

# 点字使用者のための プログラミング環境の整備に関する研究

(研究課題番号 0768-0445)

平成7年度～平成8年度  
文部省科学研究費補助金(基盤研究C)  
研究成果報告書

平成9年3月

研究代表者 長岡 英司  
(筑波技術短期大学 視覚部 情報処理学科 助教授)

## ま え が き

本研究は、重度視覚障害者が能率良く確実にプログラミングを行えるシステムを構築することを目的に実施した。

重度視覚障害者の職業事情は依然として大変に厳しい。その中で、近年、プログラミングなどの情報処理技術を修得して職に就く事例がみられるようになった。これは、重度視覚障害者を対象とするプログラミング教育や関連の職業訓練の大きな成果といえる。

一方、視覚障害によってもたらされる日常の様々な不便や問題の克服に、パソコンなどが活用されることも多くなってきた。その中には、重度視覚障害者がプログラミング技術を修得し、ソフトウェアの開発を行って自ら問題の解決や利便の向上に取り組んでいる場合もある。

このように、プログラミング技術は重度視覚障害者にとってきわめて有益である。しかし、プログラミングを行う環境は、今なお必ずしも満足できるものではない。

そこで、本研究では、実際に情報処理技術者として就労している重度視覚障害者を対象に、プログラミングを行っている環境の実態を調査した。その結果、コンピュータへのアクセスには音声出力が多く用いられ、確実な伝達手段である点字がプログラミングにおいては十分に活用されていないことが明らかになった。これを踏まえて、本研究では、プログラムの入力や編集、データの検索などのテキスト処理を点字出力を活用して行えるシステムの開発を試みた。このシステムについては、音声出力を用いた場合との比較実験を実施して使用効果を検討し、点字機能が有効であることを確認できた。

平成9年3月31日

研究代表者

長岡 英司

平成8年度 文部省科学研究費補助金 基盤研究(C) 研究成果報告書

1. 研究課題 点字使用者のためのプログラミング環境の整備に関する研究

2. 課題番号 0768-0445

3. 研究組織

研究代表者：長岡 英司（筑波技術短期大学 情報処理学科 助教授）

研究分担者：黒川 哲宇（筑波技術短期大学 一般教育等 教授）

4. 研究経費

平成7年度…………… 1,600 千円

平成8年度…………… 600 千円

計…………… 2,200 千円

5. 研究発表

【口頭発表】

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、

障害者職業総合センター、 pp.84-87,1995

長岡英司、指田忠司、黒川哲宇：

重度視覚障害者に対する情報処理科職業教育の今後の課題、

日本特殊教育学会第34回大会発表論文集、

日本特殊教育学会、 pp.12-13,1996

長岡英司、黒川哲宇：

重度視覚障害者のプログラミング作業における点字ディスプレイ装置の

有効性に関する研究、情報処理学会第54回（平成9年前期）全国大会

講演論文集（4）、情報処理学会、 pp.4-121--4-122,1997

## 目 次

I	重度視覚障害を持つ情報処理技術者の職務遂行環境に関する実態調査	1
II	点字出力機能を備えたテキストエディタの開発	15
III	重度視覚障害者のテキスト処理作業における点字出力利用と音声出力利用の比較研究	35

## 1 重度視覚障害を持つ情報処理技術者の職務遂行環境に関する実態調査

### 1. 背景と目的

厚生省の調査によると、わが国の視覚障害者の就業率は、平成 3 年には 23.3 %であった。これは、全国一般の就業率 62.0 %と較べてはるかに低く、また身体障害者全体のそれよりも 5.5 ポイント低い。このことは、視覚障害が職業的に極めて重大な障害であることを示している。障害程度別の差異は不明であるが、現実には重度視覚障害者の職業事情はとりわけ厳しく、さらに悪化の傾向にあるようにもみえる。このような状況は、伝統的な職域である三療が、晴眼者の大量参入などのために確実なものではなくなったことと、それに替わる安定した職域が確保されていないことによる。

そうした中、近年、重度視覚障害者がコンピュータ・プログラマーなどの情報処理技術者として就労する事例がみられる。まだ就業者の数は少ないものの、情報処理分野が重度視覚障害者の一つの職域として位置付けられるようになってきた。その原点は、1972 年に社会福祉法人日本ライトハウスが情報処理の職業訓練課程を開設したことである(表 1.1)。当初、この分野は、使用する文字種が主にアルファベットと数字であることや、思考の占める割合が高いことなどから視覚障害者に適した職域と考えられ、職業訓練が開始された。しかし、その後の技術の進歩は情報処理の方法や手段、対象を劇的に変容させた。その結果、情報処理技術者の就労環境は著しく変化し、それは現在も続いている。本調査は、そのような中で、重度の視覚障害者が実際どのように情報処理業務を遂行しているのか、そしてそこにはどのような問題や課題があるのか、とくに、点字によるコンピュータとのコミュニケーションについてはどうか、を明らかにするために行った。

表1.1 視覚障害者のための情報系教育・訓練の変遷

1972年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ライトハウスが職業・生活訓練センターに情報処理科を開設した</li> <li>・ 当初は運営経費を同法人がすべて負担した</li> </ul>
1973年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ライトハウスの同訓練が視覚障害者の新職業開発として厚生省の委託事業となる</li> <li>・ 運営経費が公的にまかなわれるようになった</li> <li>・ 受講期間2年</li> </ul>
1980年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 職リハセンターが職業訓練部電子計算機科への視覚障害者の受け入れを開始した</li> <li>・ 受講期間1年(2年まで延長可能)</li> <li>・ 年間7人まで</li> </ul>
1981年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ライトハウスの情報処理科が、他の訓練科とともに、大阪府身体障害者職業訓練校からの特別委託訓練となり、厚生省の委託事業から労働省の身体障害者等能力開発事業にかわった</li> <li>・ 受講期間2年</li> <li>・ 定員8人</li> </ul>
1991年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 筑波技術短期大学視覚部に情報処理科が開設された</li> <li>・ 3年制</li> <li>・ 学年定員10人</li> </ul>
1992年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 大阪府立盲学校専攻科に情報処理科が開設された</li> <li>・ 2年制</li> <li>・ 学年定員10人</li> </ul>
1993年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 職リハセンター電子計算機科がOAシステム科に改められた</li> <li>・ 受講期間1年</li> </ul>

## 2. 調査の方法と対象

調査は、電話による個別聞き取り方式で、1995年6月から7月にかけて実施した。

### (1) 調査対象者

聞き取り調査の対象は、情報処理技術者として現在就労している重度視覚障害者である。二つの職業訓練施設と二つの教育機関に設置されている視覚障害者のための情報系教育・訓練課程の修了者・卒業者と、一般大学等から就職した視覚障害者の中から、使用文字が点字でかつ当該職種で就職した者を抽出し、さらにその中の現在も同じ職種を継続しているものを調査の対象とした。

### (2) 調査事項

対象者各人に対する質問事項は、大略次のとおりである。

#### a) 個人情報

年齢・視力の程度・点字使用年数

勤務先の業種・所属部署の名称・現職の在職年数など

#### b) 就労環境

所属部署の規模・担当職務の内容

使用しているコンピュータ・システムと障害補償機器

介助者の体制

#### c) 職務遂行の方法

情報処理技術者の中核的職務であるソフトウェア開発について

使用言語

コンピュータや同僚とのコミュニケーションの方法

文書の読み書きの方法など

#### d) 職務遂行における問題点

現在の職務遂行環境の評価と問題点

状況改善のためになされるべきこと

#### e) コンピュータ・アクセスにおける点字の使用

現状・問題点・課題

### 3. 結果

#### (1) 回答者

調査対象者として 19 人がリストアップされたが、実際に聞き取りを行えたのは 17 人であった。その回答者の特性は次のとおりである(数値は人数)。

性別	男	16
	女	1
年齢	20代	6
	30代	8
	40代	3
視力の程度	両眼 0	11
	光覚	2
	眼前手動弁	4
点字使用年数	3年以上10年未満	2
	10年以上20年未満	7
	20年以上	8
勤務先の業種	ソフトウェア開発	5
	コンピュータ製造	2
	精密機器製造	2
	金属加工	2
	機器製造	1
	住宅製造	1
	酒造	1
	情報機器販売	1
	映画製作・配給	1
	旅行取扱い	1
	所属部署	情報処理部門
事務部門		2
研究部門		2
部門分けのない小規模企業		3
現職の在職年数	3年未満	7
	3年以上10年未満	5
	10年以上	5



## (2) 就労環境

回答者の就労環境は次のとおりである。

### (イ) 所属部署の規模

所属部署(部門分けのない小規模企業の場合は全社)の従業員数

10人未満	5人
10人以上30人未満	7人
30人以上	5人

### (ロ) 使用しているコンピュータ・システム

全員がパソコンを使用しており、うち4人は複数セット(最多は3セット)の併用である。

パソコン以外に、ワークステーションを使用しているのは4人、汎用機は9人であり、そのうちの1人は、パソコン、ワークステーション、汎用機のすべてを用いている。したがって、パソコンのみで作業をしているのは5人である。

ワークステーションや汎用機の利用者は、パソコンをそれらの端末機や障害補償機器として用いている場合が多い。

一方、パソコンのOSは全員がMS-DOS(=PC-DOS)であり、そのバージョンは3が2人、5が6人、6が5人、不明4人である。

また、2人がMS-Windows、1人がOS/2を、使用する場面がある。

### (ハ) 障害補償機器

全員が視覚障害者用の機器やソフトウェアを職務の遂行に使用している。その種別ごとの設備状況は、

パソコン用画面音声化ソフトと音声合成装置	16人
点字プリンタ	9人
パソコン用画面点字化ソフトと点字ディスプレイ端末	8人
文書処理用点字ディスプレイ装置	1人
オプタコン	10人

となっている。17人の内の13人はこれらの複数を組み合わせて使用しているが、3人は音声出力のみ、1人はオプタコンのみである。

他に、視覚障害者用の日本語ワープロソフトやテキストエディタ、自動点訳ソフトなどを使用している者もある。

また、OCR装置は3人の職場に設備されている。

(ニ) 介助体制

職場介助者が雇用・配置されている	4人
同僚や上司が適宜協力している	12人
入社後まもないことから、トレーナーの下にあり その助力を受けている	1人

(ホ) 職務内容

担当している主な情報処理業務

事務処理用ソフトウェアの開発・保守	11人
視覚障害者用ソフトウェアの開発	3人
技術計算ソフトウェアの開発	1人
機械制御用ソフトウェアの開発	1人
システム・プログラミング	1人

