

## I - 2

# 点字教科書における図版の触図化について - 触図作成マニュアルの作成に向けて -

## I - 2 点字教科書における図版の触図化について

### － 触図作成マニュアルの作成に向けて －

**要旨：**通常の教科書をもとにして作成される点字教科書には、編集されて点訳された文章とともに、図版も触図化されて掲載されている。その触図化については、多様な図版に対応し、かつ触覚的に容易に分かるものを作成するという点で、工夫を要する点が多い。本研究では、点字教科書に掲載されている触図のほとんどをしめる点図について、その具体的な作成方針を明らかにすることを目指した。その方針の理論的枠組みとして、いくつかの基本的観点を示し、そのもとに、実際の図版を例示しつつ、具体的な作成方針を述べた。その基本的観点としては、1) 原本教科書の図版のうち触図にする図版の選択基準と触図にしない図版についての文章による代替などの対処方法、2) 基本的には点のみで構成される点図の特性による、線種、線の長さなど作成上の制約、3) 触覚の特性に対応した、要素間の間隔や単位面積あたりの要素の数といった点図作成の基準、4) 図の属性として形が重要な図版と必ずしもそうではない図版など、教科書の図版の種類に対応した点図作成、5) 点図の理解を容易にするために詳細な文字情報を付加することの必要性の5つを示した。

**見出し語：**触図、点図、作成方針、点字教科書、視覚障害

### I はじめに

盲学校で使用されている文部科学省著作点字教科書（以下、「点字教科書」とする）は、原本の検定教科書をもとに編集し、点訳したものである。

ここでは、原本の文章が点訳されるとともに、図版についても、点図（注1）および、一部はサーモフォーム（注2）の形式で、触図化されて掲載されている。

点字使用の児童生徒の学習においては、点字教科書の文章を読むとともに、掲載されている触図を触りながら学習が進められる。

筆者らが行った触覚教材に関する全国の盲学校対象の調査<sup>14)</sup>でも、点字教科書の触図を学習上どの程度使用しているかという質問に対して、小学部では、掲載されている触図のうち、ほとんどの触図を利用していると回答のあった学校が、回答のあった学校全体のうち、国語、社会、算数、理科の各教科について、約4割～5割をしめていた。これに、3分の2以上は利用していると答えた学校を加えると、約5割～6割となる。中・高等部の国語、社会、

数学、理科の各教科になると利用率は下がるが、それでも、掲載されている触図のうち3分の2以上は利用している学校が、約3～5割あった。

しかしながら、視覚的に理解できるように作成された元の図版の触図化において、一般に、その図版の輪郭や境界線部分をそのまま凸状にするというかたちで触図化しても、触覚的には理解できない場合がほとんどである。これは、主として触覚の特性によるものであると考えられる。また、元となる原本教科書の図版は多様であり、その触図化においては、各種の図版に対応して、どのように触図化したらよいか問題となるとともに、教科書で使用する触図として、学習上有効な表現をとる必要がある。さらに、点字教科書の触図のほとんどを占める点図という形式は、基本的には点のみによって図を構成するという特性をもっており、点図では、この特性を踏まえた触図化が必要である。

また、点字使用の児童生徒が、通常学級で文部科学省著作の点字教科書以外の教科書を用いて学習する場合も、その点字化が必要であるとともに、その図版をどのように触図化するかが問題となる。この場合は、ボランティアグループに、その点字化や触

図化を頼る場合がほとんどであると思われるが、その際、触図についての具体的な作成方針があれば有効である。また、この場合、点字出版所で使われているような亜鉛板製版（注3）とは異なり、点字プリンタでの出力を前提とした配慮も必要となる。

本研究では、以上のような課題を踏まえて、点字教科書の触図として、そのほとんどを占める点図について、原本教科書の図版を点図にする場合の具体的な作成方針を明らかにすることを目指す。また、併せて、将来的に、より詳細、かつ点図以外の他の触図形式にも対応した「触図作成マニュアル」を作成するための、基礎となる知見を得ることも目指す。

注1：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させて表現するものである。

注2：サーモフォームは、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中の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と同型の形状を得るものである。

注3：亜鉛板製版とは、2枚の亜鉛板に同じ点を打ち出して型として、その間に点字用紙をはさみ、ローラーにかけることで、用紙に点を浮き出させるものである。この方式で点図を作成する場合、亜鉛板への点の打ち出しは、工具を使用して手作業で行うことが可能であり、使用する工具に応じて多種の点が使えらるとともに、直線、曲線、面のパターンなどを、点の打ち方を調整することで、きれいに作成することができる。

## II 本論文記述の枠組み

### 1. 点図化のための包括的かつ具体的作成方針の提示

点字教科書において、小学部および中学部の、国語、社会、算数・数学、理科、英語は文部科学省著作教科書であり、各学部、各教科ごとに数名の編集委員により編集がなされている。どのような編集がなされたかについては、「点字教科書編集資料」<sup>8)</sup>

<sup>9)</sup>として公開されている。そこでは原本の図版の取り扱いに言及した部分もある。この編集資料を含めて、触図の作成方針について述べた文献が国内外を含めていくつもある<sup>1) 2) 4) 7) 8) 9) 11) 12) 15) 16)</sup>。

しかしながら、それらの文献においては、教科書の図版の点図化という本研究の課題に照らして、ある文献では取り上げられている重要な方針が他の文献では取り上げられていないということがある。点字教科書の図版を点図化するための具体的方針を示すという本研究の目的からは、それらの文献も参照しながら、できるかぎり包括的な方針を提示することが必要である。また、文献のなかには、方針を列挙したものがあがるが、単に方針を列挙するのではなくて、教科書の図版の点図化における問題点を整理し、具体的方針の前提となる理論的枠組みを示すことも必要であると思われる。そのなかにも具体的方針を位置づけることにより、取り上げるべき方針を取り上げないということも防ぐこともできると考える。さらに、触図作成のボランティアグループなど、触図の作成に直接関わる人達のためには、各方針に対応する具体例を示す必要もあると思われる。

そこで、本研究では、教科書の図版を点図化するための理論的枠組みとして、いくつかの基本的観点を示し、そのもとに、点図化のための具体的作成方針を述べる。また、その際、原本教科書の実際の図版を取り上げて、それを点図にする場合に、どのような手立てをとったらいかを例示する。このことにより、「はじめに」でも述べたような、「触図作成マニュアル」の作成のための基礎となる知見を得ることもできると考える。

### 2. 本研究で示す点図作成のための基本的観点

本研究では、上記の基本的観点として、次の5つを示す。

#### 1) 触図にする図版の選択

これは、原本教科書の図版全てを触図化することは、必要ではなかったり困難であるという理由から、触図にする図版を選択する必要があるという観点である。なお、これには、点図にしない図版について、どのように対処すべきかということも付随する。

