

第3章 カナ呈示用触覚ディスプレイの研究

第1節 カナ呈示用触覚ディスプレイの目的

前章では、指点字によるコミュニケーションを支援するためのシステムについて述べたが、実際には指点字・点字を修得していない盲ろう者が少なくないのが現状である。盲ろう者の中には触手話等の手話やサインを主体としたコミュニケーション方法をとる非点字使用者も少なくない。また、視覚と聴覚の障害を途中で負った場合は点字の修得までにかかなりの労力を費やすと言われている。盲ろう者への支援を考える場合、これらの盲ろう者への対応も不可欠である。

弱視若しくは難聴の場合は、点字を修得していなくても拡大表示や補聴器等による音声増幅により電子化された情報にアクセスできるが、全盲・全聾の盲ろう者で点字を使用していない場合は電子化された情報に単独でアクセスする方法がなかった。手書き文字は、盲ろう者の手のひらに直接文字をなぞることにより内容を伝える方法であり、最も多くの盲ろう者が使用できるコミュニケーション方法である。

そこで、このような非点字使用の盲ろう者を対象にし、点字ではなく文字の形を表示する触覚ディスプレイを使用したカナ呈示用触覚ディスプレイシステムを開発した。

第2節 システム構成

カナ呈示用触覚ディスプレイシステムのシステム構成は図3-1のようになる。パソコンから入力された文字情報は、RS-232Cを介して触覚ディスプレイへと送られ、触知ピンにより表示される。図3-2に示すように触覚ディスプレイには、KGS社製グラフィックセルSC-5を4つ用いており、一辺が48mmの正方形の領域に16×16で計256のピンが配置されている。大きさ・解像度は次のようになる。図3-3に触覚ディスプレイを実装した図を示した。

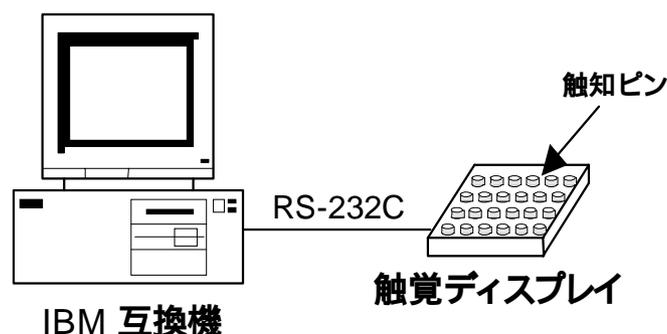


図3-1 システム構成

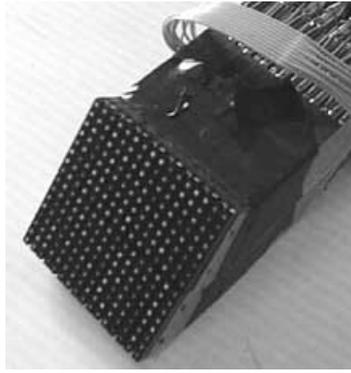


図3 - 2 触覚ディスプレイ

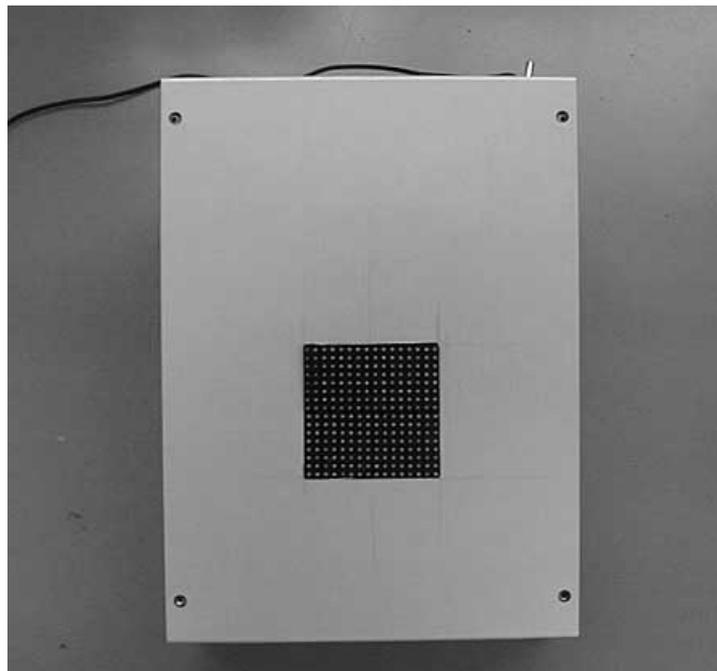


図3 - 3 触覚ディスプレイを実装した状態

第3節 文字認識実験

試作した触覚ディスプレイシステムで文字を表示した場合の文字認識率を評価した。呈示する文字種は片仮名とした。使用した触覚ディスプレイのピン間隔が3mmであるために、平仮名に比べて直線成分が多い片仮名を採用した。

(1) 方法

- ・被験者は目隠しにより視覚情報を遮断した状態で実験を行う。
- ・呈示する文字はカタカナのみとし、濁音、半濁音はないものとする。
- ・呈示する文字(1文字)の表示時間を10秒とし、出題数を10問とする。
- ・問題の解答の仕方は呈示する文字を判断した時点で口答により回答する。
- ・表3-2及び表3-3に示すように文字の太さや大きさの実験条件を変化させた。

