

文字知覚に網膜偏心率と文字種が与える影響

今津麻衣

広島大学大学院教育学研究科学習開発専攻特別支援教育学専修

氏間和仁

広島大学大学院教育学研究科

田中武志

広島大学病院医療情報部

日 本 ロ ー ビ ジ ョ ン 学 会 誌

Journal of Japanese Society for Low-vision Research and Rehabilitation

文字知覚に網膜偏心率と文字種が与える影響

今津麻衣

広島大学大学院教育学研究科学習開発専攻特別支援教育学専修

氏間和仁

広島大学大学院教育学研究科

田中武志

広島大学病院医療情報部

Effects on Readability of Retinal Eccentricity and Type of Character

Mai Imazu

Special Needs Education, Program in Learning and Curriculum Development, Graduate School of Education, Hiroshima University

Kazuhiro Ujima

Department of Special Needs Education, Graduate School of Education, Hiroshima University

Takeshi Tanaka

Department of Medical Informatics, Hiroshima University Hospital

本研究の目的は、網膜上の提示位置と刺激文字の提示時間および仮名・漢字の文字種が最小認識文字サイズに与える影響を明らかにすることである。最小認識文字サイズに影響を与えている要因を明らかにし、偏心視に適した読書支援法の確立を最終的な目的としている。晴眼者5名を対象とし、中心視と偏心視で提示位置0度と下方10度、提示時間短85ms (SD=5)、長110ms (SD=7)、文字種仮名・漢字の条件で最小認識文字サイズを測定した。最小認識文字サイズは8種類の文字サイズを用いた極限法により一人当たり6試行分を平均して求められた。三要因分散分析の結果、交互作用はみられず、提示位置要因と文字種要因の主効果がみられた。下部視野10度の最小認識文字サイズは中心視よりも約10倍大きなサイズであった。中心と下部視野10度において、仮名よりも漢字の方が最小認識文字サイズは約1.3倍大きくなった。本研究の結果は文字サイズの推定に貢献すると考えられる。

(日本ロービジョン学会誌 20:105-110, 2020)

キーワード：偏心視, 中心視, 読書, 文字サイズ

We conducted a study to clarify the impact of various factors on the minimum character size that can be recognized by those with eccentric vision, including the character's presentation position on the retina, timing of presentation, and character type (kana vs kanji). Our final goal is to establish a reading support system suitable for those with eccentric vision. Five sighted subjects participated. We measured the minimum character sizes they could recognize under the following conditions: 1) presentation position of 0 degrees and 10 degrees below the central position; 2) presentation time from a minimum of 85 ms (SD=5) to a maximum of 110 ms (SD=7); 3) different types of kana and kanji characters. The minimum character size that could be recognized was calculated as the mean of 6 sessions for each person for each of 8 types/sizes of characters. Three-factorial analysis of variance (ANOVA) presuming no interactions other than presentation position and character type showed that the minimum character size that could be recognized when viewed from 10 degrees below the central position was about 10 times larger than the minimum character size that could be recognized using central vision. In both conditions (central vision and 10 degrees below), the minimum character size of kanji that could be recognized was approximately 1.3 times larger than the minimum size of kana. The results of this study should be helpful in estimating the minimum character size that can be recognized by individuals with eccentric vision.

(J Jpn Soc Low-vision Research and Rehabilitation 20:105-110, 2020)

Key Words: Eccentric Vision, Central Vision, Reading, Character Size

別刷請求先: 739-8524 東広島市鏡山1-1-1 広島大学大学院教育学研究科 氏間和仁

Reprint requests to: Kazuhiro Ujima Dept of Special Needs Education, Graduate School of Education, Hiroshima Univ

1-1-1 Kagamiyama, Higashi-Hiroshima 739-8524, Japan

緒 言

近年、日本において黄斑変性症による失明の割合が増加している¹⁾ (https://www.gankaikai.or.jp/press/20091115_socialcost.pdf)。世界的にみても先進国では同様の傾向がみられる (<https://icd.who.int/browse10/2016/en#/H54.6>)。

