

視力低下にともなう平仮名清音文字の認識

川嶋 英嗣

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

小田 浩一

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

解像度が低下すると文字はぼやけて見えるために、文字認識は困難になってくる。例えば、ロービジョンでは解像度が低下した状態での文字認識をせざるを得ない場合があるし、晴眼者であっても視力の限界をこえた小さな文字を見たり、あるいは環境が振動している状況下では同様の問題が生じる。低解像

度での文字認識にはどのような固有の特徴があるのだろうか？

先行研究¹⁾では、アルファベットと仮名の認識閾は同じぐらいで、漢字の場合ではこれらの約2倍の解像度が必要であること、さらに被験者の内省報告からぼけていない状態で形態的に似た文字は混同しやすいこと、ぼけていない状態では似ていると思われない文字で

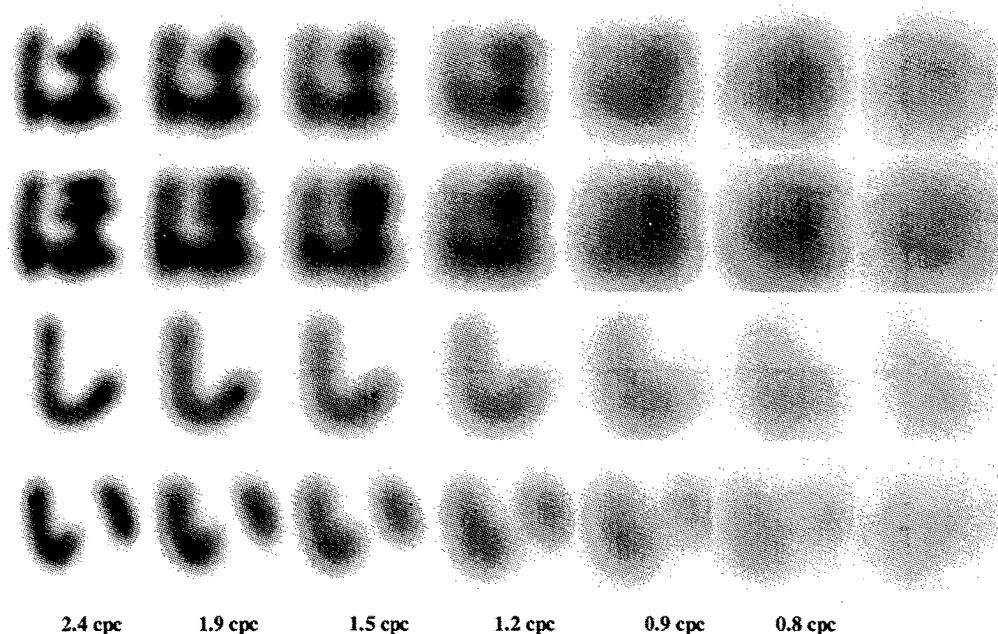


図1 実験で用いた刺激の例 (数字はカットオフ周波数)

も、ぼけた状態では形態的に似て見えるために混同することがあることを報告している。

この研究では解像度を定量的に変化させて文字認識の測定をおこなって、先行研究では得られていない平仮名清音文字46文字全ての認知閾を求めた。さらに解像度別に、解像度の低下した文字ではどのような読み誤りが起こるのかを混同行列を求めて分析した。

2. 方法

2.1. 被験者

実験距離の 57 cm で矯正視力が 1.0 以上、年齢 24-42 歳で視野障害などの視覚障害をもたない日本語を日常的に使用している男性 5 名、女性 5 名。

2.2. 刺激

使用文字は平仮名清音のうち「ゐ」「ゑ」を除いた46文字で、モリサワ社製 Postscript Type1 Font の中ゴシックBBB を用いた。大きさはディスプレイ上で 53 x 53 ドットで、視角

は 1.59 x 1.59 度であった。解像度を下げた刺激画像は、2次元のガウシアンをコンボリューションすることで生成した²⁾。予備実験から文字ごとのおおよその閾値を推定して、その閾値付近にログスケールで等間隔に7つの解像度の段階を文字ごとに設定した。刺激はコンピュータ (Apple Power Macintosh 7500/100) によって制御して、ISR Video Attenuator³⁾ を介して、ディスプレイ (NANA O Flexscan 54T) に提示した。実験プログラムは VideoToolbox⁴⁾ の関数を用いて自作した。背景輝度は 90 cd/m² であり、ディスプレイのリフレッシュレートは 74 Hz であった。

2.3. 手続き

被験者はディスプレイから 57 cm のところで顎台で頭部を固定されて刺激を観察した。測定は恒常法を用い、46 文字全てについて7段階の解像度の文字がランダムな順番で1文字ずつ提示された。試行数は、46 (平仮名清音) x 7 (解像度の段階) x 20 (繰り返し数) であった。

