

<原 著>

擬似弱視条件下における単語テストでの臨界文字サイズと 最大読書速度の測定法の比較

張 凱琪*

本研究の目的は、参加者の見え方および単語テストにおける測定法が、CPS および MRS の推定値に与える影響を検討すること、ならびに参加者が主観的に選択した CfPS・集計者が判断した CfPS・統計的に算出された CPS との一致性を評価することである。方法として、晴眼大学生36名を、弱視シミュレーションを用いて、晴眼群・低視力群・視野狭窄群の3群（各群12名）に振り分けた。ノンパラメトリック手法を用い、測定法2水準（対応あり）、見え方3水準（対応なし）で分析した。結果として、MRS は見え方の影響を受けないが、CPS は低視力群で有意に大きくなった。測定法では晴眼群と擬似弱視あり群間の CPS に有意差が認められた。また、CPS と CfPS の一致性については、視野狭窄群で低い一致性が認められた一方、晴眼群および低視力群では良好から優れた一致性が示された。以上の結果より、上昇系列を用いた測定法は、擬似弱視状態においても CPS および MRS の推定に安定した結果を示し、従来の測定法に代わる新たな測定法として応用可能であることが示唆された。

キーワード：擬似弱視 臨界文字サイズ (CPS) 最大読書速度 (MRS) 単語テスト 測定法

I. はじめに

MNREAD は、晴眼者および弱視のある人を対象とした読書視力検査チャートであり、臨界文字サイズ (Critical Print Size : CPS)、最大読書速度 (Maximum Reading Speed : MRS)、読書視力の3つの読書インデックスを測定できる (University of Minnesota, 2022)。日本語版には、文章を刺激とする MNREAD-J およびひらがな単語を用いた MNREAD-Jk があり (小田, 2002)、異なる文字サイズに対する読書速度をプロットすることで読書曲線 (reading curves) を描く。

読書曲線におけるプラト一期の読書速度を MRS、その読書速度が維持される最小の文字サイズを CPS と定義する (Mansfield, Legge, & Bane, 1996)。CPS の推定には、Weibull 関数¹⁾ (Weibull model) が良好にフィットすることが報告されており (Nygaard et al., 2008)、80%のカットオフ値が用いられる (Cheung et al., 2008)。測定には、一般に大きい文字サイズから呈示する下降系列法が用いられるが、読書視力付近での測定点の欠如が課題となる。Cheung ら (2008) は、

小さい文字サイズから呈示する上昇系列法により、読書速度の立ち上がり部分の測定点を確保することで、CPS および MRS の読書インデックスの推定精度向上が期待できると述べている。張・氏間 (2024) は晴眼者を対象に下降系列および上昇系列を比較し、いずれの方法でも CPS および MRS が同等に推定可能であり、上昇系列は新たな測定法としての有効性が示された。また、両測定法間で得られた推定値の再現性も高かった。

一方、Cheung et al. (2007) は晴眼者に弱視シミュレーション下の実験を行い、屈折異常による視覚制限が読書能力に影響を与えることを報告した。弱視の研究では当事者実験を実施する前に、シミュレーション実験を行うことで条件設定妥当性を検討することで、当事者実験の負担を軽減する方法が取られることがある。そこで本研究においても、擬似弱視状態における単語テストを実施し、下降系列と上昇系列の両測定法によって得られる CPS および MRS の妥当性を検討することで、それらの見え方における両測定法を実施することの有効性および実施可能性を検討する。

Latham et al. (2022) は、参加者が読みやすいと感じた最小の文字サイズを快適文字サイズ (Comfortable Print Size : CfPS) と定義し、主観的な CfPS と、数理的に求められる客観的な CPS の一致性を群内相関

* 広島大学大学院人間社会科学科博士課程後期教育科学専攻

係数 (ICC) により評価した結果、両者には高い一致性が認められた。これまで CPS を用いた読書環境の提案が行われてきているが、一方で読者の主観に基づく CfPS の重要性も指摘されている。そこで本研究では CPS と CfPS の一致性に着目することで、当事者への読書評価の結果の活用への CPS の利用を CfPS との一致性より考察する。

