

I

触図の作成と盲学校間相互利用

1 触図の作成方法と作成される触図の特性について

金子 健・大内 進

(独立行政法人国立特殊教育総合研究所)

1. はじめに

触図を作成して、視覚障害児（者）に提供するためには、現在、どのような触図作成方法があって、それらが、それぞれ、どのような特性をもっているかを整理しておく必要があると考える。

ただし、個々の実際の触図作成方法とは別に、触図とは、そもそも、どのようなものであるか、どのような情報を、その使用者に伝えることができるものなのかを考えておくことも必要であると思われる。

そこで、ここでは、まず、触図が触図として成り立つための一般的な条件と、それに対応して、触図がその使用者に伝えることのできる情報について考える。次いで、触図を作成するための実際に存在する種々の方法について述べる。

2. 触図の条件と伝えることのできる情報

触図とは、触って分かる図や絵のことである。この場合、触るとは、一般に手指で触ることである。

図や絵が手指で触って分かるための条件として、以下の条件が考えられる。

- 1) 点、線、多角形などの図や絵の構成要素が凸状あるいは凹状になっている。
- 2) 図や絵の諸構成要素の素材が各々異なることで触感が異なるものとなっている（この場合の「素材」を、以下、「触素材」と記す）。
- 3) 1と2の両方。

ここで、これらの条件に対応して、触図が、その使用者に伝えることのできる情報について考えてみる。

まず、1に関して、その構成要素は、その領域の輪郭線のみ凸状あるいは凹状にして表現することもできれば、領域全体を凸状あるいは凹状にして面として表現することもできるが、このことによって、形の情報を伝えることができる。また、その領域を、凸状あるいは凹状の点々や横縞や縦縞などのパターンでうめて表現することもできるが、このことによって、その領域（面）の模様やきめの情報を伝えることができる。また、これらの凹状あるいは凸状の構成要素の高さに差をつけることができれば、高低や遠近の情報を伝えることもできる。

また、2に関して、図の構成要素について、種々の異なる触素材を用いれば、それに対応して、その触感の情報を伝えることができる。

3に関しては、以上の両方の情報を伝えることができることになる。

ここで、視覚的な絵と比較すれば、触図は、基本的に色の情報を伝えることはできない。

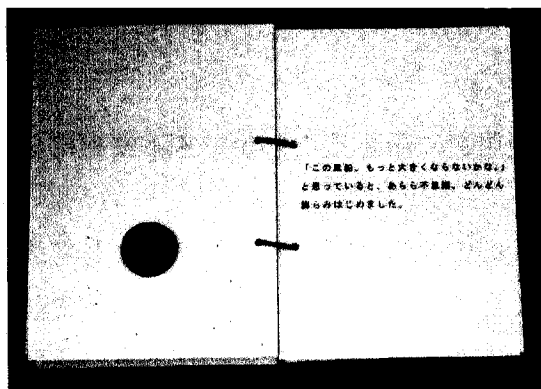
上記の1～3の触図の条件に対応して、実際に、どのような道具や機器および素材を用いて凸状部分や凹状部分を作るか、凸状部分あるいは凹状部分に高低差をつけるか否か、図や絵の構成要素ごとに触素材を異なるものにするか否かなどに基づいて、また、新たな技術の開発に伴い、現在、触図を作成するための様々な方法が存在する。なお、これらの種々の方法においては、その作成方法に応じて、上記の、触図が伝えることのできる情報のうち、どのような情報を伝えることができるかは異なる。

3. 触図を作成するための種々の方法について

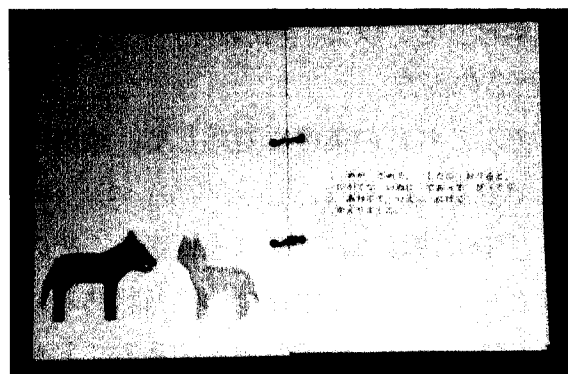
触図を作成する方法の実際としては、現在、種々の方法がある。

その方法として、触素材を貼り付けて作成する方法、点図による方法、立体コピーによる方法、サーモフォームによる方法、レーザーライターによる方法、紫外線硬化樹脂（UV）インクによる方法などがある。また、モナリザなど有名な絵画を石膏によってレリーフの形式（その絵画の遠近法に従った半立体の形式）で表現する「触る絵画」の試みもなされている（大内他，2002）。

