

共同研究

視覚障害のある児童生徒のための
校内触知案内図の作成と評価

平成 25 年度～27 年度

研究成果報告書

平成28年3月



独立行政法人
国立特別支援教育総合研究所

はじめに

本研究成果報告書は、当研究所と早稲田大学が平成 25 年度から平成 27 年度にかけて実施した共同研究「視覚障害のある児童生徒のための校内触知案内図の作成と評価」の内容について、平成 28 年 3 月にまとめたものである。

人は、日常生活の中で取得する情報の多くを視覚から得ていると言われている。そのため、視覚からの情報を得ることが困難である視覚障害児・者への情報保障は非常に重要であり、支援技術や情報保障ツールの更なる進展が望まれている。視覚障害児・者の情報保障ツールとして古くから普及しているものの一つに点字・触知案内図がある。点字・触知案内図は、視覚障害児・者がそれぞれのペースで文字や空間情報を取得することができる情報伝達手段であり、社会的自立を支援するための重要な役割を担っている。

点字・触知案内図を作成するための印刷技術として、近年ではスクリーン印刷法が広く使用されている。この作成法では、無色透明な紫外線硬化樹脂インクを使用するため、点字・触知案内図を墨字と併記することが可能である。他にも、耐久性や指先への刺激の強さ、印刷素材の多様性等を特長としており、共用品として大きな可能性をもっている。しかし、スクリーン印刷法は、孔の空いた版からインクを通して印刷を行うという特性上、インクの盛り上がり不足やにじみ等が課題として指摘されていた。このような課題を改善する新たな点字・触知案内図の作成法が求められている状況の下で、筆者らは高精細かつ触読性の高い点字や触知案内図を作成することのできる点字・触知案内図作成装置の開発を進めている。

上述のような点字・触知案内図作成装置の開発を進める中で、特別支援学校（視覚障害）の教員や視覚障害当事者からは、高精細かつ触読性の高い点字・触知案内図が付された印刷物を求める声が多く挙がっている。その一例として、特別支援学校（視覚障害）では、視覚障害のある児童生徒が学校施設内で必要な情報の取得を支援する情報保障ツールの充実が求められている。具体的には、特別支援学校（視覚障害）に通う視覚障害のある児童生徒のために、校舎内にある教室等の配置を把握することのできる触知案内図（以下、「校内触知案内図」と記す）が現場の教員や視覚障害のある児童生徒から求められている。これは、視覚障害のある児童生徒が学校生活を送る上で校舎内にある教室等の配置を把握することができると、児童生徒が自発的に校舎内を移動するための活動を円滑に行うことが可能となるためである。また、触知案内図を活用して触覚からの情報のみで空間情報を取得することは容易ではなく、その技術を習得するためにも多くの年月を要すると言われている。そのため、音声情報を効果的に活用し、触覚に加えて音声でも情報を取得できるようにすることで、情報保障の質を向上させることが求められている。

そこで本研究では、視覚障害のある児童生徒が通う特別支援学校（視覚障害）の校舎内にある教室等の配置を示した校内触知案内図の在り方を検討するために、筆者らが開発を進めている点字・触知案内図作成装置を用いて校内触知案内図を作成し、特別支援学校（視覚障害）の教員を対象として使用感を評価することを目的とした。本研究によって、視覚障害のある児童生徒が安全かつ自発的に校内を移動できるように環境が整備され、視覚障害のある児童生徒の自立支援の一助になれば幸甚である。

目次

はじめに

I. 序論	1
1. 背景	1
2. 目的	2
3. 研究方法	2
4. 本報告書の構成	3
II. 点字・触知案内図の作成法	4
1. 点字・触知案内図の従来の作成法と課題	4
(1) 従来の作成法の原理と特長	4
(2) 従来の作成法の課題	6
2. 課題を踏まえて開発を進めている点字・触知案内図作成法	8
3. 点字及び実線の仕上がりの評価	12
(1) 点字及び実線の形状計測	12
(2) 点字及び実線の仕上がりに関する簡易的評価	13
4. 考察	14
5. 小括	15
III. 校内触知案内図の作成と評価	16
1. 校内触知案内図のコンセプト	16
2. 校内触知案内図の構成	18
3. 校内触知案内図の作成	21
4. 校内触知案内図の評価	22
5. 評価者のコメントに基づく改善対応	24
6. 考察	24
7. 小括	27
IV. 総合考察	28
謝辞	30
引用文献	31
研究体制	32

I. 序論

1. 背景

平成 28 年 4 月から施行される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）等の障害者制度改正の流れを受けて、障害児・者への支援技術の更なる進展が期待されている。このような動きの中で求められているニーズの一つとして、視覚に障害のある視覚障害児・者への支援技術がある。人は、日常生活の中で、外界からの情報の大半を視覚から得ていると言われている。そのため、視覚から情報を取得することが難しい視覚障害児・者への情報保障は非常に重要な研究課題であり、支援技術や情報保障ツールの充実に資する研究が果たす社会的責任は大きいと考えられる。視覚障害児・者が活用する情報保障ツールとして古くから普及しているものの一つに、点字・触知案内図がある。点字については、視覚障害児・者が独自のペースで読み書きすることのできる情報伝達手段であり、視覚障害児・者の社会的自立を支援する重要な役割を担っている。触知案内図については、学校や公園、公共交通機関といった公共空間の案内図として活用される触図であり、視覚障害児・者が空間情報を取得するための情報伝達手段として普及している。このような点字・触知案内図は、視覚障害児・者の情報格差問題の改善やアクセシブルデザインの普及に伴って重要な社会的役割を担っている。

これら点字・触知案内図の作成法として、近年ではスクリーン印刷法が広く使用されている。この作成法では、無色透明な紫外線硬化樹脂インクを使用するため、点字・触知案内図を墨字と併記することが可能である。また、樹脂であるために耐久性が高いことや、剛性が高くて指先に伝わる刺激が強く、点字・触知案内図の触読にあまり慣れていない視覚障害児・者にも比較的分かり易いというメリットも当事者からの声として挙がっている。さらに、紙だけでなく、プラスチックや金属等の様々な素材に印刷することができるため、共用品として大きな可能性をもっている。このように多くのメリットを有するスクリーン印刷法ではあるが、一方で、孔（あな）の空いた版からインクを通して印刷を行うという特性上、インクの盛り上がり不足や、触知案内図等で細かい線図を表現する際にインクがにじんでしまうといったこと等が課題として指摘されている。そのため、上述したようなスクリーン印刷法の課題を改善する新たな点字・触知案内図の作成法が求められている。このような状況の下で、筆者らは、高精細かつ触読性の高い点字・触知案内図を作成することのできる装置開発を進めている⁽¹⁾。この点字・触知案内図作成装置は、紫外線硬化樹脂インクを高速かつ非接触で噴射する方式で点字や触知案内図を作成するものである。本装置では、空気圧を制御することで紫外線硬化樹脂インクを詰めたシリンジからインクの吐出量の統制を取り、非接触で少量ずつ重ねてインクを噴き付けることで点字や触知案内図を作成する方式を採用している。そのため、高精細かつ触読性の高い点字・触知案内図を作成することが可能である。また、このように点字・触知案内図作成装置の開発研究を進める中で、学校教育の現場からは高精細かつ触読性の高い点字や触知案内図の付された印刷物を求める声が多く挙がっている。共用品として大きな可能性をもつ紫外線硬化樹脂インクを用いた点字・触知案内図のニーズは、今後益々大きくなるであろうと考えられ、様々な場面で活用されることが期待されている。

上述した学校教育現場からのニーズについて、特別支援学校（視覚障害）の教員や視覚障害当事者からは、高精細かつ触読性の高い点字・触知案内図が付された印刷物を求める声が多く聞かれる。その一例として、特別支援学校（視覚障害）では、視覚障害のある児童生徒が学校施設内で必要な情報の取得を支援する情報保障ツールの充実が求められている。具体的に、筆者らによる簡易的なヒアリング調査によれば、特別支援学校（視覚障害）に通う視覚障害のある児童生徒のために、校舎内にある教室等の配置を把握することのできる校内触知案内図が現場の教員や視覚障害のある児童生徒から求められている。これは、視覚障害のある児童生徒が学校生活を送る上で校舎内にある教室等の配置を把握することができると、児童生徒が自発的に校舎内を移動するための活動を円滑に行うことが可能となるためである。また、触知案内図を活用して触覚からの情報のみで空間情報を取得することは容易ではなく、その技術を習得するためにも多くの年月を要すると言われている。そのため、音声情報を効果的に活用し、触覚に加えて音声でも情報を取得できるようにすることで、情報保障の質を向上させることが求められている。

以上より、特別支援学校（視覚障害）における学校教育現場からのニーズに応えるために、高精細かつ触読性の高い点字・触知案内図が付されており、特別支援学校（視覚障害）に通う視覚障害のある児童生徒が校舎内にある教室等の配置を把握することのできる校内触知案内図を作成する必要がある。さらに、触覚からの情報のみではなく音声も活用して情報保障の質を向上させるために、音声情報を効果的に活用することも重要である。

2. 目的

本研究では、前節で述べた背景を踏まえ、視覚障害のある児童生徒が通う特別支援学校（視覚障害）の校舎内にある教室等の配置を示した校内触知案内図の在り方を検討するために、筆者らが開発を進めている点字・触知案内図作成装置を用いて校内触知案内図を作成し、特別支援学校（視覚障害）の教員を対象として使用感を評価することを目的とした。

3. 研究方法

本研究では、まず、筆者らが開発を進めている点字・触知案内図作成装置を用いて、校内触知案内図の作成を行う。次に、特別支援学校（視覚障害）の教員を対象とした校内触知案内図の使用感の評価を実施する。なお、音声読み上げ機能付ペン型インタフェースで校内触知案内図上の点字や触知案内図に触れることで、図上の情報を音声でも読み上げられるようにする。以下に、研究の概要を記す。

(1) 点字・触知案内図の作成法

- ・ 従来の点字・触知案内図作成法の特長と課題の整理
- ・ 従来の点字・触知案内図作成法の課題を踏まえた筆者らが開発を進めている点字・触知案内図作成装置の開発
- ・ 筆者らが開発を進めている点字・触知案内図作成装置による点字と実線の仕上がりの評価
- ・ 所内研究分担者及び所内研究協力者への進捗状況の報告及びミーティング
- ・ 共同研究機関の研究協力者とのミーティング
- ・ 関連する学会及び研究会への参加を通じた情報収集

(2) 校内触知案内図の作成と評価

- ・ 校内触知案内図のコンセプトの検討
- ・ 校内触知案内図の構成の検討
- ・ 校内触知案内図の作成
- ・ 校内触知案内図の評価（特別支援学校（視覚障害）の教員の協力を得て実施）
- ・ 所内研究分担者及び所内研究協力者への進捗状況の報告及びミーティング
- ・ 共同研究機関の研究協力者とのミーティング
- ・ 関連する学会及び研究会への参加を通じた情報収集
- ・ 関連する学会への論文投稿を通じた研究成果の公表

4. 本報告書の構成

本報告書の構成は次の通りである。第Ⅰ章では、序論として本研究の背景、目的、方法及び本報告書の構成について述べた。第Ⅱ章では、従来の点字・触知案内図作成法の特長と課題をまとめるとともに、これらの作成法の課題を踏まえて筆者らが開発を進めている点字・触知案内図の作成法及び点字や触知案内図の構成要素である実線の仕上がりの評価について述べる。第Ⅲ章では、本研究で作成した校内触知案内図のコンセプト、構成、作成法及び評価について記述する。最後に、第Ⅳ章では、本研究のまとめとして総合考察を記す。

Ⅱ. 点字・触知案内図の作成法

本章では、点字・触知案内図の従来の作成法の原理と特長について述べるとともに、これらの作成法の課題を整理する。次に、その課題を改善するために筆者らが開発を進めている点字・触知案内図の作成法について述べる。そして、新たな点字・触知案内図作成装置を用いて、点字点や触知案内図の重要な構成要素の一つである実線を作成し、その仕上がりを簡易的に評価した結果について報告する。

