

にも凸線を描いた資料を用意する。まず、外側の四角形を右回りに両手でしっかりとたどる。次に、左回りでたどる。そして、二つの対角線をたどる。このとき、交差部は乗り越えることとする。この計8方向を自由に指が動くように練習する。

上記ア.～エ.の教材の製作については、第2節「5 触図教材の製作」を参照されたい。

### (3) 基本的な図形の触察

図形の触察には、基本的な形状である正方形、正三角形、円形を十分に触察することが重要となる。

なお、次のアの平板の触察の前に、第3章第3節2の「型はめ」によって、正方形、正三角形、円形の把握を行うことも有効である。

#### ア 正方形、正三角形、円形の触察

まずは、平板による三つの形を十分に触察することにより、その形をしっかりと把握する。その後、平面を同じ形に盛り上げた触図形を触察し、さらに同じ形の線図形の把握へと進む手順が望まれる。

後半に用いる、盛り上げ図形と線図形については、著作点字教科書小学部算数の教材として製作されている。

#### イ 長方形、直角三角形、菱形

これらの形についても、アと同様の方法で触察する。

#### ウ 各図形を書く

上記のア、イの各図形をレーズライタで書く。

(レーズライタについては、第2節3(3)参照)

## 第2節 教材としての触図製作と触図の読み方

視覚障害児童生徒のための点字教科書や教材の触図を製作するとき、第1節1で述べたように、触図は視覚による表現とは根本的に異なるため、そのまま凸図化しても理解できないことが多いということに留意する必要がある。触察して理解できる触図とするためには、どこまで対応が可能でどのように工夫できるかを考えて製作することが求められる。そのためには、分かりやすい文章に置き換える対応方法も含め、触覚の特性を十分に踏まえた適切な触図化の方法と配慮が必要である。

触図の製作にあたっては、まずはその図が何を伝えようとしているかを理解してから、それに適した製作方法を選択し、様々な配慮をしながら適切な触図を製作していく必要がある。

また、これらの触図製作における配慮事項は、児童生徒の触図指導にも必要となることが多い。

## 1 文章化などの処理

### (1) 文章化した方がよい図

図の内容がほぼ本文中に説明されている場合は、図を省略することができる。また、図の内容が文章でも十分に表せる場合も、図を省略して文章化することが可能である。

一方、墨字の図が本文にはない必要な情報を伝えていて文章では伝えきれない場合は、触図化することを原則としている。しかし、触図化することが困難であったり、触図化したとしても複雑すぎて理解が困難など、様々な要因で触図によって情報を伝えきれないこともよくある。そのような場合には、その内容をできるだけ言葉に置き換えて表し、触図は省略することになる。

### (2) どのように文章化するか

挿絵や写真、説明図などを文章化する場合は、元の図が伝えたい情報を把握して、特徴を捉えた分かりやすい文章となるよう工夫して表現する必要がある。なお、キャプション等については、そのまま記す。

まず、本文と直接関係のない場合や、挿絵等から得られる情報が本文中にも示されている場合は、図を省略することが多い。しかし、挿絵等から得られる情報が本文を補っていると判断できるときは、内容によって、言葉で補う場合と、必要に応じて触図化する場合とがある。

## 2 触図製作の手順

ここでは、視覚特別支援学校で用いられている点字教科書において、どのような配慮がされているかを中心に述べるが、個々の児童生徒に配慮した教材の製作にあたっては同様の配慮が必要である。

## (1) 触図を表現する材料及び製作方法

視覚特別支援学校用の点字教科書の多くは、点訳入力した点字データを作成・校正して、自動製版機により二つ折りの亜鉛板に点字の凹凸を自動製版している。その二つ折りの亜鉛板の間に点字用紙を挟み、ローラーで加圧して点字印刷が行われている。このように点字の文字については自動製版となっているが、触図部分の製版については、手動の作図用製版機を用いて、亜鉛原板に1点1点凸部分を形成していく手作業となっている。

教材の触図製作については、「立体コピー」がよく用いられているほか、3Dプリンタによって製作された立体図形の利用などもある。その詳細については「5 触図教材の製作」で述べる。

## (2) 触図化への手順

### ア 情報の大幅な省略と選択

第1節1で示したように、触図中には、墨字の図の情報の数百分の1程度しか書き込めない。そのため、墨字の図の中にある情報のうち、原図の中から「欠かすことができない重要な情報」を選択することが必要である。例えば、理科実験における支持器具などは省略されることが多い。

### イ 全体図と部分図

触図として描く内容を選択したあと、1枚に収まるか複数枚数になるかを判断する。墨字の図は1枚であっても、触図では1枚に入る情報量が限られているために数枚に分割することがよくある。そのとき、全体の概略図を最初に描くと、各部分図との関連が分かりやすくなることもよくある。

