

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

令和 5 年 5 月 21 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19H03986

研究課題名(和文) 視覚障害者にとって触読し易い触図の凹刺激の表示法と触読動作の解明

研究課題名(英文) Evaluation of Easily Readable Display Method of Concave Dot Stimulation on Tactile Map and Visually Impaired Tactile Reading Action

研究代表者

藤本 浩志 (Fujimoto, Horoshi)

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) 12,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、学術的知見が不足している触図の凹刺激と識別容易性の関係性を評価し、凹刺激の触読動作の特徴を調べた。初年度は、方眼紙の升目の凹線の製作法を検討し、テストピースを用いて凹線間隔と識別容易性に関する予備実験を行った。2年目、3年目は、その結果を踏まえ、x軸あるいはy軸にそれぞれ並行な凹線の間隔と識別容易性に関する本実験を行い、凸線と凹線間の距離が識別容易性に及ぼす影響を詳細に解析した。最終年度は、新型コロナウイルス感染症予防の観点から計画通りに実験を行うことができなかったが、専門家との協議等を行い、凸線と凹線を識別する際の適切な触読動作(触速度や触力)の特徴を明らかにすることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

視覚障害者にとって有用な触図においては、表現のバリエーションを増やすために、凹状の点や線の刺激が触図では用いられることがある。しかし、凹刺激の識別容易性に関する学術的知見が不足している。そこで本研究では、凹刺激と識別容易性の関係性を評価し、凹刺激の触読動作の特徴を明らかにした。こうした凹刺激の識別容易性や触読動作の特徴の知見を基盤とすることで、より識別容易性の高い触図の表現法の検討を行うことができるであろう。

研究成果の概要(英文)： In this study, we evaluated the relationship between concave stimulation and tactile readability, which has insufficient academic knowledge, and investigated the characteristics of tactile reading movements for concave stimulation on tactile graphics. We examined the production method of concave lines on graph paper and conducted a preliminary experiment on the spacing between concave lines and tactile readability using test pieces. In the second and third years, based on the results, we conducted a main experiment on the spacing between parallel concave lines on the x-axis or y-axis and tactile readability and analyzed in detail the influence of the distance between convex and concave lines on tactile readability. In the final year, we discussed with experts and clarified the characteristics of appropriate tactile reading movements, such as tactile speed and force, for identifying convex and concave lines, albeit in a simplified manner.

研究分野：福祉工学

キーワード：視覚障がい者 触読 触図 凹刺激 表示法

## 1. 研究開始当初の背景

一般的に、点字出版物を作成する際には、原典である晴眼者用の図書の内容に基づいて、文字や写真などの説明文を点字にする作業や、イラストや図を点図にする作業が行われる。しかし、複雑に線が交差する方眼紙の升目や、入り組んだ点図を作成する場合には、凸状に盛り上がった凸点や凸線だけでは触察することにより指先に与える刺激が混在して触読し難くなってしまふことから、凹状の点や線も組み合わせて方眼紙の升目や、点図における湖等の領域を表現するといった工夫がなされている。このような凹点や凹線を触察することにより指先に与える刺激は、凸点や凸線などが指先に与える刺激を妨げないため、多様な情報を提示する上で重要な役割を果たしている。現状では、方眼紙の升目を構成する凹刺激について、校正者等の経験則に基づく校正が重ねられ、点字出版物の識別容易性が確保されている。校正者が点字や点図を校正する際には、校正者の経験則に依存しており、筆者らの研究協力者で長年点字出版物の点字の校正に携わっている専門家からも凹刺激に対する識別容易性に関する学術的な知見が求められるようになった。また、教育関係者からは触読しやすい凹刺激の触察動作の特徴を調べて欲しいとのニーズが高くなった。

