

論 文

スクリーンリーダを活用した電子メディアのバリアフリー化

渡辺 哲也[†] 岡田 伸一[†] 伊福部 達^{††}

Barrier-Free Electronic Media Viewers Using a Screen Reader

Tetsuya WATANABE[†], Shinichi OKADA[†], and Tohru IFUKUBE^{††}

あらまし 近年著しい書籍の電子メディア化には、媒体のコンパクト化と検索容易性という利点がある。書籍からの情報検索が困難な視覚障害者にとって、その利点は重要な意味をもつ。私たちは、パソコン用スクリーンリーダ開発のノウハウをもとに、GUIの電子メディアビューアを視覚障害者にも利用可能とするためのユーザインタフェース要件を整理するとともに、アプリケーションが簡単に音声を出力できるようにスクリーンリーダのインタフェース仕様を公開してきた。これらを利用して、デジタル時刻表ソフトと電子百科事典の音声化がこのほど初めて実現された。これらのアプリケーションは共用品であるため、障害者も最新の情報を低価格で入手できる。

キーワード スクリーンリーダ、電子メディア、GUI、視覚障害者、バリアフリー

1. ま え が き

近年、辞書・事典・用語集などの書籍は電子メディア化が著しく、CD-ROMなどの形態で販売されることが一般的となった。情報の電子化は、媒体のコンパクト化と低価格化、そして、検索容易性という利点を読者（ユーザ）にもたらす。この検索容易性の利点は、書籍からの情報検索が困難な視覚障害者にとってとりわけ重要な意味をもつ。例えば、点字の書籍から情報を引き出すことは大変時間のかかる作業だが[1]、電子メディアの形態なら、コンピュータの検索ソフトを利用して、任意の情報を瞬時に取り出せる。

しかし、電子メディア利用のために視覚障害者のコンピュータアクセスを推し進めるには、GUI問題と呼ばれる大きな障壁を越える必要があった。これは、グラフィカルユーザインタフェース(GUI)であるMicrosoft Windowsがパソコン用OSとして広範に普及し始めた1990年代の初頭、グラフィカルな画面情報を利用できない重度視覚障害者はパソコンを使えなくなると危惧された状況を指す[2]。この課題に対して、欧米では迅速な対応が取られた。欧州では、欧州委員会の資金を受けたプロジェクトが発足し、Windows 3.1とX

Windowを対象として活発な研究開発が行われた[3]。米国でも、アクセス対象はX Windowだが、産学協同の研究プロジェクトが進められた[4], [5]。米国における大きな特徴は、GUIに対応したアクセスプログラムが早い時期から製品化されており、その数も豊富なことである[6]。それらはスクリーンリーダと呼ばれ、打鍵文字や画面状況を音声または点字でユーザに伝える。

欧米よりやや遅れたが、日本でも独自のGUIアクセスシステムの研究が進められ[7]、触覚ディスプレイを利用するなどの様々なGUIアクセス方式が提案されてきた[8]~[12]。一方、私たちは実用性を重視し、障害者専用のハードウェアを使わず、OSが提供する共通インタフェースを積極的に活用したスクリーンリーダ95Readerを開発した[13]。95ReaderはWindows 95/98環境におけるファイル管理・ワープロ（日本語入力を含む）・表計算などの一般アプリケーション数種類を視覚障害者にも利用可能とする。ところが、電子メディアのビューアには95Reader単独では音声化が難しい部分があった。

スクリーンリーダが適切に音声化できないアプリケーションが数多くあることは、米国でも問題とされた[14]。社会的要請を受けたMicrosoft社は、障害者にも利用可能なソフトウェアを設計するためのガイドラインと[15]、サードパーティによるアクセスシステムの開発を支援する技術体系（MSAA技術）を公開したが[16]、これらに準拠した製品はまだ少ない[17]。

アプリケーション開発者の協力を得るには、障害者

[†] 障害者職業総合センター、千葉市
National Institute of Vocational Rehabilitation, 3-1-3 Wakaba, Mihama-ku, Chiba-shi, 261-0014 Japan

^{††} 北海道大学電子科学研究所、札幌市
Research Institute for Electronic Science, Hokkaido University, Kita-12, Nishi-6, Kita-ku, Sapporo-shi, 060-0812 Japan

対応にかかる作業負担の軽減が重要である。このため私たちは、障害特性を考慮したユーザインタフェース要件を整理するとともに、アプリケーションが簡単に音声を出力できるように95Readerのインタフェース仕様を公開してきた。これらを使用して、エディタ、電子メールソフト、CD-ROM電子出版物ビューアなど10数種類を超えるアプリケーションが既に音声化されている[18], [19]。今回、デジタル時刻表と大百科事典が視覚障害者にも初めて利用可能となり、障害者の利便性を更に増すことができた。