以上の条件で実験を実施した。なお、被験者のデータを示す。また、中文字で細文字の“ア”を出力した時の触覚ディスプレイの様子を図3-4に示す。

表3-1 被験者

被験者	年齢	性別	障害等
A	24	男	健常
B	23	男	健常
C	22	男	健常

表3-2 評価文字の大きさ

文字の大きさ	縦×横[cm]
小文字	2.5×2.5
中文字	3.2×3.2
大文字	4.5×4.5

表3-3 評価文字の太さ

文字の太さ	ドット数[dot]
細文字	1
太文字	2

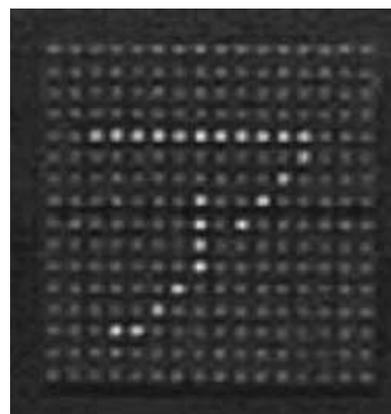


図3-4 中文字で細文字の“ア”を出力した時の様子

(2) 結果と考察

細文字での評価結果を表3 - 4、図3 - 5に、太文字での評価結果を表3 - 5、図3 - 6に示す。

表3 - 4 細文字での評価結果

被験者	中文字の正答率 [%]	大文字の正答率 [%]	小文字の正答率 [%]
A	65	75	75
B	90	90	90
C	75	80	70

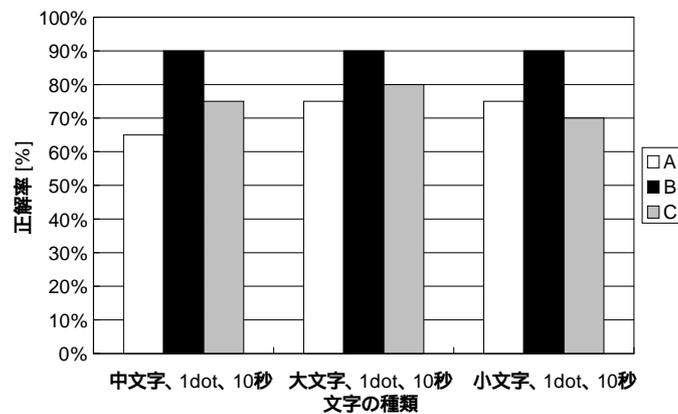


図3 - 5 細文字での評価結果

表3 - 5 太文字の評価結果

被験者	中文字の正答率	大文字の正答率
A	45	60
B	95	90
C	75	75

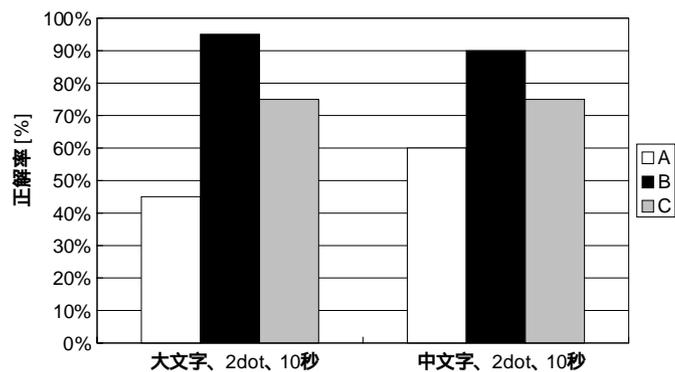


図3 - 6 太文字での評価結果

細文字の場合は文字の大きさに関係なく65%以上の正解率が得られた。被験者によっては、細文字に比べ太文字の正解率が50~30%低下している。触覚ディスプレイでの表示には細文字が適していることがわかった。

細文字を採用すれば65%以上の正解率が得られることがわかったが、さらに練習をおこなえば学習効果により正解率が増加することが想定される。なお、本実験の被験者は盲ろう者ではなく健常者で実施したが、その理由は本システムの対象者は点字を使用しない盲ろう者だからである。点字を使用していなくても、普段から手書き文字によるコミュニケーションを使用している盲ろう者の場合、本実験の正解率より高くなることが予想される。

本実験においては表示した片仮名のフォントは、Windowsのフォントを取得していたためになめらかに表示されないことがあった。また、盲ろう者が手書き文字を利用する場合は、手のひらの上に文字をなぞるといった性質上、曲がる部分や跳ねの部分において、その特徴を強調するように書いている。正解率を増加させるためには、フォントをなめらかに、しかも曲がりや跳ね等の片仮名の特徴を強調させるような触覚ディスプレイ用フォントを作成する必要がある。

第4節 触覚ディスプレイ用フォントの作成

前節で述べたように、触覚ディスプレイシステムで表示される文字の認識率を増加させるためには、なめらかなフォント及び曲げや跳ね等の特徴を強調したフォントの作成が必要である。前節の方式ではWindowsの画面上のフォントの色情報を取得し、それを16×16の領域に分割してから触覚ディスプレイの16×16計265のピンそれぞれに対応させていた。この方式では、図3-7で示したWindowsフォントの「シ」の例のようになめらかな表示ができず、触覚により認識を難しくしていた。また、この方式ではWindowsのフォントをそのまま利用しているため、跳ね等の手書き文字における特徴を表現することができない。

そこで、触覚ディスプレイ用フォント作成アプリケーションを開発し、専用の触覚ディスプレイ用フォントを作成することとした。同時に、作成したフォントを触覚ディスプレイシステムで表示できるようにシステムに改良を施した。さらに、盲ろう者の協力をいただきながら触って分かりやすいフォントを作成した。

(1) 触覚ディスプレイ用フォント作成アプリケーション

触覚ディスプレイ用フォント作成アプリケーションの実行画面を図3-8に示す。縦16×横16に区切られた領域が触覚ディスプレイのそれぞれのピンに対応する。マウスで領域をクリックしてフォントを作成する。アプリケーション上で修正も可能である。作成後データを保存し、触覚ディスプレイで表示する際に格納したデータを読み込む。図3-9に本アプリケーションで作成した「シ」の例を示す。図3-10は、格納した「シ」のデータを触覚ディスプレイに表示

