

(原著論文)

点字触読初心者における紙点字の縦横点間隔と触読性の関係

西村 崇宏^{*}・土井 幸輝^{*}

藤本 浩志^{**}・和田 勉^{***}

(^{*}研究企画部) (^{**}早稲田大学人間科学学術院) (^{***}日本点字図書館)

要旨：事故や疾患、加齢などによって視機能が低下したり失明したりした中途視覚障害者の中には、点字を十分に触読することのできない者も多いことが指摘されている。その理由の一つとして、点字を習得するためには多くの時間や様々な技能の獲得が必要であり、とりわけ、中途視覚障害者が点字を習得する際には、障害受容や学習動機の維持などに加えて、一般的に使用されている通常の点字サイズが小さいことが大きなハードルになっているとの指摘もある。このような状況に対して、点字触読初心者である中途視覚障害者にとって触読しやすい点字パターンに関する定量的な知見を示していくことが必要である。そこで本研究では、紙点字の縦横点間隔と触読性の関係を評価することで、点字触読初心者にとって触読しやすい縦横点間隔の条件を示すことを目的とした。具体的には、点字の触読に慣れていない中途視覚障害者を想定し、点字触読経験のない晴眼者を対象とした評価実験を通じて、縦横点間隔が点字の触読性に及ぼす影響を定量的に評価した。その結果、縦点間隔と横点間隔がともに3.1mmあれば、中途視覚障害者が有意に確信をもって速く正確に点字を触読できる可能性があることが示された。

見出し語：紙点字、縦横点間隔、触読性、視覚障害、点字触読初心者

I. 緒言

ルイ・ブライユ (Louis Braille, 1809-1852) が考案したアルファベットの6点式点字を石川倉次 (1859-1944) が日本語の五十音に翻案して以来、点字は、我が国における視覚障害児・者の情報保障を支援するツールとして重要な役割を担ってきた。現在においても、点字は視覚障害児・者が独自のペースで読み書きすることのできる文字として、点字教科書や点字図書などの幅広い印刷物で用いられている。

一方、下記で示すように、事故や疾患、加齢などによって視機能が低下したり失明したりした中途視覚障害者の中には、点字を触読することのできない者も多いことが指摘されている。厚生労働省が平成

23年に行った調査 (厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部, 2013) によれば、視覚障害者数 (身体障害者手帳保持者数) は315,500人であり、そのうち18歳未満の視覚障害児数は4,900人であると推計されている。また、平成18年に実施された調査 (厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部企画課, 2008) では、310,000人と推計された視覚障害者について、障害発生時の年齢階級が18歳以上である割合は58.3% (不明・不詳は16.9%) であることが報告された。さらに、障害の原因の約30% (不明・不詳は52.6%) が、事故 (8.1%) や疾患 (19.7%), 加齢 (2.0%) であることを勘案すると、視覚障害者数に対する中途視覚障害者数の割合は決して低くないことが推測される。そして、379人の視覚障害者を対象として実施された点字の習得状況に関する質問項

目では、268人（70.7%）が「点字ができない」と回答している。これらの統計値から、点字を触読することのできない中途視覚障害者は、相当数存在することが考えられる。筆者らも、中途視覚障害者の点字指導に携わる社会福祉法人の職員や、特別支援学校（視覚障害）の専攻科の教員との関わりの中で、点字を触読することのできない中途視覚障害者は多く存在する一方、点字を習得して自由に情報の入手や伝達を行いたいと希望する者も多いという声を聞く。

点字を習得するためには、多くの時間をかけて様々な技能を獲得しなければならない（Lowenfeld, B., Abel, G.L., & Hatlen, P.H., 1969）。障害が生じるまでは視覚を活用して文字を読んでいた中途視覚障害者にとって、触覚を主として活用しながら読み書きをする点字を新たに習得することは容易ではない。この理由の一つには、触覚の空間的分解能が視覚と比較して低いことが関与していると考えられる。点字がもつ空間周波数帯域は決して高くはないが、触覚の空間的分解能が低いことは点字の触読を困難とする要因の一つである可能性が指摘されている（小柳, 1978；Loomis, J.M. & Lederman, S.J., 1986）。そこで、点字サイズ（点間隔、マス間隔、行間隔、直径）（図1参照）を拡大することは触読しやすさを向上させる上で有効であると考えられ、点字学習指導の初期段階には、通常の点字よりも点間隔やマス間隔を広げた点字（文部科学省, 2003）や、サイズの大きいLサイズ点字（日本点字普及協会, 2016）が使用されることもある。実際に、点字の習得過程にある中途視覚障害者を対象として点字サイズと触読性の関係性を評価した先行研究では、通

常よりも点間隔やマス間隔、行間隔を大きくすることで、これまで点字を触読できなかった中途視覚障害者が点字を触読できたり（中野・坂本・管・木塚・中島, 1997）、触読速度が一定程度向上したりすること（前田, 2001）が報告されている。さらに、中野ら（1997）は、中途視覚障害者が点字を習得する際の最も大きなハードルは、一般的に使用されている通常の点字サイズが小さいことであると指摘している。これらのことから、点字サイズを大きくすることは、中途視覚障害者の点字の触読性を向上させる有効な手立ての一つになると考えられる。