## 2) 点図作成上の制約

これは、使用できる図の構成要素としては、基本的には点のみである点図形式で触図を作成することにより、点図作成においていくつかの制約が生じるという観点であり、点図作成の前提とすべきものである。

## 3) 点図作成の基準

これは、触覚の特性に対応して、点図の構成要素間の間隔や、単位面積あたりの要素の数など、点図が満たすべき基準があるという観点である。なお、これには、点図をどのように単純化するのかということも関わる。

## 4) 図版の種類に対応した点図の作成

これは、各種の特性をもつ図版それぞれに対応して具体的にどのような方針で点図を作成したらよいかという観点である。ただし、ここでは、多種多様な図版それぞれについて方針を示すのではなくて、まず、点図の単純化と点図が伝えるべき本質的情報という視点から、図版についての有効な分類を行うべきことを示す。

## 5) 詳細な文字情報の付加

これは、点図自体についての作成上の工夫とともに、点図の理解を容易にするために、詳細な文字情報を付加すべきではないかという観点である。

以下、この5つの観点のもとに、点図作成についての具体的な方針を述べる。

# Ⅲ 触図作成の方針

## 1. 触図にする図版の選択

原本教科書の図版のなかには、本文の背景や飾りとしての意味合いが強い絵や写真など、使用者がよみとるべき重要な内容を含んでいないものもある。

そこで、原本教科書に掲載されている図版の全てを触図にするのではなくて、重要な内容を伝えていないものは触図にしないという方針をとることができる。

これは、点字教科書の作成においても実際に取られている方針であり、点字編集資料<sup>8) 9)</sup>の各教科の編集方針でも述べられている。APH (American Printing House for the Blind) (1997)<sup>1)</sup>や

Sheppard, L. et al (2000)<sup>16)</sup>でも、同様の方針が述べられている。

しかし、よみとるべき内容のある図版であっても、写真の図版や複雑な地図など、触図にすることが不可能か困難なものもある。

この場合は、単に触図にしないのではなくて、その図版の内容を文章に代替して掲載するという方針が考えられる。これも点字教科書において実際に取られている方針であり、また、APH (1997)<sup>1)</sup>でも、同様の方針が述べられている。

さらに、点字編集資料での編集方針をみると、文章に代替することも難しいものについては、口頭での説明や、模型、大型の触地図（地図の場合）などを用いて指導するよう留意することという項目がある。Sheppard, L. et al (2000)<sup>16)</sup>でも、コイルなど、触図ではなく現物を提示したほうが分かりやすいものは現物を提示すべきであると述べられている。

以上をまとめると、次のような方針をとるべきではないかと思われる。

- 1) 原本教科書の図版のうち、よみとるべき重要な内容を含んでいない図版は触図にしない。
- 2) よみとるべき内容を含んでいるが、触図にすることが不可能であったり困難な図版については文章に代替して掲載する。
- 3) よみとるべき内容を含んでいるが、触図にすることも文章に代替することも困難な図版については、口頭での説明、模型や現物の使用、大型の触地図の使用など、その指導において留意する。

ここで、1)～3)について補足すると、1)については、原本の図版をできる限り削除するというのではなくて、できる限り触図化するという前提をとることが重要であると思われる。また、APH (1997)<sup>1)</sup>でも述べられているように、点字使用児童生徒の触図知覚技能は、触図を触ることによって促進されるという観点からも、特に低学年の教科書に触図を積極的に掲載することにより、その技能の進展を促すということも重要であると思われる。

2)については、文章による代替の方法として、



図1 原本教科書：新しい理科5上、東京書籍、1～3ページ、平成14年版

実際に現行の点字教科書で取られている方法として、いくつか挙げることができる。即ち、

- ・ 原本の写真や図に添えられた文章を生かして点字化する。
- ・ 本文のなかに、その内容を文章にして盛りこむ。

3) については、既存の模型や大型の触地図がない場合は、指導者がそれらを作成するというのも重要であると思われる。また、点字教科書において触図化されているものについても、場合によっては、その触図を補足する触図や模型を作成して提示することも重要であると考えられる。

ここで、現行の点字教科書のなかから、点字編集資料も参照して、以上の、触図にする図版の選択及び触図にしない図版についての文章による代替に関わる方針の具体例を挙げる（注4）。

小学理科5年上1～3ページについては、図1の原本1ページの上部の3人の子供たちと風景の写真は触図化されておらず、文章への代替も行われていない。これは、よみとるべき重要な内容を含んでいないからである。

同1ページの下方のイラストと写真は、よみとるべき重要な内容を含んでいるが、触図にすることは困難なので、次のように文章で代替されている。

太郎「ラジオやテレビの天気予報で、明日の天気を知ることができるよ。」

花子「新聞にも、天気予報の欄があって、降水確率や週間予報がのってるよ。」

同2～3ページについては、原本の図版は重要な内容を含んでいるが触図化されず、その代わりに、その内容は次のように本文のなかに文章化されて示されている。

新聞やテレビなどで、天気の変化を予想して示したものには、各地の天気のほか、気象衛星の雲の写真、アメダスの雨量情報などがある。

気象衛星の雲の写真は、気象衛星の情報をもとに、空から見たときの雲のようすを画像で表したものである。アメダスの雨量情報は、各地の雨量（雨の量）を自動的にはかって、その情報をもとに、日本列島の地図の上に各地の雨量を、弱、やや弱、やや強、強の4段階にして、棒グラフで表したものである。

小学国語1年8～9ページについては、図2のような文字と絵については、原本の文字の部分は、そのとおりに点字にした上で（「おはなし よんで」）、次のように絵の部分を文字に置き換えている。

いろいろな おはなし

さると かに  
うらしまたろう  
ぶれーめんの おんがくたい  
3びきの こぶた

小学校社会科3・4年4ページについては、図3のような写真と文章について、「白いバスの車体、『神戸市立神戸駅前自転車駐車場』と書かれた看板、『神戸うすい』と書かれたマンホールの蓋など、いろいろな所に同じマークがあるよ。いったい何の印?」のように、原本についている文章を生かしつつ、写真が示している内容を文章化して、写真自体は省略している。



図2 原本教科書：こくご一年上、光村図書、8～9ページ、平成14年版

注4：以下、本研究で取り上げる点字教科書は全て平成14年版のものであり、点字教科書に対応する原本教科書も全て平成14年版である。

## 2. 点図作成上の制約

触図を作成する方法は、点図、サーモフォームをはじめ、触素材を貼り付ける方法、立体コピー、レーザーライターによる方法、紫外線硬化樹脂インク印刷など種々の方法が存在し、それぞれの特性がある<sup>6)</sup>。このうち点図では、図の構成要素は基本的には点のみであり、点を表す場合はもとより、線を表す場合も、面のパターンを表す場合も、基本的には点によって、それらを構成することになる(注5)。このことにより、点図を作成する場合、いくつかの制約が生じる。