した例を示している。

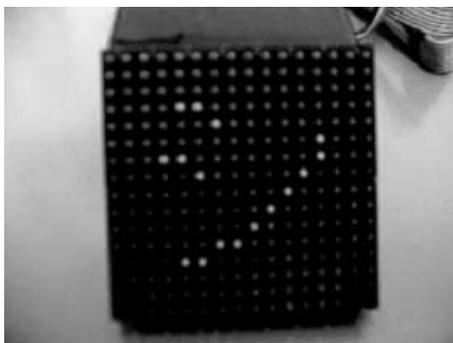


図3 - 7 Windowsフォントで「シ」を表示した例

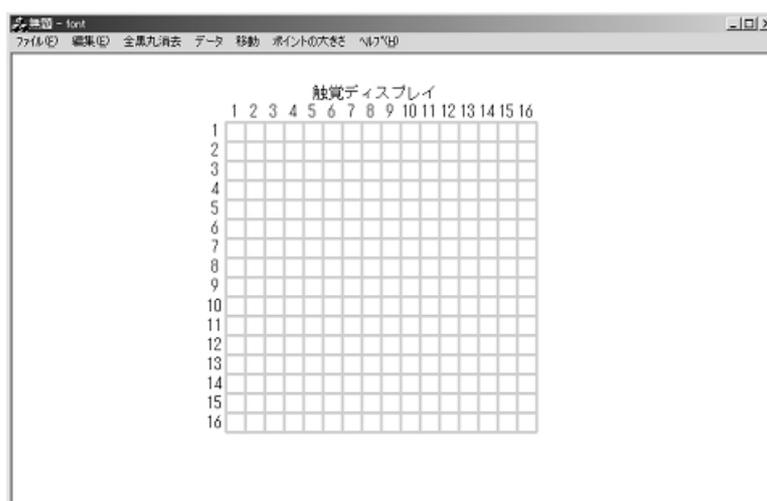


図3 - 8 触覚ディスプレイ用フォント作成アプリケーションの実行画面

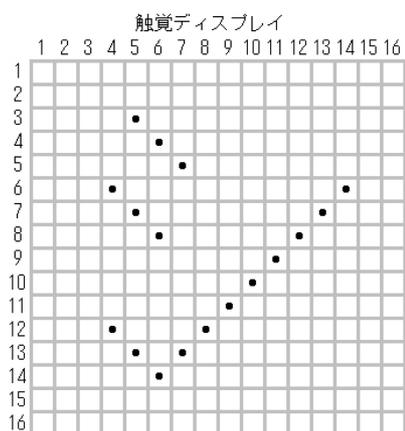


図3 - 9 フォント作成アプリケーションで作成した「シ」

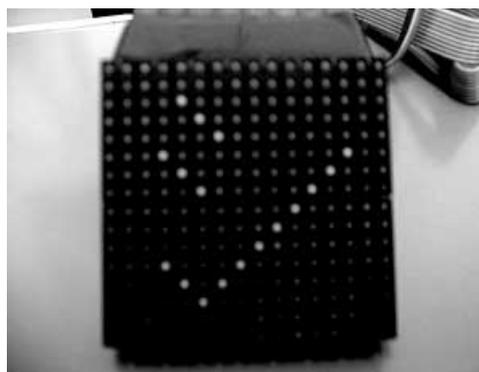


図3 - 10 フォント作成アプリケーションで作成した「シ」を触覚ディスプレイで表示

(2) 触覚ディスプレイ用フォントの作成

フォント作成アプリケーションを利用し、盲ろう者の意見を伺いながら触覚ディスプレイ用フォントを作成した。

フォントの作成において、最も考慮すべきことは触覚ディスプレイの特性である。使用している触覚ディスプレイは3mmピッチでピンが配置されているため縦線、横線及び斜め45度の線以外は線がなめらかにならないため触覚で認識することが難しくなる。そこで、原則として、縦線、横線及び斜め45度線を使用することとした。この原則により日本語を表示する場合、平仮名より片仮名の方が適しているため片仮名を採用することとした。なお、漢字は触覚ディスプレイの解像度を考えた場合、認識が困難と予想されたので漢字は用いないこととした。フォント作成にあたっては、以上の原則に加え、混同しやすいと考えられる「シ」と「ツ」、「ン」と「ソ」、「ヌ」と「ス」、及び「ハ」と「ヘ」等の組合せについて、区別しやすい特徴を付加することとした。また、触覚により探索することから、読み取りに必要な部分の長さを極力短くすることも必要になる。

フォントの大きさについては、16×16の領域に収まる程度で、且つ、触知による探索時間をむやみに長くしないように配慮した。言い換えると、初心者でも十分に分かる程度にフォントを大きくするが、理解しやすいフォントについては触知に要する時間を短縮するために小さめに設定した。

以上に基づきフォントの原案を作成し、手書き文字を日常的に使用している盲ろう者の意見により修正を加えた。片仮名に加え、アルファベット及び数字のフォントについても作成した。

作成された片仮名フォントの代表的例を図3-11から図3-34に示す。順に解説する。

図3-11は、片仮名「ア」のフォントである。の部分には横画から単純に45度の線を引き出すより、点を1点下に伸ばしてから斜め45度の線を引いた方が分かりやすいという意見により修正を加えた。の部分には間隔を空けない方が触覚による探索が少なく済むという意見に基づき修正した。の部分には払いを伸ばした方が「ア」のイメージに近くなるということだった。

図3-12は、片仮名「カ」のフォントだが、図3-11のと同様に横に1点伸ばしてから45度の方向に1点加えた。跳ねの部分が長過ぎると確認のために余分な時間が必要になる。

図3-13は、片仮名「ク」であるが、「リ」と区別するために45度の部分を短めに設定した。

図3-14は、片仮名「サ」であるが、払いまでの縦線を長めにした。

図3-15は、片仮名「シ」であるが、「ツ」と区別するために1ピンの跳ねを横方向に付加した。

図3-16は、片仮名「ス」であるが、「ヌ」と区別するためにまるで囲んだ部分を長めに設定した。

図3 - 17は、片仮名「セ」である。図3 - 11「ア」の 及び図3 - 12「カ」と同様に横画から払いに入る部分において修正を施した。横画の左端の部分は、当初1点であったが、要望により1点増やして2点とした。

図3 - 18は、片仮名「タ」であるが、それぞれの左払いを長めに設定した。

図3 - 19は、片仮名「チ」であるが、図のまるで囲んだ部分の空間を2点分とした。

図3 - 20は、片仮名「ナ」であるが、横画を長めに設定した。

図3 - 21は、片仮名「ヌ」であるが、「ス」との区別を考慮した結果、図のようなフォントになった。

図3 - 22は、片仮名「ネ」であるが、縦画を長めに設定した。

図3 - 23と図3 - 24は、それぞれ片仮名「ハ」と「ヘ」であるが、互いに混同することを避けるために、「ハ」については、線と線の空間を3点分とり、「ヘ」は、まるで囲んだ辺を長めに設定した。

