

早稲田大学審査学位論文
博士（人間科学）

公共空間向け触知案内図に用いる
ストライプパターンの識別特性の評価

Evaluations of Discrimination between Raised Stripe
Patterns for Tactile Guide Map in Public Space

2014年1月

早稲田大学大学院 人間科学研究科

和田 勉
WADA, Tsutomu

視覚情報の利用に制限のある重度視覚障害者に対し、公共空間の面的な情報を伝えるためのツールとして触知案内図がある。近年、法律や条例などを背景とした急激な普及のため、専門家らの経験値として従来から蓄積されてきた「触って分かりやすい図」の知見が十分適用されないデザインの製品が多数作られることになり、視覚障害利用者が大きな不利益を被る状況が続いていた。この問題を解決するため、知見を日本工業規格として制定することが決まり、筆者も委員として加わって検討した結果、日本工業規格 JIS T 0922 が発行され、状況は大きく改善されるようになった。しかし、触知記号の一部の掲載内容については、制定時点での調査や妥当性の検証評価が不十分であったことを理由に引き続き課題として残されていた。

本研究では、その残された課題のうち、触知案内図で利用できる面領域を表す図記号のうち、特にストライプパターンについての課題を急務と判断し、その基礎的知見を実験により定量的に評価することを目的とした。評価に当たっては、ストライプパターンの線間隔を変化させた際の粗密感覚特性をドットパターンとの比較で明らかにした上で、線間隔の異なるストライプパターン同士を比較した際に明瞭に識別できる条件を様々な属性によって評価した。

以下に、本研究の内容を、章ごとにまとめる。

第1章では、本研究の背景、目的、構成に関して述べた。具体的には、わが国の視覚障害者の実態として、ロービジョンと呼ばれる「見えにくい人」の多さと高齢傾向の高さを述べた。その上で、症状が進んで「重度視覚障害者」になった時に利用できる情報は、音声情報と触覚情報に頼らざるを得ないこと、中でも空間的な情報を得るためには模型や触図のような手段になることを説明し、触って図を理解することが、視覚によるものとどの程度違うかを明らかにした上で、触る図の製作には高い専門性が要求されることを述べた。一方、国や地方自体の施策として、公共空間に触知案内図が普及しているが、製作数の増加が新たな製作技法の発展につながっている反面、専門性の欠如から分かりにくい図が増加している実態を明らかにした。この問題を解決するために触知案内図の製作にかかる日本工業規格が規定された。筆者は原案作成委員会の主要メンバーとして、規格の成立に深く関与し、触知案内図で利用できる触知記号の事例集のための調査を行ったが、一部に課題が残された。そのうちのひとつである触知記号の寸法については、研究を進めた結果、新たな日本工業規格として制定することができた。しかし、面領域で使用する触知記号、特にストライプパターンの識別特性の知見の不足が未だ解決されておらず、喫緊の課題であった。以上の成果を踏まえ、本研究では、触知案内図で利用できるストライプパターンの触知的な粗密感と識別特性を定量的に評価することを目的とした。評価に当たっては、a) ストライプパターン及びドットパターンの線間隔及び点間隔が粗密感覚に及ぼす影響の評価（第2章）。b) 異なる線間隔のストライプパターンを明瞭に識別できる条件と属性が及ぼす影響の評価（第3章及び第4章）の2つを設定した。

第2章では、触知案内図の面パターンに関する基礎研究という位置付けで、ヒトの指先でストライプパターン及びドットパターンを触知した際の粗密感覚特性を明らかにすることを目的とした。線間隔や点間隔を様々に変化させた凸状のストライプパターンやドットパターンを実際の触知案内図の製法に用いられる UV インキを使ったスクリーン印刷で作成したテストピースを用い、20名の健常の実験参加者に対し7段階のカテゴリ尺度で粗密感覚を回答させた。系列カテゴリ法による尺度値算出法に基づき、特性に及ぼす影響を定量的に評価した。結果として、ストライプパターンでは2.0~25.0mmの範囲で、ドットパターンでは2.0~14.0mmの範囲で7段階のカテゴリが順番に現れることがわかった。また、同じ間隔の場合にはストライプパターンよりドットパターンのほうが粗いと感じるという粗密感覚特性を明らかにすることができた。

第3章では、ストライプパターンの線間隔の差に感じる識別容易性に及ぼす影響をヒトの指先の触知覚特性として一般化できる値として定量的に評価することを目的とした。具体的には、若年・高齢2群の閉眼睛眼者を実験参加者とし、異なる線間隔のテストピースを一般的な製法であるスクリーン印刷方式で10種作成し、それらの中から2つのテストピースを触り比べ、4段階の評価指標から強制回答させる一対比較実験を行った。その結果、対象となるストライプパターンの線間隔が3.0mmまでの場合、もう一方のパターンの線間隔との差が4.0mm以上あれば、95%以上の識別が可能であることが分かった。一方、対象となるストライプパターンの線間隔が4.0mm以上の場合には、もう一方のパターンとの識別率が95%にはならないことも分かった。また高齢者における触知能力の低下の傾向を伺うことができた。

第4章では、第3章の実験結果を踏まえ、その比較によって触知案内図の最大ユーザーである触読経験の豊富な視覚障害者が、ストライプパターンの線間隔に感じる識別容易性に及ぼす影響を定量的に評価することを目的とした。具体的には、若年・高齢2群の触読経験豊富な視覚障害者を実験参加者とし、異なる線間隔のテストピースを一般的な製法であるスクリーン印刷で10種作成し、それらの中から2つのテストピースを触り比べ、4段階の評価指標から強制回答させる一対比較実験を行った。その結果、対象となるストライプパターンの線間隔が2.0mmまでの場合、両パターンの線間隔の差が3.0mm以上あれば、95%以上の識別が可能であることが分かった。一方、比較対象になるストライプパターンの線間隔が増すに従い、識別に必要な線間隔は増加していくことも確認できた。一方、視覚障害者の特徴として、線間隔が5.0mmのストライプパターンでも、対象のパターン次第では識別率が95%になる組み合わせがあること、さらに若年者と高齢者の識別率に、ほとんど違いが見られないことが確認できた。

第5章では、今後の展望としてこの知見を社会に周知することで、触知案内図の品質向上を進める使命があることと、残された課題としてドットパターンの研究を進める必要性があることを述べた。

目次

概要 目次

i
iii

第 1 章 序論	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 わが国の視覚障害者の動向	2
1.1.2 重度視覚障害者への情報提供手段と触覚を活用したツール	5
1.1.3 触知により図を理解することの基本	6
1.2 触知案内図の現状と標準化の概要	9
1.2.1 普及する触知案内図	9
1.2.2 問題ある触知案内図の登場	12
1.2.3 触知案内図表示法の標準化	14
1.2.4 触知図記号調査の概要	14
1.3 JIS T 0922 で残された課題	18
1.3.1 課題(1)触知記号推奨寸法の欠如	18
1.3.2 課題(2)面領域を表現する触知記号をデザインに応用するための 知見の不足	19
1.3.3 課題(3)高齢者の触知特性の反映	20
1.3.4 触知記号の課題に対応した研究	21
1.4 触知案内図についての先行研究	21
1.5 研究目的と構成	24
1.5.1 本研究の目的	24
1.5.2 本論文の構成	26
1.6 小括	28
第 2 章 ストライプパターン及びドットパターンの粗密感覚特性	29
2.1 目的	29
2.2 方法	30
2.2.1 実験参加者	30
2.2.2 評価指標	30
2.2.3 呈示刺激	31
2.2.4 手続き	32
2.2.5 系列カテゴリ法による尺度値算出法	33
2.3 結果	34
2.4 考察	37
2.5 小括	38
第 3 章 ストライプパターンの線間隔が識別特性に及ぼす影響	40
3.1 目的	40
3.2 方法	41
3.2.1 実験参加者	41
3.2.2 評価指標	41

3.2.3	呈示刺激	42
3.2.4	手続き	43
3.3	結果	45
3.4	考察	47
3.5	小括	49
第4章	ストライプパターンの線間隔が視覚障害者の識別特性に及ぼす影響	51
4.1	目的	51
4.2	方法	52
4.3	結果	52
4.4	考察	54
4.4.1	視覚障害者の識別特性の概要	54
4.4.2	視覚障害者の触知特性と加齢効果	55
4.5	小括	56
第5章	結言	58
5.1	本研究のまとめ	58
5.2	今後の展望	61
	参考文献	63
	謝辞	73
	関連業績	75

第1章 序論

- 1.1 研究背景
- 1.2 触知案内図の現状と標準化の概要
- 1.3 JIS T 0922 で残された課題
- 1.4 触知案内図についての先行研究
- 1.5 研究目的と構成
- 1.6 小括

概要

第1章では、まず、わが国の視覚障害者の動向として、視覚障害者の多数派はロービジョン者であり、彼ら「見えにくい人」には保有視機能を活用したりハビリテーションが有効であること、高齢傾向が高いことを述べた上で、病状が進行して「見えない人」、つまり「重度視覚障害者」になると、外部からの情報入手を視覚以外の音声や触覚に頼らざるを得なくなるため、点字の使用率が高くなることを説明する。さらに、視覚障害者にとっての音声および点字は、先読みができない一本の紐のように枝分かれのない「ストリング情報」であるため、空間的に広がりのある情報伝達には不向きであること、そして、その種の情報伝達には模型や触る図が活用されることや図を理解するための方策と専門性について述べる。触る図の中で、特に公共空間の案内図として作成されるものを触知案内図と説明した上で、現在の日本では、法律などの影響から触知案内図が広く普及していること、そのデザインが見える人にも使えるカラフルなものになり、UV インキと呼ばれる素材を用いた印刷法で製作されたものが多くなり、新たな表現形式が生まれている現状について説明する。

しかし、近年、専門知識がない製作者も手がけるようになったため、この触知案内図に間違いが増えたことを指摘した上で、解決のために日本工業規格(JIS T 0922)が制定されたこと、筆者がこの規格制定のために行った調査および結果

として得られた触知記号の概要を紹介する。さらに残された課題として、記号の寸法の許容範囲が決められなかったこと、面パターンの知見が不足していたこと、高齢者への視点が不足していたことを説明する。これらの課題のうち、記号の寸法については、別の研究を進め、その成果として新たな日本工業規格が制定されたことから、今回の研究を面領域で使用する触知記号、とりわけ、参考になる知見が乏しいストライプパターンをテーマにしたことの理由を説明する。

1.1 研究背景

1.1.1 わが国の視覚障害者の動向

平成25年6月に厚生労働省が発表した調査^[1-1]によれば、わが国で福祉サービスの対象となる視覚障害者の数は、推計31万6千人である。これは、欧米などにおける視覚障害者の発生比率と比較すると、かなり少ない。実は有病率で比較すると、日本は世界でも稀なほど視覚障害者が少ない国になる^{[1-2] [1-3] [1-4]}。その理由は「視覚障害」の認定基準の違いにある^{[1-5] [1-6] [1-7] [1-8]}。

表 1-1 視覚障害の「視力」に関する認定基準の比較^{[1-2] [1-3] [1-4] [1-7] [1-9]}

日本		米国		世界保健機関		
重 度	1級	両眼の視力*1の和が0.01以下のもの	盲	良いほうの一眼の視力が0.1以下	盲	良いほうの一眼の視力が0.05以下
	2級	両眼の視力の和が0.02以上0.04以下のもの				
(弱 視) *	3級	両眼の視力の和が0.05以上0.08以下のもの			ロービジョン	良いほうの一眼の視力が20/60(0.3333...)未満
	4級	両眼の視力の和が0.09以上0.12以下のもの				
	5級	両眼の視力の和が0.13以上0.2以下のもの				
	6級	一眼の視力が0.02以下、他眼の視力が0.6以下のもので、両眼の視力の和が0.2を越えるもの	良いほうの一眼の視力が0.5未満			

*1 万国式試視力表によって測ったものをいい、屈折異常のある者については、きよう正視力について測ったものをいう

*2 わが国において弱視の定義は種々あるが、社会的・教育的弱視では0.3未満とすることが多い。

表 1-1 は、わが国の「身体障害程度等級表」のうち視覚障害の「視力」に関する認定基準を米国・世界保健機関と比較した票である。視覚障害の認定基準には、他に視野に関する基準もあるが、比較が難しいため、ここでは割愛した。大きな違いとして、日本は「両眼の視力の和」を基準とするが、米国や世界保健機関では「良いほうの一眼の視力」を基準としていることである^{[1-4][1-9]}。こうした実態を踏まえて、日本眼科医会は、米国の基準を適用した場合、わが国の視覚障害者の数は約 164 万人になるというレポートを発表した^{[1-2][1-3]}。

以上からも推察できる通り「視覚障害者」イコール「全く見えない人」ではない。その障害の程度は、背景や症状により様々なのである。視覚リハビリテーションの世界では、その違いを「見えない人」と「見えにくい人」という言い方で説明をすることもあるが、これにならえば、厚生労働省の調査^[1-1]に現れる 31 万 6 千人の視覚障害者に限っても、その半数以上が「見えにくい人」である。以前は、このような人たちのことを弱視者と呼んできたが、今日では、手帳を持っていないけれど、見えにくさのある人たちを含めて「ロービジョン者」と呼ぶことが一般的になりつつある^{[1-10][1-11][1-12]}。

わが国の視覚障害者に関する、もう一つの大きな特徴は高齢化である。

国連(United Nations)の定義^[1-13]によれば、高齢化社会(ageing society)とは全人口に占める 65 歳以上の比率が 7%を超えた社会である。その 2 倍の 14%を超えると「高齢社会(aged society)」とされているのだが、わが国は 2012 年 10 月 1 日現在、この高齢化率が 24.1%である^[1-14]。先の定義と照らし合わせた時、7%の 3 倍をとうに超えている。マスコミ等で、わが国が超高齢社会と言われる所以である。こうした社会にあって、加齢による身体機能の衰えを生じる人の数が多くなることは、むしろ当然と言える。視覚障害も例外ではなく、例えば、厚生科学研究班のまとめたガイドライン^[1-15]によると、中等程度以上に進行した白内障は、70 歳代で約半数、80 歳以上では 70~80%にみられるという。他にも加齢の影響で視機能を低下させる要因は多く^[1-16]、その意味で、大多数の日本人にとって視覚障害は「老いと共に患う」障害になっていると言える^{[1-17][1-18]}。冒頭で

紹介した厚生労働省の調査でも、視覚障害者の年齢構成比率は60歳以上で78.7%になっており、70歳以上に限っても58.3%である。当然、高齢になってからの中途視覚障害が多いことになる。(図1-1)

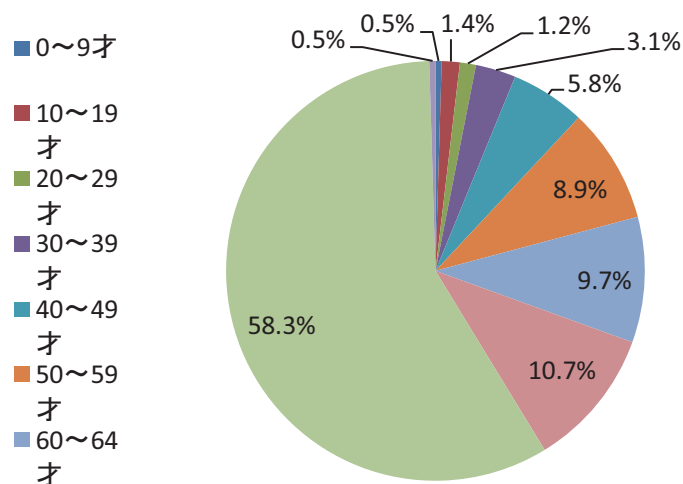


図1-1 視覚障害者の年齢構成比率^[1-1]

ただし、これもすぐに「見えない人」になるわけではない。加齢による視機能の低下は徐々に進行するため、前述した「ロービジョン」の状態に長く置かれることになる。近年、ロービジョンケアというリハビリテーションの手法が進められているのも、このためである。そして今日においては視覚補助具のめざましい発達のお陰で、かなりの「見えにくい人」が、保有している視機能を活用したりリハビリテーションによって支援されている。

とは言え、症状がさらに進めば、「見えにくい」状態から「見えない」状態に移行していく。国が定める視覚障害の等級は1～6級までであるが、概ね1～2級になると、かなり「見えない」状態にあると言ってよい。この状態になった者は、視機能が十分に活用できないために生活が格段に困難になる^[1-19]。それゆえ1～2級に分類される視覚障害者を特に「重度視覚障害者」と呼ぶ(表1-1参照)。重度視覚障害者は、視機能を十分に活用できないため、情報入手手段を音声もしくは点字のような触覚的な手がかりに頼らなければならない。平成18年度に行われた厚生労働省の調査^[1-20]により、視覚障害者全体の中で点字使用者の割合

が決して多くないことは、よく知られているが、これは視覚機能の活用が可能な「見えにくい人」も含めた時の割合であり、視機能が著しく制限された重度視覚障害者にとっては、点字の使用率が高くなる傾向も読み取ることができる。

1.1.2 重度視覚障害者への情報提供手段と触覚を活用したツール

1.1.1 項で述べたように、視機能が著しく制限された重度視覚障害者が利用する情報としては、点字や音声が選ばれるのが一般的である。言い替えれば、視覚的情報入手手段の感覚代行として、触覚的・聴覚的情報を活用しているとも言える。

点字情報と音声情報の特徴として、木塚(1993)は時間の流れという観点から、両者をいずれも時間の流れに沿って枝分かれせずにせずに伝達される特質を持つことから一本の紐に例えてストリング情報と呼んだ^[1-21]。ストリング情報は順序が明確で、一つ一つ処理していく構造であるため、視覚に制限があっても理解しやすいという側面がある一方、1行だけが表示される電光掲示板のように先読みや斜め読みがしづらいという側面もある。特に視覚的感觉に優位な、空間的に広がりを持つ面的な情報を代替するには適さない手段と言わざるを得ない。

重度視覚障害者が空間的な広がりのある情報を得るための手段には、触覚を活用した模型や触図(tactile graphic)がある^[1-22]。もちろん実物を触ることが可能ならば、実物の利用も有効な手段である。しかし、触ることが可能であっても大きすぎて全体像が把握できないもの、小さすぎてディテールの判別が不能なもの、さらに柔らかすぎたり、粘性が強かったりと触覚的に情報を得ることが困難な実物も多い。

そのような場合に、模型や触る図が有効な手段となる。図 1-2 に模型の例を示す。ただし、模型や触る図を使っても、実物をただ写實的に写し取ったデザインでは、触って分かりやすいものになることは、ほとんどない。特に触る図において、その傾向は大きい。その理由を次項で説明する。

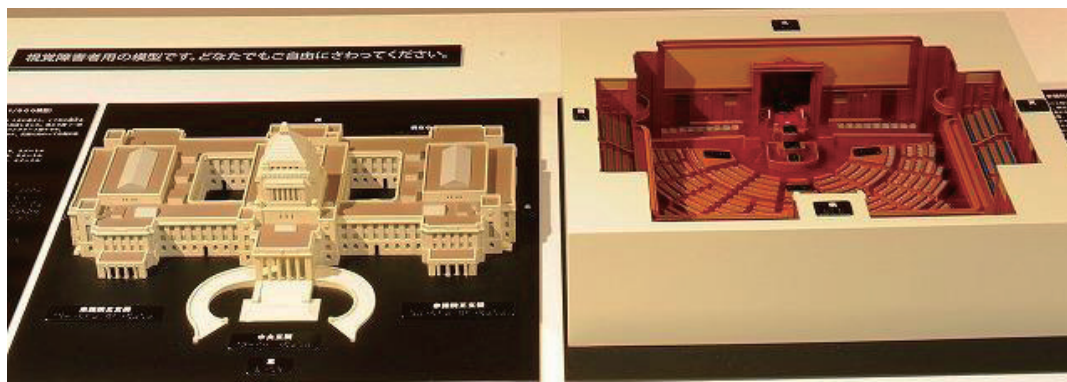


図1-2 国会に設置された視覚障害者のための触知模型

1.1.3 触知により図を理解することの基本

視覚障害者という語句と対になる言葉に「晴眼者」があるが、一般に晴眼者にとって「図示」とは、言葉だけのストリング的な情報では理解しづらい内容を分かりやすくしてくれる手段だと言える。世の解説書の多くが「図解付」や「図説」などを謳うことで、やさしいイメージを訴求しているのは、「図」を使うことで複雑な事象の全体像を視覚的に一目で把握できるため、視覚的に分かりやすくできるからと言ってよい。しかし触知で図を理解しようとする時に、この利点は活かさない。触覚による認知では、全体を一望の下に捉えるような認識が不可能だからだ。全体を一望できる視覚と違い、空間把握においても経時的に情報を処理せざるをえない触覚とでは理解のためのストラテジーが全く異なる^{[1-23][1-24]}。

「触知案内図」の読み取りイメージを伝えるには、図1-3に例示するような、大きな黒い紙に指の腹大の穴を開けて図全体を覆っている様をイメージすることができる。触知して図を理解するとは、この穴の位置をずらしながら見ていく行為に例えることができる。実際には指は5本あるし、手のひらも動員されるので、もう少し情報量は増えるが、それでも一度に取得できる情報量が、視覚のそれと比較にならないほど乏しいという理解はできる。つまり、目で見るとは、全体を一度に把握した上で、部分を見ていくわけだが、触知して図を理解しようとする場合、部分から全体イメージを頭の中で構築するというような過

