

視覚障害教育のための3次元CADを活用した
2次元画像の立体的翻案に関する研究

平成17年度～19年度
科学研究費補助金（基盤研究（B））
研究成果報告書
（課題番号 17330206）

平成20年3月

研究代表者 大内 進
独立行政法人 国立特別支援教育総合研究所

ま え が き

この報告書は、平成17年度から平成19年度にかけて行われた科学研究費補助金による研究「視覚障害教育のための3次元CADを活用した2次元画像の立体的翻案に関する研究」（課題番号 17330206）の研究成果をまとめたものです。

視覚活用の困難な人が絵画などの2次元画像にアクセスすることは、長い間にわたって難しいこととされてきて、教育的な意義も積極的に認められてきませんでした。しかし、近年になって適切な指導と経験を積み重ねることにより、2次元のグラフィック情報を理解したり表現したりすることが可能であるということについて市民権が得られるようになってきました。凸図を表すための装置やICTを活用したハードウェアやソフトウェアの開発が進み、凸図による2次元情報を容易に提供できるようになったこともその背景として考えられます。

しかし、空間解像度が低い触覚による認知では視覚認知のように詳細な画像をとらえることは困難です。また、2次的に表された3次元の形状を言葉でイメージすることも大変難しいことです。

こうした課題を踏まえて、1990年代後半、イタリアにおいて、絵画を触覚的に鑑賞できるように平面的な凸図ではなく、半立体的なレリーフに翻案して視覚に障害のある人に鑑賞してもらおうという取組が開始されました。3次的な形状であれば、触覚を活用して事物をより直感的にとらえ、またイメージすることも2次元情報よりは容易になります。これまでの2次元画像の指導では、3次元の立体物からいきなり2次的に表現されたものへの理解が求められていました。半立体的なレリーフは、3次的な形状から平面的な凸図とをつなぐ媒介としての役割を果たすことが出来ます。

平成14年度に科学研究費補助金を得て、この半立体絵画の3次元翻案に関わる原則や全盲者への鑑賞指導の方法の分析、さらにはそれらを踏まえた日本の絵画の立体的翻案などにも取り組んできました。

本研究では、これらの成果を踏まえて、新たな半立体教材の作成に取り組むとともに、ICTを活用した3次元CAD及び真空成型法を活用した視覚障害教育用半立体教材作成の複製システムの開発に取り組みました。

この報告書が、視覚障害教育の領域における専門性の向上や、情報の相互活用の充実に寄与する事を願っています。また、この分野のさらなる進展のために忌憚のないご意見をいただければ幸いです。

平成20年3月30日

研究代表者 独立行政法人
国立特別支援教育総合研究所
大内 進

研 究 の 組 織

所内研究分担者

大 内 進	独立行政法人国立特別支援教育総合研究所	企画部
棟 方 哲 弥	独立行政法人国立特別支援教育総合研究所	企画部
渡 辺 哲 也	独立行政法人国立特別支援教育総合研究所	教育支援研究部

研究協力者

佐 藤 知 洋	筑波大学附属視覚特別支援学校
増 岡 直 子	筑波大学附属視覚特別支援学校
山 田 毅	筑波大学附属視覚特別支援学校
宮 崎 善 郎	筑波大学附属視覚特別支援学校
土 井 幸 輝	首都大学東京システムデザイン学部 助教
高 橋 玲 子	株式会社タカラトミー

目 次

まえがき

はじめに ー本研究の概要ー 1

第 I 編 絵画作品の半立体的翻案と 3 次元 CAD システムによる複製造型

1	絵画作品の触る絵への翻案ー「牛乳を注ぐ女」の立体的翻案ー	7
1.	半立体的翻案作品の選定.....	7
2.	「牛乳を注ぐ女」の半立体的翻案.....	20
2	3次元 CAD システムによる「触る絵」の複製造型.....	23
3	「触る絵」の鑑賞プログラム.....	37
1.	「神奈川沖波裏」鑑賞プログラム.....	37
2.	「牛乳を注ぐ女」鑑賞プログラム.....	42
4	視覚障害者による鑑賞とその評価.....	48
1.	調査の目的.....	48
2.	方法.....	48
3.	対象作品.....	49
4.	結果.....	49
5.	考察.....	58
5	まとめ.....	61

第 II 編 真空成型による視覚障害教育用立体教材の作成と活用

1	海外における真空成型教材の活用.....	65
1.	はじめに	65
2.	英国における触図の作製機関の貢献 ーリビング・ペインティング・トラストの実践ー	65
3.	イタリアにおける視覚障害教育に関わる触覚教材への対応	67
4.	まとめ	73
2	真空成型による立体教材作成の取組.....	76

3	3次元造型システムを活用した真空成型用雛形の作製	82
4	真空成型に利用する熱可塑性シートの成型特性.....	87
5	真空成型による教材の試作	90
6	おわりに	95

第Ⅲ編 視覚障害者のための触る美術館の取組

1	はじめに.....	97
2	イタリア オメロ美術館	99
3	スペイン 触る美術館ティフロロギコ	122
4	イタリア アンテロス美術館	130
5	まとめ.....	141

	おわりにー本研究のまとめー.....	143
--	--------------------	-----

資料編

- 資料1 視覚障害教育における触図の精度について
ー第44回特殊教育学会自主シンポジウム講演記録ー
- 資料2 真空成型法による立体教材作製の手引
- 資料3 半立体絵画作品目録

はじめに

研究の背景

1990年代後半、イタリアにおいて視覚障害者のために、浮彫の技術を応用して半立体的に翻案した絵画を触覚的に鑑賞できるように翻案する「触る絵画」の技法が開発された。その作品（触る絵画）を展示した美術館も誕生している。

これらの取組については、平成14年度～16年度の科学研究費補助金による研究で紹介した。この研究では、イタリア以外の国では初めて触る絵画作品を導入するとともに絵画の3次元翻案に関わる原則や全盲者への鑑賞指導の方法の分析、さらにはそれらを踏まえた日本の絵画の立体的翻案などにも取り組んだ。この中で「層化」と「圧縮」の原理による3次元の2次元的理解を促すための絵画鑑賞の指導法を開発した。あわせてIT技術を活用した立体絵画作製システムの開発に着手した。

本研究では、平成14年度～16年度の科学研究費補助金による研究の成果をふまえて、最新の3次元情報処理技術を活用して半立体作品のより簡便な翻案法を開発するとともに、海外の実践の紹介をとおして視覚障害教育に関連する3次元化教材の開発とその指導に関する基礎資料を取りまとめようとするものである。

研究の目的

(1) 3次元教材の翻案にあたっては、その普及を促進するためにこれまでに明らかにした3次元の「圧縮」と「層化」の原理に基づいて3次元CADなどの情報処理技術を活用した半立体作品をより簡便に翻案する方法を開発する。あわせてより廉価な立体資料の複製システムを開発し、実際に活用してその効果を検証するなど実践的研究を進める。

(2) 視覚障害教育における教科指導等のために整備が望まれる立体教材について海外の先進機関の実施状況に関する調査も実施し、3次元化教材の開発とその指導法に関する基礎資料を整理する。

研究の概要

第1編 絵画作品の半立体的翻案と3次元CADシステムによる複製造形

いわゆる健常者と視覚障害者の情報の共有という観点から、義務教育段階の図工・及び美術の教科書における鑑賞教材として用いられている作品を整理した。その結果から絵画作品「牛乳を注ぐ女」(フェルメール作)を本研究における立体翻案作品として選定し、イタリアのアンテロス美術館から提起された翻案原則に従って、石膏による立体的な翻案を試みた。

さらにその造型作品を基に3次元CADを活用した造型法による「触る絵」の複製法の開発に取り組んだ。3Dスキャナーによる立体形状の3次元データ化とデータ加工が「触る絵」の複製作成にも活用できることが確かめられた。そのデータに基づいてナイロン粉末造型法により縮小サイズでの造型を行った。

石膏の翻案作品及び複製作品について、触察による認知や印象に関して視覚障害者自身による評価を行った。圧縮・層化・触覚に配慮したデフォルメの原則に基づいて翻案した石膏作品は、

今回の視覚障害者の鑑賞では概ね支持されたといつてよい。また、3次元CADを活用した造型法による「触る絵」の複製も高い評価を得ることができた。

3次元造形法については、形状を細部まで忠実に再現でき、造型素材の触り心地も改善されてきていること、3次元的な教材を電子データ化することにより利用者の個々のニーズに応じて教材の大きさや精度をカスタマイズできること、必要に応じて教材を作製することができることなどの利点から、視覚障害教育用のさまざまな立体教材作成への活用できることが示唆された。一方、精度の高い3次元モデルを作成するためにはデータ作成や造形作業などの面で高い技術力が必要とされることやコストが非常にかかる点や弱視者の活用への対応などが、普及に向けた課題だといえる。

第II編 真空成型による視覚障害教育用立体教材の作成と活用

海外、特にヨーロッパ圏での真空成型教材活用に関する実地調査結果を報告すると共に、そこで得られた情報を基に導入した厚手のプラスチックシートが簡便に立体加工できる真空成型装置による教材試作とその利用について検証した。

ヨーロッパ圏での調査から半立体的に加工できるコンパクトな真空成型装置が普及しており、ボランティアグループがしっかりした半立体的な触覚教材を作成していることを知ることができた。我国の教育現場では、立体コピーシステムの普及により、真空成型による教材作成が行われなくなる傾向がある。また、我国で使われている装置は元来点字をコピーする目的で開発された装置であり、ボリュームのある立体を複製することはできなかった。

調査で得られた知見を基に厚手のシートが簡便に加工できる装置を導入した。実際に教材を試作し、使い勝手やその教材の活用の可能性について検討した。作業手順は従来から我国に導入されている装置とほぼ同様であり、高度な知識や技術がなくても機器を操作することが確認できた。試作した教材については、触り心地や形状の理解しやすさの点で、従前のサーモフォームよりもよいという評価が得られた。立体コピーの普及によって触図というと平面的な凸図が一般的になっているが、実物と平面的触図の間に、形状を直感的に理解できて具体的に実物がイメージしやすい、より立体的な教材を積極的に介在させることで、より豊かな触覚の読解力を育成することが可能になってくると思われる。特に幼少期や触覚活用の初心者にはこうした丁寧な対応が必要である。本研究の取組を基にして、「真空成型法による立体教材作製の手引」を作製し、本報告書の巻末に添付した。

第III編 視覚障害者のための触る美術館の取組

本研究の一環として、視覚障害者のための美術館として先進的な取組をしているイタリア「オメロ美術館」「アンテロス美術館」、スペイン「触る美術館」の実地調査を行った。本編では、その結果を報告した。これらの美術館に共通しているのは、「触る」ことに関して制限の多い一般の美術館・博物館に対して、設立の主旨が3次元の彫刻や絵画の半立体的翻案作品、建造物のレプリカ、縮尺模型等を展示し、視覚障害者に鑑賞してもらおうという点である。「触る」ことを前提として作品が展示されている。

これらの美術館は、それぞれ基本的なコンセプトが異なっていて、「オメロ美術館」では3次元的な彫刻や建造物の模型、「アンテロス美術館」では著名な絵画の半立体的翻案作品、スペイン「触る美術館」では著名な建造物や都市の模型等を展示していた。視覚障害者のための触る教材の配慮点の一つとして、大きすぎるものは縮小し、小さすぎるものは拡大して、触覚的に認知しやすい大きさにすることが大切であるが、これらの美術館では、触ってわかりやすい配慮がいき届いていると共に、実際の大きさと異なる展示物については、その大きさがイメージできるように、部分的に実物と同じ大きさのものを用意し、実際の大きさを想像しやすくできるようにしたり、人物の模型をおいてそれを基準に実際の大きさを想像したりするような工夫がなされていた。

また、町の模型のように広域の空間を表した展示物については、手の届く範囲で全体の形状が把握できるような模型を用意して、それで全体像を把握しながら、模型で各部を詳細に観察していくような工夫がなされていた。「アンテロス美術館」は2次元画像を半立体的に翻案した「触る絵画」の展示が中心であった。

これらの美術館は視覚障害者以外の人にも開放されており、視覚障害のない児童・生徒や一般の人たちが視覚だけでなく触覚も活用して芸術鑑賞を深化させるとともに、視覚障害のある人と共有する世界を広げることに寄与していた。視覚障害者のために出発した美術館が、視覚活用できる人の鑑賞や障害者の理解を深める役割を果たしているという効果も認めることができた。

我が国には、こうした触る美術館は公的に設置されていない。視覚障害当事者の団体もこうした芸術鑑賞に対しては、組織的な活動には取り組んでいない。当事者の篤志家がかなりの自己負担をしながら、視覚障害者のニーズを支えているというのが現状である。こうした活動を公的に支えていくことが喫緊の課題である。

研究費

平成17年度 4,900,000円

平成18年度 3,000,000円

平成19年度 2,900,000円

研究成果の公表

著書

- [1] Susumu Oouchi (2006) L'elaborazione e l'utilizzazione dei materiali didattici tattili per i bambini non vedenti "L'arte a portata di mano -Verso una pedagogia di accesso ai Beni Culturali senza barriere", Armand Editore(Roma, Italia).

論文

- [1] 大内 進・土肥秀行・ロレッタ・セッキ (2006) イタリアにおける視覚障害児者のための絵画鑑賞の取組, 世界の特殊教育, 20, 83-100.
- [2] 大内 進・渡辺哲也・高橋玲子 (2007) イタリアにおける視覚障害教育に関わる触覚教材への対応, 世界の特殊教育, 21, 25-35.

講演発表

- [1] 土井幸輝・大内進・佐藤知洋・増岡直子 (2006) 真空成型による触覚教材の作製と活用 2, 日本特殊教育学会第 44 回大会講演集, pp. 118.
- [2] 増岡直子・佐藤知洋・土井幸輝・大内進 (2006) 真空成型による触覚教材の作製と活用 3, 日本特殊教育学会第 44 回大会講演集, pp. 318.
- [3] 大内 進 (2005) 視覚障害者のための日本の絵画の「触る絵」翻案の試み. 日本特殊教育学会第 43 回大会発表論文集.
- [4] 大内進・土井幸輝・佐藤知洋・増岡直子 (2006) 真空成型による触覚教材の作製と活用 1, 日本特殊教育学会第 44 回大会発表論文集, pp. 117.
- [5] 大内 進 (2007) 視覚障害者のために 2 次元画像の半立体的翻案と触覚による鑑賞法の開発, 第 1 回幾何学教材と視覚障害者の立体認識シンポジウム論文集, 21-25.
- [6] 大内 進 (2007) 視覚障害者のための絵画の半立体的翻案と触覚による鑑賞, 形の科学会誌, 22(1), 9-10.
- [7] 大内 進 (2007) 3 次元 CAD を活用した絵画の半立体的翻案作品の造型とその評価, 第 33 回感覚代行シンポジウム発表論文集, 113-116.
- [8] 大内 進 (2008) 「牛乳を注ぐ女」の立体的翻案と触覚による鑑賞, 第 2 回幾何学教材と視覚障害者の立体認識シンポジウム発表論文集, 28-33.

その他

- [1] 大内 進(2007): 3次元造型システムを活用した立体教材作成の試み, 視覚障害, 231, 1-10.
- [2] 渡辺哲也・大内進・高橋玲子(2006): スペインの視覚障害者のための美術館, 視覚障害, 223, 14-22.
- [3] 大内 進(2007): 3次元造形システムを活用した立体教材作成の試みー豊かな触覚教材の活用を目指して, P i n, 28,

シンポジウムの開催

- [1] 日本特殊教育学会第44回大会自主シンポジウム

「視覚障害教育における触図の精度について」

日時: 2006年9月16日(土) 17:00~19:00

場所: 群馬大学社会情報学部棟 205 教室

内容:

企画者 大内 進(独立行政法人国立特別支援教育総合研究所)

発表者 福井哲也(日本ライトハウス)

南谷和範(NHK放送技術研究所)

指定討論者 長岡英司(筑波技術大学)

- [2] 日本特殊教育学会第45回大会自主シンポジウム

「触ってわかりやすい3次元教材に求められる条件」

日時: 2006年9月16日(土) 17:00~19:00

場所: 群馬大学社会情報学部棟 205 教室

内容:

企画者 大内 進(独立行政法人国立特別支援教育総合研究所)

佐藤知洋(筑波大学附属視覚特別支援学校)

山田 毅(筑波大学附属視覚特別支援学校)

宮崎善郎(筑波大学附属視覚特別支援学校)

増岡直子(筑波大学附属視覚特別支援学校)

発表者 高橋玲子(株式会社タカラトミー)

小原二三夫(日本ライトハウス)

大内 進(独立行政法人国立特別支援教育総合研究所)

指定討論者 長尾栄一(筑波大学 元教授)

第 I 編

絵画作品の半立体的翻案と 3次元 CAD システムによる複製造型

1 絵画作品の触る絵への翻案

－「牛乳を注ぐ女」の立体的翻案－

1. 半立体的翻案作品の選定

(1) はじめに

筆者等はこれまで、イタリアのカヴァッツァ盲人施設に付設されている視覚障害者のための触る絵の美術館「アンテロス美術館」(Museo tattile di pittura antica e moderna Anteros dei Ciechi “Francesco Cavazza”)と連携して「触る絵」の作製と鑑賞の在り方について検討してきた。

「触る絵」とは、視覚障害のある人々の絵画へのアクセスを支援するために、彫刻における浮き彫りの技法を応用して、描かれている対象物を浮かび上がらせるよう表現することにより絵画を半立体的に翻案し、触覚による観察ができるようにした作品である。触覚的な観察ができるように翻案しても、触覚によって入手できる情報量が限られていることや触覚的な観察が未経験の形状のものなども多いことから、「絵画」の鑑賞は、この翻案された「触る絵」を手がかりにしながら、その絵画に託されているストーリーや触覚的にとらえることが困難な色づかいなどを解説した作品目録に従って言語的な説明を併用して進められることになる。

こうした視覚障害者の絵画鑑賞の手法は1990年代後半に、「アンテロス美術館」で開発されたものである。筆者は、「アンテロス美術館」研究成果を我が国に紹介するとともに(大内 2002)、アンテロス美術館と連携して「触る絵」の作製と活用法の開発及び日本人作家による絵画の立体的翻案に取り組んできた(大内 2004, 大内 2007)。

アンテロス美術館で製作した触る絵画作品はすでに40以上に及んでいるが、代表的な作品としては、レオナルド・ダ・ヴィンチの「モナリザ」、ボッティチェリの「ヴィーナスの誕生」等がある。また、本研究チームがイタリアチームと共同して作成した作品としては葛飾北斎の「神奈川沖波裏」がある(図 I-1)。



図 I-1 触る絵作品例 (左：モナリザ, 中央：ヴィーナスの誕生, 右：神奈川波裏)

近年、我が国でも視覚障害者の絵画鑑賞が行われるようになってきているが、その多くの方法はガイドや美術館学芸員による口頭での解説を主とするものである。そのため、画像のイメージは、視覚

障害者の想像力や経験に委ねられることになる（エイブル・アート・ジャパン 2005）。

「触る絵画」の鑑賞では、作品の構図等を触覚的に観察しながら、口頭で詳細な解説をも併用しており、視覚障害のある鑑賞者からは、画像の構図などの具体的なイメージがより直感的に得やすく、作品鑑賞する上で大変有効な手がかりとなっているという感想を得ている（Secchi 2004）。

しかし、触覚によって得られたイメージは揮発しやすく、丁寧に鑑賞をしても、得られたイメージが記憶にとどまりにくい。視覚によるイメージでも、印象が薄かったり、類似のものが多かったりすると記憶にとどまりにくいものであることから、その記憶の困難さは容易に想起できるであろう。他方、日常的によく触っているものやインパクトの強かった触覚的体験は記憶にとどまりやすかったり、特定の刺激によってその記憶がよみがえったりすることがあるという記述も散見される（小原、Webサイト）。この点から、触る絵についても、繰り返し作品を鑑賞したり、鑑賞後も模型などを手がかりとして造形の形状を再認する機会を設けたりすることにより、触覚的印象が保持されやすくなるものと思われる。

こうした点を鑑みて、本研究では以下のことを目的とし取組を開始した。

1) 日本で独自に立体作品を開発し、その翻案のノウハウを確立する。

2) 翻案作品の3DCADを活用した3次元データ化と複製の造型システムを確立し、その技術にもとづく安価で気軽に活用できる複製教材の開発を試みる。

翻案する作品については、「触る絵」の学校教育段階での普及という観点から、義務教育段階の図画工作及び美術教育における鑑賞教材として出現頻度の高い作品を選択することにした。結果としてフェルメールの「牛乳を注ぐ女」を選択し、その触る絵への翻案を試みた。併せて、この翻案作品について3次元CADシステムを活用した複製の造型法の開発にも取り組んだ。こうした方法を利用して触る絵の複製が可能となれば、作品鑑賞後の手持ち用の補助立体教材が提供でき、触覚的な記憶を保持することの手助けになるものと思われる。

以下に、「牛乳を注ぐ女」の触る絵への翻案の取り組みとともに、3次元造型システムによる3D絵画の複製の作製法とその複製作品の視覚障害者による使用感について報告する。

(2) 翻案作品の選定

翻案作品の選定にあたっては、晴眼者との情報の共有という観点から、小学校図画工作科教科書及び中学校美術科の教科書に鑑賞教材として用いられている絵画作品のうち採用数の多い作品をその候補とすることにした。

文部科学省検定教科書として発行されている3社（日本文教出版，開隆堂，東京書籍）の小学校図画工作科教科書，3社の中学校美術科教科書（日本文教出版，開隆堂，光村出版）を対象とした。各教科書に掲載されている作品は表1-1及び表1-2に示したとおりである。

複数の教科書で採用されている作品を整理すると表1-3のようになった。これらのうち，すでにモナ・リザ（レオナルド・ダ・ヴィンチ）とヴィーナスの誕生（ボッティチェリ）については「触る絵」に翻案されており，残りの作品について，画像が具象的であり半立体的翻案による触覚的鑑賞においてもイメージが持ちやすいと思われる作品を選択することにした。

表1-1 小学校図画工作に採用されている絵画作品

●日本文教出版

図画工作5・6上

作品	作者	制作年	サイズ (cm)
風神雷神図屏風	俵屋宗達		各 154.5×169.78
富嶽三十六景・駿河江尻	葛飾北斎		25.4×37.6
名所江戸百景・大はしけたの夕立	歌川広重	1857	36.5×24.7
兎図	狩野尚信	制作年不明	88.6×29.2
娘	植村松園	1942	49.5×57.5
アンコールワットの遺跡の朝	平山郁夫	1994	86.0×117
アンコールワットの月	平山郁夫	1993	80.5×116.5

図画工作5・6下

作品	作者	制作年	サイズ (cm)
小鳥と少女『ことりのくるひ』表紙	いわさき ちひろ	1971	
源氏物語絵巻		平安時代	
おじゃる丸	犬丸りん	1998	
マリリン・モンロー	アンディ・ ウォーホール	1967	
一休和尚図	墨斎	室町時代	
おさげ髪の少女	アメデオ・モ ディリアーニ	1918	
なるほどくん	石田卓也	2003	
ドラ・マールの肖像	パブロ・ピカソ	1937	
セネシオ	パウル・クレー	1922	
麗子五歳之像	岸田劉生	1918	
自画像	フィンセン ト・ファン・ ゴッホ	1890	
一瓢千金図	富岡鉄斎	1923	133.3×32.5
今様乱舞	白髪一雄	2000	
耳を切った自画像	フィンセン ト・ファン・ ゴッホ	1889	
肖像ゴッホ	森村泰昌	1985	

●開隆堂

図画工作1・2上

作品	作者	制作年	サイズ (cm)
セネキオ(野菊)	パウル・クレー	1922	40.5×38
赤い胸あてズボンをはいた少女	いわさきちひろ	1971	24×18
ろくべえまってるよ (絵本)より	長新太	1927	
立つ裸婦Ⅱ	パプロ・ピカソ	1946	50.5×32.5

図画工作1・2下

作品	作者	制作年	サイズ (cm)
孤狼の柵	棟方志功	1953	32.4×26.3
ふしぎないきもの (絵本)より	クヴィエタ・バ ツォウスカー	1990	
ネコ (雑誌用イラスト)	山城隆一	1992	

図画工作3・4上

作品	作者	制作年	サイズ (cm)
漁火	野間仁根	1952	91×116
おおきなかぶ (絵本)より	佐藤忠良		
用意ができましたよ!	廣川美智子	2001	31.5×21

図画工作3・4下

作品	作者	制作年	サイズ (cm)
捧げ物	マルク・ シャガール	1970	55×46
コスモス	星野富弘	1985	
ひまわり	岩下哲士	1992	130.3×162
夏の赤	ジャン＝ ピエール・ カシニョール	1997	300×240

図画工作 5・6 上

作品	作者	制作年	サイズ (cm)
イギリスのヨットの集団のル・アー ヴル寄港	ラウル・ デュフィ	1927～29	60×78
暗夜行路－眠れない街	横尾忠則	2001	182×227.5
本の表紙カバー	ロニー・スー・ ジョンソン	1989	
山・草・花－地－	栗津潔	1988	300×500

図画工作 5・6 下

作品	作者	制作年	サイズ (cm)
めでたき富士	片岡球子		72.7×116.7
ヴェネツィア・パラッツォ・ダ・ム ーラ	クロード・モネ		62×81.5
かざり襟をつけた少女	パブロ・ピカソ		65×54
M	ジャスパー・ ジョーンズ		91.4×71.0

●東京書籍

図画工作 1・2上, 1・2下, 3・4, 図画工作 5・6上該当なし

図画工作 3・4下

作品	作者	制作年	サイズ (cm)
富士	片岡球子	1980	141×231
四時山水 春(部分)	横山大観	1947	たて 48.8
天地鐘秀	梅原龍三郎	1952	114×63.3
富士	林武	1964	91×72.7
富嶽三十六景 凱風快晴	葛飾北斎	1830 頃	24.7×36.8

図画工作 5・6下

作品	作者	制作年	サイズ (cm)
ドラ・マールのしょう像	パブロ・ピカソ	1937	92×65
花かざりの女	パブロ・ピカソ	1939	54×32.5
ひまわり	ゴッホ	1888	92×72.5
星月夜	ゴッホ	1889	73×92
さけび	ムンク	1893	91×74
赤の調和	マチス	1908	180×220
富嶽三十六景より 神奈川沖浪裏	葛飾北斎	1830 頃	26.4×38
ブラックフライアーズ橋	ドラン	1906	81×99
自画像	アンリ・ルソー	1890	143×110
自画像	フリーダ・ カーロ	1938 頃	29×22
自画像	小倉遊亀	1962	90.8×69.2

表1-2 中学校「美術科」教科書

●日本文教出版

美術1

作品	作者	制作年	サイズ (cm)
最初の授業	カール＝ラーション	1903	176×350
ひまわり	フィンセント・ファン・ゴッホ	1888	91×71
ひまわり	グスタフ＝クリムト	1907	110×110
ひまわり	エゴン＝シーレ	1909	150×30
向日葵	速水御舟	1922	64.5×49.7
海辺を走る二人の女	パブロ＝ピカソ	1922	32.5×41.1
悲しみの歌を歌う	ベン＝シャーン	1945	64.8×97.2

美術2・3上

作品	作者	制作年	サイズ (cm)
風神雷神図屏風	俵屋宗達	17世紀前半	154.5×169.8
タンギーじいさんの肖像	フィンセント・ファン・ゴッホ	1887-1888	92×75
「北斎漫画」より魚濫観世音	葛飾北斎		
「名所百景」より亀戸天神境内	歌川広重		35.3×23.8
扇屋内花扇	喜多川歌麿	1794頃	38.1×25.6
デイバン・ジャポネ	アンリ・ド・トゥールーズ・ロートレック	1892頃	80×60
指を広げた自画像	エゴン＝シーレ	1909	71.5×27.5
すいれんの池の橋	クロード＝モネ	1899	92.7×73.7
大谷鬼次の奴江戸兵衛	東洲斎写楽	1794頃	38.1×25.6
「動植済絵」より牡丹小禽	伊藤若冲	18世紀	142.7×75.6
桜図	長谷川久蔵		四面各172.5×139.5
寢覚物語巻			縦25.8, 部分
「名所江戸百景」より堀切の花菖蒲	歌川広重		35.3×23.8
高松塚古墳壁画		7世紀末～8世紀初	
天橋立図	雪舟等楊		
見返り美人図	菱川師宣		
異国風景人物図	司馬江漢	1790頃	
唐獅子図屏風	狩野永徳		
「富嶽三十六景」より神奈川	葛飾北斎		

冲浪裏			
ヴィーナスの誕生	サンドロ・ボッティチェリ	1485頃	
牛乳を注ぐ女	ヤン・フェルメール	1660頃	
読書する若い女	オノレ・フラゴナール	1776	
林のはずれで放牧する農婦	カミーユ・コロー	1865-70	
印象：日の出	クロード・モネ	1873	

美術2・3下

作品	作者	制作年	サイズ (cm)
ゲルニカ	パブロ・ピカソ	1937	349.3×776.6
モナリザ	レオナルド・ダ・ヴィンチ	1503-05頃	77×53
アルノルフィーニ夫妻の肖像	ヤン・ヴァン・エイク	1434	81.8×59.7
小椅子の聖母	ラファエロ・サンティ	1514頃	直径71
雪中の狩人	ピーテル・ブリューゲル	1565	117×162
海辺を走る二人の女	パブロ・ピカソ	1922	32.5×41.1
りんごとオレンジ	ポール・セザンヌ	1895-1900頃	74×93
緑の筋のある女	アンリ・マティス	1905	40.5×32.5
アヴィニヨンの娘たち	パブロ・ピカソ	1907	243.9×233.7
子どものお祝い	アンリー・ルソー	1903	64.8×97.2
待ちの神秘と憂愁	ジョルジョ・キリコ	1914	87×71.4
コンポジションⅦ	ヴァシリイ・カンディンスキー	1914	200×300
赤・黄・青のコンポジション	ピエトロ・モンドリアン	1935	56×55
海	古賀春江	1929	130×162.5
もたれて立つ人	萬鉄五郎	1917	162.5×112.5
絶望して	ロイ・リクテンスタイン	1963	111.8×111.8
21世紀への接近	饜嘔	1979	388×259.2
チップの店	リチャード・エステス	1976	68.6×113
No.13A, 1948: アラベスク	ジャクソン・ポロック	1948	94.6×295.9

●開隆堂

美術1…該当作品なし

美術2・3上

作品	作者	制作年	サイズ (cm)
年老いたギターひき	パブロ・ピカソ	1904	122.9×82.6
サルタンバンクの家族	パブロ・ピカソ	1905	212.8×229.6
アヴィニヨンの娘たち	パブロ・ピカソ	1907	243.9×233.9
腕を組んですわるサルタンバンク	パブロ・ピカソ	1923	130.8×98
夢	パブロ・ピカソ	1932	130×97
ゲルニカ	パブロ・ピカソ	1937	349×776.6
伴大納言絵巻 (上巻部分)			31.5×839.5
鳥獣人物戯画 (甲巻部分)			30.6×1148.4
風神・雷神図	俵屋宗達		
大谷鬼次の奴江戸兵衛	東洲斎写楽		
唐獅子図	狩野永徳		
源氏物語絵巻 (部分)			
伝 源 頼朝像			
四季山水図 (部分)	雪舟		
生々流転 (部分)	横山大観		
道路と土手と塀 (切通之写生)	岸田劉生		
冬華	東山魁夷		
文殊菩薩の柵	棟方志功		
鮭	高橋由一		
湖畔	黒田清輝		
鳥毛立女図 (部分)			
ラ・ジャポネーズ	クロード・モネ	1873	

美術2・3下

作品	作者	制作年	サイズ (cm)
モナ・リザ	レオナルド・ダ・ヴィンチ	1503-06頃	77×53
最後の晩餐	レオナルド・ダ・ヴィンチ	1495-98	420×910
小さいの聖母	ラファエロ	1514頃	直径71
ヴィーナスの誕生	ボッティチェリ	1486頃	172.5×278.5
日がさの女	クロード・モネ	1886	131×88
印象-日の出	クロード・モネ	1872	50×65

フォーリー＝ベルジェールの酒場	エドゥワール・マネ	1882	96×130
舞台の踊り子	エドガー・ドガ	1876-77	60×44
ムーランド・ラ・ギャレット	オーギュスト・ルノワール	1876	131×175

●光村図書

美術 1

作品	作者	制作年	サイズ (cm)
金色の魚	パウル・クレー	1925	49.6×69.2
ブージーとスターンレー	デヴィッド・ホックニー	1993	57.2×76.8
草の茂み	アルブレヒト・デューラー	1503	41×31.5
雀, 蟻	速水御舟	1923	25.4×19
雨	福田平八郎	1953	109×86.7
麗子五歳之像	岸田劉生	1918	45.3×38
ウジェーヌ・ボッシュの肖像	フィンセント・ファン・ゴッホ	1888	60×45

美術 2・3 上…該当作品なし

美術 2・3 下

作品	作者	制作年	サイズ (cm)
牛乳を注ぐ女	ヤン・フェルメール	1658~60	45.5×41
叫び	エドヴァルト・ムンク	1893	91×74
夜の終わり	フンデルトヴァッサー	1965~66	65×92
陰謀	ジェームス・アンソール	1890	90×150
信仰の悲しみ	関根正二	1918	73×100
スクレブレニカから来たマドンナ I	ラインハルト・サビエ	1995	112×91
天橋立図	雪舟	16世紀	89.4×168.5
風神雷神図屏風 (二曲一双)	俵屋宗達	17世紀前半	各157×173
名所江戸百景 大はしあたけの夕立	歌川 (安藤) 広重		
切り通しの写生	岸田劉生		
「魚藍観世音」図 『北斎漫画』13編より	葛飾北斎	1814	木版摺

ラスコー洞窟壁画		紀元前2万年 から1万年頃	
印象－日の出	クロード・モネ	1872	48×63
ヴィーナスの誕生	サンドロ・ ボッティチェリ	1485頃	172.5×278.5
アルノルフィーニ夫妻像	ヤン・ファン・エイク	1434	81.8×59.9
緑の線の肖像	アンリ・マティス	1905	40.5×32.5
りんごとオレンジのある静物	ポール・セザンヌ	1895－1900頃	74×92
アヴィニヨンの娘たち	パブロ・ピカソ	1907	243.9×233.7
赤,黄および青のコンポジション	ピエト・モンドリアン	1935	56×55
テオドラと従者たち		547頃	
種まく人	フィンセント・ ファン・ゴッホ	1888	64×80.5
黄色い尖端	ヴァシリイ・ カンディンスキー	1924	47×65.5
ゲルニカ	パブロ・ピカソ	1937	349.3×776.6

(3) 結果と作品の選択

以上の表から、鑑賞作品として採用されている頻度の高い作品を整理すると、表1－3のようになった。これらの作品について、これまでの研究で立体絵画に翻案されている作品を除いて、半立体化の適否を検討した。

翻案作品選定の条件としては、具象的に表現されていて半立体的に翻案しやすい作品であること、遠近法等の手法により3次元の空間が表現されている作品であること、人物や事物が盛り込まれていること等をあげることができる。

採用頻度の高かった「風神雷神屏風」は著名な日本の絵画作品として重要度の高い作品であるが、空白部分が多く立体表現にあたって留意しなければならない点が多い。モネの作品は風景画であり、やはり立体的表現においてより配慮が求められる。パブロ・ピカソの作品も、美術教育の上で大変重要度の高い作品であるが、抽象的である点や立体化する際の前後関係の解釈などの点で立体化に際しては検討しなければならない課題が多い。

こうした点から採用数としては少ないが2社の教科書に掲載されている絵画作品から翻案作品を選択することにした。上記の条件に即して検討した結果、3次元的表現が視覚的イメージとは若干異なっているものの他の作品に比べて立体的翻案上の問題が少なく、人物と事物が具象的に描かれている点などを考慮して、フェルメールの「牛乳を注ぐ女」を翻案作品とすることにした。

表1-3 鑑賞作品として採用頻度の高い絵画作品

作品名	採用点数
風神雷神図屏風（俵屋宗達）	4社
印象-日の出（クロード・モネ）	3社
ヴィーナスの誕生（サンドロ・ボッティチェリ）	3社
アヴィニヨンの娘たち（パブロ・ピカソ）	3社
ゲルニカ（パブロ・ピカソ）	3社
牛乳を注ぐ女（ヤン＝フェルメール）	2社
ひまわり（フィンセント・ファン・ゴッホ）	2社
アルノルフィーニ夫妻の肖像（ヤン＝ヴァン＝エイク）	2社
モナ・リザ（レオナルド・ダ・ヴィンチ）	2社
小椅子の聖母（ラファエロ）	2社
赤・黄・青のコンポジション（ピエト・モンドリアン）	2社
海辺を走る二人の女（パブロ・ピカソ）	2社
セネキオ(野菊)（パウル・クレー）	2社
りんごとオレンジ（ポール＝セザンヌ）	2社
緑の線の肖像（アンリ＝マティス）	2社
名所江戸百景 大はしあたけの夕立（歌川広重）	2社
富嶽三十六景 神奈川沖浪裏（葛飾北斎）	2社
北斎漫画 魚濫観世音（葛飾北斎）	2社
大谷鬼次の奴江戸兵衛（東洲斎写楽）	2社
天橋立図（雪舟）	2社
麗子五歳之像（岸田劉生）	2社



図1-2 フェルメール作「牛乳を注ぐ女」

2. 「牛乳を注ぐ女」の半立体的翻案

(1) 触る絵への翻案の基本原則

「アンテロス」美術館では、イタリアのルネッサンス期の絵画を中心に 50 点ほどの絵画を浮き彫りによる「触る絵」に翻案している。イタリアにおける伝統的な浮き彫りの技法は 15 世紀のその起源を認めることができる。しかし、こうした伝統的な浮き彫りは視覚による鑑賞を意図したものではなかったため、「アンテロス」美術館では、ボローニャ応用彫刻研究所と協力して、遠近法的手法を取り入れた浮き彫りの技法を開発に取り組んだ。

この取組において、絵画を触る絵へ翻案する際の基本原則、すなわち①絵画に描かれている 3 次元空間の層化、②事物の圧縮した立体表現、③触覚的特性に考慮した形状のデフォルメの 3 点が示された。とくに事物の圧縮的表現と 3 次元空間の層化の原理は、2 次元の絵画に描かれている立体感、奥行き感、遠近感の再現に不可欠だといえる。本取組では、上記の原則に基づいて「牛乳を注ぐ女」を翻案した。制作は日本の若手彫刻家に依頼した。

(2) 牛乳を注ぐ女の翻案における対応

1) 圧縮による表現

圧縮による表現とは、平面絵画に表された事物（2次元）を実際の空間イメージ（3次元）ととらえなおし、それを正面から一方向に圧縮して扁平に変化させることで半立体の空間として再現することを意味している。原画の中で最も強調したい形態については、より立体的に表現し、輪郭部は単に浮き上がらせるだけでなく、背部は手指を入り込ませることができるよう窪ませている。そのこと

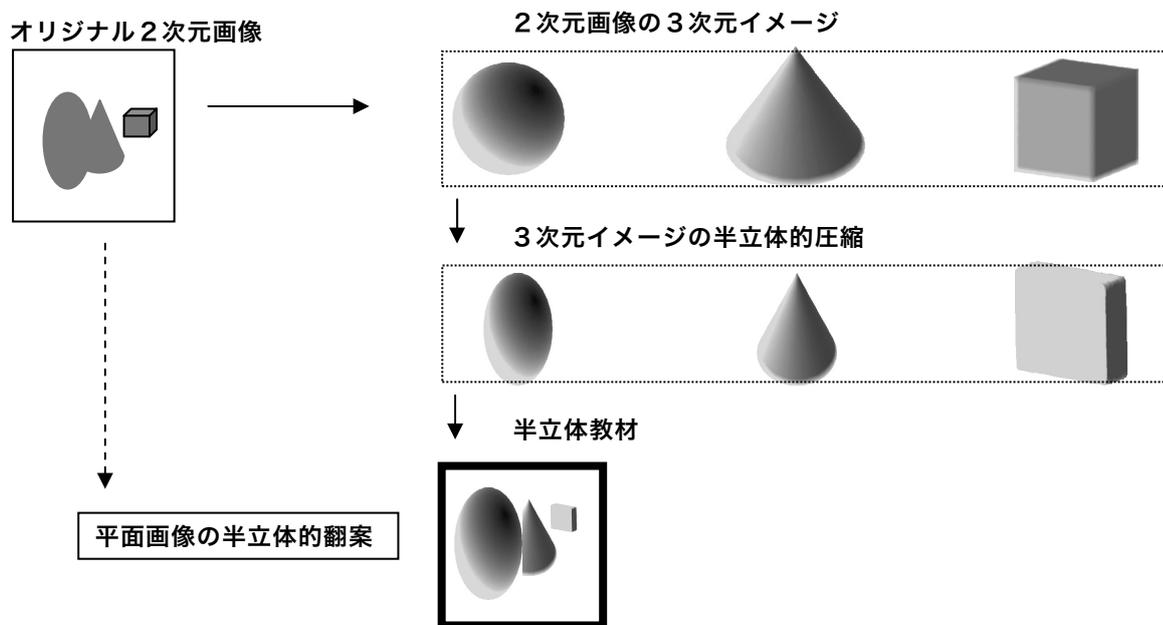


図1-2 圧縮による半立体化の原則の概念図

により高低が認識しやすい状態にまで浮きだたせることが可能となり、奥行き感を効果的に伝えることができるようになる。

「牛乳を注ぐ女」に描かれている人物や事物も、この原則に従って半立体化した。

2) 層化による表現

層化による表現とは、平面絵画に表された3次元的な遠近の違いをいくつかの層（レイヤー）に切り分けて再現することである。「牛乳を注ぐ女」では手前のテーブル、その奥にいる女性、背景となる壁の3層に区分することができる。このように平面絵画に表された空間を近景と遠景を触覚的に認知しやすいように層化して表現することにより遠近の違いをより明確に表すことが可能となる。また、遠近感をより明確に認知しやすくするためには、手前の層はより立体的に表現し、奥の層にいくにしたがってより平面的に表現するといった工夫も配慮点の1つである。

ただし、「牛乳を注ぐ女」は忠実な遠近法で描かれていないため、苦慮した点があった。



図1-3 絵の3次元表現に対応したレイヤー化の概念図

3) 触覚的特性に考慮した形状等のデフォルメ

浮き彫りによる翻案では、原画を忠実に再現しない場合がある。「牛乳を注ぐ女」では、背景の壁にある籠や薬罐は、手前のテーブル上の事物に比べより平面的に表した。できる限り原作品の再現をめざしながらも触覚の特性に配慮した対応をすることによって、遠近感をとらえやすくしたりイメージを持ちやすくしたりするためである。この場合、デフォルメした部分については、できる限り言語的

な説明で補うことになる。

例えば、ボッティチェリの「ヴィーナスの誕生」においては、絵画全体に舞い散っている花びらが描かれている。これらを忠実に表現してしまうと、人物や事物をより直感的にイメージすることを阻害する要因となりかねない。そこで、こうした場合は、オリジナル作品を損なわないことを考慮しつつ、触覚的な鑑賞の妨げにならない程度に花びらを布置した。

また、フェルメールの「牛乳を注ぐ女」においては、手前のテーブルに壺や籠、パン等が並べられているが、こうした複雑な表現の例では、忠実に半立体的に表しても、触運動ではとらえられにくいことが考えられる。こうした場合も、原作を損なわないように留意しながら、触覚的にとらえやすいようにデフォルメしていくことになる。



図 1-4 完成した触る絵「牛乳を注ぐ女」

2 3次元CADシステムによる「触る絵」の複製造型

手作業により原画から半立体的に翻案した石膏による「牛乳を注ぐ女」の触る絵を原型として、3次元CADシステムによる作品の複製法の開発に取り組んだ。以下にその概要を報告する。

(1) 全体の手順

3次元スキャナーを利用して3次元デジタルデータを取得し、そのデータを基に3次元出力装置で立体物を造型する技術は飛躍的に高まっており、精度の高い立体物の製作が可能となっている。一般に次のような手順を踏んで進められる。

- ①基本データの作製（3次元スキャナーによる3次元データ取得、3次元モデリングソフトによるデータの作製、補正）とファイル保存
- ②CAMソフトによる造型用データへの変換
- ③3次元造型装置による立体加工（切削法、積層法等）

3次元事物の機械的な造型法としては、従来から切削・研削加工法が広く用いられてきたが、近年では、ラピッドプロトタイピング（RP）といわれる積層造型法が急速に発展してきている。

(2) 基本データの作製

1) 3次元スキャナー

3次元スキャナーにより触る絵の3次元データを取得した。3次元スキャナーは、立体的な造型物等の対象の3次元座標（点群）データを短時間のうちに取得し、点群データの高精度・連続高速取得によって「面」的に3次元形状を計測するもので、さまざまな分野で応用されている。これには、計測の対象物に触れることなく、レーザーや白色光などを用いて計測する非接触型のものと、センサー等を事物に触れることにより測定する接触型の2種類がある。非接触型は複雑な形状のものもスキャン可能である。

本研究における3次元造型システムを構築するにあたっては、当初「触る絵」の作品のスキャンを目的とした。その実現のためには、次のような課題があった。まず、触る絵の作品にはサイズの大きいものがあり、既成の市販の装置では、こうした大型のモデルがスキャンが困難であったことである。次に、触る絵の作品は、立体的に入り組んでいて内側に大きく窪んでいる部分があり、ほとんどの市販の3次元スキャナーでは、この「触る絵」のような凹凸の激しい立体物の凹部までをスキャンするのが困難だったということである。本研究を開始した平成15年度の時点ではこの両者を満たし、かつ比較的安価な装置はなかったため、メーカーの協力を得て、新たに触る絵計測専用の3次元計測スキャナーを開発した。しかし、その後のこの分野の技術の進歩はめざましく、現在では複雑な形状でも簡便にスキャンできる装置が開発されている。本研究ではドイツBreuckmann社製の3次元スキャナーoptoTOP*を用いた（図I-5）。optoTOPは、非接触光学式で、3次元ビジュアル情報の取得や人体の測定に適しており、そのスキャン原理は、以下のようにになっている。

まず、スキャン対象物に白色光源による精密なフリンジパターンを投影する。次に、対象物の形状

によって変形するフリンジパターンをCCDカメラで撮影し処理する。フリンジパターンとは縞模様のことである。この装置により対象物の3次元形状を容易かつ高速にデジタル情報化しCAD(Computer-Aided Design) データに変換することが可能となった。約1秒で1,280×1,024ピクセルの高解像度で高精度な3次元のデータを得ることができる(図I-6)。

3次元のデータはSTL(Stereo Lithography)形式のデータとして取得される。STLは、計算幾何学やCADの分野で3次元事物等の形状を表現に用いられているデータ形式であり、後述する3次元造形(rapid prototyping; RP)の処理では事実上の標準データ形式として用いられている(中野 2006)。

STL データではすべての面が三角形の多面体で構成されることになり、3次元物体像を近似的に表現することができる。



図 I - 5 3次元スキャナーoptoTOP



図 I - 6 3次元形状データの取得作業中の様子



図 1-7 3次元スキャナーで取り込んだオリジナルデータの画像（部分）



図 1-8 3次元スキャナーで取り込んだオリジナルデータの画像（全体）

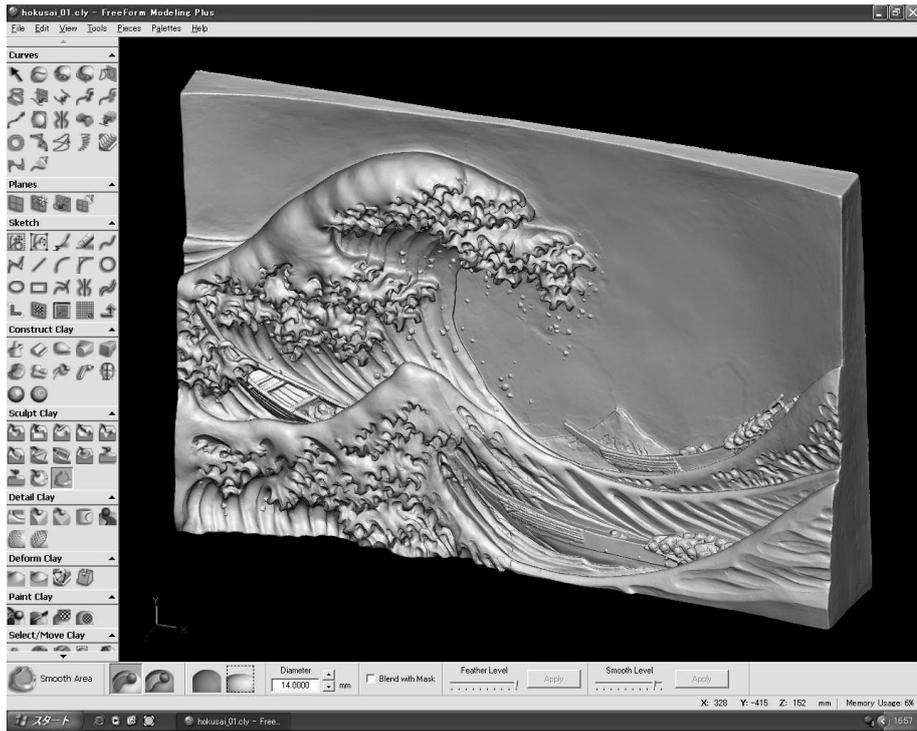


図 1-9 「神奈川奥波裏」の触る絵の3次元データ

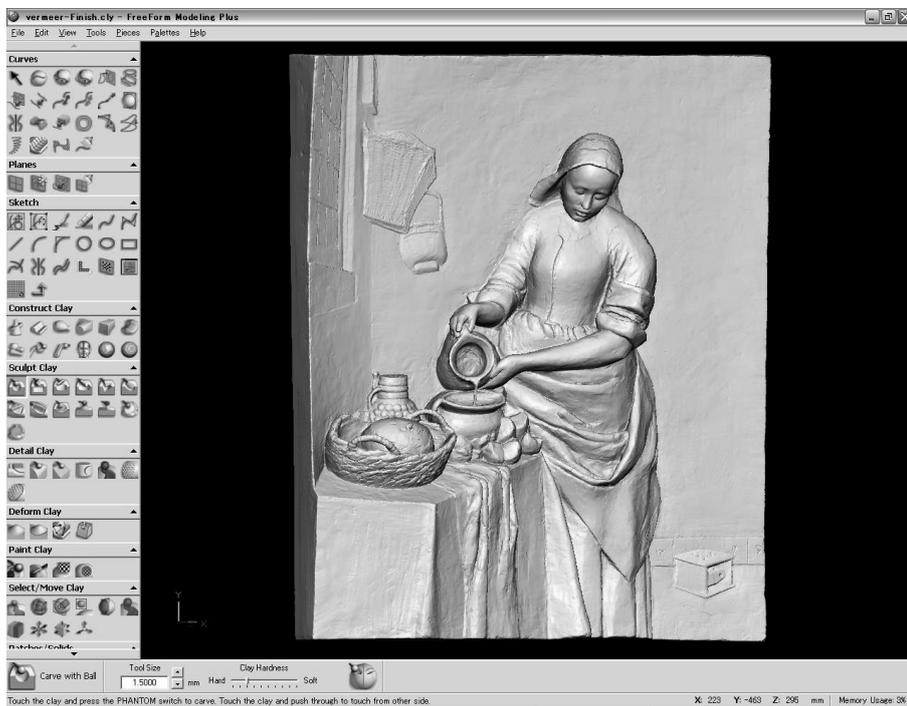


図 1-10 「牛乳を注ぐ女」の触る絵の3次元データ

2) スキャンした3次元データの補正

スキャンしたデータは、精度が高ければそのままの形で造型用データとして利用できるが、多くの場合は、そのままのデータでは歪みや欠損等の不具合があるため、補正作業が必要となる。本研究においては、このプロセスは専門家に依頼した。3次元データを加工する3次元デザインシステムとしては、ここでは「RapidForm」(INUS TECHNOLOGY社)*及び「FreeForm Modeling Plus」(SensAble Technologies, Inc)*というモデリングシステムを用いた。後者は3次元デザイン編集ソフトウェア「FreeForm Modeling Plus」と触覚デバイス「PHANTOM DESKTOP」*から構成されている。このデバイスはマウスのようにデータを入力する道具であるが、アームの先にペンの形をした入力装置がついて3次的に動かして用いるようになっている。この装置は、アームの動きのスムーズさが制御されており、画面の状態を視覚だけでなく触覚的にも感じ取ることができるようになっている。そのため、画面上のデザインをより3次的にとらえることができる。例えば、面に孔があいているデザインになっているところをこのデバイスでたどっていくと、面に触れると突き当たるような固い動きになり、孔の所では急に動きが軽くなって、あたかも孔に落ち込んだような触感を感じ取ることができる。

また、こうしたモデリングシステムを用いることにより、全体の形状を拡大したり縮小したりすることもできるので、造型の目的に合わせた大きさを設定することも可能となる。

なお、本研究における切削データ作成用システムとしては、最も基本的な編集装置「CrayTools system」*を導入した(図 I-11)。



図 I-11 3次元データ編集装置「CrayTools system」の入力デバイス

3) ファイル保存とCADソフトで造型用データへの変換

CAM (Computer Aided Manufacturing) は、CADで作成された3次元形状データをもとに、3次元造型装置等で立体成型するための加工用プログラムを生成するシステムのことである。3次元造型装置は、パソコンから送られてくるこのプログラムをもとに動作する。

例えば、切削装置を用いて3次元事物を加工する場合、本来であれば切削に使う刃物の回転数や切削スピードなどを設定しなければならないが、この作業には専門的なノウハウが必要とされる。しかしCAMシステムを利用すれば、3次元データの立体化に適した切削設定を自動計算してくれるためこうした特別なノウハウが有していなくても切削加工をすることが可能となる(図1-12)。



図1-12 3次元出力用のデータに基づくモニター画像(ラピッドフォーム)

(4) 3次元造型装置による立体加工(切削法, 積層法)

3次元データが整ったらそのデータを出力装置に送り、立体物を作製する段階に入る。

3次元造型装置による立体加工法としては、固形材料を削って3次元形状を作り出す「切削加工法」及び薄い層を生成してそれを積み重ねていくことで徐々に立体的な事物を作り出していく「積層法」とがある。その積層造型法には、さらに、光造型法、インクジェット式造型法、粉末焼結造型法などの方法がある。本研究では切削加工法と積層造型法のうちの光造型法及び粉末焼結造型法により作品製作を試みた。そこで、これらの方法についてその概要と本研究で取り組んだ造型事例を紹介する。

1) 切削加工法

切削加工は、工作機械と切削工具を使用して、ブロック状の被削材の不要な部分を切削したり破断したりすることにより除去して、データどおりの形状や寸法に加工する除去加工法の1つである。

この切削加工法は特別な素材を必要としない点に大きな特徴がある。ケミカルウッドや発泡材、ア

クリルなど入手しやすい素材の加工が可能である。機器によっては、アルミや真鍮などの金属の切削も可能である。

本研究では、切削加工機として、小型で比較的安価な3軸同時制御可能な3次元プロッター「MDX-40」（ローランドディージー社製）を導入した（図1-13）。切削加工材料として、ケミカルウッド、アクリル樹脂などを用いた。また、切削加工した原型を用いて、石膏で鋳型を作り、複製も試み、真空成型雛形としても活用した。真空成型教材については改めて後述する。



図1-13 3次元切削装置（ローランド社製 MDX-40）

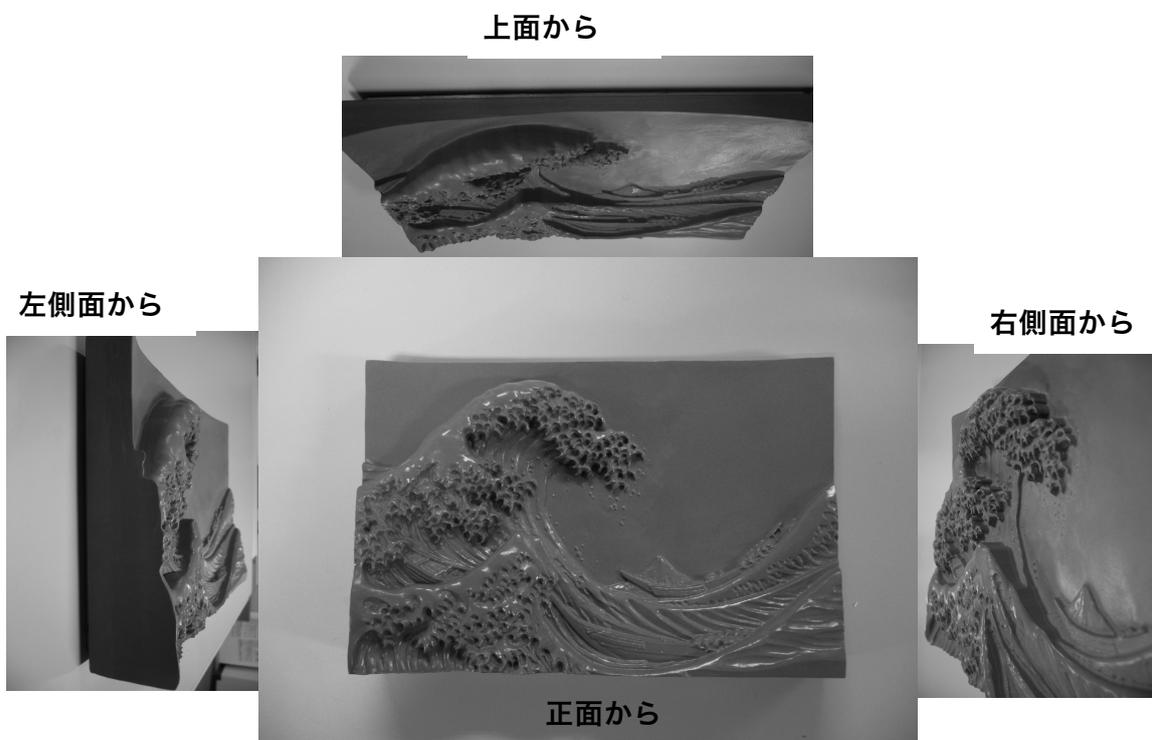


図1-14 アンダー加工を施した切削造型作品「神奈川沖波裏」

2) ラピッドプロトタイピング (RP) といわれる積層造型法

積層造型法は、何もないところから少しずつ層状に造型し、この作業を繰り返して積層していくことにより3次元立体造型物を製作する方法である。

この方法は、前述した切削法に代表される従来の機械加工法と比較すると以下のような利点が挙げられる。

①通常の切削加工が困難な自由曲面や複雑な構造（奥深く回り込んでいるところ）を有する立体形状を簡単に製作可能することができる。完全自動化されたプロセスであり、装置を操作するために特別な知識、熟練が不要である。

②短時間で所望のモデル製作が可能である。

③工具磨耗、騒音、振動、切削屑の発生の心配がない。

こうした点から「製品の開発開始から出荷までの時間を短縮し、コストを限りなく削減し、消費者のニーズに合った品質の良い製品を、安価に迅速に送り出せるか」が大きな命題となっている製造業界ではRPシステムが大きく寄与すると認識され、注目を集めている。

一方、短所としては装置や関連するソフトウェアが高額であることがあげられる。RPシステムは、長所として示した点から視覚障害教育用の立体教材作成法としても大変優れた方法だといえる。しかしながら、教育分野で普及するためには、そのコストへの対応が大きな課題となる。

積層造型法には、光造型法、粉末焼結造型法、インクジェット式造型法等の方法がある。以下にそれらの方法を紹介する。

3) 光造型法 (Stereo Lithography)

3次元積層造型法の中で、日本で最も多く採用されている光造型法は、1980年ごろに当時名古屋市工業試験所で発明され（小玉 1981）、その後米国の企業により開発が進められ、実用化されたものである。この積層造型法は、液状の光硬化性樹脂をスライスした断面データに基づいてレーザー光を照射して、その部分のみを硬化させ、この作業を繰り返して積層することにより3次元立体造型物を製作するものである。

光造型装置にもさまざまなものがあり、その造型の手順は装置により異なるが、ここでは本研究所で導入している E-DARTS（アウトストラダ社）という装置による造型例を紹介する。

E-DARTS（図 I-15）は、樹脂槽、昇降ステージ、造型ベース、半導体レーザーユニットから構成されている。樹脂槽は底が透明になっており、注入した光硬化性樹脂に下からコントローラからの指示により造型部分に半導体レーザー光が前後左右に走り、樹脂を硬化させる仕組みになっている。硬化した樹脂は造型ベースとともに引き上げられ、設定したピッチ分だけ上昇し、次の層の樹脂の硬化に進む。この作業を繰り返し行うことによって硬化した樹脂が積層し、立体モデルが完成することになる。以上が造型行程の概要である（図1-16）。一層の厚みを薄くすれば高精度の造型物を成型することができるし、層を厚くすれば精度は劣るが短時間で造型することができる。大きなモデルの場合は分割して造型し、それらを結合して一つの形にするという手法をとることになる。

