

## 第6章 支援機器等の研究開発動向

### 1. はじめに

視覚障害者用支援機器は、文字の読み書きを助けるパソコンを利用した情報機器、単独歩行を支援する機器、日常生活を支援する機器の3つに分けて説明されることが多い。このうち、パソコンを核とした情報機器の活用は、職場における視覚障害者の文字処理の手段の変化や職域の拡大をもたらした。また、視覚障害者が雇用を目指す際に、単独で通勤ができるかという質問を必ず受けることから、視覚障害者の単独歩行を支援する機器の実用化も就労に関わってくる。この章では、これらの支援機器について、近年の研究および開発動向を紹介する。紹介する機器にはソフトウェア、およびそれらを組み合わせたシステムも含む。

### 2. パソコンを利用した情報機器

パソコンの活用は、職場における視覚障害者の文字処理の手段を変えた。例えば、プログラミング業務においては、職場へのパソコン導入以前には、コンピュータの出力を視覚障害者が独力で読むためには、プリンタの印字結果ないしはCRT画面情報をオプタコンを使って読む必要があった。パソコンを利用すれば、コンピュータからの情報を音声合成器やピンディスプレイで確認することができる（指田 1994、長岡 1995）。録音タイプ業務においては、視覚障害をもったスタッフがカナタイプを使って記録したカナのみの文章を晴眼者スタッフが漢字かな交じり文に書き直すという作業が付随していた。パソコンを使用すれば、視覚障害者が漢字かな交じり文を直接書くことができる（指田 1994）。更に、パソコンとその上で動作するワープロ・表計算等の一般アプリケーションを視覚障害者が使用できることにより、視覚障害者が事務系職種へ就労する機会も生まれた（石川 1995）。

ところが近年のパソコン用オペレーティング・システム（Operating System、以下OSと略す）のグラフィカル化は、一旦は実現された視覚障害者のパソコンの使用可能性を危うくしつつある。今や視覚障害者の就労に欠かせないパソコンへのアクセスを確保するため、グラフィカル・ユーザ・インタフェース（Graphical User Interface、以下GUIと略す）を採用したOSの操作支援ツールを開発する試みが国内でも数カ所でなされてきている。ここでは、はじめにGUI操作支援ツールについて紹介する。更にパソコンの活用に関連して、OCRソフトウェア、インターネットの利用、電子メールの利用についても触れる。

#### (1) GUI操作支援ツール

パソコンのOSとしてGUIが主流となってきた。GUI環境下ではコンピュータから提示される情報

の多くがグラフィカル（図形的）であるため、視覚障害者には使えないのではという危惧が広まった。しかし、実際には、画面上のグラフィカル情報のほとんどがテキストで表現できるため、これを視覚障害者に伝えるための適切な方策を用意すれば、MS-DOS 環境下で行ってきた作業は GUI 環境下でも行える。北米や欧州では、1980年代後半から GUI に対応した画面音声化ソフトが開発・販売されてきた。これについては石川（1995）が報告を行っている。日本では、1996年に日本アイ・ビー・エム株式会社が OS/2 Warp 上で動く GUI 用画面音声化ソフトを国内で初めて発売した（日本経済新聞 1996）。Microsoft 社の Windows を対象とした GUI 操作支援ツールとしては、日本障害者雇用促進協会障害者職業総合センターで1993年より進められている研究（渡辺・岡田 1996）と、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託により日本電気株式会社が1994年より行っている研究（岡田ら 1996）がある。ほかに、X Window を対象とした郵政省通信総合研究所のプロジェクト（海老名ら 1996）もある。

なお、GUI 操作支援ツールとは、OS が提供するフック機能の利用などにより画面情報を取得して、これを視覚以外のモダリティ、主として、聴覚と触覚に変換して、ユーザに画面情報を伝えるものである。このうち、音声単独で使用可能なツールを画面音声化ソフトと呼ぶ。

