

英語の読書の閾値文字サイズに対する単語間スペースの影響 (2)

小田浩一・林田美穂

東京女子大学 現代文化学部 コミュニケーション学科
〒167 東京都杉並区善福寺 2-6-1

1. はじめに

この報告は、同名の研究¹⁾の続編であり、読書と読書中の眼球運動の制御に対する単語間スペースの影響に関する議論^{2,3)}に端を発している。単語間スペースという視覚手がかりが、読書中の眼球運動の制御に重要という主張⁴⁾に対して、反対者は、スペースを取り除いた読書中の眼球運動のパターンに大きな変化が見られなかった⁵⁾ので、その役割は少ない、眼球運動の制御は単語により、単語間スペースはあまり影響がないと主張した⁶⁾。文字認知の閾値付近で読まざるを得ない状況(ロービジョン)でもそうであろうか? 米国人被験者で36%の閾値上昇が見いだされた⁷⁾。

今回は、英語力の違いとの相互作用を調べ

た。日本語でも初学者には文節ごとにマス空けを施した教材を使う。日本人大学生の被験者に米国で標準化された英語力テストを行うと同時に、単語間スペースの効果を調べたところ、米国人の被験者と同程度(29%)の閾値文字サイズの上昇が見られた。母国語、視力、読み材料におけるスペースの有無の三要因の分散分析では、主効果はすべて有意になったが、交互作用は母国語*視力のみが有意になった。

2. 方法

刺激 A4の紙に大きさを変えて印刷した英語のテキストを用いた。文字の大きさは、上から、21.1, 17.0, 13.7, 11.1, 8.9, 7.2, 6 pointの7段階、24%づつ小さく印刷された。英語のテキ

ストは、Times Roman フォントを使って3行で印刷すると丁度同じ長さになるよう、かつ言語的には英語が母国語の小中学生が十分読めるように工夫されたものを利用した⁸⁾。この刺激チャートを6枚作り、3枚ずつAとBの2グループに分けた。Aグループをスペース入りで、Bグループをスペースなし

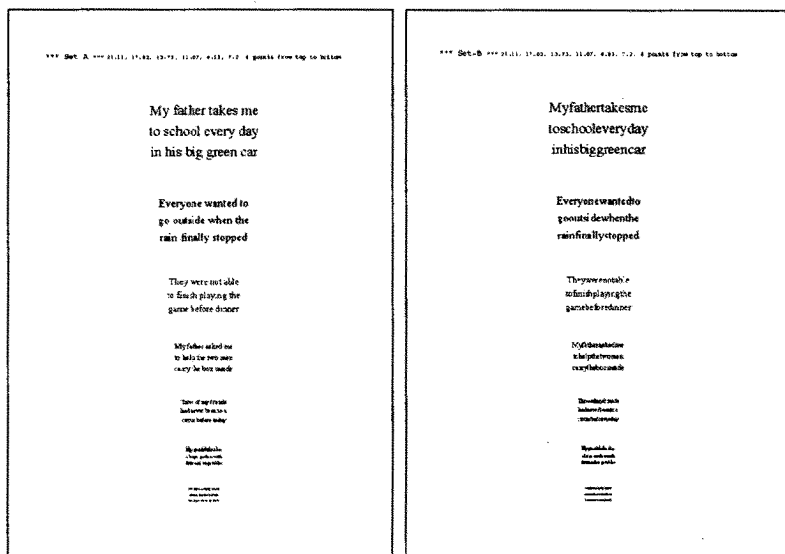


図1 読み実験の刺激(スペース有りと無し)

1997年冬期研究会(1月14日)ポスター

して印刷した刺激セット(Aセット)と、グループを入れ替えた刺激セット(Bセット)の

2セットの刺激を用意した。一人の被験者には、どちらか一方のセットを使い、スペースのあるなしが読書時の文字サイズの閾値にどう影響するかを調べた。輝度は、背景が98 cd/m²、文字が7.3 cd/m²、コントラスト0.86であった(図1参照)。

