

カナ呈示による盲ろう者向けパソコン利用支援機器

伊藤和幸* 坂尻正次**

Assistive Technology in use of a PC for Deaf-Blind Person

Kazuyuki ITOH*, Masatsugu SAKAJIRI**

Abstract

This paper describes about assistive technology in use of Personal Computer for deaf-blind person. Although screen reader system (voice or Braille output system) is proffered for people with visual disabilities, voice output is not effective for deaf-blind person. And it is difficult to utilize Braille display if they are not accustomed with Braille. Therefore, we have developed tactile Kana display system as one of various communication methods for deaf-blind person. The system displays tactile Kana pattern on the tactile display. Users feel the Kana pattern on the tactile display instead of utilizing Braille or voice output.

Keyword Deaf-Blind, Assistive Technology, tactile Kana pattern, Braille, Finger-Braille

キーワード：盲ろう者（視覚・聴覚重複障害者）、支援機器、カナ文字、点字、指點字

2008年9月12日 受付

2009年3月19日 採択

1. はじめに

障害のない者がパーソナル・コンピュータ (Microsoft Windows PC、以下、パソコン) を操作する環境では、様々な操作に対するフィードバックとして、モニタ画面上に表示される文字やグラフィックなどの視覚情報と音声情報を出力情報として利用している。一方、視覚障害者がパソコンを操作する際には、出力の一つである視覚情報は利用できないか、もしくは弱視の場合には利用しにくいいため、画面情報を拡大表示したり音声や点字に替えて出力するスクリーンリーダ・ソフト (95Reader^[1]、PC-Talker^[2]、WinVoice^[3]など) を利用することになる。

視覚機能に加えて聴覚機能にも重複して障害を生じた場合 (盲ろう状態) には、外界からの視覚・聴覚情報がほとんど入らないため、情報の取得は触覚情報に

頼らざるを得ない。パソコンを操作する際にも、スクリーンリーダ・ソフトからの音声出力は利用できず、現状では点字出力を触読して操作内容を理解する手段しか提供されていない。しかし、点字の習得率は視覚障害者でも10%程度と高いものでなく^{[4]~[5]}、受傷が後天的・高齢時の場合には習得率はさらに低下することが予想される。従って、点字出力が整備されているだけでは、盲ろう者がパソコンを利用する際の保障が万全であるとはいえない。

そこで本報告では、点字を習得していない盲ろう者がパソコンを利用する際の支援機器を考察し、具体的な開発事例に関して記述する。2章で盲ろう者の状況について記述し、次いで3章でパソコンを利用する際の支援機器について考察する。4章でカナ呈示による支援機器の使用評価について記述し、5章でまとめを

* 国立障害者リハビリテーションセンター研究所福祉機器開発部

** 筑波技術大学 保健科学部 情報システム学科

* Department of Assistive Technology, Research Institute, National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities

** Tsubata University of Technology

行う。

2. 盲ろう者の状況

盲ろう者とは視覚・聴覚機能に重複して障害を生じた者をいい、その数は福島らの調査では国内で2万人程度と推定されている^[6]。その障害特性は、表1のように、各機能の障害程度、各障害の受傷時期や順序、周囲の教育環境などにより多様性を示しており、取得してきたコミュニケーション手段にも様々な方法がみられる^[7]。

他の話し手の話す内容を盲ろう者が理解する具体例としては、表2のように、指点字、触手話、手書き文字等の手段がある。

表1 盲ろう者の障害の特性

各機能の障害程度	全盲、弱視、全聾、難聴の組み合わせにより、 1) 全盲・全聾、2) 全盲・難聴、3) 弱視・全聾、 4) 弱視・難聴の状態
各障害の受傷時期 や順序	先天、後天、盲、ろうの組み合わせにより、 1) 先天盲ろう、2) 中途盲ろう、3) 視覚障害 が先行した盲ベース、4) 聴覚障害が先行した 聾ベース
周囲の教育環境	盲学校、聾学校の存在、各教育の開始時期