2. 視覚障害者対応のインタフェース要件

GUIを視覚障害者にも利用可能とするためのガイドラインは、WWWのページデザインも含めて、米国を中心にいくつか提案されている[20]~[23]。国内では、通産省によるアクセシビリティ指針が簡単に言及している[24]。これらをもとにユーザインタフェースの要件をまとめると、「画面上のすべてのオブジェクトがキーボードから選択でき、選択したオブジェクトを特定できるテキストを、聴覚あるいは触覚情報で出力できること」となる。これにキー割当てなどの一般的なHCI要件、アクセスシステムへの情報開示要件、及び、プログラミングに関する情報を加えて整理されたのがMicrosoft社のガイドラインである[15]。

2.1 Microsoft社のガイドライン

Microsoft社のガイドラインのうち、全盲ユーザのための要件項目を下に引用する。一部、表現は原文と異なる。説明が必要と思われた項目は概説した。項目には重要度に応じて最大4個の星印が付けられている。

(1) キーボードからのアクセス

(1-1) 画面上のすべてのオブジェクトを、キーボードから利用できるようにする。★★★★

(1-2) キーボードインタフェースの文書化★★★★

(1-3) キーボードインタフェースの一貫性★★

システムが推奨するキーボード操作へ準拠し、類似アプリケーションとの操作の共通性に留意する。

(1-4) ショートカットの割当て★★

典型的なGUI操作であるメニュー選択を、キー入力-音声出力という操作体系に置き換えると、選択に時間がかかる[25]。ユーザは、キー操作と、それに応じた音声出力を聞くという手順を、目的とする項目が見つかるまで繰り返すからである。同じ問題は、ダイアログボックスにおけるコントロールの選択など、複数の項目から選択する作業全般に当てはまる。この不便さを

解消するには、各項目にショートカット（Windows環境ではアクセスキーと呼ぶ）を割り当てる。

(1-5) 適切なキーボードナビゲーションの順列★★

(2) キーボードフォーカスの開示★★★★

キーボードフォーカスの位置をアクセスシステムに対して開示する。

(3) 画面要素の開示★★★★

すべてのウィンドウ、コントロール、オブジェクト、図形、画像に適切な名前を付ける。

(4) タイミングのカスタマイズ★★

(5) 予期しない副作用の防止★★

2.2 追加要件

上のガイドラインに、筆者らが必要と判断した要件を追加する。

(1) 触覚的手掛りの得やすいキーの割当て

視覚障害者がキーボード面を見ずに任意のキーを押下するには、触覚的な手掛りを利用する。最も触覚的手掛りの得やすいのは、独立しているキー（106日本語キーボードでは方向キーやEscキー、ファンクションキーなど）と、並びの端に位置するキー（同Ctrlキーなど）である。次いで、並びの端から2, 3個以内にあるキーも探しやすい。これらを頻繁に使う場合は、キートップあるいはキーの脇に触知シールを貼るなどの工夫で、端から何個目かを数える手間を省ける。しかしこれらのキーを使うにはホームポジションから指が離れ、作業が分断される[26]。同時押下が必要なときは、片手はCtrl, Shift, Altキーなどを押しておき、もう一方の手はホームポジションから指を離さずに押せるキーを割り当てるのが望ましい。

(2) テキストの選択

メニューやコントロールなど操作可能なオブジェクトだけでなく、ウィンドウのタイトル、プロパティシートなど、読むだけで操作を行わないオブジェクトもキーボードからアクセス可能とする。電子メディアのビューアでは、画面の中で最も重要なメディアの内容が読出し専用テキストで表現されるため、不可欠な要件である。

(3) キーボードフォーカスの明示

共同作業や訓練のため、視覚障害者の脇で晴眼者が画面を見ることも多い。このため、キーボードを使ってユーザがどこで作業しているか（どこを音声出力しているか）を画面上に明示する必要がある。

3. アプリケーションへの実装方法

ここでは、2.で紹介したユーザインタフェース要件の実装方法を、ソフトウェア開発の観点から整理する。そのために必要な情報として、最初に、スクリーンリーダーの情報取得手法を説明する。

3.1 スクリーンリーダーの画面情報取得手法

Windows環境でスクリーンリーダーが画面情報を得るにはいくつかの手法がある。一つは、Win32 API関数のうちメッセージフック関数を利用する手法で[27]、95Readerもこの手法に大きく依拠している。二つ目は、アプリケーション自体が情報を開示する手法である。具体的には、クリップボード[27]、OLE、COMなど[28],[29]、アプリケーション間の共通インタフェースを利用する。ほかに、イベント発生時にメモリをチェックし画面変化を推論する方法、画面のビットマップ情報をOCR技術で読み取る方法などもあるが[30]、OSやアプリケーションのバージョン更新時などに情報取得が保証されない不安定さがある。