被験者 日本語を母国語とする眼疾患のない学生32名。年齢は19~29歳(大半20代前半)。性別は男性7名女性25名であった。日頃から使用している眼鏡やコンタクトレンズを着用して実験に参加した。実験前に標準化されたNelson-Denny Test⁷⁾で英語力を検査された。

手続き まず、本実験に用いない刺激を使って観察距離を求めた。観察距離は、刺激チャートの中で、中庸な大きさのテキストがようやく読める程度になるように被験者に決めさせた。観察距離で被験者に姿勢を固定させた後、ランドルト環を用いて視力を測定した。その後、6枚のチャートを、スペースなし・あり・あり・なし・なし・ありの順か、スペースあり・なし・なし・あり・あり・なしの順で提示しながら、大きな声で速く正確に上から順に読み上げさせた。反応はすべて磁気テープに記録された。6枚すべて読み上げられた後に、質問紙を使って内観を調べた。被験者一名の実験時間は、おおよそ30分。

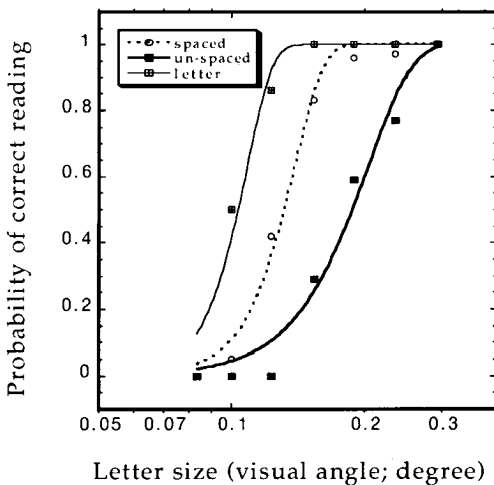


図2 読書文字の大きさのPsychometric 曲線

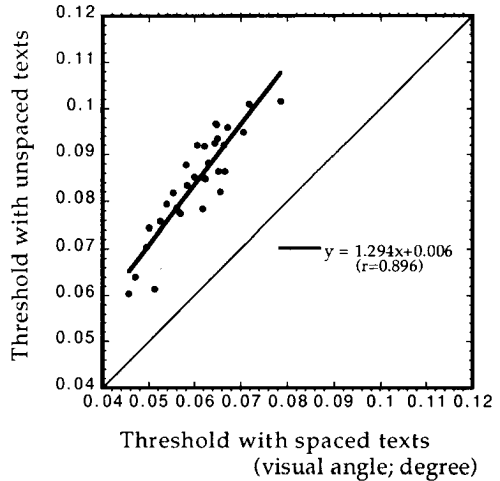


図3 スペースの有無による閾値の比較

3. 結果

Psychometric function を求めるために、1行の中で正確に読めた単語をカウントした。1つのテキストは3行からなるので、1つのテキストを読むごとに3つのサンプルが得られた。スペースのあるチャートが3枚、ないチャートが3枚なので、1つの文字サイズについて、9個のサンプルが取れた。文字の大きさを横軸にとり、正しく読めた確率をプロットすると、図2のようになった。この曲線に Weibull 関数をフィッティングして確率0.5になる閾値を求めたところ全員の閾値が、スペースのないテキストで上昇した ($t=25.86, df=31, p < 0.01$)。

スペースのある場合とない場合の読みの閾値を比較して回帰直線を求めると、切片がゼロ、傾きが1.294となった。すなわち、閾値の上昇は、29%になった(図3)。この上昇が英語を母国語とする被験者と有意に異なるかは、考察で述べる。

4. 考察

4.1 英語力と閾値の関係

Nelson-Denny Test は、語彙力と読解力の下位テストからなる。日本人の英語力は、米国人の水準で4年生以下~11年生(高校2年生)の範囲があった。しかし、この範囲の英語力と閾値の関係はほとんど無視できる程度でしかなか

