漢字・カタカナ探索課題における臨界文字サイズの検討

正会員 阿佐 宏一郎 (横浜国立大学・文京学院大学)

非会員 小田 浩一 (東京女子大学)

Critical Print Size for Word Search Tasks in Japanese Chinese Characters and Japanese Alphabet

Member **Koichiro Asa** (Yokohama National University・Bunkyo Gakuin University)

and Non Member **Koichi Oda** (Tokyo Woman's Christian University)

ABSTRACT

The estimation of optimal print size for reading is often essential in clinical treatment and/or universal design; however, it is not known how to calculate the proper letter size for reading with maximum efficiency. Psychophysics studies have revealed psychometric functions of reading that exhibit a hill-like shape with a plateau of maximum speed and a downfall beyond Critical Print Size (CPS). To control the magnification rate of visual aids for patients with visual impairments, CPS that can indicate the boundary of maximum efficiency is now becoming a noteworthy index to determine optimal letter size. In addition to reading, word searching is also an important task for our living. However, the CPS of word search tasks has not been examined yet. We estimated the CPS of word search from the results of two experiments focused on searching for words in Chinese characters and Japanese alphabet (Katakana: square forms) in Japanese. The functions of the searching tasks showed a hill-like shape almost identical to the reading tasks but with elevated speed, and the CPS were stable around 0 logMAR in both the reading and the searching tasks. Hence, CPS is unsusceptible to tasks and can function as a robust marker for the smallest print size with maximum speed. This finding indicates that CPS is the threshold of proficiency (maximum/reduced) beyond the threshold of vision (visible/invisible). CPS can be a meaningful index to achieve the appropriate control of print size and subsequently help people with visual problems.

KEYWORDS : reading, visual word search, MNREAD, Critical Print Size (CPS), reading proficiency, pop-out

1. はじめに

小さ過ぎる文字は読みにくいが、文字が大きければ大きいほど速く読めるわけではない。最も効率よく読める最適な文字サイズがあることは感覚的には分かっても、その機構や算出方法はまだ明らかになっていない。基礎的な心理学研究では主に最小視認閾や分離閾といった認識閾（読書課題では読めるか読めないかのギリギリの文字サイズである最小可読閾）に主眼を置いたものが多いが、日常生活ではそのような認識閾付近で文字を読むことはまれである。眼科で行うような視力検査も同様に、見えるか見えないかの境目を測っており、閾値よりももう少し大きな文字サイズに存在する最適な文字サイズを推定することはできない。

文字という刺激は必ずしも文章として紙の上だけに存在するわけではなく、リモコンのボタンに印字されていたり、商品のデザインの中に書かれた値段や注意書きであったり、または道路標識や案内図といった風景の中にも存在する。文章を読むためだけでなく、たくさん並んだ文字の中からある一語を探索したり、風景の中に溶け込んだ文字を探したり、読みという課題以外にも文字は広く使われている。最適な文字サイズを吟味する際、どのような課題として人

間側がその文字を処理するかも想定に入れなければならない。文字を印字する際、何らかの基準で文字のサイズを決定しなければならないが、現状はデザイナーの判断で決められることが多い。ユニバーサルデザインの観点からすると、障害の有無にかかわらず誰にとっても読みやすい文字サイズが使われることが望ましいが、ある一個人のデザイナーによる恣意的な判断では限界がある。

文字サイズと読みやすさの評価については、携帯電話の画面に表示するフォントを字体の重心から検討し可読性評価の方法を提案したもの¹⁾、輝度から条件を提示し「等読みやすさ曲面」を提案したもの²⁾や、印刷物と液晶ディスプレイ、CRTなどの表示メディアの差と読みやすさを検討したもの³⁾、線幅と年齢から最小可読文字サイズや最適文字サイズを主観評価で求めたもの⁴⁾など盛んに研究が行われている。それら先行研究の中では主に視覚媒体の品質指標として主観評価が用いられる。晴眼者を母集団とし、その代表者数十人が「よい」としたものが母集団でも成立するという評価方法であり、晴眼者を母集団と仮定している以上、視覚に障害を持つロービジョンの人にとっては必ずしも「よい」とは限らない。ロービジョンの場合、見え方は多様であり、その個々