点字サイズについては、日本工業規格（Japanese Industrial Standards, 以下JISと記す）（JIS T 0921 高齢者・障害者配慮設計指針－点字の表示原則及び点字表示方法－公共施設・設備（日本工業標準調査会, 2006））で規定されており、現在ではこの規定値に準拠して点字が作成される。具体的には、主に図1に示すような要素によって点字パターンが決定されることになる。また、縦点間隔や横点間隔を広げることによって点字1文字のサイズを拡大することができる。しかし、規定値の適用範囲として当該JISに記されているのは、「点字を触読できる視覚障害者」であることに注意が必要である。点字触読に不慣れた中途視覚障害者は、当該JISで規定される点字サイズでは十分に点字パターンを識別することが難しく、点字を触読することができなかったり、触読に多くの時間を要したりする可能性がある。黒田・佐々木・中野・木塚・堀籠（1995）は、点字サイズが点字触読に不慣れた中途視覚障害者の触読性に影響を与えるという仮説の下、点字の習熟度が異なる3名の視覚障害者を対象として触読実験を行っている。その結果、触読しやすいマス間隔および行間隔の組合せは、点字の習熟度によって異なる可能性があることを報告している。そのため、当該JISで規定されるサイズが、そのまま中途視覚障害者にとっても十分に触読しやすいサイズとはならない可能性も考えられる。

従来、中途視覚障害者を対象として点字の触読性を評価した研究は数多くなされてきた。澤田（2004）は、中途視覚障害者の点字学習指導の初期段階において、点字のマス間隔および点間隔の違いが点字学

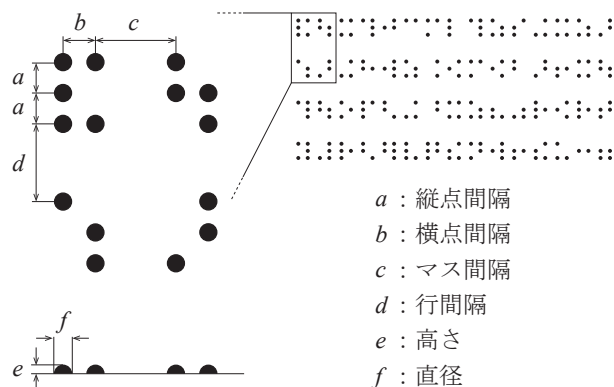


図1 点字パターンを決定する主要要素

習指導に及ぼす影響を評価している。その結果、通常の点字サイズでの点字触読が困難な中途視覚障害者にとって、マス間隔や点間隔を広くした点字は触読しやすいという知見が得られている。このように、先行研究において、中途視覚障害者における点字サイズと触読性の関係は明らかにされてきている。加えて、近年では、点字印刷技術の進展により、点間隔やマス間隔を高精度に制御して印刷を行うことが可能になってきた。そのため、このような高精度な印刷技術を用いて系統的に点字サイズを変化させた提示刺激を作成すれば、中途視覚障害者にとって触読しやすい点字サイズをより詳細に評価することができると考えられる。実際に、筆者らは、先行研究（西村・土井・梅沢・松森・藤本・和田，2016）において、点間隔やマス間隔を高精度に制御して印刷することのできる点字プリンタ（金子・大内・岡本，2005）を使用し、中途視覚障害者などの点字触読初心者にとって触読しやすい紙点字のマス間隔比（点間隔に対するマス間隔の比率）を評価しており、実験的制約はあるものの、JIS T 0921で規定される値よりもマス間隔比を大きくとることで触読性は向上することを示した。しかし、この研究では、点字学習指導の初期段階において、とりわけ幅を広くとることが重要（文部科学省，2003）とされているマス間隔に着目して評価を行っている。一方で、点間隔や行間隔を広くとることも点字学習において有効であるとされていることから（文部科学省，2003）、点字触読に不慣れな中途視覚障害者にとって触読しやすい点間隔や行間隔についても、同様に触読しやすい条件を検討していくことが必要である。これらを踏まえて、本研究では、点字1文字ごとの識別に影響を及ぼす点間隔に着目して、触読性との関係性を評価することにした。なお、点字の1文字は縦3行、横2列の6点から構成されており、点間隔には縦点間隔（1－2点間）と横点間隔（1－4点間）がある（図1，2参照）。そのため、本研究においては、縦点間隔と横点間隔の双方（本研究ではあわせて“縦横点間隔”と呼ぶ）を実験因子として採用し、触読性との関係性を評価することにした。以上より、本研究では、紙点字の縦横点間隔と触読性の関係性を評価することで、点字触読初心者にとっ

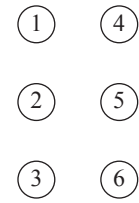


図2 点字の点番号

て触読しやすい縦横点間隔の条件を示すことを目的とした。本研究を通じて、点字触読初心者にとって触読しやすい点字パターンの一つの選択肢を示す。なお、本稿において、点字触読初心者とは、特別支援学校（視覚障害）の専攻科や点字図書館などに通っており、点字の習得過程にある中途視覚障害者を指す。

II. 方法

本章では、点字触読初心者を対象として、紙点字の縦横点間隔と触読性の関係性を評価した実験の方法について述べる。

1. 実験参加者

実験参加者として、点字の触読経験がない晴眼の成人男女10名に協力を得た。平均年齢は21.9歳（標準偏差1.1歳）であり、全員右利きであった。実験で使用する利き手人差し指の指腹に外傷や関連既往症は認められなかった。なお、視覚障害者は晴眼者よりも触覚の空間的分解能が高く（Goldreich, D. & Kanics, I.M., 2003）、日常的な触知経験が触知覚特性に影響を及ぼす可能性があり（Legge, G.E., Madison, C., Vaughn, B.N., Cheong, A.M.Y., & Miller, J.C., 2008）、点字学習期間によって触読性が相違すること（徳田・佐藤，1987）が報告されている。こうした知見を踏まえて、本実験では、点字触読初心者にとって触読しやすい縦横点間隔の条件を明らかにするために、点字の触読経験の影響を可能な限り排除した上でデータを収集できるよう、点字の触読経験がない晴眼者に実験参加者としての協力を依頼した。