(3) ソフトウェア開発作業の方法

回答者のうちの1人は、現在はソフトウェア開発に全く携わっていないことから、この部分には回答しなかった。

(イ) 使用しているプログラミング言語

言語別の使用者数

C	9人
COBOL	7人
簡易言語	3人
FORTRAN	1人
PL/1	1人
アセンブラ	1人
単一言語使用者数	11人
COBOL	5人
C	5人
PL/1	1人

(ロ) 情報の取得

ソフトウェア開発の過程では、使用者やマニュアルなど普通文字の文書を読んで情報を得る必要がある。

仕様書については、3人は自作しているが、13人は他人が作成したものに従って作業を行っている。

その伝達は、7人は同僚や職場介助者による口述や読み上げ、2人は電子メール、3人は口述または読み上げと電子データ化の併用、1人は読み上げとオプタコンによ

る読み取りとの併用によってなされている。

電子メールで送られてきた文書は、点字や音声に変換して読む。電子データ化は、同僚や職場介助者が OCR やキーボードにより行い、それを読む方法は、電子メールの場合と同様である。

マニュアルなどの資料調べについては、7人は職場介助者や同僚に完全に依存している。つまり、読み上げや点訳、電子データ化を依頼している。また、同僚等に依頼するとともに他の方法も用いているのが4人である。他の方法とは、公共図書館の対面朗読利用、当該製品のユーザ・サポート・センターなどへの電話による問い合わせ、既存点字資料の利用、パソコン通信の関連フォーラムへの問い合わせ、オンラインマニュアルの利用などである。一方、社内用のオンラインマニュアルや CD-ROM の利用、職場外への点訳依頼、私物の OCR での入力、電子データ化されている英語資料の活用、製品購入時に交渉して入手した電子マニュアルの利用などの方法により独力で処理しているものも4人いる。そして、残る1人は、既存の知識を最大限に活用することで、なるべく資料調べをしないで済ませるようにしている。

#### (ハ) 思考

思考の一場面であるプログラム設計では、補助手段として、5人が点字(メモや文章表現)、2人が点字とレーズライタ(図形表現)、1人がパソコンの音声出力エディタ(疑似言語表現)を用いているが、他の8人は専ら記憶に頼って行っている。

#### (ニ) コンピュータへのアクセス

コンピュータのオペレーションやプログラムの入力・編集・デバッグなどにおいてコンピュータの出力を読み取るには、音声で出力させる、点字で出力させる(ディスプレイまたはプリンタ)、オプタコンを使う、同僚等に読み上げを依頼する、の四つの方法がある。

音声出力の使用割合が高い	7人
同点字出力の割合が高い	5人
オプタコン	3人
同僚による読み上げ	1人

ワークステーションを使用している4人はいずれもパソコンを介してアクセスしている。その内の2人は、ファイル転送機能を利用することにより主にパソコン側のエディタやワープロでプログラムの入力・編集・デバッグなどを行っており、他の2人は端末エミュレータでワークステーション側の資源を用いている。

汎用機を使用している8人のうち、5人はパソコンを介するアクセス、2人は直接のアクセス、1人は両方を組み合わせている。

パソコンを介している6人のうち、端末エミュレータを使用しているのは3人であり、他はパソコン側で主な作業を行いファイル転送で汎用機にアクセスしている。

(ホ) 同僚とのコミュニケーション

仕事上のコミュニケーションについて

口頭のみで行っている	9人
電子データ(電子メールなど)を併用している	6人
通常 of 文書を併用している	1人

(ヘ) 文書の作成

開発したソフトウェアに関するドキュメントなどは普通文字で作成する必要がある。これについては、パソコンのワープロソフトやエディタを使って普通文字を自ら書いているのが12人(但し、多くは下書き段階まで)、職場介助者等が代筆をしているのが3人、点字で原稿を作成し職場介助者が普通文字に訳しているのが1人である。

(4) 職務遂行における問題点

現在の職務遂行環境に関する評価では、

快適	1人
少し苦労がある	7人
苦労が多い	5人
困難が極めて多い	4人

具体的な問題点として延べ36の事項(重複を含む)が挙げられ、また、状況の改善のためになされるべきこととしては延べ27の事項があった。

(5) コンピュータ・アクセスにおける点字の使用

現在点字を使用している9人からは、延べ14の今後の課題が出された。一方、その他の8人が点字を使用していない理由が明かになり、そのうちの6人には点字使用の希望があることがわかった。

#### 4. 考察

前述のとおり、重度視覚障害を持つ情報処理技術者の職務遂行環境は、決して良好ではない。

##### (1) 問題点

現在の問題点として挙げられた 36 の事項は、いずれも重度視覚障害者ゆえのものと考えられる。それらを分類すると次のようになる。

a) コンピュータへのアクセスに関する事	13件
b) マニュアルの利用など情報の取得に関する事	11件
c) 図形的な情報の処理に関する事	6件
d) 障害補償機器の機能・性能等に関する事	3件
e) その他	3件

このように、コンピュータ・アクセスとマニュアルの問題が大きな割合を占めている。

##### (イ) コンピュータ・システムへのアクセス

###### 1) GUI

近年、コンピュータ・システムへのアクセスをウインドウやアイコン、マウスなどの図形的な方法によって行ういわゆる GUI ( Graphical User Interface ) が急速に普及している。欧米ではその点字化・音声化システムがすでに実用化されているが、わが国の日本語対応 OS ではまだ対策が実現していない。そのため、GUIの OS である MS-Windows を使用しなければならない 2 人は、オプタコンによる画面読みと介助者による読み上げで対処している。

しかし、オプタコンや介助者を介してのアクセスは能率が悪い。また、5 人が、周囲の GUI 化の進展で仕事がしづらくなっていると感じている。とくに、現在の職務遂行環境を困難が極めて多いと評価している 4 人の内の 3 人が、この GUI 化を最大の問題点としている。GUI は重度視覚障害者にとっては対応の難しいものであり、今後この問題はますます深刻になるものと思われる。

###### 2) 音声出力

次に、4 人が音声出力の問題点を挙げている。その内容は、

- ・ 細部を聞き落としやすく、プログラムの誤りなどを発見しにくい
- ・ プログラムの全体像を把握しにくい
- ・ 時間がかかる

などである。

問題の解決には、点字出力などとの効果的な組み合わせが必要である。

###### 3) その他

コンピュータ・アクセスに関するその他の問題点として、

- ・ 汎用機が点字や音声の出力を行わないためにオプタコンだけでアクセスしなければ

ばならず、能率が悪い。

- ・ 点字ディスプレイだけでアクセスしているために入力ミスに気が付きにくく、能率が悪い。
- ・ オプタコンだけでは入力した漢字の確認が十分にできない。
- ・ コンピュータ・システムが異常終了した時に全く対処できない。

といったことが挙げられた。これらからも、複数のアクセス手段の適切な組み合わせが必要であることがわかる。

#### (ロ) 情報の取得

マニュアルに関する不便を中心に、情報取得の難しさが大きな問題となっている。

##### 1) マニュアル

ソフトウェア開発などの情報処理業務では、ハードウェアやソフトウェアに関するマニュアルの利用が不可欠である。しかし、重度視覚障害者のための整備は殆どなされておらず、各人がさまざまな方法で対処している。そうした状況で、

- ・ 必要な時にすぐに自由にマニュアルを調べることができない
- ・ 同僚に読み上げを依頼するが能率が悪い
- ・ ユーザ・サポート・センターに問い合わせても対応が悪い
- ・ 点訳を外部に依頼した場合、完成までに時間がかかりすぎる
- ・ データ化されているマニュアルが少なく、入手がむずかしい

などの問題に日常的に直面している。

##### 2) その他

最近では文書の電子化や電子メールの導入が進んでおり、4人が電子メールで仕様書などの文書をやりとりし、1人が社内用の電子資料を活用している。また、私物の場合を含めて4人が、OCRによる文書の電子化を行っている。このように重度視覚障害者の情報環境はかなり変わってきてはいるが、

- ・ 仕様書の迅速な読み取りができない。
- ・ 新しい技術や知識の習得がむずかしく、環境の変化に対応できない。

など、文字の読みや情報の取得に関する問題が依然として大きくよこたわっている。

#### (ハ) 図形的な情報の処理

GUIの問題と同質であるが、二次元的な対象の処理がむずかしい。

- ・ 画面や帳票のレイアウトの確認ができない
- ・ イメージデータや画面情報、図形情報の処理が難しい
- ・ ウィンドウ関係のプログラミングができない

などの問題が挙げられた。

## (ニ) 障害補償機器の機能・性能等

障害補償機器に関しては次のような事項があった。

- ・ 周囲に対する騒音の影響が気になり、点字プリンタやオプタコンを使えない。
- ・ 価格が高いために点字ディスプレイを利用できない。
- ・ 点字ディスプレイの表示部が 1 行しかないので使いにくい。

このように、障害補償機器にはまだ改良の必要がある。

## (ホ) その他

- ・ 作業に時間がかかりすぎる
- ・ 生産性重視の職場の方針に対応するのが難しい
- ・ 業務形態の変化に適応できず、仕事が殆どなくなってしまった  
など、現実の厳しさが窺われた。

## (2) 今後の課題

状況を改善するためになされるべきこととして挙げられた 27 の事項を分類すると次のようになる。

a) マニュアル関連	7件
b) GUI対策	7件
c) GUI対策以外の開発	6件
d) 講習会等	3件
e) 助成制度	3件
f) その他	1件

### (イ) マニュアル関連の整備

ハードウェアやソフトウェア、プログラミング言語関係などのマニュアル類についての要望が強い。視覚障害者が独力で利用できるよう、点字化や電子データ化を求めるものである。また、マニュアル作成者にそのテキストデータの提供を義務づけることや、マニュアル調べなどの依頼に電話やパソコン通信で応じる公的サービスの実施が提案され、これらは検討に値する。

### (ロ) GUI 対策

一方、GUI 対策を望む声も強く、点字出力や音声出力を用いたアクセス手段の開発が待たれている。とくに、MS-Windows の音声化・点字化の必要性が 2 人から出されている。

### (ハ) GUI 対策以外の開発

具体的な内容は次のとおりである。

- ・ 点字ディスプレイ装置を介して使用する強力なプログラムエディタ、
- ・ 出力された帳票のレイアウトを確実に読み取れる手段、

- ・汎用コンピュータ・システムの点字出力・音声出力、
- ・視覚障害者が完全に独力で操作できる OCR システム、
- ・イメージデータを完全なコードデータに変換するソフトウェア、
- ・複数行の表示部を持つ点字ディスプレイ装置。

#### (ニ) 講習会の開催等

一般に、重度視覚障害者は新しい技術や知識の習得が難しい、就労環境の変化に対応し難い。そのための対策として、公的機関による講習会の開催や情報提供サービスの実施が望まれている。