### ウ 原図の拡大やデフォルメについて

原図を適宜拡大して、判型に適合した下図（したず）となるデータや版下を作る。そのとき、必要な情報を分かりやすく配置するために多少のデフォルメを行うことがある。過度な変形は避けながら、触って適切に理解するためのデフォルメは重要な手法である。

### エ 触図の大きさの選択

触図の大きさや判型については、例えば、広い範囲を表す墨字の地図に掲載された情報を織り込むためには大きな判型の触地図が必要とされることがある。しかし、第1節2(1)エ.で述べたように、1枚の触

図として読み取る範囲はA3以下が望ましく、大きい図としては、日本で実質的に点字本の標準となっているB5冊子の見開き（B4の大きさ）が用いられている。（触図の大きさは製作方法によって制限され、作図出力が可能で最もよく用いられている点字プリンタの標準出力はほぼB5である。）

オ 横書き及び見開きについて（図7-2）

日本における点字冊子は、点字教科書も含めて「B5判縦長」を標準としており触図部分もそれに合わせてレイアウトされている。ただし、触図化した形状や内容等から、B5の判型を横長として使用すれば収まりがよい場合もよくある。このように、用紙を横長の向きとして触図や表を配置することを「横書き」と称し、縦長用紙のページ行には（ヨコガキ）と明示する。この場合、縦長の用紙の右側が下になるようにして描くことが基本とされている。

また、縦長の冊子を開いて左側と右側の2ページに亘って一つの触図等を描くことを「見開き」と称し、大きい触図が必要な場合に用いられる。この場合、ページ行に（ミヒラキ）と明示することを原則としている。

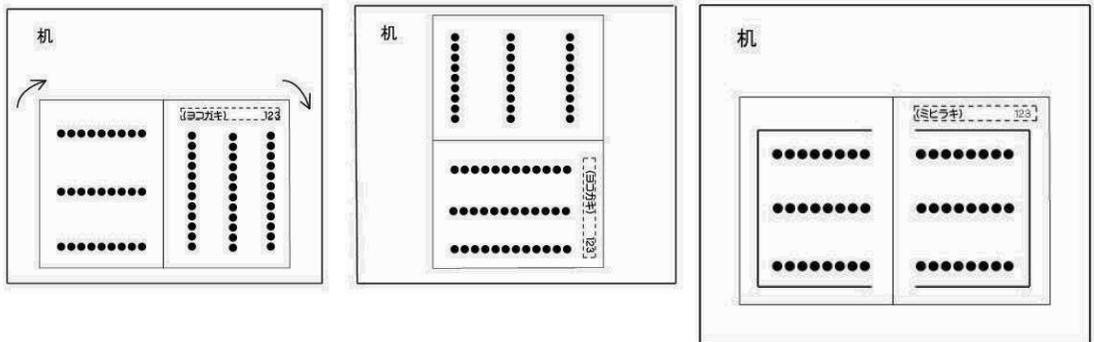
横幅が大きく、縦にも長い図を、（ヨコガキ□ミヒラキ）として表現する場合もある。

#### \*横書きについての留意事項

横書きについては、切り離された用紙の場合はよいが、冊子の場合は冊子自体を横に向けるので、冊子を触る基準となる横方向と縦方向が変わり、理解しにくくなることがある。そのため、低学年用などの冊子体の触図においては、横書きの混在はなるべく避けるように工夫する配慮が必要である。特に、凡例は縦書きで図の本体が横書きになると、触覚パターンの混乱が生じて比較しにくくなることもある。

「ヨコガキ」は冊子を右へ90度回転して読む

「ミヒラキ」は左右のページを読む



「ヨコガキ ミヒラキ」と冊子の回転

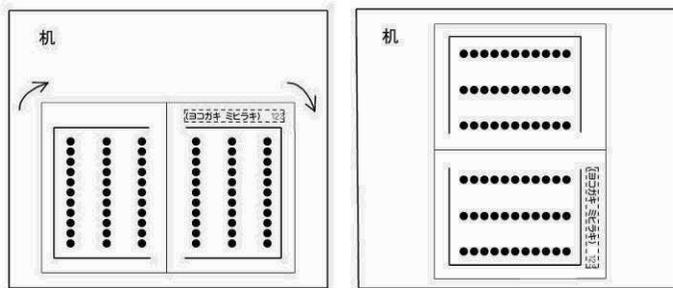


図 7-2 横書きと見開き

### (3) 触図の構成と記載順序

ア 本文の図表現の後に触図

視覚的な図は一目で理解しやすく、「まずは図を見てから本文を読む」のような扱いになっていることも多いが、触図は先に触っても何についての図なのかをすぐには把握できない。そのため、まずは本文を読んで触図の概要を知ってから触察を始めると、理解がはるかに早い。そのため、本文中で「図○のように」と記された後の段落やページの替わり目、つまり本文よりも後に触図を入れることを原則としている。