これらのうち、触素材を貼り付ける方法は、素材をそろえさえすれば、だれもが用いることのできる方法である。また、点図による方法と立体コピーによる方法は、そのための機器類が必要であるが、盲学校などの視覚障害関連機関では、一般に、そのための機器類がそろっており、よく使われている方法である。以下では、まず、この3者について、その作成方法の特性、作成される触図の特性、作成および複製の容易さ、点字の付加の仕方などについて



a) 風船の絵



b) 犬の絵と猫の絵

図1 触素材を貼り付ける方法による触る絵本の例

（それぞれの、右ページには、見えにくいですが、透明のタッグペーパーにより、文章の点字が付加されている）（金子他，1999. 金子，2002 b. 参照）

説明する。

また、近年、インターネット使用者が増加していることを考えると、盲学校などにおいて、これらの方法で作成された触図をインターネット上で流通させることができれば、数少ない触図でも、広範囲で有効に活用することが可能である。そこで、これらの方法で作成された触図をインターネット上で流通させる方法についても説明する。

なお、これに関連して、現在、「盲学校点字情報ネットワーク」という、盲学校などで作成された点字データその他の視覚障害関連情報をインターネットを通してデータベースに集積して配信するシステムが稼働している。このシステムを用いれば、実際に、上に述べたような、教材のインターネット上での効率的な流通が可能である。そのアドレスは、<http://www.tenji.ne.jp> である。

上記のうちの、サーモフォームによる方法は、盲学校などでは現在あまり用いられていないが、有用な方法である。レーザーライターによる方法は、視覚障害児（者）に触図を提供するための方法でもあるが、主として視覚障害児（者）自身が自ら触図を作成できる方法である。紫外線硬化樹脂（UV）インクによる方法については、主として商用か商用に近いかたちで用いられている。これらについても、次いで、それぞれ取り上げて、その作成方法、作成される触図の特性、現状での使われ方などについて説明する。

「触る絵画」については、章をあらためて、取り上げられる。

1) 触素材を貼り付けて作成する方法

これは、布、木材、ゴム、種々の材質の紙などの触素材を台紙や布など土台となるものに貼り付けて触図を作成するものである。

この方法によれば、上記のような種々の触素材に対応した、種々の触感の情報を使用者に提供できる。触図の使用者は、この方法による触図を使用する場合、種々の触感を得ることができる。その利点としては、図の構成要素の触素材を異なるものにするすることで、図の理解・弁別を容易にすることができる。これは、後述の2つの方法では不可能なことである。



図2 点図の線種

例えば、触る絵本においては、異なる絵や絵の構成要素ごとに触素材を異なるものにする
ことによって、低年齢の視覚障害児でも容易にその絵を同定することが可能となる（金子他、
1999、金子、2002.）。例えば、風船の絵はゴム、猫の絵は毛、犬は猫とは別種の毛の素材、
テーブルは木の素材で・・・というように、それぞれ作成すれば、そこに手を置いただけ
でも、容易に、その絵が何であるかが分かる。この方法は、触る絵本を含め、特に、低年齢
の視覚障害児にとって、分かりやすい触図を作成できる方法であると考えられる。

この方法での筆者らによる触る絵本の作成例を図1として示す。

しかし、この、触素材を貼り付ける方法では、後述の点図や立体コピーによる方法に比べて、
一般に、詳細な図や複雑な図を作製することは難しい。

また、この方法では、手作業で一つ一つの教材を作成する必要があり、作成に手間がかかり、
複製も容易ではないという短所がある。

この形式の触図に点字を付加するにも、図1のように、別にタッグペーパーなどに打ち出
した点字を貼り付けることなどが必要である。

インターネット上で、この形式の教材自体を電子データとして流通させることは不可能で
ある。可能なこととしては、その作成方法をインターネット上で公開することが挙げられる。
その際、その実物の写真などを加えれば、より分かりやすい情報をインターネット使用者に
提供できる。