黄斑は網膜のなかでも分解能が最も高い部位であり、直径は2mm程度である。その中心には中心窩と呼ばれる錐体細胞のみからなる部位があり、文字を読んだり細かな作業を行ったりする際の要となる部位であり、色を見分ける働きをもっている。この黄斑が障害されると、周囲は見えても、細かい物の識別ができなくなる。小田²⁾によると、視野が正常な状態では、周辺網膜で発見された視物は、衝動性眼球運動で中心窩に投影される。(偏心視で発見された)視対象は、眼球運動によって解像度の高い中心窩に運ばれ、注視が起こる。中心暗点がある場合には、見ようと思った視対象を注視しようとするすると視対象は見えなくなってしまったり、歪んでしまったりすることになる。中心暗点の部分は、機能的にいうと固定された形状で均質なものではなく刺激の照度が変わると暗点内部に見える部分が生じたり³⁾、指標のサイズやタイプが変わると見やすい部分が変わったりする⁴⁾。中心暗点が生じた場合、患者は見えにくい欠損部分を外して、それ以外の部分で固視をするように適応するが、この見方を偏心視と呼ぶ⁵⁾。

日本ロービジョン学会ガイドラインによると、偏心視とは中心暗点等の視野異常がある場合に、相対的に感度が高い、必要な広さがあるなどの理由から、中心窩(中心小窩)以外の網膜部位で見ているが、主視方向は中心窩が維持している状態と定義付けている。主視方向とは、主観的に真正面と感じる部位で見たときの視方向をいい、通常は中心窩で見たときの方向がそれにあたる (<https://www.jslrr.org/low-vision/guideline>)。視覚科学の分野では、主視方向を両眼視の場合と単眼視の場合を分けて定義することがあるが、ここでは眼科の固視検査に従って単眼視の場合の偏心視を想定している (<https://www.jslrr.org/low-vision/guideline>)。つまり、非検査眼を遮閉した状態で検査眼に固視目標を投影し、それを網膜のどこで捉えるかによって定義するが、主視方向が中心窩に残っているものを中心視とする (<https://www.jslrr.org/low-vision/guideline>)。

中心視は分解能が高く腹側皮質視覚路で処理され、今回用いた10度程度の偏心視は分解能が低く背側皮質視覚路で処理される。この違いは読書速度にも影響を与えることが明らかになっており、中心視の方が読書速度は速く、偏心視の方が読書速度は低下することが知られている⁶⁾。中心視と偏心視の視覚路の違いに加え、視覚スパンも読書速度に影響することが知られている⁷⁾。視覚スパンが広い中心視では最大読書速度は速くなり、視覚スパンが狭い偏心視

では最大読書速度は遅くなることが明らかにされている⁶⁾。アルファベットを用いた実験⁶⁾では、中心視で文字を読んだとき、分解能が高いため臨界文字サイズが小さくなり、偏心視で文字を読むと、分解能が低いため臨界文字サイズは大きくなること示された。Chungら⁶⁾は偏心視では臨界文字サイズが大きいこと、読書曲線のグラフの形は偏心視も中心視も同じであること、最大読書速度は偏心視も中心視も同じであることをスケーリング仮説(The scaling hypothesis)として提唱した。結果として、実験で用いた六つの偏心度による文字サイズを横軸とし最大読書速度を縦軸としたグラフから三つのことが明らかになった。一つ目は、中心視より偏心視の方が最大読書速度に達するまでに大きい文字サイズが必要であることである⁶⁾。二つ目は、中心視でも偏心視でも文字サイズを関数とした読書速度の変化のグラフの形は変わらないことである⁶⁾。文字サイズを大きくしていくと、グラフの形は、最大読書速度に到達するまで文字サイズは大きくなり続け、最大読書速度に到達してからは文字サイズが大きくなって高止まりして、ほぼ一定の読書速度となる⁶⁾。三つ目は、文字サイズが制限されていないとき、最大読書速度は中心視より偏心視の方が低くなることである⁶⁾。

Chungら⁶⁾の実験で明らかになった網膜偏心度が読書効率に与える影響が、日本語において十分に検討されていない。Chungら⁶⁾は英語(アルファベット)でZhangら⁷⁾は中国語(漢字)で実験を行っている。仮名と漢字についての調査は小田ら⁸⁾が中心視で行っている。中心視と偏心視で仮名と漢字を組織的に行った実験はまだない。日本語は混み合い度の異なる仮名と漢字で構成されており、中心視と偏心視で仮名と漢字を刺激として同時に用いた実験を行うことで、中心視と偏心視の日本語の文字知覚に関して考察を進められると考えた。仮名と漢字の基礎的実験結果に基づいた偏心視に必要な倍率推定法の確立を最終的な目標としている。

