

日本語の点字情報に関する計算機処理(1)

- Braille 符号と漢字の変換処理 -

坂本義行 (電子技術総合研究所)

0. はしがき

視覚障害者が言葉を理解するには、耳を介するか、点字を通してである。現在視覚障害者が本を読むには、直接、人(健常者)に読んでもらうか、これを録音した磁気テープによる方法と点字書を読むといった方法がある。点字とテープは、その足らざるをあい補い、視覚障害者の読書において欠くことのできない役割を果たしている。

訓練された視覚障害者は、点字を放送のアナウンサーがニュースの原稿を読む以上の速度で読める。しかし、視覚障害者に点字があっても、点字で書かれた点字書は非常に少なくかつ高価である。年間新しく発行される通常の単行本は、2万点を越え、新聞、雑誌を含むと、2倍に達するとおもわれるが、点字書は、200点前後に過ぎない。これ以外は、点訳奉仕者による点訳書で、手作りで作られるので1冊だけである。点字書も多くて300部位である。これは、視覚障害者の人口(25万人、弱視10万人)が少ない面もあるが、出版される点字書は、原本である普通図書に比べ、数倍から数十倍の値段にもなる。この原因は、発行部数が少ないこと、一冊の分量が多くなり高価となるといった悪循環によるものである。例えば、夏目漱石の「坊ちゃん」(文庫本で50円)が点字では全2巻(800円)、三省堂国語辞典(原本700円)が全32巻(13,760円)にもなる。

点字の世界と普通文字の世界を結ぶ過程に計算機を導入することにより、正確で、高能率、経済的な処理体系、すなわち、点字情報処理の実用化が待たれている。ここでは、日本語における点字の入出力処理方法として、視覚障害者が、点字タイプライターを打鍵することにより、穿孔された紙テープと点字モニタが得られる。これを計算機へ入力し、プログラムにより普通文字へ変換し、出力する方法、自動代筆システムと逆に普通文字を点字符号に変換して点字プリンタで出力する自動点訳システムの概要と従来からの仮名点字にかわる漢字を含む総合点字体系²⁾による自動代筆実験について述べる。

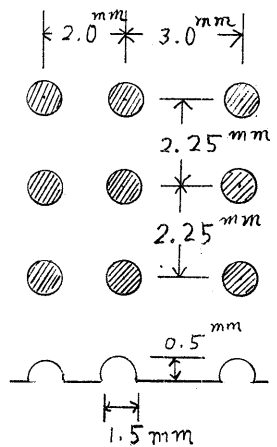
1. 点字符号体系

1.1 ブライユの点字符号

現在世界で使用されている6点式点字(第1図)は、1825年頃フランスの視覚障害者ルイ・ブライユ(Louis Braille)により考案されたもので、縦3点、横2点の6点(マス)で構成される63種の符号にアルファベットを割り当て、数字、大文字、特殊記号等はこの符号の組み合わせで表わす。この符号の連結(concatenated)表現が習慣化しているため、後述の漢字への拡張において心理的に大きな障害とならない。

1.2 仮名点字符号

日本においては、1890年に官立東京盲学校(現東京教育大学鞋司ヶ谷分校)の教官、石川倉次氏により、ブライユの点字に仮名を当てはめたものが使われるようになった。石川氏は、ブライユの点字配列表と仮名の五十音を巧みに調和させ、



第1図 点字規格

原則的で、理解しやすく、指の触覚で読みやすい点字体系をつくりあげた。以来、日本の点字体系は仮名表記となっている。日本のような漢字文化の中で、視覚障害者だけが漢字をもたなかったことに問題もある。少なくとも後天的な失明者には漢字を理解できる。

1.3 漢字を含む総合点字符号

自動代筆、自動点訳を行なう場合、普通の文字体系に対応した点字体系があると、1対1の符号変換ができ、完全に自動代筆、自動点訳が可能となる。そこで、長谷川貞夫氏（東京教育大学雑司ヶ谷分校）は、現行の仮名点字体系を基本とし、音節を中心に3または4マスの組み合わせで漢字を符号化することにより、日本語を表現する方法を考案した。

