

## VI 触覚教材における音声の活用について

大内 進・山田 毅

(視覚障害教育研究部盲教育研究室・岩手県立盲学校)

### 1 触覚教材と音声活用の意義

近年、教材作成や呈示用機器の開発が進んできたこともあって、全盲児童生徒用の触覚教材に触図が積極的に掲載されるようになってきた。グラフィック情報の活用が着目されてきたことは大変望ましいことであるが、触覚を活用してグラフィック情報を得ようとする場合、微細な情報がとらえにくかったり、接触していない部分の情報を得ることができなかつたりするために視覚に比べると収集できる情報は限られてしまう。また触知覚の力は個人差が大きい。したがって、触覚的なグラフィック情報を用意したとしても、それを利用するだけでは図としての情報を万全に伝えることは難しいことである。やはり、触図教材を用いる場合であっても、可能な限り他の感覚をも活用して効果的に学習させることを考慮するべきであろう。とくに、聴覚情報の活用が全盲児童への指導においては大切であ

る。

これまでもこうした観点から教具や教材が考えられてきている。点字教材に関しても、様々な音声教材が開発されている。図1に示した教材は、ソノシートというプラスチックのレコード盤を活用した点字学習教材である。教材名は点字独習教材「祖ピック」である。カセットテープを用いた教材も開発されている。

幼児向けに音声を活用した触図教材の例として代表的なものはトーキングカードがある(図2)。これはソニーの創設者井深大が幼児の語学学習用に発展させたカード型のプレーヤーである。子ども用のコンテンツである絵カードを利用して絵の部分立体コピーで凸図に翻案することにより、全盲の幼児でも音声情報と凸図によるグラフィック情報とにより事物などのついで理解を深めることができた。

点字の教科書においても、最近、触図が

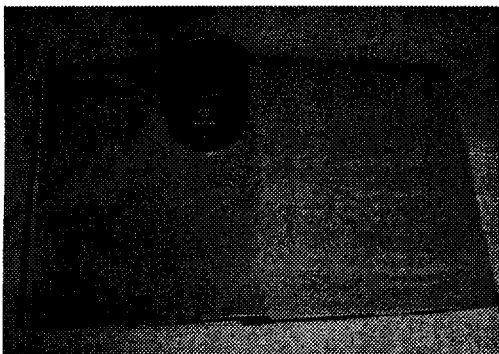


図1 点字独習教材「ソピック」

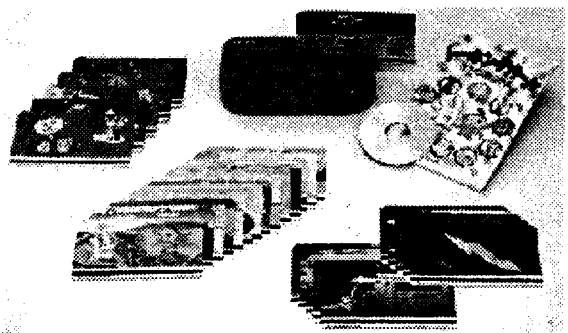


図2 トーキングカード (SONY 製)

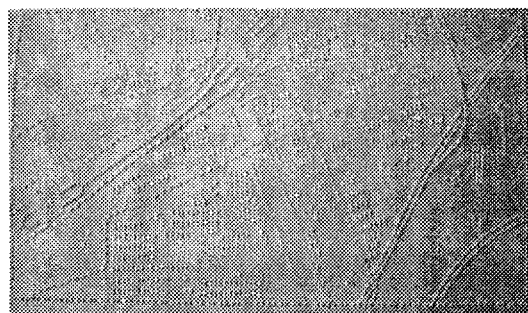


図3 難解な社会科点字教科書の図の例  
盲学校小学部 社会 3・4-2 41ページ

沢山掲載されるようになってきた。点字出版所のベテランの担当者が製版しているので触ってわかりやすい図になっているものが多いが、それでも、原図から点図にするにあたっては、削除されてしまっている情報も多い。また、教科書の編集会議で十分検討され、それに従って点字製版所のベテランが作った図であっても、実際には触覚的になかなか読みとるのが難しい図も少なからずある(図3)。