表2 話し相手の話す内容を理解する具体例

指点字	盲ろう者の指の上に話し手の指を重ねて置き、 点字の6点を両手の6指に割り当て、点字タイ プライタを打つ要領で指を押す。盲ろう者は打 たれた6点の割り当てから文字を読み取る。
触手話	話し手の手話動作を盲ろう者が触って読み取る。
手書き文字	カナの概念をもとに盲ろう者の手や背中にカナ 文字を書き、内容を伝える。

指点字を習得すると伝達効率のよい高度なコミュニケーションを行うことができるが、指点字を習得するまでには盲ろう者及び通訳者に相当の訓練が必要となる、という欠点がある。途中で、しかも視覚、聴覚に同時に障害を生じた場合や聾ベースの場合には点字を学習する機会が少なく、指点字よりも手書き文字を、聾ベースの場合には手書き文字に加えて触手話を用いることが多い。手書き文字はカナの概念があれば比較的習得が容易であり、中途盲ろう者の多くがこの手段を用いている。指点字や触手話などの他の方法を利用できる盲ろう者でも、通訳者が不在の場合にはこの手段を用いることが多い。

盲ろう者が話す際には、聾ベースの場合には手話により、盲ベースで発声機能に障害がなければそのまま

発話する。

3. 支援機器の考察

3. 1. 現状の支援機器

盲ろう者がパソコンを操作する際には、スクリーンリーダー・ソフトからの音声出力は利用できず、現状では点字出力を触読して操作内容を理解する手段しか提供されていない。しかし、点字を習得していない盲ろう者への対応、および2章で記述したような多様な盲ろう状態への対応を考慮すると、点字出力以外の出力形態を補償する必要がある。

ここで、視覚障害者向けの音声・点字出力に関連させて、パソコンの操作内容の出力手段として提供されている呈示手段に関して分類したのが表3である。

表3 パーソナル・コンピュータの操作内容の出力手段として提供されている呈示手段

	視覚障害者向け	盲ろう者向け
揮発性	音声	(指点字、触手話、手書き文字)
非揮発性	点字	点字

音声、指点字、触手話、手書き文字による情報の呈示は一過性で、呈示された情報は保持されることなく揮発する。何らかの操作により同じ内容を再度最初から確認し直すことはできても、情報の必要箇所だけを確認したり、途中箇所への読み飛ばしや必要箇所のみ呈示速度を変更するなどの操作は一般的には困難である。一方、点字による情報の呈示は非揮発性であり、ペンディスプレイに複数マス呈示されている場合には、読み手が融通を利かせて読むことが可能である。例えば、マス空け位置や一度読み取った単語の位置を元に前後の文字を確認する、などの操作が可能である。また、指点字、触手話、手書き文字は、普段のコミュニケーションを行う際に通訳者が行う情報伝達手段であり、現状ではパーソナル・コンピュータを操作する際に提供されている手段ではない。

そこで、盲ろう者のパソコン操作を支援するには、点字と同様な一過性でない情報呈示手段を提案する。点字に代わり、文字情報を視覚的なイメージのまま立体的に示すものが触読文字であり、英国では図1に示すようなアルファベット形状を基本にした触読文字(MOONレター)が開発されている。触読文字は立体コピー機を利用して作製可能であるが、パソコンを利用する際には出力情報が頻繁に書き換わるため、立体コピー機による呈示は現実的でなく、ペンディスプレイなどを用いて書き換え可能としておく必要がある。

-0Γ ㄥUIC< ㄨ0NN ㄖ0>
 JU7ㄥ/ 0VΓ\ -0Γ
 LAZ」 ㄋ0ㄥ..