2. 提示刺激

提示刺激として、点字1文字を構成する6点のうち1点だけが欠けている6種類の点字を用意した。図3に示すように、それぞれ清音の「モ」, 「ム」, 「セ」, 「ミ」, 「ヘ」, 「テ」に対応している。5点から成る点字を採用した理由は、点字を構成している点の数が触読性に影響を与え、5点から構成される点字が最も触読が難しいためである（佐藤・河内, 2000）。

提示刺激の作成には、縦横点間隔を高精度に統制して点字を印刷することのできる“NISE Graphic”（金子ら, 2005）を用いた。この点字プリンタとサイズ可変点字印刷ソフトウェア（渡辺・大内・土井, 2011）を併用することで、縦横点間隔を2.0～5.0mmの範囲内で0.1mm間隔で制御しつつ、印刷することが可能となる。点間隔の印刷精度については、ソフトウェア上の指定値と実際に印刷された点字の計測値の誤差が0.1mm以内であることから（渡辺ら, 2011）、触読性に影響を及ぼさない範囲で高精度に点字を印刷できると判断した。なお、点字触読初心者にとって触読しやすい紙点字のマス間隔比を評価した筆者らの先行研究（西村ら, 2016）においても、提示刺激の作成に本点字印刷システムを採用し、目的に合うデータを得ることができている。

表1に、本実験で採用した点字の縦点間隔および横点間隔の条件を示す。縦点間隔は6水準（2.0, 2.3, 2.5, 2.7, 2.9, 3.1 [mm]）、横点間隔は6水準（2.0, 2.3, 2.5, 2.7, 2.9, 3.1 [mm]）とし、これらを組み合わせた合計36条件を構成した。ここで採用した条件の決定に際しては、JIS T 0921で示される規定値を参考とした。具体的に、JIS T 0921では縦点間隔が2.2～2.5mm、横点間隔が2.0～2.5mmの範囲内に収まるように点字を設計することが規定されている。この規定値を範囲内に含みつつ、なおか

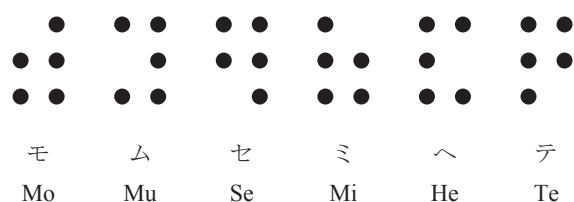


図3 実験で用いた6種類の点字

表1 点字の縦横点間隔の条件

要 因	水 準
縦点間隔 [mm]	2.0, 2.3, 2.5, 2.7, 2.9, 3.1
横点間隔 [mm]	2.0, 2.3, 2.5, 2.7, 2.9, 3.1

つ規定の下限值よりも小さい値や、上限値よりも大きい値までをカバーできるように条件を決定した。さらに、中途視覚障害者を対象として通常の点字よりもサイズを大きくしたLサイズ点字の縦横点間隔（縦点間隔2.7mm、横点間隔2.4mm）も条件内に含まれるようにした。このように、JIS T 0921で示される規定値や、実際に使用されている点字の寸法に基づいて水準を検討したため、水準の間隔は一定ではない。点の高さは、JIS T 0921の規定値（0.3～0.5mm）に準拠して0.3mmとした。点の底面の直径についても、同様にJIS T 0921の規定値（1.3～1.7mm）に基づいて1.4mmとした。上述した値で点字パターンを統制した点字を点字用紙（用紙厚さ110kg）に印刷し、縦30mm×横60mmに裁断したものを提示刺激として用いた。

3. 評価指標および解析方法

点字触読における正確さ、速さ、主観的な触読のしやすさを評価するために、“正答率”、“触読時間”、“確信度”の各評価指標を構成した。

正答率は、各試行後に実験参加者から口頭で回答を得た触読結果に基づいて算出した。具体的には、6点のうちの欠けている1点の点番号を正しく回答できた試行数を全試行数で除した値の百分率を求め、参加者10名の算術平均を取った。

触読時間は、図4に示すような自作の触読時間計

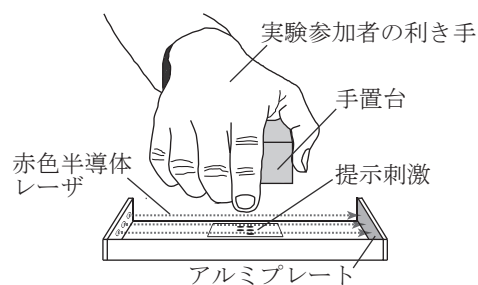


図4 触読時間計測装置の概略図

測装置（西村ら，2016）を用いて計測を行い，得られた10名分の算術平均を評価に用いた。計測装置は，アルミプレートに照射された赤色半導体レーザが遮断もしくは結像することによって，点字触読の開始と終了を自動的に判別し，計測するものである。

確信度は，点字触読に対する主観的な確信の程度として，5段階の評定尺度により各試行後に実験参加者から回答を得た。等間隔とみなした尺度の両端に付けた言語ラベルは1が“確信無し”，5が“確信有り”である。そして，評価基準に関する実験参加者間の個人差を吸収するために，下式（1）の通り，実験参加者ごとに標準正規分布による正規化を行った。

$$E' = (E - \mu) / \sigma \quad (1)$$

ここで， E は評定尺度得点， μ は平均値， σ は標準偏差である。こうして求めた E' の参加者10名分の算術平均を取り，確信度として評価に用いた。

統計処理については，データの正規性を確認した上で，対応のある二要因分散分析（縦点間隔×横点間隔）を有意水準5%で行った。さらに，下位検定としてボンフェローニ法による多重比較を行い，縦横点間隔の各水準間の有意差を調べた。

