分での前後、左右方向の平均値を表1に示した。

前半 30 分での前後方向は、34.2±9.2°、後半 30 分が 34.4° ±9.4° であった。左右方向では前半 30 分が 1.9±2.3°、後半 30 分が 3.2±3.2°と左右角度が大きく、時間経過による前半・後半での左右方向の角度に有意な差が認められた（p＜0.001）。

次に、時系列的な姿勢変化の推移を明らかにするため5分毎での前後、左右方向の角度の平均値を算出し、その結果を表2に示した。

前後方向では、作業開始の5分間が 32.1° と時間区分の中で最も角度が小さく、その後は大きな変化が見られなかった。左右方向では、作業開始の5分間が 1.8° と3番目に小さい値となっており、後半の 35 分以降では 3.0° 以上となり、時間経過に伴い、左右方向の角度変化が大きくなっていた。

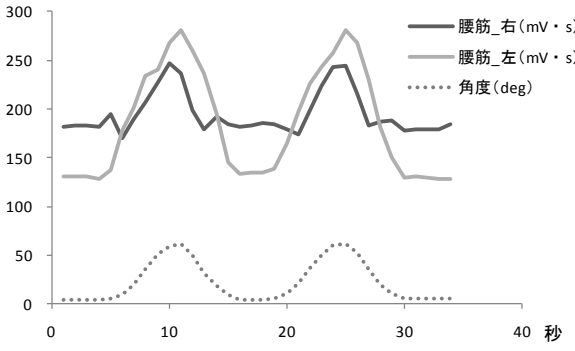


図1前後方向の角度変化と筋活動量の推移

表1 前半 30 分、後半 30 分での平均

角度	前半30分	後半30分	
前後方向	34.2 ± 9.2	34.4 ± 9.4	
左右方向	1.9 ± 2.3	3.2 ± 3.2	***

n＝10　平均値±SD　***p<0.001　（dge）

表2 5分毎の前後・左右方向の角度の推移

時間区分	前後方向	左右方向
5	32.1 ± 9.0	1.8 ± 1.7
10	34.1 ± 8.4	1.5 ± 1.7
15	34.5 ± 9.0	1.6 ± 1.8
20	34.6 ± 9.9	2.0 ± 2.2
25	34.8 ± 9.4	2.1 ± 2.6
30	34.9 ± 9.3	2.6 ± 3.3
35	34.2 ± 9.3	3.3 ± 2.9
40	34.2 ± 9.9	3.0 ± 3.0
45	33.7 ± 10.0	3.0 ± 2.9
50	33.7 ± 9.7	3.9 ± 4.0
55	35.7 ± 9.1	3.1 ± 3.3
60	34.8 ± 7.9	3.0 ± 2.9

n＝10　平均値±SD　（dge）

表3 5分毎での腰筋の筋活動量の推移

時間区分	腰筋_右	腰筋_左
5	94.1 ± 53.0	84.5 ± 51.1
10	104.0 ± 64.3	92.8 ± 67.4
15	110.9 ± 79.1	99.5 ± 79.2
20	110.4 ± 78.9	87.9 ± 67.6
25	119.7 ± 102.7	102.1 ± 99.6
30	104.3 ± 85.5	89.9 ± 69.0
35	90.3 ± 54.2	82.0 ± 46.2
40	104.7 ± 76.7	94.1 ± 75.1
45	114.9 ± 102.0	97.7 ± 86.9
50	115.0 ± 98.5	93.8 ± 81.1
55	107.4 ± 94.5	89.9 ± 77.7
60	100.2 ± 82.6	89.6 ± 61.0

n＝11　平均値±SD　（mV・s）

3.2.2 筋活動量について

座位作業時の筋活動量について、5 分毎の左右の腰筋の筋活動量の結果を表3に示した。

作業開始の5分間が2番目に筋活動量が少なく、時間経過とともに筋活動量が増加するが 30 分では減少した。休憩後の 35 分が最も筋活動量が少なく、その後の時間経過による筋活動量の推移は、前半 30 分と同様の傾向であった。

4. 考察

本研究では、座位における姿勢変化の定量評価を行うために、加速度センサ、表面筋電図を用いて、上体の前後方向による筋活動と角度の変化について比較検討を行った。その結果、動的な姿勢変化では上体の前傾姿勢による筋活動量と上体の角度の変化が一致することが確認された。

長時間の座位作業では、動的な姿勢変化が少ないため、筋活動量では変化が捉えにくいが、加速度センサは時間的経過による姿勢変化を鋭敏に捉えられていることから、姿勢変化の定量評価に有用であることが示唆された。

[連絡先]
山村昌代　千葉工業大学大学院工学研究科
〒275-0016　習志野市津田沼 2-17-1 TEL：047-478-0346

座位・立位可変型作業の有効性に関する実験的研究

○外岡雅人*, 阿久津正大**
(*玉川大学大学院工学研究科, **玉川大学工学部)

Experimental study of effectiveness during work with sit-stand desk

Masato Tonooka*, Masahiro Akutsu**
(*Graduate School of Engineering, **College of Engineering, Tamagawa University)

1. はじめに

北欧ではオフィス作業者の腰痛問題の改善策として，高さを可変できる作業机（座位・立位可変机）が導入され，自分が好む姿勢を自由にとることができる作業形態が普及している。一方わが国では，オフィス作業の姿勢は座位姿勢が一般的である。座位・立位可変机の導入例が少ないこともあり，座位・立位可変型作業の効果についての検証例はあまりみられない。

本研究では，座位・立位可変姿勢，座位姿勢，立位姿勢でVDT作業を行わせ、各姿勢作業における作業パフォーマンスや生体負担を測定・比較し，座位・立位可変型作業の有効性を実験的に検討している。また座位・立位可変型作業における姿勢変更状況（同一姿勢連続時間）と姿勢変更理由を明らかにしている。

2. 実験

実験では被験者に，座位・立位可変姿勢（椅座位、立位を自由に変更できる作業姿勢。“座位・立位可変”と略）、座位姿勢（足首や膝を動かす動きを許した椅座位姿勢。“座位”と略）、立位姿勢（歩行なし、かつ下肢を動かす動きを許した立位姿勢。“立位”と略）で Excel による一桁の計算作業を 120 分課した。計算結果をテンキーで入力し，Enter キーで次問題へ進ませる作業であった。被験者には「120 分で最も計算量が多くなるように作業を行う」ことを教示した。

被験者は，健康な男子大学生 10 名(年齢 21±0.8 歳、身長 170.6±46.0cm，体重 67.1±9.6kg，全員右利き)であった。

実験で使用した什器，PCは，座位・立位可変机（品名 Sit&Stand デスク，電動で机面高を 70～120cm 無段階に可変），オフィスチェア（武藤工業製），Vostro Desktops(DELL 製)であった。実験室の室温は 24℃であった。

測定項目は，作業パフォーマンスの指標として解答数，不正解率，生理的負担の指標として心拍数，筋電図，左足ふくらはぎ部位のインピーダンス，フリッカー値，心理的負担の指標として自覚症状しらべ(日本産業衛生学会産業疲労研究会撰:新版「自覚症しらべ」)，身体疲労部位しらべ(産業疲労研究会撰:「疲労部位しらべ」)，「作業姿勢の好ましさ」等の主観評価を取り上げた。座位・立位可変では，同一姿勢連続時間の計測および姿勢変更理由を問診した。フリッカー値，自覚症状しらべ，身体疲労部位しらべは，作業前，作業中 30 分ごとに 5 時点で測定した。実験は 10:00～19:00 の間に 1 日 1～2 名ずつ行った。

3. 結果

3.1 作業パフォーマンス

10 分当り平均解答数は，座位・立位可変で 470.0 問（SD:107.0 問），座位で 439.3 問（SD:93.1 問），立位で 475.0 問（SD:129.7 問）となった。解答数は座位・立位可変，立位が座位よりも有意に多かった（図 1）。 不正解率は，座位・立位可変で 1.26%，座位で 1.03%，立位で 1.13%であった。姿勢作業間で有意差はみられなかった。

3.2 生理的負担

(1)フリッカー値

フリッカー値変動率は 3 姿勢作業とも時間経過とともに漸減した。姿勢作業間で明確な差はみられなかった。（心拍数，筋電図，インピーダンスの結果は次報で報告予定）

3.3 心理的負担

(1)自覚症状しらべ

自覚症状が「まったくない」～ 「非常にある」に 1 点～5 点を与え数値化した（身体疲労部位しらべも同様に数値化）。3姿勢作業とも群全体の愁訴は時間経過に伴

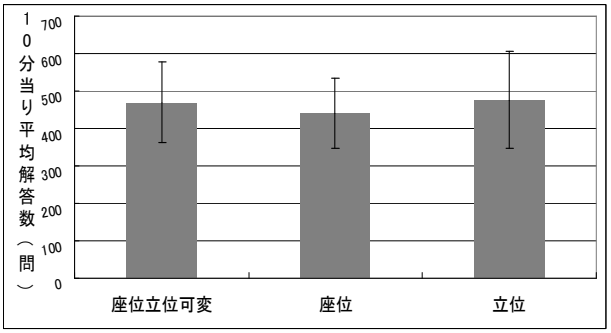


図1 10 分当り平均解答数

い増加傾向がみられた。作業開始 60 分までは姿勢作業間に顕著な差はみられなかったが，それ以降では立位，座位で愁訴が増大した(図 2)。座位・立位可変では 2.0 点未満にとどまった。立位では「足がだるい」，「腰がいたい」，「横になりたい」，「全身がだるい」の愁訴が高くなり，座位では「眠い」，「あくびがでる」，「横になりたい」の愁訴が高くなった。なお，3 姿勢作業に共通して「目が疲れる」等のⅤ群，「肩がこる」等のⅣ群で愁訴が高くなった。これらはディスプレイの注視，マウス操作による筋疲労が主因と考えられた。

(2)身体疲労部位しらべ

3 姿勢作業に共通する疲労部位の目，右肩，右腕，右手を除く身体部位の負担を分析した。身体疲労部位の愁訴は 3 姿勢作業とも時間経過とともに漸増した。30 分以降では座位・立位可変と座位で比較的低い愁訴にとどまったが，立位では有意に高くなった(図 3)。立位では腰，下肢に高い訴えがみられ，90 分以降で背部の訴えも高くなった。座位では，90 分以降で腰の訴えが増加した。

(3)腰の疲れ感，下肢の疲れ感，眠気感，作業姿勢としての好ましさ感

腰/下肢の疲れ感，眠気感については「まったくない」～「非常にある」に 0 点～10 点を与え数値化した。腰の負担感は座位・立位可変で平均 1.2 点(SD1.1 点)，座位で平均 3.5 点(SD3.1 点)，立位で平均 5.6 点(SD3.7 点)となり，座位・立位可変で有意に小さかった。

下肢への負担感は，座位・立位可変で平均 2.5 点(SD2.1 点)，座位で平均 0.9 点(SD0.9 点)と小さく，立位で平均 9.0 点(SD1.0 点)と有意に大きかった。

眠気感は，座位・立位可変で平均 1.4 点(SD1.3 点)，立位で平均 1.7 点(SD1.4 点)と小さく，座位で平均 7.2 点(SD2.5 点)と有意に大きかった。

作業姿勢としての好ましさ感は，「非常に好ましい」～「非常に好ましくない」に 3 点～-3 点を与え数値化した。座位・立位可変で平均 2.5 点(SD0.64 点)，座位で平均-0.43 点(SD2.0 点)，立位で平均-2.0 点(SD1.1 点)となり，座位・立位可変が顕著に好ましかった。

(4) 座位・立位可変型作業における同一姿勢連続時間と姿勢変更理由

姿勢を変更するまでの同一姿勢連続作業時間は，座位姿勢で平均 22.6 分(SD12.5 分)，立位姿勢で平均 15.8 分(SD7.1 分)となり，有意に座位姿勢が長かった(図 4)。座位→立位への主な変更理由は「眠気をとる」，腰の痛みの緩和」等であった。立位→座位への主な変更理由は，「足の痛みの緩和」，「足の疲れの緩和」「腰の痛みの緩和」であった。

3.4 各姿勢作業の特性

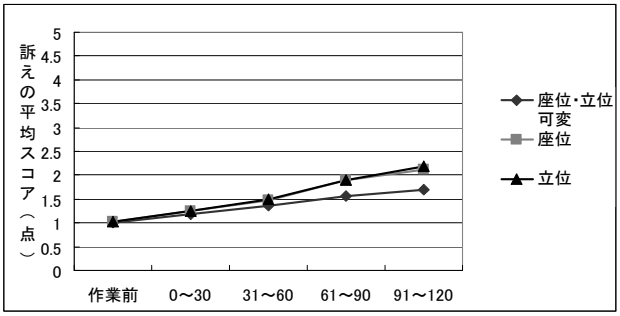


図 2 自覚症状しらべ

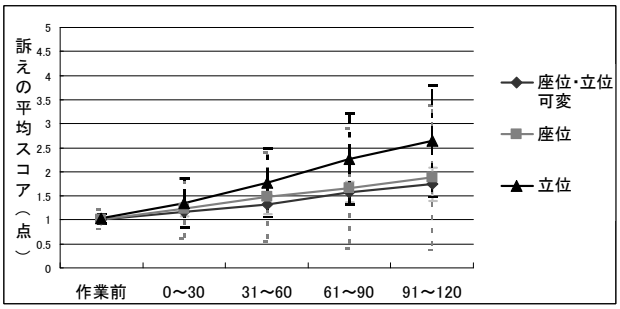


図 3 身体疲労部位しらべ

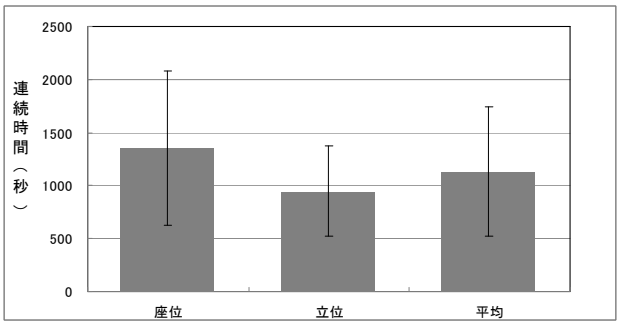


図 4 同一姿勢連続作業時間

座位・立位可変は，座位よりも作業パフォーマンスに優れ，自覚症状しらべ，身体疲労部位の訴えを低い程度にとどめる。作業姿勢としての好ましさ感も顕著に優れている。座位は身体的疲労の訴えは小さいが，眠気を引き起こしやすく，作業パフォーマンスの低下も示唆される。立位は眠気を抑えるが，身体的疲労の訴えが他の姿勢作業に比べ顕著に高くなる。

4. まとめ

座位・立位可変型作業が座位作業、立位作業よりも作業パフォーマンス，生体負担において有利であることを明らかにした。また，座位・立位可変型作業における姿勢変更のしかた(同一姿勢連続時間)と姿勢変更理由を明らかにした。

[連絡先]
阿久津正大
玉川大学工学部ﾏﾈｼﾞﾒﾝﾄｻｲｴﾝｽ学科阿久津研究室
〒194-8610 東京都町田市玉川学園 6-1-1
e-mail：akutsu@eng.tamagawa.ac..jp
Fax：042-739-8858（阿久津研究室宛）

高齢女性の化粧用コットン使用に関する研究

○彭 春栄*, 下村義弘*, 池山和幸, 勝浦哲夫***
(*千葉大学大学院工学研究科, **(株)資生堂リサーチセンター新成長領域研究開発センター)

Strategy of the Make up Cotton Usage by the Elderly Women

Chunrong PENG*, Yoshihiro SHIMOMURA*, Kazuyuki IKEYAMA**, Tetsuo KATSUURA*
(*Graduate School of Engineering, Chiba University, **Shiseido Innovative Science Research & Development Center)

1. はじめに

化粧品の中で、スキンケア化粧品は、日常女性がよく用いる化粧品であり、顔に用いることが主である。その使用目的は皮膚の洗浄、整肌、保護に分類される[1)]。

スキンケア化粧品は整肌、保護を実感させるために触覚を通した使い心地感の良し悪しを非常に重要とする[1)]。それに、手には細菌が多く、ニキビや吹き出物ができないように清潔な肌を保つためにも、コットンを使用することが勧められてきた。

スキンケア的化粧の研究としては心拍数、心拍変動性、脳波、 血圧、ホルモン、心理療法、ストレス緩和などのさまざまな研究が報告されている[1)2)]。また、化粧の際に高齢者は肌の手入れに最も重点をおくことが示されている[3)]。

しかし、スキンケア的化粧をコットンの使用行為の視点から評価した研究はほとんど見当たらない。さらに高齢者を対象とした研究もない。そこで、本研究では高齢者のコットンの使用実態とスキンケア的化粧の中で最も頻繁に行われている化粧水をコットン(綿 100%)で顔になじませる動作を筋電図および関節角度を用いて検討し、高齢者の化粧コットンの持ち方による違いを明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2.1 被験者

被験者は高齢者 19 名であった。コットンを指に挟んで掌で行ったグループを高齢者(挟む群)とし、5本指で掴んだグループを高齢者(掴む群)とした。被験者は表1の通りであった。

表1 被験者プロフィール

被験者	高齢者(挟む群)	高齢者(掴む群)
被験者数	11	8
年齢	73±2.8	75±4.3
握り径 [mm]	40.91±2.7	39.38±8.4
手長 [mm]	175.6±0.7	171.8±1.2
身長 [cm]	154.6±4.3	151.3±7.1
体重 [cm]	52.5±7.1	49.0±6.8

(Mean±SD)

2.2 測定項目及び測定機器

被験者の筋活動は第一背側骨間筋、浅指屈筋、総指伸筋、上腕二頭筋の筋電図を用いて、関節角度はゴニオメータを用いて、手関節の背屈・掌屈、尺屈・橈屈、前腕の回外・回内の角度を評価した。サンプリングレートは 1000Hz であった。筋電図にバンドパスフィルタ(12-500Hz)をかけた。

2.3 実験プロトコル

まず、アクティブ電極、ゴニオメータの取り付け、化粧水を含ませたコットンの準備、スキンケア動作の練習などを行った。スキンケア動作は 40bpm のメトロノームに合わせて指示通りの 18 プロセス(図1)を行った。タスクは右上肢で行った。被験者は図を見ながら鏡像動作を行った。

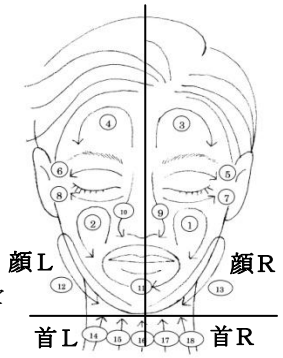


図 1. スキンケア動作の 18 プロセス

2.4 解析方法

筋電図は記録した波形から 18 プロセスごとの区間内を指定して RMS(実効値)化し、平均したものを筋活動の指標とした。関節角度は背屈、掌屈、尺屈、橈屈、回外、回内の偏位方向ごとに平均値を求めた。

2.5 統計処理

まず、18 プロセスごとの筋電図・関節角度の解析されたデータを比較解析した。それから、顔/首、顔 R/顔 L、首 R/首 L の比較(図1)にグループ内では対応のあるt検定を行い、グループ間に非等分散のt検定を行った。 は $p<0.05$, は $p<0.01$ を示す。

3. 結果及び考察

高齢者の中で普段コットンを使わない人(21 人中 12

人）が使う人（21 人中 9 人）より多かった。コットンの使用に年齢差が見られ前期高齢者（75 歳未満）12 人中使う人と使わない人は（6 人、6 人）半数ずつだった。後期高齢者（75 歳以上）9 人中で使わない人（6 人）は使う人（3 人）より多かった。年齢層の高い人ほどコットンを使用していないことが示された。コットンの使用行為の背後にはその時代の意識や思想が大きく関連している。近代生まれの高齢女性たちは情報が溢れる現代社会における化粧環境の中で、違和感を持ちながらも、適応するように頑張っていることが考えられる。

普段コットンを使っている人の中で指に挟む人（9 人中 5 人）と5本指で掴む人（9 人中 4 人）ほぼ半数ずつだった。コットンの持ち方の違いにもその人の経験、環境が大きく影響していると思われる。

挟む群と掴む群を比較した結果、顔L、顔Rの比較で上腕二頭筋の活動に有意差が見られた。また関節の橈屈と回外に有意差が見られた。上腕二頭筋の機能は肘関節の屈曲、前腕の回外、肩関節の屈曲の補助などである。上腕二頭筋は特に前腕が回外している時に、肘関節の屈筋として大きな力を発揮する。コットンの指先での持ち方は上肢全体の姿勢にも影響した。コットンを掴む場合は顔 R の動作で腕を高く持ち上げ、前腕が回外、橈屈ぎみになるため、挟むの顔 R より上腕二頭筋の活動が高くなったと思われる（図 2、図 3、図 4、図 5）。

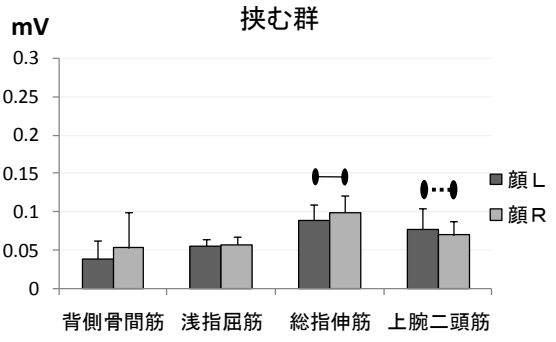


図 2. 高齢者のコットンを挟んだ群の
顔Lと顔Rでの筋活動の比較

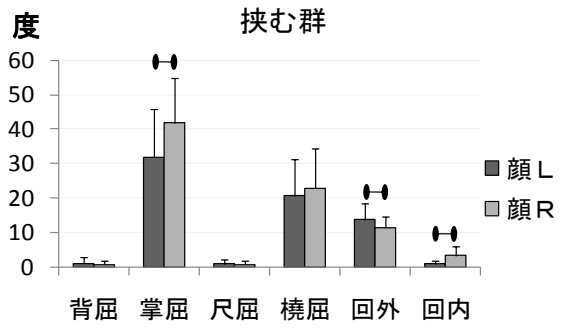


図 3. 高齢者のコットンを挟んだ群の
顔Lと顔Rでの関節角度の比較

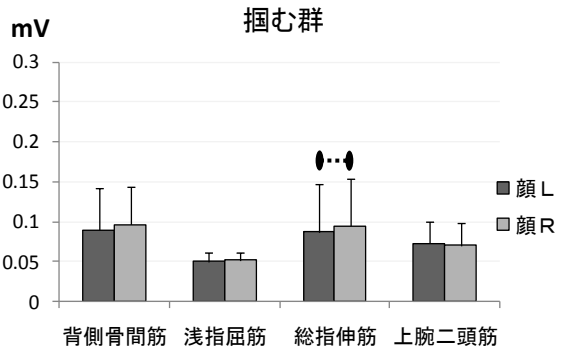


図 4. 高齢者のコットンを掴んだ群の
顔Lと顔Rでの筋活動の比較

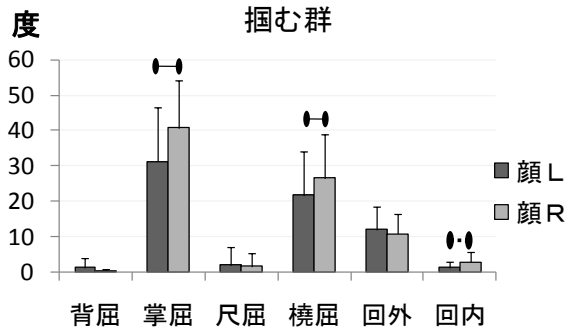


図 5. 高齢者のコットンを挟んだ群の
顔Lと顔Rでの関節角度の比較

4. まとめ

本研究の結果でコットンを掴むほうが挟むより手首関節の回外と橈屈が多かった。そのため掴むほうの上腕二頭筋の活動が高くなった。挟むと掴むの違いが主に顔 R に見られ、掴むほうの顔 R での筋活動が挟むの顔 R より高かったことが考えられる

コットンの持ち方による筋活動と関節角度の違いが明らかとなった。

5. 参考文献

1) 岡田明大（1999）：スキンケア化粧品の快い使い心地感が心拍変動性と脳波へ及ぼす影響，日本生理人類学会誌，Vol.4,No.3,pp41-47
2) 阿部恒之（2005）：ストレスと化粧の社会生理心理学，フレグランスジャーナル社
3) 猪又美栄子ら（2005）：首都圏女子の衣服・化粧に対する意識-大学生と高齢者の比較-，学苑・環境文化紀要，No.777,pp145-151

《連絡先》　彭春栄
〒263-8522　千葉市稲毛区弥生町 1-33
Tel/Fax：043-290-3087
E-mail: sakaeru@hotmail.co.jp

操作対象物の形状特性が操作方法と操作力に与える影響

○大塚真言（首都大学東京大学院），瀬尾明彦（首都大学東京）

Effect of Material Shape on Manipulation Method and Force

Makoto Otsuka (Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University),
Akihiko Seo (Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

技術の進歩にともない，各企業は入力インタフェースの機能やデザインを向上させることにより，差別化を図っている．しかしその反面，インタフェースの操作が複雑になり，最新の製品に慣れていないユーザにとって，正確に操作することは困難である．また，初めて操作する場合にはどう操作するべきか，どの程度の力を入れるべきかという問題が起こっている．

そこで，今後求められるインタフェースの特徴として，直感的に操作方法がわかることやユーザが発揮する操作力が制御できることが重要である．金指らは，インタフェースの形状に着目し，直感的に選択される操作方法を系統的に分類している [1)]．しかし，ユーザが発揮する操作力に関しての知見はほとんどみられていない．

以上より，本研究では，インタフェースの形状特性に着目し，形状特性が操作方法および操作力に与える影響を検討する．

2. 実験方法

2.1 被験者

本実験では被験者として，21 歳から 25 歳までの男子大学生・大学院生 10 名（23.0±1.2 歳（平均±標準偏差））に参加してもらった．被験者の平均身長と平均体重はそれぞれ 173.8±5.1 cm, 62.3±4.1 kg であった．また，被験者は全員右利きであり，実験は右上肢で行った．

2.2 実験環境

実験レイアウトを図 1 に示す．操作部には円筒形に加工した木材を取り付けた．円筒の形状条件は，径 3 条件（15, 24, 30[mm]）と高さ 4 条件（10, 25, 50, 100[mm]）を組み合わせた 12 条件とした．各条件に対して，直感的に選択する操作方法を押す・回す・倒す・その他の 4 つの選択肢いずれかで答えてもらう．ただし，操作方法を 1 つに絞れない場合のみ，2 つの操作方法を選択してもらうことにした．

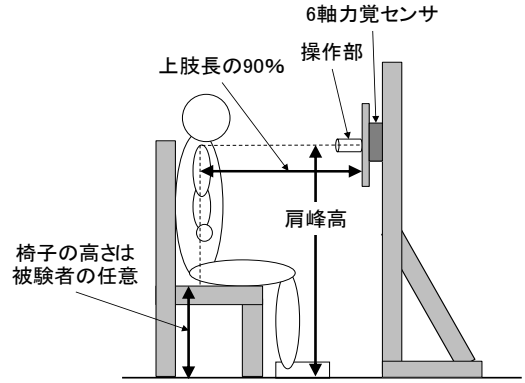


図 1. 実験レイアウト

図 2. 操作方法

2.3 実験手順

各条件について，以下の手順で実験を行った．

1. 被験者に目を閉じるよう指示する
2. 操作部に円筒を取り付ける
3. 被験者に目を開けるよう指示し，4 つの選択肢の中から直感的に選択する操作方法を答えてもらう
4. 円筒に対して，「押す」，「回す」，「倒す」の操作をそれぞれ 3 回ずつ行ってもらう

2.4 被験者への教示

前節の手順 4 において，被験者ごとに円筒の操作方法に違いがあると考えられる．そこで，計測した操作力の比較を有意なものにするために，各操作での操作方法を統一させた（図 2）．

2.5 解析方法

（1） 操作の誘発度

選択肢の中から答えてもらった操作方法が 1 つの場

合を 2 点, 2 つの場合はそれぞれに 1 点の得点を付けた. 被験者の 10 名分の合計を操作の誘発度(最小:0 点～最大:20 点)とした.

(2) 操作力

操作力は 6 軸力覚センサを用いて計測をした.「押す」と「倒す」に関しては 3 軸方向の合力,「回す」に関しては時計まわりの回転トルクを求め, 被験者 10 名分の平均値で評価することとした.

3. 結果および考察

操作の誘発度の結果を表 1 に示す. 高さが 10 mm のときに「押す」, 25 mm と 50 mm のときに「回す」, 50 mm と 100 mm のときに「倒す」の得点が高くなった. 径に関しては, 大きな違いがみられなかったものの, 高さが 50 mm のときに径が大きくなるにつれて,「倒す」の得点が減少し,「回す」の得点が増加傾向を示した.

ここで, 特に「倒す」の得点において, 高さと径の交互作用があると考えられる. そこで, 円筒の高さと径の比, つまりアスペクト比と操作の誘発度の関係を調べた. 結果を図 3 に示す.「倒す」の得点は, アスペクト比が低いと高くなり,「回す」の得点はアスペクト比が 0.12～1.2 の間で増加傾向となった. また, 図 3 の結果より, アスペクト比で特定の操作を誘発しやすい形状を分類可能となった. つまり, アスペクト比が 0.15～0.5 では「倒す」, 0.6～1.2 では「回す」, 1.5～3.0 では「押す」と分類できる.「倒す」に関しては, 細長いレバーのようなインタフェースを想像したため, アスペクト比が小さい値のときに「倒す」の得点が増加したと考えられる.「押す」については, 家電製品に多いとされる埋め込み型のスイッチを想像したため, アスペクト比が大きい値のときに「押す」の得点が増加したと考えられる.

また,「押す」の操作力の結果を図 4 に示す. 径が大きくなるにしたがって操作力も増加する傾向がみられる. 実験を行った被験者は「どの形状に対しても同様の力を発揮していた」と感想を述べていた. これらのことから, 円筒の径の大きさがユーザに意識できない影響を与えたと考えられる. また, 操作力は被験者ごとのばらつきが高めであった. この原因として, 本実験で用いた操作部は可動性がなく, 固定されていたため, 操作時にフィードバックが生じなかったことが考えられる. この点に関しては今後の課題として検討していくことにする.

4. まとめ

本研究では, 円筒形インタフェースの形状特性に着目し, 直感的に選択する操作方法と発揮する操作力に与える影響を調査した. その結果, アスペクト比を用いることによって, 特定の操作を誘発しやすい形状を分類することができた. また, 円筒の径が大きくなると発揮する操作力も大きくなる可能性がみられた.

5. 参考文献

1) 金指央樹, 宮田なつき, 太田順:円筒形インタフェースの操作方法の系統的解析－円筒寸法のアフォーダンスおよび手部寸法との関係－, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 9, No. 3, pp401-407, 2007

表 1. 操作の誘発度(点)

		高さ(mm)											
		10			25			50			100		
		p	r	d	p	r	d	p	r	d	p	r	d
径(mm)	15	16	4	0	1	12	4	0	4	16	0	0	20
	24	14	6	0	4	16	0	2	6	8	0	2	16
	30	16	4	0	3	17	0	2	9	7	2	0	16

p:押す　r:回す　d:倒す　その他は省略

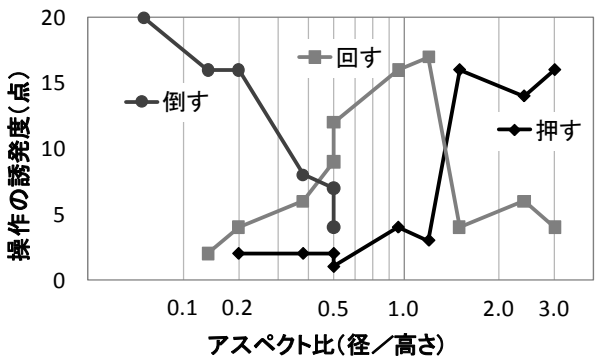


図 3. 誘発度とアスペクト比の関係

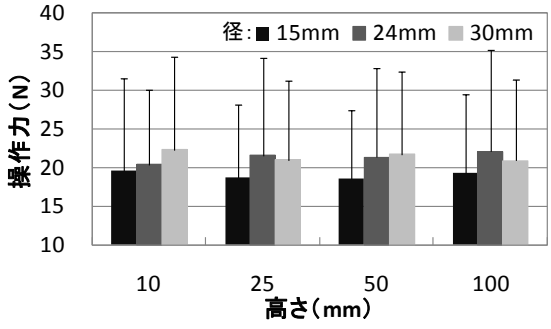


図 4.「押す」の操作力

[連絡先]
瀬尾明彦
首都大学東京システムデザイン学部
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail : aseo@sd.tmu.ac.jp
TEL : 042-585-8675

溶接作業者の腕の動作と筋活動の測定

橋本宣慶*，○上島彩*，奥村誠**，永徳俊裕**，大石進*
（*青山学院大学理工学部機械創造工学科，**日本溶接技術センター）

Measurement of Movement and EMG of Welder's Arm

Nobuyoshi Hashimoto*, Aya Kamijima*,Makoto Okumura**,Toshihiro Nagatoku**,Susumu Oishi*
(*Department of Mechanical Engineering at Aoyama Gakuin University,**The Japan Welding Technology Center)

1. はじめに

溶接作業は造船や建築現場において手動で行う場合が多いため，その訓練は重要である．著者らは安全な訓練ができる溶接シミュレータ[1)]を開発しているが，訓練の効率化のために溶接棒を持つ腕の適切な動かし方を教示することが重要だと考えられる．そのため，図 1 のような被覆アーク溶接を対象に，溶接中における作業者の腕の関節角度と筋活動を測定するための装置を製作した．

図 1 被覆アーク溶接作業

2. 測定装置

一般的な溶接訓練では，図1のように座った状態で作業を行う．したがって，作業者の体の動きは肩から手首までの関節の動きに限定できると考えられる．また，溶接開始・終了時における動作も存在するため，その動作が適切な溶接箇所で行われているかを知ることも重要である．以上のことから，本研究では，作業中における作業者の腕の各関節の角度，筋活動および溶接棒の動きを測定する．測定装置の構成を図 2 に示す．本装置はカメラ付き作業台と作業者に付ける装着具の2点で構成される．図 3 に示すカメラ付き作業台は，溶接母材の固定具と4台のカメラが一体になっており，溶接棒の先端から発するアーク光を撮影する．この画像を処理して溶接棒の先端の3次元位置を取得する [2)]．また，図 4 に示す装着具は作業者の肩と肘の関節角度を測定するモーションセンサ，手首の関節角度を測定する曲げセンサおよび表面筋電位計からなる．

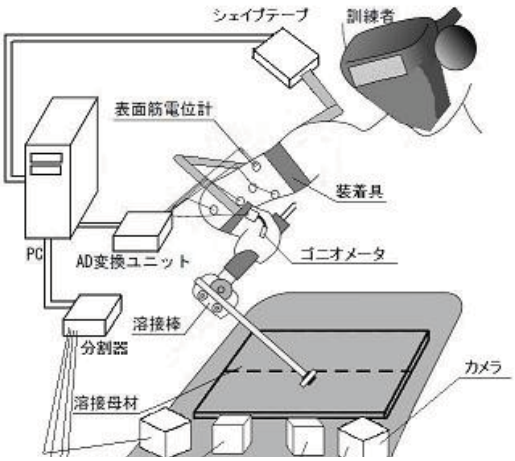


図 2 測定装置の構成

2.1 関節角度の測定

肩・肘の関節角度の測定するモーションセンサには，Measurand Inc.製シェイプテープ S1280-96NL を用いる．これは，32 個の曲げセンサが内蔵された 960×20mm 厚さ 2mm の帯状の測定器である．各センサの出力からセンサ全体の曲げ，捩れの状態を計算することで，センサの長手方向に対して 12mm 毎の点の3次元位置を取得することができる．この座標系は，図 4 に示すようにセンサの通信ボックスに対するものになっている．また，装着具では，通信ボックスを作業者の背中，センサ部の先

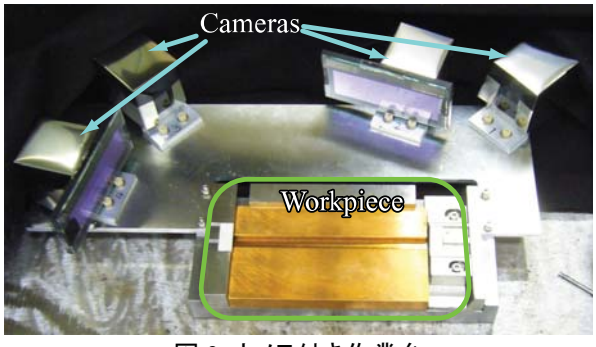


図 3 カメラ付き作業台

端を手首，センサの中間部を腕に固定している．

手首の関節角度の測定には図 5 に示すフレキシブルゴニオメータ(Biometrics Co.)を用いる．これの一端をシェイプテープの先端に，もう一端を作業者の中指中手骨底に沿う位置に取り付ける．

2.2 腕の筋活動の測定

腕の筋活動は表面筋電位計を用いるが，微弱な電位差を取得するので，溶接作業中に発生する電気的なノイズに非常に弱い．そのため，増幅器を内蔵したアクティブ電極を使用する．これにより，ノイズに影響されず筋電位を測定することができる．

測定箇所は，手首と肘に力を入れたときに特に大きく作用する 6 つの筋肉を測定する．具体的には上腕二頭筋短頭，上腕三頭筋外側頭，長橈側手根伸筋，橈側手根屈筋，尺側手根屈筋，尺側手根伸筋とした．

3. 測定

本装置を用いて被覆アーク溶接における作業者の動きを測定した例を示す．被験者は溶接技能検定合格者であり，図 6 に手首の座標値の変化，図 7 に筋電位の変化を示す．

4. おわりに

溶接作業における適切な腕の動きを解析するために，作業者の腕の各関節の角度，筋活動および溶接棒の動きを測定する装置を製作した．これにより取得した溶接技能者のデータをもとに，効率的な訓練を行うことができる溶接シミュレータの開発を目指す．

本研究は，平成 21～23 年度科学研究費補助金若手研究(B)の研究助成によるものである．

参考文献

1) 橋本宣慶，池原亮，加藤秀雄；“複合現実感技術による手溶接訓練システム—溶接棒先端位置把握誤差の低減—”，精密工学会誌論文集，Vol.72，No.2，pp.249-253(2006)

2) 橋本宣慶，中村葵，大石進；“人工現実感による手溶接訓練システム—技能評価のための手溶接作業動作の測定—”，2010 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集，pp651-652

［連絡先］
橋本宣慶
青山学院大学理工学部機械創造工学科
〒252-5258 神奈川県相模原市中央区淵野辺 5-10-1
e-mail：hashimoto@me.aoyama.ac.jp
Fax：042-759-6502

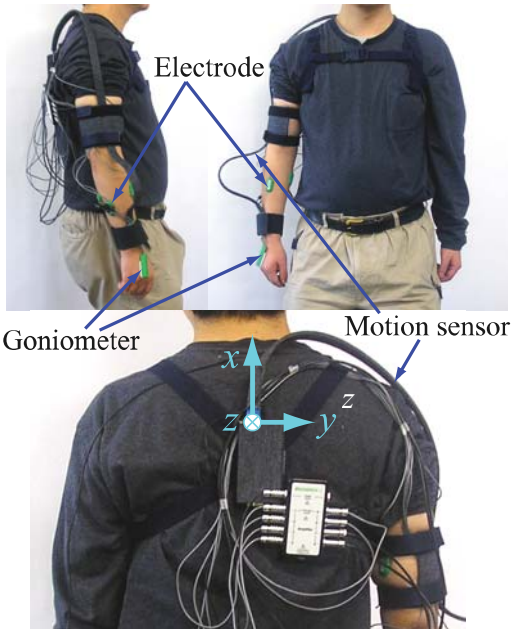


図 4 装着具

図 5 ゴニオメータ

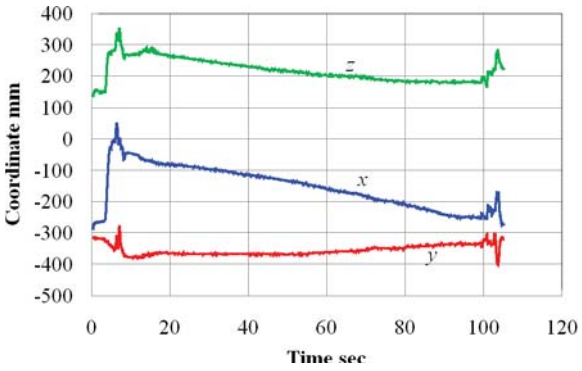


図 6 溶接作業における手首の座標値の変化

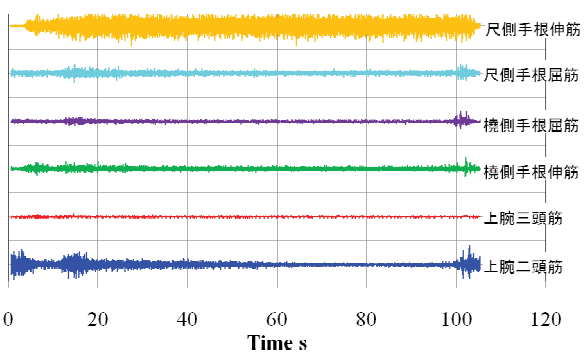


図 7 溶接作業における筋電位の変化

旋盤作業技能の定量化を目的とした測定装置の製作

橋本宣慶*，○外川貴洋*，大石進*
（*青山学院大学理工学部機械創造工学科）

Production of measuring device for quantification of lathe operating skill

Nobuyoshi Hashimoto *, Takahiro Togawa *, Susumu Ohishi*
(*College of Science and Engineering,Aoyama Gakuin University)

1. はじめに

自動化されていない高付加価値のものづくりにおいて，技能者の必要性は高く，その育成の要求も高い．近年，技能者育成システムの研究が行われているが，効率的に訓練させるためには，技能の定量化が重要と考えられる．本研究では汎用旋盤作業における技能の定量化を目的として，作業者のハンドル操作量と注視点，切削中の切りくずの状態と切削音を測定する装置を製作した．

2. 対象作業

汎用旋盤では様々な作業が行われるが，本報では溝削り作業を対象とする．この作業は図1のように横送りハンドルの操作のみで行うが，図2のように加工する溝の幅が小さく深さが大きい場合，工具が破損しやすいため，高い技能を必要とする．作業に関するコツなどについて技能者に聞き取り調査を行ったところ，以下の4項目に技能が関わることが考えられる．

1. 切りくずが途切れないよう作業を行う
2. 切削音により切削状態の良否を判断する
3. ハンドルの反力から切削力を判断する
4. 1～3 の情報からハンドルの回転角速度を変える

3. 測定装置

前章で述べた項目について解析するため，切削により発生する切くずの状態と切削音，送りハンドルの回転量と負荷トルク，作業者の視線の位置の測定を行う．測定装置の構成を図 3 に示す．図より，作業者が操作したハンドルの回転量とトルクは測定回路を経由して PC へ送信される．作業者頭部に装着される視線検出装置は，視野撮影用カメラと瞳孔撮影用カメラの 2 台で構成され，これらと切くず撮影用カメラと作業者全体撮影用カメラの各画像は画像分割器に送られ1つに統合される．その画像とマイクが取得する切削音の信号をビデオキャプチャユニットによりデジタルビデオデータに変換し，PC で記録する．汎用旋盤に取付けた装置の外観を図 4 に示す．

図 1 汎用旋盤による溝削り作業の様子

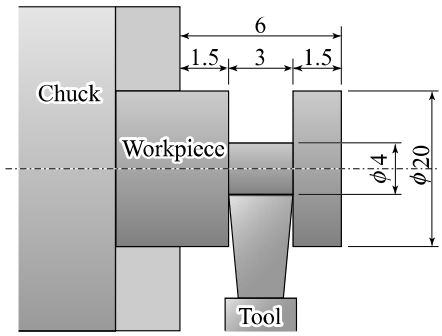


図 2 工作物，工具，溝の寸法

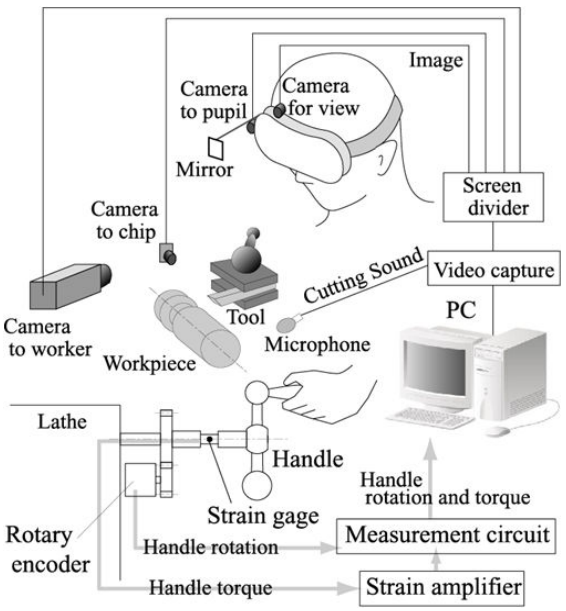


図 3 測定装置

4. 切りくずのつながりの判定

切削加工中において，切りくずは様々な形態で形成されるが，本研究ではカメラで撮影した画像から，切りくずがつながっているか途切れているかを判定する．カメラは図4に示す位置から図5(a)のような工具刃先近傍を撮影する．刃先における切りくずの画像は，つながっているときには変化が少ないが，途切れた場合に切りくず全体が刃先から離れ，図6(a)のように大きく変化する．したがって，以下の手順で判定する．

まず，撮影画像に対して二値化を行う．この際，画像処理に影響する周辺の光源を考慮して加工を行わない工作物表面の画像（図7のA部）の平均輝度値を閾値として使用する．二値化処理後の画像の例を図 5(b) ，図6(b)に示す．ここで刃先近傍の画像（図7のB部）の白い部分が占める割合 W_i(i：フレーム番号）のフレームにおける変化によって判定する．つまり，$\left|W_i - W_{i-1}\right| / W_i \le \alpha$ のとき切りくずはつながっており，$\left|W_i - W_{i-1}\right| / W_i > \alpha$ のとき切りくずは途切れたと判定する．なお，αの値は実験的に0.5と決定した．

5. おわりに

本報告において，以下のことを行った．

- 汎用旋盤作業における技能の定量化を行うため，作業中における切りくずの状態，ハンドルトルク，ハンドル回転角，作業者の注視点を測定する装置を製作した．
- 工具刃先近傍をカメラで撮影し，切りくずのつながりの状態を画像処理により判定した．

参考文献

1) 橋本宣慶，大石進，浅野裕貴，人工現実感による機械加工作業のシミュレーション―旋盤による突切り作業シミュレータの開発―，精密工学会学術講演会講演論文集，2009(1)，183-184，(2009)

2) 橋本宣慶，瀬戸翔太，大石進，人工現実感による機械加工作業のシミュレーション―実際の汎用旋盤における作業者の挙動測定―，精密工学会学術講演会講演論文集，2009(1)，649-650，(2010)

［連絡先］

橋本宣慶

青山学院大学理工学部機械創造工学科

〒252-5258 神奈川県相模原市中央区淵野辺 5-10-1

e-mail：hashimoto@me.aoyama.ac.jp

Fax：042-759-6502

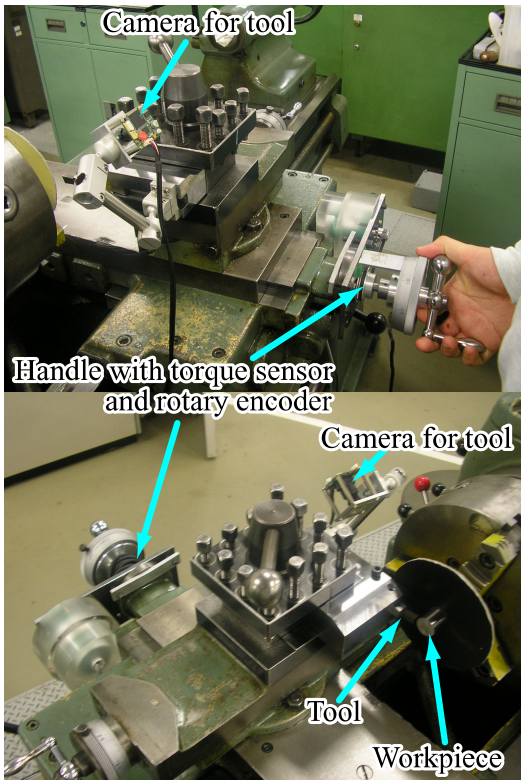
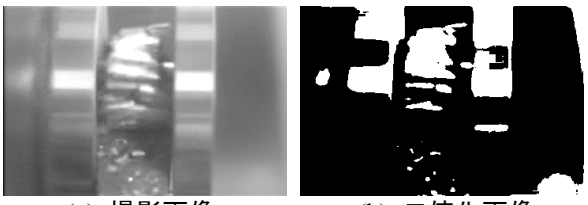
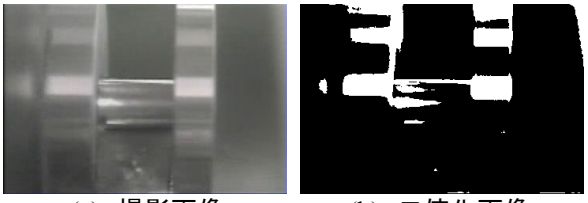


図 4　測定装置外観



(a) 撮影画像　　(b) 二値化画像

図 5　切りくずがつながっている状態（例）



(a) 撮影画像　　(b) 二値化画像

図 6　切りくずが途切れた状態（例）

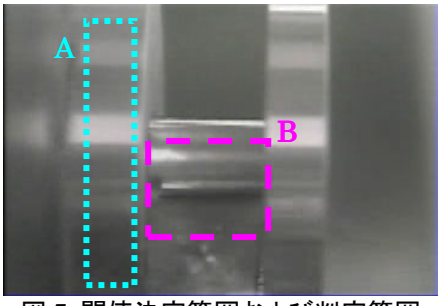


図 7　閾値決定範囲および判定範囲

VR による旋盤作業訓練システムを用いた高能率技能訓練

○梁馨*，馬寧*，加藤秀雄*，樋口静一*，大川一也*
（*千葉大学大学院　工学研究科）

High efficiency training by VR training system for boring operation with lathe

Xin Liang*, Ning Ma*, Hideo Kato*, Shizuichi Higuchi* and Kazuya Okawa*
(*Graduate School of Engineering, Chiba University)

1. はじめに

機械加工を行うためには，工具の選定，工具の取付け，送り速度や切込みの設定などを正しく行う必要がある．手送りの場合は，切り屑の状態や切削音を感じ取りながら，送り速度の微調整が必要であり，知識だけでなく技能を，すなわち形式知だけではなく暗黙知を獲得する必要がある．とくに，中ぐり旋盤加工は工具の剛性が低いため，高度な技能を身につけなければ，正しい機械加工を行うことはできない．本研究では VR システムを用いて高能率に中ぐり旋盤加工技能訓練を実現することを目的とする．

2. VR システム

中ぐり旋盤作業の VR システムは，宇野ら[(1)]が開発したものを改良して用いた．すなわち，Fig.1 に示すように実機旋盤のハンドルに角度センサを取付け，その出力に対応して仮想工具を動かすことにより，仮想工作物の切削シミュレーションを行うシステムとした．仮想物は裸眼立体ディスプレイに提示され，擬似切削音はスピーカで提示される．

3. 対象作業

対象作業は Fig.2 に示すように円筒状工作物の内径を 20mm から 20.8mm に広げる中ぐり加工である．拡大部の長さ，すなわち目標加工長さ A については後述する．工具は先端部が 0.15mm 曲げ変形すると破損するものとする．工具が破損するか，作業の制限時間を超えると作業は失敗とする．なお，半径方向の加工精度は議論しないものとした．すなわち，被訓練者には工具を破損せず，なるべく速く工具先端を目標加工長さ A だけ送るよう指示した．

4. 工具剛性による難易度の違い

工具剛性と作業の難しさの関係を確認するために，4 種類の剛性をもつ工具による中ぐり作業を被験者 4 人に行わせた．この作業では制限時間なし，目標加工長さ A は 20mm とした．その結果，Fig.3 に示すように剛性が低いほど加工できた長さが短くなり，難しくなることが確認された．

5. 工具剛性の変化による高能率訓練

未熟練者にとって，始めから低い剛性の工具で作業するのは難しい．そこで，始めは高い剛性の工具で訓練し，成功率が向上したら，剛性を下げるようにすれば，訓練回数の低減，時間の短縮，疲労の軽減に有効であると考えられる．この仮説を検証するために，以下に述べるような実験を行った．Fig.4 は実験のスケジュールを示す．被験者は 22～30 歳の 12 人であり，A と B の 2 グ

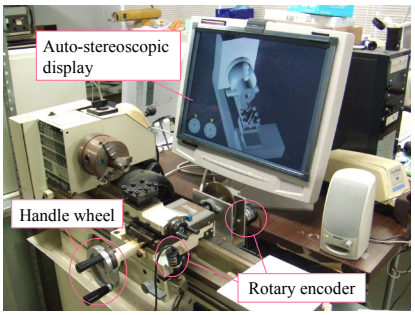
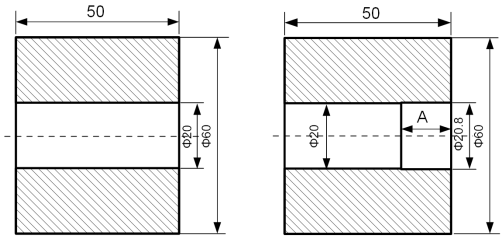


Fig.1 Virtual Reality training system



Work piece　　Final product

Fig.2 Work piece and desired final product

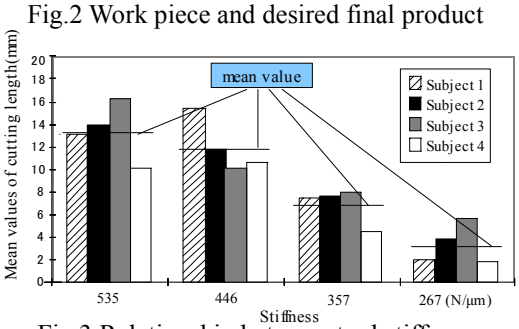


Fig.3 Relationship between tool stiffness and mean value of cutting length

ループに分けた．A グループは，訓練初期の剛性を 357N/μm とし，作業が 3 回連続して成功したら，剛性を 250N/μm，179N/μm，143N/μm と順次下げていき，最も低い剛性の 143N/μm で作業が 3 回連続して成功したら訓練を終わることとした．他方，B グループは始めから最も低い剛性の 143N/μm とし，作業が 3 回連続して成功したら訓練を終わることとした．両グループともに 1 作業の制限時間は 45s，目標加工長さ A は 4mm とした．実験の前後には被験者の疲労を評価するためにフリッカ値の測定を行った．

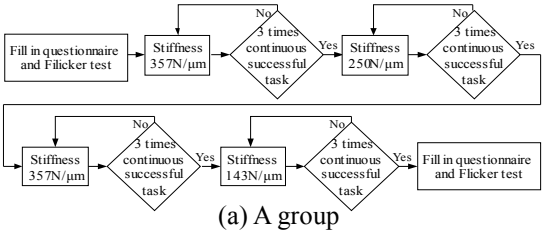
Fig.5 は一例として被験者 A4 の訓練回数と作業時間の関係を示す．図から，始めは剛性が高いので短時間で加工を終了していること，失敗は工具破損によるものであることなどがわかる．Fig.6 は全被験者の総訓練回数を示す．明らかに B グループより A グループの方が訓練回数が少ないことがわかる．グループの平均値についての分散分析では両者の間に有意水準 5%で有意差が認められた．Fig.7 は作業に要した時間の合計を全被験者毎に示す．グループの平均値を比較すると B グループより A グループの方が少ないが，分散分析では，両者の間に有意差は認められなかった．Fig.6 と Fig.7 の A グループの結果には剛性の違いを模様で区別してあるが，剛性による明確な傾向は見られなかった．Fig.8 はフリッカ値（CFF）の日間変化率を示す．図から，B グループは A グループより疲労が大きいことがわかる．この原因は，Fig.9 に示した全作業に対する成功率の結果からわかるように A グループに比べて B グループは失敗が多く，精神的ストレスが大きいためと考えられる．

6. おわりに

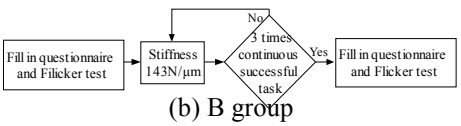
提案した工具剛性を順次低下させる訓練方法は，訓練総時間の短縮に必ずしも有効ではないが，訓練回数の短縮および疲労の低減に有効である．

7. 参考文献

1)宇野祐輔，他，“裸眼立体ディスプレイを用いた中ぐり旋盤作業シミュレータ” SI2007 講演会，393.