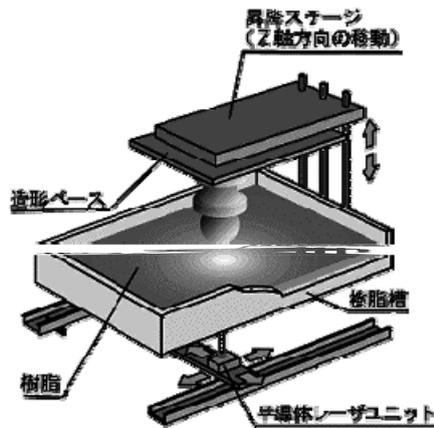


図 I -15 光造型の概念図(E-DARTS ホームページより引用)

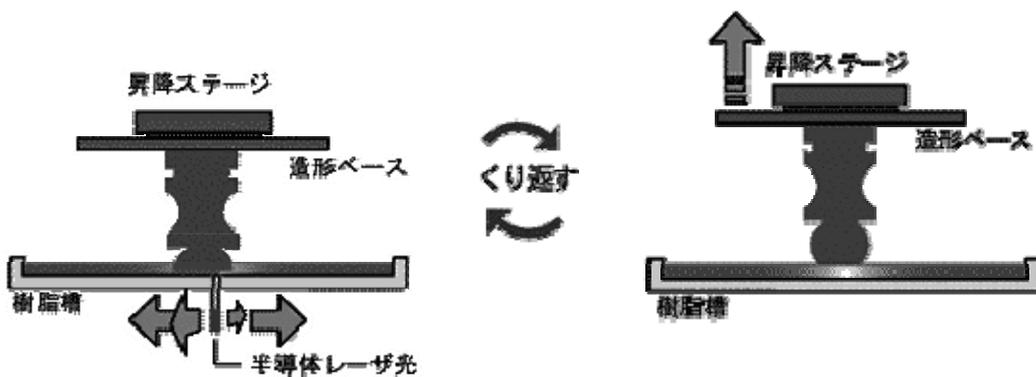


図 I -16 規制液面法による光造型の手順(E-DARTS ホームページより引用)

4) 粉末焼結造型法 (SLS - Selective Laser Sintering)

粉末焼結造型法 (以下, SLS法) はRP(ラピットプロトタイピング)の一種で, 3Dデータを元に粉末の素材にレーザーを照射して一層ずつ焼結させ層を積み上げていくことによって立体物を生成する方法である。この方法では, 粉末を充填した状態でその素材を焼結していくため, 粉末の中で造型作業が進むことになる。他の造形法では3次元形状支えるためにサポートという補助造型を必要とするが, この造形法では, そうした手間をかける必要がない点が大きな特徴である。粉末材料としてナイロン, ポリカーボネート粉末等が使用されている。

以下, 蜂須賀正行・戸田沢浩昭・大西浩二 (2004) に従って, SLS法の詳細について記す。

SLS法は, レーザーを任意の立体断面形状に走査・照射して, その熱源により樹脂や金属粉末を逐次溶融焼結し, 積層する。この手法は1986年にテキサス大学の研究プロジェクトにより研究が開始された。1997年にナイロン材料を用いることで経時変化のない造型が可能となった。

SLS 法においては、熔融前の粉末はスポンジのような多孔質体（ポーラス）で、その密度は50%程度であるが、成形後は95 %以上の密度となる。材料物性として優れているといえる。

成形品は、熱による線形的な収縮に対して、形状に応じた収縮スケールをデータに付与し、レーザービームのオフセット量を最適化することで、精度の目安は± 0.15 mm（200 mm 直方体の例）と高精度である。

5) SLS 法と光造形（Stereo Lithography）法との比較

光造形法は、紫外線により硬化する樹脂を用いた積層造形法で、1984 年頃に実用化された。

SLS 法と光造形法との比較を以下に示す。

① SLS 法で成形できる材料はプラスチックをはじめ、ゴム・金属・セラミックス・砂・ワックスなどがあり、用途に合わせて容易に材料を交換可能である。光造形法でも、ABS ・PPライクといった靱性の高い材料や透明材料が開発されているが、材料の交換は容易ではない。

② SLS 法で成形した製品は割れにくく、また塗装などを施すことができる。光造形法では、一般的に材料の耐熱温度は50 °C程度であって、耐候性がなく変形する。

③ SLS 法は、サポートが不要なため積み重ね成形が可能であり、生産性が高い。光造形法は液体の中に立体を成形するため、成形物の転倒を防止するサポートを同時に成形する必要がある。

SLS 法は光造形法に比べ若干微細成形性能は落ちるが、多種多様な材料を選択できるなど、積層造形法にはそれぞれ一長一短があり、現在は使い分けが進みつつあるといえる。



（サイズ 縦 23.6cm×横 20.6cm）

図 I -17 ナイロン粉末を用いて製作した 3D 造型作品「牛乳を注ぐ女」



(サイズ 縦23.6cm×横20.6cm)

図 I-18 アクリル粉末を用いて製作した3D造型作品「牛乳を注ぐ女」

触る絵原版

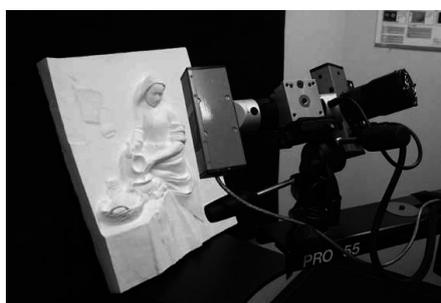


牛乳を注ぐ女 (フェルメール)



3次元データ生成・編集 (Modeling)

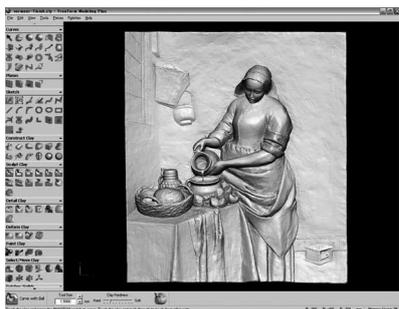
出力用3次元データ



3Dデータ取得
(3次元スキャナー
Breuckmann社製
optoTOP)



3Dデータ編集



SensAble社
モデリングシステム (craytools)



3次元データによる造型 (Molding)



ナイロン粉末焼結法 (RP) による出力



図 I -19 3次元データ取得から造型までの流れ

(5) 造型作品について

「触る絵」では触覚による観察を前提としているので、絵画を「触る絵」に翻案する際には、単に画像を立体的に盛り上げればよいというものではない。その翻案の原則として、層化と圧縮の原理をあげた。情報処理を活用したモデリング、モールドイング技術の進展は、こうした触覚活用を前提とした3次元造形物の製作を可能なものにした。その例として、「牛乳を注ぐ女」の3次元造型作品で示す。



図 I -20 粉末焼結造型法で複製した「触る絵」

図 I -20に粉末焼結造型法で複製した「触る絵」を再掲した。サイズは縮小されているが、原型を忠実に再現できていることがわかる。さらに、さまざまな造型法のうち粉末焼結造型法で複製したことのメリットについて以下に記す。

図 I -21は「層化」の部分を示している。層化による立体的表現は遠近を明確に示すために施すものであり、奥の層と手前の層が明確に区分できることが求められる。そのために立体物については見えている表の部分だけを半立体的にするのではなく、視覚的にはとらえられていない裏側も表していく必要がある。そのことにより前面の層がその後方の層と明確に区分されていることが理解できるのである。このような事物の回り込んでいる部分は、造型の分野では「アンダー」と呼ばれている。図からわかるように、粉末焼結造型法ではこうした「アンダー」を、特別な処理を施さずに表すことができる。

また、図 I -22には「3次元の半立体的圧縮」の一例を示した。壺から牛乳が注がれている部分である。粉末焼結造型法では牛乳が棒状に注がれている状態を石膏翻案作品で表現された形状と同様に表すことができた。このような断面積が小さい棒状の形体を造型することは、他の方法では困難である。



図 I -21 層化表現の例

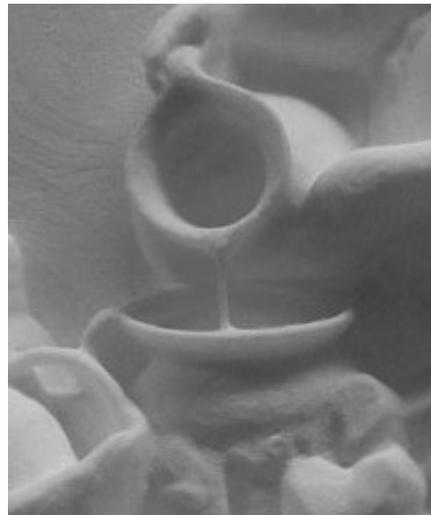


図 I -22 半立体的圧縮の例

3 「触る絵」の鑑賞プログラム

「触る絵」による絵画の鑑賞では、半立体的に造型した作品に触れるだけでは不十分である。触覚的に伝えることが出来る情報は限られているからである。大まかな事物の形状や人物のしぐさ、あるいは絵画全体の構図などは触覚情報によって表すことが出来るが、色彩や筆のタッチなどの細かなニュアンス、絵全体から醸し出される印象などを「触る絵」に表現することは困難である。また、触覚的にとらえられたイメージが視覚的なイメージと一致しないこともある。

こうした点から「触る絵」の鑑賞においても、言語的な解説は不可欠である。触覚的な観察と言語的な解説及び鑑賞者とガイドの相互コミュニケーションが1セットになって、鑑賞が可能となるのである。

立体的に翻案した絵画作品「神奈川沖波裏」と「牛乳を注ぐ女」の鑑賞プログラムの例を以下に示す。

1. 「神奈川沖波裏」鑑賞プログラム

(1) 作品について

原作品に関する情報は以下のとおりである。

原作品：「神奈川沖波裏」

サイズ：大判錦絵（25.0cm×37.0cm）

技法：木版画

落款：北斎改為一筆

製作年：1831（天保2）年

原画所蔵：メトロポリタン美術館他

触る絵翻案：パオロ・グアランディ（Paolo Gualandi）

(2) 作者について（鑑賞ための予備説明用）

葛飾北斎（1760-1849）は江戸時代後期の著名な浮世絵師の一人である。浮世絵とは日本において江戸時代中期17世紀後半以降に発達した民衆の風俗画で、肉筆作品も制作されたが、主体となった表現形式は木版画であった。浮世絵版画は、作品の企画者である「版元（はんもと）」の下に、下絵を作成する「絵師（えし）」、木版を彫る「彫師（ほりし）」、木版を紙に刷る「刷師（すりし）」という複数の技術者が集結して生み出されるものであった。

北斎は1760（宝暦10）年9月23日に江戸本所の地に生まれた。彼は現在「葛飾北斎」という名で広く知られるが、これは彼が生涯に30回ほど変えたといわれる画号の内の1つに過ぎない。1778（安永7）年、当時の浮世絵界の重鎮であった勝川春章に入門し、翌1779年には勝川春朗（しゅんろう）

という画号で役者を主題とした浮世絵を発表している。以後 15 年間、彼は春朗の名で勝川派の浮世絵師として役者絵や相撲絵、黄表紙の挿絵などを手がけた。

1794（寛政 6）年頃、彼は勝川派を離脱して琳派の絵師俵屋宗理の画号を襲名し、従来とは異なる独自の画風を展開するようになる。琳派は江戸時代初頭の俵屋宗達や江戸時代中期の尾形光琳の画風を断続的に継承する画派で、庶民風俗を題材とする浮世絵画派とは一線を画して古典的題材を好み、装飾的で華麗な画風を特徴としている。二代目俵屋宗理を名乗った期間はわずか三年ほどであったが、その間彼は通常の浮世絵版画や黄表紙の挿絵から身を退き、摺物（すりもの）と呼ばれる個人注文（私家版）の豪華な版画や、当時流行した狂歌絵本の挿絵、また肉筆画を多く手掛けて注目を集めるようになった。以後、北斎辰致（ときまさ）、画狂人北斎などと号し、瓜実顔で楚々とした独特の風情の美人図や、洋風の遠近・陰影法を取り入れた風景表現など画技の広さを物語る多彩な作品を制作している。

葛飾北斎の号を用いたのは 1805（文化 2）年頃から 1809（文化 6）年までである。この時期、彼は読本と呼ばれる長編小説の挿絵に熱心に取り組むようになり、特に小説家曲亭馬琴の作品の挿絵は絶大な人気を誇った。この読本挿絵を通じて「富嶽三十六景」など後年の風景版画に見られるような大胆なアングルの画面構成法を培ったことがうかがえる。

やがて北斎は 1810（文化 7）年に戴斗（たいと）という画号に改名し、この頃から自らの弟子や画を愛好する人々に向けた作画教本の刊行に力を注ぎ始めた。1814（文化 11）年には山水・花鳥・人物・器物・図案といったあらゆるモチーフを自由闊達な筆づかいで描写した『北斎漫画』初編を刊行した。彼の没後 1878（明治 11）年まで出版が続いた一連の『北斎漫画』に彼の卓越した好奇心と観察力、そして表現力を確認することができる。

1820（文政 3）年、60 歳を越えた彼は為一（いいつ）の号を用い始めた。この号は 1833（天保 4）年まで使用されたが、洋風空間表現や読本挿絵で習得した動感と緊張感に富む構図といった、これまでの幅広い経験を集約した彼独自の風景版画が完成したのはこの時期の事であった。すなわち、「富嶽三十六景」「諸国滝廻り」など北斎の作品として現在もっとも良く知られる浮世絵版画が制作されたのはこの時期、彼が 70 歳代前半を迎えた時期だったのである。この後彼は画狂老人卍と号し、次第に浮世絵版画からは遠ざかり、肉筆による動植物や宗教的題材、日本・中国の古典などに取材した歴史画へ傾倒するようになった。北斎は最晩年においても年を経るごとに新たな作風の追求を止むことなく制作を続け、1849（嘉永 2）年に 90 歳で没するまでその作画意欲が衰えを見せることはなかった。

（3）絵の主題について（鑑賞のための予備説明用）

「触る絵」の鑑賞指導に当たっては、絵の全体の構図から説明する。次にその解説の一例を記述する。

「この絵には、荒れた海原に大波がそそり立つ一瞬が、近くに見える景色として描かれています。波は円運動を描くように右から左の方向へ少し下がっていったかと思うと、急にせり上がって大きな波頭となり、波しぶきを上げて砕け散っていく瞬間が表されています。大荒れに荒れた大波の中で

は、3隻の小舟が翻弄されている様子が描かれています。そして、遙か遠方に静かには、大波の間からは、静かに佇んでいる富士山の姿を見ることができます。

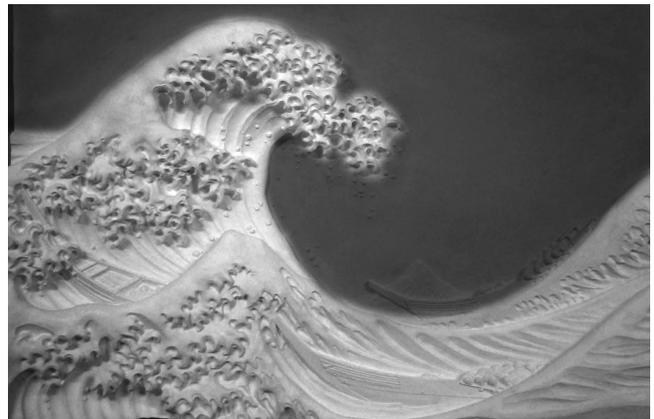
この「神奈川沖波裏」は葛飾北斎の「富岳三十六景」中の作品の1つで、世界的にも大変知名度の高い作品です。「富岳三十六景」は、江戸（東京）や東海道などさまざまな地点から眺めた富士を描くシリーズで、実際には三十六景に十景を加えた四十六枚で完結しています。

北斎はこのシリーズを1827（文政10）年68歳の頃に描き始め、1831（天保2）年、72歳になる頃にかけて出版しています。本シリーズの登場によって、風景画が、美人画や役者絵に並ぶ浮世絵の重要なジャンルとして位置づけられるようになりました。」

4) 作品の鑑賞

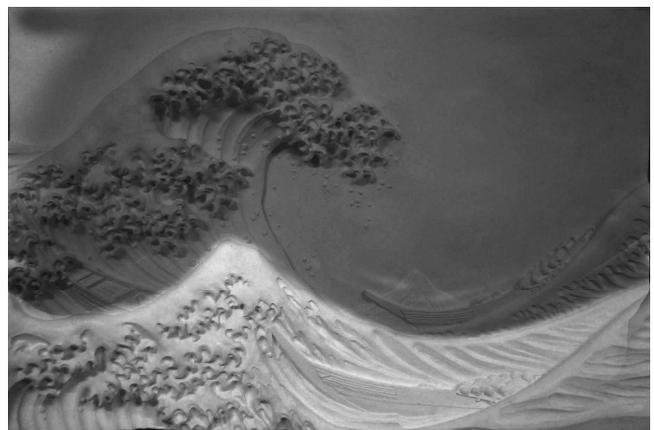
①まず手前に覆い尽くされた波を触ってみましょう。

右側の中央から波のうねりが現れてきます。そのうねりの曲線は、左の方向へ下がって波の底にたどりつくと今度は急にせり上がって大きな波頭へと向かっています。そして波は砕け散ります。波が泡となって散らばっています。



②波は2段になって表されています。細部を触っていくことにしましょう。再び画面右側にもどって、下から上にたどっていくと窪みがあります。ここまでが一番手前にある波のうねりです。このうねりに沿って左方向にたどっていきましょう。

左の方向へ下がって波の底にたどりつくと、今度は急にせり上がって波頭へと向かっています。この手前の波の波頭の形がどのようなになっているか確認しましょう。



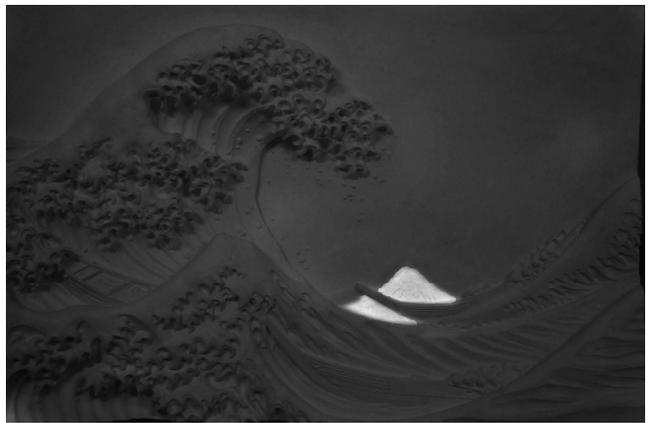
頂点に達した波頭は今度は右向きに下の方向に移動しています。そこには波が砕けていく様子が描かれています。波しぶきが散っています。

そのまま波の稜線をたどって右端にもどってみましょう。

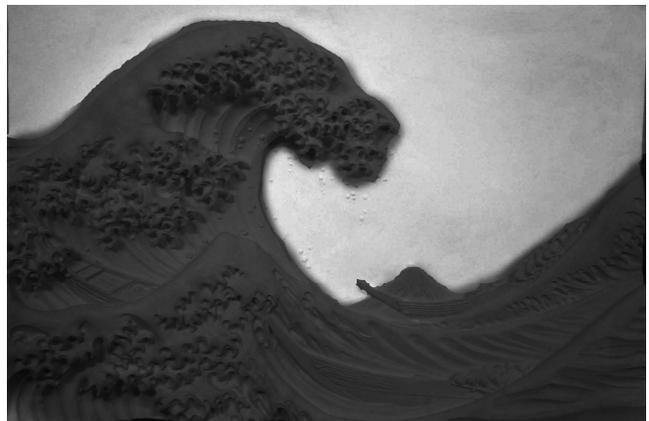
③右端にもどって、さらに少し上に移動すると、2段目の波のうねりが登場します。その稜線にそって、そのまま左の方向にたどってみましょう。手前の波と同じように左下方向に下がり、波の底にたどりつくと、また急にせり上がって大きな波頭へと向かっています。とても大きな波頭です。画面の左上の部分の覆い尽くしています。頂点に達した波は手前の波よりもずっと大胆に大きな円を描くようにしながら右下の方向に砕け散っていきます。激しく波しぶきが散っています。



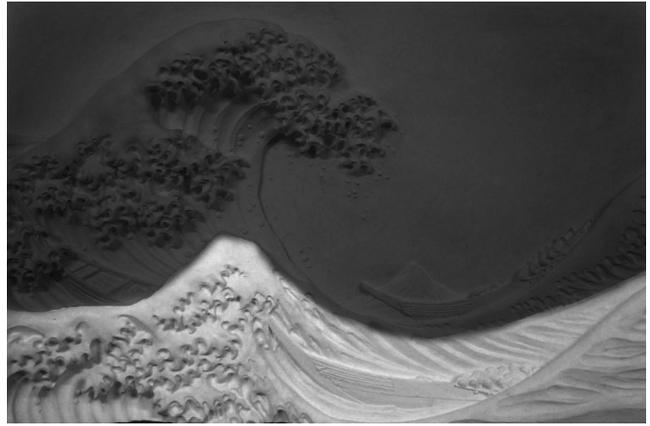
④この大きな上を描く波の大きな動きの先に、富士山が描かれています。中央のやや右よりの下側に描かれています。富士山は小さく薄く描かれています。ずっと遠方にあるからです。大きな波の動きに対して、遠くの富士山は大変落ち着いて平静さを保っています。力強くダイナミックな波をかなり低い視点からとらえるという構図法が用いられていて、大きな波は、この動きのない富士山に吸い込まれていくかのように描かれています。この求心性がこの絵の表現の大きな特徴です。こうした構図は、北斎の長年の西洋画法の研究から生みだされたものと考えられています。



⑤富士山の上に平らな面が広がっています。このなめらかな平面は空を表しています。原画ではうっすらと雲が描かれています。



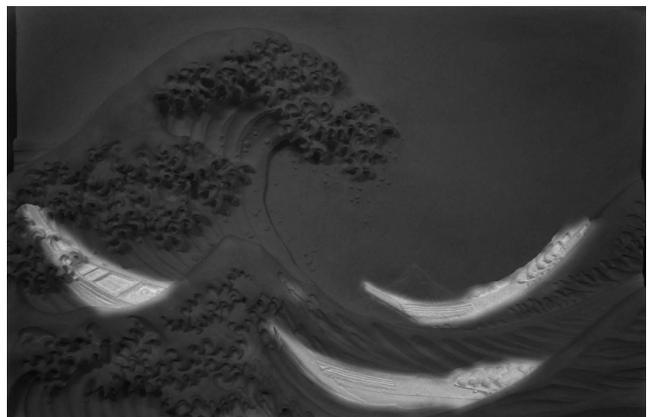
⑥手前の大波は、富士山の形に似た盛り上がった波形になっていることを先程確認しました。もう一度触ってみましょう。この富士山の形は、神奈川沖とは別の地点から見た富士山の実際の形にそっくりだという研究があります。この波があることで、不思議な立体感が生まれています。



⑦つぎに大波の間にもまれる3隻の舟を見つけてみましょう。3隻の小舟は、江戸へ荷物を運んで、戻る途中の荷運搬船だと思われます。8人で漕ぐ手漕ぎ船（押送船）です。その小舟の中にはひれ伏して必死に身を守ろうとしている船乗りたちの姿が描かれています。

1隻は、画面の右から下降していくうねりに流れを任せています。

画面の左側、大波と富士山の形をした波の間に1隻の舟の前半分が現れています。一番手前、富士山の形をした波の右側にも1隻の舟が波の動きに身を任せています。



⑧この浮世絵の色彩は、藍と白を主に用いた単純で明快な色づかいで表されています。

大きな波の動と富士山の静、色彩の藍と白といった対照的な表現が、大胆な構図にさらに緊張感と迫力を増しています。





图 1-23 神奈川冲波裏

2. 「牛乳を注ぐ女」鑑賞プログラム

(1) 作品について

原作品に関する情報は以下のとおりである。

原作品：	「牛乳を注ぐ女」
作者：	ヨハネス・フェルメール (1632～1675)
技法：	油彩・画布
寸法：	45,5×41cm
製作年：	1658年
原画所蔵：	アムステルダム国立美術館
触る絵翻案：	今井紫緒

(2) 作者について (鑑賞のための予備説明用)

最初にこの作品の作者について紹介する。画家ヨハネス・フェルメール (Johannes Vermeer) は、1632年オランダに生まれている。風俗画家レンブラントと並び17世紀のオランダで活躍した画家である。フェルメールはデルフトという町で生まれ、生涯のほとんどを故郷で過ごした。

フェルメールは、物語画家としてスタートし、1650年台半ばから風俗画家への道を歩み始めた。フェルメールが生涯に描いた絵は少なく、現存する作品点数は、33～36点程といわれている。

フェルメールの描く絵は、空間の構成が緻密であること、光と質感の表現が大変巧みであること、写実的でリアリティのある画像であることなどの特徴がある。遠近法に基づく緻密な絵を描くために、フェルメールは、「カメラオブスキュラ」という一種のピンホールカメラを用いていたという説もある。この『牛乳を注ぐ女』もそうした典型的なフェルメール作品だといえる (小林 2003)。

また、フェルメールの絵に見られる鮮やかな青が、この絵でも多く用いられている。「ラピスラズリ」という当時としては貴重な鉱石を原材料としている天然「ウルトラマリンブルー」という絵の具である。これは「フェルメール・ブルー」とも呼ばれている。この絵の具は高額であり、当時の一般の画家は限られた部分にしか使わなかったが、フェルメールはふんだんに使用している。

(3) 絵の主題について (予備説明)

絵画の鑑賞には、少なくとも2つの側面があります。

1つは描かれたものを見たまま感じたまま鑑賞する一般的な方法です。

しかし、多くの絵画の鑑賞はそれだけでは十分でない場合があります。描かれているものを基に画家がメッセージを発信していることが考えられる場合です。その場合、そうしたメッセージを解読することも作品の鑑賞の上で大事なことになります。こうした描かれている図像を解釈する学問をイコノグラフィ (図像学) といいます。さらにイタリアの美術史家であるエルヴィン・パノフスキーはイコノロジー (iconology, 図像解釈学) という考え方を提唱しています。これは絵画などに表された

事物の意味であるイコノグラフィー（図像学）をより深く解釈して、作品の奥底にある歴史意識、精神、文化などを明らかにしようとする学問です。

フェルメールの作品についてもイコノロジーに基づいて解釈しようとする立場に立つ見方がありません（エディ・デ・ヨング 2005）。この立場からは「牛乳を注ぐ女」のメイドについて次のような解釈ができるようです。

メイドは大柄な女性として描かれていて安心感がもたらされています。さらにメイドが着ている服の色に着目すると、スカートは赤で腰に巻いているエプロンは青色です。これは西洋絵画では、「聖母マリア」を意味する聖なる色の組み合わせになっているようです。赤は愛、青は信仰を意味しています。メイドと聖母マリアが重ね合わされてきます。

パンは聖餐を意味し、牛乳は信仰の糧を象徴しているのとらえると、テーブルの上のパンと牛乳は聖母マリアとの関連をほのめかしています（小林 2007）。こうしてみると、この絵が、「聖母マリアが、人々に糧を与えようとしている」ところだと読み取れるというわけです。

もちろん、この絵にはそうした意味はないと主張する立場もあります。そうした立場に立つパトリック・デ・リンク（2007）は、フェルメールにとって表向きの主題は最優先の関心事ではなく、手で触れるようなイメージの再現性の試みが重要だったと主張しています。この立場に立つと、今まで描かれることのなかった日常生活の一コマにこそ意味があり、この絵ではメイドの人間的な温かさや思いやりがとらえられることとなります（朽木 2006）。

（４）作品の鑑賞

①全体 1

「触る絵」の鑑賞に当たっては、絵の全体の構図の説明から始めることにします。

『牛乳を注ぐ女』では、当時の一般的な家の一部屋でメイドと思われる女性がテーブルの上の壺に牛乳を注いでいる場面が描かれています。

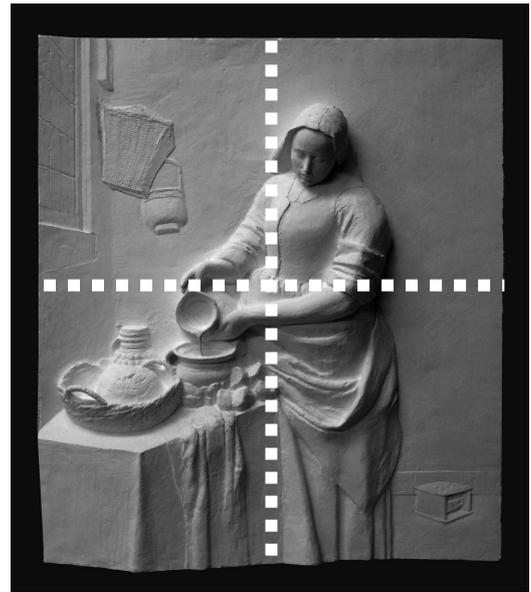
画面向かって左側に壁があり、その壁には窓が描かれています。こうした部屋の構図はフェルメールの作品に多く見られます。窓からはそれほど強くない光が差し込んでいます。何となく部屋を明るくしています。



②全体2

画面を4分割すると、テーブルは左下の空間に部屋の壁に接するように描かれています。テーブルの上にはミルクポットのほか、籠に入ったパン、籠の外に置かれたパン、水差しがあります。濃緑色のテーブルクロスが半ばずり落ちそうに引っ掛かっています。

窓に続く壁には、籐製の四角いバスケットがかけられており、正面奥は一面の古い白壁になっています。その壁の左側のバスケットの近くに銅でできていると思われるヤカンのようなものがかけられています。壁には打ちつけてある釘や釘穴が見えます。画面の手前右の床には足温器が置いてあります。



②メイド

画面の中央に牛乳を注いでいるメイドが描かれています。そのメイドを詳しく見ていきます。メイドはふくよかな体型の持ち主です。着ている服の色は、上着が黄色より鮮やかな山吹色で、すその広がったスカートは赤で描かれています。腰のところで巻いたエプロンは濃い青色で描かれています。頭には帽子のような白い頭巾をかぶっています。

メイドは、テーブルの奥の方に立っていて、右手で牛乳の入った器の取手を持ち、左手は器を下から支えています。牛乳を注ぐことに集中しているように見えます。



③テーブル

画面左下のテーブルは、方形で濃い緑色のテーブルクロスで覆われています。牛乳が注がれている壺の手前には藤の籠があり、その中に大きなパンが入っています。牛乳籠の回りには小さな固そうなパンが積み上げられています。牛乳壺の左側に水壺の上方が描かれています。手前に藤籠に入ったパンがあるため、下の方は隠れています。籐籠の右側には、大きめのナプキンがテーブルか垂れ下がるように描かれています。



④窓とその周辺

テーブルは部屋の左側の壁に沿って置かれています。その壁を上の方に辿っていくと窓が描かれています。窓の部分は白く描かれていて外の明るい光がここから注ぎ込まれていることがわかります。



⑤籠とやかん

部屋の左側面の壁が、絵の左側に表されています。その壁に奥の上の方に籠とヤカンのような器具がかけられています。この籠は奥の方にあるので、触る絵では平板に表してあります。このバスケットは「樹木の実りである果物を入れるのに使われることから、「豊穰」や「豊富」の意味で描かれる場合があるということです。「ミルク」も豊かさを意味しています。この絵には「豊かさ」が表現されているということになります。

この絵では、この豊かさがメイドという富裕であるとはいえない人によってもたらされています。フェルメールの絵の主題が少しずつ分かってきます。



⑤奥の壁

メイドの奥には部屋の後ろの壁が描かれています。この壁は白色で、何もかかっていません。でもよく観ると打ちつけてある釘や釘を打ち付けた痕が見えます。



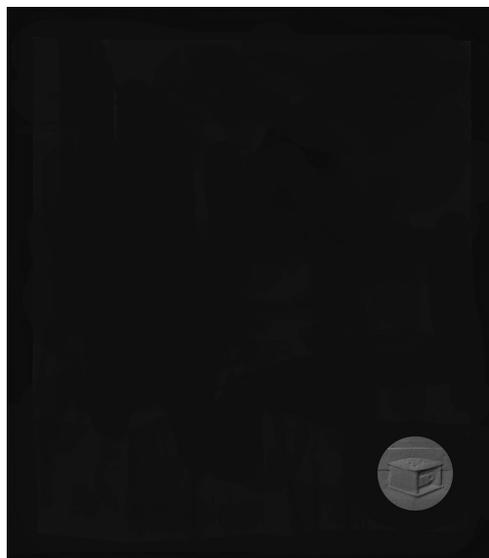
⑥床

画面の手前右，メイドの足下に右側には床がのぞいています。奥の壁と床の境目にタイルが横に一直線並んでいます。これはこの当時の建築様式を表していますが，このタイルにはキューピッドが描かれています。



⑦足温器

床の上には小さな方形のものがあります。これは当時の足温器だということです。



⑧再び全体の鑑賞

この絵は，写実的に描かれているようで，見るとおりには描かれていないと思われる所がありました。それはテーブルの形です。元々のテーブルの面は四角形のはずです。遠近法で描けばテーブルは平行四辺形に描かれることになります。しかし，この作品では手前が狭く奥に行くに従って広くなるように描かれています。これは，四角形のテーブルにすると絵のバランスが悪くなるからではないかと解釈されています。実際に絵をみていると違和感を感じません。

フェルメールは「静謐の画家」と言われます。この絵でも人物は一人のみで黙々と牛乳を注ぐ作業をしているように見え，静かな感じが伝わってきます。さりげない日常のひとコマが描かれているといえます。

これはフェルメールの作品の特徴だともいえます。



4 視覚障害者による鑑賞とその評価

1. 調査の目的

作製した「触る絵」及び3次元造型システムによるその複製作品について、実際に成人の視覚障害者に鑑賞してもらい、翻案した作品の立体的形状、作品の大きさ、作品の材質の触り心地などが適切であったかどうかを評価した。学校教育への活用のための基礎資料を得ることが本調査の目的である。

2. 方法

成人視覚障害者に触る絵の石膏作品と3次元造型作品を触覚により鑑賞してもらった。石膏作品鑑賞後、3次元造型による複製作品を鑑賞した。その後、質問紙に基づいて石膏作品及び3次元造型作品の触り心地や形状のわかりやすさ等について面接調査した。

1) 調査対象者

本調査の対象者は成人の全盲視覚障害者18名であった。プロフィールは以下のとおりである。

- ①性別 男性10人、女性8人
- ②年齢 20歳代2名、30歳代4名、40歳代1名、50歳代3名、60歳代4名、70歳代4名
- ③視力 全盲15名、0.01以下3名
- ④視覚活用が困難になった時期 0歳11名、10～20歳未満1名、20歳以上5名、不明1名
- ⑤出身学校 盲学校卒業12名 盲学校以外 6名

2) 調査内容

(i) 絵画鑑賞について

- ①絵画への関心
- ②鑑賞ツアーへの参加経験
- ③知っている絵画作品名
- ④関心のある絵画作品名

(ii) 石膏作品について

- ①触ったときのわかりやすさについて
- ②2次元的凸図（点図，触図等）と比較して、石膏作品から得られる形状等のイメージの持ちやすさ

(iii) 3次元造型作品について

- ①形状のわかりやすさ
- ②材質の触覚的印象（ナイロン粉末成型，ケミカルウッド切削加工）について
- ③複製作品の大きさについて

3) 調査時期

平成20年10月～11月

4) 手続き

本研究所へ来所，及び外部での翻案作品展示の機会を利用して視覚障害者に触る絵の石膏作品と3次元造型作品を触覚により鑑賞してもらった。その際，調査者は鑑賞プログラムにしたがって，言語的解説を適宜付け加えた。石膏作品鑑賞後，3次元造型による複製教材を同じく触覚により鑑賞してもらった。鑑賞終了後，質問紙に基づいて石膏作品及び3次元造型作品の触り心地や形状のわかりやすさ等について面接による聞き取り調査を行った。口頭で回答してもらい，調査者が調査用紙へ記載した。

3. 対象作品

①「牛乳を注ぐ女」

石膏作品 (60.7cm×53 cm)，

3次元造型作品 (ナイロン粉末成型，23.6cm×20.6cm)

②「神奈川沖波裏」

石膏作品 (51cm×76.4cm)，

3次元造型作品 (ケミカルウッド切削成型，16.5cm×24.4cm)

4. 結果

(1) 絵画鑑賞について

1) 絵画への関心

「最近，視覚障害者の方のための美術館鑑賞ツアー等が実施されるようになってきていますが，絵画に関心がありますか。」という質問に対する回答は図1-24に整理したとおりである。18名中16名が絵画への関心を示した。2名は絵画鑑賞に積極的ではないと思われる「あまりない」「ない」という回答であった。対象が限られているが，回答者の9割近くが絵画鑑賞に関心を持っていた。

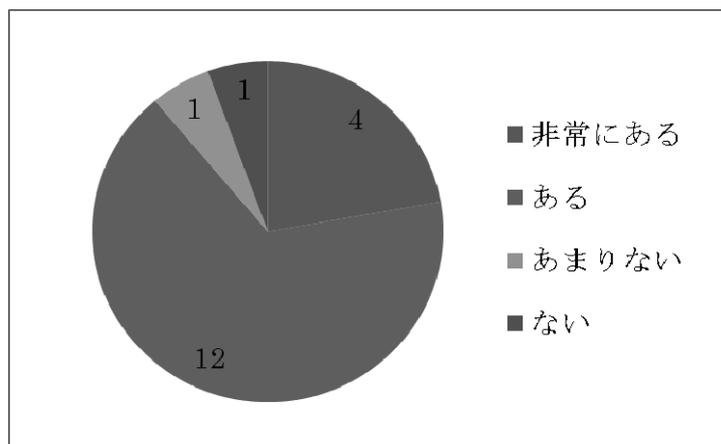


図1-24 絵画への関心度

2) 鑑賞ツアーへの参加経験

これまでに視覚障害者対象の美術館鑑賞ツアーに参加したことがあるか質問した。結果を図1-25に示した。18名中8名が、鑑賞ツアーに参加した経験を持っていた。10名は参加経験がなかった。

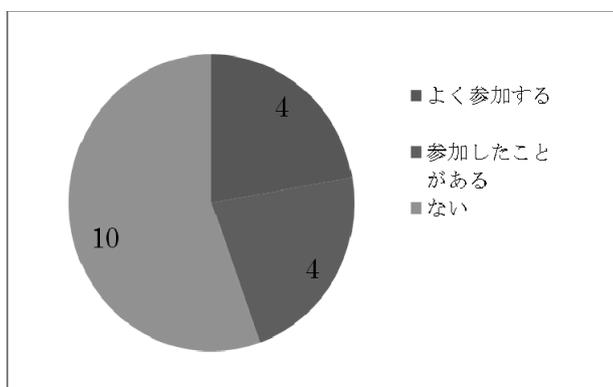


図1-25 美術鑑賞ツアーへの参加経験

③テレビ、ラジオ、生活等をとおして知っている絵画作品や関心のある絵画作品名を挙げてもらった。14名から何らかの回答があった。表1-4にその結果を整理した。モネ、葛飾北斎。ゴッホ、モナリザ、フェルメール等の画家の作品名が具体的に示された。作品名は不明だとしながらマチスやレンブラント等画家をあげた回答もあった。

表1-4 知っている絵画作品名

作品, 作家名	回答数 (複数回答)
永遠, 睡蓮等モネの作品	4
赤富士等葛飾北斎の浮世絵	3
ひまわり (ゴッホ)	3
モナリザ	3
牛乳を注ぐ女	2
最後の晩餐	1
青いターバン (フェルメール)	1
アトリエの女等ルーベンスの作品	2
マチスの作品	1
レンブラントの作品	1
小沢つよしの作品	1
教科書に載っているもの	1
油絵一般	1

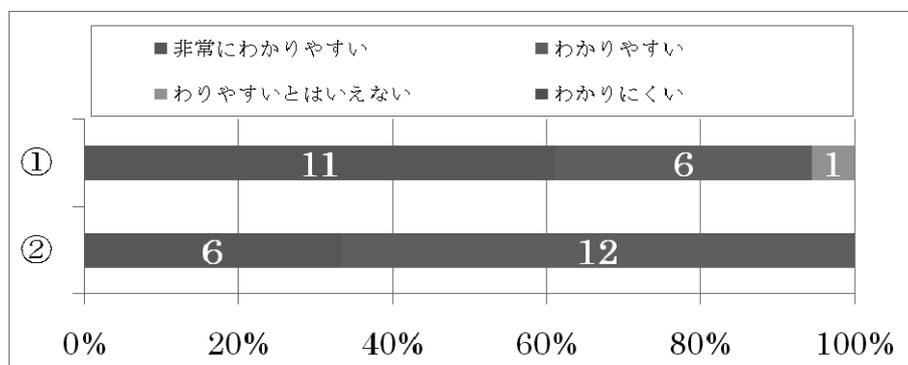
(2) 石膏作品の鑑賞

1) 印象について

半立体的に翻案した「触る絵」の石膏作品について、①触ったときの形状のわかりやすさ及び②2次元的凸図（点図，触図等）と比較しての石膏作品から得られる形状等のイメージの持ちやすさについて質問した。

①については18名中17名からわかりやすいという回答があった。直感的なイメージを持ちやすくするという点で、3次元化することが有効であることが本結果から示された。わかりやすいとはいえないという回答が1名からあった。これは作品の立体的形状のわかりにくさによるものではなく、石膏の粉末が手についたことによる不快感によるものであった。（図I-26①）。

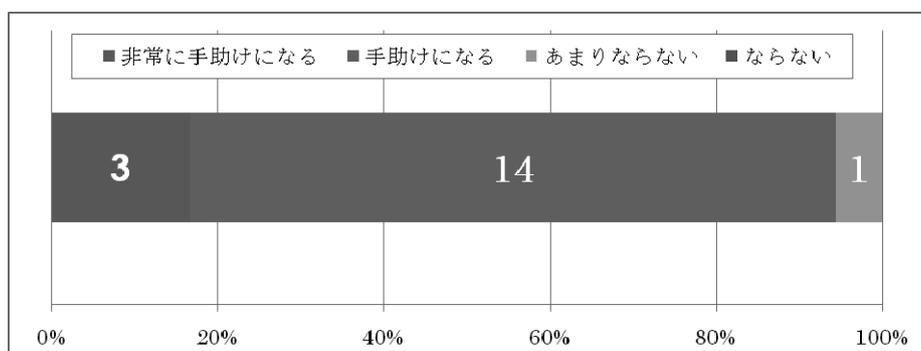
②については、6名から「非常にわかりやすい」、12名から「わかりやすい」という回答があった。18名全員が2次元的凸図よりも形状のイメージも持ちやすいという判断をしており、平面的な凸図に比べて、半立体的翻案の方が形状等を認知しやすいということが明確に示された（図I-26②）。



図I-26 石膏作品の印象について

2) 鑑賞時の手がかり

触る絵は、半立体的な翻案作品と言語による解説とを併用して鑑賞していくことを原則としているが、こうした鑑賞において半立体的な作品が鑑賞の手助けとして有効であったかどうか質問した。結果は図I-27に示した。3名が「非常に手助けとなる」、14名が「参考になる」と回答した。「あまりならない」が1名、「ない」という回答は0であった。回答からは絵画鑑賞における半立体翻案作品が有効であることが示された。



図I-27 鑑賞時の手がかり

3) 半立体的な翻案作品の大きさ

翻案作品は触覚による鑑賞を前提としているため、触覚的に弁別しやすい大きさが確保される必要がある。従って、小さな作品では、拡大して翻案することが求められる場合もある。本作品のその例だといえる。一方、手を広げた範囲で体を移動しなくてもゆとりを持って触れる程度の大きさまでにとどめておかないと、鑑賞の際に支障がでてきてしまう。このように触って鑑賞する場合には大きさへの配慮が重要になってくる。そこで、今回鑑賞してもらった石膏作品について、その大きさが適切であったかどうか質問した。結果は図 I-28 に示したとおりであった。3 名が「非常によい」、14 名が「よい」と答えた。「あまりよくない」が 1 名、「よくない」という回答は 0 であった。この回答から、半立体的な翻案作品の大きさは、適切な範囲内であったと思われる。なお、触る絵「神奈川波裏」の大きさは縦 76.4cm×横 51.0cm、「牛乳を注ぐ女」の大きさは縦 60.7cm×横 53.0cm であった。

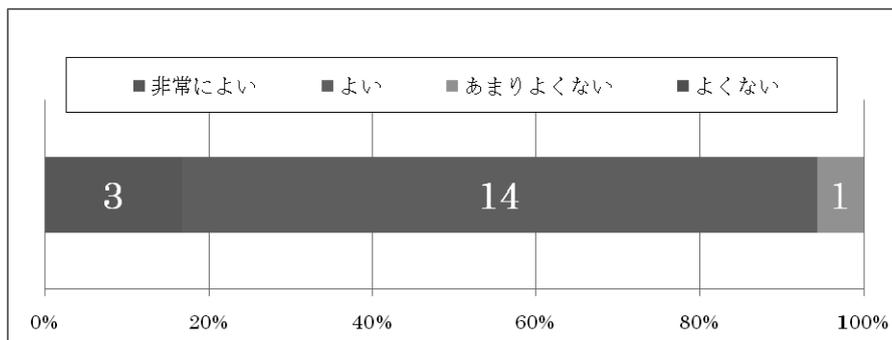


図 I-28 半立体的な翻案作品の大きさ

4) 半立体的な翻案作品の立体の形状について

翻案作品では、描かれている内容が触ることによって直感的に理解できることや言語的な説明が触ってとらえられたイメージと一致するといった体験が大変重要である。したがって描かれている内容が触覚的にイメージしやすいものであることが何よりも求められる。

そこで半立体的な翻案作品の立体の形状がわかりやすいかどうかについて質問した。結果は図 I-29 に示したとおりであった。3 名から「非常にわかりやすい」、14 名から「わかりやすい」と回答があり、計 17 名が 3 次元形状の有効性を積極的に認めた。「あまりよくない」という回答が 1 名からあったが、これには「説明があればわかる」というというコメントがあった。

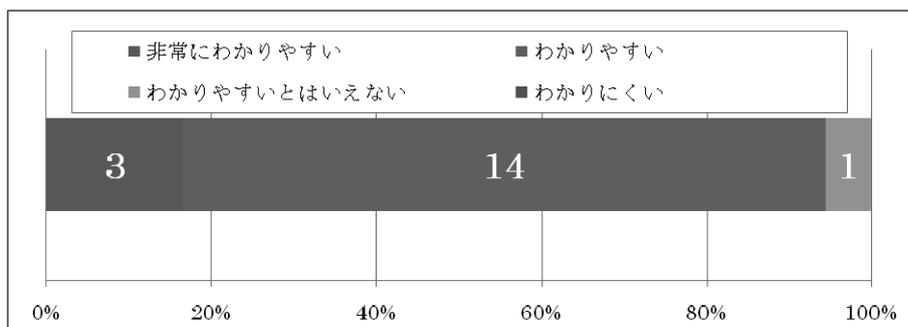


図 I-29 翻案作品の立体の形状

5) 半立体的な翻案作品の材質感について

触覚による鑑賞では、作品が触り心地のよい材質で作られていることも大切な要素である。半立体的な翻案作品は石膏でできているが、触ったときの触り心地について質問した。結果は図 I-30 に示したとおりであった。「非常によい」が3名、12名が「よい」という回答で、計15名が材質の石膏の触り心地に問題がないという回答を寄せた。その積極的な支持としては「なめらかさ」があげられた。「あまりよくない」という回答が2名、「よくない」という回答が1名からあった。その理由として、「絵のイメージと異なる」「少しざらつく」「つめたい」という指摘があった。「よくない」の理由は「手が汚れる」というものであった。

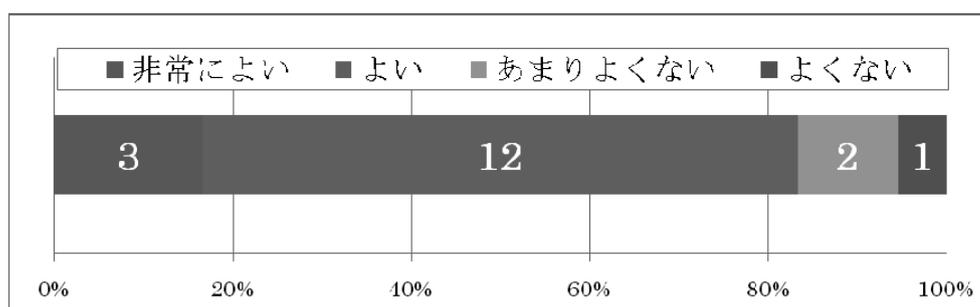


図 I-30 半立体的な翻案作品の材質感

6) 半立体的な翻案作品について要望や気がついたこと

半立体的な翻案作品について要望や気がついたことを自由に記述してもらった。5名から回答があり、触る絵への期待としては以下のような回答が寄せられた。

- ・「絵とともに解説があるのはよい」
- ・「わかりやすい。一般的なキャラクターがあったらよい」
- ・「こうした作品をすべての美術館に対応してほしい」
- ・「触れる作品をどんどん作ってほしい」

改善点を示す意見は、次の1件であった。

- ・「汚れないといい」

(3) 3次元造型の絵について

1) 形状のわかりやすさ

① 3次元造型による複製作品の立体の形状のわかりやすさに関して質問した。結果を図 I-31 に示した。3名が「非常にわかりやすい」、12名が「わかりやすい」と回答した。18名中15名が浮彫による半立体的表現を積極的に評価したといえる。原盤をしっかりと触覚観察をしたのちであれば、サイズを縮小してもその形状のイメージは保持でき、触覚記憶補完用の補助教材として活用できることを示していると考えられる。

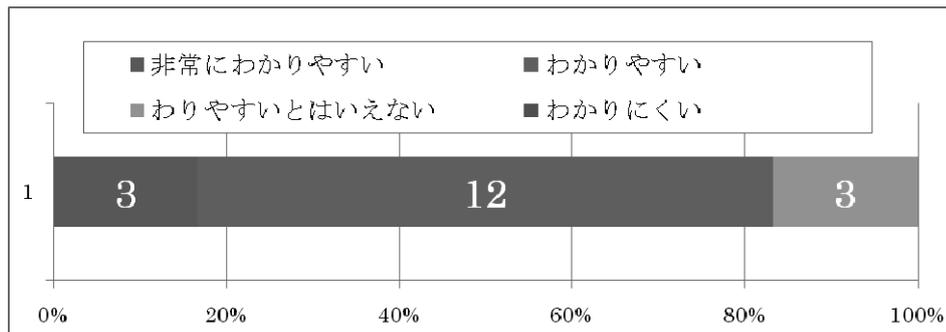


図 I-31 3次元造型作品のわかりやすさ

2) 触ったときの材質の印象について

ナイロン粉末成型による3次元造形の材質の印象については、「非常によい」「よい」という回答が15名からあった。石膏作品の回答と同様の傾向が認められた(図 I-32)。今回造型に用いた材質は、触覚による観察に耐えられる素材であるといつてよい。

①フェルメール「牛乳を注ぐ女」

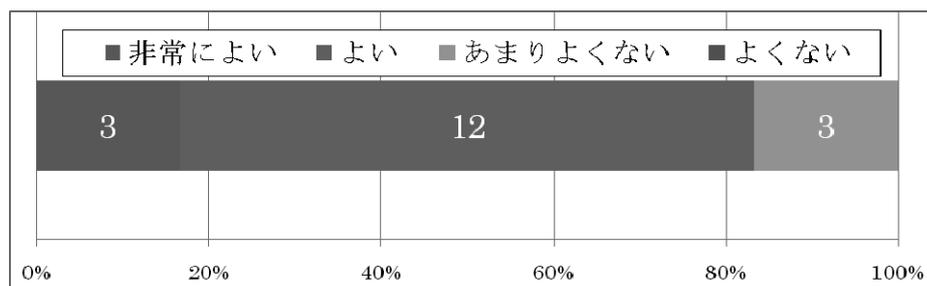


図 I-32 3次元造型作品の材質の印象

②神奈川沖波裏

3次元造型では、さまざまな材料を用いることができる。ナイロン粉末成型による3次元造形教材の触り心地と比較するために、切削造型法によりケミカルウッドを材料として造型した「神奈川沖波裏」の作品も鑑賞してもらった。その結果は図 I-33 に示したとおりである。「非常によい」が4名、「よい」が12名で、ナイロン粉末成型の場合とほぼ同様の結果であった。

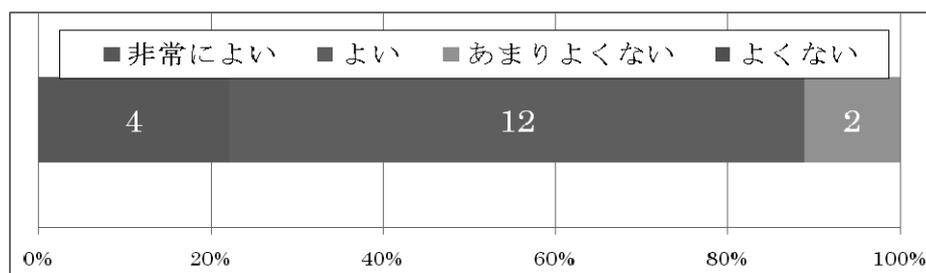


図 I -33 3次元造型作品の材質の印象

3) 作品の大きさについて

3次元造型による複製作品は、立体的な形状についてはオリジナルの石膏作品を忠実に再現しているが、大きさについては縮小したサイズとなっている。オリジナル作品と同じサイズのものを造型することは不可能ではないが、造型装置の出力能力や携帯性やコスト等を考慮すると合理的であるとはいえない。

「牛乳を注ぐ女」については、オリジナルの石膏作品のサイズは、縦 60.7cm×横 53.0cm×高さ 7.5cm であるが、3次元造型作品は縦横の長さ比で約3分の1の大きさで出力したものになっている。

石膏作品での鑑賞を前提として、その後の再認等のための補助教材として利用する場合、その大きさが適切であるかどうか質問した。その結果は図 1-34 に示したとおりであった。

「非常によい」が3名、「よい」が10名であった。この結果は、原盤を学習した後での再認用教材として利用することができるということを示している。しかし、「あまりよくない」という回答が5名からあり、他の項目に比べて若干多かった。複製作品の大きさについてはさらに検討していく必要があるといえる。

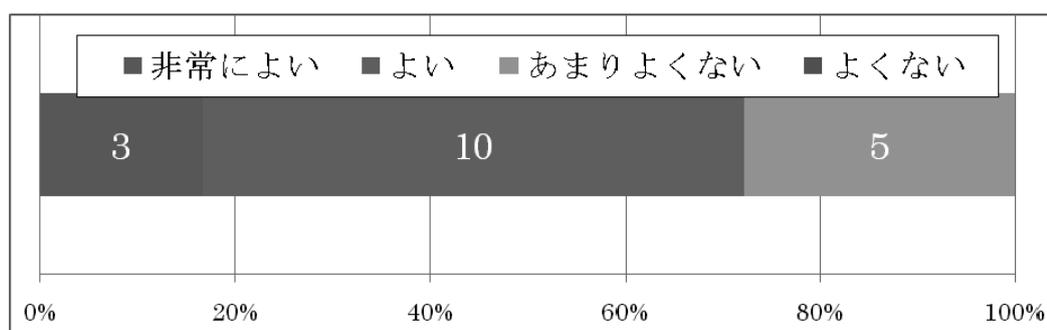


図 I -34 3次元造型複製作品の大きさの評価

4) 作品の形状について

3次元造型作品の形状は、オリジナル作品をほぼ忠実に再現している。縮小している分、わかりにくくなっているところがあることが予想されるが、調査の結果は、「非常にわかりやすい」が3、「わかりやすい」が10、「わかりやすいとはいえない」が2であった。オリジナル半立体作品を鑑賞した後での活用という点では、今回出力したサイズでも対応できるということが示唆された。

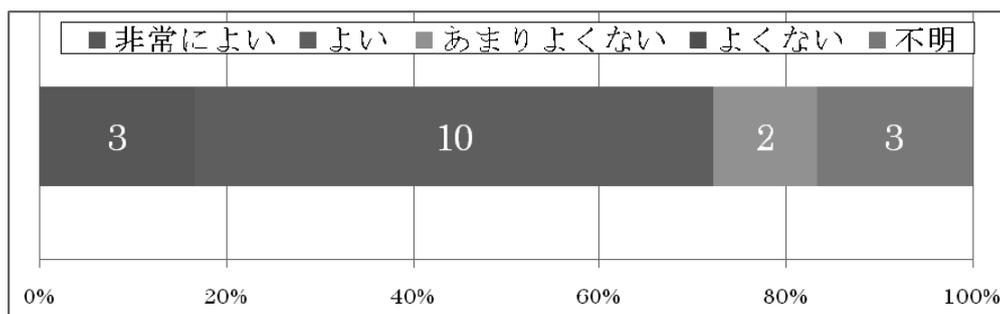


図 I -35 3次元造型複製作品の形状の評価

5) 3次元造型の作品の所有について

「触る絵」を鑑賞した後で、触覚によるイメージを想起するための補助教材としてこうした複製作品を手元に置いておくことを望むかどうか質問した。

「非常に望む」が1、「望む」が7で、半数近くの人が複製教材を望んでいることが分かった。「あまり望まない」は3であった。「どちらともいえない」が7名いた。「望まない」という回答はなかった。

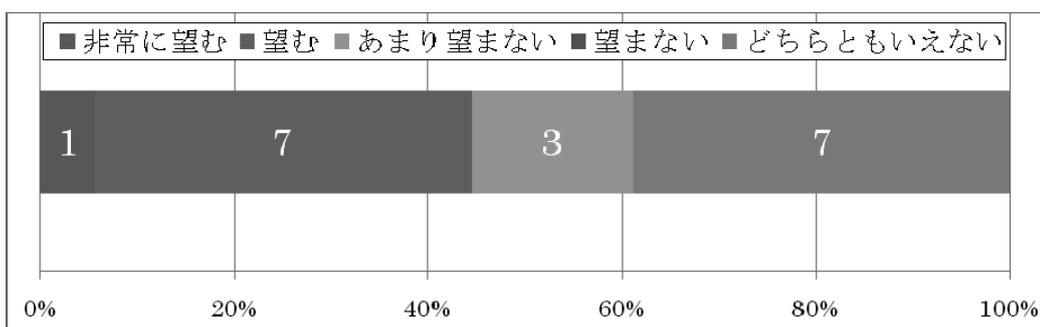


図 I -36 3次元造型複製作品の所有について

6) 3次元造型の作品について要望

3次元造型による複製作品について要望や気が付いたことを記述するように求めた。その結果を以下のように整理した。

- ・原画での鑑賞を前提とすること
 - 「原盤の鑑賞が前提で、これだけでの理解は難しい」
 - 「手で見ることは難しい」
- ・複製品が身近にあることを望む
 - 「置く場所があれば複製品があるといい」
 - 「自分で触って情報を得られる事は望ましい」
 - 「美術館にあれば、利用したい」

(4) 触覚活用全般について

1) 点図や触図について

調査対象者に関して、広く触察への興味関心の程度を把握するために点図や触図をどのように思っているか質問した。

その結果、「非常に好き」が2、「好き」が10で、合わせて12名だった。今回の調査の協力者の多くが点図や触図にも好感を持っていることがわかった。他方、「あまり好きではない」は1名、「好きではない」が2名であった。

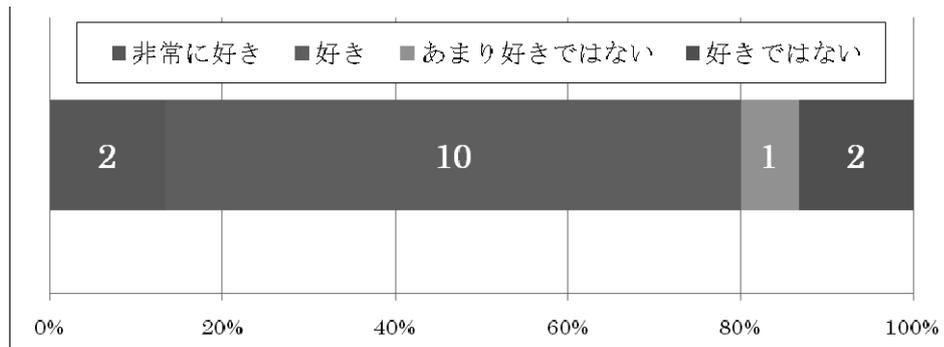


図 I-37 点図や触図について

2) 触って確かめてみたい事物

今後の参考にするために触る絵に限らず、触って確かめてみたいものがあったら列挙するように求めた。その結果は表 I-5 に示したとおりである。

表 I-5 触って確かめてみたい事物

類型	事物
自然	動物 (2), 模型 (星など絶対さわれないもの), 星, 山, イノチ
地図	立体地図
造形物	建物 (2), 城, 電車の全体 潜水艦
その他	ハリーポッター関連の視覚情報, 何でも

