

東海大学紀要

情報理工学部

Vol. 22 2022

目次

紀要論文

ストループ課題を指標とした色の認知・短期記憶の呈示視野の影響

…………… 川島淨子, 馮瓊心, 水口美初, 高雄元晴 1

研究室紹介

エンターテインメント研究室（小坂研究）	…………… 小坂 崇之	7
安全・安心のための情報メディアに関する研究	…………… 宇津 圭祐	9
バーチャルリアリティに関する研究事例紹介	…………… 濱本 和彦	11
情報社会の問題を考える	…………… 丸山 有紀子	13
人間工学研究室（辛島光彦）	…………… 辛島 光彦	15
表面加飾技術による不可視デジタル情報の研究事例紹介	…………… 前田 秀一	17
安全・安心・快適な社会の実現を目指す（内田研究室）	…………… 内田 理	19
人の特性に基づいたメディア活用に関する研究事例紹介	…………… 柴田 隆史	21
情報通信用光結合素子と体積型 3D ディスプレイ	…………… 藤川 知栄美	23

PROCEEDINGS
OF THE
SCHOOL OF INFORMATION
SCIENCE AND TECHNOLOGY
TOKAI UNIVERSITY

SERIES J
CONTENTS

VOL.22 2022

PAPERS

The visual field bias on visual short time memory of color -A Stroop Test Study-			
..... Seiko Kawashima, Qiongxin Feng, Miu Mizuguchi, Motoharu Takao			1
Entertainment System Laboratory (KOSAKA Lab.)		KOSAKA Takayuki	7
Researches Related to the Information Media		Keisuke Utsu	9
Technology for the Safe and Secure Society			
Introduction of research on Virtual Reality		Kazuhiko Hamamoto	11
Considering Issues in the Information Society		Yukiko Maruyama	13
Human Factors and Ergonomics Laboratory		Mitsuhiko Karashima	15
(Karashima Lab.)			
Research of Invisible Digital Information using		Shuichi Maeda	17
Surface Decorating Technology			
Studies for the Realization of a Safe, Secure,		Osamu Uchida	19
and Comfortable Society (Uchida Laboratory)			
Introduction of Research on Media Utilization		Takashi Shibata	21
Based on Human Characteristics			
Optical elements for information communication		Chiemi FUJIKAWA	23
and volumetric 3D display			

ストロープ課題を指標とした 色の認知・短期記憶の呈示視野の影響

川島淨子^{*1}, 馮瓊心^{*2}, 水口美初^{*3}, 高雄元晴^{*4}

The visual field bias on visual short time memory of color -A Stroop Test Study-

Seiko Kawashima, Qiongxin Feng, Miu Mizuguchi, Motoharu Takao

(received July 22, 2022 & accepted Aug. 11, 2022)

Abstract

In previous studies on the influence of the presenting visual field of color stimulus on visual short-term memory, the right visual field is known to be dominant in recognition of colors for different color categories. In this study, as a further investigation, we investigated whether the same right visual field is dominant even when a Stroop task targeting Chinese characters meaning color is added to the color stimuli as a disturbing stimulus. The results showed that the expected right field domination was not confirmed, but instead the response was significantly faster and more accurate for the kanji character "red" than for the other color kanji characters. This might be due to the possibility that was the pop-out stimulus, and was directed to the highly visible "red".

Keywords: 1. visual short-term memory 2. color 3. spatial representation 4. visual field 5. recognition 6. Stroop effect

1. 諸言

身体は内外で刺激を受け取ると、感覚器官内の感覚細胞に興奮を起こし、その後、感覚器官の信号は知覚神経、中枢神経に伝達される。眼球内に入射した光は、網膜の最外層にある錐体でとらえられ、網膜においてごく短時間だけ視覚性感覚記憶 (visual sensory memory: VSM) として保持される。モノの形、色、動き等の視覚情報は、網膜にある網膜細胞から大脳皮質の後頭葉を経て、側頭葉、頭頂葉に至る経路で処理される。その中でも色情報は、脳に送られた後、第一次視覚野、第二次視覚野を経て、脳の表層の下側頭葉にある第四次視覚野に伝えられ、視覚性短期記憶 (visual short-term memory: VSTM) として一時的に登録される。哺乳動物の中でもヒトやサルといった霊長類は、食用の果物と毒性の植物を判別するために、多くの色を瞬時に認知し脳内で処理する色覚の能力を具えている (Gray P, 2002)。

はじめに、色の認知・記憶に関する研究について述べる。色の記憶は言語、視覚のいずれに依存するのかについて、これまで多くの研究が行われ、現在は言語すなわち色の名前で認知・記憶するという考えが主流となっている。苧坂 & 池田 (2006) は、色カテゴリーに着目し、機能的磁気共鳴脳画像法 (f-MRI) を用いた記憶の過程で機能する脳の部位の研究を行い、色カテゴリーが異なる複数の色を認識する場合は左半

球の下前頭回や下頭頂小葉が強く活動する言語的ワーキングメモリーが働き、一方で、同じ色カテゴリー内の複数色を認識する場合は右半球の下前頭回が強く活動する視覚的ワーキングメモリーが働くことを明らかにした。色のカテゴリーとは、安定して用いられる共通した 11 の基本色名 (白、黒、赤、緑、黄、青、茶、オレンジ、紫、ピンク、灰) によってグルーピングされる色空間の範囲であり、様々な言語に存在する。これら 11 色の基本色名と形容詞を組み合わせると、日常的に用いられる色のほとんどが網羅される。

次に、視覚的短期記憶における視覚刺激の呈示視野 (上、下、右、左) の影響に関する研究について述べる。Feng & Spence (2014)、Levine & McAnany (2005) は、呈示視野が短期記憶に与える影響には異方性があることを明らかにしている。Previc (1996)、Feng & Spence (2014) は、視覚探索、カテゴリーカル判断の研究において下視野に比べて上視野は優れることを報告しているが、それに反し、Genzano & Nocera & Ferlazzo (2001)、Rezec & Dobkins (2004) は 8 つのブロック図形の再認、形状識別の研究において、下視野に比べて上視野が劣るという逆の報告をしており一貫していない。川島 & 島田 & 林 & 高雄 (2021b) は、色の再認の研究において、呈示視野は下視野、上視野と比べて右視野が有意に正答率が向上することを見出し、これは前述の色カテゴリーが異なる場合の色の認識 (脳の左半球による右視野の優位性)、および視覚刺激の特徴に向けられた注意による表象 (representation) の生成によると報告している。表象とは知覚にもとづいて意識に現れる外界対象の像であり、認知において記憶される刺激物である (兵藤, 1994)。

* 1 博士課程, 東海大学総合理工研究科
* 2 修士課程, 東海大学工学研究科電気電子工学専攻
* 3 学部生, 東海大学情報理工学部情報科学科
* 4 教授, 東海大学情報理工学部情報科学科

また、ヒトは日常のさまざまな場面で、外部から入力される多くの情報を統合して認識する。外部から入力された情報が矛盾なく一致すれば認識はスムーズに進行するが、矛盾があると認知は妨害され、認識の遅延や誤認識が生じることがある。認知活動における妨害刺激（distracter）の代表的な課題にストループ課題がある（Stroop,1935）。ストループ課題とは、色名を示す文字において、文字の色から認識される色情報と文字の意味から認識される色情報が一致しない場合、ヒトはその情報を直感的に理解できない、あるいは正しく理解するのに時間がかかる。色名を示す漢字（以後、色名漢字と称する）では、たとえば青色で書かれた赤という色名漢字は、赤色で書かれた赤という漢字より理解するのに時間がかかり、正しく認識できない。

また妨害要因の干渉には非対称性が存在することも知られている。干渉の非対称性を、文字を例にあげて説明する。文字の色から認識される色情報と文字の意味から認識される色情報が一致しない条件において、文字の色情報を答える課題ではお互いが干渉し合って正しく理解できず、答えるのに時間がかかる。しかし一方で、文字の意味から認識される色情報を答える課題では干渉を受けない。これはヒトはまず色よりも文字を認識しようとする事に因るとされている（大道,2007）。このように、これまでのストループの研究は、主に刺激の属性（言語、表音文字・表意文字）を変化された研究が中心であり（MecLead, 1967）、視覚刺激の呈示視野に及ぼす影響に関する研究は少ない。そこで本研究では、視覚性認知・記憶における色刺激の認知、記憶に及ぼす影響のさらなる研究として、色刺激に、妨害刺激として、色名漢字を対象としたストループ課題を加えた場合でも、前述同様に右視野が優位であるかどうかについて検討した。

2. 方法

2.1 被験者

本研究には、心身ともに健康であり、課題の遂行に支障のない視力（矯正視力を含む）と色判断が可能な視覚を有する 15 名の男女大学生が被験者として参加した（男性 13 名、女性 2 名、年齢：平均 20.9 才（年齢幅 20～22 才））。被験者は右利き 14 名、左利き 1 名であった。研究はヘルシンキ宣言に則り、実験開始前に被験者からインフォームドコンセントを取得するとともに個人情報保護をはかった。なお研究の実施にあたり東海大学の研究倫理委員会の承認を得た。

2.2 実験環境

色名漢字は、縦横比 16:9、解像度 1920×1080 ピクセルの 27 インチ液晶ディスプレイ（LG 27MP38VQ, CHINA）で呈示した。刺激は図形・画像ソフトウェア Canvas14（ACD Systems,東京）で作成し、課題は心理学用実験制御プログラムソフトウェア SuperLab6（Cedrus Corporation, CA, USA）を用いて制御した。実験はシールドルーム内で行い、被験者はディスプレイとの距離 56cm の位置に座り、あご台であごを固定した。測定環境は温度 25.2℃（22.0～26.5℃）、机上面での平均照度は 254 lx（210～283 lx）であった。色刺激の輝度、色度測定は、分光放射計 SR-3A（TOPCON,東京）を用いて行った。色度は CIE1931 色度座標 x,y で示した。

2.3 刺激

色名漢字によるストループ課題を図 1 に示す。色名漢字は、日本語の色の 3 原色（赤、青、緑）および黄の 4 つの漢字とし、フォントは MS 明朝で、各視野の中央に配置した。各色名漢字の色は、赤色（35.6 cd/m², x=0.6388, y=0.3343, R : G : B=255: 0: 0）、青色（16.8 cd/m², x=0.1627, y=0.0909, R : G : B=0 : 0 : 255）、緑色（102 cd/m², x=0.3219, y=0.6161, R : G : B=0 : 255 : 0）、黄色（165 cd/m², x= 0.4357, y=0.5165, R : G : B=255 : 255 : 0）として、大きさは視角 10.1° ×10.1° とした。刺激は灰色（37.7 cd/m², x= 0.3184, y=0.3315, R : G : B = 139 : 139 :139）の画面上に呈示した。色名漢字は、図 1 に示すように、画面の 4 つの視野（右上、右下、左上、左下）に、画面中央部から視角 9.1°～19.2°の位置に配置し、ディスプレイの左右両端には刺激を配置しなかった。色名漢字の色情報と漢字そのものの意味から認識される色情報が一致する色名漢字

	右上	右下	左上	左下
赤一致	緑 赤 黄 青	黄 緑 青 赤	赤 青 緑 黄	青 黄 赤 緑
青一致	赤 青 緑 黄	緑 赤 黄 青	青 黄 赤 緑	黄 緑 青 赤
緑一致	黄 緑 青 赤	青 黄 赤 緑	緑 赤 黄 青	赤 青 緑 黄
黄一致	青 黄 赤 緑	赤 青 緑 黄	黄 緑 青 赤	緑 赤 黄 青

図 1 色名漢字によるストループ課題

色名漢字の色情報と漢字そのものの意味から認識される色情報が一致する色名漢字を 4 つの視野のうちの 1 つに配置し、残りの視野には色名漢字の色情報と漢字そのものの意味から認識される色情報が異なる色名漢字を呈示した。

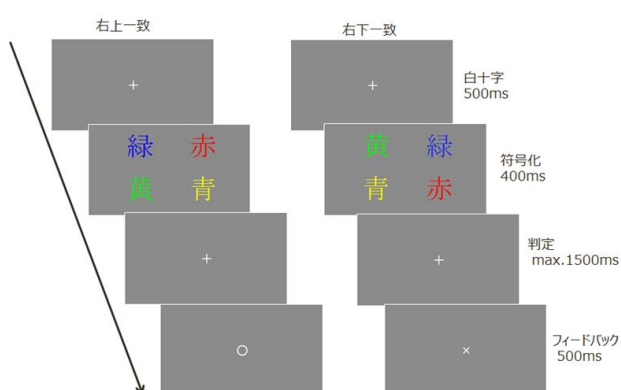


図 2 実験フロー

500ms 間、白十字+を見続ける。次に刺激を 400ms 間呈示し、符号化を行った。続いて画面は自動で最初の白十字の画面に変化し、色名漢字の色情報と色名漢字そのものの意味から認識される色情報が一致する色名を表す漢字が呈示されている視野を判断し、判断でき次第、手元の 4 つのボタン（右上、右下、左上、左下）を押した。応答は最大 1500ms とした。最後に、被験者の回答が正解か否かをディスプレイに表示（正解：○、不正解：×）し、フィードバックを行った。

を 4 つの視野のうち 1 つに配置し、残りの視野には両者が異

なる色名漢字を呈示した。色名漢字の色情報と漢字そのものの意味から認識される色情報が一致する色名漢字（以降、「赤」、「青」、「緑」、「黄」とする）は、1 実験あたり同数発生させた。

本研究において実施したストループ課題の実験フローを図 2 に示す。被験者には 500ms 間、画面中央の「白十字

(162cd/m^2 , $x=0.3172$, $y=0.3300$, $R:G:B=255:255:255$)」を注視させた。その後、被験者は最後まで中央を見続けた。次に符号化画面として最初の色刺激を 400ms 間呈示した。その後再び白十字の画面が呈示され、ここで被験者には色名漢字の色情報と色名漢字そのものの意味から認識される色情報が一致する色名を表す漢字が呈示されている視野を判断し、判断でき次第、出来るだけ速く手元の応答パッド RB-844 (Cedrus Corporation, CA, USA) の 4 つのボタン（右上、右下、左上、左下）を押すよう教示した。応答は最大 1500ms とした。応答パッドは、パッド $16.1\text{cm} \times 24.1\text{cm}$ 、ボタン $2.8 \times 3.8\text{cm}$ 、ボタン間隔 7.6cm と大きいものを用い操作性を向上させた。応答に使用した手は両手であり、応答パッドの 4 つのボタンに、右上視野は右上のボタンに右手人差し指を、右下視野は右下のボタンに右手親指を、左上視野は左上のボタンに左手人差し指を、左下視野は左下のボタンに左手親指をそれぞれ置いた。最後に、被験者の回答が正解か否かをモニターに表示（正解：○、不正解：×）し、フィードバックを行った。これら一連の課題が 1 試行であり、実験は 1 ブロック 16 試行を 8 ブロック、合計 128 試行で構成した。被験者には、1 ブロック（16 試行）が終了すると、実験を続けて行うか否かを自身で選択させ、休息を設けることで疲労対策とした。実験後、被験者に目の疲れはあるか、どのように認識したか、認識しやすい色名漢字、色、視野はあったか等の内観をとった。被験者には、まず予備試行として 64 試行を行い、後日、本研究として 128 試行を行った。