3.2 対応策(1) 標準部品の使用

対応策のうち最も効果的なのは、Windows標準のメニューとコントロール、コモンコントロール、コモンダイアログを使って画面要素を構成することである[15],[31]。これにより、キーボードアクセス、キーボードフォーカスの開示と明示の各要件がほぼすべて自動的に満たされる。画面要素の開示は、操作時に各部品が流すメッセージをスクリーンリーダーがフックすることで達成される。対話部品でないテキストも、スタティックコントロール(コモンコントロールの一部)などを用いて表示すれば、スクリーンリーダーは情報を取得できる。これらのコントロール及びダイアログボックスを実装するには、Microsoft Visual C++でプログラムを開発するのが簡便である。明らかに、以上の作業は通常の開発工程の範囲に収まる。

通常のビジュアルな開発工程では留意されにくい重要な事項を列記しておく。

(1) スタティックコントロールとタブオーダー

プッシュボタンと違って、リストボックスやコンボボックスなどは、その内容を表すテキストをウィンドウキャプションとしてもたないことが多い(図1)。このため、慣例的には、タブオーダーでそれらのコントロールの直前にスタティックコントロールが配置され、95Readerもこれを音声出力している。したがって、適切なスタティックコントロールの挿入と、適切



図1 「ファイルを開く」ダイアログボックスと、Microsoft Spy++で見たその構成要素。ボタンと違って、リスト/コンボボックスとエディットにはウィンドウキャプションがない。このうちコンボボックスとエディットの直前にはスタティックコントロールが配置されているが、リストボックスの直前にはないため、ユーザは何を選ぶためのリストなのかわかりづらい。

Fig. 1 "Open" dialogbox and its elements viewed by Microsoft Spy++.

なタブオーダーの配置が必要とされる。アクセスキーの設定のためにも同じ事項が推奨される[15]。タブオーダーの変更については文献[32]などを参照されたい。

(2) オーナ描画コントロール

標準よりも魅力的な外観をコントロールにもたせたい場合は、Windows標準のコントロールを用い、そのスタイルをオーナ描画に設定する[15]。更に、ウィンドウキャプションにテキストを書き込むことで、キーボードアクセスだけでなく、情報開示が行えることを私たちは確認している。

(3) ツールバー

多くの場合、ツールバーのボタンにはキーボードアクセスがないため、各ボタンから起動されるコマンドは、メニューから選択可能としておく。

(4) ウィンドウのタイトル

ウィンドウには、そのウィンドウを特定できる独自の名前を付ける[15]。この点、メッセージボックスのウィンドウキャプションには、注意が払われていない

ことが多い。

3.3 対応策(2) アプリケーションからの情報の開示

実際の製品では、カスタムコントロール、オーナ描画メニュー、クライアント領域への直接描画など、Windows標準以外の部品・手法は頻繁に使われている。スクリーンリーダが電子メディアのビューアを適切に音声化できない問題もここにある。これらの部品ではメッセージフックの手法が無効なため、アプリケーション側が情報を開示することが求められる。

情報開示の手法として、Microsoft社はMSAA (Microsoft Active Accessibility)への準拠を奨めている[15], [16]。MSAAはアプリケーションとスクリーンリーダを仲介し、必要な情報をアプリケーションから取得し、スクリーンリーダに提供する。しかし、MSAAに準拠したアプリケーションはMicrosoft社製品の一部に限られているのが現状である。その理由として、使用中に起こる致命的エラー、近年多いVisual Basicで開発されたアプリケーションへの未対応[33]、OLEとCOMに関する知識を必要とするMSAA準拠の作業負担などが挙げられる。

一方、私たちは、95Readerの音声出力機能を他のアプリケーションが簡単かつ安全に利用できることを目的として、関数の公開とクリップボード読上げ機能の装備とを行ってきた[13]。

(1) 95Readerの音声出力関数

95Readerの音声出力関数は、音声出力と中止、一時停止と再開からなる非常に単純な関数セットである(表1)。この関数を利用する利点は、実装が簡単なこと、視覚障害者特有の読みモードを指定できること、あらゆる開発環境で実装できることである。

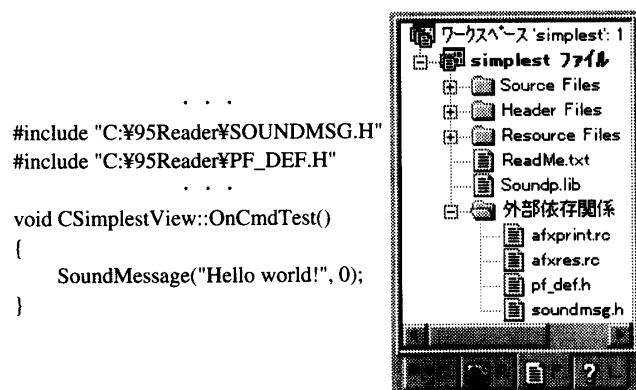
図2に音声出力関数を使ったプログラム例を示す。(a),(b)いずれも、メニューからTestコマンドを実行すると“Hello world!”と読み上げる。(a)では、二つのヘッダファイル(SOUNDMSG.H, PF_DEF.H)をインクルードするとともに、ライブラリ(SOUNDP.LIB)をプロジェクトに追加している。(a)は最も簡単な使用法だが、ターゲットとなるDLL(SOUNDP.DLL)が見つからない場合

表1 95Readerの音声出力関数
Fig. 1 Speech output functions of 95Reader.

