

周辺視における crowding effect と文字認知

川嶋英嗣*・小田浩一**

* 筑波大学大学院 心身障害学研究所
〒305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

** 東京女子大学 現代文化学部 コミュニケーション学科
〒167-8585 東京都杉並区善福寺2-6-1

1. はじめに

人口の高齢化に伴い、加齢性黄斑変性症に代表される中心視野障害を伴った眼疾患が急増している。感度が著しく低下した中心視野を避けて周辺視野を使うことを余儀なくされる場合、他の視覚障害と比較しても最も重い読書困難を引き起こすことが知られている¹⁾、

Crowding effect は、周辺視野では強くなることが知られており^{2,3)}、周辺視野での読書を不利にしている条件の一つとして考えられるが、これまでの研究から、視力限界付近のみ読書で crowding effect が起こる⁴⁾という知見が得られているが、周辺視野でもこれが増大するかは知られていない。

この研究では、まず中心視で文字間スペースを変化させながら、文字サイズ別の認知速

度を測定して文字認知における crowding effect を調べた (実験1)。さらに crowding effect が強いとされる周辺視野で同じ実験を繰り返して、crowding effect がどのように変化するかを調べた (実験2)。

2. 実験1

2.1 方法

2.1.1 被験者

眼疾患がなく、視力が1.0以上の視野障害のない晴眼者5名

2.1.2 実験装置

コンピュータ (Apple Macintosh 7500/100) によって制御して、ISR VideoAttenuator⁵⁾ を介してディスプレイ (NANA Flexscan 54T) に提示した。さらに VideoToolbox software に付属の graphic driver を組み込んでリフレッシュレートを 120 Hz にした。

2.1.3 刺激

平仮名清音 46 文字で、フォントは Adobe 平成明朝体 W3 を用いた。文字サイズのレンジは 0.08 - 5.3 degree であり、文字サイズの変化のステップは 0.1 log unit とした。背景輝度は 113 cd/m²、コントラストは 97% であった。文字間スペースは center to center で定義して、1文字分 (スペースなし) と 2文字分 (スペースあり) とした (図1)。

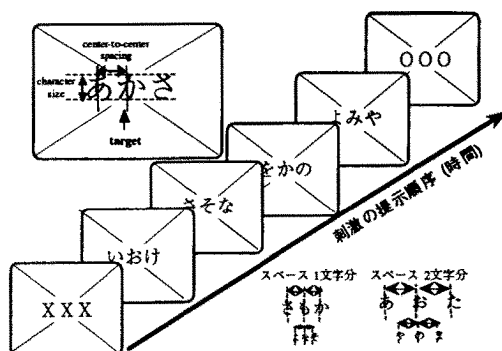


図1 刺激の構成

2.1.4 手続き

被験者は顎台で頭部を固定して、両眼で刺激を観察した。測定は上下法により、最初の試行の提示時間は誤答なしに被験者が読みとれる長さでスタートして、4つの文字を全て正答できれば提示時間を短くし、1つでも誤答すると提示時間を長くした。変化のステップは10%とした。上下法における12回の反転のうち最後の10回を幾何平均して最小可読提示時間を求めた。他の読書研究との比較を容易にするため、提示文字数/最小可読提示時間を認知速度と定義した。単位は1分間の文字数(characters/minute)とした。

2.2 結果

これまでの読書研究から、文字サイズと認知速度の関係は図2のようになることが知ら

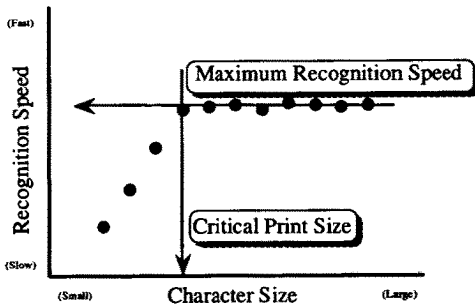


図2 文字サイズと認知速度の関係

れている⁶⁾。ここではこのプロファイルのパラメータとして、Maximum Recognition SpeedとCritical Print Size (Maximum Recognition Speedで読める最小の文字サイズ)を算出して、文字間スペースによる影響を調べた。

各被験者の文字サイズ別の認知速度を文字間スペース条件間でプロットしたのが図3である。文字間スペースが狭いときは、広いときに比べて、どの被験者でもCritical Print Sizeは0.1 log unitだけ大きくなっていったが、Maximum Recognition Speedには文字間スペースの影響は見られず、crowding effectは認められなかった。

文字間スペースによって各文字サイズの認知速度がどのように変化するかをみるために、文字間スペース条件間の速度比(スペース1文字分の速度/スペース2文字分の速度)をプロットしたのが図4である。Critical Print Sizeより大きいと速度比は殆ど1.0であり、文字間スペースの影響が見られないが、Critical Print Sizeより小さくなるにつれて、crowding effectが大きくなっていることがわかる。

