

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

渡辺哲也 岡田伸一

障害者職業総合センター
〒261 千葉県美浜区若葉 3-1-3
電子メール:KYH01431@niftyserve.or.jp

私たちは、Windows 3.1 上で動作する視覚障害者用 Windows 画面読み上げソフトウェアを開発した。このソフトは、視覚障害ユーザにキーボードから操作を行わせ、音声フィードバックを行うという操作体系をとっている。キー操作には、Windows 3.1 固有のキー割り当てを採用している。このソフトウェアを視覚障害者に実際に使ってもらい、その評価を得た。その結果、(1)読み上げ音声の話速をユーザ自身が変更できること、(2)読み上げ途中で音声をスキップできること、(3)音声出力を一時停止できること、などが改善要望事項として挙げられた。Windows 95 を対象とした 2 次試作では、これらの要望を満たすよう開発を進めている。

Development and evaluation of a Windows screenreader for the visually-impaired and blind

Tetsuya Watanabe and Schinichi Okada

National Institute of Vocational Rehabilitation
3-1-3, Wakaba, Mihama-ku, Chiba, 261, Japan
E-mail:KYH01431@niftyserve.or.jp

For the visually-impaired and blind, we have developed a Windows screenreader which works on Windows Version 3.1. Our program is based on the key-driven and speech-output method in which Windows standard key assignments are made use of. To evaluate this software, its copies were distributed and used by visually-impaired and blind people. The results of the evaluations showed that the screenreader should have the functions such as (1)the user can change the speed of the synthesized speech, (2)the user can skip the current speech output, and (3)the user can stop the speech output altogether. In the current development of a screenreader which runs on Windows 95, we have been dealing with these requirements.

1 はじめに

Windows を OS として搭載したパソコンが職場にも広まってきた。1996 年 5 月から 6 月に日経パソコンが実施した事業所を対象としたアンケートの結果によると、回答を返した 515 社のうち 35.0%の企業が Windows 95 を「既に導入している」と答えた。「試験的に導入している」企業 14.6%を合わせると、ほぼ半数の企業が Windows 95 を導入していることになる[1]。メモリーの制約からの解放とネットワーク機能の充実が、Windows 95 推進の理由になっているようである[2]。Windows が導入された職場において晴眼者と共同で働く視覚障害者は、Windows マシンを使用することを求められる。しかし、WIMP(Windows, Icons, Menus, Pointing device)と呼ばれる GUI の基本的概念に基づいた Windows は、そのままでは視覚障害者には使えない。このような背景のもとで私たちは、Windows の画面情報を音声でユーザに伝える方式により視覚障害者の Windows 操作を支援する Windows 画面読み上げソフトウェアを、Windows 3.1 を対象として開発した[3][4]。そして、このソフトを視覚障害者に試用してもらい、主観評価を得た。評価結果をもとに、読み上げソフトウェアの改善点をまとめた。また、評価と同時に、今後 Windows 上で使用したいアプリケーションなどについての要望も集めた。

2 Windows 画面読み上げソフトウェアの開発

2.1 開発方針

開発方針は、以下の 2 点とした。

- (1) 視覚障害者専用のハードウェアはできるだけ使用せず、一般的な周辺機器を利用する。
- (2) 視覚障害者専用のソフトウェアはできるだけ開発せず、一般用アプリケーションを視覚障害者にも使えるようにする。

視覚障害者と晴眼者が同じハードウェアとソフトウェアの環境を共有できれば、障害者と晴眼者の間で相互に作業の受け渡しができ、また、

コンピュータの操作に関して疑問点や不明点があった場合でも両者がお互いに教え合える、といった利点が得られる。

2.2 動作環境

上記の開発方針をもとに、視覚障害者用 Windows 画面読み上げソフトウェアの動作環境を決定した。

(1) OS

Microsoft Windows Operating System Version 3.1。

(2) コンピュータ

DOS/V 機を対象マシンとした。ただし、できるだけハードディスク依存性を排することにより NEC の PC98 シリーズのパソコンへの対応も可能とした(一部機種を除く)。