## 2. 研究の目的

本研究では、学術的知見が不足している触図の凹刺激と識別容易性の関係を評価し、凹刺激の触読動作の特徴を調べた。

## 3. 研究の方法

### (1) 凹刺激と識別容易性の関係

本実験では凹線の点間隔と線間隔が識別容易性に及ぼす影響を識別実験により定量的に評価するために、凹線間隔と凹点間隔の条件がそれぞれ異なる提示刺激を作成して識別実験を行った。本実験では、点字触読初心者でも触読しやすい点字出版物の普及に寄与するために、点字初心者を想定した実験参加者 20 名の協力を得た。

本実験では、方眼紙上に書かれた二次元座標系を想定し、提示刺激として、様々な条件の点間隔と線間隔で構成された凹線列を亜鉛版製版法によって作成した。提示刺激を印刷する台紙には、点字出版物で広く用いられている点字用紙を用いた。

本実験では、図 1、図 2 に示すような提示刺激を用意した。横方向の触察と縦方向の触察をそれぞれ想定し、縦に並んだ直線と横に並んだ直線を用いた。具体的には、実験参加者に対して垂直に並べられた複数の凹線を左端の凸線から右方向に向かって触察する条件を横方向 (x 座標系を想定)、下端の凸線から上方向に向かって触察する条件を縦方向 (y 座標系を想定) と定義した。一般に、算数や数学の点字教科書で凸点による座標軸を表現する場合、座標軸の下に書かれる方眼紙升目は凹線で表現されることが多い。そのため、触察動作の始点となる左端と下端の罫線は凸線とした。凸線を 1 本、凹線を 7 本並べた凹線列を点字用紙に印刷した。提示刺激の条件については、凹点の点間隔 (図 1、図 2) を凹点間隔 3 条件 (2, 3, 4 [mm]) 凹線の線間隔 (図 1、図 2) は凹線間隔 7 条件 (4, 7, 10, 13, 16, 19, 22 [mm]) 設けた。凹点間隔の条件は、点字出版物内で見受けられる凹点間隔 (2 mm 程度から 3 mm 程度) を含む範囲で設定した。また、凹点間隔 4 mm 以上だと最も凹線間隔が狭い条件よりも凹点間隔が広くってしまうため、上限値を 4 mm とした。なお、亜鉛版製版法において作製可能な凹点間隔は 2 mm 以上であることから、最も狭い凹点間隔の条件を 2 mm とした。凹点の直径は、点字出版物でよく見受けられる凹点と同サイズである約 2.0 mm とした。線の長さは 120 mm とし、手元を確認できない状態でも触察時に提示刺激から指腹が外れ難い長さになるよう配慮した。

実験参加者には提示刺激の凸線 (始点) にきき手人差し指を置かせた。次に、実験者の合図で実験者から何本目と指示された凹線 (終点) を指で指示させた。どの線を押さえているかの回答は実験者が目視で確認した。試行の終点となる凹線は、作成した凹線の範囲における平均的な結果を評価するため 6 条件 (1 本目, 2 本目, 3 本目, 4 本目, 5 本目, 6 本目) とした。識別の際には爪を立てないように教示を与えた。また、読みやすさを評価するため、一度で触察できることが重要であり、触察する際戻って触察しないよう教示を与えた。触察方向は、横方向と縦方向の 2 条件とした。

本実験では、いかに早く正確に確信を持って指示された凹線を識別できるかを調べるために、実験参加者が指し示した凹線が実験者の指示した線と一致しているかの「正答率」を評価指標として、凹点間隔と凹線間隔が識別容易性に与える影響を評価した。

### (2) 凹刺激の触読動作の特徴

触図のバリエーションを増やすために必要な凹刺激の活用は欠かすことができないが、教育関係者からは触読しやすい凹刺激の触察動作の特徴を調べて欲しいとのニーズも高くなった。当初は、実際に点字触読者を対象とした触速度や触力を計測する実験を計画していたが、新型コロナウイルス感染症予防の観点から計画通りに実験を行うことができなかったため、オンラインミーティングや短時間の対面での専門家との協議等を重ね、凸線と凹線を識別する際の適切な触読動作 (触速度や触力) の特徴を簡易的にヒアリングすることにした。