図1 Moon文字の一例

3. 2. 支援機器開発の概要

本報告では、点字の習得が困難な盲ろう者を対象として、パソコンを利用する際の入出力支援機器の開発を行っているので、その内容について記述する。具体的には出力機として触覚ディスプレイを利用し、点字の代わりにカナ文字の形として触覚ディスプレイに呈示して、それらを触読して呈示される情報内容を理解する方式である。これは、利用対象者を点字の習得が困難な盲ろう者としていることも要因のひとつであるが、障害が先天的ではなく中途受傷であればカナの概念をすでに持っており、点字や指点字の習得のような困難さを伴いにくいと予想するためである。また、カナ呈示用触覚ディスプレイシステムを試作し評価を行った先行研究によりその有効性が示されているため^[9]、本報告ではパソコン利用時の出力機器として応用を広げるものである。

3. 2. 1. カナ呈示による出力機能

障害者職業総合センターで開発したスクリーンリーダ(95Reader^[1]、WinVoice^[3])では、音声出力と同時に点字出力機能も備えており、本報告では、点字出力機能が強化されたWinVoiceをカナ呈示用に改良し利用した。

出力の内容は点字出力と同等で、触読対象が点字から触覚ディスプレイ上のカナ文字へ代替されたと考えればよい。カナ呈示用の触覚ディスプレイには、KGS社製のファインピッチ・ピンディスプレイ(1セル32×12ピン、縦置きでW29mm×D85mm、ピン間隔2.4mmピッチ)を利用し、ピンの離散的な集合としてカナを表現する。直線または曲線で描かれる文字を離散的な点の集合で表現するため、カナには曲線の少ないカタカナを用いた。ファインピッチ・ピンディスプレイは、2セルを横置きとし、カナ呈示部には6文字分(64×12ピン、1文字横10×縦12ドットで約28mm四方、全体はW170mm×D29mm)の呈示を行う。

カナの表現方法は、点字と異なり図2のように清音に濁音・半濁音が付属して表現することとし、視覚的に文字を見るのと同じ形式でカナ呈示を行っている。ファインピッチ・ピンディスプレイのピン間隔は、標

準の点字ピンディスプレイ(間隔3mm)より狭いことから1文字範囲に対するドット密度を高くできるため、濁音半濁音を1文字範囲内に表現するなど、表現力の増加が期待できる。カナ文字のドット表現は、盲ろう者の意見を参考に「ツ」と「シ」、「ソ」と「ン」など混同しやすい文字には特徴点を付け作成した。

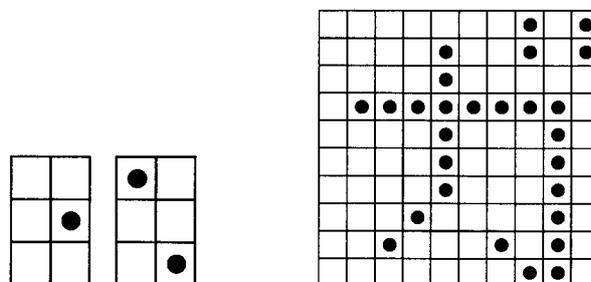


図2 「ガ」の点字出力と触覚ディスプレイ上のカナ呈示による表現例

図3に示すのは、1文字を横10×縦12ドットで表現し、6文字分の文字情報を呈示したカナ呈示機(W265mm×D220mm×H110mm)である。WinVoice上では、カナ呈示機は出力機の一つとして設定され、各種操作内容がASCIIコード形式でシリアル送信される。カナ呈示機ではそのコードに内部で保持しているカナフォントを対応させて触覚ディスプレイ上にカナを呈示する。



図3 カナ呈示機の写真(下部がカナ呈示部)

スタートボタンを押すと、カナ呈示機上ではカナの状態で「ス」「タ」「一」「ト」と表示され、押したボタンがスタートキーであることが確認できる。続いて「P」キーを押すと、「P」「r」「o」「g」「r」「a」「m」と表示されるので、それらを触読して操作内容を確認することができる。WinVoiceは市販の視覚障害者向けのワープロやメールソフトにも対応しており、これらをカナ呈示とともに利用することで、点字を習得していなくても盲ろう者自身による操作が可能となる。