(3) 入力用周辺機器

最も標準的な入力装置であるキーボードとポインティングデバイス(主としてマウス)を選んだ。キーボードは、押下キーの音声によるエコーバックがあれば視覚障害者も確実に入力ができる。したがって、基本的には入力操作は全てキーボードから行う。

(4) 出力用周辺機器

音声出力装置を利用することとした。音声出力装置としては、プリンタポートまたはシリアルポートを介した外付け音声合成装置、PC カード型音声合成装置、内部バスに装着する内蔵サウンドボードの 3 つの形態がある。外付けの音声合成器は MS-DOS 画面を読み上げさせるのに現在広く使われているが、携帯には不便である。これに対して、PC カードと内蔵のサウンドボード(ノート型パソコンでは基板に組み込まれている)は携帯にも便利である。このうち更に、サウンドボードは、パソコンのマルチメディア化に伴いコンピュータの標準装備となってきたため、これを採用することとした。出力用周辺機器をまとめると以下ようになる。

○サウンドボード：SoundBlaster またはその互換ボード(16bit または 8bit)

○サウンドボードに接続したスピーカないしはヘッドフォン

2.3 操作方法

GUIを全面的に採用したWindows OSはポインティングデバイスによる操作が主体ではあるが、ポインティングデバイス操作のうちほとんどがキーボードから代行可能である[5][6]。例えば、プルダウンメニューからコマンドを実行するには、Altキーを1回押した後、方向キーを使って希望するコマンドを選択してEnterキーを押せばよい。晴眼者とのコンピュータ共用の観点から、これらWindows固有のキーボード割り当てをそのまま利用した。

しかし、Windows固有のキー操作だけでは情報を十分に取れないこともある。例えば、現在アクティブなウィンドウは画面を見ればわかるため、アクティブウィンドウをユーザに知らせるためのキー操作は存在しない。このような場合には、読み上げソフトウェア独自のキー操作を作成した(2.5.3参照)。

2.4 ソフトウェアの構成

画面読み上げソフトウェアはイベントドリブンで動作する(図1)。イベントが発生すると、Windowsはアクティブなプログラムのメッセージキューにメッセージを送る[7]。このメッセージがプログラムに送られる前にFilterがフックすることにより、どのキーが押された、マウスが動いた、画面状況が変わった、といった各種の情報を取得する。このようにして取得した情報を、ユーザにとってわかりやすい言葉に置き換えて音声出力するのがScreen Readerの機能である。日本語入力時はIME for the blindがイベントを取得し、対応する読み上げ文字列をSpeech Synthesizerへ送る。

Windowsの画面読み上げソフトウェアはOSM(Off Screen Model)と呼ばれるデータベース

をもとに作成されることが多いが[8][9][10]、本ソフトウェアではOSMの構築を省略することによりソフトウェアの動作の高速化を図っている。

2.5 ソフトウェアの機能

2.5.1 音声合成部

- 読み上げる声の速さ・高さ・大きさ・声の種類(男声/女声/機械声)を変えることができる。ただし、変更するには、読み上げソフトウェアのINIファイルを編集する必要がある。
- 読み上げ最中に新しいイベントが発生したときは、イベントが発生した時点で現在の読み上げを中止して次の読み上げを始めることができる。ただし、音声の停止位置は、音声合成プログラムがサウンドボードのデバイスドライバへ送信する情報の単位となる。送信単位はおよそ文節程度である。

2.5.2 Windows固有のキー操作に応じた読み(Windows操作関連)

キーボードからの操作により、下に示す各項目が新たにフォーカスをもった場合は、その項目名を読み上げる。

(1)全てのウィンドウに共通の要素

- プルダウンメニューとコマンド。プルダウン・メニューの選択肢のうち選択できないもの(淡色表示のもの)は通常より低い声で読む。
- ダイアログボックスの項目の種類(プッシュボタン、テキストボックス、リストボックス、コンボボックス、オプションボタン、チェックボックスなど)とその内容(プッシュボタン上の文字、テキストボックス内