#### 4. 研究成果

##### (1) 凹刺激と識別容易性の関係

図6に正答率の結果を示す。横方向、縦方向の触察方向に関わらず凹点間隔・凹線間隔の交互作用はみられず、それぞれの要因について主効果が認められた(横方向の触察における凹点間隔  $F(1.8, 35.1) = 8.2, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.30$ , 横方向の触察における凹線間隔  $F(1.7, 31.9) = 104.6, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.84$ , 縦方向の触察における凹点間隔  $F(2.0, 37.4) = 12.4, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.39$ , 縦方向の触察における凹線間隔  $F(1.8, 34.9) = 162.1, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.90$ )。図6-1の横方向の触察における凹点間隔について、凹点間隔2mmが4mmに比べて正答率が高かった( $p < 0.01$ )。横方向の触察における凹線間隔について、4mmが7mm以上に比べて正答率が低かった( $p < 0.001$ )。また、凹線間隔7mmが13mmと19mmに比べて正答率が低かった( $p < 0.05$ )。図6-2の横方向の触察における凹点間隔について、凹点間隔2mmが4mmに比べて正答率が高かった( $p < 0.001$ )。縦方向の触察における凹線間隔について、4mmが7mm以上に比べて正答率が低かった( $p < 0.001$ )。また、凹線間隔7mmが13mmに比べて正答率が低かった( $p < 0.05$ )。

凹線を構成する凹点間隔が狭いほど、正答率が高くなることがわかった。これは、2mmのような狭い凹点間隔では、凹点どうしが隣接し、「線」のように知覚し易いためだと考えられる。また、4mmのような広い凹点間隔では、正答率が低くなることがわかった。これは、凹点どうしが離れている条件では、「線」のように知覚し難いことが影響していると考えられる。

凹線列を構成する凹線間隔が狭いほど、正答率が低くなることがわかった。日本人の第2指遠位関節幅の青年男女の平均値は14.9mmであり、指腹の幅をその2/3程度と仮定すると約10mmとなる。そのため、凹線間隔4mmや7mmなどの狭い条件では、指腹が同時に2, 3本の凹線に触れることになる。したがって、凹線を1本ずつ識別することが難いため、正答率が低くなったと考えられる。一方で、触察方向に関わらず、19mmや22mmのような凹線間隔が広すぎる条件では凹線を1本ずつ触察することができるものの、指を動かす距離が長くなり、指示された凹線の識別に時間がかかってしまうことが影響していると考えられる。

点字図書や点字教科書などの点字出版物では、凹線は方眼紙の升目に用いられている場合が多い。今後は格子状に配置した凹線の識別容易性についても明らかにしていく予定である。

##### (2) 凹刺激の触読動作の特徴

触図の触察指導を実際に視覚障害児に行っている特別支援学校(視覚障害)の教員や点字出版物の製作を行っている日本点字図書館の有識者に凹刺激の触り方について簡易的なヒアリングを行った。その結果、触力は大きくせず速度を抑えてスムーズに触読する必要であることが明らかになった。新型コロナウイルス感染症予防の観点から計画通りに実験を行うことができなかったが、上述のように専門家との協議等を重ねることで、凸線と凹線を識別する際の適切な触読動作(触速度や触力)の特徴を明らかにすることができた。

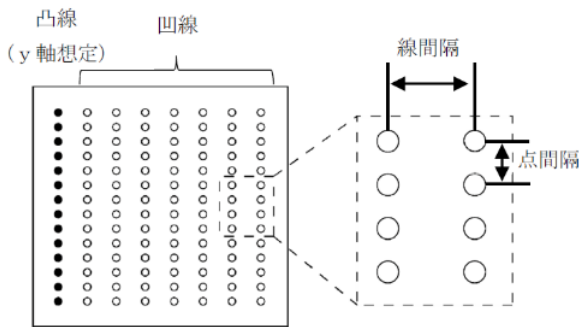


図1 使用する提示刺激の例(横方向の触察)