関数	説明
SoundMessage	指定されたフラグに従って音声を出力する。
SoundPause	読上げを一時停止/一時停止解除する。
SoundStatus	再生状態を取得する。
SoundStop	テキストの読上げを中止する。

にプログラム開始エラーを起こす。これを避けるため、(b)ではLoadLibraryでDLLをロードしている。共有品のアプリケーションでは、95Readerが組み込まれていないパソコンで使用されることもあるので、(b)の手法が望ましい。

SoundMessage関数の重要な利点は、視覚障害者の利用に特化した読みモードをフラグで指定できることである。95Readerは、視覚障害者用の読みモードとして簡易読み、詳細読み、音訓読みなどを用意している[34]。詳細読みとは、日本語に多い同音異義語を音声のみで説明するため、各キャラクタに特有な説明を割り当てた読み方である。漢字の場合は、その漢字を使った熟語で説明することが多い(図3)。なお、日本語入力時の音声出力は95Readerが担当するので、アプリケーション側は対応が不要である。95Readerは、打鍵文字、変換候補文字列、確定文字列に関する情報を、



(a) ライブラリファイルをインクルードする方法

```

...
#include "C:\95Reader\SOUNDMSG.H"
#include "C:\95Reader\PF_DEF.H"
...

void CSimpleView::OnCmdTest()
{
    SoundMessage("Hello world!", 0);
}

```

```

...
#include "C:\95READER\SOUNDMSG.H"
#include "C:\95READER\PF_DEF.H"
typedef BOOL (WINAPI * PFNSND) (const char *str, int);
PFNSND SndMsg;
...

void CSimple2View::OnCmdTest()
{
    HINSTANCE hLibrary = LoadLibrary("SOUNDP.DLL");
    if ( hLibrary )
    {
        SndMsg = (PFNSND) GetProcAddress( hLibrary,
            "SoundMessage" );
        if ( SndMsg )
            SndMsg( "Hello world!", 0 );
        FreeLibrary( hLibrary );
    }
    else
        AfxMessageBox(" SOUNDP.DLL was not found.");
}

```

(b) LoadLibraryでDLLをロードする方法

図2 音声出力関数実装例

Fig. 2 Two sample codes using the speech output function of 95Reader.



図3 詳細読みによる日本語入力支援
Fig. 3 Each character is identified by uniquely assigned text.

IMEに関連したメッセージから取得する。変換候補文字列は、デフォルトでは詳細読みモードで音声出力される。

(2) クリップボードの利用

音声出力させたいテキストをOSのクリップボードに貼り付ける。95Readerの設定でクリップボード読み上げを設定しておけば、95Readerはクリップボードビューアを介してテキストを取得し、これを音声出力する。クリップボードの利用は、音声出力関数の利用より更に簡単で、開発環境に依存せず、95Readerがパソコンに組み込まれていなくても支障がない。ただし、音声出力関数と違って読みモードは指定できない。

4. アプリケーションの視覚障害者対応例

4.1 手順

既存のアプリケーションを視覚障害者対応とするには、まずアクセシビリティ状況をテストし、次に、アクセスできない部分の技術的な解決策の検討とその実装を行う。必要に応じてこの手順を繰り返す。テスト方法には、スクリーンリーダによる動作チェック、ユーザインタフェース要件との照合、ユーザからのフィードバックの考察などがある[15]。実装後の検証ではユーザビリティテストが有効である。以下に、電子メディアのビューア2種の障害者対応の流れを紹介する。なお、障害者対応の作業はアプリケーション開発者の御協力による。

4.2 「ハイパーダイヤ」の音声化

4.2.1 アプリケーションの概要

デジタル時刻表&経路・運賃探索ソフト「ハイパーダイヤ」(日立情報システムズ)は、経路検索と運賃計算機能に加えて、検索結果経路や出発時刻表、本形式時刻表を表示できる。

4.2.2 アプリケーションの視覚障害者対応

(1) アクセシビリティのテスト

95Readerを動作させながら、各部品をインタフェース要件と照合した。照合する要件は、Microsoft社のガ

表2 ハイパーダイヤの視覚障害者対応。部品名の後ろの番号は図4、5中の各コントロールに対応。記号の意味は以下の通り。改良前のインタフェース要件達成状況：KA=キーボードアクセス、SKF=キーボードフォーカスの明示、ESE=画面要素の開示。技術的対応：KA=キーボードアクセスの設定、KS=ショートカットの設定、SKF=キーボードフォーカスの明示、WC=ウィンドウキャプションの設定、SC=スタティックコントロールの追加、CP=クリップボードへの貼り付け。

Table 2 Accessibility of original HyperDia and its improvement.