3) 盲学校の美術教育での絵画の扱いについて

盲学校出身の方に、盲学校の美術教育での絵画の扱いについて質問した。その結果を図 I-38 に示した。8名から回答があり、「あまり扱われなかった」が3名、「扱われなかった」が4名であった。7名は盲学校での絵画鑑賞の経験はなかった。「ときどき扱われた」という回答が1名からあった。この結果は、これまで視覚障害教育の考え方を反映しているものではあるといえる。

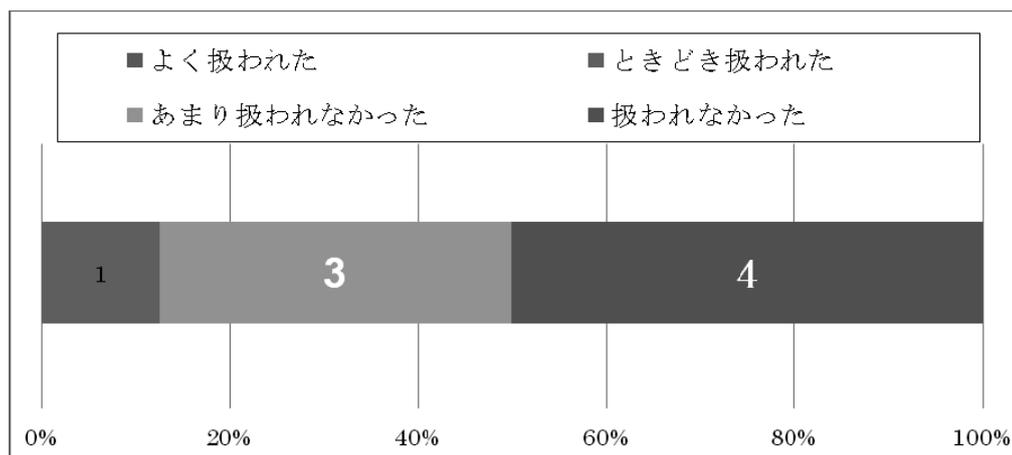


図1-38 盲学校の美術教育での絵画鑑賞の経験

5. 考察

(1) 被験者のプロフィールから

本調査対象者は成人であったが、18名中16名が絵画への関心を示していた。そのうち8名は絵画鑑賞ツアーに参加した経験を持っていた。テレビ、ラジオ、生活等をとおして知っている絵画作品や関心のある絵画作品名を挙げてもらったが、14名から何らかの回答があった。モネ、葛飾北斎、ゴッホ、レオナルド・ダ・ヴィンチ、フェルメール等の画家の作品名が具体的に示された。マチスやレンブラント等の画家名も挙げられており、この結果は、視覚障害がある人々にとって、絵画が決して無縁なものではないということを示している。

成人の視覚障害者の一般的傾向と比較すると、今回の調査対象者は、絵画への関心が強い傾向にあったと思われる。それが触る作品への評価が全般に高かったといえるが、こうした調査対象者のプロフィールが影響していたこともその要因として考えられる。

(2) 石膏作品について

半立体的に翻案した「触る絵」の石膏作品について、①触ったときの形状のわかりやすさ及び②2次元的凸図（点図、触図等）と比較しての石膏作品から得られる形状等のイメージの持ちやすさについてたずねた。

結果は、絵画を3次元化することが有効であり、概ねその形状や大きさを支持したものであった。全員が2次元的凸図よりも形状のイメージも持ちやすいという判断をしており、平面的な凸図に比べて半立体的翻案の方が形状等を認知しやすいということが明確に示された。言語的な説明による絵画鑑賞においてもこうした半立体翻案作品が有効であることも調査対象者から示された。

これまでは、図というと2次元的な凸図での対応が主流であったが、半立体的な表現の有効性がより認識されてよいように思われる。

また、わかりやすいとはいえないという回答が1名からあったが、これは作品の立体的形状のわかりにくさによるものではなく、石膏の粉末が手についたことによる不快感によるものであった。少数

であるがこうした指摘があった点については、作品の表面のコーティングなど対応について検討していく必要があるといえる。

翻案作品は触覚による鑑賞を前提としているため、触覚による弁別が十分可能である大きさを確保する必要がある。したがって、小さな作品の場合は、拡大して翻案することが求められる場合もある。一方、無制限に拡大すればよいということでもない。手を広げた範囲で体を移動しなくてもゆとりを持ってさわれる程度の大きさまでにとどめておかないと、鑑賞の際に支障がでてきてしまう。このように触って鑑賞する場合には大きさへの配慮が重要になってくる。結果から半立体的な翻案作品の大きさは、適切な範囲内であったといえる。

(3) 半立体的な翻案作品の立体の形状について

翻案作品では、描かれている内容が、触ることによって直感的に理解できることや、言語的な説明が、触ってとらえられたイメージと一致するといった体験が大変重要である。したがって、描かれている内容が触覚的にイメージしやすいものであることが何よりも求められる。

結果は、17名が3次元形状の有効性を積極的に認めた。「あまりよくない」という回答が1名からあったが、これには「説明があればわかる」というコメントがあった。

(4) 半立体的な翻案作品の材質感について

触覚による鑑賞では、作品が触り心地のよい材質で作られていることも大切な要素である。半立体翻案作品は石膏でできているが、触ったときの触り心地について質問した。結果は15名が材質の石膏の触り心地に問題がないという回答を寄せた。その積極的な支持としては「なめらかさ」があげられた。触って鑑賞する際の素材として石膏は適しているといえる。しかし、石膏にも様々な種類があるため、使用に際してはより触り心地が良いものを選択していくことが望まれる。「あまりよくない」という回答が2名、「よくない」という回答が1名からあった。その理由として、「絵のイメージと異なる」「少しざらつく」「つめたい」という指摘があった。「よくない」の理由は「手が汚れる」というものであり、最初に作品に触れた時の印象が残ってしまったものである。導入段階での配慮の重要性が示された。

(5) 半立体的な翻案作品について要望や気がついたこと

5名から回答があり、触る絵の普及を望む声が大半であった。触る絵の存在を否定する意見はなかった。触り心地について改善を求める意見が1件あった。

(6) 3次元造型の絵について

3次元造型による複製作品の立体の形状のわかりやすさに関しては、原盤をしっかりと触覚観察をしたのちであれば、サイズを縮小してもその形状のイメージは保持でき、触覚記憶補完用の補助教材として3次元造型による複製作品が活用できることが認められた。触ったときの材質の印象についても、ナイロン粉末成型及びケミカルウッドを材料とした3次元造形作品の材質について、石膏作品の場合と同様の傾向が認められた。今回造型に用いた材質は、触覚による観察に耐えられる素材であるといっている。しかし、今回用いた3次元造形用の素材は多様であり、素材については触り心地やコストの面等の観点からさらに検討を進めていく必要があるといえる。

3次元造型による複製では、オリジナル作品と同じサイズのものを造型することは不可能ではないが、造型装置の出力能力や携帯性やコスト等を考慮すると合理的あるとはいえず、本研究の取り組みでも大きさについては縮小したサイズとした。その大きさの適切性について10名の支持があった。この結果は、原盤を学習した後での再認用教材として利用できる大きさであったということを示している。「あまりよくない」という回答が他の項目に比べて若干多かった点を踏まえると、複製作品の大きさについてはさらに検討する必要があるといえる。

「触る絵」を鑑賞した後で、こうした複製作品を手元に置いておくことを望むかどうかという質問に対して、半数近くの人が複製教材を望むと回答した。絵画への関心や普及という観点から、また、絵画以外のものでも「いろいろ触ってみたい」「歴史に関する画像を知りたい」等触覚的に確認したいものが示された点からも、こうした半立体教材の開発の取組には意義のあることが示唆された。

(7) 今後の課題

今後の学校教育段階での取組の資料とするために、盲学校出身の方に盲学校の美術教育での絵画の扱いについて質問した。予想したとおり、盲学校では絵画鑑賞の機会がほとんどなかったことが明らかになった。この結果は、これまでの視覚障害教育における平面的な絵画に対する消極的な考え方を反映しているものだと考えられる。

触る絵を含め絵画の鑑賞については、より広範に積極的な広報・普及活動を展開していくと共に、視覚障害教育の分野での理解・啓発を図っていくことが大きな課題だといえる。

5 まとめ

本研究では、いわゆる晴眼者と視覚障害者の情報の共有という観点から絵画作品「牛乳を注ぐ女」（フェルメール作）を選定し、それを、イタリアのアンテロス美術館から提起された翻案原則に従って、立体的に翻案を試みた。さらにその造型を基に3次元CADを活用した造型法による「触る絵」の複製に取り組んだ。3Dスキャナーによる立体形状の3次元データ化とデータ加工が「触る絵」の作成にも活用できた。

そのデータに基づいてナイロン粉末造型法により縮小サイズでの造型を行い、その作品の触察による認知や印象に関して視覚障害者自身による評価を行った。圧縮・層化・触知覚に配慮したデフォルメの原則に基づいて翻案した石膏作品は、今回の視覚障害者の鑑賞では概ね支持されたといえてよい。

また、3次元CADを活用した造型法による「触る絵」の複製も高い評価を得ることができた。3次元造形法の技術の進歩はめざましく、形状を細部まで忠実に再現でき、造型素材の触り心地も改善されてきていることが、鑑賞結果にみられる積極的な評価につながっていると考えられる。

3次元形状の教材を電子データ化することにより、利用者の個々のニーズに応じて作品を変形したり、拡大・縮小したりするなど教材のカスタマイズも簡便にできるようになる。また、必要な数だけ教材を作製することができる等の利点もある。3次元の事物の形状の電子データ化については、触る絵の補助教材の提供だけでなく、視覚障害教育用のさまざまな立体教材作成にも利用することが可能であり、その道が開けてきたといえる。

一方、精度の高い3次元モデルを作成し、普及を図っていくためには、モデリング及びモーディング作業においてハードウェアやソフトウェアの熟知や立体的表現力などの面で高い技術力が必要とされる点や現時点ではコストが非常にかかる点などが、普及に向けた大きな課題だといえる。

（大内 進，渡辺哲也，棟方哲弥，増岡直子）

謝辞

翻案作品選定のための教科書の採用頻度の調査にあたっては、増岡直子氏（筑波大学附属視覚特別支援学校）、翻案作品造型及び3次元造型データ化作業に関しては今井紫緒氏に全面的なご協力をいただきました。（株）ケイズデザインラボ、原雄司氏、井出まゆみ氏にも多大なご支援をいただきました。

3次元造型については、小林製作所（切削造型）、NTT データエンジニアリング（粉末焼結造型）のご協力をいただきました。付して感謝申し上げます。

注記（*）

本稿に記載の会社名、商品名は一般に各社の商標または登録商標である。

参考文献

- [1] 赤瀬川原平 (1998) 『フェルメールの眼』. 講談社.
- [2] 浅野秀剛・吉田伸之 (朝日新聞社) 『北斎 (浮世絵を読む・4)』. 1998.
- [3] 有吉玉青 (2007) 『恋するフェルメール—36 作品への旅』, 白水社.
- [4] ベイリー, マーティン (元木幸一訳) (2002) 『フェルメール』. 西村書店, 2001.
- [5] 角田美奈子 (2003) 視覚に障害のある人への作品鑑賞ガイドの概略について. 名古屋市美術館 研究紀要, 12, 84-94.
- [6] エイブル・アート・ジャパン (2005) 『百聞は一見をしのぐ! ?』. エイブル・アート・ジャパン.
- [7] 蜂須賀正行・戸田沢浩昭・大西浩二 (2004) レーザー粉末焼結ラピッド・プロトタイピング・システム. MAE テクニカルレポート, 23, 90-94.
- [8] 小林 忠 (1975) 『富嶽三十六景 (浮世絵体系第 13 巻)』. 集英社.
- [9] 小林頼子 (2000) 『フェルメール—大いなる世界は小さき室内に宿る』. 六耀社.
- [10] 小林頼子 (2007) 『牛乳を注ぐ女—画家フェルメールの誕生—』. ランダムハウス講談社.
- [11] 小林頼子・功木ゆり子 (2000) 『謎解きフェルメール』. 新潮社.
- [12] 小林頼子 (2007) 『もっと知りたいフェルメール—生涯と作品 (アート・ビギナーズ・コレクション)』. 東京美術.
- [13] 丸谷洋二: 『積層造形技術資料集』. オプトロニクス社.
- [14] 森田義之監修 (2005) 『フェルメールとレンブラント (お話名画シリーズ)』. 博雅堂出版.
- [15] 長尾栄一 (2006) モナ・リザの笑みを探る. 視覚障害, 217, 45-49.
- [16] 中川威雄, 丸谷洋二 (1996) 『積層造型システム 三次元コピー技術の新展開』, 工業調査会.
- [17] 中野 司 (2006) 『STL データ処理用のプログラムについて』. 地質調査総合センター研究資料集, no. 448, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- [18] 永田生慈 (2000) 『葛飾北斎』. 吉川弘文館.
- [19] 永田生慈 (2005) 『もっと知りたい葛飾北斎—生涯と作品 (アート・ビギナーズ・コレクション)』. 東京美術.
- [20] 西村和子 (2006) 『葛飾北斎 (お話名画シリーズ)』. 博雅堂出版.
- [21] 日本アートセンター (編) (1998) 『葛飾北斎 (新潮日本美術文庫)』. 新潮社.
- [22] リンク, パトリック・デ (神原正明監修, 内藤憲吾訳) (2007): 『西洋名画の読み方 1』. 創元社.
- [23] 大内 進 (2002) イタリアにおける視覚障害者のための絵画の立体的翻案の試み. 日本特殊教育学会第 40 回大会発表論文集.
- [24] 大内 進, 渡辺哲也, 棟方哲弥, 増岡直子, 佐藤知洋 (2004) 3次元スキャナーを利用した視覚障害教育用教材の作成. 第 30 回感覚代行シンポジウム講演集, 27-32.
- [25] 大内 進 (2006) イタリアにおける視覚障害児者のための絵画鑑賞の取組. 世界の特殊教育, 20, 83-99.

- [26] 大内 進(2007)視覚障害者のための2次元画像の半立体的翻案と触覚による鑑賞法の開発. 第1回幾何学教材と視覚障害者の立体認識シンポジウム予稿集, 21-25.
- [27] 大内 進(2008)「牛乳を注ぐ女」の立体的翻案と触覚による鑑賞. 第2回幾何学教材と視覚障害者の立体認識シンポジウム予稿集, 28-33.
- [28] 尾崎彰宏(2006)『西洋絵画の巨匠(5)フェルメール』. 小学館.
- [29] パノフスキー, エルヴィン(Erwin Panofsky), 浅野 徹, 塚田孝雄訳(2002)『イコノロジー研究〈上・下〉』. ちくま学芸文庫, 筑摩書房.
- [30] ルーロフ・ファン ストラテン(Roelof Van Straten), 鯨井 秀伸訳(2002)『イコノグラフィ入門』. ブリュッケ.
- [31] ヨング, エディ・デ(著), Eddy de Jongh(原著), 小林 頼子(翻訳)(2005)『オランダ絵画のイコノロジー—テーマとモチーフを読み解く』. 日本放送出版協会.
- [32] Secchi, Loretta(2004) L' educazione Esetica per l' integrazione. Carocci editore. Italy.
- [33] ズッフィ, ステファノ(樺山紘一訳)(2007)『フェルメール—精緻な世界観と表現力(ART BOOK)』. 昭文社.
- [34] 若桑みどり(1993)『絵画を読む—イコノロジー入門(NHK ブックス)』. NHK 出版.
- [35] 若桑みどり(1993)『イメージを読む美術史入門(ちくまプリマーブックス)』. 筑摩書房.

Webサイト

- [1] 蜂須賀正行・戸田沢浩昭・大西浩二: レーザー粉末焼結ラピッド・プロトタイピング・システム
http://www.mae.co.jp/tec_report/report13/pdf/090.pdf
- [2] 小原二三夫: 触覚の記憶.
www5c.biglobe.ne.jp/~obara/colum/colum22.htm

小学校図画工作科教科書

- [1] 日本文教出版(2002)文部科学省検定済教科書『図画工作』(1~6年), 日本文教出版.
- [2] 開隆堂(2002)文部科学省検定済教科書『図画工作』(1~6年), 開隆堂.
- [3] 東京書籍(2002)文部科学省検定済教科書『図画工作』(1~6年), 東京書籍.

中学校美術科教科書

- [4] 日本文教出版(2002)文部科学省検定済教科書『美術』(1~3年), 日本文教出版.
- [5] 開隆堂(2002)文部科学省検定済教科書『美術』(1~3年), 開隆堂.
- [6] 光村出版(2002)文部科学省検定済教科書『美術』(1~3年), 光村出版.

第Ⅱ編

真空成型による視覚障害教育用立体教材の 作成と活用

1 海外における真空成型教材の活用

1. はじめに

従前から我が国に導入されている真空成型装置は、本来は点字をコピーするために開発されたものであった。この装置では 0.02mm 程度の薄いシートしか加工できないためボリュームのある 3 次元形状の成型は困難であった。筆者等はヨーロッパにおける触図調査の際に、イギリスにおいて 1mm 以上の厚さのある樹脂シートを立体的に加工した教材や触る絵本に出会った（大内・渡辺 2004）。また、その後の調査でイタリアにおいても、視覚障害のある子どもの教育用として厚手のシートを加工した真空成型教材が作成されていることを確認した（大内 2006）。本研究ではこの装置を導入して、立体教材の作製及び活用法の開発を進めてきた。本稿では、イギリス及びイタリアにおける真空成型教材の作成と活用について紹介するとともに、本給で取り組んだ真空成型教材の作製及び活用法について報告する。なお、この装置は株式会社 J T R が輸入販売しており、国内でも入手可能となっている。

2. 英国における触図の作製機関の貢献

ーリビング・ペインティング・トラストの実践ー

イギリスでは、真空成型法による立体的な触覚教材が積極的に利用されている。その代表的なものとして、視覚障害者にも視覚的な芸術を楽しむ機会を提供し、より豊かな生活を送ってもらうことを目的として活動している N P O 団体「リビング・ペインティング・トラスト」(Living Paintings Trust (LPT)) の活動があげられる。「リビング・ペインティング・トラスト」では、美術館などと連携して視覚に障害がある人々に、視・聴・触覚を使って楽しむ半立体的に翻案した絵画鑑賞教材を製作し、貸与するサービスを行っている。その作品は英国及びアイルランドに住む視覚障害者及びその関係者なら誰でも無料で利用できる。対象は子どもから大人まで幅広く、年齢に応じた作品が用意されている（大内・渡辺 2003, 渡辺・大内 2003）。

この「リビング・ペインティング・トラスト」の作品の特徴は、真空成型装置を使って作成された触図を聴覚資料（カセットテープまたは C D）とともにセット（パック）にしている点である。このトラストの創始者のアリスン・オールドランド (Alison Oldland) は、美術史の教師だった。授業で印象派について講義を行った時に、聴講していた視覚障害者が彼女の絵画の解説に大変感動し、視覚に障害があっても絵画の鑑賞が可能であるという手応えを得たことがきっかけとなって、このトラストの設立に至ったという。

この機関は、ロンドンの西部の小都市ニューブリー (Newbury) にある。美術館の学芸員や学校の教員や芸術家 200 人ほどのメンバーで構成されていて、そのうち 50 人から 60 人はボランティアとして作品の製作に参加している。運営費はすべて、個人・企業・助成信託からの献金で賄われている。

真空成型で作製された触図は3次元的ボリュームがあり、シートは日本で用いられているサーモフォーム用素材より厚く、0.3mmほどのものが多く利用されていた。発送と触察を繰り返しても損傷しにくく、かつシャープに造型できるものとして、試行錯誤の後に選ばれたのがこの厚さであった。成型のための原型の製作は専門のデザイナーが担当しており、木を彫ったり、粘土で作ったりして作成されている。

子ども用の絵本の触図には、ロービジョンの児童の利用も考慮して彩色されているが、青少年用の学習教材や大人用の絵画には色は塗られていない。乱雑に扱っても破損しないように、子ども用の触図にはより丈夫な素材（厚めのプラスチック板）を使うとともに、シンプルなデザインをになっている。他方、大人用は柔らかめの素材を使って、細かい表現を施してある。

「Living Picture Books」は、7歳から11歳の子どもを対象とした触る絵本で、子ども向けの読み物の挿絵を触図化したものである。いずれも、晴眼の子どもと知識や経験を共有させるため、一般の本を視覚障害児も読めるように触図・着色している。日本でもよく知られているタイトルでは「機関車トーマス」や「くまのプーさん」などがある。セットには、触図だけでなく視覚的な本も付いており、頁と頁の間に点字のついた透明なシートが挟み込まれていた。聴覚資料では見た目を言葉で伝えるように配慮されている。利用者のフィードバックによると、この解説で子どもたちは内容を理解できているというである。絵や図が言葉で説明され、その内容がわかると（点字の）文字を知りたくなる、文字を知ったら次には単語を知りたくなる。このようにして、子どもの学ぶ意欲が進んでいくということであった。



図II-1 機関車トーマスの挿絵を立体化した真空成型教材のセット

このパックの他に、「エジプトの人々」「子宮の中の胎児の様子」等の7歳から11歳の児童が学校の教科の中で出会う挿絵を触図化した「Teacher Resource Packs」が作製されていた。これは、イギリス全土の450の学校・組織で利用されているということであった。

さらに、11歳から16歳向けに、特定のトピック、例えば建物や絵画中の人物などに焦点を当てた

「Topical Packs」や大人向けに絵画を解説した「Living Paintings Trust Albums」も作製されている。ゴッホ、モネ、現代画など多くのタイトルが用意されている。同様な触図と解説が「Living Paintings Trust Bats」として美術館や画廊に提供されている。これは美術館を訪れた視覚障害のある人に利用されている。イギリス全土で、平均して1ヶ月に500パックほどが利用されているということであった。

3. イタリアにおける視覚障害教育に関わる触覚教材への対応

イタリアでは、1970年代からフルインクルージョンの教育体制をとっており、視覚障害教育の関連においても盲学校は基本的に全廃されている。視覚に障害がある子どもは原則として地域の小中学校で学んでいる。地域で学ぶ視覚に障害がある子どもたちがその力を十分に伸ばすためには、視覚以外の感覚を活用したり視覚をできるだけ有効に活用したりして学習活動を進めることが求められる。そのためには専門的な支援が不可欠である。イタリアでは、こうした点字や触覚教材など特別な専門性が求められる分野については視覚障害者当事者の団体が積極的にその補完に努めている。盲人協会が全国各地に「視覚障害教育支援センター」を設置し、視覚障害教育の方法、内容、教材等に関する学校への支援や情報提供、本人や保護者へのカウンセリングなどを行っている。また、イタリア各地の点字図書館は教科書の点訳や拡大教科書の作成を請け負っている。

以下にイタリアにおける触図教材への対応について報告する。

(1) 調査概要

1) 調査の目的

本調査は、通常の学校で学ぶ幼児児童生徒のための触図教材への提供について、学校外の組織の対応の現状について把握することを目的として実施したものである。

2) 調査期間及び調査機関

①2005年10月

a. ミラノ盲人協会

所在地：Via Vivaio, 7 20122 - Milano

b. 「マルゲリータ王妃」イタリア盲人図書館

所在地：Via G. Ferrari, 5/A - 20052 Monza (MI)

②2006年7月

c. ボローニャ視覚障害教育支援センター

所在地：C/o Istituto Cavazza, Via Castiglione, 71 40124 - Bologna

3) 調査者 ① 大内 進, 高橋玲子

② 大内 進, 高橋玲子, 渡辺哲也

(2) 調査結果

1) 支援教師による支援

1970年台のインクルージョン開始時から、イタリアでは通常の学級の中で障害のある児童生徒を支援するための職員が配置されていた。しかし、当初は資格制度もなく対応が十分ではなかった。その後、個別の指導や支援の役割の重要性が認識されるようになり、法律の整備も順次進められ、1989年の「支援教師」制度によりその資格が明確に規定されることになった。

また、制度発足当初は障害のある児童生徒数に応じて、支援教師が配置されることになっていたが、その後、ノーマライゼーションの理念にたって、全児童生徒の数に応じて支援教師の必要性を割り出す方式に変更された。現在の規定では、児童生徒138人に対して支援教師1人というのが配当の基準になっている。しかし、これはあくまでも目安で、実態に応じた支援教師の配当がされている。また、地域によってはより手厚い対応がなされている。

支援教師は障害児を直接指導・支援する任を負っているが、クラスメートが障害児を支援するように配慮したり、学級全体の活動に留意したりするなど障害のある児童生徒だけでなく学級全体の指導に対しても責任を持つこととされている。

支援教師の資格は、大学終了後さらに2年間のディプロマコースを終了することにより習得することができる。一般の教員も研修を受けることにより資格を得ることができる。支援教師の養成課程には、7つのレベルがあり、すべての障害をカバーするようプログラムされている。したがって、支援教師は視覚障害教育に関する基本的なことは身につけているが、深く理解しているとはいえないのが実態である。視覚障害教育支援センター（ボローニャ）の担当者からの聞き取りでは、視覚障害教育に精通した支援教師は少なく、教材への対応については不十分な面が多いということであった。だからといって、おしなべてその水準が低いというわけではない。イタリアでは、教員が授業に合わせて教材を自作するのが当然のことであり、視覚障害児の特性に考慮した実践も行われている。その具体的な教材例については、節を改めて紹介したい。

2) 学校外からの支援

一般にインクルージョンに対する心配の1つとして、専門性に裏打ちされた教育が発揮されにくくなることが指摘される。イタリアでもこの点は課題となっているようである。視覚障害者関係団体は、こうした問題へ対応するためにさまざまな事業を展開したり、情報誌や専門領域に関連したガイドブックを刊行したりして、地域の学校で学ぶ視覚に障害のある子どもたちや学校の担任教師や支援教師を支援している。

こうした活動を行っている全国的な組織としては次のような団体がある。

- ①「マルゲリタ王妃」イタリア盲人図書館（Biblioteca Italiana per i Ciechi “Regina Margherita”）
- ②盲人協会全国連合（Federazione Nazionale delle Istituzioni pro Ciechi, Roma）
- ③ミラノ盲人協会（Istituto dei Ciechidi Milano）
- ④リハビリテーション、トレーニング研究施設（Istituto per la Ricerca la Formazione e la

Riabilitazione)

⑤トスカーナ州点字印刷所 (Regione Toscana Stamperia Braille)

⑥イタリア盲人協会 (Unione Italiana Ciechi)

これらの機関のうち、特に教科学習等で必要な触覚教材についての対応については、ミラノ盲人協会と盲人協会全国連合 (Federazione Nazionale delle Istituzioni pro Ciechi, Roma) が中心的な役割を担っている。それぞれの組織における触覚教材への対応を以下に示す。

3) ミラノ盲人協会「視覚障害教育教材センター」の活動

ミラノ盲人協会はミラノの旧市街地の Vivaio 通りにあり、広大な敷地と建物を有している。この協会では、教材開発のために施設内に「視覚障害教育教材センター」(Centro Materiale Didattico) を設置し、通常の学校で学ぶ児童生徒や教師のために、触覚教材を提供する事業を行っている。本研究の一環として、この教材センターを訪問し、責任者であるアンナ・ソルダティ (Anna Soldati) 女史に面会し、事業概要と各種教材について説明を受けた。

このセンターでは、視覚障害のある児童生徒がいろいろな事物や形状、材質などを認識することは、点字の読み書きだけでなく、生活の上で、また空間や環境を理解する上で大変有用であるという観点から、学校教育で必要な触覚教材に関して調査、計画、製作、販売までの一貫したサービスを実施している。この取り組みはすでに 20 年の歴史があり、視覚障害児童生徒、保護者、教師からの要望などに応じて教材を開発してきている。そのジャンルは多岐にわたり、幼児のための導入期の触る絵本、挿絵付きの小説、点字を学習するための支援教材、算数や図形に関する教材、歴史・理科・化学・物理等の教科に関する表・地図・触図版、空間理解やオリエンテーションのための教材等さまざまなものが作成されている。

ここで作製されている触覚教材は教材展示室 (兼講義室) に展示されていた。そこで各種教材を見学することができた。教材展示室は学校の教室 2 部屋分ほどの広さで、その 3 方の壁面にガラス戸の教材収納庫が置かれ、教材が展示されていた。

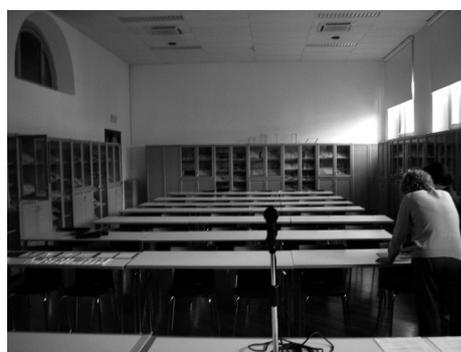


図 III-2 ミラノ盲人協会の建物 (左) と視覚障害教材センターの教材展示室

幼児用の触覚教材は布や日常生活用品などの各種素材を利用して作製されたものが多く、教科学習用には主に真空成型で加工したプラスチック材が活用されていた。真空成型教材は半立体的な形状を表すことができ、また面の肌理も明瞭に表現する事ができるため、触覚による理解に適している。わが国の盲学校で一般に用いられている立体コピーは、平面的な触覚教材で、触覚的イメージではストレートに理解できにくいところがあり課題点の多いものである。このように盲学校のないイタリアで教材作製のノウハウが継承されていることを知り、盲学校がなくなれば専門性が継承されないとい概にいえるものでもなく、また私たちももっと謙虚に学ばなければならないことがあることを痛感させられた。

現在製作されている教材数は表Ⅱ-1に示すとおりである。

表Ⅱ-1 ミラノ盲人協会視覚障害教材センターで製作している視覚障害教育教材

領域	教材数
言語教材	60
算数・数学	53
弱視用算数・数学	11
科学	33
storico-anthropologico-artistica	12
地理	12
地理・弱視用	3
tecnico esperessiva	7
rappresentazione spaziale	8
rappresentazione spaziale ipovedenti	3

これらの教材に関する情報は、「Tocca e Impara」(触ること、学ぶこと)と題された書籍及びCDに収録されており、それらはイタリア国内の盲人協会や視覚障害教育相談センターに置かれ、教師や保護者に供されている (Biblioteca Italiana per i Ciechi 2004)。

4) 盲人協会全国連合 (Federazione Nazionale delle Istituzioni pro Ciechi)

ローマにある「盲人協会全国連合」でも、視覚障害者用の筆記具(点字、墨字)をはじめとするさまざまな用具類や触図教材の作製販売を行っている。「盲人協会全国連合」では、真空成型による触図教材を多数製作しており、特に立体地図が充実している。カタログには、世界地図・国別地図・イタリア国内各種地図・市街図などが掲載されていた。また、社会科に関連する遺跡や建造物などを半立体的に表現した触図、理科系の植物や動物、機械などさまざまな図版を半立体的に表した触図も作成されている。ミサイルや飛行機の座席の配置を示した触図まで製作されている。学校教育の教科学習で利用できるものが数多く用意されており、これらは単紙の場合1枚8ユーロ前後で販売されている。

「盲人協会全国連合」では、こうした触図の活用を促進するために「Geometria facile, geometria attva」（易しい幾何、活きた幾何）と題した啓発書も発行している。「盲人協会全国連合」で製作している教材についてはカタログから情報を得た。真空成型教材の種類とその点数を表Ⅱ-2に示した。

表Ⅱ-2 盲人協会全国連合で製作している真空成型教材

領域	点数
地図関連図版	92
歴史・建造物関連図版	118
理科・科学関連図版	97

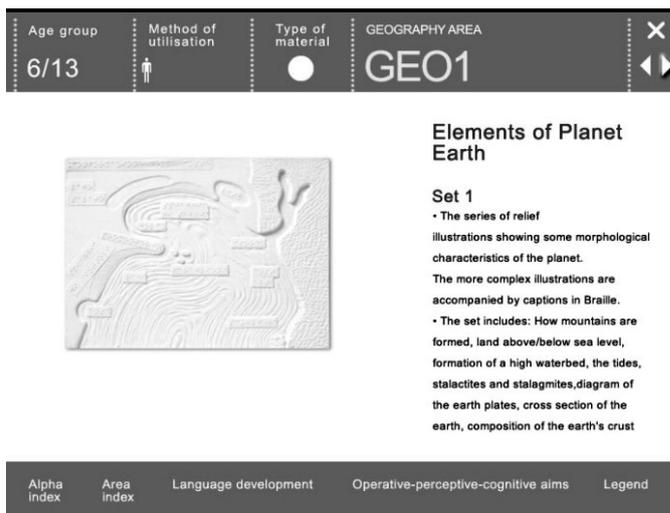
5) 触覚教材の実例

教師の自作教材、「ミラノ盲人協会視覚障害教材センター」及び「盲人協会全国連合」で製作している触図教材について具体的に紹介する。販売されている教材については点数が多いため、特徴的な触覚教材を紹介することにしたい。

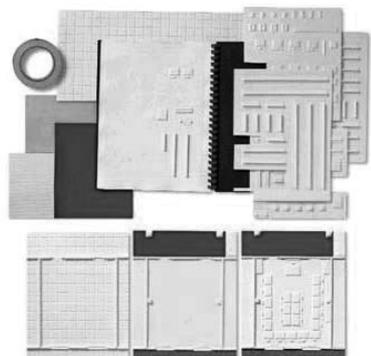
〈ミラノ盲人協会で作製販売している教材例〉

①地球の構造

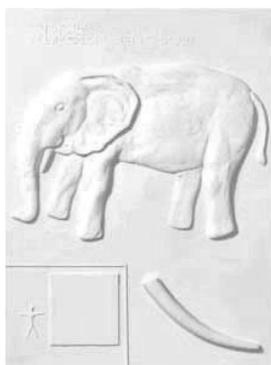
地球の形態上の特徴を示した浮き彫り図がセットになった触覚教材である。山の形作られかた、海拔より高い／低い土地、・洪水原（high water bed）の形成、潮の干満、鍾乳洞と石筍、地球のプレートの図、地球の断面、地殻の構成がセットの内容である。複雑な図については点字の説明がつけられている。対象年齢は6歳から13歳とされている。



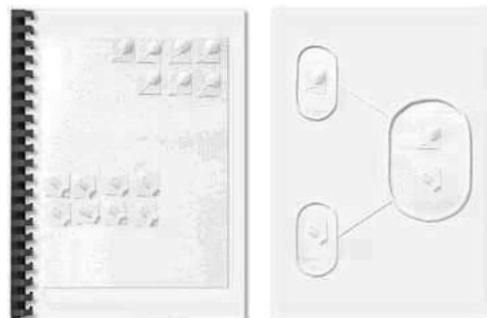
図Ⅱ-3 地球の構造



図Ⅱ-4 空間構成教材の一例



図Ⅱ-5 理科教材の一例



図Ⅱ-6 算数教材の一例

〈盲人会連合で作製している作図器具や立体図版の例〉

イタリア盲人施設全国連合（ローマ）で製作し、販売している学校教育に関わる触覚教材を紹介する。
この施設が扱っている教材等については以下の Web ページで紹介されている。

<http://www.prociechi.it/english/catalogo/intero.asp>

①社会科関連触覚教材の例



図 II-7 ピサの斜塔

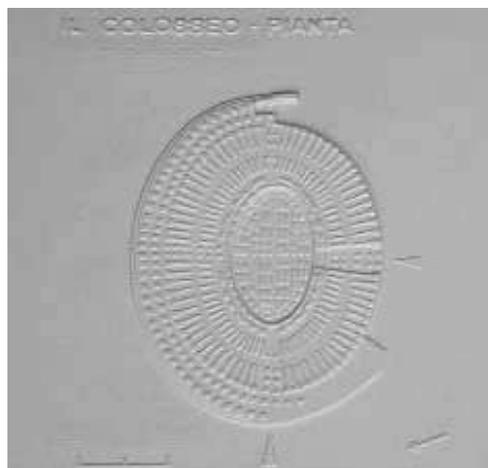


図 II-8 コロセウム



図 II-9 世界地図

②理科関連触覚教材

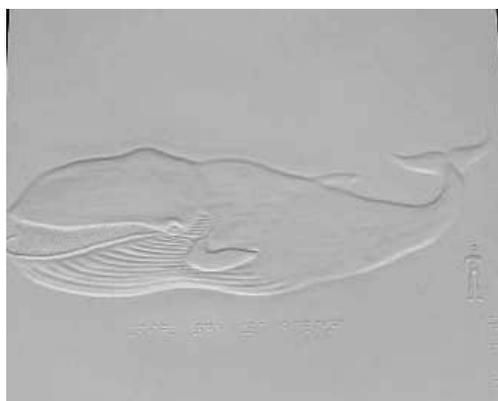


図 II-10 クジラ

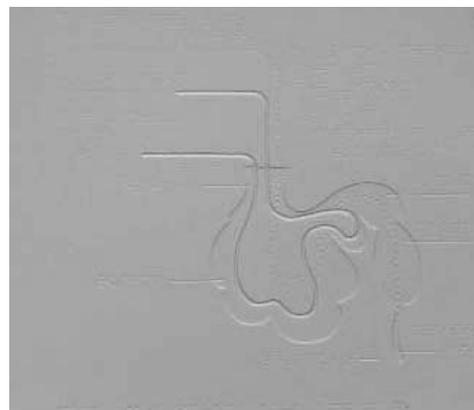


図 II-11 牛の胃

③数学関連触覚教材

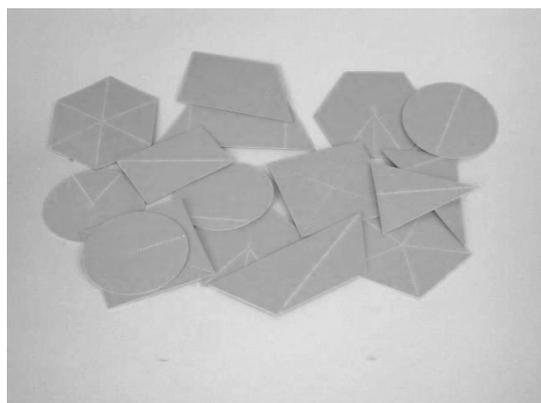


図 II-12 幾何図形

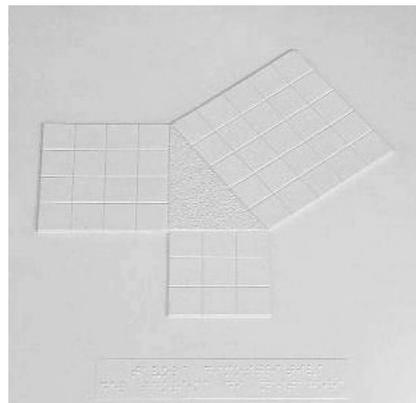


図 II-13 3平方の定理説明図

4. まとめ

本論では、イギリスの「リビング・ペインティング・トラスト」、イタリアにおける「ミラノ盲人協会」及び「盲人協会連合（ローマ）」における真空成型教材の活用について紹介した。ここで紹介した機関以外に、ドイツの視覚障害生徒支援センター（F. I. B. S.）やイギリスのRNIB（イギリス盲人協会）でも真空成型装置を使った教材が作製されていることを把握している。各機関の活動主旨、作製している教材や作品の内容、作製担当者などについては、表III-3に示した。

幼児児童向けの教材は、比較的厚手のしっかりしたプラスチック素材が使われていること、作製にあたっては、専門の担当者やデザイナーが関わっているところも共通していた。また、この真空成型教材は、視覚障害者のQOLの向上や学校で学習する児童生徒のために作製されており、それぞれの機関では専門の担当者やデザイナーが制作に係わっていることがわかった。

我が国と同様、欧州でも触覚教材については、立体コピーを利用する傾向が高まっている。しかし、用途に応じて真空成型による立体的な触覚教材も積極的に活用されていることが関連機関の調査から認められた。より立体的な形状の成型が可能であり、触覚教材の複製が容易にできることが真空装置活用の利点である。視覚障害教育の専門性を標榜する我が国の盲学校ではほとんど用いられなくなってしまった真空成型教材であるが、ドイツやイタリアで通常の学校で教育を受けている視覚障害児童生徒のために利用されているのは皮肉なことである。また、作製にあたって専門の職員が担当している点も質の高い教材を提供するためには重視したい点である。

表II-3 イギリス, ドイツ, イタリアにおける真空成型装置の活用事例

機関	国	活動内容	作製している教材・作品	作製者
Living Paintings Trust	イギリス	視覚障害者にも視覚的な芸術を楽しむ機会を提供し、豊かな生活を送ってもらうことを目的として、視・聴・触覚を活用した作品を作成し、貸与している。	子ども対象として、「機関車トーマス」「くまのプーさん」などの読み物の挿絵や学校の教科等の挿絵を触図化したもの。特定のテーマ（建物や人物など）に焦点を当てたパック。大人向けには絵画を触図と解説により紹介した作品など	真空成型の型はデザイナーが担当
王立盲人協会 (RNIB)	イギリス	視覚障害児者向け書籍等出版している。	真空成型素材による視覚障害児向けの触る絵本の出版・販売	専門職人
視覚障害生徒支援センター (F. I. B. S.)	ドイツ	グラマースクールなど一般学校に在籍する視覚障害児児童生徒に対して教科書や教材を作成・供給している。継続的かつ効果的な支援を実施。ゾーストにあるノルトライン＝ヴェストファーレン州の教育研究所内に設置されている。	全盲および弱視生徒のための教材・教具の製作・提供が重要な業務であり、真空成型装置による教科書の図版などの触覚教材を、地域の学校のニーズに応じて作製。	専属の技師が担当
ミラノ盲人協会	イタリア	1970年代からイタリアの公教育制度では、いかなる障害があっても通常の学校に在籍することが原則となっている。一方、視覚障害児に対しては、盲人協会が運営する視覚障害（点字）教育相談センターが学校外から支援する仕組みが作られている。このセンターは、視覚障害児の在籍する学校との連携を保ちながら、教科等の指導内容や指導法のアドバイスや教材・教具類の支援などを行っている。	ローマ盲人協会やミラノ盲人協会ではさまざまな教材を作製し、各地のセンターに供給している。ミラノ盲人協会では、真空成型により幼児用の触る絵本や空間理解・科学・地理・数学等の分野に関連する触覚教材を作製している。	専門職員
盲人協会連合 (ローマ)	イタリア	盲人協会の全国組織。国会でのロビー活動や広報活動を行い、視覚障害のある人の生活の質の向上に努めるとともに、点字や音声での広報、用具類の作製等を行っている。	視覚障害者用の用具類や学校教育用の触図教材を作製している。	専門職員

我が国の現状をみると、点字出版物を刊行している組織として日本点字図書館や日本ライトハウスなどがあるが、こうした機関の制作物は、実用向けの触図版が中心であり、学校教育で教材として活用できるものは限られている。視覚障害に特化した特別支援学校（以下盲学校）外で学ぶ視覚に障害がある児童生徒への教材提供については、全国の盲学校がこうした教材作成機能を担っていくことが最も現実的な対処法であると思われる。今後、各盲学校においては、児童生徒の実態に応じた適切な触覚教材作成する力を充実させていくことが期待される。

文 献

- [1] Abba G., Bonanomi, P., Faretta, E., e Soldati, A. (2001) Le problematiche dell'integrazione del non vedente nella scuola Guida per insegnanti, Dell'Istituto dei Ciechi di Milano.
- [2] Biblioteca Italiana per i Ciechi (2004) Immagini da toccare: Biblioteca Italiana per i Ciechi,
- [3] Biblioteca Italiana per i Ciechi (2004) Tifologia per l'integrazione
<http://www.bibciechi.it/publicazioni/tifologia.htm>
- [4] Zaniboni Paola (1986) Il bambino non vedente: Finalità e metodi della scuola dell'obbligo, Biblioteca Italiana per i Ciechi.
- [5] 国立特殊教育総合研究所 (2002) イタリアにおける特別な教育的ニーズを有する子どもの指導に関する調査. 国立特殊教育総合研究所.
- [6] 石川政孝 (2005) イタリアのインクルーシブ教育における教師の資質と専門性に関する調査研究.
(大内 進・渡辺 哲也・高橋 玲子)

2 真空成型による立体教材作製の取組

本研究では、厚手のプラスチックシートが簡便に加工できるイギリス製の真空成型装置（C. R. Clarke & Co 社製、The Vacuum Former 1210）を導入し、その性能等を検証した。その装置の仕様は、成型範囲が204×280mm（8×11in）、加工可能シート厚が最大 6mm（0.25in）、成型できる高さが最大 100mm（4in）となっている。これは、リビング・ペインティング・トラストで利用されていたものと同等の装置である。以下にこの装置を利用した真空成型教材の試作と利用について報告する。

（1）はじめに－真空成型とは－

加熱されて柔らかくなった樹脂（プラスチック）シートを型に押し付け、下から吸引し、シートと型の間を真空状態にしてシートを型に密着させ、それを冷却することによって所定の形状を得る方法である。「バキューム」や「熱成型」とも呼ばれる。

かつて、全国の盲学校に点字コピー型の真空成型機（米国製、商品名「サーモフォーム」）が配備されたが、現在も使用している盲学校は少ない。また、この装置は、そもそもは点字の複製を目的として開発されたものであり、用紙も薄く高低差のある成型は困難であった。半立体教材が作製できる真空成型機は、これまで我が国の盲学校には導入されていなかった。ヨーロッパにおける触図調査を機に、独立行政法人国立特別支援教育総合研究所で導入、教材作製及び活用法の開発を進めているところである。現在は株式会社 J T R が輸入業務を行っており、国内でも入手可能となっている。

（2）真空成型による触覚教材の意義

この真空成型装置を用いると、従来のサーモフォームよりも立体的な成型が可能であり、以下のような特徴がある。

1) より立体的な表現が可能

- ①立体的に盛り上がった形状を表すことができるので、より直感的な理解が可能である。
- ②高さの違いを明確に示すことができるので、線の交差や筆順の違い等を容易にしかも明確に表現することができる。
- ③凹面を表すこともできる。

2) 表現力が豊か

- ①シートの厚さにも影響されるが、立体的な表現だけでなく、触覚的に判別可能な多様で詳細な面（肌理）情報を表すことができる。
- ②面や線の縁なども明確に表すことができる。
- ③アクリル絵の具等で彩色することができるので、弱視教育用の教材としても活用できる。

3) 複製が可能

- ①しっかりした原型を作成しておくことにより、必要に応じて、同一教材を必要な数だけ複製することができる。

②成型機の操作には、若干の経験が必要であるが、専門的知識等は不要で、気軽に利用することができる。

4) 多様な用途

①幼児児童向けの触る絵本・立体図鑑，重複障害幼児児童生徒用の触覚教材，社会科の立体地図教材，算数・数学科の図形教材，理科の立体実験図，理療教育用立体人体図など多様な用途が考えられる。

②3次元的な実物と平面的な凸図をつなぐ半立体教材としても活用が期待される。

(3) 機器の性能等

本研究では、リビング・ペインティング・トラストで使用されていた英国 C. R. Clarke & Co. 社製の真空成型装置「The Vacuum Former 1210」を導入し、検証を進めてきた。

1) 本装置の仕様等

装置の仕様等は以下のとおりである。

・成型範囲

204×280mm (8×11in)。B5版程度の大きさが成型できる。

・加工可能シート厚 最大 6mm (0.25in)

・成型できる高さ 最大 100mm (4in)

・ヒーター セラミックヒーターシステム

・耐熱性 成型 RTV シリコンシール

・剥離機能

・ブローリリース (風圧による剥離機能)

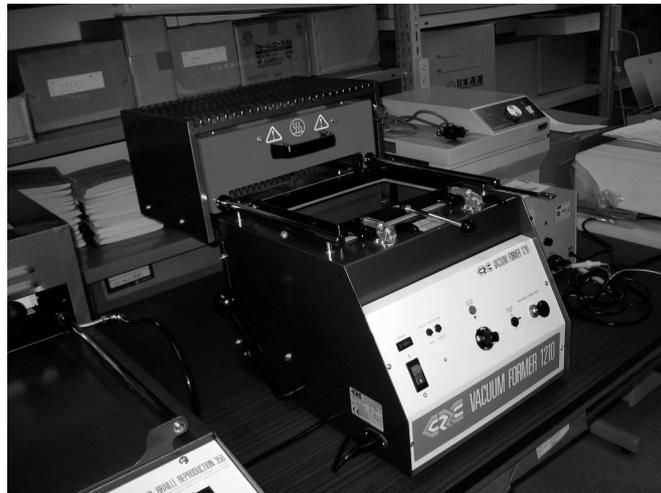


図 II-13 The Vacuum Former 1210

2) 真空成型機による教材作成の実際

(1) 原版の作成

成型用の原版は、木材、粘土、石膏、金属など耐熱性のある材料を用いて作成する。短時間ではあるが、200 度以上の高温と高圧にさらされるので原型の準備には配慮が求められる。また、真空成型の際に空気の通りを良くするために、複雑な形状の部分などには細い穴を開けておくことも大事な点である。また、真空成型の際にシートが破ける恐れがあるので、尖った部分がないようにすることも大事な点である。

成型作業の課程でシートは原版に密着する。そのため厚手のシートの場合は、原版から取り出すのに手間がかかる。そこで、原版作成にあたっては、細部にこだわりすぎて凹凸が多くならないように配慮し、取り出しやすさを念頭においたデザインを心がけることが大切になってくる。

(2) 原型を真空成型機にセット

原型は変形しにくい基盤に貼り付けて、真空成型機の中に据える。複雑な箇所にはタルカン・パウダーを振りかけたりシリコンをスプレーしたりしておくこと成型後剥離しやすくなるとともに原版の破損を防ぐことができる。

(3) プラスチックシートをセット

原版を覆うようにプラスチックシートを置き、周囲を棒でしっかり押さえる。装置の説明書では厚さ 6 mm まで成型できることになっているが、これまでの検証では、0.3mm~0.5mm 前後の厚さのシートが扱いやすく、適度の厚さで明瞭な成型ができた。0.5mm の厚さになると、しっかりした成型ができる。シートが厚くなるほど、細かな部分が不鮮明になっていき、原版との剥離も大変になってくる。

(4) 加熱盤をシート上に移動

加熱版をシート上にスライドし、加熱を開始する。

(5) プラスチックシートを加熱

加熱時間は、ヒーターの加熱状態やシートの厚さによって異なってくる。シートが柔らかくなって中央部が垂れ下がり、周辺部も十分柔軟になってくるまで加熱する。加熱しすぎると、真空成型でシートに皺ができてしまうのでタイミングをはずさないようにすることが大切な点である。

(6) 吸引

十分加熱したら、原版を上部へリフトアップしながら、原版を置いた基盤の下から空気を吸い出し、真空状態にする。この過程で柔らかくなったプラスチックシートは原版に密着する。

(7) 冷却

シートが原版に密着したら、即座に冷却する。冷却には、濡れた雑巾で覆う、水をスプレーする、冷却スプレーを噴霧するなどの方法がある。冷却時間を短縮するとともに、原版の変形や変質を防ぐ意味でも、速やかに冷却した方がよい。

(8) 成型終了

成型が終了したら、プラスチックシートを原型から剥離させる。シートが薄い場合や原版が末広がり形状になっているものは比較的剥離しやすいが、複雑な形状や、オーバーハングの状態になっている部分は剥離しにくい。うまく剥離できない場合は、稜線などの目立ちにくい部分に切り込みを入れてはがし、

事後に粘着テープで補修するようにする。



図 II-14 高さのある立体成型

(椀：シート厚 0.3mm)

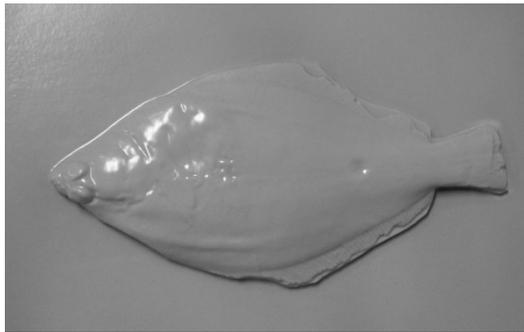


図 II-15 魚の成型教材例

(鰈：シート厚 0.3mm)

3) 真空成型教材作成の試作と触覚的観察の結果

実際にどの程度まで立体的に成型できるかを検証するために碗を伏せた形状で成型を試みた。その結果、厚さ 1.6mm のポリスチレンシートでは示された規格どおり 100mm 以上の高さで成型でき、厚さ 0.3mm のポリスチレンシートでも 70mm の高さの伏せた碗を成型することができた (図 II-14)。

また、石膏により型取りした野菜 (きうり, バナナ) や魚 (鰈, カサゴ, 鱈) を 0.3mm および 0.5mm のシートで成型したものを、成人の視覚障害者 5 名に観察してもらった。全員からその形状が理解でき、触り心地もよいという回答があった。

4. おわりに

本節では真空成型教材について、海外特にヨーロッパ圏での取組についての実地調査結果を報告すると共に、そこで得られた情報を基に導入した厚手のプラスチックシートが簡便に立体加工できる真空成型装置による教材試作とその利用について検証した。

ヨーロッパ圏の調査から半立体的に加工できるコンパクトな真空成型装置が普及しており、ボラティアグループがしっかりした半立体的な触覚教材を作成していることを知ることができた。日本の教育現場では、立体コピーシステムの普及により、真空成型による教材作成が行われなくなる傾向がある。また、日本で使われている装置は元来点字をコピーする目的で開発された装置であり、ボリュームのある立体を複製することはできなかった。

今回の調査で得られた知見を基に厚手のシートが簡便に加工できる装置を導入することができたので、教材を試作し、使い勝手やその教材の活用の可能性について検討した。作業手順は従来から日本に導入されている装置とほぼ同様であり、高度な知識や技術がなくても機器を操作することが確認できた。むしろ、立体加工用の原型の準備に時間と労力を要するよう思われた。試作した教材については、触り心地や形状の理解しやすさの点で、従前のサーモフォームよりもよいという評価が得られた。日本では、立体コピーの普及によって触図というと平面的な凸図が一般的になっている。平面的な触図でもうまく活用すれば

その効果はあるが、実物と平面的触図の間に、形状を直感的に理解でき具体的に実物をイメージしやすいより立体的なものを積極的に介在させることで、より豊かな触覚の読解力を育成することが可能になってくると思われる。また、触ることによる実感も深まってくるであろう。特に幼少期や触覚活用の初心者にはこうした丁寧な対応が必要である。そうしたより実物と平面的触図つなぐ教材として真空成型による触覚教材法について紹介した。真空成型にもさまざまな短所はあるが、リビング・ペインティング・トラストの実践などを参考にしながら、この教材の普及と活用を推進していきたい。

なお、本研究の取組を基にして、「真空成型法による立体教材作製の手引」を作製し、本報告書の巻末に添付した。

文 献

- [1] Axel, E. S. and Levent, N, S. (Eds)) (2003) Art Beyond Sight A Resource Guide to Art, Creativity, and Visual Impairment, AFB Press.
- [2] Biblioteca Italiana per i Ciechi (2004) IMMAGINI DA TOCCARE Proposte metodologiche per la realizzazione e fruizione di illustrazioni tattili, Biblioteca Italiana per i Ciechi,
- [3] 土井幸輝・大内 進・佐藤知洋・増岡直子 (2006) 真空成型による触覚教材の作製と活用 2, 日本特殊教育学会第 44 回大会発表論文集.
- [4] Museo Tattile Statale Omero (2006) : L'arte a portata di mano. Armand Editore (Roma, Italia),
- [5] 増岡直子・大内 進・土井幸輝・佐藤知洋 (2006) 真空成型による触覚教材の作製と活用 1. 日本特殊教育学会第 44 回大会発表論文集.
- [6] 増岡直子・佐藤知洋・土井幸輝・大内 進 (2006) 真空成型による触覚教材の作製と活用 3, 日本特殊教育学会第 44 回大会発表論文集.
- [7] 大内 進 (2006) 視覚障害者のために 2 次元画像の半立体的翻案と触覚による鑑賞法の開発 第 1 回幾何学教材と視覚障害者の立体認識シンポジウム.
- [8] 大内 進 (2007) 視覚障害者のための絵画の半立体的翻案と触覚による鑑賞. 形の科学会, 22 (1), 9-10.
- [9] 大内 進 (2007) 3 次元造形システムを活用した立体教材作成の試みー豊かな触覚教材の活用を目指してー視覚障害情報機器支援サポート協会「ピン」第 28 号.
- [10] 大内 進 (2007) 3 次元 CAD を活用した絵画の半立体的翻案作品の造型とその評価第 33 回感覚代行シンポジウム 2007.
- [11] 大内 進・渡辺哲也・高橋玲子 (2007) イタリアにおける視覚障害教育に関わる触覚教材への対応. 国立特別支援教育総合研究所「世界の特殊教育」, 21, 25-35.
- [12] 大内 進・土肥秀行・ロレッタ・セッキ (2006) イタリアにおける視覚障害児者のための絵画鑑賞の取組. 国立特殊教育総合研究所世界の特殊教育, 20, 83-100.
- [13] 大内進・高橋玲子 (2004) ヨーロッパ圏における視覚障害者の文化遺産へのバリアフリーなアクセスを実現するための取り組みー国際カンファレンスに参加して. 視覚障害, 200, 25-34.