字種の構成

- 1) 現行の仮名を平仮名とする。
- 2) 現行の仮名およびその連続の前に片仮名開始符、後に片仮名終了符を置くか片仮名構成要素以外の符号の出現により、その間を片仮名とする。
- 3) 現行の数字を算用数字とする。
- 4) 現行の数字の前に漢数字符を置き、数字構成要素以外の出現までを漢数字とする。百、千、万等は漢字として扱う。
- 5) アルファベットの開始・終了符号は、現行の外国語引用符の開閉符をこれにあてる。
- 6) 特殊記号、外国語特殊記号は、現行の符号と機能符号の組み合わせにより表わす。
- 7) 点字用の機能符号を設ける。
- 8) 漢字は、8種類の漢字符を前置して表わす。このうち、7種類は3マスで、1種類は4マスで表わす。

以上の8種類に大別されるが、とくに漢字表記にフリーでは、視覚的な特徴である部首の組み合わせを用いることも考えられるが、視覚障害者の使用を前提とすると、音や訓がどヨミと直結する要素をもとにする方が良いと考えられる。この方法は、視覚障害者がすでに持っている仮名点字体系の構成要素を利用して3点、符号の連結表現が習慣化している点から有利である。従来の漢字符号体系と異なる点は、漢字のヨミにおける末尾の音節に着目した点、指の認識能力を考慮した連結表現とこの点である。第1表にその分類を示す。

第1表 漢字の分類表

		音節による分類項目	個数(当用漢字)	例
A	1	1音節からなる	360	過, 季, 昔, 呼, 左, 糸, 粗
	2	第2音節がイまたはウとなる	491	会, 空, 計, 公, 再, 青, 相
	3	" キ " 7 "	174	作, 式, 石, 足, 沢, 竹, 的
	4	" ツ と J3 "	102	割, 詰, 屈, 穴, 骨, 札, 室
	5	" ン "	382	守, 飲, 雲, 円, 温, 慣, 金
	6	拗音を含む	317	着, 主, 処, 邪, 受, 女, 小
B	7	2音節からなる訓	12	芽, 滝, 箱, 姫, 坪, 株, 刈
	8	3 "	10	扱, 娘, 芝, 届, 卸, 峠, 畑

A. 音を中心とする漢字: 第1マスは漢字符, 第2マスは音の第1音節を表わす仮名が入り, 第3マスには同音の漢字を区別する仮名, 漢字に訓がある場合に

は、その第1音節を当て、訓がない場合にはその漢字と結合して熟語をつくる漢字の第1音節の音を割り当てる。

B. 訓を中心とする漢字 第1マスの漢字符とそれに連結する2または3マスの訓を表わす仮名より成る。

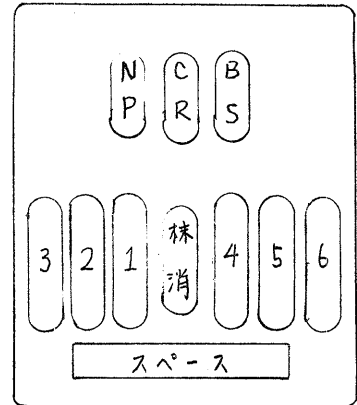
以上の方法により、約1万字の点字を構成することが可能である。しかし例外として、当用漢字の中で約10%の漢字では、同音の衝突が起るため、特定の符号が割り当てられており、訓のみを有する1字訓の漢字は、Aの1に割り当てられている。

2. 点字入出力装置

2.1 点字データ・タイプライタ

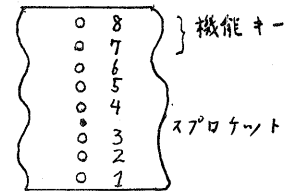
計算機へ点字データを入力する目的で、1972年以来、いくつかの試作機が開発されている。これは第2回に示すような6個の文字キー、消去、後退、空白、復帰改行、改頁の機能キーを有する。

