

2012年度

日本人間工学会関東支部 第42回大会

第18回卒業研究発表会 講演集

2012年12月1日

埼玉県立大学



2012年度

日本人間工学会関東支部 第42回大会

第18回卒業研究発表会 講演集

2012年12月1日

埼玉県立大学

10:00～10:50 F会場

座長：松田 礼 (日本大学)

2

## 学習・作業

卒F1-1 階層化問題を用いた学習支援システムの開発

○田中 健  
指導教員 小山裕徳  
東京電機大学

卒F1-2 正答率と事象関連電位を用いた反復作業時の励ましの効果に関する研究

○倉持真愛  
指導教員 舟田眞里子  
白鷗大学

卒F1-3 事象関連電位から見る記憶力と計算力との関係

○松岡祥平 塩谷大地  
指導教員 舟田眞里子  
白鷗大学

卒F1-4 生理的指標の非接触計測にもとづく作業効率の変動の推定

○海野智暁  
指導教員 松井岳巳  
首都大学東京

11:00～12:00 F会場

座長：矢口博之 (東京電機大学)

卒F2-1 タブレット端末を用いた片麻痺患者のためのPC操作支援インターフェース

○田中翔也  
指導教員 川澄正史  
東京電機大学

卒F2-2 コミュニケーション場面における看護者の対話姿勢の特徴について

○小林淳佳  
指導教員 鈴木玲子  
埼玉県立大学

卒F2-3 災害救援物資の外装ラベルデザインの提案

○石橋 舞 蝦名穂乃花 宮下怜大  
指導教員 堀江良典  
日本大学

卒F2-4 医薬品パッケージ表記情報に関する基礎的研究

○松本匡平  
指導教員 三林洋介  
都立産業技術高専

卒F2-5 小規模病院の患者中心サービスに関する研究

○佐藤拓也 浅沼悠美 湯舟裕史  
指導教員 阿久津正大  
玉川大学

13:00～13:50

F会場

座長：辛島光彦（東海大学）

マテリアル		
卒F3-1	光と影による仕上げパターンの見え方に関する研究-見え方に及ぼす輝度の影響	20
	○前川慎太郎 木原史織 皆川宙徹 野村徳生 指導教員 松井 勇 永井香織 内田 眠 日本大学大学院	
卒F3-2	感性工学的観点からの木質の特性化	22
	○池田未央 指導教員 鳥居塚 崇 日本大学	
卒F3-3	PLA-PCLブレンドによる高韌性生体吸収ポリマーの開発	24
	○森本隆遙 指導教員 杉本聖一 都立産業技術高専	
卒F3-4	PLA-PCLブレンド生体吸収性ポリマーの機械的性質に熱処理が与える影響	26
	○中野勇人 指導教員 杉本聖一 都立産業技術高専	

14:00～15:00

F会場

座長：島崎 敏（早稲田大学）

安全確保		
卒F4-1	移動型ロボットの位置計測システムの開発	28
	○尾形将平 指導教員 源 雅彦 都立産業技術高専	
卒F4-2	長岡駅周辺再開発による経路選択と回遊特性への影響	30
	○五十嵐涼 指導教員 北島宗雄 長岡技術科学大学	
卒F4-3	遊具の事故防止に関する基礎的研究	32
	○森山麻友 矢野晋伍 指導教員 堀江良典 日本大学	
卒F4-4	Kinectを用いた盲ろう者向け周囲環境情報取得システムの開発	34
	○永沼洋二 指導教員 川澄正史 東京電機大学	
卒F4-5	マイクロフォンを用いたドライバの心拍計測に関する研究	36
	○小浦和也 指導教員 栗谷川幸代 景山一郎 日本大学	

15:10~16:10 F会場

座長：澤 貢 (鉄道総研)

38

<b>交通</b>		
卒F5-1	交差点における運転者の他車両到達時間予測に関する研究	40
○藤井洸祐 指導教員 日本大学	栗谷川幸代 景山一郎	
卒F5-2	直進車両と左右からの横断歩行者の夜間事故に関する統計的研究	40
○松岡克哉 指導教員 東北学院大学	川村侑里 吉田信彌	
卒F5-3	交通統計にもとづく若者の二輪車離れに関する歴史的検討	42
○佐々木幸穂 指導教員 東北学院大学	宍戸亮太 菅原那名 竹森 優 渡部貴幸 吉田信彌	
卒F5-4	指導員同乗による運転行動の変化	44
○小林 匠 指導教員 早稲田大学	石田敏郎	
卒F5-5	ドライバーの前方視野内反応時間に関する実験的検討	46
○蕨川正貴 指導教員 都立産業技術高専	三林洋介	

10:00~10:50 G会場

座長：阿久津正大 (玉川大学)

48

<b>高齢者ケア</b>		
卒G1-1	介護現場における食事場面での色彩活用について	48
○渡邊未希 指導教員 埼玉県立大学	徳田哲男	
卒G1-2	園碁口ボットの開発～ロボットアームの製作～	50
○松本 慶 指導教員 都立産業技術高専	田宮高信	
卒G1-3	園碁口ボットの開発～制御システムの構築～	52
○松澤優吾 指導教員 都立産業技術高専	田宮高信	
卒G1-4	行動モデルを用いた独居高齢者見守りシステムに関する研究	54
○矢島岐将 指導教員 東京電機大学	小山裕徳	

11:00～12:00 G会場  
(都立産業技術高専)

## 情報デザイン

座長：田宮高信

56

- 卒G2-1 生理指標を用いた書籍・電子書籍読書時の内容定着度に関する基礎研究  
 ○北島千夏  
 指導教員 舟田眞里子  
 白鷗大学

- 卒G2-2 ペーパープロトタイピングにおける操作性に関する研究  
 ○鴨志田大地  
 指導教員 西内信之 橋爪絢子  
 首都大学東京

- 卒G2-3 情報探索における電子書籍と紙書籍の比較評価  
 ○塙拓朗  
 指導教員 西内信之 橋爪絢子  
 首都大学東京

- 卒G2-4 ドップラーセンサを用いたジェスチャ入力インターフェース  
 ○追川純也  
 指導教員 上岡英史  
 芝浦工業大学

- 卒G2-5 アプリケーションログを用いた気の利くサービス発見手法  
 ○羽角太地  
 指導教員 上岡英史  
 芝浦工業大学

13:00～13:50 G会場  
(東京工業大学)

## 感覚・生理

座長：青木洋貴

66

- 卒G3-1 全身振動感覚に与える音刺激の影響と評価尺度の検討  
 ○丸山敏浩  
 指導教員 町田信夫 松田 礼  
 日本大学

- 卒G3-2 変動性低周波音による心理影響について  
 ○田代泰弘  
 指導教員 町田信夫 松田 礼  
 日本大学

- 卒G3-3 非侵襲感染症スクリーニングシステムにおける脈波の応用に関する研究  
 ○中山陽介  
 指導教員 松井岳巳  
 首都大学東京

- 卒G3-4 蛍光灯の色温度に対する視覚的快適度  
 ○猿田百合子  
 指導教員 徳田哲男  
 埼玉県立大学

14:00~15:00 G会場

座長： 上岡英史 (芝浦工業大学)

<b>インターフェース</b>		
卒G4-1	キーボードの誤タイピング低減に関する研究 -誤タイピングの測定と要因・対策検討-	74
○富樫拓真 指導教員 新潟国際情報大学	上西園武良	
卒G4-2	タブレットPCを用いた足操作による文字入力インターフェースの検討	76
○下田貴夫 指導教員 東京電機大学	小山裕徳	
卒G4-3	指輪郭と人工物を用いたキャンセラブル生体認証の研究	78
○大熊一貴 指導教員 首都大学東京	西内信之 橋爪絢子	
卒G4-4	タッチパネルでの数字入力における視覚・聴覚フィードバックの有効性の研究	80
○高松佑太 指導教員 千葉大学	岩永光一 石橋圭太	
卒G4-5	大型タッチパネルにおける入力領域と作業成績に関する研究	82
○北川匠里 指導教員 千葉大学	岩永光一 石橋圭太	
<b>睡眠・休息</b>		15:10~16:10 G会場
座長：瀬尾明彦 (首都大学東京)		
卒G5-1	マイクロ波レーダーを用いた睡眠時呼吸障害の検出	84
○吉田雄貴 指導教員 首都大学東京	松井岳巳	
卒G5-2	リラックス状態の統制下における聴覚誘発脳磁界と心電図の同時計測	86
○志村悠 指導教員 東京電機大学	川澄正史	
卒G5-3	加速度センサを用いた睡眠状態の推定	88
○毛利拓真 指導教員 芝浦工業大学	上岡英史	
卒G5-4	手の指圧に対するリラクゼーション効果の検討	90
○田村幸恵 指導教員 埼玉県立大学	鈴木玲子	
卒G5-5	疑似いびきの周波数解析による閉塞型無呼吸症候群のスクリーニング技術の開発 —フォルマント周波数と声道の関係—	92
○田谷啓祐 指導教員 都立産業技術高専	吉澤昌純	

2012年度

日本人間工学会関東支部 第42回大会  
第18回卒業研究発表会 講演集

2012年12月1日

埼玉県立大学

# 階層化問題を用いた学習支援システムの開発

○田中健<sup>\*</sup>, 岩澤雄太<sup>\*\*</sup>, 大西祐哉<sup>\*\*\*</sup>, 大矢哲也<sup>\*</sup>, 川澄正史<sup>\*</sup>, 小山裕徳<sup>\*</sup>

\*東京電機大学未来科学部情報メディア学科, \*\*東京電機大学大学院未来科学研究科情報メディア学専攻,

\*\*\*東京電機大学大学院先端科学技術研究科情報通信メディア工学専攻

Development of the Learning Support System with Layered Problems

Ken Tanaka<sup>\*</sup>, Yuta Iwasawa<sup>\*\*</sup>, Yuya Onishi<sup>\*\*\*</sup>, Tetsuya Ohya<sup>\*</sup>, Masashi Kawasumi<sup>\*</sup> and Hironori Koyama<sup>\*</sup>

\*Department of Information Systems and Multimedia Design,

School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University

<sup>\*\*</sup>Information Systems and Multimedia Design,

Graduate School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University

<sup>\*\*\*</sup>Information, Communication and Media Design Engineering,

Graduate School of Advanced Science and Technology, Tokyo Denki University

## 1. はじめに

学習方法には大きく分けて他人からの指導と自己学習の2通りがある。他人からの指導の場合、学校の授業のように、一对多の形式となる。しかしその場合、指導者が個々に対応することは難しく、学習者は未理解な点が放置されたまま学習が進んでしまう。未理解な点がある場合、学習者は自ら学習することを試みるが、どこが未理解であるかを正しく把握することは難しい。また、問題を解決するためには、これまでに学習した内容を組み合わせていく必要がある。そのため、未理解な点がある場合、新たな知識の学習も困難となる。

教育分野では、指導内容を利用した自己学習システムが運用されている<sup>1)</sup>。しかし、知識の詰め込みを行うシステムばかりであり、学習した内容を問題に応じて組み合わせるということは行われず、理解を促しているとは考えにくい。

これらの問題点を改善するための方法として、問題の階層化による学習<sup>2)</sup>に着目した。学習内容や問題解決の手順を階層化した問題を用いて、未理解点を明らかにすることで、問題点を改善できると考えた。本研究ではプログラミングの学習を対象とし、階層化問題を用いて理解点と未理解点の分類を行うことで、個人の学力に合わせた学習が可能な学習支援システムを開発する。

## 2. 提案システム

本研究で提案するシステムは PHP 言語と MySQL を用いて作成し、Web ブラウザ上に提示した問題に対して解答を行わせる。システムで提示する問題は教材や参考書の問題を元に作成する。また、問題はその内容によって入門、基礎、応用に分類し、入門問題、基礎問題、応用問題の組み合わせを階層化問題として定義する。

図 1 に問題構成を、図 2 に応用問題の出題例を示す。提示された階層化問題に対して正答した場合を正解、誤答した場合を不正解、解答しなかった場合を未理解とし、不正解、未理解であった場合は基礎問題、入門問題を提示する。また、提示した問題の正答数や解答結果から、学習者の理解点と未理解点の分類を行う。

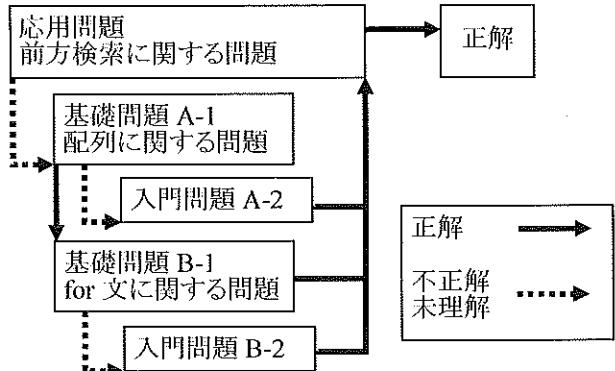


図 1. 問題構成

応用問題	
問題: 前方検索.....	
問題文	
静的配列 list の要素に変数 key と同じ値があるかを調べ出力するためには for(int i = 0; i < list.length; i++){ if( ① == key){ System.out.println("list の"+ i +"番目にある"); } } のように記述する。①の部分を答えよ。	
解答	
list[i]	
解答する	わからない

図 2. 応用問題の出題例(配列と for 文を用いた例)

### 3. 階層化の方針

階層化問題を作成するための基準として、プログラミングの学習項目に着目した。この点に着目した理由は、学習者の未理解な学習項目を明確にし、その項目の学習を行わせることで、理解の促進が行えると考えたからである。そこで、プログラミングを学習する上で必要な概念と、プログラムを記述する上で必要となる知識を入門、入門の内容を使用して実際に記述される処理を基礎、基礎の組み合わせによる処理体系を応用としてそれぞれ定義し、学習項目の階層化を行った。ここで述べた必要となる概念や知識とは、例えば、四則演算を行うために必要な記号であったり、条件分岐を行うために必要な制御構文などである。また、図3に基礎と応用の関係例を示す。

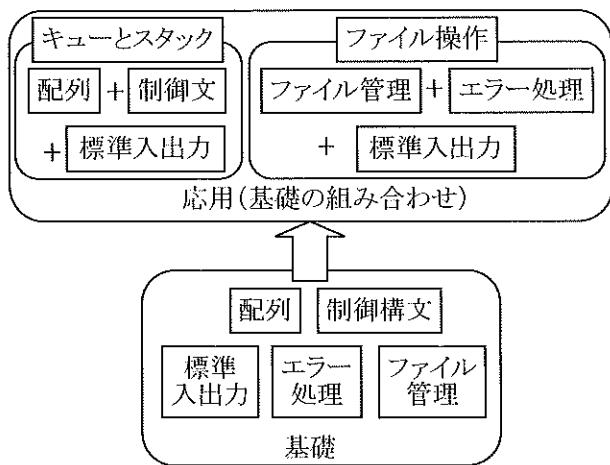


図3. 基礎と応用の関係例

### 4. 実験内容

階層化問題を利用して理解点と未理解点の分類が可能であるか検討するために、関数、if文、for文の基礎問題とそれらを組み合わせた応用問題で構成される階層化問題を作成して実験を行った。被験者は、プログラミングに関する講義を受講している学生5名とし、被験者には提示した階層化問題に対して解答を行わせ、その結果から理解点と未理解点の分類を試みた。

### 5. 実験結果

出題数に対する正答数の割合を、各項目の正答率として算出した。表1に各項目における被験者5名の正答率とその平均を示す。

表1. 各被験者の正答率と平均 [%]

	被験者					平均		
	A	B	C	D	E	総合	基礎問題のみ	応用問題のみ
if文	25	38	75	88	13	48	56	20
for文	33	33	17	33	0	23	30	10
関数	43	86	86	57	43	63	70	60

### 6. 考察

表1より、被験者Cはif文と関数の問題に対する正答率は高いがfor文の問題に対する正答率が低いことから、if文と関数に対しては理解点が多く、for文に対しては未理解点が多いことが考えられる。また被験者Dはif文に対する正答率は高いがfor文と関数の問題に対する正答率が低いことから、if文に対しては理解点が多く、関数とfor文に対しては未理解点が多いと考えられる。以上のことから、応用問題と基礎問題で構成された階層化問題を用いることで、理解点と未理解点の分類が可能であることが示唆された。

### 7. おわりに

本研究では、階層化問題を用いることで理解点と未理解点を分類し、学習支援を行うシステムを提案した。また、実験用の階層化問題を用いて、理解点と未理解点の分類が可能であるか検討するために実験を行った。実験の結果、階層化問題を用いることで、学習者の理解点と未理解点が可能であることが示唆された。今後は階層化問題を用いて理解点と未理解点の分類を行った後、学習者の未理解点に適した入門問題が正しく提示可能か検討を行う。また、本システムを用いることで学習効果が上がるかなどの検討を行う。

### 参考文献

- 1) 松島由紀子、笠井康裕、船曳信生、中西透、天野憲樹、"テスト駆動型開発手法によるJavaプログラミング教育支援システムの提案", 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.109, No.82, pp.7-12, 2009-06-06.
- 2) 川口彩香、大矢哲也、川澄正史、小山裕徳、"問題を階層化したe-Learningシステムの検討", 第21回ライフサポート学会フロンティア講演会予稿集, p.69, 2012.

### [連絡先]

田中健

東京電機大学未来科学部情報メディア学科

生体情報研究室

〒120-8551 東京都足立区千住旭町5番

e-mail : 09fi092@ms.dendai.ac.jp

Tel : 03(5284)5199(内線 2837)

# 正答率と事象関連電位を用いた反復作業時の励ましの効果に関する研究

○倉持真愛\*, 飯塚勇人\*, 舟田眞里子\*

(\*白鷗大学経営学部)

## How to estimate the effect of encouragement during repetitive tasks from ERPs and correct answer ratios

Manami Kuramochi\*, Yuto Iizuka\*, Mariko Funada\*

(\*Department of Business Administration, Hakuoh University )

### 1. はじめに

本研究では、単調な反復作業における励ましの効果に関して実験とその解析により客観的に把握することを目的とした。

実験実行時に 3 種類の励ましを行い正答率と事象関連電位(Event-Related Potential, ERP)<sup>1)</sup>を測定し、それらの解析により励ましの効果を把握した。

### 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 4 名、成人女性 3 名。(記号 a~g で識別した。)
- (2) 実験場所: 外界から遮断され、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: 3 枝 ÷ 2 枝の虫食い割り算で、答えが 2 枝の正整数となる計算式(図 1(a))と答えの入力を促す○(図 1(b))。ただし、答えの数の 1 枝目が 0 の計算は、0 でない場合と比べて簡単なので除いた。
- (4) 刺激表示のタイミング: 19 インチの画面の中央に画像を 1 秒間ずつ、間に白色画面を 1300ms を平均とした 1200~1400ms 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。刺激の大きさは、縦約 2.14cm、横約 6.32cm である。
- (5) 課題(タスク): 計算式が表示された時に割り算を暗算で行い、○が表示された時に、テンキーからブレインドタッチで割り算の答えを入力する。
- (6) 反復回数: 割り算と○を一組としたものを 200 回。
- (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 2kΩ とし、A/D 変換ボードを挿入した gateway 社のコンピュータ 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<sub>1</sub>A<sub>2</sub>を基準電極とする C<sub>z</sub>, P<sub>z</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>の単極導出とした。

(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。

(10) 上記の実験に習熟するために、1 週間おきに約 8 回の事前実験(問題数 100 回)を行った。その後、問題数を 200 回にし、次の I ~ IV の励ましを行い、それぞれ 1、2 回以上の実験を 1 週間おきに実施した。

I. 励ましなし

II. 40 題ごとに残りの回数を表示

III. 人の写真を問題の間に表示

IV. 人のイラストを問題の間に表示

$$108 \div \square = 12 \quad \bigcirc$$

(a)割り算                          (b)入力の合図

図 1. 刺激の種類

#### 2.2 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、刺激の種類ごとに加算平均して ERP を求めた。実験日のデータを加算平均して、個人ごとにそれぞれの実験について平均的な ERP を求めた。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 事前実験の結果

図 2 は事前実験の正答率の変化である。横軸が実験の回数、縦軸が実験の正答率である。実験の反復により、被験者ごとに一定の正答率に近づき被験者が実験に十分慣れれたことが推定される。

図 3 は課題習熟のために行った事前実験の第 2 回目の ERP の例である。横軸が問題提示後の時間、縦軸が雑音処理・標準化処理後の脳波の加算平均値である。

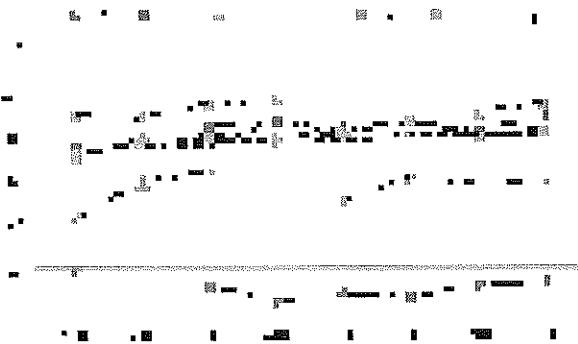


図2. 事前実験の正答率の変化

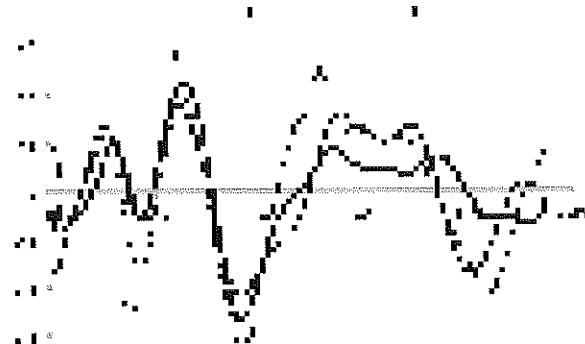
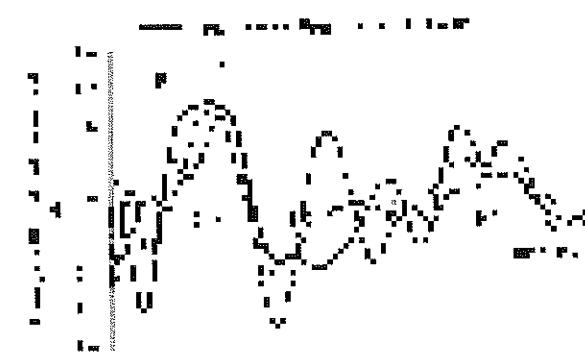
図4. 効ましの種類別のERPの変化  
(被験者:g、測定部位Cz、加算回数200回)図3. 事前実験第2回目のERPの例  
(被験者:g、加算回数100回)

図5. 効ましの画像表示時のERP(被験者:g、加算回数5回)と正答数が最大時のERP(被験者:c、事前実験4回目)(測定部位:C3)

電位の正・負と出現順序を組み合わせて潜時(問題提示から電位が出現するまでの時間)が短い方から順にN1, P1, …N3で示す。P<sub>z</sub>で他のチャネルより潜時間が早く高振幅のP1, N2, P2, N3, P3などが測定された。P3が高振幅となる場合や、P1, P2が重なる場合もあるが、他の被験者についてもほぼ同様な電位が測定された。

### 3.2 効ましの実験の結果と考察

図4は約8回の事前実験後に、I～IIIの効ましを行った場合のERPの例である。効ましIVについては、実験中である。効ましII・IIIの場合にP1, P2の潜時間がIに比べて短縮している。またIIIでは、高振幅のN2が認められた。事前実験で、正答率が高い場合にはP1の潜時間が短縮する傾向が確認されたが、効ましがある場合にもこの傾向が確認された。

図5は効ましの画像表示中のERPと事前実験で正答率が最大被験者cの最大正答数の場合のERPである。これらのERPではP1とP2が重なっており、このような波形は、計算課題で高い正答率を与え、課題に対する集中度の高い被験者にみられる。これらの類似性から、効ましII・IIIの効果は、直接正答率の改善に結びつかない場合でも、集中度を高め、覚醒状態を改善する効果があることが推定された。

### 4. 結論

今回の実験では、効ましを行った場合は、正答率の改善が認められない場合でも、正答率が高い場合のERPに類似した変化が出現した。また、効まし画像の表示時に、集中力の高まった場合のERPと同様な波形が測定された。この結果は、今回のような実験では、効ましは覚醒レベルや集中力を高める効果を持つことを示唆している。被験者を増やし、現象の再現性の確認などが、今後の課題である。

### 参考文献

- 1) T. W. Picton et al. Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: Recording standards and publication criteria, *Psychophysiology*, 37, 127-152, 2000.

### [連絡先]

倉持真愛、白鷗大学経営学部  
〒323-8585 栃木県小山市大行寺 1117  
e-mail : mfunada@fc.hakuoh.ac.jp  
Fax : 0285(22)8989(大学共通)

# 事象関連電位から見る記憶力と計算力との関係

○塩谷大地<sup>\*</sup>, 松岡祥平<sup>\*</sup>, 舟田真里子<sup>\*</sup>

(\*白鷗大学経営学部)

Studies on Relation between Memory Retention and Calculation Ability using ERPs

Shioya Daichi<sup>\*</sup>, Shohei Matsuoka<sup>\*</sup>, Mariko Funada<sup>\*</sup>

(\*Hakuoh University Department Business Administration )

## 1. はじめに

計算課題や暗記課題の実行には高い集中力が必要であるが、その両者の間には関係があるのではないかと考えた。そこで本研究では、「計算課題と暗記課題の実行精度には高い相関がある」という仮説を立て、その検証を試みた。検証のためには「簡単な四則演算を行う課題」と「花の名前の暗記課題」を作成した。これらの課題を筆記とPCを用いて行い、正答率と課題実行中の事象関連電位(Event-Related Potential, 以下 ERP と略称)を測定した。さらに正答率と ERP の特徴を表す変数を用いて仮説の検証を行った。

## 2. 実験の方法

筆記と PC を用いた以下の計算課題 A・B と暗記課題 C・D を行った。被験者は成人男性 4 名と女性 3 名 (*a*～*g* で識別する) で、平均年齢はおよそ 21 歳である。実験は外界から遮断され、実験のみに使用される研究室で行った。実験時には特に実験への集中を保つように配慮した。なお課題 A～D の被験者・実験場所は全て同条件で行った。

### 2.1 課題 A: 筆記による計算課題

2 枚の 3 つの数による四則演算(図 1)50 問からなる課題を行う。実行時間は 10 分間で、時間内に解いた問題数と正答率を計測する。課題は問題の順番を入れ替え 3 回実施した。

$$73 - 59 \times 53 =$$

図 1. 課題 A 問題例

### 2.2 課題 B: PC による計算課題(ERP 測定用)

1 枚の 3 つの数による虫食い算で、0 以外の答えを持つ 100 問からなる課題(図 2)を行う。計算は加算・減算のみで、空白箇所は 2 番目の数のみとした。ERP 測定の詳細は参考文献(2)と同様である。課題は同じ問題を 4 ～5 回実施した。

$$7 + \square + 5 = 18$$

図 2. 課題 B 問題例

### 2.3 課題 C: 筆記による暗記課題

PC 画面上に 30 種類の花の名前と画像を 10 秒ずつ表示し、覚える暗記課題を行った。一週間後に筆記試験を行い、自己採点の上再度暗記を行う。試験は問題の順番を入れ替え 3 回実施した。

### 2.4 課題 D: PC による暗記課題(ERP 測定用)

PC 画面上に課題 C で使用した画像に 3 抹の花の名前を付け加えた物(図 3)を表示し、解答を 1～3 のテンキーからブラインドタッチで入力する課題を行った。ERP 測定の詳細は参考文献(2)と同様である。

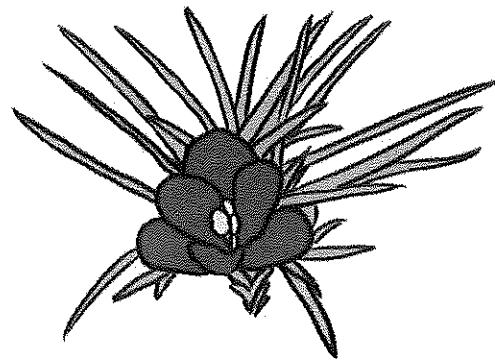


図 3. 課題 D 画像例

## 3. 実験の結果と考察

### 3.1 課題 A: 筆記による計算課題の結果

図 4 は課題 A の正答率である。ほとんどの被験者が回を重ねるごとに正答率を上げているが、2 回目と 3 回目では大きな差が出ない結果となっている。

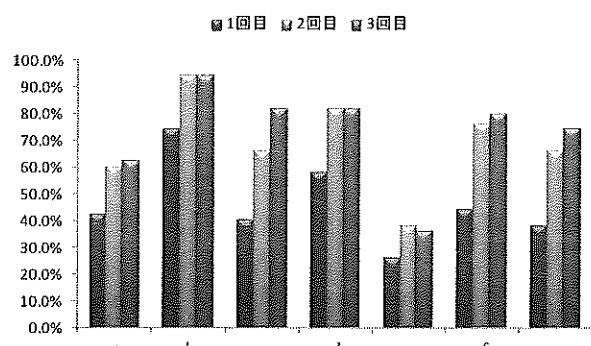


図 4. 課題 A 正答率

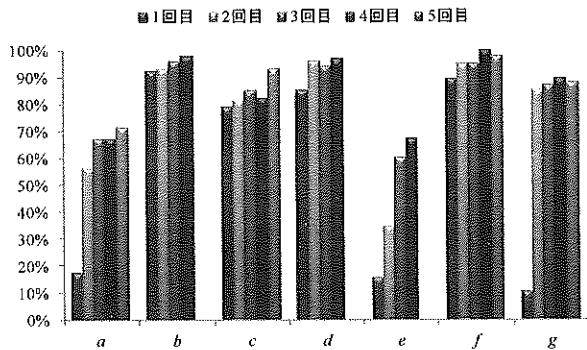


図 5. 課題 B 正答率

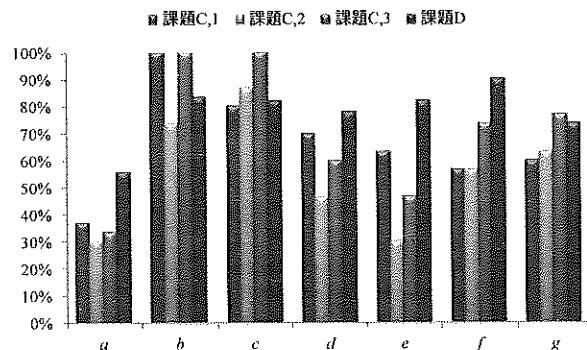


図 6. 課題 C, D 正答率

### 3.2 課題 B:PCによる計算課題の結果

課題 A と類似した結果(図 5)であるが、1回目の成績が極端に低い被験者がいるのは、実験に不慣れであつたためであると考えられる。

### 3.3 課題 C, D:暗記課題の結果

図 6 は暗記課題 C, D の結果を並べて表示したものである。課題 A, B とは異なり、回を重ねた際の成績の改善率が小さい結果となった。

### 3.4 課題 B, D 実行時の ERP

図 7 は課題 B, D 実行時に測定した ERP の例である。凡例「Cz 計算」が課題 B 計算時、「Cz 入力」が課題 B 回答入力時、「Cz 暗記」が課題 D 回答時の ERP である。計算時と暗記課題実行時の ERP は明らかに異なるが、計算の答を入力時と暗記課題実行時では出現する電位が類似している。

### 3.5 課題 B, D の結果の比較

図 8 は課題 B, D の正答率の関係のプロット図である。課題 B の正答率は、課題への習熟度の低い1回目を除き、2~4 回目の平均を使用している。計算の極端に苦手な被験者 e を除いた場合の相関係数は 0.88 である。

### 4.まとめ

計算課題と暗記課題の正答率の比較から、両者間の精度には高い相関が認められた。一方、両課題実行中

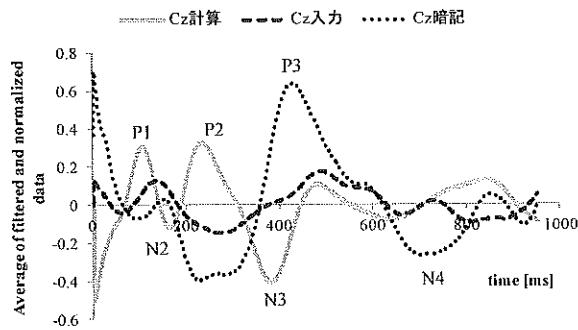


図 7. 課題 B, D 実行時の ERP 例(被験者 g)

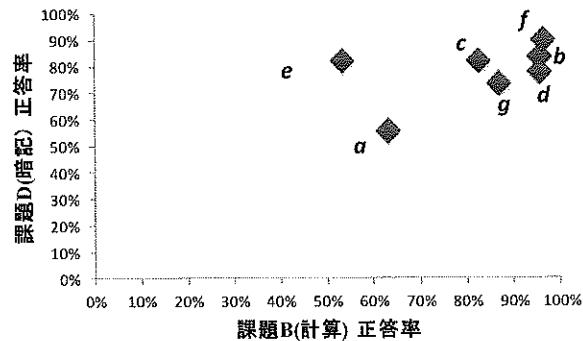


図 8. 課題 B, D の結果間の相関係数

の ERP は異なることが確認された。これは、両課題が脳の別の部位や機能を使用しているにも関わらず、その精度には関係があることを示している。被験者を増やし再現性の確認を行うことなどが今後の課題である。

### 参考文献

- 1) Neil R. Carlson 第3版 カールソン 神経科学テキスト 脳と行動 泰羅雅登 中村克樹 監訳
- 2) 倉持真愛, 飯塚勇人, 正答率と事象関連電位を用いた反復作業時の励ましの効果に関する研究, 日本人間工学会関東支部第18回卒業研究発表会予稿集, 2012(印刷中)
- 3) 事象関連電位入門 入戸野宏 堀忠雄、広島大学総合科学部紀要IV理系編 2000
- 4) T. W. Picton et al. Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: Recording standards and publication criteria, Psychophysiology, 37, 127-152, 2000.

### [連絡先]

松岡祥平、白鷗大学経営学部

〒323-8585 栃木県小山市大行寺 1117

e-mail : 13093686@sd.hakuoh.ac.jp

Fax : 0285 (22) 8989 (大学共通)

# 生理的指標の非接触計測にもとづく作業効率の変動の推定

○海野智暁<sup>\*</sup>, 橋爪絢子<sup>\*</sup>, 松井岳巳<sup>\*</sup>

(\*首都大学東京システムデザイン学部)

Estimation of changes in the work efficiency by non-contact measurement of the physiological indices

Tomoaki Unno<sup>\*</sup>, Ayako Hashizume, Takemi Matsui<sup>\*</sup>

(\*Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University)

## 1. はじめに

### 1.1 ヒューマンエラーについて

ヒューマンエラーとは、人為的な過誤や失敗の事を指し、近年の事故や労働災害の主な原因の 1 つとして知られている。産業技術が高度化する一方で、作業者が取り扱う機器やシステムも複雑化し、ヒューマンエラーによる作業中のミスによる事故や労働災害の増加が問題となっている。特に、作業者のストレスや疲労の蓄積は、ヒューマンエラーの発生率をより高くすると考えられている。

### 1.2 従来までのシステム

事故や労働災害を防止するためには、ヒューマンエラーを未然に防ぐためのシステムが必要であると考えられるが、そのためには作業中の作業者自身のストレスや疲労を評価し、それらを軽減させることが有効であるといえる。

従来の研究では、ある条件下での作業において、その作業効率、作業結果と作業者のストレスや疲労を評価する研究が多数存在する。作業者のストレスや疲労を評価する手法として、アンケートなどを用いた主観的評価法がある。一方で、作業者の生理指標を用いる客観的評価法も多く用いられており、これらは主観的評価法に比べ、連続的な評価が可能であるというメリットがある。生理指標とは主に脳波や心拍、脈拍、血圧などが挙げられる。これらの指標を計測するための方法として、脳波計や心電図、パルスオキシメーターなどがあるが、いずれも電極の接触やリードでの拘束によって、被験者の負担を増大させ、作業遂行に悪影響を及ぼす問題が指摘されている。

### 1.3 研究目的

本論では、被験者に負担の少ない非接触計測で作業中の作業者の生理指標を計測し、それと作業結果の関係性を検証した。その結果に基づき、生理指標から作業者がヒューマンエラーを起こす可能性を検知するシステムを構築し、ヒューマンエラーの発生防止を目指す。

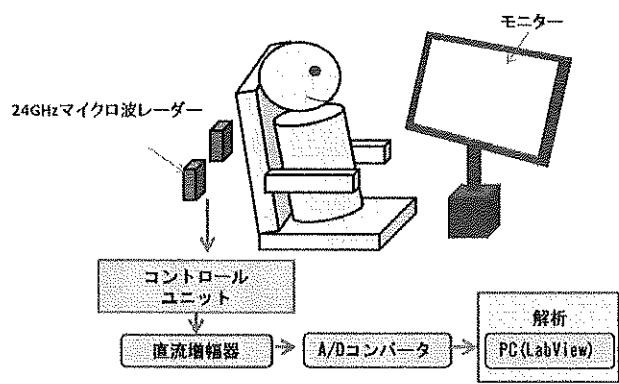


図 1. 実験システム

## 2. 方法

### 2.1 実験方法

健康な男子学生 5 名(平均年齢 23 歳)を被験者として、実験を行った。24GHz マイクロ波レーダーを背面に設置した椅子に被験者を座らせ、数列入力の作業課題に取り組んでもらった。作業課題遂行中の被験者の心拍と呼吸に伴う体表面の微小な変化をマイクロ波レーダーで計測した。

作業課題は、モニターに提示される数列と同じ数列になるように、モニター上のテンキーパネルからマウスを用いて、時間内になるべく早く正確に入力させるよう指示した。作業課題の遂行時間は 20 分間とし、課題遂行の前後にそれぞれ 2 分間の安静状態を取ってもらい、全部で 24 分間要した。なお、実験開始前には作業課題の習熟のために 1 分間練習をしてもらった。作業課題のエラー数(誤入力の数)を記録し、計測された生理指標との相関を検証した。

また、レーダーを用いた計測の精度を確認するため、心拍のリファレンスとして心電図を、呼吸のリファレンスとして胸腹呼吸センサを使用した。

### 2.2 解析方法

本研究で用いる指標として、心拍数と呼吸数、また交感神経活性化の判断基準として心拍数変動指標(HRV)を用いた。計測によって得られた心拍・呼吸の周期変動の周波数成分に対して、自己回帰モデル(AR 法)を用いてパワースペクトル密度を求めて解析を行い、抽出された波形から交感神経を反映する低周波成分 LF

(0.04~0.15Hz)および副交感神経を反映する高周波成分 HF (0.15~0.4Hz)を割り出し、その比率 LF/HF を交感神経活性度の指標として用いた。

### 3. 結果と考察

作業課題遂行におけるエラー数と、得られた LF/HF、心拍数、呼吸数のそれぞれ時間ごとにおける変化を比較したところ、作業課題における 2 分間ごとの平均エラー数の推移(図 2)と、2 分間ごとの平均 LF/HF(図 3)は共に上昇傾向にあった。このことから、作業が進むにつれ交感神経優位となり、被験者にストレスが加わっていると同時に、作業中のミスも増加する傾向にあると考えられた。

また、LF/HF、心拍数、呼吸数の 2 分間ごとの各平均の値を説明変数、実測によって得られた 2 分間ごとの平均エラー数を目的変数とし、重回帰分析を行った。重回帰分析の結果、 $F=0.001373$  となり、1% 水準で有意であった。さらに、エラー数の推定値を求める判別式(式 1)を立て、その相関を検証した。

$$(エラー数の推定値) = 30.81693 - 1.42503 \times (LF/HF) - 0.31135 \times (\text{心拍数}) - 0.01287 \times (\text{呼吸数}) \quad \dots(\text{式 1})$$

式 1 によって出されたエラー数の推定値と、実測値の散布図を図 4 に示す。式 1 によって出されたエラー数の推定値と実測値には、弱い相関が見られた(重相関係数  $R=0.53$ )。これらの結果から、非接触で計測した生理指標から作業のエラー数を推定できると考えられる。

これより、非接触計測による作業者の作業効率を推定し、ヒューマンエラーの発生を防止するシステムの構築ができる可能性が示唆された。今後、より精度の高い推定方法を導出するために、用いる指標や解析方法などを検討していく必要がある。

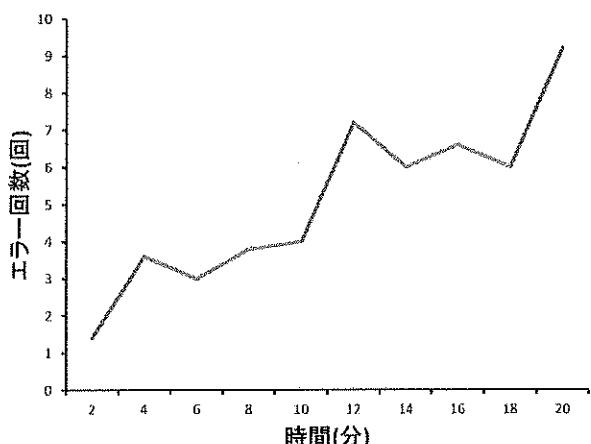


図 2. 2 分間ごとの平均エラー数の推移

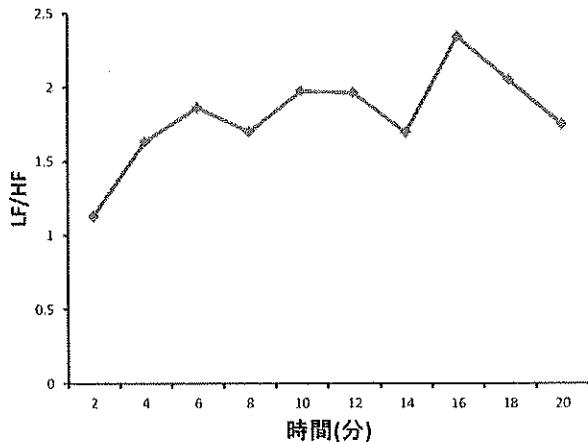


図 3. 2 分間ごとの平均 LF/HF の推移

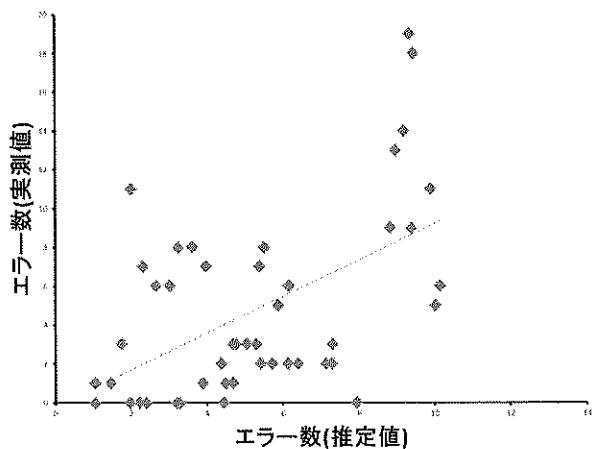


図 4. エラー数の推定値と実測値の散布図

### 4. 参考文献

- Suzuki S, Matsui T, Imuta H, et al: 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 Jul;46(7):709-14.

### [連絡先]

海野智暁

首都大学東京システムデザイン学部(安全人間工学研究室)

〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6

e-mail : unno-tomoaki@sd.tmu.ac.jp

# タブレット端末を用いた片麻痺患者のための PC 操作支援インターフェースの検討

○田中翔也<sup>\*</sup>, 小島菜津美<sup>\*\*</sup>, 新村翼<sup>\*\*</sup>, 内田貴大<sup>\*\*</sup>, 大矢哲也<sup>\*</sup>, 小山裕徳<sup>\*</sup>, 川澄正史<sup>\*</sup>

\*東京電機大学未来科学部情報メディア学科, \*\*東京電機大学大学院未来科学研究科情報メディア学専攻

PC Interface for Operational Support of Hemiplegic Patients Using Tablet Devices

Shoya Tanaka<sup>\*</sup>, Natsumi Kojima<sup>\*\*</sup>, Tsubasa Niimura<sup>\*\*</sup>, Takahiro Uchida<sup>\*\*</sup>, Tetsuya Ohya<sup>\*</sup>, Hironori Koyama<sup>\*</sup> and Masashi Kawasumi<sup>\*</sup>

\*Department of Information Systems and Multimedia Design,

School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University

\*\*Information Systems and Multimedia Design,

Graduate School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University

## 1. はじめに

片麻痺患者は、PC のキーボードおよびマウスを両手で同時に使用できないため、操作に時間を要する。また、ショートカットキーなどの複数のキーを同時打鍵する際、対象となるキーの位置が離れていると入力が不可能であり、操作性に問題がある。片手用キーボードは存在するが高価である。また、マウスと交互に操作する必要がある。これらの問題点に対処するため、本研究ではタブレット端末を用いた PC 操作支援インターフェースの開発を行う。手の移動範囲をタブレット画面内に留めることで、片手による PC 操作に要する時間を短縮できると考えられる。本稿では、同時打鍵の操作性の改善を目的とし、3 つの入力方式によるショートカット入力の操作性の比較および検討を行った。

## 2. アプリケーション概要

### 2.1 既存アプリケーションの問題点

キーボードおよびマウスをリモート操作するためのタブレット端末を用いたアプリケーションは既に存在するが、キーボード利用時にマウス操作が制限されてしまう。また、文字入力を行う際、アプリケーション上に入力中の文字が表示されず、快適に入力を行えない。さらに、特殊キー等は使用率に基づいた配置とは言えず、使用率の高いショートカットキー入力をすることは難しい。

### 2.2 提案するアプリケーション

上記の問題点を踏まえ、本研究では片手操作に適した PC 操作支援インターフェースとして、タブレット端末上で入力中の文章が確認可能であり、キーボードおよびマウスのリモート操作が独立して行えるアプリケーションの開発を行う。手の移動範囲を狭めるため、画面サイズは 7 インチ~12.1 インチとした。これにより、片麻痺患者の PC 操作に要する時間を短縮できると考えられる。ま

た、提案するインターフェースでは、特殊キー等の配置をショートカットキー使用率に基づいた配置とし、ショートカットキー入力を快適に行える GUI デザインとする。本稿ではショートカットキー入力方式の操作性を改善するため、事前調査としてショートカットキー使用状況に関するアンケートを実施し、その結果に基づき 3 つの入力方式を提案し、実験を行った。

## 3. 事前調査

### 3.1 調査内容

ショートカットキーの使用率を調べるために、PC 操作時のショートカットキー使用状況に関するアンケートを実施した。調査対象は PC 操作に慣れている学生 17 名とし、Microsoft 社のホームページ<sup>1)</sup>に記載されている 54 種のショートカットキーを、「使用する」「知っているが使用しない」「知らない」の 3 項目に分け、回答させた。

### 3.2 調査結果

調査結果を表 1 に示す。Ctrl キーを使用するショートカットキー 5 種の使用率が高い傾向が見られた。他のショートカットキーについては半数以上が「使わない」、または「知らない」と回答した。そのため今回は比較的重要度が高いと考えられる、Ctrl キーを用いた片手操作に適した入力方式の検討を行った。

表 1. 調査結果

使用率[%]	ショートカットキー	機能
100	Ctrl+C, Ctrl+V	コピー、貼り付け
94	Ctrl+Z, Ctrl+X	前へ、切り取り
88	Ctrl+A	全選択
82	F5	更新
71	Win	スタートメニュー
59	Ctrl+Shift+Esc	タスクマネージャ

## 4. 実験

### 4.1 実験内容

片手操作に適した入力方式の検討を行うため、調査結果の上位5つのショートカットキーを用い、実験を行った。被験者は健常な学生5名とした。検討した3つの入力方式を図1に示す。タッチパネル式モバイル端末に用いられる「フリック入力」、ショートカットキーが一覧として表示されている「一覧入力」、Ctrlキーを選択後、そのキーに関するコマンドが表示される「階層入力」の3つの入力方式で行った。タスクとして、タブレット端末上部に表示されている文字に対して、5つのショートカットキーによる編集動作を各2回行わせた。操作性を比較するため、計測対象は入力時間、誤入力回数とし、実験終了後、各入力方式の操作感に関するアンケートを実施した。

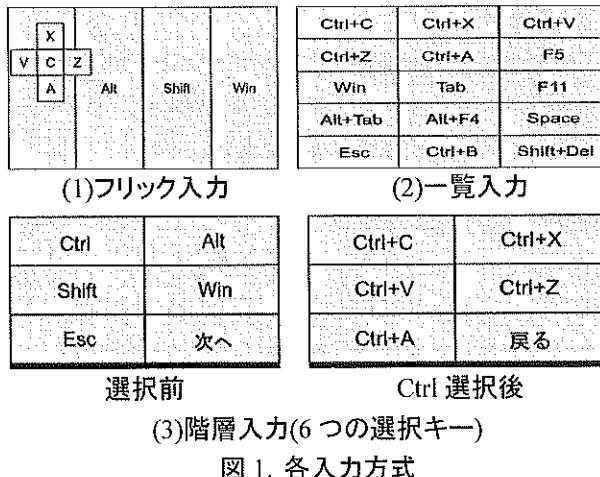


図1. 各入力方式

### 4.2 実験結果

平均入力時間を図2に示す。フリック入力の平均入力時間が最も長く、一覧入力が最も短い傾向が見られた。しかし、一元配置分散分析を用い、危険率5%未満を有意水準として検定を行った結果、有意差は認められなかった。また、フリック入力の誤入力回数は全体で3回であったが、一覧入力および階層入力はどちらにおいても誤入力はなかった。

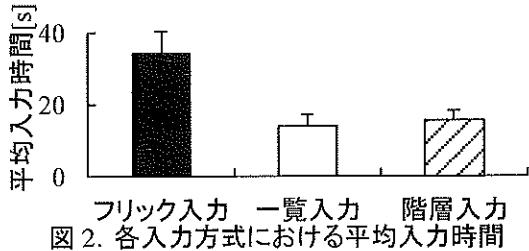


図2. 各入力方式における平均入力時間

表2. アンケート結果[人]

	入力が容易	見やすい	実装
フリック	0	1	0
階層	3	4	3
一覧	2	0	2

実験終了後のアンケート結果を表2に示す。「入力が容易である」「レイアウトが見やすい」「実装するべき」の全ての項目において、半数以上の被験者が階層入力と回答した。また、被験者から「Android上のフリック入力と同じように、瞬時に応答するのであればフリック入力が良いと思う」との意見があった。

### 5. 考察

実験結果から、フリック入力において平均入力時間が最も長く、誤入力が見られた。この要因として、プログラムに応答遅延があつたためだと考えられる。

一覧入力については、平均入力時間は短くなったが、アンケート結果は階層入力と比較し低い評価となった。これらの要因として、一覧入力は一度の操作で入力可能であるが、多数のショートカットキーが表示されているため、対象となるキーを探索することが難しいためだと考えられる。

階層入力については、一覧入力との平均入力時間の差は1.6sと僅かに長く、アンケート結果においても、全ての項目において最も高い評価が得られた。この要因として、表示するボタンが特殊キーのみであり、画面遷移後は選択した特殊キーに関するショートカットキーのみが表示されるため、把握が容易であったためだと考えられる。

### 6. おわりに

本稿は、タブレット端末を用いた片麻痺患者のためのPC操作支援インターフェースの開発を目的とし、ショートカットキー使用率に関する調査および入力方式の検討を行った。調査結果で使用率が高い傾向が見られたCtrlキーを用いるショートカットキーを対象に実験を行った結果、一覧入力と階層入力の平均入力時間は短い傾向が見られた。また、アンケート結果では階層入力が最も評価が高い結果となった。今後は階層入力を基本とし、他の操作を含めたPC操作支援インターフェースの開発を進める。

### 参考文献

- 1) Windows のキーボードショートカット, available from <<http://www.support.microsoft.com/kb/126449/ja>>, (accessed 2012-11-12).

### [連絡先]

田中翔也

東京電機大学未来科学部情報メディア学科

アクセシブルテクノロジー研究室

〒120-8551 東京都足立区千住旭町5番

e-mail : 09fi093@ms.dendai.ac.jp

Tel : 03(5284)5199(内線 2834)

# コミュニケーション場面における看護者の対話姿勢の特徴について

○小林淳佳(埼玉県立大学保健医療福祉学部看護学科)

指導教員:鈴木玲子(埼玉県立大学)

A study of attitude of nurses in the scene of anger and anxiety.