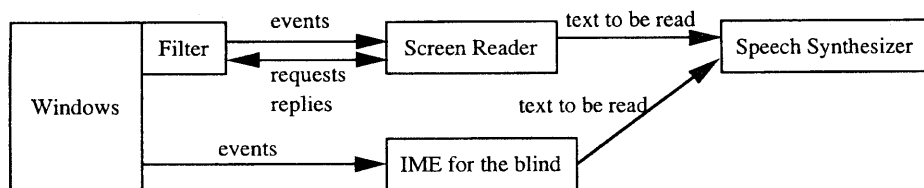


図1 読み上げソフトのデータの流れ (D. Kochanek, 1994[8]を改変)

の文字列、チェックボックスのチェックの有無など)。

- タスク切り替え操作時のアクティブウインドウのタイトルの読み上げ。

(2) プログラムマネージャ

グループアイコン名、グループウインドウ名、アプリケーションアイコン名、アイコン化したアプリケーション。

2.5.3 読み上げソフト独自のキー操作に応じた読み上げ

- 直前のキー操作で読み上げた内容を読み返す。
- アクティブウインドウのタイトルを読み上げる。
- 現在開いているウインドウのタイトルを全て読み上げる。
- 現在開いているウインドウの数を読み上げる。

2.5.4 マウスの移動に伴う読み上げ

ユーザがマウスを移動させたとき、画面上でマウスカーソルの下にある情報を読み上げる。読み上げることができる項目は以下の通り。

アイコン、タイトルバー領域、クライアント領域、メニュー領域、コントロールメニューボックス、サイズボックス、アイコン化ボタン、最大化ボタン、元のサイズに戻すボタン、ウインドウの境界、スクロールバー、アイコン化したアプリケーション。

2.5.5 ウインドウの更新に伴う読み上げ

プルダウンメニューからのコマンドの実行などによりウインドウの状況が更新されたとき読み上げをおこなう。ウインドウの更新は、以下の通り。

ウインドウのアクティブ化、ウインドウの生成、ウインドウの破棄、ウインドウのアイコン化、ウインドウの最大化、ウインドウの移動、ウインドウのサイズ変更、ウインドウのフォーカスの変更。

ユーザの操作によってはメッセージボックスが開くことがある。ユーザはメッセージボックスが開くことを予期せぬことが多いので、その

内容をソフトウェアが自動的に読み上げる。

2.5.6 テキスト編集画面の読み上げ

ここでいう編集画面とは、ダイアログボックスのテキストボックスと「メモ帳」アプリケーションのクライアント領域を指す。

- 挿入文字列の読み上げ
- カレット移動時の読み上げ
方向キーでカレットを移動するたびにカレットの左側の文字を読む。
- 削除文字列の読み上げ
Backspace キーおよび Delete キーを使用すると、文字の削除を行った上で削除した文字を読み上げる。
- Enter キーを押して改行を行なったとき、「改行」と言う。
- 反転文字列の読み上げ
- カーソルのある行の内容を全て読む。

2.5.7 視覚障害者用かな漢字変換システム

視覚障害者用かな漢字変換システムの特徴は漢字の詳細読みを行うことである。詳細読みをさせると、例えば「ほん」という読みに対して「奔走するのほん」という説明を得ることができ、同音異義語の中からユーザが意図した漢字を選ぶことができる。

3. 評価

3.1 評価の目的

本読み上げソフトウェアの問題点を明らかにする。同時に、Windows で使用したいアプリケーションなどについての要望を集める。

3.2 評価の手順

平成7年10月8日付の「点字毎日」で評価者を公募した。障害者職業総合センターに連絡を入れた希望者のうち、読み上げソフトウェアを利用するためのハードウェアの要件を満たしている応募者に対してソフトウェアを送った。その際、インストールマニュアル、ユーザーズマニュアル、評価票を同梱した。