1個または複数個のキーを同時に打鍵することにより、紙上にピンによる1マス単位の点字モータがとれると同時に第2回に示すような単位紙テープに穿孔されたデータが得られる。一方、穿孔された紙テープを読み取ることにより、点字の複写、編集、出力が可能である。



2.2 自動点字読み取り装置

これは点字カセットシステム開発研究会が開発し改良中のもので、紙上の点字の凸点を光学的に読み取り符号化するシステムである。これが実用化されると、簡便な方法（ポケット型）で作成した点字文を経済的、高速に処理することが可能となる。現在の読み取り速度は点字1頁約10秒である。なお、手動による点字の作成では、1マスの構造が左右半転した形で打点を行なう。また1行も右から左へと打点していく。これは読むときは、凸面を上にして左から右へ読むためである。さらに凸点に着色を施し、このパターンを読み取る装置も開発されつゝあり、これとフックシミリによる電送方式を結合し、視覚障害者が在宅のまま後述の自動代筆が行なえる方法によって開発をすすめている。



第2回 タイプライタのキー配列と紙テープの対応

2.3 高速点字印刷機

これまで、IBM等で計算機のラインプリンタを応用した装置が開発されたが、凸点の大きさ、凸点間の距離等で難点がある。現在専用のプリンタが都立工業技術センターで開発中で、1行32マス、1マスの1と4、2と5、3と6を組みとし、3回動作で32マスをプリントする方式であり、その速度は、300行/分、6400マスの印字が可能である。製版用としては、発泡インクによるもの、亜鉛版製版等がある。

2.4 点字ディスプレイ装置

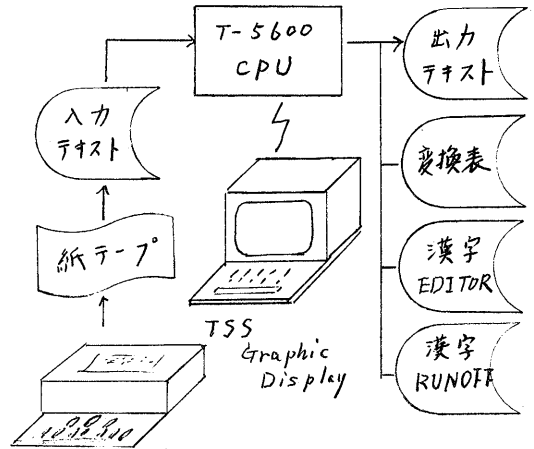
これは点字1行32マスを6x32=192本のピンの上下運動で点字を直接表示しようとするもので、一般のブラウン管表示に相当するものである。現在研究中であり、実用化されれば、視覚障害者用の計算機端末として、編集処理、情報検索

算広範囲の応用が可能となる。

3. 自動代筆システム

本システムは、自動点訳システムとともに、当所の漢字総合処理システム中へ組み込まれることを前提としている。また、将来点字に関する高性能のハードウェアの開発により、より高度の点字情報処理システムへの拡張を目的としている。全体の構成を第3図に示す。

中央処理装置は、TOSBAC 5600 であり、TSS 会話形式で処理を行なう。プログラミング言語は、TSS FORTRANが中心で、点字符号から数値データ・タイプへの変換は、マクロアセンブラが用いられている。普通文字用漢字の内部符号は、電総研の標準符号であるFONT3000（ストローク方式）を用いており、出力ファイル形式を統一することにより、点字文の編集・出力は、既存の漢字EDITOR、漢字RUNOFFの利用（健常者）が可能である。



3.1 符号変換規則

1章で概略したように各種の文字を符号化するには、1個以上最大4マスの符号を割り当てる。第2図で示したように、紙テープとマスの対応では、1マスの左側の列の上から下へ1の点、2の点、3の点、4の点、5の点、6の点と第4、5、6単位に対応する。また紙テープの7、8単位は機能キーに対応している。以後、上の3つのグループを各々octal表現したもので符号を表わす。