2) 点図による方法

点図は、点線や点のパターンによる図のことであり、点字を構成する点と同様な点によっ
て、点字用紙にそれらを浮き出しの凸状で、あるいはへこまして凹状で表現するものである
(注1)。触図を使用者が触るときの触感は、点字を触読する場合と同様な点字用紙の触感で
ある。浮き出していない地の部分は紙のなめらかな触感であり、浮き出している点の部分の
触感は、それに比べると、指にひっかかるような多少の抵抗感がある。

この形式では、図の構成要素は基本的には点のみである。

従って、線についても点線しか作成できない。実線を表現したい場合も、点線で表現する
ことになる。ただし、点図の場合、点線であっても、点と点の間隔がある程度狭ければ、視
覚的には点線に見えても、触覚的には点と点の間があいていることは明瞭には感じられず、
それが実線であると言われても、それほど違和感はないように思われる。なお、点図にお
いて実線と点線を区別して使いたい場合には、実線は点の間隔の狭い点線で、点線は点の間
隔の広い点線で表現する方法がとられる。

点字教科書の図もこの形式であるが、その図の原盤は手作業で作成されている。なお、こ
の場合には、原盤で図を打ち出す道具に対応して、点の他、短い線や、それを2つ組み合わ
せて矢の形などの構成要素も用いられる。短い線を用いれば、点線の他、破線も用いること
ができる。

一方、EDEL（注2）、点図くん（注3）、BES（注4）などのコンピュータソフトウェアを用いると、コンピュータ上で図を作成でき、点字プリンタ（注5）で図を点字用紙に打ち出すことができる。ただし、点字プリンタによる打ち出しでは、用いることのできるのは点のみであり、かつ、点の大きさが大・中・小の3点に限られるなど、使える点について制約がある。線の太さも、基本的に、これらの使える点の大きさに規定される。大・中・小の3つの大きさしか使えなければ、線の太さも、基本的に、この3つに対応して3つの太さしか使えない。

EDELを用いて、点字プリンタESA721 Ver '95によって3種の線をひいたものを図2として示す。ESA 721 Ver '95の場合、図2のように、大、中、小の3種類の点しか用いることができず、線の太さも3種類となる。

この方法によれば、複製は容易である。後述の立体コピーによる方法に比べても、電子ファイルを作成すれば、あとは点字プリンタで打ち出すだけであるという点で複製が容易である。ただし、最初に電子ファイルを作成するうえでは、EDELなどよくできたソフトウェアでも、コンピュータ上で図を描く一般の描画ソフトウェアに比べると、使い勝手は必ずしもよいとは言えず、描画のための機能も限られている。この点については、当研究室は、使い勝手のよい点図作成ソフトウェアを開発中である（注6）。また、当研究室では、点字教科書の図に関して、実際の点字教科書に掲載されている手作業による点図と同じ図を、EDELと点字プリンタを用いて作成した場合、どの程度、点字教科書のものに対して忠実に作成できるかということの検証も行っているところである（注6）。

なお、点字を付加することについては、EDELなどのソフトウェアはその機能をもっており、図とともに点字情報も最初から付加しての電子ファイルが作成可能である。図2に示されている点字は、そのようにして作成されたものである。なお、点字には、大、中、小の点のうち、中の点が用いられる。