図の部分は、本文で図について触れた後にページ替えして入れるか、または、ページの途中から下を欄外扱いにするための全マス実線を書き、その下に図の番号・タイトルを書き始めるレイアウトもよく用いられている。

イ 触図を構成する要素の記載順序

触図を構成する要素の記載順序は次のとおりである。

① 図の番号・タイトル

② 説明文など（説明文やキャプションなど。出典もここに書いておくことが多い。）

③ 注記や凡例

通常は③の直後に次の④「図の本体」が入るが、点字の表裏の関係などで、図の本体が離れたり複数ページにまたがるときなどは、「図は○～○ページ」などと入れることがある。

④ 図の本体

ウ 図の番号やタイトルについて

触図には可能な限りタイトルを入れ、何の図であるかを知ってから図を触察することが望ましい（元の図にタイトルが書かれていない場合でも、触図では本文の続きと区別するために「図1」「図」などを付ける。適切な表題を入れることもある）。

エ 注記や凡例について

触図の注記や凡例には、墨字の中にある注記や凡例に、触図のための注記や凡例を加えて記載する。凡例について、墨字の図の凡例が図の空白部や図の下などに入っている場合でも、触図の凡例は図の本体の前とする。

視覚による図の場合には、凡例と図の本体部分との間を目が容易に往復できる。しかし触図では、凡例を見るためには図の本体から一旦指が離れて、凡例に指が戻り確認した後、また図の本体部分へと指が戻らなければならない。そのため、触図においては、できるだけ図中に言葉を書き添えて、凡例を読まなくてもよいようにする方がよい。また凡例とする場合も、略語的な表現として「凡例を最初に読めば戻らなくてもよい」などの工夫をすることが望ましい。

オ 図の本体

図の本体は、ページ替えして奇数ページに書かれることもよくある。なお、点字用紙の触図部分の裏側は読めないため、通常は使用されないが、紛らわしくない場合には、裏ページも使用されることがある。

\* 図の部分と囲みについて

図の部分には通常、枠線挟み等は用いないが、本文の段落の切れ目に「図のタイトル・説明・注意・凡例、図は○ページ」の部分のみを枠線挟みで挿入することがある。（枠線については第4節1イ参照）

図の本体の部分については、通常は線で囲んだりしないが、社会科の地

図などで範囲を示す必要がある場合には実線で囲んでいる。

図の本体の下には何も入れない。枠線の閉じ線等は入れず、章・節等の区切り線も省略する。それは、図の触察においては、それらの線を図の線の一部と誤解しかねないからである。

**\* 本文の続き**

本文の続きは、図の本体が終わったあとは、ページを替えて書き続ける。図の本体の下に大きい余白があっても、本文の続き等を入れることは通常はしない。

#### **(4) 触図の記号**

様々な図において、触図を描く場合、入れることのできる情報は非常に限られているので、記号化や略語化により、できるだけ的確に情報を盛り込む必要がある。その記号には、「ポイント的な対象物を示す記号」、境界線など「線状の記号」、「面の違いを示す記号」などがあるが、触覚上区別のつく記号はそれほど多くはないので、留意する必要がある。

##### **ア 触図のポイント的な記号（点記号）**

ポイント的な記号は、触覚において記号として明確に判別ができ、かつ制約された紙面に描くことから、1 cm 角程度の大きさの線で描く ○ △ □ などの単純な記号となる。識別しやすさを考慮すると、ポイント記号はせいぜい4、5種類に制限した方がよい。それを補うために、1、2マスの点字の仮名やアルファベット、低下数字なども記号にして、トイレを ⠠、エレベータを ⠠ や ⠠⠠ などとしたり、点字数マスの略記的な表現を使用したりするが、略記的な表現の方が類推しやすく、凡例に戻るために手が離れることも少なくなる。

##### **イ 触図の線状の記号など（線記号）**

多用されている作図ソフトウェアの「エーデル」などでは、点字プリンタ出力の凸点の大きさを大・中・小の点として合計30種類以上の線が形式上用意されている。しかし、触覚上の差異は非常に少なく、その中で触覚的に明確に区別が付くのはせいぜい4、5種類程度であることに留意する。なお、「点間約2 mm 程度以下の点の連続」は触覚上、ほぼ実線に近くなり、「触覚上の点線」を区別して描くときは、点間を約5 mm 程度あけることなども知っておく必要がある。

ウ 触図の面状の記号など（面記号）

領域を区別するのに墨字では面に色を付けたり斜線を描いて区別したりすることが行われている。しかし、面の色やパターンをぱっと識別できる視覚とは異なり、触覚では、凸点や凸線で埋めても面の区別はかなり分かりにくく、ある程度の広さを必要とする。

