

令和元年5月16日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2016～2018

課題番号：16H03213

研究課題名（和文）触知案内図の表示法の規格に求められる人の皮膚感覚特性に基づく表示法の確立

研究課題名（英文）Establishment of display method of tactile guide maps based on human tactile characteristics for standardization of its display method

研究代表者

藤本 浩志 (Fujimoto, Hiroshi)

早稲田大学・人間科学学術院・教授

研究者番号：60209103

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 10,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、触知案内図の表示法の規格に求められる人の皮膚感覚特性に基づく表示法を確立するために、触知案内図の触読性に関する客観的な実証データを収集した。具体的には、触知案内図における境界線とドットパターンとの隙間が境界線の識別特性に及ぼす影響や触知案内図等に用いられる線の識別容易性、触察方法と触図の線の角度弁別の関係を明らかにすることができた。本研究を通じて得た知見は、研究協力者等の触知案内図の製作者に提供することができた。今後は、本研究で得られた知見を踏まえた触知案内図の試作と触読性評価を継続し、触読性の高い触知案内図の普及に貢献していきたい。

研究成果の学術的意義や社会的意義

平成28年4月に障害者差別解消法が施行され、最近、視覚障害者が触って空間情報を入手することが可能な触知案内図が急速に普及しつつある。一方で、こうした触知案内図の触読性の向上は、当該領域の大きな課題の一つである。そこで本研究では、触知案内図の触読性の向上のために必要な触知案内図の触読性に関する客観的な実証データを収集した。本研究で得た知見は人の触知覚特性に関する基礎的知見としても価値があると考えられる。また、得られた知見を当該領域の触知案内図の製作者に有用に活用してもらうことで、触読性の高い触知案内図の普及に貢献していくことは社会的にも大変意義深いことである。

研究成果の概要（英文）： In this study, for the purpose of establishing display method of tactile guide maps based on human tactile characteristics for standardization of its display method, we could obtain objective empirical data regarding tactile readability of tactile guide maps. Concretely, we could investigate "Influence of intervals between border line and dot patterns on tactile guide map on its identification", "Ease of identification of dot lines used in tactile guide maps" and "Relationship between tactile method and angle discrimination of tactile lines". And also, we were able to provide producers of tactile guide maps such as research collaborators with our findings obtained through this study. In the future, we will try to produce tactile guide maps based on our this knowledge and evaluate the tactile readability to contribute to the spread of the tactile guide map with high tactile readability.

研究分野：福祉工学 ヒューマンインタフェース

キーワード：触知案内図 表示法 規格 皮膚感覚特性

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

我が国では平成28年4月に「障害を理由とする差別の解消の推進に関する法律」（障害者差別解消法）が施行され、障害のある方々への合理的配慮が今後進展していくことが期待されている。その中でも情報入手障害ともいわれる視覚障害者について、情報保障の充実が急務である。こうした状況に対して、最近、視覚障害者が触って空間情報を入手することが可能な触知案内図が公共施設の敷地案内図等として普及しつつある。こうした触知案内図が普及しつつある背景には、高齢者及び障害のある人々のニーズに対応した規格作成配慮指針（ISO/IECガイド71）⁽¹⁾に基づいて制定された触知案内図の表示法に関する日本工業規格（JIST0922）⁽²⁾が関係している。筆者らはこれまで、数多くの研究テーマがある中でも、最優先で対策が必要であるといわれる視覚障害者への配慮に関する上述の日本工業規格の策定に関わっており、触知案内図の表示法に関する日本工業規格（JIST9022）の策定の議論の過程においても、触知案内図で使用される触知記号の識別特性に関するデータを提供することができ、その後、筆者らの研究成果⁽³⁾⁽⁴⁾を誌上発表することができた。しかし、この触知案内図の表示法に関する日本工業規格（JIST90220922）の規定では、現在地や階段・エレベータ等を示す触知記号の標準化に重きが置かれ、触読し易い触知案内図を作成するために必要な触知案内図の触読性に客観的な実証データが十分ではない。それ故、人の触知覚特性に基づいた触読し易い触知案内図の表示法を明らかにする更なる基盤研究が必要である。そこで本研究では、ヒトの触知覚特性に基づいた触読し易い触知案内図の表示法を明らかにするために、触知案内図の触読性に関する客観的な実証データを収集することにした。

2. 研究の目的

本研究では、触知案内図の表示法の規格に求められる人の皮膚感覚特性に基づく表示法を確立するために、触知案内図の触読性に関する客観的な実証データを収集することを目的とした。具体的には、研究協力者や当該領域の関係者と協議を経て、触知案内図における境界線とドットパターンとの隙間が境界線の識別特性に及ぼす影響について調べた。また、触知案内図等に用いられる線の識別容易性も調べた。更に、触察方法と触図の線の角度弁別の関係を明らかにする実験も行った。

