

## 点字の基礎的表記の指導方法の提案

## — ICT学習教材・機器の開発におけるアルゴリズム的な見地から —

武井 眞澄<sup>1</sup>，水谷 好成<sup>2</sup>，岩本 正敏<sup>3</sup>，土井 幸輝<sup>4</sup><sup>1</sup>宮城教育大学教育学部特別支援教育分野，<sup>2</sup>宮城教育大学教職大学院技術科教育分野<sup>3</sup>東北学院大学工学部，<sup>4</sup>国立特別支援教育総合研究所

概要：点字の読み書きを指導する場合，墨字（目で読む普通の文字）を指導する場合とは異なる点字固有の困難さがある。とりわけ，紙面に浮き上がった点字を読む場合と点字器で下に点筆を押し下げて書く場合とで，点の配列が変わり，紙の表裏で点の配置が鏡像関係になることを理解することに躓く場合が多い。そこで，その鏡像関係の理解を前提とせずに学習を進められるICT学習教材・機器を開発した。このプログラムの開発過程で検討したアルゴリズムを点字の表記規則の説明に反映させると効果的に学習を進められることが確認できた。

キーワード：点字，指点字，点字の表記規則，ICT学習教材・機器，アルゴリズム

## 1. 緒論

視覚障害者に用いられる文字に点字がある。その点字の指導に携わるのは主に晴眼者である。特に学齢段階の児童生徒を対象にする特別支援学校（視覚障害）の教員やその職に就こうとする教員養成課程の学生は，点字の読み書きのスキルを身に付ける必要がある。また，点字指導の必要な学校に着任した時点で，そのスキルを有していない場合には校内研修で研鑽を積むことができる体制が整備されている必要がある。

視覚障害のある児童生徒を対象とする特別支援学校の教員数は他の一般学校に比べて決して多くない。視覚障害当事者で，理療科の教員として指導に従事されている方はもちろんのこと，点字の読み書きについて高いスキルを有した教職員の退職や異動等によって，特定の教員にその指導が集中してしまうことも懸念され，校内での研修体制を整備し維持することが難しくなっている。視覚障害に対応できる教員を養成するためには，点字の読み書きの指導が必須である。しかし，新型コロナウイルス感染症の拡がりによって，筆者らの所属する大学では対面形式で点字を指導することが困難になり，インターネットを介した遠隔指導を余儀なくされた。この状況に対応するために，点字について遠隔形式の授業でも学習できるように，Web学習教材を開発して指導した（武井・水谷・土井，2022）。

また，高価な点字タイプライターを用いた学習を代替できる安価な指点字学習装置（後述）開発を進めてきた（水谷・千葉・武井，2020）（千葉・水谷・武井，2021）。これらのICT学習教材・機器の開発においては，点字判定処理を効果的に実現するアルゴリズムを構築する必要があった。

本稿では，これらの点字学習装置のプログラム開発過程で検討された点字表記の判定アルゴリズムの考え方を取り入れた点字の指導方法を提案する。

## 2. 点字指導の基本表記と一般的な指導プロセス

晴眼指導者が点字を効率的に学ぶ際，特にその入門期は6つの凸点で構成される1マスの点字を読めるように指導する必要がある。表1は，1マスで表記される点字（清音）の例である。点字の基本となる構成規

表1 点字表記（清音）の例

あ行（清音）	は行（清音）
あ    ⠁	は    ⠈
い    ⠃	ひ    ⠉
う    ⠅	ふ    ⠆
え    ⠄	へ    ⠊
お    ⠋	ほ    ⠏

則を指導する際には、表1のように墨点字（目で見て判断できる点で書かれた点字パターン）で示された印刷教材が用いられる。その際に、各学校で考案・作成された教材や一般に市販されている図書が用いられる（全国視覚障害者情報提供施設協会，2013；道村，2014；米谷，2006）。そのような墨点字で示された手引き等を利用して、基礎的な点字表記を学ぶのが一般的である。点字表記の学習結果を評価するためには点字を墨点字か触読できる凸点字を書き出す（打ち出す）指導をすることになる。墨点字で確認する方法としては、ワークシートに予め記した6点の基本のマス内の○の内側に鉛筆等で塗りつぶさせて凸点として指導する（図1）。このワークシートは実際の点字規格に準じた寸法で設計されている。

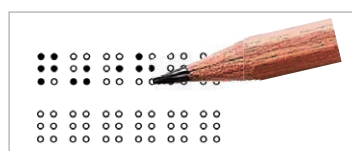


図1 墨点字用ワークシート

触読できる凸点の点字で評価するには、視覚障害当事者が点字を書く（打つ）ための点字器（点字盤、点字定規、点筆の3点）を用いて、点字用紙に凸点を形成する方法について指導がなされる。この点字器を用いて点字を書く場合、用具によって様々な学習上の困難が生じる。一つには、点字の凸点を読む場合は、用紙の左側から順に読むが（図2の上）、点字器で書く場合には右側から一マスずつ点筆を押し下げて裏面に凸の点を作らねばならない（図2の下）。

