

点間隔を広げた点字の読みやすさに関する研究

渡辺 哲也^{†a)} 大内 進^{††} 土井 幸輝^{††}

A Study on Legibility of Enlarged Braille

Tetsuya WATANABE^{†a)}, Susumu OOUCHI^{††}, and Kohki DOI^{††}

あらまし 標準サイズの点字の学習に困難を抱える中途視覚障害者には、標準サイズよりも点同士の間隔を広げた点字の方が読みやすいことがある。そこで、点間隔を任意に変更して点字を印刷できるソフトを開発した。このソフトを使って5種類の寸法の点字を印刷し、点字学習者を対象として点間隔と読みやすさの関係を求める実験を行った。その結果、日本の標準サイズより点間隔の広い点字の方が読みやすいことが、読み取りの正答率と触読時間という客観的データと、心的負担という主観的データの両方の観点から示された。

キーワード 視覚障害者、点字、点間隔、読みやすさ、触読時間、心的負担

1. ま え が き

後天的に視覚に障害を有するようになった人（以後、中途視覚障害者と記す）は点字の習得に困難を抱えることが多い[1]～[3]。このような人々に対して、標準サイズの点字よりも点同士の間隔を広げた、いわゆるLサイズ点字やジャンボ点字を適用することで、点字学習を容易にする試みがなされてきた。例えば、標準サイズの点字を全く読めなかった糖尿病性網膜症の人が点間隔の広い点字を読めた例や[4]、点字触読に不慣れた被験者の大半が点間隔の広い点字の方が読みやすいと申告した例[5]、[6]が報告されている。次なる課題は、中途視覚障害者にとって読みやすいと感じられる点間隔を定量的に求めることである。読みやすい点間隔の点字を使うことで、点字学習の初期段階で学習意欲を保つことが本研究のねらいとなる。

点間隔を数種類に変化させて触読時間と正答率を検討する研究は従来もあったが、そこで用いられた点字は紫外線硬化樹脂インクや樹脂粘土で作成されたものであり、かつ課題は1文字の弁別だった[7]、[8]。これに対して本研究では、将来的な普及を考え、一般的に

利用する機会の多い点字用紙を扱い、かつ実用上必要な単語の触読を行わせることとした。この目的のために、点間隔を任意に変更して点字を印刷できるソフトウェアを開発した。このソフトウェアを使って、標準サイズを含めた5種類の点間隔の点字を作成し、被験者10人に読んでもらい、そのときの正答率・触読速度・心的負担を記録した。この実験結果について報告するとともに、中途視覚障害者の点字学習における今後の展開を議論する。

2. 点字のサイズ

点字の点位置と点間隔の定義を図1に示す。左側の縦列の上から順に1, 2, 3, 右側も同様に上から4, 5, 6という点番号が振られている。縦と横の点間は、点字1マス（点字1文字のことを1マス（cell）と呼ぶ）内の隣り合った点同士の間隔である。マス間は、左右に並んだ2マスの内側の点同士の間隔である。行間は、上下に接した2行の内側の点同士の間隔である。いずれの点間隔も点の中心間の距離で表されることが多い。

ここで、北米と日本の点字のサイズを紹介する。Nolan and Kederisの1969年の報告によると、米国における標準的な縦・横の点間は2.3 mm、マス間は4.1 mm（いずれもインチ単位より換算）であり、1920年頃からこの寸法であった[9]。

米国とカナダの視覚障害者団体が加盟するBraille Authority of North Americaは、事実上の標準値として縦・横の点間2.34 mm、マス間3.66 mmという

[†]新潟大学工学部福祉人間工学科, 新潟市
Department of Biocybernetics, Faculty of Engineering, University of Niigata, Nishi-ku, Niigata-shi, 951-2181 Japan

^{††}国立特別支援教育総合研究所, 横須賀市
National Institute of Special Needs Education, 5-1-1 Nobi, Yokosuka-shi, 239-0841 Japan

a) E-mail: t2.nabe@eng.niigata-u.ac.jp

値を示している [10].

米国の盲学校で開発され、今や世界中で広く使われている点字タイプライタ (Perkins Braille) による点字はこれらより若干小さく、縦間 2.18 mm, 横間 2.22 mm, マス間 3.65 mm と計測されている [11].

日本の点字は全般に欧米のものより小さい。木塚によるとその理由は、「B5 判縦長の点字用紙にできるだけ多くの点字を入れようとしたから」である [12]. 日本の盲学校で広く普及している点字プリンタ (ESA 721, JTR) [13] による点字の寸法は、縦間 2.10 mm, 横間 1.85 mm, マス間 3.11 mm である [11]. 欧米より小さいとはいっても、若年の頃 (おおむね 10 代) までに点字を学び始めた人たちにとってこの寸法が読みづらいということはなく、1 分で 500 字程度 (おおむ

ね点字用紙 1 枚以上) 読むことも可能である [2].