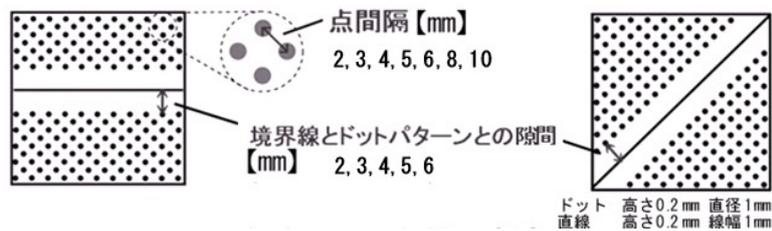
3. 研究の方法

本研究では、「触知案内図における境界線とドットパターンとの隙間が境界線の識別特性に及ぼす影響を調べる実験（実験Ⅰ）」、「触知案内図等に用いられる線の識別容易性評価実験（実験Ⅱ）」、「触察方法と触図の線の角度弁別の関係を調べる実験（実験Ⅲ）」を実施した。ここでは、各実験の方法について簡潔に述べる。なお、実験は研究倫理の配慮を第一とし、事前に実験参加者に対して実験内容を説明して同意が得られた場合にのみ実験に参加してもらった。

(1) 実験Ⅰ：触知案内図における境界線とドットパターンとの隙間が境界線の識別特性に及ぼす影響を調べる実験

触知案内図上で領域を示す際には、領域を境界線で区切り、その中に面パターンを敷き詰める。複数の領域が混在すると境界線が面パターンに埋もれて、識別し難い状態になり易い。そのため、境界線と面パターンの間に隙間を設けて境界線を識別し易くすることが多い。しかし、実証データに基づく適切な隙間に関するガイドラインが存在しない。そこで本研究では、面パターンの中でも使用頻度の高いドットパターンに着目し、境界線とドットパターンとの隙間が境界線の識別特性に及ぼす影響を明らかにすることにした。具体的には、上質紙の上に紫外線硬化樹脂インクを塗布することで、ドットパターンの中に境界線を配置した提示刺激（図1）を作成した。ドットパターンの点間隔7条件（2, 3, 4, 5, 6, 8, 10mm）、ドットパターンと境界線との隙間5条件（2, 3, 4, 5, 6mm）とし、点間隔と隙間の組み合わせは35条件であった。それぞれの組み合わせについて、垂直、水平、右上がり（斜め45度）、右下がり（斜め45度）の4通りの境界線を配置し、提示刺激は全部で140種であった。なお、点間隔及び隙間は点の中心間距離とした。実験参加者には、触読初心者を中心とし、指先の皮膚感覚に異常のない若年晴眼者17名（年齢20.5±1.5歳）、高齢晴眼者20名（年齢69.1±3.3歳）の協力を得た。実験では、提

示刺激に直径 60mm の円状のガイドを装着し、手元を遮蔽した状態で利き手人差し指の指腹を用いて、提示刺激のガイド内を触察してもらった。その後、境界線の配置（境界線なし、垂直、水平、右上がり、右下がり）を回答してもらい、さらに回答に対する確信度を 5 段階の等間隔尺度（1：確信なし～5：確信あり）で答えてもらった。試行数は、140 種の提示刺激をランダム提示し、全 140 試行であった。



実験 1 実験に用いた提示刺激

(2) 実験Ⅱ：触知案内図等に用いられる線の識別容易性評価実験

点字図書や点字教科書には文字以外にも折れ線グラフ等の線図がドット列として表されていることが多い。しかし、同サイズ、同点間隔のドット列の線を用いて折れ線グラフ等が作成されているため、線が複数表記される場合、識別し難いのではないかと考える。そこで本研究では、2本のドット列において、どのような点間隔の条件があれば別の直線として識別できるかを明らかにする。ここでは、点図作成フリーソフト（エーデル）で上質紙にドット列を印刷し、直線の識別実験を行った。ドットサイズは紙点字で用いられているサイズを使用した。ドットの点間隔を 9 条件（2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10mm）、打ち出しパターンを点間隔が均等な打ち出し（パターン①）と 3 点ごとに 1 点間引いた打ち出し（パターン②）の 2 条件とし、提示刺激は 18 種となった（図 2 参照）。提示刺激は 2 種ずつ組み合わせてランダムに提示した。具体的な条件数は、同一パターンで点間隔が異なる組み合わせ 72 通り、同一点間隔でパターンが異なる組み合わせ 9 通り、それに同じパターンで同一点間隔の組み合わせ 18 通りを加え、各 2 試行ずつ実施して全 198 試行であった。実験参加者として、触読初心者も想定し、指先の皮膚感覚に異常のない若年晴眼者 20 名（年齢 20.1 ± 2.0 歳）、高齢晴眼者 12 名（年齢 69.3 ± 3.1 歳）の協力を得た。また、日常的に点字を触読している若年視覚障害者 12 名（年齢 27.6 ± 3.5 歳）の協力も得た。実験では、遮蔽した手元に 2 つの提示刺激を順に置き、利き手人差し指の指腹で触察してもらった。その後、指を離して 2 つの直線が同じか違うかを 2 肢強制選択で回答してもらい、回答に対する確信度を 5 段階の等間隔尺度（1：確信なし～5：確信あり）で答えてもらった。