程をたどるということである。言うまでもなく、これはとても手間がかかるし、触知イメージを統合するリテラシーも要求する^[1-25]。

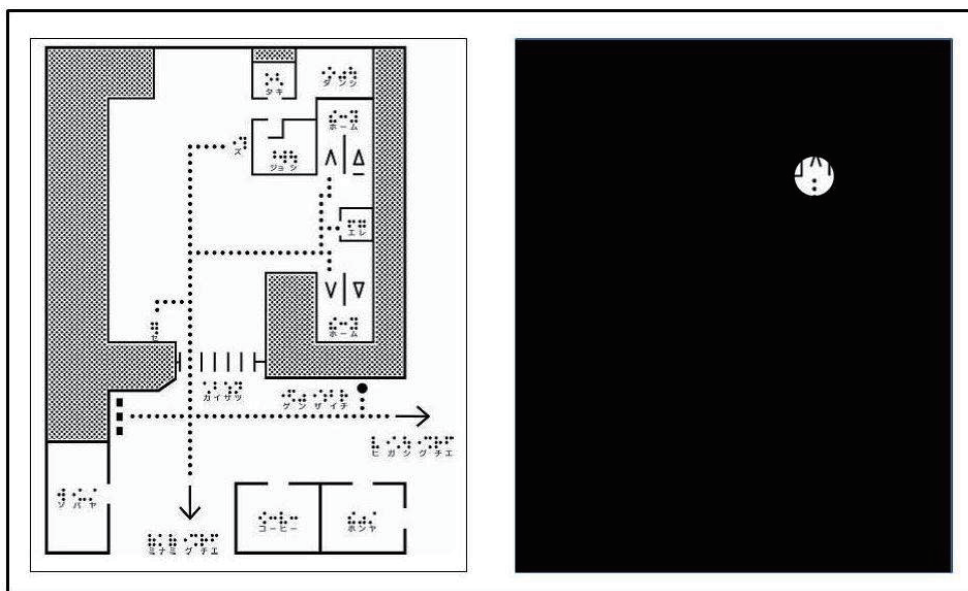


図 1-3 視覚による図形認識(左)と触知による図形認識(右)との比較イメージ

たまたま、中途視覚障害者にとって図は慣れた情報入手手段であるから点字よりも理解しやすいのではないかと誤解されることがある。しかし、いくら視覚で図に慣れていても、このような図の理解の仕方に慣れていてはなないので、むしろ混乱する可能性の方が高いのである。

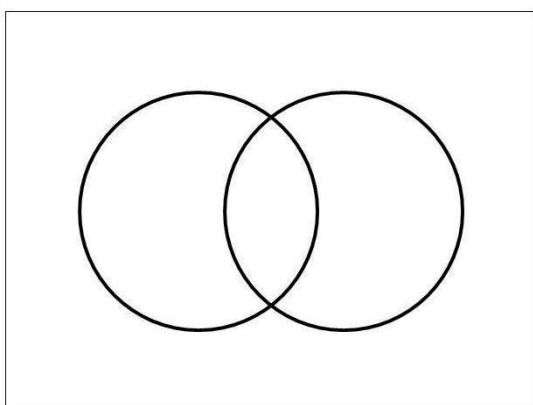


図 1-4 二つの円が重なった図

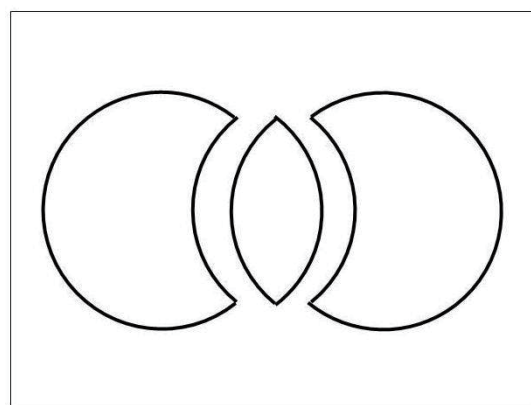


図 1-5 図 1-4 の触知イメージ

例えば、図 1-4 のような図形を目で見た時、二つの正円が一部重なりあった図

形として認識すると考えられる。しかし、触知した場合、そのように捉えられない場合がある。どのように認識するかと言えば、図 1-5 のように凸レンズ状の図形の左右に一部凹んだ円形という 3 つの図形の組み合わせというような認識になるのである。図を触知する場合、一度に認識できる情報量が少ないので、細部にこだわって全体像のイメージが、うまく構築できないことがある^{[1-26][1-27]}。このような図を触知により、二つの円として認識してもらうためには、図 1-6 のように一方の円の外形線を点線にするような工夫が考えられる。こうした表現上の工夫が、1.12 項で述べた触知して理解する図をデザインする際の専門性と言える^[1-28]。

触知によって図を理解することの困難さには、上記のような問題に加えて指先の識別能力の問題もある。ヒトの指先が持つ触覚能力は、例えばモノの表面をなぞって、微かな凹凸の存在を感じるといった機械刺激を感知する識別能力は視覚より優れている場合もあるが^[1-29]、その凹凸が作り出す形状を意味として捉え、識別する能力は視覚に比べて相当劣っていると言わざるを得ない^{[1-30][1-31]}。図 1-6 に描いた点線も、視覚的に識別できるだけでは不十分で、触覚的に識別が容易であるような点間隔にする必要がある。

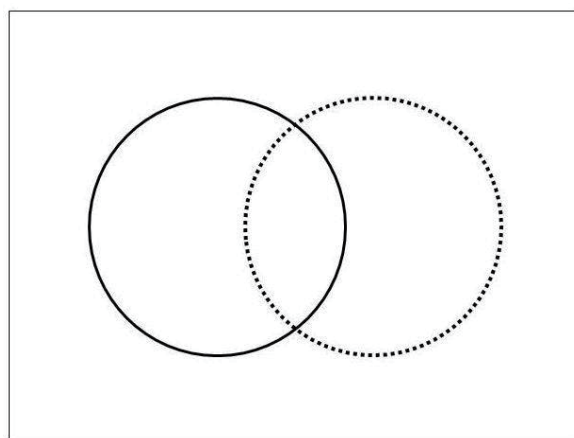


図 1-6 触知的な工夫をした図

模型や触図は、視覚特別支援学校などで主に教育を目的として用いられてきた。同様に教科書を発行する点字出版所や点字図書館などの視覚障害者情報提供施設でも触図の製作は行われている^{[1-32][1-33][1-34]}。いずれの場合においても、

前述したように触覚のストラテジーに則った表現が必要で、高度な専門性が要求されるため、これら専門機関においても経験を積んだ限られたデザイナーが担当しているという実態がある^{[1-35][1-36]}。

視覚的な図像に、さまざまな種類があるように触図の取り扱う範囲も多様である。視覚特別支援学校向けの文部科学省著作点字教科書^{[1-37][1-38][1-39]}を見ても、ロゴマーク、グラフ、フローチャート、地図、実験の模式図、幾何学図形、生物の構造など、グラフィカルな原点教科書の内容を反映して、さまざまなページに多彩な触図を見て取ることができる。これら多様な触図の中でも、特に地図として作られたものは、触地図(tactile map)と呼ばれる^[1-40]。さらに触地図の中でも、特に公共空間に置かれる案内図として作成されるものを触知案内図(tactile guide map)と呼ぶ^[1-41]。(図 1-7)

本研究では、こうした触図群の中でも、特に公共空間向けに作成される触知案内図を対象とする。その理由を次項で述べる。

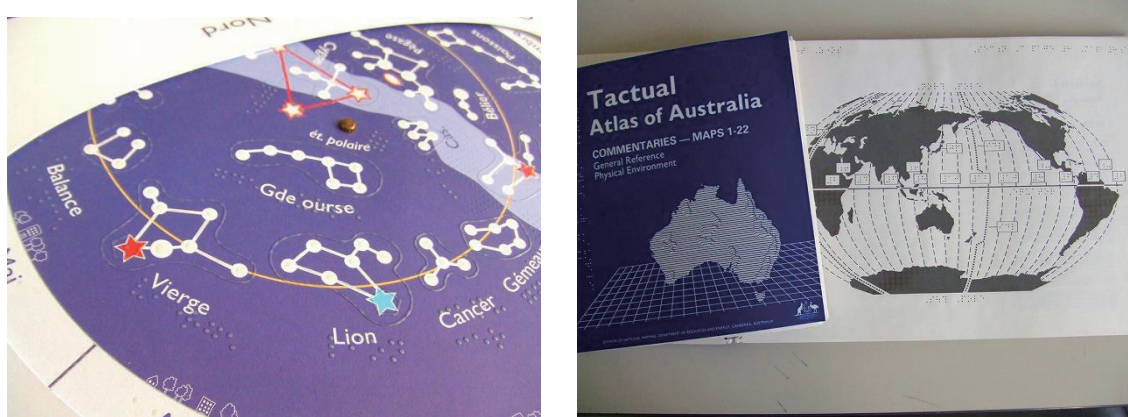


図 1-7 触図の事例(左：フランスの天体図，右：オーストラリア触地図)

1.2 触知案内図の現状と標準化の概要

1.2.1 普及する触知案内図

今日のわが国は、世界でも例を見ないほど触知案内図が多く製作されている国だと言える。駅、空港、ショッピングタウン、市役所、駅前広場、特急列車の連結デッキ、トイレなど、街のあちこちで見つけることができる。高速道路

のPAやガソリンスタンド、刑務所に設置している場合もあると言う。これほど触知案内図が多く設置されている国は他にないと言える^{[1-42][1-43][1-44]}。

公共空間における触知案内図の設置は1981年の国連障害者年を契機として始まったが、1994年のハートビル法^[1-45]、2000年の交通バリアフリー法^[1-46]、2009年のバリアフリー新法^[1-47]といった法律や自治体のまちづくり条例^[1-48]などの後押しで急速に普及が進められるようになった。例えて言えば、出入口の案内看板を設けるのと同じような要求項目として、公的な建造物には触知案内図を設置することが求められるようになったということである^{[1-49][1-50]}。

日本以外でも、公共空間のアクセシビリティガイドラインを持つ国は多いが、触知案内図を義務的に要求する例は少ない^{[1-51][1-52][1-53]}。これが、この項の冒頭で、世界に例を見ないほど、触る図が普及している国となっているとした理由である。



図1-8 カラフルに作られた触知案内図の例（左：ミュージアム，右：駅周辺）

一方、相当量の触知案内図を供給するために製作技術も進歩した。1980年代当時は、高価な金属製で、色なども金属の地色のみの専用表示面であったが^[1-54]、今日では見える人と共に使えるカラフルなデザインを併記印刷した製品が主流である。（図1-8）製作コストも下がり、製作にかかる期間も短縮されている。このような、安く・早く・カラフルにという要求に応える製法として、無色透明な紫外線硬化樹脂インキ(以下、UVインキ)を用いたスクリーン印刷が最も普

及している。その製造工程を以下に完結に記す^[1-55]。

- 1) 平面図を元に、見える人のためのカラフルな案内図のデザインをパソコンのソフトでデザインする。
- 2) 同じソフトを使い、カラフルな案内図のために作成したデータの上に重ねるイメージで、触知案内図のためのデータを作成する。この時、点字は一つ一つ丸を作って配置するが多い。
- 3) データが完成したら、まず、カラフルな案内図を印刷する。昨今は、コスト削減のため、商業用のインクジェット印刷を使うことが多い。
- 4) 触知案内図用のデータからスクリーン版を作る。これは、昔の謄写版で使われたような孔版で、メッシュ素材の上に塗布した薬品が非感光部だけ定着しないという技術を使って製作する。
- 5) スクリーン版を使って、カラフルな印刷を施した表示面の上に、無色透明な紫外線硬化樹脂インキを厚めに印刷する。
- 6) インキに紫外線を照射して、厚めに盛られたインキを硬化させることで触知して理解可能な案内図を作成する。

この製法は、スクリーン印刷という従来からあるサインディスプレイ用の印刷技術の延長線上にあり、紫外線の照射機とインキを入手すれば参入できるため非常に普及している。また、凸実線表現を可能とするため、教育的分野では、これまで用いられることの少なかった縞状のストライプパターンなどの多様な表現を可能にしたとも言える。

このように、制度的な後押しと、それに応える技術発展によって触知案内図の普及は進んできたと言える。視覚障害者の安全で円滑な歩行を支援する設備の整備が進むことは喜ばしい。しかし、製作数の増加は、触知に関する専門知識を備えたデザイナーを増加させたとは言えない現実がある。これについて次項で説明する。

1.2.2 問題ある触知案内図の登場

触知案内図等の普及に伴って新たに参集した業者の品質の問題は、まず不適切な点字形状という問題から顕在化した。点字は触知によって読み取る文字であるから、粗密感が異なるような形状の変化を許さない。しかし2000年当時、点字形状についての研究は、ノギスの計測による1981年の木塚の研究^[1-56]しかなく、多くの印刷業者が見よう見まねで作成する点字の多くが不適切な形状であった^[1-57]。そのため、藤本らの研究に基づき、UVインキで製作する場合の点字の大きさや高さなどを定める日本工業規格「紫外線硬化樹脂インキ点字—品質及び試験方法」(JIS T 9253)が、2004年に制定された^[1-58]。

次に問題になったのは、その内容である。日本盲人社会福祉施設協議会点字出版部会が2001年に点字使用者209名に対して実施した「点字サインに関するアンケート調査」^[1-59]によれば、問題のある点字サインとして、トップに挙げられたのが「複雑な図が理解できなかった」であった。これは、つまり触知案内図は増えたが、製作者に触知に関する知識が乏しいことを示唆する。

実際、筆者自身、公共的な場に設置された触知案内図の多くに不適切な事例を見いだしている^{[1-60][1-61]}。以下は、その一例である。

図1-9であるが、グラフィックデザインの世界では、建物の平面図を俯瞰した視覚的なイメージとしてあえて斜めに描くことは、よく行われる表現である。しかし、触知案内図でこの表現をデザインしても、視覚障害者にとっては俯瞰したイメージとは理解されず、斜めの部屋がいくつもある建物として理解されてしまうだけである。

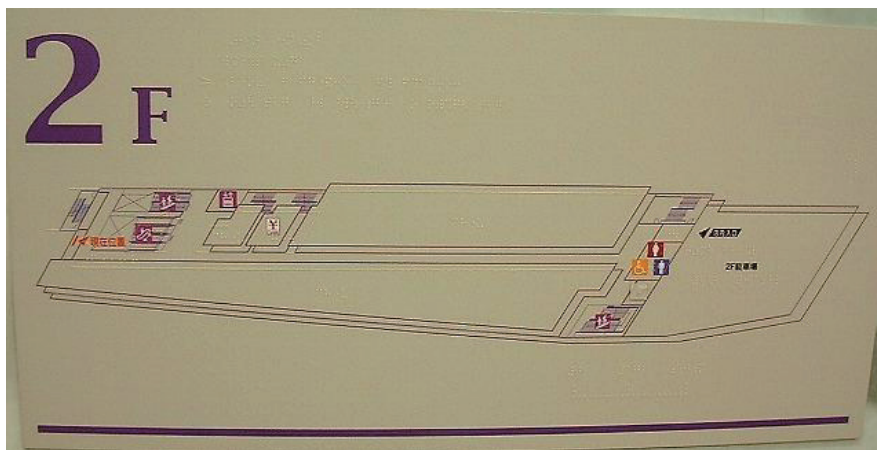


図1-9 視覚的にデフォルメされた触知案内図

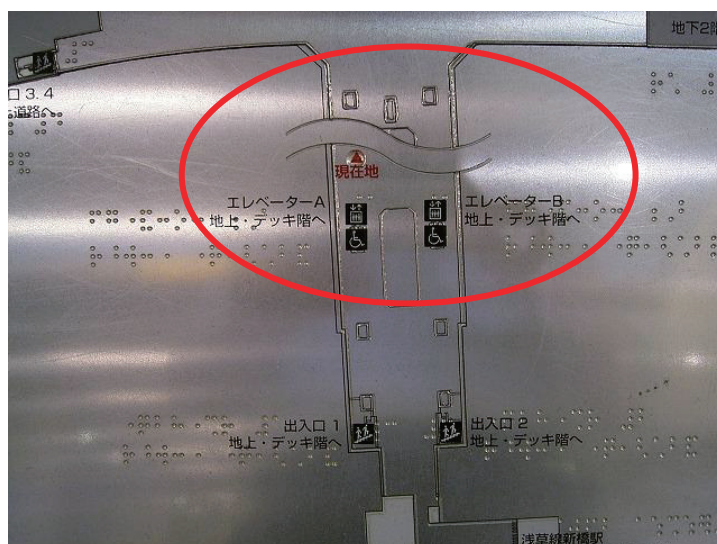


図1-10 視覚的な省略がある触知案内図

あるいは図1-10で見られるような途中の省略も、視覚的な案内図ではよく用いられる表現だ。しかし、触知により理解する図では、こうした約束事は通用しない。全体像が見通せない状況では、こうしたラインは行き止まりの線として理解されることになる。1990年代に入り、上記のように視覚的にデザインされた触知案内図の例は枚挙に暇がないほど多数製作されていた。この実態は、1999年、専門誌に掲載された筆者のレポート^[1-57]から顕在化し、2000年に入り、当事者に問題意識が浸透してきたと言える。この項の冒頭で紹介した「点字サインに関するアンケート調査」も、そうした流れの中で実施されたものと位置

づけることができる。

1.2.3 触知案内図表示法の標準化

1.2.2 項で述べた当事者アンケート調査の結果を受けて、日本盲人社会福祉移設協議会の点字出版部会では触知案内図を含む点字サインの製作ガイドラインを作成した^[1-59]。その意義と内容が多方面から評価された結果、共用品推進機構が原案審議団体となって、2007年に日本工業規格「高齢者・障害者配慮設計指針—触知案内図の情報内容及び形状並びにその表示方法」(以下、JIS T 0922)^[1-41]が制定された。この規格は、国土交通省の作成するガイドライン^[1-48]などにも掲載され、触知案内図のデザインを行うデザイナーの助けとなって、問題ある触知案内図の軽減に一定の効力を発揮している。

JIS T 0922では、触知案内図の適用範囲を公共空間の案内図と定めた上で、その構成要素を(1) タイトル、(2) 説明文、(3) 凡例、(4) 触知図形から成るものと規定して、各要素の要求事項が定めている。このうち、触知図形については、触知案内図に用いることができる触知記号を附属書に参考資料として掲載している。

筆者は、この規格の原案作成委員であり、規格書に掲載する触知記号を検討するための調査にも主要メンバーとして関わった。JIS T 0922に掲載された触知記号は、本論文の目的と深く関わるため、一連の調査について、次項で述べる。

1.2.4 触知記号調査の概要

触知記号の検討に際しては、全く新しい記号を一から考案するのではなく、2004年時に製作者が使用していた記号を検討する調査から始めた^[1-62]。

その理由としては、いくつかの記号には類似傾向が強かったためである。また、その多くが、運輸省(当時)が、1984年に発行した「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」(以下、「作成マニュアル」)^[1-63]に掲載されている図記号の影響がうかがえたためである。

調査対象は、触知案内図の製作に携わっている全国のサイン製作会社および点字出版所に対するメール調査とした。調査項目は、(1) 使用している図記号の形状、(2) その記号を用いている理由の2点への回答を求めるものとした。

回答は、16社(施設)から得ることができ、回収率は84%であった。

結果としては、階段・エスカレータなど多くの記号で「作成マニュアル」に掲載されている記号との類似が確認できた。一方で、男女トイレのように記号を用いず、点字の略字を用いている例もあった。また、「作成マニュアル」に未掲載であった現在地記号およびトイレ内設備の記号に顕著なばらつきを確認することができた。

記号の標準化を検討するにあたり、複数利用者の触読調査を通して、標準化に資する基礎的な知見を得ると共に、候補となる触知記号の絞り込みを行うことを目的とした利用者調査を行った^[1-64]。

実験参加者は、関東地域 15名、関西地域 13名、東海地域 7名で実施した。異なる3地域で実施した理由は、自分が住む地域に導入されている触知案内図で慣れている形状に偏る可能性を考慮したためである。

サンプルは、製作者調査によって集められた図記号をもとに、視覚障害当事者である原案作成委員2名および事務局が整理した20種の設備に対する「標準化できると思われる触知記号」。それぞれの設備について、2～5種の候補記号を作成し、これを触り比べての優劣を対面形式で評価してもらった。候補数が少ない記号は、製作者にばらつきが少なかった記号である。

この時点で支持が高かった触知記号を図1-11に示す。

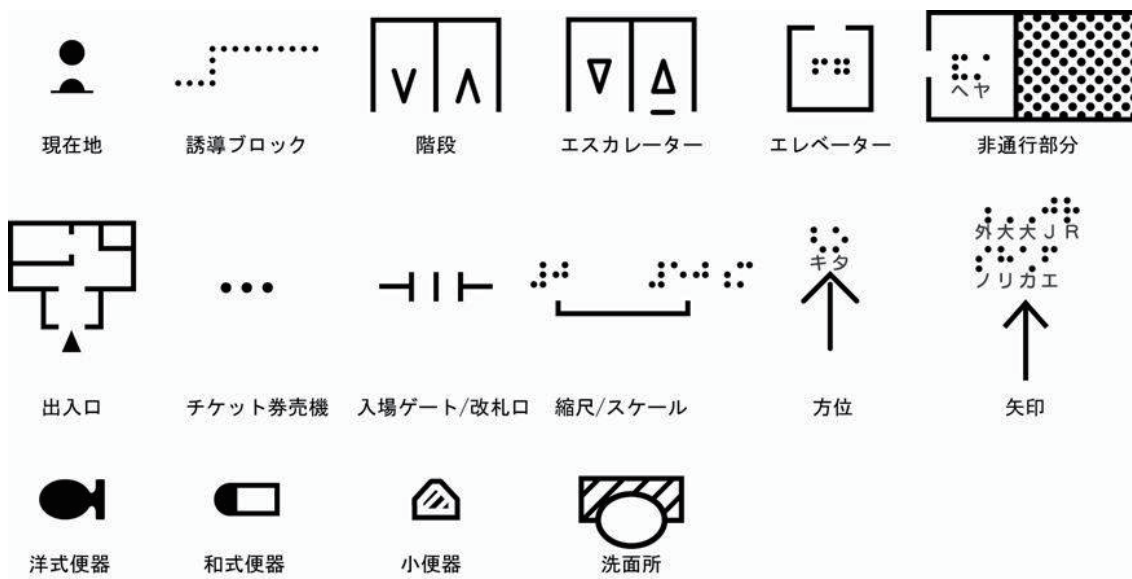


図 1-11 支持の高かった触知記号一覧

2004 年度の調査で、ある程度の絞り込みはできたが、それぞれ単独で評価したため、実際に図の中で使った時に問題がないかを確認する必要があった。また、2004 年度調査はインタビュー形式であったため、調査参加者の数が限られたので、地域および対象者を増やした評価を行うことを目的として、2005 年度の調査を実施した^[1-65]。