2.4 データ解析

反応時間は回答が正答であった際の被験者が応答するまでの時間、正答率は被験者の回答が正答であった比率とした。1 試行に対し、2 回以上ボタンを押したとしても、2 回目は反応時間に反映させなかった。反応時間、正答率は被験者毎にデータをまとめた。15 名のうち、平均反応時間、および平均正答率が標本平均±標本標準偏差の 3 倍値を超えた被験者がいなかったことから、全てのデータを用いた。統計解析では、SPSS 19 (IBM、東京) を用いて、色（赤、青、緑、黄）、視野（右上、右下、左上、左下）の 2 因子の繰り返しのある場合の二元配置分散分析を行い、下位検定は Tukey 法により行った。有意差水準は 5%未満とし、データはすべて平均±SE で示した。

3. 結果

反応時間について、視野別、色別の二元配置分散分析を行い、図 3 (図 3-A 視野別の反応時間、図 3-B 色別の反応時間) に示す。二元配置分散分析を行ったところ、図 3-B に示したとおり、反応時間は 4 つの視野に有意な差はみられなかった ($F(3,42)=0.548$, ns)。色の主効果は有意であり ($F(3,42)=18.097$, $p<0.001$)、「赤」の反応時間は、「青」、「緑」、「黄」の反応時間より有意に短縮した。視野と色の 2 因子の反応時間の交互作用は有意ではなかった ($F(3,42)=1.146$, ns)。反応時

間の下位検定の結果を図 4 に示す。図 4 (図 4-右上、図 4-右下、図 4-左上、図 4-左下) は、実際の視野と合わせて、図中の右上、右下、左上、左下の位置に示す。いずれの視野も「赤」の反応時間が、他の反応時間より有意に短い事が確認された (右上視野の「赤」と「黄」の比較: $p=0.025$ 、右下視野の「赤」と「青」の比較: $p=0.016$ 、「赤」と「緑」の比較: $p=0.007$ 、「赤」と「黄」の比較: $p=0.006$ 、左上視野の「赤」と「緑」の比較: $p=0.007$ 、「赤」と「黄」の比較: $p=0.038$ 、左下視野の「赤」と「緑」の比較: $p=0.008$)。その他では反応時間は有意な差は見られなかった (いずれも ns)。

次に、正答率について、視野別、色別の二元配置分散分析を行い、図 5 (図 5-A 視野別の正答率、図 5-B 色別の正答率) に示す。正答率に関しては 4 つの視野の有意な差はみられなかった ($F(3,42)=0.548$, ns)。色別の正答率のうち、色の主効果において有意に向上した ($F(3,42)=10.957$, $p<0.001$)、「赤」の正答率は、「緑」、「黄」の正答率より、また、「青」は、「緑」、「黄」の正答率より有意に向上した。視野、色の 2 因子の反応時間の交互作用は有意ではなかった ($F(3,42)=1.680$, ns)。正答率の下位検定の結果を図 6 に示す。図 6 (図 6-右上、図 6-右下、図 6-左上、図 6-左下) は、実際の視野と合わせて、図中の右上、右下、左上、左下の位置に示す。下位検定の結果、左上視野では、「赤」の正答率が「緑」、「黄」の正答率より有意に向上する事が確認された (「赤」と「緑」: $p=0.027$ 、「赤」と「黄」: $p=0.027$)。左下視野の視野では、「赤」、「青」の正答率は、「黄」の正答率より有意に向上する事が確認された (「赤」と「黄」: $p=0.004$ 、「青」と「黄」: $p=0.006$)。その他の正答率に有意な差はみられなかった (いずれも ns)。

4. 考察

本研究は視覚性認知・記憶における色刺激の認知、記憶に及ぼす影響のさらなる研究として、色刺激に、妨害刺激として、色名漢字を対象としたストループ課題が加えた場合でも、前述同様に右視野が優位であるかどうかについて検討した。その結果、反応時間は呈示視野による有意な差はなく、色として「赤」という特定の色の反応時間に有意な差がみられた。「赤」は、「青」、「緑」、「黄」より有意に反応時間が短縮した。下位検定の結果、「赤」は全てではないもののどの視野においても反応時間は有意に短縮することがわかった。回答の正答率も呈示視野による有意な差はなく、色による有意な差がみられた。下位検定の結果、「赤」、「青」は「緑」、「黄」より正答率が有意に向上することがわかった。

はじめに、予想していた右視野の優位性が消失した点について述べる。視覚情報処理過程の高次視覚情報処理が関与した可能性があると考え。外界からの豊富な情報の処理は、視覚情報処理の過程において、様々な特徴（属性）に対して段階的に処理されることが知られている。まず、初期視覚と称される低次視覚では、明るさ、色、運動、奥行き等の独立した特徴（属性）が抽出される。特徴（属性）が複数存在する場合には、情報は特徴統合され、トップダウン的に高次視覚情報として処理される (横澤,1999)。今回のストループ課題の情報処理は、色名漢字の色情報と漢字そのものの意味から認識される色情報の 2 つの特徴（属性）であったことから、後者の特徴統合を経て処理される高次視覚情報であったと推測される。しかし一方

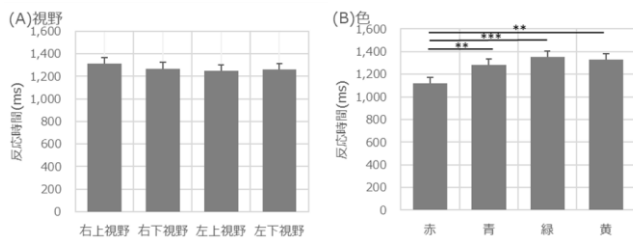


図 3 反応時間

(A) 視野別の反応時間 色名を表す漢字の色情報と色名を表す漢字そのものの意味から認識される色情報が一致する色名を表す漢字が呈示された視野が右上視野、右下視野、左上視野、左下視野の条件の時の反応時間を示す。

(B) 色別の反応時間 色名を表す漢字の色情報と色名を表す漢字そのものの意味から認識される色情報が一致する色名を表す漢字の色が赤、青、緑、黄の条件の時の反応時間を示す。

***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$

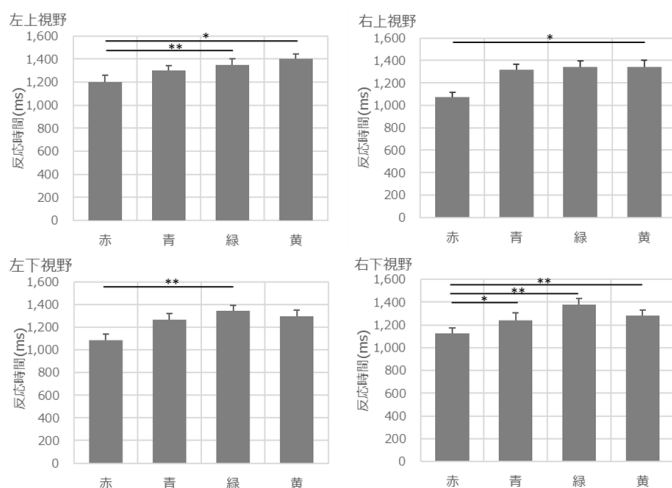


図 4 反応時間

反応時間の下位検定の際の色名を表す漢字の色情報と色名を表す漢字そのものの意味から認識される色情報が一致する色名を表す漢字が呈示された視野が右上視野、右下視野、左上視野、左下視野の条件の時の反応時間を示す。実際の視野と合わせて、右上視野、右下視野、左上視野、左下視野の位置に、色名を表す漢字の色情報と色名を表す漢字そのものの意味から認識される色情報が一致する色名を表す漢字の色が赤、青、緑、黄の条件の時の反応時間を示す。

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

で、これまでに刺激の呈示視野の影響があることが知られている課題は、独立した 1 つの特徴 (属性) の低次視覚で処理であった。そのため、今回は予想していた右視野の優位性が消失したと考えられた。

次に、色として「赤」という特定の色の反応時間が有意に低下し、回答の正確さで有意に向上した点について述べる。本研究の刺激は、4 つの視野 (右上、右下、左上、左下) に呈示された 4 つの色名漢字の中から、色名漢字の色情報と色名を表す漢字そのものの意味から認識される色情報が一致する色名を表す漢字が呈示されている視野を選択する課題であったが、これが視覚探索課題 (visual search task) となった可能性があると考えられる。視覚探索とは、類似した刺激の中から特定の属性をも

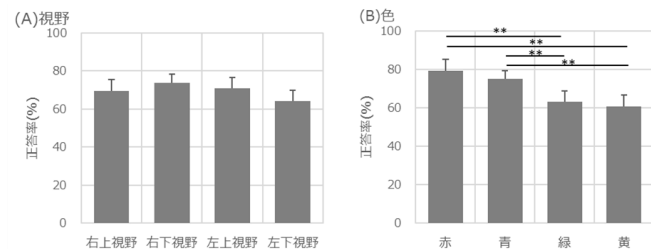


図 5 正答率

(A) 視野別の正答率 色名を表す漢字の色情報と色名を表す漢字そのものの意味から認識される色情報が一致する色名を表す漢字が呈示された視野が右上視野、右下視野、左上視野、左下視野の条件の時の正答率を示す。

(B) 色別の正答率 色名を表す漢字の色情報と色名を表す漢字そのものの意味から認識される色情報が一致する色名を表す漢字の色が赤、青、緑、黄の条件の時の正答率を示す。

** : $p < 0.01$

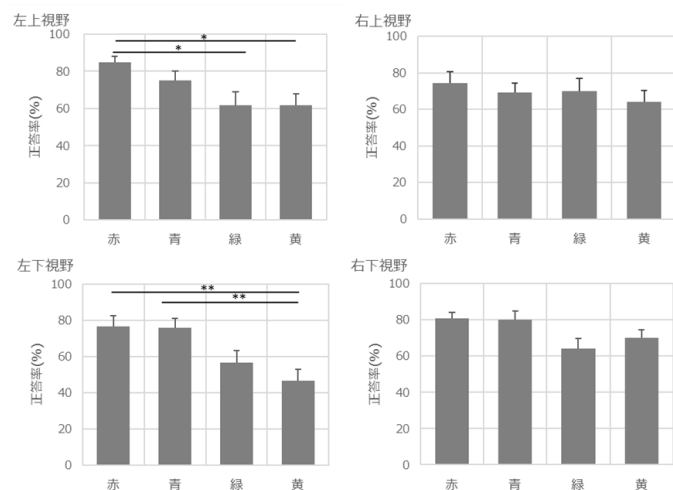


図 6 正答率

正答率の下位検定の際の色名を表す漢字の色情報と色名を表す漢字そのものの意味から認識される色情報が一致する色名を表す漢字が呈示された視野が右上視野、右下視野、左上視野、左下視野の条件の時の正答率を示す。実際の視野と合わせて、右上視野、右下視野、左上視野、左下視野の位置に、色名を表す漢字の色情報と色名を表す漢字そのものの意味から認識される色情報が一致する色名を表す漢字の色が赤、青、緑、黄の条件の時の正答率を示す。

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

つ目標刺激をすばやく検出するものである (横澤 & 熊田, 1996)。本研究の実験後に行った被験者の認識しやすい色名漢字、色、視野等に関する内観において、4 つの色名漢字のうち、15 人中 11 人 (73%) が「赤」という漢字は認識しやすかったと述べ、色は 13 人 (87%) が赤色が認識しやすかったと述べた。以上より、今回の刺激の特徴 (属性) の中では、赤という漢字と赤色という色の両方、または片方が Maljkovic & Nakayama (1994) が報告しているポップアウトのような顕著性 (visual saliency) の高い刺激となり、反応時間が有意に低下し、回答の正確さが有意に向上した可能性があるのではないかと考えた。ポップアウトとは、対象が他の対象から非常に目立ち、ポップアウトして (「飛び出して」) 知覚される現象であ

り、ポップアウトを引き起こす刺激をポップアウト刺激という。Lee, Yang, Romero, & Mumford (2002) は、ポップアウト現象を起こすポップアウト刺激に関する研究で、刺激の中でも陰影により立体に見えるシンプル、かつ数も少ないものがポップアウトを誘発することが明らかにしている。川島、杉野、島田、& 高雄 (2021a) は色の再認に関する研究において、異なる色を提示したほうが同じ色を提示するより反応時間が短縮することを報告し、その要因として色のみを変えたシンプルな色刺激がポップアウト刺激となった可能性を示唆している。

さらに、ポップアウト刺激となった特徴（属性）は、赤という漢字と赤色という色の両方であったのか、または片方どちらかであったのかについて考察する。はじめに、漢字について述べる。漢字の特徴の1つに字画がある。今回用いた4つの漢字の字画は、「赤」は7画、「青」は8画、「緑」は14画、「黄」は11画であり、「赤」と「青」の字画は他の文字より少ない。他の特徴として陰影があるが、「青」の陰影は、「黄」と類似している。前述の内観の結果と以上の漢字の特徴から鑑みると、字画が少なくかつ他の漢字に比べて陰影がシンプルな「赤」という漢字はポップアップ刺激となった可能性が高いと考えられる。Lee, Yang, Romero, & Mumford (2002) や川島、杉野、島田、& 高雄 (2021a) の研究におけるシンプルなポップアウト刺激により反応時間が短縮するとする報告とシンプルという点で一致している。ポップアウトは第四次視覚野より前の第二次視覚野で起こることが報告されている (Lee, Yang, Romero, & Mumford (2002))。以上より、本研究における「赤」という漢字はポップアウト刺激となり反応時間を短縮させた可能性を示唆される。

次に色について述べる。色はポップアウトする属性の1つであることが報告されている (横澤 & 熊田 (1996)) が、赤色が他の色の中でポップアウト刺激となるという報告はこれまでにない。その他の色の特徴としては、赤色は、危険箇所や避難経路等の安全性をだれもが遠くからひと目でわかるように示す色として定義されている JIS 安全色 (赤・黄赤・黄・緑・青・赤紫の6色) の1つであり (JIS Z 9101:2018 (2018)、JIS Z 9103:2018 (2018))、これまでに種々の実証的検討が行われてきた (大島 (1954)、神作 & 福本 (1972))。今回用いた色味は JIS 安全色とはやや異なるものの、色カテゴリーとしては4色いずれも安全色である。また、落合 & 齋藤 (2005) の日本人学生における安全色のリスク認知に関する研究で、赤色は高度の危険を意味する色として認識されやすいことが報告されている。以上のことから、赤色はポップアウト刺激ではなく、視認性の高い要素として、視覚的注意を惹起したと推測される。

最後に刺激の特徴（属性）のうちの「赤」という漢字と赤色という色の相互の情報処理過程について考察する。Treisman & Gelade (1980) は視覚探索課題の代表的なモデルとして、特徴統合理論を提唱した。特徴統合理論では、視覚探索課題には、妨害刺激に対し1つの特徴（属性）を有する目標刺激を探索する特徴刺激 (feature search) 条件と複数の特徴（属性）が結合する目標刺激を探索する結合刺激 (conjunction search) 条件があるとしている (Treisman & Sato (1990))。ストループ課題の特徴（属性）は、色名漢字の色情報から認識される色情報と、漢字そのものの意味から認識される色情報という2つの特徴（属性）を有することから、後者の結合刺激条件といえる。Wolfe JM. (1994) により提唱された誘導探索モデル