- [14] 大内進・渡辺哲也 (2004) 英国における触図作成機関－その組織と作成手順の概要. 視覚障害, 197, 1-10,
- [15] 増岡直子・大内進 (2003) 全盲児への空間圧縮による絵画の2次元的理解を促すための試み. 日本特殊教育学会第41回大会発表論文集, 327.
- [16] 大内 進 (2002) イタリアにおける視覚障害者のための絵画の立体的翻案の試み. 日本特殊教育学会第40回大会発表論文集, 301.
- [17] Secchi, L. (2004) L'edificazione estetica per l'integrazione. Carocci editore,

Web サイト

- [18] Tifologia per l'integrazione: Biblioteca Italiana per i Ciechi,
<http://www.bibciechi.it/publicazioni/tifologia.htm>
- [19] Museo Tattile Statale Omero
<http://www.museomero.it>

(大内 進・土井幸輝・佐藤知洋・増岡直子・山田 毅・宮崎善郎)

3 3次元造型システムを活用した真空成型用雛形の作製

(1) はじめに

本研究では、視覚障害者のための「触る絵」の作製の課題として、情報技術を活用した3次元造型による立体教材の作製法を検討してきた。立体的な事物の形状を3次元スキャナー等で3次元データ化し、それを3次元モデリング装置及びソフトウェアを使ってデータ加工し、そのデータを基に3次元造型装置で複製を出力使用とするものである。こうした3次元造型の分野の技術の進歩はめざましく、短時間で精密な複製を行うことができるようになってきている。真空成型で「触る絵」等の半立体教材の複製ができると、安価に複数の手持ち用教材を手軽に提供することが可能となる。

本稿では、この3次元造型システムの活用による真空成型用教材用の雛型作製の取組について報告する。

(2) 情報技術を活用した3次元造型法による教材作製

3D・CAM/CADによる3次元造型システムを活用すると、スキャナーで絵や写真を取り込んでそのデータをプリンタで出力することができるように3次元データを取得することができる。立体的な事物等についても立体的なデータを取得できるスキャナーを用いれば、その形状がデータ化され、それを基に3次元出力装置で立体を造型することができる。

こうした3D・CAM/CADの技術が視覚障害教育用の立体教材作製に応用できれば、これまで製作が困難だった複雑な形状の事物や個別対応のための立体的な触覚教材を自作する道も開けてくることになる。

(3) 情報技術を用いた3次元事物造型の流れ

3次元造型法については第2章で解説した通り、2次元的な画像処理と同様に①基本データの作製②3次元造型装置による立体加工の手順を踏んで進められる。

1) 基本データの作製 (3次元スキャナーによるデータ取得)

3次元スキャナーとは、立体的な造型物等の対象の3次元座標(点群)データを短時間のうちに取得することができる計測機器である。本研究では、最新の3次元スキャナー、ドイツ breuckmann 社が開発した optoTOP (オプトトップ) 用いた。



図II-16 オリジナル石膏作品(左)と3次元データ画像

2) 3Dデータの作製や補正

スキャンしたデータは、精度が高ければそのままの形で造型用データとして利用できるが、多くの場合は、歪みや欠損等の補正が必要となる。データを加工するための3Dデザインシステムには様々なものがあるが、本取組では「RapidForm」(INUS TECHNOLOGY 社) 及び「FreeForm Modeling Plus」(SensAble Technologies, Inc) というモデリングシステムを用いた。後者は3次元デザイン編集ソフトウェアと触覚デバイスから構成されている。このデバイスはマウスのようにデータを入力する道具であるが、アームの先にペンの形をした入力装置がついていて3次的に動かして用いるようになっている。アームの動きが制御されており、画面の状態を視覚だけでなく触覚でも感じ取ることができる。例えば、面に穴があいている画像をこのデバイスで辿っていくと、面に触れた所で突き当たるような固い動きになり、穴の所では急に動きが軽くなって、あたかも穴に落ち込んだような触感を感じ取ることができる。このシステムを利用すれば最初からコンピュータ上で造型することも可能である。

真空成型用の3次元データを作成する場合には、角の曲がり具合〈R〉と型の抜き勾配への配慮が必要となる。

①角の曲がり具合〈R〉

角が鋭くなると圧力が集中し、シートが破ける恐れがある。〈R〉が鋭くならないようにデータを補正する必要がある。

②型の抜き勾配

雄型成型では、シートと型の剥離を容易にするために、抜き勾配(傾き)をつける必要がある。高さがあるほど、抜き勾配を大きくする必要がある。高さ10cmで1度以上の勾配をつけることが望ましい。

(4) 3次元造型装置による立体加工

3次元データが整うと、いよいよそのデータを出力装置に送り、立体物を作製する段階に入る。立体加工法としては、固まりを削って3次元形状を作り出す「切削加工法」と薄い層を積み重ねていくことで徐々に立体的な事物を作り出していく「積層造型法」とがある。真空成型用の雛型を造型する場合は、造型材料の性質や造型面のなめらかさ等の点で切削加工法の法が望ましいといえる。

1) 切削加工法

切削加工は、工作機械と切削工具を使用して、ブロック状の被削材の不要な部分を切削して、希望どおりの形状や寸法に加工する除去加工法の1つである。この切削加工法は特別な素材を必要としない点に特徴がある。人工木材や発泡材、アクリルなど入手しやすい素材の加工が可能である。筆者等は切削加工装置として、ローランド・ディー・ジー社より発売されている小型で3軸同時制御可能な3次元プロッター「MDX-40」を導入した。



図II-17 モデリング社製3次元切削装置(MDX-40)

2) 積層造型法

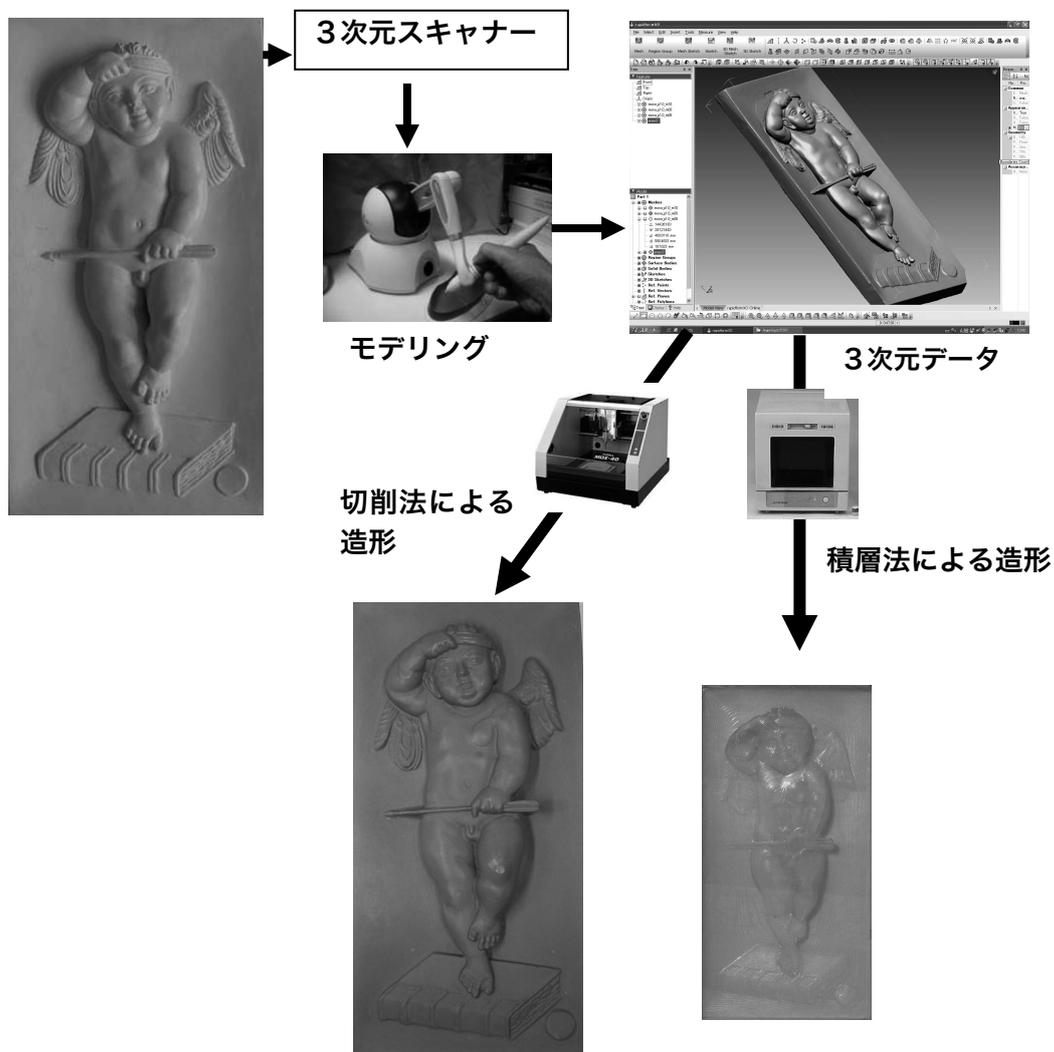
積層造型法は、①切削加工が困難な自由曲面や複雑な構造を有する立体形状を簡単に製作できる、②短時間で所望のモデル製作ができる、③工具磨耗、騒音、振動、切削屑の発生の心配がない、といった長所がある。短所は、装置や関連するソフトウェアが高額である点である。

積層造型法の詳細については第1編に記した。

(5) 触覚教材への活用事例

1) 「触る絵」の複製

「触る絵」等について、上記のシステムを用いて作品を複製することが可能となった。ただし、切削法では、場像の縁の回り込んでいる部分を再現することが困難であり、光造型では複製化された作品は積層構造で出力されるため積層の厚さ分の段差ができてしまうという問題点があることを理解しておく必要がある。「アンテロス」(天使) という題名の絵画の立体作品の3次元データ化と造型の例を図II-18に示した。

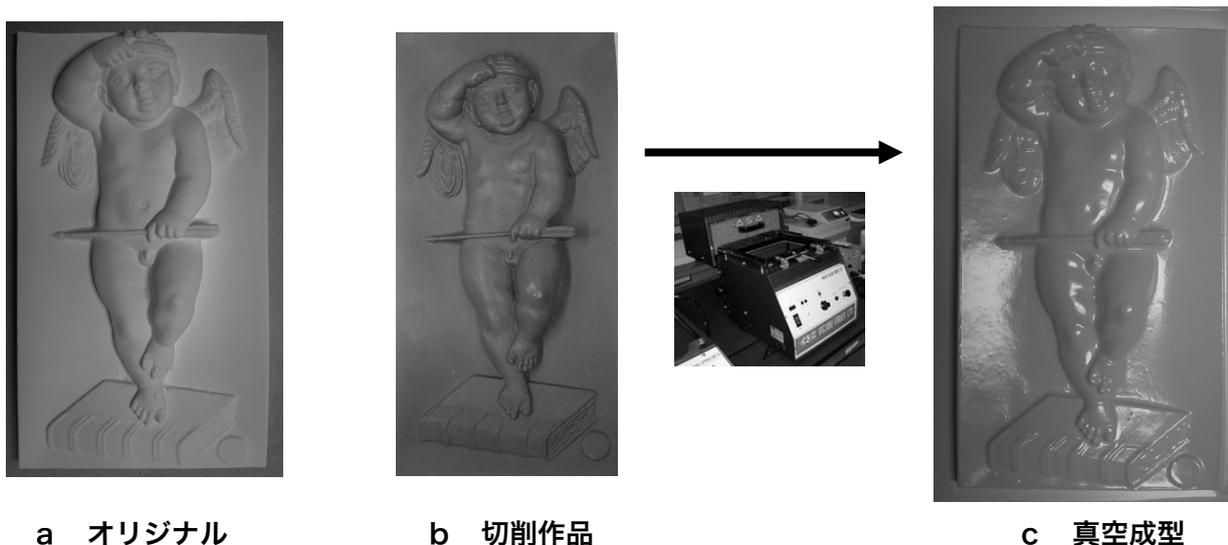


図II-18 3次元データ取得から切削までの流れ(「アンテロス」オリジナルと複製模型)

2) モデリング作品と真空成型

3次元造型法（切削法）の導入により，作製した立体教材を真空成型の原版として利用することができる道が開かれた。真空成型原版としての活用例を図Ⅱ-19に示した。

図Ⅱ-19のbは切削法により出力した作品である。このコピー作品はケミカルウッドによるものであるが，装置に適したサイズで出力すればこれを真空成型用の原版とすることが可能である。これを原版として真空成型加工したものが図Ⅱ-19のcである。立体造型法に比べて，真空成型教材の作成材料費は安価であり，気軽に配付することもできる。施設や機関所蔵の教材や立体物について，この真空成型による教材を用意しておき，学習後にこれを配付したり自宅学習用として貸与したりすることができれば，触覚的な記憶を呼び覚ますための教材として活用することができる。



図Ⅱ-19 アンテロス切削作品による真空成型コピー

(6) まとめ

触覚教材というと立体コピーや点図などの2次元的な触図が一般的に想起される。平面的な触図でもうまく活用すればその効果はあるが，実物と平面的触図の間に，形状を直感的に理解でき具体的に実物をイメージしやすい半立体的なものを介在させることで触ることによる実感を深めることができ，より豊かな触覚の読解力を育成することが可能となる。本稿ではそうした実物と平面的触図をつなぐ立体教材を作成するための方法として真空成型や情報技術を活用した3D造型法を紹介した。

これらの装置は高額である等の課題があるが，今後さらに作成法について検討し，普及に努めていきたい。

謝辞

3次元造型に関して，積層法については理化学研究所 山澤健二氏，3次元データのスキャン・編集及び切削法については（株）ケイズデザインラボ 今井紫緒，原雄司，井出まゆみの諸氏の支援をいただきました。深く感謝します。

注記

本稿に記載の会社名，商品名は一般に各社の商標または登録商標である。

文 献

- [1] ジュリア カセム (1998) 『光の中へ』. 小学館.
- [2] 小玉秀男 (1981) 3次元情報の表示法としての立体形状自動作成法. 電子通信学会論文誌, J64-C (4), pp. 237-241.
- [3] 大内 進 (2002) イタリアにおける視覚障害者のための絵画の立体的翻案の試み. 日本特殊教育学会第40回大会発表論文集.
- [4] 大内 進・渡辺哲也 (2004) 英国における触図作成機関－その組織と作成手順の概要. 視覚障害, 199, 1-11.
- [5] 大内 進・土井幸輝・佐藤知洋・増岡直子 (2006) 真空成型による触覚教材の作製と活用 1. 日本特殊教育学会第44回大会発表論文集, 117.
- [6] 大内 進・澤田真弓・金子 健・千田耕基 (2004) 盲学校における触覚教材作製および利用に関する実態調査. 独立行政法人国立特殊教育総合研究所研究紀要, 31, 113-125.
- [7] 山澤健二 (2007) 光造型法による立体形状の作成. 幾何学教材と視覚障害者の立体認識シンポジウム, 3-5.
- [8] 渡辺哲也・大内 進 (2003) 触読しやすい立体コピー点字のパターンに関する研究－原図の点径および点間隔の条件について－. 独立行政法人国立特殊教育総合研究所研究紀要, 30, 1-8.

(大内 進・土井幸輝・佐藤知洋・増岡直子)

4 真空成型に利用する熱可塑性シートの成型特性

(1) 目的

真空成型方式による触覚教材の作成は、手間はかかるが日本の多くの盲学校では行なわれている。海外においても同様の方式による触覚教材が積極的に教育現場で利用されている（大内・渡辺 2004, 渡辺・大内 2004）。近年では、様々な素材・厚さの熱可塑性シートが販売されており、真空成型に利用可能な熱可塑性シートが増えてきている。しかし、熱可塑性シートと成型特性の関係についてはほとんど調べられていない。

そこで本研究では、真空成型で用いられる熱可塑性シートの成型特性を評価したのでその結果について報告する。

(2) 方法

本研究では、熱可塑性シートの厚さと成型物の形状の関係を調べることにした。原版は、直径 5mm, 10mm, 15mm のアルミ製の円柱を用いた。熱可塑性シート（株式会社タミヤ製）は、ポリスチレンを原料として作られたものを用い、シート厚さは3条件（0.5mm, 1.0mm, 1.6mm）とした。真空成型物は、イギリス C. R. Clarke & Co. 社製の真空成型機 The Vacuum Former 1210 を用いて作製した。真空成型の手順は、図 II-20 の通りである。

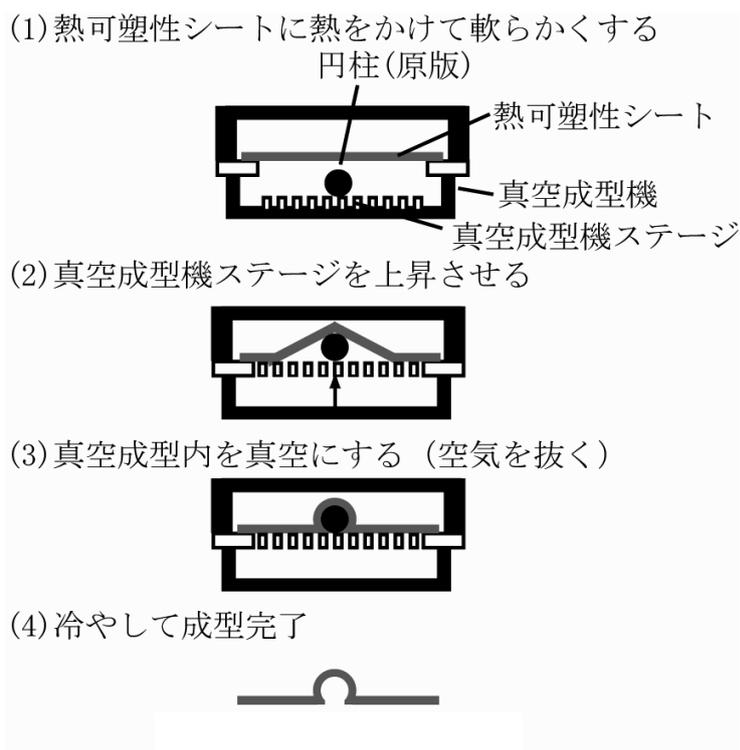


図 II-20 真空成型の手順

成型特性については、成型物の曲率半径で評価することにした。各成型物の曲率半径は2次元スキャンレーザー変位計（キーエンス社製：LJ080）を用いて算出した。表 II-4 に曲率半径の算出法を示す。曲率半径は各成型物について2箇所計測した。尚、円柱の直径 15mm, シート厚 1.6mm の成型は仕上がりが良くなかったため計測は避けた。

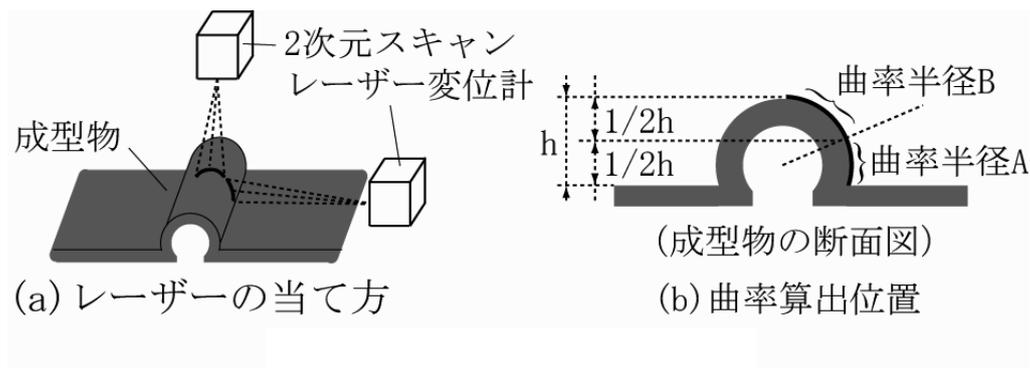


図 II-21 曲率半径の算出法

(3) 結果及び考察

曲率半径を算出した結果を表 II-4 に示す。円柱の直径やシート厚によらず、曲率半径 A と B を比較すると B が極端に大きいことが明らかになった。これは、B のほうが A よりも空気を完全に抜くことが難しい為、曲率半径が大きく、バラツキが大きくなってしまおうと考えられる。

表 II-4 曲率半径の算出法

円柱の直径 (mm)	シート厚 (mm)	曲率半径A (mm)	曲率半径B (mm)
5	0.5	2.89	3.61
	1.0	3.09	3.85
	1.6	-	-
10	0.5	3.55	8.38
	1.0	3.73	6.03
	1.6	4.98	6.05
15	0.5	7.82	9.60
	1.0	6.90	10.1
	1.6	7.51	10.8

曲率半径 A の結果に限定すると、円柱の直径が 15mm の場合には、シート厚に関係なく成型後の曲率半径は同じくらいであることがわかった。円柱 10mm 及び 5mm の場合には、シート厚が厚くなるにつれて曲率半径が大きくなる傾向が見られた。これは原版の大きさが小さくなるとシート厚の影響を受け、原版そのままの形状に成型することが難しくなるからである。今後はその他の形状についても成型特性を評価し、真空成型の熱可塑性シートの選定時の参考データを提供したいと考えている。

(4) 結論

本研究では、真空成型で用いられる熱可塑性シートの成型特性を評価したのでその結果について報告した。3種類の直径のアルミ製の円柱を原版として用い、成型物の曲率半径を評価指標として熱可塑性シートの厚さが成型特性に及ぼす影響を評価したが、その結果、円柱の直径が15mmの場合にはシート厚によらず成型後の曲率半径は同程度になることが明らかになった。また、直径が10mm及び5mmの場合には、シート厚が厚くなるにつれて曲率半径が大きくなる傾向が見られた。これらの結果より、立体成型の原版が大きい場合には、シート厚による成型後の仕上がりの違いは少なく、立体成型の原版が小さい場合には、シート厚が成型後の仕上がりに影響を及ぼすことが考えられる。

文 献

- [1] 大内進, 渡辺哲也 (2004) 英国における触図作成機関—その組織と作成手順の概要, 視覚障害 その研究と情報, No. 197, pp. 1-10.
- [2] 渡辺哲也, 大内進 (2004) 英国における触図作成機関に関する報告, 第13回視覚障害リハビリテーション研究発表大会, pp. 29-32.

(土井幸輝・大内 進)

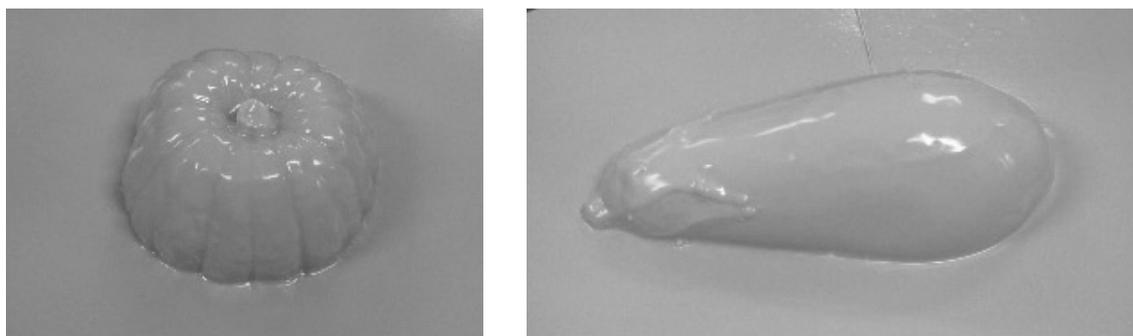
5 真空成型による教材の試作

(1) 半立体図鑑

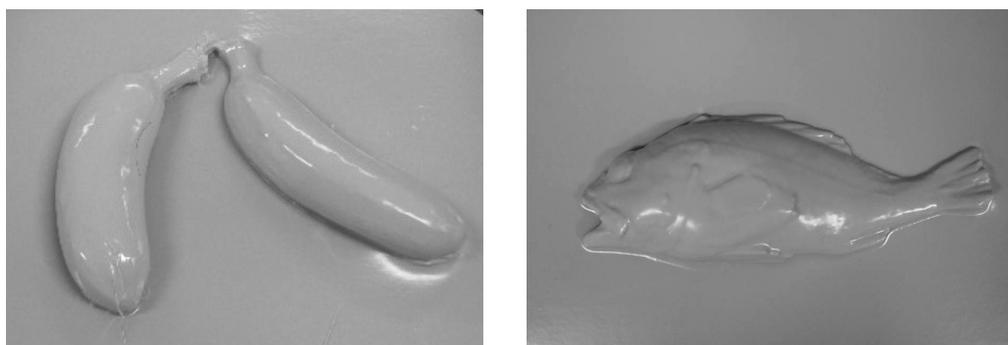
上記の作成手順に従って、野菜・果物、魚などの半立体図鑑の作成を想定して、立体成型を試みた。いくつかの作成例を図II-22に示した。

カボチャのように堅いものは実物をそのままコピーすることができるが、柔らかいものは加熱や加圧で変形してしまう恐れがある。そうした材料については、実物を石膏で型どりして、それを原版として用いた。石膏の型どり法の詳細については、資料2「真空成型教材作成の手引」に紹介した。また、アスパラガスやブロッコリーなどのように細かな凹凸が多い立体形状のものは、石膏で型どりしたものであっても、真空成型した後のシートと原版の剥離作業に手間がかかった。こうした複雑な形状をした材料については、成型後の剥離のしやすさを考慮して石膏で型どりした原版のデフォルメを行うことが望まれる。

これらの教材については、基本的には0.3mm厚のプラスチックシートで6cmほどの高さの原版を成型することができた。しかし、立体的にかさが嵩んでくるほど、シートが引き延ばされて薄くなるので、ボリュームのあるものについては、より厚手のシートを用いたほうがよいといえる。



野菜の例（左：カボチャ、右：ナス）



果物の例（バナナ）

魚の例（メバル）

図II-22 試作した真空成型教材

(2) 原本教科書小学校1年生導入教材への対応

1) 点字教科書と点図版

点字教科書における点図版は、必ずしも触覚的に判別しやすいデザインとはなっていない。できるだけ原本教科書の内容を伝えるために、便宜的に図が示されている場合もある。たとえば、図Ⅱ-23 に小学校1年生算数教科書の導入段階の図を示した。この図は、点字教科書では、図Ⅱ-24 から図Ⅱ-26 に示したような点図に翻案されている。

小学校1年生入学直後の視覚に障害がある児童に、このような点図を理解させることは無理な面が多く、この段階でこうした点図版を使うことに対しては疑問も示されている。従前は、教科書のこうした図の多くが点字教科書から削除されていた。

しかしながら、図版を削除してしまうと、一般の教科書に書かれている図に関する情報が学習を進めるといことになるとともに児童の図への接近の機会を奪うことにもなる。図に対しても初期の段階から親近感を持たせるということを意図して、図を機械的に排除することなくさまざまな工夫をしながら不十分だとは認識ながらも点図が導入されるようになってきたという経緯がある。

点図の指導にあたってはこうした背景をしっかり認識して対応することが重要である。実際の指導に当たってはこうした点を考慮して、実物や模型等の補助教材を用意して図に示されている内容を確実にイメージできるようにするなどの配慮が求められることになる。

また、改善されてきているとはいえものの、点図版の質的側面についてはさらに検討が必要だということも認識しておく必要がある。図としての理解を促進するという関連からは、実物と点図を媒介する教材として、触覚的に明確に立体的な形状を示すことが出来る真空成型教材を用意したり、あるいは図の内容を言語化して説明したりして指導することも意義があると思われる。

点字教科書において、絵や図を点図化した情報は、あくまでも便宜的なものであることを指導者はしっかり認識しておく必要がある。教科書の図版だけを使った指導に終わらないようにしたい。



図Ⅱ-23 小学校1年生導入教材（原本教科書）の図版

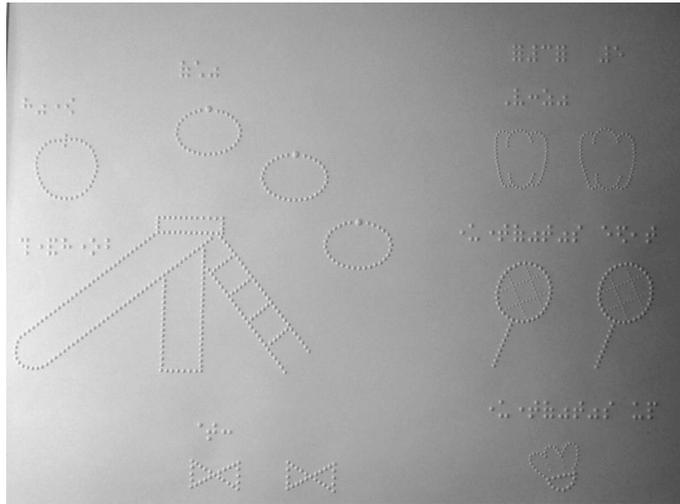


図 II-24 図 II-23 の図に対応した点字教科書点図版 (1 / 3)

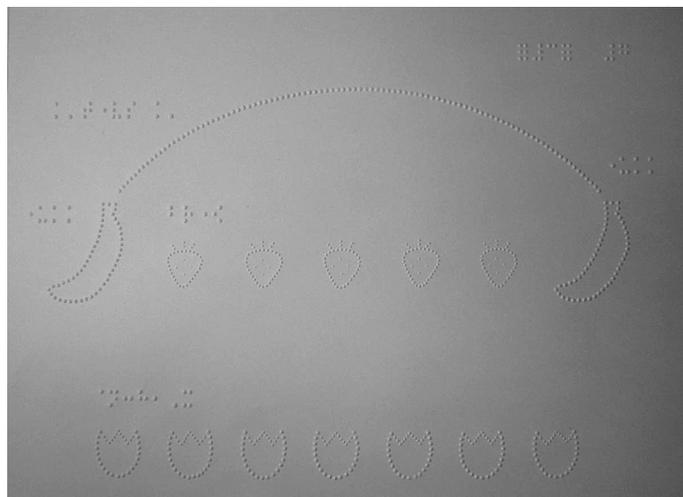


図 II-25 図 II-23 の図に対応した点字教科書点図版 (2 / 3)

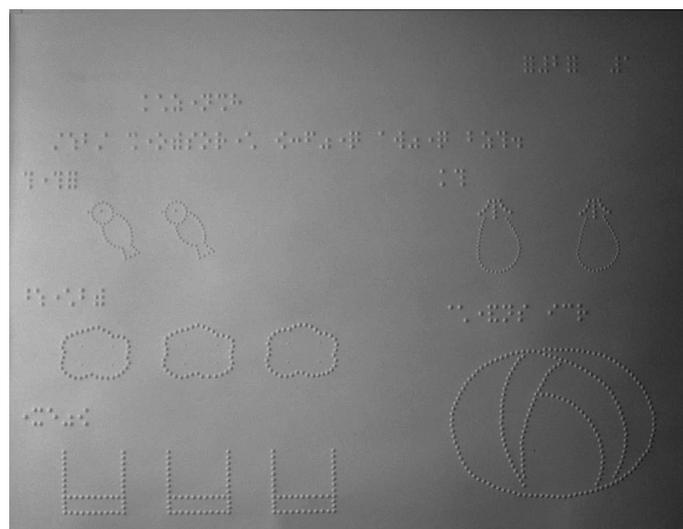


図 II-26 図 II-23 の図に対応した点字教科書点図版 (3 / 3)

2) 真空成型による半立体図版教材活用の試み

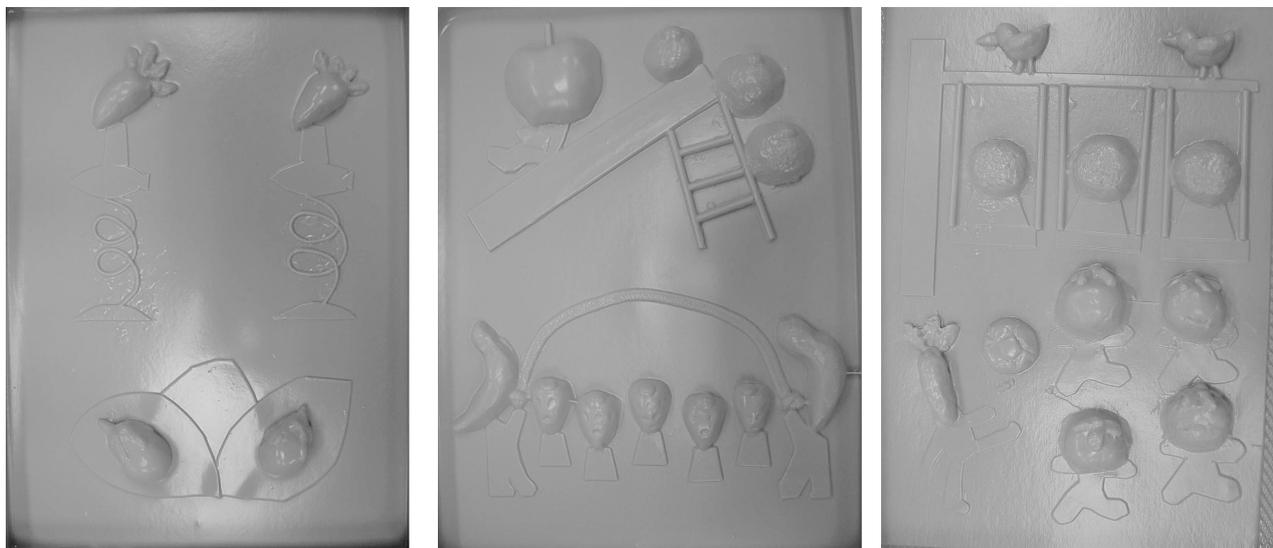
東京都立久我山盲学校の「準ずる教育の充実グループ」では、こうした点図の課題に対応して、小学校算数教科書の導入期の内容をより直感的に把握しやすくするためにサーモフォームを活用した半立体的な教材作成を試みている（図Ⅱ-27）。

図Ⅱ-23 の絵を半立体的に翻案した真空成型教材である。これは点字教科書の図を使った学習に入る前により具体的なイメージを持たせるための教材として、あるいは点図を利用した学習に興味を示しにくい児童のための教材として利用することが出来る。点図での学習が可能な児童であっても、こうしたより直感的に認知できる活動が入ることにより、点図で示された図版への親近感が生まれ、点図での学習によりスムーズに入っていくことが可能となる。

小学校1年生の算数点字教科書で図版を用いているのは、その図から実物を連想させるためではなく、図に対する意識を育てるためであり、記号として用いられている側面が強い。点図からその図の示す事物をイメージさせるという前提にたって指導すると、児童に苦痛を強いることにもなりかねない。

こうした点を踏まえ、事物の形状等のイメージ化も重視するのであれば、より直感的にとらえやすい補助教材を併用して対応することが必要になってくる。全盲児童の指導においてはこうした教材を準備して指導することが望まれる。

また、こうした真空成型教材に彩色を施すことにより、弱視児童が視覚とともに触覚を活用して学習するための教材として利用することもできる（図Ⅱ-27）。



図Ⅱ-28 真空成型で翻案した小学校算数導入期の触図

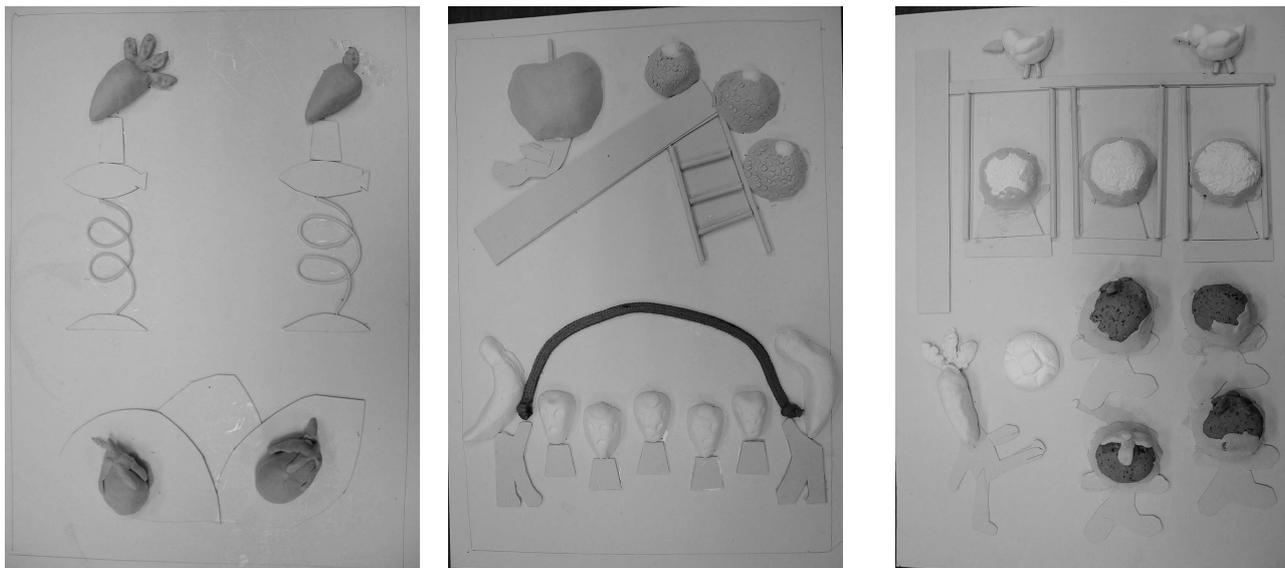


図 II -27 真空成型で翻案した小学校算数導入期の触図（彩色版）

6 おわりに—真空成型による触覚教材の意義—

この真空成型装置を用いると、従来の「サーモフォーム」よりも立体的な成型が可能であり、以下のような特徴を挙げることができる。

- ①立体的に盛り上がった形状を表すことができるので、より直感的な理解が可能となる。
- ②立体的な表現だけでなく、触覚的に判別可能な多様で詳細な面情報を表すことができる。面や線の縁なども明確に表すことができるなど表現力が豊かである。
- ③アクリル絵の具等で彩色することができ、弱視教育用の教材としても活用できる。
- ④幼児児童向けの触る絵本・立体図鑑、重複障害幼児児童生徒用の触覚教材、社会科の立体地図教材、算数・数学科の図形教材、理科の立体実験図、理療教育用立体人体図など多様な用途が考えられる。
- ⑤3次元的な実物と平面的な凸図をつなぐ半立体教材としても活用が期待される。

(大内 進・佐藤知洋・増岡直子・宮崎善郎・山田 毅・佐藤有紀)

文 献

- [1] 大内 進・土井幸輝・佐藤知洋・増岡直子 (2006) 真空成型による触覚教材の作製と活用 1. 日本特殊教育学会第44回大会発表論文集.

第Ⅲ編

視覚障害者のための「触る美術館」の取組

1 はじめに

日本での視覚障害者の美術館や博物館へのアクセスに大きな影響を与えたジュリア・カセムは、その活動の中で一人の視覚障害者から次のような問いを投げかけられたという（ジュリア・カセム, 1998）。
「目の見えない私が、なぜ、芸術に関心をもたなければいけないのですか？」

この問いは、日本で視覚障害者に対する美術館・博物館や芸術教育の果たす役割が限定的にしか考えてこられなかったことを端的に示している。

多くの美術館や博物館は基本的に視覚活用を前提として成り立っている。貴重な美術作品の多くは、ガラスで遮られた陳列ケースの中にかけておられ、彫刻作品も手で触れることが禁止されている。視覚障害者が美術作品を鑑賞する上で最も基本的で最も確実な方法は、作品に触ることである。しかし作品の保護が何よりも優先されるため、美術館や博物館では視覚障害児者への対応は大変苦慮してきた。

視覚障害のある人々が芸術作品に直接触れて鑑賞することができる展示に初めて本格的に取り組んだのは、ノースカロライナ美術館のメアリー・デューク・ビドルギャラリーであった。1966年から72年にかけて26回に及ぶタッチ展を開催した。（ジュリア・カセム, 1998）。これ以降、欧米では視覚障害者への美術館の対応に変化が見られるようになり、一時的な特別なイベントしてではなく常設として視覚障害者対応のコーナーを設けたり、視覚障害者のための鑑賞ツアーを用意したりしている一般の美術館や博物館が増えてきている。また、視覚障害者が自由に芸術作品にアクセスできる専門の美術館も設立されるようになってきた。2001年に、欧州盲人連合（E B U）はヨーロッパ圏における「全盲および弱視者のためのミュージアムのアクセシビリティに関する調査」を実施している。そこでは、国や地域（首都と地方都市）について配慮した上で、視覚障害者の鑑賞に対応している美術館として以下の10館がリストアップされていた（小原, Web サイト）。

一般の美術館

- コペンハーゲン国立ミュージアム（デンマーク）
- ルーブル美術館の触覚部門（盲人のための常設展示有り）（フランス）
- リヨン美術館（フランス）
- 英国国立ミュージアム（盲人のための常設展示有り）（ロンドン）
- ケンブリッジ・フォーク郡ミュージアム（イギリス）
- ベルリンのペルガモン・ミュージアム（ドイツ）
- リスボンの聖ジョージ城（名所旧蹟）（ポルトガル）

視覚障害者対応の専門美術館

- オメロ美術館（イタリア・アンコーナ）
- アンテロス美術館（イタリア・ボローニャ）

ティフロロギコ美術館（スペイン・マドリード）

視覚障害者の芸術に対する壁を低くしていくためには、美術作品へのアクセスの機会を増やしていくことが大事なことである。こうした美術館の取組が、視覚障害者の芸術作品や社会遺産の享受の改善に寄与していくことにつながっていく。こうした面で学校教育の果たす役割も大きい。特に特別支援教育においては生涯にわたっての一貫した支援という観点も重視されており、学校でこうした美術作品の享受に関する基礎的な知識や鑑賞の力を養ったり、情報提供をしたりしておくことが大変重要になってくる。こうした点について、視覚障害者対応の専門美術館では、3次元的な立体作品を展示して触覚を活用した鑑賞を重視し、そのプログラムが展開されている。そのノウハウは学校教育段階における美術教育においても参考になるところが多いと思われる。

このような観点から、平成 14～16 年度の科学研究費補助金による研究においては、イタリアのアンテロス美術館について調査を行った（大内, 2006）。引き続き、本研究においては、2001 年の欧州盲人連合の調査リストからイタリアのオメロ美術館及びスペインの触る美術館（MUSEO TIFLOLOGICO）」について調査を実施した。以下にこれらの美術館の取組の概要を報告する。

2 オメロ美術館 (Museo Tattile Statale Omero)

(1) オメロ美術館の概要

オメロ美術館は、イタリアの中部アドリア海に面したマルケ州の州都である港湾都市アンコーナにある。この美術館は視覚障害者が芸術作品を鑑賞するために設立された。オメロ (Omero) とは、イタリア語でギリシャの伝説的な詩人ホメロス (ラテン語表記 Homeros) を意味している。この美術館の構想はイタリア盲人協会によって提案され、1993年にアンコーナ市議会によって設立された。その後、1999年11月25日にイタリア国会で法律第452号が承認されたことにより国立の美術館に位置づけられることになった。この法律の2つの条文には美術館の目的として、「視覚に障害がある人々の社会的統合と文化的成長を推進すること」と「リアリティの知識を広げること」が示されている。この趣旨に沿って本美術館は施設面でもバリアフリー環境に十分な配慮がなされている。

本美術館に収蔵されている作品は、触って鑑賞できるという観点から「建築モデル」と「彫刻」の2ジャンルに大別され、建築物については実物の縮尺モデル、彫刻についてはレプリカ及び実物が展示されている。彫刻についてはさらに「人間の顔面の表現」「エジプト彫刻」「ギリシャ彫刻」「エトルリア彫刻」「ローマ彫刻」「ロマネスク、ゴシック彫刻」「ルネッサンス彫刻」「ミケランジェロの作品」「マネリスト」「バロック彫刻」「ネオクラシック彫刻」「20世紀の彫刻」「現代彫刻」などに分類され、各展示室および展示コーナーに別れて展示されている。

それぞれの展示物には作品の説明がイタリア語とイタリア語の点字で表示されていた。説明盤は点字使用者に配慮して、点字が読みやすい位置の壁に45°程度の傾斜をつけて設置されていた。作品は視覚障害の有無を問わず誰でも自由に触ることができる。したがって、触れやすい部分には汚れが付いたり、彫刻の人物の指先をよく観察していると折れた指を修復した形跡が残っていたりしており、よく触られていることを物語っていた。

建築物については、ギリシャのパルテノン神殿、ローマ時代のパンテオン、バチカンのバステイカ宮殿、フィレンツェのサンタマリア聖堂など、ギリシャやイタリアの代表的歴史的建造物の精巧な模型が展示されており、それらは柱の彫刻や室内の内装まで精密に再現されていた。これらの建造物は、両手を広げても抱えられないほどの大きさになっているため、両手で建物全体が触れる程の大きさのモデルが別に用意されており、それを触って全体像を把握してから、大型の模型で詳細に観察できるように配慮されていた。このように観察の進め方についても、視覚障害のある人々が触覚による観察する上での留意点をよく理解した上で組み立てられていた。

彫刻については、「ミロのビーナス」、ミケランジェロの「ダビデ」像など、ルーブル美術館やフィレンツェの美術館などに収蔵されている著名な作品のレプリカが展示されていた。

なお、この美術館は視覚障害者児者の鑑賞を前提としたものであるが、一般市民も鑑賞できる。美術教育の一環として通常の小中学校の児童生徒にも利用されているということであった。



図III-1 作品鑑賞の様子1



図III-2 作品鑑賞の様子2

(2) 所蔵作品

館内は、考古学、建築、古代及び近代彫刻、20世紀及び現代彫刻の4つのセクションに分けられてさまざまな事物が展示されている。それぞれのセクションのコンセプトと展示作品を以下に紹介する。

1) 考古学セクション (Archaeology Section)

様々な時代およびタイプ（有史から後期古代ギリシャ・ローマ時代までの陶磁器、石器のオリジナルの遺物が展示されている。

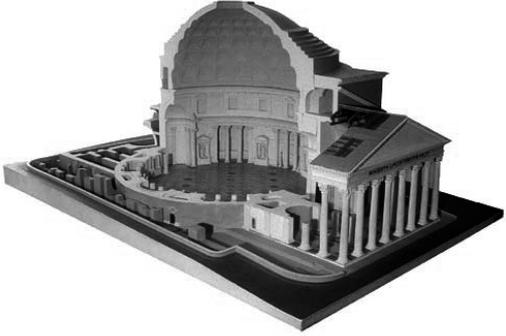


図III-3 考古学セクションの展示の一例

2) 建築物セクション (Architecture Section)

パルテノンやパンテオン等のギリシャ・ローマ時代における著名な建築物、ヴァンヴィテッリ設計の要塞やカテドラル等地元アンコーナの代表的な建築物、フィレンツェのカテドラル(サンタ・マリア・デル・フィオーレ大聖堂)、サンピエトロ大聖堂等のイタリア各地の著名な建築物等を含む精密モデルのコレクションが展示されている。それぞれの建築物は概観だけでなく内部の装飾も実際の建築物をコピーしたものになっており、建築物によって2分割して内部も触ることができるようになっている。また、前述したように腕を伸ばしても抱えきれないほどの大きなモデルについては、両手で覆うことができるほどのミニチュアの簡素な模型も用意されていて全体の形状をそれで確かめることができるようにも配慮されていた。主な展示品を表Ⅲ-1に示す。写真はオメロ美術館ホームページに掲載されているものである。

表III-1 建築物コレクション

<p>①ギリシャ建築の柱及び柱頭 (Ordini architettonici)</p>	<p>②パルテノン神殿 (Partenone, Atene)</p>
	
<p>③パルテノン神殿の天井下の浮き彫り片 (Frammento del fregio del Partenone, Atene)</p>	<p>④ローマのパンテオン (Pantheon, Roma)</p>
	
<p>⑤アンコーナのヴェネーレ・エウプレア神殿 (Tempio di Venere Euplea, Ancona)</p>	<p>⑥アンコーナの サン・チリアコ大聖堂 (Cattedrale di San Ciriaco, Ancona) 11～13世紀に建てられ、ロマネスク、ゴシック、 ビザンチンなど様々な様式が入り交じっている。</p>
	

⑦フィレンツェのサンタ・マリア・デル・フィオーレ大聖堂 (Basilica di Santa Maria del Fiore, Firenze)



⑧フィレンツェのサンタ・マリア・デル・フィオーレ大聖堂のクーポラ (Cupola Santa Maria del Fiore, Firenze)



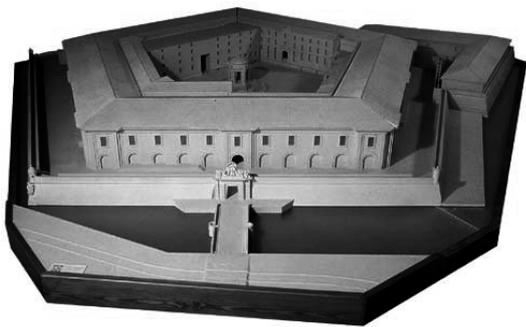
⑨ローマのサンピエトロ寺院 (Basilica di san Pietro, Roma)



⑩ヴェネト州ベルーノのドジャナ門 (Porta Dojona, Belluno)



⑪アンコーナのモーレ・ヴァンヴィテッリアーナ (Mole Vanvitelliana, Ancona)
1733年ヴァンヴィテッリが設計した要塞。ヴァンヴィテッリはカセルタ（ナポリ近郊）の大宮殿を建立したイタリアの建築家である。



3) 古代及び近代彫刻 (Ancient and Modern sculpture)

エジプト, ギリシャ, 古代エトルリア文明, ローマ, ロマネスク, ゴシック, ルネッサンス, マニエリスム, バロック, 新古典主義から1900年代前期のアヴァンギャルド運動まで, 広範な時代の最も有名な彫刻のレプリカや石膏作品を収蔵している部屋である。

表III-2 エジプト彫刻 (Egyptian sculpture)

<p>①アメンホテプ2世 (Faraone Amenophis Secondo)</p>	<p>②バステト (Dea Bastet)</p>
	

エジプト神話に登場する女神。ラーの娘で頭が猫。豊穡を司り、エジプトの町、プバステスを中心として篤く信仰され、町の近くには猫の大きな埋葬地があり、猫のミイラや彫像が大量に出土している。

表III-3 ギリシャ彫刻 Greek sculpture

<p>①Lemnos 島で出土した〈Strangford Apollo 像〉 と呼ばれる若者立像 (Apollo Strangford)</p>	<p>②御者の像 (Auriga di Delfi)</p>
	

③ルドヴィシの玉座(Ludovisi Throne)
紀元前5世紀の古代ギリシアで刻まれた大理石の浮彫り。ルドヴィシ枢機卿の収集したので「ルドヴィシの玉座 Ludovisi Throne」と呼ばれている。ヴィーナスの姿を現代に伝える最も古い美術作品のひとつ。



④アルテミシオンのポセイドン (Poseidone di Capo Artemisio (Poseidon of Cape Artemisio))



⑤円盤を運ぶ男(Discoforo)



⑥竖琴弾き(Suonatrice di Lyra)



⑦サンダルの紐をほどくニケ
(Nike che si scioglie il sandalo)



⑧ヘラクレスの頭
(Testa di Eracle Farnese)



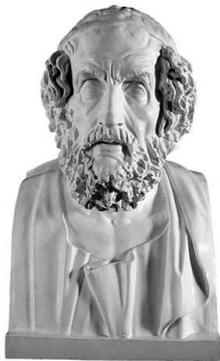
⑨ヘルメスとディオニソス(Hermes e Dionisio
Hermes and Dionysius, Praxilites 作)



⑩サマトラケのニケ(Nike di Samotracia, ルーブル美術館所蔵)



⑪ホメロスの胸像(Busto di Omero)



⑫レスラー(I lottatori)



⑬ミロのヴィーナス
(Afrodite di Milo)



⑭ガチョウの首を絞める子ども (Bambino che
strozza l'oca) Chalcedon の Boethus 作



⑮ラオコーンの胸像
(Busto del Laocoonte)



⑯瀕死のガリア人 (Testa del Galata morente)
Musei Capitolini 所蔵



⑰ベルベデーレのトルソ (Torso del Belvedere)
(Belvedere Torso)
アテネの Apollonius 作



表III-4 エトルリアの彫刻 (Etruscan sculpture)

①アウルス・メテルス像 (Aulus Metellus)	②戦士の頭部 (Testa di guerriero)
	

表III-5 ローマ時代の彫刻 (Roman sculpture)

<p>①カピトリノの雌狼像 (Lupa capitolina) ローマを建国した双子の兄弟ロムルスとレムスを育てた伝説の狼。ローマ市のシンボル。</p>	<p>②幼少のオクタビアン・アウグスト像 (推定) (Ritratto di Ottaviano Augusto bambino)</p>
	
<p>③ルチオ・コルネリオ・シッラ の像 (Ritratto di Lucio Cornelio Silla)</p>	<p>④ガビのアルテミス (Presunta Artemide di Gabi)</p>
	

⑤ ローマ時代の劇の面 (Maschere romane di teatro)



⑥ 踊るフルート奏者 (Suonatrice danzante di flauto)



⑦ 騎兵像 (Ritratto Equestre)



⑧ ルチオ・アウレリオ・ヴェロ像 (Ritratto di Lucio Aurelio Vero)



⑨ サルコファガス (棺) の装飾の部分 (Angolare decorative da un sarcofago)



⑩ アンフォラ型容器 (Anfora romana)



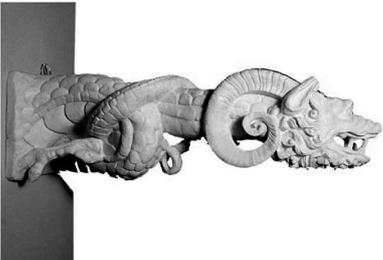
⑪ ローマ時代の花瓶(Roman vase)



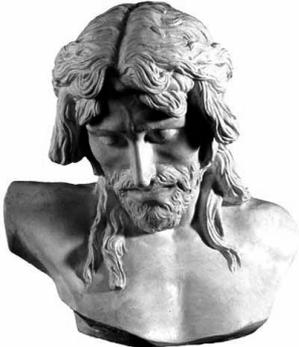
表III-6 ロマネスク期の彫刻 (Romanesque sculpture)

<p>①カルロ・マニョの騎士像 (Statuetta equestre di Carlo Magno)</p>	<p>②モデナノナントーラ修道院のドアのレリーフ (Formelle dal portale dell'Abazia di Nonantola)</p>
	

表III-7 ゴシック期の彫刻 (Gothic sculpture)

<p>①ガーゴイル, 奇妙な形の彫像の (怪物が口を開いた形をしている) 吐水口 (Doccione) Matteo da Campione 作</p>	<p>②フィレンツェ, ジョットの鐘楼のレリーフ (Formelle dal campanile di Giotto) Andrea da Pontedera, with notes 作</p>
	

表III-8 ルネッサンス期の彫刻 (Renaissance sculpture)

<p>①天国の扉の部分 (Frammento della Porta del Paradiso) Lorenzo Ghiberti 作</p>	<p>② 預言者ハバクク*の像 (Busto del profeta Abacuc) <small>*日本語訳聖書での表記</small> Donatello 作</p>	<p>③男性像 (Ritratto virile) Desiderio Da Settignano 作</p>
		
<p>④ウルビーノの婦人の胸像 (Busto di Dama di Urbino) Desiderio Da Settignano 作</p>	<p>⑤ダビデ (David) Donatello 作</p>	<p>⑥キリストの頭部 (Testa di Cristo) Donatello 作</p>
		
<p>⑦ガッタメラタ将軍の頭部 (Testa del Gattamelata) Donatello 作</p>	<p>⑧サンピエトロのピエタ (Pietà di San Pietro) Michelangelo 作</p>	<p>⑨ミケランジェロのダビデ Michelangelo 作</p>
		

<p>⑩ダビデ像(Testa del David) Michelangelo 作</p>	<p>⑪ブリュージュのマドンナ (Madonna di Bruges) Michelangelo 作</p>	<p>⑫ピッティの円形浮彫 (Tondo Pitti) Michelangelo 作</p>
		
<p>⑬タッディの円形浮彫(Tondo Taddei) Michelangelo 作</p>	<p>⑭死せる奴隷(Schiavo morente) Michelangelo 作</p>	<p>⑮ジウリアーノ・デイ・メディチの頭像(Testa di Giuliano dei Medici) Michelangelo 作</p>
		
<p>⑯ ロンダニーニのピエタ (Pietà Rondanini) Michelangelo 作</p>		
		

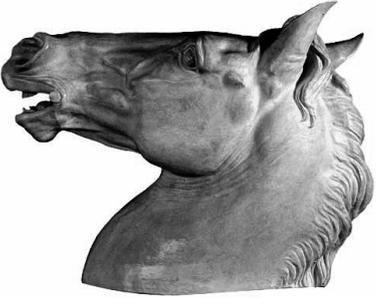
表III-9 マニエリスム期の彫刻 (Mannerist sculpture)

<p>①グロテスク様式のヴィーナス (Venere della grotticella) Giambologna 作</p>	<p>②マーキュリー (Mercurio) Giambologna 作</p>
	

表III-10 バロック期の彫刻 (Baroque sculpture)

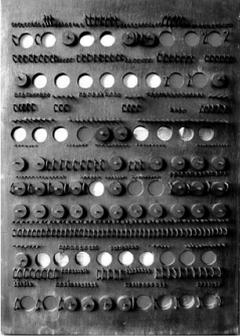
<p>①コンスタンツァ・ボナレッリの肖像 (Busto di Costanza Bonarelli) Gian Lorenzo Bernini 作</p>	<p>②恍惚の聖テレサ (Estasi di Santa) ローマ, サンタ・テレゼ礼拝堂</p>
	

表III-11 新クラシック期の彫刻 (Neoclassical sculpture)

<p>①馬の頭部 (Testa di cavallo)</p>	<p>②古代イタリアのヴィーナス (Venere Italica) Antonio Canova 作 パラティーナ美術館所蔵</p>
	

表III—12 20世紀及び現代彫刻セクション
(20th century and Contemporary sculpture section)

(Valeriano Trubbiani , Edgardo Mannucci , Girolamo Ciulla , Aron Demetz , Loreno Sguanci , Pietro Annigoni , Umberto Mastroianni 等 1900年代のイタリアの著名な芸術家によるオリジナル作品が展示されている。)

<p>①自由 ジュゼッペ・メローへのモニュメント (Libertà, monumento a Giuseppe Meloni) Galileo Emendabili 作</p>	<p>②聖なる自然の聖人 (Della santa natura il Santo) Vittorio Morelli 作</p>	<p>③根源(La Sorgente) Vittorio Morelli 作</p>	<p>④ジャンカルロ・ガレアッツィ像 (Ritratto di Giancarlo Galeazzi) Sanzio Blasi 作</p>
			
<p>⑤弁護士ガブリエレ・コンソラツィオの肖像 (Ritratto dell'avvocato Gabriele Consolazio) Pietro Annigoni 作</p>	<p>⑥世界の翼 (L'ala del mondo) Loreno Sguanci 作</p>	<p>⑦ロッセツラ(Rossella) Pietro Annigoni 作</p>	<p>⑧アイデア 21(Idea 21) Edgardo Mannucci 作</p>
			
<p>⑨ユリカモメ(Gabbiano) Mario Lupo 作</p>	<p>⑩パオロ 6世(Paolo VI) Rosario Ruggiero 作</p>	<p>⑪振動をテーマに (Vibrazioni sul tema) Angelo Rosetti 作</p>	<p>⑫構成 1 (Composizione 1) Roberto Papini 作</p>
			

<p>⑬構成2 (Composizione 2) Roberto Papini 作</p>	<p>⑭溶解(Fusione) Roberto Papini 作</p>	<p>⑮電話ボックス (Cabina telefonica) André Barelíer 作</p>	<p>⑯脆弱な都市 (Urbis Fragilis) Valeriano Trubbiani 作</p>
			
<p>⑰教皇(Pontefice) Floriano Bodini 作</p>	<p>⑱イリーナ(Irina) Francesco Messina 作</p>	<p>⑲剣, 盾, オリーブの木 (Spada, scudo e ulivo) Floriano Bodini 作</p>	<p>⑳羊, 布のひだ, オリーブの木 (Pecora, drappeggio e ulivo) Floriano Bodini 作</p>
			
<p>㉑造形の証明 (Costruzione plastic) Fulvio Ligi 作</p>	<p>㉒ユリカモメ (Gabbiani) Bruno Fanesi 作</p>	<p>㉓イカロスの飛翔 (Il volo di Icaro) Umberto Mastroianni 作</p>	<p>㉔愛らしいマテル(Mater Amabilis) Valeriano Trubbiani 作</p>
			

<p>②⑤ メカニック (Meccanica) Umberto Mastroianni 作</p>	<p>②⑥ 記号 (Segni) Loreno Sguanci 作</p>	<p>②⑦ 馬に乗る少女 (Bambina a cavallo) Pierre Carron 作</p>	<p>②⑧ 記号 1994 (Segni 1994) Loreno Sguanci 作</p>
			
<p>②⑨ 押しつぶされた金属 (Metalli acciaccati) Luciano Dionisi 作</p>	<p>③⑩ 鳩の石碑 (Stele delle colombe) Girolamo Ciulla 作</p>	<p>③⑪ オウムと少女 (Fanciulla con pappagallo) Aron Demetz 作</p>	<p>③⑫ 無名の画家 (Pittore sconosciuto) Sergio Zanni 作</p>
			
<p>③⑬ 南部イタリアの老婆 (Nonna del sud) Felice Tagliaferri 作</p>			
			

(3) オメロ美術館の教育活動

イタリアでは、障害等に応じて教育の場が異なるという教育体制をとっていない。したがって、全盲であっても弱視であっても、視覚に障害がある児童生徒は原則として地元の小・中学校で学んでいる。なお、イタリアの公立の小・中学校は国立学校として位置づけられている。障害がある子どもが小・中学校で学ぶという体制は30年以上の歴史があり、現在ではさまざまな配慮がされているものの、小・中学校の美術教育については、視覚障害に特化した学習活動の機会は十分に得られにくい状況にある。

オメロ美術館では、そうした視覚障害がある就学前の児童や小・中学生を対象としたワークショップを実施している。美術館のスタッフが美術館の展示品を組み込んで遊んだりトレーニングしたりする活動を工夫している。

視覚に障害がある幼児児童生徒にとって、芸術や考古学を学ぶ絶好の機会にするということがこの活動の主目的となっており、全盲の児童も弱視の児童もともに、これらの活動に参加しやすいような配慮がなされている。活動としては、見学、ワークショップ、講義に区分できる。以下にそれらの取組の概要を紹介する。

1) 楽しい見学—歴史や芸術なテーマとインターディシプリナリー

(1) 指導者を伴った見学

この美術館の歴史や機能、さまざまなサービスを知るばかりでなく、美術館のコレクションを知ることができる活気ある鑑賞ツアー。さまざまな感覚を駆使して美術館を経験することが許されている。

(2) 美術史としての見学

この美術館には、著名な彫刻や歴史的な芸術作品が多数展示されている。この見学は、これらの数多くの作品を3次元の美術史ハンドブックとして活用しようとするものである。

小・中学校と連携して、学校での教育課程や教材をベースにして特別なインターディシプリナリーワークショップを実施している。したがってこの活動は小・中学校の教員とのコラボレーションによって進められることになる。

この美術館の見学は、作品に触ることが前提となっており、見学者は触覚的活動を十分に活かすことができる。歴史の時代区分、芸術に関してアーティストやジャンル、スタイル等について実際に作品に触れながら知識を習得することができる。

2) ワークショップ

ワークショップでは、対象年齢別にプログラムが用意されている。対象は、幼稚園及び小学校1年生、2年生から5年生まで、中学生という区分で分けられている。それぞれの段階では具体的に以下のようなタイトルのプログラムが用意されている。

(1) 幼稚園及び小学校1年生を対象としたワークショップ

- ・思いっきり手を使い，鼻をきかせた探検
- ・自分の体を使っての表現活動
- ・身振りと言葉による詩
- ・不思議な道
- ・ことばを駆使した視覚的にはとらえられないイメージの読み取り