1. 点字・触知案内図の従来の作成法と課題

ここでは、点字・触知案内図の従来の作成法として、エンボス印刷法、真空成型法、発泡印刷法、スクリーン印刷法の原理と特長を述べ、従来の作成法の課題について記述する。

(1) 従来の作成法の原理と特長

エンボス印刷法とは、2枚に重ねた薄い亜鉛版に点字製版機等で凹凸を付けたものを原板とし、その間に用紙を挟んでローラーでプレスし、原板と同様の点字や触知案内図を印刷する方法である⁽²⁾。具体的な印刷プロセスについて述べる(図1参照)。まず、点字や触知案内図の凹凸を付けた2枚の原板(薄い亜鉛版)の間に印刷紙を重ねて製版機に通す(図1(1)参照)。次に、製版機のローラーで原板をプレスしながらスライドさせる(図1(2)参照)。そして、点字や触知案内図の凹凸が紙に転写されるようにしっかりとプレスしながらスライドさせていく(図1(3)参照)。最後に、プレスされた原板から紙を取り出すと紙上に点字・触知案内図が印刷される原理である(図1(4)参照)。エンボス印刷法の特長は、製版が容易で何枚でも複製することができ、比較的安価である点である。

次に、真空成型法について記す。この製法は点字版等で紙に点や線を浮き上がらせたものを版として使用し、熱可塑性の合成樹脂フィルムに点字を真空熱成型する作成法である⁽³⁾。具体的な印刷プロセスについて述べる(図2参照)。まず、点字や触知案内図が印刷された版の上に熱可塑性シートを載せる(図2(1)参照)。次に、真空ポンプとヒーターを用いて真空下で熱成型を行う(図2(2)参照)。最後に、熱可塑性シートを自然冷却することにより、版に印刷された点字や触知案内図の突起形状にシートが変形した状態で固まり、凸形状が形成される(図2(3)参照)。真空成型法の特長は、製版に手間が掛かる半面、綿密な表現や段を重ねることが可能であり、触知案内図上で多彩な表現ができることである。また、ベース素材である合成樹脂は耐久性も高い。

続いて、発泡印刷法について述べる。この作成法は、加熱することで発泡する特殊なインクを用いた作成法である⁽⁴⁾⁽⁵⁾。具体的な印刷プロセスについて述べる(図3参照)。まず、盛り上げたい点や線のパターンをマイクロカプセルペーパーに印刷する。次に、このマイクロカプセルペーパーをヒーターの中にスライドさせて入れる(図3(1)参照)。ヒーターの中に入れられたマイクロカプセルペーパーは、黒く印刷された点や線の部分が加熱されることでマイクロカプセルが発泡する(図3(2)参照)。最後に、ヒーターの中からマイクロカプセルペーパーを取り出すと、発泡して立体となった点字や触知案内図が作成される(図3(3)参照)。発泡印刷法の特長は、

作成法が非常に平易であり、特別支援学校（視覚障害）等で広く普及していることである。

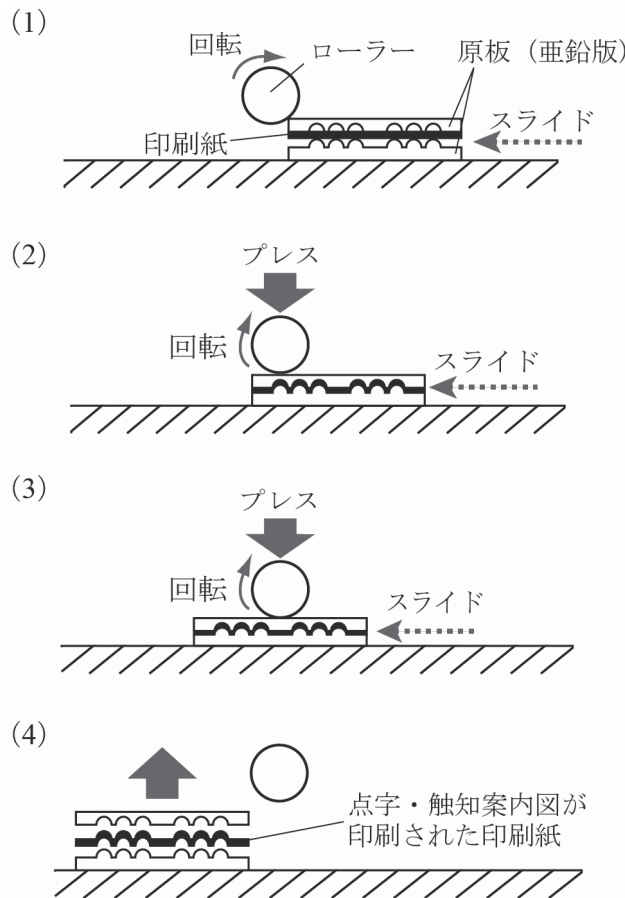


図1 エンボス印刷法の印刷プロセス

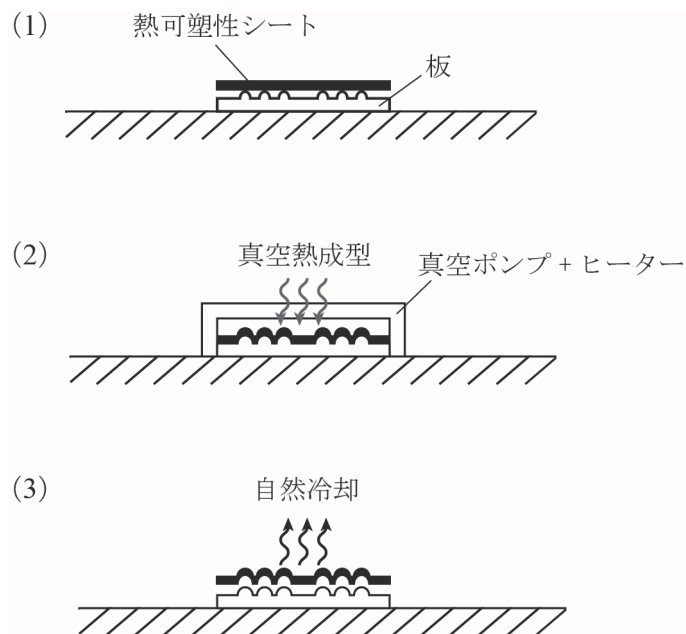


図2 真空成型法の印刷プロセス

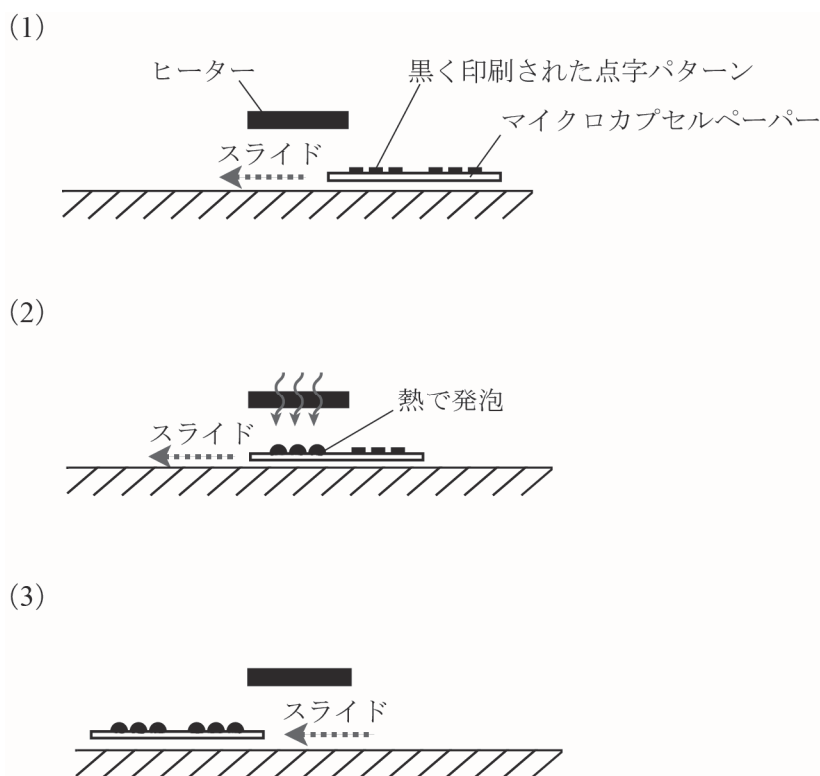


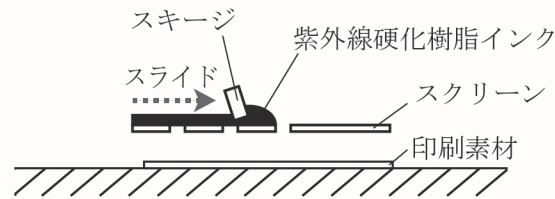
図3 発泡印刷法の印刷プロセス

最後に、スクリーン印刷法である。この製法は、ポリエステルやナイロンの繊維で出来ている版面に空けられた微小な孔（あな）から紫外線硬化樹脂インクを通す印刷法である。具体的な印刷プロセスについて述べる（図4参照）。まず、版の上に紫外線硬化樹脂インクを塗布し、スキージを摺動させてインクを版の孔に詰める（図4（1）参照）。次に、スキージで版をプレスした状態でスキージを摺動させる（図4（2）参照）。スキージを摺動することにより、版の孔に詰めたインクを印刷素材に転移させる（図4（3）参照）。最後に、紫外線光を照射してインクを硬化させる（図4（4）参照）。スクリーン印刷法の特長は、プラスチックや塩化ビニル、金属等の様々な素材に印刷できることである。また、紫外線硬化樹脂インクが無色透明であるために、墨字の上からでも点字や触知案内図を印刷することができるため、視覚障害の有無にかかわらずに同じ印刷物を共用することができる。しかし、印刷方式の特性上、細かい図の表現ができないことやインクの盛り上がりが必要十分なため、触読し難い点字や触知案内図もみられること等、改善の必要性が指摘されている。加えて、スクリーン製版の工程があるために少量の教材作成には不向きであり、児童生徒一人一人のニーズに合わせた教材を作成する際には製版コストに見合わないという課題も存在している。

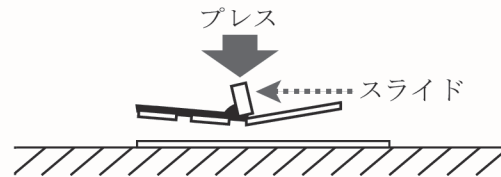
（2）従来の作成法の課題

ここでは、前項で述べた四つの点字・触知案内図の作成法（エンボス印刷法、真空成型法、発泡印刷法、スクリーン印刷法）について、その課題を整理する。具体的には、作成された点字・触知案内図の点や線の耐久性、それらの触読のし易さ、そしてアクセシブルデザインの観点から墨字との併記の可否に着目して整理した。

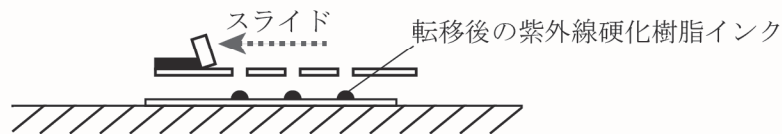
(1)



(2)



(3)



(4)