人に最適な文字サイズを個別に推定する必要がある。

読めるか読めないかの境目はランドルト環などを使い小数視力を求めることができ、指標として確立している。文字を拡大することで読めることが多いロービジョンの場合、ルーペなどの補助具を選定する際に、小数視力だけでなく、最大効率で読めるか読めないかの境目を知ることが必要であるが、その客観的な方法はまだ確立されていない。Low Vision Manual⁵⁾ではギリギリ読める文字サイズを単純に3倍すれば効率よく読め、6倍すれば最速で読める文字サイズになると Whittaker と Lovie-Kitchin のデータ⁶⁾を掲載しているが、そのように視力サイズを単純に定数倍するだけでは対応しきれない⁷⁾。そのような現状において、文字処理の課題が何であれ、「最大効率で読めるか読めないか」を知るための基準となる最適な文字サイズを推定・算出できる理論的な方法が求められている。

読み効率と文字サイズの研究は、臨床および基礎研究の分野で広く研究がなされている^{7)~9)}。読みの精神物理学研究^{10)~21)}では、読書速度と文字サイズの関数は図1のようになることが分かってきている。十分に大きい文字サイズでは安定した読書速度を維持できるが、ある文字サイズを境に急激にパフォーマンスが落ち、丘と崖のような形状の関数となる。

図1 読書速度と文字サイズの関数における最大読書速度と臨界文字サイズ
Fig.1 Schematic diagram of reading speed around CPS.

このことは漢字仮名交じり文、カタカナ文、ランダムなカタカナ単語の音読のみならず、ランドルト環の方向判断などでも同様に見られることが分かってきた¹⁸⁾。最も効率よく安定して読める速度を最大読書速度 (Maximum Reading Speed: MRS)、その速度を維持できる最小の文字サイズを臨界文字サイズ (Critical Print Size: CPS) と言う。CPSは最大パフォーマンスを出せる最小文字サイズであり、日常生活での最適な文字サイズを示している指標である。ロービジョンケアの分野において、ミネソタ読書チャート (MNREAD¹²⁾) を用いて算出した CPS は現在臨床的に応用され始めている。しかし、MNREAD を用いた今までの実験から得られた知見のほとんどは読書課題であり、同じく文字を刺激とする単語探索 (例えば日常状況ではリモコンのボタン名を検索することに等しい行動) における CPS の検討はまだなされていない。本研究では、単語探索課題における CPS の検討と読書課題との比較を行った。

2. 実験1「漢字単語探索」

2.1 概要

実験1では「漢字単語探索 (12個の2文字漢字の中から指定されたターゲット漢字単語を探索する)」を行った。PCモニター上に提示された12単語 (漢字2文字) の中から指定された1つを探索した。十分大きい文字サイズから徐々に縮小して行き、その探索速度から漢字中の漢字探索における CPS の値を推定した。

2.2 刺激

探索する単語は漢字2文字の単語で、10年分の朝日新聞をデー

タベース化した NTT データベース²⁰⁾から高頻度・高親密度で誰にとっても平易なものを抽出した。また漢字の複雑さを統制するため2文字の画数の合計が同程度 (合計画数の範囲が13~21画) になるように調整し204単語を抽出した。刺激となる単語群は3行×4列 (単語間の空白は横1文字分、縦0.5文字分) で提示した (図2)。被験者が探索するターゲット単語 (提示される12単語のうちの1つ) と妨害刺激としての非ターゲット単語 (同様に2文字漢字でターゲット単語以外の11単語) は、試行毎に204単語からランダムに選び、ターゲット単語・非ターゲット単語ともに1セッション中で重複しないように、各単語は1セッション中1度しか提示されないように制御した。

再建	価値	要因	科学
政界	強制	出資	重要
訪米	自殺	大幅	展示

図2 実験1の提示刺激群例
Fig.2 Examples of stimuli.

