



情報化社会への視聴覚障害者の参加を考える

1. 視覚障害者への情報処理教育の現状と問題点[†]

宮川 正弘^{††} 三宅 輝久^{††}

1. はじめに一情報化社会に生きる一

目が見えないという障害は重い。字を読むことが不自由であり、歩いたり移動することが不自由であり、そして美しい自然や物を味わうことが不自由になる。見て感受することはおろか、「見る」ことがどのようなことなのかは想像するだけの人もいる。早くから全盲であったある人は、幼児のころ三輪車に乗って遊びから帰宅するのに門のそばにある小川にときどき落ちてしまう理由が分からなかったという。

電子ブックは、辞書などの大量の情報を手軽に利用できるようにするための装置として開発されたが、これに音声合成装置と、漢字仮名混じり文をひらがなに変換するソフトウェアという、それぞれが独立の目的で開発された3点を組み合わせることにより、視覚障害者も辞書などを利用できるようになった。さらに、それは障害者のために特別に開発されたものではないので、特殊機器として特別に高価な値段となる必要がなかった。電子ブックは情報化社会に生きる障害者へ読書の楽しさと辞書を与えた。電子ファイル、ワープロ、画面音声化ソフトなどの電子情報技術は目が見えない視覚障害者が点字でなく普通の文字（点字に対して墨字と呼ばれる）を普通の人と変わることなく使用することを可能とした。

視覚障害を補償する技術（点訳ソフト、図から立体コピーを作る方法、画面音声化ソフト、拡大文字による文書の作成など）の発達により、視覚障害者（全盲者と弱視者）に対する高度な教育が、不十分ではあるができるようになった。国立3年

制の筑波技術短期大学は、視覚あるいは聴覚に障害のある学生の職業自立を目指した高等教育機関として昭和62年10月1日に発足した。視覚部は鍼灸学科（定員20人）、理学療法学科（10人）、そして情報処理科（10人）の3学科があり、平成7年3月に2期生が卒業した。視覚障害を持ちながら技術を学び自立するための高等教育を望む人は、盲学校高等部（高校に相当する課程）を卒業後、専攻科と呼ばれる鍼灸按摩マッサージの課程へ進学していた（視覚障害者の伝統的技能）。少数は一般の大学へ進学した。筑波技術短期大学情報処理科は第3の道となった。視覚障害のある学生だけを対象とした高等教育、特に新しい職域の開拓をねらった情報処理科は外国にも例がない。情報化社会に生きる関係者の思いが込められていよう。立体コピーを作るカプセル紙の開発に見られるように日本は技術的には先進国である。著者らが日常行っている障害補償技術を使った情報処理教育の一端を紹介し、障害補償技術の持つ社会的意義に対する読者の理解を深める一助としたい。あわせて、教育方法、情報処理機器、社会システム等に関連した問題点を指摘し、その解決策としての要望を示す。障害者の職業自立には社会全般の理解、受け入れ、および協力が必要である。目が見えなくても様々な情報機器へアクセスが可能であるように情報化社会が成熟して行くことが望まれる。

2. 視覚障害補償技術を用いた情報処理教育

それほど遠くない以前に誰かが初めて音声出力装置により読み上げられるコンソール出力を聞きながら計算機を使いこなして見せた^{*}ことは大き

[†] Computer Science Education for the Visually-Impaired - Status and Issues - by Masahiro MIYAKAWA and Teruhisa MIYAKE (Department of Computer Science, Tsukuba College of Technology).

^{††} 筑波技術短期大学視覚部情報処理科

^{*} 学科スタッフの1人は昭和57-58（1982-83）年にアルファベットの文字をローマ字読みする亜土電子製の音声出力装置SSY-02（定価39,800円）を使って日電製パソコンPC8800を操作した経験を持つ。

