

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 13 日現在

機関番号：32670

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500894

研究課題名(和文) 視覚障害者の生活支援のためのアクセシブルデザイン技術

研究課題名(英文) Accessible Design to assist daily lives of people with visual disabilities

研究代表者

佐川 賢 (Sagawa, Ken)

日本女子大学・家政学部・教授

研究者番号：00357112

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円、(間接経費) 1,260,000円

研究成果の概要(和文)：視覚障害者の生活支援のためのアクセシブルデザインとして、以下の2つの研究成果を得ることができた。(1)全盲視覚障害者の触覚特性を検討し、触覚情報を利用した衣服の色を伝えるタグを設計・試作することができた。このタグにより、視覚障害者は円環上に配置された凸点を指先で触れて、衣服の色を知ることができた。(2)一方、ロービジョン者がATM機器を操作する時の好ましいディスプレイ要件を検討し、適切な文字サイズ、コントラスト、着色方法に関するデザイン指針を得ることができた。ロービジョン者によるATM機器の利用が促進できる。これらのアクセシブルデザインの活用により、視覚障害者の日常生活の改善が期待できる。

研究成果の概要(英文)：As a kind of accessible design to assist daily lives of people with visual disabilities, the following two outcomes were obtained. (1) Being based on a study of human tactile characteristics, a tactile tag was developed which conveys color information of clothes with tactile dots. This enables the blind people to know color of the clothes by touching the tactile dots that form a color circle. (2) Furthermore, studying preferable features of the ATM display for better use by people with low vision, design guidelines of the ATM display was developed in terms of font size, contrast, and coloring of key arrays. By means of these outcomes, the quality of daily lives of people with visual disabilities was expected to be improved.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・生活科学一般

キーワード：アクセシブルデザイン 全盲視覚障害者 ロービジョン者 触覚特性 触覚タグ ATMディスプレイ 文字サイズ キーデザイン

1. 研究開始当初の背景

高齢化社会への対応や障害者配慮への社会的高まりにつれ、製品・サービス・環境等のデザイン分野で高齢者・障害者に配慮した設計技術の開発が望まれている。

とりわけ視覚障害者は生活に必要な視覚情報が利用できず、多大な不便を感じている。こうした不便を解決するため、全盲視覚障害者に対しては触覚による情報提示、ロービジョン(弱視)に対しては残存視機能に適した見やすい視覚情報の設計、などが有効な手段と考えられている。

こうした背景から、本研究では視覚障害者の生活支援のためのデザイン技術、すなわちアクセシブルデザイン技術を検討することになった。

2. 研究の目的

視覚障害者の生活支援のためのアクセシブルデザイン技術を確立するため、以下の2つの目的を設定した。

(1)全盲視覚障害者に対しては、生活に必要な情報を触覚で伝達するための触覚特性の把握と具体的方法を開発すること。

(2)ロービジョン(弱視)と呼ばれる視機能の極端に低下した人たちには、適切な文字や色情報を提供するためのデザイン方式を確立すること。

3. 研究の方法

(1)全盲視覚障害者の触覚特性に関しては、触刺激に関する基本特性を、凸点刺激、凹凸縞刺激、切り欠き刺激、に対して計測し、その触知特性を把握するとともに、応用として衣服の色彩を伝達するための触覚マークのデザインと試作評価を行う。

(2)ロービジョン者に関しては、ATM機器の利用を促進するため、情報入力ディスプレイの文字の大きさやコントラスト、さらに色の活用法などを心理実験を通して検討し、ロービジョン者にわかりやすいATM画面をデザインするための指針を作成する。

4. 研究成果

(1) 全盲視覚障害者の触覚特性

熱硬化性樹脂を用いて縞模様の溝の幅(0.5~3.0mmを0.5mm間隔)及び高さ(0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 1.0 mm)を変化させた触覚刺激を用意し、全盲視覚障害者15名に指先で触れさせて、縞の方向を答えてもらった。図1はその正答率を、溝の幅と溝の高さ(深さ)について示したもので、溝の幅が狭く、溝の高さが浅いほど触知が難しくなることを示す。溝の幅は2mmより大きくなると縞の向きの触知能力が向上し、この場合は高さが低くても触知できることが分かった。

