

2021 年度
愛知県立芸術大学大学院美術研究科
博士後期課程美術専攻

博士学位論文

触知図形を活用したデザイン研究
—視覚障害者が鑑賞できるグラフィック表現—



林子翔

触知図形を活用したデザイン研究

—視覚障害者が鑑賞できるグラフィック表現—

令和3年度 博士学位論文

林子翔

指導教員 [正] 柴崎幸次

[副] 石井晴雄

[副] 佐藤直樹

目次

研究作品	5
序論	71
第1章 序章	71
1-1 はじめに	71
1-2 視覚障害者のためのグラフィックデザインの領域を広げる必要性	72
1-3 触知図形の定義	73
1-4 触図を用いた現在までの取組み	74
1-5 視覚障害者の人口と障害の認定標準	75
1-6 視覚障害者のための触知図形の活用への課題	78
1-7 研究目的と研究方法	79
1-8 本研究の発想に至った経緯	80
1-9 本研究の構成および概要	83
第2章 触図に関する研究の現状	86
2-1 日本における触図の現状把握	86
2-1-1 日本産業規格（JIS）に示された触図に関する規格	86
2-1-2 視覚特別支援学校における教科書及び触図教材の現状 ..	88
2-1-3 名古屋情報文化センターで学んだ触図経験	89
2-1-4 出版物としての触図調査	91
2-2 欧米における触図の現状把握	93
2-2-1 触図を用いた美術鑑賞の取組み	93
2-2-2 触図の絵本	94
2-3 中国における触図の現状把握	96
2-3-1 触図の制作方針「触摸図形設計指南及び図例」	96
2-3-2 広州図書館における視覚障害者へのサービス及び点字図 書	96
2-3-3 視覚障害者のための教科書	99
2-4 触図の印刷方法及び素材の把握	102

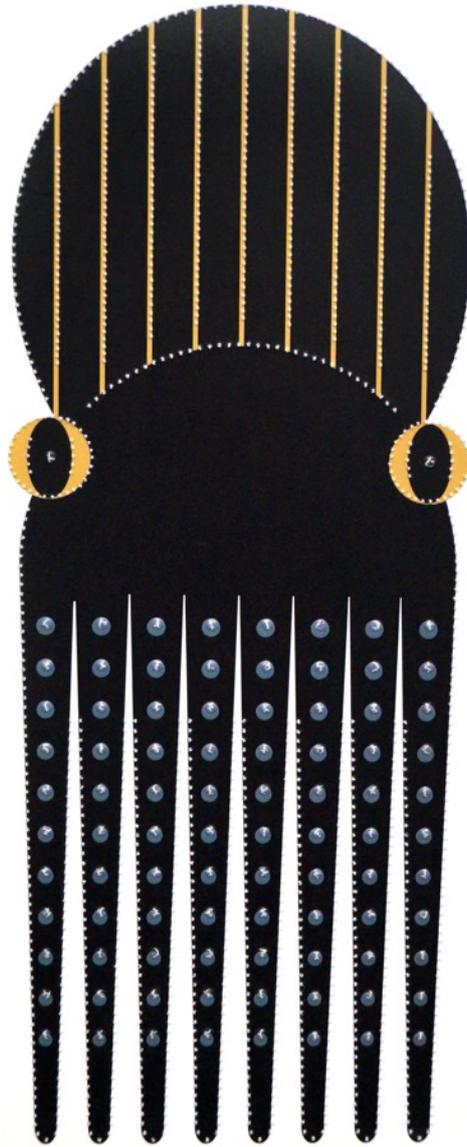
2-4-1	触図の印刷方法	102
2-4-2	素材の選択	109
2-5	本章のまとめ	109
第3章	触図に求められるデザイン検討項目	111
3-1	視覚障害がもたらす心理的な特徴	111
3-2	触覚の特性について.....	112
3-2-1	触覚とは.....	112
3-2-2	触運動知覚の分類について	114
3-2-3	触察方法.....	115
3-3	触図の読み取りやすさに影響を与える要因.....	117
3-3-1	手指で認知できる解像度	117
3-3-2	部分から全体像へ.....	118
3-3-3	集中力と鑑賞時間.....	118
3-3-4	点字の読み方の習慣と読み取りやすさとの関係	119
3-4	指での美術鑑賞力	119
3-5	触図がもたらす楽しさ、面白さ(当事者インタビューより)	120
3-6	本章のまとめ	121
第4章	基本的な幾何形状についての調査	122
4-1	実験目的	123
4-2	実験方法	123
4-2-1	被験者	123
4-2-2	基本的な幾何形状の作成	124
4-2-3	実験の手順	124
4-3	調査結果	127
4-3-1	各サイズにおける幾何形状の正解者数の結果	127
4-3-2	各サイズにおける幾何形状の正解率の結果	129
4-4	本章のまとめ	136
第5章	触知図形をデザインする基本原則.....	137
5-1	触知図形を描写する視点.....	137
5-2	輪郭の連続性	137

5-3	図形の単純化	138
5-4	図形を触りやすい大きさへの配慮	139
5-5	物事の特徴の強調	139
5-6	必要な間隔距離.....	140
5-7	重なる部分避ける.....	140
5-8	触知図形に触楽を取り入れる	141
5-9	触読監修の必要性	141
5-10	色の選択の配慮	142
5-11	本章のまとめ.....	142
第6章	触知図形を活用するデザイン提案と評価.....	143
6-1	作品1-水中の生き物シリーズと貝殻シリーズ.....	143
6-1-1	作品制作の背景と目的.....	143
6-1-2	ステップ1:対象の特徴と造形を分析し、角度を選ぶ ..	144
6-1-3	ステップ2:触知図形をデザインする	149
6-1-4	ステップ3:触読監修を経て、デザインを修正する	153
6-1-5	ステップ4:触知図形を製版する	157
6-1-6	ステップ5:触知図形を印刷する	159
6-1-7	応用と評価	162
6-2	作品2-中国の小学校国語教科書の触知図形補助教材	163
6-2-1	作品制作の背景と目的.....	163
6-2-2	ステップ1:対象の特徴と造形を分析し、角度を選ぶ ..	164
6-2-3	ステップ2:触知図形をデザインする	166
6-2-4	ステップ3:触読監修を経て、デザインを修正する	167
6-2-5	ステップ4:色付きの試作と視覚校正	169
6-2-6	ステップ5:音声コードを付加した最終案	172
6-2-7	ステップ6:触知図形を印刷し、製本する	174
6-2-8	応用と評価	176
第7章	結論	177
7-1	各章のまとめ	177
7-2	本研究の独自性.....	178

7-3 今後の課題と展望	179
補遺 触知図形に関する研究発表と応用	181
補-1 [論文発表] 日本デザイン学会発表	181
補-2 [論文発表] 中国高等美術教育学会「工業設計」に論文掲載 ...	181
補-3 [展覧会] 手からウロコの触図展	182
補-4 [展覧会] 湛江市特殊教育学校の展示会	183
補-5 [展覧会] イーブルなごやフェスティバル 2019.....	183
補-6 [展覧会] 蒲郡市立図書館開館 50 周年特別展	183
補-7 [新聞掲載]	184
註.....	185
参考文献一覧.....	189
和文要旨	191
英文要旨	194
謝辞	197

研究作品

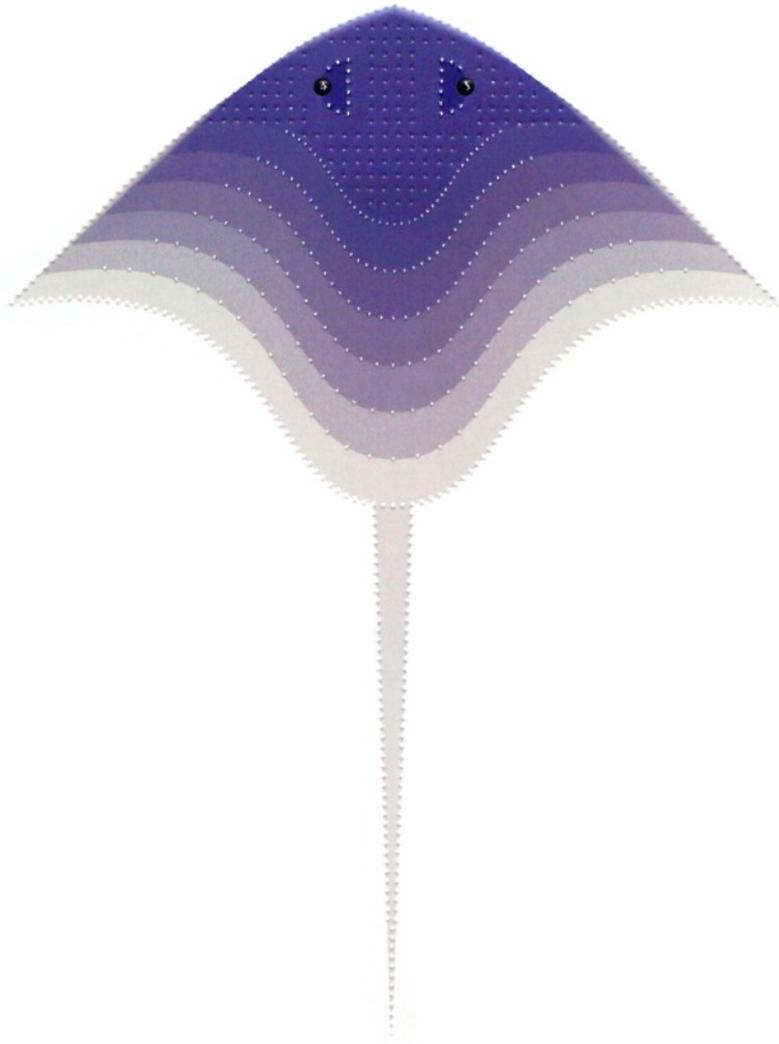
作品 1-[水中の生き物シリーズと貝殻シリーズ]、2018
水中の生き物シリーズ:8 点、
貝殻シリーズ:6 点、
合計 14 点
マシュマロ Co160g、レーザーとエンボス、420mm×297



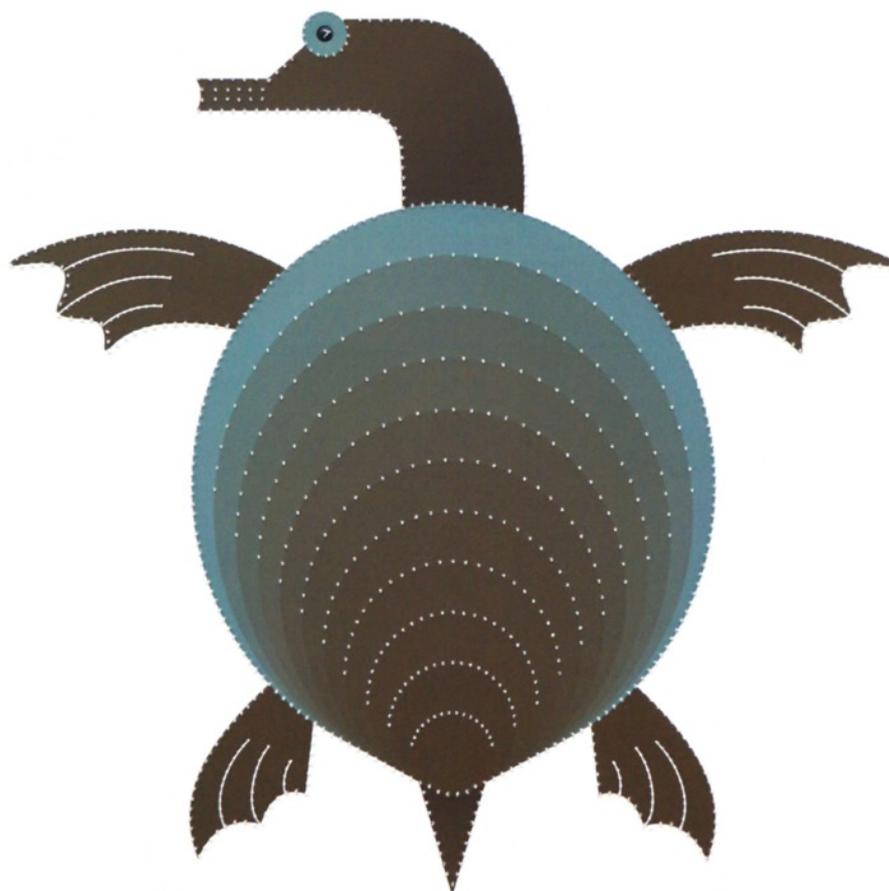
- 作品番号 1-1、[水中の生き物シリーズ-タコ]、2018
マシュマロ Co160g、レーザーとエンボス、420mm×297mm



- 作品番号 1-2、[水中の生き物シリーズ-タツノオトシゴ]、2018
マシュマロ Co160g、レーザーとエンボス、420mm×297mm



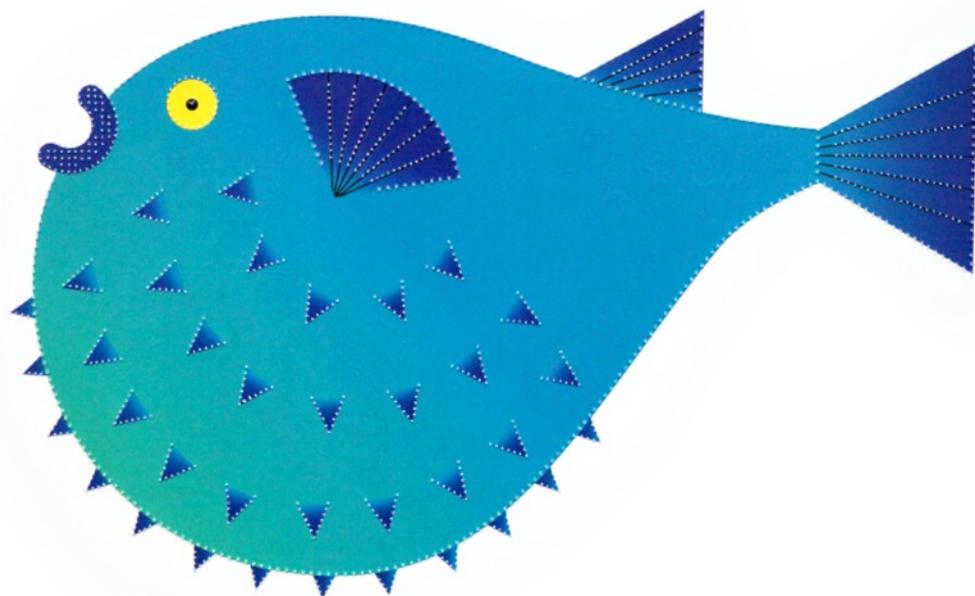
- 作品番号 1-3、[水中の生き物シリーズ-アカエイ]、2018
マシュマロ Co160g、レーザーとエンボス、420mm×297mm



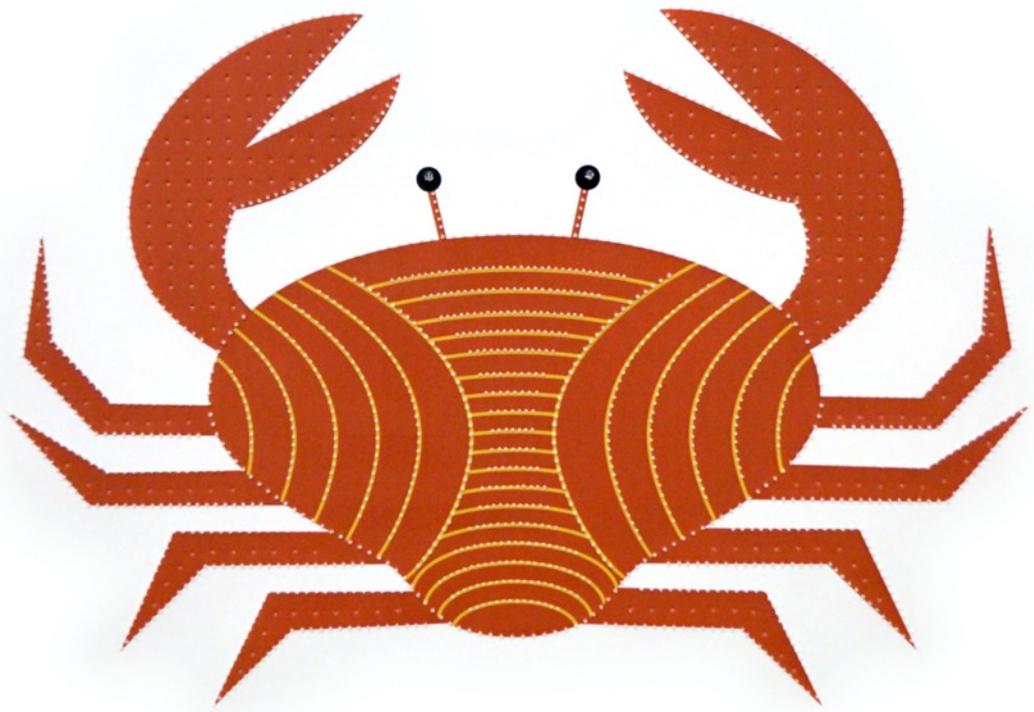
- 作品番号 1-4、[水中の生き物シリーズ-スッポン]、2018
マシュマロ Co160g、レーザーとエンボス、420mm×297mm



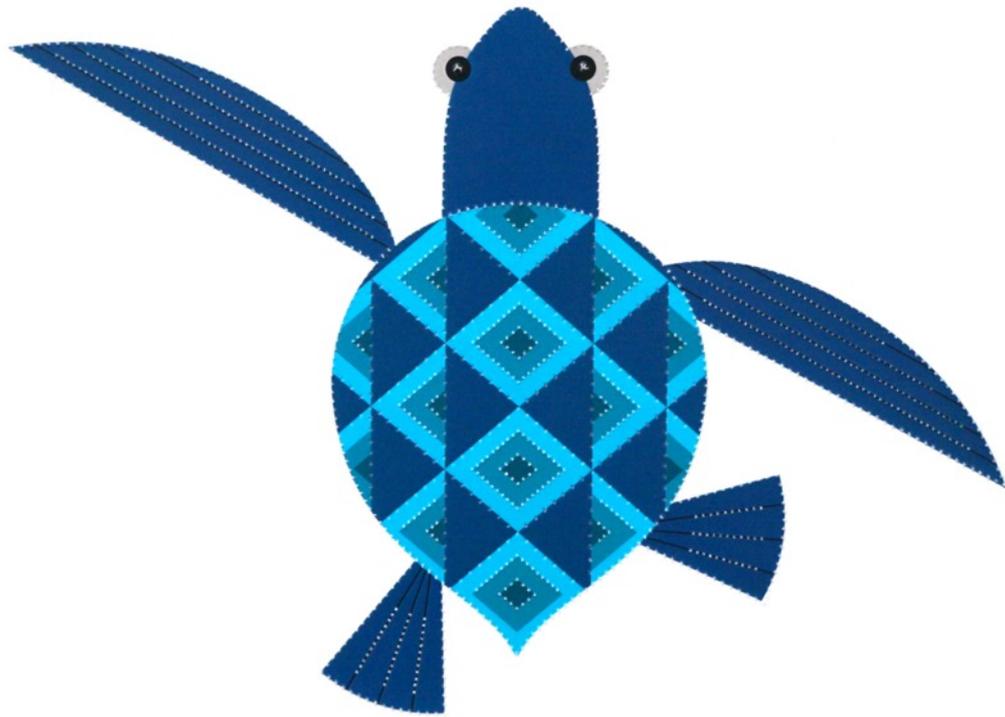
- 作品番号 1-5、[水中の生き物シリーズ-イカ]、2018
マシュマロ Co160g、レーザーとエンボス、420mm×297mm



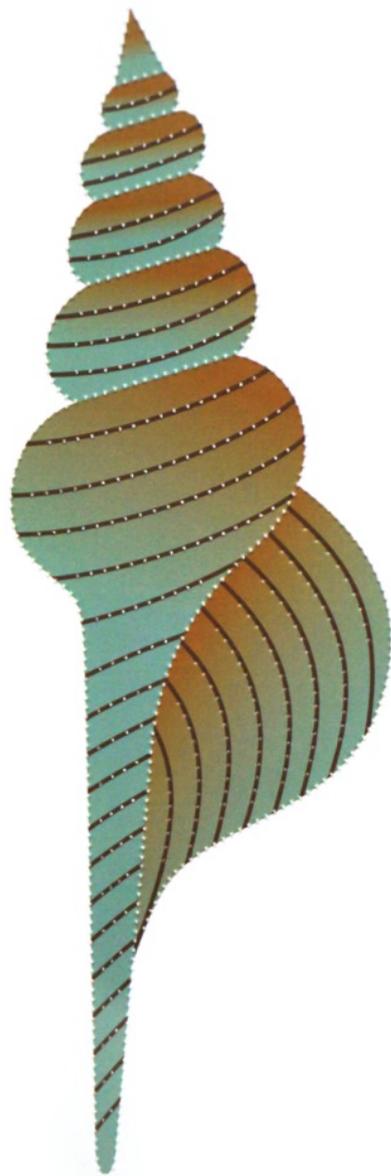
- 作品番号 1-6、[水中の生き物シリーズ-ハリセンボン]、2018
マシュマロ Co160g、レーザーとエンボス、420mm×297mm



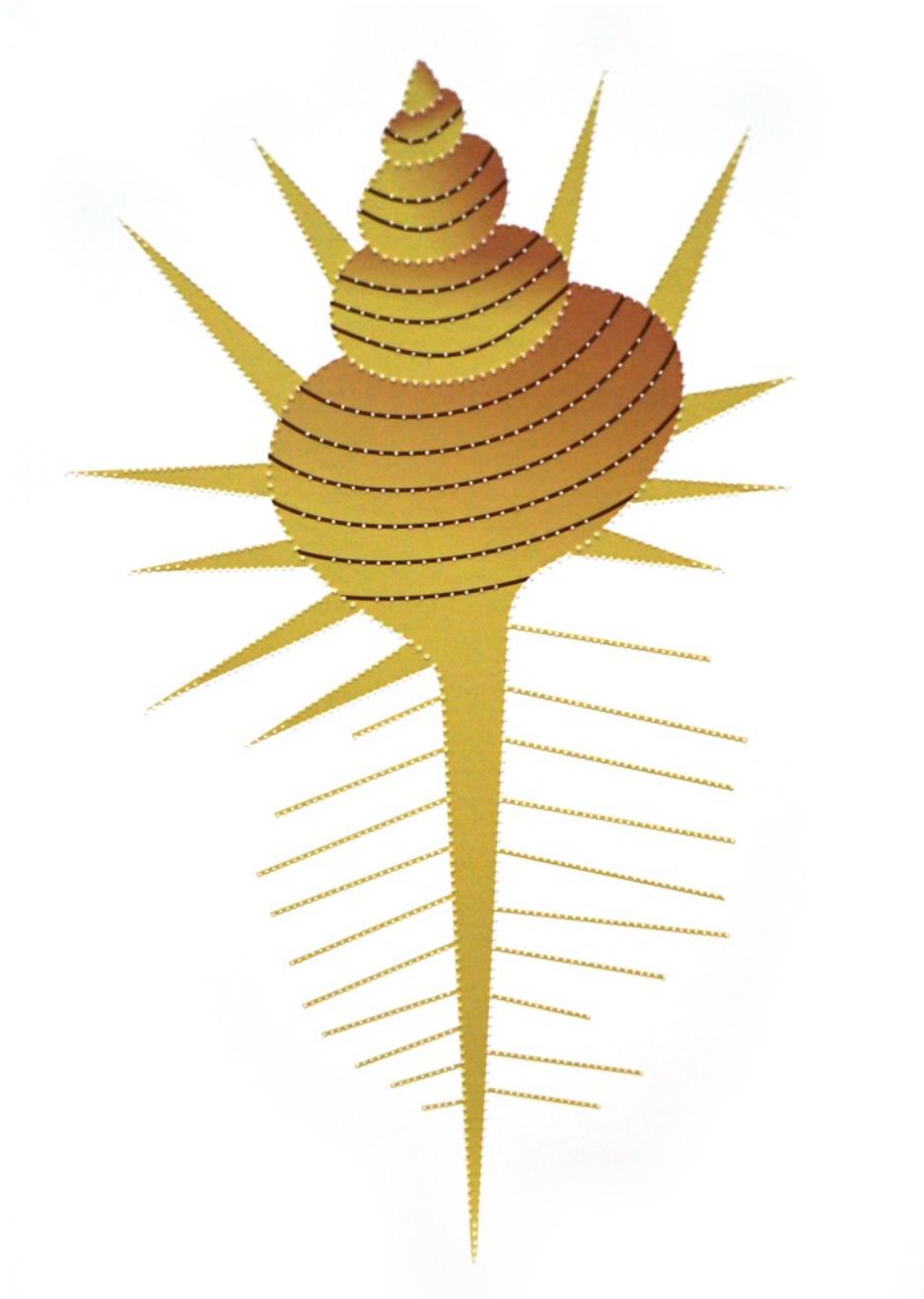
- 作品番号 1-7、[水中の生き物シリーズ-カニ]、2018
マシュマロ Co160g、レーザーとエンボス、420mm×297mm



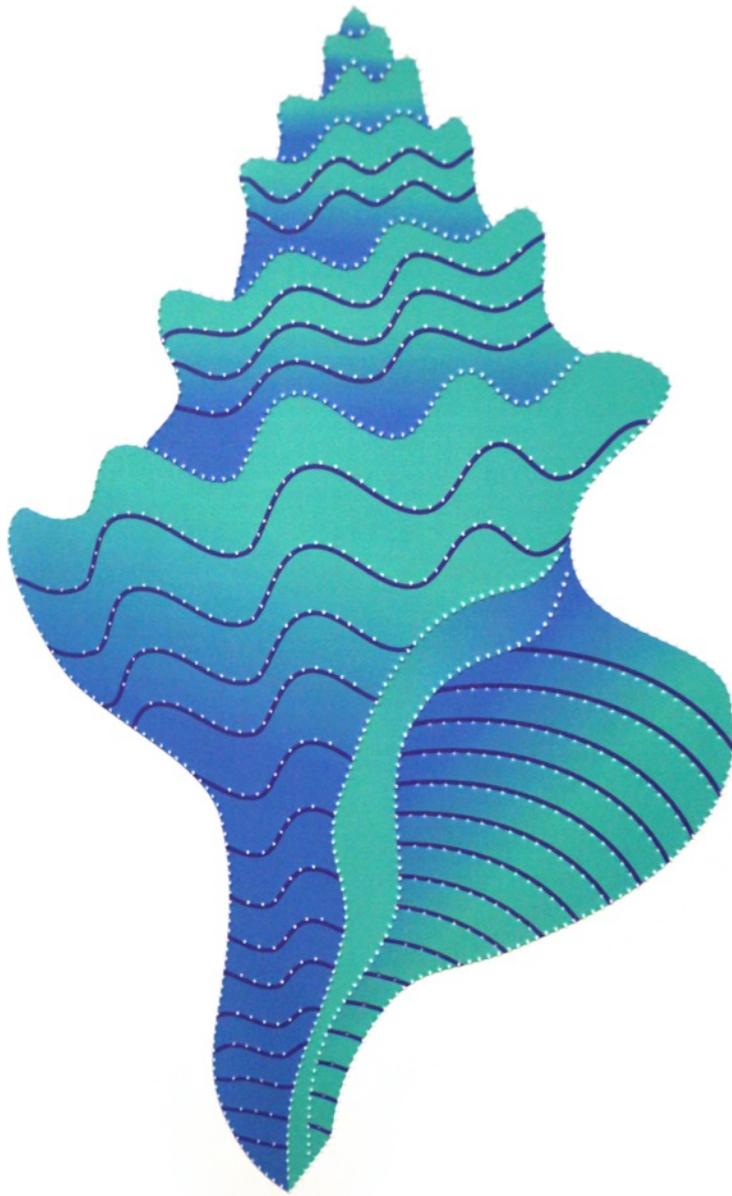
- 作品番号 1-8、[水中の生き物シリーズ-ウミガメ]、2018
マシュマロ Co160g、レーザーとエンボス、420mm×297mm



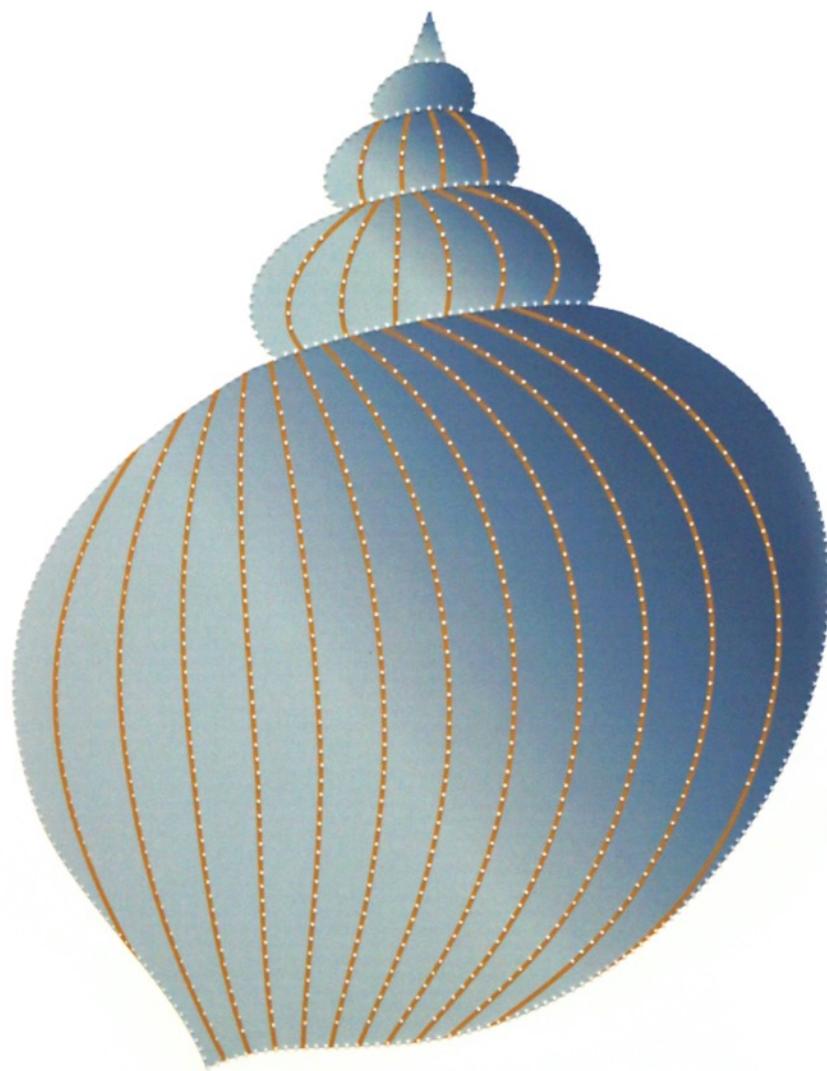
- 作品番号 1-9、[貝シリーズ]、2018
マシュマロ Co160g、レーザーとエンボス、420mm×297mm



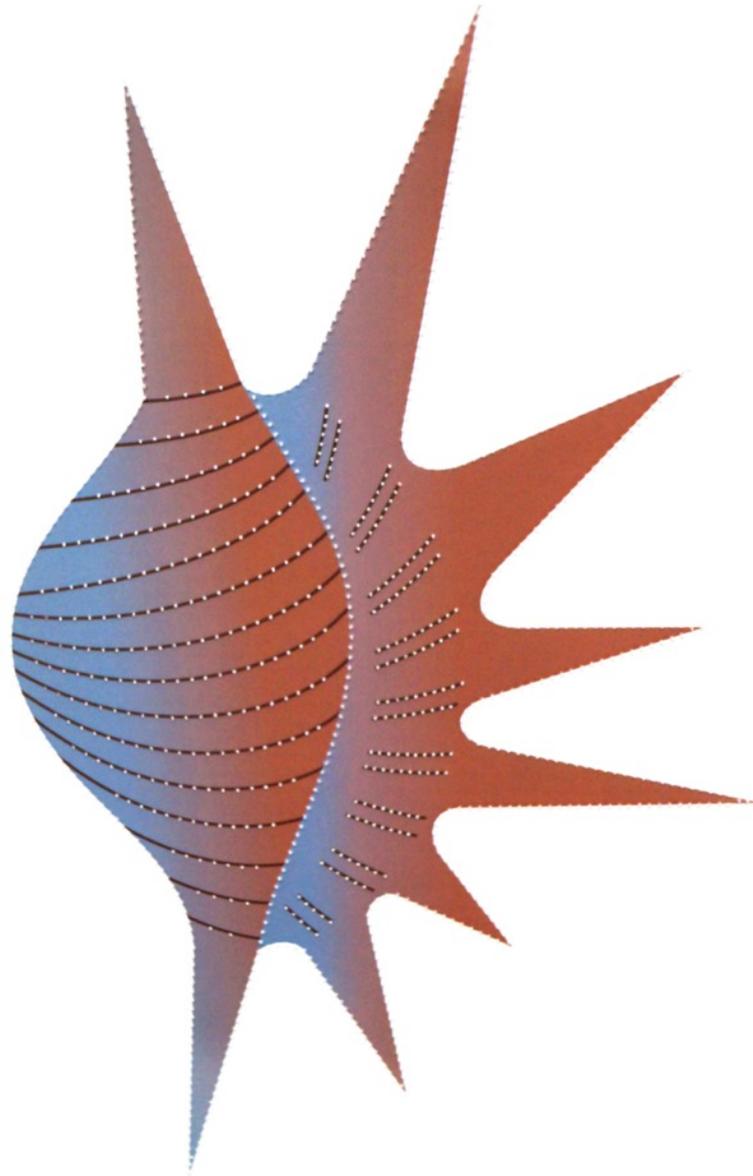
- 作品番号 1-10、[貝シリーズ]、2018
マシュマロ Co160g、レーザーとエンボス、420mm×297mm



- 作品番号 1-11、[貝シリーズ]、2018
マシュマロ Co160g、レーザーとエンボス、420mm×297mm



- 作品番号 1-12、[貝シリーズ]、2018
マシュマロ Co160g、レーザーとエンボス、420mm×297mm



- 作品番号 1-13、[貝シリーズ]、2018
マシュマロ Co160g、レーザーとエンボス、420mm×297mm



- 作品番号 1-14、[貝シリーズ]、2018
マシュマロ Co160g、レーザーとエンボス、420mm×297mm



作品 2-[中国の小学校国語教科書の触知図形補助教材]、2021

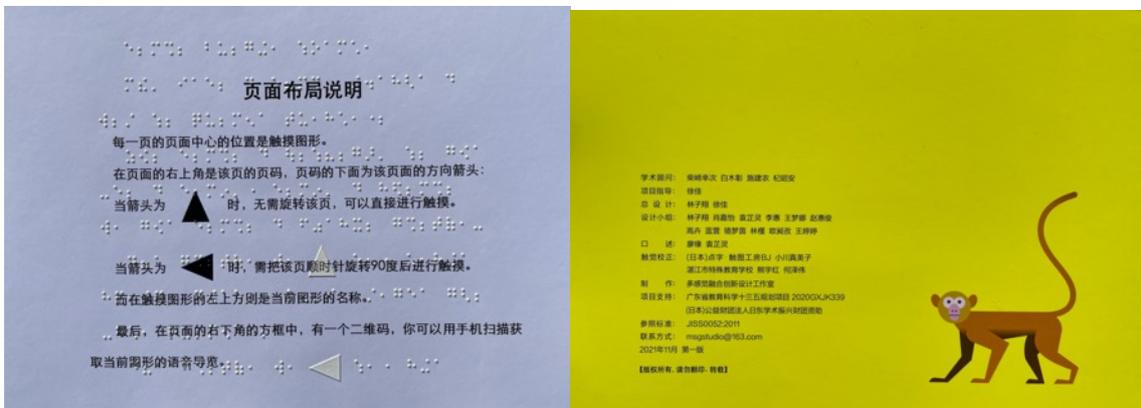
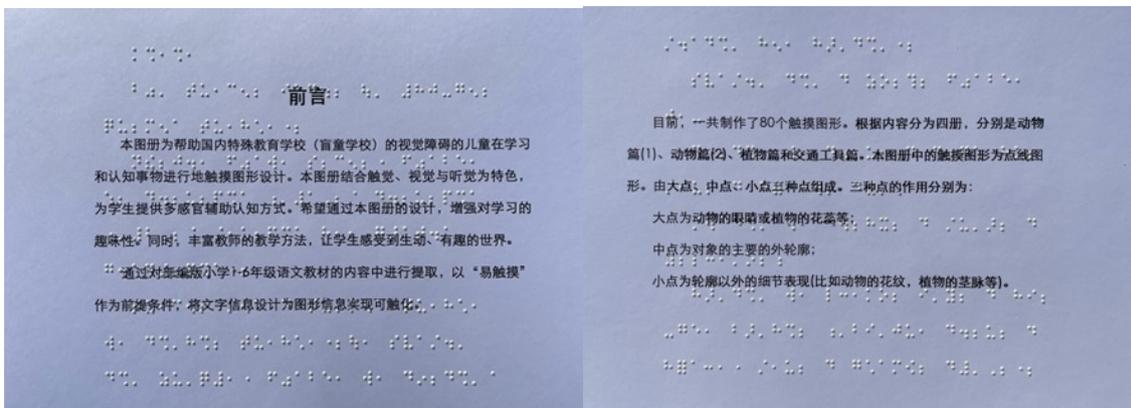
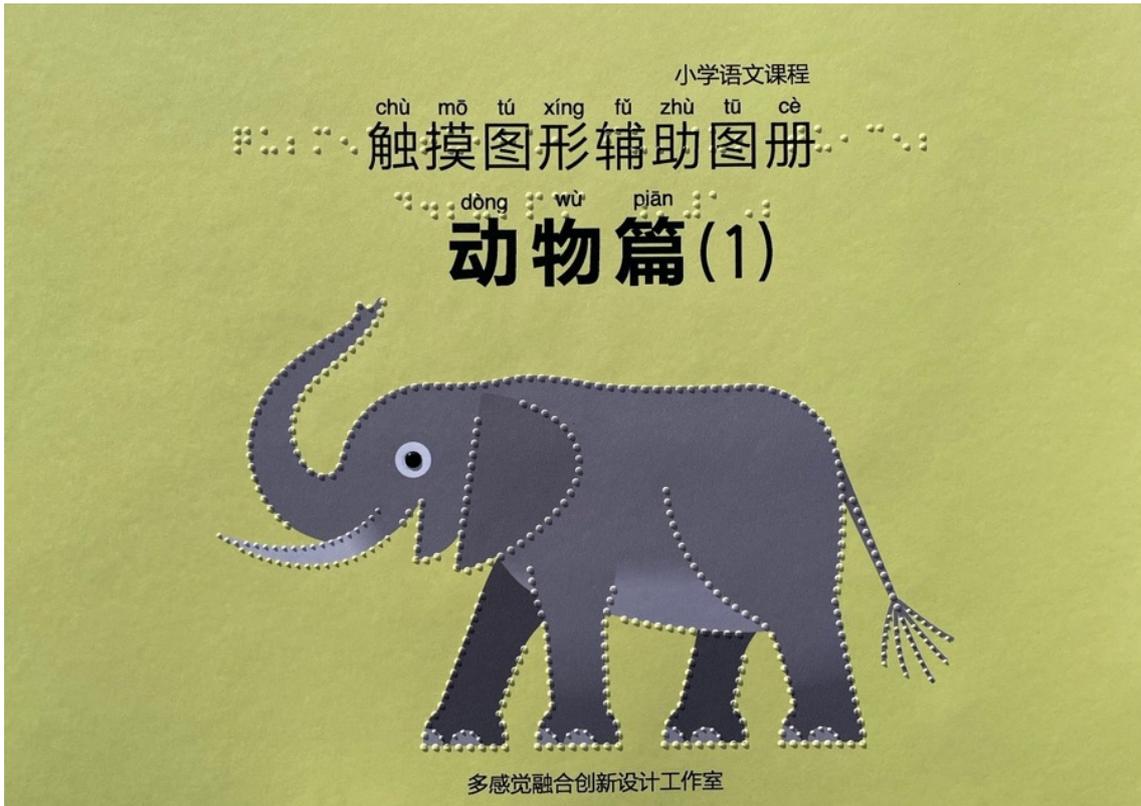
動物編:40 点、