図3 - 25から図3 - 31までは、図の説明の通りであるので、特に解説しない。

図3 - 32は、片仮名「ガ」であるが、濁点は図のようにし、文字と濁点の距離も図のように設定した。

図3 - 33と図3 - 34は、それぞれ片仮名の「トッ」と「キャ」であるが、図のように小さな文字は図の右下に配置することにした。

次に図3 - 35から図3 - 44までにアルファベットの例を挙げた。

図3 - 35は、アルファベットの「A」である。視覚的には横につぶれた感じになり違和感があるが、斜め線を直線にするために、斜め45度線にした。

図3 - 36から図4 - 39については、図の説明の通りなので解説を省略する。

図3 - 40は、アルファベットの「O」であるが、左側の形の方が丸みがわかって「O」のイメージに近いということであった。

図3 - 41から図3 - 44については、図の説明の通りなので解説を省略する。

次に図3 - 45から図3 - 48までに数字の例を挙げた。図の説明の通りだが、デジタル表示を参考にすれば、もう少し小さく表示できると考えられる。ただし、デジタル表示を参考にすることは、ある程度の学習が必要になると予想される。また、他のアルファベット等の文字との混同も考慮する必要がある。

なお、本報告書の付録に作成した触覚ディスプレイ用フォントの一覧を示した。

(3) まとめ

本節では触覚ディスプレイ用フォントの作成について述べた。作成したフォントについての認識実験はおこなっていないが、第2節の認識実験で用いたフォントに比べ改善されたので、認識率が向上するものと考えられる。また、点字の訓練と同じように、学習による認識率の向上も期待できる。

認識については、個人差があることも予想される。視覚経験の有無、点字訓練を受けたことがあるかどうか等により、認識率も変化するものと考えられる。フォントの大きさについては、認識率の増加に伴い小さくしていくことが望ましい。フォントを小さくしていった場合、最終的には点字の修得に行き着く。本システムにおいては、図3-49で示したように片仮名と点字を同時に表示することもできる。図の左上に点字の「ア」を表示し、右下に片仮名の「ア」を表示している。点字の認識に比べると本システムによる片仮名の認識の方がはるかに容易であることが予想される。本システムで片仮名を認識できるように訓練した後に、点字を同時に表示する形式で点字練習システムとして利用することも考えられる。

点字を練習するためのプログラムを開発し、盲ろう者本人による単独訓練が可能となれば、点字指導者の負担も軽減されるであろう。このように本システムの今後の応用が期待される。