な出来事であったに違いない。音声化ソフトこそ視覚障害者にとり電子情報技術のたまものといえる。学科内の試験、レポートなどのやりとりは主として電子ファイル（電子メールあるいはフロッピーディスク）で行われる。学生たちは画面音声化ソフトを使って電子ファイルを読み、計算機を使いこなす。電子ファイルが「読める」ことは、就職後一般社会で生活する上でも晴眼者との相互連絡に点字を介する必要があることを意味する。170年前（L. Braille 1809-1852）に発明された点字も計算機技術の発達により有用性を増している。実際、授業において点字資料の果たす役割は大きい。晴眼者が一目見て物事の全体像を把握するように障害者は点字資料により、必要なら繰り返し読むことにより時間をかけて全体像を理解できる。音声化ソフトと点字は視覚障害者の教育を支える両輪といえる。

2.1 視覚障害補償技術を用いた授業

教科書・辞書・参考書・マニュアル

教科書は、学生の視力に合わせて、全盲の学生には点字教科書、弱視の学生には拡大教科書、視野狭窄の学生には通常の教科書というように使い分けている。辞書はCD-ROMを活用している。情報処理の分野では、既存の点字図書はきわめて少ない上に、内容的にも最新のものでなければならないために、点字教科書を大学で自主的に点訳作成しなければならない状況にある。しかし、点訳には膨大な人手と資金が必要である。教科書については教官等の努力により対応しているが、教科書以外の参考図書やマニュアル類等はきわめて不十分である。また、通常の教科書1冊を点訳した場合、平均して6-7の分冊になってしまう。これは、体積比で数十倍程度になることを意味しており、学生はその使用、格納に苦労している。本学では、点字化にともなう不利益を解消するために、電子化された資料にパソコンからネットワーク経由でアクセスするためのシステムを教育方法開発センターや図書館の一部として導入し全学科の学生の利用に供している。出版物を出版社あるいは著者から電子ファイルの形で提供してもらえば有用であるが、著作権などの問題もあり実現は少数例にとどまっている。

授業風景

授業の大きな違いは黒板への板書がない点であ

る。言葉による説明も「これ」、「その」といった指示代名詞を使わないようにしなければならない。学生はワープロ、点字盤や点字タイプライタを使ってメモをとっている。全盲の学生はもちろん弱視の学生であっても、離れた場所の文字は読みとることは困難であるから、説明するための資料は点字と拡大文字にしてあらかじめ作っておかなければならない。

資料は点字エディタを用いて直接入力して作成するか、墨字文を作成して点訳ソフトで点字化する。前者は点字に習熟した人たちがBASE¹⁾、コータクン²⁾、ブレイルスター³⁾などのソフトウェアで行っている（学科スタッフのおよそ1/3がこの方法を使う）。後者の目的でもっともよく使われるのがEXTRA⁴⁾である。数式や情報処理分野での使用が想定されていないので、点訳は不完全であるがこれらの市販ソフトに頼るところは大きい。筆者の1人はTeXにより拡大文字で印刷し、次にTeXの制御文を削除したテキストを作成し、それをEXTRAを用いて点字電子ファイルとしたものを点字エディタ⁵⁾で修正し、最後に点字として紙に打ち出している。

特に図が必要な場合には、指先による触覚で読みとることのできるように紙面に盛り上げた点や線で説明図を作成し、点字による説明を加えたもの（触図と呼ばれる）を作らなければならない。図は重要であるが、立体コピー（後述）で表現された内容を手で触読することによって理解するには限界がある。

実習、演習等でコンピュータを使用する場合も音声出力、点字表示の点で、GUIが使用できない場合が多い。たとえば、Turbo Cを使ってプログラムの演習をする場合には、フルスクリーン統合環境が使用できれば、コンパイルや修正も容易で、デバッグの効率も上がるのであるが、統合環境が音声出力、点字表示に対応していないため、やむなくコマンドラインでのコンパイルとエディタによる修正を行っている。また、応用ソフトの実習においても、同様の問題で、古い版を使用しなければならないことも多い。GUIを使用している、自動点訳プログラムEXTRAのVer 2.のように、カーソルで選んだメニュータイトルを画面の最下段に出力するように作ってあるものは、音声出力と点字表示ができるので視覚障害者も容易