Junka Kobayashi (Department of Nursing, Saitama Prefectural University)

Reiko Suzuki (Saitama Prefectural University)

## 1. はじめに

看護師は、患者の身体的な側面以外に、精神的な側面からも支援を行う役割を持つ。そのひとつに、患者の感情表出を補助する役割があり、患者が心を開いて想いを表出するためのコミュニケーション能力が求められる。対話中は、相手との距離の取り方が、信頼関係の構築に影響を与えるとも言われ<sup>1)</sup>、対話技法を身につけて関わることが大切である。

そこで本研究の目的は、不安な気持ちを持つ患者に対して、看護師の対話距離や姿勢を分析することで、看護師が用いる対話技法の視点を考察する。

## 2. 方法

### 2.1 被験者

看護師経験がある 15 名とした。被験者には、研究の目的と方法、研究への協力は自由であること、同意した後でも辞退が可能であること、プライバシーの保護、データの匿名性について口頭と紙面を用いて説明し、研究参加の同意を得た。

### 2.2 実験環境

ベッドと背もたれのある椅子を設置し、ベッド上には患者役(マネキン)をヘッドボードに背中を寄りかからせた長座位に配置した。被験者に座ってもらう椅子は、患者の正中線に対して右 50 度の線上で、目の位置から 1,200mm の位置に配置した。

### 2.3 実験手順

被験者には、患者と対面して座ってもらい、座位での基本姿勢を、静止画像で撮影した。次に、相槌や発語、動作をしながら対話音声を聴いてもらい、その動作を撮影した。2種類の対話場面は、被験者ごとに異なる順序で撮影した。2種類の対話場面(対話1・対話2)は、表1の通りである。いずれの対話音声も約 2 分間である。

表1 対話場面の状況設定

	対象	場面
対話1	70 代前半の女性	治療に伴う不安やつらさを、泣きながら会話する場面
対話2	60 代後半の女性	手術による合併症が受け入れられないために、怒りの感情を表出する場面

また、それぞれの対話を、表2に示す場面に分けた。

表2 対話ごとの場面設定

対話	場面 A	会話が始まってすぐの導入の場面
1	場面 B	患者が泣き出す場面
対話	場面 A	会話が始まってすぐの導入の場面
2	場面 B	患者が大きな声で怒り出す場面
	場面 C	会話が終息する場面

### 2.4 計測方法

被験者の身体の動きを計測するために、被験者の左半身の 9ヶ所(①左外眼角、②下顎骨の正中面が通る位置の下端、③左肩峰、④左大腿骨大転子、⑤左大腿骨外側上顆、⑥左踵骨外側、⑦左第 5 中足骨頭部、⑧肘関節、⑨橈骨手根関節)に、ポイントマーカーを貼付した(図1)。

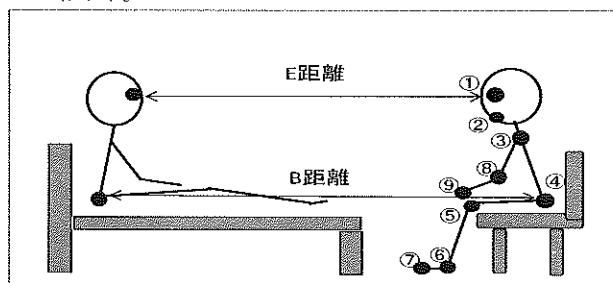


図1 ポイントマーカーの貼付位置

### 2.5 分析方法

対話時の 2 者間距離を、互いの目までの距離(E)、大転子までの距離(B)とした。E 距離と B 距離の対話の場面ごとに、平均値を算出して比較した。

対話時の姿勢は、頸部屈曲角度、体幹屈曲角度、膝関節屈曲角度、足関節屈曲角度、肩関節挙上角度を測定した。基本姿勢の関節角度と比較して、各場面での変位量を算出し、比較した。

分析には、Frame-DIAS(DKH 社)を使用し、10Hz でデータを記録した。SPSS20.0 for Windows で基本統計を算出後に、wilcoxon の符号付順位和検定を行った。有意水準は 5%とした。

## 3. 結果

### 3.1 対話1における対人距離と関節角度の比較

E 距離と B 距離は、場面 B で短かった( $p < 0.05$ ) (図2)。

頸部屈曲角度、体幹屈曲角度、膝関節屈曲角度、肩関節挙上角度の変位量、場面 A と場面 B で有意差はなかったが、足関節は場面 B で足を椅子方向に引く姿勢をとっていた( $p < 0.05$ ) (図3)。

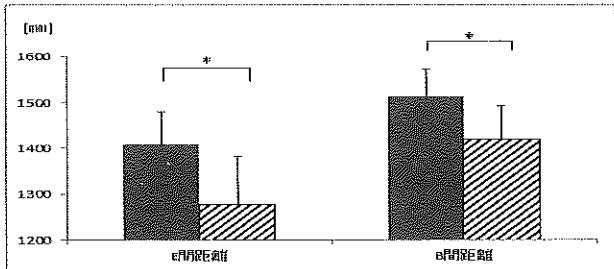


図2 対話1での対話距離最大値の比較

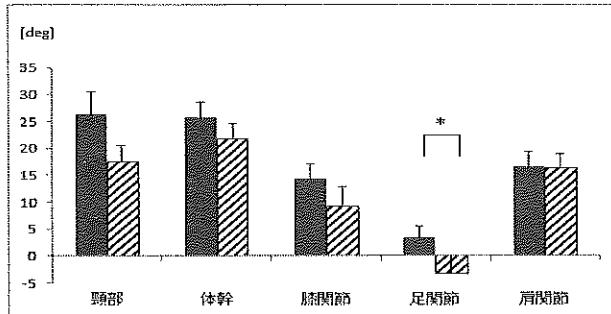


図3 対話1での最大関節角度の比較

### 3.2 対話2における対人距離と関節角度の比較

E 距離と B 距離は、場面 B と C の間の距離に有意な差はなかったが、場面 B が短かった( $p < 0.05$ ) (図4)。

頸部屈曲角度、膝関節屈曲角度、肩関節挙上角度の変位量は、3つの場面(A, B, C)で有意な差はなかった。体幹屈曲角度は、場面 B は場面 A の間で、体幹を後方に移動させていた( $p < 0.05$ )。足関節屈曲角度は、場面 B で場面 A よりも足を椅子側に引く姿勢だった( $p < 0.05$ ) (図5)。

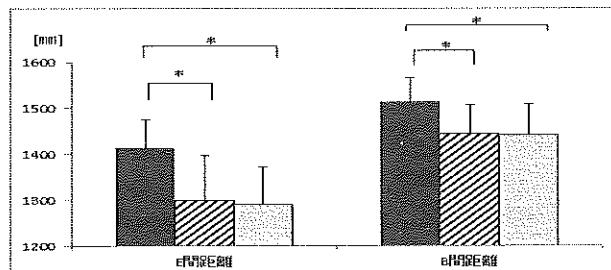


図4 対話2での対話距離最大値の比較

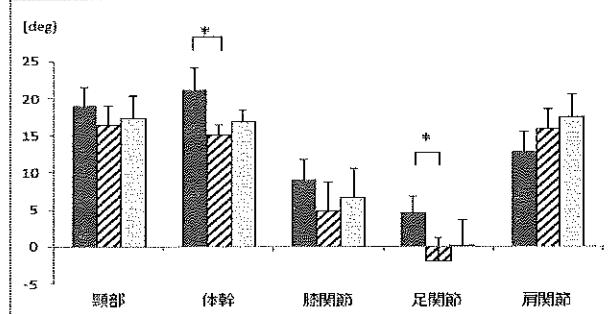


図5 対話2での最大関節角度の比較

### 4. 考察

患者が感情的になる対話場面では、導入時よりも相手との距離が短く接近しているが、これは相手への関心や肯定的認知に影響をうけることからも<sup>3)</sup>、看護師の対話相手に意識的に近づこうとする姿勢の現われによると考えることができる。また怒りの対話場面では、導入時よりも前傾角度は減少している。前傾角度が大きくなるにしたがって対人距離が近くなる、という高林ら<sup>2)</sup>の結果とは異なり、前傾姿勢だけで相手との距離の調節をしているとは言えない。むしろ相手との距離の調節は、身体全体を接近させることで行っていることがわかる。

また、感情的な場面で足先を椅子方向に寄せようとする動きは、どのような意味を持つのかについては、緊張やパーソナルスペースとの関係が考えられるが、断定することは難しい。

本研究の限界は、椅子を固定した条件としたため、看護師本来の動きを観察出来たとは言えない点がある。また、非言語的コミュニケーションについては観察していないため、看護師の多彩な対話技術の一部を検討したことがある。

以上のことから、看護師は患者の状態にあわせて、相手との距離や姿勢を調節していることが分かる。よって、距離や姿勢を調節することが、看護師の対話技法となりうることが分かった。

### 5. 参考文献

- 1) ヴァージニア・ヘンダーソン:看護の基本となるもの、日本看護協会出版会, 2012, 62-64
- 2) 高林範子, 村上生美:コミュニケーション場面における看護学生の感受性および非言語メッセージと患者満足度の関係—模擬患者とのコミュニケーション場面を通して—、日本看護研究学会雑誌, 2011 (34), 93-100
- 3) 柏倉栄子, 石田真知子, 杉山敏子, 渡邊生恵:急性期の成人看護実習における患者-学生間の対人距離の変化、東北大学医学部保健学科紀要, 2005, 14 (1), 13-20

#### [連絡先]

小林淳佳

埼玉県立大学保健医療福祉学部看護学科

〒343-8540 埼玉県越谷市三野宮 820 番地

e-mail : 1111039q@spu.ac.jp

Fax : 048-973-4807

# 災害救援物資の外装ラベルデザインの提案

石橋 舞, 蝦名穂乃花, 宮下怜大(日本大学生産工学部)  
指導教員:堀江良典 (日本大学生産工学部)

The proposal of the exterior label of disaster relief goods  
Mai Ishibashi, Honoka Ebina and Reo Miyashita  
(Collage of Industrial Technology, Nihon University)

## 1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災直後、被災地には全国から集まつた救援物資が届けられた。届けられた救援物資は、全ての避難所に円滑に届ける必要がある。そして、救援物資が全ての避難所に届けられるためには、救援物資を分類する仕分けの作業が必要不可欠であり、人の手を使って作業せざるをえない。しかし、毎日届く膨大で種々雑多な救援物資を仕分けするにあたって、問題点が存在する。倉庫作業の経験者が不足であったこと、内容表示が無い救援物資処理に手間取ったことなどである。それらが原因で、各避難所への輸送が滞ってしまった。また、人員不足から、学生や一般人のような人がボランティアとして多く参加している。したがって、そのような人達でも救援物資を瞬時に識別できる必要がある。

一般的に、男性を寒色系(青や水色)、女性を暖色系(赤やピンク)と色を連想し、トイレマークなどで多く起用されている。このように、救援物資も色を連想させ、仕分けの効率化を図ることはできないかと考えた。

以上の背景のもと、本研究では、災害発生から3週間以内を想定し、食料や飲料、生活用品など、救援物資を大まかに分類した。そして、それぞれのイメージに対応した色に分け、それらが入っている段ボールにその色の外装ラベルを貼ることで直感的に作業者に判別させる。さらにピクトグラム(絵文字)を施すことで具体的な内容物を判断できるようにすることを提案する。将来的には、また起こりうる災害時対策として実践できるよう、国内の標準化を目指す。

## 2. 方法

本研究では、救援物資を入れる外装に、色彩とピクトグラムを施すことによって、内容物が即座に理解することができる外装ラベルデザインを考案するため、以下の3つの実験を行う。

- (1) 救援物資の内容物が連想しやすい色に関するアンケート調査
- (2) 物資に対応するピクトグラムを調査し、検証
- (3) ラベルデザインの検討(色彩とピクトグラムの組

み合わせ方、ラベルサイズと提示方法の検討)

### 2-1 アンケート調査方法

#### ②カラーチャートの設定と質問項目

災害救援物資が入った段ボール箱内に何が入っているのか容易に判断できるように、内容物を表す色つきラベルを施すことを目的とする。アンケート対象者には、カラーチャート 22 種類の中から、各分類項目に最も対応しいと思われる色を 1 色選択してもらった。

カラーチャートは、バーリンとケイの基本色彩語である 11 色を含む PCCS(日本色研配色体系:Practical Color Co-ordinate System)の大分類 25 種類の中から選定した。PCCS の大分類は 25 分類であるが、今回のアンケートでは、色の大まかな傾向を捉えるための調査であるため、3 段階に分けられている gray(light gray, medium gray, dark gray)を 1 つにまとめた。さらに、大分類の中には gold と呼ばれる領域(黄色の deep トーン領域)があるが、一般的に gold というと、質感を伴った金属の色として捉えられる可能性があるため除外した。したがって、アンケートで活用するカラーチャートは、以下の 22 種類とする。

[1.pink 2.red 3.orange 4.beige 5.brown 6.yellow 7.olive 8.yellow green 9.olive green 10.green 11.blue green 12.sky 13.blue 14.dark blue 15.lavender 16.violet 17.lilac 18.purple 19.red purple 20.white 21.gray 22.black]

分類項目は、技術士包装物流会の提案と大学、県、自衛隊が実際に被災地に向けて送った救援物資のデータ<sup>1)2)3)</sup>を参考に、1. 食料 2. 飲料 3. 衛生用品 4. 生活用品 5. 女性用品 6. 高齢者用品 7. 赤ちゃん用品とした。また、分類項目 1~4 に関して、実際に運ばれている物資が連想しづらいことを配慮し、以下の例をアンケート内に記載した。

<各分類項目の例>

◇食料:米・乾パン・カップ麺

◇飲料:水・お茶

◇衛生用品:マスク・消毒用アルコール・家庭用常備薬

◇生活用品:トイレットペーパー・衣類・懐中電灯・電池

## ②アンケート対象者

10/2~5 に行われた公益社団法人日本包装技術協会(JPI)主催の「2012 東京国際包装展」の来場者、本校学生など、計 1001 人を対象とした。

## 3. アンケート結果

### (1) 分析方法 1

集計結果は以下の図 1~図 7 のようになった。縦の数字が人数、横が色となっており、無回答、複数回答を除いたものを有効回答数 n としている。

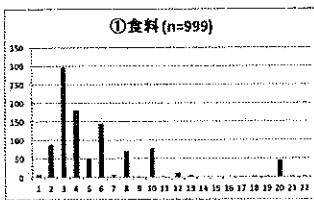


図 1 食料

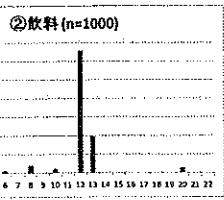


図 2 飲料

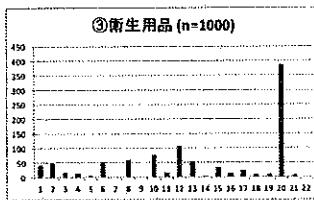


図 3 衛生用品

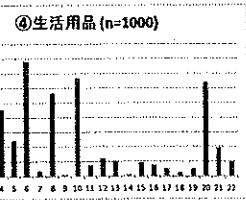


図 4 生活用品



図 5 女性用品

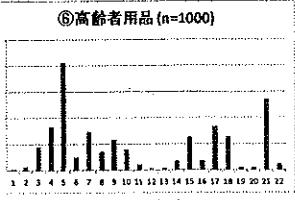


図 6 高齢者用品

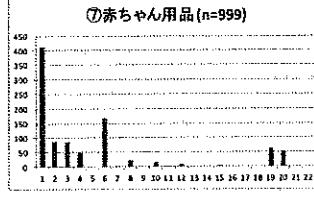


図 7 赤ちゃん用品

### (2) 分析方法 2

次に、アンケート結果をクロス集計表にまとめコレスポンデンス分析を用いて考察した。

第1軸 × 第2軸

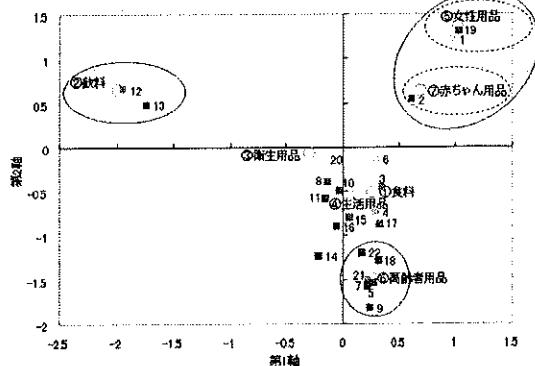


図 8 コレスポンデンス分析

## 4. 結果・考察

食料は、orange・yellow・red といった暖色系が選択されている。これらは、食欲色とも言われ、食品パッケージにも多く起用されていることから選ばれたと考えられる。また、beige が選択されたのは、米やパンといった穀物の色から連想したと考えられる。飲料は、水を連想させ、多くの人が blue や sky といった寒色系を選択した。衛生用品は、清潔感のある白が多く選択された。生活用品は、yellow・yellow green・green・white・orange・beige が選択され、分かりやすい結果が得られなかった。生活用品を連想させたものが人それぞれ異なり、色の選択が幅広くなつたと思われる。女性用品は、pink や red purple が選択された。これらの色は、トイレの男女を区別する色として多く起用されている。高齢者用品は、brown・gray・olive・purple など暗いイメージの枯色が選択されている。赤ちゃん用品は、女性用品と傾向が似ており、pink が選ばれた。

次にコレスポンデンス分析の結果から考えると、飲料、衛生用品、高齢者用品は選ばれた色の傾向が他の項目とは離れているため、この集計結果から選定された色を採用していく。近い色が選ばれた食料と生活用品、女性用品と赤ちゃん用品に関しては、色とイメージを対象とした先行研究等を参照し、色の方向性を決定する必要がある。さらに、それぞれの色同士が、色覚異常者や高齢者にとっても識別性の高い組み合わせとなるよう、詳細検討を行う必要がある。

## 5. 今後の予定

- 1) 分析の継続 及び 色の決定
- 2) ピクトグラムの検討
- 3) ラベルデザインの検討

## 6. 参考文献

- 1) 大分県ホームページ:東日本大震災に関する情報 <http://www.pref.oita.jp/site/jishininfo/kyuenbussi1.html> (2012/9/24 アクセス)
- 2) 一般社団法人 国立大学協会:東日本大震災に係る支援活動の状況について <http://www.janu.jp/> (2012/9/24 アクセス)
- 3) 加藤雪枝 寺田純子 中川早苗 橋本令子 高木節子:生活の色彩学:p123:朝倉書店:1990
- 4) 野村順一:色の秘密:pp182~183:文藝春秋:2005

### [連絡先]

石橋 舞

〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1

日本大学生産工学部

電話:047-474-2622

maaaai1114@yahoo.co.jp

# 医薬品パッケージ表記情報に関する基礎的研究

○松本匡平<sup>\*</sup>, 三林洋介<sup>\*</sup>

(\*東京都立産業技術高専)

A study on the medical supplies package information

Kyohei Matsumoto<sup>\*</sup>, Yosuke Sanbayashi<sup>\*</sup>

(\*Tokyo metropolitan college of industrial technology)

## 1. はじめに

現在日本において、生活習慣病に対する医薬品など従来にない効能を持つ成分のスイッチOTC薬化が進められている。このようなOTC薬を使用したセルフメディケーションの実践においては、生活者が自らパッケージや添付文書の記載情報に基づき効能や副作用などを適切に判断する必要がある。本研究では、一般に多く流通している総合感冒薬のパッケージ表記情報がユーザーに読みやすく、分かりやすく、伝わりやすいものとするための基礎資料を得ることを目的とした。今回は外箱パッケージ裏面情報に限定してユニバーサルコミュニケーションデザインの観点から評価すると共に、主たる評価要因関係を多変量解析を用いて探求し、また、パッケージ情報の見方、読み方についてアイカメラを用いて実験、調査を行った。

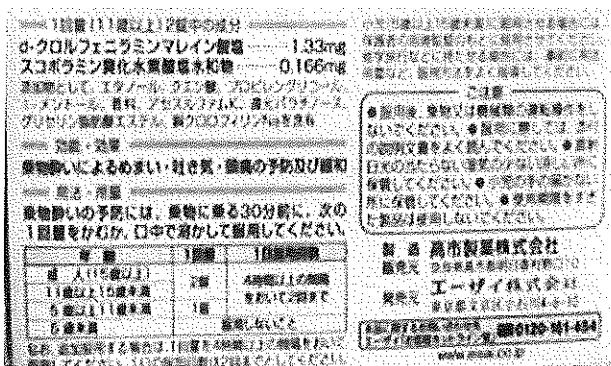


図1 パッケージと裏面情報の一例

## 2. 方法

現在市販されている総合感冒薬の中から 14 種の OTC 薬を選出し、パッケージ裏面の文字数、文字量、文字サイズ、ジャンプ率、パッケージ面積などの印字情報を測定、また、チェックシートを用いて表記に関して人間工学的観点から評価した。用いたチェックシートは、ユニバーサルコミュニケーションデザイン協会開発の DC9 評価、および充実度評価シートである。DC9評価シートは、わかりやすさの 9 原則をもとに開発されたユーザーへの伝達を妨げる要因項目(①情報量、②タスク、③テキスト、④レイアウト、⑤タイポグラフィ、⑥色彩設計、⑦マーク・図表、記入欄、⑧使用上の問題、⑨その他)について問題の度合いを点数化して評価するもので、充実度評価は、ユーザーにとって重要な情報 4 項目(①目的性の明快さ、②用法用量についての表現、③付加価値情報、④トーン&マナー)について得点化して評価するものである。これらを人間工学研究室卒業研究学生 4 名で評価した。

さらに薬局店頭で該当薬品を選ぶことを想定して、3 名の被験者に外箱を手にとって見る時のパッケージ裏面への視覚情報処理特性を測定するため、被験者にアイカメラ(ナック社製 EMR-7 型)を装着して実験を行った。被験者は心身ともに健康な学生で、過去に該当医薬品の処方歴がなく、パッケージ記載情報も読んだ経験を有しないことに配慮した。

## 3. 結果と考察

14 種類のパッケージに表記された情報印字形態について明らかにするため、文字数、文字量、文字サイズ、ジャンプ率、パッケージ面積、各々を測定して統計解析ソフト SPSS を用いて主成分分析を行った。その結果、表 1 に示したとおり、3 つの成分因子にてある程度高い累積寄与率を示した。成分得点より第 1 主成分として文字数、文字量が大きく影響を与えており、また、第 2 主成分としては、ジャンプ率が影響を与えていることから、パッケージの印字における形成成分を情報量(第 1 主成分)と、注目性(第 2 主成分)として区分することが出

来ると考えた。これらを踏まえ第1主成分をX軸、第2主成分をY軸として、14品目について主成分スコアの布置を行った結果、4つのクラスタが形成されることが明らかとなり、これを図2に示した。図からクラスタ1は注目性が高いグループ、クラスタ2は情報量、注目性ともに小さいグループ、クラスタ3は注目性の高さにばらつきがみられ情報量は小さいグループ、クラスタ4は情報量が高いグループを表していた。

一方、チェックシートを用いて評価した結果、14品目全般に問題となる指摘が多かった項目として、情報の伝達を妨げる事項として、情報量では文章量が多すぎる、情報配置が不適切、レイアウトでは情報の配置と行長の長さが長すぎる、タイプグラフィについては文字が小さい、細くて読みづらい、等々の指摘が散見された。また、充実度評価では目的性の明快さが14品目共通して高い評価となっていたものの、用法用量に対する表現や、付加価値情報の評価点が商品によりやや分散していた。用法用量についてはわかりやすい表の工夫、付加価値情報はピクトグラムを用いることなど商品間で多種多様な工夫が見られたことによるものと考察する。以上の評価結果を集計して総合評価得点を算出して順序付けを行ったものと、図2でクラスタ化した結果と併せたところ、分かりやすさの総合評価得点が高いほど注目性が高い商品区分のものであり、情報量は多すぎても少なすぎても総合評価得点は高くならないという先の分析結果と総合評価結果に整合性が認められた。

次にパッケージ裏面を見る際の視覚特性について、アイカメラ測定結果に基づいて解析を行う。パッケージ裏面には、記載項目として、効能効果、用法用量、注意書き、成分分量が記載されている。これを項目ごとに文字数を情報量として計測、該当項目に目が向けられている時間値をアイカメラ測定結果より求めて比較した。図3には医薬品Aの結果を一例として示した。効能効果、および用法用量の項目へは記載情報量は相対的に少ないものの注視時間は多くを占める傾向が認められ、注意書きの項目は記載情報量も多く、また、該当部からの情報収集時間もある程度確保されていた。しかし、成分分量表示部位へは情報量が効能や用法の記載量よりも多いにもかかわらず情報収集の時間比率は低かった。さらには医薬品によって記載情報量は絶対、相対的に異なっていたものの注視時間は同様であった。

#### 4.まとめ

医薬品のパッケージ表記情報についてユニバーサルコミュニケーションデザインの観点より評価し、集約化される要素を抽出した。また、パッケージ裏面情報に目を向ける特性を記載情報量との関係から考察できた。

表1 パッケージ情報に関する主成分回帰の結果

主成分	初期の固有値 <sup>a</sup>			抽出後の負荷量平方和		
	合計	分數の%	累積%	合計	分數の%	累積%
f1	12.744	49.997	49.997	12.744	49.997	49.997
f2	5.504	21.589	71.576	5.504	21.589	71.576
f3	3.478	13.643	85.219	3.478	13.643	85.219
f4	1.702	6.674	91.893	1.702	6.674	91.893
f5	1.445	5.668	97.561	1.445	5.668	97.561
f6	.325	1.276	98.836	.325	1.276	98.836
f7	.210	.824	99.659	.210	.824	99.659
f8	.087	.341	100.000	.087	.341	100.000

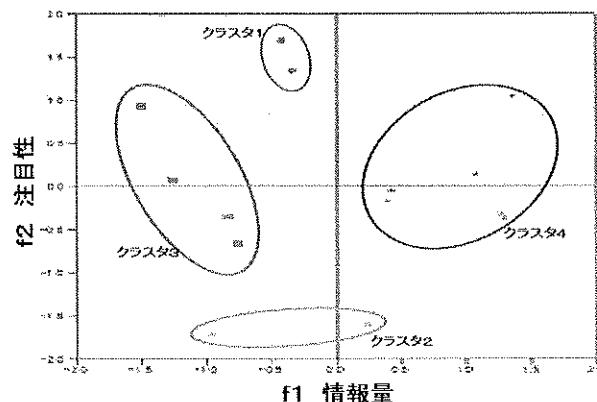


図2 主成分分析による変数系列

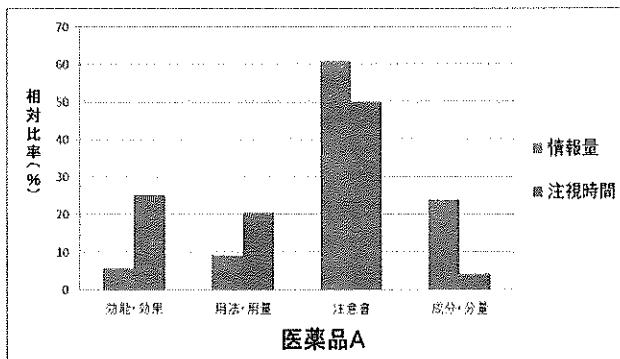


図3 記載項目別情報量と注視比率(医薬品A)

#### 参考文献

- 1) 石村貞夫、「SPSSによる多変量データ解析の手順 第3判」、東京図書、(2003)
- 2) 小林道浩 保坂藍 三林洋介、「医薬品添付文書のレイアウトに関する研究」、日本人間工学会関東支部 第17回 卒業研究発表会 講演集、P55-56、(2011)

#### [連絡先]

都立産業技術高専医療福祉工学コース 三林研究室  
〒116-0003 東京都荒川区南千住 8-17-1  
E-mail : [sanba@acp-metro-cit.ac.jp](mailto:sanba@acp-metro-cit.ac.jp)  
TEL:03-3801-0145 FAX:03-3801-9898

# 小規模病院の患者中心サービスに関する研究

## —病院サービス項目に対する重要度・満足度評価—

○佐藤拓也\*, ○北見卓也\*, 浅沼悠美\*, 湯舟裕史\*

(\*玉川大学工学部)

Study of patient centered service of a small-scale hospital

Takuya Sato\*, Takuya Kitami\*, Yumi Asanuma, Hiroshi Yufune

(\*College of Engineering, Tamagawa University)

### 1. はじめに

医療分野でも利用者を中心においた医療サービスの考え方が広がり、大規模病院を中心に患者に配慮したサービスを提供するようになってきている。一方、地域医療を担う小規模病院においては、患者に配慮したサービスが提供されているのであろうか。今日、小規模病院においても、患者中心のサービスを提供できることが求められている。

本研究では小規模病院における患者(以後、「利用者」と標記)の視点にたったサービスを提供できる仕組みについて研究している。本稿では 1) 病院サービス項目を収集し、2) 一般利用者にそれらの病院サービス項目について評定尺度による重要度と満足度評価を行ってもらい、定量評価に基づくサービス項目の順位づけ、重要度と満足度の関係性について検討する。これらの結果は、小規模病院における利用者が望むサービスを明らかにするための基礎資料となる。

### 2. 病院サービス項目の収集

某全国紙に過去 6 年間に掲載された「わたしの医見」などの医療に関する記事を収集し、これらの記事より病院サービスに対する要求事項(問題点は要求事項に変換)を抽出した。さらに、グループ討議によって、実際には提供されていないが、こうしたサービスがあるとよいと考えられるサービスについても考え出した。計 220 の要求事項を抽出した。これらの要求事項を内容の類似性に基づき階層化して分類し、最終的に「診察結果の分かりやすい説明」「親身な応接」「緊急事態についても即応してくれる診察体制」など、63 のサービス項目に集約した。これらの中には、前述したように実施されていないサービス項目を含んでいる。

### 3. 病院サービスの重要度・満足度評価

#### 3-1. 調査方法

抽出した 63 の病院サービス項目に対する重要度と満足度について、一般利用者に 5 段階評定尺度により評価をしてもらった(図 1 に評価票の一部を示す)。重要度及び満足度評価は 2011 年 12 月 21 日(水)~2012 年 1

月 13 日(金)に実施した。なお、評価に際しては日常利用している病院のサービスを評価するのではないことや、満足度の評価においては、そのサービスを受けたと仮定して評価をしてもらうようにした。

関東在住の 20 歳以上の 71 名(男性 41 名、女性 30 名、20 代 24 名、30 代 4 名、40 代 19 名、50 代 10 名、60 代以上 14 名、平均 44.6 歳)から有効回答を得た。

評定段階の「重要(満足)とは思わない」、「少し重要(満足)」、「まあまあ重要(満足)」、「かなり重要(満足)」「非常に重要(満足)と思う」に 0、1、2、3、4 点を与えて数値化した。さらにサービス項目ごとに平均値、標準偏差を求め順位づけを行った。重要度と満足度の関係性の分析では、相関分析、順位相関分析、及びプロット図による分析を行った。なお、男女別、年齢別、通院頻度別の比較・検定を行っているが、本稿では省略する。

#### 3-2. 結果

評定平均値が 3.5~4.0 点を「非常に重要(満足)」、3.0~3.5 点未満を「かなり重要(満足)」、2.0~3.0 点未満を「まあまあ重要(満足)」、1.0~2.0 点未満を「少し重要(満足)」、1.0 点未満を「必ずしも重要(満足)でない」に 5 区分した。

##### 3-2-1. 重要度評価の結果

「非常に重要」のサービス項目は、(1)高い質の医療行為(診療・治療技果をわかりやすく説明、など 8 項目が見出された。「かなり重要」の項目は、(7)医師が患者の発言を聞こうとする態度、(20)土曜、祝日も診察してもら

小規模病院で「高い質の診療所・医療・クリニック」サービスを受けたと仮定した場合の満足度調査用				
この質問用紙は、あなたが普段利用している地域の病院・サービスを評価するものではありません。 以下にあげる診療所・医院・クリニックのサービスをあなたが受けたと仮定した場合の満足度を あなたが考えるままに評価してください。(記入欄が長い)				
回答記入欄の右側に斜線はまる箇所に(+)をつけてください(記入例参照)				
回答記入欄				
(回答記入欄が表示でわかるようになっていました(でしたら)が付かり満足)と思う場合の記入欄				
● 説明とは思わない	● 少し満足	● まあまあ満足	● わり満足	● 满足だとと思う
<input checked="" type="checkbox"/>				
以下のアンケートにお答えください。				
(1)高い質の医療行為(診療・治療の技果)を受けられた(でしたら) ←(出題サービスの基本となる重要なサービス)				
● 説明とは思わない	● 少し満足	● まあまあ満足	● わり満足	● 满足だとと思う
<input checked="" type="checkbox"/>				
(2)医師と看護師のうまい連携で診察が円滑に行われた(でしたら)				
● 説明とは思わない	● 少し満足	● まあまあ満足	● わり満足	● 满足だとと思う
<input checked="" type="checkbox"/>				
(3)医師が診察結果を分かりやすく説明してくれた(でしたら)				
● 説明とは思わない	● 少し満足	● まあまあ満足	● わり満足	● 满足だとと思う
<input checked="" type="checkbox"/>				

図 1 サービス項目の評価票(一部を掲載)

える、など 13 項目が見出された。「まあまあ重要」の項目は、(29)下駄箱・スリッパが清潔、(59)訪問診療を行ってくれる、など計 31 項目が挙げられた。「少し重要」の項目は、(17)電話で服用薬などを聞けるサービス、(12)待ち時間を利用して看護師に相談ができる、など計 11 項目が見出された。「必ずしも重要でない」に該当する項目はなかった(図 2 参照)。

### 3-2-2. 満足度評価の結果

「非常に満足」のサービス項目は、(43)緊急事態にいつでもすぐに診療、(3)医師が診察結果をわかりやすく説明、など 6 項目が見出された。「かなり満足」の項目は、(37)待合室の感染防止、など 23 項目が見出された。「まあまあ満足」の項目は、(55)

カルテをいつでも見ることができる、など 33 項目が見出された。「少し満足」の該当項目は、(63)お茶などの飲み物のサービス、の 1 項目が見出された。「必ずしも満足ではない」に該当する項目はなかった。

### 3-2-3. 重要度と満足度の関係性分析

重要度と満足度の評定値間の相関係数を求めた結果、有意な相関関係(相関係数  $r=0.956$ 、 $p<0.01$ )が認められた。重要度と満足度の評価順位に対する順位相関係数を求めた結果、有意な相関関係(相関係数  $r=0.949$ 、 $p<0.01$ )が認められた。

重要度と満足度のプロット図を作成した(図 4 参照)。ゾーン①は重要度、満足度ともに高いエリアであり、(3)医師が診察結果をわかりやすく説明、など 52 項目(82.5%)が布置した。ゾーン②は、重要度は低いが満足度は高いエリアである。このゾーンには(14)受診待合時の看護師による病状緩和ケア、など 10 項目(15.9%)が布置した。ゾーン③は、重要度、満足度ともに低いエリアであり、布置した項目は(15)薬の服用時間の連絡サービスのみ(1.6%)であった。ゾーン④は、重要度は高いが満足度が低いエリアである。このゾーンに該当する項目は見出されなかった。

## 4. まとめ及び今後の課題

本研究の結果はつぎのようにまとめられる。

- 1) 63 の病院サービス項目を抽出し、重要度と満足度における順序づけを行った。
- 2) 各サービス項目によって重要度、満足度の評定値は異なり、優先すべきサービスがある。
- 3) 各サービス項目の重要度と満足度には強い相関関係が認められる。

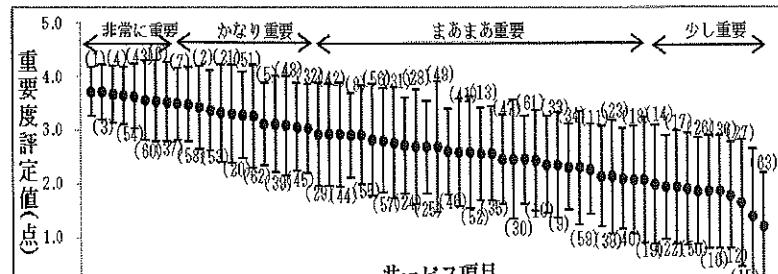


図 2 重要度評価における順位づけ(数字は各サービス項目を示す)

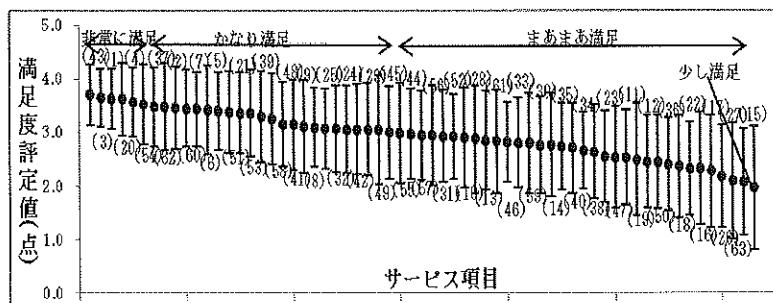


図 3 満足度評価における順位づけ(数字は各サービス項目を示す)

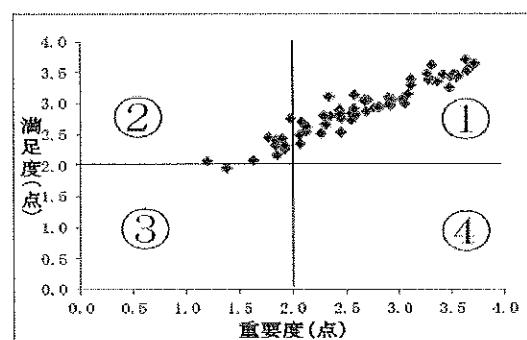


図 4 重要度-満足度プロット図

4) サービス項目の多くは利用者の望みが高いサービスである。しかし、重要度は低いが、満足度は高いサービス項目もある。

本研究で抽出したサービス項目の多くが、利用者が望むサービスであることがわかった。

今後の課題としては、一般利用者が望むサービス項目の抽出における信頼度を高めるために、被評価者を増やす必要がある。また、抽出された病院サービス項目の提供の可否、阻害原因などについて医療従事者側に対する調査、サービス提供の仕組みを検討していく必要がある。

### [連絡先]

佐藤拓也、北見卓也

玉川大学工学部マネジメントサイエンス学科阿久津研究室

〒194-8610 東京都町田市玉川学園 6-1-1

e-mail: stuta9ne@engs.tamagawa.ac.jp

Fax: 042-739-8858

# 光と影による仕上げパターンの見え方に関する研究

## -見え方に及ぼす輝度の影響-

○前川慎太郎<sup>\*</sup>,木原史織<sup>\*</sup>,皆川宙徹<sup>\*</sup>,野村価生<sup>\*\*</sup>

(\*日本大学生産工学部, \*\*日本大学大学院生産工学研究科)

松井 勇 教授<sup>\*\*\*</sup>,永井 香織 准教授<sup>\*\*\*\*</sup>,内田 晓 准教授<sup>\*\*\*\*\*</sup>

Appearance of the Surface Finishing Pattern by Highlight and Shadow Caused by Spotlight

## -Effect of Luminance on the Appearance-

Shintaro Maekawa<sup>\*</sup>, Shiori Kihara<sup>\*</sup>, Hiroyuki Minagawa<sup>\*</sup>, Kai Nomura<sup>\*\*</sup>

(\*Student, Dept. of Architecture and Architectural Engineering, College of Industrial Technology,Nihon Univ.

\*\*Graduate School of Architectural Engineering, College of Industrial Technology,Nihon Univ.

\*\*\*Isamu Matsui Prof.,Dept. of Architecture and Architectural Engineering,College of Industrial Technology,Nihon Univ.

\*\*\*\*Kaori Nagai Assoc.,Prof.,Dept. of Architecture and Architectural Engineering, College of Industrial Technology,Nihon Univ.

\*\*\*\*\*Akira Uchida Assoc.,Prof.,Dept. of Electrical and Electronic Engineering, College of Industrial Technology,Nihon Univ)

## 1.はじめに

現在、照明による物の見え方に関する研究は幾つかあるが、凹凸を有する建築仕上げ表面に照射し、その光と影による凹凸表面の見え方に関する研究はほとんど見当たらない。そこで本研究は、スポットライトを照射した時の建築仕上材料の凹凸仕上げパターンの光と影による見え方について検討したものである。

本報告は、8種類の仕上げパターンを施工した試験壁を用い、光源の強さを100～3000lxの6段階に変え、凹凸表面各部の輝度を、輝度計を用いて測定した。それらの写真を用いて、目視により、光と影が明確に見える部分および試験壁全体の影のグラデーションについて官能検査を行ったものである。

表 1.試験壁の凹凸仕上げパターンの種類

仕上名	仕上厚さ(mm)	骨材(厘)	表面
くし引き(K)	5	なし	おとなしめ
		1(单一)	粗め
	8	1、3(混合)	おとなしめ
ロック(R)	8	3、5(混合)	粗め
		3(单一)	おとなしめ
ゆず肌(Y)	8	3、5(混合)	粗め
		なし	凹凸あり
		なし	凹凸なし

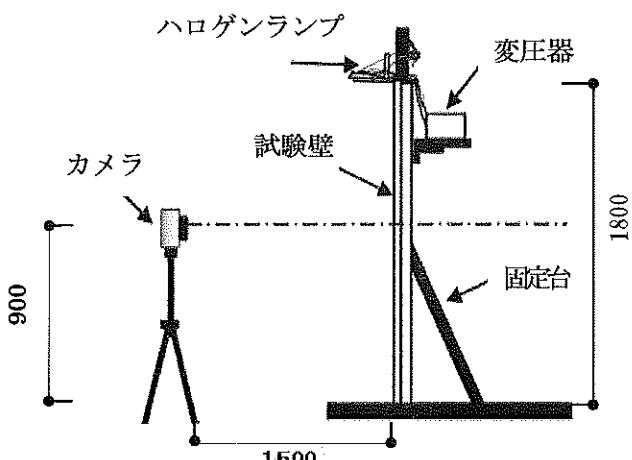


図 1.照射方法および撮影方法 単位:mm

## 2.実験方法

### 2.1 試験壁の種類

試験壁は、厚さ 10 mm、900×1800mm のフレキシブル板に表 1、写真 1 に示す 8 種類の仕上げパターンを施工したものである。また、試験壁の表面色は陰影を明確にするため、白色の塗布材(ジョリバット)を塗布した。

### 2.2 照射方法および撮影方法

実験は、暗室で行い、図1に示すようにハロゲンランプ(F社製 250W)を使用し、光源の強さを100、300、500、1000、2000、3000lxの6段階と変えてそれぞれ照射した。光源の強さは試験壁中央から光源に向かって測定し、撮影は図1に示すようにカメラで壁全体を撮影した。

### 2.3 輝度測定

#### (1)測定箇所

測定は輝度計(KM 製 LS-110)を用いて行い試験壁から 1500 mm離れた位置から図 2 に示す A～L の各部を測定した。

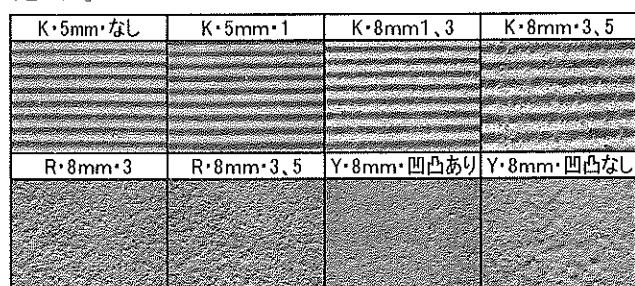


写真 1.試験壁の凹凸仕上げパターンの種類

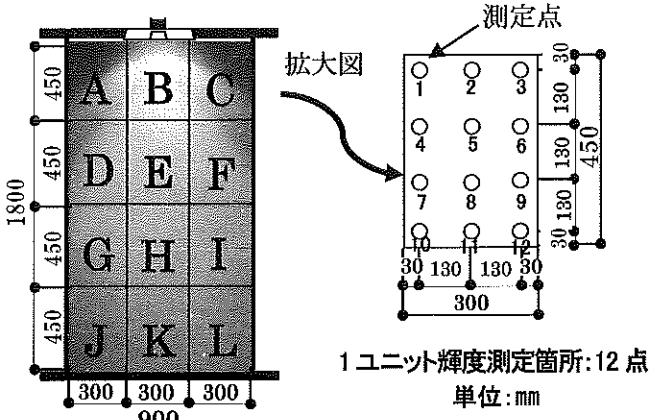


図 2.輝度の測定箇所(左:全体図、右:拡大図)

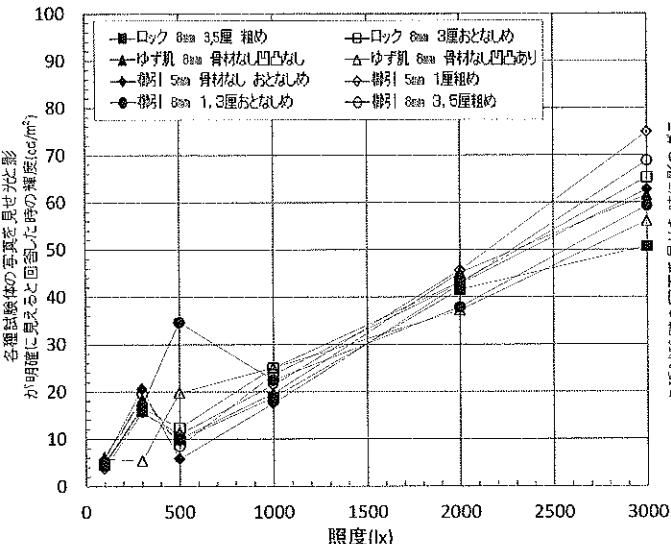


図3. 光と影が明確に見えると回答した人数が最も多い箇所の輝度と照度の関係

### 3. 官能検査

官能検査は、通常視力を有する男女20名(男:10名、女:10名)を対象に行った。

試験壁の写真を、被験者に提示し「光と影が最も明確に見える箇所」と「影のグラデーションが最も良い感じる照度」を目視にて評価させ、最も良いと回答した人数を被験者総数で除して、人数百分率で示した。

### 4. 結果および考察

#### 4.1 光と影が明確に見えると回答した人数が最も多い輝度と照度の関係

各種試験壁の写真を見せた時に光と影が明確に見えると回答した人数が最も多い輝度と照度の関係を図3に示す。

図3より、写真を見せた時に光と影が明確に見えると回答した人数が最も多い輝度は、照度が高くなるにつれて大きくなっている。各照度において光と影が明確に見える箇所の輝度は、照度3000lxでは、50~70cd/m<sup>2</sup>、2000lxでは37~45cd/m<sup>2</sup>、1000lxでは18~25cd/m<sup>2</sup>、500lxでは、ばらついているが5~20cd/m<sup>2</sup>、100lxでは約5cd/m<sup>2</sup>となっている。

#### 4.2 壁面全体の影のグラデーションが良いと回答した時の輝度の差と照度の関係

各種試験壁の写真を見せた時に影のグラデーションが良いと回答した時の輝度の差と照度の関係を図4に示す。ここで、輝度の差とは最も明るい箇所の輝度Bと最も暗い箇所の輝度Kの差を示している。

図4より、各種試験壁において影のグラデーションが良いと回答した時の輝度の差は照度が高くなるにつれて、大きくなっている。また、影のグラデーションが良いと回答した時の輝度の差は、ゆず肌を除くと試験壁表面がおとなしめの方が、粗めより大きくなっている。

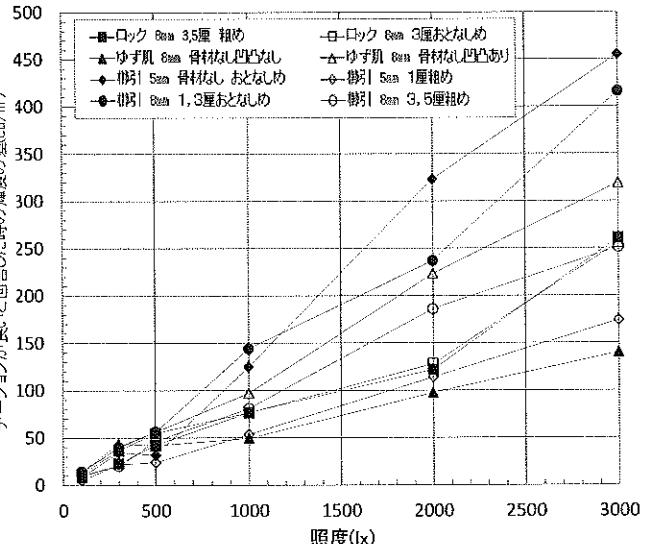


図4. 壁面全体の影のグラデーションが良いと回答した時の輝度の差と照度の関係

### 4.まとめ

今回の実験結果から以下のことが言える。

- 1) 光と影が明確に見える輝度は照度が高くなるに従い大きくなり、仕上げパターンの影響は小さい。
- 2) 影によるグラデーションが、良く見える輝度の差は照度が高いほど大きく、仕上げパターンがおとなしめの方が粗めより大きくなる。

### 5. 参考文献

- 1) I. D. BROWN, VISUAL AND TACTUAL JUDGMENTS OF SURFACE ROUGHNESS, Ergonomics Vol. 3, No. 1 pp51-61
- 2) J. A. LYNES, BSc (Eng) MA, CEng, MIEE
- 3) FCIB Lighting for texture, Vol. 11, No. 2, 1979
- 4) 野村信生、松井勇、永井香織、光と影による仕上げパターンの見え方に関する研究—幾何学立体を用いた場合—日本建築学会大会学術講演会概要集、2012.9.12、講演番号 1065
- 5) 野村信生、松井勇、永井香織、内田暁、光と影による仕上げパターンの見え方に関する研究—光源の強さと凹凸寸法を変えた場合—日本建築学会大会、学術講演会概要集、2012.10.18、pp127-130
- 6) 野村信生、松井勇、永井香織、内田暁、光と影による仕上げパターンの見え方に関する研究—見え方に及ぼす輝度の影響—日本大学学術講演会概要集、2012.12.01

### [連絡先]

松井 勇 教授

日本大学生産工学科建築工学科

〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 5号館 208

e-mail : matsui.isamu@nihon-u.ac.jp

Fax : 047(474)2499

# 感性工学的観点からの木質の特性化

○池田未央 鳥居塚崇  
(日本大学生産工学部創生デザイン学科)

A study for characterization of woods from the perspective of kansei engineering  
Mio Ikeda Takashi Toriiuzuka  
(Dept. of Conceptual Design, College of Industrial Technology, Nihon University<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

最近、自然な風合いが好まれ、家具や建材などにこだわりをもつ人が増え、自分で木材を選択する機会が多くなってきた。しかしながら、実際に木材を選ぶ際に必要な知識を持ち合わせている人はまれであり、性質を考慮して専門家によるアドバイスを受ける場合や、インテリアの雑誌に掲載されているような空間を作りたいといった希望から、雰囲気によって選ぶこともある。こういった、人の、木材を選びたいという意思や、迷うという行為は、木材から何らかの印象を受けているために発生すると考えられる。この印象を明らかにすることで、人のイメージした空間に適した木材を選択することができる。

これまでにも、木材の印象評価実験は多く行われており、木材と他の素材を比較して木材の持つ印象が位置付けられ、同じ木材であっても、様々な樹種の色相の比較による印象の変化も明らかになっている。また、色相と木目によって自然な風合いや、温かみを感じていると言ったこともわかっている。しかしながら、実際に木材を買う際には、色相や木目などの見た目のみで判断するのではなく、触り心地や、香りなども選択する基準になる。よって、本研究では、視覚とそれ以外の感覚も用いて、木材の評価実験を行い、感性の観点から様々な木材の特性を明らかにし、木材を選ぶ際の指標作りをする。

## 2. 実験方法

### 2.1 本研究の題材とその特徴

実験で使用した木片は、主に家具や建材として使われている国内産のもの7種と国外産のもの7種の計14種を用いた。

表 1. 評価対象とした木材

国内産	国外産
・スギ	・イエローパイン
・ヒノキ	・ハードメープル
・クス	・ウォールナット
・カツラ	・レッドオーク
・ナラ	・ホワイトオーク
・セン	・アフリカンマホガニー
・タモ	・ラワン

### 2.2 木材の印象を評価するための言葉の抽出

これまでに行われてきた、素材の表面の印象を表す言葉の研究をもとに、形容詞、木材特有の印象語、オノマトペを選出し、感性工学や人間工学を学ぶ研究室の教員と学生数名でディスカッションを行い、発話の中から木材の印象を評価する言葉を抽出した。また、どんな用途で使ってみたいかという評価項目も設けた。それらを表1に示す。

表 2.木材の印象を評価するための言葉

形容詞対 (17 対)			
・下品な/上品な	・ぼんやりした/はっきりした	・つまらない/楽しい	・派手な/素朴な
・鈍い/鋭い	・新鮮な/見慣れた	・軽薄な/重厚な	・野暮ったい/洗練された
・軽やかな/どっしりした	・すぐ飽きる/飽きのこない		
・暗い/明るい			
・かたい/やわらかい			
・混じりけのある/純粹な			
・すぐ飽きる/飽きのこない			
木材特有の印象語	・趣	・魅力	・感じの良さ
・落ち着き	・ぬくもり	・風合い	
・味わい			
・心地よさ			
オノマトペ	・ごわごわ感	・つるつる感	・とげとげ感
・かさかさ感	・さらさら感	・ざらざら感	・しっとり感
・がさがさ感	・すべすべ感	・ちくちく感	
・けばけば感			
・ごつごつ感			
・ざりざり感			
用途	・テーブル・机	・棚	・縁側・ウッドデッキ
・床材	・箪笥	・籠	
・椅子			

### 2.3 実験手順

表1に示す14種類の木材について、表2に加え、好感度の総合的な評価を行った。

5名(男性:1, 女性:4, 平均年齢21.6歳)の実験参加者を対象に行った。参加者はそれぞれの項目について、印象を1~10の10段階で評価し、口頭で回答し、その横で実験者がPCに入力した。

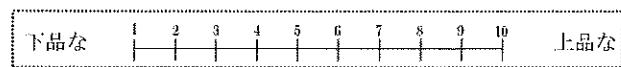


図1 評価項目

### 3.結果および考察

結果を図2に示す。総合評価を好感度とし、視覚以外、視覚において平均と標準偏差をもとめた。第1象限に位置するのは、好感度が高くかつ標準偏差が小さいもののを示す。また同じ木材でも「視覚」と「視覚以外」のプロットの距離が近いほど感覚の隔たりが小さく、逆に離れているほど感覚の隔たりが大きいといえる。つまり図2の原点を中心にしてそれぞれのプロットをベクトルで捉えると、感覚の隔たりが小さいほどその内積が大きく、逆に感覚の隔たりが小さいほどその内積が小さくなるといえる。そこで、それぞれの木材について、その内積を求めた(図3)。正の方向は、視覚以外と視覚との評価の隔たりが小さいことがいえ、負の方向はその逆である。