こうした教材は不足している情報や理解が難しい点を指導者が補足するという前提で利用することになっているが、いつも教員や保護者などがあるとは限らない。また、だれかサポートする人がいなければ十分な理解ができないというのは、児童生徒の自立を考えると望ましいことではない。また、基本的な内容の理解には影響がないかもしれないが、一般の児童生徒と同等に情報を供給できていない点において、検討すべき点は残されている。

点字教科書に触図が多くなったことは歓迎すべき事であり、これをさらに充実されていくためには、併せて自分の力で図を十分に活用できるような対応も必要になって

くる。

近年、情報技術を活用した様々な機器類が普及しており、一般に市販されている機器を合理的に利用する事で、音声を利用して触図の理解を支援するシステムを構築することも可能である。そこで本研究では、一般に普及している機器類を活用して、点字教科書における触図の内容を理解させるために音声による補助説明をつけていくシステムの開発を試み、点図を含んだ教材の学習に有効であるかどうかについての検討を行った。

## 2 研究の概要

点字教科書などに含まれる触図教材について、その部分の必要箇所を音声で読み上げるようにするために、コンピュータの画面音声化ソフトを活用する。具体的には、タブレット機能のついた液晶ディスプレイ(液晶ペンタブレット)上に表計算ソフトを立ち上げ、そのセルには図の説明内容のテキストを書き込んでおく。その上で、ディスプレイ上に触図教材をおき、画面読み上げソフトを用いて、触図の指定した部分の詳細な内容を音声化しようとするものである。支援装置を開発した上で実際に指導を試み、児童生徒の印象や使い勝手を元に更に検討をすすめる。

## 3 触覚教材の音声補助のしくみ

### (1) システムの概要

WindowsのOSの入ったパソコンシステム、液晶ペンタブレット(ワコム社 CINTIQU)、画面読み上げソフト(「95Reader」)、表計算ソフト(マイクロソ

「大地のつくりとその変化」(点字教科書91ページ、墨字教科書60ページ)を教材として、その単元に掲載されている点図について音声支援による教材を作成し指導を試みた。

ここでは、一例として鉱石の「等粒状組織」の触図を用いた教材を試作について紹介する。

## (2) 触図シートの作成

点字教科書「等粒状組織」と同様の図を点図作成ソフト「EDEL」を用いて作図し、それを点字プリンタ「ESA721」で出力した。

(図4)

## (3) 画像(JPEGデータ)ファイルの作成と背景化。

①「Excel」シートの1ページ分に1枚の画像(JPEGデータ)を収める。

②液晶タブレット上の画像1ページのデータが、点図シート1ページのデータになるように、画像の大きさを探った。その結果、ほぼ976×671ピクセルという大きさを得ることができた。

③この大きさを基に点図や画像のデータを作成した。

## (4) 点図と背景図との整合

点図シートの位置と背景の画像の位置が常に一致するようにデータを作成することで両者の位置あわせのための煩雑な作業工程を省くことができる。

① エーデルの中心点240×340の部分とJPEGを背景化した際の一致点を探す。

② エーデルの細線で方眼をつくり実際に液晶ペンタブレットに乗せて、JPEGの画像の中心点を探した。

③ ②の結果、JPEGで作った画像の311×216の部分、エーデルの中心点240×

340とほぼ一致することがわかった。

## (5) 音声データの「Excel」への組み込み

① 液晶タブレットに表計算ソフト「Excel」を立ち上げる。

② 液晶タブレットの画面の上にタブレットの左下隅を基準点として、教材の点図をESA721で打ち出した点図教材を置く。図は上記(2)で「Excel」のシートにあわせる。

③ エクセルの点図と該当するセルに説明用のテキストデータを書き込む(図6)。

## (6) ペンの設定

① 選択やリンク先へのジャンプを行うためドライバーをインストールする際にペンの設定を行った。

② ペンの設定を行う。ペンのデバイスボタンにキーコントロールを設定した。

・指付近のボタンに、キーコントロール機能を活用し右→と左→を設定。このことでセル内の文字を「95Reader」で読めるようになる。

・消しゴムボタンにエンターキーを割り当てた。

## (7) 「Excel」のツールバーの幅

①「標準」と「書式設定」のみとして、有効画面の確保を図った。

## (8) 画面(セル)の活用

① 1行目のラインは空けておき、コンテンツによって説明やリンクが必要なときに活用する。

③ 回は、A1は「戻るボタン」B1は「進むボタン」とした。

## (9) 実際の指導の結果

### 1) 活動のねらい

ペンタブレットを活用して以下のことを行う。

視覚活用者を対象としたこの図は、熟達した点字使用者が触読を行っても内容を理解できず困難を極めている。このような背景の中で、音声を活用することで理解を促進し、点図化された教材を読み取る。