実験 2 実験に用いた提示刺激

(3) 実験Ⅲ：触察方法と触図の線の角度弁別に関係を調べる実験

点字図書や点字教科書は視覚障害の児童生徒が特別支援学校（視覚障害）で使用する教材として知られている。算数、理科、社会では様々な図形やグラフが用いられ、それらは凸点などで表されている。図形やグラフの中には視覚では識別できても、触覚では識別が難しいものが存在するため、現場の先生方はそれぞれ経験則によって工夫を凝らし指導している。図形識別で最初に学ぶ「三角形」「角度」といった単元の角度指導の場合、角度をわかりやすくするための工夫として、一边を身体と平行になるように配置することが多い。しかし、その配置の効果について定量的には評価されていない。そこで本研究では、点図における二直線の成す角及び配置が弁別特性に及ぼす影響を評価した。点図作成の際に一般的に用いられているフリーソフト（EDEL）で点字用紙に凸点で表された角度を印刷し、角度の識別実験を行った。点の大きさと点間隔は紙点字の普及サイズ、凸点で表された直線の長さは 100mm とした。標準刺激の二直

線の成す角は 60 度、比較刺激は 30 度～90 度の間を 3 度刻みで 16 条件 (33, 48, 60, 72, 87 度を除く) とした。配置は、図 3 のように一边を身体に対して平行にした配置と、傾けた配置の 2 条件である。標準刺激に対する比較刺激の 16 条件と配置の組み合わせ 2 条件について 6 試行ずつ実施し、全 192 試行をランダム提示した。実験参加者として、触読の初心者を選定し、点字の触読経験が無く、指先の皮膚感覚に異常の無い若年晴眼者 20 名 (年齢 21.4±1.1 歳) の協力を得た。実験では遮蔽した手元に 2 枚の提示刺激を左右に配置し、利き手人差し指の指腹で触察してもらった。その後、指を離して、角度の違いを 3 件法 (左が大, 同じ, 右が大) で回答してもらい、回答に対する確信度を 5 段階等間隔尺度 (1: 確信なし～5: 確信あり) で答えてもらった。評価指標は正答率、確信度、識別時間の 3 つとした。



図 3 配置条件

4. 研究成果

本研究では、触知案内図の表示法の規格に求められる人の皮膚感覚特性に基づく表示法を確立するために、触知案内図の触読性に関する客観的な実証データを収集した。本研究を通じて得た知見は、研究協力者等の触知案内図の製作者に提供することができた。今後は、更に実験参加者の属性を検討しつつ同様な実験を継続し、更に得られた知見を踏まえた触知案内図の試作と触読性評価を行い、触読性の高い触知案内図 (触図を含む) の普及に貢献していきたい。なお、紙面の制約等を考慮し、実験 I～実験 III で得られた知見を簡潔に示す。

(1) 実験 I : 触知案内図における境界線とドットパターンとの隙間が境界線の識別特性に及ぼす影響を調べる実験

正答率に関しては、全体として、点間隔が広く隙間が大きいほど、高い傾向であった。いずれの点間隔においても、若年者では隙間 4mm で正答率が収束、高齢者では隙間 5mm で正答率が収束した。また、いずれの隙間においても、若年者では点間隔 5mm で正答率がほぼ収束、高齢者では 8mm で正答率が収束した。次に確信度に関しては、点間隔が同じ場合、隙間が大きいほど高い傾向だった。また、隙間が同じ場合、若年者では点間隔が広がると確信度は一旦低下した後で高くなり、高齢者では点間隔が広いほど低い傾向だった。最後に時間に関しては、一番時間がかかったのは、若年者では点間隔 3mm・隙間 2mm 付近、高齢者では点間隔 4mm・隙間 2mm 付近だった。時間が最も短いのは、若年者、高齢者ともに点間隔 2mm・隙間 6mm だった。以上の通り、いずれの点間隔のドットパターンでも、若年者は隙間が 4mm、高齢者は隙間が 5mm あれば、境界線を確実に識別できた。これより、年齢によらず、境界線を識別しやすい隙間は 5mm 以上であることが明らかとなった。全体として、高齢者は若年者よりも正答率が低く、触察時間も長かった。また、点間隔が広い場合、若年者は隙間が小さくても確信をもって境界線を識別できたが、高齢者は確信度が高くなかった。これは、加齢によって触覚機能が低下したことの影響だと考えられる。以上のことから、隙間が 5 mm 以上あれば、境界線が識別しやすいと考えられる。

