

文字サイズが RSVP 読み速度・visual span に与える影響

北名 美雨

広島大学人間社会科学研究科

氏間 和仁

広島大学人間社会科学研究科

梁 葉飛

広島大学人間社会科学研究科

範 海増

広島大学人間社会科学研究科

戸田 敦大

広島大学人間社会科学研究科

今津 麻衣

広島県立黒瀬特別支援学校

本研究は、文字サイズが RSVP による読み速度および visual span に与える影響を検討した。visual span の指標として SVS・VSP を用いた。結果、文字高の視角 0.5° で最大の RSVP 読み速度 (下降系列)、SVS、VSP が得られ、 2.0° 以上または 0.125° で SVS・VSP が縮小した。一方、RSVP 法による測定の信頼性が課題として残る。本研究の知見は、日本語の読み環境の最適化に寄与する基礎的情報を提供する。

Keywords: visual span, RSVP reading speed, character size

問題と目的

読みは日常生活に不可欠であり、視覚情報の入力に依拠する「ボトムアップ処理」と既知の情報を活用する「トップダウン処理」の複合的処理で行われる。弱視のある者 (以下、弱視者) はボトムアップ処理の障害により読み速度が低下し教育・就労等での制限となることから視覚特性に応じた環境調整が求められる。

読み速度に影響を与える要因として、環境因子では文字サイズ、コントラスト、文章難易度等が、個人因子では視力、視野、透光体混濁、visual span 等が重要である。今回は弱視者の環境因子として文字サイズと、個人因子として視界内に一定精度で認識可能な文字数を反映する visual span (Legge et al., 2001) に着目する。文字サイズは読み速度に与える影響が大きいこと (Legge et al., 1985)、visual span はトレーニングや文字のアスペクト比を小さくすることによる拡大の可能性が示唆されていることから、これらは今後の弱視者の読み速度向上に資する可能性があると考えた。

読み速度の測定には、本来 page reading の測定結果で議論することが現実的であると考えるが、今回は visual span と読み速度の関係に注目したいことから、RSVP (Rapid Serial Visual Presentation) を用いた読み速度を変数とする。visual span は固視点を固視した状態で測定され、RSVP は定位置での高速呈示で測定されるため、ともに眼球運動を統制した指標として取り扱えると考えた。本研究では、晴眼者における RSVP 読み速度を最大化する visual span と文字サイズを実験的に明らかにすることで一般的な傾向を捉え、今後の page reading、文字のアスペクト比、視界の広さの実験へ展開し弱視者を対象とした実験の条件設定を最適化するための基礎資料を提供することを目的とする。

方法

本研究では、文字サイズが RSVP 読み速度と visual span に与える影響を検討した。visual span として、

SVS (Spatial Visual Span) と VSP (Visual Span Profile) を用い、それらが最大となる文字サイズを求めた。SVS は視界内で捉えられる文字数を反映し、VSP は視界内全体で捉えることのできる伝達情報量を反映することが知られ、SVS で取り扱われるカットオフ値 80% では捉えられない能力を反映する。これらの挙動は視機能により異なることが想定される。今回は晴眼者の傾向を捉えるためこれら 2 つの変数を visual span の定量的評価として算出した。

visual span の測定には、トリグラム (3文字無意味綴り) を、固視点を中心に -7 から +7 の position に 100ms、各 position 10 回呈示した (Fig.1)。参加者に固視点の固視とトリグラムの音読を求めた。

固視点 Position +4
↓
|-7|-6|-5|-4|-3|-2|-1| 0 |+1|+2|+3|+4|+5|+6|+7|

Fig.1 トリグラム呈示の様子

1. 参加者・実験デザイン

日本語を母語とし両眼矯正視力 0.8 以上の大学生 14 名が参加した。独立変数は文字サイズ (文字高の視角 0.125° , 0.25° , 0.5° , 1.0° , 2.0° , 4.0° , 6.0° の 7 水準)、従属変数は RSVP 読み速度、SVS、VSP であった。visual span は通常読み速度に影響を与える独立変数として取り扱われるが、ここでは文字サイズの影響を確認することを狙いとするため従属変数として取り扱うことにした。

2. 従属変数の計算方法

2.1. RSVP による読み速度測定

RSVP 読み速度は、画面左端に 1 文節ずつ刺激を呈示し、参加者に正確に音読を求めた。呈示時間は 30ms から 949ms まで $0.25 \log \text{UNIT}$ で変化させる 1 往復の極限法を用いた。累積ガウス関数をフィットし正答率 80% を閾値とし、式 (1) で読み速度 (fpm: Frames Per Minute) を求めた。Chung et al. (1998) は英語の単語単位 (wpm: Words Per Minute) で測定したが、日本語の文節が英語の単語と同様の意味的まとまりを持つと考え、フレーム単位を採用した。

$$\text{読み速度}(fpm) = \frac{60}{\text{RSVP臨界呈示時間(秒)}} \dots \text{式(1)}$$

2.2. SVS (Spatial Visual Span) の測定と算出

SVSは正答率にフィットした分割ガウス関数と正答率80%の2つの交点間の距離とした。

2.3. VSP (Visual Span Profile) の測定と算出

VSPは各positionでの正答率を式(2)にて伝達情報量(bits)に変換した値にフィットさせた分割ガウス関数のposition-6から+6の範囲を積分した値とした。

$$\begin{aligned} &\text{伝達情報量(bits)} \\ &= -0.036996 + 4.6761 \times \text{文字の正答率} \dots \text{式(2)} \end{aligned}$$