2) 活動の様子と結果

地震と火山の単元では、火成岩の火山岩と深成岩を組織の結晶のでき方で、区別をする学習をする。その際、点字教科書にある図では、斑状組織の石基の部分やテクスチャのよく似ている班晶（結晶）の部分は理解に相当の力を必要とした。また、等粒状組織の結晶の部分も区別が付きにくいものであった。全体として図の大きさもあまり大きくないので、自学自習は相当の困難があった。ペンタブレットを活用して触覚だけでなく、音声活用のできる学習環境を準備したところ、次のように学習を進めることができた。

- ① 第一段階：斑状組織と等粒状組織を区別することができた。
- ② 第二段階：斑状組織の石基がどのように広がっているかわかった。
- ③ 第三段階：班晶（結晶）模様が区別できるようになった。
- ④ 第四段階：指ではわかりにくかった小さな結晶の図も、ペンを活用することで分かりやすくなった。
- ⑤ 第五段階：自学自習の環境が整えられた。

3) 教材活用の成果

液晶ペンタブレットを活用して音声を用いて学習をすすめた結果、通常の点図だけではわからなかった情報まで得ることができるようになった。また、「Excel」のセルには、シート上にある教科書関連の図に

関する情報だけでなく、関連する様々な内容やURLを挿入することができ、学習を発展させることができた。

6 盲弱混合での学習指導への応用

(1) 活動のねらい

全盲児童生徒に指導する場合、液晶ペンタブレットの画面上に触図をセットするが、

正面から見た内臓



詳しく知りたいところを

透明（透明（TP））シート原因

正面から見た内臓



詳しく知りたいところを  
ペンでくり抜くします。

点を施した透明（透明（TP））シート（イメージ図）  
点の大きさは標準。点間は1mm。

図6 共用教材の例

(参考「からだの図鑑」学研)

この図を透明にすることにより画面に表示されている音声とのマッチング用の背景図を利用して弱視児童生徒に対しても、視覚情報とともに音声情報を提供することが可能であると考えられる。音声の活用は弱視児童生徒にとっても効果が期待できるものであり、ここではその可能性を探った。

## (2) 教材

理科「肝臓の働き」を教材とし、透明シートに凸点を施して、全盲児童生徒と弱視児童生徒が共用できる教材を作成した(図6)。

## (3) 活動の様子

①凸図が施してある透明(TP)シートを使って学習する。液晶ペンタブレットの上に透明(TP)シートを置いてペンで音声情報を得る活動に取り組んだ。

### ②全盲の生徒の試行

透明(TP)シートは、最初は慣れていないため触感などに戸惑いがあったが、さわり慣れると、指とシートとの間の抵抗が少ないこともあり、触読がスムーズであった。

### ③弱視の生徒の試行

部屋を暗くして、画面がよく見えるように工夫して情報を得た。透明(TP)シートの印刷の色が鮮明でなかったため「Excel」の背景に図を設定し、この背景の図と透明(TP)シートの大きさが一致するようにして、図を利用した。

## (4) 活動の結果

①共通の教材を活用することで、図の説明や内容に係わる説明が合理的に行えた。触覚教材と視覚教材の位置関係が一致するため内容の説明に時間を充分かけることができた。

②指とシートとの摩擦が少ないため、触察

にストレスを感じる事が少なかった。

③図が混在しなないように、上半身の臓器は一つだけを取り上げるようにしたため、よく理解できた。しかし、図が簡単すぎて物足りない面もあった。触察力のある生徒の場合には、音声による支援がある場合、少々複雑な図でも読みとることが可能であることがわかった。

## (5) 教材活用の成果

情報を印刷した透明(TP)シートに凸点を施すことで、全盲の生徒と弱視の生徒が使えるため、学習時間にロスがなく、点図と墨字の図との情報のギャップを埋めることができた。また、「Excel」のセル番地で情報の位置を正確に示すことができるので、指導時の情報提供が一度で済み的確に伝わるようになった。一枚の図を使用することができるので、情報を共有することができた。また、凸点は、弱視の生徒が図の輪郭や境目を確認することに役立った。また、生徒のニーズに応じて詳しい説明内容を別シートに用意してリンクを張ることで詳しい学習内容が用意できた。