(2) 実験 II : 触知案内図等に用いられる線の識別容易性評価実験

ここでは、紙面の関係でパターン①に着目して結果を述べる。点間隔が異なる組み合わせについて、若年晴眼者は、識別率は全体的に点間隔差が大きいほど高い傾向で、パターン①では点間隔差 4mm 以上のとき高い識別率で収束した。確信度も全体的に点間隔差が大きいほど高い傾向であった。一方、高齢晴眼者では、点間隔差 5mm 以上のとき 95%以上となり 100%に近づいた。確信度については、全体的に高く、各点間隔の確信度の間に有意差はなかった。若年視覚障害者では、識別率は点間隔差 4mm 以上のときほぼ 95%以上となり 100%に近づいた。点間隔が

狭い同士の組み合わせのときは点間隔差 3mm 以上でも 95%以上であった。確信度については、全体的に高く、各点間隔の確信度の間に有意差はなかった。以上のことから、点間隔は 5mm 以上であれば確信をもって正確に識別できることがわかった。

(3) 実験Ⅲ：触察方法と触図の線の角度弁別の関係性を調べる実験

一边を身体に対して平行にした配置は傾けた配置に対して正答率と確信度は有意に高く、識別時間は短かった。正答率が 95%以上となったのは、一边を身体に対して平行にした配置においては 39 度以下もしくは 84 度以上であった。一方、傾けた配置においては、30 度と 90 度のみであった。以上から、一边を身体に対して平行に配置した方が角度を識別しやすいといえる。辺と身体的位置を揃えて指導することが、角度のイメージを定着させるのに有効であると考えられる。

<引用文献>

- (1) 共用品推進機構, ISO/IEC ガイド 71 活用ガイド, 日本経済出版社, 2002
- (2) 日本工業標準調査会, 高齢者・障害者配慮設計指針—触知案内図の情報内容及び形状並びにその表示方法 (JIST0922), 日本規格協会, 2007
- (3) 土井幸輝, 荻野愛実, 和田勉, 藤本浩志, 加齢がスクリーン印刷による触知記号の識別特性に及ぼす影響に関する研究, ライフサポート学会誌, 21 巻, 4 号, 25-32, 2009
- (4) 土井幸輝, 和田勉, 藤本浩志, 触知記号のエッジの明瞭性が識別容易性に及ぼす影響, 日本機械学会論文集 C 編, 77 巻, 782 号, 228-237, 2011

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① 土井幸輝, 開発勇喜, 豊田航, 西村崇宏, 藤本浩志, 触知初心者におけるアルファベットの浮き出し文字のサイズが識別容易性に及ぼす影響の評価と加齢効果の検証, 日本機械学会論文集, 査読有, 83 巻, 850 号, 2017, 16-00470
- ② 松森ハルミ, 土井幸輝, 藤本浩志, 触読熟達者における触知案内図の境界線識別にドットパターンとの隙間が及ぼす影響, ヒューマンインターフェース学会論文誌, 査読有, 19 巻, 1 号, 2017, 33-40
- ③ 松森ハルミ, 土井幸輝, 藤本浩志, 触知案内図における境界線とドットパターンとの隙間が境界線の識別特性に及ぼす影響, 日本機械学会論文集, 査読有, 82 巻, 844 号, 2016, 16-00267

[学会発表] (計 2 件)

- ① Takahiro Nishimura, Kouki Doi, Hiroshi Fujimoto, Tsutomu Wada, Effect of dot spacing on TRUCT Braille readability in Braille reading beginners. 2018 World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, Prague Congress Centre, Czech Republic, 2018 (Poster)
- ② 坂口歳斗, 土井幸輝, 西村崇宏, 藤本浩志, 隣り合う点図の塗り込みパターンと図形の長さ弁別特性の関係, 第 13 回日本感性工学会春季大会講演予稿集, WP1-3, 2018(Poster)

[その他]

ホームページ等

<http://www.waseda.jp/sem-fujimoto/>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：土井 幸輝

ローマ字氏名：(DOI Kouki)

所属研究機関名：独立行政法人国立特別支援教育総合研究所
部局名：情報・支援部
職名：主任研究員
研究者番号（8桁）：10409667

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：和田 勉
ローマ字氏名：(WADA Tsutomu)
所属研究機関名：社会福祉法人日本点字図書館
部局名：図書製作部
職名：部長

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。