植物編:20 点、

乗り物編:20 点

合計 80 点

上質紙 300g、UV 印刷、297mm×210mm



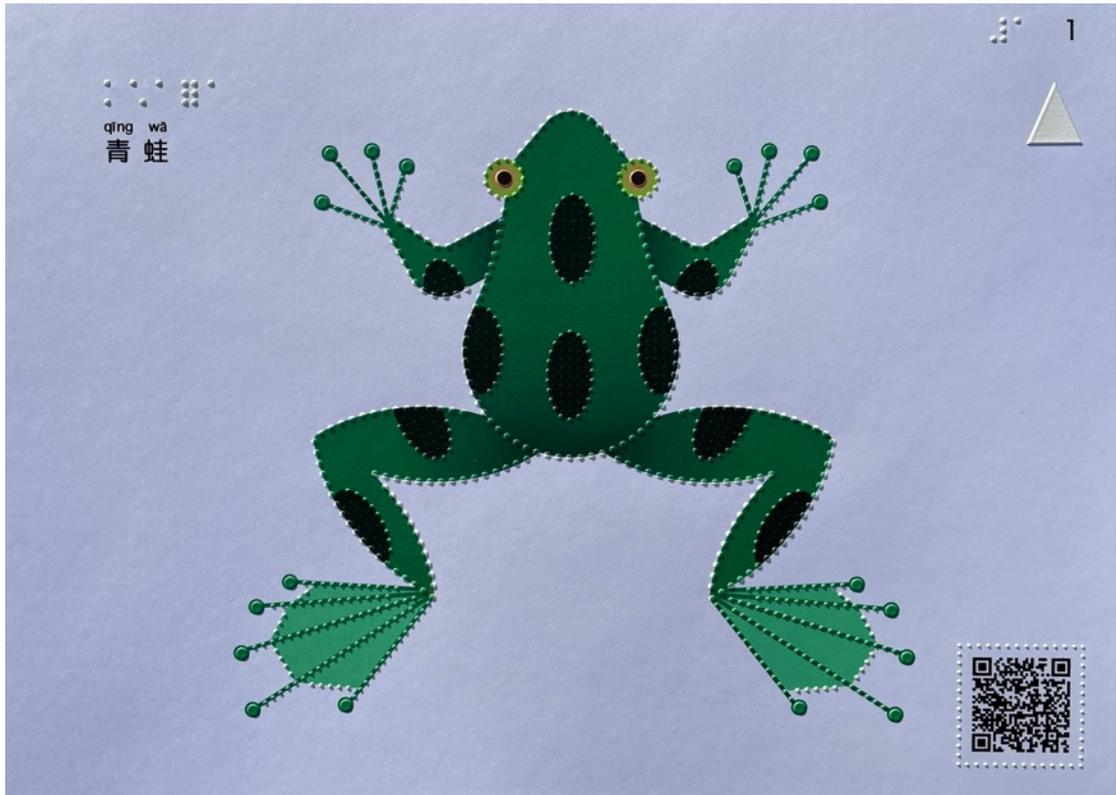
目 录

青蛙	1
蜜蜂	2
蜻蜓	3
蝴蝶	4
蚂蚁	5
蝌蚪	6
蜘蛛	7
狐狸	8
兔子	9
燕子	10

老虎	11
狗熊	12
猴子	13
啄木鸟	14
山羊	15
大象	16
壁虎	17
蚊子	18
乌龟	19
鸚鵡	20

• 作品番号 2、[中国の小学校国語教科書の触知図形補助教材・動物編(1)]、
2021

上質紙 300g、UV 印刷、297mm×210mm



• 作品番号 2-1、[動物編-カエル]、2021



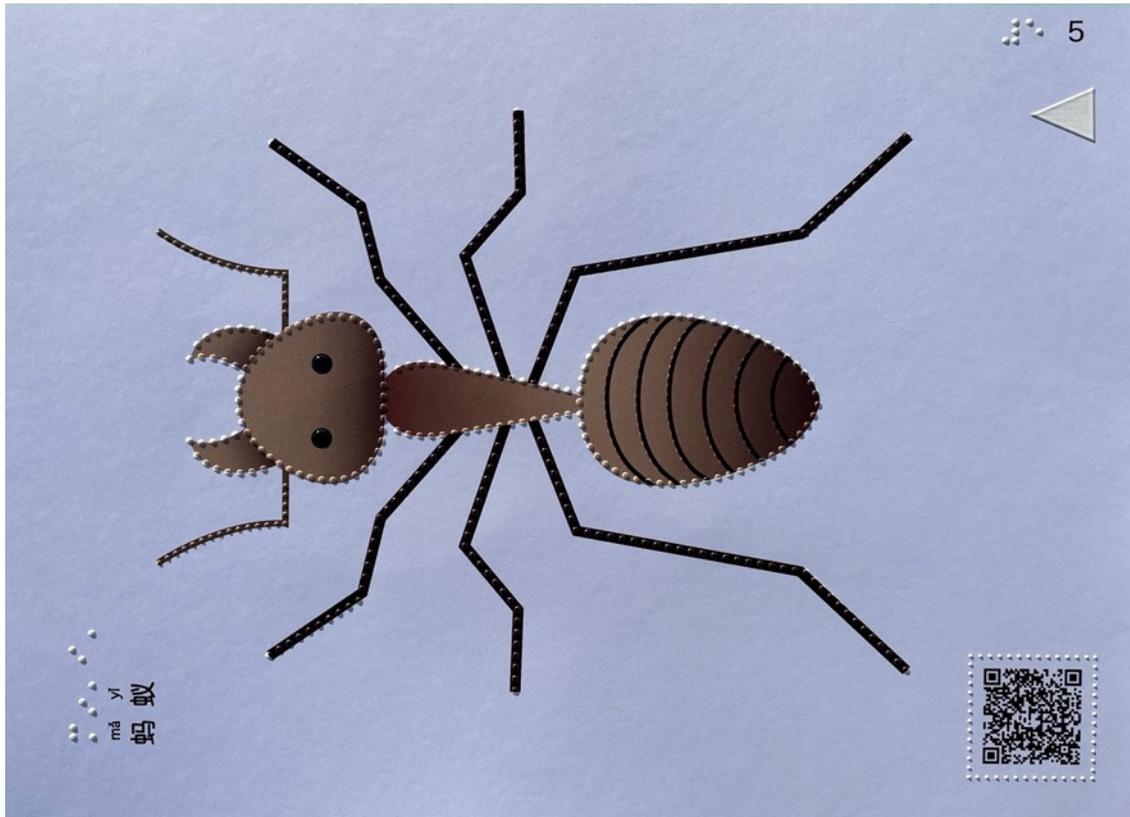
• 作品番号 2-2、[動物編-ハチ]、2021



• 作品番号 2-3、[動物編-トンボ]、2021



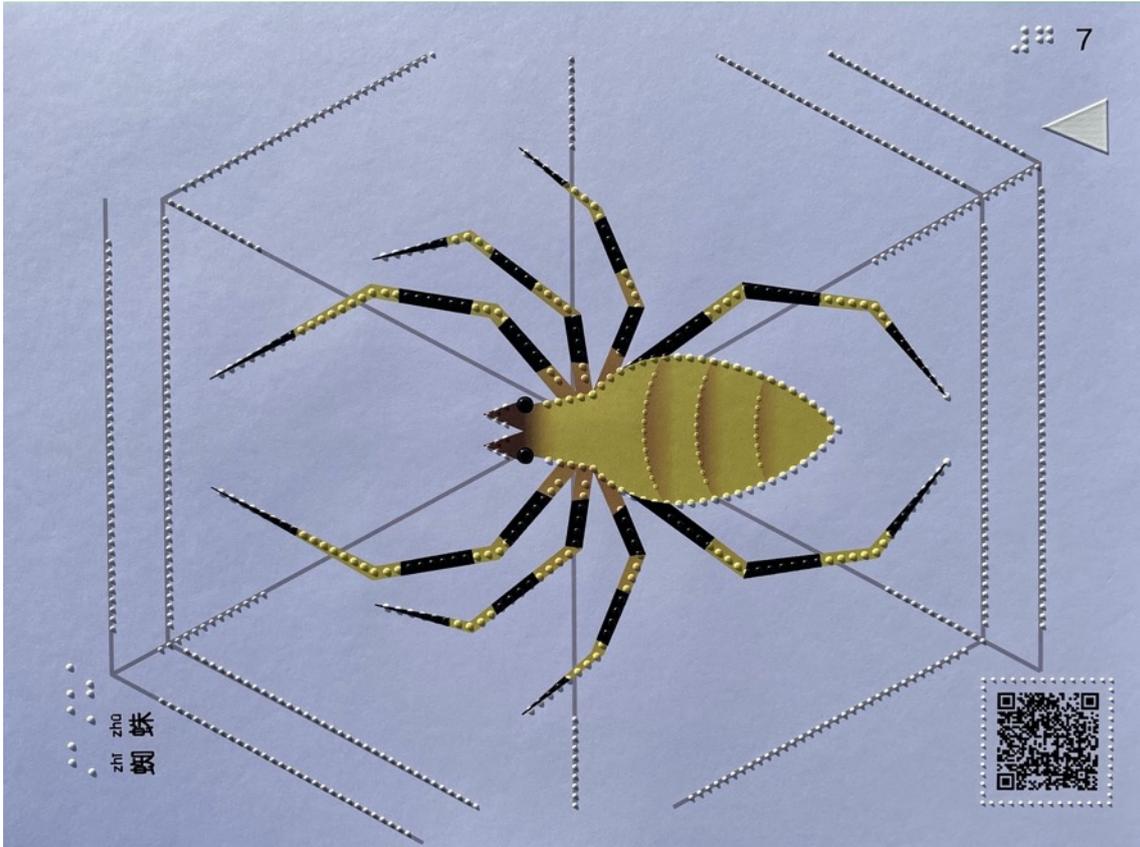
• 作品番号 2-4、[動物編-チョウチョウ]、2021



• 作品番号 2-5、[動物編-アリ]、2021



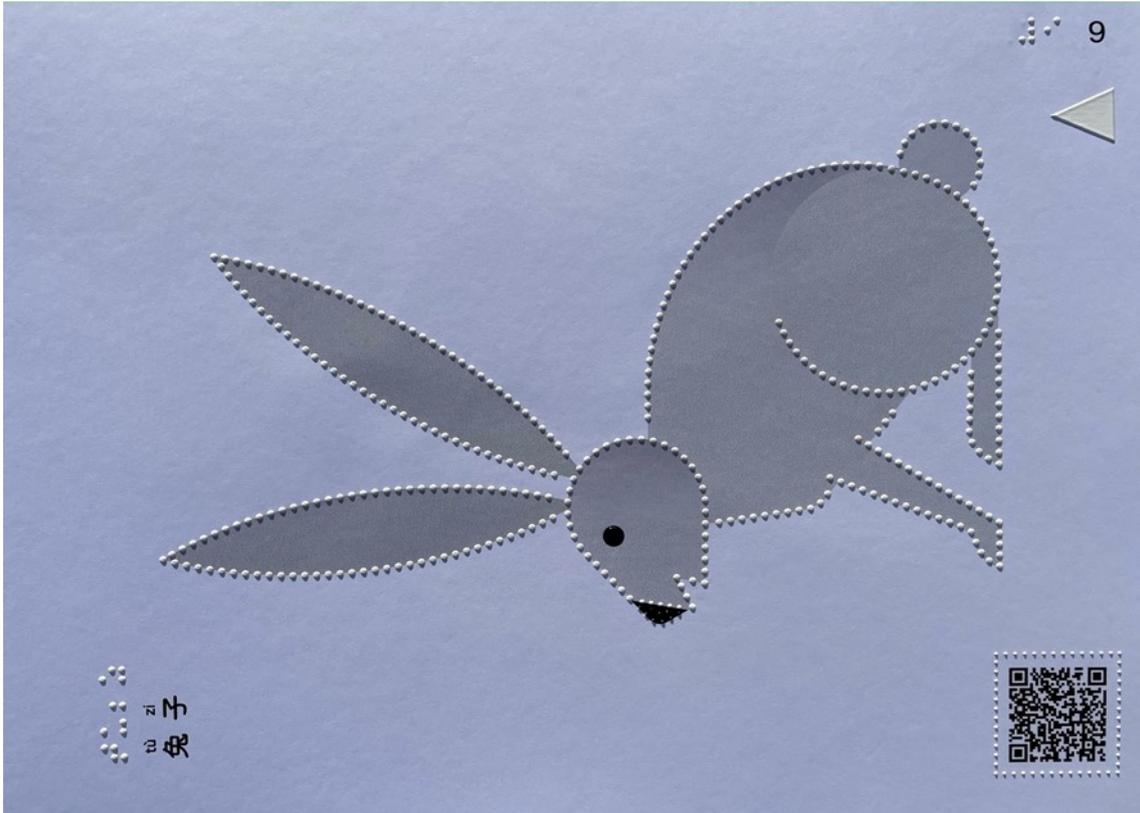
• 作品番号 2-6、[動物編-オタマジャクシ]、2021



• 作品番号 2-7、[動物編-クモ]、2021



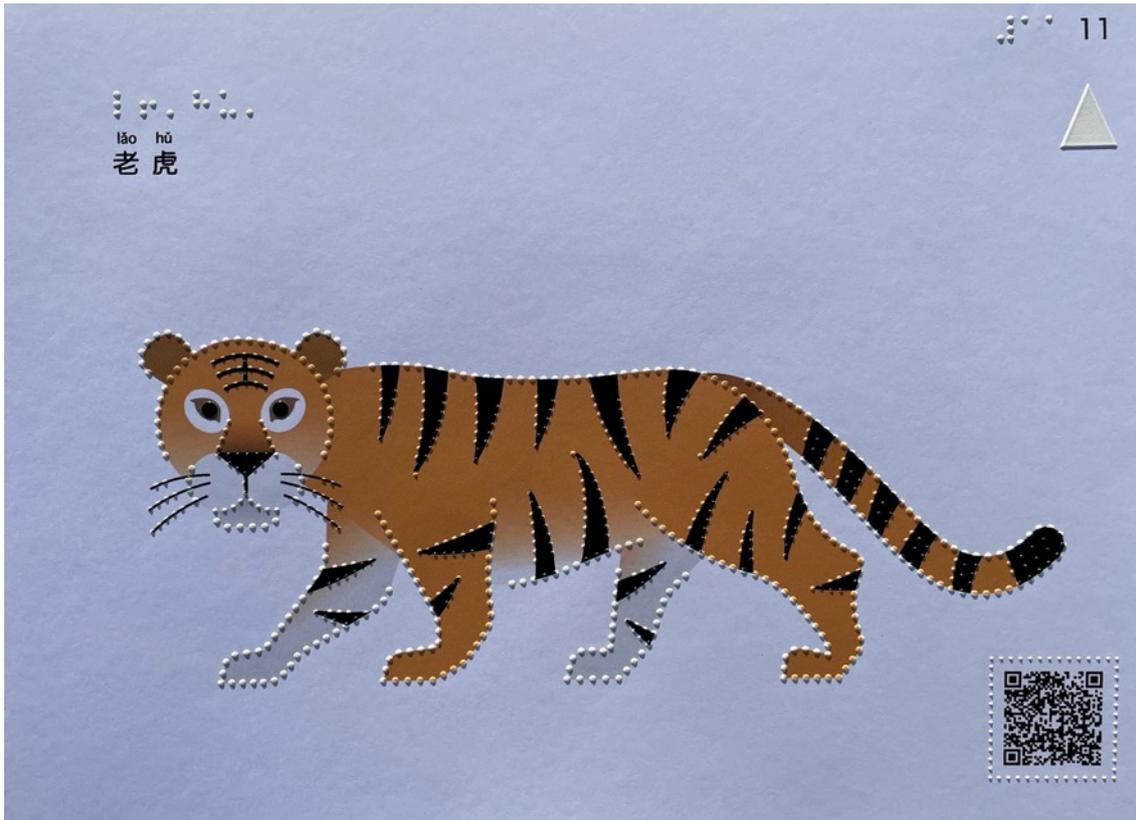
• 作品番号 2-8、[動物編-キツネ]、2021



• 作品番号 2-9、[動物編-ウサギ]、2021



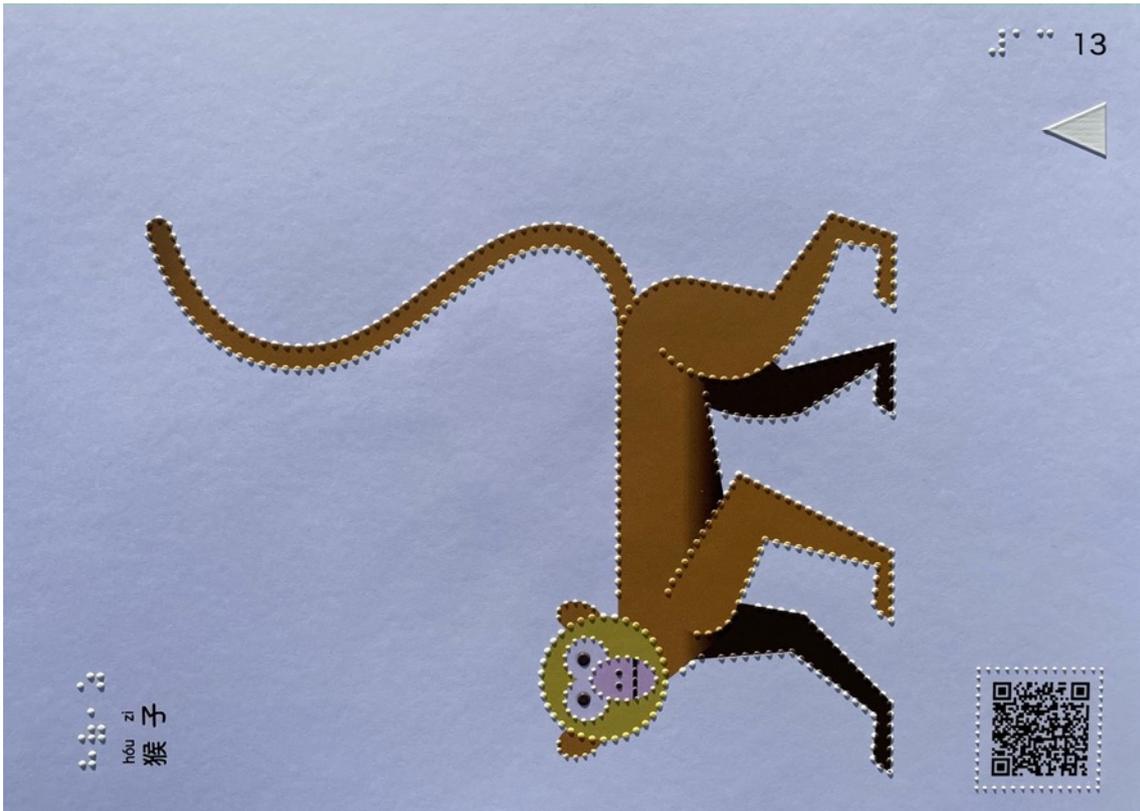
• 作品番号 2-10、[動物編-ツバメ]、2021



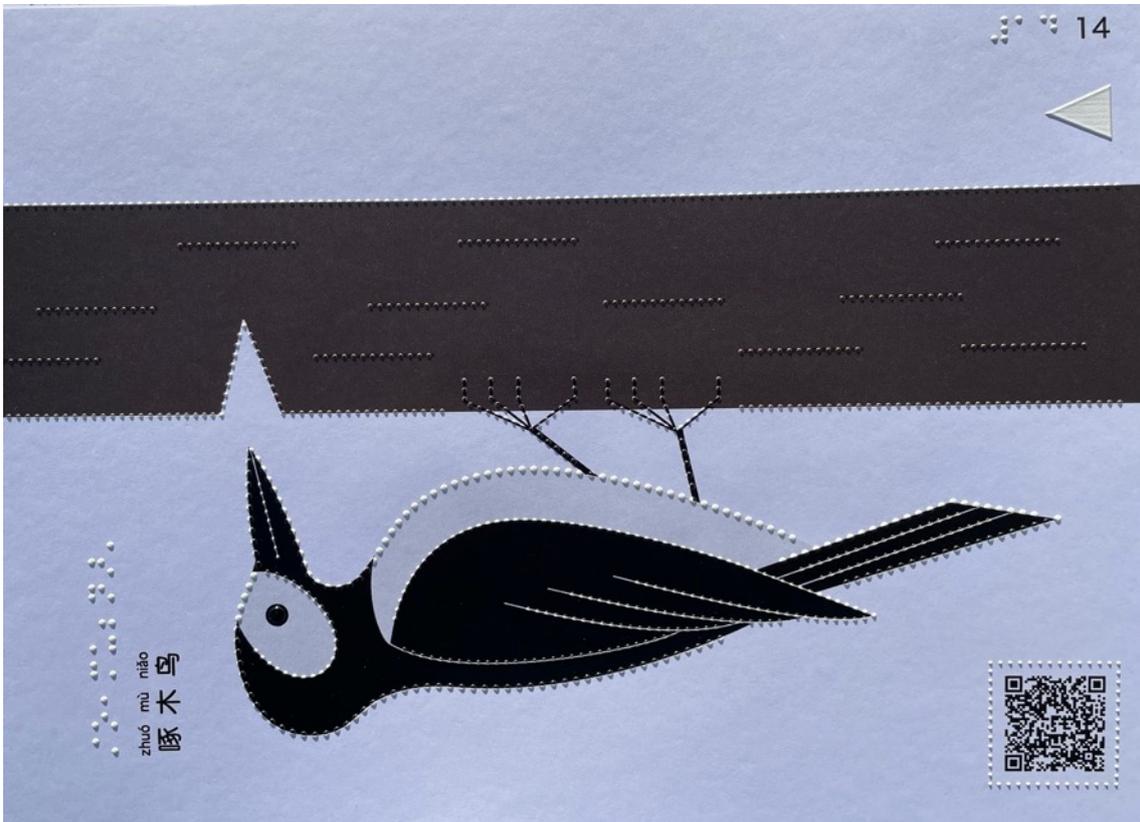
• 作品番号 2-11、[動物編-トラ]、2021



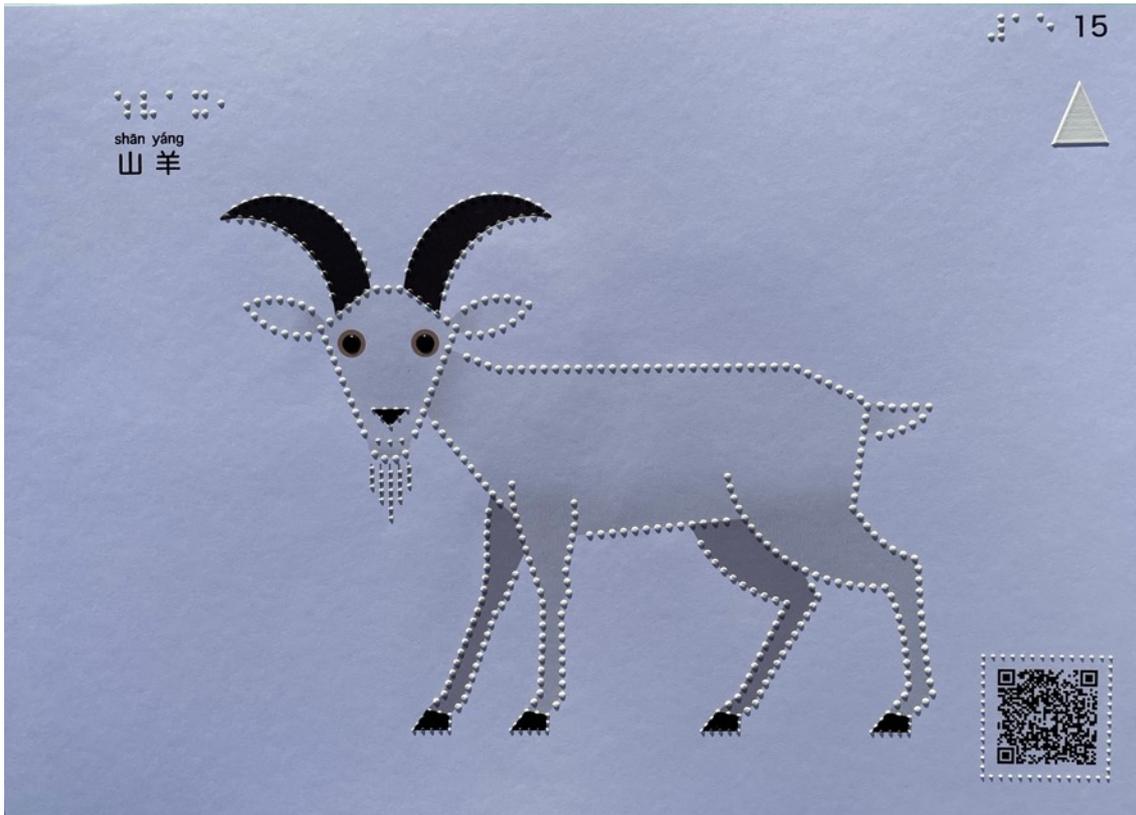
• 作品番号 2-12、[動物編-クマ]、2021



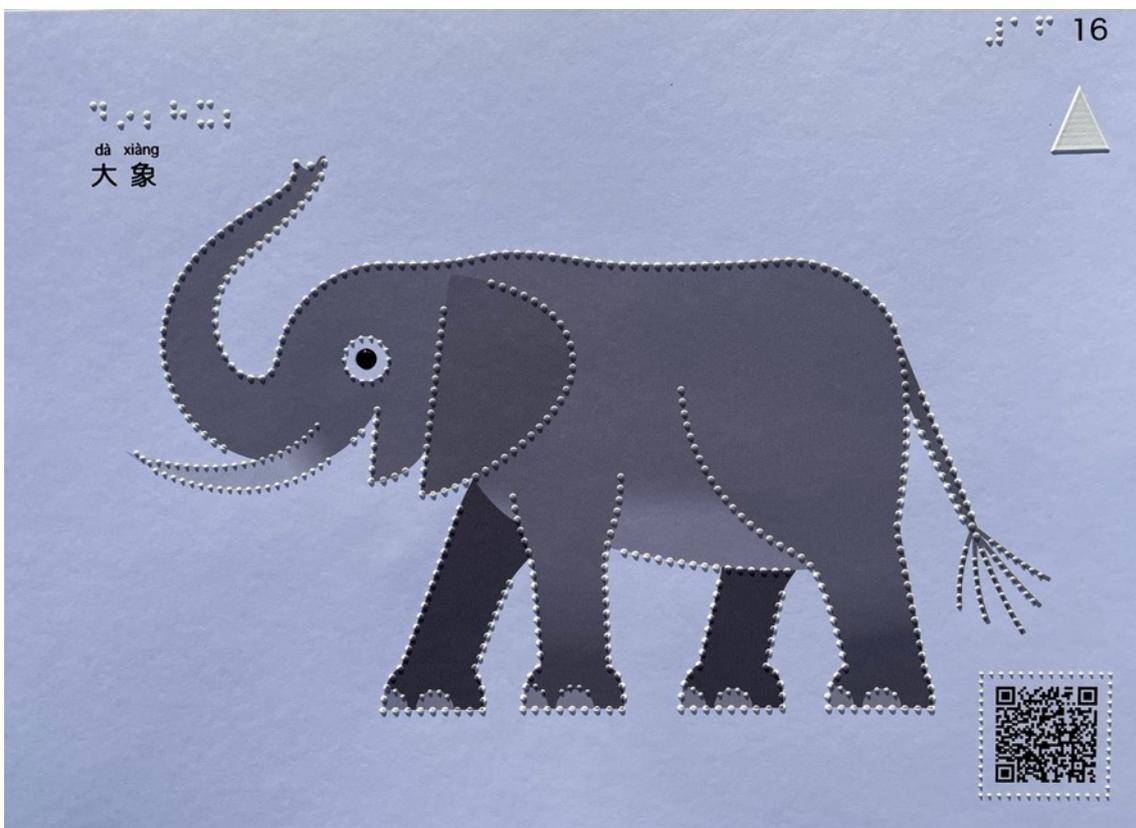
• 作品番号 2-13、[動物編-サル]、2021



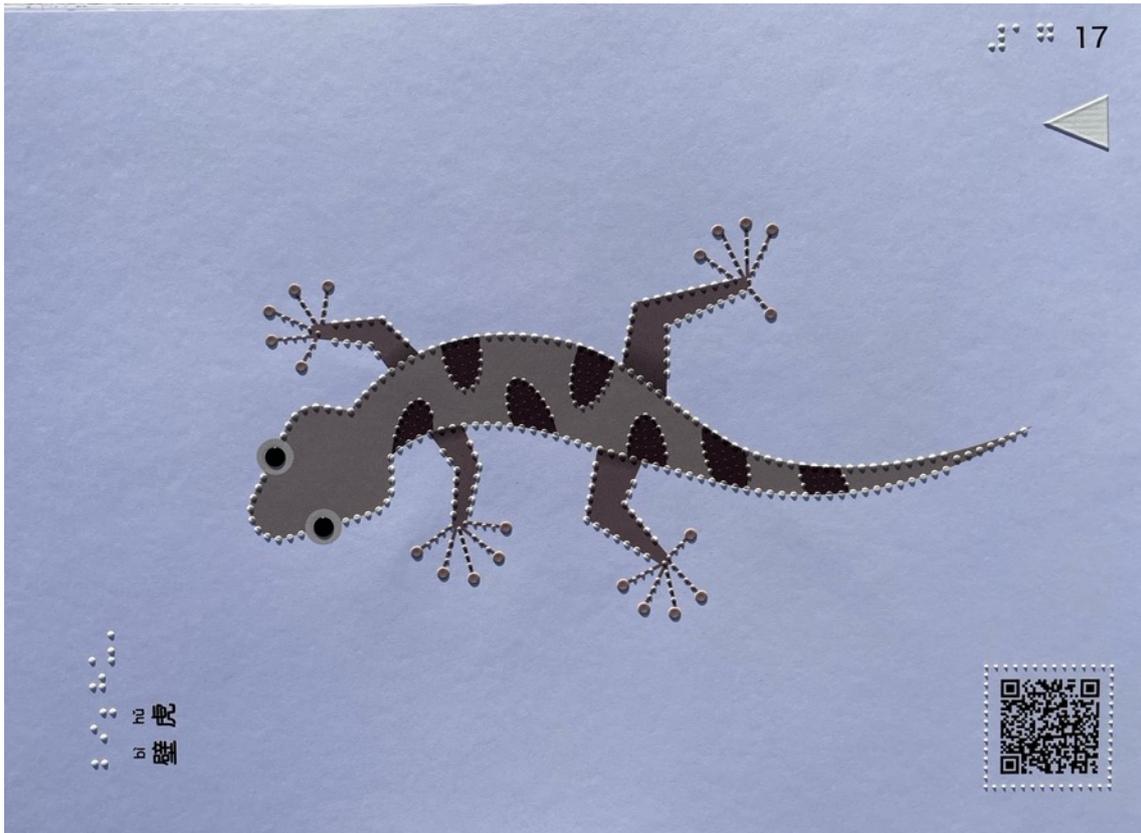
• 作品番号 2-14、[動物編-キツツキ]、2021



・ 作品番号 2-15、[動物編-ヤギ]、2021



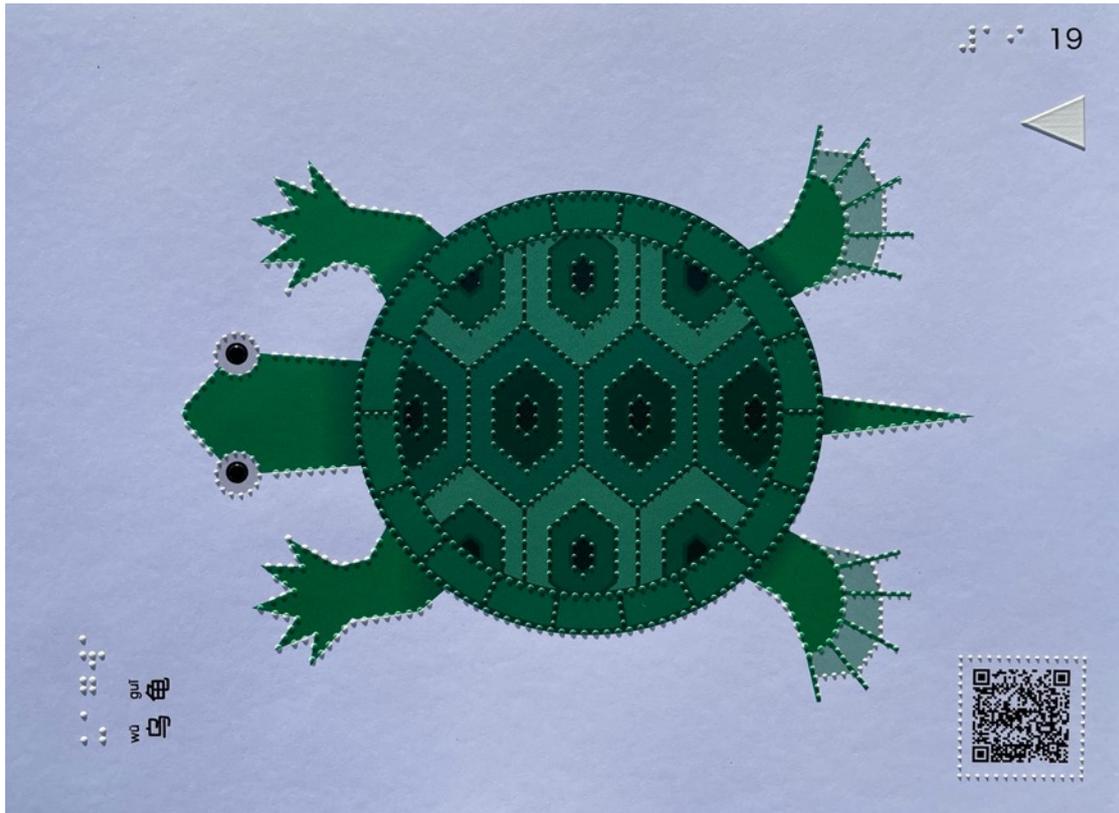
・ 作品番号 2-16、[動物編-ゾウ]、2021



• 作品番号 2-17、[動物編-ヤモリ]、2021



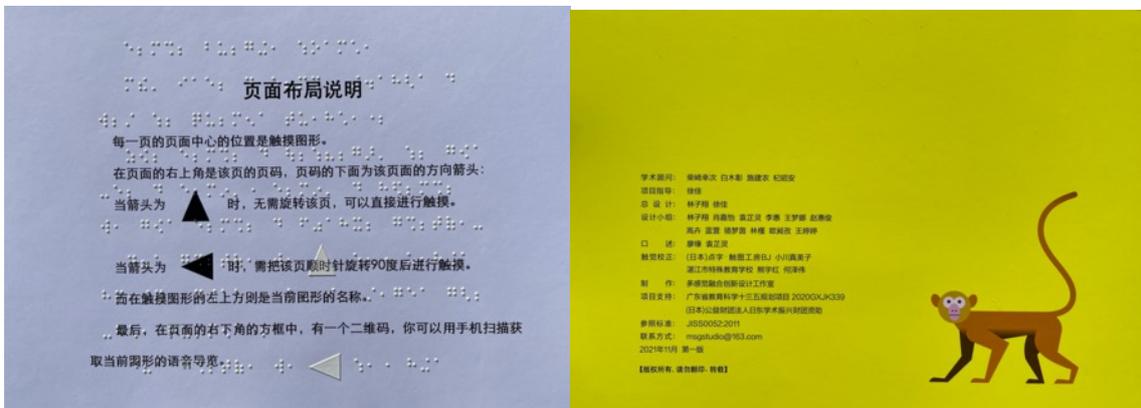
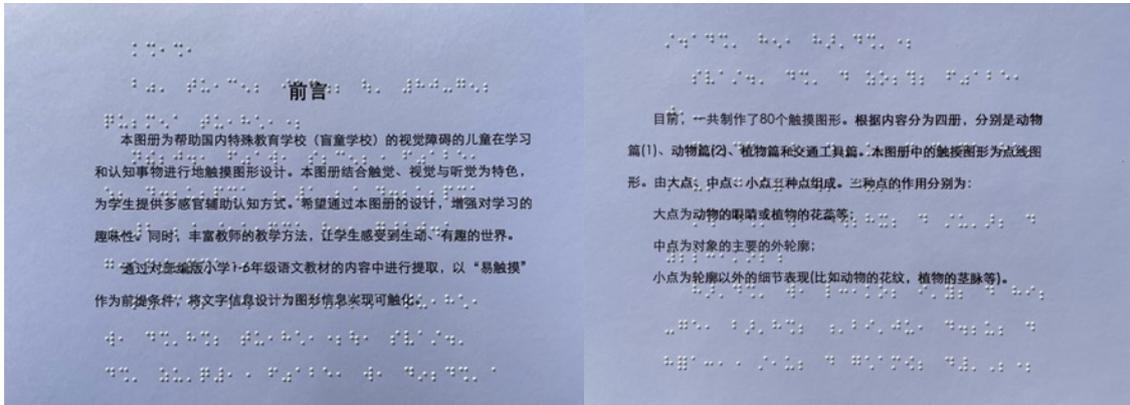
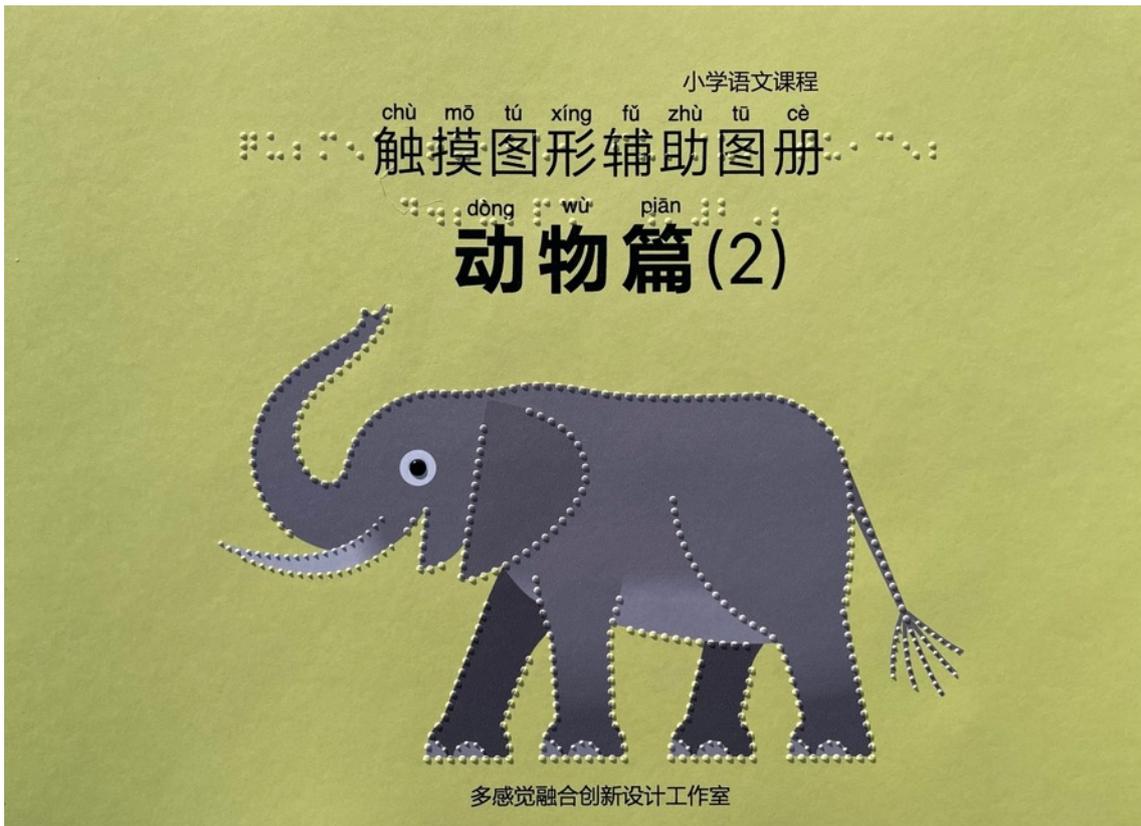
• 作品番号 2-18、[動物編-カ]、2021



• 作品番号 2-19、[動物編-カメ]、2021



• 作品番号 2-20、[動物編-インコ]、2021



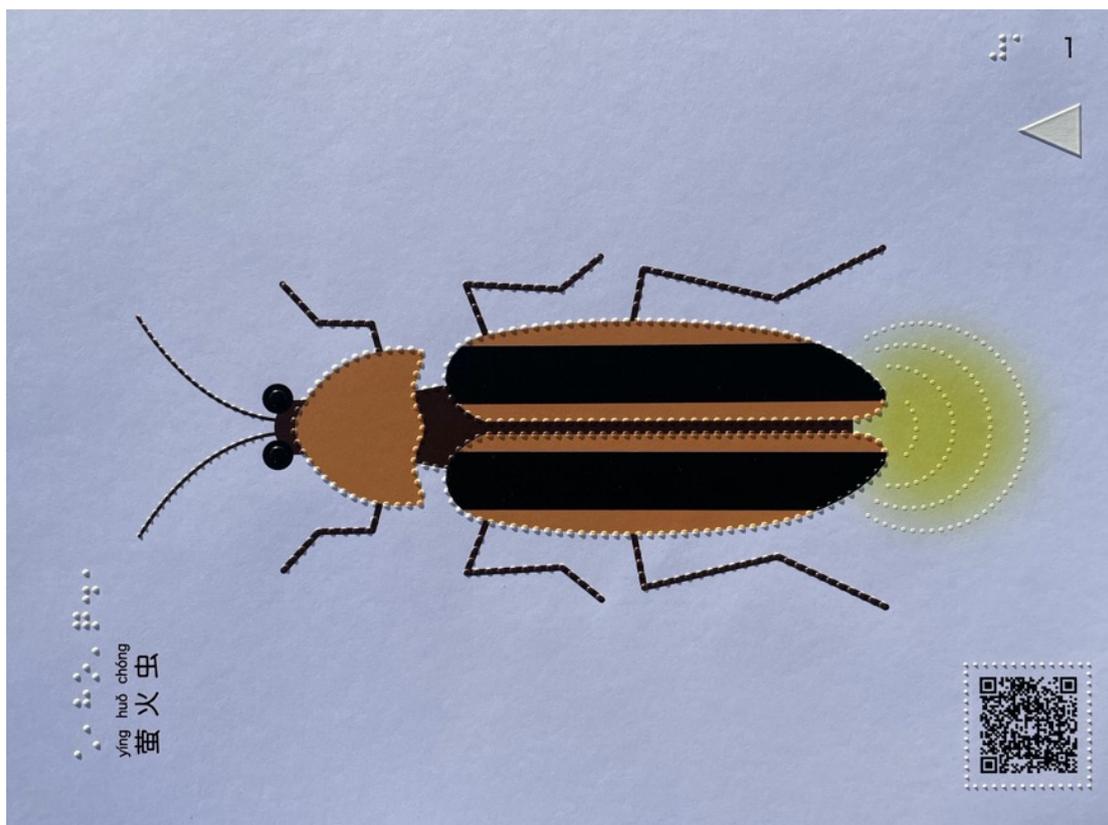
目 录

萤火虫	1
松鼠	2
企鹅	3
狮子	4
孔雀	5
骆驼	6
螃蟹	7
刺猬	8
长颈鹿	9
螳螂	10

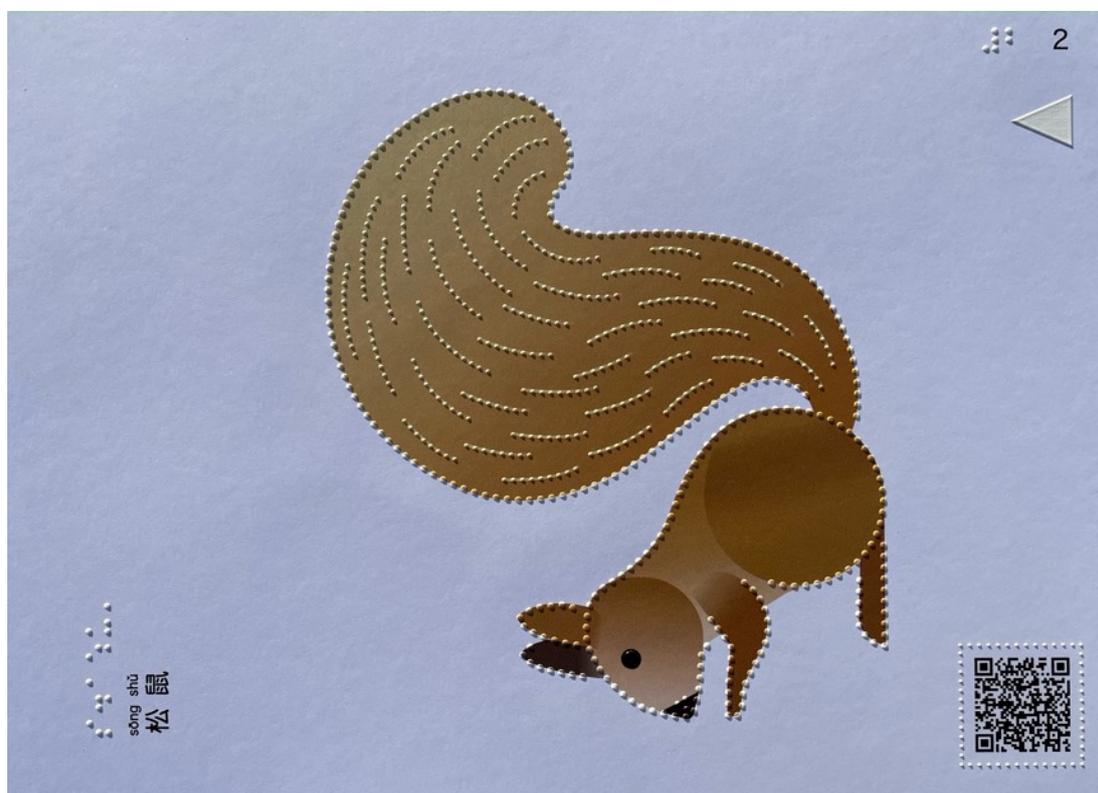
马	11
蟋蟀	12
翠鸟	13
鲨鱼	14
苍蝇	15
鳄鱼	16
蜗牛	17
变色龙	18
豹子	19
奶牛	20

• 作品番号 2、[中国の小学校国語教科書の触知図形補助教材・動物編(2)]、
2021

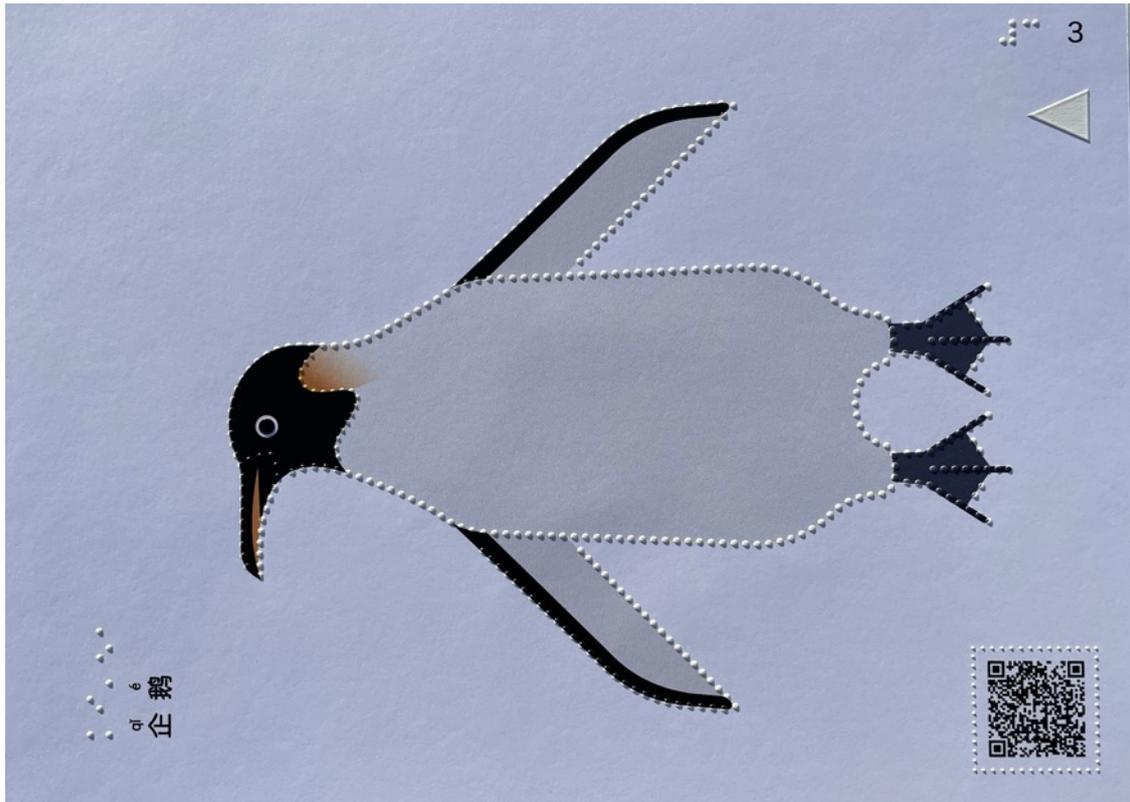
上質紙 300g、UV 印刷、297mm×210mm



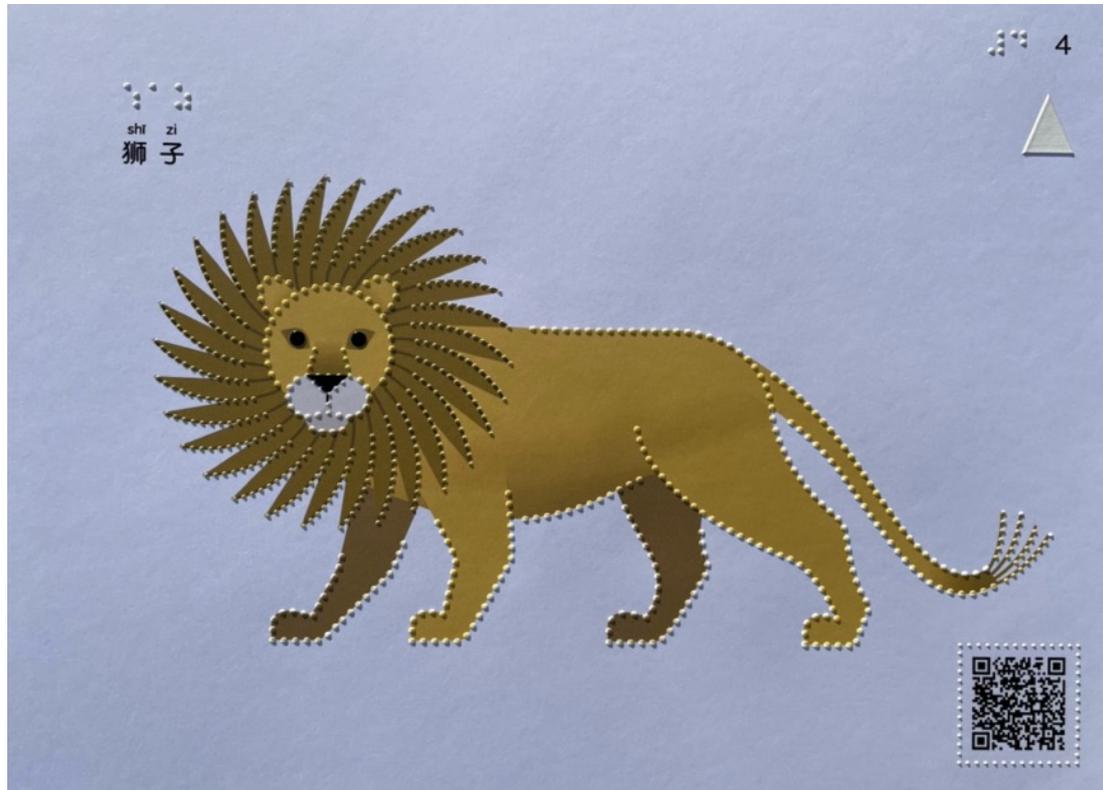
• 作品番号 2-21、[動物編-ホタル]、2021



• 作品番号 2-22、[動物編-リス]、2021



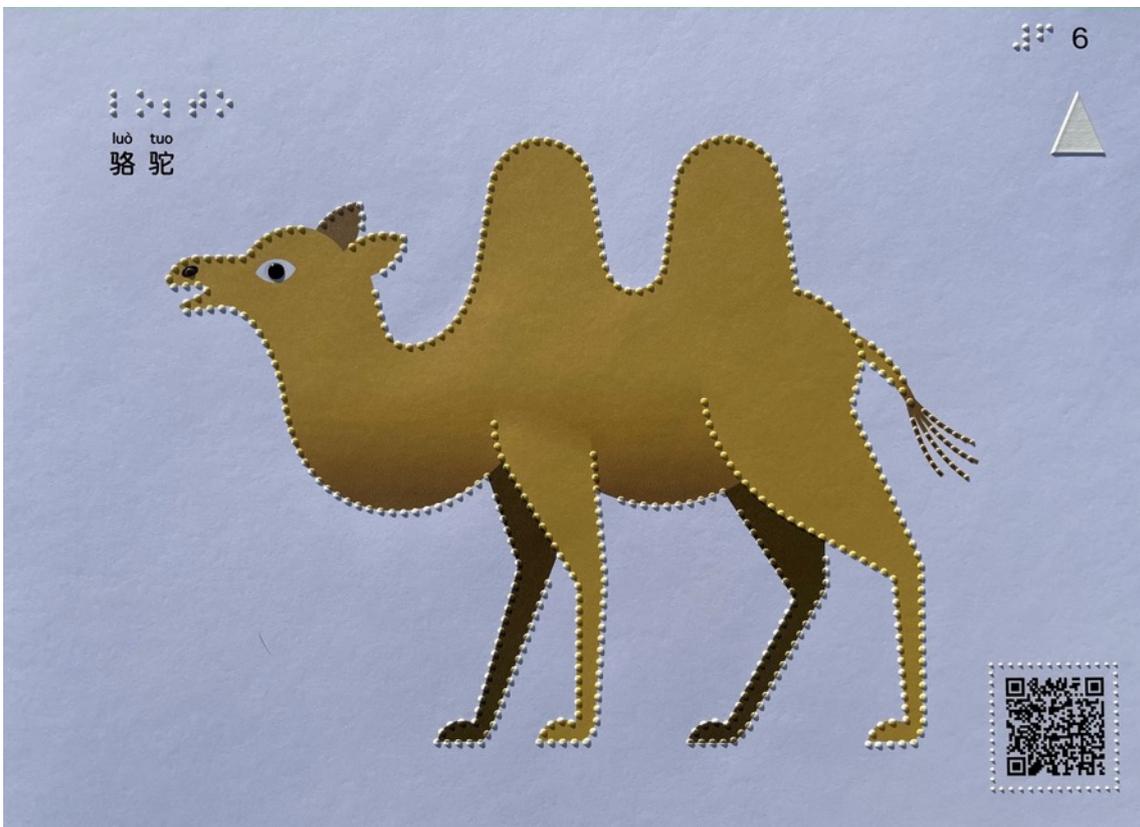
• 作品番号 2-23、[動物編-ペンギン]、2021



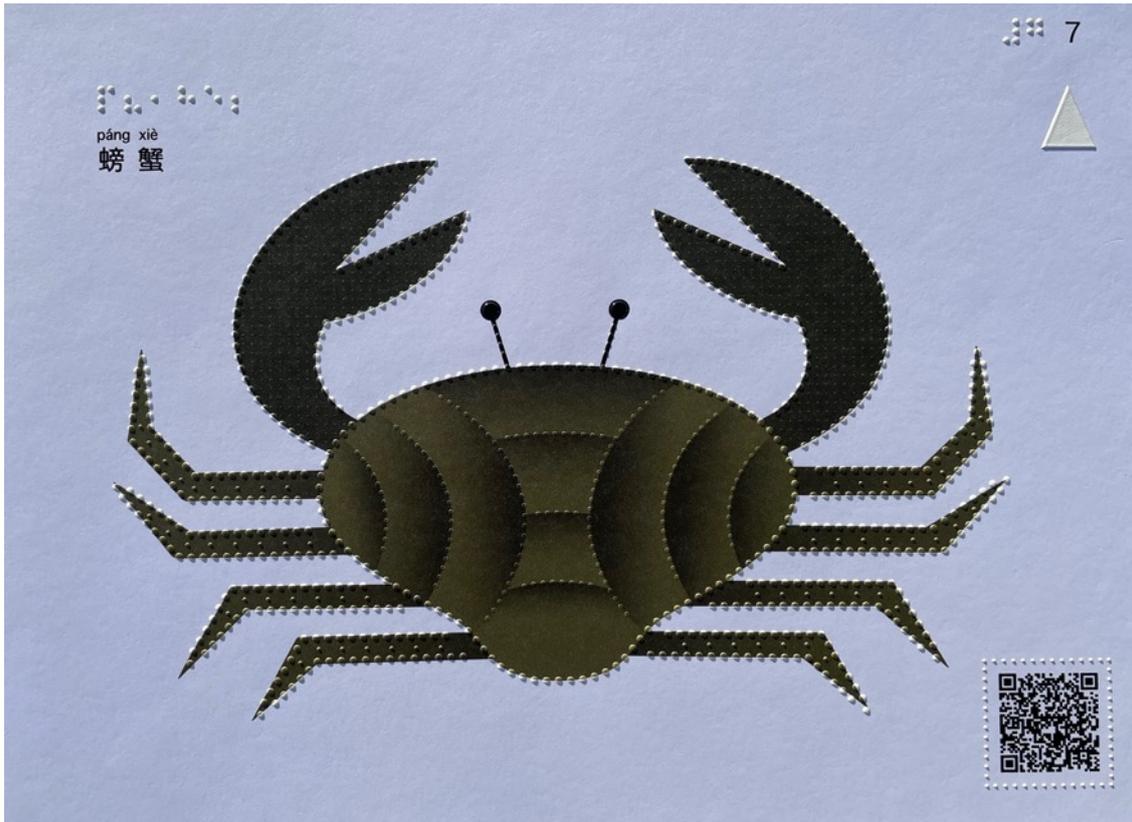
• 作品番号 2-24、[動物編-ライオン]、2021



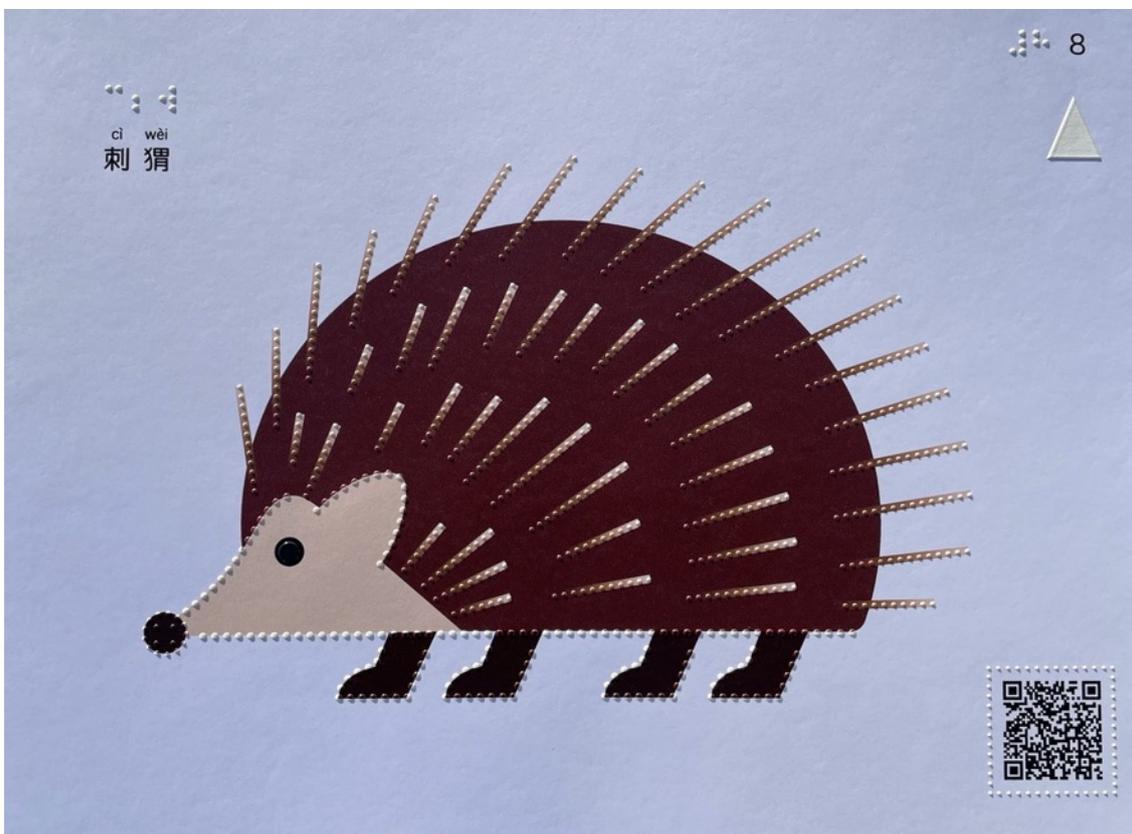
• 作品番号 2-25、[動物編-クジャク]、2021



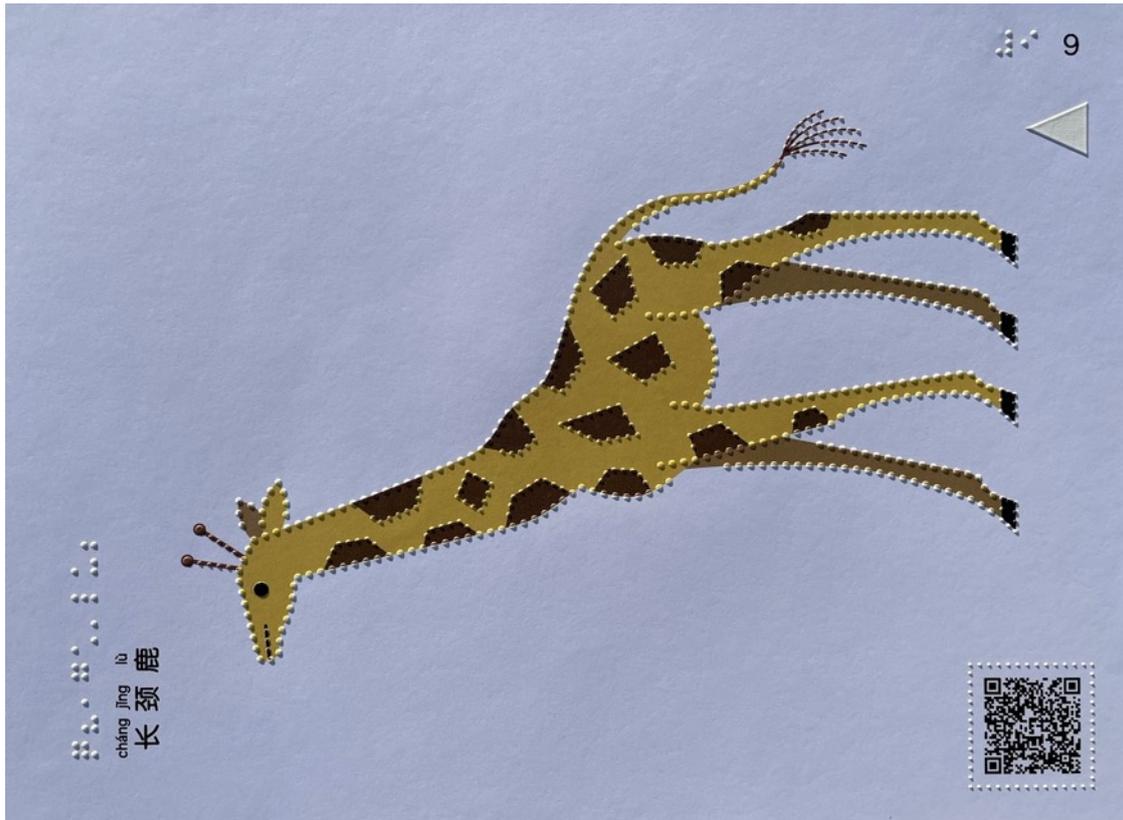
• 作品番号 2-26、[動物編-ラクダ]、2021



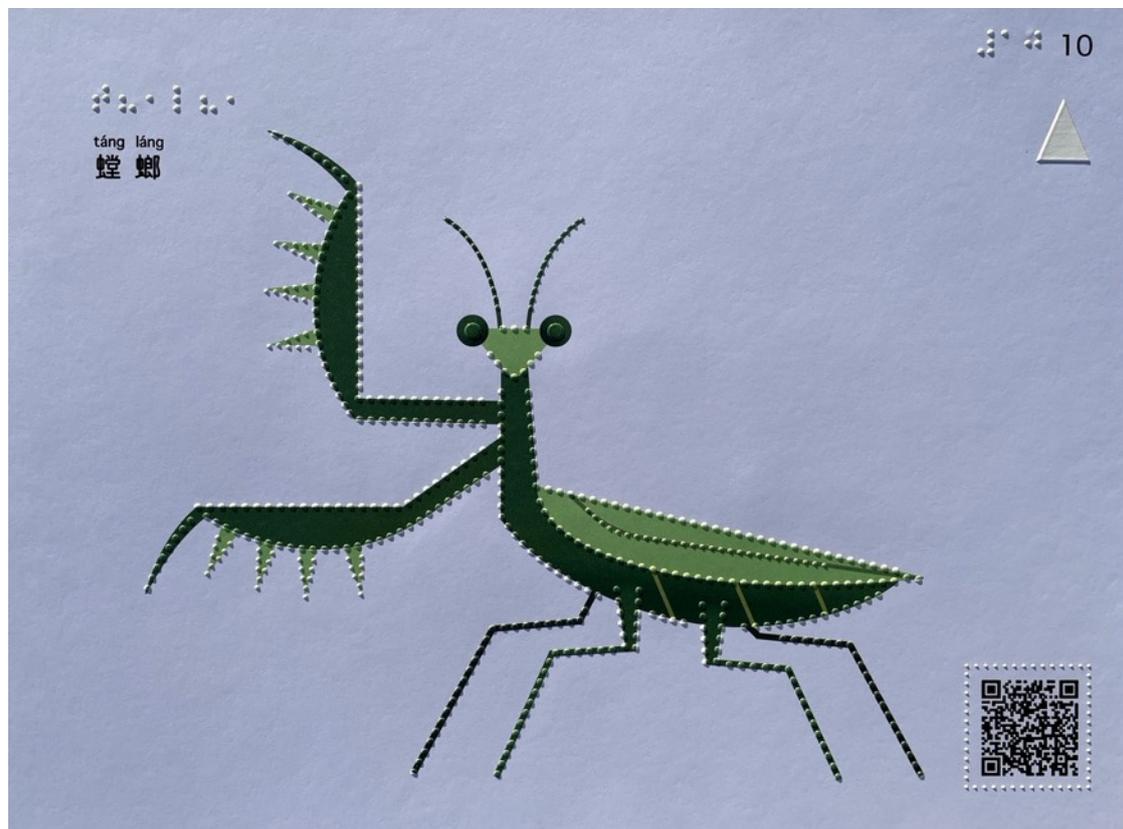
• 作品番号 2-27、[動物編-カニ]、2021



• 作品番号 2-28、[動物編-ハリネズミ]、2021



• 作品番号 2-29、[動物編-キリン]、2021



• 作品番号 2-30、[動物編-カマキリ]、2021



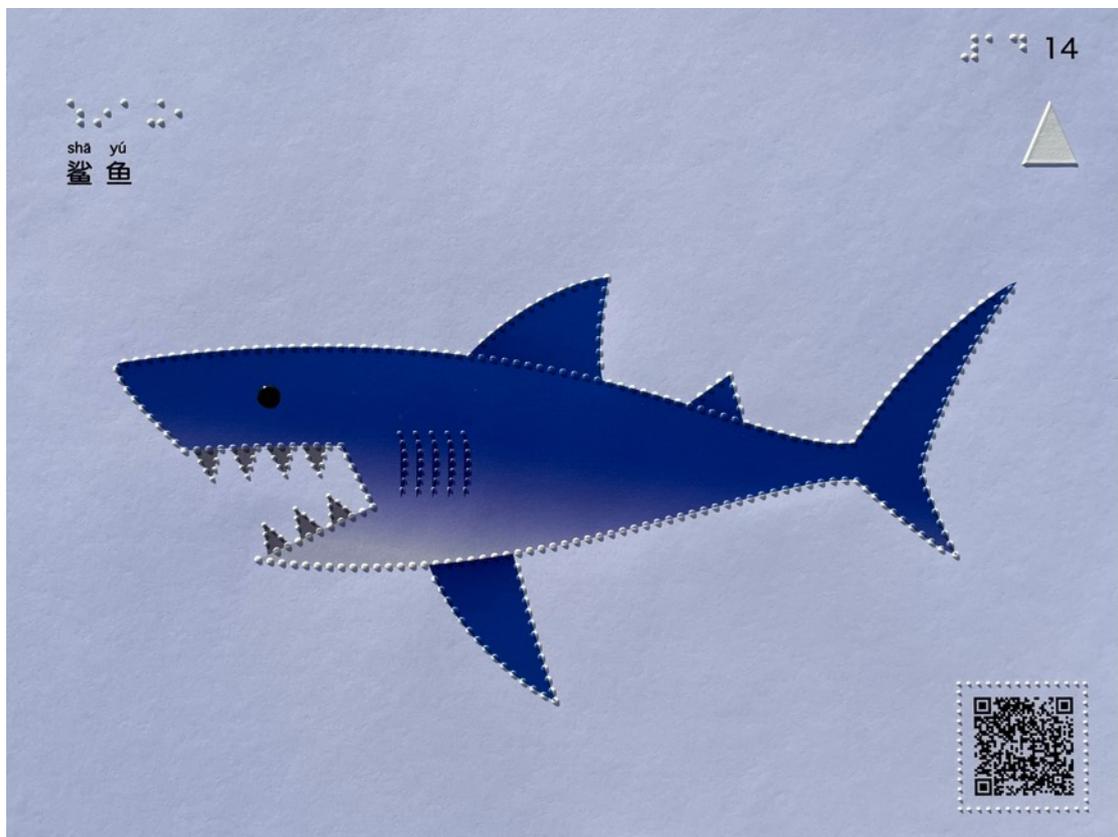
• 作品番号 2-31、[動物編-ウマ]、2021



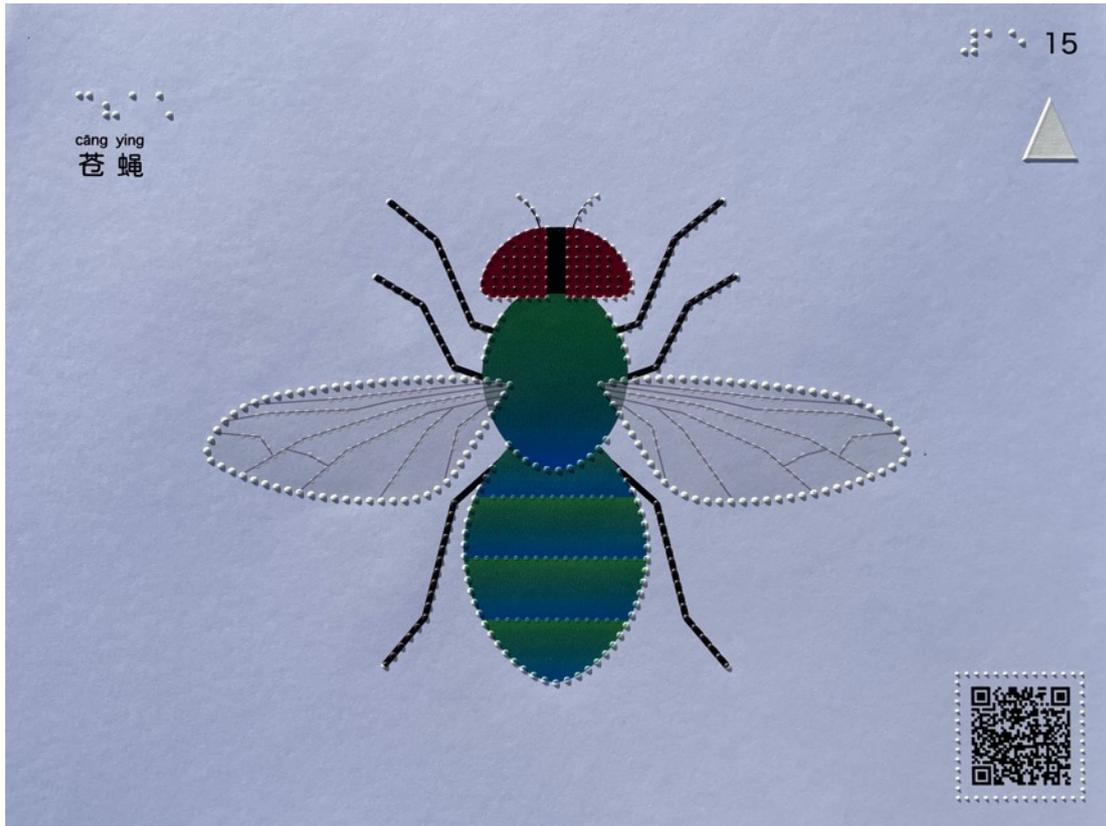
• 作品番号 2-32、[動物編-コオロギ]、2021



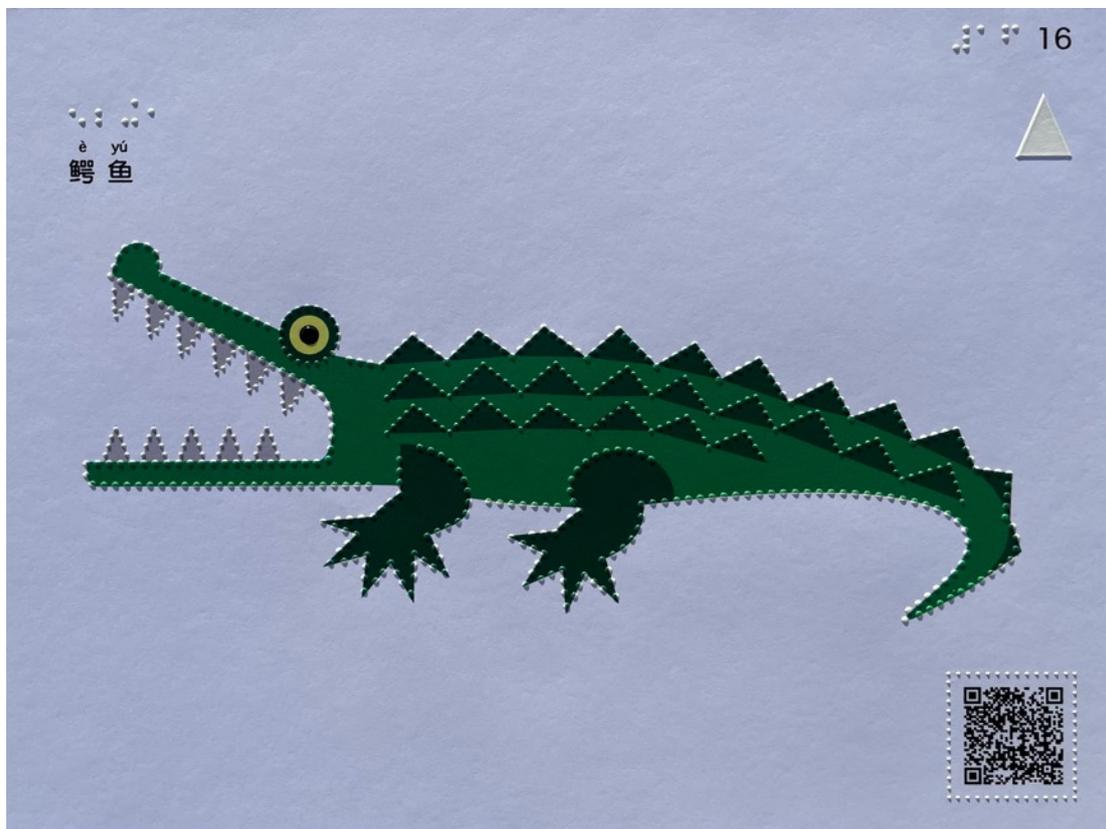
• 作品番号 2-33、[動物編-カワセミ]、2021



• 作品番号 2-34、[動物編-サメ]、2021



• 作品番号 2-35、[動物編-ハエ]、2021



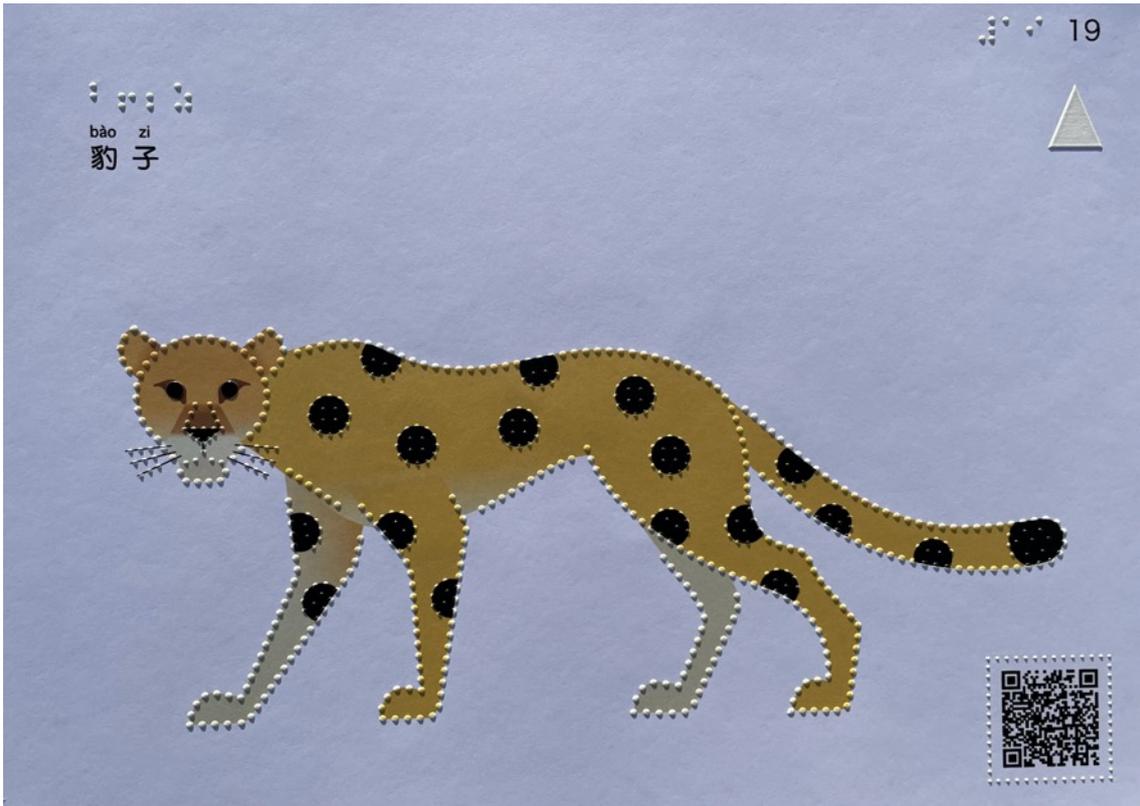
• 作品番号 2-36、[動物編-ワニ]、2021



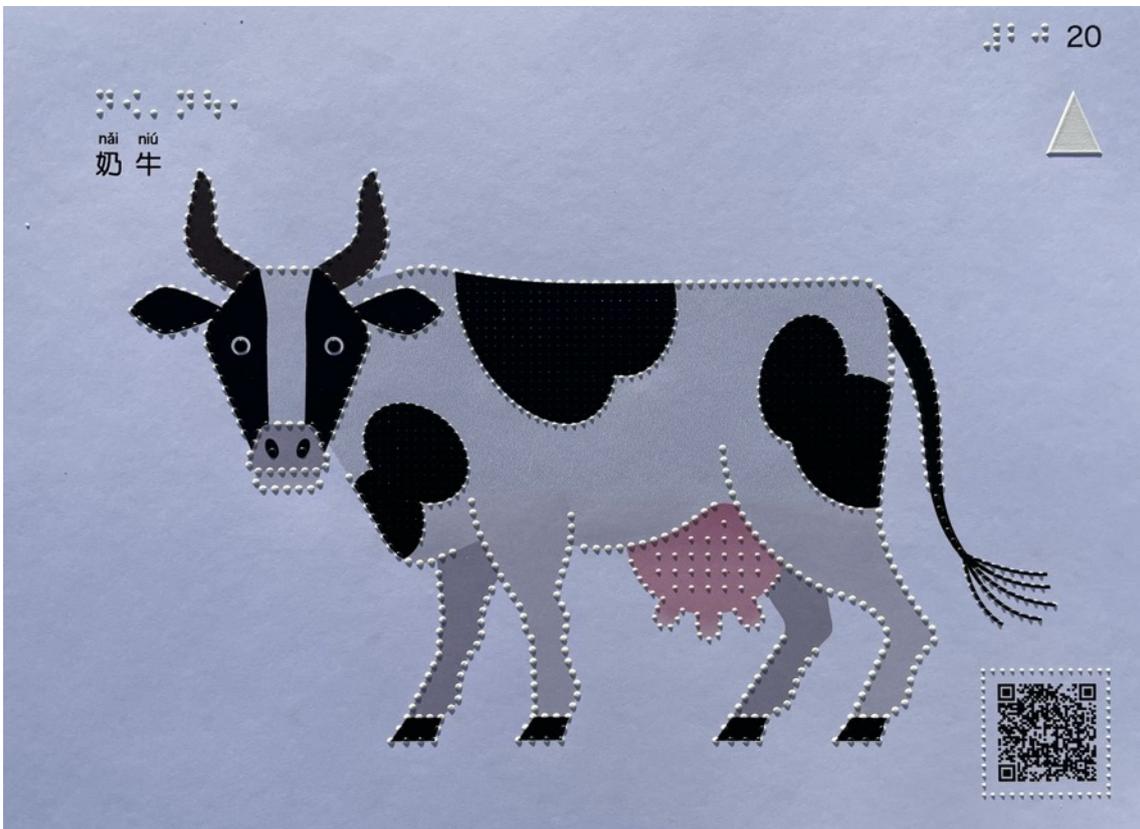
• 作品番号 2-37、[動物編-カタツムリ]、2021



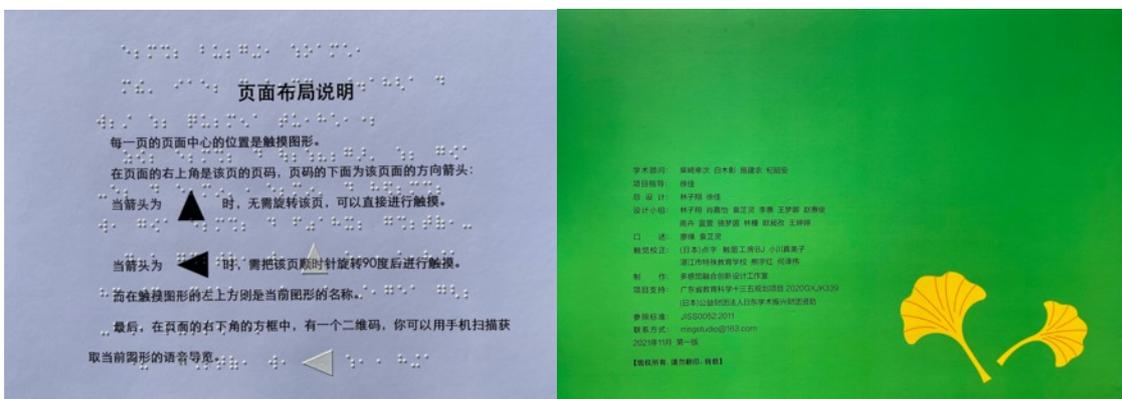
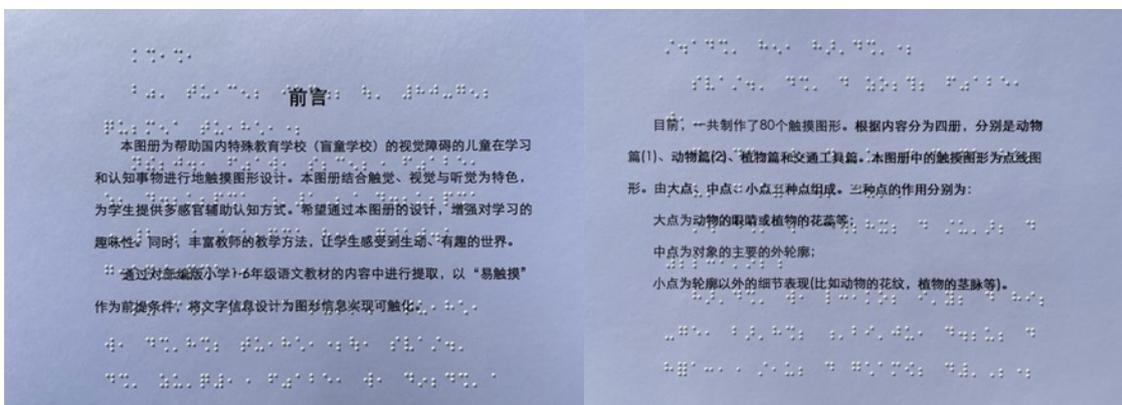
• 作品番号 2-38、[動物編-カメレオン]、2021



• 作品番号 2-39、[動物編-ヒョウ]、2021



• 作品番号 2-40、[動物編-乳牛]、2021



目 录

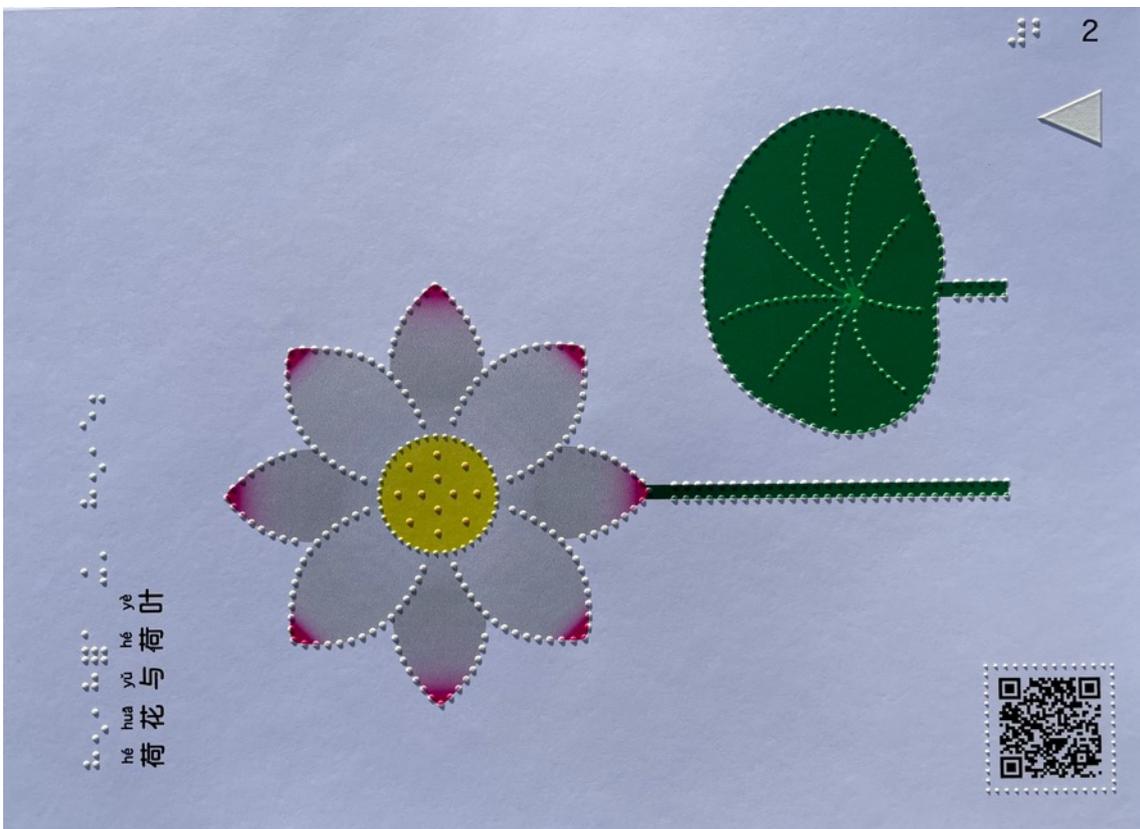
柳叶	1
荷花与荷叶	2
棉花	3
蒲公英	4
豌豆荚	5
梅花	6
竹子	7
梧桐树叶	8
枫叶	9
银杏	10

桂花	11
小麦	12
菊花	13
芦苇	14
牵牛花	15
烟草花	16
龙葵花	17
剪秋箩	18
向日葵	19
花生花	20

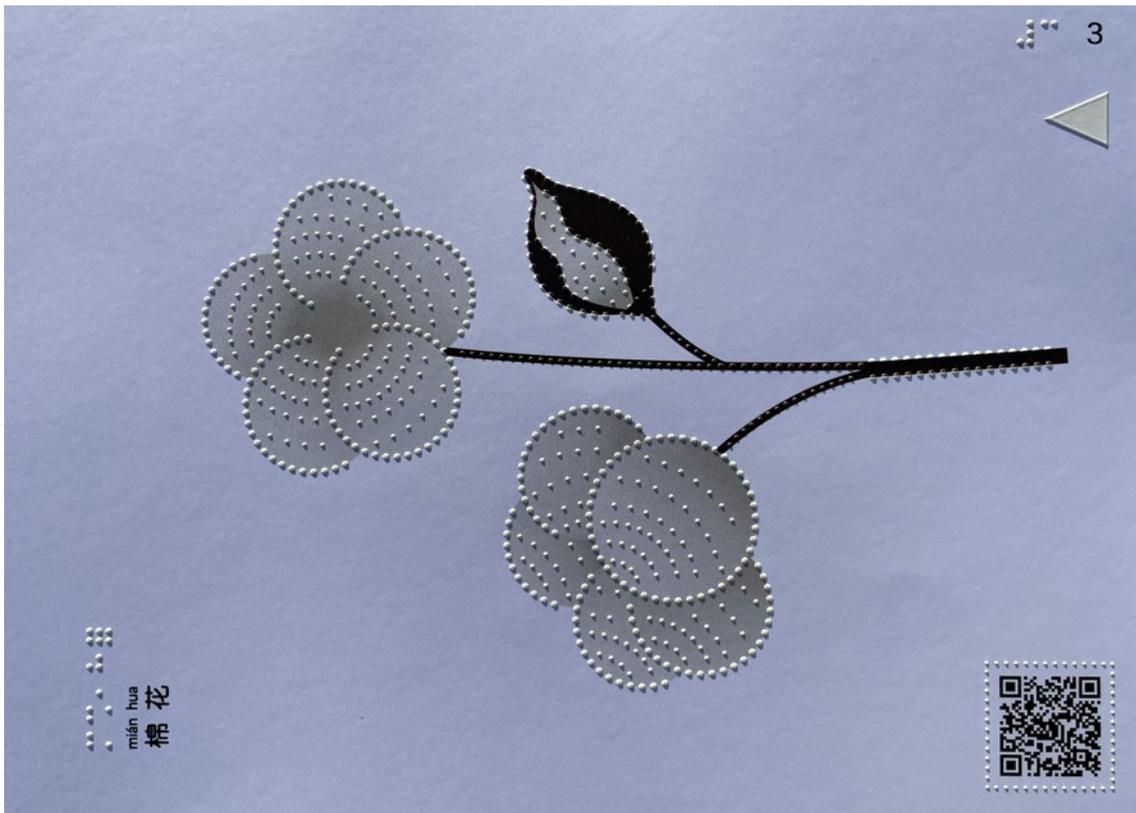
- 作品番号 2、[中国の小学校国語教科書の触知図形補助教材・植物編]、2021
上質紙 300g、UV 印刷、297mm×210mm