(2) 2年生から5年生までを対象としたワークショップ

このグループでは，3つの活動が用意されている。

美術ワークショップ

- ・素材の記憶
- ・触覚的なイメージとオブジェクトの再生
- ・美術館の一日：彫刻および修復のワークショップ
- ・特別なオブジェクト
- ・魔法の道：発見と発掘のトレース
- ・視覚的な作品の言葉による鑑賞

美術，物語，詩のワークショップ

- ・思いっきり手を使い，鼻をきかせた冒険
- ・内面文化。感覚と走行する，国から国へ
- ・小さい編集者：ローマの起源の触る本の編集
- ・手および口のための詩歌
- ・物語の創作

考古学のワークショップ

- ・古代の農業を知る
- ・陶磁器の起源を知る
- ・光の発見を知る
- ・ベールで覆われたアウグストを鑑賞するワークショップ
- ・触覚を活用した考古学
- ・神話への誘い

(3) 中学生を対象としたワークショップ

芸術のワークショップ

- ・素材の記憶
- ・触覚的なイメージとオブジェクトの再生
- ・印のマジック

- ・美術館の一日：彫刻および修復のワークショップ
- ・自分の体を使っての表現活動
- ・特別なオブジェクト
- ・魔法の道：発見と発掘のトレース
- ・視覚的な作品の言葉による鑑賞
- ・1900年代の思想から現代へ
- ・手の旅， Tommaso Martinetti への 讃歌 (homage)
- ・視覚的にはとらえられないイメージの読み取りのために。作品にことばを与えよう。

芸術，物語および詩歌のワークショップ

- ・内面文化。 感覚との旅，国から国へ
- ・彫刻および詩歌と向き合って
- ・物語を話す

考古学のワークショップ

- ・製陶術の起源
- ・光の発見
- ・ベールで覆われたアウグストを鑑賞するワークショップ
- ・触覚による考古学
- ・神話への旅行

3) 視覚に障害がある児童生徒のための美術教育

この取組では彫刻や建築物を通して，全盲の児童生徒への芸術教育を支え発展させることを目指している。視覚に障害がある児童生徒が芸術や考古学について学習する有意義な機会とするために，この取組では次のようなことが目的とされている。この取組も小学2年生から5年生，中学生の二つのコースが用意されている。

(1) 本教育の目的

小学生コース

- ・触覚や他の感覚の力の発達を促すこと
- ・凸図の用具の使い方を学ぶこと
- ・単純な浮き彫りについてそのイメージの読み取りと制作を学ぶこと
- ・視覚的な言語や芸術に関する言語の基本原則を習得すること
- ・作品の背景にある意味，審美的な価値に気づきそれを読み取ること

中学生コース

- ・触覚や他の感覚の力の発達を促すこと

- ・凸図の用具の使い方を学ぶこと
- ・単純な浮き彫りイメージについてその読み取りと制作を学ぶこと
- ・視覚的な言語や芸術に関する言語の基本原則を習得すること
- ・作品の背景にある意味，審美的な価値に気づきそれを読み取ること
- ・遠近法の表現の概念を習得すること

(2) プログラムと活動

グループやクラスを対象に個別や集団での活動が用意されている。開催場所は美術館だけでなく、学校や地域の遺跡等も考慮されている。これらの活動はクラス教師と共同して組織されることになる。

この活動は、凸図用具，粘土，浮き彫りイメージ及び情報カード，美術館のコレクション等を使用し行われる。教材は，拡大プリント，点字，CD 或いはオーディオ・カセットテープで提供される。

(3) 取組の頻度等

ワークショップの回数と頻度は学校の教員や家族の意向に応じて決定される。午前，午後の選択も可能である。1回のワークショップは1時間30分程度を予定している。

(4) オメロ美術館の取組から

オメロ美術館には，立体的な彫刻や歴史的な芸術作品，建築物の模型などが展示されている。これらは，視覚障害者が自由に触ることができ，視覚に障害がある人々への文化へのアクセスに多大な貢献をしていることが本調査から明らかになった。こうした取組は視覚に障害がある人々だけでなく，他の障害がある人々や一般の人々に対しても意義のあるものであることも認められた。さらに，オメロ美術館では，これらの展示品を活用して，視覚障害者のための教育活動も展開していた。ここで行われているこれらの活動は，小・中学校で学んでいる視覚障害児童生徒に対して，学校では十分対応できない部分をしっかり補完しようとしていることが理解できる。また，こうした活動が美術館だけの取組ではなく，学校と連携して取り組まれていることからインクルーシブな教育を学校外からも支援しようとしているイタリアの取組の一端をうかがうことができる。我が国でも，個別の障害がある子ども一人一人のニーズに応じた適切な対応をするために外部機関との連携の重要性が求められるようになってきたが，こうした取組は大いに参考になるものと思われる。

こうしたサービスは視覚障害がある成人も利用することができる。この場合，その目的は「教育を生涯にわたって促進し，文化的な成長および社会的な統合のための等しい機会を保証すること」にあるとされている。こうした生涯学習という面からも本美術館の取組には参考になる点が多い。

3 スペインにおける取組

－触る美術館－スペインの視覚障害者のための美術館 (MUSEO TIFLOLOGICO) －

スペインでは、1938年に設立された「スペイン全国盲人協会」(La Organizacion Nacional de Ciegos Espanoles (以下 ONCE) 〈The Spanish National Organisation of the Blind〉)が、自ら運営を任されている宝くじの収益を基にして視覚障害者の自立と参加を目指して様々な事業を展開している。

ONCEは、文化事業の一環として、1992年に視覚障害者のための博物館を設立している。平成17年7月に、マドリッドにあるこの触る美術館「ティフロロギコ」(MUSEO TIFLOLOGICO)の訪問調査を実施したので、その概要を報告する。

(1) ONCEとその活動

ONCEは、スペイン内戦が終結する直前の1938年に設立された非営利組織である。スペイン全土の多くの小さな視覚障害者団体が集まって全国組織となり、現在に至っている。

このONCEの最大の特徴は、独自の宝くじの販売権が国から与えられたことである。設立の翌年にスペイン政府によって、財源確保のために「クボン・プレシエゴス」というチャリティ宝くじが創設され、その収益は視覚障害者の助成のために利用されてきた。1980年代半ばまでは、細々とした運営で視覚障害以外の障害者団体がこの宝くじの恩恵を受けることはなかった。1988年に「ONCE財団」が設立され、組織改革が行われた。これにより、ONCEは視覚障害者と共に他の全ての障害者のための組織となり、障害者の社会的統合と協同を実現するための活動が展開されるようになった。宝くじもチャリティから一般市民を対象とするものに変容した(伊藤, 2005)。1989年には、「ONCE財団」の関連機関として、障害者の雇用と職業訓練のための組織「FUNDOSA グループ」が設立された。「FUNDOSA グループ」は、2007年において、34の自前の企業と36の出資企業を傘下に置き、スペイン全土に176の事業所を持ち、1万1600人以上を雇用している。このうちの71パーセントが障害者であり、障害者の就労に大きな貢献をしている。2006年のFUNDOSA グループの収益は3億9200万ユーロに達しているという。

視覚障害に関しては、6万8000人以上の盲人及び弱視者がONCEの会員となっており、視覚障害に関連した自立、教育、雇用、文化、スポーツ、レジャー、高齢者介護、新技術の応用、失明予防等のさまざまなサービスや取組が行われている。

これらの活動はスペイン国内の300以上のセンターによって支えられている。その他にもONCEは5つの教育リソースセンター、17の地方部門、16の委員会、物理療法の大学1校、盲導犬訓練所1機関を設立している。こうした活動を遂行するために、1,500人の教師をはじめ、トレーナー、心理学者、リハビリテーションの専門家、盲人のための技術(Tiphology)の担当者、社会的な文化的なタレント、

ソーシャルワーカー、スポーツコーチ等を雇用している。

文化的な活動として、視覚障害者向けの点字図書や朗読図書（テープ）の制作及び貸し出しサービスも行っている。この活動は 1960 年代に始まり、現在はマドリッドとバルセロナに2つの主要な図書製作センターが置かれている。その傘下に点字や音声及び触図資料を製作している機関がスペイン全国で 30 以上連なっている。年間に点字図書が 680 点、朗読図書が 1298 冊出版されているということである（ONCE WEB サイトより）。



図III-4 「マドリッドの街角の宝くじ売り場」

（2）触る美術館「ティフロロギコ」(Museo Tiflológico) の概要

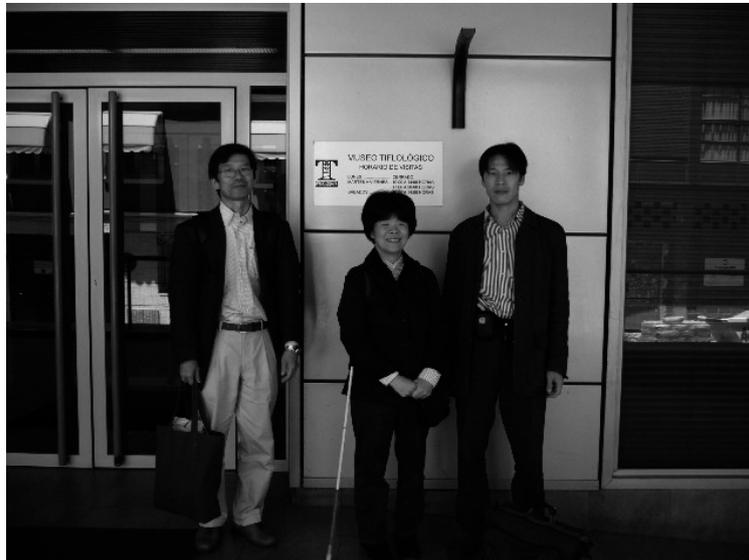
触る美術館「ティフロロギコ」(Museo Tiflológico) は、すべての展示物が視覚及び触覚によって鑑賞できるようにデザインされたスペイン初の美術館である。1990年にこの美術館を創設することがONCEで採択され、1992年12月に開設された。この美術館の名称はギリシャ語の「tiflos」(盲)という言葉に由来しているということである。美術館の運営はONCEの文化部門が担当している。美術館はマドリッドのONCE図書文化センターの施設内にある。このセンターは、マドリッド市内の北方に位置し、地下鉄ライン1の「Estrecho」駅から徒歩で5分ほどのところにあった。

この美術館は、視覚障害者が歴史的あるいは文化的な遺産を享受できること、特に建築物についてそのバリアを解き放ち、物理的な空間を創造できるようにすることが大きな目的とされている。したがって、展示物は様々な建築物の精巧なスケールモデルや都市の正確な縮小立体模型などが中心である。そ

これらの展示品は自由に気兼ねなく触って鑑賞することができる。ここが他の美術館と大きく異なっているところである。展示されている制作物は視覚障害のあるユーザー自身が決定し、ユーザーによってユーザーの必要に応じてデザインされたオリジナルなものばかりだということである。触ることを前提としているため破損することも織り込み済みで、毎週定期的に点検修理がされているということであった。また、室内は音声誘導ガイドや壁の色彩など環境面でも視覚に障害のある人への配慮がなされていた。

美術館の開設によって、こうした立体作品の鑑賞が大変有効で利用価値の高いものであることが改めて認識されることとなり、開設後も新たな作品の開発が進められてきているということであった。

2005年の実績では、晴眼者・視覚障害者あわせて、年間に約2万人もの人が見学に訪れている。日本からも視覚障害のある人がツアー等で訪問しているという説明を受けた。



図III-5 Museo TiflológicoのあるONSE図書文化センターの玄関

(3) 触る美術館 (Museo Tiflológico) 展示作品

展示室は大きく三つに仕切られていて、スペイン国内に関する作品展示、国際的な作品の展示、視覚に障害がある芸術家制作の作品展示コーナーになっていた。その他にイベント用の臨時展示室が別に設けられていて、訪問時には視覚障害者が描いた絵画が展示されていた。

それぞれの造形物には、点字による解説及び音声ガイドの装置が設けられている。音声については当初はスピーカで出力していたようであるが、他の人の鑑賞の妨げとなることが判明したために、現在はイヤホンに切り替えて、音声がもれないように配慮されていた。

それぞれの模型は、細かな部分まで精巧に再現されており、建物の壁に施された彫刻なども忠実に表されていた。建物の内部の構造も実物に忠実に再現されていた。例えばローマのコロセウムは外壁など

がはめ込み式になっており、それを外すことにより内部や地下の構造を触って確認できるように配慮されていた。スペイン国王の代々の王宮であったエル・エスコリアル宮殿は、網焼きされて殉教した人を記念して、上から見ると網焼きの形になっている。模型ではそれも忠実に再現されていた。セゴビアの水道橋はローマ人によって作られた水道橋で、橋の最も高いところは 30m、石を積み上げただけのものであるが、本物と同じ素材の石を使って作品が作られていた。サンティアゴ大聖堂の中にあるスペイン全体の守護神 facade は合金でできていたが、それぞれの建築物等に応じて、木材、金属、石などの素材が使い分けられていた。肌触りへの配慮という点からテクスチャーにも十分な気配りがなされているといえる。こうした細かな気遣いは、事物を直感的にとらえるためには大変重要な意味を持っている。

また、この美術館にはマドリッド市内の主な造形物も揃えられていた。視覚障害のある人がマドリッド市内を観光する際には、まずこの美術館に来て、それぞれの建築物等を十分に触って、その形状や構造などを確かめてから現地を訪問するようにすると、具体的なイメージを持って観光を楽しむことができる。この点については、視覚障害のある人だけではなく、晴眼者にも有益だといえる。例えばマドリッドのシンボルであるシベレス（Cibeles）広場の噴水の周囲は道路がサークル状に巡らされているので、近づいて見るのが難しい。遠方からは詳細な様子がとらえにくのであるが、この美術館のスケール模型に触れば、隅々まで観察することができる。このように、この美術館にはマドリッドのエッセンスも詰まっている。見学者には、視覚に障害がある人だけでなく、一般の成人や学生も多いという説明を受けたが、こうした点に魅力があるためだと思われた。

ガウディの設計になるサグラダファミリア教会の大聖堂（バルセロナ）も、スケール模型に触れることによって、はじめてガウディの設計の意図するところが理解でき、完成後の建物の全景もイメージできた。

展示作品のリストからもわかるように、スペインに関心のある人々が必ず訪問する施設や都市、世界史の教科書に必ず登場する著名な世界の建築物や都市、遺跡などをこの美術館で実感することができる。世界遺産に登録されている建造物や遺跡も揃っており、居ながらにして世界旅行を楽しむこともできる。

館内に展示されていた主な作品は、以下の表に示すとおりである。

表3-13 スペイン国内の建築物及び文化遺産

①アルタミラ洞窟 (紀元前 13 世紀)	②セゴビアの水道橋
	
③サンペドロデラナーバ教会(13 世紀)	④サンマルタン教会
	
⑤アルファンブラ宮殿のパノラマ	⑥トレドの要塞都市模型
	
⑦アビラの都市模型	⑩ブルゴスの大聖堂
	

⑪エル・エスコリアル宮殿（世界遺産）	⑫シベールス広場の噴水(Madridのシンボル)
	
⑬アルカラ門	⑭サグラダファミリア協会の大聖堂 (ガウディ作：バルセロナ)
	

表III—14 世界の建築物，市街

①パルテノン神殿（ギリシャ）	②エルサレムの街の模型
	
③ピサの斜塔（イタリア）	④クレムリン宮殿（ロシア）
	

⑤ブランデンブルク門（ドイツ）



⑥エッフェル塔（フランス）



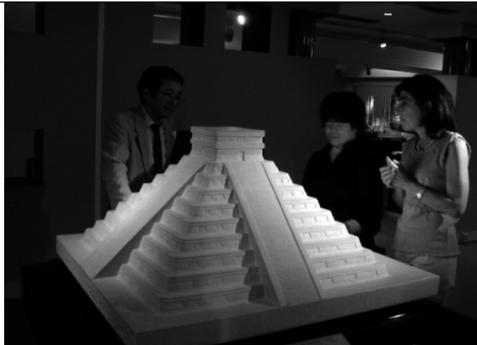
⑦自由の女神（アメリカ）



⑧ティアナウア遺跡の太陽の門（ボリビア）



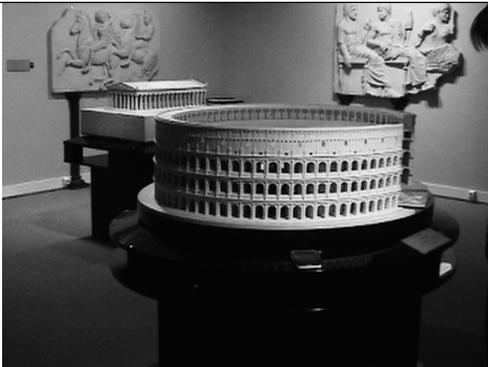
⑨マヤ遺跡のピラミッド（メキシコ）



⑩タージ・マハル（インド）



⑪コロセウム（ローマ）



(4) 視覚障害者作成の作品

スペイン国内在住の視覚障害芸術家が制作した彫刻、絵画などの作品が展示されている。写実的な絵画もあれば、全盲の方による前衛的なオブジェもあり、視覚障害のある方の芸術活動も広く行われていることがうかがわれた。そして、そうした作品を常設で展示する場が設けられていたというところに大いに刺激を受けた。



図III—6 「視覚障害芸術家の作品」

(5) 触る美術館「ティフロロギコ」の取組から

現実的な話になるが、1つの作品にどのくらい費用がかかるのか尋ねてみた。例えば、ローマのコロセウムの制作では200万ペセタ、日本円で180万円程度の額を要したということであった。当然のこととして制作費は作品ごとに異なるということになるが、現在倉庫にしまってあるものも含めて65作品を保有しており、かなりの経費が投じられていることになる。ちなみに展示品は2ヶ月ごとに入れ替えるということであった。

開設以来この美術館は、視覚障害者にスペイン国内外の造形物を身近に鑑賞する機会を提供してきた。絵画史を専攻する盲学生が1日に1つの作品を2時間触り続け、とても満足して帰っていったという説明も受けた。3次元的に表されたものと2次元的な触図で表されたものでは、触覚的観察による直感的なイメージは大きく異なる。立体物は立体的に観察するのが最良である。宝くじの胴元という特権を与えられていることがあるにしても、視覚に障害がある人々の生活や人生を豊かにしていく上で基本となることに、積極的に取組んでいる盲人組織がスペインにあった。理念ある取組に学ぶべき点が多い。

4 アンテロス「触る」美術館

アンテロス美術館における取組については、平成 14 年度～16 年度科学研究費補助金による研究「3次元造形システムを活用した視覚障害児のための絵画の立体的翻案とその指導法の開発」の一貫として調査したものであるが、他の美術館との比較のためにその概要を以下に紹介する。

(1) 美術館の概要

「アンテロス」触る絵の美術館は、エミーリ・ロマーニャ州のボローニャにあるカヴァッツァ盲人施設の一室に開設されている。スタッフとして、専任の学芸員が常駐している。

この美術館は 1999 年に開設されたが、その着想は 1994 年頃に生まれた。視覚に障害がある人が絵画作品を鑑賞する場合、触覚の活用に関しては従来は視覚的な図像の輪郭を凸線にした図が用意されていて、それをなぞって画像をイメージする活動が中心であった。これは現在でも一般的に行われている方法であるが、空間構成や絵画の有する構造的性質までを明らかにすることは困難である。そのため、フランチェスコ・カヴァッツァ盲人施設では、視覚に障害がある人々の協力を得ながら、ボローニャ応用彫刻研究所、ボローニャ大学及びサント・オルソラ病院視覚病理科のスタッフの協力を得て、より効果的な鑑賞が可能な方法について研究を進めた (Secchi, L. 2004)。この結果として、このチームは浮き彫りの技術を活用して平面絵画を半立体的に「翻案」した作品と言語による説明を組み合わせることで鑑賞する方法を開発した。

この「触る絵」の特徴としては、線や面を単純に凸状に盛り上がらせるだけではなく、浮き彫りの技術を用いて、描かれている画像を半立体的に表現していることがあげられる。立体的な事物や人物が扁平に圧縮して示されていると表現することもできる。このことで絵が表現しようとしている人物や事物をよりリアルに示すとともに、絵画の特質を保持しながら奥行き感、遠近感など 3 次元的な広がりをも表現できるようになったのである。また、触る絵への翻案にあたっては、原画に忠実に 3 次元化するというにとらわれることなく、鑑賞上重要と思われる箇所は触覚的認知特性に配慮して、触覚的観察によるイメージがより想起されやすいように工夫がなされている。

この方法が考案されたことにより 2 次元の視覚芸術への扉が開かれ、全盲あるいは強度の弱視者のための図像を使った教育が可能となった。

(2) アンテロス美術館における「触る絵」への翻案と鑑賞

1) 触る絵への翻案の基本原則

「アンテロス」美術館では、これまでにイタリアのルネッサンス期の絵画を中心に 50 点ほどの絵画を浮き彫りの技術を応用して「触る絵」に翻案している。これらは、粘土で原型を製作した後、石膏取

りしたものである。

絵画を触る絵へ翻案する際の基本原則は、絵画に描かれている3次元空間の層化と事物の圧縮した立体表現および触覚的特性に考慮した形状のデフォルメの3点に整理される。とくに事物の圧縮的表現と3次元空間の層化の原理は、2次元の絵画に描かれている立体感、奥行き感、遠近感の再現に不可欠だといえる (Secchi, 2004)。

① 圧縮による表現

圧縮による表現とは、平面絵画に表された事物(2次元)を実際の空間イメージ(3次元)ととらえなおし、それを正面から一方向に圧縮して扁平に変化させることで半立体の空間として再現することを意味している。原画の中で最も強調したい形態については、より立体的に表現し、輪郭部は単に浮き上がらせるだけでなく、背部は手指が入るようにくぼませている。そのことにより高低が認識しやすい状態にまで浮きだたせることができ、奥行き感を効果的に伝えることができるようになる。

② 層化による表現

層化による表現とは、平面絵画に表された3次元的な遠近の違いをいくつかの層に切り分けて再現することである。たとえばレオナルド・ダ・ビンチ作の「モナリザ」は空気遠近法描写に優れた作品といわれているが、「触る絵」への翻案にあたっては、平面絵画に表された空間を近景の人物と背景の景色を触覚的に認知しやすいように層化して表現することにより、その違いをより明確に表すことが可能となるのである。

③ デフォルメ

絵画作品翻案に際しては、基本的には原作品に忠実に再現することを原則とするが、原画通り表すことによって、触覚的認知の妨げになってしまうような場合もある。例えば、ボッティチェリ作「ヴィーナスの誕生」には画面全体に花びらが舞っている。これらを忠実に半立体画像に表現してしまうと、それがかえって人物や景色をとらえようとする際のノイズになってしまうのである。そこで舞い散る花びらについては、鑑賞の妨げにならない部分を中心にあらわすように配慮した方がよいということになる。

(3) 収蔵「絵画」作品について

本美術館に収蔵されている浮彫による絵画の複製は、平面と立体の中間に位置する古典的な「遠近法を表現する浮彫」にヒントを得ている。この伝統的な浮彫をさらに発展させることにより、通常の絵画鑑賞の際に同時に使われる幾つかの異なる感覚作用に訴えつつ、原画中における事物と空間の関係を十分に尊重した、クローズアップとワイドな視点の取り方との錯綜状態の再現が可能となった。

1) 練習用ボード、彫刻作品について

物語的かつ時間的であるだけでなく、平面的または遠近法的な効果を再構成する練習用ボードには、随意による取捨選択を許す余地のある抑揚のついた、かつ遠近法の相関関係を写しだす画像イメージを持つ彫刻の特質が活かされている。

本美術館所蔵のいわゆる通常の彫刻作品は、平面絵画の理解に必要とされる、系統の異なる各種感覚器官（視覚・触覚）の連携を実現するのに役立つ。また「触る絵」に応用された浮彫の技術的特質を相対的に知るのにもうってつけである。

2) 作品目録について

立体作品には必ず解説が用意されている。その解説は点字にも訳されている。その概要は以下の通りである。

作品目録のねらいとして、まず一般の彫刻に用いられる次の3種の典型的な技術についての基本的な知識の獲得が挙げられる。

- ①「薄肉彫り」つまり「浅い浮彫」（以下、単に「浮彫」と記す）
- ②「高肉彫り」つまり質感が現実と全く同じように表現されている「隆起した浮彫り」
- ③「円形浮き彫り」いわゆる立体的な通常の「彫刻」

アンテロス美術館の作品には主に①の浮彫が使われている。その理由は追って述べられる。作品目録には、視覚障害者各人の境遇の違いを想定しつつも、全ての人に静的あるいは動的といった画像イメージの認知プロセスを明確にする意図がある。常に鑑賞に伴われる冊子に目を通していくと、絵画や浮彫または正真正銘の彫刻の視覚にうったえる効果を概念的に理解しながら、本質的には視覚において任意選択的（つまりある対象を「見る」とき、複数の対象を慣習に基づきながら任意で絞ってしまう）かつ触覚において探求的（つまり一度に手で「触る」のは常にひとつの対象であり、全体像を掴むためには次から次へと対象を探っていかなければならない）である段階的な画像解釈法を深く理解することができる。

遠近法的な浮彫を学ぶための目録は、作品の総合的な理解をもたらす三段階の鑑賞レベルに基づき、また形状の意味論的または記号論的価値に基づき作成されている。作品目録の有効性は、それが明らかにする民族学的かつ美術史的な歴史的・方法論的意義に拠っている。

点字に翻訳された目録が提供する大局的な文化についての知識は、個人個人の解釈においても非常に役立つものである。目録から得られる、様式や画家についての美術史的な教養は個々人の解釈をさらに確信に満ちたものとし、作品の持つ表現性あるいはメッセージを掴みやすくしてくれるからである。

（4） 収蔵作品に用いられた浮彫技術

1) 万人に寄与する浮彫技術

視覚障害者向けの図像による教育法は、ボローニャ応用彫刻研究所内にて醸成された。その理論形成の過程において、伝統的な浮彫（起源は15世紀にある）を復活させ、人間の知覚行為の正しい系統的な理解に役立たせるため、概念の上でも形態の上でも刷新している。このように作り上げられた現代の浮彫は、複数の概念が混在する芸術を出発点とし「世界」の認識へと導くため、各種知覚器官を複合的

に結び付けるのである。現代の浮彫＝遠近法的な浮彫を用い、さらに視覚的データを触覚によって認識するためにかかるバイアスを考慮した変換コードを通じて、絵画作品の彫刻への「翻訳」が可能となった。

美術理論の観点から言えば、伝統的な製作法と図像研究の再検討により、浮彫の表現可能性が現代に復活し、図像解釈学的な形式主義に基づく解釈と、この対極にある認知主義を土台とする鑑賞法の両方を常にひきあわせながら、遠近法的な浮彫が体系化されたのである。

つまりここで新たに見直された浮彫というものは、非視覚障害者に対しては視覚のみならず触覚による感知を可能とし、視覚障害者には触覚のみならず精神による画像構成を可能にする極めて意義深い表現技術なのである。

2) 遠近法的浮彫が表現するもの

練習用ボードには、歴史的芸術様式（古代古典、ギリシャ・ヘレニズム、古代末期、初期キリスト教、中世前期、ロマネスク、ゴシック、ルネサンス、バロック、新古典主義、ロマン派、印象派、表現主義、抽象主義）を学ぶためのものに加え、以下の概念の触覚による映像化を促すもの（しばしば人間の姿が使われている）が備えられている。

- ① 動きがあるものとないもの（「動」と「静」）
- ② 輪郭のはっきりしているものとないもの
- ③ 遠近法的であるものとないもの
- ④ 宗教的意味合いがあるものとないもの
- ⑤ 想像に基づくものと写実に基づくもの
- ⑥ 現実に忠実な簡素なものと様式化により誇張されたもの

このような多様な視点を基に読み取られる収蔵作品は、実際には遠近法的効果のために現実に忠実ではない。平面絵画も同様であることから当然であろう。この点を理解するために、正真正銘の彫刻から練習を始め、練習用ボードを使って徐々に遠近法的浮彫が表現する奥行き感を理解できるよう努めていかなければならないのである。

(5) アンテロス美術館収蔵「触る絵」作品*

アンテロス美術館が収蔵している「触る絵」の作品は「練習用ボード」と「絵画」に大別される。

練習用ボードとしては、絵画鑑賞の基礎となる空間感覚（遠近法を含む）および形状を習得するためのものが用意されている。

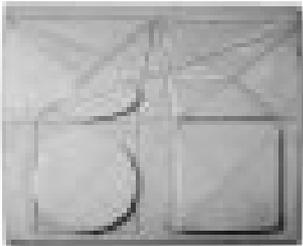
「絵画」作品は、イタリアの作品を中心に古代から現代まで「モナリザ」「ヴィーナスの誕生」などの絵画を半立体化した作品が収蔵されている。作品の背景にある知識（様式、作品の内容、美的価値等）を養うための点字や音声による目録も用意されている。

なお、当美術館は視覚障害者だけでなく、一般にも開放されている。

1) 遠近法理解のための練習台

視覚経験のない視覚障害者が平面絵画に描かれている遠近法による表現の理解をうながすための練習台である。

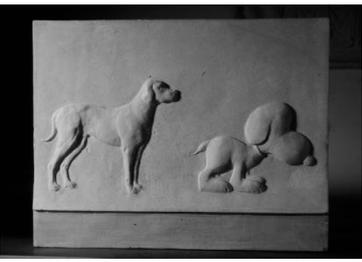
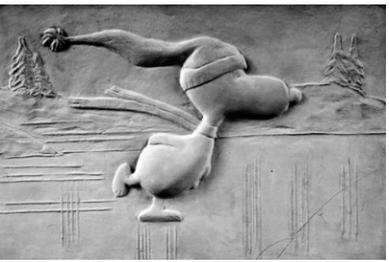
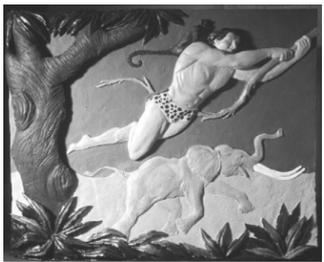
表III-15 「アンテロス」美術館の主な収蔵作品（1）

遠近法練習台 1	遠近法練習台 2	遠近法練習台 3
		

2) 児童向けアニメーション等のキャラクター

漫画や映画のアニメーション作品のキャラクターを触る絵にしたものである。主な作品として、が作成されている。

表III-15 「アンテロス」美術館の主な収蔵作品（2）

「スヌーピー」 1	「スヌーピー」 2	「ターザン」
		

3) 人物像理解のための台

半立体的に表された人物像鑑賞にさいして、基礎的な理解を促すためにローマンおよびゴシック時代の人物像の台が用意されている。

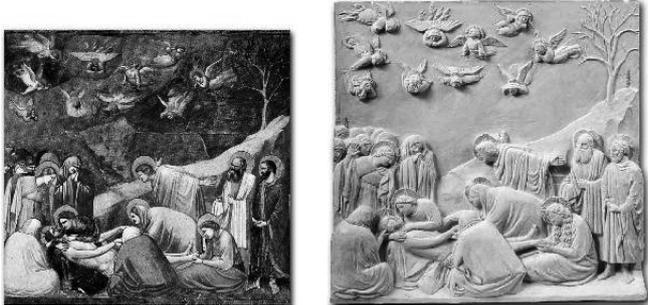
表III-15 「アンテロス」美術館の主な収蔵作品（3）



4) 絵画作品

ルネッサンス期を中心にイタリアの絵画の絵画が「触る絵」に翻案されている。大内らとの共同研究により、日本の浮世絵作品の翻案も試みている。

表III-15 「アンテロス」美術館の主な収蔵作品（4）

エジプト絵画「チェスで遊ぶ人」の複製 作者 作者不詳 所蔵 制作年	キリストの死 作者 ジオット 所蔵 スクロヴェーニ礼拝堂（パドバ） 制作年 1304-1306年
	

竜と戦う サンジョルジュ

作者 ヴィターレ・ダ・ボローニャ

所蔵 ボローニャ国立絵画館

制作年 1340~1350



キリストの磔刑 (はりつけ)

作者 マザッチオ

所蔵 カポディモンテ美術館 (ナポリ)

制作年 1426年頃



フェデリコ・ダ・モンテフェルトロ公

作者 ピエロ・デッラ・フランチェスカ

所蔵 ウフィッツィ美術館 フィレンツェ

制作年 1465



マッドレーナ

作者 エルコーレ デ ロベルティ

所蔵 ボローニャ サンピエトロ

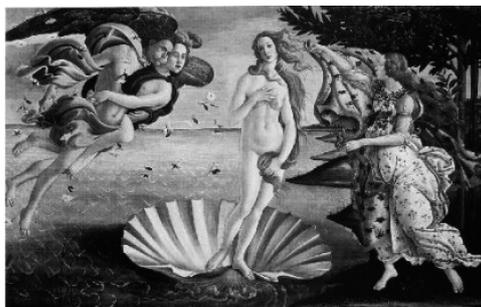
ガルガネッリ礼拝堂

制作年 1475~1485



ヴィーナスの誕生

作者 サンドロ ボッティチェリ
所蔵 ウフィッツィ美術館 フィレンツェ
制作年 1482年頃



モナリザ (ジョコンダ)

作者 レオナルド・ダ・ヴィンチ
所蔵 ルーブル美術館
制作年 1503~1506頃



ピエタ

作者 ジャコモ ライボリーニ
所蔵 ボローニャ国立絵画館 (ボローニャ)
制作年 1530頃



受胎告知

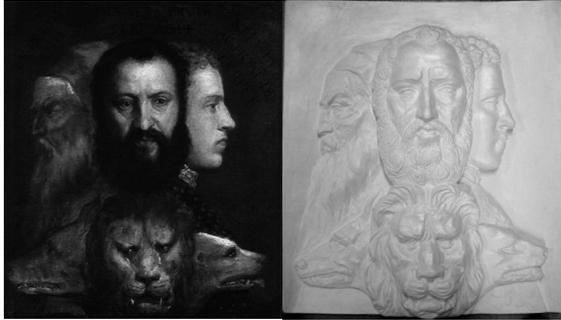
作者 ルドヴィーコ カラッチ
所蔵 ボローニャ国立絵画館 (ボローニャ)
制作年 1585頃



<p>磔刑のキリスト頭像 作者 ギイド レニ 所蔵 バチカン美術館 (バチカン) 制作年 1620 年頃</p>	<p>陽のあたる裸婦 作者 ピエール・オーギュスト・ルノワール 所蔵 オルセー美術館 (パリ) 制作年 1875~76 年</p>
	
<p>赤い塔のあるイタリア広場 作者 ジョルジョ・デ・キリコ 所蔵 制作年 1913</p>	<p>嵐 作者：ジョルジョーネ (Giorgione： 1477-1510) 収蔵：アッカデミア美術館 (ヴェネツィア) 製作年：1505-10 年頃</p>
	

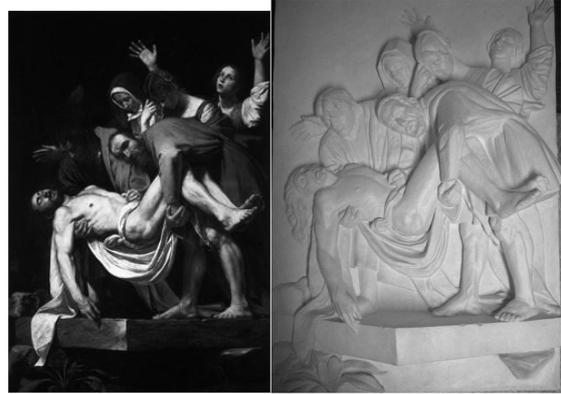
賢明の寓意

作者：ティツィアーノ 1488-1567)
収蔵：ナショナルギャラリー（ロンドン）
製作年：1565-70年頃



キリスト降架

作者：カラヴァッジョ
収蔵：バチカン，絵画館（Pinacoteca）
製作年：1602-03年



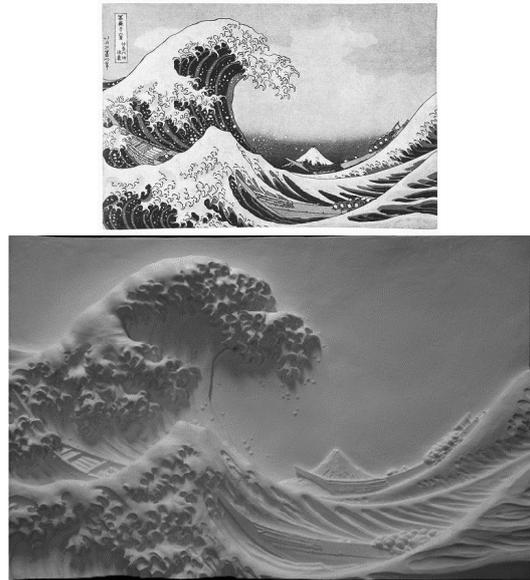
マラーの死

作者：ジャック・ルイ・ダビッド(1785-1825)
収蔵：ベルギー王立美術館
製作年：1793年



神奈川沖波裏

作者：葛飾北斎（1760年-1849年）
収蔵：メトロポリタン美術館（アメリカ）他
製作年：1831年(天保2)から33年



姿見七人化粧

作者：喜多川歌麿（1753～1806年）

収蔵：ニューヨーク公立図書館

製作年：1792～3年頃



*アンテロス美術館に収蔵されている「触る絵」の作品目録については平成14年度～平成16年度学研究費による研究「3次元造形システムを活用した視覚障害児のための絵画の立体的翻案とその指導法の開発」における研究成果報告書でも報告したが，他の美術館との比較のために改めて紹介した。

5 まとめ

イタリア、スペインの視覚障害者のための美術館を紹介した。ここで共通しているのは、触ると言うことに制限の多い一般の美術館での作品に対して、触ることを前提に作品が作られ、展示されていることである。オメロ美術館とオンセ美術館では、設立の主旨が3次元の彫刻や建造物のレプリカや縮尺模型を展示し、視覚障害者に鑑賞してもらおうとするものであった。

ここでは、実物を縮小してある作品が多く、実際に大きさがイメージできるような配慮が行き届いていた。部分的に実物と同じ大きさのものを用意し、実際の大きさを想像しやすくできるようにしたり、人物の模型において、それを基準に実際の大きさを想像したりするような配慮がなされていた。

また、町の模型のように広域の空間を表した展示物については、手の届く範囲で全体の形状が把握できるような模型を用意してそれで全体像を把握しながら、模型で各部を詳細に観察していくような工夫がなされていた。

2次元画像については、アンテロス美術館が中心であったが、こうした美術館は視覚障害者のために創設されたものであるが、実際には視覚障害のない児童・生徒や一般の人たちにとっても視覚だけでなく触覚を使った鑑賞をすることにより、芸術鑑賞の世界を広げることができ、また、視覚障害のある人と共有する世界を広げることができる。

このようにこうした美術館は視覚障害者だけでなく、視覚活用できる人の世界を広げる役割も果たしており、大きな意味があると思われた。

こうした、効用が確認できたが、我が国ではこうした触る美術館は、公的に設置されているものはなく、視覚障害当事者の団体もこうした芸術鑑賞に対しては、組織的な動きは見せていない。当事者の篤志家がかかなりの自己負担をしながら、視覚障害者のニーズを支えているというのが現状であり、公的に対応していくことが喫緊の課題であると思われた。また、こうした動きを支えていくためにも、芸術作品への意義を明らかにするための客観的なエビデンスを積み上げていく必要がある。

文 献

- [1] ジュリア・カセム (1998) 『光の中へ 視覚障害者の美術館・博物館アクセス』。小学館,
- [2] 藤村美織 (2006) イタリアを訪ねてー視覚障害者の夫とともに, 視覚障害, pp. 31-38,
- [3] Museo Tattile Statale Omero (2006) *L'arte a portata di mano -Verso una pedagogia di accesso ai Beni Culturali senza barrier.* Roma: Armando.
- [4] 大内 進・土肥秀行・ロレッタ・セッキ (2006) イタリアにおける視覚障害児者のための絵画鑑賞の取組, 独立行政法人国立特殊教育総合研究所, 世界の特殊教育, 20, pp. 83-100.
- [5] 大内 進・高橋玲子 (2004) ヨーロッパ圏における視覚障害者の文化遺産へのバリアフリーなアクセスを実現するための取り組みー国際カンファレンスに参加して. 視覚障害, 200, pp. 25-34.
- [6] 大内 進・渡辺哲也 (2004) 英国における触図作成機関ーその組織と作成手順の概要, 視覚障害, 197, pp. 1-10.

関連 Web サイト

- [1] 伊藤三千代 スペイン視覚障害者協会 (ONCE) にみるスペインの障害者福祉.
<http://www.tsukuba-tech.ac.jp/techno/DB/TR/TR06.1/TR06143.pdf>
- [2] 小原二三夫 ヨーロッパにおける全盲・弱視者のためのミュージアムのアクセシビリティに関する調査. <http://www5c.biglobe.ne.jp/~obara/museum/museum01.htm>
- [3] スペイン全国盲人協会 (ONCE) ホームページ www.once.es/
- [4] オメロ美術館 (Museo Tattile Statale Omero) ホームページ <http://www.museoomero.it/>
(大内 進, 渡辺哲也, 高橋玲子)

おわりに—本研究のまとめ—

本研究では、視覚に障害があっても、適切な指導や環境が整備することにより絵画等の2次元画像についてもその情報を享受できるという観点に立って、3次元の「圧縮」と「層化」の原理に基づいた2次元画像の半立体的翻案における3次元CADなどの情報処理技術を活用したより簡便な翻案法の開発に取り組みました。あわせてより廉価な真空成型法による立体資料の複製システムを導入し、その教材作成法の開発及び改善にも取り組みました。

本研究では、健常者と視覚障害者の情報の共有という観点から教科書の鑑賞教材について調査を行い、その結果を踏まえて絵画作品「牛乳を注ぐ女」(フェルメール作)を選定し、その立体的に翻案を試みました。さらにその造型を3次元データ化し、情報技術を活用した3次元造型法による「触る絵」の複製に取り組みました。視覚障害者による鑑賞で圧縮・層化・触知覚に配慮したデフォルメの原則に基づいて翻案した石膏作品は、概ね支持されました。3次元CADを活用した造型法による「触る絵」の複製も高い評価を得ることができました。3次元造形法の技術の進歩はめざましく、形状を細部まで忠実に再現でき、造型素材の触り心地も改善されてきています。また、3次元的な教材を電子データ化することにより、触知覚能力等の異なった個々のニーズに応じて作品をカスタマイズも簡便にできるようになります。必要な時に必要な数だけ教材を作製することが出来る等の利点もあります。こうしたことから本研究での成果は、2次元画像の理解という点だけでなく、視覚障害教育における教科指導等さまざまな分野で利用する道が開けてきたといえます。

一方、3次元造型法による教材作成の普及を図っていくためには、モデリング及びモーディング作業において高い技術力が必要とされる点やコストがかかる点など今後乗り越えていかなければならない大きな課題も明らかになりました。

海外での視覚障害者の芸術等へのアクセスへの取組については、イタリア、スペインの視覚障害者のための美術館を紹介しました。ここで共通しているのは、触ると言うことに制限の多い一般の美術館での作品に対して、触ることを前提に作品が作られ、展示されていることでした。こうした美術館は視覚障害者のために創設されたものではありませんが、実際には視覚障害のない児童・生徒や一般の人たちにとっても視覚だけでなく触覚を使った鑑賞をすることにより、芸術鑑賞の世界を広げることに有用であることを知ることができました。このことは、本研究での取組も、視覚障害者だけでなく視覚活用できる人にも有用であり、また視覚障害のある人と共有する世界を広げることに活用できる可能性が大きいことを示唆しています。

今後は、この研究の成果の普及を推進すると共に、視覚障害者だけでなく視覚活用できる人への有用性についても検証し、客観的なエビデンスを積み上げていく努力をしていきたいと思います。

本研究を進めるにあたって、さまざまな立場の方々に多大のご協力とご支援をいただきました。絵画の3次元翻案に際しては、イタリアのカヴァッツァ盲人施設(Istituto F. Cavazza) マリオ・バルブート(Mario Barbuto) 理事長、アンテロス美術館キュレーター(Anteros Museo) ロレッタ・セッキ(Loretta Secchi) さん、イタリアにおける触る絵の開発や鑑賞については、パオロ・グアラランディ(Paolo Gualandi) 氏、マルコ・マルケッジーニ(Marco

Marchesini 氏, ダニエラ・アンジェリ (Daniela Angeli) さん, ジャンパオロ・ロッカ (Giampaolo Rocca) 氏, イタリアの視覚障害教育については, ボローニャ視覚障害教育支援センター (Centro di Consulenza Tiflodidattica) のニコレッタ・グラッシ (Nicoletta Grassi) さんの協力を得ました。オメロ美術館では, ロベルト・ファローニ (Roberto Farroni) 氏, スペインの触る美術館では, マリア・エストレリャ・セラ・エステバン (Maria Estrella Cela Esteban) さん, マロレス・マチュカ・トレス (Marores Machuca Torres) さんのご尽力をいただきました。

日本での触る作品の開発については, 今井紫緒さんの協力を得ました。また, 触る絵の鑑賞や触覚の活用については, 小原二三夫, 高橋玲子, 長尾栄一, 長岡英司, 福井哲也, 南谷和範の各氏から貴重な示唆をいただきました。

本研究の遂行にあたっては, 基礎段階で協力を惜しまなかった土肥秀行氏の多大な貢献を忘れることはできません。イタリア在住の藤原紀子さんには, 事前調査や通訳の面でイタリアでの調査活動全般にわたって多大のご尽力をいただきました。この度の研究にご協力いただいた皆様に深く感謝申し上げます。

研究代表者 大内 進

平成19年度科学研究費補助金による研究成果報告書

「視覚障害教育のための3次元CADを活用した2次元画像の立体的翻案に関する研究」

平成20年3月 発行

発行 独立行政法人国立特別支援教育総合研究所

〒239-8585

神奈川県横須賀市野比5丁目1番1号

電話 046-848-4124 (代表)

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

資料編

資料 1

視覚障害教育における触図の精度について

— 第 44 回特殊教育学会自主シンポジウム講演記録 —

資料 2

真空成型法による立体教材作製の手引

資料 3

半立体絵画作品目録

資料 1

視覚障害教育における触図の精度について
— 第 44 回特殊教育学会自主シンポジウム講演記録 —

第44回日本特殊教育学会自主シンポジウム4

講演記録

視覚障害教育における触図の精度について

企画者：大内 進（独立行政法人特殊教育総合研究所）

司会者：大内 進（独立行政法人特殊教育総合研究所）

話題提供者：福井哲也（社会福祉法人日本ライトハウス）

南谷和範（NHK放送技術研究所）

指定討論者：長岡英司（筑波技術大学）

第44回日本特殊教育学会

平成18年9月16日（土）17:00～19:00

群馬大学社会情報学部棟106

記録集刊行にあたって

近年、一般の教科書や参考書類はますますグラフィック重視の傾向にあり、文字情報以外に図や写真などの画像が多用されるようになってきています。中には不要なものもありますが、内容の理解のために不可欠であったり、あった方が望ましいと思われたりする画像も多くあります。触覚活用教材作成においてはこうした図をどのように扱い、どのように表現するかが大きな検討課題になっています。

教材は、視覚活用のものであろうと触覚活用のものであろうと、学習する子どもたちが興味を持ち、わくわくした気持ちで利用できるものでありたいものです。こうした点を鑑みると、残念ながら触図教材には直感的に理解できるものが少なく、多くの視覚障害児童生徒は大変な努力を払って触図を読み取っているのが実情だといわざるを得ません。

私たちは、全盲児童生徒への教科学習指導の観点から、そうした状況を少しでも改善し、わかりやすく適切な情報提供ができる触覚教材の在り方を探求し、強いては視覚障害教育に携わる方の専門性の向上に資することを目的として種々の研究活動を行ってきました。

こうした取組を踏まえて、少しでも分かりやすい触図についての理解を深めるとともに、立ちほだかる課題を共有しそれらを克服していくために、平成18年度の「第44回日本特殊教育学会」において、「視覚障害教育における触図の精度について」というテーマで自主シンポジウムを開催させていただきました。

シンポジストには触図活用の面ではスーパーユーザーであり、且つ触図作成、開発、指導等に関わっておられる立場にある当事者の方にご出席いただき、講演していただきました。触図作成のポイントや課題等について、具体例に基づいて大変貴重な示唆やご意見をいただくことができたと思っています。この貴重な情報をシンポジウムの参加者だけでなく関係者で共有することにより、今後の視覚障害教育の一助とすることができたらと考え、記録集としてとりまとめることにしました。よりわかりやすい触図を提供していくために、この記録集が何らかの形で利用していただくことができれば幸いです。

最後に、このシンポジウム開催にあたって、ご多忙な中お越しいただいて話題提供して下さった福井哲也氏、南谷和範氏、指定討論の任をお引き受け下さった長岡英司氏、記録の取りまとめに関して会場でのビデオ撮影、テープ起こし等の労を担っていただいた増岡直子、佐藤知洋、宮崎善郎の諸氏に厚くお礼申し上げます。

平成19年8月

国立特別支援教育総合研究所
大内 進

も く じ

記録集刊行にあたって	1
話題提供 1	3
話題提供 2	11
話題提供 3	24
指定討論	30
質疑応答・情報交換等	33
まとめ	36
補足資料 1：大会予稿集原稿	37
補足資料 2：特殊教育学研究報告原稿	38

触図の活用－利用者の立場から

南谷和範（東京大学先端科学技術センター 協力研究員）

東京大学先端科学技術研究センターにて協力研究員をしております南谷と申します。本日は一利用者としての立場から触図について若干お話しさせていただきます。私は小・中・高と盲学校で教育を受けて参りまして、その立場から今回のシンポジウムの趣旨である教育に関する話もできればと考えています。

私がこれから話す内容は、一利用者の立場から触図の作成・利用に際して注意していただきたい点についてと、視覚障害者が触図を利用することの意義についての2点です。なお、我々4人の間で触図について見解が完全に一致しているとは限らないことを予めお断りしておきます。我々の間での見解の不一致も、最後にふれるように、触図作成技法の未確立という現状の反映と受け止めていただければ幸いです。

話に先立って、一応予めこれから私が使う言葉の整理をしておくことにします。視覚障害者が触図として利用する図版を触図と呼びます。点図やサーモフォーム、立体コピー等を含む広い概念として用います。とりわけ点図について話すときは、点図というようにすることにします。また一般の墨字教材等の図版を触図にする場合等、元となる墨字図版のことを原図と呼ぶこととします。

1. 触図による情報取得効率の限界

さて、まず利用者の立場としては、「触図等触覚提示では情報取得の効率にかなりシビアな限界がある。」という事実を認識していただきたいと思います。両手人差し指の指先という「2点」で2次元的な面情報を把握するにはどうしても時間が必要となります。そのため、文字化、文章化された情報よりも情報取得の効率は下がらざるを得ないのです。よって、教科書や学習参考書等の墨字原本で多用されている図版をそっくりそのまま触図化する必要はないのです。図を省略し、文章による解説を付すことを妥協と考える必要はなく、むしろ図版の意図する情報を的確に文章化することに力が注がれるべきであります。よってまずどのような局面で触図を利用するか検討する必要があります。

おおまかに言えば、

- (1) 図を用いた方が理解がはかどる場合
- (2) 図でしか情報を的確に表現できない場合

ということになりますが、具体的には地図やグラフが好例です。

墨字教材ではしばしば写真が要所所で効果的に用いられますが、現状、写真を触図で的確に表現する手だてはありません。また、地図やグラフであっても、単純な円グラフや帯グラフ、簡単な案内図等は図を省略し、説明文で置き換えた方が望ましい場合もあります。一方、折れ線グラフや地形図等図でしか表現できない情報を表現することが目的の図は、できる限り触図にしなくてはなりません。この際に重要なのは、原本の図に含まれている装飾を取り去ることです。また、主となる情報以外の付加的な情報も簡略化のために削除することを検討しなくてはなりません。

これらの作業において、最初にはっきりさせなくてはならないのは、原図の作者の意図です。つまり、作者はこの図で何を伝えようとしていたのか、あらかじめしっかり理解した上で、触図の作成を行わなくてはならないということです。実際上は、原図から装飾や付加情報を削除していく改変作業の側面が重要ですが、スタンスとしては、原図の作者が伝えようとしていた情報を最も的確に表現できる触図を一から作成する作業ととらえられるべきです。当然のことですが、原図のレイアウトや表現にとらわれる必要はありません。原図と見た目が大きく異なる仕上がりでも問題視する必要はありません。

例えば、試験問題で、図が用いられている場合、触図作成者はその問題の解答を理解した上で、この問題を解くにあたってその図が果たす役割を考察し、同じ役割を果たし得るものとして触図を作成する必要があります。試験問題に写真やイラストが用いられている場合には、それらの図版を説明文で置き換えることは言うまでもありません。ここで試験問題における触図の利用に取り立てて言及したのは、解答時間に制約があるためです。つまり、試験問題の点訳は、触図の読み取りにはとりわけ時間が必要であることを強く意識しなくてはならない好例です。繰り返しになりますが、原図を描き写す発想で触図を作成することは避けなくてはなりません。

ここまで、私は触図の活用に消極的ともとれるような話をしてきましたが、必ずしもそうではありません。重要なことは、原図の伝えようとしている情報を理解し、その情報が図によって効率的に伝えられるものであれば、図を活用するという柔軟な判断なのです。また、後で述べるように教育の場では折りを見て触図読み取り能力を育成する配慮が重要となります。触図は決して万能な効率的情報取得手段とはなり得ません。しかし、触図でしか得られない情報がたくさんあります。例えば、すでに触れた地図がこの典型です。

しかし、地図は触図の中でも触察が最も難しい部類に入ります。特に地形図は図としてのレイアウトや構成を予め推測することが困難です。そのため、触察能力のみで理解しなくてはならず、利用者の側に完成された触察能力と、自分の能力に対する自信が必要となってきます。

2. 基礎的な触察能力の育成に際しての触図利用の留意点

無論、高度な触察能力は一朝一夕に身に付くものではなく、基礎的な触察能力の育成から始めて段階的に獲得されるものです。ここで基礎的な触察能力の育成に際しての触図利用の留意点について少し立ち入って考えてみたいと思います。

基礎的な触察能力の育成に際しては、ひととき質の高い触図を用いることが必要となります。特に以下の点に留意する必要があります。

(1) 早期の系統的触察能力訓練の必要

小学校1年の算数の点字教科書では第1巻全体が触図の読み取り訓練に割り当てられています。今後、統合教育の進展に際して、このような触察能力訓練を系統的に行う機会がおざなりにされないよう配慮が必要です。関連してここでもやはり一般の教科書をそのまま点訳することのみでは、学習環境として不十分であることを確認しておきたいと思います。最近の教科書は、図、絵、写真を多用する方向にあります。

視覚障害児が触察の基礎的訓練を行う時期にあたる小学校低学年では、とりわけ教科書に視覚的教材を多用する傾向が顕著です。こうした教科書にどのようにして対応するか、並行してどのように基礎的触察能力を身に付けさせるかは真剣に取り組まなければならない課題と考えられます。

どのような教育プロセスを想定するにしても、予め触察能力が身に付いていなければ、触図教材は利用できません。早期、小学校低学年での系統的触察能力訓練が必要です。

(2) 両手を同時に用いて触察する能力と習慣を育成する

触図は人差し指を中心に用いて触察するものですが、両人差し指を同時に用いることで図上の点間の相対的位置関係を認識することができます。片手では図上の一点をとらえることしかできず、図に描かれた対象の位置関係は理解できません。両手を用いた触察は最初に身に付けなくてはならない能力と位置付けられます。なお、触察では人差し指に加えて中指も補助的な役割を果たしています。ある程度の実践的訓練を繰り返せば、両手人差し指と両手中指を同時に用いて触察することで、効率的に2次元的な把握ができるようになります。

若干蛇足となりますが、ここで図のサイズについてふれておきます。現在、点図を中心に触図ではB5サイズが標準的に用いられています。しかし、B5サイズの面積では表現できる情報量に限界があります。11インチ×10インチ用紙、いわゆるA4サイズの触図はもっと積極的に作成されるべきだと思います。ただし、両腕の稼動域に配慮し、あまり巨大な触図の利用は避けなくてはなりません。A4サイズ見開きくらいを限界とすべきでしょう。

(3) 質の高い触図の利用

触察の基礎能力の育成に際しては、特に質の高い触図を用いるようにしてほしいと思います。特に今回強調したいのは、パソコンと点字プリンタを用いた作図の場合です。パソコンと点字プリンタを用いた作図が可能となり、点図の作成の敷居は飛躍的に下がりました。同時に、点図の製作効率も飛躍的に向上しました。点図の新たな活用の可能性が開けたと言えます。その一方で点図作成ソフトや点字プリンタの機能的制約から必ずしも最良と言えない仕上がりの図もしばしば見受けられます。具体的には、

(1)直線のたわみ

(2)斜線のジャギー

(3)点間の乱れ

(4)同じ線種で印字しているはずなのに、印字方向で点間ピッチが異なる

等の現象が散見され、これらは触図を厳密に読み取る訓練に際しては深刻な問題と考えられます。



図1-1 「たわんだ線」

ここで、本日持参したサンプルをもとにパソコン作図にありがちな失敗の実例を簡単に説明したいと思います。先程、A4 サイズ、11 インチ×10 インチ用紙がメインだとお話しましたが、本日使用しているのも A4 サイズ、11 インチ×10 インチです。この中には図が3種類ありますが、3種類の図は裏点という方法でつくったものです。まず、一番上に横長に広がっているのが、たわんだ線の例、図1です。この横長の図1-1は4本線があって、1、2、3、4と番号を付けてあります。このうち、1～3はたわんだ線で、4は直線です。おそらく、1、2はたわんでいるのが解ると思いますが、3は若干たわんでいます。できれば、直線という場合、4のようなしっかりとした直線をつくってほしいものです。1と2のようなたわみは論外ということをはっきり理解してほしいのです。触察能力の問題にもなりますが、視覚障害者の側で1と2がたわんでいることがはっきり触って解るくらいの能力を身に付けておく必要があります。3の線は、その線のみを示されたときにはたわんでいるかどうか、私自身もはっきり言明できません。だが、他の線、例えば4の線と比較することによって3がたわんでいることが解ります。繰り返しになりますが、1と2のようなたわんだ線が触って理解できることは視覚障害者の触察能力として必須であります。

次に、図2を紹介します。

図2では、斜線の印字の問題を図でつくってみました。この図1-2は単純な直角三角形ですが、斜線だけ少し点間が荒くなっています。この斜線だけ点間が荒くなるという現象はソフトウェアによって時々発生するので、斜線まじりの点図を作成した際には、必ず作成した斜線をチェックして点間がおかしくなっていないか、ということを確認していただきたいと思います。

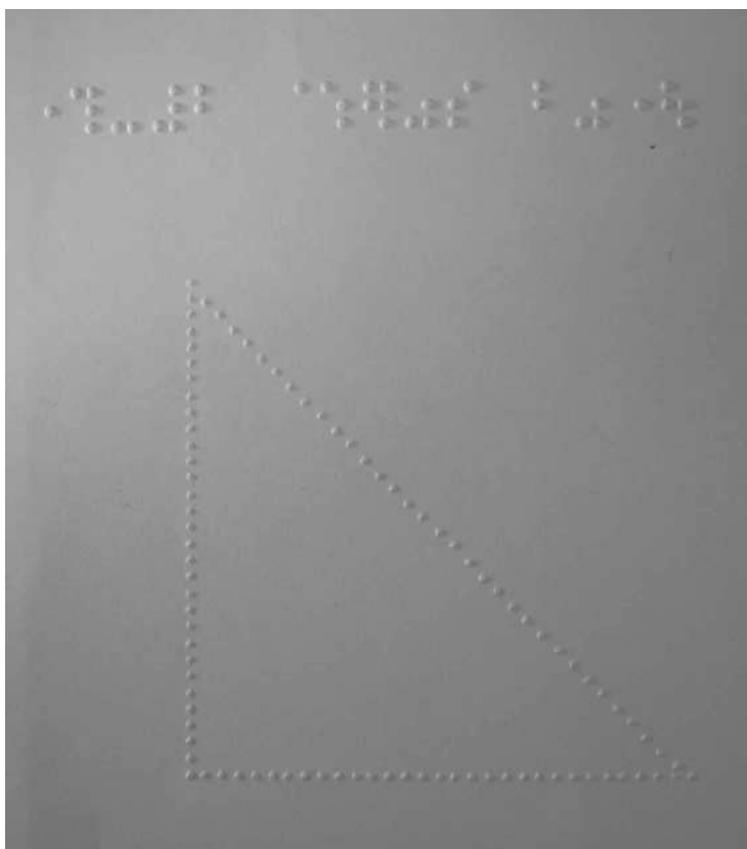


図1-2 点字プリンタで出力した「直角三角形」

最後に図1-3の「仲間はずれはどれ」という図について考えてみたいと思います。

小学校1年生の算数で触察訓練をしています。ここに示したのはそのようなときによく取り上げられる問題です。図3の1, 2, 3の線のうちどれが仲間はずれかということを答える問題です。この作者の意図としては、3が曲線で、1と2は直線です。ここでは3が曲線であることを理解して3という答えを期待すべき問題です。ところが、この事例では、実は2の斜めになっている直線の点間が荒くなっています。このような出題をしてしまった場合、1と3は点が細かいが、2だけ荒いということで、2が仲間はずれと答えてしまっても答えとしては適切であるため、答えが2パターンできてしまうような問題になってしまいます。こういったことから点間の乱れには注意していただきたいという例です。一応、サンプルを用いた説明はここまでといたします。