3. 2. 2. カナ呈示以外の支援方法

2章で記述したように、盲ろう者の障害特性は様々であり、カナ呈示以外の支援手段も考慮する必要があ

る。本報告における開発では、WinVoiceを改良する際にWinVoiceの出力をカナ呈示だけでなく様々な形態で利用できるような機能も追加した。

WinVoiceでは情報をシリアルポート（Com 1）経由で出力し、カナ呈示機や点字出力機においてそれぞれの形態で表示している。この出力内容を別な形態で利用するには、現状ではPC 2パソコンもしくは別な専用ハードウェアで解析し、制御を行った上で出力機 2へと出力することになる（図4上）。今回の開発では、WinVoiceと並列して起動するアプリケーション（WV_NR.exe）を作製し、Com 1経由で出力されるものと同じ情報を転送して様々な処理を行うことを可能として、システム全体のコンパクト化を図っている（図4下）。

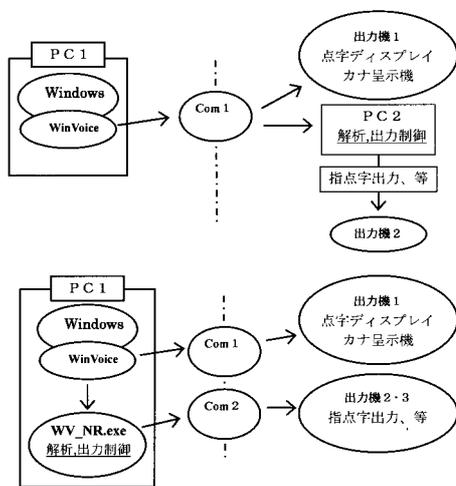


図4 様々な出力制御が可能な支援機器の構成
（同一のパソコン上でWinVoiceから文字コードを受け取り、指点字等の出力に変換できる）

WV_NR.exeでは、WinVoiceの出力を解析し独自の処理を実行してCom 2経由で出力することが可能となっている。出力機 2に指点字機を想定すれば、WV_NR.exe内で各指への呈示処理（呈示文字間隔、呈示継続時間、呈示の強弱の変更など）が可能となる。利用者の触読能力によっては一定時間ごとの連続出力ではなく、文字送り操作により1文字ずつ出力を確認しながら読む方法も選択できる。また、文脈情報によって分かり易い内容であれば呈示時間を短くしたり、分かりにくい場合には呈示時間を長くすることや、呈示の強弱によりプロソディ情報を付加することも有効であろう。今後、手書き用アクチュエータや手話用ロボットなどが実用化されれば、それらにあわせた制御も本システムで構築可能となる。

先行研究では文章の読み取りや会話的な内容の出力など、情報内容や利用状況によって最適な出力形態を提供することの必要性が示されており^[10]、それぞれの

状況にあった出力機が提供できればより利用しやすい環境となろう。

3. 3 携帯電話式文字入力装置

3. 2. 節では出力機器について考察・開発した内容を記述したが、本節および次節の3. 4. 節では入力機器についても記述する。パソコンへの標準的な入力デバイスはキーボードであり、視覚障害を伴う場合にはタッチタイピングで入力することになるが、タッチタイピングを習熟するには音声出力などのフィードバックが必要な上に、視覚障害者に限らず障害を持たない利用者でも相当量の練習が要求される。キーボード上の6つのキーを利用して、点字タイプライタのように入力を行う6点入力も同様であるため、習熟までの練習量ができる限り少ない入力方法の提案が必要となる。