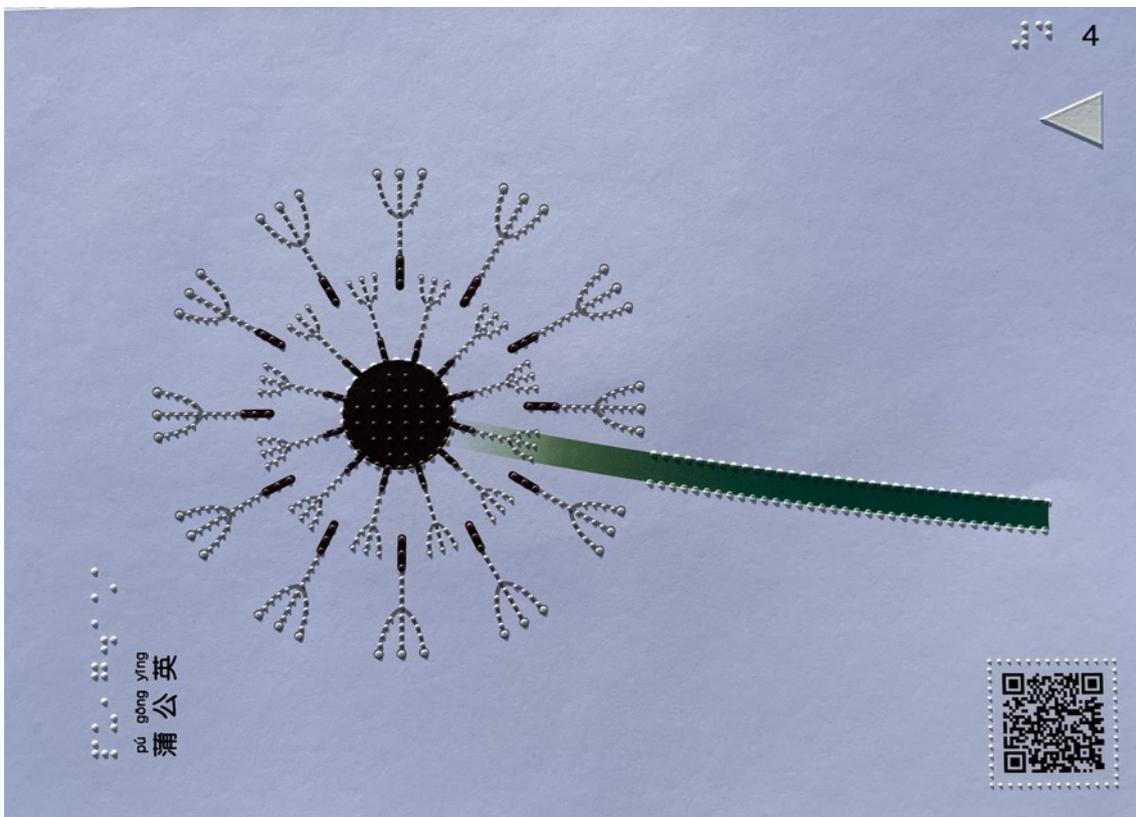
• 作品番号 2-41、[植物編-柳の葉]、2021



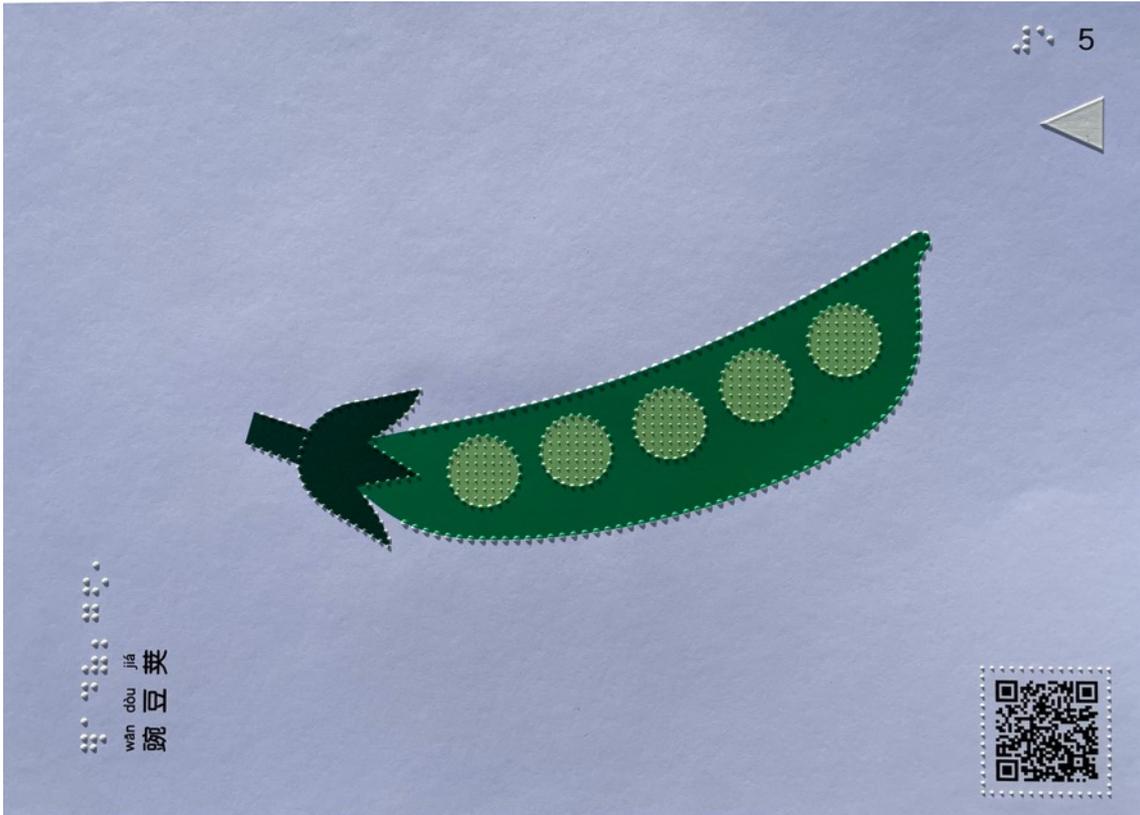
• 作品番号 2-42、[植物編-ハスの花と葉]、2021



・ 作品番号 2-43、[植物編-綿花]、2021



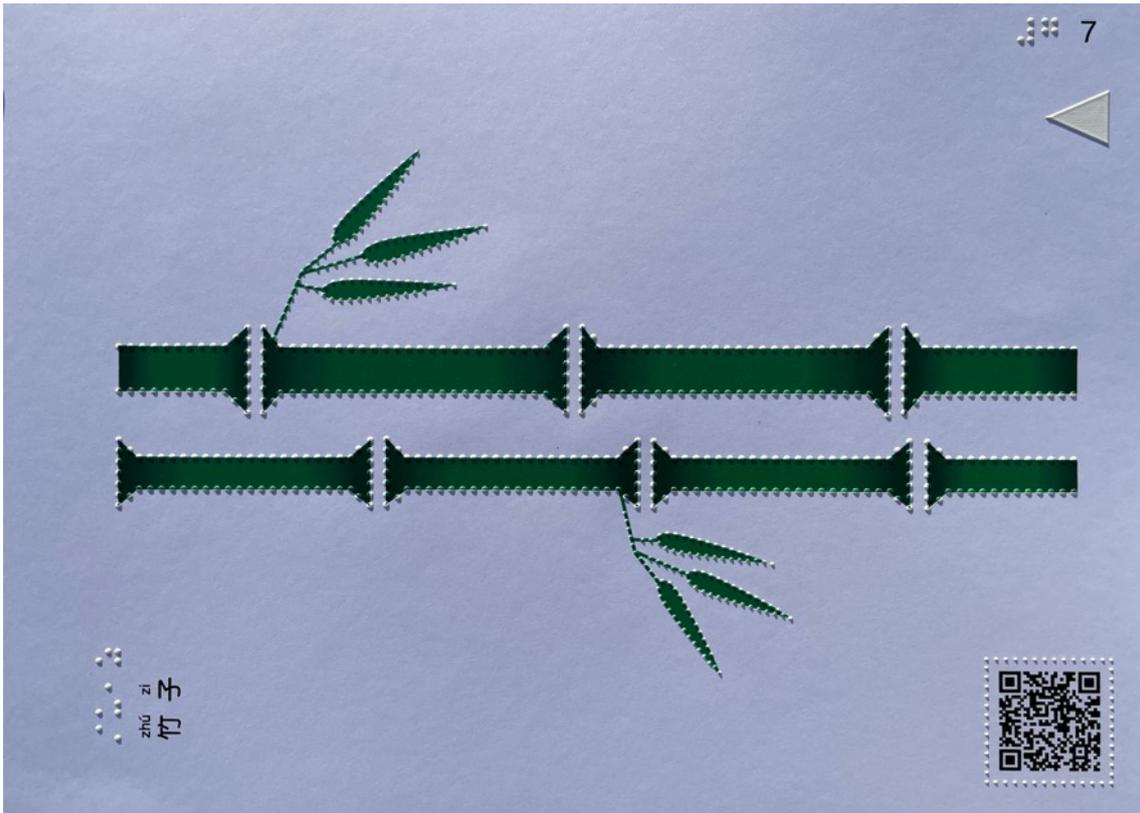
・ 作品番号 2-44、[植物編-タンポポ]、2021



• 作品番号 2-45、[植物編-エンドウ豆]、2021



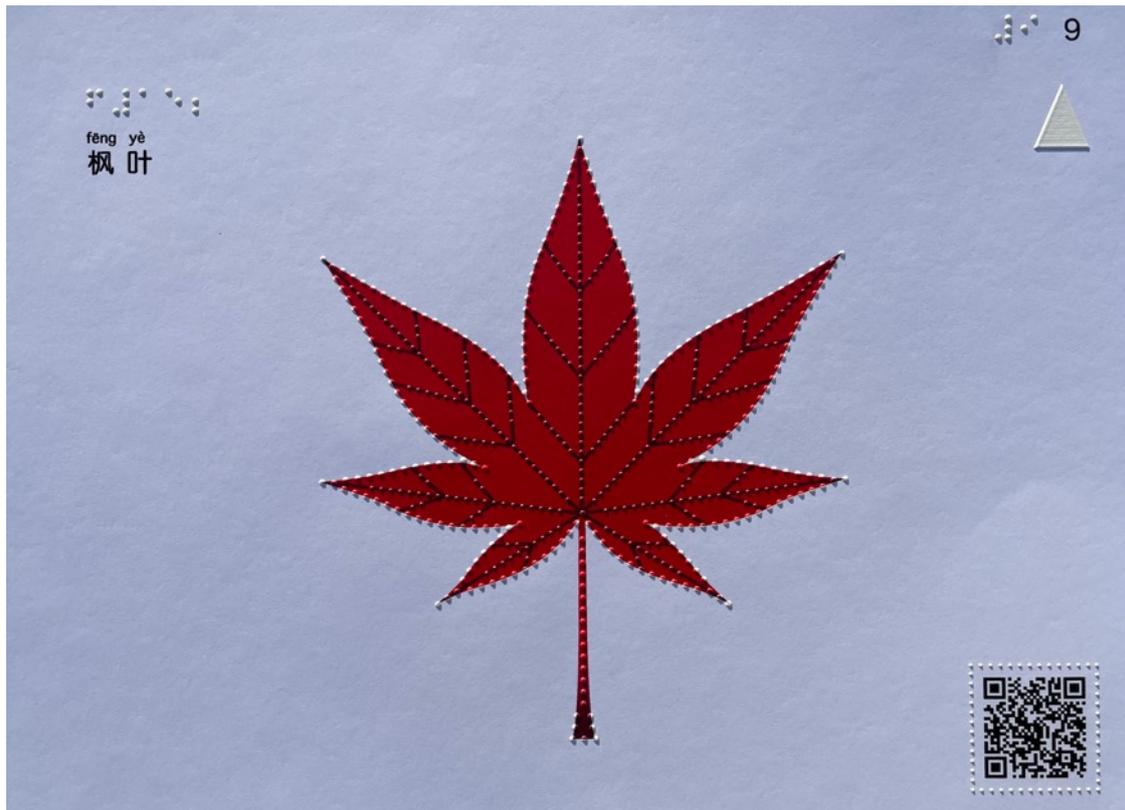
• 作品番号 2-46、[植物編-梅]、2021



• 作品番号 2-47、[植物編-竹]、2021



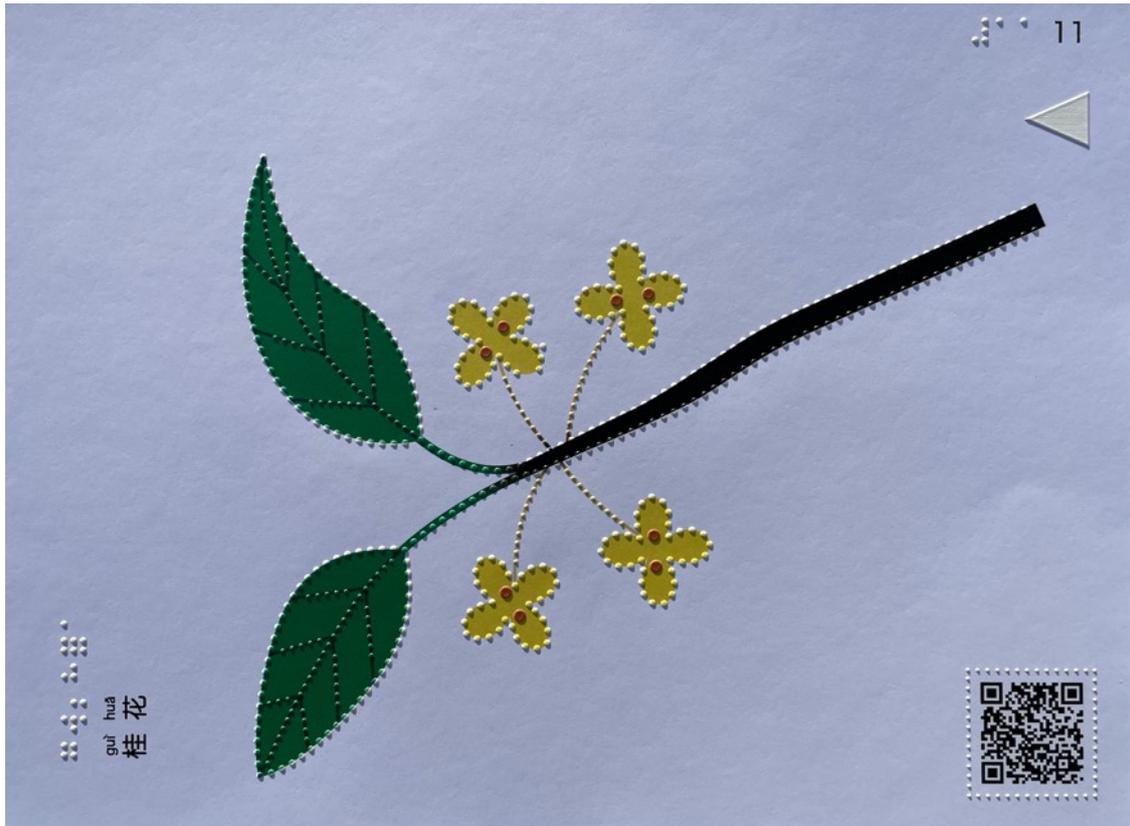
• 作品番号 2-48、[植物編-カエデ]、2021



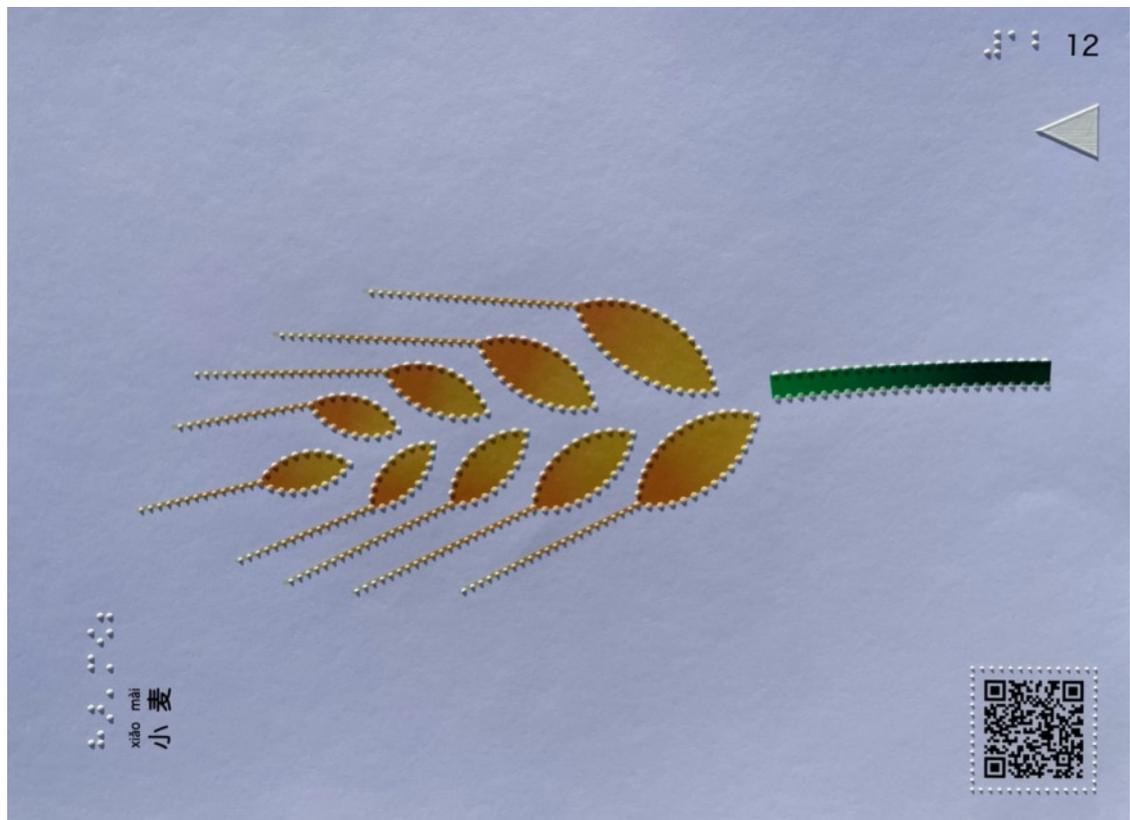
• 作品番号 2-49、[植物編-モミジ]、2021



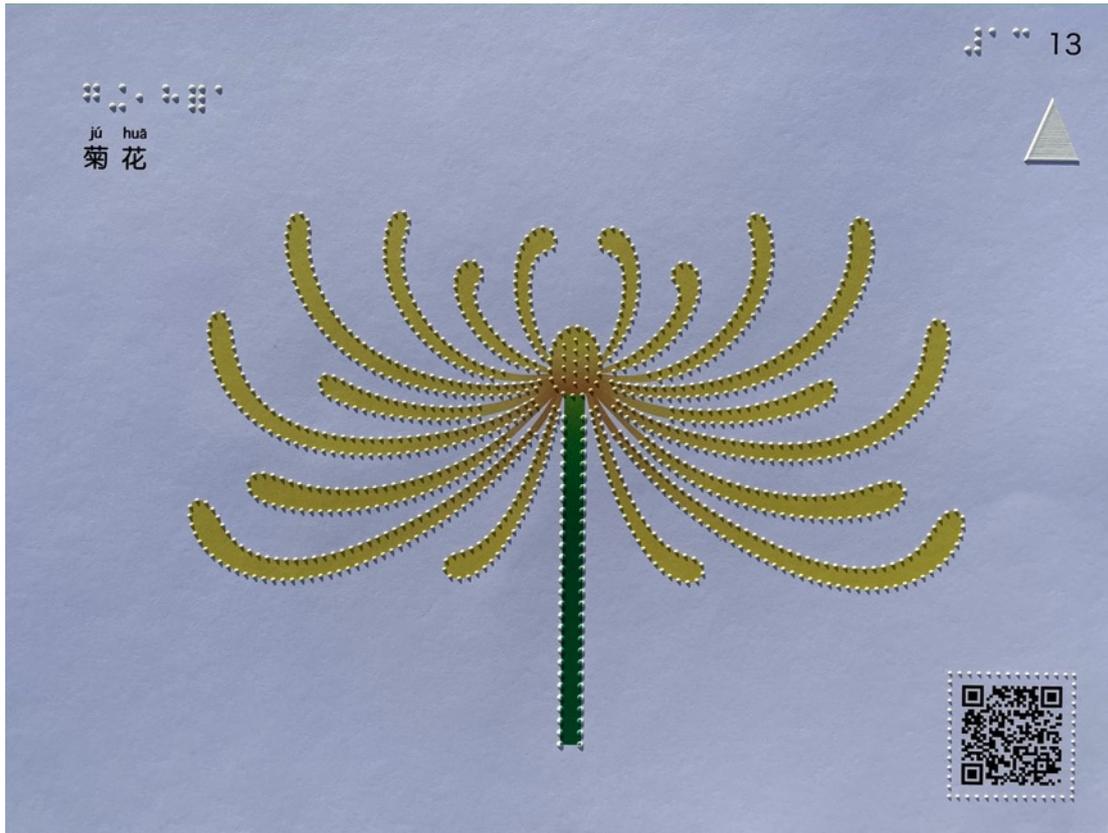
• 作品番号 2-50、[植物編-イチョウ]、2021



• 作品番号 2-51、[植物編-カツラ]、2021



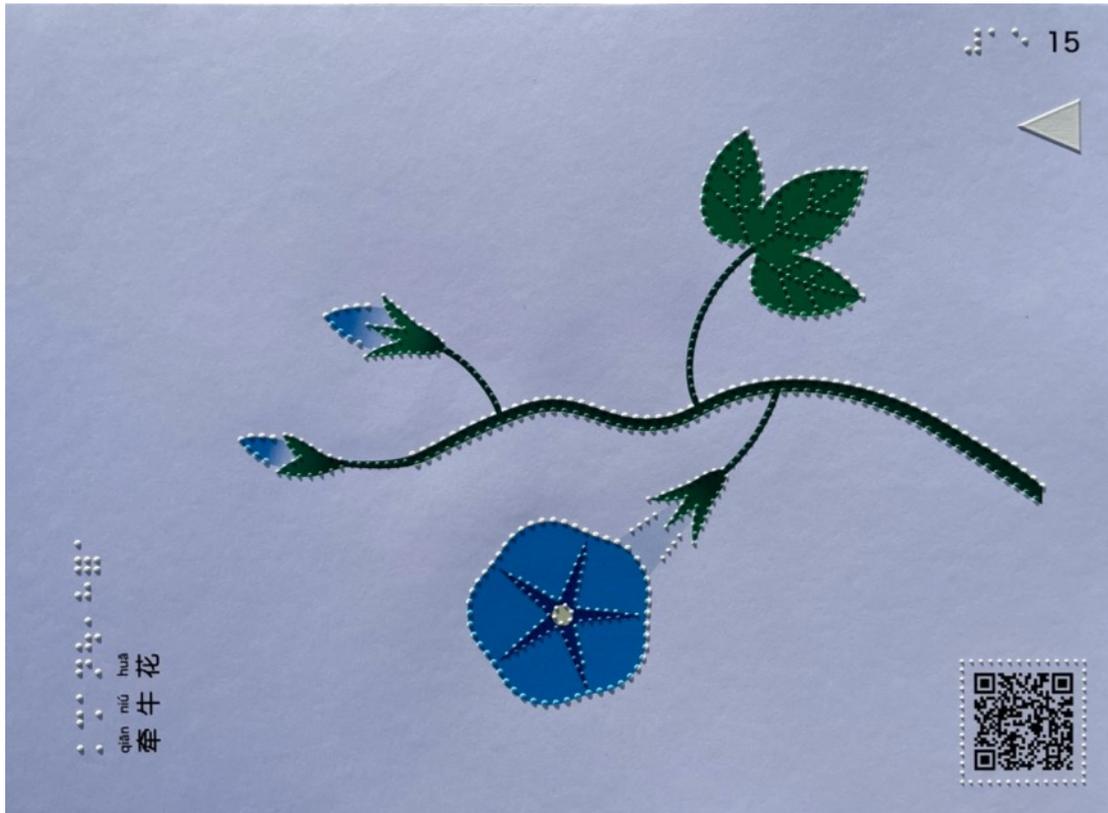
• 作品番号 2-52、[植物編-小麦]、2021



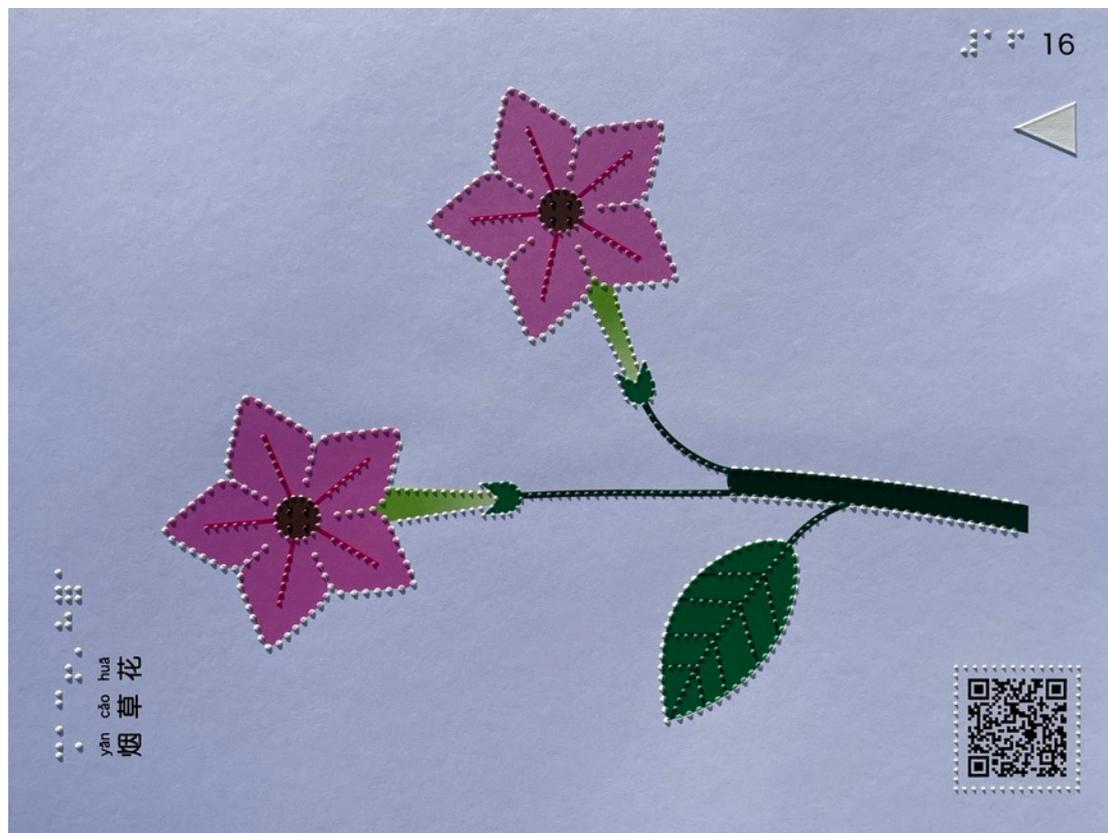
• 作品番号 2-53、[植物編-キク]、2021



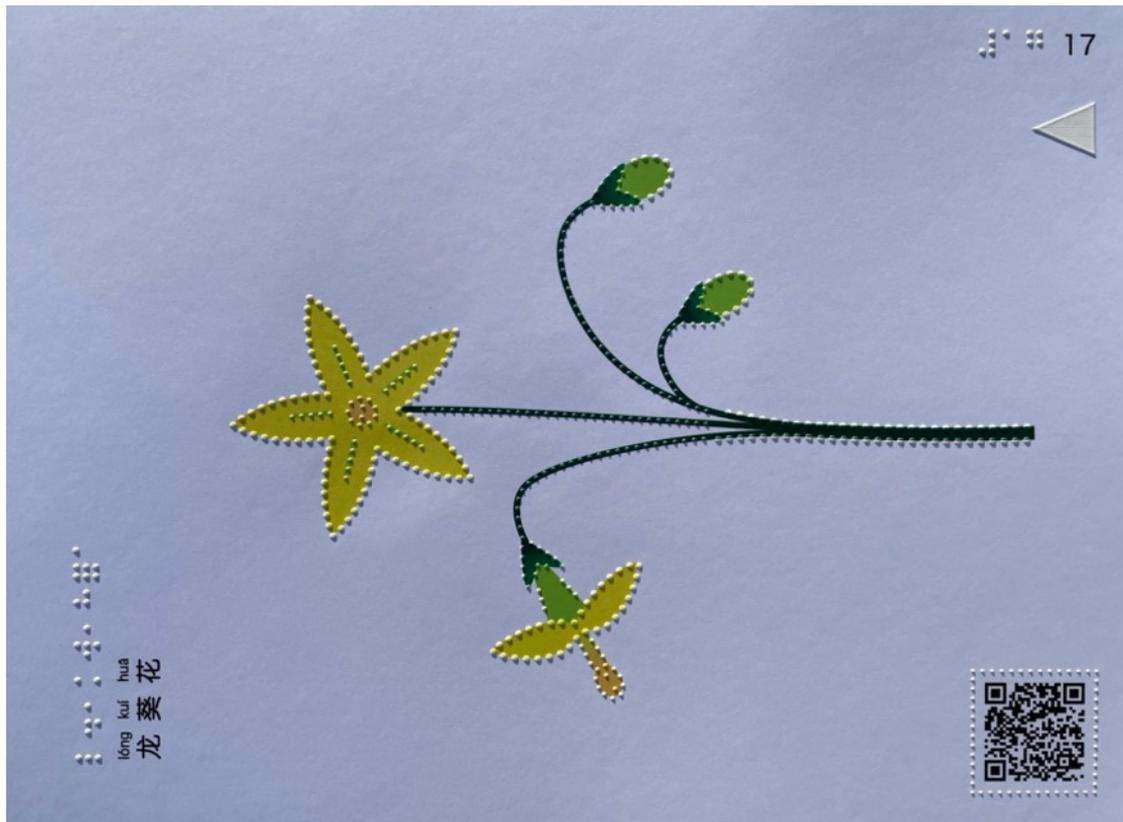
• 作品番号 2-54、[植物編-アシ]、2021



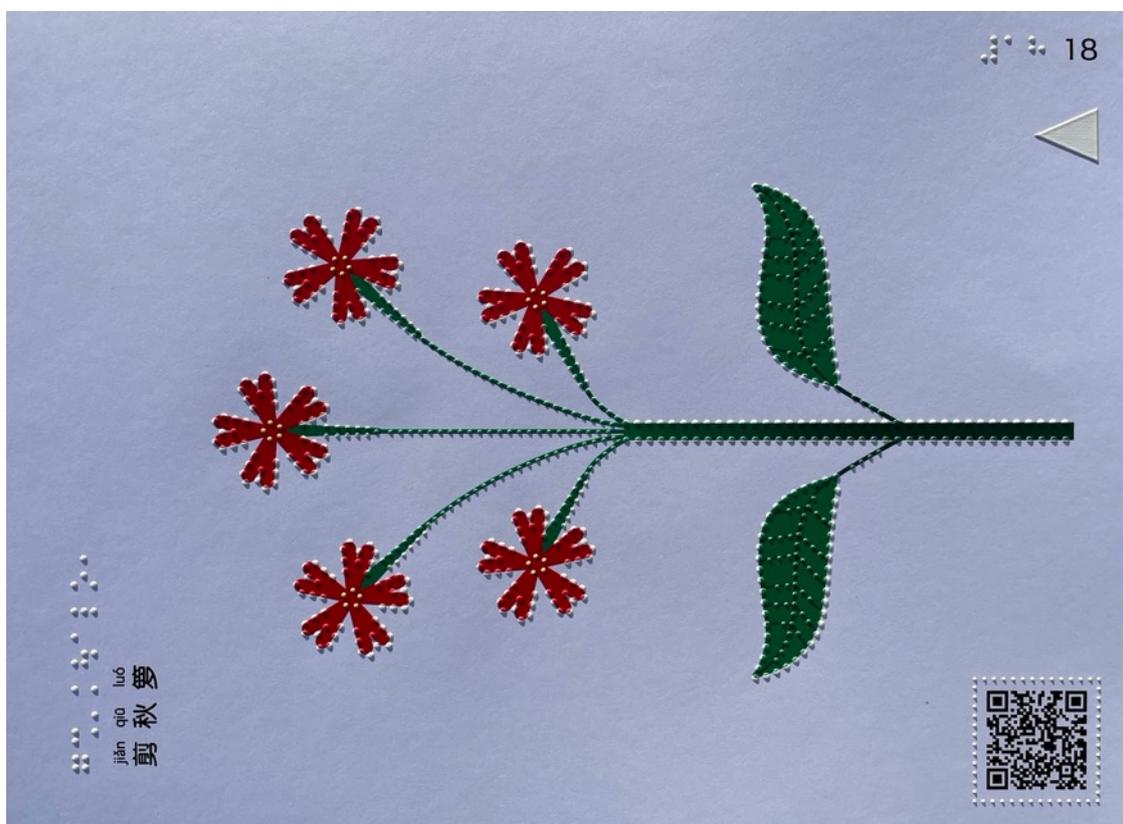
• 作品番号 2-55、[植物編-朝顔]、2021



• 作品番号 2-56、[植物編-シュツコンタバコ]、2021



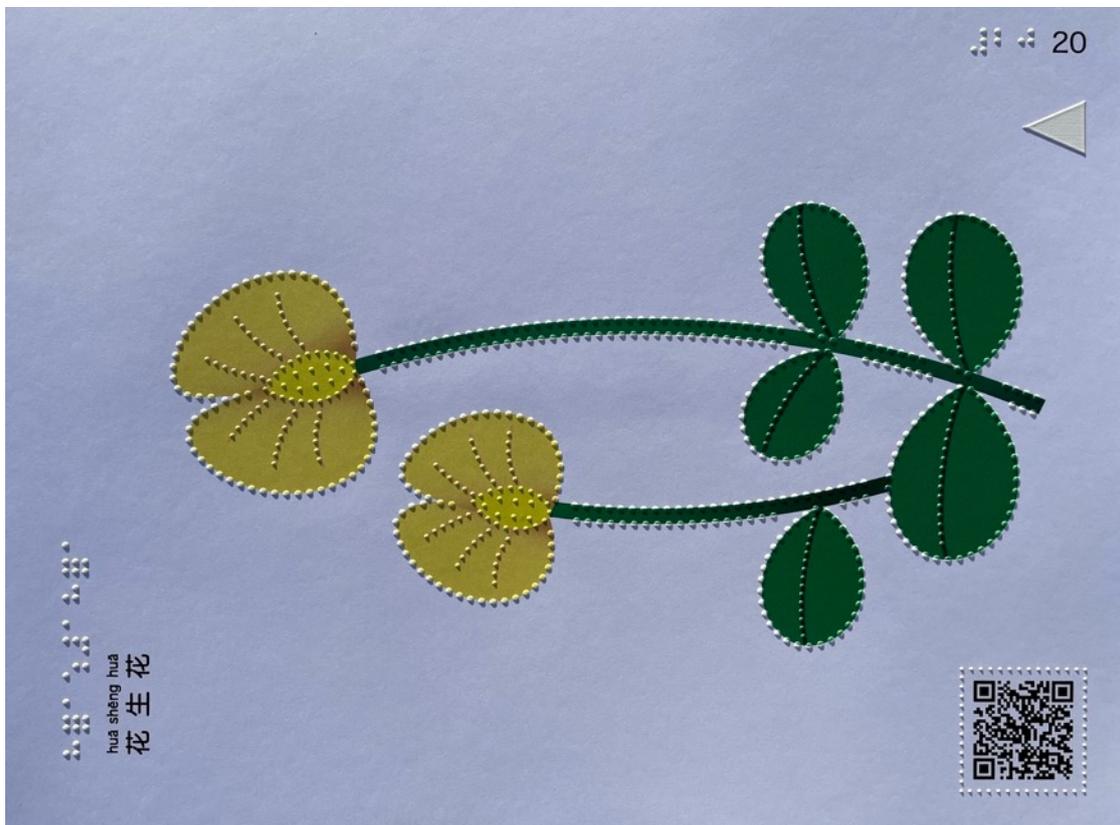
• 作品番号 2-57、[植物編-イヌホオズキ]、2021



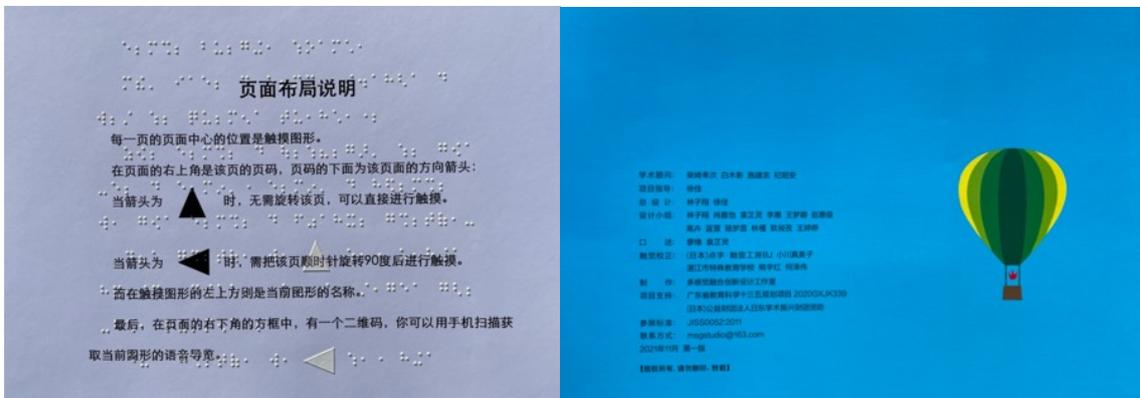
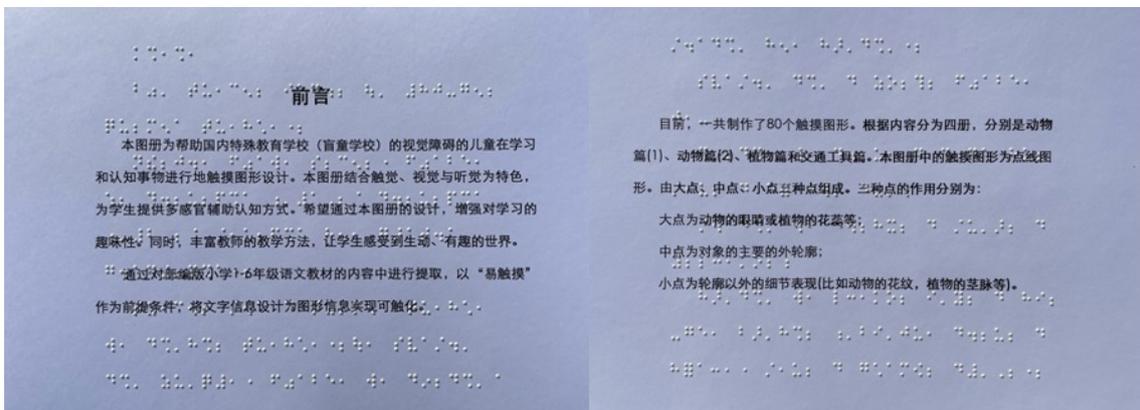
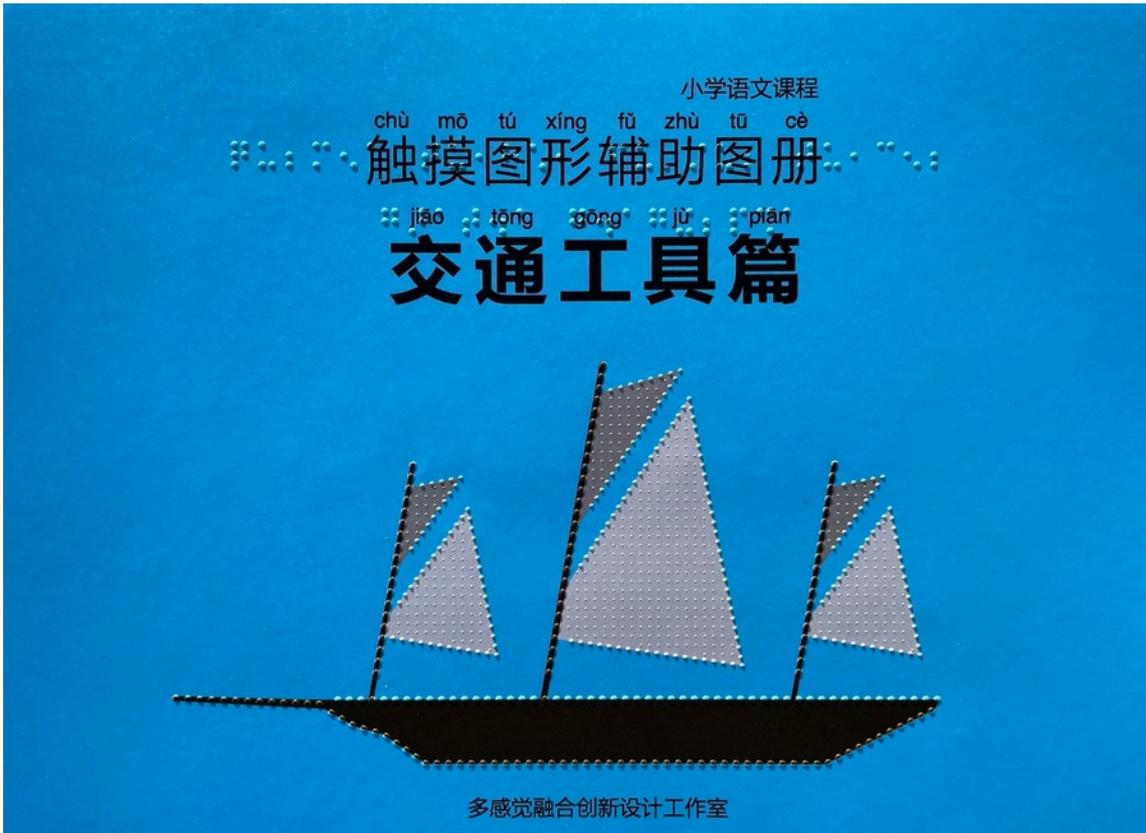
• 作品番号 2-58、[植物編-シレネ・カロリニアナ]、2021



• 作品番号 2-59、[植物編-ひまわり]、2021



• 作品番号 2-60、[植物編-ラッカセイ]、2021



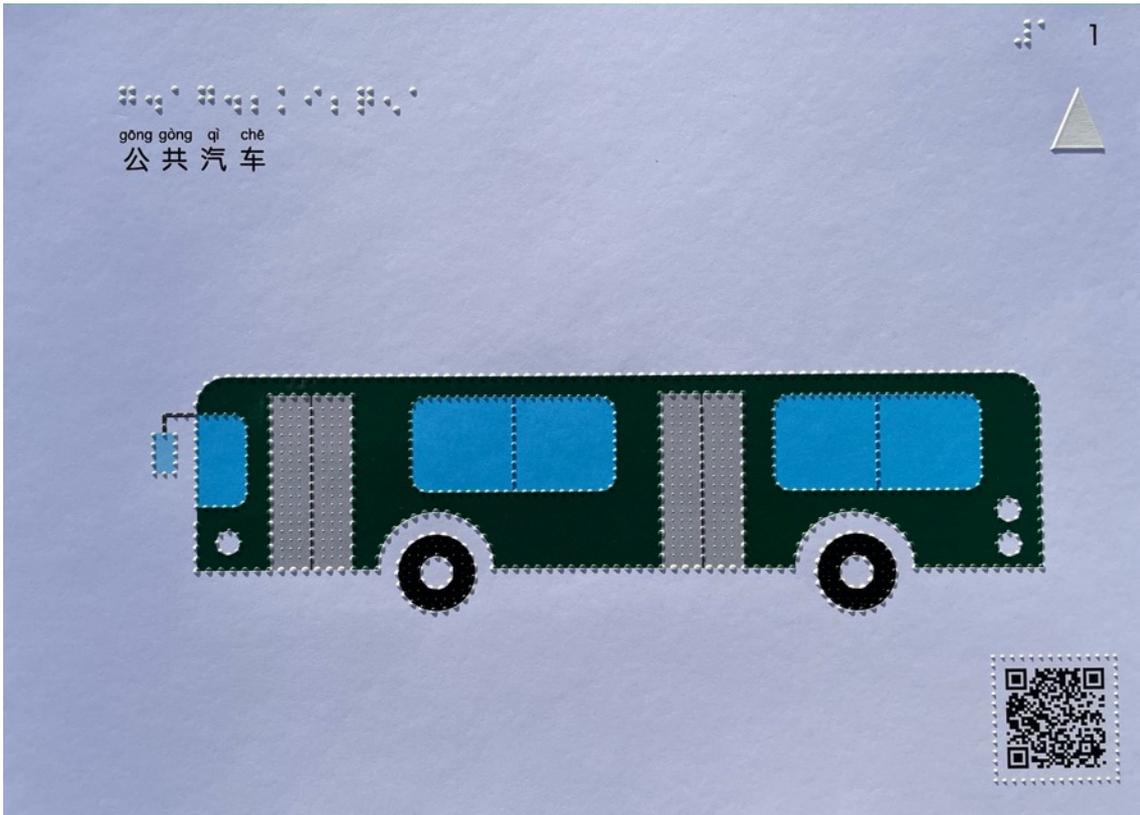
目录

公共汽车	1
军舰	2
帆船	3
救护车	4
摩托车	5
消防车	6
货船	7
龙舟	8
手推车	9
木筏	10

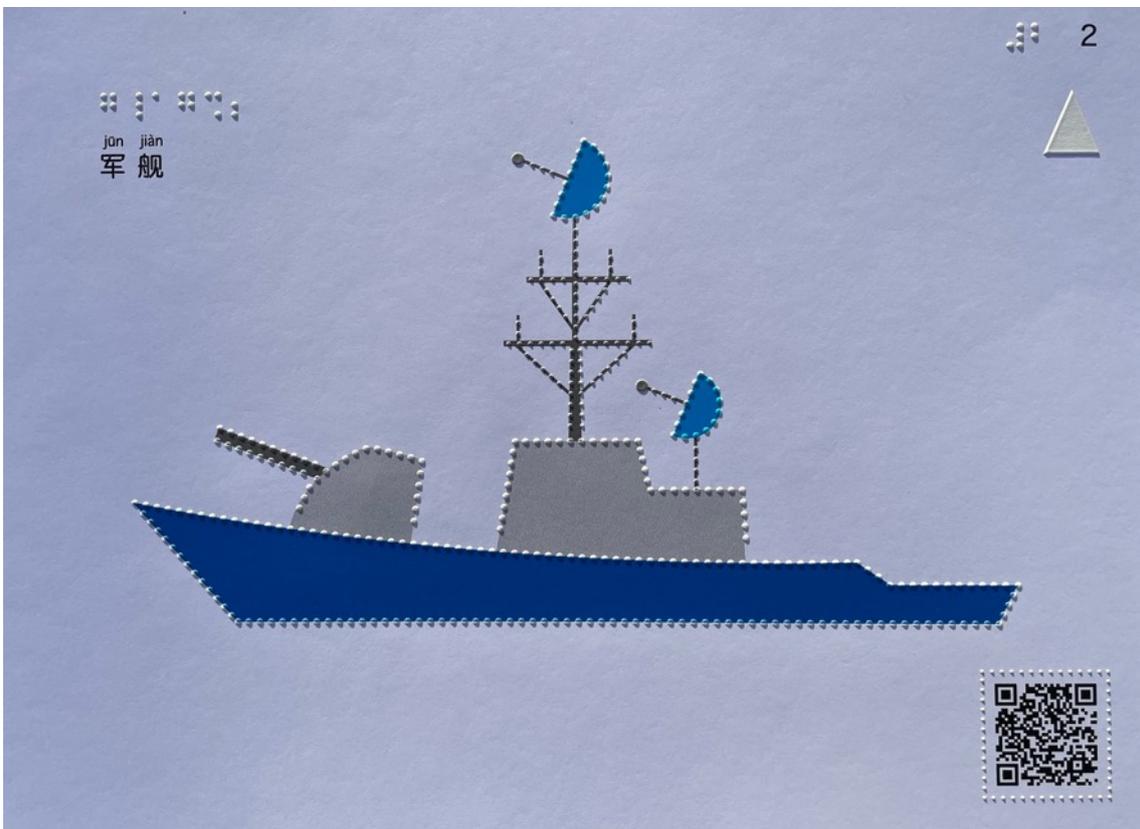
高速火车 (1)	11
高速火车 (2)	12
航天飞机	13
拖拉机	14
火箭	15
人造卫星	16
热气球	17
渔船	18
威尼斯小艇	19
黄包车	20
敞篷车	21