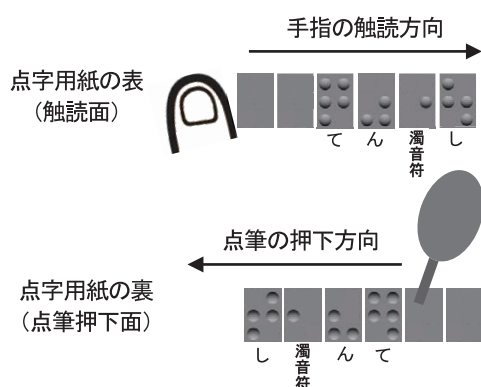


図2 点字器を用いた読み書きで生じる点字の鏡像関係

そのために、紙の表面に凸の点（凸面点字）と裏面に浮き出された凸の点（凹面点字）とを同一視する鏡像関係のイメージ変換が必要とされる（星野・元木，2017；Hoshino・Motoki，2018）。この変換処理は1マスで示される点字の清音を正確に読みとることができる状態になったとしても、すぐにできないことが多い。このイメージ変換が難しい場合、凸面点字器と称されている特殊な点筆と点字定規（商品名：トツテンくん（読書工房，2017））を用いることで、表面に左側から凸の点字を打つことができるようになる。

凸面点字と通常の点字器を使用する場合の凹面点字とが鏡像関係にあることによって、そのイメージ変換が難しい。点字の表記規則についての理解が十分でない場合、それらの課題を同時に与えることは、学習の難易度を上げてしまうことになる。そのような場合には、点字器の導入を遅らせて、基礎的な表記規則を習得した後に、そのイメージ変換に特化した練習を積み重ねることが良い場合が多い。筆者が指導する授業（特別支援学校《視覚障害》教員免許状取得に要する科目）で扱う点字領域の指導においても、清音の構成規則を理解し、表示される点字一字を正確に読めることになったのを見定めて、点字器を導入する手順の方が時間的なロスが少なく、次の課題に円滑に移行させられる。

このことから、晴眼の入門者に点字を学習させる際には、点字器で読み書きすることよりも、表面に浮き出された凸点字を読み書きできるように導くことを優先する必要があるといえる。また、点字入門者が点字器を使って練習する場合、打ち出し結果を確認するために点字定規から紙を毎回取り外さなければならないことで、練習を含めた学習時間が長くなってしまうことも指導上の課題要因の一つとして挙げられる。

### 3. 点字タイプライターとタイピング練習法の検討

筆者らは70人規模の受講生を対象にして点字の指導を実施している。その授業では指導者が机間巡視しながら、受講生が示した点字の正誤を短時間で確認することは難しい。受講生同士で相互に確認させることも一つの手段になり得るが、確実なフィードバックがもたらされるわけではない。受講者の全てが入門者である場合は、点字器を用いても、ワークシートに凸点を●で塗りつぶさせて表示させても、受講者自身で正

誤判断を適切に実行させられる保障はない。事前に用意した問題を配付し、それに取り組ませた後で正答を示し、各自で確認させてから次の課題に進めさせられるが、書き記した点字についての正誤をすぐにフィードバックする学習環境を整える方法を考える必要があった。

点字を打ち出す方法には、前述の点字器を利用する他にタイプライターを利用する場合がある。通常、点字の表記に関する基本を理解させた後にタイピング練習を始める。特に、初心者にはタイピングの結果がすぐに紙上に凸点で記され、判断しやすい Perkins Braille (Perkins School for the Blind Perkins Braille ; 以下、PB と記す) は便利なタイプライターとして、世界的にも多く利用されているように、その利用価値は極めて高い。しかし、どの教育機関でも点字タイプライターを数多く所有しておらず、それを用いた一斉指導を実施することは困難である。また、それぞれの受講生に購入させることも困難である。点字の学習指導を効率化するためには、凸点字の読み取り学習と凸点字の書き出し学習を並行する方法を組み込むとともに、学習結果を評価する方法を検討する必要がある。そこで、筆者らはその PB の入力方式を採用した点字タイピング練習用の Web 学習教材を開発し、実際に大学での授業に導入しながら、画面に表示される内容とその配置、誤入力した際の削除機能などを追加させて学習用教材としての改善を図った (武井・水谷・土井, 2022)。プログラムは JavaScript で記述し、インターネット閲覧ソフトウェアのブラウザで指定 URL にアクセスできれば、OS 等の違いによらず利用できる。本学の学生は、PC を必携とされているため支障なく導入することができた。Web 環境が整備されている環境下で個人 PC が用意できれば導入でき、授業外でも練習させることができた。点字入力の結果はディスプレイ上にひらがな文字 (墨字) と点字 (墨点字) で表示されるので、指導者あるいは学習者相互で確認をしなくても学習者単独で確認できるようになり、練習効率を向上させることができた。

また、Web 上で PC を使った個人学習教材の開発と並行して、点字/指点字を介してコミュニケーションをする機能を有した指点字学習装置の開発研究を進めてきた (水谷・千葉・武井, 2020 ; 千葉・水谷・武井, 2021) (図 3)。先の PB 入力方式の点字タイピン