Legge et al. (1985) は、読書能力に影響を与える要因として水晶体混濁と中心視野の欠損を指摘した。低視力と視野欠損の条件は読みへの影響が大きいことが指摘されている。そこで本研究のシミュレーションは低視力と視野狭窄の2条件を設定する。

以上を踏まえ、本研究の目的は、(1) 見え方 (晴眼・低視力・視野狭窄) および測定法 (下降系列・上昇系列) が CPS および MRS の推定値に与える影響を検討すること、(2) 参加者が主観的に選出した CfPS、集計者が判断した CfPS、統計的に算出された CPS の三者間の一致性を評価することである。

本研究は、今後の弱視のある人への応用を視野に入れ、読書評価の際の測定点に欠損値のある場合でも CPS・MRS を推定可能とし、視覚補助具や適切な倍率設定の選択に資する知見を提供することが期待される。

II. 方法

1. 実験概要

本研究は、令和5年度広島大学大学院人間社会科学部研究科倫理審査委員会の承認を受け、実施された (承認番号: HR-ES-001271)。

(1) 実験のデザイン: 単語テストを用い、測定法 (下降系列・上昇系列) を参加者内要因、見え方 (晴眼群・低視力群・視野狭窄群) を参加者間要因とする2要因混合計画を採用し、従属変数は CPS および MRS とした。

(2) 実験対象: 参加者は大学生36名 (女性27名、男性9名、18~22歳、平均21.5歳) で、12名ずつ3群に割り当てた (晴眼群・低視力群・視野狭窄群)。全員がインフォームドコンセントを受け、同意書にサインした。

(3) シミュレーション: すべての参加者は弱視シミュレーションゴーグル (はんだや製) を装着し、利用眼は、晴眼群はシミュレーションチップ未加入、低視力群は白濁チップ (OLS 0.04) 加入、視野狭窄群は視野角5度の狭窄チップ加入とした。未利用眼は完全遮断チップで完全遮断した (Fig. 1)。

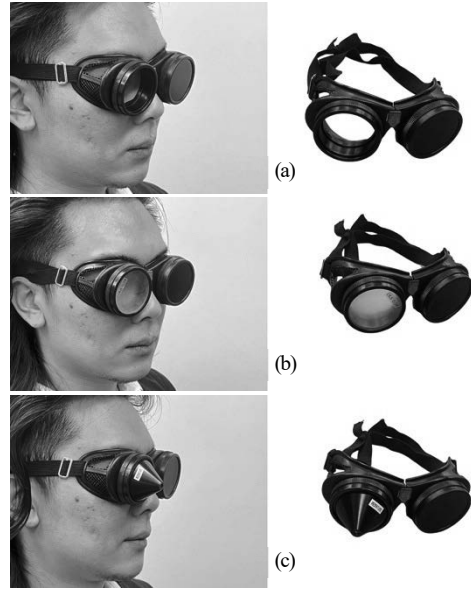


Fig. 1 弱視シミュレーションのイメージ

- (a) 片眼にチップを装着しない。
 (b) 片眼に白濁チップ (OLS 0.04) を装着している。
 (c) 片眼に視野角5度の視野狭窄チップを装着している。

視力測定では、晴眼群および視野狭窄群は視距離3mで小数視力0.8以上、低視力群は視距離30cmで0.3未満であることを確認した。視野狭窄群では動的視野²⁾が4~6度であることを確認した。視力、視野ともにシミュレーションの状態を確認するため実験前に実測した。

(4) 刺激と視角: 刺激はひらがな単語を1マス空けてランダムに配置した24文字の9単語の単語セットを1ユニットとし、書体にはMS明朝体を使用した。刺激の内容は異なるものを用い、小田 (2002; 2014) に基づいて作成された。これらの刺激は Super Lab 6 (バージョン6.5.0) を用いて電子ディスプレイ上に提示された。