• 作品番号 2、[中国の小学校国語教科書の触知図形補助教材・乗り物編]、
2021

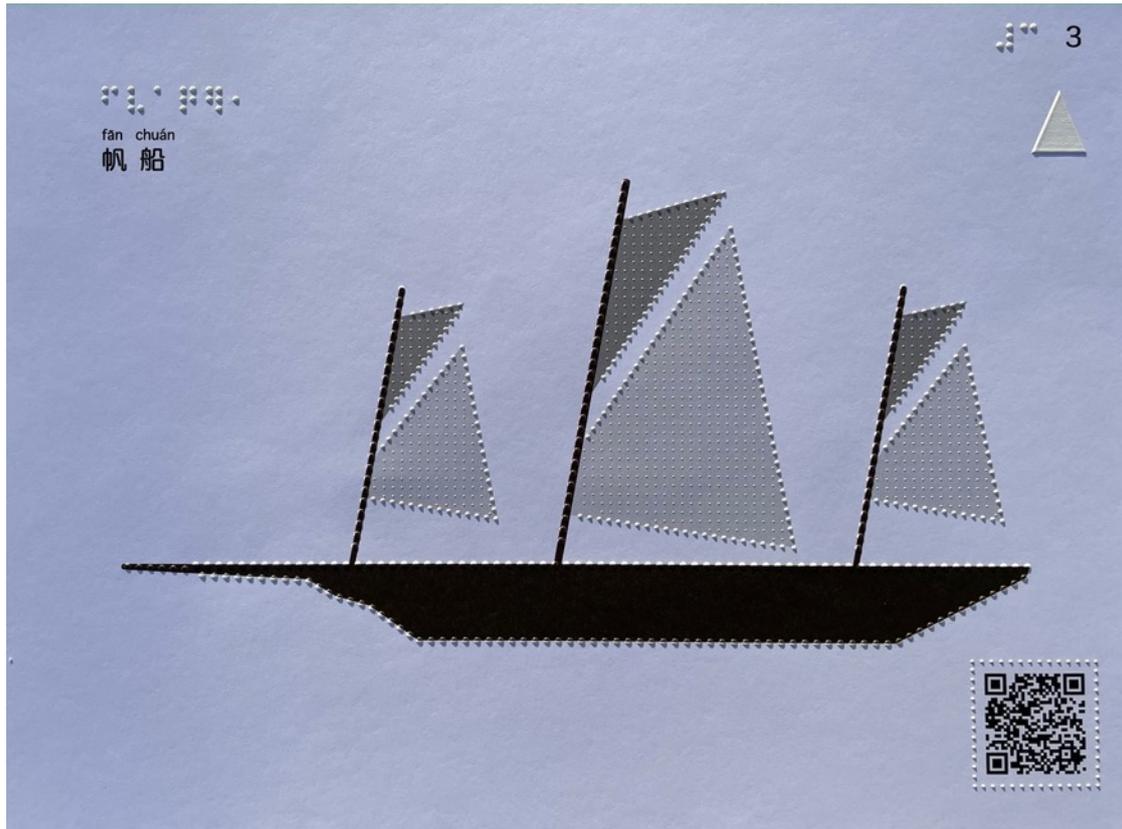
上質紙 300g、UV 印刷、297mm×210mm



• 作品番号 2-61、[乗り物編-バス]、2021



• 作品番号 2-62、[乗り物編-軍艦]、2021



• 作品番号 2-63、[乗り物編-帆船]、2021



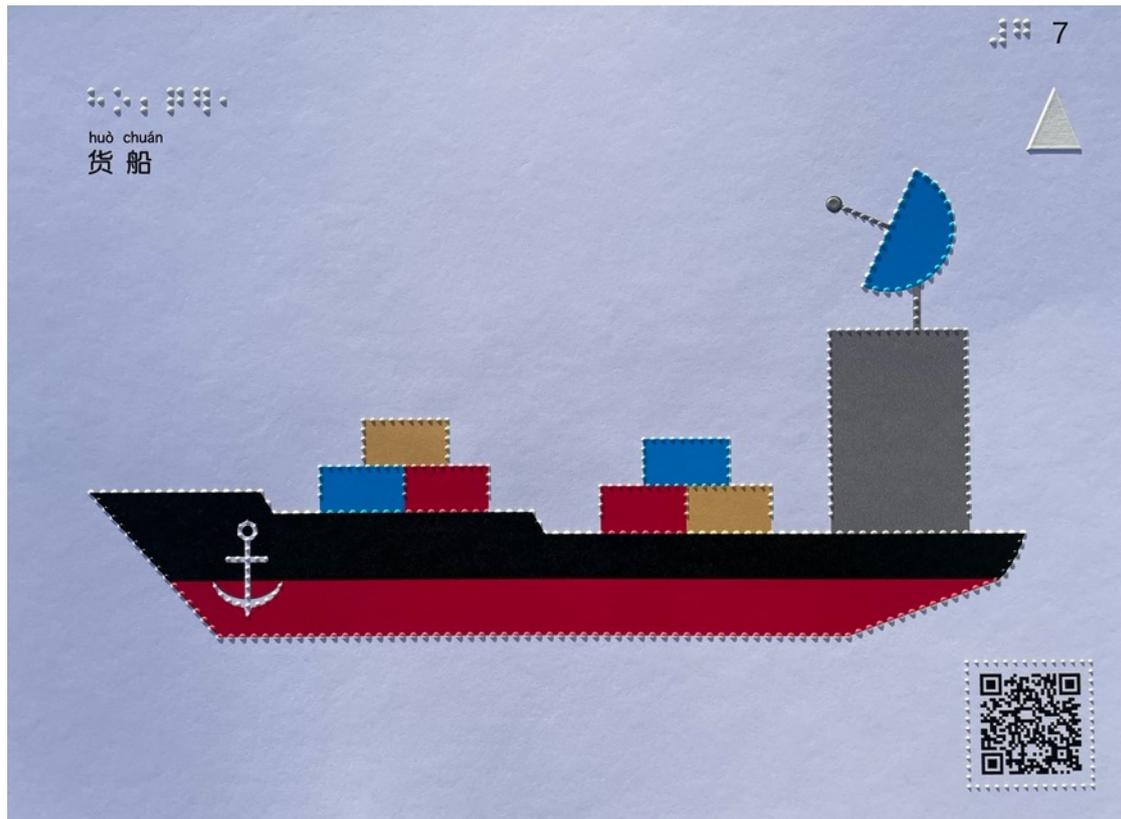
• 作品番号 2-64、[乗り物編-救急車]、2021



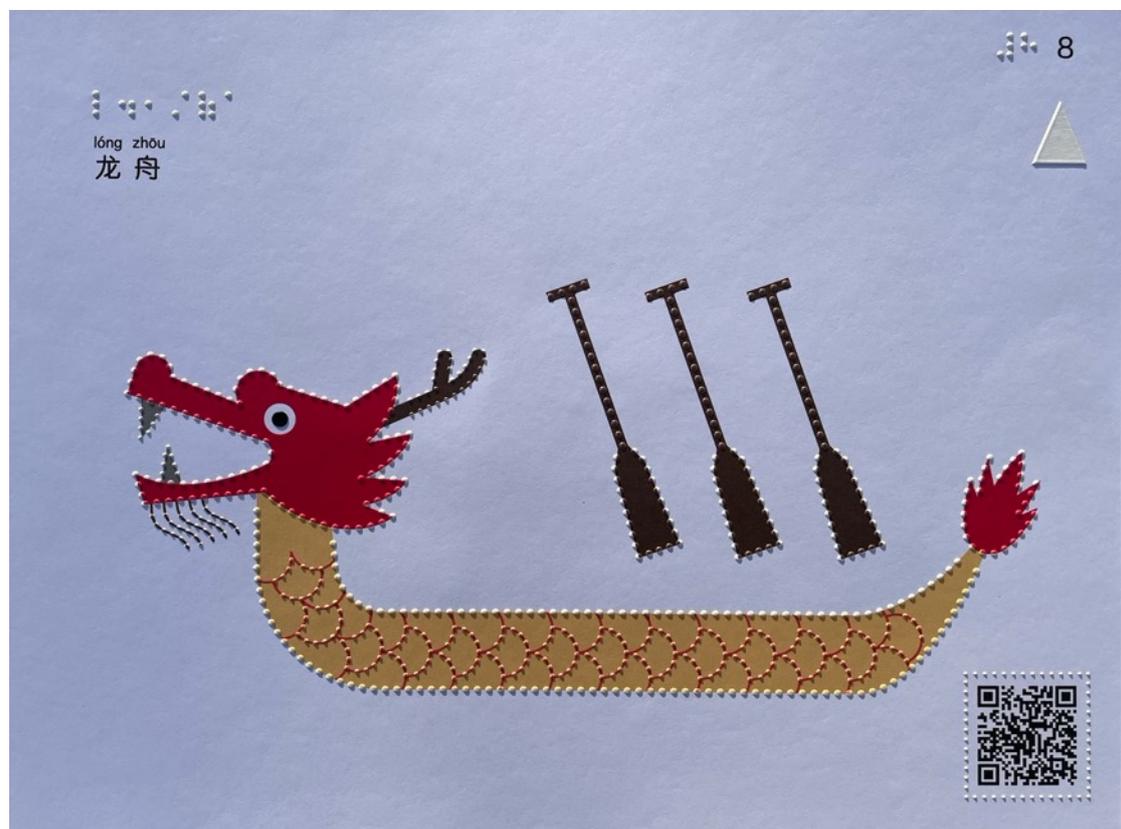
• 作品番号 2-65、[乗り物編-バイク]、2021



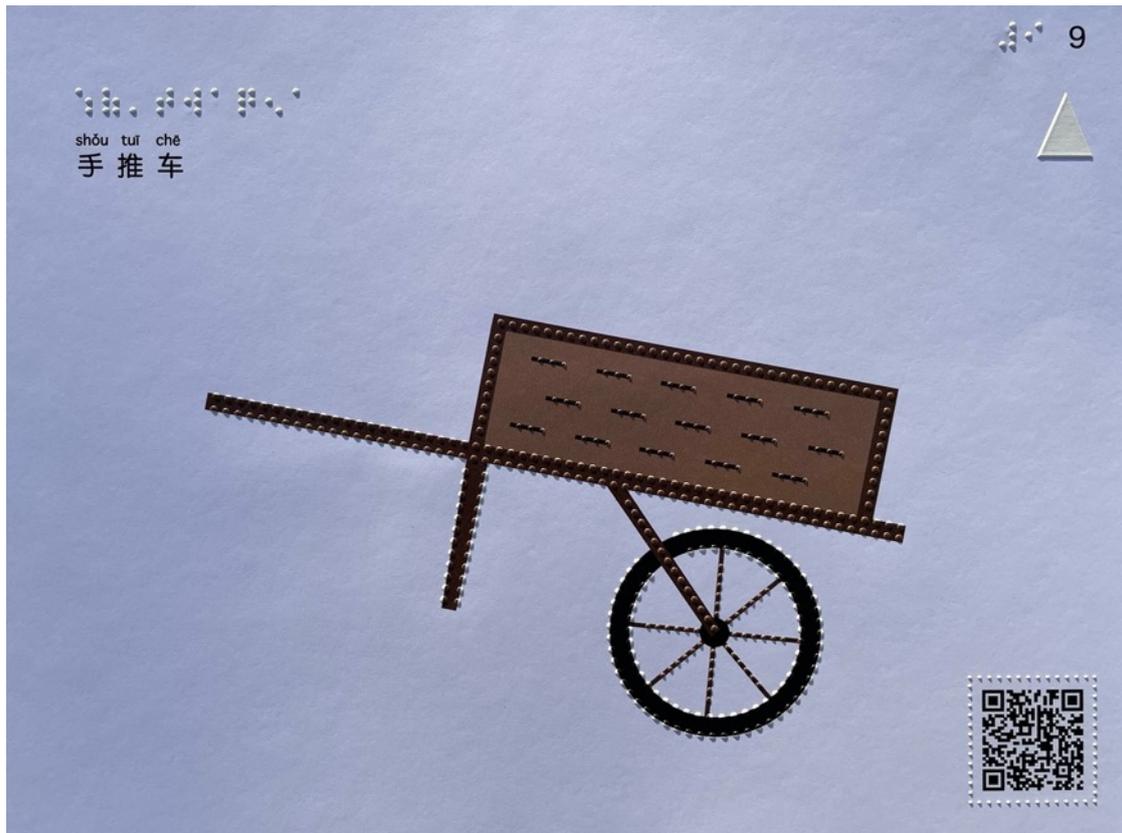
• 作品番号 2-66、[乗り物編-消防車]、2021



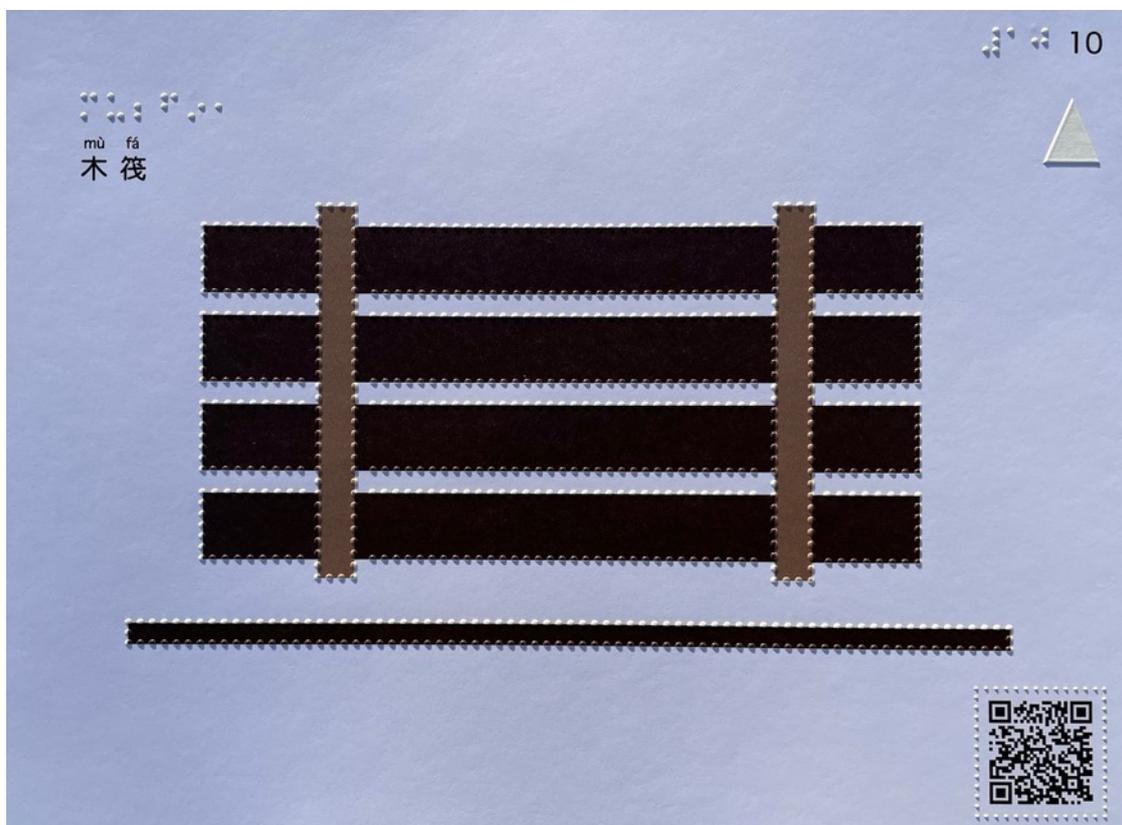
• 作品番号 2-67、[乗り物編-貨物船]、2021



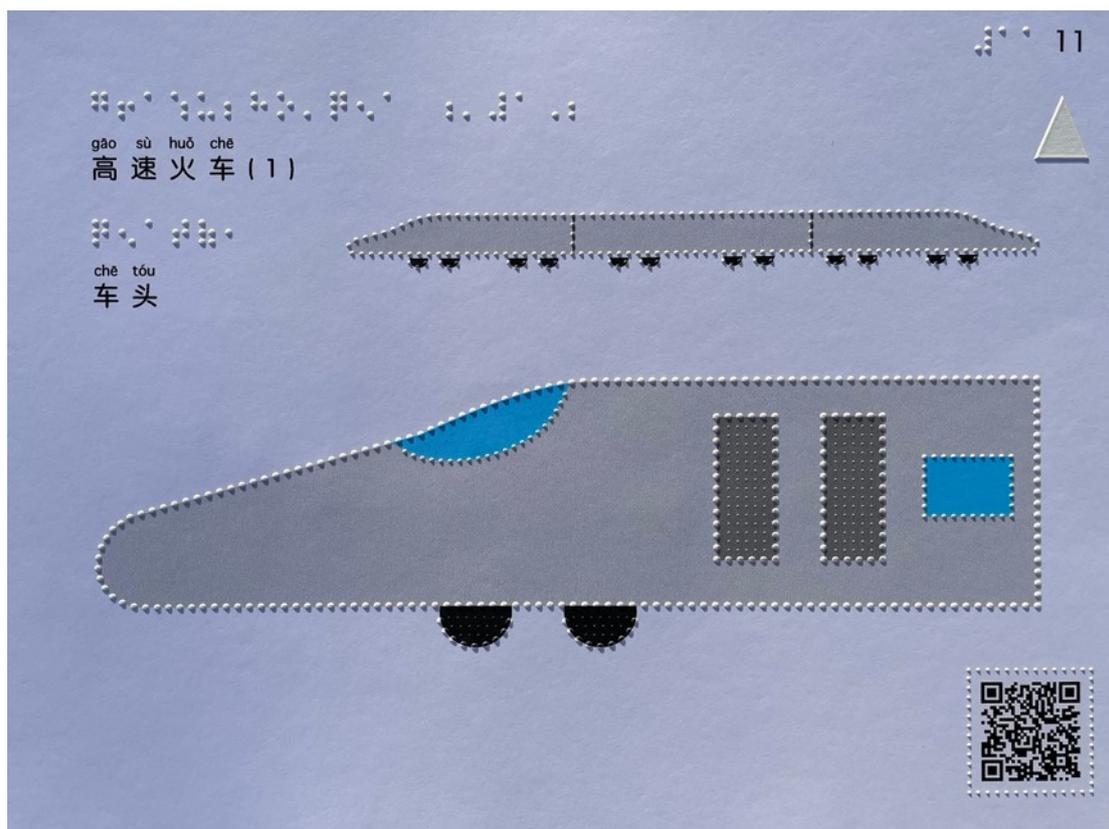
• 作品番号 2-68、[乗り物編-ドラゴンボート]、2021



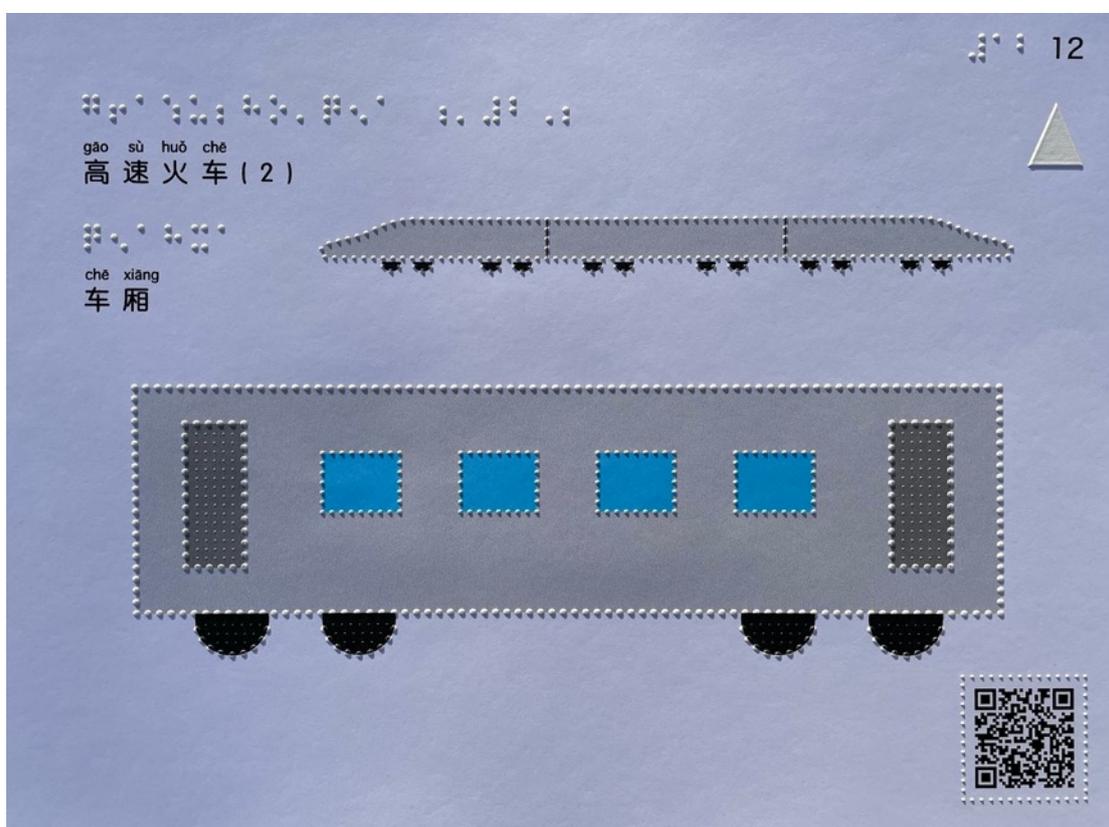
・ 作品番号 2-69、[乗り物編-手押し車]、2021



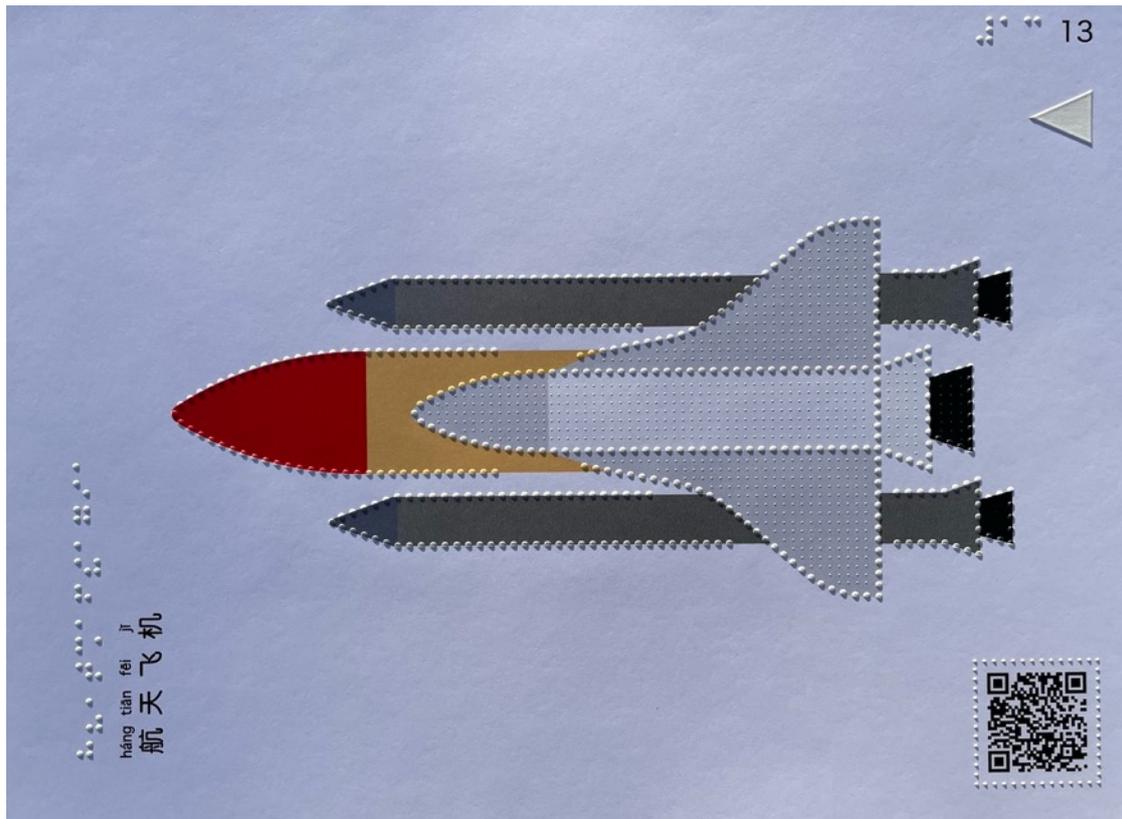
・ 作品番号 2-70、[乗り物編-いかだ]、2021



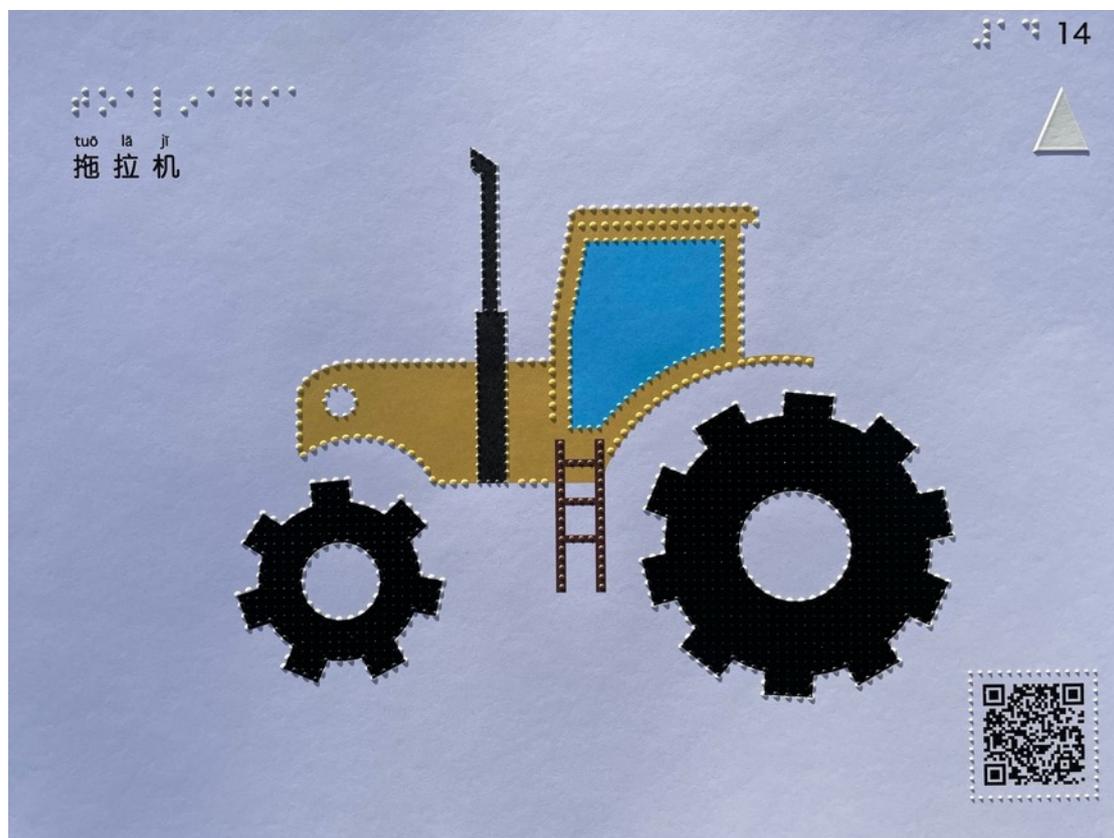
• 作品番号 2-71、[乗り物編-新幹線の先頭車両]、2021



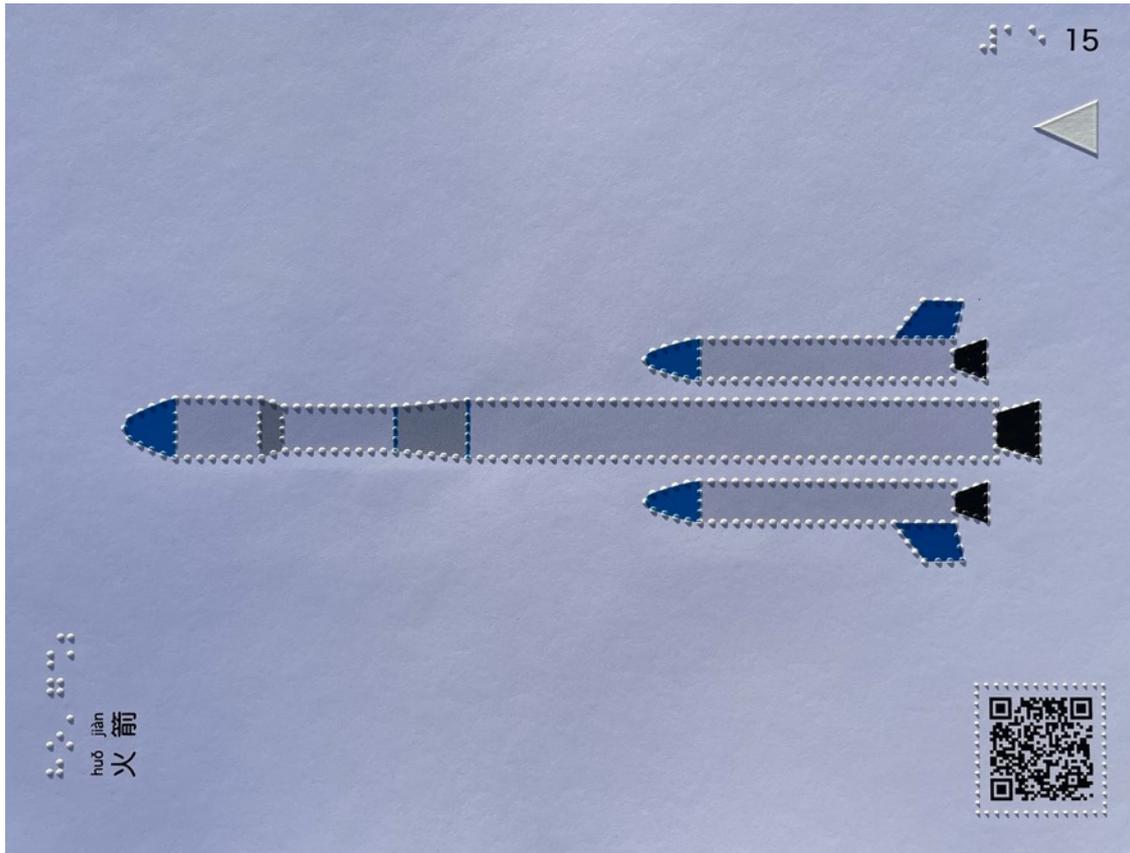
• 作品番号 2-72、[乗り物編-新幹線の中央車両]、2021



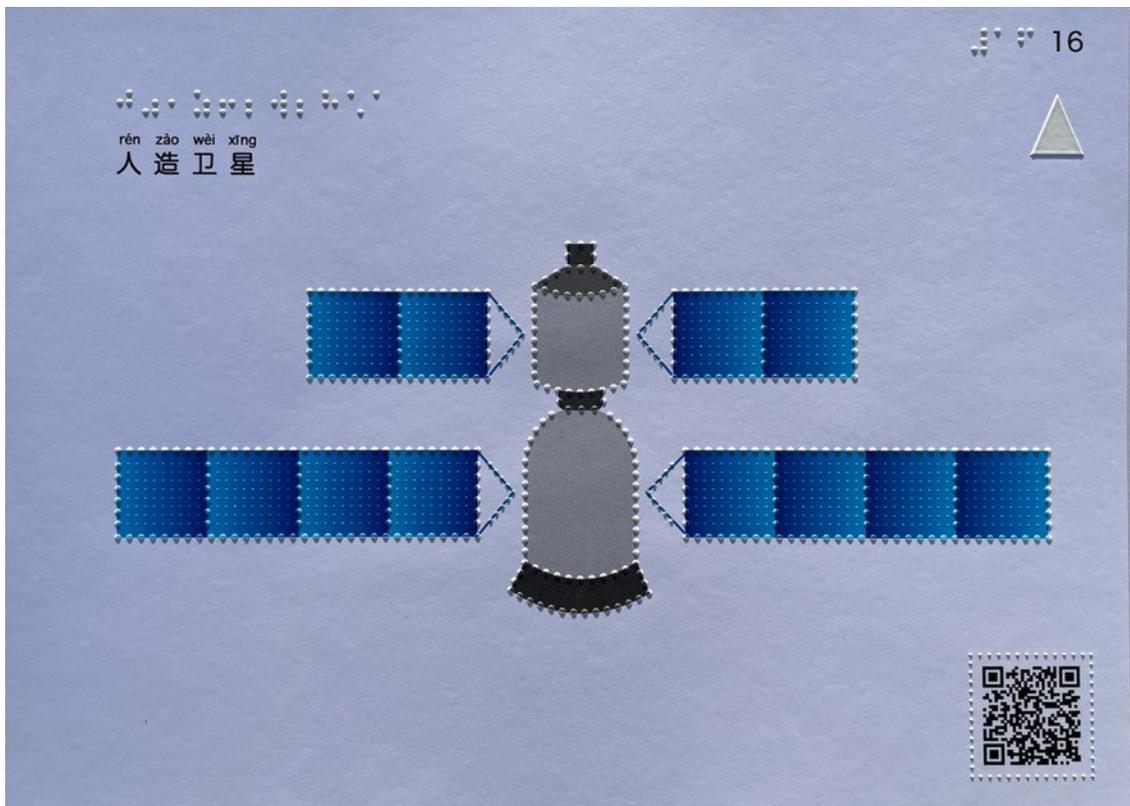
• 作品番号 2-73、[乗り物編-スペースシャトル]、2021



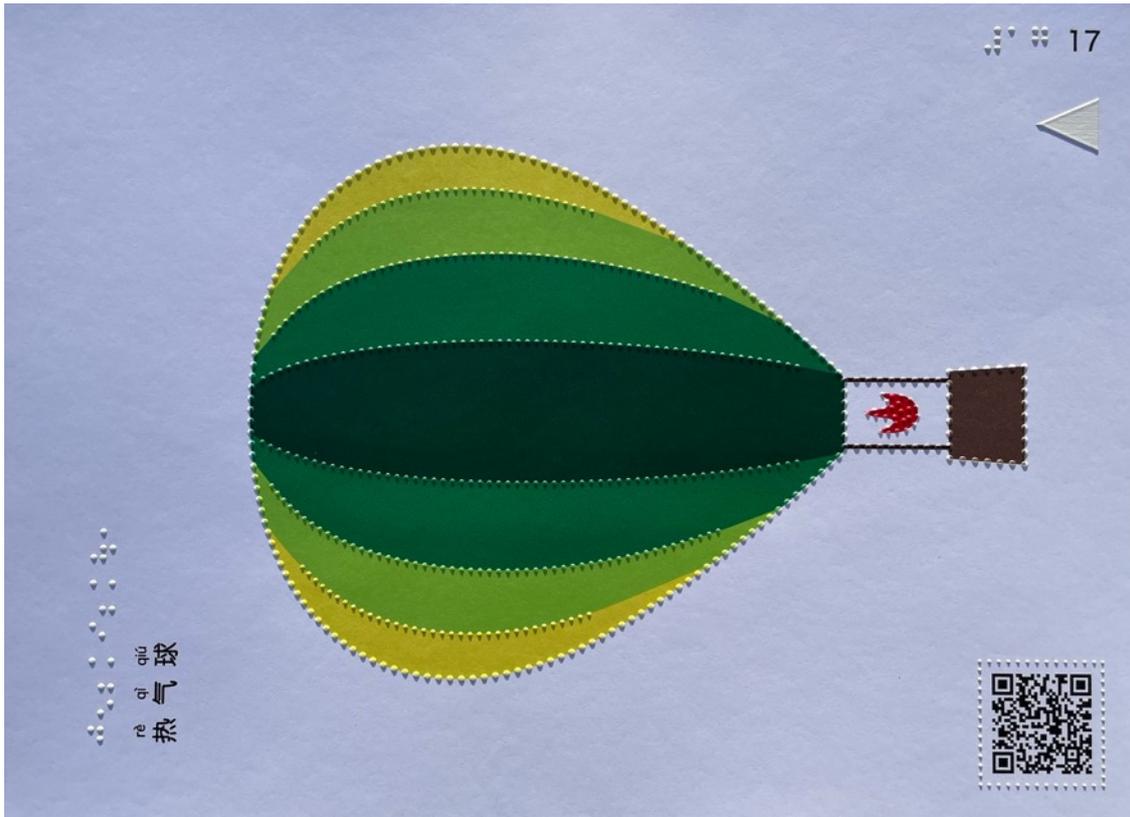
• 作品番号 2-74、[乗り物編-トラクター]、2021



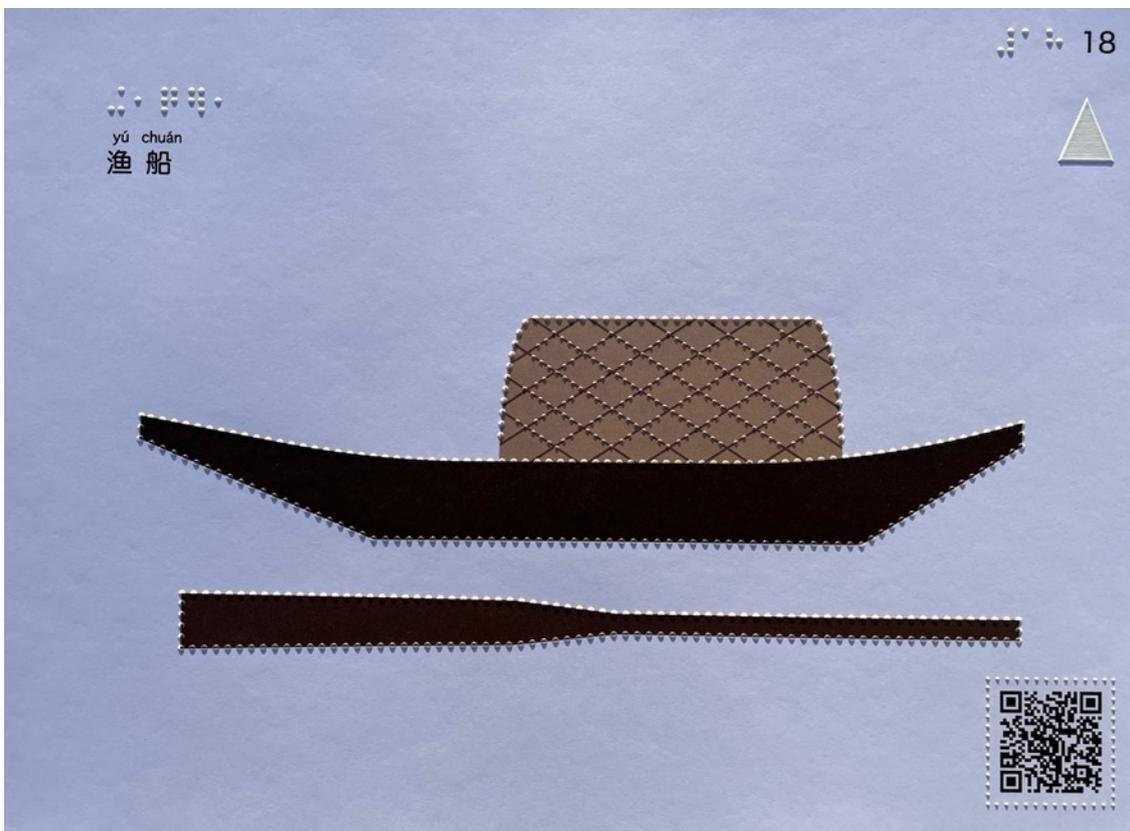
• 作品番号 2-75、[乗り物編-ロケット]、2021



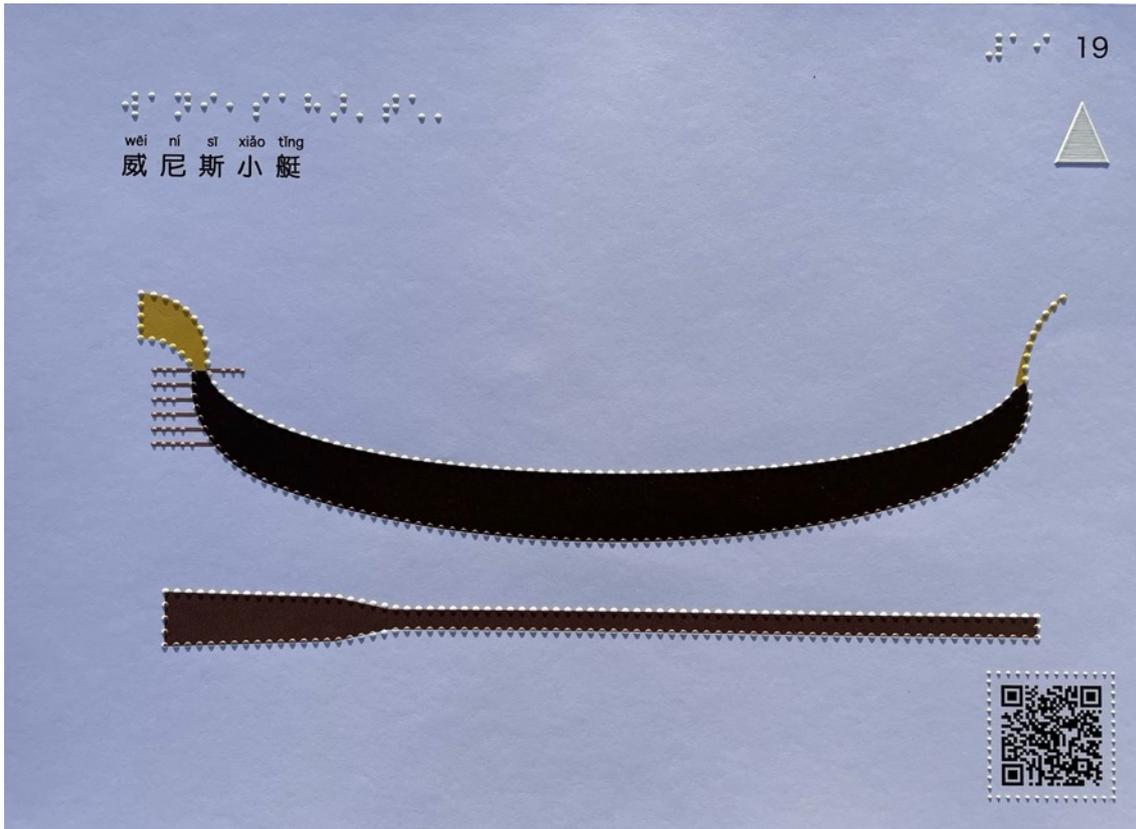
• 作品番号 2-76、[乗り物編-人工衛星]、2021



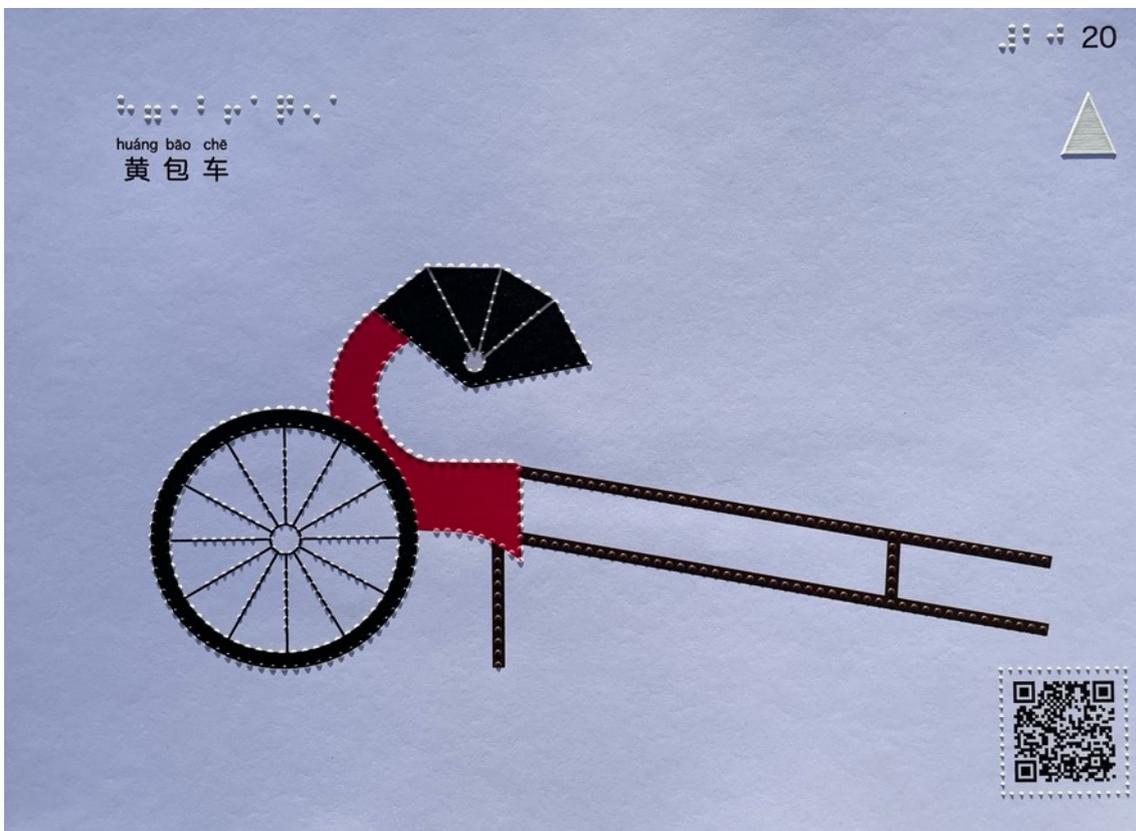
• 作品番号 2-77、[乗り物編-熱気球]、2021



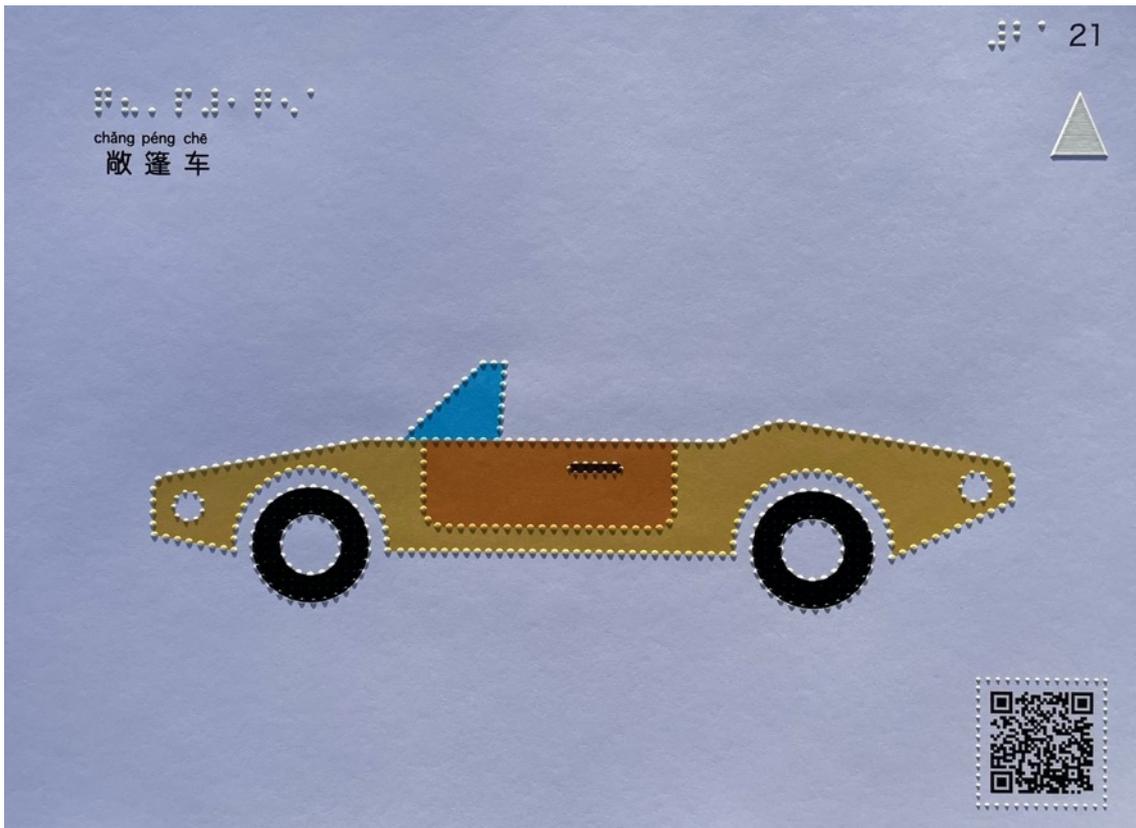
• 作品番号 2-78、[乗り物編-漁船]、2021



• 作品番号 2-79、[乗り物編-ヴェネツィアのボート]、2021



• 作品番号 2-80、[乗り物編-人力車]、2021



• 作品番号 2-81、[乗り物編-オープンカー]、2021

序論

第1章 序章

1-1 はじめに

昨今の情報化社会では、容易に入手できる視覚情報が溢れている。視覚優位の現代社会にあって、世の中の情報のほとんどは視覚を通じて入手することになる。晴眼者は、インターネットやスマートフォンなどの活用で、生活に便利な情報や個々の関心を満たす情報を享受できるが、視覚障害がある人が十分にそれらを享受できているとはいえない。

知覚機能を通じて人が外界から得る情報量は、視覚が最も多く 83%、次いで聴覚が 11%で、嗅覚が 3.5%、味覚が 1.5%、触覚が 1%だと言われ [註1]、中でも視覚から得られた情報の6割以上が図像情報と言われている。文字情報であれば、音声変換をするなどできるが、図像情報となれば、容易に文字や音声情報への変換ができず、他人による言葉の説明となれば他人の主観が入った情報になる。この視覚から入る図像情報をどのように視覚障害者が共有できるのか、分かりやすく有効な方法を考える必要がある。

視覚障害者にとっての図像情報は、前述のように音声情報に置き換えることや、物体であれば自ら「さわって知る」触覚情報が情報入手の主体となっている。「さわる」という行為は、物事を理解する近道であり、さわる行為が能動的であればあるほど、より深い理解につながる場合がある。図像情報を含めた視覚情報を文字情報に置き換える中で、触覚文字である点字は今日に至るまでに広く普及しているが、障害の受障時期によって、点字の習得度はかなりの差が生じる。点字の読み書きはある程度若い頃から学習した方が習得しやすいと言われているが、病気や事故などで視覚に障害をもった中途失明者にとって点字を習得することは、並々ならぬ努力と時間を要する。一方、教育現場である盲学校(視覚支援学校)で点字の教科書を使って学習したり、点字図書で読書に親しむなど、今後も点字情報は視覚障害者にとって必要不可欠なものであることに変わりはない。ゆえに、点字による文字情報の伝達だけではなく、晴眼者にとっての文字を必要としない図像情報があるように、物の形による触覚情報で視覚障害者にも伝達できる手段が必要であると考えている。

2020年から新型コロナウイルスが世界的に大流行し、人や物との「非接触」が求められる時代となった。本研究が課題とする視覚障害者が鑑賞できるグラフィック表現は、この非接触とは相反するものである。しかし、人々が感動し、心が豊かになり、時には人との対話が生まれるような芸術の存在は、アフターコロナの時代もなくしてはならないと考えている。

1-2 視覚障害者のためのグラフィックデザインの領域を広げる必要性

本研究では、グラフィックデザインを通じ、デザインの鑑賞者と表現領域の枠を越え、新しい可能性を見出したいと考えている。

京都造形芸術大学編（1999）『グラフィックデザインの視点と発想』情報デザインシリーズ Vol.3 では、第一線で活躍するグラフィックデザイナーたちのしなやかな発想、思考、イマジネーションによる印刷メディアやデジタルメディアなどのビジュアル表現は、今や平面だけにとどまらず、立体的・空間的表現としても展開されていることを示している。クリエイターの独自の視点と発想、多様な展開方法を通して、デザインの可能性へのメッセージを読み解くことができる本である。その中で、「デザインとは、決して表面的なテクニックの問題ではなく、例えば文化と社会の総体を文明というなら、まさしく文明を形作っていくようなことこそデザインなのであり、そこにデザインの創造性が問われるのである。グラフィックデザインに必要なのは、センスやテクニックだけではなく、創造への思考を巡らし、イマジネーションを豊かにする「しなやかな発想」がますます重要になってきているのであり、それによってデザインの可能性もまた無限の広がりを見せるのである」と示している〔註 2〕。そこで、新しいデザイン思考に向けてデザインが成立してきた基盤や前提に立ち返り、デザインの原点に戻らなければならないのではないかという問題提起がなされている。ここに示されたデザインに対する広い考えは、デザインが視覚に訴えるだけでなく、触覚へも訴えることができるという考えとして展開できるのではないだろうか。

視覚障害者にとって、触覚は聴覚と同様に情報を入手する重要な手段である。非文字情報伝達ツールとしての触図は、さわる地図や盲学校（視覚支援学校）の教科書のグラフや表などに活用されている。その役割の範囲を広げるため、本研究では、日常生活における知識や行動の範囲を広げ、教育現場では教科書をより深く理解するための視点から作られると考える。そして触覚に芸術性やデザイン性などを伝え、視覚芸術としての絵画や聴覚芸術としての音楽が存在するように、人々の心が豊かになるような触知図形の可能性を追求する。

近年、日本や欧米の美術館では、視覚障害者向けの鑑賞方法を提供する事例が増えている。美術館では通常、「作品に触れてはいけない」というルールが作品保護のためにも当然のごとくあるが、平面的な絵画を立体的な触図にして表し、実物とは異なるが、二次創作のような存在を作ることによって、「さわる鑑賞」を実現することができる。このような配慮は、さわる鑑賞として視覚障害者にとっても有益であるが、晴眼者にとっても、視覚では見落としがちな絵画の細部まで意識が向くようになり、また視覚障害者と晴眼者が一緒に鑑賞し、感想

をお互い言葉にすることでこれまでとは違った新たな鑑賞方法が見出されたと
言えるだろう。

「美しい」という形容詞は多くの場合、「美しい色」、「美しい音」など視
覚・聴覚的要素に用いられる。「美しい手触り」などと使われることは少ない。
「美しい」よりも「心地よい」手触りの方がしっくりくるのではないだろうか
〔註3〕。

既存の絵画やデザインを触図化した視覚に頼らない鑑賞は、視覚障害者・晴
眼者が美術館を訪れる新たな楽しみになっている。この实例を踏まえ、筆者は、
グラフィックデザインを考案する時点から「さわる作品」にすることを意識し
て制作する方法を選択したい。グラフィックデザインの新たな可能性として、
デザインの鑑賞者と表現領域の枠を広げ、視覚だけではなく、触覚にデザイン
の意味を伝達できる方法を模索したい。視覚障害者にとっての触図には、学習
目的だけではなく、鑑賞自体を楽しみ、リラックスできたり、心に響く「幸せ」
や「豊かさ」などを感じられる要素が必要だと考えている。

1-3 触知図形の定義

現在、触知図形に対して明確な定義はないが、『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）では、
「触知図形とは凹凸のある線や面、触知記号、点字などで構成される図形のこ
とである」とされている〔註4〕。

本研究では、視覚障害者がさわって理解できる触読性を最優先した直線や曲
線・幾何学形態などを用いて意図的にデザインした図形を触知図形とする。

また、触図は、一般的に視覚障害者がさわって情報を得るものであり、例え
ば美術館でのさわる絵画など広義のものをいう。

一般的によく目にすることができる触図には、公共交通機関や公共施設に設
置された触知案内図であり、そして、点字本や点字の試験問題等に挿入された
触図がある。触知案内図は、駅に設置されたものであれば視覚障害者が安全か
つ円滑に目的地へ移動できるように、現在地から改札口・出入口などへ指先で
たどり、現地の空間情報を知ることができる。点字文章に挿入される触図は、
盲学校・視覚支援学校（中国は特殊教育学校）などの教育現場では視覚障害が
ある学生が教科書や試験の内容をより理解しやすくなる役割を果たしている。

1-4 触図を用いた現在までの取組み

日本では 1990 年代以後、「誰もが楽しめる博物館」を目指したユニバーサル・ミュージアムの構想が徐々に浸透し、視覚障害者も「鑑賞する」ことができる取り組みが数多くなされてきた。そして、その考えは美術館へも受け継がれ、平面的な絵画をさわって分かるように展示し、視覚障害がある来場者も絵画に触れて美術鑑賞ができる試みがなされている。また、博物館や美術館の触れる立体展示物や平面的な触図は、視覚障害者にとって積極的な行動につながる要素がある。作品を鑑賞しようとその場所へ足を運ぶことや、触れられる展示物があり「さわって何かを知ろう、理解しよう」という意志を持つことなどが、能動的な行動につながると考えられる。各館で趣向を凝らした「さわって知る」ことに関連したワークショップでは、晴眼者にも普段は意識をしない触覚を使うことで、新たな感動に出会い、これまで気付かなかった芸術の楽しみ方を掘り起こすきっかけとなっている。

日本のユニバーサル・ミュージアムの確立に自ら先頭に立ち、触察による文化を確立し継承、啓蒙に尽力する全盲の文化人類学者、広瀬浩二郎准教授が所属する国立民族学博物館（大阪府吹田市）では、2006 年、企画展「さわる文字、さわる世界」を開催し、自らの共同研究、科学研究費プロジェクトなどを通じて、ユニバーサル・ミュージアムの意義と可能性を追求した。

広瀬浩二郎氏は、視覚に頼らない知的探求の手法として「さわる文化」の可能性を追求、提唱し『世界をさわる—新たな身体知の探究』（文理閣）ではユニバーサル・ミュージアムの構想について詳しく述べられている〔註 5〕。ユニバーサルデザインの概念を博物館などの公共施設に焦点をあて、子どもや高齢者、障害者や外国人など、誰もが楽しめるユニバーサル・ミュージアムの考え方が徐々に浸透している。

1-5 視覚障害者の人口と障害の認定標準

2014 年の世界衛生組織の統計調査によると、全世界の視覚障害者数は 2.85 億人 [註 6]、その内全盲は 3900 万人である。その内、中国の視覚障害者数は約 600-700 万人で、世界中の視覚障害者数の 18% であり、日本の視覚障害者数の約 20 倍である [註 7]。視覚障害者が最も多い中国では福祉環境が整っておらず、生活情報などを提供できる施設も少ない。

視覚障害者の見え方の状態には、全盲、弱視、ロービジョンなどの表現がある。全盲の中には、生まれつき視覚に障害のある先天性と途中で視覚に障害を持つ後天性がある。医学的に弱視とは、眼球に障害の原因となるような疾患がなく、視力低下の原因が視覚に関係する脳の発達によると考えられる状態をさす。斜視弱視、屈折異常弱視、不同視弱視、形態覚遮断弱視に分類され、小児期での対応で、視機能が上がることもよくある。WHO によるとロービジョンとは視力 0.05 から 0.3 という範囲で規定されているが、国によって、ロービジョンの明確な定義がされていない場合もある。

全盲とは視機能をほぼ使えない状態、ロービジョンとは視覚情報がある程度使える状態と言える。ロービジョンの人は、視覚障害者の多くを占めている。

筆者は、日本と中国の視覚障害の認定基準に関する調査を行った。

日本は「身体障害者福祉法施行規則別表第 5 号」により [註 8] [図 1]、以下のように分類されている。

1 級は視力の良い方の眼の視力 (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、矯正視力について測ったものをいう。以下同じ) が、0.01 以下のものである。

2 級は (1) 視力の良い方の眼の視力が 0.02 以上 0.03 以下であり、(2) 視力の良い方の眼の視力が 0.04 かつ他方の眼の視力が手動弁以下であり、(3) 周辺視野角度 (I/4 視標による以下同じ) の総和が左右眼それぞれ 80 度以下かつ両眼中心視野角度 (I/2 視標による。以下同じ) が 28 度以下であり、(4) 両眼開放視認点数が 70 点以下かつ両眼中心視野視認点数が 20 点以下のものである。

3 級は (1) 視力の良い方の眼の視力が 0.04 以上 0.07 以下 (2 級の 2 に該当するものを除く) であり、(2) 視力の良い方の眼の視力が 0.08 かつ他方の眼の視力が手動弁以下であり、(3) 周辺視野角度の総和が左右眼それぞれ 80 度以下かつ両眼中心視野角度が 56 度以下であり、(4) 両眼開放視認点数が 70 点以下かつ両眼中心視野視認点数が 40 点以下のものである。

4 級は (1) 視力の良い方の眼の視力が 0.08 以上 0.1 以下のもの (3 級の 2 に該当するものを除く) であり、(2) 周辺視野角度の総和が左右眼それぞれ 80 度以下のものであり、(3) 両眼開放視認点数が 70 点以下のものである。

5 級は (1) 視力の良い方の眼の視力が 0.2 かつ他方の眼の視力が 0.02 以下の

ものであり、(2)両眼による視野の2分の1以上が欠けているものであり、(3)両眼中心視野角度が56度以下のものであり、(4)両眼開放視認点数が70点を
 超え100点以下のものであり、(5)両眼中心視野視認点数が40点以下のもの
 ある。

6級は視力の良い方の眼の視力が0.3以上0.6以下かつ他方の眼の視力が
 0.02以下のものである。

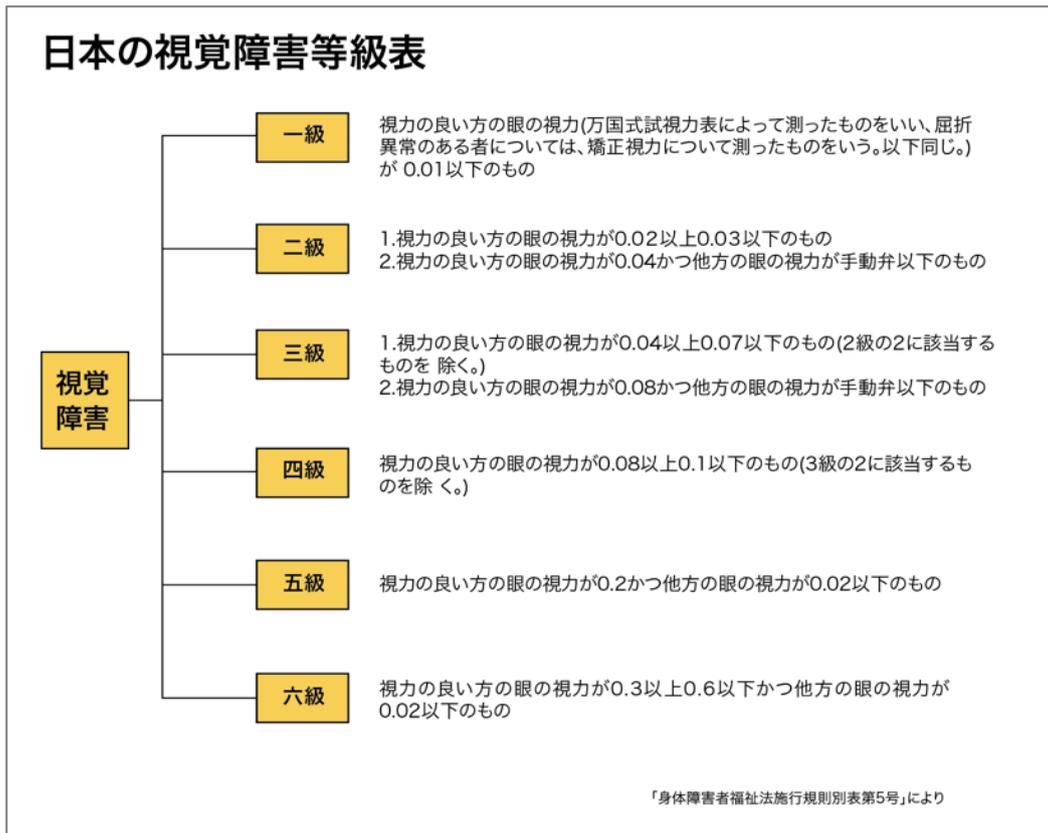


図 1 日本の視覚障害等級表
 出所:「身体障害者福祉法施行規則別表第5号」により 筆者作成

中国は「中国实用障害者等級標準」により〔註9〕〔図2〕、以下のように分類されている。

1級は視野半径5度以下、または矯正視力0.02以下である。

2級は視野半径10度以下、または矯正視力0.02以上（0.02含む）である。

3級は一級弱視と呼ばれ、矯正視力は0.05（含む）から0.1までである。

4級は二級弱視と呼ばれ、矯正視力は0.1（含む）から0.3までである。

そのほか、(1)全盲または弱視は両眼で判断する。両眼の視力が異なる場合、視力の良い方の眼の視力を基準にする。他方の眼の視力が0.3以上の場合は視覚障害ではない。(2)視野半径10度以下は、視力の水準に関わらず、全盲となる。

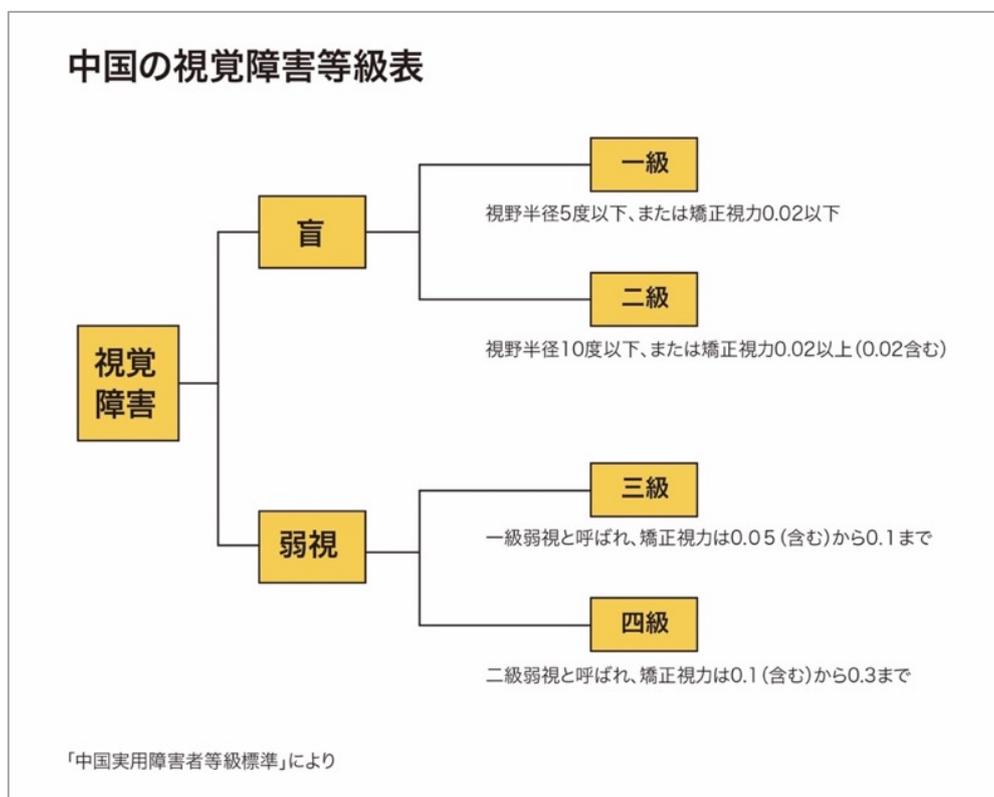


図2 中国の視覚障害等級表
出所：「中国实用障害者等級標準」により 筆者作成

1-6 視覚障害者のための触知図形の活用への課題

筆者は2015年から視覚障害者向けの総合イベント「サイトワールド」（最先端の技術・機器、日常用品等の展示会、講演会、学会、フォーラム、体験会等が催される）と名古屋市にある視覚障害者情報提供施設である社会福祉法人名古屋ライトハウス名古屋情報文化センターを訪ねた。

視覚障害者への非文字情報伝達ツールとしての触図は、日常生活や教育の現場及び読書環境の中で重要な役割を担っている。筆者は2015年から視覚障害者情報提供施設の名古屋ライトハウス名古屋情報文化センターで触図制作に携わる職員の指導を受け、名古屋ボストン美術館の触図制作プロジェクトに参加した。美術館や博物館での視覚障害者が鑑賞できる絵画の企画展が昨今増えていることが分かった。

そして、視覚障害がある当事者職員の方達と交流が始まり、さわって分かりやすい触図にするためには、デザインの中で特徴的な部分を誇張したり、情報量が多く複雑になりがちな場合はある部分を省略したりするなど、情報の取捨選択をする必要があることが分かった。何よりも触読性を最優先することを考えなければならない。同センターでは、点字情報の制作の他、主に地図や物の形を知らせる触図の制作を業務としている。筆者は実際に触図の制作に携わる中で、触図の研究を深めてきた。

一方、近年の中国においては、障害者福祉全般について先進国に遅れをとってきたが、昨今の急速な経済発展により、政治の政策面においても障害者に重きを置いた政策がとられるようになってきた。

筆者は、2016年2月から中国の広東省の広州図書館や湛江市特殊教育学校、江西省の南昌盲童学校を訪問し、中国の視覚障害者施設や教育問題の現状について聞き取り調査を行った。中国では、超一級の大都市である、北京、上海、広州、深圳とその他の三、四級の都市との教育格差が激しいが、それが特殊教育学校（盲童学校を含め）など視覚障害者を取り巻く環境にも同様である状況が分かった。

教育現場では、中国の特殊教育学校において、さわる教材が教科書の中でも少ないという現状が分かった。例えば、全国共通の国語教科書では、拡大文字版では活字版と同じように図が表現されているが、点字版では図が省略されている。また、中国の博物館・美術館では日本のようなユニバーサル・ミュージアムの構想が浸透しておらず、絵画などの平面作品は、さわれるものが少ない現状である。

本研究は、日本のみならず欧米と中国においても、触図に関する研究調査を行った。そして日本で触図を活用した研究の経験を元に、中国において、視覚障害がある子供たちが教育を受ける権利を十分に享受できるように、小学校の

国語教科書に触知図形を挿入し、その効果を検証し、現状を改善していくという課題を解決する為に取り組んだ。

上記の現状に対し、本研究ではその役割と範囲を広げ、グラフィックデザインの視点から、新たな題材の表現に対し、触知図形を通じて伝わるデザインの可能性を探求する。視覚障害者が様々なグラフィックなどの視覚表現をさわって読み取る環境を実現することにより、想像力を鍛え、楽しさ・面白さだけでなく、幸せや心の豊かさも感じてもらえる時代にしたいと考えている。

本研究では、広瀬浩二郎氏がユニバーサル・ミュージアムを唱える中で使用される「触学・触楽・触愕」という言葉の中でも〔註 10〕、さわることで学ぶ「触学」、さわることで知る楽しさ・面白さの「触楽」を目指すこととした。

1-7 研究目的と研究方法

本研究では、視覚障害者にグラフィックイメージを伝えるために、最適な触知図形の制作方法について示す。具体的には、触図に関する JIS 規格など、ガイドラインに定められた触図環境を把握したうえで、点字や触図の出版活動を行う施設での熟練者による制作方法を整理する。さわって分かりやすいのはもちろんのこと、触知図形の触楽を追求し、視覚を使う人・使わない人など、誰もが鑑賞できる触知図形を提案し、ユニバーサルデザインとしての製品開発を実現する。また、得られた知見を用い、中国の盲学校において、教科書の理解をより深めるため、教科書の補助教材としての触知図形を制作し実装することが目的である。

視覚障害者が得る触覚情報は、点字、さわる地図、物の形を表した触図に大きく分類することができる。物の形を表す触図は、既に存在する題材（視覚情報）を置き換えたものだが、視覚と触覚両方に伝達させるオリジナルの題材を提供する触図は少ない。本研究は、オリジナリティあふれる触図を制作し、日常生活と教育現場に提案し、触図の活用を推進する。また、晴眼者は視覚ではもちろんのこと、普段はあまり意識をしない触覚を使うことで、これまでとは違う角度からデザインを楽しむことができると考えている。そして、視覚障害者に対する理解や関心を持つ機会に繋がる、と期待できる。視覚特別支援学校においては、幼少の頃から触図に慣れ親しむきっかけともなる。以上のように、さわって知るだけでなくさわること、多くの人々に触学・触楽を伝えられる触知図形を目指している。

本研究の研究方法は、まず、日本・欧米・中国における触図に関する現状のガイドラインの把握を行う。日本では、点字サイン（点字等による、案内板・表示板・手摺り表示・操作表示等を総称した簡略的な表現）の設計指針を示す JIS 規格があり、中国では触図の制作方針「触摸図形設計指南及び図例」があ

り、制作上の基本原則となっている。次に、福祉施設と盲学校（視覚支援学校）における現状を調査する。調査対象は、社会福祉法人名古屋ライトハウス名古屋情報文化センターと中国にある広州図書館、湛江市特殊教育学校である。日本、欧米と中国の触図現状を比較しながら、本研究の触知図形の課題と提案を探す。そして、視覚障害そのものの理解と視覚障害者が触覚で認知する特性について調査研究し、指での美術鑑賞について深く掘り下げると同時に、当事者へのインタビューによる聞き取り調査を行う。

そして、各施設への訪問や触図教材の調査と視覚障害の特性や当事者のインタビュー調査を踏まえ、日本の JIS 規格と中国の制作方針に示された基本原則に基づき、さわる範囲の大きさ・線と線・線と触知記号の間隔を参照することとする。それ以外の本研究の触知図形を構成する基本部品としてこれまでの資料の中にはない触知図形の基本部品 12 種類（丸形・三角形・正方形・半円形・菱形・四分の一円・台形・星形・五角形・六角形・七角形・八角形）の幾何形状について、触読による実験調査を行う。

その後、触図に関する現状調査と本研究の触知図形の 12 種類の幾何形状の実験調査から得られた資料と数値を総合的に分析し、触知図形を認識しやすくなるためのデザインの基本原則をまとめ、その上で触知図形の制作を行う。触知図形をさわってわかりやすいものにするため当事者の触読監修を受け、完成させる。制作した触知図形は、日常生活で視覚と触覚両方の視点から使えるユニバーサルデザインに関する製品開発と中国の教育現場における補助教材としての活用を目指す。

1-8 本研究の発想に至った経緯

筆者は、2015～2017 年、博士前期課程での白木彰研究室でピクトグラムに関する研究を進め、ピクトグラムの定義・範囲などの調査を行った。ピクトグラムは、さまざまな情報を示すためにデザインされた、誰もが分かりやすい視覚言語のひとつである。

ピクトグラムの歴史をみると、1920 年代、ピクトグラムの先駆けとなった絵文字「アイソタイプ」がオーストリアの哲学者・教育者オットー・ノイラート (Otto Neurath, 1822-1945) によって提唱された。以降は、1964 年の東京オリンピックで世界初の国際的なピクトグラムが整備され、1979 年にアメリカ運輸省が国際空港のターミナルに必要なサインとして 34 種類の絵文字を開発した[註 11]。

日本では、1972 年の大阪、翌年の熊本での火事で多くの被害者が出たが、その要因のひとつが非常口サインの視認性の低さであった。この事故をきっかけに、1980 年 6 月、日本政府からジュネーブの国際標準化機構 (ISO) へ現行の

人型のピクトグラムを日本案として提出し、ソビエト連邦案などと拮抗を経た末に国際規格となり、現在は世界中に普及している。

これらの事例を調査した上で、言語を必要としないピクトグラムの役割を通じて、晴眼者だけでなく視覚障害者も世の中の情報を得られる利便性の向上と、さらにグラフィックイメージなどの芸術性を感じとることができる方法論として、ピクトグラムの効果が触察によって担えないかという思いから、視覚障害者に伝える触知図形に関する研究に着目した。

2015年度（博士前期1年次）の作品は、事物に対し過去の記憶を持つ視覚障害者の内の中途視覚障害者を対象に、動物を題材とした作品を制作した。動物の特徴をとらえスケッチを行い、それをパソコン上（Adobe Illustrator）で整え、立体コピー（後述 103 ページ）による触知図形を制作した。視覚障害者による触読監修を経て造形から理解できた部分と理解できなかった部分を整理し、触読監修と修正を繰り返し、ピクトグラムとしてさわって分かる触知図形のデザイン原画を完成させた〔図 3〕。触読監修では、同じ図形でも視覚と触覚それぞれが理解するための表現方法が大きく異なることを、視覚障害のある当事者から学ぶことができた。

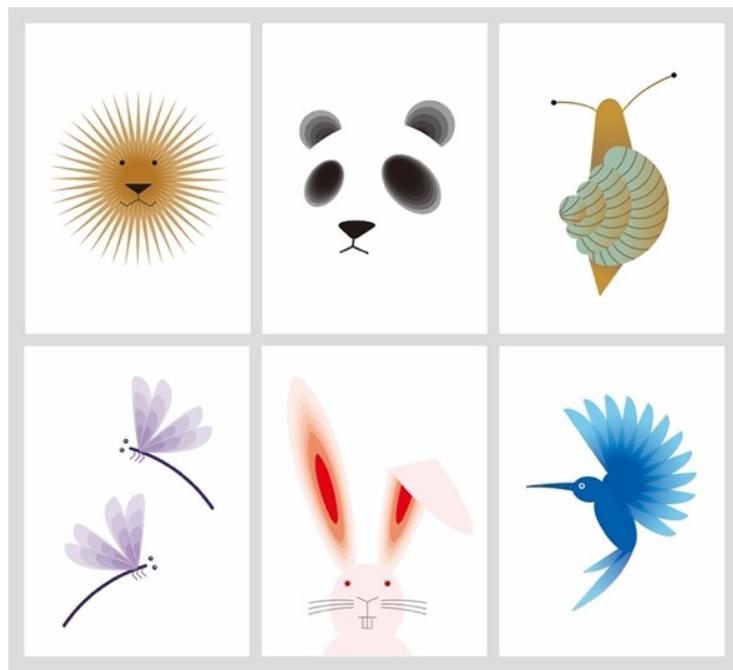


図 3 博士前期課程の触知図形のデザイン

その後、原画を元に塩化ビニル板や亜鉛板へ凸点や凹点によるエンボス加工で作図整版し、原版を完成させ、エンボス印刷した。

2016年度からは、ピクトグラムの分かりやすさや触感を追求し、晴盲共用の楽しめる触知図形の制作を行った。触知図形にはたださわって分かる図形というだけではなく、生活が楽しくなり、心が豊かになる要素も必要だと考えてい

る。先天性・中途に関わらず、事物へのイメージがある視覚障害者を対象にグラフィックシンボルの基礎研究を行った。

2016年10月12日から16日の5日間にわたり、名古屋市民ギャラリー矢田で個展「手からウロコの触図展」を開催した。12月3日には、同ギャラリー主催のこども向けワークショップ「点字 de クリスマスカード」の講師を務め、個展で展示した動物の触図カードと透明の凸点シールを用意し、こども達は自由な発想でシールを貼り、オリジナルの「さわっても見ても楽しいクリスマスカード」を作り上げた。そして12月12日から17日の6日間にわたり、南山大学人類学博物館において2度目となる「手からウロコの触図展」を博物館と同じフロアで開催した。2017年2月には、個展で披露したデザインを用いた一筆箋が名古屋情報文化センターで販売開始された。

また、国際視覚障害者援護協会（東京）に勤務する全盲で中国出身の庄麗（シヨウレイ）氏は筆者が制作した触知図形に大きな関心を寄せられ、2016年11月、福祉講演のために訪れた上海市盲学校と安徽省安慶市特殊教育学校で庄麗氏自ら生徒達に作品を披露していただいた。

上記の様々な活動により、グラフィックデザインの発想は視覚だけではなく触覚においても情報の伝達方法として分かりやすく重要な手段だと考えている。グラフィックデザインの視点から、触知図形の題材や表現方法への応用などを広げることにより、新たな価値観の触知図形開発の可能性を実感した。

筆者は2017年4月に中国へ帰国し、福祉に関する調査を行ったが、現状では視覚障害者に対する専門施設やボランティアによる情報提供の環境は整ってなかった。そのため、これまで実施したグラフィックシンボルの基礎研究を視覚障害者のために応用し、中国の福祉事業に貢献したいと考えるようになった。博士前期課程の研究成果がきっかけとなり、本研究の重要なポイントとなった。

博士後期課程に入り、視覚障害者に関する現状や課題を調べ、触知図形について、さわって知るために必要な触り方のルール作りに関する研究を行うこととした。そして、前期課程で研究・制作した触知図形の題材や表現を展開し、教育の現場及び読書環境に触知図形を提案することを目標に置いた。

さらに、日常的にさわって形を知る機会の少ない晴眼者が、触覚でデザインを楽しむことにより、視覚障害者の情報入手方法に関心を抱くことや、時には同じデザインを一緒にさわって鑑賞することで、心の豊かさを感じられる作品を作り、触知図形の可能性をさらに追求したい。

1-9 本研究の構成および概要

本研究は、[図 4] の通り、理論と実践の二つの部分から構成している。

第 1 章序論から、触図は視覚障害者にとって情報を得るひとつの重要な手段であることを述べ、視覚障害者のためのグラフィックデザインの領域を広げる必要性、触知図形と触図に関する定義、現状調査、研究目的と研究方法、本研究の経緯について述べる。

第 2 章では、触図に関する研究現状を調査し、日本、欧米と中国を中心に、触図制作に関する参考資料の調査や視覚障害に関連する施設の訪問を行い、触図の現状を把握する。また、中国での施設調査においては、広東省の湛江市特殊教育学校を訪問し、小学校の国語教科書について解決すべき課題を述べる。そして、触図の印刷方法と素材を調査する。それぞれの印刷技術によって、印刷方法の特性、作業時間、コストなどが異なり、触図を作成する際、どのような判断基準で選択するのか、全体的に整理し、さわる素材の手触りを配慮した選択について示す。

第 3 章では、視覚障害の特性を理解するため、視覚障害がもたらす心理的な特徴と触覚の特性を調査した。そして、触図の読み取りやすさに与える要因を分析し、指での美術鑑賞力について深く掘り下げると同時に、視覚障害者が感じる触図の効果についてのインタビュー調査を行い、触覚を通じて美術鑑賞することと触図がもたらす触学・触楽について述べる。

第 4 章では、基本的な幾何形状についての調査として、日本の JIS 規格と中国の制作方針「触摸図形設計指南及び図例」に示された点・線・面の規格以外にも、本研究の触知図形を構成する様々な幾何形状が想定されるが、グラフィックデザインの観点から、丸形や三角形や正方形などを使う幾何学形状の認知度について、実験調査を行った。12 種類の幾何形状の最低認識サイズと識別容易性の参考数値が得られ、本研究の最終作品において応用することとする。

第 5 章では、第 2 章、第 3 章の調査及び研究と、第 4 章の実験部分に基づいて、触知図形を取り巻く種々の制作ルールと筆者が福祉施設で経験した制作方法に基づいて、視覚障害者がさわって理解できる触読性を最優先した触知図形をデザインする際の 10 の基本原則を提案する。

第 6 章では、グラフィックデザインの視点から、触知図形を活用する提案として、作品 1—水中の生き物シリーズと貝殻シリーズは、言葉では説明しにくい生き物や貝殻の造形、直接にさわることが難しい対象物を優先的に選択した。凹凸がある触知図形に色彩を加え、触覚だけでなく視覚でも楽しく体験できる触知図形の制作プロセスについて紹介した。そして、触知図形を活用するため、ユニバーサルデザインの視点から開発した製品の提案を示す。

作品 2—「中国の小学校国語教科書の触知図形補助教材」は、2020 年 7 月に
広東省教育庁から研究助成を受け、同年 9 月から 2022 年 12 月までの 2 年間に
わたる広東省教育科学研究プロジェクトとして立ち上げた。プロジェクトは「異
なる感覚モダリティによる認知図形デザインと応用研究」（項目番号：
2020GXJK339）であり、筆者はこのプロジェクトの中で、中心的な役割を担い、
図形デザインの担当をしている。小学校国語教科書に触知図形による補助教材
を実装し、視覚障害がある生徒が、この補助教材によって教科書の内容をより
深く理解できるような教材制作を目的としている。また、本研究の触知図形を
活用する提案と普及に向けた可能性を検証する。

第 7 章は、本研究のまとめの章とする。本研究各章のまとめ、独自性、今後
の課題と展望を述べる。

最後に、本研究の触知図形に関する研究発表と応用を付加した。本研究第 2
章の JIS 規格に示された基本原則と触知図形の制作方法の内容を日本デザイン
学会で発表した [註 12]。また、本研究の「3-1 視覚障害がもたらす心理的な
特徴」、「3-2 触覚の特性について」と「第 5 章触知図形をデザインする基本
原則」の一部の内容は、中国高等美術教育学会「工業設計」に掲載された [註
13]。そして展覧会を行った際に取材を受けた日本の新聞記事を掲載する。



図 4 本研究の概念図

第2章 触図に関する研究の現状

本章は、触図研究の現状に関する先行研究を整理した。日本、欧米と中国を中心に、触図制作に関する参考資料の調査や視覚障害に関連する施設の訪問を行い、触図の現状を把握する。日本では日本産業規格（JIS）に示された触図に関連する規格、視覚特別支援学校における触図教材の現状調査、名古屋情報文化センターでの現状調査と触図のある出版物について述べる。欧米では触図を用いた美術鑑賞の取組みと世界中で発行されている絵本の例をあげる。中国では触図の制作方針「触摸図形設計指南及び図例」の調査に加え、広州図書館と特殊教育学校を訪問し、現在の点字教科書の問題を述べる。そして、実際の触図の制作方法の幅を広げるために、点字出版物の制作を行う視覚障害者の情報提供施設や、点字サインなどを制作する民間企業など様々な分野で制作されている触図の印刷方法と素材を調査する。

2-1 日本における触図の現状把握

2-1-1 日本産業規格（JIS）に示された触図に関する規格

1994年のハートビル法「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する法律」、2006年にはハートビル法と交通バリアフリー法「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」が統合され、バリアフリー新法「高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律」が成立、施行された。法整備と共に、公共施設や駅などに触知案内図が設置され始めた。施設や公園、駅などの地図を凸線や凸記号、及び点字文章で表現した点字サインと総称されるものである。駅の場合、現在地から改札口、トイレやホームへの行き方などを知ることができる。

駅などの触知案内図は視覚障害者の安全な移動を支援する役割を持ち、多くの場合、人々が行き交う環境の中、立位でさわることになる。この触知案内図には、晴眼者も利用できるように活字や図自体がカラー印刷されているため、点字やさわる地図の存在を一般社会に広める役割も果たしている。

視覚障害者にとって重要な情報入手手段である触知案内図だが、制作する側に点字はもちろん、視覚障害の特性に対する見識がない場合、間違った内容のものが設置されることもある。文字である点字に表記上の規則があるように、触知案内図を含めた点字サインには制作上参考にするべき JIS 規格が存在する。本研究においては、触知案内図や点字表記に該当する JIS 規格を参考とした。

JIS T 0922「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」によると、一般的に大きすぎる触知案内図の触読には困難が伴うため、読み取れる範囲はおよそ人の肩幅ぐらいまでとされており、図全体をさわるのに両手いっぱい広げたり、身体を左右に移動しなければならな

いような大きさは望ましくないとされている。ひとつの触知案内図全体の寸法は、横幅 1,000mm 以内、縦幅 600mm 以内とすることが望ましいとされている [図 5]。

また、冊子型などで図を折りたたむ場合、折り線自体が触知表現ととらえられるおそれがあるため、できるだけ避けるべきであり、やむを得ず折れ線が含まれる場合、触図表現が混み合っていない場所を選ぶなど、作図上の工夫が必要となる。

JIS T 0922 には、「触知案内図に表示される点字と触知記号の間は、その読み取りに支障がないように 5mm 程度の間隔を取ることが望ましい」と明記されている。触図制作に携わる専門施設の現場でもこの数値が適用されている。

JIS で定められた上記の設計指針を踏まえ、本研究では触察範囲（触図全体の大きさ）は人の肩幅以内とし、両手の上下左右の動きがそれほど大きくなならないサイズにし、線と記号の距離を 5mm とするなど、明記された内容を踏まえ触図の制作を行うこととした。

2-1-2 視覚特別支援学校における教科書及び触図教材の現状

視覚障害がある子供達の教育現場において、触図は国語での漢字、算数のグラフ、理科の実験説明図、社会の地図などに使用される。

多胡宏による『日本の盲学校における美術教育の変遷に関する研究と展望』(2019)の中で、1980年代、盲学校の美術教育における教育課程や教材開発、指導・支援の工夫等に関する研究は不十分であり、当時、有効な教科書や手引書、サポートブックなどはほとんど存在しなかったことに触れている〔註14〕。その中で、各地の盲学校が参考にしてきた先行事例として、神戸市立盲学校の福来四郎は、盲学校における実践と共に「無明の工人展」(1957年東京・京都・名古屋・九州で開催)、映画「眼がほしい」の原作制作などの活動をすることで、盲学校で図工や美術を指導する教員の参考になっていた。沖縄県立沖縄盲学校の山城見信の「土の造形展」の実践は、盲児が触察(触覚で観察)して制作し、触覚の経験知による世界観を表した。千葉県立千葉盲学校の西村陽平は粘土で全盲の子も弱視の子も、ときにはお互いに協力して、共同制作することを実践した。群馬県立盲学校の多胡宏、宗幸子、丸山幹枝は盲学校や盲学校で学習する子供達を理解する契機を社会に提供するために、子供たちの作品展と作品集などの実践を通して、他の子供達と変わらない盲学校の子供達の日常生活を紹介した。このような活動事例が挙げられた。

また、文部科学省が2001年に作成した報告書『21世紀の特殊教育の在り方について(最終報告)』〔註15〕は、「1人1人の教育的ニーズを把握し、必要な支援を行うとの考えに基づいて対応を図る必要があることが提言されている。具体的には、就学指導の在り方の改善、特別な教育的支援を必要とする児童生徒への対応と特殊教育の改善・充実のための条件整備について述べられた。特殊教育に係る整備については、新学習指導要領における改善内容に対応した教材の整備を図ること」が示された。

視覚障害教育研究部が2002年に作成した報告書『盲児のための個に応じた触覚・聴覚教材作成システムに関する研究』〔註16〕による、視覚特別支援学校における視覚の使用が困難な生徒の教育において、点字教科書に点字の文章とともに触図が掲載されていることを紹介している。また、補助教材としても、日常の教科学習において、教員などによって作成され、提供されているものもあるとしている。さらに、触覚だけで触図情報を認識するのは視覚などに比べて困難であると言及している。個人の認知能力によって理解の差異が大きく、これらの問題を踏まえ、触図などの触覚教材を有効に活用するため、触覚だけではなく聴覚情報に合わせた触図教材を提案するとともに、その触図教材などの作成や活用方法についての研究成果を報告している。

また、平成20年(2008年)6月に「障害のある児童及び生徒のための教科用特

定図書等の普及の促進等に関する法律」通称「教科書バリアフリー法」が制定された。視覚障害に関する教科用特定図書においては、柴崎幸次ら(2009)による『ユニバーサルデザインの視点から見た拡大教科書の作成とデジタル教科書の構想』[註 17]では、教科書ユニバーサルデザインの概念構築として、弱視等の障害のある児童生徒のためのバリアフリー教科書である拡大教科書の実施デザイン及び制作支援を行ったことを紹介している。また、ユニバーサルデザインの視点から、次世代の教科書として全ての児童生徒が、自ら使いこなせるデジタル教科書のデザイン、ハードウェア構成と教科書のコンテンツのコンセプトについて研究し、デザイン構想としてまとめている。その中に、通常の紙の教科書とデバイスによる使用方法や、音声教科書、点字教科書の入力データなどに活用するなど、様々なユーザーに合わせた機能を提供することが可能になってくると言及している。

現在、日本の盲学校の教科書について、愛知県立名古屋盲学校の細川陽一教諭に聞き取り調査を行った。小学校1年生の国語の教科書から果物の触図が掲載され、理科の教科書には様々な触図が描かれている。社会には触地図が掲載され、別で日本地図が用意されている。数学・算数はグラフなどが触図になっている。変わったところでは高校の国語の教科書、漢文の内容では、中国の触地図がある。最近では教科書によく触図が挿入されるようになったなどの現状がわかった。

2-1-3 名古屋情報文化センターで学んだ触図経験

本研究において、名古屋市港区の社会福祉法人名古屋ライトハウス名古屋情報文化センターに協力を依頼し、触図に関する基本的な制作方法を学んだ。同センターは視覚障害者の情報提供施設として、点字図書館、生活用具販売、IT支援、点字出版業務等を行う総合施設である。

点字出版部では、点字文章のみならず触図制作に力を入れている。中でも、点字サイン（公共施設等に設置される触知案内板）や、点字の生活情報誌へ街中の地図や物の形を紹介する触図を数多く掲載している。触図制作に使用する機器は、足踏みの作図製版機、立体コピー機、真空成型のサーモフォーム、UV（紫外線硬化樹脂）加工機が備えられている。

筆者は2015年から同センターでボランティアや制作協力者として点字出版部に所属し、点字広報誌の印刷などに携わった。点字文章による情報以外では、毎月出版される点字広報誌の内容をよりイメージしやすいように凹凸の点線で表したB5サイズの触図を添付する。これらの触図は足踏みの作図製版機で制作したものである。

また、2016年からは名古屋ボストン美術館(2018年)の企画展における視覚

障害者に向けた絵画の触図制作プロジェクトに携わった [図 5]。触図は立体コピーによるもので、エンボス触図のように凹点表示ができず、触覚的に有効な表現方法がひとつ減ることになる。そのため、データ上で作成する際、線の太さや間隔、面パターンの種類、黒色の濃淡設定など工夫を凝らす必要がある。また、風景画、人物画など題材の複雑さにより、視覚情報の処理や触図の編集方法も異なる。この名古屋ボストン美術館の企画プロジェクトへの参加は、本研究にとって大変貴重な経験となり、触図に関する知識を学び、視覚的な情報を触覚情報に置き換える一連の作業が理解できた。

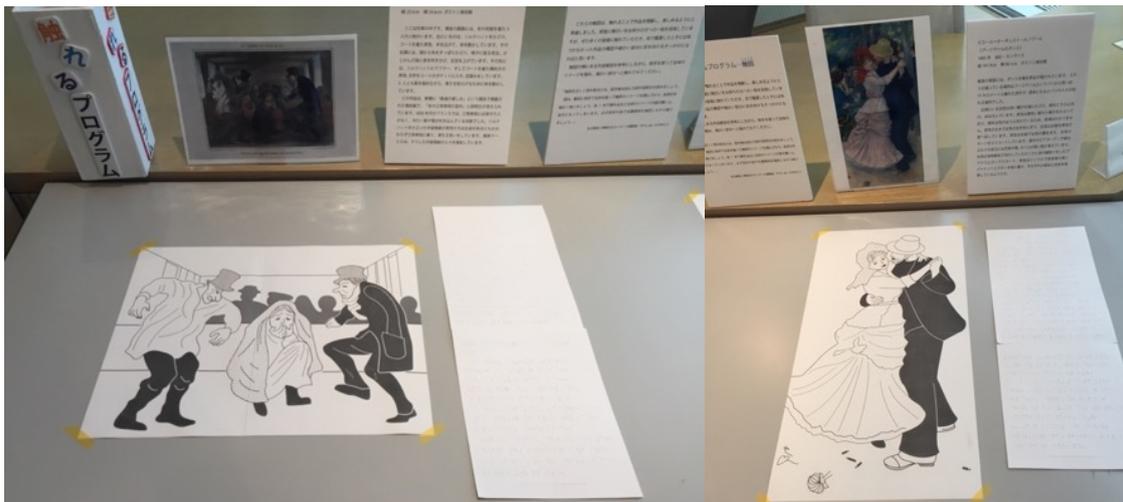


図 5 触れるプログラム、ドーミエ《冬の三等車両のなか》（左）、ルノワール《ブーヅヴァルのダンス》（右）、立体コピー（カプセルペーパー）、名古屋ボストン美術館、2016

そして、2017 年からは同センターが発行する国旗で世界各国の基本情報を伝える点字図書『指で親しむ世界の国旗』における約 200 カ国の国旗の触図制作を担当した。各国の国旗は、単純なデザインもあれば、細かな模様が施された複雑なものまで内容は実に様々であった。国旗の特色のひとつである色の表現は、3 種類（大・中・小）の凹凸点を組み合わせ、面的なパターンを色分けに当て、実際には巻頭の凡例で説明した。2019 年に発行されるまで、視覚障害がある当事者職員による触読監修を経ながら、データ編集と修正を繰り返した。約 200 種類の触図を完成させ、さわって分かりやすい触図制作の貴重な経験となった。