使いはじめは、生徒が使い慣れていないため、ペンを使うことにやや抵抗を持っていたが徐々に解消された。

## (6) 本システムの可能性および課題点

### 1) 可能性

① 様々な障害に対応できる可能性が示唆された。透明(TP)シートに凸点と墨字の図が施されているため、眼疾による見え方の違いをカバーでき活用できる範囲が広い。

② 学習者の学習成果をセルに記述し、LANやインターネットを活用して他校の同じ内容を学習している生徒同士で情報を共有

することも可能である。

③ 教師による学習内容の提供を軸にして、生徒の学習成果やHPの検索結果などを総合的にまとめることができる。

④ 視覚以外の障害のある幼児児童生徒に活用できる。

## 2) 課題点

① 透明 (TP) シートの画像印刷が現状では不鮮明であるため、弱視児童生徒に使用するためにはより鮮明な画像にする必要がある。

② 透明 (TP) シートの凸点を手作業でつけているが、実用化のためには短時間で複数作成できる方法を見いだす必要がある。

③ 「Excel」上に表示する背景図について、現在の設定ではファイルが巨大になってしまっているが、それへの対応が必要である。

④ ペンの操作性の向上を図る必要がある。

⑤ シートの展開方法の工夫する必要がある。

⑥ 全盲児童生徒と弱視児童生徒がすべてのシートを共有できるわけではなく、教材によっては、それぞれの適性にあったものを準備する必要がある。

## 9 点字教科書の図の音声化の試み

### (1) 活動のねらい

(1) ペンタブレットを活用して、教科書にある図の音声化を試み、点図の正確な読み取りを促進する。

点字教科書の図の読み取りについては、指導者が傍にいて、生徒の指導にあたっている場合は、適時適切な指導を行うことで困難性を解消することができる。しかし、点字教科書の図に関する児童生徒の評価は次に示すように厳しいものがあり、自学自習の場では十分に理解できないことが予想される。そこで、そうした問題へ対処するために音声支援システム活用の可能性について検証することにしたものである。

### (2) 児童生徒の点字教科書の図に対する評価

点字教科書の触図に対する評価については読み取りにくいものが多いという回答をよせた生徒が多かった。「先生に聞くことができる時は聞く」が、自習している時などで身近に聞ける人がいない場合はあきらめているという回答も点字使用児童生徒から多くあった。

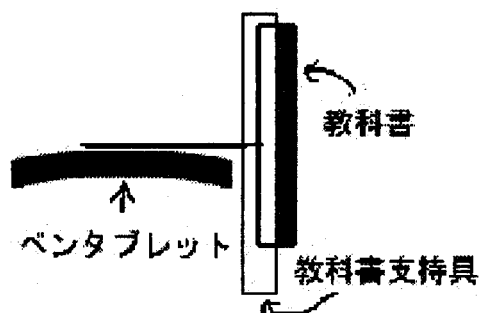


図7 点字教科書の図版の音声化のための支持具の例

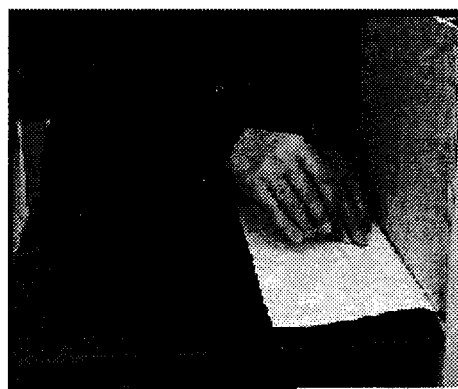


図8 教科書支持具を用いて教科書の図を音声で読みとっている場面

## (2) 活動の様子

### 点字教科書の活用と支持具の構造

#### 1) 教科書のセット

- ① 目的を説明する。(普段使っている教科書の図で読み取りにくいものがあるので、音声によって確認する。)
- ② 支持具の構造を説明する。
- ③ 支持具に教科書をセットする方法を説明する。
- ④ 支持具に教科書をセットする。