#### (ホ) 助成制度の強化

障害補償機器は一般に高価である。また、現行の助成制度は、それらを必要に応じて購入できるまでにはなっていない。たとえば、就職時に点字ディスプレイが製品化されていなかったために、いまだに導入できずにいる例もある。一方、職場介助者が採用・配置されているケースもまだ少ない。こうしたことから、助成制度の充実・強化が求められている。

#### (ヘ) その他

漢字の処理が一般的になってきた中で、就職前の漢字教育の必要性も指摘された。

### (3) コンピュータ・アクセスにおける点字の使用

重度視覚障害者にとって点字は最も確実な伝達手段である。しかし、コンピュータとのコミュニケーションではかねてよりあまり用いられてこなかったように思われる。実際、回答者の点字使用歴は比較的長いにもかかわらず、17人のうちの8人はコンピュータ・アクセスで点字を全く使用していない。その理由は、

- ・点字プリンタの騒音が大きい。
- ・点字プリンタは打ち出しに時間がかかりすぎる。
- ・点字ディスプレイのための適当なソフトウェアがない。
- ・点字用の機器が設備されていない。
- ・点字用の機器を置くスペースがない。
- ・点字のできる仕事がない。
- ・音声出力で十分に仕事ができている。

などである。このように、点字関係の機器の価格や性能の問題とソフトウェアの不備が点字の使用を阻害している。

前記8人のうちの6人は点字を使用したいという希望があり、その実現の条件として、

- ・点字ディスプレイ用の優れたソフトウェアの開発、
- ・機器の性能向上と小型化、
- ・機器購入のための助成制度の改善、



などを挙げている。

一方、コンピュータ・アクセスで実際に点字を使用している 9 人からの要望をまとめると、

- ・ 高速・低騒音の点字プリンタの開発、
- ・ 表示マス数の多い(できればフルページ表示の)点字ディスプレイ装置の開発、
- ・ 漢字の処理や画面レイアウトの確認、日本語文章の編集などを点字で行えるシステムの開発、
- ・ ウィンドウ・システムなど GUI の点字化、

などである。

## 5. 情報処理科専門教育の今後の課題

このような状況の下で、重度視覚障害者を対象とする情報処理専門教育の現場は、以下のようなことに取り組む必要がある。

### (1) コンピュータ・アクセス教育の充実

コンピュータ・アクセスの手段は適宜選択あるいは併用できることが望ましい。

そこで、アクセス技術についての教育を充実する。そのためには、アクセス機器やソフトウェアの十分な評価、さらには技術開発を行い、そのうえで教育技法を開発する必要がある。また、アクセス技術が充実している英語版システムの導入も、検討すべきである。

### (2) 文字処理教育の充実

独力で完成度の高い普通文字文書を作成できるようにするために、文書作成技術の教育を充実する。その中には、漢字や書式に関する知識や、ワープロソフト・OA ソフトの操作技術などの教育が含まれる。

また、情報手段としての点字をより有効に活用できるようにするために、点字の利用技術の向上を図る教育を導入する。

### (3) ネットワーク関連の教育の充実

電子メールがコミュニケーション手段として有用である。また、ネットワークは視覚障害を持つ情報処理技術者に新たな職域をもたらす可能性を持っている。そうしたことから、ネットワーク関連の教育を充実・強化する。

### (4) 資料の供給

マニュアルなど、教育現場と職場で共通に利用できる資料の点字化やテキストデータ化を推進し、ライブラリ化するなどして職場にも供給する。

### (5) 技能向上の場の提供

職業訓練機関などと連携し、既に情報処理の職についている重度視覚障害者に、新しい技術や知識を習得する場を提供する。

## 6. 結論

本調査により、重度の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が明らかになった。この分野は、視覚障害者の新しい職域として期待されているものの、マニュアル類の不備やコンピュータ・アクセスにおける不便など、まだ問題が多い。加えて、GUI化の進展による状況の悪化もみられ、実際、そうした就労環境の変化のために、従来からの中核的職務であるソフトウェア開発を殆ど行えなくなったり、あるいは行いづらくなったりしている事例がある。

このような状況の改善には、研究開発はもちろん、さまざまな対策の実施が必要である。そして、この分野で働く重度視覚障害者は、他分野の知識と融合した高度な専門性を身につけることや、ネットワーク関連などコンピュータの新たな利用分野でも職務を創出することを目指すべきであろう。それには当然、関係する教育・訓練のあり方や内容も見直さなければならない。

厳しい職業事情にある重度視覚障害者の数少ない職域の一つを今後も維持・発展させていくために、多方面の積極的な取り組みが望まれる。

## Ⅱ 点字出力機能を備えたテキストエディタの開発

本研究では、点字を活用したプログラミング・ツールが未整備である現状を踏まえて、点字でリアルタイムにテキストを確認しながら入力・編集作業ができるエディタソフト TEBO を開発した。出力される点字体系には、普通文字との完全な相互変換が可能である必要から、情報処理用点字を採用した。対象コンピュータは、パソコンの PC-9801・9821 シリーズ及びその互換機であり、基本ソフト MS-DOS 上で機能し、点字ディスプレイ装置パワーブレイル 40 を必要とする。

### 1. 情報処理用点字の概要

日本点字委員会は、1981年に『コンピュータ用言語の6点式点字表記』を定めた。これは、コンピュータのプログラムや画面表示などを記述する際に用いる情報処理用点字の体系を規定する表記規則である。同表記規則は、その後1985年と1995年に一部改定されて現在に至っている。

#### 1.1 対象字種

情報処理用点字で記述できる文字や記号は JIS X0201 の図形キャラクタ 157 種と間隔の計 158 の 1 バイトキャラクタである。その一覧を表 2.1 に示す。表中の「キャラクタコード」は、各キャラクタの 16 進コード、「名称」は一般的な読み方(JIS の名称とは異なるものもある)、「属性」は各文字や記号の分類(キャラクタ集合)である。キャラクタ集合には次の五つがある。

- ・ ローマ小文字(英字の小文字)
- ・ ローマ大文字(英字の大文字)
- ・ 特殊記号(英字系の記号)
- ・ 数字
- ・ 仮名(カタカナと関連記号)

#### 1.2 点字記号

一つないし複数の点字マス内の点の組み合わせパターンを「点字記号」という。

情報処理用点字で各 1 バイトキャラクタを表す点字記号は、表 2.2 の通りである。表中の点字記号に関する要点をまとめると、次のようになる。

- ・ アルファベットの大文字・小文字、数字、仮名の清音は、一般の点字と等しい。
- ・ 特殊記号の多くが一般の点字と異なる。

- ・ 特殊記号の中には 2 マス記号がいくつかある。
- ・ 仮名の濁点と半濁点はふつう文字の表記と同様に後置する。
- ・ 仮名に小文字があり、拗音は普通文字と同じ表記をする。

### 1.3 状態変更フラグ

情報処理用点字には、同形の点字記号を使い分けるための「状態変更フラグ」があり、その使い方が厳密に定められている。

状態変更フラグは、後に続く点字記号の列が、「どのキャラクタ集合の文字や記号を表すのか」(これを「状態」という)を明示するものであり、次の 4 種類がある(表 2.2 参照)。

- ・ 小文字フラグ
- ・ 大文字フラグ
- ・ 数字フラグ
- ・ 仮名フラグ

#### (1) 基本状態

状態変更フラグが記されない場合の暗黙の状態を「基本状態」という。基本状態は、小文字状態と大文字状態のいずれかに設定することができる。基本状態が小文字状態である場合を「小文字基本表記」、大文字状態の場合を「大文字基本表記」と呼ぶ。どちらの表記でも、改行やマスあけなどによって状態が暗黙に基本状態に戻る。

#### (2) 特殊記号と状態変更フラグ

特殊記号は、小文字基本表記ではローマ小文字のキャラクタ集合に、大文字基本表記ではローマ大文字のキャラクタ集合に、それぞれ属するものとする。これによって、特殊記号の状態変更フラグが不要になり、フラグの使用頻度も軽減される。

#### (3) 仮名・記号遷移符

仮名に特殊記号が続くときは、通常の状態変更フラグではなく、仮名・記号遷移符を用いる。仮名記号遷移符は、小文字基本表記でも大文字基本表記でも、状態を基本状態に戻す。

### 1.4 ナチュラル表記

変数名などの先頭の 1 文字だけを大文字で記すプログラミング言語に対応するために、1995 年にナチュラル表記が新設された。これは、小文字基本表記に似ているが、大文字フラグの代わりに、単独大文字符と連続大文字符を用いる。単独大文字符は、その直後の点字記号一つだけがローマ大文字を表すことを意味し、連続大文字符は、大文字フラグと全く同じ働きをする。

## 1.5 状態変更フラグの用法

### 1.5.1 暗黙の状態遷移

- (1) 小文字状態では、ローマ文字の点字記号はこの状態を保持するが、特殊記号の点字記号は、基本状態に戻す(基本状態が小文字状態の時には、状態は変わらない)。
- (2) 大文字状態では、ローマ文字の点字記号はこの状態を保持するが、特殊記号の点字記号は、基本状態に戻す。
- (3) 数字状態では、数字とピリオドの点字記号はこの状態を保持するが、ピリオドをのぞく特殊記号の点字記号と k から z までのローマ文字の点字記号は、基本状態に戻す。
- (4) 仮名状態では、改行やマスあけ以外による暗黙の状態遷移はない。
- (5) 基本状態は、行の書き出しやマスあけの後に状態変更フラグがない場合の暗黙の状態である。

### 1.5.2 状態変更フラグの有効範囲

- (1) 小文字フラグは、小文字状態に入ることが明示される。後続するローマ文字の点字記号の列が、小文字のキャラクタ列を表すことを示す。小文字フラグの効力は、他の状態への変更フラグによって消滅する。また、大文字基本表記の場合には、特殊記号を表す点字記号やマスあけ、改行によっても効力は消滅する。
- (2) ローマ大文字フラグは、小文字基本表記と大文字基本表記において大文字状態に入ることが明示される。後続するローマ文字の点字記号の列が、大文字のキャラクタ列を表すことを示す。大文字フラグの効力は、他の状態への変更フラグによって消滅する。また、小文字基本表記の場合には、特殊記号を表す点字記号やマスあけ、改行によっても効力は消滅する。
- (3) 単独大文字符は、ナチュラル表記において、直後の点字記号一つがローマ大文字を表すことを示す。効力はこの一つの点字記号に対してのみで、状態は暗黙に基本状態(小文字状態)になる。
- (4) 連続大文字符は、ナチュラル表記において大文字状態に入ることが明示される。意味と有効範囲は大文字フラグと同じである。
- (5) 数字フラグは、数字状態に入ることが明示される。後続する点字記号の列が数字及びピリオドのキャラクタ列を表すことを示す。数字フラグの効力は、数字とピリオドを表す 11 種類の点字記号以外のもの(マスあけや改行を含む)か、または連続するピリオドの点字記号によって消滅する。このうち、状態変更フラグ以外で数字状態が終了した時は、状態は基本状態に戻る。
- (6) 仮名フラグは、仮名状態に入ることが明示される。後続する点字記号の列が仮名や仮名記号のキャラクタ列を表すことを示す。仮名フラグの効力は、