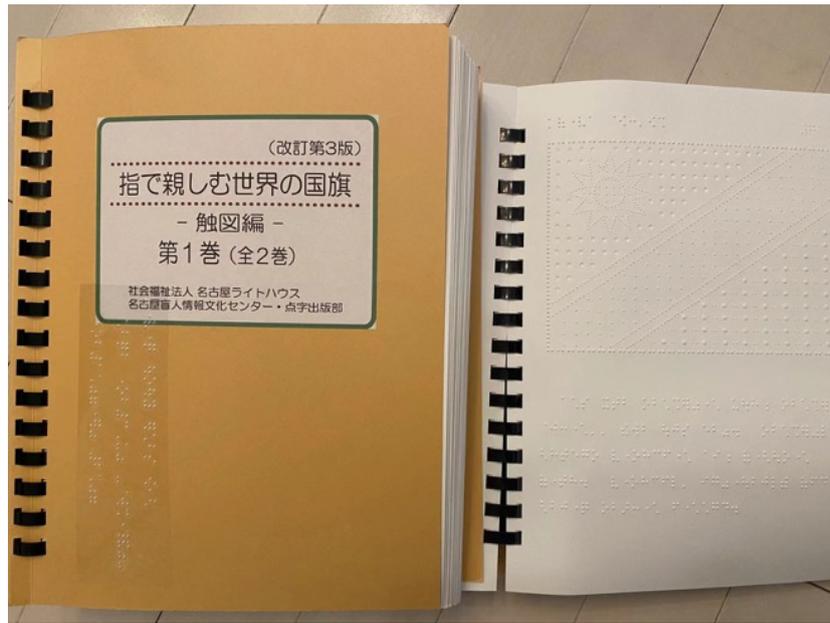


図 6 点字図書『指で親しむ世界の国旗』、名古屋情報文化センター発行、2017

2-1-4 出版物としての触図調査

1980年代から小学館より隔月発行されている点字とイラストによる出版物『手で見る学習絵本—テルミ』は、発泡インクにより点字と触図を隆起させ、点、線、面で様々な対象を自由に表現することができ、墨字(点字に対して目で見える文字)が併記されている。触図のテーマは季節に応じた事物の紹介(クリスマスツリーなど)や、なぞなぞや迷路、料理のレシピなどの情報が点字文章と触図で紹介されている[図7]。

2004年度から発行されている社会福祉法人視覚障害者支援総合センターのユニバーサルデザインカレンダーは、その年のテーマに沿った触図が12ヶ月分表示されている。2018年からは、新たに「日本」の魅力を再確認するシリーズを展開し、「地図」、「玩具」、「植物」、「食べ物」、「動物」と続いている。エンボス製版による豊富な種類の凸点・凹点を組み合わせ、詳細な触図が表現されている[図8]。晴眼者、視覚障害者が一年を通して使えるカレンダーとして提供されている。

2002年からNPO法人ユニバーサルデザイン(UD)絵本センターより発行されている絵本と点字付きUDカレンダーは、紫外線硬化樹脂インクを用いた触図の印刷技術を利用することで、印刷物を大量に早く制作することができる。さらに、点字付きUDカレンダーには音声コードがあり、裏面は黒ベタ面に文字を大きく白抜きにした弱視者も見やすいデザインとなっている[図9]。晴眼者と視覚障害者が一緒に同じ冊子を読むことでコミュニケーションをとれるような商品を提供している。

以上の出版物などの触図調査によって、今まで触図として出版された題材と

内容を参考にし、本研究での触知図形のデザイン対象を広げることができた。また、指先でさわる触知の対象として、点、線、面などの構成要素に関して、印刷技術を駆使することにより触読しやすいデザイン開発が可能であると考えられる。そして作成すべき触図の特性と、実際に存在する印刷技術を適切に選択することで、触図をより多くの人々に提供できる環境の構築が可能になる。

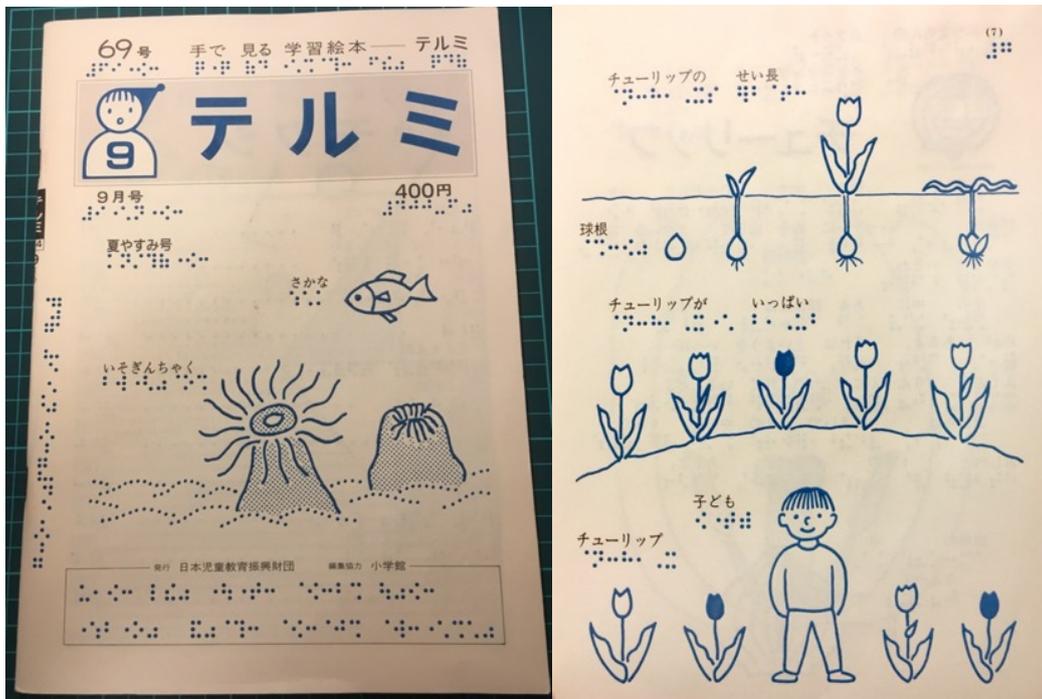


図 7 「手で見る学習絵本—テルミ」



図 8 カレンダー、社会福祉法人視覚障害者支援総合センター発行



図 9 カレンダー、NPO 法人ユニバーサルデザイン (UD) 絵本センター発行

2-2 欧米における触図の現状把握

2-2-1 触図を用いた美術鑑賞の取組み

欧米では美術館を中心に視覚障害者が美術作品にさわることができる鑑賞が実践されている。先行研究によると、触覚による作品鑑賞方法の代表的なものとして「タッチ展 Touch Exhibition」があげられる〔註 3〕。タッチ展とは 1970 年代後半から 1980 年代にかけて、欧米の様々な美術館や博物館で開催された視覚障害者が作品にさわることが前提に構成された展覧会、あるいは展示形態のことである。展覧会の主催者間において活発な情報交換がなされたことで、一種の流行をみせた〔註 18〕。1976 年にイギリスのテート・ギャラリーにおいて開催された「視覚障害者のための彫刻」展がタッチ展の始まりとされている〔註 19〕。このタッチ展は視覚障害者が美術作品をさわって鑑賞するという新しい展覧会の形を社会全体に示してきた。その中でも、1976 年以前に実施された活動について 2 つの例をあげる。

ひとつは、イギリスにおけるジョン・アルフレッド・チャールトン・ディアス (John Alfred Charlton Deas, 1874-1951) の活動である。ディアスは、ニューカッスル公立図書館の勤務を経て、1904 年より 1939 年までサンダーランド公立図書館、博物館、美術館の館長の任についていた際に、博物館や美術館が持つ模型や絵画作品を視覚障害児に触れさせるプログラムを行った。ディアスは参加者に人差し指で作品の輪郭などをなぞるように導いた。絵画作品をな

ぞる視覚障害者の手や指に細心の注意が払われ、「展示物をなぞる指」を、晴眼者が「展示物を見る目」と同等の働きをするものとしてディアスはとらえた。参加者からの感想やコメントから、触覚が物質の空間的、芸術的特性を理解する能力を持つとともに、作品への美的な鑑賞力を持ち合わせていると主張した。

もうひとつは、アメリカのノースカロライナ美術館で設立した視覚障害者のためのメアリー・デューク・ビドル・ギャラリーの活動である。1966年、アメリカのノースカロライナ州にあるノースカロライナ美術館内に、触覚を通じて芸術作品を探求する視覚障害者のために設計された、世界初の常設ギャラリーが開設された。その創始者であり、当時教育を担当する学芸員であったチャールズ・W・スタンフォード・ジュニア (Charles W. STANFORD Jr.) は、プリンストン大学で美術史・美術考古学を専攻していた人物であり、視覚障害者は晴眼者と同じように美術を鑑賞できるという考えを持っていた。この根拠として、スタンフォードは「科学的な研究」を参照し、視覚障害者の触覚を発展させることにより、「見る」ことが可能になると述べている。つまり、指先で得た刺激が脳へ情報を送り、詳細な心的イメージ (Mental images) を形成するとスタンフォードは言う [註 20]。この心的イメージとは、触覚から可能な限り集められた情報をもとに視覚障害者の頭のなかで生み出されたひとつのイメージである。触刺激を統合して対象を頭の中で思い浮かべることができて、始めて視覚障害者は芸術作品を「見る」ことができると述べた。

2-2-2 触図の絵本

1960年にデンマークコペンハーゲンで児童書と視聴覚教材の出版社を設立した、アメリカ生まれのバージニア・アレン・イエンセン (Virginia Allen Jensen, 1927-2014) は、1979年に『Wat is dat?』 (邦題: これ、なあに?)、1983年に「Catching」 (邦題: ザラザラくん、どうしたの?) を発行した。いずれも単純で分かりやすい触図が UV 印刷で表現され、触読しやすいように見開きで 180 度開くリング製本になっている。物語は言語を必要としなくても、さわる形の変化で読み取ることができる内容となっている [図 10]。

また、ベネズエラ生まれのメネナ・コティン (Menena Cottin, 1950-) による絵本『El libro negro de los colores』 (メキシコ、テコロテ社、2006) は、2006年にメキシコで発行され、その後 15 カ国語以上に訳され、日本語版は 2019年に「くろはおうさま」として発行された。全ての背景が黒い下地に UV 印刷で触図と点字が印刷されている。視覚的には真っ暗な世界であるが、触図に触れることができる絵本となっている [図 11]。

以上の欧米の触図の絵本調査では、1960年代からさわる絵本が発行され、様々な題材や印刷表現、製本の方法などが提案され始めたことがわかった。そ

の中で、15カ国語以上に訳された『El libro negro de los colores』は、触図の活用方法として世界中に影響を与え、触図の表現に対して新たな可能性を見出した。

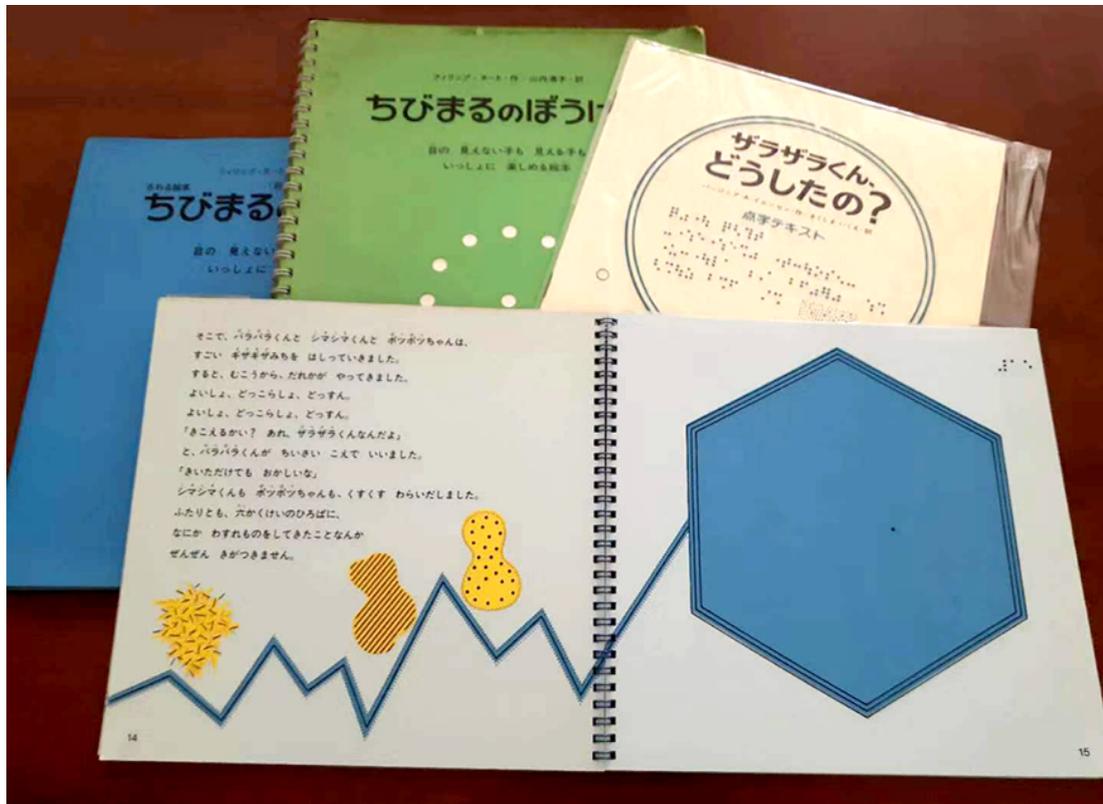


図 10 バージニア・アレン・イエンセン「ザラザラくん、どうしたの?」、1983



図 11 メネナ・コティン「くろはおうさま」、2006

2-3 中国における触図の現状把握

2-3-1 触図の制作方針「触摸図形設計指南及び図例」

中国の『国家中長期教育改革と発展企画綱要（2010-2020）』では、特殊教育に対する支援の方向性を示し、『触摸図形設計指南及び図例』は国家標準研制（中国の国家標準化団体によって承認され、公的に発表された国家規格であり、日本の JIS 規格に相当する）として制定され、触図制作者に向けた制作方針となり、重要な参考資料となっている。

点字の表記法については「GB/T 15720-2008 中国盲文」、「GB/T 18028-2000 中国盲文数学・物理・化学符号」、「GB/T 16431-2008 中国盲文音楽符号」が制定されている。

一方、中国の盲学校など教育現場で使用する触図はあるが、駅や公共施設に設置される触知案内図は少ない。

『触摸図形設計指南及び図例』には、触図の要素である点・線・面・点字の表示方法（図形に対する）・色（弱視のため）の表示方法という 5 つの点について以下のように示されている〔註 21〕。

(1) 点の形は、丸形や三角形や星形などの表現がある。最も読み取りやすくなる点の形は丸形である。点の大きさの直径は 2mm 以上とすることが望ましい。

(2) 線は、隣り合う 2 本の線の間約 5mm の距離を取ることが望ましい。

(3) 面の表現は高さ、手触りの変化により区別しやすくなる。

(4) 触図を説明する点字は、一般的に触図の外側に表示し、点字と触図の距離は 2mm-12mm の間を守ることが望ましい。

(5) 弱視者のために、触図にはカラー印刷を施すことが望ましく、その際、使用する色は 3 色までとし、コントラストを持たせることが望ましい。

「触摸図形設計指南及び図例」と日本の JIS で定められた基本原則には異なる部分もあるが、本研究の触知図形の制作は、それぞれを総合的に参照することとした。

2-3-2 広州図書館における視覚障害者へのサービス及び点字図書

広州図書館は、広東省広州市珠江新城における延床面積約 10 万平米、収蔵冊数は 400 万冊を誇る、世界でも類を見ない大型の市民開放型図書館である。筆者は 2018 年 6 月に広州図書館の 1 階にある視覚障害者サービスセンターを訪問した。豊かな生活情報を提供する視点から、視覚障害者のための専用スペースがあり、点字情報、IT 支援などのサービスを提供している。視覚障害者の図書館利用率を増やすため、盲学校などの施設を通じて来場者を誘い、点字資料の調べ方や IT 支援システムの操作などが体験でき、見学や交流会も行っている。他には、映画鑑賞ができるように、音声解説付きの映画が放映されたり、

視覚障害者自ら作ったアート作品を展示するなどの定期的なイベントが行われている。

一方、図書館にある点字図書 3677 冊は、医学、文学、法律などがほとんどであり [図 12]、それ以外の情報を提供する資料が少ないのが現状である。その原因としては、中国の点字出版施設が少ないため、出版できる点字情報資料が限られる。



图 12 広州図書館の点字資料室

その他、図書館から視覚的な地図と地下鉄線の情報が UV インクで表現され、触れる案内図となり提供されている。この広州市の地下鉄触図手帳は、各路線の情報が 1 ページずつに分けられ、線路の色は凸線の変化で表現され、それぞれの路線がなるべく重ならないように工夫されている [図 13]。透明な樹脂インクが盛り上がっているため、視覚と触覚の両方で使える触図手帳である。冊子型で持ちやすいが、その分表現できる情報量に限界がある。



図 13 広州市の地下鉄触図手帳

日本には約 30 ある点字出版施設だが、中国では公的な点字出版施設は北京と上海の 2 施設のみであるため、触図を提供する施設が圧倒的に少なく、触図の役割を広げることが難しく、題材も足りない現状が分かった。

2-3-3 視覚障害者のための教科書

湛江市特殊教育学校は広東省では2番目に大きく、小学校から高校まで弱視、全盲を含め80人の生徒がいる。筆者は2019年5月から湛江市特殊教育学校へ5回訪問し、担当の教諭から中国における視覚障害教育の現状を聞き取り調査した〔図14〕。



図14 湛江市特殊教育学校の現状調査の様子

実際、授業の様子を見学する中で、教師や生徒から「現状で困っていることや、こうなったらいい」と思うことを聞くことができた。調査の中で注目したのは、盲校義務教育実験教科書であった。湛江市特殊教育学校には拡大文字版教科書と点字版教科書の二種類がある。拡大文字版教科書は弱視の生徒向けで、カラー印刷したものである〔図15左〕。通常の教科書はB5サイズ(176mm×250mm)だが、拡大文字版のサイズはA4サイズ(210mm×297mm)になる。点字版教科書は墨字(点字に対して目で見える文字)の内容を点訳したものであり〔図15右〕、サイズは300mm×240mmになる。点字版教科書では、墨字及び拡大文字版にある文章を理解し、想像を広げる役割を持つ絵や図は大幅に省略され、算数の教科書には丸形や線などの簡単なグラフのような触図はあるが〔図16〕、国語の教科書に触図がないことがわかった〔図17〕。20年間盲学校に勤務する教諭によると、授業中に国語の教科書に出てくる物を説明する際に、言葉だけでは、非常に説明しにくい状況があるとのことだった。例えば、馬や花や船など普段触れない物は、イメージできる模型や触図がなく、説明しにくいとの現状が分かった。

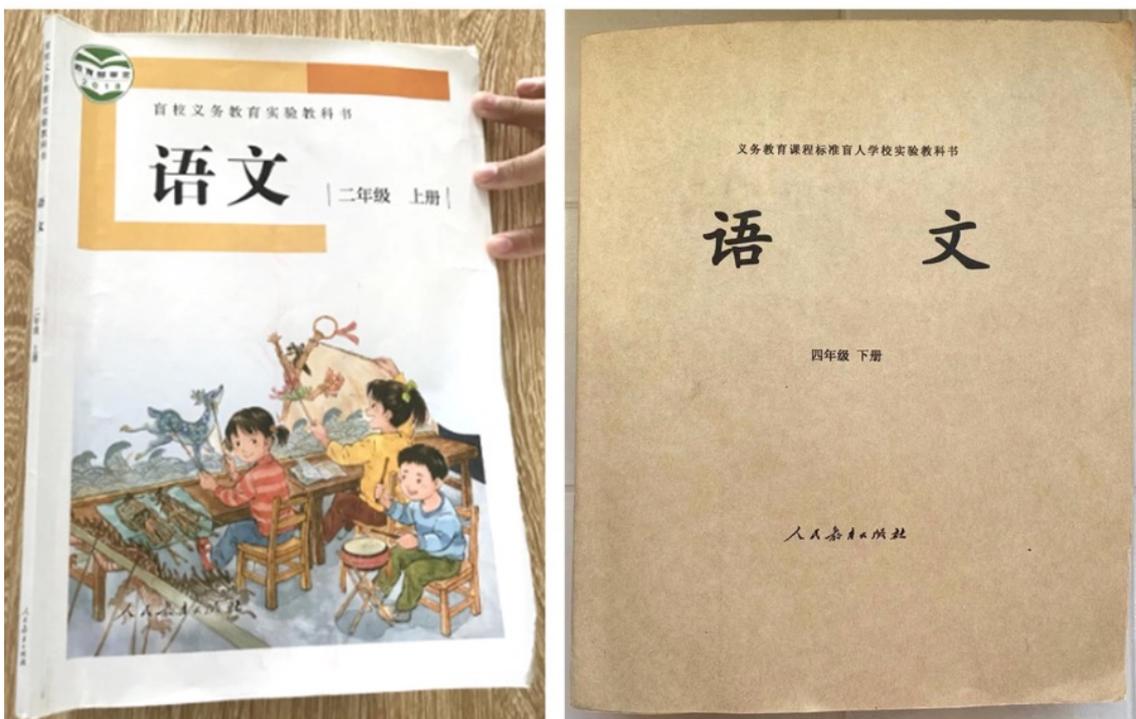


图 15 盲校義務教育実験教科書-小学校国語教科書の拡大版(左)と点字版(右)

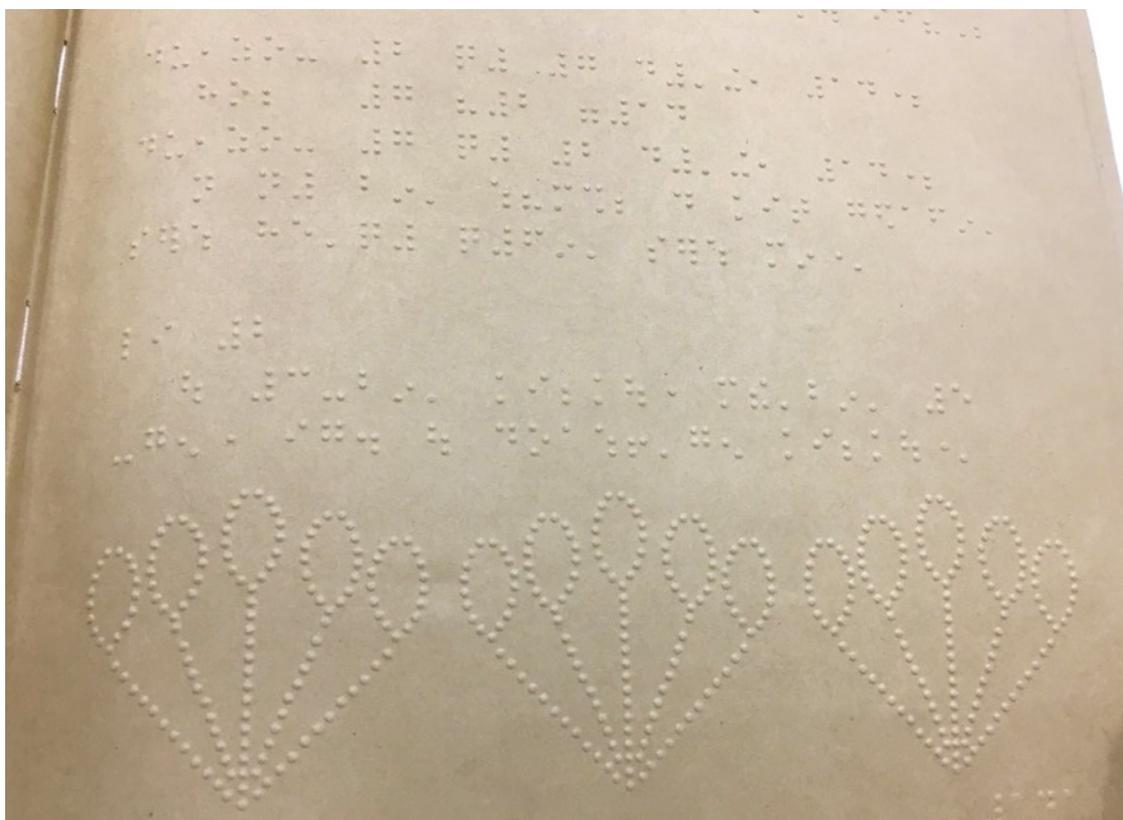


图 16 算数点字版教科書の中身

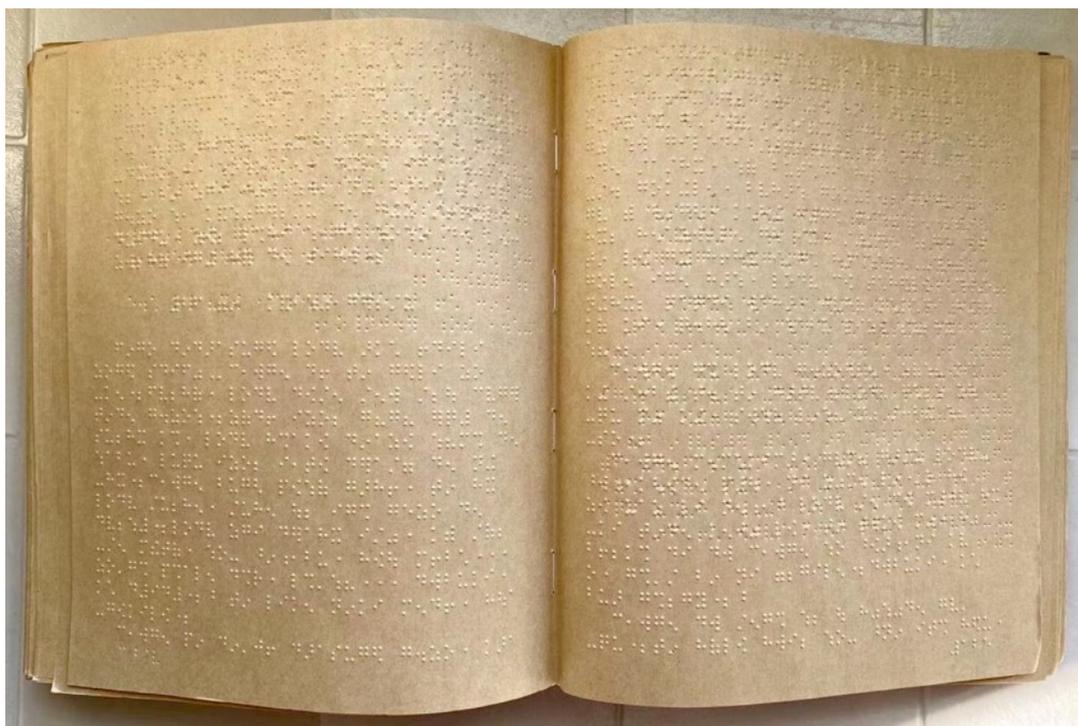


図 17 国語点字版教科書の中身

一方、生徒からの聞き取り調査によると、「授業中は教科書の点字と先生の声しかなく、さわれる平面的な触図がほとんどないため授業の面白みは減り、内容をイメージしにくい時もある」との意見が多数あった。

聞き取り調査結果からみると、まず、「授業中に教科書以外の手段を提供しにくい、教師が口頭（音声）で説明する機会が多いため、授業効率を上げる補助ツールが欲しい」などの要望があった。次に、生徒が教科書の知識を学ぶ方法が少ない、教科書の内容を深く勉強しにくい。そして、同クラスの生徒でも年齢の差があり、知識に対しての理解力も異なることがわかった。また、湛江市特殊教育学校が使用している教科書は全国统一のものである。そのため、これは湛江市に限らず中国全体に共通している課題だと判断し、教科書の内容をよりイメージしやすい触図教材の必要性を強く感じた。

2-1-2 で示したように、日本の視覚特別支援学校における触図教材の調査結果と比較すると、中国は視覚障害者に対する福祉事業や情報提供の環境整備が遅れている。しかし、「第二期特殊教育昇格計画（2017-2020）」の目標設定によって、障害がある子供の義務教育入学率は 95%以上となっている。そして、障害がある子供が、障害がない子供と同等の教育を受ける環境整備も進んでいる。筆者は、この環境整備の一端を担えるよう、視覚障害児が使う点字教科書に関連した触図が必要であることが分かり、本研究の触知図形を活用した課題の対象として考えた。

2-4 触図の印刷方法及び素材の把握

本節では、実際の触図制作方法の幅を広げるために、博士前期課程から現在に至るまで、点字出版物の制作を行う視覚障害者情報提供施設や、点字サインなどを制作する民間企業など様々な分野で制作されている触図の印刷方法と素材を調査した。

2-4-1 触図の印刷方法

現在、触図の主な印刷方法は、以下の通りである。

(1) エンボス(凹凸)印刷：

点字図書を制作する際、点字出版施設などで多く行われている方法で、二つ折りにした亜鉛板、または塩化ビニール板に自動の点字製版機で点字を打ち込み、二つ折りの間に専用の点字用紙を挟んでゴムローラーの間を通してプレス印刷する方法である〔図 18〕。点字用紙に印刷された凸点字は、指への当たりが優しく、触読に最も適しているとされており、材料費等も比較的安価なため、点字印刷物のほとんどはこの方式で作られている。自動製版機のない時代は足踏みの点字製版機で亜鉛板や塩化ビニール板に直接、ひとマスずつ点字を打ち込んでいたため、間違ったときはタガネと金槌で叩くか製版し直すという気の長い作業だった。

点字のプレス印刷には、点字原版を二つのローラーに巻き付けてその間を通す輪転印刷機もあり、欧米でよく使用されているが、日本では頁を揃える作業と保管スペースの問題、しかも 1 回に印刷する部数は 200 以下の出版物がほとんどという中では利用できない。しかし日本で最多の部数を印刷する「点字毎日」では 1992 年にドイツ製の自動製版、輪転印刷の最新機器を導入して大量の印刷の成果を上げた。なお、少部数のときはパソコン点訳したデータを点字プリンタで連続用紙に印刷した点字図書も主流になりつつある〔註 22〕。

また、作図製版機で亜鉛板などに整版した点は、点の種類や点の高さが細かく調整できるため「表現力が豊か」、「量産しやすい」といった出版施設側の理由と、「ユーザーに好評」、「触りやすく読みやすい」といった読者の視点の両方が挙げられていたことが指摘されている〔註 23〕。



図 18 エンボス印刷・亜鉛板（左）、塩化ビニール板（右）

(2) 立体コピー

松本興産が開発した発泡カプセルを塗り込んだカプセルペーパーに原図からコピー、あるいはレーザープリンターで直接印刷し、熱風のかかる現像機へ挿入すると、黒い部分が熱吸収によって盛り上がる方法である〔図 19〕。裏点は表示できないが、版を制作する手間がなく、手書き又はデータさえあれば手軽に凸図を作ることができる。長時間経過すると前のペーパーに裏写りすることや、手指が湿っていると触読した際に指が黒くなることもある。また、点字用紙に比べるとカプセルペーパーは高価であるため、一時的な触図とされる場合も多い〔註 22〕。



図 19 立体コピー（カプセルペーパー用紙）

(3) UV印刷：

通常のシルクスクリーンやインクジェットで印刷された材料の上に、UV インクを印刷し、さらに紫外線照射でインクを硬化させたもの [図 20]。従来のエンボス式の点字に比べ耐久性に優れ、汚れ、潰れが少ないが、まれに剥がれることもある。印刷と感光の工程を数度繰り返す技術を施せば、インクの厚みが点字触読に適した高さとなる。

そのため、多様な素地に印字でき、更に墨字(点字に対して目で見える文字)に重ね刷りした冊子、サインデザインなど共用品となる場合もある [註 22]。



図 20 UV印刷

(4) エーデル (点字・作図編集ソフト)

近年では触図編集ソフトが点訳ボランティアを中心に利用が広がるほど、操作がしやすいものとなっている。代表的な触図編集ソフトは 1991 年に開発されたフリーソフト「EDEL (エーデル)」である。点図作成ソフト・エーデルは、手書きの点字器で一点ずつ点を打ち [図 21]、手作りで触図を作るしか手段がなかった状況を改善した画期的なソフトであり、バージョンアップも繰り返され、現在でも多くの点訳者が使用しているソフトである。

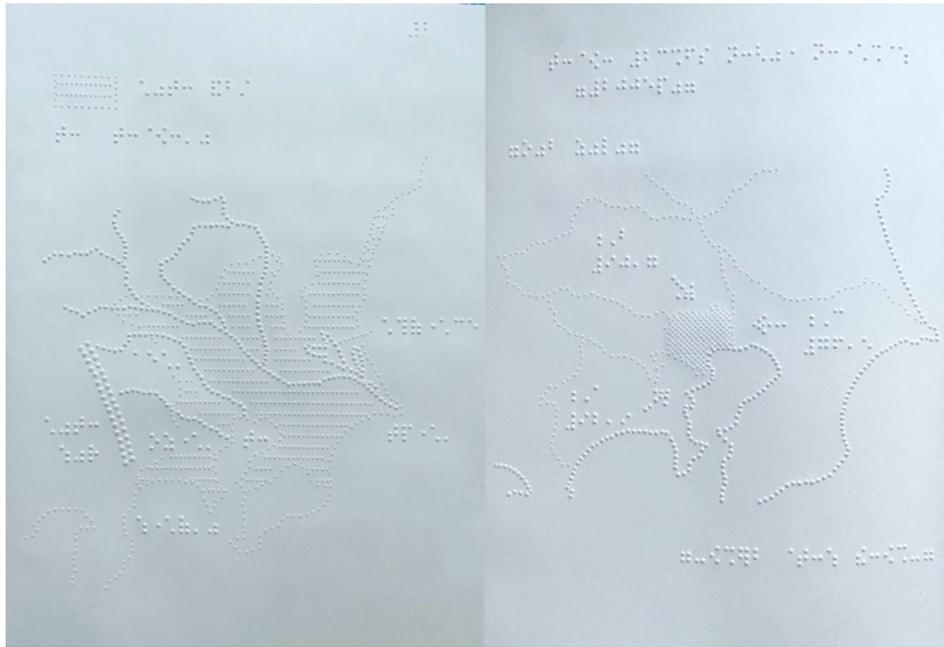


図 21 エーデル印刷

フリーソフトであることと、プリントアウトのための点字プリンタが視覚障害関係施設に普及していることの2点の大きな長所があるため、点訳ボランティアを中心に利用が増えていった。ソフトの利用者は次々と開発者に改良依頼し、開発者も熱意をもって改良にあたったため、裏点、裏線の表現もでき、最新バージョンは大変扱いやすいものとなっている〔註24〕。

株式会社ジェイ・ティー・アールによる『視覚障害者に対して精密な点図を提供するためのシステム開発』平成23年度報告書によると、点字入力ソフトを使いパソコン入力した点字データを出力する点字プリンタの機能に、凸点と凹点を使った点図を出力させる機能を持たせるための経緯がまとめられている。点図部分のデータ編集には、前述の点図作成ソフト・エーデルにJPG・BMPデータを読み込み、点図に加工できる機能を追加した「エーデルJ」を開発し、点字を出力することが主体であった点字プリンタの表現の域（点と点の間隔を狭くするなど）も広げられ、晴眼者が比較的容易にパソコン上で作図できる環境が整えられた。

触図編集ソフトは画面上での修正が容易であることから、作業のスピード性と利便性が高く、基本的な操作を習得すれば、初心者でもすぐに触図編集ができる。しかし、活字印刷に表示された図をそのまま触図化してしまうケースも少なくない。さわって分かりやすい触図を制作するため、一定のルール、線と線の距離を取る、小さすぎる部分は拡大し強調するなどの工夫が必要である。

(5) 固型式点字印刷（東京ヘレン・ケラー協会のみ）

もともと英国で開発された方式で、固型用製版機により、亜鉛板に直接点字を打ち貫き、穴をあけ、その穴から特殊な盛り上げインクを吹き付け、熱を加えて硬化させる方式である〔図 22〕。非常に大きい機械で、1,000 部以上の大量の点字印刷をするには優れた方法である。ただし、世界でこの方式を用いているのは、日本の東京ヘレン・ケラー協会点字出版所だけである〔註 22〕。

東京ヘレン・ケラー協会点字出版所のホームページによると、固型式点字印刷製作工程はまず、点字製版士が墨字(点字に対して目で見える文字)の原稿を見て、製版機で点字に対応する 6 つのキーを押して、編集・製版をする。次に、点字製版士が墨字の原稿を見て、製版機で点字に対応する 6 つのキーを押して、編集・製版を行う。そして、高速輪転機に 16 ページ分の亜鉛板を装着して印刷し、1 分間に 16 ページ分の点字印刷物を 10 部程度印刷する。最後、一冊一冊手作業で表紙を付けて針金製本機で綴じ、背を糊付けして厚手の表紙を付け製本する。

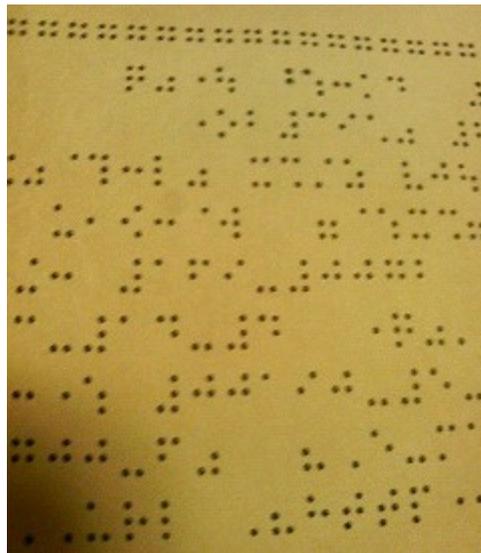


図 22 固型式点字印刷

(6) サーモフォーム成型

手触りの異なる厚紙や糸、あるいは腐食板などで立体的な原版を作成し、その上に薄い専用のプラスチックシートを載せて加熱、軟化させたのち、空気を急速に吸引することで、原版の形と同じものが成型される〔図 23〕。細かい凹凸や高低差も正確に成型できることから、地図等の図形に多く用いられている。用紙には米国製のブレイロンと国産のタクティロンがある。プラスチック製のため破れず、水濡れに強いいため、レストランの点字メニューなどにも利用されている〔註 22〕。



図 23 サーマフォーム成型

(7) 隆起印刷

印刷機で隆起させたい部分にのりを印刷し、印刷物をベルトコンベアにのせ、隆起の粉を上から降りかける [図 24]。のりの上に粉がつき、余分な粉はバキュームで吸い取る。印刷物を高熱の炉の中に通し、隆起の粉を溶かして盛り上げ、最後に冷却させて安定させる。印刷物に後加工する技術で、特徴は無色透明な樹脂を盛り上げたい色の上に加工作ることにより、その色自体を盛り上がったようにみせることができる。

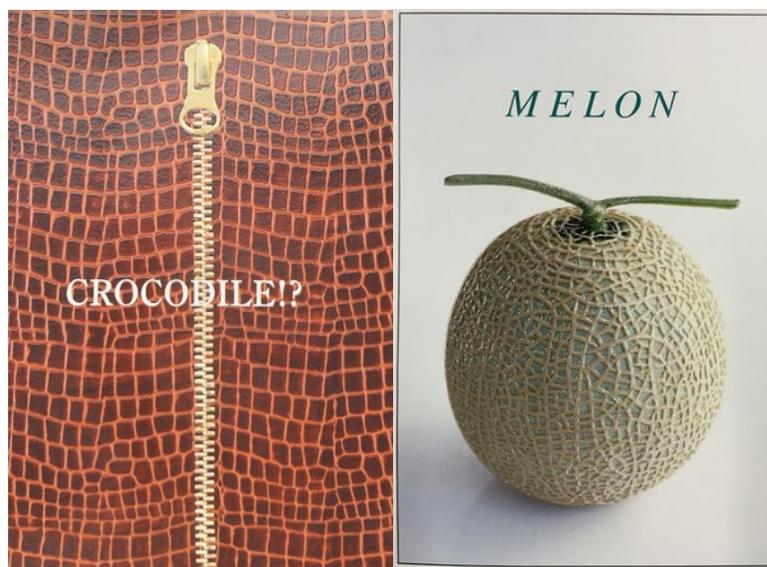


図 24 隆起印刷 出所:アミエ株式会社ホームページより

以上の触図の印刷技術によって、筆者が制作工程、印刷方法、長所、短所、コストの点から、それぞれの特性を整理した [表-1]。

[表-1] 印刷方法の検討

	制作工程	印刷方法	長所	短所	コスト
エンボス(凹凸)印刷	二つ折りにした亜鉛板または塩化ビニール板に作図整版機で一点一点ずつ打刻整版する	1. 人による印刷作業 2. 二枚合わせの版に紙を入れ、ローラー印刷機で一枚ずつ紙を通して印刷する	1. 凹凸の両面表現ができる 2. 量産できる 3. 触りやすく読みやすい 4. 材料費・印刷費が安価	1. 人的な印刷のため大量部数の時は時間がかかる 2. 負荷をかけると点字が潰れやすい	安価
立体コピー	原図をカプセルペーパー・モノクロコピーまたはモノクロ印刷する	1. 人による印刷作業 2. カプセルペーパーを立体コピー現象機に一枚ずつ入れて黒色部分を隆起させる	1. 版制作の必要がないため短時間で仕上がる 2. 手書きなど任意で作る自由な表現ができる	1. 人的な印刷のため大量部数の時は時間がかかる 2. カプセルペーパーが高価 3. 両面表現はできない 4. 爪などでひっかけると取れやすい 5. 保存時の湿気対策が必要	大量部数の場合は高価
UV印刷	通常のシルクスクリーンやインクジェットで印刷された材料の上に、UVインク(紫外線硬化樹脂インク)を印刷し、さらに紫外線照射でインクを硬化させる	自動式	1. 耐久性に優れ、汚れ・潰れが少ない 2. 大量印刷向き 3. 印刷期間が短い 4. 透明なため活字併記ができる 5. 印刷素材を選ばない 6. 凹点はできないが、凸表現が豊か	1. 少部数ではコスト高 2. インクの盛り付け技術が必要	大量部数でないとは高価
エーデル	パソコン点訳ソフトでデータを入力	1. 自動式 2. 専用の点字プリンターで連続用紙に直接出力し凹凸を打ち出す	1. 版制作の必要がない 2. 凹凸の表現が可能	1. 点の配置等に制限があり、表現力が下がる 2. 専用の用紙がB5変形サイズしかない	安価
固型式点字印刷	固型用製版機で亜鉛板に直接穴をあけ樹脂インクを用いた特殊クラフト紙に印刷し、熱で固める	高速輪転機による自動印刷	1. 大量印刷の場合エンボスより安価 2. 点字が潰れない	1. 少部数ではコスト高 2. 機械が日本で1箇所のみ 3. 用紙が限定される	大量部数でないとは高価
サーモフォーム成型	様々な材料を用いて手作りして立体版を作る	1. 人による成型作業 2. 立体版にプラスチック用紙を乗せ、専用機械に入れて一枚ずつ熱成型をする	1. ほぼ模型のような仕上がりで非常に分かりやすい 2. 耐水性があり、破れない	1. 版制作と成型に時間がかかる 2. 専用用紙の入手経路が少ない	版制作の人間費が高い
隆起印刷	盛り上げ部分にのりインクを印刷後、隆起粉をインクの上に振りかける。その後熱処理で溶かし固める	自動式	凹点はできないが、凸表現が豊か	隆起の高さがそれほどない	大量部数でないとは高価

2-4-2 素材の選択

さわる素材によって、指先の滑りやすさが異なることから触読しやすさも異なることが明らかになっている〔註25〕。点字図書に使用されている図は、一部を除き紙を素材としているため、紙の触図の手触りに関する調査が必要であると考える。

日本盲人社会福祉施設協議会発行の『点字表示等に関するガイドライン』によると、触読性・耐久性・安全性については、(1)点字が読みやすいことはもちろん、素材の手触りが良く、手指を怪我しないような構造とする。指の滑りが悪い素材・外的環境によって非常に熱くなったり冷たくなったりする素材は避ける。(2)長期間の使用に耐える耐久性を備えていることとある〔註26〕。

薄い金属板等に凸加工した場合、点の頂上に穴があき、手指を怪我させてしまうこともあるため、ある程度の厚みと厚みに適した凸点の高さを割り出す必要がある。

指先や手のひらで上下左右に読み進む際、摩擦抵抗が大きい素材（塩化ビニール系等）は、指の滑りが悪く、ストレスを感じる要因にもなり読みづらいため、このような素材は避けた方がよい。指の滑りに関しては、触読者本人の状況（指先が汗ばんでいる等）も影響するため、紙のようにある程度吸湿素材であることが必要であることもわかった。

また、触読では、凸部分だけでなく、表面の素材にも同時にさわるため、素材のきめの細かさ・粗さなどの触感も触図の理解に少なからず影響を与えると考え、素材を選択することが望ましいと考えられる。

2-5 本章のまとめ

触図の現状調査は、まず、日本、欧米と中国を中心に、触図制作に関する参考資料や視覚障害に関連する施設を調査した。その結果、触図に関する豊富な研究が存在する日本と欧米に比べ、中国では触図に関する研究や触図の普及活動が遅れている現状がわかった。

中国での施設調査においては、広東省の湛江市特殊教育学校を訪問し、小学校の国語教科書について解決すべき課題を見つけた。中国において触図活用の研究が必要であるという時代の流れから、小学校国語教科書の触図補助教材に関するプロジェクトを立ち上げ、デザイン学、芸術心理学、特殊教育学の三つの領域の専門性を活かし、小学校の国語教科書内でどの対象物を触図化することが最適かの判断から始まり、その対象物をどのような図案で示すか等、専門知識にもとづいて触知図形補助教材の研究制作を行い、視覚障害がある生徒が、この補助教材によって教科書の内容をより深く理解できるような教材制作を目的としている。

また、これまで調査した点字や触図付きの出版物は、発泡印刷・エンボス印刷・UV印刷等の印刷技術で点字と触図が表現されている。中でも、最も多く採用されている UV 印刷は点や線など任意の形を印刷できるため、繋がった実線が表現できないエンボス印刷に比べると表現方法が多様となる。点字の耐久性にも優れ、摩耗による潰れ、汚れが少ない。また、製作期間が短く、大量印刷に対応することもできる。透明な樹脂のため、活字やイラストの上に重ねて印刷することができ、多くのユニバーサルデザインの絵本が UV 印刷により制作されている。それぞれの印刷技術によって、表現の特性、作業時間、コストなどが異なり、触図を制作する際、どのような判断基準で選択するのか、全体的に整理した。

次に、触図制作のさまざまな方法を調べた結果、それぞれの特徴を把握することができた。さわる素材によって、指の滑り具合が異なり、触読しやすさも異なることが分かった。

触図の現状調査をとおして、触図を活用する新たな課題や表現の可能性を考えることができた。

第3章 触図に求められるデザイン検討項目

本章は、視覚的な情報を触覚情報にするため、読み取りしやすい触図に求められる要素を検討する。まず、視覚障害の特性を理解するため、視覚障害者の心理的な特徴を述べる。次に、触図制作者は、触覚で情報を得る方法について理解する必要があるため、触覚の特性を見据えた上で触図の制作工程を見直し、制作方法の整理をする。そして触図の読み取りやすさに与える要因を分析し、指での美術鑑賞力と触図がもたらす触学・触楽などの当事者インタビュー調査を実施した。

3-1 視覚障害がもたらす心理的な特徴

人が、人生の途中で失明した場合、視覚障害がもたらす心理的な特徴は、「身体的に完全でなくなった」という考え方が最初の精神的打撃として訪れる。過去には他者から「不具者」や「不能者」などという残酷な呼び方をされることもあった。先天性の場合はこの「完全でなくなった」という考えはないため、中途失明の場合とは喪失の具合が大きく異なる。このことが両者の心理的な特徴の大きな差として明確であり、視覚障害者の心理的な特徴を、先天失明者と中途失明者、さらには弱視者に分けて理解する必要がある。

まず、先天性については、生まれてから一度も視覚経験がなく、周囲の状況を把握するには晴眼者による言葉の説明で認知する。手が届く物には自分で触れてその形を知り、物の名前と結びつけることで理解を重ねていく [註 27]。生後6ヶ月、1年、2年で視力を失った人が本当に色や形を思い出しているのかは定かではなく、想像的、または感覚的な言葉を用いたとしても、彼らは本当にそれを理解して話をしているのかも定かではない。特に、成長期に自分が普通の人と異なるということを知るため、心理的な圧力を感じ、自閉の方向へ走る可能性も考えられる。

このように、中途失明者と比べると受障時期の違いが心理の面では明らかな違いを示している。初めから目が見えない場合、頭の中に絵を描くこともできないし、現実的な概念構成をすることが難しい [註 27]。例えば、ゾウの形に触れても、早期に視力を失い、視覚体験の記憶がないため、何をさわっているか分かりづらい。

次に、中途失明については、個人、あるいは失明の程度などの見え方により異なるが、物事を見た過去の感覚や記憶が状況理解に役立つようになってくる。しかし視覚障害を受容するためには一定期間が必要であり、視覚以外で情報を得る習慣と方法に慣れることが必要である。

緩慢な速度で視力を失っていく場合は、残存感覚に対する自信のそう失も緩慢に進行する。しかしながら、急速に視力をそう失った人の場合は、残存感覚

に対する自身も急激にそう失し、その打撃もきわめて深刻であって、長期間にわたり、不安定感を拭い去ることはできない。いずれは完全に両眼とも失明し、外界を見る窓を失ってしまった時、その平衡は破れて、大きな衝撃となる可能性がある。

最後に、弱視はものが見えないといっても光を感じる者やぼんやりとではあるが形や色の見分けられる者があり、弱視者の障害についての考え方を明確にしておくことが必要である。弱視者は普通の人ほどものが見えないというだけではなく、多くは実像が歪んで見えたり、形がいびつに見えたり、あるいは色が薄かったり無色のように感じる症状である。そしてその時の健康状態、天候、光の具合などによって見えたり見えなくなったりすることがあり、心理面でみると、その障害は全盲より大きい場合がある。一方、対象を見る際に距離を近くしたり、繰り返し見たりすることによって、眼が見える人と気楽に付き合うことができなくなる。さらに、完全に見えない人（全盲者）と付き合うのも難しくなってくるのである〔註 27〕。これまで弱視者のための特別な対策はまだできていないが、少なくとも全盲の場合と分けて考えることが必要である。

以上のことから、先天失明者と中途失明者、さらには弱視者、それぞれの見え方によって、精神的な状態の差異があることが理解できた。触図制作者として、この差異の要素を十分に理解し、図形や文字や色などの情報を適切にデザインすることが、分かりやすい触図の重要な条件だと考えている。

3-2 触覚の特性について

触図制作者は、触図をデザインする前提として、触覚の特性がどのようなものであるかを理解する必要がある。その特性によって、触図の読み取りやすさに影響を与える要因の知見を得ることもできると考えている。そこで、まず触覚とはどのようなものであるかについて述べる。次いで、触覚で情報を得る方法を整理する。以上を踏まえ、触図の読み取りやすさに影響を与える要因について考察する。

3-2-1 触覚とは

人は五感（視覚・聴覚・触覚・味覚・嗅覚）から情報を受け取り、ものを認識する。中でも視覚情報は全情報の8割以上を占める。視覚障害者は視覚の代わりに聴覚、触覚、味覚、嗅覚で感知し、経験や記憶を収集していく。

触覚とは、皮膚感覚の一種であり、触覚および圧覚、温度感覚（温覚と冷覚）、痛覚が含まれる〔註 28〕。皮膚に、それらに対応する触覚受容器として、それぞれの圧迫受容器、温度受容器、痛み受容器が存在することにより成立するものである。その場合の皮膚とは、表皮、真皮、皮下組織の3層からなるもので

あり、これらの受容器も、その3層の中に位置づくものである。それらのうち、触覚および圧覚の受容器である機械受容器は機械的刺激を受容するものであり、一般に皮膚に対して物が触れたり圧迫したり振動したりすることによって働くものである〔註29〕〔註30〕。機械受容器にはマイスナー小体、メルケル盤、ルフィニ終末、パチニ小体の4種があり、それぞれ、皮膚の3層における存在部位および反応特性が異なる。それらの存在部位を、皮膚の構造と共に示す〔図25〕。

触覚は視覚や聴覚のような遠隔感覚とは異なり、ものが皮膚に接触することが前提である。物をさわった時に起こる触覚は、圧迫を感じ、温かさや寒さを感じ、痛みを感じるものである。また、触覚によって一度に把握できる範囲は視覚に比べて非常に狭く、一定の時間に把握される情報量は視覚に比べ少ない。一般に身体表面が対象に接している部分は圧覚受容器に刺激が与えられ、事物の形や手触りという情報として入手することができる。触覚は視覚と比べ、触れた物の触り心地が直接的に伝わるため敏感度は高くなる。視覚障害者は触覚が敏感だといわれることがあるが、アクセルロッド(Axelrod, S, 1959)が述べているように視覚の損傷がただちに触覚の感度を高めるものではない。長期にわたる触覚を活用した認知経験の積み重ねの結果として触覚を活用した情報入手の力が向上してくるのである〔註31〕。

つまり、触図をさわる場合、その図に手指が接触することにより、痛覚は別として、触覚および圧覚、温度感覚が同時に働いているものと言われる。なお、皮膚感覚は視覚が伴わなくても物の形や質感や温度などを判断することができる。

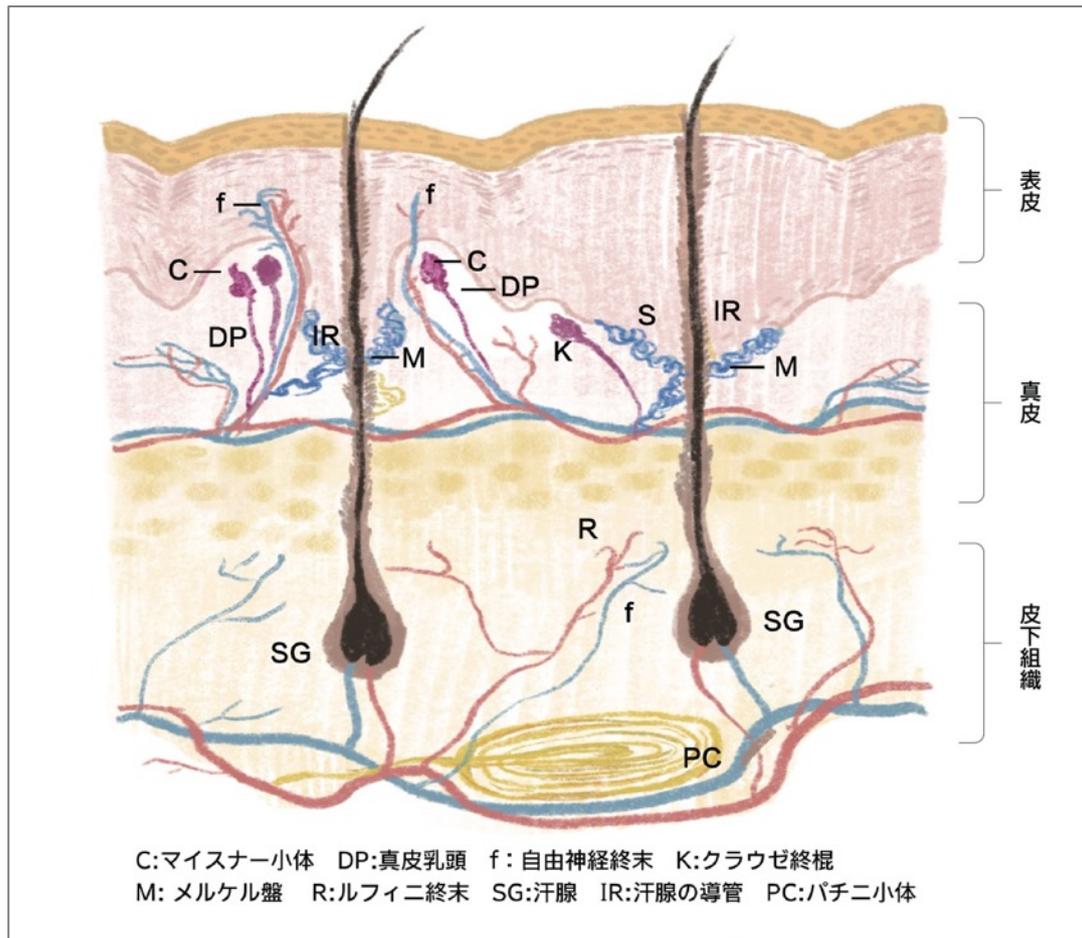


図 25 皮膚の構造（断面）と機械受容器の存在部位
出所：岩村吉晃(1994):Miller et al. (1958)より 筆者作成

3-2-2 触運動知覚の分類について

触運動知覚とは、皮膚感覚としての触覚と運動感覚が共に働くことである。金子(2003)による触図の認知においては、単純な図形や触感の情報が利用できる場合など、手指の皮膚に触図が接触することにより、皮膚感覚とともに運動感覚が働き、認知が成立するものと言われる〔註 28〕。

また、視覚障害教育の分野などで「触覚活用」という用語を用いる場合は、単なる皮膚感覚だけではなく自己受容感覚とが一体となって働いている手指を使った探索活動である触運動知覚(haptic perception)の意味でも使われていることが多いと言われる〔註 30〕。金子(2003)による円や三角形や四角形などの触図を読むとき、その輪郭を手指でたどって認知する場合、単に皮膚にその輪郭が接触することによって生じる皮膚感覚の情報のみではなく、同時に手指が動く動作から、どこにあり、どこへ向かい、どこで方向を変えたかといった運動感覚による情報も加わることによって、それが円や三角形や四角形であるという認知が成立するものを述べた。

一般的に触知状態は、受動的と能動的の2つに分けられる。

受動的な触知として、手指と触図の両方とも静止状態にした場合、手指が接触している面積のみの情報となる。制作した触図の素材の質感については分かるが、触図の形などについては触れているごく小部分についてしか分からない。手指は静止状態のままで、触図が動きながら触知する場合、触図が動く方向や速度が一定していないと、ばらばらの断片的な情報にしかならない。触図の動く速度が一定していれば、関連性のはっきりした全体的な情報が得られることもある。

能動的な触知として、ひとつは、手指を動かし、さわる対象は静止状態にした場合、継時的な情報となり、各部の情報が、全体として関連付けられる。もっとも触知力が高まると考えられる。よって、普段の点字の資料や公共施設の案内板などもこの方法で認知することができる。もうひとつは、手指を動かし、物体も動いている場合である。多様な触印象は得られるが、それらを頭の中で統合して、物体についての全体的な特徴やイメージを作り上げることは難しい。

日常生活で、身のまわりの事物等をたださわるだけではなく、手指をさまざまに動かして探索することが意味を持ってくる。触覚で情報を得ようとした場合、まったく手指を動かさずに事物に手指を触れただけでは、その事物の形状や表面の手触りなどはかすかにしかとらえることができない。つまり、皮膚面の知覚は、対象物の質感や弾性をとらえるセンサーの役割を果たし、運動感覚では、動き(向き、速度)や圧力をとらえることが可能になるのであるが、その両方を働かせる触運動知覚になると、対象物の属性の詳細をとらえたり、平面的な対象や立体的な形状をとらえたり、大きさや重さをとらえたりすることが可能となってくるのである。

3-2-3 触察方法

アメリカやカナダで活躍しているレダーマン (Lederman, S. J, 1987) らは、手による対象の触察方法によって [註 33]、対象の形状、対象の質感、対象の機能を探索することや、対象を比較することなどで特有の手の使い方があるということ調査した [図 26]。

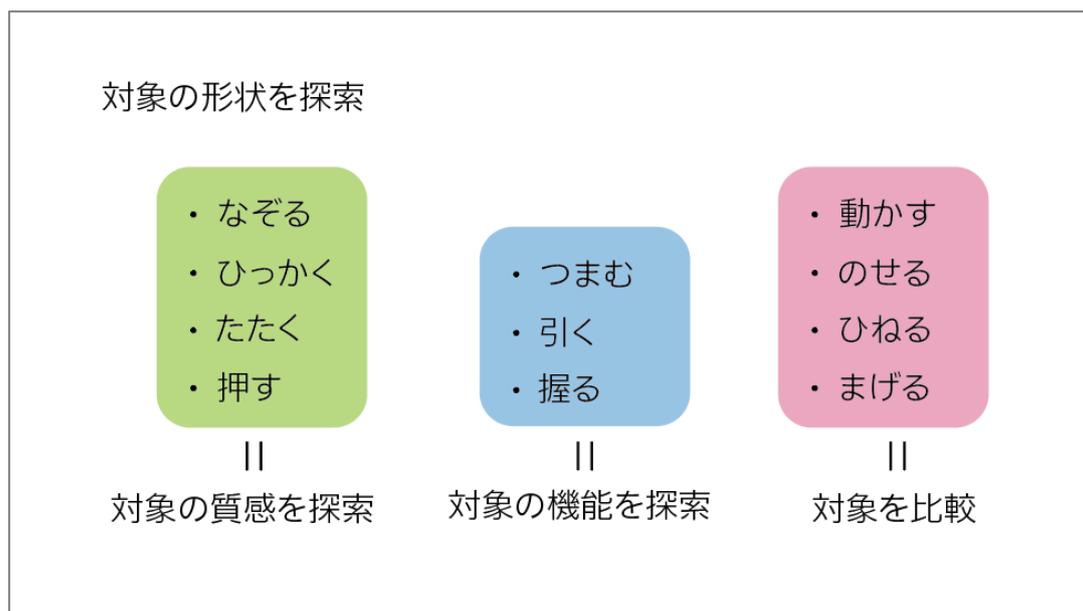


図 26 触運動知覚と手指の使い
「出所:大内進(2015)5 ページより」 筆者作成

また、手指の使い方とさわる対象の特性の認知という観点から、自由に対象を触察する際の手指の使い方を観察して、その手の動きを6種類に分類した。すなわち、手を前後左右に動かすことでテクスチャー、手を事物に押しつけることで硬さ、手をふれて静止させることで温度、対象物を手にのせて持ち上げるような動きをすることで重さ、片手及び両手で包み込むことで嵩（かさ）や全体の形状、輪郭を探ることで細部の形状の把握ができるという6種類であると言われる〔註30〕。

触読経験が豊富な視覚障害者に触知案内図の触り方について聞き取り調査を行ったが、両手で全体を触察し、おおよその当たりをつけてから触察したい箇所に移すという声が多かった。手掌は使わず指先だけで読む点字の場合でも、両手を活用することで効率的な読み方ができる。行頭を左手、途中を両手併用、行末を右手で読んだり、中には右手で行末を読んでいるときに左手で次の行頭を読む人もいるという。しかし、このように両手を使って点字を読んでいるときであっても、左右の指がひとつの文字を読んでいるのではない。左右の触読力はそれぞれ独立したものであり、触読力が足し合わせて倍加するわけではない。触知案内図を両手を用いて読む場合についても、点字の両手読みと同様に、左右の手が役割分担していると考えるべきだろう。

3-3 触図の読み取りやすさに影響を与える要因

3-3-1 手指で認知できる解像度

触覚は、体性感覚のひとつであり、受容器は全身にあるが、その感じる範囲は受容器が接している皮膚面に限定される。したがって、皮膚が接触できる距離まで近づいて触らなければ、知覚することはできない。また、触覚は視覚より部分的・継時的であり、一度に把握できる範囲は視覚に比べて非常に狭く、一定の時間に把握される情報量は視覚に比べかなり少ない。例えば、点字はタテ3点・ヨコ2点の6点からなる表音文字である。それぞれに番号がついて、左上から下に①の点、②の点、③の点、右上から下に④の点、⑤の点、⑥の点という呼び名がついている。この6つの点と点の弁別閾は指先で約2.2mmであり [註 34]、そして JIS T 0921「高齢者・障害者配慮設計指針-点字の表示原則及び点字表示方法-公共施設・設備」によると、a (①-②点間、②-③点間) の中心間距離は2.2mm~2.5mmで、b (①-④点間) の中心間距離は2.0mm~2.5mmを選定することを定めている [図 27]。そのため、視覚より、触覚の解像度は非常に粗い。ゆえに、小さい触図や複雑な触図の認知は困難であると指摘されている [註 35]。

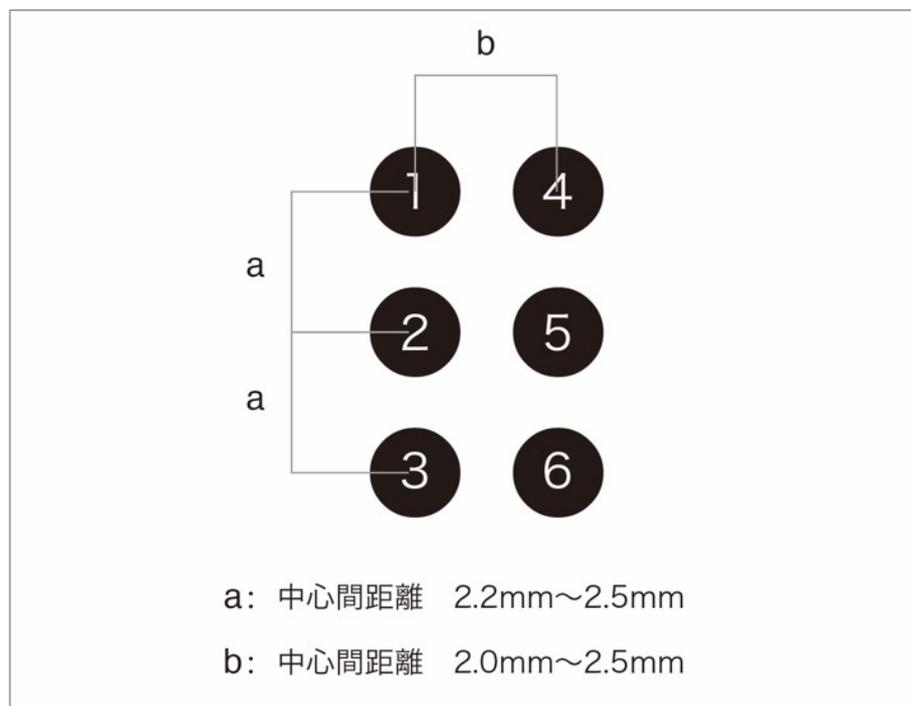


図 27 点字の間隔 筆者制作
出所:「JIS T 0921」日本規格協会(2006)3 ページより 筆者作成

一方、JIS T 0922「触知案内図の情報内容及び形状並びにその表示方法」では、点字と触知記号の間は、その読み取りに支障がないように5mm程度の間隔を取ることが望ましいと明記されている。触図は、視覚的に見ても細かな図を、

そのまま触図化したりしても、その内容をさわって理解できないものになると考えられる。触図をデザインするにあたり前提となる手指で認知できる解像度を理解する必要がある。

3-3-2 部分から全体像へ

視覚で図形を見る場合、遠いところや広いところにおいても一瞬で全体を把握する能力を持っている。触図による情報の理解のためには、部分から全体像の把握が重要であるが、指から掌までを用いてもさわる範囲（触野と呼ばれ）は限られ、視覚と比べると、触覚での空間的、時間的な情報収集力は大きく制約される。触覚で図形を認知する場合、全体の分化統合が行われず、部分部分としてとらえてしまう傾向があるという報告は多い〔註 36〕。

例えば、ゲシュタルトの法則では、「よき連続」よりも「よく閉じる形」の因子が優位であることを明らかにしている。三角形と四角形が重なった線図形を、単純幾何学図形を容易に認識できる視覚障害者に提示した場合、「大きな三角形と四角形が重なった図形」というよりも、「小さな三角形や四角形の集まり」というように、小さく分節化されてとらえる傾向が見出されている。そのような傾向を「断片的分節化」によるパターン認識と命名している。さらにその断片的分節化には様々な段階が出現し、一様ではないことも指摘している〔註 37〕。

このことは、もし複数の視覚障害者に同じ図形を示したとしても、触運動知覚を通じた認知で受け取るイメージが個々によって異なる可能性があることを示唆している。

そして、視覚の場合は重なった形をしているものは1つのグループだと認識されやすいが、触覚の場合は1つのグループに認識されないように、それぞれの意味がある形を切り離すなどの工夫をする必要がある。

3-3-3 集中力と鑑賞時間

指先で触図を認知する場合は触れた部分をつなぎ合わせて全体を把握する。手が触れた範囲の情報が頭にインプットされ、一旦手が離れた部分は過去の記憶となり、次に触れた部分がまたインプットされ、それらの記憶をつなぎ合わせて触図全体をイメージしていく作業であるため、集中力の維持が必要であり、適切な鑑賞時間を設定する必要がある。

視覚障害者が触覚を活用して形態を認知する際には、触覚と同時に能動的な手の動きを伴う筋運動感覚を併用し、触れている部分から広く、部分から事物を少しずつ把握し、連想しながら事物の全体像まで認識する。すなわち、視覚障害者は触覚と筋運動感覚を複合して知覚する「触運動知覚（ハプティック知

覚)」 [註 38] [註 39] を通して認知している。

そして、指先による触運動知覚で一度に把握できる範囲を超えるものを読みとる場合は、指先から継時的に集められる情報を一時的に記憶した上で、全体の統合を行わなければならない。そのため、短期記憶の限界に伴い、大きな線画の場合は、視覚による形の認知と比べて精度が低く時間がかかり [註 40] [註 41]、かなり長時間の触的走査と努力の持続が必要となるとされる [註 42]。

形態を認知しやすくするためには、触図の情報量や形の複雑さについて充分留意し、必要以上の時間を費やさずに理解できるものにする必要がある。

3-3-4 点字の読み方の習慣と読み取りやすさとの関係

視覚障害者が日常的に使う横書きの点字は、左から右へ読むという規則がある。駅などに設置される点字サインは、左から右へ点字を読む習性を利用し、点字の案内文章を左に置き、触知図を右へ配置した全体構図となっている。

表音文字である点字には、「分かち書き」という語の区切り目にひとマス (1文字分) 空白をあける規則がある。漢字かな交じり文のように連続して書くのではなく、この分かち書きの区切りがあることによって、語の意味や文章全体の理解をしやすくなる。

