

Title	共同絵画を対象とした視覚障害者と健常者の共同作業支援に関する研究
Author(s)	鈴木, 達也
Citation	
Issue Date	2018-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/15145
Rights	
Description	Supervisor:金井 秀明, 先端科学技術研究科, 修士 (知識科学)

修士論文

視覚障害者と健常者の共同絵画を対象とした
共同作業に関する研究

1610100 鈴木 達也

主指導教員 金井 秀明
審査委員主査 金井 秀明
審査委員 小坂 満隆
 藤波 努
 由井蘭 隆也

北陸先端科学技術大学院大学

先端科学技術研究科 [知識科学]

平成 30 年 2 月

Study on collaborative work for collaborative drawing among acquired visually impaired and healthy persons

Tatsuya Suzuki

School of Knowledge Science
Japan Advanced Institute of Science and Technology
March 2018

Keywords: visually impaired, group work, tactile display

A research on collaborative work for collaborative drawing among acquired visually impaired and healthy persons. In this study, we developed a support system for collaborative that promotes to play acquired visually impaired and healthy persons. From the consideration of collaborative drawing among acquired visually impaired and healthy persons using the developed system, we proposed elements to promote collaborative work. As a proposal, we mentioned that it is effective to set the attention target by mutual conversion of a visual information and a tactile information. Setting the attention target promoted interaction among the participants. The developed system can support acquired visually impaired persons as well as healthy ones. The support for both persons can promote collaborative work.

"Convention on the Rights of Persons with Disabilities" is a treaty to protect the rights of persons with disabilities. It is important that people with disabilities can participate in recreation. People with disabilities sometimes not be able to participate in recreation due to disability. In my research, we focused on visually impaired persons. Acquired visually person means a person who lost sight in the middle of life. Visually impaired persons take time to accept disability. Also, it takes time for them to get used to their daily lives. Therefore, the opportunities for them to participate in recreation are reduced. We think that any activities related to drawing are difficult tasks for visual impaired persons due to visual matter.

We expect the support for drawing activities leads to support on daily life of acquired visually impaired persons. We will support the collaboration among acquired visually impaired and healthy persons. We selected a collaborative drawing as a collaborative work. Collaborative drawing is a collaborative work that plural people complete one picture. Collaborative drawing promotes mutual understanding between visually impaired and

healthy persons. Also, with collaborative drawing, we will support the drawing of visually impaired. There are "Dot diagram display" and "AuxDeco" as support for the drawing of the healthy persons. It is not easy to adopt these devices for supporting collaborative drawing due to technical and cost issues. They have too low resolution to display drawing sheet in spite of expensiveness. In my research, we propose a support method of collaborative drawings among acquired visually impaired and healthy persons. The design method in this research is based on inclusive design. Inclusive design is a way to design in collaboration with users who have been excluded. We set an acquired visually impaired person as a lead user. By deciding the lead user, we incorporate the experiences of the daily life of visually impaired in the system design.

We mention support for the visually impaired persons and cooperative work as related works. Several systems have been developed for helping visually handicapped persons understanding pictures. They have some drawbacks. For example, the users cannot draw a picture in the system because it has no input function. Collaborative drawing have activities to draw picture themselves and to see picture of others. In order to support collaborative drawing, a support system need not only input function but also output one (displaying a picture). There is few researches on collaboration among acquired visually impaired and healthy persons. Collaboration among acquired visually impaired and healthy persons is aimed at the support of the visually impaired. On the other hand, my research will support acquired visually impaired people and healthy people halfway.

First, we conducted activities in which pseudo-visually impaired and healthy persons draw a picture together. We also investigated the features. Collaborative drawings were held twice. The first time is a collaborative drawing activity among healthy persons. The second time is a collaborative drawing activity of pseudo-visually impaired and healthy persons. We compared the first and second activities. In the first time (collaborative drawing activities among healthy persons), all subjects could share the information about drawing activities. On the other hand, in the second time (collaborative drawing activities among pseudo-visually impaired and healthy persons), some subjects could not share the information about drawing activities. Therefore, pseudo-visually impaired person seems to take more time to draw. As a result of the second time, the necessity that visually impaired and healthy persons share the information about drawing activities has been confirmed.

Next, we interviewed the acquired visually impaired person as lead users in inclusive design. The experience of his daily life is incorporated into the design of the system. As a result of the interview, we can find that it is necessary to give feedback to the system. We also can find that feedback for visually impaired persons is a means of information acquisition. Based on the results of collaborative drawing activities and the interview, we developed a support system "co-play tactile display". This system has a tactile display and a few tablet PC, and can mutually transform between visual information and tactile information. Using the tactile display, acquired visually impaired person can draw picture with a tactile sense. The tactile display outputs a convex shape as tactile presentation. A acquired visually impaired person touches the convex shape and recognizes the picture.

Using tablet PC, healthy person can read the picture information visually. The tablet PC displays a picture on the screen as a visual presentation. This system connect between tactile display and tablet PC are linked. Using different devices, acquired visually impaired persons and healthy persons cooperate to complete a picture. Next, we conducted activities in which acquired visually impaired and healthy persons draw a picture together using this system. We also investigated the influence of this system. Collaborative drawings were held twice. The first time is a collaborative drawing activity without the system. The second time is a collaborative drawing activity with the system. We compared the first and second activities. Whether using the system or not, a change was seen in collaborative work. Without this system, acquired visually impaired persons seems to take more time to draw. We think that acquired visually impaired persons and healthy persons cannot share information of drawing activity. With this system, they seem to share the information.

We think the mutual conversion of visual and haptic information can increase the amount of shared information of drawing activities. We also think increasing information of drawing activities promote to collaborate at the activity. This system can help the acquired visually person to grasp the display position because this system has a flame on its screen. And, healthy persons can easier to support the acquired visually impaired person using this system. The healthy persons provided information about drawing activities using the body touch to the acquired visually impaired. But there is a possibility to make body touch uncomfortable. A healthy person can support to draw a picture without causing discomfort to the acquired visually person using this system. We think that it is difficult to understand a picture using a tactile diagram. The acquired visually impaired person seem to understand the picture receiving information about the picture from healthy persons. In this research, we developed the support system for collaborative drawing among acquired visually impaired and healthy persons. We conducted activities in which acquired visually impaired and healthy persons draw a picture together using this system. From the results of collaborative drawing activities, we proposed a method to support collaborative work.

目次

第1章	研究の背景と目的	1
1.1	視覚障害者支援に関する取り組み	2
1.1.1	障害者の権利に関する条約の制定	2
1.1.2	視覚障害者への教育	3
1.1.3	視覚障害者支援機器	4
1.2	共同絵画について	6
1.3	対象となる視覚障害者	8
1.4	目的	9
第2章	関連研究	10
2.1	視覚障害者支援機器に関する研究	10
2.1.1	ピンディスプレイ型触覚提示に関する研究	11
2.1.2	3D プリンタ型触覚提示に関する研究	12
2.1.3	振動型触覚提示に関する研究	14
2.2	共同作業に関する研究	16
2.2.1	健常者同士の共同作業に関する研究	16
2.2.2	視覚障害者と健常者の共同作業に関する研究	18
2.3	第2章のまとめ	21
第3章	研究手法	22
3.1	本研究の流れ	22
3.2	擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の観察	24
3.2.1	対象と環境	24
3.2.2	実験方法	26
3.3	中途視覚障害者へのインタビュー	31
3.3.1	インタビュー対象	31
3.3.2	インタビュー内容	31
3.4	支援システムの開発	32
3.4.1	関連研究を参考にした支援システムの設計	33
3.4.2	共遊触覚ディスプレイの開発	34
3.5	支援システムを用いた共同絵画の観察	40
3.5.1	対象と環境	40

3.5.2	実験方法	42
3.6	3章のまとめ	46
第4章	研究結果と考察	47
4.1	擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の観察	48
4.1.1	健常者同士の共同絵画の結果	49
4.1.2	擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の結果	51
4.1.3	考察	54
4.2	中途視覚障害者へのインタビュー	56
4.2.1	インタビュー結果	56
4.2.2	インタビュー結果の考察	57
4.3	中途視覚障害者と健常者の共同絵画の観察	59
4.3.1	中途視覚障害者と健常者の共同絵画の結果（システム無し） ...	60
4.3.2	中途視覚障害者と健常者の共同絵画の結果（システムあり） ...	63
4.3.3	考察	70
4.4	4章のまとめ	74
第5章	まとめと今後の展望	75
5.1	本研究のまとめ	75
5.2	今後の展望	77
参考文献		80

第1章 研究の背景と目的

共生社会の形成を目指した取り組みが進み、視覚障害者を取り巻く現状は変化をしている。これは視覚障害者に限らず、様々な障害者も対象となる。本研究では、中途視覚障害者に焦点を当てた。中途視覚障害者は視覚の急激な低下による精神的負担から、障害の受容、日常生活への慣れが困難である。そのため共生社会の形成のためには適切な支援が必要であると考えた。

本章では以下の流れに沿って本研究の背景について説明し、最後に本研究の目的について述べる。

<本研究の背景と目的>

- ・視覚障害者支援に関する取り組み
- ・共同絵画について
- ・対象となる視覚障害者
- ・目的

1.1 視覚障害者支援に関する取り組み

共生社会の形成を目指した取り組みにより、視覚障害者を取り巻く現状は大きく変化している。そこで視覚障害者を取り巻く現状について「法律の整備による変化」と「支援機器の開発による変化」の2点について述べる。

法律の整備では「障害者権利に関する条約」の制定と、日本におけるインクルーシブ教育について述べる。この取り組みにより、視覚障害者を含む障害者と健常者の関わり方が変化し始めている。しかし視覚障害者と健常者の新たな関わりに対してどのような支援が必要なのか、明らかでないことが問題である。

支援機器の開発による変化では、視覚障害者の生活が支援機器による変化について述べる。本研究では、中途視覚障害者が取り組みにくくなったものとして、「絵」が最も影響があると考えた。そこで支援機器として、触覚を使用し絵の理解をサポートする「点図ディスプレイ」と「オーデコ」について述べる。

1.1.1 障害者の権利に関する条約の制定

「障害者の権利に関する条約」は「*障害者の人権及び基本的自由の享有を確保し、障害者の固有の尊厳の尊重を促進することを目的として、障害者の権利の実現のための措置等について定める条約*」である [1]。同条約では、障害者と健常者が参画可能な社会を「共生社会」とし、障害者の権利を確保するために共生社会を形成が必要であるとしている。共生社会は障害者等が積極的に社会に参加可能な社会であり、人々の多様なあり方を理解することで、全員参加型の社会となりうる [2]。日本は2007年に同条約に署名し、2014年に批准した。

条約の中で、障害者がレクリエーション、余暇等への均等な参加の確保が重要な権利の一つであるとされている。本研究で対象とする中途視覚障害者の場合、レクリエーションや余暇として活動できる種類は、健常者として生活していた時よりも減少してしまう。本研究では、その影響が大きいものとして絵に着目する。絵は視覚情報が多いため、中途視覚障害者の場合、視覚に頼らずに絵を認識するには訓練が必要であると考ええる。そのため、中途視覚障害者が容易に絵に関わるレクリエーション等に参加するためには、中途視覚障害者が参加可能な環境の整備が必要である。環境の整備として、例えばICTを用いた視覚障害者支

援が上げられる。ICT を用いた視覚障害者支援機器に関して、1.1.3 で詳しく述べる。

1.1.2 視覚障害者への教育

日本では「障害者の権利に関する条約」を受け、文部科学省において「共生社会の形成に向けたインクルーシブ教育システム構築のための特別支援教育の推進」を提案した [3]。インクルーシブ教育は、共生社会の形成を目標として掲げている。インクルーシブ教育システムの特徴は、健常者と障害者が同じ学校、同じ教室で学習を受けることである。従来の教育システムでは、健常者は通常の学校、障害者は特別支援学校または通常の学校の特別支援教室に通い学習する。障害者と健常者が同じ教室で学習することにより、互いをよく知り、相互理解を深めることが可能であるとされている。本研究では、インクルーシブ教育システムでの取り組みが、義務教育を卒業した中途視覚障害者に対しても重要であると考えらる。

健常者と視覚障害者が同じ教室で学習するためには、視覚障害者に対する支援は必須である。これは中途視覚障害者と健常者のレクリエーションを想定した場合も同様である。視覚障害者が取得困難な視覚情報を、健常者が言葉によって補填するには限界がある。現在、学校教育においては視覚障害者支援として ICT を用いた支援がある [4]。ICT を用いることにより障害の状態や発達段階に応じた活用が容易である点が、視覚障害者支援に有効であるとされている。

1.1.3 視覚障害者支援機器

本研究では ICT を用いた視覚障害者支援が中途視覚障害者と健常者の共同作業に有効であると考えた。そこで、本研究で取り上げる絵に関する支援として、視覚情報を触覚情報に変換する視覚障害者支援機器について述べる。ここでは、視覚特別支援学校で用いられることが多い「点図ディスプレイ」と、リアルタイムに目の前の情景が触覚提示可能な「オーデコ」について述べる。

(1) 点図ディスプレイ

ケージーエス社の点図ディスプレイを図 1 に示す [5]。点図ディスプレイは PC 等に表示されている画像をドットの凸形状で提示可能な視覚障害者用支援機器である。視覚障害者は、ドットの凸形状を手で触れることで、線や形を識別する。点図ディスプレイを使用することで、デジタル画像の触覚を用いた確認が可能である。点図ディスプレイを用いた視覚障害者用ゲームが開発される [6] など、レクリエーションや余暇活動への適用が期待される。

現在販売されている点図ディスプレイは 100 万円以上の価格で販売されており、個人の所有は困難である。視覚特別支援学校においても、学校全体で 1 台所有するかどうか程度の普及率であることが問題である。また、ドットの凸形状による触覚図は、点図ディスプレイ以外使用されることが少なく、使用者への負担が高いことが予想される。



図1 点図ディスプレイ [7]

(2) オーデコ(AuxDeco)

株式会社アイプラスプラスが開発した「オーデコ(AuxDeco)」を図2に示す。オーデコは視覚障害者が使用する白杖の代わりとして、日常生活において自身の周りに何があるのかを知るための視覚障害者用支援機器である。オーデコは額の感覚(触覚)を利用し、目の前の情景を電気信号で感じ取る機器である。オーデコを額に装着することで、簡単な図形などの形や動きをリアルタイムに捉えることができる。

オーデコは日常生活での危険回避としての使用を想定しているため、解像度は点図ディスプレイ等に比べて高くない。そのため、絵に関する支援として使用することは困難である。



図2 オーデコ [8]

1.2 共同絵画について

中途視覚障害者のレクリエーションや余暇活動への積極的な参加を支援するうえで、視覚障害者と健常者の共同作業が有効であると考えた。インクルーシブ教育システムでは、障害者と健常者の交流を促す方法として授業での共同作業が効果的であるとされている。

本研究では、中途視覚障害者が取り組みに対して消極的になったと考えられる「絵」に関する共同作業として共同絵画に着目した。図3に共同絵画のイメージを示す。共同絵画は心理カウンセリング技法を応用したグループ活動である[9]。複数人のグループを構成し、グループで与えられたテーマについて話し合いながら1枚の絵を完成させる。共同絵画では1枚の絵を複数人で完成させる過程の中で、互いを知り、最終的に相互理解を促進させることが目的である。共同絵画では、参加者の年齢や発達段階、環境に応じて「話さない」「必ず全員描く時間を作る」などの制約を設けることがある。

本研究では、中途視覚障害者と健常者でグループを構成し、共同絵画を実施することで相互理解を促し、かつ中途視覚障害者に対して触図の訓練が可能であると考えた。触図とは触覚を使い、図を認識する方法のことである。例えば点図ディスプレイは触図の一つである。

共同絵画では、参加者の属性や発達段階に応じて、その中身は多様である。そこで中途視覚障害者と健常者の共同絵画として、従来実践されてきた共同絵画の方法を参考にし、中途視覚障害者と健常者が参加する共同作業であることを考慮し、本研究の共同絵画の定義について以下に示す。

<本研究における共同絵画の定義>

複数人で絵を完成させる共同作業。

本研究では従来の共同絵画の方法と同様、グループで絵を完成させる共同作業を共同絵画として定義する。また本研究の共同絵画の定義と従来の共同絵画の実践から、以下を本研究で実践する共同絵画の最低限の設定とし、環境によって条件をさらに追加する。

<本研究の共同絵画の設定>

1. 1グループの人数は3人
 2. 1回の作業時間は15分
 3. 1つの四角の枠内で1本のペンを使用し、全員で絵を完成させる。
 4. 必ず1人1回は描画する。
- ・ 設定1について、通常の学校や特別支援学校のグループワークの構成を参考にした。人数構成が2人の場合、健常者が視覚障害者に対する支援が中心になってしまう可能性があること、4人以上の場合は描画が十分にできない参加者が出る可能性があることを考え、3人構成とする。
 - ・ 設定2について、設定1と同様に通常の学校や特別支援学校のグループワークを参考に、15分と設定した。
 - ・ 設定3について従来の共同絵画から1本のペンにすることで、描画者に注目が集まる狙いがある。
 - ・ 設定4について従来の共同絵画から、参加者全員の十分な活動時間を確保する。

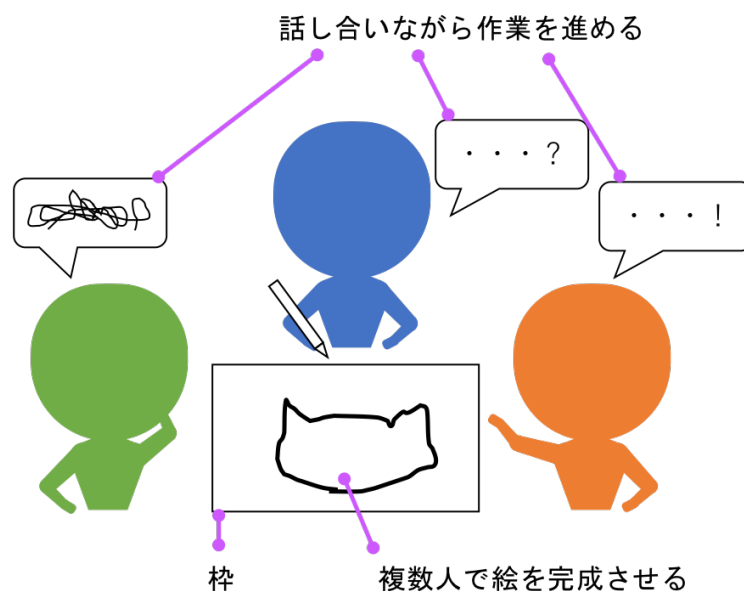


図3 共同絵画のイメージ

1.3 対象となる視覚障害者

本研究では、中途視覚障害者を対象とする。先天的な視覚障害と違い、ものを見た経験の記憶と、ものが見られることで行動を行った経験が記憶が残っている状態で病気等により失った人物のことを一般的に中途視覚障害者と呼ぶ [10]。中途視覚障害者は、年齢によって障害を受容することに時間がかかる、障害を受容し日常生活になれるまでに時間がかかるなどの課題から、支援が必要である。

中途視覚障害者は、視力を失う前の感覚があるため色や形などのイメージが可能である。そのため、絵に関して先天的な視覚障害者よりも絵に対してイメージによる補填がしやすいと考えられる。