- a. 他の状態への変更フラグ
- b. 仮名記号遷移符
- c. マスあけ
- d. 改行

によって消滅する。

### 1. 5. 3 キャラクタによる状態の遷移と状態変更フラグの要否

1 バイトキャラクタによる状態の遷移と、その場合の状態変更フラグの要否および種類を、状態とキャラクタ集合の組み合わせごとに示す。表 2.3 は、「現状態」欄の状態で、「キャラクタの種類」欄のキャラクタが続くとき、「状態変更フラグ」欄のフラグを前置する必要があること(あるいはフラグは不要であること)と、次状態欄の状態に遷移することを示している。

## 2. パワーブレイル 40 の概要

パワーブレイル 40(PB-40)は、8 点 40 マスのピン表示部を持つ点字ディスプレイ装置である。シリアルポートとパラレルポートを備え、パソコンなどとの間でデータの送受信ができる。受信データは、固有の点字コードなどからなる一定の形式のものでなければならない。一方、PB-40 からの送信データは、6 個の操作キーと、表示部の各点字マスに対応している 40 個のタッチ・カーソル・スイッチを押下することによって発生するコードである。

### 2. 1 シリアルポートの通信プロトコル

PB-40 の通信プロトコルは以下の通りであり、データを送受信するパソコンなどは、この設定にする必要がある。

ボーレート: 9600 ボー

データビット: 8 ビット

ストップビット: 1 ビット

パリティ: なし

ハンドシェイク: なし

### 2. 2 受信データ

PB-40 の 40 マスの表示部に点字を表示するには、表 2.4 に示す 86 バイトのデータをパソコンなどから送らなければならない。データが受信される度に、表示は更新される。

## 2.3 送信データ

### (1) 操作キー

PB-40 には、図 2.1 に示す操作キーがある。各キーを押下すると、図中の 2 バイトのコードが 1 回送信される。

### (2) タッチ・カーソル・スイッチ

40 個あるカーソル・スイッチを押下すると、その間 0.1 秒ごとに表 2.5 の 12 バイトのコードが送信され、スイッチが放されると表 2.6 の 12 バイトのコードが 1 回送信される。

## 3. TEBO の概要

TEBO ( Tiny Editor with Braille Output ) は、点字ディスプレイへの点字出力機能を備えたテキストエディタである。処理対象は、現在のところ、1 バイトキャラクタのみからなるテキストに限られている。

### 3.1 エディタ機能

コマンドやテキストの入力は、通常のキーボードから行う。機能キーの働きは、一般的なエディタのそれとほぼ等しい。

編集は、テキスト上でカーソルを移動しながら行ういわゆるスクリーン方式である。簡単なキー操作で、文字・行・ブロック単位の挿入、削除、移動、複写などができる。また、文字列検索やカーソルジャンプも可能である。

テキストの保存や呼び出しは、ファイル名を指定するか、あるいは暗黙のファイル名で行う。

### 3.2 点字出力機能

TEBO では、カーソルが現在位置している部分のテキストを、リアルタイムで点字表示する。表示されるのは情報処理用点字であり、カーソルは、ピン表示部の 7・8 の点で示される。表示部が 40 マスであることから、一時に表示されるのは最大 40 キャラクタであり、行内の非表示部分を読むためには、PB-40 のキー操作で表示窓を移動する必要がある。

### 3.3 点字ディスプレイ装置からの操作

TEBO では、PB-40 からカーソルの移動ができる(図 2.2 参照)。

また、タッチ・カーソル・スイッチを押下すると対応する点字マスにカーソルが瞬時に移動する。この機能は、とりわけ有効であり、迅速な操作を可能にし、処理能率を向上させる。

### 3.4 今後の課題

TEBO については、

- ・ 検索・置換機能の強化、
- ・ PB-40 の操作キーにおける同時押し機能の有効活用、
- ・ 漢字などの 2 バイトキャラクタへの対応、

などの今後の課題がある。





表 2. 1 1バイトキャラクター一覧

(1) ローマ文字用図形キャラクタ

文字/記号 名称 属性	SP 20 間隔(スペース)	0 30 数字	@ 40 アットマーク 特殊記号	P 50 ローマ大文字	` 60 アクサンテ・グラーブ 特殊記号	p 70 ローマ小文字
文字/記号 名称 属性	! 21 感嘆符 特殊記号	1 31 数字	A 41 ローマ大文字	Q 51 ローマ大文字	a 61 ローマ小文字	q 71 ローマ小文字
文字/記号 名称 属性	" 22 引用符 特殊記号	2 32 数字	B 42 ローマ大文字	R 52 ローマ大文字	b 62 ローマ小文字	r 72 ローマ小文字
文字/記号 名称 属性	# 23 シャープ 特殊記号	3 33 数字	C 43 ローマ大文字	S 53 ローマ大文字	c 63 ローマ小文字	s 73 ローマ小文字
文字/記号 名称 属性	\$ 24 ドル 特殊記号	4 34 数字	D 44 ローマ大文字	T 54 ローマ大文字	d 64 ローマ小文字	t 74 ローマ小文字
文字/記号 名称 属性	% 25 パーセント 特殊記号	5 35 数字	E 45 ローマ大文字	U 55 ローマ大文字	e 65 ローマ小文字	u 75 ローマ小文字
文字/記号 名称 属性	& 26 アンパサント 特殊記号	6 36 数字	F 46 ローマ大文字	V 56 ローマ大文字	f 66 ローマ小文字	v 76 ローマ小文字
文字/記号 名称 属性	' 27 アポストロフィ 特殊記号	7 37 数字	G 47 ローマ大文字	W 57 ローマ大文字	g 67 ローマ小文字	w 77 ローマ小文字
文字/記号 名称 属性	( 28 小かっこ開き 特殊記号	8 38 数字	H 48 ローマ大文字	X 58 ローマ大文字	h 68 ローマ小文字	x 78 ローマ小文字
文字/記号 名称 属性	) 29 小かっこ閉じ 特殊記号	9 39 数字	I 49 ローマ大文字	Y 59 ローマ大文字	i 69 ローマ小文字	y 79 ローマ小文字
文字/記号 名称 属性	* 2A アスタリスク 特殊記号	: 3A コロン 特殊記号	J 4A ローマ大文字	Z 5A ローマ大文字	j 6A ローマ小文字	z 7A ローマ小文字
文字/記号 名称 属性	+ 2B プラス 特殊記号	; 3B セミコロン 特殊記号	K 4B ローマ大文字	[ 5B 大かっこ開き 特殊記号	k 6B ローマ小文字	{ 7B 中かっこ開き 特殊記号
文字/記号 名称 属性	, 2C コンマ 特殊記号	< 3C 小なり 特殊記号	L 4C ローマ大文字	¥ 5C 円 特殊記号	l 6C ローマ小文字	7C 縦線 特殊記号
文字/記号 名称 属性	- 2D ハイフン・マイナス 特殊記号	= 3D イコール 特殊記号	M 4D ローマ大文字	] 5D 大かっこ閉じ 特殊記号	m 6D ローマ小文字	} 7D 中かっこ閉じ 特殊記号
文字/記号 名称 属性	. 2E ピリオド 特殊記号	> 3E 大なり 特殊記号	N 4E ローマ大文字	^ 5E ハット 特殊記号	n 6E ローマ小文字	~ (チルダ) 7E オーバーライン(チルダ) 特殊記号
文字/記号 名称 属性	/ 2F スラッシュ 特殊記号	? 3F クエッションマーク 特殊記号	O 4F ローマ大文字	_ 5F アンダースコア 特殊記号	o 6F ローマ小文字	

( 2 ) カタカナ用図形キャラクタ

文字 / 記号 名 称 属 性	キャラクタコード A0 。	- B0 長 音 符 号 カタカナ	ゝ C0 カタカナ	ゝ D0 カタカナ
文字 / 記号 名 称 属 性	キャラクタコード A1 句 点 カタカナ	ア B1 カタカナ	チ C1 カタカナ	ム D1 カタカナ
文字 / 記号 名 称 属 性	キャラクタコード A2 「 か ぎ か っ こ 開 き カタカナ	イ B2 カタカナ	ツ C2 カタカナ	メ D2 カタカナ
文字 / 記号 名 称 属 性	キャラクタコード A3 」 か ぎ か っ こ 閉 じ カタカナ	ウ B3 カタカナ	〒 C3 カタカナ	モ D3 カタカナ
文字 / 記号 名 称 属 性	キャラクタコード A4 読 点 カタカナ	エ B4 カタカナ	ト C4 カタカナ	ヤ D4 カタカナ
文字 / 記号 名 称 属 性	キャラクタコード A5 中 点 カタカナ	オ B5 カタカナ	ナ C5 カタカナ	ユ D5 カタカナ
文字 / 記号 名 称 属 性	キャラクタコード A6 ヲ カタカナ	カ B6 カタカナ	ニ C6 カタカナ	ヨ D6 カタカナ
文字 / 記号 名 称 属 性	キャラクタコード A7 小 文 字 の ア カタカナ	キ B7 カタカナ	ヌ C7 カタカナ	ラ D7 カタカナ
文字 / 記号 名 称 属 性	キャラクタコード A8 小 文 字 の イ カタカナ	ク B8 カタカナ	ネ C8 カタカナ	リ D8 カタカナ
文字 / 記号 名 称 属 性	キャラクタコード A9 小 文 字 の ウ カタカナ	ケ B9 カタカナ	ノ C9 カタカナ	ル D9 カタカナ
文字 / 記号 名 称 属 性	キャラクタコード AA 小 文 字 の エ カタカナ	コ BA カタカナ	ハ CA カタカナ	レ DA カタカナ
文字 / 記号 名 称 属 性	キャラクタコード AB 小 文 字 の オ カタカナ	サ BB カタカナ	ヒ CB カタカナ	ロ DB カタカナ
文字 / 記号 名 称 属 性	キャラクタコード AC 小 文 字 の ヤ カタカナ	シ BC カタカナ	フ CC カタカナ	リ DC カタカナ
文字 / 記号 名 称 属 性	キャラクタコード AD 小 文 字 の ユ カタカナ	ス BD カタカナ	ヘ CD カタカナ	ソ DD カタカナ
文字 / 記号 名 称 属 性	キャラクタコード AE 小 文 字 の ヨ カタカナ	セ BE カタカナ	ネ CE カタカナ	テ DE 濁 点 カタカナ
文字 / 記号 名 称 属 性	キャラクタコード AF 小 文 字 の ツ カタカナ	ソ BF カタカナ	マ CF カタカナ	ド DF 半 濁 点 カタカナ