### 1) スクリーン・リーダー／2

スクリーン・リーダー／2（日本アイ・ビー・エム株式会社）は、OS/2 Warp およびその上で動作する Windows や DOS/V アプリケーションの画面や入力内容を音声化するソフトウェアである。マウスの代わりに専用キーボードを使って操作する。OS/2 WebExplorer 用マクロを標準装備しており、視覚障害者の WWW へのアクセスが可能である。PAL（Profile Access Language）の利用により、様々なアプリケーションへ対応できる。

### 2) 95 Reader

Windows 95に対応した95Reader（日本障害者雇用促進協会障害者職業総合センター）は、職場における視覚障害者と晴眼者の共同作業の支援を目的として開発が行われてきた。スクリーン・リーダー／2同様、マウス操作をキー操作で代行するが、操作のためのキーの割り当てにはOSが提供するものをそのまま用いることで晴眼者の操作と競合しないように配慮されている。また、95Readerの読み上げ関数が公開されているので、一般アプリケーションに読み上げ機能を装備することが容易になっている。

### 3) CounterVision

CounterVision（日本電気株式会社）は、タッチ・サウンド・ディスプレイ（以下 TSD と略す）、CV/SR、直接指示型 CV/SR の3つのサブシステムからなる。TSD は、タッチパネルに Windows の画面を映し出し、ユーザーに Windows の対話部品を直接触って指示させるものである。操作結果は音声と効果音によりユーザーにフィードバックされる。CV/SR は、テンキー操作で対話部品を指示できる画面音声化ソフトである。論理探索と間接画面探索を切り替えられるのが特徴である。直接探索型 CV/SR は、CV/SR の論理構造をタッチパネル上に配置したものである。

#### 4) 郵政省通信総合研究所のプロジェクト

郵政省通信総合研究所のプロジェクトでは、簡易な立体音場を用いた GUI オブジェクトの探索に関する実験や、80×8ドットのピン配列からなる触覚ディスプレイと画面音声化ソフトの組み合わせでオブジェクトの階層構造を表現する方法の検討などが行われている。

GUI 操作支援ツールに関わる課題のひとつは、視覚障害者にとって使いやすい操作体系の確立である。従来の研究開発においては、GUI をどのように視覚障害者に伝えるかという点に重点が置かれてきた。本来は、視覚を介さず聴覚と触覚のみを通じてコンピュータを利用する場合に最適な操作体系をまず構築し、これを実現するために GUI を利用する方策を探る、というのが理想である。例えば岡本と市川(1996)は、画面探索方式と論理探索方式を模擬したシステムを使った実験を行い、視覚障害者には論理探索方式の方が評価が高いという結果を得た。ただし、階層が深くなった場合には論理探索方式にも難があるかもしれないという予測も付記している。視覚障害者に最適な操作体系の確立のためには、このような基礎的研究が更に必要であろう。

一方、技術的な問題もある。GUI 操作支援ツールは、OS が提供する標準的な対話部品を使って組まれたアプリケーションならば、そのメニューとダイアログボックスを読み上げることができるが、非標準的な技術を使ったアプリケーションからは情報を取ることができない。Windows を供給している Microsoft 社は、ActiveX Accessibility 標準というものを定義して、この問題に対処しようとしている。アプリケーション開発者が ActiveX Accessibility 標準を採用すれば、GUI 操作支援ツールの情報取得を容易にするというものである。ActiveX Accessibility 標準は Windows 95 上で動く。Windows NT 4.0 用も供給される予定である。

#### (2) OCR ソフトウェア

OCR (光学的文字読み取り) による墨字の読み取り技術は視覚障害者にとって画期的である。これを利用すれば、銀行の通帳や親書の中身などのように他人に知られたくない内容を視覚障害者本人が読めるので、プライバシーの保護につながる。また、人に点訳あるいは音訳を依頼する必要がないので、依頼のための心理的負担や時間的制約がない。