3. 3 評価結果

ソフトウェアを送った89名のうち52名から回答があった。回答結果を図2から図14と、表1から表3に示す。概略を以下にまとめた。

(1)作業の達成度と難易度

アプリケーションの立ち上げと終了、メニューからのコマンドの選択と実行は達成度が高かったが、ダイアログボックスのリストボックスの使用、編集作業となるにつれて達成度が下がり(図2)、作業を難しいと感じる割合も大きくなっていった(図3)。

(2)専門用語

Windowsを使い始めるに当たり、プルダウンメニューやダイアログボックスといった専門用語を覚える必要があるが、用語が多すぎて困ることは少なかったようである(図4)。

(3)音声の聞き取りやすさ

概ね聞き取りやすいという回答を得た(図5)。

(4)声の質による無効のコマンドの区別

本ソフトウェアでは、無効のコマンドの読み上げは、デフォルトの音声より低い声で発声させた。選択可能なコマンドと無効なコマンドを声の質で区別できる割合は73%にのぼり、声の質の違いによる情報伝達の可能性を示している(図6)。

(5)キー操作から読み上げが聞こえるまでの時間

73%の人が遅いと答えている(図7)。この時間はコンピュータによる音声合成に要する時間で、コンピュータの性能に依存しているため、試作ソフトの性能だけが問題というわけではない。将来的には、許容できる遅れ時間を数値化しておき、その条件を満たすようなソフトの開発を目指すのが望ましいだろう。

(6)読み上げの言葉遣い

読み上げの言葉遣いはわかりやすいという感想(33%)と、くどいという感想(34%)がほぼ同数あった(図8)。マウスの移動に伴う読み上げとウインドウの更新に伴う読み上げでは述語表現が多かった。読み上げがくどいという感想は、ここから来ているものと思われる。

(7)音声の速さ

話速が遅いという回答も多かった(図9)。速度に対しては、ユーザ自身で調整できるとよいとする意見もあった。

(8)音声の高さ

音声の高さについては、適当という答えが半数以上であった(図10)。

(9)アクセント

アイコン、メニュー、ダイアログボックスの操作時に読まれるテキストの大半は単語が占める。このときにはアクセントを付けない方がよいとする意見が多い(41%~33%、図11)。編集画面では、逆に、アクセントを付けた方がよいという意見が付けない方がいいという意見を上回る(32%対23%)。

(10)音声に関してそのほかの意見

読み上げ音声に対しては、読み上げ文字列中に含まれる間を短くしてほしい、音声を読み上げ途中でスキップできる機能が欲しい、といった要望が挙げられた。

(11)使用中に困った点

使用中に困った点として最も多かったのは、ハングアップが頻発することであった(表1)。次に、読み上げができないアプリケーションがあることが指摘された。以下、現在の状態がわからない、Windowsがわからない、かな漢字変換時に音声が出ない、ヘルプ画面を読まない、英単語読みができない、音声出力を一時停止できない、といった問題点が提出された。このうち、ハングアップ回数の低減化やかな漢字変換の読み上げなどは、ソフトウェアの改良で対処できると考えられる。Windows自体についてユーザの知識が不足していることから、視覚障害者向けにWindowsを紹介する資料の必要性が示唆された。

(12)職場における仕事内容

パーソナルコンピュータを使って行う作業内容のうちもっとも多いのが文書作成であった(表2)。ついで、情報管理業務(表計算やデータベースなど)、プログラミングの順で使用するユーザが多い。これらの作業は全て文字入力を伴うため、文字入力を円滑に行えるようサポ

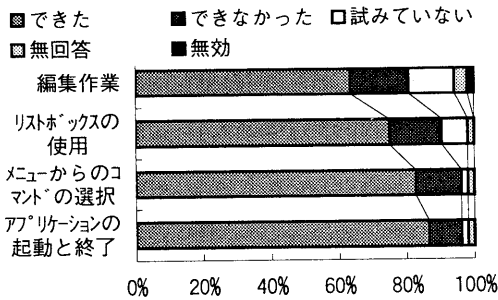


図2 作業を行うことができたか?