以下、実際に点字教科書と点字プリンタで用いられている点の種類について述べ、次いで、その制約について述べる。点字プリンタについては、日本で使用されている点図作成ソフトウェアのEDEL、点図くん、BESが全て対応しているESA721 Ver '95と

いう機種を取り上げる(注6)。

注5：点字教科書では、点字出版所で用いられる工具に対応して、短線、それを組み合わせた矢頭(「<」や「>」)などの表現も一部ではみられる。

注6：他に、NewESA721というESA721 Ver '95と同系統の機種も対応しているが、両者で、点の種類及び大きさは同じである。



図3 原本教科書：新しい社会3・4上、東京書籍、4ページ(部分)、平成14年版

## 1) 点の種類

点図では大きさの異なる数種類の点が使われる。その点種の数としては、点字教科書で5～6種類、点字プリンタでは3種類程度である（注7）。

注7：点字教科書で使われている点の種類については、教科書によって多少の違いが見られる。これは、点字教科書の発行所および点図の作成者による違いと思われる。

表1に、点字教科書で使われている点の例として、中学理科第1分野で使われている点と、点字プリンタESA721 Ver '95の点について、その種類と点の大きさを示す。

表1. 点字教科書と点字プリンタの点の大きさ

### a. 点字教科書の点の種類（中学理科第1分野より）

点の種類*	点の大きさ (点の基部の直径) (mm)
極大点	2.7
大点	1.8
中点	1.5
なか小点	1.2
小点	0.8

\*筆者による便宜的な名づけ。

### b. 点字プリンタESA721 Ver '95の点の種類

点の種類*	点の大きさ (点の基部の直径) (mm)
大点	1.7
中点	1.5
小点	0.7

\*筆者による便宜的な名づけ。

以上において、点字教科書の場合と点字プリンタの場合を比較すると、点字プリンタでは、なか小点と極大点に対応する点種がない。また、大点、中点、小点の大きさは点字教科書とほぼ同じである。なお、中点については、どちらの場合も、点字の点として用いられているものと同じ大きさである。

## 2) 使用可能な線の幅について

点字教科書では、先の例では5種類の大きさの

点があり、点字プリンタESA721 Ver '95の場合は、3種類である。

点図では、これらの大きさの異なる3～6種類の点に対応して、点、線、面など、その表現が規定される。

図の最も基本的な構成要素である線についても、点図においては、これらの点を線状にわずかの間隔をおいて並べることによって構成することになるので、使用できる線の幅も、それに規定される。基本的には、上記の点字教科書の例では5種の幅の線が、また点字プリンタESA721 Ver '95では3種の幅の線が使えることになる。

ただし、点字教科書の場合、5種の幅の線が使えるといっても、1つの図で同時に5種の幅の線を使ってもよいとは言えない。各種の線を同時に触れればそれらの弁別が可能であっても、触野は狭いことにより、点図使用者が必ずしも各種の線を同時に触って弁別できるとは限らないことを考えると、1つの図で使う線種の数には3種類程度にとどめるべきであると思われる。

## 3) 各点の使い方について

先の点字教科書の場合、中点となか小点は主たる線として用いられているようである。例えば、中学部理科第1分野の点字教科書において、なか小点をグラフの縦軸と横軸として用い、中点をグラフの線として用いる例や、中点を地面の線、なか小点をその上の人物、台車など対象物に用いる例など、2種を同時に使い分けるといった表現の仕方も多いようである。

また、大点は、線としては強調したい矢印などとして部分的に使われている。

極大点は、線としてではなく、グラフの点や、都市の所在地を示す場合の点などとして用いられる場合がほとんどであるようである。

小点は線としては、引き出し線など、補助的な点として使用されることその他、面の塗りつぶしの表現など、面のパターンを構成することに用いられる場合が多いようである。

5種類の点の使用可能であれば、以上のような使い分けが可能である。

一方、点字プリンタESA721 Ver '95では3種の

点しか使用できない。

点字プリンタの場合、線の表現については、点字教科書で主たる線の1種として中点と共に使われているなか小点がないことが、大きな制約になっているように思われる。

例えば、1つの図で、小点を面のパターンとして用い、他に主たる線として2種の線を用いようとすると、必然的に、それは中点と大点によることになるが、中点はともかく、大点では、その大きさの故に、その線による微細な表現は難しい。

また、点字教科書の極大点にあたるものがないことにより、グラフの点や都市の所在地の表現などにおいて、それを大点で表現することにすれば、線としては、中点と小点によるものしか使用できなくなる。

このように、点字プリンタでは、点字教科書の場合よりも、点、線、面などの表現の幅が狭くなっており、その制約のうえで点図の表現を工夫しなければならぬと言える。

#### 4) 線の長さ

線の長さについても、点図では点の連続で表現する以上、用いることのできる長さに制約がある。

これについて、3点で最小の長さとする、点字教科書では、端点の中心間の距離で、大点で5mm、中点で4mm、なか小点で3.8mm、小点で3mmである。点字プリンタESA721 Ver '95では同様に、大点で5mm、中点で4mm、小点で2.8mmである(注8)。

これらのことは、閉合図形を描く場合にも制約となり、例えば正方形は1辺3mm~4mmのものが最小の大きさとなることを意味する。

注8：点図作成ソフトウェアEDELでは、点間の距離の調整ができるが、ここで挙げた数値は、このEDELで作成する場合の、それぞれ、値6の点間、4の点間、7の点間の場合である。

### 3. 点図作成の基準

点図を含めて、触図一般において、元の図版の輪郭や境界線部分をそのまま凸状にするという仕方で表現しても、多くの場合、触覚的には理解できないということが生じる。

これは、触覚の特性により、視覚では十分に知覚できる程度の複雑さをもった図でも、触覚的には知覚できないことによる。その理由としては、視覚に比較しての触覚の空間的分解能の低さ、視野に比較しての触野の狭さを挙げることができる。触野については、逆に最小でも1本の指先腹程度の広さであることにより、不必要な情報でもその広さに入るものは取らざるを得ないことも挙げられる。これらのような、いくつかの要因がともに関与して、触覚による図の知覚を困難にしているものと思われる。

そこで、触図では、複雑さを廃してできる限り単純な図を作成するという方針が、触図の作成方針に言及したどの文献をみても、取り上げられている。

では、その複雑さ、あるいは単純さを、どのようなものと捉え、どのような基準を用いたらよいかどうか。

以下では、図の複雑さの程度ということ、2つの要素間の間隔の値と、単位面積あたりの要素の数という2つの視点から取り上げ、点図において、これらの値が、どの程度でなければ知覚可能でないかについて論じる。また、前者に関連して、点図の大きさはどの程度でなければならぬかについても述べる。

#### 1) 要素間の間隔

点図において、隣り合う2つの要素の間隔がある値よりも狭い場合、視覚的には十分その間隔が知覚できる場合でも、触覚的には、その間隔が知覚できないということが生じる。これは、視覚に対しての触覚の空間的分解能(解像度)の低さによるものであると考えられる。触覚の空間的分解能を示すものとしての2点弁別閾の値は、各研究においてばらつきがあるが、指先腹で2mm~3mmである<sup>18) 19) 20)</sup>。