文字サイズは14段階 (0.93~0.47 logMAR: 文字の高さで視角132'~5')に変化させた。logMARは最小分離角の対数であり、刺激の大きさをその刺激を読み分けられる最小の視角の対数で表したものである。アルファベットの場合は、小文字のxの高さの1/5の視角の対数が使われ²³⁾、日本語では文字の高さのおよそ1/11の視角の対数が使われる²⁰⁾。視力との対応がとれるため眼科系の分野で使われている単位で、logMAR = log(1/視力)で定義される。logMARに視角を併記する場合、1文字の仮想ボディに対する視角 (分: ['] で表記) とする。

視覚探索を行う際の有効視野は水平方向に楕円であるとされ²⁴⁾²⁵⁾、視覚課題の負荷によって変化するとされているが²⁶⁾、負荷と有効視野の増減量はまだ分かっていない。12単語の探索課題の有効視野が何文字かはそれだけで1つの論題となり得るが、読みの場合の有効視野は10文字前後と言われる²⁷⁾。2文字漢字を12単語提示する本実験では合計24文字となるので、全文字が一度に有効視野に収まるわけではない。図3の実験手順にあるように、ターゲット単語を画面中央で確認した後に単語群が提示されるため、両端の位置にターゲットが出た場合は、サックードが必要となる。その場合、有効視野の真ん中付近にターゲットが出る場合よりも探索が遅くなる可能性がある。そのようなターゲット提示位置の効果を統制するために、同じ文字サイズにおいて全提示位置に1回ずつターゲットが出るようにし (提示順序・提示単語は204単語の中からランダム) 計12セッションを行い提示位置のカウンターバランスを取った。

2.3 装置

Apple社製Power Mac G5 1.8 GHzに接続されたCRTモニター (Sony GDM-F400; 19インチ; 解像度1600×1200; リフレッシュレート75 Hz) にて実験を行った。刺激を提示したモニター上のコントラストは99% (マイケルソンコントラストで定義、背景輝度: 130 cd/m²) であった。

図3 実験の流れ
Fig.3 Flow of experiments.

2.4 被験者

視覚正常で日本語を母語とする大学生・大学院生（20～32歳）22名であった。

2.5 手続き

被験者はあご台で頭部を固定しモニターを両眼視した。まずターゲット単語を確認しキーボードを押下し、200 msのブランクの後、提示された刺激の中からできるだけ速く正確にターゲットを探し、見つけ次第キーボードを押下した（図3）。刺激の単語群提示からキーボード押下までの反応時間をPCのプログラムを用いて測定、記録し探索時間とした。確実に探索ができたことを確認するために、被験者は毎試行ターゲットが出た位置のグリッド（図3位置確認の■）をマウスでクリックして選択し、探索の正解・不正解をフィードバックされた。十分に大きい文字サイズから開始し、探索が終わる毎に0.1 logずつ文字サイズを小さくし（単語間隔は1文字分を維持し単語群全体が小さくなるように縮小）、被験者が探索できないと判断するまでを1セッションとした。モニターとの視距離は120cmであった。探索課題のCPSと読書課題のCPSと比較するために全被験者は、MNREADのコンピュータ版であるpcMNREAD-J²⁾を用いた平易な漢字仮名交じり文の音読課題（10字×3行で30文字の文を音読する試行を文字サイズを縮小しながら繰り返し、1文字も読めなくなるまで行う課題）も行い読書課題のCPSも同時に測定した。

2.6 結果と考察

単語群提示からスペースキー押下までの反応時間を探索時間とし、2文字からなる単語を12個提示した中からの探索であったので24文字÷探索時間で1分辺りの探索文字数(chars/min)を算出し探索速度(search speed)とした。グリッドをマウスでクリックした箇所がターゲットの位置と異なっていた試行は探索ができなかったと見なし、分析から除いた。文字サイズごとの探索速度からMansfieldら¹³⁾の推定方法を用いて漢字探索課題のCPSの推定を行った。その方法は、読書速度の移動平均を文字サイズの大きい方から取り、標準偏差を基準に平均とサンプルとを比較する。標準偏差の2倍を越えて読み速度が下がった文字サイズを最大読書速度が保てなくなった文字サイズと見なし、その1つ前の文字サイズをCPSとする算出方法である¹⁸⁾。

また、比較のために読書課題に対するCPSの値の推定も同様に行った。それらの結果を併記したものを表1に示す。最後まで逐次的

に読む処理をしていく読書課題と、ターゲットが見つかるまでの処理でよい探索課題とはタスクの処理速度が異なるが、最大速度を維持できなくなる境目であるCPSの値は探索課題、読書課題ともに0.02 logMAR (16.2')であった。