(guided search model) では、複数の刺激（属性）である結合刺激において、ポップアウトは逐次行われるとされている。この点でも今回の研究においてもポップアウトが行われた可能性が高いと考える。

本研究では応答パッドを両手で押すよう被験者に求めたため、利き手によって反応時間に差が生じることが懸念された。実際に被験者は15名中、右利きが14名、左利きが1名であったため、利き手である右の応答パッド（右上、右下）の反応時間が短くなる可能性や正答率が向上する可能性があった。しかし、今回の結果では、視野による反応時間、回答の正確さに統計的に有意な差がみられなかったことから、利き手の影響は小さかったと考えた。本研究は色、漢字のみを変化させた視覚刺激を用いた単一実験の条件に限定した結果であることから、結論を断定するには限界があるものと考えている。今後は、他の色刺激や形、妨害刺激などの本研究とは異なる刺激要素を加えた刺激を用いた研究が望まれる。

5. 結論

本研究は視覚性認知・記憶における色刺激の認知、記憶に及ぼす影響のさらなる研究として、色刺激に、妨害刺激として、色名漢字を対象としたストループ課題が加えた場合でも、前述同様に右視野が優位であるかどうかについて検討した。その結果、呈示視野による有意な差はなく、赤という特定の色による反応時間、回答の正確さに有意な差がみられた。「赤」は、「青」、「緑」、「黄」より反応時間より有意に向上した。下位検定の結果、「赤」は、全てではないものの、どの視野（右上、右下、左上、左下）でも反応時間は有意に短縮することがわかった。正答率は、「赤」は「黄」より、「青」は「緑」、「黄」より有意に向上した。これは左上視野、左下視野の特定の視野の影響であった。要因としては、「赤」という漢字がポップアウト刺激になった可能性と、視認性の高い赤色という色に視覚的注意が向けられ、高次情報処理されたことが関連した可能性があると推測される。

引用文献

- Feng J, Spence I. (2014). Upper Visual Field Advantage in Localizing a Target among Distractors. I-Perception, 5: 97-100.
- Genzano VR, Nocera FD, Ferlazzo F.(2001). Upper/lower visual field asymmetry on spatial relocation memory task. Neuroreport, 12: 1227-1230.
- Gray P. (2002). Psychology 4th ed, Worth Publishers NY, USA.
- JIS Z 9101:2018(2018). (図記号-安全色および安全標識-安全標識及び安全マーキングのデザイン通則). 日本産業規格.
- JIS Z 9103:1994(1994). (図記号-安全色及び安全標識-安全色の色度座標の範囲及び測定方法). 日本産業規格
- Lee TS, Yang CF, Romero RD, Mumford D. (2002). Neural activity in early visual cortex reflects behavioral experience and higher-order perceptual saliency, Nat Neurosci, 5: 589-597.
- Levine MW, McAnany JJ. (2005). The relative capabilities of the upper and lower visual hemifields. Vision Res, 45: 2820-2830.

- Maljkovic V, Nakayama K. (1994). Priming of pop-out: I. role of features. *Mem Cog*, 22: 657-672.
- MecLead CM. (1991). Half a century of research on the Stroop effect - an integrative review. *Pol Psychol Bull*, 109: 163-203.
- Previc FH. (1996). Attentional and Oculomotor Influences on Visual Field Anisotropies in Visual Search Performance. *Vis Cogn*, 3: 277-302.
- Rezec A, Dobkins K. (2004). Attentional weighting: A possible account of visual field asymmetries in visual search? *Spat Vis.*, 17: 269-293.
- Stroop JR. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *J. Exp. Psychol.* 18: 643-662.
- Treisman A M, Gelade G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cog Psychol*, 12: 97-136.
- Treisman A M, Sato S. (1990). Conjunction Search Revisited. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 16: 459-471.
- Wolfe. Guided Search 2.0. (1994). A revised model of visual search. *Psychon Bull Rev*, 1: 202-238.
- 大島正光. (1954). 安全と色彩. 日本規格協会.
- 大道通孝, 松永真也. (2007). 継時的 Stroop マッチング課題における刺激属性の一致性効果. 金沢大学教育学部紀要 人文科学・社会科学編, 56: 55-65.
- 苅坂直行, 池田尊司. (2006). 色のワーキングメモリの脳内表現. 日本色彩学会誌, 30: 197-203.
- 落合信寿, 齋藤美穂. (2005). 日本人学生における安全色のリスク認知. 日本色彩学会誌, 29: 303-311.
- 神作博, 福本純一. (1972). 安全色彩の誘目性について. 日本色彩学会誌, 1: 4-14.
- 川島淨子, 杉野貴哉, 島田真聖, 高雄元晴. (2021a). 視覚性短期記憶において、色図形の配置のミスマッチは再認を速める. 日本生理人類学会誌, 26(1): 15-20.
- 川島淨子, 島田真聖, 林良輔, 高雄元晴. (2021b). 色の短期記憶に及ぼす視覚刺激呈示視野の影響. 日本生理人類学会誌, 26(3): 47-53.
- 兵藤宗吉. (1994). 認知心理学と表象―「表象」概念の多義性と曖昧さ―. 心理科学, 16: 45-60.
- 横澤一彦, 熊田孝恒. (1996). 視覚探索 現象とプロセス. 認知科学, 3: 119-138.

研究室紹介：エンターテイメント研究室（小坂研究）

小坂 崇之*

Introductory Article: Entertainment System Laboratory (KOSAKA Lab.)

by

KOSAKA Takayuki*

(received Nov. 21, 2022 & accepted Dec. 20, 2022)

Abstract

In the KOSAKA Lab., we mainly conduct research on Entertainment systems. In this paper, we developed and tested a fetal movement scanner to objectively measure fetal movements. The fetal movement scanner detects the location and in-tensity of fetal movements on a pregnant woman's abdominal skin surface by placing multiple pressure sensors on her abdomen.

Keywords: Fetal movement, Fetal movement scanner, Pressure Sensor Array.

1.はじめに

東海大学情報理工学部情報メディア学科小坂研究室では、バーチャルリアリティ(VR)技術やセンサ技術を用いて我々が快適にコンピュータと接することができるインターフェースの研究をおこなっている。本稿では、妊婦の胎動を検出し、胎動を共有できる胎動共有システムについて紹介する。

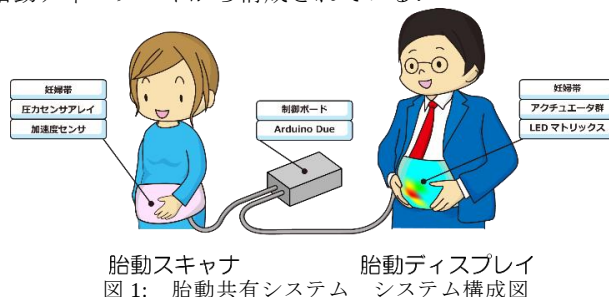
2.胎動共有システム

胎動とは『母胎内で胎児が動くこと。また、その動き。』と表現されている。胎動の自覚には個人差があり、早い人で妊娠 16 週ごろから、多くは妊娠 20 週前後、遅くとも妊娠 22 週ごろまでには初めての胎動を感じる。そして妊娠 30 週後半より胎動は減少し、分娩が近づき胎児の頭が骨盤内に侵入すると、さらに胎動が減少するとされている[1][2]。胎動を感じる時期については個人差が大きく、また、経験の乏しい初産婦よりも経産婦のほうがより早期に胎動を感じるといわれている[3]。大寺ら[4]は、胎動は、胎児の健全性を評価するために有効な方法であると述べている。

胎動は、妊婦のみが自覚可能であり、父親や家族が胎動を感じることは困難である。われわれは、父親や家族が妊婦の胎動を拡張し共有できれば、妊婦だけでなく、生まれてくる子供に対して、愛情をもって接することができるのではないかと考えた。本研究では、圧力センサを腹部に複数配置することで、胎動の場所と強さを客観的に計測する胎動スキャナを用いて胎動を計測し、胎動スキャナで計測した胎動を拡張し疑似的に腹部に再現できる胎動ディスプレイの提案と、胎動の共有が可能なシステムの提案をおこなった。

胎動共有システムのシステム構成図を図 1 に示す。胎動の有無に加え胎動の発生した場所を計測するための胎

動スキャナと、胎動を拡張して疑似的に腹部に再現する胎動ディスプレイから構成されている。



胎動スキャナ 胎動ディスプレイ
図 1: 胎動共有システム システム構成図

2.1 胎動スキャナ

妊婦帯に圧力センサを複数配置することで、妊婦の皮膚表面に現れる胎動を計測できる(図 2)。圧力センサには Interlink Electronics 社製 FSR406 を用いた。大きさは 43.7x43.7mm、感圧領域は 40x40mm である。妊婦帯に上下左右隣り合う距離が等しくなるように FSR406 を 11 個配置した(図 2)。得られた圧力センサ群のデータは、胎動データとして 25Hz で計測を行い 32GB の SD カードに 222 日間記録が可能である。

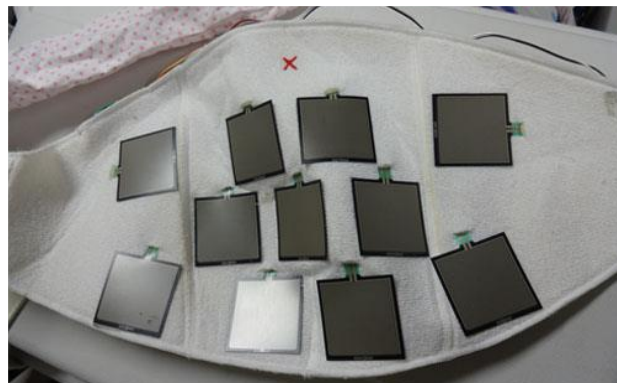


図 2: 胎動スキャナ外観 センサ配置図

* 東海大学 情報理工学部 情報メディア学科

計測時は安静な状態で装着を想定しているが、不慮の動きなどによる圧力センサへの影響も想定される。そこで被験者の動きを計測するために3軸の加速度センサも配置した。計測時、加速度センサに急激な動きがあった場合、圧力センサの値を除外するようにした。

2.2 胎動ディスプレイ

胎動ディスプレイは、計測した胎動を拡張し腹部に再現できるデバイスである。妊婦帯には、フルカラーLEDマトリックス(neopixel)を配置し、外部から胎動の様子を拡張して視覚化ができる。圧力値が低い領域を青色、圧力値が高い値を赤色で表示している(図3)。また、胎動データを腹部3Dモデルにマッピングしモニタに表示し胎動を視覚化できる(図4)。

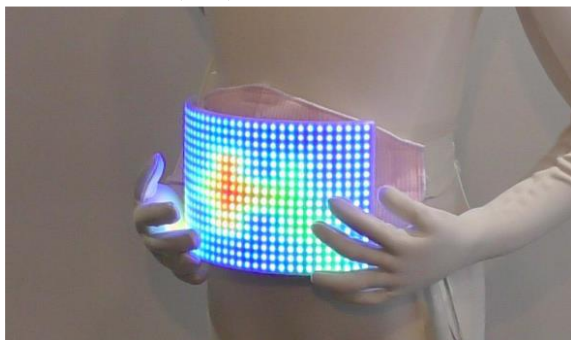


図3: 胎動ディスプレイ(LEDマトリックス図)

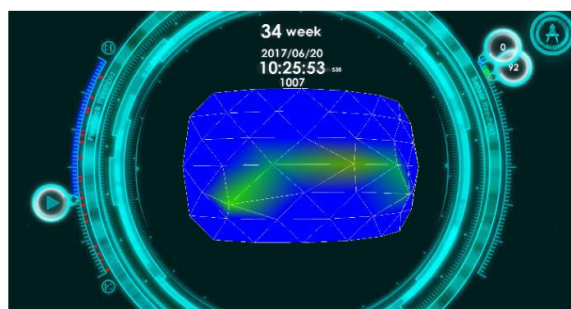


図4: 胎動3Dマッピング

さらにバルーンを用いて腹部に胎動を再現できる(図5)。エアコンプレッサで圧縮した空気を電磁弁で制御し、複数のバルーンを、仮現運動を用いて膨らませることにより腹部に胎動を再現する。妊婦帯に上下左右隣り合う距離が等しくなるようにバルーンを11個配置した。これは、胎動スキャナに配置された11個の圧力センサと位置が対応しており、計測した胎動を再現できる。



図5: 胎動ディスプレイ(バルーン配置図)

3.実験と考察

胎動スキャナで得られた胎動データを用いて胎動の再現をおこなった。実験に用いた胎動データは、既に胎動スキャナを用いて計測された被験者A(妊娠34週)の特徴的な動きのある1分間の胎動を用いた。出産経験者からは、「自分が妊娠しているときは、もっと激しかった気がする」、「妊娠初期の胎動に似ているが、妊娠後期の胎動には蹴る力が弱い」などと妊娠中に感じた自分の胎動と比較する被験者が多く見られた。また「かわいい」、「なつかしい。もう一度妊娠してみたい」などの肯定的な意見も多く見られた。一方、出産未経験者からは、「こんなに動くの?」、「気持ちが悪い」、「くすぐったい」、「(LEDで)表示されているので胎動が動いている(様子が見ることができる)ので、見ていたのしい」などの意見が得られた。胎動をこれまで感じたことがないためか、初めて感じる疑似的な胎動に驚きを感じていた。また一緒にいた妻に「こんなだった?」と会話をする姿を見ることができた。

胎動は個人差が激しいとされており、一概に蹴る力の強弱の判断をすることはできないが、総評として蹴る力が弱いとの意見が多く見られた。そのためバルーンを用いるのではなくソレノイドやサーボモータなどを使い再現性を高めていく予定である。今後は、胎動拡張を用いた夫婦間、家族感でのコミュニケーションツールの構築をおこなっていく予定である。

4.おわりに

本稿では、小坂研究室が研究開発しているエンターテインメントシステムについて紹介した。この研究以外にもゲームを用いた実世界シリアスゲームの研究や、妊婦体験システムの研究開発などもおこなっている。研究室のwebサイト(<http://kosaka-lab.com/>)にも紹介しているので参照して頂きたい。

参考文献

- [1] 正岡直樹,和田真沙美: お腹が小さい,胎動減少,ペリネイタルケア,Vol.31, No.1, pp.46-51(2012).
- [2] 間崎和男, 平川舜: 胎動が激しいがへその緒が巻いてしまわないでしょうか, 周産期医学,Vol.28, pp.186-188(1998).
- [3] 鈴木武徳, 久慈直志: 妊娠から出産まで, 有紀書房(1995).
- [4] 大寺由香, 諸隈誠一, 福嶋恒太郎, 和氣茂樹: 胎児のサインにまつわる最新のトピックス胎動再考何が分かる?どうとらえる?(第2回)胎動と胎動行動,ペリネイタルケア, Vol.29, No.8, pp.60-64(2010).