本研究では、視覚障害者と健常者の共同絵画の中で、20 代男性中途視覚障害者 1 名に協力を得た。中学 3 年生で視力を極端に失うレーベル症を発症し全盲の視覚障害者となった。レーベル症は男性に多く発症し、両眼の視力の低下や視野の欠損が起きる [11]。現在、光の明暗や大まかな色の識別が可能であるが、人物の顔や文字の識別は困難である。

1.4 目的

本研究では、障害者と健常者の共生社会の形成の取り組みの中で、中途視覚障害者に焦点を当てた。中途視覚障害者は視力の低下等の問題から、障害の受容や日常生活への慣れが困難であることが考えられる。中途視覚障害者のレクリエーション等の参加を支援し、健常者と共同作業をすることで、互いの相互理解を促し、中途視覚障害者の社会への積極的な参加が期待できる。中途視覚障害者と健常者の共同作業を実現するには、その環境を整備することが第一目標として挙げられる。

中途視覚障害者が触図を訓練し、地図の読み取り等の日常生活への適用をしていることから、絵を扱う共同絵画を共同作業の支援対象とする。共同絵画により、中途視覚障害者と健常者の相互理解の促進が期待できる。

以上の背景を踏まえ、本研究では中途視覚障害者と健常者の共同絵画を支援する手法の提案を目的とする。本研究では、中途視覚障害者と健常者の共同作業について、現在その特徴が明らかになっていない。そこで両者間の共同絵画を実施し、視覚障害者と健常者の共同作業の特徴を明らかにする。

明らかになった特徴をもとに、図4のような視覚障害者と健常者の共同絵画を支援する支援システムを開発する。開発した装置を用いた視覚障害者と健常者の共同絵画を実施し、支援システムによる共同作業への影響を考察する。

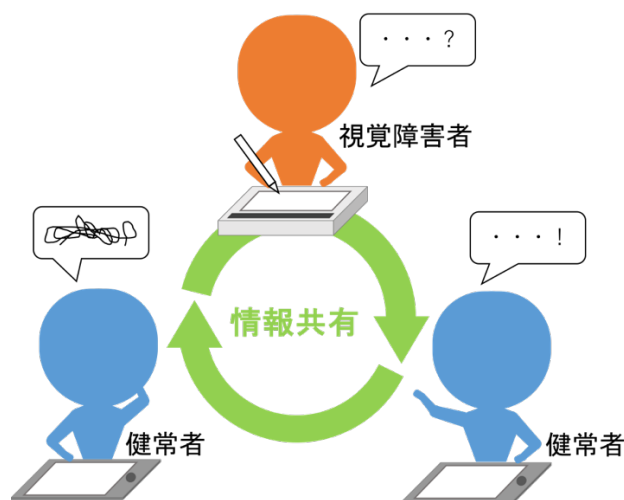


図4 研究の概要

第2章 関連研究

本研究では視覚障害者と健常者の共同作業に着目する。本章では、共同作業における視覚障害者への支援を検討するため、視覚障害者支援機器に関する研究について述べる。また、共同作業における支援の検討のため、共同作業に関する研究について述べる。

2.1 視覚障害者支援機器に関する研究

中途視覚障害者に対する支援として、本研究では絵の関する支援に着目した。視覚障害者の絵に関する活動では、主に触覚を用いて絵を鑑賞する。触覚による提示方法は様々あり、研究開発されている触覚提示として以下のような提示方法があげられる。

<触覚提示の種類>

1. ピンディスプレイ型
2. 3D プリンタ型
3. 振動型

ピンディスプレイ型は視覚特別支援学校で使用する点図ディスプレイで用いられる提示方法で、点字のような凸形状を出力する。3D プリンタ型は3D プリンタで使用する熱融解積層構造を利用した提示方法である。振動型はタブレット端末等の振動機能を使い、振動数を変化させる触覚提示方法である。

それぞれの種類について詳しく述べる。

2.1.1 ピンディスプレイ型触覚提示に関する研究

従来の点図ディスプレイの応用として、Prescher らは描画範囲を拡大させた大型点図ディスプレイを開発した [12]。従来の点図ディスプレイは描画範囲が狭く、取得する情報に制限があった。従来の点図ディスプレイの解像度の問題は、視覚障害者の図の理解に影響を与えるため、触覚ディスプレイについて、十分な解像度での提示が必要である。Prescher らは描画範囲を拡大させ、画像情報の拡大や点図ディスプレイに対応した GUI を適用可能にした。

ピンディスプレイ型の触覚提示は、視覚特別支援学校で使用される点図ディスプレイと同様の方式である。しかし、ドットでの表現方法には線の解像度に限界があり、ディスプレイの描画範囲を拡大するだけでは十分な解像度を得ることは困難であると考ええる。

また、点図ディスプレイはコンピュータから送信された情報を触覚で提示するだけであり、点図ディスプレイでタッチパネルのような入力は困難である。そのため中途視覚障害者と健常者の共同絵画の支援機器として使用するためには、入力機能の不足が問題となる。

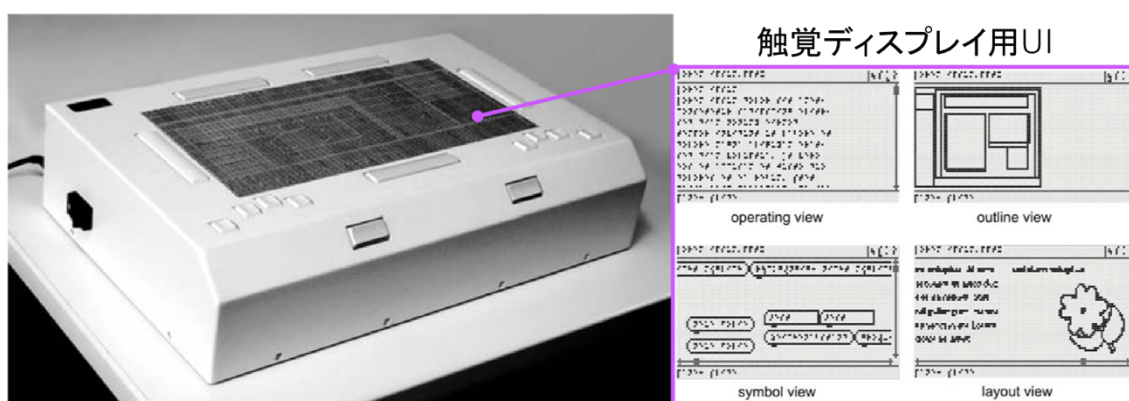


図5 Prescher の研究の様子を図 [12]

2.1.2 3D プリント型触覚提示に関する研究

従来のピンディスプレイ型の触覚提示は描画範囲に限界があり，生産，販売コストが高いことが問題である．新たな触覚提示方法として，Swaminathan らは3D プリント構造を応用し，板に熱溶解性フィラメントを積層させ，凸形状を出力する巨大ディスプレイを開発した [13]．熱融解性積層型 3D プリントは図 6 のように ABS や PLA などの素材を熱融解し，ノズルから一定の太さで出力，x, y, z の 3 軸をモーターで移動させることで立体物を造形する．Swaminathan らは熱融解積層型 3D プリント構造を応用し，図 7 に示すように巨大なパネルに線を積層させることで，広範囲の触覚提示を可能にした．また，図 8 に示すように凸形状の提示だけでなく，入力機能を付与している．パネル上部に設置したカメラを用いた画像処理を利用し，パネルにペンで描画行動をすることで，その軌跡に沿って凸形状が提示可能である．

3D プリント型の触覚提示はピンディスプレイ型触覚提示よりも滑らかな線を凸形状で出力することが可能である．しかし，装置が点図ディスプレイと比べ大きいこと，完成形の保存が困難であることが課題である．

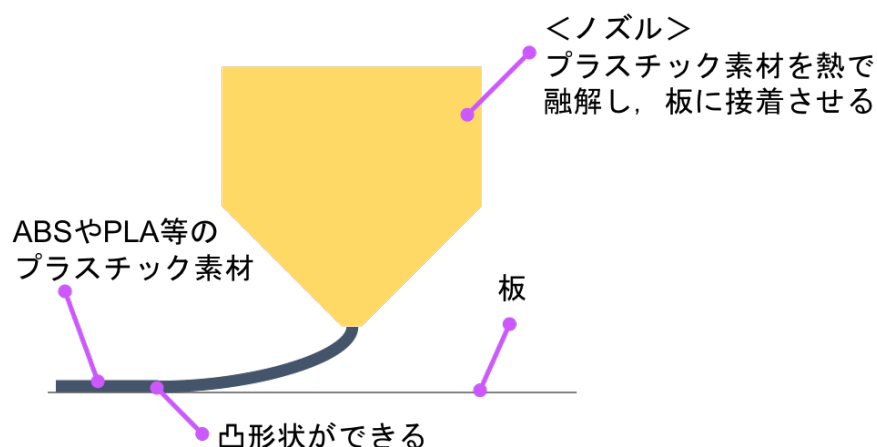


図6 熱融解積層 3D プリントの構造

凸形状を触れて図を確認する

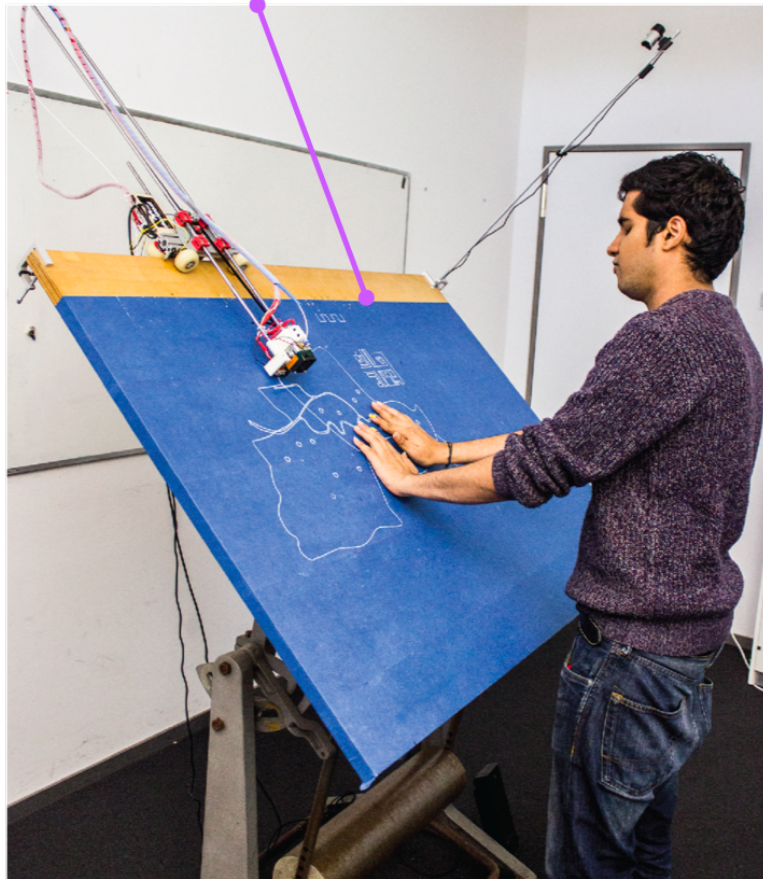


図7 出力された図の読み取り [13]

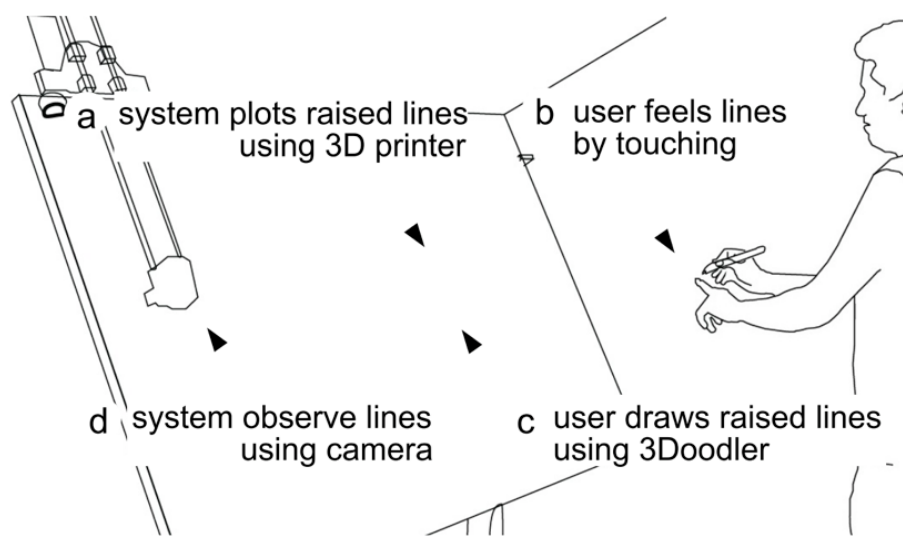


図8 システムの構成 [13]

2.1.3 振動型触覚提示に関する研究

従来の触覚提示は凸形状の出力が多い。例えば点字は紙に凸形状を作り、決められたパターンで文字を提示する。触覚提示装置に関して、点字のような凸形状を提示する方法が一般的であることから、凸形状の出力を触覚提示方法としてシステムを開発する場合が多い。しかし、タブレット端末等の普及により従来の凸形状の出力ではなく、タブレット等の振動機能を活かした振動型触覚提示による視覚障害者支援機器の開発に関する研究がある。

Bussi らは視覚情報の学習支援としてタブレット端末を用いた幾何学の学習システムを開発した [14]。子供の幾何学学習は教育上必須であるが、視覚障害者が学習するためには、触覚提示による支援を行う必要がある。そこで視覚障害者に対してタブレット端末を使用して幾何学を学習する。図 9 に示す Bau らが開発した振動フィードバック [15]を応用し、タブレット端末に表示された四角や三角などの形状をタッチすることで視覚障害者の幾何学学習を支援する。学習システムでは線や点、角によって異なる振動フィードバックを与え、形状の把握を容易にする。

他にも、Grussenmeyer らは振動提示を利用した地図の読み取りシステムを開発した [16]。また、Giudicea らは振動と音の提示を併用し、図形を学習するシステムを開発する [17]など、振動提示によるシステムはタブレット端末の普及とともに増加している。

振動フィードバックはタブレット端末の視覚障害者への適用を目的としている。現在、視覚障害者の絵に関する支援では凸形状を手で触れ、形や線を確認する。そのため課題として、振動での形や線の把握の訓練をする必要がある。

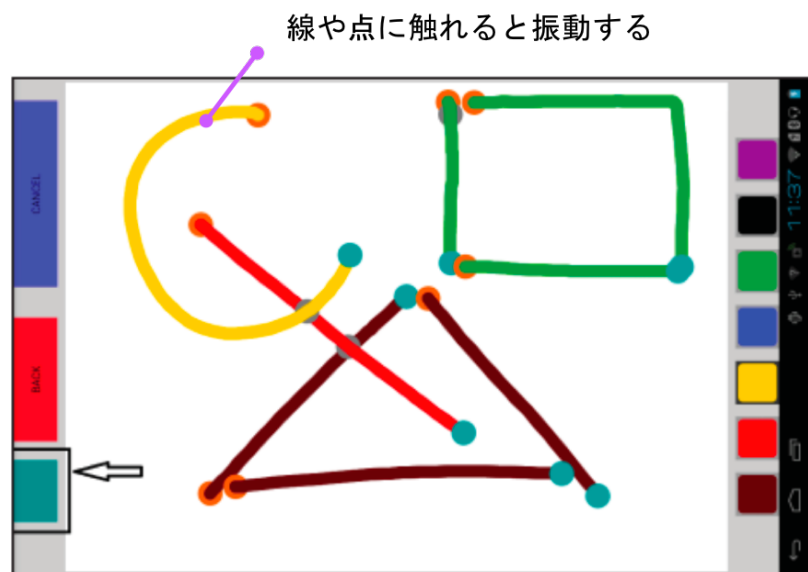


図9 振動提示による幾何学学習システムの表示画面 [14]

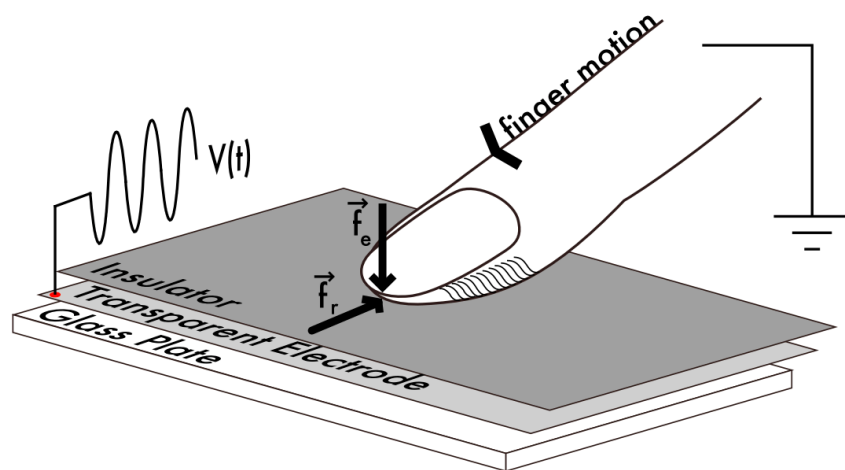


図10 振動触覚提示方法 [15]

2.2 共同作業に関する研究

本研究では中途視覚障害者と健常者の共同作業に着目する．共同作業について以下の対象での共同作業に関する研究について述べる．

＜共同作業の対象＞

1. 健常者同士
2. 視覚障害者と健常者

健常者同士の共同作業では，共同作業の分析について述べる．また，視覚障害者と健常者の共同作業では，点図ディスプレイや力覚フィードバックを利用した支援方法について述べる．

健常者同士，視覚障害者と健常者の共同作業について参考にし，健常者と視覚障害者の共同絵画での支援方法について検討する．

2.2.1 健常者同士の共同作業に関する研究

健常者同士の共同作業について非言語的活動に着目し，分析した研究として鈴木らによる研究がある [18]．鈴木らの研究では，複数グループに対して 12 種類のパーツを組み合わせて構造物を作るグループワークを実施した．失敗したグループと成功したグループの差について，音声や映像を記録し，記録したデータをもとに非言語的活動における変化について考察している．分析の結果，健常者同士の共同作業では，共通の凝視が多いグループの共同作業が活発であった．共通の凝視とは，グループのメンバーが同じ対象に注目した状態であり，その注目時間が長いグループの方が成功しやすい傾向があった．鈴木らはグループ内での共通の凝視をさせる工夫が共同作業を促進する可能性を指摘している．本研究で開発するシステムに鈴木らの指摘を取り入れ，健常者と視覚障害者の共通の凝視対象を設定し，共同作業を支援する．具体的には，視覚障害者が絵に関して触覚提示で読み取ることが多い部分として，絵の線の情報を触覚情報と視覚情報の間で共有することを想定している．



図11 Suzuki らの共同作業の様子 [18]

2.2.2 視覚障害者と健常者の共同作業に関する研究

視覚障害者と健常者の共同作業は，健常者が視覚障害者を支援することが多い．関連研究で述べる視覚障害者と健常者の共同作業も同様に，健常者が視覚障害者を支援する共同作業である．

ここでは，点図ディスプレイを用いた支援として視覚障害者と健常者が共同で画像編集する支援システムについて述べる．また力覚フィードバックを利用した支援として，視覚障害者が文字を書くための書き方学習支援システムについて述べる．

(1) 点図ディスプレイを用いた支援

Bornschein らはパソコン上に表示されている画像を点図ディスプレイ用の画像へ変換するシステムを開発した [19]. 図 12 に Bornschein らの開発した共同編集システムを示す. このシステムの特徴として点図ディスプレイ用画像としての精度の向上を目的とし, 自動での編集に加え, 編集過程において手動での編集を可能にした. この時, 健常者と視覚障害者が編集に参加し, 点図ディスプレイに表示された編集途中の画像を確認することで, 最終的に完成させる点図ディスプレイ用画像の精度を向上させる. 編集時の健常者と視覚障害者のやりとりから, Bornschein らは視覚障害者の図の理解に関する知見を得た. 画像等の視覚情報から, 点図ディスプレイ用画像などの触覚情報への変換時には, 変換する過程に視覚障害者が参与することで, 視覚障害者の点図ディスプレイ用画像への理解が容易になる. 点図ディスプレイ用画像への変換時だけでなく, 図の理解に関しては視覚障害者と健常者の両者が一つの図に対して凝視することが効果的であると考える.