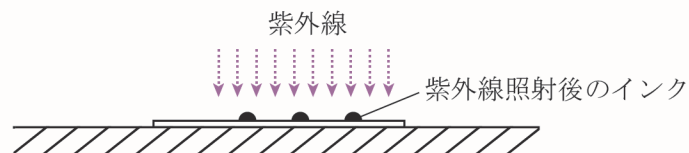


図4 スクリーン印刷法の印刷プロセス

まず、エンボス印刷法については、製版が容易であり、比較的安価であることや紙の上で指先が滑らかに滑るため、触読し易いという特長がある。一方、作成された点字・触知案内図の点や線の耐久性については、紙等の柔らかい印刷素材に印刷するために点や線が潰れてしまうという課題がある。さらに、墨字との併記の可否については、墨字上に点字や触知案内図を印刷すると墨字が歪んでしまうため、墨字を併用する場合には制限がある。

真空成型法については、印刷物のベースが合成樹脂であるため、エンボス印刷法による点字や触知案内図の耐久性は比較的高いという特長がある。しかし、触読のし易さについては、長時間触読して指に汗をかいた場合に滑り難く読み難いことがあると言われている。また、アクセシブルデザインの観点から、非常に重要とされる墨字との併記が実現できないという問題がある。

発泡印刷法については、作成法が平易であることから特別支援学校（視覚障害）等の学校現場でも広く普及している。しかし、触読のし易さや作成された点字・触知案内図の点や線の耐久性については、ベースとして使用されるマイクロカプセルペーパーの耐久性が低く、作成された点

や線の手触りに違和感を覚える利用者も少なからずいる。加えて、墨字との併記の可否については、墨字上に点字・触知案内図を併記することができないという課題がある。

スクリーン印刷法について、まず、作成された点字・触知案内図の点や線の耐久性については、インクとして剛性の高い紫外線硬化樹脂インクを使用しているため、比較的耐久性は高い。また、触読のし易さについては、剛性の高い紫外線硬化樹脂インクを用いているために、指先に伝わる刺激が強く、点字や触知案内図の触察に不慣れであっても比較的触読し易いという当事者からの意見もある。さらに、墨字との併記の可否については、インクとして使用する紫外線硬化樹脂が無色透明であり、墨字の視認性を損なわずに併記することが可能であり、四つの作成法の中では唯一、墨字上に点字や触知案内図を付すことができる。一方、課題としては、版面の孔からインクを通すという印刷方式の特性上、細かい図の表現が難しいことに加え、点や線のインクの盛り上がりが必要でも十分ではないため、触読し難い点字や触知案内図になることがある点である。さらに、図5に示すようなインクのにじみが発生することもあり、点や線の乱れ等によって点字や触知案内図が触読し難くなる場合もあるという改善点も指摘されている。さらに、スクリーン印刷方式は製版の工程を必要とするために少量の印刷には適していない。

以上のことから、それぞれの作成法の特長に加えて、各課題を整理することができた。具体的には、作成された点字・触知案内図の点や線の耐久性、それらの触読のし易さ、そしてアクセシブルデザインの観点から墨字との併記の可否に着目して整理した。その結果、スクリーン印刷方式は、他の作成法よりも比較的高い水準でこれらの観点を満たすことを確認した。しかし、一方で、スクリーン印刷法にも改善すべき課題があることを示した。このことを踏まえ、本研究では、アクセシブルデザインの理念を取り入れ、墨字と点字・触知案内図が併記でき、視覚障害の有無にかかわらず同じ印刷物の情報を共有することができる触知案内図を作成するために、スクリーン印刷法の課題を改善する新たな点字・触知案内図の作成法を採用することにした。次節では、スクリーン印刷法の課題を改善するために筆者らが開発を進めている点字・触知案内図の作成法について述べる。

2. 課題を踏まえて開発を進めている点字・触知案内図作成法

ここでは、前節で述べた点字・触知案内図の従来の作成法の課題の改善を目指し、筆者らが開

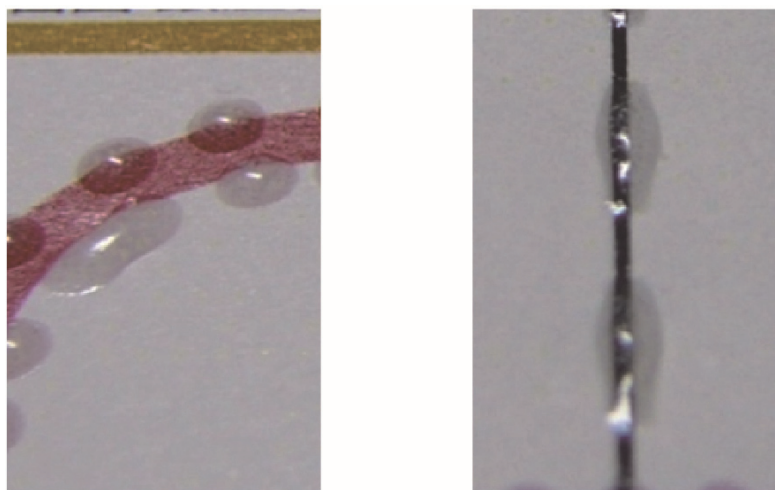


図5 スクリーン印刷法によって作成された点のにじみ

発を進めている点字・触知案内図作成装置⁽¹⁾を紹介する。まず、点字・触知案内図作成装置を概説し、続いて本研究で新たに開発した点字・触知案内図の塗布データ作成ソフトウェアについて述べる。

はじめに、筆者らが開発を進めている点字・触知案内図作成装置（図6参照）について述べる。この装置では、無色透明な紫外線硬化樹脂インク（十条ケミカル株式会社、レイキュア GA 4100-3 シリーズ）を被印刷物に非接触で噴射する方式で、墨字の上に点字や触知案内図を付すことができるようにしている。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て製版を必要としないため、スクリーン印刷法よりも少量多種の印刷物を作成するのに向いている。また、インクとして無色透明な紫外線硬化樹脂を使っているため、点字や触知案内図を墨字と併記しつつ塗布することができる。本装置では、サーボモータで任意の X、Y 座標位置にインクを塗布できるようにするため、XY 平面上をノズルが自由に移動できるようにリニアガイドを設置している。ノズルの X、Y 方向のそれぞれの位置はパーソナルコンピュータにより制御を行い、ノズルの垂直方向の位置を固定してインクを噴き付け、高速で点や線を付すことができる。さらに、温度調節が可能なペルチェ素子を備えた温度調節装置をノズルに取り付けることで、周囲の温度変化によって紫外線硬化樹脂インクの粘度が変化しないようにした。また、紫外線照射ランプもノズルの側面に設置することで、塗布した紫外線硬化樹脂インクを瞬時に硬化させるようにした。点字を構成する点の直径と高さは、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。また、点字・触知案内図の塗布データ作成ソフトウェアを独自に作成し、パーソナルコンピュータでタイプした文字を自動で点字パターンに変換し、塗布する点字データを平易に作成できるようにした。さらに、パーソナルコンピュータに点字教科書や点字教材で用いられている既存のファイル形式の点字データファイルを読み込むことでも点字データを作成できるよ

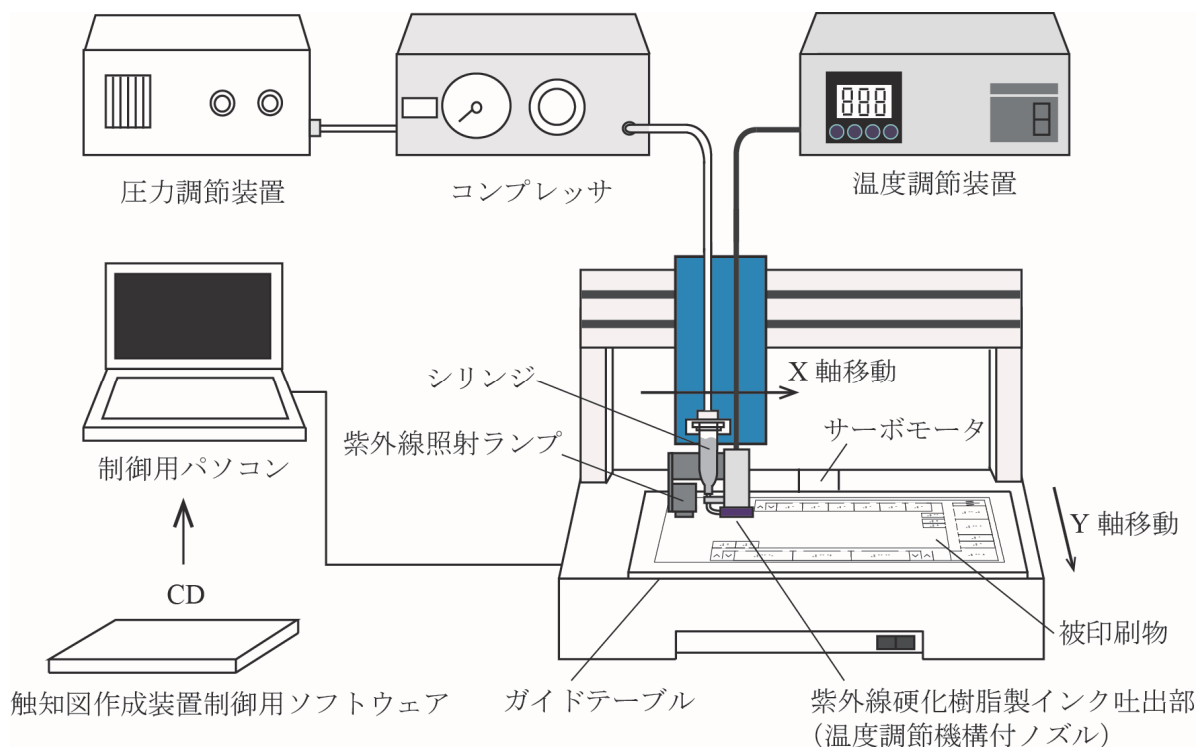


図6 筆者らが開発を進めている点字・触知案内図作成装置⁽¹⁾

うにした。このような工夫を施すことで、既存の点字データファイルも活かすことができるようにした。

続いて、高精細な点字や触知案内図をより短時間かつ平易に作成できるように、本研究で新たに作成した点字・触知案内図の塗布データ作成ソフトウェアについて述べる。先行研究⁽¹⁾で作成した従来の点字・触知案内図の塗布データ作成ソフトウェアでは、紫外線硬化樹脂インクを塗布する位置の X、Y 座標データをパーソナルコンピュータで指定して点字や触知案内図の塗布データを作成していた。しかし、この方法では、点字や触知案内図を構成する全ての点や線の位置の X、Y 座標を指定する必要があったため、塗布データの作成に慣れていないと時間がかかる場合があった。そのため、本研究で新たに作成したソフトウェアでは、塗布データ作成の経験の大小によらずに短時間かつ平易に点字や触知案内図の塗布データを作成できるようにした。具体的には、まず、汎用のイラストレーションソフトウェアを用いて、紫外線硬化樹脂インクを塗布する点や線のビジュアルデータ（図 7 (1)）を作成し、JPEG 形式の画像データとして保存する。次に、本研究で新たに作成した点字・触知案内図の塗布データ作成ソフトウェア上で、このビジュアルデータを読み込む。そして、読み込んだビジュアルデータをソフトウェアの画面上に表示させ、表示された点や線をなぞっていくことで、自動で紫外線硬化樹脂インクを塗布する X、Y 座標の位置情報を蓄積していくことが可能となる（図 7 (2)）。最後に、点字・触知案内図作成装置に塗布位置のデータを読み込ませることで、点字・触知案内図を作成することができる（図 7 (3)）。このように、本研究で新たに作成した触知案内図塗布データ作成ソフトウェアでは、点字や触知案内図の塗布位置の X、Y 座標を入力する手間がなく、短時間で高精細かつ触読性の高い点字や触知案内図を作成することができるようになった。

以上のように、筆者らが開発を進めている点字・触知案内図作成装置と、本研究で新たに作成した点字・触知案内図の塗布データ作成ソフトウェアを併用することで、高精細かつ触読性の高い点字及び触知案内図をより短時間かつ平易に作成できるようになった。次節では、本装置を用いて紫外線硬化樹脂インクによる点字と実線を作成し、形状の計測と触読性の簡易的な評価を通じて仕上がりの評価を行った結果について述べる。