日本工業規格では、紫外線硬化樹脂インキ点字の寸法として、1-2 間 (縦間), 1-4 間 (横間) とともに 2.3 ± 0.1 mm, マス間 (ここでは隣り合うマスの同じ点位置間の距離) 6.1 ± 0.2 mm という目標値を示している [14]. ただし、この規格は点字用紙への印刷を拘束するものではない。

3. 点字点間隔可変印刷ソフトウェアと点字サイズの計測

3.1 点字点間隔可変印刷ソフトウェア

実験に必要な点字刺激を作成するため、点字の点間隔を任意に調整可能な点字点間隔可変印刷ソフトウェアを開発した。このソフトウェアは、基本ソフト Windows XP 上で動作する。

点字の縦間と横間は 2.0~5.0 mm の範囲で、マス間は 3.0~7.0 mm の範囲で、行間は 6.0~8.0 mm の範囲で、いずれも 0.1 mm 刻みで設定できる。点の大きさは大, 中, 小の 3 種類から選べる。通常点字では中点を使う。用紙サイズは B5 と A4 のいずれかを選べる。この設定データはファイルに保存できる。

点間隔ほかを設定した後、点字ファイル (BES 形式: 点字文書のファイル形式の 1 種) を読み込み、グラフィック出力に特化した点字プリンタ (NISE Graphic Printer) [15] で印刷する。

点間隔を広げると、1 行内のマス数と 1 ページ内の行数は標準サイズより減る。このソフトには、次行・次ページへのデータの自動流し込み機能は設けていな

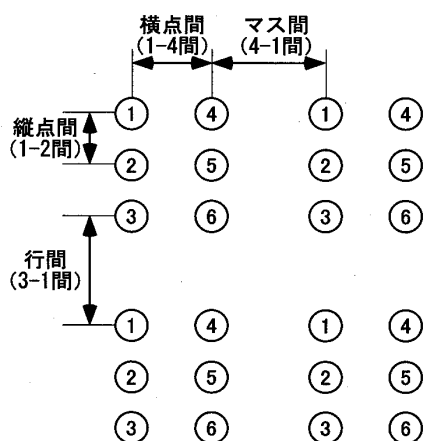


図 1 点字の点位置と点間隔の定義

Fig. 1 Definition of braille dot number and interdot spaces.

表 1 実験で使用した点字の種類とサイズ。単位はいずれも mm。

Table 1 Braille font type and their interdot spaces used in the experiment. Unit is mm.

点字サイズの種類 Braille font type		縦間 vertical	横間 horizontal	マス間 intercell
日本標準サイズ Japanese Std. Size	setting	2.3	2.0	3.2
	measured	2.38	2.00	3.26
	difference	0.08	0.00	0.06
Enlarged American	setting	2.5	2.5	4.7
	measured	2.56	2.49	4.73
	difference	0.06	-0.01	0.03
日本 L サイズ Japanese L Size	setting	2.7	2.4	5.3
	measured	2.70	2.35	5.36
	difference	0.00	-0.05	0.06
Jumbo American	setting	2.9	2.9	5.8
	measured	2.90	2.84	5.88
	difference	0.00	-0.06	0.08
Jumbo Braille	setting	3.1	3.1	6.7
	measured	3.00	3.08	6.65
	difference	-0.10	-0.02	-0.05

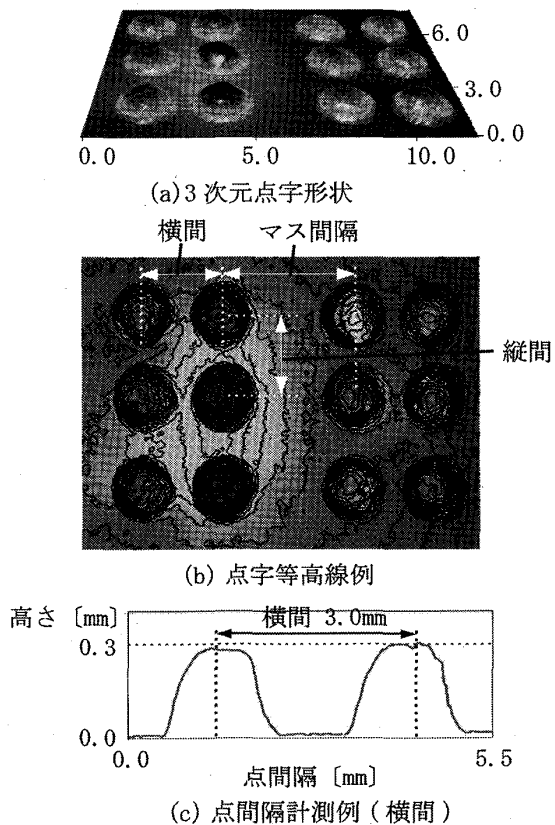


図2 点字サイズの計測結果例 (Jumbo Braille)
Fig.2 Measurement of braille (Jumbo Braille).