漢字を含む総合点字体系では、日本語1文字が1~4バイトで表現されて計算機へ入力される。これは、通常の漢字符号系は、2バイトで表現されているものと比較し、2倍近い冗長度があるが、これは点字符号が人間自身、直接認識の対象（指の触覚）となり、二モニツ（mnemonic）化を目的としている点から当然と考えられる。とくに明治以来普及している現行の体系を利用することが、汎用化という面からも妥当であるとおもわれる。この符号体系を字種により分類したものを付表1で示す。

3.2 符号変換処理

3.2.1 入力テキスト形式

現在、入力は、点字データ・タイプライタを打鍵することにより、漢字仮名混りテキストを8単位テープに穿孔すると同時に紙上にモータを作成する方法を用いている。将来は計算機とのonline化を計画している。

テキストは、1回のジョブ単位をファイルと呼び、ファイルの開始、終了符号を付加する。1個のファイルは複数個のレコードを含み、1レコードは紙テープ上でフィードではさまれている可変長レコードから成っている。このテキストは標準化ルーチンにより、4マス分が1W（36ビット/W）、250Wを1ブロックとし、このブロック単位で普通文字への変換が行なわれる。なお標準化のとき、フィードおよびオールマーフは除去される。

3.2.2 変換表の作成

表の作成にあたって、点文字号は1種類（現行の仮名表記は含まれていない）であるが、普通文での漢文字号体系は、種々のものが存在し、JIS化されていない。現在、汎用性をもたせしめるため複数個の原表を用意し、選択により変換可能であることを必要とする。現在、IBM 80 欄カード上に5種類の漢文字号が登録され、標準として FONT3000 符号に変換される。表の計算機内での表現は、検索速度の面からは、直接アドレス方式が最良であるが、漢字を含むと最大4マス（ 2^{24} ）の識別が必要となり、記憶容量の面で不可能である。また実際の識別に必要なのは高々数千個にすぎない。そこで、字種の識別符号により判定し、字種別に直接アドレス表を作成する。これによると漢字を除いた部分では最大 $2^6 W$ （1字=1W）、漢字については、3マス表現の漢字（7種）では各々 $2^{12} W$ の直接アドレス表が必要となる。4マス表現の漢字は個数が少ない点から table lookup とすれば、わずかな容量となる。

3.2.3 処理の平順

変換処理で大きな問題の1つに変換速度がある。これは表の検索方法にも大きく依存するが、入力テキストの性質による面がある。それは、テキスト中に出現する文字の頻度によるものである。日本語における統計的資料として、高橋氏の「日本語の機械処理」³⁾を引用させてもらうと、100編の小説では平均32.6%が漢字であり、新聞の社説では42%であった。一方、科学技術論文では、約3.5万字における字種の割合が第2表のようであったと報告されている。

第1表 字種の出現頻度表

字 種	字 数	%
漢 字	12,585	37.5
平 仮 名	9,866	29.4
片 仮 名	4,157	12.4
ロ - マ 字	2,535	
記 号	2,696	8.0
数 字	1,724	5.1
合 計	33,563	100.0

この結果と点字の符号体系を考慮して、平順を決定した。すなわち、大きく分けると、機能符号、平仮名、英数字、片仮名、漢字の順に判定を行おうのが、もっとも効率的だと考えた。

3.3 出力の編集と印字

変換された文字は FONT3000（10進4桁=1W）で表現され、ディスプレイ上の on-line パーマネントファイルに固定長のブロック単位で蓄積される。ファイルが大きな場合には、MTへ出力される。このファイル形式は、電総研の漢字データの標準仕様に準拠している。テキストの編集処理は、健常者により漢字 TEXT EDITOR を用いて、TSS 画像端末で修正が行われる。印字出力は、漢字 RUNOFF を用いて、ディスプレイ上で書式化して出力し、ハードコピーにより得られる。出力量が多い場合は、漢字高速プリンタシステム（T4100）により、OFFLINE 処理で出力が可能である。その印字速度は、約1,000行/分である。なお、視覚障害者自身による編集は点字ディスプレイが実用化されていない段階では、点字データ・タイプライタのモニタ出力により、修正部分を発見し、修正部分の紙テープを打