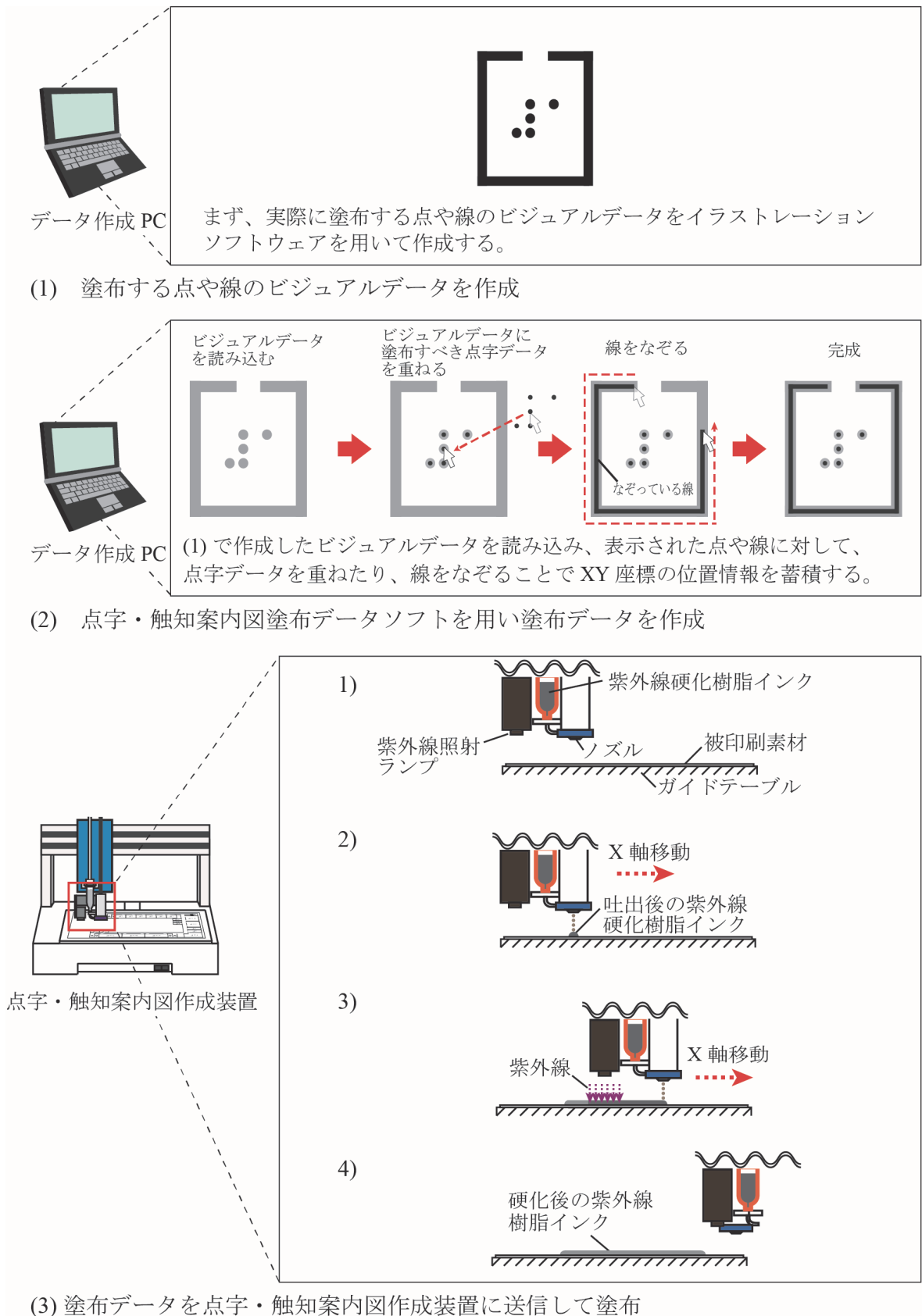


図7 本研究で新たに作成した点字・触知案内図の塗布データ作成ソフトウェアによる点字・触知案内図の作成プロセス

3. 点字及び実線の仕上がりの評価

前節で述べた点字・触知案内図作成装置を用いて、紫外線硬化樹脂インクによる点字と触知案内図の重要な構成要素の一つである実線を作成し、それらの形状計測と簡易的な評価を通じた仕上がりの評価を行った。

(1) 点字及び実線の形状計測

前節で述べた点字・触知案内図作成装置を用いて、紫外線硬化樹脂インクによる評価用の点字と実線のサンプルを作成した。点字の評価用サンプルの作成については、共同研究機関である早稲田大学人間科学学術院教授の藤本浩志氏ならびに社会福祉法人日本点字図書館総務課課長の和田勉氏の助言を受けた。点字を構成する点の直径や高さ等のサイズを日本工業規格⁽⁶⁾に準拠させるとともに、筆者らが実施した紫外線硬化樹脂点字の触読性に関する研究成果⁽⁷⁾⁽⁸⁾を踏まえて作成した。具体的には、日本工業規格⁽⁶⁾で規定される高さ300～500 μm 、直径1,300～1,700 μm の各推奨値を考慮し、ここで作成する評価用点字サンプルの高さと直径はそれぞれ400 μm 、1400 μm を目標値とした。実線の評価用サンプルの作成についても、点字の評価サンプルと同様に、藤本浩志氏と和田勉氏の助言に基づき、触知覚特性上指先で触れて十分に線の高さを知覚することができるようにした。具体的には、高さ400 μm 、線幅1,100 μm 、長さ50 mmを目標値として作成した。作成したサンプルは、三次元形状計測装置(株式会社キーエンス、VR3200)を用いて計測を行った。計測原理について、簡潔に述べる。図8に示すように、レーザー変位計からレーザービームを計測対象物である点字もしくは実線に垂直に照射すると同時に、計測対象物表面のレーザースポットとの成す角度 θ を計測する。そこから、三角測量原理を用いて計測対象物までの距離を計測することで、点字及び実線の形状計測を行った。点字の形状(図9(a))については、高さと直径を、実線の形状(図9(b))については、高さと線幅をそれぞれ計測した。点字の計測は、点字の五十音から1文字“も”を選定し、各点の頂点の高さを計測した。そして、各点における計測値の算術平均を取り、目標値との誤差を確認した。実線の計測は、無作為に選定した5か所の高さと線幅を計測し、その算術平均を取った値と目標値との誤差を確認した。

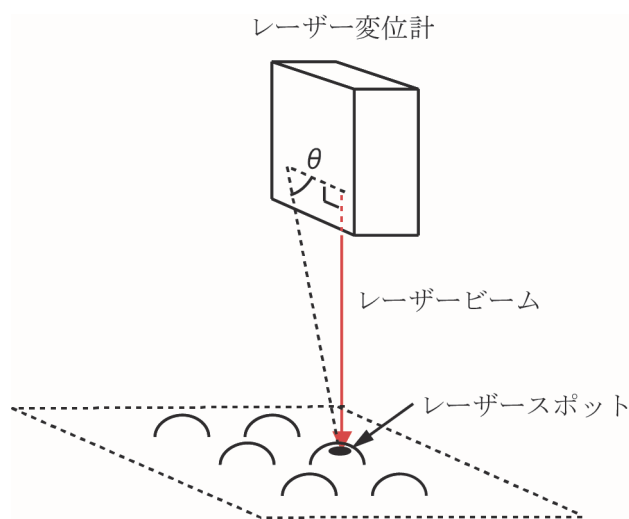


図8 三次元形状計測装置の計測原理

点字と実線の計測結果をそれぞれ表1、表2に示す。点字に関しては、高さ $400 \mu\text{m}$ 、直径 $1,400 \mu\text{m}$ の目標値に対して、計測値は高さ $396 \mu\text{m}$ （標準偏差 $5 \mu\text{m}$ ）、直径 $1,430 \mu\text{m}$ （標準偏差 $14 \mu\text{m}$ ）であった。目標値に対する平均値の誤差はそれぞれ $4 \mu\text{m}$ 、 $30 \mu\text{m}$ であり、点字の触読に影響を及ぼさないレベルで高精度に点字を作成できていることを確認できた。次に、実線に関して、高さ $400 \mu\text{m}$ 、線幅 $1,100 \mu\text{m}$ を目標値として作成した実線に対して、計測値は高さ $400 \mu\text{m}$ （標準偏差 $2 \mu\text{m}$ ）、線幅 $1,141 \mu\text{m}$ （標準偏差 $65 \mu\text{m}$ ）となった。目標値との平均値の誤差はそれぞれ $0 \mu\text{m}$ 、 $41 \mu\text{m}$ となり、点字と同様に、触読に影響を及ぼさないレベルで実線も高精度に作成できていることを確認することができた。次項では、点字や実線の触読性を簡易的に評価した結果について述べる。

(2) 点字及び実線の仕上がりに関する簡易的評価

評価に際しては評価参加者への負担に配慮し、評価開始から5分程度で終わるように2文字分の点字と実線の評価用サンプル（図10参照）として作成し、それを自由に触ってもらった。評価参加者として、点字と触知案内図を日常的に利用している特別支援学校（視覚障害）の5名の

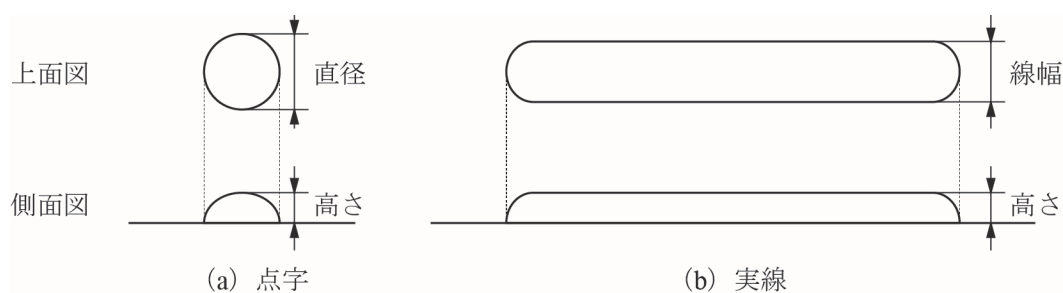


図9 点字及び実線の形状の計測項目

表1 点字の形状計測結果

	高さ	直径
測定値	396 ± 5	$1,430 \pm 14$
目標値	400	1,400

単位: μm

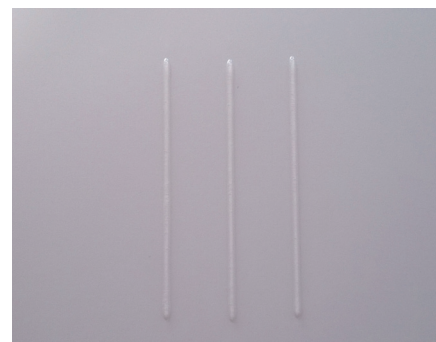
表2 実線の形状計測結果

	高さ	線幅
測定値	400 ± 2	$1,141 \pm 65$
目標値	400	1,100

単位: μm



(a) 点字



(b) 実線

図10 点字及び実線の評価用サンプル

教員の協力を得た。評価方法としては、点字と実線の仕上がりに関する感想を自由に述べてもらった（図 11 参照）。具体的には、点字や実線ににじみがなく明瞭に仕上がっているかということや、指先での触知のし易さという観点から評価をしてもらった。その結果、筆者らが開発を進めている点字・触知案内図作成装置で作成した点字及び実線は、点や線が明瞭で仕上がりが良くインクのにじみもないため、非常に触知し易いとのコメントを評価参加者全員から得ることができた。また、晴眼の特別支援学校（視覚障害）教員 3 名に目視で点字や実線の仕上がりについて確認してもらったところ、インクのにじみがなく、仕上がりが良いとの高い評価を全員から得られた。なお、この一連の調査は、当研究所の倫理審査委員会の承認を得て実施した。