なお、地図の海の部分など、裏点（点字用紙の裏側に凸の点）で埋める場合は、中や大の点でないと凹点が識別できないことにも留意する。

## (5) 触図製作の留意点

ア 言葉を添える

触図は、図形を認識するのに相当な時間がかかるので、墨字の図にはなくても触図中に点字の言葉を添えることが有効である。例えば、東アジア周辺の地図において「太平洋」「日本海」「黄海」などの言葉を添えるだけで、どこの地域を表現しているのかが早く把握できる。

イ 点字注記の入れ方

触図の線図形などの名称として添える点字は、その図形線との間を7～10mm程度あけ（1点あきや2点あき程度）、点字を先に読むように図形の左側や上側に配置することが望ましい。図形線の一部を切って点字を割り込ませる表現は、触覚的な線の連続性が感じにくくなるので避けた方がよい。図形等に添える点字表示は1行書きが望ましいが、2行となる場合は、1行目の先頭文字よりも右へ二マスずらして続けるのが原則であるが、配置の関係で頭をそろえて表示することもある。その行間は通常の片面書き程度の狭い目のあきがよい。

ウ 線の交差

目では図形の全体が見えるので線のつながりや形をすぐに把握できるが、指先の触覚では、ごく狭い部分しか分からないため、線をたどっている途中に線が交差していると、交点をまっすぐ突き進むよりも曲がろうとする性質がある。

指が線の交差部を乗り越えて進みやすくするには、線の触感を変えることがよく行われる。また、交わった方の線を数ミリ途切れさせる方法も用いられる。（図7-3）

特に、二つの円が交差している場合、同じ線であっても、目では二つの円だとぱっと認識できるが、触覚では円であることの認識にも時間が

かかるため、交わった方の線を途切れさせて、まずは一つの円と認識させることも必要である。(図7-4)

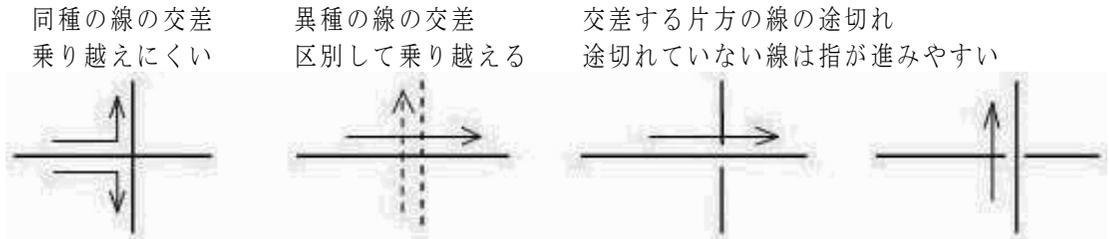


図7-3 線の交差

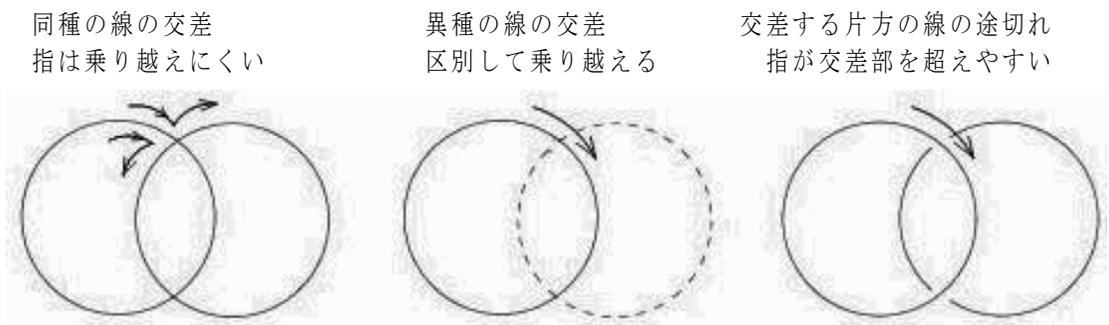


図7-4 二つの円の交差

### エ 引出線

墨字の図では、狭い部分に言葉が入らない場合、引出線がよく用いられる。しかし、触覚的には線記号の一つと認識されてしまうことがあり、分かりにくくなってしまいうことが少なくないので、引出線の使用はなるべく避けるように工夫する方がよい。

### オ 触地図

墨字の地図では、様々な世界地図や天気図などで、地球の緯度経度線が曲線になる円錐図法やメルワイデ図法などがよく使用されている。しかし、触覚的には、北方向がいつも上方向としたメルカトル図法やミラー図法の方が分かりやすいので、歪みの少ない中緯度が中心の歴史地図などの場合は、図法を変換して描くことが望まれる。