(a) A group



(b) B group

Fig.4 Schedule of experiment

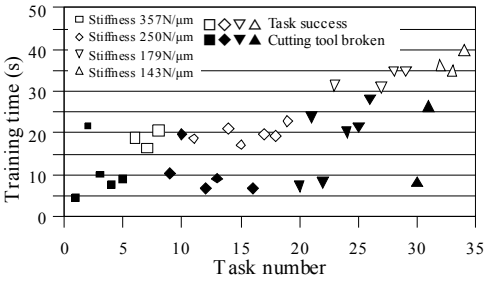


Fig.5 Time in each task of subject A4

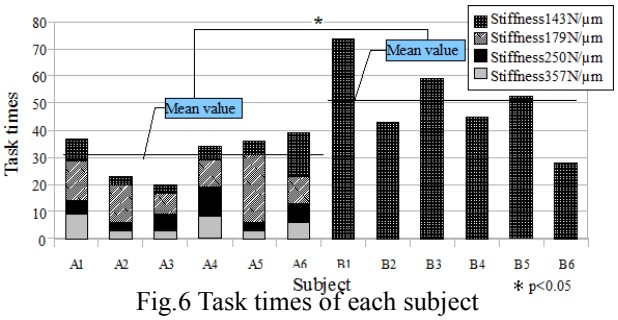


Fig.6 Task times of each subject

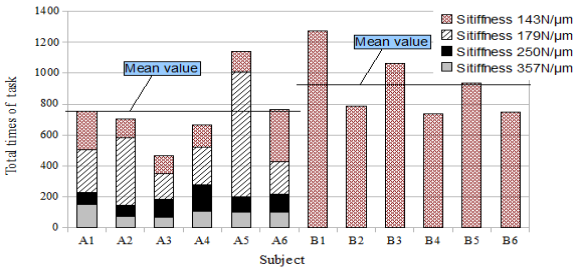


Fig.7 Total training time of each subject

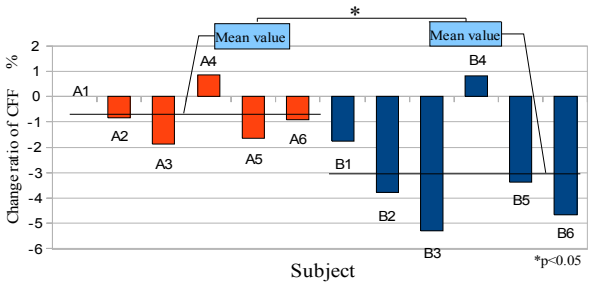


Fig.8 Change ratio of CFF of each subject

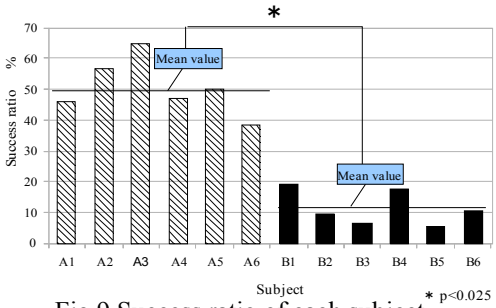


Fig.9 Success ratio of each subject

[連絡先]
梁馨
千葉大学大学院工学研究科機械系コース（第 6 分野）
〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33
e-mail：xin@graduate.chiba-u.jp
Fax：043-290-3185

複合現実感を用いた汎用工作機械の操作訓練

○御簾納陽介*，橋本宣慶**，加藤秀雄*，樋口静一*，大川一也*
（*千葉大学大学院工学研究科，**青山学院大学理工学部）

Training of versatile machine tool operation with mixed reality

Yosuke Misuno*, Nobuyoshi Hashimoto**, Hideo Kato*, Shizuichi Higuchi*, Kazuya Okawa*
(*Graduate school of engineering, Chiba university, **College of science and engineering, Aoyama gakuin university)

1. はじめに

汎用工作機械を適切に操作するためには熟練技能が必要であり，実機による訓練が不可欠である．しかし，未熟練者にとって実機訓練は，危険を伴うことがあり，機械の破損等のコストの問題もある．そこで，本研究では複合現実感(Mixed Reality:MR)を用いた工作機械のシミュレータを開発し，未熟練者が安全に効率よく機械加工の工程設計とハンドル操作の学習および訓練を行う方法について検討する．本報では，フライス盤作業を対象としたシミュレータの開発および，それによる学習と作業手順書による学習法を比較検討した結果について述べる．

2. シミュレータ

2.1 システム構成

シミュレータは，図 1 に示すように機械本体は実機を用い，工具・工作物を仮想物とする複合現実感を採用している．複合現実感の画像生成には ARToolKit[1]を用いるが，工具と工作物の表示位置精度を 0.1mm 以下にするために，マーカ像のみでなく変位センサを併用して位置を決定した．仮想の工具および工作物は微小立方体の集合，すなわちボクセルモデルで形状を表現し，干渉判定や描画処理の高速化のため Octtree 手法を用いている．

2.2 技能評価方法

被訓練者の技能は作業時間，加工精度，工具送り速度，手順・操作ミスにより評価する．具体的な測定方法を以下に述べる．

(1) 作業時間：作業の効率の指標である．本研究ではタスクを「零点合わせ」，「早送り」，「目盛の設定」，「荒削り」，「仕上削り」の部分タスクに分割し，各所要時間と累積時間を測定する．

(2) 加工精度：作業のマクロ的品質の指標である．加工精度は，工具の移動経路と理想的な加工を行った場合のそれの差から算出する．

(3) 工具送り速度：送り速度は仕上げ面粗さに影響し，作業のミクロ的品質の指標である．熟練者の作業を参考に，荒削り 60mm/min(許容誤差 20mm/min)，仕上削り 40mm/min(許容誤差 20mm/min)を理想的な値とした．

(4) 手順・操作ミス：作業の安全を示す指標である．例えば，手順ミスとは「早送り」をすべきところを「目盛の設定」をしてしまうことであり，操作ミスとはハンドルを逆方向に回してしまうことなどであり，生じた回数を測定する．

2.3 教示システム

被訓練者は1タスク終了する毎に部分タスクにかかった時間と累積時間を知ることができる．また，作業中に送り速度が適正範囲を逸脱した場合，図 2 のように警告が表示される．さらに，各部分タスクの終了時には，図 3 のように次の部分タスクの説明が表示される．

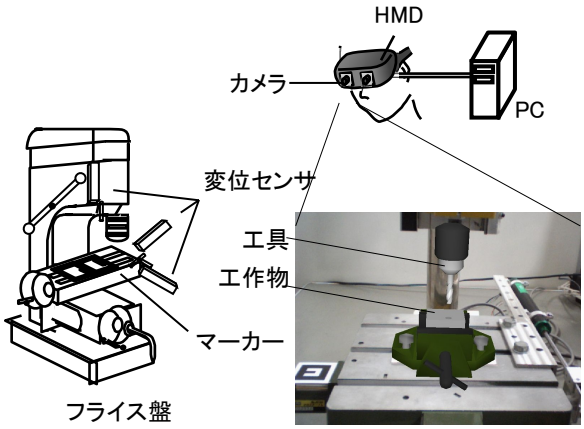


図 1. システム構成

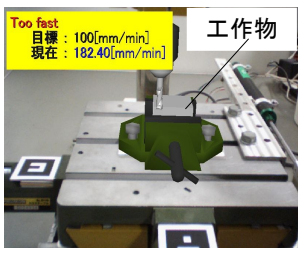


図 2. 送り速度の警告

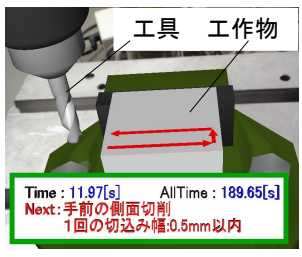


図 3. 作業手順の表示

3. 実験

3.1 実験方法

シミュレータによる学習の有効性を検証するため，従来の作業手順書による学習と比較検討する．被訓練者はシミュレータで学習するグループ（シミュレータ群），手順書で学習するグループ（手順書群）共に 3 人ずつとした．タスクはフライス盤技能検定 3 級を参考に，37x30x20 のアルミブロックに対してエンドミルで図 4 に示すような加工を施すものとした．実験の流れを図 5 に示す．シミュレータ群，手順書群どちらも 30 分間の学習を行い，学習の前後にフリッカー値を測定する．その後，実機での作業を行い，寸法公差に収まるまでの作業時間と送り速度を測定する．また，手順を間違えた回数と操作ミスの回数の測定も行う．

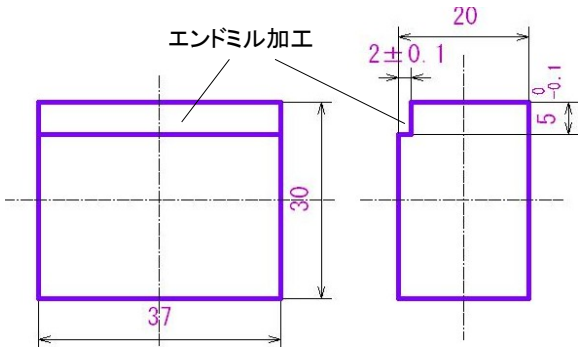


図 4. 実験タスク

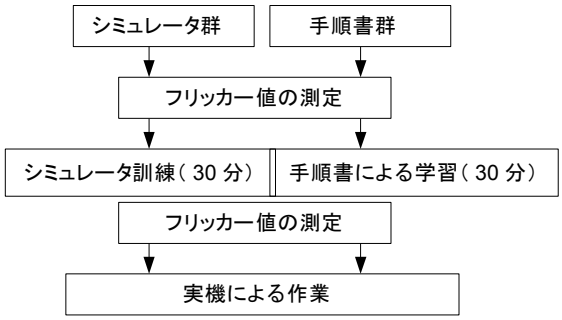


図 5. 実験の流れ

3.2 結果と考察

作業時間の結果を図 6 に示す．シミュレータ群の被訓練者は手順書群に比べ全体的に作業時間が短くなっていることがわかる．両グループ間に t 検定を行った結果，両者の作業時間に有意差が認められた($p<0.05$)．図示しないが部分タスク毎の作業時間も全てのタスクにおいてシミュレータ群の方が短い時間となった．これは，実際に手を動かすシミュレータのほうが作業手順を確実に覚えることができ，作業に無駄な動きがなくなったためであると考えられる．このことはシミュレータ群の手順や操作のミスの平均回数が 0.67 回と手順書群の平均 3.33 回に比べて少ないことからも窺える．

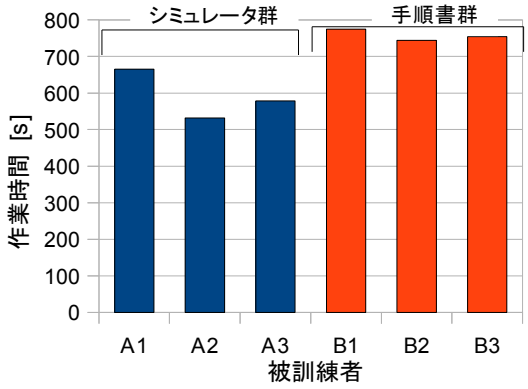


図 6. 作業時間の比較

図 7，8 は被訓練者毎の荒削りと仕上削りの送り速度の平均を示しており，エラーバーは標準偏差を示している．また，図中の赤線は理想的な送り速度を示している．手順書群に比べ，シミュレータ群は理想的な値に近く，標準偏差も小さい．

手順書群の操作ミスの中には，工作物から工具を離すべき際に逆に工作物に切込むという危険なミスもあった．工具・工作物を仮想物としたシミュレータであればこのようなミスも安全に学習することができる．なお，どちらの学習法でも疲労はほとんど認められなかった．

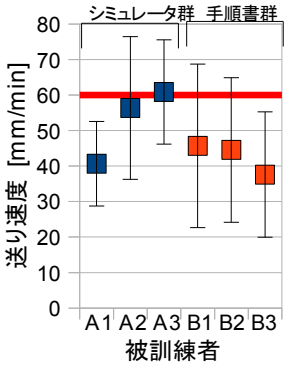


図 7. 送り速度（荒削り）

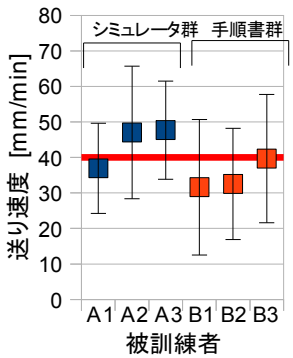


図 8. 送り速度（仕上削り）

4. おわりに

複合現実感を用いた汎用フライス盤の訓練用シミュレータを開発し，作業手順書による学習との比較検討を行った．その結果，実際に手を動かす本シミュレータのほうが多くの点で有効であることを確認できた．

5. 参考文献

1) http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/

[連絡先]
御簾納陽介
千葉大学大学院工学研究科機械系コース（第 6 分野）
〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33
e-mail：misuno@graduate.chiba-u.jp
Fax：043-290-3185

円筒状工作物の芯出し技能の VR 訓練システム

○青宿淳一*，加藤秀雄*，樋口静一*，大川一也*
（*千葉大学大学院工学研究科　）

VR training system for centering skill of cylindrical workpiece

○Junichi Aoyado*, Hideo Kato*, Shizuichi Higuchi*, Kazuya Okawa*
(*Graduate school of engineering ,Chiba university)

1. はじめに

工作機械の自動化が進む一方で，多品種少量生産のために人間が手動で操作する汎用工作機械の必要性も依然として存在する。汎用工作機械の操作に必要な技能には，切り込みや工具送り速度など，加工条件設定に関する技能のほかに，加工前に工作物を適切な位置に固定するなどの段取りに関する技能が存在する。工作機械の技能訓練をVR環境で行う研究は古くから行われているが，ほとんどが加工条件設定に関する技能を対象としており[1)]，段取りの技能を対象とした研究は少ない。本研究では，段取りに関する技能のうち，片チャック支持された円筒状工作物のハンマリングによる半径方向位置決め，すなわち芯だし技能の訓練についてVR技術の応用を検討する。

2. 訓練システム

開発した訓練装置のハードウエア構成を図 1 に示す。被訓練者が，図中に示す丸棒をインパルスハンマ（Dytran，5101A）で打撃すると，PC 内の仮想工作物が移動する。工作物やチャック，振れ（芯ずれ）を測定するためのダイヤルゲージは図 2 に示すように画面表示されていて，被訓練者は振れがなくなるよう，工作物の回転移動，チャック締付け力調整および打撃を繰り返し，かつ，最終的に十分な締付け力で締付けることを行う。なお，ハンマにはマーカを取付けてあり，上方に設置した USB カメラ（Kworld，KW-UC330A，320×240 画素，30fps）で得られた画像から打撃位置を測定している。工作物（主軸）の回転と停止，チャック締付け力変更はキーボード操作で行う。ハンマリングによる工作物の移動は図 3 および次式に示す力学モデルに従うものとした。

$$U(t)=\omega(t)\cdot(L-b/2-l)\,dt$$

$$\omega(t)=\frac{M(t)}{I}dt$$

$$M(t)=F(t)\cdot(l-b/2-l)-\mu N\cdot r\cdot C$$

$$C=(|\sin(\alpha)|+|\sin(\alpha+\frac{2}{3}\pi)|+|\sin(\alpha+\frac{4}{3}\pi)|)$$

ここで，$F(t)$は時刻tの打撃力を，dtは打撃持続時間を，$U(t)$は工作物先端の移動量を，$\omega(t)$はA点周りの工作物の角速度を，IはA点周りの工作物の慣性モーメントを，$M(t)$は打撃によるA点周りのモーメントを，μ はチャックの爪と工作物間の動摩擦係数を，Nはチャックの爪が工作物を締付ける力を，α は工作物（主軸）の回転角を示す。

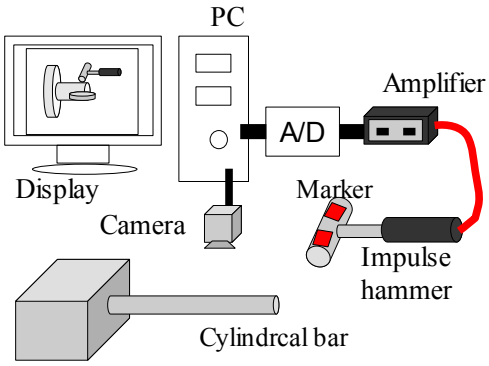


図 1．訓練システムのハードウェア構成

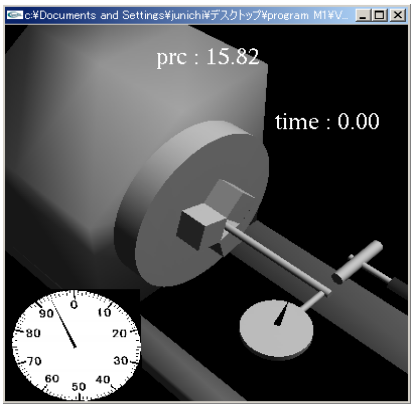


図 2．訓練システムの画面表示例

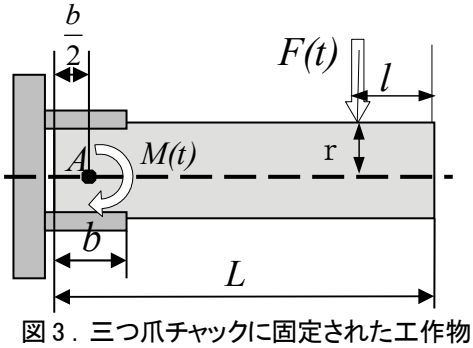


図 3．三つ爪チャックに固定された工作物

日本人間工学会関東支部第 40 回大会 東海大学 2010 年 12 月 4 日，5 日

3. 実験

3. 1 実験方法・条件

芯出し作業において必要な技能は工作物（主軸）の回転位置，打撃力の大きさ，向き，打撃位置，チャック締付け力の大きさを調整する技能と考えられる。本研究ではこれらのうち，打撃力の大きさとチャック締付け力の大きさの調整技能について検討するため被験者による実験を行った。被験者は芯出し作業未経験の 6 人とした。各被験者は，打撃力と締付け力を自由に調整できる場合（以下では「制限なし」と表記），締付け力を 50N で一定とし，打撃力のみ調整できる場合（以下では「締付け力固定」と表記），打撃力を 10N で一定とし，締付け力のみ調整できる場合（以下では「打撃力固定」と表記）のいずれかの条件で各 10 回ずつ計 30 回の芯出し作業を行った。条件はランダムに変更した。

3. 2 実験結果・考察

各被験者の平均作業時間を図 4 に示す。エラーバーは標準偏差を表す。図から被験者 5 を除いて締付け力固定条件が作業時間が最も短く，標準偏差も小さいことがわかる。振れの平均確認回数を図 5 に表す。図から被験者 5 を除き，打撃力固定条件が最も多いことがわかる。作業時間が短く，振れの確認回数が少ないことは難易度が低いことを意味しており，これらの結果から芯出し作業では，打撃力調整のほうが締付け力調整より難易度が低いと言える。

制限なし条件について，図 4，5 の結果をみると，作業時間は比較的短く，確認回数も比較的少ないことがわかる。このことは，本対象作業の場合，自由度が大きいほうが難易度が下がることを示唆すると思われる。作業時間のうち打撃にかける時間だけをまとめたものが図 6 である。図から被験者 4 以外は制限なし条件で最も長いことがわかる。これは，作業の終盤で締付け力を大きくしなければならないが，移動量が小さくなるため，打撃回数が増えた結果である。締付け力の調整を合理的に行なえるようになれば打撃回数を減少できると考えられる．実作業における条件は制限なしであり，VR 訓練を締付け力固定，打撃力固定，制限なしの順で行うことにより，より効率的な訓練を行える可能性がある。

4. 終わりに

VR 技術を用いた芯だし技能の訓練システムを開発した。本装置を用いた作業実験の結果，以下のことが明らかになった。(1)打撃力調整のほうが締付け力調整より難易度が低い。(2)制限なし条件は，総作業時間は比較的短いが，打撃にかける時間は長い。

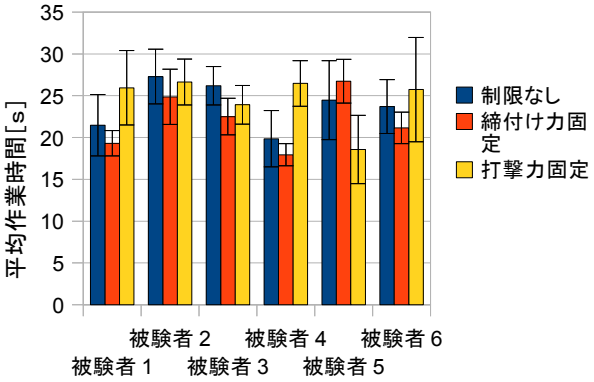


図 4． 平均作業時間

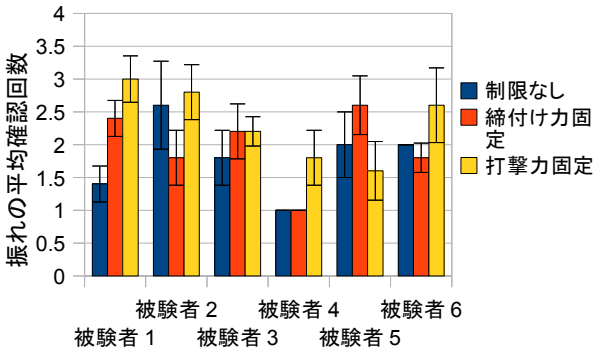


図 5． 振れの平均確認回数

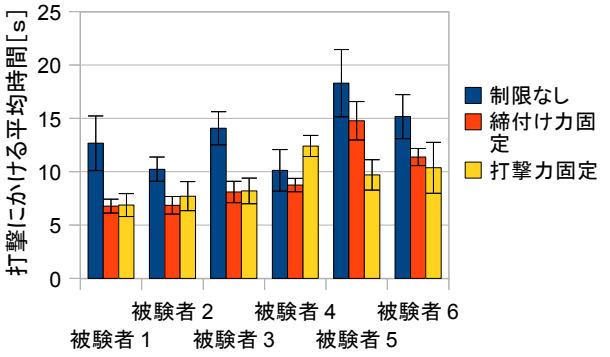


図 6． 打撃にかける平均時間

5.参考文献

1）加藤，他：精密工学会誌 62，7（1996）pp.999−1003.

［連絡先］
青宿淳一
千葉大学大学院工学研究科機械系コース（第6分野）
〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33
e-mail : aoyado@graduate.chiba-u.jp
FAX：043−290−3185

口の開閉動作を利用したロボットハンドの把持制御

○亀山　剛，中沢　信明
（群馬大学大学院工学研究科）

Control of a robot hand with mouth open/close motions

Takeshi Kameyama, Nobuaki Nakazawa
(Graduate School of Engineering, Gunma University)

1. はじめに

従来，口腔内の舌や歯，唇等でスイッチ入力を行う福祉機器の開発がなされてきたが，操作の難しさや，装置を口の中に入れるための疲労及び唾液に対する衛生面などが課題となってきた．また，呼吸気を利用したものは，長時間の使用は操作者に大きな負担となる可能性がある．本研究では，画像処理を利用した口の開閉状態の認識システムの構築を行った．次に，本システムをロボットハンドの把持制御に応用し，有用性について検証を行った．

2.本装置のシステムの構成

2.1 ハンド概略

ロボットハンドは人間の手を模倣し作成したものであり，寸法は実際の人間の手よりやや大きい程度である．把持形態はパワーグラスプであり，人差し指を稼動させて固定した親指と挟む構造となっている．駆動には DC モータを使用し，指をワイヤで牽引し稼動させた．また，物体を自然に把持できるよう指の各関節の動きを同期させた．

2.2 システム構成

Fig.1 で示されるように，PC に接続された USB カメラ(320×240dot,30fps,RGB24)で被験者の顔を撮り，IO ボードに制御信号が送信される．モータドライバを利用することで，モータを正・逆転させることが可能であり，これによりロボットハンドの開閉制御を行う．

2.3 画像処理

実際にカメラで撮影した画像を Fig.2 に示す．図中の画像の Filter は測定範囲を示し，この範囲を式(1)を用いて表す．

$$g(i,j)=\begin{cases}1\left(R[i,j]<t\right)\\0\left(R[i,j]\geq t\right)\end{cases} \qquad (1)$$

表但し，R[i,j]は座標(i,j)での R 信号の輝度，t は閾値をしている．また，S は口の面積であり，面積は式(2)により求める．

$$S=\sum_i\sum_j g[i,j] \qquad (2)$$

口の面積はリアルタイムに取得し，閾値を設けることで，操作の状態を認識する．

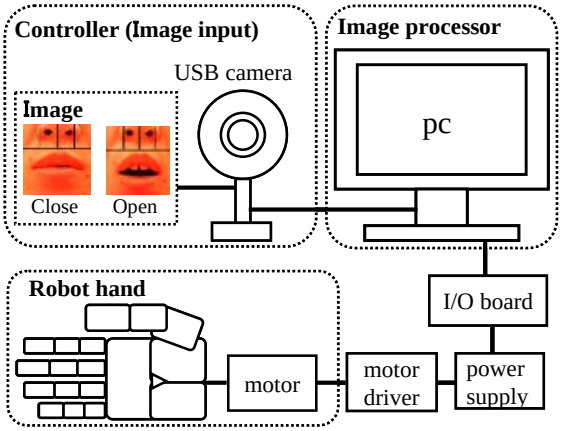


Fig.1 Device system

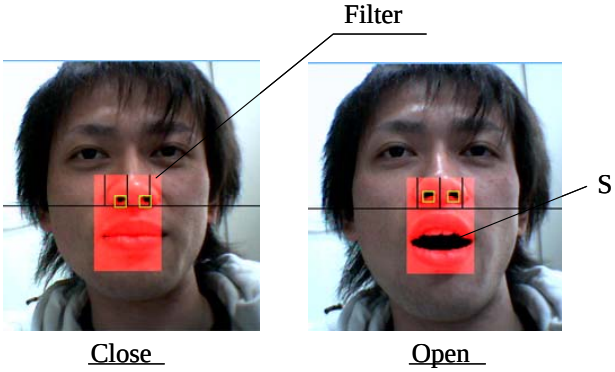


Fig.2 Device system

3.検証実験

3.1 実験方法

本システムの有用性を確認するため，検証実験を行った．実験の様子を Fig.3 に示す．被験者には，カメラと口までの距離 30cm，高さ 10cm の位置に座ってもらい，この状態でロボットハンドの把持操作を行うよう指示した．次に 2 つの方式（方式 1，方式 2）に従って，それぞれの場合において実験を行った．方式 1 は，口の開閉動作を 2 回行うとロボットハンドが対象物体を把持し，続けて 1 回行うと離す動作を行うクリック方式である．方式 2 は，口を閉じると対象物体を把持し，口を開くと離す動作を行う直感的な方式である．実験の一連の流れとしては，実験者が被験者の操作するロボットハンドに把持物体を引き渡し，その後，ロボットハンドの把持物体を実験者に受け渡しされる．この時，被験者は円滑な物体の手渡し動作のために，口の開閉動作によってロボットハンドを操作しなければならない．被験者は，上記の 2 方式の手渡し動作をそれぞれ 5 回ずつ繰り返し行い，その操作性を SD 評価に従い比較検討してもらう．なお，被験者は 20 代学生 10 名であり，事前に練習をせずに操作を行った．

3.2 実験結果

SD 評価の結果を Fig.4 に示す．(a)が方式 1，(b)が方式 2 の結果を表している．図中は(1)滑らかさ，(2)疲れ，(3)操作性，(4)安定感，(5)反応度，(6)安全性，(7)簡便性，(8)理解度，(9)全体的に分かりやすいかどうか，計 9 項目についてそれぞれ 5 段階評価し，その結果を点数に置き換え，平均値と標準偏差の値をプロットしたものである．Fig.4 を見てみると，どちらの方式においても良好な評価が得られていることが分かるが，比較してみると方式 2 の方がより良好な結果であることが見て取れる．これはクリック方式に比べて直感的な方式の方が被験者にとって操作しやすいためと思われる．

方式 1 は，どのような状況においても口を開けた状態を保つ必要はないが，方式 2 は物体を離した状態にする場合，口を開けたままにしなければならない．実験方法が今回と異なり，口を開ける時間を長く取った場合，方式 1 の方が優位性があると考えられる．

4.むすび

本研究では，ロボットハンドの操作を目的とした非接触型インタフェースの開発を行った．検証実験では，いずれの方式においても高い評価が得られ，口の開閉を利用した操作の有効性が示された．今後の課題として，ロボットハンドの把持力強化が挙げられる．

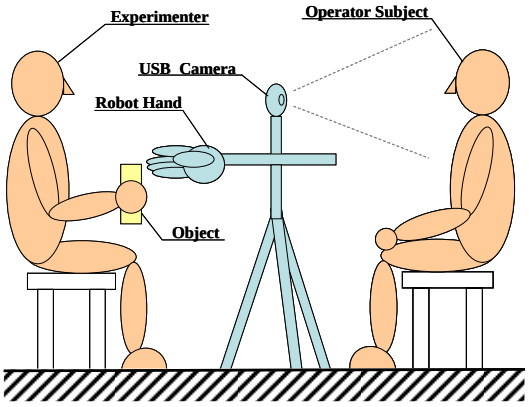
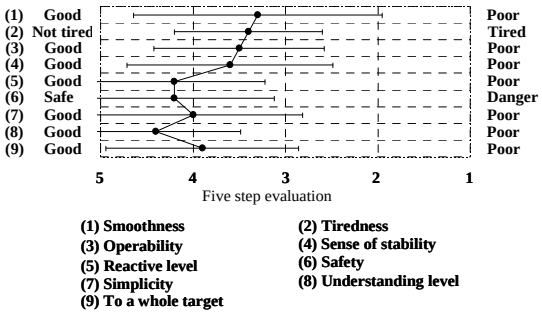
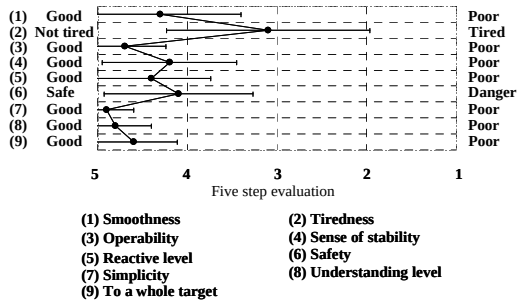


Fig.3 Scene of experiment



(a) Method1



(b) Method2

Fig.4 Questionnaire result

参考文献

[1] 中沢，清水，山田，松井，伊藤：頭の傾きと口の開閉動作を利用したパソコン操作インタフェース，機論 C，Vol.72，No.724，pp.198-204, (2006)

[連絡先]
亀山　剛
群馬大学大学院工学研究科生産システム工学専攻
〒373-0821 群馬県太田市下浜田町 474-66ｷｭｳﾌﾞ下浜田A棟 303 号室
e-mail：t10801308@gunma-u.ac.jp
Fax：0276-50-2235（中沢研究室宛）

鼻孔を特徴点とする顔方向の認識システムの開発

○ 森崇*, 前田亜哉*, 富岡遼**, 岩田知之**, 中沢信明**

(*群馬大学工学部, **群馬大学大学院工学研究科)

Development of Recognition System Using Feature of Nostrils

Takashi Mori*, Aya Maeda*, Ryo Tomioka**, Tomoyuki Iwata**, Nobuaki Nakazawa

(*Faclty of Engineering, Gunma University, **Graduate School of Engineering, Gunma University)

1. はじめに

顔の向きは, 直観的な意思表示の手段として考えられ, あらゆるインタフェースへの適用が可能である. 画像処理を利用した認識については, 主にアピアランスベース, 顔特徴ベース, 3次元モデルベースに分けられ, 様々な手法の提案がなされてきた [1]. 認識を行う際には, 目や鼻, 口等の顔特徴を抽出する必要があるが, 中でも鼻孔は形状が安定しているため, 有効な特徴点であると考えられる. そこで本研究では, 鼻孔を特徴点とする顔の向きの認識システムの開発を行った. ここでは鼻孔の面積および座標に着目し, 二値化処理での閾値を可変にすることで, 明るさの変化を考慮に入れたシステムを構築した.

2. 顔の向き認識システム

2.1 鼻孔面積の取得

本研究では, 図1に示されるように上下左右4つの顔方向に着目する. 図のようにUSBカメラ(320×240[dots], RGB24)で操作者の顔を取り込み, 画像処理によって顔の方向を認識する. 図2は, 画像処理の様子を表したものである. 鼻孔周辺の測定範囲を切り出し, 式(1)により数値化する.

$$g[i,j]=\begin{cases}1 & (R[i,j]<\varepsilon)\\ 0 & (Otherwise)\end{cases} \tag{1}$$

但し, $R[i,j]$ は座標 (i,j) でのR信号の輝度, ε は閾値を表している. 図中の S_{Left} は左の鼻孔面積, S_{Right} は右の鼻孔面積をそれぞれ表しており, 次式より求める.

$$S_{Left}^{(t)}=\sum_{i=0}^{a/2}\sum_{j=0}^{b}g[i,j],\quad S_{Right}^{(t)}=\sum_{i=a/2}^{a}\sum_{j=0}^{b}g[i,j] \tag{2}$$

ここで a および b は, 画像処理を行う範囲の幅と高さを表している. 初期状態で, 左右の鼻孔を中心とする二つの領域 A_L と A_R に分割する. なお, 鼻孔は形状画像が安定しているが, 周囲の照度に影響を受けやすい欠点がある. そこで、二値化処理において閾値を可変とすることで, 照度の変化に強いシステムを構築する. 式(1)の閾値 ε について, 次式のように与える.

$$\varepsilon^{(t+1)}=\begin{cases}\varepsilon^{(t)}+\Delta\varepsilon & (S_{Left/Right}^{(t)}<S_t-\Delta S)\\ \varepsilon^{(t)}-\Delta\varepsilon & (S_{Left/Right}^{(t)}>S_t+\Delta S)\\ \varepsilon^{(t)} & (Otherwise)\end{cases} \tag{3}$$

ここで, S_t は理想となる鼻孔輪郭における面積, ΔS はその許容範囲である. 現在の閾値 $\varepsilon^{(t)}$ は, $\Delta\varepsilon$ の加減により, 理想の鼻孔輪郭に近づくことが可能である.

2.2 顔の向きと鼻孔面積の変化

顔の方向を変化させた場合の鼻孔の様子を図3に示す. また, このときの左右二つの鼻孔面積の時間波形を図4に示す. (I)は顔を正面に向けた初期状態であり, 順に, (II) 上方向, (III) 下方向, (IV) 左方向, (V) 右方向に変化させた. 図(a)からは, 顔の方向によって二つの鼻孔面積が明らかに変化していることが確認できる. 初期状態と比べれば, 上を向い

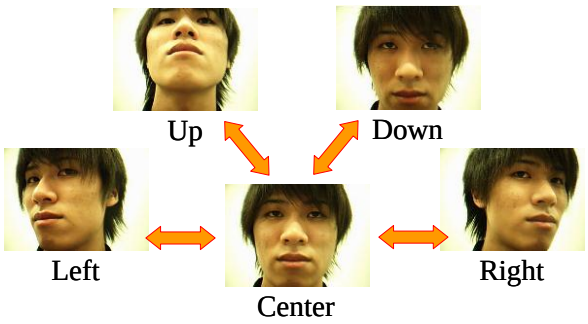


図1. 顔の方向

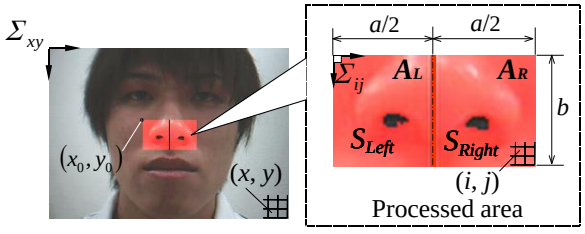


図2. 鼻孔面積の取得

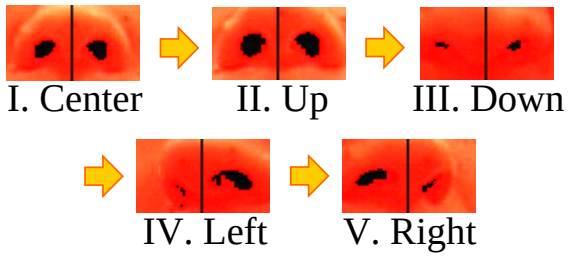
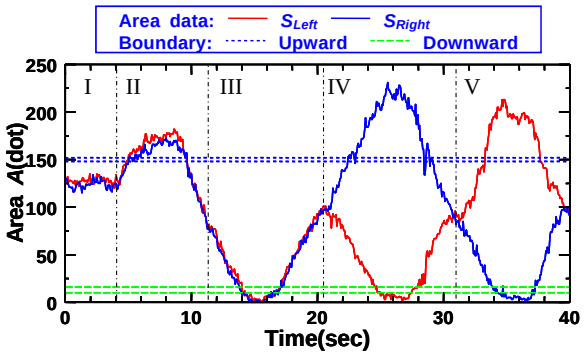
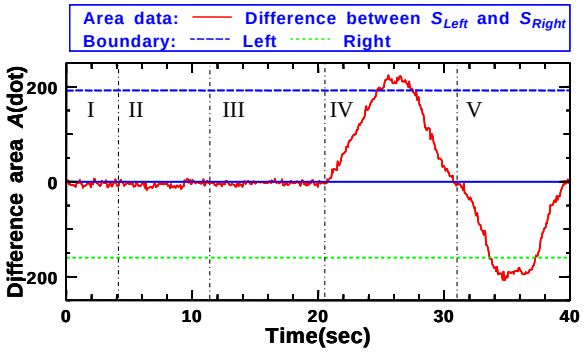


図3. 鼻孔画像の変化



(a) 左右の鼻孔面積



(b) 左右の鼻孔面積の差

図4. 鼻孔面積の時間波形

た場合には鼻孔面積が増大し，下を向いた場合には減少している．一方，左方向を向く場合には右側の鼻孔面積が増大しており，右方向に向く場合には左側の鼻孔面積が増大している様子が見て取れる．図(b)に左右の鼻孔面積の差を示す．ここでは，図中の横線で示されるように閾値を設けて，鼻孔面積の特徴を利用した顔の方向認識システムを確立した．

3. 検証実験

3.1 実験方法

本研究で提案するシステムについて有効性を示すために，検証実験を行った．被験者は，イスに座った状態で実験者によって提示された方向に顔を向け，その様子を正面方向から USB カメラで捉え，本システムによる顔方向の認識を行った．被験者は，20 代の学生 8 名（男性 5 名，女性 3 名）と 40 代 2 人（男性 1 名，女性 1 人）である．

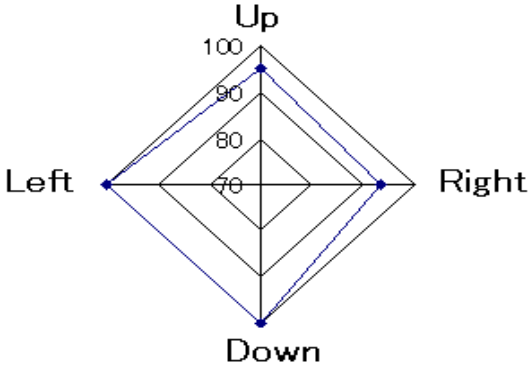


図5. 検証実験の結果

3.2 実験結果

図5に実験結果を示す．図より，いずれの方向においても高い認識率が得られていることが確認できる．上方向については，目や髪が画像処理範囲に入って，ご認識を起こす場合があった．また，認識ができなかったケースとしては，画像処理範囲内から鼻孔が外れたことによるものが多かった．

4. 結言

本研究では，USB カメラで操作者の顔を捉え，鼻孔面積の変化に基づいた顔方向の認識システムを構築した．開発したシステムは，今後，ジョイスティックを用いないハンドフリーインタフェースとして，電動車いすの操作に適用する予定である．

参考文献

1) 佐藤，コンピュータビジョンによる顔のトラッキング，映像情報メディア学会誌，Vol.60, No.4, pp.516-519, 2006

2) 岸本,山岸,新川,外鼻孔画像の認識技術を利用したポインティングデバイス,電子情報通信学会技術報告,Vol.107,No.248,pp.27-30,2007

3) Y. Adachi et al., Intellignet Wheelchair Using Visual Information from the Human face, Journal of the Robotics Society of Japan,Vol.17, No.3,pp.423-431,1999

[連絡先]
森崇
群馬大学工学部生産システム工学科
群馬県太田市本町 29-1
e-mail：t07303048@unma-u.ac.jp
Fax：0276-50-2235

発話音声に対する母音および子音の影響に関する調査

—若齢女子学生と高齢女子の比較—

○ 佐藤清，塩見格一，及川太，原田あすか（(独)電子航法研究所）、
阿部仁（阿部産業）、佐藤健一，佐藤祐樹（芝浦工業大学）

Investigation of Effect of Vowel or Consonant on Uttered Voice

—Comparison with Young Female Students and Older Women—

Kiyoshi SATO, Kakuichi SHIOMI, Futoshi OIKAWA and Asuka HARADA (Electric Navigation Research Institute), Hitoshi ABE (Abe Industry), Kenichi SATO, Yuki SATO（Shibaura Institute of Technology）

1. はじめに

筆者らは、発話音声をカオス論的に解析して得られる指数値（CEM：Cerebral Exponent Macro）[1)]と母音や子音との関係について、某女子大学の小学生から大学生（大学院生含む）までの女子学生を対象に、表１の課題を用いて実施した調査の結果を、昨年度の関東支部大会で報告した[2)]。

それによると、CEM と母音との関係は A>E>U=O>I となり、小学生から大学生まで、概ね、同じ結果であった。また、CEM と子音との関係は、「t」が最も大きく、ついで「s」となり、中学生以上になると「n」と「m」は母音単独の場合よりも小さくなる可能性が示唆された。

今回は、60 歳以上の成人を対象に、女子学生と高齢者でどのような差異があるのか比較するため、前回と同様の方法で調査を実施した。本報告では、女子（高齢女子）と女子学生を比較した結果を述べる。

2. 母音や子音の生理学的特性

日本語の母音は、「A」は口を上下に大きく開き、「I」は上下にはほとんど開かないが、左右にやや大きく開き、「U」は唇を丸く突き出すようにし、「E」は左右には「I」と同程度だが、上下には「I」よりも少し大きく開き、「O」は「U」よりも広めであるが唇を突き出さないで発声する、という特徴がある。

つまり、母音の場合、発声時の呼気の排出量に違いがなければ、口を開く時に関わる筋肉の総活動量が、CEM に影響を及ぼすと考えられる。

子音は、「k」は舌の奥を上顎に軽く付けて、「s」は舌と上顎をぎりぎりのところで付けないように、「t」は舌を上顎に付けて舌を跳ね、吐き出すように、「r」は舌先を上顎に軽く付けて、「n」は舌で口から空気が漏れるのをふせいだ状態で鼻から呼気の一部を出した後に、「m」は完全に口を閉じて鼻から呼気の一部を出した後に、「h」は喉の奥から呼気を一気に出す要領で発声する。「y」は「I」の、「w」は「U」の唇の形から発声が行われる。

以上のように、子音の場合、舌や唇を動かす筋肉の総活動量と口から出る総呼気量が CEM に影響を及ぼすと考えられる。また、日本語は子音と母音が一体化して文字を形成するという特徴がある。

3. 調査の方法

被験者は、某シルバー人材センターに登録している比較的元気な 60 歳から 80 歳までの成人 80 名（平均年齢 69.5±6.0 歳）で、男子が 40 名（69.6±6.0 歳）で、女子が 40 名（69.5±6.0 歳）であった。調査は、2010 年 7 月 26 日から 30 日までの 6 日間で実施された。

表１　課題一覧

課題番号	内　容	朗読方法
1	「あ」から「を」までの1文字カード	1文字ずつ読む
2	「あいうえお」から「わいうえを」までの5文字カード	左から5文字ずつ読む
3	「あいうえお」から「わいうえを」までの5文字カード	左から1文字ずつ読む
4	「おえういあ」から「をえういわ」までの5文字カード	左から5文字ずつ読む
5	「おえういあ」から「をえういわ」までの5文字カード	左から1文字ずつ読む
6	母音の数が5個ずつ入った意味のない文字の羅列カード	左から1文字ずつ読む
7	小学生でも情景が浮かぶような文章カード	左から文章として繋がるように読む
8	同じ母音で統一されたカード	左から5文字ずつ読む
9	「あいうえお」から「わいうえを」までの5文字カード	**立って**左から5文字ずつ読む

測定は、表1の課題朗読時の音声と心拍数および質問紙による体調等のチェックとした。

4. 調査の結果と考察

本報告では、女子 40 名のうち、1つの欠損もなく全課題のデータを得られた 39 名(69.3±6.1 歳)の結果について、女子学生 171 名(15.6±3.8 歳)の結果と比較した形で提示する。

4. 1 課題別 CEM

図 1 に女子学生と高齢者の課題別 CEM の平均値を示した。

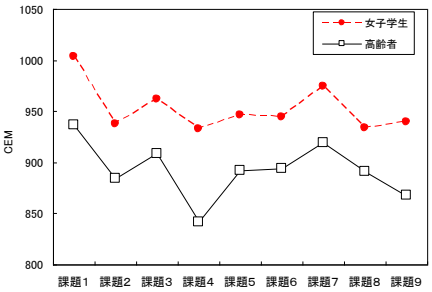


図 1　課題別 CEM と各群の関係

図をみると、高齢者(□)と女子学生(●)の結果の全体傾向は似ている。つまり、1 文字読み無意味課題(課題 1、3、5、6)に比して、連続読み無意味課題(課題2、4)の CEM が小さくなっており、有意味課題である課題7の CEM は、課題 1 を除くすべての課題よりも大きくなっている。ただし、課題2(連続順読み)と課題4(連続逆読み)の CEM は、女子学生では両課題とも同程度となっているが、高齢者では後者の CEM がかなり低くなっている。また、課題2(座位)と課題9(立位)は、連続順読みで課題の内容も同じであり、女子学生では両課題の CEM は同水準になっているが、高齢者の場合は課題4や課題9の方が少し小さくなっている。

心拍数の場合、座位姿勢で行う8つの課題中、無意味課題では、1文字読み課題よりも連続読み課題の方が高く、課題4はより高くなった。また、有意味課題で最も増加していた。

4. 2 母音別 CEM

図2に母音別 CEM(課題8)の結果を示した。

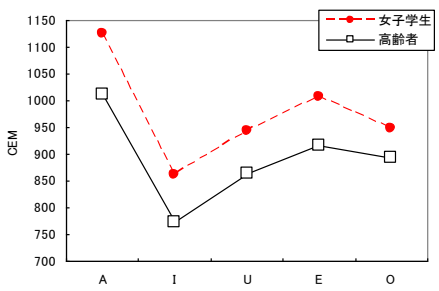


図 2　母音別 CEM と各群の関係

図をみると、女子学生と高齢者は、「A」が最も大きく次いで「E」、そして「I」が最も小さいという点で、よく似ている。

4. 3 子音別 CEM

図3に、連続逆読みの課題4(高齢者は＋課題2)の母音(あ行)と子音の CEM の結果を示した。

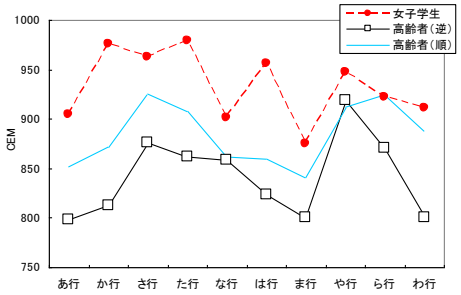


図 3　子音別 CEM と各群の関係

図をみると、女子学生では、「な行」「ま行」とも「あ行」より小さくなっている。言語学的にみると、子音「n」「m」は呼気が鼻に抜ける「鼻音」といわれるので、高齢者でも同様の結果が予測されたが、課題4(逆読み)の「な行」は低くなっていない。参考に表示した課題 2(マークなし実線)では、課題4と比べれば「な行」は小さくなっており、「や行」の CEM が課題4で著しく高くなっている。

5. 考察

母音や子音と CEM との間にみられた全体的な傾向が、高齢女子と若齢女子学生とよく似ていることから、慣れた並びの文字列であれば、年齢に関わらず、一定の傾向が得られる可能性があると考えられる。

ただし、課題2に比して、課題4(慣れない文字配列)や課題9(身体的負荷の高い姿勢)で、CEM が低くなる可能性示唆されたことは、加齢の影響によるものと推察される。その背景として、口の周りや舌ならびに体の全体重を支える脚や足等の骨格筋の筋力の低下や、それらの調整がうまくできなくなっていることが考えられる。

6. おわりに

今回の被験者は、60 歳～80 歳までの高齢者 40 名であったが、女子学生は 3 歳刻みで約 40 名ずつであることから、高齢者の被験者を増やす予定である。また、発声の訓練を積んだ人達のデータを収集し、それがどのような傾向になるのか知る予定である。

参考文献

1) 塩見格一:発話分析から考える脳機能モデル, 感性工学研究論文集, Vol.4, No.1, pp.3-12, 2004
2) 佐藤清ほか:発話音声に対する母音および子音等の影響に関する調査, 人間工学会関東支部大39 回大会講演集, Vol.21, pp.17-22, 2009

発話音声に対する母音および子音等の影響に関する調査

—その2　高齢男女の比較—

○ 及川太，塩見格一，佐藤清，原田あすか（(独)電子航法研究所)、
阿部仁(阿部産業)、佐藤健一，佐藤祐樹(芝浦工業大学)

Investigation of Effect of Vowel or Consonant on Uttered Voice

— Comparison with aged Men and Women —

Futoshi OIKAWA, Kakuichi SHIOMI, Kiyoshi SATO and Asuka HARADA
(Electronic Navigation Research Institute),
Hitoshi ABE (Abe Industry), Kenichi SATO and Yuki SATO (Shibaura Institute Of Technology)

1. はじめに

発話音声をカオス論的に解析して得られる指数値(CEM: Cerebral Exponent Macro)[1]と母音や子音との関係について、60歳から80歳までの成人を対象に、9つの課題(その1を参照)を用いて調査を行った。その1では、女子学生と高齢女子の比較結果を報告したが、ここでは、男女を比較した結果について述べる。

2. 方法

2010 年 7 月 26 日から 30 日までの 6 日間に、9つの課題朗読をしている時の音声と心拍数を測定し、質問紙により体調等をチェックした。被験者は、三鷹市シルバー人材センターに登録している60歳から80歳までの成人80名(平均年齢69.5±6.0歳)であった。内訳は男子40名(69.6±6.0歳)、女子40名(69.5±6.0歳)であった。日常的に薬を飲んでいるものは、男性 23 名(57.5%)、女性24名(60.0%)であり、生まれた所も育った所も東京都という人は、男性 21 名(52.5%)、女性 20 名(50%)であった。

3. 結果

本報告では、全課題のCEM値、課題2のCEM値、課題7のCEM値、課題8のCEM値について、男女を比較する形で提示する。

3.1 全課題の結果

全課題の解析結果をもとに、男性と女性の解析結果を別々に検討した結果は、図1の通りである。男性も女性も概ね同じ傾向を示しているが、男性の CEM 値は女性に比べて高くなっている。

個々の課題では、課題4の CEM 値は、男性女性ともにCEM値が低くなっている。課題7では女性のCEM値が高くなり、他の課題よりも男性との差が小さくなっている。精神的負担度の評価に用いられる HR は、座位姿勢で行われている課題の中では、課題7で最も高くなっていた。

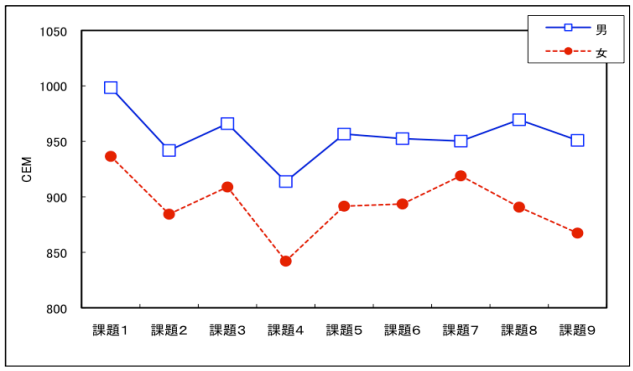


図 1　課題別 CEM 値

3.2 課題 2　CEM 値

図2は課題2の CEM 値を表したものである。男女ともに概ね似たような傾向を示しているが、子音を見てみると男女に違いが見られる。

CEM 値を見ると、男女ともに「さ行」、「た行」、「や行」、「ら行」が高く、「な行」、「は行」、「ま行」が低くなっている。男女別で見ていくと、男性は「ら行」が「や行」より CEM 値が低くなっているのに対し、女性は「ら行」の方が「や行」より CEM 値が高くなっている。また、「な行」、「ま行」のCEM値が、男性は「あ行」より低くなっているのに対し、女性は「ま行」は「あ行」より低くなっているが、「な」は「あ行」より高くなっている。

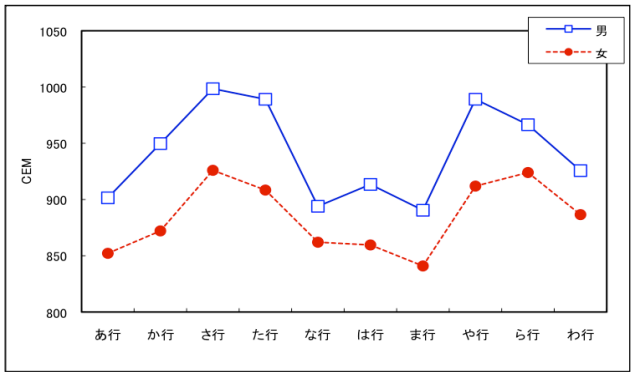


図 2　課題 2 CEM 値

3.3 課題7　CEM 値

図 3 は表2の文章を朗読した時の文章毎の平均 CEM 値を表したものである。男女に共通するのは、文章3の CEM 値が小さいことであり、文章1以外の CEM 値は、男女ともに同程度になっている。文章毎に見ると、3、4、6、7の女性の CEM 値は男性の CEM 値と同程度の値を示している。文章5について、男性は文章4と同程度だが、女性の CEM 値は文章4と比べて低くなっている。

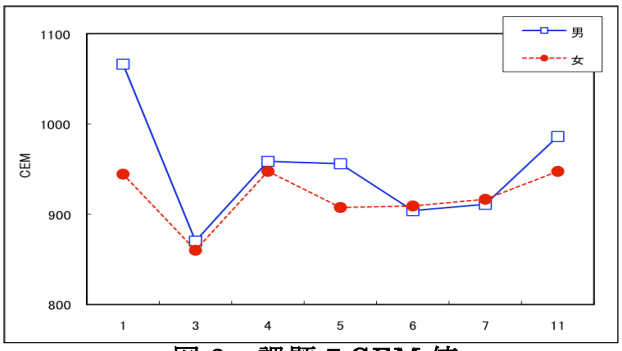


図 3　課題 7 CEM 値

表 2　課題 7 の朗読文章一覧

番号	内容
1	沖縄では 1 月に桜が咲きます
3	犬は大昔から人に飼われてきました
4	昔の人はお月様を大切にした
5	地下鉄に乗ると外の天気がわからない
6	夜の海は波の音がとてもすてきです
7	いつもより遠回りして帰りたいですね
1 1	ココアを飲むと口の周りにヒゲができる

3.3 課題8

図4は、課題8の CEM 値を表したものである。全体的には、男女ともに似た傾向を示している。男女別に CEM 値と各母音との関係を見てみると、男性では「O」が最も低く、女性では「I」が最も低くなっている。男女を比べてみると、「U」は男女差が小さく、「O」では男女が逆転している。

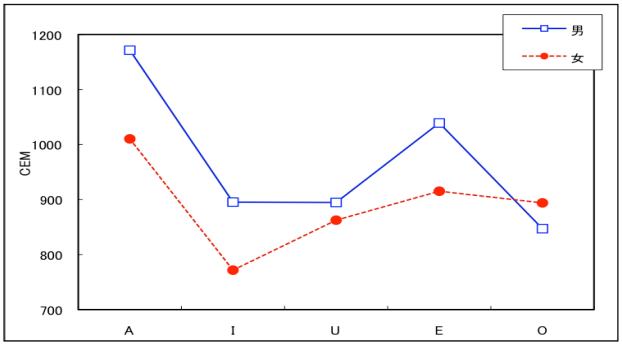


図 4　課題 8 CEM 値

4. 考察

全課題を見ると、男女の傾向は概ね同程度であるが、CEM 値は男性が女性より高くなっている。これは「おしゃべり」という行為が好きな女性と、結論を求めて「話し合う」事が前提にある男性との違いで、話す事への負担は男性より女性の方が少ない事が CEM 値として表れたのではないかと思われる。課題2では、男女ともに「な行」、「は行」、「ま行」が低い傾向を示している。ただし、女性は「ま行」が「あ行」より低い一方、「な行」が「あ行」より高くなっている。女子学生の CEM 値を見ると「な行」が「あ行」より低くなっているので、高齢女性の特徴ではないかと思われる。課題7では、男女の CEM 値が概ね同程度である。一因として考えられるのは、実験場では、淡々と朗読する男性に比べ、女性の大半が感情を込めて朗読している事である。感情を込めた分、男性の CEM 値と同程度の値を示したと推測ができる。個々の朗読文章を見ると、朗読番号3の CEM 値が男女ともに低い傾向示している。これは朗読番号3以外の文章には濁音や「た行」や「ら行」等の CEM 値に影響を与えて値を高くする文字が多くみられるのに対し、朗読番号3は文章内に CEM 値を高くする濁音がなく、CEM 値を低くする「な行」の文字が冒頭に配置されることで、男女ともに低い CEM 値が出たのではないかと思われる。課題8については、男性は「O」が、女性は「I」の CEM 値が一番低くなっている。また「O」を見ると、男性と女性の CEM の値が逆転して女性の方が高くなっている。紙面上には載せられなかったが、他の課題（1文字区切り）でも、男性は「O」が女性は「I」が低くなっている。今回の実験結果を見ると、男女の違いを表しているのではないかと思われる。ただし、高齢者における特徴もしくは今回のグループの特徴である可能性も否定できない。

5. おわりに

男性、女性ともに概ね傾向が似ているが、CEM 値に違いがあり、個々の課題でも違いが出ている所がある。それが男性と女性の違いを表す特徴の可能性もあるが、高齢者に見られる特徴である可能性もある。もちろん、他の要因が関係しいている可能性もある。今後は、高齢者のみならず、幅広い年齢層の男女のデータを収集し、他の影響が無いか等の検証する必要がある。

参考文献

1)　塩見格一：発話分析から考える脳機能モデル，感性工学研究論文集，Vol.4，No.1，pp.3-12，2004.
2)　佐藤清ほか：発話音声に対する母音および子音等の影響に関する調査（その１），人間工学会関東支部大 40 回大会講演集，Vol.22，2010.