目 的

本研究では、提示位置要因と文字種要因、提示時間要因の条件下で、正答率から最小認識文字サイズを測定する。視覚スパンの影響を小さくするため、本実験では2文字の刺激を用意し、実験を行った。網膜の偏心度が文字知覚に与える影響を明らかにすることで、偏心視の新たな読書支援法を確立することを最終的な目的としている。そのなかで、本研究では提示位置と提示時間および文字種が最小認識文字サイズに与える影響を明らかにする。とくに日本語特有の仮名と漢字の視点から提示位置と最小認識文字サイズの関係に着目する。

実験対象ならびに方法

1. 実験計画・デザイン

本実験は、平成30年度広島大学大学院教育学研究科の倫理審査委員会の承認を受け、実施された。

本実験は提示位置要因（0度、10度）、文字種要因（仮名、漢字）、提示時間要因（短、長）による三要因参加者内要因計画であった。従属変数は最小認識文字サイズである。最小認識文字サイズは、実験者極限法で上昇系列だと初めて読めた文字サイズ、下降系列だと最後に読めた文字サイズを平均した値とした。上昇系列と下降系列で1試行とした。1条件分の最小認識文字サイズは、1条件で6試行を行ったため、6試行分を平均した値とした。

提示位置要因は提示位置0度、下部視野の10度である2水準とした。下部視野は偏心視を調べる研究で一般的に使用されている⁶⁾。中心暗点の人は読書をするときによく、暗点の下にテキストを持ってくることが指摘されている⁷⁾。本研究では中心視と偏心視が最小認識文字サイズに与える影響を調べることを目的としているため、Chungら⁶⁾で有意差がみられ、実験環境が許す環境下の提示位置0度および提示位置10度を設定した。

文字種要因は仮名、漢字の2水準とした。刺激単語は高校教科書の語彙調査⁸⁾に掲載されている仮名および漢字の実在語とした。仮名2字単語74単語と漢字4音節2字熟語79単語を抽出した。仮名刺激の使用度数の平均は43.62、漢字刺激の使用度数の平均は40.18であった。条件に見合う単語が不足したため、不足する単語を広辞苑より抽出した。合わせて仮名刺激および漢字刺激ともに96単語抽出した。仮名と漢字の両条件は清音から始まる単語を使用した。各単語の語頭で使用される清音は偏らないようにした。教科書では国語と特別の教科道徳のみで縦書きが使用されており、ほかのすべての教科では横書きのため、本実験でも横書きを使用した。本研究では、偏心視で必要な倍率推定法の確立のための基礎的実験として、仮名漢字混じりの文章を刺激とした実験の前段階として、混み合い度の小さい仮名と混み合い度の大きい漢字の最小認識文字サイズを剰余変数の少ない条件設定で実施した。

提示時間要因は長、短の2水準とした。提示時間長の実験装置の設定時間は100ms、提示時間短の実験装置の設定時間は50msとした。表示時間を高速度カメラ（1,000fps）で測定したところ、提示時間長は110ms（SD=7）、提示時間短は85ms（SD=5）。最大値をサッケード潜時未満⁹⁾とされる100msで設定した。その半分の50msを設定し、更にそれよりも短い時間で設定した。

2. 実験参加者

実験参加者は、眼疾患を有さない大学生、大学院生5名であった。実験前にインフォームドコンセントが実施され

た。本研究の目的、方法、倫理的配慮、結果処理、辞退自由について実験者から書面と口頭により説明を受け、書面により同意を示した者が実験に参加した。年齢は20～26歳であり、平均年齢は22.3歳（SD=2.1）であった。

3. 実験材料・実験刺激

1) 実験機材：刺激はApple社製、iPad Pro（スクリーン12.9インチ、2,732×2,048ピクセル、解像度264ppi）の画面上に提示した。KONICA MINOLTA社製LS-100で画面上の輝度を計測した。輝度計の測定範囲に収まる程度の大きさで、文字と同じ黒色の正方形を画面四隅と中心に配置し、その輝度を文字の輝度とし、正方形近傍の白背景を背景の輝度とした。背景の平均輝度は310.8cd/m²、文字の平均輝度は14.6cd/m²であった。コントラストは0.908であった（SD=0.056）。ビデオカメラ（Panasonic製HC-W580M）で刺激提示用液晶ディスプレイと眼球運動を動画で記録した。