先行研究であるMNREAD-Jの研究では主に漢字、ひらがな、カタカナを用い、漢字仮名まじり文やつながりのない単語列などを読んで得られた結果がほとんどである。先行研究との比較を考慮し、探索課題でも漢字とひらがなやカタカナが混在した場合のCPSについて検討する必要がある。実験2では、漢字単語中にカタカナ単語を提示し、その探索における探索関数とCPSの値を検討した。

表1 探索課題実験1およびpcMNREAD-Jによる読書課題の臨界文字サイズの平均値

Table1 Mean Critical Print Size of searching tasks in exp1 and reading tasks measured by pcMNREAD-J.

	CPS (logMAR)	SD (logMAR)
探索課題 実験1 (漢字)	0.02	0.18 (N=22)
読書課題 (漢字かな交じり文の音読)	0.02	0.07 (N=22)

3. 実験2「漢字単語を妨害刺激とするカタカナ探索」

3.1 概要

漢字・ひらがな・カタカナを混在させるには様々なパターンが考えられるが、最も端的なパターンとして、漢字単語11個とカタカナ単語1個を提示しターゲットとしてカタカナ単語を探索する実験を行い、CPSを推定した。

3.2 刺激

実験1の漢字204単語に加え探索ターゲットとして使用される高頻度・高親密度な2文字カタカナ単語を、実験1と同じNTTデータベースより上位から24単語抽出しターゲット刺激とした（図4右）ターゲットはカタカナ単語のみとし、提示箇所は実験1と同様に各提示文字サイズでカウンターバランスをとった。

再建 政界 訪米	価値 強制 自殺	要因 出資 大幅	科学 重要 展示	秘書 受注 制作	メド 宗教 返済	決意 単位 日常	公認 所有 世論
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

実験1

実験2

図4 実験1・2の提示刺激群例の比較

Fig.4 Examples of stimuli.

ターゲットとなるカタカナ単語は24単語の中からランダムに提示された。実験2の文字サイズは16段階(0.53～0.97 logMAR: 52'～1.7')であった。漢字群中に1つだけ存在するカタカナを探索することは、漢字群中の漢字を探索する実験1よりも課題として容易であり、ある種のポップアウト課題と言える。

3.3 装置および被験者

実験1と同じ装置で実験1の被験者全員が実験2を行った。

3.4 手続き

モニターの解像度を考慮し視距離は240cmとし、それ以外の手続きは実験1と同じであった。

3.5 結果と考察

実験1と同様の推定方法を用いてCPSの推定を行った結果、22名のCPSの平均値は $-0.09 \log\text{MAR}$ (12.6')であった(表2)。これは実験1の漢字探索のCPSの $0.02 \log\text{MAR}$ (16.2')よりも約1段階分提示文字サイズとしては小さいものの、文字サイズを $0.1 \log$ ずつ16段階縮小していく中での1段階程度のズレでしかなく、ほぼ同じ文字サイズで最大探索速度が出せなくなる境目を迎えたことを意味していると言える。漢字中の漢字単語を探索することに比べ、画数が少ないカタカナを探索することは容易に行えるタスクであるが、そのような刺激の差があり、ポップアウト課題であってもCPSはある一定の範囲に安定して存在していることを示唆している。

表2 探索課題実験1, 2およびpcMNREAD-Jによる読書課題の臨界文字サイズの平均値

Table2 Mean Critical Print Size of searching tasks in exp1, 2 and reading tasks measured by pcMNREAD-J.

	CPS (logMAR)	SD (logMAR)
探索課題		
実験1 (漢字)	0.02	0.18 (N = 22)
実験2 (カタカナ)	-0.09	0.14 (N = 22)
読書課題 (漢字かな交じり文の音読)	0.02	0.07 (N = 22)

4. 総合考察

漢字探索(実験1)・カタカナ探索(実験2)・読書課題の22名分のデータの平均値をプロットしたグラフを図5に示す。横軸が文字サイズ、縦軸が探索速度(読書課題の場合は読書速度)であるが、pcMNREAD-Jによる漢字仮名交じり文の読書課題では、先行研究と同様に、図1とよく似た関数が得られ、CPSは $0.02 \log\text{MAR}$ (16.2')であった。探索課題の実験1, 2の関数においても、文字サイズが十分大きい場合、最大探索速度(読書課題の最大読書速度(MRS)にあたり探索の場合タスクの違いから最大探索速度(Maximum Searching Speed: MSS)とする)で安定的に課題を実行することができ、処理速度の落ち込みの角度に違いはあるが、丘と崖の形を持った関数が得られた。