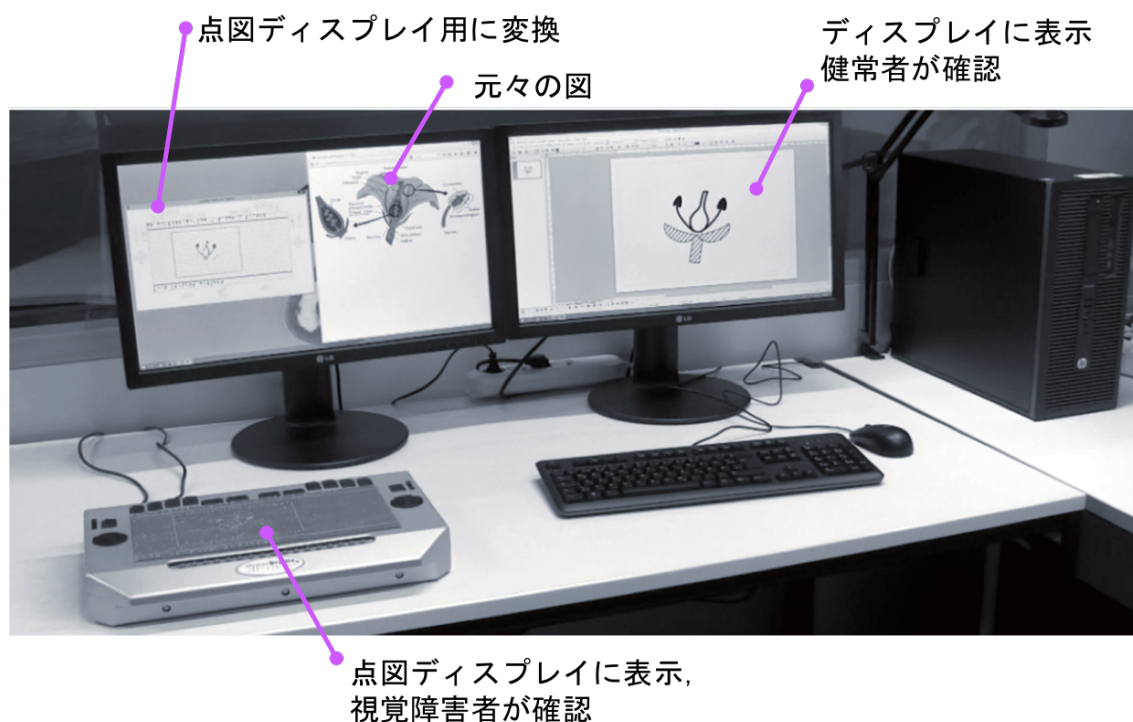


図12 Bornschein らの共同編集システム [19]

(2) 力覚フィードバックを用いた支援

健常者から視覚障害者への視覚情報の力覚フィードバックを用いた伝達支援として、Plimmer らの研究がある [20]。Plimmer らは力覚フィードバックを利用した文字の書き方学習支援システムを開発した。図 13 に Plimmer らの書き方学習支援システムを示す。全盲の視覚障害者が文字を書く機会は少ないが、自筆のサインを書くことが可能になることで自立性の向上が期待される。学習システムでは、健常者は力覚入力可能なペン型デバイスを使用し、文字を書く。視覚障害者は力覚フィードバックが可能なペンデバイスで健常者の文字を書く動作を受け、文字を書く練習をする。学習システムを使用した文字の学習から、リアルタイムで健常者と視覚障害者が一緒に作業することが学習効果を高めるといふ知見を得た。また、力覚フィードバックを使用することにより、従来の学習方法よりも簡単に楽しく学習することができる可能性が示唆された。本研究においては、共同作業時に視覚障害者と健常者がリアルタイムに作業を共有できることが重要だと考える。

力覚フィードバックを利用し、
指導者の書き方を真似る

指導者

視覚障害者

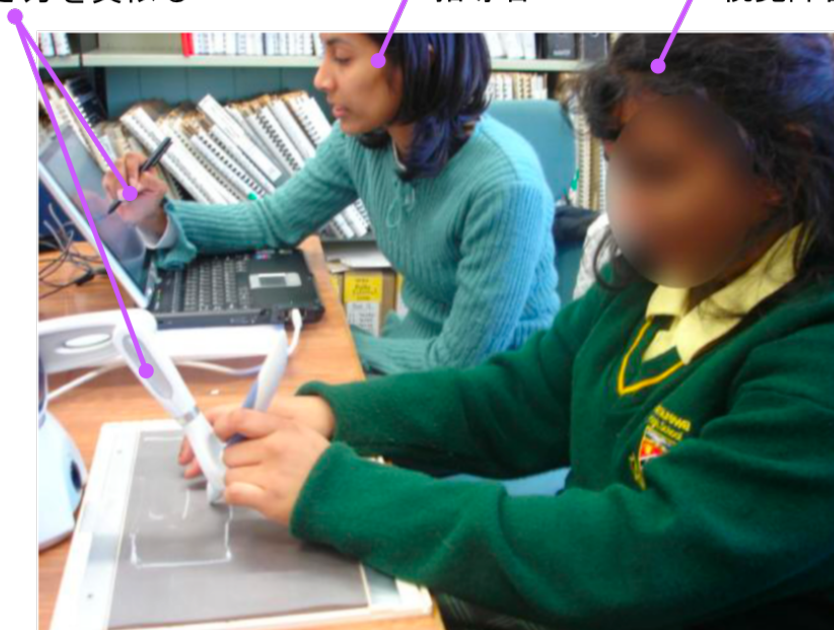


図13 Plimmer らの力覚フィードバック [20]

2.3 第2章のまとめ

本章では、視覚障害者と健常者の共同絵画に関連する研究として、視覚障害者の絵に関する支援と、健常者同士や視覚障害者と健常者の共同作業に関する研究について述べた。関連研究で挙げたシステムの利点と欠点について表 1 に示す。

本研究では視覚障害者と健常者の共同絵画の実施にあたり、視覚障害者に対する支援は必要であると考えます。しかし、現在研究開発されている支援システムは、入力機能の不足や、システムを用いた共同作業を行う場所の確保、新たな訓練の必要性などの課題から、視覚障害者と健常者の共同絵画の支援には十分でないと考えられる。そこで関連研究で十分に補うことができない機能を満たす支援機器の開発が必要である。

共同作業に関する関連研究では、共同作業の支援として健常者同士と視覚障害者と健常者を対象とした共同作業について述べた。現在、視覚障害者と健常者の共同作業は 2 人での作業を前提としている。そのため健常者は視覚障害者のサポート役として共同作業を進める。本研究では、視覚障害者と健常者を含む 3 人での共同作業を想定し、視覚障害者と健常者の両者が十分な作業量の確保を支援する。

表1 関連研究のまとめ

	出力方式	利点	課題
点図ディスプレイ	ピン出力	日常生活で利用する凸形状	入力が困難
Linespace	3D プリンタ方式	滑らかな線の提示	場所の制約
タブレット端末	振動	携帯性が高い	振動への慣れ

第3章 研究手法

本研究では、中途視覚障害者と健常者の共同作業の支援の提案として、共同絵画を支援する。本章では、中途視覚障害者と健常者の共同絵画を支援する装置の開発について、研究の手法の概要を述べた後、具体的な流れについて述べる。

3.1 本研究の流れ

本研究の流れを図14に示す。本研究ではインクルーシブデザインを用いて支援システムを開発する。

擬似視覚障害者と健常者の共同絵画



システムの検討



視覚障害者へのインタビュー



システムの再検討・開発



システムを用いた共同作業の実施



システムの評価と改善



擬似視覚障害者と健常者の共同絵画



共同絵画の支援システムの開発



中途視覚障害者と健常者の共同絵画

図14 本研究の流れ

<インクルーシブデザイン>

インクルーシブデザインは従来デザインから排除されていたユーザーをリードユーザーとして扱い、共同でデザインしていく手法である [21]. 本研究では、リードユーザーとして 20 代男性中途視覚障害者を対象とし、支援システムを設計・開発する. インクルーシブデザインの手法を取り入れることで、健常者の経験と中途視覚障害者の日常での経験の差を埋め、ニーズに沿った設計が可能であると考えた.

本研究では、中途視覚障害者と健常者の共同絵画を支援する. しかし、現在視覚障害者と健常者の共同絵画の特徴について明らかではない. そこで目隠しした擬似視覚障害者と健常者の共同絵画を実施する. 擬似視覚障害者と健常者の共同絵画を観察し、その特徴について考察する. 目隠しした擬似視覚障害者を含む共同絵画は、共同絵画の安全性について十分な確証を得ること、本実験において中途視覚障害者が実験に安全に参加できるようにする目的を含む.

擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の考察は、実際に中途視覚障害者の経験が不足する. そこで、中途視覚障害者に対して擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の考察に関してインタビューし、共同で開発する支援システムを検討する.

擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の考察と、中途視覚障害者のインタビューから共同絵画の支援システムを開発する. 開発した支援システムを用いて、中途視覚障害者と健常者の共同絵画を実施する. 共同絵画についてビデオカメラで観察、実験後にインタビューする. 共同絵画の結果から、中途視覚障害者と健常者の共同絵画について考察する.

中途視覚障害者と健常者の共同絵画の考察から、支援システムを修正し、再び共同絵画実践し、支援機器による共同絵画への影響について考察する.

3.2 擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の観察

現在、視覚障害者と健常者の共同絵画は実施されていない。また、視覚障害者と健常者の共同作業に関して安全性の確保が必要である。そこで健常者に目隠しした擬似視覚障害者と健常者の共同絵画を実施し、視覚障害者と健常者の共同作業時の課題点、特徴を明らかにする。健常者に目隠しした擬似視覚障害者は、中途視覚障害者を想定している。擬似視覚障害者と健常者の共同絵画を実施し、その時の会話・行動を観察、観察した結果から考察する。

3.2.1 対象と環境

擬似視覚障害者と健常者の共同作業を実施するため、20代男性健常者10名、20代女性健常者5名を対象にした。グループの構成を表2に示す。通常の学校や視覚特別支援学校でのグループワークの構成が3名から4名であることを参考に、3人1組のグループを構成する。男女の組み合わせをランダムにし、かつ初対面同士を避け、日常生活で会話したことがある人物同士の構成とした。これは初対面同士による会話の停滞を避け、議論する時間を十分に確保することが目的である。表2にグループの構成を示す。

表2 グループの構成

	対象		
グループ1	20代 男性	20代 男性	20代 男性
グループ2	20代 女性	20代 男性	20代 男性
グループ3	20代 女性	20代 女性	20代 男性
グループ4	20代 女性	20代 男性	20代 男性
グループ5	20代 女性	20代 男性	20代 男性

実験環境を図 15 に示す。本研究では、3 人の被験者を着席させる。机の上に A4 サイズの紙と 1 本のペンを用意した。通常の学校のグループワークを参考に、15 分の作業時間に設定した。この作業時間をふまえ、紙の大きさを A4 サイズに設定した。作業のペースが早いグループがいた場合は、A4 サイズの紙を追加し、作業を継続させる。ペンを 1 本にすることは従来の共同絵画を参考にした。描画する人物に対して他の被験者が注目しやすくさせる狙いがある。

単純な模写作業にならないように、スマートフォンなどの外部機器の使用を禁止した。そこで机には被験者が作業時間を把握し、作業できるように時計を置いた。

実験中は被験者の会話・行動を記録し、実験後に考察するためのビデオカメラを 2 台設置し記録する。2 台のカメラで被験者ごとの行動を観察するため、3 人の被験者の上半身が映るようにし、表情や顔の向きが他の被験者と重なり死角にならないようにする。

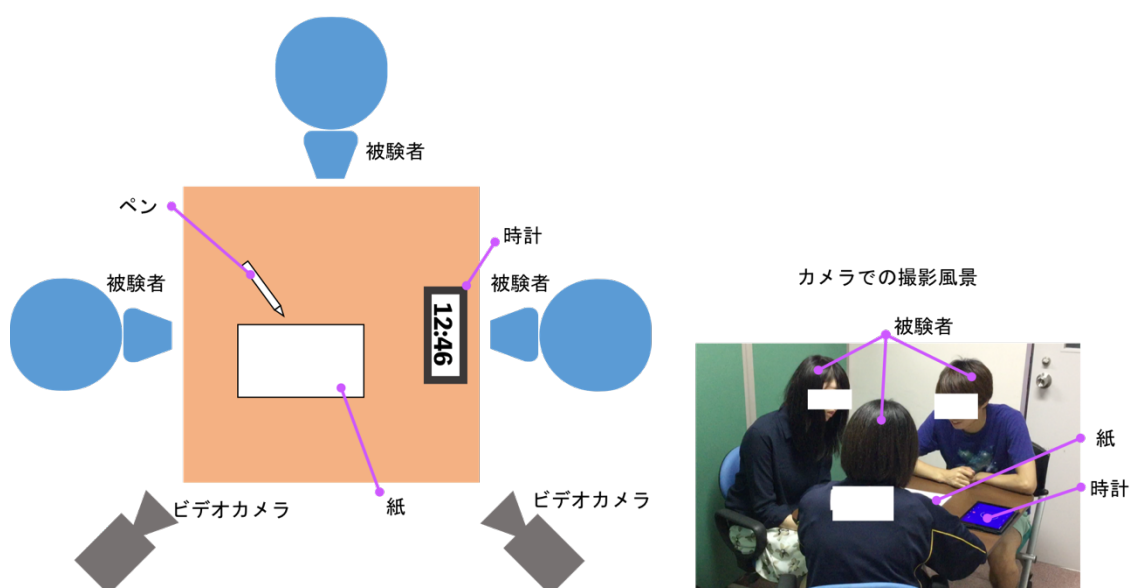


図15 実験環境

3.2.2 実験方法

擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の実験方法について、図 16 に作業の流れを示す。1 グループにつき 2 回共同絵画を実施し、擬似視覚障害者の参加の有無による共同絵画の作業の変化を観察する。観察から視覚障害者と健常者の共同作業の特徴点を明らかにする。通常の学校のグループワークの時間を参考に、1 回の作業時間は 15 分に設定する。

アイスブレイク（5分）



共同絵画1回目（15分）



休憩（5分）



共同絵画2回目（15分）



インタビュー



健常者同士



擬似視覚障害者と健常者

図16 実験の流れ

(1) アイスブレイク

アイスブレイクでは、共同絵画の経験がない被験者に対し、共同絵画の進行を把握させるための簡単な共同絵画を実施する。共同絵画の進行方法はグループによって異なり、進行方法の決定までに時間がかかる。事前に進行を把握させることで共同絵画の活動時間が減少することを避ける。アイスブレイクで進行方法をグループ内で共有し、円滑な共同絵画を促す。

(2) 共同絵画 1 回目

共同絵画 1 回目では、被験者に制限無しで共同絵画をさせ、健常者同士の共同絵画を観察する。作業時間 15 分の中で「動物園」「水族館」などのテーマに沿って共同絵画をさせ、作業を観察する。テーマは一般的なテーマを設定し、被験者間での話し合いの中で知識量の差が出ないようにする。

(3) 共同絵画 2 回目

共同絵画 2 回目では、被験者 1 名にアイマスクで目隠しし、擬似視覚障害者と健常者の共同絵画を実施する。図 17 にアイマスクを装着した時の様子を示す。アイマスクによる目隠しで中途視覚障害者と健常者の共同絵画を想定する。テーマの重複による共同絵画の作業停滞を避けるため、共同絵画 1 回目と異なるテーマとするが、「動物園」「水族館」など一般的なテーマを設定する。



図17 共同絵画 1 回目と 2 回目の違い

(4) インタビュー

共同絵画 2 回目終了後、被験者全員に対して実験の感想、共同絵画に対する印象を調査するためインタビューする。被験者の中で共同絵画 2 回目に目隠しをして共同絵画に参加した被験者に対して、主に以下の事項をインタビューする。

<擬似視覚障害者へのインタビュー事項>

1. 共同絵画の感想
2. 共同絵画 1 回目と 2 回目で何か変化はあったか。
3. 共同絵画 2 回目で困難であると感じたことはあったか。
(自身の描画時、他者の描画時等で分ける。)

それぞれの質問に対してその理由など随時追加で質問する。インタビュー事項 3 では、「自身の描画時」「他者の描画時」等に分けてインタビューし、シーンごとの困難な行動について考察する。

被験者の中で共同絵画 2 回目に目隠しをしなかった被験者に対して、以下の事項を中心にインタビューする。

<健常者へのインタビュー事項>

1. 共同絵画の感想
2. 共同絵画 1 回目と 2 回目で何か変化はあったか。
3. 共同絵画 2 回目で困難であると感じたことはあったか。
(擬似視覚障害者の描画時、自身の描画時等で分ける。)

それぞれの質問に対してその理由など随時追加で質問する。インタビュー事項 3 では、「擬似視覚障害者の描画時」「自身の描画時」等に分けてインタビューをし、健常者と視覚障害者の違いについて調査する。

(5) 会話・記録の分析

被験者の会話・行動から視覚障害者と健常者の共同作業の特徴について調査すること、インタビューを受け作業風景を振り返ることを目的とし、共同絵画 1 回目と 2 回目の作業の様子をビデオカメラで撮影し、被験者それぞれの会話・行動を記録する。記録データから、被験者それぞれの会話・行動から視覚障害者と健常者の共同絵画の特徴について考察する。会話・行動の記録の補助として、アノテーションソフト ELAN を使用し、記録データに対してグループ、被験者ごとに付加情報を記入する。アノテーションソフト ELAN はフリーソフトとして入手可能で、会話や行動の分析で利用されていることから使用を決めた。アノテーションソフト ELAN の使用画面を図 18 に示す。アノテーションソフトを使用することで被験者同士の会話の流れ、描画までの流れ等を可視化することが狙いである。可視化した会話・行動の記録と、実験後のインタビューをふまえ、視覚障害者と健常者の共同絵画における特徴について考察した。

アノテーションソフト ELAN では、会話のやりとり、描画とその時の他者の様子等について可視化するために、主に以下に示す点について付加情報を記入する。

<アノテーションソフト ELAN にて記入する付加情報>

1. 各被験者が描画する時間
2. 会話内容（発言ごとの記録、会話時間）

各被験者が描画する時間は、描画する被験者がペンを紙につけた時点から、ペンを離すまでの時間を計測する。描画時間を記録し、健常者と擬似視覚障害者で描画時間に差があるか、差がある場合の要因は何か等について考察する。