#### 2) 触図の読みとり

- ① 液晶ペンタブレット利用による音声活用を行わなかった段階では、頁の図は、細かいところまで理解できなかった。
- ② ペンタブレットを活用すると図を構成するパーツ一つ一つがわかるようになった。

## (3) 活動の結果と成果

- ① この活動によって、教科書の図の不明確な部分を音声情報により理解を促進できる可能性のあることがわかった。
- ② 詳しく知りたい部分を知ることができた。(教師側の準備として、詳しい内容を予め別シートに記述してリンクを張っておく必要がある。)
- ③ 自ら学ぶ態度が強化された。
- ④ 学習意欲が高まった。

## (4) 可能性および課題点

### 1) 可能性

- ① 多くの教科書の図を理解できるようになる。
- ② 学習者の学習成果をシートのセルに記述することで学習記録を残すことができる。
- ③ 音声化に関するデータは、LANやも学校点字情報ネットワークなどを活用して盲学校に配信し共同利用することができる。

④ LANや学校点字情報ネットワークなどを活用して他校の同じ内容を学習している生徒同士で情報を交換したり共同授業ができる。

⑤ 関連HPなどを検索した場合は、関連HPのシートにアドレスを記述して検索の成果を保存することもできる。

⑥ 教師による学習内容の提供を軸にして、生徒の学習成果やHPの検索結果などを総合的にまとめることができる。

### 2) 課題点

① 支持具が児童生徒に使いやすいように改善する。本研究では、点字教科書を加工しないで利用することを前提に支持具の開発を行ったが、将来的には、教科書をバインダー形式の製本にして、シートで利用できるような改善も考えられる。

② ペンタブレットを水平方向に支持する設置方法の検討。

③ ペンの操作性の向上をはかる。

## 10 点字教科書を活用しての指導事例

### (1) 活動のねらい

液晶ペンタブレットを活用して、小学部の児童が算数の時間に学習する内容の理解を促進する。図を触察して音声情報を聞き



図9 使用した点字教科書算数

ながら理解しやすい環境を構築する。

(2) 活動の様子、

1) 教材、児童

- ① 使用教材＝盲学校小学部、「さんすう2-3」文部省著作教科書
- ② 対象児童＝小学部3年・全盲男子（下学年対応）。左利きのため、ペンは左手で使用した。

2) 情報の組み合わせ

四角形の対角線の学習の頁である。担任が対角線部分にテープを張り、理解しやすいようにした。

3) 教科書のセット

指導者が学習する頁をセットした。高等部の生徒は、自分でセットできるが、小学部の児童にはまだ難しい課題であった。

図10は教科書支持具から、学習する頁をせり出したところである。ペンタブレットの上に載せている。

2) 図11は、支持具から出ている頁の学習を児童がおこなっているところである。四角形の上の部分で左手で触り右手に持つペンを使って音声を出している。学習を進めている内にペンの使用法の要領を覚え、狭い範囲を読み取れるようになった。また、右手でガイドする方法も自分で気がついていった。

(3) 活動の結果

教科書の図形（補助的にビニールテープを添付している）に液晶ペンタブレットを活用したことで、図の内容を深化させ学習内容を強化することに役立った。

担任が日常工夫していることと、液晶ペンタブレットの情報を組み合わせた活用することで、多様な思考を促すことができた。当該児童は左利きなので、右手で触察し左手でペンを使って情報を得た。ペンで図形や説明部分を押すことでコンピュータ

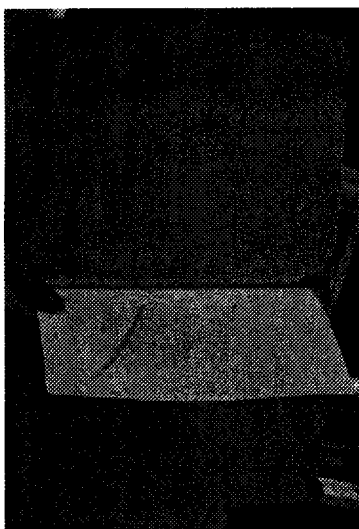


図10 点字教科書を支持具にセットしたところ



図11 液晶ペンタブレット上に教科書のページを提示して凸図版に触りながら音声情報を活用している場面



から声が発声するということが児童のモチベーションを高めることができた。活動を重ねるにつれて、使用方法の理解も進み、ペンの操作も向上し、学習をスムーズに行うことができるようになった。