以下、2つの要素の間隔ということ、平行する2線の間隔ということに単純化して議論を進める。

この場合、その2線の間隔がある値より狭い場合、触覚的には2線と感じられず、線間があいていないように感じるということがあつた。

その値については、2mm~6mmと、その値に言及している各文献<sup>1) 2) 4) 11) 15) 16)</sup>でばらつきがある。これらの文献については、上記の指先の2点弁別閾の値を取り上げた上で、その値に言及しているもの

2)<sup>11)</sup> と、そうではないものがある。このうちの後者については、どれも実験的検討を行ったとは述べられていないので、触図使用者が実際に2線に触った場合の経験値ではないかと思われる。

これらのうち、2mmという値をあげているもの<sup>11) 16)</sup> では、それぞれ、「2mm以上はあけるように」、「最低でも2mmは間隔をあけるように」と述べられている。また、6mmと述べている文献3つ<sup>1) 4) 15)</sup>のうち、2つ<sup>1) 15)</sup> では、6mm未満の間隔の2線について、それぞれ、「区別することが難しいかもしれない」、「簡単には区別できない」と述べられており、1つ<sup>4)</sup> では、「太い1線と感じられる傾向がある」と述べられている。

ここで、2点弁別閾の値については、人によって弁別力が異なることや、実験に使用する機器の違い、被験者に求める応答として確実に2点と感じられる値を求めているか、1点とは異なると思われる値を求めているか等実験条件の違いによっても値が異なるなどいくつかの問題点が指摘されている<sup>5) 17)</sup>。さらに、2点弁別閾の測定と、触図の2線に触ることでは、前者では、一般にノギスやコンパスのような測定器具の2点を指に押しつけて測定するが、後者では指を紙面に付け、かつ指を動かして触るという違いがある。これについて、手指機能についてのリハビリテーションの領域では、先の方法による弁別を「静的識別」と呼び、それに対して、指にあてた2点を動かして測定した場合を「動的識別」と呼び<sup>10)</sup>、この動的識別の値として、2mmであれば正常であるとの報告がある<sup>3)</sup>。

実際には、点図として、異なる間隔の2線を提示して、かつ、明確に2線と感じられるか否かについて、触っての応答を求める実験的検討が必要と思われるが、ここでは、以上の議論を踏まえて、暫定的に、最低でも2mmという値をとりたい。

## 2) 点図の大きさ

同じ大きさの図でも、用いる線の太さによって、その中の2線の縁同士の間隔は異なる。同じ大きさの図を、その中の2線の中心間の距離が同じものことであるとすると、2線の縁同士の間隔は、中心間の距離から線の太さを引いたものになるからである。

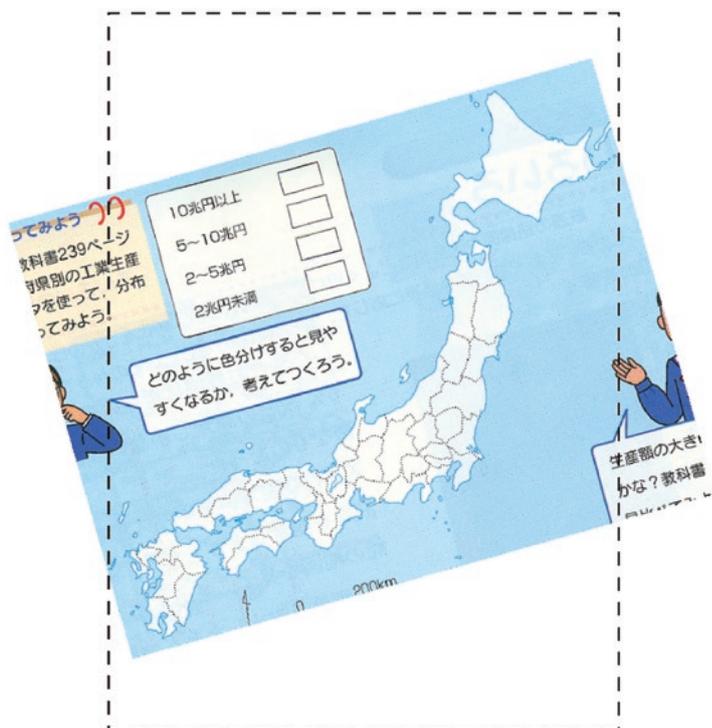


図4 中学社会科地理掲載の日本地図

(原本教科書：中学社会地理、教育出版、51ページ、平成14年版)

(点字教科書で1ページにおさまるように回転して拡大している。また、その1ページの大きさを波線で示している。)

原本教科書では、0.2mm程度の線も普通に用いられ、その太さの2線の縁同士の間隔が1mm程度の表現も普通に見られる。

この場合、2線の中心間の距離は1.2mmである。

これを、点図として、前述のなか小点を用いて表現しようとするれば、線幅は1.2mmであるから、2線の縁同士の間隔は0 (1.2mm - 1.2mm) となる。これでは、元の図と同じ大きさを表現することはできない。

ここで、この太さの2線の縁同士の間隔の基準値として、前述の2mmをとると、線の中心間の距離は3.2mm (2mm + 1.2mm) は必要である。

従って、元の図と同じ形で、2線間の間隔の基準値を満たすように触図でも表現するためには、元の図全体の大きさを変える必要があり、中心間の距離が3.2mmになるように、元の図全体を2.7倍 (3.2mm / 1.2mm) に拡大して表現することが必要となる。

以上をまとめると、元の図と同じ形で点図でも表

現する場合には、元の図で2線の間隔が最低の部分を探して、その中心間の距離(aとする)を測定し、次いで、用いる線の太さに線間の基準値(この場合は2mm)を足した値(bとする)を求め、最後にbをaで割った値( $b/a$ )を求める。この値( $b/a$ )が1よりも大きければ、点図において、そのままの大きさを表現することはできない。

この場合、必要とされる拡大率は、その値( $b/a$ )を目安とすることができる。

ここで、具体例として、図4のような中学社会科地理の日本地図を、点字教科書の1ページにおさまるように点図化することを取り上げる。

ここでは、海岸線について述べることにし、その部分として、房総半島から三浦半島、伊豆半島へと続く部分を取り上げる。

まず、元の図版の海岸線に用いられている線の太さは0.2mm程度であるが、房総半島から三浦半島、伊豆半島へと続く部分について、これを1.2mm幅の線で点図にしてみると、図5のように、三浦半島と房総半島はくっついてしまい東京湾は湾ではなくなる。