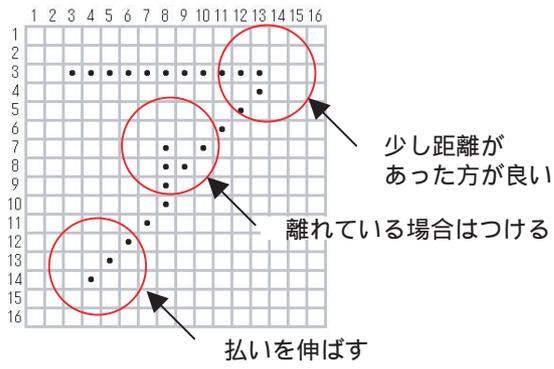


図3 - 1 1 片仮名「ア」

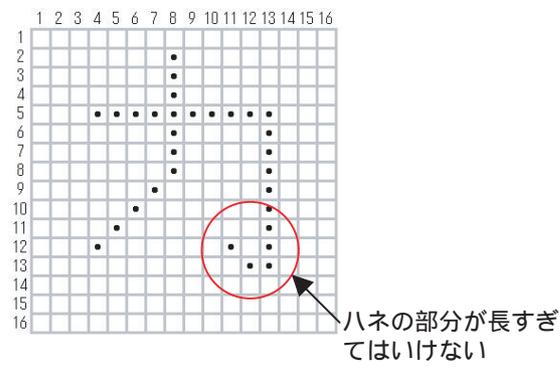


図3 - 1 2 片仮名「カ」

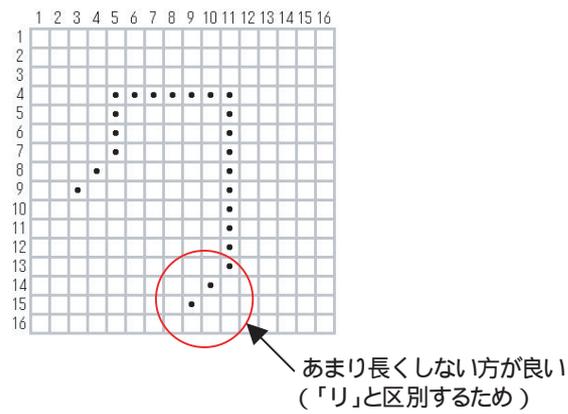


図3 - 1 3 片仮名「ク」

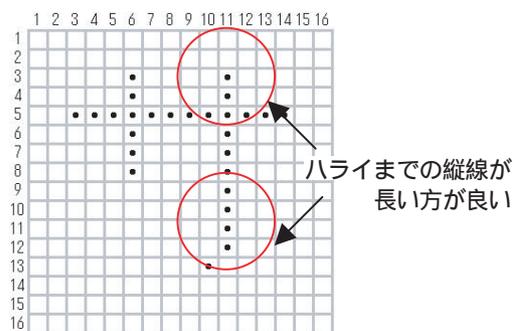


図3 - 1 4 片仮名「サ」

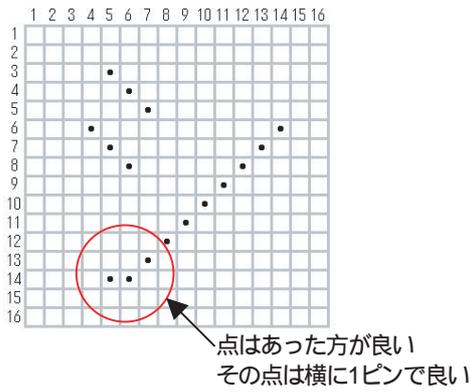


図3 - 15 片仮名「シ」

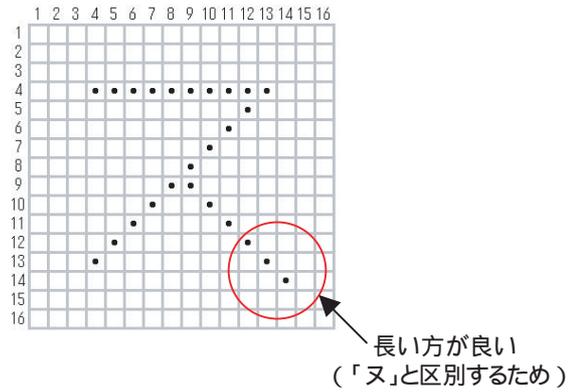


図3 - 16 片仮名「ス」

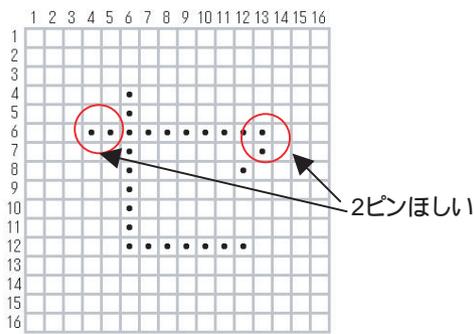


図3 - 17 片仮名「セ」

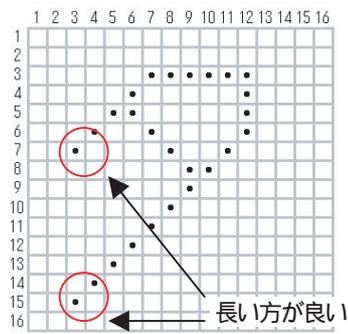


図3 - 18 片仮名「タ」

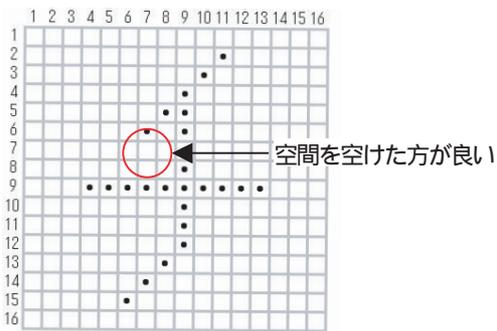


図3 - 19 片仮名「チ」

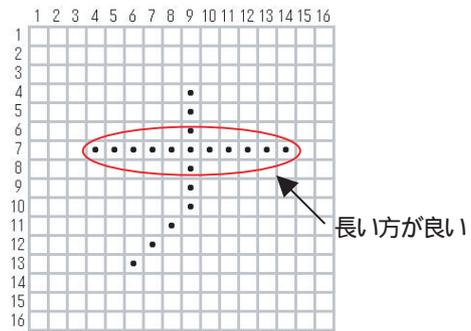


図3 - 20 片仮名「ナ」

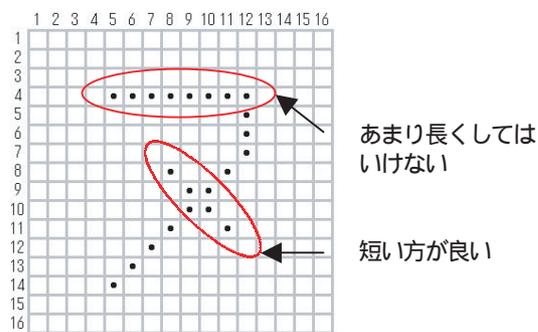


図3 - 21 片仮名「ヌ」

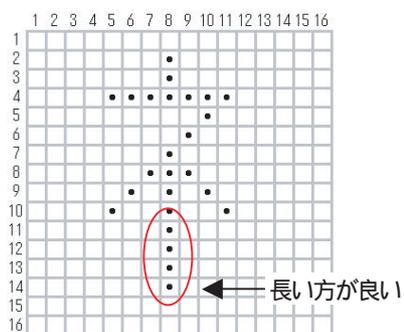


図3 - 22 片仮名「ネ」

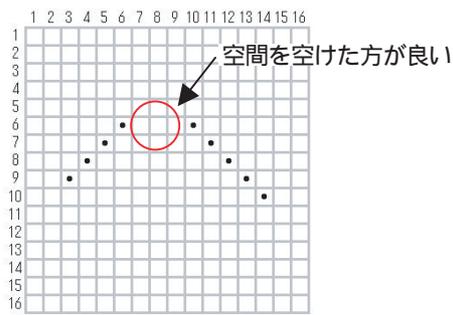


図3 - 23 片仮名「ハ」

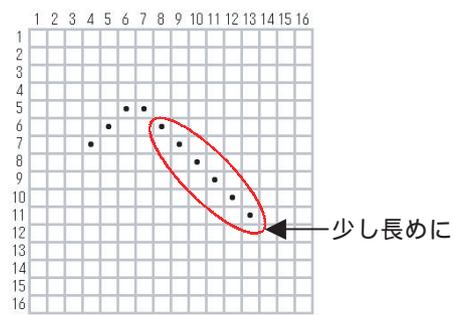


図3 - 24 片仮名「へ」

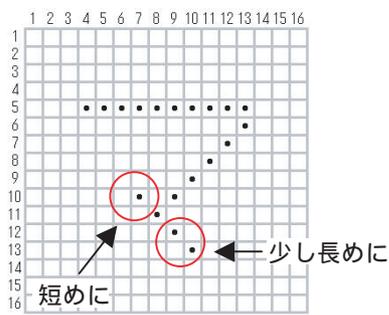