表 2 . 2 1 バイト キャラクタ を 表 す 点 字 記 号

キャラクタ集合	点 字 記 号						
	S P ( 間 隔 )						
ローマ 小文字	a	b	c	d	e	f	g
	h	i	j	k	l	m	n
	o	p	q	r	s	t	u
	v	w	x	y	z		
	ローマ 大文字	A	B	C	D	E	F
H		I	J	K	L	M	N
O		P	Q	R	S	T	U
V		W	X	Y	Z		
特 殊 記 号		!	"	#	\$	%	&
	(	)	*	+	,	-	.
	/	:	;	<	=	>	?
	@	[	¥	]	^	_	`
	{		}	~ ( ~ )			

キャラクタ集合	点 字 記 号						
数 字	0	1	2	3	4	5	6
	7	8	9	.			
仮 名	。	「	」	、	・	ヲ	ア
	イ	ウ	エ	オ	ヤ	ユ	ヨ
	ツ	ー	ア	イ	ウ	エ	オ
	カ	キ	ク	ケ	コ	サ	シ
	ス	セ	ソ	タ	チ	ツ	テ
	ト	ナ	ニ	ヌ	ネ	ノ	ハ
	ヒ	フ	ヘ	ホ	マ	ミ	ム
	メ	モ	ヤ	ユ	ヨ	ラ	リ
	ル	レ	ロ	ワ	ン	、	。

\* 状態変更フラグ

小文字フラグ :            大文字フラグ .  
 数字フラグ :            仮名フラグ :

表 2. 3 状態の遷移と変更フラグ

( 1 ) 小文字基本表記 ( 基本状態は小文字状態です。 )

現状態	キャラクターの種類	状態変更フラグ	次状態
小文字 状態	ローマ小文字	不要	小文字状態
	特殊記号	不要	小文字状態
	ローマ大文字	要 : 大文字フラグ	大文字状態
	数字	要 : 数字フラグ	数字状態
	仮名	要 : 仮名フラグ	仮名状態
大文字 状態	ローマ小文字	要 : 小文字フラグ	小文字状態
	特殊記号	不要	小文字状態
	ローマ大文字	不要	大文字状態
	数字	要 : 数字フラグ	数字状態
	仮名	要 : 仮名フラグ	仮名状態
数字 状態	ローマ小文字 “ a ” - “ j ”	要 : 小文字フラグ	小文字状態
	ローマ小文字 “ k ” - “ z ”	不要	小文字状態
	特殊記号 ( 単一の ) “ . ”	不要	数字状態
	特殊記号 “ . ” 以外	不要	小文字状態
	ローマ大文字	要 : 大文字フラグ	大文字状態
	数字	不要	数字状態
	仮名	要 : 仮名フラグ	仮名状態
仮名 状態	ローマ小文字	要 : 小文字フラグ	小文字状態
	特殊記号	要 : 仮名・記号遷移符	小文字状態
	ローマ大文字	要 : 大文字フラグ	大文字状態
	数字	要 : 数字フラグ	数字状態
	仮名	不要	仮名状態

( 2 ) 大文字基本表記 ( 基本状態は大文字状態です。 )

現状態	キャラクタの種類	状態変更フラグ	次状態
小文字 状態	ローマ小文字	不要	小文字状態
	特殊記号	不要	大文字状態
	ローマ大文字	要：大文字フラグ	大文字状態
	数字	要：数字フラグ	数字状態
	仮名	要：仮名フラグ	仮名状態
大文字 状態	ローマ小文字	要：小文字フラグ	小文字状態
	特殊記号	不要	大文字状態
	ローマ大文字	不要	大文字状態
	数字	要：数字フラグ	数字状態
	仮名	要：仮名フラグ	仮名状態
数字 状態	ローマ小文字	要：小文字フラグ	小文字状態
	特殊記号 ( 単一の ) “. ”	不要	数字状態
	特殊記号 “. ” 以外	不要	大文字状態
	ローマ大文字 “ A ” - “ J ”	要：大文字フラグ	大文字状態
	ローマ大文字 “ K ” - “ Z ”	不要	大文字状態
	数字	不要	数字状態
仮名 状態	ローマ小文字	要：小文字フラグ	小文字状態
	特殊記号	要：仮名・記号遷移符	大文字状態
	ローマ大文字	要：大文字フラグ	大文字状態
	数字	要：数字フラグ	数字状態
	仮名	不要	仮名状態

( 3 ) ナチュラル表記 ( 基本状態は小文字状態です。 )

現 状 態	キ ャ ラ ク タ の 種 類	状 態 変 更 フ ラ グ	次 状 態
小 文 字 状 態	ロ ー マ 小 文 字	不 要	小 文 字 状 態
	特 殊 記 号	不 要	小 文 字 状 態
	ロ ー マ 大 文 字 ( 単 一 )	要 : 単 独 大 文 字 符	小 文 字 状 態
	ロ ー マ 大 文 字 ( 連 続 )	要 : 連 続 大 文 字 符	大 文 字 状 態
	数 字	要 : 数 字 フ ラ グ	数 字 状 態
	仮 名	要 : 仮 名 フ ラ グ	仮 名 状 態
大 文 字 状 態	ロ ー マ 小 文 字	要 : 小 文 字 フ ラ グ	小 文 字 状 態
	特 殊 記 号	不 要	小 文 字 状 態
	ロ ー マ 大 文 字 *	不 要	大 文 字 状 態
	数 字	要 : 数 字 フ ラ グ	数 字 状 態
	仮 名	要 : 仮 名 フ ラ グ	仮 名 状 態
数 字 状 態	ロ ー マ 小 文 字 “ a ” - “ j ”	要 : 小 文 字 フ ラ グ	小 文 字 状 態
	ロ ー マ 小 文 字 “ k ” - “ z ”	不 要	小 文 字 状 態
	特 殊 記 号 ( 単 一 の ) “ . ”	不 要	数 字 状 態
	特 殊 記 号 “ . ” 以 外	不 要	小 文 字 状 態
	ロ ー マ 大 文 字 ( 単 一 )	要 : 単 独 大 文 字 符	小 文 字 状 態
	ロ ー マ 大 文 字 ( 連 続 )	要 : 連 続 大 文 字 符	大 文 字 状 態
	数 字	不 要	数 字 状 態
	仮 名	要 : 仮 名 フ ラ グ	仮 名 状 態
仮 名 状 態	ロ ー マ 小 文 字	要 : 小 文 字 フ ラ グ	小 文 字 状 態
	特 殊 記 号	要 : 仮 名 ・ 記 号 遷 移 符	小 文 字 状 態
	ロ ー マ 大 文 字 ( 単 一 )	要 : 単 独 大 文 字 符	小 文 字 状 態
	ロ ー マ 大 文 字 ( 連 続 )	要 : 連 続 大 文 字 符	大 文 字 状 態
	数 字	要 : 数 字 フ ラ グ	数 字 状 態
	仮 名	不 要	仮 名 状 態

\* 単独大文字符を付けると、その文字の直後に小文字状態になる。



## パワーブレイル40

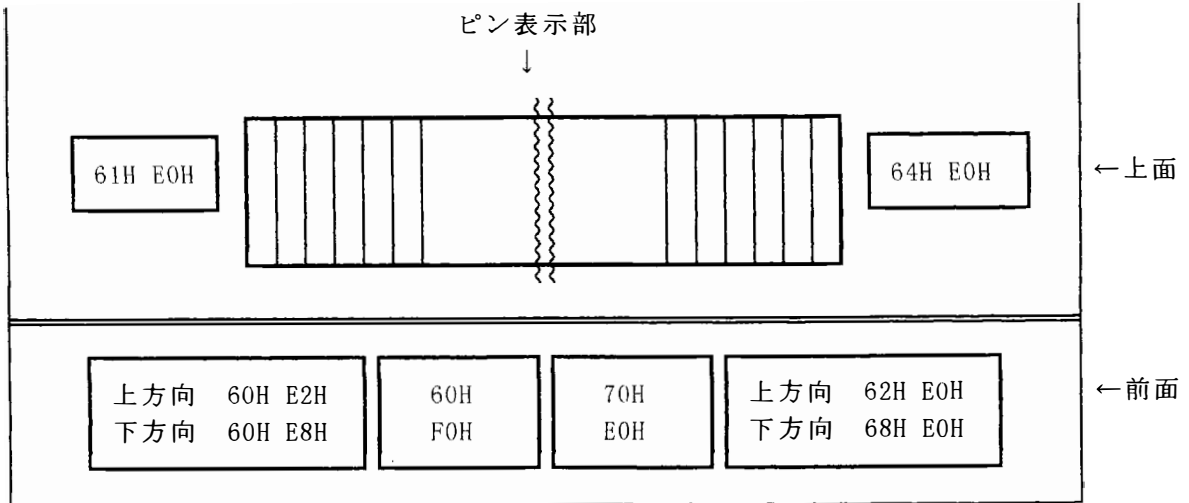
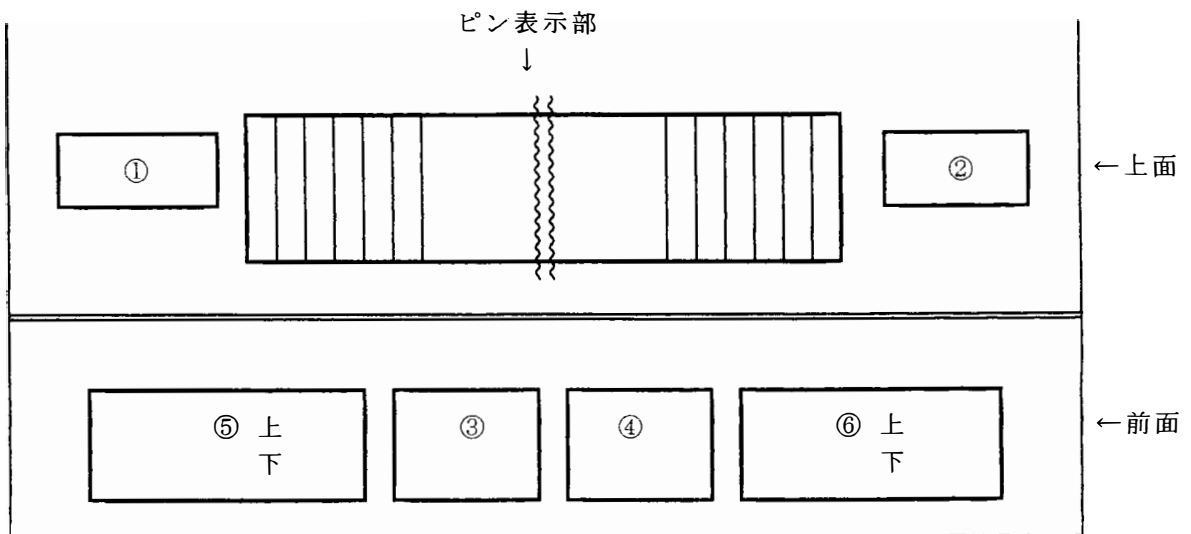