研究室紹介：安全・安心のための情報メディアに関する研究

宇津 圭祐*

Introductory Article: Researches Related to the Information Media Technology for the Safe and Secure Society

by

Keisuke Utsu*

(received Dec. 15, 2022 & accepted Dec. 20, 2022)

Abstract

We mainly conduct research topics related to the information media technology which contributes to achieve the safe and secure society. In this article, we introduce our research topics which are analytical studies of tweets (Twitter posts) posted at the time of disasters and the application development for the safe and secure society.

Keywords: Information media, Social media, Safe and Secure Society

1. はじめに

東海大学情報理工学部情報メディア学科・宇津研究室では、「安全・安心のための情報メディア」に関する各種テーマに研究を行っている。本稿では、主要なテーマである、災害時におけるツイッター投稿（ツイート）の分析、及び安全・安心のためのアプリケーションの研究開発について紹介する。

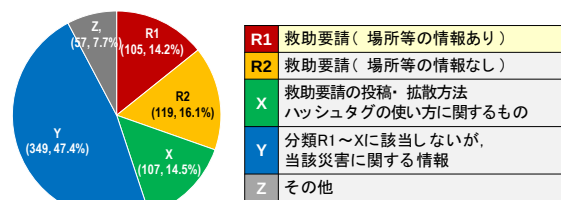


図1 東日本台風時に投稿された「#救助」,「#救助要請」が付与されたツイートの分析結果（10月10日10時～14日23時台に投稿された737ツイート）

2. 研究事例紹介

2.1 災害時におけるツイートの分析

令和元年東日本台風（2019年台風第19号, アジア名:Hagibis）ときに投稿された、救助要請・被害報告に関するツイートの分析⁽¹⁾について紹介する。

令和元年東日本台風は、関東、甲信、東北地方の広範囲に、記録的な大雨による甚大な被害をもたらした。当時、Twitter上に、「#救助」、「#救助要請」といった救助要請を意図するハッシュタグが付与されたツイートが投稿された。一方、長野県防災アカウントは、救助要請・被害報告に関する情報を「#台風19号長野県被害」のハッシュタグを付与して投稿するよう呼びかけた。その結果、多数のツイートが投稿された。また、救助要請に関するツイートの投稿者に対し直接やり取りを行い、救助に結びつける取り組みを行っていた。ソーシャルメディアに投稿された情報を活用することにより災害対応を迅速に行うため、救助要請・被害報告に関するツイートの分析、議論が必要である。このため、これら令和元年東日本台風時に投稿された救助要請・被害報告に関するハッシュタグが付与されたツイートについて、分析している。分析結果の概要について、図1、図2に示す。同災害については、「#台風19号佐久市」のハッシュタグが付与されたツイートの分析についても行っている⁽²⁾。また、平成30年7月豪雨（2018年西日本豪雨）ときに投稿された救助要請を意図するハッシュタグが付与されたツイートの分析についても実施している⁽³⁾。

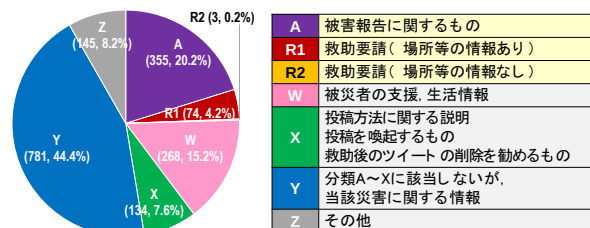


図2 東日本台風時に投稿された「#台風19号長野県被害」が付与されたツイートの分析結果（10月12日17時～15日11時台に投稿された1,760ツイート）

災害時のツイートの分析に関連し、新型コロナウイルス感染症に関連するツイートの分析を行っている。具体的には、感染症に関するツイートに含まれる語句に関する分析⁽⁴⁾、感染症に関する都道府県知事アカウントから投稿されたツイートの分析⁽⁵⁾、ワクチン接種に関するデマ訂正ツイートの分析⁽⁶⁾について実施している。

2.2 安全・安心のためのアプリケーションの研究開発

Twitterを利用した災害時安否情報共有システム（T@npi）⁽⁷⁾について紹介する。

大規模自然災害の発生後、多くの人々が家族や友人の安否確認を固定電話による通話や電子メールによって行う。近年、ソ

ーシャルネットワーキングサービス (SNS) および Twitter の災害時における活用が注目を集めている。近年の大規模災害二位においては、多くの電話回線が利用できなかったが、インターネットによる通信が利用できるケースがあったことが報告されている。このような状況下で、被害状況の報告や救助要請が特に Twitter 上に多く投稿された。また、2.1 節において述べたように、「#救助」が付加されたツイートがみられる。さらに災害時における情報提供と安否確認においては、日常的に利用されているサービス、すなわち SNS や Twitter を活用することが重要であると考えられる。本システムは、従来の災害時における個人の安否確認のためのシステムである災害用伝言板 171、災害用伝言ダイヤル web171 と同等の目的を達成しつつ、より容易に安否情報を共有でき、また共助・公助へと活用可能とすることを目的として、開発しているものである。図 3 及び図 4 にシステムの画面について示す。

1. 救助が必要ですか？ 選択してください／選択必須
☐ はい・要救助 ☐ いいえ

2. 状態を選択してください／複数可
☐ 無事です ☐ 被害があります
☐ 自宅にいます ☐ 避難所にいます

3. 必要でしたらコメントを入力してください／40文字以内

4. 現在地も含めて送りますか？
 指定場所：東京都港区南麻布一丁目2
☐ はい ☐ いいえ

情報発信画面

SNS上での安否情報表示

現在地
 救助要請ハッシュタグ
 Googleマップへのハイパーリンク

図 3 Twitter を利用した災害時安否情報共有システムの安否情報登録画面と登録された情報の表示例



図 4 Twitter を利用した災害時安否情報共有システムにおける登録された情報のオンラインマップ（2020 年当時の Yahoo! 地図）への表示例

安全・安心のためのアプリケーションの研究開発に関して、上記システムの他、災害時に特に支援を必要とする高齢者や子どもへの適用を想定した、位置情報記録・救助要請システムについて開発⁽⁸⁾している。また、中国国内で使用されているソーシャルメディアである Sina Weibo を利用した救助・救援投稿システムについて開発している⁽⁹⁾。

3. おわりに

当研究室における安全・安心のための情報メディアに関する研究について紹介した。今後も、ソーシャルメディア情報の分析及び情報システムの研究開発を継続する。

文献

- 1) Keisuke Utsu, Osamu Uchida, “Analysis of Rescue Request and Damage Report Tweets Posted During 2019 Typhoon Hagibis,” IEICE TRANSACTIONS on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol.E103-A, No.11, pp.1319-1323, 2020. DOI:10.1587/transfun.2020EAL2040
- 2) Keisuke Utsu, Naoyoshi Takahashi, Osamu Uchida, “Analysis of Tweets Including a Specific Hashtag Related to Disaster Information in Saku City Posted During 2019 Typhoon Hagibis,” ICCCS 2021, 2021. DOI:10.1109/ICCCS52626.2021.944917
- 3) Megumi Kondo, Shuji Nishikawa, Osamu Uchida, Keisuke Utsu, “Text Analysis of Tweets with Rescue Request Hashtags Posted during 2018 Japan Floods,” ICT-DM 2019, 2019.
- 4) Keisuke Utsu, Eimu Yamashiro, Osamu Uchida, “Analysis of Japanese Tweets with Hashtags Related to COVID-19,” EVC 2021. 2021
- 5) Keisuke Utsu, Natsumi Yagi, Airi Fukushima, Yuma Takemori, Atsushi Okazaki, Osamu Uchida, “Analysis of Quote Retweets for COVID-19 State of Emergency Related Tweets Posted from Prefectural Governors’ Accounts in Japan,” ITDRR2021, pp. 107-120, 2021. DOI:10.1007/978-3-031-04170-9_8
- 6) 石川龍之介, 坂本風輝, 内田理, 宇津圭祐, “新型コロナウイルスワクチンに関するデマ情報及び否定・訂正ツイートの分析”, 2022 年第 50 回画像電子学会年次大会, S3-2, 2022.
- 7) Keisuke Utsu, Mariko Abe, Shuji Nishikawa, Osamu Uchida, “Twitter-Based Safety Confirmation System for Disaster Situations,” Future Internet, Vol. 12, Issue 1, 14, 2020. DOI:10.3390/fi12010014
- 8) Shuji Nishikawa, Osamu Uchida, Keisuke Utsu, “Introduction of a Tracking Map to a Web Application for Location Recording and Rescue Request,” ISCRAM Asia Pacific 2018, pp.459-468. 2018
- 9) Yang Liu, Osamu Uchida, Keisuke Utsu, “A Proposal on Disaster Information and Rescue Request Sharing Application Using Sina Weibo,” ICCCS 2020, 2020. DOI:10.1109/ICCCS49078.2020.9118483

バーチャルリアリティに関する研究事例紹介

濱本 和彦

Introduction of research on Virtual Reality

by

Kazuhiko Hamamoto

(received Dec. 18, 2022 & accepted Dec. 20, 2022)

Abstract

Recently, Virtual Reality has become popular. Many applications of Virtual Reality have been proposed or commercialized. However, some issues have not been solved and sometimes the issues are important to realize a VR application. For example, one of the issues is VR sickness. In my laboratory, the research themes are divided into two groups. One is VR Fundamentals and the other is VR Applications. In VR Fundamentals group, the research themes are how to solve VR sickness, investigation of ecological cognition in VR space. In VR Applications group, the research themes are applications of VR to medicine, education, amusement, etc. In this article, some research themes are introduced.

Keywords: virtual reality, VR sickness, virtual simulator

1. はじめに

2014年のOculus Rift DK2に代表される、安価なヘッドマウントディスプレイ(Head Mounted Display: HMD)のリリースをきっかけにVirtual Reality (VR)が社会的に認知され、2016年は「バーチャルリアリティ元年」と呼ばれているが、Virtual Realityという言葉は1980年代後半、米国の計算機科学者のJaron Lanierが提唱した言葉であり概念である。東海大学では、2001年に電子情報学部情報メディア学科が設置された際に「バーチャルリアリティ・製作」という授業をカリキュラムに取り入れ、「実習を伴うVRの授業を100名を超える学部生に提供する」という授業の実施を計画した。著者がその担当となり授業の計画を立案した。

著者は元々医用工学、特に医用超音波画像に関する研究に従事しており、VRは全く0からのスタートであった。しかしVRの本質は五感に代表される人間の認知機能・行動を用いた直感的なヒューマンインタフェース技術であり、医用工学、人間工学とも親和性が高い。よって、医学への応用研究をスタートとして、VRに関する研究活動を2001年度に開始し、現在に至っている。

著者の研究室では現在、バーチャルリアリティに関する研究テーマを「バーチャルリアリティ基礎」「バーチャルリアリティ応用」に大別して研究活動を行っている。前者ではVR酔いやバーチャル空間での認知特性等の研究を、後者では医学や教育等へのバーチャルリアリティの活用方法の研究を行っている。本稿ではこれら著者の研究室での研究活動について研究事例を紹介する。

2. バーチャルリアリティ基礎班の研究事例

2.1 VR酔いに関する研究

VR体験時には、時分割立体等の立体視を生じさせる仕組み

や、視覚情報と他の感覚情報の不一致等に起因するVR酔いが生じることが知られている。3Dコンソーシアムでは、VR酔いを抑制し快適な立体視を提供するためには、視差角が1度以下であることが望ましい、とガイドラインの中で述べている[1]。しかしこのガイドラインはVR酔いを生じさせないように立体視の度合い（飛び出しや引っ込みの量）を小さくするための経験則であり、VR酔いが生じないことを必ずしも保証するものではない。そこで本研究では、VR体験中のVR酔いの度合いを評価する方法について検討し、VR酔いが生じた時に利用中止の勧告や立体の度合いを落とす等の対応が可能となる仕組みの開発を目的として研究を行っている[2]。

映像中に注視点を配置し、その注視点を視線が追従することでVR酔いが抑制されることが報告されている。しかし注視点の移動特性とVR酔いの関係は明らかになっていない。本研究ではまず、注視点が「縦方向連続移動」「横方向連続移動」「縦方向瞬間移動」「横方向瞬間移動」の4通りの移動をする4つのVRコンテンツを作成しVR酔いについて調査した。VR酔いはSSQによって評価した[3]。その結果、注視点が連続移動するコンテンツではVR酔いが低い結果となったが、瞬間移動するコンテンツでは特にめまいの項目で大きい値を示した。同時に心電図を計測し自律神経系の活動を分析したところ、VR酔いを発生している時には副交感神経の変動係数が小さくなる、その目安は0.35であるという結果が得られた。

次に、実験（300秒間のコンテンツ体験）を通じた平均ではVR酔いが低い結果となった連続移動コンテンツの結果について、40秒毎の副交感神経変動係数を求めたところ、中盤では0.5を超える高い値となっているものの、後半180秒以降は0.35を下回っていることが分かった。また後半には注視点の座標と視点の座標の差が広がっており注視点を追従できていないことが示された。

これらの結果より、映像中に注視点を配置することによりVR酔いを低減できること、ただし、視線が注視点を追従できなくなった時にはVR酔い、特にめまいが発生している可能性があることが示された。この結果は、VR体験中のVR酔いの推定と注意喚起の仕組みへの適用が可能である。

2.2 VR環境における生態学的認知に関する研究

身体と環境とのインタラクションで生じる認知を生態学的認知という。例えば、物に手を伸ばす行為（リーチング）の場合、手の届く範囲を数cmやや過大に評価する傾向がある。この認知行動が現実環境とVR環境で異なる場合、VRで行う訓練等への影響が懸念される。本研究では、現実環境とVR環境での生態学的認知を比較、異なる場合はどのような方法でVR環境の認知を現実環境における認知と同等とすることができるかについて研究を行っている。

これまでの研究で、リーチングに関して、その生態学的認知が現実環境とHMDによるVR環境で異なること、その差を補うために自身の手の動きがVR環境内に反映され、かつVR環境に慣れるための行動体験が必要なことが示されている[4]。

3. バーチャルリアリティ応用班の研究事例

3.1 英語学習コンテンツに関する研究

VR環境での学習は、学習者の成績や理解度に好影響をもたらすことが報告されている。例えば英語を母語とする大学生を対象とした外国語学習において、HMDを用いたVR環境と従来のデスクトップ型PCを用いた学習環境を比較した結果、VR環境で学んだ場合の方がより正確な回答をすることが報告されている[5]。

本研究では、視覚的効果に加え、触覚・聴覚も刺激する英語学習コンテンツを開発、その学習しやすさの評価を行った。17名の被験者によるアンケート調査の結果、16名の被験者が「このコンテンツなら英語を楽しく学べと思う」と回答した。また、「英語がとても苦手」と回答した全員が「このコンテンツによる学習がとても楽しい」と回答した[6]。コンテンツ体験中の様子を図1に示す。