逐次的に文章を読み進める読書課題と、ターゲットを発見すれば1試行が完了する探索課題とでは縦軸の処理速度の位置が異なるが、横軸の文字サイズ(logMAR)次元で見ると、興味深いことに、読書課題(pcMNREAD-J)、漢字単語探索(実験1)、漢字単語を妨害刺激とするカタカナ探索(実験2)という全く異なる課題、刺激特性を持つターゲットの読書と探索すべてでCPSはほぼ $0 \log\text{MAR}$ (15.5')付近の値を示している。言い換えれば、崖が始まる部分(MSS・MRSを維持できなくなる最小の文字サイズ)は刺激の種類や題の種類を問わずほぼ一定だったと言える。

上記の結果はMansfieldら¹³⁾のCPS推定方法によるものであるが、Weibull関数によるフィッティングでも同様に安定した値を示した。読書速度関数にWeibull関数にフィッティングし、最大探索(読書)速度を100%として80%に速度が落ちる文字サイズ(MSS・MRS 80%の文字サイズ)としてCPSを推定した結果(表3)、漢字探索

図5 漢字探索・カタカナ探索・読書課題の関数(被験者22名分のデータ)
Fig.5 The functions of Kanji, Katakana search and Reading (plots of all 22 subjects).

では $0.18 \log\text{MAR}$ (23.4'), カタカナ探索では $-0.09 \log\text{MAR}$ (12.6'), 読書課題では $0.00 \log\text{MAR}$ (15.5')であった。

探索、読書と異なる課題であるにもかかわらず、この推定方法でもCPSは $0.1 \log\text{MAR}$ (19.5')付近にある。実験2は漢字中に1つだけ存在するカタカナ単語を探索するタスクであり、漢字よりも画数が極端に少ないカタカナ単語を探索するタスクであるため、緑の丸の中に1つだけ存在する赤い丸を探し出すようなポップアウト課題に近く、処理に使われる視覚機構も違うと想定できる。ポップアウトする場合、文字1つ1つを認識していくような高次の処理は必要ないのでかなり小さい文字サイズになっても効率よく最大探索速度で探し続けることができ、CPSは小さくなると予測できそうだが、その差は $0.1 \log$ 程度でしかなかった。そのような処理機構が異なる可能性があっても、CPSはほぼ同様の値が示されたことになる。

表3 探索課題実験1, 2およびpcMNREAD-Jによる読書課題における最大探索(読書)速度80%の文字サイズの推定値の平均

Table3 Mean estimated print size (80% of MSS・MRS) of searching tasks in exp1, 2 and reading tasks.

	print size@80% of MSS・MRS (logMAR)	SD (logMAR)
探索課題		
実験1 (漢字)	0.18	0.11 (N = 22)
実験2 (カタカナ)	-0.09	0.09 (N = 22)
読書課題 (漢字かな交じり文の音読)	0.00	0.08 (N = 22)

大きい文字サイズから読書速度の移動平均を取りCPSを推定するMansfieldら¹²⁾¹³⁾の手法と比べ、Weibull関数のフィッティングでは小さい文字サイズでのデータの荒れが推定に影響を与えるため、各被験者の最終5段階に於いて、前段階より読書速度が速くなった文字サイズ以降のデータは削除しフィッティングを行った。

“ほぼ”同様とはいえ、読書課題と実験1(漢字探索課題)のCPSの値($0.02 \log\text{MAR}$ (16.2'))と実験2(カタカナ探索課題)のCPS($-0.09 \log\text{MAR}$ (12.6'))とでは約1段階の差($0.11 \log\text{MAR}$ (19.9'))があり、完全に同じ値にはならなかった。実験1の漢字