発話音声から算出するカオス論的指標値に及ぼす飲酒の影響の調査

○ 塩見格一，佐藤清，及川太，金田直樹（電子航法研究所），佐藤健一，佐藤祐樹（芝浦工業大学），
阿部仁（阿部産業），多田三男（埼玉県立循環器・呼吸器病センター）

Investigation of Relationship between Alcohol and Chaotic Characteristics of Human Voice

Kakuichi SHIOMI, Kiyoshi SATO, Futoshi OIKAWA, Naoki KANADA (Electronic Navigation Research Institute),
Kenichi SATO, Yuki SATO (Shibaura Institute of Technology), Hitoshi ABE (Abe Industry)
and Mitsuo TADA (Saitama Prefectural Circulatory and Respiratory Organ Disease Center)

1．はじめに

今日までの疲労等評価計測実験結果から，カオス論的な手法により発話音声から算出される指標値（CEM: Cerebral Exponent Macro）により覚醒度の定量化が可能と考えられる。[1,2,3]

CEM 値について筆者らは，より一般的に**大脳新皮質の活性度**と見做すことが適当と考えており，今日まで，この CEM 値の性格に対する予想を検証するために，被験者を様々な心身的な条件下（五官への刺激等によるストレスを加える，睡眠を制限する，等々）においた発話音声収録及び分析実験を実施してきた。CEM 値が，筆者らの予想を裏切らないものであれば，当然に，飲酒によって変化する脳機能状態に対しても，**「覚醒度が低下すれば，また作業効率や精度が低下すれば，酩酊度が高くなれば，CEM 値は低下する。」**ことが確認されるであろう。

2010 年 8 月 7 日，第 1 回目の飲酒実験を実施したので，その結果を報告する。

2．実験方法，及び実験手順等

実験は 4 人の男性被験者（A, B, C, D：年齢はそれぞれ 41, 29, 60, 23 才，BMI は 22～26）により実施した。実験においては，完全な酩酊状態からの計測を期待し，実験開始時からの 15 分間においてアルコール度数 15%換算の日本酒で 400ml の飲酒を求めたが，被験者において“ムリ”であったため，**“15 分間で飲めるだけ飲む”**ことに条件を緩和して開始した。飲酒終了から 30, 60, 90, 120, 180, 240, 300 分後に**血中及び呼気中のアルコール濃度を計測し，眠気等の自覚的な症状の記録と作業パフォーマンスの評価，朗読音声の収録**は 300 分後まで 30 分おきに実施した。

作業パフォーマンスの評価は，液晶ディスプレイ（10.4”，XGA）上にランダムに表示される 00～49 までのボタンを小さい数字から順番にタッチする作業により行った。この作業パフォーマンス評価テストは阿部産業製の“CENTE”に組込まれているものを利用し，作業の開始から“49”のボタンへのタッチの時間まで，誤タッチを含めてタッチパネルに触った全ての時間がミリ秒の精度で記録される。朗読音声の収録も同様“CENTE”により提示される“無意味な音韻羅列”や難易度の異なる“有意味な朗読”用のテキストにより実施した。音声の収録フォーマットは非圧縮 PCM で 24bits@48.0kHz である。

図 1，及び図 2 は，作業パフォーマンス評価，及び音声収録テキスト表示の CENTE 画面のスナップショットである。

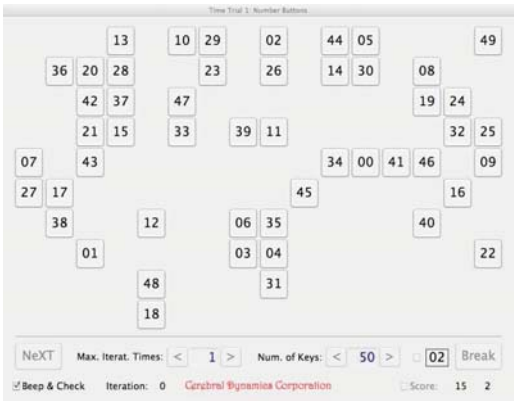


図 1　　作業パフォーマンス評価テスト表示

図 2　　朗読音声収録用テキスト表示

3．実験結果

図３～図６として実験結果を示す。

従来の研究からも予想される通り，本実験においても血中アルコール濃度の上昇は作業パフォーマンスの低下（作業時間が延びる。）をもたらしている。

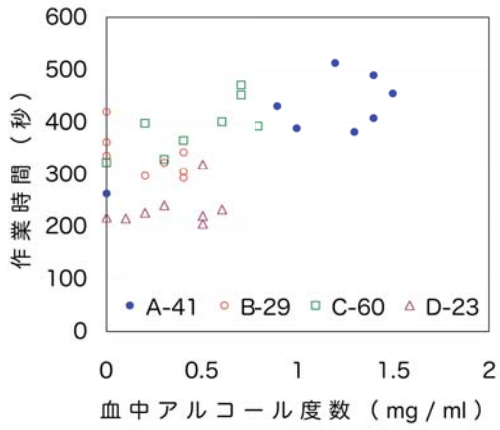


図３　　血中アルコール濃度と作業時間の関係

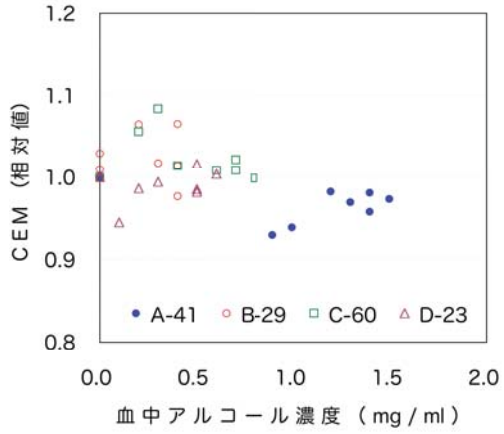


図４　　血中アルコール濃度と CEM 値の関係

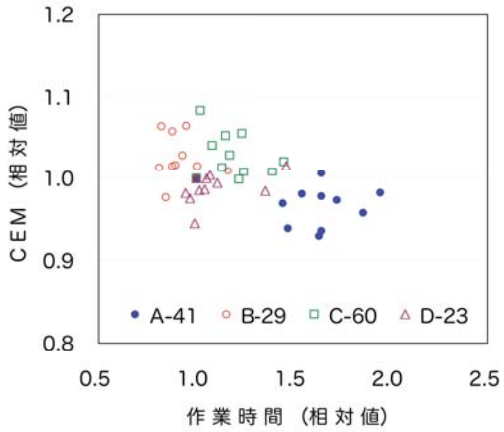


図５　　作業時間と CEM 値の関係

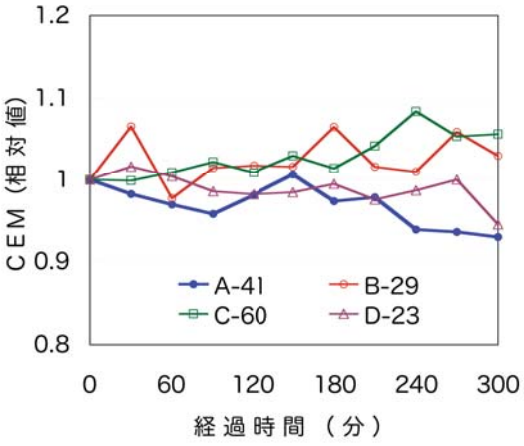


図６　　CEM 値の経時的変化

CEM 値は血中アルコール濃度と，また作業パフォーマンスとも，全体的には中程度の相関を見せているが，個々の被験者を特定する場合，明確な相関を確認することは難しい。図６は CEM 値の経時的変化を示しているが，上昇傾向を示す被験者と低下傾向を示す被験者の存在が見られた。

4. おわりに

本実験においては，初期的に被験者を十分な酩酊状態に至らしめることができておらず，近い将来には，この点に十分注意して再実験を実施したい。

発話音声分析による脳機能状態の定量的評価のための技術開発は，自動車・鉄道等車両の運転者や航空機のパイロット，航空管制官等社会基盤の維持運用に係る人々のヒューマン・エラーを防止する最上流の予防安全装置の実現を目指して，1998 年から進めて来たものである。今回の飲酒実験は，音声分析による診断結果を将来的に想定する予防安全装置の利用者に対して，単なる想定的な数値により提示するよりも診断結果に対するより適正な理解を実現するために，即ち「あなたの現在の作業信頼性は，“平均的な日本人が１時間前にビールを中瓶で２本飲んだ場合”に相当します。」と言う様な警告を可能とするために，その第一歩として行ったものである。

参考文献

1）塩見：発話分析から考える脳機能モデル，感性工学研究論文集，4(1), 3-12, 2004.
2）塩見：発話音声から算出する覚醒度評価指標値の誤差と信頼性，日本人間工学会第 39 回関東支部大会，6 Dec., 2009.
3）http://www.siceca.org

メディア形態の違いが学習に与える影響

－電子端末を用いたときの諸要因について－

〇勝木辰明，安間裕起，中西美和

（慶應義塾大学）

Effects of the difference of media and content on learning

-Factors in using electronic devices-

Tatsuaki Katsuki, Yuki Yasuma, Miwa Nakanishi

(Keio University)

1. はじめに

人が何かを学ぶ際、そこには多くの要因が存在する。表示媒体の見やすさや使いやすさ、表示される内容のわかりやすさや印象強さ、学習者の体調や動機づけなど挙げればきりがない。

図 1 は学習が成立する過程を簡潔に示したモデルである。この図からわかる通り、人が学習をする際にはまず情報とそれを与える環境がある。学習の始点となるこの段階の諸要因は、人の学習に影響を及ぼすことが考えられる。

近年、電子端末が普及し、「環境」としての媒体、および「情報」としてのコンテンツは多様化している。

そこで本研究では、媒体と情報コンテンツの形態が人の学習にどのような影響を及ぼすのか、その諸要因を実験的に探る。

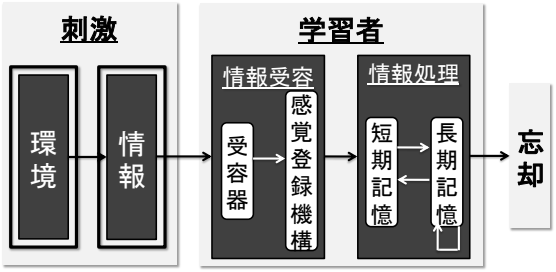


図 1. 学習モデル [1)]

2. 方法

情報を提示する媒体として従来的な紙と近年普及しつつある電子端末を、情報コンテンツとして静止画及び電子端末によって実現可能となる動画を、本研究の検討対象とする。

2.1 実験タスク

実験では、あらかじめ組立手順の描かれたマニュアルの内容を覚え、その後マニュアルを見ずに 10 個のパーツからなる電子部品(図 2)を組み立てるタスクを被験者に課した。マニュアルは自分が覚えたと思うまで時間制限なく見てよいものとした。また、被験者は、組立作業を、マニュアルを見ずに、できるだけ正しい手順で終えるように求められた。

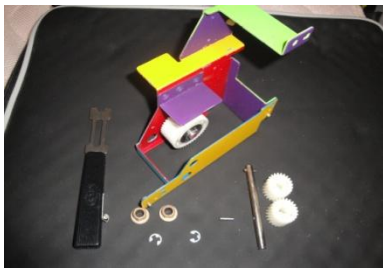


図 2. 部品(組立前)

2.2 実験条件

マニュアルの提示形態として紙(静止画)、電子端末(静止画)、電子端末(動画)の 3 つを条件とした。なお電子端末には Apple 社製 iPad を用いた。

2.3 記録項目

マニュアルを見た時間、組立作業に要した時間、実際に組立てた手順を記録した。また、被験者の心理状態を検討するため、被験者はマニュアル学習後と組立作業後に 0～6 スケールのアンケートに回答した。

表 1. アンケート(上:マニュアル学習後　下:組立作業後)

Q1	なかなか頭に入らなかった⇔スムーズに入った
Q2	内容に{集中できなかった⇔集中できた}
Q3	覚える過程は{苦痛だった⇔快適だった}
Q4	覚える過程は{退屈だった⇔楽しかった}
Q5	これから行う作業に{自信がない⇔自信がある}
Q6	作業の具体的イメージが{つかめていない⇔つかめている}

Q1	思ったよりも{忘れていた⇔覚えていた}
Q2	途中でマニュアルに描かれていたことを{全く思い返さなかった⇔よく思い返した}
Q3	マニュアルに描かれていた図は{全く思い出せなかった⇔よく思い出せた}
Q4	作業は{試行錯誤に頼って行った⇔記憶に頼って行った}
Q5	{大変疲れた⇔全く疲れていない}
Q6	作業は{退屈だった⇔楽しかった}

2.4 被験者

被験者は、18-24 歳の大学生 30 人とした。30 人中 10 人は紙(静止画)、10 人は電子端末(静止画)、10 人は電子端末(動画)を使用した。

3. 結果

3.1 作業パフォーマンスに関して

図 3 に各条件における平均の完成率を示す。完成率とは最終的に被験者がどの程度部品を組立てることができたのかを示す値で、10 個全てのパーツを組立てられた時、100%の完成率と定義した。

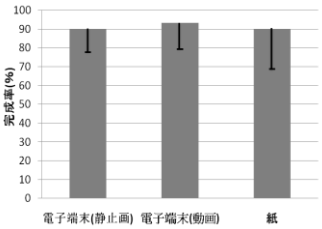
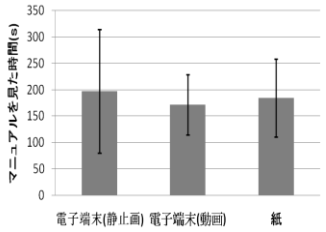


図 3.各条件での完成率

完成率を比較すると、各条件で完成率に大きな差はなく、どの条件でも最終的には平均 9 割程度部品を組立てることができた。

次に、図 4 にマニュアル学習にかかった時間、図 5 に組立作業中の手順間違いの回数を示す。手順間違いの回数とは作業中に間違って組み立てた回数である。



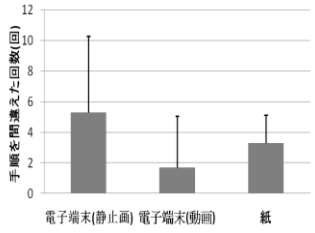
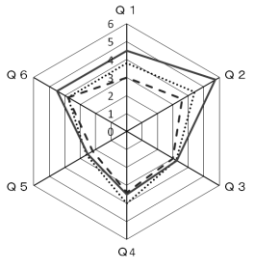


図 4.マニュアル学習の時間　図 5.手順を間違えた回数

マニュアルを見た時間は、やや電子端末(動画)で短い傾向があったものの、条件間で大きな差はなかった。しかし、手順を間違えた回数には、比較的大きな差が見られ、電子端末(動画)で最も少なく、電子媒体(静止画)で最も多いという結果となった。

3.2 アンケートに関して

図 6 に学習後のアンケート結果を、図 7 に組立作業後のアンケート結果を示す。



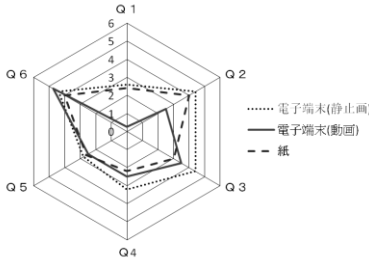
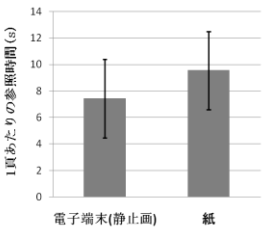


図 6.マニュアル学習後のアンケート結果　図 7.組立作業後のアンケート結果

4. 考察

4.1 媒体の違いに関して

図 5 より、紙と電子端末(静止画)を比較すると、情報コンテンツに全く違いがないにも関わらず、紙で組立作業の手順間違いが少なかった。これは、媒体そのものの特性に起因すると考えられる。そこで、媒体の違いが学習時に及ぼした影響を探るために、マニュアル 1 頁あたりの平均参照時間を調べた。



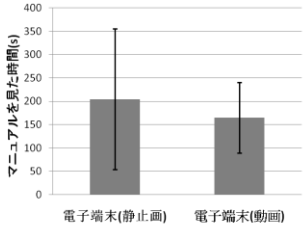


図 8 .一頁あたりの参照時間の平均　図 9.完成できなかった者のマニュアルを見た時間

図 8 の結果から、電子端末を利用した時の方が、1 頁あたりの平均参照時間は短い傾向にあったことがわかる。また、電子端末では 1 頁あたりの平均参照時間が 4 秒台であった者が 2 名おり、2 名とも最後まで作ることができなかった。紙では一枚一枚頁をめくるのに対し、電子端末では画面上を指で少しスライドするだけで頁を切り替えられる。この簡易さが、十分覚えないまま、頁変更を繰り返すことにつながり、マニュアルを見た総時間はほぼ同じであるにもかかわらず、手順間違いが多くなる結果につながったと考えられる。

4.2 情報コンテンツの違いに関して

図 4 より、媒体が同じ電子端末であっても、情報コンテンツが動画のとき、手順間違いの数は著しく減少した。特に、動画のとき、マニュアル学習後のアンケート Q1 の「内容がスムーズに頭に入った」、Q6 の「作業の具体的イメージがつかめている」の項目の得点が高いことから、作業に対するイメージを把握しやすかったことがわかる。

動画は静止画と異なり、部品の立体的な映像や奥行きの表現などの情報を提供することができる。また、動画は作業の流れを時系列的に表すため、頁を次々と変更するような行為を妨げることができたと考えられる。

しかし、作業後のアンケート結果を見ると、Q1 の「思ったよりも忘れていた」や Q2 の「途中でマニュアルに描かれていたことが思い返せなかった」という項目の得点が高かった。さらに、図 9 より、完成できなかった者に関してマニュアル学習の時間を比較してみると、動画では短くなることがわかった。

これらのことから、動画のマニュアルは、情報がただ眺めているだけでも受身的に提供されるため、作業内容を実際よりも覚えたように感じさせる効果があることが示唆された。

5. 参考文献

1) 坂本昴, 高橋省己: 教育工学, 18-24, 1983

[連絡先]
勝木辰明
慶應義塾大学理工学部管理工学科
〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1
e-mail：saysayhg4869@yahoo.co.jp

避難行動モデルに基づいた携帯情報端末に提示する避難地図の評価

浅見 圭貴， 山本 栄， 桜井 将人 （東京理科大学）
小林 大二（千歳科学技術大学）

Evaluation of the map for the evacuation in disaster using PDA based on the model of the evacuation behavior.

Yoshitaka Asami, Sakae Yamamoto, Masato Sakurai (Tokyo University of Science)
Daiji kobayashi (Chitose Institute of Science and Technology)

1. はじめに

災害発生時，火災や通行止めなどの発災に伴って通行可能な避難経路は時々刻々と変化する。そのため避難者に対して通行可能な経路を適宜提供する必要がある。このような情報を提供するため，災害時のための無線 LAN を用いたネットワークシステムの構築が試みられている[1]。しかし，地図情報だけでは表示しきれない情報があること先行研究[2]より明らかになった。たとえば現在地が分かりにくいという訴えがあった。そこでこの不足を補う必要がある。

2. 目的

本研究の目的は，PDA を所持した被災者が避難する際，地図では不足する情報とはなんなのかを明らかにし，その不足を補うための方策を考える。

3. 避難行動をモデル化するための実験（実験 1）

3-1. 実験方法

実験では，大地震発生直後という仮定の下，被験者に指定した場所から近隣の一次避難所まで一人ずつ徒歩で移動させた。被験者には，火災や通行止めの箇所が地図上に時々刻々と表示されるPDAを持たせ，移動中の行動はビデオカメラで記録した。また実験者は，経路選択の手掛かりや移動中に考えたことや感じたことを被験者に適宜質問して発話させ，この内容はボイスレコーダーで記録した。被験者が避難所に到達した後，予め用意しておいたPDAの使いやすさ，地図の見やすさに関する質問項目に回答させた。

実験は，災害時に避難経路が限定される可能性が高いことが考えられる東京都新宿区西五軒町（約200m×150m）と横寺町（約400m×300m）の２つの地域で実施した。

3-2. 使用した機材

実験では，実験映像の記録にビデオカメラ(SONY HDR-SR12)を 2 台，被験者の発話の記録に，ボイスレコーダー(OLYMPUS Voice Trek V-61)を用いた。被験者に携帯させたPDAは，西五軒町では2.8インチの画面を持つ EMOBILE S11HT，横寺町では，画面サイズが 4.1 インチの DoCoMo T-01A とした。これらの端末には，建物の名称が記載されていない国土交通省が発行している白地図を表示したが，横寺町の地図には，寺の名称が記載されていた。この PDA には，被験者が移動を開始すると，地図上に火災と事故による通行止めを表すアイコンが時々刻々表示した。(図 1 参照)

図 1 PDA の画面(T-01A)

4. 実験 1 の結果および検討

4-1. 移動距離

実験の映像から移動経路，移動距離を調べたところ，西五軒町では，最短経路を辿った被験者はいなかったが，横寺町では被験者10人中3人が最短経路で避難していた。この原因を被験者の行動から探ったところ，移動距離が長い被験者は道に迷って同じ道を往復したり，地図上の発災箇所を勘違いして実際の発災箇所を通過して実験者に止められて引き返したりしていたことが判った。これらの好ましくない避難行動はPDAに提示した情報が活用できなかったことを裏付けている。

4-2. 避難行動のモデル化

好ましくない避難行動を引き起こす要因を明らかにするため，避難行動と行動に影響を与える要因を全被験者の発話から調査したところ，被験者の現在地の把握状況が経路計画の方針に影響を与えることがわかった。その調査より，図2の避難行動モデルが作成され，現在地の把握状況と経路選択の方針は1~3，A~Dの基準で分類できた。図の左側ほどゴール方向へ計画を立てて移動するまでの判断の回数が多く質の低い行動であることから，ゴールまでの現在地の把握状況と経路選択の方針の組み合わせで避難行動の質の高低も判断できることも示している。

前述のように，現在地の把握状況と経路選択の方針の組み合わせで行動の質の高低を判断できたため，発話ごとにそれぞれの組み合わせを算出した。横寺町での結果を図3に示す。

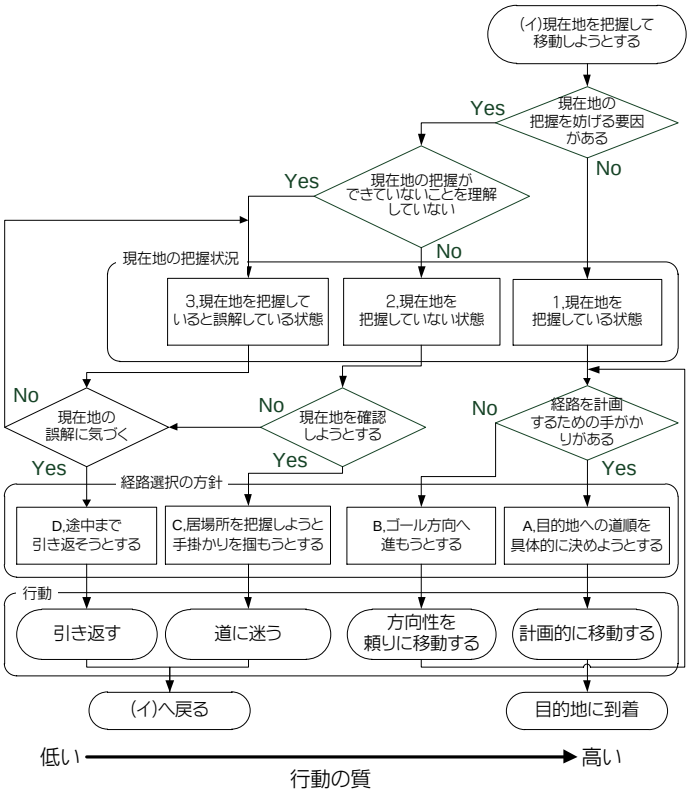
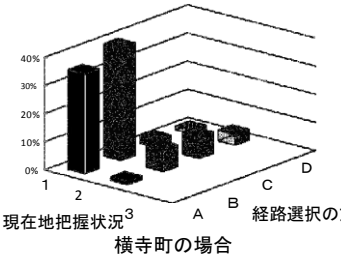
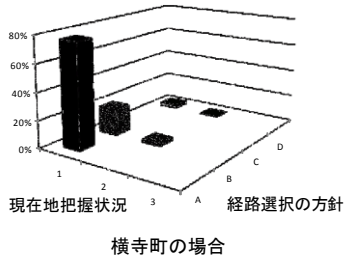


図2 避難行動モデル



横寺町の場合

図3 現在地の把握状況と経路選択の方針組み合わせの割合



横寺町の場合

図4 現在地の把握状況と経路選択の方針組み合わせの割合(実験2)

4-3. 避難行動の質と移動距離の関係

西五軒町の場合と横寺町の場合を比較すると，横寺町の場合の方が質の一番高い事を示す組み合わせ，すなわち現在地の把握状況 1 と経路選択の方針 A の組み合わせの出現数の割合が高かった。

最短経路で避難できた被験者は西五軒町ではいなかったが，横寺町では3人いた事から，避難行動と移動距離には，行動の質が高くなると移動距離が短くなり，行動の質が低くなると移動距離は長くなるという関係があることが明らかになった。

4-4. 質の高い避難行動のための地図情報の検討

4-3より，移動距離を短縮させるには，質の高い避難行動を促せば良いことが明らかになった。図2によれば，現在地の把握を妨げる要因を排除し，経路を計画するための手がかりとなる情報を地図に提示することで避難行動の質が高くなる。この点に着目して，被験者の発話内容を精査したところ，実験1で用いた地図では，地図と周りの環境とを照合して現在地を把握するために，下記のような情報が不足していることが明らかとなった。

・現在地を把握できる目印となる建物の名称
・通れる道と通り抜けられない道との明確な区別
・歩行距離の尺度

そこで，これらの情報を付加した地図を作成し，実験1と同様に実験を行った。

5. 避難行動モデルの検証実験(実験2)

5-1. 実験方法

実験 1 と同様としたが， PDA には T-01A のみを用いた。被験者は各地域とも 5 人，計 10 人の 20 代前半の若年者とした。

5-2. 実験 2 の結果および検討

西五軒町では，被験者 5 人中 2 人が最短経路を通って避難することができた。横寺町においても，5 人中 4 人が最短経路で避難出来た。

実験 1 と同様に，発話内容に基づいて現在地の把握状況と経路選択の方針の組み合わせの出現数を調べて，全被験者の出現数に占める割合を算出した。横寺町での結果を，図 4 に示す。実験 2 では，実験 1 での結果に比べて，質の高い避難行動を示す組み合わせの割合が高くなることがわかった。

5-3. 実験 2 のまとめ

実験 1 と実験 2 では，地図に提示する情報以外はすべて同じ条件で実験を行ったことから，地図に付加した情報によって質の高い避難行動が導かれたと言える。また，移動距離が実験 1 よりも短縮したことから，避難行動の質と移動距離との関係が強いことが示された。

6. 結論

被験者の発話から，行動とその行動に影響を与える要因を探ることで避難行動をモデル化することができた。さらに，現在地の把握を妨げる要因を緩和し，経路の計画の手掛かりとなる情報を地図に提示することで，避難時における移動距離を短縮し，速やかな避難行動に繋がることが明らかとなった。

7. 今後の方針

今回の実験では，被験者に若年者を用いたが，高齢者でも同様の避難行動をとるのかを確認するため，高齢者を用いて実験を行い，その結果を考察する。

8. 参考文献

[1] Y. Takahashi et al., A development of information system for disaster victims with autonomous wireless network, HCI International 2009(San Diego, USA 2009)

[2]米村俊一，小林大二，山本栄， 携帯端末を用いた避難行動のストラテジー生成支援方法に関する検討， 日本災害情報学会第 11 回大会予稿集 p145-148(2009)

ビジョン提案型デザイン手法の評価テンプレート

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

Evaluation Templates for the Vision Proposal Design Approach

Kentaro Go[1], Koji Yanagida[2], Yoshihiro Ueda[3], Katsumi Takahashi[4], Seiji Hayakawa[5], Kazuhiko Yamazaki[6]
([1]University of Yamanashi, [2]Kurashiki University of Science and the Arts, [3]Fujitsu Design, Ltd.,
[4]Holon Create Inc., [5]Ricoh Company, Ltd., [6]Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

日本人間工学会アーゴデザイン部会では，従来の問題解決型のデザイン手法を補完しデザイン思考を具体化できるアプローチとして「ビジョン提案型デザイン手法」1)を提案している。

ビジョン提案型デザイン手法の特徴は，提供者としての提供方針と享受者としての本質的要求の双方の観点で成立する製品やシステム，サービスの実現を目指す点にある。その実現のために，表現手段としてペルソナとシナリオを採用し，これらの記述を支援する豊富なテンプレート群を用意している。これらのテンプレート群は本手法の中核をなす成果物であるため，ワーキンググループ（WG）を構成して継続的な改善を行っている。

本稿では，ビジョン提案型のデザイン手法における評価用のテンプレートの特徴を説明し，その改善へ向けた活動について述べる。

2. ビジョン提案型デザイン手法における評価

2.1 評価対象

ビジョン提案型デザイン手法では，ペルソナとシナリオの記述を中心に，製品やシステム，サービスのアイディアの具現化を行う。このうち評価の主な対象は，後者のシナリオであり，次の3項目から構成される：(1)バリューシナリオ（VS），(2)アクティビティシナリオ（AS），(3)インタラクションシナリオ（IS）。これらを総称して，構造化シナリオと呼ぶ。構造化シナリオには，それぞれに応じたシナリオ検討シート（テンプレート）を用意している。

2.2 評価の考え方とポイント

構造化シナリオは人間中心設計の基本原則に基づいて作成されるため，「ユーザの積極的な参加」や「多様な職種に基づく設計」の機会を提供する。また「設計による解決の繰り返し」を重視するため，各シナリオを段階毎に評価し，その結果を反映させてシナリオの修正を行う。評価のポイントは以下の5点に集約される 2)。

(1) 上位の段階から評価する
(2) 構造化されたシナリオの段階毎に評価する
(3) アイディアを可視化して評価する
(4) 評価項目を明確にして評価する
(5) ユーザ視点とビジネス視点の両面で評価する

3. 評価テンプレート

シナリオ検討テンプレートを使って作成された構造化シナリオの評価活動を支援するために，WG では各シナリオに対応する評価テンプレート（評価シート）を作成した 3)。

各評価テンプレートには，評価対象であるシナリオを記載する欄があり，その評価に関する視点と対象，手法，項目が記載されている。これらの項目が一覧視できるように，1 枚のシートに収められている。

2010 年 9 月時点での評価テンプレートに挙げられた特徴要素を表1に示す。評価テンプレートでは，各構造化シナリオの個々の評価項目に対して，評価ポイントとウェイトの積による合計ポイント，自由記述形式によるコメントを記載する欄があり，さらに総合コメント欄と，次のプロセスへの可否のチェック欄が設けられている。

4. 評価テンプレートの評価

4.1 概要

評価テンプレートの特徴をユーザの観点から明らかにするために，ビジョン提案型デザイン手法第 4 回 SIG ミーティング（2010 年 9 月 2 日，富士通汐留本社ビル）にて，約2時間のワークショップ形式による利用評価を行った。評価対象は，過去に合宿ワークショップで参加者が作成した次の 5 つの提案内容である：(1)カカオバール，(2)コンビニチョコ，(3)イヤスク，(4)カートリッジコーヒー，(5)コーヒーサーバー。ここで，(1)～(3)はサービスに関する提案であり，(4)～(5)はプロダクトに関する提案である。

ワークショップ参加者は，4～5 名ずつの 5 つのグループに分かれて，構造化シナリオの各検討シートに記入された各アイディアを，評価テンプレートに基づいて評価し，その後，評価項目の妥当性やテンプレートの使用感

について議論を行った。各グループには，各提案内容を作成したメンバーと WG のメンバーがそれぞれ少なくとも1名入るように配置した。

4.2 結果

参加者により与えられた意見から特徴的なものを以下に示す。

- 3つのシナリオすべてにおいて，ユーザ側面に「新規性」を追加してはどうか。「新規性」は，ビジネス側面の戦略性に入るともいえる。IS では独立項目かもしれない。
- 評価項目については，ユーザ側面とビジネス側面の2つになっているが，前のシナリオを実現しているかどうかの合致の程度（verification）も評価項目に入れてはどうか。
- 評価シートの使用目的を明らかにする。例えば(1)アイディアのブラッシュアップなのか，または(2)アイディアの比較なのか。
- 「総合コメント」欄には，次のシナリオを書くための制約（要求）を書く必要があるのではないか。

その他の検討点として，「設計による解決の繰り返し」を重視すると，VS，AS，IS の3シナリオを段階的に評価して進めるだけでなく，全体を1つのセットとして整合性を見直し，3シナリオを書きなおすことも望まれる。この点についても，手法として明文化する必要がある。

5. おわりに

本稿では，ビジョン提案型のデザイン手法における評価テンプレートについて議論した。今後の課題として，現行の評価テンプレートの問題点を改善していくことと，テンプレートの使い方に対する説明記述を充実させることが挙げられる。

参考文献

1) 山崎和彦他：ビジョン提案型デザイン手法の概要，2009 年度日本人間工学会関東支部第 39 回大会講演集，2009.

2) 柳田宏治他：ビジョン提案型デザイン手法における評価，2009 年度日本人間工学会関東支部第 39 回大会講演集，2009.

3) ビジョン提案型デザイン手法ワーキンググループ：評価テンプレート改訂 20100902SIG 版，2010.

[連絡先]

郷 健太郎

山梨大学大学院医学工学総合研究部

〒400-8511 山梨県甲府市武田 4-3-11

e-mail：go@yamanashi.ac.jp

Fax：055-220-8632

表 1. 構造化シナリオ評価の特徴要素

評価要素			バリューシナリオ	アクティビティシナリオ	インタラクションシナリオ
視点			● プロジェクトの目標を満たしているか ● ユーザの本質的要求を満たしているか ● ビジネスの提供方針に合致しているか ● キャストに合っているか	● プロジェクトの目標を満たしているか ● バリューシナリオ（シーン）を実現できるか ● ペルソナを反映しているか	● プロジェクトの目標を満たしているか ● アクティビティシナリオ（タスク）を実現しているか ● ペルソナを反映しているか
対象			バリューシナリオを可視化して評価する	シーン毎，ペルソナ毎に分けて描かれた個々のアクティビティシナリオを可視化して評価する	タスク毎，ペルソナ毎に分けて描かれた個々のインタラクションシナリオを可視化して評価する
手法	ユーザ側面	ユーザによる評価	シーンの可視化	アクティングアウト	プロトタイプ
		専門家による評価	チェックリスト	チェックリスト	チェックリスト， ヒューリスティック評価
	ビジネス側面	専門家による評価	各専門分野の評価手法	各専門分野の評価手法	各専門分野の評価手法
項目	ユーザ側面 （○は重点項目）	魅力性	○魅力的な価値があるか （惹かれる，楽しそう，・・・）	魅力的な体験があるか （心地よい，新しい，自慢できる，かっこいい，・・・）	魅力的な操作・印象があるか （心地よい，新しい，自慢できる，かっこいい，・・・）
		有効性/効率性	【有効性】役に立ちそうか（使ってみたい，利用してみたい，・・・）	○【有効性】結果が容易に得られるか（使える，使いこなせる，・・・）	○【効率性】思い通りに使いこなせる（簡単，わかりやすい，早くできる，・・・）
	ビジネス側面	戦略性	経営方針，事業方針，ブランド方針に合っているか	商品戦略，サービス戦略に合っている	デザイン方針やデザインガイドラインに合っているか
		社会性	コンプライアンス，CSR（環境含む）に沿っているか	UD，安全・安心に配慮しているか	UD ガイドラインや環境ガイドラインに合っているか
		市場性	市場規模，成長性（ポートフォリオ分析）があるか	市場で受け入れられるか	コスト（イニシアル/ランニング），採算性が合うか
		事業性	事業環境と経営資源にふさわしいか（SWOT 分析）	商品・サービスとしての採算性はあるか	技術・ノウハウの獲得可能性，開発期間が合うか

ビジョン提案型デザイン手法におけるシナリオ評価事例

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

Progressing of Structured Scenario-Based Approach for User Experiences in the Future
Katsumi TAKAHASHI[1], Yoshihiro UEDA[2], Kentaro GO[3], Seiji HAYAKAWA[4],
Koji YANAGIDA[5], Kazuhiko YAMAZAKI[6]
(1Holon Create Inc, 2Fujitsu, Ltd., 3University of Yamanashi, 4Ricoh Company, Ltd.,
5Kurashiki University of Science and the Arts, 6Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

これまでビジョン提案型デザイン手法の実践を目指して、事例展開を多くの方々により行ってきた。手法を使ってみた方々からの SIG や各シンポジウムに寄せられた様々の意見によりこれまで改良を重ねてきた。

そんな中で、特にビジネス観点についての評価をより重要視するべきと言う意見が多く、これを充実すべく、取り組んできた。そして、今回のテンプレートに各シナリオでの評価シートの内容を活用しやすい内容とし、シナリオアイデアの洗練された展開と実践的側面を強化してきた。

2. 過去の事例のシナリオ評価

この評価事例の検証は、初期のテンプレートを使用して展開されたシナリオアイデアが、評価を充実したことでどのように変わるかを紹介するものである。

2007年度の合宿研究会のワークショップ「交通系 IC カードによるビジネス展開（”交通系電子マネー”の利用を、交通以外にももっと拡大するために、利便性を提供価値とした新たなサービスを開発）」ではBグループが展開した「イヤスク（2008年度全国大会シンポジウム発表）」について、再度の評価とこれに伴う改定を試みた。

進めるにあたり、当時のシナリオとプレゼンテーションを最新のテンプレートへ内容を変えずに転記した上で評価を行った。

評価の内容については、まず、以下の評価視点を考察した。

① プロジェクトの目標を満たしているか
② 本質的要求を満たしているか
③ ビジネスの提供方針と合致しているか
④ キャストに合っているか
⑤ 前のシナリオを受け継いでいるか

以上の基本的なシナリオアイデアは満足していることを確認したうえで、新たに加えられた評価項目を議論していった。

3. 評価の充実によるシナリオの変化

まず、バリューシナリオについては当初の「イヤスク」の内容をそのままに、その評価を行った。その結果、アイデアとしては合格なものの、コメントにはアクティビティシナリオで留意すべき内容が挙げられた。

バリューシナリオのユーザ側面については、特に魅力性の評価として、「新規性」についてどのように考えるかが争点となった。

また、バリューシナリオのビジネス側面では戦略性としての事業、ブランド方針でサービスバリューの「高級感」という言葉が出た。また、社会性では駅の公共性とコンプライアンスがこのサービスで可能かが議論された。さらに市場性、事業性については駅に行き交う人をターゲットすることや、癒しの内容とこれを提供する事業体との協業しだいであることを条件として提示された。

バリューシナリオ評価シート

作成者		作成日	年 月 日	整理番号	
タイトル					

■評価視点
●プロジェクトの目標を満たしているか
●ユーザの本質的要求を満たしているか
●ビジネスの提供方針に合致しているか
●キャストに合っているか

■キャスト
通勤、出張で駅を利用する20-30代社会人女性

■評価対象
●バリューシナリオを可視化して評価する

■バリューシナリオ
●ユーザ視点：
疲れ気味の20-30代社会人女性が、通勤途中の駅ナカで、乗換えや電車の待ち時間などの隙間時間を有効活用して、疲れた心と身体を癒し、リフレッシュする。
●ビジネス視点：
様々な業種が連携してサービスをシームレスに繋ぎ、顧客にとってより利便性の高いサービスを創出する。その中核として、交通系電子マネーとその顧客情報を活用する。

■評価手法

ユーザ側面	ユーザによる評価	シーンの可視化
	専門家による評価	チェックリスト
ビジネス側面	専門家による評価	各専門分野の評価手法

■評価項目			■評価						■コメント
	○：重点項目		ポイントウェイト					合計	42	
ユーザ側面	○	魅力性	魅力的な価値があるか（惹かれる、楽しそう、・・・）	6	H	×	2	M	12	新規性があるがコンテンツしだいである
		有効性	役に立ちそうか（使ってみたい、利用してみたい、・・・）	5	H	×	1	M	5	短時間の隙間リフレッシュが現実的
ビジネス側面		戦略性	経営方針、事業方針、ブランド方針に合っているか	6	H	×	1	M	6	高級感を出すことで、信頼と安心獲得
		社会性	コンプライアンス、CSR（環境含む）に沿っているか	5	H	×	1	M	5	薬事法などのリスクを伴う可能性があるので注意
		市場性	市場規模、成長性（ポートフォリオ分析）があるか	8	H	×	1	M	8	駅ナカということで、ターミナル駅では成長の可能性も
		事業性	事業環境と経営資源にふさわしいか（SWOT分析）	6	H	×	1	M	6	駅を生活圏と考える交通系資源としてはコンテンツ次第

■総合コメント
乗り換えターミナル駅におけるわずかな時間を有効に活用してもらい、リフレッシュをさせるサービステーマは何かが重要である。
リフレッシュをテーマに回転率のよい、スペース効率のよいサービスは何か。
また、競合となる飲食や購買サービスとどのようにすみ分けて、集客するかがポイントとなる。

■次プロセスへの可否
合格

アクティビティシナリオのユーザ側面では駅構内にいることが目的で滞在するユーザは少ないため、短時間での有効性が確保できるかが評価のポイントなった。

また、アクティビティシナリオのビジネス側面の評価では、その新しい「イヤスク」サービスが、ユーザのエク

スペリエンスとして、市場性を有するかということと、短時間での採算が可能な事業であるかが議論された。特にこのアクティビティシナリオではこのサービスで得られるユーザ体験のアイデアが事業として成り立つ行為であり、体験となりうるかを大きく評価する必要があった。

アクティビティシナリオ評価シート　作成者　　作成日　年　月　日　整理番号　　タイトル

■評価視点
●プロジェクトの目標を満たしているか
●バリューシナリオ(シーン)を実現できるか
●ペルソナを反映しているか

■対象ペルソナ
高見　愛子（たかみあいこ）　全盲のシステムエンジニア。 I can Do It! 人に頼りたくない。３０歳、独身。携帯電話はフル活用。家では頼りになるお姉さん。

■評価対象
●シーン毎、ペルソナ毎に分けて描かれた個々のアクティビティシナリオを可視化して評価する。

■シーン
1）プチリフレッシュ
乗換え待ちに5分だけ、ちょっと癒されたい。

■アクティビティシナリオ（部分でも可）
待ち時間で実際に使えるのは5分程度なので、素早くリフレッシュできて、効果の有りそうなタイプを選んでそこへ向かった。
改札を抜けると、予約したサービスの案内が届いた。愛子さんは、ガイドに従って、視覚に頼らないで迷わず、乗り換え通路の途中ある店に着いた。店員が出迎えてくれ、心地よい対応で店内に案内した。

■評価手法

ユーザ側面	ユーザによる評価	アクティングアウト
	専門家による評価	チェックリスト
ビジネス側面	専門家による評価	各専門分野の評価手法

■評価項目　○：重点項目　■評価　ポイント×ウエイト　合計 40　■コメント

			pt	w	合計	コメント
ユーザ側面	魅力性	魅力的な体験があるか（心地よい、新しい、自慢できる、かっこいい‥）	5	1	5	プチ体験でリフレッシュは魅力である。
	○ 有効性	結果が容易に得られるか（使える、使いこなせる、・・・）	6	2	12	短時間でのリフレッシュ効果のあるコンテンツに期待したい
ビジネス側面	戦略性	商品戦略、サービス戦略に合っている	7	1	7	乗り換え経路への設置は集客しやすい
	社会性	UD、安全・安心に配慮しているか	7	1	7	駅のユニバーサリティと一体化していくことが望ましい。
	市場性	市場で受け入れられるか	5	1	5	経験や体験から極端に逸脱しないことで受け入れらる
	事業性	商品・サービスとしての採算性はあるか	4	1	4	機器の設備投資が問題だが、ランニングコストは問題ない

■総合コメント
駅空間の乗り換え時間を利用しての行動は限られているが、多くの人が無駄にしたくない時間でもある。
ここでの体験が心と体を癒すために有効に使えることは、大変有意義である。
しかし、短時間で、あまり大きくないスペースで、癒しを創出するコンテンツは大きな課題となる。

■次プロセスへの可否　合格

インタラクションシナリオのユーザ側面では具体的なハードウェアと施設をイメージしつつ、そのサービスを効率性の観点から評価して改定を行った。

また、インタラクションシナリオのビジネス側面については実現性の技術的側面や事業性の設備投資や維持経費などのコストの部分を重要視して、評価し、改定を加えていった。

インタラクションシナリオ検討シート　作成者 Bグループ　作成日 2008年 3月 8日　整理番号
タイトル 交通系電子マネーを利用した、時間を有効に使える駅ナカ新癒しサービス

1．大阪で打ち合わせをした帰りの新幹線

愛子さんは、携帯を開いて乗り換え検索サービスをキーをたたいて呼び出し、新横浜からあざみ野までの地下鉄の接続を調べた。新幹線の中からなので、自動的に駅名が入ってくれている。携帯用の読み上げソフトが結果を知らせてくれる。

「20分か、長いな」 愛子さんが躊躇していると、「ほっとじかんのご案内」読み上げソフトが、聴き慣れないサービスを読み上げた。

「なんだろう？待ち時間で利用できるキュービックのお勧めサービスなんだ。イヤスク？」

①酸素バー　②フットマッサージ　③アイリフレッシュ　④．．．

「打ち合わせで疲れたし、ずっと車内で座って脚がむくんでるから、あれこれて組み合わせてみようかしら？ 5分で300円、けっこう安いし」

愛子さんは、組み合わせを選んでから、詳しい案内を確認して、「予約しますか？」で、決定キーを押して予約操作をした。

2．新横浜で降りてイヤスクまで

改札を抜けると、携帯にボイスメールが届いた、さっそく再生すると音声ガイドの案内が始まった。

「右に向けて10mほど進んで、左に曲がってください」

曲がるポイントで携帯が振動し、教えてくれた。

「しばらくそのまま進んで、右手がイヤスクです」

白杖のチップと床とで位置を検出してくれているので、移動に合わ

■仕様に対するコメント
インタラクションシナリオから導出できる要求事項 他

●乗換え検索サービスとの連携
●読み上げソフト対応サイト設計
●さまざまなアソートメニュー
①酸素バー
②フットマッサージ
③アイリフレッシュ
④．．
・5分コース
・10分コース
・20分コース
・・・
●携帯電話からの予約受付
●顧客情報の取得(交通系電子マネーの顧客情報と連携)
●顧客ごとの最適な情報モードを選定
●音声ガイド
●視覚障害者誘導案内システムとの連携

インタラクションシナリオ検討シート　作成者 Bグループ　作成日 2008年 3月 8日　整理番号
タイトル 交通系電子マネーを利用した、時間を有効に使える駅ナカ新癒しサービス

3．イヤスク内

◎店の入り口までたどりつくと
「いらっしゃいませ、予約の高見さまですね、お待ちしていました。足湯の個室はこちらです。どうぞ」と、店員が出迎えてくれた。

（店員には、予約のお客様が近づいてきたことが耳元のイヤフォンに流れた。高見愛子さん、初めてのお客さん、全盲　など簡単なプロフィールも教えてくれる）

iyask -イヤスク-

4．個室内

案内された個室に携帯をかざして入り、ドアを閉めるとヒーリング系の音楽も流れ、部屋の様子を案内する音声ガイドが始まった。
愛子さんが、靴を脱ぎ、快適そうなソファのあるカプセルに座ると、「リフレッシュ5分コースを始めます」と案内が流れた。

「はぁ～～」　愛子さんが、すっかり癒され寝そうになったとき、「そろそろ支度をしてください」と音声ガイドが流れた。

「細かい気配りがうれしいな」
靴を履いて、身支度をして、部屋を出ると、
「ご利用、ありがとうございます。リフレッシュ5分コース300円をいただきました。またのご利用をお待ちしています」と店員に見送られた。

5．地下鉄内

駅に戻ると、ほどなく電車が来た。席に座り、良かったな、また行こうかなと思っているとボイスメールが届いた。
「イヤスクからだ」 再生すると、次回のお勧めサービスの案内だった。

6．数日後、会社帰りの新横浜駅

数日後、仕事が遅くなった帰り道。電車が行ったばかりで、待ち時間が長い。嫌だなと思っていると、イヤスクからのボイスメールが届いた。

■仕様に対するコメント
インタラクションシナリオから導出できる要求事項 他

●店員への顧客情報の事前連絡
●顧客情報からの音楽選曲
●個室内の顧客行動センシング
●顧客情報、顧客行動情報とリンクした自動音声案内
●料金自動徴収
●(ボイス)メール自動送信
●顧客のイヤスクサービス利用履歴を活用した広告(メール)作成
●顧客のリアルタイム電車利用状況情報を活用した広告メール送信

結果として、足湯サービスイメージであった「**イヤスク」は駅乗り換えコンコース空間を活用した各種の癒しコンテンツを複合して提供するカフェイメージのカプセルビジネス**に変貌することとなった。

インタラクションシナリオ評価シート　作成者　　作成日　年　月　日　整理番号　　タイトル

■評価視点
●プロジェクトの目標を満たしているか
●アクティビティシナリオ(タスク)を実現しているか
●ペルソナを反映しているか

■対象ペルソナ
高見　愛子（たかみあいこ）　全盲のシステムエンジニア。 I can Do It! 人に頼りたくない。３０歳、独身。携帯電話はフル活用。家では頼りになるお姉さん。

■評価対象
●タスク毎、ペルソナ毎に分けて描かれた個々のインタラクションシナリオを可視化して評価する。

■タスク
1．乗換え案内ソフトからサービスを知る
2．予約する
3．ガイドに従って店に着く
4．癒しサービスを受ける
5．電車の案内を得る
6．料金を支払う
7．店を出て電車に向かう

■インタラクションシナリオ（部分でも可）
①酸素バー　②フットマッサージ　③アイリフレッシュ　④．．．
「打ち合わせで疲れたし、ずっと車内で座って脚がむくんでるから、あれこれて組み合わせてみようかしら？ 5分で300円、けっこう安いし」
愛子さんは、組み合わせを選んでから、詳しい案内を確認して、「予約しますか？」で、決定キーを押して予約操作をした。

■評価手法

ユーザ側面	ユーザによる評価	プロトタイプ
	専門家による評価	チェックリスト、ヒューリスティック評価
ビジネス側面	専門家による評価	各専門分野の評価手法

■評価項目　○：重点項目　■評価　ポイント×ウエイト　合計 32　■コメント

			pt	w	合計	コメント
ユーザ側面	魅力性	魅力的な操作・印象があるか（心地よい、新しい、自慢できる、かっこいい、‥）	3	1	3	身近に感じる新しさがあること
	○ 効率性	思い通りに使いこなせる（簡単、わかりやすい、早くできる、・・・）	6	2	12	わずかな時間で効果を感じられそうである
ビジネス側面	戦略性	デザイン方針やデザインガイドラインに合っているか	5	1	5	カフェ感覚のあるオープンなカプセルイメージ
	社会性	UDガイドラインや環境ガイドラインに合っているか	5	1	5	高級ホテル感覚のおもてなし
	事業性	コスト(イニシアル/ランニング)、採算性が合うか	4	1	4	設備投資はあるが、ランニングしやすい施設
	実現性	技術・ノウハウの獲得可能性、開発期間が合うか	3	1	3	既存のリフレッシュ技術の組み合わせで実現可能

■総合コメント
体験としての中心的なサービスが、カプセル内のサービスコンテンツに依存するため、評価は難しい。

■次プロセスへの可否　？

4.　評価シート活用の効用

今回のようにシナリオ毎の評価と選択を行うときに評価シートを使用することで、次のステップのシナリオアイデアの精度を上げるためのヒントが導き出されることがわかった。これは構造化シナリオ手法を有効活用する上で、大変重要である。また、インタラクションシナリオに向けて、ペルソナ数とシーン数が増えていく中で、プロジェクトメンバーが評価のコメントを話し合う段階で、ある程度これらシナリオアイデアが整理され、闇雲に多くのシナリオを書く必要がなくなることは手法の効率的な使い方に大いに役立つことであると確信した。

5.　構造化シナリオ評価の応用

ビジョン提案型デザイン手法で使用するテンプレートはこの事例でもわかるように、アイデア創出に大変有効であることが理解されてきたが、このテンプレートに記載している評価項目はあくまでも典型としての雛形である。各企業や団体が、この手法を活用しようとするとき、ユーザ側面についても、ビジネス側面についても、開発関係者でよく話し合い、共通の認識の下に評価項目とすべきである。市場環境や社会的役割などにより、特にビジネス的側面の評価は大きく異なることが多いからである。今後も多くの事例に応用されることを期待する。

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

ビジョン提案型デザイン手法の応用事例1
～スケジューラーへの応用事例～

○早川誠二（㈱リコー）、上田義弘（富士通デザイン㈱）、郷 健太郎（山梨大学）、
髙橋克実（ホロンクリエイト㈱）、柳田宏治（倉敷芸術科学大学）、山崎和彦（千葉工業大学）

Structured Scenarios in the Ubiquitous Design Methodology
Seiji Hayakawa(Ricoh Company, Ltd.),Yoshihiro Ueda(Fujitsu Design, Ltd.),
Kentaro Go(University of Yamanashi), Katsumi Takahashi(Holon Create Inc.),
Koji Yanagida(Kurashiki University of Science and the Arts),
Kazuhiko Yamazaki(Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

日本人間工学会アーゴデザイン部会では、これまで、構造化シナリオ手法を核としたビジョン提案型デザイン手法に関して検討を進めてきた。ここでは、首都大学東京産業技術大学院大学の履修証明プログラム「人間中心デザイン」授業におけるスケジューラーの新しい商品・サービスのコンセプト開発に関して報告する。

２．ワークショップの概要

授業はワークショップ形式で進められた。ワークショップでは、新しいスケジューラーの商品コンセプト提案することをテーマに、4回にわたり以下の手順で、ビジョン提案型デザイン手法を展開した。なお、受講者は、社会人４名、学生６名であった。

○1 日目：ビジョン提案型デザイン手法の概要（座学）、インタビュー調査のやり方（座学）、インタビューシナリオの作成（実習）、2 人一組による相互インタビューとデータの整理（実習）、フォトエッセイ・フォトダイヤリー法（座学）

○2 日目：作成してきたフォトダイヤリーとフォトエッセイの紹介（実習）、ペルソナ・シナリオ法（座学）、ペルソナの作成（実習）、現状シナリオの作成（実習）、ラダリング（上位下位分析）（座学）、インタビューデータ（事象）からのニーズの上位化（実習）

○3 日目：ビジネス情報の整理、ビジネス提供方針の決定（実習）、顧客提供価値の発想（実習）、構造化シナリオ（バリューシナリオ、アクティビティシナリオ、インタラクションシナリオ）の作成と相互評価（実習）

○4 日目：一連のデザインプロセスにもとづく、新しい商品・サービスの発表と相互評価（実習）

なお、ペルソナは相互インタビューした相手を、ビジネス情報は自社もしくは身近な企業を想定して設定した。

３．結果の一例

○ペルソナ：効率よく良い結果を出したい大学院生

○本質的要求：「何気なく気づきたい」（下位のニーズとして、「忘れ物を確認するのにいちいち手間をかけたくない」等がある）

○バリューシナリオ：一人暮らしの若者が、これまで忘れがちであった本の返却日やイベントの開催日を忘れないようにしたり、友達との予定の調整決定など、手間をかけずに簡単にできるスケジューリングサービス

○バリューシナリオから抽出されたシーン：①図書館で借りた本の返却日に気づく　②気になるイベント情報に気づき、予約をする　③友達と遊ぶ日を決める

４．ワークショップを通して

今回のワークショップでは、ビジョン提案型デザイン手法を初めて試みる人も、比較的スムーズに手法を理解し、実際に実習を一通りこなせた。ユーザーの本質的要求を明らかにするためのラダリングやフォトエッセイの有効性、ペルソナ精緻化のためのフォトダイヤリーの効果、バリューシナリオによる顧客提供価値の発想などに手法の有用性を感じていた。

ただ、一方で構造化シナリオ展開の部分で、各

シナリオを評価し、行きつ戻りつしながらシナリオの精度を上げてゆくことが、時間的制約もあり、シナリオ間の違いが不明確な部分が残ってしまったなどありうまく展開できなかった。評価シートの改良を中心に、より効率的な展開方法を今後の課題としたい。

参考文献
1) 山崎和彦他：「ビジョン提案型デザイン手法の概要とフレーム」，人間工学 第 46 巻特別号，2010

連絡先　早川誠二　hayakawa@rdc.ricoh.co.jp

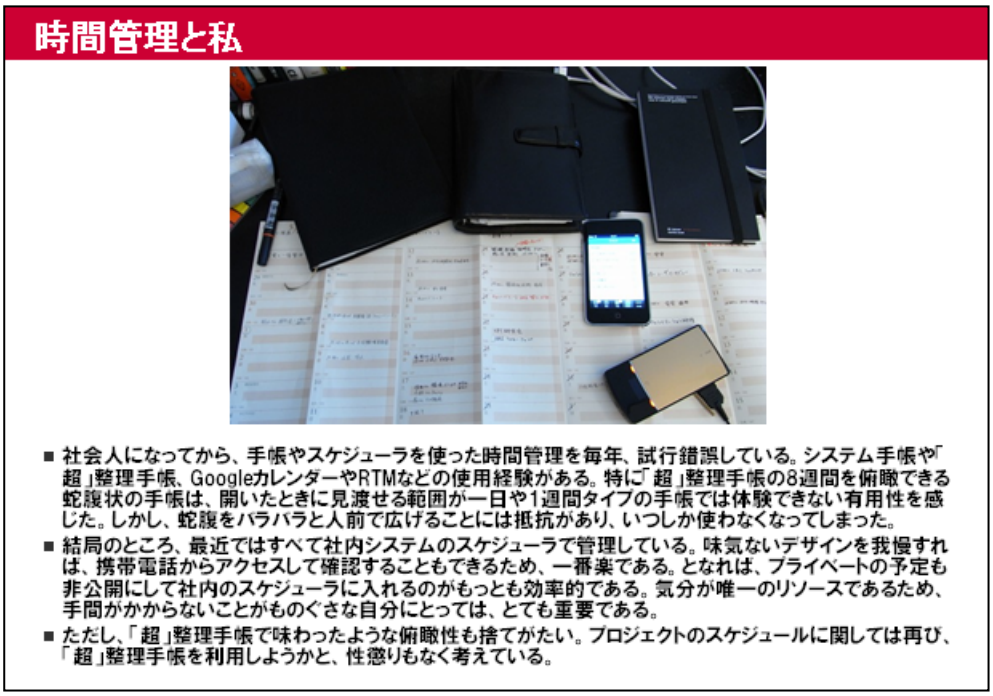


図１　フォトエッセイ例

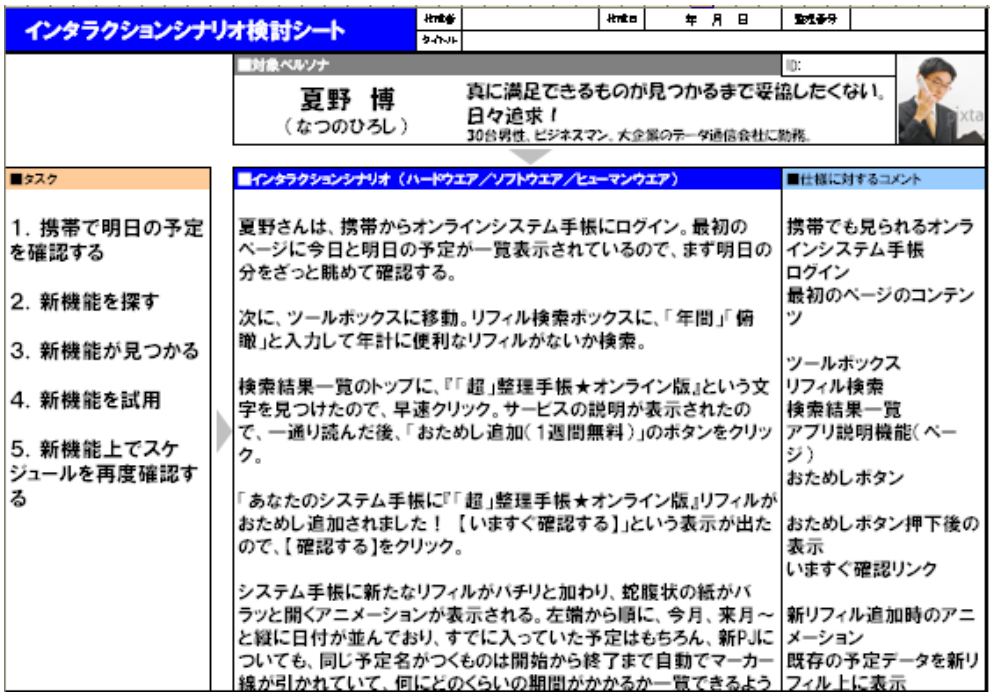


図２　インタラクションシナリオ例

ビジョン提案型デザイン手法の応用事例－２

－ジーンズの応用事例－

柳田宏治（倉敷芸術科学大学）

Case Development by Vision Proposal Design Approach-2

Koji Yanagida (Kurashiki University of Science and the Arts)