実は、元の図の三浦半島と房総半島の海岸線の間の最短距離は、線の中心間で1.2mmであり、前述のように、1.2mmの線を用いれば2線の間隔は0になるのである。

このことは、点図において、房総半島、三浦半島、伊豆半島のそれぞれを元の地図と同じ比率で表現するためには、この大きさでは不可能だということの意味する。

従って、前述のように、2線間の間隔の基準値として前述の2mmをとれば、1.2mmの線を用いて元の図版と同じ比率で3つの半島を表現するためには、2.7倍以上の大きさにしなければならない。

図5を、2.7倍よりやや大きめに3倍の拡大率にして、それを点図として表現すると図6のようになる。

もしも点図で表現する大きさの上限があらかじめ決まっていれば、その大きさでは必要とする拡大率にならない場合は、元の図を単純化したりデフォルメする必要がある。

### 3) 単位面積あたりの要素の数



図5 3つの半島の点図化  
(原寸で示してある)

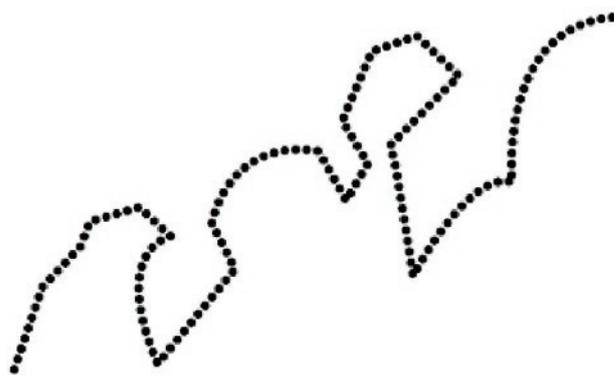


図6 3つの半島を3倍に拡大して点図化  
(原寸で示してある)

図の複雑さの程度ということについては、前述の2線間の間隔の他、単位面積あたりでの、方向が変化する連続線の各線分の数、分離している要素の数など、構成要素の数を考えることができる。

これらについて、それらの数が少なければ少ないほど、複雑ではない単純な図であると言える。では点図で、触覚的に知覚可能であるには、その数がどの程度であればよいのだろうか。

Bris(2003)<sup>2)</sup>は、6mm×6mmの各格子のなかに、触図の構成要素が2つしか入らないようにするという基準をあげている。ここでの構成要素の数とは、前述のように、方向が変化する連続線の各線分など連続している要素の数も、分離要素の数も含むものである。

この場合、6mm×6mmに2つの要素ということの根拠は、点字1文字および次の1文字との空白部分を合わせたものがおよそ6mm×6mmであり、点字の弁別は、2線という2つの要素からなるパターンの弁別と考えられるからであると述べられている。

この基準がよいのかどうかは、その根拠を含めて検討を要すると思われるが、単位面積として、ある大きさの格子を作成し、そのなかに入れることので

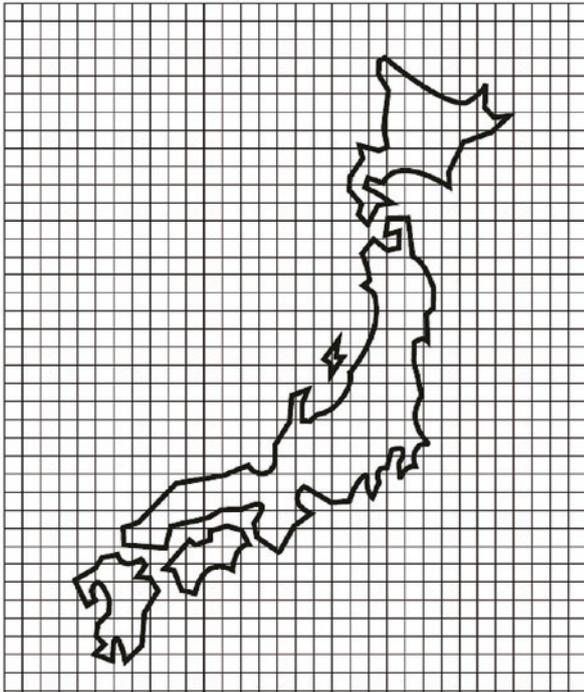


図7 6mm×6mmの格子に2要素という基準での点図化  
(なお、北海道、本州、四国、九州の4島の間隔は、2mm以上になるように、元の図よりも間隔をあけている。)

きる最大の要素数をもって単純化の基準とすること自体は、有効であると思われる。

ここで、参考として、この基準で、前掲の日本地図を、点字教科書の1ページにおさまるように点図化した場合の輪郭線の例を、6×6mmの格子とともに挙げる(図7参照)。

この場合、三浦半島や、知多半島などは省略せざるを得ないなど、表現できないものが生じる。これらを表現すべき場合は、前述のように、その部分を拡大して点図化する必要がある。

#### 4. 図版の種類に対応した点図の作成

##### —単純化と本質的な情報—

上記のような作成基準を用いて、できる限り単純な点図を作成するという方針をとる場合、大切なことは、内容上それほど重要ではない情報は省略し、重要な情報を伝えられるようなかたちで単純化することであると考えられる。そのためには、元の図版において、何が本質的な情報であるかを考える必要がある。

また、単純化に際して、元の図版が、その形の情報はそれほど必要でないか単純な形でもよいものであれば問題は小さいが、元の図版が、その形の情報が重要である場合は問題が大きいと言える。そこで、形の情報はそれほど重要ではないか単純な形でもよい図版と、形の情報が重要である図版とに分けて、その点図化を考えることが有用であると思われる。

以下、この2つの場合に分け、かつ、どのような情報を伝えるようにするべきかという視点で、図版を分類し、各種の図版について、より具体的に点図の作成方針を述べる。

#### 1) 形の情報はそれほど重要でないか単純な形でもよいもの

##### ア. グラフ類

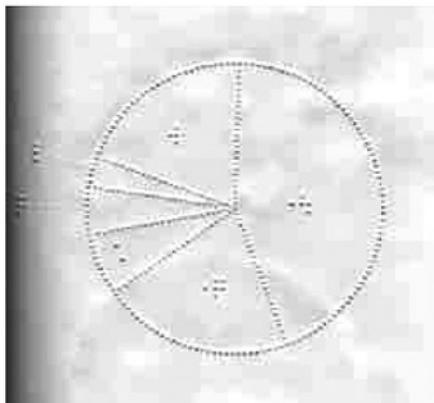
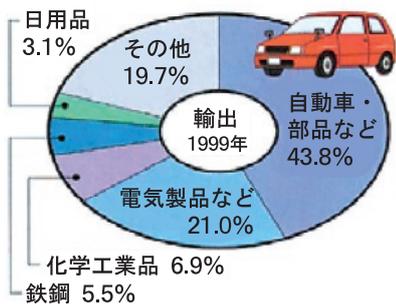
棒グラフ、折れ線グラフ、帯グラフ、円グラフのようなグラフ類については、ある項目に対しての値を、棒、折れ線、帯、円および扇型などの形で表現することが本質的なことである。従って、原図自体もその形が比較的単純なものであることが多い。