図3 - 25 片仮名「マ」

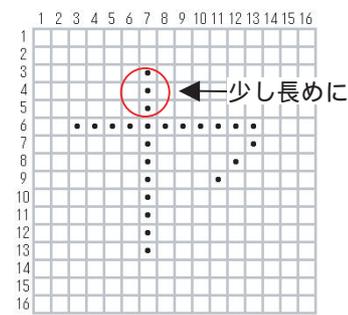


図3 - 26 片仮名「ヤ」

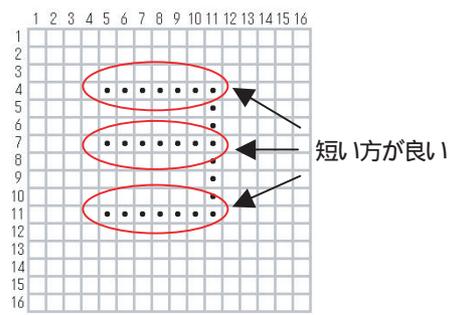


図3 - 27 片仮名「ヨ」

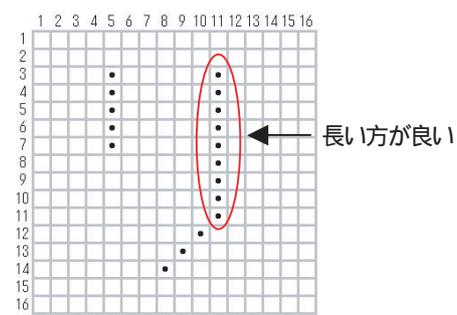


図3 - 28 片仮名「リ」

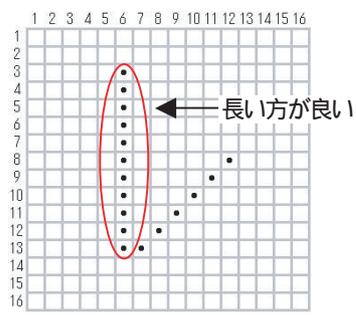


図3 - 29 片仮名「レ」

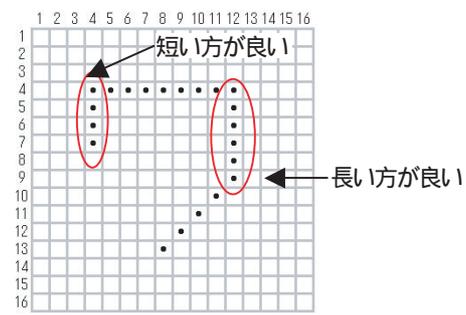


図3 - 30 片仮名「ワ」

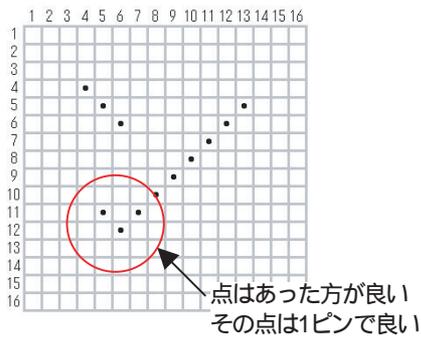


図3 - 31 片仮名「ン」

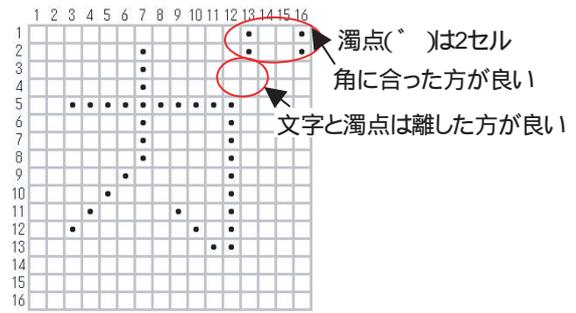


図3 - 32 片仮名「ガ」

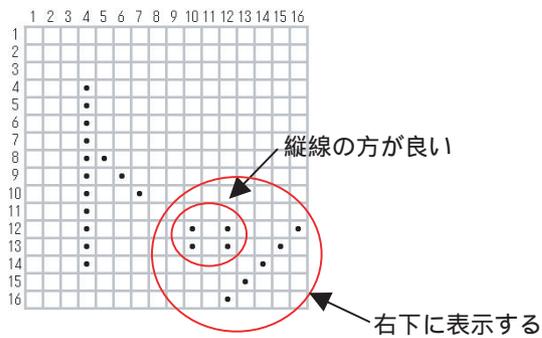


図3 - 33 片仮名「トッ」

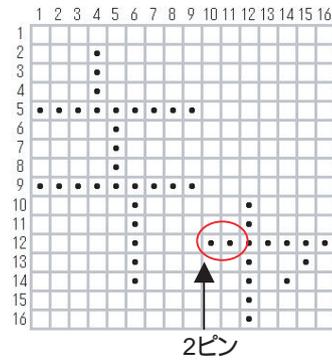


図3 - 34 片仮名「キャ」

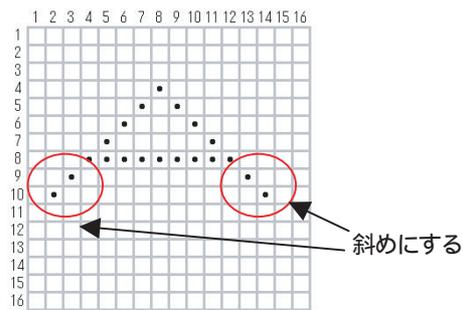


図3 - 35 アルファベット「A」

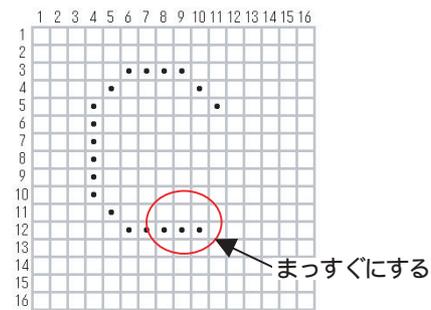


図3 - 36 アルファベット「C」

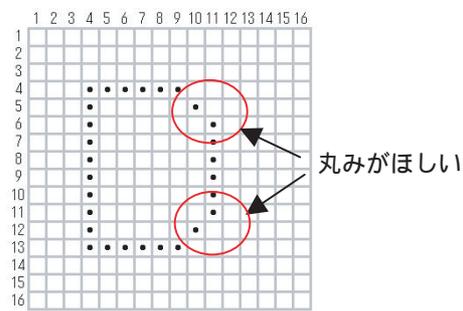


図3 - 37 アルファベット「D」

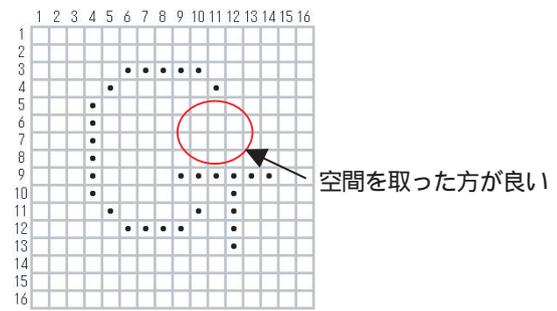
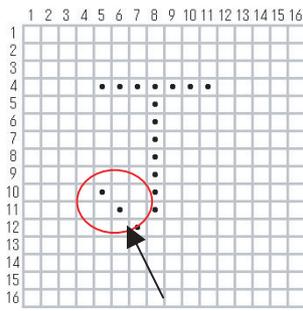
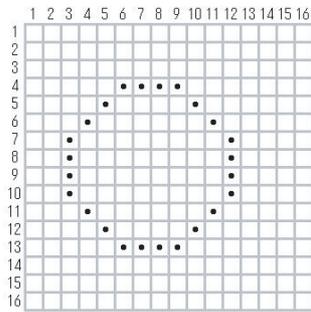