インターネット上では、EDEL形式の電子ファイルの形式などで流通させることが可能

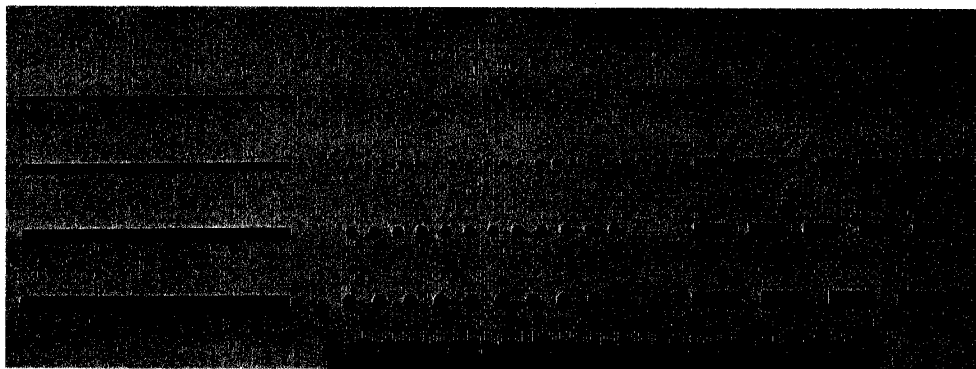


図3 立体コピーの様々な線種

である。これについては、実際、盲学校点字情報ネットワークのデータベースにも、そのデータが集積されている。

注1：一般に、点図は浮き出しによる線やパターンにより、図を構成するが、いわゆる「裏打ち」というかたちで、へこんだ線やパターンも構成要素として用いられる。浮き出しの線やパターンに対してへこんだ線やパターンも付加するには、その反対側から点を打ち出せばよい。

注2：藤野稔寛氏作のフリーソフトウェア。その詳細は、<http://homepage2.nifty.com/EDEL-plus/> 参照。

注3：その詳細については、<http://www.ricoh.co.jp/tenzu/> 参照。

注4：これは、点字エディターであるが、点図を作成する機能ももっているフリーソフトウェアである。その詳細については、<http://www-6.ibm.com/jp/accessibility/soft/winbes99.html#navskip> 参照。

注5：点字プリンタのうち、プロッタの機能をもったものしか、図を打ち出せない。点図作成ソフトウェアが、どの点字プリンタに対応しているかは、注2～注4のホームページなどを参照。

注6：「平成13年度～15年度 科学研究費補助金基盤研究（B）（2） 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. 研究代表者：千田耕基」による。

3) 立体コピーによる方法

立体コピーは、原図を立体コピー専用紙に複写して、それを立体コピー現像機にかけると、その図の黒い部分が発砲することで、浮き出すものである（注1）。この用紙では、一面のみしか浮き出さないのので、点図の場合の裏打ちによるような凹状の表現はできない。

この方法で作成された触図の触感は、立体コピー専用紙の触感であり、点図の場合の点字用紙と比べれば、それほど滑らかではない。浮き出さない地の部分の触感と、浮き出している部分の触感は、滑らかさに違いがあり、立体コピー用紙の種類によって、地の部分の方が滑らかなものと、浮き出している部分の方が滑らかなものがある。

その原図は、コンピュータ上で描画することも可能である。この方法によれば、複製も容易であるが、原図を専用紙に複写してから立体コピー現像器にかけるという行程を踏む点で、点字プリンタで点図を打ち出す方法に比べれば、煩雑である。しかし、最初に電子ファイルとしてコンピュータ上で原図を作成するうえでは、使い勝手がよく機能も豊富な、一般の描画ソフトウェアを使用することが可能であり、その点では原図としての電子ファイルを作成することは、点図による方法に比べて容易である。また、点図とは異なり、実線は実線として表せるなど、描画したものを、白黒のパターンに限られはするが、そのまま原図とするこ

とができる。ただし、その原図から作成された触図が触覚的に分かるかどうかということは別問題である。細かすぎる図は原図のとおりには浮き出さなかったり、小さい点や細い線などは、触って分かるほどには浮き出さないこともある。

点字を付加することについては、何種類かの点字フォントがフリーソフトウェアとして公開されており、これを用いれば、コンピュータ上で原図を作成する際に、点字も付加することが可能である（注2）。

立体コピーにより作成した各種の線および点字フォントによる点字を付加した例を図3として示す。これは、立体コピー機 P. I. A. F. を用いている。また、原図の作成には、Illustrator 10 を用い、点字フォントは、' Braille ' を用いて点字を付加している。

インターネット上では、Illustrator など、原図を作成した特定の描画ソフトウェアの電子ファイル形式として流通させることも可能だが、これでは、そのソフトウェアをもっていない者は、ネットワーク上で、そのファイルを得ても、原図を得られない。一方、PDF 形式など、どのネットワーク利用者でも利用可能な形式に変換して流通させれば、どのネットワーク利用者も原図を得ることが可能である（注3）。これについても、盲学校点字情報ネットワークのデータベースに、そのデータが集積されている他、大学教育で使用する触図を集積している例（注4）や触る絵本の例（注5）がある。

注1：立体コピー用の機器については、<http://www.mtmtys.co.jp/seihin/stecop/stecopj.htm> や http://www.kgs-jpn.co.jp/b_pi.html を参照。