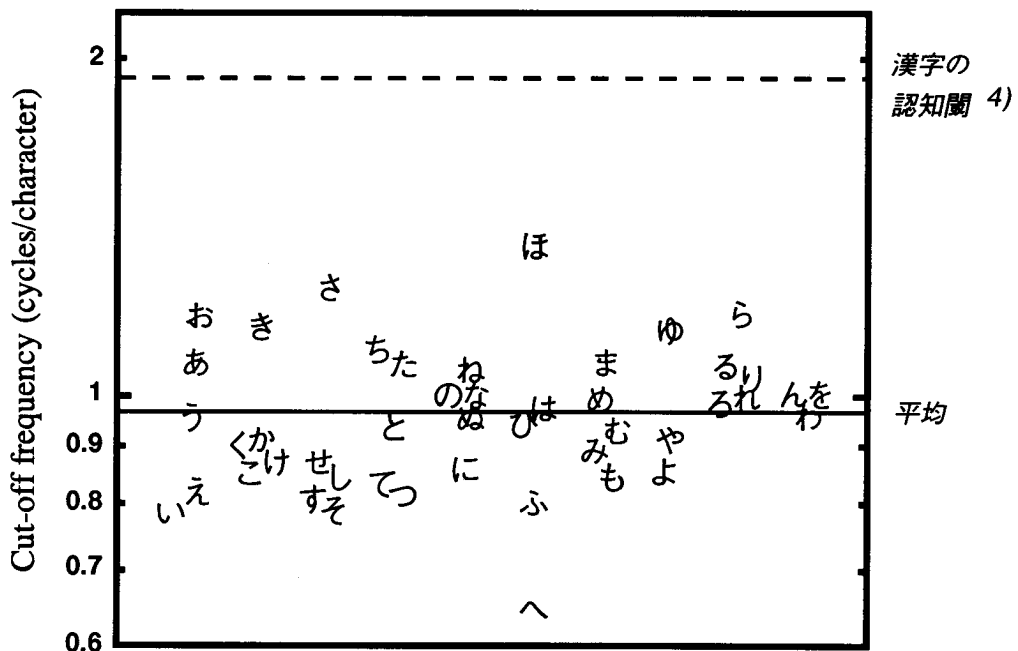


図2 平仮名清音文字の認知閾

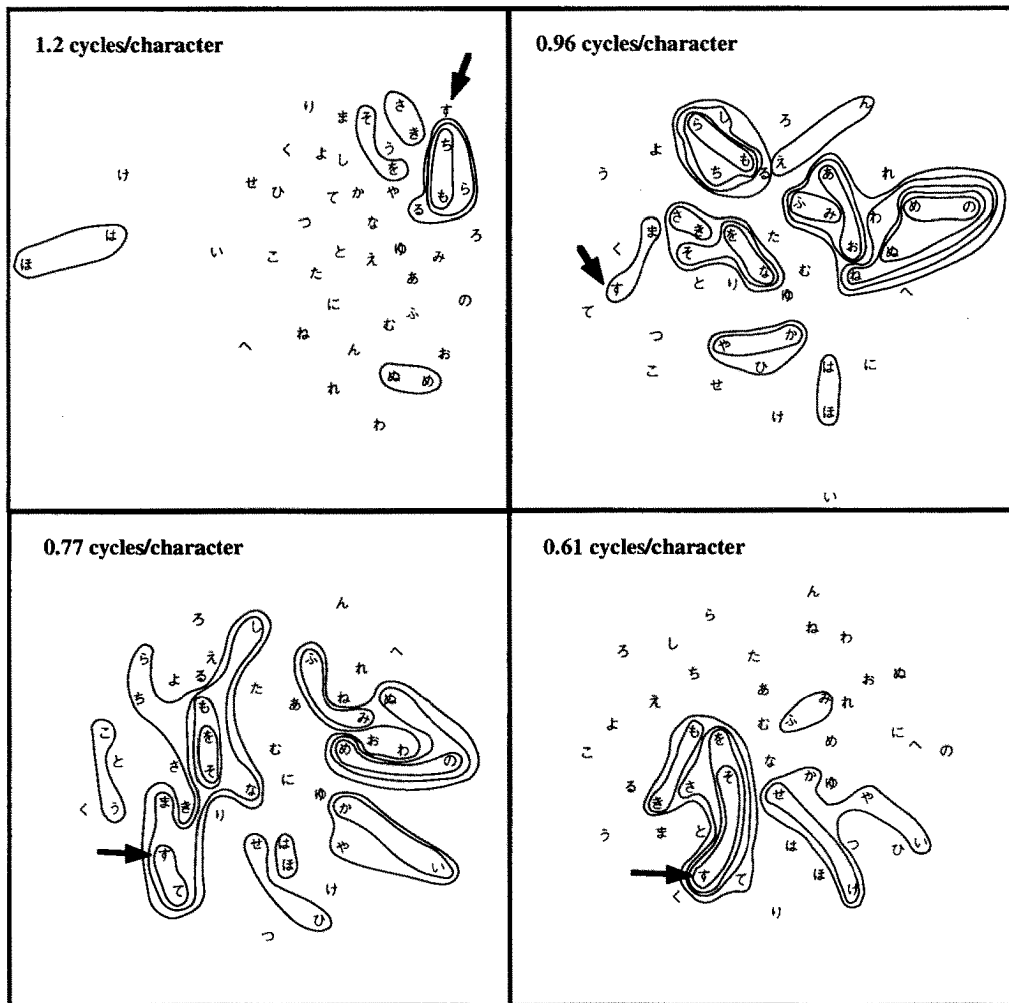


図3 解像度別にみた平仮名清音文字の混同のしやすさについてのMDSと階層クラスター分析の結果
(図中の矢印は「す」を示している)

一つの試行では、まず何も刺激が提示されていない様な画面が提示され、被験者がキーボードのキーを押すと画面の中央に203msだけ刺激が提示されて、再び様な画面が提示された。被験者は提示文字が何であったかを、キーボードから入力して答えた。次の試行は被験者がキーボードのキーを押すと再び開始された。

3. 結果と考察

各文字の認知閾を求めるために、

Psychometric functionにWeibull functionをフィッティングして、正答率が50%となるカットオフ周波数を求めた。46文字それぞれの認知閾について被験者全員の平均をプロットした結果が図2である。平仮名清音文字の認知閾は0.63-1.32 cycles/characterの範囲に存在しており、平均は0.94 cycles/characterであった。漢字の認知閾を求めた実験⁵⁾では、平均は1.9 cycles/characterという結果が得られている。本研究で得られた平仮名清音文字の平均との間には、約2倍の違いが存在している。

この認知閾の違いは、先行研究^{1,6,7)}で得られている知見とも一致している。

次に読み誤りの傾向を調べるために、カットオフ周波数別、被験者別に46文字の刺激-反応混同行列を作成した。そして被験者10人分の混同行列をまとめた混同行列に、Kruskalの多次元尺度構成法と階層クラスター分析⁸⁾をおこなった。図3は4つのカットオフ周波数の条件について分析をおこなった結果である。読み誤りの例をみてみると、「は」「ほ」、「さ」「き」のような文字同士での読み誤りは形態的に類似しているためであると考えられる。しかし、「ふ」「み」、「を」「そ」のように一見すると形態的に類似していない文字同士の場合でも読み誤りは生じている。さらに、図3の「す」に注目してみると、カットオフ周波数が1.2 c/cの時では混同する文字のクラスターは存在していないが、0.96 c/cでは「ま」、0.77 c/cでは「て」、0.61 c/cでは「そ」というようにカットオフ周波数によって混同する文字のクラスターが変化していた。このように同じ文字であっても、解像度が変化すると混同して認識される文字も変化する場合が存在した。