近年、携帯電話や小型PDAなどの普及から標準のフルキーボードを用いない入力方式がいくつか提案されているが^{[11][12]}、これらは視覚情報により入力内容を確認できることが前提であり、正しく入力できているかどうかのフィードバックが視覚情報以外に提供されていないこと、入力後の時間経過により入力文字が確定される方式では手探りで入力キーを探していると望みの文字が入力できないこと、等から盲ろう者が利用するのは困難であると予想できる。また、誤入力があった場合には訂正作業時にもかなりの労力が必要であり、これらを極力減少させるためには、入力候補を呈示したうえで確定操作を行うと文字入力が完結する方式が有効であると考ええる。

そこで本システムでは、携帯電話入力方式に加えて確定操作で入力が完了する機能をカナ呈示機に内蔵させた。例えば、「あ」行に対するキーを2回押すと「イ」が、「た」行に対するキーを5回押すと「ト」が入力候補として呈示され、確定キーを押した時点でその文字がカナ呈示機に内蔵したキーボード代用装置からUSB経由でパソコンに入力される、という方式である。カナ呈示機からの入力がUSB経由であるため、タッチタイピングできる場合には標準キーボードからの入力も平行して可能である。「ガ」や「ピ」等の濁音、半濁音は「カ」「ヒ」を候補にした後「゛」「゜」キーを1回押すと濁音「ガ」「ピ」が、2回押すと半濁音「ピ」が候補として呈示される。

図5に各入力スイッチの概要を、表4に各スイッチのモード別の内容を示す。入力スイッチは、電話のボタンと同様に4行3列のキー配置で、左上から「ア」（1）ボタン、「カ」（2）ボタン、「サ」（3）とし、さらに右1列に使用頻度の高い「Enter」（Ent）、「

BackSpace」(BS)、「Space」(SP) キーを独立して配置する。これらのキーは1回押すとそれぞれの機能がパソコン操作に反映される。(＊) ボタンはモードの切り替えで、全角かな(初期設定)・半角英数字・半角記号の入力を順次切り替える。(0) ボタンは「ワヨ、。(、(#) ボタンは「カ」「サ」「タ」「ハ」行では清音のあと入力すると濁音・半濁音(「ハ」行のみ)へ、「ア」「ヤ」行、「ツ」では小さい「アイ・・・、ャユ・・・、ッ」へ変更するための機能を持つ。

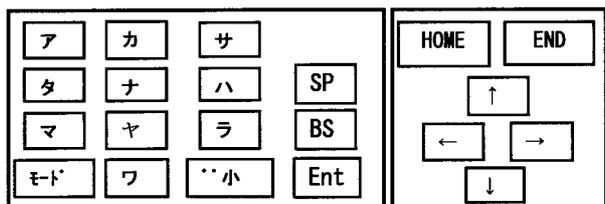


図5 携帯電話式、カーソルスイッチの内容

表4 入力スイッチのモード別の内容

	カナ	半角数英	記号
1	ア	1	! " #
2	カ	2ABC	\$ % &
3	サ	3DEF	' ()
4	タ	4GHI	* + -
5	ナ	5JKL	/ =
6	ハ	6MNO	@ : ;
7	マ	7PQRS	< > ?
8	ヤ	8TUV	[] ¥
9	ラ	9WXYZ	^ _ ~
*	モード切替 (カナ→数英→記号→カナ)		
0	ワヨ、。(0	{ }
#	ゝ っ 小		. ,

図6にシステムの概念図を示す。WinVoice出力はシリアル経由でカナ呈示機へ送信され、カナ呈示機からの文字はUSB経由でPCへ入力される。これらの接続には2本のケーブルが必要となるが、カナ呈示機内にHUBとシリアル→USB変換機を内蔵させ、パソコンとカナ呈示機とを1本のUSBケーブルで接続することで機器周りの簡略化を図った。