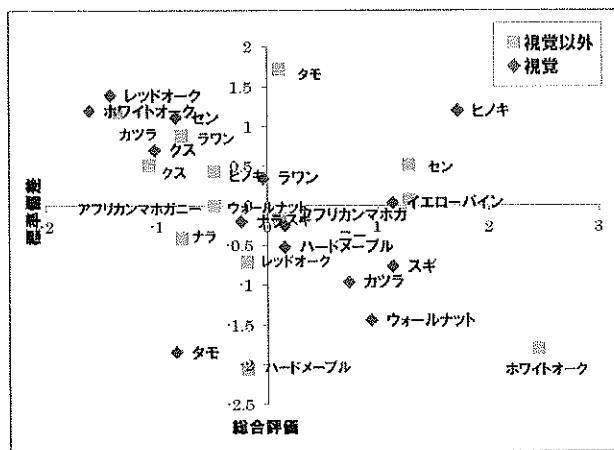


図2 「視覚以外の感覚」と「視覚」の  
総合評価と標準偏差

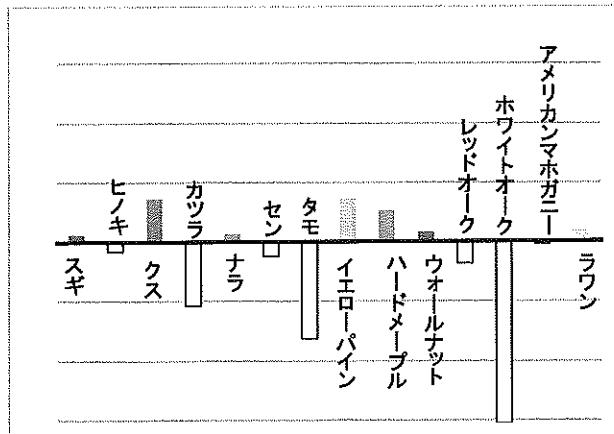


図3 「視覚以外の感覚」と「視覚」による内積

イエローバイン、クス、ハードメープルなどは視覚以外の感覚と視覚とで、隔たりが小さい樹種であることが分かり、一方ホワイトオーク、タモ、カツラなどは隔たりが大きい樹種であることが分かる。前者の感覚の隔たりが小さかったグループをAグループとし、後者の感覚の隔たり大きかったグループをBグループと分類し、オノマトペ

の印象評価との関係を調べた。結果を図4に示す。すると、ごわごわ感、ざらざら感、すべすべ感、とげとげ感、しつとり感の表面の粗さを表すオノマトペについて、Aグループはハードメープルを除き、視覚以外の感覚と視覚とどちらの評価でも、オノマトペの印象の得点(平均点)の差が小さい所で0、大きい所で0.8とあまり見られなかったのに対し、Bグループは、小さい所で0.4、大きい所で2.8という差が見られた。よって、これらのオノマトペは、感覚の隔たりの大小を位置付ける要因となっているといえる。ハードメープルに関して、感覚の隔たりが小さいのに対し、オノマトペの印象の得点で差が生じたのは、それ以外の、形容詞対や木材特有の印象語との関連があると考えられる。

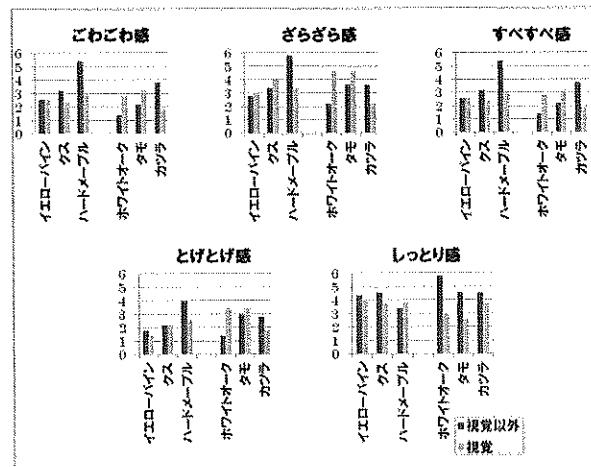


図4 感覚の隔たりと関連があつたオノマトペ

### 4.おわりに

本研究では、視覚以外、視覚、全感覚に分類した木材の印象評価実験を行い、それぞれの感覚の隔たりが生じたことで、見た目のみならず、触り心地や、香りなど視覚以外の情報でも評価の基準になることが、明らかになった。今後は被験者を増やし、データの信頼性を上げていきたい。また、形容詞対、木材特有の印象語、オノマトペと木材それとの関連を分析し、感覚の隔たりを生じさせる要因が何であるか明らかにしていきたい。また、木材の印象を位置付けるための軸となる要因を解明しグルーピングしたのち、木材から受ける印象と物理的特性とに相関があるか調べ、より実用的な指標を作成していきたい。

#### [連絡先]

池田未央

日本大学 生産工学部 創生デザイン学科

〒275-8575 習志野市泉町 1-2-1

e-mail: mio.ikeda1220@gmail.com

Fax: 040-474-2619

# PLA-PCL ブレンドによる高韌性生体吸収ポリマーの開発

○森本隆遙\*, 杉本聖一\*

(\*東京都立産業技術高等専門学校医療福祉工学コース)

## Development of high toughness bio-absorbable polymer by the PLA-PCL blend

Takamichi Morimoto\*, Seiichi Sugimoto\*

(Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology Medical Welfare Engineering Course)

### 1. 諸言

#### 1. 1 はじめに

医療分野では、近年、縫合糸や骨固定具などの、治癒後に摘出・除去しなければならない用途に、生体吸収性のある高分子材料を使用することが多くなっている。臨床で現在使用されている生体吸収性ポリマーはポリ乳酸(PLA)がほとんどを占めており、縫合糸や骨固定用のボルトなどに用いられている。しかし、PLAは高い強度を持つが、その反面延性が低く、大腿部などの衝撃荷重がかかる部位への使用などができず、用途が限定されている。韌性の高い生体吸収性ポリマーが実現すれば、金属材料でしか使用できなかった衝撃荷重のかかる大腿部などに適用することが可能になり、用途が広くなる。

#### 1. 2 研究目的

ポリマーは他のポリマーと混練(ブレンド)することにより両方の特性を持たせることが可能であることが他の先行研究で分かっている。また、ブレンド材では、均一に混ざりあった相構造が、それぞれのポリマーの相に分離していく相状効果というものがあり、相状効果が発生することによりそれぞれのポリマーの性質が現れることも分かっている。

そのため、本研究ではPLAよりも低強度ではあるが、高延性という性質を持つPCLと、PLAよりも高強度で高延性なPBSAをブレンドすることで、PLAに延性を加え、韌性の高い生体吸収性ポリマーを作製することを最終目標とする。

今年度の目標として、射出成形を用い、PLA-PCLブレンドでの相状効果が発生しやすい成形条件を探し出し、PLA単体よりも高韌性なPLA-PCLブレンド材の作製を目指す。

### 2. 実験方法

#### 2. 1 原料

ブレンド材を作製するために用いる原料にはPLA(大神薬化株式会社 REVODE101)と、脆性材料であ

るPLAに延性を付加するためにPCL(ダイセルポリマー株式会社 プラクセルH7)を使用した。

#### 2. 2 作製条件

PLAとPCLのガラス転移温度はそれぞれ60[°C], -60[°C]、融点は150[°C], 60[°C]である。PCLの含有率は10, 20, 30, 40[wt%]とした。以降、10[wt%]はLC91, 20[wt%]はLC82, 30[wt%]はLC73, 40[wt%]はLC64と呼称した。

まずPLAとPCLのペレットを用意し、混練機(ユニオンプラスチック株式会社 UEV型20[mm]押出機)により、シリンダー(ノズル)温度150[°C]で混練しながら押し出した。ポリマー同士は相溶性が悪い為、1回の混練では混ざりきらず、組織が均一に分布しない。そのためブレンド材に偏りが出る。以前の研究結果から、計4回の混練をすることとした。

次に射出成形機により試験片(平行部12[mm], 幅3[mm], 厚さ3[mm])を成形した。成形条件は予備実験より、シリンダー(ノズル)温度1を130[°C], シリンダー(ノズル)温度2を150[°C], 金型温度25[°C], 射出速度200[m/s], 射出圧力350[MPa]としたものを射出条件1とし、シリンダー温度の変化による破壊特性の差異を調べるためにシリンダー温度を10[°C]ずつ上昇させたものを射出条件2とした2つの条件で行った。それぞれの金型での試験片の保持時間は、60[sec]とした。

### 3. 試験方法

試験片の中央に幅10[mm]の標線を正確かつ鮮明に引き、卓上小型万能試験機(株式会社島津製作所 EZ-Graph)に取付け、引張速度1[mm/min]で試験片が破断するまで引張り、荷重Pと伸びLを測定した。最大荷重P<sub>max</sub>と初期断面積から最大応力σ<sub>max</sub>を求め、これを引張強度とした。また、破断時の伸び率(ひずみ)を算出した。

韌性は破壊エネルギーJ[kJ/m<sup>2</sup>]を用い評価した。なお、Jを求めるための式は次式の(1)を用いた。ここでP:荷重[N], A:断面積[m<sup>2</sup>], X:変位[m]である。

$$J = \frac{\int P dx}{A} \quad (1)$$

#### 4. 実験結果及び考察

##### 4.1 各組成と各条件での引張強度の変化

Fig. 1 に PLA と各組成の射出条件の変化による平均引張強度の比較を示す。Fig. 1 より、ブレンド材の引張強度は強度の低い PCL をブレンドしているため条件 1, 2 共に PLA 単体よりも低くなっていることが分かる。成形温度を上昇させた射出条件 2 では PLA 単体の強度が射出条件 1 よりも上昇している。これは成形温度が上昇したため、融点に近い温度になり、粘度が低下、流動性が上昇したため、高密度で充填され、強度が上昇していると考えられる。同じことが LC73, LC64 でも言える。しかし、LC91 と LC82 では射出条件 1 よりも射出条件 2 では強度が低下している。試験片を比べてみると、LC73, LC64 に比べ、LC91, LC82 の試験片には多くの気泡が存在していることが分かった。これは、射出速度が遅すぎた為に、ポリマーの充填が間に合わず、気泡が生じ、結果、試験片が脆くなり、強度が低下したのだと考えられる。

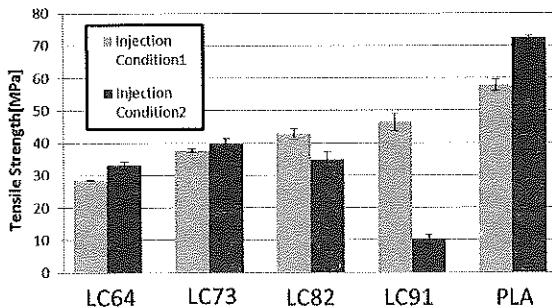


Fig.1 Comparison of average tensile strength by injection conditions and polymer composition change

##### 4.2 各組成と各条件での破壊エネルギー値の変化

Fig. 2 に PLA と各組成の射出条件の変化による平均破壊エネルギー値の比較を示す。この中で最大値を示すのは射出条件 1 での LC82 の 64.9 [kJ/m<sup>2</sup>] であるが、標準偏差が示すように、かなりのばらつきがある。Fig. 1 を見ると、引張強度はばらつきが余りなく、安定していることが分かる。このことから、破壊エネルギー値のばらつきはひずみが安定していないためと考えられる。これは、相乗効果が安定して発生せず、また、発生しても、相分離のでき方や、相の分布が試験片ごとに異なるため、ひずみがばらついたのだと考えられる。LC82 の次に大きな値を示すのは LC64 の 60.2 [kJ/m<sup>2</sup>] である。LC64 はばらつきが小さく、また、PLA 単体の 2 倍以上の破壊エネルギー値を持つため、高韌性化には成功している。し

かし、射出条件 2 を見ると射出条件 1 よりも強度は高かったが、破壊エネルギー値は半分以下との値を示している。他の比率でも、射出条件 2 の破壊エネルギー値は条件 1 よりも低下している。このことから、射出条件 2 以上の成形温度の上昇は韌性の向上がみられないと考えられる。

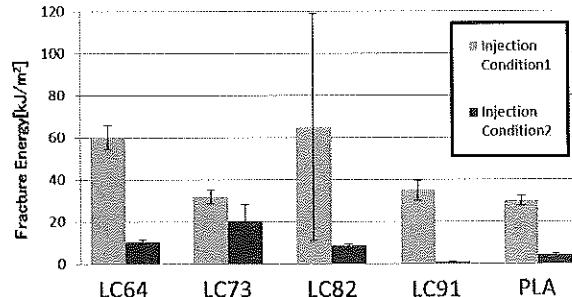


Fig.2 Comparison of average fracture energy by injection conditions and polymer composition change

#### 5. 結言

射出条件 1 の結果から、相状効果の発生により PCL の性質が発現、その結果、韌性値に大きな影響を与えることが分かった。また、条件 1 では PLA 単体を超える韌性を得られたため、目的であった高韌性化は達成できたが、相状効果が安定して得られていない。今後は射出速度、射出圧力、金型保持時間等を変更していく、相状効果をより強く安定して得るために最適な射出条件を調査していく。

射出条件 2 の結果から、シリンダーの温度を射出条件 2 の温度以上に上昇させていっても、高強度化は望めるが、高韌性化は望めない可能性が高い。今後は射出条件 1 の温度条件を用い、相乗効果を安定して出せるように射出条件を変更していく。

PLA-PCL ブレンドによる相乗効果の強化・安定化による高韌性化ができれば、最終目標である PLA に PCL, PBSA をブレンドした 3 種類のポリマーブレンド材の高韌性化について実験していくたい。

#### 6. 参考文献

- 1) 生分解性プラスチック研究会: 入門生分解性プラスチック技術(2006)

##### [連絡先]

森本 隆遙

東京都立産業技術高等専門学校 ものづくり工学科  
医療福祉工学コース 杉本研究室

e-mail : sugimoto@acp.metro-cit.ac.jp

〒116-0003 東京都荒川区南千住 8-17-1

TEL : 03(3801)0145 Fax : 03(3801)9898

# PLA-PCL ブレンド生体吸収性ポリマーの機械的性質に熱処理が与える影響

○中野勇人\*, 杉本聖一\*

(\*東京都立産業技術高等専門学校医療福祉工学コース)

Effects of heat treatment on the mechanical properties of the PLA-PCL blend bioabsorbable polymer

Yuto NAKANO\*, Seiichi SUGIMOTO\*

(\*Tokyo Metropolitan College of Industrial Techonology Medical and Welfare Engineering Course)

## 1. 諸言

現在、医療分野では骨固定具などに生体吸収性ポリマーとして PLA が使用されている。しかしながら、PLA は脆性材料であり、衝撃荷重がかかるような部位では使用できないという問題点がある。また、PLA は熱処理を行うと、結晶化し強度が上昇するという特徴がある。だが、強度が上昇する反面、延性、韌性が低下してしまう。そのため延性の低下を防ぐ為に、PCL をブレンドする。PCL をブレンドする事で、PLA の延性を PCL が補う事が出来れば、韌性の向上が可能となる。韌性の向上が可能となれば、衝撃荷重がかかる部位への応用が可能となり、医療分野での高分子材料の活躍がさらに期待できる。

そこで本研究では PLA と PCL ブレンド材に熱処理を施し、PLA の強度上昇と PCL による延性の上昇により、高強度かつ高延性すなわち高韌性な生体吸収性ポリマーの開発を行うことを試みた。

## 2. 試料の作製方法

### 2.1 原料

ポリマーブレンドを行う為に、原料は PLA(大神薬化株式会社 REODE101), PCL(ダイセルポリマー株式会社 プラクセル H7)を使用した。

### 2.2 作製条件

PLA および PCL のガラス転移点はそれぞれ 60°C, -60°C、融点は 150°C, 60°Cである。PLA と PCL の比率を、9:1, 8:2, 7:3, 6:4 とし、以下、LC91, LC82, LC73, LC64 とする。

まず PLA と PCL のペレットを用いて、混練機により、シリンダー温度 150°Cで混練しながら押出した。ポリマー同士は相溶性が悪く一度混練しただけでは、均一にポリマーが混ざりにくいため、ブレンド材の性質に偏りが出てしまう。そのため、混練回数を 4 回にすることで、均一に混ざるようにした。次に、射出成形機により試験片(平行部 12mm, 幅 3mm, 厚さ 3mm)を成形した。射出条件は 2 つある。射出条件 1[シリンダー I 130°C, シリンダー II 150°C, 射出圧力 350MPa, 射出速度 200m/s]である。

射出条件 1 は、予備実験において求められた条件である。射出条件 2[シリンダー I 140°C, シリンダー II 160°C, 金型温度 30°C, ノズル温度 150°C, 射出速度 200m/s, 射出圧力 350MPa]である射出条件 1, 2 とも金型での保持時間は、60[sec]とする。射出条件 2 で、金型温度を設定したが、これは本来材料の持つ性質と成形性を両立したい場合は、金型温度を 30°C~40°Cに設定した方がいい為である。非熱処理材と比較する為に、非熱処理材の射出条件は射出条件 1, 射出条件 2 と同様である。

熱処理によってブレンド材と PLA の機械的性質にどのような影響を与えるのかを検討するために、熱処理温度は、PLA, LC91, LC82, LC73, LC64 を 80°C, 30 分で行った。

## 3. 試験方法

最初に、ブレンド材で引張試験を行う。試験片の中央に幅 10mm の標線を正確かつ鮮明に引き、引張試験機に取付け、引張速度 1mm/min で試験片が破断するまで引張り、荷重 P と伸び L を測定した。最大引張荷重 Pmax と初期断面積から最大応力 σ<sub>max</sub> を求め、これを引張強度とする。

韌性は、破壊エネルギー J [kJ/m<sup>2</sup>]を用いて評価し、ブレンド材の韌性を(1)式を用いて算出する。ここで、P: 荷重[N], A: 断面積[m<sup>2</sup>], x: 変位[m]である。

$$J = \frac{\int P dx}{A} \quad (1)$$

## 4. 実験結果および考察

### 4.1 射出条件 1 の結果

Fig.1 は熱処理の有無による平均引張強度の比較、Fig.2 は熱処理の有無による平均破壊エネルギー値の比較を示す。

Fig.1を見ると、各ブレンド材と PLA は熱処理後の強度の値が向上している。これは、熱処理をしたことによって、PLA が結晶化した為、強度が向上したからである。熱処理前の PLA 単体の強度が 54MPa だが、熱処理後の強度は 79.8MPa まで上昇し、1.4 倍の向上が得られた。また、LC73 と LC91 の強度を見ると、大きな強度の向上は

見られなかった。これは、熱処理をしたことによって、結晶化はしているが、結晶化度が低かった為に大きな向上が見られなかつたと考えられる。

Fig.2 を見ると、熱処理をしたことによって破壊エネルギー値が低下している。これは、熱処理をすると、強度は向上するが、ひずみが低下するので、破壊エネルギーも低下する為である。また、非熱処理材を見ると、LC64 と LC82 は高い破壊エネルギー値を示している。LC64 と LC82 は、相状効果が発生し、ひずみが大幅に増加した事が要因だと考えられる。また、LC82 は最大で 20.3mm の伸びが得られ、LC64 では最大で 3.4mm の伸びが得る事が出来た。PLA を見ると大幅に低下している。これは、PLA は脆性材料であり、熱処理をした事によって、より脆的になった為と考えられる。

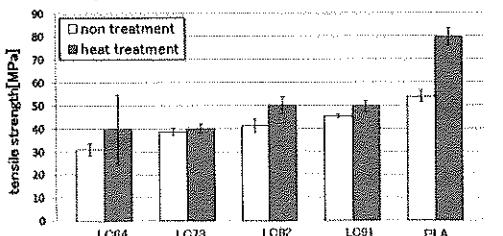


Fig.1 Comparison of average tensile strength by injection conditions and polymer composition change

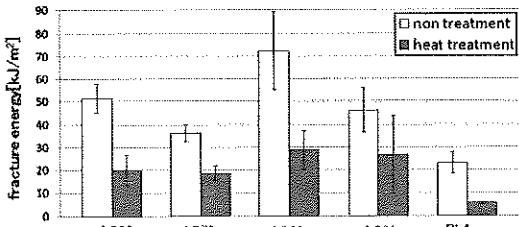


Fig.2 Comparison of average fracture energy by injection conditions and polymer composition change

#### 4.2 射出条件 2 の結果

Fig.3 は熱処理の有無による平均引張強度の比較、Fig.4 は熱処理の有無による平均破壊エネルギー値の比較を示す。

Fig.3 を見ると、LC73 以外は熱処理によって強度が向上している。これは、射出条件 1 と同様に熱処理した事によって PLA が結晶化した為に強度が向上した為である。また、LC73 の強度が低下したのは、熱処理によって部分結晶が起こり、結晶化した部分に応力集中が起った結果、脆くなり非熱処理より低下したと考えられる。そして、熱処理前の LC91 の強度は 45.4MPa だが、熱処理後の強度は 58.8MPa となり、1.3 倍の向上が得られた。PLA 単体での場合、熱処理前の強度は 73.5MPa で、熱処理後の強度は 78.9MPa となり、高い強度を示した。

Fig.4 を見ると、LC73 と LC82 以外は熱処理を施したことによって破壊エネルギー値が低下している。これは

Fig.2 と同様の事が言える。LC73 と LC82 が熱処理後に破壊エネルギー値が向上したのは、相状効果が発生した為だと考えられる。相状効果が発生した事によって、最大で 3mm の伸びが得られた為に、大幅な破壊エネルギー値の向上が見られ、他のブレンド材よりも破壊エネルギー値が向上したと考えられる。

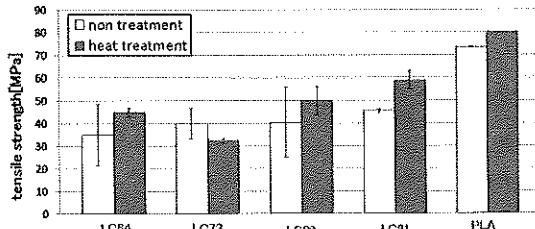


Fig.3 Comparison of average tensile strength by injection conditions and polymer composition change

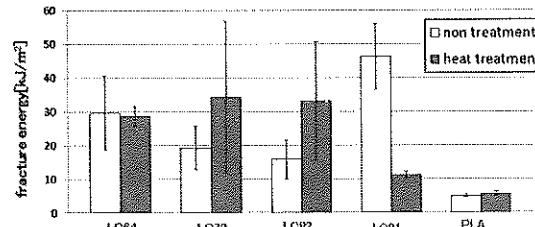


Fig.4 Comparison of average fracture energy by injection conditions and polymer composition change

#### 5. 結言

今回の実験において、熱処理を施す事によって PLA 単体の破壊エネルギー値を超える事が出来た。また、射出条件と熱処理温度によって破壊エネルギー値を向上できる可能性がある事が分かった。

射出条件 2 では、LC91 の破壊エネルギー値の向上が射出条件 1 に比べて大きく見られなかつたが、熱処理温度によっては破壊エネルギー値が向上する可能性がある。

今後は、最適な射出条件と熱処理温度を調査すると共に、熱処理を施す事によって破壊エネルギー値が向上するメカニズムを明らかにしたい。

#### 6. 参考文献

- 1) 生分解性プラスチック研究会:入門生分解性プラスチック技術(2006)

[連絡先]

中野勇人

東京都立産業技術高等専門学校 ものづくり工学科  
医療福祉工学コース 杉本研究室

Email: sugimoto@acp.metro-cit.ac.jp

〒116-0003 東京都荒川区南千住 8-17-1

TEL : 03(3801)0145 Fax : 03(3801)9898

# 移動型ロボットの位置計測システムの開発

○尾形将平\*, 今川祥太郎\* 指導教員: 源雅彦\*

(\*東京都立産業技術高等専門学校)

Development of position measurement system for mobile robot.

Syouhei Ogata\*, Shotaro Imagawa\*, Masahiko Minamoto\*

(\*Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology)

## 1. 諸言

建設における運搬作業の省力化を目指し、運搬ロボットを自律走行させる場合、常設の走路を作業床面等に設定することが難しいという問題がある。簡単な教示方法で運搬ロボットに走行ルートを教示できれば、不定期に行われる走行経路の変更に対応することができるため、運搬ロボットによる自律走行が可能になると思われる。

そこで画像認識を用いた教示手段により、走行経路を簡易に設定できる自律走行ロボットの開発を進めているところである。本研究は、ロボットの走行位置をリアルタイムに計測するために開発した位置計測システムについて、その有効性を検証するものである。

## 2. 実験方法

### 2.1 実験装置

図1に位置計測システム全体図を示す。走行路全体が撮影できる位置にカメラ(Logitech 社製 型式 C525, 200万画素)が設置されている。既知の座標4か所に設置した、図2に示す4種類の基準マーカーを基準とし、図3に示す位置計測マーカーの中心位置を計測するシステムである。

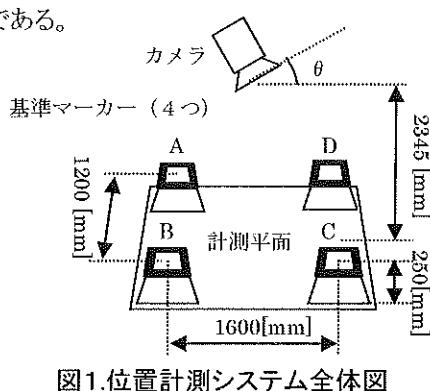


図1.位置計測システム全体図

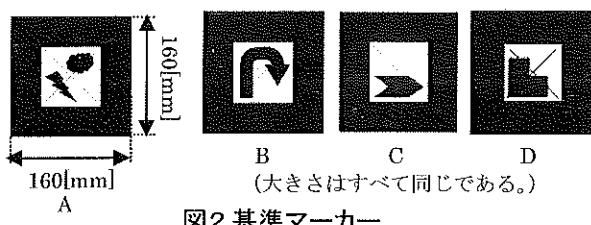


図2.基準マーカー

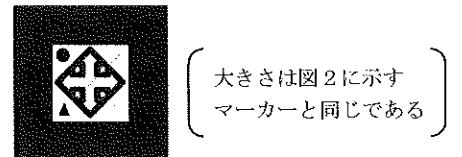


図3.位置計測マーカー

カメラで撮影した画像からマーカーの位置を取得する手段として、ARToolKit を用いる。これはウェブカメラの画像から、あらかじめ登録したマーカーの位置および姿勢を計算する C 言語ライブラリである。非商用目的に限り利用可能なものが Web 上から入手できる<sup>1)</sup>。

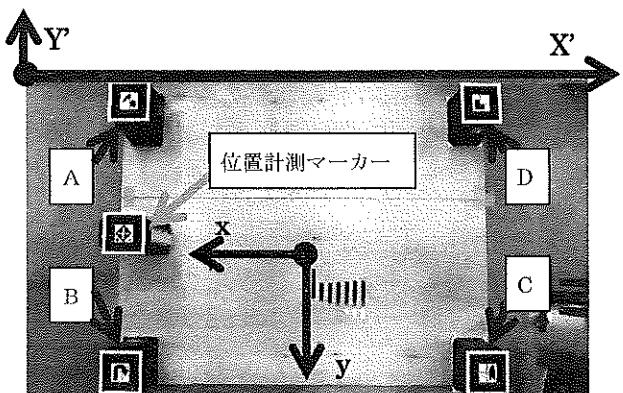


図4.ウェブカメラで撮影された計測用画面

図4にウェブカメラで撮影された計測用画面を示す。カメラで撮影した画像によって、画像の左上の隅を原点とする座標系( $X'$ , $Y'$ )における位置計測マーカーの中心位置を得ることができる。得られた座標を計測平面上の座標系( $x$ , $y$ )に変換するために、式(1)で示される射影変換を用いる<sup>2)</sup>。

$$x = \frac{aX' + bY' + e}{pX' + qY' + r} \quad y = \frac{cX' + dY' + f}{pX' + qY' + r} \quad \cdots (1)$$

$x, y$ : 変換後の座標

$X', Y'$ : 変換前の座標

a,b,c,d,e,f,p,q,r: 定数

また位置計測マーカーと基準マーカーとの高さが一致している必要があるため、計測対象となるロボットに取り付ける位置計測マーカーの高さと同じとなるように、基準マーカーを計測平面から 250[mm]の高さにしている。

## 2.2 実験手順

図 5 に示す計測位置に位置計測マーカーを移動させ、計測した位置を記録するものとする。

実験は以下の手順で行う。

1. 図 1 に示すカメラ角度  $\theta$  を 0 度とし、カメラ画像の中心が計測平面上の原点と一致するようにする。
2. 図 5 に示される計測位置のすべてに位置計測マーカーを配置し、位置を記録する。

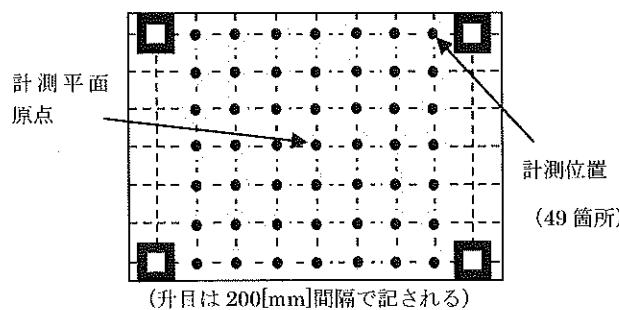


図 5. 計測平面

## 3. 実験結果

実験によって記録された位置計測マーカーの推定位置の誤差は、計測平面上の原点から遠ざかるにしたがって増加する傾向が確認できた。また、誤差の平均値は x 軸で約 2.39[mm]、y 軸で約 2.26[mm]となり、標準偏差は x 軸で約 1.67[mm]、y 軸では 1.89[mm]となった。実験で得られた計測記録の最大誤差は x 座標で 6[mm]であり、x=600[mm]、y=0[mm]の位置で発生していた。

次にカメラ角度  $\theta$  を変え、位置計測にどのような影響を与えるか確認した。誤差が大きく現れると思われる位置 x=600[mm]、y=0[mm]と原点に位置計測マーカーを配置し、カメラ角度を 0~5 度の範囲で 1 度ずつ変化させたときの x 座標についての誤差変化の様子を図 6 に示す。計測位置(600,0)および原点において、カメラ角度を 0 度から増加させるについて、誤差は増加する様子が確認できた。

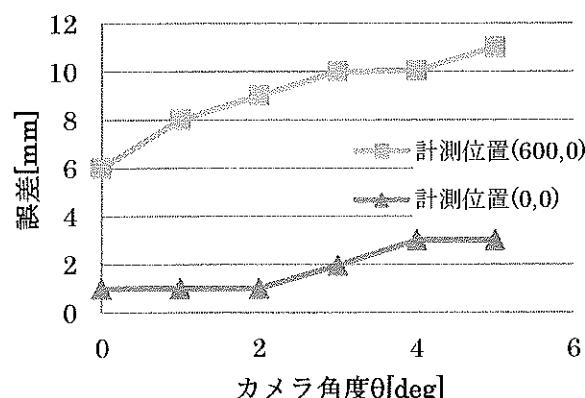


図 6. カメラ角度  $\theta$  と x 座標における誤差の関係

また、カメラを平行移動させた場合についても同様に確認した。カメラ角度  $\theta$  を 0 度とし、図 4 に示す基準マーカー A,B がカメラ画像の左端に映るようにカメラを移動させ、位置を記録した。このときの最大誤差は x=600[mm]、y=0[mm] の位置で 12[mm] となり、誤差が増加することが確認できた。

## 4. 考察

実験の結果から、計測平面に垂直に設置したカメラ画像を用いて位置計測マーカーの位置を計測する場合、最大誤差は +6[mm]、誤差の平均値は x 軸で約 2.39[mm]、y 軸で約 2.26[mm] となり、標準偏差は x 軸で約 1.67[mm]、y 軸では 1.89[mm] であることが分かった。また、計測平面上の原点から遠ざかるほど誤差は増加する傾向も確認できた。

最大位置計測誤差 +6[mm] であり、計測対象とする予定のロボットの位置計測誤差としては問題ないものと思われる。

また、カメラの設置角度を変化させたときの実験結果や、基準マーカーがカメラ画像の端に映るようにカメラを移動させたときの実験結果から、本システムを用いる場合、カメラ角度を 0 度とし、できるだけカメラ画像の中心部分に計測平面の原点が映るようにカメラを配置する方が、より精度の向上が望めるものと思われる。

## 5. 結言

本実験により、開発した位置計測システムの有効性を確認することができた。今後はこのシステムを簡易な位置計測システムとして、様々な自律走行ロボットの位置計測に生かしたいと考える。

## 6. 参考文献

- 1) 加藤 博一, “拡張現実感システム構築ツール ARToolKit の開発”, 信学技報, PRMU 01-232, pp.79-86, 2002
- 2) 金谷 健一, “形状 CAD と図形の数学”, 共立出版, pp.114, 1998

## [連絡先]

尾形将平、今川祥太朗、源雅彦

東京都立産業技術高等専門学校

〒116-0003 東京都荒川区南千住 8-17-1

e-mail: minamoto@acp.metro-cit.ac.jp

Fax: 03(3801) 9898

# 長岡駅周辺再開発による経路選択と回遊特性への影響

○五十嵐涼<sup>\*</sup>，指導教員：北島宗雄

(\*長岡技術科学大学工学部経営情報システム工学課程)

Effect of the redevelopment of the Nagaoka station area on the behavior of the visitor

Ryo Ikarashi<sup>\*</sup>，advisor: Muneo Kitajima

(\*Nagaoka University of Technology Department of Management and Information Systems Science)

## 1. 背景・目的

本研究の対象となる長岡市は新潟県にある中核都市で、長岡駅前大手通りには大規模なアーケードが設置されている。平成24年に市役所本庁舎(アオーレ長岡内)の駅前への移転と、駅から市庁舎にも繋がる経路もある空中歩道橋(大手スカイデッキ)が整備された。

人の経路選択には4つの主要要因(経路長、空間の把握、歩行環境、個人属性)があると述べられている。<sup>1)</sup>仮説として、主要要因の内、個人属性以外は人が計画的に環境変更を行うことが可能なため、まちの再開発などによって利用者の経路選択の形態が変化し、結果として回遊特性が大きく変更することが考えられる。

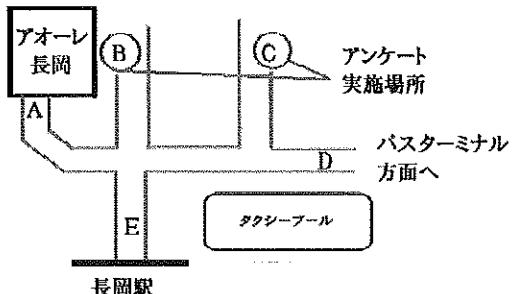


図1 スカイデッキ略図

本稿では経路選択や回遊特性への影響を考察するための現状把握の調査結果を示す。

## 2. 研究手法

**予備調査:**長岡駅周辺における土地勘があるN高専電気科4年生38名(うち女子3名)で、N高専の教室で行った。実施日時は24年7月上旬である。この調査はアンケート項目の妥当性やアンケート記入に対するセンシビリティーを調査するものである。

**本調査:**実際に現地に赴いてスカイデッキ利用者に対してアンケート調査を行なった。なお、アンケート実施場所は図1に示した2箇所である。アンケート対象はスカイデッキから出てきた人、または、入る人である。実施日時は比較的イベントがない日である、24年10月19日(金)、21日(日)、22日(月)で、19日は午前2時間、21日は午前2時間・午後2時間、22日の午後2時間行つ

た。

**アンケート内容:**設問数は回答者の情報(3問)、スカイデッキの満足度(2問)、回答者の土地勘(3問)、整備前後の影響(6問)、回答者の経路選択の要因(1問)、自由記述(1問)の6分野16問である。この中から今回の目的に適切だと思われる分析対象項目を抽出する。

**分析方法:**本調査においては主に整備前後の影響について質問を分析する。この設問は不便なことを選ぶ質問になっており、重複回答ができるようになっており、選択肢によって歩行環境【1】信号、2)気候、5)動線設計】、空間の把握【3】長岡の土地勘、4)スカイデッキ構造把握】、その他の要因【6】その他】の3つに分類されており、7)は該当無しである。

## 3. 結果

**データ結果:**アンケート回収数を表1に示す。BとCで回収数の差が出たのは、通行量がB地点の方が多いからである。

表1 アンケート回収数

	19日午前	21日午前	21日午後	22日午前	合計
B地点	11	17	19	14	61
C地点	10	6	8	9	33
合計	21	23	27	23	94

**集計結果:**回答者の男女比は女性が約7割であり、年齢はばらけた。整備前後の影響において、整備前では不便点が無いという回答が20人だったことに対し、整備後では66人に増えている。66人という数字は無回答を含めない全回答者の約8割になる。図2各選択肢における回答数を示す。選択肢は左から 1)、2)、3)、4)、5)、6)、7)の順番で示す。グラフの上下にある数字はその設問における回答数である。この多肢質問において、整備前後それぞれに複数回答したのが何人いるのかを表2に示す。ということである。表2において整備前において回答数2個の人の選択肢の組み合わせの内訳を表3に示す。また、表3において、整備後の回答が整備前の不

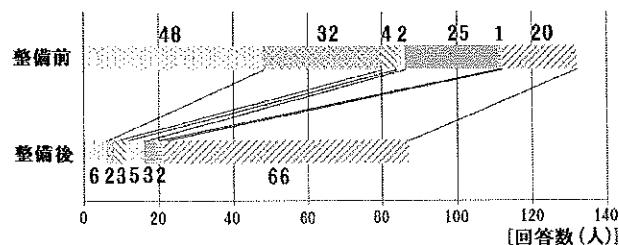


図2 整備前後の不便点の推移

表2 多肢質問に対する回答個数分布

質間に回答した個数(個)							
1	2	3	4	5	6	7に回答した人	
整備前	57	25	7	1	0	0	20
整備後	81	1	0	1	0	0	66

表3 回答数2個の人の内訳

	1	2	3	4	5	6	計
1		11	0	0	9	0	2
2			0	0	4	0	4
3				1	0	0	1
4					0	0	0
5						0	0
6						0	0
計		11	0	1	13	0	25

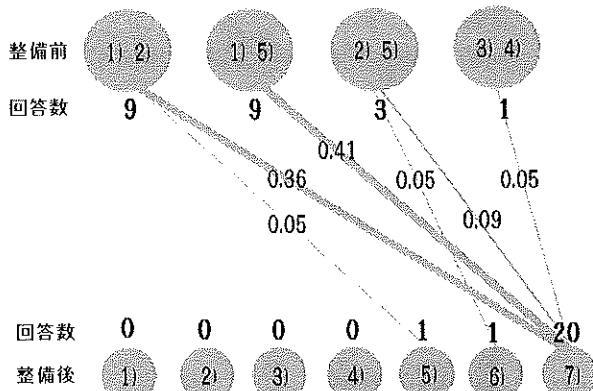


図3 回答数2における整備前後の変化と比重

便点からどのように変化したのか表すものを図3に示す。ラインが整備前後における不便点の変化を表しており、ラインの上に書いてある数字は比重を表す。表2において回答数が1個の人の整備前後の内訳を表4に示す。ただし、整備前後どちらかの不便点が無回答のものは無効とする。また、表4において整備前後でどのように不便点が変化したのかを図5に示す。比重が書いていないラインは全て0.03である。

表4 回答数1の人における整備前後の回答

	1	2	3	4	5	6	7	計
1	3	1	0	1	0	1	12	18
2	1	1	1	1	1	0	6	11
3	0	0	0	2	0	0	0	2
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	1	0	0	0	2
6	0	0	0	0	0	0	0	0
計	5	2	1	5	1	1	18	33

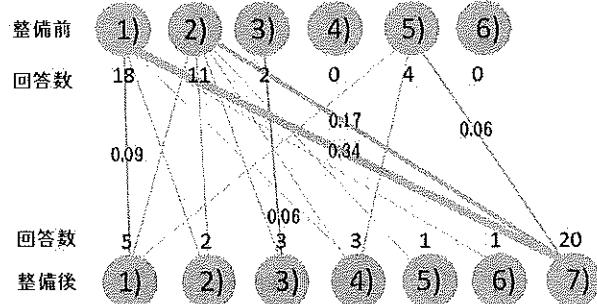


図4 回答数1に置ける整備前後の変化と比重

#### 4. 考察と今後の課題

整備前後の不便点において大きく不便が改善されたことが分かる。特に、歩行環境の要因に関する不便点が改善されている。不便点、つまり、歩行環境が改善されることにより、スカイデッキ利用者の満足度が向上すると思われる。満足度向上により、経路選択や回遊行動に変化が生じてくるはずであり、経路選択や回遊行動に変化が出れば、まちの活性化にも繋げることができる可能性があるはずである。

本稿では現状把握のために整備前後の不便点の結果を示した。今後は整備前後の影響にどのような利用者の特徴が関係してくるのか、整備前後での経路選択の変化、回遊特性への影響を調査していく。

#### 5. 参考文献

- 竹上直也、塚口博司、阿部了:空間的定位に基づく歩行者経路選択行動モデルの体系化、土木学会

#### [連絡先]

五十嵐涼  
長岡技術科学大学工学部経営情報システム工学課程  
〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1  
e-mail : s113400@stn.nagaokaut.ac.jp

# 遊具床面の安全性について

森田麻友, 矢野晋伍(日本大学生産工学部)  
指導教員: 堀江良典(日本大学生産工学部)

About the safety of a playground equipment floor  
Mayu Morita, Shingo Yano  
(College of Industrial Technology, Nihon University)

## 1. はじめに

近年、公園から遊具がなくなっている。原因として、遊具での子供の事故があげられる。中でも落下、転落による事故が全体の6割を占める。

高さがあると事故を起こした際に大きな怪我につながるが、低くても、安全過ぎてしまい、危険予知能力が発達されにくい。万一の落下に備えて、遊具の安全領域には適当な衝撃吸収性能を持つ床材を敷設する必要である。衝撃吸収床材としては砂や芝、ゴムマット等があるが、前日の天候などで安全性は異なる。

## 2. 目的

本研究では、遊具の高さを保ちつつ、安全に遊べる遊具の床面の研究を進める。床面が、ドライな状態とウェットな状態で子供が落下した際の危険性が異なるため、既存の遊具の床面に使用されている砂、芝、ゴムマットがドライの状態、ウェットの状態の落下衝撃度を調べ、子供たちが安全で活動的に利用できる遊具の一資料とすることを目的とする。

## 3. 事故事例調査

### 3.1. 調査目的

落下、転落が原因で起きた遊具事故の記事やデータに記載されている高さを基に、実際に起きた事故から遊具の現状を調査する。

### 3.2. 調査方法

朝日新聞「闇藏」と「ヨミダス歴史館」、「日経テレコン21」を使用し、1985年から今までの記事の中から「遊具落下 事故」というキーワードで検索をした。そのデータを高さ・原因などで表にまとめた。

### 3.3. 調査結果・考察

1173件の遊具事故の記事が見つかり、そのうち落下事故の遊具の高さが明確に記されている記事は80件だった。これらの記事から、子供の年齢に関わらず、平均約2mの高さから落下し重傷事故が起きていることがわかった。

## 4. 事前現状調査

### 4.1. 調査目的

公園を直接調査することで、設置されている遊具との床面の調査をする。

### 4.2. 調査方法

大学周辺(習志野市、船橋市)の公園12件、府中市の公園2件を調査。設置されている遊具の寸法を測定。また、公園の状態を調査した。

### 4.3. 調査結果

計52台の遊具が設置されていたが、すべての遊具の床面が砂であり、砂が削られることにより、遊具の高さにばらつきがみられた。

## 5. 実験概要

### 5.1. 実験目的

落下衝撃測定装置を使用し、遊具床面がドライな状態とウェットな状態で、子供が落下した時の安全性を調査する。

### 5.2. 実験場所

砂面は長野県短期大学のグラウンド、芝(自然芝)・ゴムマットは城山公園(長野県)を使用。

### 5.3. 実験環境

実験は1日間を行い、前日雨が降ったウェットな状態で行った。10月29日の気温20度の晴天。

### 5.4. 実験器具

落下測定装置を使用。

### 5.5. 実験方法(ASTM F1292-09)

実験を始める前に地面を踏み固めた状態を作るため、実施する地面から高さ60cmの位置からタンパーを4回落とす。また、チェックパッドによる落下衝撃測定器の状態確認を行った。スタンドを使用し落下衝撃測定器を測定条件の高さにセットし、1か所につき1mの高さから3回ずつ落下させた。計算方法は、HIC・Gmax共に3回測定したうちの1回目を除いた2回目と3回目の平均を求めた。

### 5.6. 実験基準

遊具下舗装材の性能は「臨界高さ」として表され、「臨界高さ」以下からの落下であれば、脳に深刻な影響が出る可能性は低いとされている。「臨界高さ」とは、Gmax(衝突時の瞬間最大加速度)とHIC(Head Injury Criteria／頭部損傷係数)の値が、Gmaxの場合200G、HICの場合1000を超えない範囲での最大落下高さのことである。HICが1000未満であれば、脳挫傷、頭蓋骨陥没などの重大な事故が起きにくいとされている。

計算数値が、HIC1000以下であれば、想定される遊具の落下高さに適応する安全性の高い舗装材である。HIC1000を超える場合は、脳障害の可能性が2次関数的に増大する。<sup>3)</sup>

### 5.7. 結果

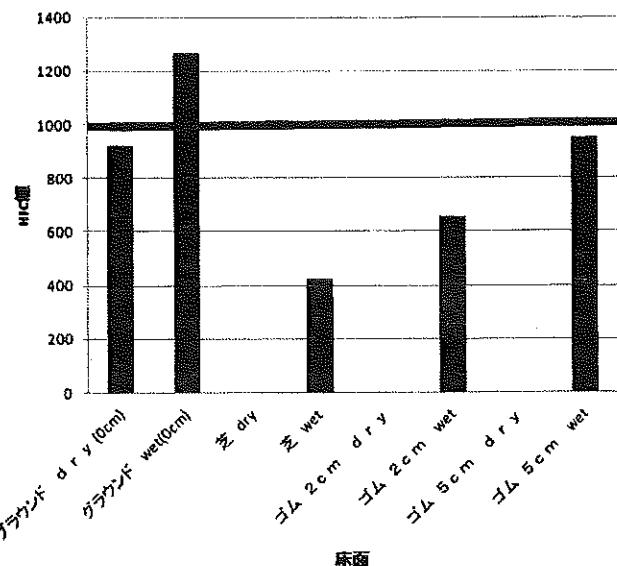


図1 HIC値(頭部損傷係数)

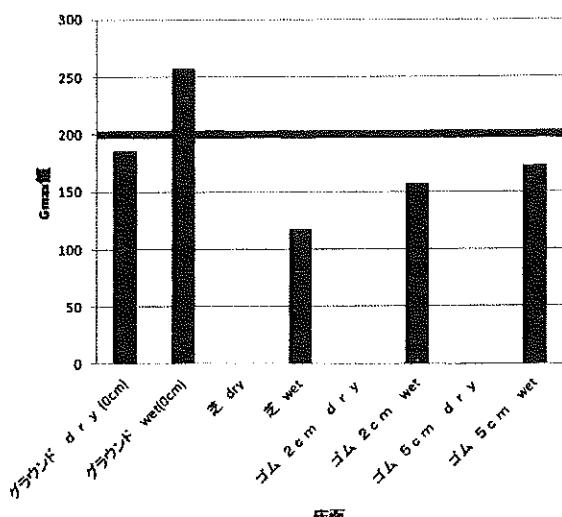


図2 Gmax値(衝突時の瞬間最大加速度)

表1 落下衝撃測定結果

	高さ(100cm)	HIC	Gmax
グラウンド dry (厚さ0cm)	93	921	186
グラウンド wet(厚さ0cm)	97	1267	258
芝 dry			
芝 wet	98	425	118
ゴム 2cm dry			
ゴム 2cm wet	98	656	157
ゴム 5cm dry			
ゴム 5cm wet	99	951	172

### 5.8. 考察

グラウンドはHIC・Gmax共に、ウェット状態は基準値を超え、ドライ状態では、基準値は超えていないがかなり近い数値となり、危険であることがわかる。

このことから、グラウンドは遊具の床面に適していないことがわかる。

グラウンドのウェット状態でHIC・Gmax共に基準値より数値があがった原因としては、前日の雨で砂が水分を含み、硬くなったことがあげられる。また、実験日の気温も影響すると考えられる。しかし、公園遊具は年中子供たちが使用するため、天候・気温を加味した上で、研究を進める。

### 6. 今後の予定

- ・ドライ状態の芝、ゴムの実験を行い、全て床面の実験を含め、考察をまとめる。
- ・実験結果から、安全性の保守を含め遊具の床面にふさわしい材質・環境の提案。

### 7. 参考文献

- 1) ASTM F1292-04, 遊具の使用領域内に用いる表面材の衝撃緩和に関する規格, 2004
- 2) 中野正博, 松浦弘幸, 玉川雅章, 山中真, 行正徹:頭部損傷基準値(HIC)の理論的分析:バイオメディカル・ファジイ・システム学会誌 Vol.12 No.2:(2010)pp57-63

#### [連絡先]

森田麻友

〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1

日本大学生産工学部

電話:047-474-2622

e-mail : mayu020522@gmail.com

# Kinect を用いた盲ろう者向け周囲環境情報取得システムの開発

○永沼洋二<sup>\*</sup>, 小島菜津美<sup>\*\*</sup>, 新村翼<sup>\*\*</sup>, 大西祐哉<sup>\*\*\*</sup>, 大矢哲也<sup>\*</sup>, 小山裕徳<sup>\*</sup>, 川澄正史<sup>\*</sup>

\*東京電機大学未来科学部情報メディア学科, \*\*東京電機大学大学院未来科学研究科情報メディア学専攻,

\*\*\*東京電機大学大学院先端科学技術研究科情報通信メディア工学専攻

Development of the Acquisition System of the Environmental Information for Deaf-blind Persons Using Kinect

Yoji Naganuma<sup>\*</sup>, Natsumi Kojima<sup>\*\*</sup>, Tsubasa Niimura<sup>\*\*</sup>, Yuya Onishi<sup>\*\*\*</sup>, Tetsuya Ohya<sup>\*</sup>, Hironori Koyama<sup>\*</sup> and Masashi Kawasumi<sup>\*</sup>

\*Department of Information Systems and Multimedia Design,

School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University

\*\*Information Systems and Multimedia Design,

Graduate School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University

\*\*\*Information, Communication and Media Design Engineering,

Graduate School of Advanced Science and Technology, Tokyo Denki University

## 1. はじめに

日本の盲ろう者は約 23,000 人と推計される<sup>1)</sup>。周囲環境情報は通訳・介助者によって盲ろう者に伝えられるため、側を離れると不安を抱く要因となる。

そこで、不安を軽減するため、触覚を用いた人物位置情報提示システムの開発を行った<sup>2)</sup>。このシステムは CCD カメラにより人物位置情報を取得する。図 1(a)に示すプッシュ型ソレノイドを水平 8 方向に対応させ配置した据置型触覚ディスプレイにより人物位置情報を提示する。しかし、この従来型では触覚ディスプレイのサイズが大きいため、全ての素子を同時に手のひらで認識できない。また、取得する周囲環境情報は人物の方向のみであり、人物の接近や接触などの動的な情報の取得が難しい。

本研究では、上記の問題点を改善し、操作感を向上させるため、新たな触覚ディスプレイの試作を行った。また、人物の方向に加え、動的な情報を取得するため、Kinect を用いたセンサシステムによる周囲環境情報取得の検討を行った。

## 2. システム概要

触覚ディスプレイの作成にはポリスチレンおよび発泡スチレンを用い、提示素子にはプッシュ型ソレノイドを用いた。ソレノイドの制御は USB/IO により行う。これにより人物位置情報の他に接近人物の距離や個人識別情報を提示可能とする。周囲環境情報の取得は Microsoft 社製の多機能センサである Kinect を用いた。Kinect は、RGB カメラや深度センサなどを搭載しており、複数の周囲環境情報の取得が Kinect のみで行える。システムの実装は Kinect for Windows SDK で行った。

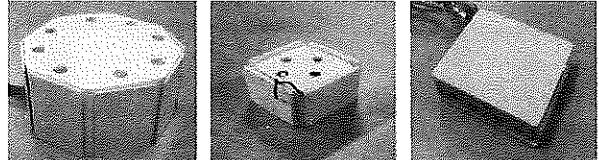


図 1. 触覚ディスプレイ

## 3. 周囲環境情報取得システムの開発

### 3.1 触覚ディスプレイの試作

触覚ディスプレイを小型化したものとして、図 1(b)と(c)に示す縮小版据置型とボックス型を試作した。小型化した場合、従来の据置型と同様に 8 つの素子を配置すると素子同士が近くなり、素子ごとの認識が困難になる。そこで縮小版据置型は上面に 4 つの素子を十字に配置し、図 2 のパターンに示すように、各素子と隣接する 2 つの素子の組合せで 8 方向を提示する。一方、ボックス型は、4 つの素子を前面に一列に配置し、後面に配置した 1 つの素子と組合せて図 3 に示すパターンで 8 方向を提示する。また、各触覚ディスプレイを個人識別に用いる場合は、提示パターンそれぞれ 8 つの信号に個人を識別する情報を割り当てることで 8 人までの個人識別を可能とする。

### 3.2 Kinect を用いた人物距離情報取得システム

Kinect による距離情報取得可能距離は 0.85m から 4m である。人物距離情報は、0.85m 以上 1.9m 未満の範囲を近距離、1.9m 以上 2.95m 未満の範囲を中距離、2.95m 以上 4m 未満の範囲を遠距離と定義し取得した。システム上で距離範囲別に人物を色付けすることで認識状態を視認可能にした。近距離は青、中距離は白、遠距

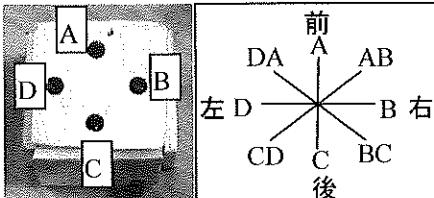


図2. 縮小版据置型提示パターン

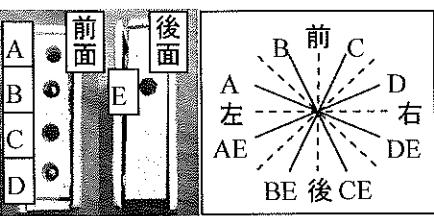


図3. ボックス型提示パターン

離は赤とした。また、認識時のデータをcsvファイルに毎秒出力する。出力する情報は、近距離を1、中距離を2、遠距離を3とした。距離情報の提示は振動モータを用い、振動の強弱を付けることで判別を可能とする。

#### 4. 実験

##### 4.1 触覚ディスプレイ評価実験

触覚ディスプレイを人物位置情報提示に用いた場合と個人識別に用いた場合の印象評価を行った。被験者は健常な20代5名とし、アイマスクと耳栓、さらにヘッドフォンを装着しノイズ音を流すことで、被験者の視覚と聴覚を遮断した。触覚ディスプレイを人物位置情報提示と個人識別に用いた場合で被験者に触れてもらい、SD法によるアンケートを行った。快適さ、容易さ、疲労度、わかりやすさ、覚えやすさ、確実さ、面白さを5段階で評価し、各形状の合計得点を求めた。アンケートの結果に対して一元配置分散分析を行い、危険率5%未満を有意水準として検定を行った。

##### 4.2 距離情報取得の予備実験

試作した人物距離情報取得システムにより距離情報を取得できるかを確認するため、距離情報取得実験を行った。被験者は3名とし、Kinectから5mの距離を10回往復させた。距離による人物の色付けの変化と出力情報が距離の往復と対応しているかを確認した。

#### 5. 各実験の結果および考察

##### 5.1 触覚ディスプレイ評価実験の結果および考察

SD法による各触覚ディスプレイの合計得点の平均値を表1に示す。検定の結果、いずれの触覚ディスプレイの間においても有意差は認められなかった。

据置型と縮小版据置型およびボックス型において有意差が認められなかったことから、触覚ディスプレイの小型化による影響や、素子数や提示パターンの違いが操作感に大きな影響を及ぼさないことが示唆された。

表1. SD法による各形状の合計得点の平均値(点)

	据置型	縮小版据置型	ボックス型
位置情報	3.92(±0.8)	3.29(±0.5)	3.22(±0.4)
個人識別	3.54(±0.9)	3.34(±0.4)	3.14(±0.4)

また、縮小版据置型とボックス型において有意差が認められなかったことから、提示パターンの違いが、操作感に大きな影響を及ぼさないことが示唆された。

以上の結果から、操作感を向上させるには、提示信号に対する素子の対応付けや、より操作感の高い触覚ディスプレイの形状を検討する必要がある。

##### 5.2 距離情報取得の予備実験の結果および考察

実験の結果、距離情報の取得が試作した距離情報取得システムにより可能であることを確認した。しかし、Kinectと人物間にあらわす物体の誤認識が確認された。誤認識の要因は、物体が人物との間にに入った場合もKinectが人物認識時に参照する体型パターンと一致し、障害物を含め人物と認識されるためであると考える。このような誤認識は、骨格認識機能による骨格モデルを構成できるかの判別により軽減可能であると考える。

##### 6. おわりに

本研究では、周囲環境情報取得システム開発のため、触覚ディスプレイの評価実験および人物距離情報取得システムの予備実験を行った。触覚ディスプレイをSD法により評価した結果、小型化や、素子数の違いによる操作感への影響は認められなかった。距離情報取得の予備実験では、人物距離情報取得システムによる情報取得が可能であることを確認した。

今後は、新たな提示パターンの検討や操作感の高い触覚ディスプレイの形状を検討する。また、距離情報取得システムによる誤認識を軽減するための改良を行う。

#### 参考文献

- 1) 前田晃秀，“盲ろう者の実態と社会参加支援の課題 -東京都内盲ろう者実態調査から-”，社会福祉士，No.17, pp.181-189, 2010.
- 2) 田代誠，“盲ろう者の情報入手支援に関する研究”，ライフサポート学会誌ライフサポート, Vol.24, No.1, p.27, 2012.