4. 実験手順

本実験では，実験参加者に対して，5点から成る点字1文字を利き手人差し指で能動的に触察させ，欠けている点の番号を口頭で回答させる課題を課した。この際，点字触読に対する視覚情報を遮断するために，カーテンを使って実験参加者が自身の手元を視覚的に確認できないようにした上で，指先の触知覚情報を頼りに欠けている点の番号を識別するように求めた。具体的な実験手順を述べる。

まず，手置台に手をのせ，人差し指を上げた状態で待機させる。なお，手置台の位置は，人差し指を鉛直方向に下ろすだけで提示刺激である点字に指腹が触れるように，事前に実験参加者自身に調整をさせた。これは，実験参加者に対して点字の位置をわかりやすく提示するための配慮であり，指腹が点字に触れて以降の触読の仕方は任意とした。そして，実験者の開始の合図で参加者は人差し指を下ろ

し，点字の触読を開始した。爪を立てずに指腹のみを使って能動的に点字を触読させ，欠けている点の番号がわかった時点で速やかに触読をやめて人差し指を提示刺激から離させた。そして，欠けている点の番号（図2参照）と，触読結果に対する確信の程度を口頭で回答させた。以上を1試行とし，縦横点間隔の組合せ36条件でそれぞれ6種類の文字を1試行ずつ実施したため，全試行数は216試行であった。各条件の実施順序は実験参加者ごとにランダムにすることで，実験結果に対する順序効果の影響に配慮した。また，本試行を実施する前に，本試行の条件には含まれない点字パターンの提示刺激サンプルを用いて練習試行を行い，実験参加者に実験手順を理解させた。実験は，疲労による結果への影響に配慮して適宜休憩を取りながら行った。いずれの実験参加者も，実験に要した時間は約2時間であった。

本研究は，“独立行政法人国立特別支援教育総合研究所における研究に関する倫理要項”に基づき，その許可を得て実施した。また，実験参加者には事前に実験内容を説明し，同意を得た上で実験を開始した。

Ⅲ. 結果

本章では，各評価指標による結果について述べる。図5～7では，データの分布状況が視覚的にわかりやすく，大局的な傾向を捉えることができるように，各評価指標による結果を等値線図で示した。一方，図8～10では，統計処理の結果と併せて詳細な値を示すために，同様のデータを棒グラフで表した。図中のエラーバーは標準誤差を示す。

1. 正答率

図5，8に正答率の結果を示す。分散分析の結果，交互作用は認められなかったが，縦点間隔 [$F(5, 45)=5.50, p<0.001$]，横点間隔 [$F(5, 45)=3.50, p<0.01$] の主効果がそれぞれ有意であった。全体的な傾向として，縦点間隔，横点間隔がそれぞれ広くなるほど正答率は高くなった。具体的に，多重比較の結果からは，縦点間隔が2.3mm以上であれば2.0mmよりも正答率は有意に高かった ($p<0.001$)。また，

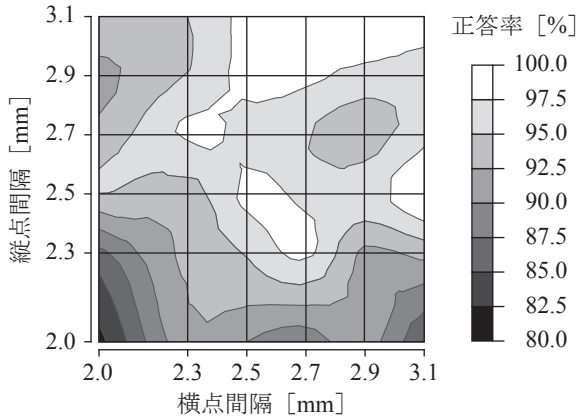


図5 正答率の等値線図

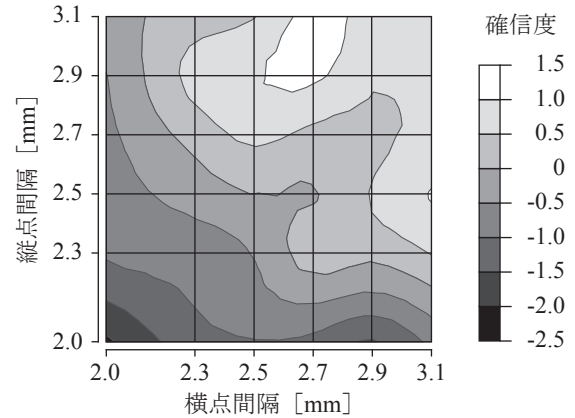


図7 確信度の等値線図

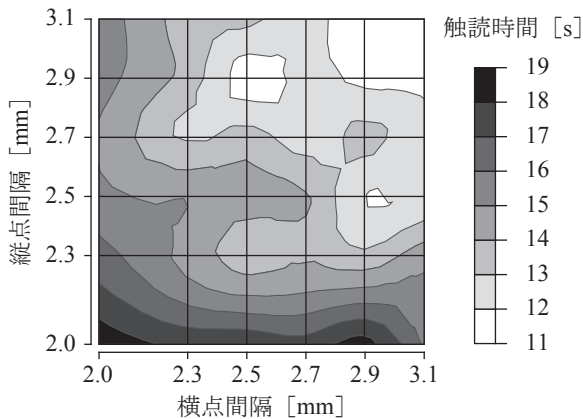


図6 触読時間の等値線図

横点間隔は2.5mm以上であれば2.0mmに対して有意に高い正答率を示した ($p < 0.05$)。

以上をまとめると、縦点間隔を2.3mm以上、横点間隔を2.5mm以上にすることで、正答率は有意に高くなった。

2. 触読時間

図6, 9に触読時間の結果を示す。統計処理の結果から、交互作用は有意ではないが、縦点間隔 [$F(5, 45) = 20.32, p < 0.001$] と横点間隔 [$F(5, 45) = 12.78, < 0.001$] の主効果がそれぞれ認められた。全体的な傾向をみると、縦点間隔と横点間隔がそれぞれ広くなるにつれて、触読時間は短くなる傾向であった。多重比較の結果を確認すると、縦点間隔は