職場においても OCR のニーズは高い。一般企業、地方自治体、図書館、学校、社会福祉施設等で働く視覚障害者を対象として行われた調査(指田 1995)では、回答者の半数以上が「読み書きに困難を感じる文書」として「会議資料」や「回覧文書」、「各種の届け出」を挙げている。これら墨字の形態で入手した文書の電子化に OCR ソフトウェアは威力を発揮する。

OCR を行うには、イメージスキャナとコンピュータ、OCR ソフトウェアが必要である。まずスキャナで印刷物の情報を画像として取り込み、これを OCR ソフトウェアで文字として認識する(図6-1)。これらをシステムとしたものは、従来、大変高価なものであったが、幸いなことに近年では、これらの機器類は、個人で購入できる程度にまで価格が下がってきた。一般用 OCR ソフトウェアと比較した視覚障害者用 OCR ソフトウェアの特徴は次の3点である。

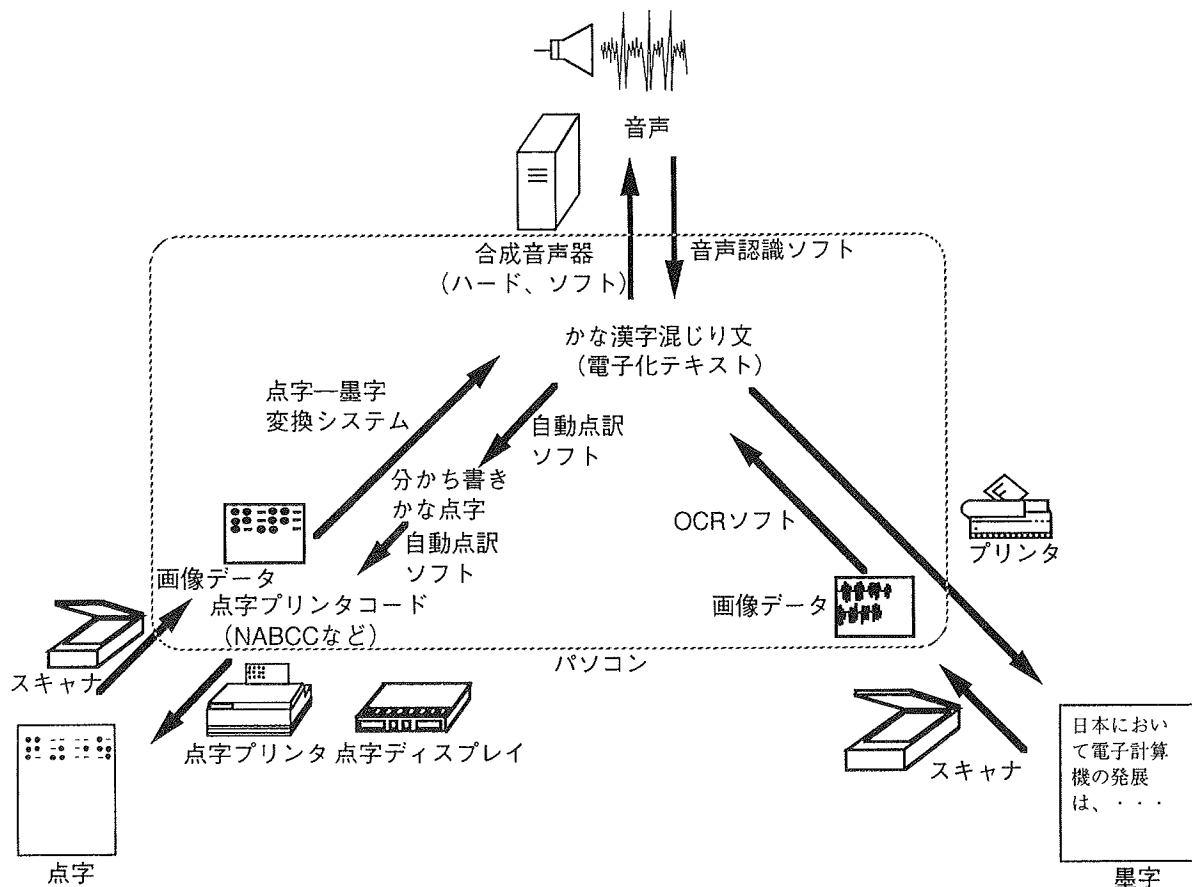


図 6-1 パソコンを利用した文字の形態間の変換処理

1) スキャン領域設定、認識領域設定、原稿の向きの修正をすべて自動化

これらの設定作業は通常は画面を見ながら行う。この作業をソフトウェアが代行する。

2) 認識文字列へのキーボードからのアクセスと音声出力機能

認識文字列に対して、ワープロと同様な操作が行えること。

3) 認識作業中を伝える音（声）出力

パソコンの性能が上がったとは言え、文字の認識には数10秒から数分の時間がかかる。この間、パソコンからの反応がないと、作業中なのかそれともシステムのハングアップなのか視覚障害をもつユーザーにはわからない。ユーザーの不安を解消するためには、認識作業中であることを視覚障害者に音で知らせる機能が必要である。

(3) インターネットの利用

インターネットは、世界中のインターネットサーバに蓄えられている膨大な量の情報へのアクセスを可能とするだけでなく、個人がもつ情報を世界へ向けて発信する新たな手段でもある。近年、ほとんどのインターネットサーバはHTML形式で情報を提供しているため、この形式を読むWWWブラウザの音声化ツールの開発は必須である。視覚障害者用WWWブラウザの音声化ツールの要件は次の4