鍵により作成し、計算機上で修正する方法が採用されている。

3.4 仮名漢字変換

現行の仮名点字からの自動代筆を実現するには、仮名漢字変換が必要となる。これに関して点字の特徴および検討事項について述べる。

3.4.1 分かち書き

仮名点字では、分かち書きの原則が比較的厳密に守られている。その規則の概要を日本点字表記法⁴⁾から引用すると、「普通の漢字仮名混り文では、漢字が分かち書きの役割を果たしているので、その必要性はそれほど痛感されていない。しかし、漢字がほとんど用いられていない小学校低学年の教科書では、仮名文字やローマ字の場合と同様分かち書きが行なわれている。しかし、これらの分かち書きの原則はいずれも異なっている。小学校低学年の教科書では文節分かち書きの原則にたっており、ローマ字は単語分かち書きである。仮名文字では文節分かち書きと単語分かち書きの間に位置し独特の原則をたっている。点字の分かち書きは、これらの中で小学校低学年の教科書のものに最も近く、原則として文節分かち書きであるということができるが、複合名詞の場合ほど例外は多い。」とあり、その例として、「ゲンダイ、カナヅカイデワ、レンダク…（現代かなづかいでは、連濁…）」が示されている。この分かち書きは、仮名漢字変換において、大きな手掛かりを与えるものである。

3.4.2 文節の処理

上の例の複合語は別として、文節単位の処理が中心となる。文節中の平仮名列に着目し、既存の活用処理システム⁵⁾を利用して、文節中の付属語部分および活用語尾の抽出を行なう。漢字列については、大石打辞書を用い、音訓の組み合わせ規則、接辞表、意味分類による選択規則等を利用した判定方法を開発中である。同音異義語の判別不可能なものに関しては、TSS画像端末から人間の手により選択表示方式により、完全な漢字仮名混りテキストの生成がなされる。

4. 自動代筆の基礎実験

漢字を含む総合点字符号から FONT3000 符号へ変換し、出力する実験をすゝめていく。

変換表の作成は、現在出力符号を FONT3000 に固定しているため、別処理として、内部表現に変換したものをパーマネント・ファイルに蓄積しており、これを直接コア内にアクセスし、テキスト変換処理を行なう。

入力テキストとして、数千～1万字の論文を長谷川氏が「点字データ・タイプライタ」から打鍵入力し、穿孔紙テープを作成する。紙テープをパーマネント・ファイルに規準化して蓄積するのに30～60分を要する。この処理中、フィード、抹消、ファイルの開始、終了符は、消去される。

処理中に発生するエラーの種類とその処理方法は、

- i) 打鍵中に判明したエラーは、抹消、読点消去、句点消去、行消去、頁消去符号の挿入により自動的に消去される。
- ii) 符号の連結誤りと変換誤りは、出力ファイルのブロック数、ブロック内の位置とその符号をリスティングする。
- iii) 打鍵誤り 機能符号と文字符号を同時に打鍵した符号（例：<350>）

変換処理はファイル内のブロック番号と個数を指定することにより処理が行なわれる。現在、処理速度は、約5,000文字/分（CPU時間）である。

変換処理の例を第4図に、編集出力の実例を第5図に示す。

今後、熟語処理、未登録漢字の処理、英文の処理等の問題が残されている。

ン " フ ウ 拗 シ シ テ" キ 単 シ コ イ ケ ハ

この文章は電子計

ン サ タ 単 キ タ ウ ヨ モ ン テ 部 單 ジ ア

算機を用いた点字から

拗 ナ ツ セ ツ 拗 ソ カ イ サ モ 拗 ソ ハ

直接書いた最初のも

のです。

第4回 変換処理の例

以下の論文は、論文中の自動代筆技術により、点字から直接印刷されたものである。

視覚障害者に必要な点字情報処理

東京教育大学付属盲学校
長谷川貞夫

[1] はじめに

点字の世界と普通文字の世界を自由に相互につなぐことは視覚障害者の願いです。私は日常に点字を使う視覚障害者ですが、共同研究者と共にこの問題を手掛け、これまでに一応の成果を得ています。それは点字から直接、普通文字を印刷する自動代筆であり、また、その逆の普通文字（電気信号）から点字を印刷する自動点訳です。このように電子計算機で点字を扱う技術を点字情報処理と仮に呼びます。ここでは私が関係して来た研究を中心に、点字情報処理の概要を説明致します。何分にも、私は電子技術、言語学などの専門ではないので説明が不十分、不適切な面も多くあると思いますが、そのことを初めにお断りしておきます。より詳しくは後掲の参考資料を御覧頂ければ幸いです。