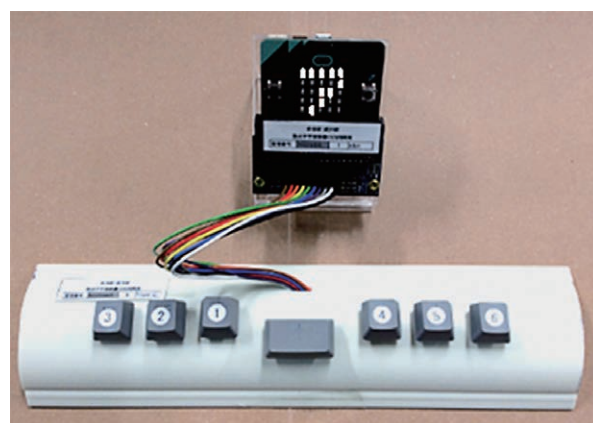


図3 指点字学習装置

グ練習教材と同様に、6 点入力に対応する墨字表示機能を備えたスタンドアロン型の学習装置を安価なマイコン micro : bit を用いて開発した。5×5 の LED マトリクスでカタカナ・数字・英字を表示でき、通信機能を用いて指点字入力結果を他の装置に表示することができる。この装置を用いることで、点字タイプライター操作の基本学習と点字表記の正誤が容易に確認できる学習指導を実現させられるようになった。

## 4. 点字処理アルゴリズムの検討

### 4.1 前置符に対する点字処理アルゴリズム

従来型の点字学習指導においても、ICT 学習教材・機器の開発においても点字の表記方法を論理的に整理する必要があることは共通している。点字は 6 つの点の組み合わせで構成されている。点字を構成する 6 つの凸点 (表面) は図 4 のように番号を割り当てて点字指導をすることが多い。以後の説明でもこの番号を用いて示す。それぞれの点の有無により、 $2^6=64$  通りの配置パターンが構成可能となる。しかし、それらだけで日本語を表記できない。そのために点字特有の前置符 (図 5) があり、それによって墨字との相互変換が可能になっている。この点字の表記体系は、今から約 130 年前の 1890 年 (明治 23 年) に石川倉次氏によっ

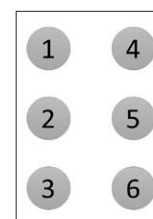


図4 点字の6つの点に割り当てた番号

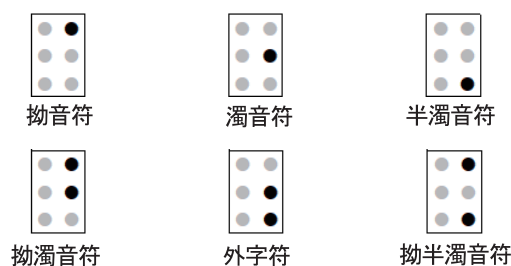


図5 右列の4・5・6の点で構成される前置符

てブライユ点字から日本語点字に翻案されたもので、合理的な表記体系であるが故に今に至っても広く利用されている（日本点字委員会，2008）。ここで、濁音表記を例に説明してみる。濁音表記は、「か」行、「さ」行、「た」行、「は」行の音にのみ適用される。墨字の「が」を点字で示す場合、濁音符を置いた後に「か」の点字を置く。つまり墨点字で示せば、 $\square \cdot \square$ となる。この処理の流れは図6のようになる。キーボード入力された点字符号が文字符号か濁音符かを判定した結果で処理が分かれる。濁音符であった場合は、次の点字符号の入力を待つ。濁音符でない文字符号であると判断された場合は、該当する清音・濁音を表示する。濁音符の有無で同じ文字符号であっても表示結果が異なる。前置符としては、濁音符（5の点）以外に、拗音符（4の点）、半濁音符（6の点）、拗濁音符（4・5の点）、外字符（5・6の点）、拗半濁音（4・6の点）、

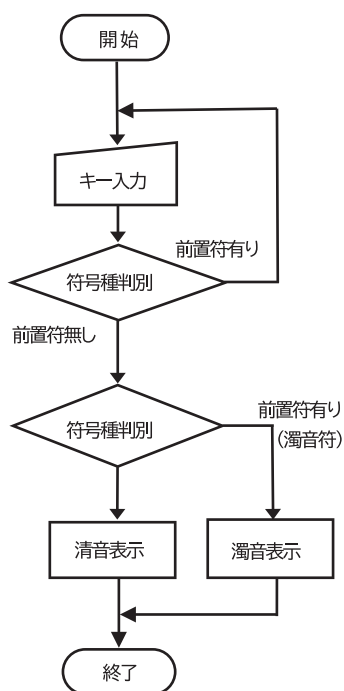


図6 清音と濁音処理判定手順

数符（3・4・5・6の点）がある。これらの点がキーボードから入力された場合は前置符であると判断して、ディスプレイは表示待機状態になり、次の入力を待つ。前置符に続く文字の組み合わせに基づいて、対応する墨字を表示させることになる。これは指先で触読する場合の凸点情報の取り込みシーケンスと全く同じである。コンピュータ処理による判定アルゴリズムとしては複数の方法があるが、前置符と文字符号の2種類に対して前置符の有無と種類を処理モードとして対応する方法の例を図7に示す。キー入力された結果が前置符であるかどうかを判定し、前置符毎に割り振ったモードを記憶して次のキー入力を待つ。最初のキー入力が前置符では無かった場合はモード0としてモード別処理に進む。前置符処理モードが0以外の場合は、前置符処理として各前置符に対して次の文字符号入力に応じてモード毎の処理を行う。