1. はじめに

日本人間工学会アーゴデザイン部会では、ワーキンググループを設けて「ビジョン提案型デザイン手法」[1)]の研究を行ってきた。本稿では、この手法を大学でのデザイン教育に用いた応用事例の概要と成果を報告する。

2. 背景と目的

岡山県倉敷市の地場産業の一つに、ジーンズやユニフォーム、学生服などを中心とした繊維産業がある。株式会社協同は、衣類に付けられるラベルやネーム等の服飾資材メーカーで、本事例は同社と倉敷芸術科学大学芸術学部デザイン学科との産学連携プロジェクトとして実施されたものである。

一般的にファッションは個人の趣味嗜好と密接に関わることから、アパレル分野のデザイン開発では特に個々のユーザの本質的な要求に応えることが重要であると考えられる。そこで、本質的要求からスタートして HCD プロセスでアイデアを創出するビジョン提案型デザイン手法が有効であると考え、デザイン教育での手法の効果を確認・検証することを目的に応用を試みた。

3. 方法

3.1 プロジェクトの概要

プロジェクトは、2010 年 4 月末から約 3ヶ月間で実施した。参加学生は、プロダクトデザインコース及びグラフィックデザインコース3、4年有志 17 名で、6 グループに分かれて取り組んだ。指導は筆者が行い、加えて同社スタッフから業界動向の説明や工場見学、中間検討、評価等の指導を得て進められた。

3.2 プロジェクトのテーマ

テーマは、「『倉敷オーダージーンズ』のためのデザイン提案～服飾資材による新たな魅力・価値の創出～」とした。「倉敷オーダージーンズ」は、倉敷市に本社を置く株式会社ベティスミスが企画製造販売するもので、単価が3～5万円以上のオーダーメイドの手作りジーンズである。プロジェクトは、服飾資材からのアプローチでユーザとビジネスの両方に対して「倉敷オーダージーンズ」の価値を高める提案を目指した。

3.3 プロジェクトのプロセス

プロセスは、ビジョン提案型デザイン手法に準じて、ユーザの本質的要求とビジネスの提供方針からコンセプトデザインを行い、ペルソナ・シナリオ手法を用いてデザインに対する要求事項を導出し、服飾資材のデザイン提案に繋げた。デザイン提案は、株式会社協同と株式会社ベティスミスの両社にプレゼンテーションされ、ユーザとビジネスの両視点での評価を受けた。

4. 結果

6グループから8件の提案があった。そのうちの2提案のバリューシナリオを以下に示す。それぞれこれに基づいてペルソナの活動をシナリオ化し、シナリオを実現する具体的な服飾資材のデザインを提案した。

■提案①「ヒストリーパンフレット～作り手とユーザの気持ちを繋ぐ服飾資材」（図1）

服飾資材が、作り手のこだわりを伝えるツールとなることで、ユーザはジーンズへの愛着が深まり、作り手はファンを作り、継続的な顧客を獲得でき、口コミでの広がりも期待できる。

■提案②「My Special HAGIRE～世界で一つだけの逸品」（図2）

世界に一つだけのオーダージーンズであることを実感できるような演出をする服飾資材により、ユーザは特別なものを所有している満足感が高まり、ビジネスは熱烈なファン（マニア）が育ち顧客にできる。

5. 考察とまとめ

提案には、服飾資材としてこれまでにない斬新なアイデアが多く有り、高い評価を得た。両社に於いて、提案のコンセプトやアイデアを部分的にでも商品に取り入れられないか検討がされている。

プロジェクトの成果から、本手法が大学でのデザイン教育に有効で、求める以上の質の提案を導き出すものであることが確認できた。また、本手法では構造化シナリオ法を用いてシナリオを3段階に書き分けることを提案しているが、本事例ではアクティビティシナリオとインタラクションシナリオとを一体として作成した。この簡易化は、

初めてペルソナ/シナリオを学ぶ学生が、手法の全体構造を理解することを容易にし、さらにシナリオがコンパクトに作れるためアイデアを多く出すことに有効であった。プロジェクトテーマによるが、簡易化も検討すべき課題である。

謝辞

本プロジェクトにご協力・ご指導いただいた株式会社協同様、株式会社ベティスミス様に深く感謝致します。

参考文献

1) 山崎和彦 他, ビジョン提案型デザイン手法の概要とフレーム, 人間工学 第 46 巻特別号 日本人間工学会第 51 回大会講演集, 2010 年 6 月

[連絡先]
柳田宏治
倉敷芸術科学大学
〒712-8505 岡山県倉敷市連島町西之浦 2640
e-mail：yanagida@arts.kusa.ac.jp

図 1. 提案①

図 2. 提案②

ビジョン提案型デザイン手法の応用事例－3

－モバイルの応用事例－

山崎和彦（千葉工業大学）

Case Development by Vision Proposal Design Approach-3

Kazuhiko Yamazaki (Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

日本人間工学会アーゴデザイン部会では、「提案型デザイン方法論ワーキンググループ」を組織し、これからの社会も考慮して、システム、サービスやプロダクトの開発に役立つ具体的なデザイン方法論の構築を目標に議論を行ってきた. そして、開発プロセスに一貫してシナリオを活用する「構造シナリオ法(Structured Scenarios Method)」を活用した「ビジョン提案型デザイン手法」を提案している。

ここでは「ビジョン提案型デザイン手法」を応用して、教育現場で活用した事例について概説する。

2. 教育事例での手法の活用

ビジョン提案型デザイン手法の中で、デザインコンセプトのための手法として、多様な手法があるが、ここでは、フォトエッセイとフォトダイアリーを、ユーザ観察とアイデア発想に活用する。

フォトエッセイは写真とエッセイの文章を活用して，内省的にユーザ視点でのニーズを明らかにする手法である。 フォトダイアリーは観察した写真と文章を活用して、外省的にユーザ視点でのニーズを明らかにする手法である。

ここでは，フォトダイアリーとフォトエッセイを，ユーザ情報をえるための手法と活用し，調査結果よりユーザ調査からの気づきを得ることとペルソナ作成に活用する。

また発想段階では，内省的な発想法としてのフォトエッセイと外省的な発想としてのフォトダイアリーを活用する。そして、その発想より構造シナリオ手法を活用して、発想を具現化する。

3. 教育事例のプロセス

本事例では、「魅力的なモバイル体験のためのデザイン」というテーマでデザイン科学科3年生を対象に，フォトエッセイ、フォトダイアリー、構造シナリオを活用したデザイン教育を実施した. 授業の進め方としては，以下のステップである. 5 週間で、情報プロダクトの中間発表をまとめる。

1） イントロダクション: 1. 授業の狙い，2. 課題と進め方，3. テーマについて
2） グループ作りとテーマ設定:1. 課題の進め方，2. デザインプロセスの理解，3. テーマ設定，4. 観察手法（フォトエッセイ，フォトダイアリー）の理解，5. 観察計画作成
3） 観察結果発表:1. 観察結果発表，2. 状況設定，3. 構造シナリオの理解
4） シナリオ・ドラフトスケッチ発表:1. 構造シナリオ・スケッチ発表，2. コンセプト検討，3. 中間発表準備
5） 情報プロダクト・中間発表:観察結果、ペルソナ、シナリオ、コンセプト、スケッチ、ペーパープロトとアクティングアウトによる中間発表

4. 教育事例の結果

5週間の中で，フォトエッセイとフォトダイアリーをユーザ観察とアイデア発想に活用して，全員の学生が情報プロダクトの提案をすることができた。ここで得られた，フォトエッセイの事例を図1に，フォトダイアリーの事例を図2に、構造シナリオの事例を図3に示す。

ここでの結果として，フォトエッセイやフォトダイアリーからの気付きが，提案する情報プロダクトにうまく繋がった学生は，提案に説得力があり，独自性のある提案ができた。

また、構造シナリオに関しては、アクティビティシナリオを中心に活用して、インタラクションシナリオは最終発表の一部に活用して、アクティングアウトと画面デザイン

を導いていた。詳細のインタラクションシナリオを描けた学生は、アクティングアウトで明確な提案ができた。バリューシナリオは、学生には説明が難しいのでデザインコンセプトとう形で表現をした。

5.今後の展望

今後の展望として、ユーザ調査のためにフォトエッセイとフォトダイアリーを活用して一定の効果を得たが、これは対象ユーザが学生であり、学生のフォトエッセイとフォトダイアリーであったからである。学生以外の対象ユーザとした場合は、ユーザ自身にフォトエッセイやフォトダイアリーをやってもらうか、観察者がフォトエッセイやフォトダイアリーを実施する必要がある。また、モバイルの場合は場所という要素をどのように観察の中に盛り込むのかという検討も必要である。これらの観察手法についての検討が必要である。

また、観察結果からの分析手法として、KJ 法や提供価値分析を活用したが、より視覚化する方法としてモデル化手法の効果的な導入を検討する必要がある。

構造シナリオについては、発想段階にバリューシナリオを描くことは難しく、アクティビティシナリオを描き、コンセプトをまとめる段階でバリューシナリオを描き、必要に応じてアクティビティシナリオを修正する方が、学生には適しているようだ。

6.まとめ

本稿ではビジョン提案型デザイン手法の教育での実践事例について、事例結果と展望を概説した。今後、さらに実践的な手法への活用を検討していきたい。

参考文献

1) 山崎和彦 他, ビジョン提案型デザイン手法の概要とフレーム, 人間工学 第 46 巻特別号 日本人間工学会第 51 回大会講演集, 2010 年 6 月

[連絡先]
山崎和彦
千葉工業大学工学部デザイン科学科
〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-12
e-mail：designkaz@gmail.com

図 1 フォトエッセイの事例

図 2 フォトダイアリーの事例

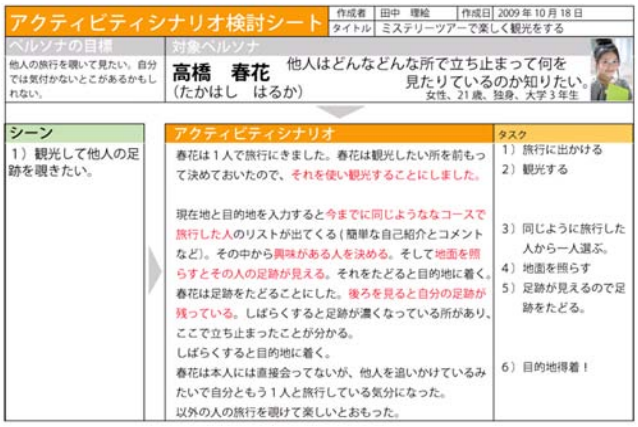


図 3 構造シナリオの事例

ビジョン提案型デザイン手法の応用事例－４

－次世代 ICT のビジョン開発に対する実践－

○上田義弘[1]、小野健太[2]、渡邉 誠[2]
（1富士通デザイン（株）、2千葉大学大学院）
Case Study of Vision Proposal Design Approach for the ICT-Vision Design
Yoshihiro UEDA[1]、 Kenta ONO[2]、 Makoto WATANABE[2]
(1 Fujitsu Design Limited、 2 Chiba University)

1. はじめに

日本人間工学会アーゴデザイン部会では、「ビジョン提案型デザイン手法」[1)]の確立を目指し、ワーキンググループを組織し研究活動を行っている。また、筆者らはデザイン系の大学生とこの手法等を活用して「ICTを活用した新たなサービスやプロダクトのデザイン開発」を継続して実践している。

本稿ではビジョン提案型デザイン手法等を複数年にわたり実践してきた課程で得られた手法へのフィードバックと実践事例について概観する。

2. 事例実践によるフィードバックの経緯

2. 1. シナリオ手法導入以前

手法導入前のデザイン開発では、ユビキタス技術の現状調査及び既存商品の調査分析から、新たなICTプロダクトを考えたり（2003 年度）、店舗、病院や公共空間等、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り（2004 年度）、提案の場を学生生活に限定し、そこで必要になる ICT 支援の仮説開発を行い、その仮説に対してアンケート調査を実施し、新たなサービスの観点を求めたりしてきた（2005 年度）。

2003 年度から 2005 年度まではビジョン提案型デザイン手法は使用せず、既存商品の問題点や漠然として欲求から、ブレーンストーミングを行うことから、次世代ICTビジョンの仮説開発を行なっていた。この時代の作品には、「情報のインターラクションに関する提案」や「情報の視覚化」に着目した提案が多かった。

2. 2. フォトシナリオ手法の導入

2006 年度からは仮説開発のために「フォトエッセイ手法」や「フォトダイアリー手法」等のフォトシナリオ手法を導入して仮説開発を行うことにした。その結果、利用者の潜在的な欲求をくすぐるサービス提案が多くなったと感じている。フォトシナリオ手法を活用したことで、提案によって実現される「ユーザにとっての価値」を意識させることができたと考える。しかし、多くの作品でターゲットユーザと提案プロダクトとの関係性が曖昧で、ユーザ適合性に欠ける提案が多かった。課題として、提案内容とターゲットユーザとのマッチングを強化する必要性を感じた。

2. 3. ペルソナ手法の導入

そこで 2007 年度は、フォトシナリオ手法による仮説開発に加え、ターゲットユーザを明確化し、そのユーザ特性に適合するデザイン開発をさせるため、「ペルソナ手法」を導入した。当時ペルソナ手法はソフトウェア開発等で活用され始めており、手法としては確立されていた。ペルソナ手法の導入により、インターラクションからプロダクトへの展開が、ターゲットユーザを明確に意識したものに変わった。しかし、サービスの決定から具体的なプロダクトへ展開する課程が精緻さを欠き、検討の浅いものが多かった。

2. 4. 構造化シナリオ手法の導入

一方、アーゴデザイン部会方法論WGでは、シナリオ開発の精緻化に向けた手法の議論が行なわれていた。その結果、サービスシナリオとインターラクションシナリオの間にアクティビティシナリオを描くフェーズをはさみ、各シナリオ作成のインプットとアウトプットを明確化し、シナリオを階層的に描く「構造化シナリオ手法」が確立され、ワークシートが開発された。

2008 年度は、このワークシートの活用も含め、デザイン手法を実践した。サービスはグループで検討し、プロダクトはペルソナや使用シーンの設定に基づき、各人で提案した。同じサービスを活用しても、プロダクトデザインはターゲットユーザや使用シーンに合わせ様々なバリエーション生まれ、充実した提案になった。ただ、「サービス・アイデアを如何に生み出すか」、この問題は個人の発想力に委ねられており、手法として十分支援できていないという課題は残った。

3. ビジョン提案型デザイン手法の実践

3. 1. 手法の実践

この課題に対して方法論WGでも議論があり、2009

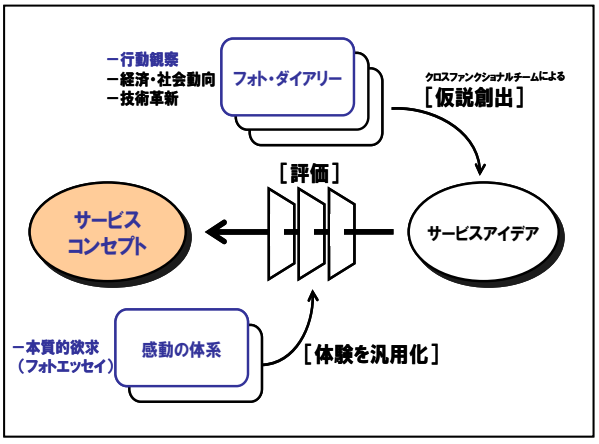
年 3 月に実施したアーゴデザイン部会の合宿研究会では、エスノグラフィ的手法の導入と、それにより得た気づきを基にユーザが求めている潜在的欲求を議論するフェーズを導入して、手法の全貌を試みるワークショップを実施した。この合宿研究会においてビジョン提案型デザイン手法の全貌が整った。

そこで、2009 年はユーザが求めている潜在的欲求を探索するフェーズを含め、手法全体を活用してデザインを実践した。その結果、代表的な作品としては、「新たなコミュニケーション・スタイルを提案する『吹き出しサービス』と、それを利用するための端末提案」等、ユーザの本質的欲求に響く作品が生まれたと思っている。この事例実践により、ユーザの潜在的な要求を探るフェーズの有効性が確認されたと考えている。

3. 2. 新たなフェーズの導入

さらに、2010 年度はこれまでのプロセスに加え、価値ある新たなビジョンを提案するためには、近未来の生活や仕事など、近未来社会の姿を構想することが必要だと考えた。このために、「ターゲットとする時代の社会像」を検討フェーズも取り入れることにした。具体的には近未来の生活や仕事、社会をシステマティックに構想・想定するフェーズを取り入れた。このための手法としては、シナリオプランニング手法やデルファイ法など、これまでにも他分野で使用されてきた既存の手法を活用して行うことにした。一方、よりユーザの本質的欲求に合致したサービスやプロダクトを考えるために、ユーザに提供する価値の「エクスペリエンス分析」を行うフェーズも取り入れた。例えば、最終的にユーザに提供する価値を「感動の提供」と設定した場合、これまでの感動体験をフォトエッセイ等で収集し、その内容を分析、体系化する作業を行うことにしたのである。

これらのフェーズを導入したことにより、サービスのアイデアを評価する基準が明確になり、ユーザの本質的欲求に響くようなサービスコンセプトを創出することができるようになったと考えている。(図参照)



3. 3. 次世代 ICT のビジョン開発事例

このように発展してきたビジョン提案型デザイン手法を活用、実践して、2010 年度は「2020 年における新たなショッピング」をテーマに ICT ビジョンのデザイン開発を行った。インターネットであらゆるモノが購入できる近未来社会おいて、リアルなショッピングはどのようになるのか、そのあり方を考え、提案することを試みた。

その結果、様々な新しい提案が生まれた。例えば、「これまでの自分とは異なった新たな自分の姿を映し出すショッピングモールの大型スクリーン”Meet”の提案」や、「Myme と称する自分のアバタを巧みに活用する新たなショッピング・スタイルの提案」や、「個人のショッピング情報をあえて見える化し、見た人にも新たなショッピングのキッカケを与えるモノパレードサービスの提案」等、リアルなショッピングを楽しく、豊かにする提案がたくさん集まったと感じている。

4. 今後の展望

事例実践による手法へのフィードバックの過程を見てきた。フォトシナリオ手法の導入に始まり、ペルソナ手法の追加、そして、提案内容を精緻化するための構造化シナリオ手法の導入。さらに、ユーザが潜在的に求めている本質的な価値を抽出するためのフェーズや、その本質を構成する要因の分析を行うフェーズを導入し、ビジョン提案型デザイン手法の事例実践を行ってきた。

また手法を活用して、生活者の視点から「数年先の社会で求められるサービスの提案やその実現のための仕組みを企画するICTビジョンの構想」を行ってきた。このような活動は総称して「ICT 技術の市場化」と呼べる。人々は常に新しいサービスや支援を求めているが、一方で ICT の利活用に対する厳しい目を持っている。近未来の生活に必要なサービスやプロダクトを創造し、ICT ビジョンを構想することは，一方では「オセッカイ」なサービスやシステムを生む危険性を孕んでいる。ICT 技術からシステムやプロダクトを考えるのではなく、将来の人間生活や社会を見据え、これからの人間生活に必要になるサービスやプロダクトを、人間主体に考える。ビジョン提案型デザイン手法はそのために有効なデザイン手法として育っている。この手法を開発の現場で活用し、豊かな暮らしを実現する「活きた ICT ビジョン」を創出し続けたいと思っている。

参考文献

1) 山崎和彦 他，ビジョン提案型デザイン手法の概要とフレーム，人間工学 第 46 巻特別号 日本人間工学会第 51 回大会講演集， 2010 年 6 月

[連絡先]
上田 義弘y.ueda@jp.fujitsu.com

易摂食性食品にける咀嚼・嚥下特性と力学特性との関係

○森髙初恵
（昭和女子大学大学院生活機構研究科）

Relation between chew/deglutition properties and mechanical property of easy-eating food

Hatsue Moritaka
(Graduate School of Human Life Science, Showa Women's University)

1. はじめに

2006 年4月に介護保険が改正され，介護予防重視型施策への転換がなされ，摂食・嚥下を支える口腔機能向上が介護予防事業の3本柱のひとつとして導入された．嚥下障害は身体的のみならず，心理的，社会的にも影響を与えるものであり，生活の質（QOL）を大きく低下させるものである．咀嚼・嚥下機能が低下した人に対しては，軽度では嚥下訓練，口腔ケアなどを行い，重度では経管栄養、胃ろうなどの処置がほどこされる．経口による摂食・嚥下機能を維持することは生きる喜びを得ることにもつながり，できる限り経口によって食物が摂取できるよう努めることが大切である．身体機能の低下した人に安全に咀嚼あるいは嚥下させるためには，食品のテクスチャーが重要な役割を果たし，食品の物性を変化させることで食塊の形成が容易となり，咽頭部での食塊の移送速度をある程度まで低下させることが可能となる．

嚥下機能という言葉は，食塊が口腔から胃まで移送される一連の流れを総称として使用される．食物を口の中へ取り込むと随意活動である咀嚼運動が生じ，食塊が嚥下可能な状態へと変化し，不随意活動である嚥下運動が連続的に生じる．この一連の嚥下運動は呼吸運動と関係し，食塊が咽頭に達すると気管口は閉鎖され，呼吸運動は停止する．その後，下咽頭の陰圧によって食塊は吸引され、輪状咽頭筋が弛緩して食道入口が開口する．食塊の嚥下過程においては測定の対象となる身体部位が露出しておらず，随意的な飲み込み動作を介せずに反射性嚥下だけを誘発することはできないため測定は極めて困難である．食塊の嚥下過程に対する客観的な評価方法としては，嚥下造影検査や内視鏡検査による方法が行われてきたが，両測定方法共に医師の立会いが必要である．近年，嚥下過程における咽頭部の食塊の移動特性を、超音波パルスドップラー法により測定することが行われるようなった．この方法は，スキャンプローブを咽頭部正面中央部において水平方向に対して上方へ 60 度の角度になるように固定して測定する．その側定例について報告する．

2. 方法

試料の摂取量は3～12g，咀嚼回数は5～50回，咀嚼速度は１秒間に１回で行った．造影検査においては，アミドトリゾ酸ナトリウムメグルミン液を造影剤として使用した．テクスチャー特性値は，クリープメーター（RE-3305S 山電社製）により咀嚼後の食塊を 2 回定速圧縮して測定した．官能評価は女子大学生９名をパネルとし，評価項目は，咀嚼の程度，まとまりやすさ，飲み込みやすさの３項目とし，ゼラチンゲルは咀嚼後の試料の状態を加え４項目とした．食塊の流速は，超音波画像診断装置（東芝メディカル社製）およびスキャンプローブ PLM-703AT を用いて実施した．嚥下造影検査による食塊の流速はレントゲン撮影機器 TOSHIBA KSO－80N（東芝メディカル社製）を使用し，医師立会いのもとで実施した．

3. 結果

3. 1 飲み込み特性

Fig. 1 は，咽頭部における５回咀嚼の寒天ゲルとゼラチンゲルの食塊の流速スペクトルで，縦軸が速さ，横軸が時間である．各試料の最大速度は摂取量ならびに咀嚼回数の主効果，摂取量と咀嚼回数の交互作用は有意となった．寒天ゲルの最大速度は，咀嚼回数の少ない5回咀嚼において，摂取量の多い試料（9g，12g）と摂取量の少ない試料（3g，6g）との間に有意差が認められた．これは，摂取量の多い試料では，硬さが寒天ゲルの食塊中で最も大きかったことから，口腔内で試料が咀嚼しきれず，唾液量も少なく、まとまりが悪く，飲み込み難いことから，勢いよく飲み込みことで最大速度が大きくなったのではないかと考えられる．

ゼラチンゲルの最大速度では，摂取量の少ない試料（3g，6g）の 50 回咀嚼で高い値を示した.この試料では，機器測定における硬さが小さく，摂取量が少なく，咀嚼回数が多いために唾液量も多く，ゲルがゾル

化して液状化したことなどが主原因と考えられる.

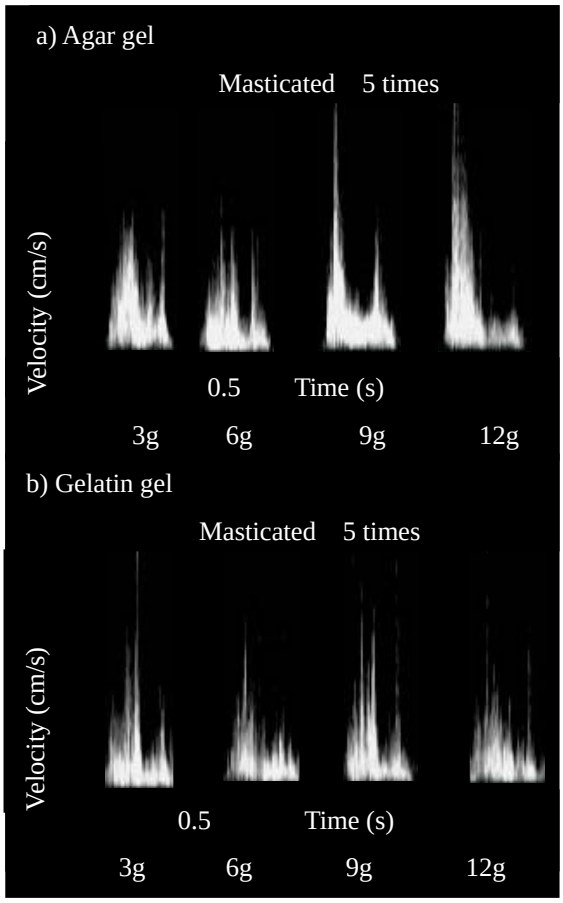


Fig.1 Spectra of bolus in pharynx measured by Ultrasonic pulse Doppler method

3. 2 造影検査

嚥下造影検査により食塊の移動速度を測定した．食塊の先端部分が，軟口蓋挙上時から口峡に到達するまでを①，口峡から食道入口部までを②，食道入口部から第 6 頸椎までを③,①から③までの平均を④とすると，移動速度が最も速かった部位は，食塊の最先端部分が食道入口部から第6頸椎に到達するまでの③であった.食道内は蠕動運動による動きも加わり,食塊の流路もまっすぐであるためと考えられる.反対に，最も速度が遅かったのは，①の軟口蓋挙上時から口峡までであった．食塊の先端部分と後端部分での流速比較では，造影剤入り寒天ゲルおよびゼラチンゲルともに,先端部分の流速が後端部分より顕著に高い値を示した.

4. 考察

寒天ゲルとゼラチンゲルの機器測定結果，官能評価結果，超音波パルスドップラー測定結果を変数とし，摂取量と咀嚼回数を対象に主成分分析にかけた結果，第 1 主成分は硬さであり，第2主成分では最大速度であった.寒天ゲルは，摂取量が多く咀嚼回数が少ないグループでは硬く，最大速度が速く，反対に咀嚼回数の多いグループではやわらかく最大速度は遅くなった．この結果から，寒天ゲルでは，最大速度は咀嚼回数によって制御でき，よく咀嚼することで最大速度を遅くすることが可能であると考えられる．一方，ゼラチンゲルでは，咀嚼回数の多いやわらかいグループでは，最大速度が速くなったが，咀嚼回数の少ない硬いグループで最大速度が特に速くなることはなかった．ゼラチンゲルの食塊の硬さと最大速度との関係は寒天ゲルよりも弱く，どのグループも最大速度は全般に速い領域に属し，一概に咀嚼回数のみによって最大速度を制御することは困難であると考えられた.

寒天ゲルとゼラチンゲルのこれら最大速度の相違はゲルが融解するか否かによるものであり,寒天ゲルでは主に咀嚼によって破砕された食片の大きさと量が最大速度と関係しており,ゼラチンゲルでは咀嚼による融解の程度が主に影響していると推察された.

参考文献

1) 佐川敦子，森下真理子，森髙初惠，寒天ゲルを分散したペーストの力学特性と飲み込み特性，日本食品科学工学会誌，**55**，276-286（2008）

2) 井上悠季，笹井美友紀，志賀清悟，森髙初惠，寒天ゲルとゼラチンゲルの咽頭部通過時における移動速度に及ぼす摂取量および咀嚼回数の影響，日本食品科学工学会誌，**55**，261-270（2009）

3) H. Moritaka, F. Nakazawa, The Rheological and swallowing properties of rice starch, *Food Science and Technology Research,* **15**(2), 133-140 (2009)

4) H. Moritaka, F. Nakazawa, Flow velocity of a bolus in the pharynx and rheological properties of agar and gelatin, *Jounal of Texture Studies*, **41**, 139-152 (2010)

5) 佐川敦子，金子仁美，寺島真美恵，志賀清悟，森髙初惠,固体分散ペーストの咀嚼･嚥下に及ぼす摂食量の影響,日本食品科学工学会誌，(2010) 印刷中

[連絡先]
森髙初惠
昭和女子大学大学院生活機構研究科生活機構学専攻
〒154-8533 東京都世田谷区太子堂 1-7
e-mail：moritaka@swu.ac.jp
Fax：03-3411-4827（森髙研究室宛）

実験心理学で探る食の感性

○和田　有史
（独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構　食品総合研究所）

Experimental Psychological Studies on Kansei of Eating

Yuji Wada
(National Food Research Institute)

1. はじめに

人間は食品をどのように味わうのだろうか？
このように問われると、“味覚・嗅覚を使って”、と答える方が多いだろう。しかし、人間は口に物を入れる以前に、既に"それを口に入れるかどうか"という重要な決断を行っている。これには視・聴・触、内臓感覚などからの情報に加え、食品のブランド、安全性、嗜好、同席者との関係などの数々の要因が絡み合う。さらに食品を口に入れて以降も味や香りだけではなく食感（触感）や温度をも含めて多感覚の情報を統合する。感覚の末梢の研究ももちろん大切だが、情報の統合によって、個々の感覚器官の性能を超えた知覚世界をいかに実現するかを探ることも心理学の本質的な問題だ。このように"食"という人間の生活の根本の中に、個々の感覚の分析をこえた心理学的な検討課題がつまっている。

こうした知覚・感情・コミュニケーションまでも内包する人間の活き活きとした食に関する行動や現象は、実験心理学的な研究によってはじめて科学的に記述でき、それに関与する変数を解明するができる。ここでは、われわれが行っている食品の視知覚と消費者行動について概説する。

2. 食の視知覚

食品の味わいはフレーバーやテクスチャーだけではなく、視覚情報によっても大きく変化する。スーパーマーケットの生鮮食品売り場では、商品の新鮮さを強調する照明などディスプレイの工夫がなされている。例えばオクラやミカンを包む緑色や赤のネットは、色の錯覚を生じさせて食材の色を鮮やかに際立たせる。このように、食品の典型的な色を強調するように視覚的錯覚 (錯視) が利用されることはしばしば見受けられる (Wada et al, 2007)。

では、色以外の視覚的特徴が食品の認識に与える影響として、どのような例があるだろうか。われわれが行なった研究を例に取ると、食品画像の輝度分布が視覚的な鮮度判断に影響を与えることが示されている。ここで輝度とは物体表面の単位面積あたりの明るさのことを指す。デジタル写真は、各ピクセルが固有の輝度が存在する。物質表面のデジタル画像について、輝度を横軸にとり、縦軸にその輝度を持つピクセル数のグラフを描くとヒストグラム状になる。これを輝度分布という。Motoyoshi ら (2007) は、この分布の正規分布からの歪みが質感の視知覚の重要な手がかりであることを示している。われわれの研究 (Wada, et al., 2010) は、人間の質感知覚の手がかりと考えられている網膜像上の輝度分布が、野菜の鮮度の知覚のような、日常的な生鮮食品の品質判断に関わることを、キャベツをモチーフにして示した。人間は日常的に視覚的に食品に関して、鮮度などのさまざまな質感を判断している。しかし、これらの手がかりとなる物理的なパラメータは特定されていなかった。われわれは、まずキャベツを 32 時間にわたって撮影し、その写真の光学的パラメータの変化を分析した。その結果、輝度分布の標準偏差、歪みなどの複数のパラメータが時間の関数として変化することを示すことができた。また、評定尺度法による、視覚的な鮮度の感性評価も時間の負の関数として変化することがわかった。さらに、輝度分布が視覚的鮮度評価に影響するかどうかを調べるために、鮮度が高い状態のキャベツ画像にさまざまな時間の輝度分布を貼り付けた人工画像を作成し、その見かけの鮮度の評価を行なわせた。その結果、最初の数時間の鮮度評価はオリジナル画像のそれと差がなかった。これは、輝度分布変化だけで最初の数時間の鮮度劣化が再現されることを示しており、輝度分布の変化は食品の鮮度の評価の有力な手がかりの一つであることを示している。

3. 食に関する消費者行動特性

これまでは、視覚メカニズムに根ざした食品の認知について検討してきましたが、我々の食品の認識はもっと複雑な要素をはらんでいる (和田・熊田, 2010)。たとえば、この“牛丼は男性的な食品だ”とか、“パスタは女性的な食品だ”といった本来はそれほど本質的には見えない食品のイメージ、あるいは偏見 (ステレオタイプ) が存在している。われわれは食品のステレオタイプには栄養や生態調整に関わる良い・悪いに関するステレオタイプだけではなく、性別に関するステレオタイプもある

ことを示した（Kimura et al., 2009）。この研究では、認知心理学で使われてきた意味プライミング課題という、ある判断に対する反応時間が、判断するべき言葉よりも先行して提示された言葉や画像の影響を受けるかどうかを調べる課題を用いた。なぜなら、直接的に食品名を消費者に伺うような調査は、消費者側が調査者の意図を汲み取りやすく、本当に消費者の日常的な認識が測定できているかどうか、わからないからである。食品名を瞬間提示した直後に典型的な日本人名（“めぐみ”、“たろう”など）を提示し、その性別判断を行わせたところ、意味的一致（例えば、“女性的”食品提示後の“女性名”判断）により性別判断の反応時間が短縮された。これは食品と性別が、我々の認識の中で深く結びついていることを示唆する。この例は、食の認識が、単なる食品の機能や安全性だけではなく、日常的な社会性やコミュニケーション、人類の進化と社会の変化などを巻き込んだ極めて複雑な心理学的な意味を含んでいることを意味している。

さらに、われわれは食情報の認識の解明を試みている。我が国では BSE や事故米の問題など、食の安全に対する信頼を揺るがす、といわれる事件が立て続けに生じ、消費者はその都度不安をあおられる。これらの例では輸入牛の危険部位混入というミステイク、事故米問題の意図的なエラーが存在しただけではなく、行政、マスコミ、消費者をも巻き込んだ情報理解に関するミステイクの連鎖が存在する。

われわれは、食情報の消費者理解の促進に寄与する心理学的な知見を探索しており、食の情報に対する消費者の態度が商品情報に対する価値が高まることを報告した（Kimura et al., 2008）。この研究では、ロースハムやジャムといった一般的な加工食品の品質表示や製法に関わる情報をモニタに表示してその商品価値を支払意思法で判断させる課題を行うなかで、食品情報の総情報量および情報検索法を操作した。情報検索法として、実験参加者が画面のボタンをクリックすることで段階的に情報が表示される能動検索条件と、すべての情報がはじめから一様に表示される受動検索条件が設定した。この結果、商品価値には総情報量と情報検索法が交互作用的に影響を及ぼすことがわかった。すなわち、受動的検索条件では総情報量が多いと商品価値が低く見積もられたが、能動検索条件では総情報量が多い場合にも商品価値が高く評価されたのである。これは、消費者の情報に対する関与という観点から解釈できる。すなわち、ボタンクリックという消費者の検索努力に対し、充分な情報が表示されれば消費者の満足感は高まる。一方、自分のボタンクリックという行動に対して表示される情報が少なければ情報に対する満足感は低くなる。つまり、同じ内容の情報であっても消費者自身の情報に接する態度によっても商品の価値判断は変化するのだ。さらに、カーボンフットプリントでの表示量をモチーフに検討した (Kimura et al, 2010)。その結果、積極的な検索では、CO_2排出量の負の関数として商品の価値が変化する一方で、受動的検索条件ではCO_2排出量が商品の価値に与える影響は消失した。これは、単に積極的検索が商品価値を高めるのではなく、商品の情報の理解を促進したうえで、その価値を高めることを示している。

このような消費者の行動特性を活かして消費者理解を深めるような知見の蓄積と活用が今後、求められてくるのではないかと考えている。

5. 参考文献

1) A. Kimura, Y. Wada, D. Tsuzuki, S. Goto, D. Cai, I. Dan; Consumer valuation of packaged foods: Interactive effects of information volume and accessibility, Appetite, 51, 628-634 (2008)..
2) A. Kimura, Y. Wada, S. Goto, D. Tsuzuki, D. Cai, T. Oka, I. Dan; Implicit gender-based food stereotypes: semantic priming experiments on young Japanese, Appetite, 52, 521-524, (2009).
3) A. Kimura, Y. Wada, A. Kamada, T. Masuda, M. Okamoto, S. Goto, D. Tsuzuki, D. Cai, T. Oka, I. Dan; Interactive effects of carbon footprint information and its accessibility on value and subjective qualities of food products, 55, 271-278 (2010).
4) I. Motoyoshi, S. Nishida, L. Sharan, & E. H. Adelson; Image statistics and the perception of surface qualities. Nature, 447, 206-209, (2007).
5) Y. Wada, D. Tsuzuki, N. Kobayashi, F. Hayakawa, K. Kohyama; Visual illusion in mass estimation of cut food, Appetite, 49, 183-190 (2007).
6) Y. Wada, C. Arce-Lopera, T. Masuda, A. Kimura, I. Dan, S. Goto, D. Tsuzuki, K. Okajima; Influence of luminance distribution on the appetizingly fresh appearance of cabbage, Appetite, 54, 363-368 (2010).
7) 和田有史・熊田孝恒; ヒューマンエラーと食，Fooma 技術ジャーナル, 6(2), 43-49 (2010).

[連絡先]
和田有史
(独)農研機構 食品総合研究所
〒305-8642 茨城県つくば市観音台 2-1-12
e-mail：yujiwd@affrc.go.jp
Tel：029-838-7357

食感性評価

感性工学における食に関する評価についての考察

○神田太樹*
（*西武文理大学）

Kansei Evaluation on Food, Consideration of Evaluation on Food in Kansei Engineering

Taki Kanda*
(*Bunri University of Hospitality)

1. はじめに

私たちが毎日とる食事は、生命維持に必要不可欠であることに加え、健康を維持し活発な日常活動を行うため、十分に注意を払うべき、大切なことである。現在、外食産業あるいは弁当、おにぎり、惣菜などを扱う中食産業と言われる産業が至るところに進出し、食に関する産業は社会の中で大きなウェートを占めるようになっている。さらに、健康や安全の問題も加わって食に関する問題は複雑化しており、社会の中で極めて重要となっている。そのような中、食についての問題に対し感性工学が果たすべき役割について検討する必要がある。そこで、本論では、感性工学における食に関する評価について考察する。

2. 感性工学における食に対する評価

2.1 感性の性質と構造

感性工学研究者、実務者の間では、感性の非線形と階層性は、ほぼ共通認識となっている。感性工学における感性の解釈としては、対象に対し感じた通りに意識する心理現象としての感覚や対象に対し知っている通りに意識する心理現象としての知覚より高次の精神課程としての認知系の働きとして、図1に示すような階層構造をもつと考えられている[1-3]。この図に示す感性にいたる心の流れとして、人間は何かを感じる対象に対し、ます、感覚器官を通して対象の存在を意識し（感覚レベル）、次に知識に基づいてそれが何であるかを意識し（知覚レベル）、そして、経験や学習、思考や推理などにより、それがどのようなものであるかを認識し（認知レベル）、さらに、個人の嗜好、感情、意志、情操、あるいは、価値観や人生観などが複雑にからみあいながら様々な感じ方をする。

感性工学においては、対象に対し、感性の非線形性、階層性、そして、個人差などを考慮しながら、評価を行う。

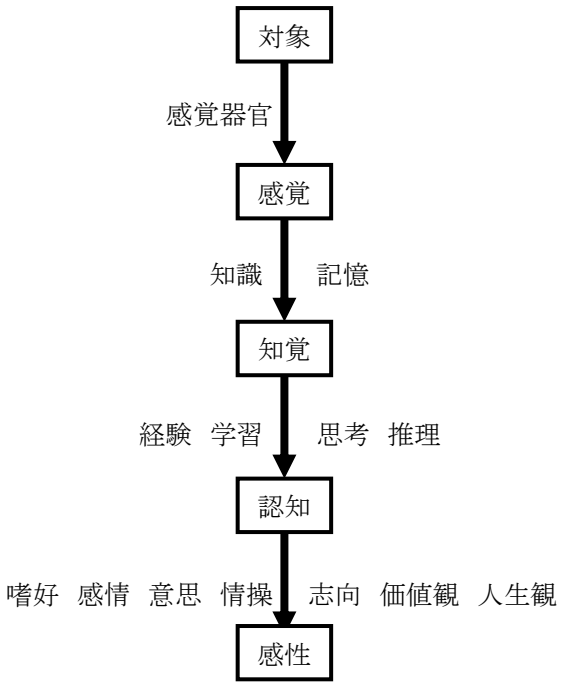


図 1. 感性に至る心の流れ

2.2 感性工学における食嗜好評価

人間の食に対する感覚に関する官能評価などの研究は、食品の様々な属性の中で二大因子として知られるフレーバー（味と匂い）とテクスチャー（租借感）に集中しているが[4]、人間は、フレーバーやテクスチャーに関する味覚、臭覚、皮膚感覚だけでなく、視覚、聴覚、あるいは内臓感覚といった様々な感覚や体感を総動員し、さらに食に関する記憶や嗜好、人生感や価値観などが複雑にからみ合って食べ物に対し印象やイメージをもつ。例えば、食べ物に対する「美味しい」という感覚は、味覚に関係した甘み、塩味、酸味、苦味、うま味などの他に、食品や食器の色彩、食べ物の盛りつけ方などの影響も少なからず受け[5]、同じ食品でも色による美味しさ感の違いが顕著に示された実験例もある[6]。

3. 食感性評価に向けて

感性工学における「感性」とは、生活者が商品等の対象に対して心の中で抱くイメージやフィーリングのことで[7]、人間の感性に対する評価を行う場合、人間がそれぞれの商品をどのような印象やイメージで捉えているかをつかむことが重要であり[8]、そのための手法の開発、既存の手法の選択および選択した手法の適用方法の工夫などを行う必要がある。

食品は、他の商品、例えば自動車、家電製品といった商品とは人間のイメージの仕方が異なることに留意する必要がある[9]。そこで、人間の食行動を考えると、人間にとって食べることは，生きていくため，活動するために必要不可欠で，どのような状況にあっても，また，食に対する興味の有無に拘わらず，人間は食べなければ生きていくことはできない。これより，人間の食に対する行動として，簡便に食事をすませようとする傾向が生じる。また，人間は，必要だから食べるだけでなく，食べることを楽しむ。これは，おいしさを追求したり，食文化を大切にしたりする4)ことで，これにより，本格的に食事をするという傾向が生じる。さらに，食品は，それを摂取すると体のために良いとか，あるいは，これを摂取すると体に悪いという健康的側面の機能を備えていることから，健康に十分気をつけて食事をしようとする傾向6)が生じる。人間が生きるために必要であるから食本感るだけで，食事に対しあまりこだわりがないと食行「動としては簡便志向となり，それに対し，食事と章,,うものにこだわりをもち，そのこだわりが心を癒すことに向かうと本格志向，体を癒すことに向かうと健康志向になる。いま，街を見るとファーストフード店やコンビニエンス・ストアが至るところに立ちお並び，これは簡便に食事をすませようとする人が多いいことの証左である一方，1986 年にイタリアでハンバンガーショップの第１号が出店されたとき，これではイタリアの食文化がダメになってしまうと公開う危機感から起こったスローフード運動などに見講演れるように，食文化を守り，食を楽しむという食行動も顕著である。これは，日本人の中に見られる価法，ローライフ志向とも関連する。また，従来から健康伸食品といったものがよく見られるが，現在でも根強く存在し，最近では機能性食品という食品のジャンルも見かけるようなった[9]。このようなことから，人間の食行動に関する枠組みとして，簡便志向食事傾向、健康志向食事傾向，本格志向食事傾向に分類することができると考えられる。これより、「簡便」、「健康」、「本格」をキーワードにして一対比較法[2]や５段階評定法[10]で感性評価を行ったり、これらをAHP（階層化意思決定法）の評価基準として感性評価を行う[3]ことなどが考えられる。

4. おわりに

本論では、感性工学の考え方に基づいて、食に対する感性評価について考察した。

参考文献

1) 長沢伸也：感性工学とビジネス, 日本感性工学会感性商品研究部会長長沢伸也編「感性をめぐる商品開発」所収，第１部１章，pp. 3-23，日本出サービス，2002.
2) 長町三生編；石原茂和，　西野達男，松原行宏，土屋敏夫，神田太樹，井上勝雄 : 商品開発と感性, 海文堂，2005.
3) 神田太樹 : AHP の感性モデル化へのアプローチ, 長沢伸也・神田太樹共編「数理的感性工学の基礎」所収，第７章，pp. 127-145, 海文堂，2010.
4) 神山かおる：食品租借と感性，社団法人農林水産術情報協会主催公開シンポジウム「おいしさをさぐる食品感性工学」講演要旨，pp. 34-42, 2002.
5) 長町三生：感性工学，海文堂，1889.
6) 神田太樹：色に対するおいしさ感と感性工学, 日本感性工学会感性商品研究部会長長沢伸也編「感性をめぐる商品開発」所収，第３部８章, pp. 107-117 日本出版サービス，2002.
7) 都甲潔編：食と感性，光琳図書，1999.
8) 外池光雄：脳地場を用いた食品感性工学，社団法人農林水産術情報協会主催公開シンポジウムおいしさをさぐる食品感性工学」講演要旨, pp. 70-75，2002.
9) 永井元：ヒト生体生理、行動計測の食品商品開発への応用，社団法人農林水産術情報協会主催シンポジウム「おいしさをさぐる食品感性工学」要旨，pp. 58-69，2002.
10) 神田太樹：消費者指向食品開発に向けた感性評価法，日本感性工学会感性商品研究部会長長沢伸也編「感性商品開発の実践」所収，５章, pp. 73-84 日本出版サービス，2003.

[連絡先]
神田太樹
西武文理大学サービス経営学部
〒350-1336 埼玉県狭山市柏原 311-1
e-mail：kanda@bunri-c.ac.jp
Fax：04-2954-7733

立体ディスプレイ方式のアーチファクトによる生体影響評価

○吉竹 淳樹*, 金 相賢*, 盛川 浩志*, 河合 隆史*, 山田 宰*, 井口 明彦**
(*早稲田大学 理工学術院, **アストロデザイン株式会社)

Psycho-physiological effects of artifacts caused by stereoscopic display systems

Junki Yoshitake*, Sanghyun Kim*, Hiroyuki Morikawa*, Takashi Kawai*, Osamu Yamada*, Akihiko Iguchi**
(*Faculty of Science and Engineering, Waseda University, ** ASTRODESIGN Inc.)

1. はじめに

家庭への立体映像(3D)の普及が期待されている中、筆者らは主要な3Dテレビの呈示方式である、時間多重方式と空間多重方式毎の視覚特性ならびにアーチファクトの与える生体影響について、実験的な検討を行っている。具体的に、眼精疲労の自覚症状および立体感という主観指標を用いた結果については既報告であり[1)]、本稿では、脳血流と心拍の二つの客観指標を用いた検討結果について述べる。

2. 時間多重・空間多重方式のアーチファクト

本研究におけるアーチファクトとは、3Dの呈示方式の特性によって生じる、望ましくない知覚現象の総称を意味している。時間多重方式では、以下の3種類のアーチファクトに着目した。

ファントムアレイ: 跳躍運動時に観察される残像感
偽視差: 水平移動の視標観察時に生じる、本来呈示されない視差
フリッカ: 液晶シャッタの開閉によるちらつき

空間多重方式では、以下の3種類に着目した。

視野闘争: 水平ラインや小さい文字などの見にくさ
偽視差: 左右眼で時間差を有したフレームのホールド表示による、本来呈示されない視差
解像度低下: ラインバイライン表示による垂直解像度の半減

3. 方法

3. 1 実験環境と条件

実験環境は既報告[1)]と同一であり、概要を図1に示す。水平方向に移動する視標は視角1度の正方形であり、各辺を1ピクセルで描写した。加えて、白色ラインを画面中心からそれぞれ5度ずつ離れた位置に2本表示し、視標はそれを横切るように、5分間往復運動させた。

実験条件は、各方式4条件とし、視標の速度や形状を変えて、アーチファクトの含有を調整した(表1)。

時間多重方式では、条件1として跳躍運動を誘発する視標を用いた。条件2は、視標を随従可能な速度にし、ファントムアレイを抑制した。さらに条件3は、フレーム内の左右像の位置を補正し、偽視差も抑制した。条件4は液晶シャッタの駆動を調整し、統制条件とした。

空間多重方式では、条件1として視標の上底と下底を片眼のみにそれぞれ呈示した。条件2では、視標の欠損を補完し、視野闘争を抑制した。条件3では、ラインごとの動きの差を補正し、偽視差を抑制した。条件4では偏光フィルタの向きを調整し、統制条件とした。

参加者は、男女8例で、立体視や色覚に異常がないことを確認し、実験を行った。

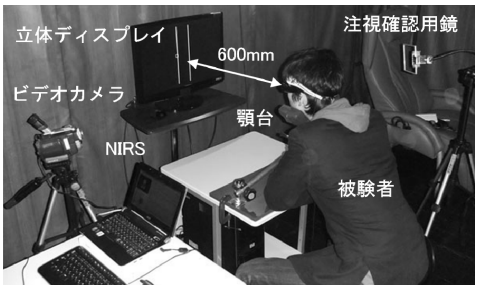


図1 実験環境

表1 各条件で含まれるアーチファクト

時間多重	ファントムアレイ	偽視差	フリッカ
条件1	○	○	○
条件2	×	○	○
条件3	×	×	○
条件4	×	×	×

空間多重	視野闘争	偽視差	解像度低下
条件1	○	○	○
条件2	×	○	○
条件3	×	×	○
条件4	×	×	×

3. 2 客観指標と解析方法

脳血流と心拍動の測定には、NIRS(日立製作所, HOT121)を使用した。NIRSによって得られる脳血流のデータは相対的な変化のため、被験者間の単純な比較

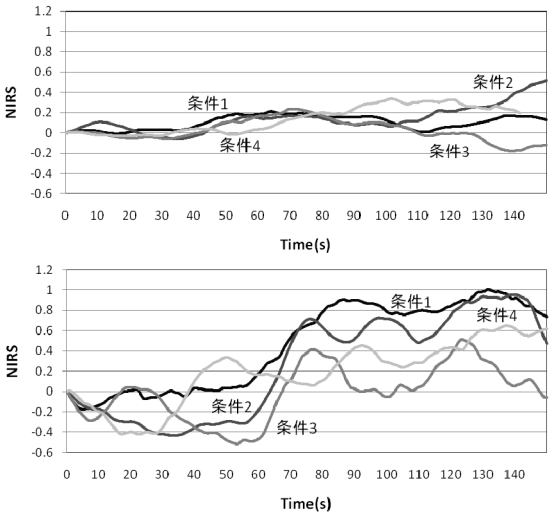


図 2 NIRS 値の結果（上：時間多重 下：空間多重）

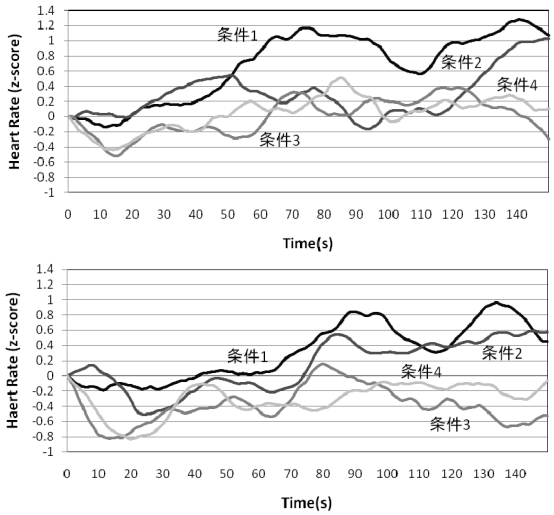


図 3 心拍動の結果（上：時間多重 下：空間多重）

はできない [2]。そこで、各データを参加者毎に標準化した。同時に、データが時系列であることから、トレンド解析及び移動平均 [3]を用いて平滑化し、ノイズを除去した。さらに、適宜、交差相関を求め、個人差による変化のずれを補正し、刺激開始時が 0 となるようシフトすることで、各条件間での傾向の比較を容易とした。本稿では、これらの処理後の値を、NIRS 値と表す。心拍動も同様の処理を行い、心拍動値として解析を行った。

4. 結果

まず、脳血流に関して、刺激呈示から 150 秒の区間における、NIRS 値のグラフを図 2 に示す。時間多重方式、空間多重方式ともに、刺激呈示後に NIRS 値の上昇が見られた。特に空間多重方式では、条件 3 と 4 に比べて、条件 1 と 2 の NIRS 値の上昇が高いことが分かる。

次に、心拍動値の変化について、刺激呈示から 150 秒の区間における、各条件の心拍動値の変動を図 3 に示す。脳血流と同様に、刺激呈示後に心拍動値の上昇がみられた。両方式とも、条件 3 と 4 に比べて、条件 1 と 2 の上昇率が高い傾向にあった。

5. 考察

条件 1 において、時間多重方式では心拍動値が、空間多重方式では NIRS 値と心拍動値が、最も上昇した主な要因として、ファントムアレイ及び視野闘争の関与が考えられる。神経活動が活発になると、脳内の血液量が増加し、また酸素供給のため心拍動が上昇することから、それらのアーチファクトが神経活動に影響を与えていた可能性が示唆される。条件 2 も高い上昇率を示していることから、偽視差による影響も考えられる。なお、今回の実験条件では、フリッカや解像度の影響は、ほとんど見られなかった。

アーチファクトによる心的負荷が大きいと想定される条件になるほど、客観指標の変化が顕著になるという傾向は、主観評価の傾向とも対応しており、実験条件に含まれるアーチファクトの増加が、脳血流や眼精疲労の上昇など、生体に影響を及ぼし得ることが示唆された。

6. まとめ

本研究では、3D 呈示方式毎のアーチファクトによる生体影響について、NIRS を用いて検討を行った。結果から、実験条件に含まれるアーチファクトと、それらによる生体影響に関する基礎的な知見を得ることができた。一方で、個々のアーチファクトの強度と生体影響との関連といった、より詳細な分析が、今後の課題として残されている。さらに、本研究で用いた単純刺激ではなく、実際の 3D コンテンツを用いた際のアーチファクトの生起と生体影響等についても、検討を行っていきたい。

謝辞

本研究の推進にあたり、(財)放送文化基金の助成を受けました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

1) 金 相賢, 他: 立体呈示方式における視覚特性に関する基礎的検討(1)(2), 人間工学, Vol.46, 2010
2) 福田 正人 編集: 精神疾患と NIRS, 中山書店, 2009
3) 三家 礼子, 他: 時系列解析による NIRS データの信号処理, ヒューマンインタフェース学会, Vol.11, No.2, 2009

[連絡先]
吉竹淳樹
早稲田大学基幹理工学部表現工学科河合研究室
〒169-0072 東京都新宿区大久保 3-4-1
e-mail：myoutainiwa@ruri.waseda.jp

立体ディスプレイの搭載されたノートPCの生体影響評価

○宗雪 史弥*, 盛川 浩志*, 河合 隆史*, Jesse Wang**, Brian Chong**
(*早稲田大学 理工学術院, **Wistron Corporation)

Psycho-physiological effects of 3D movie viewing and 3D game playing by using a 3D note PC

Fumiya Muneyuki*, Hiroyuki Morikawa*, Takashi Kawai*, Jesse Wang**, Brian Chong**
(*Faculty of Science and Engineering, Waseda University, ** Wistron Corporation)

1. はじめに

2010年は、「3D元年」と呼ばれている。立体映像(3D)を駆使した劇場映画の興行的な成功や、3D コンテンツを視聴可能なデバイスの増加に伴い、従来とは異なるブームが形成されつつあるためである。そうした動向の一つとして、3D ディスプレイの搭載されたノートPC が、わが国でも発売された。ノート型の可搬性により、多様な場面で 3D コンテンツの視聴が可能になる半面、そうした比較的小型かつ多機能な3Dディスプレイの使用による生体影響については、不明な点が多い。