画面	部品	改良前のIF状況			技術的対応
		KA	SKF	ESE	
メイン	ボタン(1~3)	△	×	×	KA, KS
	エディット(4~8)	○	○	△	SC
	ボタン(9)	△	×	×	KS, WC
	ボタン(10)	△	×	△	KS, WC
	コンボボックス(11~13)	○	○	△	KS, SC
	ボタン(14~16)	○	○	○	—
	ツールバー(17)	○	○	○	—
検索結果経路	タブ(1)	×	×	×	KA, SKF, CP
	表(2)	×	×	×	KA, SKF, CP
	ボタン(3,4)	×	×	×	KA, WC
	文字列(5)	×	×	×	KA, KS, CP

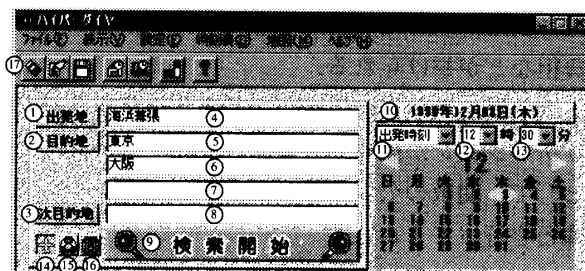


図4 ハイパーダイヤのメイン画面
Fig. 4 The main window of HyperDia.

イドライン[15]で重要度の高いキーボードアクセスと画面要素の開示、それに筆者らが追加したキーボードフォーカスの明示である。画面要素の開示要件は、適切なテキストを95Readerが取得できるという意味で使い、これにキーボードフォーカスの開示要件を含めた。照合結果を表2に示す。

アプリケーションのメイン画面では、すべての部品が要件をほぼ満たしていたが、キーボードアクセス時に開示される情報が足りない箇所があった(図4)。検索結果経路の画面では、キーボードアクセスがないため他の要件も満たされなかった(図5)。

(2) 技術的な検討と実装

標準部品で作られている部分は、3.の対応策(1)に従って修正する。これらの情報はキーボードアクセス時にメッセージフックで取得される。検索結果経路の画面要素は、ボタンを除いて、クリップボード経由で情報を開示する。対応内容を表2に示した。

時刻	駅名	路線	運賃
13:56	東京		
15分			
14分	16:28	新大塚	8510円
16:40			
4分	16:44	大塚	

図5 検索結果経路のウィンドウ

Fig. 5 The window of recommended roots.

表3 ハイパーダイヤ試用者のプロフィール

Table 3 Test users of HyperDia.

年齢	性別	障害等級	コンピュータ使用歴	Windows使用歴	職種:	
試用者1	26歳	女性	2級	7年9か月	2か月	一般事務職 (主に録音ワープロ速記業務)
試用者2	29歳	男性	1級	10年10か月	2年	電話応対及び視覚障害者向け商品カタログ作成
試用者3	43歳	男性	1級	20年	2年	休職中 (休職前は電装技術管理・設計技師)

読取り専用テキストへもキーボード操作が設定された。ショートカットの設定時には、触覚的な手掛りの得やすいキー (Ctrl/Alt+J, K, L) を選択してもらった。ツールバーへのキーボード操作はないが、同じコマンドがプルダウンメニューから選べるので対処は行わなかった。ショートカットを含むキーボードアクセスはすべて文書化され、ヘルプに納められた。

(3) ユーザビリティテスト

アプリケーション改良後、3名の視覚障害者にユーザビリティテストに参加してもらった。3名は、障害者等級1級から2級、Windows使用経験は2名が2年、1名が2か月で、Windows環境でのパソコン操作に習熟している (表3)。試用は通常の室内で行い、機器としてノートパソコン (Compaq, Presario 1636) に109日本語キーボードを接続して使用した。まず、筆者の1名がハイパーダイヤ全般の説明を行い、続けて、一般的な使用法をひと通り実演して、実演中の音声を試用者に聞いてもらった。次いで、1名ずつ計2時間程度ソフトを試用してもらった。自宅から勤務先まで、または旅行してみたい場所の経路探索を課題とした。テスト中は筆者のうち2名が試用者の側にいて、操作方法を口頭で伝えた。

Windows環境のキーボード操作に慣れている障害者では、1回インストラクションを行うだけで、以後の操作に問題はなかった。また、新たに設けたショートカットの探索が困難ということもなく、視覚障害者に

よるアプリケーションの利用可能性が確認された。

他方で、試用者からはいくつかの要望が挙げられた。それらは、ショートカットの追加、ウィンドウが開いたときのキーボードフォーカス位置の適切な設定、キーボード操作に対する音声応答の不足である。最初の要望はインターフェース要件(1-4)を再確認するものである。後の2項目はテスト後に改良された。