会話内容について、被験者の会話から擬似視覚障害者が求めている情報、健常者が擬似視覚障害者に与えている情報等の記録を目的とする。擬似視覚障害者が求める情報について、健常者の情報提供の方法、その時の行動を観察し、考察する。また、会話時間は目的達成のための会話時間と擬似視覚障害者のサポートのための会話時間を分け、擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の支援方法について考察する。

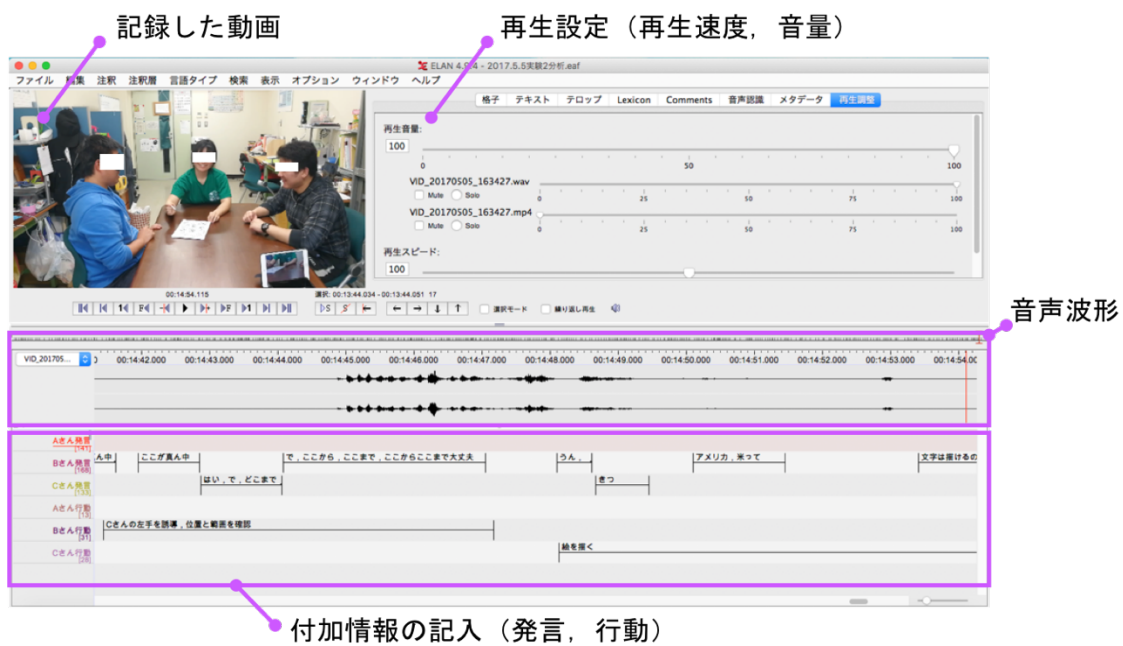


図18 アノテーションソフト ELAN の使用

3.3 中途視覚障害者へのインタビュー

擬似視覚障害者と健常者の共同絵画から得られた知見をもとに、インクルーシブデザインのリードユーザーである中途視覚障害者の日常生活の経験を取り入れ、共同で支援システムを設計する。中途視覚障害者に対して擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の結果を伝え、共同絵画の支援に向けたインタビューを行う。

3.3.1 インタビュー対象

中途視覚障害者の日常生活での経験をふまえた回答を得るために、本研究では20代男性中途視覚障害者に対してインタビューする。20代男性中途視覚障害者は大学に通っており、日常生活において触地図（凹凸のついた触覚地図）を利用するなど、触覚で図を認識する経験をしている。日常生活での経験をふまえ、視覚障害者と健常者の共同絵画に関する回答を求める。

3.3.2 インタビュー内容

20代男性中途視覚障害者に対し、日常生活での経験をふまえた視覚障害者と健常者の共同絵画に関する意見を得るために、主に以下のインタビュー事項に関して回答を求めた。インタビュー前に擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の結果と開発する支援機器のアイデアについて話し、研究の概要について理解を得たうえでインタビューする。

<インタビュー事項>

- ・触図（凹凸のついた図）を普段どのくらい利用するのか。
- ・普段絵を描くことはあるか。絵についてどのように考えているか

触図の利用について、日常生活における利用頻度、触図の役割についてどのように捉えているのか等について把握する。絵に関する印象について、絵に関して中途視覚障害者の意見を参考に、システムの設計を行う。インタビューでは随時追加で質問し、考察する。

3.4 支援システムの開発

擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の実施，中途視覚障害者へのインタビューから，中途視覚障害者と健常者の共同絵画を支援する支援システムを開発する．擬似視覚障害者と健常者の共同絵画，インタビュー，関連研究から得た知見をもとに中途視覚障害者と共同で設計した視覚障害者と健常者の共同絵画の支援システムを開発する．図19に支援システムの概要を示す．支援システムでは，中途視覚障害者が触覚ディスプレイ，健常者がタブレット端末を使用し，それぞれ異なる端末を使用し，共同絵画をする．

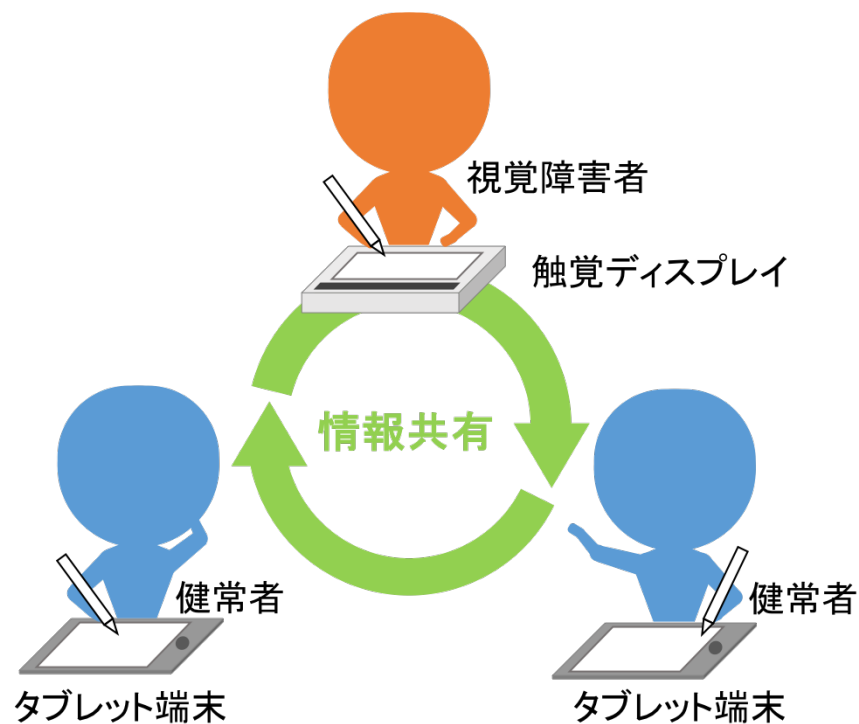


図19 支援システムの概要

3.4.1 関連研究を参考にした支援システムの設計

支援システムを開発するにあたり，関連研究で得た知見をシステムに導入することで，共同絵画の促進が可能であると考えた．

鈴木らはグループ内での共通の凝視対象があることでグループ内での共同作業での達成度に差があることを指摘している [18]．本研究においても「グループ内での共通の凝視対象」を設定する．本研究では中途視覚障害者と健常者の共同絵画を支援システムで支援する．支援システムを用いた共同絵画では中途視覚障害者が触覚ディスプレイ，健常者がタブレット端末を利用することから，視覚情報と触覚情報の情報共有機能を支援システムに導入し，グループ内で共通の凝視対象を作り，共同絵画を促進する．視覚情報と触覚情報の共有として支援システムでは線の情報を共有する．

また Plimmer [20]らは視覚障害者と健常者がリアルタイムに作業を共有することが共同作業において効果的であると指摘している．本研究では中途視覚障害者と健常者が描画経過をリアルタイムに共有可能な機能を支援システムに導入する．この機能で視覚情報と触覚情報の情報共有機能と連動させ，中途視覚障害者と健常者が容易に情報をリアルタイムに共有できる．

3.4.2 共遊触覚ディスプレイの開発

従来の触覚ディスプレイは視覚情報から触覚情報への変換機能はあるが、触覚ディスプレイの表面での入力機能がない。視覚障害者にとって絵の描画と鑑賞で別のデバイスを使用することは、作業範囲を把握を困難にするため、作業の阻害すると考えた。そこで視覚障害者と健常者の共同絵画を支援する共遊触覚ディスプレイを開発する。

(1) 共遊とは

本研究では視覚障害者と健常者の共同作業を支援する支援システムを共遊触覚ディスプレイと名付けた。「共遊」は単なる情報共有ではなく、視覚障害者と健常者が情報を共有しながらレクリエーション活動など「遊ぶ」ことを支援するという考えから「共有」ではなく「共遊」とした。

(2) 共遊触覚ディスプレイの機能

共遊触覚ディスプレイは、絵の線の情報を視覚情報と触覚情報で共有する。中途視覚障害者が触覚ディスプレイ、健常者がタブレット端末を使用し、仮想空間上で1枚の絵を完成させるシステムである。

中途視覚障害者は図20のように触覚ディスプレイ上で絵の描画、鑑賞を行う。触覚ディスプレイでは絵の線が凸形状で出力される。中途視覚障害者は指で触覚ディスプレイ上で線をなぞり、絵を認識する。

一方、健常者にとって絵の情報として視覚情報が取得しやすいと考える。そこで図21のように健常者はタブレット端末を使用し、視覚情報として絵を認識可能な設計とする。タブレット端末で絵を描画、鑑賞し、触覚ディスプレイと連動することで1枚の絵として扱うことが可能である。

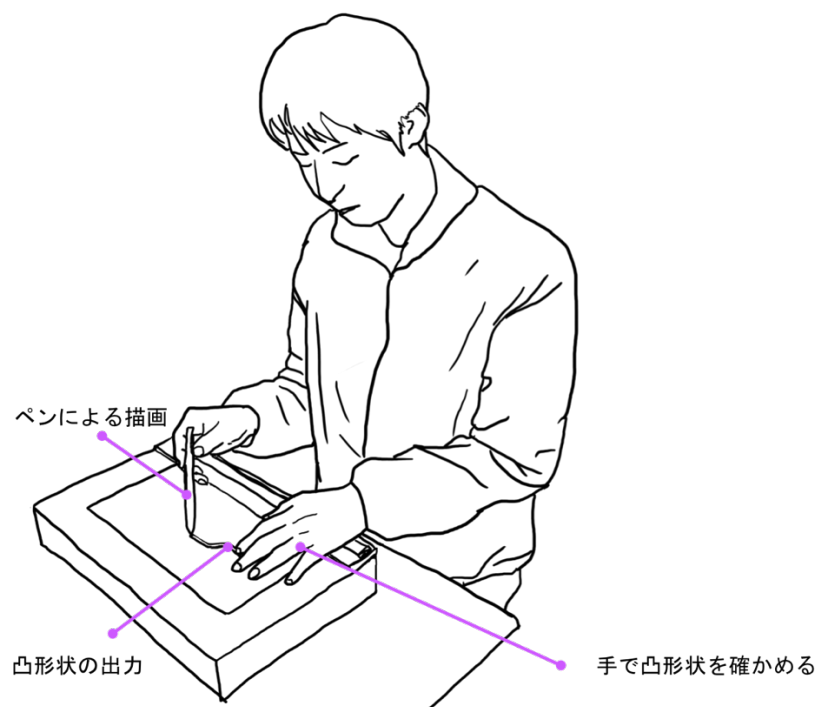


図20 触覚ディスプレイの使用イメージ

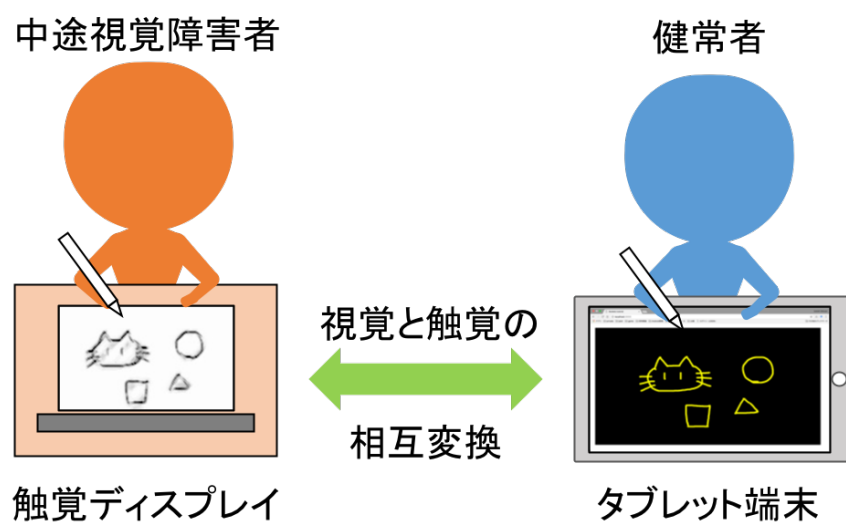


図21 視覚と触覚の変換機能

(3) システムの構成

支援システムは中途視覚障害者が使用する触覚ディスプレイ、健常者が使用するタブレット端末で構成する。触覚情報と視覚情報の相互変換を目的とし、タブレット端末と連動して複数のデバイスで描画情報を共有する。

共遊触覚ディスプレイ内部は主に Arduino Uno とステッピングモーターで構成する。触覚ディスプレイは凸形状を出力し、触覚情報を提示する。凸形状の出力は、一般的に使用される点字のイメージに近く、中途視覚障害者への負担を軽減させることが可能であると考える。凸形状の出力は図 22 のように触覚ディスプレイ表面に固定した紙を、紙の裏面からピンで押し出すことで点字に近い凸形状を出力する。

触覚ディスプレイで使用する紙は凸形状の出力のしやすさや完成形の保持の容易さを考慮し、坪量 157g/m^2 のケント紙を使用する。コピー紙に比べ紙の厚さが厚く、表面が滑らかであることから、凸形状を出力しやすく折れにくい。また点字用紙よりも購入しやすいという利点があることから、本システムに適した紙であると考える。

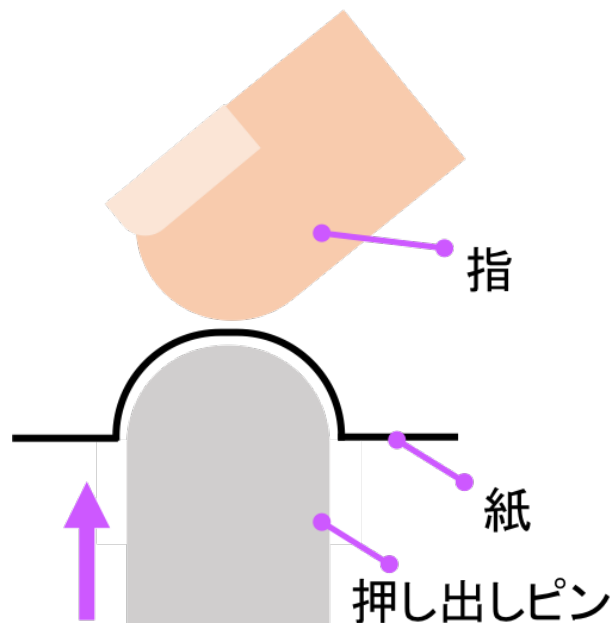


図22 凸形状の出力

凸形状を線で出力することで、視覚情報と触覚情報の情報量の差を無くすため、図 23 のように 2 台のステッピングモーターを使用し、ピンを移動させることで、凸形状を線として出力する。出力した触覚ディスプレイの表示を図 24 に示す。ピンの移動は、描画と同時に行うことで描画動作に対してリアルタイムに凸形状による線の出力を可能にする。ディスプレイの表示解像度は 690×911 で、x 軸、y 軸座標共に 1 移動ごとに約 0.24mm ピンを移動させる。実測での描画範囲は約 $165 \times 218\text{mm}$ で、タブレット端末の表示画面とほぼ同様の縦横比で画面を共有する。

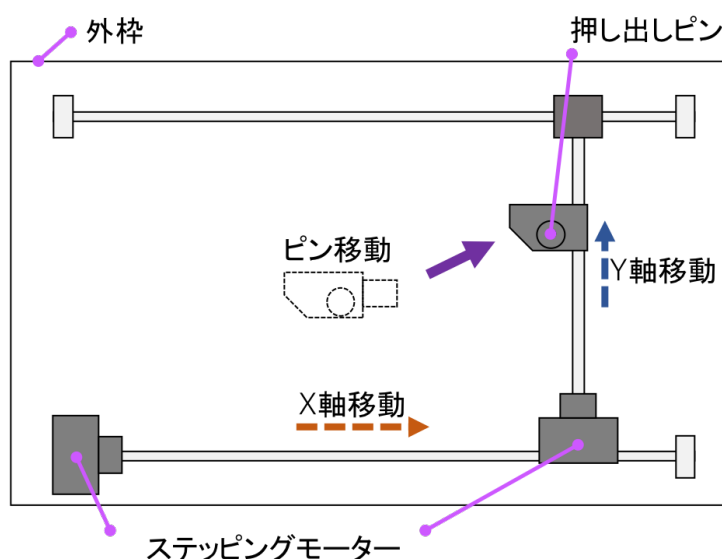


図23 ステッピングモーターの機構の図

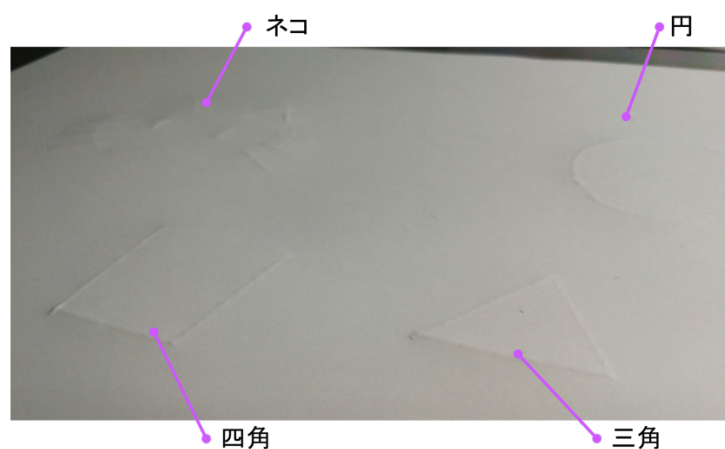


図24 触覚ディスプレイの表示の図

触覚ディスプレイでは、中途視覚障害者がひとつの端末で絵の描画し、鑑賞することで、作業環境・作業状況の把握が容易になると考える。そこで図 25 のように触覚ディスプレイ表面に赤外線センサー「AirBar」を設置する。赤外線センサーを用いることで、触覚ディスプレイ表面で描画が可能になり、使用者の描画に対する負担の軽減が可能であると考え。赤外線センサーでディスプレイ上のペンの座標を容易に取得できることから「AirBar」を選定した。触覚ディスプレイでは「AirBar」を使用し、ペンの座標絵を取得する。取得した座標をもとに触覚ディスプレイに凸形状を出力し、中途視覚障害者は絵の描画情報を触覚情報として取得する。また、健常者は視覚情報としてタブレット端末で絵を確認する。