#### [連絡先]

永沼洋二

東京電機大学未来科学部情報メディア学科

アクセシブルテクノロジー研究室

〒120-8551 東京都足立区千住旭町5番

e-mail : 09fi107@ms.dendai.ac.jp

Tel : 03(5284)5199 (内線 2834)

# マイクロフォンを用いたドライバの心拍計測に関する研究

○小浦和也<sup>\*</sup>, 栗谷川幸代<sup>\*</sup>, 景山一郎<sup>\*</sup>

(\*日本大学)

Measuring heart rate of drivers using a microphone

Kazuya Koura<sup>\*</sup>, Yukiyo Kuriyagawa<sup>\*</sup>, Ichiro Kageyama<sup>\*</sup>

(\*Nihon University)

## 1. はじめに

運転中のドライバの運転補助や運転支援などのドライバの安全性向上を目的とした研究が行われている。近年では、ドライバの状態をリアルタイムに計測して、その状態に応じて運転支援を行うシステムも開発してきた。ドライバの状態を推定する方策の一つとして生体情報があり、SN比から計測が比較的容易な心拍が多く用いられ、例えば、ドライバのヒヤリ・ハット場面をリアルタイムに検出して運転の状況および求める支援に関する意見を収集して、データベースを構築する研究などがある<sup>1)</sup>。しかし、従来の生体情報の取得方法では体に直接センサを貼付する必要があり、ドライバに多少の負担を強いることになる。そこで、本研究ではマイクロフォンを用いて服の上から心拍変化を計測する手法を構築することを目的とした。

## 2. 心拍を検出する意義

本研究では人が随意的にコントロールできない心拍を計測する。心拍数上昇時には、精神的緊張や防御反応が、心拍数低下時には、単調ストレス、恐怖、安静などの精神的・身体的負担、リラックスや覚醒低下の指標として用いることができる。

心拍を低負担で計測する手法として静電容量型電極<sup>2)</sup>やマイクロ波レーダー<sup>3)</sup>を用いたものなどが提案されているが、ドライバの姿勢をある程度制限してしまうことや、侵襲性の可能性が考えられる。

そこで、姿勢の拘束が比較的少なく、侵襲性がないマイクロフォンに着目しドライバの心音を検出する手法が提案された<sup>4)</sup>。マイクロフォンと聴診器を組み合わせることにより、車両停止状態においてはドライバの胸部から心音計測が可能であることが示された。しかし、車両走行状態におけるエンジン音、ロードノイズなどによる心音計測への影響は検討されていない。

そこで本研究では、実車走行時に想定される音ノイズが心音計測に及ぼす影響を把握することで、実

用化の可能性を検討する。

## 3. 実環境を想定した心音計測実験

### 3.1 目的

計測の実用化の可能性を検討するため、実車両による実験を行う。

### 3.2 方法

#### (1) 実験参加者

インフォームドコンセントを得た20代健常男性1名で、普通自動車の免許を保有している。

#### (2) 実験車両

車両は4気筒エンジンのワゴン車とし、排気量は2.35[L]である。変速機構はセミオートマチック・トランシッショング付CVTを用いた。ギヤは3速で走行した。

#### (3) 実験条件

車両及びドライバの状態は、実際の運転場面を想定し、停車時と運転時を以下の4条件とした。

①車両停止、エンジンOFF、ドライバは運転姿勢

②車両停止、エンジンON、ドライバは運転姿勢

③車両走行、定速走行(20・30・40・50[km/h])、ドライバは運転操作

④車両走行、停止→加速走行(20・30・40・50[km/h])、ドライバは運転操作

なお、車両停止状態において、両手はステアリング、両足は床に着け、背中はシートに着けることを運転姿勢とした。また、走行状態では両手はステアリング、左足は床に着け、右足はアクセル・ブレーキ操作、背中はシートに着けることを運転操作とした。データの計測回数は再現性検討のため3回とした。

### 3.3 計測

マイクロフォン(SHURE製)は周波数特性が20~20000Hzのものを聴診器と組み合わせることにより、胸部の心尖部付近から計測を行いデータロガー(DEWTRON JAPAN製)に収録を行った。比較として心電図を同時計測し上記データロガーに収録した。また、実環境下におけるノイズの検討のため、心音計測位置の反対側にマイクロフォンを設置しノイズのみの計測を行った。

## 4. 胸部心尖部付近からの心音計測

### 4.1 心音計測の妥当性

マイクロフォンによる心音計測の妥当性を各条件で検討する必要がある。判定方法として、上から計測可能(○), 波形の確認可能(△), 計測不可(×)とした計測データをFig.1に示す。なお、心音の計測データには心音の周波数帯である20~100[Hz]付近でバンドパスフィルタ処理を行っている。

ここで、各条件に対する計測の可否についてまとめたものをTable1に示す。停車時、定速走行時では心音計測ができた。加速走行では計測が困難となることが多かった。これは加速走行中のノイズ成分が心音と同周波数帯であり、音圧レベルが高いことが心音計測の妨げになっていると推察される。そこで、Fig.2に計測可能であった場合と計測が困難であった場合の周波数解析結果を示す。図より、50~150[Hz]付近で振幅のピークを確認でき、心音と同周波数域にあるため、バンドパスフィルタでは除外できないノイズであることがわかる。ここで、実験結果から音圧レベル[dBu]を求めたところ、心音が14~17[dBu]、ノイズ成分は16~22[dBu]であった。この影響は加速中では全てのデータに見られ、心音計測を行うためには計測位置周辺のノイズを除去することが必須であるといえる。

### 4.2 ノイズ対策

走行中のノイズ成分を除去するため、心音計測位置の反対側に配置したセンサによりノイズ成分を検出し、計測不可データから心音データのみの抽出を試みた。具体的には、心音図から計測したノイズ成分を引きフィルタ処理を施している。

結果として波形に大きな変化はなく、ノイズ成分を除去することはできなかった。全計測データに対して同処理を行ったが、効果は見られなかった。要因として心音計測位置とは逆に聴診器を向けて計測したため、ノイズに時間遅れ、音圧の違いが生じたものと考える。これより、加速走行中の心音計測には更なる検討が必要である。

## 5.まとめ

実車実験を行い、心音からの心拍計測の可能性について検討を行った。走行中に考えられるノイズについて検討を行い、加速走行中はエンジンノイズが計測に影響を及ぼしていることを示した。今後は加速走行中のノイズについて計測位置にノイズキャンセラー機能をつける計測したノイズと逆位相の波形を発生させる方法や、計測位置に遮音材を設け、ノイズの低減をすることで、計測の向上を進めたい。また、拘束性の少ない箇所の選定として胸部以外での計測の検討も行いたい。

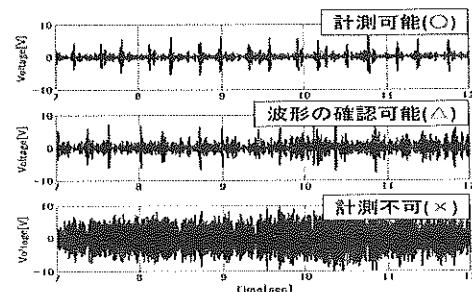


Fig.1 心音計測の可否の例

Table1. 心音計測結果

	回目	2回目	3回目
エンジンOFF	○	○	○
エンジンON	○	○	○
定速走行	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
20[km/h]	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
30[km/h]	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
40[km/h]	△ △ △	△ △ △	△ △ △
50[km/h]	△ △ △	△ △ △	×
加速走行	△ ○ ○	○ ○ ○	△ ○ ○
20[km/h]	△	×	×
30[km/h]	△	×	×
40[km/h]	×	×	×
50[km/h]	×	×	×

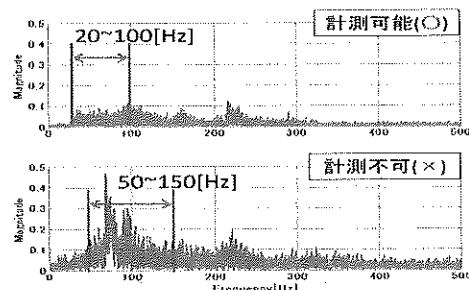


Fig.2 周波数解析結果

## 参考文献

- 栗谷川幸代ほか 2名：心拍変動を用いた高齢ドライバの苦手・危険場面検出をめざして、ヒューマンインターフェース学会誌 Vol.9 No.2,(2007)
- 松田敏之ほか 3名:静電容量型電極による運転中の心拍変動の非接触計測、第 23 回生体・生理工学シンポジウム、(2008)
- 大久保和也ほか 1名:心拍、呼吸の非拘束リアルタイム計測、日本機械学会[No.10-53]シンポジウム:スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス 2010 講演論文集,(2010)
- 風間陽平:運転席からの心拍数及び呼吸検出に関する検討、日本大学生産工学科卒業論文、(2008)

### [連絡先]

小浦和也

日本大学生産工学科機械工学科栗谷川研究室

〒275-8575 千葉県習志野市和泉市 1-2-1

e-mail : cika09095@g.nihon-u.ac.jp

phone/fax : 047-474-2337

# 交差点における運転者の他車両到達時間予測に関する研究

○藤井洸祐\*, 栗谷川幸代\*, 景山一郎\*

(\*日本大学)

Study on driver predicts another vehicles arrival times at intersections

Kousuke Fujii\*, Yukiyo Kuriyagawa\*, Ichiro Kageyama\*

(\*Nihon University)

## 1. はじめに

近年、交差点での交通事故の割合が高い。交差点でドライバは、他車両などの動きを予測して判断、操作を行っており、事故軽減のためには他車両の位置予測能力が重要だと思われる。先行研究において、交差点での出会い頭事故を想定した横方向から接近してくる他車両の位置予測能力の計測手法が検討され<sup>1)</sup>、他車両に見立てた視標が定速の場合、速度や眼を離すタイミング(以下、消失位置)の違いが位置予測能力に影響することが示された。

しかし、先行研究で構築された計測手法ではモニタを使用したため、視野角が制限されていた。また、他車両は交差点進入時に定速ではなく、加減速を行う場合もある。これより、位置予測能力の計測手法の構築には、これらを考慮することが必要である。

そこで本研究では、スクリーンを用いて視野角の拡張を図った上で、他車両に見立てた視標の速度、加速度、消失位置が位置予測能力に与える影響を検討する。

## 2. 実験方法

### 2.1. 実験環境

実験参加者の眼からスクリーンまでの距離は 60[cm]。スクリーンは幅 120[cm]である。できるだけ水平方向の画角を広く確保するために、実験参加者の眼の位置(以下、目標位置)および、視標の出現位置をスクリーンの端とすることで、水平視野角は 63[deg]を得た。

### 2.2. 実験内容

実験開始は実験参加者がボタンを押すと、視標がスクリーン端に現れ左から右、または右から左へ移動する。移動中、設定した消失位置に視標が到達すると視標が消える。実験参加者には消えた視標が動き続けた場合に目標位置に視標が到達したと予測した時点(以下、予測位置)でボタンを押してもらった。なお、視標を認める際に、実験参加者に頭の位置を固定するようには指示していない。

### 2.3. 実験条件

視標の速度、加速度、消失位置の変化が位置予測能

力に与える影響を検討するため、予備実験により各条件間で違いが感じられる条件を検討して、表1のように設定した。なお、全ての条件でそれぞれ左右方向からの計測を行った。

#### 2.3.1. 速度条件

視標の速度が速くなることで位置予測能力が低下すると想定して、15, 25, 50[deg/s]の 3 条件とした。

#### 2.3.2. 加速度条件

加速度が増加することで位置予測能力が低下すると想定して、0.1, 0.5, 2.5[deg/s<sup>2</sup>]の 3 条件とした。なお、視標出現から 2 秒間は速度一定(3[deg/s])として、その後、一定の加速度で加速するようにした。

#### 2.3.3. 消失位置条件

消失位置が目標位置から遠いと位置予測能力が低下すると想定して、スクリーン端から 10.5, 21.0, 31.5[deg] の 3 条件とした。

### 2.4. 計測項目

実験参加者の予測位置と目標位置のずれ量を計測した。同時に、実験参加者の視線・頭部移動をアイマーカレコーダー(EMR-8, nac)で計測した。

### 2.5. 実験参加者

実験参加者は、インフォームドコンセントを得た運転免許証を保有している 20 代男性 10 名である。視力は裸眼視力または矯正視力で 1.1±0.3 であった。なお、10 名中 5 名の利き目が左であった。

Table 1. Experimental condition

	velocity [deg/s]	acceleration [deg/s <sup>2</sup> ]	disappear position [deg]
velocity	15	0	10.5, 21.0, 31.5
	25		
	50		
acceleration	acceleration [deg/s <sup>2</sup> ]	velocity [deg/s]	disappear position [deg]
	0.1	3	10.5, 21.0, 31.5
	0.5		
disappear	2.5		
	disappear position [deg]	velocity [deg/s]	acceleration [deg/s <sup>2</sup> ]
	10.5	15, 25, 50	0.1, 0.5, 2.5
	21.0		
	31.5		

### 3. 結果

条件ごとに全実験参加者のずれ量をまとめた平均値と標準偏差を以下に示す。なお、ずれ量は目標位置を0として、予測位置が目標位置手前の場合はマイナス、目標位置を越えた場合はプラスの値としている。

#### 3.1. 速度の違いによる位置予測への影響

図1に、速度条件ごとに分類したずれ量を示す。条件ごとにTukey法で検定を行った結果、左右を平均した条件間で有意差が見られた。図より、15から25[deg/s]ではずれ量が減少するが、25から50[deg/s]になるとずれ量が増加していることがわかる。

実験中の眼球運動を確認すると、視標の速度が速い場合、視標を眼でうまく追えていないことがわかり、これが位置予測能力に影響を与えている。視標の出現方向は速度が遅い場合には左右差は小さいが、速度が速い場合には左右差が大きい。

#### 3.2. 加速度の違いによる位置予測への影響

図2に加速度条件ごとに分類したずれ量を示す。前述の検定を行った結果、左右を平均した条件間で、0.1と0.5[deg/s<sup>2</sup>]、0.1と2.5[deg/s<sup>2</sup>]で有意差が見られたが、0.5と2.5[deg/s<sup>2</sup>]の間では有意差は見られなかった。また、図より、加速度が小さい場合はずれ量は大きく、加速度が大きくなるとずれ量が減少する傾向があることがわかる。なお、利き目と視標の出現する方向の関係性は見られなかった。

#### 3.3. 消失位置の違いによる位置予測への影響

図3に、消失位置条件ごとに分類したずれ量を示す。前述と同じ検定を行った結果、左右平均した条件間で、10.5と21.0[deg]、10.5と31.5[deg]で有意差が見られた。図より、消失位置が目標位置に近づくと、速度一定の場合、ずれ量が増加し、加速度がある場合にはずれ量が減少する傾向が見られる。

### 4. 考察

視標の速度、加速度、消失位置の違いによる位置予測能力を計測した結果、速度と消失位置が位置予測能力に大きく影響していることが分かった。速度については、速すぎず、遅すぎないことが位置予測を適正にし、消失位置は目標位置に近い方が予測位置を適正にすることがわかった。なお、実験参加者の視標の視認方法を確認すると、頭も動かして視標を視認している方と、眼だけで視標を視認している方が確認できた。ずれ量を比較すると眼だけで視認するのと比べて、頭を動かす方がずれ量が大きくなっていることがわかった。これにより、頭を固定して眼だけで移動物体を視認することで位置予測が向上する可能性があるため、今後、確認実験を行う予定である。

### 5. おわりに

本研究では、速度、加速度、消失位置の変化が位置予測能力に与える影響を検討した。その結果、位置予測能力に対する、速度と消失位置の影響は明らかになったが、加速度の影響は明らかにならなかった。また、視標を眼だけで追従することで位置予測が適正になる可能性を示唆した。

今後は、加速度の実験条件を変更して実験を行い、位置予測に与える影響をさらに検討していく。

### 6. 参考文献

- 伊藤ら、高齢運転者の運転能力計測に関する研究—交差点における他車両到達時間—、日本人間工学会関東支部第17回卒業研究発表会,2012

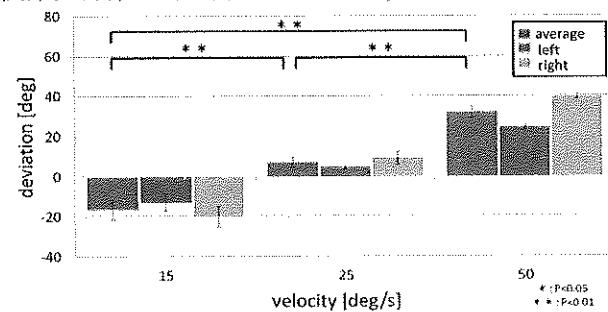


Fig.1. Influence of velocity

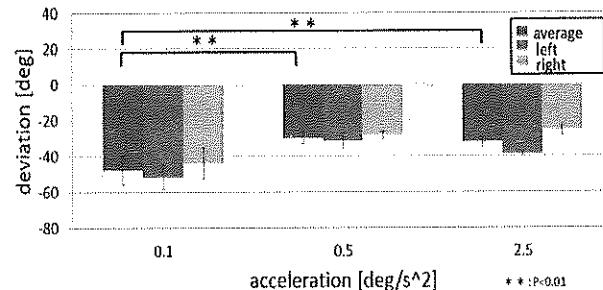


Fig.2. Influence of acceleration

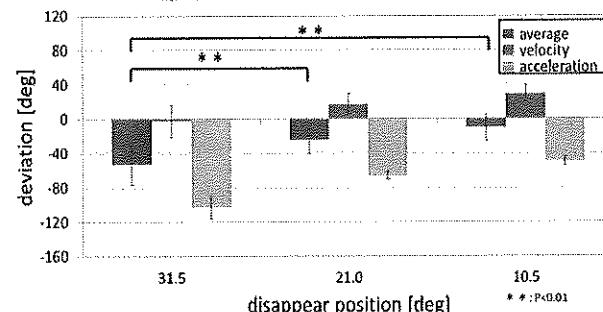


Fig.3. Influence of disappear position

#### [連絡先]

藤井 洋祐

日本大学生産工学部 機械工学科 栗谷川研究室

〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1

e-mail: ciko09197@g.nihon-u.ac.jp

Fax:047-474-2337

# 直進車両と左右からの横断歩行者の夜間事故に関する統計的研究

○松岡克哉, 川村侑里, 吉田信彌(東北学院大学 教養学部)

Statistical study on the differences of automobile-pedestrian accidents between daytime and nighttime

Katsuya Matsuoka, Yuri Kawamura, Shinya Yoshida

(Tohoku Gakuin University, Faculty of Liberal Arts)

## 1.研究背景と目的

夜間の直進車両対横断歩行者事故の危険性が増す事故の原因として、グレア現象が挙げられる。グレア現象とは、中央分離帯がない道路で自身の車のライトと対向車のライトによって、道路中央付近の歩行者が運転席から見えなくなる現象である。グレア現象の知識は、免許教育の中で教えられるので、免許を持たない歩行者は、グレア現象が起きやすい位置に平気で行く可能性がある。平成 17 年版警察白書によると事故に遭った歩行者の免許の保有率が低い。したがって、歩行者の知識不足が夜間のグレア事故を生じる可能性は高い。

ところが、昼間と夜間では、右から左、左から右へ横断する人の事故率の差があることを萩田・森田(2004)は指摘した。自動車が直進車の場合、左から右へ横断する人よりも右から左へ横断する人との衝突率が夜間に高くなつた。これはイタルダインフォメーション(2010 年.83 号)でも確認された。

グレアの影響が強いなら、こうした左右の方向差は小さくなるはずである。歩行者が右から横断しようが、左から横断しようが、歩行者が中央線付近にいれば、右からでも左からでもどちらも同じように危険である。グレアが生じやすいのは中央分離帯のない幅員が広い道路である。こうした道路で夜間にグレア事故が多いならば、上記の左右差は少なくなると仮定される。そして、中央分離帯の歩行者と衝突する自動車の部位は車体の前方右側であると仮定される。そこで衝突部位と幅員別に分析して、グレアの影響が歩行者の進入経路の左右の偏りに関係しているのかを調べることにした。

## 2.方法

### 2.1 データ

交通事故総合分析センターに単路を直進中の自動

車と歩行者の衝突事故を昼夜別の集計を委託した。事故は 2009 年と 2010 年の 2 年分で、合計 3563 件であった。その時道路状況と衝突部位を次のように分類した。

### 2.2 道路の幅員と通行帯

道路に幅員は、3.5m未満、3.5m以上、5.5m以上、9.0m以上、13.0m以上、19.5m以上で分けられていた。このデータのうち、3.5m未満と 3.5m以上は、事故の件数が少なすぎるという理由から使用しなかった。また、13.0m以上と 19.5m以上は、中央分離帯があるといえるので、13.0m以上でまとめた。

衝突地点が車道上の区切られた市線上である事故を取り上げた。衝突地点の車線の数はデータベースには記載がなく、通行帯の分類があった。ここではそれを、左折専用車線を含む第一通行帯と、右折専用車線を含む第二通行帯以上とにわけた。第二通行帯以上とは、片側に複数の車線がある場合で、左端の第一通行帯以外の中央線寄りの通行帯すべてを指した。

### 2.3 衝突部位

歩行者との衝突した自動車の部位は、前部、横・後部(前部以外)、部位不明があるが、ここでは前部と衝突した場合を取り上げ、その前部を右斜前部、前中央、左斜前部の 3 つわけた分類を使用した。

## 3.結果

### 3.1 歩行者が右から左に横断した場合

記録された衝突部位から、右斜前部、前中央、左斜前部を合計し、それぞれの割合を求めた。その結果、左斜前部の割合は、第一通行帯では昼が 14%、夜が 22% であった( $\chi^2=36.18$ ,  $df=1$ ,  $p<.001$ )。第二通行帯以上では昼が 5%、夜が 18% であった( $\chi^2=12.75$ ,  $df=1$ ,  $p<.001$ )。どちらも昼間よりも夜間の方が有意に高くなつた(図1)。つまり、夜のほうが歩行者は中央線より離れた位置で衝突した。

これに対し、幅員 13.0m以上の中央分離帯がほぼ付いている道路では(図 2)、昼と夜とで左斜前部と衝突する割合は、昼が 17%、夜が 14%で、両者の間に有意差はなかった( $\chi^2=1.95, df=1, ns$ )。

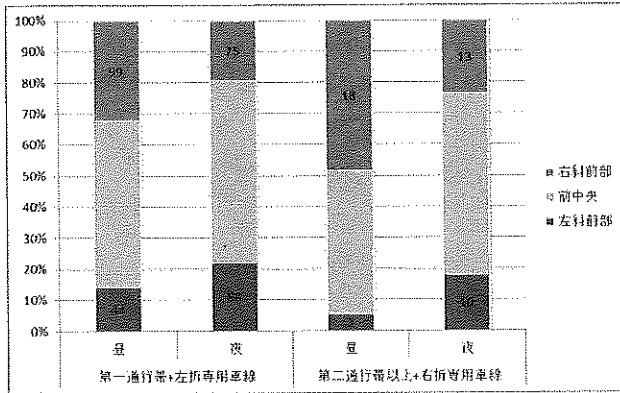


図1. 幅員 9.0m以上の道路で歩行者が右から左に横断した場合の昼と夜の衝突部位の割合

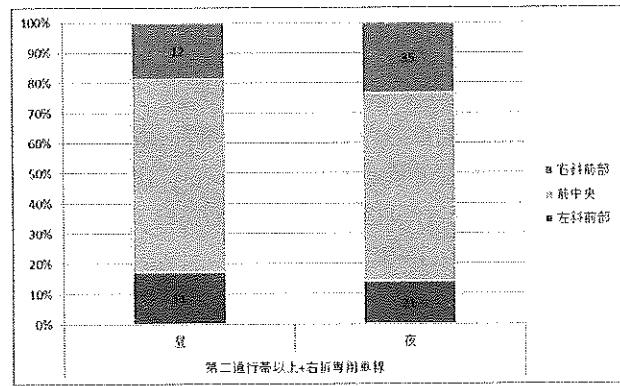


図2. 幅員 13.0m以上の道路で歩行者が右から左に横断した場合の昼と夜の衝突部位の割合

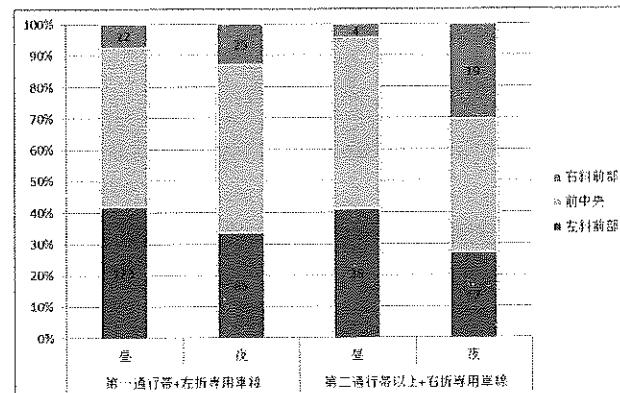


図3. 幅員 9.0m以上の道路で歩行者が左から右に横断した場合の昼と夜の衝突部位の割合

### 3.2 歩行者が左から右に横断した場合

歩行者の進行方向が逆の左から右の場合は、昼間よりも夜間のほうが自動車の右斜前部の衝突事故の割合が多くなった。第一通行帯では昼が 7%、夜が 13%であった( $\chi^2=11.48, df=1, p<.001$ )。第二通行帯以上では昼が 4%、夜が 30%であった( $\chi^2=34.89, df=1, p<.001$ )。どちらも昼間よりも夜間の方が有意に高くなつた(図 3)。

### 4. 考察

歩行者が車両に対して右からあるいは左から登場しても、どちらの場合も歩行者は夜のほうが昼よりも横断の歩を先のほうまで進めた位置、つまり自動車の中央部を超えた位置まで進んでいた。歩行者は進入方向に関係なく、中央線付近で自動車の右側で衝突するのがグレア事故と想定したが、そのような人対車両事故は相対的に少ないと推測できた。

今回の結果は、グレアよりも運転者の視線方向が夜には狭まると考えるうまく説明できた。夜に左右の方向差が出るのは、目を向けずそもそも想定しない方向からの歩行者の発見が遅れるためである。昼間はどちらの方向からでも歩行者を見つけやすいが、夜間に運転者は照明された範囲だけを見るため、その範囲外から自動車の方に近づく歩行者の発見が遅れ、歩行者は先のほうまで進んでしまう(図 1, 3)。中央分離帯から歩行者がでてきたときに昼夜で差がなかった(図 2)のは、昼も夜も同様に想定しない場所からと考えると整合する。萩田・森田(2004)の分析でも直進以外の右左折時でも夜間は首を振りにくい(想定しづらい)方向からの歩行者との衝突事故が増えた。夜は首の動きが小さいと推測できた。

そのため、こうした事故を防ぐためには、運転者自身が危険感受性の範囲を広げることで、見えにくい方向からくる歩行者への注意が必要と考えられる。

### 5. 参考文献

- 1) 萩田賢司・森健二(2004). 運転者の視線を考慮した歩行者事故の分析 土木計画学研究・論文集, Vol.21, No.4, pp1027~1034.
- 2) イタルダインフォメーション(2010). 自動車と歩行者の事故 イタルダインフォメーション, No.83

# 交通統計に基づく若者の二輪車離れに関する歴史的検討

佐々木幸穂・菅原那名・宍戸亮太・竹森優・渡部貴幸・吉田信彌

(東北学院大学教養学部人間科学科 吉田ゼミ)

A historical study on the motorcycle trend based on traffic statistics

SASAKI Yukihiko, SHISHIDO Ryouta, SUGAWARA Nana, TAKEMORI Yuu, WATANABE Takayuki,

YOSHIDA Shinya

(Department of Human Science, Faculty of Liberal Arts, Tohoku Gakuin University)

## 1. 目的

最近若者にクルマ離れがあると言われているが、二輪車については1980年代から10代の若者の免許保有率が減少の一途をたどってきた。その長期的な「二輪車離れ」について、事故率と死者負傷者の発生率の統計的推移、さらに三ない運動や免許制度との関係で考察する。そして、二輪車離れとクルマ離れとの違いを明らかにする。

## 2. 方法

**免許保有者数** 『交通統計』に記載された「年齢別・車種別免許保有者数」のデータを使用した。

自動車を運転できない大型自動二輪・普通自動二輪・原付自転車免許保有者、そして他の免許との重複があるけん引免許保有者を除き、自動車運転可能人口を算出した。自動二輪については、平成8年からは大型二輪と普通二輪を合わせて算出した。

**状態別・年齢別負傷率** 二輪車離れが起きていれば、自動二輪の免許の保有者が減り、事故による負傷者も減るのではないかと考えた。そこで、上記と同じ『交通統計』の「状態別・年齢層別の負傷者数」のデータを使用し、全体を100%として、年齢別で負傷者数における各状態別(自動車乗車中、自動二輪車乗車中、原付自転車乗車中、自転車乗車中、歩行中、その他)の割合を算出した。

**自動二輪・原付・四輪車の運転中の負傷者** 上記では免許保有者率をみたので、次に免許保有者当たりの負傷者率をみる。そのために、上記と同じ『交通統計』(交通事故総合分析センター)に記載された「状態別・年齢層別の負傷者数」のデータを使用し、自動二輪、原付、四輪車運転中の負傷者率を免許保有者数一人当たりの負傷者数で算出した。そして、その1986年～2010年まで推移をみた。

**年齢区分** 16～19歳、20～69歳までは5歳刻み、高齢層は70歳以上、70～74歳、75歳以上という交通統計の年齢区分に従った。

## 3. 結果

### 3-1 免許保有率

自動二輪 16～19歳の保有率は、1986年から2010年までに約1.5ポイント減少した。20代の自動二輪との免許保有率も最大で1.5ポイント減少した(図1)。

三ない運動が1982年に全国宣言され、1990年代には下火になった。それでも自動二輪の保有率の長期的な減少は続いたといえた。

原付自転車 原付の免許保有率は全年齢で減少した。16～19歳の原付免許保有率の低下が最も大きく13%(1986年)から4%(2010年)低下した。

自動車 自動車の免許保有者は増加傾向であったが、18～19歳の自動車免許保有率はその前年まで35%を超えていたのが、2008年以降33%台になった。この約2ポイントの減少は車離れとみなせる。

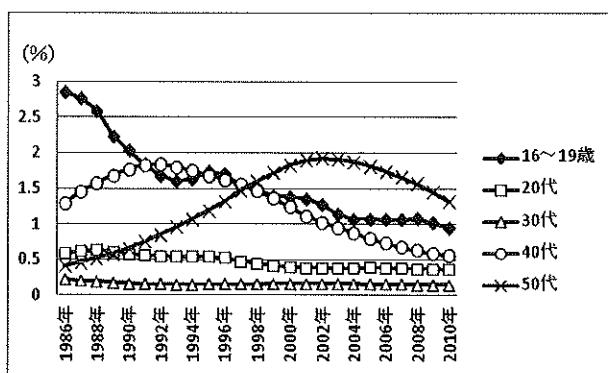


図1. 自動二輪車の免許保有率の推移

**3-2 状態別・年齢別負傷率の推移** 次に、負傷者全体で、自動二輪と原付の乗用中(運転中と同乗中)はどのくらいの割合を占めているのか、さらにその推移をだした(図2)。その結果、若年層(16～19歳)において、原付・自動二輪の割合は減り、その分を自転車乗用中の割合が増えた。自動車乗用中に負傷者の割合は変動があるが、長期的に大きな変化は見られなかった。

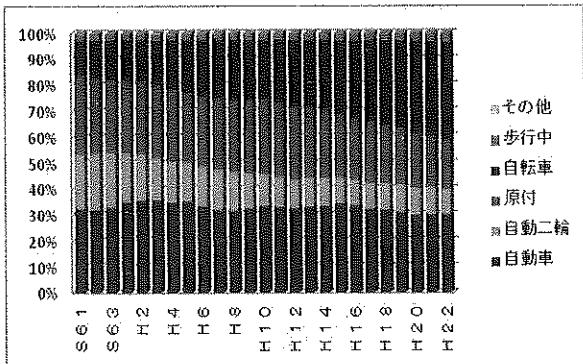


図2,負傷者の状態別の割合の推移（16～19歳）

## 3-3 免許保有者1万人当たりの運転中負傷者率

16～19歳は自動車や原付では一番負傷率及び死者率が高い年齢層である(図3)。しかし自動二輪運転中の免許保有者当たりの負傷者率においては、もっとも低い数値で推移したという特殊な傾向がみられた(図4)。この傾向は死者率でも同様であった。

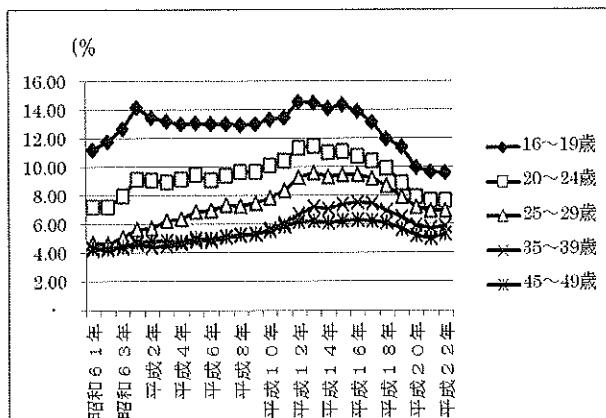


図3,自動車運転中免許保有者の負傷率

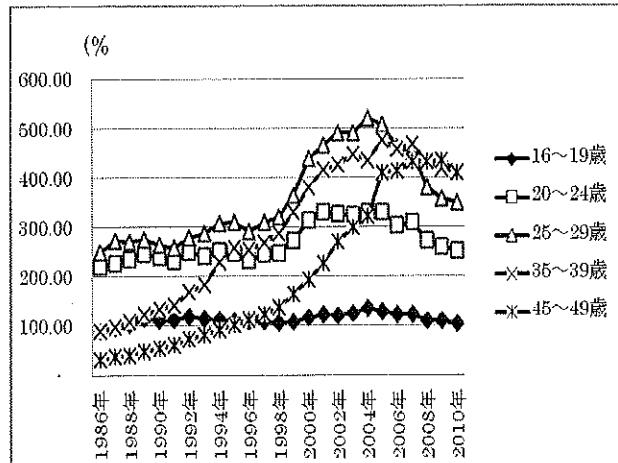


図4,自動二輪運転中免許保有者の負傷率

## 4. 考察

自動車免許保有率が1年で2ポイント減ったことにより、急激なクルマ離れがあった。しかし、これは前年度からの変化であり、統計的な誤差であることも考えられる。そのため、それをクルマ離れと言えるかは、慎重に検討をしていく必要がある。しかし、自動二輪免許保有率は長期的な減少であるため、確実な自動二輪離れといえる。

その要因として、三ない運動の影響があると考えた。三ない運動が行われていた1982年～1997年までの変化を見ると、自動二輪免許保有率は減少していた。しかし、その後も減少し続けていたため、一概に三ない運動の影響であるとは言えず、他の要因もあると考えられる。そこで、暴走族の形態の変化、親世代、特に母親の原付自転車への危険視などの関連から今後研究を進めていく必要がある。

二輪車離れが起きて、代わりの交通手段は自動車ではなく、自転車である可能性が状態別負傷者の割合から示唆された(図2)。二輪車事故を三ない運動が抑制したとみると、学校の役割は大きい。自転車についても学校の関わりを考える必要があるだろう。

二輪車の保有率の低下の中、10代の二輪車の運転が安全になった点も見逃せない。保有者当たりの負傷者率および死者率が他の年齢層より低かった。高校での安全指導の成果ともいえるが、20代の二輪車事故は減少しないことから、真に安全化したといえるのはは疑問である。イタルダ報告書(2000)が三ない運動が生徒のその後の交通安全に貢献するとはいえないとしたように、10代の二輪車の安全はその時期だけに限られたものである可能性もある。

## 5. 参考文献

- 1) 三ない運動と交通事故に関する研究報告書(2000年)財団法人交通事故総合分析センター
- 2) 交通統計(1986～2010年)財団法人交通事故総合分析センター

## [連絡先]

吉田信彌研究室

東北学院大学教養学部

〒981-3193 仙台市泉区天神沢2丁目1-1

e-mail: yoshida@izcc.tohoku-gakuin.ac.jp

Fax: 022-773-3707

# 指導員同乗による運転行動の変化

○小林匠<sup>\*</sup>, 中村愛<sup>\*\*</sup>, 島崎敢<sup>\*\*\*</sup>, 石田敏郎<sup>\*\*\*</sup>

(\*早稲田大学人間科学部, \*\*早稲田大学大学院人間科学研究科, \*\*\*早稲田大学人間科学学術院)

Changes in Driving Behavior Affected by Instructor.

Takumi Kobayashi<sup>\*</sup>, Ai Nakamura<sup>\*\*</sup>, Kan Shimazaki<sup>\*\*\*</sup>, Toshiro Ishida<sup>\*\*\*</sup>

(\*School of Human Sciences, Waseda University, \*\*Graduate School of Human Sciences, Waseda University,

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

## 1. 背景と目的

自動車教習所では企業向け安全運転研修等で、指導員が助手席に同乗しドライバーの運転評価を行なっている。ドライバーは指導員が同乗すると日常の運転とは異なるいわゆるよそゆきの運転をする可能性がある。そこで、指導員同乗時の運転と日常の運転を比較し、指導員同乗時にできている運転行動が普段できていないとすればそれは、運転技術ではなく安全態度に問題があると指摘できる。

企業が導入しているドライブレコーダ(以下 DR)には日常の運転行動が大量に記録されている。DR 映像を用いてドライバーの日常の運転を評価できる可能性がある。

ただし、DR 映像は同乗より情報量が少ない。そのため指導員が同乗した際と同じように評価できない可能性がある。この点に着目した研究<sup>①</sup>によると DR 映像で運転行動を評価できる項目と評価できない項目があることがわかった。評価できる項目については、指導員同乗時の運転映像と日常の運転映像を比較することで安全態度を明らかにできる可能性がある。

そこで、本研究では指導員同乗時の運転映像と日常の運転映像を比較し、運転行動がどのように異なるのかを調べる。

## 2. 方法

本実験では指導員が同乗時の運転映像に対する評価と指導員が同乗していない日常の運転映像に対する評価を比較しその違いを調べる。評価を行ったのは指定教習所の検定員 9 名である。被評価者としてタクシードライバー 9 名に協力いただいた。同乗運転の映像と

日常運転の映像は同じドライバーの運転を同じ検定員が評価した。

同乗運転の映像は指導員が同乗した状態で被評価者が運転しているものを使用した。協力教習所の研修コースを走行してもらった。走行時間は約 20 分であった。

日常運転の映像は協力会社の同乗評価に協力していただいたのと同じタクシードライバー 9 名の通常業務中の空車時の映像を用いた。1 日分の映像から発車、単路走行、信号有り左折、信号有り右折、一時停止右左折などの場面を含んだ約 20 分ほどの映像を抜粋した。映像時間は先行研究に合わせた。

同乗運転の映像と日常運転の映像の記録は共に DR(KATO-DENKI, MGS100)を用いた。この DR は 2 つの広角カメラによる前方と車内の映像、車両加速度、GPS 座標とそこから算出した速度を常時録画する。フレームレートは 8fps とした。映像の再生にはノート PC と専用再生ソフトウェアを用いた。事前に再生ソフトの使用方法を説明し、検定員の指示した場面に応じて実験者が再生、一時停止、巻き戻し、コマ送り等の作業を行った。

運転の評価は協力教習所が普段企業研修に用いている運転チェックシートを利用した。表 1 に評価項目を示す。各評価項目に対して「良好」「改善が必要な点有り」の 2 件法で答えてもらった。最後に総合評価を求めた(AA, A, A-b, B, C)。

## 3. 結果と考察

先行研究によって明らかになった同乗評価と映像評価の一一致率、および本実験で明らかになった同乗運転

と日常運転の映像評価の各評価項目に対する一致率を表1に示す。一致率とはそれぞれで評価が一致した率を示す。ただし「良好」で一致したか「改善が必要な点有り」で一致したかは問わない。先行研究で同乗評価と映像評価の一一致率が80%以上の評価項目をDRの映像でも評価可能と判断した。

表1のAからMの項目は同乗評価と映像評価の一一致率が80%を超えた項目である。つまり、DR映像でも評価できると考えられる項目である。NからUの項目は一致率が80%を下回った項目である。つまり、DR映像では評価が難しいと考えられる項目である。DR映像でも評価できるAからMの項目のうち、EからMの項目は同乗運転と日常運転の評価の一一致率が80%を下回った項目である(背景灰色の部分)。つまり、これらの項目は指導員同乗時の運転と日常の運転の評価が異なった項目である。ほとんどは同乗運転より日常運転の方が「改善が必要な点有り」と評価された。その理由として指導員からは、日常運転は周囲への気配りが足りない、一時停止を怠っている、歩行者への気配り不足、右左折前の減速不足、運転態度が悪いといった意見が挙げられた。

表1 同乗評価と映像評価  
および同乗運転と日常運転の一一致率

評価項目	同乗運転と日常運転の一一致率(%)		同乗評価と映像評価の一一致率(%)	
	1	2	3	4
A 状況に応じたメリハリのある速度づくりができるか	100	100		
B 操作は確実、円滑で安定感があるか	100	69		
C 状況に応じた速度で走行しているか	83	89		
D 周囲への気配り、気配りができるか	83	89		
E 状況に応じた走行位置を通行しているか	100	78		
F 状況判断が確実にできているか	92	78		
G 安全確認(発進時・走行中)はできているか	92	67		
H 進路変更の時機、方法(合図・確認)は適切か	83	67		
I 信号に対する判断は適切か	92	67		
J 歩行者や自転車に対する気配りができるか	83	67		
K 右左折の合図は適切か	100	56		
L 右左折時の速度は適切か	92	56		
M 交通ルールを遵守した運転ができるか	92	56		
N 運転姿勢・発進前の準備(ミラー、ベルトなど)	67	56		
O 狹路・右左折での誘導や速度は適切か	67	67		
P 安全確認と通行位置は適切か	67	89		
Q 横断歩道・後車等への気配りができるか	67	78		
R 危険を予測した運転ができるか	67	78		
S 車間距離は適切か(走行中・停止時)	58	89		
T 停止位置を把握し、確実に停止しているか	58	44		
U 障害物や歩行者への対応は適切か(間隔・速度)	42	56		

同乗運転と日常運転の評価の違いをドライバー別に見る個人差があった(表2)。例えばドライバー4のようにほとんど評価が一致した人もドライバー3のようにほとんど評価が一致しなかった人もいた。

表2 同乗運転と日常運転の違いの個人差(総合評価)

ドライバー	1	2	3	4	5	6	7	8	9
総合評価	AA	AA	A-b	A	A-b	A-b	AA	AA	AA
日常運転	A	AA	C	A	A-b	A	A	A	A
評価が低下した項目(%) (項目A-Mにおける)									46

DR映像による運転評価は同乗による運転評価に比べて情報量が少ないという欠点があるが、指導員が同乗するとドライバーはよそゆきの運転をする可能性が高い。DR映像による運転評価は日常のリラックスした状態の運転を観察できる点で有利である。指導員が同乗することで隠されてしまう日常の運転をDR映像を利用することで確認することができた。

#### 4.まとめ

本研究では指導員同乗時の運転映像と日常の運転映像を比較した結果、多くの項目で日常運転の方が評価が低かった。ドライバーは指導員が同乗していると日常ではやっていない模範的な運転をすることがわかつた。ドライバーの運転の実態を把握するためには、指導員同乗によらない評価を併用する必要がある。

#### 5.引用文献

- 1) 中村愛、島崎敢、石田敏郎：ドライブレコーダーを用いた運転評価の実用可能性、日本交通心理学会第77回大会発表論文集, 57-58, 2012.