図3 - 38 アルファベット「G」



あまり長くない方がよい

図3 - 39 アルファベット「J」



左の形の方が丸みがわかってよい

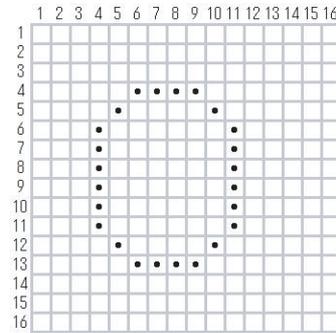
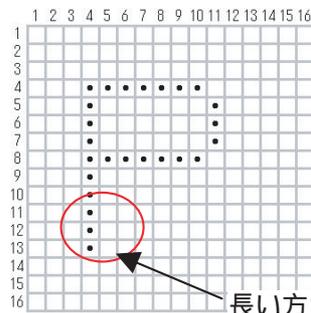
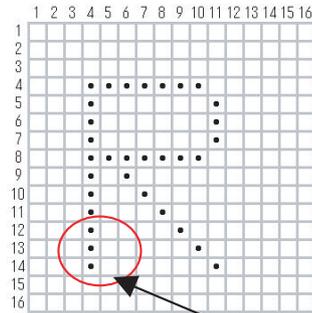


図3 - 40 アルファベット「O」



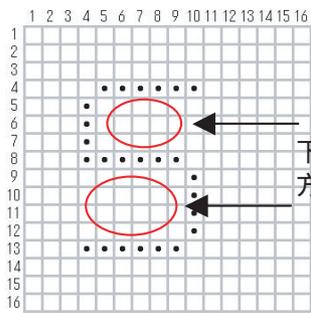
長い方がよい

図3 - 41 アルファベット「P」



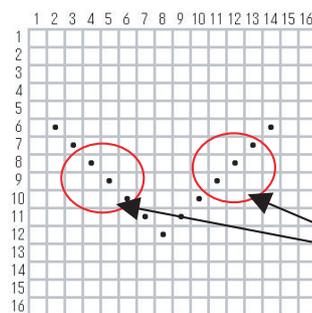
長い方がよい

図3 - 42 アルファベット「R」



下の方の空間があった方がよい

図3 - 43 アルファベット「S」



完璧な斜線がよい

図3 - 44 アルファベット「V」

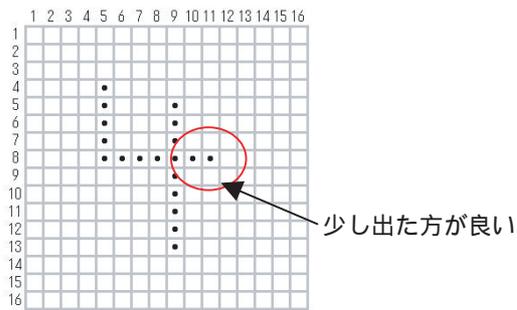


図3 - 45 数字「4」

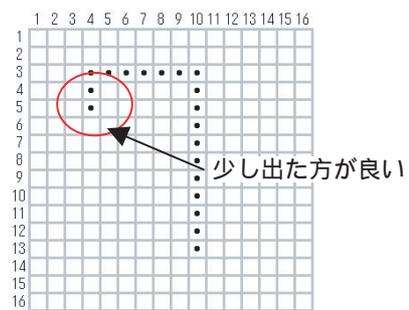


図3 - 46 数字「7」

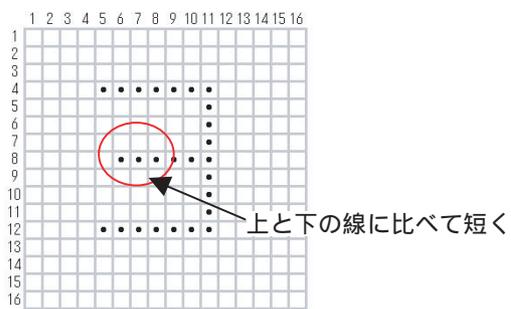


図3 - 47 数字「3」

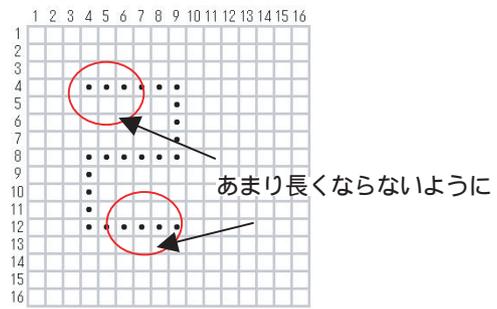


図3 - 48 数字「2」

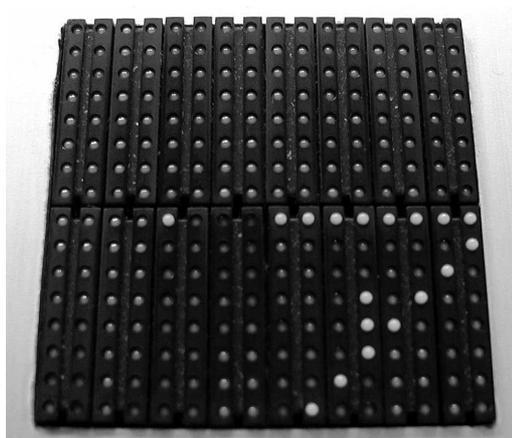


図3 - 49 片仮名「ア」とそれに対応した点字を同時に表示した例

第5節 文字入力用アプリケーションの開発

前節までは、カナ呈示用触覚ディスプレイシステムにおける片仮名等の表示方式に関して述べた。これまで述べてきたように片仮名を表示するという出力に関しては、本システムの有用性が確認されたが、まだ、盲ろう者が入力する機能は設けていなかった。