文字サイズは日本語文字「国」の高さを基準にし (小田, 2002)、80 pt から0.1 log ユニットずつ縮小した。視角は以下の式により算出した。

$$\text{視角(分)} = \tan^{-1}\left(\frac{\text{文字「国」の高さ(mm)}}{\text{視距離(mm)}}\right) \times \frac{180}{\pi} \times 60$$

(5) 実験室の環境: 実験室はカーテンを全て閉め、天井灯を全て点灯した明室で、参加者は台に前額部と顎をつけ、顔を固定した。輝度計 (KONICA MINOLTA 社製、LS-100) で刺激提示用モニターの輝度を計測した。3群の平均マイケルソンコントラストは0.95 (SD = 0.03) であった。照度計 (TENMARS

ELECTRONICS 社製、TM-209M) で平均照度を測定した。3群の平均照度は1285.7 lx ($SD = 35.7$)であった。

2. 手続き

本実験は心理物理学における極限法を応用して行い、下降系列と上昇系列の2条件で実施した。参加者は、晴眼群・低視力群・視野狭窄群の3群に分けられた。実験前に、晴眼群および視野狭窄群では視距離3mで最大文字サイズ(視角20.1分)、低視力群では視距離30cmで最大文字サイズ(視角200.6分)となる練習用刺激を提示し、実験の手続きの理解を促した。

下降系列ではもっとも大きい文字サイズから、上昇系列ではもっとも小さい文字サイズから刺激を提示した(張・氏間, 2024)。参加者は可能な限り速く正確に音読し、文字サイズが小さくて見えない場合は「何か」と発声するよう指示された。CfPS (Latham et al., 2022) を選出するために、単語テストの前には番号を提示し何番目の刺激ユニットを呼んでいるのかを明示し、実験前に「読みやすいもっとも小さい文字サイズの番号を教えてください」と尋ね、実験後に回答を求めた。

順序効果は、測定法(下降系列・上昇系列)の試行順序(計2試行)に参加者ごとにランダムに決めることで相殺した。実験中の音読はすべてビデオカメラ(Panasonic 社製 HC-VX992M)で録画し、後にストップウォッチで0.1秒単位の読み時間を計測した。読み損じや読み飛ばしは実験者が集計し、別の集計者によるダブルチェックを実施した。また、集計者は参加者のCfPSを判断し記録した。

3. データの処理と分析方法

各参加者のデータに対し、読書速度は対数変換され、文字サイズとlog読書速度の関係をWeibull関数でフィッティングし、読書曲線を作成した。CPSは最大の読書速度の80%カットオフ値、MRSは最大の読書速度を保っているときの読書速度の平均値とし、対数変換後、統計処理を行った(張・氏間, 2024)。

統計分析では、Shapiro-Wilk検定により正規性を確認し、 $p > .05$ の場合には2要因分散分析を、正規性が確認できなかった場合($p < .05$)にはノンパラメトリック手法を用いた。参加者選出のCfPS、集計者判断のCfPS、およびCPS推定値の一致性を評価するため、群内相関係数(ICC)を算出した。

III. 結果

1. CPSおよびMRSの推定

晴眼群12名、低視力群12名、視野狭窄群12名、計36名の参加者を対象に、読書速度データに対してWeibull関数によるフィッティングを行い、CPSおよびMRSを推定した。晴眼群および視野狭窄群の測定は視距離3m、低視力群の測定は視距離30cmで実施した。Fig. 3には、擬似弱視状態における低視力群および視野狭窄群の代表的な2名の読書曲線を示した。正規性が不十分であったため、測定法(降系列・上昇系列)による2水準の比較にはウィルコクソンの符号付き順位検定(対応あり)、見え方(晴眼群・低視力群・視野狭窄群)による3水準の比較にはウィルコクソンの順位和検定(対応なし)を適用した。