触図としても、棒、折れ線、帯、円および扇型のそれぞれの形を表現すればよいのであり、これは、触覚的にも分かりやすい。

点図で表す場合は、棒グラフや折れ線グラフの縦軸、横軸を棒や折れ線よりも弱く表現するために、それらよりも小さい点を用いる、その軸上の数値の表現を単純化する、棒や折れ線の背景のグリッドは裏打ち(注9)にするといったことの他は、棒グラフの棒の表現を1列～3列程度の点の集まりにするという程度で、ほぼ、原図に近い表現でも触覚的に分かると言える。ただし、元の図が、帯グラフが板状の立体になっていたり、斜めになっていたり、円グラフが、やはり板状になっていたり、楕円形になっていたりする場合は、触覚的に分かりやすいように、それらを2次元の長方形にしたり、円形にしたりする変形は必要となる。

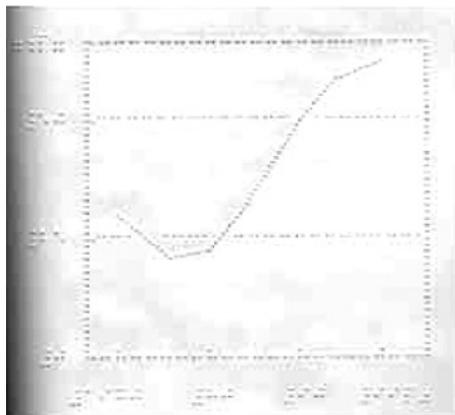
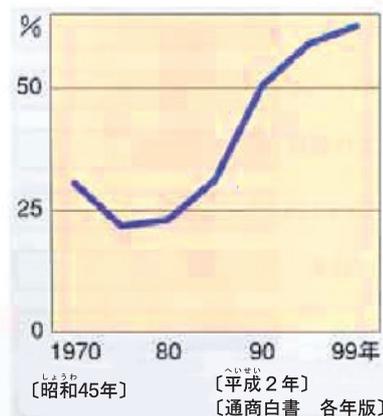
ここで、小学社会の教科書から、円グラフと折れ線グラフの例を掲載する(図8、図9参照)。この例で、円グラフは、楕円形を円形にしている。折れ線グラフは、元の図と同じ形で表現されている。

問題となるのは、ある項目に対して複数の値が



- a. 原本教科書：新しい社会5上、東京書籍、87ページ、平成14年版  
 (グラフの表題は「横浜港の主な貿易品」)
- b. 盲学校小学部社会5-3 171ページ、平成14年版

図8 円グラフの点図化 (小学社会5年)



- a. 原本教科書：新しい社会5上、東京書籍、92ページ、平成14年版
- b. 盲学校小学部社会5-3 227ページ、平成14年版

図9 折れ線グラフの点図化 (小学社会5年)

同時に提示されるような場合であるが、この場合には、2つの値程度ごとに、複数のグラフに分けて表現するという手立てをとり得る。

これは、現行の点字教科書でも、点字編集資料の小学部社会の章<sup>8)</sup>で明示されている方針である。

注9：「裏打ち」とは、通常の点の場合とは逆の面から点を打つことであり、通常の点が凸状であるのに対して、凹状の点となる。

## イ. 模式図

模式図は、事物の機能、各部の配置や連関の仕方、物や情報の伝わり方などを図式的に示したものであるが、事物の正確な形にとらわれず、単純化したりデフォルメして示してあることが多い。また、そもそも、もともと形のないものを表現する場合もある。

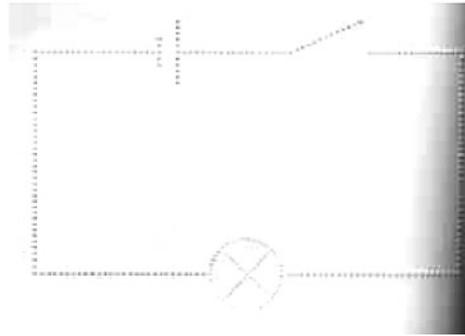
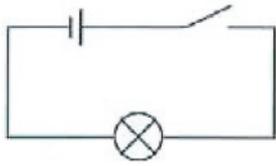
具体的には、理科での生物の器官の機能図、電器回路図、社会でのフローチャートなどである。

これは、その定義のとおり、事物の機能、各部の配置や連関の仕方、物や情報の伝わり方などを示すことが本質的なことであり、形については、事物そのままの形である必要はなく、その目的が果たせれば単純な形でもよい。

元の図版自体も、その形が単純であることもあるが、複雑な形の場合は、その機能、各部の配置や連関の仕方など、本質的な情報が伝えられるならば、単純な形やデフォルメして分かりやすくしてもよいと言える。

ここで、現行の点字教科書の例から、理科の電気回路の例を掲載する(図10参照)。この例は、電池、スイッチ、電球、電線のつながり方が示されることが本質的なことであり、元の図版自体の形が単純なため、そのままの形で点図化している例であると言える。

次いで、原本教科書の図版では、実物に近い形が示されているが、模式図と同様に考えて点図化が可能な例を挙げる(図11参照)。この例では、電流の



- a. 原本教科書：中学1分野上、教育出版、84ページ、平成14年版  
 b. 盲学校中学部理科（第1分野）4、112ページ、平成14年版

図10 電気回路の点図化（中学理科第1分野）

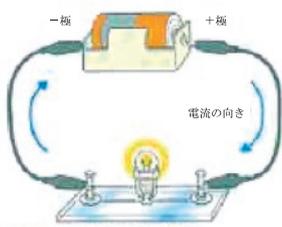
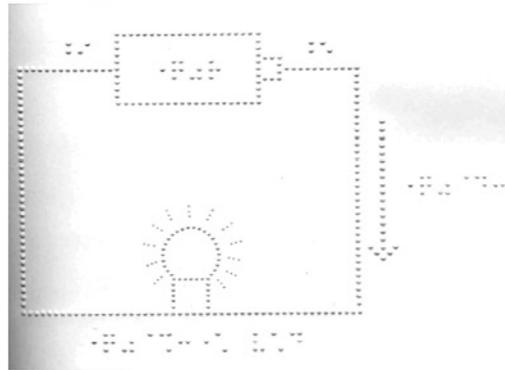


図5 回路を流れる電流の向き



- a. 原本教科書：中学1分野上、教育出版、83ページ、平成14年版  
 b. 盲学校中学部理科（第1分野）4、107ページ、平成14年版

図11 電流の向きについての点図化（中学理科第1分野）

向きが示されることが本質的なことであり、元の図版のような電池、豆電球、導線などの実物の形は重要ではない。従って、点図では、それらは単純な形で示されている。また、電池の+極の形がデフォルメされて表現されていることも、+極から-極への電流の流れを示す、この図の場合は適切であると言える。