一方、カード等の切り欠き刺激の触知度も、半円形、三角形、四角形の切り欠きに対して、

その大きさや深さなどについて検討した。その結果、形状は四角形、幅は6mm以上が良いことがわかり、浮き上がりの縞の幅2mmに比べて、切り欠きは触知能力がやや劣ることが判明した。

これらの検討結果により、人間の触知能力の基本特性を把握することができ、触覚情報デザインの基礎を確立することができた。

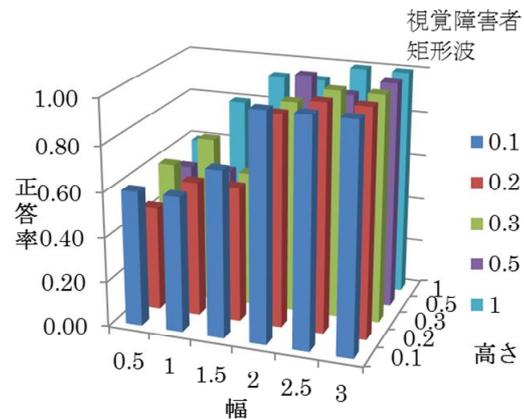


図1: 触覚縞刺激の幅と高さに対する触知能力の変化。

(2) 全盲視覚障害者の色彩把握

視覚障害者に対する触覚情報利用の一つとして、衣服の色を伝達するタグの開発を試みた。全盲視覚障害者は、自ら着る衣服の色を何らかの方法で知りたいという欲求がある。その解決として、触覚による色表示タグの作成を検討した。

まず、全盲視覚障害者がどのように色を理解しているかを調べるため、基本色10色(赤;R、橙;YR、黄;Y、黄緑;GY、緑;G、青緑;BG、青;B、青紫;PB、紫;P、赤紫;RP)のお互いの色どうしの心理的近さ(類似)、あるいは遠さ(非類似)を答えてもらい、その類似・非類似度のデータから多次元尺度法によって、全10色の認識空間の位置関係を検討した。

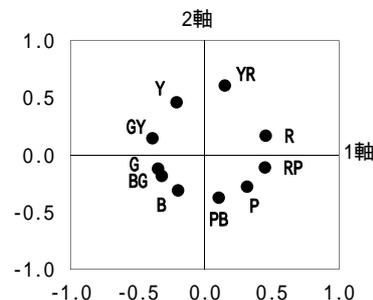


図2: 全盲視覚障害者の基本色の認識構造(16名の平均)。

図2はその結果で、全盲視覚障害者が基本色の10色を、平均的に図2に示すような円環状の空間として把握していることが明らかとなった。また、色相の順も、正・逆の違いはあるものの晴眼者と同じ順序であった。実験に参加した全盲被験者16名のうち、こ

のような円環構造を示した被験者は 13 名と多く、殆どの全盲視覚障害者が同様な特性を示した。従って全盲視覚障害者に対して、円環を利用したデザインで色を表示することは理解しやすく、さらに晴眼者と色の概念を共有できるという利点があることが明らかになった。

(3) 色を表す触覚タグの試作

触知能力の基本特性と色の把握構造を踏まえ、全盲視覚障害者が衣服の色を識別できる触覚タグのデザインと試作を行った。図 3(a)は、色を表す触覚タグのデザインであり、円周上に 10 点の触覚ドットを配置し、そのうちの一点を大きなドットで表して色を示す。天頂を示す点を追加し、この位置を赤に定めると、時計方向に赤、橙、黄、黄緑、緑、青緑、青、青紫、紫、赤紫、となる。中央には無彩色を上から白、灰、黒と配置する。この構造は晴眼者の色を表す表色系の構造に準拠しているため、この図から色の特性（例えば反対の色や類似した色、等）を晴眼者と共有できる。