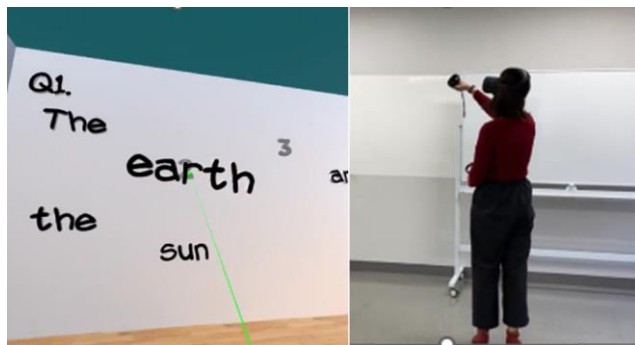


図1 提案する英語学習コンテンツと体験中の様子

3.2 聴診学習シミュレータに関する研究

看護技術の習得において、病院実習の前に生体シミュレータを用いた学習を行う機会があるが、生体シミュレータには、高

価である、処置技術毎にシミュレータを用意する必要がある、保管場所が必要等の問題点がある。

本研究では、視覚・聴覚・触覚情報を提示するVR機器を用い、同じ機器でソフトウェアの変更により各種シミュレータを実現できるバーチャル生体シミュレータの開発を目的としている。図2は聴診学習シミュレータである。バーチャル患者の胸部にバーチャルチェストピースを接触させた時、その部位における聴診音を聴くことができる。接触の角度に応じた聴診音が再現され、接触時の触覚がフィードバックされる。学習レベルに応じて、聴診部位の表示、聴診音の解説表示の切り替えが可能である[7]。現在、採血、腹診のソフトウェアを検討中である。



図2 提案する聴診学習シミュレータと体験中の様子

4. おわりに

濱本研究室のVR関連研究の中から、VR基礎としてVR酔いとVR環境内における生態学的認知の研究を、VR応用として英語学習コンテンツと聴診学習シミュレータについて概要を紹介した。今後はVR環境内のコミュニケーションとそれを現実に繋げる研究を行っていききたい。

参考文献

- [1] http://www.3dc.gr.jp/jp/scmt_wg_rep/guide_index.html (最終アクセス日: 2022年12月17日)
- [2] 栗田真帆、濱本和彦、「HMDによるバーチャル空間提示時の注視点追跡とVR酔いに関する研究」電気学会論文誌C、142(5)、pp.605-606 (2022)
- [3] R.S.Kennedy, etc. 「Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness」The International Journal of Aviation Psychology, 3(3), pp.203-220 (1993)
- [4] K. Hiramoto and K. Hamamoto, : Study on the Difference of Reaching Cognition Between the Real and the Virtual Environment Using HMD and its Compensation, The 2018 Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON-2018) (2018)
- [5] J. Legault, etc. 「Immersive Virtual Reality as an Effective Tool for Second Language Vocabulary Learning」Languages, Vol.4, Issue 1, MDPI (2019)
- [6] S. Kanade, K. Hamamoto, D. Wright and H. Nakagawa, 「Virtual Reality-Based Language Learning Environment to Teach Sentence Word Order」Journal of Advances in Humanities and Social Sciences, 5, pp.196-206 (2019)
- [7] 濱本和彦、「バーチャル生体シミュレータによる聴診学習システム」日本音響学会誌、76(1)、pp.68-73 (2020)

研究室紹介：情報社会の問題を考える

丸山 有紀子*

Introductory Article: Considering Issues in the Information Society

by

Yukiko Maruyama*

(received Dec. 20, 2022 & accepted Dec. 21, 2022)

Abstract

Our laboratory studies how information systems affect people and society. By clarifying people's awareness of various issues in the information society, we consider what kind of thinking and attitudes (information morality) and information utilization skills are needed, and how information education can contribute to the acquisition of these skills.

Keywords: information society education, social networking service, programming

1. はじめに

当研究室では、情報システムが人や社会にどのような影響を与えているのかを研究している。情報社会における様々な問題に対する人々の意識を明らかにすることにより、どのような考え方・態度(情報モラル)や情報活用能力が必要とされるのかを考察し、それらを身につけるために、情報教育がどのように貢献できるのかを考察している。

本稿では、ソーシャルネットワーキングサービス(SNS)利用時のユーザの行動・意識、小学校へのプログラミング教育導入時における保護者の態度に関する研究を紹介する。

2. SNS 利用時のユーザの行動・意識

2.1 大学生のオンラインプライバシーに対する懸念に関する研究

SNS が生活に浸透するにつれ、インターネット上でユーザが作成するコンテンツの量が増えている。これらのコンテンツには、ユーザの日常生活に関連する情報が含まれており、ユーザは、より多くのネット上の友人を獲得するために、プロフィールページで自分の個人情報を他人と共有しようとするのがよくある。しかし、これらの個人情報は、友人だけでなく、見知らぬ人からもアクセス可能な場合が多く、オンライン・オフラインを問わず、さまざまなトラブルに巻き込まれる危険性を高めることにつながる。インターネット利用者自身が、自分のプライバシーを守るために必要な知識やスキルを身につけることが重要であるが、その努力は十分とは言えず教育によってのみ改善される状況である。そこで、大学生のソーシャルメディアサイトの利用状況やオンラインプライバシーに関する懸念を把握し、学生がこれらの懸念に対処するための学習を支援する教育プログラムを設計することを目的とし研究をおこなった。

大学生を対象としたオンラインによる質問票調査を行い、265 件の有効回答を得た。調査内容は、SNS 上での行動の頻度を問う 25 項目と SNS 上のプライバシーへの不安の程度を問う 22 項目であった。調査は、2012 年 10 月に行われた。

調査の結果、SNS 利用行動により、利用者は 6 つのクラスターに分類され、私的利用が最も多く、友達意外とコミュニケーションをとるユーザは少数であることがわかった。また、あまり使わないとしたものもある程度いることがわかった。プライバシーへの不安に関しては、因子分析の結果、1) 自分のコンテンツが知らない人にアクセスされる。2) 個人情報が他の人に悪用される。3) 個人情報が他の人により公開される。の 3 つの因子が抽出された。友達意外とコミュニケーションをとるユーザ以外は、個人情報が他の人に悪用されることを最も気にしている一方で、自分のコンテンツが知らない人からアクセスされることについては、気にしていないことが明らかとなった。

大学生に対して、個人のコンテンツのプライバシーに注意するように教育をする必要性が明らかとなった[1]。

2.2 ソーシャルメディアユーザーの災害後の情報共有行動に関する研究

モバイル端末によるソーシャルメディアの利用が進むにつれ、自然災害などの非常時のコミュニケーション手段としても注目されている。ソーシャルメディアは、即時的かつ広範囲に情報を発信するという特性から、災害現場の状況や被災者の要望を知るための有力な情報収集ツールであるとする研究者も少なくない。一方で、誤った情報や不適切な情報の共有は、緊急事態に対応するための有益な情報発信を阻害する可能性がある。ソーシャルメディアを活用するためには、利用者の情報共有行動を詳細に知ることが重要である。そこで、ソーシャルメディアにおけるユーザの情報共有行動と意識を明らかにすることを目的として、東日本大震災後に質問票による調査を実施した。

調査は、大学生を対象に、東日本大震災発生の 3 ヶ月後の 2016

* 東海大学情報理工学部情報メディア学科

年7月に実施された。調査内容は、地震に関する情報の拡散に関する項目として、閲覧した情報(16項目)、シェアした情報(16項目)、シェアした理由(25項目)、シェアしなかった理由(22項目)および、日常生活における情報拡散に関する項目(16項目)で構成されていた。

結果より、ユーザは震災時には、被災者に役立つと思われる情報は共有することがわかった。一方で、日常生活においては、他者にとって有益と思われる情報については、共有しない、あるいは全く共有しないと回答していた。緊急時のユーザの行動が、日常時とは異なることを示唆している。今後、より詳細な調査が必要であることが明らかになった[2]。

3. 小学校へのプログラミング教育導入時に ける保護者の態度

3.1 プログラミングワークショップ経験が保護 者の意識に及ぼす影響

2020年度より小学校にプログラミング教育が導入されたが、導入以前には、プログラミング教育の狙いが十分に浸透しているとは言えず、プログラミング教育に対する誤解や不安が、保護者の間にも広がり始めていることが指摘されていた。初等教育において保護者は非常に重要な役割を担っており、保護者の教育に対する姿勢は子どもの姿勢に大きな影響を与える。そのため、プログラミング教育に対する保護者の不安を知ることは重要である。また、子どものプログラミング教育への保護者の関与を促すことも必要である。そこで、小学校のプログラミング教育に保護者が関わるための支援システムを提案することを目的とし、子どもと保護者を対象としたプログラミングワークショップへの参加が、小学校のプログラミング教育に対する保護者の懸念の変化に与える影響について調査を行った。

平塚市と秦野市の小学校を対象に、小学生と保護者が一緒に参加するワークショップを開催し、ワークショップの前後で質問票調査を行い保護者の意識の変化を調べた。



図1 プログラミングワークショップの様子

3つのタイプのワークショップが2018年8月に開催され83組の小学生と保護者が参加をした。ワークショップでは、コントロールパネルにブロックを差し込みキュベットという木製の

ロボットを動かすプログラムを作成する教材、ビジュアルプログラミング言語によりトイロボットを動かすプログラミングを作成する教材、ビジュアルプログラミング言語 Scratch が使われた。

調査の結果、ワークショップ参加後の保護者に以下のような変化が確認された。

- ・プログラミング教育により論理的思考などのスキルが獲得できるとの期待が高まった。
- ・プログラミング教育に関わる不安が減少した。
- ・子供をサポートすることに対する態度や自信に改善が見られた。

プログラミングワークショップへの参加経験により、保護者のプログラミングへの理解が進みプログラミング教育の内容をイメージできるようになったと考えられる[3]。

3.2 プログラミング教育導入直後の保護者の教育 への関り

プログラミング教育を円滑に進めるためには、小学校へプログラミング教育が導入された直後の保護者の関与の現状を知することは非常に有効であると考え、保護者のプログラミング教育への関与経験や動機となる意識を調査した。

調査はプログラミング教育が小学校へ導入された翌年の2021年10月に行われた。25～59歳の小学生の子どもをもつ保護者を対象に、2987件の回答を得た。調査内容は、家でのプログラミング教育に対する関与、プログラミングやプログラミング教育に対する価値観、プログラミングに対する子どもの態度への期待感、教育へ関与することに対する自己効力感であった。

結果より、保護者が家庭において教育へあまり関わっていないことが確認された。プログラミングやプログラミング教育に対する価値観は高いが、自己効力感は低いことが示唆された。子どもに対する期待が高いほど、関与が行われていた。

4. おわりに

本稿では、当研究室で行われている研究の一部を紹介した。この他、AIに対する人々の意識などの研究を行っており、今後も情報社会におけるさまざまな問題に対する研究を実施していきたいと考えている。

参考文献

- [1] Y. Maruyama, "An Investigation into Japanese University Students' Online Privacy Concerns", IADIS Int. Conf. WBC2013, pp.77-80, 2013.
- [2] Y. Maruyama, "A Preliminary Investigation into the Information Behavior of Social Media Users after Natural Disaster", IADIS Int. Conf. ITS2016, pp.341-343, 2016.
- [3] Y. Maruyama, "An Investigation into the Effects of Programming Workshop Experiences on Parents' Concerns about Programming Education in Elementary Schools ", IADIS Int. Conf. ICEduTech2019, pp.55-64, 2016.
- [4] Y. Maruyama, "Parental Involvement at the Beginning of Programming Education ", IADIS Int. Conf. ICEduTech2022, pp.151-155, 2022.

研究室紹介： 人間工学研究室（辛島光彦）

辛島 光彦*

Introductory Article: Human Factors and Ergonomics Laboratory (Karashima Lab.)

by

Mitsuhiko Karashima*

(received Dec. 21, 2022 & accepted Dec. 22, 2022)

Abstract

In this paper, three recent research projects of Karashima laboratory are introduced. The first study focuses on the development of a smartphone map application for preventing distracted walking. The second study focuses on the relationships between users' feelings of annoyance and online video advertising methods. The last study focuses on the influence of the interviewee's facial expressions on the interviewer's impressions during an online interview.

Keywords: Human Factors and Ergonomics, Human interface, Usability

1. はじめに

辛島研究室では、人に負担、疲労、ストレスを与え、時として人を危険にさらす、人に優しいものとなってしまうという社会技術システムの問題をヒューマンインタフェース（インタラクション）に存在する問題と捉え、効率性と人への優しさを兼ね備えたシステムを実現するためのインタフェースデザインを研究するとともに（人間の諸特性に基づいた製品・システム設計開発）、人に優しいインタフェースか否かを人の特性に基づき評価する研究（人間の諸特性に基づいた製品・システム評価）やシステム設計開発や評価に利用できる新たな人の特性を明らかにする研究を行っている（人間の諸特性の解明）。本稿ではこの3テーマに関する最近の研究の成果例を紹介する。

2. 研究成果

2.1. 諸特性に基づいた製品・システム設計開発例

人間の諸特性に基づいた製品・システム設計開発例として修士課程の学生が「歩きスマホ防止のための地図アプリケーション（地図アプリ）」を開発した研究を紹介する¹⁾。近年歩行しながらスマートフォンを操作する行為である「歩きスマホ」が、危険な事故を引き起こす行動として社会問題になっている。ところで歩きスマホに関する研究は数多く行われているが、歩きスマホを行う理由として地図アプリや時刻表の使用が上位に挙げられているにも関わらず、歩行中に地図アプリを使用する歩きスマホについては余り研究がなされていない。そこで本研究室では歩行中に地図アプリを使用する歩きスマホを対象として、歩きスマホを低減するための地図アプリの開発に取り組んだ。まずは研究室では紙地図を使用した歩行と地図アプリを使用し

た歩行を比較するための実験を行い、地図アプリを使用した歩行では紙地図と比較し、歩行中に周囲をあまり見ず、地図を見ながら歩くため、歩行中に地図を見ている時間が長いという特性を明らかにした²⁾。本研究室ではこの歩きスマホを低減するためには紙地図を使用した歩行と同様の地図情報に対する処理を行わせることが有効であると考え、歩行中は地図アプリの地図上に現在位置を表示せず、地図のスクロールもできず、歩行を停止した時のみに現在位置を表示し、地図のスクロールもできる地図アプリを提案した。

次にこの提案した地図アプリが実際に地図アプリを使用すると想定される建造物や歩行者の多い市街地の環境（新宿歩行者天国エリア内総距離 650m の 2 コース）において、歩きスマホの低減に有効であるか否か従前の地図アプリと比較する実験を通じて検討した。実験の結果、提案アプリでは従前の地図アプリと比較し、歩行中に地図を見た 1 回あたりの平均時間と歩行時間に対して歩行中に地図を見た時間の割合が少なく（図 1）、地図を見るために歩行を停止した回数と歩行中に周囲を見た回数が多いことが明らかになった。またメンタルワークロードに