読み取り訓練の段階では、あくまで点字出版所が製作している点字教科書の点図のクオリティが準拠されるべき基準とされなくてはなりません。そのレベルをスタンダードとして点訳をしていただきたいと考えます。

パソコンソフトで触察学習用の教材を作成し、ここに示したような問題が出現した場合には、手間はかかりますが、パソコンでの作成は断念すべきでしょう。むしろ、ルレット等による手作業の作図に柔軟に切り換えることが望まれます。また、以前にパソコンでうまく作図できた図版と似た図版を再度作成する場合があります。このような場合、図版の一部の使いまわしが行われますが、以前と同じできばえを安易に仮定することは控えてはなりません。パソコンと点字プリンタでの作図では、図案をページ上で少し移動させただけでもきばえに大きな違いが現れることがあります。

なお、パソコンソフトによっては多様な点種、線種を利用できるものもあります。とは言うものの、すべての点種、線種を使う必要は全くありません。むしろ、それぞれ区別しやすいもの数種類に絞って利用する必要があると言えるでしょう。また、用紙裏側に打ち出す点、いわゆる裏点は厳密な触察は困難ですが、おおまかな基準線の印字や面表現には大きな威力を発揮するため、一層の活用が期待されます。

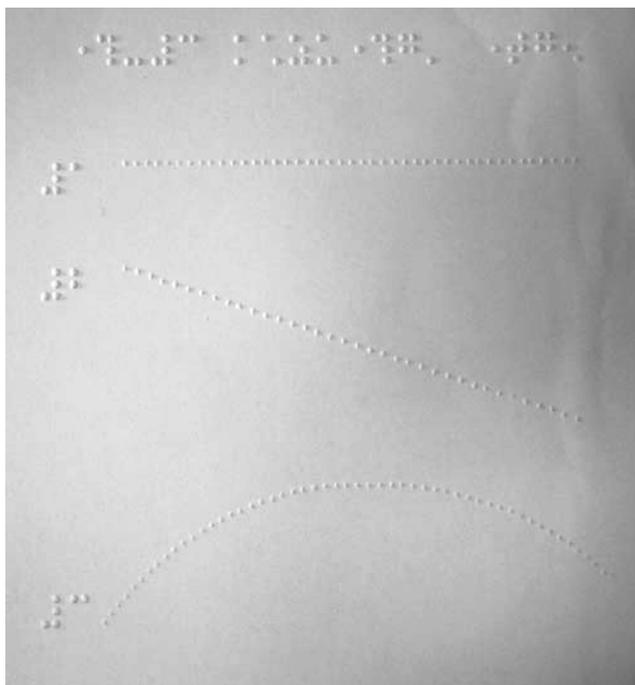


図1-3 「なかまはずれはどれ」

3. 生徒への問いかけ

作成した触図の解りやすさに自信が持てない場合、しばしば生徒に解りやすいかどうかを問う質問が行われます。こうした質問はあまり意味がないと考えておいた方が無難です。生徒には基本的な触図の認知能力が身に付いていない以上、どんな図が解りやすくどんな図が解りにくいかを判断する基準も確立していないからです。生徒の解答はさほど信頼できるものではなく、質問に真剣に答えようとすることは生徒にはかなりの心労ともなってしまうます。

4. イメージ操作能力獲得に果たす触図の役割

ここまで私は触図の用い方について、かなり慎重な態度を示してきたかもしれません。しかし、視覚障害者の能力、とりわけ思考力の育成という観点で、実は触図が大きな役割を果たし得ることも指摘しておきたいと思います。つまり、触図には単に触察能力の育成や情報取得の手段を超えた重要性があるのです。それは、いわばイメージを操作する能力とでもいうものです。もう少し具体的に二つに分類して説明することにします。

第1は、3次元の立体を2次元の図形に頭の中で変換し情報として扱う能力です。これは触図の基本的な役割ともいえるものですが、触図がなくても立体から頭の中で図形を構成する能力や逆に平面的な表現からモデルとなっている立体を類推する能力ということになります。この能力の育成にはサーモフォームや真空成型器で作成した半立体の教材も有効です。

第2に、触図を使いこなすことを通じて、自分自身で2次元的な表現を行う素養の端緒をつかむことができる能力です。2次元的なイメージを思い描き、それを実際に図に描き出す。こうした能力が、数学、技術・家庭科、美術といった教科における能力の開発に大きく寄与することは言うまでもありません。むしろ、ここで駅の構内のレイアウトや街路の位置関係の把握というような視覚障害者の生活全般にかかわるより基礎的な能力の獲得にもおおいに寄与する所があるということを強調したいと思います。

ここで、自作の2次元的な表現についてご紹介します。私は、切り絵が趣味で、クリスマスツリーをつくってきたので後程お返しします。これは、自分でパソコンソフトと点字プリンタを使って図1-4のように型紙をつくり、はさみで切ったものです。切るのはなかなか時間がかかるため、一つしか切り出していないませんが、型紙はいくつか用意してきました。ちなみに視力0の私がどのようにこの原図を描いたかという、大学入試センターの藤芳衛先生が開発した「Bプロット」という視覚障害者が点図を描くためのソフトウェアを用いました。「Bプロット」のお陰で作図ができるため、私には大切なソフトウェアとなっています。別にこれができたからどうということはありませんが、趣味が広がっています。

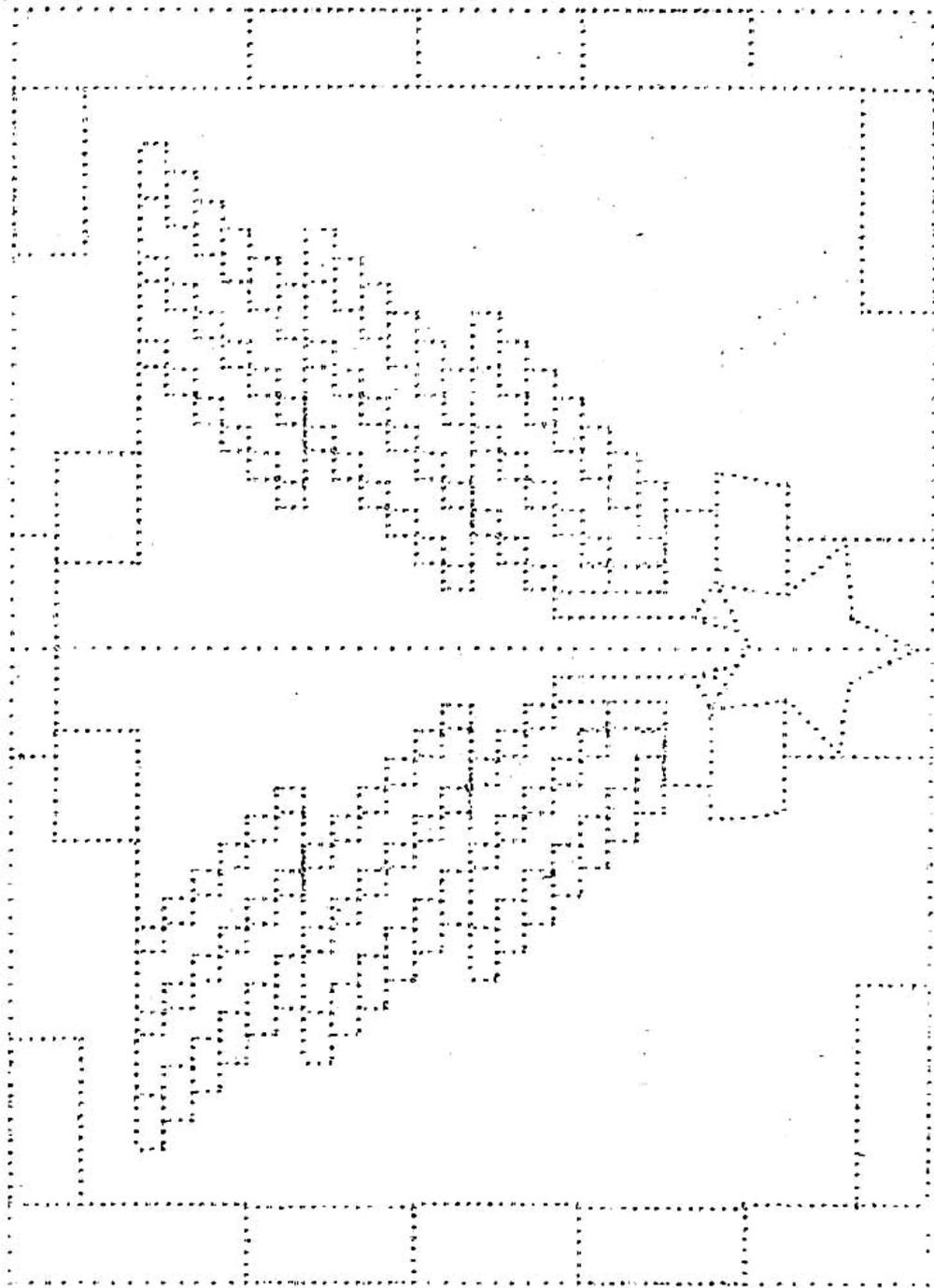


図1-4 Bプロットで作成した「クリスマスツリー」組み立て用図版

5. 関連する論点

最後に、触図に関連して、これから意識的に取り組まなくてはならないと思われる若干包括的な論点を指摘しておきたいと思います。つまり、触図作成の技法が利用者と作成者の間で個別に吟味され、個人的な関係を軸に口伝で蓄積されてきたという事実です。そのため触図作成のノウハウは断片的な経験上の知恵として伝えられてきました。先程、昭和 59 年に出版された地図記号の話がでましたが、このマニュアルがあることと、最近、滋賀盲学校の長尾先生がパソコン点訳の本を出されて、その中に若干まとまったノウハウの記述があるくらいで、触図作成に関しては、ほとんどノウハウの体系化が行われていないのが現状だといえます。今後、触図作成のノウハウを収集し触図作成の技法を体系的に明文化することが必要だと思えます。また、複数の利用者の間での触図の効率的な再利用を実現する必要もあります。そのためには、触図の描き方や記号の使い方等の統一・標準化が行われる必要があるとも感じています。

とりわけ公共施設の案内図等の触図化を考える場合、図の描き方や記号の使い方の統一は極めて重要な課題と思えます。こうした明文化・標準化の作業にあたっては、視覚障害当事者が一層積極的に参加し、意見を述べることを望まれます。

幸い、近年パソコンを用いて視覚障害者が自分で点図を作成したり、一般のグラフィックデータを点図として印刷できたりする環境が整ってきました。これらを駆使して視覚障害者自身が、一般に流通している図や点図の特徴を理解し、望ましい点図についての考えを深めていく必要があります。これは私自身の課題でもあるといえます。

以上、利用者の立場から話してきましたが、全体的に散漫な内容になってしまったことをお詫びします。また、できるだけ根拠や理屈を共有できるよう印象論は避けてきたつもりですが、個人的な印象のみで論じてしまった所があるかもしれません。

最後にここまでの私の話を簡単にまとめておきます。

まず、触察には情報取得の効率にかなりシビアな限界があるという事実を念頭に置いておいてほしいものです。ここで本当に触図を利用する必要があるのかどうかはその都度検討すべき問題であります。

触図作成に際しては、原図をそのまま触図にするという発想は棚上げにします。その上で、原図が伝えようとしている情報は何かという作者の意図を理解し、同じ情報を伝達するものとして触図を1から作成しなくてはなりません。色々な限定や限界はありますが、地図のように図でしか表現できない情報もたくさんあります。原図をそのまま触図にするのではなく、かと言って図を完全に廃絶するのではなく、適材適所で原図の意図を反映した触図を利用するのが生産的だと言えるでしょう。よって、結局のところ視覚障害者にとって触図認知能力は必要不可欠です。教育という観点からは必ず育成する必要があります。

さらに、2次元的な情報の理解・整理・操作能力は、触察にとどまらない思考全般にかかわる重大な能力です。このような総合的な能力育成という観点からも、視覚障害者自身が作図を行う機会が重要であることを確認して私の話題提供を終えたいと思います。

触図の作成と活用一点字出版の立場から

福井哲也（日本ライトハウス）

私は、強度弱視の状態から視力が低下し、点字を使用せざるを得なくなりました。思い起こしてみると、点字を使い始めたほぼ同時期から、触図には少しずつ触れてきました。今ほど触図が豊富ではなかったのですが、発泡インクでつくられた地図帳を初期の頃から触ってきました。発泡インクの地図は見ていて楽しかった。発泡インクは爪でひっかくととれるため、太平洋からハワイをなくしたりする等、触図にいたずらをしたこともありました。

サーモフォームはちょうど出始めの頃で、サーモで地図がつくられていたりもしましたが、それ以外の図として印象的だったのは、日本点字図書館用具部で販売していた月ロケット説明図です。ちょうど1969年にアメリカのアポロ11号が初めて月に人間を送り、話題となった時でした。アポロ11号はどういう形をしているのか、地球から飛び出すときはどういう形で、そのうちのある部分が月を回り、そこからまた月面に降り、月着陸船の一部である発射台は月面に残り、一部が戻ってくる、そういう図が描かれていてとても楽しかったことを記憶しています。

1. 視覚障害者にとって、私にとって触図とは

現在私は出版の仕事ということで、図の編集・校正に携わっていますが、視覚障害者にとって、いや私にとって、触図ってなんだろうかと考えると、「触図は悪魔」のようなものだと思います。なぜかという、図をぱっと見て一瞬にして全体像を把握することはあり得ないのです。おもしろそうでも、何が描いてあるか全体をつかまえるまで結構時間をかけて、すみからすみまで触らなければなりません。しかも、途中でやめられない。自分で納得できるまでやめられない。そういった意味で、「触図は悪魔」だと思うのです。そういう面の他に触図に関してもう一点挙げるとすると、触図にはとても興味をそそられるけれども世の中にある図の中には、残念ながら解りにくいと思うものも結構あるということです。

2. 解りにくい図の5つの要因

では、図が解りにくいことはどんな要因によるのでしょうか。かなり色々な要因があると思いますが5点ほど挙げてみたいと思います。1つ目は、触図の表現方法そのものの問題。どういう線や点を使うか、どういう大きさにするか、という触図自体の表現方法の問題で解りにくい場合があります。2番目として、説明文や凡例の書き方が悪いために解りにくい場合があるということ。3番目としては、作図方法の道具の制約です。後で詳しく述べますが、例えば、点字プリンタを使うのか、立体コピーなのか、こうした道具の制約によって生じる図の解りにくさという問題も結構大きいのです。4番目は、描こうとする対象や内容の問題。どう頑張っても触図化は困難なものも実際にはあります。そして5番目に、読み手の知識や能力の問題。これも非常に大きい問題です。こういった触図の解りにくさの要因はいつもいくつか複合しているように思います。解りにくさのどこに問題が潜んでいるのか、何を変えれば解りやすくなるのか解るのは結構大変なことです。さらに重要なことは、触図を見ている本人が「こ

の図は解りにくいんだ。」と自覚することが意外に少ないと言えます。本当は図が悪いのに自分の知識が不足していると思ったり、そもそも解りにくさを感じずに何となくこんなもんだと思ったりすることがあります。

3. 視覚障害児に触図の感想を聞くことはあまり意味がない……

南谷さんの報告の中で、子どもに「この図、解りやすい？」と聞いてもあまり答えは期待できないと言っていました。私も全くその通りだと思います。自分が子どもの頃のことを思い出してみても、大人たちから聞かれても「解りにくい」と答えた記憶がありません。子どもにもプライドがあるから「解りにくい」と言いたくない。もう一つは、もし、「解りにくい」と答えたら、大人からさらにこの図の説明を受けることになり、図から離れさせてもらえなくなる。「解る」と答えることがこの解りにくい図から逃れるキーワードになるのです。だから楽しくない図を与えられたときは、たいがい「解る」と答えていたのではないかと、自分の昔の行動を思い出してみてもそんなことを考えます。ともかく、子どもに「この図解る？」と聞くのははっきり言ってあまり意味がないと思います。本当に子どもが図を見て解っているかというのは、単に図を見ている所だけでなく、本当にその子の教育活動に密着して観察したりしながら、これが理解できたからこっちが積み上がってきたんだな、ということではか本当は解らないのだと思います。とても難しいことだと思います。

さて、これから触図の色々な話をしますが、これから話すことは、私の40年足らずの触読歴と、私の勤務先である日本ライトハウスでたたき込まれた（出版の仕事に入ってからまだ日が浅く5年ほどしか経っていませんが）「ライトハウスの作図法」がどうしてもバックグラウンドにあるということをお断りしておきます。

4. 資料に基づく解りにくい触図の例

一般校に通う子どもたちの教材、このほとんどがボランティアの方々によって作成されています。ボランティアの方々も非常に頑張って製作してくださっており、限られた時間の中で大変な仕事をしてくださっていると思います。しかし、図においては解りにくいと思われるものもあります。この現実を直視しなければならないと思うのです。今日は図のサンプルをお持ちしましたが、これは墨字のもの（図2-1）と点字、点図（図2-2）、立体コピー（図2-3）で1セットになっています。

まず、どんな解りにくい図の要素があるのか、実際に図を作成してみましたので、それをご覧いただきながら進めていきます。

最初の「目の構造」の図（図2-2）をご覧ください。これはボランティアの方々を作成した図そのものではありませんが、往々にしてこういうものがあるという例として挙げています。まず1枚目の立体コピーの解りにくい図。これをなんとか解りやすくするにはどうしたらいいかと思い、もう一つの横書きの立体コピーの図（図2-3）を作成しました。

これらの図を見比べていただくと、この解りにくい図は小さく、線が非常に込み入っているという点に気がきます。しかも引き出し線がたくさん出ています。この引き出し線の先がどこを指しているかは、どんな優秀な触読者でも解らないと思います。触図教材を作成することに手慣れている人にとっては、こんな図が本当につくられているのかと思われるかもしれません。しかし、実際はこういう解りにくい図が結構つくられているという現実があるのです。

それから解りにくい図の方は、図の周りに1, 2, 3, 4, と番号が打ってあります。そして、その注が前のページにあります。しかし、数字で名前を付けることはあまりいい方法ではありません。もし名前を付けるにしても、例えば、虹彩は「こ」、瞳孔は「どー」、水晶体は「すい」というように、頭をとる略語にした方が1回リストを読むと覚えやすいといえます。図と注の間を何回も行き来しなくても図が触れる、そういう工夫が考えられます。

さらに、大きい方の「目」の図を見てください。脈絡膜が右半分の外側から2番目の破線で表されています。これは、図を大きくしても字を添えることや引き出し線で示すことは不可能です。そのために、この脈絡膜だけは線の種類で示して、それを図の左上に注を入れるという別の方法をとって表しています。また、そういう方法さえとれない前房水・後房水については、注の2番の所で、前房水は角膜と虹彩の間、後房水は虹彩と水晶体の間という言葉の説明だけにとどめてしまって図の簡略化をするといった工夫をしている例です。この図を見ていただくと、図法によって非常に解りやすさが変わってくると同時に、言葉をどう使うか、ということが非常に大事だということもご理解いただけると思います。

そしてもう一つ、本の中に図を登場させるとき本文のどこに図を挿入するのか、ということも非常に大事になってきます。晴眼者は、まず図の方を目で一瞬のうちにとらえ、こんなもんなんだと、これから何を説明されようとしているのかを頭の中に（脳に）イメージを展開することができます。しかし、視覚障害者が触読する場合、そういった図の効果は全く期待できません。まず、文章があって、何の話かということが頭にしっかり描けて、図に入るときも図のタイトルがあって、注の説明があって、凡例があって、そこから図に入っていくのです。その流れの中で図の解りやすさ、解りにくさが違ってくるということがあります。

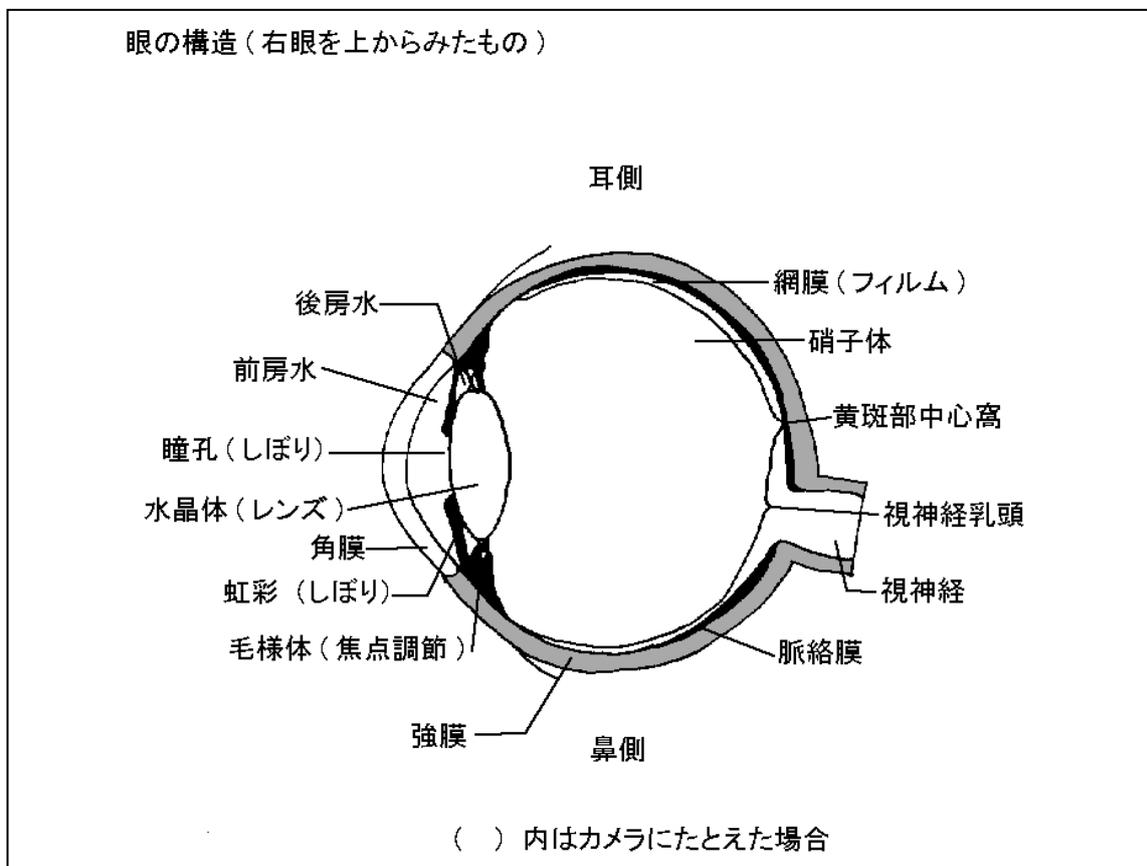
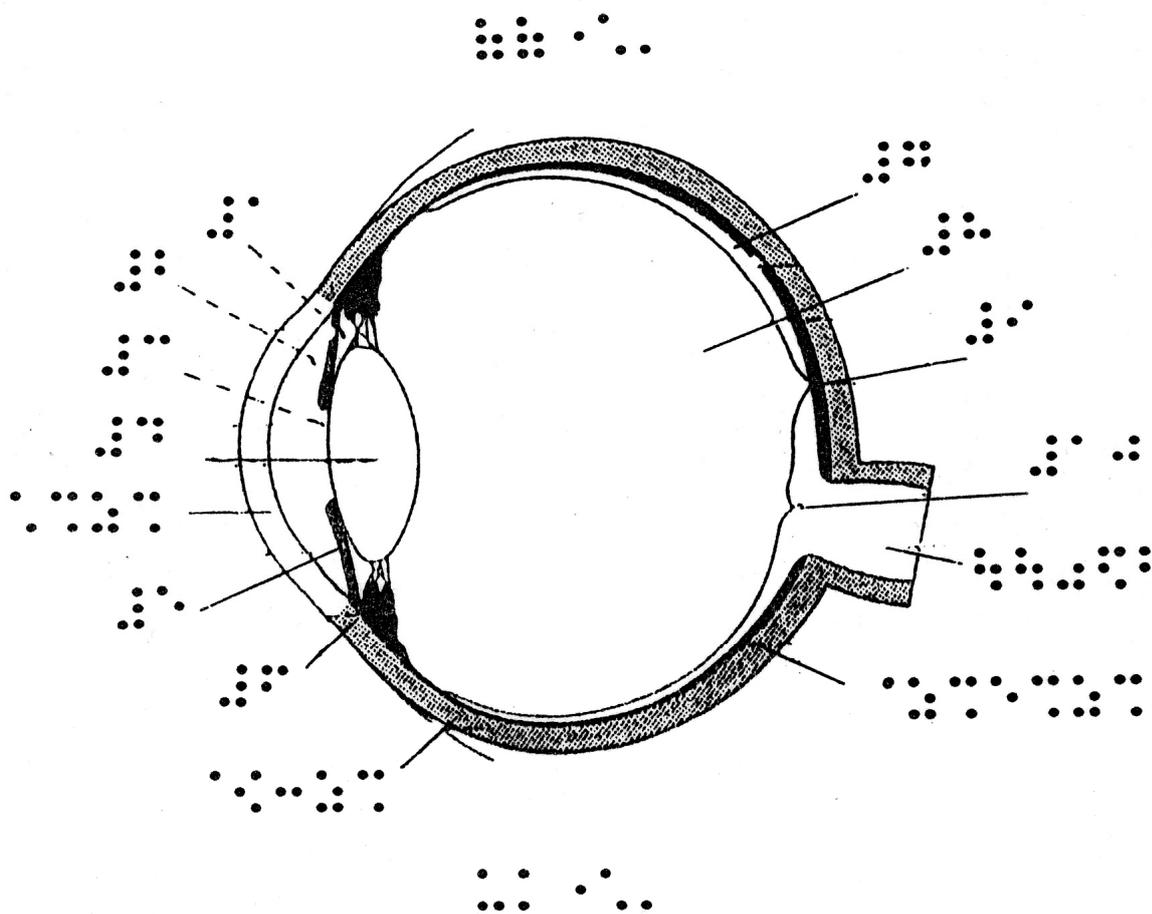


図2-1 眼の構造図（原図）



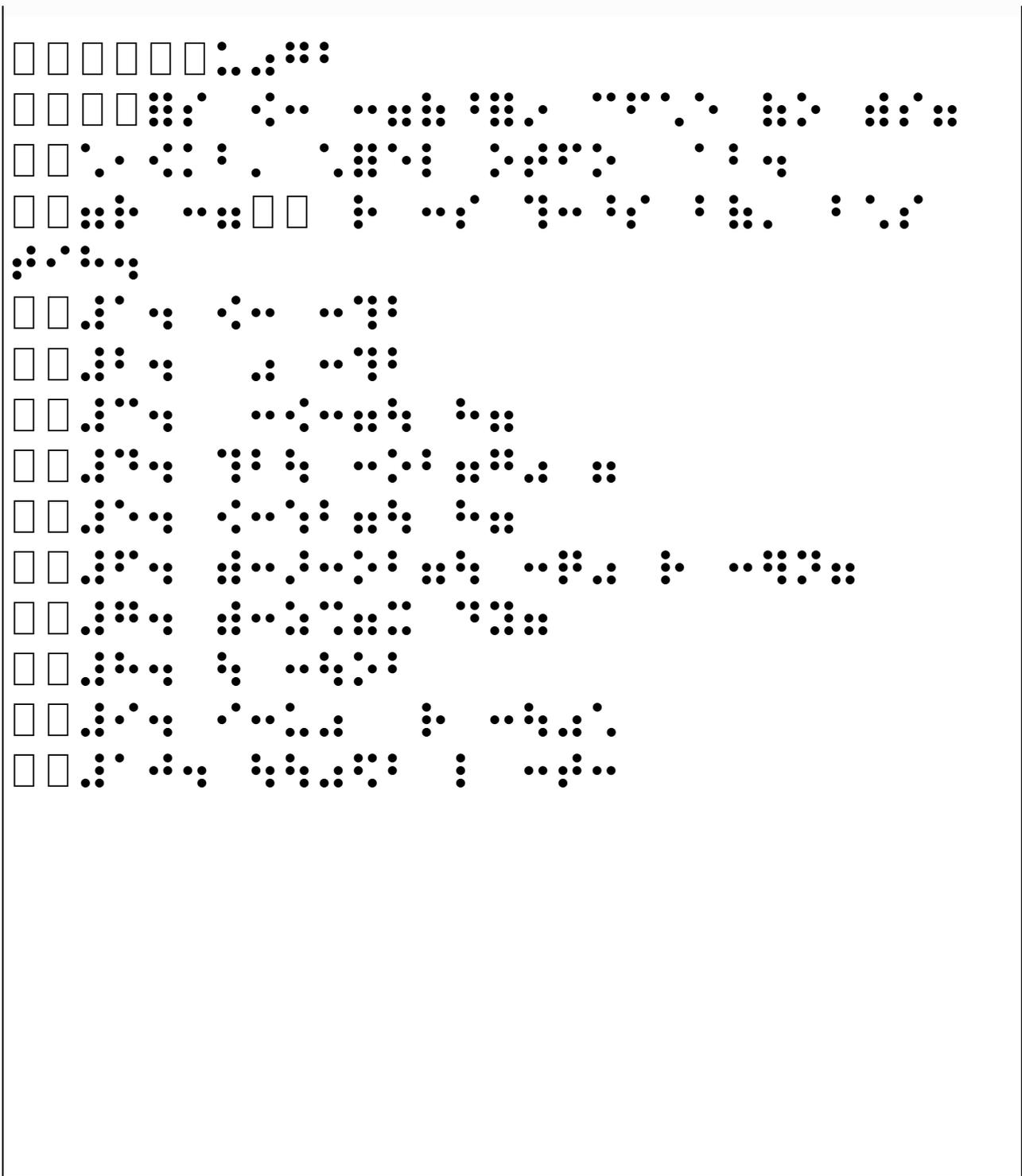
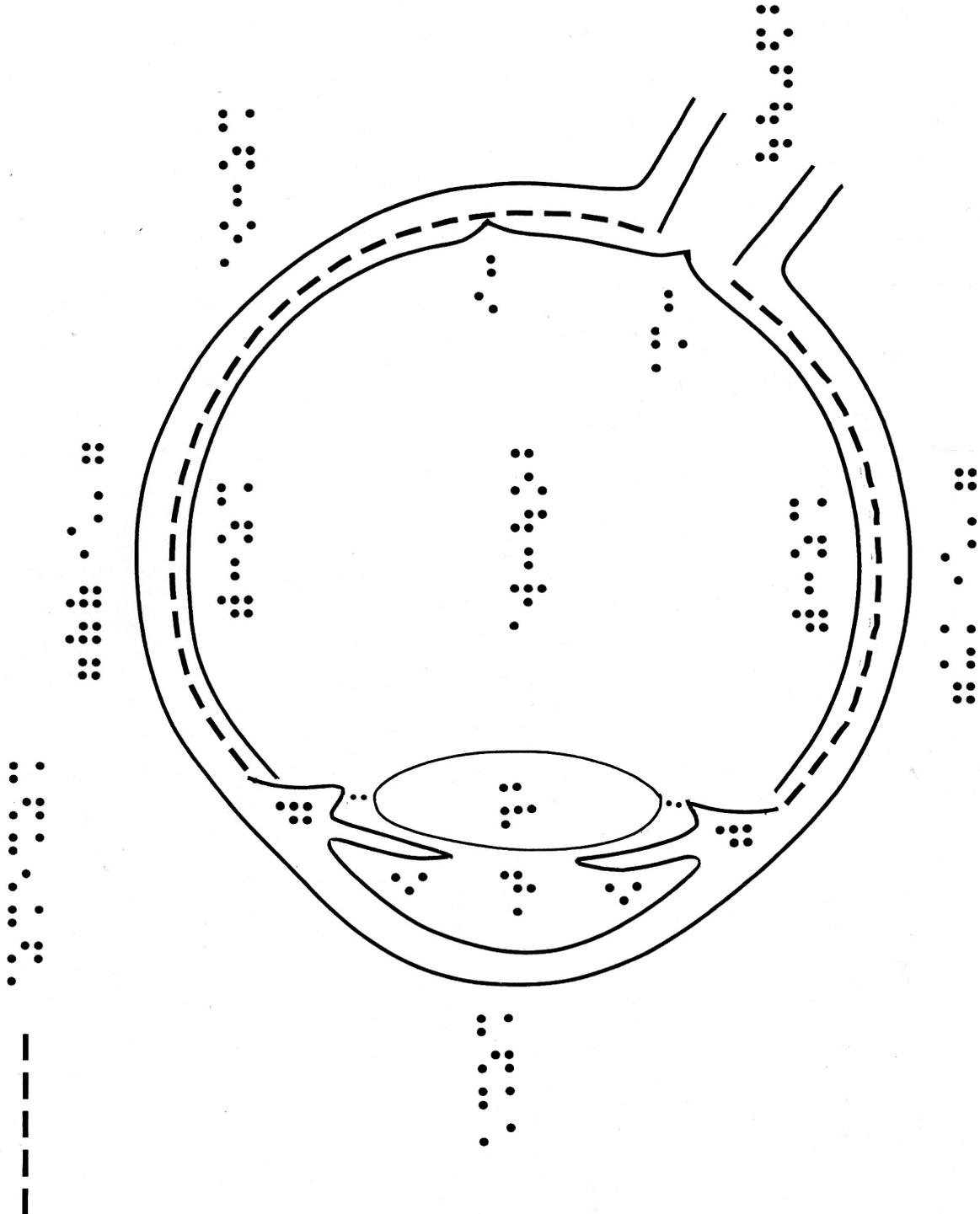


図2-2 解りにくい立体コピーの図

•••••



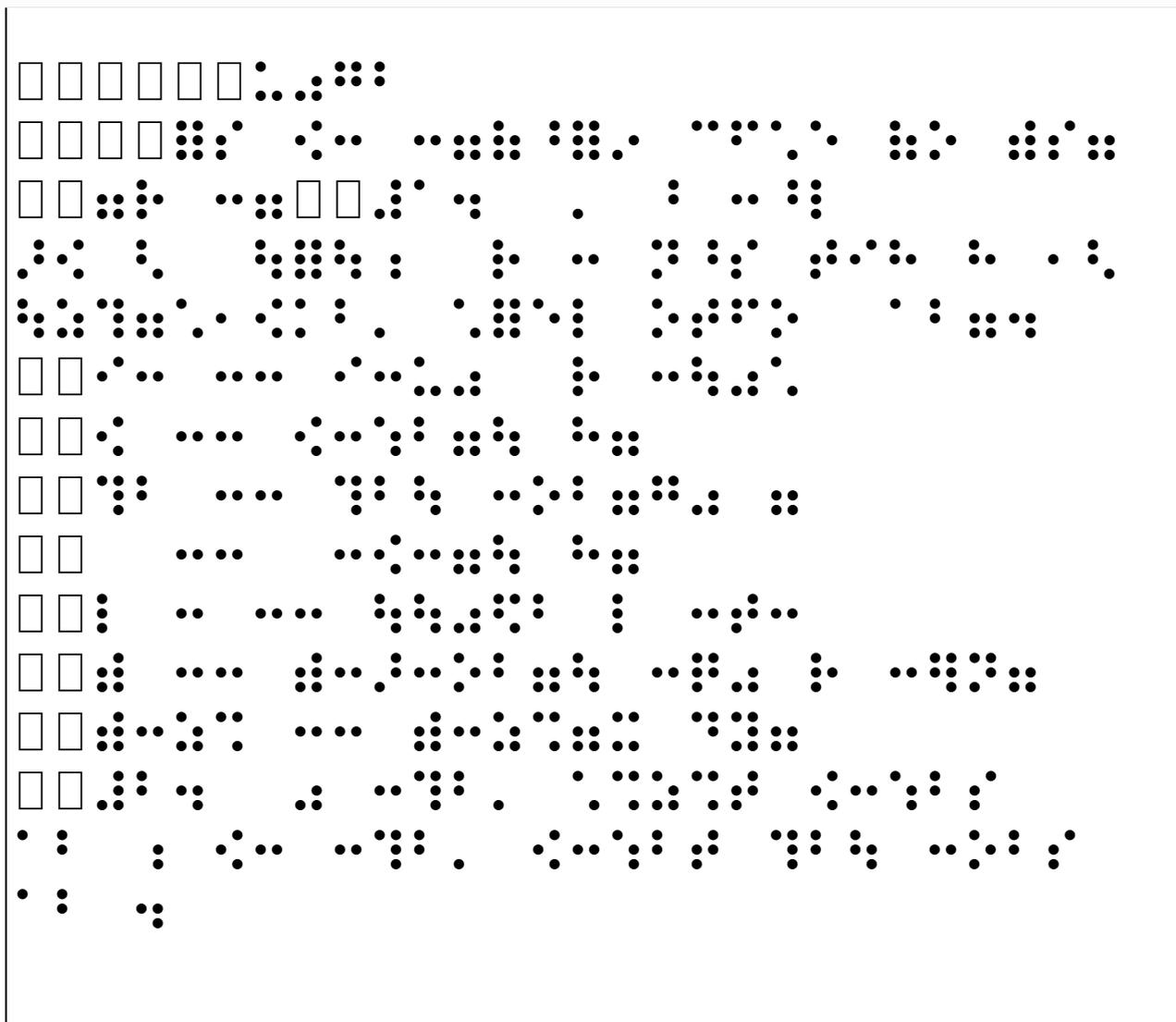


図2-3 読みやすく工夫した立体コピーの図

5. 見取り図の触図化

さて、墨字の図を触図化する色々な難しい例はありますが、一つの典型的な例として、立体的な見取り図をどうするかということがあります。それが次の例です。

「円形コイルと磁力線」の図(図2-5)です。これは、触読の方には墨字の図がお見せできないのが残念ですが、実はループ上の円形コイルがいわば立っている状態で示されています。立っているコイルの周りに磁力線が立体的にグルグル取り巻いているというものです。触読には立体的なもの・見取り図は不向きだとよく言われます。その見取り図の代わりとして、上から見た図と、横から見た図、前から見た図という具合に図を分けて表現する手法がよくとられます。しかし、この図については、上から見た図と前から見た図を描いても、おそらくほとんど理解不能な形をしています。この図は私共が発行している高校の物理の図から抜き刷りしたのですが、こういった墨字の図がまずあって、どういうふうに点図化しようかという場合、形をどうするかという前に、図で伝えたい内容を本文の流れから把握して、そのエッセンス、何が大事なのか、どんな順番で理解してもらった方がいいのかということから考えて触図づくりというのを仕事の中でやっています。墨字の図は2つありますが、1枚目の(a)の鉄粉模様の写真は触図化が無理と判断し、省略しました。そして、(b)の円形の導線と磁力線がどういふふうになっているかという図を2つに分けています。上の図ではまず、コイルがどんな形をしているかというのを表した上で、その中にABという点をとって(これは墨字にはない、ないけれどもABという点を触図では定義して)ABの断面の磁力線だけを取り出して下の図にしているという工夫をした例です。本当は磁力線はいっぱいありますが、まずABの断面がどうなっているかを理解する、つまり、導線の周りを円のように囲んでいる、そして段々その間の所はカーブした線、ちょうどAとBの中間点の所は真っ直ぐに通っているこの形を頭に描いてもらい、しかも、それがなぜそうなるのかも考えた上で、じゃあこれを立体的にふくらませていくとどうなるのかはもう図では描けないので、実はここまでくると授業の中で先生が生徒に言葉やその他の方法で説明を加えてください、という期待をこめてこの図をつくっているのです。果たしてこの期待が期待通りになっているかどうかは、出版現場では直接確かめることができませんが、こういうことをしながら作成しているということを示したものです。

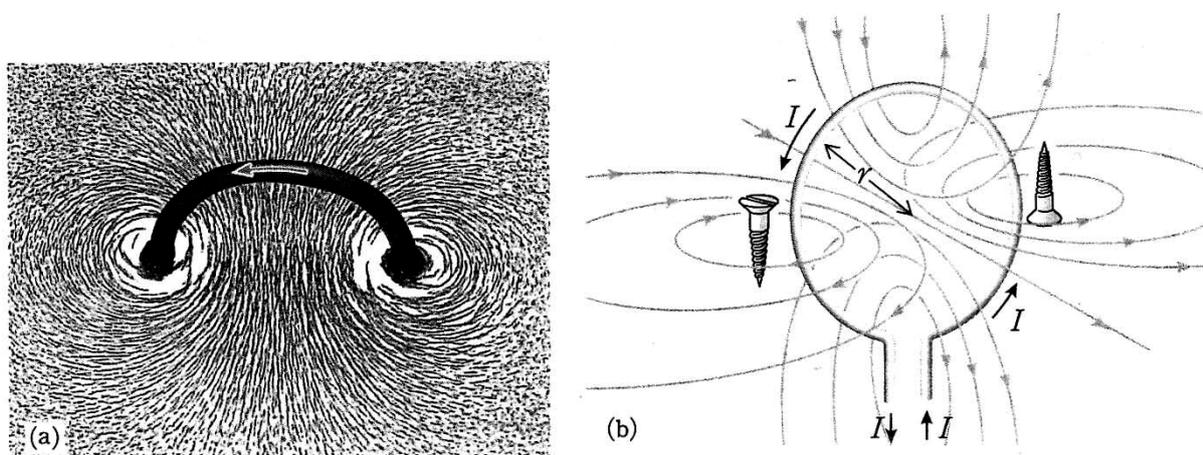


図4 円形電流による鉄粉の模様(a)と磁力線(b)

図2-5 墨字教科書の原図「円形コイルと磁力線」

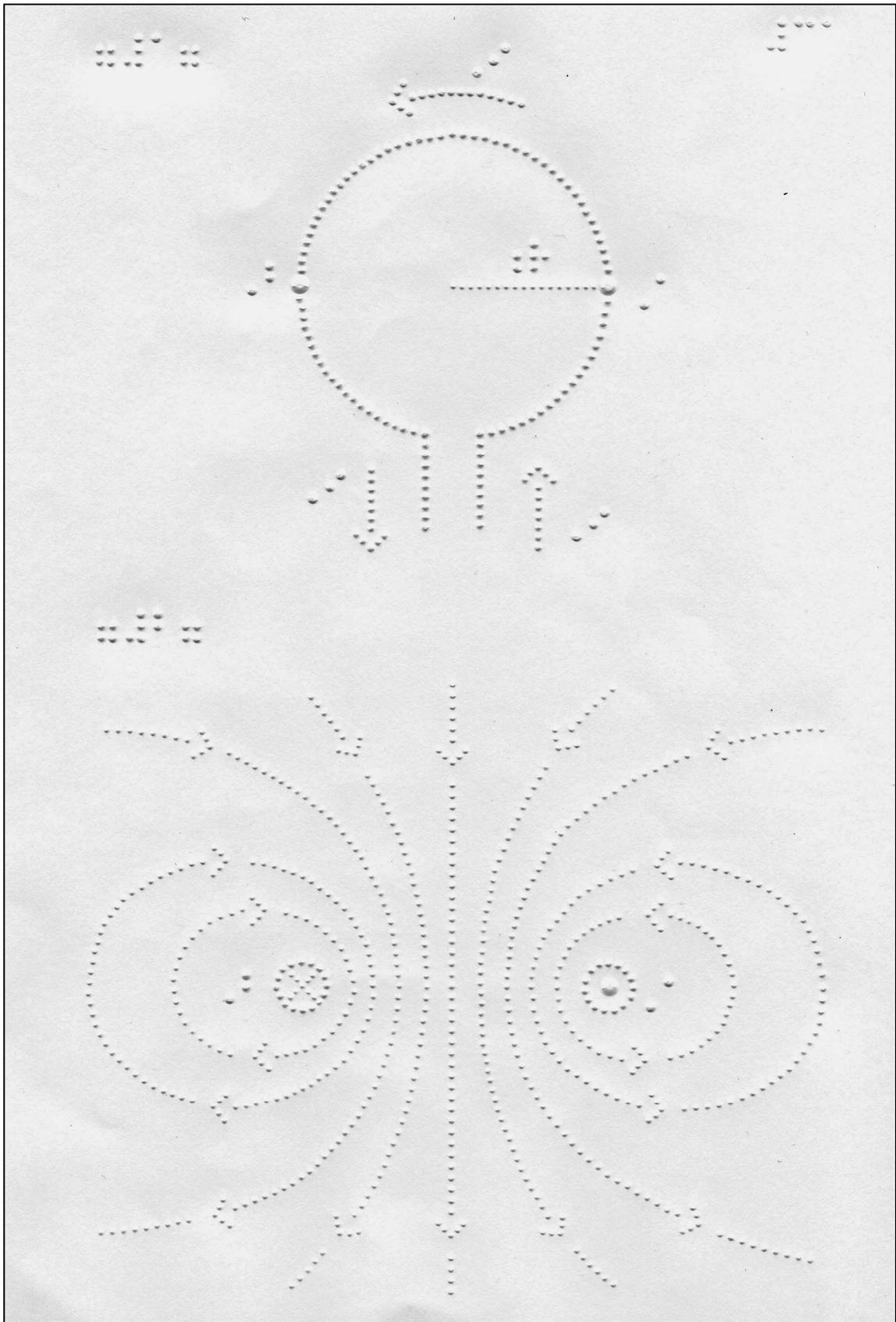


図2-6 「円形コイルと磁力線」(b)の点図
(出典平成17年度用「高等学校物理II」新興出版社啓林館発行)

6. 図をつくる道具の重要性

さて、その次は、図をつくる道具立てによってずいぶん変わってくるという話です。これは「日本軍の侵攻」という地図（図2-7）です。これはE S A721 というプリンタを使い、エーデルというフリーの描画ソフトを使って印刷したものです。この出典は、長尾博先生の手記『パソコンで仕上げる点字の本&図形点訳～これなら教科書だって点訳できる～』というタイトルの本です。統合教育の教科書を作っている点訳者たちには非常によく読まれているものです。ここでまず見ていただきたいのは、E S A721 というプリンタは色々な意味で限界がある道具だということ。その限界点を4点くらい挙げてみたいと思います。

点の種類は大・中・小の3種類くらいと言われています。この図の中にはそのいずれの点も使われていますが、一つ目の問題点は小の点が高く鋭く出過ぎているため、印象が濃くなり、他の点との区別がしにくくなることです。二つ目は中の点と大の点の差が今一つであること。三つ目は、本当の大点がつくれていないということ。四つ目として斜めの線や直線が正確にきれいに描けないという限界があるということがいえます。

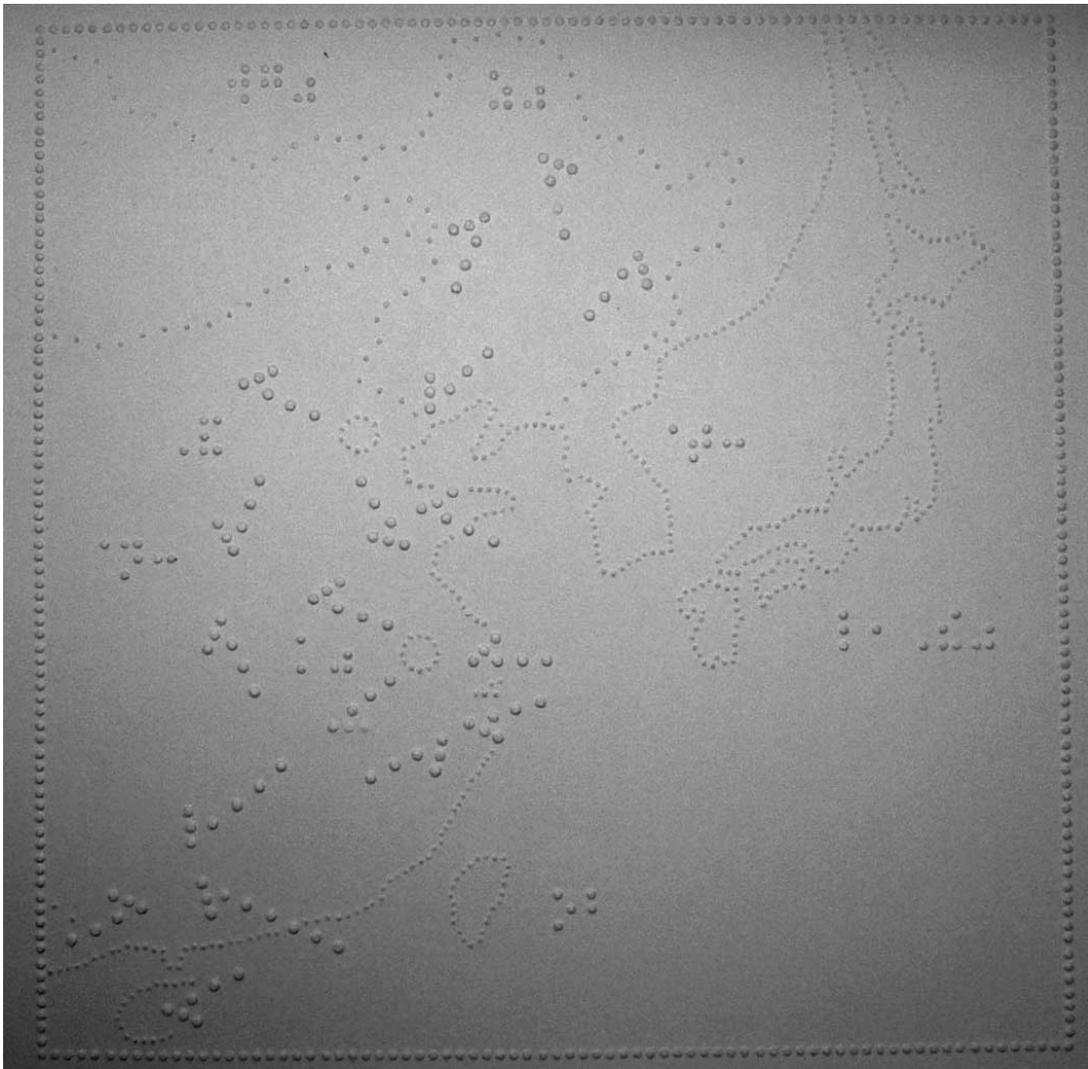


図2-7 点字プリンタ出力点図の例（「日本軍の侵略」）

（出典：長尾博著『パソコンで仕上げる点字の本&図形点訳～これなら教科書だって点訳できる～』）

それで、同じ紙にエンボスで描くのも亜鉛板製版を使った図の場合にはどこが違うかということを見ていただくために、お配りした資料の図の一番後ろをご覧ください。これは物理の教科書からとってきた波の屈折の原理を示した図（図2-8）です。この中にはかなり色々な種類のコントラストがはっきりした線や薄くて弱い線、パターンを変えた様々な線が使われていますが、亜鉛板製版の図では小さい点は直径も小さいけれど低くできます。大きい点は直径も大きいけれど高く出せます。これは、作図器が針の太さの種類よりも受ける穴の種類が多く、それによって表現力を確保していることに起因するものです。つまり、受けの種類で図をつくるということなのです。したがって、弱い線はとても弱くつくることができるのでコントラストが付けられます。それから、本当の大点が出せないとお話ししましたが、本当の大点は、この図の中ではXX'の濃い線の上にAという点とBという点があり、これが大きな点で描かれていました。こういう点が使えるか使えないかで触図の解りやすさというものが本当に左右されるのです。これはプリンタの図では出せない点です。余談になりますが、大点を目立たせるための隠し味として大点を使うときはその周辺の線をちょっとだけわざとすき間を空けるようにします。マニアックな話になりますが、我々が校正するときは大点と隣の距離を気にしているのです。

さて、この日本軍の侵攻の図に戻ると、この図も決して無頓着に点や線を使っていないということは理解できます。中の点（外側の四角く囲んでいる線・点字の点）、それに対して進行の矢印を大の点で描いていますが、ただ点を大きくしただけでは解りにくいということで点間を空けて目立たせています。だから努力はしている、努力はしていますが、あまり実っていないように思います。点をばらすことによってかえって矢印らしく見えないのです。しかも矢の点が片方しかないというのが辛い所です。しかも、点をばらすことによってあたかも点字で字が書いてあるのではないかと思ってしまう。この点に限界があると言えます。それで、この図では大点が使えないため、北京の「ペ」、南京の「なん」の都市の所に○が描いてあります。こういう手法をとらざるを得ないのです。亜鉛板の図は道具が道具であるから表現力が豊か、しかし、それをどこでも使えるわけではありません。そうしたときに、何でもパソコンでつくろうという発想は危険であるし、やめた方がよいと思います。基本的な部分はパソコンで描画をしてもよいのですが、例えば、大点だけは後から加えるという方法でもよいと思います。統合教育の教科書は1、2部程度しか作成しないため、それでも手間はほとんど変わらないと思います。そういう提案をしたい。

ここでもう一つ大きな問題があります。困ったことに、大点を入れる道具が今国内では販売されていないのです。かつてはありました。今ここに持ってきましたが、ピンセット型の加點器の大きいものです。かつては日点の用具部等で販売されていましたが、現在は製造中止となっています。それからボールペンのような形をしていて先が取り換えられる30年前にイギリスで買ったもの、ゴム版の上に紙を置いてブスッと刺すだけ、とても単純ですが、すごくよい点ができます。あるいは以前ハウプレスという所で購入した大きいピンセット型の大点を打つ道具。こういった単純なものが大点をつくるのに最適ではないかと私は考えています。

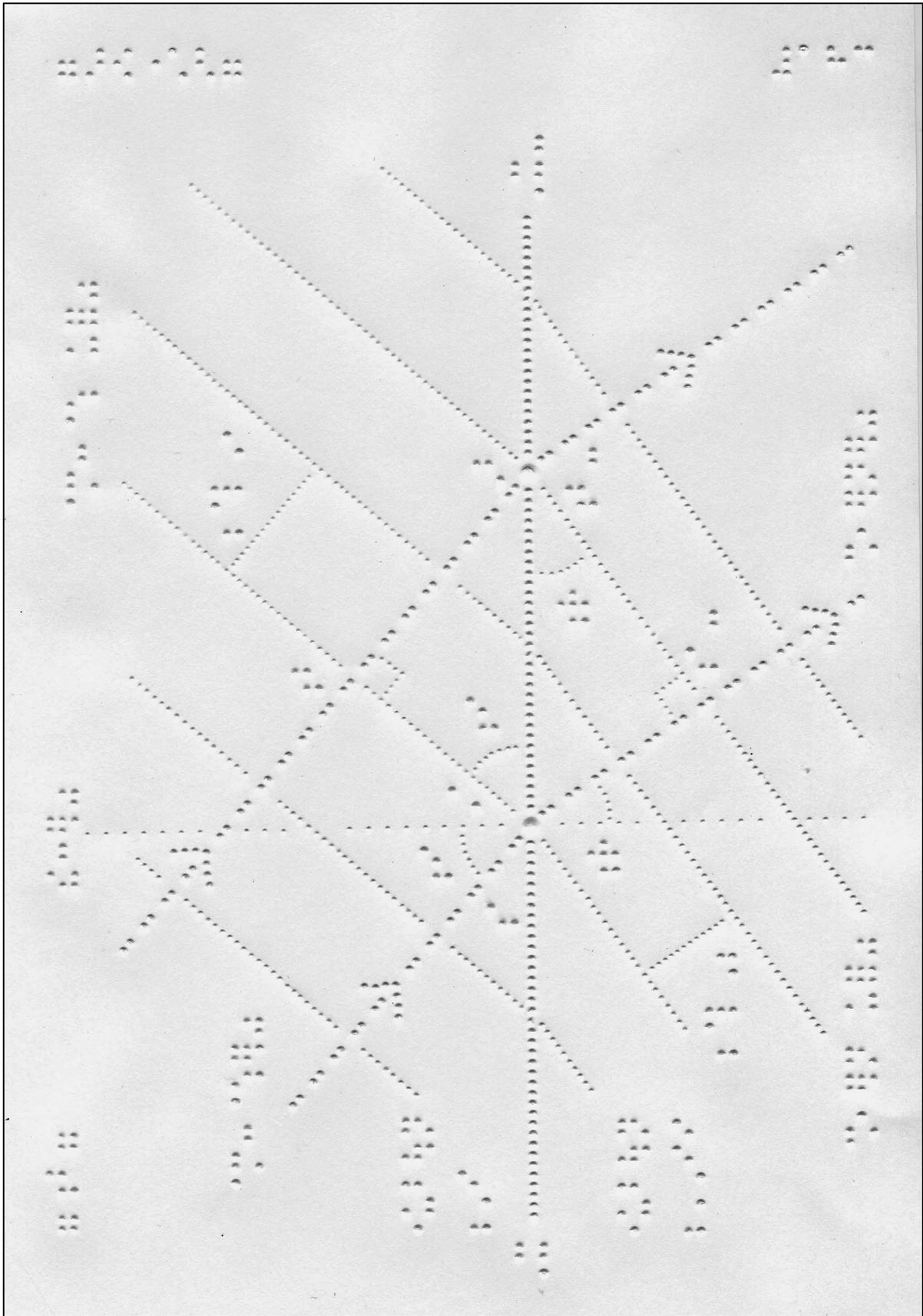


図2-8 亜鉛版製版による点字教科書図版の例（「波の屈折の原理」）
（出典：点字版「高等学校物理Ⅱ」日本ライトハウス発行）

7. 統合教育で使用する教科書の作図の課題点

さて、私の話の最後に、特に統合教育の教科書の触図をどのようにつくるのかという点について、二つの課題として挙げます。一つ目は、教科書をつくるというのがボランティア依存になっているという点です。文部科学省は、2年ほど前に小・中学校普通校に通っている子供に教科書が無償で渡すということを実現しましたが、その製作はほとんどボランティアに頼っていて、そのボランティアの人たちに支払われるお金は、労力や技術に見合った金額とは言い難いものです。そして、作成者はまさにボランティア精神の中で仕事をしているという事実があります。何より、公教育という場面で文部科学省自身がボランティア依存を前提としているという点に大きな問題があるのではないかと私自身考えています。2番目として、教科書で図をつくるということは、教科書の内容をいかに解りやすく点字にするかということの中に閉じこもっては、本当はいけないと思うのです。「この課題」や「この教材」は何を教えるため、どういうふうに教えるためのものなのかにまで踏み込まないと実はいけないのではないかと思います。少し前に、盲学校用の小学部1年の算数の点字の教科書を見る機会があったとき、鳥や動物のアウトラインが並んだ図があって、その中に「鳥は何羽いるでしょう」という数える問いがありました。これは大人が見ても「これ鳥なの」と思うもので、約束事としてこれを鳥と思おうと思わなければ鳥が数えられません。触読の子どもに対して、いく種類かの違ったものの中からある性質のもの数を数える課題だったら、丸と三角を描いておいて、「三角は何個あるでしょう」という方が図としてはよいと思います。さらに言うと、この課題は図を使うべき場面であるかどうか。例えば、積み木を実際に操作して数える方がよほど頭に入りやすい、実感がわく、手指を使う練習にもよいのではないかと思います。しかし、教科書という原本があって、いくら文部科学省から選任された教科書編集委員の先生がかかわるといっても、原本からそう大きく離れて、「ここでは積み木の付録をつけましょう」というわけにはなかなかいきません。なので、この点は非常に難しい所です。ご存じのように、小・中学校の盲学校用の教科書というのは編集委員の先生がついて編集してくださっています。高等部の点字教科書は私共、点字出版所が自主的な判断で内容を点訳していきます。その中でも図をどうしようかという問題で本当にたくさん困ったことが起こっています。と言うのは墨字の教科書がどどんふんだんに図やイラストや写真を使っているからなのです。本当にその内容を伝えるという観点からいくと、本文の内容から変えるようなかなり大がかりなことをしないといけないことになります。しかし、そういうことは出版社の力量では難しく、また立場的にも難しいことです。この原本を点字出版しているという立場からするとあまり離れたことができません。結局やっていることは、原本に基づいて、図や写真の一部を触図化し、一部は言葉に置き換えることで何とか墨字にある要素を点字に反映させましょう、ということになってしまうのです。自分自身はこれでよいのか、という悩みを抱えながら仕事をしています。