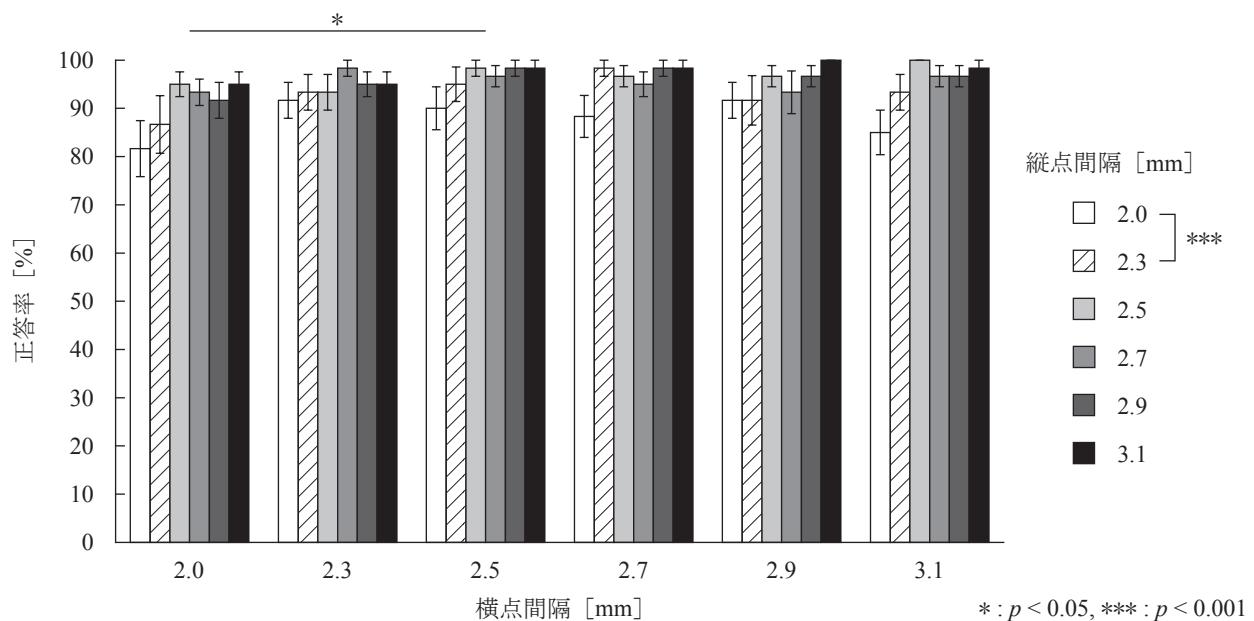


図8 正答率の結果

* : $p < 0.05$, *** : $p < 0.001$

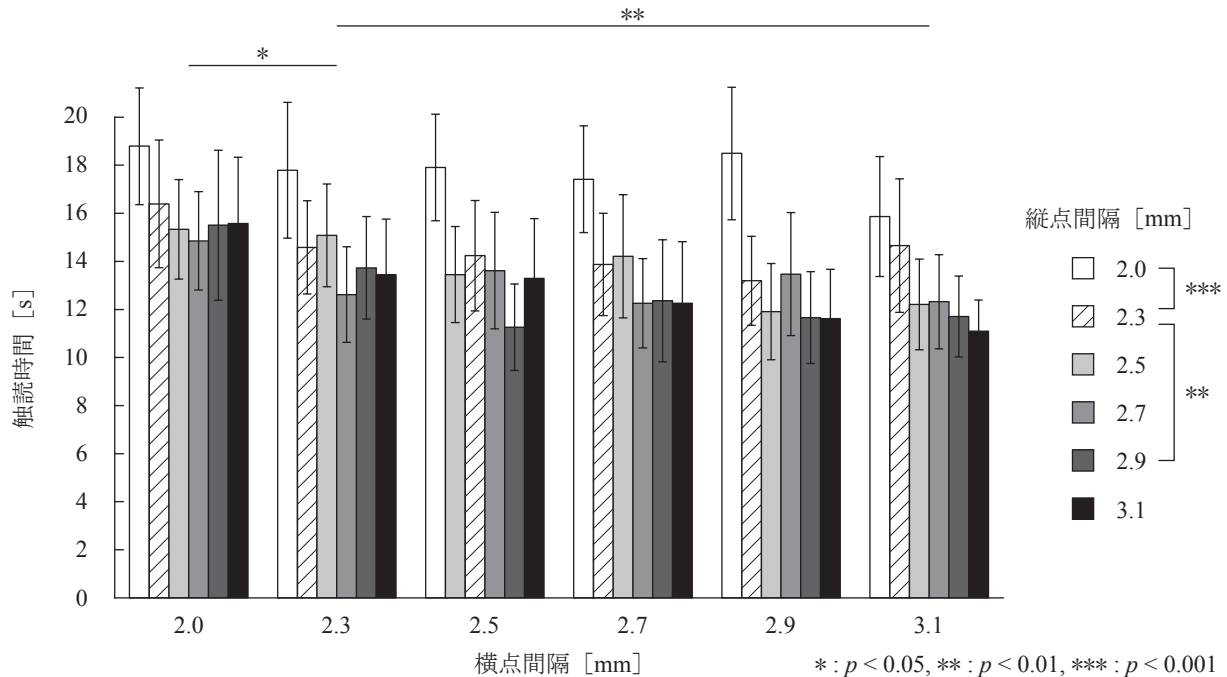


図9 触読時間の結果

2.0mmに対して2.3mm以上 ($p < 0.001$), 2.3mmに対して2.9mm以上 ($p < 0.01$) の条件で触読時間は有意に短くなった。横点間隔に着目すると, 2.0mmに対して2.3mm以上 ($p < 0.05$), 2.3mmに対して3.1mm ($p < 0.01$) の条件で触読時間は有意に短かった。