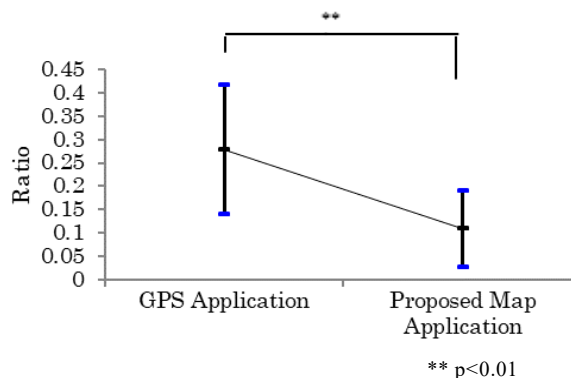


図 1. 歩行時間に対して歩行中に地図を見た時間の割合（上山ら(2019)¹⁾より転載）

* 1 東海大学情報理工学部情報メディア学科

は両者に差異は見られず、提案アプリは従前の地図アプリと比較し地図情報の処理のワークロードを増大させないことが示唆された。以上のことから提案アプリは実際に地図アプリを使用すると想定される環境において、歩きスマホの低減に有効であることが示された。

2.2. 諸特性に基づいた製品・システム評価例

人間の諸特性に基づいた製品・システム評価例として、学部4年生が「動画サイトにおける動画広告形式」の評価を行った研究を紹介する³⁾。16～29歳の約9割がYouTubeを利用しており、特に若年層においてはインターネット広告の市場規模は大きいといえる。従来の研究ではインターネット広告全般の有効性や、動画サイトにおける広告ジャンルによるユーザー行動の相違、広告の挿入タイミングついてなどが研究されている。一方動画広告の視認によりユーザーが嫌悪感を生じることがわかっているが、動画広告形式と嫌悪感との関係に主眼を置いた研究はあまり見られない。そこで本研究では動画サイトのインストリーム広告およびバンパー広告についてプレロール広告とミッドロール広告を対象に、実験を通じてユーザーに嫌悪感を与えないような動画広告形式について検討した。実験では18名の被験者に興味を持つと思われる9編の本編動画を用意し、それぞれの本編動画にプレロールおよびミッドロール広告として6秒のバンパー広告動画、30～60秒のスキップ可の広告動画、15秒のスキップ不可の広告動画のいずれかを組み込んだ9通りの動画を視聴させた。各動画視聴後被験者にはプレロール、ミッドロール広告および動画広告全体に対する嫌悪感についてのアンケートに回答してもらった。実験の結果、図2に示すようにプレロール、ミッドロール広告のいずれもスキップ不可の広告動画はバンパー広告動画とスキップ可の広告動画と比較し、長く感じるという結果が得られた。またプレロール広告とミッドロール広告の広告形式の組み合わせとして、バンパー広告とスキップ可の広告の組み合わせがユーザーの嫌悪感を抑えられる組み合わせであることが示唆された。

2.3. 諸特性の解明例

人間の諸特性の解明例として、学部4年生が「オンライン面接の際の人の第一印象の評価の持続性」について明らかにした研究を紹介する⁴⁾。2020年以降のコロナ禍の影響により新卒採用面接も対面だけでなくオンライン面接を採用する企業が増え、

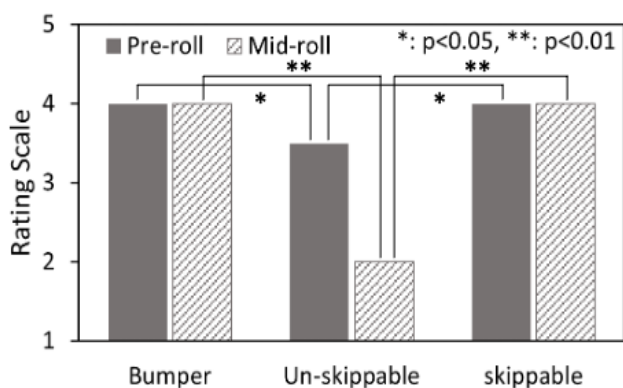


図2. プレロール・ミッドロール広告における「広告動画が長く感じましたか？」の質問の中央値 (はい=1, いいえ=5) (佐々木ら(2021)³⁾より転載)

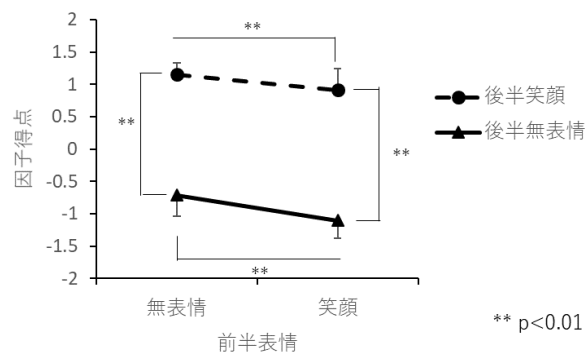


図3. 後半の雰囲気因子の印象(辛島(2022)⁴⁾より転載)

最終面接までオンライン面接のみで完結する企業が内定を取得した学生の52%にも上ったという報告もある。従来研究により少なからず面接時の面接者の被面接者に対する印象は採否の決定に影響を与えるものだと推察され、対面の採用面接における面接者の被面接者に対する印象を取り上げた研究は散見されるが、オンライン面接における面接者の印象に関する研究はほとんど見られない。そこで本研究ではオンライン面接における面接者の被面接者に対する印象の特性について実験を通じて検討を行った。実験では42名の被験者にオンライン面接を想定した面接者として、疑似面接中の被面接者の顔表情を前半笑顔から後半無表情に、あるいは前半無表情から後半笑顔に変化させた映像の4映像をそれぞれ視聴してもらい、その際の前半の被面接者に対する印象についての18項目からなるアンケートに回答してもらった。アンケート結果に対して最尤法を用いて因子分析を施し、固有値1以上、プロマックス回転ありで因子の抽出を行ったところ、被面接者に対する印象、雰囲気因子と行動因子の2因子が抽出された(累積寄与率75.58%)。因子得点を用いて被面接者の顔表情が笑顔である場合と無表情である場合とを比較したところ、両因子とも有意に笑顔が面接者の被面接者に対する印象を良くすることが示され、被面接者の顔表情が面接者の被面接者に対する印象に影響を与えることが示唆された。また図3の雰囲気因子の例に示すように両因子とも被面接者の顔表情が面接中に変化することにより面接者の被面接者に対する印象が影響を受けることが示唆され、さらに被面接者の最終的な顔表情が同一の場合でも面接中の顔表情の変化の有無により面接者の被面接者に対する印象が影響を受けることも示唆された。

参考文献

- 1) 上山智紀, 辛島光彦, “地図アプリケーションを利用した際の「歩きスマホ」を低減するための改良アプリケーションの提案”, 東海大学紀要情報通信学部, Vol.12, No.1, pp.26-34 (2019)
- 2) 上山智紀, 辛島光彦, “歩行中に地図アプリを利用した際の行動特性についての研究—地図アプリと紙地図の比較—”, 人間工学, Vol. 53 (Supplement1), S308-S309 (2017)
- 3) 佐々木大晴, 辛島光彦, “動画サイトにおける動画広告形式と嫌悪感の関係”, 人間中心設計, 17(1), pp.26-29 (2021)
- 4) 辛島光彦, “オンライン面接時の被面接者の顔表情が面接者の印象に与える影響に関する研究”, 人間中心設計, 18(2), pp.1-7 (2022)

表面加飾技術による不可視デジタル情報の研究事例紹介

前田秀一*

Research of Invisible Digital Information using Surface Decorating Technology

by

Shuichi Maeda*

(received Dec. 21, 2022 & accepted Dec. 22, 2022)

Abstract

What is the significance of information that is invisible to the human eye? In fact, the advantages of such invisibility are many. We have succeeded in making an invisible digital image on a metal substrate using periodic repeatability by thin-film interference of niobium oxides. Although this digital information is invisible in the visible light range, but detectable in the infrared light range. This technology has a potential to be applied to anti-counterfeiting and traceability.

Keywords: Invisible digital image, Thin-film interference, Periodic repeatability

1. はじめに

著者は工学部光・画像工学科に所属してきたが、2022年度より情報理工学部情報メディア学科の一員となった。現在、これまでの研究テーマの中から、情報メディア学科で継続、発展させるのに相応しいと思われるテーマを選択することに頭を悩ませている。

情報理工学部は3つの学科からなる。情報科学科はサイエンス、コンピュータ応用学科はエンジニアリングとの関係が深い。そう考えると、情報メディア学科にはアートが似合うのではないかと感じる。そんなとき、アートに近い要素のある「加飾技術」と、情報系学科では最も重要な「デジタル情報」を融合させたテーマが研究室にあることに気がついた。本稿では、そのテーマ「ニオブの陽極酸化による薄膜干渉を利用した不可視QRコード®」について報告する。

2. 見えない情報と加飾技術の利用

人間の目に見えない情報に何か意味はあるだろうか。実はこの見えないことのメリットは意外に多い。但し、ここで言う「目に見えない」は、機器によって可視化や定量化ができることを前提としている。例えば、見えないのであれば、商品の外観を損ねることなしに、デジタル情報を埋め込むことができる。高級ブランド品のパッケージ表面にQRコード®やバーコードは似合わない。また、目に見えなければその存在を知られることもなく、複製や改ざんなどのリスクを軽減できる。さらに、このデジタル情報は見えないのだから、パッケージの至るところに埋め込むことができる。そうすれば（可視光以外で反応する新たにセンサーが必要にはなるが）セルフレジでいちいちバーコードの位置を確認しなくても読み取りできることになる。

一方、これまでステンレスなどの金属表面の腐食を防ぐ役割

を果たしてきた酸化皮膜（不動態膜）の厚みをコントロールすることで、様々な干渉色を発生させるという技術¹⁾が開発されている。この発色技術は、ステンレスなどの金属は銀色（無彩色）という既存概念を壊し、金属の表面に有彩色を添えるという新しい価値観をもたらす点で一種の加飾技術と言える。こういった高付加価値を提供する金属加飾の分野でも、トレーサビリティなどの観点から、今後は見えないデジタル情報を埋め込む必要性が高まってくると思われる。

著者らは、これまで金属ニオブ板上に、酸化ニオブ薄膜を設けて、その薄膜干渉による発色メカニズム²⁾を研究してきた。その過程において、酸化膜の厚みに応じて周期的に似た色が発現される様子を観察してきた（図1）。例えば、ニオブ板上に膜厚が約100nmの酸化ニオブ層を形成したとき、元のニオブ板のように無彩色に近い銀色が観察される³⁾。これは、薄膜干渉によって強め合う波長および弱め合う波長が可視光領域の範囲外にあり、可視光領域では干渉の影響が観察されないためである。

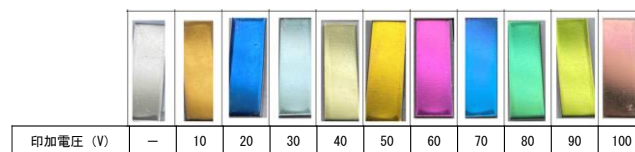


図1 ニオブ板の陽極酸化における印加電圧と発色の関係

この周期的な特性を「見えないデジタル情報」に応用できないかと考えた。もしニオブ板上に100nmの酸化ニオブ膜を任意の場所に部分的に形成することができれば、可視光下ではコントラストが小さすぎて視認されない一方で、可視光の範囲外、例えば赤外光下では十分なコントラストを発現する可能性がある。この場合、通常のカメラではコントラストが小さく、赤外線カメラではコントラストが出るような画像を形成することが可能になる。

* 東海大学情報理工学情報メディア学科

3. 見えない QR コードの形成と評価

3. 1 可視光下で無彩色となるニオブの陽極酸化の条件

酸化ニオブ薄膜をニオブ板上に設けたとき、可視光領域においていかにニオブ板の銀色（無彩色）に近づけるための具体的な方法を次に述べる。

前述のように我々の従来研究³⁾より、酸化ニオブの膜厚が100nm 付近のとき、元のニオブ板のように無彩色に近い薄い色が観察されることがわかっている。また、この際の実験条件では、ニオブ板の陽極酸化の印加電圧と酸化ニオブの膜厚との間に①式の関係がある。

$$d(\text{nm})=2.4 \times E(\text{V})+8.0 \quad \text{--- ①}$$

d: 酸化ニオブ層の厚さ

E: 陽極酸化時の印加電圧

よって、膜厚 100 nm の酸化ニオブ膜を得るための印加電圧は約 38 V と計算される。

元々のニオブ板の分光スペクトルと、ニオブ板を 38V で陽極酸化処理したときの分光スペクトルの比較結果について述べる。400nm~800nm 付近の可視光領域においては、これら二つのスペクトルはほぼ同様であった。一方、800nm~1700nm 付近の赤外光領域においては、全く様子が異なった。特に 1000 nm 付近では、38V で陽極酸化した試料の反射率が約 40%であるのに対し、元のニオブ板の反射率は約 80%であり、大きな差が確認された。これは、ニオブ板とそれを 38V で陽極酸化したものは、可視光領域では同じに見えるのに、赤外光領域は全くことなるように検知されることを意味している。

以上の現象を利用し、図 2 にその概念を示すように、38V ニオブ酸化膜をニオブ板の任意の位置に形成することができれば、可視光領域では不可視で赤外光領域では検出可能な潜像を作ることができる。具体的には、可視光カメラではコントラストが低過ぎて人の目には見えず、一方赤外線カメラでは十分検出可能なコントラストを有する QR コード®を作成することができることになる。



図 2 可視領域では不可視、赤外領域では検出可能な潜像の形成

3. 2 見えない QR コード®の作成工程

PET フィルム上にレーザープリンタ（LP-7010C, Canon）によってトナーを転写し、QR コード®用のマスクを作製した。またニオブ板（30×40×0.1 mm）上にポジ型フォトレジスト液をスピンコートしドライオーブン内で乾燥した。次に QR コード®の情報が含まれた上記のマスクをニオブ板に重ねた状態で紫外光に露光し、現像した。その後、100nm の酸化ニオブ層を形成するための条件に合わせ、陽極酸化を行った。すなわち、陽極にフォトマスクしたニオブ板、陰極に白金コートしたチタン電極を用いて、クエン酸溶液中 38V の印加電圧で 300 秒間陽極酸化を

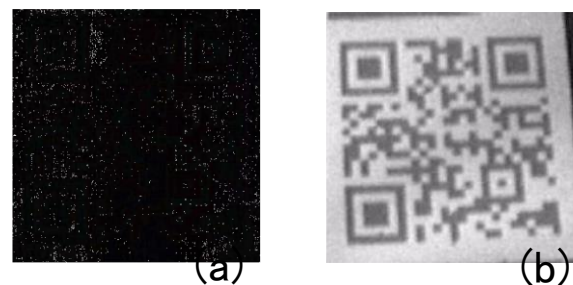
行った。最後に、基板上に残った樹脂をアセトンで洗い流した。フォトマスクフォトレジストの技術を用いて、背景として残す部分を樹脂でマスクした上で、QR コード®の書込み部のみが陽極酸化されて、酸化ニオブの膜が形成されたことになる。

3. 3 見えない QR コード®の評価

上記で作製した、QR コード®を形成したニオブ板を白色光源 The Judge II（GretagMacbeth TM）の下で、可視光カメラ X-T2（富士フイルム株）で撮影した。さらに 940 nm の LED を搭載した赤外線モノクロカメラ MK-0323（Mintron Enterprise）で撮影した。撮影画像は液晶ディスプレイ 200FP（DELL）に表示しコードリーダー iPhone 11（Apple）および読み取り用アプリケーション（クルクル - QR コードリーダー、デンソーウェーブ）を用いて検出を行った。

以上の工程を経て作製した QR コード®を埋め込んだニオブ板は、可視光下では視認されず、コントラストも非常に小さかった。そして、その QR コード®からはデジタル情報を読み取ることはできなかった。一方、赤外線カメラによる撮影から得た QR コード®には十分なコントラストがあり、図 3 に示すように検出可能であり、実際のホームページ(<https://www.u-tokai.ac.jp/>)に飛ぶことができた。

図 3 通常のカメラ(a)、および赤外カメラで(b)撮影された QR コ



ード®像を液晶ディスプレイに表示した画像

4. おわりに

酸化ニオブによる薄膜干渉を利用し、可視光で不可視、赤外域で検出可能な QR コード®を得ることに成功した。本研究の「ニオブの陽極酸化による薄膜干渉を利用した不可視 QR コード®」は、偽造防止、トレーサビリティなどの分野での応用が期待される。

参考文献

- 1) 川見和嘉, 今岡睦明, 廣瀬伸吾 “電解砥粒研磨によるステンレス鋼の化学酸化発色皮膜への影響”, 色材協会誌, 93, 42-48 (2020).
- 2) 阿部裕太, 前田秀一, “フォトリソグラフィーを用いた酸化ニオブ薄膜による干渉色の混色”, 日本画像学会誌, 58, 28-32 (2019).
- 3) I. Komatsu, H. Aoki, M. Ebisawa, A. Kuroda, K. Kuroda, S. Maeda.” Color change mechanism of niobium oxide thin film with incidental light angle and applied voltage”, Thin Solid Films, 603, 180-186 (2016).