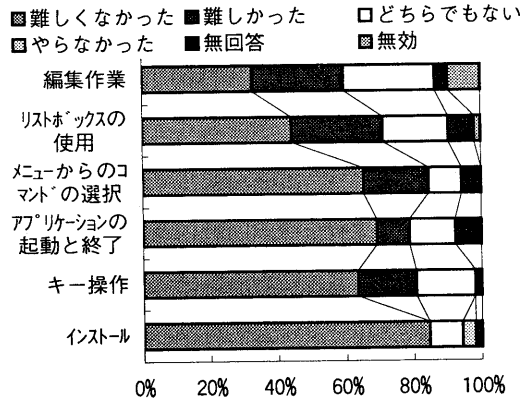


図3 作業は難しかったか?

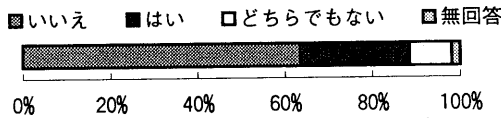


図4 専門用語が多すぎて困ることはあったか?

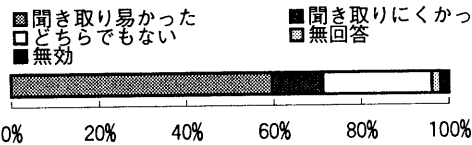


図5 読み上げ音声は聞き取りやすかったか?

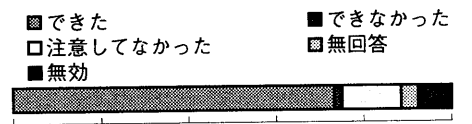


図6 声の質により無効のコマンドを区別できたか?

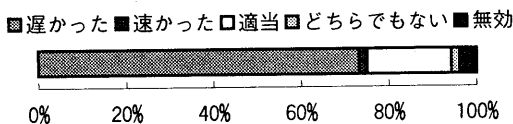


図7 キー操作から読み上げが聞こえるまでの時間は適当だったか?

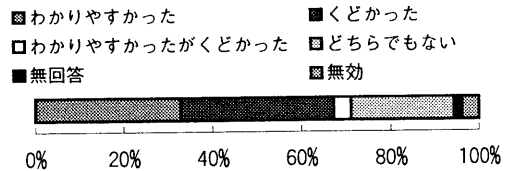


図8 読み上げの言葉遣いはわかりやすかつたか? くどかつたか?

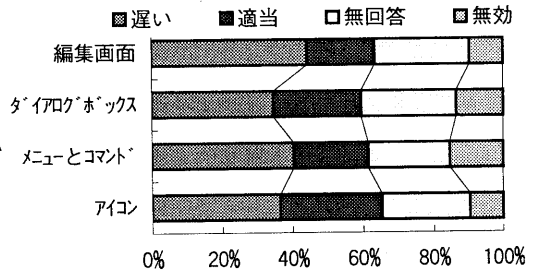


図9 読み上げ音声の速さは適当か?

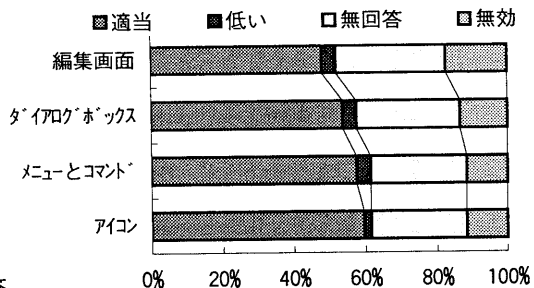


図10 読み上げ音声の高さは適当か?