前置符は数符を除けば、凸点の右側の列に位置する点（4・5・6の点）の組み合わせで構成されている。したがって、前置符の文字が正確に特定されれば、それに続く可能性のある文字符号は限定される。例えば、6の点で示される半濁音符に続く文字は「は」、「ひ」、「ふ」、「へ」、「ほ」の5つしかない。そうすれば半濁音が付されている文字は「ぱ」、「び」、「ぶ」、「ぺ」、「ぼ」の中から選択すれば良い。したがって、点字の表記規

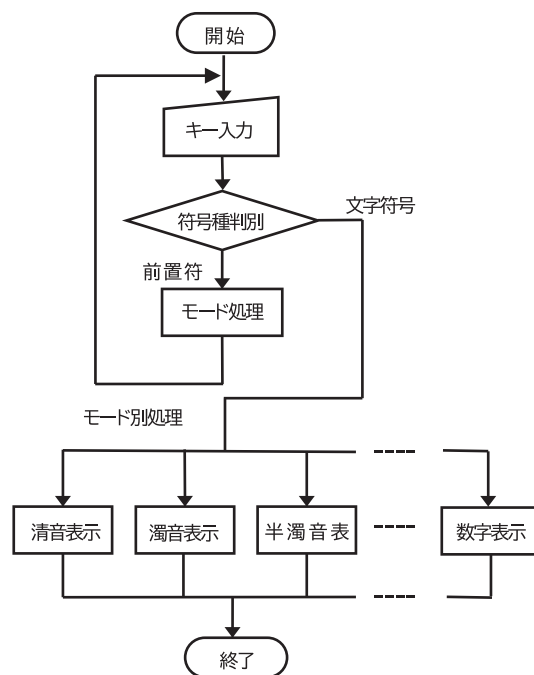


図7 前置符のモード別処理の判定手順



則を理解するに当たって、点字1マス内の右の列の点(4・5・6の点)で構成される前置符の組み合わせについて、比較対照させながら覚えさせる指導方略が効果的であるといえる。ICT教材・機器の判定過程で、該当する可能性ある点字入力をサーチすることと同じであり、該当する点字配列がない場合は誤入力と判定される。

#### 4.2 授業における点字指導と点字処理アルゴリズム

点字の学習指導においては、初めに清音(促音及び撥音を含む)を1文字表記群として扱い、それに続いて前置符と組み合わせる濁音・拗音・拗濁音・半濁音等を2文字表記群として扱って指導する(表2)。

濁音が清音に濁点を続ける表記方法であるのに対し、拗音は小さな文字の「ゃ」「ゅ」「ょ」を添える表記方法で、「か」行、「さ」行、「た」行、「な」行、「は」行、「ま」行及び「ら」行の「あ」列、「う」列及び「お」列を組み合わせる表記である。しかし、この表記方法をすぐに想起しにくい。そのため、2文字コードを組み合わせる濁音の説明の後に拗音の説明をする必要があった。

さらに、半濁音については、拗音以上にその用語が意味することをイメージしにくい。濁音のように清

音に続けて文字の右上に°が付される文字で、「ば」行の各文字に添えられて1文字として示されるということを理解していても、半濁音という名称から、「ば・ぴ・ぶ・べ・ぼ」の文字のいずれかであることをすぐに想起しにくい。

1文字コードで表記される清音符号と右列の点の組み合わせで示される前置符号(拗音符□, 半濁音符□, 拗濁音符□, 拗半濁音符□, 外音符□等)に接続して示される2文字コードでの表記とを瞬時に判別し、読み書きできるようにすることを目標にすることになる。この過程をICT教材・機器の点字判定プログラムのアルゴリズムと比較すると、符号種を判別するサブルーチンを組み込んだ処理と同様であることがわかる。清音であれば、直ちに紐づけられた点字を表示させ、前置符(前述)であれば、表示待機状態に留め、それに続く入力文字コードを判定して、2文字のまとまりとして、紐づけられた点字をディスプレイに表示させる手順と同じであることがわかる。

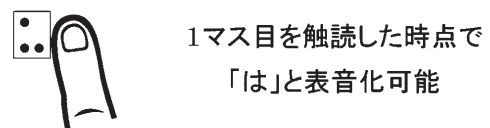
この一連の点字判定の処理過程は、手指で実際に点字を触読する時と同じ手順である。清音「は」、濁音「ば」及び半濁音「ぱ」の文字列の判断は図8に示すように読み取り、最初が文字コードであれば清音になり、濁音・半濁音であれば、それぞれの該当する文字コードを推測しながら文字判定をすることになる。

表2 2文字表記群の例

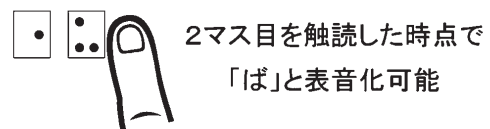
は行 (拗音)	ば行 (濁音)
ひゃ □□□□	ば □□□□
- -	び □□□□
ひゅ □□□□	ぶ □□□□
- -	べ □□□□
ひょ □□□□	ぼ □□□□
ぱ行 (半濁音)	びゃ行 (拗濁音)
ぱ □□□□	びゃ □□□□
ぴ □□□□	- -
ぷ □□□□	びゅ □□□□
ぺ □□□□	- -
ぽ □□□□	びょ □□□□