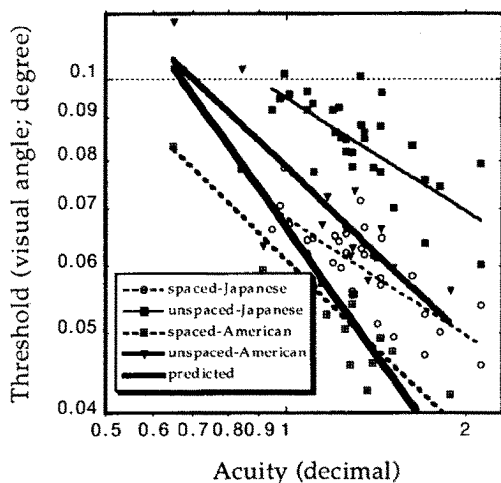


図4 被験者の視力と閾値の関係

た。

4.2 視力と閾値の関係

米国人の場合、「閾値 = $4 / (60 \times \text{視力})^2$ 」で予測された読書文字サイズの閾値は、単語間にスペースがあったときのデータとほぼ一致した。また、観測値の視力への依存度（傾き）は、予測された1よりも若干低めであったり。日本人の場合は、予測より閾値は高くなり、傾きはずっと小さくなった（図4）。視力から読書の閾値を予測するのは、母国語が異なる場合には、困難になるということが分かる。

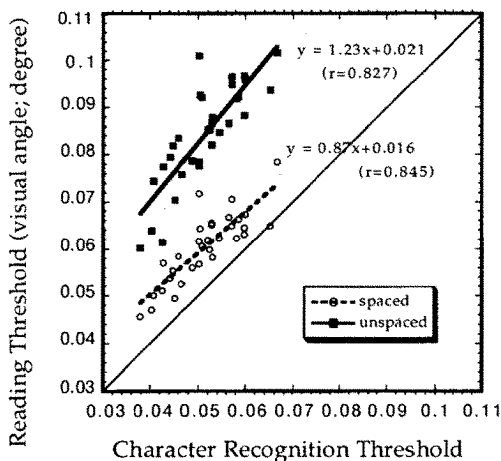


図5 単独文字の認知閾と読書の閾値

4.3 Crowding Effect

Crowding Effect（混み合い効果）とは、視対象が互いに空間的に接近しているときに、その認知成績が低下する現象を言う。視力表の視標を互いに近づけると視力が下がること、幼児・老人・視覚障害者では顕著になることが知られている。今回 Crowding Effect を測定するために、十分に離れた単独文字を視標にした文字視力を各被験者について測定した。

単独文字の認知閾は、いずれの読書の閾値よりも低かった（図5）。単独文字の並び方はランダムで、読書材料のような意味的・文法的な文脈効果が働かないため、何もなければ読書課題での閾値が下がっても良いはずである。Crowding と文脈は拮抗する効果を持つが、単語間にスペースを挿入しても、Crowding Effect を十分打ち消せないことが分かる。

また、行の両端以外のスペースを全部取り除いた（単語間スペースなしの）条件と比べると、単語の間という僅かなスペース（全部の文字数と比較して20%にも満たない）だけで、閾値はかなり単独文字視力の閾値に近づくことが分かる。Crowding Effect の機序が不明なので明言しにくいですが、僅かなスペースで認知閾が大きく改善したことは、このスペースの効果が単純な Crowding Effect だけでない可能性を示すものと思われる。単語間スペースが眼球運動を導き、単語の切り出しに関与していると考えた方が、理解は容易である。

4.4 米国人と日本人の比較

日本人被験者内の英語力の違いは、閾値にほとんど影響しなかったが、母国語の違いは影響する。ただし、スペースの有無による読書文字の閾値の変化の仕方には、違いはみられなかった（図6；回帰直線は、日本人 $1.294x + 0.006$, $r = 0.896$ 、米国人で $1.359x - 0.003$, $r = 0.946$ ）。