なお、「駅から目的地への行き方」などのナビゲーションの地図などで道路を2本線で表すことがあるが、指が少しでも入る幅(5~10mm

程度) にすると道路をたどりやすくなる。

### 3 触図の学習

触図の読み取りの指導に当たっては、第1節1に示したように、触図は、見る図とはまったく異なり、細かいスキニングの連続から全体を思い浮かべていく作業」であることや、個人差が大きいことなどを十分に配慮して対応する必要がある。

人間は、誕生以降、発育に伴って情報を得る手段は視覚が中心になり、目に飛び込んで来る視覚情報が大量に蓄積されて事物の認識が進んでいく。しかし触覚による情報は「自分から触りに行かないと得られない」性質のため、蓄積される情報は視覚情報よりはるかに少ない。そのために、触覚による事物の把握は、少ない情報や知識を駆使して想像していくことになる。このように、触図の前に必要な触察経験は自然に蓄積されることは少ないため、視覚障害児童生徒には、様々な物体の触察をできるだけ豊富に行えるように指導することが大切であり、その蓄積によって触図の理解がしやすくなる。

物体の触図については、まずは実際の物体を把握していること、つまり触図を読む前に、物体をしっかりと触察して的確にイメージできていることが必要である。そして、触図の元となっている墨字の図は、当然ながら視覚によって読み取る図であるため、そのまま盛り上げて触覚とは結び付かないことが多い。そのため、触図の読み取りに当たっては、墨字の図とは異なる効率的な手順となるよう配慮する必要がある。

#### (1) 物体の触察

第1節2でも述べたように、様々な物体を十分に触察して的確にイメージできるように、次のような手順で指導することが望まれる。

##### ア 物体全体の触察

物体の触察に当たっては、まずは姿勢をまっすぐにして、机の中央に置かれた物体を両手でしっかりと持ち、量感や質感を感じ取り、そして物体の全体から各面、各部分を丁寧に触察し記憶する学習が必要である。

##### イ 物体形状の平面図形へ

次に、物体を形成する各面と同じ形状の平板状の形状を十分に触察し、物体との関係を把握できるように学習する。このとき、第1節2(3)ア。

「正方形、正三角形、円形の触察」で述べた方法と同様に、平板による形を十分に触察して把握する。その後、平面を同じ形に盛り上げた触図形を触察し、さらに同じ形の線図形の把握へと進む手順となる。

ウ 図形の拡大や回転等への対応

図形の拡大・縮小や回転への対応は、算数等における図形指導にも関連するが、図例の触察を多くして触察の経験を高めながら指導することが望まれる。

## (2) 触図の読み方

多くの視覚障害児者にとっては、触覚的な経験の積み重ねによる情報の蓄積はかなり少ないため、触図を触察する前に、できるだけ情報を得ておくといよい。

ア 「触図に関する文字部分」による事前把握

触図は把握しにくいいため、その触察の前に、図について分かる点字文があれば先に読んでおくことが効果的である。まずは本文中の触図についての記載、そしてキャプションなどの点字文を読み、触図の把握への手がかりにする。(触図の製作では、本文で「図〇〇」などの表現の後に触図部分があることとしている。)また、触図の構成要素の中でも、タイトルはもちろん、キャプション等の文字による説明を先に書くとともに、図中の記号説明なども触図本体より先に書くこととしているので、まずはそれらの読み取りをしっかりと行う。その後に触図本体の触察を行うが、その中でも記号などが点字表現となっていると、触図本体の理解につながることも多い。

イ 触図を読む順序

- ① まずは、タイトルから触図の終わりまでの確認を行い、ヨコガキやミヒラキの有無についても確認しておく。
- ② タイトル及びキャプションを読み、内容を理解しておく。
- ③ 注記や凡例をしっかりと確認し、必要な部分は記憶する。
- ④ 触図の本体を触察する。このとき、図中に点字で表現されている注記などを先に読むことは図の把握につながることも多く、覚えた凡例の略語や記号を手がかりにすることもある。

ウ 触図全体を意識してスキヤニング

触図は指先からの細かい情報のスキヤニングの順次記憶の積み重ねに

より形を想像することであるが、なるべく全体図形を意識して、細部も読み取っていくことが望ましい。

### (3) 触図を書く

児童生徒が作図をするときには、「レーズライタ」がよく使用される。

読み取った触図から得られた情報を、言葉で表現したり、単純な部分をレーズライタで書いてみることも、触図情報をより確かなものにするために有効であるとされている。

これは、板に柔らかい素材を貼りつけた「手書き作図器」である。その上に薄いシートを置いてボールペン等の筆記具で線を引くと、シートの表面が引っかかれた状態になって触察が可能になる。