いので、マス及び行数の減少を考慮して点字ファイルを作成する必要がある。

3.2 点字点間隔の計測

本研究では、5種類のサイズの点字を刺激として用いた。具体的には、日本の標準サイズ点字[16]、Enlarged American [17]、日本のLサイズ点字[16]、Jumbo American [17]、Jumbo Braille [17]である。これらの点字の寸法を、点字点間隔可変印刷ソフトウェアの設定画面で入力した。その数値を表1のsettingに示す。これら5種類の中で日本の標準サイズの点間隔が最も狭い。最も大きなJumbo Brailleは、日本の標準サイズの約1.5倍である。なお、文献ではLサイズ点字のマス間は3.84mmであるが[16]、Lサイズより小さいEnlarged Americanのマス間よりも小さな値であったため、Enlarged AmericanとJumbo Americanの中間値となる5.3mmに設定し直した。いずれのサイズでも、行間は8mmに統一した。

ここでは、点の大きさとして中点を選んだ場合の上述の5種類のサイズの点字(六つの点がすべて突出している「め」の点字2マス)を印刷し、X-Yステージ(EMS98AD-3D, COMS)にレーザー変位計(LK-030,

Keyence)を取り付けた点字形状計測システムにより点字のサイズを計測した。点字サイズの計測例(Jumbo Braille)を図2に示す。なお、点字の点間隔及びマス間隔は点字の高さのピーク値-ピーク値の距離の計測値とした。計測の結果、設定値に対して0.1mm以内の精度でおおむね設定したとおりに点字が印刷できることを確認した(表1のmeasuredとdifference)。

4. 点字触読実験

4.1 実験の流れ

実験では、点間隔を5種類に変化させた点字を刺激として被験者に触読させ、読み取りの正確さと触読に要した時間を記録するとともに、触読作業が被験者に課する心的負担を測定した。

4.2 刺激

触読刺激は3文字単語の点字である。単語は、学習基本語彙(約4,000語)[18]の中の3モーラの単語のうち、濁音・促音・拗音を含まない70語を選んだ。点字のサイズは、点サイズを中点として、表1の寸法をもつ5種類である。

予備実験用の刺激は点字サイズごとに2単語ずつ、合計10単語からなる。これを1枚の点字用紙に、1行に1単語、計5単語(5サイズ分)印刷したので、点字用紙は計2枚となった。行頭には点字で問題番号の数値(1~10)を印刷し、触読開始前に指を待機させる場所とした。その右に1マス空けて刺激単語を印刷した。

本実験用の刺激は点字サイズごとに1枚、合計5枚の点字用紙からなる。各用紙には五つの単語を、1行に1単語ずつ印刷した。予備実験用刺激同様に、行頭には点字の問題番号を印刷し、1マス空けてから刺激単語を印刷した。

予備実験用刺激、本実験用刺激とも2セットずつ作成し、両セットに被験者を等分に割り当てた。

4.3 心的負担の評価

各サイズの点字触読時の被験者の心的負担を主観的に評価させるため、NASA-TLX法を用いた。これは、予備実験後に六つの下位尺度(知的・知覚的要求、身体的要求、タイムプレッシャー、作業成績、努力、フラストレーション)を一对比較により重み付けをさせ、本実験の後に各尺度を評定させた値に、先に求めた各尺度の重み係数を掛けて加重平均作業負担得点(mean weighted workload score: WWL得点)を算出する手法である[19]。

本実験の内容に応じて、下位尺度を次のように書き直した：知的な難易度，身体的な負荷，時間的ストレス，触読成績の満足度，努力の程度，精神的な負荷。評定値は1から10の間の数値（刻み幅は1）とした。このため、WWL得点の範囲は10～100点となる。

4.4 被験者

被験者は、視覚障害リハビリテーション専門職員養成課程に在籍する学生10人である。年齢は23～30歳、平均26.1歳、女性9人男性1人である。被験者10人は1回90分の点字指導を週1回ずつ、半年間受講した経験を有する。点字触読能力は、若年時（おおむね10代まで）に点字学習を始めたかどうか、普段から点字を使っているかどうかという個人属性と関係している[1], [2]。この2点に着目した場合、本実験の被験者は、成人後に点字を学習したが普段はあまり使っていない中途視覚障害者と同等とみなせる。視覚に障害がないため、触読中はアイマスクで遮眼した。

4.5 手順

実験は、読指の2点弁別課題、予備実験（下位尺度の対比較を含む）、本実験（各尺度の評定を含む）の順序で行った。

2点弁別課題では、被験者が申告する読指（右または左手の示指）の点字に触れる部位（第1関節指腹の尖端寄りの箇所）における縦及び横方向の2点弁別しきいを、スピアマン式触覚計を用いて測定した。測定には極限法を用い、下降・上昇系列を1度ずつ実施した。