図2.1 操作キーの押下による送信コード



- ① 表示窓を左へ移動 (カーソルも移動)
- ② 表示窓を右へ移動 (カーソルも移動)
- ③ カーソルを1文字左へ移動
- ④ カーソルを1文字右へ移動
- ⑤ 上: カーソルを1行上へ移動  
下: カーソルを1行下へ移動
- ⑥ 上: カーソルを1行上へ移動  
下: カーソルを1行下へ移動

図2.2 操作キーの機能

表2.4 受信データの構成

	バイト位置	内容	
ヘッダ部	0	FFH	← 固定 (16進)
	1	FFH	
	2	02H	
	3	mode	
	4	cpos	
点字データ部	5	ctype	
	6	vmode	← 0 マス目
	7	bcode	
	8	vmode	← 1 マス目
	9	bcode	
	10	vmode	← 2 マス目
	11	bcode	
	.		
	.		
	.		
	.		
	.		
	82	vmode	← 38 マス目
	83	bcode	
84	vmode	← 39 マス目	
85	bcode		

mode : カーソル表示の ON/OFF 及びピンの振動速度

cpos : カーソルの表示位置 (0 ~ 39 マス)

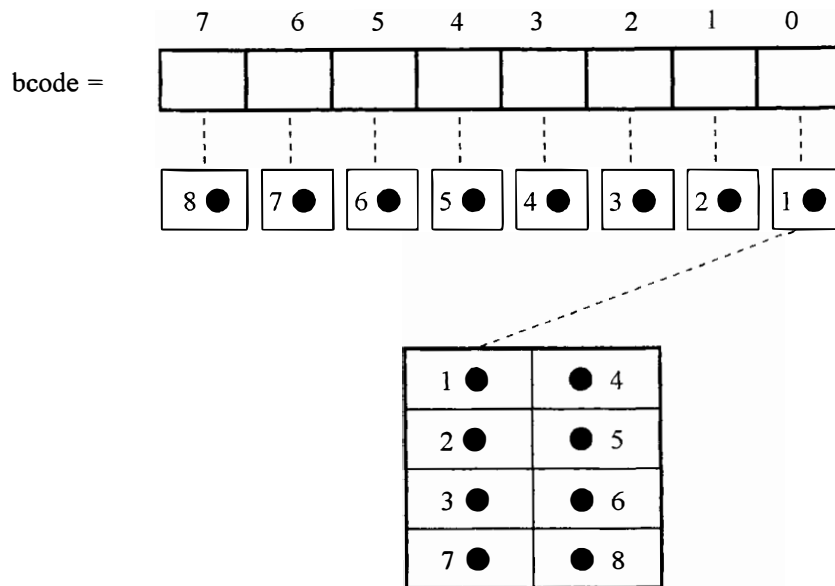
ctype : カーソルの形状

vmode : 対応するマスの振動モード

bcode : 点字コード

ビットが 1 のとき対応する pin が ON

ビットが 0 のとき対応する pin が OFF



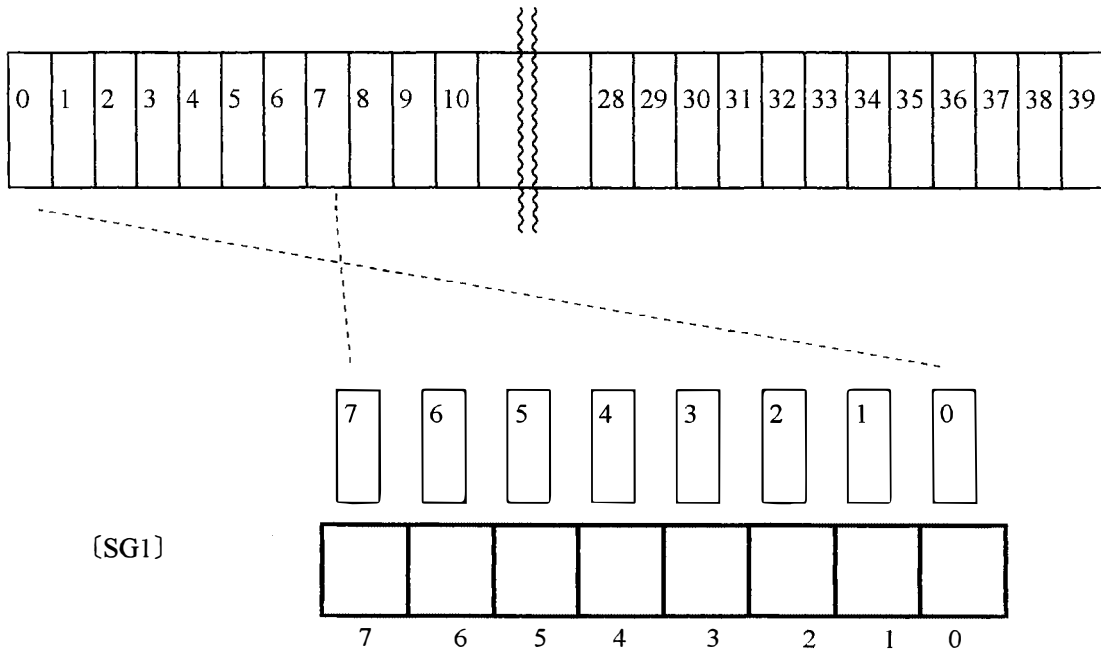
ディスプレイ 1 マスの 8 点点字

表2.5 カーソルスイッチ押下時の送信コード

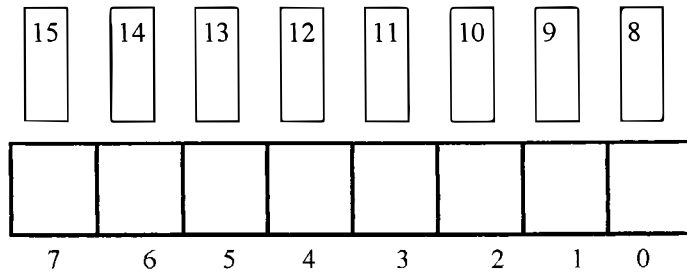
	バイト位置	内容	
ヘッダ部	0	00H	← 固定 (16進)
	1	08H	
	2	09H	
	3	00H	
	4	00H	
	5	00H	
スイッチデータ部	6	00H	
	7	SG1	
	8	SG2	
	9	SG3	
	10	SG4	
	11	SG5	

カーソルスイッチ

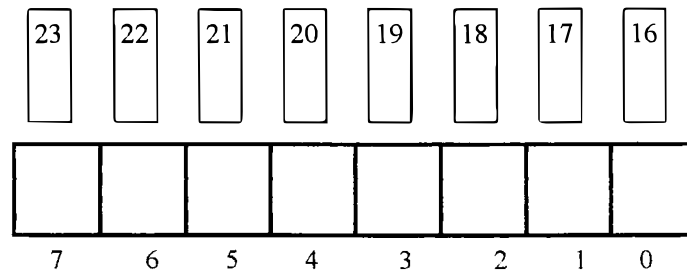
押下されているスイッチに対応するビットが1、他は0



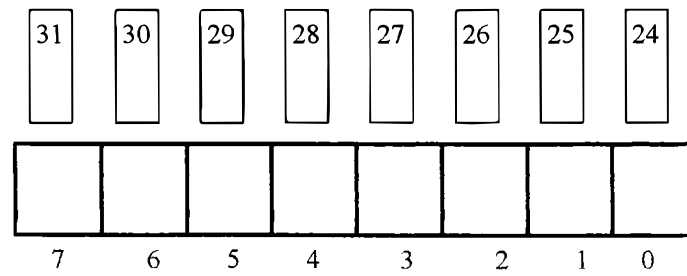
[SG2]



[SG3]



[SG4]



[SG5]

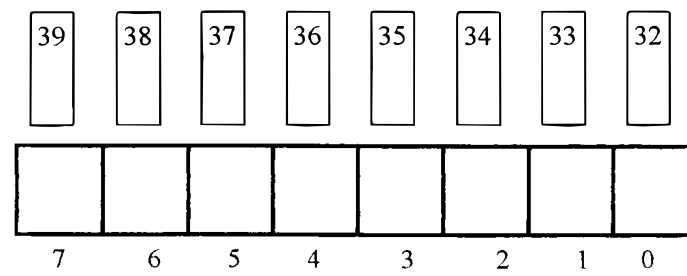
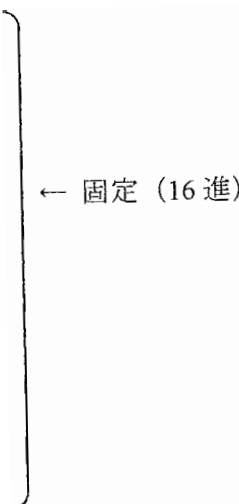


表2. 6 カーソルスイッチ解放時の送信コード

バイト位置	内容
0	00H
1	08H
2	09H
3	00H
4	00H
5	00H
6	00H
7	00H
8	00H
9	00H
10	00H
11	00H



← 固定 (16進)

### Ⅲ 重度視覚障害者のテキスト処理作業における点字出力利用と音声出力利用の比較研究

#### 1. 背景と目的

重度視覚障害者のコンピュータ・アクセスを可能にするには、コンピュータからの情報を音声や点字で出力する必要がある。このうち、点字出力は機器が高価なうえに関連のソフトウェアが未整備なことから、実際には音声出力が多く用いられている。しかし、プログラミング時のテキスト処理では、音声出力による作業は処理能率や心的負担などの点から必ずしも満足できるものではない。そこで、点字出力の有効利用を検討するために、タッチ・カーソル・スイッチ機能付きの点字ディスプレイ装置でテキスト処理ができるよう開発したソフトウェアを用いて、音声出力による処理と点字出力による処理を比較した。

#### 2. 方法

本研究では、重度視覚障害者がパソコン上で音声出力と点字出力のそれぞれを用いて英数字と記号からなるテキストの基本的な処理を行う実験を実施した。

##### 2.1 被験者

被験者 6 人の特性は、表 3.1 のとおりである。いずれも点字の使用年数は長いが、コンピュータへのアクセスには専ら音声出力を利用している。

表 3.1 被験者の特性

	a	b	c	d	e	f
点字使用年数	7	16	19	16	12	15
パソコン使用年数	1.5	4	8	8	0.5	10
常用のパソコン出力手段	音声	CRT	音声	音声	音声	音声
点字ディスプレイ装置の使用経験	あり	あり	あり	あり	なし	あり