探索と読書課題の CPS について T 検定を行った結果、有意差は見られず ($t(21)=0.11$, $p=0.91$ (n.s.)), CPS の値は一致していると考えられるが、読書課題と実験 2 のカタカナ探索の CPS は 1%水準で有意に差があった ($t(21)=3.75$, $p<0.01$)。また、実験 1 の漢字探索と実験 2 のカタカナ探索の CPS は 1%水準では有意差がないが 5%水準では有意差が認められた($t(21)=2.62$, $p=0.016>0.01$)。つまり検定的にはカタカナ探索の場合のみ CPS が一致していない。

2002 年に小田らが行った無意味に並んだカタカナ単語の音読実験(未出版)の結果(被験者は視覚に異常のない大学生を中心とした 18 名), CPS は $-0.12 \log\text{MAR}$ (11.7) 付近を示しており、本研究の実験 2 の値とほぼ同じであった。つまりカタカナを刺激とする課題の場合、漢字仮名まじり文の読書課題と漢字の探索課題の CPS ($0.02 \log\text{MAR}$ (16.2) 付近) よりも 1 段階程度文字サイズが小さい値を示している。実験 2 の結果を加味すると、カタカナの場合、読書でも探索でも $-0.1 \log\text{MAR}$ (12.3) 付近に CPS が存在するということである。

つまり、視覚正常の被験者では CPS は概ね $0 \log\text{MAR}$ (15.5) 付近に存在し、考慮すべきズレは、探索や読書といった課題ベースで異なるのではなく、文字の種類(漢字・ひらがな、カタカナ)により異なっている可能性が高い。文字の種類による 1 段階程度のズレ(カタカナの場合、漢字よりも 1 段階 ($0.1 \log$) 小さい)を考慮に入れる必要があるにしろ、探索や読書といった課題の種類に影響されることなく、CPS はパフォーマンスの境界(最大パフォーマンスを出せるか出せないかの閾値)として安定して存在することを示唆している。文字が見えるか見えないかの絶対閾よりも上の文字サイズで存在する閾上の閾値であると考えられる。MNREAD を用い CPS を推定することは、先行研究で示された読書課題だけでなく日常生活で必須とされる探索課題も含め読みやすい文字サイズを推定する理論的方法として有用であると言えるだろう。

このような探索課題での CPS の検討は、冒頭に述べたようにまだ行われていない。漢字・ひらがな・カタカナの混在パターンを変化させたものや、日本語以外の言語(例えば英語や学習したことのない言語)などの異なる刺激セットを用いて更なる検討が必要である。