(拗音符□, 濁音符□, 半濁音符□, 拗濁音符□)

##### 【1文字処理の例】



##### 【2文字処理の例(1)】



##### 【2文字処理の例(2)】

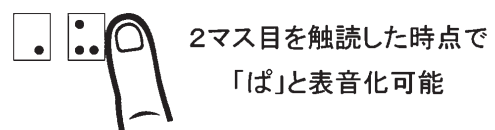


図8 1文字処理と2文字処理の表音化の違いの模式図  
(例: □□, □□□□及び□□□□)

前置符の部分を手指で触読した時点では、表音化せず、次の点字が触読された時点で表音化する。4の点である拗音符(□<sup>・</sup>)の場合も同様である。それに続く文字が、「か」行の「あ・う・お」列のいずれかを判断し、「か」であれば「きや」、「く」であれば「きゅ」、そして「こ」であれば「きよ」に読みかえることになり、その他の場合も同様である。通常の文字(墨字)であれば拗音を表示する際には、い列の文字(き、し、ち、に、ひ、み、り)が共通して用いられ、拗音を示す小さな文字3種(「ゃ」「ゅ」「ょ」)がそれに接続される(表3)。

しかし、点字には墨字の「ゃ」「ゅ」「ょ」に相当する小文字は無く、拗音符にあ列、う列、お列のいずれかを接続させて示すことになる(表4)。ローマ字表記では「kya」「kyu」「kyo」のように、拗音を意味する「y」を挟む表記方法とも異なっている。このような墨字と点字との表記上の違いは、これまでの清音の構成規則(母音の配置パターンと子音の配置パターンとの組み合わせ)とは異なることを理解する必要がある。様々な拗音の表記練習を実際に積ませる必要がある。

その理解に基づいて拗濁音符の表記規則について導入する。そのような経過を辿らせたのちに拗濁音符は4の点の拗音符(□<sup>・</sup>)と5の点の濁音符(□<sup>・</sup><sub>5</sub>)が統合されて、4・5の点の拗濁音符(□<sup>・</sup><sub>45</sub>)になるという説明をして指導を進めると理解しやすいようであった。

その後、半濁音(□<sup>・</sup><sub>4</sub>)の場合は「は」行のいずれかの文字に接続されて、「ぱ」行に読み替えられる。そして、最終的には4と6の点で示される拗半濁音□<sup>・</sup><sub>46</sub>の場合には「は・ふ・ほ」のいずれかが接続し、「ぴゃ・ぴゅ・ぴょ」に読み替えられることになる。

表3 拗音のひらがな表記の例

	あ列	う列	お列
か行	きゃ	きゅ	きよ
さ行	しゃ	しゅ	しよ
た行	ちゃ	ちゅ	ちよ
な行	にゃ	にゅ	によ
は行	ひゃ	ひゅ	ひよ
ま行	みゃ	みゅ	みよ
ら行	りゃ	りゅ	りよ


以上のような経緯から、半濁音符(6の点)を最後に導入することにした。この半濁音に続く文字は「は」行のいずれかしかないため、混乱しにくく表音化されやすいと考えられた。

つまり、点字とその読みの対応関係を学び始め、清音を一通り読み書きできるようになった後、前置符を用いる表記規則の指導を進める際には、ICT学習教材・機器で用いている点字判定アルゴリズムにおける2文字処理に相当する必要な関係規則を理解しやすく説明し、それに基づいて定着を図ることが有効であると考えられる。また、そうすることで、前置符の関係規則を理解する際の混乱を最小限度に留め、その学習効率を高めることが期待できると考えた。

点字の指導を開始する際には、点字一覧表を資料教材として配付する。学習者はそれを手元に置いて、実際の点字とその一覧表を見比べて、墨字に変換する(墨訳)を行おうとするのが一般的である。しかし、そのような一文字照合型の変換方式に頼っていたのでは、検索対象が多く点字と墨字の対応表を常に携えていなければ変換できないことになる。符号規則を記した表を携えなくても良いように、前置符の種別を理解し、それに応じた入力方法を体得することが重要になる。授業では初回のみ一覧表を見て点字―墨字変換に

表4 拗音の点字表記の例



	あ列	う列	お列
か行	□ <sup>・</sup> <sub>2</sub>	□ <sup>・</sup> <sub>3</sub>	□ <sup>・</sup> <sub>4</sub>
	[拗音符 か]	[拗音符 く]	[拗音符 こ]
さ行	□ <sup>・</sup> <sub>3</sub>	□ <sup>・</sup> <sub>4</sub>	□ <sup>・</sup> <sub>5</sub>
	[拗音符 さ]	[拗音符 す]	[拗音符 そ]
た行	□ <sup>・</sup> <sub>4</sub>	□ <sup>・</sup> <sub>5</sub>	□ <sup>・</sup> <sub>6</sub>
	[拗音符 た]	[拗音符 つ]	[拗音符 と]
な行	□ <sup>・</sup> <sub>5</sub>	□ <sup>・</sup> <sub>6</sub>	□ <sup>・</sup> <sub>7</sub>
	[拗音符 な]	[拗音符 ぬ]	[拗音符 の]
は行	□ <sup>・</sup> <sub>6</sub>	□ <sup>・</sup> <sub>7</sub>	□ <sup>・</sup> <sub>8</sub>
	[拗音符 は]	[拗音符 ふ]	[拗音符 ほ]
ま行	□ <sup>・</sup> <sub>7</sub>	□ <sup>・</sup> <sub>8</sub>	□ <sup>・</sup> <sub>9</sub>
	[拗音符 ま]	[拗音符 む]	[拗音符 も]
ら行	□ <sup>・</sup> <sub>8</sub>	□ <sup>・</sup> <sub>9</sub>	□ <sup>・</sup> <sub>10</sub>
	[拗音符 ら]	[拗音符 る]	[拗音符 ろ]