予期しないウィンドウが開いたときは、音声が出力されても試用者には理解しづらい様子が観察された。操作方法及びそれに伴うウィンドウ状況に関する十分なインストラクションが必要であろう。

4.2.3 視覚障害者対応の効果

これまで視覚障害者は、MS-DOS環境において経路探索及び運賃計算が行えた。しかし、時刻表データを利用して、到着時間または出発時間を指定した経路探索と運賃計算が行えるようになったのは今回が初めてである。出張や旅行などのプランを立てるのも視覚障害者本人が行えるようになる。また、本形式時刻表で駅名を順次たどるなど、晴眼者が出版物の時刻表を繰る楽しみを視覚障害者も味わうことができる。

4.3 「世界大百科事典」の音声化

4.3.1 アプリケーションの概要

「世界大百科事典」(日立デジタル平凡社)は、我が国で定評のある百科事典「世界大百科事典」(平凡社、全35巻)のCD-ROM及びDVD-ROM版である。その収録内容は、総項目数約8万3000、総文字数7000万文字、図版約1万1000点にのぼる。

4.3.2 アプリケーションの視覚障害者対応

(1) アクセシビリティのテスト

索引検索の画面では、部品はすべてキーボードアクセスが可能で、キーボードフォーカスも明示されていた。しかし、エディットにおける日本語入力時以外、95Readerは情報を取得できなかった (図6, 表4)。

(2) 技術的な検討と実装

キーボードフォーカス移動時に、適切なテキストをクリップボードへ貼り付ける機能が装備された。この機能は、[ヘルプ]メニューの[95Reader対応]コマンドで設定される。索引リストでは、項目数が多い場合のためにHome (先頭項目へ移動) とEnd (最終項目へ移動) のキー割当てが用意された。本文 (図6の⑦) が2ページ以上ある場合のために4種類のキーが割り当てられた。PageUpまたはPageDownで前後のページ、Ctrl+HomeまたはCtrl+Endで先頭ページと最終ページを表示し、その内容を読み上げる。

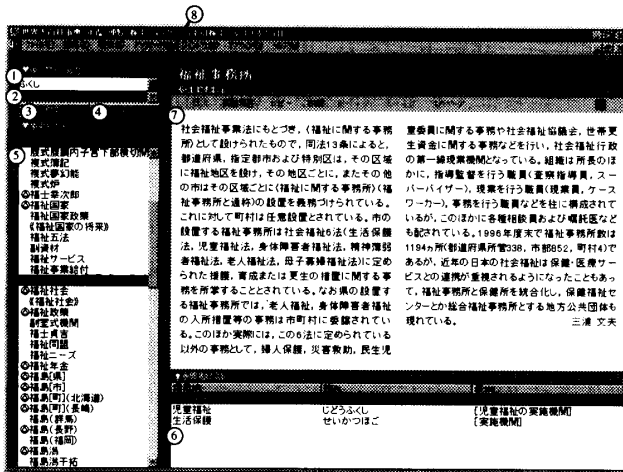


図 6 世界大百科事典の画面
Fig. 6 The window of World Encyclopaedia.

表 4 世界大百科事典の視覚障害者対応。部品名の後ろの番号は図 6 中の各部品に対応。記号の意味は表 2 と同じ。

Table 4 Accessibility of original World Encyclopaedia and its improvement.

部品	改良前のIF状況			技術的対応
	KA	SKF	ESE	
エディット(1)	○	○	△	CP
コンボボックス(2)	○	○	×	CP
ボタン(3,4)	○	○	×	CP
リスト(5,6)	○	○	×	CP
SGML(7)	○	○	×	CP
ボタン(8)	○	○	×	CP

(3) カスタマフィードバック

日立デジタル平凡社のユーザサポートには、インストール、検索、エディタへの貼付けの手順に関する質問が寄せられた。検索に関する説明は第 2 版でヘルプに入れられており、95Reader で音声化できるようになった。また要望としては、本文を行単位、文字単位で読み上げてほしい、95Reader 以外のスクリーンリーダーにも対応してほしい、ホットテキスト操作を使用したい、百科年鑑と百科便覧も読み上げてほしい、などの意見が寄せられ、そのうち後の 3 項目は第 2 版で対応された。

4.3.3 視覚障害者対応の効果

辞書・辞典・用語集の音声化事例は私たち自身の開発を含めていくつか見られるが[18], [35], [36], 世界大百科事典ほど膨大な情報量をもつ事典が音声化されるのはこれが初めてである。本事典の使用は、教育・学習の現場においてレポートの作成などに有効に活用されると考えている。

4.4 考 察

(1) ユーザインタフェース要件

2. のインタフェース要件と 3. の実装方法に従って、アプリケーションを視覚障害者対応とすることが確認できた。しかしユーザビリティテストにおける観察からは、ショートカットや画面変化など、視覚障害者の GUI 利用要件について更に研究が必要であることがわかった。