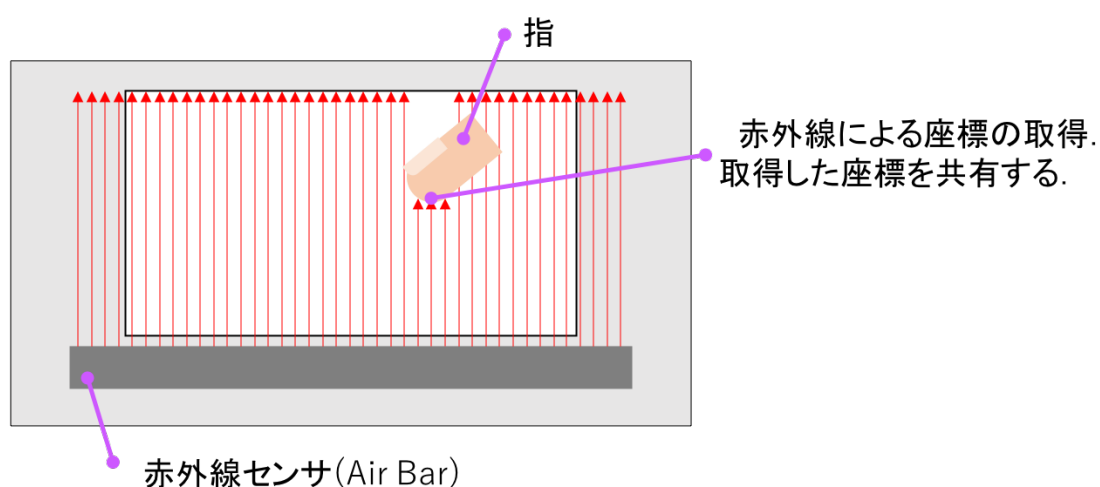


図25 AirBar による座標の取得

タブレット端末は健常者の使用を想定し、視覚情報を中心とした描画・鑑賞を目的とする。図 26 にタブレット端末の表示画面を示す。タブレット端末で描画した絵の情報は共遊触覚ディスプレイと共有する。タブレット端末で描画中、描画経過は共遊触覚ディスプレイでも触覚情報として確認可能である。タブレット端末での画面表示は、背景色を黒、線の色を黄色とし、健常者に加え視覚障害者の参加を考慮する。

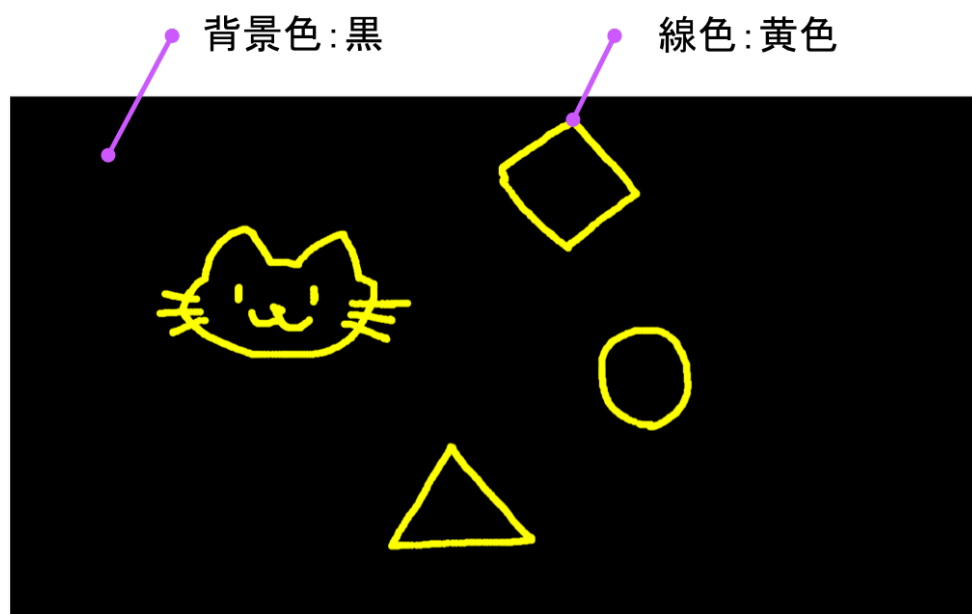


図26 タブレット端末の表示画面

3.5 支援システムを用いた共同絵画の観察

擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の実施と、中途視覚障害者へのインタビューの結果から、視覚障害者と健常者の共同絵画を支援する支援システムを開発する。開発した支援システムの視覚障害者と健常者の共同絵画に対する影響を調査するため、支援システムを用いた共同絵画を実施し、観察する。共同絵画実施後に被験者へインタビューし、観察による考察が困難な共同絵画や支援システムへの印象について考察する。

3.5.1 対象と環境

3.3 中途視覚障害者へのインタビューから、中途視覚障害者の中で他人とのコミュニケーションが可能で、絵に関するイメージがしやすい10代後半以上の年齢を対象に共同絵画を実施することで、支援システムによる影響を観察しやすいと考えた。そこで対象とする被験者は以下の3名とした。

＜視覚障害者と健常者の共同絵画の対象＞

- ・20代男性 中途視覚障害者
- ・20代女性 健常者
- ・20代女性 健常者

20代男性中途視覚障害者はインタビューした人物と同一人物であり、インクルーシブデザインの中でリードユーザーとして設定した。20代女性健常者と20代男性健常者は、20代男性中途視覚障害者の友人である。20代男性健常者は普段の大学生活において20代男性中途視覚障害者の授業サポートをしている。20代女性健常者は他2名と面識はあるが、常に共に行動する仲ではないと事前の雑談で話している。日常生活において面識はあるが、中途視覚障害者に対して十分に理解していない被験者を共同絵画の対象とすることで、視覚障害者と健常者の共同絵画への影響が出やすいと考え、被験者3名を選定した。

実験環境を図27に示す。実験環境は3.2 擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の実施時とほぼ同様の設定とする。被験者3名を着席させ、互いに位置を調整させる。位置の調整は、中途視覚障害者に対して支援しやすい位置に移動させる

ことが目的である。机の上には、タブレット端末 2 台と開発した支援装置 1 台を置く。共同絵画 1 回目と 2 回目で使用する台数が異なるため、随時台数を変更する。

単純な模写作業を防ぐために用意したタブレット端末以外のスマートフォン等の外部機器の使用を禁止した。そこで机の上に被験者が時間を把握するための時計を置いた。用意したタブレット端末は開発した支援システムの仕様上、時間の表示がない。

実験中の被験者の行動・会話を記録するためのビデオカメラを 2 台設置し、作業の様子を記録する。2 台のカメラで被験者 1 人 1 人の行動を観察し、表情や顔の向き、描画の様子が映るようにする。

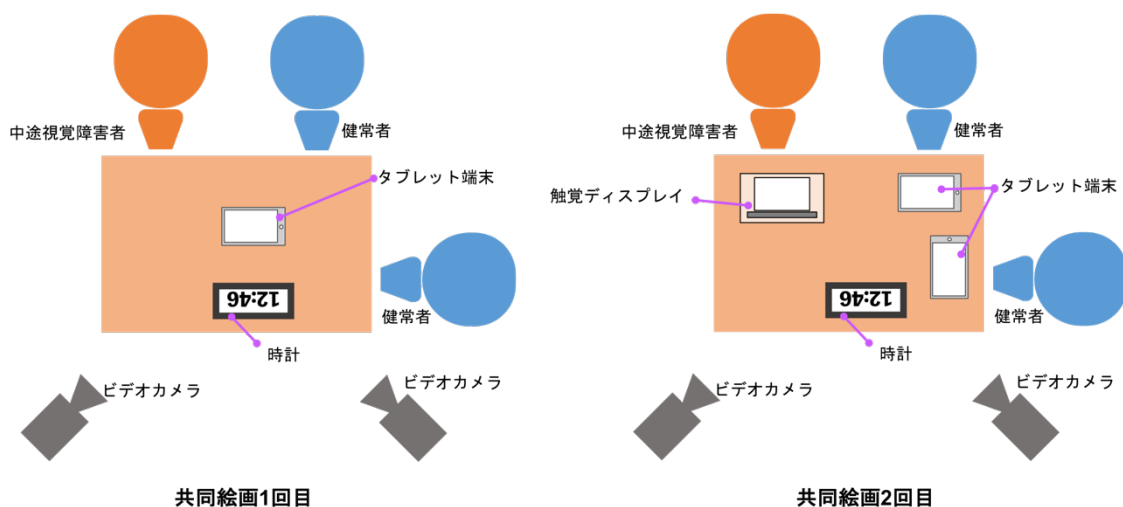


図27 作業環境の設定

3.5.2 実験方法

中途視覚障害者と健常者の共同絵画の実験方法について、図 28 に実施の流れを示す。開発した支援システムの有無による共同絵画の作業の変化を観察し、支援システムの共同絵画への影響について考察する。作業時間は擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の実施時と同様に 15 分に設定する。

アイスブレイク（5分）



共同絵画1回目（15分）



休憩（5分）



共遊触覚ディスプレイ
の操作練習（15分）



共同絵画2回目（15分）



インタビュー



システム無し



システムあり

図28 実験の流れ

(1) アイスブレイク

アイスブレイクでは、共同絵画の経験がない被験者に共同絵画の進行を把握させるための簡単な共同絵画を実施する。共同絵画の進行方法の決定までに時間がかかることで、共同絵画活動の時間が減少することを避ける。アイスブレイクで進行方法をグループ内で共有し、円滑な共同絵画を促す。

(2) 共同絵画 1 回目

共同絵画 1 回目では開発した支援装置を使用せず、中途視覚障害者と健常者の共同絵画を観察する。タブレット端末 1 台で共同絵画をさせ、作業を観察する。テーマは被験者間での知識量の差による話し合いの偏りを防ぐために「動物」とした。擬似視覚障害者と健常者の共同絵画では「動物園」「水族館」などをテーマとして設定したが、テーマを「動物」とし、より一般的なテーマにすることでより被験者が発想しやすくした。

(3) 共同絵画 2 回目

共同絵画 2 回目の前に、被験者が開発した支援システムの使用方法を確認するための時間を設ける。開発した支援システムの使用方法を確認させ、開発した支援システムを用いた共同絵画の進行方法を被験者同士で共有させる。開発した支援システムの使用方法を把握し、中途視覚障害者に対して支援しやすくするため、健常者も同様に使用方法を確認させる。

共同絵画 2 回目では開発した支援システムを用いた中途視覚障害者と健常者の共同絵画を観察する。開発した支援システムは 1 人 1 デバイスを使用する共同絵画を想定しているため、机の上にはタブレット端末 2 台、開発した支援システム 1 台を置く。

(4) インタビュー

共同絵画 2 回目終了後、被験者全員に実験に対する感想、共同絵画に対する印象、開発した支援システムに関する感想等を調査するためインタビューする。
中途視覚障害者に対して、以下の事項を中心にインタビューする。

<中途視覚障害者へのインタビュー事項>

1. 共同絵画の感想
2. 支援システムの有無による共同絵画の変化はあったか。
3. 支援システムを用いた触図に対する感想。

それぞれの質問に対してその理由など随時追加で質問する。支援システムを用いた触図に関する感想について、点図ディスプレイや触地図との比較、良かった点等について追加質問で調査していき、支援システムの共同絵画への影響について考察する。

健常者に対して、以下の事項を中心にインタビューする。

<健常者へのインタビュー事項>

1. 共同絵画の感想
2. 支援システムの有無による共同絵画の変化はあったか。
3. 支援システムを用いた視覚障害者への支援に対する感想。

それぞれの質問に対してその理由など随時追加で質問する。支援システムを用いた視覚障害者への支援に対する感想では、どのような点が良かったのか等について追加質問で調査していく。

(5) 会話・記録の分析

被験者の会話・行動から支援システムによる視覚障害者と健常者の共同絵画への影響について調査するため、共同絵画 1 回目と 2 回目の作業の様子をビデオカメラで撮影し、被験者それぞれの会話・行動を記録する。記録データにある被験者それぞれの会話・行動から支援システムによる視覚障害者と健常者の共同絵画への影響を考察する。会話・行動の記録の補助として、擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の会話・記録の分析と同様にアノテーションソフト ELAN を使用し、記録データに対して被験者ごとに付加情報を記入する。アノテーションソフトを使用することで被験者同士の会話の流れ、描画までの流れ等を可視化することが狙いである。可視化した会話・行動の記録と、実験後のインタビューをふまえ、支援装置による視覚障害者と健常者の共同絵画への影響について考察する。

アノテーションソフト ELAN では、会話のやりとり、描画とその時の他者の様子等について可視化するために、主に以下に示す点について付加情報を記入する。

<アノテーションソフト ELAN にて記入する付加情報>

1. 各被験者が描画する時間
2. 会話内容（発言ごとの記録、会話時間）

各被験者が描画する時間は、描画する被験者がペンをタブレット端末もしくは開発した支援システムにつけた時点から、ペンを離すまでの時間を計測する。描画時間を記録することにより、中途視覚障害者と健常者で描画時間に差があるのか、差があった場合に何が要因になっているのか等について考察することを目的とする。

会話内容について、中途視覚障害者と健常者による情報交換の記録を目的とする。会話は被験者の発言ごとに記録し、会話の流れが可視化できるようにする。会話時間は、作業時間と会話時間を分けることを目的とし、作業時の会話と議論時の会話時間を参考に、考察を進める。

3.6 3章のまとめ

本章では研究の流れについて大まかに述べ、それぞれの研究手法について述べた。以下に、研究の流れを再度示す。

<研究の流れ>

1. 擬似視覚障害者と健常者の共同絵画
2. 中途視覚障害者へのインタビュー
3. 支援システムの開発（共遊触覚ディスプレイ）
4. 支援システムを用いた共同絵画

研究手法としてインクルーシブデザインを取り入れ、中途視覚障害者をリードユーザーとした。インクルーシブデザインを取り入れることで、中途視覚障害者に対する支援の対象を明確にし、中途視覚障害者の日常生活の経験を支援システムの設計に取り入れる。

擬似視覚障害者と健常者の共同絵画では、視覚障害者と健常者の共同絵画の特徴の調査、共同絵画の安全性の確保を目的とした観察の手法について述べた。また、リードユーザーである中途視覚障害者の日常生活の経験を支援システムの設計に取り入れるためのインタビューについて述べた。

擬似視覚障害者と健常者の共同絵画と中途視覚障害者へのインタビューをもとに、中途視覚障害者と健常者の共同絵画の支援システム「共遊触覚ディスプレイ」を開発した。共遊触覚ディスプレイでは、視覚情報と触覚情報を相互変換し、視覚障害者と健常者の間の情報共有を支援する。

共遊触覚ディスプレイを用いた中途視覚障害者と健常者の共同絵画から、支援システムによる共同絵画への影響を調査する。本章では支援システムを用いた中途視覚障害者と健常者の共同絵画の実践と観察の手法について述べた。

本章で述べた研究手法に関して、それぞれの結果と考察を4章に示す。

第4章 研究結果と考察

本研究では、中途視覚障害者と健常者の共同絵画を支援する支援システムを提案する。第3章では以下の研究の手法について述べた。

＜本研究の研究手法＞

- ・ 擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の実施
- ・ 中途視覚障害者へのインタビュー
- ・ 支援システムの開発
- ・ 中途視覚障害者と健常者の共同絵画の実施

本章では各研究手法について結果と考察を述べ、最後に全ての研究手法の結果・考察をふまえた考察について述べる。

4.1 擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の観察

視覚障害者と健常者の共同絵画は実施されておらず，どのような特徴があるか検討されていない．そこで本研究の最初の段階として健常者に目隠しさせ，擬似視覚障害者と健常者の共同絵画を実施する．共同絵画を観察し，視覚障害者と健常者の共同絵画の特徴について考察する．また，擬似視覚障害者と健常者の共同絵画を実施し，視覚障害者と健常者の共同作業の安全性の確保について検討する．

擬似視覚障害者と健常者の共同絵画では共同絵画 1 回目と 2 回目で対象を変え，行動・会話を比較し，考察する．擬似視覚障害者と健常者の共同絵画では以下のように対象を変更する．

< 擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の対象 >

- ・ 共同絵画 1 回目 1 グループにつき健常者 3 名
- ・ 共同絵画 2 回目 1 グループにつき擬似視覚障害者 1 名・健常者 2 名

それぞれの対象ごとの共同絵画の結果について述べた後，結果を比較した考察について述べる．

4.1.1 健常者同士の共同絵画の結果

図 29 は健常者同士の共同絵画の様子である。健常者同士の共同絵画では机の上に紙とペン 1 本を用意し、「動物園」「水族館」などのテーマを提示した。

健常者同士の共同絵画では、図 30 のように 3 人が互いに情報交換し、話し合いながら作業をしている様子が見られた。話し合いの内容は主にテーマに沿った会話である。話す時間や会話量に個人差はあるが、どのグループにおいても 3 人での情報交換を行う様子が見られた。



図29 健常者同士の共同絵画の様子

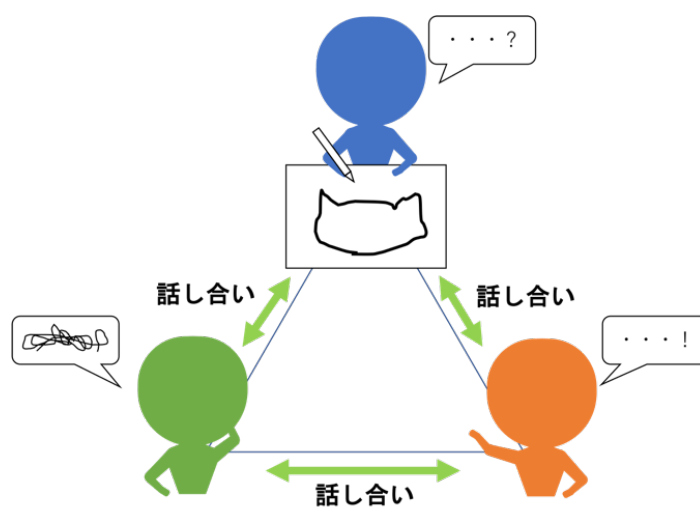


図30 健常者同士の会話のやりとり

健常者同士の共同絵画について記録したビデオカメラから観察すると、描画を順番に行い、図 31 のように描画していない被験者は絵に注目しているグループが多い。被験者の注目先について、本研究では顔の向きと視線から推測している。図 31 のように描画していない被験者の顔の向きと視線から、絵に対して注目している状況であるとした。この時の会話として描画していない被験者は、絵に対して意見を言うか、何を描画しているのか推測し、答えを述べる様子が見られた。



図31 描画に注目している様子

4.1.2 擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の結果

擬似視覚障害者と健常者の共同絵画では，ランダムに決定した 1 名の健常者に対して目隠しし，中途視覚障害者と健常者の共同絵画を想定した．机の上には紙とペン 1 本を用意し，テーマを提示した．図 32 は擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の様子である．



図32 擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の様子

(1) 会話について

擬似視覚障害者と健常者の共同絵画では、擬似視覚障害者が描画する時と、健常者が描画する時で会話に差が見られた。図 33 に会話の差のイメージ図を示す。

擬似視覚障害者が描画する場合、健常者同士の会話と同様に 3 人で互いに情報交換し、話し合いながら作業を進める様子が見られた。その時、健常者 2 名は擬似視覚障害者を支援する様子が見られた。そのため会話内容はテーマに関する内容だけでなく、以下のように擬似視覚障害者を支援するような会話がされていた。健常者が擬似視覚障害者を支援する時の会話内容として、描画範囲や描画位置に関する会話がされていた。