2) 刺激：提示位置0度では4.14分を起点として、Chungら⁶⁾に従い0.07 log UNITで拡大した8種類とし、提示位置10度の相対視力は1/10であるため、提示位置10度の文字サイズは提示位置0度の約10倍に設定した。よって、提示位置0度の文字サイズは高さ0.96mm（4.14分）、1.13mm（4.86分）、1.36mm（5.82分）、1.53mm（6.6分）、1.84mm（7.92分）、2.15mm（9.24分）、2.58mm（11.1分）、2.97mm（12.78分）の8種類であった。提示位置10度の文字サイズは高さ8.61mm（37.02分）、10.11mm（43.44分）、11.9mm（51.12分）、13.97mm（60分）、16.4mm（70.5分）、19.29mm（82.86分）、22.66mm（97.38分）、26.6mm（114.3分）の8種類であった。

1回の実験で768試行を行った（文字サイズ8×文字種2×提示時間2×提示位置2×系列2×6試行）。仮名刺激と漢字刺激をそれぞれ96単語用意し、提示位置要因の提示位置0度と提示位置10度にそれぞれ半分ずつ振り分けた。更に文字サイズを八つに振り分け、一つの文字サイズに仮名刺激と漢字刺激を6単語ずつ用意した。そこから提示時間要因の長、短に2単語ずつ振り分けた。その2単語を文字サイズの上昇系列と下降系列に分類した。提示位置要因と文字種要因のカウンターバランスをとり、実験を行った。

本実験は、暗順応が起きにくく、通常の学習状況に近い環境である明室で行った。実験参加者は額と顎を固定され、iPadと目の距離は80cmであった。

4. 実験の手続き

予備調査として、「Logarithmic Visual Acuity Chart Landolt "C"（Precision Vision社製）」を用い、視距離40cmで近見視力を測定した。所持眼鏡もしくはコンタクトレンズを装着している者は、実験中も装着した。その結果、近見視力は0.8～1.25であった。また、iPadアプリ「日用視野測定ツール（氏間研究室製）」を用いて日用視野を測定した。この日用視野測定では、学習場面を含めた日常場面において、一度に見ることができるとその際に知覚できる最小の文字サイズを測定することができる。検査距離は

15cmで実施した。実験参加者すべてにおいて、視野角9度で、文字サイズ10ポイントを見ることができた。

画面上に注視点「+」を2秒間提示した。刺激単語は1ページごとに1単語のみ提示された。単語は設定された提示時間表示され、白紙画面に切り替わった。参加者が刺激単語を回答し終わると、実験者は直ちに次の注視点の画面を提示して、参加者は注視点を両眼で注視し、提示された刺激単語を回答した。八つの文字サイズの上昇系列と下降系列を合わせた16試行を2セット行った後、休憩を設け、実験参加者に疲労がたまらないように注意した。

結 果

各条件における最小認識文字サイズの結果を表1に示した。また、図1は最小認識文字サイズの平均値と標準偏差を条件ごとに示したものである。各条件の主効果とそれぞれの交互作用について検討した。

提示位置0度において、仮名条件の最小認識文字サイズは、提示時間短では 5.89 ± 1.16 分 (0.098 ± 0.019 度)、提示時間長では 5.70 ± 1.16 分 (0.095 ± 0.019 度)であった。仮名条件において、提示位置0度では最小認識文字サイズが提示時間長と短では大きな差はみられなかった。漢字条件の最小認識文字サイズは、提示時間短では 8.01 ± 1.08 分 (0.134 ± 0.018 度)、提示時間長では 8.30 ± 1.54 分 (0.138 ± 0.026 度)であった。漢字条件において、提示位置0度では最小認識文字サイズが提示時間長、短の順に小さくなった。

提示位置10度において、仮名条件の最小認識文字サイズは、提示時間短では 55.51 ± 7.58 分 (0.925 ± 0.126 度)、提示時間長では 49.81 ± 4.59 分 (0.830 ± 0.077 度)であった。仮名条件において、提示位置10度では最小認識文字サイズが提示時間短、長の順に小さくなった。漢字条件の最小認識文字サイズは、提示時間短では 68.74 ± 19.42 分 (1.146 ± 0.324 度)、提示時間長では 60.94 ± 11.03 分 (1.016 ± 0.184 度)であった。漢字条件において、提示位置10度では最小認識文字サイズが提示時間短、長の順に小さくなった。