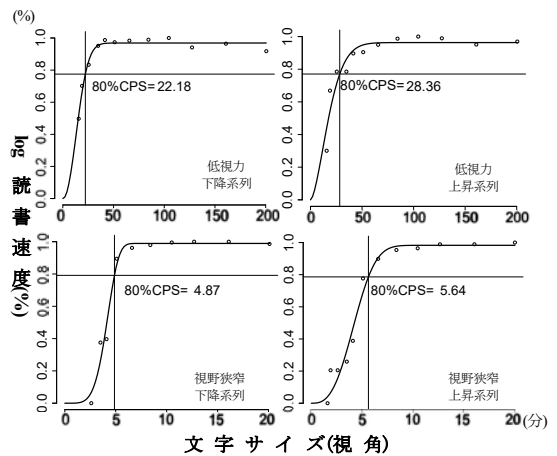


Fig. 3 単語テストにおける擬似弱視あり参加者のうちに2名のWeibull関数でCPSの推定値

x軸は文字サイズ(視角)、単位が分。y軸はlog読書速度、単位がパーセンテージ。読み測定点が白丸でプロットされる。CPSの推定値は読書速度最大値の80%カットオフところの文字サイズで表す。

2. 見え方要因における測定法(下降系列・上昇系列)の比較

等分散性および正規性を確認した後、晴眼群・低視力群・視野狭窄群の各群において、測定法(下降系列・上昇系列)がCPSおよびMRSの推定値に及ぼす影響を検討した。なお、CPS推定値については正規性が確認できなかった($p < .05$)ため、ノンパラメトリック検定としてウィルコクソンの符号付き順位検定を適用した。

CPS推定値の中央値をTable 1に示した。各群において、下降系列と上昇系列のCPS推定値に有意な差

Table 1 単語テストにおける36名参加者の計算されたCPS (分)の中央値・参加者の選出した快適文字サイズの中央値・集計者の判断した快適文字サイズの中央値・MRS (log CPM)の中央値・ICC値

		中央値			ICC 値	
		CPS (分)	快適文字サイズ (分) {参加者 [左] 集計者 [右]}		CPS・快適文字サイズ (参加者と集計者)	
晴眼群	下降系列	6.53	8.40	8.40	2.37	0.76 (95% CI [0.37, 0.92])
	上昇系列	5.72	9.45	8.40	2.32	0.82 (95% CI [0.52, 0.94])
低視力群	下降系列	38.73	67.75	46.30	2.26	0.90 (95% CI [0.75, 0.97])
	上昇系列	31.21	75.00	51.10	2.30	0.88 (95% CI [0.69, 0.96])
視野狭窄群	下降系列	6.03	9.45	8.40	2.30	0.44 (95% CI [-0.46, 0.82])
	上昇系列	6.59	9.45	8.40	2.32	0.59 (95% CI [0.37, 0.92])

* 小数点第2位まで四捨五入した。

は認められなかった ($V_{\text{晴眼}} = 61, p = .084$) ($V_{\text{低視力}} = 41, p = .875$) ($V_{\text{視野狭窄}} = 15, p = .060$)。

一方、MRS 推定値についても同様に中央値を算出し Table 1 に示した。その結果、晴眼群においては下降系列と上昇系列の間で有意差が認められた ($V_{\text{晴眼}} = 64, p < .05$)。しかし、低視力群および視野狭窄群においては、測定法による有意差は見られなかった ($V_{\text{低視力}} = 45, p = .638$) ($V_{\text{視野狭窄}} = 48, p = .480$)。

3. 測定法要因における擬似弱視なし群 (晴眼群) と擬似弱視あり群 (低視力群・視野狭窄群) の比較

測定法 (下降系列・上昇系列) ごとに、見え方 (群) が CPS および MRS の推定値に及ぼす影響を検討するため、晴眼群と低視力群、ならびに晴眼群と視野狭窄群の間でウィルコクソンの順位和検定を実施した。

CPS 推定値においては、晴眼群と低視力群の間で下降系列・上昇系列ともに有意差が認められた ($W_{\text{下降系列}}$

$= 0, p < .01$) ($W_{\text{上昇系列}} = 0, p < .01$)。一方、晴眼群と視野狭窄群の間では、下降系列 ($W = 62, p = .579$) および上昇系列 ($W = 88, p = .369$) ともに有意差は認められなかった。

