

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

背景及び目的

- 特別支援学校（視覚障害）におけるニーズ
 - ・ 視覚障害のある児童生徒が学校施設内で必要な情報を得ることを支援する情報保障ツールの充実。
 - ・ 特別支援学校（視覚障害）の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の作成。
 - ・ 音声情報を効果的に活用した情報保障の質を向上。

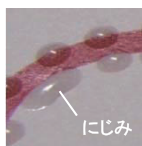


- 目的
視覚障害のある児童生徒が通う特別支援学校（視覚障害）の校舎内にある教室等の配置を示した触知案内図（校内触知案内図）の在り方を検討するために、筆者らが開発を進めている点字・触知案内図作成装置を用いて校内触知案内図を作成し、特別支援学校（視覚障害）の教員を対象として使用感を評価すること。

点字・触知案内図の作成法

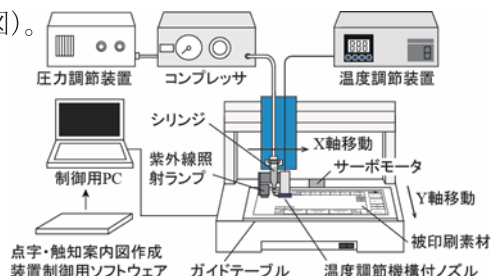
- 従来の点字・触知案内図作成法（スクリーン印刷法）の課題

- ・ 細かい線図の表現が難しい。
- ・ 点や線の盛上がり不十分となる。
- ・ インクのにじみが発生する（右図）。



- 開発を進めている点字・触知案内図作成法

- ・ 高精細かつ触読性の高い点字や触知案内図を短時間かつ平易に作成できる装置を作成した（右図）。



- 点字及び実線の仕上がりの評価

- 評価用サンプルの作成（右図）
- ・ 点の高さ・直径、線の高さ・線幅については、JISや先行研究の知見に基づき目標値を設定。
- 作成した点字と実線の仕上がりの評価
- ・ 三次元形状計測装置による計測の結果、ほぼ目標値通りに作成できていることを確認。
- ・ 特別支援学校（視覚障害）の教員（視覚障害当事者）に触察していただいたところ、にじみもなく、触読性も高いとの好評価を得た。



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

校内触知案内図のコンセプトに反映させるべく、事前に特別支援学校（視覚障害）の教員から要望についてヒアリングした。内容は以下の通り。

- ・ 高精細な点字・触知案内図が付されていること。
- ・ 音声でも図上の情報を確認できること。
- ・ 利便性の面から携帯型の触知案内図であること。

- 校内触知案内図の作成

- ・ 開発を進めている点字・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と触知案内図を付した。
- ・ 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音声で読み上げる機能を搭載（右図）。



- 校内触知案内図の評価と改善

特別支援学校（視覚障害）の教員10名（全盲5名、弱視5名）を対象とした触察による使用感の評価を実施した。その結果、使用感に関する良好な評価をいただくことができた。

一方、課題として位置付けられるコメントとして、意図しない位置が読み上げられる点と既存の印刷法でも同様の校内触知案内図が作成できるようになると良い点が指摘された。これを受けて、筆者らは改善案を提示し、良好な評価を得た。

まとめ

本研究では、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、特別支援学校（視覚障害）の教員を対象とした使用感評価を実施することで、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。

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)

【研究代表者】 土井 幸輝

【要旨】

特別支援学校（視覚障害）等の学校現場では、視覚障害のある児童生徒が学校施設内で必要な情報を得ることを支援する情報保障ツールの充実が重要である。一例として、学校現場の教員や視覚障害のある児童生徒からは、特別支援学校（視覚障害）の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（校内触知案内図）を求める声が挙がっている。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いため、音声情報を効果的に活用することで、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音声読み上げ機能付の校内触知案内図を作成した。そして、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（全盲・弱視）を対象とした使用感評価を実施した結果、使用感について高い評価を得た。本研究を通じて、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。

【キーワード】

視覚障害、校内触知案内図、音声読み上げ、点字・触知案内図作成法、特別支援学校（視覚障害）

【背景・目的】

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。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。無色透明な紫外線硬化樹脂インクを使用するために点字・触知案内図を墨字と併記することが可能であることや、樹脂であるために耐久性が高いこと等、多くのメリットを有している。一方で、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、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。このような課題に対し、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作成装置の開発を進めている。本装置は、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を採用しており、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、特別支援学校（視覚障害）等の学校現場からも高精細かつ触読性の高い点字・触知案内図の付された印刷物を求める声も多い。一例として、視覚障害のある児童生徒が、学校施設内で必要な情報を得ることを支援する情報保障ツールの充実が求められている。筆者らによる簡易的なヒアリング調査によれば、学校現場の教員や視覚障害のある児童生徒からは、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）を求める声が多く挙がっている。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。