そこで本研究では、3D ディスプレイの搭載されたノートPC を対象として、3Dコンテンツの視聴やプレイによる生体影響を、実験的に検討した。

2. 方法

2. 1 実験環境

本実験で使用したノートPC は、15.6 インチの 3D ディスプレイを搭載していた。実験は、適温適湿を保った暗室内にて行い、視線高の画面照度が 90 lx になるよう調整した。この暗室内で、参加者にオフィスチェアに座ってもらい、高さ等を調節することで、最も快適に視聴できる状態への設定を、参加者毎に求めた。そして、参加者には、椅子の位置の若干の移動は許容するので、ノートPC の移動やディスプレイの角度調節は行わないよう、教示を与えた。参加者は、心身ともに健康な学生8例であった。

2. 2 コンテンツと実験条件

本実験では、コンテンツとして、3D ディスプレイに対応したレーシングゲームを選定した。当該ゲームソフトは、プレイ映像の再生機能を有しており、それを編集し、観察のみを加えた、以下の 4 条件を設定した。

条件 1 3D・プレイ
条件 2 2D・プレイ
条件 3 3D・観察
条件 4 2D・観察

各条件での所要時間は、それぞれ 30 分間であった。なお、ノート PC の 3D ディスプレイの表面には、水平 1 ライン毎に振動方向の異なる偏光素子が配置された光学フィルタが設置されている。3D 条件の際には、参加者に偏光フィルタメガネの装着を求めた。

2. 3 測定項目と解析方法

実験前後に映像の不快感に関する自覚症状の調査と、水晶体の屈折値(SPH)及び調節微動(HFC)を測定した。実験中には、参加者の視点とディスプレイまでの視距離と瞬目を測定した。映像の不快感に関する自覚症状は、28 項目からなる質問紙[1)]を、SPH と HFC の測定ではオートレフラクトメータ(Speedy-K, ライト製作所)を、それぞれ用いた。実験中は、側面から参加者とノートPC を、正面から参加者の顔面が記録できるよう、カメラを配置・撮影した(図 1)。側面の映像からは 1 分間毎の視距離の変化を算出し、正面の映像からは 5 分間毎の平均瞬目回数を求めた。

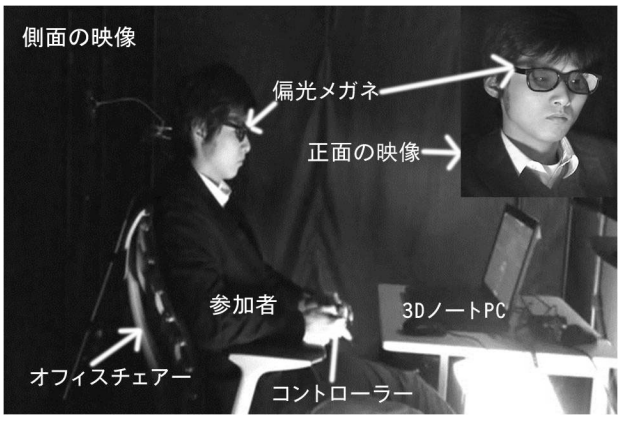


図 1 実験環境 (条件 1 3D・プレイ)

3. 結果

3. 1 映像の不快感に関する自覚症状

28 項目の自覚症状のうち、「眼が疲れている(症状 1)」、「眼がしみる(症状 5)」、「眼が乾いた感じがする(症状 6)」、「眼がしょぼしょぼする(症状 9)」、「こめかみが痛い(症状 16)」の 5 つの評定点が、実験後に顕著に上昇していた。こ

れらの項目について、実験前をベースラインとした変化率に変換し、一元配置の分散分析を行ったところ、症状 5 および症状 6 に主効果が認められた。下位検定の結果、症状 5 では条件2が有意に高く、症状6では条件4が有意に高いことが分かった。

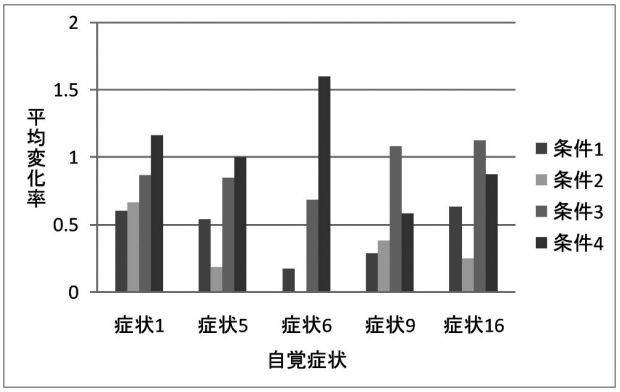


図2 主観評価の結果

3. 2 SPH と HFC

SPH と HFC について、一元配置の分散分析を行った結果、有意差はみられなかった。

3. 3 視距離

視距離は、1 分毎に計測したデータから、被験者毎に 30 分間の平均値を算出した。一元配置の分散分析を行ったところ、有意差が認められ、下位検定の結果からは、条件 3 の視距離が有意に長いことが分かった。また、視距離の時系列的な変化について、回帰分析を行ったところ、条件 1 において、時間経過に伴い、徐々に長くなる傾向がみられた。

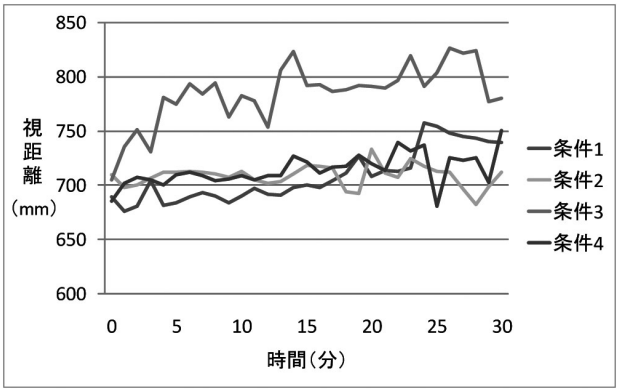


図3 実験中の視距離の時系列変化

3. 4 瞬目

瞬目は、5 分前の発生回数を変化率に変換して検討を行った。一元配置の分散分析の結果、主効果が認められ、下位検定の結果から、ゲームをプレイした条件（1、2）と観察した条件（3、4）の間で、有意差がみられた。

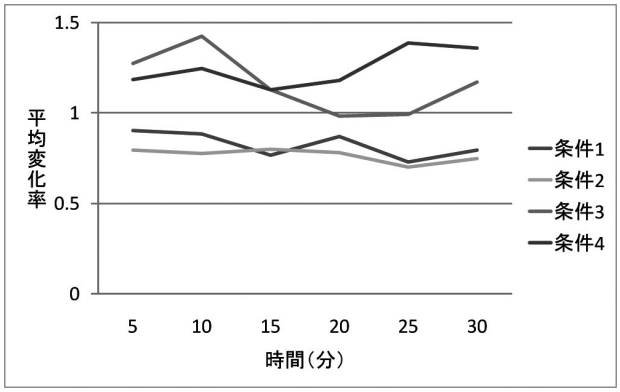


図4 実験中の瞬目発生回数の変化

4. まとめ

本研究では、3D ノート PC を対象として、30 分間のゲームコンテンツのプレイや視聴による生理・心理的影響について、実験的な検討を行った。映像の不快感に関する自覚症状と、SPH と HFC の結果からは、2D と比べた際の、3D コンテンツのプレイや視聴による消極的な特徴は認められなかった。実験中の視距離は、3D コンテンツのプレイや視聴によって延長する傾向がみられ、このことが自覚症状や SPH、HFC の結果に関与する可能性も考察された。瞬目の発生回数は、3Dと2Dよりも、プレイと視聴というコンテンツとの関わりによる影響が顕著であった。ただし、これらの結果はコンテンツなどによる差異も大きいと考えられるため、ノートPCという可搬性を考慮した、さらなる検討が必要といえる。

参考文献

1）鵜飼一彦 他：TV ゲームによる眼精疲労と映像酔いの主観評価 - ゲーム後安静の影響，VISION，15，pp.263-266（2003）

[連絡先]
宗雪 史弥
早稲田大学 基幹理工学部 表現工学科 河合研究室
〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1
e-mail：f-muneyuki@akane.waseda.jp

PC を用いた立体視コンテンツ視聴による生体影響評価

○平原 正広*, 金 相賢*, 盛川 浩志*, 河合 隆史*, 三浦 隆文**, 小櫃 敏郎**
(*早稲田大学 理工学術院, ** 株式会社富士通)

Psycho-physiological effects of 3D movie viewing by using a PC with 3D display

Masahiro Hirahara*, Kim Sang-Hyun*, Hiroshi Morikawa*,
Takashi Kawai*, Takahumi Miura**, Toshiro Obitsu**
(*Faculty of Science and Engineering, Waseda University, ** Fujitsu Limited)

1. はじめに

近年、国内外で立体視(3D)対応テレビや PC の発売に伴い、3D 映像の一般家庭への普及が期待されている。また、3D コンテンツの新たなメディアとして Blu-ray3D™も策定され、過去に劇場公開された 3D 映画をはじめ、家庭において 3D コンテンツの長時間視聴がはじまることが予想される。そこで本研究では、 3D ディスプレイを搭載した PC(3DPC)を用い、3D コンテンツを視聴した際の生理・心理的影響について検討を行った。

2. 評価指標

主観指標として、映像による不快感や疲労感に関する自覚症状の調査票を用いた [1]。この調査表は、28 項目の質問に対して、7 件法で回答を求めるよう構成されている。客観評価として、3Dコンテンツ観察前後の屈折値、調節微動を測定した。調節微動とは、焦点調節におけるわずかな揺れのことであり、高周波成分(1.0～2.3Hz)と低周波成分(0.6Hz 未満)に分けられる。そして、調節微動の高周波成分は、水晶体の屈折力の振動に起因し、毛様帯の活動状態を示していると考えられている。つまり、毛様帯にかかる負荷が大きくなると、調節微動の高周波成分の出現頻度が増加することが報告されている [2-3]。

3. 実験

3. 1 実験環境

暗室内において、標準視距離(3H)の位置に被験者を着座させ、被験者の位置で平均照度が約 150 lx(4 点法による測定)になるよう設定した。この値は一般家庭の居間を想定した照度である。

実験に用いた 3DPC は、富士通製 FH550/3AM (20inch, 解像度 1600×900 ピクセル)、比較用の 2DPC には、同一仕様の FMVFG60B を用いた。3DPC のディスプレイの表面には、画素の水平ラインに合わせて 1 ライン毎の振動方向の異なる偏光素子が配置された光学フィルタが貼付けてあり、偏光フィルタメガネを装着することで、右眼に奇数列の映像、左眼に偶数列の映像を分割し、立体視を可能にしている。3Dコンテンツとして、94 分間の CG アニメーション映画の Blu-ray3D™タイトルを選定し、2D と 3D の本編を、それぞれ日本語の音声、字幕なしで呈示した。屈折値及び調節微動は、オートレフラクトメータ Speedy-K(ライト製作所製)により測定を行った。調節微動の解析には、Speedy-K ver.MF-1 を用いた。

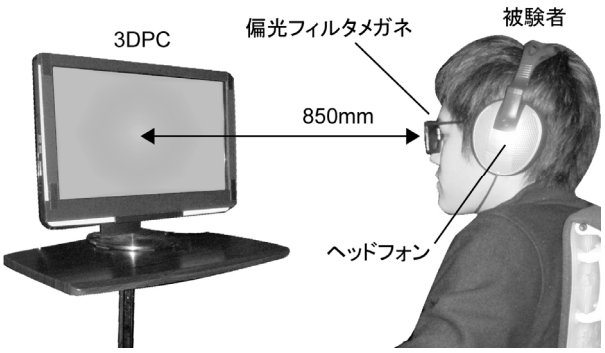


図 1 実験風景

3. 2 実験条件

次の 3 種類の条件を設定した。

条件 1: 3DPC で偏光フィルタメガネを装着し、3D コンテンツ視聴

条件 2: 3DPC を用いて、裸眼で 2D コンテンツ視聴

条件 3: 2DPC を用いて、裸眼で 2D コンテンツ視聴

なお、条件 2 については、ディスプレイ表面に貼り付けられた光学フィルタが、2D コンテンツの視聴に影響を及ぼすかどうか、確認するために設定した。

3. 3 実験手順

3D コンテンツの呈示時間は、映画本編の 94 分間とし、観察前後に自覚症状調査票への回答を求め、オートレフラクトケラトメータによる屈折値(SPH)と調節微動(HFC)の測定を両眼に対して行った。

3．4　被験者

15～45 歳（平均年齢 23.6 歳）の男性 19 名、女性 11 名の計 30 名（正視 10 名、視力矯正（眼鏡装着）20 名）とし、反復視聴による影響を排除するため、各参加者は無作為に選ばれた一つの条件のみ実施した。

4．結果

眼精疲労に関する自覚症状調査表の結果は、観察前の評定点をベースラインにした変化率に変換し検討を行った。呈示条件（3 水準）と自覚症状項目（28 水準）を要因とした 2 元配置分散分析の結果、自覚症状項目の主効果に有意差が認められた（F=4.199, p<.01）。自覚症状の各項目に関する多重比較の結果、「目が疲れている」が他の項目に対して有意に高かった（p<.01）。

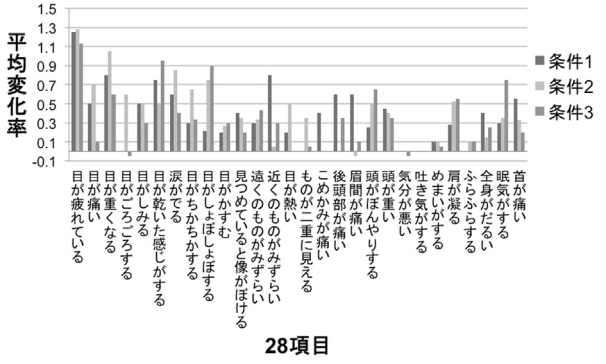


図 2　28 項目の平均変化率

SPH と HFC についても、変化率に変換し、検討を行った。それぞれ呈示条件（3 水準）と観測眼（2 水準）を要因とした 2 元配置分散分析を行った。SPH において、呈示条件の主効果に有意傾向がみられた（F=.031, p<.10）。多重比較の結果、条件 1 と条件 3 に有意傾向がみられた。 一方、HFC では、呈示条件、観測眼の主効果、交互作用いずれにおいても、有意差は認められなかった。

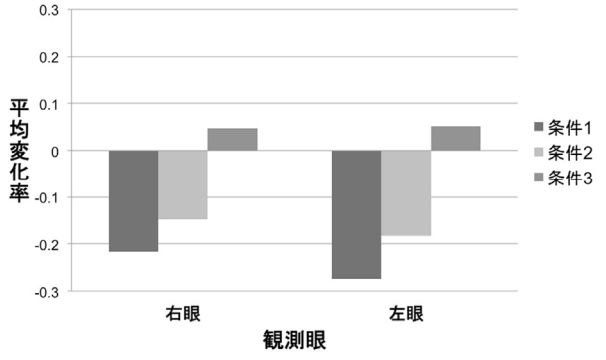


図 3　SPH の平均変化率

5．考察

主観評価の結果から、3D 及び 2D コンテンツの視聴後の不快感の自覚症状に顕著な変化はみられなかったが、評定点の上昇した項目には、特定の傾向がみられた。具体的には、映像酔いに関連する症状に比べ、「目が疲れる」、「目が重くなる」、「目がしょぼしょぼする」といった眼精疲労に関わる症状や、「目が乾く」、「涙がでてくる」といった前眼部の症状の評定点が、視聴後に上昇する傾向にあった。客観評価の結果からは、3D 及び 2D コンテンツの視聴前後で、屈折値、調節微動に顕著な変化はみられなかった。

以上の結果から、標準的な視聴環境下における、当該 3DPC を用いた比較的長時間の 3D コンテンツの視聴による生理・心理的影響は、同一仕様の 2DPC との間で顕著な差は認められなかった。また、3DPC を用いて 2D コンテンツを視聴した条件においても、同様の結果であった。

6．まとめ

本研究では、3DPC を用いた 3D コンテンツの長時間視聴による、生理・心理的影響について、実験的な検討を行った。

結果から、当該実験環境・条件下においては、3D コンテンツの視聴後の、不快感や疲労感に関わる自覚症状、屈折値、調節微動の高周波成分に、2D コンテンツや視聴前と比べ顕著な差は認められなかった。なお、屈折値の変化率に有意傾向が見られたが、条件1と条件2の間の差は小さいため、条件 1 と条件 3 の差が、3D によるものかどうかは、より詳細な分析が必要である。

また、これらの結果は、コンテンツの視差や視聴時間などの要因により、大きく変化する可能性がある。今後の課題として、これらの要因を考慮しつつ、継続的な使用による影響などを検討していく必要がある。

参考文献

1）大野さちこ, 鵜飼一彦：Head Mounted Display をゲームに使用して生じる動揺病の自覚評価, 映像情報メディア学会誌, Vol.54, No.6, pp.887-891（2000）
2）鈴木説子, 梶田雅義, 加藤桂一郎：調節微動の高周波成分による調節機能の評価, 視覚の科学, Vol.22, No.3, pp.93-97（2001）
3）梶田雅義：調節応答と微動, 眼科, Vol.40, pp.169-177（1998）

立体視ビデオゲームによるユーザエクスペリエンス評価

○加藤 亮*, 中村 拓哉*, 安田 裕*, 三家 礼子*, 河合 隆史*, Jari Takatalo**, Göte Nyman**
(*早稲田大学 理工学術院, **Department of Psychology, University of Helsinki)

Evaluation of user experiences by playing a stereoscopic videogame

Ryo Kato*, Takuya Nakamura*, Yu Yasuda*, Reiko Mituya*,
Takashi Kawai*, Jari Takatalo**, Göte Nyman**
(*Faculty of Science and Engineering, Waseda University, **Department of Psychology, University of Helsinki)

1. はじめに

近年、質の高い立体視(3D)コンテンツが、映画を中心に継続的に制作・公開されている。ビデオゲームの分野でも 3D ディスプレイに対応したコンテンツが配信され、3D ディスプレイを搭載した携帯ゲーム機の発売も予定されている。一方で、人間工学的な観点からの 3D ゲームに関する研究は、十分になされておらず、3D ゲームならでは体験や意味、価値などについて、検討する必要がある。そこで本研究では 3D ゲームにおけるユーザエクスペリエンス(User eXperience:UX)に着目し、2D ゲームとの比較を通して、評価を行った。

2. ゲームの UX の評価フレームワーク[1-2)]

本研究では、UX の評価にあたって、臨場感、没入感、フローから構成されるフレームワーク(PIFF:Presence–Involvement-Flow Framework)を用いた。PIFF において、臨場感はゲームの世界に対する知覚や注意、プレイ中の空間的・社会的認知を表し、没入感はプレイヤーの動機づけの計測を考慮し、フローはゲームの主観的、認知・情緒的評価を意味している。それぞれの概念には、ゲームの技術的構成要素と UX の心理学的な決定要因に関連するサブコンポーネントが含まれている。PIFF では、仮想環境体験の質問紙のゲーム版(EVEQ-GP:Experimental Virtual Environment Experience Questionnaire-Game Pitkä)を使用する。EVEQ-GP は、臨場感や没入感、フローの必要条件や相互関係に関する先行研究で報告された約180項目から構成されている。参加者は、質問項目に対して、7段階のリッカート尺度により回答する。EVEQ-GP におけるサブコンポーネントとその定義を表 1 に示した。

3. 方法

EVEQ-GP を用いて、同一のゲームコンテンツを 3D で表示した条件と、2D で表示した条件間で比較を行った。コンテンツとして、Xbox 360(Microsoft)の 3D 表示に対応したアクションゲーム「Invincible Tiger: The Legend of Han Tao(バンダイナムコゲームス)」を選定した。評価は、30 名の大学生を対象として、以下の手順で行った。

(1) ゲームの基本操作の説明と練習(5 分間)
(2) 3D あるいは 2D 条件でのプレイ(40 分間)
(3) EVEQ-GP への回答
(4) 休憩(10 分間)
(5) (3)とは別条件でのゲームプレイ(40 分間)
(6) EVEQ-GP への回答

3D および 2D 条件の試行順序は、ランダムに選択した。ディスプレイは、46 インチの 3D ハイビジョンテレビ(Hyundai IT, E465S)を使用し、3H の視距離への着座を求めた。偏光フィルタメガネを用いた空間多重方式で 3D 表示を行い、視差の強度は「標準」の設定とした。

表 1 PIFF のサブコンポーネントと定義

	サブコンポーネント	定義
臨場感	物理的臨場感	リアル・鮮明な体験
	注意	時間の歪み・ゲームへの集中
	覚醒度	精神的覚醒度レベル
	役割への従事	物語が提供する役割・場所に浸る感覚
	共存感	他の者と場所を共有する感覚
没入感	興味	ゲームにおける情動的な価値
	重要性	ゲームの意味性や妥当性
フロー	やりがい	挑戦する価値や自らの能力の必要性
	有能感	積極的な感情と熟練による感覚
	インタラクション	インタラクションの速度、範囲とマッピング
	遊び心	プレイの容易さとフローの感覚
	統制感	ゲームに対し支配的で独立している感覚
	情動価	積極的な情動的感覚・退屈でないこと
	印象度	ゲームによる驚きとめざましさ
	楽しみ	ゲームプレイが楽しく、特別であること

4. 結果

各サブコンポーネントにおいて、3D・2D 条件間で分散分析を行った。結果から、臨場感を構成するサブコンポーネントである「物理的臨場感（p<.05）」、「役割への従事（p<.10）」、「共存感（p<.05）」に、有意差ないし有意傾向が認められた。また、没入感を構成するサブコンポーネントである「重要性（p<.05）」に有意差が認められた。しかしながら、フローを構成するサブコンポーネントでは、条件間での有意差は認められなかった（図 1）。

5. 考察

3D 条件において、臨場感や没入感が高く評価された主な原因として、立体視により背景とキャラクターの奥行き方向の位置関係が明確となり、注視対象であるキャラクターの視覚的顕著性が増したことが考えられる。臨場感を構成するサブコンポーネントの中でも、「役割への従事」と「共存感」という、社会的な臨場感に関わる項目と同時に、重要性が高く評価されていたことから、3D 表示により、ゲームの物語性やキャラクターとの親密感の増進が示唆される。こうした効果は、キャラクター性や物語への没入が求められるロールプレイングゲームなどで、特に有用となる可能性がある。

また、参加者の自由感想では、「3D と 2D の間に、大きな違いは感じられない」といった意見が多く聞かれた。本研究で対象としたコンテンツは、横スクロール型のアクションゲームであり、主観視点のレースゲームやシューティングゲームとは異なり、本来、奥行き感を誇張したものではない。このことは、典型的な 3D 表示とは異なる、ゲームにおける立体視表現の可能性と同時に、3D であることをあまり意識しない参加者の心理状態が、PIFF に反映されていたことを示唆している。

一方、フローに条件間の差がみられなかった原因としては、3D 表示が、本研究で対象としたコンテンツのゲーム性には、影響を及ぼさなかったことを示唆している。つまり、3D 表示によって、プレイの戦略性や操作性は、変化しなかったと考えられる。このことは、3D 表示によってゲームのフローを増進させるためには、ゲーム性への影響を考慮する必要があるといえるだろう。

6. まとめ

本研究では、ビデオゲームの 3D 表示に関して、UX の観点から評価・検討を行った。横スクロール型のアクションゲームを対象として、2D 条件と比較した結果、3D 条件において臨場感や没入感に増進がみられたが、フローには条件間の差はみられなかった。PIFF のサブコンポーネントの変化から、3D 表示の UX への影響は、ゲームのジャンルやシステムなど、コンテンツの特徴によって異なると考えられた。今後は、多様な 3D ゲームを対象とした UX 研究に、継続的に取り組んでいく。

謝辞

本研究の推進にあたり、ニューテクノロジー振興財団ならびにバンダイナムコゲームスのご助力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

1) Jari Takatalo 他 著, 河合隆史 監訳:デジタルゲームにおけるユーザエクスペリエンスの評価, デジタルゲーム学研究, Vol.4, No.1, 37-48（2010）

2) Jari Takatalo, et al.: “Presence, Involvement & Flow in Digital Games”, Evaluating User Experiences in Games: Concepts and Methods, Springer (In Press)

[連絡先]
加藤 亮
早稲田大学 基幹理工学部 表現工学科 河合研究室
〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1
e-mail：mekemeke@fuji.waseda.jp

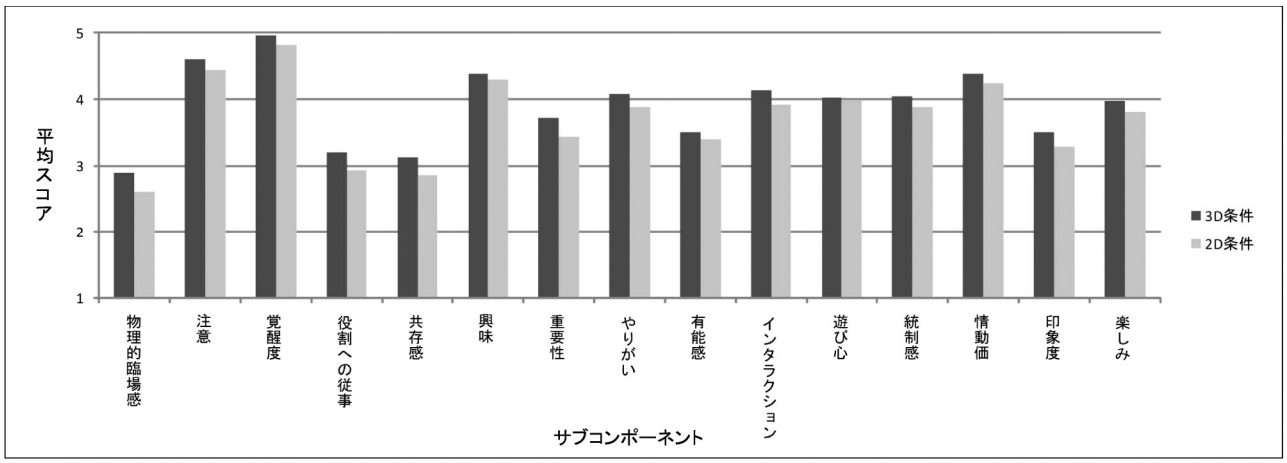


図 1 条件毎のサブコンポーネントの結果

ドームシアターにおける広視野立体視コンテンツの主観評価

○尹 夏英*, 阿部 信明*, 太田 啓路*, 河合 隆史*, 鈴木 真一朗**
(*早稲田大学 理工学術院, **日本科学未来館)

Subjective evaluation of stereoscopic image contents for a dome screen theater

Hayoung Yoon*, Nobuaki Abe*, Keiji Ohta*, Takashi Kawai*, Shinichiro Suzuki**
(*Faculty of Science and Engineering, Waseda University, **National museum of emerging science and innovation)

1. はじめに

ドームシアターとは、水平角100度、垂直角85度以上の大型・半球状のスクリーンに映像コンテンツを呈示するシステムの総称である。これらは、平面シアターとは異なり、ヒトの視界を映像コンテンツで覆うことにより、高い没入感が得られることが知られている[1-2]。しかし、ドームシアター向けコンテンツが、鑑賞者に与える印象に、どのような差異あるのかについては未知の点が多い。

そこで本研究では、ドームシアターにおける広視野立体視(3D)コンテンツの印象について、基礎的な知見を得ることを目的として、複数の作品を対象とした主観評価を行った。

2. 方法

評価用コンテンツを呈示する環境として、日本科学未来館のドームシアターガイアを用いた。これは、直径15.2メートル、傾斜角23.5度、席数112席からなる、常設のドームシアターである(図1)。単体光出力10000ルーメン、画面解像度4K×4の4組のプロジェクターを使用し、3D呈示には波長多重(Infitec)方式で採用している。

ドームシアターガイアで上映される複数のコンテンツの印象や座席位置の影響について、アンケート法による調査を行った。アンケートの質問項目は、性別、年齢、3Dコンテンツの観察経験、シアター内の着席位置の他、奥行き感、眼の疲労感、臨場感、スケール感、リラックス感、作品への興味、ついて、4件法で回答を求めた。

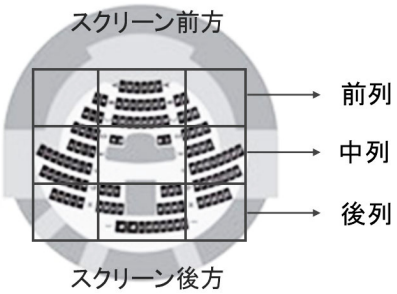


図 1 ドームシアターガイアの座席配置

参加者は、2010年8月24日～2010年8月26日の3日間に、日本科学未来館のドームシアターガイアでコンテンツを鑑賞した、一般来場者を対象とした。有効回答数は313(男性117名、女性196名)であった。本調査では、上映後の退場時に、ドームシアターの外でアンケートを配布し、回答を求め、それらを回収した。コンテンツとしては、現在、日本科学未来館のドームシアターガイアで上映されている、以下の4種類を用いた。

条件1: 3D・実写 (37分間)
これは、世界遺産を4K3Dデジタルカメラで撮影した作品である。

条件2: 3D・アニメーション (28分間)
これは、新たな医療技術の一つとして期待されているiPS細胞を紹介した作品である。

条件3: 3D・CG(Computer Graphics) (25分間)
これは、宇宙空間を3Dプラネタリウムとして表現した作品である。

条件4: 2D・CG (25分間)
これは、地球上のさまざまな地域から見える星空を、2Dプラネタリウムとして表現した作品である。

3. 結果

まず、各条件での質問項目に対する評定点について分析を行った。条件と質問項目を要因とした分散分析の結果、条件の主効果($p<.05$)と、項目の主効果($p<.05$)が、それぞれ認められた。奥行き感や臨場感、スケール感については、条件 1、条件 3、条件 2、条件 4 の順で評定点が高く、眼の疲労感とリラックス感では、条件 4 が積極的に評価されていた(図 2)。

次に、座席位置を、前列・中列・後列の 3 グループに分類し、グループ毎の評定点について分析を行った。奥行き感、臨場感、スケール感のグループ別の結果を、図 3 に示した。分散分析の結果、座席位置の主効果に有意差($p<.05$)が認められた。

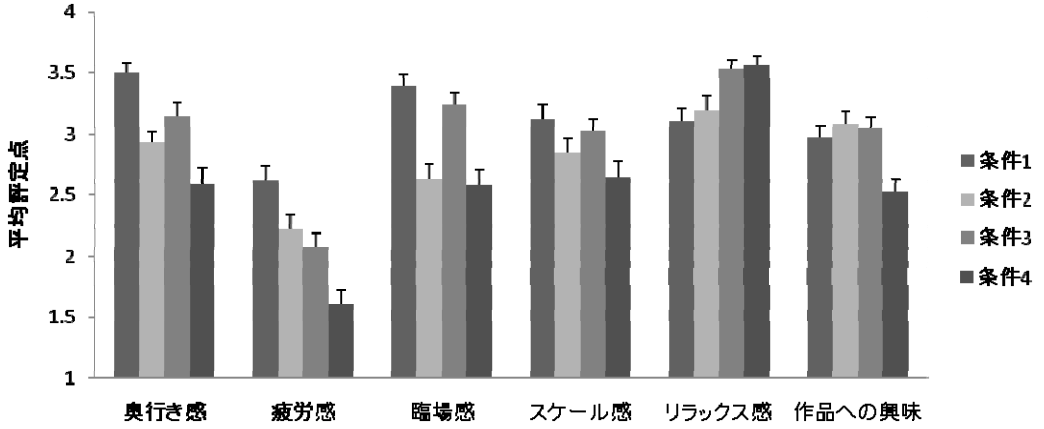


図 2 各条件における質問項目に対する評定結果

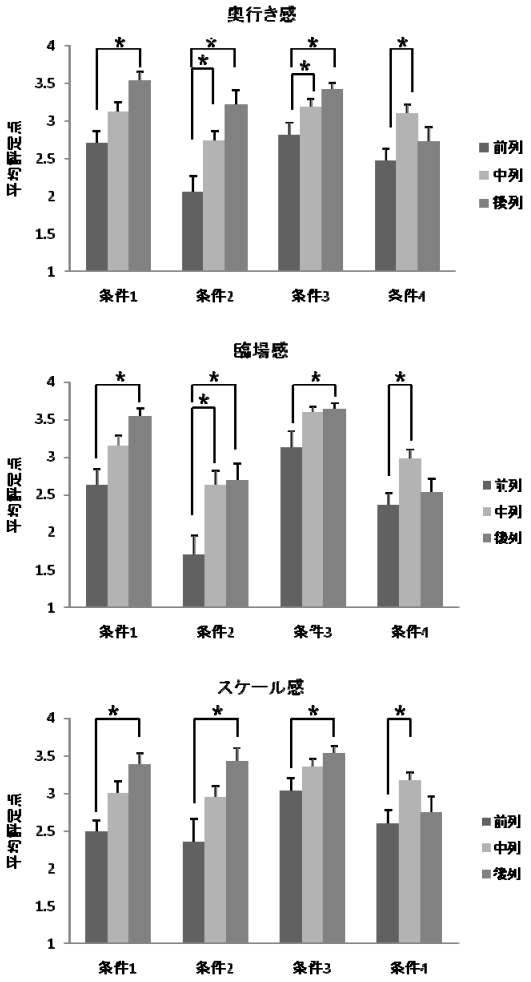


図 3 座席位置別の評定結果（*p<.05）

下位検定の結果、3D で呈示された条件 1、条件 2、条件 3 においては、前列と後列の間に有意差が認められたのに対し、2D で呈示された条件 4 では前列と中列の間に有意差が認められた。図 3 からは、3D で呈示された条件では、座席位置が後方になるに従い、評定点が上昇しているのに対し、2D で呈示された条件 4 では、中列が最も高く評価されていることが分かる。

眼の疲労感については、全条件において前列の評定点が最も高かった。また、リラックス感は、中列の座席位置が、高く評価される傾向にあった。

4. 考察

本研究では、ドームシアター向け広視野 3D コンテンツの印象について、複数の作品を対象とした主観評価の結果、以下の 3 点が考察としてあげられた。

1)ドームシアターの広視野コンテンツは、作品毎に、異なる印象を与え得る。

2)ドームシアターにおける広視野コンテンツの 3D 呈示は、奥行き感や臨場感などを増進する可能性がある。

3)ドームシアターの広視野コンテンツでは、3D 呈示と 2D 呈示間で、最適な座席位置が異なる可能性がある。

今後は、客観評価も含めた詳細な検討を行うことで、広視野 3D コンテンツの効果的な制作・利活用に関わる知見や表現技法の取得を目指していく。

参考文献

1) 柴野伸之，他：半球ドーム型 VR システム「Cyber Dome」，松下電工技報，Vol.81，37-43（2003）

2) 小木哲朗，他：簡易没入型ディスプレイCC Room 開発と映像生成手法，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，Vol.11，No.3，387-394（2006）

[連絡先]
尹 夏英
早稲田大学 基幹理工学部 表現工学科 河合研究室
〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1
e-mail：yoon@akane.waseda.jp

2D/3D 変換を用いた博物館向け立体視コンテンツの主観評価

○ 阿部 信明*, 太田 啓路*, 河合 隆史*, 安藤 紘平*, 柿沼 司**, 藤田 和子**, 工藤 尚美**
(*早稲田大学 理工学術院, **TBS テレビ)

Evaluation of a stereoscopic content created by 2D to 3D conversion for a museum exhibition

Nobuaki Abe*, Keiji Ohta*, Takashi Kawai*, Kohei Ando*, Tsukasa Kakinuma**, Kazuko Fujita**, Naoko Kudo**
(*Faculty of Science and Engineering, Waseda University, ** Tokyo Broadcasting System Inc.)

1. はじめに

近年の立体視(3D)映画ブームに伴い、家電メーカー各社から 3D テレビが発売され、有料チャンネルや BS 放送を中心に一般家庭に向けた 3D 放送も開始されている。しかしながら、拡大する 3D コンテンツの制作・利活用について、安全性も危惧されている。3D 映像の生体安全性に関する国際標準化も進められており、国内でも業界団体により「3DC 安全ガイドライン」が策定されている[1)]。3D コンテンツは、2D に比べ撮影・生成・編集に必要なコストや技術的な課題が多く、現時点でも十分に供給されていない。こうしたコンテンツ不足を解消する技術として、2D コンテンツに両眼立体情報を付加して 3D 化する、2D/3D 変換が注目されている。

2. 2D/3D 変換

2D/3D 変換とは、2D コンテンツを自動または手作業による映像処理によって 3D 化する技術の総称で、近年、3D コンテンツの制作現場で広く用いられるようになってきた[2)]。2D/3D 変換は撮影・生成後に行われるため、通常の 2D コンテンツ制作で蓄積されたノウハウを活用した、制約の少ない撮影や視覚表現が可能である。一方で 2D/3D 変換には、2D コンテンツから推定された両眼立体情報を後付けするために、単眼立体情報との間に矛盾を生じやすいという問題もある。さらに 2D/3D 変換により制作されたコンテンツが、左右 2 視点のカメラにより撮影・生成されたコンテンツと比べ、視聴者の体験に、どのような差異があるかも明らかとなっていない。

3. 目的

著者らは、2009 年 7 月から 10 月に国立科学博物館で開催された「黄金の都シカン」展のエピローグとして設置された「3D シアターナチュラル」における 3D コンテンツを制作した。本研究では、2D/3D 変換技術を用いた当該コンテンツの制作を通し、時系列的な視差角の分析による両眼立体情報の設計・制御と主観評価を行い、制作者ならびに視聴者の視点から、その特性について検討を行うことを目的とした。

4. 3D コンテンツの制作と視差角の設計・制御

3D シアターナチュラルにおけるコンテンツは、過去に撮影されたシカン遺跡の発掘現場の 2D 素材や、遺跡を復元した CG(Computer Graphics)素材を、再構成して制作された。実写の 2D 素材は、手作業による 2D/3D 変換を用いて 3D 化がなされた。CG 素材は、モデルデータ内に二つの仮想カメラを配置し、左右の映像を(ステレオ)レンダリングした。2D/3D 変換では、遺物の形状をディレクターや識者に確認しながら作業を行い、矛盾のない自然な 3D 表現を目指した。

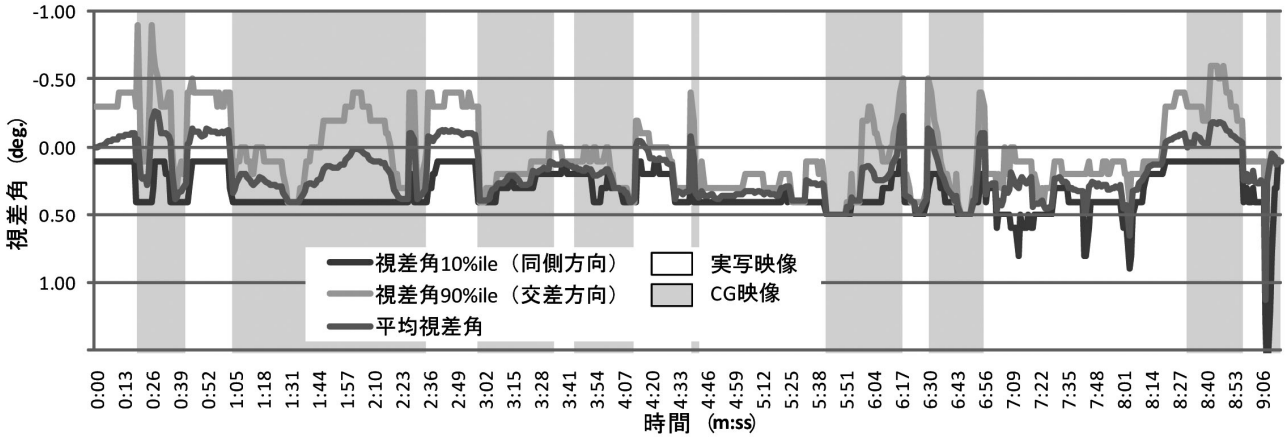


図 1 制作した 3D コンテンツの視差角の時系列変化

編集時には、2D/3D 変換された実写素材と、ステレオレンダリングされた CG 素材の視差角を算出し、双方のバランスを調整した。視差角の算出には、岸らが提案した 3D コンテンツの評価手法[3]を用い、300 インチのスクリーンサイズと 5.5m の観察距離を設定し、毎秒の視差角を求めた。そして、当該コンテンツのストーリー展開に応じた両眼立体情報の増減や、実写素材と CG 素材でのカット間のつながり、既存のガイドラインへの適合性などを考慮して、視差角を設計・制御した。当該コンテンツの時系列の視差角変化を、図 1 に示した。

5. 3D コンテンツの主観評価

5. 1 方法

3D シアターナチュラルの来場者に、当該コンテンツの鑑賞後、アンケート用紙に記入してもらうことで、主観評価を行った。有効回答数は、447(男性 166 名、女性 281 名)であった。

アンケートは、性別、年代、座席位置、3D 鑑賞経験に関する属性と、評定尺度法による 3D コンテンツの奥行き感、自然さ、眼の疲労感に関する質問を用意した。鑑賞時の座席位置は、前列、中列、後列、立見と前後方向に 4 分割し、右側、中央、左側の 3 分割を加えた、計 12 ブロックに分割した。3D コンテンツの奥行き感と自然さは 5 件法、眼の疲労感は 4 件法で回答を求めた。

5. 2 結果と考察

実写素材と CG 素材の奥行き感、自然さに関する結果を、図 2 に示した。t 検定の結果、奥行き感は CG の方が高く、自然さは実写の方が、それぞれ有意に高く評価されていたことが認められた。

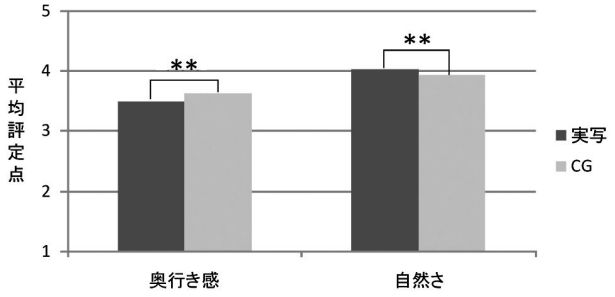


図 2 奥行き感と自然さ（**:p<.05）

座席位置による奥行き感と自然さへの影響については、有意な差はみられなかった。眼の疲労感の、奥行き感と自然さへの影響を検討するため、 Scheffe の多重比較検定を行った結果、実写において、「疲れた」と回答した人よりも、「やや疲れた」「あまり疲れなかった」「全く疲れなかった」と回答した人の方が、自然さを高く評価する傾向が認められた（図 3）。この傾向は、CG ではみられなかったことから、2D/3D 変換の自然さが、疲労感と関連する可能性を示唆している。

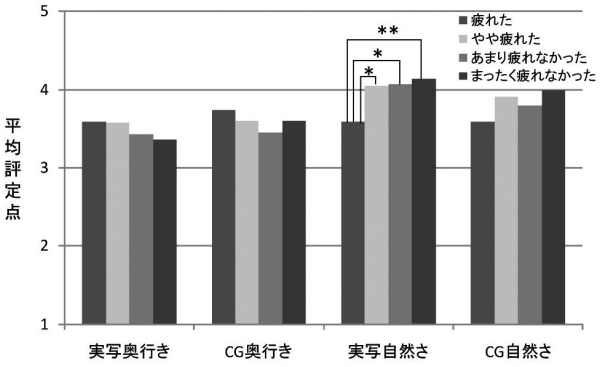


図 3 疲労度別の平均尺度得点（**:p<.05）

6. まとめ

本研究では、2D/3D 変換を用いて博物館向け 3D コンテンツを制作し、主観評価を行った。視差角分析を用いて、実写素材と CG 素材の両眼立体情報を設計・制御した結果として、奥行き感や自然さが積極的に評価されたと考えられる。

実写素材の 2D/3D 変換と、CG 素材のステレオレンダリングという、3D 化の手法による印象の差についても、奥行き感および自然さに認められた。さらに、2D/3D 変換の自然さと疲労感の関連についても、一定の傾向が認められた。しかしながら、座席位置による影響は、本研究の評価結果ではみられなかった。

今後は、座席に傾斜のある大型シアターや、博物館向け以外のコンテンツも含め、2D/3D 変換技術と視聴者の体験について、検討を行っていく。

謝辞

本研究の推進にあたり、早稲田大学 大学院国際情報通信研究科の修了生・韮澤享峻氏の多大なご助力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

1）3D コンソーシアム, http://www.3dc.gr.jp/

2）河合ら:3D 立体映像表現の基礎, オーム社, (2010)

3）岸ら:2 眼式立体映像コンテンツ評価システムの試作, 映像情報メディア学会誌, Vol.60, pp.934-942 (2006)

[連絡先]

阿部 信明

早稲田大学 基幹理工学部 表現工学科 河合研究室

〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1

e-mail : zen@toki.waseda.jp

「子どもを育てる人間工学」

小松原明哲
（日本人間工学会子ども人間工学委員会（早稲田大学理工学術院））

How Ergonomics can bring up Children?

Akinori Komatsubara
(School of Science and Engineering, Waseda University)

1. はじめに

子どもは、未来社会の基盤でもある。では、人工物を設計する人間工学は、子どもを育む・育てることについて、どのような貢献が出来るのだろうか。この検討を目的に、平成 21 年度に本学会に「子どもの人間工学分科会」が設置され、「日用品・製品」「保育・教育」「遊具・遊び場」「防犯」「生活環境」の5つのワーキンググループに分かれて、課題抽出のための意見交換がなされ、さらに平成 22 年の札幌大会において、シンポジウムが企画された。

そのシンポジウムでは、人間工学では子どもだけを注目していてはだめで、子どもと人工物の関係は、保育者のかかわりにおいて形作られていくものであり、さらには地域環境（例えば自然環境、防犯（治安）環境、町内子ども会などの制度環境、学校教育制度など）が背景として存在しているなど、多角的な視点からの議論がなされた（図 1）。

今回の企画セッションは、札幌大会のシンポジウムに引き続くものであり、健全な子どもを育む・育てるという点にフォーカスをあてて、議論を深めたい。

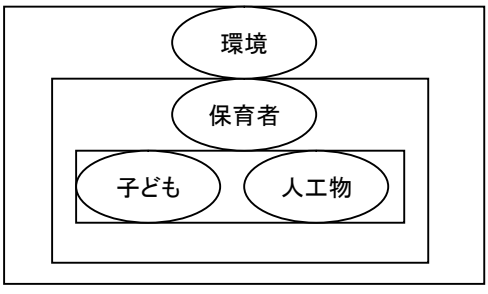


図1　子ども人間工学を議論していくためのフレーム

2. 育てると育つ

2. 1　大人になって生じている子ども問題

子どもの心身の健全の発達ということは、まさにその子どもの時点での微分的な課題であるばかりでなく、その子どもが子ども時代を過ごして成人したときに、人工物と適合するか、という積分的な議論も必要である。例えば、最近、産業界から、新入社員について、次のような問題を指摘する声を聞くが、これはそれまでの成育歴の積分として生じた課題といえるのではないだろうか。

（例）

- 打たれ弱い：ちょっとしたハードルですぐにくじける、挫折する、投げ出す。
- 基礎的なスキルが身についていない：手先が器用ではない、工具が使えない。ハンマーで自分の手を叩き、ヤスリで自分の手を磨く。
- コミュニケーション力が低い：自分の言いたいことをうまく言葉で表現できない。隣席にいてもメールで言いたいことを一方的に伝えてくる。
- 危険感受性がない：感電経験がないのか、電気の怖さを知らない。転び方が下手。縄梯子を上れない。そのため新人には安全体感教育が必須である。
- 雑災害が多い：躓き、何気ない廊下での転倒、椅子からの転落などが目立つ。歩き方がそもそも下手なのではないか。
- 基本的な生活スキルが乏しい：ものの正しい使い方を知らない、家事や遊びを通じて、基本的な生活スキルの伝承がなされていない。
- 創意工夫をしない：創意工夫をしてはいけないと思っている。人が作った枠内での行動は出来るが、枠を自分で作れない。玩具を自分で作って遊んだことがないためなのかもしれない。
- 基礎的な学力が確実に落ちている：分数計算が出来ない。23×345の掛け算を筆算で与えると、そのまま計算する（345×23と計算したほうがよいのに・・・）。

若者に対する批判はいつの時代にもあるものだし、今の世代には、情報機器の取り扱いや、物怖じをしない態度などのよい面もあるだろう。しかし有形無形を問わず、現在の人工物は、それまでの成人が形ち作ってきたものであり、その前提には、それまでの自分たちの能力や特性が存在しているものと考えられる。しかしながら、今後、それを引き継ぐべき新人が、それまでの成人とは違った生育をしてきたのであれば、今存在している人工物と不適合を起こすのは想像に難くない。その不適合の程度が小さいのであれば、新人の自助努力により埋められようが、それが出来ない場合には、制度としての産業（社会）教育訓練を行うか、または、人工物を適合するように改変しないといけない。それを放置すると、社会のさまざまな点に、軋みが生じる可能性がある。

2. 2 育つのか育てるのか

先述した成人になってからの諸問題を考えていくために、子どもは育つのか育てるのか、そこから議論しなくてはならない。すなわち、教育には大きく二つの考え方があることを押さえておきたい。

(1)消極教育

ルソー(Jean-Jacques Rousseau 1712-1778)に代表される考え方であり、「すべてのものは、造物主(神)の手から出た瞬間は善であるが、人間の手の中では悪になる」だから「子どもたちに文化や文明を"教えない"」という考え方に帰結する。子どもは本来、善で無限の可能性を持つものであるが、人がかかわることでその可能性がそがれ、ゆがんだ形になってしまう。だから、Return to the Nature (自然=本性に帰れ)という考え方となる。

この考え方に立つと、子どもの周囲は子どもの自発性を支援する立場、つまり「育つ」という立場となる。幼児教育の多くはこの考え方に立っていると思われる。

自然(環境・刺激)が潤沢に備わっていればよいが、そうでなければ帰るべき自然がないわけであり、子どもは自発的には育たないことになる。

(2)積極教育

デュルケーム(Émile Durkheim, 1858 - 1917)に代表される社会学の考え方であり、社会の価値の習得をすることで、子どもは社会に参加できる権利を得ることが出来るというもの。つまり、その社会の構成員になるためには様々な規範(生きるすべ)を身につけることが必要であり、これは既に社会の一員となっている成人側から積極的な関与をし、「社会化(Socialization)」を図る、すなわち「育てる」という立場での教育を行うというもの。

いわゆる職業教育は、この立場に立つものといえる。社会側からは、参加に要求される規範を到達目標という形で明確にしなくてはならない。ただし、その子どもが成人して参加する社会が現在とは異なるものであるのなら、それを見越した教育がなされていなくてはならない。

3. 学習指導要領

社会化の立場に立ったとき、おおむね 10 年おきに文部科学省が示す学習指導要領は重要なポイントとなる。過去の改定のポイントを振り返ると、次のようになっている(年次は告示年であり、完全実施は約3年後となる)。

- 1968(昭和 43 年)教育内容の現代化:科学技術が急速に進歩し、わが国の工業立国が急がれていたことから、数学、理科の充実が図られた。
- 1977(昭和 52 年)ゆとり教育:カリキュラムの高度化に伴い "落ちこぼれ""校内暴力"などが問題となってきたなどの背景から、人間性豊かな児童生徒を育てる方針のもと、授業時間数の削減、教師の創意工夫に任される「ゆとりの時間」が設置された。
- 1989(平成元年)新しい学力観:心豊かにたくましく生きる、自ら学ぶ、個性を生かす、国際理解の促進に主眼が置かれ、小学校低学年では、理科と社会科を合わせた生活科が設置された。
- 1998(平成 10 年)生きる力:「ゆとり」徹底のために授業時間数の更なる削減(学校週休二日制)がなされ、一方、急激な国際情勢の変化の中で「生きる力」の育成、自ら考え解決する「総合学習」の設置、高等学校では「情報科」の新設、個別的な教育などが示された。
- 2008(平成 20 年)知識基盤社会と確かな学力:ゆとり教育の弊害として基礎学力の低下が指摘されるようになり、「生きる力」として、基礎的な知識・技能の習得、思考力・判断力・表現力の育成、学習意欲や学習習慣の確立、豊かな心や体の育成に主眼が置かれ、学習時間の増加もなされることとなった。小学校では英語活動の時間が設置された。

学習指導要領は、改訂のつど、比較的大きく振れており、その下で教育を受けた子どもが成人したときに、その影響を受けているのは、当然となる。

4 今回のセッションでは。

今回のセッションでは、3人の先生方からご専門の発表を頂き、それぞれのご発表に関する討論と同時に、「育つ」「育てる」という視点を持ちつつ、心身ともに健全な子どもを、その子どもの安全を確保しつつ育てるにはどうすればよいのか、広く意見交換を行ないたい。この議論を通じて、「子ども」に対して人間工学はどのような アプローチが出来るのか、すべきなのかを議論したい。

5. 参考文献

1)「子どものために人間工学が出来ること」 日本人間工学会第 51 回大会シンポジウム、2010

2)小松原明哲、子どもの人間工学(人間工学ハンドブック第 10.6 節)、785-798、朝倉書店、2003

3)田中耕治編、よくわかる教育課程、ミネルヴァ書房、2009

4)人間生活工学研究センター編;ﾜｰｸｼｮｯﾌﾟ人間生活工学(第1巻)、204-241、丸善、2005

[連絡先]

小松原明哲

早稲田大学理工学術院創造理工学部

経営システム工学科　人間生活工学研究室

【日本人間工学会子ども人間工学委員会】

http://www.f.waseda.jp/komatsubara.ak/ergochild.htm

ものの正しい使い方教育の必要性

靴を正しく使っていますか？

片瀬　眞由美

（金城学院大学 生活環境学部）

The Need for Education in Ways of Correctly Using Things, Are you using the right shoes?

Mayumi Katase

(College of Human Life and Environment, Kinjo Gakuin University)

1. はじめに

子どもの育つ生活の中で、もの（人工物）の負う役割は多様であり、子どもの育ちに与える影響は大きい。多くの子ども向け製品は子どもの特徴を捉え、子どもに合わせた設計がなされている。しかし、その使い方に関しては製品によりまちまちな状況である。なかでも、正しい使い方をされないことで、製品の機能を発揮できないばかりか、身体に良くない影響を与える可能性さえある。

今回はその事例として「子ども靴」に焦点を当て、正しい使い方の啓発を行うことで靴の機能性を引き出し正しい歩行や運動を保障すること。子どもの健やかな成長を支えることを目指した「靴教育」の取り組みを紹介する。

2. 日本の子ども靴選びの現状と背景

2. 1　日本人特有の靴の履き方の問題

本来、靴ひもは足に靴をしっかりと固定し、歩行しやすくする目的でつけられている留め具である。しかし、日本人の多くは、靴を脱ぎ履きする際に、ひもやベルクロなどの留め具を操作することを面倒がる。手を使わずに足だけで脱ぎ履きする者が圧倒的に多い。

それは、日本古来からの履き物である、下駄と草履の脱ぎ履き文化の影響が大きいと言える。また家の玄関で履き物を脱いで室内に上がる住宅事情の影響も考えられ、日本に靴が伝来して、靴を履き始めた現在の高齢者から、今の子ども達へと、間違った履き方の伝承が行われていると推察される。

つまり、この履き方をすることで、靴の中で足が固定されず。足は前滑りし、前足部が靴先に当たることで、指先や爪が痛められ、変形を生む場合もある[1)]。このように、多くの日本人が当たり前のように行っている、手を使わない履き方は、足を痛め、変形の原因にもなる履き方となるのだが、このことは、どこでも教えられることがないため、多くの日本人が知らずに行っていることなのである。

また、大きすぎるサイズの靴を履くことや小さすぎるサイズの靴を履くことによっても同じ障害が起きるが、日本人の多くは、足を測って靴を買う習慣がない。このことによる足の障害の問題も、特に成長期にある子どもの靴において注視すべき問題である。

2. 2　日本の子ども靴選びの現状

このような背景のもと、筆者らは子供靴選択時の意識と機能性に関する認識について、「靴の国」といわれるドイツと、我が国の消費者および教育者を対象に調査を実施した[2)]。

日本の保護者は、幼児靴の選択基準として、脱ぎ履きが速くできることを挙げており、留め具のない靴、手を使わずに簡単に履ける靴を支持していた。また、サイズに関しても、「すぐに靴が小さくなるのでもったいない」と大きめサイズの靴を選び、1 足あたりにかける金額も「すぐに小さくなり傷んでしまう消耗品である子ども靴には、なるべくお金をかけたくない」という結果が得られた。しかし一方、自由記述欄の回答からは「子どもには良い靴を与えたいが、良い靴が身近な店で売っていない。売っていても高くて買えない。」という意見や、「良い靴選びの情報がないため、どのような基準で選んだらよいかわからない。」という意見が多くみられた。また、日本の保育士も、脱ぎ履きが速くできる靴を支持していた。一方、ドイツの小学校保護者を対象にした調査からは、足と靴をしっかり固定させて履くことが大切であるという認識のもと、家庭で正しい履き方教育が実践されており、紐靴が最も良い靴であるとの回答が多かった。また、子どもも保護者もともに、足のトラブル症状は非常に少なかった。

このように、日本人の靴に対する意識は、良いものを求めてはいるが、何が良くて何が悪いかの情報が得られないために判断がつかず、強い不満を抱えながら靴選びをしていることが推察された。

また、良い靴が売っていないのなら、靴メーカーに手ごろな価格で品質の良い靴を製造販売してもらえれば良いのだが、そう簡単にはいかない。メーカー側としても品質の良い靴を作りたいが、質を高めればそれだけコストがかかるので価格はおのずと高くなってしまう。これまで安い子ども靴に慣れてしまっている日本では敬遠されて売れない。この矛盾を解くには、たくさん売れることが必要で、そうなれば自然と価格も下げられるはずなのだが、子ども靴の機能性に目を向け、少し高くても買おうという保護者がまだまだ多くはないのが現状だ。つまり、

品質の良い靴がたくさんは売れない現状では、靴の価格は下げられないのである。

3. 靴教育の意義と効果

情報がない、すぐに小さくなるからもったいない、消耗品にお金をかけたくない。これらの保護者の不満を解決するにはどうしたらよいか。また、主人公である子どもたちが健康な足に育つには何が必要か、検討を行い、たどり着いたのが靴教育である。

つまり、買う側・使う側が正しい知識を持ち、適切な靴選びを行えば、子どもの足が守られ、多くの購買者が品質の良い靴を選べば、子ども靴の価格も自然と下がって購入しやすくなる。また、筆者の共同研究者である整形外科医の塩之谷は、日本でも数少ない「靴外来」を開いている。そこに来院する子どもの患者に、誤った靴選びや履き方によって起こる怪我や、足の障害が多く見受けられると報告している[1)]。

せっかく機能性を考えて作られた子ども靴が数多く履かれるようになっても、誤った使い方で足を痛めてしまうのでは本末転倒である。そのことを加味すれば、靴教育には、正しい履き方と、足に合ったサイズの靴選びの知識も必要になる。

つまり、靴教育の対象を以下の三者と定め、それぞれの役割に合った靴教育の方針を定め、現在試験的な実践を試みている。

【子ども自身への靴教育】

子どもは保護者に与えられた靴を正しい方法で履くことで、靴の機能性を十分生かした歩行を獲得し、足の健康を守る技を身につける。

【保護者に向けた靴教育】

保護者は、子どもの靴を選び与える立場である。つまり、機能性を満たし品質の良い靴を選択し、かつ足のサイズに合った靴を購入し、子どもに与える。また、正しい履き方についても知識を持ち、家庭での履き方の定着教育に努める。

【教育者に向けた靴教育】

教育者とは保育士・幼稚園教諭・小中高の教諭を指す。これらの教育者は、品質の良い靴選びの知識、正しいサイズ選びの知識、正しい履き方のすべての知識を総合的に持ち、教育の場では子ども達に正しい履き方を指導・実践させ、保護者への啓発活動を担う。

4. まとめ

以上のように、人間工学の新たな役割として、作られた製品を正しく使う方法を教える「靴教育」に着目して、活動を展開している。実際に、幼稚園や保育園、小学校や中等教育学校などで、子ども自身への靴教育として、紙芝居や靴教育絵本などのツールを使った啓発、中高生には靴の授業、また、保護者向け講演会や教職員向けの研修を実践しているが、子ども達には一度教えるだけで正しい履き方は理解され、定着させることができている。また、保護者は、「今までこのような情報を待っていた」「子どもの足の健康を再認識し、靴選びや正しい履き方を今後は家庭で実践したい」という意欲を示している。教職員は、「その後の保育や教育の場面ですぐに生かすことができる、子どもの足の健康を守る知識が得られてうれしい」と感想を寄せている。

つまり、これまで人の健康や生活の質を高めるために「もの」が担ってきた役割に、使い方を含めた提供の仕方までを含めて人間工学が扱うこととし、人間工学が作り手と使い手の間を埋める役割までを担うことまでを、視野に入れていくべきであることを提案したい。

図 1. 正しい方法で靴を履く 3 歳児

5. 参考文献

1) 塩之谷香他:「不適切な靴が原因と考えられる成長期の下肢障害」, 靴の医学,22(2),83～88,2008.