MRS 推定値については、下降系列において晴眼群と低視力群の間では有意差が見られなかった ($W = 99, p = .128$) が、晴眼群と視野狭窄群の間に有意差が認められた ($W = 37, p < .05$)。上昇系列では、いずれの比較 (晴眼群 - 低視力群: $W = 90, p = .319$; 晴眼群 - 視野狭窄群: $W = 63, p = .630$) においても有意差は確認されなかった (Fig. 4)。

4. CPS 推定値と CfPS との一致性の評価

R を用いて算出した CPS 推定値と、CfPS (参加者が主観的に選出した文字サイズおよび集計者が判断した文字サイズ) との一致性について、ICC を算出し、Table 1 に示した。

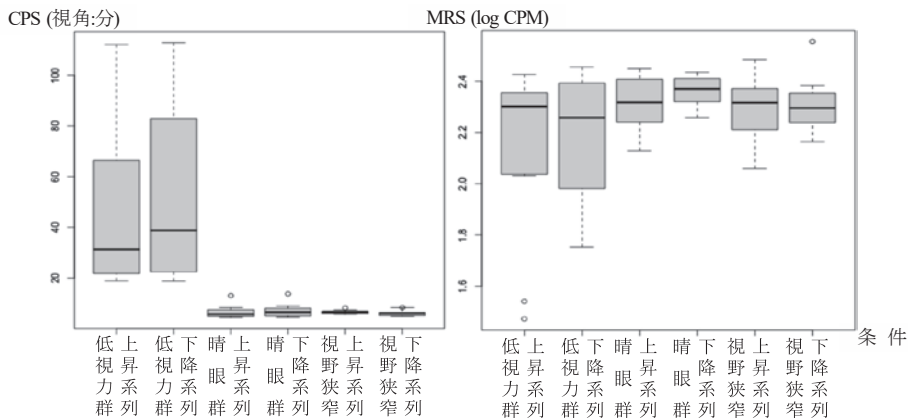


Fig. 4 条件間におけるCPSの推定値およびMRSの推定値

CPM: characters per minute.

下降系列では、晴眼群 (ICC = 0.76 ; 95% CI [0.37, 0.92]) および低視力群 (ICC = 0.90 ; 95% CI [0.75, 0.97]) で良好～優れた一致性が認められたが、視野狭窄群では一致性が低く (ICC = 0.44 ; 95% CI [-0.46, 0.82]) 限定的であった。

一方、上昇系列では、すべての群において良好な一致性が確認された (晴眼群 : ICC = 0.81 ; 95% CI [0.52, 0.94] ; 低視力群 : ICC = 0.88 ; 95% CI [0.69, 0.96] ; 視野狭窄群 : ICC = 0.76 ; 95% CI [0.37, 0.92])。

IV. 考察

本研究では、測定法 (下降系列・上昇系列) を参加者内要因、見え方 (晴眼群・低視力群・視野狭窄群) を参加者間要因とする要因計画法を用い、CPS および MRS を従属変数として検討した。36名のデータを Weibull 関数でフィッティングし、読書曲線を作成した。

擬似弱視あり群 (低視力群・視野狭窄群) において、測定法が CPS および MRS 推定値に及ぼす影響は限定的であった。低視力群では、下降系列の CPS 推定値が上昇系列より大きかったにもかかわらず、MRS 推定値は上昇系列の方が速かった。この結果は、Virgili et al. (2004) の報告により、文字サイズの増大が網膜中心部の光感度の低下と相まって読書速度を低下させることと一致する。また、視野狭窄群では上昇系列の CPS 推定値が下降系列より大きく、CPS と C_fPS (主観的) の一致性が高かった。Latham et al. (2022) も弱視のある人における CPS と C_fPS の良好な一致性を示しており、本研究の結果と整合する。一方、下降系列では一致性が低く、Baskaran et al. (2019) が指摘するように、弱視のある人では集計者間で CPS 推定値に一致性を得ることが困難であるため、本研究の結果も妥当と考えられる。晴眼群においても、下降系列の CPS 推定値が上昇系列より大きく、C_fPS との一致性は上昇系列の方が高かった。MRS については、下降系列の方が速い結果となった。張・氏間 (2024) の先行研究と同様に、晴眼者においても CPS および MRS は適切に推定されたと考えられるが、測定法による MRS の差異は、単眼での弱視シミュレーションゴーグルの装着や前後文推測が困難な単語テストなど、他の要因による可能性もある。