視力を横軸にプロットし直すと、米国人に比べて、日本人ではスペースのあるなしに関わらず閾値が上昇している（図4）。また、4.2で述べたように、視力への依存度は低くなっている。

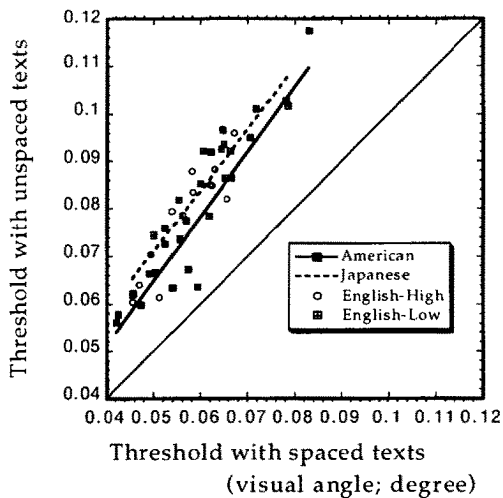


図6 母国語の違いによる閾値上昇の違い

閾値文字サイズの違いを、被験者の母国語、視力、読み材料におけるスペースの有無の三要因で分散分析したところ、主効果はすべて有意になったが、交互作用は母国語*視力のみが有意になった。つまり、日本人被験者では一般に閾値は上昇したが、この上昇は単語間スペースの有無とは無関係で、予想に反して、英語ができないからと言ってスペースの影響が強くなるようなことはなかった。これを重回帰分析して、下記のような式を得た。

$$\text{Threshold (Log, min of arc)} = 0.764$$

$$\begin{aligned} & - 0.553 * \text{Acuity (Log)} \\ & - 0.0889 * \text{English Native? (Boolean)} \\ & - 0.135 * \text{Space btw Words? (Boolean)} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.822$ (交互作用の追加は1%の改善)

謝辞

本研究は、東京女子大学・コミュニケーション学科の林田美穂の卒業研究の一部として行わ

れた。文部省科学研究費補助金 #08301006 (研究代表者: 東京大学教養学部河内十郎教授) から研究費の補助を受けた。

文献及び注

- 1) 小田浩一, L. Gjellstad: 英語の読書の閾値文字サイズに対する単語間スペースの影響. *VISION*, 8, 253-256, 1996.
- 2) K. Rayner and A. Pollatsek: Reading unspaced text is not easy: comments on the implication of Epelboim et al.'s (1994) study of models of eye movement control in reading. *Vision Research*, 36, 461-464, 1996.
- 3) J. Epelboim and J. R. Booth: Much ado about nothing: the place of space in text. *Vision Research*, 36, 465-470, 1996.
- 4) K. Rayner and G. W. McConkie: What guides a readers' eye movements? *Vision Research*, 16, 829-837, 1976. 他多数
- 5) J. Epelboim, J. R. Booth and R. M. Steinman: Reading unspaced text: implications for theories of reading eye movements. *Vision Research*, 34, 1735-1766, 1994.
- 6) S. J. Ahn, G. E. Legge and A. Luebker: Printed cards for measuring low-vision reading speed. *Vision Research*, 35, 1939-1944, 1995.
- 7) J. I. Brown, V. V. Fishco and G. Hanna: Nelson-Denny Reading Test. Riverside Publishing Company, 1993.
- 8) 読書のための文字サイズの閾値は、読書のために必要な文字画像の空間周波数成分と、被験者の視力から予測することができる。英文の読書に必要な空間周波数成分は、2 cycles per character と言われている⁹⁾ので、被験者の視力から閾値サイズを予測することができる。
- 9) G. E. Legge, D. G. Pelli, G. S. Rubin and M. M. Schleske: Psychophysics of reading: I. Normal vision. *Vision Research*, 25, 239-252, 1985.
- 10) G. E. Legge, G. S. Rubin, D. G. Pelli and M. M. Shleske: Psychophysics of reading: II. Low Vision. *Vision Research*, 25, 253-266.