4. 考察

前節までに述べた通り、筆者らが開発を進めている点字・触知案内図作成装置を用いることで、高精細かつ触読性の高い点字及び触知案内図を短時間かつ平易に作成できることがわかった。本研究で点字・触知案内図の素材として用いている紫外線硬化樹脂インクは比較的粘度の高い素材であり⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾、一般的に、粘度の高い素材を非接触で噴射する方式を用いて高精細な成形物を作ることは難しい。これに対して、本研究では、ペルチェ素子による紫外線硬化樹脂インクの粘度調整や塗布条件（紫外線硬化樹脂インクの液送圧、ノズルのサイズ等）を調整することで、高精細な点字及び触知案内図を作成可能にすることができた。また、従来のスクリーン印刷法では、スクリーン製版の工程があるために少量の点字や触知案内図を作成するには不向きであり、児童生徒一人一人のニーズに合わせた教材等を作成する際には製版コストに見合わないという課題が存在していた。このような課題に対して、筆者らが開発を進めている点字・触知案内図作成装置では、スクリーン製版の工程を含まないため、少量多種の点字・触知案内図を短時間で高精細に作成することが可能である。これらの技術的な課題をクリアーし、高精細かつ触読性の高い点字及び触知案内図を短時間かつ平易に作成できるようになったことは、視覚障害児・者の情報伝達手段として社会的自立に必要な点字や触知案内図の新たな作成法の確立に繋がる知見として、本研究における意義深い成果であると考ええる。

また、本研究においては、点字と触知案内図の重要な構成要素の一つである実線について、日本工業規格⁽⁶⁾や先行研究⁽⁷⁾⁽⁸⁾の知見に基づいた目標値を設定し、触読に影響を及ぼさないレベルで点字と実線を高精度に作成できることを確認した。一方で、校内触知案内図に限らず、視覚

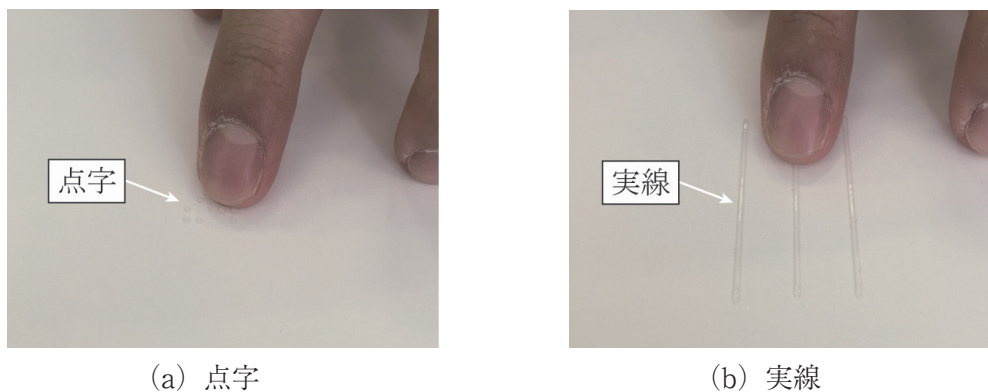


図 11 点字及び実線の評価の様子

障害児・者がもつ個別のニーズに基づいて点字や触知案内図を個々に作成する場合を想定すると、点字の点間隔やマス間隔、実線の線幅などを任意の値で作成できることは重要である。このことについては、筆者らが開発を進めている点字・触知案内図の塗布条件（紫外線硬化樹脂インクの液送圧、ノズルのサイズ等）と、作成される点字や実線の形状（点字の高さと直径、実線の高さと線幅）や点字パターン（点間隔、マス間隔等）との関係を詳細に調べていくことで、任意の形状やパターンの点字及び実線を作成可能かどうかについて慎重に確認を行っていく必要がある。

5. 小括

本章では、従来の点字・触知案内図の作成法の特長と課題をまとめるとともに、これらの作成法の課題を踏まえて筆者らが開発を進めている点字・触知案内図の作成法、点字や触知案内図の構成要素である実線の仕上がりの評価について報告した。具体的には、筆者らが開発を進めている点字・触知案内図作成装置と、本研究で新たに作成した触知案内図塗布データ作成ソフトウェアを併用することで、高精細かつ触読性の高い点字及び触知案内図をより短時間かつ平易に作成できるようになった。また、この装置を用いて点字及び実線の評価用サンプルを作成し、仕上がりの評価を実施した。その結果、点字と実線ともに触読に影響を及ぼさないレベルで高精度に作成できていることを確認し、触読性についても高い評価を得ることができた。

以上より、本章で述べた点字・触知案内図作成装置を用いて、高精細かつ触読性の高い点字及び触知案内図を短時間かつ平易に作成できることがわかった。

Ⅲ. 校内触知案内図の作成と評価

前章では、筆者らが開発を進めている点字・触知案内図作成装置と、この装置を用いて作成した点字及び実線の仕上がりの評価について述べた。本章では、視覚障害のある児童生徒が通う特別支援学校（視覚障害）の校内触知案内図の在り方を検討するために作成した校内触知案内図と、その使用感及び今後の改善点を調べるために行った評価について記述する。

1. 校内触知案内図のコンセプト

特別支援学校（視覚障害）では、視覚障害のある児童生徒が学校施設内で必要な情報の取得を支援する情報保障ツールの充実が必要不可欠である。そこで筆者らは、特別支援学校（視覚障害）で視覚障害のある児童生徒の教育に関わる教員に、校内触知案内図に対する要望について意見を求めた。その結果、校舎内にある教室等の配置を把握可能な触知案内図が付されており、それらの情報を指先で触れて触読できるだけでなく、音声で簡便に確認しながら利用できる校内触知案内図が、教育現場から強く求められていることがわかった。

従来の触知案内図の多くは、点字プリンタを用いて上質紙の上に点字や触知案内図を施したものであった。それ故、点字や触知案内図の耐久性が低く、点字や触知案内図の触読の導入段階あるいは習得中の児童生徒にとっては、点や線の刺激が弱いために触読し難い場合があり、改善の余地があると考えられる。また、設置型の触知案内図も見受けられるが、利便性の面から携帯型の校内触知案内図を求める声が多い。そこで本研究では、点字や触知案内図の導入段階あるいは習得中の児童生徒でも触読し易い校内触知案内図とするために、筆者らが開発を進めている点字・触知案内図作成装置を用いて、耐久性が高く、指先への刺激の強い紫外線硬化樹脂インクによる点字・触知案内図を付した携帯型の校内触知案内図を作成することにした。

上述の点字プリンタやⅡ章で述べたいくつかの触知案内図の作成法で作られる校内触知案内図の中には、音声読み上げ機能が付加されたものは皆無に等しい。なお、海外の事例として、大型のインタフェースを触知案内図の下に設置することで、指で押した位置の音声情報が利用者にフィードバックされる触知案内図が使用されている事例はある⁽¹¹⁾。この事例においても、触知案内図を触知する上では、付された点字や触知記号が何の情報であるのかを音声で確認できるため、内容の理解に大いに役に立つ。しかし、上述の事例では机上に設置するような大型のインタフェースが必要となるため、学校現場での使用は現実的に難しく、より簡便な方法が求められる。そこで、携帯可能かつ小型な音声読み上げ機能付ペン型インタフェースを用いて、ペンで校内触知案内図に触れると図上の内容を音声でも確認できる方式を採用することにした。

以上を踏まえて、本研究では、触読し易い点字・触知案内図を付し、音声読み上げ機能付ペン型インタフェースを用いて簡便に図上の情報を音声でも確認できる校内触知案内図を作成することにした。また、校内触知案内図に印刷した墨字の上に、印刷物の見た目を損なわない細かなドットコードをレーザープリンタで重ねて印刷し、そのドットコードに音声読み上げ機能付ペン型インタフェースで触れることで、音声でも図上の情報を読み上げられるようにした(図12参照)。また、音声読み上げ機能付ペン型インタフェースとタブレット型コンピュータをBluetoothで接続



図 12 音声読み上げ機能付ペン型インタフェースを活用した全盲児による学習のイメージ図



図 13 音声読み上げ機能付ペン型インタフェースを活用した弱視児による学習のイメージ図

し、弱視の児童生徒がペンで触れた位置の情報をタブレット型コンピュータで見ることによっても確認できるようにした（図 13 参照）。なお、我が国に実在する特別支援学校（視覚障害）の一つをモデル校として、評価用サンプルの校内触知案内図を作成することにした。作成する校内触知案内図は、点字や触知案内図の導入段階あるいは習得中の児童生徒や、小中高等学校から特別支援学校（視覚障害）に入学あるいは転校してくる児童生徒が、校舎内にある教室等の配置の把握を可能とすることを念頭に置いて作成している。なお、これらの校内触知案内図では、アクセシブルデザインの観点から、2 種類の音声読み上げ機能を用意した。一つは、墨字を見ながら校内触知案内図を利用する児童生徒（弱視者等）を対象とした墨字による利用者モード（墨字利用者モード）と、そうでない児童生徒（全盲児等）を対象とした触読による利用者モード（点字利用者モード）である。このように、それぞれに適した音声を用意することで、アクセシブルな校内触知案内図を目指すことにした。また、弱視の児童生徒がペンで触れた位置の情報をタブレット型コンピュータで見ることによっても確認できるようにした。

本研究では、校舎内にある教室等の配置を示す校内触知案内図の作成において、触読し易い点字や触知案内図を付し、音声読み上げ機能付ペン型インタフェースを用いて図上の情報を音声でも確認できるようにすることで独自性を追求した。このように、簡便に図上の情報を音声でも確認することのできる携帯型の校内触知案内図はこれまでになく、スムーズな情報入手の一助になると期待できる。なお、本研究では音声データを簡便にアップロードするために、点字・触知案内図等に対応する音声データをネットワークサーバー上で一元管理し、タブレット型コンピュータを通して音声出力できるようにした。

本研究を通じて、校内触知案内図の使用が空間情報の入手に対して有用であることが確認できれば、校内のアクセシビリティ向上に向けて、視覚障害のある児童生徒が情報入手し易いアクセシブルな校内触知案内図の在り方を検討するための有用な知見を得ることができると考えられる。

2. 校内触知案内図の構成

本研究では、点字や触知案内図の導入段階あるいは習得中の児童生徒や、小中高等学校から特別支援学校（視覚障害）に入学あるいは転校してくる児童生徒を想定した校内触知案内図を作成した。この校内触知案内図には、図上の点字や触知案内図に音声読み上げ機能付ペン型インタフェースで触れると部屋名等が音声で読み上げられるモード（点字利用者モード）と、弱視の児童生徒が音声読み上げ機能付ペン型インタフェースで触れた位置の情報をタブレット型コンピュータで見ることによっても確認できるモード（墨字利用者モード）を搭載させた。

点字利用者モードでは、校舎内のフロアの各部屋に示されたアラビア数字の点字（数字による各部屋の点字略記）に触れると各部屋の名称を音声で確認できるようにした（図 14 参照）。校内触知案内図の表紙には、点字とイラストに加えて音声読み上げ用コードも付加し（図 15 参照）、表紙の右上のエリアを「点字利用者モードを示すイラストと凸点のドットパターン」（図 16 参照）、その他の表紙のエリアを「墨字利用者モード」とし、利用者がいずれかのモードを選べるようにした。点字利用者モードの凸点のドットパターンに音声読み上げ機能付ペン型インタフェースで触れると、点字利用者用の使用方法の説明文が音声で流れるようにした。また、各ページの表題を示す点字文に触れると音声でも表題を確認できるようにした（図 17 参照）。校内触知案内図は、「表紙」「1階フロアマップ」「2階フロアマップ」「3階フロアマップ」と、順を追って情報入手できる構成とした。各部屋の音声説明では、各部屋の名称を数字による点字略記で示す凡例を用意し、凡例の各点字略記に触れると部屋の名称を音声でも確認できるようにした（図 18 参照）。