本研究では、晴眼者が弱視シミュレーションゴーグルを装着して測定を行った。CPS 推定値については、晴眼群と低視力群の間に有意差があったが、視野狭窄

群との間には差が見られなかった。これは、低視力群が低視力に伴い30cmの視距離で測定されたのに対し、晴眼群および視野狭窄群は3mで測定され、視角が異なっていたことが影響したと考えられる。つまり、低視力の条件設定と視距離の調整が適切に行われていたことにより、低視力状態においても読書曲線を描画でき CPS が推定できたことを意味し、低視力に伴う CPS の拡大が観察された結果であるといえる。一方で、MRS 推定値には3群間で有意差は認められず、MRS は、文字サイズが適切に設定されていれば、見え方の違いに左右されにくいことが示唆された。

また、弱視のある人では、視野欠損や眼位異常などの影響により、読書曲線に明確なプラトーや降下点が現れない場合がある (Baskaran et al., 2019)。その結果、CPS の推定が困難になることがある。さらに、眼振のある参加者では初回注視時間が短く、注視回数が多いため、MRS の推定にも影響を及ぼすことがある (Dysli & Abegg, 2016; DeCarlo et al. 2020)。このように、弱視のある人はさまざまな見え方により読み困難を抱えており、CPS および MRS を読書インデックスとした読書評価は、視覚補助具の選定や拡大倍率の決定などに有用である。たとえば、中村・小田・藤田・湯澤 (2000) のように、CPS と MRS の推定を通じて視覚補助具の適応を図ることが可能である。

今後は実際の弱視のある人を対象に、上昇系列および下降系列の測定法を用いて CPS および MRS を推定することで、その有効性と妥当性を検討することで、読み困難の理解を深め、より適切な読書支援環境の構築に貢献したいと考える。

謝辞

本研究は、研究参加者の皆様のご協力によって実施することができました。また、研究室所属の山下祥代氏には日本語校閲において多大なご支援をいただきました。ここに深く感謝申し上げます。

注

- 1) Weibull 関数は曲線でフィッティングされる関数であり、計算式は $f(x) = a[1 - \exp\{-(x/c)^b\}]$ 。読書研究では、 a は最大読書速度、 b は Weibull 関数の形状パラメータ、 c は Weibull 関数の尺度パラメータであり、 x は文字サイズ、 $f(x)$ は読書速度である。
- 2) 動的視野は周辺から求心性に移動してくる視標を

見つけたら反応することで測定される。Fig. 2のように、利き目の単眼の動的視野を測定する。測定法として、まず参加者は利き目の反対側の顎台に顎を置く。実験者は白い丸をつけている棒を持って、上側・下側・鼻側（内側）・耳側（外側）からが真ん中に近づける。参加者は近づく白い丸が見えたら、「はい」と返事をし、実験者は棒を止める。視野計に書いている度数を記入する。

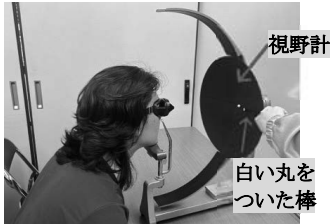


Fig. 2 動的視野を測定するイメージ

文献

- Baskaran, K., Macedo, A. F., He, Y. C., Moreno, L. H., Queiroś, T., Mansfield, J. S., & Calabrèse, A. (2019) Scoring reading parameters: An inter-rater reliability study using the MNREAD chart. *PLoS ONE*, 14, (6), e0216775. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6555504/pdf/pone.0216775.pdf>. (2024年4月25日閲覧).
- Cheung, S. H., Christopher, S. K., Gordon, E. L., & Allen, M. Y. C. (2008) Nonlinear mixed-effects modeling of MNREAD data. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 49(2), 828-835.
- Chung, S. T. L., Jarvis, S. H., & