

点字・触図システムの開発： 大学における福祉工学へのアプローチ

小 貫 晃 義

山形大学工学部機械システム工学科構造力性工学講座

Development of a Braille and Tactile Equipment : An Approach to Welfare Technology in a University

Akiyoshi ONUKI

Department of Mechanical Systems Engineering, Faculty of Engineering

(平成18年9月15日受理)

Abstract

In Japan, the number of sight-disabled persons is over 300 thousands, and half of them is in total blindness. It is very important to communicate beyond such handicap between sound and blind persons in many ways. Braille method, which uses small six convex points on the paper, is a popular language to present phonetically spelled characters for blind persons. On the other hand, it has been difficult for a long time to know the shape or figure by finger touching on a paper. Recently, the Intelligence Technology (IT) is well spread in the area using the personal computer, while the virtual information is performed in blind education and communication with great difficulty. In this paper, a brief history and some equipment for the blind education are introduced, and the reasons why a new system is needed are discussed. A Braille and Tactile printing system for sight-disable person, which uses plastic ink and a personal computer and a resin dispenser robot, is developed in this paper. It will be applied to present figures, pictures, graphs or maps for small amount printing, because another mass printing system using plastic ink is available. It is easy to transform a bitmap data to a CAD data from a scanner or WEB image, but some technical training may be needed to perform touch sensing figures for the CAD programming. The welfare technology in the mechanical engineering will be developed more quickly to make educational or social aids for not only visible persons but also blind persons in the sense of universal design.

1. 緒 論

視覚障害者は、全国で約30万人いると言われて
いるが、その半数が全盲者である。視覚障害は、
出生時あるいは幼児期の高熱などを原因とする学
齢期以前からの場合以外に、疾病や事故、成人以
降の糖尿病あるいは白内障など、数多くの原因に

寄って誰にも起こりうる。しかも、学業の途中発
症する例¹⁾のように、原因不明で網膜色素変性
症や視界狭窄など、障害が進行する程度によって
情報や活動範囲に影響することも考えられる。い
わゆる晴眼者にとって意識していないことであ
っても、図形情報は、色彩や形、三次元的立体感な

どを、言葉のみでは晴眼者から伝えることが難しい。中途失明者には、大きさや距離などは体験的に推測可能であっても、視覚障害教育において、教科書や教材に図形的な資料は少ない状態にある。晴眼者の教育における視聴覚教材が、教室の地図などの掛け図、写真、板書に始まり、OHPやテレビジョン、近年では液晶プロジェクタなどを活用した映像など多岐にわたり開発されていることについてはここでは深く触れない。

しかし、視覚障害教育では、先に点字を中心とした図書、いわゆる点字本が作成され利用されてきた。詳しい歴史は、資料²⁾に譲るが、実用的な図形あるいは立体的な表現は、1965年考案された舗道の点字ブロック³⁾が安全な交通のために用いられた例、あるいは最近ではワイヤレスで6点表示可能な点字ピンディスプレイ⁴⁾などが開発されてきている。

全国の点字図書館は、日本点字図書館を中心に、所蔵図書をインターネットで情報の検索と点字本作成の入力状況も知ることが出来るようにシステム化されてきている。

一方、図形情報を活用する前に、粘土による造形が視覚障害教育に取り入れられ、美術的価値も評価されていた。いくつかの触る絵本などの出版も行われるようになったが、盲学校における図形教材の作成や地図・案内図など、詳細まで表現できて、かつ少ない印刷にも対応する機器あるいは方法は、近年まで僅かしか存在しなかった。

本研究では、パソコンと樹脂塗布用ディスペンサを活用して、印刷された図やグラフの上に透明な凸状の線画を表現できるシステムを提案し、実験結果を示した。

1. 1 研究の背景

20世紀の後半は、IT(Information Technology)あるいはパソコン(Personal Computer)で代表される情報の普及あるいは氾濫と多様化の時代であった。多くの情報は、文字や写真から音声を取り込んだ画像・映像へと視覚を重視したものへと変化している。そうした中で、視聴覚障害者へのサポートも、電子機器を利用して多くの物が作り出されてきている。点訳のパソコン入力ソフトと点字プリンタの高速化が進む一方では、長期にわ