中心視野では、crowding effectが比較的弱いと考えられている。それでもCritical Print Sizeより小さい文字サイズでは認知速度に

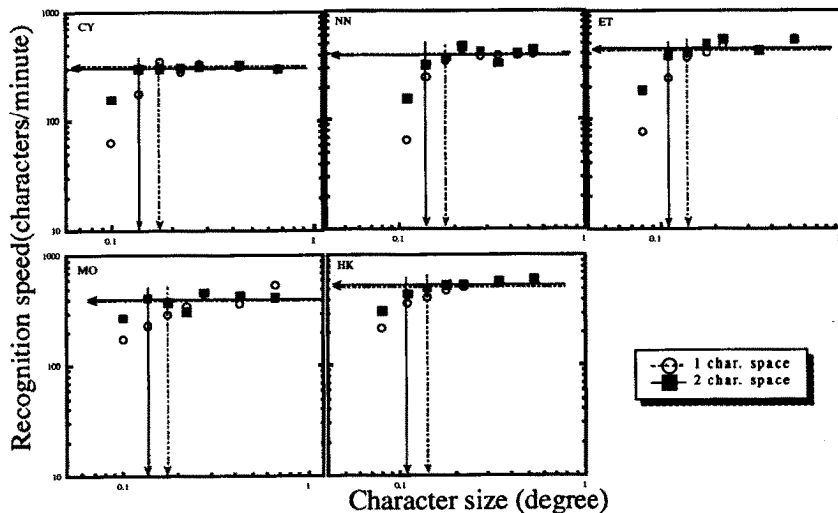


図3 中心視における文字間スペース条件間における文字サイズ別の認知速度

crowding effect が起こった。一方で周辺視野では、crowding effect が強いとされるので、Critical Print Size の違いは大きくなり、Maximum Recognition Speed にも文字間スペースによる変化が見られることが予想される。そこで実験 2 では、周辺視野における crowding effect を調べるために、偏心度を変化させて実験 1 と同様の測定をおこなった。

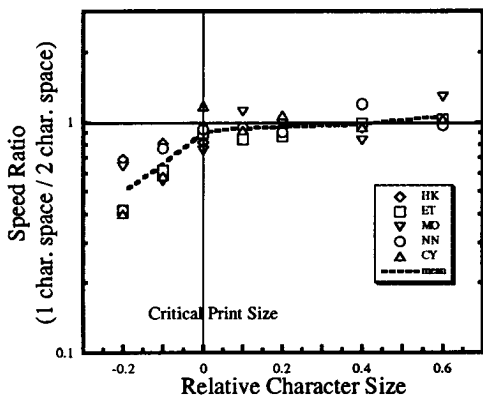


図 4 文字間スペース条件間の認知速度の比：横軸は各被験者のスペース文字分での Critical Print Size を 0 に正規化

3. 実験 2

3.1 方法

3.1.1 被験者

視力が 1.0 以上の晴眼者 4 名。このうち 3 名は実験 1 にも参加した。

3.1.2 偏心度の条件

下側の視野 0, 5, 10, 15 degree.

3.2 手続き

被験者は片眼で固視点を凝視しながら、周辺部に提示される刺激を観察した。刺激の構成、実験装置、測定方法は実験 1 と同じ。

3.3 結果

図 5 は文字間スペースごとの文字サイズ別の認知速度を示している。偏心度が大きくなるにつれて、文字間スペースによる Critical Print Size の違いは大きくなる傾向が見られたが、当初の予想に反して、どの偏心度でも Maximum Recognition Speed に文字間スペースの影響は見られず、fovea と同等の Maximum Recognition Speed が得られた。図 3 のように、文字間スペース条件間の速度比を偏心度別に求めたのが図 6 である。どの偏心度であっても Critical Print Size より小さい文字サ