触図の作成と活用－指導・実践の観点から－

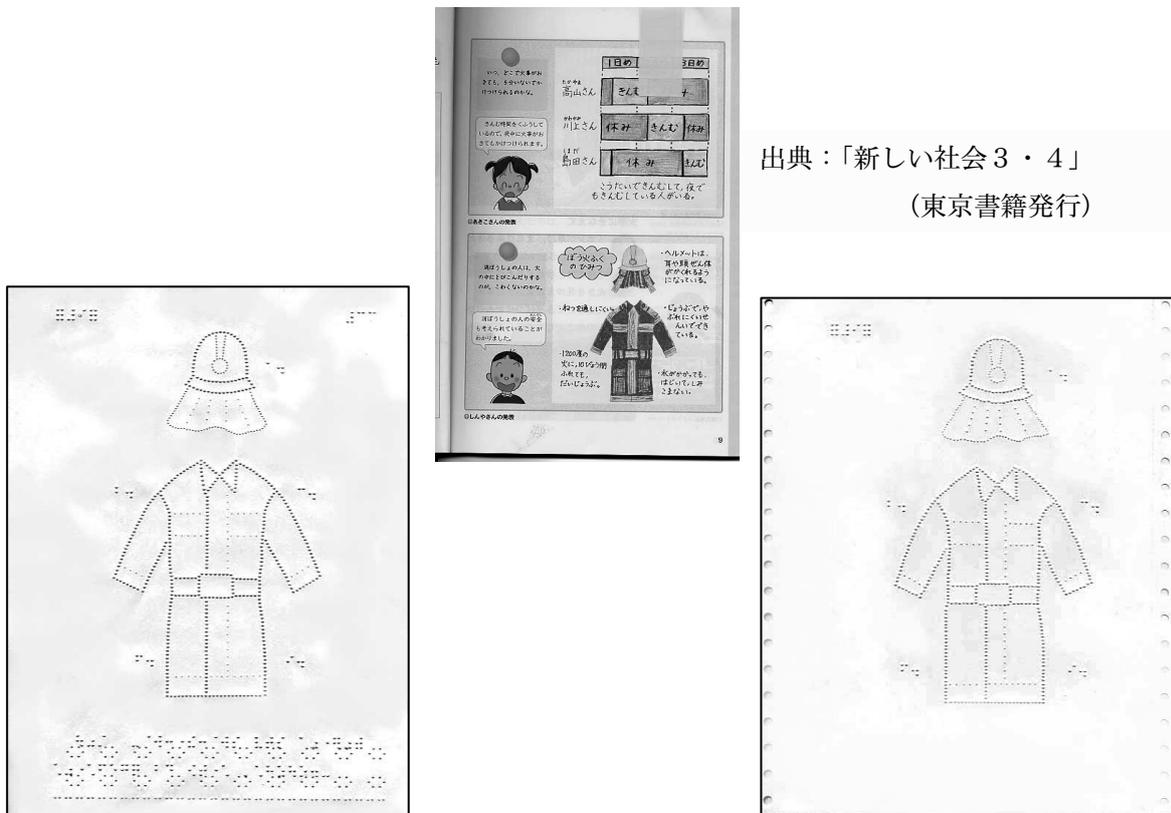
大内 進（独立行政法人国立特殊教育総合研究所）

南谷さん、福井さんの補足として、特殊教育総合研究所が調査し整理していることをご紹介します。一つは、点字プリンタと点図の関係で、ご指摘のあったように点字プリンタ出力による点図には課題点があることをふまえて、賢く点字プリンタで図を作成していくための方策について。もう一点は、実態調査に基づいて盲学校で点図等をどのような扱い、対応していったらよいかということについてです。

1. 点字プリンタ出力点図作成の表現力と課題

現状の点字プリンタで点図を出力しようとすると様々な課題点が生じてきます。点字プリンタを使用して図を描くときには、どれだけ制限があるかということを知り、限られた条件の中でより解りやすい図をつくるということを努力していくことが大切になってきます。だからといって、点字プリンタを点図出力に使用してはいけないということではありません。ここでは、うまく使用していくための課題として具体的な提起をしていきたいと思ひます。

(1) 小学校社会科教科書の例（見開きページの大部分が絵）



出典：「新しい社会3・4」
（東京書籍発行）

点字教科書図版「東京ヘレンケラー協会」発行

点字プリンタ出力図版（京都アルファの会作成）

図3-1 点字教科書と点字プリンタ出力の図版の比較

小学校3・4年生の社会科点字教科書の消防士の仕事調べ（グラフ、消防士の服装のイラスト等、ほとんどが絵）を見てみると、消防士の服の部分だけを図にして、そこに説明が入っています。これと同等の図を点図作成に熟達したボランティアグループに作成していただきました。それをE S A721 点字プリンタで出力しますと、斜めの線は直線のはずがジグザグに表示されたり、細い点で弱く表すはずの点が結果としてかなり刺激の強い点として表されてしまったりしてしまいます。

このようなプリンタ出力の問題としてどんな課題があるかを整理して次に示します。

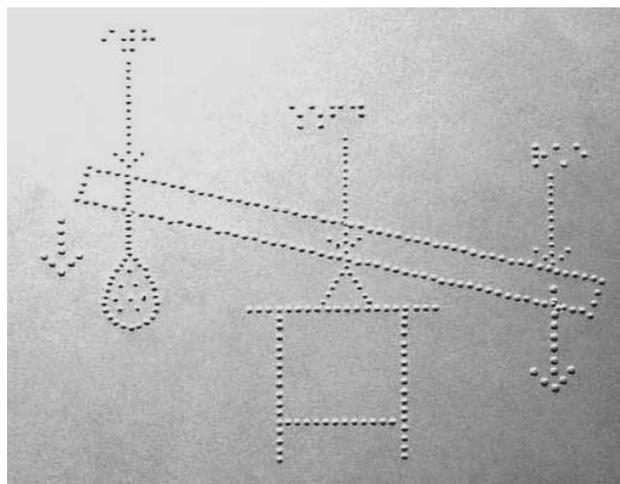
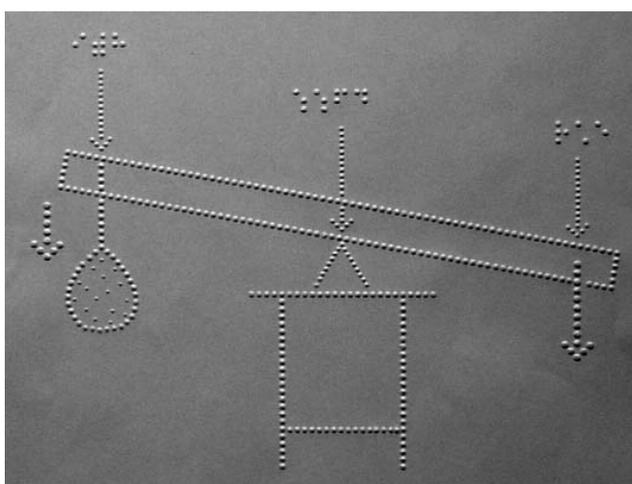
1) 線のなめらかさ

触ったときの滑らかな印象は、亜鉛板で作成したものには及びません。

2) 点間のムラ・線のジャギー

図3-2 (b) に天秤の図を点字プリンタで打ち出したものを示しました。

これを亜鉛板で作成した教科書の図(a)と比較してみると、見た目にも違いが歴然と解ります。亜鉛板で作成したものを知っている指導者が、点字プリンタで打ち出したものを児童に使用する際にはそれなりの配慮がなされるものと思います。しかし、亜鉛板で作成したものの質を知らずに点字プリンタで打ち出したものがベストだと思って子どもに提示すると、子どもの図の理解に影響を及ぼすことが懸念されます。かなりギザギザになっている線でも、真っ直ぐな線と認識させようとするような事態も考えられます。



(a) 点字教科書図版「東京点字出版所」発行

(b) 点字プリンタ出力図版（銀杏グループ作成）

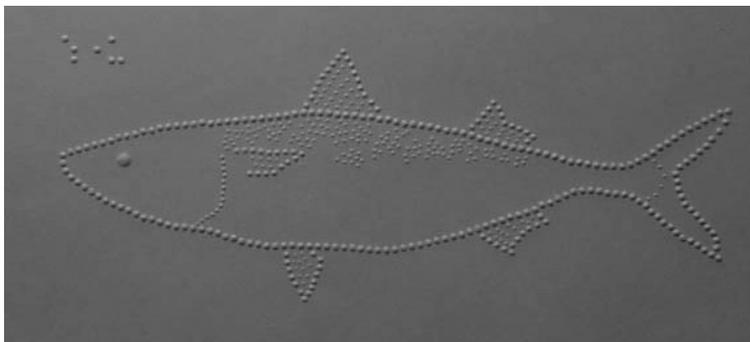
図3-2 点字教科書と点字プリンタ出力の図版の比較（理科5年）

3) 点字プリンタには個体差があるということ

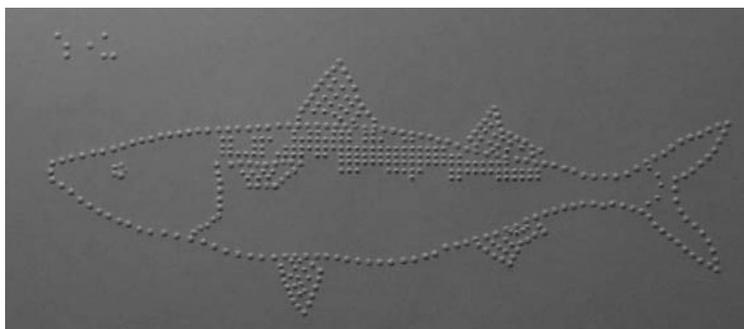
同じ点図のデータでもA点字プリンタで打ち出したときとB点字プリンタで打ち出したときでは点の出具合にかなり違いがあります。使用頻度が高くメンテナンスがきちんとなされていないプリンタでは、点の出具合に課題点が多いものです。点字教科書原本にある魚の絵を例に挙げます（図3-1）。

図3-3の(A)は、点字教科書にある魚の絵です。これを模した図をボランティアの方に作図していただき、それを異なった点字プリンタで出力してみました。(B)の図は、A点字プリンタで出力したものです。これは、中点と小点の区別がほとんどついていません。(C)の図は、同じデータを点の出具合等のメンテナンスがなされているBプリンタで出力したものです。こちらでは小点が小さく出て

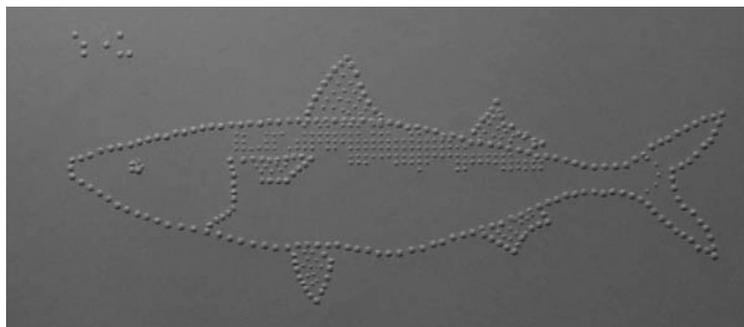
います。このように同じデータを使用しても出力プリンタが異なると点図のできばえも異なってきてしまうのです。データを共有して異なったプリンタで出力する場合は、こうした違いにも配慮しなければならないということになります。したがって、点字プリンタで図を作成する場合には、出力された図が意図した通りになっているかを確認するために、できあがった点図を実際に触覚的に確認してみることが大切になってきます。



(A) 点字教科書の図版



(B) 点字プリンタAでの出力



(C) 点字プリンタBでの出力

図3-3 点字プリンタの個体差の影響

4) 点図作成ソフトと点字プリンタ

点図作成ソフトで点図を作図する場合、点図作成ソフトが持っている機能が点字プリンタ出力では十分に生かし切れない場合があります。例えば、藤野稔寛氏が開発された点図作成ソフト「エーデル」は大変素晴らしいソフトで、様々な機能がついています。面情報についても沢山のパターンが用意されています。しかし、ソフトにそうした機能があるからといってそれらをフルに使っても、面情報のパターンによっては解りやすい凸パターンが出力されるとは限りません。そうしたことを理解しておく必要も

あります。点字プリンタの精度とソフトの機能をマッチングさせて使うことが大切なことです。

5) グラフィック専用点字プリンタの開発

このように、現状では点字プリンタで図を出力する場合は、細やかな配慮が求められます。しかし、現今の技術でもグラフィックに特化させれば、かなり性能のよいプリンタをつくるのが可能です。今、一般に出回っている点字プリンタは、グラフィック情報を打ち出すためのものではなくて、点字を打ち出すという機能が最優先になっています。これは、メーカーのお話によると、できるだけ点字を早く打ってくれるプリンタが望ましいというユーザーの要求によるものだという事です。点字を早く打つ機能を最優先すると、グラフィック情報を持つ機能は犠牲にならざるを得ません。したがって、メーカーはグラフィック情報をきれいに打ち出すためのプリンタ開発の技術を持ってはいるのですが、ユーザーのニーズに合わせて、点字をより早くきれいに打ち出す機能を最優先したものをつくっているのです。そこで、国立特殊教育総合研究所では、点字プリンタメーカーである「ジェー・ティー・アール」の全面的な協力を得て、点図出力に特化したグラフィック専用点字プリンタを開発しました(図3-3)。このプリンタを使えば、点の間隔が従来の点字プリンタの1/5~1/6の精度で、滑らかな線を打つ出すことができ、小さい点は小さく低く打ち出すことができます。良質の点図を提供するためには、こうした精度の高いプリンタの普及が期待される所です。

現時点では、点字出力を前提としたプリンタで図を作成する場合には、プリンタ出力の特性を知り尽くして対応していく必要があります。



図3-3 グラフィック専用プリンタ

6) 盲学校における触覚教材の作成および利用に関する実態調査の報告

これから報告するのは、全国の盲学校に触図・点図をどのように作成しているかということ調査した結果です。

最初に、触覚教材を作成・利用するのに委員会等を設けて、組織的に図のつくり方や教材作成に対応している所がどのくらいあるかを調べた結果を示します。回答のあった全国65校の盲学校のうち、触覚教材の作成・利用に組織的対応を行っていると感じた学校は5校、全体の8%でした。ほとんどの盲学校では点図教材の作製は、担当される先生方個々に任されているといえるようです。

触図の教科での利用状況について、国語、社会、算数・数学、理科の4教科について調べた所、指導の中で触図が積極的に利用されているということが認められました。

触図の作成方法については、紙にエンボス加工する方法（点図等）、立体コピー、真空成型（サーモフォーム等）、素材を加工する方法、レーザーライター等がありますが、これらについて一番多く使用するものから5番目まで順番をつけて回答してもらいました。小学部の調査結果では立体コピーによる教材が圧倒的に多く、全体の半数近くを占めていることがわかりました。中学・高等部でも圧倒的に利用度が高いのは立体コピーで、どの教科でも共通していました。数学では、プリンタで出力した点図も使われていましたが、その他のものはあまり使用されていませんでした。

先程、南谷さんと福井さんから触り方を上手に育てるという観点から、初学者であればあるほど質の高い触図の提供が大切だというお話がありました。実は立体コピーの図は解りやすさから言うと課題点の多いものです。現実には、学校では立体コピーによる図の提供が多様化されています。立体コピーによる図の活用が、子どもの触図認知力や理解力を育てることにどう影響しているのか、今後しっかり検証していかなければいけない課題だと思っています。

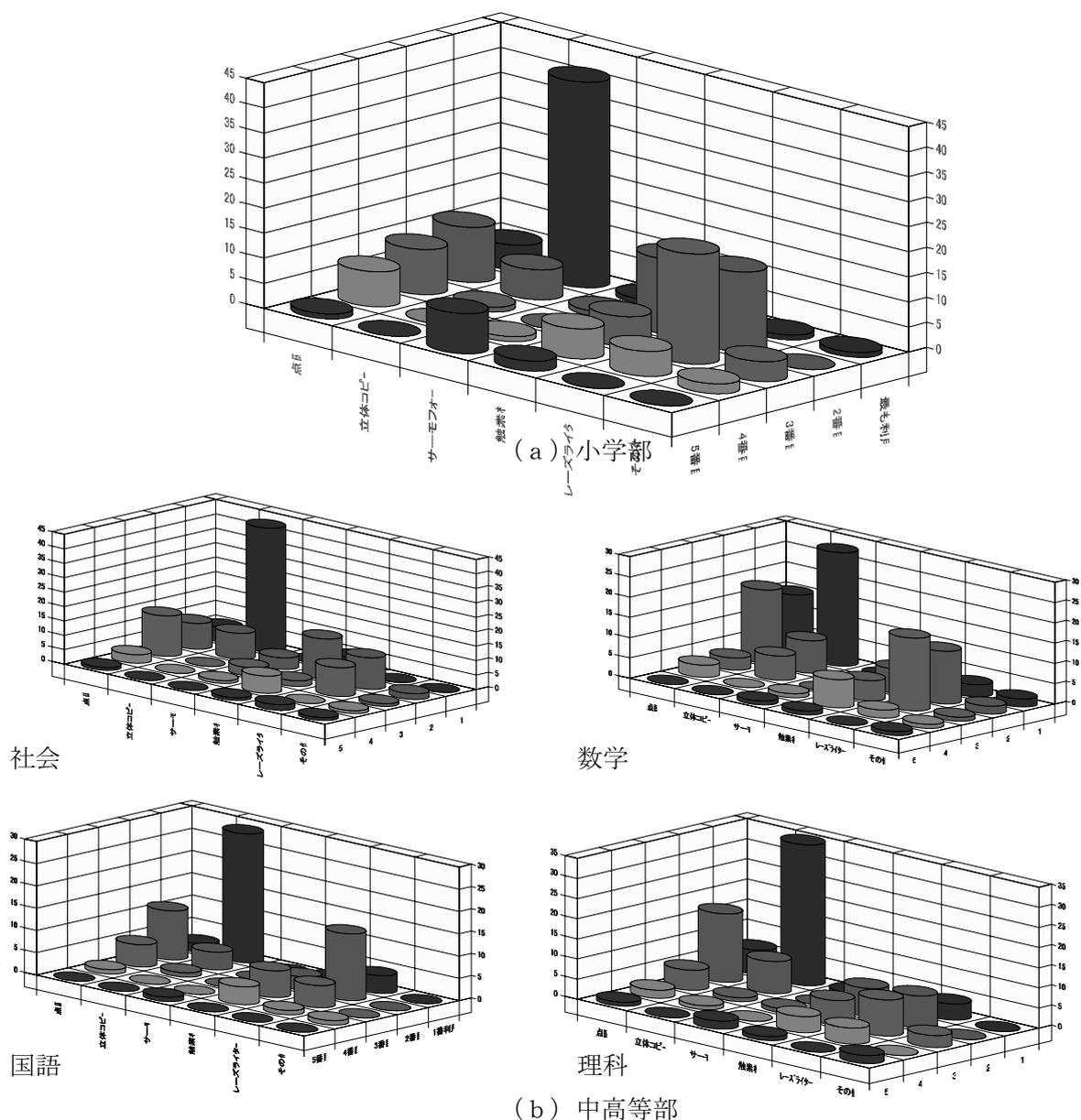


図3-4 盲学校における触図作成法とその活用状況

参考文献

- 1) 大内 進：点字教科書図版を見本とした点字プリンタ出力点図作成とその評価. 「インターネットを活用した視覚障害教育用触覚図形教材の盲学校間相互利用に関する研究」研究成果報告書（平成13年度～平成15年度科学研究費補助金による研究. 基盤研究(B)(2), 課題番号 13410092), 55-86, 2004.
- 2) 大内 進・澤田真弓・金子 健・千田耕基：盲学校における触覚教材作製および利用に関する実態調査. 独立行政法人国立特殊教育総合研究所研究紀要, 31, 113-125, 2004.

長岡英司（筑波技術大学）

私は昭和 30 年代に盲学校の小学部で勉強していました。視力は多少ありましたが、当時は皆点字を使うという方向で勉強していました。当時使っていた理科の教科書は、現在、福井さんがお勤めになっている出版社（日本ライトハウス）でつくられたものでしたが、図はほとんど省略されていました。最近はそのようなことないですよね……。

中学校に進学し、中学 1 年生で見せられた地図はとてもよいものでした。A3 版くらいの大きさに板の上にボール紙を貼り合わせてつくった地図でした。海が一番下のレベルで、それに平野の部分が少し高くなっていて、さらに高原部分が高くなってという具合に、ある程度海拔を反映してボール紙を貼り合わせてつくってありました。けれども、あまりゴタゴタはしていませんでした。きれいに彩色が施されていてニスも塗られていました。非常に触り心地のよい、よく解る地図でした。それ以降、そんなに解りやすい地図を見たことはありません。それだけ鮮烈な印象の強いものでした。

1. 図をつくる側の問題

ここで一つ申し上げておきたいのは、紙につくった図というのは、情報提供の媒体として非常に限界があるということです。南谷さんも福井さんもおっしゃっていましたが、つくる方もよりもこの限界を知るべきではないかというのはその通りだと思います。

最近、教科書がボランティアの点訳者によってつくられるのが一般的になっていますが、点訳者の方たちの傾向は非常に極端だといえます。図は全部省略してしまおうという方たちもいれば、逆に図は何でもかんでもそのままつくってしまおうという方たちもいます。目で見ると非常によくできている図かもしれませんが、我々が触読していくとほとんど理解できない、そんな図もかなり豪放しているように聞いています。何が必要で何が必要ないのか、取捨選択という言葉が出ましたが、まさに取捨選択が妙ではないでしょうか。それを行うにはある程度内容への立ち入りが必要だと思います。ボランティアの方たちはそれぞれ専門性があります。その一方で、不得手な部分必ずあります。その部分についてはある種専門家の助言が必要だと思います。盲学校の先生はそれぞれ専門教科を持っています。専門教科の先生方の助言でボランティアの方たちが図をきちんとつくる体制がないと、よい触図はできないのではないかと思います。冒頭の地図がよかったという話になりますが、紙の上の図だけでは限界があるのです。盲学校の先生方は是非、安易にパソコンで図をつくるだけでなく、私たちが、もう 40 年くらい前に感動を覚えたあの地図、それを今盲学校に通う生徒たちに与えていただきたいと思います。

2. 読み取る側の能力の問題

それから、図の触察する側の能力についてもずいぶん話題が出ました。私たちが図を読みとるとということについて少し分けて考えてみることにします。

まず、指先で描かれているものを正確に読みとるというプロセスが一つあると思います。読みとったものをある事物に結び付ける概念、結び付けるというプロセスがあると思います。この二つに分けて考

えてみます。

まず、指先で正確に読みとるという技術は非常に重要だと思います。両手を使う大切さということをおっしゃっていましたが、まさにその通りです。一つの片手の指で細かく読みとっていてもなかなか全体像は把握できないと思います。まず、マクロにとらえて、その中でどこが大事かということをおっしゃって読みとって、そこにフォーカスして行って細かい所を最後に読みとって行くという、触図を読みとるメソッドがあるのではないかと思います。そういったもののある種共有化みたいなものをして行って、それをきちんと教えられるような体制が必要なのではないかと思います。そうやって読みとった図を事物・概念と結び付けるというのも大事なプロセスですが、今日も視覚障害の第1セッションで真空成型機の活用について話が出たわけですが、例えば、読みとった図は2次元であるが、これを3次元のものにどうやって変換するか、そういったような変換の訓練というようなことも必要ではないかと考えます。そういったことをするときには何が大切かということ、いかに自分の中にいろんな経験を持っているか、それは触察の経験でもいいし、言葉によるものでもよいのですが、読みとった2次元の情報を実際の事物にマッチングさせるときに対象となるデータベースを頭の中にたくさん蓄えておいて、それらを比較対照しながら一つの事物を構成していくかというのがとても重要なプロセスではないかと思います。そこで、各視覚障害児童・生徒の頭の中に、そういったデータベースをいかにたくさんよいものをつくりあげていくか、これは教育のなせる技ではないかと思います。

3. 触図の質の問題

それから、今日は図のクオリティの問題が指摘されました。亜鉛板製版でつくったものと比較すると点字プリンタはどうも問題があるのではないかという話題が出ました。大内先生は、何年か前に亜鉛板製版でつくった図と点字プリンタでつくった図の比較についての研究をされていました。福井さんと私が当事者ということでそれについての意見を述べましたが、福井さんは点字プリンタでつくった図はほとんど駄目だとおっしゃいました。一方、私の方は、点字プリンタでつくったものをほとんどとてもよくできていると答えました。両極端の意見でした。この点について、福井さんと先日議論しましたが、結論は人生観の違いだろうということに落ち着きました。福井さんは非常に高いクオリティを求められます。私は、清濁、濁でもかなり吞んでしまうという人生観の違い、人生観の違いなのか、DNAの違いなのかが解りませんが、それぞれ主張があります。

しかし、その福井さんと私が先程一致したことがあります。それは、少なくとも小さいお子さんを対象とした教育の段階では、やはりよりよいものを見せていくべきではないか、そうやって清と濁を見分ける力を養った後からは、多少濁もあってよいのではないか。それが、両極端の意見を述べた福井さんと私の一致した結論でした。

確かにクオリティの高いものをいつでも提供できるに越したことはありません。しかし、確かに時間的な制限・コスト的な制限等があるため、多少は濁も提供する必要もあるわけです。そういったわけで濁と断言してしまってもいけません、点字プリンタも十分に使い道があります。ただし、多様は禁物です。

亜鉛板と点字プリンタについてはまだそれなりに看過できます。しかし、どうしても容認できないことがあります。それはグラフィカルなピンディスプレイの多様です。将来的には視覚障害者に2次元情報・グラフィカルな情報を提供する手段としてとても有効な手段であると思います。しかし、現状では

まだまだ限界のあるデバイスです。ピンとピンの間隔が今は2mm強になっているのでしょうか。そこまで狭まってはきていますが、まだまだ点が荒いのです。当然出てくる点の種類は1種類しかありません。それからピンの数も32×48くらいでしょうか、最大で6000個くらい。まだその程度のピンの数なのです。ですから、一時にある程度の大きさのある図を表示することはできません。しかも、ピン間がまだ荒いので非常に雑な表示しかできなません。ある程度大きな図になると、いわゆる、窓を移動しながら全体を把握しなくてはならず、その窓の移動も残念ながらスムーズにはできないのです。晴眼者の方が、小さな窓から画質の悪いチラチラしたようなものをずっと窓を動かしながら見ていくとしたら、全体像を把握するのがいかに難しいかということは想像に難くないと思います。現在のグラフィカルな触覚ディスプレイはそんな状況なのです。将来有望ではありますが、現在の時点でグラフィカルな触覚ディスプレイを多用することは非常に危険です。ましてや、小さい子どもたちのいる教育の場でそれを多用することについてはおおいに問題があると思います。

今日は触図をつくる側の問題、読み取る側の能力の問題、触図の質の問題、この3つのことが大きな論点・争点だったのではないかと整理をさせていただきました。

質疑応答・情報交換等

◇意見1：和田 勉氏（日本点字図書館）

ボランティアの方の中には、点訳は難しいが、図なら描けると安易に思っている人がいます。エーデルの限界について福井さんからお話がありましたが、私もその通りだと思います。ボランティアの方にルレットを紹介することもあります。教科書の図をすぐに作成しなければならないという時間的制約のある中で、初めて扱うルレットを使用するのは、技術（真っ直ぐ線を引く、丸い線を描く）が備わっていないため困難なことです。そうすると、まだ点字プリンタの方がよいというような流れになり、どうしてもエーデルという便利なものを使用する方向に行かざるを得ないということが現実としてあります。しかし、図を全く作成したことがないボランティアの方には、いきなりエーデルから入ってほしくないという思いがあります。パソコンの画面上で完結せずに、これが触るものになっていくということをボランティアの方に意識してもらい、自分で作成した図に触ってもらいたい。そういった意味からも、ルレットを使って図を実際に触りながらつくってもらいたいと思っています。

最後に情報提供です。触図のガイドライン的なものの冊子は確かに非常に少ないのですが、独立行政法人国立特殊教育総合研究所等、ウェブ上での情報提供が増えてきていますので、それらの活用も可能だと思います。

◇質問1：阿部二郎氏（北海道教育大学）

私は、ふだん健常者のための技術教育の研究を行っていますが、現在、視覚障害者の技術教育はどのように行えばいいのかについて調査をしています。技術教育の場合は図の情報が非常にたくさんあります。こういった教科はどのようにしたらよいかをさぐりたくてこのシンポジウムに参加しました。お二人のシンポジストの方のお話を聞いて、図を作成するにあたっては必要な省略を行うということとはよく解りましたが、出版をされているという立場から福井さんにお答え願いたいことがあります。教科書のレベルでは比較的容易だと思いますが、参考になる文献からある図をもとにして点図を作成する場合、著作権とのかかわりはどのように考えたらよいのでしょうか、教えていただきたい。

回答（福井哲也）

著作権法との関連は比較的シンプルに回答することができます。著作権法37条1項に、「公表された著作物は点字により複製することができる。」とあります。これはつまり、無許諾でよいという意味です。触図も点字による複製と同概念だと考えていますので、そこでの許諾云々という問題は、触図に関しては起こってこないのではないかと思います。ただし、技術のような図の多い教科については、とても一言でお伝えすることは難しいことです。しかし、考える筋道としては、この図をどうしようという問題ではなくて、何を生徒にさせようか、何を生徒に伝えようか、何を生徒に解らせる場面か、ということからスタートしなければならないことが一つと、もう1点は、触図の触読は目で見るのとは全く違う世界だということで、それを考慮した色々な教材づくりをしなければならないと思います。あくまでも一般論としての回答ですが。

◇質問2：阿部二郎氏（北海道教育大学）

晴眼者の場合でも、授業での複製その他というのは学校では例外規定に入りますが、授業以外では許されていません。去年の1月の新著作権の施行からは、教科書の拡大コピーが認められるようになりましたが、それ以前は、法律上は対象になっていなかったと聞いています。どこからどこまでが法律の例外規定になるのかについて、今まで点字の出版業界ではあまり問題にはなっていないのでしょうか。

回答（福井哲也）

拡大というのは、墨字を墨字にするから問題があるのです。点訳・点字化・点図化というのは、墨字のものを触読するものに置き換えるので、ここに関しては著作権法 37 条 1 項でカバーされていると私たちは認識しています。墨字の図を触図化することは、学校であるかそれ以外の場であるかにかかわらず、オールラウンドにできると考えています。つまり、点字による複製や触図を作成したりすることは、到底ビジネスになりようがないので、逆に言うと、元図を描いた人に経済的な被害を与えることはまずないだろうという観点から法律はそうなっていると思います。それについて問題点はないわけではないのですが、法律解釈上、私は問題がないと思っています。

◇質問3：牟田口辰己氏（広島大学）

通常の学校で使用する教科書についてお話をいただきましたが、その中で見取り図そのものが点図になっていることが非常に多いという問題が現実にあります。例えば長尾先生（滋賀盲）の書いていらっしゃる本の中で、第一版では、積極的に見取り図を取り上げた方がよいという論調だったのが、改訂された第二版の方では、少しトーンダウンして原則削除という内容に変わっています。文部科学省の点字教科書の方は原則削除、見取り図は描かない、というふうになっています。では、通常の学校で使用する子どもたちの教科書については、どう扱ったらよいかということについては是非、教えていただけたらと思います。見取り図は、単純に算数の立体の見取り図ということに限定して構わないのでお答えください。

回答（福井哲也）

長尾先生が初版のときにわりあい積極的に見取り図をつくってらっしゃったということ、長尾先生自身がお話をしているのを直接伺ったことがあるので、それを参考にしながら回答します。長尾先生は全盲であっても見取り図とはどういうものなのか、どんなふうに見える人は図を描くのか、ということを知識として少し知っておいた方がよいという観点で載せたのだとおっしゃっていました。その観点は、あってもよいとは思いますが、基本的にはある立体の形を生徒に伝えるという目的からは、見取り図は適さないといっていると思うので、他の解りやすい方法、例えば、上から見た図・前から見た図で表したり、模型を使う等したりして、解りやすい方法で提示をすることが、その単元での教育効果を高める上でよいのではないかと考えています。私は学校現場のことをよく存じ上げていないため、想像で申しているので誤っている所はご指摘いただければと思います。

回答（南谷和範）

見取り図は、基本的には削除の方法で考えるべきものだと思います。見取り図は、視覚的な見え方を基準にして作成されているものなので、それを触察で認識するためには視覚的な認識の基本を理解していなければなりません。よって、それを扱うことは難しいだろうと思います。やはり最初にもお話申し上げたように、私は、図の作者の意図を理解した上で、それと同じ表現を点字の教科書あるいは触図づ

くりを行うことが重要だろうと考えています。よって、見取り図が表現しているものを伝える図であったり説明文であったりするように置き換えることがよいと思います。ちなみに算数に限って言うと、展開図はかなり解りやすいのではないかと思います。見取り図よりは展開図の方が非常に解りやすいと思います。しかし、見取り図について私は野心的な興味がないにしても、ひょっとしたらちゃんとした訓練をすれば、見取り図は理解できるのではないかと日々思っていますが、かなりちゃんとした系統だった訓練を積む必要があるので、一律に見取り図を導入することについては懐疑的・批判的にならざるを得ないというのが私の立場です。

ただ、最初の滋賀盲の長尾先生のお話にもあったように、一般にどういう図表現が流通しているかということを視覚障害者が理解しておくことは重要なことで、最初にもお話申し上げたように、視覚障害者が自分で図を作成したり、一般に流通している図を何らかの表現で触察したりするという機会をもう少し広げていきたいという希望を持っています。

ま と め

大内 進

話題提供の内容を長岡先生に大変分かりやすく、丁寧にまとめていただいて皆さんも頭の整理をすることができたのではないかと思います。後半、お話を伺っていて、シンポジウムというよりはレクチャを受けているような感じで私自身も大変勉強になりました。

基本的にこのシンポジウムで話題にしたかったことは、盲学校等の教育の場で試用される触図教材の精度の問題です。これから成長していく子どもたちの触覚活用能力を育てていくためには、できるだけ質の高い教材を用意していくことが大事なことです。そのためにはきちんと現状を把握し、その限界をふまえて次のステージをめざしていくことが大切になってくると思います。視覚障害教育における触覚活用を中心とした学習活動においても図を大切にしようという機運は大変高まってきましたが、教材の質という面では、さまざまな課題をかかえています。そうした現状をしっかりと把握し、それに基づいてできるだけ適切な触教材を提供していくための方策を考えていかなければなりません。そのためにはどうしたらよいかということに参加された方々と共に考える機会になればと思っています。

今回のシンポジストのお話からはこういう点について重要なご指摘をいただいたと思います。

- ・図は、学習している内容を理解させるためにあるのであって、そのことを脇に置いて図だけの議論をしても意味がないということ。
- ・現状の触図作成の環境には様々な課題があり、そうしたことをしっかりと認識して触図作成にあたるべきだということ。
- ・図の精度が高いことに越したことはないが、年齢や触図への習熟度等を勘案すべきで一様にはいえない面がある。しかし、初学者に対しては、できる限り質の高い適切な教材が用意されなければならないということ。
- ・見取り図のように触覚ではイメージしにくい図の表現は望ましくないが、視覚的にはどのように見えているかということを知っておくことは一方で必要なことだということ。

整理すると以上のようにまとめられるのではないかと思います。

また、本話題の中心となった点字プリンタ出力による点図についても、さまざまな課題はありますが、触図活用の意義をきちんとふまえてプリンタそのものの制約を十分に配慮した利用を進めていくことの重要性が共通認識できたのではないかと思います。

立体コピーの利用についてもその制約を十分に理解した上で、使いこなしていってもらいたいという思いがあります。

触図の作成にあたっては、専門家がきちんとかかわっていかなければならないという指摘もありました。この専門家というのはやはり、今の段階では、視覚障害の教育に携わっている現場の先生方です。この場で話題となったことは、視覚障害教育にかかわっているすべての先生方に認識してもらいたいことばかりでした。

より適切な触図を提供していくために、私共も今後一層努力を重ねていきたいと考えています。本シンポジウムに参加していただいた皆さんにも今後色々検証を重ねていただき、それらの情報を共有して、さらにお互いに深めていけたらと願っています。

視覚障害教育における触図の精度について

企画者	大内 通 (独立行政法人国立特殊教育総合研究所)
司会者	大内 通 (独立行政法人国立特殊教育総合研究所)
話題提供者	濱井 智也 (社会福祉法人 日本ライトハウス)
	南谷 和範 (NHK放送技術研究所)
指定討論者	奥岡 真司 (筑波技術大学)

KEY WORDS: 視覚障害教育 点字教科書 触図

【企画趣旨】

近年、視覚障害教育の分野でもグラフィック情報の活用
の意義が認められるようになってきており、様々な方法で
作成された触覚教材が盲学校等の学習の場面で利用される
ようになってきている。また、平成18年9月より、各地
の小中学校に在籍する点字で学習する児童生徒に対して、
盲学校で使用されている教科書と同じ出版社の教科書が使
用されている場合は盲学校用教科書を無償貸与され、盲学
校で使用されている教科書と異なる出版社の教科書が使
用されている場合は視覚障害者情報提供施設（点字図書館・
点字出版所）や「教科書点検」を行うボランティアグル
ープなどと契約を結び、無償貸与されることになり、そこ
での図の扱いも大きな課題となってきているという現状が
ある。

視覚障害教育において、触図が市民権を得るようになって
きたことは大変喜ばしいことであるが、一方でその質の
確保が大きな課題ではないかと思われる。合わせて触図が
万端ではないことを認識することも重要な点である。触図
のガイドラインとしては、歩行用触地図に関して昭和59
年に日本盲人社会福祉施設協議会点字出版部会点字地図配
分研究委員会によって製作ハンドブックが刊行されている
が、一般の点図においては、触覚的なわかりやすさや触り
心地などに関する明確な基準があるわけではなく、作成者
の技術や判断に任されているところが大きい。とくに近年
においては、点字プリンタで出力した点図や立体コピーに
よる触図が多く用いられるようになってきているが（大内
ら、2004）、これらの方で作成した図版については、さ
まざまな課題点、配慮すべき点がある。

視覚に障害がある幼児児童生徒の触図理解の力をつけて
いくためには、また、上手な触図利用者育てていくため
には、初学者であるほど、触覚的に見えやすく触りやすく、
且つより精度の高い図を提供していくことを大切していく
事が求められる。

そこで、本シンポジウムでは、触図でもとくに点図教材
に焦点化して、点字のユーザーであり、且つ実際に点図活
用に熟達していたり、触図の作成や校正に携わっていたり
する方々に話題提供してもらい、これまでの点図の扱いや
現状の課題点・配慮点について整理するとともに、今後の
点字教科書等での点図（触図）への対応や指導の在り方な
どについて共通理解を図っていきたい。

【話題提供者の趣旨】

（1） 濱井 智也

点字・触図のユーザーであり、点図図書印刷出版・校
正に係わっている立場から以下の観点から現状の問題点と

今後の方向性について話題提供する。

- ①「触りやすい図」あるいは「触りにくい図」とはどのよ
うなものか。
- ②点字図書書の製作の現場で、点図の表し方において留意し
ている点について。
- ③点字出版所における点図への対応の現状および課題点に
ついて。
- ④点字プリンタ出力の点図についての評価とプライベート
サービスに係わる点字教科書への対応。
- ⑤点図について、ユーザーとしての現状認識と今後の対応
に望むこと。
- ⑥点図（触図）教材作成に関して盲学校教員やボランティ
アへのアドバイス。

（2） 南谷和範

触図を活用しているユーザーの立場から話題提供する。

- ①触図の可能性と限界を考える。
- ②触図活用はどのような局面で効果があるか。
- ③盲学校で教育を受けてきた立場から、盲学校等でのグ
ラフィック情報への対応と触図認知能力の育成の現状と課
題について考える
- ④点字プリンタ出力の点図の出力の実態と認知上の課題
点について。
- ⑤視覚障害者自身で作図をすることの可能性について。
- ⑥点図（触図）教材作成に関して教員やボランティアに
望むこと。

【指定討論者の趣旨】

奥岡 真司

点字ユーザーであり、実際に視覚障害者の教育に関わっ
ている指導者の立場から、3人の話題提供を受けて、現状
の問題点と今後の展望について整理した上で、以下のよ
うな観点から現状の分析と今後の展望について述べる。

- ①点図（触図）の精度をどうとらえ、触覚教材作製にどう
対応していくことが望まれるか。
- ②触りやすい点図（触図）を提供するために教員やボラン
ティアに理解しておいてほしいことと期待したいこと。
- ③現状の点字プリンタ出力点図の課題点とそれへの現実的
対応について。
- ④視覚障害児童生徒の触図認知能力の育成の方策について。

(OUCHI Susumu, FUKUI Tetsuya, MINATANI
Kazunori, NAGAOKA Hidegi)

補足資料2：特殊教育学研究報告

自主シンポジウム4 視覚障害教育における触図の精度について

企画者：大内 進（独立行政法人特殊教育総合研究所）
司会者：大内 進（独立行政法人特殊教育総合研究所）
話題提供者：福井哲也（社会福祉法人日本ライトハウス）
南谷和範（NHK放送技術研究所）
指定討論者：長岡英司（筑波技術大学）

本シンポジウムは、点字教科書などの点図（触図）教材についてこれまでの扱いや現状の課題点・配慮点を整理するとともに、今後の点図への対応や指導の在り方などについて共通理解を図り、方向性を見出すことを目的として実施した。話題提供及び指定討論は、点図のユーザーであり、且つ実際に点図活用に熟達していたり、触図の作成や校正に携わっていたりする方をお願いした。

1. 話題提供の概要

（1）触図を活用しているユーザーの立場から（南谷）

- ①触図による情報取得効率の限界があり、図版をそのまま触図化する必要はない。
- ②図版の意図する情報を的確に文章化することに力が注がれるべきで、図を用いた方が理解のはかどる場合や図でしか情報を表現できない場合に触図を利用する。
- ③情報が効率的に伝えられるのであれば、図の活用に意義がある。教育の場では触図読み取り能力を育成する配慮が重要。早期の系統的触察能力訓練が必要。初期段階はひときわ質の高い触図を用いることが必要。
- ④点字プリンタは新たな作図の可能性を開いたが課題もある。点字出版所製作の点図の質が準拠されるべき。
- ⑤触図には触察能力の育成や情報取得の手段を超えたイメージを操作するという重要性がある。3次元の立体を2次元の図形への変換は触図の基本的な役割。この能力の育成には半立体の教材も有効である。
- ⑥触図作成のノウハウを収集し、その技法を体系的に明文化することが必要。触図の書き方や記号の使い方などの統一・標準化も必要。

（2）点字図書の印刷出版・校正にかかわっている立場から（福井）

- ①触図は一時に全体像を把握することができない。時間をかけ、ていねいに触らなければならない。解りにくい図には以下のような要因が考えられる。線や点の種類、大きさなどの表現方法の問題、説明文や凡例の書き方のまずさ、点字プリンタや立体コピーなどの道具自体の制約、原図自体が触図化の困難なもの、読み手の知識や能力の影響。
- ②視覚障害児に触図の感想を聞くことはあまり意味がない。本当に子どもが図を見て解かってい

るかというのは、教育活動に密着して観察したりしながら判断していく必要がある。

③触図化の難しい典型的な例として見取り図がある。見取り図の代わりとして、上から見た図と、横から見た図、前から見た図として図を分けて表現する手法がとられる。それでも理解不能なものもある。点図化する場合、形をどうするかという前に、図で伝えたい内容を把握して何が大事なのかということを考えたい。

④プリンタは色々な意味で限界がある。何でもパソコンでつくろうという発想は避けた方がよい。基本的な部分はパソコンで描画して、後から手書きで補う方法もある。

⑤ボランティア作成教科書では、図の作成がボランティア依存になっているという点が課題。教科書では何をどのように教えるためのものなのかにまで踏み込まないといけない。

(3) 企画者から

話題提供の補足として、国立特殊教育総合研究所の調査を紹介した。

①点字プリンタ出力点図作成の表現力と課題として、線のなめらかさ、点間のムラ・点線のジャギー、プリンタの個体差、ソフト上の制限について指摘。それをふまえて開発したグラフィック専用点字プリンタを紹介した。

②盲学校における触覚教材に関する実態。触覚教材の作成は、個々の教員に任されているというのが現状。触図の利用度は高いが、立体コピーが多用されている。

2. 指定討論者の論旨

①図をつくる側の問題として

紙に表した図は、情報提供の媒体として限界がある。この限界を作図者が知るべきだというのはその通りだ。目で見ると非常によくできていても、触読すると理解できないものもある。作図では何が必要で何が必要なのか取捨選択が大事。内容への立ち入りが必要で、盲学校の教員の助言でボランティアの方たちが図をきちんとつくる体制が必要。盲学校の先生方は生徒たちに解りやすい図を触る感動を与えてほしい。

②読み取る側の能力の問題

図を読みとるためには、指先で正確に読みとるという技術は非常に重要だ。両手を使う大切さという指摘はまさにその通り。読みとった図を事物・概念と結び付けるというのも大事なプロセスである。

③触図の質の問題

児童期の指導では、よりよいものを見せていくべきだ。時間的・コスト的な制限から点字プリンタも利用価値はある。しかし多用は禁物である。グラフィカルなペンディスプレイはまだ限界のあるデバイスである。

まとめ

点図の精度の問題、図というものを大切にしながらも現状をしっかり把握し、それにもとづいてできるだけよいものを提供していくことに努めること、これから育っていく子どもたちには、できるだけ質の高い教材・素材を用意していくことが大事であることが共通の見解であった。

第 44 回日本特殊教育学会自主シンポジウム 4

「視覚障害教育における触図の精度について」講演記録

企 画 者：大内 進（独立行政法人特殊教育総合研究所：当時）

司 会 者：大内 進（独立行政法人特殊教育総合研究所：当時）

話題提供者：福井哲也（社会福祉法人日本ライトハウス）

南谷和範（NHK放送技術研究所）

指定討論者：長岡英司（筑波技術大学）

発 行 日 平成 19 年 9 月 1 日

編集・発行者 独立行政法人国立特別支援教育総合研究所

（平成 19 年 4 月改称）

企画部 大内 進

〒239-0841 神奈川県横須賀市野比 5-1-1

TEL 046-839-6836 FAX 046-839-6909

資料 2

真空成型法による立体教材作製の手引

真空成型法による 立体教材作製ガイド



独立行政法人国立特別支援教育総合研究所

真空成型法による立体教材作製ガイド

独立行政法人国立特別支援教育総合研究所 大内 進

○ 目 次 ○

第1部 真空成型とは	1
1. 真空成型（成形）	1
2. 真空成型の原理	1
3. 真空成型による触覚教材の利点	2
4. 半立体教材の意義と真空成型教材	3
5. 真空成型機の概要	4
6. 真空成型機による教材作製の流れ	5
第2部 実際編（作製の手引き）	6
1. 真空成型法の長所及び短所	6
1-1 製品サイズ	
1-2 成型用型	
1-3 製品の精度	
1-4 成型	
1-5 材料	
2. 真空成型法による教材作製の実際	6
2-1 成型用原版の準備	
2-1-1 型の材質	
2-1-2 型の形状	
2-1-3 型製作上の配慮事項	
2-1-4 石膏による真空成型用原型の作製法	
2-2 真空成型作業 10	
2-3 触覚教材への加工 11	
第3部 真空成型による試作教材例	12
1. 海外における真空成型教材例	12
1-1 ドイツ	
・視覚障害教材支援センター（FIBS）作製の地図教材	
1-2 イギリス	
・ボランティアグループ（L P T）作製の触る絵本	
・英国王立盲人援護協会（R N I B）作製の触る絵本	
1-3 イタリア	
・盲人協会作製の視覚障害教育用教材	
2. 真空成型による試作教材例	15
2-1 立体図鑑	
2-2 各種ゲーム等	
2-3 教科書の図版の半立体的翻案	
2-4 触る絵の事後学習用教材	

第1部 真空成型とは

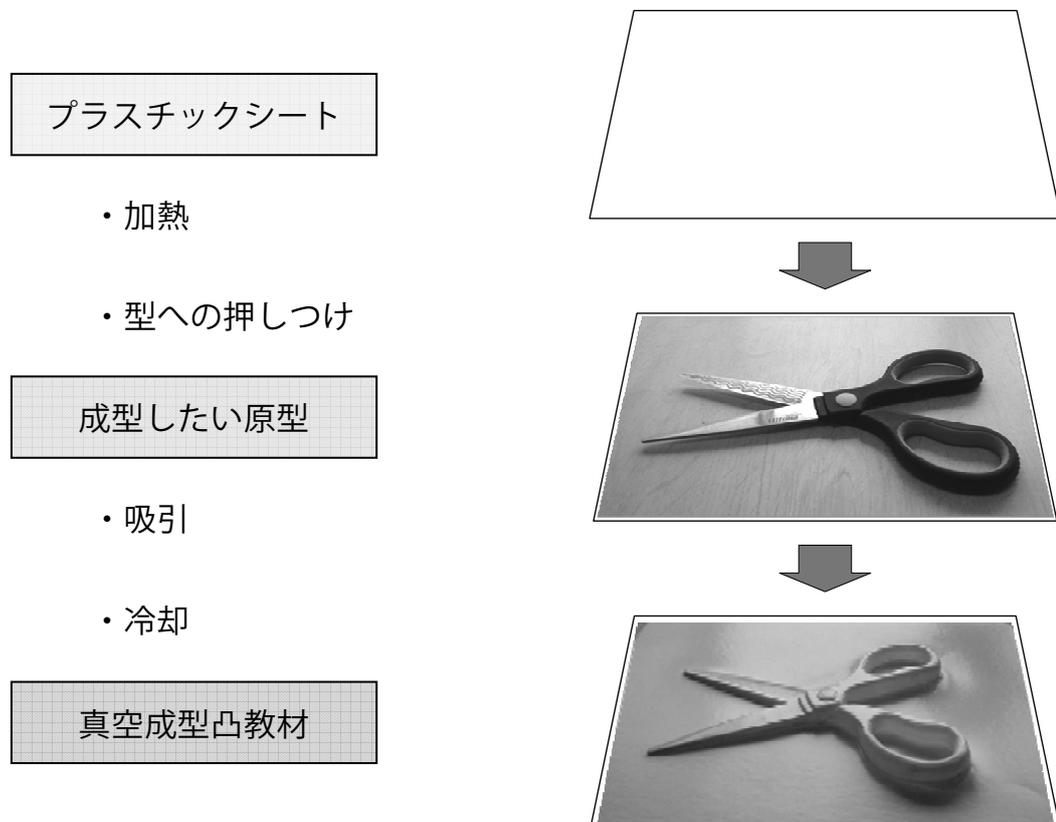
1. 真空成型（成形）

加熱されて柔らかくなった樹脂（プラスチック）シートを型に押し付け下から吸引し、シートと型の間を真空状態にしてシートを型に密着させ、それを冷却することによって所定の形状を得る立体的な教材を作成する方法です*。「バキューム」や「熱成型」とも呼ばれます。

かつて、全国の盲学校に点字コピー型の真空成型機（米国製、商品名「サーモフォーム」）が配備されましたが、多くの学校では使用されなくなっていました。ヨーロッパ圏では、厚手のシートを加工できる真空成型機が普及しており、視覚障害教育用の半立体教材が作製されています。独立行政法人行政法人国立特殊教育総合研究所ではこの真空成型装置を導入し、教材作製及び活用法の開発を進めてきました。以下に真空成型教材の概要を紹介します。

*プラスチックの成型には、他に射出・押出し・ブロー・プレス等の方法があります。

2. 真空成型の原理



3. 真空成型による触覚教材の利点

3-1 より立体的な表現が可能

- ・立体的に盛り上がった形状を表すことができるので、より直感的な理解が可能です。
- ・高さの違いを明確に示すことが出来るので、線の交差や筆順の違い等を容易に表現することが出来ます。
- ・凹面を表すことも出来ます。

3-2 表現力が豊か

- ・立体的な表現だけでなく、触覚的に判別可能な多様で詳細な面（肌理）情報を表すことができます。
- ・面や線の縁なども明確に表すことが出来ます。
- ・アクリル絵の具等で彩色することが出来ます。弱視幼児児童生徒用の教材としても活用可能です。

3-3 複製が可能

- ・しっかりした原型を作製しておくことにより、必要に応じて、同一教材を必要な数だけ複製することが出来ます。
- ・成型機の操作には、若干の経験が必要となりますが、専門的知識等は不要で気軽に利用することが出来ます。

3-3 多様な用途

- ・幼児児童向けの触る絵本・立体図鑑，重複障害幼児児童生徒用の触覚教材，社会科の立体地図教材，算数・数学科の図形教材，理科の立体実験図，理療教育用立体人体図など多様な用途が考えられます。
- ・3次元的な実物と平面的な凸図をつなぐ半立体教材としても活用が期待されます。

4. 半立体教材の意義と真空成型教材

○従来の立体物の平面的認識の指導

実物 → (模型) → 平面的凸教材 (点図, 立体コピー等)

視覚障害教育における触覚教材を利用した指導では、実物を観察した後、いきなり平面的な凸図での指導へと進むのが一般的です。このプロセスだけでは、3次元のイメージと平面に表された2次元的情報とが直感的に結びつきにくい点への配慮が十分だとはいえません。3次元の実物と平面的な凸図をつなぐ教材として、半立体的な凸教材を介在させると立体的なイメージを平面的なイメージにつなげやすくなります。

こうした教材として真空成型による半立体的な教材が活用できます。

3次元形状の2次元的理解

3次元立体・実物

- ・リアリティがあり、直感的にイメージしやすい
- ・ボリュームがある
- ・面で構成される
- ・自由な方向から観察出来る
- ・かさばる

半立体的な表現

- ・立体的な表現や細部の詳細な触覚的認知が可能
- ・高さの手がかりを活用出来る
(3次元形状の把握)
- ・観察する方向に制約
- ・輪郭線の抽出
(2次元的理解)

2次元的表现

- ・面、線、点で構成される
- ・輪郭線の役割が大きい
- ・高さの手がかりを活用することができない
- ・表現される方向が限定される
- ・立体をイメージしにくい

・3次元立体と2次元的表现を仲介する教材としての半立体教材

原則: 立体物は立体的な知覚から

5. 真空成型機の概要

国立特別支援教育総合研究所では、下記の真空成型機を導入し検証を行っています。

○機種名：The Vacuum Former 1210

(イギリス C.R.Clarke & Co. 社製)

○仕様等

- ・成型範囲 204×280mm (8×11in) B5版程度
- ・加工可能シート厚 最大6mm (0.25in)
- ・成型できる高さ 最大100mm (4in)
- ・ヒーター セラミックヒーターシステム
- ・耐熱性 成型 RTV シリコンシール
- ・剥離機能 ブローリリース
(風圧による剥離)



○機種名：Braille Reproduction 350

(イギリス C.R.Clarke & Co. 社製)

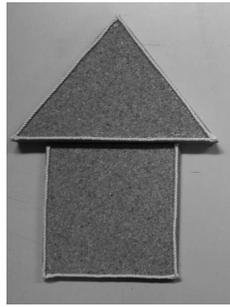
○仕様等

- ・シートサイズ 280×292mm (11×17in)
280×216mm (11×8.5in)
- ・使用シート 0.1mm (0.004in) PVC
'Brailon' sheet
- ・ヒーター セラミックヒーターシステム
- ・耐熱性 成型 RTV シリコンシール
- ・コピーカウンター

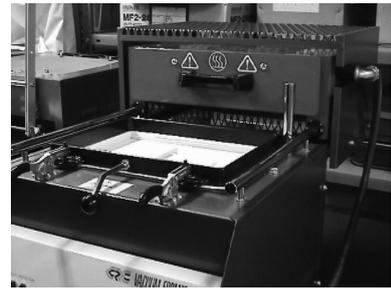


6. 真空成型機による教材作製の流れ

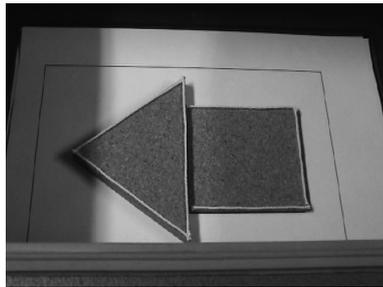
① 原版の作製



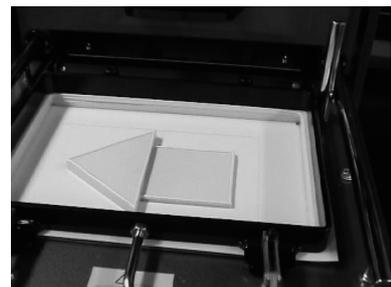
⑥ 吸引



② 原型を真空成型機にセット



⑦ 冷却



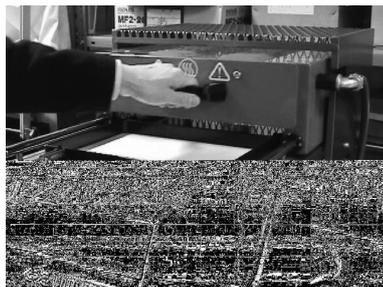
③ プラスチックシートをセット



⑧ 成型終了



④ ヒーターユニットをシート上に移動



⑨ 完成した成型作品



⑤ プラスチックシートを加熱



第2部 実際編（作製の手引き）

1. 真空成型法の長所及び短所

1-1 製品サイズ

- ・機種によりますが、スライド式のヒーターユニットのため、奥行きがある。Vacuum Former 1210 の場合、縦 90cm、横 50cm 程度の作業台が必要となります。

1-2 成型用型

- ・材質 石膏、木材加工、樹脂加工、金属加工（金型）
- ・費用 他の成型法の型に比べると安価ですが、材料費がかかります。
- ・表面処理 不要
- ・型の修正 容易

1-3 製品の精度

- ・シート厚 0.1mm～6.0mmの範囲で成型可能です。但し、板状から成型するため成型後のシートの肉厚が一定にはなりません。加工しやすさや強度の点から 0.5mm程度の厚さが扱いやすいようです。
- ・角の曲面 大きくする必要があります。鋭角だとシートが破ける可能性があります。

1-4 成型

- ・作業管理 状態を見ながら作業できるので条件管理はしやすいといえます。
- ・作業時間 一点ずつ、手作業でおこなうので時間がかかります。

1-5 材料

- ・シート素材 本装置はポリスチレン加工を目的とした仕様になっています。
ポリスチレンシートは、国内での小口の入手先は限られています。
- ・市販のポリスチレン素材として、タミヤの「プラバン（白）」があります。
「プラバン（白）」には、0.3, 0.5, 1.0, 1.2, 1.5, 2.0mm厚のものが 있습니다。
版の大きさは最大 B4 サイズです。Vacuum Former 1210 で利用するためには、Aサイズ程度にカットする必要があります。
- ・ポリスチレンシートのほかにも、さまざまな可塑素材シートがありますが、それらについては、今後順次検証していく予定です。
- ・塩化ビニールは有毒ガスが発生するため、利用には適していません。
- ・真空成型法では、その工程上シートのロスの部分が出てしまいます。

2. 真空成型法による教材作製の実際

2-1 成型用の型の準備

- ・本教材作製に際しての最も重要なポイントは型の作製です。

2-1-1 型の材質

(1) 石膏型

- ・石膏を用いる場合は、造型用硬質タイプのものを使用します。
- ・型の工作方法は、一般的な方法と同様です。粉状の石膏を適量の水に溶き、母型に注入して硬化させます。
- ・少量の作製に向いています。
※具体的な手順は(2-1-4)にて詳しく紹介します。

(2) 木材加工

- ・木の種類はとくに問いませんが、加熱時に変形したり割れたりすることがあるので、よく乾燥した木材を用いることがポイントです。
- ・少量の作製に向いています。
※加工に適した素材：ヒメコマツ、朴、檜
(以下参考として)

(3) 樹脂加工

- ・熱硬化タイプのものを用います。フェノール、エポキシ、デブコン、ポリエステルなどがあります。
- ・量産に向いています。

(4) 金属加工(金型)

- ・プラスチック産業の分野では、鋳物や亜鉛アルミニウムが主に用いられています。型は、鋳型鋳込み法や機械加工法で作られています。半永久的に使用でき、大量生産向きです。型の修正が可能です。

2-1-2 型の形状

- ・真空成型法では、雄型(凸状)あるいは雌型(凹状)のいずれかを用います。一般に雄型を用いますが、面の状態の忠実な再現には、雌型のほうが秀でています。
- ・この手引では、雄型を前提として展開しています。

2-1-3 型製作上の配慮事項

(1) 角の曲がり具合<R>

- ・鋭い角は圧力が集中し、シートが破ける恐れがあります。したがって、できるだけ大きめのRをつけるようにしたほうがよいでしょう。

(2) 型の抜き勾配

- ・雄型成型では、シートと型の剥離を容易にするために、抜き勾配（傾き）をつける必要があります。高さがあるほど、抜き勾配を大きくします。高さ 10cm で1度以上の抜き勾配をとるようにします。