(2) 音声インタフェース

今回の 2 例では、実装が簡単なクリップボードが音声インタフェースとして使われた。一方、CD-ROM 電子出版物ビューアでは SoundMessage 関数が使われ、リンク項目と一般のテキストを音声の高さで区別している[18]。視覚障害者専用のアプリケーションではより細かな音声の制御が必要とされる。このため 95Reader の音声インタフェースも、制御項目の豊富な標準インタフェースへの準拠を考慮したい[37]。

(3) 開発環境

今回の私たちのアプローチは、障害者対応にかかる開発者の負担軽減を目的とした。アプリケーションの設計段階では対応策(1)によりほとんど負担がないことも示した。理想的には、障害者にも利用可能なアプリケーションを、開発者が意識しなくても自動的に生成する開発環境が望まれる。

5. む す び

1998年12月以降発売のハイパーダイヤと世界大百科事典の第 2 版とは、標準で 95Reader に対応した共用品[38]となっている。このように一般の電子メディアビューアが視覚障害者にも利用可能となることで、障害者は専用品と比べて低価格で製品を購入でき、健常者と同じ最新の情報を閲覧できる。今後、同様なアプローチで、視覚障害者にも利用可能なアプリケーションが開発・改良される際に、本論文で示した方法論が役立つと考えている。

謝辞 アプリケーションの 95Reader 対応に御理解、御協力頂いた株式会社日立情報システムズの寺尾浩俊氏、西川和洋氏、川原光貴氏、二津博明氏、株式会社日立デジタル平凡社の藤井泰文氏、織田稔之氏、株式会社日立製作所の安藤研吾氏に感謝致します。ハイパーダイヤを試用して下さった視覚障害の方々、及び試用の場を設けて下さった日本盲人職能開発センターの北林裕氏に感謝致します。本論文作成にあたっては、株式会社 JSD システム研究所の亀井哲哉氏から貴重