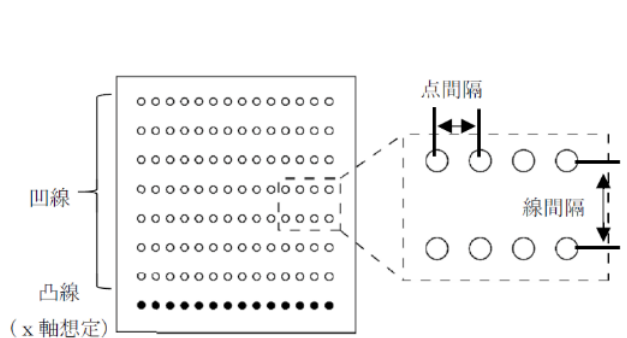


図2 使用する提示刺激の例(縦方向の触察)

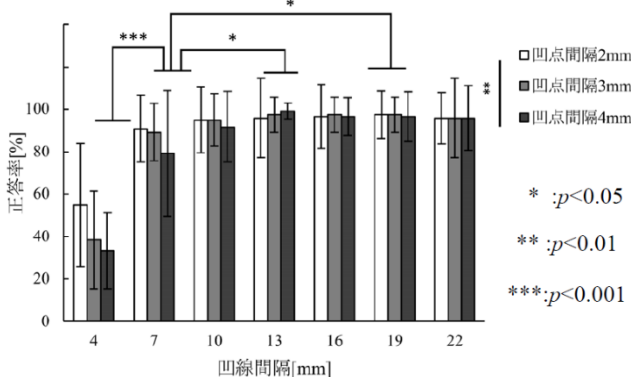


図3-1 横方向の触察における正答率

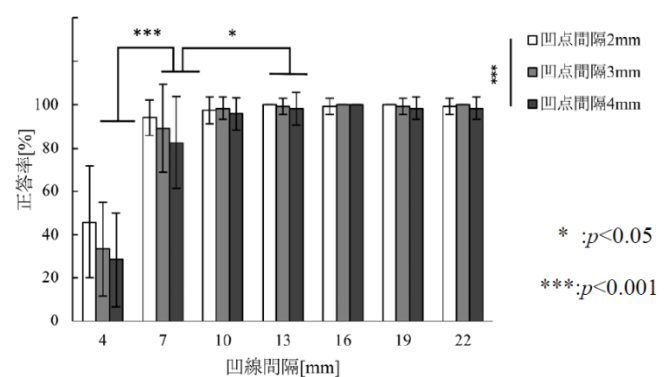


図3-2 縦方向の触察における正答率

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 山口優斗, 南口拓巳, 土井幸輝, 西村崇宏, 藤本浩志	4. 巻 20(4)
2. 論文標題 点字出版物に用いられる凹線の識別し易い点間隔と線間隔の評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本感性工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 367-372
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5057/jjske.TJSKE-D-21-00012	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 土井幸輝, 片桐麻優, 西村崇宏, 南口拓巳, 藤本浩志	4. 巻 89(917)
2. 論文標題 エンボス印刷方式による触知図のドットパターンと点字との間隔が点字の識別容易性に及ぼす影響	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本機械学会論文集	6. 最初と最後の頁 22-00218
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/transjsme.22-00218	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 山口優斗, 南口拓巳, 土井幸輝, 西村崇宏, 藤本浩志
2. 発表標題 方眼紙の升目を想定した凹点による格子線の表示方法に関する実験的検討
3. 学会等名 日本感性工学会（第15回春季大会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 南口 拓巳, 米津乃呉, 土井幸輝, 西村崇宏, 藤本浩志
2. 発表標題 方眼紙の升目を想定した凹点による格子線の線間隔が触読性に及ぼす影響に関する実験的検討
3. 学会等名 LIFE2022
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担 者	土井 幸輝  (Doi Kouki)  (10409667)	同志社女子大学・生活科学部・准教授   (34311)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------