## 4 立体の扱いと見取り図の処理

### (1) 見えるように描かれる墨字の図

ア 視覚では遠近を大小の違いとして平面に表せる

物体の大きさそのものは、遠くにあっても近くにあっても変わらないが、目では「遠くにあるものは小さく」網膜に映る。この写真の映像と同様の形を平面に描いた図が「見取り図」である。目で見た映像の経験と重ね合わせて遠近のある立体的な物体と感じ取れるので、「一目で立体的な形に捉えられる分かりやすい図」となる。

イ 触覚では大小の違いが遠近ではない

触覚においては、同じ物体はどこに置かれていても、触わっても同じ大きさの物体であり、物体の遠近と大きさには関連はない。したがって、墨字の平面的な図に、手前は大きく遠くは小さく描かれていてそのまま盛り上げたとしても、触覚上は単に大小の異なる物体として感じるだけで、そのままでは遠近には感じられない。

ウ 見取り図（鳥瞰図）の表現は触覚では理解できない

立体的な物体などを視覚的に斜めから見て描いた墨字の図は、寸法を相似表現した一点消失点または二点消失点による図法として描かれることが多い。いずれにしても「視覚の遠近感」が元になっているため、その平面図を触図として盛り上げて触っても、立体的に感じることはなく、触図としては理解できないと言える。

## (2) 立体の触察と結び付けやすい平面的な表現

視覚では、写真のように平面に描かれた「見取図」によって立体を直感的に把握できるが、触覚においては、平面的に描いた触図によって直感的に立体と分かることはないと言ってよい。そこで、視覚による図において、見取り図以外で立体の製作や組み立てに平面に描く方法である展開図や三面図を利用するが、触覚では結び付きにくいことも多いので、配慮と学習が必要になる。

### ア 展開図の利用

立体的な物体を触察して、それを平面的に把握するとき、有効な方法の一つが展開図である。物体を触察したとき、各面が平面図形として触り慣れた形と同じであれば、平面に配置した各面の形と立体的な元の物体を結び付けやすくなり、立体的に思い浮かべやすくなる。

① 立方体や直方体、柱体や錐体などの教材、またはその各面の形を組み合わせることでできる教材が市販されており、それらを利用する。

(厚紙などで製作するときは、面の境界線を粘着テープ等で貼り合わせて直方体や三角柱などの立体形をまずは作り、次に各面の境界線の一部を切り開いて展開図にするとよい。)

② 「展開図形と立体図形の組み立て」を繰り返す。

上記の①と②のように、立体図形と展開図の間を行き来し、各面を平面的に並べて考えることで、元の立体物を思い浮かべやすくなる。

### イ 三面図の利用

様々な物体となると、触覚による立体の描写としては、実際に触れた面を平面に描く感触に近い、平面図、立面図、側面図の三面図として描くことが有効になる。触図としては、各方向からの図を「上から見た図」「前から見た図」「横から見た図」として表現されることが多い。図形が単純な場合は「上から見た図」と「前から見た図」などの二面図で表現したり、必要に応じて「断面図」を添えることもある。

なお、物体を触った時にまず指に触れるのは物体の上の面であり、次にその面の周囲から真下へと指を滑らせていく。そのとき、そのまま下まで到達することもあれば、突き出た部分を有する物体もある。「上から見た図」には、この突き出た部分の形も含めて表現されるので、様々な物体について、その触察と「上から見た図」とを結び付けて考えることができるように配慮することが必要である。

中学数学では、三面図の配置について、物体をある面から見た図を、その物体を通り抜けて向こう側に投影された図としての配置（第一角法）として扱う。しかし、触図としては、物体に触ったときの配置と同様になる方が直感的に分かりやすい。そのため、触図では、展開図と同様の配置とし、物を製作するときの配置（第三角法）、中学技術分野等で描くことが多い（図 7-5）。

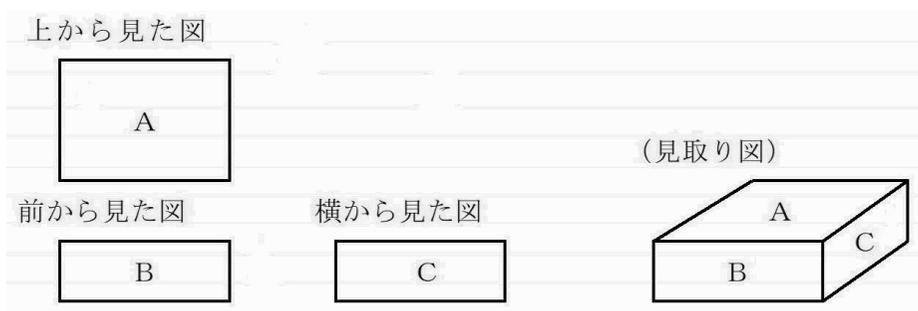


図 7-5 触図の配置

### (3) 立体の触図を読む手順

立体図形の触図を読むということは、平面的に表現された触図を触察して、物体を立体的に思い浮かべることである。そのためには、同じ物体や同様の物体の立体図形を触察した経験がないと困難なことが多い。そして、その物体を触察した経験と触図を触察した経験とが結び付いた記憶として蓄積されていくことが重要になる。