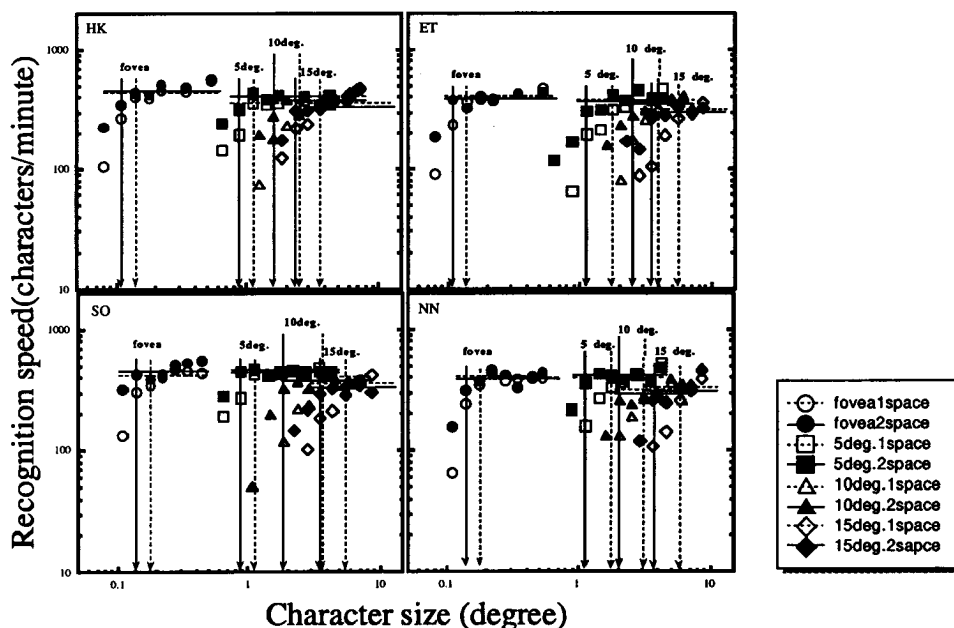


図 4 周辺視野における文字間スペース条件間の文字サイズ別の認知速度

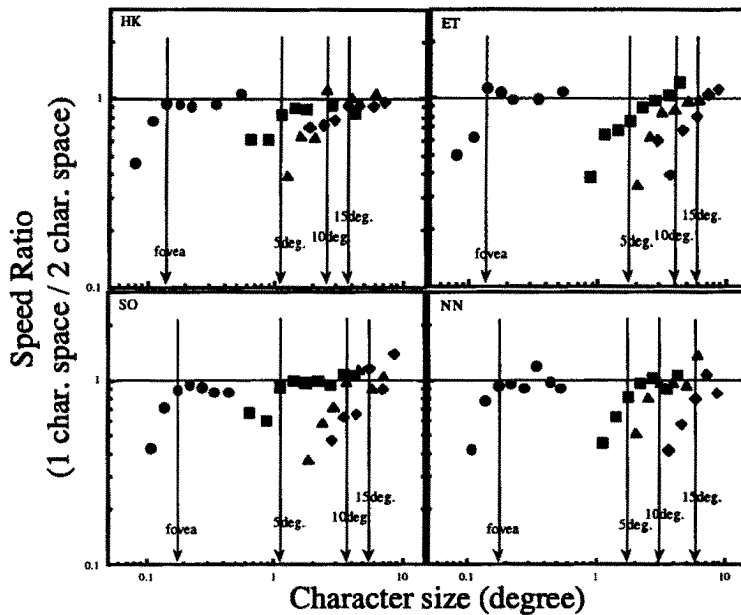


図6 偏心度別の文字間スペース条件間の認知速度の比：矢印はスペース1文字分の時の Critical Print size

イズで文字間スペースによる速度比の変化が生じていた。すなわち周辺視野であっても、Critical Print Size より大きいと文字間スペースによる認知速度は影響を受けず、crowding effect は起こらないことがわかった。

4. 結論

周辺視野では中心視野に比べて crowding effect が大きくなるために、周辺視での文字認知の困難が生じるとこれまで考えられていたが、crowding effect が周辺視野ほど大きくなるという結果は本研究からは見い出せず、どの偏心度でも crowding effect は同じであった。

偏心度が大きくなる程、視力は低下するために Critical Print Size も大きくなる。したがって、周辺視の文字認知で crowding effect が生じるのは文字サイズの拡大が十分でないためであり、Critical Print Size より大きく拡大すれば、crowding effect を減らして、中心視野での Maximum Recognition Speed と同程度の速度を得ることができると考えられる。

謝辞

本研究は厚生省科学研究費補助金（感覚器障害及び免疫・アレルギー等研究事業）、文部省科学研究費補助金 #08301006、日本放送文化基金から研究費の補助を受けた。

文献

- 1) G. E. Legge, G. S. Rubin, D. G. Pelli and M. M. Schleske: Psychophysics of reading II. Low vision. *Vision Research*, 25, 253-266, 1985.
- 2) H. Bouma: Interaction effects in parafoveal letter recognition. *Nature*, 226, 177-178, 1970.
- 3) R. J. Jacobs: Visual resolution and contour interaction in the fovea and periphery. *Vision Research*, 19, 1187-1195, 1979.
- 4) A. Arditi, K. Knoblauch and I. Grunwald: Reading with fixed and variable character pitch. *Journal of the Optical Society of America A*, 7, 2011-2015, 1990.
- 5) D. G. Pelli and L. Zhang: Accurate control of contrast on microcomputer displays. *Vision Research*, 31, 1337-1360, 1991.
- 6) J. S. Mansfield, G. E. Legge and M. C. Bane: Psychophysics of reading XV. Font effects in normal and low vision. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 37, 1492-1501, 1996.