墨字利用者モードでは、弱視者を含め晴眼の教員も利用できるものにした。各階フロアの凡例やレイアウトの墨字表記に加え、各墨字を音声でも確認できるようにした。また、音声読み上げ機能付ペン型インタフェースで触れた位置の情報をタブレット型コンピュータで見ることによっても確認できるようにした（図 19 参照）。

以上の構成で、校内触知案内図を作成することにした。

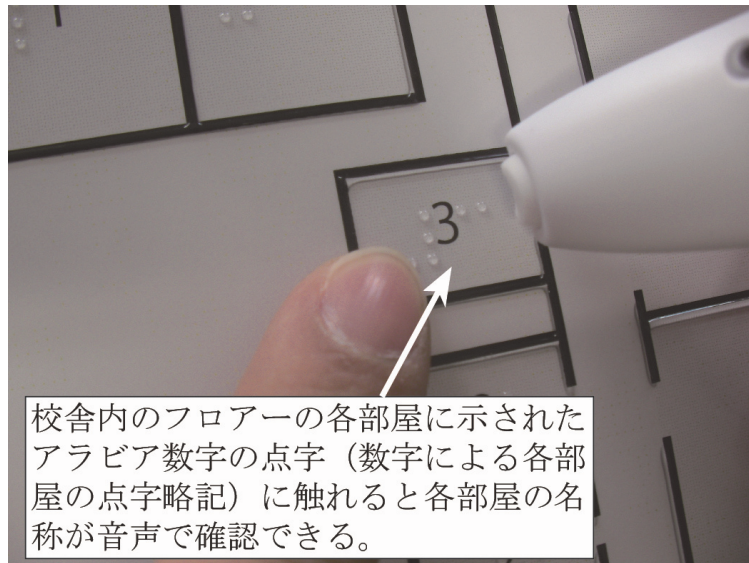


図 14 各部屋の呼称の音声による読み上げ

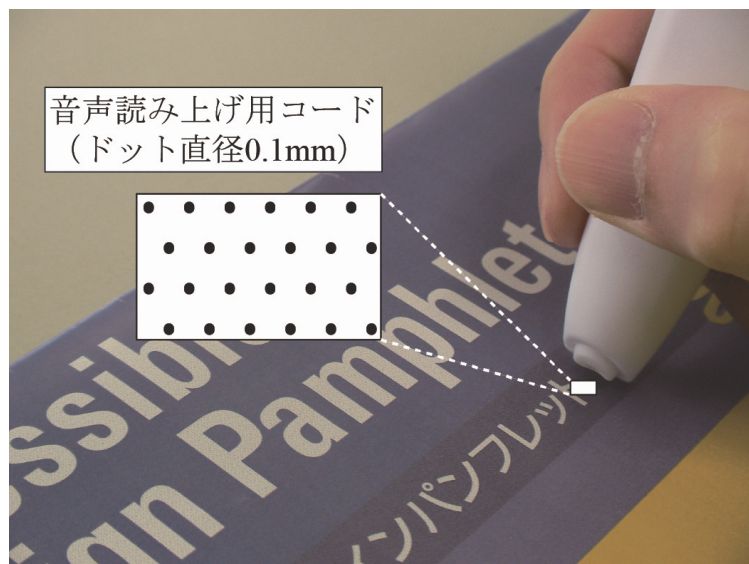


図 15 表紙に付した音声読み上げ用コード



図 16 表紙に付した点字利用者モードを示すイラストと凸点のドットパターン

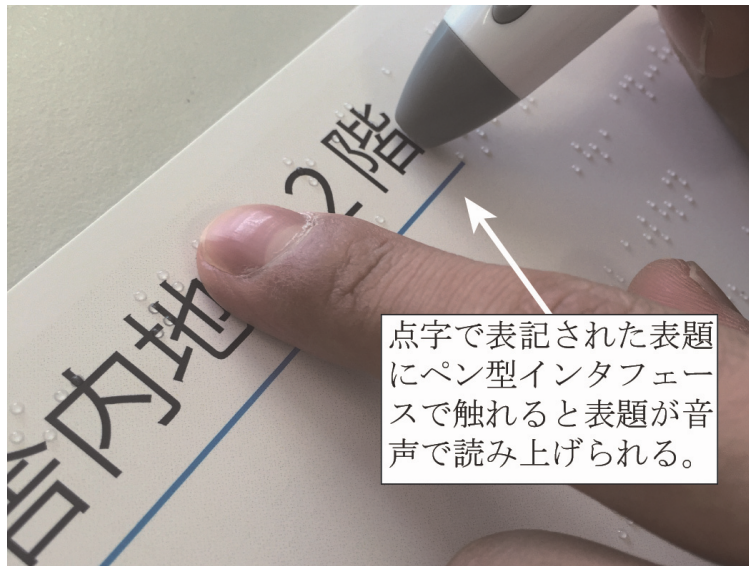


図 17 点字で表記された表題の音声による読み上げ

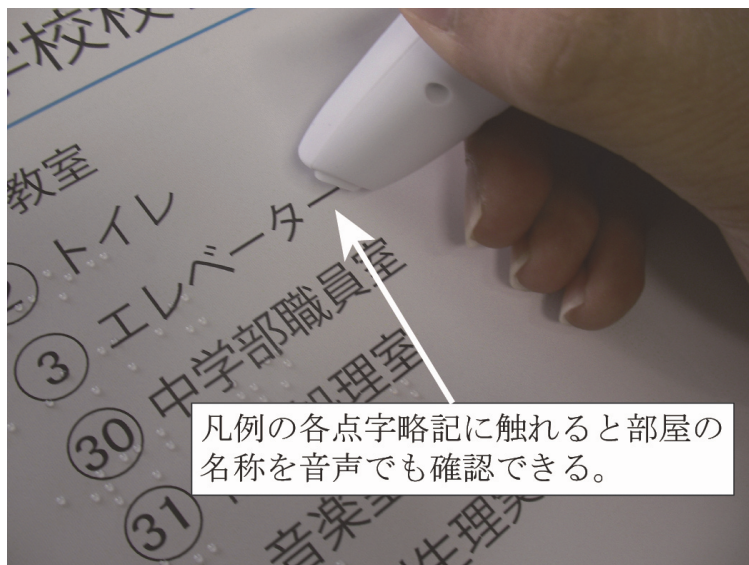


図 18 凡例の音声による読み上げ

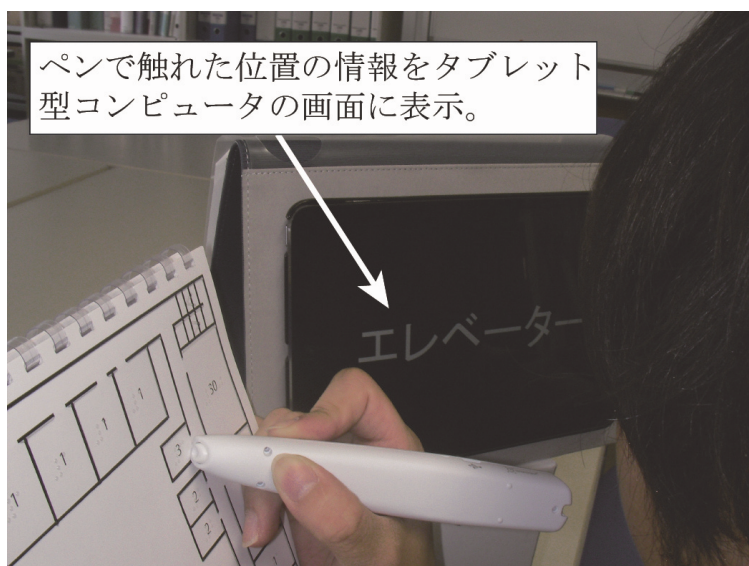
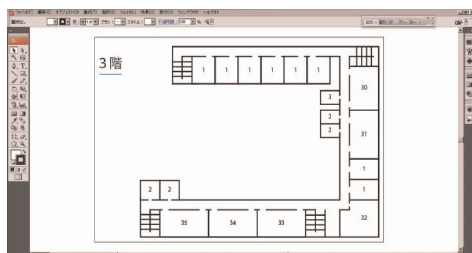


図 19 音声読み上げ機能付ペン型インターフェースで触れた位置の情報をタブレット型コンピュータで見て確認する様子

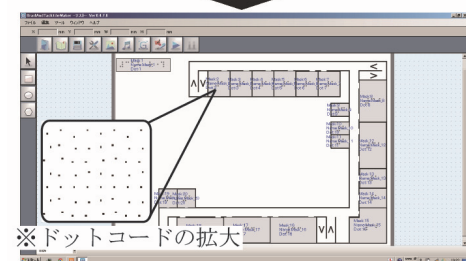
3. 校内触知案内図の作成

本研究で行った校内触知案内図の作成手順を図 20 に示す。

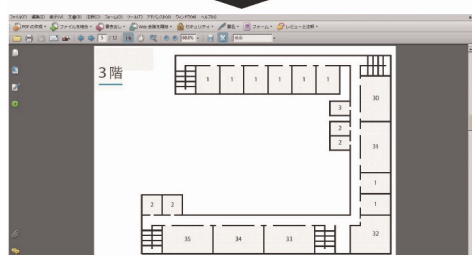
まず、印刷物の作成については、校内触知案内図の墨字データに音声読み上げ機能を搭載する際に用いるドットコードも付加したデータをパーソナルコンピュータで作成し、そのデータを市販のレーザープリンタ（富士ゼロックス株式会社）で印刷する。用紙は、厚手の A4 サイズの半光



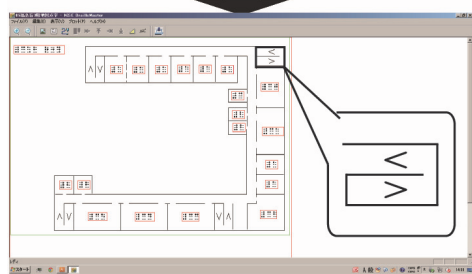
- (1) 汎用のイラスト作成用ソフトウェアを用いて墨字データを作成



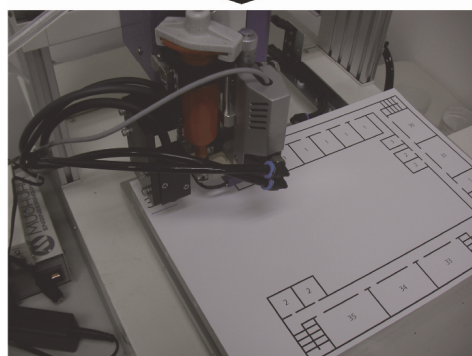
- (2) 音声読み上げ用ドットコード作成ソフトウェアを用いてコードデータを作成



- (3) 上記 2 つの (1) と (2) で作成したデータを重ね合わせて、レーザープリンタで印刷する



- (4) 点字・触知案内図作成装置の制御用ソフトウェアを用いて触知案内図出力データの作成



- (5) (3) で作成した印刷物上に (4) の点字出力データに基づいて、点字・触知案内図の新規作成装置により紫外線硬化樹脂インクを付す

図 20 校内触知案内図の作成手順

汎紙を横向きに用い、ファイルに綴じられるように穴あけ加工を行う。具体的には、まず、汎用のイラスト作成用ソフトウェアを用いて、墨字データを作成する（図 20 (1)）。次に、音声読み上げ用ドットコード作成ソフトウェア（NISE ドットコード作成ソフトウェア）を用いてコードデータを作成する（図 20 (2)）。そして、これら二つのデータを重ね合わせ、レーザープリンタで印刷を行う（図 20 (3)）。続いて、前章で述べた点字・触知案内図作成装置の制御ソフトウェアを用いて校内触知案内図の出力データを作成する（図 20 (4)）。そして、制御ソフトウェアで作成した出力データを基に、点字・触知案内図の新規作成装置を用いて、レーザープリンタで印刷した印刷物上に紫外線硬化樹脂インクを付していく（図 20 (5)）。なお、点と実線の各サイズについては、Ⅱ章及びⅢ節で述べた仕上がりの評価の際に採用した寸法で作成した。