調査参加者は、東京・名古屋・京都・大阪・金沢・佐賀の各地域において、触知案内図を利用する視覚障害者及び視覚特別支援学校、点字出版所などで触知図を製作する専門家を対象とし、合計 107 名からの回答を得た。

サンプルは駅の構内図およびトイレ案内図について、(A) 評価 1 位の触知記号を使った案内図(標準化候補)、(B) 評価 2 位の触知記号を使った案内図(対立候補)、(A') 委員らの新提案を含む記号を使った案内図(対立候補)を作成した。

調査は、案内図 A 及び B を順に理解できたと思えるまで触ってもらい、さらに A' の新しい記号を触ってもらって各触知記号ごとに標準化の可否を確認した。ただし、標準化候補と対立候補では、回答の際に重み付けを変えることで逆転可能な余地を作った。具体的には、標準化候補である A については、「良い」「悪い」の 2 択での回答を要求したのに対し、対立候補の B と C は「使える」「使え

ない」の2択での回答を要求し、さらに「使える」場合には、Aと比較して「優れている」「同等」「優れていない」の3択での評価を確認した。結果、ほとんどの記号について、Aに積極的な支持が集まったが、出入口とチケット券売機では逆転が起きた。また、一部Bにも同等以上の評価を得るものがあったため2例を併記することを検討した。ただし、標準化候補と対立候補では、評価の重みが異なるため、Aは70%以上、B及びA'は80%以上の支持を得た記号を掲載することを原則とした。

以上のような経過を経て、2006年発行されたJIS T 0922に掲載された図記号を使った触知案内図の事例を図1-12及び図1-13に示す。

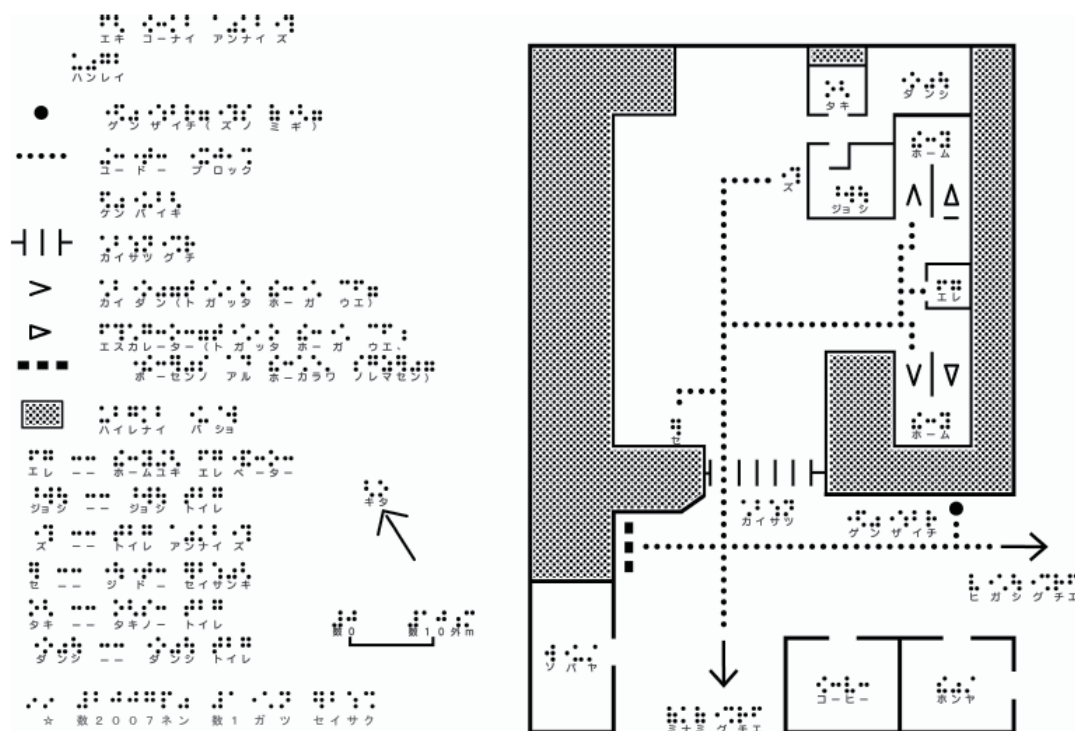


図1-12 JIS T 0922に掲載された構内図の事例

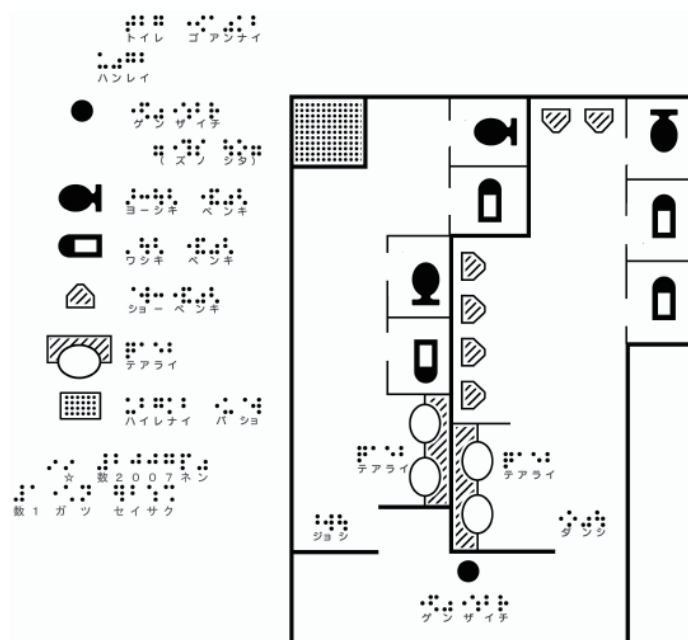


図 1-13 JIS T 0922 に掲載されたトイレ案内図の事例

1.3 JIS T 0922 で残された課題

JIS T 0922 の制定は、触知案内図が粗製濫造される現状に一定の歯止めをかけることができたという意味で大きな成果であった。また、内容的にも実用性があると触知案内図のデザイナーと利用者の双方から高い評価を受けている。

しかし、規格の作成に携わった者としては、いくつかの課題が残されたと考えている。それは附属書(参考)として掲載された触知記号に関する課題である。

1.3.1 課題(1) 触知記号推奨寸法の欠如

第 1 の課題は、触知記号の寸法規定である。視覚的な記号と異なり、触覚によって識別するためには、記号の大きさは重要な要素である。小さすぎれば判別できなくなるのはもちろんだが、触覚の場合、その大きさの変化でも全体の印象が変わり、同一の記号と認識できないことがある。このため JIS T 0922 では、6.3 c) において「凡例に表示した触知記号の大きさと、触知図形で表示した触知記号との大きさ又は触感が異なってはならない」と記載している。

一方で、さまざまな縮尺の案内図をデザインするためには、使用できる記号の寸法に幅を持たせたいというデザイン上の要望もある。その意味で、使用可能な最小値・最大値を掲載することが望ましかったが、JIS T 0922 の解説にも懸案事項として記載している通り、寸法についての知見を得るに至らず、掲載が見送られた。しかし、その結果、どの程度の大きさまでならば縮小/拡大できるのかというデザイナーからの質問が絶えず、客観的なデータの裏付けがある記号の推奨値を提示することが課題として残ったと考える。

1.3.2 課題(2) 面領域を表現する触知記号をデザインに応用するための知見の不足

第2の課題は、面領域を表す触知記号に対する検討の不足である。JIS T 0922 発行以前の触知案内図には、輪郭線だけを盛り上げて、面領域に何らデザイン的処理を行わないというデザインが多かった。

JIS T 0922 では、こうした表現にならないよう、6.5 b)で「利用できる箇所と利用できない箇所との差を明確にしなければならない」と記載し、「利用できない箇所」の触知記号として、粗密感の異なる2種のドットパターンと使用例を掲載した(図1-14)。



図1-14 JIS T 0922 に掲載されたドットパターンの例

この規定は効果が大きく、分かりやすくデザインされた触知案内図の増加に貢献していると考えられる。一方、面領域については、他にも6.6 c)で「面領域となる箇所」を「手探りで明確に分かるように、凸状のドット、斜線を用いるなど領域内を識別可能にする」という規定もあるが、この規定にうまく対応したデザインは、まだまだ数が少ないのが現状である。

ドットパターンは、触知案内図における基本的な図記号として、最もよく用いられる。シンプルな案内図では1種のドットパターンだけで表現可能なものもある。しかし、近年、触知案内図はさまざまな場所に設置されるようになり、これまで描かれなかったような場所や、情報要素が複雑な場所がデザインされる機会が増えている。図1-15は、狭い場所に4種の面領域を表す触知記号が使われているが、このように面領域を表現するために、複数のドットパターンや斜線で構成するストライプパターンについての知見が年々高まっていると言えるのだが、現状のJIS T 0922には、a) ストライプパターンの記号事例掲載がなく、b) ドットパターンも含め、同種の面的パターンを複数使用する場合、触知的に識別可能とする条件についての記載が欠けている。

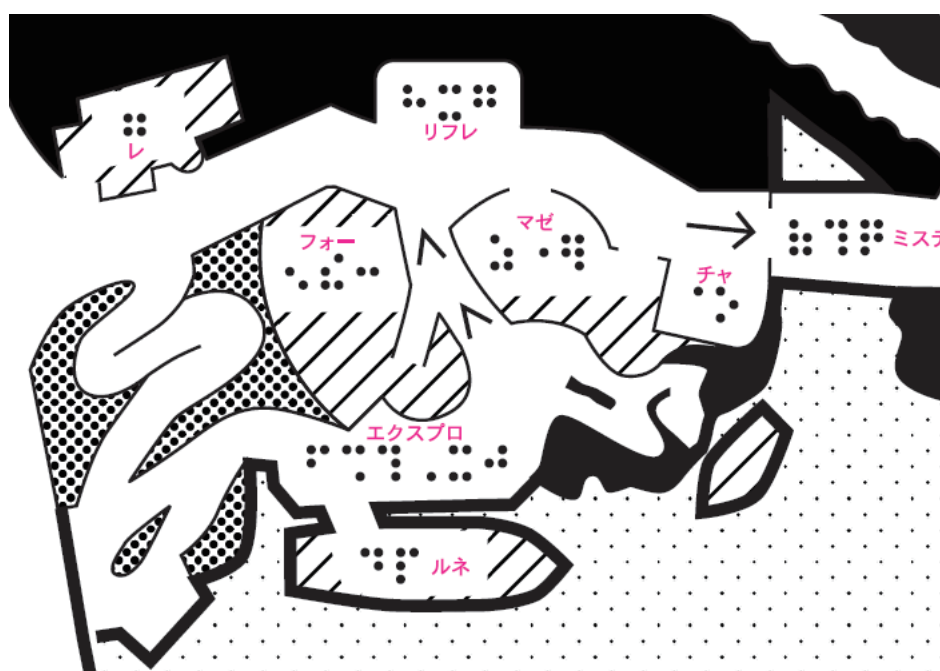


図 1-15 狭い場所に4種の面記号を使っている触知案内図

1.3.3 課題(3) 高齢者の触知特性の反映

1.1.1 項で述べた通り、わが国の視覚障害者は、高齢になってからの中途視覚障害者が多い。このような人たちは、点字の習得にも時間がかかり、また、習得後も、幼少の頃から点字を使っていた者よりも読速度が劣ることが知られて

いる^[1-66]。高齢社会に整備される触知案内図は、高齢者の触読にも配慮する必要があるべきだが、JIS 原案のために行った調査^{[1-62][1-64][1-65]}では、参加者の年齢を分析対象にしていなかった。これについては、単独の課題ではなく、文字である点字と、単独で使う触知記号、面領域を表現する触知記号の、それぞれについて横断的に加齢効果を見極める必要性があると考えられる。

1.3.4 触知記号の課題に対応した研究

筆者らは、上記に挙げた課題について、JIS T 0922 発行後の早い段階で認識し、これらの課題を踏まえた研究を続けてきた。

具体的には、1.3.2 項で述べた「課題(1) 触知記号推奨寸法の欠如」について、高齢者・若年者を対象に、単純幾何学図形を利用した触読識別調査を様々な角度から実施した^{[1-67][1-68][1-69][1-70]}。その結果、閉眼睛眼者において加齢の影響による識別特性の劣化や、記号のエッジのシャープさが識別に与える影響などを明らかにした。また、若年者や高齢者のいずれも触知記号の大きさが 12mm においてエラー率がおおよそ 0%に収束し、16mm あれば、エラー率も低くおおよそ 5 秒で識別できることなども明らかにした。

これらの研究成果は、2011 年に制定された「高齢者・障害者配慮設計指針—触覚情報—触知図形の基本設計方法」^[1-71]に盛り込まれることとなった。これにより、JIS T 0922 で残された課題の 1 つは補完されたと考える。

1.4 触知案内図についての先行研究

ここで、触知案内図に関する歴史や先行研究となるガイドラインを概観しておく。視覚障害者のための地図についての最も古い記述は 18 世紀後半にさかのぼる^[1-72]。7 歳に失明した後も高い教育を受けたことで知られるドイツ・マンハイム出身のワイセンブルグ(R. Weisenberg)は、その教材にさまざまな素材で作られた触ることのできる地図を使用していたという記録が残っている^[1-72]。フラン

スのギル(Guillie)は、針金を貼り付けて作った地図や天体図、地球儀といった教具の存在を初めて記録している^[1-72]。その後もヨーロッパでは、いくつかの試みが記録されている^[1-72]。

触る地図の存在が、この時代から現れたのには理由がある。1784年、フランスにおいて世界初の盲学校が生まれて以降、欧米諸国で次々と盲学校が開設されていった。これら近代的教育機関が、視覚障害児童に対して、一般の学校と同様の教育を行おうとした結果、教具としての触地図を必要としはじめたということである。点字の発明が1825年と時期を同じくするのも同様の事情がある。視覚障害者が使う浮き出し文字の存在は、かなり古くから記録されているが^[1-72]、普通教育の普及が、従来の読み書きに不自由を伴う浮き出し文字から、視覚障害者自身が容易に読み書きできる革新的な触覚文字の登場を促したと考えられる。

元々、点字以前の浮き出し文字を紙に印刷するための設備を備えていた盲学校においては、それぞれに浮き出した地図を製作することを早くから始めていたようだ。アメリカのパーキンス盲学校やアメリカ点字出版所(APH)では、1830年代の終わり頃から、木製や紙製による触地図を提供していた^[1-73]。パーキンス盲学校の博物館には、創始者であるハウ(Samuel G. Howe)が、この当時作らせた直径1.5mの巨大な木製の地球儀が今も展示されている^[1-73]。一方、当時、一般向けに販売され始めた浮き出し地図を取り入れた盲学校もあったようだ。こうした触地図類の中で、広く普及したのは1884年にドイツのクンツ(Martin Kunz)らが発行した11枚からなる触る地図である^[1-72]。この地図は、盛り上がったところが大陸を示し、線やテクスチャが海などの部分を示しているもので、点字によって各部の名称が記されていた。クンツの触地図は、1900年にアレキサンダー・メルがまとめた『盲人百科事典提要』^[1-72]に、各盲学校で共通して利用されている唯一の教材として紹介されていることから、その普及の程度がうかがえる。

ここまで挙げてきた触地図は、大陸の形や国境などを伝える地理の教育に使

われる小縮尺の図であった。触知案内図につながる大縮尺の地図の本格的な登場は、1960年頃から始まる近代的な視覚障害リハビリテーションにおける歩行訓練指導との関係が深い。英語で視覚障害者の「歩行」を意味する語は、"orientation and mobility"(定位と移動)である。これは、視覚障害者の移動の困難さは、足そのものの機能障害ではなく、自分の今いる位置の確認と、そこから目的地への移動時の確認ができないために生じるという問題点の整理がされているからである。触地図は、これら歩行の支援をするツールと位置づけられており、特に"mobility map"と呼ぶこともある^[1-74]。この"mobility map"には、建物の間取りを表した平面図、街のランドマークと街路の関係を表した街路図、交通機関の運行ルートを表した路線図などがある。日本では、これを歩行用触地図と呼んでいた^[1-28]。訓練に使う歩行用触地図は、自宅と最寄りの駅までのルートなど、プライベートなニーズに基づいて作成されるものが多いが、1970年代に入ると公共空間に触知案内図を設置することが行われるようになってきた^[1-75]。

こうした状況を受け、公共機関からの触知案内図製作委託を受注し始めた日本点字図書館では、1973年に発足した触図研究会(触図研)^[1-40]が、運輸省からの委託を受けて、1982年に『視覚障害者のための公共交通機関利用ガイドブック』^[1-63]を作成した。同ガイドブックの作成に関わった点字出版施設による『歩行用触地図製作ハンドブック』(1984)^[1-28]や『点訳のための触図入門』(1986)^[1-76]を日本における初期の触知案内図に関するガイドラインとみなすことができる。ただし、これらは冊子型触知案内図に対するガイドラインであり、設置型の触知案内図に対応したガイドラインではなかった。その後、しばらく国内では後に続く触図のガイドブックが存在しない状態が続いた。1990年代には、触知案内図の設置を計画的に進める鉄道事業者や地方自治体などの内部資料という形で触知案内図の仕様書が作られたが、これらは非公開の資料であるため、検証が十分ではなく触知記号なども独特であった^{[1-77][1-78][1-79]}。

海外でも触知案内図のガイドラインは乏しい。American Printing House(APH)

が1997年に発表した「Guidelines for design of tactile graphics」^[1-80]やEdman(1992)の「Tactile Graphics」^[1-35]が代表的であるが、いずれも教育目的に作られる触る図・図形・地図全般を対象とした内容であり、冊子型を前提としている。近年では、イタリアやスウェーデンで触図のガイドラインが発行されている^{[1-36][1-81]}。また、イギリスの王立盲人協会(RNIB)が2005年に主催したTactile Graphicsという国際シンポジウムでは触図のガイドラインをテーマにしたセッションが組みられ、日本の事例も報告された^[1-82]。この時、セッションで注目された北米点字委員会のガイドライン^[1-83]は2010年に発行され、修正したWEB版を2012年に公開している。

国際組織としては、国際地図学協会(ICA)が1984年に「触図、弱視地図委員会」を設けている。日本も、1985年に日本国際地図学会の中に国内委員会を作り、横浜を会場としたシンポジウム^[1-84]の開催に尽力したが、1994年を最後にシンポジウムが開かれず、国内委員会も2000年に解散した^[1-85]。

一方、近年では、海外においても駅や街角などで設置型の触地図を見かける機会が増えてきた。障害者の権利に関する条約^{[1-86][1-87]}の影響で、今後はさらに数が増えると考えられる。アジアにおける例はまだ少ないようだが、中国や韓国などのアクセシブル基準^[1-88]は日本の内容に近いものが多いので、ここでも今後の普及が考えられるため、日本のJISが今後も規範となることが予想される。

1.5 研究目的と構成

1.5.1 本研究の目的

以上、述べてきた背景を踏まえて、本研究では、JIS T 0922で残された課題のうち、面領域を表す触知記号として使用できるストライプパターンについての知見を深めることを目的とする。

その理由としては、JIS T 0922本文において「面領域となる箇所」を「手探りで明確に分かるように、凸状のドット、斜線を用いるなど領域内を識別可能に

する」と記しながら、触知記号の事例集にストライプパターンの掲載が不足していることが第1に挙げられる。

また、ドットパターンについては、点字出版所や点訳ボランティアなどの作る図の多くが点の集合で描かれることが多く(技法上、これを「点図」という)、ドットパターンについては、参照できる作図例が一定数存在することもある^[1-27]^[1-39]^[1-89]^[1-90]^[1-91]^[1-92]。なお、これらの図においても斜線パターンが使われることもあるが、その表現は点の集合として描かれる「点実線」と呼ばれるものである。一方、1.2.1項で述べた通り、公共空間に設置される触知案内図の普及により、新たな製法としてUVインキを利用したスクリーン印刷が主流になっている。この製法では、実線表現が可能であることから、多くの図でデザインされているが、参考となる事例や知見がきわめて乏しいという状況があり、ドットパターンに対する検討も重要ではあるが、ストライプパターンに対する検討を急務と考えるからである。

以上を踏まえて、触知案内図で用いるストライプパターンの知見を明らかにする実験を行うこととした。

第1の課題では、ストライプパターンの線間隔の違いにより、粗密感覚がどのように変化するかを検証し、これをドットパターンと比較することで、ストライプパターンの粗密感覚特性を明らかにすることを目的とした。