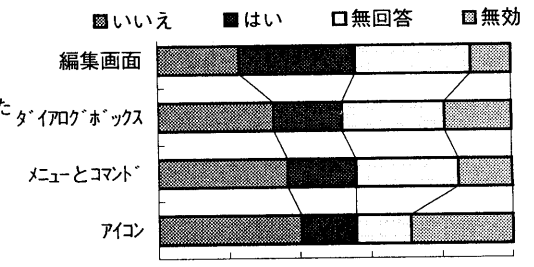


図11 読み上げにはアクセントがついたほうがよいか?

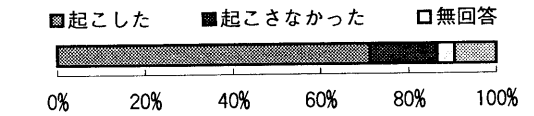


図12 ハングアップを起こしたか?

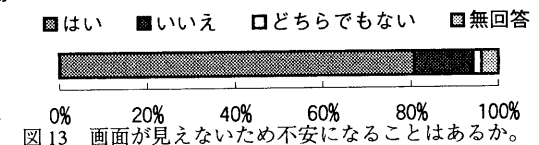


図13 画面が見えないため不安になることはあるか?

表1 使用中に困った点 (複数回答)

ハングアップが頻発する	11
読み上げができないアプリケーションがある	9
現在の状態がわからない	6
Windowsがわからない	5
かな漢字変換時に音声が出ない	4
WWW画面を読まない	3
音声が遅い	3
英語語読みができない	2
音声出力を一時停止できない	2
その他	7

表2 職場でパソコンを使う仕事 (複数回答)

文書作成	29
表計算・データベース類	16
プログラミング	9
LAN・メール・パソコン通信	7
電子ブック・辞書検索	4
教材作成	4
その他	5

表3 Windowsで使いたいソフトウェア (複数回答)

(a) かな漢字変換システム

ATOK	40
MS-IME	4
VJE	4
AOK	2

(b) ワード及びビジュアル

一太郎	33
WORD	13
VZ(WZ)	13
MIFES	5

(c) 表計算ソフト

LOTUS1-2-3	24
EXCEL	18
DBASE	1
ACCESS	1

(d) プログラミング言語

C及びC++	18
BASIC(Visual Basic)	12
COBOL	2
その他	5

■ はい ■ どちらでもない □ いいえ ■ 無回答

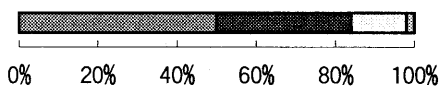


図14 テンキーによる操作を好むか?

ートすることが読み上げソフトに求められている。また、LANやパソコン通信、辞書検索といった情報収集の用途に用いられているケースも目立つ。

(13) Windows で使いたいソフトウェア

市販品の中でも最もポピュラーなソフトウェアを使用したいという視覚障害者の要望が窺える(表3)。

(14) テンキーによる操作

英語版の Windows 画面読み上げソフトなどでは、アイコンやメニューを選択するのにテンキーを使うものがある(outSPOKEN for Windows や ScreenPower for Windows など) [9]。このテンキーによる操作体系を好むかという質問に対しては、はいと答えた人が半数近くいた(48%、図14)。

3. 4 改善を必要とする項目

以上の評価結果から、ソフトウェアに対して次のような改善が求められていると言える。

- (1) 読み上げ音声の話速をユーザ自身に変更できること。
- (2) 音声を読み上げ途中でスキップできること。
- (3) 音声出力を一時停止できること。
- (4) 読み上げ文字列中に含まれる間をユーザ自身が変更できること。
- (5) 読み上げの言葉使いを簡潔にすること。
- (6) 汎用のかな漢字変換システムへ対応すること。
- (7) ヘルプ画面を読み上げること。
- (8) ハングアップを頻繁に起こさないこと。
- (8) 視覚障害者向けの Windows の解説書を準備すること。