一方、音声データの作成については、合成音声ソフトウェア（HOYA サービス株式会社、Voice Text）を用いて作成し、音声読み上げ機能付ペン型インタフェースのメモリにその音声データを保存して、点字や触知案内図の直下に付されたドットコードに対応するデータが音声で読み上げられるようにした。具体的な作成手順について述べる。まず、音声読み上げ用のテキストデータを作成する。続いて、作成したテキストデータを音声データ作成ソフトウェアで読み込む。そして、単語のイントネーション等を修正しながら、音声データを作成していく。最後に、作成した音声データを音声読み上げ機能付ペン型インタフェースのメモリに保存する。

以上の手順で作成した印刷物と音声データを組み合わせることで、校内触知案内図を作成した。

4. 校内触知案内図の評価

作成した校内触知案内図について、その使用感と今後の改善点を明らかにするため、点字と触知案内図の日常的な利用者であり、触知案内図を利用して児童生徒に指導している特別支援学校（視覚障害）の教員を対象とした評価を実施した。評価法には、製品開発においてプロトタイプ等のユーザビリティを評価する手法として一般的なインタビュー法⁽¹²⁾を用いた。インタビュー法は、点字や触知案内図の利用者に実際に製品を試用してもらい、その感想をインタビューする方法であり、質問の構造や順序を利用者の反応に柔軟に対応させることで、製品を試用した際の自由な意見を得ることができる。評価は、全盲の教員 5 名、弱視の教員 5 名の計 10 名に協力を得て実施した（図 21、図 22 参照）。評価参加者には、校内触知案内図を試用してもらい、その使用感に関して自由にコメントしてもらうことにした。なお、この一連の調査は、当研究所の倫理審査委員会の承認を得て実施した。

表 3 に、得られた主なコメントを示す。なお、各コメント後の括弧内では、そのコメントをした人数を示している。これらの結果より、作成した校内触知案内図の使用感に関して良好なコメントを得ることができた。具体的には、「校舎内のレイアウトを触知案内図で示す場合には数多くの点字略字による凡例を使用するため、触れた点字や触知記号が局所的に音声で確認できる点が素晴らしく、情報処理が非常にし易い」等の高い評価を得ることができた。また、弱視児・者の情報処理の観点から、弱視の教員 5 名より「タブレット型コンピュータに表示された文字情報も活用しながらレイアウトを把握できる点が良い（5 名中 5 名）」とのコメントも得られた。

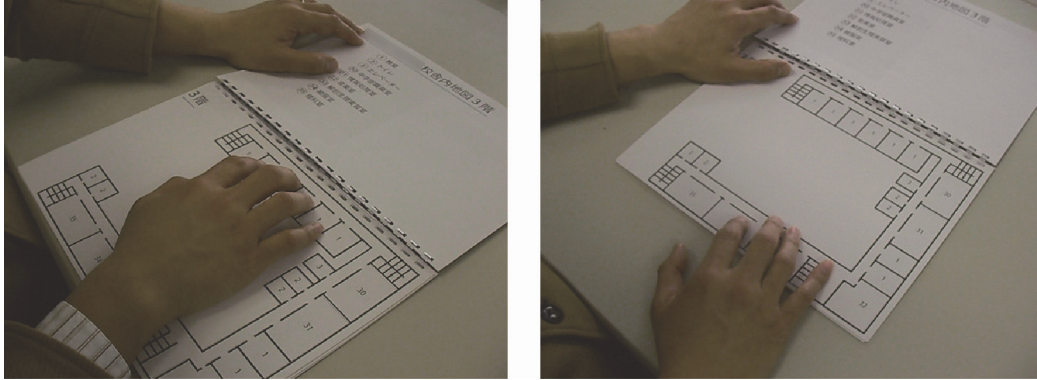


図 21 校内触知案内図を試用している様子（点字・触知案内図を触読する様子）

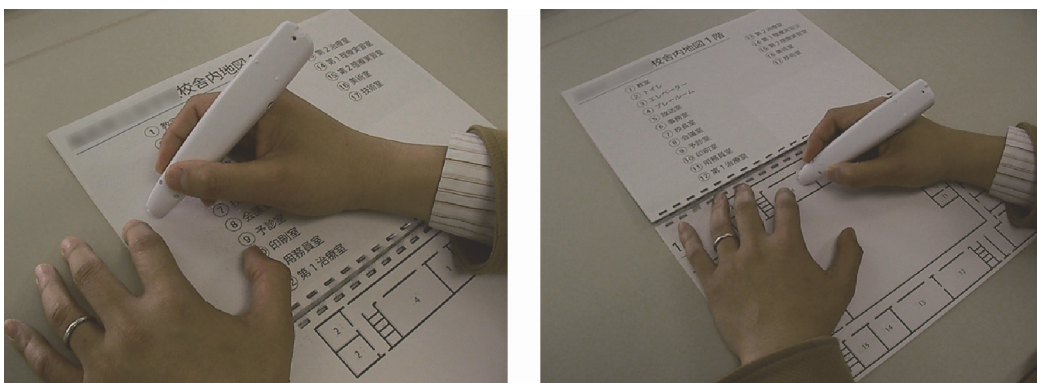


図 22 校内触知案内図を試用している様子（音声読み上げ機能付ペン型インターフェースを併用する様子）

表 3 校内触知案内図の使用感に関するコメント

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ・校舎内のレイアウトを触知案内図で示す場合には数多くの点字略字による凡例を使用するため、触れた点字や触知記号が局所的に音声で確認できる点が素晴らしく、情報処理が非常にし易い（10名中10名） ・点字や印刷紙の触り心地が良く、点字導入段階や習得中の児童生徒にも触読し易い点字が付されている（10名中10名） ・付されている点字の高さや形状が均一で読みやすい（10名中9名） ・合成音声による発音がとてもきれいで聞き取り易い（10名中9名） ・自立活動等の校内のオリエンテーションの際に有効に活用できる（10名中10名） ・設置型ではなく携帯型の触知案内図であるため利便性が高い（10名中10名） |
|---|

一方で、表4に示す「音声読み上げ機能付ペン型インターフェースで意図しないエリアの点字や触知案内図に触れた場合に、音声を読み上げられることがある」や「筆者らが開発を進めている点字・触知案内図作成装置以外の学校に導入されている印刷法でも同様な校内触知案内図が作成できることが望ましい」というコメントは、改善点を示唆する有意義なコメントと位置付けられる。

表4 校内触知案内図の今後の課題として位置付けられるコメント

-
- ・音声読み上げ機能付ペン型インタフェースで意図しないエリアの点字や触知案内図に触れた場合に、音声を読み上げられることがある（10名中3名）
 - ・筆者らが開発を進めている点字・触知案内図作成装置以外の学校に導入されている印刷法でも同様な校内触知案内図が作成できることが望ましい（10名中2名）
-

5. 評価者のコメントに基づく改善対応

表4に示した二つの改善すべき点として位置付けられるコメントに対して、対応策を検討した。

まず、「音声読み上げ機能付ペン型インタフェースで意図しないエリアの点字や触知案内図に触れた場合に、音声を読み上げられることがある」というコメントに対しては、音声読み上げ機能付ペン型インタフェースの改良を試みることにした。具体的には、意図せずに触れた位置の音声データが勝手に読み上げられることを防ぐため、音声読み上げをしたい位置で音声読み上げ機能付ペン型インタフェースのペン先を印刷面に軽く押し付けるクリックタイプに改良した（図23、図24参照）。そして、上述のコメントをした3名の評価者に、クリックタイプの音声読み上げ機能付ペン型インタフェースを試用してもらったところ、3名全員から「意図しないエリアの点字や触知案内図に触れた場合にも、音声を読み上げられることがなくなった」という評価をもらうことができた。

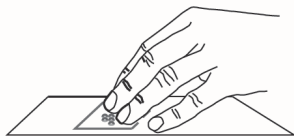
次に、「筆者らが開発を進めている点字・触知案内図作成装置以外の学校に導入されている印刷法でも同様な触知案内図が作成できることが望ましい」という有意義なコメントに対しては、特別支援学校（視覚障害）で既に導入されている従来の作成法で作成できるかどうかを確認することにした。具体的には、触知案内図を構成する墨字やレイアウトのデータを比較的簡単に作成できる発泡印刷方式の装置（株式会社アメディア、ピアフ）で、同様な音声読み上げ機能を搭載した校内触知案内図を作成できるかどうかを確認した。その結果、発泡印刷方式の装置でも、同様の機能をもつ校内触知案内図を作成できることがわかった（図25参照）。そこで、当該コメントを行った2名の評価者に発泡印刷方式で作成した校内触知案内図を試用してもらったところ、「従来の作成法でこうした音声読み上げ機能付きの触知案内図を複数作成できるところが良い」との評価をもらうことができた。

以上より、作成した校内触知案内図の使用感に関して良好なコメントを得ることができた。また、課題と位置付けられる一部のコメントに対しても筆者らの改善案のアイデアを具現化した上で改めて評価してもらったところ、良い評価を得ることができた。

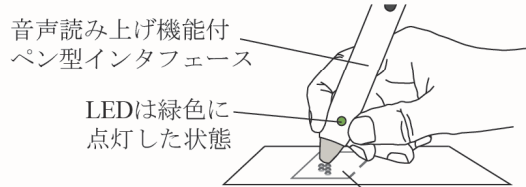
6. 考察

前節までに述べた通り、視覚障害のある児童生徒が通う特別支援学校（視覚障害）の校内触知案内図を作成し、使用感と今後の改善点を調べるための評価を行った。作成した校内触知案内図では、前章で述べた筆者らが開発を進める点字・触知案内図作成装置を用いて、高精細かつ触読性の高い点字及び触知案内図を付した。さらに、点字や触知案内図に音声読み上げ機能付ペン型インタフェースで触れることで図上の情報を音声でも確認できるように音声読み上げ機能を備え、利用者がより利用し易く、全盲者も弱視者も利用できる仕様にした。このようにして作成した校内触知案内図と従来の触知案内図を比較すると、点字や触知案内図の仕上がりの良