ついて体験させるだけで、以後の授業では受講生が点字の構成規則を説明できるようになるまでの理解を図ることが重要になる。この必要性は点字学習装置でキー入力をする際、その都度一覧表を見てキーを押下するのではなく、前置符を構成する点の配列規則を覚え、それを適応させる状況で前置符の点配置パターンを押下できるようにならねばならない。導入当初は思いどおりにキーを押下できない様子が多くの学生に観察された。例えば、「れ」を示す点字の  は左列の2つの点を左手の2指でキーを押下し、右列の2つの点を右手の2指で同時に押下させる。点配置が左右対称の場合には比較的容易であるが、左右非対称の場合には、戸惑いながらキーを押下している様子が見られた。しかし、このような運動動作の難しさは数回の授業や授業外での練習をとおして解消されていたように思われた。点字の点番号とキーボードのキーとの対応関係について理解し、キー操作ができるようになった時点で、比較的理解しにくい表記規則の一つである前置符を導入するタイミングについて検討することができるようになった。

ICT学習教材・機器の点字判定処理では、各前置符に続く清音文字符号が決まっており、該当しない文字符号は検索しない。点字を読み取る（書き出す）手順においても、前置符の読み取り後に想定される清音文字符号の中から該当する文字符号を照合（選択）する。点字判定アルゴリズムで行っている論理的な考え方との対比は、学習者の理解を整理するのににも有効である。




#### 4.3 特殊前置符に対する点字処理アルゴリズム

前置符処理においては、濁点・半濁点のように文字表示が表示されるとモードがリセットされて次のキー入力判定に影響しない前置符と、文字表示されても処理モードが持続する数符と外文字では取り扱いが大きく異なる。ここでは、文字表示されてもモード処理がリセットされない前置符を特殊前置符と定義する。文字表示で処理モードがリセットされる場合を一般モード、処理モードが持続する場合を特殊モードとする。

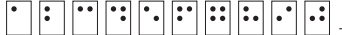
数字を示す場合には前置符の数符（）が置かれ、外国語のアルファベットを示す場合には前置符の外文字（）が置かれる。それによって、それに続く文字列が数やアルファベットで用いられる点字であるか否かについて判別される。「あ・い・う・る・ら」を

共通する文字列を例に、数符及び外文字が前置された場合の墨字表記を並置して比較して示すと表5のようになる。


表5 前置符号（数符と外文字）によって、墨訳が異なる例





























前置符	点字表記	墨字表記
なし		あいうら
数符		12345
外文字		abcde











これらの前置符に続く文字列が数や外字として示される場合に、接続可能な点字は限定される。数に関しては、

「」

（あ・い・う・る・ら・え・れ・り・お・ろ）

と （小数点）だけである。それ以外の点字が示された場合には、その時点で一般モードにリセットされる。

また、アルファベットについても、数の処理と同様に考えることができる。外文字符号の  の後には、大文字符号  とアルファベットに割り当てられた                           であり、その他は一般モードにリセットされることになる。

これらの特殊前置符は、その影響範囲を示す区切りが必要とされる。数符の場合には数字表記で用いられる「あ  ・い  ・う  ・る  ・ら  ・え  ・れ  ・り  ・お  ・ろ  」や小数点 （「あ」行と「ら」行）以外の点字が接続した場合には、その前で自動的に影響範囲が解除される。

数字やアルファベット等を表記する場合、前置符の直後の文字の読み方に影響するだけでなく、その影響はいくつかの符号が付されることによってリセットされる。ここで問題となるのは、複数の意味を持つ文字コードの存在である。

数の例として、「100円」を点字で示すと、

 のようになる。

《数符 あ る る 継ぎ符 え ん》

この場合、継ぎ符が前置される前までの点字が数符に支配されて、数字として扱われることになる。もし、数符の処理モードをリセットする継ぎ符が配置されな

いと、「円」（「えん」）の「え」を示す1・2・4の点字と数字6で用いられる1・2・4の点と同じになってしまう。そのため、入力判定結果は「1006ん」になる。つまり、数符の影響力を及ばせないようにする文字の前に、そのリセットを命令する処理が必要になる。「円」（えん）の「え」と数字の6を示す1・2・4の点が続く場合には、数符の影響範囲を限定させる処理をするために、3・6の点で示す継ぎ符を挿入して、その前置符の影響範囲を区切り、通常の読み方（一般モード）にリセット処理を指示する。

外字符（5・6の点）についても、数符と同様である。日本語文章内でアルファベットの文字列を示す場合、外字符を配置した後、その文字列の終端を明示する必要がある。そのために、アルファベットを表記するために使われる文字以外の句読点やスペース等が入力されることで、通常の入力モードに戻すという外字符のリセット処理が必要になる。