最小認識文字サイズの大小関係を検討するために、提示位置要因と文字種要因と提示時間要因の三要因被験者内分散分析を行った。

提示位置要因の主効果は有意であった ($F(1, 4) = 84.775$, $p = 0.000$, $\eta^2 = 0.955$)。文字種要因の主効果は有意であった ($F(1, 4) = 9.893$, $p = 0.034$, $\eta^2 = 0.712$)。提示時間要因の主効果は有意傾向であった ($F(2, 8) = 3.260$, $p = 0.092$, $\eta^2 = 0.449$)。提示位置要因と文字種要因の交互作用は有意傾向であった ($F(1, 4) = 4.558$, $p = 0.100$, $\eta^2 = 0.533$)。文字種要因と提示時間要因の交互作用は有意でなかった ($F(1, 4) = 0.086$, $p = 0.784$, $\eta^2 = 0.021$)。提示位置要因と提示時間要因の交互作用は有意でなかった ($F(1, 4) = 3.762$, $p = 0.124$, $\eta^2 = 0.485$)。提示位置要因

表1 最小認識文字サイズの記述統計量

0度	仮名		漢字	
	提示時間短	提示時間長	提示時間短	提示時間長
Mean	5.89	5.70	8.01	8.30
SD	1.16	1.16	1.08	1.54

(単位:分)

10度	仮名		漢字	
	提示時間短	提示時間長	提示時間短	提示時間長
Mean	55.51	49.81	68.74	60.94
SD	7.58	4.59	19.42	11.03

(単位:分)
単位は文字の高さを視角であらわした分である。提示位置0度では、仮名条件・提示時間短は 5.89 ± 1.16 (Mean \pm SD)、仮名条件・提示時間長は 5.70 ± 1.16 、漢字条件・提示時間短は 8.01 ± 1.08 、漢字条件・提示時間長は 8.30 ± 1.54 であった。提示位置10度では、仮名条件・提示時間短は 55.51 ± 7.58 (Mean \pm SD)、仮名条件・提示時間長は 49.81 ± 4.59 、漢字条件・提示時間短は 68.74 ± 19.42 、漢字条件・提示時間長は 60.94 ± 11.03 であった。

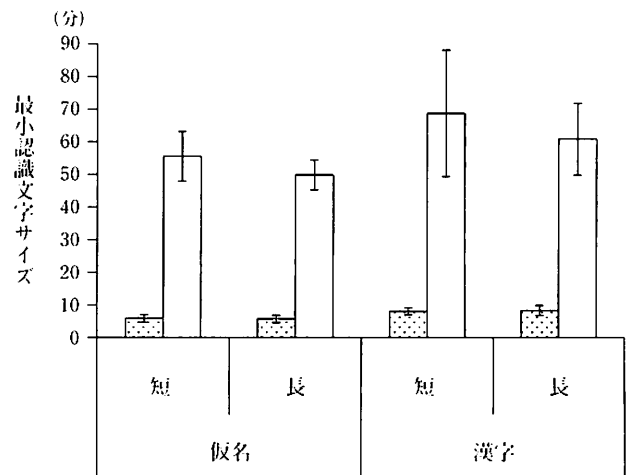


図1 最小認識文字サイズの結果

要素は仮名と漢字があり、各要素に提示時間短と長が記されている。それぞれの要素には提示位置0度を点模様、提示位置10度を白の無地の棒グラフを記している。提示位置0度は最小認識文字サイズが小さく、提示位置10度は最小認識文字サイズが大きくなっている。仮名の最小認識文字サイズは小さく、漢字の最小認識文字サイズは大きくなっている。
□: 0度, ■: 10度