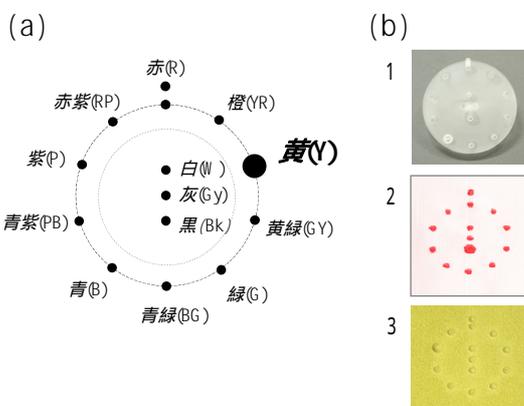


図 3: (a) 色を表す触覚タグのデザインと、(b) 試作した 3 種のタグ。
1; アクリル製, 2; 刺繍製, 3; 人工皮革製。

実際に図 3(b)に示すように、アクリルボタン、刺繍、人工皮革のエンボス加工、などでこのデザインを 25 mm のサイズで触覚的にデザインし、実際にタグを作成して T-シャツに縫い込んでテストしたところ、90%以上の視覚障害者に対して正解が得られた。

以上の結果から、全盲視覚障害者が衣服の色を識別できる触覚タグが完成した。

(4) ロービジョン用 ATM ディスプレイのデザイン：文字サイズとコントラスト

ATM を模擬したタッチパネル式のノート型コンピュータを実験装置として開発し、それを用いて実験室にて実際にロービジョン者に ATM の操作性をテストしてもらった。計測したものは、(a) 数字や文字を入力する時に要する時間と (b) 操作性に関する主観評価すなわち、“非常に操作し易い:[5]”から“非常に操作しにくい:[1]”までの 5 段階の尺度評価である。作業は以下の 2 種類である。

作業 1：振込金額の入力及び振込人の電話番号の入力をテンキーを用いて行う。

作業 2：振込人名義をカタカナにて 50 音キーを用いて入力する。

結果を図 4 に示す。ネガフォント（黒地に白文字）を用いた時のフォントサイズに対する読みやすさの評価値を、高コントラスト（左図）及び低コントラスト（右図）について示した。図の各点は被験者（ロービジョン者 9 名）の個々のデータ、実線は中央値を結んだものである。読みやすさの普通のレベルである評価値 [3] に達するには高コントラストで約 60 ポイント、低コントラストの場合は約 80 ポイントとかなり大きな文字サイズが必要である。また、高コントラストが低コントラストに比して評価値は高かった。一般に指摘されるまぶしさなどはあまり問題とならなかった。

この結果、ロービジョン用の ATM 操作ディスプレイに用いる文字は 60 ポイント以上で高コントラストが良いことが判明した。

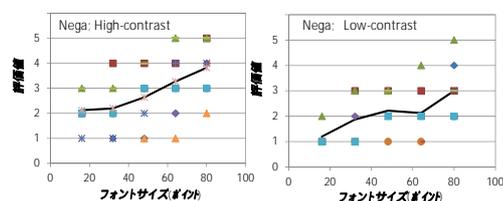


図 4 ATM 入力画面のフォントサイズと操作性の評価値。

(5) ロービジョン用 ATM ディスプレイのデザイン：色によるキー位置の特定

ATM キー入力の問題点の一つは、テンキー及び 50 音キーの位置を特定することがロービジョン者にとって難しい点である。そこで、色彩を利用したキーの位置のガイドを検討した。



図 5 ATM テンキー(上)及び 50 音キー(下)の色彩デザイン 2 例。

図 5 はテンキーと 50 音キーの入力画面で

ザインの一例である。デザイン1は中央の5番キーや50音の“ス”や“ユ”のキーに色を付け、これらの位置を目印とする方法である。デザイン2は基本的に横列の一つ置きに着色する方法。その他に、ここには示していないが、縦列の一つ置きに着色する方法(デザイン3)、チェッカーボード(デザイン4)のように縦横に着色する方法、さらに比較として何も着色していない従来のデザイン(デザイン0)、の計5つのデザインを用意し、その効果を入力時間の速さで評価した。

結果を図6に示す。各デザインに対する入力時間がテンキーと50音キーについて示されている。縦軸の入力時間は7名のロービジョン者のデータの中央値を取ったものである。

入力時間が最も少ない、すなわち操作し易いデザインは、テンキーでは「着色なし」条件、50音キーではデザイン2の「行着色」である。テンキーでは着色の効果があまり見られないが、50音では明らかに行や列、チェッカーボードの着色に効果があり、色の効果はキー数が増えれば効果的になることがわかる。