第2の課題では、触知案内図に2種のストライプパターンを用いるために、線間隔の差が、どの程度異なれば実用的に識別可能かを評価することを目的とした。この課題は、まずヒトの指先の識別能力と、その加齢効果について一般化できる結果を得るため、閉眼睛眼者の若年群・高齢群で実施した。

第3の課題では、第2の課題で行ったものと同じ実験を、触知案内図を最もよく利用している触読経験豊富な視覚障害者を対象に行った。第2の課題と比較することで、触読経験豊富な対象者の場合の識別能力と加齢効果についての知見を得ることを目的とした。

1.5.2 本論文の構成

本論文は5章によって構成される。具体的な流れを以下に示す。(図 1-16 参照)

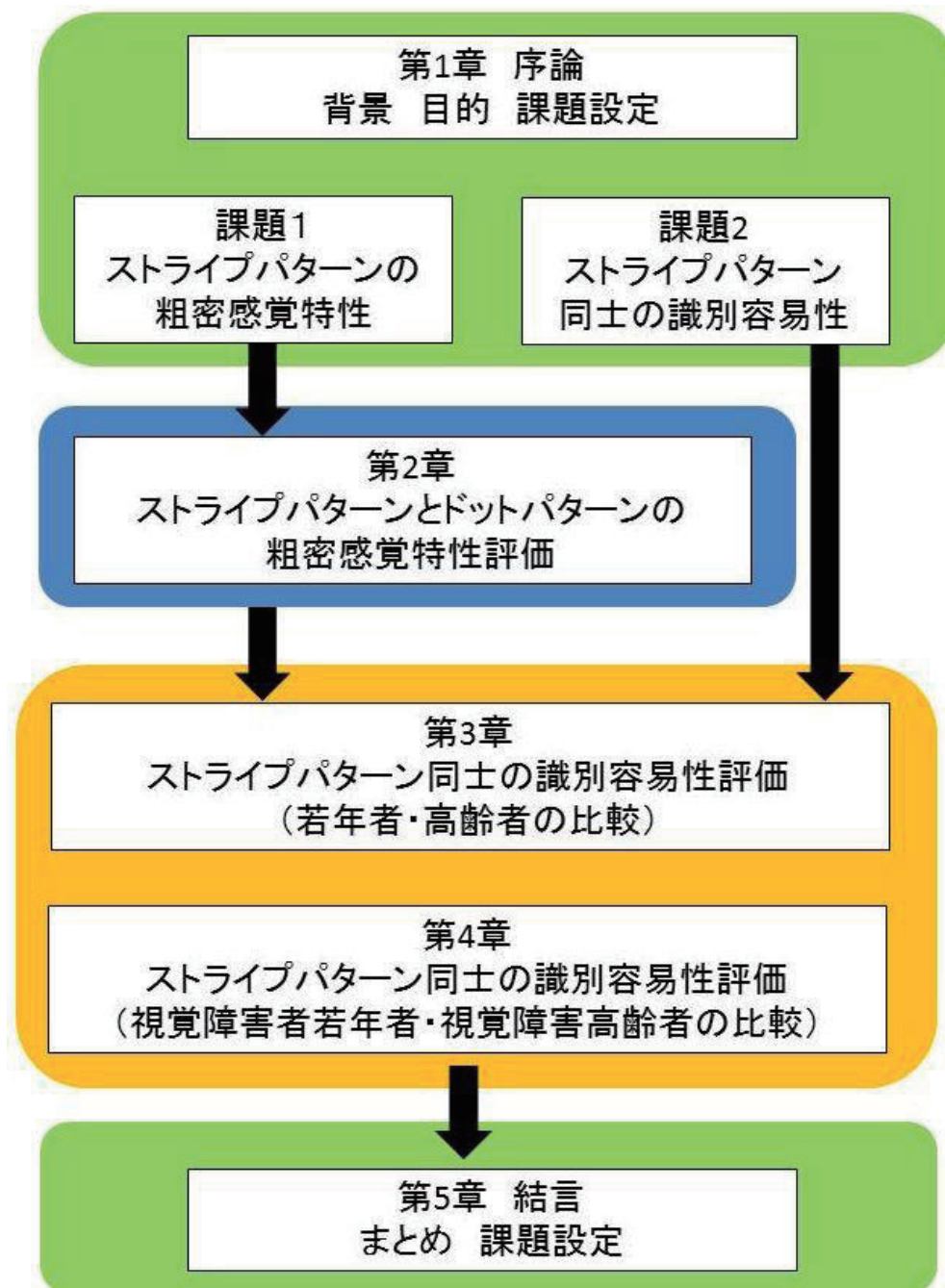


図 1-16 本論文の構成

第1章では、本研究の背景、目的、構成に関して述べた。具体的には、わが国の視覚障害者の実態として、ロービジョンと呼ばれる「見えにくい人」の多

さと高齢傾向の高さを述べた。その上で、症状が進んで「重度視覚障害者」になった時に利用できる情報は、音声情報と触覚情報に頼らざるを得ないこと、中でも空間的な情報を得るためには模型や触図のような手段になることを説明し、これらの製作には高い専門性が要求されることを述べた。一方、国や地方自体の施策として、公共空間に触知案内図が普及し、新しい技術も発展しているが、その多くが専門性の欠如から分かりにくいものとなっている問題があり、その解決のために触知案内図の製作にかかる日本工業規格が規定された。筆者は、原案作成委員の一人として、規格の成立に深く関与し、特に触知記号の事例集のための調査を行ったが、残された課題があると感じていた。そのうちの一つ、触知記号の寸法については研究を進めた結果、新たな日本工業規格として制定することができたが、未だ解決していない課題としてストライプパターンの識別特性の知見を得ることが重要であるため、本研究の目的とすることを説明した。

第2章では、ストライプパターン及びドットパターンの線間隔及び点間隔が、変化した際に、粗密感覚特性がどのような状態に変化するかを明らかにする。それぞれ線間隔、点間隔を異なる距離に設定した呈示刺激を用いて、閉眼状態の実験協力者に、粗く感じるか、密に感じるかを回答させることで、ドットパターン及びストライプパターンの粗密感覚に、どのような傾向があるかを検証する。

第3章では、ストライプパターンの線間隔が識別特性に及ぼす影響をヒトの指先の識別能力と、その加齢効果について一般化できる結果として明らかにする。具体的には、閉眼晴眼者の若年層と高齢層を対象に線間隔の異なる複数の呈示刺激を比較して、その違いを明瞭に感じ取れる条件を確認する。

第4章では、第3章と同じ実験を触知案内図を最もよく利用している触読経験豊富な視覚障害者を対象として実施し、視覚障害者の識別特性の特徴を明らかにする。特に先行研究で知られる加齢効果の特徴が、どの程度になるかを明らかにする。

第5章では、本研究によって得られた知見と今後の展望についてまとめる。

1.6 小括

- (1) わが国の視覚障害者の多くは、ロービジョンと呼ばれる「見えにくい人」であり、高齢傾向も進んでいる。一方で、症状が進んだ者は「重度視覚障害者」と呼ばれる。
- (2) 「重度視覚障害者」への情報提供は、音声や点字が一般的であるが、いずれも空間的な情報を伝えることができないため、模型や触図というツールがあることを伝えた。また、こうしたツールの製作には高い専門性が必要である。
- (3) 一方、国や地方自治体の施策により、公共空間に触知案内図が普及しており、新たな技術が発展しているが、その一方で、デザインの分野では専門性の欠如から分かりにくいものになっている。この問題を解決するために、触知記号の掲載根拠を明らかにして日本工業規格が制定された。
- (4) しかし、制定された規格には、①触知記号推奨寸法の欠如、②面領域を表現する触知記号をデザインに応用するための知見の不足、③高齢者の識別特性の反映が不足していることが課題として残されたこと。
- (5) 触知記号の寸法の許容範囲については、研究を進めた結果、新たな日本工業規格が制定されたので、残る課題である面パターンのうち、特にストライプパターンの知見が乏しいことから、本研究の目的としたこと。
- (6) 研究は、ストライプパターン及びドットパターンの粗密感覚に対する特性を明らかにし(第2章)、2種のストライプパターンを比較した際に、明瞭に異なると感じられる条件を若年と高齢の閉眼晴眼者で行うことで、ヒトの指先の識別能力として一般化できる結果を得て(第3章)、さらに触読経験豊富な視覚障害者で同じ実験を行うことで、触読経験豊富な視覚障害者の識別特性を明らかにする(第4章)。

第2章 ストライプパターン及びドットパターンの粗密感覚特性

- 2.1 目的
- 2.2 方法
- 2.3 結果
- 2.4 考察
- 2.5 小括

概要

第2章では、触知案内図の面パターンに関する基礎研究という位置付けで、ヒトの指先でストライプパターン及びドットパターンを触知した際の粗密感覚特性を明らかにすることを目的とした。具体的には、線間隔や点間隔を様々に変化させた凸状のストライプパターンやドットパターンを実際の触知案内図の製法に用いられる UV インキを使ったスクリーン印刷で作成したテストピースを用い、20名の実験参加者に対し7段階のカテゴリ尺度で粗密感覚を回答させた。系列カテゴリ法による尺度値算出法に基づき、特性に及ぼす影響を定量的に評価した。結果として、ストライプパターンでは2.0~25.0mmの範囲で、ドットパターンでは2.0~14.0mmの範囲で7段階のカテゴリが順番に現れることがわかった。また、同じ間隔の場合にはストライプパターンよりドットパターンのほうが粗いと感じるという粗密感覚特性を明らかにすることができた。

2.1 目的

触知案内図^[2-1]の面パターンに関する基礎研究という位置付けで、凸状のストライプパターン及びドットパターンをヒトの指先で触知した時の粗密感覚特性を明らかにすることを目的とした。具体的には、線間隔や点間隔を様々に変化

させた凸状のストライプパターンやドットパターンのテストピースを用いて線間隔・点間隔が粗密感覚特性に及ぼす影響を定量的に評価した。

2.2 方法

ここでは、ストライプパターンやドットパターンのテストピースを用いて線間隔・点間隔と粗密感覚特性の関係を調べた実験方法について、以下に詳細を述べる。

2.2.1 実験参加者

本実験では、ヒトの指先の触知覚特性として一般化できる粗密感覚特性を明らかにするため、触知案内図の触知経験のない晴眼者を対象として実験を行った。この結果は、途中で失明した初心者ユーザーにとっても有効だと考える。ストライプパターン及びドットパターンの粗密感覚特性評価の両実験についてそれぞれ20名の実験参加者に参加してもらった。年齢は、それぞれストライプパターンが 21.9 ± 1.3 歳、ドットパターンが 21.5 ± 2.0 歳であった。

2.2.2 評価指標

本実験では、カテゴリの尺度値及び刺激の尺度値を距離尺度で求めることが出来る系列カテゴリ法を用いた。このため、調査指標として表2-1の通り「極端に密」「かなり密」「やや密」「どちらでもない」「やや粗」「かなり粗」「極端に粗」の7段階の回答を用意して粗密感覚特性を評価した。なお、これらのカテゴリは、織田^[2-2]の実現の程度量表現用語の尺度値図に基づき「どちらでもない」「やや」「かなり」の5段階に「極端に」を加えた7段階で構成している。

表 2-1 実験に使用したカテゴリ尺度

No.	カテゴリ
1	極端に密
2	かなり密
3	やや密
4	どちらでもない
5	やや粗
6	かなり粗
7	極端に粗

2.2.3 呈示刺激

本実験では、図 2-1 のような 2 種類の面パターン（ストライプパターン・ドットパターン）に関してそれぞれ点間隔と線間隔が粗密感覚特性に及ぼす影響を評価するために、新たに様々な線間隔のストライプパターンと点間隔のドットパターンを呈示刺激として作製した。

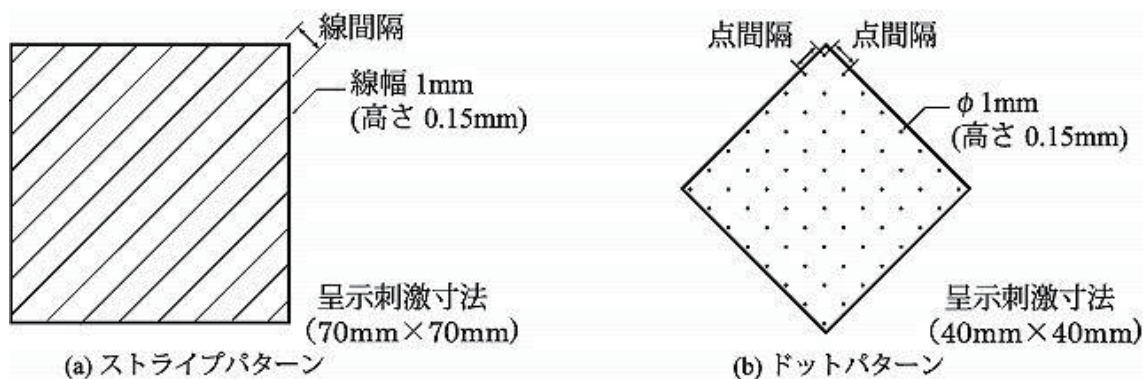


図 2-1 実験に使用した呈示刺激

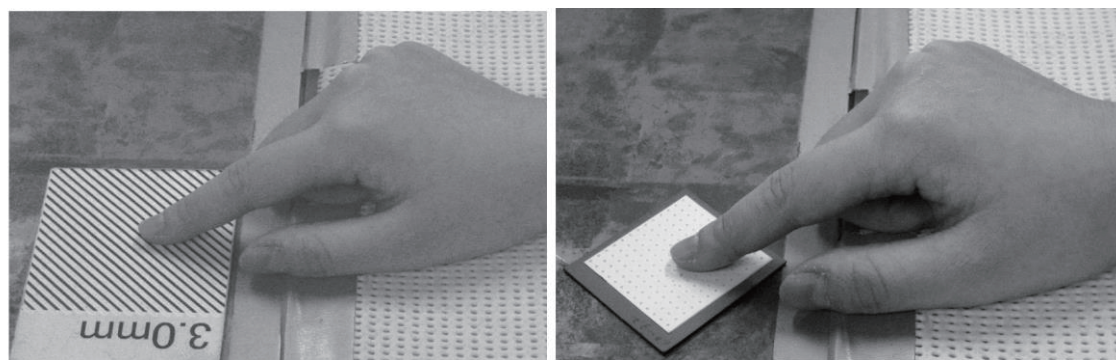
呈示刺激の点間隔と線間隔の条件を表 2-2 に示す。条件数はストライプパターンを 18 条件、ドットパターンを 15 条件とした。これらの条件の範囲については、「極端に密」～「極端に粗」までを網羅する刺激を呈示できるように実験前に予備実験を行い、その結果を参考にして設定した。

表 2-2 実験に使用した線間隔・点間隔

単位(mm)	
線間隔	1.4, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0, 12.0, 13.0, 14.0, 15.0, 20.0, 25.0, 30.0
点間隔	1.4, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0, 12.0, 13.0, 14.0, 15.0

また、ストライプパターンの線幅とドットパターンのドットの直径やそれらの高さは、実際に製作されている触知案内図で用いられている数値で、JIS T 0922の調査でも採用された値に基づき、それぞれ 1.0mm と 0.15mm とした。そして、指先でストライプパターンやドットパターンを触わる動作に十分広い台紙（それぞれ、40×40mm, 70×70mm）にスクリーン印刷方式で印刷した。なお、台紙には冊子型の触知案内図の印刷に用いられている上質紙を使用した。

呈示刺激はランダム順に呈示した。また、実験中に呈示刺激が動かないようにマグネットシートの上に呈示刺激を接着し、呈示刺激を鉄板に貼り付けて固定した（図 2-2）。



(a) ストライプパターンの実験

(b) ドットパターンの実験

図 2-2 実験の手続き

2.2.4 手続き

ストライプパターンとドットパターンいずれも同じ手続きで実験を行った。実験参加者にはアイマスクを着用させ、実験者の「はじめ」の合図で、利き手

人差し指の指腹を左右に動かしながら呈示刺激に触らせた。そして、呈示刺激に対する粗密感覚を7段階のカテゴリを用いて答えさせた。試行数については、ストライプパターンは呈示刺激 18 条件で各条件につき 20 試行ずつ、合計 360 試行実施した。ドットパターンは呈示刺激 15 条件で各条件につき 20 試行ずつ、合計 300 試行実施した。なお、本試行に入る前には、実験の手続きを十分理解できるまで練習試行を行い、実験の途中には適宜休憩を取りながら行った。実験時間は、各参加者につきおよそ2時間であった。

2.2.5 系列カテゴリ法による尺度値算出法

ここでは、系列カテゴリ法による粗密感覚の尺度値の導出法^[2-3]の手順について述べる。

- 1) 各刺激に対して「極端に密」から「極端に粗」までの7段階の評定を行う。全参加者の結果について総計し、刺激ごとに、対応する段階の評定（カテゴリ）を受ける頻度、そのカテゴリまでの累積頻度を算出する。
- 2) 累積頻度より各刺激の累積確率を算出する。
- 3) 累積確率の各値を標準正規分布に対応する正規偏差 X_{ij} に直す（Z 値変換）。その際には、累積分布の値が 0.02 以下、0.98 以上の値は除いて変換する。
- 4) 隣り合う2つの正規偏差 X_{ij} が両方とも存する場合のみ、隣り合う正規偏差 X_{ij} の差 W_{ij} を以下の式（1）により求める。

$$W_{ij} = X_{ij} - X_{i(j-1)} \quad (1)$$

これら2つの正規偏差 X_{ij} は、いずれもが系列の間隔の境目を表し、それらの差である W_{ij} は間隔の幅を表す。

- 5) 全ての可能な W_{ij} の値を算出し、それらの値を系列ごとに合計する。各系列の W_{ij} の相加平均を算出し、その累積値も算出する。この累積値が全ての刺激に共通な心理学的尺度となる。

- 6) 各刺激の尺度値を求めるには、累積値を共通な心理学的尺度上に射影することで求められる。そこで、以下の式 (2) を適用して各刺激の尺度値を算出する。

$$S_i = 1 + \frac{0.5 - \sum P_b}{P_w} \cdot \bar{W} \quad (2)$$

S_i : 共通尺度上における第 i 番目の刺激の尺度値

1 : 中央値が存在する共通尺度上の間隔の下限

\bar{W} : 共通尺度上の間隔幅

$\sum P_b$: 中央値が存在する間隔以下の累積確率

P_w : 中央値が存在する間隔内の比率

この尺度値 S_i より、「極端に密」から「極端に粗」までの7段階のカテゴリの範囲において各刺激が存在する位置を、直線補間法と同様な以下の式 (3) を用いて求める。

$$A_i = \frac{S_i - 1}{\bar{W}} + A_b \quad (3)$$

A_i : カテゴリ尺度内における第 i 番目の刺激の尺度値

A_b : 尺度値が存在する間隔の下限の数値

以上の方法により、粗密感覚特性評価実験の結果からカテゴリ尺度値を導出する。次章以降では、本実験の結果と考察について述べる。

2.3 結果

ストライプパターン・ドットパターン別に呈示刺激に対して感じた粗密感覚

に相当するカテゴリの割合を識別率とし、条件ごとに刺激に対する識別率を算出した。図 2-3 (a), (b) には、呈示刺激の点間隔と線間隔を横軸、識別率を縦軸にしてそれぞれの関係を示す。その結果、両パターンともに刺激の点間隔や線間隔が広くなるに従って各カテゴリの反応が順番に生じることがわかった。また、識別率のピークが、ドットパターンはストライプパターンよりも狭い範囲で急激にシフトしていることがわかった。

図 2-3 の反応率の結果を基に各カテゴリにおける各呈示刺激の分布を表した結果を図 2-4 に示す。この結果により、ストライプパターンとドットパターン共にそれぞれ 18 個と 15 個の呈示刺激全てが、粗密感覚を表す 7 つの各カテゴリのいずれかに分類されることがわかった。