と文字種要因と提示時間要因の交互作用は有意でなかった ($F(1, 4) = 0.271$, $p = 0.630$, $\eta^2 = 0.063$)。

考 按

1. 主効果

提示位置の主効果がみられた。提示位置0度のときよりも提示位置10度の方が、最小認識文字サイズが大きかった。提示位置0度のときは網膜中心窩での最小認識文字サ

イズを反映し、提示位置 10 度のときは下方 10 度での偏心視の最小認識文字サイズを反映していることを想定している。そもそも網膜中心窩は錐体細胞が高密度に存在し分解能を高めているのに対し、網膜周辺部は杆体細胞が低密度に存在し分解能が低いことが知られている¹¹⁾。これらのことから中心視よりも偏心視において最小認識文字サイズが拡大したことが考えられる。本研究ではサッケード潜時をこえない時間¹²⁾でターゲットを提示し、眼球運動をビデオカメラにより撮影し確認していた。更に提示位置 0 度と 10 度の最小認識文字サイズの割合は約 10 倍であった。中心視の視力は 1.1 (視角 0.9 分) であるが、提示位置 10 度では視力 0.1 (視角 10 分) であることが知られている¹³⁾。本実験で観察された提示位置 0 度と 10 度の分離閾の割合とほぼ一致しているため、提示時間や提示位置が適当であり、注視点の固視が適切に行われていたことを反映していると考えられる。

文字種要因の主効果がみられた。仮名よりも漢字の方が、最小認識文字サイズが大きかった。つまり仮名よりも漢字の方が認識するための負荷が大きかったと考えられる。その理由として、空間周波数と文字処理経路の二点について検討する。小田ら¹⁴⁾は印刷されたランダムに抽出された 1 文字の漢字と仮名を音読する実験を行い、漢字よりも仮名の認知閾が小さかったことを明らかにした。小林ら¹⁵⁾は画数が多い漢字ほど識別距離に対する構造確認距離の伸びが高くなることを明らかにした。ここでいう視距離は視角であらわすと網膜上の文字サイズに置き換えることができる。このことから漢字よりも画数の少ない仮名では、漢字よりも更に小さい文字サイズで認識できると考えられる。ただし、これらの研究¹⁴⁾¹⁵⁾にみられるように、文字の認識は中心窩を用いて行われることが一般的である。本研究では提示位置 0 度と 10 度の二つの条件で実験を行った。本研究の目的は表意文字である漢字と表音文字である仮名が提示位置によって最小認識文字サイズに与える影響を調べることである。よって本研究では、混み合い度を統制していない。Zhang ら⁷⁾が示すように、漢字の混み合い度を要因として実験した場合、漢字の混み合い度と偏心度の交互作用がみられるようであるが、本実験では、前述のとおり混み合い度を要因としていないため、Zhang ら⁷⁾が示した交互作用の有無については言及することはできない。しかし、本研究は、提示位置 10 度において中心窩の文字認識と同様に、漢字の認識には仮名よりも大きなサイズが必要になることを明らかにした。この仮名と漢字の最小認識文字サイズの比率に着目すると、提示位置 0 度条件で提示時間短のときの仮名条件は 5.89 分 (0.098 度)、漢字条件は 8.01 分 (0.134 度) で 1.36 倍、提示時間長のときの仮名条件は 5.70 分 (0.095 度)、漢字条件は 8.30 分 (0.138 度) で 1.46 倍であった。提示位置 10 度条件で提示時間短のときの仮名条件は 55.51 分 (0.925 度)、漢字条件は 68.75 分 (1.146

度) で 1.24 倍、提示時間長のときの仮名条件は 49.81 分 (0.830 度)、漢字条件は 60.94 分 (1.016 度) で 1.22 倍であった。小田ら¹⁴⁾は、参加者全員の認知閾の平均を視角で算出し、漢字 6.25 分 > ひらがな 4.41 分 > ローマ字大文字 3.35 分 > 同小文字 2.79 分 という結果を示しており、仮名は漢字の 1.42 倍になる。提示位置 0 度において本研究では 1.36~1.46 倍を示しており、先行研究と類似している。小田ら¹⁴⁾の実験においても本研究同様に漢字の混み合い度を要因としていない。この点で本研究と実験デザインが同様であるため、仮名と漢字の知覚に要するサイズの比率が類似したものと考えられる。この結果は網膜中心窩と提示位置 10 度の漢字知覚には仮名の 1.22~1.46 倍の拡大が必要であることを示しており、提示位置 10 度までであれば、視知覚に必要な漢字と仮名のサイズの割合は一定であることが推測できる近似した値になっている。