#### [連絡先]

小林 匠

〒359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島 2-579-15

早稲田大学石田研究室

e-mail : w.s.d-t.k-w.k@akane.waseda.jp

# ドライバーの前方視野内反応に関する実験的検討

○蕨川正貴<sup>\*</sup>, 三林洋介<sup>\*</sup>

(\*東京都立産業技術高専)

An Experimental Study on the Driver's Response in the Front View

Masaki Warabikawa<sup>\*</sup>, Yousuke Sanbayashi

(\*Tokyo metropolitan college of industrial technology)

## 1. はじめに

平成 23 年の交通事故発生件数は 69 万 1397 件であり、近年、減少傾向にあるものの、絶対的には決して少ないとは言えない。また、これを形態別に見ると、全事故件数の 1/3 に当たる 24 万件を追突事故が占め、その主たる原因は漫然運転や脇見運転などがあげられている。一方、ドライバーの運転行動の始点は刻々と変化する走行状況の視覚情報の知覚とされるが同一視野内であってもその反応時間は異なる。当研究室の先行研究によれば、前方走行車両の視認面積や輝度が異なると、その知覚反応時間が異なるばかりか前方車両を追い抜く際の追い抜き開始距離や追い抜き車両間隔などの走行特性も変化が生じることが明らかとなった。そこで、本研究では同一視野内情報提示におけるドライバーの反応状況を改めて検証するとともに、その情報提示方法の相違による反応時間への影響を探求することを目的とした。具体的にはドライビングシミュレータを用いて水平視野および垂直視野内情報提示における反応時間の計測実験を行った。また、情報提示方法について注意情報提示面積を変化させることで反応時間および反応時の眼球運動の変化について計測評価した。

## 2. 方法

### 2.1 実験装置の製作

当研究室の先行研究で使用したドライビングシミュレータを改良、本実験環境を製作することにした。実験装置の外観を図 1 に示した。被験者が実際に運転するドライビングポジションと前方の走行風景が投影される画面との間に注意情報提示装置を製作設置した。注意情報は LED を水平左右横方向に 10 カ所(100 度範囲)、垂直上下縦方向に 9 カ所(上方 30 度、下方 15 度範囲)各々装着したが、LED を装着したパネルに透明プラスチック基盤を切削加工することによって前方の走行風景に違和感なく融合するように配慮した。LED はドライバーから見て同一視野内に点灯するよう、また、一般乗用車の前方フロントガラスおよびバックミラー、コンソールパネル設置場所などに配慮して注意情報提示位置を定めた。なお、LED は、指定する箇所が独立発光でき

るように基盤回路は一つに統合、ステアリング部位に反応スイッチを装着することで点灯から反応スイッチが押されるまでの時間をタイマー計測出来るようにした。

### 2.2 視野内反応時間の計測実験(実験 1)

製作したドライビングシミュレータを用いて見通しのよい一般道路走行中の前方視野内反応時間の計測実験を行った。走行中に前方視野内に配置された LED をランダムな時間間隔で点灯させ、ドライバーである被験者には点灯を知覚次第、ステアリングに設置された反応スイッチを押すよう指示した。シミュレータの走行条件は、直線路の走行速度を時速 60km となるように走行するよう教示した。被験者は心身共に健康で自動車運転免許を有する高専学生 10 名に依頼した。

### 2.3 注意面積相違による反応時間計測実験(実験 2)

実験 1 で行った注意情報である LED1 灯の点灯部の大きさを遮光板にて 3 パターン変化させて反応時間を計測した。測定条件は実験 1 と同様で、ドライ

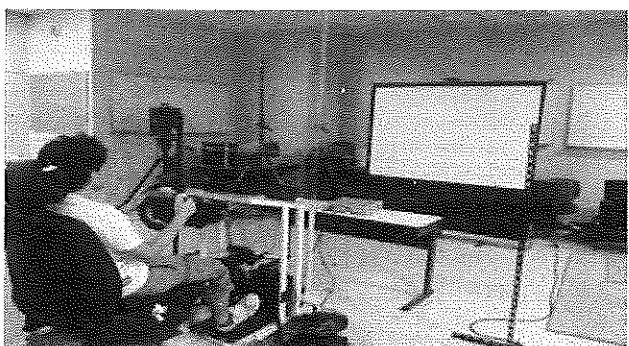


図 1. 実験装置

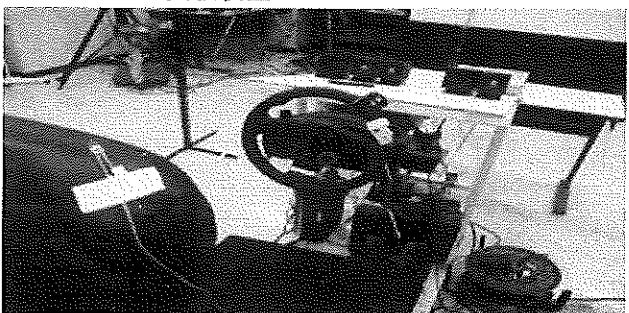


図 2. ステアリング反応スイッチ

ビングシミュレータを用いて被験者の視覚特性を測定するためにアイカメラを装着して一般道路走行中の計測とした。また、提示情報のLEDの発光色は赤、黄、青と3種類変化させて同種測定実験を行った。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 視野内反応時間の計測実験(実験1)

垂直・上下縦方向、および水平左右横方向の角度別反応時間の測定結果を図4、図5に示した。同一視野内であっても中心から注視角度が増加する箇所の注意情報の反応時間は遅れる傾向にあることが確認できた。すなわち、中心野から外視野へ離れるに従って反応時間は増加した。垂直方向では、特に上方20度を超えた箇所より顕著な時間延長が認められ、下方については、自動車運転環境下で走行直近部に相当する下方10度までは反応時間に変動は認められなかったものの、これより下方部は反応時間が増加した。水平視野左右方向では右方向に比較して左方向視野内の反応時間が顕著に増加する結果となった。このことは、わが国の道路環境が左側は路側帯または歩道などで、右側が対向車線であることが影響すると考察する。すなわち、本シミュレーション実験走行路は見通しのよい一般道で、対向車の往来はほとんどない環境下であったが、実環境ではドライバーの注意が左右方向ではどちらかというと右方向に傾斜されているのではないかと考察した。

#### 3.2 注意面積相違による反応時間計測実験(実験2)

注意情報提示の面積を、設定した3パターン(大、中、小)ごとに反応時間を測定した結果、大きな提示面積の反応時間が最も短く、提示面積が小さくなるに従って反応時間は延長されることが全被験者共通して明らかとなった。同一視野内であっても注意情報の面積が大きい、すなわち大きな提示面を有することで知覚が速やかに行うことが出来たと考察する。このことは、同時に計測した眼球運動が注意情報のLED点灯直後に瞬時の揺らぎを生じ、周辺視にて点灯を知覚しているようであるが、提示面積が大きいと、揺らぎの開始時点が早く、被験者の測定時間値の偏差が小さいことも確認された。なお、LEDの色の違いによる実験では、全被験者の「赤色が見やすい」との主観的一致はあったものの、反応時間に有意差は認められなかった。

### 4. まとめ

自動車運転中前方視野内の反応時間についてドライビングシミュレータを通じた実験から探求した結果、中心野から外視野に向かって視野角度増加とともに反応時間の延長傾向が確認された。特に垂直上方20度を超えると顕著に反応時間増加が認め

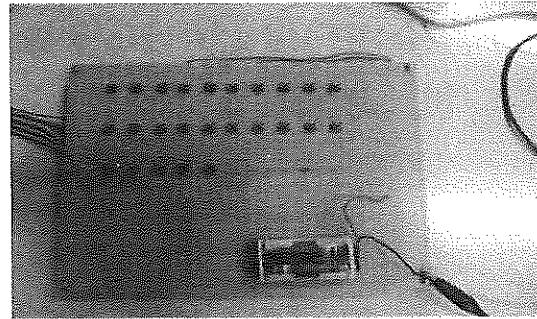


図3 LEDランプの点灯を操作するパネル

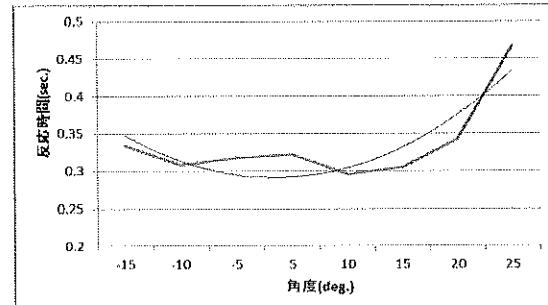


図4 垂直方向の角度別反応時間

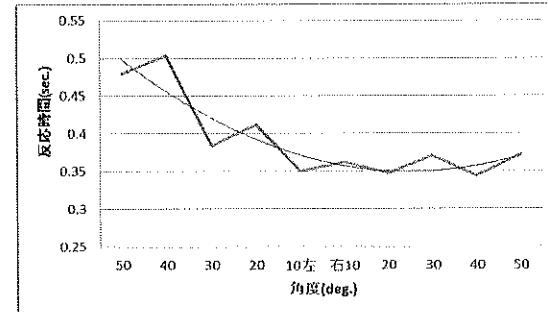


図5 水平方向の角度別反応時間

られたこと、道路環境は景観を含めて左右で異っていることからドライバーの左右の注意配分相違が反応時間にも影響することを明らかとした。さらに、注意情報は、その提示面積によっても反応時間に変化を与えた。

### 参考文献

- 1) 三林洋介、上野俊夫、大久保堯夫、他、運送車両夜間走行における反射材の有効性に関する研究、第44回日本交通科学協議会大会 (2008)
- 2) 薄井悠真、大久保堯夫、三林洋介、大型車停車時における反射材の有効性に関する研究、日本人間工学会関東支部第13回卒業研究発表会講演集 (2007)

### [連絡先]

都立産業技術高専医療福祉工学コース 三林研究室  
〒116-0003 東京都荒川区南千住 8-17-1  
e-mail :sanba@acp.metro-cit.ac.jp  
Tel :03-3801-0145 Fax:03(3801) 9898

# 介護現場における食事場面での色彩活用について

渡邊未希

埼玉県立大学保健医療福祉学部社会福祉学科

About color practical use in the meal scenes in the care spot

Miki Watanabe

Saitama Prefectural University

## 1.はじめに

高齢になると、体力の衰えとともに耳が遠くなる、視力が衰えるといった諸機能が低下する。味覚の鈍化は食欲の低下につながり、高齢者の施設でも、利用者の食欲不振が問題となることがある。しかし、体力が低下しがちな高齢者にとって、食事量の減少は決して好ましいことではない。

そこで本研究では、施設利用者などにとって食事がより楽しく、食欲が増すような環境をつくるために、食事場面に色彩を取り入れることによる心理的効果を明らかにすることを目的に、模擬的実験を実施し、色彩活用の有用性について検討した。

## 2.方法

### (1)対象

埼玉県立大学保健医療福祉学部社会福祉学科4年生(21~22歳女性、色覚障害なし)10名とした。

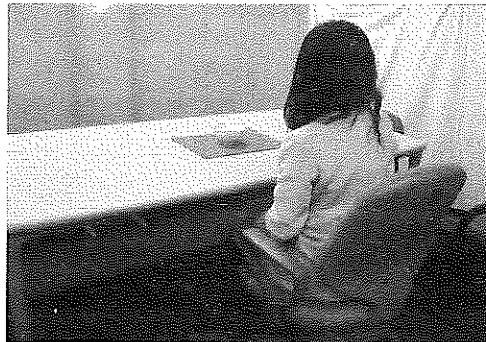


写真 1. 実験状況

### (2)条件

①食材、②食材を乗せるランチョンマットの色、③白内障疑似体験ゴーグルの有無の3変数による計測を実施した。具体的に、食材は和食として暖かいそば、洋食としてパスタの2種類。ランチョンマットの色は、食欲増進色といわれる暖色系の色として、赤、オレンジ、黄色、ピンク。食欲減退色といわれる寒色系の色から、青、水色、紫、黒。中性色として緑、また、何も敷かない状態のテーブルの色(グレー)を含め10色とした。紫は、暖かさも冷たさも感じられない中性色とされることもあるが、今回は紫系統の色も食欲を減退させるとされていることか

ら<sup>3)</sup>寒色系に分類した。

照明は蛍光灯昼白色、照度は日常生活の食卓場面を想定し、JIS規格を参考に500lxに設定した。

### (3)計測手順

ランチョンマットの色別に食事場面を注視(10秒間)してもらった後、食事場面に対する印象を内観報告により聴取した(SD法:おいしそうーおいしくなさそう、暖かいー冷たい、など7項目を5段階で評価)。また、10パターンを提示し終えた後、食べたいと思った色・食べたくないと思った色を3色ずつ提示してもらった。

この作業を、①晴眼・和食②晴眼・洋食、③白内障疑似体験ゴーグル(以下、ゴーグル着用時と省略)・和食④白内障疑似体験ゴーグル・洋食の4条件において行った。提示順序は、順序効果に配慮した。

## 3.結果

### (1)SD法による内観報告

各項目に対する評価では個人差が検出されたものの、どの被験者も色彩の違いにより内観報告に違いが見られた。

晴眼時と白内障疑似体験ゴーグルを着用時については、ゴーグルを着用することで色彩の認識が変化し、晴眼時と比較すると食事に対する印象の違いも見られた。また、視界全体がぼんやりして見えるため、晴眼時に主張が強いと感じた色について、刺激が少し和らいだという申告も散見できた。

また、食材により合う色は異なるという意見も多く聞かれた。和食は落ち着いた色が、洋食は明るく楽しい感じのする色が合うが、色の主張が強いと、食事よりも色に意識が向いてしまうため、主張しすぎない色の方が、食事が引き立てられておいしそうに見える、という申告も受けた。

### (2)食べたいと思った色、食べたくないと思った色

全体的にはバラツキの大きい結果となった。食べたいと思った色、食べたくないと思った色について、色別に晴眼・ゴーグル着用別のものを図1に、食材別を図2に整理した。全体的に、食べたい色としては暖色系の色が、食べたくない色としては寒色系の色を申告する割合

が多かったが、著しい差は認められなかった。

食べたい色として多く挙げられたのはピンクで、洋食・晴眼においては、被験者全員が食べたい色として申告した。何も敷かない状態のグレーは、食べたくない色として選ばれることはなかった一方で、食べたい色として申告されることは多くはなかった。

赤は食べ物をおいしく見せる色とされているが、どの条件においても、赤と黒が食べたくないと思った色として申告される割合が大きい結果となった。また、青は、晴眼時と比べ白内障疑似体験ゴーグル着用時には食べたい色として申告される割合が高くなった。

#### 4. 考察

色の好みや感じ方は個人差があり、その日の精神状態なども影響することが考えられる。内観報告の各項目に対する評価や食べたい色・食べたくない色として申告する色には個人差が見られたものの、色彩の変化は食事に対する姿勢や心理面への影響を認めた。

暖色系の色が食欲増進色、寒色系の色が食欲減退色とされているが、どの色も食べたくない色、食べたいと思った色として申告されており、色彩の取り入れ方にも工夫が必要であると考えられる。

また、今回の実験では、ピンクが食べたいと思った色としてあげられることが多かったが、これは、被験者が全員女性だったことが影響していると考えられる。

日常の大半を室内で過ごし、外的刺激の少ない生活を余儀なくされる高齢者にとって、生活を営む場所が快適で、親しみが感じられるような雰囲気であることは重要な要素である。また、そのような環境形成は施設の職員などで働く人々に対しても影響を与える。高齢者の生活の質を向上させていくためにも、食事場面に限らず、生活空間全体において色彩に配慮した環境形成をしていくことは重要であると考えた。

最後に、色彩には色相、彩度、明度、柄、素材、食事環境には、壁やカーテン、テーブル、食器、照明の色温度、などさまざまな要素があり、それらは常に影響し合っている。本研究は、多くの要素の中のごく一部であることを課題したい。

#### 5. 参考文献

- 1) 南涼子：介護力を高めるコーディネート術 生活に彩りどうるおいを与えるために 中央法規 p56-66 2011
- 2)一般財団法人 日本色彩環境福祉協会：色彩福祉検定1級・2級公式テキスト p.120-129
- 3) 南涼子：介護に役立つ色彩活用術 現代書林 p37-41 2003

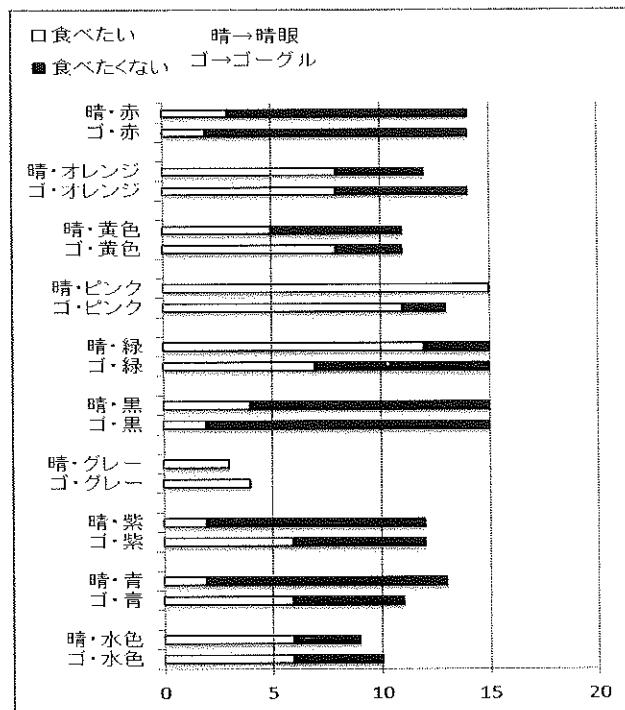


図1.晴眼・ゴーグル別の食べたい色・たべたくない(件)

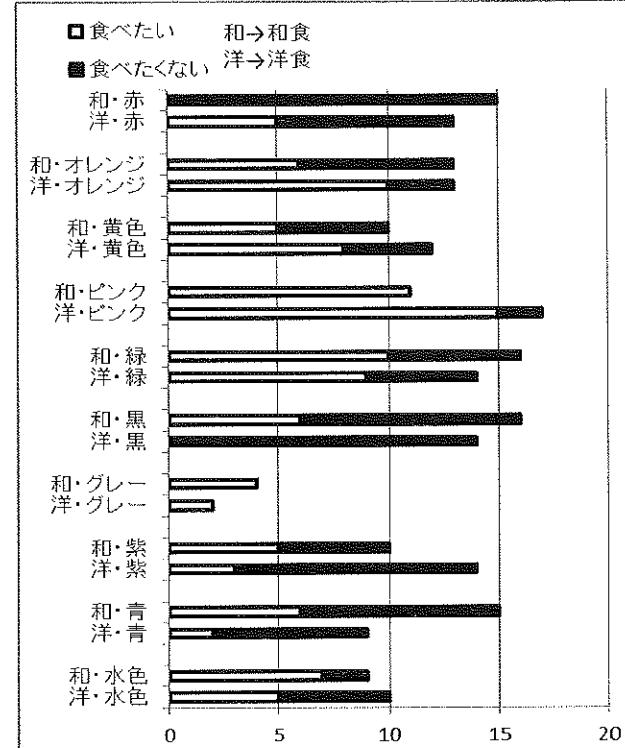


図2. 食材別の食べたい色、食べたくない色(件)

#### [連絡先]

渡邊未希  
埼玉県立大学保健医療福祉学部社会福祉学科  
〒343-0036  
埼玉県越谷市三野宮 820 番地  
e-mail : 1117070z@spu.ac.jp

# 囲碁ロボット開発

～ロボットアームの製作～

○松本慶, 松澤優吾, 田宮高信

都立産業技術高等専門学校 医療福祉工学コース

Development of IGO-Robot —Design of a robot arm—

Kei MATSUMOTO, Yuugo MATSUZAWA, Takanobu TAMIYA

Medicine and Welfare Engineering course, Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology

## 1. はじめに

囲碁は将棋やチェスなどと並んで頭脳のスポーツとして普及している。その中でも囲碁は、子供の精神的発達や高齢者の脳老化防止への効果が高いと期待されている。囲碁ロボット開発では、特に高齢者のQOL向上への寄与を目標としている。

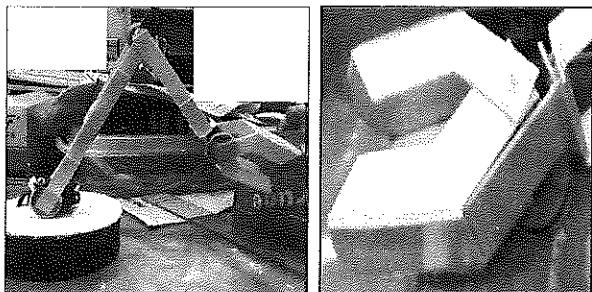
囲碁ロボットの機能を大別すれば目、脳、腕に分けられる。目で碁盤を見て状況を把握し、脳で次に打つ位置を考え、腕で打つという流れである。先行研究では、目の機能として画像解析による自働棋譜作成システムの開発をおこなった<sup>1)</sup>。本研究では腕の機能としてロボットアームの開発を進めている。

囲碁のロボットアームでは、①碁石を1つだけつまみあげ碁盤上に打つ指、②碁盤の任意の位置まで碁石を移動させる腕が最重要の要件となる。開発は、当初トライアンドエラーによる試作と課題抽出を繰り返し、現在は設計図面の製作に取り組んでいる。ロボットアームの開発についてこれまでの取り組みを報告する。

## 2. 第一試作アーム—開発の開始—

### 2.1. 構成

図1に第一試作の腕および指の形状を示す(全長330mm、質量55g)。碁盤は通常、十九路盤(455mm×424mm)であるが、この段階では開発条件の緩和を目的に、主に練習用に使用される九路盤(296mm×



(a) 全体図

(b) 指部形状

図1. 第一試作アーム

210mm)を対象とした。また、アームの自由度は、肩部2、肘部1、指部1の4自由度とした。動力は共立電子産業社製のサーボモータ(RB-001、トルク:0.8-1.3kgcm、速度:0.12sec/60°、重量:8g)である。

図1に示すように、アームの固定部(ロボットの肩部)は、碁盤と同じ高さの水平面上とし、十分な重量を持った土台を用いて安定させた。また、指部はスコップを上下から2つ組み合わせ、すくい上げる形状を試みた。製作に用いた材料には強度と加工のしやすさから、アクリル板(板厚1mm)を使用している。

### 2.2. 第一試作アームから得られた課題

#### 2.2.1. アーム部の課題 一肩部のトルク不足

肩部でアームを持ち上げるモータは、条件によって出力不足を生じた。これは使用したサーボモータの仕様によるものであり、特に負荷されるモーメントが最大となる肩部において課題を生じた。この課題を解決するには、①モータ出力を増大する、②アームの重量を低減するなどの対策が考えられる。第二試作では、このうち、モータ出力の増大をおこなうこととした。

#### 2.2.2. 指部の課題—碁石つまみ上げの不確実性—

指部は碁石をすくい上げる動作が可能であることが確認できた。しかし、①確実に碁石を取り上げることができない。②碁石を2つ以上取り上げるケースがあるなどの課題が見られ、碁石を確実に一つだけ取り上げるという動作は難しいことが確認できた。

課題解決には、第1に指先形状の変更が考えられる。第一試作アームで2つ以上の碁石をすくってしまう原因是、スコップ状の指先形状の影響が大きい。よって指先の形状をすくい上げる形状から、指先でつまみ上げる形状へ変更することとした。つまむ点を指先に限定することは、碁石を2つ以上つまみ上げる現象の低減に効果的と考えられる。また第2に、ロボットアームの制御<sup>3)</sup>において、碁石をつまみ上げたかどうか、また1つだけつまみ上げたかどうかを判定・確認する機能が必要と考えられる。この目的のため、後述するセンサの取り付けを計画している。

### 2.2.3. 自由度の課題 一制御の不自由性一

第一試作では 4 自由度に限定し、手首および肘の回転は与えていない。その結果、アームの動作に依存して指部の角度が変化し、碁盤の手前側に碁石を置くことが困難、碁笥に指部を挿入しにくいという結果を得た。結果的に、囲碁ロボットには人間に類似の自由度を与えることが合理的であることが確認できた。

### 3. 第二試作アーム 一改善点の機能確認一

#### 3.1. 構成

以上の改善点を考慮して第二試作を製作した(図 2, 全長 335mm, 質量 300g)。アームの自由度は、肩部 2, 肘部 2, 手首部 1, 指部 1 の合計 6 自由度とし、より人間の動作に近づけた。動力は近藤科学社製のサーボモータ(KRS-2552RHV, トルク: 14.0kgcm, 速度: 0.14sec/60°, 重量: 41.5g)である。

#### 3.2. 得られた結果

第 1 に、手首部および肘部に自由度を追加した。その結果、手首の角度は任意に変更可能となり、碁盤の手前側に碁石を打つことが容易になり、碁笥に指を挿入する動作もスムーズになった。

第 2 に、モータのトルク出力を増大した結果、肩部のトルク不足が解消された。手首部、肘部に追加されたモータを含め、肩部に加わるトルクは、6.65kgcm であり、モータ仕様の約半分に抑えることができた。

第 3 に、指先は人型の形状とした(図 2(b))。図中、上側の指は固定され、下側の指が上下することにより碁石がつままれる。また、材料には指サック(ゴム)を用い、十分な保持力を発揮できるようにした。この変更によって、碁石の保持点が指先に限定され、2 つ以上つまみあげることがほぼなくなった。また同時に、指先の寸法が小さくなり、碁石を置く際に隣の碁石に接触しにくいという追加的な効果も確認できた。

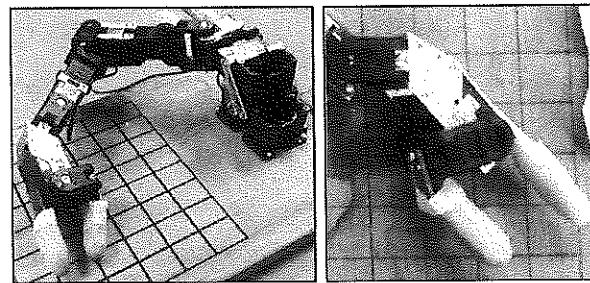
### 4. 今後の開発計画

#### 4.1. 指部へのセンサ設置

指先をつまみ上げる形状に修正したことによって、碁石を 2 つ以上つまみ上げることはほぼなくなったが、現状では実際に碁石をつまみ上げているか確認することができない。よって、今後の開発では、センサとしてポテンショメータを用い、指部の角度を検出する計画である。指部の角度が分かれれば、あらかじめ碁石を 1 つつまんだ状態の角度と比較することにより碁石をつまんでいるかどうか確認可能となり、碁石をつまみ上げる動作をフィードバック制御できると考えられる。

#### 4.2. 十九路盤への対応

今後の開発では十九路盤に対応したアームを製作



(a) 全体図 (b) 指の形状

図 2. 第 2 試作アーム

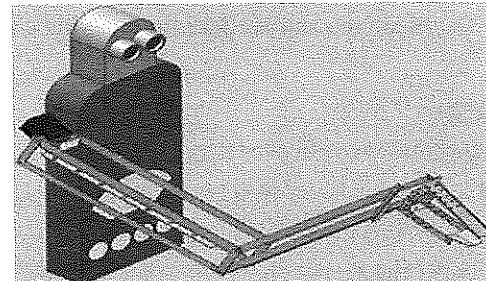


図 3. 十九路盤対応囲碁ロボット

する。そのためには各部の長さを長くする必要がある。第二試作アームを改良した試作では全長が約 560mm となり、それを考慮して算出すると肩部に必要なトルクは約 13kgcm となる。よって使用しているモータの仕様に近く、動作が困難であると予想される。そこで、モータ出力の上昇によるコストアップを防止するため、設計を大幅に見直すことにした。現在設計において、肘部や手首部の動作用モータを肩部へ移動し機構的に動力を伝達する手法により肩部のトルク低減を試みている(図 3)。動力伝達には平行リンク機構を応用する計画である。

### 5. まとめと今後の研究

囲碁ロボットのアームについて試作をおこない課題を抽出した。得られた結果は次の通りである。

- (1) 6 自由度を用いることにより効率的な機構となる。
- (2) 指先はつまむ形状にすることにより、碁石をつまむ位置が限定され 2 つ以上取ることがほぼなくなる。
- (3) 碁石をつまんだかどうかを確認するため、ポテンショメータを用いた制御をおこなうことが課題である。
- (4) 十九路盤に対応したアームでは、コスト削減のため、肩部への負担低減の機構が課題である。

### 6. 参考文献

- 1) 田宮高信, 健康と長寿を求めて~福祉・医療ものづくりフォーラム~, 日本福祉工学会 (2010-6)
- 2) 田宮高信ら, 数理科学会論文集, 11, 1, pp.39-43 (2009-12)
- 3) 松澤優吾ら, 日本人間工学会関東支部第 42 回大会卒業研究発表会, 講演決定 (2012-12)

# 囲碁ロボットの開発

～制御プログラムの構築～

○松澤優吾, 松本慶, 田宮高信

都立産業技術高等専門学校 医療福祉工学コース

Development of IGO-Robot —Construction of control program—

Yuugo MATSUZAWA, Kei MATSUMOTO, Takanobu TAMIYA

Medicine and Welfare Engineering course, Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology

## 1. 緒言

囲碁はルールが単純である一方、戦略の幅が広く頭脳のスポーツとして普及しており、脳老化防止の効果も期待できる。本研究室では特に高齢者のQOL向上を目標に囲碁ロボットの開発を進めている<sup>1)</sup>。

囲碁ロボットの機能は目、脳、腕に大別できる。そのうち目の機能は、画像解析による自働棋譜作成システムとして開発済みであり<sup>2)</sup>、本研究では腕の機能としてロボットアームの開発を進めている。本報では、制御プログラムの構築と今後の展望について報告する。

## 2. 自働棋譜作成システム(先行研究)

先行研究では、ビデオ撮影された画像を画像解析し、自動的に棋譜を作成するシステムを開発した<sup>2)</sup>。図1は開発されたシステムの実行画面である。

棋譜を作成するには、第一にビデオカメラで撮影された碁盤の画像から路の交点を割り出す必要がある。システム内では、撮影画像に避けられない歪曲収差および遠近差を考慮し、交点位置の割り出しをおこなっている。第二に路の交点上の状態を認識する必要がある。開碁では黒石または白石がある状態と、何もない状態の3通りとなり、システム内では各路の交点周りの輝度を解析し、それらの判別をおこなっている。図2は自働で棋譜を作成した結果である。

以上の機能は、囲碁ロボットの目の機能を果たし、PC上で碁盤の状況判断をおこなうことができる。なお、本システムの開発にはVisual Basic(VB)が用いられた。

## 3. アームの動作設定とプログラマ化

本研究ではさらに、腕の機能としてロボットアームの開発を進めている。碁盤は通常十九路盤が用いられるが、現在は開発条件を緩和するため、主に練習用に使用される九路盤(296mm×210mm)に対応したアームの製作を進めている<sup>3)</sup>。アームの制御プログラムの構築は次の手順にしたがって進めてきた。

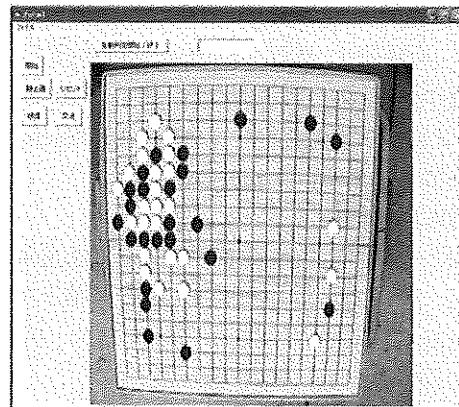


図1. 自働棋譜作成システムの実行画面

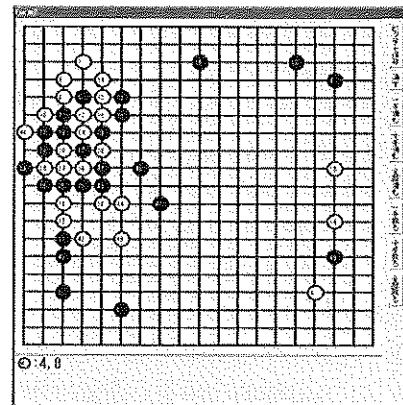


図2. 棋譜作成結果

### 3.1 開発の条件

本来、囲碁ロボットは碁盤とは独立して動作すべきであるが、現状ではアームを碁盤上に固定し、サーボモータの動作の制御設定をおこなうこととした。尚、目の機能との統合により、ロボットと碁盤との相対位置が認識可能になり、アームを碁盤から分離させることが可能と考えられる。

開発には近藤科学社のサーボモータを用いた。付属の制御基板はRCB-4HV、通信プログラムはHeart to Heart4 Ver.2.1である。通信規格は近藤科学社独自のICS3.0を使用する。

### 3.2 動作プログラムの作成と動作設定

碁石を置く制御には、各関節のサーボモータの回

転角度を、それぞれの路の交点( $9 \times 9 = 81$  ケース)に対して動作設定する必要がある。プログラム化のため、それらの割り出し作業をおこない、そのデータを元に動作ソフトウェア上で制御データをプログラム化した。

図3はアーム(図中右側のアーム)を制御して、九路盤の四隅に碁石を打たせた結果である。図のように誤差を生じたのは、第一に動作設定の精度不足であり、今後の動作設定によって精度向上が可能である。第二にアームの指先で碁石をつまむ位置にばらつきを生じることも原因である。この点については、センサを用いて指先のどの位置に碁石をつまんでいるかを認識することが必要であり、今後の開発の中で制御パラメータを取り込む計画である。

#### 4. アーム制御ソフトウェアの開発

以上では、サーボモータに付属の動作ソフトウェア上でプログラムを作成した。しかしながら今後、棋譜作成システムとの統合をおこなうためには開発言語を用いた制御が必要である。そこで棋譜作成システムと同様、VBによりアーム制御ソフトウェアを開発する。

まず、通信プログラムを解析し、制御基盤に対応した通信制御の方法を明らかにし、その結果を基に VBにより通信制御プログラムを作成した。

その上で、PC上で碁石を打つ位置の指示ができるようアーム制御ソフトウェアの開発を進めている。図4に現在開発中の制御ソフトウェアの実行画面を示す。九路盤の画像を使用し、各交点にボタンを配置した。本制御ソフトウェアを用いれば、画面上で打ちたい交点をクリックするだけで、碁石を打つ制御ができる。

なお、開発中の制御ソフトウェアは、碁笥から碁石をつまむ工程を省略している。これは碁石を1つだけつまり取るという囲碁ロボットに必要となる基本機能が未開発であるためである。現在、アーム製作において碁石をつまんだ状態を判定できる信号を取り込めるよう、指先へのセンサの取り付けを進めており、その製作に合わせて制御プログラムを開発する計画である。

#### 5. 棋譜作成システムと制御ソフトウェアの統合

##### 5.1. 現在取り組んでいる課題

以上の通り、目の機能、腕の機能の開発が進んでいる。そこで、棋譜作成システムと制御プログラムを統合し、より囲碁ロボットに近づける機能の開発に取り組み始めた。この統合をおこなえば、碁盤上で碁石の置かれていない場所が認識可能となり、囲碁のルールで最も基本となる碁盤上の碁石が置かれていない路の交点にのみ次の1手を打つことができるという条件をロボットアームの制御に取り込むことができる。

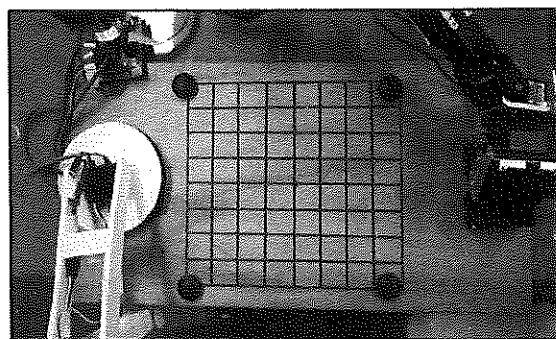


図3. 四隅に石を打った動作結果

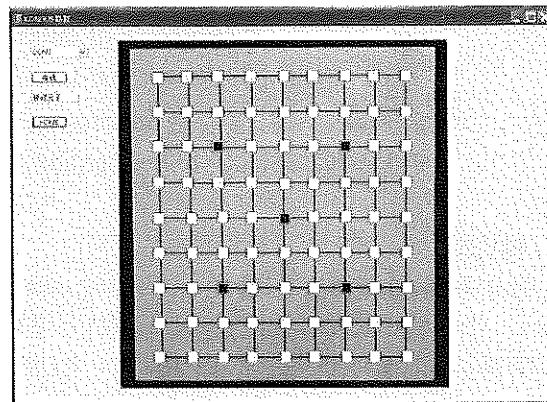


図4. アーム動作ソフト

##### 5.2. 囲碁ロボット開発に向けた目標

以上の目および腕の機能に、さらに脳の機能を追加すれば最終的な囲碁ロボットの基本形が完成する。脳の機能とは、囲碁のルールにしたがって次の1手を考えることである。人間とロボットだけで対局ができる囲碁ロボットの原型を目指して開発を進行中である。

#### 6. 結言

囲碁ロボットのアーム制御ソフトウェアの開発をおこなっている。現在の推進段階は次の通りである。

- (1) 開発したアーム制御ソフトウェアを用いれば、PC上のクリックにより、碁石を打つ制御ができる。
- (2) 碁石の打つ位置の精度向上のため、動作設定の修正および指先で碁石をつまんだ位置をセンサにより認識する機能の開発を進めている。
- (3) 棋譜作成システム(目の機能)との統合を進め、さらに、脳の機能を追加による囲碁ロボットの基本構成の完成を開発目標としている。

#### 7. 参考文献

- 1) 田宮高信, 健康と長寿を求めて~福祉・医療ものづくりフォーラム~, 日本福祉工学会 (2010-6)
- 2) 田宮高信ら, 数理科学会論文集, 11, 1, pp.39-43 (2009-12)
- 3) 松本慶ら, 日本人間工学会関東支部第42回大会卒業研究発表会, 講演決定 (2012-12)

# 行動モデルを用いた独居高齢者見守りシステムに関する研究

○矢島岐将<sup>\*</sup>, 岩澤雄太<sup>\*\*</sup>, 内田貴大<sup>\*\*</sup>, 大矢哲也<sup>\*</sup>, 川澄正史<sup>\*</sup>, 小山裕徳<sup>\*</sup>

\*東京電機大学未来科学部情報メディア学科, \*\*東京電機大学大学院未来科学研究科情報メディア学専攻

Study of the Elderly Living Alone Monitoring System Using a Behavioral Model

Michimasa Yajima<sup>\*</sup>, Yuta Iwasawa<sup>\*\*</sup>, Takahiro Uchida<sup>\*\*</sup>, Tetsuya Ohya<sup>\*</sup>, Masashi Kawasumi<sup>\*</sup>  
and Hironori Koyama<sup>\*</sup>

\*Department of Information Systems and Multimedia Design,

School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University

\*\*Information Systems and Multimedia Design,

Graduate School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University

## 1. はじめに

独居高齢者は能動的に他者と交流を持つ機会が少ない、自身の状況を知らせる存在がない、安否確認が容易に取れないといった問題を抱えている。解決策として、見守りシステムの研究が進められている。既存の見守りシステムは、主として各場所に設置されたセンサから得られる個別の情報を利用する。また、施設や病院を対象としたものが多く、高価かつ大掛かりなシステムである。

本研究では、一般家庭でも安価でかつ容易に導入が可能な、行動モデルを用いた独居高齢者見守りシステムを提案する。行動モデルを用いることで、従来システムでは把握できなかった行動の流れを利用した異常感知を行うことができる。

本稿では、システムの見守りと情報収集に必要となるセンサ部分について検討する。

## 2. 提案システムの概要

### 2.1 システムによる見守り

見守りによる緊急事態の判断は、センサによって収集した情報から構築する行動モデルを用いて行う。高齢者の日常行動は概ね規則的であるため<sup>①</sup>、行動モデルと実際の行動の流れの違いを比較し異常を判断する。

### 2.2. 行動モデル

行動モデルは、行動情報を遷移させることで予測を行う。そのため、行動履歴を収集し、予測する行動を定義する必要がある。人の行動は多様であり、全てを行動モデルとして構築することは難しい。行動モデルを構築する際には、どのような行動や状態、人を対象とすれば良いかを決定することが重要となる。そこで、居間や寝室など生活の中心となる場所にセンサを設置し行動情報を収集し、どのような日常行動であるかを設置場所から判断し、行動モデルを構築する。

### 2.3 使用するセンサ

行動情報の収集には、センサが対象者を認識できる必要がある。また、行動判別は設置場所から行うため、設置が容易でなければならず、詳細な行動判別には画像を用いることが有効である。さらに、本研究では導入が容易なシステムを目指すため、センサは安価かつ入手が容易な必要がある。

以上のことから、設置が容易で安価な機器を用いた、人の認識とその様子を記録できるセンサシステムが提案システムに必要となる。そこで、Microsoft 社製多機能センサ Kinect を用いる。Kinect は RGB カメラを搭載し、人認識機能が実装可能である。また、ゲーム機器であるため、安価で入手が容易であり、設置も行いやすい。

## 3. 試作センサシステム

Kinect に搭載されている各種センサを用いて、人認識をした際の様子と日時を保存するセンサシステムを試作した。人認識は深度センサを用いて行っている。図 1 にセンサシステムによる人認識の例を示す。人認識をした場合、RGB カメラの映像を静止画像として保存し、ファイル名を日時とすることで行動の様子を記録する。人認識時にすぐに画像の保存処理を行ってしまうと、人の腕など体の一部のみが写ったものが多く保存されてしまう。そこで、対象者の身体全てが写ったものを保存するために、保存処理を人認識直後ではなく、遅延させて実行している。



図 1. センサシステムによる人認識の例

#### 4. 実験概要

人の行動情報収集に、試作したセンサシステムが有効か検証するために、大学の研究室に入り出す学生の行動情報を収集する実験を行った。設置位置を遠距離と近距離の2地点とし、どちらが情報収集に適しているのかを比較した。また、実験は両地点とも450分間行った。図2にセンサシステムの設置位置を示す。被験者は入退室を行った全員とした。

遠距離地点は出入口付近も見渡せる地点として、出入口からの距離が4.6m、高さ1.8mの位置に設置した。近距離地点は出入口のみを見る地点として、出入口からの距離が2.3m、高さ0.7mの位置に設置した。また予備実験の結果から、対象者の身体全てが写ったものを最も記録出来る遅延秒数として、遠距離地点では0.8秒、近距離地点では1.2秒を設定した。

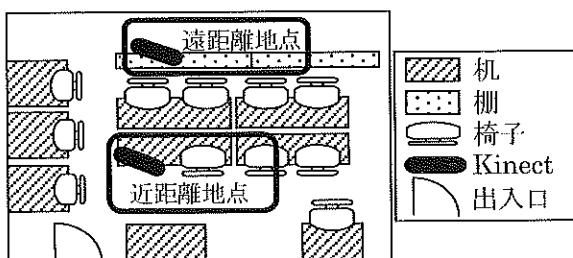


図2. センサシステム人の設置位置

#### 5. 結果

遠距離地点での実験では331枚、近距離地点での実験では185枚の画像が保存された。図3に保存された入退室行動の例を示す。また、表1に各実験にて保存された画像の詳細を示す。遠距離地点での実験に比べて近距離地点での実験では、入退室行動を保存できた割合が15%増加した。



図3. 保存された入退室行動の例

表1. 保存された画像の詳細[枚]

	遠距離地点	近距離地点
入退室行動	74(22%)	71(38%)
人物不在	94(28%)	97(52%)
入退室行動以外	163(49%)	17(9%)
総保存枚数	331	185

#### 6. 考察

遠距離地点と比較し、近距離地点における実験では入退室行動を保存できる割合が増加した理由として、センサシステムの設置位置の変更、保存処理の遅延時間延長の二つが挙げられる。センサを出入口付近に設置したことにより、付近にある椅子の着席者を認識するといった、入退室行動以外を行っている人の誤認識が減少する。さらに、体の一部のみで人認識をした場合でも、遅延時間の延長によって対象者の身体全てが写っている画像を保存することができる。

また、どちらの実験においても、実験中に起きた全ての入退室行動が保存されていたことから、試作したセンサシステムは行動情報収集に有効と考える。

しかし、保存された画像のうち、入退室行動であるものは全体の約40%にすぎず、誤認識による不要な画像の保存が多かった。この理由として、センサシステムが複数人を同時に認識した場合、入退出行動による人数増減が起ると認識処理が再度行われ、入退出行動をしていない人を認識するということが挙げられる。また、人物が範囲外に出たという判定の遅れもある。解決策として、人認識処理の改善、センサの設置位置の再検討などが考えられる。

#### 7. おわりに

本研究では、安価かつ容易に導入可能な行動モデルを用いた独居高齢者見守りシステムの提案を目的としている。実験により、試作したセンサシステムが行動情報収集に有効であることを確認した。

今後は、行動情報の収集実験を行い、収集した情報を用いた行動モデルを構築する。また、行動モデルによる緊急事態の判断アルゴリズム作成も行う。さらに、センサシステムの誤認識低減のために、システムの改善、設置位置の再検討を行う。

#### 参考文献

- 吉木大司、松本佳昭、茨久和、『独居高齢者向け見守り支援システムの開発』、日本機械学会2008年年次大会、日本機械学会2008年年次大会講演論文集 Vol.7, pp.215-216, 2008-08-02

#### [連絡先]

矢島岐将 東京電機大学情報メディア学科

生体情報研究室

〒120-8551 東京都足立区千住旭町5番

e-mail : 09fi144@ms.dendai.ac.jp

Tel : 03(5284)5199(内線2837)

# 書籍・電子書籍読書時の内容定着度に関する基礎研究

○北島千夏\*, 森本美佑\*, 舟田眞里子\*

(\*白鷗大学経営学部)

Fundamental studies on memory retention concerning the contents of conventional books and e-books

Chinatsu Kitajima\*, Miyu Morimoto\*, Mariko Funada\*

(\*Hakuoh University, Department Business Administration)

## 1. はじめに

現代では、スマートフォンやタブレット型端末が多く普及し、電子書籍に社会的注目が集まっている。

通常の書籍と電子書籍による読書では内容記憶・感情移入などに差があるか否かに関心を持ち、本研究では、内容記憶(定着)の差の有無について検証を行うことを目的とした。

事前実験として四字熟語の漢字暗記課題を用いて、暗記時にコンピュータを使用するか否かで暗記の精度に差が認められるか否かを検証し、その後、書籍・電子書籍の内容記憶の差異に関する解析を行った。また、記憶確認実験実行時に事象関連電位(Event-Related Potential, 以下 ERP)<sup>3,4)</sup>を測定し、比較・分析した。

## 2. 実験の方法

筆記とパソコンを用いた以下の事前実験(四字熟語課題 A・B)と書籍・電子書籍の比較実験課題を行った。被験者は成人男性 4 名、成人女性 3 名である。各個人は a～g で識別する。実験場所は外界から遮断され、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に配慮した。ERP の測定の詳細は参考文献<sup>2)</sup>と同様である。

### 2.1 事前実験

被験者を 2 グループ I・II に分け、別々の学習方法(表 1)で学習する。事前に用意した四字熟語 30 間(問題 A・B)を使用して、四字熟語の読み、また 1 か所だけ空白にされた箇所の漢字の書きのテストを行う。

1 週間後、パソコンを使って、四字熟語の 1 か所を隠し、その箇所に入る漢字を 1～3 の選択肢から選ぶテストを実施する。テンキーからブラインドタッチで選択した数字を入力する。このテスト実行時に脳波を測定し ERP を測定する。テスト後事前テストと同様の筆記テストを実施する。

### 2.2 書籍と電子書籍の比較実験

次の書籍と電子書籍を読み、内容を暗記した。

使用した書籍は次の通りである。

表 1 グループ分けと学習方法

グループ	問題A	問題B
I	印刷物で暗記学習	パソコンで 30 秒ずつ表示して暗記学習
II	パソコンで 30 秒ずつ表示して暗記学習	印刷物で暗記学習

書籍: 神経科学に関するテキスト<sup>1)</sup>(以下 A,)

電子書籍: 事象関連電位の入門的論文<sup>3)</sup>(以下 B)

1 週間後、パソコンを使って 30 問の内容確認テストを実施する。テストは 3 択の選択問題とした。テンキーからブラインドタッチで 1 から 3 のいずれかを入力する。このテスト実行時に脳波を測定し ERP を測定した。パソコンでのテスト後、同様の問題の筆記テストを実施した。

## 3. 結果

### 3.1 事前実験の結果

図 2 は四字熟語「読み」の一週間後の各グループ、問題 A・B の結果である。パソコンを用いた暗記課題(グループ I の問題 B、グループ II の問題 A)の正答率が高くなかった。よって、両グループともに問題が異なっていてもパソコンで暗記した方の正答率が高かった。

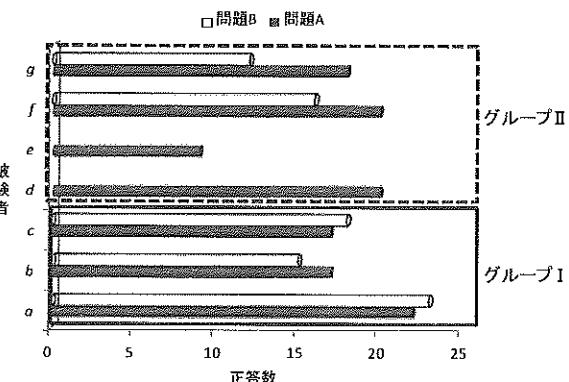


図 2 四字熟語「読み」1 週間後の正答数

### 3.2 書籍と電子書籍の比較実験の結果

図3、4は、それぞれ書籍と電子書籍を読んだ1週間後に行ったブラインドタッチと筆記によるテスト(問題は同一)の結果である。ただし、ブラインドタッチの実験では、3回ランダムに同じ問題を反復している。両テストとも個人差があり、書籍と電子書籍でそれぞれ結果が異なっている。時間的制約の少ない筆記テストの結果に着目すると、ほぼ全ての被験者が書籍よりも電子書籍の方が内容定着度が高いという結果を得た。

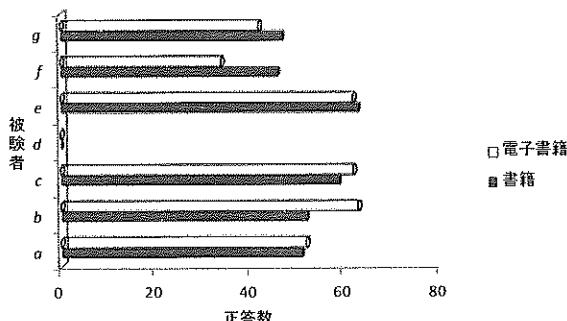


図3 書籍と電子書籍のブラインドタッチによる問題の正答数

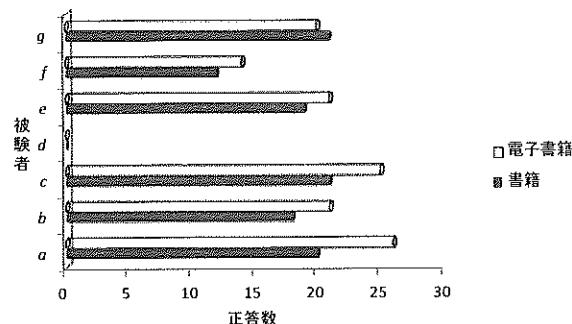


図4 書籍と電子書籍の筆記テストの正答数

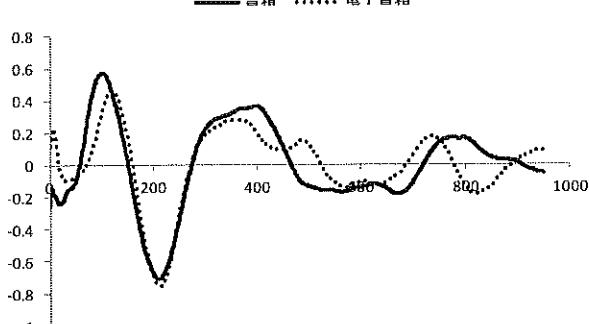


図5 書籍・電子書籍のブラインドタッチによる課題実行時のERPの例(被験者c, 加算回数90回, Cz)

図5は書籍・電子書籍のブラインドタッチによる課題実行時のERPの例(被験者c, 加算回数90回, 測定部位Cz)である。横軸が問題提示後の時間、縦軸が脳波の加算平均の値である。P1、N2、P3と呼ばれる正負の

電位が出現している。書籍と電子書籍の場合とほぼ同じ電位が出現しているが、書籍のP1の潜時(電位が出現するまでの時間)がやや短くなっている。

### 4. 考察

書籍と電子書籍による内容定着度の比較実験において、筆記テストに着目すれば、ほぼ全ての被験者が電子書籍の定着度の方が良いという結果を得た。しかし、統計的な有意差は認められなかった。このような実験では、問題の難易度の統一に充分配慮する必要がある。今回の結果は、少なくとも電子書籍を用いた内容定着度は、書籍と大差がなく、学習や作業に電子テキストの使用は可能であることが示唆されたと考えられる。

### 5. まとめ

本研究では、書籍と電子書籍で内容記憶(定着)に差があるか否かに関して実験により検証した。その結果、電子書籍を用いた場合の定着度の方が良い正答率を与えたが、統計的な差は認められなかった。すなわち、書籍と電子書籍のどちらでもその内容の記憶には差がないことが示唆された。この結果は、タブレット型端末や電子書籍を従来の書籍として活用しても内容定着には問題がないことを示している。

同等な課題の選択や、被験者を増やした再現性の確認などが今後の課題である。

### 参考文献

- 1) Neil R.Carlson 第3版 カールソン 神経科学テキスト 脳と行動 泰羅雅登 中村克樹 監訳
- 2) 倉持真愛, 飯塚勇人, 正答率と事象関連電位を用いた反復作業時の励ましの効果に関する研究, 日本人間工学会関東支部第18回卒業研究発表会予稿集, 2012(印刷中)
- 3) 事象関連電位入門 入戸野宏 堀忠雄 2000 心理学研究における事象関連電位(ERP)の利用 広島大学総合科学部紀要IV理系、<http://cplnet.jp/erp.pdf>
- 4) T.W.Picton et al. Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: Recording standards and publication criteria, Psychophysiology, 37, 127-152, 2000.