注2：点字フォントとして、Windows 用としては、Braille（パタ氏作、<http://www.vector.co.jp/soft/data/writing/se007602.html>）や、RNIB Braille（RNIB 作成、<http://www.rnib.org.uk/wesupply/archive/welcome.htm>）などがある。また、日本ライトハウス（<http://www.lighthouse.or.jp/>）からも、点字フォントが作成されており、近日中に公開される予定とのことであるが、これについては、平仮名で「あ」と打てば点字の〈あ〉（1の点）が出てくるというように、入力方法が工夫されている。また、これについては、点がない空白部分に横線を加えたかたちのフォントもある。この点字フォントについては加藤俊和氏（日本ライトハウス点字情報センター技術顧問）より情報提供及び試用版の提供を受けた。Macintosh 用としては、BrailleFonts（小田浩一氏作、<http://www.twcu.ac.jp/~k-oda/index0.html>）などがある。

注3：PDF ファイルを扱い、印刷して原図を得るには、Acrobat Reader が必要だが、これは、最近のパソコンであれば、最初からインストールされている場合が多い。また、<http://www.adobe.co.jp/products/acrobat/readstep.html> から無料でダウンロードして使用することが可能である。

注4：海外の、Purdue University という大学の例であるが、<http://www.taevisonline.purdue.edu/> 参照。

注5：金子、2002b (CD-ROM) を当研究所のホームページに掲載している。そのアドレスは、<http://www.nise.go.jp/research/kyotsu/kankobutsu/pub-f.html> である。

（金子 健）

4) サーモフォームによる方法

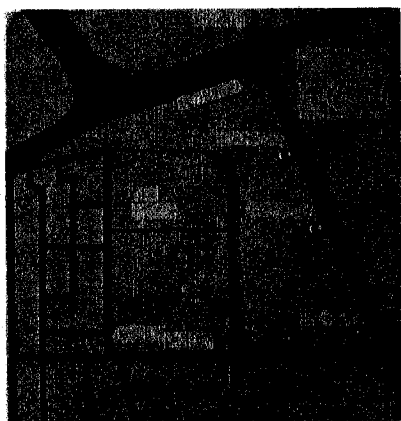
サーモフォームは、点字の複写装置としてアメリカで開発された(図4)。高温で変質しにくい材料を用いて凸状の原版を作製し、その上にプラスチックシートをかぶせて熱処理し、シートを軟化させた上でコンプレッサーで下から空気を抜いて原版とシートを密着させることにより原版の形状を精密にコピーするしくみになっている。

サーモフォームの原版の例を、図5として示す。

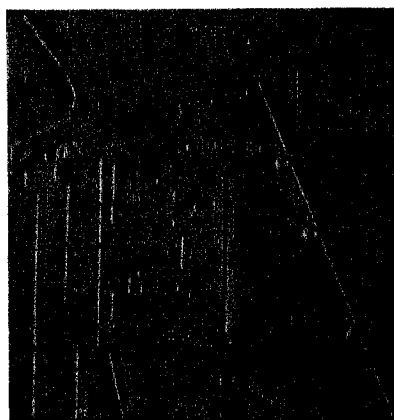
サーモフォームは、原版上のほこりや点字を消した跡まで拾ってしまうほど原版に忠実に再現でき、盛り上がりのエッジ部分もはっきりと表すことができるため、点字複製用としてよりは地図など複雑な形態を表現を求められる教材に利用されるようになっていた。いっぽう、わかり易く、しかも耐久性のある原版を作るためには図のデザイン、材料選び、原版作製の精密な作業などのために多くの時間と労力を要するために、手軽に利用できるものとは言い難かった。また、プラスチックシートに写し取る作業においても、温度やコンプレッサーの作動時間の調整などが難しく、熟達者でないと歩留まりが悪いというような課題点もあった。



図4 サーモフォーム複写装置



a) 原版の例



b) a)の原版から作成した教材

図5 サーモフォーム複写装置(大内 進)

日本には、昭和40年代に導入され、全国の盲学校に導入された。各盲学校では立体コピーが普及するまでは凸図や触地図、点字教材の複製などのために広く利用されていた。しかし、立体コピーの普及に伴って、利用度が低くなり、現在でも機械を保有し、実際に活用している学校は少なくなっており、また、それを活用できる教員も限られてきている。その要因としては、原版の作製に労力と時間がかかったり、複製の作業に技術が求められたりしたことが考えられる。プラスチックシートの性質上、指が滑りにくく触り心地の良くなかったことも主たる要因ではないが影響しているかもしれない。