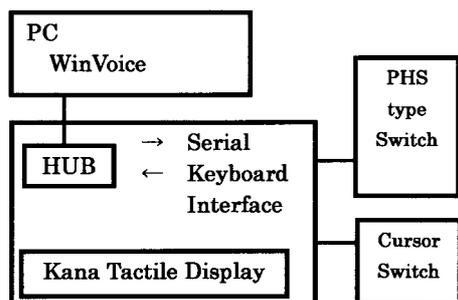


図6 システム概要

3. 4. パソコン操作用のキーボード代用装置

パソコンを利用するには、文字入力以外にファンクションキー等の制御キーの操作が必要となる。誤操作を減らすための最も単純な方法は、利用するキーを予め想定し、その個所だけ穴をあけたキーガード^[13]を利用する方法である。キーガードは本来脳性まひ者など不随意運動のある肢体不自由者向けに提供されているものであるが、盲ろう者が手探りでキーの位置を探しているうちに不要なキーを押してしまうことを防止できる。文字入力には携帯電話式スイッチを利用するので、Ctrl、スタートキー、Alt、Tab、F4、ESC、S(保存のショートカット)、F(ファイルメニューの選択に利用することが多い)など使用頻度の高いキーを考慮する。本報告では、文字入力用のスイッチに配置したBS、Space、Enterキーの他に、カーソル移動キーとHOME、ENDキーを独立させ、携帯電話式スイッチとは別スイッチ(図5内右側および図6内のCursor Switch)で付属することとした。

一方、スイッチ入力をキー入力へ変換して標準キーボードとは異なる配置に変更したり、1回のスイッチ入力でSHIFT、ALT、CTRLキーなどとの同時押しを行うためには、各スイッチ入力をソフト的にキー入力へと変換するアプリケーション「できマウス」^[14]を併用するのが有効である。これらは、キーの割り当てが容易に変更できるため、試行錯誤を繰り返しながら評価を行う際には利用価値が高い。

4. 使用評価と考察

ワープロソフトへの文字入力作業によりカナ呈示システムの使用評価を行った。被験者として、アイマスクをした障害のない者6名(A~F:5回、Dは3回)と、盲ろう者1名(G:中途障害、2回)の協力をいただいた。被験者には実験前に実験の趣旨と計測内容を説明し、同意を得た。

被験者A~Fには意味のある文章(イロハニ・・・の清音46文字と、文節ごとに空白を7箇所挿入した計53文字)、盲ろう者には自由に文章を入力するように指示し、入力中の確認操作を含めた入力時間を計測した。結果を図7および表5に示す。表5には被験者の年代と計測期間を記した。被験者A~Fの場合には、B以外で2回目もしくは3回目に1文字あたりの入力時間に減少傾向があり、カナ呈示による確認方法でも少ない練習回数で操作を習得できることが伺える。また、日数経過による入力時間の減少傾向があり、継続して使用することで操作効率が向上することが期待できる。被験者Bには入力時間の顕著な減少傾向はないが、被

験者C、D、Fの実験後半における入力時間との差は認められなく、初期段階から操作内容を理解し作業できたと推測できる。

盲ろう者の使用評価は2回だけであるが、操作を理解すると他の被験者と遜色ない入力操作を行っていた。評価間隔が22日と他の被験者と比べて空いたため、継続使用による習得効果を判断することは難しいが、他の被験者との差はほとんど認められない。継続的に評価を続ける必要があるだろう。

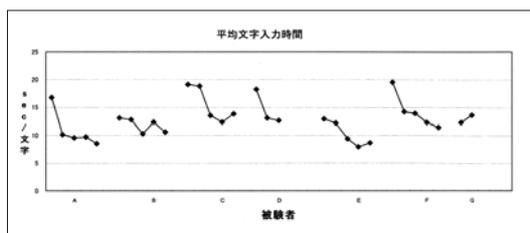


図7 文字入力評価結果

表5 各被験者における合計入力時間 (sec) と1文字あたりの平均入力時間 (sec/文字)