研究室紹介：安全・安心・快適な社会の実現を目指す（内田研究室）

内田 理*

Introductory Article: Studies for the Realization of a Safe, Secure, and Comfortable Society (Uchida Laboratory)

by

Osamu Uchida*

(received Dec. 23, 2022 & accepted Dec. 24, 2022)

Abstract

Uchida Laboratory is engaged in various studies under the motto, “Realize a safe, secure, and comfortable society with information media technology.” We are currently focusing on research on disaster information technology, especially constructing information-sharing systems for disaster situations using social media such as Twitter. The article gives several research outcomes of our laboratory.

Keywords: disaster information systems, social media, mobile application, safe and secure society

1. はじめに

内田研究室では「安全・安心・快適な社会を情報メディア技術で実現しよう」をモットーにさまざまな研究に取り組んでいる。現在は「災害情報処理」に関する研究、特に Twitter などのソーシャルメディアを用いた災害時向け情報共有システムの構築や災害情報の可視化、パーソナル化に関する研究に注力している。内田研究室が開発した災害情報共有システム DITS/DIMS (Disaster Information Tweeting and Mapping System) は、自治体の防災訓練などでも利用されている。また、文部科学省平成 28 年度私立大学研究ブランディング事業に選定された「災害・環境変動監視を目的としたグローバル・モニタリング・システムの構築による安全・安心な社会への貢献」に主要メンバーとして関わり、本事業終了後も継続してこのテーマに取り組んでいる。2019 年には神奈川県平塚市と共同で道路通報システム「みちれば」を開発し、このシステムの全国展開を目指している。

2. 研究成果

2.1 Twitter を利用した災害情報共有システム

報の効率的な収集や効果的な活用という観点を考慮すると、災害時のツイートには位置に関する情報が付与されていることが望ましい。そこで内田研究室では、投稿するツイートに位置情報を自動的に付与すること、またそのツイートを地図上で確認することが可能な災害情報共有システム DITS & DIMS (Disaster Information Tweeting and Mapping System) を開発した [1]。本システムは二つのサブシステムから構成される。

- 災害情報ツイートシステム DITS：利用者の現在地の住所とハッシュタグ「#(市区町村名)災害」、および MGRS (Military Grid Reference System) コードを付与したツイ

ートを投稿する (図 1)。

- 災害情報マッピングシステム DIMS : DITS を利用して投稿されたツイート群を地図上に表示する (図 2)。

本システムは 2015 年 2 月に運用開始後、継続して運用しており、防災訓練や防災教育 [2]、まち歩きイベントなどにも利用されてきた。また、災害時にのみ利用可能なシステムは日常的に利用して操作に慣れることができず、災害発生時に適切に利用されないことが懸念されることから、DITS・DIMS の平時・災害時共用システムへの拡張を行った。



図 1 DITS で投稿されたツイートの例

* 東海大学情報理工学部情報メディア学科

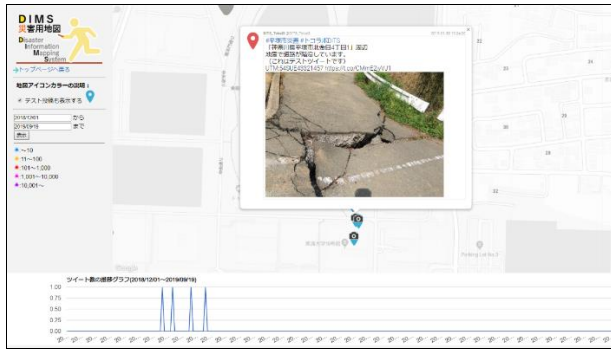


図2 DIMSの表示例

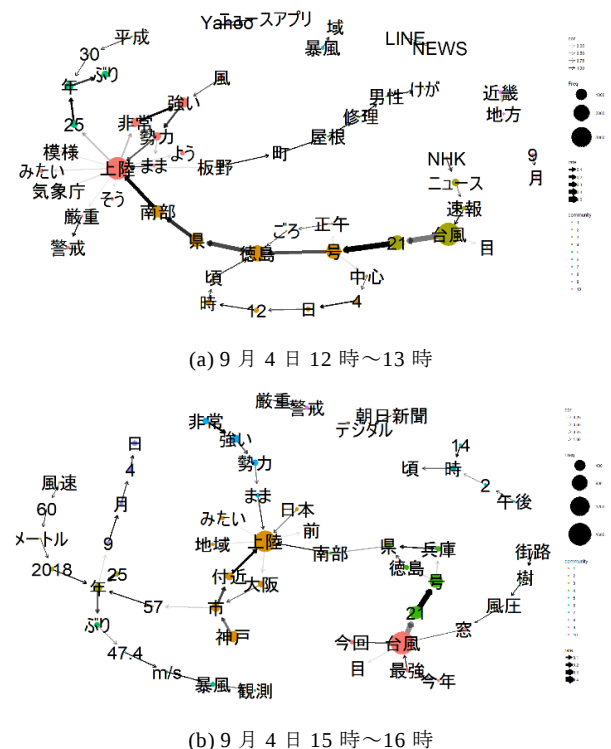


図3 「台風」と「上陸」を含むツイートの共起ネットワーク図

2.2 災害時ツイートの分析

内田研究室では災害時の Twitter の有効的な活用に向けて災害時ツイートの特徴分析を行っており、その一部を紹介する。我々は、ツイート内容を用意に把握することを目的として、ツイート内容の共起ネットワーク（単語間のつながりを示すネットワーク）図を表示する可視化アプリケーションを作成した[3]。2018年台風第21号関連のツイートの分析結果（2018年9月4日12時から13時までの「台風」および「上陸」を含む3,237件のツイートを用いて作成した共起ネットワーク図）を図3(a)に示す。ここで、円の大きさは単語の頻度を表す。また、矢印はその方向に単語が繋がることを示し、矢印の幅が太いほどツイート数が多い、矢印の色が濃いほど関係が強いことを示す。図3(a)より、この時間帯には「台風21号が徳島県南部に上陸」という内容のツイートが多数投稿されていた事がわかる。また投稿数はあまり多くないが「板野町で屋根修理の男性けが」という内容も読み取ることができる。図3(b)は同日15時から16時までの「台風」および「上陸」を含む1,334件のツイートを用いて作成した共起ネットワーク図である。「上陸」に繋がる言葉

として「大阪」や「神戸市付近」など、図3(a)に出現していた徳島県南部以外の地名が現れている。このことより、14時頃に兵庫県神戸市付近に再上陸したことについての投稿が多かったことなどがわかる。

2.3 道路通報システム「みちれぼ」

少子化による人口減少や高齢化による社会保障費の増大などにより、自治体を取り巻く環境は年々厳しくなっている。各自治体は業務の効率化が求められているが、その一つの解決策として、市民通報システムが注目されている。内田研究室では、神奈川県平塚市と共同で道路通報システム「みちれぼ」を開発した[4]。本システムは、平塚市の公式なシステムとして2019年3月から運用されている。道路状況通報ページと市民からの通報例を図4、5に示す。



図4 道路状況通報ページ

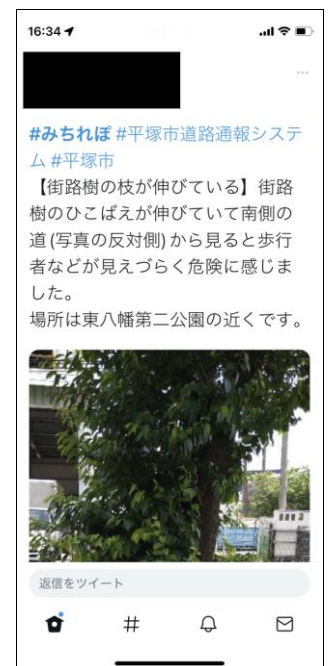


図5 市民からの通報例

3. おわりに

内田研究室で実施している研究の一部を紹介した。今後も「安全・安心・快適な社会の実現」を目指して研究を進めていきたい。

参考文献

- [1] O. Uchida et al., "A Real-Time Information Sharing System to Support Self-, Mutual-, and Public-Help in the Aftermath of a Disaster Utilizing Twitter," IEICE Trans. Fundamentals, E99-A (8), 1551-1554, 2016.
- [2] O. Uchida et al., "Development and Implementation of an ICT-based Disaster Prevention and Mitigation Education Program for the Young Generation," Information Systems Frontiers, 2020.
- [3] 内田 理, 宇津 圭祐, "災害時のソーシャルメディア利活用," 電子情報通信学会 基礎・境界ソサイエティ Fundamentals Review, 13 (4), 301-311, 2020.
- [4] 内田 理, 小杉 将史, "Twitter を利用した道路通報システムの開発と運用," 画像電子学会第50回年次大会, 2022.

人の特性に基づいたメディア活用に関する研究事例紹介

柴田 隆史*

Introduction of Research on Media Utilization Based on Human Characteristics

by

Takashi Shibata*

(received Dec. 29, 2022 & accepted Dec. 30, 2022)

Abstract

Shibata Laboratory researches the effective use of media. The research focuses on the psychological, physiological, and behavioral characteristics of the human being. Visual media and displays, including smartphones, have become indispensable in our daily lives. Therefore, users should be able to use them comfortably and functionally. Our laboratory is conducting research from an ergonomic perspective on the design of content that is easy to view, interfaces that do not cause severe fatigue or burden, and the effects of using media. This paper introduces research on the use of virtual reality technology in school education and research on children's health when using digital devices.

Keywords: ergonomics, stereoscopic images, virtual reality, education, children

1. はじめに

柴田研究室では、人の心理特性や生理特性、行動特性などに着目して、メディアの効果的な活用に関して研究している。スマートフォンをはじめ、映像メディアやディスプレイは、今や私たちの生活に欠かせなく、ユーザーが快適かつ機能的に使えることが重要である。本研究室では、見やすいコンテンツのデザインや、疲労や負担が生じにくいインタフェース、メディアを活用する効果などについて、人間工学の視点から研究を進めている。本稿では、学校教育における VR (Virtual Reality: パーチャルリアリティ) 技術の活用に関する研究とデジタル機器を用いる子どもの健康に関する研究について紹介する。

2. 学校教育における VR 技術の活用

2.1 立体的に観察することによる学習効果

VR 技術を用いることで現実と同等の感覚を得ることができ、疑似体験による学習が可能になる。VR での映像提示では、現実と同じような奥行き感を再現するために 3D 映像がよく用いられている。学校教育においては、立体的な形状を持つものを、模型を使って学ぶことがあるが、美術作品や歴史的建造物などは平面的な写真から学ぶことが多い。3D 映像は、立体視により奥行きや立体形状を実際の風景や実物と同じように三次元的に表現できるため、学習に良い効果をもたらす可能性がある。そこで、小学校における学習に 3D 映像を用いて、学習を支援する効果があるのかを検討した¹⁾。

小学 6 年生の社会科「古墳時代」の学習において、3D 映像を見るクラスと 2D 映像を見るクラスの 2 つに分けて授業実践を行った。3D クラスは 26 人、2D クラスは 30 人であった。古墳時代の単元

終了後に事前テスト (pre-test) を行い、その後、3D 映像もしくは 2D 映像を用いた授業を実施した。教材は埴輪と石室に関する映像であり、授業の中でそれらを視聴した後に事後テスト (post-test) を実施した。事前テストでは、古墳時代の授業を振り返って思いついた疑問をできるだけ多く記述させ、事後テストでは、映像を見て思いついた疑問をできるだけ多く記述させた。なお、探求的な活動では、学習者自身が疑問を生成することが重要となるため、多様で多くの疑問を児童に持たせられることを教材の効果と位置づけた。3D 映像は 49 インチの 3D テレビ (KD-49X8500B, Sony) を用いて表示し、児童は偏光式 3D メガネをかけて視聴した。2D 映像は 3D 映像と同じ映像内容であった。

児童から生成された疑問数を、2D 映像と 3D 映像とで比較した (図 1)。児童 1 人あたりの疑問数の平均は、観察前が 2D で 5.13 個、3D で 4.77 個であり、観察後は 2D で 7.63 個、3D で 9.54 個であった。分散分析の結果、映像および測定時間の交互作用があり ($F(1, 54) = 8.31, p < .01$)、測定時間の主効果に有意差が認められた ($F(1, 54) = 85.27, p < .001$)。3D 映像に着目すると、事後テストで生成された疑問数は事前テストよりも多く、増加の程度は 2D 映像よりも大きかった。それにより、3D 映像が学習に有効であることが示された。