予備実験では、5種類のサイズの触読刺激を2単語ずつ合計10単語読ませた後に、下位尺度の対比較の評価を行わせた。

本実験では、あるサイズの点字5単語を読んだ後に、六つの尺度を評定させることを5回行った。予備実験・本実験ともに、点字サイズの増減が連続しない提示順序とした。単語ごとに触読時間を計り、触読後に読み取った単語（文字）を口頭で実験者に伝えさせた。

5. 実験結果

5.1 2点弁別しきい

10人の2点弁別しきいは、縦方向で平均値1.28 mm、標準偏差0.61 mm、横方向で平均値1.28 mm、標準偏差0.72 mmであった。従来より、ヒトの指先の2点弁別しきいは1～3 mmと計測されている[20]。今回の被験者群のしきい値もこの範囲に収まっており、触覚に障害はなかったといえる。

5.2 正答率

実験では1人1サイズ当たり3文字×5単語＝15文字を読み取らせた。15文字すべて読み取れた試行は、5条件×10人＝50試行のうち、32試行を占めた。次いで、1文字だけ間違えて14文字正答となった試行が13試行あった。2文字以上間違えた試行は5試行のみであった。更にこの5試行は、標準サイズとJumbo Brailleという2種類のサイズのみに見れた。特に、標準サイズの成績が半分程度以下（正答数8文字と5文字）となった被験者が2人いた。この2種類のサイズだけが読み取りにくかったわけだが、逆に見ると、この2種類のサイズの読み取りに困難を示した被験者も、他の3種類のサイズでは全文字正答または1文字だけ誤答という好成绩を達成できたといえる。なお、正答率が極端に低かった2試行は2種類の刺激セットの両方に現れた。以後、セット間の相違はないものとみなして分析を行う。

点字サイズ条件ごとの10人の正答率の平均値を示したのが図3である。中間の3サイズでは平均正答率は100%近くで高止まりしている。しかし、標準サイズでは平均正答率は大きく下がり、Jumbo Brailleでも若干下がっている。データに正規分布が仮定できないため、正答率データを順位データに変換し、ノンパラメトリック検定の一つであるフリードマン検定を行った[21]。その統計量 $S = 2.00$ は、自由度4の χ^2 の臨界値（5%水準）より小さく、点字サイズの変化により正答率の分布が有意に変化するとはいえなかった。

5.3 触読時間

1サイズ当たり5単語分の触読時間の平均値を、ある

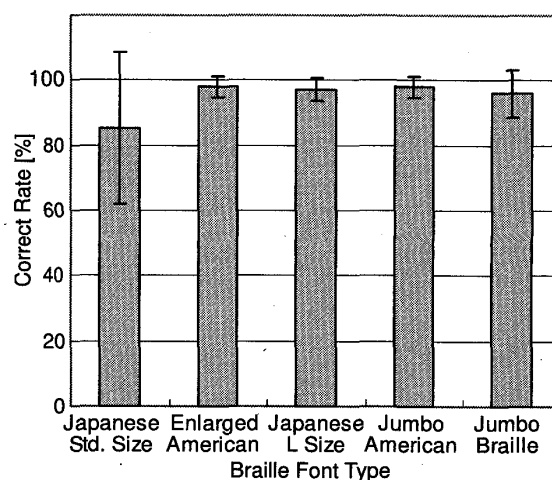


図3 点字サイズと正答率の関係
Fig. 3 Relationship between braille font type and correct rate.

表 2 点字サイズ・被験者ごとの触読時間
Table 2 Subjects' reading time for five braille font type conditions. Unit is s.

被験者 Subjects	点字サイズの種類 Braille font type				
	日本標準サイズ Japanese Std. Size	Enlarged American	日本 L サイズ Japanese L Size	Jumbo American	Jumbo Braille
A	26.5	25.9	13.7	25.4	17.7
B	14.4	16.3	13.4	12.1	11.5
C	31.0	11.1	15.7	14.5	17.0
D	119.2	74.7	106.4	33.7	98.5
E	48.8	28.7	55.7	56.3	40.2
F	13.1	7.8	10.6	8.4	12.0
G	15.2	12.3	20.7	14.9	21.3
H	28.4	9.0	7.1	8.9	9.7
I	83.1	23.9	30.5	29.6	32.0
J	16.6	8.0	8.5	8.1	17.6

点字サイズ条件における各被験者の触読時間として取り扱う。点字サイズ及び被験者ごとの触読時間の全データを示したのが表 2 である。同表の被験者 D の標準サイズで 3 回、Enlarged American サイズで 1 回、最後まで読み取ることを断念した試行があり、このときの触読時間は解析に用いていない。また、被験者 C の Enlarged American サイズで時間計測ミスが 1 回あったため、そのデータを除いて平均値を算出した。

表 2 を見ると、5 種類のサイズのうち最も小さい標準サイズで触読時間が最も長くなった（下線を引いたセル）被験者が 6 人いたことが分かる。このように、小さい点字サイズが触読時間に与える影響の傾向は半数以上の被験者の間で一致した。