同様に、理科の実験の説明図などで、実験道具や実験対象の動植物が示されているような場合でも、それらの正確な形よりも、それらの配置、物や操作の流れなどを伝えることのほうが本質的なことであ

る場合には、以上のように、模式図と同じ扱いでもよいのではないかと考えられる。また、生物の器官の機能図のような場合でも、同様に考えて、以上のような程度までの単純化が可能であれば、触覚的にも容易に知覚できると言える。

## 2) 形の情報が重要であるもの

### ア. 事物の写真や絵

これは、物や動植物の写真や絵で、それが何を表しているかが、その形に依存している場合である。

この場合は、点図でも元の図版とできる限り同じ形で表現する必要が生じる。

しかし、この場合でも、単純化が必要であれば、その図が伝えるべき本質的な情報に対応しての単純化が重要であると考え。例えば、動植物の表現で、特定の種を表現することが目的である

なら、その種差を示す重要な特徴を優先して表現することが必要であると考え。また、類一般を表現すること、例えば、昆虫類を表現することが目的であれば、その体は頭、胸、腹の3つの部分に分かれ、足は6本あり、それは胸に付いていることなど、その特徴が明確に分かるような表現が必要になると考える。

### イ. 地図

地図は実物の地形を示したものであり、海岸線、河川の流れを示す線、都道府県の境界線など、その形は、実際の地形を示すものとして意味があるもの

である。

しかし、その形が複雑なものであると、そのまま触図として表現しても、触って分からないものになる。

これについては、前述の日本地図の点図化の例のように、例えば、房総半島と三浦半島と伊豆半島の正確な形や、比率、位置関係をよみとることが必要であれば、部分的に拡大して表現するなど、配慮が必要である。

また、これも前述のように、限られた大きさで表現する必要がある場合は、これらの細かな情報の表現は省略し、よりおおまかな情報の表現をする必要が生じる。

## 5. 詳細な文字情報の付加

以上のように、点図を、作成基準にのっとり、かつ元の図版の内容を考慮して本質的な情報を伝えられるように単純化するという方針で作成するということに加えて、その点図の表現していることについての文字情報を、点図に先立って提示するという方針を挙げることができる。

日本点字図書館「点訳のための触図入門」製作グループ(1988)<sup>12)</sup>では、この文字情報について、以下のことを盛り込むべきことを述べている。

- 1) 図を読む前に知っておきたい基礎概念
- 2) 図の全体的な配置(レイアウト)
- 3) 図の各部分の説明
- 4) 注記点字の説明—図の中に入れる注記点字

は、多くの場合必要な文字情報を全部入れることができず、略記の形になることが多いので、その解説が必要となる。

このような情報の、点図に先立っての提示は、点図の理解をより容易にすると考えられる。特に、触野の視野に比べての狭さという触覚の特性により、図の全てを1度に把握することが困難であるとい

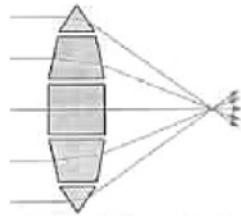
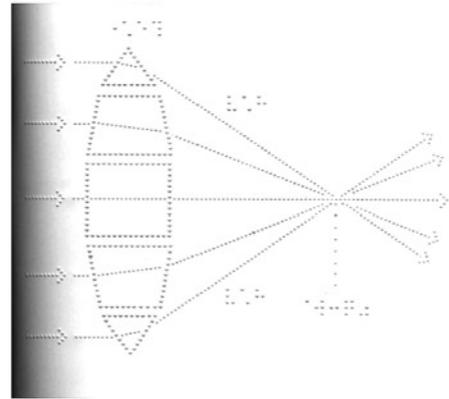


図15 凸レンズの原理 ガラス面の光の屈折を利用して光を集める。



- a. 原本教科書：中学理科1分野上、教育出版、9ページ、平成14年版  
b. 盲学校中学部理科(第1分野)1、79ページ、平成14年版

図12 詳細な文字情報付加の例(中学理科第1分野)

うことを考慮した場合に必要なことであると思われる。即ち、先行して提示される、このような文字情報は、部分的にしか把握し得ない触覚の制限を補って、その図全体についての理解を促進するものと思われる。

一方、現行の点字教科書においては、ここまで詳しい文字情報は付加されていない。点図のなかで用いられている印や4)の注記点字についての説明程度である。

これは、点字教科書の場合は、授業で用いられるものであり、教員による点図の説明が前提とされていることにもよるとと思われる。しかし、少なくとも児童生徒の自学による理解のためには、より詳しい文字情報が必要ではないかと思われる。

また、文章で説明するのならば点図は必要ないのではないかということについては、文章による理解と、点図を触っての理解は、本質的に異なるものであると言え得る。

ここで、同書<sup>12)</sup>および同書掲載の具体例も参考にして例を挙げる。例えば、図12のような、中学理科第1分野の、凸レンズの原理を示す点図に対しては、次のような文章を先行提示することが考えられる。

これは、凸レンズが縦に置かれ、左からの光が

凸レンズを通り、右で焦点を結んでいる図である。

凸レンズは、5つの部分に分割されて示されていて、各部分で、光がどのように進むかが直線で示されている。各部分での光の屈折の度合いは異なる。光は、凸レンズの1番上と1番下の部分では他の部分よりも大きく屈折している。上から2番目と下から2番目の部分では、それよりも屈折の度合いが小さい。真中の部分では、光は屈折せず、直進している。

このことにより、光は凸レンズの右で1点に集まり、焦点を結ぶ。

なお、児童生徒の触図知覚技能の進展のためにも、児童生徒自身が、説明文と点図とを対応させて、点図を触ってよみとることが重要ではないかと考える。

## IV 考 察

### 1. 点図という触図形式への対応について

前述のように、点図という触図の形式は、基本的には点のみによって図を構成するという独特の形式であり、そこで使用される点の種類に対応して、線の太さや、最小の線の長さなど、いくつかの制約がある。

特に点字プリンタの場合のように3種しか点の種類がない場合は、前述のように、点字教科書の発行所で5種程度の点種が用いられている場合に比べて、表現の幅が、より大きく制約される。

点字プリンタでの出力の場合、現状では、そのなかで表現を工夫するしかないが、より多くの点種を使用できる点字プリンタの開発が期待される。

これは、点字教科書の補助教材として教員が点図を作成する場合や、通常学級に通う点字使用児童生徒に点図を提供する場合など、点字出版所とは異なる方式の点図の提供方式を取る場合、現実に必要なとされる場合があるものである。

なお、本研究の別の場所（Ⅲ. 2. (2) 参照）では、線種について、触野の狭さという制約から、1つの図で同時に使える線は3種類程度ではないか

と述べた。しかし、だから点も3種使えばよいということではなくて、線種についても、面のパターンや物の所在を示すための点の使用も考え合わせて、場合ごとに、5種のうちから3種を使い分けられるということが重要であると思われる。