点で、視覚障害者用 OCR ソフトウェアの特徴とほぼ同じである。

#### 1) キーボードからのアクセス

WWW ブラウザのクライアント領域の情報へ、キーボードからアクセスできなくてはならない。特に、ハイパーテキストへのキー操作によるジャンプは重要である。ただし、Microsoft 社の Internet Explorer 3.0には、キー操作によるタグジャンプ機能が装備されているので、音声化ツールがこの機能を用意する必要はない。

#### 2) クライアント領域の音声出力機能

1) の操作に応じた読み上げだけが必要である。読み上げ方は、ワープロ画面の読み上げに準ずる。ハイパーテキストとそれ以外のテキストの読み分けが行えることが望ましい。

#### 3) 絵情報、動画情報の処理

絵情報、動画情報にタイトルがある場合、これを読み上げる。

#### 4) 接続作業中を伝える音（声）出力

システムにもよるが、インターネットサーバへの接続には時間がかかることが多い。この間のユーザーの不安を解消するために、接続作業中であることを視覚障害者に音で知らせる機能が必要である。

### (4) 電子メールの利用

職場において視覚障害者が抱える問題として「読み書きに困難を感じる文書」の存在がある（指田 1995）。これらのうち印刷物の形態で配られる文書のほとんどが、ワープロ・ソフトを使って書き、プリンタで印刷したものである。文書が作成された段階で電子テキスト化されているので、画面音声化ソフトを利用すれば視覚障害者は容易に文書を読める。ただし、文書ファイルをフロッピーディスクなどの保存媒体に保存し、その媒体を視覚障害者に渡す必要がある。文書作成者と視覚障害者の間に距離がある場合、時間遅れも生じる。電子メールを利用すれば、フロッピーディスクへの保存といった手間がかからずに、ソフトウェアの操作だけで視覚障害者へ文書ファイルを送信することができる。回線にもよるが、ほぼリアルタイムで送信することが可能である。また、点字を打てない職場の同僚が視覚障害者宛にメモを残すこともできる。電子メールは本来視覚障害者のために開発されたものではないが、このように職場において視覚障害者も有効に活用することができる。