たるトレーニングを経たボランティアによる朗読テープの作成も、全国ネットの点字図書館を通じて情報の共有化と伝達方法が画期的に発展した。

しかし、晴眼者(視覚障害者に対して障害のない人と呼ぶ)にとって当然とも言える、テレビあるいはインターネットなどのメディアが双方向の新情報システムを利用できる段階に進む中で、視覚障害者への図形情報の伝達方法は、視覚障害教育の困難性も含めて、まだ多くの提案と研究が行われている開発の時期にあるということが出来る。社会福祉の充実が先進国の特徴と考えられていても、高齢者あるいは身体の機能の障害を持つ人への数的弱者への配慮は、日本では、まだ、かろうじて緒についた段階と言える。

多くの教育系あるいは教員養成系大学が縮小され、結果的には特殊教育などと分類された障害児・者教育は、生涯教育あるいは社会教育と関連を持ちながらも、そのために必要な機器や方法の研究、実践に携わる教員の養成も困難な状態が続いていると懸念される。

近年、点字以外の情報、特に触覚を活用した多様な手段が研究されるようになり、文部科学省は、推進に力を入れ始めている。

子どもたちのためあるいは、自分の体験から必要を感じたボランティアが、触る絵本や立体絵本・飛び出す絵本を作成している苦労が、テレビなどのメディアによって取り上げられている。一冊の本が、2ヶ月ないし6ヶ月かけて作られたと、世界に一つだけの作品と表現されているが、同じものを複数作ることの難しさを表している。

1956年から30年にわたる神戸市立盲学校の美術教育を実践した福来四郎⁵⁾の「見たことないものつくられへん」という視覚障害児への造形教育は、視覚障害児童の持つ可能性を啓蒙したが、同時に立体感覚や奥行きを表し方が、晴眼者と幼い頃から視覚に障害を持つ人の中で伝えることの難しさを示していた。

1. 2 視覚障害と点字・触図の現状

視覚障害者への情報伝達方法の歴史²⁾を概観すると、人類は古来より縄の結び文字や凸文字などで暗号を考案して、視覚に頼らない情報を伝えようとしてきた。視覚障害者のための点字は、1825

年パリ訓盲院の生徒ルイ・ブライユLuis Brailleが、シャルル・バルビエの盲人用文字を基に6点式の点字のアルファベットと数字を発明したことに始まる。以降、方法的に確立し、例えばNABC（北アメリカ点字コード）のように、言語あるいは地域で統一されている。また、日本にも点字が伝わるが、ヨーロッパの表記をそのまま変換することが出来なかった。1890年東京訓盲院の教師であった石川倉次の提案で日本語の五十音を点字で表す方法が確立された。しかし、表音文字である点字は、表意文字として同音異義語が多数ある日本語では、多くの工夫と約束を必要とし、現在も表記辞典が編纂されて全国共通の表現方法や分かち書きなどが研究され続けている。

点字本が図書館として利用される基礎は、同じ視覚障害を持った本間一夫⁶⁾に代表される個人的な努力に頼るものが大きかった。数少ない手作りの点字本を読めるように、郵送費が特に低額に設定されてはいたが、情報入手までの時間が長く掛かったため、視覚障害者の点字普及には困難を伴った。現在、公立の点字図書館が各都道府県にあるが、そのほかに社会福祉法人と多くのボランティアの献身的な働きが運営を支えていること、点訳あるいは音読・朗読ボランティアも長い研修期間を経なければ活躍できないこと、点字表記法も全国で標準化される過程にあることなど、いくつかの課題があり、点字に関する事柄で一般に知られていない事項も多い。