2) 片瀬眞由美他:「子供靴選択時の意識と機能性に関する認識―日本とドイツの消費者および教育者の比較ー」, 平成 15 年度～平成 16 年度科学研究費補助金　研究成果報告書,2003.

本研究は、科学研究費　基盤研究(C)一般（課題番号 21610025）によった。

[連絡先]

片瀬眞由美

金城学院大学　生活環境学部　環境デザイン学科

〒463-8521　愛知県名古屋市守山区大森 2-1723

e-mail：mkatase@kinjo-u.ac.jp

Fax：052-798-0180（片瀬研究室宛）

企画セッション（S002）：子どもを育み育てる人間工学
遊具を中心とした子ども用品の安全の取組み
—安全基準と人間工学的視点から—

越山健彦
（千葉工業大学社会システム科学部）

Product Safety for Children's Goods and Play-equipments ; — Focusing on Safety Standards —

Takehiko Koshiyama
(Faculty of Social Systems Science Department, Chiba Institute of Technology)

1. はじめに

1.1 遊具を中心とした子ども用品の安全の取組み —安全基準と人間工学的視点から—

ここでは、乳幼児を含む広い意味での子どもを対象とした製品、用具、遊具類の安全基準について考えてみたい。

子ども用品、特に遊具類の安全基準の議論を始めると、遊びに内在する危険性には価値があるものもあるとの指摘があり、低減すべき危険はどのあたりかとの議論になることがある。国土交通省による都市公園遊具の指針[1)]では、この無視できない危険性を子どもの発達に必要な要素とし、これをリスクと呼んでいる。これと対比される要因として、危害の原因となる危険性をハザードとして、物的なものと子ども同士の行為による人的なものがあると定義している。同指針は、この両方のハザードの除去を基本としている。

物的ハザードと人的ハザードの両方を除去するにあたって考えなければならない点に、リスクとの関係が明確に棲み分けできるかという点がある。同指針においても、リスクによっては、子どもの発達能力や運動能力の違いによってハザードになりうるとしている。すなわち、年齢や精神・肉体能力の差がリスクとハザードの境界を変動させるというのである。

筆者は、指針や安全基準は、製品や遊具などなどを作る側、管理する側、保護者の側、そしてできれば子どもに対してわかりやすく定義されるべきと考えている。そのためには、子どもの発達に必要なリスクが何かではなく、まず物的ハザードの除去を最優先すべきとした議論が不可欠と考える。この物的ハザードの除去は、子どもの人間工学的要素を的確に配慮することによって初めて明確なものとなり、そのアウトプットが安全基準の基礎となるとの考え方である。

2. 子ども用品・遊具の安全基準

2.1 基準の体系

遊具を含む子ども用品に対する安全性の要求は、工業製品だけではなく、食品、薬、乗り物、住宅建材にとどまらず、子どもが接しうる材料や部品類、製造工程やサービスに至るまで非常に広く存在する。もちろん、それらの全てに安全基準が定められていればそれに越したことはない。しかし、現実には世界中に無数に近い対象物やサービスなどが存在する。さらに、国や地域、民族、宗教、生活環境、教育環境などの違いによっても様々な安全の形がする。しかし、今日のようにグローバルに製品やサービスが展開・供給・流通されてくると、求めるべき安全も国境や社会を超えた世界共通の考え方が必要となってくる。その考え方が国際規格を頂点とした安全基準の体系である（図1参照）。

図1 規格体系

2.2 国際規格

この図1の頂点にくる国際規格には ISO/IEC Guide 50[2)]がある。このガイドは、子ども用及び子どもが接しうる製品等の安全基準を作成する場合に共通して用いるべき指針として作成されている。このガイドにおいては、ハザードは、実質的な子どもへの危害をもたらす危険源とされているだけで、人的なハザードの要素が含まれるとは示されていない。また、リスクの定義には、子どもの発達に必要な要素としての危険の概念は含まれていない。

日本人間工学会関東支部第 40 回大会 東海大学 2010 年 12 月 4 日, 5 日

成長と共に、危険への指向や人的ハザードが影響要因と存在することは挙げられてはいるが、本ガイドの基本骨子は体格、運動能力、生理、認知面の発達段階、すなわち人間工学的な要因の配慮をベースとしたハザードの除去にある。

では、国際規格では個別の子ども用品の規格、すなわち安全基準は定められているのであろうか。存在するのは以下である。

・ISO 8124　玩具
・ISO 7152　乳幼児用ベッド
・ISO 9221　乳幼児用ハイチェア
・ISO 11540　文具(筆記具)
・ISO 8098　幼児用自転車

これは、国際的なコンセンサスを得ることができた子ども用品の安全基準は非常に限られていることを示している。いずれの安全基準も、有害(毒)性、傷害、乳児の落下、乗り越えての転落、転倒、身体の挟まり、誤飲、正常な利用に耐える機能や耐久性などの物的なハザードに特化している。そして、年齢、体格、使用環境などの要因からどうしてもカバーできない物的ハザード対してのみ注意事項などの警告表示を設けることを原則としている。

2.3 地域規格

図1では、国際規格の次に地域規格が位置づけされている。以下の規格が欧州地域規格に存在する子ども用品の規格である。いずれも個別製品毎に物的ハザード除去を目的とした機械的な安全基準項目が中心であり、補完的に警告表示事項が定められている。

・EN 71　玩具
・EN 862　幼児難開封性容器
・EN 1176/1177　遊具設備
・EN 1271/2　テーブル取り付けいす
・EN 1273　歩行器
・EN 1400/12586　おしゃぶり
・EN 1466　ベビーベッド
・EN 1888　ベビーカー，．．

玩具やベビーベッドのように国際規格と対応(同等)の規格はあるが、他は欧州域内でコンセンサスがとられた規格である。上述の国際規格に比べると多くの規格が具体的に存在するのがわかる。

欧州各国には、自国の幼児の体格を定めた標準を規格として定めている国がある。また、欧州域内といっても生活環境や育児環境に違いがあるのになぜこれほどに安全基準が整備されているのであろうか。一つには欧州域内では子どもの安全確保に共通認識が得られている点があろう。その現れが以下のCENレポートであり、まず子どもの人間工学特性を共通的に理解しようとしている。

CEN Report, *Child Safety;Risk assessment and design solutions*, SIS, 1998

このレポートでは、メカニカルハザード、ケミカルハザード、温度のハザード、情報提供上のハザードの除去を目指している。

このレポートにおいても、子ども用品の安全は、発達段階、使用環境及び普通に予見される使い方の3要素が基本であることを述べた上で、4歳までの身体計測データ(anthropometric data)が列記されている。

2.4 国家規格、業界団体規格

地域規格の次に位置するのが国家規格であり、さらに落とし込んだ規格が業界や団体による規格であり、社内規格である。この段階では、国際規格や地域規格を踏襲したもの以外に、各国独自の規格が存在する。しかし、近年ではその国だけにしか存在しない用品や特定のハザードの同定が困難な部分も多く、世界共通的な視点からの子どもの安全確保は無視できなくなってきている。

3 展望

このセッションでは、子どもの生育と人間工学をとりあげており、ここでご紹介した話題は子どもの健全な育成に欠くことができない用器具での危害防止についてである。そして、その話題を社会的なコンセンサスを必要とする「規格」という側面からとりあげたが、ベースはまさに人間工学データの活用である。子どもの用器具による危害防止には、人間工学の知見が明確な形でさらにより広く社会的に共有されるべきであり、そのためにはどこに何が望まれるかを社会全体で考えていく必要があるように思う。

4. 参考文献

1) 国土交通省,「都市公園における遊具の安全確保に関する指針(改訂版)」, 2008 年 8 月
2) ISO/IEC Guide 50, *Safety aspects – Guidelines for child safety* , 2002, Geneva

[連絡先]
越山健彦
千葉工業大学社会システム科学部
金融・経営リスク科学科　越山研究室
〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1
e-mail：t-koshiyama@sea.it-chiba.ac.jp
Fax：047-487-4312

子どもの遊びを通じた元気づくり

運動生態学からの考察

○江川賢一*

（*財団法人 明治安田厚生事業団 体力医学研究所）

Health Promotion through Child's Play

Perspectives from Exercise Ecology

Ken'ichi Egawa*

(*Physical Fitness Research Institute, Meiji Yasuda Life Foundation of Health and Welfare)

1. はじめに

1.1 子どもの遊びの現状

現代の子どもは身体を活発に動かす時間的，空間的および社会的機会が少ないことが指摘されている。子どもの遊びは，幼児期の身体面や精神面の発達を促進するだけでなく，その後の生涯を通じた社会性の発達にも貢献している。このように，子どもの遊びは社会的にも極めて重要であるにもかかわらず，子どもを取り巻く近代的な生活環境は子どもの遊びの阻害要因[1)]として取り上げられている（Ginsburg, 2007）。

子どもの遊びに対する固定的観念が"自発的"であるとすると，現代の子どもの遊びは環境により誘発しなければならないほど非活動的であるように考えられる。近年，身体活動を中心とした公衆衛生戦略[2)]が国，地域のみならず家庭向けにもその対象を拡大していることは，子どものテレビ，ゲーム，PC などの電子メディア利用などによる座っている時間の増大を反映しているものと思われる（Global Advocacy Council for Physical Activity, 2010）。

1.2 新たな視点の必要性

このような座位行動（Sedentary Behavior, SB）は年齢を問わず健康障害リスクであることが種々の研究によって明らかにされつつあり，遊びを誘発するだけでなく，SB を減少させるような試みが進んでいる（Dennison, 2004）。これらの研究では子ども個人を対象としてリスク因子を解明し，その対策を実施，普及することが重視されてきた[3)]。子どもを取り巻く生活環境と身体的・精神的および社会的特性の相互作用[4)]を明らかにすることは，現在の少子・超高齢社会において子どもが心身ともに健全に育ち，元気を取り戻すための最初の課題と位置付けることができるのではないだろうか（Bronfenbrenner, 1992）。

我が国における急速な社会構造の変化は，人間関係を希薄化し，社会の基本的単位としての家族は崩壊の危機に瀕している。このような状況においては，親子・きょうだい，家族，地域を研究単位とする生態学的視点（Institute of Medicine, 2002）により子どもの遊びの特性を明らかにすることが，社会全体の健康増進対策[5)]を講じる上で極めて有用な情報を提供できるのではないかと考えられる。

1.3 本考察の目的

そこで本シンポジウムではこれまでの研究を踏まえ，運動生態学の視点から子どもの元気づくりにおける人間工学の役割について考察を試みたい.

運動生態学は新しい学問領域であり，ここでは運動生理学，体育学，体力医学などの運動関連領域と，生態学，公衆衛生学，ヘルスプロモーションなどの社会科学的領域を背景とした複合的な学問領域と（仮に）定義しておく。したがって，運動生態学として独自に確立した理論や方法論を持たず，関連領域の理論や方法論を応用することとする。人間工学との接点については本稿の最後で言及する。

2. 子どもの遊び

2.1 保育園児の遊びと精神的発達の関係

江川（2010）は，東京都内私立保育所の3～5歳児73人を対象として，保育士評定による子どもの遊びと精神的発達の関係について検討した[6)]。保育所内における子どもの身体活動を鈴木らが開発した「子どもアクティビティ尺度」により，精神的発達状況を教師用「子どもの強さと困難さアンケート（日本語版 SDQ-T）」によりそれぞれ評価した。その結果，遊びと精神的発達遅延を反映するSDQ総合得点とは有意な関連が認められず，向社会性とは有意な正の相関が認められた。

この研究は横断研究であるために，因果関係は明らかにされていないが，保育園での「遊び」が活発な子どもは社会的に適応している可能性を示唆している。

2.2 保育園児とその親で遊ぶことの効果

江川ら(2010)は，東京都内私立保育所の 3～5 歳児とその親 20 組を対象として，親子で一緒に体を使って遊ぶことが精神的健康度に及ぼす影響を検討した [7]。週 1 回，1 回 60 分，全 12 回の「親子運動プログラム」の前後で保護者評定「子どもの強さと困難さアンケート(日本語版 SDQ-P)」の下位尺度である「情緒」は 10 人が向上，5 人が低下し，「行動」は 7 人が向上，5 人が低下した。

2.3 未就学児童の健康状態と生活習慣との関係

未就学児童の健康状態は身体活動のみならず食事や睡眠などの生活習慣と密接に関連している。江川ら(2010)は，健康教育の観点から，幼児期の栄養教育に関するシステマティックレビューを実施した [8]。対象論文は医学分野のデータベース(PubMed)に搭載されている 2007 年から 2009 年に公表された 19 論文であった。

幼児期の健康教育の実践は，その後のライフステージにおける健康事象に大きく影響することが多くの先行研究で共通に論じられていた。また，海外の先行研究では，大規模な有効性検証研究が実施されているが，本邦ではこのような研究はみられなかった。

3. 子どもの元気づくりのための人間工学の役割

江川(2010)は，「子ども人間工学」の可能性について「子育て」，「子育ち」，「子育つ」(筆者の造語)の3つの視点を提示している [9]。それぞれの視点は親の立場，子どもの立場，そして親子あるいは家族の立場から，家族成員個人のみならず，家族や地域社会全体の“幸せ”を育むことを意味している。運動生態学から子どもの元気づくりについて 2 つの側面について考察する。

第 1 の側面は，子どもを取り巻く生活環境を改善すれば，子どもをより元気にできるか？という側面である。先行研究でも明らかにされている通り，小児の身体的，精神的および社会的状態は生活環境の影響を受けているので，寄与率の高い生活環境要因を改善することで，子どもの健康状態は改善することが期待できる。しかし，高度に自動化が実現され，情報社会が達成された現代的な生活様式を大きく変容させることは非現実的である。したがって，このアプローチのみでは不十分ではないだろうか？

そこで，第 2 の側面として現代的な生活環境をうまく活用することで，子どもを元気にする可能性はないだろうか？古くからの遊びの概念に縛られることなく，技術と共存し，新しい時代の子どもの遊びを創造することはできないだろうか？従来，「モノ」がない時代には多種多様な遊びの工夫があったと思われる。現在，「モノ」があふれている時代に，どのような創意工夫ができるだろうか？子どもがますます少なくなる時代に，世代を超えた「知恵」がこれらの課題を解決できることを期待したい。

人間工学が「ヒト」と「モノ」の知恵を提供できるのであれば，「子ども人間工学」は社会の“幸せ”を実現するうえで大きな役割を果たすのではないかと考える。

4. 参考文献

1) Ginsburg KR and the Committee on Communications and the Committee on Psychosocial Aspects of Child and Family Health. The Importance of Play in Promoting Healthy Child Development and Maintaining Strong Parent-Child Bonds. Pediatrics, Vol.119, 182-191, 2007.

2) Global Advocacy Council for Physical Activity, International Society for Physical Activity and Health. The Toronto Charter for Physical Activity: A Global Call to Action. www.globalpa.org.uk. May 20 2010.

3) Dennison BA, Russo TJ, Burdick PA, Jenkins PL. An Intervention to Reduce Television Viewing by Preschool Children. Arch Pediatr Adolesc Med. 158, 170-176, 2004.

4) Bronfenbrenner U, Ecological Systems Theory. In R. Vasta (Ed.), Six Theories of Child Development: Revised Formulations and Current Issues, pp. 187-249, Jessica Kingsley, London, 1992.

5) Committee on Assuring the Health of the Public in the 21st Century, Institute of Medicine. The Future of the Public's Health in the 21st Century. Washington, DC: National Academy Press, 2002.

6) 江川賢一:就学前児童における保育所内での身体活動と精神的健康度との関連：横断研究，日本公衆衛生雑誌，Vol.57，10 特別附録 329，2010.

7) 江川賢一他:「親子運動プログラム」が保育園児の情緒・行動に及ぼす効果に関する予備的検討，体力研究，Vol.108，18-23，2010.

8) 江川賢一他:幼児期の栄養教育に関するシステマティックレビュー，日本健康教育学雑誌，Vol.18(特別号)，34，2010.

9) 江川賢一:保育・教育の現場からみた子どもの体力，人間工学，Vol.46 Supplement，94-95，2010.

[連絡先]
江川賢一
財団法人 明治安田厚生事業団 体力医学研究所
〒192-0001 東京都八王子市戸吹町 150
e-mail：egawa@tai-ken.jp
Fax：042-691-5559

胃瘻からの半固形栄養剤補給のための補助装置の開発

○小川鑛一*、小長谷百絵**、林みつる**、坂井志麻***、國澤尚子****、多田是隆*****
（*元電東京電機大学、**昭和大学、***東京女子医科大学、****埼玉県立大学、*****実川製作㈱）

On Assisting Device for the use of semi-solid enteral nutrients

Koichi Ogawa*,Momoe Konagaya,Mitsuru Hayashi**,Shima Sakai***,Naoko Kunisawa****,Koretaka Tada*****
（*Tokyo Denki University,**Shouwa University,*** Tokyo Women's Medical University
,****Saitama Prefectural University,*****Jitukawa Manufacturing Company）

1. はじめに

胃瘻による栄養補給として半固形栄養剤が嚥下機能障害患者に対し使われている。これは袋（容器）に収められていて粘性が高いため、補給支援する看護師の手指や前腕部が受ける負担は大きい。その負担を軽減するため注入補助装置「パックン」を開発した。容器に入った半固形栄養剤の重さは 200g（容量約 200ml）、粘度が高いため患者の胃に胃瘻チューブを介して栄養剤を補給する際、容器圧迫に大きな力を要する。圧迫する力の増倍アイディアとしてテコあるいはネジが考えられる。テコはテコ比を十分とらないと力の増倍ができないので、今回開発した装置はネジ機構を応用した。本稿ではネジ機構を使った半固形栄養剤補給のための補助装置「パックン」の開発過程とその利点を述べる。

2. 半固形栄養剤補給補助装置開発の経緯

取り扱いが容易で軽量、それに安価であることを開発目標とする。メカトロニクス技術など今流のハイテク技術を応用すれば、リモコンを使い操作時に力を全く使わず半固形栄養剤の補給が行える装置の設計・製作は可能である。しかし、病院や施設などのベッド回りで使用することを考慮し、安全、軽量、安価、操作性などを考えると、本稿で紹介する装置が適切である。しかも、一般家庭においても使用可能である。以上のことを考慮しハイテク技術の導入は困難であるとの考えで、以下に述べる半固形栄養剤補給補助装置「パックン」を開発した。

3. 胃瘻からの半固形栄養剤補給の現状

半固形栄養剤を人の手で補給する場合の手の姿勢を観察すると、図 1(a)に示すように最初は、容器を握るように圧迫している。袋内の半固形栄養剤残量が少なくなると、図 1(b)に示すように底部をまるめ残部を絞り出す。こうして、半固定形栄養剤 200gがほぼ出つきるまで約 10～15 分かけ、患者の腹部から胃瘻チューブを介して栄養補給を行っているのが現状である。

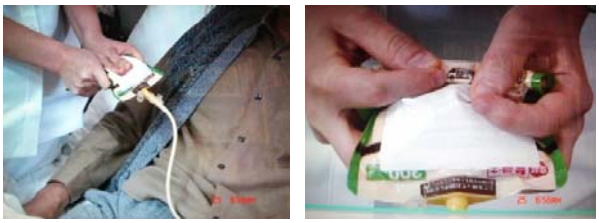


図 1(a)供給開始時の姿勢　(b)供給半ばの手の姿勢

4. 半固形栄養剤補給補助装置の開発

前述のように人間の動作を真似て袋を圧迫し栄養剤を絞り出す動作が行える装置は複雑で設計が難しい。そこで、図 2 に示すように上下板の片端にバネ付きちょう番を取り付け、袋を挟み込みバネ力で袋を圧迫し栄養剤を補給する装置を考案した。しかし、圧迫力が不足してうまくいかない。次に布団干し用バネ機構を使い図 3 のような方法も試みたがバネ力が不足であった。

図 2 バネ付きちょう番　　図 3 布団ばさみの利用

次に考えたのが、ネジ機構の応用である。図 4 は挟みこむ距離が調節できる鉄製クランプである。これを利用するとネジ力で大きな力を板の中央に加えることが出きる。ただし、このままでは重く、扱いにくい。

図 4　試作 3 号機

図 5　試作 4 号機

そこで、図 5 に示すように透明アクリル板を上下に使い、栄養剤が変形する様子を見えるようにした。そしてアルミニューム金具をブリッジ状にし、その中央にネジを配置し上下板を圧縮するという改良型を試作した。

図 6 は半固定形栄養剤補給のための試作補助装置「パックン」の概要と寸法を示す。

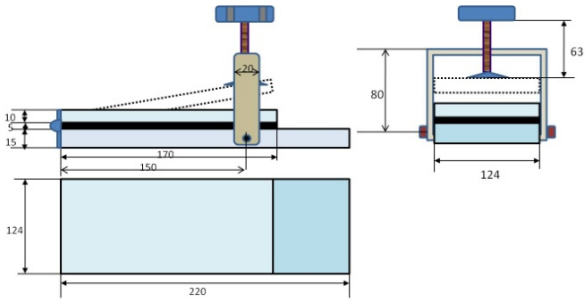


図 6　半固形栄養剤補給補助装置パックンの寸法

5.　ネジの回転と半固形栄養剤補給量の検討

人が手で半固形栄養剤を補給する場合は手の感触と視覚によって容器内の残量は分かる。ところが開発したパックンを使う場合、ネジを回す感触は分かるが容器内の残量は分からない。半固形栄養剤がなくなったことは、ネジが硬くなるとか傾斜していた上板が下板と平行になることでわかる。

ネジの回転と袋（容器）から出る半固形栄養剤重量を知るため、電子式栄養剤重量計と胃瘻チューブ根本・出口圧力が測れる装置を考案[1)]した。ネジを回転するごとに出る半固形栄養剤重量と圧力を測定し、ネジの回転と栄養剤重量の関係を求めた結果を以下に述べる。

6.　ネジの回転と栄養剤重量とチューブ圧力の関係

ネジは直径が 10mm、10 回転させると 15mm変位（移動）する。 上下板の間に半固定形栄養剤の袋を挟み、その袋の圧迫用ネジを回し栄養剤を出し切る予備実験を行った。その結果、16 回転で袋内の半固形栄養剤はなくなることがわかった。これはネジが 24mm変位（移動）したことになる。ネジの変位あるいは傾斜角度に対する栄養剤供給量を求めてもよい。しかし、実用的ではないと判断し、ここではネジの回転に対し補給する栄養剤重量と胃瘻チューブ圧力の関係を求めた。

図 7 はネジを 1 分ごとに 1 回転（約 2 秒で回す）させた場合の半固形栄養剤補給重量と圧力（高い圧力は胃瘻チューブ根本、低い圧力は出口圧力）の関係である。図 7 に示したようにネジ 1 回転ごとに約 12gの栄養剤が補給できる。また、胃瘻チューブ根本圧力は平均 14[kpa]（初期 11[kpa]、終わり近くで 17[kpa]）であることもわかる。臨床現場で実際に胃瘻による半固形栄養剤補給を経験した看護師の所感によると、本装置を使用すると負担はかなり軽減するとの意見が聞けた。

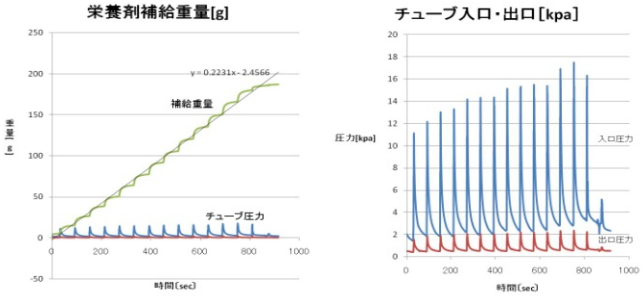


図 7 ネジ 1 回転ごとの栄養剤重量とチューブ圧力

7.　おわりに

何回かの試作を繰り返し、図 6 に示した胃瘻からの半固定形栄養剤補給のための補助装置「パックン」を開発した。その特性を評価するために、ネジの回転と半固定形栄養剤が胃瘻チューブから出る重量および胃瘻チューブ圧力の関係を実験的に求めた。1 分で 1 回転させると12gの栄養剤が補給でき、その時の胃瘻チューブ根本圧力は平均 14[kpa]であることも分かった。今後は、看護師、介護士が使いやすいネジ回転ルールを作成し、同時により使いやすい半固形栄養剤補給装置の改善に努めたいと考えている。

8.　参考文献

1）坂井、小川、小長谷、林、國澤、多田：胃瘻からの半固形栄養剤注入のための補助装置作動性の検討、日本人間工学会　関東支部第 40 回大会、2010

[連絡先]　小川鑛一
〒358-0012　埼玉県入間市東藤沢 8-20-6
e-mail：k2m2t@ictv.ne.jp

胃瘻からの半固形栄養剤注入のための補助装置作動性の検討

○坂井志麻*、小川鑛一**、小長谷百絵***、林みつる、國澤尚子****、多田是隆*****
（*東京女子医科大学、**元電東京電機大学、昭和大学***、****埼玉県立大学、*****実川製作㈱）

The examination of assisting infusion device
for semi-solid enteral nutrients via a gastrostomy catheter

Shima Sakai *, Koichi Ogawa **, Momoe Konagaya,Mitsuru Hayashi ***,Naoko Kunisawa****,Koretaka Tada*****
（*Tokyo Women's Medical University, ** Tokyo Denki University, *** Shouwa University,
****Saitama Prefectural University,*****Jitukawa Manufacturing Company）

Ⅰ. はじめに

胃瘻からの経管栄養法は経静脈栄養法に代わる方法として多くの高齢者の生命予後を改善してきたが、経管栄養法による合併症の出現や離床時間の減少などの問題も生じている[1)]。近年、液体栄養剤を半固形化し短時間で注入する半固形栄養法が開発され、誤嚥性肺炎発生の減少や下痢の改善、血糖の安定[2)]などが認められ、普及し始めている。しかし、手動で注入する際には粘度があるため注入自体に労力を要する事や半固形栄養法は短時間で圧力をかけて注入するために、円背の強い利用者や消化管機能の低下した利用者より、腹部膨満による苦痛などの問題点も報告されている[3)]。そこで本研究では、半固形栄養剤の手動注入が簡便に実施できるデバイス（以下:パックン）の開発[4)]を行い、その実用可能性と安全性について、検証したので報告する。

Ⅱ. 目的

半固形栄養剤を簡便に注入するために開発した、パックン使用時の注入動作にかかる圧力と注入時間、注入量との関係について明らかにする。

Ⅲ. 方法

1. 実験装置について（図 1）

注入動作にかかる圧力と注入量を測定する為に、先行研究[5)]で作成した下記のような実験システムを使用した。本実験では、半固形栄養剤注入時の圧力とその時の流出重量を測定するために、ひずみゲージ式超小型圧力変換器（共和電業製:PS-05KC 50kPa）を利用した。注入動作にかかる圧力測定のため、胃瘻チューブと半固形化栄養剤の接続部を A 部（以下根元圧力）とし、胃内圧を測定するため、胃の内部に挿入される胃瘻チューブの出口部を B 部（以下出口部圧力）とした。水を充満させた C 部プラスチック製注射器それぞれに、超小型圧力変換器を封入しチューブ内圧力を測定できるようにした。これにより胃瘻チューブの根元（A 部）と出口（B 部）部分の圧力が計測できる。半固形栄養剤を胃瘻チューブより注入すると、栄養剤が胃瘻チューブ内を流れ、チューブ出口より D 部の容器に落下する。その時の流出重量は E 部のひずみ式荷重計で測定する。

このようにして、胃瘻チューブ内にかかる圧力と同時に注入された栄養剤の重量がひずみ測定器（共和電業センサインターフェース PCD300）によってひずみ量として検出される。ひずみ測定器で検出されたひずみはパソコンに取り込み、ひずみから圧力あるいは荷重に変換する係数を掛け、胃瘻チューブ内にかかる圧力と注入栄養剤の重量を同時に計測した。

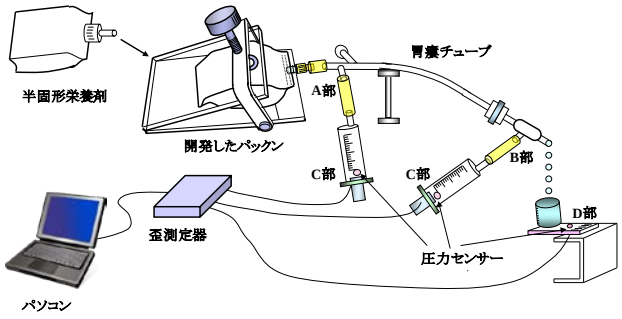


図 1 半固形栄養剤注入時の実験システム

2. 実験方法

開発したパックンに半固形栄養剤（テルモ社製の PG ソフト:20,000cP）をセットし、一定の時間毎にねじを手動でまわして、半固形栄養剤 190g を注入するまでの時間と、注入時の根元圧力（A 部）と出口部圧力（B 部）を測定した。胃瘻チューブは JMS 社製の 20Fr のチューブ型バルンを使用した。

Ⅳ. 結果

図 2、図 3 に示すように、ねじの回転数が多くなるにつれて、根元平均圧力、出口部平均圧力ともに

増加していた。出口部の平均圧力は、注入者ができるだけ速くねじをまわした際も 18.94mmHg であった。

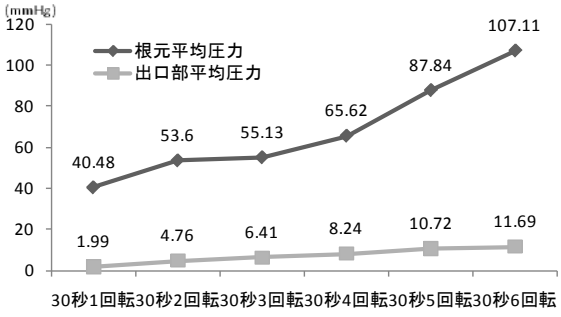


図 2 ねじの回転数(30 秒毎)と平均圧力

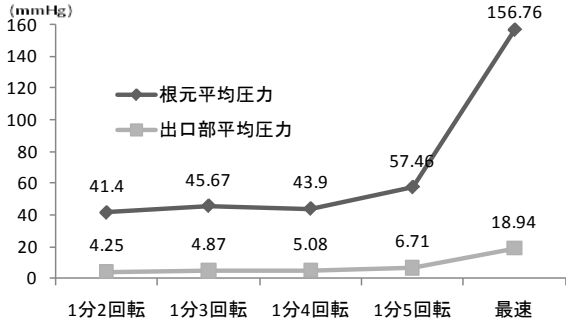


図 3 ねじの回転数(1 分毎)と平均圧力

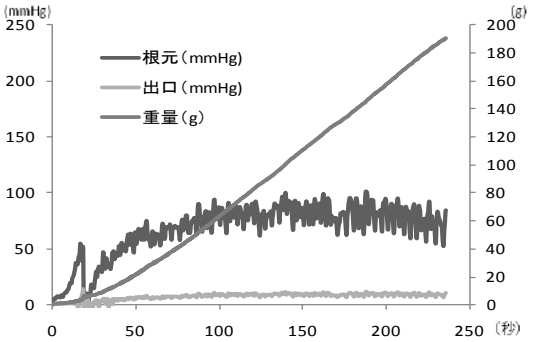


図 4 終始一定の速度で注入(5 秒に 0.5 回転)

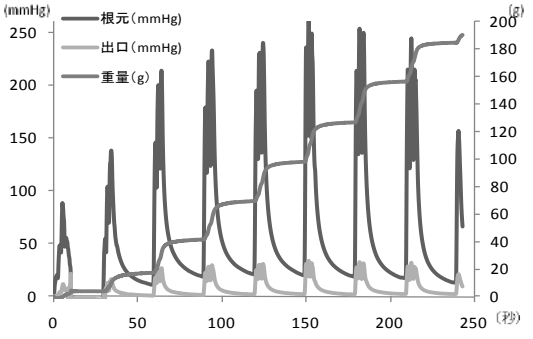


図 5 間隔をあけた速度で注入(30 秒に 3 回転)

図 4、図 5 は、注入開始から終わりまで一定の速度(5 秒に 0.5 回転)で注入した際と 30 秒に 3 回転の速度で注入した際の注入時間と圧力、注入重量の関係を示す。一定の速度で注入した際は、圧力の変動幅が小さくほぼ平均的な推移を示し、注入重量も直線的に増加した。一方、同じ注入時間でも 30 秒毎に 3 回転一気に回転させた場合は、ねじの回転とともに圧力が増加し、回転を止めると圧力が下がるスパイク状の推移を示し注入重量も階段状に増加した。

表 1 各回転数における最大圧力と、注入時間

		30秒1回転	30秒2回転	30秒3回転	30秒4回転	30秒5回転	30秒6回転
最大圧力 (mmHg)	根元	148.73	211.92	261.77	267.3	259.26	171.87
	出口部	15.44	24.9	33.25	34.06	32.29	21.16
時間(秒)		756	423	243	192	134	127
		1分2回転	1分3回転	1分4回転	1分5回転	できるだけ速く	終始一定速度
最大圧力 (mmHg)	根元	228.28	244.6	234.66	265.7	240.66	101.51
	出口部	28.71	31.07	29.93	33.95	29.77	14.28
時間(秒)		780	510	362	257	66	236

表 1 は最大圧力と注入時間を示す。これより根元最大圧力は、101.51mmHg-267.3mmHg で、出口部最大圧力は、14.28mmHg-34.06mmHg であった。190g の半固形栄養剤を注入するために要する、パックンのねじの回転数は 24-25 回であった。

Ⅴ. 考察

今回開発したパックンは、筆者が先行研究[6]で測定した既存の半固形栄養剤注入用デバイス(加圧バッグ)と比較して、利用者の胃内圧にかかる圧力を示す出口部の平均圧力、最大圧力ともに小さく、実用可能であることが示唆された。また、パックンのねじの回転速度により注入速度を調節することができ、注入時に利用者の状態を観察しながら実施することや利用者の消化機能に合わせて注入できると考える。今後は、他の形状で作られた半固形栄養剤を使用した場合の作動状況の確認や、実際の臨床において利用者への適応が可能か、簡便性と安全性についてさらに検証していく予定である。

【引用文献】
1) 徳毛宏則、有本之嗣：広島県内各施設における胃瘻関連後期トラブルの実態，広島医学，60(6)，388-393，2007.
2) 合田文則：胃瘻からの半固形短時間摂取法ガイドブック　胃瘻患者の QOL 向上を目指して，医歯薬出版：東京，2007.
3) 石井要、中嶋和代、帳山和美他：当院での半固形化栄養剤を用いた胃瘻栄養療法の経験，臨床栄養，115(6)，715-719，2009.
4) 小川鑛一、小長谷百絵、林みちる、他：胃瘻からの半固形栄養剤補給のための補助装置の開発、日本人間工学会　関東支部第 40 回大会（投稿中），2010.
5)坂井志麻、小長谷百絵、國澤尚子、小川鑛一：ベッド周り応援隊のらくらく人間工学，臨床看護，36(7)，952-956，2010.
6) 坂井志麻、小長谷百絵：半固形化栄養剤の注入圧測定に向けた胃瘻モデルの作成～手動と注入用デバイスの比較～，日本リハビリテーション看護学会講演集，22，2010.

[連絡先]
坂井志麻(東京女子医科大学看護学部)
〒162-8666 東京都新宿区河田町 8-1
e-mail：sakai @nurs.twmu.ac.jp　　FAX:03-3341-8832

高齢者の立ち座り動作に適した通勤電車優先席

○安中成樹*，山崎信寿**
（*慶應義塾大学大学院理工学研究科，**慶應義塾大学理工学部機械工学科）

Design of commuter train bench seat suited to standing/sitting motion for elderly

Shigeki Annaka*, Nobutoshi Yamazaki**
(*Graduate School of Science and Technology, Keio University, **Department of Mechanical Engineering, Faculty of Science and Technology, Keio University)

1. はじめに

通勤電車内では，高齢者の約 7 割が立ち座りの際に手すりなどの支持具を利用している[1]。このため，ポール付きの優先席を設けるなどの取り組みがなされているが，若年健常者が席を譲らないことが不満となっている[2]。

本研究では，既報の立ち座りしやすい高短座面自動車シート[3]をベースとして，優先席であることが明確な，立ち座りに適したシートおよび手すり形状を検討した。

2. 実験方法

図 1 に示す実験椅子[4]で図 2 細線の初期形状[3]を設定し，多様な体格の若年男女 7 名（身長 1511～1826 mm，BMI 値 17.8～28.4）について 30 分間無理なく座れる支持面形状に調節した。また，立ち座りしやすい許容座面高と，好みの手すり前後位置，角度および高さを調べた。

3. 提案形状

調節シート形状を図 2 に示す。座骨支持部形状のばらつきは小さいが，前端部は体格によって異なる。背もたれは凹凸を少なくするように調節した。手すりの前後位置は重なる範囲があり，角度はほぼ水平であったが，高さは高身長者と低身長者で約 70 mm の差があった。座面高は図 3 のように，身長と相関が見られた。座面高は着座感許容高さ以下で，立ち座り許容低さ以上であることが望ましい。このため，高齢 50 パーセンタイル値相当の 440 mm とした。

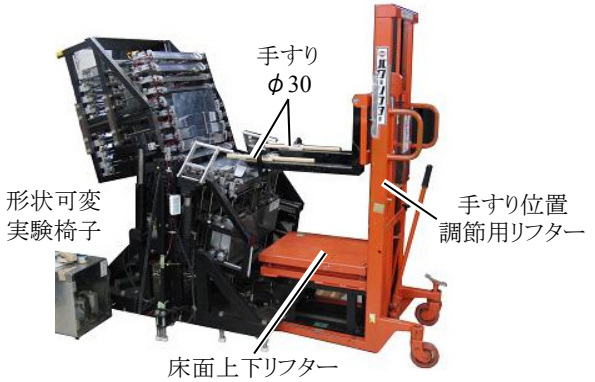


図 1. 実験装置

提案形状を図 4 に示す。座面前端部は，低身長者の平均形状で前傾量を小さくし，従来シートより奥行が 100 mm 短い 330 mm とした。なお，座面幅は従来寸法とした。背もたれは，平均形状がほぼ平坦だったため，平面とした。手すりは，低身長者に配慮して低めにし，着座時に肘と干渉しないように斜めにした。座面高を従来より 20 mm 高くしたため，背もたれは高身長者の胸部までを支持できるように，中央を高くした山型の前額面形状にした。これは，背もたれ高さが窓枠高さで制限されているためと，背もたれ・窓間のごみなどの排除をしやすくするためである。山型の幅は，背もたれ上部に接触している体圧分布幅が胸部横径の 72%であったため，高齢 95 パーセンタイル値より 225 mm とした。

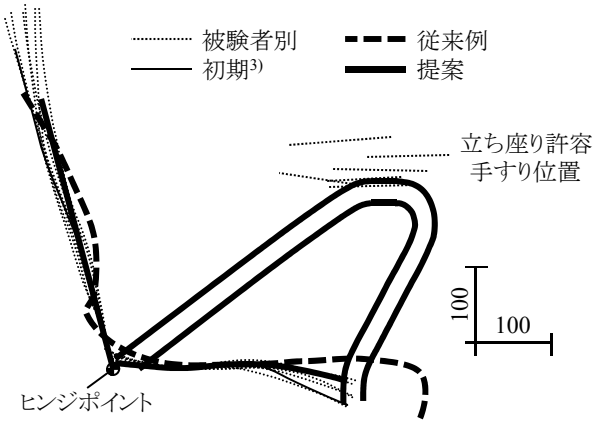


図 2. 調節シート形状

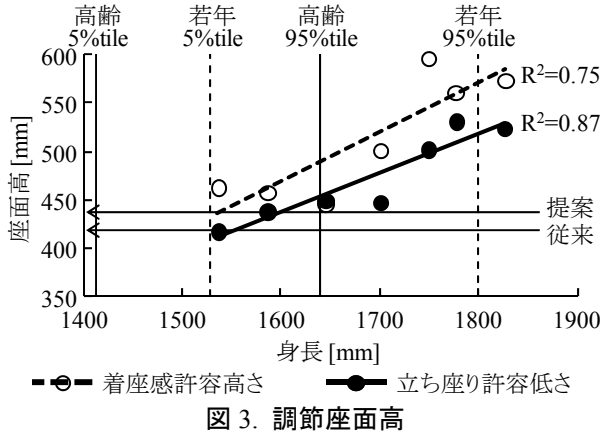


図 3. 調節座面高

日本人間工学会関東支部第 40 回大会　東海大学　2010 年 12 月 4 日，5 日

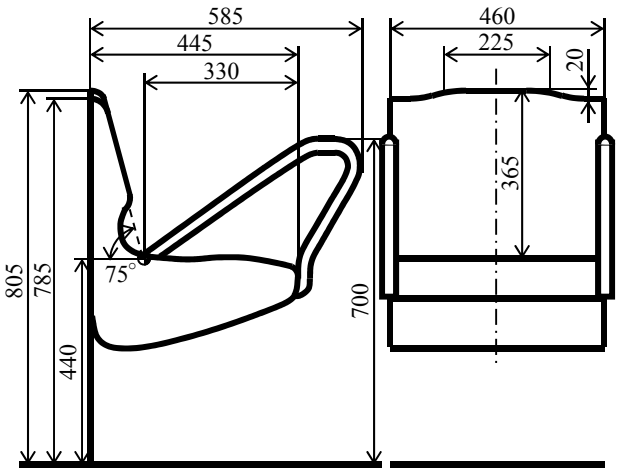


図 4. 提案形状

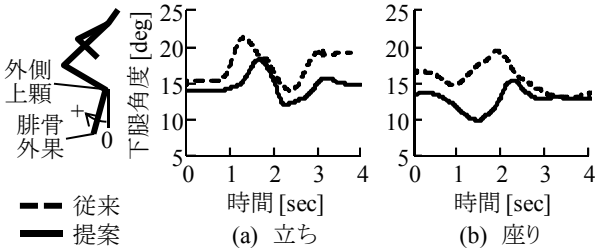


図 5. 下腿角度変化

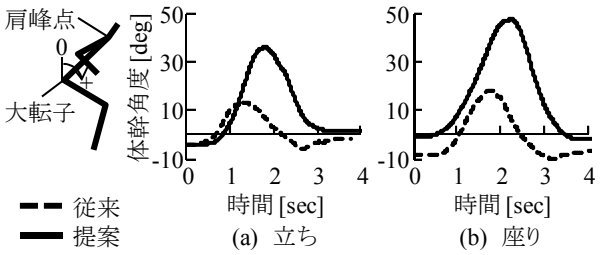


図 6. 体幹角度変化

4. 効果の検討

4.1 立ち座り評価

身長が高齢 95 ﾊﾟｰｾﾝﾀｲﾙ値相当の若年男性 1 名（身長 1634 mm, BMI 値 22.4）で，立ち座り時の動作と筋負担を計測した。従来シートは，座面高と奥行が同等なシートを用い，ポールは座面前端位置に縦手すりを設置して模擬した。その結果，図 5, 6 より提案シートでは，下腿を大きく引き込まずに体幹を大きく前傾させて体重心を前方移動し，立ち座りを行っていた。また，立ち上がりの後半では，手すりを下方に押す力によって体幹を直立させた。従来シートでは，体幹を前傾すると縦手すりが使いにくくなるために，腕で体を引いて重心に近づけていた。実際，図 7 に示すように，提案シートではプッシュアップのための上肢の筋負担は増加したが，腰や下肢の筋負担は軽減した。

4.2 着座感評価

若年男性 4 名（身長 1634～1819 mm, BMI 値 18.5～23.7）で，脱力浅座り姿勢を計測した。提案シートでは図 8 に示すように，座骨位置が平均 50 mm 奥になって深座りを誘導し，身体奥行が平均 88 mm 減少した。一方，深座りの着座感評価は良好であり，30 分間の着座も許容した。

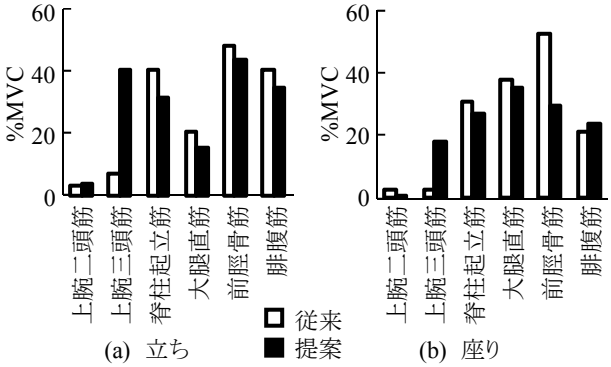


図 7. 最大発揮筋力

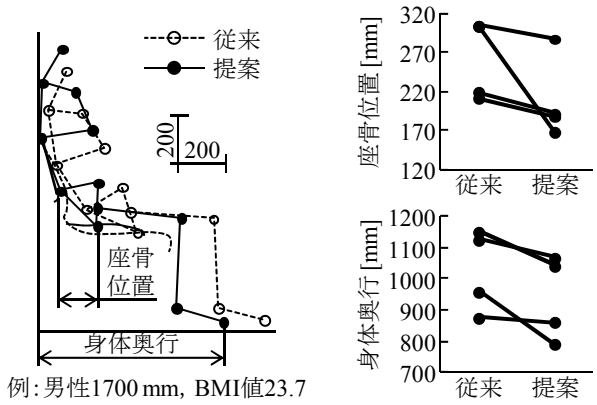


図 8. 脱力浅座り姿勢

5. おわりに

提案シートは立ち座りしやすく，深座りに適する。今後は試作を行い，高齢者で実用評価を行う。

参考文献

1) 斎藤綾乃，藤浪浩平，鈴木浩明：人間科学　通勤車両の車内設備に対する利用者意識の分析，鉄道総研報告，Vol.19, No.1, p.27-32, (2005)
2) http://www.mintetsu.or.jp/activity/enquete/2009.html
3) 大谷光司，山崎信寿：起立と着座が容易な自動車シートの開発，人間工学，Vol.43, No.4, p.219-227, (2007)
4) 山崎信寿，佐々木貴弘，相澤淳平：個別適合条件の探索を目的とした可変クッション椅子の開発，人間工学，Vol.33, No.4, p.211-218, (1997)

[連絡先]
安中成樹
慶應義塾大学大学院理工学研究科　山崎研究室
〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1
e-mail：s-annaka@hotmail.co.jp
Fax：045-566-1495（機械工学科事務室）

高齢者の低照度における室内移動時の視線変化に関する研究

○辻 容子*, 尾崎宏樹**, 青木和夫***, 城内博***, 榊原隆次****
(*東邦大学医学部看護学科, **国立スポーツ科学センター, ***日本大学大学院理工学研究科,
****東邦大学医療センター佐倉病院)

A Study on change of viewing direction of elderly persons during walking in a low-illumination room.

Yoko Tsuji*, Hiroki Ozaki**, Kazuo Aoki***, Hiroshi Jonai ***, Ryuji Sakakibara ****
(*School of Nursing, Faculty of Medicine, Toho University, **Institute of Spots Sciences,
***Graduate School of Science and Technology, Nihon University, ****Sakura Medical Center, Toho University)

1. はじめに

少子高齢化が進む日本では, 65 歳以上の高齢者が全人口に占める割合は 2009 年には 22.7%となり, 超高齢社会を迎えている. また, 医療施設の入院患者数の多くは高齢者が占めており, 夜間にトイレへ行く時などに移動した際, ベッド周りで多く見られる転倒についての予防策は大きな課題である. 転倒の危険因子は様々であるが, 移動する時の情報入手と姿勢を維持するために必要な視機能を把握し, 高齢者が安全に安心して移動できる環境調整を行う必要がある.

そこで本研究では, 高齢者が夜間臥床した状態から足を下ろし室内を移動する時の視線変化の特性を把握するために, 高齢者と若年者を対象として, 昼間と夜間の室内照度(2lx, 200lx)を調整した病室環境を想定し, 実験を行い比較検討した.

2. 方法

2.1 被験者

地域のシルバー人材センターに登録している高齢者 12 名と若年者 13 名, 視覚機能に異常のない者が実験に参加した. 高齢者群は女性 9 名・男性 3 名, 66～74 歳, 平均年齢 70±3 歳, 平均身長 155.25±9.1cm, 平均体重 54.52±10.66kg, 平均 5m視力(眼鏡なし)0.6 であった. 若年者群は女性 12 名・男性 1 名, 20～29 歳, 平均年齢 24±3 歳, 平均身長 162.31±6.21cm, 平均体重 54.93±10.35kg, 平均 5m視力(眼鏡なし)0.9 であった. 両群ともに視野に異常はみられなかった. その他, 聴覚, 股関節や膝の痛みなど歩行に関連する異常はみられず, 睡眠薬や瞳孔変動に関連する薬剤を内服されている者はいなかった.

2.2 実験機器

視線の測定は, 眼球運動計測装置 EMR-8B(ナックイメージテクノロジー社製, 以下 EMR)を用いた. 機器は野球帽型の検出部を採用しており, 近赤外照明の角膜反射像の位置と瞳孔中心位置の相対的な距離から視野映像に対する視線位置を抽出できる, 重さ 250g の非侵襲的装置である. 今回は水平画角 92 度の視野カメラを使用し, データサンプリングレートは 29.97Hz, データ解像度は視角 0.1 度である. 重心動揺の測定には重心動揺計グラビコーダ GS-10(アニマ社製)を用いた.

2.3 実験環境と実験手順

病室の広さと照度を設定した実験室内にて, 被験者はリクライニングシートに臥床した状態から起き上がり, 用意したスリッパを履き出入り口の扉を開け, 廊下を歩きユーターンして再び扉を開け室内のシートに臥床するという一連の動きを設定した. 移動距離は, 室内 3m, 廊下 5m の往復 16m である. 場面は, ①夜間に廊下のトイレへ行くことを想定(室内 2lx 程度, 廊下 200lx 程度), 場面②昼間の病棟を想定(室内・廊下 200lx 程度)とした. 場面①②を同日内にランダムな順に実施した. 暗順応時間を考慮し, 場面①実施前の休息は 20 分間とした. 開始時には, 自由な動きや歩行をみるので「普段移動するように歩いてください」と教示した. 室内は温度・湿度を一定に調節した.

実験について同意を得た被験者に対し, 基礎情報を収集後, 重心動揺計測を行った後, 心電図の装着と EMR のキャリブレーション終了後, つぎの手順を場面①・②を連続して行った. 3 分間の臥床安静後, 血圧測定を行い, 練習課題を1回実施した後に本番を行い, 3 分間の臥床安静後, 血圧測定を行った. 夜間の移動を想定し,計測は眼鏡なしで行った. 重心動揺計測は 2lx・200lx の室内にて, 開眼・閉眼測定を各 1 分間行った. 高齢者の測定時には, 研究者が近くで見守りのもと安全に配慮しながら実施した.

2.4 倫理的配慮

本研究は東邦大学医学部倫理委員会の承認を受けた. 実験当日は, 研究協力の意思選択の権利, 途中辞退の自由, プライバシーの保護などについて書面と口

頭にて説明し，同意を得た．

3. 結果

視線計測データについては高齢者 3 名と若年者 1 名のデータが分析不可能であったため，高齢者 9 名，若年者 12 名，計 21 名のデータの分析結果を示す．なお，所要時間やその他の項目については，全被験者 25 名分のデータを分析した．

3.1 所要時間

臥床した状態から起き上がり始めを開始とし，出入り口の扉に手が触れた所までを分析データとした．動作に要した時間は，高齢者群では 2lx 室内にて 9.35±2.98 秒，200lx 室内にて 8.12±1.92 秒であった．若年者群では 2lx 室内にて 8.89±1.34 秒，200lx 室内にて 8.08±1.77 秒であった．対応のあるt-検定を行った結果，両群に有意差（$p < 0.05$）が認められ，2lx 室内のほうが 200lx 室内よりも有意に動作時間が長かった．各被験者の課題遂行時間を図1に示す．高齢者 E5 と若年者 Y6 は，2lx 室内にて足を下ろした時にスリッパを蹴ってしまい，足でスリッパを探したため時間を要していた．

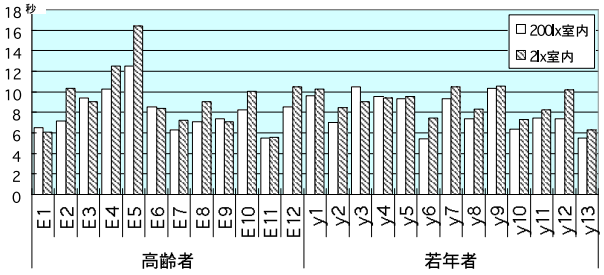


図 1. 各被験者の課題所要時間

3.2 移動中の視線変化

視線の変化は若年者群では，①足元を見つめ，足を地面に下ろす前に②スリッパを注視する．スリッパを履いている時には，③移動する先（室内前方）へ視線を移し，その後④前方地面，⑤扉，⑥扉のとってという視線の変化がみられた．高齢者群では，200lx 室内の時には室内前方へ視線を移していた者が，2lx 室内の時は室内前方へ視線を移すことなく前方地面から扉へと視線が変化する傾向がみられた．次に，注視割合をみると，両群ともに視線割合が高い場面は，①～④までに時間を要している傾向であった．また，200lx 室内の時には 2lx 室内と比較し，⑥の割合が高い傾向であり，高齢者群は若年者群より比率の差が多い傾向であった．

3.3 重心動揺計測

単位面積軌跡長について，高齢者群では 2lx 室内にて閉眼時 83.61±42.49 ㎝，開眼時 63.44±26.85 ㎝，200lx 室内にて閉眼時 78.25±35.94 ㎝，開眼時 53.95±22.11 ㎝であった．若年者群では 2lx 室内にて閉眼時 49.31±10.85 ㎝，開眼時 41.44±7.93 ㎝，200lx 室内にて閉眼時 48.16±11.05 ㎝，開眼時 35.03±7.13 ㎝であった．二元配置の分散分析を行った結果，高齢者群の開眼時に有意差（$p < 0.05$）が認められ，2lx 室内のほうが 200lx 室内よりも立位姿勢の修正が多くされていたことが示された．

4. 考察

昼間と夜間の室内照度（2lx，200lx）を調整した状況にて，視線計測を実施した結果，高齢者群は暗室内では室内前方へ視線を移すことなく前方地面から扉へと視線が変化する傾向がみられた．これは，低照度室内において重心動揺が増大したように，バランスを保つ為に必要な視覚情報入手量が減少し，不安定な状況下で移動先でなく，近い距離にある前方地面に視線を集中していることが考えられる．

高齢者の入院患者が特に多い脳神経病棟には，高次脳機能障害患者がおり，身体機能に障害は見られずとも注意障害や記銘力低下を呈し [1]，主に日常生活援助を行っている看護師は,声かけなどを行い対象者が集中して移動できるよう援助をしている．しかし，高次脳機能障害患者は注意を持続することは困難であり，歩行する時には目標となる目印が有用であろう．街中ではロービジョン者は夜間の外出時，街灯を手がかりにして歩行している人が多いので，視覚誘導ブロックに連続的な誘導灯の設置が推奨されている [2]．今回の対象は初めて訪れた室内にて，明るい室内と暗室内での視線計測を実施した．高齢者は若年者に比べ，暗室では足元や前方地面に視線を向ける傾向が示されたことからも，慣れない環境において，夜間時安全に移動するための対策には床に，ベッドから移動する先（トイレ等）まで連続した誘導灯を配置するなど物的対策の検討が必要であると考える．

5. 参考文献

1) 三浦創，上出直人他：パーキンソン病患者における転倒危険因子の検討 高次脳機能に注目して，日本私立医科大学理学療法学会誌，25，37-40，2008.
2) 最所祐仁他：光によるロービジョン者の移動支援，照明学会誌，94(3)，186-191，2010.