本システムは、点字を修得していない盲ろう者を対象としているので、通常のキーボードや点字入力キーボード等を使用するような方式ではなく、初心者でも使用可能な簡便な入力方式が必要となる。そこで、簡便な方式である携帯電話の文字入力方式を用いて、文字入力用アプリケーションを開発した。

(1) キー配置と入力方法

入力の際はテンキーを用いて入力し、Enterキーを押すことによって文字を決定する。決定された文字は触覚ディスプレイに表示され、入力した文字を確認することができる。

図3-50にアプリケーションの実行画面を示す。また、図3-51にキー配置を、図3-52にキー割り当てを示す。キーはフルキーボードのテンキー部分、または、外付けのテンキーを使用できる。



図3-50 文字入力用アプリケーションの実行画面

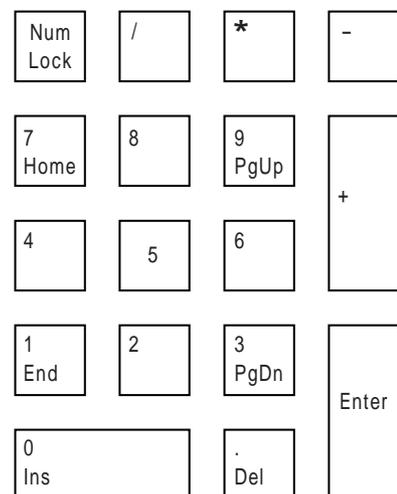


図3-51 文字入力用アプリケーションのキー配置

テンキー	割り当て	テンキー	割り当て
7	ア行, 1	3	ラ行, 9, WXYZ
8	カ行, 2, ABC	0	ワ行, 0
9	サ行, 3, DEF	Enter	決定
4	タ行, 4, GHI	.	記号
5	ナ行, 5, JKL	+	消去
6	ハ行, 6, MNO	-	カナ、数字、アルファベット切替
1	マ行, 7, PQRS	*	現在の状態の表示
2	ヤ行, 8, TUV		

図3-52 文字入力用アプリケーションのキー割り当て

文字入力用アプリケーションの使用方法は次のようになる。

文字を決定する時はEnterキーを押す。1文字決定するたびに必ず押す。

文字を消去する時は+キーを押す。消去操作時は触覚ディスプレイ上に表示されている文字が消去される。

入力した文章を触覚ディスプレイに表示する場合は、まず、NumLockを解除する。次に、5キーを中心にして、上下左右のボタンで操作する。上ボタンで文頭へ移動、下ボタンで文末へ移動、左で1文字左へ移動、右で1文字右へ移動となる。この操作が終了したら、NumLockを押し、ONにする。そうすると、通常の記事入力モードに戻る。

-キーを押すと、入力切替ができる。1回押すとアルファベット、2回押すと数字、3回押すと片仮名入力に戻る。

(2) 評価

文字入力用アプリケーションを全盲・全聾の盲ろう者に使用していただき、簡単な試用評価を実施した。被験者は、Windowsパソコンの使用歴が1年半程度である。当センターで開発したWindows画面読み上げソフト95Readerを使用しており、95Readerの点字ディスプレイ出力機能で点字ディスプレイに表示された点字を読むことにより画面情報を取得している。入力方式は、95Readerの6点入力機能を利用し、フルキー入力ではなく、6点点字入力によっている。本アプリケーションのような携帯電話の入力方式については経験がなかった。

試用評価の結果、短時間の練習で文字入力できることが確認された。フルキー入力や点字入力ができない盲ろう者にとって簡便かつ有効な方式であると思われる。

第6節 第3章のまとめ

本章では、点字を修得していない盲ろう者を対象にし、点字ではなく文字の形を表示する触覚ディスプレイを使用したカナ呈示用触覚ディスプレイシステムを研究した。

本システムでは、パソコンから入力された文字情報は、RS-232Cを介して触覚ディスプレイへと送られ、触知ピンにより表示される。

第3節では、試作した触覚ディスプレイシステムで文字を表示した場合の文字認識率を評価した。細文字を採用すれば65%以上の正解率が得られることがわかったが、さらに練習をおこなえば学習効果により正解率が増加することが想定される。一方で、正解率を増加させるためには、フォントをなめらかに、しかも曲がりや跳ね等の片仮名の特徴を強調させるような触覚ディスプレイ用フォントを作成する必要があることがわかった。

第4節では、触覚ディスプレイ用フォント作成アプリケーションを開発し、専用の触覚ディスプレイ用フォントを作成した。同時に、作成したフォントを触覚ディスプレイシステムで表示で

きるようにシステムに改良を施した。さらに、触って分かりやすいフォントを作成した。

第5節では、初心者でも使用可能な簡便な方式である携帯電話の文字入力方式を用いて、文字入力用アプリケーションを開発した。

本触覚ディスプレイシステムの研究では、片仮名等による触覚ディスプレイへの文字表示と文字入力方式について研究し、本システムの有効性が示唆された。しかし、実際のパソコン利用に応用するためには、画面読み上げソフトとの連携により画面情報を取得する必要がある。当センターで開発された95Readerに改良を施すことにより、本触覚ディスプレイシステムを点字ピンディスプレイの一種として利用することも技術的には可能である。

また、最近ではインターネットへの常時接続が有線・無線の双方で低価格による利用が可能となってきた。TCP/IP等のインターネットのプロトコルに対応することにより、遠隔コミュニケーションで利用することも技術的に可能である。

上記のような、本システムのさらなる応用が期待される。