立体図形の触察については、第2節「3 触図の学習」で述べた触図への手順は同じであるが、特に最初の「物体の触察」が十分に行われていることが前提となる。

#### ア 立体である物体の確実な触察

「物体」を、全体の形状と各面等の特徴をしっかりと捉えられるように、両手で十分に触察する。そのとき、物体の形だけでなく、量感や質感等を感じることは、各教科に必要な様々な物の触察能力の向上につながる。

#### イ 物体と平面図形との結び付け

物体の各面の形と類似する「平板図形の □ △ ○ 等の図形」を見つけ出す段階であるが、立体図形の把握のためには、さらには、上からの

「手で触れる面」の形だけでなく、「上から見た全体の形」も想像できる必要がある。同様に、「前から見た形」や「横から見た形」も思い浮かべることができる。立体図形全体の把握に結び付いていく。そのためには、物体の触察において、「見る方向と平行にたどる」練習も必要になる。

#### ウ 平板図形の配置とその学習

各方向から見た形と同じ平板の図形を三面図のように配置し、それを十分に触察する。この三面図的平板を、盛り上げ図、そして線図形に抽象化して学習する。立体図形については、それらの各方向から見た形の触図を三面図として配置して十分に触察する。

#### エ 三面図から立体の形を思い浮かべる

物体を3方向から見た触図の触察から、物体を立体に想像できるように、繰り返し練習する。この触察による物体の触察把握と三面図の触察読み取りの結び付きは、かなりかけ離れた学習でもあり、個人差も大きい。できなくても、時間をおいてから再度試したり、いろいろな立体で試してみるうちに理解が進むようなこともある。

このような触察の積み重ねによって、3面を描いた触図へ、そして触図による立体図形の理解へと結び付いていくことになる。

### (4) 墨字の「見取り図」の知識と触図化

目で物体を見たときの状態に最も近い平面描写が写真であり、それに近い図形として、斜めから見た見取図（鳥瞰図等）が多く使用され、墨字では文章よりも直感的に理解しやすいとして多用されている。

#### ア 見取図を触ったときどのように感じるか？

単純な図形である立方体の墨字表現としては、図 7-6 の見取り図のように、1頂点から斜めに見た図として描かれることがよくあり、ぱっと見ただけで立方体とを感じる。しかし、その線図形を視覚障害児者が触ったとき、大多数の視覚障害者が、(ア)「外周の六角形とY字形」、もしくは(イ)「菱形が三つ」と感じて立体とは思わないことが、古くから世界の文献で報告されている。

見取図の立方体

触ったときのイメージ

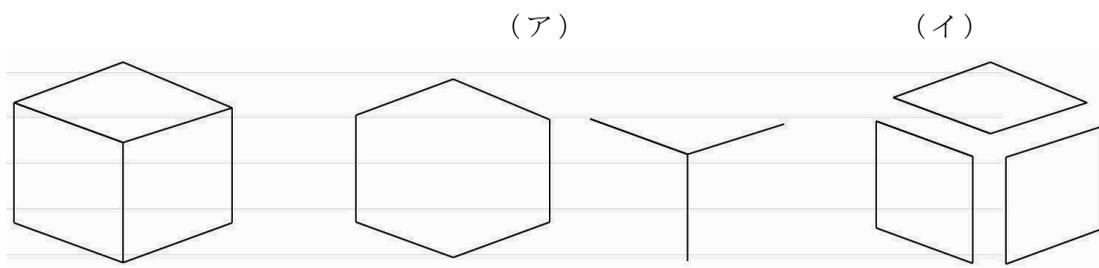


図 7-6 立方体見取り図のイメージ

### イ 見取図としての触図化

視覚的表現である「見取り図」は、そのまま盛り上げてほとんど触覚とは結び付かないため、文章説明とするか、あるいは図的表現が必要な場合には三面図として触図化することを述べてきた。

しかし、視覚的な見取り図の表現のまま触図化する場合もある。

#### ① $x y z$ の 3 軸の知識

立体の 3 方向を表す中心点  $O$  から出る線が、右方向への  $x$  軸、上方向への  $y$  軸、左下斜め方向への  $z$  軸が手前方向、という数学上の知識（図 7-7）。