2-1-4 石膏による真空成型用原型の作製法

(1) 準備物

①母型作製

○立体型どり材（商品名「かたとって」など）

- ・主成分：ケイ藻土、アルギン酸ナトリウム
- ・製造元：株式会社 紀文フードケミファ（商品名「かたとって」）

○石膏

- ・様々な種類があります（これまでの検証では吉野石膏製のものを使用しました）。

○型どり用原型

○ポリバケツ

○ボール

○プラスチック容器

○段ボール（枠材として使用）

○石膏攪拌用棒

○泡立て器

○へら

○クラフトテープ

○セロテープ

○カッター

○雑巾

②真空成型教材作製

○プラスチックシート（商品名「プラバン」）

B4 サイズを成型機用のサイズにカット。厚さは、0.3mm から 2.0mm まで各種。通常は 0.5mm を推奨します。

○原型固定用板材

厚手の板材（合板，MDF [ミディアム・デンシティ・ファイバーボード] など）

(2) 型どり（母型）の手順

- ①型をとる材料の大きさに合わせて、容器を用意します。適当な大きさの容器がない場合は、段ボールを使って外枠を作ります。
- ②ここでは、真空成型用の型を取ることを目的としていますので、材料を半分に切り、フラットな面をそれを台紙の上に載せ、両面テープ等で固定します。それを上記の①で準備した枠あるいはプラスチック容器の中に固定します。
- ③水の入ったボールに「かたとって」を入れ、泡立て器で固まりがなくなり、クリーム状になるまで、よくかき混ぜます。この時、粉が玉になりやすいので気をつけましょう。
- ④上記②で準備した枠あるいはプラスチック容器に「かたとって」を流し込みます。
- ⑤型どり材は、5分ほどで固まります。その間、型を取る原型が動かないように注意しま

す。

⑥型どり材がゴム状に固まったら、枠あるいは容器を裏返して原型を取り出します。これで、石膏を流す型が完成となります。

※注意

- ・使用後の型どり材は、ポリ袋に入れて廃棄します。流しに捨てる時排水溝を詰まらせる原因となります。
- ・衣服については、よく乾燥させてからほぐして除去します。

(3) 石膏の使い方

①石膏

- ・石膏は、造型用の硬質タイプを使用します。

(例) 吉野石膏工業「焼きせっこう ハイストーンN」の場合

この石膏は、高強度で高精度の模型を作製することが可能です。性能が安定しており、作業性も良好です。自動車のモデル等、精密・高強度の模型の製作、鋳型の製作などにも用いられているものです。

②使用方法

石膏溶液を作るには、水切り法と水計り法があります。少量の溶液を作る場合は、水切り法を用います。大量の溶液を作る場合は、水計り法を用います。

〈水切り法〉

- a. 石膏 1 kg に対して、約 1 リットルの水を使用します。水は、あらかじめボールなどの容器に入れておきます。
- b. 容器の水に石膏を散布するように投入します。(このとき、石膏がだまにならないように気をつけます。静かにほぐすように丁寧に混ぜます。)
- c. そのまま約 2 分間静置します。石膏に水が浸透し、沈殿していきます。
- d. 沈殿したあとのうわ水は捨てます。その後、木の棒などで、1 分間に 100 回位の速さで円を描くように攪拌します。4~5 分攪拌し続けると石膏溶液に粘りが出てきます。攪拌の軌跡がかすかに残るようになってきた時が、石膏を型に流し込む適当なタイミングです。
- e. 型は上面が水平になるように固定しておきます。気泡が中に入り込まないように注意しながら、一方向から少しずつ型に石膏を流し込んでいきます。型の半分ほどまで石膏を流し込んだら、石膏の中に入り込んでいる空気を抜くために、容器の両脇を軽くたたきます。この作業を 2~3 回に分けて行います。
- f. 型の上面まで石膏を流し終わったら、約 1 時間そのままにしておきます。石膏が固まったことを確認してから型枠材を静かにはずします(脱型)。石膏の表面の温度が冷えてきたところが目安となります。
- g. これで石膏型のコピーが完成となります。取り出した石膏は、風通しの良い場所で乾燥させます。乾いてきたら、細部を修正します。彫刻刀やヤスリなどを利用すると加工できます。

〈水計り法（参考）〉

- a. 石膏 1 kg に対し、水 700cc を用意します。
- b. 水切り法と同様にして石膏を投入静置します。うわ水は捨てずにそのまま攪拌します。
一度に大量の石膏（数 10kg）を攪拌する場合には、この水計り法が推奨されます。

*注意

水切りの際のうわ水や、余った石膏は流しに捨ててはいけません。排水管を詰まらせる原因になります。

*謝辞

本編をまとめるに当たり、下記のホームページを参考にさせていただきました。

参考資料：三起塗料株式会社HP

U R L : <http://www5f.biglobe.ne.jp/~sankiweb/example/plaster.htm>

2-2 真空成型作業

※第1部 第6章の図も参照してください。

(1) 成型用の型が用意できたら真空成型機を使って真空成型作業を行います。

まず、機器を電源に接続し、メインスイッチを入れます。次に加熱温度を設定します。機器の全面中央にあるコントローラはダイヤル式になっています。最初は加熱温度を[FULL] にセットします。温度が十分に上がってきたら、加熱温度でシートの軟化度を調節するようにします。

(2) 原版を真空成型機の型を置く台（型台）にセットします。成型機の左側にあるレバーを手前に引くと、型台が上昇し、機械の上面に固定されます。台はB 5サイズほどの大きさです。そこにしっかり収まるように型を置き、レバーを奥に押し、台を下降させておきます。

(3) プラスチックシートを成型機本体上面にセットします。型台の部分の空間を覆い被せるようにシートを置きます。真空状態を保つために型台の空間が完全に覆われていることを確認してからシートの外周を固定する枠をセットします。軽く枠でシートを押さえておいてから枠の手前にある固定用のレバーを右方向に移動させてしっかり固定させます。

(4) 上面奥にあるヒーターユニットを手前に移動させ、プラスチックシートの上に持ってきます。この状態でプラスチックシートを上方から加熱します。

(5) 加熱を進めるとシートが軟化し、徐々にたわんできます。シートの中央部分が大きく凹み、四隅の部分も柔軟になってくる頃が加熱の目安となります。本装置にはセンサーなどは装備されていないので、適切なシートの加熱レベルは、経験的にとらえていくこととなります。型の大きさや嵩などで加熱具合を調整します。

(6) シートが十分に柔軟になったと判断できたら、ヒーターユニットを奥に収納すると同時に、機器の左側のレバーを手前に引いて型台をリフトアップします。次いで手早

く機器前面の加熱コントローラの右側にあるバキュームスイッチを入れて内部を真空状態にします。この一連の操作で柔軟になったシートを型に密着させることができます。

- (7) シートが型にきれいに密着したら、バキュームスイッチの右にあるブロースイッチを数回押して空気を逆噴射させます。これによりシートと型の間に入り、剥離しやすくなります。次いでバキュームスイッチを切り、シートを冷却させます。濡れた雑巾等を用意しておいて、シートの上を覆うと短時間で冷却させることができます。
- (8) 型台レバーを奥に押し、型台を下降させてから、シート固定レバーをゆるめて枠をはずし、シートを取り出します。以上で成型終了です。

複数の成型をする場合は、(3)以降の作業を繰り返します。ヒーターが暖まっているので、2回目以降は加熱時間が短くなってきます。

2-3 触覚教材への加工

(1) シートの不要部分のカット

成型したシートの周辺部は、固定用の枠の跡が残っていますので、最低限この部分を切り取ります。プラスチックシートは、カッターナイフ等でカットすることができます。

(2) 台紙への貼り付け

切り取った成型物は、同一の大きさの台紙に貼り付けておくと活用しやすくなります。また保存や収納の利便性を考慮すると台紙の大きさはB5サイズかA4サイズが適切だと思われます。

(3) 点字及び墨字の説明の作製と貼り付け

作成した教材については、点字と墨字で教材名を記しておきます。必要に応じてその教材の意義や活用法などの説明も記しておくようにします。

2-4 教材の情報提供と相互活用

幼児児童生徒の少人数化と多様化が進む視覚障害教育の分野においては、広く全国レベルで情報の共有化を図っていくことが急務のこととなっています。また、視覚障害教育の専門性の向上という観点からも、完成した教材については広く情報提供していただくと幸いです。

国立特別支援教育総合研究所では、視覚障害教育に関連する情報を相互に共有することを目的として「視覚障害教育情報ネットワーク」を運営していますが、この度、この Web サイトに「視覚障害教育教材・教具データベース」を構築いたしました。「視覚障害教育情報ネットワーク」のIDをお持ちであれば、容易にデータをアップすることができますので、積極的に利用していただくことを期待しています。

「視覚障害教育情報ネットワーク」アドレスは以下の通りです。

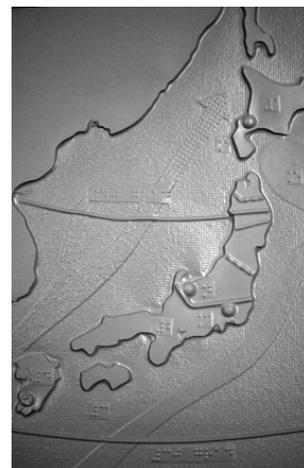
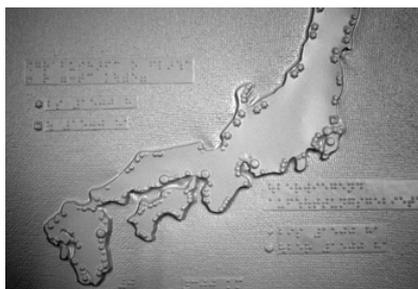
<http://www.tenji.ne.jp/>

第3部 真空成型による試作教材例

1. 海外における真空成型教材例

1-1 ドイツ

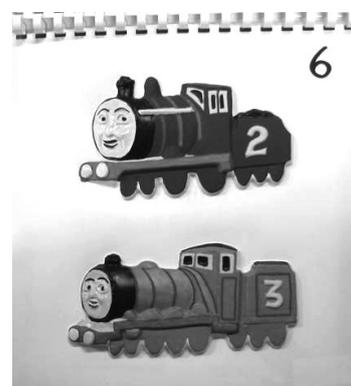
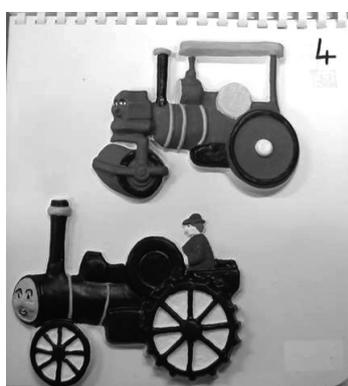
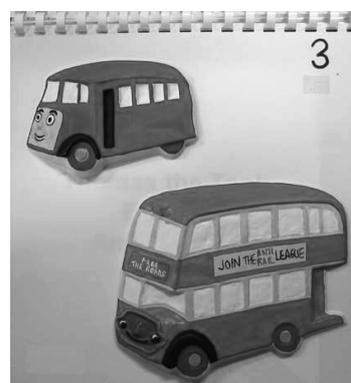
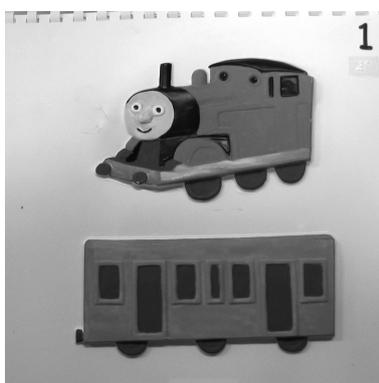
- ・視覚障害教材支援センター（FIBS）作製の地図教材



日本の地図

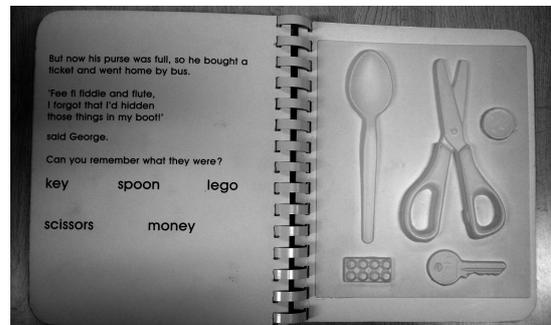
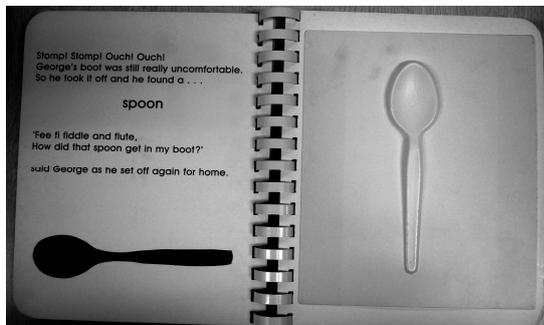
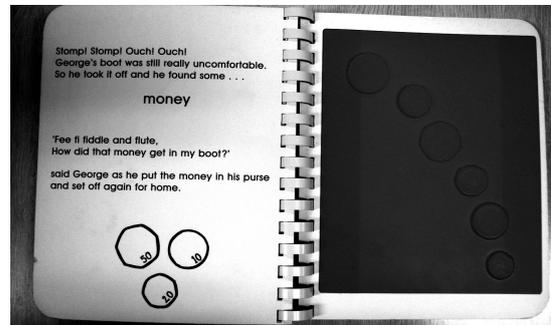
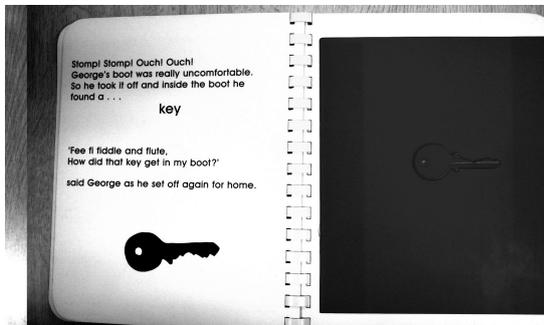
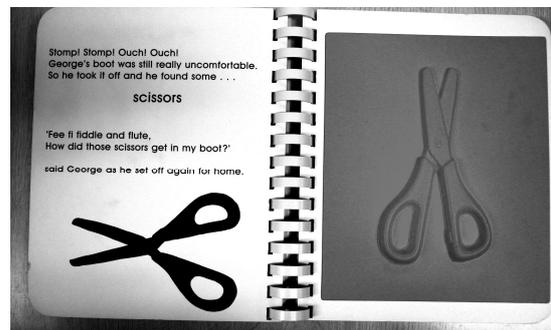
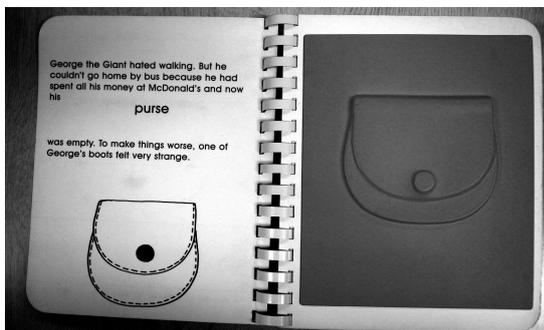
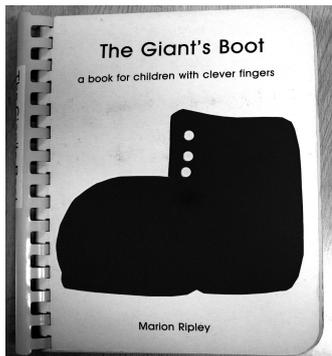
1-2 イギリス

- ・ボランティアグループ（LPT）作製の触る絵本



触る絵本版「機関車トーマス」

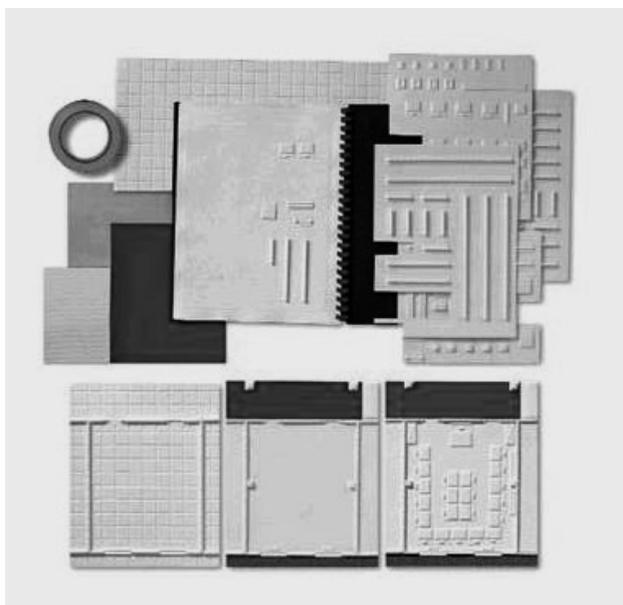
・英国王立盲人援護協会（R N I B）作製の触る絵本



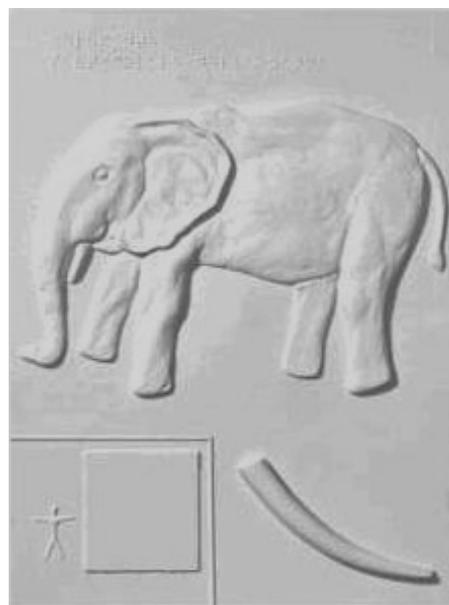
触る絵本「The Giant's Boot」

1-3 イタリア

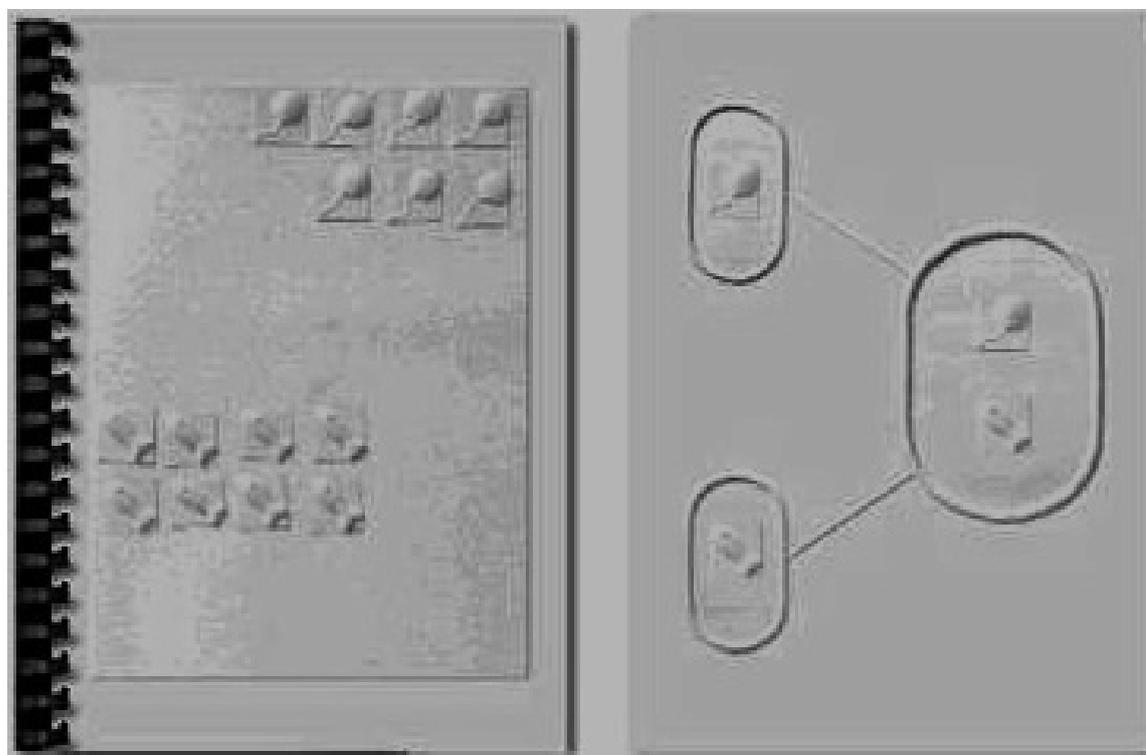
・盲人協会作製の視覚障害教育用教材



空間構成教材の一例



理科教材の一例



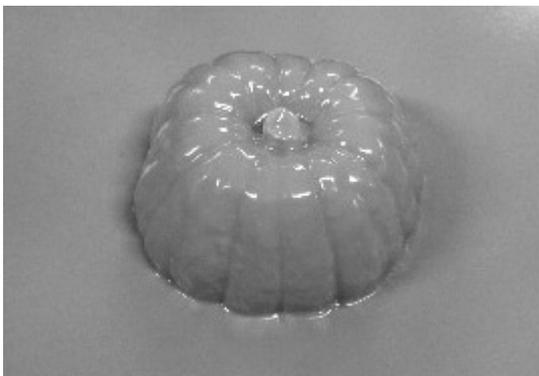
算数教材の一例

2. 真空成型による試作教材例

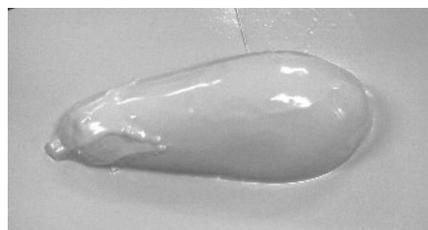
2-1 立体図鑑

・作製：国立特別支援教育研究所 大内 進

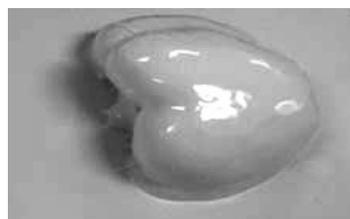
○野菜



かぼちゃ

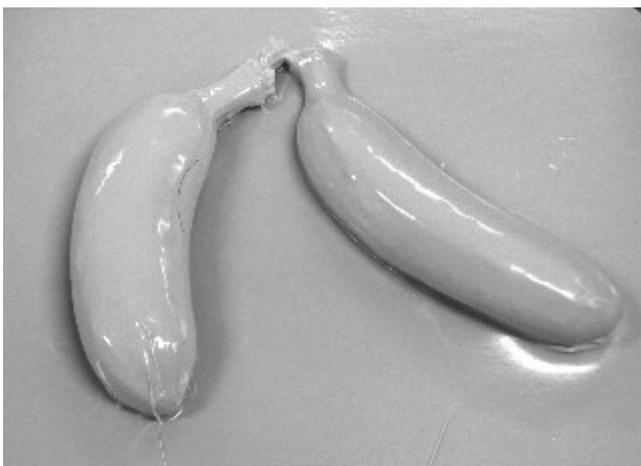


なす



ピーマン

○果物



バナナ

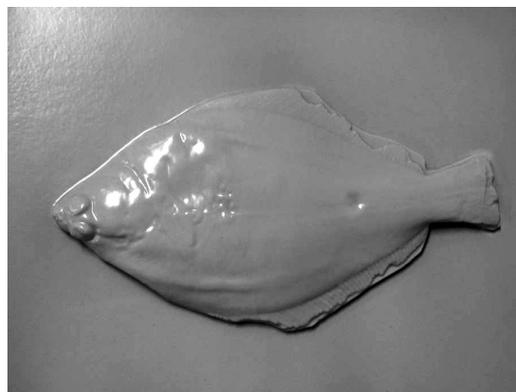


レモン

○魚



たい



かれい

2-2 各種ゲーム等

・作製：筑波大学附属視覚特別支援学校 増岡 直子

これらの教材を児童に提示する際は、触察物が動かないように固定するとよいと思います（教材を机にテープなどで固定する，ボードに挟んで触察する，教材の裏にマグネットシートを貼り付け，マグネットボードにのせて触るなどが考えられます）。

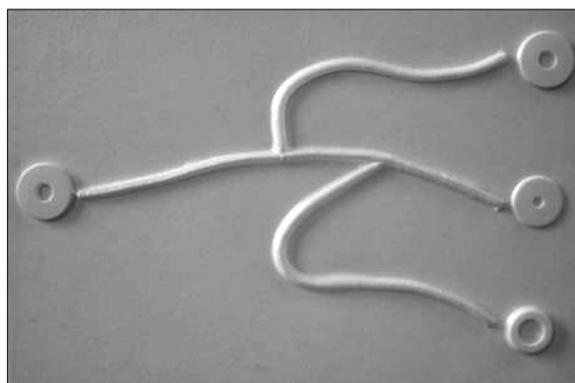
今回ご紹介したものの他にも，真空成型装置を使ったいろいろな教材作製が考えられます（教科学習前の児童に対する教材や教科と結び付いた補助教材など）。

○同じ形さがしゲーム

- ・対象児：点字導入前あるいは導入期の児童
- ・ねらい：形の触察（属性の等しい形状を触り比べ，相違点・類似点の判別）
両手を使った線たどり（左方向から右方向へのスライド）

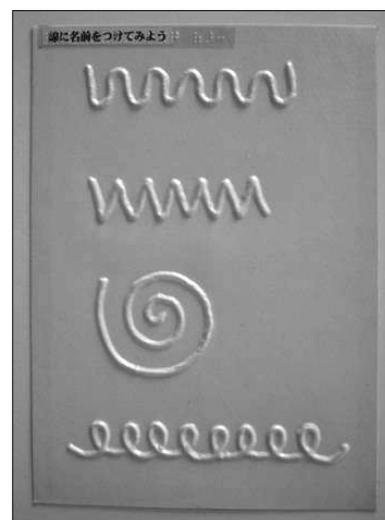
- ・原版素材：ヘアゴム（太目），ドーナツ型模型（プラスチック製・金属製）
- ・本触覚教材の使い方

- ①スタート地点（左）の形を触る。
- ②スタート地点から右方向に伸びる線をたどる。途中，遭遇する分かれ道では，自分が進みたい線の方角を選択し，ゴールへ向かう。
- ③ゴール地点の形を触察する。
- ④スタート地点の形と同じ形かどうか，2つの形を触り比べる。みごと同じ形にたどりつけたら勝ち。



○線に名前をつけてみよう

- ・対象児：点字導入前あるいは導入期の児童
 - ・ねらい：両手を使った線たどり
線の動きのおもしろさ
 - ・原版素材：モール
 - ・本触覚教材の使い方
- ①指で線を上手にたどる。
 - ②線の動きや高さ確かめながら滑らかに指を動かす。
 - ③線の特徴を表す名前を考えて自分流のネーミングをする。

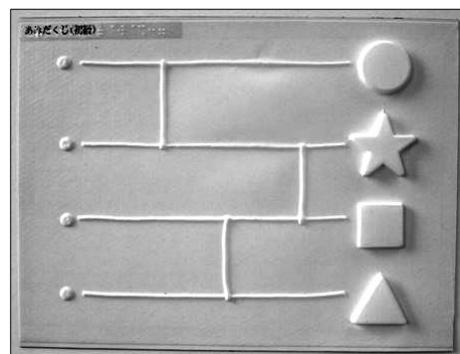


○あみだくじ：初級

- ・対象児：点字導入前あるいは導入期の児童
- ・ねらい：両手を使った線たどり（左方向から右方向へ）
形の触察
- ・原版素材：フェルト丸シール，紙紐，積み木，
マグネット

・本触覚教材の使い方

- ①左側の4つの点から好きな点を選ぶ。
- ②点から右方向に伸びる線を指でたどっていく。
- ③途中，分かれ道に遭遇したら，進路を変えてその方向に進む（分かれ道は，線の段差が手がかりになる）。
- ④分かれ道が終了したら，再び右方向に進む。
- ⑤ゴールにたどり着いたら形を触察する。



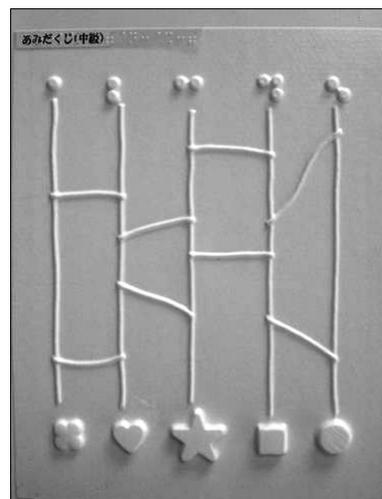
○あみだくじ：中級

- ・対象児：点字使用の児童
- ・ねらい：両手を使った線たどり（上方向から下方向へ）
形の触察

- ・原版素材：紙紐，積み木，ミニタイル

・本触覚教材の使い方

- ①上部の1～5の点から好きな点を選ぶ。
- ②点から下方向に伸びる線を指でたどっていく。
- ③途中，分かれ道に遭遇したら，進路を変えてその方向に進む
(分かれ道は，線の段差が手がかりになる)。
- ④分かれ道が終了したら，再び，下方向に進む。
- ⑤ゴールにたどり着いたら形を触察する。



○あみだくじ：上級

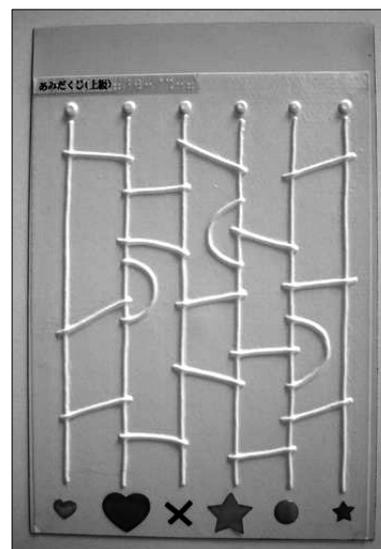
あみだくじ上級版は，初級・中級版とは変化をもたせ，原版のゴール地点に敢えて何も付けないようにしました。日常の児童とのかかわりの中で活用（点数性にしてゲーム感覚で楽しんだり，係の仕事分担を点字でうって貼り付けたりなど）できるように，自由度を優先しました。

- ・対象児：点字使用の児童
- ・ねらい：両手を使った線たどり（上方向から下方向へ）形の触察
- ・原版素材：紙紐，積み木

※右の写真ではゴール地点にシールを貼付

・本触覚教材の使い方

- ①上部の6つの点から好きな点を選ぶ。
- ②点から下方向に伸びる線を指でたどっていく。
- ③途中、分かれ道に遭遇したら、進路を変えてその方向に進む
(分かれ道は、線の段差が手がかりになる)。
- ④分かれ道が終了したら、再び、下方向に進む。
- ⑤ゴールにたどり着いたらそこに貼り付けられた形や点字などを触読する。



○うさぎの顔の絵かき歌ミニミニカード

・対象児：描画指導のレディネスがそなわっている児童

・ねらい：単純な線や形のパターンの読み取り

カードをもとにした模写活動

・原版素材：水引き、コルクシート

・本触覚教材の使い方

真空成型したシートの線に沿って切り離し、6枚のカードにして使用する。

- ①うさぎの顔の完成版を触察し、これから描くものの全体像を把握する。
- ②その後、1～5のカードを、順を追って触察し、形の特徴や配置、大きさを考えながら段階的に描き進めていく（それぞれのカードで新しく描く部分は線表現。既に描いた部分は面表現）。

・絵かき歌

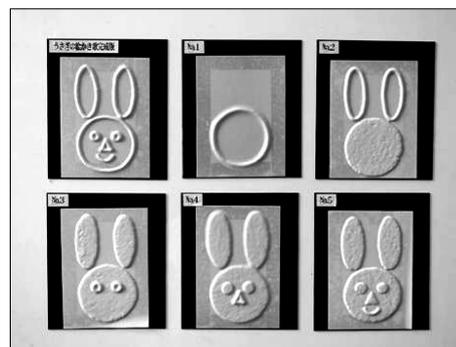
カード1 大きな丸がありました。これはうさぎのお顔です。

カード2 大きな丸の上側に、縦楕円2つありました。これはうさぎのお耳です。

カード3 大きな丸の内側に、ちっちゃい丸2つありました。これはうさぎのおめめです。

カード4 大きな丸の真ん中に、ちっちゃい三角ありました。これはうさぎのお鼻です。

カード5 三角の下に下半丸一つ。これはうさぎのお口です。あっという間にうさぎのお顔のできあがり。

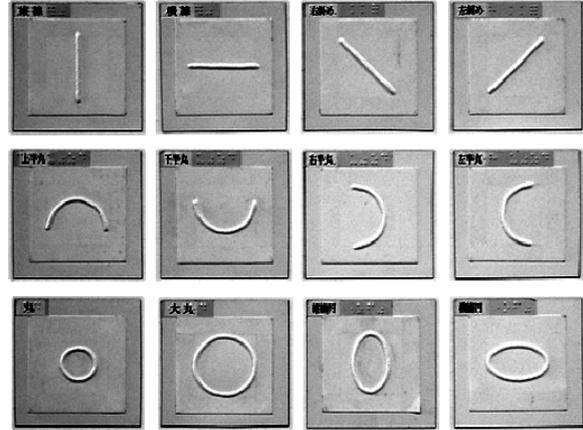


○描画基本カード

・用途：全盲児の描画認知・表出活動を促す導入期の触覚教材

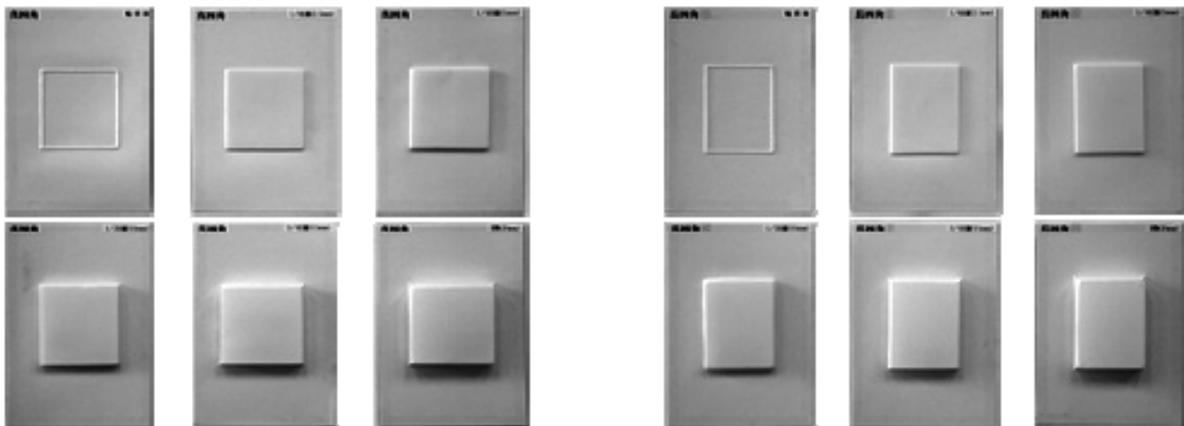
- ・特徴：描画に重要な要素となる部品（単純・明快な線描）を描画基本カードとして作製
- ・種類：12パターン
 - ・縦線・横線・右斜め・左斜め
 - ・上半丸・下半丸・右半丸・左半丸
 - ・丸・大丸・縦楕円・横楕円

- ・サイズ：7.5×7.5（cm）
- ・本触覚教材の使い方
 - ①提示されたカードの触察
 - ②パターンを読み取りと特徴の把握および名称の理解
 - ③名称と線描パターンのマッチング
 - ④カードと同サイズのマスへの模写活動



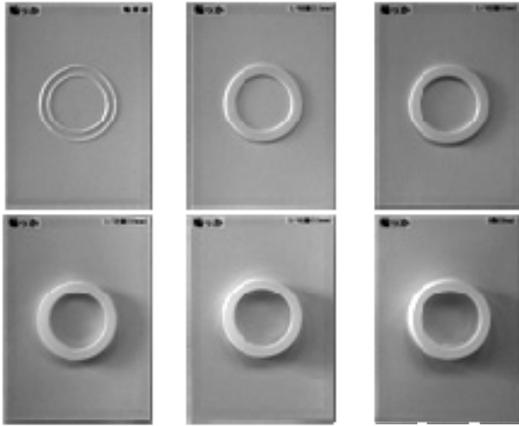
○立体物の平面的理解のための圧縮教材シート

- ・用途：立体物を平面上に表す絵画の基本原理の理解を促す触覚教材
 - ・特徴：立体物を平面上に貼り付け、段階的に扁平化していく様子を複数のシートで構成【圧縮教材シート作製の条件】
 - ・立体物を圧縮した際、圧縮面の形状は変化しないこと
 - ・圧縮面の輪郭を構成する各図形は、描画基本カードで学習したパターンを組み合わせること
 - ・種類：8種類
 - ・正方形・長方形・輪・三角形・ひし形・船・家・バッグ
- 原型と、それらを一立体につき厚さ3～5段階(3/4・1/2・1/4・1/8・平面上の輪郭線)に扁平化した

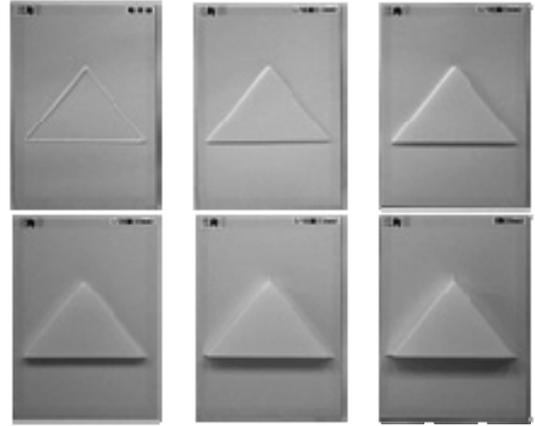


正方形

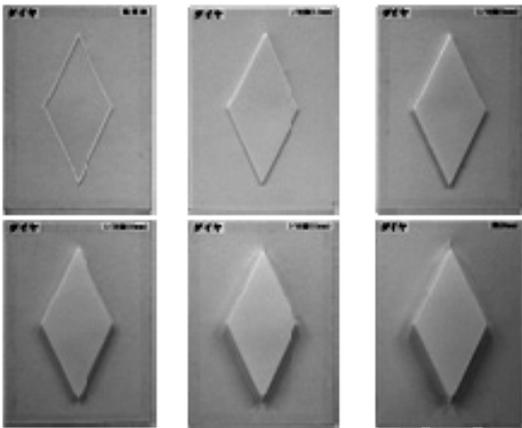
長方形



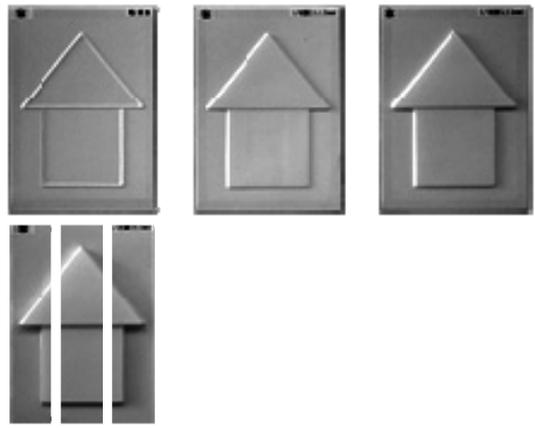
輪



三角形



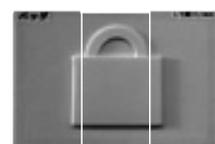
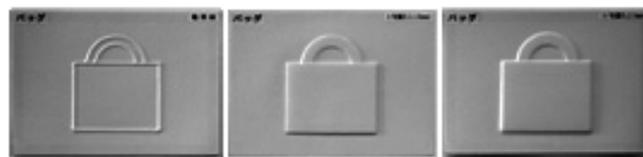
ひし形



家



船



バッグ

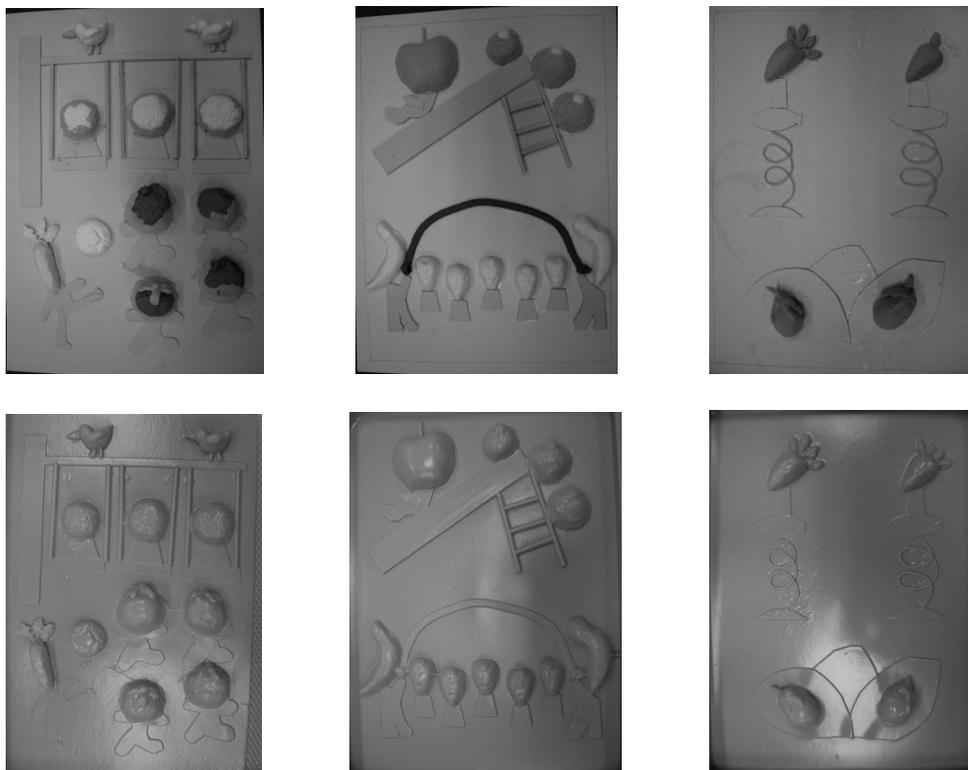
2-3 教科書の図版の半立体的翻案

・作製：東京都立久我山盲学校 準ずる教育充実グループ（代表 佐藤有紀）

点字教科書では、原本の図版の多くを点図に翻案して示しています。小学校 1 年生の算数教科書の導入部はイラストを中心とした内容になっています（図参照）。点字の教科書では、要素を取り出して簡略化した点図に翻案しています。原典教科書の主旨を生かすという点では、点図にすることの意義があります。しかし、実際には小学校 1 年生段階の児童にとって、こうした点図は理解しやすいものとはいえません。そこで、触覚でもより直感的な理解が可能となるように半立体的な真空成型教材の作成を試みました。



原典教科書のイラスト（『新編あたらしいさんすう 1』東京書籍）



真空成型による半立体的翻案教材（上：着色 下：無着色）

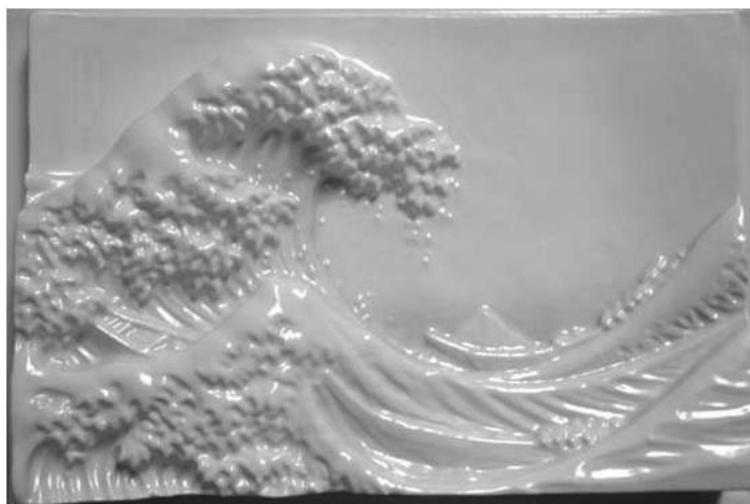
2-4 触る絵の事後学習用教材

・作製：独立行政法人国立特別支援教育総合研究所

国立特別支援教育総合研究所では、視覚に障害がある人が絵画を鑑賞するために、テキストや音声の情報とともに画像を半立体的に翻案したレリーフを活用する試みに取り組んでいます。こうしたレリーフを導入することによって、これまでは想像の域をでなかった絵画作品に描写されている事物等についてより具体的にイメージできるようになりました。しかし、一時的に触っただけではその印象を長く記憶にとどめることは困難です。そこで、事後学習での手がかりとするための補助教材の作成に取り組んでいます。



「アンテロス」の半立体的翻案作品の補助教材



「神奈川沖波裏」の半立体翻案的作品の補助教材

真空成型法による立体教材作製の手引き（080330 版）

平成 20 年 3 月印刷・発行

発行 独立行政法人国立特別支援教育総合研究所
〒239-8585
神奈川県横須賀市野比 5-1-1
URL : <http://www.nise.go.jp>

○本教材作製に関する問い合わせ先

国立特別支援教育総合研究所 企画部

大内 進

電話 (046) 839-6836

Fax (046) 839-6909

E-mail oouchi@nise.go.jp

○紹介した真空成型機に関する問い合わせ先

有限会社 ジェイ・ティー・アール

電話 (03)3967-6606

Fax (03)3967-8254

E-mail info@jtr-tenji.co.jp

資料 3

半立体絵画作品目録

触る絵画「作品」



国立特別支援教育総合研究所蔵

はじめに

浮彫による「触る絵画」は、視覚障害のある方の絵画鑑賞を支援するためにイタリアで開発されました。イタリアのボローニャ市のカヴァッツァ盲人施設、ボローニャ大学、病院らのスタッフによって浮き彫りの技術を活用して絵画を半立体的に翻案する手法を取り入れた絵画の半立体的な翻案が試みられたのは1990年代後半のことです。その後、カヴァッツァ盲人施設内に、触る絵画を展示した「アンテロス美術館」が開設されました。この絵画の鑑賞は、翻案された半立体的な造形作品を触覚的に観察すると共にその作品をわかりやすく解説した目録を確認しながら進められます。これまでにルネッサンス期のイタリア絵画などを中心に30点ほどの「触る絵画」が作製されています。

我が国でも、科学研究費補助金による研究により、国立特別支援教育総合研究所で「触る絵画」の作製と活用法について検討を行っています。この研究は「アンテロス美術館」と連携して進めています。本研究の成果として、葛飾北斎作「神奈川沖波裏」及び喜多川歌麿作「姿見七人化粧」、フェルメール作「牛乳を注ぐ女」を触る絵に翻案しました。「神奈川沖波裏」と「姿見七人化粧」は、ボローニャ市のカヴァッツァ盲人施設とアンテロス美術館の協力を得て共同作製したものです。「牛乳を注ぐ女」は国内で翻案した最初の作品です。

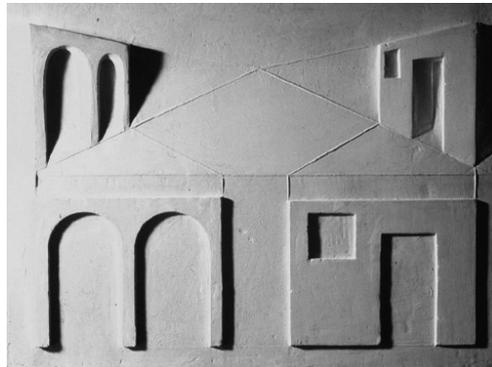
本研究では、触る絵画の開発とともに触る絵立体形状を3次元デジタルデータ化し、3次元出力装置で複製する課題にも取り組んでいます。このことを通して視覚障害教育における新たな触覚教材作成法を提案していきます。

国立特別支援教育総合研究所 大内 進

触覚による鑑賞のための練習台



人物像理解のための練習台
(作製：アンテロス美術館)



遠近法理解のための練習台
(作製：アンテロス美術館)

「竜と戦う 聖ゲオルギウス」



『竜と戦う聖ゲオルギウス』は、多くの画家が好んで描いたテーマ。アルブレヒト・デューラー、ドナテッロ、ラファエロ・サンチョ、パオロ・ウッチェロなどの作品がある。

『黄金伝説』によると「聖ゲオルギウス」は、小アジアのカッパドキア出身の殉教聖人で、トルコの西部リュディアのシレネを通りかかったとき、湖に住む竜に生け贄として捧げられた王女を助け出した。竜は異教の象徴、ゲオルギウスの勇姿を見て多くの人がキリスト教に帰依したとされている。この絵はボローニャ国立絵画館に展示されている。

作者：ヴィターレ・ダ・ボローニャ(1334-59年)
技法：テンペラ画
寸法：80 x 70 cm
製作年：1350年頃
取蔵：ボローニャ国立絵画館



(作製：アンテロス美術館)

「モナ・リザ」 (ジョコンダ：微笑む婦人)

作者：レオナルド・ダ・ヴィンチ
(1452年～1519年)

技法：油絵
寸法：77cm×53cm
製作年：1503年～1516年
収蔵：パリ、ルーヴル美術館



イタリアの美術家レオナルド・ダ・ヴィンチが描いた油絵。黒い衣装を着た一人の女性が、わずかに微笑んだ半身の肖像が描かれている。歴史上最も有名な肖像画のひとつであり、これほど賞賛、模写されてきた絵は他に例を見ない。レオナルドは1503年にこの絵を描き始め、3年かおそらく4年後まで筆を入れた。ポプラ材に書かれたこの絵は現在パリのルーヴル美術館に展示されており、同館の目玉的展示物となっている。



(作製：アンテロス美術館)

「ヴィーナスの誕生」

作者：サンドロ・ボットイチェリ (1445～1510年)

技法：テンペラ画、キャンバス

寸法：172.5cm×278.5cm

製作年：1485年頃

収蔵：ウフィツィ美術館 (フィレンツェ)



この絵には、ギリシア神話に基づいた、女神ヴィーナスが海から誕生する様子が描かれている。

ヴィーナスは、水より出現して貝殻のうえに立ち、霊的情熱の象徴であるゼフェルス（西風）に乗って、岸へと吹き寄せられている。季節の女神フローラの一人が、花で覆われた外套を女神へと差し出している。

裸身の女神は、地上的・肉的な愛ではなく、霊的な愛の象徴だとも言われており、ほっそりとして長い四肢を持ち、調和の取れた相貌を示している。その描写はダ・ヴィンチやラファエロの古典的リアリズムとは一線を画している。ヴィーナスの首は現実にはあり得ないほど長く、左肩の傾きは解剖学的にあり得ない角度をしている。

(参考 Wikipedia「ヴィーナスの誕」)



(作製：アンテロス美術館)

「ウルビーノ公フェデリコ・ ダ・モンテフェルトロ」

作者：ピエロ・デッラ・フランチェスカ
(1420年頃生、1492年没)

技法：油絵

寸法：47cm×33cm

製作年：1465年頃

収蔵：ウッフィツィ美術館（フィレンツェ）



作品のサイズは小さく、画面の中心を、クローズアップされたウルビーノ公の顔と上半身が占めている。その上半身はアペニン山脈の起伏に富んだ背景に置かれ、独特の量感によって浮かび上がっている。

この名高い傭兵隊長の絵はその夫人を描いたもう一つの肖像画と対になっている。

その顔は左側をみせ、視線を妻の方へと向けられていると想定されるが、実際には遥かに遠い点、漠然とした不定点をみつめているような印象も受けられる。ほぼ無表情とも言える眼差しがもしたず効果は、動じない落ち着いたなかにも、彼の気性と内面性を露わにする人物像を明確に示している。



(作製：アンテロス美術館)

「嵐」

作者：ジョルジョーネ（Giorgione：1477-1510）

技法：油絵

寸法：82cm×73cm

製作年：1505-10年頃

収蔵：アッカデミア美術館（ヴェネツィア）



ジョルジョーネの代表作。絵の主題について多説あり、西洋絵画史上最も議論がなされている作品のひとつ。主題については、古代神話説（パリスと羊飼いの妻、ユピテルとイオなど）、旧約聖書説（モーセの発見、アダムとエヴァなど）、聖人説（聖テオドロス）、文学説（ポリフィロの夢）、寓意画説（慈愛）など20以上の説が唱えられているが、どれも確証を得るには至っていない。

(参考：http://www.salvastyle.com)



(作製：アンテロス美術館)

「賢明の寓意」

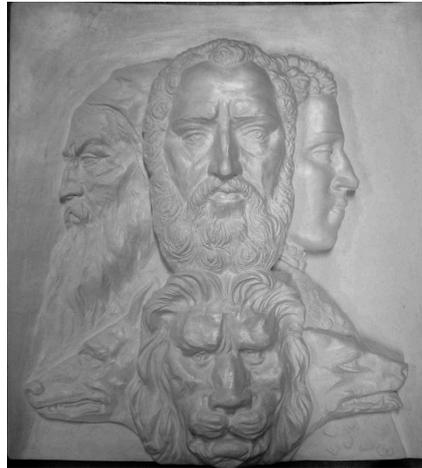


画面上方左から、老人、壮年、若者の男性の顔が、その下には同じ向きで、狼、ライオン、犬が描かれている。

この3つの顔と動物は、「過去」「現在」「未来」の3つの「時」を表しているとされる。その頭上には、「過去の経験によって／現在は賢明にふるまう／未来の行為を損なわぬために」の文が記されている。「3つの顔」、それぞれ「記憶」「知性（賢明）」「予見」という人間の能力を示しており、活動的なライオン「現在」、あらゆるものを食い尽くす狼は「過去」、人間に従順な犬は「未来」を示している。

また、描かれている人物は、ティツィアーノ一族の顔である。左からのティツィアーノ本人（75歳前後）、息子のオラツィオ・ヴェチェリオ（40歳程）、遠縁にあたるマルコ・ヴェチェリオ（20歳前後）である。

作者：ティツィアーノ（1488-1567）
技法：油絵
制作年：1565-70年頃
収蔵：ナショナルギャラリー（ロンドン）



（作製：アンテロス美術館）

「キリスト降架（埋葬）」



本作の主題は、磔刑に処されたイエスの亡骸を、ゴルゴダの丘の麓の小さな園に岩を掘らせて建てた墓へ埋葬する場面を描いたものである。

強い光によって闇に浮かび上がるイエスの遺体、遺体を運ぶ人物やキリストの死を嘆く聖女たちが浮彫を感じさせる表現で描かれている。《キリストの埋葬》を主題とする作品では、通例、上半身はアリマタヤのヨセフが、下半身はニコデモが持つとされている。

この作品には、それまでのカラヴァッジョの作風であった徹底した写実性から、ある種の古典的様式への変貌がみられる。作品完成後すぐに名作としての地位を得ており、ルーベンスがこの作品を模写している。

参考：「カラヴァッジョ」（アート・ライブラリー）

作者：カラヴァッジョ(1573-1610)
技法：油絵
寸法：300 x 203 cm
制作年：1602-03年
収蔵：パチカン絵画館
翻案者：ダニエッラ・アンジェリ



（作製：アンテロス美術館）

「マラーの死」



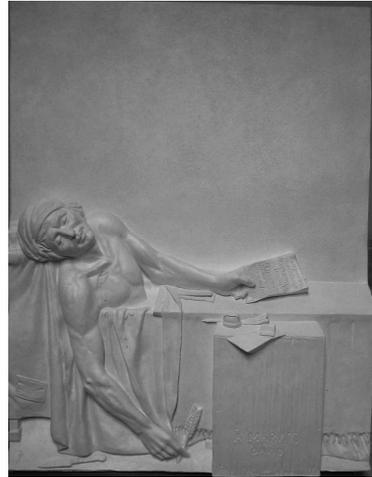
作者：ジャック・ルイ・ダヴィッド(1785-1825)
技法：油絵
寸法：165 x 128.3 cm
製作年：1793年
収蔵：ベルギー王立美術館
翻案者：ダニエッラ・アンジェリ

ジャック＝ルイ・ダヴィッドは、フランス史の激動期に活躍した、新古典主義を代表する画家。「マラーの死」(1793年)は、フランス革命の指導者マラーが暗殺された場面を表した絵画である。

マラーは、医師であったが、フランス革命勃発とともにジャーナリストに転身した。革命政府はブルジョワ側のジロンド派と、下層民衆の側になつたジャコバン党とに分かれた。マラーはロベスピエール率いるジャコバン党の指導者の一人であった。

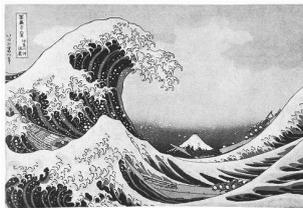
マラーは、皮膚病で薬浴をしているところに面会してきたジロンド派のシンパであったシャルロット・コルティエによって暗殺された。マラーが手に持っているのは、シャルロットの手紙である。

マラーは実際、整った顔立ちでもなく、体格も絵のように立派ではなかったようだが、革命の殉教者として表現に工夫がなされている。



(作製：アンテロス美術館)

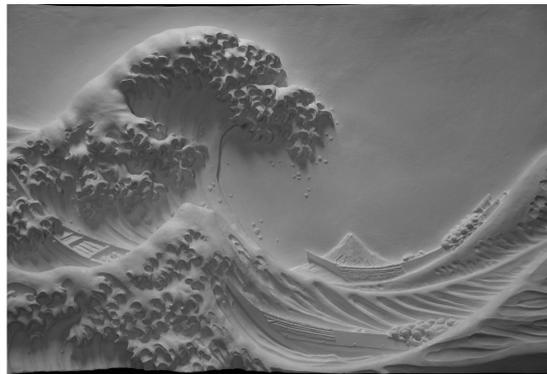
神奈川沖波裏



作者：葛飾北斎(1760年-1849年)
技法：版画
寸法：横大判錦絵25.4cm×38.1cm
製作年：1831年(天保2)から33年
収蔵：メトロポリタン美術館(アメリカ)他
翻案者：パオロ・グァランディ

富嶽三十六景は46枚(主板36枚、追加10枚)からなる天保4年ごろに完結したシリーズ。富士山を中心とした風景画。「凱風快晴」(赤富士)や「神奈川沖波裏」が特に有名。「神奈川沖波裏」は、ゴッホが手紙で賞賛し、ドビュッシーが交響詩「海」を作曲した等、多くの芸術家に影響を与えている。「波頭が崩れる様は一見表現的だが、ハイスピードカメラなどで波を撮影したものと比較すると実に写実的である。」

この作品は、科研費を得てイタリアの「アンテロス触る美術館」との協力により作成されたものである。



(作製：アンテロス美術館・国立特別支援教育総合研究所)

姿見七人化粧



「姿見とは、身なりを整えるために全身を映すことのできる大きな鏡をいう。ここでは、化粧の仕上がり点を点検する真剣な女性の表情がくっきりと映し出されている。着物の胸前につけられた桐の家紋から、像主は江戸随一の美人ともてはやされた難波屋おきたに違いない。歌麿は、鏡を美人画の小道具によく利用したが、ここでも、鏡は顔の美しさのみでなく、流行の髪型を背後からも確かめさせてくれる仕掛けとなっている。」（小林忠：歌麿の美人（浮世絵ギャラリー5）より）

本作品も科学研究費補助金による研究の一環として、イタリアアンテロス美術館と共同で作製したものである。

作者：喜多川歌麿（1753～1806年）
技法：版画、紅雲母地
寸法：大判錦絵
製作年：1792～3年頃
収蔵：ニューヨーク公立図書館
翻案者：マルコ・マルケジーニ



（作製：アンテロス美術館・国立特別支援教育総合研究所）

牛乳を注ぐ女



「ヨハネス・フェルメールは、17世紀にオランダで活躍した風俗画家。レンブラントと並び17世紀のオランダ美術を代表する画家とされる。

はじめ物語画家として出発したが、やがて風俗画家へと転向していく。静謐で写実的な迫真性のある画面は、綿密な空間構成と巧みな光と質感の表現に支えられている。

科学研究費補助金による研究の一環として、日本の作家によって制作された最初の立体絵画である。

中学校の美術教科書の鑑賞教材として最も多く採用されている作品であることから、本作品を翻案した。

作者：ヨハネス・フェルメール（1632～1675）
技法：油彩・画布
寸法：45,5×41cm
製作年：1658年
収蔵：アムステルダム国立美術館
翻案者：今井紫緒



（作製：国立特別支援教育総合研究所）

「触る絵画」作品目録

2008年3月 第2版

○関連研究

科学研究費補助金による研究「3次元造形システムを活用した視覚障害児のための絵画の立体的翻案とその指導法の開発」

(研究代表者 大内 進)

科学研究費補助金による研究「視覚障害教育のための3次元CADを活用した2次元画像の立体的翻案に関する研究」

(研究代表者 大内 進)

○問い合わせ先

独立行政法人国立特別支援教育総合研究所
大内 進

〒239-8585

神奈川県横須賀市野比5-1-1

電話 046-839-6836

E-mail oouchi@nise.go.jp