視覚障害教育において、触覚が重要なことは自明のように思われるが、点字以外の手段は利用されることが少なかった。盲学校で粘土を用いた造形教育が行われたが、国内の評価は海外の画家からの波紋の後であった⁷⁾。

神戸市立盲学校と同様に多くの盲学校も、1900年前後に各地で設立されたが、当初は個人篤志家などにより運営されてきたものが多く、法律でそれを定めたのは1948年である。

新聞では、「点字毎日」が長く日刊紙として貴重な情報を伝えているが、そのほかにも、ライトハウスや訓盲院として、針灸・マッサージなどの職業教育と点字本作成の働きをボランティアが支えてきている。心身の障害は、個人の責任あるいは努力で克服するよりも、社会が支援する必要が

あると考えられる。企業の活動は、多くの利潤を生み出すことのみが強調されたために、いわゆる障害のある人から才能や能力を引き出さず活かさないまま社会的弱者として処遇する長い時代を過ごしてきたと言える。そうした背景から、視覚障害者の職業はかなり限定されていた事実があるが、近年の教育内容と情報の多様化およびノーマライゼーションの考え方の普及によって、大学への進学を実現させる人の数も、それを支援する個人・団体も確実に増えてきている。さらに技術的に優れた機器が充実することにより、一層のユニバーサルデザインに基づく生活と製品が拡大することが期待される。しかし、要求が多様化するにつれて、企業の製品開発に伴う経費や価格の上昇が懸念されることにもなる。福祉工学に関連して考察すると、バリアフリーあるいはノーマライゼーションという言葉は普及した昨今も、依然として障害を持つことを社会の負担と考える風潮が底流にあることに気づく。工学に対しては、古くから科学あるいは理論の応用的な役割が強調されているが、社会に必要な公共施設などのインフラの整備から、医療・教育あるいは家庭内のあらゆるものが工業的に製造されてきた。しかし大量生産のみならず少数の要求にも対応できる生産システムが構築されてきている現在は、システムを多品種少量生産へと日本国内の企業もその体質を変化させている。開発や設計に時間と経費を使う分野、ことに多様な障害者への対応が必要な機器の開発は、大学の中でも検討されて良い領域と考えられる。

1.3 触覚教育のための装置

いわゆるパソコン(Personal Computer)が出現することによって、視覚障害者がCUI(Character Users Interface)を用いたテキストの音声読み上げ機能とカーソルの移動による入力を活用して、パソコン通信経由で情報を入力し、メール通信を可能にしていた。しかし、Windows95の発売以降、GUI(Graphic Users Interface)はアイコンを主体にマウス入力する方式に移行したため、視覚障害者に混乱をもたらし、DOS(Disk Operation System)への回帰を促した。このことは、視覚障害者の情報が音声形

式に近いことを意味しており、図形情報が伝達することの難しさを示している。盲学校の教育現場では、図形・触図を触覚教育の手段と捉えて、パソコンによる情報の伝達と共有をしつつ、地道な研究と試行を重ねており、2000年以降は、視覚障害教育のなかで、触覚図形教材を盲学校間で相互利用して教育に活用するため、インターネットがどのように利用できるかが、長期にわたって調査研究⁸⁾されてきた。

触図を作成する方法としては、点図プロッタ、サーモフォームまたはそれに代わるVacuum Former、立体コピー、NEDOの支援を受けたタッチプリントシステムなどがある。

大きく分類すると、点で表現するピンによって紙に凹凸を付ける点図と、連続線をプラスチックあるいは発泡フィルムなどを熱変形などで与えようとするものがある。一部の方式は、軟らかく摩擦しやすすい素材を用いざるを得ない状況にある。タッチプリントは、点字インクの印刷を専用の製版と加熱硬化装置によって行う部数の多い印刷に適しており、触る絵本シリーズやエム・ナマエ氏の作品などが出版されている。