以上をまとめると, 縦点間隔を2.9mm以上, 横点間隔を3.1mmにすることで, 触読時間は有意に短くなった。

3. 確信度

図7, 10に確信度の結果を示す。確信度の値が高いほど, 確信をもって点字を触読できていたことを表す。確信度0は平均を意味する。分散分析を実施した結果, 交互作用 [$F(25, 225) = 2.30, p < 0.001$] が有意であった。そこで, 各要因の単純主効果を分析した結果, 縦点間隔と横点間隔のすべての水準で有意差が認められた (すべて $p < 0.001$)。図10に併せて示した多重比較の結果をみると, 概ね縦点間隔と横点間隔を広くすることによって, 確信度の値は有意に高くなることがわかる。具体的には, 縦点間隔を3.1mmかつ横点間隔を2.7mm以上まで広くすることによって, 確信度は一定値に収束する。一方で, 縦点間隔や横点間隔が2.0mmのように狭い条件では,

同じ要因内での他の水準と比較して確信度の値は有意に低い。一例を挙げると, 縦点間隔が2.0mmのときに横点間隔を3.1mmまで広くしても, 同じ横点間隔3.1mmにおける他の縦点間隔条件と比べて確信度は有意に低い ($p < 0.001$)。すなわち, 全体的には縦点間隔と横点間隔の増加に伴って確信度の値も高くなるが, 縦点間隔もしくは横点間隔のどちらか一方を広くしただけでは, 確信度の値は有意に高くはならなかった。

以上をまとめると, 縦点間隔を3.1mmでかつ横点間隔を2.7mm以上にすることによって, 確信度は有意に高くなった。しかし, 縦点間隔もしくは横点間隔のどちらか一方が2.0mmのように狭い条件では, 確信度の値は有意に低かった。

4. 総合評価

全ての評価指標による結果をまとめると, 縦点間隔と横点間隔がそれぞれ広がるにつれて正確かつ速く, 確信をもって点字を触読することができた。具体的には, 縦点間隔と横点間隔がともに3.1mmあれば, 正答率, 触読時間, 確信度の各評価指標は一定値に収束した。

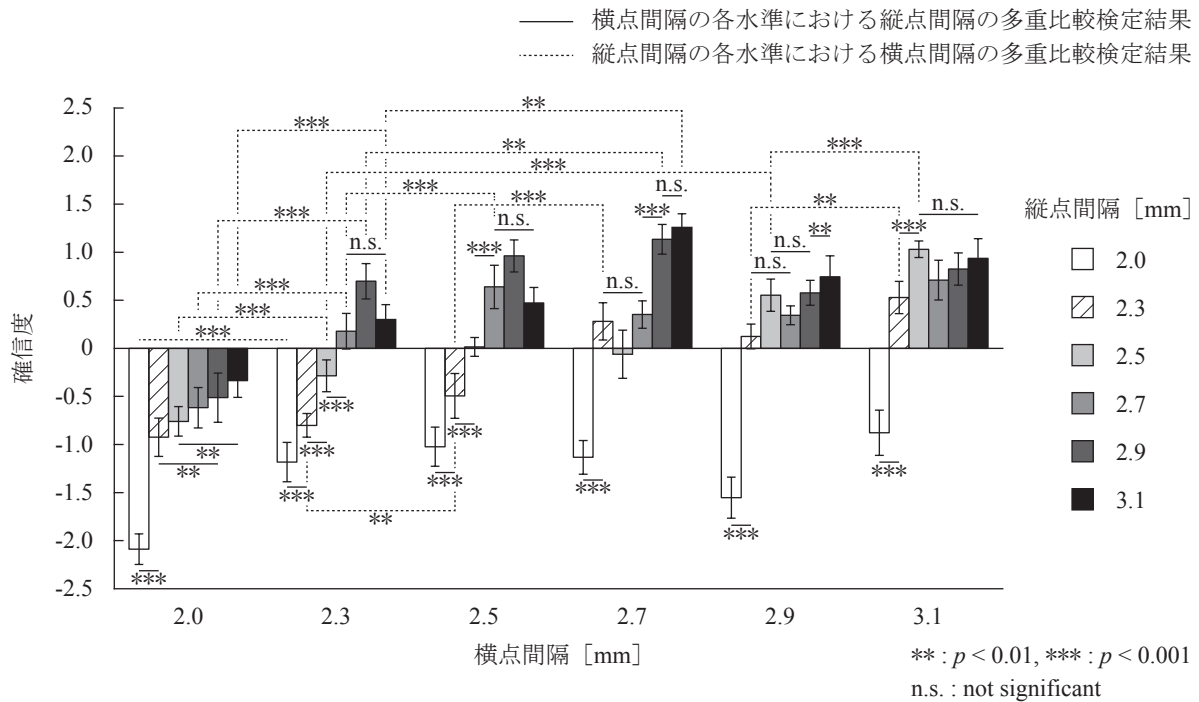


図10 確信度の結果

IV. 考察

結果より、縦点間隔と横点間隔が広いほど触読性は向上し、縦点間隔、横点間隔がともに3.1mmあれば、有意に確信をもって速く正確に点字を触読できることが示された。ここで、JIS T 0921における縦横点間隔の規定値を確認すると、縦点間隔は2.2～2.5mm、横点間隔は2.0～2.5mmと記載されている。そのため、点字触読初心者にとって触読しやすい点字サイズにするためには、縦点間隔、横点間隔ともに、JIS T 0921における規定の上限値よりも0.6mm広くとることが有効であることがわかった。両者のサイズの違いを視覚的に確認できるように図11に示した。