に使用することができる。

2.2 画面拡大、画面音声化、点字ディスプレイを援用したプログラミング実習

学科には日電のPC9801DA（メモリ9.6MB）と富士通のFM TOWNS II（同6MB）を装備した2つのプログラミング実習室がある。すべてのパソコンに音声出力装置が装備してある。全盲の学生用には他に点字ディスプレイ装置と電子ブックプレイヤーがついている。弱視学生用のパソコンは、ディスプレイが21インチと大型化し画面拡大装置あるいは画面拡大ソフトがついている。音声出力、点字表示は、VDS研究所の斉藤氏によって開発されたパソコン画面読み上げ日本語音声化プログラムであるVDM-102H⁵⁾によって行われている。VDM-102Hは、常時音声出力や点字表示を行うためにメモリに常駐している。授業で使用される、FORTRAN, COBOL, PASCAL, C等のコンパイラや一太郎 Ver.4, Lotus-123, dBase III等の応用ソフトは、VDM-102H常駐後のメモリの空き領域で動作しなければならないため、メモリ、特にMS-DOSのコンベンショナルメモリの使用量の大きなソフトは動作しないものがある。VDM-102HをはじめとしてEMS対応のソフトが増えてきたため、プロテクトメモリを増やすことでこれに対処している。またVDM-102Hが、音声や点字表示用のデータを得るためには、画面表示データがBIOS経由で出力されなければならないが、最近のソフトのGUI画面などでは、高速化のためにVRAMに直接書かれることが多く、音声や点字が出ないものが増えている。これについては、ユーザ側では対応のしようがないため、やむなく音声出力可能な旧版のソフトウェアを使用することもある。ソフトウェアの版やハードウェアの仕様（たとえばイーサネットIFボード）が更新されることにより音声化ソフトで使えなくなることは大きな問題となっている（すべての製品が音声化に適合してほしいというのが現場の願いである）。

2つの実習室とも、すべてのパソコンがイーサネットに接続され、LANを経由してUNIXワークステーションにloginでき、電子メールなどを音声で利用している。ただ、ワークステーションに組み込まれた画面音声化ソフトはないので、パソコンを端末としてVT101エミュレーションで

使用している。Xサーバ等のGUIを音声出力、点字表示で使用するのは無理である。

3. 点字教材の作成

パソコン上の自動点訳ソフトウェアの開発（文献2）、4）参照）により、点字を知らない晴眼者もある程度の品質の点字文書を容易に作成できるようになった。立体コピーと触図作成ソフトウェアの開発により比較的容易に触図も作製できるようになった。

3.1 立体コピーによる触図の作成

学科では立体コピーを利用して簡便な触図を作成している。説明を点字でつけなければならないので市販の描画ソフトは使いにくい。専用の触図作成プログラム⁶⁾ではローマ字入力かFEPにより簡単な自動点訳を受け図面に入力される。他には、「花子」に点字フォントを外字登録して点字説明文を直接入力している。原図を化学処理した特別な紙（カプセル紙）にコピーし、さらに加熱すると立体コピー（触図）が得られる。カプセル紙の価格が高い難点がある（1枚約80円）。

3.2 プログラムリストの点字化

点字は各列3個からなる2列6個の突起により1文字を表すので、文字集合が64文字に限られ、これだけの文字種で日本語（拗音を含めて仮名文字103個）、英数字、数式、特殊記号などを能率よく符号化して表現しなければならない。そのため、点字では記述対象に応じて異なる符号化体系を使い分けて対処している。情報処理教育では少なくとも標準点字⁷⁾、数学点字⁸⁾、情報処理点字の3つの点字表記法を同一ファイルで使用する必要がある。仮名や英数字などの基本文字に対応する点字は3つの符号体系に共通であるが、特殊文字に対応する点字や、表記法には微妙な違いがあり、点字使用に複雑さと困難が生じている。

学生がプログラムを書くのはもちろん晴眼者と同様にエディタを使って墨字で書く。しかし、説明のためプログラム自身も点字化する必要がある。プログラムリストは情報処理点字体系で表すことになっているが、市販点訳ソフトはこのような使用場面を想定していないので、点訳は不完全で読みづらいものになる。日本語を含まないプログラムリストの点訳は本学で開発したソフト⁹⁾に頼ることもできるが、プログラムでは日本語がコ