横書きの点字には行間に適度な空白が取られており、読み進めている指先に下の行の点字が重なって触知されないようになっている。点字は左から読むため、点字使用者が触図を触れる際も左から右へ、上から下の方へ、という自然な手の動きがあるため、触図の配置についてもこの部分に留意する必要がある。

3-4 指での美術鑑賞力

18世紀ドイツの哲学者ヨハン・ゴットフリート・ヘルダー (Johann Gottfried Herder, 1744-1803) は、彫刻を触覚の芸術とし、絵画が見るものであるのに対し彫刻はさわるものだとした [註 43]。さらに触覚は単に感じるだけのものではなく、世界を理解する根源的な感覚として示した [註 44]。

21世紀に入るところから、日本は「人に優しい博物館」の含意で、「ユニバーサル・ミュージアム」という語が用いられてきた。広瀬浩二郎氏は近代的な人間観、ミュージアムの常識を覆し、障害の有無、国籍・年齢・性別などに関係なく、全ての人が“さわる”豊かさと奥深さを味わい、広い視野で「誰もが楽しめる博物館」を提案した。

一方、街で見かける絵画やポスターなどのグラフィックデザインは、作者の思いのままの形や色で構成されている。その形や色は当然ながら凹凸のない平面的なものであり、作者が視覚を使う鑑賞者を意識して作られたものに他ならない。

作者が、視覚障害者を作品の鑑賞対象者として作品制作に臨み、「さわる作品・さわって楽しむ作品」を制作する機会が増えることは、視覚以外の感覚を使った人間の感性の新たな発見に繋がることになる。

さわる行為によって、とらえた情報を組み合わせ、作品の全体像をイメージすることができる。その上、自らが作品を理解し、好奇心を満足することで、喜びを感じることができ、楽しみを感受することだといえる。喜びというものは、対象そのものから得られる感覚ではなく、その対象が存在し、かつそれを見ることによって生じる心の働きによるものである。

3-5 触図がもたらす楽しさ、面白さ(当事者インタビューより)

視覚で美術作品をみた瞬間、自然に自らの思いや感想が出てくる。作品に対して美しいと思ったり、面白く感じたりすることができる。筆者は、触覚で物を鑑賞する人が指先でさわる時、どのような時に楽しい・面白いと感じるのかについて大きな関心を持った。そこでまず、日常的に視覚に頼った生活を送る筆者には想像さえできない感覚であるため、3名(女性2名・男性1名)の視覚障害者に直接インタビューをした。以下は、各インタビューの内容をまとめたものである。

(1) 女性・20代・全盲・先天

視覚障害者にとって、さわることでしか認識できないものがある。それらをさわることで、はじめて理解することができる。

地図の場合、晴眼者はパッと見れば分かるけれど、私は触らなければ理解できない。理解できればその地図について晴眼者と感想が共有できる。共有できることも、触図をさわる楽しさにつながる。さわることは、その先にある情報やその事実の共有を誰かとできることにつながる。

そして、柔らかい、硬いなど手触りの違い、形の違いを楽しむこともできる。それは晴眼者が色の違いなどを楽しむことと似ているのではないか。

(2) 女性・30代・全盲・中途

「さわる」というのは、線の種類や線の形、ドットも色々な形があったり(ぶつぶつしていたり、丸みがあったり)、それらをさわって「ああ、こういう形の違いがあるんだ」と思い、それらがどのように並んで、どのようにつながっているのか、間隔の広さや狭さなどを発見していくことである。例えばミッキーマウスの図を自分で触り、特徴的な耳が二つあって、その下に丸い顔があって、「あっ、これがネズミね」と自分で理解できた時に「やった!」と嬉しく感じる。

つまり、「分かる」ことが「面白い」と思うことにつながる。

(3) 男性・40代・全盲・中途

動物園へ行った時に、動物が触れない、遠くの方にいる。しかし、晴眼者は遠くにいる動物も見たままにとらえられる。この部分は、視覚障害者には不可能である。そのため、実際に触れない物が触図で存在すると、イメージが持てる。

地図でもそうである。家の近所のコンビニに行く時、晴眼者はスマホや地図などを見れば行き方が分かるけれど、見えないと、あの辺りか、という程度しか分からず、実際は幾通りも行き方があるはずなのに、地図が頭の中になくて分からない。さわる地図があれば、頭の中で絵を描けるし、道順を考えることができ楽しい。

以上のインタビューの内容から、物事を鑑賞することでその情報を誰かと共有できる部分を大事にしなければならないことが分かる。さわることにより、ひとつひとつの点が線になり晴眼者はさまざまな形と色などが鑑賞できることと同じように、視覚障害者への表現の可能性を高めるためには、点や面の大きさや、それらを組み合わせたパターンの表現手法を検討する必要がある。

そして、物をさわる際、好奇心や感情を共有できたり、自らの経験やイメージと重ねたりしながら認識できることがもうひとつの要素だと考えられる。

つまり、「物をさわる」、「頭の中で想像する」、「答えを見つける」事でさわる触学、触楽を求め、触図を作る際、理解しやすいヒントを与えることが重要である。

3-6 本章のまとめ

晴眼者が絵画を見て豊かな気持ちになるように、視覚障害者にとっての触図が地図や絵画など多様なかたちで存在することで、障害によってもたらされる負の感覚から解放される。本章では、触図を有効的に伝えるため、視覚障害と触覚の特性を整理した。

まず、先天性視覚障害、中途視覚障害と弱視などの場合や、受障時期によって個人差があることや、視覚障害がもたらす心理的特徴を充分理解した上で制作する必要がある。

次に、触覚の特性について、手指で触図に接触する際、触覚とそれ以外の感覚(視覚や聴覚など)機能の違いを明らかにした。そして、触覚を通じて触知状態の分類と先行研究から手指の使い方とさわる対象の効率的な触察方法を深く理解することができた。

さらに、視覚障害と触覚の特性に基づき、触図の読み取りやすさに影響を与える要因を考察し、触覚で美術作品を鑑賞する事例を挙げ、当事者のインタビューより、触図をさわる可能性を検証することができた。

第4章 基本的な幾何形状についての調査

本研究の触知図形をデザインする際、物事を単純化することによって、触覚で物事を認識しやすくなる傾向がみられる。先行研究から点・線・面の規格以外にも、触知図形を構成する様々な幾何形状が想定されることから、丸形や三角形や正方形などの幾何形状を使い、物事をシンプルにするのはひとつの表現方法である。そのため、触覚で触知図形を構成する幾何形状がどの程度が分かりづらく、どの程度なら分かりやすいのかについて、実験をすることが調査の目的である。

被験者は、名古屋情報文化センター(日本)の7名と湛江市特殊教育学校(中国広東省)の23名、合計30名の視覚障害者の協力をいただいた。男性18名、女性12名、年齢は10~60代であった。

調査期間は2019年7月から11月の間に名古屋情報文化センターと湛江市特殊教育学校で行った。調査する形状は、丸形・三角形・正方形・半円形・菱形・四分の一円・台形・星形・五角形・六角形・七角形・八角形の12種類の幾何形状とした。B5の点字用紙1枚に4種類の形状を4列に分けて印刷した。1列ずつ上から下まで、大きさは6、8、10、12、16、20mm 6つのサイズを設定し、1枚ずつ被験者に提示した。最後に各サイズにおける幾何形状の正解者数と正解率を割り出し、幾何形状の最低認識サイズを選定した。

なお、本章の実験調査は、「ひとを対象とする研究」として愛知県立芸術大学倫理委員会によって承認され、被験者に対して口頭で十分な説明を行い、同意を得て実施した。

4-1 実験目的

視覚障害者がさわって読むことができる文字情報である点字の大きさ・点の間隔・高さなどの表示方法は JIS 規格で規定され、中国「触摸図形設計指南及図例」では、触図要素である点・線・面・点字の表示方法・色（弱視のため）の表示方法が規定されている。一方、文字と言葉で説明しにくい情報や物事の情報を入力することができる触図に関わる知見が十分でないことが現状である。JIS 規格と「触摸図形設計指南及図例」に示された触図を構成する点・線・面の規格以外にも、触知図形を構成する様々な幾何形状が想定される。

触知図形の基本的な幾何形状について、多様な用途で使用する可能性があるため、グラフィックデザインの観点から触知図形を構成するように幾何形状とした。指先で触知図形をさわられる際に部分としての幾何形状は小さくなり、分かりづらいことがある。そのため、どの程度が分かりづらく、どの程度なら分かりやすいのか、について調査する必要がある。そこで、本研究では、よく使用する丸形・三角形・正方形・半円形・菱形・四分の一円・台形・星形・五角形・六角形・七角形・八角形の 12 種類の幾何形状を選定し、視覚障害者の触覚特性を踏まえ適切に調査を行った。単純な形から複雑な形を、視覚障害者はどこまで認識できるのか、また 12 種類の幾何形状の最低認識サイズを割り出すことを実験の目的としている。

4-2 実験方法

4-2-1 被験者

本研究は触知図形の認識に関する職業と経験要素を排除し、あくまでも人の指先の触知覚特性に対する 12 種類の幾何形状の最低認識サイズと識別容易性を評価する。多くの被験者に協力していただくために、日本と中国の両方の視覚障害施設において実験調査を行った。

被験者は名古屋情報文化センターの 7 名と湛江市特殊教育学校(中国広東省)の 23 名、合計 30 名の視覚障害者の協力を得た [表-2]。内訳は、年齢は 10～60 代であり、10 代男性 12 名・女性 9 名、20 代男性 2 名・女性 1 名、30 代男性 1 名、40 代男性 2 名・女性 1 名、50 代男性 1 名、60 代女性 1 名であった。全員が点字使用の経験がある。本研究では当事者の個人情報として、年齢・性別・失明時期などを聞き、その後、12 種類の幾何形状について、さわって認識できるかどうか、実験数値を対面で聞き取り調査した。

[表-2] 被験者のリスト

10代	男性	12名
10代	女性	9名
20代	男性	2名
20代	女性	1名
30代	男性	1名
40代	男性	2名
40代	女性	1名
50代	男性	1名
60代	女性	1名
合計	30名（点字の読み書きは全て有り）	

4-2-2 基本的な幾何形状の作成

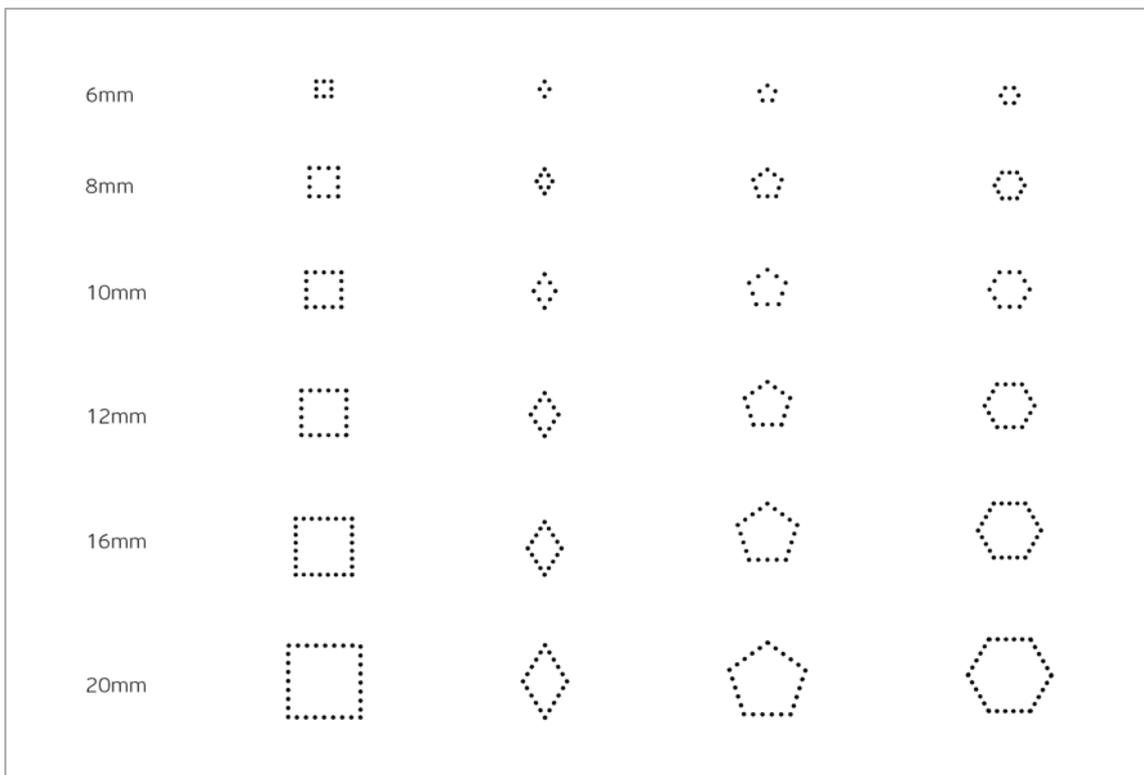
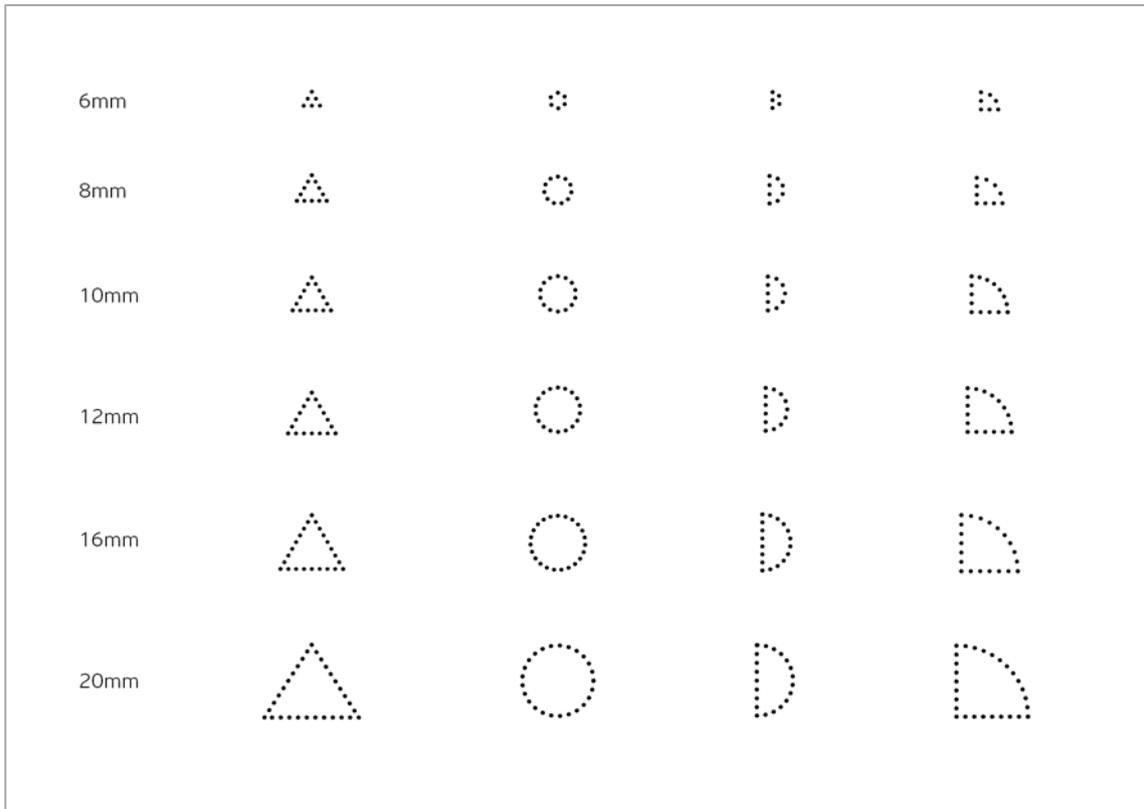
本実験に用いた12種類の幾何形状は、作図製版機（名古屋情報文化センター所蔵）で使用する大中小3種類の中で、中の点（直径1.2mm、高さ0.5mm）を使用し、オスメス型の打刻部品の上に亜鉛板を置き、一点一点足踏みでエンボス加工した。その後、専用のB5変形サイズの点字用紙で点字印刷機（株式会社小林鉄工所製）のローラーに通し、丸形・三角形・正方形・半円形・菱形・四分の一円・台形・星形・五角形・六角形・七角形・八角形の12種類の幾何形状をエンボス印刷した。選定した12種類の幾何形状は、それぞれ6mm、8mm、10mm、12mm、16mm、20mmのサイズをとした。なお、筆者は先行研究の触知記号、浮き出し文字の識別容易性の研究結果を参考にし、この範囲内になるようにサイズ上限を20mmと設定した。点の間隔は2mmとし、印刷した点の高さは、JIS T 0921の規定を参考にし、凸点の高さは0.3mm～0.7mm浮き上がるように作成し、実験調査の触知図形の基本的な幾何形状とした〔註45〕。

4-2-3 実験の手順

実験調査は、他の施設関係者から隔離された個室で行った。被験者に研究の概要、調査内容、情報の取扱い、調査結果の使い方を十分に説明し、許可をとった上で掲載した。

被験者と対面での調査行い、事前に具体的な要素（丸形・三角形・正方形・半円形・菱形・四分の一円・台形・星形・五角形・六角形・七角形・八角形）を知らせず、12種類の幾何形状があることのみを知らせた。机の上に幾何形状が印刷された点字用紙を置き、被験者に提示した。1枚に4種類の形状があり、

4列に分け、1列ずつ上から下まで大きさは6、8、10、12、16、20mmの6つのサイズを設定した [図 28]。



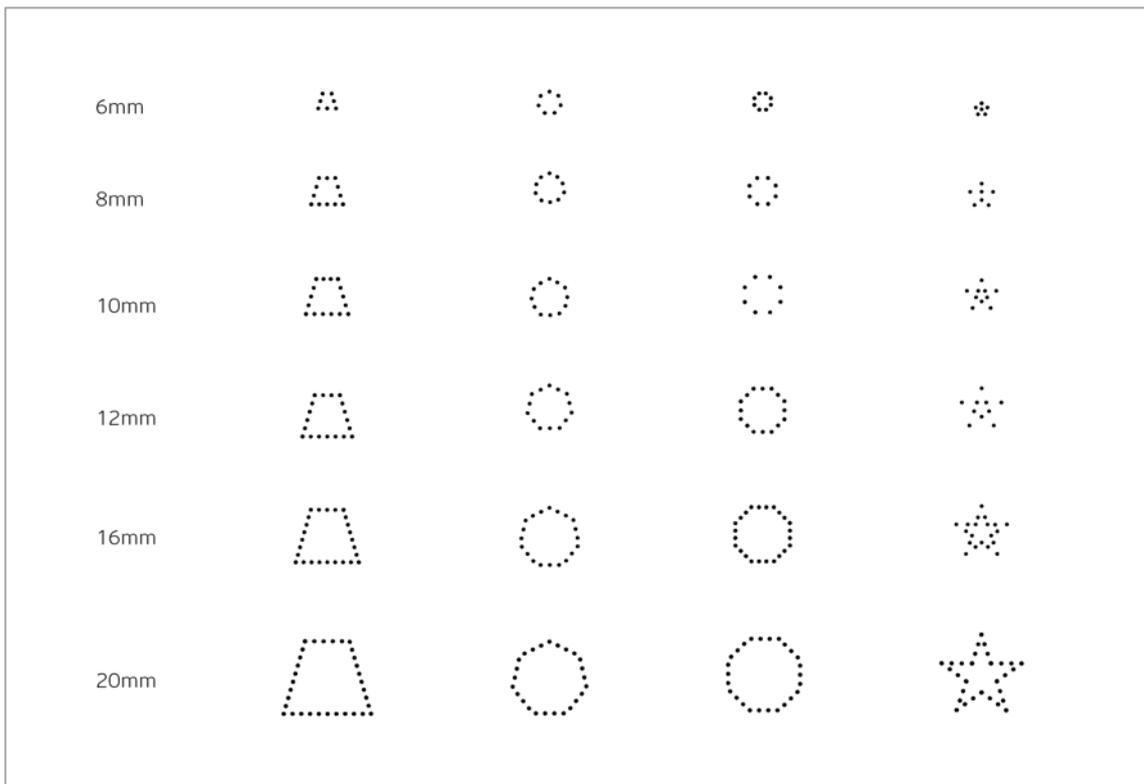


図 28 12 種類の幾何形状

そして、「該当形状が何の形状であるか、どのサイズから認識できるか」に対して解答されたサイズを該当図形の最低認識サイズとした。その際、幾何形状に触り始めてから答えるまでの認知時間を計測した [図 29]。

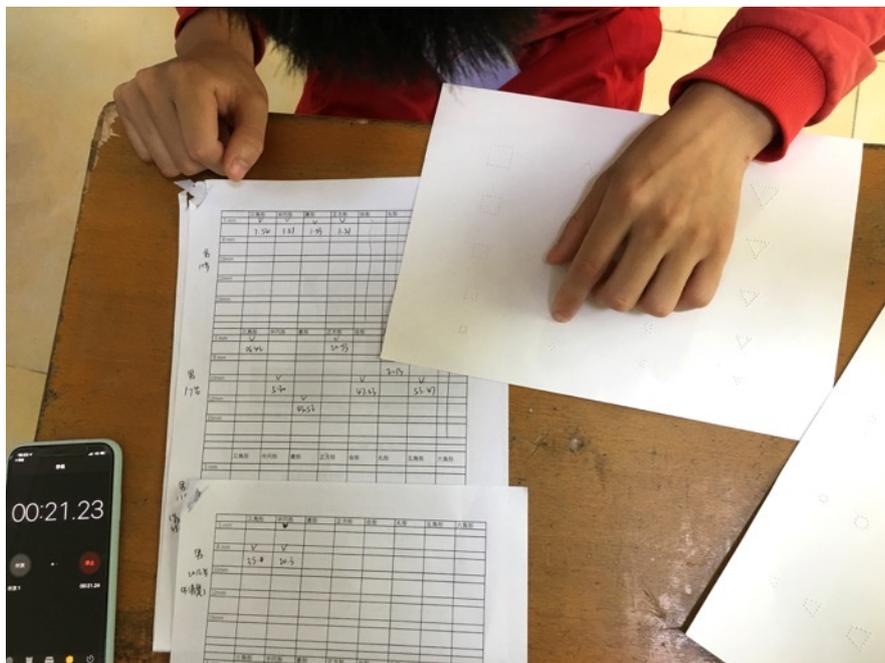


図 29 実験調査の様子

4-2-4 評価指標

基本的な幾何形状の認識実験において、実験の結果については「正解者数」と「正解率」を評価指標として幾何形状ごとのサイズと触読性の高さの関係を調べる。なお、本実験では実際の触知図形に使用されることを前提にし、制限時間を設けることにし、ひとつの幾何形状の制限時間は60秒を上限とした。この制限時間以内に各形状がどのサイズで認識できたかを答えてもらい、その数値を記録した。設定時間を超える場合は該当形状の数値を記録せず無効とする。幾何形状ごとに、全被験者数に占める正解者数の割合として、正解率を割り出す。

幾何形状ごとに認識できる評価指標は正解率が60%を超えた幾何形状を採用することとする。そして、正解率が60%を超えた該当サイズは、それぞれの幾何形状の最低認識サイズとする。最後に、本実験のサイズ20mmを上限に、12種類の幾何形状の識別容易性を評価する。

4-3 調査結果

4-3-1 各サイズにおける幾何形状の正解者数の結果

被験者の30人の中で、制限時間(60秒)の上限を前提とした幾何形状ごとに図形サイズごとの正解者数を算出した[表-3]。その結果を以下に整理する。

まず、丸形、三角形、正方形のような普段よくさわる形状は、図形のサイズに関係なく正解者数が高い結果となった。

次に、半円形、星形、五角形、六角形、菱形、台形、四分の一円については、図形サイズごとに正解者数が異なる。半円形、四分の一円は丸形の変形であり、星形は三角形の変形であり、菱形、台形は正方形の変形であり、五角形、六角形は三角形と正方形の組み合わせであり、丸形、三角形、正方形より、形状の複雑さが増えるほど、正解者数が減る傾向が把握できた。

また、七角形、八角形については、20mmまで得られた正解者数は半分以下となり、その原因を調査してみると、サイズ20mmを上限とした七角形と八角形が複雑であり、明らかな特徴がないため、丸形と誤識別していることがわかった。

その結果、触知図形を構成する幾何形状は、識別しやすい幾何形状を選定することとした。複雑な形状や他の形と誤識別しやすい形状はなるべく避けなければならないことがわかった。

[表-3] 各サイズにおける幾何形状の正解者数 (N=30)

	丸形	三角形	正方形	半円形	星形	五角形	六角形	菱形	台形	四分の	七角形	八角形
6mm	16	18	14	4	0	3	1	0	3	1	0	0
8mm	23	26	23	17	0	7	7	8	12	4	0	0
10mm	26	27	25	22	0	13	11	14	19	8	1	0
12mm	29	30	27	25	11	16	15	19	19	14	1	1
16mm	30	30	30	28	17	24	23	23	22	18	3	2
20mm	30	30	30	28	25	24	23	23	22	20	14	8

—円

4-3-2 各サイズにおける幾何形状の正解率の結果

図形サイズを縦軸に、幾何形状を横軸に取ったマトリクスを作成し、正解率(正解者数/被験者総数×100)を算出した。また、図形サイズごと、幾何形状ごとに正解率の平均値を算出した[表-4]。その結果を以下に整理する。

(1)各サイズにおける幾何形状の正解率

幾何形状のサイズが6mmの場合、三角形、丸形、正方形の正解率はほかの幾何形状より、顕著な差が見られたが、正解率は60%を超えないため、12種類の幾何形状がわかりにくいことがわかった[図30]。

幾何形状のサイズが8mmの場合、三角形(86.7%)、丸形(76.7%)、正方形(76.7%)の正解率は60%を超え、この3つの形は8mmからわかりやすいことがわかった[図31]。

幾何形状のサイズが10mmの場合、半円形(73.3%)、台形(63.3%)の正解率は60%を超え、この2つの形は10mmからわかりやすいことがわかった[図32]。

幾何形状のサイズが12mmの場合、菱形(63.3%)の正解率は60%を超え、菱形は12mmからわかりやすいことがわかった[図33]。

幾何形状のサイズが16mmの場合、五角形(80.0%)、六角形(76.7%)の正解率は60%を超え、この2つの形は16mmからわかりやすいことがわかった[図34]。

幾何形状のサイズが20mmの場合、星形(83.3%)、四分の一円(66.7%)の正解率は60%を超え、この2つの形は20mmからわかりやすいことがわかった[図35]。

この結果、幾何形状のサイズ20mmを上限に、4-2-4に設定した評価標準により、幾何形状の識別容易性を分けることができた。

(2)幾何形状と正解率平均値

幾何形状ごとの正解率の平均値A[図36]を見ると、三角形、正方形、丸形のような非常に単純な形状のものは正解率平均値が80~90%となっていた。続いて半円形、台形、菱形、五角形、六角形、四分の一円、星形の順に正解率が70~20%の範囲で推移しており、例えば台形や菱形のような正方形からやや変更された形状のものでも正解率が低くなることがわかった。七角形、八角形のような円に類似する形状は約10%以下で、正解率が低い結果となった。その結果、類似する形状を認識できるサイズは単純な形状のサイズより大きいことがわかった。

(3)図形サイズと正解率平均値

図形サイズごとの正解率の平均値Bは、サイズが大きいくほど正解率が高まる結果となった[図37]。その結果、幾何形状の大きさにより、正解率に影響を及ぼす。幾何形状の複雑さが増加するほど、認識しにくくなり、形状のサイズが大きくなるほど、認識しやすくなることがわかった。

[表-4] 各サイズにおける幾何形状の正解率(正解者数/被験者数*100) (N=30)

	幾何形状											平均値 B	
	三角形	丸形	正方形	半円形	台形	菱形	五角形	六角形	四分の一円	星形	七角形		八角形
6mm	60.0	53.3	46.7	13.3	10.0	0.0	10.0	3.3	3.3	0.0	0.0	0.0	16.7
8mm	86.7	76.7	76.7	56.7	40.0	26.7	23.3	23.3	13.3	0.0	0.0	0.0	35.3
10mm	90.0	86.7	83.3	73.3	63.3	46.7	43.3	36.7	26.7	0.0	3.3	0.0	46.1
12mm	100.0	96.7	90.0	83.3	63.3	63.3	53.3	50	46.7	36.7	3.3	3.3	57.5
16mm	100.0	100.0	100.0	93.3	73.3	76.7	80.0	76.7	60.0	56.7	10.0	6.7	69.5
20mm	100.0	100.0	100.0	93.3	73.3	76.7	80.0	76.7	66.7	83.3	46.7	26.7	77.0
平均値 A	89.5	85.6	82.8	68.9	53.9	48.4	48.3	44.5	36.1	29.5	10.6	6.1	50.3

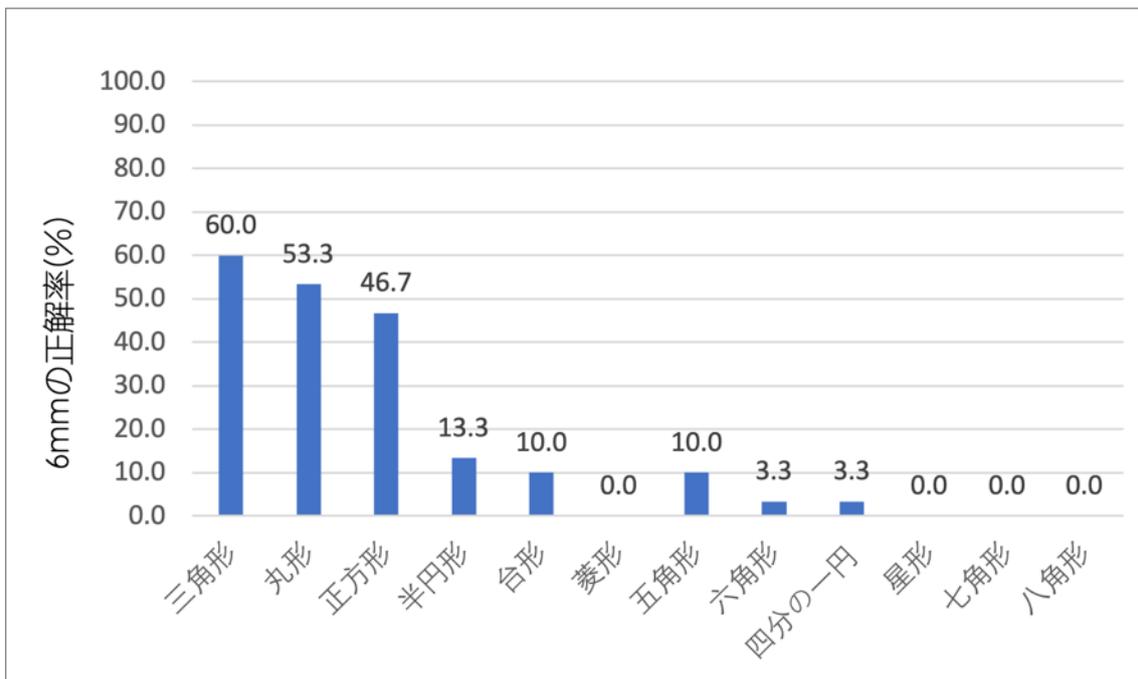


図 30 6mm サイズにおける幾何形状の正解率

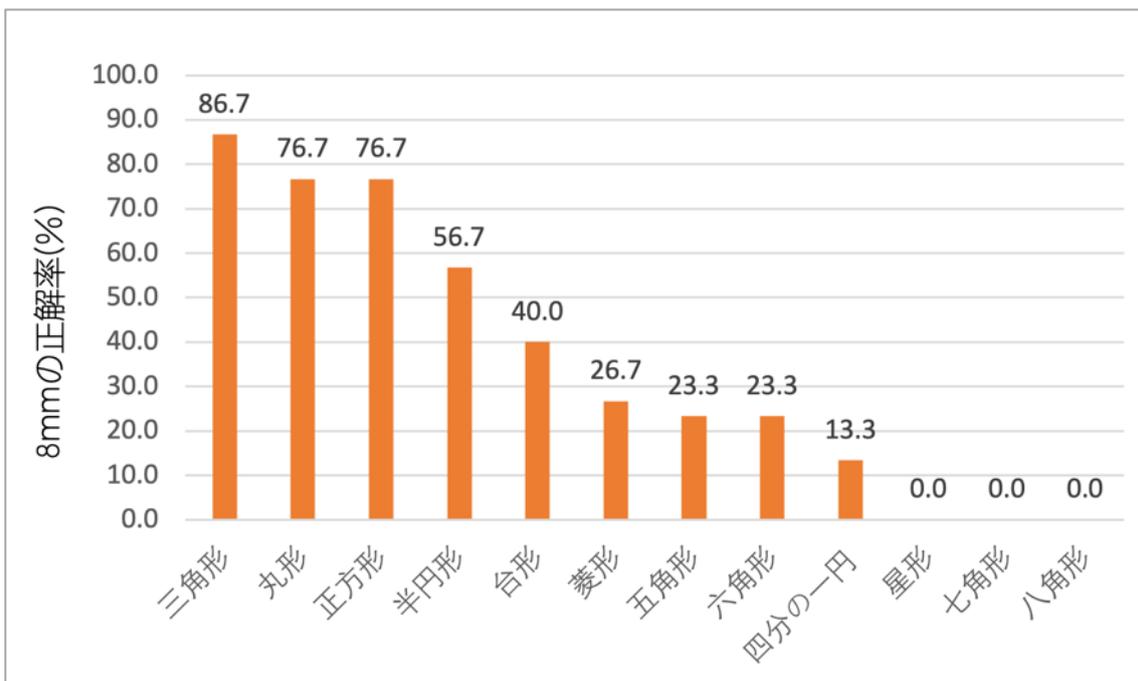


図 31 8mm サイズにおける幾何形状の正解率

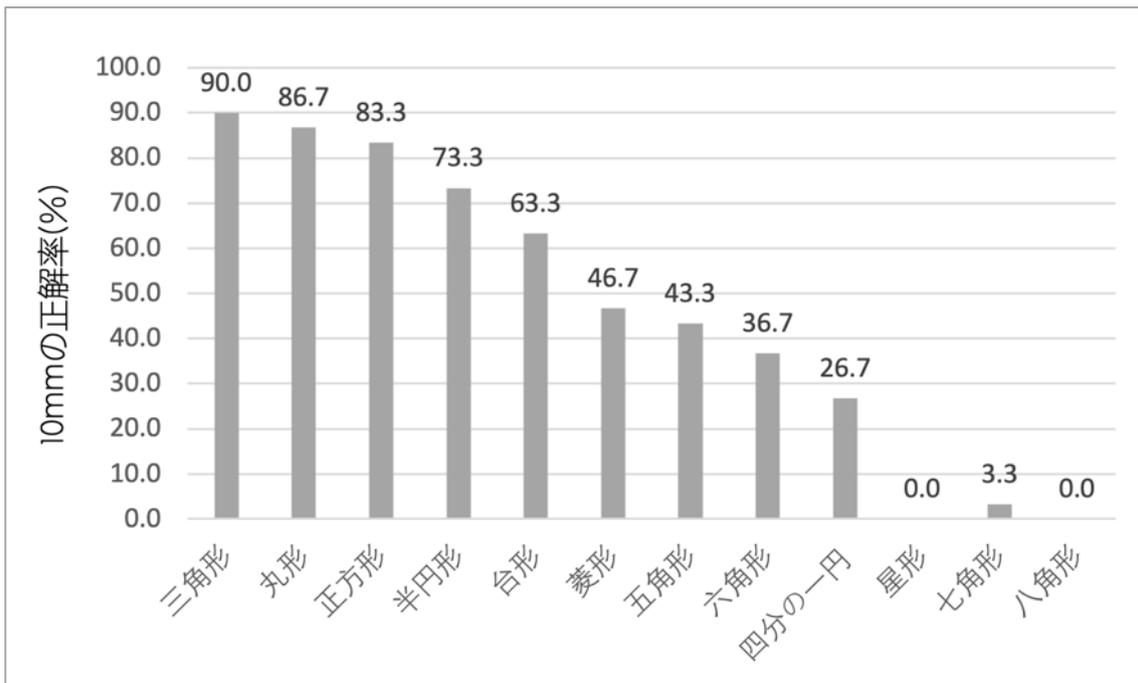


図 32 10mm サイズにおける幾何形状の正解率

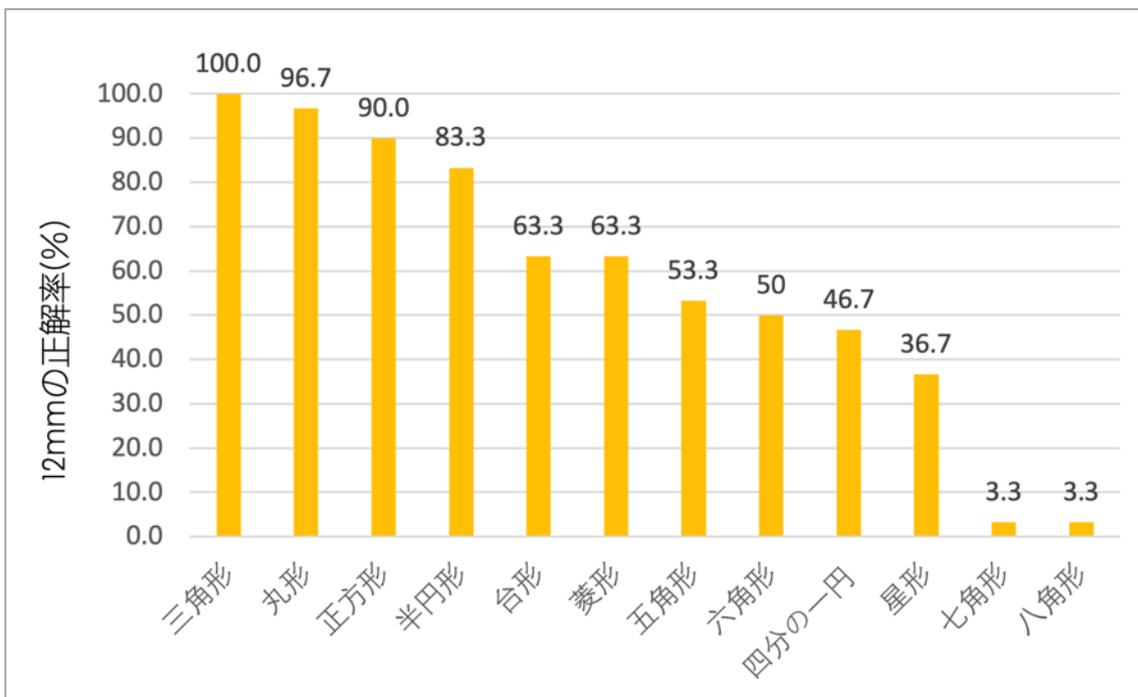


図 33 12mm サイズにおける幾何形状の正解率

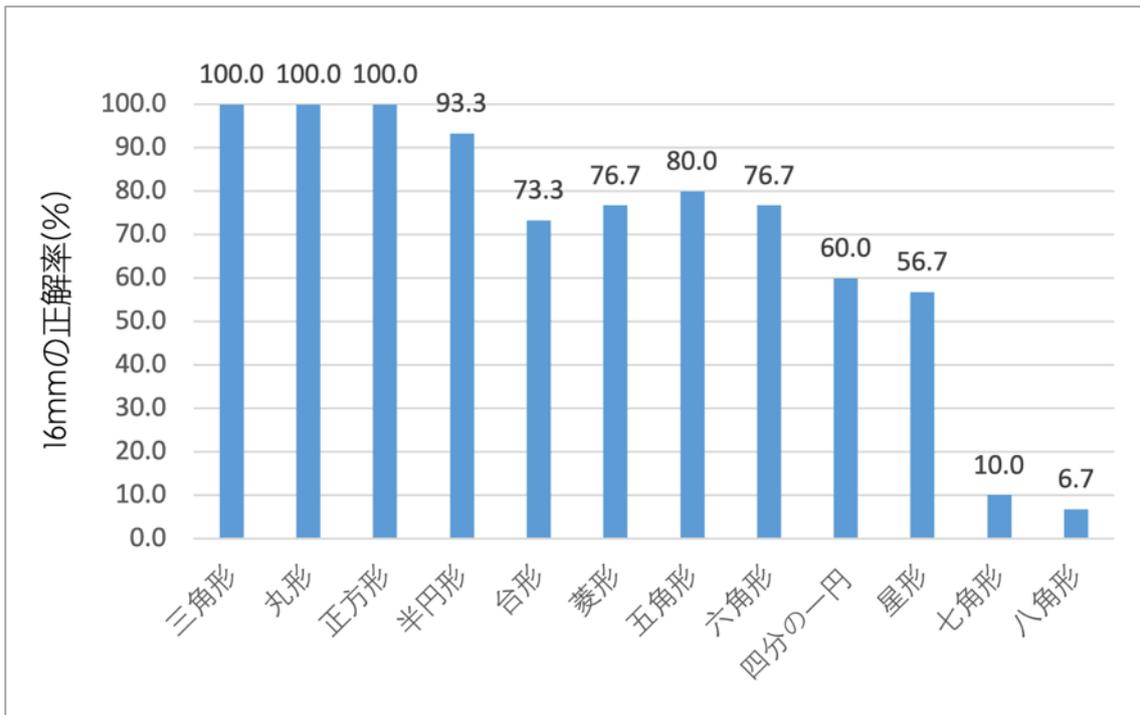


図 34 16mm サイズにおける幾何形状の正解率

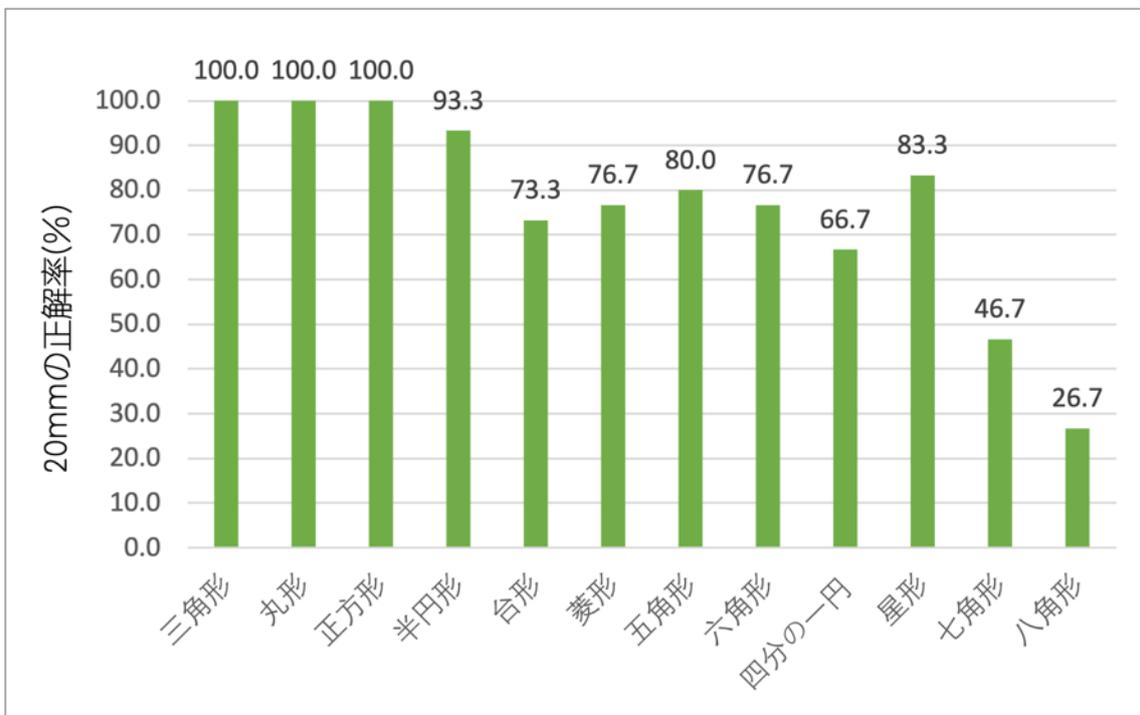


図 35 20mm サイズにおける幾何形状の正解率

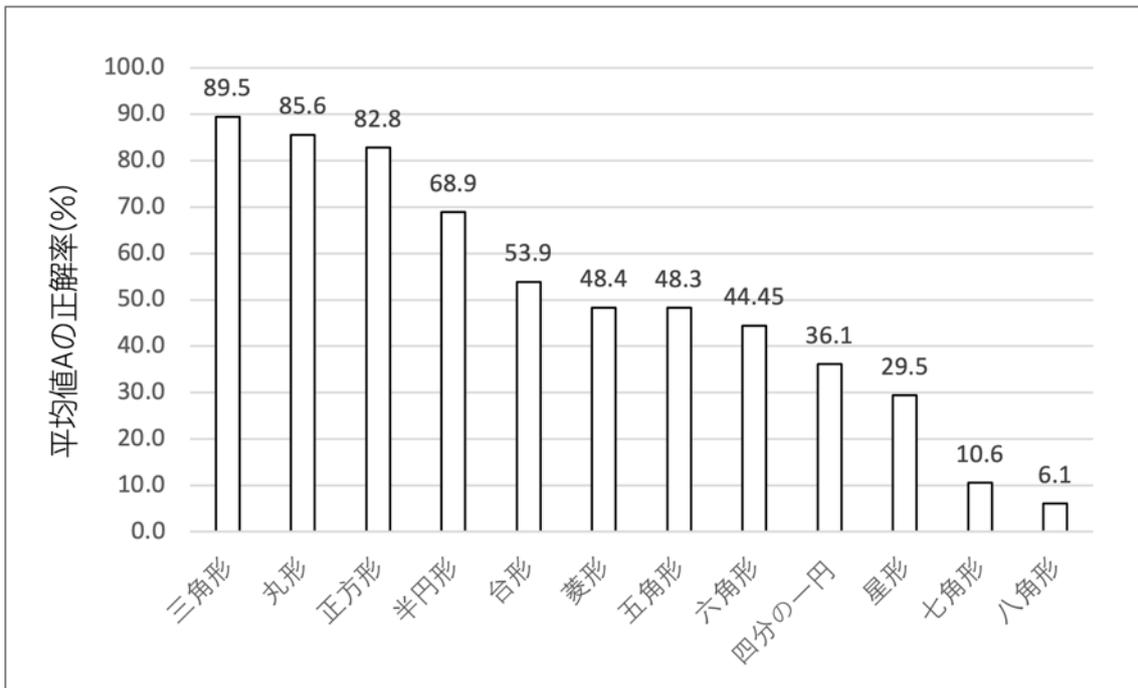


図 36 幾何形状と正解率平均値

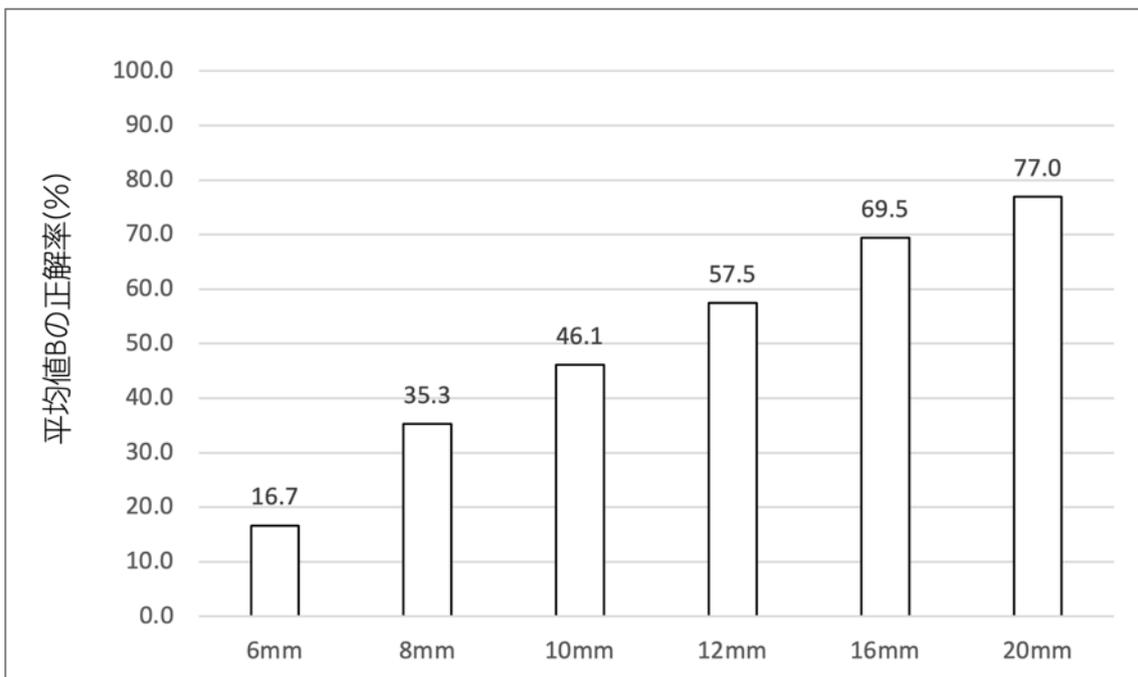


図 37 図形サイズと正解率平均値

(4) 図形サイズ・形状と正解率

(2)と(3)の結果を踏まえ、図形サイズが大きいほど、かつ形状が単純なほど正解率が高まるという仮定のもと、幾何形状の正解率平均値 A の順位でグラフを作成した [図 38]。

その結果、どの形状も概ね図形サイズの高まりとともに正解率が高まる傾向がわかった。また、正解率の高まり方については、三角形、丸形、正方形については同様の高まり方を示している。半円形、台形、菱形、五角形、六角形、四分の一円については三角形、丸形、正方形と比べ、正解率の差が顕著となった。星形、七角形、八角形については、10mm までに正解率が低くなったが、12mm から星形の正解率が顕著に高くなることがわかった。

図形サイズについては、全ての形状において、図形サイズの順に概ね正解率が高くなる傾向が把握できた。

図形ごとの正解率を見ると、形状が単純な丸形、三角形、正方形は全サイズで 45%—100% の間で正解率を獲得していた。

半円形、五角形、六角形、菱形、台形、四分の一円は、20mm で得られた正解率の順位とは異なる順位となっていた。これらの形状は異なる複雑さの基準で描かれたものであり、複雑さを単純に順位化することは難しい点が課題として挙げられる。

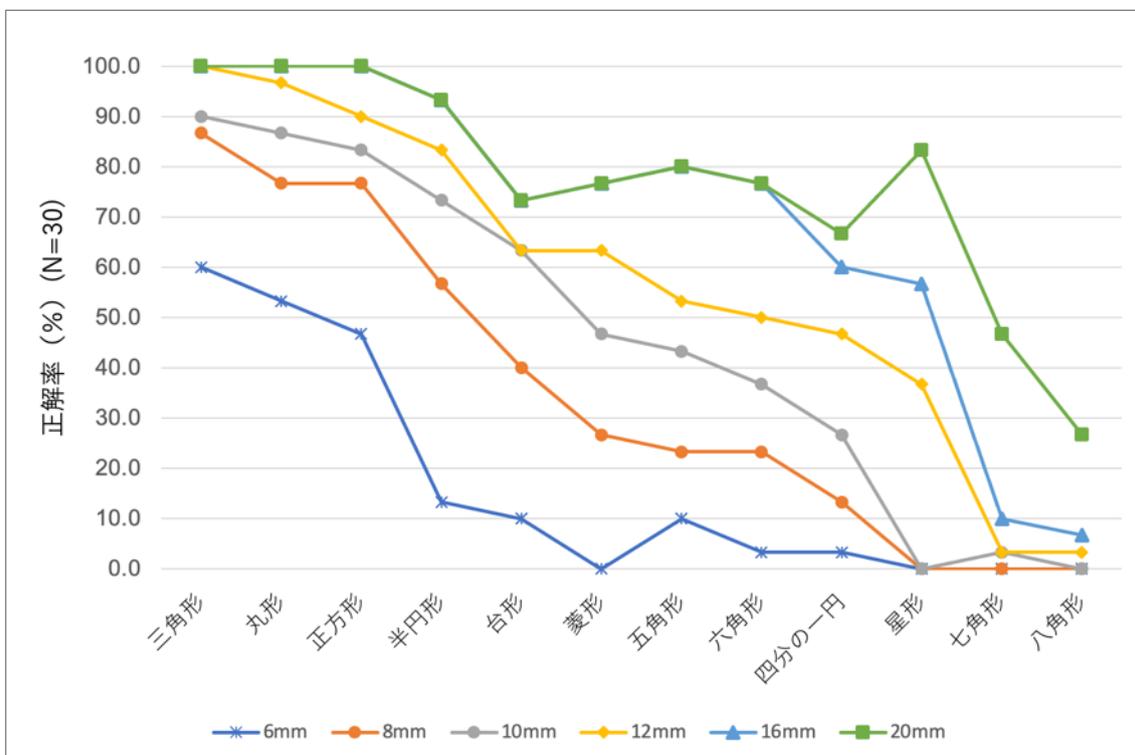


図 38 各サイズにおける幾何形状の正解率 (正解者数/被験者数*100)

4-4 本章のまとめ

本章では、グラフィックデザインの観点から、本研究の触知図形の題材と表現を広げるため、触知図形を構成する 12 種類の幾何形状を作成し、触知図形の認識に関する職業と経験要素を排除し、あくまでも人の指先の触知覚特性に対する 12 種類の幾何形状の最低認識サイズと識別容易性を検討した。被験者は日本と中国の両方の視覚障害施設から合計 30 名の視覚障害者の協力を得て実験調査を行った。その結果を以下に整理した。

- (1) 丸形、三角形、正方形の最低認識サイズの大きさは約 8mm 程度を選定する。
- (2) 半円形、台形の最低認識サイズの大きさは約 10mm 程度を選定する。
- (3) 菱形の最低認識サイズの大きさは約 12mm 程度を選定する。
- (4) 五角形、六角形の最低認識サイズの大きさは約 16mm 程度を選定する。
- (5) 星形、四分の一円の最低認識サイズの大きさは約 20mm 程度を選定する。

12 種類の幾何形状の識別容易性は形状が異なる複雑さの基準が変わるため、図形の複雑程度だけで単純に順位化することは難しいということが示唆された。また、被験者が幾何形状を触読する際に、サイズによって七角形と八角形のような複雑な形を識別しにくい場合がある。触知図形を構成する幾何形状は、部分として単純な形状を選定することが必要であることがわかった。

また、30 名の被験者は視覚障害施設の職員と盲学校の生徒であり、全員が点字を学習した経験があるため、点字の読み書きをすることができる。一方で、視覚障害受障の年齢がより高くなる中途視覚障害者にとっては、点字の触読が困難であるが、パソコンやスマートフォンなどを使い、点字の触読をしなくても、様々な情報が入手することができる。触知図形では点字が読めなくても触読できるもののため、実際に点字の経験がない方の調査と感想については、本研究の最終作品において検証することとしたい。

第5章 触知図形をデザインする基本原則

本章では、第1章から第4章までに整理した既存の多様な触図の表現方法と、筆者が福祉施設で経験した方法を踏まえ、本研究の作品制作に活用するための触知図形をデザインする基本原則について述べる〔註46〕。

「3-2 触覚の特性について」で述べたように、触覚で情報を得る方法は視覚と異なり、触知図形に描かれている内容が理解できるように、触読者の観点と触覚の特性に準じて、触知図形をデザインする基本原則を確立する必要がある。触知図形の制作に関する先行研究は、触知の地図と触知案内板の表示方法についての内容がほとんどであるが、それ以外の視覚的な情報を触覚情報にするガイドラインや事例などの参考書がないのが現状である。触知図制作者はその題材以外の触知図形の場合、どのように制作したら、触読者に伝わりやすいかなど、触知図形の活用方法と視覚障害者の特性を考慮した後、触知図形をデザインする基本原則を明確にすることが重要であり、制作を実践する立場で整理する。

5-1 触知図形を描写する視点

触知図形の情報は、図の対象物をどの角度で表すかが重要であり、対象物の特徴などが十分に伝わる角度を十分に検討することが必要である。視覚で観察する場合には、情報の特徴（ヒント）が少なくても、視覚経験を活かして判断することができるが、触覚で観察する場合には、できる限り情報の特徴をたくさん与えることが重要である。そのため、触知図形情報の特徴を分析した上、その特徴が最適に表現される角度を選択するべきだと考えられる。

5-2 輪郭の連続性

触知図形の認知において、触れることによる触覚の特性から皮膚が接触した部分が触覚情報となるが、触覚での情報収集は触れた部分から連続する部分へと少しずつ情報収集範囲を広げて行くことにより理解できる構造である。逆に複数の情報が一度に掌や指先に触れると、触知図形の理解が難しくなることもある。よって、触知図形をさわる際には、さわる優先順位を設定する必要がある。優先されるのは連続した輪郭線であり、さわる物の全体像や一体感を把握することができると考えている。

そして、重度障害者の触運動知覚による線図形の認知においては、全体の分化統合が行われず、部分部分としてとらえてしまう傾向があるといわれている。その理由としてはゲジュタルトの法則における「よき連続」より「よく閉じた形」の因子が優位であることを明らかにしていることを指摘した〔註47〕〔註48〕。

筆者が試作したシマウマの触知図形（サイズ 297mm × 210mm）の例 [図 39] からみると、動物の輪郭線を強調せず、シマウマの体の模様だけを表現した場合、模様と模様の間は距離が長くなったため、3 人の触読者の認識を聞き取りした結果、全員がシマウマの一体感を認識することができなかった。これらの検証により、シマウマのような体の模様の特徴が明確な対象においても、輪郭の連続性が認められない事例においては、把握し難いということがわかる。修正した後、頭から足まで体の輪かく線を表現し、部分と部分の間の距離を守り、全体像や一体感を優先させることによってシマウマの触知図形をさわってわかりやすくした。



図 39 シマウマの聞き取りの調査

5-3 図形の単純化

触覚で物事を認識する際、ある程度物事を単純に表現すると、触覚で認識しやすくなる傾向がある。触読者にとっては、複雑な図形情報よりも、単純な触知図形を認識する方が混乱を招きにくい。

視覚で物事を認識する際、一瞬にして視野に入る対象物をとらえることができる。そして、全体をとらえた後、事物の詳細に至るまで記憶することは不可能であるが、大枠としての形を記憶し図像化することはできる。

また、触覚で物事を認識する際、ある程度物事を単純に表現すると、触覚で物事を認識しやすくなる傾向がある。触読者にとっては、複雑な情報を処理することより、単純な触知図形を処理する方が混乱しにくい。JIS S 0043「アクセシブルデザイン-視覚に障害のある人々が利用する取扱説明書の作成における配慮事項」においても、製品を安全かつ適切に使用できるようにするため、取扱説明書の点字版の配慮事項に触図を用いる場合は、単純化することが望ま

しいと指摘されている〔註 49〕。そして、触知図形を作成する場合は視覚でわかりやすい図版を全て触図化するのではなく、伝えるべき本質的情報という観点で、触図化すべき図を選択し単純化することが重要だと指摘されている〔註 50〕。触図の制作者はこれらのことを自ら判断することが必要である。

よって、視覚または触覚に関わらず、単純な情報は記憶しやすく、認識しやすい傾向がある。触知図形は余分な情報を削ぎ落とした単純な構造の方がより有効だといえる。

5-4 図形を触りやすい大きさへの配慮

手指を用いて詳細な情報を読み取る際に、複雑な触知図形や小さな触知図形の認知は困難であり、図形を触りやすい大きさへの配慮が必要である。

例えば、駅などに設置された触知案内図は、公共の場でよく目にする触図であるが、点字の他に、階段等の設備を表す記号、領域を示すドットパターンやストライブパターンなどの面パターン、領域を区切る線で構成されている。JIS T 0922 によると、一般的に大きすぎる触知案内図の触読には困難が伴うため、読み取れる範囲はおよそ人の肩幅ぐらいまでとされており、図全体をさわるのに両手いっぱい広げたり、身体を移動したりしなければならないような大きさは望ましくないとされている。また、触知案内図全体の寸法は、横幅 1000mm 以内、縦幅 600mm 以内とすることが望ましいとされている。そして、子供を対象とした触図範囲を示す先行研究はないが、中国の点字教科書のサイズを参考にすれば、横幅 240mm 以内、縦幅 300mm 以内と考えることができる。

一方、単純化した触知図形を構成する部品は、第 4 章の基本的な幾何形状についての調査に示したように、12 種類の幾何形状の最低認識サイズがそれぞれ異なることがわかった。実際の触知図形をデザインする際に幾何形状ごとの最低認識サイズに注意することが必要である。

5-5 物事の特徴の強調

触覚で図形を認知する場合は、物事の特徴（ヒント）が理解できることによって、イメージしやすくなり、物事を認知する際に重要な判断基準になる。そのため、さまざまな物事に属する特徴を強調した触知図形は、認知しやすいと考えられる〔図 40〕。

2016 年中国の北京大学が主催した第 17 回国際異なる感覚モダリティ研究会議（17th International Multisensory Research Forum, IMRF2016）が蘇州で開催された。議論の中に、視覚以外の異なる感覚モダリティ機能（触覚・聴覚・体性感覚・嗅覚など）を通じて、ヒトの画像の認知が構成できると指摘された。例えば、視覚でキリンの触知図形を認識する際に、長い首や体の模様などとい

ったキリンの特徴をとらえ、総合的に判断することができる。図 40 の試作 1、2 などのように、対象物の特徴を把握した上で、その特徴以外の部分を省略したり、必要な際に誇張したり、物事の全体像を表現しなくても、認識することができ、触知図形の表現方法の可能性を広げることができる。

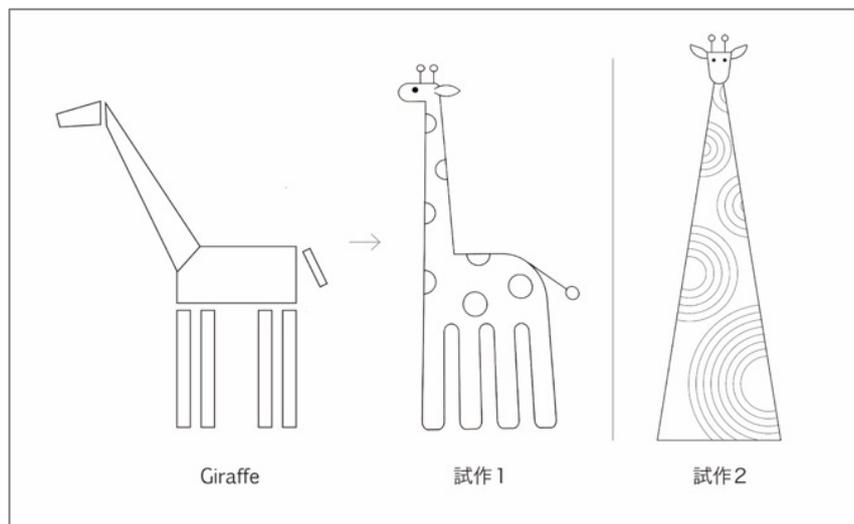


図 40 キリンの特徴モデル分析と表現
(試作した二つの触知図形は視覚障害者から触読した上に評価された)

5-6 必要な間隔距離

「3-3-1 手指で認知できる解像度」の調査により、触覚の解像度は視覚の解像度より粗いため、隣り合う二つの図形をそれぞれ異なる情報として識別するためには、必要な間隔距離を守らなければならない。

その間の距離があることによって、二つの部分の相違を認知することができる最小の距離のことを弁別閾という。手指におけるこの値は、研究者、または実験条件により、その値は異なるようだが、例えば、指先で 1.6mm、指のそれ以外の部分で 3.7mm、手掌で 7.7mm という値が出ている [註 51]。

JIS T 0922 により、触知案内図の情報内容及び形状並びにその表示方法について、点字と触知記号の間隔は、その読み取りに支障がないように 5mm 程度の間隔を取ることが望ましいと規定されている。ゆえに、設定した間隔距離を守り異なる部分を区別することができ、速く正確に確信をもって触読できると、触知図形を有効的に認知することができると考えられる。

5-7 重なる部分避ける

触覚には、密度の高い凸情報が重なり合うと、詳細な位置や形状の情報がとらえにくいという特性がある。その理由は重なった形をしているものは 1 つのまとまったグループだと認識されやすく、触覚だけの感知機能でそれぞれの情報を分類することが困難だからである。

例えば、重なり合いの表現で情報の空間性（三次元）を示す場合は、伝わらない可能性がある。特に空間表象を持たない先天性視覚障害者に対して、空間性を表現する触知図形は、そのまま描写することを避けることが必要である。そのため、触知図形制作は三次元の世界から二次元の世界へと平面化して処理することが必要である。よって、重なった部分は1つのグループと認識されないように、それぞれの意味がある形を切り離すなどの工夫が必要である。

5-8 触知図形に触楽を取り入れる

触知図形の役割は情報を伝達するだけではなく、触知図形の題材により、触読する触楽を取り入れることが重要である。3-3-3 集中力と鑑賞時間においても述べているが、触図を触読する際、さわる対象を把握した後、情報を一時的に記憶することがわかった。このような鑑賞方法は時間が長くなりやすく疲れやすいと考えられる。そのため触知図形のデザインにおいては、触知図形の題材や表現によって、触読者ができる限りリラックスしてさわるような工夫が重要である。特に子供を対象とした場合、さわる情報に対する理解力と想像力を育てることが可能になる。例えば、物語を添付することや、触知図形題材を増やすことなどが工夫の余地であり、紙以外の触知図形の素材を選択するなどのことができる。さらに、ユニバーサルデザインの視点から視覚や聴覚などの情報伝達手段を加えることで、触図をさわりながら新たな触楽を感じられると考えている。

「3-5 触知図形がもたらす楽しさ、面白さ（当事者インタビューより）」の調査から、触知図形の表現の可能性を高めること、そして好奇心や感情を共有し、触読者が自らの経験やイメージを確かめ、自分自身で理解し、認識できることが触知図形に触楽を取り入れる要素だと考える。

5-9 触読監修の必要性

触図制作者が制作する触知図形の質を担保する方法として触読監修が重要であり、北米点字委員会(Braille Authority of North America, BANA)では、触知図形の校正は資格を持つ校正者が触察で行うべきとされ、チェック時のリスト項目も明示している〔註 52〕。日本の点字出版社では点訳または点字の校正で3年以上の経験を有する者、または点字技能師、点字指導員資格認定者が校正を行っている。

触読監修は、触知図形がさわって分かりやすいものであるかどうかを確認する作業である。触知図形の制作過程に、触読監修を経てその都度修正する工程は必須であり、晴眼者による目視での校正は、不可能に近いと考えている。

5-10 色の選択の配慮

「1-5 視覚障害者の人口と障害の認定標準」に述べたように、視覚障害者の見え方の状態には、全盲、弱視、ロービジョンなどいろいろな表現がある。その中でも、ロービジョン者はその視覚機能の程度によるが色を認識できるケースもあり、残存した視覚機能を用いて情報を得ることができる傾向がある。そのため、触知図形に色を使う対象は、主に視覚が利用可能なロービジョン者として検討する。

また、中国の「触摸図形設計指南及図例」により、色で異なる部分を区別する場合には、色の種類が3色を超えないこと。また、色差や色の鮮やかさの対比が必要だと指摘されている。

5-11 本章のまとめ

現在、エンボス印刷やUV印刷など触知図形の印刷方法は多様であり、様々な触知図形が提供しやすくなっている。触図制作者は、どのような方法で触知図形の情報を伝えることができるかどうかを理解する必要がある。触知図形として成り立つための基本的な原則と、それに対応して、本章では触覚の特性に基づき、実際に存在する種々の表示方法と触知図形を制作した経験から、触知図形をデザインする10の基本原則を明らかにした。よって、本研究の触知図形は10の基本原則 [表-5] に従って、制作していく。

[表-5] 触知図形をデザインする基本原則

触知図形をデザインする基本原則	理由
1 触知図形を描写する視点	対象の情報をよく理解するため
2 輪郭の連続性	
3 図形の単純化	
4 図形を触りやすい大きさへの配慮	
5 物事の特徴の強調	触読性が良い触知図形をデザインするため
6 必要な間隔距離	
7 重なる部分を避ける	
8 触知図形に触楽を持ち込む	
9 触読監修の必要性	触読性が良い触知図形の質を検討するため
10 色の選択の配慮	視覚で見やすさを検討するため

第6章 触知図形を活用するデザイン提案と評価

前章では、触知図形を制作するために、視覚障害と触覚の特性を理解し、福祉施設で経験したことを整理した後、触知図形をデザインする 10 の基本原則を述べた。本章では、10 の基本原則に基づいた制作プロセスを巡り、触知図形を活用するデザイン提案を行う。また、触知図形のデザインについて、触読監修などを受けた後の修正の過程を示している。

本研究で制作する触知図形は、ユニバーサルデザインの観点から、全盲・弱視者、晴眼者、全ての人を対象者となる。題材は動物から始まり、植物、乗り物へと広げ、それぞれの対象の特徴と造形を分析し、触知図形をデザインする。その後、触読監修を経て、最適な触知図形の印刷方法を選択し、実際の触知図形製版と印刷をする。

作品 1「水中の生き物シリーズと貝殻シリーズ」では、触知図形及び、ユニバーサルデザイン製品の提案を行った。作品 2「中国の小学校国語教科書の触知図形補助教材」では、中国の特殊教育の現状を巡り、触知図形研究のプロジェクトを立ち上げ、小学校国語教科書の触知図形補助教材の制作を行い、触知図形を活用する提案と普及に向けた可能性を検証した。