### [連絡先]

北島千夏、白鷗大学経営学部  
〒323-8585 栃木県小山市大行寺1117  
e-mail : mfunada@fc.hakuoh.ac.jp  
Fax : 0285(22)8989 (大学共通)

# ペーパープロトタイピングにおける操作性に関する研究

○鴨志田大地<sup>\*</sup>, 西内信之<sup>\*</sup>, 橋爪絢子<sup>\*</sup>

(\*首都大学東京 システムデザイン学部)

Study on operability on the paper prototyping

Daichi Kamoshida<sup>\*</sup>, Nobuyuki Nishiuchi<sup>\*</sup>, Ayako Hashitume<sup>\*</sup>

(\*Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University)

## 1. はじめに

ペーパープロトタイピングは紙とペンがあればできる手軽なプロトタイプである。そのコストの低さや作業の手軽さなどから、製品開発の上流行程でユーザビリティテストを行うことができるという利点がある。そのためペーパープロトタイピングを利用する機会は増えているのだが、実際にペーパープロトタイピングを利用するに当たっていくつか問題点も指摘されている。金山、多田らは「プロトタイピングボタンがボタンと認識できない、配置された部品の操作方法がわからないなど、視認性の不足、アフォーダンス伝達の限界を問題視し、改善を試みたが、ボタンと表記ラベルの違いが区別できないなど、やはり問題点が残っている。

そこで本研究では、以上のような問題を定量的に調査し改善すべく、ペーパープロトタイピングと実際の製品との操作性の違いを実験により明らかにし、ペーパープロトタイピングにおける操作性の向上を検討することを目的とする。

## 2. 操作性比較実験

### 2.1 実験目的

実際にペーパープロトタイピングを利用した場合、第1章で述べた問題点がどのように表れるのか、また他にどんな問題点が潜んでいるのかを具体的に調べることにした。そのため既存のウェブサイトを対象としたペーパープロトタイプを作製し、ペーパープロトタイプとPCでのウェブ操作とを比較する実験を行った。

### 2.2 実験方法

被験者はPCのウェブ上でタスクを行う2名とペーパープロトタイプでタスクを行う2名の計4名で行った。

実験タスクには、中央大学のホームページから、

- ① 商学部経営学科のページを開く
  - ② 後楽園キャンパスの交通アクセスのページを開く
- という2つのタスクを設定した。なお、この4人の被験者は中央大学の学生ではない。

タスクは口答で指示し、その操作の様子をビデオカメラで撮影した。ペーパープロトタイプの被験者には、操

作上クリックとスクロールをしてもらう場合には、口答で「クリック」「スクロール」と言ってもらうようにした。ここでのペーパープロトタイピングにおけるスクロールの表現とは残りの部分を書いた紙を新たに提示することである。

ウェブ上でタスクを達成するための経路というのは複数存在するので、通過すると予想される経路をいくつか検討した。そしてどちらのタスクも2通り以上経路を持つようにペーパープロトタイプを作成した。実験後、撮影した動画を元にクリック回数や時間などの値を解析した。

## 3. 実験結果および考察

### 3.1 実験結果

表1は各被験者のサイト内でのトータルクリック数をまとめたものであり、表2はタスク終了までにかかった操作時間をまとめたものである。

表1. トータルクリック数

	タスク① 最短3クリック	タスク② 最短2クリック
ウェブ被験者①	3クリック	0
ウェブ被験者②	4クリック	+1
PP被験者①	3クリック	0
PP被験者②	3クリック	0
		10クリック +8
		5クリック +3

表2. タスク終了までにかかった操作時間(秒)

	タスク①	タスク②
ウェブ被験者①	24.5	15.2
ウェブ被験者②	20.3	25.1
PP被験者①	20.2	45.5
PP被験者②	20.0	35.2

表1、表2を見ると、タスク①ではタスク全体でのクリック数やタスク終了までの時間はウェブを操作した被験者とペーパープロトタイプを操作した被験者でそれほど大きな差が出なかった。一方で、タスク②に関してはペーパープロトタイプを操作した被験者の方がクリック数が多く、終了までの時間も長かった。

次に、タスク②を詳しく検証する。まずタスク②はスク

ロール操作を必要としたタスクであった。スクロールによりページ下部のリンクを押してもらうことを想定していたので、タスク②を細かくステップに分けると、

- A: トップページ表示
- B: “交通アクセス”リンクを表示するためのスクロール
- C: “交通アクセス”リンクをクリック
- D: “後楽園キャンパス”リンクを表示するためのスクロール
- E: “後楽園キャンパス”リンクをクリック

となる。このステップ別に各被験者の操作時間をグラフにすると図1のようになる。

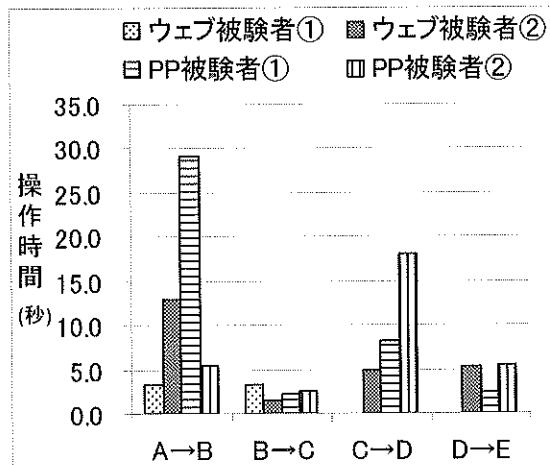


図1. タスク②におけるステップ別の操作時間

ここで、ウェブ被験者①は C のステップで違うリンクをクリックして、こちらの想定した経路とは異なる経路でタスクを遂行したため A から C までのデータのみ利用する。

図1から特に時間がかかったのがスクロールを必要とする A→B と C→D のステップであった。このステップでペーパープロトタイプ被験者はスクロールという選択肢が思い浮かばず、様々なリンクをクリックしてタスク遂行の道を探していた。そのためこのステップでクリック数も大きく増えていた。

C→D のステップではアクセスマップが存在し、その図中の文字や場所を間違ってクリックしてしまうということがウェブ被験者でもペーパープロトタイプ被験者でもみられた。D→E のステップではペーパープロトタイプの被験者②がリンク部分ではなくリンク下の説明部をクリックしてしまうということがあった。

また、表3は、実験を開始しトップページを表示してから最初の動作(クリックまたはスクロール)に移るまでのウェブを操作した被験者とペーパープロトタイプを操作した被験者の平均時間をまとめている。

### 3.2 考察

以上の実験結果より、次の2つの観点での考察を行

った。

表3. 最初の動作が開始されるまでの時間(秒)

	タスク①②平均
ウェブ被験者	3.7
PP被験者	6.7

(1) スクロール操作について: 今回の実験において、ペーパープロトタイプの方が操作に時間もかかりクリック数も多かったが、その原因はスクロール操作が大きい要因であると考えられる。ウェブ操作ではごく自然にスクロールを使い、目的のリンクを探しているが、ペーパープロトタイプではその操作を行うまでに至り難いと考えられる。この問題はスクロールバーが目立たなかつたことが主原因と考えられる。スクロールバーや戻るボタンなどウェブブラウザとしての機能は別な部品として作成しあいておくことが望ましいと考えられる。

(2) ページ全体の視認性: 表3の結果のように、ペーパープロトタイプでは最初の動作をするまでに時間がかかった。これはウェブ上ではページ全体を素早く理解し、タスクを遂行するための操作に入れるのだが、ペーパープロトタイプではページ全体を理解するために時間がかかったと考えられる。ペーパープロトタイプではボタンやリンクの視認性の問題があるが、それだけではなく、ここではページ全体をある程度把握するための要素がペーパープロトタイプには不足していると考えられる。その一つとしてページ全体のカラム構成の分かりやすさが起因していると考えられる。

### 4. 今後の展開

スクロール操作といった特別な操作を気づかせるため、リンクやカラム構成をわかりやすくするための工夫を、ペーパープロトタイピングの特長である少ない作業で実現するためには、どのような方法があるかを今後提案していく。

### 5. 参考文献

- 1) 金山富浩、多田幸翁、福山明子: 使いやすい UI を設計するためのプロトタイピング手法実践に向けたツボ・勘所、ソフトウェア品質管理研究会第 23 年度(2007 年度) 分科会成果報告.

### [連絡先]

鴨志田大地

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 : kamoshida-daichi@sd.tmu.ac.jp

Fax : 042(585) 8620

# 情報探索における電子書籍と紙書籍の比較評価

○塙拓郎<sup>\*</sup>, 西内信之<sup>\*</sup>, 橋爪絢子<sup>\*</sup>

(<sup>\*</sup>首都大学東京 システムデザイン学部)

Comparative evaluation of the digital book and paper books in information search

Takuro Hanawa<sup>\*</sup>, Nobuyuki Nishiuchi<sup>\*</sup>, Ayako Hashizume<sup>\*</sup>

(<sup>\*</sup>Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University)

## 1. はじめに

近年、電子書籍の研究開発が急激に増え、2004年には携帯型電子書籍専用端末が発売されている。電子書籍にはペーパーレスやアクセシビリティなどの多大なメリットがあり、全世界で書籍の電子化が進められている。中でも教科書の電子化においては電子書籍が誕生してから特に注目を集めしており、デジタル教科書へ完全移行した学校も出てきている。本国においては総務省が2015年までに小中学校のデジタル教科書への完全移行を目指し掲げている。しかし、教科書の電子化に反対する教育機関も多く、積極的な姿勢を見せていないのが現状である。そこで本研究では、教科書に求められる「情報探索」という観点から電子書籍と紙書籍の比較実験を行い、なぜ人々が紙書籍を好むのか、電子書籍に足りないものは何なのかという問題点を明確にし、インターフェースにおいては新たなインターフェースの提案を目的とする。本原稿では、作成した電子書籍リーダーアプリで通常の読書を行う際に問題がないか検討した予備実験、読みやすさに関する実験の結果をまとめる。本発表ではそのリーダーアプリを用いて情報探索の観点から検討した結果を発表する。

## 2. 実験に用いる電子書籍と紙書籍

使用する電子書籍端末は2010年にApple社より発売され、現在普及しているiPad(iPad2)を用いた。iPadの場合は電子書籍専用端末ではなく、汎用タブレット端末なので、本研究では実験に適したアプリケーションを自ら開発した。予備実験で被験者に読んでもらう文章はシリアルに読んで行くタイプ(シーケンシャルリーディング)の短編小説、芥川龍之介「羅生門」約5900文字、10ページ(各媒体に5ページずつ振分けたもの)を用いた。

### 2.1 開発したアプリケーションの概要

アプリケーションはiOS SDKを用いて最もシンプルなPDFリーダーアプリを作成した。Page-Based-Application

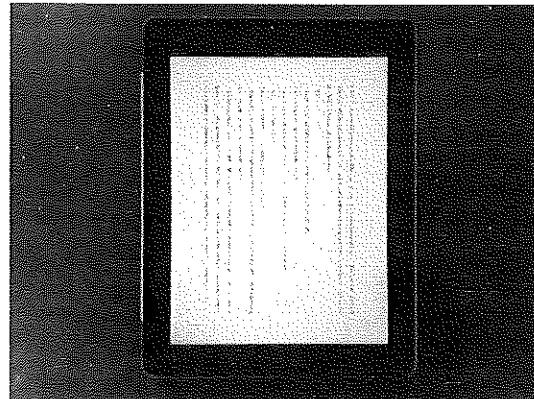


図1. 実験用に開発したリーダー

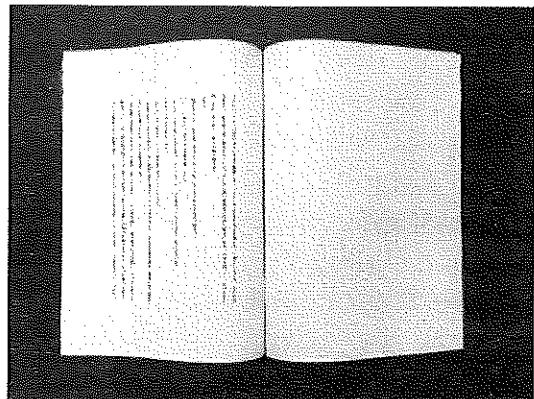


図2. 実験で用いた紙書籍

を用いたので、ページをめくる際にはページが捲れるように見えるアニメーションを用いている。

### 2.2 実験用の紙書籍

本実験の紙書籍は電子書籍リーダーとの条件を統一するため、2.1で用意したPDFを印刷し、サイズが同じになるよう裁断したものを綴じて冊子状にした。また、アプリケーションは文字サイズを考慮し、1ページ1画面(片面)で表示しているので、紙書籍も片面のみ印刷したものを使用している。

### 3. 読みやすさに関する比較実験

#### 3.1 実験方法

今回の実験の被験者の数は20代の男女10名とした。被験者には電子書籍と紙書籍でそれぞれ用意された文章を読んでもらう。順序効果を考慮し、被験者ごとに媒体と文章を共に入れ替えた。読む際には、読み返しや読み飛ばしをせずに自分のペースで文章を順に読んでもらうように指示をした。実験で測定する項目は読了時間と文字数であり、毎分何文字読んでいるか([char/min])を読書速度として計算する。

#### 3.2 実験結果

図3に実験結果を示す。図のデータは10名の測定値を平均し、グラフ化したもので、全体の読書速度を示している。棒線は標準偏差を誤差として示しているが、互いに誤差範囲内であり、違いがないように見える。また、t検定を行った結果、 $p=0.557 >> \alpha = 0.005$ （有意水準5%）となり有意差がないことが明らかとなった。

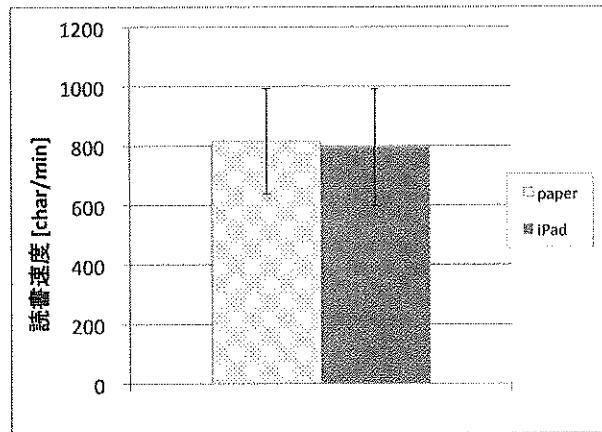


図3. 全体の読書速度

#### 3.2 考察

予備実験では作成した電子書籍リーダーアプリの読みやすさの比較を行った。実験結果として両媒体の間にシーケンシャルリーディングタイプの文章を読む際の読書速度に違いは表れなかつたが、iPad(リーダーアプリ)と紙書籍で通常の読書をする分には全く支障がないといえる。よって、この電子書籍リーダーアプリを用いて情報探索をさせる文章(ランダムアクセスリーディングタイプの文章)の比較実験を行うことで情報探索に関する違いのみを比較することができるといえる。

#### 3.3 まとめ

今回、事前実験として電子書籍と紙書籍の読みやすさに関する比較実験を行い、自作のアプリケーションに問題がないことと、通常の読書をする際にiPadと紙書籍の

間に違いは表れないことを確認した。本原稿では、読みやすさの観点のみを報告したが、今後は教科書や辞書のように関心があるところから読んでいくランダムアクセスリーディングにおいても同様の実験を行い、電子書籍と紙書籍の違いについて報告する。最終的にはこれらのデータを基にして新たなインターフェースを提案し、実際にアプリケーションに組み込みたいと考えている。

### 4. 情報探索に関する比較実験

#### 4.1 実験方法

情報探索をさせるにあたって、文章は首都大学東京システムデザイン学部のシラバス(約300ページ)を用いた。このシラバスは情報が箇条書きであり、全てのページにおいてフォーマットが統一されているので探索作業がスムーズに行えるようになっている。条件は目次の有無、解答が前後半にあるもので、各媒体に4つ(4×2)用意した。課題は「ある教科の出席点は何%か？」のような簡単な質問を与える。被験者はその解答をシラバスの中から探し出す。これを上記の8条件を図4の実験環境下で行い、比較をする。この結果は発表にて報告する。

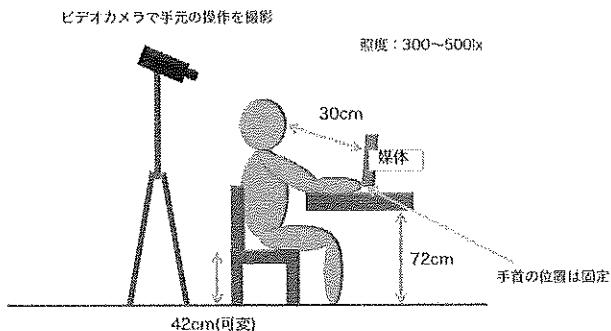


図4. 実験環境

### 5. 参考文献

- 1) 高野健太郎, 柴田博仁, 大村賢悟: ページめぐりの操作性に着目した電子書籍端末の評価, ヒューマンインターフェース学会論文誌, Vol.14, No.1, (2012)
- 2) Apple Inc., iOS Developer Library, [UIPageViewController Class Reference](https://developer.apple.com/library/ios/#documentation/UIKit/Reference/), <https://developer.apple.com/library/ios/#documentation/UIKit/Reference/> (2012/8/12 アクセス).

### [連絡先]

塙拓朗

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 : hanawa-takuro@sd.tmu.ac.jp

Fax : 042(585)8620

# ドップラーセンサを用いたジェスチャ入力インターフェース

○追川純也\*, 上岡英史\*  
(\*芝浦工業大学工学部通信工学科)

Gesture Input Interface using Doppler Sensor  
Junya Oikawa\*, Eiji Kamioka\*

(\*Department of Communications Engineering, Shibaura Institute of Technology)

## 1. はじめに

デジタル機器の普及に伴い、機器の制御に対する操作手法も多様化している。機器の操作には、一般的に機器のリモコンや操作パネルなどが用いられる。しかし、これらの入力手法は、入力装置を直接手に取る必要がある、あるいは、ユーザー自身が機器のところまで移動する必要があるといった煩わしさがある。これに対して、人にやさしい直感的な入力手法としてジェスチャを用いた方式が存在する<sup>1)</sup>。ユーザーのジェスチャを検出する方法としてカメラや加速度センサ等を用いたものが実用化されているが、コストやプライバシー問題、センサの装着といった面で制限条件があり汎用的でない。これらの問題を解決するために、本研究では、ドップラーセンサを用いたジェスチャ入力インターフェースを提案する。具体的にはハンドジェスチャをドップラーセンサによって検出し、手を動かした方向や速度を識別する。本稿では、実証実験を通して提案手法の有効性を述べ、汎用的利用可能性について議論する。

## 2. ドップラーセンサ

ドップラーセンサは、マイクロ波を発射し、その反射波を受信する。センサからの出力は、送信周波数と受信周波数の差の周波数を持つ信号である。対象物がマイクロ波の進行方向に対して、接近・離反した場合、ドップラー効果によって、受信周波数は対象物の速度に比例して変化する<sup>2)</sup>。そのため、対象物が動いていない場合や、対象物がマイクロ波の進行方向と直交する方向に運動する場合にはセンサ出力を検知できない。送信周波数と受信周波数の差であるドップラーシフトは式(1)で表される。

$$f_d = \frac{2f_s}{c} \cdot v \quad (1)$$

$f_d$ :ドップラーシフト[Hz]       $f_s$ :送信周波数[Hz]  
 $c$ :光速[m/s]       $v$ :対象物の速度[m/s]

送信周波数及び光速は定数であるため、ドップラーセ

ンサの出力信号からドップラーシフトを得ることで、センサから見た対象物の相対速度を測定することができる。

## 3. 評価実験

### 3.1 実験概要

再現性のある単一動体の直線運動を複数のドップラーセンサで同時にセンシングする。このときの各センサからの出力を比較することで、対象物の運動方向を推定し、提案の有効性を検証する。

### 3.2 実験方法

手のひらを前後に振るハンドジェスチャを想定し、ドップラーセンサを用いて単一動体の振り子運動のセンシングを行う。センサモジュールには新日本無線株式会社の X-band Doppler Sensing Device NJR4178J を使用し、出力をオペアンプで 100 倍に増幅する。

3 つのドップラーセンサを図 1 のように配置し、a, b, c 各方向への振り子運動を 1 往復行ったときの各センサ出力を同時に記録し、それぞれの、分散値及び信号のピーク数を求める。

測定はそれぞれの方向に各 10 回ずつ行った。センサ A とセンサ C はそれぞれのマイクロ波発射面同士のなす角が直角になるように配置し、センサ B はセンサ A とセンサ C から等距離になるように配置した。

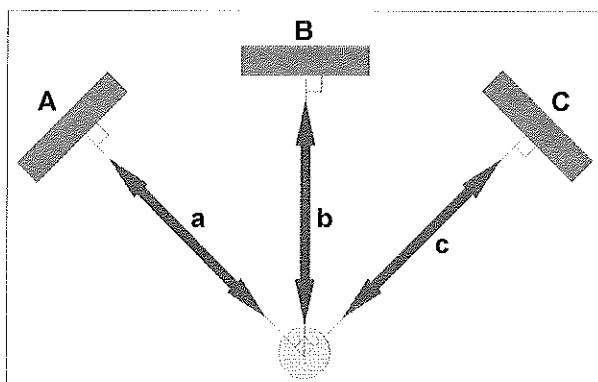


図 1 センサ配置及び振り子の運動方向

### 3.3 実験結果と考察

分散値及びピーク数の閾値を変化させる事によって、単一動体の運動方向の判定精度がどのように変化するか、グラフを用いて結果を示す。また、本実験では、閾値をいくつにすると良いか、結果から結論づける。

出力信号の例として a 方向に振り子運動を行ったときのセンサ A, B, C の各出力信号を図 2 に示す。

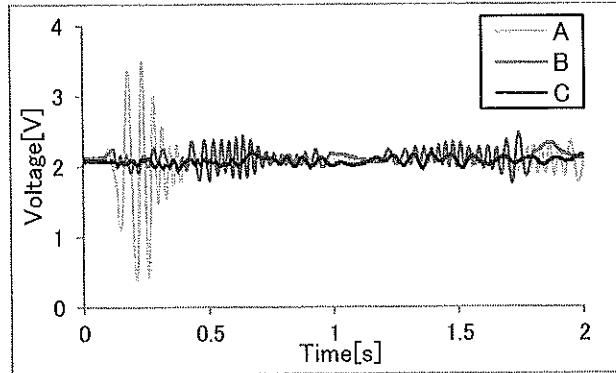


図 2 a 方向に運動したときの各センサからの出力

分散値及びピーク数の閾値と運動方向の判定精度の関係を図 3, 図 4 に示す。

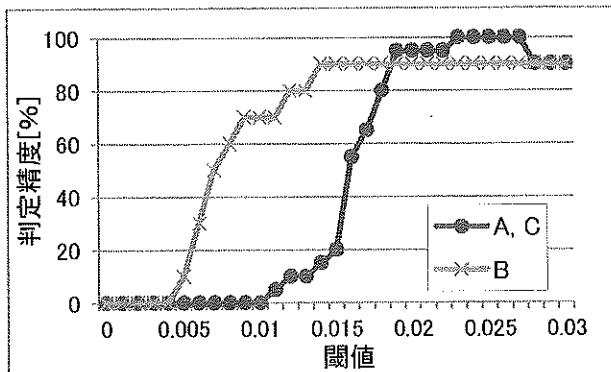


図 3 分散値の閾値と判定精度

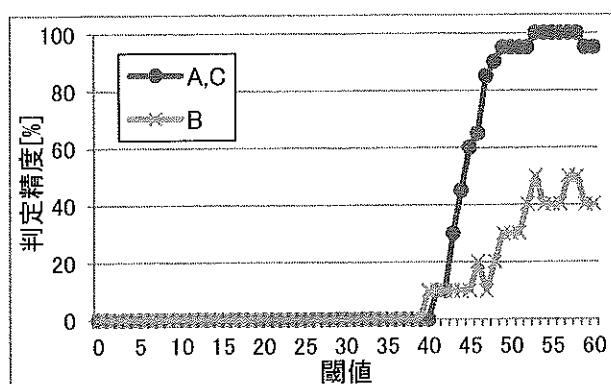


図 4 ピーク数の閾値と判定精度

单一動体が一方向に振り子運動を行ったときの各セ

ンサの出力信号の分散値及びピーク数を比較した結果、センサのマイクロ波発射面と振り子の運動方向とのなす角が小さくなるにつれて、分散値及びピーク数も小さくなることが確認できた。

分散値の閾値を変化させた結果、閾値を 0.02 程度に設定したときに 90%以上の判定精度を得た。ただし、本実験では、運動の方向を固定しているため、それが変化した場合には、閾値の設定を変更する必要がある。

ピーク数の閾値を変化させた結果、高い精度で運動方向の推定が行える閾値を得ることはできなかった。しかし、ピーク数はセンサと対象物との距離に依存しないため、今後対象物の速度推定を行う際にピーク数をパラメータに用いることは有効であると考えられる。

### 4.まとめと今後の展望

本研究では、ドップラーセンサを用いたジェスチャ入力インターフェースを提案し、実験を通して、ドップラーセンサの出力から、直線運動を行なっている対象物の運動方向の推定が可能であることを確認した。今後は、実際に人がハンドジェスチャを行った場合の推定精度についても検討を行う。現段階では、直線運動を行ったときのセンサ出力全体から運動の方向推定のみを行なっている。しかし、さらに複雑な動作推定や、対象物の速度推定を行うには、時々刻々と変化する出力信号に追隨した解析を行う必要がある。

### 5.参考文献

- 1) 坪田尚洋, 中島克人, "手軽に利用できるハンドジェスチャユーザインターフェースの考察と提案," 情報科学技術フォーラム講演論文集, Vol.9, No.3, 2010, pp.217-218.
- 2) 荒木喬, 長谷川大輔, 長瀬智行, 荒木真, 尾野久雄, "K-Band ドップラーセンサによる車載速度メータの開発," 電気学会論文誌 E, Vol.124, No.5, 2004, pp.179-182.

#### [連絡先]

追川純也

芝浦工業大学工学部通信工学科

〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5

e-mail : f09018@shibaura-it.ac.jp

# アプリケーションログを用いた気の利くサービス発見手法

○羽角太地\*, 上岡英史\*

\*芝浦工業大学工学部通信工学科

A Method of Sensible Service Detection using Application Log

Daichi Hsumi\*, Eiji Kamioka\*

\*Department of Communications Engineering, Shibaura Institute of Technology

## 1. はじめに

日常生活において我々は多くのタスクを PC 内のアプリケーションを用いることで処理している。しかしあるタスクを処理するために定まった種類のアプリケーションしか使わないのに対し、我々はそのタスクを処理するためにそれぞれ手作業で複数個のアプリケーションを起動している。これは非常に煩雑であり、ユーザが PC を快適に使用する上でストレス源になっていると言える。そこで本研究では、ユーザの使用する PC 内のアプリケーション使用履歴をコンテクストとして扱い、それらとオントロジーデータベースを用いた機械推論を組み合わせることで、ユーザが起動するアプリケーションを推測、提案し、PC への操作ストレスの軽減を図る。

## 2. 研究内容

### 2.1 コンテクストとしての妥当性の評価

本研究において、コンテクストとはデバイスの置かれてる周囲の状況を指す。ユーザが明示的な入力をせざりともデバイスが自動的にそれを判断し、適切な処理を行うことをコンテクストアウェアネスという。今回はユーザの PC 内のアプリケーション使用履歴をコンテクストとして用いるため、まずはアプリケーション使用履歴がコンテクストとして妥当であるかどうかを検討する必要がある。そこで、代表的なアプリケーションのログを使用用途別に 1 か月間集計し、特徴的な傾向が見られるかどうか調べた。その結果を図 1 に示す。

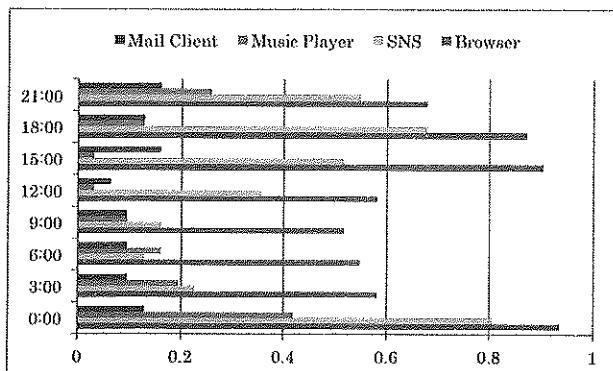


图 1 1 か月間のアプリケーション使用履歴

図 1 よりユーザの生活リズムと行うタスクとの間にはある傾向が見られるため、アプリケーション使用履歴はコンテクストとして有効であると考えられる。

### 2.2 オントロジーデータベースの作成

アプリケーション使用履歴からユーザのタスクを推測するためには、アプリケーション名からそのアプリケーションの持っている機能を知る必要がある。そこで、アプリケーション名、機能の概念体系を適切に記述するためにオントロジー言語を用いてデータセットを作成した。オントロジーは最初にクラスとして Software Function を定義する。それらのサブクラスとして 13 の機能を定義し、各々に対するアプリケーション名を用意した。今回規定したアプリケーションの機能を表 1 に示す。オントロジーを用いたシステムの構成については参考文献[1], [2]を参考にし、オントロジー言語は OWL、オントロジーエディタは Protégé を使用した。

表 1 アプリケーションの持つ機能区分

Develop_C	Develop_HTML
Develop_Java	Graphic_Edit
Play_Music	Send_Mail
Text_Editor	Web_Browser
File_Browser	Object_Drawing
Presentation	Spreadsheet
Twitter	

## 3. 推論システム

### 3.1 システムの構成

推論システムの処理の流れを図 2 に示す。アプリケーション使用履歴とオントロジーデータベースをニューラルネットワークに入力する。また、ニューラルネットワークではアプリケーションの機能を推測、アプリケーション名を出力することでユーザにアプリケーションを提案する。なおアプリケーション使用履歴を測定する際に、同時にアクティブウィンドウの情報も記録しておく。これにより、

起動し続けているものの使われていないアプリケーションが、ニューラルネットワークでの推定に利用されることを防ぐ、ニューラルネットワークに入力する変数についてはアプリケーションの機能、アプリケーションの使用回数、またそれに対応した曜日時刻、推論システム実行時の曜日時刻である。なお、ニューラルネットワークによる推論についてはデータマイニングソフトウェア Weka を使用している。

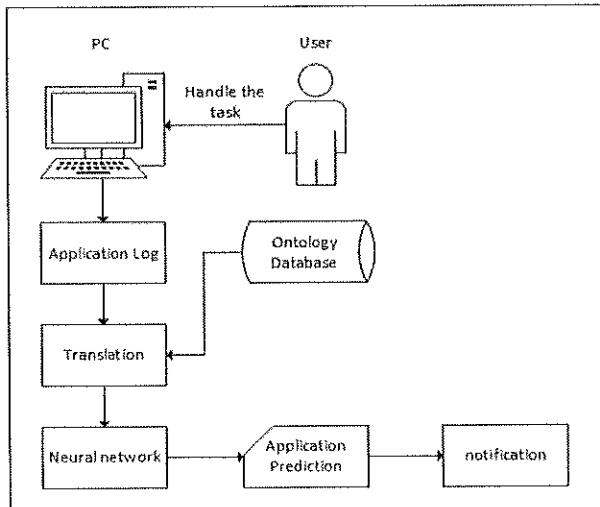


図 2 推論フロー

### 3.2 システムの評価

前節で述べた推論フローに基づき、自身の PC から記録したログデータ 3 か月分を元に推論を行い、正確度 (Accuracy)を測定した。なお、推論実行時の曜日時刻の設定は月～日曜日の 19:00 と 20:00 の各二回とし、(1) アプリケーションを全く実行していない状態、(2) Web ブラウザと Twitter クライアントの 2 つのアプリケーションを実行した状態、の 2 つの条件下において推論を実行した。その結果を図 3 に示す。

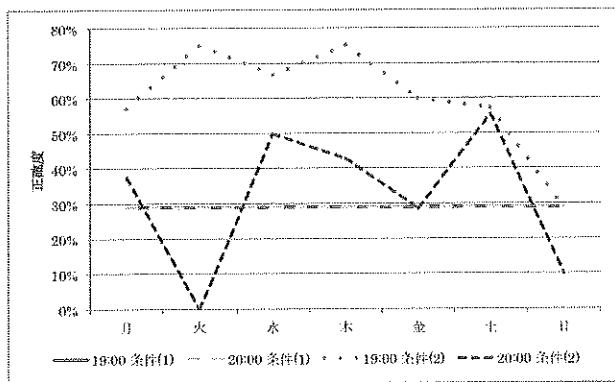


図 3. 各条件下での正確度

条件(1)での正確度はニューラルネットワークから出力された Correctly Classified Instances を正確度として使

用しているが、条件(2)に対しては実際に過去のログデータを参照し、設定時刻内で Web Browser と Twitter の機能を持つソフトウェアが起動されているログデータのうち、ニューラルネットワークの推測結果として出力された機能を持つソフトウェアがそれら二つのアプリケーションと同時に起動されている率を正確度として使用した。

### 4. 考察

今回行った評価実験において、条件(1)で行った推論結果は各曜日とも約 30%となった。対して、条件(2)では平均的に条件(1)よりも高いパーセンテージで推論が実行されたが、中には 30%を下回る、あるいは 0%という結果を記録するものもあった。条件(2)の方が平均的により高い正確度となったのは既に二つのアプリケーションを起動していることでニューラルネットワーク内での選択肢の幅が狭まったためではないかと考えられる。

### 5. まとめと今後の展望

今回は、ユーザが使用したアプリケーションの履歴、使用した時刻、アプリケーションの機能を記録したオントロジーデータベースとニューラルネットワークを用いて推論システム実行時にユーザが使用する可能性のあるアプリケーションの機能推論を行った。しかしニューラルネットワークから出力される正確度は高いものでも 70%代に留まっており、ニューラルネットワークへ入力する変数の再考や、アプリケーションの組み合わせに着目したアルゴリズムの実装によってさらなる正確度の向上が望めるものと思われる。今後、推論アルゴリズムの見直しや修正によって、様々な条件下でもユーザにストレスを感じさせない PC 操作環境の実現を目指していきたい。

### 参考文献

- 1) 大澤哲也、福田直樹、飯島正、山口高平、"オントロジーを用いた Web アプリケーション自動連携とその評価," 電子情報通信学会技術研究報告 KBSE 知能ソフトウェア工学 104(588), 49-54, January 2005.
- 2) 大澤哲也、福田直樹、飯島正、山口高平、丹羽治隆、"オントロジーを用いた Web アプリケーション統合プラットフォーム," 第 19 回人工知能学会全国大会 1A4-03, June 2005.

### [連絡先]

羽角太地

芝浦工業大学工学部通信工学科

〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5

e-mail : f09088@shibaura-it.ac.jp

Fax : 03 (5859) 8226

# 全身振動感覚に与える音刺激の影響と評価尺度の検討

○丸山敏浩<sup>\*</sup>, 竹澤翼<sup>\*</sup>, 向山容平<sup>\*</sup>, 三浦久士<sup>\*\*</sup>, 柳澤一貴<sup>\*\*</sup>, 松田礼<sup>\*</sup>, 町田信夫<sup>\*</sup>

(\*日本大学理工学部, \*\*日本大学大学院理工学研究科)

Influence of sound stimulation on the whole-body vibration sensation and these rating scale

Toshihiro Maruyama<sup>\*</sup>, Tsubasa Takezawa<sup>\*</sup>, Yohei Mukoyama<sup>\*</sup>, Hisao Miura<sup>\*\*</sup>, Kazuki Yanagisawa<sup>\*\*</sup>, Hiroshi Matsuda<sup>\*</sup>, Nobuo Machida<sup>\*</sup>

(\*College of Science and Technology, Nihon Univ, <sup>\*\*</sup>Graduate School of Science and Technology, Nihon Univ)

## 1. はじめに

自動車等の乗り物の客室は振動と音を同時に受ける複合環境である。人体に振動刺激、または音刺激を単独で暴露したときの心理反応測定に関する研究例は多いが、振動刺激と音刺激が同時に暴露される環境における振動感覚の心理反応に関する研究例は少ない<sup>(1)</sup>。

そこで本研究では、振動感覚に与える音刺激の影響を、人体に鉛直方向の振動刺激と音刺激を同時暴露した時の心理反応を測定し、音の種々の物理量と振動感覚の関係について統計学的手法を用いて検討する。本報では、振動刺激と音刺激が同時に暴露された場合と比較を行うため予備実験として行った振動刺激単独の心理反応測定結果と本実験について論ずる。

## 2. 振動刺激単独実験

### 2.1 実験概要

本研究では、振動加振機を用いて人体に鉛直方向の振動刺激を暴露した。暴露後アンケートを実施し、振動刺激の振動感覚を評価した。この振動刺激単独実験結果と、振動刺激と音刺激の同時暴露実験における振動感覚を比較することで音刺激が振動感覚に与える影響について検証する。

実験手順は振動刺激を30秒暴露し、その後90秒をアンケート回答及び休憩時間とする。この手順を1セット(計120秒)とし、18セット(計36分)を繰り返した。振動刺激は乱数を用いて不規則な順序で暴露する恒常法で行った。被験者は健康な男子大学生10名からなる延べ20名である。また、振動加振機による動作音の影響を減らすため被験者にはイヤーマフを装着させた。

### 2.2 振動刺激

振動刺激は鉛直方向の全身振動を座位状態で腰部から暴露した。暴露する振動刺激は6種類の周波数と、3段階の振動の物理的な大きさを表す振動加速度レベル(以下VAL)を組み合わせた全18条件で行った(表1)。VALの算出は(1)式を用い、振動の加速度実効値を

$a[m/s^2]$ 、加速度の基準値を  $a_0=10^{-5}[m/s^2]$ とした。

$$VAL[dB] = 20 \log_{10} \left( \frac{a}{a_0} \right) \quad (1)$$

表1 振動条件

振動加速度レベル[VAL]	周波数					
	1Hz	2Hz	4Hz	8Hz	16Hz	32Hz
70dB						
80dB						
90dB						

## 2.3 振動感覚測定方法

振動刺激の評価は、振動刺激の強さを1~100の整数で評価をしたマグニチュード推定法を用いた。振動の「不快さ」、「速さ」の感覚については单極尺度の5段階評定で評価した。5段階評定の評定値は「全く感じない」を1とし、「ほとんど感じない」を2、「少し感じる」を3、「感じる」を4、「非常に感じる」を5として集計した。アンケート結果は振動条件毎の平均値で解析した。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 振動刺激の強さ

振動刺激の強さはVALが同じ場合、8Hzの振動を最も強く感じる傾向がみられた(図1)。これは、ISO2631-1<sup>(2)</sup>で定められている鉛直方向における全身振動感覚の評価に関する周波数補正と比べても、同様の傾向が得られたと考えられる。

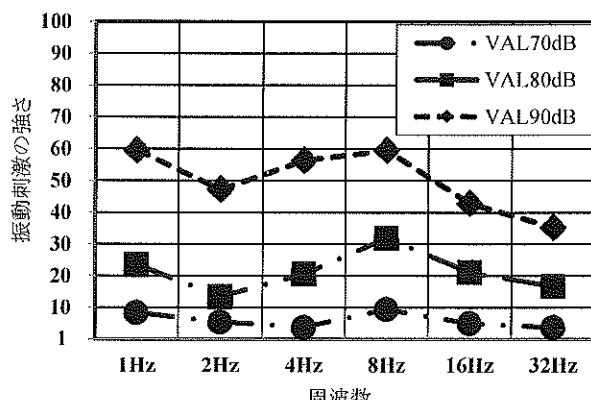


図1 周波数と振動刺激の強さの比較

### 3.2 振動刺激の不快さ

図2に示す結果から、振動刺激の不快さはVALと共に増加し、設定した全てのVALにおいて、8Hzの時が強く感じていることがわかる。また、評価が「少し感じる」(評定値3)以上の時に振動刺激の不快さを感じるとすると、VALが70dBの時はほとんど感じず、80dBの8Hz, 90dBの全測定周波数で感じる傾向であった。さらに、VALが80dB, 90dBの結果に着目すると、1Hzと2Hzの低周波では他の周波数に比べて不快さが小さい傾向がみられた。

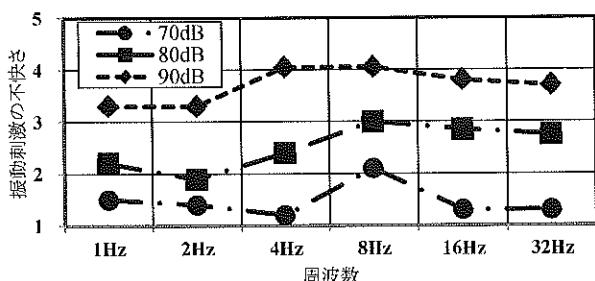


図2 周波数と振動刺激の不快さの比較

### 3.3 振動刺激の速さ

VALが80dB, 90dBにおいて振動刺激の速さの感覚は周波数と強い相関がみられた(図3)。VALが70dBの時、相関が弱くなっているが、これは70dBの振動は振動刺激として感度が低く、全ての測定周波数において振動刺激の速さを「全く感じない」(評定値1)と答えた被験者が多かったためである。したがって、振動刺激の速さの感覚を評価するとき、70dBでは適切な評価を行えないと思われる。

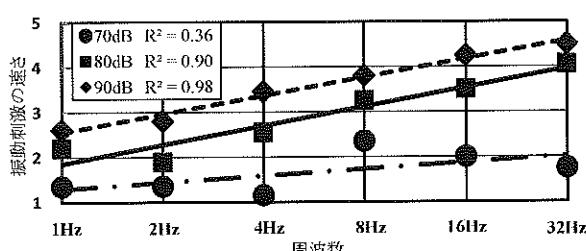


図3 周波数と振動刺激の速さの比較

## 4. 音刺激

本研究では、実験に使用する音刺激をあらわす物理量の選定を行った。1秒間あたりの音圧レベルの変動回数である変動周期を、ゼロクロス法で算出した。ゼロクロス法とは変動周期の算出に用いられる手法である。本実験では、測定した音圧レベルの中央値を基準値とし、音圧レベルの変動波形が基準値を何回通過するかを数えて周期を算出する。解析した結果、変動周期と音の速さであるテンポ[BPM]には、ある程度の相関がみられることが分かった。そこで本研究では、変動周期を音

の速さを表す物理量として扱うこととした。実験に使用する音刺激は、変動周期とテンポの相関が強い楽音4曲とした(図4)。テンポは健康な男子大学生10名で、実際に聴いている楽音に合わせて拍を刻んでもらい、拍数の平均値を求めた。また、音刺激の周波数成分の複雑さを表す指標として、ゆらぎ指数を用いる。

以上を考慮して音条件は全ての周波数で等しいエネルギーをもつホワイトノイズ(以下WN), 1/f ゆらぎ雑音であるピンクノイズ(以下PN), 異なる変動周期とゆらぎ指数をもつ楽音、また楽音の変動周期と等しい周波数でAM変調を行ったWN, PNを用いる(表2)。これらの音刺激は等価騒音レベル(以下L<sub>Aeq</sub>)を60[dB]とし、全部で14条件として実験を行う。

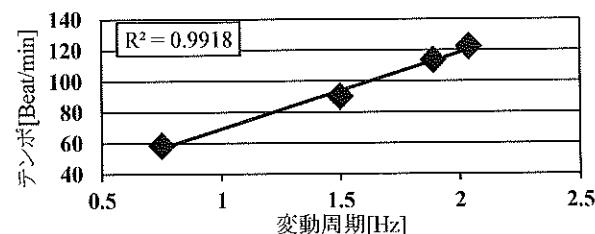


図4 選定した楽音の変動周期とテンポの相関関係

表2 音刺激条件

音種類	音の種類	変動周期[Hz]	ゆらぎ指数
G線上のアリア	楽音	0.75	1.35
展覧会の絵～プロムナード～	楽音	1.5	1.5
マイムマイム	楽音	1.89	0.89
カルメン	楽音	2.04	0.96
WN	雑音	0	0
AM変調したWN	変動する雑音	0.75, 1.50, 1.89, 2.04	0
PN	雑音	0	1
AM変調したPN	変動する雑音	0.75, 1.50, 1.89, 2.04	1

### 5. おわりに

振動刺激のみを暴露した条件では、振動刺激の強さ、不快さとともに8Hzの振動刺激の時に強く感じる傾向がみられた。また、VALの増加によって振動刺激の強さ、不快さ、速さは強く感じる傾向がみられ、特にVALが80dB, 90dBのときの振動刺激の速さは周波数と強い相関がみられた。

本実験では、音刺激の印象評価を行い、音刺激の物理量と心理量が振動感覚の変化にどのような影響を与えるのか検討する予定である。

### 6. 参考文献

- (1) 三浦久士, 町田信夫「鉛直方向全身振動感覚の評価に与える音刺激の影響」日本騒音制御学会秋季研究発表会講演論文 P137-140 2011
- (2) International Organization for Standardization, ISO 2631, "Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration-Part1", 1997

# 変動性低周波音による心理影響について

○田代泰弘<sup>\*</sup>, 菅沼久子<sup>\*</sup>, 大井星十<sup>\*\*</sup>, 松田礼<sup>\*</sup>, 町田信夫<sup>\*</sup>,  
(\*日本大学理工学部, \*\*日本大学大学院理工学研究科)

Effect of Fluctuating Low-frequency Sound on Psychological Response

Yasuhiro Tashiro<sup>\*</sup>, Hisako Suganuma<sup>\*</sup>, Hoshito Oi<sup>\*\*</sup>, Hiroshi Matsuda<sup>\*</sup>, Nobuo Machida<sup>\*</sup>

(\*Nihon Univ, College of Science and Technology, \*\*Nihon Univ, Graduate School of Science and Technology)

## 1. はじめに

人の耳が音として聞こえる周波数は20~20,000[Hz]と言われており、周波数が1~100[Hz]程度の音を低周波音という。その中でも20[Hz]以下の音を超低周波音と呼ばれており、一般的に音として人間に知覚されない。これらの低周波音は、近年新たな騒音問題として取り上げられており、環境省が平成16年に「低周波音問題対応の手引書」を公表し、その中に低周波音問題対応の評価指針として参考値を定めた。しかし、参考値は固定発生源から音圧レベルが一定の定常性低周波音(定常音)のみ適用するとしている。したがって、音源が移動する移動音源や音圧レベルが時間的に変動するような変動性低周波音(変動音)については適用できない。そこで本報では、音圧レベルが時間的に変動する低周波音に着目し、変動音を全身暴露した際の心理反応に及ぼす影響について検討した結果を報告する。

## 2. 実験

### 2-1. 低周波音の感覚閾値

本研究では、変動音に関する予備実験として、聴覚健常者 21~22 歳の男子学生 8 名に対し、定常音の感覚閾値を極限法で測定した。暴露する低周波音は周波数 5~80Hz の 13 種類で、1/3 オクターブバンドごとにランダムに呈示した。音場は床面積 2.7m<sup>2</sup>、天井高さ 2.2m の箱型チャンバーを用意し、チャンバー内に設置したウーハー 4 基から各低周波音を発生させた。低周波音の測定には低周波音レベル計とレベルレコーダを使用し、周波数特性は平坦特性、時間的応答特性は時定数 1 秒の Slow 特性とした。被験者の感覚閾値の結果を図 1 に示す。測定結果から周波数が高くなっているごとに感覚閾値レベルが低くなる傾向を示した。

### 2-2. 低周波音による心理影響の測定

変動音は AM 变調を応用して作成し、定常音と変動音の心理影響について比較検討した。実験に用いた音条件は定常音の周波数 10, 20, 40, 80[Hz]の 4 種類、変動音は搬送波周波数 10, 20, 40, 80[Hz]の 4 種類、

信号波の周波数は 0.5, 0.25, 0.125[Hz]の 3 種類、振幅の信号幅は 2, 4, 8[Vp]の 3 種類とし、計 36 通りの組み合わせで作成した。これに、定常音を合わせて全 40 条件を暴露した。設定音圧レベル(SPL)は定常音の閾値 +10[dB]を基準とし、変動音は等価音圧レベル( $L_{eq}$ )を用いて定常音と同じエネルギーになるように調整した。被験者は 8 名で定常音と変動音を 30 秒の安静後、1 分間暴露した。心理反応測定は音に対する振動感・圧迫感・快一不快感をどちらでもない[0]を基準として、感じないを-方向、感じるを+方向にとり、非常に感じるは[+3]非常に感じないは[-3]といった 7 段階評定で評価した。

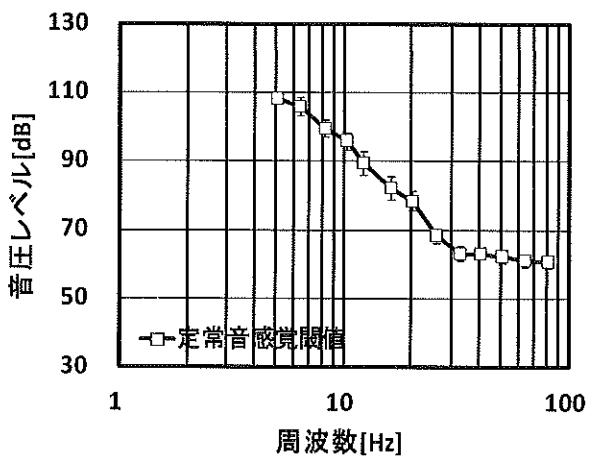


図 1. 定常音の感覚閾値

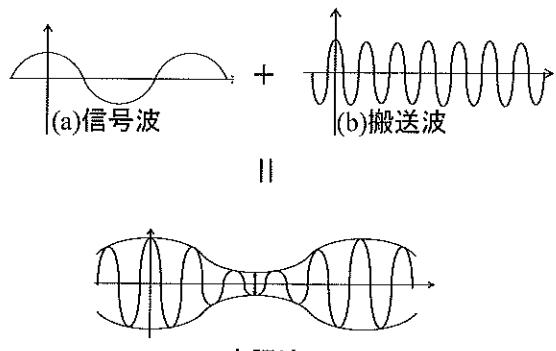


図 2. AM 变调の波形

表1 暴露レベルと変動条件

周波数 [Hz]	定常音SPL[dB] /変動音L <sub>peq</sub> [dB]	変動音 信号周波数 [Hz]	信幅の信号 幅 [Vp]
10	106/106	0.5	2
20	88/88	0.25	4
40	73/73	0.125	8
80	70/70		

### 3. 結果と考察

各音条件による心理反応の結果を図3, 4に示す。図3の圧迫感についての7段階評定では、定常音、変動音ともに80[Hz]のみ圧迫感を感じないと評価され、40[Hz]では、定常音のみ圧迫感を感じないと評価された。変動音の10, 20, 40[Hz]の周波数では振幅の信号幅に注目すると信号幅が最大の8[Vp]が圧迫感を最も感じる結果となり、音圧変動が大きい程圧迫感を感じやすい傾向となった。また、搬送波周波数が高くなつていくごとに圧迫感を感じにくい傾向となつた。

図4の快一不快感についての7段階評定では、全音条件において不快と感じる結果となつた。定常音は40[Hz]が最も不快と感じる結果であった。また、10, 20[Hz]の超低周波音域では変動音全てが定常音よりも不快と感じている。20[Hz]に注目すると音圧変動が大きくなるにつれて不快感が増していく傾向がみられた。

図5に20[Hz]における圧迫感と不快感の相関係数を示す。相関係数が-0.5より強い負の相関がある音条件に色をつけ表した。相関係数は-1~+1までの値をとり、±1に近づくほど圧迫感一不快感の相関関係が強くなり、0の場合は無相関となる。変動音の信号周波数0.125[Hz]一信号の信号幅4[Vp]の場合、相関係数は-0.83であり負の強い相関を得られた。このことから圧迫感を感じることによって不快に感じると考えられる。さらに相関係数が振幅の信号幅2[Vp]を除く条件においても圧迫感一不快感に中程度以上の相関がみられた。

振動感についての7段階評定では、全音条件において定常音よりも変動音のほうが振動感を感じる結果となり、20[Hz]が最も振動感を感じる結果となつた。40[Hz]では圧迫感と同じく定常音のみ振動感を感じない結果となり、80[Hz]では変動音、定常音ともに振動感を感じない結果となつた。

### 4. まとめと今後の展望

定常音より変動音のほうが振動感、圧迫感、不快感を大きく感じていた。また振幅の信号幅による音圧変動が大きいほど不快感を強く感じていた。本研究では定常性、変動性低周波音を用いて心理反応を測定した。今後は生理的影響を含めさらに検討していく予定である。

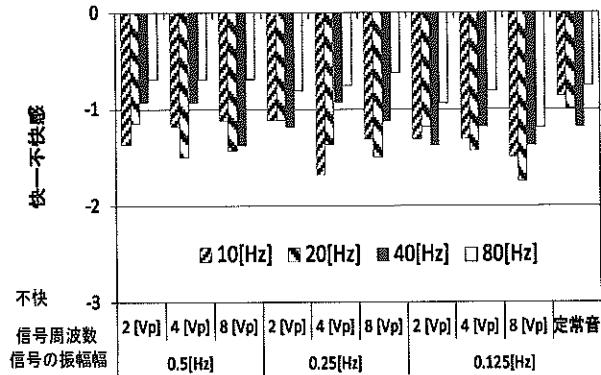


図3. 定常音と変動音に対する圧迫感

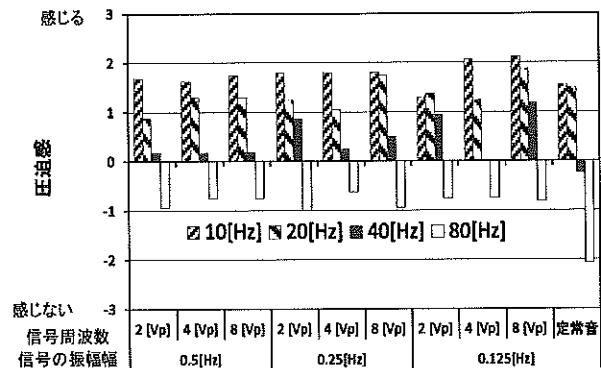
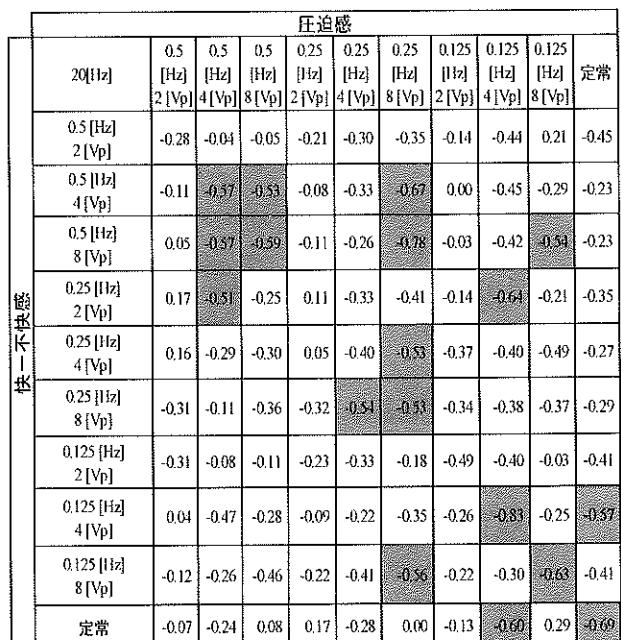


図4. 定常音と変動音に対する不快感



\*相関係数が-0.5以上に着色示す。

図5. 20[Hz]における圧迫感と不快感の相関係数

### 5. 参考文献

- 1) 環境省大気生活環境室：「低周波音問題対応の手引書」、平成16年6月
- 2) ISO 389-7(2005) Reference zero for the calibration of audiometric equipment

# 非侵襲感染症スクリーニングシステムにおける脈波の応用に関する研究

○中山陽介\*、橋爪絢子\*、松井岳巳\*

(首都大学東京システムデザイン学部)

Research of the application with the pulse wave in non-invasive infection screening system

Yosuke Nakayama\*, Ayako Hashizume\*, Takemi Matsui\*

(\*Faculty of System Design, Tokyo metropolitan University)

## 1.はじめに

### 1.1 背景

近年、新型インフルエンザや、SARS(重症急性呼吸器症候群)などの新興感染症の流行が世界的に起り、大きな関心を集めている。特に、2009年に発生したH1N1型の新型インフルエンザの感染は世界中に広がり、日本も例外ではなく、アジア域内では最も多くの感染者が確認された。

このような新興感染症を引き起こすウイルスや細菌の侵入を防ぐ手段として、侵入経路の1つである空港などにおける検疫が有効である。しかし、未だに精度の高い検疫システムは確立されておらず、空港での検疫システムの強化、および高精度の検疫システムの確立が我々の生活の安全を守るために不可欠である。

現在、検疫ではサーモグラフィを用いた有熱者の検知と、質問票を用いた自己申告制の検疫が行われている。しかしながら、サーモグラフィによる顔の表面温度の計測は外気温などの様々な状況による影響を受けやすいという欠点があり、顔の表面温度のみで感染者を特定することは難しい現状にある。また、スクリーニングは検疫官による目視での主観的判断で行われるため、客観的な判定が可能な、精度の高い検疫を行うことが求められている。