## 2.2 実験環境

実験は、同一の MS-DOS パソコンで、被験者ごと個別に実施した。

音声出力によるテキスト処理には、音声合成装置 FMVS-101 と MS-DOS 音声化ソフト VDM、テキスト・エディタ VZ を使用し、点字出力でのテキスト処理には、点字ディスプレイ装置 PB-40 と試作のテキストエディタ TEBO を使用した。また、音声出力の聴取と点字出力の触読を確実にするために、室内の静寂と室温 22° C 程度を保った。

(1) VDM は以下の通りに使用した。

- ・ 英単語はすべて発音読み
- ・ 数字列は位取り読み
- ・ 英字はフォネティック読み
- ・ 読み上げ速度は5人が最高速のレベル9、1人がレベル8
- ・ 声のピッチは全員がレベル7(どのレベルでも大文字は高音、小文字は低音で読む)
- ・ 音量は全員が中程度で、スピーカから聴取

(2) TEBO は、1 バイトキャラクタ用のテキスト・エディタであり、VZ と同じキー操作で基本的な入力・編集ができるほか、以下のように点字ディスプレイ装置をサポートしている。

- ・ 現在行を情報処理用点字でリアルタイムに表示する。
- ・ 点字ディスプレイ装置からカーソルの移動ができる(上下左右の移動と、タッチ・カーソル・スイッチによる行内のカーソル・ジャンプ)。

## 2.3 実験内容

各被験者に、パソコン上の音声環境と点字環境で等価なテキスト処理をさせ、処理の速度や精度、処理実感を調べた。処理内容は、1 行内にある三つの文字列(英数字、記号)の組の中から異なる一つを見だし他の二つと同じになるよう修正をして確認をする事の反復であり、音声出力のみでの処理と点字出力のみでの処理を分けて行った。

文字列の組は、修正の箇所や手順、文字種や長さが互いに等しい等価なものを 2 組ずつ、合計 64 組を作成した。文字列の長さは、4 字から 11 字、平均 7.4 字であり、8 組ずつが次の八つのカテゴリーに属する。



- I. 1文字の置換で修正する英単語の組
- II. 複数文字の置換や挿入で修正する英単語の組
- III. 非単語英字列の組
- IV. 大文字・小文字の違いを修正する英字列の組
- V. 特殊記号を含む文字列の組
- VI. 数字列の組
- VII. 同じ文字の反復個数を修正する文字列の組
- VIII. 文字の順序を修正する文字列の組

64 の文字列の組は、等価なものを音声用と点字用に振り分けて 32 組ずつにし、さらに等価性を保ちカテゴリーごと均等に 16 組ずつに 2 分して、表 3.2 に示す 4 群、音声 1、音声 2、点字 1、点字 2 とした。また、群ごとに配列を変え、カテゴリーの出現順序がランダムで異なるようにした。

表 3. 2 実験用テキストデータ

[ 音声 1 ]

1	name	name	game
2	drink	drunk	drink
5	number	member	member
6	center	cancer	center
9	ctrl	cntl	cntl
10	delchar	delchr	delchar
13	COBOL	COBOL	cobol
14	MICROSOFT	MicroSoft	MicroSoft
17	printf(str)	printf"str)	printf(str)
18	leng=*cnt	leng=*cnt	leng=/cnt
21	92371	92301	92371
22	4280504	4200504	4200504
25	("++++")	("+++++")	("++++")
26	p(f(xm(j)))	p(f(xm(j)))	p(f(xm(j)))
29	6251738941	6251738941	6253817941
30	pnt&=wrk	pnt=&wrk	pnt=&wrk

[ 音声 2 ]

3	dash	dish	dish
4	tool	tool	took
7	right	right	bright
8	shoulder	should	should
11	strecpy	strecmp	strecpy
12	wkstrgsctn	wkstogsctn	wkstrgsctn
15	Printer	Printer	printer
16	CONvert	CONVERT	CONvert
19	set_addr(x)	set_addr(x)	set_addr[x]
20	if(x)>=lmt)	if(x)<=lmt)	if(x)<=lmt)
23	281938	281738	281738
24	59326081	59326081	59726081
27	digit<<10	digit<10	digit<10
28	otdeeesijm	otdeeesijm	otdeeesijm
31	p*q-r/s+t	p*q-s/r+t	p*q-s/r+t
32	(xp())(yq)	(xp)()(yq)	(xp())(yq)

[点字1]

1	town	town	down
2	house	horse	house
5	temple	simple	simple
6	person	pardon	person
9	rstr	rgstr	rgstr
10	getchar	getchr	getchar
13	LOTUS	LOTUS	lotus
14	MACROVIEW	MacroView	MacroView
17	inregs. x. dx	inregs, x. dx	inregs. x. dx
18	addr=&val	addr=&val	addr=%val
21	21130	21180	21130
22	8031167	8051167	8051167
25	/*-----*/	/*-----*/	/*-----*/
26	(*(*(x+i)))	(*(*(x+i)))	(*(*(x+i))
29	2547381692	2547381692	2548173692
30	cnt*=num	cnt=*num	cnt=*num

[点字2]

3	desk	disk	disk
4	roof	roof	room
7	reset	reset	preset
8	employee	employ	employ
11	strlng	strlen	strlng
12	rtnsgnlent	rtshnlent	rtnsgnlent
15	Windows	Windows	windows
16	FORmula	FORMULA	FORmula
19	rec->str[i]	rec->str[i]	rec->str(i)
20	if(c!=chr)	if(c==chr)	if(c==chr)
23	510813	510213	510213
24	35790012	35790012	35890012
27	count>>12	count>12	count>12
28	lxitttkshg	lxitttkshg	lxitttkshg
31	a+b-c*d/e	a+b-d*c/e	a+b-d*c/e
32	[fk[]][g1]	[fk][][g1]	[fk[]][g1]

## 2.4 実験手順

被験者には、同一形式のテキストデータでの事前練習後に、音声 1、点字 1、点字 2、音声 2 の順にテキストファイル上で処理をさせた。各文字列の組ごとに処理に要した時間を計測し、処理結果はファイルに保存した。また、終了後に処理実感についての聞き取りを行った。

## 3. 結果と考察

音声環境での処理と点字環境での処理を次の観点から比較した。

### 3.1 処理速度

(1) 個々の被験者ごとの処理時間は、表 3.3 の通りである。

文字列の組 1 組当たりの平均処理時間を被験者ごと出力別に算出し比較すると、点字での処理時間は音声での処理時間の 0.70 倍から 1.18 倍の範囲にあり、比率 1.00 未満が 3 人、1.00 以上が 3 人、平均は 0.94 倍である。このことから、平均では点字による処理がやや速いが、大差はないといえる。

表 3. 3 各被験者の処理時間

(時間の単位は秒)

〔被験者 a〕

文字列の組番号	カテゴリー	文字列長	音声よる処理時間	点字による処理時間
1	I	4	12.93	17.21
2	I	5	9.10	18.84
3	I	4	12.04	15.36
4	I	4	11.25	20.00
5	II	6	10.82	19.75
6	II	6	24.56	24.60
7	II	5	9.72	18.46
8	II	6	22.41	34.96
9	III	5	18.89	23.74
10	III	7	22.85	24.49
11	III	6	37.77	33.68
12	III	10	84.21	65.75
13	IV	5	57.78	30.21
14	IV	9	51.89	85.50
15	IV	7	20.59	24.94
16	IV	7	27.33	40.64
17	V	11	27.16	55.51
18	V	9	44.82	27.59
19	V	11	46.28	44.35
20	V	10	30.17	32.23
21	VI	5	17.57	14.94
22	VI	7	15.97	20.94
23	VI	6	41.36	21.23
24	VI	8	21.47	29.84
25	VII	9	65.25	51.26
26	VII	11	34.32	40.96
27	VII	8	16.65	37.82
28	VII	10	52.50	67.11
29	VIII	10	89.69	50.88
30	VIII	8	27.76	24.79
31	VIII	9	70.34	43.50
32	VIII	10	115.74	131.07

## 〔被験者b〕

文字列の組番号	カテゴリ	文字列長	音声による処理時間	点字による処理時間
1	I	4	24.91	17.36
2	I	5	18.91	23.68
3	I	4	20.79	14.87
4	I	4	15.77	18.04
5	II	6	32.00	22.68
6	II	6	34.14	44.29
7	II	5	12.06	16.28
8	II	6	31.53	25.04
9	III	5	89.52	27.47
10	III	7	48.88	31.14
11	III	6	50.82	47.14
12	III	10	68.84	47.31
13	IV	5	47.47	26.76
14	IV	9	76.46	81.20
15	IV	7	45.37	25.19
16	IV	7	46.40	46.09
17	V	11	86.35	45.41
18	V	9	47.27	41.25
19	V	11	81.53	82.73
20	V	10	40.81	49.88
21	VI	5	28.78	19.34
22	VI	7	26.53	35.35
23	VI	6	32.70	40.71
24	VI	8	38.31	32.77
25	VII	9	72.00	73.31
26	VII	11	63.14	51.12
27	VII	8	16.97	22.96
28	VII	10	56.76	49.51
29	VIII	10	136.46	77.26
30	VIII	8	43.72	40.32
31	VIII	9	122.48	57.00
32	VIII	10	118.53	74.14

[被験者c]

文字列の組番号	カテゴリー	文字列長	音声による処理時間	点字による処理時間
1	I	4	11.67	11.39
2	I	5	9.40	14.15
3	I	4	12.92	10.47
4	I	4	10.73	15.19
5	II	6	19.05	21.93
6	II	6	28.39	22.37
7	II	5	12.51	11.98
8	II	6	14.00	25.11
9	III	5	18.54	14.63
10	III	7	19.65	12.89
11	III	6	15.94	27.00
12	III	10	18.25	37.77
13	IV	5	30.63	31.17
14	IV	9	42.18	70.40
15	IV	7	15.91	28.51
16	IV	7	15.75	24.03
17	V	11	21.71	51.55
18	V	9	24.21	40.46
19	V	11	25.14	74.24
20	V	10	21.09	26.96
21	VI	5	18.12	14.83
22	VI	7	14.53	17.13
23	VI	6	24.36	14.66
24	VI	8	22.54	16.42
25	VII	9	34.59	26.39
26	VII	11	50.64	35.94
27	VII	8	11.50	15.09
28	VII	10	27.85	28.00
29	VIII	10	123.53	56.47
30	VIII	8	55.31	38.60
31	VIII	9	47.42	40.83
32	VIII	10	85.07	43.08