ところで、触覚の空間的分解能は古くより指先の触2点弁別閾によって議論されてきており（宮岡, 2013）、近年では、隙間の検出課題や格子縞の方向弁別課題といったより精度の高い測定法を用いて基礎的知見が集められている（Stevens, J.C., Foulke, E., & Patterson, M.Q., 1996; Van Boven, R.W., Hamilton, R.H., Kauffman T., Keenan, J.P., & Pascual-Leone, A., 2000）。弁別閾の値は測定法や測定対象者によっても異なるが、これらの知見による

と、触知年数が豊富な視覚障害者は晴眼者よりも弁別閾が0.4mm程度低く、空間的分解能が高い。このような触覚の空間的分解能の違いに加えて、日常的な触知経験や点字学習期間の差を考慮すれば、視覚障害者を対象としたJIS T 0921における規定値の上限と、視覚情報を遮断した晴眼者を対象として得られた本研究の知見との差異が0.6mmであったことは妥当な結果であると考えられる。

次に、3文字の連続した文字列を用いて点字触読初心者にとって触読しやすい紙点字のマス間隔比を調べた筆者らの先行研究（西村ら, 2016）では、マ



(a) JIS T 0921 における規定値の上限 (b) 本研究で得られた触読しやすい縦横点間隔条件

※点の底面の直径は JIS T 0921 における規定値の上限に基づいて 1.7 mm とした。

図11 JIS T 0921における規定値の上限と本研究で得られた触読しやすい縦横点間隔条件の比較

ス間隔比と触読性の関係には点間隔が影響を及ぼすとの理由から、触読性に対する点間隔の影響も評価している。実験の結果より、マス間隔比が1.8以上の条件においては、縦点間隔と横点間隔がともに3.0mm以上であれば、正確かつ速く確信をもって紙点字を触読できることを示した。しかし、この先行研究ではあくまでもマス間隔比の影響を評価することを目的としていたため、点間隔については縦と横の比率を1対1に固定した4水準(2.0, 2.5, 3.0, 3.5 [mm])のみの評価にとどまっていた。これに対し、本研究では縦と横の点間隔をそれぞれ個別に評価し、マス間隔比の影響を受けない1文字の点字に対して、点字触読初心者にとって触読しやすい縦横点間隔の条件を新たに示すことができた点は意義深い。

なお、本研究で実施した実験条件の範囲においては、縦横点間隔が広がるにつれて触読性は向上するという結果を得た。しかし、点間隔は広ければ広いほど良いというわけではない。マス間隔との比率や、触読経験、触速度などの様々な要因によって、適切な点間隔の値も相違してくる(澤田, 2004)。また、点間隔を広くして点字1文字のサイズを拡大することは、一度に指腹に収まる文字数(情報量)を制限することにもなるため、触読しやすい点字サイズではこれらのバランスが取れていることも必要である(小田, 2013)。本研究では、触読性が低下しはじめる縦横点間隔の上限値までは明らかにできていないが、今後は、上述した様々な要因との関係も踏まえて評価していく必要がある。

さらに、本研究で得られた知見は、点字触読初心者にとって触読しやすい点字パターンの一つの選択肢を示したものであり、点字の学習効果を向上させるものではない点にも注意が必要である。中村(1993)は、通常サイズの点字よりも縦横点間隔が大きいパーキンスブレーラーで作成された点字(縦点間隔、横点間隔ともに2.3mm)は、触読学習指導の初期段階には有効であるとしている。これに対して、大島(2013)は、触覚の空間的分解能に問題を抱えていない視覚障害者に対して、点字の構造や規則を学ぶための指導としては有効であるが、点字触読技能そのものの向上に対する効果は明らかになっ

ていないと述べている。そのため、縦横点間隔の広い点字を用いた学習の効果については、中途視覚障害者を対象とした事例研究などを通じて、慎重に検討を重ねていく必要がある。

加えて、本研究では20歳代の実験参加者を対象として実験を実施しているが、加齢によって指先の空間的分解能は低下することが報告されているため(Stevens, J.C. et. al., 1996; Manning, H. & Tremblay, F., 2006)、年齢によって適切な点字パターンは相違する可能性も考えられる。このように、点字が使用される用途や利用者の特性などを考慮し、点字触読初心者がもつ個々のニーズに応じて、その方に適切な点字を総合的に判断していくことが重要である。

V. 結言

本研究では、点字触読初心者にとって触読しやすい縦横点間隔の条件を示すことを目的として、紙点字の縦横点間隔と触読性の関係を評価した。具体的には、点字の触読に慣れていない中途視覚障害者を想定し、点字触読経験のない晴眼者を対象とした評価実験を通じて、縦横点間隔が点字の触読性に及ぼす影響を定量的に評価した。その結果、点字触読初心者にとって触読しやすい縦横点間隔の条件を明らかにすることができた。本研究で得られた知見は、点字触読初心者にとって触読しやすい点字パターンの一つの選択肢を示した点で意義のあるものだと考えられる。

文献

- Goldreich, D., & Kanics, I.M. (2003). Tactile acuity is enhanced in blindness. *Journal of Neuroscience*, 23 (8), 3439-3445.
- 金子 健・大内 進・岡本原正 (2005). グラフィック出力に特化した点字プリンタの改良. 第31回感覚代行シンポジウム講演論文集, 101-105.
- 厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部企画課 (2008). 平成18年身体障害児・者実態調査結果. 3-64.
- 厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部 (2013). 平成