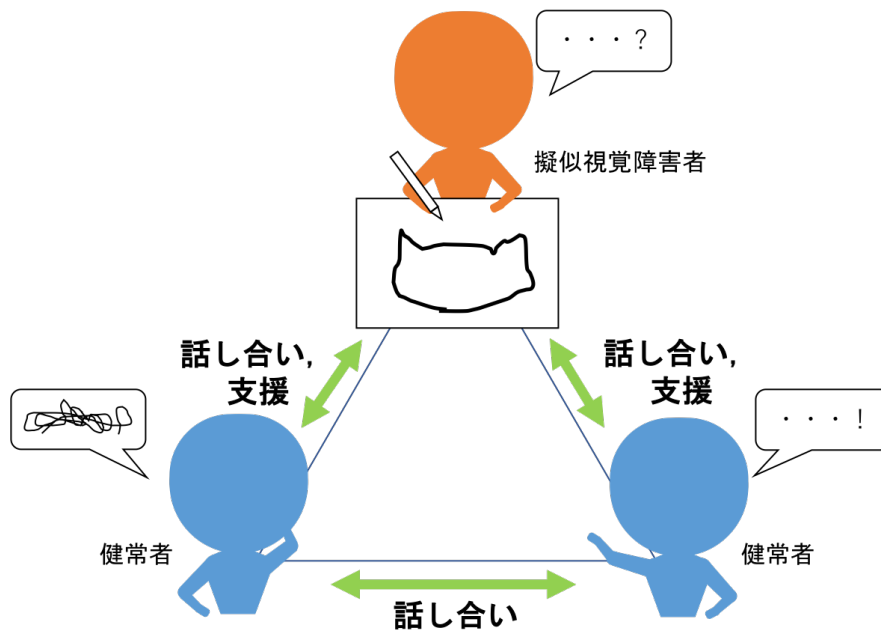
一方、健常者が描画する場合、健常者同士が会話する様子は見られるが、擬似視覚障害者が健常者同士の会話に入らず、3 名での会話が増える様子が見られた。擬似視覚障害者が自発的に情報提供を求めるような会話は少ない。

(2) 行動について

擬似視覚障害者が描画する場合の描画を阻害する要因の一つと考えられる行動が見られた。擬似視覚障害者が描画する場合、描画する場所を探す。その後、描画は可能な範囲とその位置を把握する必要がある。共同絵画では 1 人で描画する場合と違い、他者の協力を得ることが可能である。しかし行動を観察すると、擬似視覚障害者に対して健常者が支援する際に、意思疎通がうまくいかず擬似視覚障害者が何度も位置や範囲について確認する様子が見られた。擬似視覚障害者が描画する時間は、健常者に比べ長い傾向にあった。

擬似視覚障害者が健常者の描画を鑑賞する場合、健常者による擬似視覚障害者への情報提供を待つ様子が見られた。一方、擬似視覚障害者が自ら健常者に対して情報提供を求める様子はあまり見られなかった。実験後のインタビューでは「どんな絵を描いているのか気になっていたが、他の人が今どんな作業をしているのか分からないから声をかけづらい」と言った意見があった。また、「一部の情報は把握しているが、全体としてどのような形になったのかわからない」という回答があった。

擬似視覚障害者の描画時



健常者の描画時

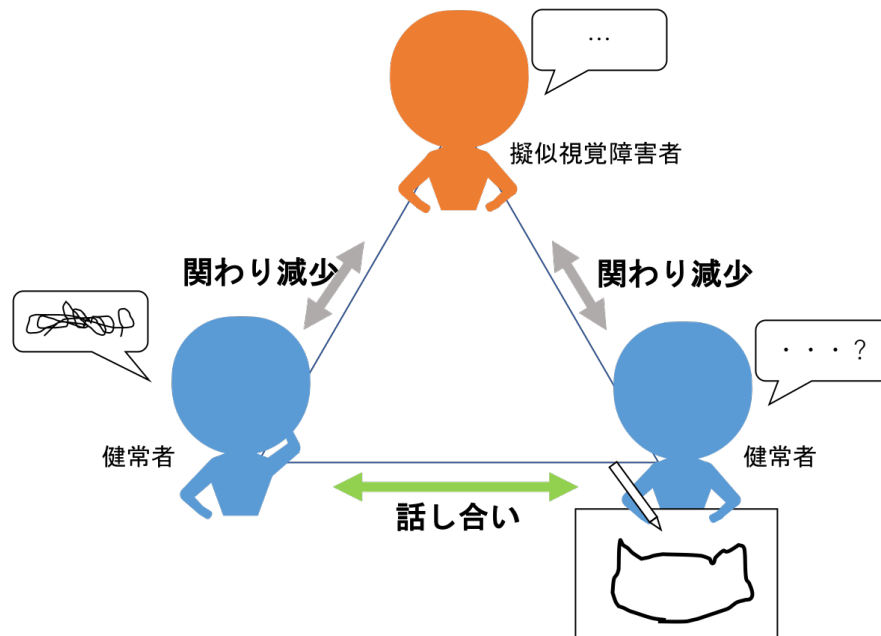


図33 描画者の違いによる会話の差のイメージ

4.1.3 考察

擬似視覚障害者と健常者の共同絵画では、5 グループに対して共同絵画を実施した。共同絵画 1 回目と 2 回目で条件を変更し、2 回目では健常者 1 名に対して目隠しし、中途視覚障害者を想定して共同絵画を実施した。共同絵画の様子はビデオカメラで記録した。記録データに対してアノテーションソフト ELAN を用いて追加情報を記入し、被験者の会話・行動を観察した。また、共同絵画実施後に被験者にインタビューし、会話・行動の原因を探った。

(1) 結果のまとめ

健常者同士の共同絵画では、被験者 3 人で互いに情報共有していた。一方、擬似視覚障害者と健常者の共同絵画では、擬似視覚障害者が描画する時と健常者が描画する時で情報共有に差があった。擬似視覚障害者が描画するとき、3 人での情報共有する。しかし健常者が描画する時、擬似視覚障害者がうまく会話に入ることが出来ない様子が見られた。

また行動について、擬似視覚障害者が描画する時間は健常者に比べ長い傾向にあった。これは、擬似視覚障害者が描画位置を把握するために、健常者が擬似視覚障害者に対して誘導、支援することで、健常者よりも作業工程が増えたためである。

(2) 考察

擬似視覚障害者と健常者の共同絵画について、健常者同士の共同絵画に比べ作業に手間がかかる傾向がある。これは視覚障害者と健常者の間で共通情報の不足が考えられる。健常者は視覚を用いて、絵の情報の共有が可能である。しかし、視覚障害者は視覚による情報の取得が困難であるため、擬似視覚障害者と健常者の間で情報共有がうまくいかなかったことが考えられる。

擬似視覚障害者と健常者の間で描画時間に差があったことに関して、上記と同様に情報の共有が困難であることが問題である。絵に関する情報は視覚による情報が主となる。そのため、擬似視覚障害者が描画位置や描画が可能な範囲を把握するには健常者の支援が必要となる。また、擬似視覚障害者が視覚情報

に対してアクセスが困難になることで、支援を受けて絵を確認することが困難であることも問題であると考える。

(3) 支援システムの検討

擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の考察から、支援システムとして以下の行動について視覚障害者に対する支援が必要であると考える。

<支援すべき行動>

- ・ 描画の可能範囲を把握する。
- ・ 絵が描かれている位置を把握する。
- ・ 描画を中断した後、もう一度再開する。
- ・ 絵の形を把握する。

これらの行動は、全て擬似視覚障害者と健常者の情報共有の困難さに起因する。そのため、擬似視覚障害者と健常者の間で情報共有が可能なシステムが必要である。図 34 に支援すべき行動について示す。

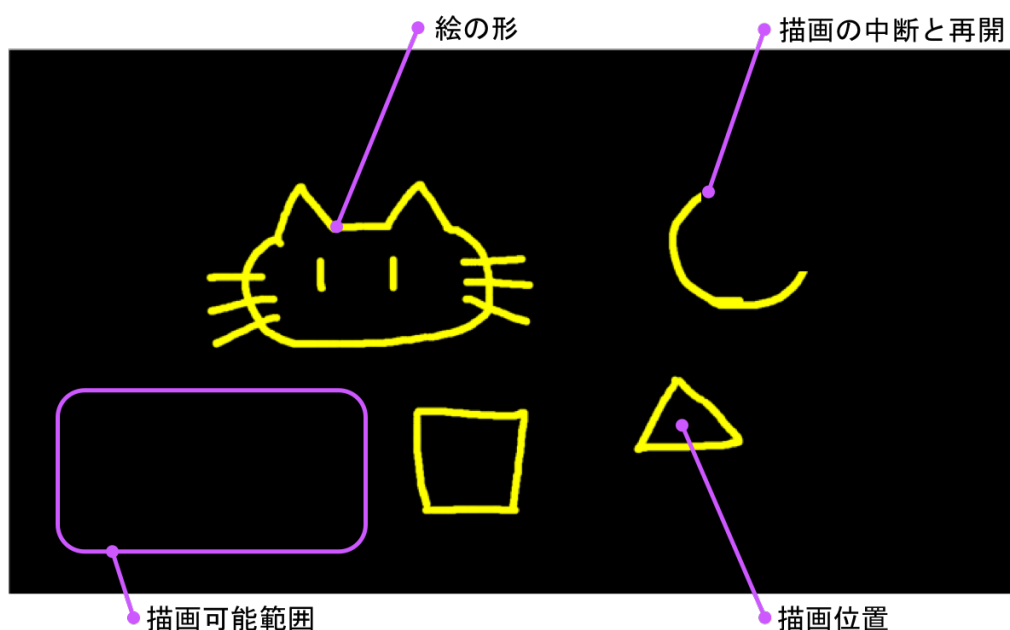


図34 支援すべき 4 つの行動

4.2 中途視覚障害者へのインタビュー

擬似視覚障害者と健常者の共同絵画では，中途視覚障害者と健常者の共同絵画を想定した．インクルーシブデザインに沿って，中途視覚障害者をリードユーザーとし，中途視覚障害者の日常生活の経験を支援システムの設計に活かす．そこで本研究では20代男性中途視覚障害者にインタビューした．インタビュー結果のまとめと考察について述べる．

4.2.1 インタビュー結果

中途視覚障害者に対し，擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の結果と開発する支援システムのアイデアについて話し，本研究の概要について理解を得たうえでインタビューした．インタビュー結果について2つの事項に分けて述べる．

(1) 触図（凹凸のついた図）を普段どのくらい利用するのか．

中途視覚障害者の触図の利用頻度から，触図への慣れがどの程度なのか把握することが目的である．以下，中途視覚障害者の回答の一部を提示する．

＜中途視覚障害者の回答の一部＞

- ・（触図を日常的に行うことは）特にない．触地図を見ることはあるが，あくまでも補助的な使い方をしている．
- ・自分は文系だからあまり使わないが，理系の人はグラフを使うという話を聞いた．

(2) 普段絵を描くことはあるか．絵についてどのように考えているか．

中途視覚障害者が絵に対してどのように感じているのか，イメージの仕方について擬似視覚障害者との違い等の検討が目的である．以下，中途視覚障害者の回答の一部を提示する．

<中途視覚障害者の回答の一部>

- ・普段絵を描くことはないし、描こうと思ってもどうすればいいのか。
- ・中途視覚障害者の場合、視覚があった時のイメージができる。自分が知っているものなら頭の中でイメージできる。
- ・絵を描いている時に限らず、何か行動に対してフィードバックがないと面白くない。でもあんまりややこしいと今度はつまらない。絵に関しては完成した絵がどんなものかわからないと面白くないと思う。

4.2.2 インタビュー結果の考察

中途視覚障害者へのインタビューから、日常生活において触図は頻繁に利用しないが、絵などの視覚を主とする情報を取得する時のサポートであることがわかる。共同絵画を支援する支援システムとして、擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の考察に加え、以下の3つの事項に注目した。

<インタビュー結果から得た支援事項>

- ・描画時のフィードバックの付与
- ・新規ルールの抑制
- ・完成形の保存

(1) 描画時のフィードバック

描画時のフィードバックに関して、描画行動に対するフィードバックが活動への意欲を高める可能性がある。例えば視覚障害者に対する日常生活を支援する時に、操作に対して音声を提示するなど [22]、行動に対する視覚以外の器官を使用したフィードバックによる支援がデザインとして重視されやすい。

本研究で取り上げる共同絵画では、描画行動に対してフィードバックを加えることが中途視覚障害者への支援として有効であると考えた。健常者に対して描画行動は視覚情報によるフィードバックがあるが、中途視覚障害者に対しては触覚情報でのフィードバックが有効ではないかと考える。

(2) 新規ルールの抑制

インタビューから、新規ルールが多い支援システムの場合、システムの操作に慣れることが難しく、混乱しやすいことがわかった。従来の支援機器や日常生活で使用する支援機器と異なるルール、フィードバックの提示は混乱を招きやすい。そのため支援システムにおいて新規ルールを抑制し、使用者の混乱を防ぐことを目的とする。

本研究では共同絵画の支援として線の描画を支援するが、フィードバックとして振動と凸形状の 2 つが挙げられる。新規ルールの抑制を考え、触図等に用いられる凸形状を出力する方法で触覚提示をすることが有効であると考ええる。

(3) 完成形の保存

インタビューでは、絵の完成形を鑑賞することが困難な場合、興味を失いやすいという話があった。完成形の保存は、中途視覚障害者の振り返りだけでなく、完成形の鑑賞による交流を生む可能性がある。共同絵画の支援として、凸形状で出力した描画線の情報を保存する方法が必要である。

4.3 中途視覚障害者と健常者の共同絵画の観察

中途視覚障害者と健常者の共同絵画において、開発した支援システムによる影響を調査することを目的とし、中途視覚障害者と健常者の共同絵画を実施した。中途視覚障害者と健常者の共同絵画では、共同絵画 1 回目と 2 回目で以下のように条件を設定する。

＜中途視覚障害者と健常者の共同絵画の設定＞

- ・共同絵画 1 回目 開発した支援システムを使用しない。
- ・共同絵画 2 回目 開発した支援システムを使用する。

それぞれの設定で共同絵画を実施し、その様子をビデオカメラで観察する。共同絵画 2 回目終了後に被験者にインタビューした。設定ごとの共同絵画の結果を述べた後、結果を比較した考察について述べる。

4.3.1 中途視覚障害者と健常者の共同絵画の結果（システム無し）

中途視覚障害者と健常者の共同絵画として、開発した支援システムによる共同絵画への影響を調査するため、共同絵画 1 回目として開発した支援システムを使用せずに共同絵画を実施し、その様子をビデオカメラで記録、実施後にインタビューする。

図 35 は開発したシステムを使用せずに中途視覚障害者と健常者の間で共同絵画を実施した様子である。支援システムを使用しない共同絵画では、タブレット端末 1 台とタッチペン 1 本を用意し、共同絵画を実施した。



図35 中途視覚障害者と健常者の共同絵画（システム無し）

システムを使用しない中途視覚障害者と健常者の共同絵画について、以下の観点から結果を述べる。

＜システムを使用しない中途視覚障害者と健常者の共同絵画結果＞

- ・ 健常者の中途視覚障害者の支援について
- ・ 中途視覚障害者に対するボディタッチを使用した情報提供
- ・ 中途視覚障害者の行動について

(1) 健常者の中途視覚障害者の支援方法について

図 36 は健常者が中途視覚障害者の描画を支援する様子である。中途視覚障害者が描画する時、健常者が中途視覚障害者を支援する様子が見られた。健常者は中途視覚障害者に対して描画位置や描画範囲を伝えている。これは擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の時にも見られた行動である。支援する時は、健常者が中途視覚障害者の手を持ち、一緒に描くような行動も見られた。

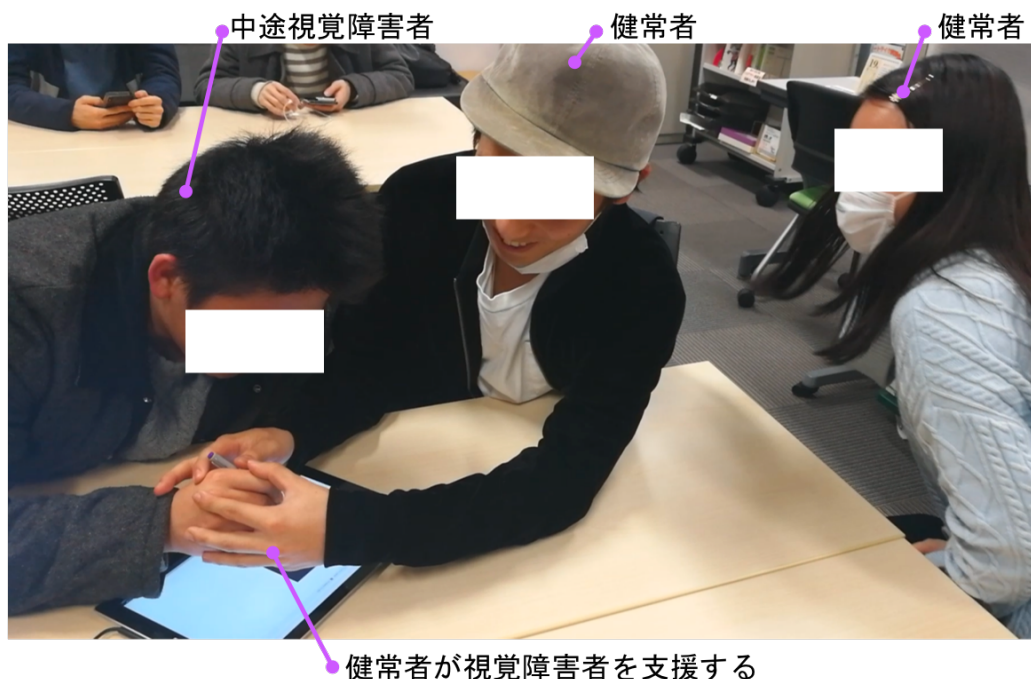


図36 健常者が中途視覚障害者の描画を支援する様子

(2) 中途視覚障害者に対するボディタッチを使用した情報提供

健常者が中途視覚障害者に対して情報提供する時に、健常者が中途視覚障害者の体を使う場面が見られた。図 38 は健常者が中途視覚障害者の体を使って情報提供している様子である。図 38 のシーンでは、動物の顔のパーツについてどこまで描いたのかについて描画経過を伝えている。健常者は中途視覚障害者の顔に触れながら、どこのパーツを描いたのか伝えている様子が見られた。

(3) 中途視覚障害者の行動について

中途視覚障害者が描画途中で描画をやめる場面が見られた。図 37 は中途視覚障害者が描画途中で描画をやめ、健常者にペンを渡した場面である。中途視覚障害者は健常者の支援を受けながら描画したが、途中で健常者にズレを指摘されたところで描画を断念する様子が見られた。