また、点字プリンタの改善については、点字教科書に掲載された点図を見本として、それと同じように点図をコンピュータ上で作成し、点字プリンタで出力した結果を評価した研究<sup>13)</sup>でも、いくつかの問題点が指摘されている。筆者らのうちの1人によるこの研究では、点図作成ソフトウェアEDELで点図を作成し、本研究で取り上げたESA721 Ver '95で出力しているが、点字教科書の点図とは異なり、直線や曲線状に点がきちんと並ばず、それからずれる点があったり、点間が一樣ではない場合があったり、小点が大点や中点と比較して鋭く打ち出されて強い表現に感じられるなどの不都合が指摘されている。上記の他、これらについての改善も望まれる。

### 2. 点図作成における単純化について

点図を作成する場合の基準として、本研究では、2要素の間隔と単位面積あたりの要素の数について言及した。

文献から、前者については2～6mm、従って最低でも2mm、後者については6mm×6mmの単位面積に2つの要素という基準について述べた。

これらの基準自体の妥当性については検討を要すると思われる。しかし、触図作成について言及したどの文献にも述べられている、触図はできる限り単純なものでなければならないという方針について、2線間の距離はできる限りとること、単位面積あたりの要素の数はできる限り減らすことという、より具体的な方針をとることが重要であると思われる。

また、このような基準値を設定しての単純化ということについて、単に基準値を満たせばよいというのではなくて、これも本研究で述べたように、形の重要度の違いや、グラフ類、模式図、事物の絵や写真、地図など、それぞれの図版の特性に応じて、その図が伝えるべき本質的な情報が伝わるようなかたちでの単純化が重要であると考えられる。

### 3. 図版の種類に対応した点図化について

本研究では、図版の種類に対応しての点図化について、グラフ類、模式図、事物の写真や絵、地図という限られた種類にしか言及できなかつた。例えば算数・数学の幾何図形については言及できなかつた。また、模式図として一括した中にも、各種の特性の異なる図版が含まれており、そのそれぞれについて、どのような点図化の方針をとるべきかを示すことは重要なことであると思われるが、これは今後の課題である。

ただし、本研究で示したように、多種多様な図版についての個々の場合について点図化の方法を示すのではなくて、図の属性としての形の重要度と図が伝えるべき本質的な情報という観点から図版を分類し、その枠組みのなかで具体的な方針を示すという方法は有効ではないかと考える。

### 4. 点図作成における教育的専門性について

現行の点字教科書では、原本教科書の図版のうち、どれを触図にするかの選択が編集委員によってなされている。また、触図化しない図版についての文章への代替についても、指示がなされている。

これらのことは、実際にそうであるように、視覚障害についての理解とともに、教科についての理解がなければなしえないことである。

また、本研究では、点図作成における図の単純化として、その図が伝えるべき本質的な情報が伝えられるように単純化すべきことを述べたが、このことについても、その教科の、その部分の内容についての理解がなければなし得ないことである。さらに、点図に詳細な文字情報を付加することについても同様のことが言える。

通常学級で学ぶ点字使用児童生徒に対して、そこで用いられている教科書を点字化する場合、これらのことを誰が担うのかは重要な問題であると思われる。単に点図作成の技能をもつボランティアグループなどに任せるのではなくて、例えば、その地域の盲学校が、これらの点については積極的に関わる必要があるのではないかと考える。

### 引用文献

- 1) APH (American Printing House for the Blind) : Guidelines for design of tactile graphics. <http://www.aph.org/edresearch/guide.hem>, APH, 1977.
- 2) Bris, M. : Recommendation pour la transcription de documents. CNEFEI Suresnes, 2003.
- 3) Dellon, A. L.: Evaluation of sensibility and re-education of sensation in hand. Williams and Wilkins, 1981.
- 4) Edman, P. K. : Tactile graphics. AFB press, 1992.
- 5) 岩村吉晃：タッチの感覚. タッチ<神経心理学コレクション>, 医学書院, 1-24, 2001.
- 6) 金子健, 大内進：触図の作成方法と作成される触図の特性について. 平成14年度視覚障害教育研究部盲教育研究室一般研究報告 盲児のための個に応じた触覚・聴覚教材作成システムに関する研究, 平成14年度視覚障害教育研究部一般研究報告書, 独立行政法人国立特殊教育総合研究所, 6-15, 2003.
- 7) 宮田信直：点図の世界. 視覚障害研究, 27, 3-35, 1988.
- 8) 文部科学省初等中等教育局特別支援教育課：盲学校小学部点字教科書編集資料. 文部科学省, 2002.
- 9) 文部科学省初等中等教育局特別支援教育課：盲学校中等部点字教科書編集資料. 文部科学省, 2002.
- 10) 中田眞由美, 岩崎テル子：知覚をみる・いかす 手の知覚再教育. 協同医書出版社, 2003.
- 11) 日本盲人社会福祉施設協議会点字出版部会点字地図記号委員会：歩行用触地図製作ハンドブック. 日本盲人社会福祉施設協議会, 1984.
- 12) 日本点字図書館「点訳のための触図入門」製作グループ：点訳のための触図入門. 日本点字図書館, 1988.
- 13) 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 (平成13年度～平成15年度科学研究費補助金) (基盤研究 (B) (2)) 研究成果報告書, 独立行政法人国立特殊教育総合研究所, 55-86, 2004.
- 14) 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成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.
- 15) RNIB (Royal National Institute of the Blind) : Students-accessing course material. <http://www.rnib.org.uk>

rnib.org.uk/wpeditors/public/documents/  
PublicWebsite/public\_studentimages.hcsp, RNIB,  
2004.

- 16) Sheppard L. and Aldrich, F. : Tactile Graphics: A beginner' s guide to graphics for visually impaired children. Primary Science Review, 65, 29-30,2000.
- 17) 梅津八三, 黒木総一郎:皮膚感覚及自己受容系知覚. 実験心理学提要第三卷, 高木貞二, 城戸幡太郎監修, 岩波書店, 224-267, 1953.
- 18) Vallbo, A. B. and Johansson, R. S. : The tactile sensory innervation of glabrous skin of the human hand. In Active Touch, edited by Gordon G., Pergamon Press, 29-54, 1978.
- 19) Weber, E. H. : De tactu. 1834, in E. H. Weber on the Tacile Senses (2nd Edition) , edited and

translated by Ross H. E. and Murray D. J, Erlbaum Taylor & Francis, 25-136, 1996.

- 20) Weinstein, S. : Intensive and extensive aspects of tactile sensitivity as function of body part, sex, and laterality. In The skin senses : proceedings, compiled and edited by Dan R. Kenshalo, Tomas, Springfield IL, 195-222, 1968.

(金子 健 大内 進)

(附記)

本稿は独立行政法人国立特殊教育総合研究所研究紀要第32巻(平成17年3月刊)に発表したものを再構成したものである。なお、初出での英文要旨は省略した。