他方で、触読時間の被験者間のばらつきは大きかった。同じサイズ条件内で最も小さな値と比べると、最大で 15 倍の開きが見られた。このような測定値をヒストグラムで表すと左に偏った分布となる。この場合、対数変換を適用して、正規分布に近づける手法が一般的であり [22]、今回もそれにならう。

対数変換した触読時間 ($T' = \log T$ 、単位は無次元) の点字サイズ条件ごとの平均値を示したのが図 4 である。図 3 の正答率のグラフと比べると、サイズごとの棒の長短が逆になっている。すなわち、中間の 3 サイズでは平均触読時間が短いですが、標準サイズでは大幅に触読時間が長くなり、Jumbo Braille でも若干の時間の伸びが見られる。図 3 と異なるのは、L サイズ点字での触読時間の対数変換値が、その前後の 2 種類より大きいことである。これは、触読時間が最も長かった被験者 1 人のデータの影響が大きい。

分散分析を行ったところ、点字サイズが触読時間の対数変換値に与える影響は統計的に有意となった

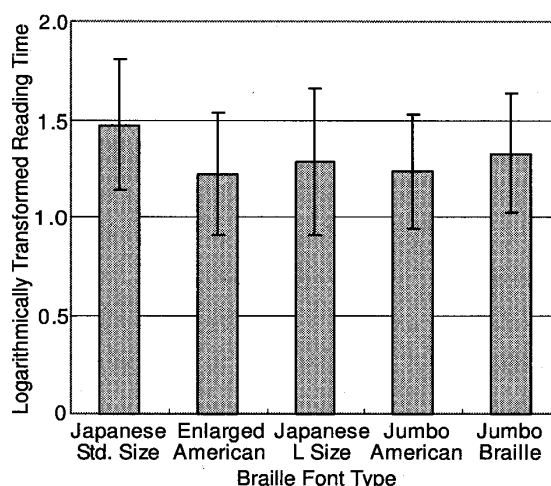


図 4 点字サイズと対数変換した触読時間の関係
Fig. 4 Relationship between braille font type and logarithmically transformed reading time.

($F = 5.75 \geq 2.63 = F(4, 36)$ (5%水準)). 5 種類のサイズ間で相互比較を行うと、標準サイズと Enlarged American, L サイズ, Jumbo American の間で有意差が見られた (テューキーの HSD 検定における差の臨界値 0.17 を平均値の差の絶対値が上回った組合せ)。

5.4 2点弁別しきいと触読時間の関係

2点弁別しきいと触読時間の関係を検証する。触読成績のうち触読時間を用いるのは、正答率データには天井効果が見られ、個人差が最も大きい日本標準サイズ条件でさえ正答率が 100%または 93%となった被験者が 7 人おり、差が小さいためである。更に 5 種類の条件における触読時間のうち、分散が最も大きかった日本標準サイズ条件のデータを用いる。

2点弁別しきいには縦方向と横方向の 2 種類があるので、どちらを使うかを検討する。両者の間でスピー

マンの順位相関係数 r_s を求めると 0.685 となった。これに基づいて z 値を求め、有意水準 5% で検定したところ、有意な相関が見られた。これより縦方向と横方向どちらのデータを使ってもよいと考えられる。ここでは、個人間で同じ値をとることが少なかった横方向のデータを用いる。

横方向の 2 点弁別しきいと日本標準サイズ条件の触読時間の関係を表したのが図 5 である。2 点弁別しきいが最も高い被験者が長い触読時間を示した一方で、2 点弁別しきいが等しい被験者間でも約 1.5~7 倍の差が見られるなど相関の傾向は一致しない。両者の間で相関係数を求めると 0.426 という比較的強い正の相関を示す数値が得られたが、自由度 8、有意水準 5% で検定したところ、有意な相関とはいえなかった。

5.5 心的負担

下位尺度の比較状況を見ると、知的な難易度と成績への満足度という二つの尺度は、一対比較で選ばれる回数が 0 回から 5 回まで散らばり、個人差が大きかった。他方で被選択回数にばらつきが比較的小さかったのは身体的要求と努力の程度であった。両尺度の被選択回数の少なさと多さから、触読は身体的要求が低く、しかし努力を要する作業であると被験者の多くが感じたといえる。

被験者個人ごとに下位尺度の重みを評定値に掛けて WWL 得点を算出した。その点字サイズ条件ごとの平均値を示した図 6 は、図 4 と同じ傾向を呈している。すなわち、標準サイズだけ心的負担が特異的に大きく、他の 4 種類のサイズでは同程度に低い心的負担が観測される。

分散分析を行ったところ、点字サイズが WWL 得点

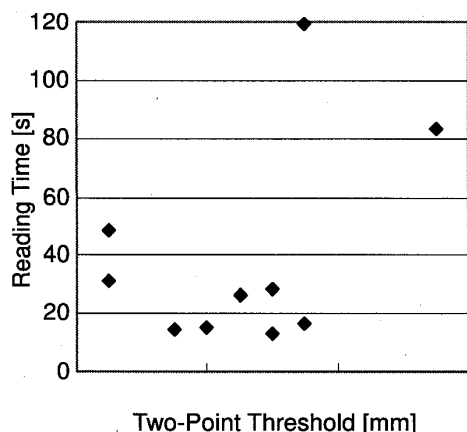


図 5 2 点弁別しきいと触読時間の関係

Fig. 5 Relationship between two-point threshold and reading time.