A(20代後半、5日)		B(20代後半、8日)		C(30代後半、9日)		D(20代後半、13日)	
入力時間	平均入力時間						
786 s	16.7 s	667 s	13.1 s	1087 s	19.1 s	1043 s	18.3 s
525 s	10.1 s	678 s	12.8 s	1014 s	18.8 s	679 s	13.1 s
506 s	9.6 s	524 s	10.3 s	734 s	13.6 s	644 s	12.6 s
514 s	9.7 s	633 s	12.4 s	688 s	12.3 s		
449 s	8.5 s	561 s	10.6 s	777 s	13.9 s		
E(20代後半、15日)		F(20代後半、5日)				G(50代後半、22日)	
675 s	12.9	1058 s	19.6 s			307 s(15)	13.7 s
668 s	12.2	771 s	14.3 s			765 s(35)	12.3 s
486 s	9.3	740 s	13.9 s			被験者 G のカッコ内は入力文字数。A-Fは53文字	
417 s	7.9	654 s	12.3 s				
491 s	8.6	593 s	11.4 s				

携帯電話式の文字入力操作は、どの被験者もほとんど誤操作なく入力が可能であった。

本システムの評価中に、被験者からは「リ」や「ル」、「ツ」のように横に離れている文字は1文字なのか複数の文字なのかが判りにくいという意見が出されている。前述したように、英国では図1に示すようなアルファベット形状を基本にした触読文字 (MOONレター) が開発されている。離散的なピンの集合によるカナ表現では分かりにくい文字もあるため、上記のような文字や、「ネ」、「ホ」などの画数の多い文字に対しては視覚的なイメージを基本としつつ、簡略化したフォントを検討する必要があるだろう。参考までに、巻末に横10ドット×縦12ドットで表現したカナフォントを添付する。

5. まとめ

点字の読みとりが困難な盲ろう者向けのカナ呈示によるパソコン利用支援機器について報告した。カナの触読により出力を確認することで、特別な訓練を行うことなく文字入力操作が可能となった。今後、出力端

末だけではなく情報通信網や情報内容の整備などもあわせて行い、盲ろう者のニーズにあった最適な支援システムへと改善していきたい。なお、今回開発したWV_NRアプリケーションに関するソースは公開可能なので、様々な支援機器の開発へと活用していただければ幸いである。

参考文献

- 1) <http://www.ssct.co.jp/barrierfree/95reader/index.html>
- 2) <http://www.aok-net.com/>
- 3) <http://www.nbs.co.jp/>
- 4) http://www1.mhlw.go.jp/toukei/h8sinsyou_9/1-3.html
- 5) <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2002/08/h0808-2c1.html>
- 6) 福島智：盲ろう者とノーマライゼーション、明石出版 (1997)
- 7) 視覚と聴覚の重複障害者の就労を支援するためのコミュニケーション支援機器に関する研究」報告書、日本障害者雇用促進協会 障害者職業総合センター、調査研究報告書No.46、2002
- 8) 坂尻正次他：多様な障害特性に応じた盲ろう者用コミュニケーション支援機器の開発、ヒューマンインタフェースシンポジウム2002、pp.427-430、2002
- 9) 坂尻正次他：盲ろう者のためのカナ呈示触覚ディスプレイシステムの開発、ヒューマンインタフェース学会誌、Vol.5、No.4、pp.455-464、2003
- 10) 江波孝彦他：盲ろう者のPC利用環境に関する検討、信学技法、Vol.101、No.702、WIT2001-39、p.7-12、2001
- 11) 入鹿山剛堂：ケータイ文字入力の現状と将来、電子情報通信学会誌、Vol.84、No.11、pp.819-827、2001
- 12) 増井俊之：携帯端末のテキスト入力手法、ヒューマンインタフェース学会誌、Vol.4、No.3、pp.131-144、2002
- 13) <http://www.kokoroweb.org/chap01/kkr01d02.html>
- 14) <http://deki.psv.org/>

横 10×縦 12 ドットのフォント (縦 11、12 行目はアンダーカーソルで使用する)