#### ② コイルなどの巻き方向の表現

コイルなどの交差部において、巻き線が続いている側が手前で、途切れさせた方が向こう側の巻き線として、巻き方向を立体的に表現する方法（図 7-8）。

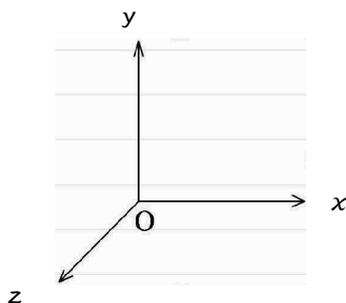


図 7-7 3 軸

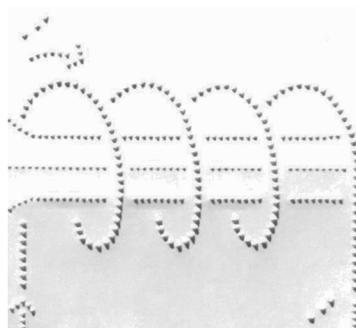


図 7-8 コイル

③ 「見取り図」そのものの知識

「見取り図」がどのようになっているかの知識として、立方体のようなごく単純な立体図形の見取り図について、そのまま触図化する場合がある。

④ 視覚的な図形をある程度理解できる児童生徒のための図

視覚障害児童生徒でも、幼少期からの数多くの触察経験の積み重ねによって、マンガなど視覚的な図形も実用的な速度である程度理解できる児童生徒も存在する。そのような児童生徒向けに、見取り図による表現を使用する場合がある。ただし個人差が非常に大きく、「見取り図のまま凸図化しても理解できない視覚障害児童生徒が大部分」であって特殊な場合であることを踏まえなければならないであろう。

## 5 触図教材の製作

目で見える教材は豊富に市販されており、工夫しだいで視覚障害児童生徒も利用でき、触図指導にも利用できるものもあるので、情報を集めておくことが大切である。

教材として触図作成用として、視覚特別支援学校に多く導入されている「立体コピー」は、製作が比較的容易でよく使用されている。また、点字プリンタを導入している支援学校も多いが、代表的な触図製作用フリーソフトウェア「エーデル」等を使用しての触図製作まではあまり普及していないのが現状である。そのほか、レーズライタを利用したり、触図教材の手作りも行われている。

### (1) 立体コピーによる触図製作

立体コピーは、熱を加えると大きく膨れ上がるマイクロカプセルという物質を紙に塗布した特殊な用紙を使用する。触図形をこの用紙に黒色コピーし、そのトナーの部分が熱吸収しやすい波長の光源の下を通り、黒いコピー部分が盛り上がる方式である。

この立体コピーはまず墨字の原図を作り、通常のコピー機の複製機能によって立体コピー用紙に熱吸収しやすいトナーで複製し、現像機を通過させて黒い部分が熱膨張して盛り上がるので、簡便に触図を製作することができる。ただし、用紙は1枚百円前後と高価であることや、日数を経ると、用紙が前のページにくっつきやすくなるなどの欠点もある。

原図の製作に当たっては、「見える原図」のまま盛り上がるので、情報を詰めすぎになりがちであるが、立体コピーでは細部が分かりにくいことに留意する。例えば、二つの点や2本の線の間隔が狭い場合は、その間も熱が伝わって盛り上がってしまい、触ったときに黒く見えている点や線の鮮明さとは異なることもあるので、実際に盛り上げて触って確認しておく必要がある。なお、点字の表示には、墨点字フォント<sup>(注)</sup>の「線なし」を使用すると便利である。墨点字とする文字の大きさは15または16ポイント程度とし、文字間にも注意して、実際の点字に近い大きさと表現する。

テン・シ ㄥほー・けん ⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠

## (2) 触図用ソフトウェア「エーデル」と点字プリンタ

我が国における触図は、点訳ボランティアが、触図描画用フリーソフトウェア（藤野 稔寛氏開発の「エーデル」等）と点字プリンタ（JTR 社製「ESA721」等）を用いて製作することが多くなっており、点字書籍中の触図については、視覚障害者情報ネットワーク「サピエ」に触図データが多数登録されている。なお、模式図や、比較的触読しやすい図は点字プリントでも十分表現できるが、複雑な区別が必要な触図までは困難な場合もある。

## (3) サーモフォーム

これは、「立体的な成形型」を製作して、その上に薄いフィルムをかぶせて加熱し、成形型の下から空気を抜いてフィルムを密着させて型取りを行うものである。成形型の製作に手間がかかるため、現在では、教科書の触図の一部として、立体的な触感が必要な図形に用いられているにすぎない。なお、欧米には、同じ原理で10cm以上の凹凸も可能な機器もあり、一部で使用されている。

## (4) 3Dプリンタの利用

触図の前提となるのは元となる物体の十分な触察である。これまで視覚では認識できても、大きすぎたり小さすぎたり、変形しやすかったりする物体は、直接触れることができず、経費上もレプリカの製作は一部にとどまっていた。しかし近年は、3Dの活用により様々なレプリカを製作しや