メントなどとして出現する。図-1にプログラムリストのEXTRA Ver.1.5簡易情報処理オプションを使った点訳例を示す。1行目の先頭の“/*”に対応する点字は標準点字では“やか”と読めてしまう。情報処理点字であると仮定して読んで初めてコメントの開始記号と読みとれるのである。点字のこれぐらいの不完全さは学生たちは読みこなす。書かれた点字がどの表記法によっているかを人間は試行錯誤により判断して点字を読んでいく。

点訳文といわず墨字文でも、ささいな誤りの引き起こす混乱は視覚障害をもった学生にとっては大きい。学生たちは不完全な点訳には慣れていていると思われるが、誤りに対しては寛容でない。

3.3 点訳をめぐる問題点

点訳には日本語処理の複雑さがともなう。誤りのない分かち書きを完全自動で作成することは現在の技術では困難である。数学記号や複雑な数式などの能率のよい点字表現は研究課題となっている。点字から日本語への変換も必要であるが、より困難である。点字用紙の上に書かれた点字を光学的にあるいは機械的に読みとる装置も答案の採点などに必要であるがまだ開発の途上にある。点字を社会に浸透させるには、点訳にまつわる負荷を軽減する必要がある。障害者といわず、まず晴眼者にとって使いやすい強力な点訳機が実現され、点字環境が整備されることが望まれる。

4. おわりに一情報化社会に生きる不安一

レポートの入ったフロッピーを教官のメールボックスに配るのに「目を貸して下さい」と明るいう声で学生はいう。障害者は回りのわずかな手助けによりなめらかに暮らせる。障害者の大学教育では気持ちのよい人間関係を維持できるような能力をつけさせることが職業自立のために特に重要になる¹¹⁾。

情報処理学科では今年2期生6名が卒業した。そのうち4名が就職した(出身地の市役所1(女性弱視)、公共の点字図書館1(全盲)、ソフトハウス1(女性弱視)、一般会社1(女性弱視))。残りのうち1名(女性弱視)は新たに開館する図書館の司書を目指すという。最後の1名(女性全盲)は出身校の鍼灸専攻科に戻ることにした。彼女は地元公共団体の4年生大学文系卒を想定した総

```

. . . . .
/ * カンタンナ プロ グラム 1 */
. . . . .
. . . . .
main ( )
.
{
. . . . .
printf ( " ケッカ y = % d ¥ n " , f ( x ) );
.
}

```

図-1 プログラムリストの自動点訳例(墨字訳は参照用)

合職を受験した。また地元企業に就職を希望したが受け入れに至らなかった。研究生として残った1期生2人(全盲)も、視覚障害補償器具を製作している企業にプログラマとして就職が決まった。他に、1期生は1人(全盲)がプログラマとして企業に就職しており、1人(弱視)は点字出版の団体に、1人(女性全盲)は公共の図書館、1人(女性弱視)は企業に就職した。

職業的プログラマの道を進もうとする障害者の不安は

1. 欲しい、あるいは必要とするマニュアルなどの資料が入手できない状態になる、

2. 進歩や変化が激しいのでやがてプロとして通用しなくなるのではないかと、

というものである。美しく icon を使って表示された Windows システムをみると、晴眼者にとりインタフェースの向上であった GUI に対して視覚障害者は無力であると感じる。しかし、Lotus を実習したとき、Lotus を使えば目が見えなくても罫線を引くことができると喜んだ学生の感想は暗示的である。グラフィックは視覚障害者にはとてもできないと思われていることを可能にする道具であるという一面を持っている。たとえば、icon をタッチしたときに音声により案内するなど GUI を視覚障害者が使いこなせるような支援を関係業界各位にお願いしたい¹⁰⁾。

目の見えない学生たちは、新しいことを経験したり理解したりするには晴眼者よりゆっくりした時間が必要である。学生たちは粘り強い。活躍の場ができれば周りの人のほんの少量の支えで力を発揮できる。障害者への教育は障害補償ソフト開