- 23年生活のしづらさなどに関する調査（全国在宅障害児・者等実態調査）結果. 3-13.
- 小柳恭治（1978）. 盲教育におけるオプタコンの活用に関する実証的研究 特別研究報告書. 国立特殊教育総合研究所, 13-27.
- 黒田浩之・佐々木忠之・中野泰志・木塚泰弘・堀籠義明（1995）. 点字サイズが触読効率に及ぼす影響. 第21回感覚代行シンポジウム発表論文集, 55-58.
- Legge, G.E., Madison, C., Vaughn, B.N., Cheong, A.M.Y., & Miller, J.C. (2008). Retention of high tactile acuity throughout life span in blindness. *Perception & Psychophysics*, 70 (8), 1471-1488.
- Loomis, J.M., & Lederman, S.J. (1986). Tactual perception. In Boff, K.R., Kaufman, L., & Thomas, J.R. (Ed.), *Handbook of Perception and Human Performance. Vol. 2 Cognitive Processes and Performance* (pp. 31-1-31-41). New York: John Wiley and Sons.
- Lowenfeld, B., Abel, G.L., & Hatlen, P.H. (1969). *Blind children learn to read*. Springfield: Charles C Thomas Publisher.
- 前田政治（2001）. 中途視覚障害者における点字学習支援に関する研究. 発達支援研究, 1, 10-12.
- Manning, H., & Tremblay, F. (2006). Age differences in tactile pattern recognition at the fingertip. *Somatosensory & Motor Research*, 23 (3), 147-155.
- 宮岡 徹（2013）. 触感覚. 大山 正, 今井省吾, 和氣典二（編）, 新編 感覚・知覚心理学ハンドブック (pp. 1226-1248). 誠信書房.
- 文部科学省（2003）. 点字学習指導の手引 (pp. 321-330). 日本文教出版.
- 中村 透（1993）. 点字教材に関する一考察－東京都失明者更生館の触読点字教材について－. 第2回視覚障害リハビリテーション研究発表大会論文集, 34-37.
- 中野泰志・坂本洋一・管 一十・木塚泰弘・中島八十一（1997）. 糖尿病性網膜症の触弁別（2）－サイズ可変点字印刷システムの試作－. 第23回感覚代行シンポジウム発表論文集, 157-160.
- 日本工業標準調査会（2006）. JIS T 0921（高齢者・障害者配慮設計指針－点字の表示原則及び点字表示方法－公共施設・設備）.
- 日本点字普及協会. Lサイズ点字とは. <http://tenjifukyu.jp/activity/l-size/>（アクセス日, 2016-04-06）
- 西村崇宏・土井幸輝・梅沢侑実・松森ハルミ・藤本浩志・和田 勉（2016）. サイズ可変点字印刷システムを用いたマス間隔比が紙点字の触読性に及ぼす影響の評価. 国立特別支援教育総合研究所研究紀要, 43, 1-11.
- 小田浩一（2013）. 点字とオプタコン. 大山 正, 今井省吾, 和氣典二（編）, 新編 感覚・知覚心理学ハンドブック (pp. 1308-1315). 誠信書房.
- 大島研介（2013）. 点字触読を制限する知覚特性：空間特性と時間特性の検討. 首都大学東京博士学位論文, 87-99.
- 佐藤将朗・河内晴彦（2000）. 能動的触察条件における点字レジビリティの検討. 特殊教育学研究, 38 (2), 53-61.
- 澤田真弓（2004）. 点字触読困難な中途失明者への指導アプローチ－点字サイズの違いによる触読のしやすさの比較から－. 国立特殊教育総合研究所研究紀要, 31, 101-112.
- Stevens, J.C., Foulke, E., & Patterson, M.Q. (1996). Tactile acuity, aging, and Braille reading in long-term blindness. *Journal of Experimental Psychology Applied*, 2 (2), 91-106.
- 徳田克己・佐藤泰正（1987）. 盲人の点字触読速度に関する研究（2）－速度に影響を与える要因の検討－. 読書科学, 31 (2), 65-71.
- Van Boven, R.W., Hamilton, R.H., Kauffman, T., Keenan, J.P., & Pascual-Leone, A. (2000). Tactile spatial resolution in blind Braille readers. *Neurology*, 54 (12), 2230-2236.
- 渡辺哲也・大内 進・土井幸輝（2011）. 点間隔を広げた点字の読みやすさに関する研究. 電子情報通信学会論文誌D編, J94-D (1), 191-198.

The Relationship between Vertical and Horizontal Dot Spacing and Readability of Paper-Based Braille in Braille Beginners

NISHIMURA Takahiro^{*}, DOI Kouki^{*},
FUJIMOTO Hiroshi^{**} and WADA Tsutomu^{***}

(^{*}Department of Policy and Planning) (^{**}Faculty of Human Sciences, Waseda University) (^{***}Japan Braille Library)

Abstract: Among people with visual impairments due to accidents, disorders, and aging, many cannot adequately read Braille. Learning Braille requires a great deal of time and the acquisition of various skills. Previous studies have indicated that one of the problems in learning Braille is that the standard Braille size is too small for Braille beginners. Therefore, it is necessary to determine the Braille patterns that would make learning easier for beginners. In this study, we evaluated the conditions of vertical and horizontal dot spacing for beginners that made the Braille easy to read. We specifically considered Braille

beginners with acquired visual impairments who were unfamiliar with Braille. The effect of vertical and horizontal dot spacing on Braille readability was examined through an evaluation experiment using sighted subjects with no experience of reading Braille. The results of this experiment reveal that Braille beginners can read Braille accurately and quickly when both the vertical and horizontal dot spacing are 3.1mm or more.

Key Words: Paper-Based Braille, Vertical and Horizontal Dot Spacing, Readability, Visual Impairment, Braille Beginner