6-1 作品 1-水中の生き物シリーズと貝殻シリーズ

6-1-1 作品制作の背景と目的

視覚障害者への聞き取り調査により、触知図形の題材とするべき対象物は、言葉では説明しにくい造形や、直接さわることが難しい対象物を優先的に選択することだと考える。そのため、博士前期期間（2015-2017年）には、日常的にイメージしやすい動物の題材を選び、動物の特徴をとらえスケッチを行い、それをパソコン上で整え、立体コピー化した。これまで世の中に存在した触知図形は、ある対象をデフォルメせずにそのまま触知図形化するものが多く見られた。グラフィックデザインの視点からオリジナリティのある触知図形、いわゆる、デザイン考案の時点から触知図形になることが想定されているものは少ない。また、博士前期の展示会で来場者の感想とアンケート調査から分かったことは、「もっと様々な動物の題材を展開してほしい」という要望が多かったことである。

博士後期課程（2018年）からは、水中の生き物をテーマとし、日常的にイメージしやすいカニやタコなどの生き物と貝殻を選び、グラフィックデザインとしての視点から、触知図形の制作を行ってきた。水中の生き物は、ぬいぐるみでさわった経験のある人も多く、また、食べ物としてもなじみ深いため、関心をもちやすいと考えた。貝殻には種類によって形に特徴があり、また規則的な模様を持つものが多い。実際の模様は触れて分かるものではないため、この規

則的な模様を凹凸の点で表現すれば、触り心地の楽しい変化に富んだものにしてできると考え、題材として採用した。

このように題材を広げることで、さらに触知図形の触学、触楽を追求し、視覚を使う人、使わない人など、誰もが鑑賞できる触知図形をデザインすることを目的とした。

6-1-2 ステップ1:対象の特徴と造形を分析し、角度を選ぶ

水中の生き物シリーズには、カニ、ハリセンボン、イカ、タコ、ウミガメ、スッポン、アカエイ、タツノオトシゴの8種類を選定した。本研究のデザインは、「5-1 触知図形を描写する角度」の原則に基づき、晴眼者が視覚経験を活かして事物を判断することと同じように、触覚で観察する場合には、できる限り情報の特徴（ヒント）をたくさん与えることが必要である。それぞれの水中の生き物の特徴を分析し、その特徴がもっともよく表現される角度を選択していく。

例えば、カニの特徴は、まず、外形のイメージが平たく、5対10本の脚があり、一对の太い鉗脚（はさみ）が重要なヒントである。次に、棒のような細長い4対の脚は左右対称である。また、大きな甲羅で体が覆われ、カニの種類によって、甲羅が丸い形や扇形などがある。また、甲羅の前縁から一对の柄の付いた目が突き出ている。

以上のカニの特徴を総合的に分析し、真上からの角度で左右対称の触知図形とすることが、カニの特徴を最もよく表現することができるため、この角度を選んでデザインした [図 41]。

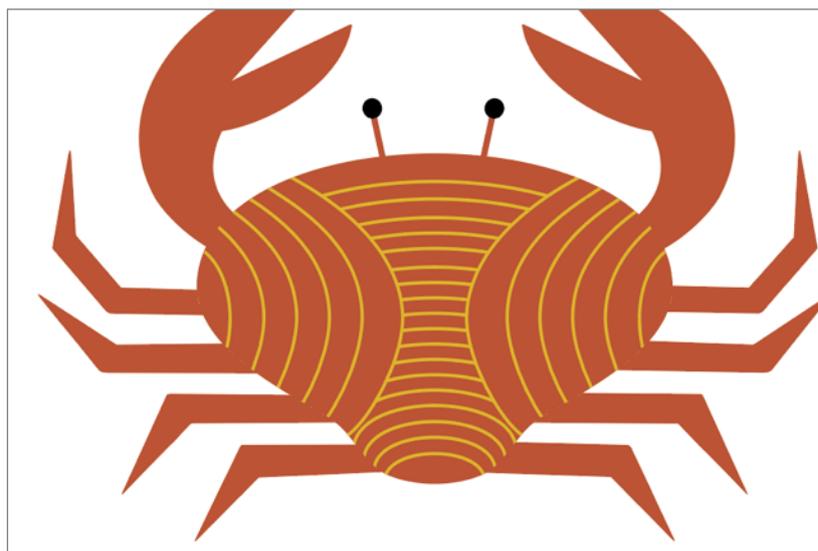


図 41 カニのデザイン

ハリセンボンの特徴は、まず、敵に襲われると水や空気を吸い込んで体を大きく膨らませる姿である。次に、体表にはウロコが変化したたくさんの鋭いハリがあることである。また、分厚い口と魚の背ビレ、胸ビレ、尾ビレがある。

以上のハリセンボンの特徴を総合的に分析し、横向きの角度にすると、膨らんだ丸い輪郭とたくさんの鋭いハリの特徴を強調することができるため、この角度を選んでデザインした [図 42]。

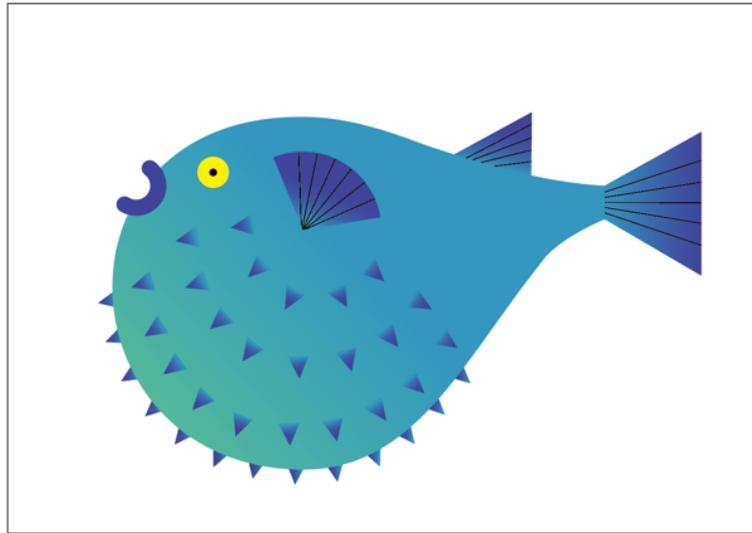


図 42 ハリセンボンのデザイン

ウミガメの特徴は、まず、四肢は上下に平たく、特に前脚は大きく長さがあり、横長の半円形である。後ろ脚は短い。甲羅は上下に平たく、後方に向かってすぼむ水滴形をしている。表面は固いウロコで覆われている。

以上のウミガメの特徴を総合的に分析し、真上からの角度で特徴がある甲羅や前脚などの部分を表現することができるため、この角度を選んでデザインした [図 43]。

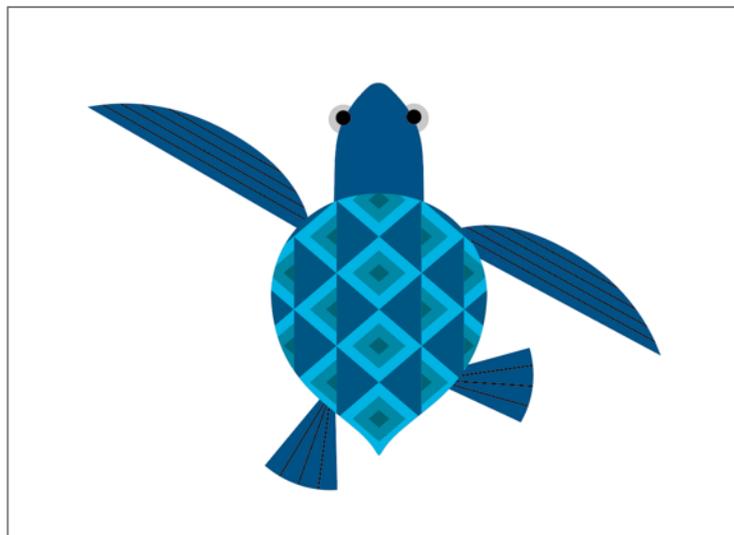


図 43 ウミガメのデザイン

イカの特徴は、まず、胴体は長い棒のような円筒形であり、ヒレは幅広の三角形である。次に、ものを捕まえたりする腕は実際に8本で、残りの腕2本の先端には吸盤が集中する「触腕」とよばれる構造となっている。また、イカの目は大きく、胴体と腕の間にある。

以上のイカの特徴を総合的に分析し、真正面の角度にすると、ヒレ、胴体、目と腕などの特徴を表現することができるため、この角度を選んでデザインした [図 44]。

タコの特徴は、まず、イカ（十腕形類）に比べ、触腕を欠くので複数の吸盤がついた8本の腕がある。次に、見た目で頭部に見える丸く大きな部位は胴部であり、大きな目は胴体と腕部分の間にある。

以上のタコの特徴を総合的に分析し、イカの表現と同じように、真正面の角度にし、腕、胴体、目の部分の特徴を表現することができ、イカと比較することができるため、この角度を選んでデザインした [図 45]。

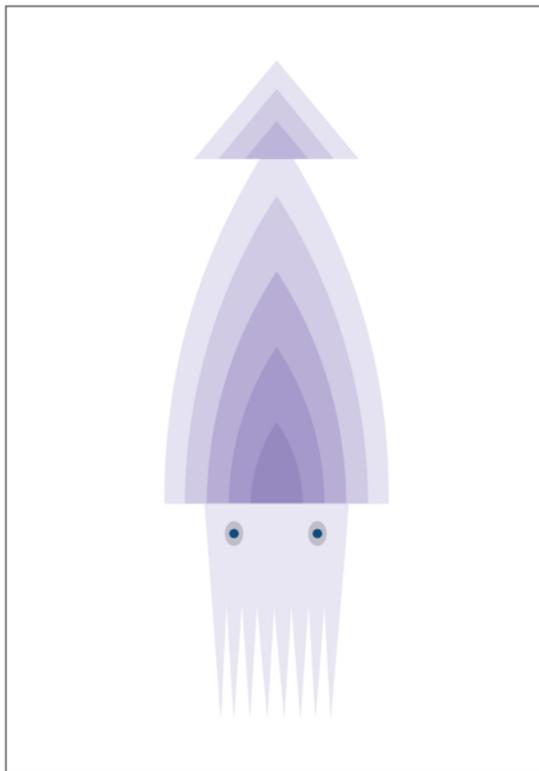


図 44 イカ的设计

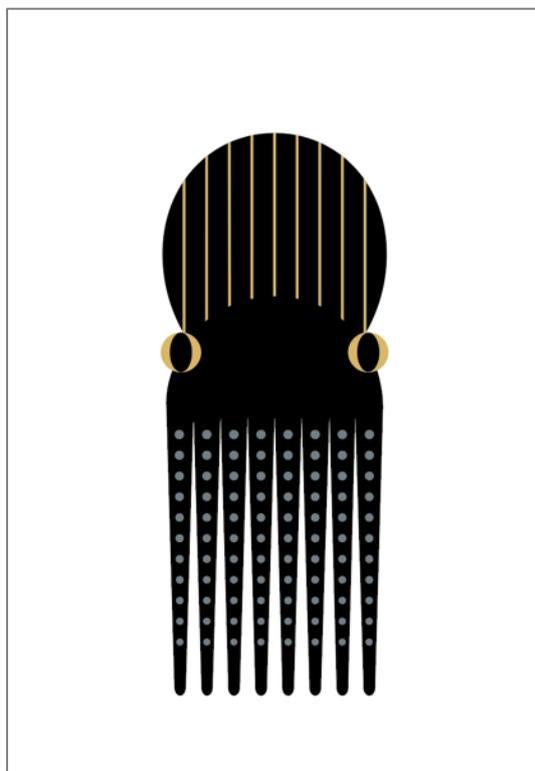


図 45 タコ的设计

スッポンの特徴は、まず、カメと異なり、甲羅の表面は角質化していないので軟らかく、規則的な形状がない。次に、首は他のカメより長く、鼻も前に突き出ている。また、前脚はカメより短い。

以上のスッポンの特徴を総合的に分析し、真上からの角度で甲羅と脚の部分を表現したが、スッポンの鼻の特徴を理解するため、顔の部分だけ横向きになるようデザインした [図 46]。

アカエイの特徴は、まず、真上から押しつぶされたように平たく、座布団のような形をしている。次に、左右の胸ビレは緩やかな曲線を描くが、腹ビレは幅広く三角形である。また、胴体の先端にある吻が細く鋭くなり、尾がしなやかに細長い。

以上のアカエイの特徴を総合的に分析し、真上からの角度で全体像を表現することができるため、この角度を選んでデザインした [図 47]。

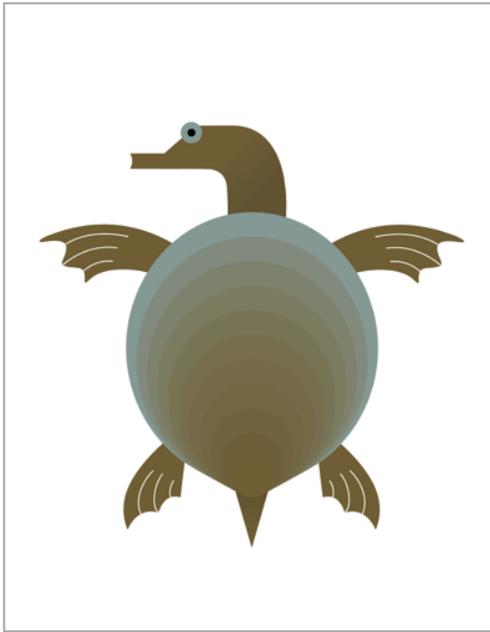


図 46 スッポンのデザイン

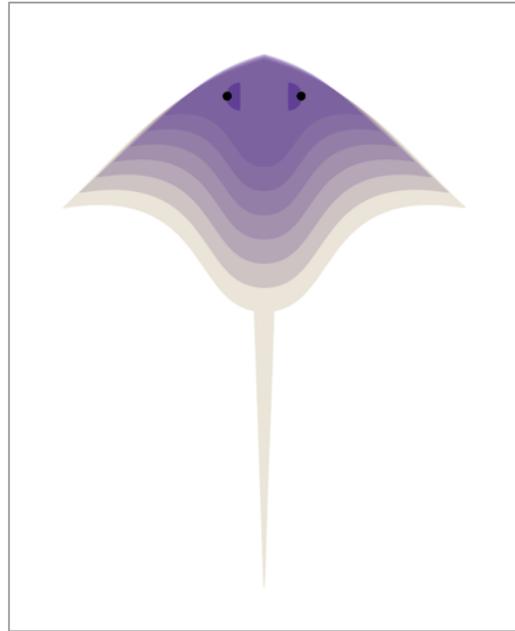


図 47 アカエイのデザイン

タツノオトシゴの特徴は、まず、口先が前方に長く突き出ている、そのつけ根に目がある。体は直立で、頭部が前を向く姿勢をとる。また、尾ヒレはないが尾は長く、普段は尾を巻きつける様子が見られる。背中には小さな背ビレがある。

以上のタツノオトシゴの特徴を総合的に分析し、横向きの角度にすると、全体像として、口先、体を直立させている姿、背ビレの特徴を強調することができるため、この角度を選んでデザインした [図 48]。

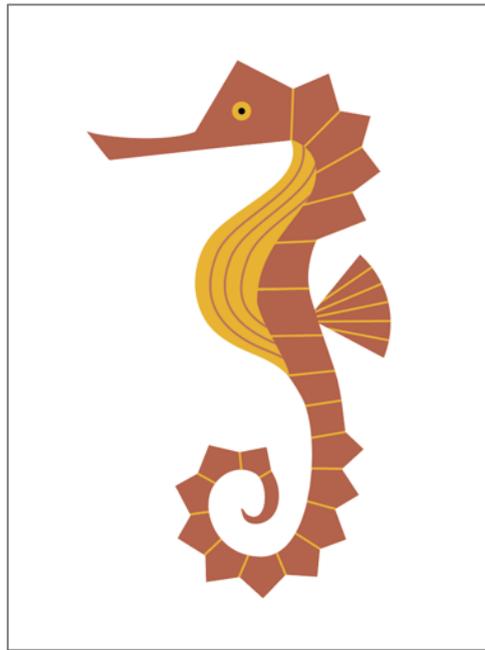


図 48 タツノオトシゴのデザイン

貝殻シリーズは、水中の生き物に関連する情報として展開してみた。貝殻の中に形に特徴のある巻き貝を中心に、本体の周囲に櫛や棘のような造形をもつものや、小さならせん状の貝殻がだんだん大きくなるものなどを選んだ。そして、形は単純だが、模様が規則的に描かれているものも選び、合計6種類を選定した [図 49]。



図 49 貝殻シリーズのデザイン

6-1-3 ステップ2:触知図形をデザインする

どの角度で触図化するのが良いか判断した後、パソコン上でデザイン編集をする。グラフィックデザインソフト Adobe Illustrator を使用した。触知図形を表示するサイズの設定は、JIS 規格に示された基本原則から得たサイズを守り、水中の生き物と貝殻の模様までを細かく表現することができるため、幅 420mm・高さ 297mm の A3 サイズを採用した。

第 5 章の基本原則の中にある、触知図形をデザインする際、輪郭の連続性、特徴を強調し、形を単純化することに基づきデザインを行った。

例えば、カニの触知図形は丸形、三角形、四分の一円でデザインした。デザイン案 1 は、実物より洗練された線や幾何形状を使ったが、カニの特徴であるはさみの口元の鋭角のような形が曖昧であり、目を強調してないため、甲羅と区別しにくい。また甲羅の模様が密集し過ぎているため、単純化する必要がある。デザイン案 2 は、はさみの鋭角の角度を広げ、重要な特徴であるはさみを強調した。また、甲羅の上にある目を突き出させ、輪郭の連続性を守り、部分と部分を区別しやすくした。さらに、甲羅の線の数を減らし、4 対の胸脚の向きと長さを調整した。よって、デザイン案 1 より、カニのはさみ、目、甲羅と 4 対の胸脚を分かりやすくした [図 50]。

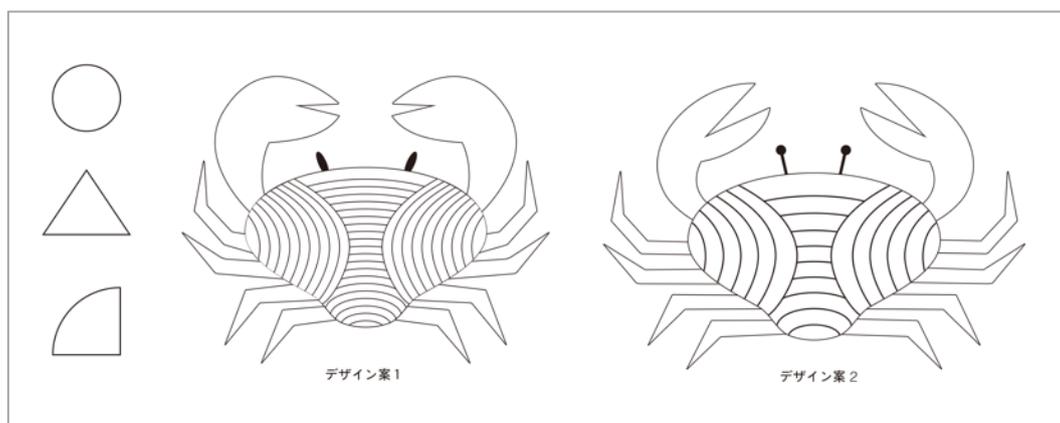


図 50 カニのデザイン過程

ハリセンボンの触知図形は丸形、三角形、四分の一円でデザインした。デザイン案 1 は、ハリセンボンの膨らんだ姿とアウトラインの連続性を強調した。胸ビレ、背ビレと尾ビレを表現し、小さな丸で体のハリを示した。デザイン案 2 は、ハリセンボンのアウトラインをもっと洗練させ、三角形で胸ビレ、背ビレと尾ビレを表現した。また、小さな三角形でハリセンボンのハリを表現し、特徴がある部分を強調することができた。そして、目と口の形の大きさを調整した [図 51]。

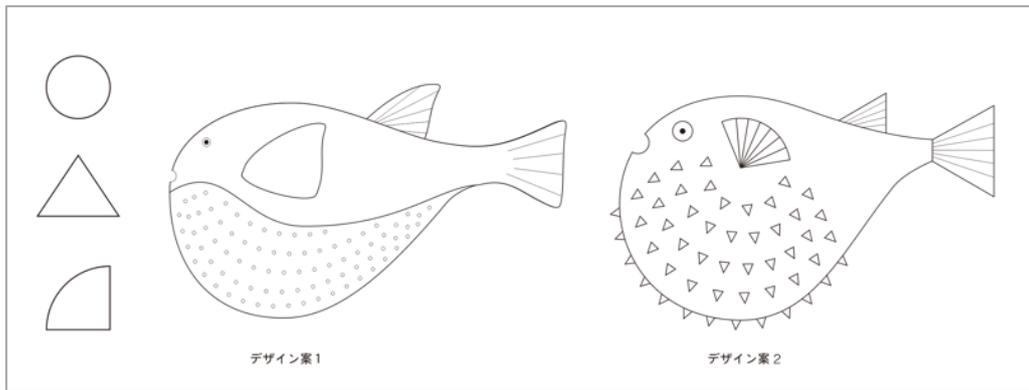


図 51 ハリセンボンのデザイン過程

ウミガメの触知図形は丸形、正方形、三角形、半円形でデザインした。デザイン案1は、特徴がある甲羅の模様を六角形で表現したが、六角形の大きさは実験調査からの最低認識サイズ 20mm はここでは表現できず、また、同心円のような表現によって、情報量が多過ぎると判断した。全体像のバランスや前後脚の位置関係を調整する必要がある。デザイン案2は、甲羅の模様を単純化し、正方形と三角形で表現した。ウミガメの全体像のバランスをとるため、前脚と後脚の動きを出した [図 52]。

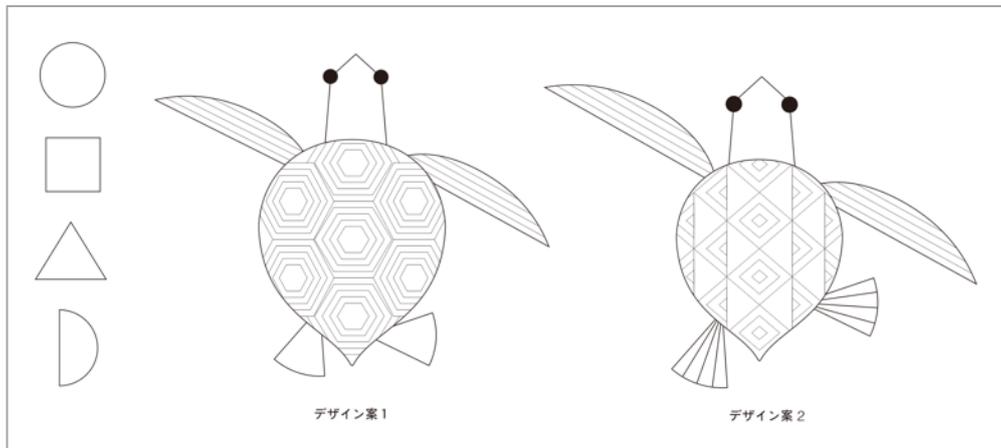


図 52 ウミガメのデザイン過程

イカの触知図形は三角形と正方形でデザインした。デザイン案1は、左右対称のイカをデザインし、上からヒレ、細長い胴体と両側にある目、ものを捕まえる腕を表現した。一番上のヒレの形が複雑であり、単純化する必要がある。また、イカの目の位置は胴体の両側に設置すると、半円形の目を理解しにくい。デザイン案2では、ヒレの形を単純化し、胴体とヒレの形を区別しやすい模様をつけた。そして、イカの目を真正面に配置し、丸い目の形を理解しやすくした。さらに、イカの特徴的な腕も数えられるように整理した [図 53]。

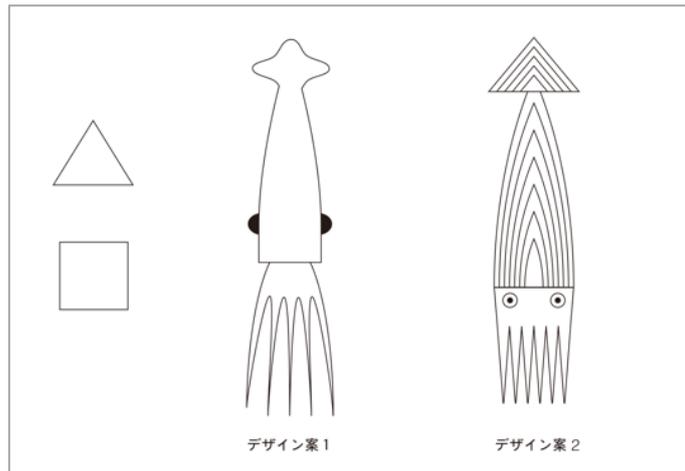


図 53 イカのデザイン過程

タコの触知図形は丸形と正方形でデザインした。デザイン案1は、真正面の角度にタコの頭、目と腕の部分を表現し、全体像の連続性を出したが、腕は、三次元の表現で後ろ脚も表現した。デザイン案2は、「5-7 重なる部分を避ける」により、重なり合う表現で情報の空間性（三次元）を示す場合は伝わらない可能性があるため、腕は一行に8本を棒のように表現し、そして、腕の中に複数の吸盤を設置した。また、丸い頭の部分を強調し、触覚で理解しやすいタコのデザインを表現した [図 54]。

スポンの触知図形は丸形、四分の一円、正方形でデザインした。デザイン案は真上からの角度で頭、甲羅、前後脚、しっぽの部分を表現し、頭と長い首が繋がり、顔の部分は横向きにし、ウミガメと区別しやすいように、顔から鼻を突出させた。また、実際に甲羅の柔らかい質感のイメージを出すため、曲線で模様を表現した [図 55]。

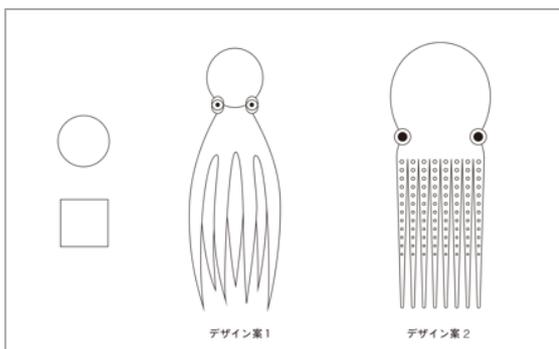


図 54 タコのデザイン過程

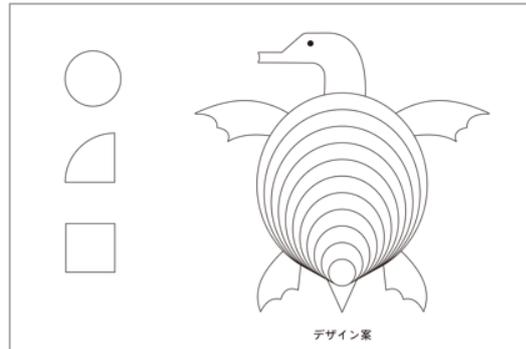


図 55 スポンのデザイン過程

アカエイの触知図形は三角形と半円形でデザインした。真上の角度から、アカエイの頭、胴体、ヒレなどを単純化するため、幅広の三角形で表現し、尻尾は細長い三角形で表現した。さらに、水中を泳ぐ姿を表現し、アカエイの胸ビレを緩やかな曲線で表現した [図 56]。

タツノオトシゴの触知図形は丸形、三角形、正方形でデザインした。デザイン案はタツノオトシゴの全体像を描き、複雑な造形を単純化し、前方に長く突き出ている口先の特徴を強調した。三角形でウロコの硬さを表現し、曲線で胸の柔らかさを表現した [図 57]。

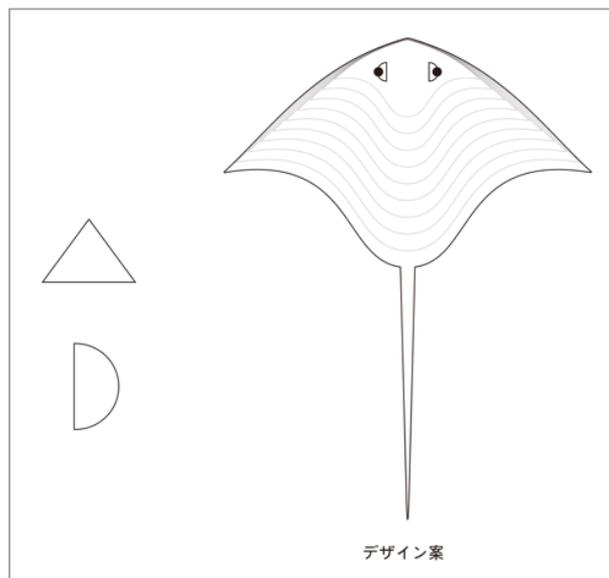


図 56 アカエイのデザイン過程



図 57 タツノオトシゴのデザイン過程

6-1-4 ステップ3:触読監修を経て、デザインを修正する

パソコン上で触知図形のデザインを仕上げ、触読監修を受けるため、点線の触知図形を作るのは重要な部分である。データも実線ではなく点線とし、作図整版機で使用する点と点間隔のサイズで編集する。

点線には、小の点、中の点、大の点の3種類を使う。それぞれの直径は、小の点は約0.5mm、中の点は約1.2mm、大の点は約2.2mmである。

点線を描く場合、小、中の点を使う。点と点の間隔については、中の点の場合は2mm以上、小の点の場合は1.6mm以上取ることが必要である〔図58〕。ただし、極端に間隔が広いとつながった線として認識できなくなるため注意する。また、まれに大の点で線を描く時もあるが、間隔は4mm程度が適当である。

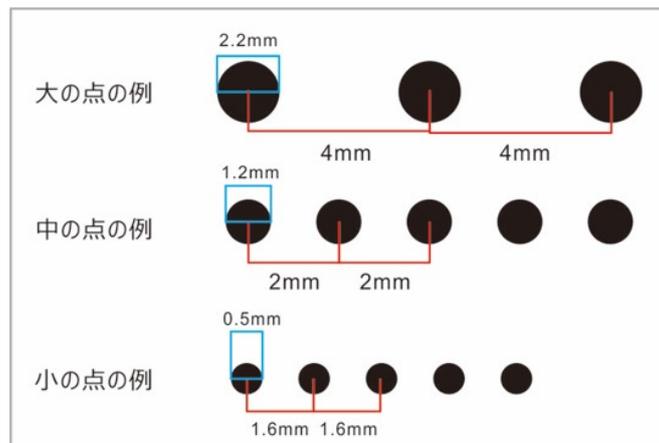


図 58 本研究が使用した点線の種類と間隔

点線を作る際、良い例のように、形のデータを制作する場合は下書きの実線とぴったり合わせた点線を作らなければならない。四角形の場合は、4つの角に点が配置されるようにする。また、角度を表す場合、鋭角になればなるほど点が密集するため角が分かりづらくなる。よって、点の配置の工夫が必要となる〔図59〕。

その後、制作したデザインデータをカプセルペーパー（松本興産が開発した発泡カプセルを塗り込んだ特殊な用紙）に立体コピー印刷し、視覚障害当事者による触読監修を受ける〔図60〕。

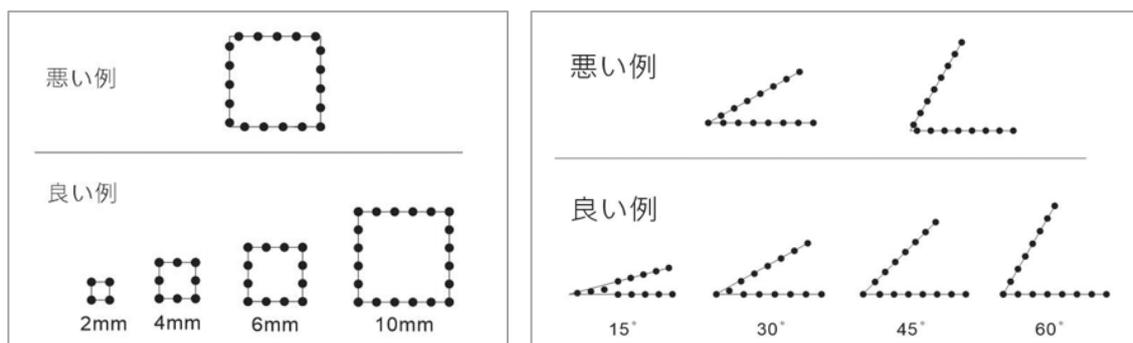


図 59 データを制作する際、良い例と悪い例

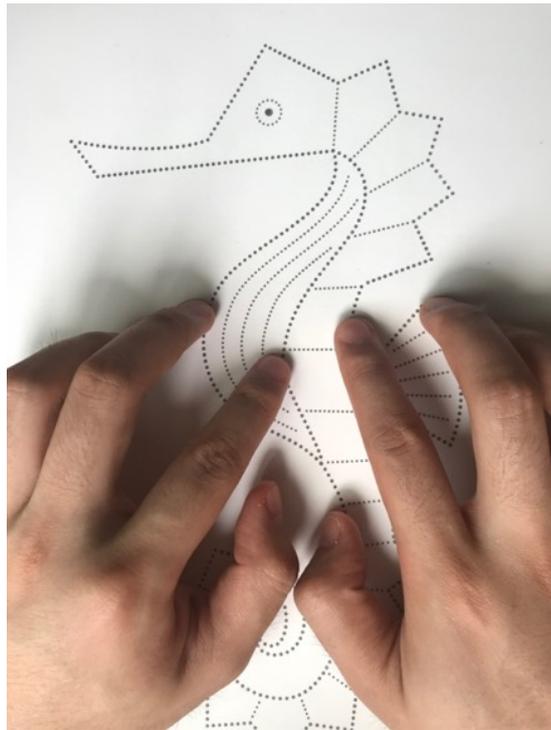


図 60 触読監修の様子

実験調査から得られた幾何形状サイズの数値を参考にし、触知図形をデザインする基本原則に準じて、実際に触読監修を受ける。修正指摘を受けた過程として以下に3例を挙げる。

ハリセンボンのデザインはまず、描写する視点は正面ではなく横向きにし、背ビレ・尾ビレの形で魚のイメージを伝えやすくした。ハリセンボンの図形を単純化するため、特徴以外の細かい部分を省略し、丸形、三角形、四分の一円の形で表現した。

修正1 [図 61] では、ハリセンボンの体を膨らませる姿と腹部にハリ状の短い突起がある印象が強いため、その部分をさわって分かるようにした。背ビレ、胸ビレと尾ビレについて、三角形の中の点線が密集しすぎて、輪郭の情報と区別しづらいと指摘を受けた。また、ハリセンボンの特徴であるハリを実験調査からの三角形の最低サイズ 8mm で表現したが、針の数が多すぎて1つ1つを認識しづらいと指摘を受けた。

修正2 では、ハリを37個から23個に減らし10mmの三角形にした。尚且つ三角形同士の間隔を広く取ることで、指先で1つ1つのハリが認識しやすくなった。

修正後には、ハリの向きがより分かるように、三角形の一片を削除し、また、胸ビレは体とのつながりを感じられるように扇型の頂点に5mm以上の開口部を設けた。そして、微調整として、くちびるは5mm以上外側へ出し、強調した〔図62〕。

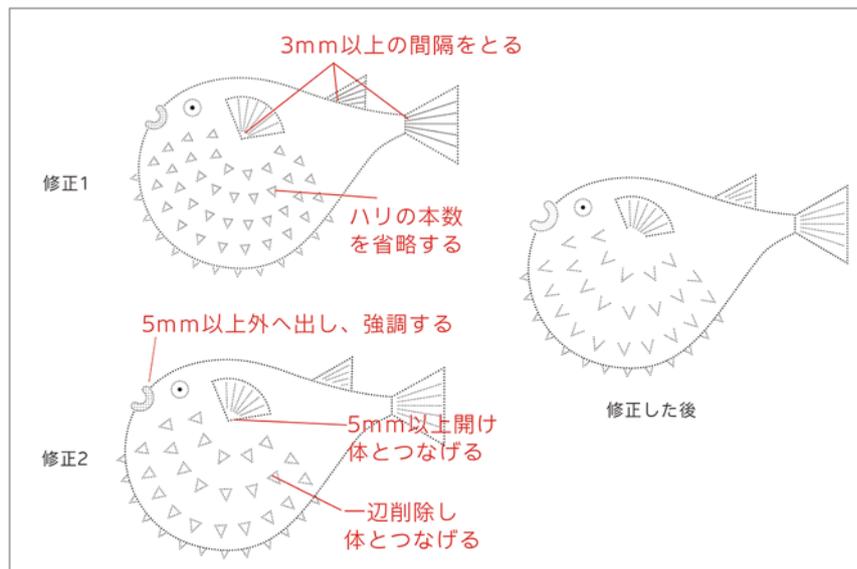


図 61 ハリセンボンの触読監修を受けた修正過程

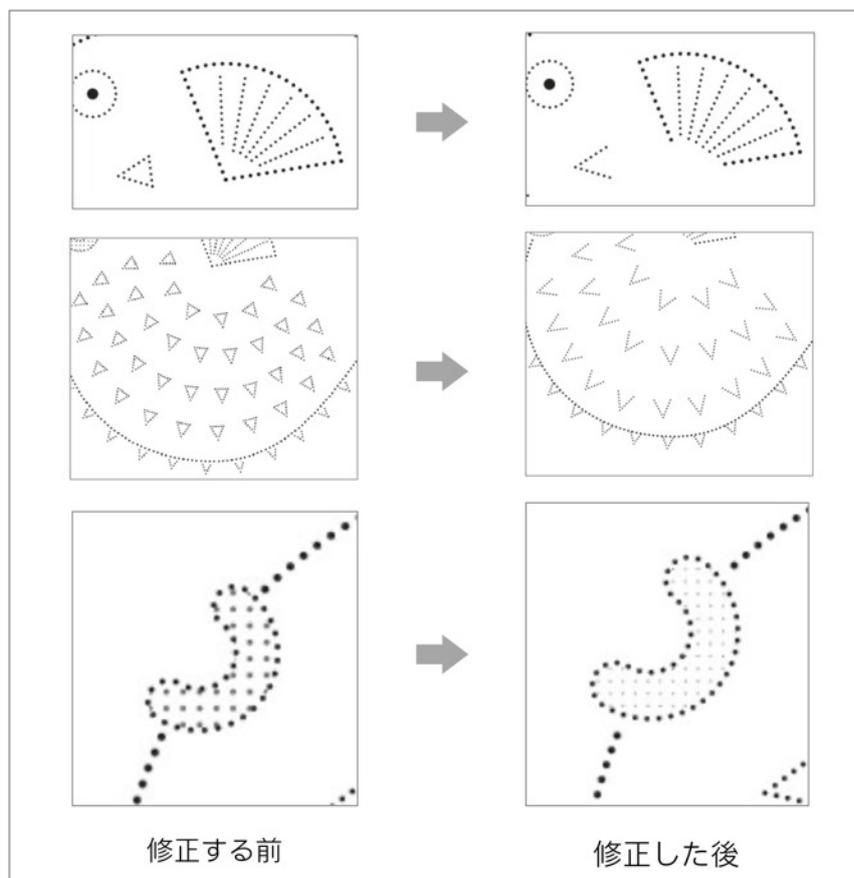


図 62 ハリセンボンの修正前後

カニの特徴であるハサミ、甲羅、甲羅からのびた脚が分かりやすくなる構図は、カニを真上からみた描写が最も分かりやすいと判断した。そして、カニの形を単純化するため、三角形、四分の一円、正方形で表現した。

修正1 [図 63] では、カニのハサミと脚の部分が大きく、背景の部分なのか、脚の部分なのか分かりづらいと指摘を受けた。また、カニの目の部分を探しにくいことと、特徴である甲羅と脚の間隔をなくすと、交差する部分が情報過多となり、甲羅のアウトラインを読み取ることが難しくなると指摘を受けた。

修正2 では、修正1 にあった問題を巡り、ハサミと脚は、凸点の輪郭に囲まれた部分を凹点で表した。特に甲羅に近い脚の水平部分は、等間隔に点線が平行しているため、凹点を使うことで、はっきりと区別できるようになった。そして、甲羅のアウトラインを触知しやすくするため、二重線で甲羅のアウトラインを強調したが、甲羅の周りに交えている情報量を増やすことより、減らす方が読み取りやすいと指摘を受けた。

よって、修正した後は、実際には甲羅のアウトラインと脚の点線が隣接する部分の間隔を点1つから2つ分あけたことで、甲羅、脚とハサミの部分をはっきり触知しやすくなった。

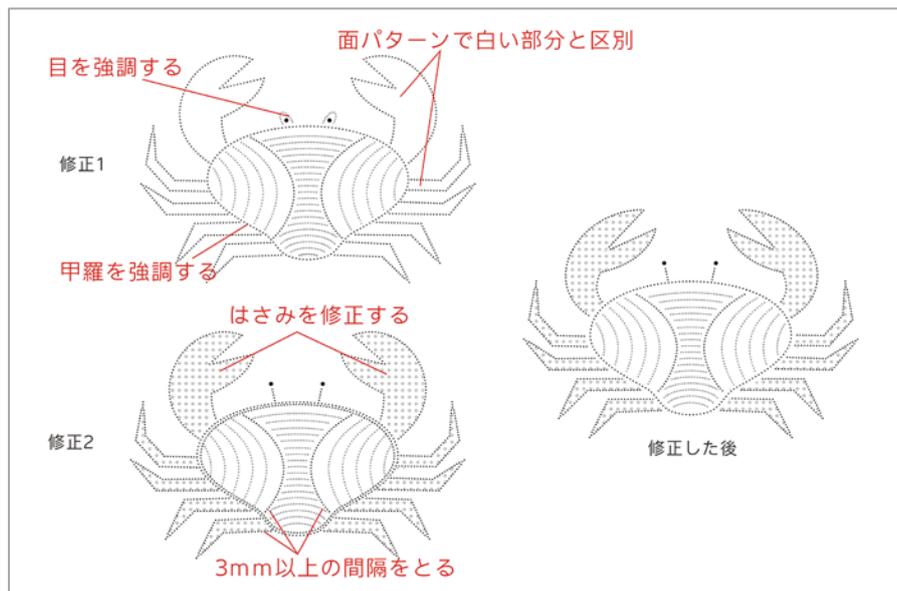


図 63 カニの触読監修を受けた修正過程

タツノオトシゴのデザインはまず、描写する視点は横向きにし、特徴である口先、直立する姿、しっぽなどを表現することができる。タツノオトシゴの図形を単純化するため、特徴以外の細かい部分を省略し、三角形、四分の一円、丸形の形で表現した。

修正1 [図 64] では、体とウロコのアウトラインが重複し、全身の姿が読み取りにくくなり、顔とお腹の距離が近すぎる。お腹と背中との模様が同じで区別しにくい。狭く細いしっぽと右側の胴体の距離が近すぎると指摘を受けた。

修正2では、体とウロコの繋がり、全体像のアウトラインを強調した。顔とお腹の距離を離すため、顔を上に上げて空間を広げた。そして、お腹に縦の線の模様を付け、背中との模様と区別した。しっぽと胴体の距離を取るため、しっぽのウロコを省略した。

修正した後は、修正2より、さらにタツノオトシゴの直立する胴体を示すため、背中からしっぽの先端にかけて指の腹にしっぽがおさまるように、2本の線の間を16mmにし、胴体が細長いイメージを作り上げた。

このように一枚ずつ触知図形を完成させた。

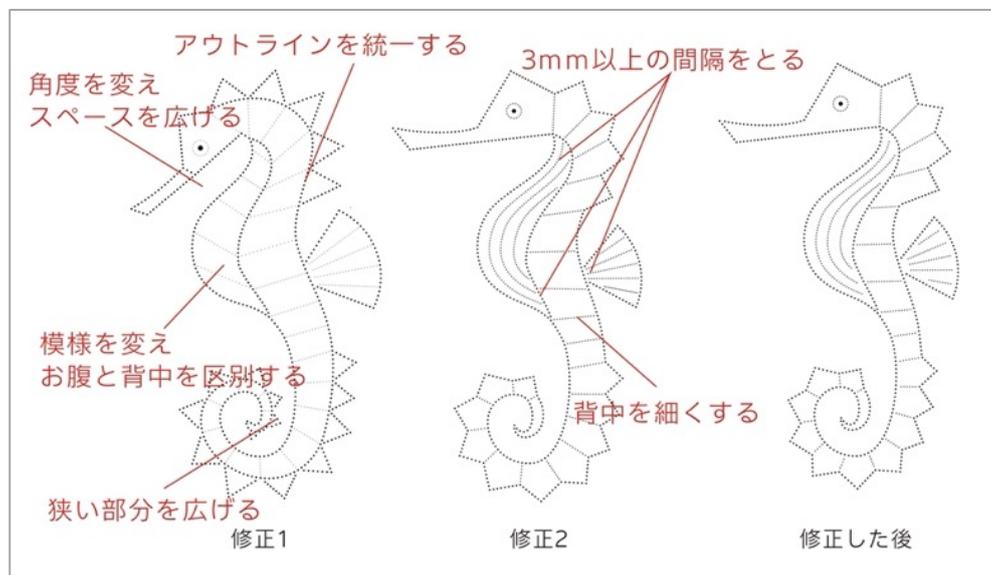


図 64 タツノオトシゴの触読監修を受けた修正過程

6-1-5 ステップ4:触知図形を製版する

作品1における触知図形制作には、作図製版機で製版を行うエンボス(凹凸)印刷を採用した。

筆者が交流を持った名古屋情報文化センターでは、様々な手法で触図を制作する中でも、大量印刷に向き、安価であること、また、視覚障害者が日常的に親しむ点字図書と同様の紙へのエンボス点字であることからこの手法とした。

作図整版に使用する原版は、塩ビ板と亜鉛板の2種類がある。塩ビ板は透明なため、作図整版の際に目視確認ができるなど何かと便利だが、90kg以上の用紙への印刷には耐久性の面で適さない。作品1は印刷用紙に厚みのマシュマロCo160g紙を選択したため、亜鉛板を原版として使用することとした。

用紙は、厚さと表面の手触りを重視し選択した。

コピー用紙のうち少し厚みのある用紙（55～90kg）を選んだ場合、亜鉛板に挟んで印刷すると、点の頂点が破れてしまう場合がある。逆に用紙の厚みがありすぎると印刷した際に点が低くなり触読に適さない [図 65]。用紙には触読する際に指先や手のひらの圧力がかかるため、すぐに点がつぶれてしまわないように薄すぎず、厚すぎない適度な厚みが必要である。

用紙への印刷には点字印刷機を使用した。作図製版機と点字印刷機はいずれも株式会社小林鉄工所（京都市）製の専用機械である。作図製版機は、大・中・小の点を表すオスメス型の打刻部品の中に亜鉛板を置き、一点一点足踏みでプレスする [図 66]。

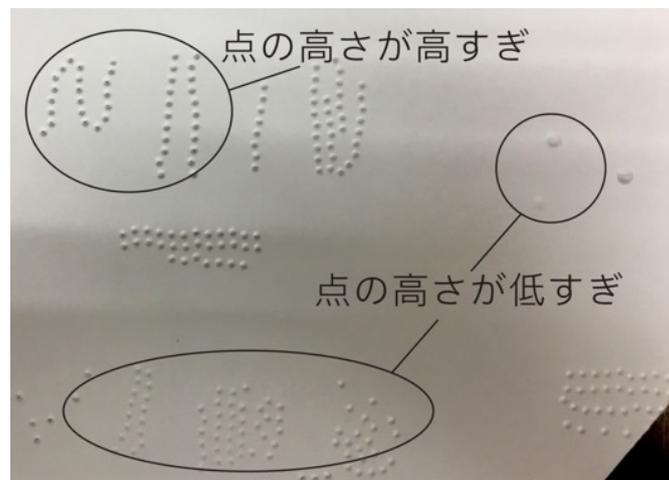


図 65 点の頂点が破れた場合と点が低く出ない場合

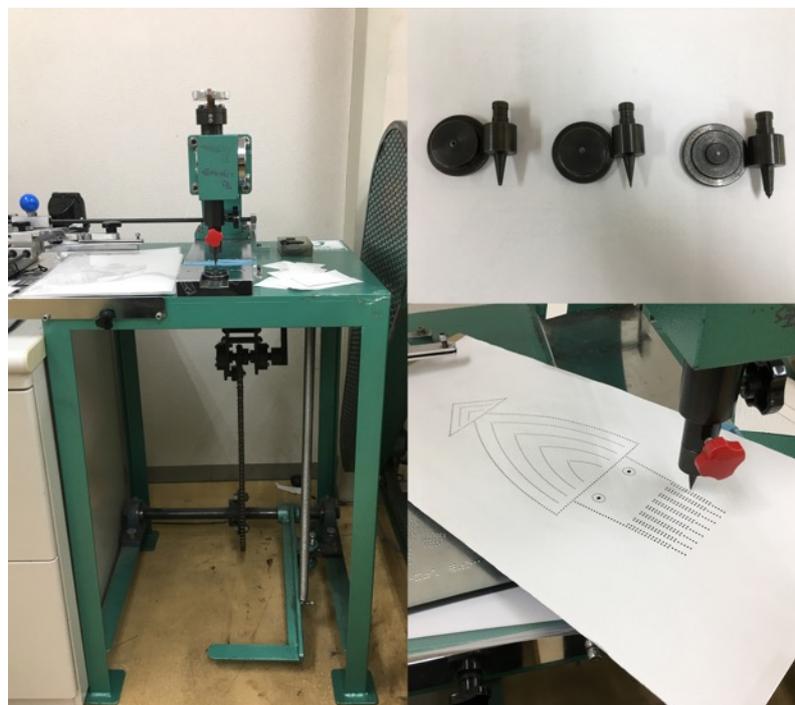


図 66 作図製版機(左)、オスメス型の打刻部品(右上)と実際に製版する様子(右下)

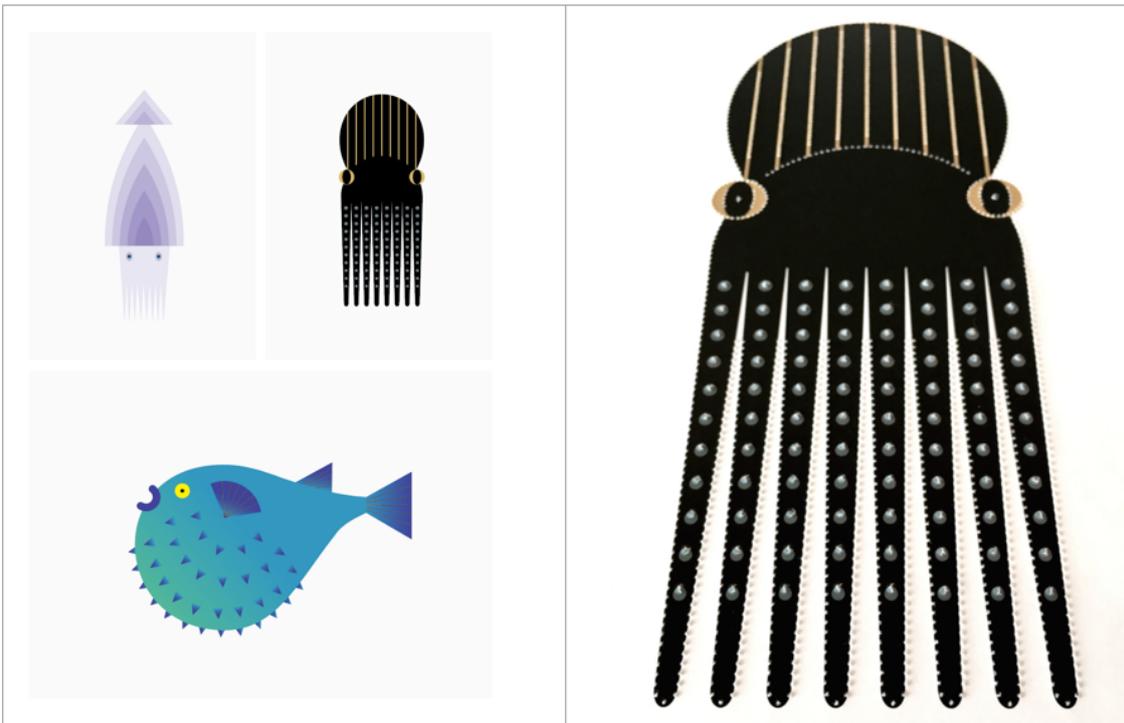
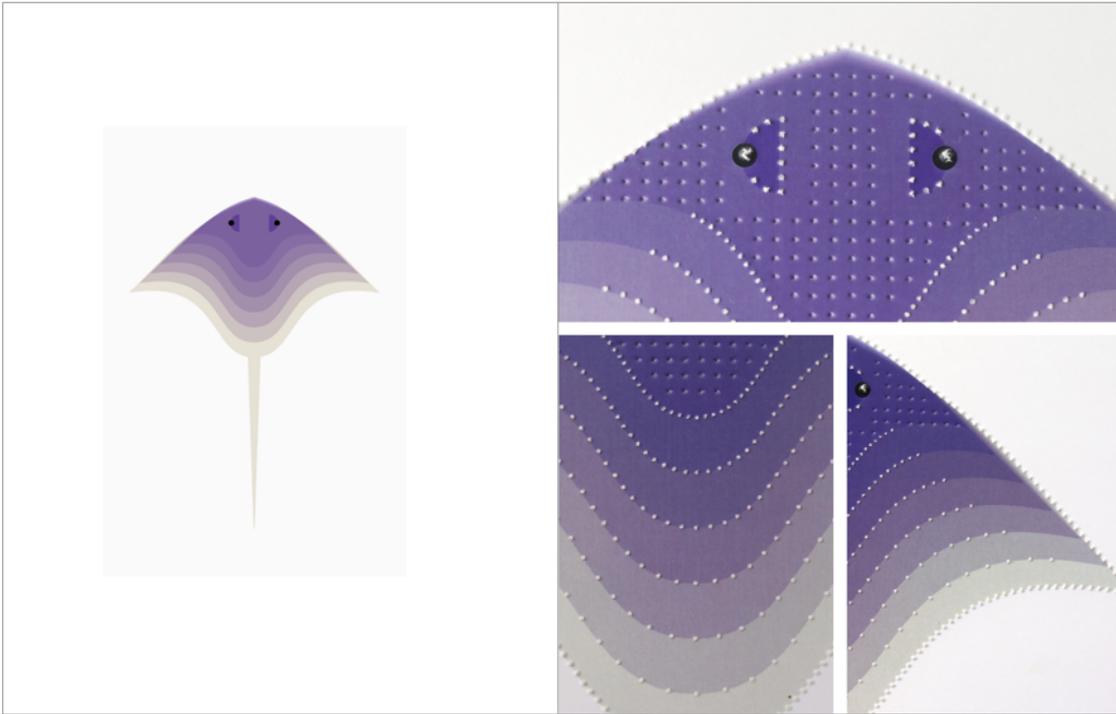
製版する前、大の点、中の点、小の点の点圧（凸点の高さ）を調整する必要がある。この作業を慎重に行わないと、最終的な出来映えを大きく左右する工程である。触知図形は亜鉛板の凹の面から製版するため、最終的な点線データは反転印刷しなければならない。その後、同じ大きさの亜鉛板を2枚貼り合わせ、上部を固定し整版する。整版の際は、印刷した点線データの通り、1点ずつ打刻する。

6-1-6 ステップ5:触知図形を印刷する

最後にデザインの色づけについては、純度が上がり鮮やかな色を選び、弱視者、晴眼者ともに視覚的に楽しめるような色使いを行った。色付きの原画をレーザー印刷した後、エンボス印刷でその原画の輪郭部を浮き上がらせる。印刷する際は、2枚合わせで製版した亜鉛板の間に用紙を挟み、2本のローラーが回る点字印刷機に通す〔図 67〕〔図 68〕。



図 67 点字印刷機



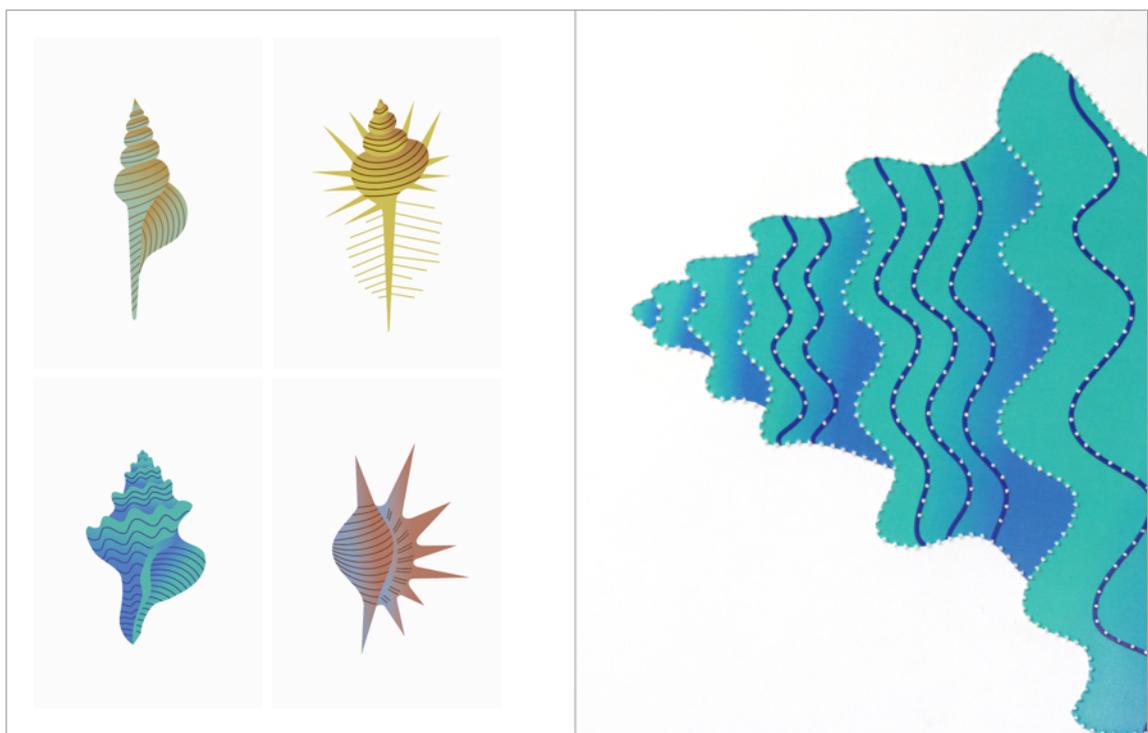
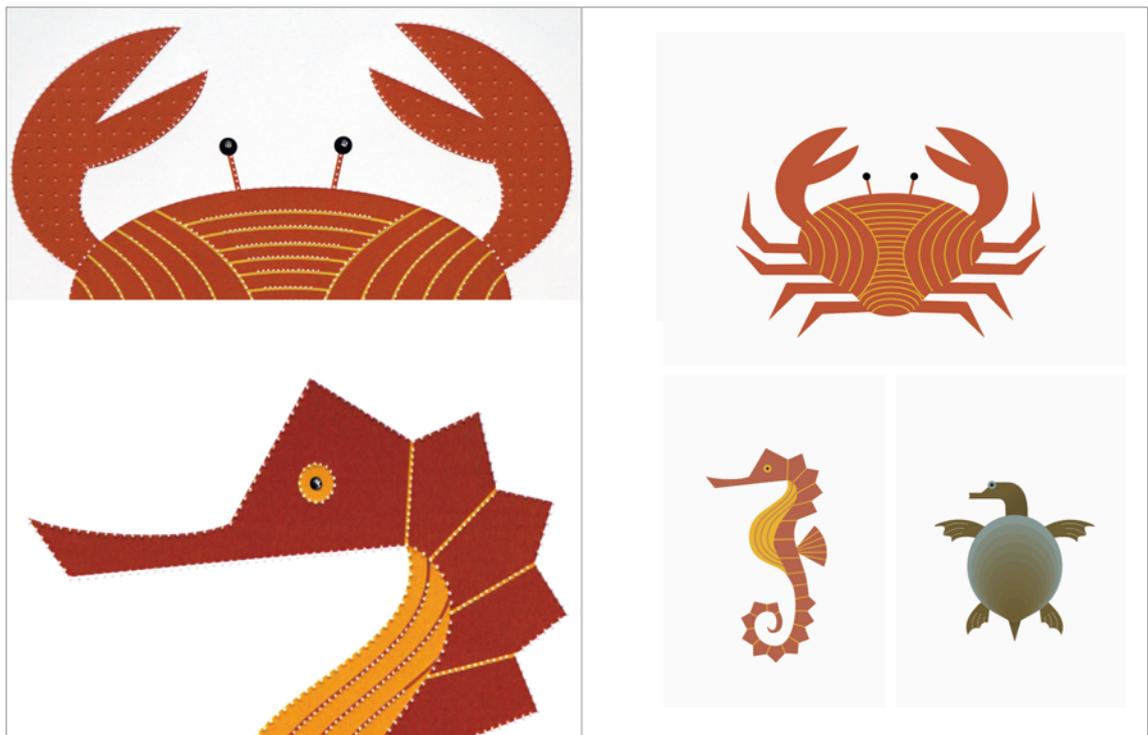


図 68 水中の生き物シリーズのデザイン原画と最終形

6-1-7 応用と評価

筆者が開発したユニバーサル・デザイン製品の「さわれるクリアファイル」(6種類)と「さわれる一筆箋1」・「さわれる一筆箋2」は、名古屋情報文化センターとかわら美術館ミュージアムショップで販売された。

クリアファイルは、視覚的にも楽しめるようにカラー印刷し、その印刷に重ねるように大・中・小3種類の点を使い、時には裏点(凹点)で表示するなどして、触知図形をエンボス印刷したものである。

一筆箋は、195*90 mmの用紙の端に触知図形をエンボス印刷したものである。

また、リニューアルした12種類の「さわれるクリアファイル」と「さわれる一筆箋2」が岡山県立美術館ミュージアムショップと点字・触図工房BJで販売されている〔図69〕。



図 69 「さわれる一筆箋」(左)と「さわれるクリアファイル」(右)

6-2 作品2-中国の小学校国語教科書の触知図形補助教材

6-2-1 作品制作の背景と目的

中国の小学校国語教科書補助教材は筆者が「2-3-3 視覚障害者のための教科書」において広東省の湛江市特殊教育学校の小学校国語教科書の問題を巡り、弱視の生徒向けにカラー印刷した拡大文字版教科書には文章を理解し、想像を広げる役割を持つ絵や図形があった。しかし点字版教科書には、点字文章以外に、文章を理解する絵や図形などは省略されていた。同校に勤務する教諭によると、授業中に教科書に出てくる物を説明する際に、非常に説明しにくい状況があることや、さらに生徒によると、授業中は教科書の点字と先生の声しかなく、さわれるものがほとんどないため、授業のおもしろみは減り、内容をイメージしにくいなどのコメントをもらった。また、湛江市特殊教育学校が使用している教科書は全国統一のものであり、これは湛江市に限らず中国全体に共通している課題だと考える。そのため、初等教育を受ける視覚障害がある生徒達に対して、言葉だけではイメージできないものを補う教材の必要性を強く感じた。中国の教育現場において、教科書の内容をよりイメージしやすい触知図形を活用する課題が浮き彫りになった。

2020年7月に広東省教育庁から研究助成をもらい、同年9月から2022年12月までの2年間にわたる広東省教育科学研究プロジェクトを立ち上げた。プロジェクトは「異なる感覚モダリティによる認知図形デザインと応用研究」（項目番号：2020GXJK339）、研究代表者は徐佳（広東海洋大学准教授）、参加者は11名である。広東海洋大学、愛知県立芸術大学柴崎幸次研究室、中国科学院脳と認知科学国家重点実験室、湛江市特殊教育学校の四団体による中国の小学校国語教科書の触知図形補助教材に関する研究が始まった。筆者はこのプロジェクトの中で中心的な役割を担い、図形デザインの担当をし、小学校国語教科書の触知図形補助教材の題材の特徴を分析した触知図形の制作を行う。

これまでの研究の経験を元に、中国において視覚障害がある子供たちが使う教科書に触知図形を挿入するプロジェクトに取り組み、この補助教材によって教科書の内容をより深く理解できるような教材を制作し、その効果を検証し視覚障害者の学習環境を改善することを目標にしている。

6-2-2 ステップ1:対象の特徴と造形を分析し、角度を選ぶ

触知図形の題材の選択は、小学校国語教科書に登場する動物 40 点、植物 20 点、乗り物 20 点の合計 80 点を選択した。動物では、ゾウやライオンなど大きな動物、ツバメやキツツキ・インコなどの鳥、トンボや蛍・カマキリなどの昆虫がある。植物では、ひまわり、梅、朝顔、タンポポ、紅葉などの花と葉があり、乗り物には、バスやバイクや新幹線など一般的な乗り物と、スペースシャトルやロケットがある。

トンボのデザインは、実物の様子と特徴を分析する [図 70]。トンボの特徴は頭の部分が丸く、複眼が大きく、羽が 2 枚ずつ左右対称にある。そして胴体が細長く、脚が 3 本ずつ左右対称にあるなどの特徴がある。そのため、横向きや真正面などの角度より、真上からの角度で表現することによって、最大限にトンボの特徴を示すことができる。

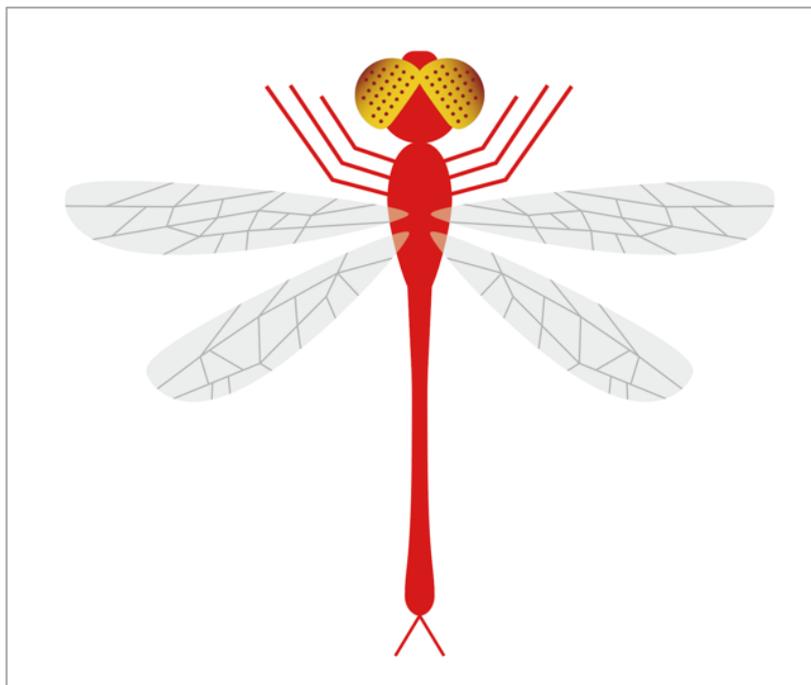


図 70 トンボのデザイン

ひまわりは、中心部の丸い茶色の部分は「筒状花」と呼ばれ、周囲には多数の黄色い花びらがある [図 71]。また、ひまわりの茎は太く、葉はハート形で、互い違いに生える。太陽の動きにつれてその方向を追うイメージを出すため、真正面の角度で表現することによって、ひまわりの特徴ある部分を示すことができる。

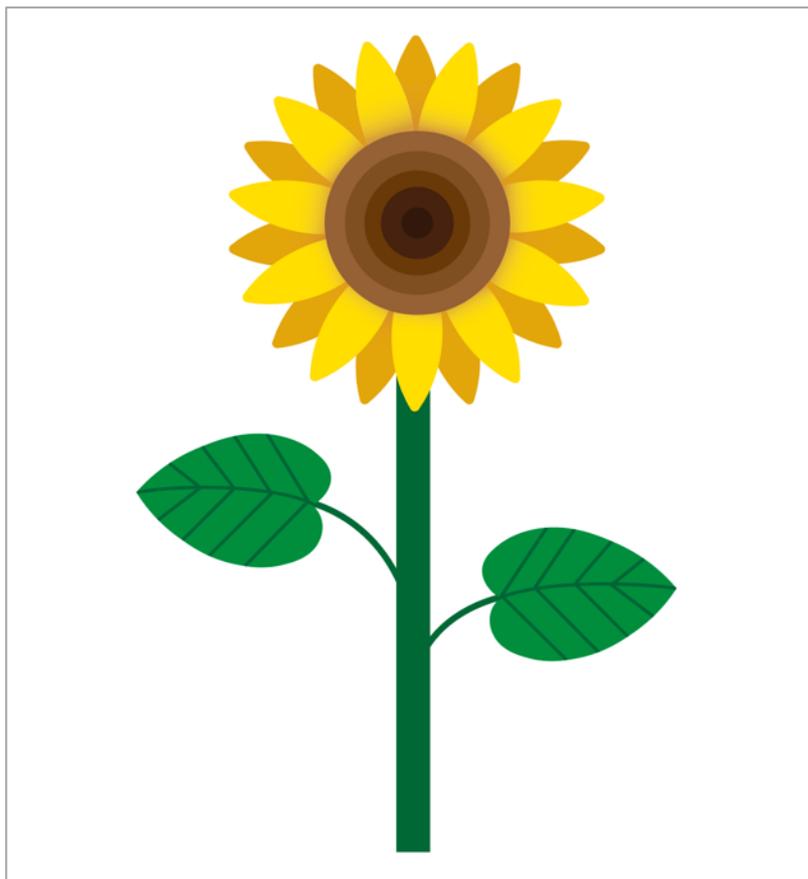


図 71 ひまわりのデザイン

ドラゴンボートは、中国の伝統的な龍舟競漕などの祭りやスポーツに使われるものである。特徴は本体の幅が狭くて非常に長いボートであり、龍の頭と尾には装飾がされている [図 72]。また、Tハンドルとパドルシャフトがマッチしている特有の櫂（パドル）を使用する。以上の特徴から、横向きの角度で表現することによって、最大限にドラゴンボートの特徴を示すことができる。