1. 4 本研究の目的

障害者が社会に進出し、活躍する例が増してきたことで、ノーマライゼーションあるいはユニバーサルデザインやバリアフリーの環境作りが重要になってきている。しかし、視覚障害者には、都市部に限らず点字ブロックの敷設された道路や駅の案内にも、図形情報が少ないことが指摘できる。また、図形情報に関する教育を行うための資料や教材を作成する方法は、現状で良いとすることは出来ない。本研究では、パソコンと樹脂塗布用ディスペンサを利用して、印刷された図やグラフの上に透明な凸状の線画を表現できるシステムを提案し、どのような効果を持つかについて、実験し考察することを目的とした。

本研究室では、1990年にワンボード・マイクロコンピュータを用いた点字プリンタを試作研究し始めたが、その後、図形情報の表現が可能な触図装置の重要性に気づき、その実現を卒業研究の中で図ってきた。前例が少ない機器の開発は、工学教育の重要な柱である創造性と工夫力の涵養に強

い刺激を与えることが予想されるが、短期間であるいは個人的な観点からその成果を評価することは困難である。本研究は、福祉分野に機械工学がどのように関わっていくかを、学生とともに考える良い機会であると考えてきた。

2. 触図システムの開発

本論文では、視覚障害者に図形あるいは画像情報を個別に提供できるシステムを考察し、実際に装置を組み上げて、触図の制作を行うための基礎的な条件と方法を考察した。

一つの工学教育上の方法論として、ワンボードマイコンや、いくつかのインターフェースとモータなどのドライバ、および樹脂の吐出と空圧の制御などのパーツを製作することによって、それぞれの動作原理を習得することに教育的な価値も見いだすことが出来る。現代の大学工学教育において、高速化あるいは多機能化する機械装置を手作りすることと、総合する能力を身につけることを限られた期間で共に得ることは、困難を伴うと考えられる。そこで本システムの構築の段階では、最終的に総合力と応用力の涵養を重視して、視覚障害教育用に点字・触図作品を提供できる装置をシステム化することを、それぞれ単年度の目標に掲げて、システムを設計開発した。

3. 実験装置および作成方法

本システムは、図形情報を入力してCADデータに変換可能なパソコン(WEB入力あるいは図形情報取り込み用のスキャナを含む)と透明な樹脂インク⁹⁾をニードルから吐出できる空気圧を利用した卓上塗布ロボット¹⁰⁾、空圧発生のための空気圧縮機と制御用のマイクロディスペンサで構成した。実験装置の概要を図1に、塗布用ディスペンサロボットを図2にそれぞれ示した。

点字の作成方法は、塗布ロボットのためのMu-CADソフト上に、各50音などに対応する6点字情報を文字数分だけプログラム内にサブルーチン化しておき、入力したい文章などの文字情報を点字表記に沿うように対応させる。ことに、分かち書きや「へ」「・・は」などの表し方には点訳ソフトを活用して正しい表記になるように注意を払うことが重要である。