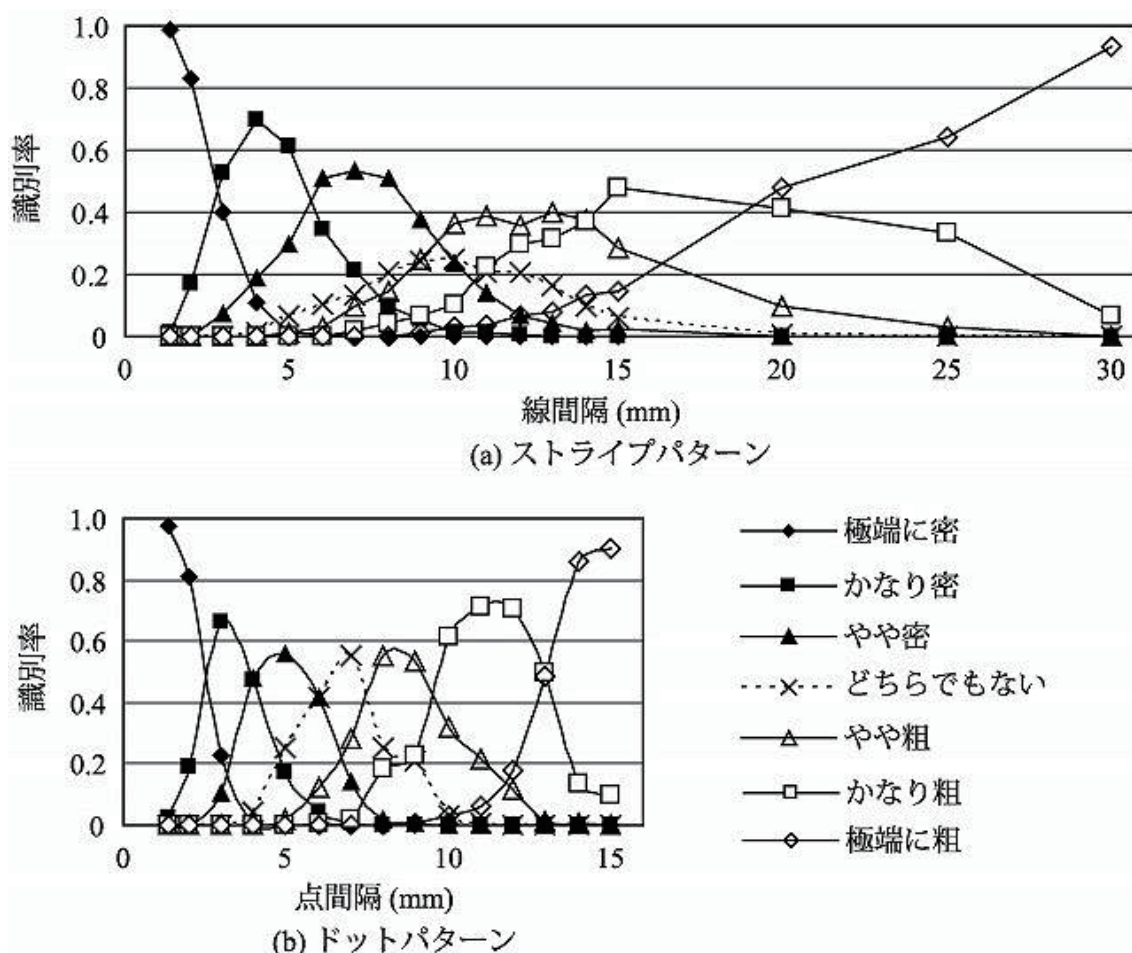


図 2-3 (a) ストライプパターンの線間隔, (b) ドットパターンの点間隔と識別率の関係

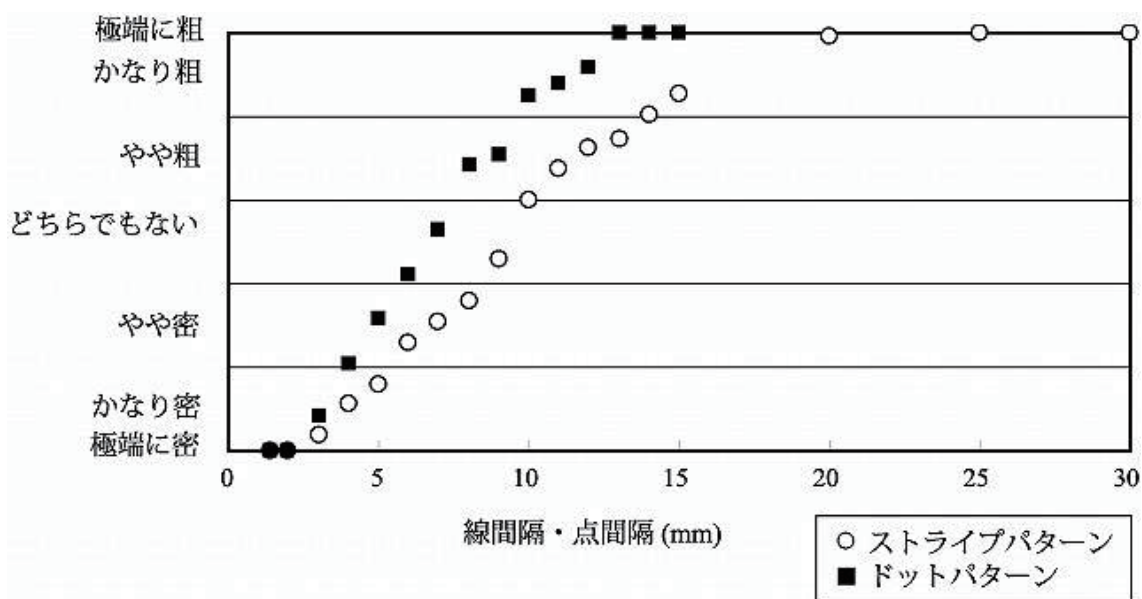


図 2-4 各カテゴリにおける呈示刺激の分布

ストライプパターンについて、1.4mm と 2.0mm の線間隔では「極端に密」と感じ、それ以降は「かなり密」～「かなり粗」までが、ドットパターンに比べてかなり緩やかにシフトし、20.0mm から 30.0mm の線間隔で「極端に粗」と感じることがわかった。このことから、2.0～25.0mm の範囲で7段階のカテゴリが順番に現れることがわかった。同様な視点でドットパターンについて観察すると、1.4mm と 2.0mm の点間隔では「極端に密」と感じ、それ以降は「かなり密」～「かなり粗」までシフトし、14.0mm と 15.0mm の点間隔で「極端に粗」と感じることがわかった。これより、2.0～14.0mm の範囲で7段階のカテゴリが順番に現れることがわかった。

各カテゴリの境界についても直線補間法によりパターン別に算出した結果を、表 2-3 に示す。

表2-3 カテゴリの境界を示した表

カテゴリの境界	線間隔	点間隔
かなり粗～極端に粗	14.0mm	9.7mm
やや粗～ どちらでもない	10.0mm	7.5mm
どちらでもない～ やや密	8.4mm	5.8mm
かなり密～極端に密	5.5mm	3.9mm

これらの結果から、「密」から「粗」にシフトしていくにつれて徐々に同じカテゴリでも範囲の差が増加することがわかった。

以上のことから、両パターンについて点間隔や線間隔に対する粗密感覚特性の関係が明らかになった。また、同じ間隔の場合にはストライプパターンよりドットパターンのほうが粗いと感じることがわかった。

2.4 考察

両パターン共に点間隔や線間隔が広くなると密から粗へ変化し、両パターン間では点間隔や線間隔に伴う粗密感覚のカテゴリの分布が異なることがわかった。具体的には、同じ間隔の場合にはストライプパターンのほうが密に感じるということがわかったわけであるが、この結果については、線は点の集合であるため、単位面積当たりの凸刺激の量が多くなるストライプパターンの方がドットパターンに対して密に感じ易くなったためという理由が考えられる。

ストライプパターンの線間隔が、ドットパターンの点間隔と比較して広がった理由としては、凸部分の刺激が強いため、線間隔が25mm程度まで広がって接触している指腹部が全く線の凸刺激に触れなくなる状態が起こるようになってようやく極端に粗と感じたという理由が考えられる。

また、ドットパターンに関して、点間隔を 2.3mm 程度にした場合、点字を構成する 6 点の点間と、きわめて近い点間隔になるため^[2-4]、ユーザーを混乱させる可能性がある。実験結果から点間隔 2.3mm のドットパターンを呈示した場合には「かなり密」に属することが予想されるが、点字を近くに配置する場合には、「かなり密」以外の点間隔の条件のドットパターンを使用することが安全であると考えられる。

本研究により、ストライプパターンが、ドットパターンよりも粗密感を特定しづらい傾向が明らかになった。実際の触知案内図をデザインする際には、密なパターンと、粗なパターンの 2 種を用いて、異なる領域を表示させることが考えられるため、異なる線間隔のストライプパターン同士を触知により比較した際に、明瞭に識別できるための条件を明らかにすることが次の課題として浮かび上がってきた。

2.5 小括

本章では、触知案内図の面パターンに関する基礎研究という位置付けで、凸状のストライプパターン及びドットパターンをヒトの指先で触知した際の粗密感覚特性を明らかにすることを目的とした。実験の結果、以下の 4 点が明らかとなった。

- (1) ストライプパターンとドットパターンのどちらの場合も、呈示刺激の線間隔や点間隔が変化すると、「極端に密」から「極端に粗」まで 7 段階のカテゴリの反応が順番に生じることがわかった。
- (2) ストライプパターンの場合、1.4mm と 2.0mm の線間隔では「極端に密」と感じ、それ以降は「かなり密」～「かなり粗」までが、緩やかにシフトし、20.0mm から 30.0mm の線間隔で「極端に粗」と感じることをわかった。このことから、2.0～25.0mm の範囲で 7 段階のカテゴリが順番に現れ

ることがわかった。

- (3) ドットパターンの場合、1.4mm と 2.0mm の点間隔では「極端に密」と感じ、それ以降は「かなり密」～「かなり粗」までシフトし、14.0mm と 15.0mm の点間隔で「極端に粗」と感じるということがわかった。このことから、2.0～14.0mm の範囲で7段階のカテゴリが順番に現れることがわかった。
- (4) ストライプパターンとドットパターンでは、線間隔や点間隔に伴う粗密感覚のカテゴリの分布が異なることがわかった。具体的には、同じ間隔の場合にはストライプパターンのほうが密に感じるということがわかった。

以上のことから、ストライプパターンにおいては、ドットパターンよりも、粗密感の違いが捉えにくいことが予想されるため、次章では、異なる線間隔のストライプパターン同士を比較した際に両者が明確に異なることが分かる条件を評価することを定量的に調べることにした。また、指先における空間分解能が異なる参加者を対象とした評価を行うことで、加齢による影響も明らかにすることにした。

第3章 ストライプパターンの線間隔が識別特性に及ぼす影響

- 3.1 目的
- 3.2 方法
- 3.3 結果
- 3.4 考察
- 3.5 小括

概要

第3章では、ストライプパターンの線間隔の差に感じる識別容易性に及ぼす影響をヒトの指先の触知覚特性として一般化できる値として定量的に評価することを目的とした。具体的には、若年・高齢2群の閉眼睛眼者を実験参加者とし、異なる線間隔のテストピースを一般的な製法であるスクリーン印刷方式で10種作成し、それらの中から2つのテストピースを触り比べ、4段階の評価指標から強制回答させる一対比較実験を行った。その結果、対象となるストライプパターンの線間隔が3.0mmまでの場合、もう一方のパターンの線間隔との差が4.0mm以上あれば、95%以上の識別が可能であることが分かった。一方、対象となるストライプパターンの線間隔が4.0mm以上の場合には、もう一方のパターンとの識別率が95%にはならないことも分かった。また、触知に特別慣れていない高齢者における触知能力の低下の傾向を伺うことができた。

3.1 目的

本章では、前章で明らかになったの粗密感覚特性を踏まえ、知見の不足しているストライプパターンの線間隔の差がパターン同士の識別容易性に及ぼす影響をヒトの指先の触知覚特性として定量的に評価することを目的とした。

3.2 方法

線間隔を統制したストライプパターンのテストピースを用いて、異なる2種を触知した際の識別特性の関係を調べた実験方法について、以下に述べる。

3.2.1 実験参加者

本実験では、触知案内図^[3-1]に対する触知経験のない20歳代の若年者と60歳代以降の高齢者の2群の閉眼睛眼者を対象とした。閉眼睛眼者を採用したのは、ヒトの指先の触知覚特性として一般化できる値を得るためである。また、高齢者と若年者の比較をすることで、触読経験の少ない者の加齢による影響を確認する。その属性を表3-1に示す。なお、すべての実験参加者は指先に外傷や関連する既往症がなく、事前に実験内容を説明して同意した者だけに参加してもらった。

表3-1 実験参加者の属性

被験者群	被験者数	平均年齢
若年者	10	22.9
高齢者	13	65.9

3.2.2 評価指標

本実験では、実験協力者に対し、線間隔の異なる一対の呈示刺激を触知させ、その後、二つのストライプパターンの触感の違いを用意した指標から強制的に評価させる一対比較実験により行った。実験に使用した評価指標を表3-2に示す。

表3-2 評価指標

1 触感が同じで見分けがつかない
2 触感がかなり似通っているが、なんとなく違う
3 触感がかなり異なっており、はっきり違いがわかる
4 触感がまるで別物のように異なる

得られた結果を集計する際に、10種類の異なる呈示刺激の組み合わせは同一の刺激を除き45種あり、呈示順序の組み合わせで計90種類となる。これらの組合せに対する回答が、4段階ある評価指標のうち「3. 触感がかなり異なっており、はっきり違いが分かる」及び「4. 触感がまるで別物のように異なる」となる場合に着目して分析した。この組み合わせこそが、触り比べた瞬間に違いを識別できる組合せと考えられることから、これを「明瞭さ」の基準とした。

以下、本研究では、この組み合わせで得られた回答の割合を識別率(%)と呼ぶことにする。なお、90種の呈示刺激を用いて、組み合わせをランダム順に呈示した予備実験の結果、左右の配置が異なっても、同じ組み合わせの呈示刺激である場合には、回答に顕著な差が認められなかった。そのため、本実験では、呈示刺激の組み合わせが同じで左右の配置位置が違う条件を同条件と見なし、識別率を算出することにした。

3.2.3 呈示刺激

本実験では、表3-3で示すような線間隔が異なる10種類のストライプパターンを呈示刺激として作製した(図3-1)。この線間隔の設定については、第2章の結果から、線間隔が広すぎて、ストライプパターンと思えなくなる10mmを上限値とし、1mmごとに線間隔を短くすることとした。

また、ストライプパターンの線幅と高さについては、それぞれ1.0mmと0.15mmとした。この数値は、JIS T 0922に掲載されている他の触知記号に用いられた寸法と同等である。これらのパターンを、指先で探索する動作に対して十分に広い台紙(70×70mm)に、スクリーン印刷方式で印刷した。なお、台紙は、一般的な冊子型触知案内図でよく用いられる上質紙を使用した。

表3-3 呈示刺激の線間隔

線間隔 [mm]	1.4, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0
----------	--

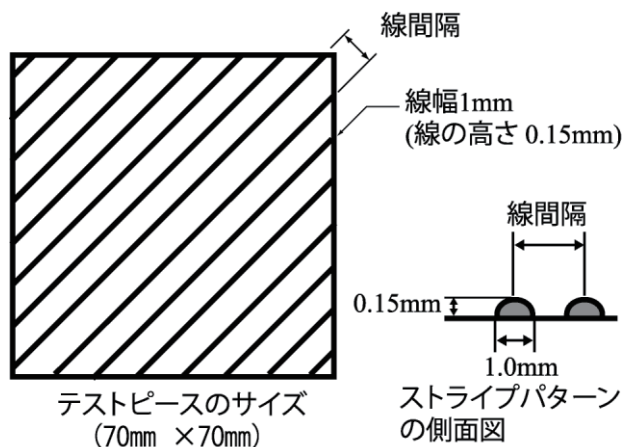
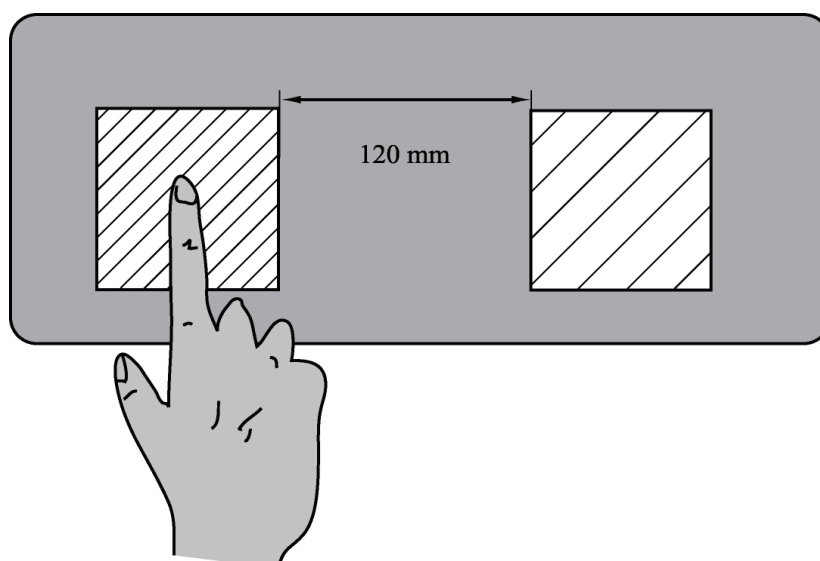


図 3-1 呈示刺激

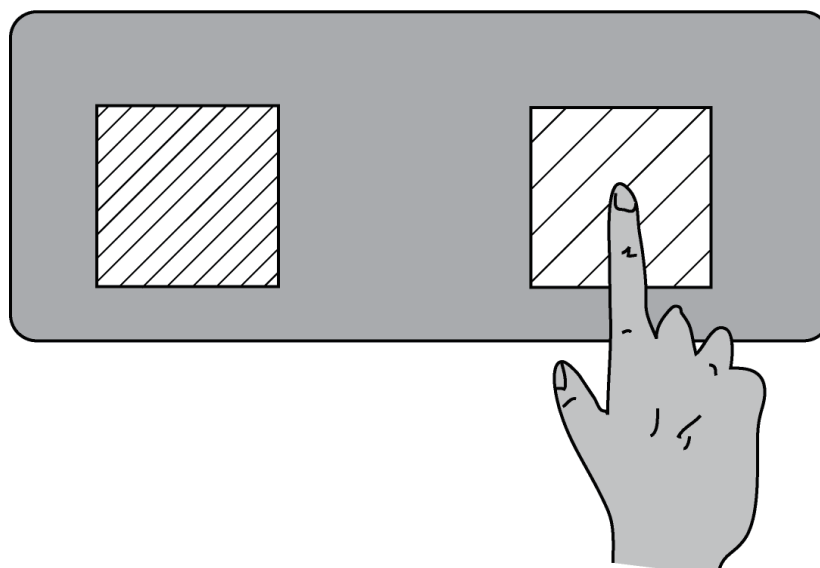
3.2.4 手続き

実験の手続きを以下に記す。

- (1) 120mm の距離をとって、異なる 2 枚の呈示刺激を左右に配置し、実験中に刺激が動かないように、裏面にマグネットシートを取り付けて鉄板上に固定した。
- (2) 実験参加者に、アイマスクを着用させたあと、セットした 2 つの呈示刺激を無理なく触れる位置に腕を誘導した。実験者の「はじめ」の合図で、図 3-2(1)に示すように左側の呈示刺激の触感を利き手人差し指の指腹部を左右に動かすことで確認してもらった。この時の触読速度や時間は参加者の自由に任せて、特に制限はしなかった。なお、本実験の参加者は、すべて右手で実験を行った。
- (3) 次に、図 3-2(2)に示すように同様の条件で右側の呈示刺激の触感を確認してもらった。それぞれの呈示刺激に触れる回数を統制するため、右側を触った後に再度左側を確認することは禁じた。
- (4) 呈示刺激から指を離した後、左右の触感の違いの程度を表 3-2 に示した 4 段階の指標によって回答させた。以後、実験参加者の腕の位置はそのまま、呈示刺激を同じ位置にセットすることで実験を続けた。



(1)アイマスクを着用した状態で左側の提示刺激を人差し指で触察



(2)アイマスクを着用した状態で右側の提示刺激を人差し指で触察

図3-2 実験の手続き

本実験では、触知案内図をデザインする際に識別可能な2種の表現を検討するのに必要な条件を探ることを目的とするため、同一の刺激を比較させることは省略した。実際のデザインでは、線間隔の異なる2種類のストライプパターンを使用するためには、どの程度の差があれば良いかについての条件を明らかにすることが必要だからである。そのため組み合わせは90条件となった。なお、

結果に影響しないよう、呈示刺激に同一のものが存在しないことは実験参加者には伝えなかった。また、90条件をランダムに各2試行呈示し、合計180試行で実験を行った。本試行の前には、手続きを理解するための練習試行を行い、実験は適宜休憩を取りながら行った。なお、実験時間は各被参加者とも約2時間であった。

3.3 結果

3.2.2項でも述べたが、結果のまとめにあたっては、触知案内図のデザインをする際に有益な知見を得るため、触り比べて瞬時に識別できる線間隔の差異として、評価指標「3. 触感がかなり異なって、はっきり違いが分かる」と「4. 触感がまるで別物のように感じる」の回答を合計した。その割合（識別率）を図3-3に示す。なお、図3-3では縦横各軸に線間隔を記している。また、図3-3(a)(b)はそれぞれ若年者及び高齢者の結果である。

図の見方であるが、例えば図3-3(a)において、線間隔が1.4mmの呈示刺激と線間隔が5.0mmの呈示刺激を触り比べた場合には、識別率が100%であり、若年者10名全員がすべて3か4を回答したことから明瞭に識別できたことを意味する。同様に、4.0mmと6.0mmの組み合わせを比較した場合には識別率が50%であるから、識別についての明瞭さが少ないことを示している。

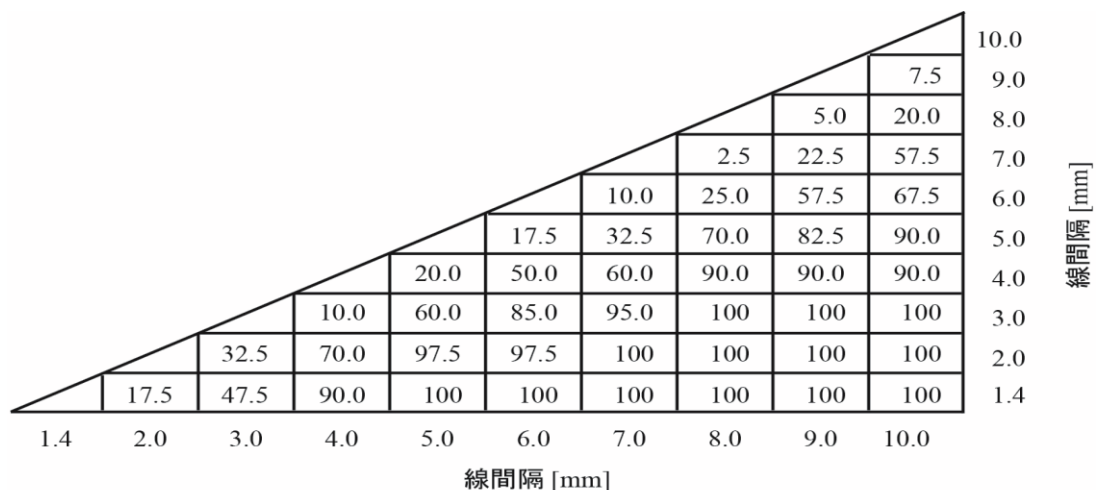
図3-3(a)(b)が示す若年者と高齢者の線間隔別の識別率の結果を比較すると、加齢による識別率にわずかな低下傾向がみられた。例えば、識別率が100%となる組み合わせ条件数を見ると、若年者では13条件あり、高齢者の11条件を上回った。

若年者・高齢者のそれぞれについて識別率が95%以上になった組み合わせ条件をまとめると以下のようなになる。カッコ内は、各条件における最小線間隔差。

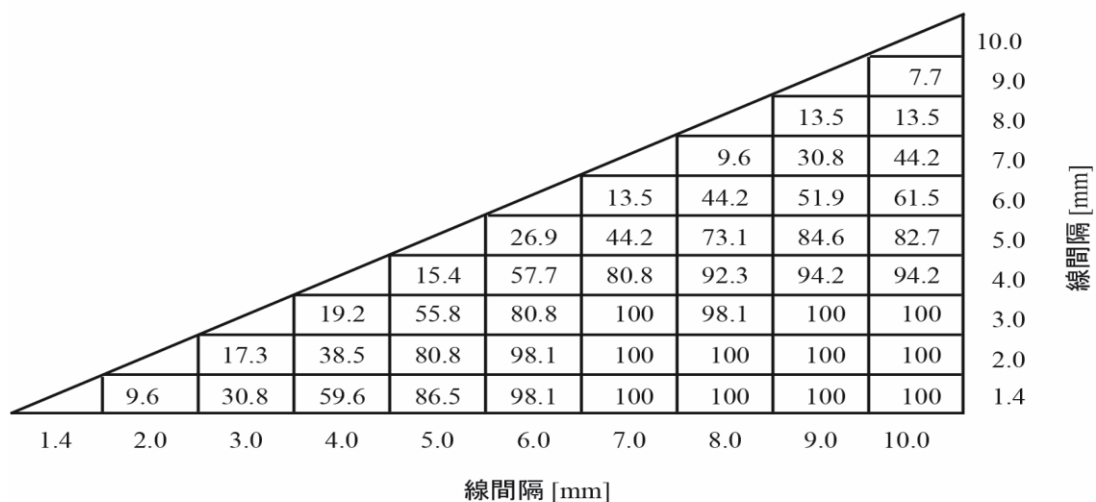
若年者：1.4mmに対し5.0mm以上(3.6mm), 2.0mmに対し5.0mm以上(3.0mm), 3.0mmに対し7.0mm以上(4.0mm)

高齢者: 1.4mm に対し 6.0mm 以上(4.6mm), 2.0mm に対し 6.0mm 以上(4.0mm), 3.0mm に対し 7.0mm 以上(4.0mm)

4.0mm 以上では, 若年者・高齢者のいずれも識別率が 95%を超える組み合わせは, なかった.



