

平成 30 年 5 月 8 日現在

機関番号：82705

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12618

研究課題名(和文) UV点字既存製法に代わる新規法提案と点字初心者用の触読し易いUV点字サイズの解明

研究課題名(英文) New TRUCT Braille Printing Method instead of Silk Screen Printing Method and Evaluation of Easily Readable Character Sizes of TRUCT Braille

研究代表者

土井 幸輝(DOI, KOUKI)

独立行政法人国立特別支援教育総合研究所・情報・支援部・主任研究員

研究者番号：10409667

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：点字学習者が点字パターンを習得するためには多くの時間を要する。それ故、当該領域の関係者からは点字学習環境の充実に望む声が多い。一方、最近、紙以外の素材に無色透明な紫外線硬化樹脂インクで印刷した点字(UV点字)が公共サイン等で普及し、点字学習者によりこうした点字サインの活用が促進することが期待されている。しかし、現在の製法のスクリーン印刷方式では印刷後の仕上がりが悪いことや点字学習者にとって触読し易い文字サイズが明らかにされていない点が問題視されている。そこで本研究では、既存の製法(スクリーン印刷法)の代替の新たなUV点字の製法を開発し、合わせてUV点字の文字サイズと触読性の関係を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Braille learners require a lot of time to acquire Braille character patterns. Therefore, there has been a call from educators to enhance Braille learning environments. Recently, transparent resinous ultraviolet-curing type (TRUCT) Braille signs are becoming more and more popular in Japan. These signs have begun to be used in public facilities. Naturally, it is expected that beginner Braille readers will utilize these signs. However, its printing quality is not so good and there is hardly any research on the easiest Braille patterns for beginners who are trying to learn Braille. In this study, we developed new TRUCT Braille printing method instead of silk screen printing method, and also examined the relationship between readability of TRUCT Braille and character sizes as an experimental factor for beginner Braille readers.

研究分野：人間情報工学，人間工学

キーワード：UV点字 点字初心者 触読 サイズ

1. 研究開始当初の背景

視覚障害児・者が触って読み書きする文字として点字が広く一般に知られているが、点字の識字率は低いといわれている。その理由として、急増している中高年の中途視覚障害者のための学びやすい点字学習教材が不足していることが挙げられる。中途視覚障害者の中にも点字習得を希望する者は多く、点字学習教材の改善が点字指導者や点字学習者から求められている。従来、点字は紙の上に点で構成された文字を打刻し、それを指先で読み取るといった視覚障害児・者が独自に使用するツールであった。しかし、障害者差別解消法の制定が追い風となり、晴眼者と視覚障害者がひとつの印刷物の情報を共有することが可能となる無色透明な紫外線硬化樹脂インクを用いた点字（以下、UV点字(図1)）が急速に普及した。UV点字はスクリーン印刷方式により公共施設の案内図や冊子類等にも点字併記が行われ、日常的によく見かけられるようになった。普通文字（墨字）との併記に多く使用されているUV点字は、印刷物上の墨字を晴眼者が読む際に気にならないという利点に加え、紙製と比べて耐久性が高く指先への点字の刺激も強く読み易い点、紙やプラスチック・金属等様々な素材に印刷可能である点が優れていると言われている。しかし、現在の製法（スクリーン印刷方式）では点の高さが不十分かつ印刷後の仕上がりが悪いことや点字学習者にとって触読し易い文字サイズが明らかにされていない点が課題とされている。これでは識字率が低下する。そこで本研究では、既存法代替の仕上がりの良い製法（高速でインクを吹き付ける製法）(図2, 3)の提案と触読し易いUV点字を付す条件（縦横点間隔）を明らかにすることを目的とした。UV点字は、点字パターンを学習する上で必要な点の刺激の強さを備えており、点字学習教材に適している。それ故、UV点字製の点字学習教材が点字指導者や点字学習者から期待を寄せられている。

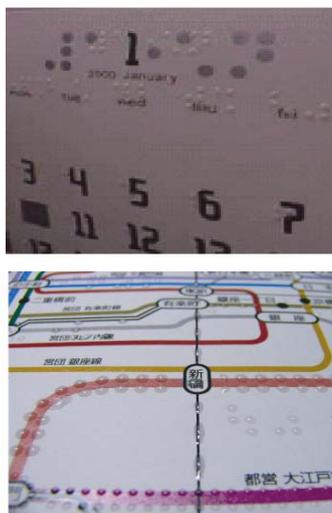


図1 紫外線硬化樹脂点字の事例
(上：カレンダー，下：地下鉄路線図)