4 今後の開発

障害者職業総合センターでは、現在、Windows 95 をターゲットとした二次試作をおこなっている。二次試作では、今回の評価で指摘された問題点の殆どに対処しただけでなく、音声出力付き WWW ブラウザの開発のような新しい機能の追加も図っている[11]。

謝辞

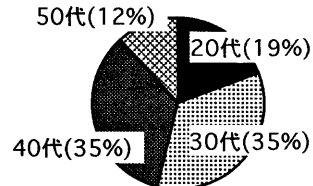
視覚障害者用 Windows 画面読み上げソフトウェアの開発は、障害者職業総合センターの「重度障害者の総合的就労支援技術の開発に関する研究」（委員長：伊福部達 北海道大学教授）により進められているものである。本研究会において貴重なご意見を賜った各委員の先生方に感謝いたします。

参考文献

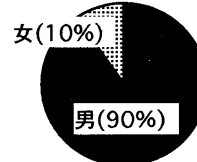
- [1]“PC-98，個人・企業とも5割切る”，『日経パソコン』1996年夏合併号，pp166-178(1996)
- [2]“始まった企業のWindows 95導入”，『日経パソコン』1996年3月25日号，pp200-206(1996)
- [3]岡田伸一，他：Windowsの音声化，PIN（視覚障害者情報機器アクセスサポート協会誌）第16号，pp65-68(1995)
- [4]渡辺哲也：視覚障害者用Windows画面読み上げソフトウェア第一次試作品，職リハネットワーク，8，1，pp21-22(1995)
- [5]N. Baran: Widnows from the keyboard, John Wiley & Sons, Inc., New York, (1993)
- [6]Microsoft Windows Version 3.1 機能ガイド，マイクロソフト株式会社，(1993)
- [7]J. L. Conger: Windows API バイブル 1，翔泳社，(1993)
- [8]D. Kochanek: Designing an offscreen model for a GUI, Lect Notes Comput Sci, 860, pp89-95(1994)
- [9]岡田世志彦，他：視覚障害者用スクリーンリーダー CounterVision/SR，信学技報 HCS95-10，(1995)
- [10]石川准：GUI用スクリーンリーダーの現状と課題—北米と欧州の取り組みを中心に—，情報処理，36，12，pp1133-1139(1995)
- [11]岡田伸一，他：コンピュータを利用した視覚障害者の職域拡大を目指して，ワークテック21論文集，pp27-31(1996)

付録

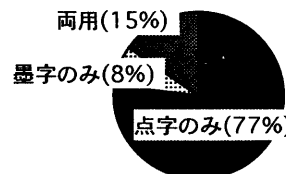
評価者のプロフィールと試用環境を下に示す。



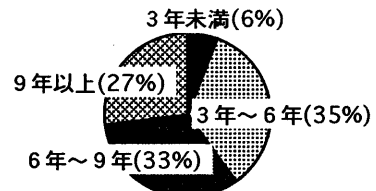
(a)年齢構成



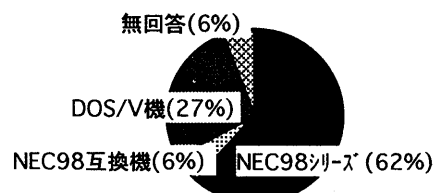
(b)男女比



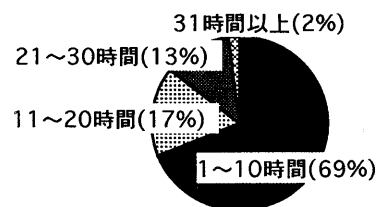
(c)普段使用している文字種



(d)コンピュータ使用歴
評価者のプロフィール



(a)評価試験に使用したパソコンの機種



(b)ソフト使用時
試用環境