(a) 若年者



(b) 高齢者

図 3-3 属性別の識別率の結果

特別に触読経験を持たない若年者・高齢者のいずれにおいても, 比較対象が 1.4 mm のようなストライプパターンの場合には, 線間隔差が大きくなっても識別できるが, 比較対象のストライプパターンの線間隔が広くなるにつれ, 識別

のためには、線間隔差が次第に広がる傾向が確認できた。

3.4 考察

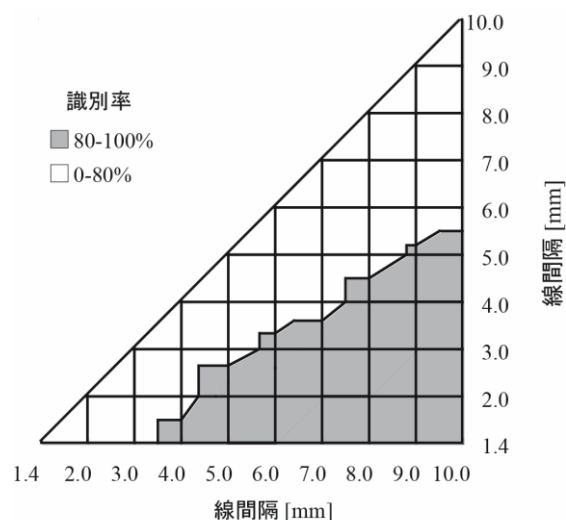
本実験で、識別率を100%にできるストライプパターンの線間隔の組み合わせが明らかになったことの意味は大きい。言うまでもなく、線間隔の差を広げれば異なるストライプパターンとしての識別容易性は増す。しかし、情報量が増えて複雑化する触知案内図の中には、十分な面領域を確保できない場合も多々ある。こうした広いとは言えない領域同士を異なるパターンと認識させるためには、線間隔の距離の差の最小値を踏まえたデザインが求められるからである。

また、比較対象が線間1.4mmのストライプパターンのように密度の高い場合には小さな差で識別できても、密度が粗くなるにつれて大きな差が必要となってくるという結果も得られた。これは、ウェーバー比による刺激の比率の関係もあるが、さらに指の腹で同時に複数の線が触れられる呈示刺激では識別率が高いが、線間距離が広がって指の腹に1本の線しか触れなくなってくると識別率が低下するという理由も考えられる。ここで第2章の実験を振り返ると、ストライプパターンの粗密感覚は、線間隔が2.0mmより広がった場合、緩やかにシフトする傾向がみられた。この特徴を踏まえると、密度の粗いストライプパターンは、触読上、粗密感覚が似た印象にあるために判断が難しくなっていることをうかがわせる。特に4.0mmを超えたパターンは最大差である10.0mmとも識別しづらい状況にあることも、この考察を支持する結果と言える。

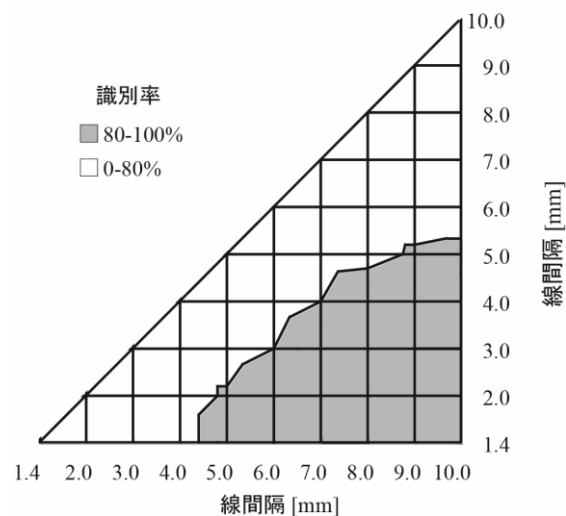
本実験の結果から、加齢効果についての考察も加えてみたい。本実験では、属性間に人数差はあったものの個別の結果をみると顕著に優れた/劣った成績の者がいなかったことからすべてのデータを採用した。結果として、若年者と高齢者に顕著な差は見られなかったが、一般には加齢によりヒトの皮膚感覚受容器の密度が低下し、ヒトの指先の基本特性も衰えることが知られている^[3-2]。具体的に言えば、触知覚の基本特性として一般によく知られている2点弁別閾値

は、加齢により低下することが知られている^[3-3]。触圧感度についても、Von Freyの毛（ナイロン糸）を用いて皮膚に加える圧を変えて単発刺激による触圧覚閾値を計測した研究において、加齢により閾値が大きくなることが報告されている^[3-4]。更に、空間分解能について、Stevens & Chooは、加齢による人差し指の空間識別閾値の上昇率は100%であるとも報告している^[3-2]。これらの先行研究の知見を踏まえ、加齢効果の影響を考察するために、識別率が落ち始めている条件下における結果に注目する。

これをより詳しくみるために識別率 80%領域を確認できる等高線図を作成した（図3-4）。



(a) 若年者



(b) 高齢者

図3-4 識別率80%を確認できる等高線図

この図から、若年者においては、線間隔1.4mmのストライプパターンに対して、識別率が80%となるストライプパターンは、線間隔が3.0~4.0mmの値であることが確認できる。一方、高齢者では、同じ1.4mm間隔のストライプパターンに対して、識別率が80%となるストライプパターンの線間隔は4.0~5.0mmであることが確認できた。

他の条件において、若年者と高齢者の識別特性に目立った差がみられないことから、線間隔が狭い条件における識別特性において加齢による影響が強く表れると考えられる。同様の傾向は、著者らの先行研究である触知記号の識別特性を明らかにする実験においてもみられた。一例を挙げれば、若年者では指腹程度のサイズがあれば触知記号の識別は、ほぼ100%であるが、高齢者の場合は指腹程度のサイズでも、エラー率が10%を超す形状の触知記号があった。サイズの大きい記号では、このような差はつかなかったことから、微細な識別を必要とする場合に加齢による識別特性の低下が認められる例と言える。

これらの結果を踏まえれば、触知案内図のデザインをする際には、ユーザーの属性を踏まえたデザインが必要だということが示唆される。具体的には、複数の面領域を表現するために、異なるストライプパターンの組み合わせを採用しようとする際、一方に識別性能の高い1.4mm間隔程度のストライプパターンを用いることが必要であり、これを確認する者が若い場合、対照するパターンは4.0mmの差をとれば完全に識別可能と判断するかもしれないが、その触知案内図の目的が高齢者を含むより多くの利用者へ供されるべきものである場合には、さらに差を広げる必要があるということである。

3.5 小括

本章では、ストライプパターンの線間隔の差に感じる識別容易性に及ぼす影響をヒトの指先の触知覚特性として一般化できる値として定量的に評価するこ

とを目的とした。具体的には、若年・高齢 2 群の閉眼晴眼者を参加者とした実験の結果、以下の4点が明らかとなった。

- (1) 線間隔が 2.0mm までの密度の高いストライプパターンと比較する時、識別率が 95%以上に達するのは、若年者では 3.0mm 以上、高齢者では 4.0mm 以上の線間隔の差を必要とする。
- (2) 線間隔が 3.0mm のストライプパターンと比較する時、識別率が 95%以上に達するのは、若年者も高齢者も共に線間隔差が 4.0mm 以上を必要とした。
- (3) 線間隔が 4.0mm を超すストライプパターンと比較する時、若年者も高齢者も共に 6.0mm を超えても識別率が 95%に達しない。
- (4) 若年者・高齢者の識別率に、統計的有意差が出るほどの違いはなかったが、高齢者の場合、識別率が 100%に達する条件は少なく、密度の高いパターン同士の比較においては、成績が落ちる傾向を確認できた。

以上を踏まえて、次章では、触知案内図のメインユーザーである触読経験の豊富な視覚障害者を対象とした識別率の評価を目的とした実験を行う。実験結果を分析することによって、さまざまな条件下における触知案内図デザインの実用的な知見を得ることにした。

第4章 視覚障害者を対象としたストライプパターンの識別特性

- 4.1 目的
- 4.2 方法
- 4.3 結果
- 4.4 考察
- 4.5 小括

概要

第4章では、第3章の実験結果を踏まえ、その比較によって触知案内図を最もよく利用している触読経験の豊富な視覚障害者がストライプパターンの線間隔に感じる識別容易性に及ぼす影響を定量的に評価することを目的とした。具体的には、若年・高齢2群の触読経験豊富な視覚障害者を実験参加者とし、異なる線間隔のテストピースを一般的な製法であるスクリーン印刷で10種作成し、それらの中から2つのテストピースを触り比べ、4段階の評価指標から強制回答させる一対比較実験を行った。その結果、対象となるストライプパターンの線間隔が2.0mmまでの場合、両パターンの線間隔の差が3.0mm以上あれば、95%以上の識別が可能であることが分かった。一方、比較対象になるストライプパターンの線間隔が増加するに従い、識別に必要な線間隔は増加していくことも確認できた。一方、視覚障害者の特徴として、線間隔5.0mmのストライプパターンでも、識別率が95%になる組み合わせがあること、さらに若年者と高齢者の識別率に、ほとんど違いが見られないことが確認できた。

4.1 目的

本章では、第3章の実験結果を踏まえ、その比較によって触知案内図^[4-1]を最

もよく利用している触読経験豊富な視覚障害者がストライプパターンの線間隔に感じる識別容易性に及ぼす影響を定量的に評価することを目的とした。

4.2 方法

本実験では、第3章で行った実験との比較によって、実験参加者である触知経験豊富な視覚障害者の識別特性を明らかにすることを目的とするため、実験の評価指標・呈示刺激・実験の手続きは、第3章と同一となるように実施した。

一方、実験の参加者として、日常的に点字と触知案内図を使用する視覚障害者を対象とした。これは、第3章と同様、20代の若年群と50代以降の高齢群の2群の実験参加者を対象とした。なお、若年視覚障害者の平均年齢は 28.4 ± 1.3 歳、平均点字触読歴は 19.8 ± 4.5 年であり、高齢視覚障害者の平均年齢は 59.6 ± 8.2 歳、平均点字触読歴は 47.0 ± 6.9 年であった(表4-1)。なお、すべての実験参加者は指先に外傷や関連する既往症がなく、事前に実験内容を説明して同意をした者だけに実験してもらった。

表4-1 実験参加者の属性

実験参加者群	実験参加者数(人)	平均年齢(歳)	平均点字触読歴(年)
若年群	5	28.4 ± 1.3	19.9 ± 4.5
高齢群	10	59.6 ± 8.2	47.0 ± 6.9

4.3 結果

識別率の結果を図4-1に示す。なお、各セルには、縦軸及び横軸で示される刺激の組み合わせにおける識別率を示した。

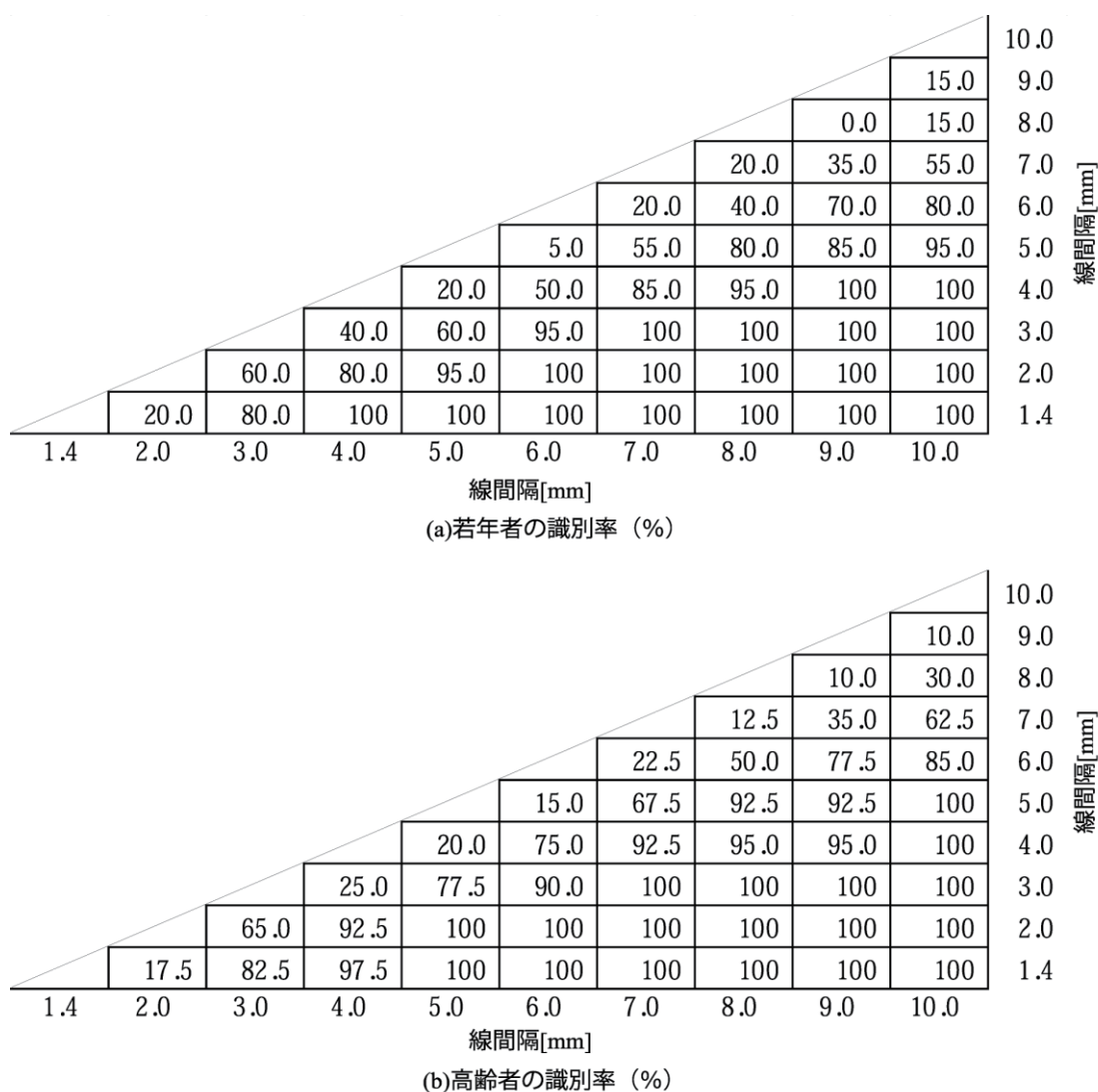


図4-1 属性別の識別率の結果

図4-1(a)及び(b)より、若年者・高齢者のそれぞれについて、識別率が95%以上になった組み合わせ条件をまとめると以下のようになる。カッコ内は、各条件における最小線間隔差。

若年者：1.4mmに対し4.0mm以上(2.6mm), 2.0mmに対し5.0mm以上(3.0mm), 3.0mmに対し6.0mm以上(3.0mm), 4.0mmに対し8.0mm以上(4.0mm), 5.0mmに対し10.0mm以上(5.0mm)

高齢者：1.4mmに対し4.0mm以上(2.6mm), 2.0mmに対し5.0mm以上(3.0mm),

3.0mm に対し 7.0mm 以上(4.0mm) , 4.0mm に対し 8.0mm 以上(4.0mm), 5.0mm に対し 10.0mm 以上(5.0mm)

6.0mm 以上では, 若年者・高齢者のいずれも識別率が 95%を超える組み合わせは, なかった.

若年者・高齢者のいずれにおいても比較対象が 1.4 mm のようなストライプパターンの場合には, 線間隔差が 2.6mm のように大きな差がなくても識別できるが, 比較対象のストライプパターンの線間隔が広くなるにつれ, 識別のためには, 線間隔差が次第に広くなる必要があることがわかった.

触読の熟練者である視覚障害者の場合, 高齢者と若年者の結果を比較したところ, 顕著な差は見られなかった. 例えば, 識別率が 100%となる組み合わせ条件は, いずれも 18 条件であり, 95%以上の識別率で比較した場合, 高齢者が 3.0mm を比較対象とした場合に 1 条件だけ成績が劣ったが, 他は全く同一であった.

4.4 考察

4.4.1 視覚障害者の識別特性の概要

本実験の結果より, 触読に熟練した視覚障害者の識別能力の高さは, 粗密感が粗くなった場合のパターン同士の識別に特に現れると考えられる. すなわち, 第3章の実験で, ヒトの指先の触知覚特性として一般化できる値を得るために対象とした実験協力者は, 若年者・高齢者ともに 4.0mm 以上の識別率が 95%を超えることはなかったが, 触知に慣れた視覚障害者の場合, 5.0mm との対比においても 95%を超える組み合わせが得られた. 一方, 最小線間隔差については, 密度の高いものとの組み合わせにおいては優れたものの, 3.0mm に対して 7.0mm 以上という結果は, 一般的なヒトの識別能力と同じであった.