## 3. 視覚障害者の単独歩行を支援する機器

ここでは、視覚障害者の単独歩行を支援する機器として近年研究および開発が盛んな位置案内システムとナビゲーションシステムについて概説する。

### (1) 位置案内システム

視覚障害者に対して位置情報を提供する設備および装置としては現在、視覚障害者誘導用ブロック、

音響信号機、盲導鈴が普及している。これらが抱える課題は、具体的な位置の名称を伝えることができない点と、これらの信号が視覚障害者以外の人々にとっては騒音あるいは障害物となりうる点にある。第一の課題解決のためには、位置の情報を音声で伝えるシステムの開発が有効である。音声ならば、他の場所と混同することなく正確に位置情報を呈示できる。第二の課題は、視覚障害者だけに情報を伝えるシステムを構築することにより対処できる。

既に製品化されているシステムでは、タッチスイッチ音声案内システム（池野通建株式会社）、音声標識ガイドシステム「おんせい」（池野通建株式会社）と、視覚障害者誘導システム「HAMMYO」（日本電気環境エンジニアリング株式会社、日本道路株式会社、池野通建株式会社）がある。タッチスイッチ音声案内システムは、手すりなどに取り付けられたタッチスイッチに利用者が触れると、スピーカーからの音声で位置の名称を伝えるものである。常時音を発することはなく、タッチスイッチに盲人が触っても音声は出力される。視覚障害者を選び分けて情報を提供するには、専用の装置を視覚障害者が携帯する必要がある。「おんせい」では、視覚障害者は小型送信機を携帯し、送信機のボタンを押すと周囲15～20mの範囲内にある音声標識ガイド装置がスピーカーから音声を出力する。「HAMMYO」は、床に敷設された磁気標識体を誘導路として、これを専用の白杖でたどるものである。標識体は視覚障害者誘導ブロックのような突起をもたないため、車椅子の走行を妨げることがない。また、誘導路の分岐点では、専用の白杖が通過したときのみ音声を流すことができる。

一方、現在開発中のシステムも数種類ある。IRIS (Inductive Radio Information System) (IRIS 協議会) は、バス停などに敷設された誘導線から発射された電波を専用の IRIS 受信機で受信するものである。兵庫県立福祉のまちづくり工学研究所では、建築物内の施設の位置情報を FM 微弱電波で送信するシステムを開発し、実用性を探る実験を行っている。このシステムの特徴は、特別な機器を必要とせず市販の FM ラジオで情報を受信できる点にある（相良・坊岡 1993、1994）。また、新潟大学では、近赤外線反射型バーコードを用いた案内装置を開発している（尾形ら 1993、牧野ら 1996）。バーコードは盲人にも見えない設計となっており、専用のカメラを使ってバーコードを検出する。バーコードを添付するだけで容易に情報提示部を作れることから、屋内案内だけでなく、商品・図書案内装置としても利用できる。

## (2) ナビゲーションシステム

視覚障害者向けナビゲーションシステムは、目的地の入力、現在位置の推定、目的地までの最適経路の算出、進路の指示の4つのサブ機能からなる。位置案内システムと比較して最も異なるのは、位置案内システムが位置情報の提供にとどまるのに対して、ナビゲーションシステムでは進路の指示まで行う点である。

4つのサブ機能全般において、カーナビゲーションシステムの技術を応用できる。現在位置の推定のためにカーナビゲーションシステムでは、GPS 衛星による絶対位置測位を基本として、車輪回転の積算による距離情報や地磁気からの方位情報などを用いている（柏崎 1996）。このシステムを視覚障害者

向けに応用するには、距離の計測に万歩計を使うなどして、計測器系を歩行者に適したものに置き換えればよい(築島 1993)。東海大学・国立身体障害者リハビリテーションセンター・パイオニア株式会社の共同研究では、位置の計測に DGPS を使い、歩行距離の推定には地磁気センサー、ジャイロ스코ープ、加速度センサーを組み合わせて、現在位置推定の精度を上げている(判澤ら 1996)。GPS 衛星を利用するため、屋外でのシステムの利用に適している。現在位置推定と進路指示を行うパソコンを基地局に置き、歩行者が携帯する装置を軽量化したシステムもある(山倉ら 1994)。このシステムでは、基地局と移動局の間の通信には携帯電話を用いる。GPS 衛星による絶対位置測位を行わず、歩行距離と進行方向から現在位置を計算する推測航法のみを用いて装置を簡略化したナビゲーションシステムの実験も行われている(藤城ら 1994、久保田・田所 1996)。歩行ガイドロボットは、ナビゲーションシステムに障害物検出の機能と自走機能を加えたものと見ることができる(小谷・森 1996)。