2. 研究の目的

本研究では、既存法代替の仕上がりの良い製法（高速でインクを吹き付ける製法）(図2, 3)の提案と触読し易いUV点字を付す条件（縦横点間隔）を明らかにすることを目的とした。具体的には、紫外線硬化樹脂インクを高速で噴射する方式の装置を試作し、仕上げり向上の効果を確認する。また、UV点字の識別の触読性評価実験を行うことで点字触読初心者が読み易い条件を明らかにする。

3. 研究の方法

本研究では、スクリーン印刷方式の技術的課題への対応及び点字触読初心者が読み易

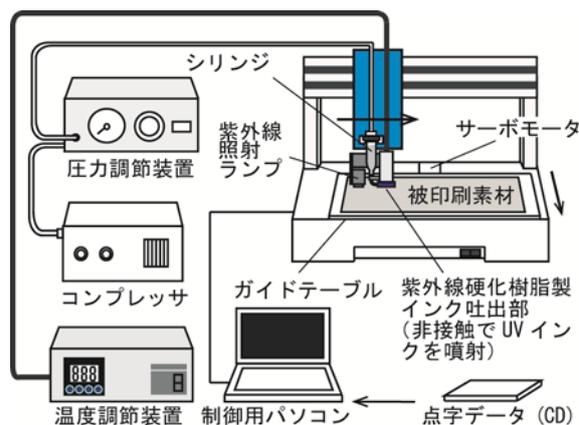


図2 新方式によるUV点字作成装置の概要図

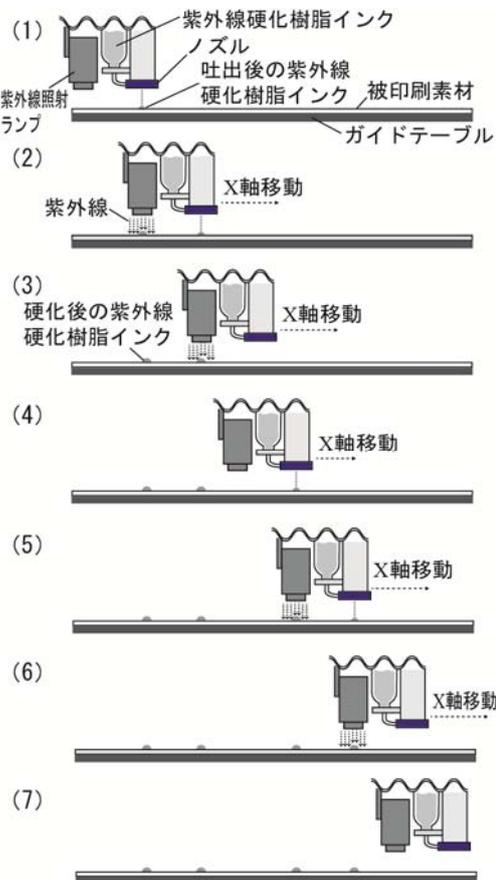


図3 新たな方式によるUV点字作成手順

い条件（縦横点間隔）を明らかにするために、新たな UV 点字の作成装置を開発するとともに、UV 点字の縦横点間隔が触読性に及ぼす影響を評価した。UV 点字の作成方法としては、紫外線硬化樹脂インクを被印刷物に非接触で位置決めした状態で噴射する方法を採用した（図 2, 3）。この方式は、高精度に紫外線硬化樹脂インクを塗布できることに加え製版を必要としない。スクリーン印刷方式の課題であったインクの滲みが改善され、かつ高い精度で凸点を再現することが可能となるため、本実験の提示刺激を作成するために採用した。本装置では、紫外線硬化樹脂インクを詰めたノズルから、インクの塗布量を統制しつつ、空気圧によって非接触でインクを噴き付けて UV 点字を作成する。インクを噴き付けるノズルはリニアガイドに設置されており、X-Y 平面上の任意の位置に移動できるようにした。ノズルの X, Y 方向のそれぞれの位置制御はコンピュータによって制御を行った。また、ノズルの垂直方向の位置は固定とし、Z 軸方向への移動を必要としないため、高速で点や線を付すことができるようにした。さらに、紫外線硬化樹脂インクの粘度が変化しないように、ペルチェ素子を備えた温度調節装置で 60°C を保つように温度調整を行った。また、紫外線照射ランプをノズル側面に設置することで、塗布したインクを短時間で硬化できるようにした。点の大きさと高さは、インクの吐出量を制御することにより調節ができるようにした。具体的には、塗布された紫外線硬化樹脂点字の高さが、先行研究（土井他, 2014）において触読し易い高さであることが示されている 0.4 mm になるように、紫外線硬化樹脂インクの液送圧 150 kPa, 6 回/秒で紫外線硬化樹脂インクを塗布した。また、提示刺激として使用する UV 点字を簡易に作成するため、コンピュータで入力した文字を点字パターンに変換して点字が塗布できるソフトウェアを独自に作成した。