参考文献

- (1) 小谷 章夫, 種村 嘉高, 朝井 宣美, 中村 安久, 大塚 正章, 密山 幸男, 尾上 孝雄: 文字重心位置評価手法とその可読性評価への応用, 信学技報 SP 音声, 105 (296), pp.1-6 (2005).
- (2) 原 直也, 佐藤 隆二: 文章の読みやすさについての多様な設計水準に対応する明視三要素条件を示す等読みやすさ曲面, 日本建築学会環境系論文集, 575, pp.15-20 (1999).
- (3) 清原一暁, 中山 実, 木村博茂, 清水英夫, 清水康敬: 文章の表示メディアと表示形式が文章理解に与える影響, 日本教育工学雑誌, 27(2), pp.117-126 (2003).
- (4) 宮下 佳子, 椎名 健: 書体の太さと視距離の関係における文字の見やすさ評価: 最小可読文字サイズから算出した最適文字サイズにおいて, 信学技報. HIP, ヒューマン情報処理 107(369), pp.109-112 (2007).
- (5) Jackson, A. J. and J. S. Wolffsohn, ed.: Low Vision Manual, Elsevier Health Sciences (2007).
- (6) Whittaker, S. G. and J. Lovie-Kitchin: Visual requirements for reading, Optom Vis Sci, 70, pp.54-65 (1993).
- (7) 中村仁美, 小田浩一, 藤田京子, 湯沢美都子: MNREAD - J を用いた加齢黄斑変性症患者に対するロービジョンエイドの処方, 日本視訓練士協会誌, 28, pp.253-261 (2000).
- (8) 石井雅子, 張替涼子, 高木峰夫, 阿部春樹: 学齢期のロービジョンケア: 小児の再発性視神経炎の 1 例, 新潟医学会雑誌, 121(12), pp.687-691 (2007).
- (9) Sloan, L. L. and D. J. Brown: Reading cards for selection of optical aids for the partially sighted, Amer J Ophthalmol, 55, pp.1187-1199(1963).
- (10) Osaka, N. and K. Oda: Effective visual field size necessary for vertical reading furing Japanese text processing, Bull Psychonomic Soc, 29(4), pp.345-347 (1991).
- (11) Legge, G. E., D. G. Pelli, G. S. Rubin and M. M. Schleske: Psychophysics of Reading. I. Normal vision, Vision Res, 25, pp.239-252 (1985).
- (12) Legge, G. E., J. A. Ross, A. Luebker, and J. M. LaMay: Psychophysics of reading. VIII. The Minnesota low-vision reading test, Optom Vis Sci, 66, pp.843-853 (1989).
- (13) Mansfield, J. S., G.E. Legge and M. C. Bane: Psychophysics of reading. XV. Font effects in normal and low vision, Investig Ophthalmol Vis Sci, 37, pp.1492-1501 (1996).
- (14) Oda, K., J. S. Mansfield and G. E. Legge: MNREAD-J: new reading acuity charts for prescribing low vision aids, 7th Annual Meeting of the Japanese Association of Rehabilitation for Visual Impairment, pp.157-160 (1996).
- (15) Chung, S. T. L., J.S. Mansfield and G. E. Legge: Psychophysics of reading. XVIII. The effect of print size on reading speed in normal peripheral vision, Vision Res, 38, pp.2949-2962 (1998).
- (16) Oda, K.: Critical print size is a stable and consistent measure over two reading parameters, Vision 2005. Abstract No. P078 (2005).
- (17) 小田浩一: 閾上閾値: 臨界文字サイズの robustness, VISION, 17(3), p.223 (2005).
- (18) 小田浩一: 検出と行動の間 - 検出閾値の上に生活閾値がある?, 基礎心理学研究, 24 (2), p.226 (2005).
- (19) 川嶋英嗣, 小田浩一: 周辺視における crowding effect と文字認知, VISION, 10, pp.187-190 (1998).
- (20) 小田浩一, 今橋真理子: 文字認知の閾値と読みの閾値, VISION, 7, pp.165-168 (1995).
- (21) 小田浩一, 西村つむぎ: ロービジョンの読書特性を自動計測する pcMNREAD-J, 信学技法, WIT2002-61, pp.1-5 (2002).
- (22) 天野成昭, 近藤公久: NTT データベースシリーズ『日本語の語彙特性』CD-ROM, 三省堂 (2003).
- (23) Report of Working Group 39, Committee of Vision, National Academy of Sciences: Recommended standard procedures for the clinical measurement and specification of visual acuity, Adv. ophthalmol, 41, pp.103-148 (1980).
- (24) 熊田孝恒, ロノ町康夫, 斎田真也: 視覚探索における有効視野特性の眼球運動による 検討, 基礎心理学研究, 14(2), pp.75-85 (1995).

- (25) Ikeda, M. and T. Takeuchi : Influence of foveal load on the functional visual field, *Percept. psychophys*, 42, pp.299-305 (1975).
- (26) Williams, L. J. : Cognitive load and the functional field of view, *Hum. Factors*, 24(6), pp.683-692 (1982).
- (27) Ikeda, M. and S. Saida : Span of recognition in reading, *Vision Res*, 18, pp.83-88 (1978).

(受付日 2009 年 9 月 9 日 /採録日 2010 年 3 月 1 日)

阿佐 宏一郎 (正会員)

横浜国立大学環境情報学府

文京学院大学外国語学部

〒113 - 8668 東京都文京区向丘 1-19-1

平成 13 年 3 月国際基督教大学教育学研究科修士課程修了。平成 14 年 9 月ロンドン大学 UCL 言語学修士課程修了。平成 18 年 4 月横浜国立大学博士課程入学。平成 21 年 4 月文京学院大

学特別講師。基礎心理学会会員。

小田 浩一 (非会員)

東京女子大学現代教養学部人間科学科

〒167 - 8585 東京都杉並区善福寺 2-6-1

昭和 59 年 5 月東京大学大学院人文科学研究科博士課程中退。同年 6 月国立特殊教育総合研究所。平成 4 年 4 月東京女子大学勤務。現在同大学教授。文学修士。基礎心理学会会員。