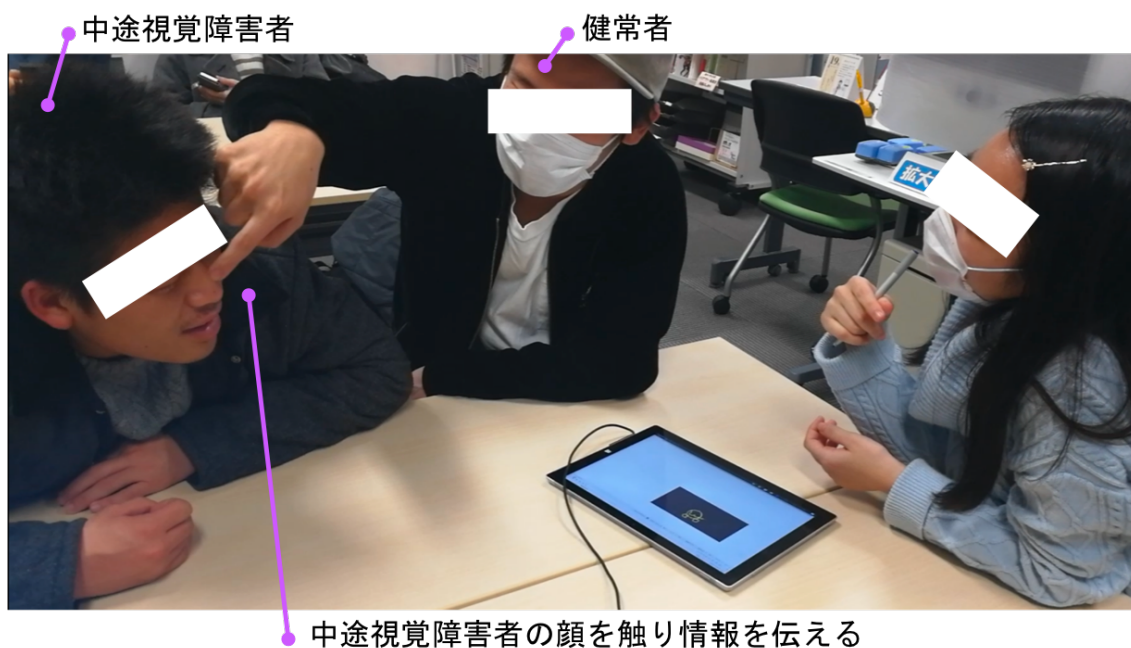


図37 ボディタッチを使用した情報提供

4.3.2 中途視覚障害者と健常者の共同絵画の結果（システムあり）

システムを用いた中途視覚障害者と健常者の共同絵画の様子を図 38 に示す。机の上には触覚ディスプレイ 1 台，タブレット端末 2 台を用意した。開発した装置は中途視覚障害者が触覚ディスプレイ，健常者がタブレット端末を使用することを想定した。共同絵画を実施後，被験者に対してインタビューした。

以下，システムを使用した中途視覚障害者と健常者の共同絵画に関して，視点別での結果について述べる。

＜システムを使用した中途視覚障害者と健常者の共同絵画の視点別結果＞

- ・システム的使用方法について
- ・システムを使用した会話について
- ・システムを使用した中途視覚障害者の描画行動について
- ・システムの使用に関するインタビュー結果について
- ・完成形の保存に対する結果について
- ・システムを使用した共同絵画について



図38 システムを使用した中途視覚障害者と健常者の共同絵画

(1) システムの使用方法について

システムを使用した共同絵画の実施前に、システムの操作に慣れるための時間を設けた。被験者全員に使用方法を確認させ、システムを使用した進行方法を被験者全員で把握し、円滑な共同絵画の進行のためである。

それぞれの被験者が支援システムに慣れた様子が見られた段階で、中途視覚障害者と健常者による触覚ディスプレイを中心にした共同絵画の様子が見られた。図 39 は触覚ディスプレイを中心に中途視覚障害者と健常者が協力して描画している様子である。中途視覚障害者と健常者が触覚ディスプレイを中心に描画や話し合う様子が見られた。実験後のインタビューでは、健常者から「視覚障害者へのサポートをするときに、自分も同じディスプレイを使用した方が覚えやすい気がした。」という意見を受けた。



図39 触覚ディスプレイを中心とした共同絵画の様子

(2) システムを使用した会話について

中途視覚障害者が触覚ディスプレイを使用し、描画する場合に以下のような会話を行い、健常者と協力して描画する様子が見られた。この会話は、中途視覚障害者1名と健常者1名による会話である。

会話例) Aが描画を開始するまでの会話

A：視覚障害者，B：健常者，（）：会話時の行動

A：どこに描くの？ （触覚ディスプレイを手でなぞり位置を探す）

B：そこ。 （Aの手元を見る）

A：ここ？ （凸線を手で触る）

B：あー，そこそこ （Aの右手をとり，凸線をなぞらせる）

A：よし，じゃあ描くか。（描画開始）

この会話のように、健常者1名が視覚障害者に寄り添う形で触覚ディスプレイを使用している様子が見られた。システムを使用しない場合に比べ、健常者が中途視覚障害者に対して線を確認させる行動を取ることが多い。中途視覚障害者がシステムを使用し、描画する様子を図40に示す。

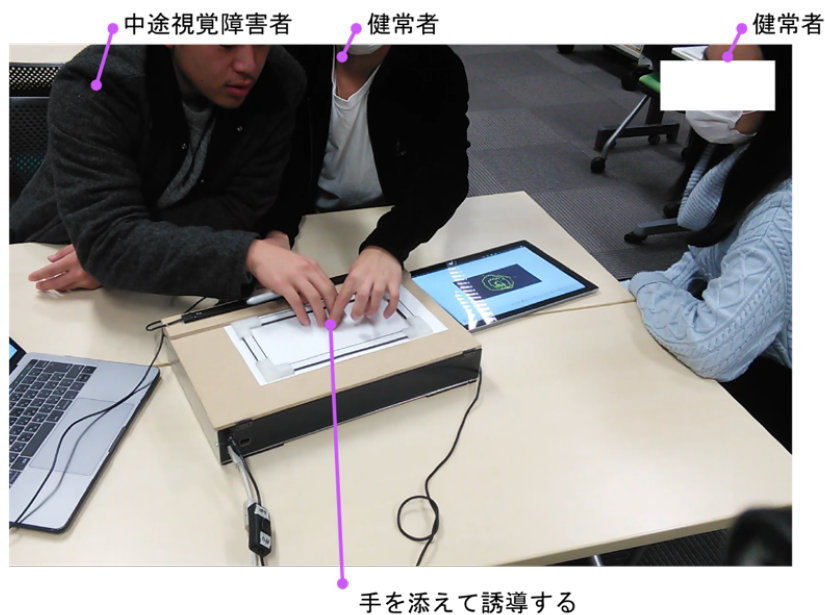


図40 システムを使用した中途視覚障害者の描画する様子

中途視覚障害者による触覚ディスプレイを使用した描画時に、健常者 1 名は中途視覚障害者に対して描画位置の誘導、声かけをする様子が見られる。一方、もう 1 名の健常者は、タブレット端末で描画される様子を見ながら意見を出す行動が見られた。

図 41 のように、中途視覚障害者が描画を開始するまでの間、健常者 1 名がサポートし、その間もう 1 名の健常者はあまり会話に参加していない。しかし描画が始まるとタブレット端末を使用し、手元で描画状況を確認しながら意見を出す様子が見られた。

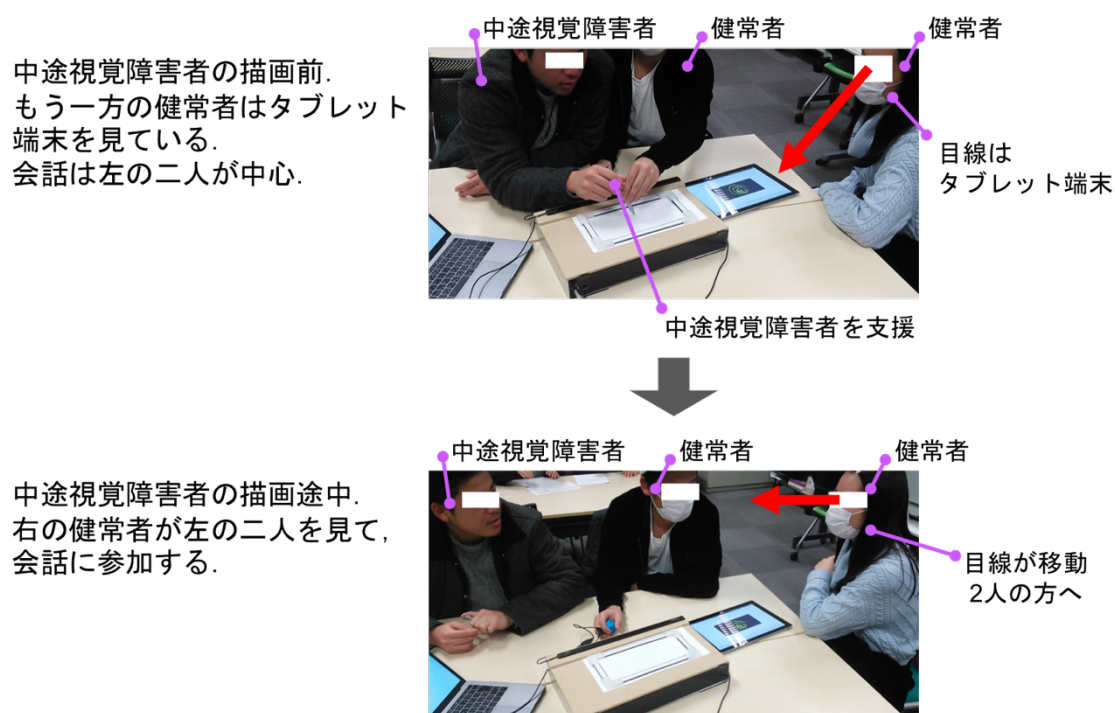


図41 システムを用いた描画時の会話の流れ

(3) システムを使用した中途視覚障害者の描画行動について

健常者によるタブレット端末を使用した描画時、視覚障害者が触覚ディスプレイを使用して描画状況を確認する様子はほとんど見られなかった。図 42 に健常者がタブレットを使用した描画中の様子を示す。

健常者がタブレット端末を使用した描画中の中途視覚障害者の顔の向きに着目すると、健常者の方向を向いていることが多い。この行動に関して、実験後のインタビューで中途視覚障害者は「確かに何をしているのか分からないときはあったが、〇〇（健常者）達の話している内容から、なんとなくイメージはできていた。絵の出来に関しては気にしていなかった。だからたまに確認するくらいで良かった。」と答えている。

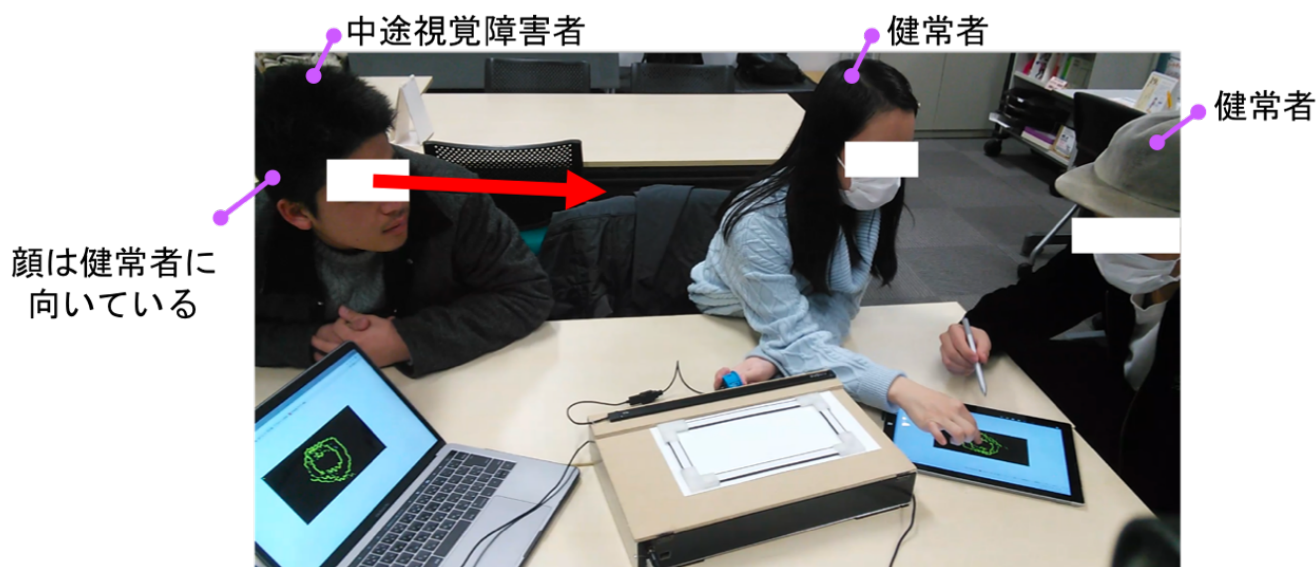


図42 タブレット端末を使用した健常者の描画の様子

(4) システムの使用に関するインタビュー結果について

支援システムについて中途視覚障害者へのインタビューでは「タブレット端末よりもモーター音や凸形状などのフィードバックがある分、描いている認識があった。」と回答している。

また、図 43 のように触覚ディスプレイ表面に紙を固定する枠が設置されている。この枠を中途視覚障害者は位置の把握として利用したとインタビューで回答した。健常者 2 名は中途視覚障害者が自分で確認する要素があったことで、中途視覚障害者に対してサポートが容易になったと回答している。

一方、中途視覚障害者はシステムの性能に関して「ピンの移動速度が遅く描きづらかった」と回答している。健常者 2 名に関しても同様の回答があった。支援システムでは凸形状の出力とタブレット端末での描画を連動させたことで、動作速度と実際に被験者が描画する速度に差があった様子が見られた。また、センサーのズレによる絵のズレや描画不足に関して、絵の完成度が下がったと回答している。

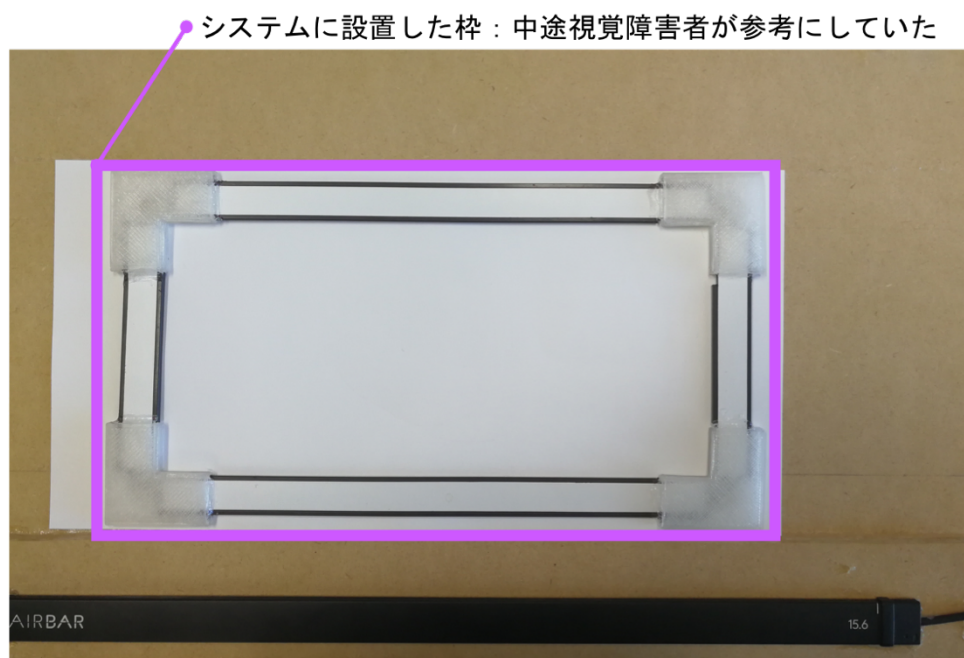


図43 触覚ディスプレイ表面に設置された枠

(5) 完成形の保存に対する結果について

中途視覚障害者に対し、支援システムを使用した線の読み取りや絵の完成形の保存に関して「視覚障害者にとって触図は訓練が必要で、完成した絵を振り返るには1人で全て把握するのは難しい。」という回答があった。しかし、共同絵画中の絵の鑑賞については「他の人が話している内容から、自分が見た時のイメージで補っていることが多かった。」と回答している。

(6) システムを使用した共同絵画について

中途視覚障害者と健常者の共同作業について、インタビューでは被験者3名全員から良い評価を得た。中途視覚障害者は「協力して絵を描いたことによる達成感を味わうことができ、〇〇（男性健常者）とはもともと仲が良かったが、〇〇（女性健常者）との仲が以前よりも良くなった気がする。」と回答している。一方で、中途視覚障害者は「絵を描いた満足感よりも、関わりあうことができた満足感の方が強いと思う。」と回答している。

女性健常者は実験前に中途視覚障害者のサポートに対して不安な様子を見せていたが、実験後のインタビューでは「〇〇（中途視覚障害者）と〇〇（男性健常者）にやりとりを見て、（中途視覚障害者と）どのように接したら良いのか知ることができ、なるほどなって思った。」と回答している。

4.3.3 考察

中途視覚障害者と健常者の共同絵画について、開発した支援システムの有無による変化を観察した。共同絵画の様子はビデオカメラで記録した。記録データにアノテーションソフト ELAN を用いて追加情報を記入し、被験者の会話・行動を観察した。また、共同絵画実施後に被験者にインタビューし、中途視覚障害者と健常者の共同絵画の支援について考察する。

(1) 結果のまとめ

中途視覚障害者と健常者の共同絵画について、システムを使用しない共同絵画では擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の結果とほぼ同様の行動が見られた。中途視覚障害者に対して健常者が支援するが、描画作業に時間がかかる。一方、中途視覚障害者と健常者の共同絵画で観察された行動として、健常者が中途視覚障害者に対してボディタッチを使用し、情報提供する様子が見られた。

システムを使用した共同絵画では、想定した方法とは異なる使用方法が見られた。触覚ディスプレイを中心に使用し、タブレット端末はあくまで補助として使用していた。

インタビューでは、被験者 3 人全員から共同絵画について良い感想を得た。絵に関する満足度よりも共同作業による満足度の方が高いという意見を得た。

(2) 視覚と触覚の相互変換機能について

開発した支援システムでは、視覚障害者と健常者の情報共有手段として視覚と触覚の情報共有機能を導入した。聴覚のみでは困難な絵に関する情報に対して効果的であると考えた。

想定した使用方法では視覚障害者が触覚ディスプレイ、健常者がタブレット端末を使用し、作業を進める。しかし結果から、触覚ディスプレイを中心として使用し、タブレット端末は健常者に対する補助として使用していた。使用方法の想定との相違について、インタビュー結果の中で、視覚障害者の支援のための支援システムの把握が必要であることを述べている。また、中途視覚障害者を健常者がサポートし、残った別の健常者がタブレット端末を使用するといった使用

方法が見られた。

本研究では視覚障害者と健常者が共同絵画をする時の注視対象として絵の線の情報を設定した。結果から、想定した使用方法とは異なるが、中途視覚障害者と健常者の間で共通の情報に対する注視が可能であることが分かった。これは、触覚情報と視覚情報の相互変換により、中途視覚障害者が絵に関する情報に容易にアクセス可能になったこと、健常者が自身の視覚を有効に用いて作業できたことが要因であると考えられる。

中途視覚障害者と健常者の共同絵画は 3 人以上のグループワークである。中途視覚障害者を支援する役割の健常者は中途視覚障害者と近い距離にいることが多く、情報のやりとりが多くなる傾向があった。しかし、もう一方の健常者は、中途視覚障害者の状況が把握が困難な場合があり、会話にうまく参加できない様子が見られた。支援システムによる情報共有により、中途視覚障害者だけでなく健常者にとっても状況把握が容易になり、会話への参加が可能になったと考える。