### 1.2 従来までのシステム

検疫を行う際には、多くの入国者に対して負担や苦痛を与えることなく、迅速かつ客観的な測定を行う必要がある。そこで、本研究グループでは客観的なスクリーニング方法の1つとして、非侵襲感染症スクリーニングシステムの開発を進めてきた。このシステムでは、サーモグラフィで体表面温度、フォトセンサで心拍数、マイクロ波レーダーで呼吸数を測定し、感染者と健常者とのデータから判別分析をして感染の可能性があるか否かを判別している(図.1)。

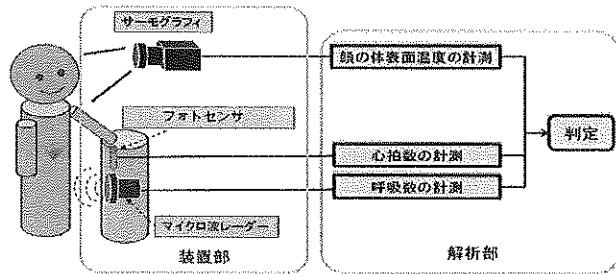


図 1. 従来のシステム

### 1.3 研究目的

本研究では、従来のスクリーニングシステムで採用している3つのパラメータに加えて、バイタルサインのひとつである血圧を選択した。フォトセンサを用いて血圧が推定可能か否かを検討するために、安静状態と、運動により血圧を上昇させた状態の被験者の比較を行った。また、短時間で血圧を計測するために、現在のスクリーニングシステムに組み込まれているフォトセンサで計測可能な脈波の振幅や、ドップラーレーザー血流計で測定した血流速から血圧の値を推定可能か否かについても検討した。

## 2. 実験方法

上述の目的のために、健康な男子大学生8名(平均 $22.8 \pm 0.2$ 歳)に対して実験を行った。初めに、安静状態での血圧、脈波、血流速を1分間測定した。その後、エルゴメータで2分間(70rpm,100Watt)の運動を課し、再び血圧、脈波、血流速の測定を1分間行った。血圧の測定にはOMRON社の血圧計、脈波の測定にはROHM社の反射型フォトセンサ、血流速の測定にはADVANCE社のドップラーレーザー血流計を用いた。なお、測定する血流速は相対値であった。また、解析にはNATIONAL INSTRUMENTS社の計測・制御ソフトLabVIEW2011で作成したプログラムを用いた。

### 3. 結果と考察

運動の前後で血圧は平均 1.23 倍(図.2)、脈波の振幅は平均 1.76 倍増加(図.3)、血流速は平均 1.9 倍(図.4)それぞれ増加した。脈波の振幅は、各被験者の脈波のデータのうち、測定開始から 5 秒間の平均値を採用した。t 検定の結果、運動の前後の血圧および脈波の振幅は、それぞれ 1% 水準で有意な差が得られた。運動の前後の血流速は有意水準 5% で有意差が認められた。これらの結果から、運動によって心拍出量が増えると、血液が血管壁により強い圧力をかけて流れるために血圧が増加し、安静時よりも大きな血管径や血管中の容積変化が起こり、血管を伝わる波が大きくなつたと考えられた。また、血圧と、ドップラーレーザー血流計で測定した血流速の相関係数は 0.39 となり(図.5)、有意な相関は認められなかつた。血圧と脈波の相関係数は 0.66(図.6)であり、血圧と脈波の振幅には有意な相関が認められた( $P < 0.01$ )。このことから、フォトセンサを使った血圧の推定可能性が示唆された。本論では、健康状態の被験者を対象に実験を行つたが、今後、感染症患者を対象とし、フォトセンサを用いて推定した血圧のスクリーニング指標としての有用性を検討する。

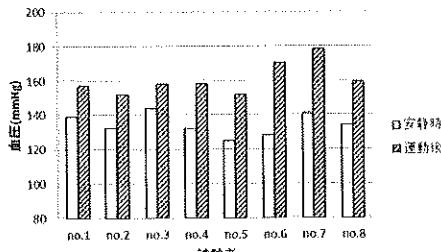


図 2. 各被験者の血圧の変化

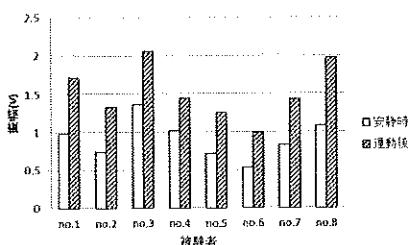


図 3. 各被験者の脈波の振幅の変化

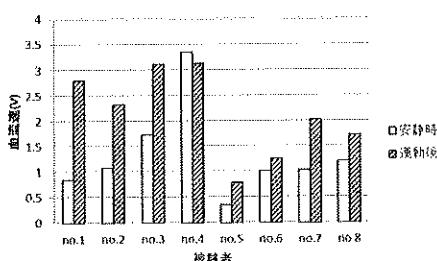


図 4. 各被験者の血流速の変化

表 1. 運動前後の収縮期血圧の変化

	安静時	運動時
平均(mmHg)	134.4	160.5
標準偏差(mmHg)	6.52	9.01

表 2. 運動前後の脈波の振幅の変化

	安静時	運動時
平均(V)	0.91	1.52
標準偏差(V)	0.26	0.36

表 3. 運動前後の血流速の変化

	安静時	運動時
平均(V)	1.32	2.14
標準偏差(V)	0.90	0.86

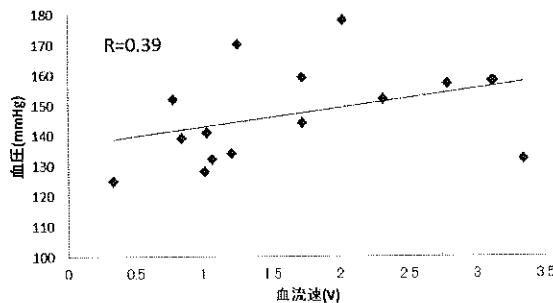


図 5. 血圧と血流速の相関

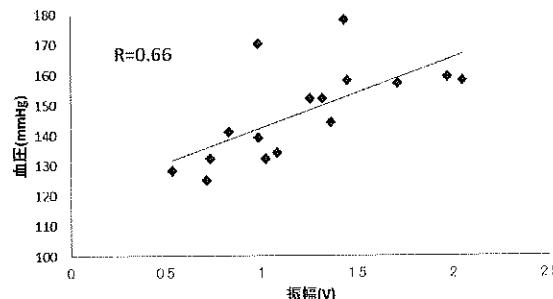


図 6. 血圧と脈波の振幅の相関

### 4. 参考文献

- 1) Non-contact determination of vital sign alternations in hypovolaemic states induced by massive haemorrhage , Matsui T, Ishizuka T Med Biol Eng Comput. 2004 Nov;42(6):807-11

### [連絡先]

中山陽介

首都大学東京システムデザイン学部(松井研究室)

〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6

e-mail : nakayama-yosuke@sd.tmu.ac.jp

# 蛍光灯の色温度に対する視覚的快適度

○猿田百合子、徳田哲男  
(埼玉県立大学保健医療福祉学部健康開発学科)

The degree of visual comfortable to the color temperature of a fluorescent light

Yuriko Saruta  
(Saitama Prefectural University)

## 1. 研究背景・目的

黒体(完全放射体)というエネルギーを完全に吸収する理想的な物体は、温度が上昇していくと、発する光の色が赤→黄→白→青と変化していく。このときの絶対温度T[K]を色温度といい、ある光源の色温度が低いということは、赤色を帯びたほうへ寄った光色であることを意味し、逆に色温度が高いということは、その光源の光色が青味を帯びたほうへ寄っていることを意味する。

また、Kruithoff(1941)によると色温度は室内の雰囲気を左右し、人の心理・生理面に影響を与えるとされており、<sup>\*1</sup>本研究では室内における照明の色温度の変化が、視覚的快適度、いわゆる居心地にどのような影響を及ぼすかを検討した。具体的には、蛍光灯の色温度、視特性、生活姿勢の3条件を変数として、内観報告などをもとに適切な光環境条件の提案を目的とする。

## 2. 実験概要

### 2.1 実験方法

被験者は21歳～23歳の男女学生9名を対象にした。実験前に実験内容や注意事項の説明をし、同意を得た上で、色温度の異なる蛍光灯の下で日常生活の擬似体験を行った。各条件の模擬体験時間は90秒とし、同一色温度下での体験の後、内観報告を聴取した。休息を挟み、次の色温度での体験を繰り返した。

### 2.2 実験用具

蛍光灯の色温度は、①電球色(3000K)、②昼白色(5000K)、③昼光色(6500K)の三種類とし、いずれもTOSHIBA・Hf 蛍光灯ランプ・メロウライン・3波長型とした。計測期間中の照度は500lxに固定した。

視特性は、①晴眼、②白内障疑似体験ゴーグル(以下、白内障と省略)、③色弱模擬ゴーグル(以下、色弱と省略)の3種類とした。

### 2.3 生活姿勢

日常生活のさまざまな生活姿勢の中から、①読書をする、②会話をする、③食事をとる、④雑談をする、の4

姿勢とした。

図1. 実験風景



### 2.4 内観報告

7つの形容詞対からなる両極型5段階順序尺度により評価した(例:1.暗い～5.明るい)。

### 2.5 実験条件

色温度、視特性、生活姿勢の3条件を組み合わせることにより計測を実施した。なお、実験手順については順序効果に配慮した。

## 3. 結果

各生活条件及び照明条件における感性評価の評定値(平均値・標準偏差)を示す。また、2元配置の分散分析を行った。

表1. 色温度別、視特性別の内観報告(色温度は裸眼状態、白内障及び色弱は昼白色\*の状態)

	電球色	昼白色	昼光色	白内障	色弱
明るい-暗い	2.6	1.23	3.4	1.17	3.0
晴眼-白内障	2.7	1.06	3.6	1.28	2.9
暗い-明るい	3.4	0.86	3.6	1.13	3.6
読らかな-読む	2.7	1.06	3.2	1.23	2.4
読む-読らかな	4.2	0.63	3.6	1.03	2.6
好きな-嫌い	3.0	0.74	3.6	1.26	2.6
嫌い-好きな	2.7	0.87	3.3	1.20	2.4
晴眼-色弱	4.6	0.4	0.63	4.2	0.63
晴眼-白内障	4.1	0.74	4.1	0.67	3.4
暗い-明るい	3.5	0.94	4.1	0.67	3.6
読らかな-読む	2.8	0.67	2.4	0.66	2.0
読む-読らかな	3.6	0.63	2.7	1.06	1.6
好きな-嫌い	3.8	0.63	2.6	1.07	2.2
嫌い-好きな	2.6	0.62	1.3	0.47	1.6
晴眼-白内障	2.7	0.69	3.6	0.67	3.6
晴眼-色弱	3.1	0.8	3.0	0.67	2.6
暗い-明るい	3.6	0.6	3.2	0.42	3.1
読らかな-読む	4.4	0.7	4.4	0.6	4.6
読む-読らかな	4.8	0.6	4.1	0.67	4.7
好きな-嫌い	4.2	0.65	4.4	0.6	4.8
嫌い-好きな	4.7	0.43	4.6	0.42	4.9
白内障	2.9	1.1	4.0	0.67	4.2
白内障-白内障	3.6	1.07	4.0	0.62	3.6
白内障-色弱	5.1	0.96	9.7	0.67	9.6
色弱-白内障	2.6	0.63	3.1	0.60	3.6
読らかな-読む	2.6	0.63	2.6	0.63	2.6
読む-読らかな	2.8	1.03	2.6	0.63	2.6
好きな-嫌い	2.6	1.03	3.0	0.62	2.6
嫌い-好きな	3.4	0.69	3.6	0.65	3.7
色弱	1.1	0.54	1.6	0.6	1.4
色弱-白内障	1.2	0.45	1.8	0.6	1.7
白内障-色弱	1.7	0.92	1.6	0.48	2.0
白内障-白内障	1.4	0.46	1.0	0.6	1.6
白内障-色弱	1.7	1.06	1.4	0.7	2.0
色弱-白内障	1.4	0.7	1.6	0.66	1.6
色弱-色弱	1.6	0.66	2.0	0.71	1.7

\*予備実験の段階において、ゴーグル着用時(白内障・色弱)は色温度の違いによる視覚的快適度の差が殆どでないと判断したため代表して昼白色のみを使用した。

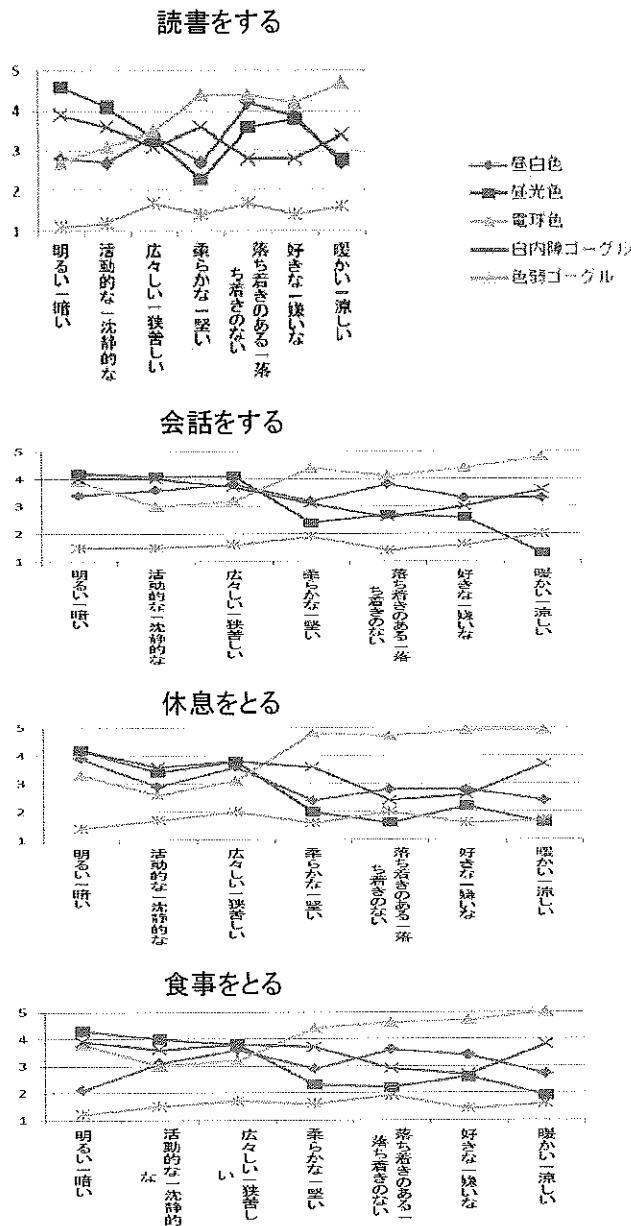


図2. 各生活場面での照明条件における印象評価の評定値

「明るい一暗い」「活動的な一沈静的な」「広々しい一狭苦しい」の活動性因子は蛍光灯の色温度が高くなると評価が高くなることがいえる。(ex.読書をする場面においては  $F=12.098, p<0.1$ )

「落ち着きのある一落ち着きのない」「好きな一嫌いな」の評価性因子は蛍光灯の色温度が低くなると評価が高くなることがいえる。(ex.読書をする場面においては  $F=24.808, p<0.1$ )

「柔らかい一堅い」「暖かい一涼しい」の力動性因子は蛍光灯の色温度が低くなると評価が高くなることを予想していたが、本実験においては十分な関係性がみられなかった。(ex.休息をする場面においては  $F=36.714, p=0.39 > 0.1$ )

#### 4. 考察

本実験の内観調査において、被験者に最も好ましいと感じる色温度の蛍光灯を尋ねたところ、最も温かみを感じることができ柔らかく、落ち着くことができるという理由により全員が電球色の蛍光灯と回答した。しかし、実際に日常生活で使用している蛍光灯は昼光色のものを使用している人が多数である。これは、日中太陽光(6500K)とある程度共存して生活しているからであろう。

「読書をする」は色温度の高めの蛍光灯、「食事をする」「会話をする」は色温度のやや低い蛍光灯、「休息する」は色温度の低い蛍光灯を使用するなど各生活場面に適切な照明環境を設計することが重要である。

また、本実験では晴眼だけではなく、白内障疑似体験ゴーグルと色弱模擬ゴーグルを使用し、前者では視界が晴眼時より明るく、白と黄色の区別がつきにくく、後者では、視界が暗くなり、特に「食事をする」は色味がなくなるという結果になった。全ての人にとって日常生活を過ごしやすい色温度とは、どのようなものなのかを配慮することで、一般色覚・色弱といった色覚特性に関係なく多くの人に視覚的快適性を感じてもらうことが重要だ。

#### 5.課題

本実験では、実際の日常生活の状況を全て反映したものではなく、蛍光灯の照度を500lxに固定し、各条件の刺激時間も90秒と短く、異なる条件もあるため、必ずしも照明条件による一貫した傾向が認められるとは言いきれない。

また、2種類の疑似体験ゴーグルも実際の見え方と異なる可能性もあるなどの問題についても、今後検討を行っていく予定である。

#### 6.参考文献

- 1) 富島千歳,「色温度制御照明システム構築のための基礎実験」第104回月例発表会(2008年11月)
- 2) 高橋啓介,「照明の色温度と照度とが室内環境評価に及ぼす効果」医療福祉研究 第2号 2006年
- 3) 三木光範, 谷口由佳, 廣安知之, 吉見真聰, ア創造的業務における最適な照度および色温度」The 24th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2010

#### [連絡先]

猿田百合子

〒343-8540

埼玉県立大学保健医療福祉学部健康開発学科

埼玉県越谷市三野宮 820 番地

# キーボードの誤タイピング低減に関する研究

## 誤タイピングの測定と要因・対策検討

○富樫拓真, 上西園武良  
(新潟国際情報大学情報文化学部)

Research on incorrect typing decrease of a keyboard  
Capture of the moments of incorrect typing by video, Extraction of real causes and Planning countermeasure  
Takuma Togashi, Takeyoshi Kaminishizono  
(Niigata University of International and Information Studies, Information culture faculty)

### 1. はじめに

パソコンのキーボードを使用中にタイピングミスをしてしまうことがある。主なミスとして、隣にあるキーを入力したり、脱字などをしてしまう。このようなタイピングミスが積み重なり、文章入力に時間がかかるてしまう。そこで、キーボードの改善が望まれる。

しかし、キーの配置はデファクトスタンダードとなっており、配置を変えることは困難である。従って、配置を変えることなくタイピングミスを低減できる様にしなければならない。このような背景の中で、本研究では、被験者実験によりタイピングミスの要因を解析し、新たなキーボードを提案する。このため、起きているタイピングミスの瞬間を捉えられるように、環境を整え被験者実験を実施した。(以下「タイピングミス」をミスと記載する)

### 2. ミス要因特定の実験

#### 2.1 実験装置の構成

実験はパソコンに多く使用されているパンタグラフ型のキーボードを用いて、新潟国際情報大学の実験室で行った。実験では、「読み取り・タイピング用画面」と「指の動きの表示画面」を分離するため2個のディスプレイを使用した(図1)。指の動きからミスの瞬間を捉るために、ビデオカメラを準備し、この上で、これら2つのディスプレイ画面を同時録画した。

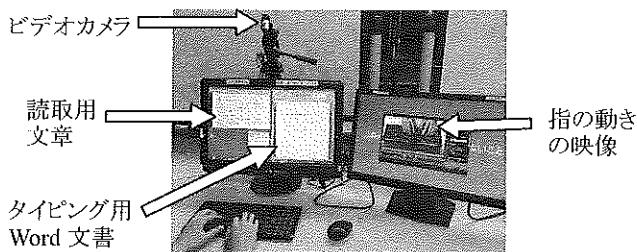


図1. 実験状況

#### 2.2 被験者

被験者は新潟国際情報大学の学生10名(男性6名、女性4名、年齢21~22歳)である。

### 2.3 実験手順

本実験では、読み取り用の文章として日本語ワープロ検定の文章を用い、被験者に入力させた。「読み取り・タイピング用画面」の中で、左側に読み取り文章を表示させ、右側にタイピング用Word文書を表示させた。この状態で被験者に入力作業を行わせた。

### 2.4 ミスのパターン

あらかじめミスのパターンを「Yahoo!検索スタッフブログ」<sup>1)</sup>を参照し、分類した(表1)。

表1 タイピングミスのパターン

No.	分類	名称	ミスの現象 例(単語:youtube)
1	近隣タイプ	隣タイプ	隣のキーを押してしまう (t o u t u b e)
2		巻き込み	隣接するキーの同時押し (t y o u t u b e)
3	先打ち	先打ち	順番通りに打たない (y o u t u b e)
4	すかし	すかし	文字の抜け(脱字) (y o u t b e)
5	変換忘れ	変換忘れ	漢字やカタカナに変換忘れ (ゆーちゅーぶ)
6	ダブルタップ	ダブルタップ	連続で同じキーの入力 (y o u t t u b e)

### 3. 実験結果

実験を行った結果、表1で分類したパターンの中で「近隣タイプ」のミスが全体の72%を占めており、一番多いということが分かった(図2)。本研究では、下記の理由により「近隣タイプ」の中でも5回以上のミスが検出された5対のキーを改善対象とした(図3)。これらのミスは、「近隣タイプ」の総数76回中、40回検出された。従って、これら5対を対策すれば、「近隣タイプ」のミスを半分以上の54%(=40/76)低減させることができる。また、ミス総数105回の中の38%(=40/105)が低減できる。このことから、上記5対のキーについて改善していくこととする。改善には、対になっているキーのうち、誤打率の高い方のキーを優先して行う(図4)。例えば、対になっている「R,T」では、Tキーの誤打率が67%であり、Rキーの33%に比べて誤打率が高い。「T,Y」では誤打率が同一

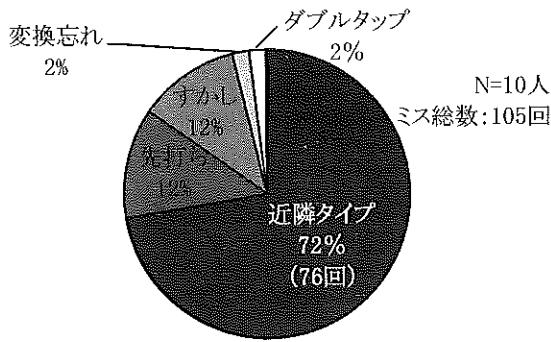


図2. パターン別ミスの総数と割合

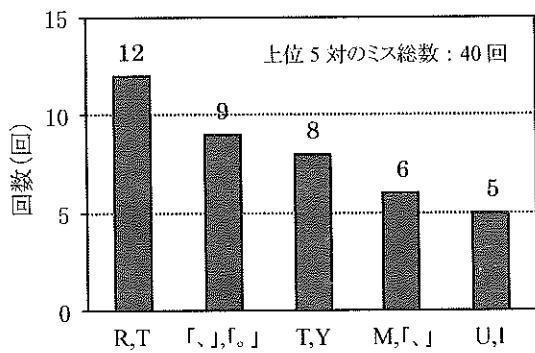
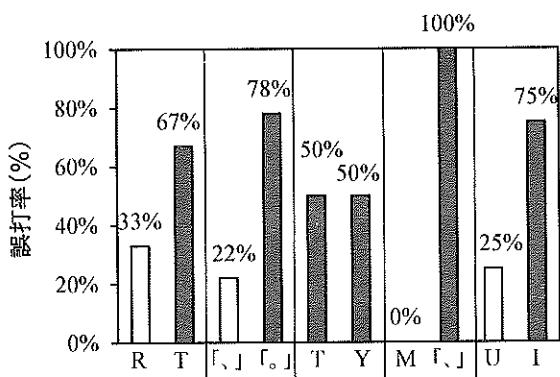


図3. 上位 5 対のミスの回数



であるため、両方のキーとも改善を行う。

#### 4. 考察

3 の実験結果より、5 対のキーについてミスの要因を解析し、改善方法を抽出する。

##### 4.1 ミス要因の解析

撮影した指の動きの映像から、タイピングミスの瞬間を抽出した。この画像を解析した結果、上位 5 対のキーについてのミス要因が判明した(表 2)。5 対とも「同時に誤打」がミス要因であり、これを対策する必要がある。

##### 4.2 改善方法

改善方法としては、上位 5 対の中で誤打率の高いキーに対して、誤打をしないように隣接するキーに段差を

付けることで、ミスの低減を図ることにした(図 5)。

表2 上位 5 対のキーのミス要因

対象のキー	ミスの現象
R, T	T キー入力時に R キーを同時に誤打
「、」	「。」キー入力時に「、」キーを同時に誤打
T, Y	Y キー入力時に T キーを同時に誤打
M, 「、」	「、」キー入力時に M キーを同時に誤打
U, I	I キー入力時に U キーを同時に誤打

段差付キーの具体案としては、すでに「Enter キー」に施されている段差を参考にした。「Enter キー」は、使用機会が多く、キーが大きいため、段差を付けることでミスを低減していると思われる。また、別の改善方法として、隣接しているキーの間隔を拡げれば低減できると考えたが、その場合キーボード自体の形も変わってしまい指の負担が大きくなる。これに比べ、上記のキーに段差を付けるだけの改善方法であれば、キーボードの形をそのまま維持できるので、指の負担は現状と同等である。

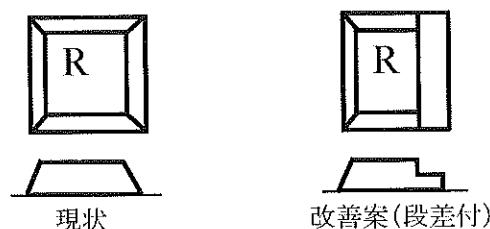


図5. 段差付キーの案

#### 4.3 まとめ

様々なミスのパターンのうち、「近隣タイプ」によるミスが最も多かった。この中で上位 5 対のミスを対策すればミス総数の 38%が低減できることが分かった。改善案として 5 対のキーのうち、誤打率の高い方のキーに段差を付け低減を図ることにした。今後は、段差付キーの製作を行い、被験者実験を実施してミスの低減を検証する。

#### 5. 参考文献

- 1) 池宮伸次:あなたの知らないタイピングミスの種類、Yahoo!検索スタッフブログ、2009  
[http://searchblog.yahoo.co.jp/2009/05/post\\_111.html](http://searchblog.yahoo.co.jp/2009/05/post_111.html)

#### [連絡先]

富樫拓真

新潟国際情報大学情報文化学部情報システム学科

〒950-2292 新潟県新潟市西区みずき野 3-1-1

e-mail : s09126tt@nus.ac.jp

# タブレット PC を用いた足操作による文字入力インターフェースの検討

○下田貴夫<sup>\*</sup>, 大保景子<sup>\*\*</sup>, 大西祐哉<sup>\*\*\*</sup>, 大矢哲也<sup>\*</sup>, 川澄正史<sup>\*</sup>, 小山裕徳<sup>\*</sup>

\*東京電機大学未来科学部情報メディア学科, \*\*東京電機大学大学院未来科学研究科情報メディア学専攻,

\*\*\*東京電機大学大学院先端科学技術研究科情報通信メディア工学専攻

Examination of the Character Input Interface by the Foot Operation Using a Tablet PC

Takao Shimoda<sup>\*</sup>, Keiko Ohbo<sup>\*\*</sup>, Yuya Onishi<sup>\*\*\*</sup>, Tetsuya Ohya<sup>\*</sup>, Masashi Kawasumi<sup>\*</sup> and Hironori Koyama<sup>\*</sup>

\*Department of Information Systems and Multimedia Design,

School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University

\*\*Information Systems and Multimedia Design,

Graduate School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University

\*\*\*Information, Communication and Media Design Engineering,

Graduate School of Advanced Science and Technology, Tokyo Denki University

## 1. はじめに

2011 年の総務省の調査より、パソコンの世帯普及率は 77.4%，インターネットの世帯利用率は 86.0% に上昇している<sup>1)</sup>。しかし、2006 年の厚生労働省の調査によると、身体障がい者のパソコン利用率は 16.3% であり、利用が進んでいない<sup>2)</sup>。

身体障がい者の中でも上肢障がい者は、キーボードやマウスの操作が物理的に困難である。そのため、さまざまな代替インターフェースが開発されている。しかしその多くが、両上肢の機能に障がいを持つ人は利用できない、高価である、入力に時間や身体への負担がかかる、などの問題を抱えている<sup>3)</sup>。

そこで本研究では、上肢障がい者の文字入力を支援するため、両上肢障がい者が身体に負担をかけずに利用でき、かつ安価な文字入力インターフェースの開発を目的とする。

## 2. インタフェースの検討

### 2.1 提案するインターフェース

本研究では、キーボード画面を表示したタブレット PC を足元に設置し、足指を用いてタッチパネルを操作する（以下、足操作）文字入力インターフェースを検討する。

足操作によるインターフェースであれば、両上肢に障がいを持つ人も操作が可能である。しかし、足は手と比較し複雑な動作が行えない。そこで本研究では、画面のタッチのみで操作が行える静電式タブレット PC を用いた。タブレット PC は、単純な動作による操作が可能であり、比較的安価に入手可能である。さらに静電式ならば、操作部位にのみ、微弱電流を通す生地を用いた履物を着用することで、ユーザーの意図しない誤入力を防止することが可能である。

## 2.2 作成したプログラム

足操作に適した文字入力方式と、操作に使う足の部位を調べる予備実験を行った。その結果、フリック方式が比較的疲れにくく、操作には拇指が適していると示された。これより、フリック方式の文字入力プログラムを作成し、足操作に用いる部位は拇指とした。

プログラムは、クライアントとなるタブレット PC で起動する入力プログラム、および文字を出力するサーバとなる PC で起動する出力プログラムから構成される。入力プログラムの画面を図 1 に示す。入力プログラムを起動すると、フリック入力画面が表示される。拇指で画面上をタッチしたままスライドすることで文字を選択する。また、行頭文字キーの上で 1 秒間拇指を停止させると、十字型の文字選択画面が表示され、行頭文字以下の文字が選択可能である。入力したい文字の上で拇指を離すと、その文字を出力プログラムに送り、同時に、表示された文字選択画面が消える。

出力プログラムの画面を図 2 に示す。出力プログラムでは、入力プログラム側の画面と同期した画面が表示される。さらに、現在タッチされているキーの背景色を変えて表示することで、入力プログラムの画面を見ずとも拇指の位置の把握が可能となる。

→	あ	ぬ	さ	×
←	に	な	ね	Space
英	の	ら	改行	
○	わ	.		

→	あ	ぬ	さ	×
←	に	な	ね	Space
英	ま	の	ら	改行
○	小	わ	.	

図 1. 入力画面

図 2. 出力画面

### 3. 実験

作成した文字入力プログラムを用いて、入力時間と誤入力回数の計測を行った。タブレットPCと床面との角度により、踏込み時の力加減や足への負担が異なると考え、タブレットPCの角度を変えて行った。椅子からタブレットPCまでの距離を約45cmと設定すると、踏込みの最大筋力を発揮するタブレットPCの角度は約30°である<sup>4)</sup>。そこで、30°を中心に三段階の角度(0°, 30°, 60°)で計測を行った。サーバPCを机の上に、クライアントとなるタブレットPCを譜面台に固定し机の下に設置した。譜面台を用いることで、タブレットPCの角度を自由に変えることが可能である。被験者には、実験用に製作した靴下を履かせ、椅子に座った状態から実験を行った。この靴下は、拘束の部分にのみタッチパネルに反応する生地を縫い付けている。入力時間はストップウォッチを用い計測し、実験中はビデオカメラで被験者の足元を撮影した。

実験では、ランダムなひらがな30文字の入力を被験者に行わせた。被験者は20代の健常者4名とした。実験中、間違った文字を入力した場合、間違えた文字の後に正しい文字を再度入力させた。30文字の入力を、1分間の休憩を挟み3回1セットとし、0°, 30°, 60°の角度をランダムに変えて3セット行った。

### 4. 結果

平均入力時間の結果を図3に、平均誤入力回数の結果を図4に示す。0°, 30°, 60°それぞれの平均入力時間は137s, 131s, 124sであった。0°, 30°, 60°それぞれの平均誤入力回数は4回、2回、2回であった。危険率5%未満でTukey法を用いて多重比較を行ったところ、平均入力時間、平均誤入力回数ともに、有意差は見られなかった。

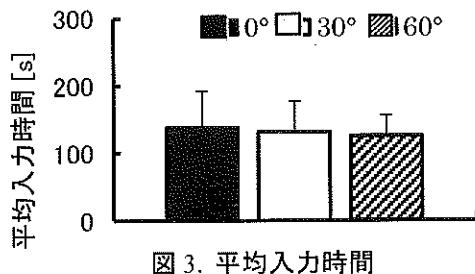


図3. 平均入力時間

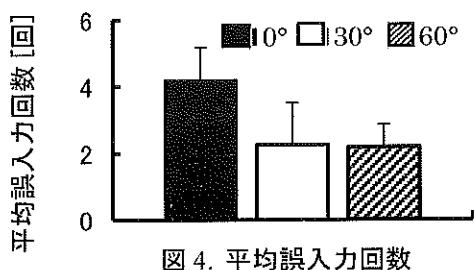


図4. 平均誤入力回数

### 5. 考察

入力時間、誤入力回数ともに有意差が見られなかつたことから、タブレットPCと床面との角度の違いによる入力時間および誤入力回数へ与える影響は無いと考えられる。しかし、実験後に実施した、被験者への入力動作に関するアンケートから、「角度が上がるほど画面をタッチしやすいが、最上段のキーが入力しにくい」という意見が多く挙げられた。

以上より、角度を上げることにより入力しやすいが、最上段のキーが入力しにくくなる。そのため、入力時間および誤入力回数の角度による差が小さくなつたのではないかと考えられる。キーの大きさや形、配列を変えることで、問題点を解消できると考えられる。

### 6. おわりに

本研究は、上肢障がい者の文字入力を支援する機器の開発を目指し、タブレットPCを用いた足操作による文字入力インターフェースの検討を行つてある。本編では、作成した文字入力プログラムによる、入力時間および誤入力回数の計測を、床面との角度を変えながら行つた。その結果、角度による操作への影響は無いことがわかつた。今後は、既存のインターフェースと比較するとともに、キーの配置についても検討していく。

### 参考文献

- 1) 総務省 情報通信政策局, "平成23年通信利用動向調査(世帯編)", available from <<http://www.soumu.go.jp/johotsusintoeki/statistics/statistics05b1.html>> (accessed 2012-10-25)
- 2) 厚生労働省, "平成18年身体障害児・者実態調査結果", available from <<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/shintai/06/index.html>> (accessed 2012-10-25)
- 3) 山口卓哉、新開大樹、永井義満、石津昌平, "肢体不自由者に適したソフトウェアキーボードおよびポイントティングデバイスによる文字入力方法の構築", 電子情報通信学会技術研究報告 信学技報, Vol.109, No.358, pp.29-34, 2010.
- 4) 正田亘, "増補新版 人間工学", 恒星社厚生閣, p.90, 1997.

### [連絡先]

下田貴夫

東京電機大学未来科学部情報メディア学科

〒120-8551 東京都足立区千住旭町5番

e-mail : 09fi078@ms.dendai.ac.jp

Tel : 03 (5284) 5199 (内線 2837)

# 指輪郭と人工物を用いたキャンセラブル生体認証の研究

○大熊一貴\*, 西内信之\*, 橋爪絢子\*

(\*首都大学東京システムデザイン学部)

Study of the cancelable biometrics using a finger outline and an artifact

Kazuki Okuma\*, Nobuyuki Nishiuchi\*, Ayako Hashitume\*

(\*Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University)

## 1. はじめに

近年の情報化社会においては、個人を正確に特定することが望まれており、その1つの手法として生体認証（バイオメトリクス）が注目されている。生体認証とは、人間の身体的・行動的特徴を用いて行う個人認証方法である。従来のICカードや鍵などによる所有物認証や、暗証番号やパスワードを用いた記憶認証に比べ、生体認証は紛失や忘却の危険性がなく利便性の高い認証といえる。

しかし、この生体認証にもいくつかの問題点があるが、本研究では、次の2つの問題点に着目している。

- (1) 悪意のあるユーザが生体情報を盗み出して本人になりますこと。
- (2) 唯一性の高い生体情報をユーザが登録したくないと考えてしまうこと。

これらの問題点に対して、有効であると考えられているのが、キャンセラブルバイオメトリクス<sup>[1]</sup>である。しかしながら、従来のキャンセラブルバイオメトリクスには、悪意のあるユーザに生体情報を変換するアルゴリズムを解析されてしまうと、変換前のユーザの生体情報が流出してしまい、以後、なりすまされてしまう恐れがあるという問題点があった。

そこで、本研究では唯一性の低い指の輪郭という生体情報と、人工物を組み合わせることで認証精度が高く、且つ、生体情報の漏洩にも頑強な新たなキャンセラブル生体認証システムを提案することを目的とする。

なお、本提案手法の利便性を生かした応用例としては、短期的な利用を考えられるホテルのルームキー・駅のロッカーの鍵、アミューズメントパークの課金システムなどが考えられる。

## 2. 提案する認証法

### 2.1 認証システムの概要

提案する認証システムの特徴と、先に述べた2つの問題点との対応についてまとめる。

本認証法では、まずユーザは爪に人工物としてシール(図1参照)を貼り付ける。ユーザは、この人工物を爪に貼った状態で指の形状と共にシステムに登録する。システムでは、このシールが指のどの位置に添付されているかを示す、複数の距離を登録する(図2参照)。

認証時には、同様にユーザは人工物とともに指をシステムに提示し、登録してある距離が同じであるか（すなわちシールが貼られている位置が登録したものと同じであるかどうか）を判定し、ユーザ本人であるかどうかを認証するものである。

一度シールを爪から剥がしてしまうと、その位置が変化してしまうため、ユーザ本人であっても再登録が必要になる。

図1に示す人工物の幾何学的な模様は、従来のQRコードの手法を適用しており、シール位置検出のための基準点(2重円の部分)と2次元バーコード(マス目状の部分)から構成されている。認証には、シール位置検出のための基準点のみを用い、2次元バーコード部分は、将来的に様々な情報(ID番号など)を描画して用いることを想定している。なお、このシールの幾何学的な模様については、実用段階では、ある特定の可視光外の波長でのみ確認することができるインクを用いて印刷することで、利用時に他人に見られることはない。

システムのハードウェア構成は、図3に示す。

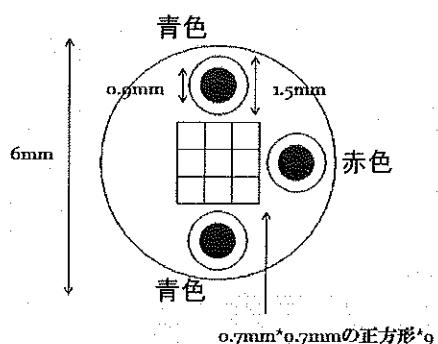


図1 認証に用いる人工物

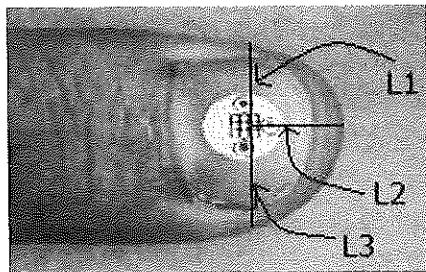


図2 認証に用いる人工物と指輪郭の距離のイメージ

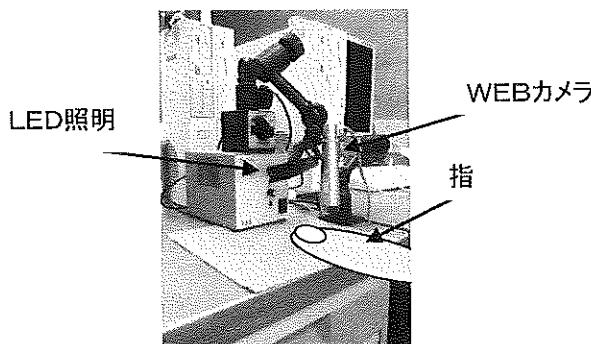


図3 ハードウェア構成

## 2.2 認証アルゴリズム

認証アルゴリズムは、まず人工物と指輪郭を抽出する画像処理を行い、認証のためのデータを算出する。その後に、登録データと取得データの照合を行う。以下で詳細を述べる。

(I) 人工物を抽出する画像処理: シール位置検出のための基準点(2重円の部分)を色により抽出する。

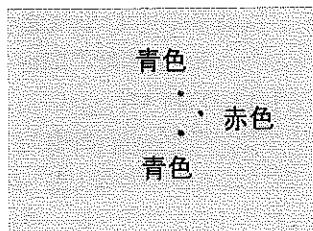


図4 人工物の基準点の抽出

(II) 指輪郭を抽出する画像処理: 指の画像を二値化し、ラプラシアンフィルタを用いて指の輪郭を抽出する。

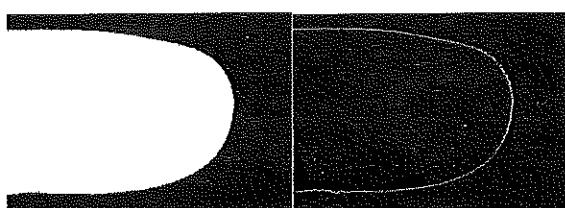


図5 指輪郭の抽出

(III) 認証のためのデータの算出: 指輪郭と人工物の位置から距離を算出する。

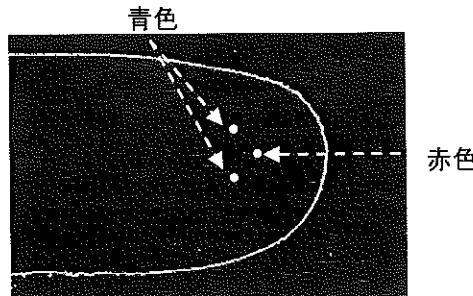


図6 指輪郭と人工物の基準点

(IV) 照合アルゴリズム: 登録情報と照合して、閾値を上回った場合に本人と認証する。

## 4. 認証精度評価実験

### 4.1 実験目的

認証シールを親指にランダムな方向で貼ることにより、本研究で提案される認証方法の精度を評価する。

### 4.2 実験条件

被験者は 10 人の男女で、両手親指を認証部位とし、それぞれ登録用 1 回と認証用 5 回の計 6 回撮影する。

なお、認証精度評価実験の結果については、日本人間工学会関東支部第 18 回卒業研究発表会にて報告する。

## 5. 参考文献

- 1) 比良田真史, 高橋健太, 三村昌弘: 画像マッチング技術に基づく生体認証に適用可能なキャンセラブルバイオメトリクスの提案, 情報通信学会研究報告, pp.435-440, 2006.
- 2) 山岸未季: 人工物メトリクスを用いたハイブリッド型指紋認証システムの研究, 首都大学東京システムデザイン学部平成 18 年度卒業論文
- 3) 征矢裕加: 人工物と指輪郭を用いたキャンセラブルバイオメトリクスの研究, 首都大学東京システムデザイン学部平成 22 年度卒業論文

## [連絡先]

大熊一貴

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 : ikuzak@live.jp

Fax : 042(585) 8620

# タッチパネルでの数字入力における 視覚・聴覚フィードバックの有効性の研究

○高松佑太\*, 石橋圭太\*\*, 岩永光一\*\*

(\*千葉大学工学部デザイン工学科, \*\*千葉大学大学院工学研究科デザイン科学専攻)

Effect of visual and audio feedback on the number input for touchscreens

Yuta Takamatsu \* Keita Ishibashi \*\* Koichi Iwanaga \*\*

(\*Department of Design, Faculty of Engineering, Chiba University

\*\*Department of Design Science, Graduate School of Engineering, Chiba University)

## 1. はじめに

近年、タッチパネルを使用した入力装置がより身近になっている。それらは一般的なキーボードのような押下感がなく、画面上での視覚的変化や単純な音で入力状態を確認するものが大半であり、そこには正しく操作したという実感の欠如による操作ミスや安心感に欠けるという問題がある。その解決のため、先行研究ではパネルへの振動や音声、画面の変化、またはそれらの組み合わせによってフィードバックを付与することの有効性を示しているが<sup>[1][2]</sup>、タッチスクリーンにおけるフィードバックに関して、触覚に比べて視覚・聴覚とその組み合わせから押下感に注目した研究は少ないのが現状である。

本研究では、タッチパネル上のテンキーでの数字入力による操作に関して、視覚・聴覚フィードバックとその組み合わせの有効性を検討することを目的とした。今後のユーザーインターフェースの設計に寄与する基礎的な知見を得ることによって、タッチパネル操作におけるより有効な視覚・聴覚フィードバックを実現することを目指す。

実験では、PDA 端末上でボタン押下と同時にフィードバックを返すソフトウェアテンキーを用いた。視覚・聴覚フィードバックの組み合わせを含めた条件ごとに操作性の比較実験を行い、正答割合・タイプ速度に及ぼす影響を評価した。

## 2. 実験 I

### 2.1. 被験者

被験者として大学生8人(女性2名、平均年齢23歳、全員右利き)の協力を得た。どの被験者においても触覚・視覚・聴覚などに PDA 端末を操作する上で支障となりうる感覚障害はみられなかった。

### 2.2. 実験装置

ソフトウェアテンキーを表示させる端末として iPad(Apple Inc.)を用いた。また先行研究よりタッチスクリ

ーンでボタンを操作する上で最も操作性の上がる角度15度を維持するための台座を作成し、その上に端末を置いて実験を行った<sup>[3]</sup>。テンキーのデザインは1つのボタンが1辺15mmの正方形とした<sup>[4]</sup>。

### 2.3. 実験タスク

ソフトウェアテンキーをiPadに表示し、ランダムに提示される4~7桁の数字を時間(180秒)内に入力し続けるタスクを実施した。ボタンのフィードバックに関する条件は、①フィードバックなし(Control)、②視覚フィードバックのみ(ボタンの色の変化・V)、③聴覚フィードバックのみ(メカニカルスイッチ音・A)、④視覚フィードバック+聴覚フィードバック(VA)の4条件である。入力は利き手の人差し指1本のみで行い、正答割合とタイプ速度を記録した。

### 2.4. 結果

正答割合・タイプ速度の結果を図1、図2で示す。フィードバック条件を要因とする分散分析を行った結果、正答割合に関しては有意な主効果は認められなかった(図1)。しかしながら、タイプ速度に関しては有意な主効果が認められた[ $F(3,21)=4.57, p<0.01$ ]。さらに多重比較検定を行ったところ、タイプ速度に関して A-VA 間以外に有意差があることがわかった(図2)。このことから聴覚フィードバックはソフトウェアテンキーを操作する上でタイプ速度を速める影響があると考えられる。

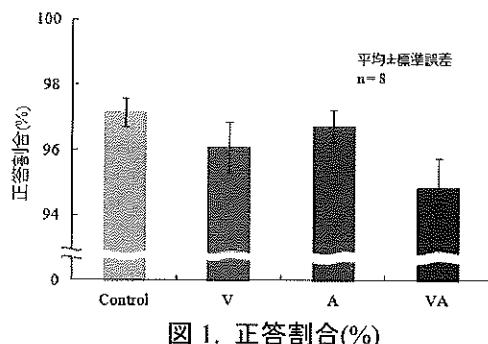


図1. 正答割合(%)

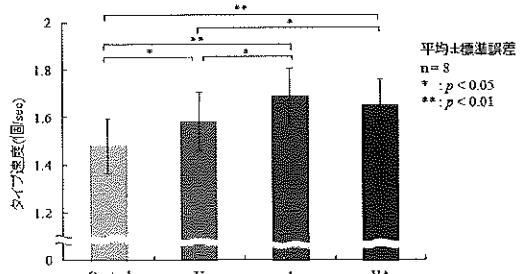


図2. タイプ速度(個/sec)

### 3. 実験 2

実験 1 での被験者の内省報告から、ボタンよりも入力した数字を注視している時間が長いことがわかった。この場合、正しく視覚フィードバックを得られていない可能性があるため、画面をより注視させるよう再度実験系を設計した。

#### 3.1. 被験者

2.1 と同様である。

#### 3.2. 実験装置

2.2 に加え、静電容量型触覚フィルムキット(OTF-KA 001-ES1,Oga Inc.)を使用し押下圧を計測した。また視覚刺激と触覚刺激を被験者に同時に知覚させるため、先行研究に基づき条件 VA での触覚フィードバックを視覚フィードバックより 60ms 遅く発信して実験を行った<sup>[5]</sup>。

#### 3.3. 実験タスク

入力する数字の桁数を 4 桁とし、実験 1 の入力欄を消去した。また数字を提示する課題欄を 1 文字目入力後に消去し、1 つの数字列の入力を終えるごとにテンキーの配列をランダムに入れ替えるといった変更を加えた。他は 2.3 と同様である。

#### 3.4. 結果

分散分析を行った結果、正答割合・タイプ速度どちらも有意なフィードバック条件の主効果は認められなかった。しかし押下圧に関して、フィードバックなしとありの間で有意な主効果が認められた [ $F(3,28), p<0.05$ ] (図 3)。押下圧の平均はフィードバックなし(Control)のとき約 0.301N、フィードバックあり(V, A, VA)のとき約 0.190N であった。

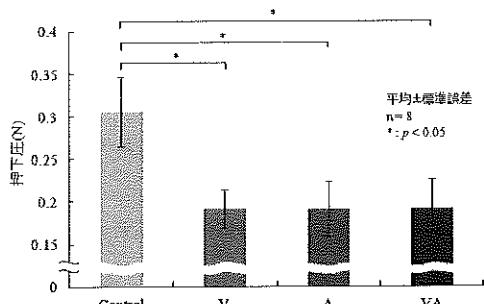


図3. 押下圧(N)

### 4. 結論

2 つの実験の分析結果により、ソフトウェアテンキーでの数字入力の操作性を上げる上で聴覚フィードバックがある程度の効果を持つことがわかった。また視覚フィードバックには操作性を向上させる効果は認められなかつたが、実験 2 から指への負担の軽減ということに関して聴覚フィードバックと同等の効果を持つことがわかつた。実験 2 における正答割合とタイプ速度において聴覚フィードバックの影響が出なかつたのは、ランダムに配列の変わるキーの探索に集中することで入力が慎重になりすぎたことが原因であると思われる。2 つの実験により、視覚・聴覚フィードバックがタッチスクリーンにおけるボタン操作に有効であることが示唆された。

### 5. 考察

今回の実験では聴覚フィードバックの有効性が判明したが、視覚フィードバックに関しても検討の余地はある。色の変化というフィードバックは、指でボタンの半分近くが隠れるために影響が薄かつたとも考えられる。今後は今回の結果を前提としながらフィードバックの種類を要因とした比較を行い、さらに視覚フィードバックに言及することにより具体的な指標を提示していきたい。

### 6. 参考文献

- [1] Eve Hoggan et al, 2008, Investigating the Effectiveness of Tactile Feedback for Mobile Touchscreens, CHI'08 1573-1582
- [2] 木村朝子ら, 2007, 効果音によるタッチセンサへの押下感提示の研究, IPSJ SIG Technical Report, HCI-124(2)
- [3] Nguyen Thi Tram Anh, 2012, Influence of tilted angle/height and type of task on user's muscular activity and performance, 千葉大学大学院工学研究科修士論文
- [4] 西村崇宏ら, 2011, スイッチのサイズ及び形状が抵抗膜方式タッチパネル携帯端末の操作性に及ぼす影響について, JSME 77(780), 3036-3046
- [5] Massimiliano Zampini et al, 2003, Audiovisual temporal order judgments, Exp Brain Res, 152, 198-210

#### [連絡先]

高松佑太

〒263-0022 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33

E-mail : z7t0133@students.chiba-u.jp

# 大型タッチパネルにおける入力領域と作業成績に関する研究

○北川匠里<sup>\*</sup>, 岩永光一<sup>\*\*</sup>, 石橋圭太<sup>\*\*</sup>

(\*千葉大学工学部デザイン学科, \*\*千葉大学大学院工学研究科デザイン科学専攻)

Effect of input-location and posture on performance with a large touch screen

Shori Kitagawa<sup>\*</sup>, Kouichi Iwanaga<sup>\*\*</sup>, Keita Ishibashi<sup>\*\*</sup>

(\*Department of Design, Faculty of Engineering, Chiba University

\*\*Department of Design Science, Graduate School of Engineering, Chiba University)

## 1. はじめに

タッチインターフェースに関する研究は数多く行われている。タッチ入力は入力までの時間が短い点や、入力が直感的であることから満足度や使いやすさといった主観的な評価が高いといったことが明らかになっている<sup>3)</sup>。一方で、指によって入力点を視界から隠してしまい、さらにタッチパネルへの触れ方が一律では無いためマウス入力よりも精度に欠けると言われている<sup>1,2)</sup>。

従来のタッチインターフェースに関する研究は主に小型のタッチパネルを用いており、大型を対象とした研究例は少ない。そのため上記の様な研究結果を大型タッチパネル環境に適用できるかの検証が必要である。

大型タッチパネルを用いることでより広範囲での情報提示と入力が可能となるが、タッチを行う位置によってユーザーの入力姿勢などが大きく変化するため、入力を行う領域ごとに検証していく必要があると思われる。本研究では、大型タッチパネルの上下左右の各入力領域における作業成績を分析し、大型タッチパネルのGUI設計における基礎的な方針を明らかにすることを目的とした。

## 2. 実験 1- 水平ポインティング

### 2.1 実験概要

水平方向のポインティングにおける入力位置の高さの影響を明らかにするべく、水平に並んだボタンの中から唯一色が異なるものを選択するタスクを 5 段階の高さで行い、入力にかかる時間を測定した。

被験者は 21-24 歳の男女計 9 名で、いずれも日常的に小型のタッチパネルを使用していた。使用したタッチパネルは  $110.8 \times 627.4 \text{ cm}^2$  の 50 型(PQLabs, G3Plus 50inch)のもので、背面からプロジェクター(EPSON, EMP-X5)で実験画面を投影して実験を行った。

### 2.2 実験方法

被験者は利き手側の肩峰矢状面を画面の中央に合わせた状態で直立し実験を行った(図 1 左)。

実験では被験者の肩峰高を基準として、一定の高さ

の位置に 15 個の正方形のボタン( $5 \times 5 \text{ cm}^2$ )が 2cm 間隔で横 1 列に表示され、その内の 1 つがターゲットとして赤色で表示された。被験者には表示された 15 個のボタンの中からターゲットを出来るだけ早く見つけ、利き手の第二指でタッチするように指示した。ターゲットが表示されてからタッチするまでを 1 試行とし、その間の時間を記録した。また、1 回の試行が終わると中心のボタンのみが表示され、それをタッチすることで次の試行が開始された。15 個のボタンが各 10 回ターゲットとなる計 150 試行を 1 ブロックとし、5 段階の高さ(肩峰高を基準に 20cm 間隔で -40cm ~ +40cm までの 5 水準)で 1 ブロックずつ行った。なお、15 個のボタンは非利き手側の最も遠いものから順に 1~15 番(-49cm ~ +49cm の 15 水準。負:対側方向、正:同側方向)とした。

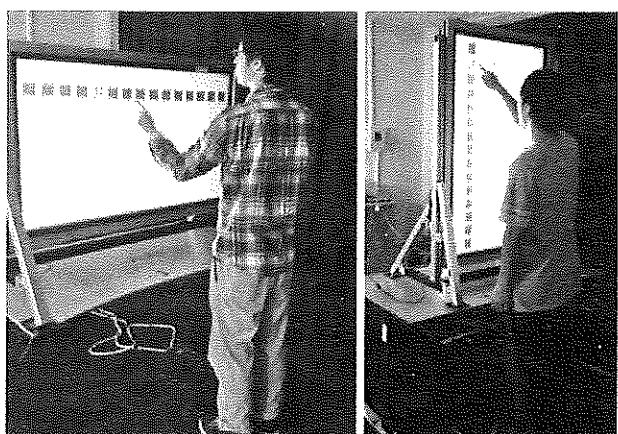


図 1. 実験の様子(左:実験 1, 右:実験 2)

### 2.3 実験 1- 結果

図 2 はボタンの位置に対する高さごとの平均入力時間と分散分析の結果、ボタンの位置と入力を行った高さ共に入力時間に対して有意な影響を与える、対側同側間わず肩峰から離れた位置のボタンほど入力時間が延長する傾向が見られた。また、高さ 0cm でのポインティングは他の高さよりも入力時間が有意に短く、-20cm よりも -40cm の高さでの入力時間は有意に長かった。

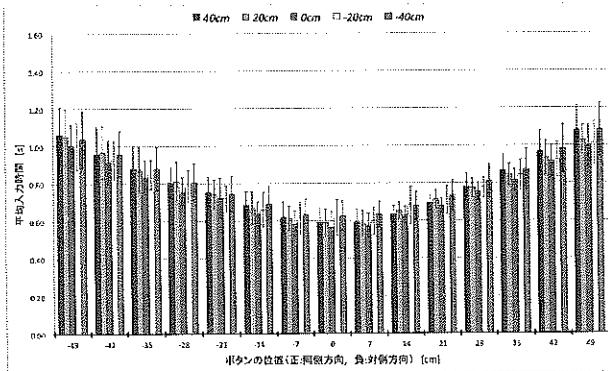


図2.(実験1)ボタン別平均入力時間(n=9, mean±S.D.)