このことから, ストライプパターンの線間隔における粗密感覚自体には, 触知能力の差による大きな違いがないことが予測された. 一方, 触覚の処理速度

と短期記憶の間には、有意な相関関係が認められることが報告されていることから^[4-2]、触知の熟練者は、触覚の短期記憶のようなものが優れていて、その結果として比較の能力に優れていることが考えられる。

4.4.2 視覚障害者の触知覚特性と加齢効果

触知の熟練した視覚障害者の場合、年齢の属性間では顕著な差が認められなかった。この結果について、Leggeらは、視覚障害者を対象にドットチャートを用いた能動触による空間分解能の評価を行った実験の結果から、視覚障害者の触知覚における識別能力は、高齢期においても衰えずに保持されると報告している^[4-3]。本実験の結果は、Leggeらが報告しているランドルト環の識別実験の結果を支持している。このことから、日常的に点字を使用するなど触知経験が豊富な視覚障害者については、加齢効果の現象がみられ難くなると考えられる。

以上の通り、点字を日常的に使用する視覚障害者におけるストライプパターンの線間隔と識別特性の関係が明らかになった。これまで触知案内図の設計は、専門家の豊富な経験に依存していた。しかし、本実験により、点字使用者に対して触知案内図を設計する際、線幅 1.0mm、線高 0.15mm という一般的な寸法における有効なストライプパターンの線間隔の基準が定量的に明らかになり、点字熟練者に向けた触知案内図を効率的に製作するための基準に貢献することが期待できると考えられる。

一方、本研究で対象とした、点字を日常的に使用する視覚障害者だけではなく、点字習得が困難な視覚障害者の場合も今後検討していく必要がある。中高年で視覚障害になった場合、点字の習得に困難が伴うことが知れており、習得した場合でも加齢による触知能力の衰えを考慮する必要があると考えられる。そのため触知が必ずしも得意ではない高齢者でも理解しやすい基準も明らかにした上で、規格整備を検討する必要があると考えられる。

4.5 小括

本章では、第3章の実験結果を踏まえ、その比較によって触知案内図を最もよく利用している触読経験の豊富な視覚障害者が、ストライプパターンの線間隔に感じる識別容易性に及ぼす影響を定量的に評価することを目的とした。具体的には、若年・高齢2群の触読経験豊富な視覚障害者を参加者とした実験の結果、以下の4点が明らかとなった。

- (1) 線間隔が 2.0mm までの密度の高いストライプパターンと比較する時、識別率が 95%以上に達するのは、若年者・高齢者ともに 3.0mm 程度の線間隔差を必要とする。
- (2) 比較対象になるストライプパターンの線間隔が増加するに従い、識別に必要な線間隔は増加していく。
- (3) 視覚障害者の場合、線間隔が 5.0mm のストライプパターンと比較する時でも識別率が 95%に達した。
- (4) 視覚障害者の場合、若年層・高齢層の識別率には、ほとんど違いが見られなかった。

以上の通り、触知案内図を最もよく利用している触読経験豊富な視覚障害者が、ストライプパターンの線間隔に感じる識別容易性に及ぼす影響を調べた。

第2章から第4章までの実験で、触知案内図に使用する凸状ストライプパターンの粗密感覚と識別特性についての特徴が明らかとなった。

この結果は、以下の2点において社会的意義がある。

第一に、日本工業規格に掲載できなかったストライプパターンの粗密感覚と識別特性が明らかになったことである。特に2種のストライプパターンの識別のための最小線間隔差についての実証データが得られたことで、標準における推奨規定を検討する際や、デザイナーが製作をする際の客観的知見として、活用

できる。

第二に、メインユーザーである触読経験の豊富な点字利用者の識別能力の特徴、特に高齢になっても高い識別能力を持つことが明らかになった。これにより、公共空間で使用する場合、訓練施設で使用する場合、盲学校で使用する場合など、使用する視覚障害者の属性を考慮して、触知案内図のデザインを検討する必要があることが明らかになった。

第5章 結言

5.1 本研究のまとめ

5.2 今後の展望

概要

第5章では、本研究によって得られた知見と今後の展望についてまとめる。

5.1 本研究のまとめ

視覚情報の利用に制限のある重度視覚障害者に対し、公共空間の面的な情報を伝える触知案内図があるが、法律や条例などを背景とした急すぎる普及のため、専門的知見が欠如したデザインの製品が作られるようになり、視覚障害利用者が大きな不利益を被る状況が続いていた。これを解決するために、著者も委員として加わった日本工業規格 JIS T 0922 が発行され、状況は大きく改善されるようになったが、触知記号の掲載内容について、調査不足を理由とした課題が残されていた。

本研究では、その残された課題のうち、触知案内図で利用できる面領域を表す図記号のうち、特にストライプパターンについての課題を急務と判断し、その基礎的知見を実験により定量的に評価することを目的とした。評価に当たっては、ストライプパターンの線間距離を変化させた際の粗密感覚特性をドットパターンとの比較で明らかにした上で、線間距離の異なるストライプパターン同士を比較した際に明瞭に識別できる条件を様々な属性によって評価した。

まず、本研究の内容を、章ごとにまとめる。

第1章では、本研究の背景、目的、構成に関して述べた。具体的には、わが国の視覚障害者の実態として、ロービジョンと呼ばれる「見えにくい人」の多

さと高齢傾向の高さを述べた。その上で、症状が進んで「重度視覚障害者」になった時に利用できる情報は、音声情報と触覚情報に頼らざるを得ないこと、中でも空間的な情報を得るためには模型や触図のような手段になることを説明し、触って図を理解することが、視覚によるものとどの程度違うかを明らかにした上で、触る図の製作には高い専門性が要求されることを述べた。一方、国や地方自体の施策として、公共空間に触知案内図が普及しているが、製作数の増加が新たな製作技法の発展につながっている反面、専門性の欠如から分かりにくい図が増加している実態を明らかにした。この問題を解決するために触知案内図の製作にかかる日本工業規格が規定された。著者は原案作成委員の一人として、規格の成立に深く関与し、触知案内図で利用できる触知記号の事例集のための調査を行ったが、残された課題があると感じていた。そのうちの一つ、触知記号の寸法について研究を進めた結果、新たな日本工業規格として制定することができたが、面領域で使用する触知記号、特にストライプパターンの識別特性の知見の不足が未だ解決されていない喫緊の課題であると説明した。以上を踏まえ、本研究では、触知案内図で利用できるストライプパターンの触知的な粗密感と識別特性を定量的に評価することを目的とした。評価に当たっては、a) ストライプパターン及びドットパターンの線間距離及び点間距離が粗密感覚に及ぼす影響の評価（第2章）。b) 異なる線間距離のストライプパターンを明瞭に識別できる条件と属性が及ぼす影響の評価（第3章及び第4章）の2つを設定した。

第2章では、触知案内図の面パターンに関する基礎研究という位置付けで、ヒトの指先でストライプパターン及びドットパターンを触知した際の粗密感覚特性を明らかにすることを目的とした。線間隔や点間隔を様々に変化させた凸状のストライプパターンやドットパターンを実際の触知案内図の製法に用いられるUVインキを使ったスクリーン印刷で作成したテストピースを用い、20名の実験参加者に対し7段階のカテゴリ尺度で粗密感覚を回答させた。系列カテゴリ法による尺度値算出法に基づき、特性に及ぼす影響を定量的に評価した。

結果として、ストライプパターンでは 2.0~25.0mm の範囲で、ドットパターンでは 2.0~14.0mm の範囲で 7 段階のカテゴリが順番に現れることがわかった。また、同じ間隔の場合にはストライプパターンよりドットパターンのほうが粗いと感じるという粗密感覚特性を明らかにすることができた。

第 3 章では、ストライプパターンの線間隔の差に感じる識別容易性に及ぼす影響をヒトの指先の触知覚特性として一般化できる値として定量的に評価することを目的とした。具体的には、若年・高齢 2 群の閉眼晴眼者を実験参加者とし、異なる線間隔のテストピースを一般的な製法であるスクリーン印刷方式で 10 種作成し、それらの中から 2 つのテストピースを触り比べ、4 段階の評価指標から強制回答させる一対比較実験を行った。その結果、対象となるストライプパターンの線間距離が 3.0mm までの場合、線間隔として 4.0mm 以上の差があれば、95%以上の識別が可能であることが分かった。一方、4.0mm 以上のストライプパターンと比較しようとしても識別率が 95%にならないことも分かった。また、高齢者における触知能力の低下の傾向を伺うことができた。

第 4 章では、第 3 章の実験結果を踏まえ、その比較によって触知案内図を最もよく利用している触読経験の豊富な視覚障害者が、ストライプパターンの線間隔に感じる識別容易性に及ぼす影響を定量的に評価することを目的とした。具体的には、若年・高齢 2 群の触読経験豊富な視覚障害者を実験参加者とし、異なる線間隔のテストピースを一般的な製法であるスクリーン印刷で 10 種作成し、それらの中から 2 つのテストピースを触り比べ、4 段階の評価指標から強制回答させる一対比較実験を行った。その結果、対象となるストライプパターンの線間距離が 2.0mm までの場合、線間隔として 3.0mm 以上の差があれば、95%以上の識別が可能であることが分かった。一方、比較対象になるストライプパターンの線間距離が増加するに従い、識別に必要な線間距離は増加していくことも確認できた。一方、視覚障害者の特徴として、線間距離 5.0mm のストライプパターンでも、識別率が 95%になる組み合わせがあること、さらに若年者と高齢者の識別率に、ほとんど違いが見られないことが確認できた。

以上の通り，本研究の目的であった，触知案内図に使用できる面領域の触知記号のうち，特にストライプパターンの線間距離が粗密感覚及び識別特性に与える条件に関する知見を得ることができた．

5.2 今後の展望

今後の展望としては，a) 本研究で得られた知見の周知および b) ストライプ以外の面領域記号の研究という2点の課題が考えられる．

第1の課題である本研究で得られた知見の周知とは，つまり触知案内図の製作者に伝えていくことである．幸いにして，著者は，JIS T 0922のベースとなったガイドラインを作成した社会福祉法人日本盲人社会福祉施設協議会 点字出版部会が開催する点字サイン研修会に講師として度々招かれており，これまでもJIS T 0922に関する様々な解説を行ってきた．こうした活動は，今後も継続していくと予想されるため，本研究で得られた知見を多くの触知案内図製作者に伝えていく所存である．こうした活動を続けていくことは，点字図書館という職場に勤務して研究を続ける者の使命と考えるからである．また，本研究の成果は，触知案内図で使用するストライプパターンの識別特性を明らかにすることを目的として得られたものだが，ヒトの触知覚データとしても興味深い面がある．今後も多くの人間工学分野の研究者との交流を積極的にはかり，本研究の知見をさらに深めていく所存である．

第2の課題として挙げた，ストライプパターン以外の面領域を表す触知記号について具体的に言えば，ドットパターンについて，本研究と同様の実験を行うことである．視覚的な記号で考えると，ドットとストライプ以外にも，さまざまな記号が面領域で使われているため，第3，第4の記号の実用性を検証することも，新たな課題として考えられないわけではない．しかし，実際問題として，ヒトが指先で容易に判別できる凸パターンの種類はそう多くない．単純で識別が容易なドットやストライプパターンに粗密感による差違を付けて3種・4

種と使用する方法が現実に採用されている表現である。その意味では、ドットパターンの識別特性を確認し、ストライプとの比較をすることなどで、より実用的な知見が得られることが考えられる。さらに言えば、この特性は、これから本格的な高齢社会を迎えるにあたって、触知案内図に慣れているとは言えない高齢の利用者にも使い易いデザインになるための基礎データとして明らかにしておく必要がある。1.1.1 項で述べたように、今後ますます触知覚経験の乏しい中途失明者が増えていくことを踏まえれば、触読経験豊富な視覚障害者に識別可能な表現と、触読に不慣れな高齢者で識別可能な表現との差異を把握した上で、デザインしていくことが求められるだろう。

以上の課題を通じて、視覚障害者にとって分かりやすい触知案内図の普及に貢献し、視覚障害者を始めとする全ての人々が共生可能な社会の実現に寄与していこうと考えている。

参考文献

第1章

- [1-1] 厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部編, 平成23年生活のしづらさなどに関する調査(全国在宅障害児・者等実態調査)結果, Retrieve from http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/seikatsu_chousa.html, 2013, (2013年10月1日閲覧)
- [1-2] 日本眼科医会研究班報告2006-2008, 日本における視覚障害の社会的コスト, 日本の眼科, Vol. 80, No. 6, 付録, 2009
- [1-3] 日本眼科医会, 視覚障害がもたらす社会損失額、8.8兆円!!, Retrieve from http://www.gankaikai.or.jp/info/20091115_socialcost.pdf 2009, (2013年10月1日閲覧)
- [1-4] World Health Organization, Visual impairment and blindness, Retrieve from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/index.html>, 2006 (2013年10月1日閲覧)
- [1-5] 身体障害者福祉法 (昭和二十四年十二月二十六日法律第二百八十三号)
Retrieve from <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S24/S24HO283.html>, (2013年10月1日閲覧)
- [1-6] 身体障害者福祉法施行令 (昭和二十五年四月五日政令第七十八号)
Retrieve from <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S25/S25SE078.html>, (2013年10月1日閲覧)
- [1-7] 身体障害者福祉法施行規則 (昭和二十五年四月六日厚生省令第十五号)
Retrieve from <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S25/S25F03601000015.html>, (2013年10月1日閲覧)
- [1-8] 障害者福祉研究会編, 身体障害認定基準及び認定要領-解釈と運用, 中央法規出版, pp105-150, 2010.
- [1-9] Frances A.Koestler, The unseen minority: a social history of blindness in the

参考文献

- United States, pp50-58, Retrieve from
http://books.google.co.jp/books/about/The_Unseen_Minority.html?id=shAt3acw5r8C&redir_esc=y, 2004 (2013年10月1日閲覧)
- [1-10] 梁島謙次, ロービジョンとは, 眼科診療プラクティス, 文光堂, No. 3, pp10-13, 2000
- [1-11] 高橋広編, ロービジョンケアの実際 第2版, 医学書院, 2006
- [1-12] 日本ロービジョン学会用語委員会, ロービジョン関連用語ガイドライン, Retrieve from <http://www.jslrr.org/page/guideline>, 2012 (2013年10月1日閲覧)
- [1-13] United Nations, World Population Ageing: 1950-2050, Retrieve from <http://www.un.org/esa/population/publications/worldageing19502050/>, 2001 (2013年10月1日閲覧)
- [1-14] 内閣府編:平成25年版高齢社会白書(概要) Retrieve from http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2013/zenbun/25pdf_index.html, 2013 (2013年10月1日閲覧)
- [1-15] 小原喜隆, 科学的根拠(evidence)に基づく白内障診療ガイドラインの策定に関する研究, Retrieve from http://minds.jcqhc.or.jp/n/medical_user_main.php#, 2012 (2013年10月1日閲覧)
- [1-16] 久保田敏昭, 高齢者の視力障害, 日本医事新報, No. 4314, pp53-59, 2006
- [1-17] 中江公裕, 増田寛次郎, 石橋達朗, 日本人の視覚障害の原因-15年前との比較, 医学のあゆみ, Vol. 225, No. 8, pp691-693, 2008
- [1-18] 安田美穂, 視覚障害原因の疫学調査-長寿社会と眼疾患-, Progress in Medicine, Vol. 30, No. 5, pp11-14, 2010
- [1-19] 原田政美, 視力障害の程度と見え方, 眼のはたらきと学習, 慶應通信, pp114-142, 1989
- [1-20] 厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部企画課, 平成18年身体障害児・者実態調査結果, Retrieve from <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/shintai/06/index.html>, 2008, (2013年10

月 1 日閲覧)

- [1-21] 木塚泰弘, 音声の聞き取りと点字の触読～ストリング情報と聴覚・触覚, 鳥居修晃編、視覚障害と認知」、放送大学教育振興会、pp44～51, Retrieve from <http://web.econ.keio.ac.jp/staff/nakanoy/article/braille/BR/chap2/2-3.html> , 1993 (2013 年 10 月 1 日閲覧)
- [1-22] 千田耕喜, インターネットを活用した視覚障害教育用触覚図形教材の盲学校間相互利用に関する研究, 平成 13 年度～平成 15 年度科学研究費補助金研究成果報告書, 2004
- [1-23] 志村洋, 触覚や触運動による図形や文字の認識をめぐって, 視覚障害, No. 66, pp5-22, 1983
- [1-24] John L. Barth, Graphic Literacy: A Neglected Area, Proceeding of the first International Symposium on Maps and Graphics for the Visually Handicapped, pp9-18, 1983
- [1-25] 木塚泰弘, 指による認知のストラテジーと地理的空間概念, Proceedings of the third international on maps and graphics for the visually handicapped people - 第 3 回視覚障害者のための地図と図形についての国際シンポジウム議事録, pp118-122, 1991
- [1-26] 加藤俊和, 点字教科書と地図の基本, 平成 18 年度第 1 回教科書点訳会セミナー～学ぼう触図の点訳法～ (配付資料), 2006
- [1-27] 加藤俊和, 山本宗雄, 筑波技術大学障害者高等教育研究支援センター編, 点字図書用図表の作成技法研修会－手で読む図表の作り方 (初歩から実践まで)－, 筑波技術大学, 2007
- [1-28] 社会福祉法人日本盲人社会福祉施設協議会点字地図記号研究委員会, 歩行用触地図製作ハンドブック, pp8-11, 1984
- [1-29] 仲谷正史, 皮膚感覚のメカニズムに迫る, 科学, Vol. 76, No. 12, pp1251-1255, 2006
- [1-30] 東山篤規, 宮岡徹, 谷口俊治, 佐藤愛子, 触覚と痛み, ブレーン出版,

2000

- [1-31] 岩村良晃, タッチ, 医学書院, 2001
- [1-32] 谷合侑, 盲人福祉事業の歴史, 明石書店, 1998
- [1-33] 鈴木力二 編著, 図説盲教育史事典, 日本図書センター, 1985
- [1-34] 加藤俊和, 日本における触地図・弱視地図の歴史と現状, Proceedings of the third international on maps and graphics for the visually handicapped people - 第3回視覚障害者のための地図と図形についての国際シンポジウム議事録, pp83-87, 1991
- [1-35] Polly K. Edman, Tactile Graphics, American Foundation for the Blind, 1992
- [1-36] Fabio Levi, Rocco Rolli, Diegnare per le mani, Silvio Zamorani editore, 1994
- [1-37] 文部科学省, 特別支援学校中学部視覚障害者用社会(公民), 日本点字図書館, 2012
- [1-38] 二宮書店編集部著, 日本視覚障害社会科教育研究会監修, 基本地図帳—世界と日本のいまを知る—, 視覚障害者支援総合センター, 2008
- [1-39] 金子健, 大内進, 点字教科書における図版の触図化について, 国立特殊教育総合研究所紀要, Vol. 32, 2006
- [1-40] 日本点字図書館編, 日本点字図書館50年史, 日本点字図書館, 1994
- [1-41] 財団法人日本規格協会, 高齢者・障害者配慮設計指針—触知案内図の情報内容及び形状並びにその表示方法(JIS T 0922), 一般財団法人日本規格協会, 2007.
- [1-42] 和田勉, 触図に関する国際会議に参加して—"Tactile Graphics 2005"見聞記, 視覚障害, No. 212, p14-19, 2006
- [1-43] 財団法人共用品推進機構, アジアにおける高齢者・障害者配慮標準化に関する国際規格共同開発事業成果報告書, pp93-119, 2007
- [1-44] 和田勉, 海外諸国における点字表示・触知案内図の普及の程度に関する報告, 日本福祉のまちづくり学会 第10回全国大会予稿集, 2007
- [1-45] 高齢者、身体障害者等が円滑に利用できる特定建築物の建築の促進に関

参考文献

- する法律施行令（平成六年九月二十六日政令第三百十一号） Retrieve from <http://law.e-gov.go.jp/haishi/H06SE311.html>, (2013年10月1日閲覧)
- [1-46] 高齢者、身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律（平成十二年五月十七日法律第六十八号） Retrieve from <http://law.e-gov.go.jp/haishi/H12HO068.html>, (2013年10月1日閲覧)
- [1-47] 高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律（平成十八年六月二十一日法律第九十一号） Retrieve from <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H18/H18HO091.html>, (2013年10月1日閲覧)
- [1-48] 東京都福祉局生活福祉部地域福祉推進課：東京都福祉のまちづくり条例施設整備マニュアル（平成21年版），2012
- [1-49] 国土交通省，高齢者、障害者等の移動等の円滑化に配慮した建築設計標準，2007
- [1-50] 国土交通省総合政策局安心生活政策課，公共交通機関の旅客施設に関する移動等円滑化整備ガイドライン（改訂版），2013
- [1-51] United States Access Board, Americans with Disabilities Act and Architectural Barriers Act Accessibility Guidelines, 2004
- [1-52] Building and Construction Authority, Code on Accessibility in the Built Environment, 2013
- [1-53] Julia Ionides and Peter Howell, Another Eyesight – Multi-Sensory Design in Context, The Dog Rose Press, 2005
- [1-54] 後藤良一，視覚障害者の地図・図形に関する第1回国際シンポジウム報告，地図，vol. 21, No. 3, 1983
- [1-55] デザインの現場 - 特殊印刷・加工ガイドブック 2003, No. 129, pp8-13, 2003
- [1-56] 木塚泰弘，点字のサイズと手触り，日本の点字，No. 23, pp19-23, 1998
- [1-57] 和田勉，街で見かける点字サイン・その問題点，視覚障害，No.161, pp1-22, 1999

参考文献

- [1-58] 財団法人日本規格協会, 紫外線硬化樹脂インキ点字—品質及び試験方法 (JIS T 9253), 一般財団法人日本規格協会, 2004
- [1-59] 日本盲人社会福祉施設協議会, 視覚障害者の安全で円滑な行動を支援するための点字表示等に関するガイドライン, 日本盲人社会福祉施設協議会, 2002
- [1-60] 和田勉, 点字表示 JIS 化の背景と意義, リハビリテーション工学協会, vol. 21, No. 3, pp150-152, 2006
- [1-61] Tsutomu Wada, Mayu Katagiri, Kouki Doi, Hiroshi Fujimoto, Ken Sagawa, Masami Shinohara, Perception and discriminability of the human forefinger with textures in tactile maps, Proceedings of the fourth international conference and exhibition on tactile diagrams, maps and pictures, p50, 2008
- [1-62] 財団法人共用品推進機構, 平成 15 年 アクセシブル・デザイン標準化の調査研究成果報告書, pp23-51, 2004
- [1-63] 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, 1984
- [1-64] 財団法人共用品推進機構, 平成 16 年 アクセシブルデザイン標準化の調査研究報告書, pp29-46, pp61-138, 2005
- [1-65] 財団法人共用品推進機構, 平成 17 年 アクセシブルデザイン標準化の調査研究成果報告書, pp37-52, pp.71-117, 2006
- [1-66] 澤田真弓, 中途失明者の個に応じた最適点字サイズ評価と点字触読指導プログラム及び教材の開発, 平成 13 年度～15 年度科学研究費補助金研究成果報告書, 2004
- [1-67] 土井幸輝, 小玉千明, 藤本浩志, 和田勉, 触知記号のサイズが識別容易性に及ぼす影響に関する研究, 日本生活支援工学会誌, Vol. 9, No. 1, pp22-28, 2009
- [1-68] 土井幸輝, 荻野愛実, 和田勉, 藤本浩志, 加齢がスクリーン印刷による触知記号の識別特性に及ぼす影響に関する研究, ライフサポート学会誌, Vol.