に与える影響は統計的に有意となった ($F = 4.03 \geq 2.63 = F(4, 36)$ (5%水準)). 5 種類のサイズ間で相互比較を行うと、標準サイズと Enlarged American, Jumbo American, Jumbo Braille の間で有意差が見られた (テューキーの HSD 検定における差の臨界値 19.0 を平均値の差の絶対値が上回った組合せ)。

図 6 のエラーバーから分かるとおり、WWL 得点は個人差も大きかった。5 サイズにわたる平均値が最小の被験者では 15.1 点なのに対して、最大の被験者では 84.5 点に上った。触読時間が長かった被験者ほど高い WWL 得点となる傾向が見られた。触読時間と心的負担の相関については次の節で議論する。

5.6 触読時間と心的負担の関係

触読時間 (対数変換値) と心的負担 (WWL 得点) は、点字サイズの変化に伴い同様な変動傾向を見せた。そこで、両者の相関を見ることにした。

ある被験者のある点字サイズにおけるデータを一つのプロットとして、対数変換した触読時間と WWL 得点の関係を散布図に表したのが図 7 である。図 7 では、左下から右上に向かってプロットが並んでいる。両者の間で相関係数を求めたところ、有意な比較的強い正の相関 ($r = 0.745$) が見られた ($t = 11.0$, $df = 98$, $p < 0.01$)。このときの回帰直線の式は $y = 59.9x - 28.7$ となった。

ただし図 7 を注意深く観察すると、対数変換値で 0.8 から 1.5 の間では (触読時間では 6s から 32s 程度)、同じ触読時間でも WWL 得点の幅は大きい。このことから、読みやすさの指標として触読時間を主に

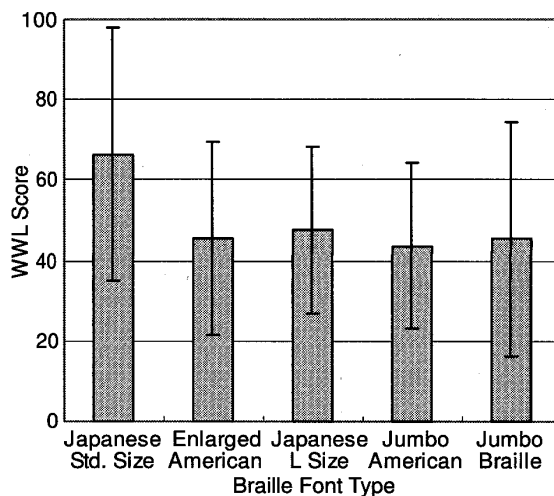


図 6 点字サイズと WWL 得点の関係

Fig. 6 Relationship between braille font type and mean weighted workload score.

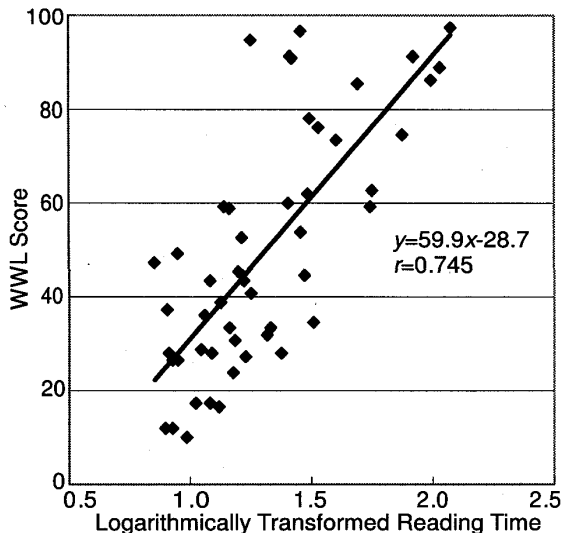


図7 対数変換した触読時間と WWL 得点の関係

Fig. 7 Relationship between logarithmically transformed reading time and weighted workload score.