2. 社会的貢献

中心暗点の症状を主とする黄斑変性は、2006 年で 9.1%¹⁶⁾、2009 年で 11% (https://www.gankaikai.or.jp/press/20091115_socialcost.pdf)、2019 年で 8%¹⁵⁾ を占めている。1 割弱程度視覚障害者の原因疾患となっている。WHO (World Health Organization) (<https://www.who.int/blindness/causes/priority/en/index7.html>) は、加齢黄斑変性とは、高齢者に影響を与えている症状であり、中心視野の喪失を伴うことを示している。本研究は中心視と比較して提示位置 10 度では仮名、漢字ともに約 8 倍~10 倍に拡大する必要があること、中心視および提示位置 10 度では漢字の知覚は仮名の 1.22 倍~1.46 倍の拡大を要することを示した。仮名漢字が混在する日本語の文字セットにおいて偏心視の拡大率を決定する際、これらの結果は適切な環境を行う上での一助になることを考えている。また、本実験では仮名と漢字の要因および提示位置の要因の間の交互作用がほとんどみられなかった。しかし、結果から中心視と提示位置 10 度の最小認識文字サイズの比率は、漢字よりも仮名の方が一貫して大きかった。これらの結果から、更に条件設定を吟味して実験することにより、中心視と偏心視の違いが仮名および漢字の認識過程に与える影響を明らかにしていく必要がある。これらを進めることで、黄斑変性などの中心視野障害に苦しむ人々に対して、文字処理過程を踏まえた拡大法の確立を目指していきたい。

謝 辞

本研究は、JSPS 科研費 JP18H01040、JP18K11548 の助成を受けたものです。

<利益相反公表基準に該当なし>

文 献

- 1) 石橋達朗：網膜脈絡膜・視神経萎縮症に関する研究。平成 17 年度総括・分担研究報告書。厚生労働科学研究費補助金。難治性疾患克服研究事業。2006。

- 2) 小田浩一：ロービジョンの視機能とモノの見え。応用物理学会分科会日本光学会 37：511-517, 2008.
- 3) Lei H & Schuchard RA：Using two preferred retinal loci for different lighting conditions in patients with central scotomas. Invest Ophthalmol Vis Sci 38：1812-1818, 1997.
- 4) Matsumoto Y, Yuzawa M et al：How spatial orientation of Japanese text affects fixation points in patients with bilateral macular atrophy. Jpn J Ophthalmol 49：462-468, 2005.
- 5) Timberlake GT, Mainster MA et al：Reading with a macular scotoma. I. Retinal location of scotoma and fixation area. Invest Ophthalmol Vis Sci 27：1137-1147, 1986.
- 6) Chung STL, Mansfield JS et al：Psychophysics of reading：XVIII. The effect of print size on reading speed in normal peripheral vision. Vision Res 38：2949-2962, 1998.
- 7) Zhang JY, Zhang T et al：Legibility of Chinese characters in peripheral vision and the top-down influences on crowding. Vision Res 49：44-53, 2009.
- 8) 小田浩一, 今橋真理子：文字認知の閾値と読みの閾値. VISION 7：1-4, 1995.
- 9) Chaparro A & Young R S L：Reading with rods：The superiority of central vision for rapid reading. Invest Ophthalmol Vis Sci 34：2341-2347, 1993.
- 10) 国立国語研究所：高校教科書の語彙調査. 秀英出版, 東京, 1-574, 1983.
- 11) 魚里 博：視覚障害情報処理ハンドブック. 日本視覚学会 3-5, 2000.
- 12) 柿澤敏文：聴覚予告刺激が弱視者の衝動性眼球運動潜時に及ぼす影響. 特殊教育学研究 42：13-21, 2004.
- 13) Mandelbaum J & Sloan LL：Periphral visual acuity. Am J Ophthalmol 30：581-588, 1947.
- 14) 小林富士男, 尾関孝史他：視覚特性と漢字識別. 日本産業科学研究所研究報告 12：35-39, 2004.
- 15) Morizane Y, Morimoto N et al：Incidence and causes of visual impairment in Japan：The first nation-wide complete enumeration survey of newly certified visually impaired individuals. Jpn J Ophthalmol 63：26-33, 2019.

(2019年7月8日受付)

発行所 日本眼科紀要会

567-0047 茨木市美穂ヶ丘 3-6 山本ビル 302 号室 ☎072-623-7878