これらのATMディスプレイに関する実験結果を総括すると、ロービジョン者に読みやすい画面の基本デザインは以下の通りとなった。

- 文字サイズ 60ポイント以上
- コントラスト 高コントラスト
- 色彩活用 50音キーなどキーの数が多い場合は横列の着色

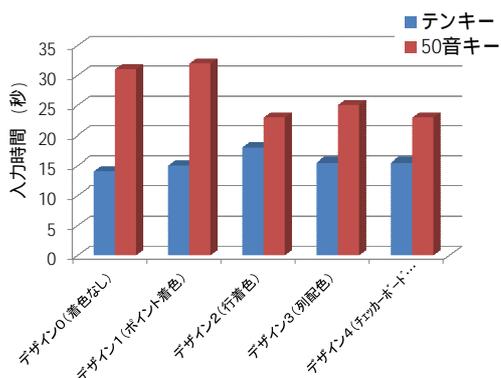


図6 ATM画面の各種デザインに対する入力時間

(6) まとめ

本研究では、視覚障害者の生活を支援するアクセシブルデザイン技術について、具体的な課題として、最終的に以下の2点について全盲視覚障害者及びロービジョン者による心理実験を行って検討した。

[1]全盲視覚障害者のための衣服の色を識別する触覚タグのデザイン、

[2]ロービジョン者のためのATMタッチパネル画面の見やすいデザイン。

その結果、[1]については、指先の触覚特性に基づいて凸点を20~25mm径の円状に配置した触覚タグを作成することができ、色彩触覚タグの実用基盤を確立することができた。

一方、ロービジョン用のATM画面設計に関しては、特に重要なデザイン要素である、文字サイズ、コントラスト、色の活用、の3点のデザイン要素について見やすい基準を設定することができた。

これらの生活に密着したアクセシブルデザイン技術の開発によって、視覚障害者の日常生活が便利で快適なものになることが期待される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計6件)

奥寺 沙織、佐川 賢、全盲視覚障害者の色彩認識空間-全盲視覚障害者に衣服の色を伝えるために-、日本女子大学紀要、査読無、61号、2014、81-90

http://ci.nii.ac.jp/vol_issue/nels/A000192871_ja.html

佐川 賢、倉片 憲治、高齢者でも読める文字サイズはどのように決定できるか-文字表示のアクセシブルデザインとその標準化-、Synthesiology、査読有、6-1巻、2013、34-44

https://www.aist.go.jp/aist_j/aistinfo/synthesiology/

下村 香里、芦澤 昌己、佐川 賢、高齢者の文字可読性に及ぼす色及び照度レベルの影響、日本色彩学会、査読有、36巻、2012、15-26

<http://www.color-science.jp/gakkaishi/>

[学会発表](計21件)

佐川 賢、奥寺 沙織、中島 優子、大場 菜摘、芦澤 昌子、衣服の色彩を表す触覚タグ-視覚障害者のためのアクセシブルデザイン-、繊維製品消費科学会2014年度年次大会、2014年6月28日、京都。

佐川 賢、奥寺 沙織、中島 優子、大場 菜摘、芦澤 昌子、全盲視覚障害者のための衣服の色表示タグ、日本色彩学会色覚研究会、2014年3月8日、東京。

佐川 賢、芦澤 昌子、森元 千由季、ロービジョン者のATMパネル操作における色の役割、日本色彩学会秋の大会、2013年11月16日、倉敷。

Itoh, N., Sagawa, K., Span of fundamental colours of people with color vision defects, CIE Centenary

Conference, 2013-4-15, Paris
Ken Sagawa, Similarity of colors and
conspicuity of color combination for
younger and older people, CSAJ
International Symposium “Color
Science for Our Better Life”, 2012-5-27,
Kyoto.

Nana Itoh, Ken Sagawa, Legible Font
Size for People with Low Vision, The
27th Session of the CIE, 2011-7-13,
Sun City (South Africa)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計0件)

〔その他〕
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐川 賢 (SAGAWA Ken)
日本女子大学・家政学部・教授
研究者番号：00357112

(2) 研究分担者

芦澤 昌子 (ASHIZAWA Shoko)
日本女子大学・家政学部・研究員
研究者番号：40191853

(3) 連携研究者

なし