しかし、高さの変化をつけられること、面の情報を多様に表現できること、凸部の縁をシャープに表すことができる点など、他の触覚教材には求めることのできない利点も多く、社会科の地図や理科などの複雑な構造や面の情報などが必要とされる教材に、これからも積極的な利用が考えられて良い材料であるといえる。文部科学省著作の点字教科書においては、面情報などを的確に表現したい図や詳細な図などについては、サーモフォームが用いられている。点字出版所から発行されている触地図もサーモフォームによるものがある。

5) レーズライターによる方法

レーズライターはシリコンゴムなど弾力性に富む下敷き（盤）の上に敷いて、ボールペンなどを用いて線を描くとその部分が浮き上がってくる特殊な用紙である。この原型はアメリカのA F B (American Foundation for the Blind) で開発された「Raised line drawing kit」である。この用具で用いている用紙は、大変破け易く、用紙を固定する盤も操作が大変面倒なものであった。日本には昭和40年代に紹介され、当時の東北大学のグループによって盤の改良や用紙の新たな開発が試みられた。これらの成果は、盲学校にも紹介されたが、当時の

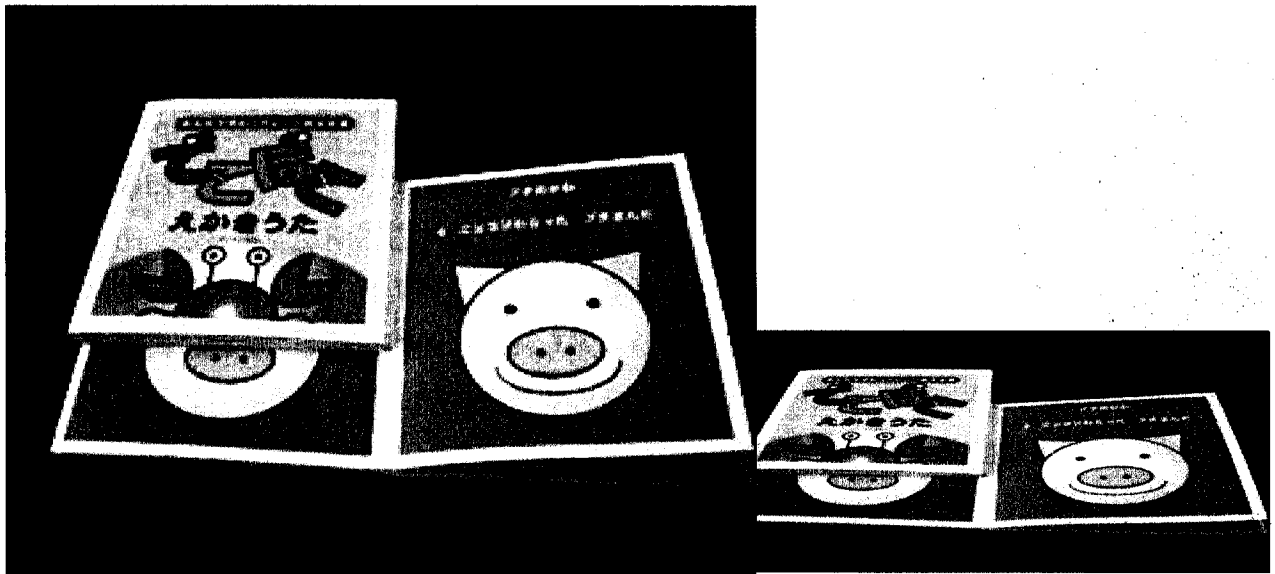


図6 紫外線硬化樹脂（UV）インク印刷によるユニバーサル絵本

盲学校教育では、触図に対する認識が高くなかったためか積極的に受け入れられなかったようである。その後、通常の学校に在籍している視覚障害児の教育において有用性が認められ利用されるようになった。その過程で国立特殊教育総合研究所の視覚障害教育研究部のスタッフと視覚障害児の保護者との共同研究により、塩化ビニールのシートに薄い紙を貼りあわせた白色のレーズライター用紙が開発された。これが現在広く利用されている用紙である。この用紙は、線の盛り上がる性質が維持できるとともに、従来の透明シートよりも破れにくいという特徴がある。また、用紙に書いた文字や線がはっきりと表されるために視覚を活用した場合でも利用しやすくなった。その後、盲学校にも広く普及し、使われるようになっていった。