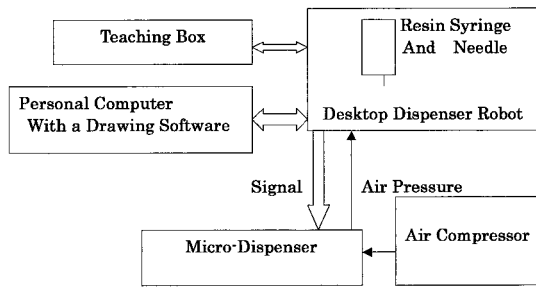


Fig. 1 Outline of a Braille-Tactile System

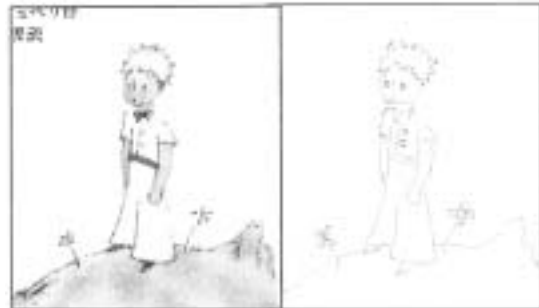


Fig. 3 How to make CAD data from Scanned Image



Fig. 2 Desktop Resin Dispenser Robot

図形情報の作成方法は、最終的には塗布ロボット用のMu-CADで動作できるように変換するが、本装置の目標でもある印刷された画像情報の上に透明な樹脂インクで図形を線描画できるように工夫をする点に特徴がある。すなわち、WEBあるいはスキャナからの入力画面、あるいはデジタルカメラなどからのプリンタ出力画面を元に図形を作成し、触覚的に判別できるサイズと太さ・高さを有する外形やマークを、パソコン画面上で加工しつつ作成する。スキャナで取り込んだ作成例を図3に示した。そのデータをCADソフト図脳RAPIDなどからMu-CAD用に変換する工程を経てプログラムが容易に作成できる。このために、初歩的なCADあるいはパソコンの応用の習得が必要となる。

点字の入力過程を図4に、図形の入力過程の例を図5にそれぞれ示した。

4. 点字・触図作品例と評価

一つの例として、2006年4月に山形大学人文学部が大きな注目を集めた南米ペルーのナスカの地



Fig. 4 A Sample of Program and Braille Data for Dispenser

上絵発見は、晴眼者には容易に理解できるニュースであったが、視覚障害者には地上絵の形や特徴を直接的に知る手段が乏しかったと考えられた。そこで、本研究では地上絵のコンドルやハチドリ(図5)のように外形を線画で描き、制作した。樹脂インクは、粘度が1.7~2.0のものを用いて、線の幅および高さがそれぞれ1.5mmおよび0.4mmになるように機器の諸条件を整えた。すなわち、吐出量を支配するニードル径は内径0.25mmの#18とし、空圧は圧縮機で2.0気圧、ディスペンサでは予備実験の結果に基づいて点字と線画で変化させた。また、ニードルの移動速度は毎秒30mm一定にして実験を行った。