用いて、心的負担は補助的に用いるのが適当だと思われる。

6. 考察

6.1 従来の研究との比較

正井らは、普段点字を読まない被験者に通常サイズ（縦間 2.25 mm, 横間 2.0 mm, マス間 3.2 mm）と L サイズ（縦間 2.7 mm, 横間 2.4 mm, マス間 3.84 mm）の無意味つづりの点字を読ませ、半分以上の人で L サイズの方が触読時間が短く、かつ読みやすいという評価であったと報告している [6]。触読時間と主観評価における L サイズの優位性は本研究と一致している。正井らの比較は通常サイズと L サイズの 2 種類に留まるが、今回は L サイズより大きな寸法についても調べ、これらの寸法でも L サイズと同じように正答率の向上と触読時間の短縮を確認した。

土井らは、紫外線硬化樹脂による点字 1 マスの突出していない点の位置を答えさせる実験を行った [7]。また林らは、樹脂粘土による点字 2 マスの同異を触読初心者に答えさせる実験を行った [8]。いずれの実験からも、点間隔が広い方が分かりやすいが、点間隔 2.3 mm（縦間・横間とも同じ）より広くなると正答率に差が見られないという結果が得られた。今回の実験では、標準サイズ（縦間 2.3 mm, 横間 2.0 mm）に比べて、Enlarged American（縦間・横間とも 2.5 mm）より点間隔が広いサイズで正答率と触読時間が向上しており、点間隔と読みやすさの関係は土井ら・林らと一致して

おり、かつ読みやすい点間隔の寸法は近い値であったといえる。このように、材質が異なっても読みやすい点間隔の寸法が同程度であるという結果は、点字の寸法に関しては、ある材質を使った実験結果を他の材質へ適用できる可能性を示唆している点で意義深い。

今回の研究では点字触読の前に被験者の 2 点弁別しきいを調べた。2 点弁別しきいと触読時間の間に統計的に有意な相関は見られなかったが、2 点弁別しきいが縦・横方向とも 2 mm を超えた被験者 1 人が、日本標準サイズ（縦間 2.3 mm, 横間 2.0 mm）の点字単語の読み取りに 1 分以上要した点に注目したい（図 5）。触知覚が優れないため日本標準サイズの点字の学習が進まないということが今後定量的に明らかになれば、そのような方にははじめから大きな寸法の点字を適用することで、学習者の意欲を保つことができるだろう。

6.2 一般用点字プリンタ向け点字点間隔可変印刷ソフトウェアの開発

今回実験用に開発した点字点間隔可変印刷ソフトウェアは、グラフィック印刷用に特別製作したプリンタ NISE Graphic [15] でしか使えない。そこで、一般用の点字プリンタ（ESA721 ver.95, JTR）で点間隔を変更して印刷できるソフトウェアを新たに開発した。このプリンタは盲学校で最も広く使われているので [13]、拡大点字の普及が期待できる。同ソフトウェアは市販のスクリーンリーダで音声化できるので、視覚障害者も操作できる。中途視覚障害者の点字学習を容易にするため、本ソフトウェアを無償公開する予定である。

7. むすび

点字初級者を対象とした触読実験の結果、日本の標準サイズ（縦間：2.3 mm, 横間：2.0 mm）より点間隔の広い点字の方が読みやすいことが、読み取りの正答率、触読時間、心的負担のいずれの観点からも確認された。ただし、本研究の被験者は晴眼者であるため、その実験結果の適用には限界がある。中途視覚障害者を対象とした同様な実験を行うことが今後の課題である。これと同時に、普及版の点字プリンタで動作する点字点間隔可変印刷ソフトウェアを公開することで、中途視覚障害者の点字学習を容易にする取組に貢献していきたい。