(1) 点字・触知案内図のある位置を触って確認



(2) 点字・触知案内図のある位置に音声読み上げ機能付ペン型インタフェースのペン先を置く



音声読み上げ用ドットコードが付された点字・触知案内図

(3) 音声読み上げ機能付ペン型インタフェースを押し込んでクリックする



(4) 音声が読み上げられる

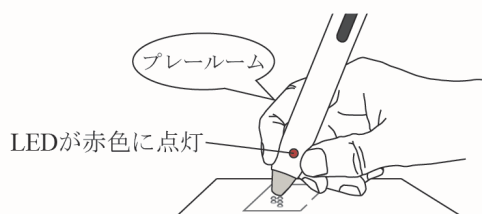


図 23 改良したクリックタイプの音声読み上げ機能付ペン型インタフェースの操作手順



図 24 改良したクリックタイプの音声読み上げ機能付ペン型インタフェース

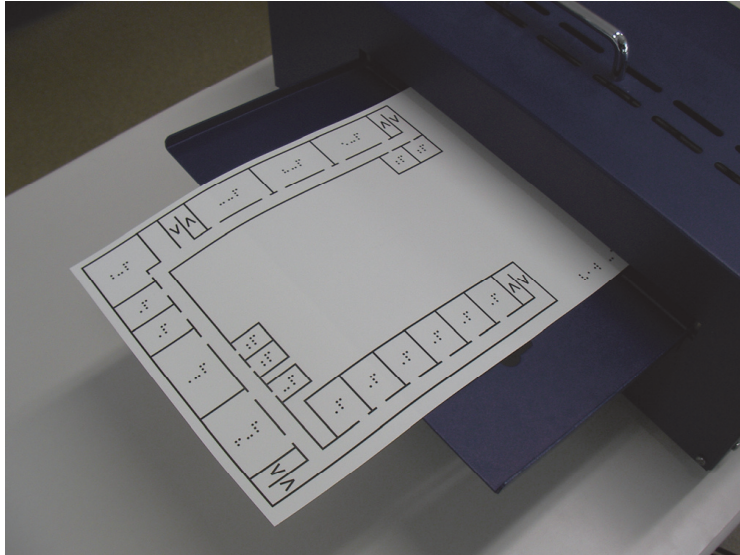


図 25 発泡印刷方式の装置による校内触知案内図作成の様子

さや、音声情報を付加した点以外にも、弱視の児童生徒が音声読み上げ機能付ペン型インタフェースで触れた位置の情報をタブレット型コンピュータで見ることによっても確認できるようにした点を工夫している。これらの点は、従来の触知案内図では見られない工夫であり、本研究における校内触知案内図の作成を通じて、視覚障害のある児童生徒にとって使い易い校内触知案内図の在り方を検討するための有益な知見が得られたと考えられる。また、本研究で作成した校内触知案内図のように、図上の情報を音声でも確認できるようにすることや、タブレット型コンピュータを用いて目で見ても図上の情報を確認できるシステムを併用するなどの工夫を行うことで、墨字から点字へと移行する学習段階の視覚障害のある児童生徒向けの教材等においても、有効な手立てとして活用できる可能性があると考えられる。

また、作成した校内触知案内図について、点字と触知案内図の日常的な利用者であり、触知案内図を利用して児童生徒に指導している特別支援学校（視覚障害）の教員を対象とした評価を実施した。その結果、作成した校内触知案内図の使用感について高い評価を得ることができた。これについては、校内触知案内図が触読性の高い点字及び触知案内図で構成されており、かつ音声でも即座に図上の内容を確認できる校内触知案内図はこれまでになく、全盲や弱視の視覚障害児が校舎内に配置された教室等の位置を把握するためのアクセシブルな校内触知案内図として高い評価をいただくことができたためであると考えられる。また、音声読み上げ機能付ペン型インタフェースについて、「触れた点字や触知記号が局所的に音声で確認できる点が優れている」とのコメントをいただき、高く評価された。音声情報を活用した視覚障害児・者の空間情報の把握や移動に関する支援技術はこれまでも多くの研究成果が報告されている⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾。このような先行研究では、視覚障害児・者の空間情報の把握に対して音声情報を有効に活用し、実際の移動支援や空間認識能の訓練システムの構築にまで結びつけられている。本研究においても、校内触知案内図上の情報の理解を支援する手立てとして音声情報が有効に活用されることで、上述したような好意的なコメントを視覚障害当事者である特別支援学校（視覚障害）の教員の方からいただくことができたと考えられる。

7. 小括

本章では、視覚障害のある児童生徒が通う特別支援学校（視覚障害）の校内触知案内図の在り方を検討するために校内触知案内図を作成し、その使用感と今後の改善点を調べるための評価を行った。本研究で作成した校内触知案内図には音声読み上げ機能を備え、利用者がより利用し易く、全盲者も弱視者も利用できる仕様にした。また、作成した校内触知案内図について、特別支援学校（視覚障害）の教員を対象とした評価を実施した。その結果、作成した校内触知案内図の使用感について高い評価を得ることができた。さらに、課題として位置付けられるコメントに基づき、音声読み上げ機能付ペン型インタフェースへのクリック機能の付加と、従来の点字・触知案内図作成法でも同様な校内触知案内図を作成できることを対応案として示し、高い評価をいただくことができた。

以上のように、校内触知案内図の作成を通じて、視覚障害のある児童生徒が通う特別支援学校（視覚障害）の校舎内にある教室等の配置を示した校内触知案内図の在り方を検討するための有用な知見を得ることができた。

IV. 総合考察

本研究は、視覚障害のある児童生徒が通う特別支援学校（視覚障害）の校内触知案内図の在り方を検討するために、当研究所と早稲田大学が平成 25 年度～平成 27 年度にかけて共同研究「視覚障害のある児童生徒のための校内触知案内図の作成と評価」として実施したものである。

第 I 章の序論では、本研究の背景、目的、方法及び本報告書の構成について述べた。

第 II 章では、従来の点字・触知案内図作成法の特長と課題をまとめるとともに、これらの作成法の課題を踏まえて筆者らが開発を進めている点字・触知案内図の作成法及び点字と触知案内図の構成要素である実線の仕上がりの評価について述べた。具体的には、筆者らが開発を進めている点字・触知案内図作成装置を用いることによって、高精細かつ触読性の高い点字及び触知案内図を短時間かつ平易に作成できるようになった。そして、この点字・触知案内図作成装置を用いて作成した点字や実線の仕上がりを評価したところ、触読し易く、触り心地の良い点字や実線を作成できることが確認できた。この結果については、紫外線硬化樹脂インクの塗布量を高精度に制御することで、仕上がりの良い点字や実線を付すことが可能になったために、触読性に関する高い評価を得られたと考えられる。なお、本研究で新たに作成した触知案内図塗布データ作成ソフトウェアでは、点字や触知案内図の塗布位置の XY 座標を入力する手間がなく、より短時間で高精細かつ触読性の高い点字や触知案内図を作成できるようになったことも、この研究における大きな成果といえる。

第 III 章では、筆者らが開発を進めている点字・触知案内図作成装置を用いて作成した校内触知案内図とその使用感評価について述べた。まず、校内触知案内図の作成に先立ち、特別支援学校（視覚障害）で視覚障害のある児童生徒の指導に関わる教員からの要望を聞き、導き出した校内触知案内図のコンセプトについて述べた。校内触知案内図への要望は、校舎内にある教室等の配置を把握可能な触知案内図が付されており、それらの情報を触覚からだけでなく音声でも簡便に確認しながら利用できるものであった。これらの要望を踏まえ、校内触知案内図は、点字や触知案内図に触れると音声でも図上の情報を確認することができるように音声読み上げ機能を備え、利用者がより利用し易く、全盲者も弱視者も利用できる仕様にした。そして、作成した校内触知案内図について、視覚障害当事者である特別支援学校（視覚障害）の教員（全盲・弱視）を対象とした使用感評価を実施した結果、高い評価を得ることができた。

第 IV 章では、総合考察として、本研究を通じて得られたアウトプット（結果）とアウトカム（成果）について簡潔に記す。アウトプットは、従来の点字・触知案内図の作成法であるスクリーン印刷法の問題点を改善するために筆者らが開発を進めている高精細かつ触読性の高い点字や触知案内図を作成できる点字・触知案内図作成装置を用いて校内触知案内図を作成し、利用者にとって使い易い校内触知案内図の在り方を検討するための有用な知見を得ることができた点である。今後は、さらに使用感の評価を重ねて改善点を集約し、可能な限り改良を加えていくことで学校や公共施設のアクセシビリティ向上に貢献していければと考えている。また、アウトカムは、筆者が委員として関わらせて頂いている触知案内図の表示法に関する国際標準規格作成検討委員会において、本研究で確立した点字・触知案内図作成法や校内触知案内図を紹介し、高精細かつ触

読性の高い触知案内図を作成することの重要性を国内外の有識者と共有することができた点である。そして、近々作成される触知案内図の表示法に関する国際標準規格（IS）の原案の中に、筆者らを含めた触知案内図作成に関わる国内の有識者とともに、触知案内図の触読性に関する配慮事項を盛り込んだ点である。

謝 辞

本研究において、点字・触知案内図の触読性の観点から様々な知見をご提供頂いた日本点字図書館総務課課長 和田勉様に心より感謝申し上げます。また、研究を推進する上でご協力いただき、貴重な情報を提供して下さった特別支援学校（視覚障害）の先生方に感謝申し上げます。

引用文献

- (1) 土井幸輝、河野勝、西村崇宏、藤本浩志、田中良広、澤田真弓、金子健、大内進、金森克浩：アクセシブルデザインの理念に基づく墨字と併記可能な点字・触図の新規作成装置の開発、第8回日本感性工学会春季大会講演予稿集、pp.172-173, 2013.
- (2) 小林秀樹：点字印刷法 (2)、印刷界、pp. 117-121, 1982.
- (3) 運輸省：「視覚障害者のための公共交通機関利用ガイドブック」作成マニュアル、pp. 1-59, 1984.
- (4) 小林秀樹：点字印刷法 (3)、印刷界、pp. 77-82, 1982.
- (5) 笹置一彦：特殊印刷あれこれ、印刷雑誌、72, pp. 37-41, 1989.
- (6) 日本規格協会：JIS T9253 (紫外線硬化樹脂インキ点字－品質及び試験方法)、2004.
- (7) 土井幸輝、小田原利江、林美恵子、藤本浩志：UV点字パターンの識別容易性評価に関する研究、日本機械学会論文集 (C編)、70 (699) , pp. 300-305, 2004.
- (8) 土井幸輝、岩崎亜紀、藤本浩志：印刷素材がUV点字の触読性に及ぼす影響に関する研究、日本機械学会論文集 (C編)、72 (716) , pp. 216-222, 2006.
- (9) 高村直宏：新規紫外線硬化樹脂の開発—低粘度架橋材料の応用展開—、第一工業製薬社報、569, pp. 10-13, 2014.
- (10) 朝田泰広：ハードコート用紫外線硬化型アクリル樹脂とその応用、大成ファインケミカル株式会社プレスリリース、<http://www.taisei-fc.co.jp/products/pressrelease.html> (アクセス日 2015年11月16日) .
- (11) Altix: Tactile Graphics, Maps For The Blind/Terminale Informacyjne, <http://sklep.altix.pl/en/terminale-informacyjne> (アクセス日 2015年11月25日)
- (12) 黒須正明、伊東昌子、時津倫子：ユーザ工学入門—使い勝手を考える・ISO13407への具体的アプローチ—、共立出版株式会社、pp. 123-204, 2000.
- (13) 大内誠、岩谷幸雄、鈴木陽一、棟方哲弥：汎用聴覚ディスプレイ用ソフトウェアエンジンの開発と音空間知覚訓練システムへの応用、日本音響学会誌、62 (3) , pp. 224-232, 2006.
- (14) 関喜一、佐藤哲司：3次元サウンドを用いた視覚障害者用聴覚空間認知訓練システム、国立身体障害者リハビリテーションセンター研究紀要、(26) , pp. 9-13, 2005.

研究体制

本研究は、以下の研究体制で実施した。

研究代表者

土井 幸輝（教育情報部 主任研究員）

研究副代表者

西村 崇宏（教育情報部 研究員）

所内研究分担者

金森 克浩（教育情報部 総括研究員）

田中 良広（教育研修・事業部 総括研究員）

澤田 真弓（教育研修・事業部 上席総括研究員）

所内研究協力者

金子 健（企画部 総括研究員）

大内 進（企画部 客員研究員）

共同研究機関

藤本 浩志（早稲田大学 人間科学学術院 教授）

梅沢 侑実（早稲田大学 大学院人間科学研究科 博士後期課程）

松森ハルミ（早稲田大学 大学院人間科学研究科 博士後期課程）

共同研究

**視覚障害のある児童生徒のための
校内触知案内図の作成と評価**

平成 25 年度～平成 27 年度

研究成果報告書

研究代表者 土井 幸輝

平成 28 年 3 月

著作 独立行政法人国立特別支援教育総合研究所

発行 独立行政法人国立特別支援教育総合研究所

〒 239-8585

神奈川県横須賀市野比 5 丁目 1 番 1 号

TEL : 046-839-6803

FAX : 046-839-6918

<http://www.nise.go.jp>