参考文献

- 21, No. 4, pp25-32, 2009
- [1-69] 土井幸輝, 和田勉, 藤本浩志, 触知記号のエッジの明瞭性が識別容易性に及ぼす影響, 日本機械学会論文集(C編), Vol. 77, No. 782, pp228-237, 2011
- [1-70] 土井幸輝, 藤本浩志, 和田勉, 佐川賢, 伊藤納奈, 触知記号・浮き出し文字の識別容易性, バイオメカニズム, Vol. 21, pp81-92, 2012
- [1-71] 財団法人日本規格協会, 高齢者・障害者配慮設計指針—触覚情報—触知図形の基本設計方法 (JIS S 0052), 一般財団法人日本規格協会, 2006
- [1-72] 世界盲人百科事典編集委員会編, 世界盲人百科事典, 日本ライトハウス, 1972
- [1-73] 和田勉, 世界の触地図をめぐる, 地図中心, No. 465, p21-23, 2011,
- [1-74] James G. A. , Mobility maps, Tactual Perception: a Sourcebook, Cambridge University Press, pp334-363, 1982
- [1-75] 日比野正巳(1978): 福祉のまちづくり, 水曜社, 1978
- [1-76] 後藤良一, 点訳のための触図入門, 日本点字図書館, 1986
- [1-77] E&C プロジェクト編(1996): バリアフリーの商品開発 2, 日本経済新聞社, 1996
- [1-78] 東日本旅客鉄道, 点字案内板 (参考)
- [1-79] 名古屋市 音声付触知案内板設置標準
- [1-80] Amick, N., Corcoran, J. et al , Guidelines for design of tactile graphics, American Printing House for the Blind, 1997
- [1-81] Yvonne Eriksson, Gunnar Jansson and Monica Strucel, Tactile maps – Guidelines for the production of maps for the visually impaired, The Swedish Library of Talking Books and Braille, 2003
- [1-82] Hiroshi FUJIMOTO, Japanese Action - Standardization of Display Methods for Tactile Guide Maps for Buildings, Stations and Other Public Facilities, Tactile Graphics 2005 Conference Proceedings, 2005
- [1-83] Braille Authority of North America, Guidelines and Standards for Tactile

- Graphics, Retrieve from <http://www.brailleauthority.org/tg/index.html>, 2010
- [1-84] Proceedings of the third international on maps and graphics for the visually handicapped people - 第3回視覚障害者のための地図と図形についての国際シンポジウム議事録, 1991
- [1-85] 日本国際地図学会編, 日本国際地図学会 40年のあゆみ—創立40周年記念, 日本国際地図学会, pp47-48, 2002
- [1-86] United Nations, Convention on the Rights of Persons with Disabilities, Retrieve from <http://www.un.org/disabilities/convention/conventionfull.shtml>, (2013年10月1日閲覧)
- [1-87] 外務省, 障害者の権利に関する条約(仮訳文), Retrieve from http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/treaty/shomei_32.html, (2013年10月1日閲覧)
- [1-88] 中華人民共和国建設部, 中華人民共和国民政部, 中国残疾人連合会, Codes for Design on Accessibility of Urban Roads and Buildings, 北京, 2001
- [1-89] 広瀬浩二郎, 嶺重慎, さわっておどろく! - 点字・点図がひらく世界, 岩波書店, 2012
- [1-90] 辰巳公子, エーデルをはじめよう!— 図形点訳ソフト エーデル ver.6.20 一, 筑波技術大学障害者高等教育研究支援センター, 2009
- [1-91] 富澤邦子, エーデルをはじめよう! - Web編 -, 筑波技術大学障害者高等教育研究支援センター, 2009 <http://www.ntut-braille-net.org/EDEL-Web/>
- [1-92] 辰巳公子, 長岡英司, 富澤邦子, 小野瀬正美, 点図作成ソフトに関する手引書の刊行と研修会の実施 - 図形点訳ソフト・エーデルの利用拡大を目指して, 筑波技術大学テクノレポート, Vol. 18, 2010

第2章

- [2-1] 財団法人日本規格協会, 高齢者・障害者配慮設計指針—触知案内図の情報内容及び形状並びにその表示方法 JIS T 0922, 一般財団法人日本規格協会,

2007.

- [2-2] 織田揮準, 日本語の程度量表現用語に関する研究, 教育心理学研究 18(3), 166-176, 1970
- [2-3] Guilford, J.P., Psychophysical methods, Baifukan, pp276-301, 1976
- [2-4] 財団法人日本規格協会, 紫外線硬化樹脂インキ点字—品質及び試験方法 (JIS T 9253), 一般財団法人日本規格協会, 2004

第3章

- [3-1] 財団法人日本規格協会, 高齢者・障害者配慮設計指針—触知案内図の情報内容及び形状並びにその表示方法 JIS T 0922, 一般財団法人日本規格協会, 2007.
- [3-2] Stevens, J. C., Choo, K. K., Spatial acuity of the body surface over the life span, Somatosensory and Motor Research, Vol.13, No.2, 153-166, 1996
- [3-3] Stevens, J. C., Aging and spatial acuity of touch, The Journal of Gerontology, Vol.47(1), 35-40, 1992
- [3-4] J.M. Thornbury, C.M. Mistretta, Tactile Sensitivity as a Function of Age, Journal of Gerontology, Vol. 36, No. 1, pp. 34-39, 1981.

第4章

- [4-1] 財団法人日本規格協会, 高齢者・障害者配慮設計指針—触知案内図の情報内容及び形状並びにその表示方法 JIS T 0922, 一般財団法人日本規格協会, 2007.
- [4-2] 大城英名, 盲児童生徒の触覚情報処理スピード(STIP)検査における触覚処理速度の検討, 秋田大学教育文化学部研究紀要 教育科学部門 62, 65-70, 2007
- [4-3] Legge G, Cindee M., Brenna V, Cheong A.M.Y, Miller J, Retention of high tactile acuity throughout the lifespan in blindness, No. 70, Vol. 8, pp1471-1488,

2008

謝辞

本研究をまとめるにあたり、多大なご指導を賜りました早稲田大学人間科学
学術院藤本浩志先生に、心より感謝いたします。藤本先生に初めてお目にかか
ったのは、2001年の感覚代行シンポジウムの発表の頃と記憶しているのですが、
点字についての大変画期的な研究に興奮して、私のほうから声をかけさせてい
ただきました。その後も、触知覚の研究を進める藤本先生には、様々な面でお
世話になる一方、点字図書館職員の私を専門家と認めていただき、研究に打ち
込む学生さんとの討議の場を与えていただきました。さらに実験計画の方向性
についてのアドバイスをさせていただく機会をいただき、その中で、私にも学
位取得を視野に入れた論文の執筆をお薦めいただきました。仕事に忙殺されが
ちな私を絶えず叱咤激励いただいたお陰で、ここまで辿りつくことができた
と感謝しています。深く御礼申しあげます。

また、院生時代から触知覚の熱心な研究を行い、藤本先生の右腕として、ご
活躍されている国立特別支援教育総合研究所教育情報部の土井幸輝様にも、大
変お世話になりました。ご自身お忙しい身でありながら、常に良きアドバイザ
ーとして、時間や手間を惜しまず的確で親身なご助言を頂きました。神奈川県
の久里浜という離れた勤務地から、東京までおいでいただいて打ち合わせのお
時間を度々とっていただいたことは感謝のほかございません。本当にありがと
うございました。

本研究の基になった実験は、早稲田大学・藤本研究室で学ぶ学生さんに、お
手伝いいただいたものです。修士過程を修めた後、私の勤務先に就職すること
になった片桐麻優氏をはじめ、多くの皆さまにお世話になりましたお礼を申し
あげます。

勤務先である日本点字図書館の田中徹二氏には、私が在職しながら藤本先生
との研究活動を続けることを暖かく見守っていただきました。私同様、藤本研
究室の皆さんへのアドバイザーとして招かれた、公益財団法人共用品推進機構

謝辞

専務理事兼事務局長星川安之氏，鹿島建設株式会社の原利明氏，タカラトミー株式会社高橋玲子氏にも多くの示唆をいただきました。

本研究の実験を行うに際しては，多くの方々に協力を頂きました。実験に参加いただいた皆様にも感謝いたします。さらに，視覚障害者を対象とした調査について，会場となった日本点字図書館ユニバーサルデザイン推進室のスタッフである河辺豊子氏，伊藤悦子氏，中村理恵子氏には，特に御礼申し上げます。

本研究の一部は，日本学術振興会 21 世紀 COE プログラム「超高齢化社会における人とロボット技術の共生」，日本学術振興会科研費補助金（基盤 B NO.16300187）および文部科学省科学研究費補助金（No.22300202）の援助を受けたものです。

最後に，学位論文執筆にあたり，心の支えとなってくれた父，母，妻，子ども達に感謝いたします。ありがとうございました。

2013 年 10 月 25 日

和田 勉

関連業績

2013年10月25日現在

本論文の一部は、以下の学術雑誌に掲載された。

原著論文

1. 土井幸輝, 萱島裕幸, 藤本浩志, 和田勉, 点字ディスプレイの盤面の特性が点字の識別容易性に及ぼす影響, 日本機械学会論文集(C編), Vol. 75, No. 752, pp245-251, 2009
2. 和田勉, 土井幸輝, 天野真衣, 片桐麻優, 藤本浩志, 触知案内図のドットパターン及びストライプパターンの粗密感覚特性に関する研究, 日本機械学会論文集(C編), Vol. 75, No. 752, pp277-282, 2009
3. 土井幸輝, 小玉千明, 藤本浩志, 和田勉, 触知記号のサイズが識別容易性に及ぼす影響に関する研究, 日本生活支援工学会誌, Vol. 9, No. 1, pp22-28, 2009
4. 土井幸輝, 荻野愛実, 和田勉, 藤本浩志, 加齢がスクリーン印刷による触知記号の識別特性に及ぼす影響に関する研究, ライフサポート学会誌, Vol. 21, No. 4, pp25-32, 2009
5. 土井幸輝, 和田勉, 藤本浩志, 触知記号のエッジの明瞭性が識別容易性に及ぼす影響, 日本機械学会論文集(C編), Vol. 77, No. 782, pp228-237, 2011
6. 土井幸輝, 藤本浩志, 和田勉, 佐川賢, 伊藤納奈, 触知記号・浮き出し文字の識別容易性, バイオメカニズム, Vol. 21, pp81-92, 2012
7. 和田勉, 土井幸輝, 片桐麻優, 藤本浩志, 触知案内図のストライプパターンの線間隔が識別特性に及ぼす影響, 日本感性工学会論文誌, Vol. 12, No. 3, pp441-446, 2013
8. 和田勉, 土井幸輝, 片桐麻優, 藤本浩志, 視覚障害者を対象とした触知案内

図におけるストライプパターンの線間隔が識別容易性に及ぼす影響, 日本生活支援工学会誌, Vol. 13, No. 2, 2013

国際学会発表

1. Tsutomu Wada, Kunio Kagawa, Guiding Facilities for the Visually-Impaired in Railroad Stations: Study of their "INFORMATIONAL CONTINUITY" , Proceedings of 10th International Conference on Mobility and Transport for Elderly and Disabled Persons (TRANSED 2004), 2004
2. Kouki Doi, Mai Amano, Chisato Kodama, Hiroshi Fujimoto, Tsutomu Wada, A study of display method of tactile guide maps -Influence of tactile-symbol size on discriminability and dot distance on perception of dot-pattern texture for tactile guide maps-, Joint Symposium Ergonomics Society of Korea and Japan Ergonomics Society, 2006
3. Tsutomu Wada, Izumi Miyoshi, Surveys of the Tactile Indications for Identification of Packaging and Receptacles for their Standardization, Proceedings of Workshop on Tactile and Haptic Interaction, pp90-95, 2007
4. Hiroshi Fujimoto, Kouki Doi, Tsutomu Wada, Influence of Tactile-Symbol Size on Discriminability and Dot Distance on Perception of Dot-Pattern Texture for Tactile Guide Maps, Proceedings of Workshop on Tactile and Haptic Interaction, pp96-101, 2007
5. Tsutomu Wada, Mayu Katagiri, Kouki Doi, Hiroshi Fujimoto, Ken Sagawa, Masami Shinohara, Perception and discriminability of the human forefinger with textures in tactile maps, Proceedings of the fourth international conference and exhibition on tactile diagrams, maps and pictures, pp50, 2008
6. Kouki Doi, Tsutomu Wada, Hiroshi Fujimoto, Ken Sagawa, Masami Shinohara, The influence of aging on perceptibility of tactile map symbols, Proceedings of the fourth international conference and exhibition on tactile diagrams, maps and

pictures, p32, 2008

7. Wataru Toyoda, Tsutomu Wada, Kouki Doi, Hiroshi Fujimoto, Research on the Perceptual Size of Tactile Dots and Bars, Proceedings of the World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2009, pp.243-246, 2009

国内学会発表

1. 和田勉, 香川邦生, 駅施設における階段手すり点字誘導標の表示形式と利用者の理解に関する研究-矢印の位置に注目した表示形式2種の比較を通じて-, 日本特殊教育学会 第42回大会予稿集, p742, 2004
2. 和田勉, 香川邦生, 駅施設における視覚障害者誘導/案内設備の「情報の連続性」に関する研究, 日本福祉のまちづくり学会 第7回全国大会予稿集, pp117-121, 2004
3. 和田勉, 香川邦生, 駅施設における階段手すり点字誘導標の表示形式と利用者の理解に関する研究 -矢印の位置に注目した表示形式2種の比較を通じて-, 第30回感覚代行シンポジウム予稿集, pp73-76, 2004
4. 和田勉, 大久保紘彦, 複数の視覚障害者音声案内装置に対応する共通端末を使用した歩行者調査の概要について, 日本福祉のまちづくり学会 第8回全国大会予稿集, pp191-194, 2005
5. 和田勉, 土井幸輝, 触知案内図標準化に関する標準触知記号調査の概要, 日本福祉のまちづくり学会 第9回全国大会予稿集, pp245-248, 2006
6. 和田勉, 藤本浩志, 土井幸輝, JIS規格として発行される触知案内図表示法の概要について, 日本国際地図学会 平成18年度定期大会予稿集, pp86-87, 2006
7. 和田勉, 三好泉, 高橋宏明, 包装容器における触覚識別表示の標準化に関する調査の概要, 第32回感覚代行シンポジウム予稿集, pp65-68, 2006
8. 和田勉, 海外諸国における点字表示・触知案内図の普及の程度に関する報告, 日本福祉のまちづくり学会 第10回全国大会予稿集, pp279-280, 2007

9. 和田勉, 高村明良, 盲児の図形理解を支援する冊子型立体教材の開発について, 日本特殊教育学会 第47回大会発表論文集, p 338, 2009
10. 和田勉, 田中正和, 福井哲也, 小川真美子, 点字サインに関する利用者調査の結果概要について, 第36回感覚代行シンポジウム予稿集, pp83-85, 2010
11. 和田勉, 半田こづえ, 大内進, 柳澤飛鳥, 真下弥生, 甲賀佳子, 半立体絵画を用いた視覚障害者向け冊子型美術教材の開発について, 日本特殊教育学会 第50回大会発表論文集, 2012
12. 山田邦夫, 高木誠一, 廣田真, 山室隆, 和田勉, ゼログラフィ技術を用いた点字／触図の開発, 第27回感覚代行シンポジウム予稿集, pp117-121, 2001
13. 土井幸輝, 天野真衣, 藤本浩志, 和田勉, 触知案内図に用いられるドットパターンの粗密感覚特性に関する研究, 第31回感覚代行シンポジウム予稿集, p107-110, 2005
14. 土井幸輝, 小玉千明, 藤本浩志, 和田勉, 触知記号のサイズが識別容易性に及ぼす影響に関する研究, 第31回感覚代行シンポジウム予稿集, pp111-114, 2005
15. 土井幸輝, 高林知代, 篠原聡子, 藤本浩志, 和田勉, UV点字触読補助具に関する研究－UV点字触読補助具の素材の硬さの評価と着用効果の検証－, 日本人間工学会第47回大会, 2006
16. 土井幸輝, 荻野愛実, 水野真由美, 藤本浩志, 和田勉, 加齢が図記号の識別容易性に及ぼす影響に関する研究, 第32回感覚代行シンポジウム予稿集, pp73-76, 2006
17. 土井幸輝, 萱島裕幸, 數藤貴, 藤本浩志, 和田勉, 点字ペンディスプレイの盤面と触読性の関係, 第5回生活支援工学会系学会連合大会予稿集, 2007
18. 土井幸輝, 藤本浩志, 篠原正美, 和田勉, 佐川賢, 触知記号のエッジと触知記号の識別容易性の関係, 第7回生活支援工学会系学会連合大会予稿集, 2007
19. 土井幸輝, 植松美幸, 藤本浩志, 和田勉, 佐川賢, 篠原正美, 視覚障害者を

関連業績

- 対象とした触知記号の識別容易性評価, 第 33 回感覚代行シンポジウム予稿集, pp101-104, 2007
20. 土井幸輝, 和田勉, 片桐麻優, 高瀬翔, 植松美幸, 藤本浩志, 佐川賢, 篠原正美, 触知案内図のストライプパターンの粗密感覚特性及び識別特性の評価, 第 33 回感覚代行シンポジウム予稿集, pp105-108, 2007
21. 武者圭, 和田勉, 鉄道駅構内における音サイン設置実践報告, 日本福祉のまちづくり学会第 11 回全国大会概要集, pp475-478, 2008
22. 豊田航, 大江裕文, 上妻祐一朗, 土井幸輝, 和田勉, 藤本浩志, 携帯電話における凸記号が操作性に及ぼす影響, 第 34 回感覚代行シンポジウム発表論文集, pp.39-42, 2008
23. 豊田航, 土井幸輝, 藤本浩志, 和田勉, 凸バーの識別容易性に関する研究, 人間工学 第 45 巻 特別号, 日本人間工学会第 50 回記念大会講演集, Vol. 45, Supplement, pp.360-361, 2009
24. 片桐麻優, 山口耕平, 土井幸輝, 和田勉, 藤本浩志, 触知経験がストライプパターンの識別特性に及ぼす影響, 人間工学 第 45 巻 特別号, 日本人間工学会第 50 回記念大会講演集, Vol. 45, Supplement, pp362-363, 2009
25. 土井幸輝, 藤本浩志, 佐川賢, 篠原正美, 和田勉, 加齢が触覚記号・文字の識別容易性に及ぼす影響, 人間工学 第 45 巻 特別号, 日本人間工学会第 50 回記念大会講演集, Vol. 45, Supplement, pp364-365, 2009
26. 武者圭, 和田勉, 鉄道駅構内エスカレータ誘導音における設置実践報告, 日本福祉のまちづくり学会第 12 回全国大会概要集, pp176-179, 2009
27. 土井幸輝, 藤本浩志, 和田勉, 佐川賢, 伊藤納奈, 視覚障害者を対象とした触知記号・浮出文字の識別特性, 第 35 回感覚代行シンポジウム予稿集, pp37-38, 2009

学術記事

1. 和田勉, 街で見かける点字サイン・その問題点, 視覚障害, No.161, pp1-22,

1999

2. 和田勉, 音声誘導装置が拓く歩行の未来, 視覚障害, No.172, pp12-27, 2001
3. 日本盲人社会福祉施設協議会, 視覚障害者の安全で円滑な行動を支援するための点字表示等に関するガイドライン, 日本盲人社会福祉施設協議会, 分担執筆, 2002
4. 和田勉, 駅施設における視覚障害者誘導/案内設備に関する研究, 筑波大学修士論文, 2004
5. 和田勉, 触図に関する国際会議に参加して～"Tactile Graphics 2005"見聞記, 視覚障害, No.212, pp14-19, 2006
6. 和田勉, 点字表示 JIS 化の背景と意義, リハビリテーション工学協会, vol. 21, No. 3, pp150-152, 2006
7. 和田勉, 点字サインの JIS 規格ーその背景と意義ー, 森林技術, Vol. 772, pp22-25, 2006
8. 和田勉, 「公共トイレの操作部」と「触知案内図」の JIS 制定へ, インクル, No. 46, pp4-6, 2007
9. 和田勉, 点字考案者ブライユ生誕 200 年、点字の広がりと今後の課題, インクル, No.59, pp4-5, 2009

公的委員等

1. 触知図標準化委員, 2003～2006
2. 包装容器触覚識別委員, 2004～2006
3. ISO/TC159/SC4/WG9 国内委員, 2007～
4. ISO/TC159/SC4/WG10 Expert, 2007～
5. 高齢者・障害者配慮における包装標準化の調査研究と国際化の推進委員, 2007
6. 産業技術総合研究所外来研究員, 2007
7. 音サインによる交通拠点移動支援の事例基礎研究委員会委員, 2009～2010

関連業績

8. Accessible Design モニタリングシステム検討委員, 2009
9. ISO/TC173 国内対策 WG 委員, 2009～
10. 高齢者・障害者配慮設計指針-触覚情報表示-触知図形の設計方法 JIS 原案作成委員会委員, 2009～2010
11. 早稲田大学 人間総合研究センター招聘研究員, 2011～
12. TC173/SC7 国内点字表示・触知案内図 WG 委員, 2011～
13. ロービジョンの空間成分データ集 TR 原案作成委員会委員, 2011～2013
14. 音案内 JIS 原案作成委員会委員, 2011～2013
15. 高齢者・障害者配慮における包装標準化の調査研究と国際化の推進委員会委員, 2013～