謝辞 実験の場を提供して頂いた国立身体障害者リハビリテーションセンター学院の松崎純子様と国立塩原視力障害センターの秋山仁様に深く感謝致します。

文 献

- [1] G.E. Legge, C. Madison, and J.S. Mansfield, "Measuring braille reading speed with the MNREAD Test," *Visual Impairment Res.*, vol.1, no.3, pp.131-145, 1999.
- [2] 渡辺哲也, 大内 進, 金子 健, 山口俊光, 島田茂伸, 下条誠, "点字触読速度・接触力・触運動と触読者の属性との関係," *信学技報*, WIT2006-116, 2007.
- [3] 矢部健三, 渡辺文治, 末田靖則, 喜多井省次, 内野大介, "中途視覚障害者の点字触読習得を阻むものは何か?—生活指導訓練施設における点字読み訓練の結果から," *日本ロービジョン学会学術総会・視覚障害リハビリテーション研究発表大会合同会議プログラム・抄録集*, pp.101-104, 2007.
- [4] 中野泰志, 坂本洋一, 管 一十, 木塚泰弘, 中島八十一, "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, pp.157-160, 1997.
- [5] 吉田道広, 澤田真弓, 正井隆晶, "中途失明者の点字指導に関する研究 (II) カリフォルニアサイズ点字と国際サイズ点字の触読の違いについての検証," 第 40 回日本特殊教育学会発表論文集, p.298, 2002.
- [6] 正井隆晶, 澤田真弓, 吉田道広, "中途失明者の点字指導に関する研究 (III) 点字サイズの違いによる触読の比較," 第 41 回日本特殊教育学会発表論文集, p.335, 2003.
- [7] 土井幸輝, 小田原利江, 林美恵子, 藤本浩志, "UV 点字パターンの識別容易性評価に関する研究," *日本機械学会論文集 C 編*, vol.70, no.699, pp.300-305, 2004.
- [8] 林美恵子, 鴨田真理沙, 藤本浩志, "識別しやすい点字の形状に関する研究," *人間工学*, vol.39, no.3, pp.117-122, 2003.
- [9] C.Y. Nolan and C.J. Kederis, *Perceptual Factors in Braille Word Recognition*, American Foundation for the Blind, New York, 1969.
- [10] Braille Authority of North America, "Size and Spacing of Braille Characters." <http://www.brailleauthority.org/sizespacingofbraille/>, 参照 March 10, 2010.
- [11] 鴨田真理沙, 藤本浩志, "点字パターンが読みやすさを与える影響に関する研究," 第 27 回感覚代行シンポジウム発表論文集, pp.59-62, 2001.
- [12] 木塚泰弘, "点字のサイズと手触り," *日本の点字*, no.23, pp.19-23, 日本点字委員会, 1998.
- [13] 大内 進, 澤田真弓, 金子 健, 千田耕基, "盲学校における触覚教材作成および利用に関する実態調査," *国立特殊教育総合研究所紀要*, vol.31, pp.113-125, 2004.
- [14] JIS T 9253 「紫外線硬化樹脂インキ点字—品質及び試験方法」, 日本規格協会, 東京, 2004.
- [15] 金子 健, 大内 進, 岡村原正, "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発表論文集, pp.101-105, 2005.
- [16] JTR Corporation, "L サイズ点字規格." <http://www.jtr-tenji.co.jp/images/pdf/l-size.pdf>, 参照 March 10, 2010.
- [17] Tiersias, "Braille Cell Dimensions."

http://www.tiresias.org/research/reports/braille_cell.htm, 参照 March 10, 2010.

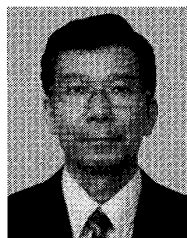
- [18] 甲斐陸朗 (監), *語彙指導の方法* [語彙表編], 光村図書出版, 東京, 2002.
- [19] 三宅晋司, 神代雅晴, "メンタルワークロードの主観的評価法—NASA-TLX と SWAT の紹介および簡便法の提案," *人間工学*, vol.29, no.6, pp.399-408, 1993.
- [20] R.F. Schmidt (編), 内菌耕二, 佐藤昭夫, 金 彪 (訳), *感覚生理学*, 金芳堂, 京都, 1989.
- [21] S. Siegel (著), 藤本 熙 (訳), *ノンパラメトリック統計学—行動科学のために*, マグロウヒルブック, 東京, 1983.
- [22] 森 敏昭, 吉田寿夫, *心理学のためのデータ解析テクニカルブック*, 北大路書房, 京都, 1990.

(平成 22 年 3 月 11 日受付, 7 月 24 日再受付)



渡辺 哲也 (正員)

1993 北海道大学大学院工学研究科了。同年水産庁水産工学研究所研究員, 1994 障害者職業総合センター研究員, 2001 国立特殊教育総合研究所研究員, 2005 主任研究官, 2006 主任研究員, 2009 新潟大学工学部福祉人間工学科准教授。この間 2004 年 3 月～8 月米国ウイスコンシン大学工学部客員研究員。音声・触覚情報を用いた視覚障害補償技術の研究開発に従事。日本音響学会, ヒューマンインタフェース学会, 視覚障害リハビリテーション協会等各会員。博士 (工学)。



大内 進

1993 筑波大学大学院教育研究科了。1974 東京都立養護学校教諭, 1975 東京教育大学附属盲学校教諭, 1978 筑波大学附属盲学校教諭, 1999 国立特殊教育総合研究所盲教育研究室長, 2004 総括主任研究官, 2006 上席総括研究員。視覚障害教育指導法及び視覚障害児の心理に関する研究, 音声・触覚情報を活用した視覚障害教育用の教材教具の研究開発に従事。日本特殊教育学会, 日本教育心理学会, 人類動態学会, リハビリテーション連携科学学会, 視覚障害リハビリテーション協会等各会員。



土井 幸輝 (正員)

2007 早稲田大学大学院人間科学研究科感性認知情報システム研究領域了。2004 早稲田大学理工学術院助手, 2007 首都大学東京システムデザイン学部助教, 2009 首都大学東京システムデザイン学部客員准教授, 国立特別支援教育総合研究所研究員。触覚の感覚知覚特性に基づく障害者支援に関する研究に従事。日本機械学会, ヒューマンインタフェース学会, 日本特殊教育学会等各会員, 博士 (人間科学)。