第5回 編集出力のハードコピー

5. 自動点訳システム

5.1 符号変換表の作成

出版されている書籍、雑誌はほぼ大なる量である。しかし、文字認識、音声認識が実用段階まで至っていない現在、計算機へこれを入力するには大きな問題となる。実際に漢文字符化された形のもの、写植印刷用のもので、全体の5~10%がこの形式といわれている。その他、新聞社あるいは一部の科学技術雑誌では計算機処理が行なわれているため、直接計算機へ入力される形式になっている。しかし、視覚障害者が要求するテキストを入力するためには、このテキスト作成に多くの人手と費用を必要とするであろう。

一方、実際に存在する写植等のテキストにおいては、各々独自の符号体系をもっており、少なくとも数十種の符号系が用いられていると考えられる。その登録されている字数も字も各々異なっている。この面からも統一した漢文字符の体系としてJIS化が早急に行なわれることが要望される。

漢字から点字への符号変換においては、与えられた漢文字符系から標準の漢文字符系(例: FONT3000)への変換表の作成が必要である。つぎに標準符号から点字を含む総合漢文字符系への変換は、3章で用いた点字から漢字への逆変換である。ただし、この処理においては、使用する文字から点文字符号へ直接変換すべきである。

5.2 入力テキストの形式

与えられたテキストが点字のために特に作成されたものである場合を除いて、写植等を目的として作成されたテキスト中には、種々の書式化のための制御符号が挿入されており、科学技術論文等では、数式、図面、グラフ、表、写真等が挿入されているといった問題がある。

- i) 頁、行、左右の指定
- ii) 文字種、文字の大きさ、文字ピッチ、行ピッチの指定
- iii) 頭注(heading)、脚注(footing)の指定
- iv) 位置の指定(式、表、図の挿入位置とその大きさ)
- v) 本文の接続指定

等の本文ではない制御符号が挿入されている。これらの処理が点字に変換するときは、どれだけ必要であるか問題となる。完全に同一な点字本を作成するためには必要であると考えられるが、健常者が視覚で認識するのに対し、視覚障害者が指の感覚で認識するのであるから、その理解のしかたには、大きな相違があるものと考えられる。例えば、科学技術論文で、文章の途中に表などが挿入され、離れた位置へ本文がとぶといった表現は、視覚によらない場合には非常に読みにくい書式であるといえる。さらに、これらの制御符号は、文字の場合と同様、各々独自の符号化がなされているといった問題がある。種々のテキストを点字に変換するには、その書式を十分検討し、点字の統一した形式が必要である。

5.3 変換処理の手順

5.1において漢字から点字への変換は、漢字変換表に登録すれば十分であると述べたが、処理の手順に関しては、汎用の漢字変換ルーチンを用いることは、効率の面でよくない。すなわち、自動代筆のところで述べたように、他の漢文字符体系と異なり、計算機内部処理を目的としたものでなく、視覚障害者の指による認識を第1としており、またmnemonicさを強調したため非常に冗長である。また、他の漢文字符系は各文字が独立した符号を割り当てられているのに対し、開

始、終了のシフト符号により、符号の連鎖により判別を行なう必要がある。このように理由から、漢字から点字への特定の变换手順を必要とする。

5.4 点字の編集出力

点字の製版に関しては、5.2 で述べたように、一般の書籍の規則をそのまま適用することには問題がある。点字のマスが大き、マスピッチ、行ピッチには規定があり、この規定が守られていない場合、視覚障害者にとって、非常に認識しにくいものとなる。このため製版には大きな制限が加えられる。