視覚障害に関わらず、例えば聴覚障害者を対象とした共同作業支援に関する研究（例えば Piper ら [23] や Gugenheimer ら [24] の研究）においても、情報の共有の重要性は高い。また、情報共有が可能になることで注視対象が設定される。自閉症同士の共同作業においても、注視対象の設定により共同作業が促進されるなど [25]、障害に関わらず健常者との情報共有が円滑になることは、共同作業に対して効果的であることがわかる。

(3) 交流の変化について

支援システムを用いない共同絵画では、健常者が中途視覚障害者に対してボディタッチを使用して情報を共有する様子が見られた。ボディタッチとして中途視覚障害者の顔を使い、健常者が中途視覚障害者に対して絵の状況を説明している。顔を使うことで目や鼻の説明はしやすくなるが、顔に近い部分に触れることで不快感を感じやすいとされている [26]。支援システムを使用した時に顔を使ったボディタッチによる情報共有を行う様子は見られていない。支援システムを使用することで相手に不快感を与えずに情報共有することが可能になったと考えられる。

(4) システムの設計について

中途視覚障害者へのインタビューの中で、触覚ディスプレイに枠があることで範囲が把握しやすかったことを回答している。触覚ディスプレイに取り付けた枠は、凸形状を出力する紙をおさえることを目的に取り付けたが、中途視覚障害者にとって枠を手で触れることで範囲の把握が容易になった。

ディスプレイに枠を設置することで、視覚障害者が図に対して位置や範囲を把握しやすくする [27]。描画する四角の範囲を固定し、線の情報とは異なる凹凸の形状で示すことで、視覚障害者の絵の情報の把握が容易になったと考えられる。

また、健常者に対するインタビューの中で枠があることによって中途視覚障害者に対して支援が容易になったことを回答している。中途視覚障害者と健常者の間で共有する情報として枠があることで、健常者が中途視覚障害者に対して明確な描画位置を指示し、中途視覚障害者が描画位置の確認可能なことが要因であると考えられる。

視覚障害者が場所を把握する場合、図 44 のようなクロックポジションを使用する人が多い。しかし、健常者にとってクロックポジションによる場所の指示は一般的ではない。そこで枠にクロックポジションのような場所の指定が可能な凹凸形状を提示することで、より情報共有が容易になると考えられる。

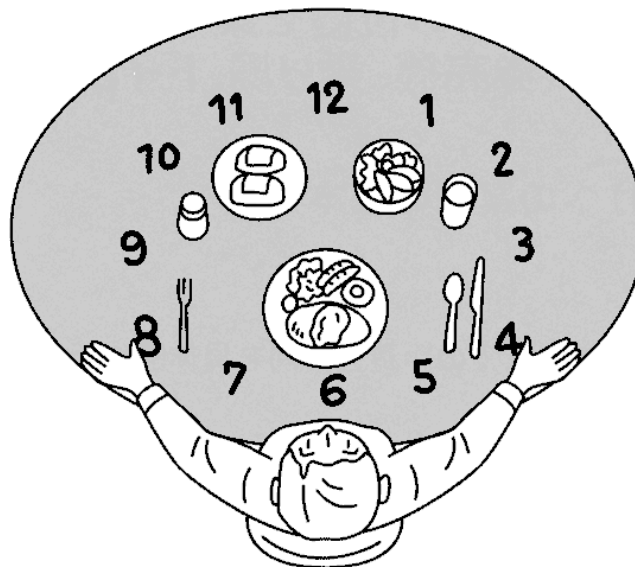


図44 クロックポジション [28]

(5) 中途視覚障害者の絵の理解について

中途視覚障害者にとって共遊触覚ディスプレイでの絵の理解に関して、ディスプレイでの絵の理解は困難である。特に完成形の保存が可能であるが、視覚障害者のみによる完成形を振り返りが困難であることが課題として挙げられる。しかしインタビューや動画観察から、共同絵画において線の読み取りから絵を理解するより、イメージを共有し、絵を完成させる目的に向かい作業することに楽しみを感じており、凸形状の線はあくまで参考として使用している程度であった。また、視覚障害者単独での鑑賞は困難であっても、健常者とのイメージの共有が可能であることから、共遊触覚ディスプレイで完成させた作品とタブレット端末で表示されている視覚情報の絵をセットで保存することで、作業後の交流を期待できる。実際に、インタビュー後に中途視覚障害者と健常者 2 名の間で、完成形について共遊触覚ディスプレイとタブレット端末を見ながら話している姿が見られた。

(6) 支援システムの試作スペックについて

支援システムは共同作業の支援に効果的であることが示唆されるが、試作した支援システムのピンの移動速度や赤外線センサーの精度を向上させることで、使用者の負担の軽減が可能であると考ええる。

インタビューでは触覚ディスプレイに対する描きにくさに関する回答があった。これはシステムのデザインの問題ではなく、モーターの速度やセンサーの精度に依存する問題であると考ええる。そのため支援システムの反応速度や精度を向上させ、描きにくさに対する問題を解決する。

(7) 共同作業について

共同絵画実施後のインタビューでは、共同作業について中途視覚障害者と健常者の共同絵画により、参加者同士で友好的関係を築くことができたと回答している。支援システムにより、共同作業への障害を減らすことで、交流しやすくなったことが一つの要因であると考えられる。

4.4 4章のまとめ

本章では中途視覚障害者と健常者の共同作業を支援する支援システムの提案をするための以下の研究手法について結果と考察を述べた。

＜本章で述べた結果と考察＞

- ・ 擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の実施
- ・ 中途視覚障害者へのインタビュー
- ・ 中途視覚障害者と健常者の共同絵画の実施

擬似視覚障害者と健常者の共同絵画について、健常者同士の共同絵画と擬似視覚障害者の共同絵画に違いがあることがわかった。健常者同士の共同絵画では被験者3人による情報共有ができていたが、擬似視覚障害者と健常者の共同絵画では情報共有がうまくいかず、共同作業が停滞していた。共同絵画では、視覚障害者と健常者による描画情報の共有が必要であると考えた。

擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の知見をもとに中途視覚障害者に対してインタビューし、中途視覚障害者と共同でのシステムの設計を目指した。インタビューから、描画情報の共有だけでなく共有時のシステムのフィードバック等について検討が必要である。

支援システムを設計・開発し、支援システムを使用した中途視覚障害者と健常者の共同絵画を実施し、支援システムの影響について考察した。支援システムを用いて描画情報の共有が可能になり、中途視覚障害者と健常者の共同絵画において被験者3人での会話が見られた。また、支援システムを用いることにより、中途視覚障害者だけでなく健常者も共同絵画に参加しやすくなった。

第5章 まとめと今後の展望

本章では、本研究で取り組んだ中途視覚障害者と健常者の共同絵画についてのまとめと、今後の展望について述べる。

本研究のまとめでは、擬似視覚障害者と健常者の共同絵画から、システムを用いた中途視覚障害者と健常者の共同絵画までの一連の流れについて述べる。

今後の展望では、本研究で得られた知見から今後どのような分野への発展が期待できるか、支援システムとしての課題点は何かについて述べる。

5.1 本研究のまとめ

本研究では、中途視覚障害者と健常者の共同絵画を支援する支援システムを開発した。システムを用いた中途視覚障害者と健常者の共同絵画の結果から、共同作業を促進する要素について提案した。中途視覚障害者と健常者の共同絵画を対象とする共同作業では、視覚情報と触覚情報の相互変換による注視対象の設定が効果的である。注視対象が設定されることで、中途視覚障害者と健常者の共同作業について、参加者同士の交流が促進された。視覚情報と触覚情報の相互変換は健常者に対して視覚障害者の支援を容易にするなど、中途視覚障害者と健常者の両者の支援が可能になる。

本論文では、第1章で述べたように共生社会の形成を目指した障害者の社会への積極的な参加の推進を背景とする。中途視覚障害者は、障害の受容、日常生活への慣れに時間がかかる。特に絵に関する活動に対して消極的であると考えた。そこで本研究では共同絵画に着目した。本研究では中途視覚障害者と健常者の共同絵画を可能にする環境の構築、共同作業の促進を目的とした支援手法を提案する。共同作業の促進により健常者と視覚障害者の相互理解の促進や社会への積極的な参加が期待できる。

第2章では本研究の関連として視覚障害者を支援するシステムの開発、共同

作業の支援に関する研究について述べた。現在、研究開発されている視覚障害者支援システムは、入力機能の不足など共同絵画のための環境構築として不十分であり、本研究では新たな支援システムの提案が必要である。また、共同作業に関する関連研究では健常者同士や視覚障害者と健常者の 2 人の共同作業を対象とし、後者では視覚障害者の支援が中心である。本研究では中途視覚障害者と健常者の複数人の共同作業が対象であり、視覚障害者と健常者の両者を支援する。

第 3 章ではインクルーシブデザインを用いた中途視覚障害者をリードユーザーとする研究手法について述べた。擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の実践、中途視覚障害者へのインタビューから、中途視覚障害者と健常者の共同絵画を支援する「共遊触覚ディスプレイ」を開発した。開発した支援システムでは視覚情報と触覚情報の相互変換機能を中心とし、共同絵画を支援する。3 章では最後に開発した支援システムを用いた中途視覚障害者と健常者の共同絵画の実践手法について述べた。

第 4 章では、3 章で述べた研究手法に沿って結果と考察を述べた。擬似視覚障害者と健常者の共同絵画から、視覚障害者と健常者の間で情報量に差があることで共同作業が停滞することがわかった。この知見をもとに中途視覚障害者にインタビューし、情報量の差を埋めるだけでなく視覚障害者に対するフィードバックの付与が効果的であることが示唆された。擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の考察、中途視覚障害者へのインタビューをもとに支援システムを開発し、開発した支援システムを用いた中途視覚障害者と健常者の共同絵画を実践した。中途視覚障害者と健常者の共同絵画では支援システムを用いることで、作業中の会話や描画行動に変化があった。結果から中途視覚障害者と健常者の共同作業では、視覚情報と触覚情報を相互変換することが有効であることが示唆された。

以上のように本研究では、中途視覚障害者と健常者の共同絵画を支援する支援システムを開発し、共同作業を支援するための手法について考察した。本研究で得られた知見をもとに、5.2 で今後の研究の展望について述べる。

5.2 今後の展望

本研究では中途視覚障害者と健常者の共同絵画を対象とした支援システムを提案し、共同絵画における促進要因について述べた。本研究の展望として以下の3つについて述べる。

＜今後の展望＞

- ・ 共遊触覚ディスプレイによる視覚障害者の絵の理解の支援
- ・ 遠隔地とのコミュニケーションツールとしての適用
- ・ 教育分野への適用

(1) 共遊触覚ディスプレイによる視覚障害者の絵の理解の支援

共遊触覚ディスプレイでは開発した際の部品の精度の低さが共同作業を停滞させた。また、中途視覚障害者の絵の理解を支援について今後の課題である。本研究から、線の情報に加え、健常者の情報提供は視覚障害者の理解を促進させることが示唆された。そこで共遊触覚ディスプレイを修正し、中途視覚障害者の絵の支援について、中途視覚障害者へのインタビュー、中途視覚障害者と健常者の共同絵画を再度実施し、絵の理解を促進させる触覚提示方法について検討する。

(2) 遠隔地とのコミュニケーションツールとしての適用

遠隔地とのコミュニケーションツールとしての適用は、共遊触覚ディスプレイでタブレット端末を使用し、健常者が遠隔地から共同絵画に参加可能な環境の構築である。絵に関する遠隔コミュニケーションの研究は数多く行われている（例えば石井ら [29]や kim ら [30]の研究）。視覚障害者と健常者が同じ場所に集まるには、視覚障害者の移動を考慮する必要がある。現在、視覚障害者と健常者が同じ場所に集まり、交流する機会は少ない。遠隔地とのコミュニケーションツールとして共遊触覚ディスプレイが適用可能であれば、視覚障害者と健常者の交流を容易にし、交流を促進させることが期待できる。

そこで参加者をそれぞれ隔離した状態で共同絵画を実施し、視覚障害者と健常者の間でどのような共同作業が行われるのかを調査する。

(3) 教育分野への適用

教育分野への適用として、インクルーシブ教育システムの中で、児童らに共遊触覚ディスプレイを使用した共同絵画を実施することで交流を促進させ、相互理解を深めることが可能であると考え、そのために、児童らの発達段階を考慮したシステムの再設計が必要である。また、絵を理解するために必要な発達段階、十分な交流が期待できる発達段階を考慮し、どの程度の年齢に適応可能なのか調査が必要である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、沢山の方々に多大なご支援を頂きました。この場をお借りして感謝の気持ちを表したいと思います。

指導教員である金井秀明准教授には、お忙しい中でもすぐにご指導に時間を割いて頂き、大変感謝しております。また、日頃の研究生活においても常に気遣ってくださり、研究全般に関して様々なご支援をして頂き、大変感謝しております。

副指導教員である西本一志教授には、研究についてご助言して頂けただけでなく、日常生活でも気にかけて頂きました。副テーマ指導教員である永井由佳里教授には、デザイン関する取り組みを支援してくださり、大変充実した副テーマとなりました。心より感謝いたします。

本研究に協力して頂いた東洋大学の山口凌河さんには、深く感謝しております。また、実験に参加して頂いた東洋大学の学生の皆様、茨城大学の学生の皆様、本校の学生の皆様に対しましても心より感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 外務省, “障害者の権利に関する条約,”
http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/jinken/index_shogaisha.html.
[アクセス日: 11 01 2018].
- [2] 文部科学省, “資料 1 特別支援教育の在り方に関する特別委員会報告 共生社会の形成に向けて,”
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/siryo/attach/1325884.htm. [アクセス日: 11 01 2018].
- [3] 文部科学省, “共生社会の形成に向けたインクルーシブ教育システム構築のための特別支援教育の推進（報告）,”
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/044/houkoku/1321667.htm. [アクセス日: 11 01 2018].
- [4] 文部科学省, 教育の情報化に関する手引き, 開隆堂, 2010.
- [5] Amedia, “ドットビューDV-2,”
<http://www.amedia.co.jp/product/kgs/dotview2.html>.
[アクセス日: 25 01 2016].
- [6] “Shadow Rine,” http://www.mm-galabo.com/sr/dl_srfv/srfv_dl.php.
[アクセス日: 01 02 2018].
- [7] “点図ディスプレイ ドットビュー DV-2,” <https://www.kgs-jpn.co.jp/swfu/d/dv-2.png>. [アクセス日: 03 02 2018].
- [8] EyePlusPlus, Inc, “オーデコ,” <http://www.eyepius2.com/>.
[アクセス日: 01 02 2018].
- [9] 國分康孝, 構成的グループ・エンカウンター, 誠信書房, 1992.
- [10] “厚生労働省委託（平成 23 年度手話通訳者等派遣支援事業）「災害時の視覚障害者支援者マニュアル」,”
http://www.bousai.go.jp/taisaku/hinanjo/h24_kentoukai/2/pdf/5_5.pdf.
[アクセス日: 04 02 2018].
- [11] 中村誠, 三村治, 若倉雅登, 稲谷大, 中澤徹, 白神史雄, “Leber 遺伝性視神経症認定基準,” 日眼会誌 119 巻 5 号, 2015.

- [12] D. Prescher, G. Weber , M. Spindler, “A tactile windowing system for blind users,” ASSETS '10, 2010.
- [13] S. Swaminathan, T. Roumen, R. Kovacs, D. Stangl, S. Mueller , P. Baudisch, “Linespace : A Sensemaking Platform for the Blind,” CHI '16, 2016.
- [14] M. Buzzi, B. Leporini , C. Senette, “Playing with Geometry: A Multimodal Android App for Blind Children,” CHIItaly 2015, 2015.
- [15] O. Bau, I. Poupyrev, A. Israr , C. Harrison, “TeslaTouch: Electro vibration for Touch Surfaces,” UIST '10, 2010.
- [16] W. Grussenmeyer, J. Garcia , F. Jiang, “Feasibility of using haptic directions through maps with a tablet and smart watch for people who are blind and visually impaired,” MobileHCI '16, 2016.
- [17] N. a. Giudice, H. Palani, E. Brenner , K. M. Kramer, “Learning non-visual graphical information using a touch-based vibro-audio interface,” ASSETS '12, 2012.
- [18] N. Suzuki , I. Umata, “Nonverbal Behaviors in Cooperative Work : A Case Study of Successful and Unsuccessful Team,” Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society 29, 2007.
- [19] J. Bornschein, D. Prescher , G. Weber, “Collaborative Creation of Digital Tactile Graphics,” ASSETS '15, 2015.
- [20] B. Plimmer, A. Crossan, S. a. Brewster , R. Blagojevic, “Multimodal collaborative handwriting training for visually-impaired people,” CHI '08, 2008.
- [21] 水野大二郎, 小嶋清樹, 荒井利春, 岡崎智美, 梅田亜由美, 小池禎, 田邊友香, 木下洋二郎, 家成俊勝, 桑原あきら, ジュリアカセム, 平井康之, 塩瀬隆之 , 森下静香, インクルーシブデザイン, 学術出版社, 2014.
- [22] “社会福祉法人日本盲人連合「音サインの現状」,”
<http://nichimou.org/impaired-vision/barrier-free/sound-sign/>.
 [アクセス日: 04 02 2018].
- [23] A. M. Piper , J. D. Hollan, “Supporting medical conversations between deaf and hearing individuals with tabletop displays,” CSCW '08, 2008.

- [24] J. Gugenheimer, K. Plaumann, F. Schaub, P. Di Campi San Vito, S. Duck, M. Rabus , E. Rukzio, “The Impact of Assistive Technology on Communication Quality Between Deaf and Hearing Individuals,” CSCW '17, 2017.
- [25] S. Sharma, S. Srivastava, K. Achary, B. Varkey, T. Heimonen, J. Hakulinen, M. Turunen , N. Rajput, “Promoting Joint Attention with Computer Supported Collaboration in Children with Autism,” CSCW '16, 2016.
- [26] U. Oh , L. Findlater, “Design of and subjective response to on-body input for people with visual impairments,” ASSETS '14, 2014.
- [27] S. K. Kane, M. R. Morris , J. O. Wobbrock, “Touchplates: Low-cost Tactile Overlays for Visually Impaired Touch Screen Users,” ASSETS '13, 2013.
- [28] “「交通バリアフリー介助マニュアル」 報告書 クロックポジション,” <https://nippon.zaidan.info/seikabutsu/2000/00468/contents/057.htm>. [アクセス日: 04 02 2018].
- [29] H. Ishii, M. Kobayashi , J. Grudin, “Integration of interpersonal space and shared workspace: ClearBoard design and experiments,” Groupware for Realtime Drawing: A Designer's Guide, 1995.
- [30] J. Kim, M. Agrawala , M. S. Bernstein, “Mosaic: Designing Online Creative Communities for Sharing Works-in-Progress,” CSCW2017, 2017.
- [31] H. Nicolau, J. Guerreiro, T. Guerreiro , L. Carriço, “UbiBraille: designing and evaluating a vibrotactile Braille-reading device,” ASSETS '13, 2013.

発表論文

1. 鈴木達也, 金井秀明, “視覚障がい者と健常者の共遊創作支援システムの検討”, グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2016 ポジションペーパー, 2016/11/18,19
2. 鈴木達也, 金井秀明, “触覚ディスプレイによる視覚障害者と健常者の共遊創作活動支援システムの開発”, グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2017 一般論文, 2017/11/16,17
3. 鈴木達也, 金井秀明, “視覚障害者と健常者の共同絵画を支援する共遊触覚ディスプレイ”, アクセシビリティ研究会第5回研究会, 2017/12/8,9