UV 点字の縦横点間隔が触読性に及ぼす影響の評価実験については、点字の触読経験のない晴眼者に実験参加者としての協力を得て実施した。具体的には、点字の触読経験がなく、利き手人差し指の指腹の皮膚に外傷や関連既往症のない晴眼の成人男女 10 名の協力を得た。平均年齢は 21.5 歳（標準偏差 1.0 歳）、利き手は全員右手であった。提示刺激は、点字 1 文字を構成する 6 点のうちの 1 点だけが欠けた 6 種類の UV 点字を採用した。5 点から成る点字の文字を採用した理由は、点の数が触読性に影響を及ぼし、なおかつ 6 点のうちの 5 点から成る文字が最も読み難いという知見（佐藤, 河内, 2000）に基づいて決定した。この点字の作成には、前章で述べた紫外線硬化樹脂インクを非接触で高精度に塗布することのできる装置（図 2, 3）を用いた。点字の点の高さは、JIS T9253（日本規格協会, 2004）で規定される範囲内にあり、

なおかつ先行研究（土井他, 2004）で触読し易い高さであることがわかっている 0.4 mm に統制した。点間隔の条件については、JIS T9253（日本規格協会, 2004）で推奨される値の下限値である 2.2 mm から上限値である 2.4 mm を条件に含め、それよりも小さい条件と大きい条件までを含む範囲で選定した。また、中途視覚障害の点字学習者を想定した紙製の L サイズ点字の縦横点間隔（縦点間隔 2.7 mm, 横点間隔 2.4 mm）についても条件に含むよう配慮した（日本点字普及協会, 2014）。具体的には、縦点間隔（1-2 点間）を 6 条件（2.0, 2.3, 2.5, 2.7, 2.9, 3.1 [mm]）、横点間隔（1-4 点間）を 6 条件（2.0, 2.3, 2.5, 2.7, 2.9, 3.1 [mm]）とし、これらを組み合わせ合わせた合計 36 条件とした。本実験では、提示刺激である 1 文字の UV 点字について、いかに確信をもって正確かつ速く触読することができるのかを調べるために、“正答率”、“触読時間”、“確信度”の各評価指標を採用した。正答率は、6 点のうちの欠けている点の番号を各試行後に参加者に口頭で回答させ、参加者ごとに正答率を算出して参加者の平均を取った。触読時間は、独自に作成した装置を用いて計測を行い、参加者全員の平均値を算出した。確信度は、主観評価の一指標として採用し、各試行後に触読結果に対する確信の程度を 5 段階の等間隔尺度（1：確信無し～5：確信有り）で回答させたものを平均した。

4. 研究成果

本研究では、スクリーン印刷方式の問題点を改善する UV 点字の新規作成装置を開発した。本装置を用いることで、紫外線硬化樹脂点字の品質に関する JIS T9253 が推奨する点字の点間隔、高さ、直径の各サイズを満たす紫外線硬化樹脂点字を作成することも可能であることもわかった。

UV 点字の縦と横それぞれの点間隔が触読性に及ぼす影響を評価した実験の結果（図 4（本報告書では紙面の都合上確信度のみ））を得ることができた。この結果より、縦点間隔については、全体的に広がるほど触読性は向上する傾向がみられ、3.1 mm まで広くすることによって、有意に確信をもって速く触読できた。一方、横点間隔については、縦点間隔と同様、広がるに従って触読性は向上する傾向がみられ、2.9 mm 以上にすることで、有意に確信をもって正確かつ速く触読できた。得られた結果全体をまとめると、UV 点字の縦点間隔を 3.1 mm かつ横点間隔を 2.9 mm 以上にすることで、有意に確信をもって正確かつ速く触読することができた。なお、UV 点字の触読性の評価実験の結果を踏まえ、今回開発した装置により作成した点字教材や触知案内図を用いた触読性評価実験を行った結果は、現在取りまとめているところである。