点字における書式にも基本的ないくつかの規則が定められている。例えば、行頭、行末の禁則処理、見出し、箇条書き、目次、負付け、とびら、段落等のほか、詩、短歌、俳句および川柳、脚本、手紙、公文書類の書式が示されている。しかし、これらの規則はすべて従来からある仮名表記におけるものであって、漢字仮名混り表現において妥当かどうかは、今後検討しなければならぬ問題である。ただし、従来の規則をできるだけ採用することが理解を助ける手段であると考えられる。

5.5 漢字仮名変換

現行の点字は仮名表現であるから、視覚障害者が読みやすい形にするには、漢字仮名混りテキストを仮名変換する必要があり、同時に分かり書きが必要である。この漢字仮名の計算機による完全な自動変換システムは、完成されている。そのためには、種々の言語情報による総合的な分析を必要とし、それは計算機による完全な言語理解システムの完成を意味するのである。

ここで、これまでに開発された、いくつかの方法を含めて、その組み合わせによる総合判定で、実用的なシステムの開発を検討している。

日本語のテキスト中では、漢字を除く他の字種では、ほぼ1対1変換が可能である。漢字は主に名詞、動詞である。これ以外の副詞、連体詞、形容詞、接頭詞等は、その個数が少なく表検索で判別が可能である。動詞は、後続する平仮名列から活用処理による判別が可能である。複合名詞に関しては、漢語は2文字から成る場合が多い点、接頭語、接尾語に着目して分割を行なう。名詞について、例外的なヨミを辞書に登録する。また、連濁、送り仮名の処理も併せて行なう。

6. あとがき

点字の情報処理技術に関する限り、いまだその緒についたばかりといえる。これまで視覚障害者に対する情報サービスは、点字図書館、視覚障害者のためのテープライブラリ等を充実させるために、点字出版、点字奉仕、録音朗読といったボランティア活動によるばかりで大きな労力と費用を必要とするといった方法がとられてきた。今日、視覚障害者は失明というハンディキャップに加え、教育の面でも大きな差があり（全視覚障害者の50%しか教育を受けていない）、一般の人と比べ書籍から得られる情報に乏しく、あらゆる生活の面で、不利な立場におかれている。ここに情報処理技術を導入することにより、視覚障害者用CAIシステム、点字TSSサービス、点字出版サービスといった点字情報処理技術を確立すれば、視覚障害者は教育や職業において、もっと豊かで、活発な一般社会への参加ができるはずである。すなわち、福祉工学分野の発展をうながすものであろう。

最後に、点字情報について、多くの御指導、貴重な資料をたまわった長谷川貞夫先生、また本研究の機会を与えて下さった石井治ソフトウェア部長、鳥居宏次言語処理研究室長、自動代筆のプログラマー作成も助けてくれた東京理科大学の八森 君に感謝いたします。

参考文献

- (1) 長谷川貞夫 「電子計算機による自動点訳の研究」 日本特殊教育学会大会, 1976.9
- (2) 新井英喜, 平塚尚一 「高速点字印刷機」 昭和52年電気学会全国大会, 1977.7
- (3) 高橋達郎 「日本語の機械処理」 東洋経済新聞社 1970
- (4) 日本点字委員会編 「日本点字表記法(現代語篇)」 第三版 1973.10
- (5) 坂本義行 「日本語の活用」 CL5-2 情報処理学会 1976.5
- (6) 夫田光治, 田中隆, 新井英喜, 平塚尚一, 長谷川貞夫 「日本語文点訳自動変換システム」 第18回プログラミング・シンポジウム報告集 1977.1
- (7) 長谷川貞夫 「視覚障害者に必要な点字情報処理」 昭和52年電気回学会連合大会 1977.10
- (8) 坂本義行 「日本語の点字情報処理における入出力方式について」 言語とオートマトン研究専門委員会 AL77-6 電子通信学会 1977.5
- (9) 坂本義行 「点字における漢字の変換処理について」 昭和52年度情報処理学会第18回全国大会 1977.10