以上、国内における研究および開発状況について述べたが、海外においてもナビゲーションシステムの開発が進められている。EU の TIDE プログラム (Technology Initiative for Disabled and Elderly people) の一環である MoBIC プロジェクト (Mobility of Blind and Elderly People Interacting with Computers) では、音声合成機能を搭載したパソコンによる経路算出システムや DGPS を使った実用的屋外システムがフィールド試験の段階に入っている (Gill 1996)。

なお、位置案内システムとナビゲーションシステムのシステム構成については池野通建株式会社が発行している冊子 (1996) を参照されたい。

### (3) 人間の感覚特性に関する研究

視覚障害者の単独歩行の支援のためには、機器開発のほかに、聴覚や触覚を使ってどれだけ周囲を認識できるかという人間の特性を調べる研究も進められている。たとえば聴覚では、障害物知覚(自らは音を発しない物体の存在を聴覚によって知覚する盲人の経験的能力) についての研究が関(1996)によって行われている。また、視覚障害者誘導用ブロックの有効性を評価するため、人の歩行特性と併せて足の裏の触覚に関する研究も行われている(田内 1995)。

### 参考文献

- 海老名毅, 大竹紀子, 猪木誠二, 触覚ディスプレイを用いた視覚障害者用スクリーンリーダの設計, 第12回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集, pp87-94, 1996.
- 藤城郁哉, 永住和寛, 天野佳則, 山住敦史, 視覚障害者用簡易ナビゲーションシステムの開発 (第2報), 第20回感覚代行シンポジウム, pp135-138, 1994.
- Gill, J. (Ed.), An orientation and navigation system for blind pedestrians, RNIB, 1996.
- 判澤正人, 篠田陽理子, 曲谷一成, 築島謙次, 増本優, DGPS を用いた視覚障害者用ナビゲーションシステムの開発, 情報研報, 96-HI-68-10, 1996.
- 石川准, GUI用スクリーンリーダの現状と課題—北米と欧州の取り組みを中心に—, 情報処理, 36, 12, pp1133-

1139, 1995.

柏崎隆, カーナビの基礎知識, bit, 28, 1, pp13-21, 1996.

小谷信司, 森英雄, 視覚障害者用のための Handy Guide Robot の開発, 第22回感覚代行シンポジウム, pp87-90, 1996.

久保田勇, 田所嘉昭, 視覚障害者用歩行支援システムを用いた歩行実験, 情処研報, 96-HI-68-11, 1996.

牧野秀夫, 渡辺浩巨, 関涼子, 石井郁夫, 中静真, GPS と非可視型コードを用いた福祉機器開発, 第22回感覚代行シンポジウム, pp71-75, 1996.

長岡英司, 黒川哲宇, 重度視覚障害を持つ情報処理技術者の職務遂行に関する実態調査, 第3回職業リハビリテーション研究発表会発表論文集, pp84-87, 1995.

尾形真樹子, 牧野秀夫, 石井郁夫, 中静真, 近赤外線反射型バーコードを用いた視覚障害者用位置案内の一方法, 第19回感覚代行シンポジウム, pp137-142, 1993.

岡田世志彦, 山中克弘, 兼吉昭雄, 井関治, 視覚障害者支援ツール Counter Vision の GUI アクセス方式, 情処研報, 96-HI-68-6, 1996.

岡本修一, 市川薫, GUI 音声スクリーンリーダーの探索法, 第12回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集, pp57-62, 1996.

相良二郎, 坊岡正之, 微弱電波を利用した視覚障害者歩行案内システムの開発, 福祉のまちづくり工学研究所報告集, pp40-45, 1993.