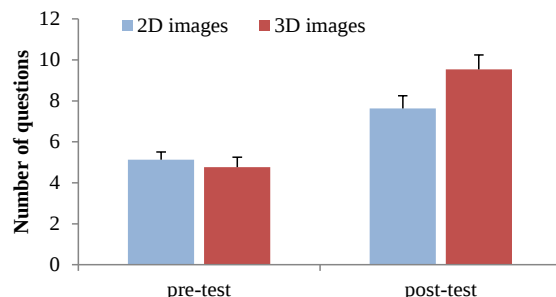


図 1 3D 映像を用いた際の疑問数の変化を示す結果¹⁾

* 東海大学情報理工学部情報メディア学科

2.2 VR システムを用いた学習効果

3D 映像による学習効果の研究を展開させ、VR 教材を使いながら学習者同士が議論できる状況を作り、VR の学校教育での活用の仕方と効果について検討した²⁾。

中学 2 年生 16 名を対象として、デスクトップ型の VR システム (zSpace 300, zSpace, Inc.) を用いて授業実践を行った (図 2)。当該 VR システムは 24 インチの 3D ディスプレイが用いられており、生徒は偏光式 3D メガネを使って 3D 映像を観察した。また、生徒はスタイラスにより、手首を回転させるなどして教材内のオブジェクトを自由に動かして学習することができた。さらに、学習者用 3D メガネとスタイラスの三次元位置がセンサーによりトラッキングされ、学習者用 3D メガネをかけた生徒が自分の頭を傾けてオブジェクトを観察すると、それに合わせて幾何学的歪みのない 3D 映像が表示された。学習内容はプレートテクニクスと地震のメカニズムについてであり、生徒はスタイラスを用いてプレートを別々に分解するなどして、プレートが重なり合う様子を観察した。



図 2 デスクトップ型 VR システムを使って学習する生徒²⁾

授業ではグループ活動における VR 活用を想定し、スタイラスを操作して 3D メガネの位置がトラッキングされる主たる学習者と、観察だけを行う生徒 (学習パートナー) に分けた。そして、学習パートナーに対して、3D あるいは 2D で観察を行うという 2 つの実験条件を設定した。2D 映像の生徒は、左右眼に同じ偏光フィルタが貼られた 2D メガネを使用することで 2D 映像を観察した。課題における学習では、生徒はグループ内で自由に議論を行い、自分が考えたり気づいたりしたことをワークシートに記入した。

その結果、主たる学習者の記述は、学習パートナーの観察が 3D あるいは 2D に拘わらず同様の傾向を示した。すなわち、プレートの構造や重なっているプレートの位置関係に注目していた。一方、学習パートナーの記述は、3D 観察と 2D 観察とで異なっていた。3D 観察では 2D 観察よりも立体効果についてのコメントが多く、プレートの形や重なっているプレートの形状に注目していた。また、3D で見た生徒の方が、記述したコメント数が多く、学習効果がみられた。さらに、2 人とも 3D で観察したグループの方がコミュニケーションを取りながら教材内のオブジェクトを動かしてディスカッションを行っていた。以上の結果から、VR を用いた学習において、学習者同士が 3D で観察することで協働学習が促進され、学習のめあての達成を支援することが示唆された。

3. デジタル機器利用と子どもの健康

学校や家庭においてタブレット端末を利用する機会が増え、子どもの健康に対する影響が懸念されている。そこで、小学校でのタブレット端末利用における身体疲労について調査を行った³⁾。小学 1 年から 6 年までの児童 830 名を対象として、タブレット端末の使いやすさと児童の身体的側面への影響に関するアンケート調査を実施した。その結果、児童の約 57% がタブレット端末の画面に蛍光灯が映りこんで見にくいと感じていることや、3 人に 1 人の児童が眼や首、肩などに身体疲労を感じていることが明らかになった。特に、眼の疲れの訴えが顕著であった (図 3)。

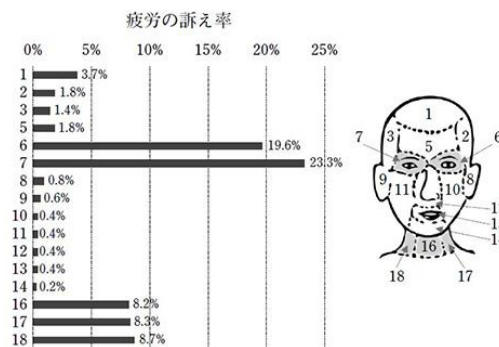


図 3 端末利用による児童の疲労の訴え (抜粋)³⁾

子どもの健康に対する懸念に対して、適切な情報や対策を子どもや保護者、学校関係者に伝えていくことも重要である。そのため、研究成果や専門知識を分かりやすく伝えるための活動を行っている。例えば、文部科学省による発行資料⁴⁾や教育関係の企業と連携した健康支援ムービーの公開⁵⁾などがある。

4. おわりに

情報化社会においては、ICT による効果と健康維持増進に関して、自ら調整しながら情報を活用していくことが必要とされる。今後も、その両側面からの研究に取り組んでいく。

参考文献

- 1) T. Shibata, K. Sato, and R. Ikejiri: "Generating questions for inquiry-based learning of history in elementary schools by using stereoscopic 3D images", *IEICE Transactions on Electronics*, E100-C(11), 1012-1020 (2017).
- 2) T. Shibata, E. Drago, T. Araki, and T. Horita: "Comparison of 2D and 3D Views on Educational Virtual Reality Content", *International Journal for Educational Media and Technology*, 15(1), 14-22 (2021).
- 3) 柴田隆史, 佐藤和紀, 堀田龍也: "教室でのタブレット端末利用における課題と児童の疲労に関する調査", *日本人間工学会誌*, 55(5), 212-221 (2019).
- 4) 柴田隆史: "デジタル教科書を使用する際の健康面への留意事項 ～児童生徒が自らの健康に対する意識を醸成するために～", 文部科学省・学習者用デジタル教科書実践事例集, 46-47, (2022).
- 5) 広島県教科用図書販売: "姿勢をよくして画面から目を離そう!", (2022). <https://youtu.be/WrS6NbznboM> (参照 2022.12.25)

研究室紹介：情報通信用光結合素子と体積型 3D ディスプレイ

藤川 知栄美

Introductory Article: Optical elements for information communication and volumetric 3D display

by

Chiemi FUJIKAWA

(received Jan. 16, 2023 & accepted Jan. 17, 2023)

Abstract

Research on optical coupling devices aimed at application to optical interconnection / free-space optical communication, and volumetric 3D display systems giving a high sense of presence have been conducted in our laboratory. Polymer spot size converters on the end face of a fiber or a silicon chip were fabricated using self-written waveguide technology. 3D images projected our 3D display system can offer observation from universal directions without using special eyeglasses.

Keywords: optical elements, optical interconnection, free-space optical communication, polymer, volumetric, 3D display

1. はじめに

当研究室では、光インターコネクション／空間光通信への適用を目指した光結合デバイスと、臨場感の高い立体像を投影する体積型立体表示システムの、主に 2 つのテーマに関する研究を行っている。

2. 自己形成導波路技術を用いた光結合デバイス

近年のシリコンフォトニクス (SiPh) デバイスの製造技術の進歩に伴い、SiPh チップとシングルモードファイバ (SMF) との効率的な光結合方法が求められている。すなわち、SiPh チップ側のスポットサイズ 3~4 μm を SMF 側のスポットサイズ 8~10 μm に変換し、しかもサブミクロンの精度で正確にアライメントすることが必要となる¹⁾。

そこで研究室では、三上修元東海大学教授 (現 マレーシア工科大学客員教授) が開発された光ピン技術を応用し、ファイバの先端に様々な形状の自己形成光導波路 (Self-Written Waveguide: SWW) を作製し、SiPh チップと結合することを試みている^{2), 3)}。SWW 技術は、光ファイバの先端に付着させた UV 硬化樹脂に光ファイバから出射する UV 光を照射することで、ファイバ端面から「つらら」のように自らの光で光導波路を成長 (作製) する技術である。出射光強度が最も強いファイバ端面のコア中心部から樹脂の硬化が始まり、硬化した樹脂の屈折率は未硬化の状態に比べ高くなることを利用している。作製する光結合デバイスと光ファイバの光軸がアライメントフリーであることが SWW 技術の最大の利点と考えている。

各種の光ファイバの先端に作製した光結合デバイスの電子顕微鏡画像を図 1 に示す。光ファイバの先端に光硬化性樹脂を付着し、光ファイバ側から UV 光を照射することにより作製する。テーパの先端の直径、先端に作製したマイクロレンズの形状を

制御することで、出射ビームのスポットサイズを制御できると期待している。

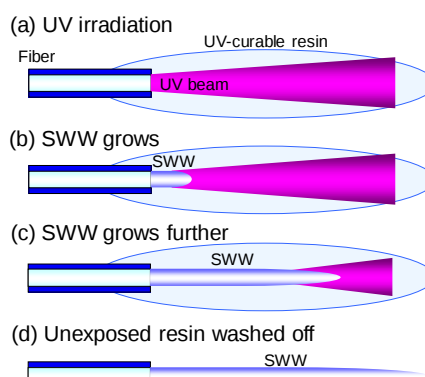
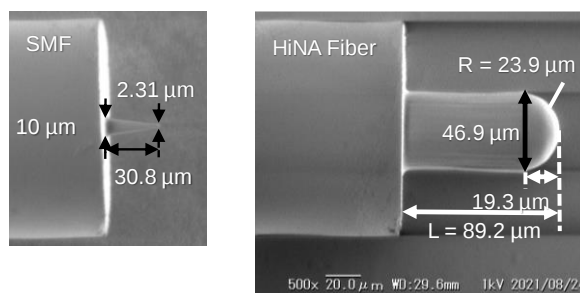


図 1 自己形成光導波路 (SWW) 技術



(a) テーパタイプ

(b) マイクロレンズタイプ

図 2 SWW 技術を用いた樹脂製の光結合素子

また、研究室では、光結合デバイスの空間光通信への応用も検討している⁴⁾。災害時や地理的に光ファイバの敷設が困難な地域でのワイヤレス通信ネットワークの候補として、空間光通

* 東海大学情報理工学部情報メディア学科

信に期待が寄せられている。光ファイバ通信と異なり大気中に光を伝搬させる空間光通信では、大気揺らぎの影響が大きな課題となっている。マイクロレンズを光ファイバ端面に作製することで、大気揺らぎによる受信光の強度変動の抑制を検討するとともに、図3に示すように東海大学湘南キャンパス内で約450 mでの実証実験を試みており、蓄積された3年間の光の受信強度のデータと気象条件との間の関係性を検討している⁵⁾、



(a) 空間光通信装置の設置場所



(b) 3号館屋上から19号館を見た実際の様子
図3 湘南校舎における空間光通信の実証実験

3. 螺旋状回転スクリーンを用いた体積型立体表示システム

立体表示には、二眼ステレオ式、ホログラフィなどがあるが、研究室では、全周から観察可能であり裸眼で立体視が可能で、3次元空間に立体像を形成する体積型立体表示方式に着目している。とくに、高解像度化が容易であり、シンプルな装置構成が可能である体積走査型に分類される立体表示方式の実用化の可能性を検討している⁶⁾。

面谷信元東海大学教授(現 東京電機大学特任教授)と試作／開発した、螺旋状回転スクリーンに断面像を照射する表示方式の装置構成を図2(a)に示す。プロジェクタを用いて、高速回転する螺旋状回転スクリーンの軸方向上部から表示したい立体の高さ位置に対応する断面像を照射することにより、眼の残像効果と合わせて、円柱状の立体表示領域に立体像を視認することができる。実際に投影した立体像を図2(b)に示す。立体像として視認できる断面画像をプロジェクタから投影するために、画像の高速切替えが可能なDMDプロジェクタを用いている。アニメのようにコマ送りされた画像を順次投影することで、動画像も投影可能である。立体像の横方向の解像度は、投影する断面画像の画素数に依存する。高さ方向の解像度は、回転スクリーンと投影画像を同期させることができる最大の応答速度に依存し、現在の装置では128分割している。

このような立体表示装置は、大きく分けてエンターテインメント系と実用系に適用できると考えている。例えば、テーマパークでの入場者を驚かすしかけに利用する、医学分野での人体の各パーツの立体表示など実習前の事前教育に使用するなどが考えられる。現在は、スクリーンの半透明化による一部に生じている不可視領域低減の検討、より視認しやすい周囲の環境(照明)条件の検討を行い、どのような環境であれば実際に使えるか(見えるか)という視点での研究を行っている⁷⁾。

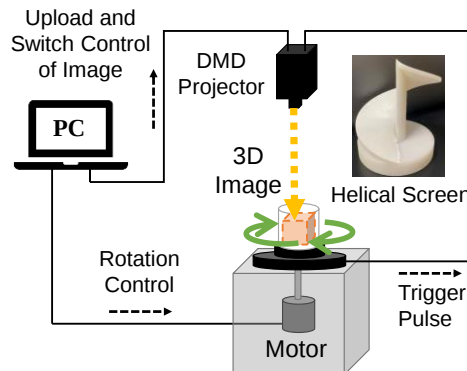
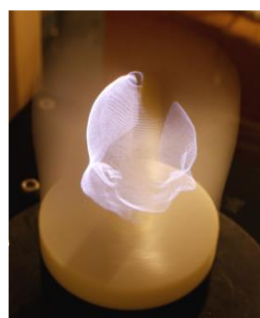


図4 螺旋状回転スクリーンを用いた立体画像表示システム



(a) ヒトの頭部



(b) バラの花

図5 螺旋状回転スクリーンに投影された立体像

4. まとめ

一見別の分野に思われがちな光通信デバイスと立体ディスプレイに関する研究を行っている。異なるテーマの研究であるが思わぬところに共通点があり非常に興味深い。別の視点から自身の研究テーマを客観的に見ることになりその経験は成果につながると考えている。

参考文献

- 1) 藤川知栄美, 三上修, “SiPh チップとファイバとの高効率接続を目指した光硬化樹脂デバイス”, エレクトロニクス実装学会誌, Vol. 25, No. 2, 166-171 (2022).
- 2) Taiga Kurisawa, et al., “Polymer tapered pillar on a fiber end fabricated by UV irradiation using a high-NA fiber”, Photo. Lett. of Poland, Vol. 14, No.4, 80-82 (2022).
- 3) Yoshiki Kamiura et al., “Polymer Spot Size Converter on Silicon Photonics Chip for Enabling High Coupling to Single Mode Fiber”, Opt. Lett., DOI: 10.1364/OL.481663 (2023).
- 4) 佐藤遼 他, ”中距離光伝搬実験における光回線安定化のための検討”, 第63回宇宙科学技術連合講演会予稿集, 1P15 (2019).
- 5) 澤田衆樹 他, ”建物間光伝送の長期計測による特性評価”, 第66回宇宙科学技術連合講演会予稿集, 2F04 (2022).
- 6) Karin Wakatsuki, et al., “Evaluation of visible region in volumetric 3D display using a rotating helical screen”, Jpn. J. Appl. Phys. 61, 062005 (2022).
- 7) 若月花梨 他, ”螺旋状回転スクリーンを用いた体積型立体表示方式の可視領域”, 映像情報メディア学会誌, Vol. 77, No. 1, 129-134 (2023).

東海大学情報理工学部紀要委員会

委員長	譚 学 厚
委 員	高 雄 元 晴
委 員	宇 津 圭 祐

EDITORIAL COMMITTEE OF PROCEEDINGS OF
THE SCHOOL OF INFORMATION SCIENCE
AND TECHNOLOGY
TOKAI UNIVERSITY

Chairman	Xuehou TAN
Member	Motoharu TAKAO
Member	Keisuke Utsu

本紀要の論文は、情報理工学部紀要委員会掲載可と判定された原著論文である。

東海大学紀要

Vol. 22 2022

2023年 3月31日 発行

発行所 東海大学情報理工学部

〒259-1292 神奈川県平塚市北金目4-1-1

tel 0463-58-1211