[連絡先]
辻 容子
東邦大学医学部看護学科
〒143-0015 東京都大田区大森西 4-16-20
e-mail：y-tsuji@med.toho-u.ac.jp
TEL・FAX：03-3762-9314

non-technical skill 重要性理解のための演習提案

○福田有希[*]，小松原明哲[**]，早田文隆[***]
（[*]早稲田大学創造理工学部，[**]早稲田大学理工学術院，[***]株式会社日立プラントテクノロジー）

Proposing a training method for understanding the importance of non-technical skills

Yuki Fukuda[*], Akinori Komatsubara[**], Fumitaka Sohda[***]
([*]Waseda University, [**]Waseda University, [***]Hitachi Plant Technologies, Ltd.)

1. はじめに

大型電機設備設営工事に携わるA社では，現場監督(管理者)の対人スキルや状況認識力など non-technical skill(以下 NTS)の向上に努めている．本研究はその一環として，現場監督・監督候補者に対して，NTS の内容及び重要性を理解させることを目的とした啓発演習を作成し，A 社現場監督・監督候補者に実施し，有用性評価を行ったので，その結果とともに報告する．

なお本研究では，NTS として JAXA CRM(Crew Resource Management)スキル大分類5項目[1)](表 1)を用いた．

表 1. JAXA CRM スキル大分類

JAXA CRM スキル大分類	1 Communication（コミュニケーション）	・説明、会話内容が具体的 ・計画、認識を共有 ・質問のタイミングを作る
	2 Decision Making（意思決定）	・他者の意見を取り入れ意思決定 ・決定の振り返りと代替案の用意
	3 Team Building &Maintenance（チーム形成・維持）	・チームの良い雰囲気を形成 ・適切なリーダーシップを発揮 ・反対意見を受け入れ、対応
	4 Workload Management（ワークロードマネジメント）	・仕事の優先順位をはっきりする ・作業の適切な振り分け ・個人、チームのストレス管理
	5 Situational Awareness Management（状況認識マネジメント）	・常に警戒心を持って作業を行う ・状況を常にモニタリング ・状況を分析、予測し共有する

2. 啓発演習の作成

2.1 啓発演習の構築

企業の研修において受講生が抵抗なく容易に取り組めるよう，ベストテンゲーム[2)]を用いることとした．ベストテンゲームとは，課題に対して回答候補群から参加者が討論形式によって上位を決定するものである．

本研究では，野球チームの監督が急病となり，臨時に監督を立てなくてはならなくなったとの課題において，CRM スキルの特定項目に欠ける複数の臨時監督候補者を，その候補者を選択したらどのようなことになるかを予測させ，リスク(チームやメンバーに起こりうる最悪の事態)最小となる臨時監督を選択させるゲームとした．

2.2 啓発演習の概要

- 名称:臨時監督決定演習
- 対象:A 社現場監督，監督候補者
- 到達目標:NTS の内容，重要性の理解
- 演習形式:1 グループ 4，5 名の討論形式

2.3 啓発演習の内容・進め方

本演習は導入(進行役による説明)，演習(受講者グループで討論・発表)，振り返り(進行役の司会による受講者の振り返り)より構成されており，おおよその演習時間は次の通り．

- 導入（約 10 分）

受講者が監督急病により倒れた野球チームの一員であり，臨時で監督を立てなければならない状況に追い込まれていることを印象付ける．

- 演習(約 40 分)

図 1 に例示する監督候補者のプロフィールを記したカード（計5種類）を与え，そこからグループ討論により1名を決定させる．各監督候補者は CRM スキルの特定項目が欠けており，弱点という表記がされている．その候補者を選択した際に，チームやメンバーに対し弱点がどのようなリスク(チームやメンバーに起こりえる最悪の事態)を生じさせるか予測させ，リスク最小となる臨時監督を選択させる．その後各グループごとに自分たちの選んだ監督と，その選択理由を発表させ，他のグループと意見交換をさせる．

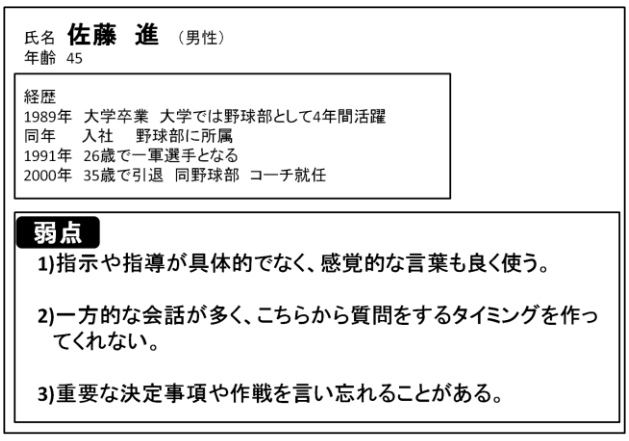


図 1. 監督候補者カードの例
（コミュニケーション能力が欠落している例）

・　振り返り(約 15 分)

自分たちが選択した臨時監督がもたらす最悪の事態を深堀するなど，リスク最小であっても弱点があることで監督として相応しくない点があることを受講者に印象付ける．弱点の正体が CRM スキルであることを明かし，内容・重要性・現場との関連付けを実例を踏まえ説明する．特に受講者が予測した監督候補者のリスクが自身の現場で発生する可能性があること，それを起こす当事者になる可能性を印象付け，重要性理解につなげる．

3. 啓発演習の実施・有効性の検討

3.1 実施内容

演習の有効性検討・改善を行うため，A 社監督候補者 24 名(現場経験なし，年齢 18~19 歳)，現場監督 12 名(現場経験 5~10 年程度，年齢 30~40 歳)に本演習を行った．

3.2 有効性の検討方法

受講者へのアンケート調査及び，A 社の研修担当者ら 6 名にアンケート・ヒアリングを行った．

受講者アンケートでは表 1 に示した CRM 各項目について，「内容が理解できたか」「重要性が理解できたか」の両面について，内容理解に関しては「1. 理解できない」から「5. 理解できた」，重要性理解に関しては「1. 重要でない」から「5. 重要である」までの 5 件法により尋ねた．また演習に対する自由意見も求めた．

3.3 結果・考察

現場経験の有無による差は見られなかった(平均値の差の検定，有意水準 5%)．

そこで受講者全員について集計した．図 2 では各項目の評定平均を，図3では重要性理解の段階回答者数の割合を示した．

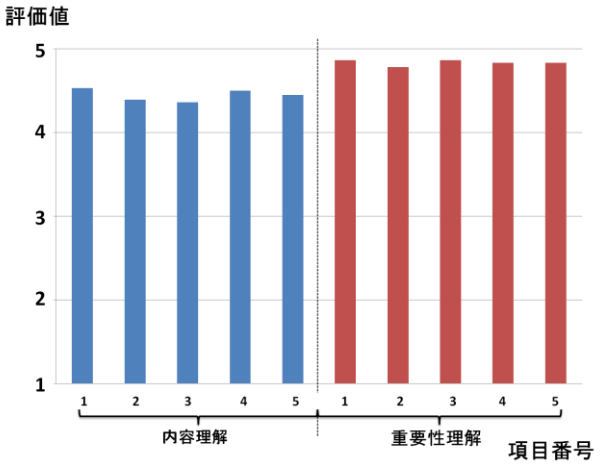


図 2. 内容理解・重要性理解の評価平均値

(注:項目番号は表 1 に対応している)

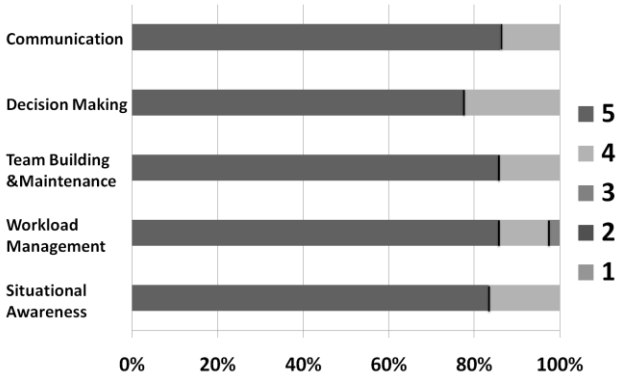


図 3. 重要性理解の段階回答者数割合

図 2, 3 より内容理解，重要性理解ともに高い値を示している．特に重要性理解については各項目ともに評定が高く，本演習を通じて CRM 各項目の重要性が理解されたと思われる．

またアンケートの自由記述では「監督にとって重要なスキルである」「自身を振り返り，見つめ直すことが可能」との意見を得ることができた．

これらの結果より，本演習は NTS の内容の理解及び重要性理解の啓発に有効であると考えられる．

4. 結論と今後の展望

本研究では，NTS 重要性理解を目的とした啓発演習を作成した．そして A 社現場監督・監督候補者に対し実施し，その効果を確認した．

ただし，本演習は野球監督という現場とは距離のある課題を用いての啓発にとどまるものであり，今後の課題としては，NTS を現場で実践可能とする各項目のスキルアップや現場作業への落とし込みを図る演習などの教育プログラム構築が課題となる．

5. 参考文献

1) 飯島朋子，野田文夫，須田桂司，村岡浩治，船引浩平，CRM 行動指標の開発，独立行政法人航空宇宙技術研究所(2003)
2) 山本成二・美濃一朗著，研修ゲームハンドブック，日経連研修部(1991)
3) 土屋英輔，電機設備設営工事現場管理者の non-technical skill 行動指標の開発，人間工学　第 46 巻特別号，pp130-131，2010

[連絡先]
福田有希
早稲田大学創造理工学部経営システム工学科
〒169-8555　東京都新宿区大久保 3-4-1
e-mail：t_ramatan_w@yahoo.co.jp

Proposing a Predicting Method for the Accidents at the usage of Medical Devices based on Sabotage Analysis

（サボタージュ分析を用いた医療機器の使用に伴う事故予見の方法提案）

○*Hattan Altiyare, Akinori Komatsubara*

Department of Industrial and Management Systems Engineering

Faculty of Creative Science and Engineering

Waseda University, Japan

1. Introduction

The evolution in the manufacturing of medical equipment has made a strong effect on the health care but, there is a problem of the medical accidents that resulted from incorrect use. The focus in this research will be on forecasting the unintended error when using the medical devices. Techniques like FMEA (failure modes and effects analysis) and FTA (fault tree analysis) are useful for such a purpose but the problem is that these techniques are hard to determine or to predict the errors in advance. In this study, therefore, we have taken this into consideration in a try to reduce the likelihood of accidents' occurrence by using the technique of sabotage analysis.

2. Method

The sabotage analysis starts from the worst accidents and forecasting their reasons; if the reasons could be removed then the worst accidents are expected to be avoided.

When conducting sabotage analysis we suggest focusing only on the direct reasons for the accident and adding a part for checking the presence of the countermeasures in the device. The Fig-1 shows the suggested process from our point of view when conduct sabotage analysis.

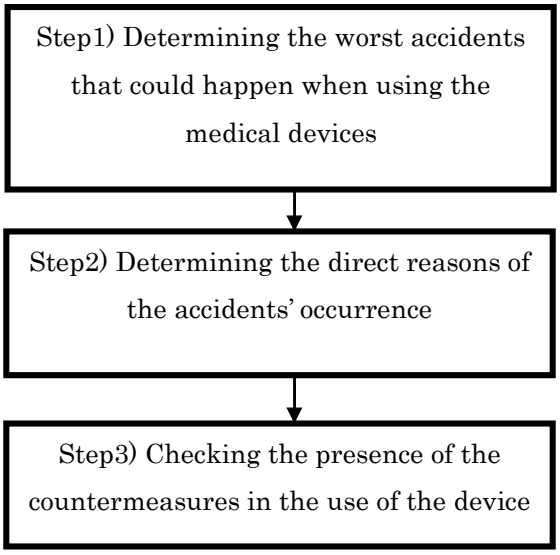


Fig-1: the process of the proposed method for applying sabotage analysis

In the step1, some time may be spent in searching about the possible worst accident that could happen.

In the step2, for determining the direct reasons, a kind of brainstorm process is taken, with the use of a determined set of guide words such as 5W1H, conducting poor, conducting too fast, conducting too slow.

In the step3, checking the presence of the countermeasures and their level to prevent the direct reasons shall be conducted. This is the main objective in the proposed process. The results of the investigation through the process could be summarized by using the form that is in table-1.

Table-1: summary table of the analysis

The accident	The direct reasons	The countermeasures
Name of the accident	A list of the reasons	The countermeasures for each reasons

3. Case Study

The medical syringe for intravenous injection is chosen as a case study. Fig-2 shows an image of the medical syringe.

Fig-2 medical syringe for intravenous injection

The process of conducting each part of the three main parts could be explained in the followings:

- Step1: For determining the worst accident. In our case we found that the worst accident is death of a patient or the occurrence of a serious damage on the patient.

- Step2: As mentioned above, the determined set of guide words has been used to generate the direct reasons. The followings are some examples of the generated reasons:
  - Not giving the right medicine
  - Not giving the right dose of medicine
  - Bacterial contamination of the syringe
  - Bacterial contamination on the environment that surround the patient
  - The use of defective syringe
  - The use of easy to contaminate syringe

  These reasons could be treated as the checklist for the situation at the use of the syringe.

- Step3: For checking the presence of the countermeasure for the each generated reason, a field survey will be conducted.

4. Conclusion

The proposed method based on sabotage analysis could lead to checkpoints that may cause only serious accidents. FMEA is often used for risk analysis for medical field but it starts form the human error, so it leads to low risk accidents that could be out of consideration. However, the proposed method starts from serious, that is high risk, accidents and progress to find out human error. Therefore the proposed method has the advantage of shorten the evaluation time and workload for the designer of medical facilities and safety managers at hospitals. There is also an idea of conducting this method on a non-medical device to exam whether this method could be useful for them.

5. References

[1] IEC62366: Medical Devices-Application of Usability Engineering to Medical Devices, 2007

[2] M. L. Garcia, The Design and Evaluation of Physical Protection Systems, Butterworth-Heinemann, 2 edition, 2007.

[連絡先]
Hattan Altiyare
早稲田大学理工学術院創造理工学部
経営システム工学科小松原研究室
169-8555 東京都新宿区大久保3－4－1
電話(03)5286－3509

特徴点に着目した文字間の形状類似度算出手法の提案

○羽田野輝*，石田啓継**，鍋田啓太**，木村昌臣*，大倉典子*，土屋文人***
(*芝浦工業大学, **芝浦工業大学大学院, ***国際医療福祉大学)

A proposal of the method to calculate letter shape similarity based on the positions of characteristic points

Akira Hatano*, Hirotsugu Ishida**, Keita Nabeta**, Masaomi Kimura*, Michiko Ohkura*, Fumito Tuchiya***
(*Shibaura Institute of Technology, **Graduate school of engineering, Shibaura Institute of Technology,
***International University of Health and Welfare.)

1. はじめに

医薬品のアルマトールとアマリールの誤投与が原因で患者が死亡するといった名称類似に起因する医療事故防止のため，医薬品の名称類似に関する研究が近年多く行われている．現在，既存の医薬品と名称が類似する医薬品の認可防止を目的とするシステム[1)]が実際に運用されているが，このシステムは同じ文字が同じように並んでいる様子を類似度を使って評価している．ただし，医薬品の名称の主要な部分は漢方薬を除き片仮名で記載されることが多いことを考えると形状の類似した片仮名文字を含む場合についても考慮する必要があるが，そういった形状の類似した文字の組は一部のみ考慮されており，しかもそれは薬剤師の経験から求められており，客観的には決められていない．

そこで，先行研究[2)]ではテンプレートマッチングを用いて片仮名の形状の類似度を求め，これを考慮した医薬品名称類似度指標が提案された．しかし，この手法では文字の一部が重なると類似度が高くなるため，例えば「レ」と「ン」の組(以下，レ⇔ンと表す)のようにはらい部分が一致することにより類似度が高くなるといった問題点が存在した．そこで，レ⇔ンの場合，「レ」には屈曲点があり，「ン」は端点のみで構成されているという差異に着目し，片仮名に含まれる特徴点をもとにその類似度を求める手法を提案する．

2. 研究内容

本研究では先行研究と同様に文字画像をもとに類似度を求めるが，対象とする文字画像のフォントを 150 ポイントの MS 丸ゴシック(200×200 ピクセル)，文字を片仮名とする．対象とする特徴点は端点，分岐点，交点，屈曲点とし，端点・分岐点・交点については文字画像の 2 値化・細線化を行ったのちにピクセルの周囲の値にもとづき自動的に抽出する．屈曲点のみこの方法ではうまく有無を判定できないため，本研究では手入力で取得する．

全片仮名文字の特徴点をプロットしたところ，特徴点がまとまって存在する箇所が多数存在することが分かったので，その傾向を利用して特徴点から文字間の類似度を算出する方法について二通り考案した．1 つ目の方法は，対象画像を矩形に分割する方法である．まず，全文字の特徴点をメッシュ状に分割し，その結果できた矩形領域毎に対し，特徴点の種類別にそれらが存在する個数の差を求めて領域間のマンハッタン距離とし，さらに全領域についてこの距離の和を取った値を文字間の距離とした(図 1 左)．2 つ目の方法はクラスタ分割にもとづく方法であり，互いに近い位置にある特徴点をひとまとまりのクラスタとし，クラスタ毎に特徴点が存在する個数の差の絶対値をその種類別に求め，全クラスタに対して得られた差の総和を距離とした(図1右)．いずれの方法についても，類似度は，得られた距離を比較する 2 文字の特徴点数の和で割り 1 から引いた値とした．

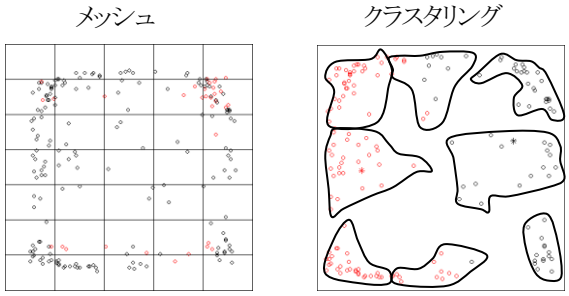


図 1　特徴点を領域に分ける方法

前者は片仮名にはその多くが水平，又は垂直方向に伸びる線分で構成されているという特徴にもとづく方法であり，縦横と直線的な分け方をすることで良い結果が得られると考えられることから，メッシュ状に分割する手法が有効であると考えた．後者は特徴点の配置に一定のまとまりが見られることによる方法である．クラスタリングは，特徴点の集合を距離の遠近に基づき分類するため，書き出し部分や払いの始点・終点に相当する部分は似たような場所に位置することを考えると同じ役割をもつ特徴点をまとめることができると期待できる一方で，広がりのあるクラスタができた場合には似ていると言えない点同士が同一視されるおそれがある．そのため，以下の実験ではそれぞれの分割方法により得られる結果を比較し，その有効性を確かめた．

日本人間工学会関東支部第 40 回大会　東海大学　2010 年 12 月 4 日，5 日

3. 実験と考察

文字間の類似度を算出する手法の評価・検証を行うために関連研究[3]で得られた主観的に類似していると評価される文字の組のうち上位 43 組を元に評価を行った. 本研究では関連研究の上位 43 文字組が本研究の結果ではそれぞれ上から何位に位置しているかを求め, その順位の和を取った値を評価指標とした. 評価指標の値が小さい程主観的に類似しているとされる文字の組が本研究で算出した類似度についても上位に存在している割合が多いことを表すため, 評価指標は小さい値をとるほうが望ましい.

メッシュ状に分割する方法では, 水平方向および垂直方向の分割数を変えながら評価値を算出し, その結果, 縦を 5 分割, 横を 7 分割した場合に最小の評価値(7857)を得た.

クラスタリングを用いて分割する方法では, クラスタ分割手法に k-means 法を用い, 特徴点の種類毎にそれぞれクラスタ数を変えながら評価を行った. 結果として, 端点のクラスタ数 11, 屈曲点のクラスタ数 3, 分岐点のクラスタ数 5, 交点のクラスタ数 6 の組み合わせにより最も小さい評価値(10862)を得た.

これらの結果を比べると, メッシュを用いた類似度算出手法のほうが評価指標として小さい値をとり, より良い評価を得たと言える.

このような評価結果になった理由として, クラスタ分割による特徴点の分類が必ずしもそれらがもつ役割を反映したものではなかったことが挙げられる.手法により同じクラスタに分類されたが別のクラスタに分けるべき特徴点の組として, 「ヤ」の左端点と「サ」の左縦棒の終点の組や 「コ」の右下屈曲点と「ロ」の左下屈曲点の組等が見られた. また, 別のクラスタに分けられているが同じクラスタに入れる方が良いと考えられる特徴点の組として, 「エ」および「ニ」の右上の端点, 「ヤ」の上端点と「サ」の左縦棒の始点等が見られた. メッシュを用いた方法では上記の特徴点の組に関しては全て期待通りに分割されていた. 以上の実験の評価・検証結果から, 本研究では, 特徴点の類似度を算出する際には, メッシュ状に分割する手法を用いることとした.

次に, 類似した特徴点の領域をメッシュ状に縦 5×横 7 分割して類似度を算出した結果のうち, 類似度が高くなった文字の組上位 10 組を表 1 に示す.

表 1　特徴点を用いて算出した類似度上位 10 組

順位	文字組	本研究	主観	順位	文字組	本研究	主観
1	ク⇔タ	0.8333	0.79	2	ツ⇔ン	0.8	0.85
2	ウ⇔ワ	0.8	0.88	7	サ⇔ナ	0.76923	0.35
2	エ⇔ニ	0.8	0.58	8	ソ⇔ン	0.75	0.94
2	コ⇔ヨ	0.8	0.67	9	ク⇔ケ	0.72727	0.64
2	ソ⇔ツ	0.8	0.86	10	ク⇔ワ	0.66667	0.44

グレーがかった文字の組は, 主観で類似しているとされる上位 43 組の文字の組に含まれている組であり, ク⇔タ, ウ⇔ワ, ソ⇔ン等人の目で見て似ていると考えられる文字同士の類似度が高くなった. 一方, ニ⇔ハ等特徴点の存在する位置が部分的に似通っているために主観では似ていないとされる文字の組の類似度が高くなる問題もあった. この点に関しては, 文字が描かれる位置の重なり具合で類似度を算出するテンプレートマッチングを用いれば解消できると考えられるため, 先行研究と本研究の手法の平均を取った値を文字間の類似度として用い, 先行研究の類似度指標と関連研究の主観で求められた類似度指標の全文字組を対象に相関係数を求めた. その結果, 先行研究と本研究で提案した 2 つの類似度の平均と関連研究の類似度とでは 0.46 程度の相関係数が得られた. 先行研究による類似度のみによる相関係数は 0.37 であったため本手法ではより主観的評価の結果に近い類似度が得られたと考えられる.

また, テンプレートマッチングにおいて, レ⇔ンやシ⇔レ等, はらいの一部が一致することから類似度が高くなってしまう文字の組に関しては本研究の類似度が小さい値をとるため, 平均による類似度の値が下がり, 主観的評価による類似度により近づく結果が得られた.

4. まとめと課題

本稿では文字の特徴点に着目した文字間の類似度算出手法を提案し, 先行研究と比べて人間の感じ方により近い類似度指標が得られたことが実験結果より示された. 一方で, 特徴点の一部が一致するために似ていない文字同士の類似度が高くなってしまう問題に関して, 先行研究で提案された類似度との平均をとっても改善が見られない場合があったため, その部分についての改善方法の検討が必要である. また, 今後は, 文字の類似性に起因して名称が類似してしまう医薬品の認可を防止すべく, 提案した文字間の類似度算出手法を用いて, 類似した既存医薬品の名称を検索・提示するシステムを構築する予定である.

5. 参考文献

1) 医薬品類似名称検索システム (2009) https://www.ruijimeisho.jp/

2) 今井貴広他:文字形状に着目した医薬品名称類似指標の提案(第 2 報), 電子情報通信学会 2010 総合大会講演論文集, A-18-3 (2010)

3) 山出康世他:カタカナ文字の形態的類似性に対する主観的評価 -医薬品名の類似性要因として-, Rikkyo psychological research vol.50, pp.79-85 (2008)

4) 酒井幸市:ディジタル画像処理の基礎と応用, CQ 出版社 (2007)

5) 森俊二:文字・図形認識技術の基礎, オーム社 (1984)

[連絡先]

羽田野輝　芝浦工業大学　工学部　情報工学科

〒135-8548　東京都江東区豊洲 3-7-5

e-mail: l07104@sic.shibaura-it.ac.jp

FAX: 03-5859-8507(木村研究室宛)

医薬品外箱データベースの構築と解析 (第 4 報)

― 医薬品外箱の開封性の要因分析 ―

○吉見洋文[*], 村岡宏紀[**], 泉谷聡[*], 木村昌臣[*], 大倉典子[*], 土屋文人[***]
([*]芝浦工業大学, [**]戸田市役所, [***]国際医療福祉大学)

Construction and analysis of database on outer cases of medicines
- Analysis of factors of easiness to open on outer cases of medicines -

○Hironori Yoshimi[*], Hiroki Muraoka[**], Akira Izumiya[*], Masaomi Kimura[*], Michiko Ohkura[*]and Fumito Tsuchiya[***]
([*]Shibaura Institute of Technology, [**]Toda City Hall, [***]International University of Health and Welfare)

1.背景と目的

医薬品は様々な種類があり，それらの外箱の形状や仕様は統一されていないため，医薬品の種類だけ医薬品外箱の種類があると言っても過言ではない。そこで, 医療従事者が医薬品外箱を開封するときに, 個別に扱い方を把握する必要がある。また，開けづらい箱や，開けるときに出る破片で指に怪我を負うことがあるなど，医療従事者の負担となっている。

このような医薬品外箱の現場の問題点に対し，本研究では，医療現場での医薬品外箱の実際の開け方を把握した上で, ユーザビリティ向上の手段を探る。

そこで，まず医薬品外箱データベースを構築[1]し, その解析を行った[2]。

今回は，サイズに関する解析の結果を報告する。

2.対象とする医薬品外箱データベース

データベースは, 7 つの薬局から回収した 608 種, 1038 個の医薬品外箱を元にし, 以下のように 4 つに分類される 38 種類の属性を有する[1]。

A）外箱表面の記載情報等（11 項目）
B）開封性（開けやすさ）に関する属性（9 項目）
C）再封性，廃棄性等の属性（11 項目）
D）実際の開け方に関する属性（7 項目）

なお，D)「実際の開け方に関する属性」のデータは，複数の薬局や一つの薬局に同じ外箱が複数ある場合に対応するため，別テーブルで管理する仕様とした[1]。

3.前報までにおける解析結果

7 薬局それぞれについて,「想定する開け方」(製薬企業が想定したと推測される開け方）と「開け方の一致状況」(回収した外箱の実際の開け方の一致状況）を調べた。その結果、A 薬局を除く 6 薬局では，一致率が 80%を超えていたことから，多くの箱は，想定する開け方で開けられていることがわかった。

「想定する開け方」と A 薬局を除いた「開け方の一致状況」のクロス集計表（表 1）から，ジッパータイプだけ不一致の割合が大きいことがわかった。

そこでジッパータイプに着目し，外箱の開け方の一致や不一致の要因を探るべく，まず「開け方の一致状況」と「外箱のサイズ」との関係を調べた。

第 2 節で述べたデータベースの属性のサイズに関する属性（外箱の縦，横，奥行の寸法で単位は mm）から，面積 3 種類と各面積の平方根 3 種類，体積の立方根 1 種類を新たな変数とし, 計 11 種類の変数を解析に用いた。

CART アルゴリズム[3]による二進木解析の結果から, 開け方の一致率が低いジッパータイプの中でも, その形状により，一致率が高い外箱と低い外箱のあることがわかった（図 1)。

表 1 「想定する開け方」と「開け方の一致状況」のクロス集計表（A 薬局を除く）

想定する開け方	開け方の一致状況		合計
	一致	不一致	
プッシュ	499(11)	19	518
ジッパー	114(15)	59(22)	173
プル	57(5)	1	58
プッシュプル	37(1)	2	39
テープ	41(1)	3	44
その他	10(3)	0	10
合計	759(37)	84(22)	843

4.新しい解析

前報の解析結果の頑健性を確かめるため,「開け方の一致状況」と「外箱のサイズ」との関係について前報とは別の解析手法を用いて解析を行った。

C5.0 アルゴリズムを用いて,「開け方の一致状況」を出力, 11 種類のサイズを入力とする二進木で解析を行った結果を図 2 に示す。ここで「想定する開け方」と実際の開け方が一致していれば 1，不一致であれば 0 である。

なお，同じ種類の外箱が数個あることによる影響

を除くため，一致状況を按分した。

図 2 から，以下のことがわかる。

- 面積縦奥行（以降「側面積」）が 2703mm^2 よりも大きい外箱は，開け方の一致率が高い
- 側面積が 2703 mm^2 よりも小さいノード 3 に，不一致である箱の多くが存在する
- 上記の不一致の外箱のその後の分岐の基準が奥行や横であることから，これらが開け方の不一致に関係している

これは，CART アルゴリズムを用いて同じ解析を行った際の分岐の基準やその値など（図 1）と，一致する点が多く見られた。

さらに，各サイズ属性と開け方の一致状況を入力とし，TwoStep クラスタ分析を行ったところ，

- 全体的にサイズが大きい外箱は一致率が高い傾向にある
- クラスタを規定する要素として，奥行，横が重要である
- 比較的サイズが小さい外箱については,明確な傾向がなかった

これらのことから，サイズの大きい外箱は一致率が高いこと，開け方の一致状況の不一致に対して，外箱の奥行や横の長さが大きく関係していることがわかった。しかし，比較的小さいサイズの外箱に関しては，一致不一致を完全に分岐できていないことから，サイズ以外の要因もあると考えられる。

５．まとめ

医薬品外箱のユーザビリティを向上させるための知見を得るため，構築した医薬品外箱データベースを用いて，前報に引き続き開封性と外箱サイズとの関係を調べる解析を行った。

解析の結果から，外箱のサイズが，開け方の一致状況に対して強く関係していることがわかった。しかし同時に，サイズ以外の要因も存在している可能性が示唆された。

今後，さらに解析を進めていく。

なお，ご協力いただいた薬局に謝意を表します。

参考文献

[1]村岡他：「医薬品外箱データベースの構築と解析—データベースの属性の決定—」，日本人間工学会関東支部第 39 回大会講演集, pp.156-157, 2009.

[2]村岡他:「医薬品外箱データベースの構築と解析」，2010 年総合大会講演論文集，基礎・境界講演論文集, p.264, 2010.

[3]牛田，高井，木暮：「SPSS クレメンタインによるデータマイニング」，東京図書株式会社, 2003.

[連絡先]
吉見洋文
芝浦工業大学工学部情報工学科
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：l07144@shibaura-it.ac.jp
TEL:03-5859-8508　FAX: 03-5859-8501

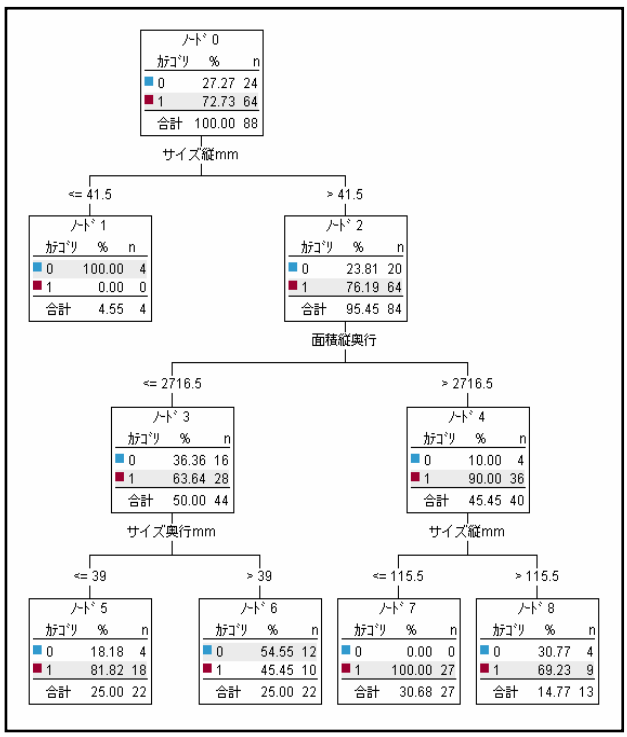


図 1　CART アルゴリズムによる二進木

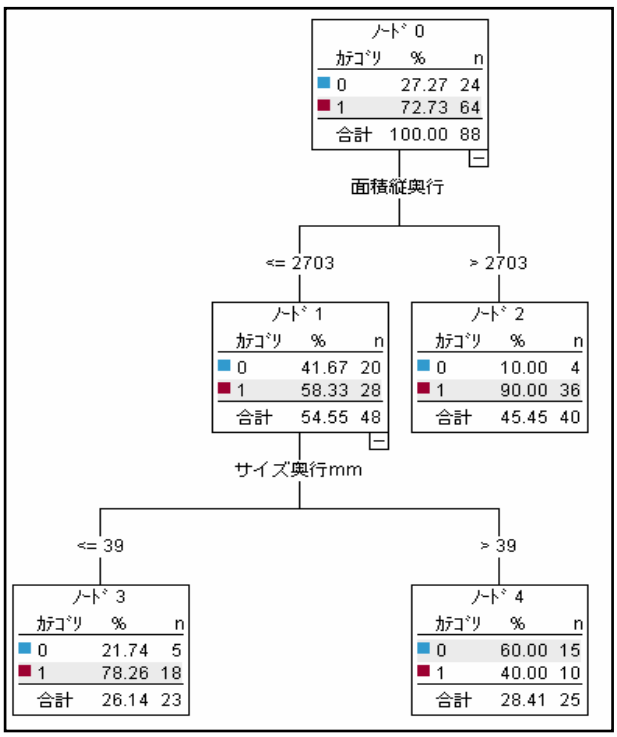


図 2　C5.0 アルゴリズムによる二進木

顔の向きを利用した電動車いすの操作インタフェースの開発

○前田 亜哉*, 森 崇*, 岩田 知之**, 富岡 遼**, 中沢 信明**
（*群馬大学工学部, **群馬大学大学院工学研究科）

Development of an Interface Using Face Directions for Operation of Auto-Wheelchair

Aya Maeda*, Takashi Mori*, Tomoyuki Iwata**, Ryo Tomioka**, Nobuaki Nakazawa**
(*Faculty of Engineering, **Graduate School of Engineering, Gunma University)

1. はじめに

近年，福祉分野において電動車いすは移動手段として有効であると考えられ，需要が高まりつつある．操作はジョイスティックによるものが主流となっているが，手腕に何らかの障害を持つユーザは，口や顎等で操作する必要があり，長時間の使用は大きな負担となる可能性がある．そのため，ジョイスティックを使用しない非拘束型インタフェース[1) 2)]が必要となってくる．

そこで本研究では，操作者の顔の向きを利用した非拘束型インタフェースの開発を行った．ここでは，鼻孔の面積および座標に着目し，画像処理により顔の向きを認識するシステムを構築した．

2. 顔の向きの認識について

2.1 鼻孔画像

図 1 に鼻孔画像を示す．USB カメラ(320×240[dots]，RGB24)で取り込んだ画像について，鼻孔周辺を切り出し，次式で二値化を行う．

$$g[i,j]=\begin{cases}1 & (R[i,j]<\varepsilon)\\ 0 & (Otherwise)\end{cases} \tag{1}$$

但し，$R[i,j]$は座標(i,j)での R 信号の輝度，ε は閾値である．図中のS_{Left}およびS_{Right}は左右の鼻孔面積をそれぞれ表しており，次式により求める．

$$S_{Left}^{(t)}=\sum_{i=0}^{a/2}\sum_{j=0}^{b}g[i,j],\quad S_{Right}^{(t)}=\sum_{i=a/2}^{a}\sum_{j=0}^{b}g[i,j] \tag{2}$$

ここで a および b は，画像処理の範囲の幅と高さである．

2.2 鼻孔の追従

本システムでは，操作者の体の姿勢は拘束されていないために，画像処理の範囲から鼻孔が外れる可能性がある．そこで，ここでは図 2 に示されるように鼻孔の追従を行い，操作者の顔の位置によって画像処理の範囲を変化させた．取得した画像全体(320×240[dots])の座標系をΣ_{xy}，鼻孔周辺の画像処理範囲の座標系をΣ_{ij}とすれば，時刻 t における鼻孔の変位は，次のように表される．

$$\begin{cases}\Delta x_{Left/Right}^{(t)}=x_{Left/Right}^{(t)}-x_{Left/Right}^{(0)}\\ \Delta y_{Left/Right}^{(t)}=y_{Left/Right}^{(t)}-y_{Left/Right}^{(0)}\end{cases} \tag{3}$$

ここで$(x_{Left/Right}^{(t)},y_{Left/Right}^{(t)})$は，左右それぞれの鼻孔座標であり，次式で表される．

$$\begin{cases}x_{Left}^{(t)}=\sum_{i=0}^{a/2}\sum_{j=0}^{b}i\cdot g[i,j]\Big/\sum_{i=0}^{a/2}\sum_{j=0}^{b}g[i,j]+x_0^{(t)}\\ y_{Left}^{(t)}=\sum_{i=0}^{a/2}\sum_{j=0}^{b}j\cdot g[i,j]\Big/\sum_{i=0}^{a/2}\sum_{j=0}^{b}g[i,j]+y_0^{(t)}\end{cases} \tag{4}$$

$$\begin{cases}x_{Right}^{(t)}=\sum_{i=a/2}^{a}\sum_{j=0}^{b}i\cdot g[i,j]\Big/\sum_{i=a/2}^{a}\sum_{j=0}^{b}g[i,j]+x_0^{(t)}\\ y_{Right}^{(t)}=\sum_{i=a/2}^{a}\sum_{j=0}^{b}j\cdot g[i,j]\Big/\sum_{i=a/2}^{a}\sum_{j=0}^{b}g[i,j]+y_0^{(t)}\end{cases} \tag{5}$$

式(4)および式(5)の鼻孔位置は，100[ms]毎のサンプリングで更新される．式(3)の$(x_{Left/Right}^{(0)},y_{Left/Right}^{(0)})$は，左右それぞれの初期位置を表している．鼻孔を追従するために，座標系Σ_{ij}の原点を座標系Σ_{xy}において$(x_0^{(t)},y_0^{(t)})$とした場合，次のように鼻孔の変位

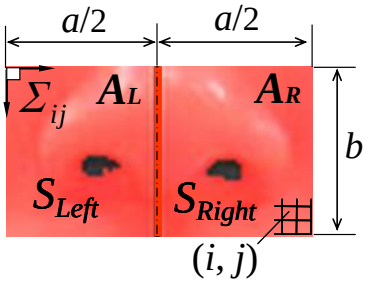


図1．鼻孔画像

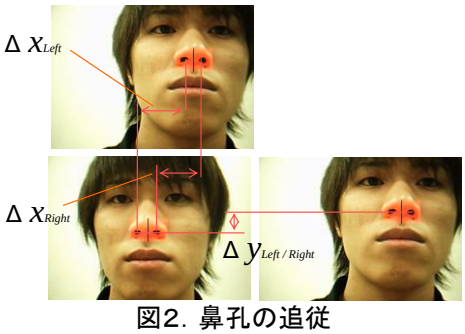


図2．鼻孔の追従

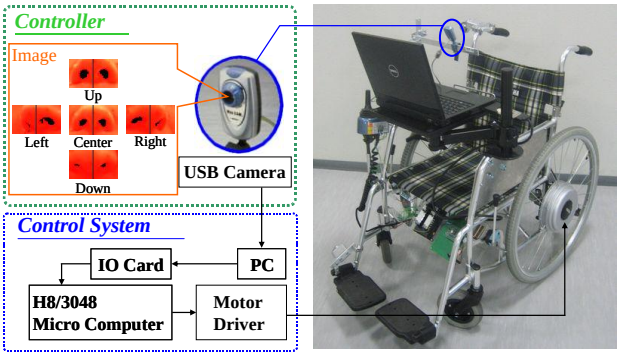


図3. 電動車いすのシステム構成

を画像処理範囲に反映させる.

$$\begin{cases} x_0^{(t)} = x_0^{(0)} + \Delta x_{Left/Right}^{(t)} \\ y_0^{(t)} = y_0^{(0)} + \Delta y_{Left/Right}^{(t)} \end{cases} \quad (6)$$

ここで, $(x_0^{(0)}, y_0^{(0)})$は初期状態における座標系 Σ_{ij} の原点位置を表している.

2.3 顔方向の判定

上下方向の認識は, 以下の判別式を利用する.

$$(S_{Left/Right}^{(t)} - S_{Left/Right}^{(0)} > S_U) \cap (y_{Left/Right} > y_U) \quad (7)$$

$$(S_{Left/Right}^{(t)} - S_{Left/Right}^{(0)} < S_D) \cap (y_{Left/Right} < y_D) \quad (8)$$

式(7)が満たされた場合には上方向, 式(8)が満たされた場合には下方向が認識される. ここで, S_U および S_D は上下方向の面積に関する閾値, y_U および y_D は位置に関する閾値である. 一方, 左右方向については, 次の判別式を利用する.

$$(S_{Right}^{(t)} - S_{Left}^{(t)} < S_L) \cap (x_{Right}^{(t)} - x_{Right}^{(0)} < x_L) \quad (9)$$

$$(S_{Left}^{(t)} - S_{Right}^{(t)} < S_R) \cap (x_{Left}^{(t)} - x_{Left}^{(0)} < x_R) \quad (10)$$

式(9)が満たされた場合には左方向, 式(10)が満たされた場合には右方向が認識される. ここで, S_L および S_R は左右方向の面積に関する閾値, x_L および x_R は位置に関する閾値である. 以上のように, 鼻孔面積の変化に加え, 鼻孔位置の変化も取り入れた.

3. 電動車いすの操作システム

開発した認識システムを電動車いすの操作に適用した. システム概略を図３に示す. 操作者の前にはUSB カメラを設置し, 実時間で操作者の顔画像を取り込む. なお, 制御用パソコンから IO ボードによって制御信号が送信され, 車輪の制御を行った. 図４にフローチャートを示す. 操作者は顔を上下左右に向けることで車いすを操作する. 車いすの動作は

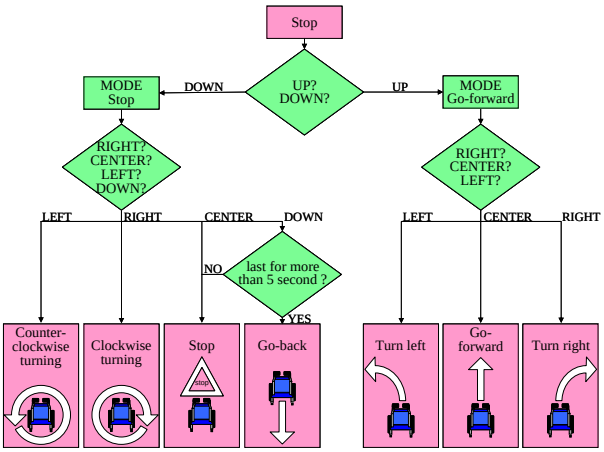


図4. 検証実験の結果

以下のように割り当てた. 顔を上下に向けることで, 前進モード, 停止モードがシフトする. 前進モード時に顔を左, 右に向けると, それぞれ, 左斜め前方, 右斜め前方にカーブを描きながら前進, 再び顔を正面に向けると直進する. 一方, 停止モード時に顔を左, 右に向けると, それぞれ, 時計回り, 反時計回りに回転, 顔を正面に向けると停止する. また, 顔を下に向けた状態を 5 秒以上維持すると後退することが可能である.

4. 結言

本システムでは, 操作者の顔方向の変化を利用することで, 電動車いすを操作することが可能である. 今後の課題としては, 走行中に生じる外界の明暗の変化に対応できるように, 鼻孔追従アルゴリズムを改良することがあげられる.

参考文献

1) J. Sun-ju el al., Vision based interface system for hands free control of an intelligent wheelchair, Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, Vol.6, No.33,pp.1-17, 2009

2) Y. Adachi et al., Intellignet Wheelchair Using Visual Information from the Human face, Journal of the Robotics Society of Japan,Vol.17, No.3,pp.423 -431,1999

[連絡先]
前田亜哉
群馬大学工学部生産システム工学科
〒373-0057 群馬県太田市本町 29-1
e-mail：t07303039@gunma-u.ac.jp
Fax：0276-50-2235（中沢研究室宛）

視線入力インタフェースの新たな利用法の提案

○大橋照明*、西内信之*、山中仁寛*、朴美卿*
(*首都大学東京大学院システムデザイン研究科)

Proposal of New Method for Utilization of Eye-Gazing Input Interface

Teruaki Ohashi*, Nobuyuki Nishiuchi*, Kimihiro Ymanaka* and Mi-Kyong Park*
(Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

近年、パソコンの性能やネット環境が急激に進化したことで、労働現場以外においてもパソコンをこれまで以上に長時間使用する人が増加している。これらの要因も影響し、マウス症候群になる患者数も上昇している傾向にある。マウス症候群とは要因別に大きく2つに分類できる。1つはマウスを使うことによる手・腕などの健康障害である。クリックやカーソル移動を頻繁に反復することで、腱鞘炎などの症状を起こす。もう1つはマウス使用に伴う身体の軸の崩れにより生じる様々な問題である。マウスを利き手だけで使用することにより、身体の軸が崩れ、神経や血管が圧迫されたり、または不自然に伸ばされたりしてしまう。その結果、頭痛、腰痛、目の疲れ、胃痛など全身の様々な症状を引き起こす。このようにマウス症候群は手や腕だけでなく全身にも症状を引き起こす、重大な問題である。

そこで、様々な対策を施したマウスやグッズが開発、研究されてきている。具体的には、クリック時に指を曲げなくて済むマウスやリストレスト、アームレストなどが挙げられる。一方でユーザ側での対策として、姿勢を正すことやストレッチをすることが効果的であるとされており、マウス症候群の予防もできると言われている。

しかし、これらの多くが、マウスを手で操作することが前提となっており、根本的な解決を目指すのであれば、新たなアプローチが必要になってくる。そこで本研究では、マウスに代わって視線入力インタフェースを用い、手への負担を減らしマウス症候群への対策にすることを目的とし、視線検出法の検討、視線入力インタフェースの新たな利用法を提案する。

2. 視線入力インタフェースについて

2.1 従来の視線検出法

視線入力インタフェースでは、リアルタイムに目の位置(眼球方向)を精度よく検出することが求められる。従来の視線検出方法として、サーチコイル法、EOG 法、角膜反射法、テンプレートマッチング法等が挙げられる。サーチコイル法は、コイルをつけたコンタクトレンズを装着し、磁界中でのコイルの動きから眼球の動きを求めるものであり、検出精度は高いが、ユーザへの負担が極めて大きい。EOG 法は、目の周辺に電極を貼り付け、眼球の電位差を測定するものであるが、ユーザへの負担が大きく、検出精度も高くない。角膜反射法は近赤外線を利用し、瞳孔中心およびプルキニエ像を検出する。高い検出精度が得られるが、近赤外線を制御するための装置が必要である。テンプレートマッチング法は、カメラからの入力画像に対し、ある閾値以上でマッチングした個所を各部位として決定していくものであり、検出の安定性に問題が残っている。

2.2 視線入力インタフェースの問題点

(1) 視線検出法をインタフェースとして利用するときの問題点

先に述べた視線検出法のうち、サーチコイル法、EOG 法などではユーザに特殊な装置を装着させるため、ユーザへの身体的負担が大きくなる。角膜反射法では近赤外線を目に照射しており、短時間の実験的な計測での利用は保障されているが、インタフェースとしての利用では、目への影響が懸念される。また、従来の多くの視線入力インタフェースには、特殊なカメラ、装置、光源が必要であり、ユーザの経済負担も大きい。

(2) 視線位置をポインティングとして利用するときの問題点

従来の研究では、視線位置をカーソル位置に対応させている視線入力インタフェースが見られた。視線検出時の計測誤差や固視微動の影響により、視線位置をカーソル位置に対応させてしまうと、カーソルの扱いが困難になりユーザのストレスになってしまうと考えられる。

(3) 注視・瞬きをクリック動作として利用するときの問題点

視線入力インタフェースでのクリック動作は、従来の研究では、注視や瞬きが用いられてきた。注視は、ある1点を数秒間見ることでクリック動作と認識させている。一方、瞬きは、通常時の瞬きが平均 100～150 ミリ秒とされているので、それ以上の時間目を閉じることで通常時の瞬きと区別し、クリック動作と認識させている。

しかし、注視や瞬きでのクリック動作では、数秒間の

静止が必要になり、1回のクリック動作に対し、時間がかかりすぎてしまう。また瞬きによるクリック動作では、アフォーダンスを優先させ、左クリックは左目の瞬きに対応させるといったものが多いが、片目の瞬きは連続で行うには非常に扱いづらく、ユーザのストレスになってしまう。

2.3 視線入力インタフェースの位置づけ

これまで、視線入力インタフェースの多くは、主に肢体不自由な障がい者向けに研究、開発されている。また先に述べた問題点から、視線入力インタフェースは健常者が常時パソコンを利用するときのインタフェースとして利用することは難しく、普及していないのが現状である。健常者が視線入力インタフェースを日常的に利用するために、以下の条件が重要となってくる。

- 簡易性:ユーザの個人特性や誤差を補正するための作業(個人キャリブレーション)が不必要である。
- 柔軟性:照明条件、発汗、眼鏡、コンタクトレンズの装着など、環境、状況が変化しても高い視線測定精度を保てること。
- 自由性:ユーザは特殊な装置を装着する必要がなく、頭部の固定もない。マウス操作との併用可。

大和らは、拡張方式等を提案し、より扱いやすく効率のよい健常者向けのインタフェースを作成した[1), 2)]。しかし、大和らの方法では頭部に視線検出のためのカメラを固定する手法を使用しており、ユーザの自由性に改良の余地がある。また大野らは、簡易性の高い視線入力システムの提案に成功している[3)]。しかし、撮影可能な頭部位置が 4cm 四方程度と限定されているため、頭部の自由性に改良の余地がある。

3. 新たな視線検出法の提案

本研究では、視線検出時のユーザへの負担を軽減し、視線入力インタフェースの自由性を高くした視線検出法を提案する。特殊な装置は装着せずに、非接触で顔画像を取得し、視線検出、瞬き検出処理を行う(図 1)。

(a) (b) (c)

図 1 視線検出・瞬き検出の画像処理のフロー

ここでは、大まかな画像処理のフローを示す。

(a) 画像の取得:頭部の動きの自由を考慮

(b) 二値化処理:輝度値による二値化処理

(c) 目の特徴点抽出:眼球方向、目の開閉度を算出

4. 視線入力インタフェースの利用法の提案

視線位置をポインティングとして利用するときのユーザ負担の軽減のために、次のような利用方法を提案する。図 2 は、ポータルサイト Yahoo!JAPAN のトップページであるが、左のカテゴリメニューを選択したい場合、マウスまたは視線で近辺の位置をポインティングして決定(クリック動作)し、右下の赤線枠内のように拡大した画面を表示する。そこで再び視線でポインティングし選択(クリック動作)することで、固視微動や計測誤差等による選択ミスや扱いの難しさを軽減できると考えている。なお、拡大領域が決定後は、右下の赤線枠内だけで視線がアクティブになるようにする。

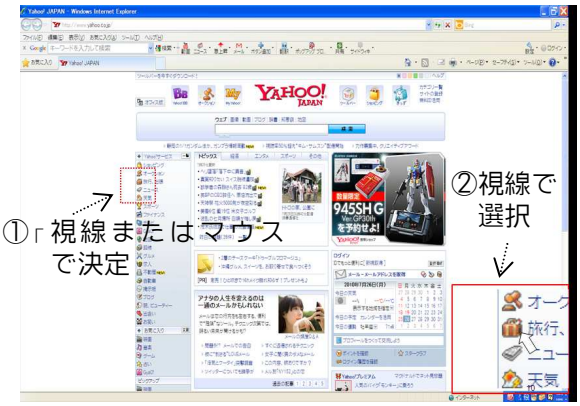


図 2 視線インタフェースの新たな利用法

5. 参考文献

1) 大和正武, 門田暁人, 松本健一, 井上克郎, 鳥居宏次: 一般的な GUI に適した視線・マウス併用型ターゲット選択方式, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.6, pp.1320-1329, (2001).

2)大和正武, 神代知範, 門田暁人, 松本健一: 視線・マウス併用型インタフェースのドラッグ&ドロップ操作への適用, 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.1, pp.166-175, (2003).

3) 大野健彦, 武川直樹, 吉川厚: 眼球形状に基づく視線測定システム FreeGaze, 日本電信電話株式会社, NTT コミュニケーション科学基礎研究所.

4) 大野健彦, 武川直樹, 吉川厚: 眼球形状に基づく視線測定システム, 情報処理学会研究報告, 2001-Hl-93, pp.47-54, (2001).

[連絡先]
大橋照明
首都大学東京大学院システムデザイン研究科
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail : ohashi-teruaki@sd.tmu.ac.jp
Fax:042-585-4506(西内研究室)

単眼式ヘッドマウントディスプレイのナビゲーション利用による生理・心理的影響

○齋藤 寛子*, 菊地 啓太*, 大島 佳介*, 盛川浩志*, 河合 隆史*, Jukka Häkkinen**, Göte Nyman**
(*早稲田大学理工学術院, **Department of Psychology, University of Helsinki)

Psycho-physiological effects by walking navigation using a monocular head-mounted display

Hiroko Saito*, Keita Kikuchi*, Keisuke Oshima*, Hiroyuki Morikawa*,
Takashi Kawai*, Jukka Häkkinen**, Göte Nyman**
(*Faculty of Science and Engineering, Waseda University, **Department of Psychology, University of Helsinki)

1. はじめに

ユビキタスコンピューティングの発展が目覚ましい中, 歩行者に対するナビゲーションは, 有用なアプリケーションの一つとして注目されている. その視覚情報の呈示デバイスとして, 頭部に搭載するヘッドマウントディスプレイ(HMD)があげられるが, 実使用の想定される環境下での人間工学的知見は乏しいのが現状である. そのため筆者らは, HMD を用いたユビキタスコンピューティングの実証的検討を, 継続的に行っている[1]. 本稿では, 単眼 HMD を用いて呈示される情報の, 実環境との関係性が及ぼす生理・心理的影響の評価結果について報告する.

2. 方法

2. 1 条件

ヘッドフォン一体型の単眼 HMD(Nikon, UP 300X)を用いて, 以下の 3 条件を設定した.

1)映像コンテンツの視聴と同時に, ナビゲーション情報も取得しながら歩行する.

2)映像コンテンツは視聴せず, ナビゲーション情報のみを取得しながら歩行する.

3)HMD は装着するが, 情報を取得せず歩行する.

映像コンテンツには, ニュース番組を使用した. ナビゲーションは, 歩行状況に応じ, 実験者が無線機を通じて, 進行方向の矢印を HMD に呈示した. 矢印は JIS 規格のデザインとし, 呈示タイミングは参加者が進行方向を変える 8mー13m 手前[2]とした. また, ナビゲーションの呈示時間は約 5 秒間した. 歩行環境は大学の棟内で行うものとし, 3 ルートを用意した. 各ルートのコーナー数, 階段数は同じとし, 階間の移動には下り階段のみ使用した. 上記 3 条件と, 3 ルートをランダムに組み合わせて, 各試行を実施した. なお, 参加者は, 20～22 歳の 10 名(男性 6 名, 女性 4 名)であった.

2. 2 手続き

参加者には, 各試行前に質問紙への回答を求めた. 記入後, 頭部には単眼 HMD, 胸部に心拍計, 手首に腕時計型モジュールをそれぞれ装着してもらい, 無線受信機, バッテリーが入ったバックを肩から下げる形で保持を求めた(図 1). 準備が完了した参加者は, 実験者の教示に従い, 各ルートの開始地点から 5 分間, 歩行し, その後, 再度, 質問用紙に回答を記入した. これを 1 試行とし, 合計 3 試行を行った. 試行順序は参加者間でランダマイズした. 全試行終了後に, 参加者に対するインタビューを行った.