実験結果を図6, 7および8に示した。

以上の工程を経て、触図触覚で十分識別できる図形と点字を作成することが出来た。別な例では、「星の王子さま」¹¹⁾の挿絵やCDジャケット用

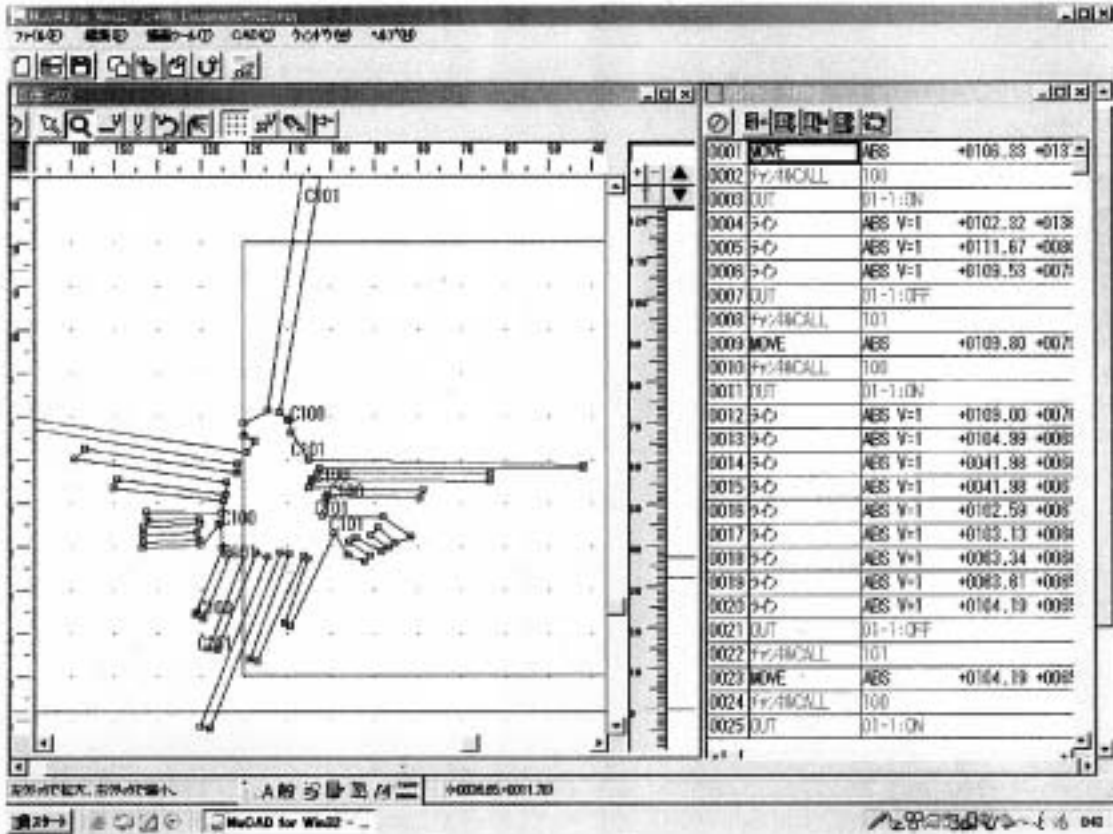


Fig.5 A Sample of Program and CAD Data for Dispenser (Humming Bird)

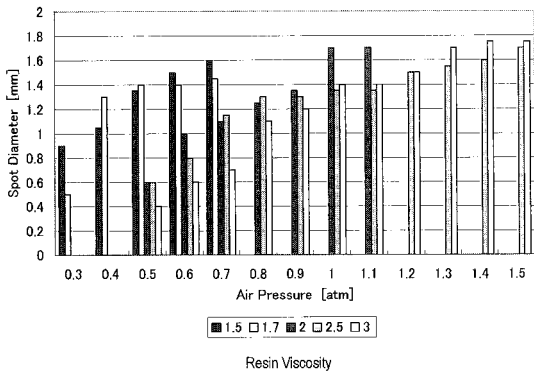


Fig.6 Spot Diameter by Resin Viscosity and Air Pressure

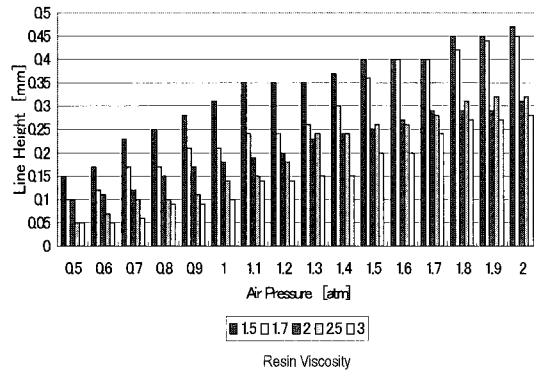


Fig.7 Line Height by Resin Viscosity and Air Pressure

にミッキーマウスなどを作成した。

5. まとめ

視覚障害教育の教材などを、個別に初歩的なCAD程度の習熟で入力可能な点字・触図装置とそのシステムを構築し、実験的に作成した作品を評価した。

本研究の装置は、市販品を利用することにより、

システムの構築とデータの通信や制作を容易にすることができた。現状では、機器の価格が高い状況にあるが、出力装置の共同利用などで効率的にボランティアの活動を積極的に補助することが出来るものと考えられる。