## 〔被験者d〕

文字列の組番号	カテゴリー	文字列長	音声による処理時間	点字による処理時間
1	I	4	10.37	13.67
2	I	5	16.06	26.16
3	I	4	13.66	29.14
4	I	4	12.40	50.37
5	II	6	17.03	21.60
6	II	6	17.60	24.07
7	II	5	16.49	13.66
8	II	6	19.45	16.79
9	III	5	16.26	24.61
10	III	7	16.02	28.49
11	III	6	18.07	91.85
12	III	10	50.37	101.68
13	IV	5	17.27	85.84
14	IV	9	27.14	59.95
15	IV	7	18.71	30.26
16	IV	7	22.90	22.90
17	V	11	28.49	30.71
18	V	9	12.46	26.55
19	V	11	50.67	42.68
20	V	10	30.26	18.71
21	VI	5	32.98	24.71
22	VI	7	15.76	42.35
23	VI	6	18.94	18.07
24	VI	8	42.68	18.94
25	VII	9	26.52	25.38
26	VII	11	39.53	49.83
27	VII	8	16.79	19.45
28	VII	10	29.14	16.49
29	VIII	10	134.01	99.34
30	VIII	8	22.06	46.27
31	VIII	9	101.68	12.40
32	VIII	10	91.85	50.67



## 〔被験者e〕

文字列の組番号	カテゴリー	文字列長	音声による処理時間	点字による処理時間
1	I	4	28.35	16.57
2	I	5	30.73	20.88
3	I	4	17.51	15.73
4	I	4	11.94	11.43
5	II	6	36.46	28.21
6	II	6	30.03	26.85
7	II	5	10.97	13.57
8	II	6	23.86	19.56
9	III	5	41.98	32.45
10	III	7	16.03	19.01
11	III	6	27.46	22.91
12	III	10	46.78	30.98
13	IV	5	29.33	31.89
14	IV	9	65.85	66.99
15	IV	7	21.91	18.22
16	IV	7	39.21	29.88
17	V	11	37.00	28.19
18	V	9	45.78	22.88
19	V	11	42.50	48.71
20	V	10	27.27	22.19
21	VI	5	28.51	13.39
22	VI	7	20.03	19.34
23	VI	6	15.66	16.73
24	VI	8	34.68	19.49
25	VII	9	60.31	28.25
26	VII	11	63.15	34.43
27	VII	8	25.49	25.06
28	VII	10	36.12	27.22
29	VIII	10	190.71	75.74
30	VIII	8	36.89	30.60
31	VIII	9	149.59	39.83
32	VIII	10	72.92	103.79

## 〔被験者f〕

文字列の組番号	カテゴリー	文字列長	音声による処理時間	点字による処理時間
1	I	4	10.74	8.72
2	I	5	12.88	12.51
3	I	4	11.04	7.53
4	I	4	11.16	10.39
5	II	6	22.69	18.61
6	II	6	20.47	17.30
7	II	5	11.96	8.34
8	II	6	29.14	28.50
9	III	5	9.07	31.48
10	III	7	16.97	18.73
11	III	6	18.03	24.91
12	III	10	55.23	30.46
13	IV	5	15.19	19.60
14	IV	9	48.25	90.42
15	IV	7	17.73	24.92
16	IV	7	14.96	70.98
17	V	11	29.02	26.92
18	V	9	20.54	21.14
19	V	11	25.82	54.67
20	V	10	25.00	21.47
21	VI	5	18.12	12.53
22	VI	7	26.69	25.73
23	VI	6	17.34	34.76
24	VI	8	32.68	12.14
25	VII	9	30.53	31.41
26	VII	11	41.06	26.79
27	VII	8	17.03	35.08
28	VII	10	27.96	57.42
29	VIII	10	132.86	98.13
30	VIII	8	21.35	38.42
31	VIII	9	151.44	27.28
32	VIII	10	131.95	59.00

(2) カテゴリーごとにみた文字列の組一つ当たりの平均処理時間は、表 3.4 の通りである。

(a) 大文字と小文字の違いの修正は音声の場合が速い。このことから、点字の大文字と小文字を区別する前置符号システムが読みの負担になっていると考えられる。

(b) 数字列の処理は点字の場合が速い。音声出力の場合には文字列の記憶が必要であるが、このことから、数字列は記憶が難しいと考えられる。

(c) 文字の順序の修正は点字の場合が速い。このことから、音声出力では文字順序の違いを把握しにくいと考えられる。

(3) 文字列の長さ別には、音声と点字それぞれでの処理時間の関係に顕著な違いはみられない。

表 3.4 カテゴリー別平均処理時間 (秒)

	a	b	c	d	e	f
I 音声	11.33	20.10	11.18	13.12	22.13	11.46
I 点字	17.85	18.49	12.80	29.84	16.15	9.79
II 音声	16.88	27.43	18.49	17.64	25.33	21.07
II 点字	24.44	27.07	20.35	19.03	22.04	18.19
III 音声	40.93	64.52	18.10	25.18	33.06	24.83
III 点字	36.92	38.27	23.07	61.66	26.34	26.40
IV 音声	39.40	53.93	26.12	21.51	39.08	24.03
IV 点字	45.32	44.81	38.53	49.74	36.75	51.48
V 音声	37.11	63.99	23.04	30.47	38.14	25.10
V 点字	39.92	54.82	48.30	29.66	30.49	31.05
VI 音声	24.09	31.58	19.89	27.59	24.72	23.71
VI 点字	21.74	32.04	15.76	26.02	17.24	21.29
VII 音声	42.18	52.22	31.15	28.00	46.27	29.15
VII 点字	49.29	49.23	26.36	27.79	28.74	37.68
VIII 音声	75.88	105.30	77.83	87.40	112.53	109.40
VIII 点字	62.56	62.18	44.75	52.17	62.49	55.71

### 3.2 処理精度

各被験者の誤処理数は表 3.5 の通りであり、音声、点字のいずれも発生数は少なく、差はない。

表 3.5 誤処理数

	a	b	c	d	e	f
音声	0	2	0	0	0	2
点字	1	0	3	0	0	1

### 3.3 処理実感

(1) 心的負担については、5 人が音声環境の方がはるかに大きいと感じ、他の一人は同じと答えた。関連の発言を集約すると、音声環境では集中力や記憶力が求められ強い緊張感を伴うのに対し、点字環境では確認が容易なために安心して余裕を持って処理ができる。

(2) 点字出力の利点としては、

- ・ 細部まで読み取れる、
- ・ 記号が分かりやすい、
- ・ 全体を把握し易く比較ができる、

などがあげられた。

また、全員がタッチ・カーソル・スイッチの便利さと有効性を認めた。

一方、点字出力の問題点としては、

- ・ 読み取りのつどキーボードから手を離さなければならない、
- ・ 迅速に読めない、
- ・ 表示部が短くて読みにくい、

などがあった。

(3) 音声出力の利点としては、

- ・ 単語の発音読みを使うと分かりやすい、
- ・ 短い文字列はすばやく読み取れる、
- ・ キーボードから手を離す必要がなく迅速に処理できる、

などがあげられた。

一方、問題点には、

- ・ 長い文字列や数字列が分かりにくい、
- ・ 発音読みをしない綴や記号が読み取りにくい、
- ・ 文字の順序の違いが分からない、
- ・ 区切りが分かりにくい、

などがあった。

#### 4. 結論

本研究では、英数字と記号のみからなるテキストを対象とした。音声出力と点字出力それぞれでの処理能率を比較すると、そのようなテキストの場合、平均的には点字の方がやや速く大差はないが、処理の内容によって違いがある。発音読みをする単語や比較的短い文字列は音声出力の方が迅速で処理しやすい。これに対して、発音読みをしない綴や記号を含む文字列、数字列などで比較的長いものは、点字出力が確実に有効である。また、心的負担は、点字出力の方が遥かに少ない。

このようなことから、重度視覚障害者がプログラミングなどで英数字・記号からなるテキスト処理を行う場合には、音声出力に加えて点字出力も利用することが望ましい。円滑なテキスト処理を実現するには、それぞれの特性を踏まえ、両者を有機的に統合したマン・マシーン・インターフェースを構築する必要がある。さらに、今後、漢字などを含むテキストの処理についても、同様の検討を試みる必要があるだろう。

## <参考文献>

- 1) 日本点字委員会:日本の点字 No.9,10,13,21、日本点字委員会
- 2) 木塚・長岡・藤芳他:視覚障害情報処理技術,「視覚障害」,No.76・82・88・94・100・106・112・118・124・130・136・142,日本盲人福祉研究会(1985-1996)
- 3) 長岡英司:点字プリンタの性能等に関する比較研究,平成6年度東京都心身障害者福祉センター委託研究報告書(1995)
- 4) 加藤俊和:視覚障害児者用コミュニケーション機器,総合リハビリテーション, 23(4), 334-338(1995)
- 5) 長岡英司:視覚障害者とコミュニケーション機器,福祉機器情報, No.17, 54-58(1994)
- 6) 平重忠・長岡英司・福井哲也:視覚障害者のパソコン事情,社会福祉法人日本盲人職能開発センター(1993)
- 7) 厚生省社会・援護局更生課監修:「日本の身体障害者――平成3年身体障害者実態調査報告」,第一法規出版株式会社(1994)
- 8) 加藤俊和:視覚障害者用機器の概要, Rehabilitation Engineering, 5(2), 8-11(1991)
- 9) 津田 諭:日本ライトハウスにおける情報処理技術者養成訓練の現状,「視覚障害研究」, No.32,pp60-68,社会福祉法人日本ライトハウス(1990)
- 10) 長岡英司:盲人用コンピュータ端末の現状,情報障害,第5号, 2-17(1985)
- 11) 小林辰滋・長岡英司:汎用コンピュータシステムへの点字の導入,身体障害者福祉研究会研究紀要, No.30, 112-114(1983)
- 12) 道脇正夫:国立職業リハビリテーションセンターにおける視覚障害プログラマー養成の現状と課題,「リハビリテーション」,No. 251,pp22-26,社会福祉法人鉄道身障者協会(1983)
- 13) 木塚泰弘:点字科学散歩,神奈川県ライトセンター交流誌かけはし, No.113-126(1981-1982)
- 14) 辻内弘:職業訓練プログラムの開発――盲人コンピュータ・プログラマー,「視覚障害研究」, No.1,pp2-51,社会福祉法人日本ライトハウス(1973)

## 点字使用者のためのプログラミング環境の整備に関する研究

平成9年3月31日

発行者 長岡 英司

連絡先 305 茨城県つくば市春日 4-12-7  
筑波技術短期大学 情報処理学科  
TEL 0298-58-9566