相良二郎, 坊岡正之, 微弱電波を利用した視覚障害者歩行案内システムの開発-第二報-, 福祉のまちづくり工学研究所報告集, pp53-55, 1994.

指田忠司, わが国におけるコンピュータ技術の発達と視覚障害者のための雇用機会, 障害者職業総合センター研究紀要, 3, pp105-115, 1994.

指田忠司, 重度視覚障害者の職場における人的支援の現状と課題, 職リハネットワーク, 29, pp17-18, 1995.

関喜一, 環境騒音場における無限障壁に対する障害物知覚の心理的要因, テレ学技報, VIS 96-61, 1996.

田内雅規, 視覚障害者誘導システムの人間工学的視点, 信学技報, MBE 94-119, 1995.

山倉弘一, 牧野秀夫, 石井郁夫, 中静真, GPS と携帯電話による視覚障害者用位置案内装置, 第20回感覚代行シンポジウム, pp13-16, 1994.

築島謙次, 視覚障害者用福祉機器の現状と将来, 第19回感覚代行シンポジウム, pp107-110, 1993.

渡辺哲也, 岡田伸一, 視覚障害者用 Windows 画面読み上げソフトウェアの開発とその評価, 情処研報 96-HI-68-7, 1996.

聞こえる GUI 画面, 日本経済新聞, 1996年6月4日.

視覚障害者によせて-公共施設のための設備12選, 池野通建株式会社, 1996.



## 第7章 結 語

本報告書では、コンピュータ利用に重きを置きながら、リハビリテーション過程に沿って中途視覚障害者の雇用継続の問題を考えてきた。コンピュータを利用することで、視覚障害者も墨字処理が可能になり、雇用の機会も増大してきている。しかし、コンピュータ関連のハード・ソフトの進歩はめざましく、職場のコンピュータ環境の進化は、Windows、社内LAN、イントラネットと、止まるところを知らない。このような技術進歩の中で、視覚障害者を置き去りにしないためには、これまでの視覚障害者用機器・ソフトにみられた、一個人・一施設のレベルでの開発の営みでは、対応しきれなくなっている。一般のハード・ソフトの開発企業をも含めた、「アクセシビリティ」確保の社会的なアクションが急がれるのではないだろうか。また、このようなアクションに呼応した視覚障害者に対するコンピュータ利用訓練の体制整備も不可欠であろう。さらに、重度の視覚障害者の場合、職場介助者の重要性も指摘されている。中途視覚障害者の雇用継続を進める上でも、支援機器・ソフトの利用もさることながら、人的支援の利用をも考慮し、職務再設計や雇用管理上の配慮をするなど、より多角的な対応があって、はじめてその実を上げるものとする。今回は、いわば概括的な研究であり、今後、事例研究も含めきめ細かい調査研究を実施する必要がある。

本研究はまた、中途視覚障害者の雇用継続の難しさを再認識する結果にもなった。しかし、生活訓練施設の中には、復職・就職に向けての通勤等の訓練をはじめ、訪問訓練や休日訓練を実施している施設も見受けられるようになったことは、ひとつの明るい材料である。ただ、その施設数や担当スタッフ数あるいは訓練内容など、質的にも量的にも今後さらに拡充が望まれることも事実である。中途視覚障害者の雇用継続に向けての視覚障害リハビリテーションサービスの拡充は、職業リハビリテーションサービスにも、大きな刺激となり、中途視覚障害者の雇用継続や重度視覚障害者の雇用拡大にもつながるのではないだろうか。

巻末に、今回調査した生活訓練施設をリストとして添付した。職業リハビリテーションサービスにかかわる本書読者の、地域の生活訓練施設との「連携」の一助になれば幸いである。

なお、最後になったが、本研究にご協力いただいた視覚障害リハビリテーション施設、視覚障害者用機器・ソフトの開発・販売企業の方々に、あつく感謝する次第である。