これらの結果は、低解像度の文字認識において、文字の読み誤りは、鮮明な状態での形態的類似性だけからでは予測することは困難であることを示している。さらにこのことが、ロービジョンの読書のメカニズムの理解を困難にしている一因となっている可能性があると考えられる。

謝辞

本研究は、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) と放送文化基金から研究費の助成を受けた。

文献

- 1) 小田浩一：弱視のシミュレーション(I) 視野のぼけによる文字認識の障害。第28回日本特殊教育学会大会発表論文集, 6-7, 1990.
- 2) 小田浩一：人間の視覚情報処理研究のためのマイクロコンピュータの画像処理ツール。第53回日本心理学会発表論文集, 563, 1989.
- 3) D. G. Pelli and L. Zhang: Accurate control of contrast on microcomputer displays. *Vision Research*, 31, 1337-1360, 1991.
- 4) 小田浩一：視覚研究のための実験環境：Macintoshで視覚実験をするためのVideoToolbox. *VISION*, 8, 25-29, 1996.
- 5) 江坂百合子：日本語フォントの視力低下時における見易さの比較。お茶の水女子大学人文科学研究科修士論文, 1994.
- 6) N. Osaka: Size of saccade and fixation duration of eye movements during reading: psychophysics of Japanese text processing. *Journal of the Optical Society of America*, 9, 1, 1992.
- 7) 小田浩一, 今橋真理子：文字認知の閾値と読みの閾値. *VISION*, 7, 165-169, 1995.
- 8) 高根芳雄：多次元尺度法。東京大学出版会, 1980.