結果

1. RSVP による読み速度

RSVP読み速度を上昇系列、下降系列を平均したところ、文字サイズ6.0°が最大となった。この結果は先行研究と大きく異なる結果であったため、上昇系列と下降系列を分けて平均したものをTable 1とTable 2に示した。

Table 1. 上昇系列

	0.125°	0.25°	0.5°	1.0°	2.0°	4.0°	6.0°
<i>M (fpm)</i>	224.9	264.7	323.9	328.8	322.8	274.5	516.6
<i>SD</i>	80.5	47.8	109.7	109.7	63.5	89.4	235.6

Table 2. 下降系列

	0.125°	0.25°	0.5°	1.0°	2.0°	4.0°	6.0°
<i>M (fpm)</i>	267.6	450	497.4	447.2	308.1	373.2	294.7
<i>SD</i>	139.1	210.8	461.7	189.6	93.6	87.9	58.8

特に、上昇系列の6.0°で516.6fpmとなっており、この理由として文章の難易度統制ができていなかった可能性が考えられるため、上昇系列のデータを結果に加味することは適切でないと考え、今回は下降系列のみのデータを用いた。下降系列は文字サイズ0.5°を頂点とする一峰性を示した。

2. SVS, VSP

フリードマン検定・ネメニー検定を使用して分析したところ、SVSは文字サイズ0.5°で最大となり、両裾で減少した。特に2.0°以上または0.125°では急激に減少した。VSPにおいても文字サイズ0.5°で最大となる一峰性のグラフを呈した(Fig.2, Fig.3)。

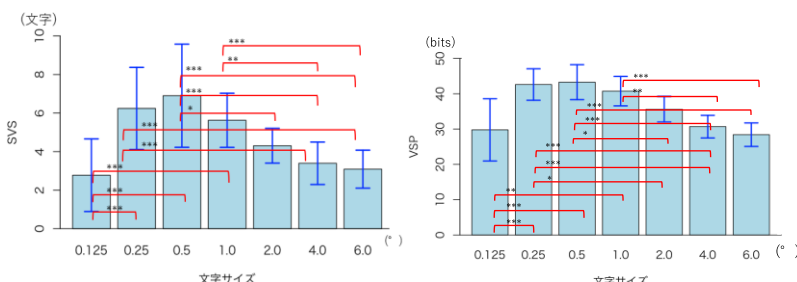


Fig.2 文字サイズごとのSVS
注: *<.05, **<.01, ***<.001

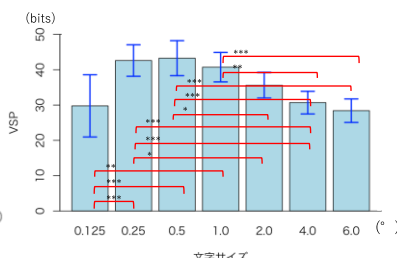


Fig.3 文字サイズごとのVSP
注: *<.05, **<.01, ***<.001

考察

本研究では文字サイズがRSVP読み速度およびvisual span (SVS及びVSP)に与える影響を検討した。その結果、文字サイズ0.5°でSVS及びVSPが最大となった。晴眼者では、ひらがなにおいて文字サイズ0.5°付近にvisual spanを最大にする文字サイズが存在する可能性が示唆され、読みにおいてパフォーマンスを最大化できる文字サイズになる可能性がある。

英語で行われた研究(Legge et al., 2007)では文字サイズが1.0°を超えるとvisual spanが縮小した。これは本研究で取り上げたひらがなの結果も支持する結果であり、ひらがなの文字サイズとvisual spanの関係性はアルファベットのそれと類似する可能性が示された。このことはアルファベットとひらがなの構造がもつ空間周波数特性が近いことから妥当な結果であると考えられる。さらに、本研究では文字サイズ2.0°の条件を追加した。Legge et al. (2007)は文字サイズ1.0°と4.0°の測定点で検討したため、本研究により2.0°においてもvisual spanが縮小することを確認できた。特に、2.0°以上または0.125°においてSVS・VSPが減少し、視界内で認識できる文字数が最大化するプラトー範囲の上限と下限をより精密に明らかにできた。また晴眼者においてSVSとVSPに与える文字サイズの影響の傾向が同等である点も明らかとなった。

RSVPの結果は上昇系列と下降系列で大きな違いが現れ最大で約4倍の違いが観察され、本来の極限法での結果処理が今回は適当でないと判断した。RSVP読み速度の信頼性を向上するための検討が必要である。

結論

本研究は、ひらがなにおける文字サイズとvisual spanが読み速度に与える影響を明らかにし、視覚特性に応じた読み環境の最適化に向けた基礎的知見を提供した。今後は、RSVP測定の信頼性について検討し、今回懸念の残った、RSVP読み速度のデータの精度を向上し、さらにpage readingに与える効果も検討することでより妥当性の高い提案ができるようにしたい。

参考文献

- Chung, S. T. L., Mansfield, J. S., & Legge, G. E. (1998). Psychophysics of reading: XVIII. The effect of print size on reading speed in normal peripheral vision. *Vision Research*, 38(19), 2949–2962.
- Legge, G. E., Cheung, S.-H., Yu, D., Chung, S. T. L., Lee, H.-W., & Owens, D. P. (2007). The case for the visual span as a sensory bottleneck in reading. *Journal of Vision*, 7(2), 9, 1–15.
- Legge, G. E., Mansfield, J. S., & Chung, S. T. L. (2001). Linking letter recognition to reading speed in central and peripheral vision. *Vision Research*, 41(6), 725–743.
- Legge, G. E., Pelli, D. G., Rubin, G. S., & Schleske, M. M. (1985). Psychophysics of reading: I. Normal vision. *Vision Research*, 25(2), 239–252.