このように特殊前置符処理には、前置符の影響範囲の終端を指示する処理（特殊処理）が必要になる。本来であれば、これらの特殊処理を組み込んだ処理を実現することが望ましいが、指点字学習装置の開発で用いている micro:bit のメモリが有限であるため、点字の初学者の学習を想定してプログラム開発を行う必要があった。

そのため指点字学習装置では、数符と外字符の場合は前置符モードを保持して連続して入力させ、数符・外字符処理をリセットキーとして一般モードに戻すために、6点キー入力に第7ビットのキーとしてスペース（以後SPと省略）キーの処理を追加した。数符・英字処理のモードはSPキーの入力でリセットされるようにした。英字の大文字の処理や特殊な記号処理の機能も開発した処理プログラムには組み入れなかったが、点字初学者の学習への影響は少ないと考えられる。

#### 4.4 SP キーの追加の検討

点字には分かち書きという表記規則がある。分かち書きは読みやすくするために空白を入れる表記方法としても用いられ、小学校低学年の教科書にも見られるものである。例えば、「たかやまさき」という6文字からなる人の名前の場合、姓と名の間に空白がなければ、例として「たかや\_\_まさき」という男性と「たかやま\_\_さき」という女性との区別が困難になる。この

ような場合、表音体系の点字では、音の連続と区切りが重要な意味を担う。点字の基礎を学んだ後に、マス空けを含む表記についての理解を図る必要が生じる。

筆者らが開発した指点字学習装置に接続されたキーボードについても、点字学習を始めたばかりの学習者の場合には6点の基本キーで足りたが、その進展に伴ってマス空けを示すためのSPキーが必要になり、それを実装させることになった（武井・水谷・岩本、2021）（図3の中央部のキー）。SPキー入力には前述の数符・外字符の特殊モードのリセットと文字送り機能を割り当てた。

様々な表記規則について理解を深めさせる場合、基本となる規則に準じた処理で済まない場合、それに対応する別の規則があるということを系統的に理解させる必要がある。それは基本的なアルゴリズムを作成した後に、メインルーチンを派生させてサブルーチンを設けることと同じである。このような点字の指導プロセスは、PBを用いて点字表記（タイピング）させるために検討したアルゴリズム的な視点で整理されたものであった。このように指導を進めることで、時間的な制約のある学習環境で効率的に進めることを確認することができた。

### 5. 点字器を用いた点字学習と6点キー入力方法を用いた学習の違い

点字の学習で用いられる道具には、前述した点字器によるものと、点を塗りつぶすようにして墨点字を書くワークシートがある。それぞれの学習の目的に応じて使い分ける必要があるが、点字器は1点ずつ打つのに対し、PBは6個の点を同時に打ち出すことが可能であることだけを比較しても、学習に費やす時間を短縮化させられる。そして、PBは押下直後にその凸点を、紙を取り外さずにすぐに確認できるのは、学習効果を高める大きな要素になる。

したがって、点字入門者に読み書きを指導する初期段階では敢えて点字器を導入せずに、基本的な表記規則を学ばせた後で、点字器での読み書きの特長を説明し、その活用を図ることが適切であると考えられる。とは言え、指導者の視点で、点字器を用いた際に誤りやすい点字の鏡像関係についての理解を深める機会を設けることを疎かにはできないと考える。

大学での授業で学生の練習過程を観察していると、



きれいに凸点が打ち出された時の喜びは大きく、限られた時間の中で多くの点字を打ち出すことができるPBは非常に有効な学習用具になり得る。しかし、受講者全員に点字タイプライター (PB) を準備して取り組ませることは難しい。もし、提供できたとしてもタイピング時に発生する音によって、指導者の口頭での説明が聞き取りにくくなる。それらの様々な条件を配慮し、点字タイプライターと同じ操作で点字入力ができるWeb学習教材や指点字学習装置などのICT教材を用いることで点字の基礎的な表記を効率的に学ぶことができると考えられる。

## 6. 結言

点字の読み書きを学習しようとする人は、学校教育の現場で視覚障害の児童生徒への指導に関わる教育関係者だけではない。その保護者や福祉的な支援に携わる方の中にも点字を学習しようとしている方が多くいる。しかし、点字の表記規則を理解して、読み書きできるようになるには、多くの時間と労力が費やされる。そのために、学習が持続せずに、実際に活用できるまでのスキルに至らない場合もある。そのために、できるだけ学習の滞りを少なくし、効率的に学習を進められる環境を整備する必要がある。

点字の初学者に対しては、実際の点字に触れる機会を体験させつつ、その読み書きの練習から始め点字器を用いた学習に発展することが多いが、点字器を用いた場合、読みと書きとは用紙を裏返す操作を必要とし、点字の鏡像関係を意識した練習が求められる。実際的には、そのことの困難さが学習を滞らせる一因にもなっている。この課題への対応として、筆者らはPBを用いた入力方式で学習を進めた。しかし、そのPBを大学等の授業で多くの台数を利用できないことから、そのPB入力方式で点字を示す練習のためのWeb学習教材や盲ろう者(社会福祉法人全国盲ろう者協会)用の指点字学習装置を開発して授業を実施した。そのプログラム開発過程で検討されたアルゴリズムを実際の指導にも反映させた。その結果として、点字の入門期に学ぶべき表記規則として、前置符の使い方を理解させる指導をプログラム開発で検討された処理手順に沿って説明を加えながら、点字の読み書きの練習をすることで、これまで以上にスムーズに学習されるようになった。点字器を利用した学習の場合、点筆で