#### (4) 教材活用の成果

(教科書の内容を液晶ペンタブレットで音声化して活用することにより期待できる効果)

##### ① 指導者の支援の質が向上

初期段階の指導における図などの説明が合理的に行われ、指導者の支援が学習の目的達成のために費やされる。児童にとって不必要な情報が少なくなり、精選された情報を得ることで、自主的な学習態度が身についた。

② ペンの活用で、図形の特徴を理解して細かい部分も上手に読み上げさせるができた。

③学習へのモチベーションを高めることができた。

④部分にペンを当て、指先では触察が困難な部分の情報を得ることができた。

#### (5) 児童の感想

①わかりにくい図形があった場合でも、声が頼りになるので、触りながら楽しく勉強できた。

②図形の境目がよくわかった。

③線と線の交わりや対角線がよくわかった。

#### (6) 課題点

①今回用いた点字教科書用の支持具が小学生には大変使いづらいものであった。それでも、音声を利用して、楽しみながら学習を進めることができていた。支持具や教科書の製本を改善することで扱いやすければより利用しやすくなると思われる。

②ペンを利用するため、そのトレーニングが必要である。ペンについては、他でも利用する機会が多いので、全盲児であっても、幼少期から使用する機会をつくっておくことが望ましいといえる。

## 8 まとめ

触覚教材については、触覚的にわかりやすく理解しやすい教材を作成していくことが第一義に求められ、本研究室では、継続してその改善のための研究を進めてきている。現在も点字プリンタ出力による点図作成のガイドラインを策定する課題に取り組んでいるところである。一方で視覚に障害のある児童生徒が効率よく学習を進めるためには、触覚以外の感覚も有効に活用していくことが必要であり、本研究では、入手しやすい情報機器を活用して、触覚教材への音声支援システムを開発し、それについて検証した。その結果、小数の事例でしか試行できなかったにもかかわらず、児童生徒の反応などから触覚教材に音声情報を付加して利用することで学習内容の理解を促進できることがわかった。一般の製品を活用するという原則で開発に望んだため、システムとしてはまだ不備な点も多く、今後さらに改善を進めていかなければならない部分も多いが、全盲および弱視児童生徒と一緒に利用できる点においても、全盲用に特化した専用品には期待できない利点を示すことができた。また、本装置は児童生徒の個々のニーズに応じて個別に対応できる。今後は具体的に点字教科書の触図を音声化するための作業を推進するとともに、こうした教材が利用しやすい教科書の体裁の検討

も進めていく必要がある。音声については、画面読み上げソフトを利用しているため合成音声であり、必ずしも聞き取りやすいとはいえない。この点については大きな検討課題である。

また、最近タブレットを利用して従来の絵本に言葉や音楽や音が付加された新しい教材が数社から市販されている。基本的なコンセプトは、本研究で考えているものと同じである。市販されているものをプレーヤのみで、教材を自由に作成できるようなセットはない。今後、こうした教材について録音機能の付加された製品の開発も期待される。

さらに本装置とコンセプトが類似するものとして、触地図と音声を組み合わせた視覚障害者利用に特化した専用装置が開発された(小林 2003)。こちらは人間の声を直接登録することができるようになっている点で、合成音声を利用する本システムより聞き取りやすいという利点がある。タッチセンサーを利用しているため、音声発生を指定するスペースを広げに取らなければならないが、触地図以外にも十分利用可能である。

点字教科書の触図と音声を組み合わせを考えた場合、現時点では本システムのように市販の機器を組み合わせて用いる事が現実的であるが、将来的には上記で紹介したような装置とのドッキングも視野に入れた発展も考えられる。こうした製品の利点も考慮に入れながら、より実用的に利用できるシステムの開発に努めていきたい。

#### 参考文献

- 1) 鳥居修晃編：視覚障害と認知。  
放送大学教育振興会，1993.
- 2) 木塚泰弘：中途視覚障害者の触  
読効率を向上させるための総合的  
点字学習システムの開発。平成10  
年度科学研究費補助金研究成果  
報告書，1999.
- 3) 日本盲人福祉施設協議会：歩  
行用触地図製作ハンドブック。  
日本盲人福祉施設協議会，1984.
- 4) 小林和正：開発レポート「しゃ  
べる触地図」。ノーマライゼー  
ション，2月号，52-56，2003.