【方法】

本研究は、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、共同研究として実施したものである。以下に、本研究の方法を簡潔に記す。

1. 点字・触知案内図作成法

従来の点字・触知案内図作成法の原理と特長についてまとめ、課題を整理する。そして、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

て、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するための点字・触知案内図の塗布データ作成ソフトウェアを作成する。さらに、この新たな点字・触知案内図作成法を用いて、点字や触知案内図の構成要素の一つである実線を作成し、その仕上がりを評価する。

2. 校内触知案内図の作成及び評価

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対して校内触知案内図に求める要望を確認した上で、(1) で述べた点字・触知案内図作成法を用いて校内触知案内図を作成する。ここでは、音声読み上げ機能付ペン型インタフェースで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確認できるように音声読み上げ機能を備える。さらに、作成した校内触知案内図の使用感及び今後の改善点を調べるために、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する。

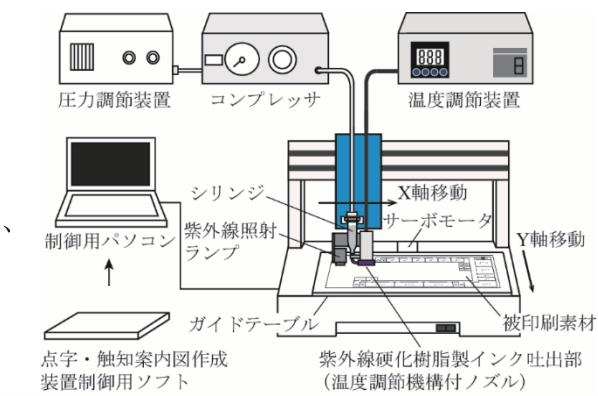
【結果と考察】

1. 点字・触知案内図作成法

(1) 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

従来の点字・触知案内図作成法の一つであるスクリーン印刷法は、版に空けた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、インクの盛り上がりや必ずしも十分ではないため、触読し難い点字や触知案内図となる可能性がある。また、インクのにじみが発生することもあり、触知案内図等で細かい線図を表現する際に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ことや、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こと等の課題がある。

これらの課題を踏まえて、筆者らは、無色透明な紫外線硬化樹脂インクを被印刷物に非接触で噴射する方式を用いて、点字や触知案内図を付すことができる点字・触知案内図作成装置の開発を進めている（図1）。この装置では、高精度に紫外線硬化樹脂インクを塗布できるため、高精細な点字や触知案内図を作成することが可能である。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。しかし、点字や触知案内図を構成する全ての点や線のインク塗布位置の座標データをパーソナルコンピュータで指定する必要があるため、塗布データの作成に慣れていないと時間が

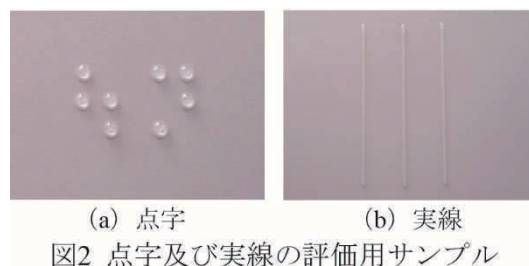


かかる場合があった。そのため、本研究では、塗布データ作成の経験によらずに短時間かつ平易に点字や触知案内図の塗布データを作成できるように、点字・触知案内図の塗布データ作成ソフトウェアを新たに作成した。これにより、点字や触知案内図の塗布位置の座標を入力する手間が省略され、高精細かつ触読性の高い点字や触知案内図を短時間かつ平易に作成することができるようになった。

(2) 点字及び実線の仕上がりの評価について

(1) で述べた新たな点字・触知案内図作成法を用いて、図2に示す紫外線硬化樹脂インクによる点字と実線の評価用サンプルを作成し、仕上がりを評価した。作成した点字と実線の評価用サンプルは、日本工業規格における規定値や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に基づいて、点の高さと直径、実線の高さと線幅それぞれに対する設計上の目標値を設定した上で作成を行った。そして、作成した評価用サンプルについて、三次元形状計測装置を用いて形状計測を行い、設定した目標値に対する精度の確認を行った。その結果、目標値に対する計測値の誤差は数十 μm 程度であり、点字や触知案内図の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できた。

また、触読性については、点字や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)の教員5名の協力を得て、簡易的な評価を実施した。具体的には、評価用サンプルを自由に触察させた後に、触読性や仕上がりに関するコメントを求めた。その結果、点や実線が明瞭で仕上がりが良く、インクのにじみもないため、非常に触読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名に目視で仕上がりを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。以上より、(1) で述べた新たな点字・触知案内図作成法を用いて、仕上がりが良く触読性の高い点字及び触知案内図を作成できることがわかった。