発の担い手を育成する面を持つ。実際、私たちが授業で使っている障害補償ソフトウェアはほとんどすべて、視覚障害者自身によって、最初はその人の個人的な必要を満たすものとして作成されたものばかりである。視覚のような重大な障害の補償技術は宿命的に1つあればもう十分であるというものはない。現状は、画面音声化ソフトのある開発者の言である「望遠鏡を使って満員の観客席の観衆を眺めることがやっとならなくなった」ということである。情報処理学科のパソコンは重い障害補償ソフトと通常の計算を同時に実行する能力を持たねばならない。障害の補償は最先端の技術をもってしても困難である。情報処理学科の教育も障害に対するアドホックで不十分な対処法に頼っており、多くの本質的な困難を抱えている。

謝辞 情報処理学科のスタッフには経験の浅い著者らに多くのご教示をいただきましたことを感謝します。本学教授小川靖彦氏をはじめとする教育方法開発センターの方々には教科書の作成、触図作成ソフトなど学科の教育活動を日頃より支えていただいていることを感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 清原定信：BASE Ver. 1.59b (フリーソフト)，無量寺出版所 (1990, 1992).
- 2) 神山貞子 (開発者：高村明良)：点訳「コータケン」使用説明書，つつじ点訳友の会 (1987).
- 3) 星加恒夫：ブレイルスター II Ver. 1.01 ユーザーズマニュアル，ニュー・ブレイル・システム (株) (1992, 1994).
- 4) 石川 准：EXTRA Ver 2. 使用説明書 (1993).
- 5) 齊藤正夫：VDM 100 Ver. 4 ユーザーズマニュアル (1993).
- 6) 菊池義信，小川靖彦：触図作成システムの開発，

第8回リハビリテーション工学カンファレンス講演論文集 pp.399-404 (1993).

- 7) 長岡英司：プログラムリストの点字普通文字相互自動変換，情報処理学会第50回全国大会講演論文集(1), p.61 (1994).
 - 8) 日本点字委員会：日本点字表記法 (1990).
 - 9) 日本点字委員会：点字数学記号解説 (1981).
 - 10) 篠原正美，森川 治：障害者のためのインターフェイス—視覚障害者を中心として—，情報処理 Vol.34, No.9, pp. 1187-1194 (1993).
 - 11) 関 宏之：障害者の情報処理教育と雇用の促進，情報処理 Vol.32, No.6, pp. 636-641 (1991).
- (平成7年4月24日受付)



宮川 正弘 (正会員)

1943年生。1966年東京大学教養学部基礎科学科卒業。1968年同大学院相関理化学専門課程修士修了。同年電気試験所(現電子技術総合研究所)計算機方式研究室。同所数理情報研究室を経て、1992年から筑波技術短期大学情報処理学科において視覚障害学生の教育に従事。教授。工学博士。見出し探索法，最適決定木の構成問題，多値論理関数の基底の数え上げ，多値論理関数のクロンの族の構造などの研究に従事する。電子情報通信学会，多値論理研究会，LA各会員。



三宅 輝久 (正会員)

1951年生。1974年大阪大学基礎工学部生物工学科卒業。1977年同大学院修士課程修了。同年国立民族学博物館技官。筑波大学，大阪大学，東京大学各技官，筑波大学助手を経て，現在筑波技術短期大学助教授。ファジイ理論の情報検索への応用，文献情報データベースの分析，視覚障害者用の検索インタフェース等の研究に従事。著書「ファジイ・データベースと情報検索」(共著，日刊工業新聞社)。日本ファジイ学会，三田図書館・情報学会各会員。

訂 正

本誌第36巻12号(1995)p.1114の図-1の4行目でyに対応する点字が⠠⠠⠠ (6点)になっていましたが、これは⠠⠠ (5点)の誤り(校正ミス)でした。お詫びいたします。なお、この点訳では本文中にも述べられているように、読みに多義性が生じています。この多義性は、モード切替えを示す4種類のモードフラグ(いずれも1マスの点字符号)を挿入することにより解消しますが、図-1では点訳ソフト(EXTRA Ver.1.5)の出力をそのまま提示してあります。