白色のレーズライター用紙は、紙の側を筆記面としてセットするのが標準的な使い方である。視覚障害児の教育においては、教科学習で必要な時に自由に活用することができるよう、幼い段階からレーズライターを描画材料としてきちんと位置づけ、幼児児童の実態に応じて日常的に活用していくことが望まれる。

また、用紙が改良されたとはいえ、すぐにカールしてしまったり、力を入れすぎると破れてしまうなど幼少期の子どもには扱いにくいものである。幼児期からの描画活動の重要性が認識されてきて、利用度も高まっていることを考えると、用紙についての改良が期待される。

6) 紫外線硬化樹脂 (UV) インクによる方法

最近「UVインク印刷」と謳った凸図印刷物が出回るようになってきている。UVとは紫外線硬化樹脂の略称である。この印刷は大掛かりな装置や基礎経費を必要とするため、大量部数の印刷に適していて、盲学校などで利用することは難しいが、今後出回ることが多くなると思われるのでその概要について紹介しておくことにする。

紫外線硬化樹脂 (UV) インク印刷では、紫外線を照射するとその樹脂が瞬時に硬化してしまう特殊な光硬化樹脂を原料としたインクを用いており、印刷部分を凸状に盛り上げることができる。この紫外線硬化樹脂は、基本的に無溶剤であるため、環境保護の点でも関心が寄せられているものである。紫外線硬化樹脂インクを用いた印刷は、スクリーン印刷方式によって行われるのが一般的である。そのため、盛り上がりのある印刷ができるが、凸の表現についてはスクリーン印刷方式の制限を受けることになる。例えば、広い面を均一に盛り上げることは、この印刷方式では苦手である。線なども複雑な曲線や細部を明瞭に表現することも困難である。近年、印刷技術の向上やインクの改良などが進んできており、こうした課題は以前に比べると改良されてきている。

紫外線硬化樹脂インクを使用し、紙、金属板などに凸加工印刷する技術について、工業技術院が標準情報 (TR) をまとめており、点字の高さについては 0.3 ミリ以上にすることなどが定められている。ちなみに一般の点字の高さは 0.4mm 程度である。

また、この印刷では透明なインクを使用することができるため、通常の印刷面の上に重ね

て印刷して、晴眼者と視覚障害者が共に利用できるバリアフリー印刷物を提供することが可能である。従って、凸図のデザインにあたっては、このインクや印刷方式の特性を考慮すると共に触知覚の特性を良く理解しているものが制作することが必須である。

この印刷を施した紙面の触感については、紙に直接印刷した状態では、凸の高さが十分であれば触覚的になめらかで読みやすい材料だといえるが、点の剥離などを防止するために表面にコーティング加工をしたものが出回っており、そうした加工をしたものは、指が滑りやすく大変触りづらくなっている。(大内 進)

文献

- 1) 原田政美・小柳恭治：盲人用レーズライターの試作とその性能に関する実験，東北大学教育学部 研究年報 XV， 225-243,1967.
- 2) 原 幸雄・福井章二郎・小柳恭治：盲児インテグレーションと教材教具（1）日本特殊教育学会第10回大会発表論文集，62-67,1972.
- 3) 金子 健：触る絵本による教育的係わり合い——視覚障害幼児の事例について——. 独立行政法人国立特殊教育総合研究所研究紀要，29， 55 - 72， 2002.
- 4) 金子 健：視覚障害児のための触る絵本の作製と活用および普及についての研究 平成12年度～平成13年度科学研究費補助金奨励研究（A）研究成果報告書（CD-ROM版），2002.
- 5) 金子 健，菅井裕行：触る絵本の作製と活用に関する研究—2事例における試行による検討—. 国立特殊教育総合研究所研究紀要，26， 37 - 50， 1999.
- 6) 小柳恭治監修 山梨正雄・山県 浩・千田 耕基：写真でみる盲児の四季. 財団法人心身障害児教育財団，1978.
- 7) 大内 進，棟方哲弥，渡辺哲也：手で観る 絵画「アンテロス」触る絵画美術館（ボローニャ）の試みと可能性 講演と指導： Loretta Secchi . 平成14年度科学研究費補助金「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」研究協議会資料，2002.