打ち出した後に紙を取り外して、凸点を確認する必要があるため、その作業にも時間を要していた。これに対して、Web学習教材や指点字学習装置を利用すると一点ずつ打つ点字器とは異なり、複数のキーを同時に押下させるだけで表示させられるようになった効果であるといえる。

従来の指導方法とICT学習教材・機器の点字判定アルゴリズムを取り入れた指導方法を含めた複数の授業改善を行っており、PB入力方式で点字表示させるICT教材を導入する前後での実験的な学習効果の測定はなされなかったが、提示する練習問題の数はおよそ1.5倍以上になり、指導の進度を速めることができた」と評価できる。

本稿で取り上げた指導方法は、点字の学習の初期段階では従来の指導で導入されていた点字器を用いずに、紙やディスプレイに示される墨点字で表記規則を学ぶ方法を提案した。また、点字を打つ(書く)ことに関しては、それを代替するICT学習教材・機器を用い、PB方式でのタイピングスキルを身に付けさせるようにした。そのような指導方法によって、様々な制約のあった大学での遠隔授業でも、授業の進度を遅くすることなく進めることができた。

また、盲ろう者の通訳では点字を基本とする表記体系の指点字が用いられるので、本実践に導入されたICT学習教材・機器を用いた点字学習の指導方法を適用できる。しかし、盲ろう者の指を押下する触運動単位が、点字の分かち書きのように文節単位で送出されることが望ましい。指点字の場合、点字用紙に打たれた点字文のマス空け(空白部分)に相当する部分は、送出される触運動のまとまりとまとまりとの間、つまり時間的な空白となる。そのためには、手指の運動動作としてのタイピング能力を高めることと、点字の表記規則を正確に理解して、点字を構成できるようにする必要がある。その際には指点字学習装置などを使ってより実際の学習が進められるように学習環境を整備する必要があるであろう(千葉・水谷・武井, 2021; 武井・水谷・岩本, 2021; 武井・水谷・土井, 2022)(図9)。

以上のように点字の学習指導を効果的に実施するためには、学習者が点字体系を論理的に整理しながら覚えていくことが望ましいと考えられる。点字処理アルゴリズムによる点字判定の手順は学習者の論理的な思考を助け、学習の結果を判定してくれるICT学習教材・



図9 指点字学習装置を用いた6点入力のタイピング練習

機器を利用することで効率よく点字の基礎的な表記について学べると言えよう。

## 付記

点字の学習指導は武井が担当し、点字処理アルゴリズムの検討は水谷・岩本が担当した。武井・土井が中心になって特別支援教育について検討した。さらに、著者全員で論文全体について共同して検討し、発表原稿について最終的な承認をしている。なお、本論文に関して開示すべき利益相反関連事項はない。

## 参考文献

- 社会福祉法人全国盲ろう者協会「盲ろう者とは」  
<http://www.jdba.or.jp/deafblind/top.html>（アクセス確認日:2021/12/08）
- 全国視覚障害者情報提供施設協会（2013）『初めての点訳第2版指導者用マニュアル』163p.
- 読書工房（2017）「凸面点字『トツテンくん』について」  
<https://www.d-kobo.jp/news/totsuten/>（アクセス確認日:2021/12/25）
- 日本点字委員会（2008）「点字を読んでみよう」,  
<http://www.braille.jp/topics/yonndemiyo.html>（アクセス確認日:2022/2/1）

- 武井眞澄・水谷好成・岩本正敏（2021）「盲ろう者支援のための指点字学習装置用キーボードの開発」『産業教育学会第39回東北支部大会講演論文集』pp.49-50,
- 武井眞澄・水谷好成・土井幸輝（2022）「特別支援学校（視覚障害）の教員養成課程における点字タイピング練習教材の開発と活用」『宮城教育大学紀要』Vol.56, pp.415-422
- Perkins School for the Blind「Perkins Braille」  
<https://www.perkins.org/perkins-braille/>（アクセス確認日:2022/1/27）
- 星野ゆう子・元木章博（2017）「点字の鏡像関係の直感的理解を助ける表示方法に関する一考察」『教育情報研究』Vol.33, No. 2, pp.31-36
- 千葉翔平・水谷好成・武井眞澄（2021）「micro:bitを用いた指点字学習装置の開発」『宮城教育大学技術科研究報告』Vol.23, pp.22-23
- 水谷好成・千葉翔平・武井眞澄（2020）「micro:bitを用いた無線型指点字学習装置の基本機能の検討」『日本産業技術教育学会第38回東北支部大会講演論文集』pp.1-2
- 道村静江（2014）『ここからはじめる点字・点訳のきほん』ナツメ社 224p.
- 米谷忠男（2006）『初級練習帳 THE 点字習得テキスト』ギアース教育新社 77p.
- Yuko Hoshino and Akihiro Motoki（2018）An Evaluation of the Displaying Method on the Braille Learning System for the Sighted: For Understanding of the Mirror Image Relation, International Conference on Computers Helping People with Special Needs, ICCHP 2018, pp.117-121