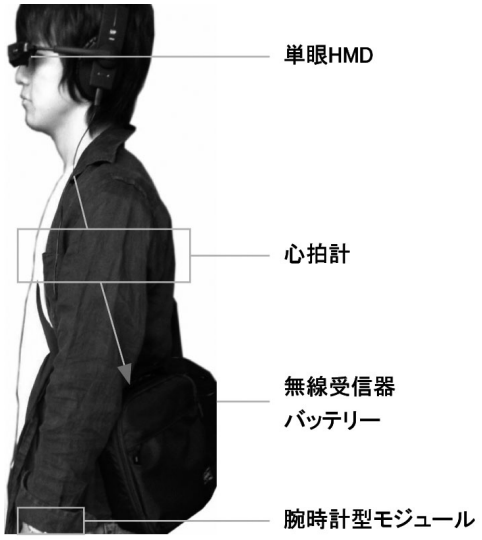


図 1 参加者が装着・保持した機器類

2. 3 評価指標

生理指標には, 心拍を用いた. 心拍計(Polar, RS800CX)を, 腕時計型モジュールに同期させ, 測定データを記録した. 一方, 心理指標には, NASA-TLX[3]と, 映像の不快感に関する自覚症状調査[4]を用いた. NASA-TLX は, 精神的要求, 身体的要求, 時間的圧

迫感，作業達成度，努力，不満から構成されている．自覚症状の調査は，28 項目の質問に対し，7 件法で回答する．各質問項目は，眼精疲労因子，映像酔い因子，眼がしみる感因子に，それぞれ分類される．

3．結果

3．1　心拍

各条件における平均心拍数を，図 2 に示した．情報を呈示しなかった条件 3 が多く，ナビゲーションのみ呈示した条件 2 が少ないという傾向がみられた．歩行距離の観点からは，条件 3 が最も長く，映像コンテンツとナビゲーションを呈示した条件 1 が歩行距離は短いにも関わらず，条件 2 よりも平均心拍数が多いことが分かった．

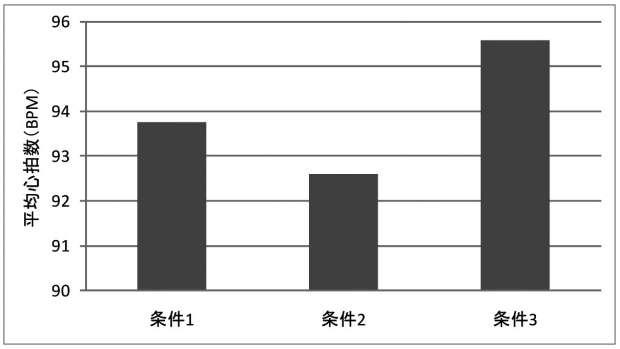


図 2　各条件における平均心拍数

3．2　NASA-TLX

各条件における Total Workload を，図 3 に示した．呈示される情報量の増加に伴い，メンタルワークロードが上昇する傾向がみられた．

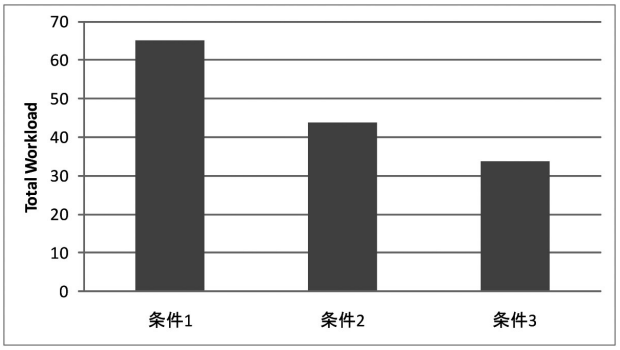


図 3　各条件における Total Workload

3．3　映像の不快感に関する自覚症状

試行前をベースラインとした変化率に変換し，解析を行った．各条件における因子毎の平均変化率を，図 4 に示した．眼精疲労因子では，条件 1，2 の上昇率が顕著であったのに対し，映像酔い因子では条件 1 において，眼がしみる感因子では条件 2 において，それぞれ顕著な上昇がみられた．条件 3 では，いずれの因子においても低く評価されていた．

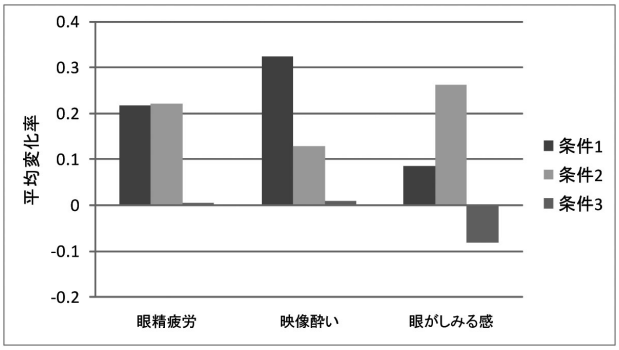


図 4　映像の不快感に関する自覚症状

4．まとめ

本稿では，単眼 HMD を用いたナビゲーション情報の呈示時における，実環境との関係性が及ぼす影響について検討を行った．結果から，実環境と無関係な映像コンテンツを呈示した条件では，メンタルワークロードの上昇が顕著であった．また，ナビゲーションのみを呈示した条件と比べ，映像の不快感に関する自覚症状が，質的に異なる傾向がみられた．心拍は，歩行距離を統制した上での再検討が課題としてあげられた．今後は，より詳細な分析を通して，安全で快適なユビキタスコンピューティングに関する基礎的な知見の取得を目指す．

参考文献

1）T. Kawai et al.：Ergonomic evaluation of ubiquitous computing with monocular head-mounted display, SPIE, Vol.7542, 754202-1-9（2010）
2）田中晴美：透過性 HMD を用いた歩行者経路提示の評価，Human Interface，8（3），117-122（2006）
3）芳賀繁，他：日本語版 NASA-TLX によるメンタルワークロード測定，人間工学，Vol.32，No.2，71-79（1996）
4）大野さちこ，他：Head Mounted Display をゲームに使用して生じる動揺病の自覚評価，映像情報メディア学会誌，Vol.54，No.6，887-891（2000）

Acknowledgement

本研究の推進にあたり，日本学術振興会による二国間交流事業 共同研究の助成を得た．ここに感謝の意を表する．

[連絡先]
齋藤寛子
早稲田大学基幹理工学部表現工学科河合研究室
〒169-8555　東京都新宿区大久保 3-4-1
e-mail：hirokosaito@akane.waseda.jp

ヘッドマウントディスプレイの呈示方式が歩行使用時に及ぼす影響

○大島佳介*, 齋藤寛子*, 山添崇*, 盛川浩志*, 河合隆史*, Jukka Häkkinen**, Göte Nyman**
(*早稲田大学理工学術院, **Department of Psychology, University of Helsinki)

Psycho-physiological effects while walking with head-mounted displays

Keisuke Oshima*, Hiroko Saito*, Takashi Yamazoe*, Hiroyuki Morikawa*,
Takashi Kawai*, Jukka Häkkinen**, Göte Nyman**
(*Faculty of Science and Engineering, Waseda University, **Department of Psychology, University of Helsinki)

1. はじめに

ヘッドマウントディスプレイ(HMD)は, ウェアラブルコンピュータの視覚ディスプレイとしての応用が期待されており, 実用化も進められている. ユビキタス環境への適用が進められる一方で, HMD の評価そのものは実験室環境下で行われることが多く, 実使用が想定される, 公共施設や室外などの生活環境下における人間工学的知見は少ないのが現状である. 加えて HMD では, 両眼式, 片眼式, シースルー形, 遮蔽形といった多様な呈示方式が存在し, ユーザの観点からの各方式の特性も, 明確とはいえない. そこで本研究では, HMD の呈示方式が, 歩行時のユーザに与える生理・心理影響を調べることを目的として, 実験的検討を行った.

2. 実験

2.1 参加者

参加者は 21～22 歳の男性 6 名, 女性 4 名の合計 10 名であった. 参加者の視力は矯正視力もしくは裸眼視力とし, 1.0 以上を確保した. ホールインカード法で優位眼を調査し, 片眼呈示時の観察眼とした.

2.2 実験環境及び機材

実験には, 両眼式シースルー形の HMD を用いた. この HMD は, 両眼呈示と片眼呈示の切り替え機能を実装している(図 1). 解像度は 640×480 であり, 視野角は 27.5 度, 視距離 3m での 60 インチスクリーンの観察に相当する. 片眼呈示時に, 黒色のプラスチック板を投影面の背面に装着することで, 片眼式・遮蔽形の条件を用意することができた.

映像の出力には携帯型マルチメディアプレーヤ(Apple, iPod touch)を用いた.

生理指標の測定には, 心拍計とストライドセンサー(Polar, RS800CX)を用いた. これらは腕時計型モジュールで同期されており, データの記録は当該モジュールで行った. 歩行環境は大学の棟内で行うものとした. 階間の移動には, 階段を下りのみ使用した.

図 1. 実験に用いた HMD

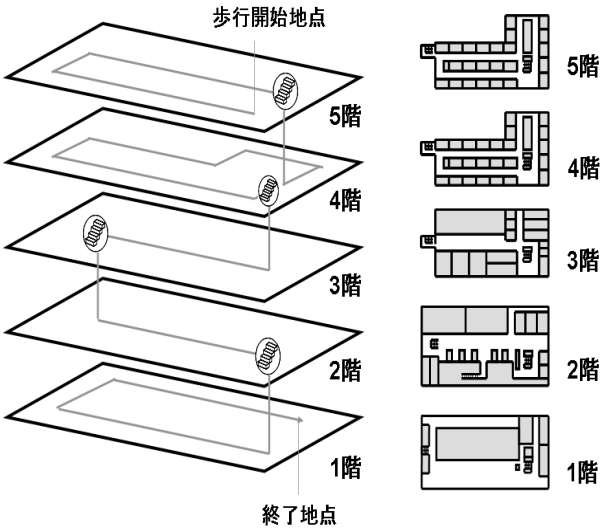


図 2. 実験で用いた歩行ルート(左)と各階のマップ(右)

2.3 実験条件

実験条件は, HMD の呈示方式を要因として, 以下の 4 水準を設定した.

(1) 両眼式・シースルー形
(2) 片眼式・シースルー形
(3) 片眼式・遮蔽形
(4) コントロール(映像を呈示せず, HMD を装着)

なお, 刺激映像には, ニュース番組を用いた.

2.4 評価項目

主観評価指標として, 眼精疲労に関する自覚症状 [1] と NASA-TLX[2]を用いた. 客観評価の指標として, 心拍数と歩行速度 [3]を用いた.

2.4 実験手順

被験者は試行前に質問用紙に回答を記入した. 記入後に HMD を着用し, 胸部に心拍計, 靴にストライドセンサー, 手首に腕時計型モジュール, 手にメディアプレーヤ一式を持たせた. 準備が完了した被験者は, 実験者の誘導の元, 大学棟内を決められたルートに沿って約 600m の距離を歩行した. 被験者は試行後に再度質問用紙に回答を記入した. これを 1 試行とし, 条件ごとに合計 4 試行を行った. 試行順序は被験者間でランダムなものとした. HMD の呈示される映像もランダムなものとした. 全試行終了後に被験者への自由回答を求めた.

3. 結果

3.1 心拍数

1 要因の分散分析の結果, 有意差が認められた(P＜0.05). HMD 装着時には, 心拍数が上昇しており, 両眼式・シースルー形, 片眼式・シースルー形, 片眼式・遮蔽形の順で, 顕著となった.

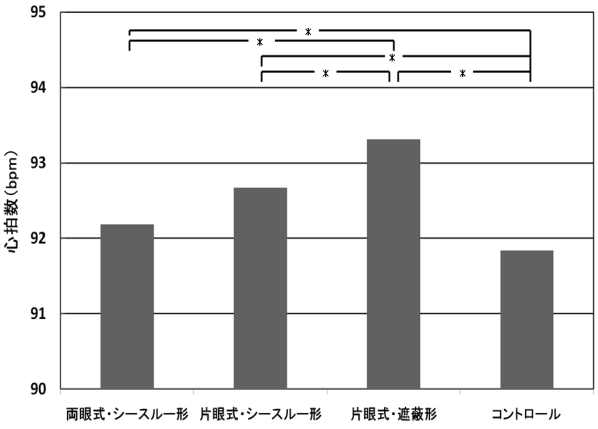


図 3. 平均心拍数 (＊: p<0.05)

3.2 歩行速度

1 要因の分散分析の結果, 有意差が認められた. 筆者らの先行研究 [3]と同様に, HMD の装着時には, 歩行速度の減少がみられた.

3.3 NASA-TLX

図 4 に, NASA-TLX の Total Score を示した. 1 要因の分散分析の結果, コントロールが HMD の装着時よりも有意に低く(P＜0.05), 呈示方式間では心拍数と同様の傾向がみられた.

3.4 眼精疲労に関する自覚症状

条件間で眼精疲労に関する自覚症状には, 有意差は見られなかった.

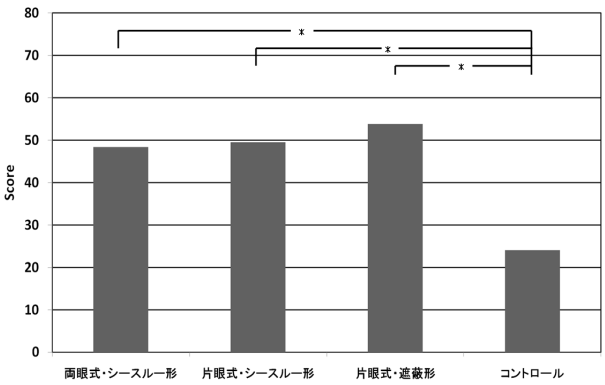


図 4. NASA-TLX Total Score (＊ : p<0.05)

4. まとめ

本研究の結果より, HMD 着用時には, 客観評価指標である心拍数と, 主観評価指標である NASA-TLX の結果が近似する傾向を示した. このことは, HMD の歩行使用時において, 両眼での実世界の視覚情報や呈示される刺激映像の情報量が制限されることにより, 負荷を増大させる可能性を示唆している.

今後の課題として, HMD を用いて呈示する視覚情報と実世界との関係性が, 歩行使用時に及ぼす影響について検討を行うことが挙げられる.

参考文献

1) 大野さちこ, 鵜飼一彦 : Head Mounted Display をゲームに使用して生じる動揺病の自覚評価, 映像情報メディア学会誌, Vol.54, No.6, 887-891, 2000

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, No.2, 71-79, 1996

3) T. Kawai, J. Häkkinen, et al.: Ergonomic evaluation of ubiquitous computing with monocular head-mounted display, SPIE, Vol.7542, 754202-1-9, 2010

Acknowledgement

本研究の推進にあたり, 日本学術振興会による二国間交流事業 共同研究の助成を得た. ここに感謝の意を表する.

[連絡先]

大島佳介

早稲田大学基幹理工学部表現工学科河合研究室

〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1

Tel.: 03-5286-2853

E-mail: applegarden@ruri.waseda.jp

液晶テレビの観視画角の違いが身体動揺と心理評価に及ぼす影響

○関根　豪，窪田　悟（成蹊大学），岸本和之，合志清一（シャープ），
五十嵐陽一（パナソニック液晶ディスプレイ），松本達彦，芳賀秀一，中枝武弘（ソニー）

Effects of LCD-TV visual angle on body sway and psychological response

Go Sekine, Satoru Kubota (Seikei University), Kazuyuki Kishimoto, Seiichi Gohshi (Sharp Co.), Youichi Igarashi (Panasonic LCD Co., Ltd.), Tatsuhiko Matsumoto, Shuichi Haga and Takehiro Nakatsue (Sony Co.)

1. はじめに

大画面映像の視聴における誘導効果と心理評価については，HDTV(High Definition Television)開発の初期段階で基本的な検討が行われている．Hatada ら[1)]は，臨場感は水平観視画角 20°から上昇し、80°～100°で飽和することを示した．また，清水ら[2)]は，広視野映像が重心動揺に及ぼす影響について検討し，水平観視画角約 90°で誘導効果が飽和することを示した．

しかし，これらの研究は，ドーム型スクリーンや特殊レンズを装着したスライドプロジェクターによる静止画を用いた研究である．大画面の HDTV が製品化された現在，適正な視聴条件の設定という観点から，実際の HDTV に動画を表示して，観視画角と誘導効果や心理評価との関係について検討する必要がある．

本研究では，65 型のハイビジョン液晶テレビを用いて，水平観視画角（観視距離）の違いが，映像観視時の身体動揺および主観的な臨場感や誘導感などの心理評価に及ぼす影響について実験的に検討した．

2. 方法

ディスプレイは 65 型ハイビジョン液晶テレビを用いた．表示輝度はピーク白輝度で 150cd/㎡に設定した．実験室の照度は画面照度で 150 lx にした．

水平観視画角は観視距離を変えることによって 15，30，45，60，75°の 5 条件に設定した．観視距離では，それぞれ 540cm，265cm，172cm，123cm，93cm であった．

表示映像は，クローバーフィールド（パラマウントジャパン）とスパイダーマン3（ソニー・ピクチャーズエンタテインメント）からそれぞれ1分間を抜粋したもので，映像 A，映像 B として用いた．これらは Blu ray で提供されるハイビジョン映画コンテンツから身体動揺が誘導されやすいと考えられる映像として選択したものである．

映像 A は，手で保持したハンディカムを使って，主に動く人物のクローズアップを歩きながら撮影した映像である．映像 B は，固定カメラを使って引きで撮影されており，被写体が空間をダイナミックに動く映像である．これら2つの映像を音響 OFF で用いた．

被験者は 40 名（男性 36 名，女性 4 名，20～24 歳）で，2つの映像にそれぞれ 20 名ずつ割り当てた．

身体動揺は，自作のフォースプレートの 4 箇所に装着したロードセルの出力を 20Hz で A/D 変換して記録した．観視画角 5 条件と，映像を観視しない統制条件を実験の最初と最後に行い，合計 7 回（7 分間）の身体動揺を測定した．

図 1　動画像観視時の身体動揺の計測状況

図1は実験風景である．被験者は，フォースプレートの上に両足間隔 20cm で立ち映像を観視した．姿勢転換せずに観視するように指示した．

また，各条件で映像観視後に 8 項目の心理評価を 9 段階の評定尺度で評価した．評価項目は，臨場感，精細感，圧迫感，快適感，疲労感，誘導感，映像の明るさ感，観視距離の 8 項目である．評価尺度は，臨場感，精細感，圧迫感，快適感，疲労感，誘導感の 6 項目については 1 を”まったく感じない”，5 を”どちらともいえない”，9 を”非常に感じる”とした．観視距離と映像の明るさについては，1 を”非常に近い(暗い)”，5 を”ちょうど良い”，9 を”非常に遠い (明るい)”として評価した．なお，順序効果を相殺するために被験者によって観視画角条件の提示順を変えた．

3. 結果と考察

図 2 に，ある被験者の 1 分間の重心動揺の軌跡図を示した．フォースプレート上での重心移動を二次元平面上で表した図である．映像を提示しない統制条件と比較して，観視画角 75°で重心動揺が大きいことが認められる．

図 3 に 2 つの映像における水平観視画角と身体動揺量との関係を示す．身体動揺量は身体動揺総軌跡長の統制条件との比である．映像 A，映像 B ともに，観視画角が増加すると身体動揺量は増加している．身体動揺量について分散分析，映像（2 水準：被験者間要因）×観視画角（5 水準：被験者内要因）を行った．その結果，観視画角の要因は有意であった．

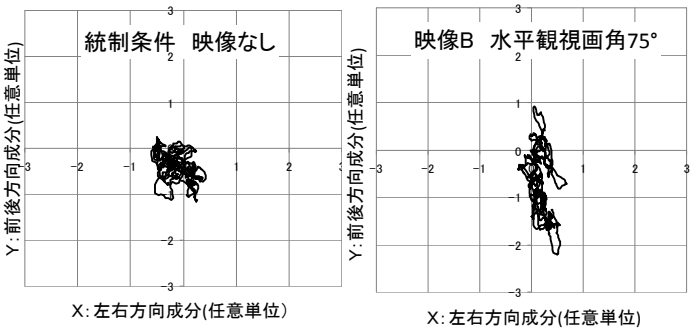


図 2　重心動揺軌跡図　左:映像なし，右:75°条件

それぞれ映像 A（$F(4,76)=4.4, p<0.01$），映像 B（$F(4,76)=6.6, p<0.01$）であった．また，映像×観視画角の交互作用が有意であった（$F(4,76)=2.7, p<0.05$）．すなわち，映像によって観視画角の変化が身体動揺に及ぼす影響が異なるといえる．映像 A に比べ映像 B の方が，観視画角が大きい条件で身体動揺量が多いためである．

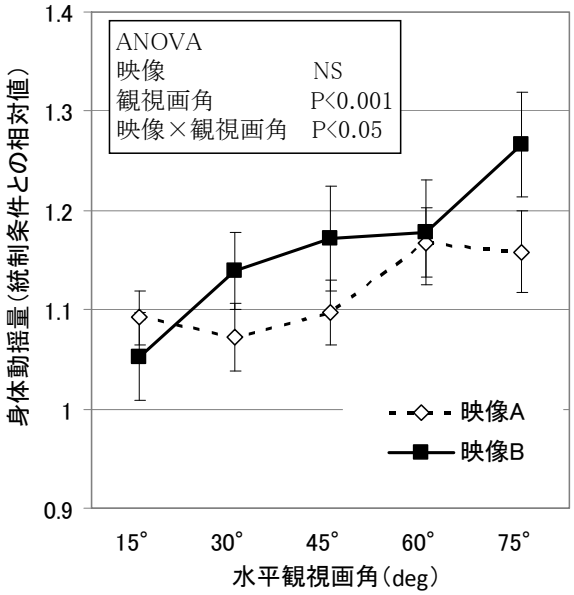


図 3　観視画角と身体動揺量との関係
身体動揺量は身体動揺総軌跡長の統制条件との相対値，20 名の平均値と標準誤差を示す

図 4 に心理評価の結果を示した．8つの評価項目の中から，臨場感，誘導感，疲労感，快適感，圧迫感，視距離を示す．臨場感と誘導感は観視画角が大きくなるにつれ評価が上昇するが 45°から飽和傾向にある．臨場感については，いずれの映像でも 30°と 45°の間では有意差が認められたが 45°以上では有意差は求められなかった．

一方，疲労感，快適感，圧迫感は観視画角が大きくなるにつれ評価が著しく低下した．また，映像 B よりも映像 A の方が快適感が低く（$F(1,19)=13.38, p<0.05$），疲労感も高かった（$F(1,19)=13.41, p<0.05$）．したがって，短時間の観視から映像による快適感および疲労感の差が検出でき，観視画角の拡大が身体動揺に及ぼす影響も映像によって異なることが示されたといえる．

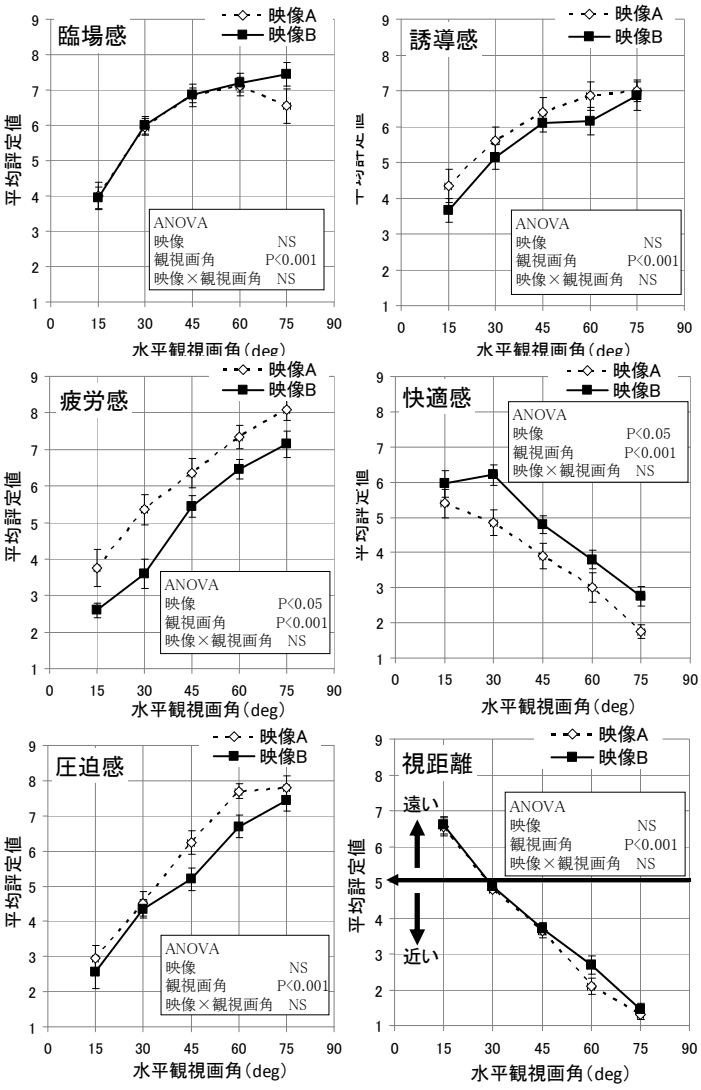


図 4　主観評価の結果
各条件における 20 名の平均値と標準誤差

4. まとめ

液晶テレビの観視画角（観視距離）の違いが，身体動揺量および臨場感，誘導感，快適感などの心理評価に及ぼす影響について 2 つの映像を使って検討した．

観視画角が増加すると身体動揺量は有意に増加したが，増加傾向は映像で異なった．臨場感と誘導感は水平観視画角 45°以上で飽和傾向を示した．疲労感，快適感，圧迫感は，観視画角が大きくなると評価が著しく低下した．また，実験に用いた 2 つの映像間で疲労感と快適感に有意差が認められた．一方，観視距離がちょうど良いと感じられるのは水平観視画角 30°弱であり，HDTV の設計視距離 3H の 33°より若干遠かった．

ディスプレイの大画面化にあたっては，誘導効果や臨場感だけでなく，実際の動画の視聴を前提にして，疲労感，快適感，圧迫感などの負の要因も考慮した視聴条件の最適化が望まれる．

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

参考文献

1)Hatada,et al.:SMPTE J,89-8,pp.560-569,1980
2)清水ほか:テレビジョン学会誌,45-1,pp.108-110,1991

顔の向きと口の開閉を利用した運筆動作支援システムの開発

○飯塚進哉*，中沢信明*
（*群馬大学大学院工学研究科）

Support system for writing motion with face direction and mouth open/close actions

○Shinya Iizuka*, Nobuaki Nakzawa*
(*Graduate school of Engineering, Gunma University)

1.諸言

近年，パソコンの著しい普及により文書の作成は容易かつ便利になったその一方で，手書きによる文字や絵の描写は，手紙を書く場合など，一つの表現手段として考えられ，欠くことのできないものとなっている。特に，肢体に何らかの障害を持つユーザーのために，様々なタイプのパソコン入力支援装置が開発されてきたが，自ら筆を運ぶ手書き動作については支援の装置がなく，筆を口にくわえた状態で文字を書く，あるいは絵をかくケースが多い。そこで本研究では，顔の動きを利用し，非接触で文字等の運筆が可能な支援システムを開発した。ここでは，鼻孔および口の動きを画像処理し，操作に反映させる手法を提案する。

2.本システムの概略

本システムでは PC に接続された USB カメラ(320×240dot,30fps,RGB24)で操作者の顔を撮り画像処理により操作者の鼻孔位置，開口面積を認識する。操作者は，カメラと鼻孔までの距離約 30cm,高さ約 10cm に座り操作を行う。なお，顔の動きとディスプレイに映し出される動きを一致させるため，ミラーリング処理を行った。実際にカメラで撮影した画像を図 1 に示す。

画像処理により求めた鼻孔の中心座標を筆の位置，開口面積を書くかどうかの判定，筆圧などに利用する。

また，本システムでは処理範囲を鼻孔と口のみにするため A の範囲に限定し，処理を行っている。それに伴い操作者が動く際に測定範囲から外れる問題が発生する。そこで，鼻孔の動きに基づいて測定範囲の追従処理も行った。

3.鼻孔座標に基づく運筆動作の生成

本システムは，実際の運筆動作に近づけるため，操作者の顔の動きに利用した。キャプチャされた画面の中心からの鼻孔座標差分を検出し，その差分の4倍をキャンパス中心からの筆の座標差分とした。座標の様子を図 2 に示す。

しかしながら，単純にこのような処理を行うと鼻孔境界のちらつきや人間の揺らぎにより筆がぶれる。そのため

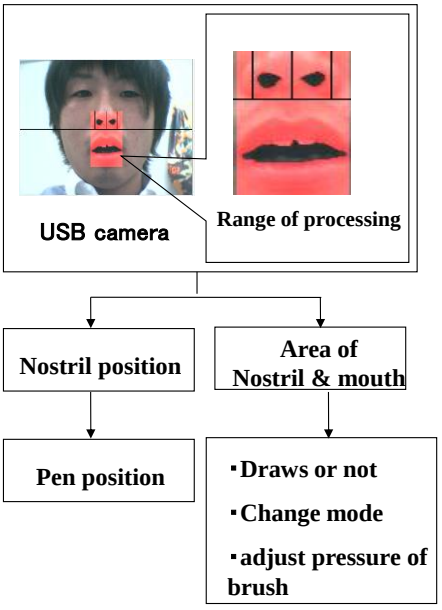


図 1.システムの概要

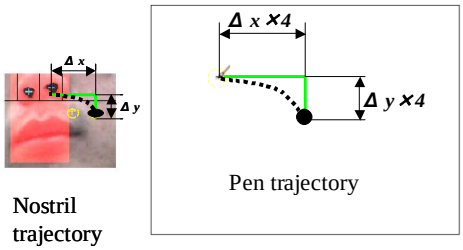


図 2. 運筆動作の生成

本システムでは座標の平滑化目的で移動平均法を用いた。M 点移動平均の筆座標差分を ΔF(x,y)，時間 n として以下の式で与える。

$$\Delta F(x) = \frac{1}{M}\sum_{s=0}^{M-1} 4 \cdot \Delta x[n-s] \qquad (1)$$

$$\Delta F(y) = \frac{1}{M}\sum_{s=0}^{M-1} 4 \cdot \Delta y[n-s] \qquad (2)$$

このときの遮断周波数 f_c はサンプリング時間を Δt とすると次式となる。

$$f_c = \frac{0.443}{M \cdot \Delta t} \qquad (3)$$

4. 検証実験

4.1 実験方法

運筆動作生成の際の M 点移動平均法の使用に伴い，顔の向きで文字を書く際の周波数を知る必要がある。被験者にはカメラに対して各々が顔の動きで空間上の文字を書いてもらい，その際の鼻孔座標を取得し周波数分析を行った。また，実際に M 点を変更した上で本システムを用いて文字を書いてもらい各々が感じる最適な M 点の数値を確認し感想を求めた。なお，被験者は 20 代学生 5 名である。

4.2 結果

検証実験より求めた代表的な周波数領域での運筆動作支援信号を図 3 に示す。図より本システムでは主な運筆動作の周波数は約 0.5[Hz]以下であるといえる。これより，M 点は式(3)より遮断周波数を 3[db]の減衰量となる周波数とすると17 点以下であれば移動平均法で運筆動作の周波数は遮断されないことが分かる。一方，各々の使用感による最適値は表 1 のように 15 点以下はなく，16 点から 35 点であった。これより，本システムでは視覚によるフィードバックを行ったほうがよいことが確認でき，平滑化による時間遅れは有効であると考えられる。以上の結果を踏まえ，M=17 に設定し，書字動作を行った。その周波数特性を図 4 に示す。図のように 0.5[Hz]付近で遮断周波数となる。ここで，平滑化を行う前後の筆座標の様子を Fig.5 に示す。図(a)はフィルタがなしの場合であり，座標飛びが生じていることが確認できる。その一方で，図(b)は滑らか軌跡が描かれている。ここで，Fig.6 に“代”の漢字を書いた例を示す。

5. 結言

本研究では，USB カメラを利用した画像処理による運筆動作支援システムを開発した。本システムでは小さい動きで実際の運筆動作を再現するため座標拡大を行った。その際に発生する座標の飛びを移動平均法による平滑化で解消した。今後の課題として，速い動きに対応した追従アルゴリズムや運筆動作のみを通過させるフィルタの設計があげられる。

6. 参考文献

[1]宮崎：手足を使わないパソコン高速入力インターフェイス，バイオメカニズム Vol.17.pp.227-234(2004)
[2]小高，若原，増田：筆順に依存しないオンライン手書き文字認識アルゴリズム，電子通信学会論文集，Vol.j65-D，No.6，pp.679-686,1982

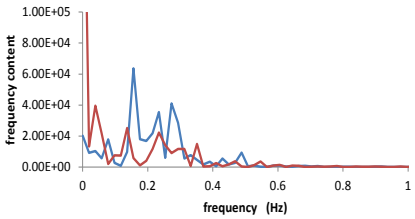


図 3.運筆動作における周波数

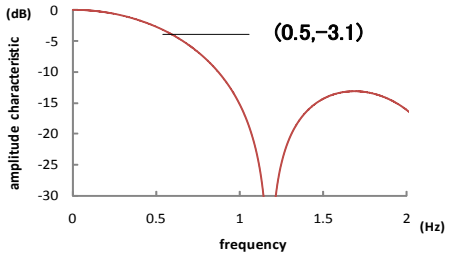
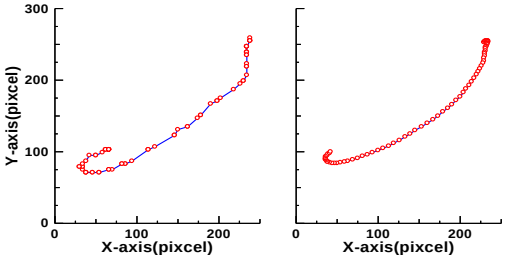


図 4.M=17 における周波数特性

表1．使用感による最適値

Subject	A	B	C	D	E
Value M	17	16	35	20	16



(a)Without filter　　(b)With filter

図 5.運筆動作における筆の軌道

図 6.本システムで描いた漢字

[連絡先]
飯塚進哉
群馬大学大学院工学研究科
〒373-0057 群馬県太田市本町 29-1
e-mail：t10801302@gunma-u.ac.jp
Fax：0276-50-2235（中沢研究室）

電動車いすの駆動制御システムの構築

○富岡遼*，岩田知之*，前田亜哉**，森崇**，中沢信明*
（*群馬大学大学院生工学研究科，**群馬大学工学部）

Construction of Drive Control System for Auto-Wheelchair

Ryo Tomioka*, Tomoyuki Iwata**, Aya Maeda**, Takashi Mori**, Nobuaki Nakazawa*
(*Graduate School of Engineering, **Faculty of Engineering, Gunma University)

1. 緒言

近年，少子高齢化が進む中，電動車いすは有効な移動手段として考えられ，需要が高まりつつある．操作インタフェースとしては，これまで主にジョイスティックが用いられているが，例えば，廊下や部屋，エレベータ等の狭い屋内の空間での移動には，操作の慣れが必要となってくる．そのため，操作性，利便性を高めることを目的としたジョイスティックに代わる新たな操作インタフェースの開発 [1)2)]もなされている．それと同時に，操作をサポートする電動車いすの制御も必要不可欠であると考えられる．

そこで本研究では，ジョイスティックに代わるインタフェースの適用を目的として，電動車いすの車輪駆動部における制御システムの構築を行った．USB カメラからの情報を実時間で画像処理し，電動車いすの操作に反映させるために制御信号の表記を定めた．

2. システム構成

電動車いすのシステム構成を図１に示す．本研究では，ヤマハ社製の電動車いす JW-1 を利用し，画像処理で得られた信号に基づいた操作システムを構築した．USB カメラで捉えた操作者の情報は，制御用パソコンに取り込まれ，Microsoft 社製 DirectShow を利用することで Bitmap 画像に変換される．画像処理によって操作者の意図を認識した後は，マイコン（ルネサステクノロジ社製 H8-3048）を介して，モータに制御信号が送信され，割り当てられた操作が実行される．

3. 電動車いすの操作信号について

3.1 既存のジョイスティックによる操作

図２に既存のジョイスティック部分の概略図を示す．ジョイスティックは，2 自由度で構成されており，前後に傾けることで，前進および後退，左右に傾けることで，反時計回りおよび時計回りにその場で回転する仕様となっている．また，ジョイスティックを傾ける角度に応じて，速度が可変となる．なお，前進しながら旋回するためには，ジョイスティックを前に倒しながら旋回方向に傾ける必要がある．

3.2 本システムにおける制御信号

ジョイスティックについては，電圧を入力信号としており，本システムにおいても同様の制御信号とした．認識された後にマイコンに送信される制御信号の表記例について，図３に示す．ここでは，画像処理を行った制御用パソコンからマイコン側の入力ポートに表記の８ビットの信号が転送される．上位４ビットはジョイスティックの前後方向，下位４ビ

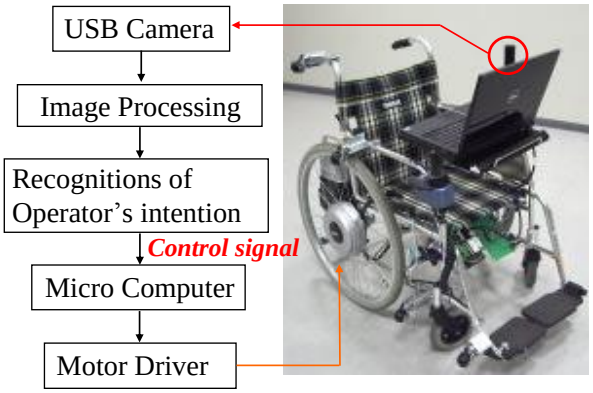


図1．システム構成

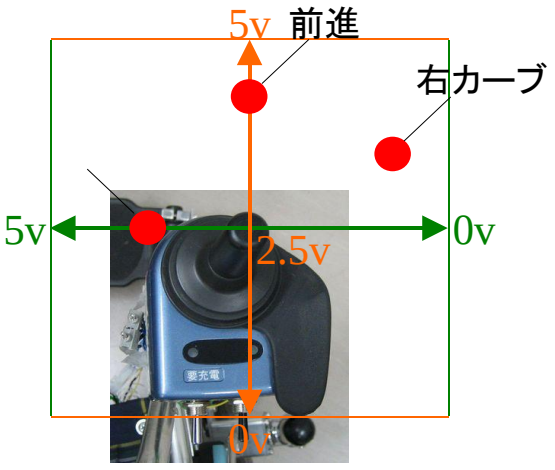


図2．既存のジョイスティックによる操作

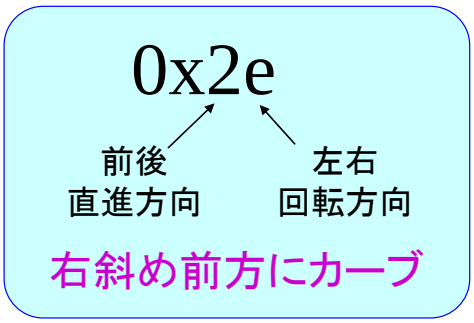


図3. 制御信号の表記

	ジョイスティックの入力電圧 (v)	制御信号 (4bit)	マイコンからの出力出力電圧 (v)
後・右	0.000	f	0.142
速度・大	0.333	e	0.477
	0.667	d	0.795
	1.000	c	1.099
	1.333	b	1.386
	1.667	a	
	2.000	9	
	2.333	8	2.202
停止	2.667	7	2.466
速度・大	3.000	6	
	3.333	5	
	3.667	4	3.237
	4.000	3	3.486
	4.333	2	3.768
	4.667	1	4.065
前・左	5.000	0	4.377

図4. ジョイスティックの入力と制御信号との対応

ットは左右方向に対応している．これをさらに電圧信号にするため，１６進数$0x\alpha\beta$（上位α，下位β）に対して，以下のような変換を行った．

$$\begin{cases} V_{out1} = (0x\alpha\beta)\,\&\,(0xf\,0) \\ V_{out2} = (0x\alpha\beta << 4)\,\&\,(0xf\,0) \end{cases} \quad (1)$$

V_{out1}は前後方向，V_{out2}は左右方向の出力電圧を表している．図４にジョイスティックの出力電圧との対応を示す．0～5[V]の信号を４ビットに分割し，停止状態で 0x77 とした．

4. 適用例

図５に適用例を示す．図中は，画像処理による顔方向認識システム [3]へ適用した場合の例であり，駆動制御システムによる動作との関係を表している．左右方向の顔の向きが認識されたときには，下位４ビットの数値を変化させることで，ジョイスティックを左右に傾けた場合の操作が割り当てられている．一方，顔を上に向けた状態が認識されたときには，上位４ビットの数値を変化させることで，前方向にジョイスティックを傾けた場合の操作を割り当て，さらにこの状態から左右に顔を向けた状態が認識された場合には，旋回操作が実行される．

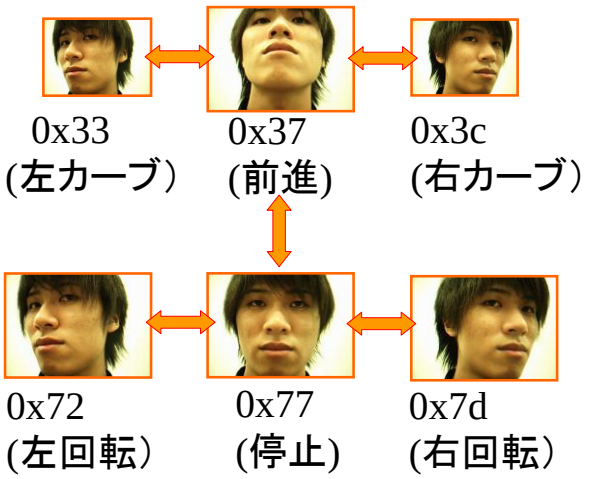


図5. 顔の方向に対する操作の割り当て

4. 結言

本研究では，USB カメラの情報を電動車いすの操作に反映させるため，車輪駆動部の制御システムの構築を行った．今後の展開として，センサを付与することで，廊下等における自動直線走行，障害物に対する回避走行の軌道生成について検討する予定である．

参考文献

1) Y. Adachi et al., Intellignet Wheelchair Using Visual Information from the Human face, Journal of the Robotics Society of Japan,Vol.17, No.3,pp.423-431,1999
2) J. Sun-ju et al., Vision based interface system for hands free control of an intelligent wheelchair, Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, Vol.6, No.33,pp.1-17, 2009
3) N.Nakazawa et al., Development of an Interface Based on Face Orientations for Operation of Auto-Wheelchair, Proceedings of 2010 International Symposium on Optomechatronic Technologies (In press), 2010
4) 宮崎，手足を使わないパソコン高速入力インタフェース，バイオメカニズム，Vol.17,pp.227-234,2004

[連絡先]
富岡遼
〒373-0057 群馬県太田市本町 29-1
Tel : 0276(50)2244
e-mail : t10801325@gunma-u.ac.jp

電動車いすにおける運転操作に連動する方向指示器に関する一考察

○前澤幸寛*，末長　修**
（*静岡大学大学院工学研究科，**静岡大学工学部）

Effect of turn signal connected with driving operation of electric powered wheelchair

Yukihiro Maezawa*, Osamu Suenaga**
(*Graduate School of Engineering, Shizuoka University, **Faculty of Engineering, Shizuoka University)

1. 序論

近年，多くの国々が高齢化社会を迎えている．特に，日本は世界に類を見ないスピードで高齢化が進行している．2007 年には 65 歳以上の人口が占める割合が 21%となった [1)]．このような超高齢社会を迎えた現状の中で，介護・福祉機器としての電動車いすの需要も高まっている [2)]．しかしその一方で，電動車いすが関与した交通事故も増加傾向にある．ここ数年は，電動車いすに関わる事故件数が年間でおよそ 250 件発生していることが警察庁から発表されている [3)]．さらに，電動車いすは道路交通法で「歩行者」として扱われており，歩道や広場などを歩行者と共用して走行せざるを得ない．そのため，歩行者との衝突事故，あるいは車いす同士の事故も看過することはできない．ケガに至らずとも，他者との接触の危険性の高い電動車いすにおいて，接触自体を未然に防ぐための対策が望まれる．

本研究は，以上の電動車いすに関する事故の低減を図る回避支援システムの構築を目的とし，電動車いすの走行方向変更の操作に連動した「自動提示型方向指示器」を提案する．すなわち操作部の動きと方向指示器とを連動させることにより，走行方向の変更を運転者に対する新たな操作負担もなく，周囲の歩行者等に知らせることのできる方向指示器の有用性を実験的に検討する．

2.　方向指示器の設計指針

2．1　方向指示器に用いる色

一般的に赤色には危険，青色には安全の印象を与える効果があり，その中間色である橙（黄）色を注意の印象を与える色であるとして，道路運送車両法では自動車の方向指示器を橙色，ブレーキランプの色を赤色と定めている．

しかし，電動車いすと歩行者は自動車などに比べより近い距離ですれ違うため，従来の方向指示器に用いられる橙色とは異なり，より緊急性の高い即応が求められる色を用いるべきであると考える．

よって，本研究では，危険・警告の意味を持つ赤色を用いることとする．

2．2　点滅間隔

道路運送車両法（保安基準の細目を定める告示）で定められている方向指示器の点滅間隔は 60～120[回/分]である．これらの数値は光の明滅を目障りと感じない範囲帯であり，電動車いすにおいても同様の範囲が適当であると考えられる．

本研究では，中間値にあたる 90[回/分]に設定する．

2．3　設置位置

本研究では，歩行者と正対という限定された環境下でのみ実験を行うため，側面・後方に関しては言及しない．同様の理由で方向指示器の設置個数についても考慮しないことにする．

前面については，電動車いすの JIS 規格（表1参照）の範囲を順守しつつ，なるべく左右に広げて装備することが望ましい．これは限られた車幅で左と右の区別をつけやすくするためである．ただし，デザイン性・車いすの型による特性・安全性の観点などから規格の限界まで広げることはやや困難である．

以上のことから，本研究では操作部であるジョイスティックの位置を考慮した上で，方向指示器を配置する（図1参照）．

3．実験装置および実験方法

自動提示型方向指示器（以降は，「方向指示器」と記す）は，ジョイスティックに結び付けられた糸を介して，走行方向変更のためのジョイスティックの左右に傾ける操作に連動して，対応する左右の方向指示器のスイッチが入り，点灯することで実現する．点灯部には高輝度 LED を用いた．

表1　電動車いすの大きさに関する JIS 規格

高さ	1090mm 以内
幅	700mm 以内
長さ	1200mm 以内

実験で用いる電動車いすは，ヤマハ発動機株式会社製「タウニィジョイ」をベースとする．方向指示器を装備した電動車いすを図1に示す．

被験者は 18 歳から 24 歳までの大学生および大学院生 30 名である．被験者には実際に自動提示型方向指示器を装備した電動車いすとすれ違う試行を 2 回行ってもらい，その際の方向指示器の点灯時もしくは無灯火時に対する印象をアンケート用紙に記入してもらった．評価は 2 点嗜好法[4]を用いた．

ただし，被験者を 2 グループ（グループ A，B；各 15 名計 30 名）にランダムに分けて，グループ A では 1 試行目に無灯火，2 試行目に方向指示器を点灯させてすれ違う条件により，一方グループ B では，その逆に設定した条件により，評価実験を実施した．

4．実験結果および考察

4．1 実験結果

実験で得られたデータを表2に示す．表2より，両グループともに，無灯火より自動提示型方向指示器による点灯を用いたすれ違いを好むことが明らかとなった．またグループ B において，無灯火のほうを好むと回答した被験者もいたため（1名），2点嗜好法を行って方向指示器の好みに有意性があるかどうかを χ^2 検定により検証した．

その結果，両グループともに危険率 5%以下で有意であると示され，またグループ全体においても危険率 5%以下で有意であることが明らかとなった．

図1 実験用電動車いす

表2 グループ毎での好みの人数

	無灯火	点灯	計
グループ A	0	15	15
グループ B	1	14	15
計	1	29	30

さらに，グループ A，グループ B，グループ全体それぞれの χ^2 値を用いて，好みに対する異質性があるかどうかを検定した結果，グループ A，B 間において異質性がないことが示された．

4．2 考察

実験結果より，グループ A，B 間に異質性がないことから，点灯・無灯火という実験順序に関係なく，点灯している方が被験者はより安心・安全にすれ違うことができると感じていることを明らかにすることができた．

以上のことから，電動車いすの方向指示器を装着しかつ運転者にその操作に対する負担をかけないように操作部（ジョイスティック）の操作に連動させた，自動提示型の方向指示器には有用性があるということが実証された．

5．結論

本研究では，対電動車いすまたは対歩行者事故の低減を目的に「自動提示型方向指示器」による回避支援システムの提案とその検証を行った．その結果，本研究で提案した方向指示器は，従来の方向指示器を装備しない状況（無灯火）での走行に比べ，歩行者に対して，より安全・安心感をもたらすことが実証できた．

今後の課題として，より幅広い年齢層を対象にした歩行者の観点からの評価実験のみならず，運転者の観点から，電動車いすの利用者を対象とした運転時の評価実験も必要であろう．さらにはジョイスティックの操作から実際に電動車いすの走行方向が変わるまでの時間遅れを利用した，方向指示器を点灯させるタイミングの最適化，さらに実用的にはジョイスティックの回路部に方向指示器の点灯用回路を組み込む必要もあり，数多くの検討課題が残されている．

参考文献

1）総務省統計局：人口推計，
http://www.stat.go.jp/data/jinsui/index.htm, 2010
2）電動車いす安全普及協会：出荷台数の推移，
http://www.den-ankyo.org/transition.html, 2009
3）警察庁：電動車いすの安全利用に関するマニュアルについて，http://www.npa.go.jp/koutsuu/kikaku12/tebiki.htm, 2003
4）佐藤信：統計的官能検査法，37-55，日科技連，2005

[連絡先]
末長 修
静岡大学工学部システム工学科
〒432-8561 静岡県浜松市中区城北 3-5-1
e-mail：suenaga@sys.eng.shizuoka.ac.jp
Fax：053-478-1269 （末長研究室宛）

光学シースルーHMD から提示する作業補助情報のデザイン指針に関する研究

○田沼和泰*，佐藤知裕**，中西美和*
（*慶應義塾大学，**ブラザー工業（株））

A Study for Designing Task-Related Information Presented by Optical See-through HMDs

Kazuhiro Tanuma*, Tomohiro Sato**, Miwa Nakanishi*
(*Keio University, **Brother Industries, Ltd.)

1. はじめに

光学シースルーHMD（Head Mounted Display）は、ユーザに実視野を見ながら重畳した映像を視認させる新しい形態のディスプレイである。映像提示の性能が向上するとともに、小型化・軽量化も進み、実用化を見据えて様々な用途への応用が期待されている。

ハードウェア面での改良が進む一方、このような一般的なディスプレイとは異なる特性を考慮した提示情報デザイン指針は確立していない。ディスプレイ部分が完全に透過することを鑑みると、実視野の状態によって提示情報の見え方が異なることも予想される。

本研究では、作業現場への応用を想定し、作業補助情報を提示する媒体として光学シースルーHMD を利用する場合の望ましい提示情報デザインについて明らかにする。

2. 実験方法

2.1 実験概要

本研究では、設置型ディスプレイを持つ産業機械を事前に調査し、提示される情報の主なデザイン要素である 6 種類(図 1)を検討対象とした。一方、実視野のデザイン要素は無数の組合せが考えられる。本研究では表 1 に示す 5 つのパタンに大別し、これらを検討対象とした。

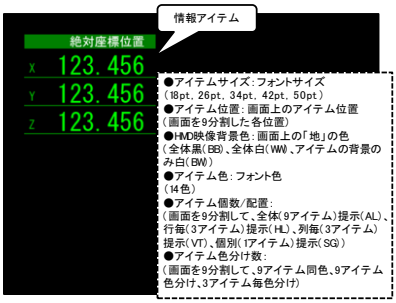


図 1 情報アイテム

表 1 実視野パタン

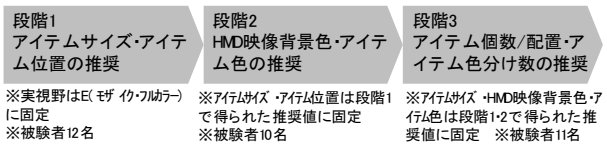


図 2 実験プロセスと各段階での検討事項

上記より、実視野 5 パタンに対して、各デザイン要素をどのように設定し組み合わせることが望ましいのかを実験を通して検討することとした。なお、本研究では各デザイン要素の推奨範囲を、図 2 に示す 3 段階の実験によって検討した。

2.2 実験環境

実視野を 42 インチの大型モニタに模擬した。被験者は、実視野用モニタから 75 ㎝離れた位置に座り、光学シースルーHMD(試作機，ブラザー工業製)を非優位眼に装着して向き合った。

2.3 実験タスク

作業者が実視野の作業対象を見ながら必要に応じて HMD 上の情報を参照する場面を模擬し、次のようなタスクを設定した。実視野用モニタには、ランダムな位置、タイミングでアルファベットが出現した。被験者が出現を認識した時点で手元の Enter キーを押下すると、HMD に 14 文字の文字列からなる情報アイテムが提示された。被験者はこれを手元のキーボードで入力した。上記の一連の作業を正しく早く行うことを被験者に課した。

段階 1 の実験では、各被験者が、HMD 映像背景色 3 種類、アイテムサイズ 5 種類、アイテム位置 9 種類の組合せ計 135 条件につき各 1 回ずつ上記のタスクを行った。段階 2 の実験では、各被験者が、実視野パタン 5 種類、HMD 映像背景 3 種類、アイテム色 14 種類の組合せ計 210 条件につき各 1 回ずつ上記のタスクを行った。段階 3 の実験では、HMD 上を 9 分割して提示される 9 つの情報アイテム全ての入力を 1 回のタスクとして、各被験者は、実視野パタン 5 種類、アイテム個数/配置 4 種類、アイテム色分け 3 種類の組合せ計 60 条件に望んだ。アイテム個数/配置が SG(個)、HL(行)、VT(列)の条件では、次の情報アイテムに提示を切り替えるキー操作を必要とした。

被験者は、いずれの場合も 1 回のタスクを終えるごとに、タスクの快適さを VAS(Visual Analogue Scale)法で主観評価した。

日本人間工学会関東支部第 40 回大会 東海大学 2010 年 12 月 4 日，5 日

3. 実験結果

3.1 段階 1 の実験結果

図 3 にアイテムサイズに対する主観評価(快適と評価された割合)を示す。34pt 以上のとき、8 割以上のケースで快適と評価された。そこで、推奨範囲は 34pt 以上と結論づけた。

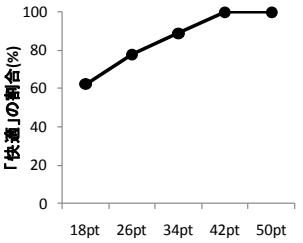


図 3 アイテムサイズの評価(主観評価)

図 4 に、アイテムサイズが推奨範囲の 34pt のときの、アイテム位置と主観評価との関係を模式的に示す。実験では、全被験者の優位眼が右であったため、全てのケースで左眼に HMD を装着した。いずれの箇所でも正答率は 60%以上であったが、主観評価より、相対的には、中央もしくは中央下が最も快適で、次いで鼻側、上側、耳側の順に快適さが鈍った。

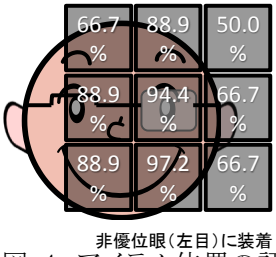


図 4 アイテム位置の評価(主観評価)

3.2 段階 2 の実験結果

図 5 に、各実視野パタンにおける HMD 映像背景と主観評価との関係を示す。いずれの実視野パタンにおいても HMD 映像背景色が BB(全黒)の条件で最も高い評価が得られた。このことから、HMD 映像背景としては BB(全黒)が望ましいと結論づけた。

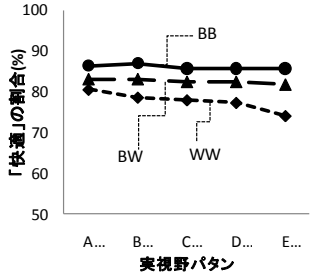


図 5 HMD 映像背景色の評価(主観評価)

図 6 に、HMD 映像背景が推奨された BB(全黒)のときの、実視野パタン A(黒)におけるアイテム色の明度及び絶対輝度と正答率の関係を示す。明度及び絶対輝度において HMD 映像背景色との隔たりがあるアイテム色ほど、高い評価が得られている。ただし、実視野パタンによって、快適とされるアイテム色に違いが見られ、実視野の状態に応じて HMD 上の情報アイテムの色を設定することが望ましいこともわかった。

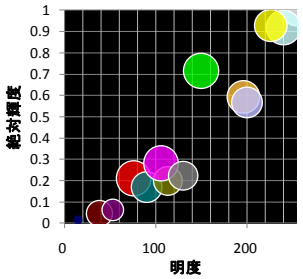


図 6 実視野パタン A における各アイテム色の主観評価(円の半径に対応)

図 7 に、各実視野パタンにおけるアイテム個数/配置と主観評価との関係を示す。いずれの実視野においても、情報アイテムを切り替える必要のない AL(全)の条件で正答率が高かった。ただし、実視野が相対的に複雑な D、E のパタンでは、情報アイテムが一行ずつ提示される HL(行毎)、VT(列毎)の条件で正答率が高まる傾向も見られた。

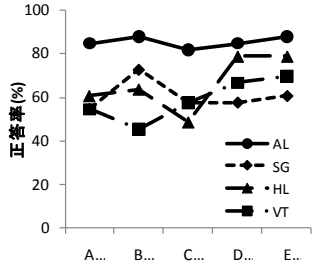


図 7 各実視野パタンにおけるアイテム個数/配置の評価(正答率)

3.3 段階 3 の実験結果

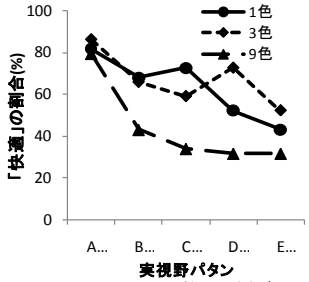


図 8 HMD 映像背景色の評価(主観評価)

図 8 に、各実視野パタンにおけるアイテム色分け数と主観評価との関係を示す。いずれの実視野においても、情報アイテム全てに異なる色分けをした場合の主観評価は低い。逆に 3 色の色分けは、いずれの実視野においても、快適と評価される割合が高かった。一方、色を統一した場合、特に実視野が相対的に複雑な D、E のパタンでは不快と評価される傾向があった。

4. まとめ

光学シースルーHMD の実視野に応じた提示情報デザイン推奨事項は、表 2 のようにまとめることができる。

表 2 光学シースルーHMD の情報デザイン推奨事項

	A (黒)	B (白)	C (ﾓｻﾞ ﾓﾉｸﾛ)	D (ﾓｻﾞ ﾓﾉｸﾛ+2)	E (ﾓｻﾞ ﾖﾙｶﾗｰ)
ｱｲﾃﾑｻｲｽﾞ	34pt以上				
ｱｲﾃﾑ位置	重要または参照頻度の高い情報から順に、中央、中央下、鼻側、上側、耳側に配置				
HMD背景色	黒				
ｱｲﾃﾑ色	絶対輝度、明度が0.04、35以上	絶対輝度、明度が0.16、70以上			
ｱｲﾃﾑ個数/配置	情報切替の少ない全体提示			情報切替の少ない全体提示 (場合によっては部分提示)	
ｱｲﾃﾑ色分け数	3色程度に抑えることが望ましい 色分け数が多すぎないよう留意)				

また、実験結果を総じて検討すると、視覚に入力される情報に時系列的な輝度変化が小さいとき、被験者は快適に感じる傾向が認められた。HMD 映像背景が BB(黒)の時、実視野への透過率はほぼ 100%となるため、視線が実視野と HMD との間で頻繁に移動しても、視覚で受ける輝度の変化は大きくなかったと考えられる。アイテム個数/配置において提示情報の切り替えがない条件が好まれたことや、情報アイテムの色分けは 3 色程度に制限した方が高い評価が得られたことも、上記の傾向を支持していると言える。このことから、各デザイン要素に対する個別の推奨事項に加えて、ユーザが HMD 上を参照する際、視覚に与えられる輝度変化をできるだけ抑えるように配慮することを、提示情報デザインの基本的指針として示唆することができる。

[連絡先]
田沼和泰(慶應義塾大学理工学部管理工学科)
〒223-8522 横浜市港北区日吉 3-14-1
e-mail：kaz0414@gmail.com