更に、本実験の条件下ではボタン配置の高さが変化してもフィットの法則(作業時間=a+b・困難度)<sup>4)</sup>における困難度が変化しないことを利用し、フィットモデルの切片aと傾きbに対する高さの影響を調べた。分散分析を行ったところ、対側・同側の位置の違いとボタンの高さ共に切片aに対してのみ主効果を持つことが明らかとなった(図3)。

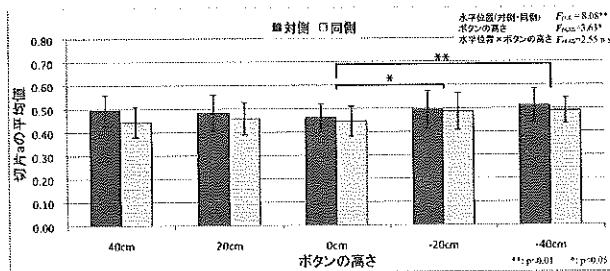


図3. 高さ別切片aの平均値(n=9, mean±SD)

### 3. 実験2- 垂直ポインティング

#### 3.1 実験概要

実験2では垂直ポインティングに対する水平方向の距離の影響を明らかにすべく、実験1と同じ被験者、実験機材による垂直方向へのポインティングに関する実験を行った(図1右)。

#### 3.2 実験方法

基本的な実験方法、タスクに関しては実験1と同様である。被験者は肩峰水平面を画面の中央に合わせた状態で直立して実験を行った。タスク内容の変更点としては、ボタンが垂直に1列で表示される点、150試行からなる1ブロックを5段階の水平距離(肩峰矢状面を基準に20cm間隔で-40cm～+40cmの5水準。負:対側方向、正:同側方向)で繰り返したという点であった。

#### 3.3 実験2- 結果

図4はボタンの位置に対する水平距離ごとの平均入力時間を示したグラフである。分散分析の結果、主効果が認められたのはボタンの高さのみであった。しかし中心から等距離離れた上方と下方のボタンに対する入力時間に有意差は認められなかった。

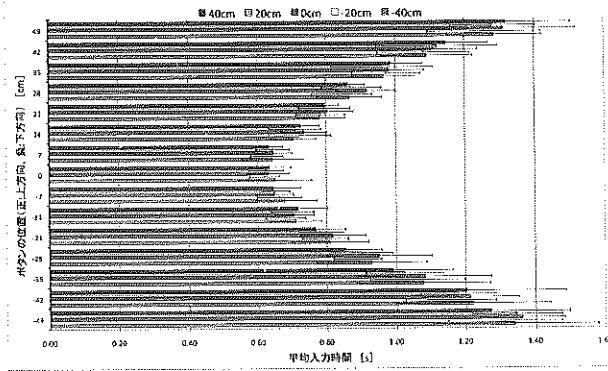


図4.(実験2)ボタン別平均入力時間(n=9, mean±S.D.)

水平距離の主効果は認められなかった。

実験1同様にフィットの法則を用いた検証を行ったが、切片aと傾きbに対する主効果は認められなかった。

#### 4. 考察

両実験の0cm条件での水平・垂直方向のポインティングにかかった時間を比較すると、垂直方向へのポインティングの方が長い時間を必要としたことがわかるが、これは先行研究にて示されていた小型タッチパネルを用いた小さな動作のみで行えるポインティングタスクでの結果<sup>1)</sup>と同様である。

一方で、小型タッチパネルを用いた研究で明らかとなった上方向と下方向へのポインティングにかかる作業時間の有意な差<sup>1)</sup>は、本研究では認められなかった。これは実験2が垂直方向に対して約100cmもの幅でターゲットを提示したため反応が遅れがちであった点、そして肩峰の位置を基準として上下、対側・同側という分類を行っている点など考慮すべき点が複数残っているため、今後も検証していく必要がある。

#### 5. 参考文献

- 1) 李洪圭. (2011), タッチパネルの認識領域の違いが作業成績に及ぼす影響, 千葉大学大学院 修士論文
- 2) Forlines et al. (2007), Direct-touch vs. Mouse Input for Tabletop Displays, CHI'07 pp467-456
- 3) Colle et al. (2004), Effect of key size and spacing on touch screen numeric keypad performance and user preference, ERGONOMICS Vol.47 No.13 pp1406-1423
- 4) McGuffins et al. (2002), Acquisition of Expanding Targets, CHI'02 pp57-64

#### [連絡先]

北川匠里

千葉大学工学部デザイン学科 人間情報科学研究室

〒263-0022 千葉県千葉市稻毛区弥生町1-33

e-mail : s1892ktgw@gmail.com

# マイクロ波レーダーを用いた睡眠時呼吸障害の検出

○吉田雄貴\*, 香川正幸\*, 松井岳巳\*

(\*首都大学東京システムデザイン学部 経営システムデザインコース)

Detection of sleep-related respiratory disorders with microwave radars

Yuki Yoshida\*, Masayuki Kagawa\*, Takemi Matsui\*

(\*Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University)

## 1. 研究背景

睡眠時無呼吸症候群(SAS: Sleep Apnea Syndrome)の潜在患者数は人口の2~5%といわれ、睡眠時間が十分でも頻繁な無呼吸状態によって良質な睡眠が取れず、日中の過度の眠気や集中力の低下が生じ、運転中や労働作業中に事故を引き起こす確率が高い。また、血中酸素濃度の低下から、高血圧や糖尿病、心臓病、脳血管疾患などの疾病を併発するリスクが高くなる。

このため、SAS患者では早期に発見して治療することが望ましいが、SASの診断には多くの接触型センサを身体に装着して終夜測定する睡眠ポリソムノグラフィ検査(PSG: polysomnography)が必要となっている。この検査は拘束性が高く、普段の睡眠状態と検査時の睡眠が異なるという問題点がある。そこで本研究では、マイクロ波レーダーを用いた非接触による呼吸運動の計測から、SASの診断を行うシステムを構築することを目的とする。

SASには大きく分類して閉塞性睡眠時無呼吸症候群と、中枢性睡眠時無呼吸症候群があり、その鑑別診断のためには、胸部および腹部の呼吸努力(呼吸運動)を分離して測定する必要がある。そこで、本研究では図1に示すように、第一ステップとして胸部および腹部のレーダー測定最適位置を決定することを課題とした。

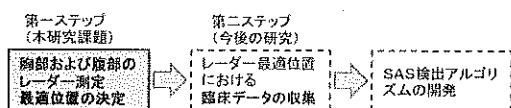


図1. レーダーSAS診断における本研究の位置づけ

## 2. 実験方法

レーダー測定の最適位置とは、胸部および腹部の呼吸運動を的確に捉えていることであり、評価指標として

先ず呼吸運動レーダー出力の振幅が一定以上であること、そして2点目に両部位の呼吸運動を分離して捉えていること(両者の呼吸波形に一定の位相差があること)とした。そして、身長などの個人差の影響を受けない測定位置の基点を、胸部は「みぞおち」、腹部は「へそ」の位置に設定して、図2に示す実験構成を使用し胸部および腹部それぞれに1cmきざみで基点から移動した位置で測定した。対象は健康な男子大学生5名(年齢22~24歳)とし、ベッド上に仰臥姿勢で約1時間通常に呼吸した状態で測定した。

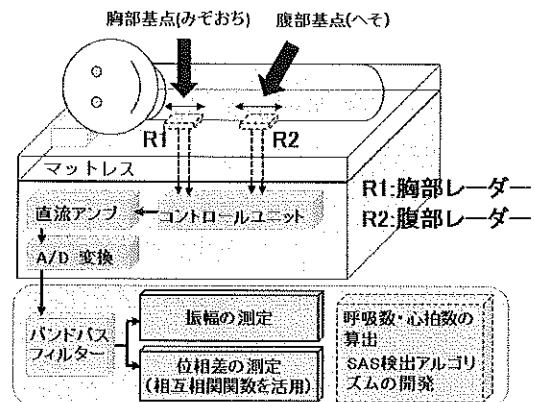


図2. レーダー測定の最適位置実験システム

### 2.1 振幅の測定

図3に測定中の胸部、腹部レーダー波形を示す。

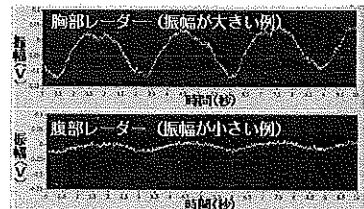


図3. 胸部および腹部レーダーにおける振幅値

先ず、腹部レーダーを「へそ」に固定し、胸部レーダーを「みぞおち」から1cmきざみで上下に3cmまで移動し

て振幅の変化を測定した。各位置では3分間測定し、呼吸運動が安定した状態の40秒間のピークからピークまでの電圧平均を測定した。

次に、胸部レーダーを「みぞおち」に固定し、腹部レーダーを「へそ」から1cmきざみで上下に5cmまで移動して振幅の変化を同じ方法で測定した。

## 2.2 位相差の測定

図4上部に胸部と腹部の時間波形における位相差の例を示す。図4下部には胸部信号と腹部信号の相互相関関数処理を行った図を示す。両信号の位相差の40秒間の平均値が最初のピークとY軸との距離として見やすく表現されている。位相差は下式(1)のように度数表現とした。

$$\text{位相差 (度)} = \frac{\text{胸部と腹部の波形のズレ}}{\text{周期}} \times 360\text{度} \quad \cdot \cdot \text{式(1)}$$

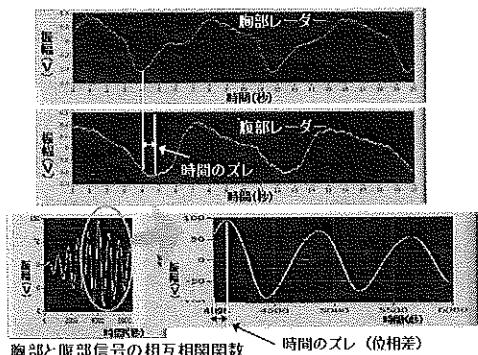


図4. 胸部および腹部レーダーにおける位相差

## 3. 実験結果

図5に腹部レーダー固定、胸部レーダーの位置を変えた場合の胸部振幅変化を示す。

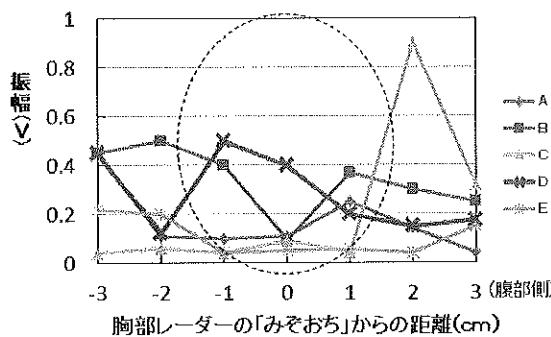


図5. 胸部レーダーの振幅変化の様子

胸部レーダーの振幅の大きさは全てのレーダー位置において一定基準以上(0.05V)であった。振幅が最大となる位置には個人差が観測された。しかし、胸部基点の「みぞおち」を中心上下2cm以内の範囲であれば、胸部呼吸運動を十分に捉えられると考えられる。

図6に胸部レーダー固定、腹部レーダーの位置を変えた場合の腹部振幅の変化を示す。

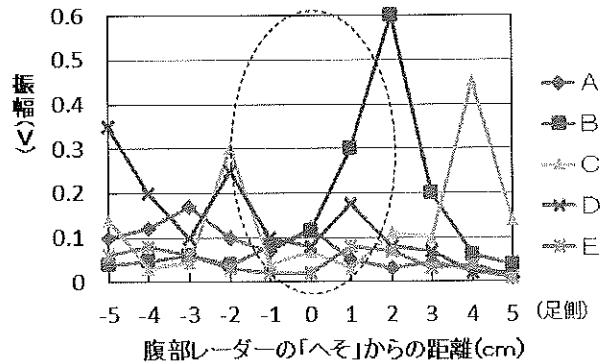


図6. 腹部レーダーの振幅変化の様子

腹部レーダーの振幅の大きさは胸部に比較して小さいことが読み取れる。そして、腹部のレーダーの位置がへそから3cm離れてしまうと1名の例外を除き振幅が極端に小さくなり呼吸運動が捉えられていないことが判明した。従って、腹部レーダーは腹部基点の「へそ」の上下1cm以内が望ましい測定位置と言える。

胸部および腹部呼吸運動の分離測定に関しては、2つのレーダーの間隔が7cm以下の場合は、両波形の位相差が10度未満となり、胸部と腹部の運動を分離できなくなることが判明した。両レーダーの間隔が8cm以上の場合は両波形の位相差は観測され、胸部および腹部の呼吸運動を分離して捉えていると考えられた。

## 4. 結論、考察と今後の課題

本研究の課題の「胸部および腹部のレーダー測定最適位置」は、胸部腹部それぞれの測定基点の上下一定の範囲であることが実験で示された。

測定位置における振幅値の個人差は、安静時に胸式呼吸を中心に呼吸しているか、それとも腹式呼吸を中心に呼吸しているかの相違によるものと考えられる。また、胸部および腹部レーダー波形の位相関係(どちらが先行するか、そして位相差の大きさ)における個人差もこの呼吸パターンによるものと考えられる。上気道が閉塞状態になる閉塞型SASの判定における両波形の位相反転現象(呼吸奇異運動)の検出の際にも、個人差の存在を考慮して位相差の値よりもむしろ時間軸での変化に着目する必要があると考えられる。今回の研究結果を今後の臨床データ収集に結び付け、SAS検出ロジックの開発に取り組みたい。

### [連絡先]

吉田雄貴

首都大学東京システムデザイン学部(松井研究室)

〒191-0065 東京都日野市旭が丘6-6

e-mail:yoshida-yuki@sd.tmu.ac.jp

# リラックス状態の統制下における聴覚誘発脳磁界と心電図の同時計測

○志村悠<sup>\*</sup>, 青山敦<sup>\*\*</sup>, 大無田孝夫<sup>\*\*</sup>, 野本洋平<sup>\*\*\*</sup>, 小山裕徳<sup>\*</sup>, 川澄正史<sup>\*</sup>

\*東京電機大学未来科学部情報メディア学科, \*\*東京電機大学総合研究所,

\*\*\*新潟県立大学国際地域学部国際地域学科

## Simultaneous Measurement of the Hearing Indecement Brain Magnetic Field

and the Electrocardiogram under Control of Relaxed State

Yu Shimura<sup>\*</sup>, Atsushi Aoyama<sup>\*\*</sup>, Takao Ohmura<sup>\*\*</sup>, Youhei Nomoto<sup>\*\*\*</sup>, Hironori Koyama<sup>\*</sup> and Masashi Kawasumi<sup>\*</sup>

\*Department of Information Systems and Multimedia Design,

School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University

\*\*Research Institute for Science and Technology, Tokyo Denki University

\*\*\*Department of International Studies and Regional Development, Faculty of International Studies  
and Regional Development, University of Niigata Prefecture

## 1. はじめに

現代のストレス社会において、リラックス状態を生体情報に基づいて評価することは極めて重要である。心電図では、心拍変動が自律神経系の活動を反映し、リラックスの指標になることが知られている。また、脳活動計測では先行研究において、感觉刺激の重要度に合わせて反応調節を行う、感觉ゲーティング機構に対する聴覚反応が、リラックスと関連が深いストレスの指標になる可能性が示唆されている<sup>1)</sup>。しかしながら、脳活動においてリラックスの効果がどのように現れるのかは分かっていない。そこで本研究では、呼吸統制によってリラックス状態を制御し、聴覚応答に対する脳磁界と心電図を同時に計測する。心電図はリラックスの確認指標として用い、リラックス状態における脳活動の検討を行った。

## 2. 方法

計測装置には Neuromag 社製 122 チャンネル全頭型脳磁図計測装置(MEG)を用いて脳磁界を計測した。心電図には日本光電社製のマルチチャンネルアンプを用い、右手首と左足首にコイルを貼付(第 2 誘導)して計測した。計測時にはオンラインで 0.03-200Hz のバンドパスフィルタに通し、サンプリング周波数を 1kHz とした。被験者は正常な聴覚機能を有する 20 代男性 6 名とした。事前に実験内容、注意事項、被験者自身の負うリスクを説明し同意を得た。呼吸統制を誘導する視覚刺激は、図 1 のような外側と内側に配置した大小 2 つの円間で円が拡大と縮小を繰り返すものを用い、被験者には円の動きに合わせて鼻で腹式呼吸をさせ、呼吸統制には、吸って吐き終わるまでの時間を 4s 条件(standard), 5s 条件(slow), 3s 条件(fast)の 3 条件を用意した。聴覚刺激は 0.5ms のクリック音を用い、500ms 区間の連続 3 音を

1set として、2.5s~3.0s のランダム間隔で表示した。

実験デザインを図 2 に示す。条件ごとの呼吸統制のトレーニングをするため、事前に視覚刺激のみを表示する 60s の休憩区間を設けた。その後、視覚刺激を表示した状態で聴覚刺激を 30set 示した。この休止から聴覚刺激の表示終了までを 1block として、全部で 9block 分表示した。また、呼吸統制条件との比較のため、呼吸統制条件の前後に固視点を提示した状態で聴覚刺激のみを 90set 示し、自然呼吸条件として計測した。

計測後、刺激表示前 200ms から表示後 1500ms を対象に各条件について加算平均を行い、オフラインで 40Hz のローパスフィルタに通した。次に聴覚野を含む左側頭部 8 チャンネルおよび右側頭部 8 チャンネルに着目し、4s 条件、5s 条件、3s 条件における脳活動の比較を行った。心電図については、心拍間隔より求めた心拍変動図を作成後、周波数解析を行い、呼吸性の成分を含む 0.15~0.5Hz の副交感神経活動指標(HF 成分)より、呼吸統制によるリラックス状態の確認を行った。

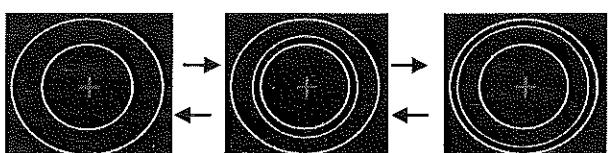


図 1. 視覚刺激



図 2. 実験デザイン

### 3. 結果

心拍変動解析から、HF 成分が条件ごとに 0.25Hz(4s), 0.20Hz(5s), 0.33Hz(3s) 帯にピークが見られた。脳活動について最も反応が顕著だった被験者の右側頭部における脳磁界波形を図 3 に示す。

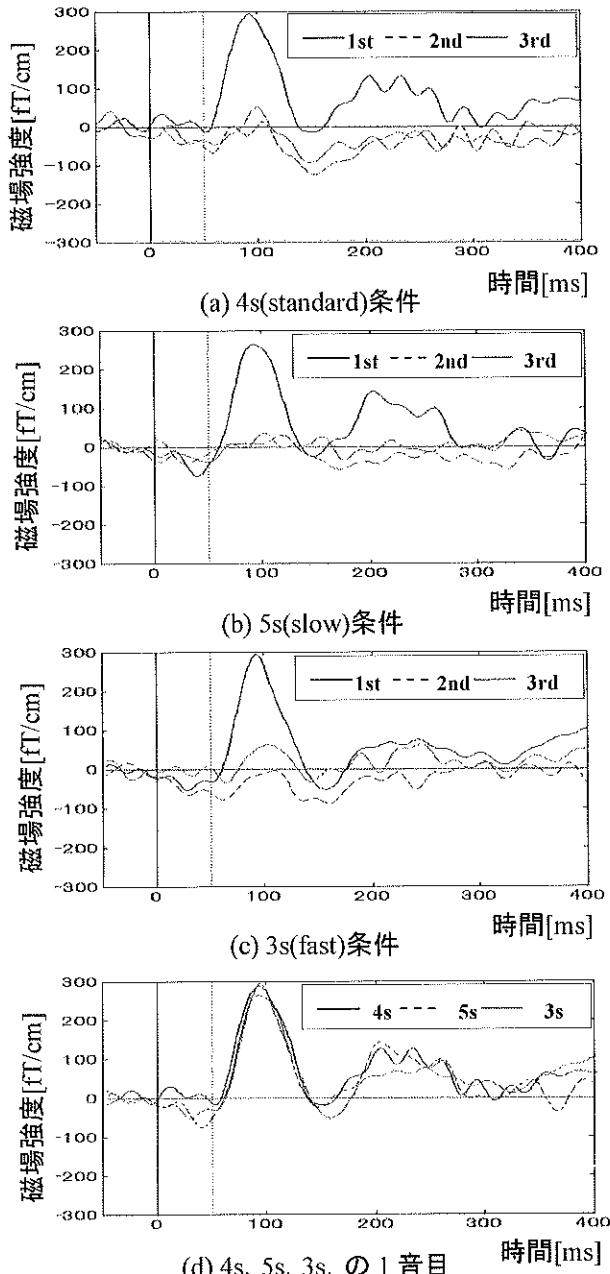


図 3. 右側頭部チャンネルの経時的変化

4s 条件では刺激提示後 1~3 音の 50ms 付近に P50m とみられる弱いピーク活動が確認され、1 音目から 2 音目にかけて明らかな減衰が見られた。5s 条件においては P50m がみられず、100ms 付近の強いピーク活動のみ確認できた。3s 条件については P50m とみられるピーク活動が観測されたが、1 音目と 2 音目の減衰の差は 4s 条件に比べて僅かだった。各条件の 1 音日の比較では、それぞれ 100ms 付近に同等の強いピーク活動が見られ

た。また、4s 条件についてのみ、P50m が他の 2 条件に比べて大きかった。

### 4. 考察

心電図については、条件ごとに目的の周波数成分が確認されたため、呼吸統制が十分に行えていたと考えられる。

先行研究において P50m は感覚ゲーティング機構を反映し、短間隔で連続 2 音を呈示した際、2 音目において成分が減衰することが報告されている。4s 条件の顕著にみられた P50m の減衰については、感覚ゲーティング機構が正常に機能していたことを示している。他の 2 条件で P50m 自体が確認できなかったことや、減衰の差が小さかったことについては、呼吸統制が生体のリラックス状態に違いをもたらしたことが示唆される。

今回の結果の被験者においては、4s 条件が最もリラックス状態にあり、感覚ゲーティング機構が強く活動したことと考えられる。各条件での比較においても、4s 条件の P50m が他の 2 条件に比べて大きいため、P50m とリラックス状態の関連性も考えられる。

また、各条件で 1 音目の 100ms 付近でみられた強いピークは N1m であると考えられる。N1m は聴覚脳磁界において顕著に現れる成分であり、各条件において N1m に差がなかったことから、今回用いた聴覚刺激が条件として適していたことが考えられる。

### 5. おわりに

異なるリラックス状態において脳活動がどのように違うのか調査するため、呼吸統制でリラックス状態を制御し、聴覚誘発脳磁界と心電図を計測した。心電図の結果から呼吸統制が正しく行われたことを確認した。また、P50m 成分がリラックス状態の差によって変化する可能性が示された。今後は被験者を増やし、一般性を検証する。

### 参考文献

- 岡本泰昌 他，“ストレスの適応破綻の脳内メカニズム fMRI と MEG を用いた脳機能画像解析”，心身医 第 44 卷, pp.186-192, 2004.

### [連絡先]

志村 悠  
東京電機大学未来科学部情報メディア学科  
アクセシブルテクノロジー研究室  
〒120-8551 東京都足立区千住旭町 5 番  
e-mail : 09fi075@ms.dendai.ac.jp  
Tel : 03(5284)5199(内線 2834)

# 加速度センサを用いた睡眠状態の推定

○毛利拓真\*,上岡英史\*

\*芝浦工業大学 工学部通信工学科

Sleep State Estimation using an Accelerometer

Takuma Mouri\*, Eiji Kamioka\*

\*Department of Communications, Shibaura Institute of Technology

## 1. はじめに

近年、情報技術の発展と社会の24時間化およびグローバル化に伴い、生活スタイルは多様化している。また、1日中社会が動き続ける今の社会を24時間社会ともいう。24時間社会により生活が便利になる一方で、生活習慣の乱れから睡眠障害を抱える現代人の増加が問題となっている。本研究では、加速度センサを用いてユーザの睡眠状態を推定する手法を提案する。具体的には身体に装着した加速度センサで睡眠時の体動を計測し、計測された体動の量・傾向から睡眠の深さとそのサイクルを推定する。睡眠の状態を推定・記録することで自分の睡眠スタイルを知ることができ、睡眠障害の改善や生活スタイルの見直しを促すことができる。そこで本稿ではスマートフォンなど携帯情報端末に搭載されている加速度センサの活用を想定し、加速度センサを用いた睡眠状態の推定を提案し、不規則な睡眠スタイルの改善への可能性、研究の有効性について述べる。

## 2. 研究内容

睡眠時の体動は睡眠の深さに関係する。一般的に、最も睡眠の深いレベルであるノンレム睡眠では体動はほとんどみられない。また、浅い眠りとなるレム睡眠では睡眠の浅さに比例し、体動が多くなる傾向がある。また、一般的な睡眠はノンレム・レム睡眠をひとくくりとしてとて捉えると、平均90~100分の周期性がある。計測された体動の量・傾向から睡眠の深さレベルを推定し、さらに睡眠の周期性に関して考察していくことで睡眠の全体像を把握する。

### 2.1 使用するデータ

実験では3軸加速度センサ(Sunhayato 製MM-2860)を用いる。加速度センサから得られるデータは、XYZ軸それぞれのAD変換値である。本稿では実験を行う際の軸のプレを考慮し、3軸加速度の合成値を使用する。

## 2.2 検証実験

実験は就寝時に被験者の手首に加速度センサを装着し測定を行った。測定時間は6時間を最低限確保し、起床した時に測定を終了した。図1にその結果を示す。

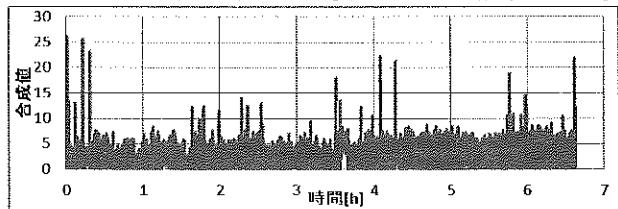


図1 実験から得られた3軸加速度の合成値

実験から得られた加速度合成値の傾向を調べるために、10分毎の加速度合成値を合計する。また、加速度センサそのもののノイズを無視するため、加速度合成値が10以下の場合は0とみなす。図2にその結果を示す。

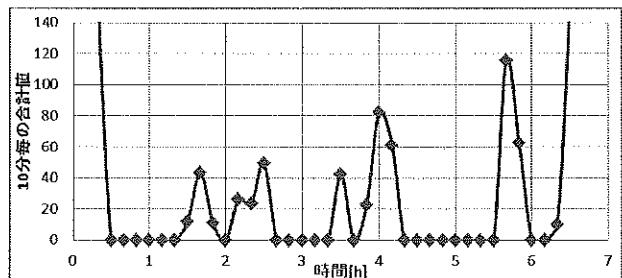


図2 3軸加速度合成値の10分毎の合計値

この合計値を見ると体動の集中する時間帯、少ない時間帯が確認できる。また、一般的には睡眠の時間を経るにつれて睡眠は浅くなっていく傾向がある。この実験結果からも体動の量が徐々に増加傾向にあることが確認できる。これにより、加速度センサで計測した体動量が睡眠の周期や深さと関連すると考えられる。

## 3. 考察

### 3.1 体動を元にした睡眠状態の推定

体動の集中部分を浅い眠りとし、体動の少ない部分を深い眠りと推定すると、図3のように分けられる。

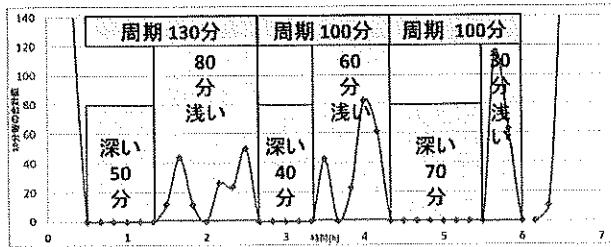


図3 10分毎の体動合計値と区分け

3周期の内、2周期は一般的な100分周期を記録している。最初の周期は130分となっているが測定開始の就寝から眠りに落ちるまでの時間が不明瞭なため、この時間は変動すると思われる。このように体動の合計値から睡眠の周期が確認でき、計測された体動が睡眠の深さと関連することが裏付けられる。

### 3.2 実験のまとめ

ここまで体動の集中部分に注目した周期性については確認できた。しかし、それぞれの実験においてすべて同じ計測結果が出ることはなく、一部の実験に偶然周期性が表れた可能性もある。そこで実験結果をまとめる。実験データの中から4つのデータを選び、平均化してひとつのグラフにまとめた結果を図4に示す。

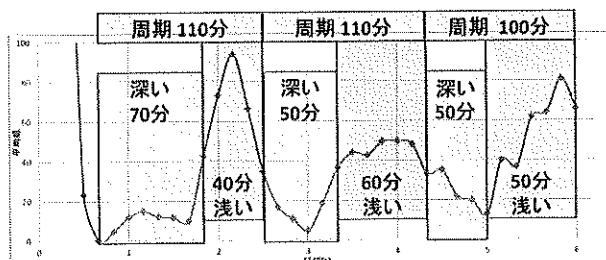


図4 実験をまとめたグラフと区分け

この結果から体動のグラフに一定の周期が確認できる。それぞれの実験データを個々にみると周期性の乱れがあることもあったが、複数回の実験を総合的にみると結果として一定の体動の周期性が確認できた。

睡眠の周期性が一般的に90~100分であることをふまえると、実験で確認された体動の周期に睡眠の周期が表れていると考えられる。また体動の集中した部分は睡眠の浅い時間帯、逆に体動の少ない部分は睡眠が深い時間帯に対応すると考えられる。よって加速度センサで体動を計測することで、睡眠の周期性と睡眠の深さが確認できた。

### 4.まとめと今後の課題

本稿では、加速度センサを用いた睡眠状態の推定手法を提案し、実験で計測された体動の量・傾向から睡眠の周期性や深さが確認できる可能性を示した。今

後の課題としては、具体的な評価実験を行う必要性が挙げられる。体動から推測される睡眠の深さや周期がどれほどの精度で推定できているのか、調査していく必要性がある。

睡眠に関する研究は数多くある中で、具体的に睡眠の深さや周期を知る方法は脳波を計測するしか方法はないが、脳波測定によって与える被験者の負担が睡眠自体へ影響を与える恐れがあり、現実的ではない。本研究が脳波を元にした睡眠状態推定と同等の結果を得られるとすれば、加速度センサを用いた推定が脳波測定を用いた推定に代用可能であることを示すことができる。今後はまず、他の睡眠推定技術のデータを元に、本研究の睡眠状態の推定がどれほどの精度を得られているのか評価していくことで、本研究の有効性についてより具体化していくことが必要である。また、被験者を増やした実験を行うことで、睡眠周期の個人差について考慮し、より汎用性の高い解析方法を見つけることが課題としてあげられる。

近年ではスマートフォンのアプリケーションでも睡眠を扱ったものが多くある。それらはベッド脇に機器を置き、加速度センサで体動によるベッドの揺れを計測している。しかし、計測精度はセンサを身体に装着した方が高い精度を得ることができると考えられる。どれほどの精度差があるのか、本研究と同時に使用した場合の実験とその分析についても課題となる。他にも、機器を装着して睡眠時の体動を計測する技術として腕時計型の「Sleeptracker」というものがある。製品として比較的高価であり、本研究のように安価な加速度センサを用いることでコスト面での優位性がある。また、同じように加速度センサを装着した関連研究<sup>1), 2)</sup>を含めた発展性や拡張性についても、本研究には今後の発展が期待できる。

### 5.参考文献

- 1) 垣本慶太郎、宮崎亮、長谷川力、米井嘉一、”3次元加速度センサを用いた「睡眠の質」評価の試み,” 同志社大学理工学研究報告 51(1), 28-36, 2010-04.
- 2) 岸本圭史、赤堀顕光、小栗 宏次、”3軸加速度センサを用いた睡眠時における姿勢の推定,” 電子情報通信学会技術研究報告, MBE, ME とバイオサイバネティクス 105(456), 45-48, 2005-12-02.

### [連絡先]

毛利 拓真

芝浦工業大学 工学部通信工学科

〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5

e-mail : f09107@shibauta-it.ac.jp

Fax : 03(5859) 8266

# 手指の指圧に対するリラクゼーション効果の検討

○田村幸恵

(埼玉県立大学保健医療福祉学部看護学科)

指導教員: 鈴木玲子(埼玉県立大学)

A Study of Relaxation Effects of Shiatsu Massage to Hands

Sachie Tamura(Department of Nursing ,Saitama Prefectural University)

Reiko Suzuki(Saitama Prefectural University)

## 1. はじめに

近年、西洋医学では完治できない、がん性疼痛や不眠、便秘などの症状改善を目的として補完代替療法が注目されている。その中でもベッドサイドで実施できる簡便なケアとして指圧やマッサージがある。足や腹部への指圧に対する報告は散見されるが、手への指圧に対する報告は少ないのが実情である。

補完代替療法を実施する上では、安全性や効果を確かめてから患者への導入が必要であることから、手への指圧のリラクゼーション効果について検討したいと考えた。本研究は指圧により緊張が緩和し、末梢血管の血流増加と体表面温度上昇への効果について明らかにすることを目的とする。

## 2. 方法

### 2.1 対象

循環器系疾患の既往がなく、上下肢に血流障害のない健康な20~30代の女性11名である。

### 2.2 実験条件

恒温恒湿室で室温25°C、湿度55%の調整下で実験を行った。被験者の身支度は、半そでTシャツと綿製のパジャマズボンを着用し、裸足とした。皮膚表面温度はNEC Avio赤外線テクノロジー社 サーモトーラー TH9100を使用し、撮影部位は膝から足の指先までとした。心拍数はフクダ電子社製 DS-2170を使用し、気分の変化は指圧実施前後に気分プロフィール調査票(POMS短縮版)で調査した。

### 2.3 実験手順

実験室入室前にPOMS(Profile of Mood States)を

実施し、その後ベッド上で10分間の安静仰臥位をとり、心拍数と皮膚表面温度を測定した。それから左右の手指から上腕にかけて10分間指圧を実施した。指圧実施後はベッド上で15分間の安静仰臥位をとり、その間1分毎に心拍数と皮膚表面温度を測定した。15分の計測終了後に、再びPOMSを実施した。

### 2.4 指圧部位

自律神経に作用し、倦怠感を改善するとされるツボ1か所、冷えを改善するとされるツボ2か所、抑うつ状態を改善するとされるツボ4か所の計14か所を左右の手指から上腕へ指圧した。

### 2.5 分析方法

皮膚表面温度は左右の母趾(a)、小趾(b)、第3趾(c)、足背(d)、足首(e)、下腿(f)の計12か所を測定ポイントとした。温度変動が類似していたポイントをA.末梢(a,b)、B.足背(c,d)、C.下腿(e,f)の3か所に分類して比較した。皮膚表面温度と心拍数の比較には、ダネット法による分散分析、POMSは対応のあるt検定で比較した。分析にはSPSSを用い、有意水準は5%とした。

## 3. 結果

### 3.1 皮膚表面温度の指圧実施前後の比較

指圧実施前と指圧実施直後から15分後までのA、B、Cでの1分毎の変化を図1に示す。A、B、Cすべてにおいて介入前の温度と比較して有意に低下し、介入直後が最低温度となった。末梢では、指圧実施前と比較し、すべての時間で有意に低かった。足背は、2分後までは有意に低く、直後と10分以降の比

手指の指圧に対するリラクゼーション効果の検討

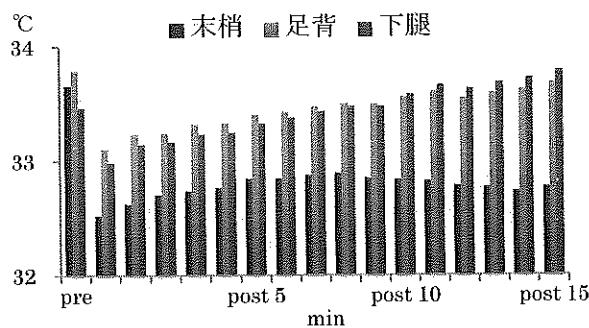


図1. 皮膚表面温度の経過時間での変化(n=11)

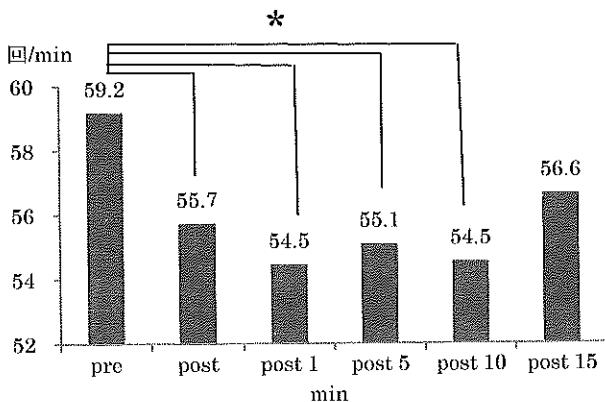


図2. 心拍数の変動の比較(n=11)

較では有意に高くなかった。15分後には、介入前と比べて-0.1°Cの変化量であった。下腿は実施直後と比較すると、6分後から有意に高くなり、15分後は介入前と比較し0.2°Cの上昇であった。

表面温度変化パターンを個別に見ると、2名が指圧実施15分後まで低下し続けていた。

### 3.2 心拍数の実施前後の比較

指圧実施前から15分までの心拍数の変化を図2に示す。指圧実施前の心拍数と比較し、指圧実施直後から10分後まで有意に低下した。

### 3.3 POMSの実施前後の比較

指圧実施前後の6尺度のT得点の変化を図3に示す。「T-A(緊張-不安)」「D(抑うつ-落込み)」「F(疲労)」「C(混乱)」の4つの尺度において、指圧実施後、有意に低下した。

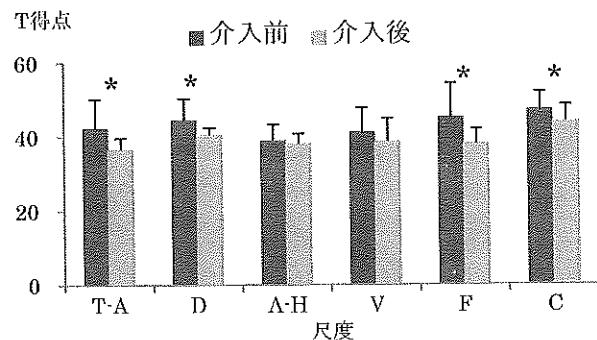


図3. POMS 下位尺度の比較(n=11)

### 4. 考察

指圧実施後に皮膚表面温度は上昇する傾向にあり、心拍数の低下や気分の安定が見られた。これは指圧によって副交感神経が優位となり、リラックス状態を作り出せたと言える。

指圧実施直後の皮膚表面温度の低下は、ヒトは覚醒状態から睡眠に入ると皮膚血管の拡張による皮膚温の上昇が起こることされていることから、血管が拡張し、皮膚からの熱放散が増大したためと考えられる。河内<sup>1)</sup>は、「指圧やマッサージで体表にあるツボを刺激することで患者の自律神経の安定をはかり、心と体をリラックスさせて眠りに導くことができる」と述べているが、今回の結果からも、指圧はリラクゼーション効果が保たれ、リラックスを与えることができると言える。本研究の限界としては、被験者数が少なく、また、末梢の皮膚表面温度が低下し続けた被験者もいることから、被験者を増やすして検討することが課題である。

### 5. 引用・参考文献

- 1) 河内香久子. 睡眠援助のための指圧マッサージ. 月刊ナーシング(1997);17(7):74-79
- 2) 山本光璋, 中尾光之. 睡眠学ハンドブック. 日本睡眠学会編. 朝倉書店(1994)

### [連絡先]

田村幸恵

埼玉県立大学

〒343-0540 埼玉県越谷市三野宮 820 番地

e-mail : 1111072s@spu.ac.jp

# 疑似いびきの周波数解析による閉塞型無呼吸症候群のスクリーニング技術の開発

～フォルマント周波数と声道の関係～

○田谷 啓祐, 吉沢 昌純

(都立産業技術高等専門学校)

Develop a screening technique of obstructive sleep apnea syndrome by frequency analysis of pseudo-snoring,  
—Relation between formant frequency and vocal tract—

Keisuke Taya, Masasumi Yoshizawa

(Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology)

## 1. はじめに

現在、閉塞型無呼吸症候群は、昼間の耐え難い眠気による交通事故や、原因不明の不調の原因となり、社会問題となっている。この病気は自覚症状が少なく発見が遅れてしまうため、知らないうちに症状が悪化する。症状が進行すると、合併症(脳梗塞、心筋梗塞、動脈硬化、他)等により死につながることがある。早期発見を可能とする既存の検査装置もある。しかし、体にいくつものセンサを取り付けて寝る必要があるため、患者の負担が大きく検査を受けにくい。そこで、本研究室では、通院時や集団検診等、覚醒時の閉塞型睡眠時無呼吸症候群のスクリーニング手法を開発することを目的とし、研究を行なっている。

これまでの研究から、①健常者と無呼吸症候群患者では、いびきの第一フォルマント周波数に違いがみられる事<sup>(1)</sup>、②体型により覚醒時の疑似いびき音のフォルマント周波数が異なる事<sup>(2)</sup>、③覚醒時の姿勢により疑似いびき音の第一フォルマント周波数が異なる事<sup>(3)</sup>が分かった。これらから、覚醒時でも姿勢変化により睡眠時に近い声道の閉塞状態が再現できるなら、覚醒時における無呼吸症候群患者の診断の可能性がある。そこで今回、姿勢と声道の状態(口腔を閉塞した状態、鼻を閉塞した状態)の違いにより第一フォルマント周波数がどのように変化するかを検討した。

## 2. 原理

覚醒時の姿勢により疑似いびき音の第一フォルマント周波数が異なった<sup>(3)</sup>のは、姿勢により声道の形状が変化したためと考えられる。このことを確認することができれば、第一フォルマント周波数の変化により声道の閉塞状態を検査できる。

### 2.1 疑似いびき音

いびきの音が軟口蓋振動音であるという点に注目し、覚醒時に、のどの奥を振動させるようないびきを模した音(擬似いびき音)を発してもらい、声道の状態を計測

する。我々は、あらかじめ擬似いびき音の第一フォルマント周波数の特徴が実際のいびきの特徴とよく一致することを確認している<sup>(2)</sup>。

### 2.2 姿勢変化が声道に与える影響

いびきは、軟口蓋や舌根が呼吸をしたときに振動する現象であり、その音程は気道等の形や大きさ、長さにより異なる。座っている状態から姿勢を変化させると、軟口蓋や舌根の形状が重力により変形する。このため、姿勢を変えた時に声道の形状、長さ等が変化する。

### 2.3 声道状態が第一フォルマント周波数に与える影響

声道には鼻腔も含まれるため、口腔と鼻腔の閉塞状態により第一フォルマント周波数が変化すると考えられる。前述の姿勢変化により、口腔、あるいは鼻腔が閉塞したため、擬似いびきの第一フォルマント周波数に違いが生じたと考えられる。これを確認するためには、擬似的に口腔、あるいは鼻腔を閉塞し、擬似いびき音を发声してもらい、その第一フォルマント周波数を解析すれば良い。

## 3. 実験方法

### 3.1 解析装置の概要

今回、覚醒時の疑似いびき音をマイクにてマイコンSH7262に入力し、周波数解析をした。図1に実際の解析装置を示す。

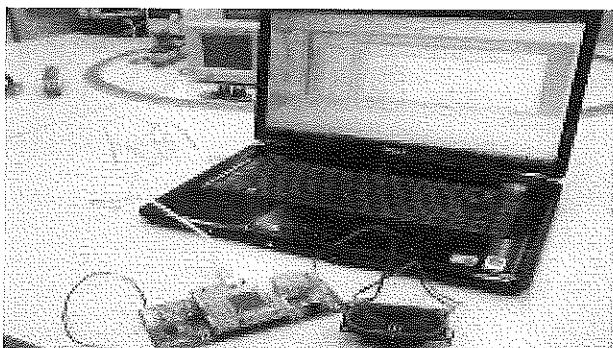


図1 解析装置

### 3.2 データの収集と解析

今回、疑似いびき音を予め録音し、そのデータを解析装置にライン入力し、解析した。入力したいびき音がある区間で一定の区間で取り込み、線形予測法にて周波数解析をすることにより第一フォルマント周波数を求めた。それを数回繰り返し、得られた第一フォルマント周波数の平均値を求め、それをいびきの特徴とした。以上の手法にて、以下の検討を行った。

### 3.3 疑似的に声道閉塞時のフォルマント周波数変化

座った状態、横になった状態で、口腔を閉塞したとき、鼻腔を閉塞したときの疑似いびき音について、表1に示す各特徴を持つ4人の被験者に対し検討を行った。まず、仰向けの状態の安静時に擬似いびき音を測定し、次に、鼻を押さえ鼻腔を閉塞して疑似いびき音を測定した。その後、鼻を押さえたまま体を起こし座った状態で、疑似いびき音を測定した。同様に、仰向けの状態と体を起こした状態について口腔を閉じた時の疑似いびき音を測定した。

表1 声道の疑似的閉塞時の被験者

	年齢・性別	体の特徴
被験者1	20代・男性	身長が低く小太り
被験者2	20代・男性	鼻炎の症状あり
被験者3	20代・男性	体格普通無呼吸の傾向なし
被験者4	20代・男性	体格普通無呼吸の傾向なし

### 4. 結果

測定結果を図2に示す。結果から疑似的に鼻腔および口腔を閉塞させると、擬似いびき音の第一フォルマント周波数は安静時より上昇する傾向が見られる。また、被験者1では安静時から鼻腔を閉じた時のフォルマント周波数の変化が小さい。被験者2は安静時から鼻腔を閉じた時の第一フォルマント周波数が一番大きく変化する傾向が見られる。被験者3、4の第一フォルマント周波数を比べると、被験者3では鼻腔を閉じた時のほうが高く、被験者4では口腔を閉じたときのほうが高い傾向が見られる。

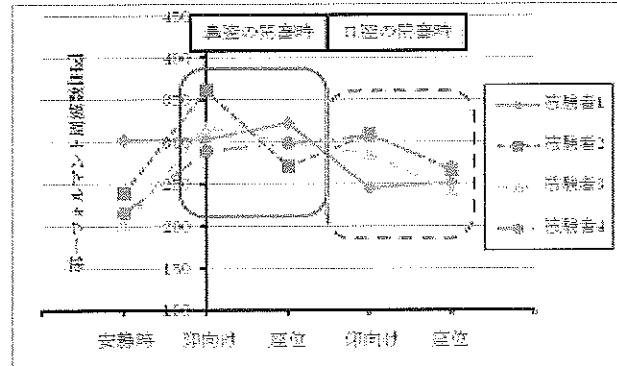


図2 計測結果

### 5. 考察

まず、安静時から声道を疑似的に閉塞した状態にしたときの第一フォルマント周波数が高くなった原因について考察する。声道を疑似的に閉塞すると、擬似いびき音を発声のために振動させる軟口蓋や舌根の領域が狭くなり、早く振動したためと考えられる。

次に、各被験者に対して考察する。安静時と鼻腔を閉じた時の第一フォルマント周波数の変化が小さい被験者1の原因を考える。被験者1は、安静時の第一フォルマント周波数が被験者中で一番高く、体の特徴より仰向け直後に閉塞に近い状態になっているためと考えられる。被験者3,4について考える。2名の体格はほぼ同じである。しかし、被験者3では鼻腔を閉塞した時の第一フォルマント周波数が高く、被験者4では口腔を閉じた時に高いという違いが見られた。これは、擬似いびき音を発声させる際、声道内で振動させる場所(軟口蓋、舌根)に個人差があるからと考えられる。被験者2についても、特に鼻炎の影響は見られず、発生場所の個人差ではないかと考えられる。なお、今後、安静時の座位と声道の閉塞の関係についても比較検討が必要である。

### 6. まとめ

今回、姿勢と声道の状態(口腔を閉塞した状態、鼻腔を閉塞した状態)の違いにより第一フォルマント周波数がどのように変化するかを検討した。その結果、口腔と鼻腔の閉塞が、第一フォルマント周波数の高くなる原因である事が確認できた。また、仰向けになった時点で声道が閉塞しやすい場合は鼻腔を閉塞しても変化が少ない事が確認された。さらに、擬似いびき音を発声させる際、声道内で振動させる場所(軟口蓋、舌根)に個人差がある事が分かった。今後、この影響と安静時の座位と声道の閉塞の関係についても検討が必要である。さらに、計測時の姿勢を考慮した体格差による補正法を検討し、それを実際の無呼吸症候群患者に適用し、健常者とどの程度識別できるかを検討する予定である。

### 7. 参考文献

- (1) 加藤他、“いびきの特徴抽出による無呼吸症候群の検査装置の開発”、第12回DSPS教育者会議予稿集、pp.63-64.
- (2) 山崎他、“いびきの特徴抽出による閉塞型睡眠時無呼吸症候群の簡易検査装置の開発—BMIを用いた個人差の軽減方法の検討—”、信学技報、pp.25-26.
- (3) 田谷他、“いびきの特徴抽出による無呼吸症候群の検査装置の開発—疑似いびき音の姿勢変化に対する周波数特性の変化—”、第14回DSPS教育者会議予稿集、pp.27-28.

日本人間工学会 関東支部 第42回大会

大会長／徳田哲男

第18回卒業研究発表会運営委員会

委員長／矢口博之 (東京電機大学)  
委 員／阿久津正大 (玉川大学)  
三林洋介 (都立産業技術高専)

2012年度  
日本人間工学会 関東支部 第42回大会  
第18回卒業研究発表会 講演集  
(2012年12月1日発行)

発行：日本人間工学会・関東支部第42回大会  
第18回卒業研究発表会運営委員会  
運営委員長 矢口 博之

印刷：有限会社シープリント  
神奈川県横浜市中区長者町 4-9-8-802