量から質へ尺度が変化する技術社会で、「星の王子さま」¹¹⁾の中で「たいせつなことは、目に見えないんだよ」というサンテグジュペリの言葉

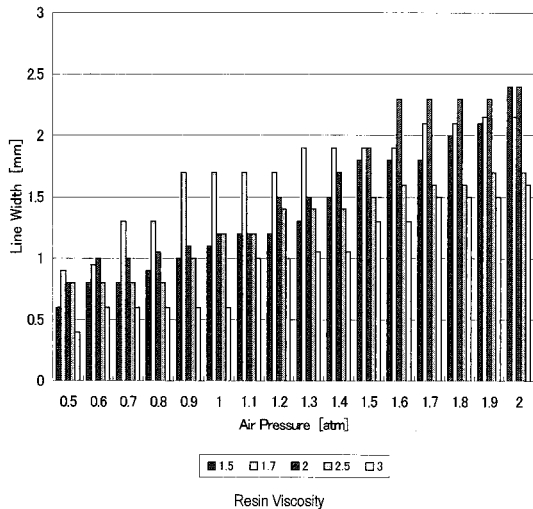


Fig.8 Line Width by Resin Viscosity and Air Pressure

は、傾聴に値するものと思われる。

謝辞

本研究を進めるに当たり、点字装置開発の初期からご意見を頂いた山形点字図書館点訳ボランティアの渡辺成子氏はじめメンバーの方々と米沢点訳グループの小島氏、多くの示唆に富んだ助言を頂いた山形県立盲学校の渡辺和子前校長、後藤雅前教頭はじめ多くの先生方、および塗布ロボットの使用に便宜を図ってくださった武蔵エンジニアリングKK仙台支店の田口宏明課長と保科克典氏、実験に使用した透明樹脂インクの提供と討論に加わってくださったマービーKKの浅野隆専務取締役、高木康彦部長と佐藤匡之氏、触図の現状について情報をくださった日本点字図書館および山形点字図書館の担当者の皆さんに心からの謝意を表します。

また、この研究は、学部卒業研究の一環として1991年度から毎年試作と実験を積み重ねた多くの卒業生の汗の結晶であり、担当した舟山敦、佐藤信一、藤村徳寿、村上雄三、岸波美帆子、須田元昭、秋葉岳博、飯田典子、大内緑、大胡修一、福田貴行、佐藤隆史、松下広樹、鈴木千春、船原恒平、太田光浩他の各氏と、それぞれの時に力を合わせたすべての卒業生に感謝の言葉を贈ります。

文献

References

- 橋本京子：ウィーン音楽留学に並行し獣医師の国家資格も取得 個性派ピアニスト根岸弥生，月刊視覚障害No.220，pp.43-48（2006）
 - 例えば，大内進：点字の歴史，（<http://www.nise.go.jp/portal/elearn/shiryoku/shikaku/tenji-rekishi.pdf>）
 - 点字ブロック：（財安全交通試験研究センター（<http://www.tsrc.or.jp>）
 - 点字ピンディスプレイ：JTR社（<http://www.jtr-tenji.co.jp>）
 - 福来四郎：世界の盲人（視力障害者）の新しい希望（造形教育 三十年の記録）自費出版、（2002、第2回ニューエルダージズン大賞受賞者）
 - 池田澄子：愛の点字図書館長－全盲をのりこえて日本点字図書館を作った本間一夫，偕成社（1994）。
 - 本間一夫：指と耳で読む（岩波新書），（1980，岩波書店）
 - 村山治江：ぼくたちの作ったもの，FORME，No.261（2001），（<http://www.nichibun-g.co.jp/libraryorme/261/index.html>）
 - NISEによる研究など，例えば千田耕基ほか：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相互利用に関する研究、科学研究費補助金基盤研究（B）（2）平成13～15年度 F-125。
 - マービー社(株)：（<http://www.hobby-net.jp>，<http://www.uchida-draft.com>）
 - 武蔵エンジニアリング社(株)：（<http://www.musashi-engineering.co.jp/>）
 - サンテグジュペリ（内藤濯訳）：星の王子さま－オリジナル版，p.122（2000，岩波書店）
- ANTOINE DE SAINT-EXUPERY: Le Petit Prince, a Harvest Book, (2001, Harcourt. Inc)