2. 校内触知案内図の作成及び評価

(1) 校内触知案内図の作成

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教育に関わる教員に対して、校内触知案内図に求め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、音声で簡便に図上の情報を確認しながら利用できる携帯型の校内触知案内図が学校現場から強く求められていることがわかった。このような要望を踏まえて、本研究では、新たな点字・触知案内図作成法を用い

て、仕上がりが良く触読性の高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した。また、音声読み上げ機能付ペン型インタフェースで点字や触知案内図に触れると、その内容を音声でも確認できるようにした(図3)。さらに、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に文字で表示させることで、弱視の児童生徒が視覚でも確認できるようにした。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)である。一方は、そうでない児童生徒(全盲等)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となるようにした。

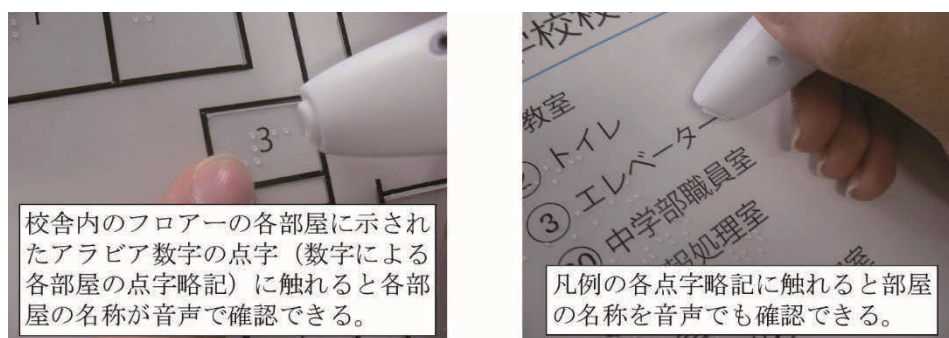


図3 点字・触知案内図の情報の音声による読み上げの例

(2) 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10名(全盲5名、弱視5名)を対象とした評価を実施した。評価方法は、校内触知案内図を自由に試用させた後に、その使用感に関するコメントを求めた。その結果、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必要があるため、触れた点字や触知記号のみが音声で確認でき局所的に音声情報が提供される点が素晴らしく、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、弱視の評価参加者からは、弱視児の情報処理の観点から、「タブレット型コンピュータで、文字情報を活用してレイアウトを把握できる」とのコメントも得られた。一方、「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墨字に触れた場合に音声読み上げされることがある」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を作成できることが望ましい」といった改善点として位置付けられる有意義なコメントも得た。これらの改善点として位置付けられ

るコメントに対しては、それぞれ対応策を検討した。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。また、特別支援学校（視覚障害）で導入されている発泡印刷方式の装置を用いて、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ことを対応策として示し、高い評価を得ることができた。

【総合考察】

本研究では、筆者らが開発を進めている点字・触知案内図作成装置について、点字・触知案内図の塗布データ作成ソフトウェアを新たに作成した。点字や触知案内図の塗布位置の座標を入力する手間が省略されたことで、短時間かつ平易に点字や触知案内図を作成できるようになった。さらに、この点字・触知案内図作成法を用いて、点字や触知案内図の構成要素の一つである実線を作成し、仕上がりを評価した。その結果、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。このように、従来の点字・触知案内図作成法の課題を改善し、高精細かつ触読性の高い点字・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、本研究の大きな成果であると言える。

また、新たな点字・触知案内図作成法を用いて、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音声読み上げ機能付の校内触知案内図を作成した。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に文字で表示させることで、弱視の児童生徒が目で見ても確認できるようにした。そして、特別支援学校（視覚障害）の教員を対象とした使用感評価を行った結果、校内触知案内図の使用感に関して良好なコメントを頂くことができた。具体的には、点字や触知案内図が明瞭であり触読性が良いことや、図上の情報を音声でも確認できるために情報処理がし易いこと等が高く評価された。一方、課題として位置付けられるコメントに対しては対応策を示し、高い評価を得ることができた。

以上より、本研究では、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、特別支援学校（視覚障害）の教員を対象とした使用感評価を実施することで、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。

【成果の活用】

本研究では、従来の点字・触知案内図作成法の課題を改善するために、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

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）の教員を対象とした使用感評価を実施した。本研究成果を通じて、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示すことができた。

本研究で得られた成果の一部は、当該領域に関する国際会議（EMBC' 14、IUPESM2014、ICBBE2014）にて発表を行った。また、学術雑誌（バイオメカニズム学会誌、病院設備）において、本研究での取組について紹介を行った。