今後は、こうした知見を当該領域の関係者

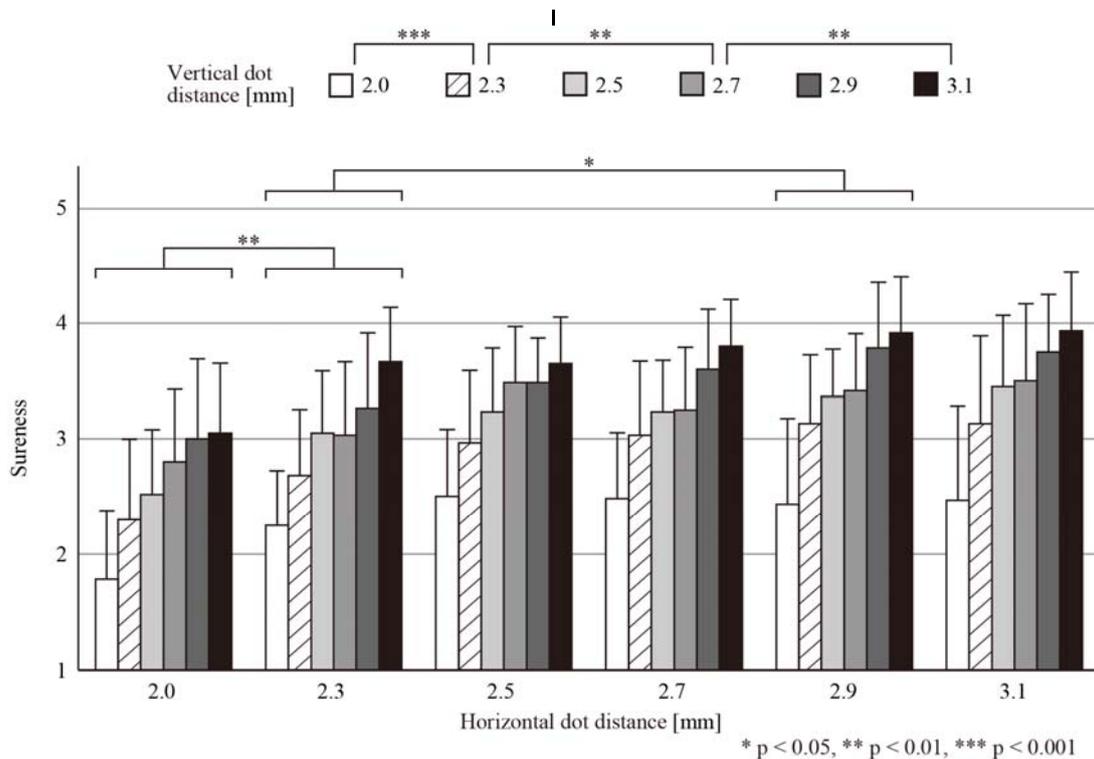


図4 UV点字の縦横点間隔と確信度の関係

向けの研修会やシンポジウム等で情報普及に努めていきたい。

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1件)

- ① 土井幸輝, 西村崇宏, 河野勝, 梅沢侑実, 松森ハルミ, 和田勉, 藤本浩志: 紫外線硬化樹脂点字の新規作成装置を用いた触読し易い点字縦横間隔の評価, 日本機械学会論文集, Vol.81, No.831, p.15-00381, 2015-11

[学会発表] (計3件)

- ① T. Nishimura, K. Doi, H. Fujimoto, T. 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, 2018-6 (Accepted)
- ② 土井幸輝, 西村崇宏, 坂口歳斗, 和田勉, 藤本浩志, 紫外線硬化樹脂点字の新規作成装置と点字触読支援具の着用効果, 産総研ニューロリハビリシンポジウム2017「介入と評価-パラダイムシフトに向けて-」, 2017-10
- ③ K. Doi, T. Nishimura, H. Fujimoto: Influence of Readability of Paper-Based Braille on Vertical and

Horizontal Dot Spacing in Braille Beginners, Proceedings of the 19th International Conference on Bioinformatics, Computational Biology and Biomedical Engineering, Amsterdam, The Netherlands, 2017-8

- ④ 土井幸輝, 西村崇宏, 武井眞澄, 梅沢侑実, 松森ハルミ, 和田勉, 藤本浩志, 紫外線硬化樹脂点字の新規製法開発と点字の触読性評価, ヒューマンインタフェースシンポジウム2016 DVD-ROM 論文集, pp.287-290, 2016-9
- ⑤ 土井幸輝, 西村崇宏, 武井眞澄, 梅沢侑実, 松森ハルミ, 藤本浩志, 和田勉, 澤田真弓, 田中良広, 金子健: 点字・触知案内図に関する新規作成装置の製作及び仕上がり評価, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2016講演論文集, No.16-2, 1P1-19b7, 2016-6
- ⑥ K. Doi, T. Nishimura, M. Kawano, Y. Umesawa, H. Matsumori, H. Fujimoto, T. Wada, M. Sawada, Y. Tanaka, T. Kaneko, K. Kanamori, M. Takei: Influence of TRUCT Braille Character Distance Ratio on Readability of TRUCT Braille for Beginner Braille Reader, Proceedings of 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Milano, Italy, 2015-8

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ

<http://researchmap.jp/read0206199/>
(researchmap)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

土井 幸輝 (DOI KOUKI)

(独) 国立特別支援教育総合研究所

情報・支援部 主任研究員

研究者番号：10409667