な情報を、そして査読委員及び編集委員の方々からは有益な御指摘を頂きました。

文 献

- [1] 浅川智恵子, 菅原一秀, 加藤和彦, “視覚障害者支援システム,” 平6連大, pp.195-209, 1994.
- [2] L.H.Boyd, W.L.Boyd, and G.C.Vanderheiden, “The graphical user interface: Crisis, danger, and opportunity,” J. Visual Impairment & Blindness, vol.84, no.12, pp.496-502, Dec. 1990.
- [3] GUIB Consortium, “Textual and graphical interfaces for blind people,” Royal Nat. Inst. for the Blind, London, 1995.
- [4] W.K.Edwards, E.D.Mynatt, and K.Stockton, “Providing access to graphical user interfaces — Not graphical screens,” ASSETS '94, Los Angels, the U.S.A., pp.47-54, Oct.-Nov. 1994.
- [5] W.D.Walker, M.E.Novak, H.R.Tumblin, and G.C.Vanderheiden, “Making the X Window System accessible to people with disabilities,” The X Resource: Issue 5, ed. A. Nye, pp.213-227, O'Reilly & Associates, Sebastopol, 1993.
- [6] 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, vol.36, no.12, pp.1133-1139, Dec. 1995.
- [7] 総理府, ed., “平成10年版障害者白書—「情報バリアフリー」社会の構築に向けて,” 大蔵省印刷局, 東京, 1998.
- [8] 海老名毅, 猪木誠二, 三宅輝久, 高橋寛子, “触覚ディスプレイを用いたGUIオブジェクトの探索法,” 信学論(A), vol.J80-A, no.11, pp.2007-2016, Nov. 1997.
- [9] 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CounterVisionのGUIアクセス方式,” 情処学ヒューマンインタフェース研報, 96-HI-68-6, Sept. 1996.
- [10] 岡田世志彦, 兼吉昭雄, “触覚ピンディスプレイ付マウスにおけるGUI操作,” 情処学ヒューマンインタフェース研報, 99-HI-82-9, Jan. 1999.
- [11] 在塚俊之, 畑岡信夫, “視覚障害者のGUIアクセスを助ける音響技術,” 音響誌, vol.54, no.5, pp.393-398, May 1998.
- [12] 浅川智恵子, 菅原一秀, 加藤和彦, 小出昭夫, “視覚障害者用文書処理システムにおける情報伝達法,” 信学技報, HCS95-12, Sept. 1995.
- [13] 渡辺哲也, 岡田伸一, 伊福部達, “GUIに対応した視覚障害者用スクリーンリーダの設計,” 信学論(D-II), vol.J81-D-II, no.1, pp.137-145, Jan. 1998.
- [14] J.D.Leventhal, “Accessing Microsoft Windows with synthetic speech,” J. of Visual Impairment & Blindness, News Service, vol.89, no.3, pp.14-18, May-June 1995.
- [15] The Microsoft Windows Guidelines for Accessible Software Design, Microsoft, Redmond, May 1997.
- [16] Microsoft Active Accessibility Software Development Kit, Microsoft, Redmond, May 1997.
- [17] C.L.Earl and J.D.Leventhal, “Windows 95 access for blind or visually impaired persons: An overview,” J. of Visually Impairment & Blindness, News Service, vol.91, no.5, pp.5-9, Sept.-Oct. 1997.
- [18] 渡辺哲也, 岡田伸一, 伊福部達, “GUI環境における視覚障害者用CD-ROM電子出版物音声化システムの開発,” 信学論(D-I), vol.J82-D-I, no.4, pp.589-592, April 1999.
- [19] 岡田伸一, “95Readerについて,” ノーマライゼーション障害者の福祉, vol.18, no.3, pp.40-43, March 1998.
- [20] G.C.Vanderheiden, “Application Software Design Guidelines: Increasing the Accessibility of Application Software to People with Disabilities and Older Users,” Trace R & D Center, University of Wisconsin-Madison, Madison, 1994.
- [21] E.Bergman and E.Johnson, “Towards accessible human-computer interaction,” Advances in Human-Computer Interaction, ed. J. Nielson, vol.5, Ablex, Norwood, 1995.
- [22] J.Berliss, L.Kraus, and S.Stoddard, Design of Accessible Web Pages, InfoUse, Berkeley, 1996.
- [23] W.Chisholm, G.Vanderheiden, and I.Jacobs, eds., “Web Content Accessibility Guidelines 1.0,” The World Wide Web Consortium (MIT, INRIKA, Keio), 1999.
- [24] “障害者等情報処理機器アクセシビリティ指針,” 通商産業省告示第231号, 1995.
- [25] 渡辺哲也, “音声インターフェースを利用したメニュー選択に要する時間に関する考察,” 障害者職業総合センター研究紀要, no.5, pp.1-7, March 1996.
- [26] B.Shneiderman, “ユーザーインタフェースの設計 第2版,” 日経BP社, 東京, 1993.
- [27] R.J.Simon, M.Gouker, and B.C.Barnes, “Windows 95 APIバイブル1 Win32編,” 翔泳社, 東京, 1996.
- [28] K.Brockschmidt, “Inside OLE 改訂新版,” アスキー, 東京, 1996.
- [29] A.Denning, “OLE Controls Inside Out,” アスキー, 東京, 1996.
- [30] L.D.Poll and R.P.Waterham, “Graphical user interfaces and visually disabled users,” IEEE Trans. Rehab. Eng., vol.3, no.1, March 1995.
- [31] R.J.Simon, “Windows 95 APIバイブル2 コモンコントロール, メッセージ編,” 翔泳社, 東京, 1997.
- [32] B.Zaratian, “Microsoft Visual C++ 5.0 オナーズマニュアル,” アスキー, 東京, 1998.
- [33] J.Ross, “Accessibility in Visual Basic,” Advanced Microsoft Visual Basic 6.0, 2nd ed., ed. The Mandelbrot Set International, Ltd., Chap.17, Microsoft Press, Redmond, 1998.
- [34] 渡辺哲也, “視覚障害者のパソコン利用における音声による文字の区別,” 職リハネットワーク, vol.9, no.2, pp.28-31, Oct. 1996.
- [35] 米本 清, 田内雅規, “視覚障害者のためのCD-ROM利用システムについて,” 信学技報, ET91-33, 1991.
- [36] “ワンステップ通信「95Readerが動くソフト「Runway95」「DDWin32」,” ASCII, vol.21, no.4, pp.543, April 1997.
- [37] 新田恒雄, 桃崎浩平, 原 義幸, 正井康之, 松浦 博, “音声処理モジュールのプログラミングインタフェースとアプリケーション開発環境,” 音響誌, vol.53, no.3, pp.230-236, March 1997.
- [38] 通商産業省機械情報産業局編, “福祉用具産業政策'98-共用品, 知の共有, 流通ほか—福祉用具産業懇談会第3次中間報告,” 通商産業調査会, 東京, 1998.
(平成10年12月25日受付, 11年7月7日再受付)

**渡辺 哲也 (正員)**

平3北大・工・電気卒。平5同大大学院修士課程了。同年水産庁水産工学研究所研究員。平6障害者職業総合センター研究員。現在に至る。音声及び福祉工学の研究開発に従事。

**岡田 伸一**

昭49慶大・経済学研究科修士課程了。現在、障害者職業総合センター主任研究員。主に視覚障害者用感覚代行機器の開発に従事。

**伊福部 達 (正員)**

昭44北大・工・電子卒。昭46同大大学院修士課程了。同年北海道大学応用電気研究所助手。以来、感覚代行システムに関する福祉工学の研究に従事。現在、同大電子科学研究所教授。工博。昭59スタンフォード大客員助教授。著書「音声タイプライター的设计」, 「音

の福祉工学」など。