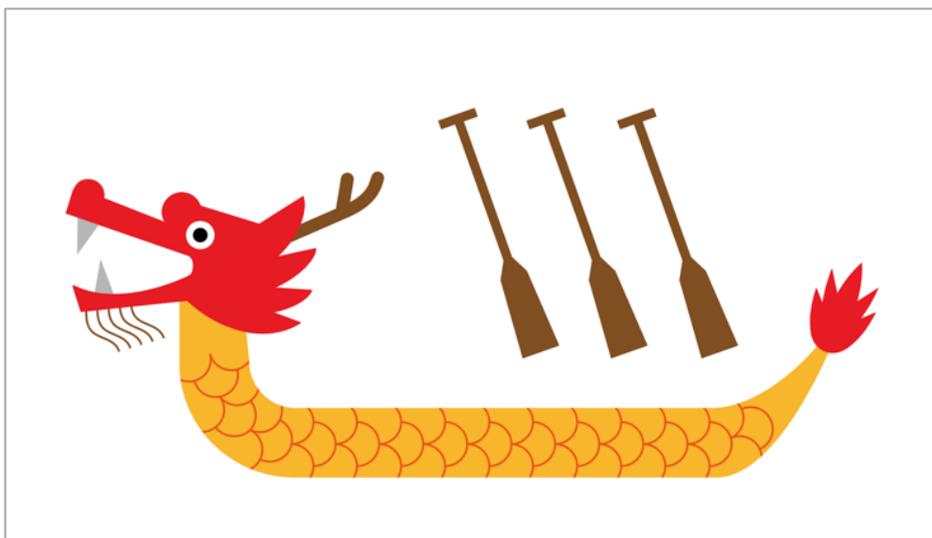


図 72 ドラゴンボートのデザイン

6-2-3 ステップ2:触知図形をデザインする

作品2のパソコン上でのデザイン編集は、作品1と同じく、どの角度で触図化するのが良いか判断した後、グラフィックデザインソフト（Adobe Illustrator）を使用して編集した。触知図形を表示するサイズの設定は、「2-1-1 日本産業規格（JIS）に示された触図に関連する規格」のJISで定められた触察範囲（両手の上下左右の動きがそれほど大きくならないサイズ）と盲学校の点字教科書のサイズを参考にし、触知図形補助教材は幅297mm・高さ210mmのA4サイズを採用した。

第5章の基本原則の中の、触知図形をデザインする際、輪郭の連続性、特徴を強調し、形を単純化する原則に基づきデザインを行った。

トンボの触知図形は丸形、正方形、半円形でデザインした〔図73〕。デザイン案1は、真上からみたトンボの形を左右対称にし、トンボの頭、胴体と羽を理解するため、部分と部分の間の距離を取ってデザインしたが、トンボの形の連続性がなくなった。また、形を単純化させるため、トンボの複眼を大点で表現し、羽の翅脈を省略した。補助教材は正しい知識を伝達する役割があるため、デザイン案2では、トンボの大きな複眼と羽の翅脈の特有な形を表現し、羽と胴体を繋げることで、トンボの一体感を伝わりやすくした。

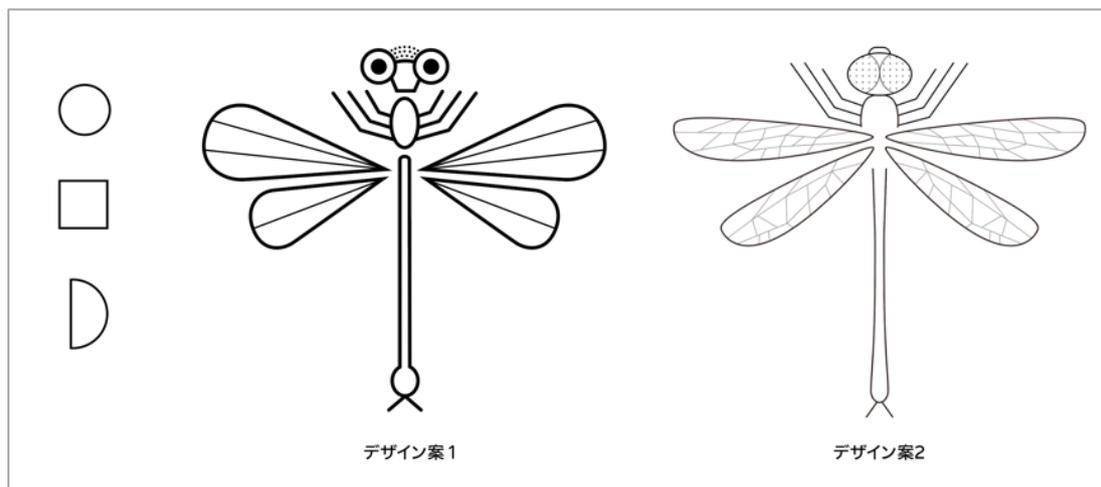


図 73 トンボのデザイン過程

ひまわりの触知図形は丸形、正方形、半円形でデザインした〔図74〕。デザイン案1は、真正面の角度で特徴である大きな花、茎、ハートのような葉を表現した。中心部の丸形の周りの複雑な模様は単純化する必要がある。デザイン案2は、中心部の丸形の情報を整理し、ひまわりの花びらは多数の花が集まるイメージを出すため、花びらの枚数を増やした。その後、全体的にバランスを調整した。

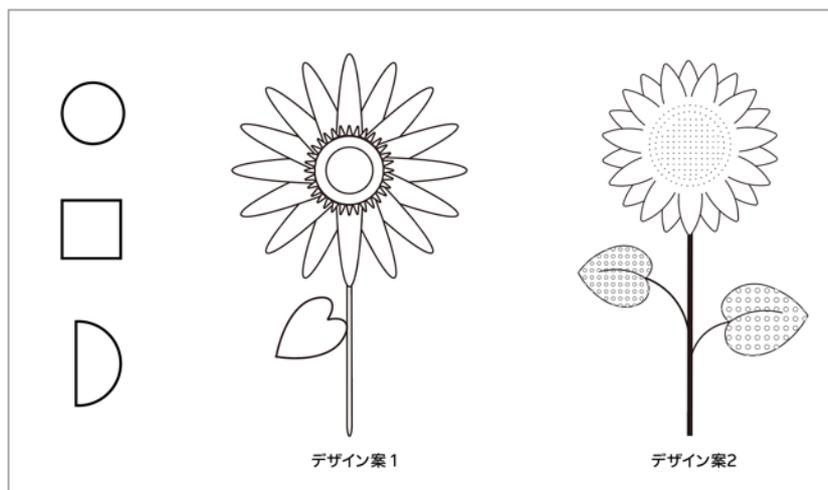


図 74 ひまわりのデザイン過程

ドラゴンボートの触知図形は丸形、三角形、正方形、台形、四分の一円で、デザインした [図 75]。横向きの角度でドラゴンボートの本体(龍の頭、長いボート、尾)とパドルを表現した。デザイン案1は、実物の龍の頭の造形が複雑であり、丸形、三角形、正方形と四分の一円で組み合わせた。パドルがボートと重なったため、ドラゴンボートの本体とパドルを理解しにくくなった。5-7の、重なる部分を避ける基本原則に準じて、修正する必要がある。デザイン案2は、デザイン案1より、龍の頭の造形をもっと単純化し、長いボートの特徴も強調した。また、パドルとドラゴンボートの本体を離すことで、分かりやすくした。

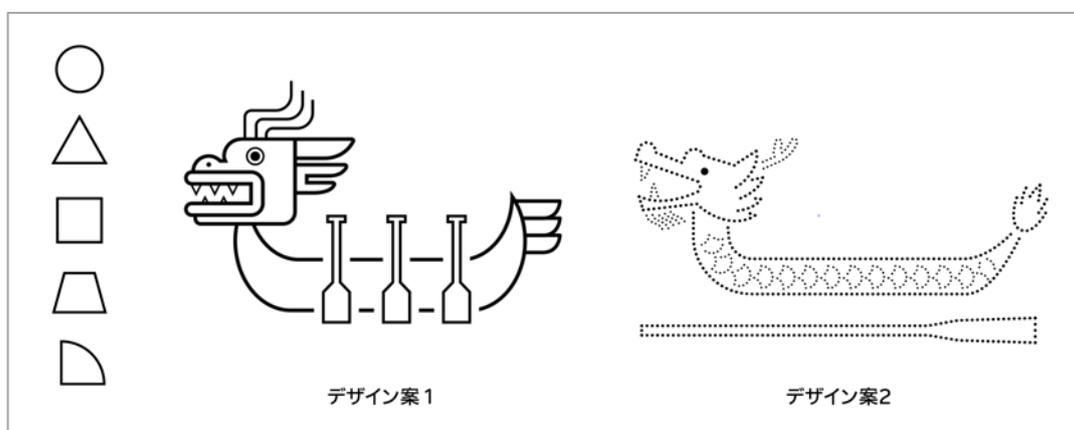


図 75 ドラゴンボートのデザイン過程

6-2-4 ステップ3:触読監修を経て、デザインを修正する

パソコン上で触知図形のデザインを仕上げ、触読監修をするためには、点線で描いた触知図形を作る必要がある。点線の作り方は作品1と同じで、6-1-4に示したようにカプセルペーパー用紙で立体コピー化した。

トンボの修正1では [図 76]、二つの目がつながっているため、左眼と右眼がわかりにくいと指摘を受けた。そして、頭と胴体と足の情報が密集しすぎるため、間に空間を取ることが必要である。修正2では、大きな複眼の形を強調

し、二つの眼は 18mm サイズの半円形で表現し、目の間に角度をつけたことで、左眼と右眼を区別しやすくした。修正後に、トンボの翅脈の本数を減らし、足と胴体、羽と胴体の間にそれぞれ 3mm 以上の距離をとった。

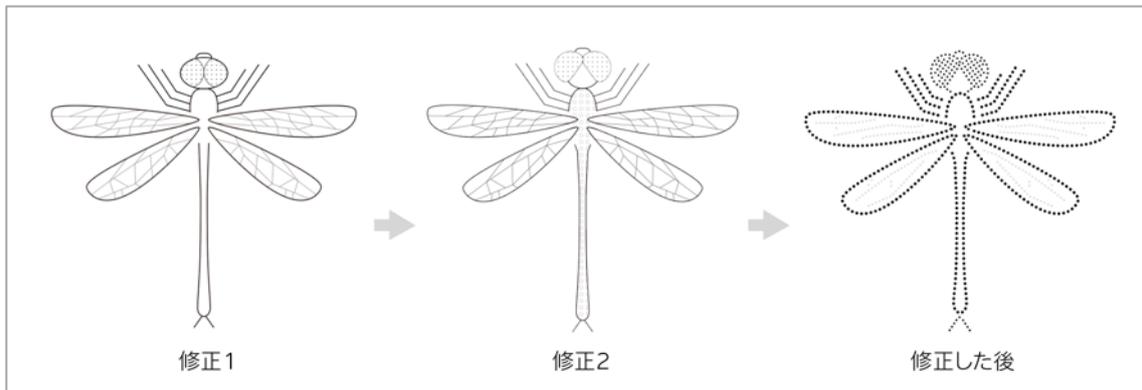


図 76 トンボの触読監修を受けた修正過程

ひまわりの修正前 [図 77] は、中心部の多数の小さな花(種)を密集した小点で表現したが、実物のように外輪から中央へ、多数の小さな花がもっと小さくなり、数が密集した様子を表現していなかった。また、茎の太さと葉の葉脈の指摘を受けた。修正後には、中心部の表現は修正前より、実物の印象に近づけることで、手触りの変化を感じられた。そして、太い茎を強調することで、全体的なバランスがよくなり、葉脈の形も伝えることができた。

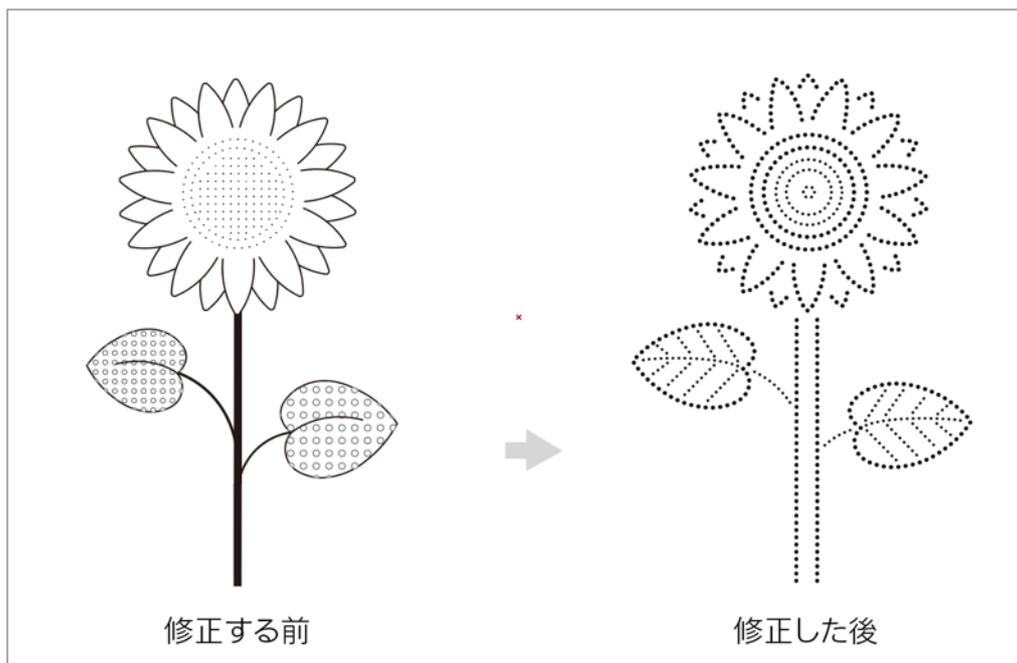


図 77 ひまわりの触読監修を受けた修正過程

ドラゴンボートの修正前〔図 78〕は、デザイン案 1 より形を単純化し、本体とパドルの関係を理解しやすくしたが、パドルの特有な形と多人数の龍舟競漕の要素を示していなかったため、修正後は、T ハンドルと台形のようなパドルシャフトがマッチしたパドルをデザインし、三つのパドルで多人数の龍舟競漕を示し、ボートの上に移動させた。

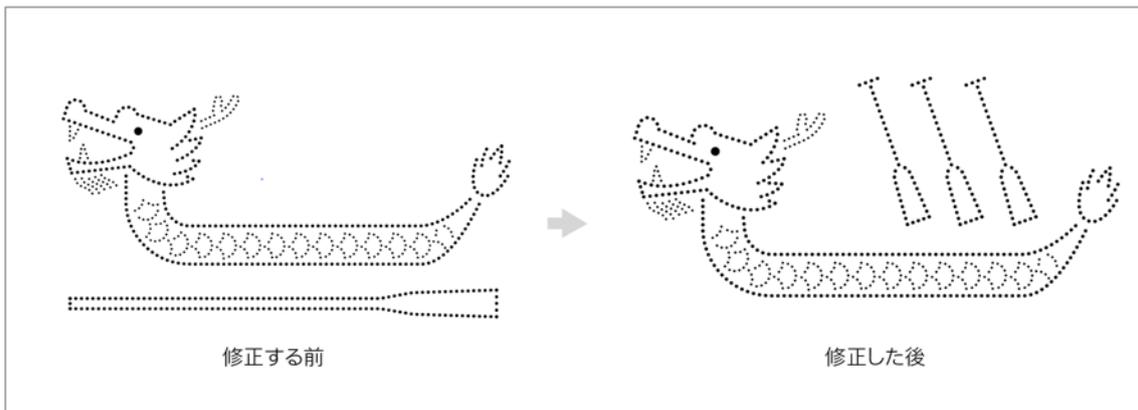


図 78 ドラゴンボートの触読監修を受けた修正過程

6-2-5 ステップ 4:色付きの試作と視覚校正

視覚校正では、弱視の生徒の見やすさを検証する。「5-10 色の選択の配慮」に基づいて、触読監修したデザイン案に色付けし、色の種類が 3 色を超えないこととし、色差や輝度対比がある色を採用した。

同じ色でも鮮やかさによって異なり、どの程度を見わけやすいか、湛江市特殊教育学校の 6 名の生徒の協力を得た。

デザインした触知図形補助教材から、18 点の触知図形を選択し、それぞれの絵の中で同じ色の鮮やかさを「低い」、「普通」、「高い」に分け、聞き取り調査の際に、事前に色を印刷した一部の図形を 3 枚ずつ(A4 サイズ)机の上に置き、弱視の生徒が視覚で図形の見やすさを判断する聞き取り調査を行った〔図 79〕。

調査結果からみると〔表-6〕、6 名の生徒が 18 点の触知図形の見やすさについて回答した中に、「色の鮮やかさが低い」が 16 回、「色の鮮やかさが普通」が 35 回、「色の鮮やかさが高い」が 57 回であることがわかった。

色の鮮やかさの選択率からみると〔図 80〕、「色の鮮やかさが高い」の選択率は 52.8%であった。次には実物に近い「色の鮮やかさが普通」である。「色の鮮やかさが低い」より、色の鮮やかさが高い触知図形の方が見やすい傾向であることがわかった。

一方で、ウサギ、リス、救急車のように実物が白い対象の場合には、実物の白に近い、鮮やかさが普通または低い色を選ぶことがわかった。そのため、触知図形をデザインする際に、実物より鮮やかさが高い色を優先に選択する。



図 79 触知図形の見やすさの聞き取り調査中の様子

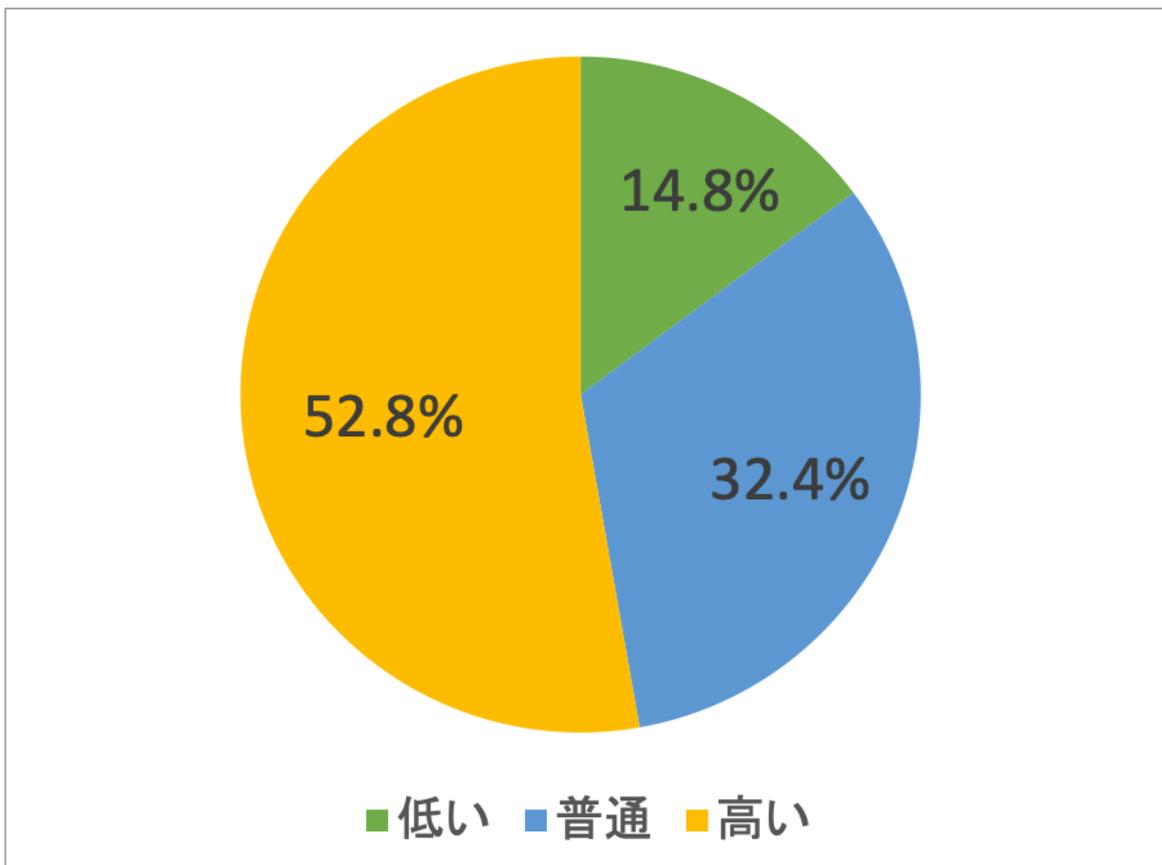


図 80 色の鮮やかさの選択率

[表-6] 触知図形の見やすさの調査結果

	1番			2番			3番			4番			5番			6番			合計		
	低	普通	高																		
サメ			○			○			○			○			○			○	1	0	5
うさぎ		○			○			○			○			○				○	2	3	1
トンボ			○					○						○				○	0	3	3
カメレオン						○			○						○			○	0	2	4
カメ	○							○							○			○	1	2	3
リス	○								○						○			○	3	1	2
カニ		○				○			○						○			○	1	1	4
蝶々		○							○						○			○	1	3	2
ひまわり			○						○						○			○	0	3	3
チューリップ		○							○						○			○	1	3	2
ラッカセイ		○				○			○						○			○	0	1	5
シレネ・カロリニアナ		○							○						○			○	0	4	2
小麦			○						○						○			○	1	1	4
救急車		○							○						○			○	3	2	1
バス		○							○						○			○	0	2	4
熱気球	○								○						○			○	1	2	3
ロケット			○						○						○			○	1	1	4
スペースシャトル			○						○						○			○	0	1	5

6-2-6 ステップ5:音声コードを付加した最終案

触覚と視覚の両面から考えた触知図形補助教材は、視覚障害の程度に関わらず、同じ印刷物の情報を共有することが可能となる。一方で、触読監修と視覚校正の聞き取り調査から、触知図形についての事前情報がない場合、触知図形が示すものをイメージできない生徒がほとんどであった。触知図形補助教材を触読する際に、触知図形の情報を理解するため、補助説明の添付について検討が必要であるとのコメントを得た。そのため、筆者は、日本の音声触知案内板が効果的であることを参考にし、触知図形に対応する音声ガイド(音声 QR コード)を含む触知図形補助教材を手掛けることにした [図 81]。

まず、音声ガイドの説明はそれぞれの触知図形の一番特徴のある部分からスタートし、上から下へ、左から右へ説明していく。例えば、カニの触知図形に対して音声ガイド(日本語版)は以下のようなになる。

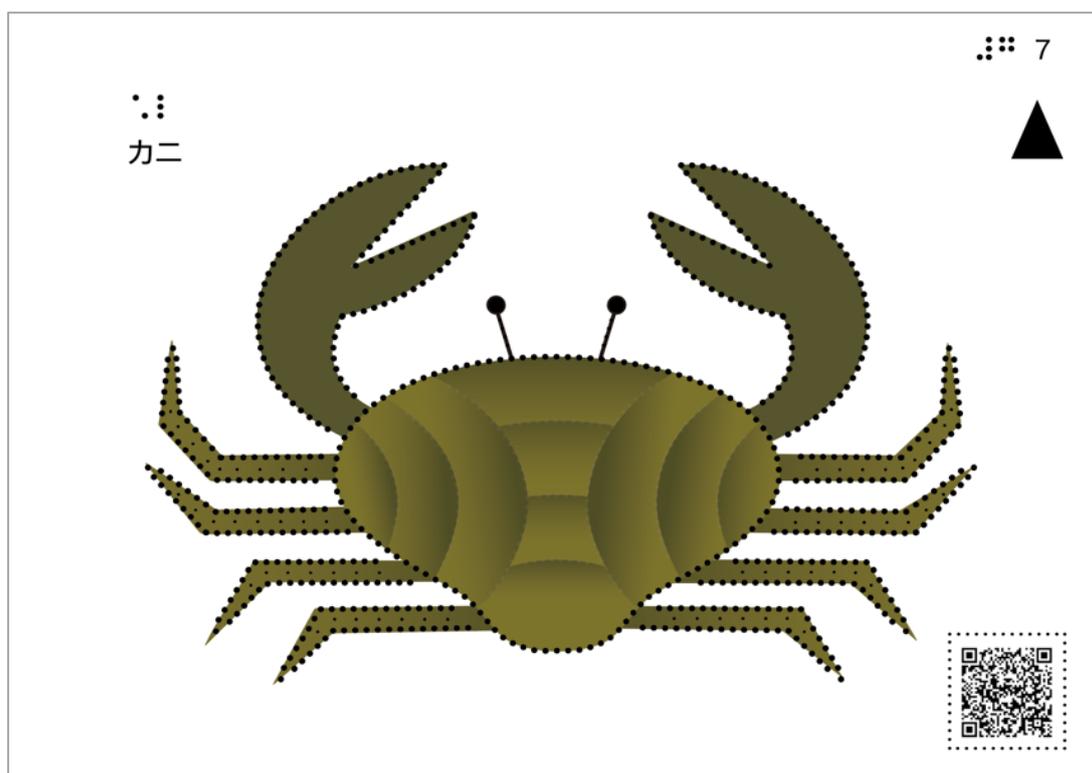


図 81 音声 QR コードを付加したカニの触知図形

カニを上からみた絵です。

カニの形は平たく、右脚5本、左脚も5本、同じ数、同じ形になっています。

一番上の両手は、はさみに変化しました。はさみは太く、力強いです。小さな魚やえびを掴んだり、敵を威嚇したりします。

はさみの下の8本の脚は、棒のような細長い形をしています。この脚で歩くため、「歩脚」と呼ばれています。歩くときに他の動物と違い、多くのカニは「横歩き」が大好きです。

真ん中の扇のような形をしている部分は、カニの「甲羅」と言って、とても堅いのです。まるで戦うための「ヨロイ」を着ているようです。その甲羅は、体を大きくするために、一年に何回が「脱皮」と言って、服を着替えます。

甲羅の上にある大きな点はカニの眼です。はさみとはさみの間から、二つ突き出し、自由に動かすことができます。陸上に上がると、体を巣穴に隠して、目だけを土から出して、周りの状況を見ています。

皆、「カニがどんな様相をしているか」分かったかな。それじゃ、カニの目やはさみや長い脚をもう一度さわってみよう。

音声ガイドの内容は対象物についての情報を紹介し、触知図形の面白さを感じ、触知図形をさわる経験が少なく、国語教科書にある内容をイメージしにくい弱視、全盲の生徒たちが使うことができる。

触知図形補助教材のページレイアウトについて、まず、ページの左上に触知図形の点字情報と墨字（点字に対して目で見える文字情報）をつけている。そして、右上に点字のページと墨字のページがある。また、ページの下に三角形は触知図形の向きを表す印で三角形が左向きの場合 [図 82]、時計回りに 90 度回転して触読する。また、右下には凸点の枠で囲まれた QR コードがあり、スキャンして、音声ガイドを聞きながら、触知図形をさわるができる。

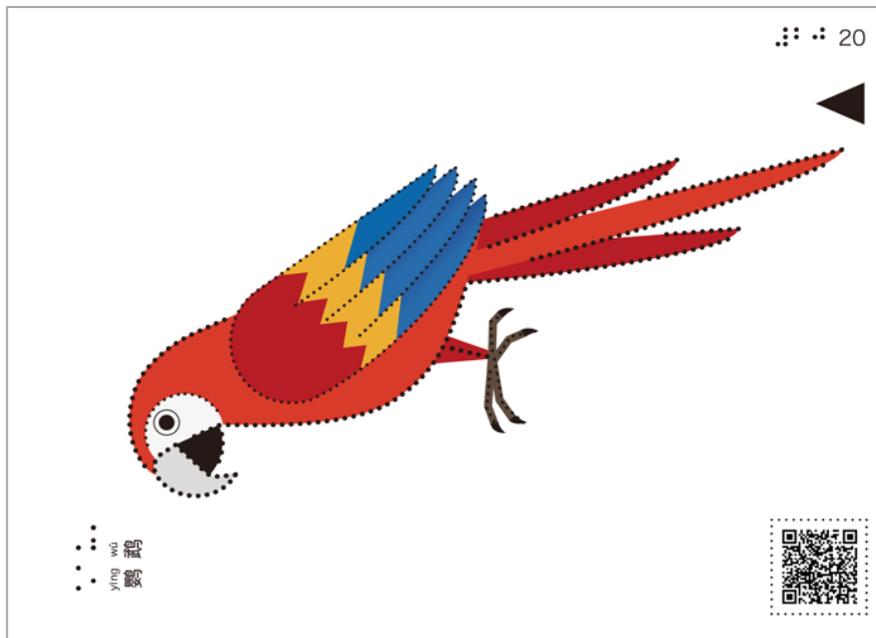


図 82 三角形が左向きの触知図形の場合

6-2-7 ステップ6:触知図形を印刷し、製本する

作品2 小学校国語教科書の触知図形補助教材の用紙と印刷については、指のすべりがよく、手指の汗を吸収しやすい紙の厚さ 300g の上質紙を選択した。また、UV 印刷を採用した。これまで調査した点字や触図付きの出版物に最も多く採用されている印刷方法であることが、採用した理由である。エンボス印刷よりも、点や線での表現方法が多く、触読性も良く、点字の耐久性に優れ、摩耗による潰れ、汚れが少ない点と、自動的な製作方式で、製作期間が短いなどの長所がある。大量に発行する場合には、安価となり、最適な印刷方法と考える。

UV 印刷方法は[2-4-1 触図の印刷方法]に述べたように、通常のシルクスクリーンやインクジェットで印刷された材料の上に、UV インクを印刷し、さらに紫外線照射でインクを硬化させる [図 83]。

このように、作品2 小学校国語教科書の触知図形補助教材を一枚ずつ印刷することができた [図 84]。



図 83 UV印刷

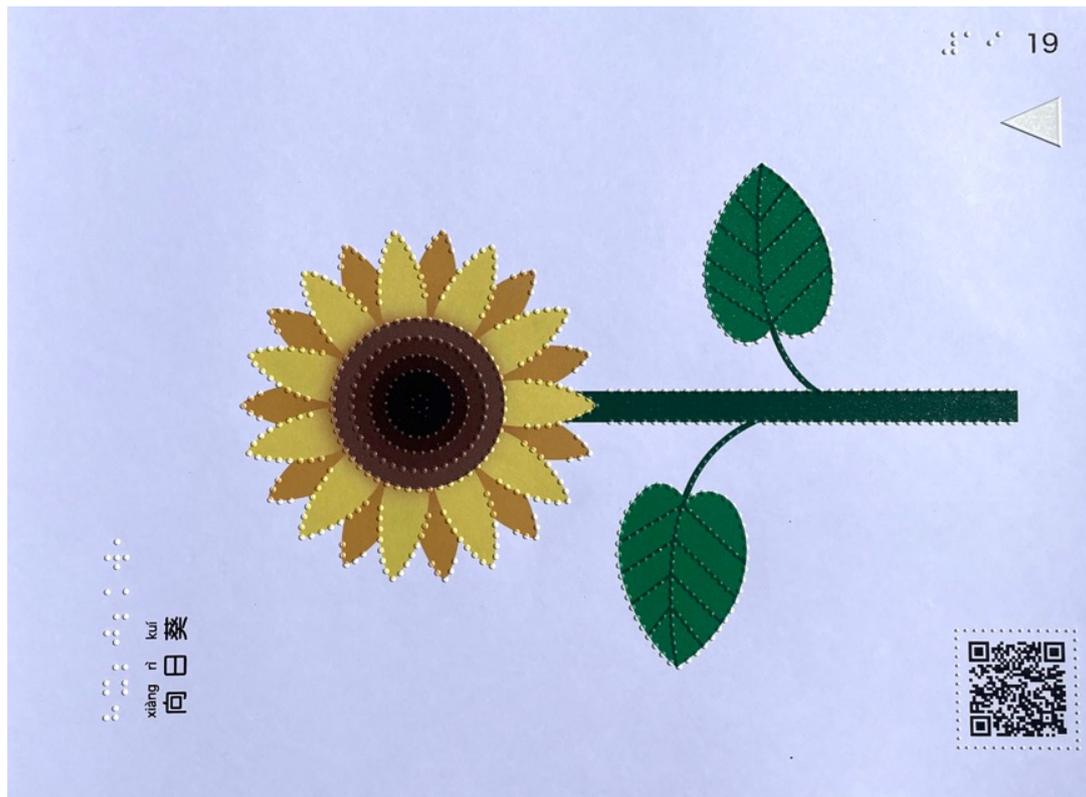


图 84 UV 印刷したひまわりの触知図形

製本方法はリング製本を選択した〔図 85〕。リング製本は綴じ代部分に穴を開けて、リングで綴じる種類の製本である。メリットは 360 度開閉が可能なことで、両手でさわりやすくなり、コストも低いなど最適な製本方法と考えられる。



図 85 リング製本

6-2-8 応用と評価

実際の授業での生徒たちの反応から〔図 86〕、「触知図形をさわりながら、音声の解説を聞くことで、触知図形を理解しやすく、すごくおもしろい」と評価してもらった。

先生からの反応は、普通の点字版教科書を使った授業よりも補助教材がある方が良く、また、視覚と触覚だけの補助教材より、音声ガイドを付けた補助教材の評価が高いと言われた。



図 86 生徒が小学校国語教科書の補助教材をさわる様子

第7章 結論

7-1 各章のまとめ

本研究における各章の概要をまとめる。

第1章では、序論として本研究の視覚障害者のためのグラフィックデザインの領域を広げる必要性、触知図形に関する定義、現状調査、研究目的と方法、触図活用の現状や社会での問題点を示した。

第2章では、日本、欧米と中国を中心に、触図制作に関する参考資料の調査や視覚障害に関連する施設の訪問を行い、触図の現状を把握した。これにより触図に関する豊富な研究が存在する日本と欧米に比べ、中国では触図に関する研究や触図の普及活動が遅れている現状がわかった。また、中国での施設調査においては、広東省の湛江市特殊教育学校を訪問し、小学校の国語教科書について解決すべき課題を見つけた。そして、触図の印刷方法から、それぞれの印刷技術によって、印刷方法の特性、作業時間、コストなどが異なる点を整理したため、触図の印刷技術を適切に選択することができ、触図をより多くの人々に提供できる環境の構築が可能になった。

第3章では、視覚的な情報を触覚情報にするため、読み取りやすい触図に求められる要素として、視覚障害者の心理的な特徴、触覚の特性を検討したことで、触図を触察する基本的なルールと手指の動きによって物を認知する方法を確認できた。そして触図の読み取りやすさに与える要因を分析し、指での美術鑑賞力と触図がもたらす触楽などの当事者インタビュー調査を実施し、触図の可能性を検証することができた。

第4章では、日本のJIS規格と中国の制作方針「触摸図形設計指南及び図例」に示された点・線・面の規格以外にも本研究の触知図形を構成する様々な幾何形状が想定されることから、丸形や三角形や正方形などの幾何形状を使い、触覚で触知図形を構成する幾何形状がどの程度が分かりづらく、どの程度なら分かりやすいのかについて実験調査を行った。その結果、12種類の幾何形状の最低認識サイズと識別容易性の参考数値が得られ、本研究の最終作品において応用することとした。

第5章では、触覚の特性に基づき、実際に存在する種々の表示方法と触知図形を制作した経験から、触知図形をデザインする10の基本原則を整理した。よって、本研究の触知図形をデザインする基本原則に従って、視覚障害者がさわって理解できる触読性を最優先した触知図形を制作することができた。

第6章では、触知図形を活用するデザイン提案と評価を行う。グラフィックデザインの視点から、触知図形を活用する作品の提案として、作品1「水中の生き物シリーズと貝殻シリーズ」は、触知図形及び、ユニバーサルデザイン製品の提案を行った。作品2「中国の小学校国語教科書の触知図形補助教材」は、

中国の特殊教育の現状を巡り、触知図形研究のプロジェクトを立ち上げ、小学校国語教科書の触知図形補助教材の制作を行った。題材は動物から始まり、植物と乗り物へと広げ、それぞれの対象の特徴と造形を分析し、触知図形をデザインした後、触読監修を経て、最適な触知図形の制作方法を選択し、触知図形製版と印刷を行った。中国で触知図形の応用を検証した。さらに本研究で制作する触知図形は、ユニバーサルデザインの観点から、全盲・弱視者、晴眼者、全ての人が対象者となる。

7-2 本研究の独自性

本研究の独自性については、まずグラフィックデザインの視点から触知図形を通じて、視覚だけではなく、触覚に伝わるデザインの可能性を探究することである。既に世の中に存在する題材（視覚情報）をさわる図形に置き換えたものはあるが、視覚と触覚両方に伝達させるオリジナルの題材を提供する触知図形は少ない。本研究は、動物、植物と乗り物などの題材を選択し、オリジナリティあふれる触知図形を制作し、日常生活と教育現場に提案する。

次に、視覚障害者にグラフィックイメージを伝えるために、最適な触知図形であると同時に、晴眼者にとっても視覚的に楽しめる独自性の高いイラストレーション作品である。日本の JIS 規格と中国の制作方針に示された基本原則に基づき、触知図形に関わる世の中の様々な視覚情報を触覚情報にするため、視覚障害と触覚の特性を考察した結果、触知図形を制作する際に、対象を単純化し、対象の空間性（三次元）表現を避けること、触読監修の必要性など 10 の基本原則をまとめた。触知図形は視覚障害者がさわって理解できる触読性を最優先し、直線や曲線・幾何学形態などを用いて意図的にデザインすることができる。さらに、触知図形に音声読み上げ機能（音声コード）を備えることで、触知図形をさわる経験が少ない人に対しても、さわってわかりやすいものとなる。このように触覚・視覚・聴覚の感覚機能を通じて触知図形の活用を推進する。

また、触知図形をさわる行為が、触学から触楽へと進化し、触って分かりやすいのはもちろんのこと、触知図形の触楽が伝わることを常に追求する。視覚を使う人・使わない人など、誰もが鑑賞できる触知図形を提案する。晴眼者は、普段あまり意識をしない触覚を使って、違う角度からデザインを楽しむことができると考えている。さらに、触知図形を活用する可能性を広げ、ユニバーサルデザインとしての「さわる一筆箋」と「さわるクリアファイル」の製品開発を実現した。

7-3 今後の課題と展望

本研究は、日常生活や教育の現場においてグラフィックデザインなどの視覚的な情報を触覚情報にする触知図形を活用したデザインの実践的研究であり、触知図形の可能性を広げ、深めるための一歩となる。

将来的には、中国の小学校国語以外の美術の教科書や、写真などへも触知図形を活用していきたい。さらに、触知図形を普及させる為、教育現場以外では、触知図形を活用した絵本やゲームなどを企画する必要性を感じている。そして全ての人がグラフィックデザインを鑑賞できることを課題として、展開していきたい。

本研究は、触読性を最優先した触知図形を提供するため、触知図形をデザインする上での参考文献や資料を調査し、日常的に触覚を使う視覚障害者を対象とし、聞き取り調査をした。子供から大人まで視覚障害当事者に対し、丁寧な対話をすることで当事者の心理面を十分にくみ取る努力をする。触読実験では、視覚障害者はその受障時期によって、事物のイメージがあるかないかの差があり、認識時間に大きな差が出る場合があるため、過去の記憶や経験も含めて判断することに心掛けた。視覚情報に囲まれた日常を送る筆者にとって、さわって知ること、さわって楽しむという感覚に近づくことはできる。しかし、「根本的に理解できないのではないか、自らの触覚での理解は疑似的なものに過ぎないのではないか」という葛藤を常に抱えながらも、触覚に伝わるデザインを突き詰める行為そのものが本研究の重要な課題だと考える。筆者が視覚的に面白い、良い作品だと思ったデザインが、触読者の立場からは理解しづらいという場合がよくあるが、2015年から触図について多くの経験を積み、触読者にデザインした触知図形を「さわって分かりやすい」と評価をいただくことが研究成果を上げられることだと考えている。

二次元の触知図形は立体物のように対象の空間性と実物に近い重さと質感などの表現については、限界がある。特に基礎教育を受ける生徒達に対して、これまでに制作した触知図形補助教材だけでは、実物の理解についてまだまだ満足できるとは言えない。そのため、平面的な触知図形と模型を同時に展示することや、触覚・視覚・聴覚などの感覚機能を通じて、直観的に事物が把握できるデジタル技術を応用し、触知図形の新たな展開を見出す必要があると考える。

経済成長を遂げ、平和で自由な成熟社会の到来が望まれる中で、他人を思いやり人間らしく生きることにかかせない福祉の充実が、社会にとって不可欠なものだと考えている。また、視覚に訴えるデザインは、それを享受できない人々がいることを、グラフィックデザイナーとして忘れてはならないことと、デザイン表現領域の枠を越え、触覚図形を通して、すべての人がデザインを目や手で楽しむことができ、心の豊かさを感じてもらえるよう目指して行く。

本研究の触知図形の役割は触覚を通じて、様々な情報を伝える便利さだけではなく、もっと心に関すること、「幸せ」や「豊かさ」などの要素が必要だと考えている。全ての人が真の豊かさを感じられるような、デザインの力でそれを叶える時代を始めたいと思っている。触知図形が中国でも展開でき、さらに日本と中国の交流の架け橋になるよう目指して行きたい。

補遺 触知図形に関する研究発表と応用

補-1 「論文発表」日本デザイン学会発表

筆者は2019年6月29日に日本デザイン学会第66回春季発表大会において口頭発表を行った〔図補1〕。テーマは「触知図形を活用したデザイン研究」である。視覚障害者をデザインの鑑賞者ととらえ、さわることができるデザインの制作を目的とした背景に始まり、実際に行った研究調査を紹介した。

まず、触図に関するJIS規格に明記されたさわる範囲の大きさや、触図を構成する線と線などの間隔を参考にした。また、触覚での情報収集の特性を踏まえ、表示する情報の省略と誇張についても述べた。

そして触図を提供するだけでなく、触り方のルールを組み立て、多くの人に楽しんでもらえるような今後の課題も併せて述べた。



図補1 日本デザイン学会の口頭発表 (2019)

補-2 「論文発表」中国高等美術教育学会「工業設計」に論文掲載

2020年は11月に、中国における全国高等美術教育学会「工業設計」に論文が掲載された〔図補2〕。テーマは「視覚障害者に向けた触知図形のデザイン研究」である。触知図形の定義から、中国と日本の現状を分析し、視覚障害者の特性について、当事者の心理的な特徴や触覚で対象を認知する特徴などを紹介した。また、第5章の触知図形をデザインする10つの基本原則の概要について述べた。そして、中国では2017年5月1日に「障害者教育条例」(改訂版)が制定され、視覚障害の問題に注目していると感じられたことと触知図形の意義を述べた。



图补2 中国高等美術教育学会「工業設計」の論文公表 (2020)

補-3 [展覧会] 手からウロコの触図展

2019年2月13日～17日の5日間にわたり、名古屋市民ギャラリー矢田で「手からウロコの触図展II」を開催した[図補3]。遠方からの来場者も多く、全盲から弱視、そして車椅子利用者、子供たちを含め229名が来場された。ひとりひとりの滞在時間も長く、椅子に座りじっくりと触知図形を鑑賞していただくことができた。展示作品以外には、ユニバーサルデザインとしての製品開発プロセスも展示し、総じて満足度の高い展覧会となった。なお、この展覧会に向けての制作状況について取材を受け、中日新聞に掲載された。



图补3 「手からウロコの触図展II」 名古屋市民ギャラリー矢田(2019)

補-4 【展覧会】湛江市特殊教育学校の展示会

2019年5月10日には、湛江市特殊教育学校で展示し、小学校1年生から高校3年生までの生徒約50名が鑑賞した〔図補4〕。



図補4 湛江市特殊教育学校の作品展示 中国広東省 (2019)

補-5 【展覧会】イーブルなごやフェスティバル2019

2019年6月22日には、イーブルなごや主催の「イーブルなごやフェスティバル2019」にて、点訳グループ六点会のブースで展覧会を行い、69名という多くの方に鑑賞してもらった〔図補5〕。



図補5 「イーブルなごやフェスティバル2019」の作品展示 日本名古屋

補-6 【展覧会】蒲郡市立図書館開館50周年特別展

2020年1月13日～2月2日の19日間にわたり、蒲郡市立図書館開館50周年を迎える際に、展示機会をもらい、「手からウロコの触図展Ⅲ」を開催した〔図補6〕。同時に蒲郡新聞、東日新聞、東愛知新聞の方から取材を受け、筆者の活動内容が掲載された。



図補6 「手からウロコ」の触図展Ⅲ」の作品展示 日本蒲郡市(2020)

補-7 「新聞掲載」

本研究は中日新聞、蒲郡新聞、東日新聞、東愛知新聞の取材を受け、研究内容や展覧会の概要などが掲載された〔図補7〕。



図補7 触知図形を活用したデザイン研究に関する新聞掲載

註

- 1) 教育機器編集委員会編、『産業教育機器システム便覧』、日科技連出版社、1972
- 2) 京都造形芸術大学、「グラフィックデザインの視点と発想」、『情報デザインシリーズ』、角川書店、1999、1 頁
- 3) 鹿島萌子、「美術作品を享受する触覚の誕生-英米におけるふたつの実践からの一考察」、Core Ethics Vol.10、2014、49-59 頁
- 4) 「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、日本産業標準調査会審議、(財)日本規格協会、2007、1-3 頁
- 5) 広瀬浩二郎、『世界をさわる—新たな身体知の探究』、文理閣、2014、23 頁
- 6) Visual impairment and blindness, World Health Organization, 2011,10
- 7) 厚生労働省、「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、2013
- 8) 厚生労働省、「身体障害者福祉法施行規則別表第 5 号」、2009.12
- 9) 中国障害者実用評定標準、中国政府サイト、2006
- 10) 広瀬浩二郎、『さわって楽しむ博物館—ユニバーサル・ミュージアムの可能性』、青弓社、2012.5、92 頁
- 11) 太田幸夫、『PICTOGRAM DESIGN ピクトグラム [絵文字] デザイン』、柏書房、1987、3-248 頁
- 12) 林子翔、「触知図形を活用したデザイン研究—視覚障害者も鑑賞できるグラフィックデザインを目指す」、日本デザイン学会研究発表大会概要集 Vol.66、2019.6、56-57 頁
- 13) 林子翔・徐佳・柴崎幸次、「視覚障害者に向けた触知図形のデザイン研究」、『工業設計』、2020.11、87-88 頁
- 14) 多胡宏、「日本の盲学校における美術教育の変遷に関する研究と展望」、大学美術教育学会『美術教育学研究』Vol.51、2019、201-208 頁
- 15) 文部科学省、「21 世紀の特殊教育の在り方について—一人ひとりのニーズに応じた特別な支援の在り方について(最終報告)」、21 世紀の特殊教育の在り方に関する調査研究協力者会議、2001
- 16) 視覚障害教育研究部、「平成 14 年度視覚障害研究部一般研究報告書」、独立行政法人国立特別教育総合研究所、2003.3、1 頁
- 17) 柴崎幸次・高柳泰世・中島啓之、「ユニバーサルデザインの視点から見た拡大教科書の作成とデジタル教科書の構想」、日本デザイン学会論文集 Vol.57 no.1、2010、55-64 頁
- 18) Peason, Anne, “Touch Exhibitions in the United Kingdom,” Museums

- without Barriers: A New Deal for the Disabled People, Foundation de France & ICOM, New York : Routledge , 1991. pp.122-126, 及びジュリア・カセム、『光の中へー視覚障がい者の美術館・博物館アクセス』、小学館、1998
- 19) Pye Elizabeth, “Introduction: The Power of Touch,” The Power of Touch: Handling Objects in Museum and Heritage Context, Left Coast Press, 1991 pp.13-30
 - 20) The North Carolina Museum of Art, op.cit., 1966
 - 21) 羅椅民, 楊世峰、「[触摸図形設計指南及図例] 国家標準的研制」、標準科学、2018、166-169 頁
 - 22) 日本盲人社会福祉施設協議会点字出版部会、「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、2 頁
 - 23) 森まゆ、「点図の直線の読みとりやすさに関する実証的研究」、筑波大学、12102 甲第 7385 号、2013、23 頁
 - 24) 辰巳公子、「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(1)Dec.2010、106-110 頁
 - 25) 土井幸輝・岩崎亜紀・藤本浩志、「印刷素材が UV 点字の触読性に及ぼす影響に関する研究」、日本機械学会論文集 C 編. 72 卷(716)、2006、216-222 頁
 - 26) 長瀬聡、『デザインのひきだし 26』、株式会社グラフィック社、2015、32 頁
 - 27) REV.THOMAS J.CARROLL(トーマス・J・キャロル)、『失明』、樋口正純訳、社会福祉法人日本盲人福祉委員会、1977、163 頁
 - 28) 金子健、「触覚の特性と触図の認知について」平成 14 年度視覚障害教育研究部一般研究研究成果報告書、国立特殊教育総合研究所、2003、2-5 頁
 - 29) 和気典二・清水豊、「皮膚感覚刺激とその測定法」、『新編感覚・知覚心理學ハンドブック』、誠信書房、1994、1171-1177 頁
 - 30) 岩村吉晃・堀哲郎、「皮膚の構造」、『新編感覚・知覚心理學ハンドブック』、誠信書房、1994、1178-1120 頁
 - 31) 大内進、「3D 造形装置による視覚障害教育用立体教材の評価に関する実際的研究-共同研究」平成 25 年度～平成 26 年度研究研究成果報告書、独立行政法人国立特別支援教育総合研究所、2015、2-5 頁
 - 32) Miller,M.R.,Ralston,Hs.J., III ,&Kasahara,M.The pattern of cutaneous innervation of the human hand. American Journal of Anatomy,1958. pp. 102. pp.183-197

- 33) Lederman, S.J., & Klatzky, R. L.x. Hand movements: A window into haptic object recognition. *Cognitive Psychology*, 19, 1987. pp.342-368.
- 34) Weinstein,S. Intensive and extensive aspects of tactile sensitivity as a function of body part, sex, and laterality.In Kenshalo, D. R.(Ed.),*The skin senses*. Springfield, Florida,1968. pp. 195-222
- 35) 佐藤泰正、「視覚障害の心理的影響」, 『視覚障害心理学』、学芸図書、1988、10-23 頁
- 36) 榊原清、『盲児の心理と教育』、金子書房、1955
- 37) 小柳恭治・山梨正雄・千田耕基・志村洋・山県浩、「視覚障害児のパターン認識の発達とその指導(1)」、国立特殊教育総合研究所紀要、1983. 10, 115-126 頁
- 38) Révész, G. *Psychology and art of the blind*. Longmans, Green,London.1950
- 39) 村中義夫、「盲人の触運動による線図形認識」、日本オプタコン委員会、1989
- 40) Loomis, J. M, Tactile pattern perception. *Perception*, 1981, pp.5-27
- 41) Miller, S, *Reading by Touch*. Routledge, London, 1997
- 42) 松田隆夫、「体性感覚と前庭機能の心理学」, 『知覚心理学の基礎』、倍風館、2000、153-200 頁
- 43) Herder,Johann Gottfried、『世界の名著ヘルダー・ゲーテ』、登張正実訳、中央公論社、1975
- 44) 金田晋、「触れる—美的経験論試論(1)」、地域文化研究, vol. 10、1984、183-199 頁
- 45) 「アクセシブルデザイン—標識, 設備及び機器への点字の適用方法」 JIS T 0921、日本産業標準調査会審議、(財)日本規格協会、2017、4 頁
- 46) 林子翔・徐佳・柴崎幸次、「視覚障害者に向けた触摸図形のデザイン研究」、工業設計、2021. 116-117 頁
- 47) 山根清道、「触運動的図形知覚についての実験的研究」、心理學研究, Vol. 10 no. 3、327-390 頁
- 48) 木村充彦、「触運動による組み合わせ図形の知覚」、心理學研究、1972、1-12 頁
- 49) 「アクセシブルデザイン—視覚に障害のある人々が利用する取扱説明書の作成における配慮事項」 JIS S 0043、日本産業標準調査会審議、(財)日本規格協会、2018、1-3 頁
- 50) 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—触図作成マニュアルの作成に向けて—」、国立特殊教育総合研究所紀要 Vol. 32、2005.

- 51) Valbo,A.B. Johanson,R.S., The tactile sensory innervation of glabrous skin of the human hand.In G.Gordon(Ed.),Active Touch.,Pergamon Press,1978, pp.29-54
- 52) Braille Authority of North America, Guidelines and Standards for Tactile Graphics,2010(2011).

参考文献一覧

- 1) 「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、日本産業標準調査会審議、(財)日本規格協会、2007、1-3 頁
- 2) 「高齢者及び障害のある人々のニーズに対応した規格作成配慮指針」 JIS Z 8071、日本産業標準調査会審議、(財)日本規格協会、2003
- 3) 「紫外線硬化樹脂インキ点字—品質及び試験方法」 JIS T 9253、日本産業標準調査会審議、(財)日本規格協会、2004
- 4) 「点字の表示原則及び点字表示方法—公共施設」 JIS T 0921、日本産業標準調査会審議、(財)日本規格協会、2006
- 5) 林美恵子・鴨田真理沙・藤本浩志、「識別しやすい点字の形状に関する研究」、人間工学, Vol. 39、2003、117-122 頁
- 6) 平井康之、「ユニバーサルミュージアムの基本的要件とその評価と活用方法に関する研究」、九州大学学術情報リポジトリ、2016. 3
- 7) 北田亮、「触覚による物体認識に関わる脳内ネットワーク」、基礎心理学研究, Vol. 35 no. 1、2016、68-71 頁
- 8) 小笠原文、「[触れる絵本]の制作についての一考察—造形表現プログラムの提案—」、広島文化学園大学学芸学部紀要 Vol. 1、2011、111-120 頁
- 9) 木下源一郎・高瀬国克・森政弘、「触覚によるパターン認識」、バイオメカニズム学会, Vol. 1、1972、71-80 頁
- 10) 上田篤嗣・澤田陽一・村上貴英 他、「中途視覚障害者の移動支援に役立つ触知ピクトグラム最適サイズの予備的検討」、デザイン学研究, Vol. 63 no. 3、2016、29-36 頁
- 11) 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」、2008、1-68 頁
- 12) 厚生労働省、「視覚障害者に対して精密な点図を提供するためのシステム開発」(開発機関 株式会社ジェイ・ティー・アール)、障害者自立支援機器等開発促進事業、平成 23 年度報告書、2012. 4
- 13) 上田篤嗣・村上貴英・石見卓 他、『触知ピクトグラムサインの提案: コミュニケーションデザイン 4 地球市民のデザイン (FOMS 編)』、遊子館、2012、48-49 頁
- 14) 神明前方嗣・仲谷正史・川上直樹・舘暲、「指先の皮膚感覚による凹凸知覚特性の研究」、日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 13、2008、101-103 頁

- 15) 和氣洋美、「触覚の錯覚，基礎と応用」，『新編感覚・知覚心理学ハンドブック Part2』(大山正，今井吾，和氣典二，菊池正 編)、誠信書房、2007、411-433 頁
- 16) 田中良広、「視覚障害のある児童生徒のための教科書デジタルデータの活用及びデジタル教科書の在り方に関する研究ー我が国における現状と課題の整理と諸外国の状況調査を踏まえて」、独立行政法人国立特別支援教育総合研究所、2016.3、6 頁
- 17) 土井幸輝・小田原利江・林美恵子・藤本浩志、「UV 点字パターンの識別容易性評価に関する研究」日本機械学会論文集 C 編, Vol. 70 no. 699、2004、300-305 頁
- 18) 土井幸輝・藤本浩志・和田勉 他、「触知記号・浮き出し文字の識別容易性」、バイオメカニズム学会, Vol. 21、2012、81-91 頁
- 19) 土井幸輝・豊田航・藤本浩志、「点字触読の熟達者・初心者それぞれの加齢の影響に着目したアラビア数字の浮き出し文字のサイズが識別容易性に及ぼす影響」、バイオメカニズム学会 Vol. 22、2014、129-139 頁
- 20) 山崎純、「ユニバーサルデザインとしての点字・触知図印刷」、画像電子学会 VMA 研究会、2017
- 21) 関根千佳、『ユニバーサルデザインのちから社会人のための UD 入門』、生産性出版、2010 年
- 22) 渡辺哲也・加賀大嗣・小林真・南谷和範、「視覚障害者のための触図訳サービスに関する調査」、ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 20 no. 2、2018、147-152 頁
- 23) 柳原崇男、「視覚障害者の視覚認知・空間認知と歩行支援整備」、土木計画学研究・論文集, Vol. 27 no. 1、2010.9、19-31 頁
- 24) 広瀬浩二郎、「視覚障害者の絵画鑑賞ー[副触図]の可能性」、民博通信, Vol. 161、2018.6、20-21 頁

和文要旨

触知図形を活用したデザイン研究 —視覚障害者が鑑賞できるグラフィック表現—

林子翔

本研究は、日常生活や教育の現場においてグラフィックデザインなどの視覚的な情報を触覚情報にする触知図形を活用したデザインの実践的研究である。これまでの触知図形活用の題材と範囲を広げ、新たな触知図形を提供する課題を明確にする。

視覚障害者にグラフィックイメージを伝えるため、最適な触知図形の制作方法を研究し、当事者の触読監修を経て、触って分かりやすいのはもちろんのこと、触知図形の触学・触楽を追求し、視覚を使う人・使わない人など、誰もが鑑賞できる触知図形を提案する。一方、日本で触知図形を活用した研究の経験をもとに、筆者の祖国である中国において、視覚障害がある子供たちが使う教科書に触知図形を挿入し、その効果を検証し、これからの視覚障害者の情報環境を改善するという課題を解決していく。

本研究の構成は理論研究と実践研究の2つに分け、研究調査を行っている。

理論部分は第1章序論から、触知図形は視覚障害者にとって情報を得るひとつ重要な手段であることを述べ、視覚障害者のためのグラフィックデザインの領域を広げる必要性、触知図形に関する定義、現状調査、研究目的と方法、触知図形活用の現状や社会での問題点をまとめている。

第2章では、日本・欧米・中国における触図に関する現状調査を行った。日本ではJIS規格に示された触図に関連する規格の調査、盲学校（視覚支援学校）の触図教材の聞き取り調査、名古屋情報文化センターでの現状調査と触図のある出版物について調査した。欧米での触図を用いた美術鑑賞ができる展覧会や絵本を調べ、触図の内容と表現について新たな可能性を見出した。中国では触図の制作方針「触摸図形設計指南及び図例」の調査に加え、広州図書館と特殊教育学校を訪問し、中国の視覚障害者福祉支援は先進国に遅れをとっていることがわかった。また、教育現場である中国の盲学校において、さわれる触図教材、または教科書がまだまだ少ないという現状が明らかになった。

第3章では、視覚障害の特性を理解するため、視覚障害がもたらす心理的な特徴と触覚の特性を調査した。そして触図の読み取りやすさに与える要因を分析し、指での美術鑑賞力について深く掘り下げると同時に、視覚障害者が感じる触図の効果についてのインタビュー調査を行い、触覚で物を鑑賞する人が指先でさわるとき、どのように楽しく、美しさなどを感じとることができるのかなどについて述べた。

第4章では、日本のJIS規格と中国の制作方針「触摸図形設計指南及び図例」に示された点・線・面の規格以外にも触知図形を構成する様々な幾何形状が想定されることから、丸形や三角形や正方形などの幾何形状を使い、触覚で触知図形を構成する幾何形状がどの程度が分かりづらく、どの程度なら分かりやすいのかについて実験調査を行った。その結果、12種類の幾何形状の最低認識サイズと識別容易性の参考数値が得られ、本研究の最終作品において応用することとした。

第5章では、第1章から第4章までを整理した、既存の多様な触図の表現方法と筆者が福祉施設で経験した方法を踏まえ、本研究の作品制作に活用するための触知図形をデザインする基本原則について述べる。触知図形を構成する基本部品として12種類の幾何形状の実験調査を行った。そこで、触図に関する現状調査と触図の基本部品の実験調査から得られた参考数値を総合的に分析し、触知図形を制作する基本原則を整理し、触知図形を描写する視点、輪郭の連続性、図形の単純化、図形を触りやすい大きさへの配慮、物事の特徴の強調、必要な間隔距離、重なる部分を避けること、触知図形に触楽を持ち込むこと、触読監修の必要性、色の選択の配慮の10項目としてまとめている。

本研究の実践部分は、第6章から触知図形をデザインする基本原則に基づいた制作プロセスを巡り、触知図形を活用するデザイン提案を行う。そしてユニバーサルデザインの観点から、全盲・弱視の人、晴眼者など、全ての人が対象者となる。題材は動物から始まり、植物と乗り物へと広げ、それぞれの対象の特徴と造形を分析し、触知図形をデザインする。その後、触読監修を経て、最適な触知図形の制作方法を選択し、製版・印刷をする。

作品1「水中の生き物シリーズと貝殻シリーズ」は、言葉では説明しにくい造形や、直接さわることが難しい対象物を優先的に選択した。規則的な模様を凹凸の点(エンボス印刷)で表現し、触り心地の楽しい変化に富んだものにと考えると考え、触知図形の触学・触楽を追求し、視覚を使う人・使わない人など、誰もが鑑賞できる触知図形を目的とした。さらに、触知図形及び、ユニバーサルデザイン商品の提案を行った。

作品2「中国の小学校国語教科書の触知図形補助教材」は、「2-3-3 視覚障害者のための教科書」において広東省の湛江市特殊教育学校の小学校国語教科書には文章を理解する絵や図形が省略されている問題を巡り、触知図形研究のプロジェクトを立ち上げた。筆者はこのプロジェクトの中で中心的な役割を担い、図形デザインの担当をし、小学校国語教科書の触知図形補助教材の題材の特徴を分析し、触知図形の制作を行う。中国において視覚障害がある子供たちが使う教科書に触知図形を挿入するプロジェクトに取り組み、この補助教材によっ

て教科書の内容をより深く理解できるような教材を制作し、その効果を検証し視覚障害者の学習環境を改善することを提案する。

第7章では、結論として本研究の独自性と今後の課題と展望を述べている。まず、本研究の題材は動物、植物と乗り物などを選択した。オリジナリティあふれる触知図形である。次に、触知図形を制作する際に、対象の単純化、対象の空間性（三次元）表現を避けること、触読監修の必要性など10の基本原則をまとめ、触読性を最優先することとし、触覚・視覚・聴覚の感覚機能を通じて触知図形を活用することを述べる。また、視覚を使う人・使わない人など、誰もが鑑賞できるユニバーサル製品開発を実現することを示す。

本研究の今後の課題として、二次元の触知図形は立体物のように対象の空間性と実物に近い重さと質感などの表現について限界があるため、特に教育現場において、平面と立体の合体や、触覚・視覚・聴覚などの感覚機能を通じて、紙媒体とデジタル技術で触知図形を展開していくことと、触知図形の役割は触覚を通じて、様々な情報を伝える便利さだけではなく、もっと心に関すること、「幸せ」や「豊かさ」などの要素を持ち込むことを述べた。

英文要旨

Tactile graphics-motivated design research

-Visual communication that can be appreciated by the visually impaired-

Lin Zixiang

This research is through daily life and education scene, using graphic design and other visual information into tactile information of tactile graphics design practice research. By broadening the theme and scope of traditional tactile graphics applications, the problem of providing new tactile graphics is clearly defined.

In order to convey graphic images to visually impaired persons, the best method of making tactile graphics is studied. After reading and supervising by the parties concerned, it is proposed that tactile graphics should be easy to understand, and fun, interest and aesthetic feeling of tactile graphics should be pursued, which can be enjoyed by both people who use vision and people who don't use vision. On the other hand, according to the research experience of using tactile graphics in Japan, in my motherland, China, tactile graphics are inserted into textbooks used by visually impaired children to verify its effect, so as to solve the problem of improving the information environment of visually impaired people in the future.

This study is divided into two parts: theoretical research and practical research.

The theoretical part starts from the preface of Chapter 1, elaborates that tactile graphics is one of the important means for visually impaired persons to obtain information, and summarizes the necessity of expanding the field of graphic design for visually impaired persons, the definition of tactile graphics, the investigation of present situation, the purpose and method of research, the present situation of tactile graphics and the problems existing in society.

In Chapter 2, the present situation of tactile graphics in Japan, Europe, America and China is investigated. In Japan, the specifications related to tactile graphics shown in JIS specifications were investigated, the status of tactile graphics teaching materials in special support schools was investigated, a field survey was conducted at Nagoya Information and Culture Center, and a survey was conducted on publications with tactile graphics. I investigated exhibitions and picture books in Europe and America where tactile graphics can be used for art appreciation, and found new possibilities for the content and expression of tactile graphics. On the basis of investigating the tactile graphic design guide and legend, the reporter visited Guangzhou Library and special education schools, and learned that there are few tactile graphic textbooks and textbooks at present.

In the third chapter, in order to understand the characteristics of visual impairment, the psychological characteristics and tactile characteristics brought by visual impairment are studied. It also analyzes the factors of the readability of tactile graphics, while deeply discussing the taste of finger art, it also makes an interview and investigation on the tactile graphics effect felt by visually impaired persons, and expounds how people who appreciate things with tactile sense feel happiness and aesthetic feeling when touching with their fingertips.

In Chapter 4, in addition to the standards of points, lines and planes shown in Japanese JIS standard and Chinese production policy "Guidelines and Legends for Tactile Graphics Design", we also use geometric shapes such as circles, triangles and squares to investigate to what extent it is difficult and easy to understand the geometric shapes of tactile graphics composed of tactile graphics. As a result, the lowest recognition sizes and reference values of recognition ease of 12 geometric shapes are obtained, which are decided to be applied in the final work of this study.

In Chapter 5, the author sorts out the basic principles of making tactile graphics according to the existing various methods of tactile graphics expression and the methods experienced by the author in welfare institutions. It is summarized into 10 items, such as the viewpoint of depicting tactile graphics, the continuity of contour and the simplification of graphics.

In the practical part of this study, starting from Chapter 6, around the production process based on the basic principles of tactile graphics, the design scheme of using tactile graphics flexibly is put forward. And from the point of view of universal design, people with total blindness, amblyopia and good eyesight are all the research objects. The subject matter starts from animals and extends to plants and vehicles. The characteristics and shapes of each object are analyzed, and the touch graphics are designed. After that, through touch reading supervision and repair, the best tactile graphic production method is selected for plate making and printing.

The first work is titled "Aquatic Biological Series and Shell Series", giving priority to shapes that are difficult to explain by language and objects that are difficult to touch directly. Concave-convex points (embossed printing) are used to represent regular graphics, and then tactile graphics and universal design commodities are put forward.

Work 2, "Tactile Graphics Auxiliary Textbook for Chinese Primary School Chinese Textbooks", establishes a tactile graphics research project around the problems of primary school Chinese textbooks in Zhanjiang Special Education School, Guangdong Province in "2-3-3 Textbook for the Blind". This paper analyzes the theme characteristics of tactile graphics auxiliary teaching materials in primary school

Chinese textbooks, and makes tactile graphics. The invention provides an auxiliary teaching material, through which the contents of the textbook can be more deeply understood, and the learning environment of the visually impaired person can be improved by verifying the effect thereof.

In Chapter 7, as a conclusion, the uniqueness of this study and the future topics and prospects are expounded. This study explains the convenience of transmitting various information through tactile graphics, and more elements such as "happiness" and "abundance" related to the soul.

謝辞

本研究を進めるにあたり、主担当教員の愛知県立芸術大学デザイン専攻教授・柴崎幸次先生、副担当教員として同専攻教授・石井晴雄先生、准教授・佐藤直樹先生、元教授・中島聡先生、国立民族学博物館学術資源研究開発センター准教授・広瀬浩二郎先生、そして本大学の非常勤講師・川口暢子先生には研究論文全般にご指導を頂きました。

本研究は(2015年-2017年)博士前期課程から、本大学元学長、教授・白木彰先生にご教示を頂き、視覚障害者に伝える触知図形に関する研究に着目しました。

触知図形に関する調査と制作には、点字・触図工房BJと名古屋情報文化センターの点字出版部の全職員で実際の触知図形制作に携わったことで、様々な経験を身につけることができました。そして本研究の「作品1-水中の生き物シリーズと貝殻シリーズ」と「さわれるクリアファイル」と「さわれる一筆箋」の制作環境を提供して頂きました。また、本研究における実際の触知図形制作では、同センターに勤務し、厚生労働省の承認を得た検定試験である点字技能師の有資格者である視覚障害当事者の森様、藤下様、寺西様、森下様、橋本様を中心に触読監修を通してご助言を頂きました。

日本語が母国語ではない筆者にとって、日本語で論文を書くことはまだまだ力不足な部分があるため、本論文の日本語チェック及び触図の専門知識については、点字・触図工房BJの小川真美子氏にご協力頂きました。

中国での研究活動は、湛江市特殊教育学校(広東省)の熊宇紅先生、何沢偉先生と生徒達に聞き取り調査と実験調査をご協力頂きました。

広東省教育科学研究プロジェクト「異なる感覚モダリティによる認知図形デザインと応用研究」(項目番号:2020GXJK339)では、代表である広東海洋大学准教授・徐佳先生とチームの皆様には大変お世話になりました。そして、同専攻の博士2年生周業欣氏、博士3年生周瑞剛氏と郭軼非氏には作品運び、展示の手伝いでお世話になりました。

本研究は公益財団法人日東学術振興財団と中国の広東省教育庁から研究助成をいただきました。

心より御礼申し上げます。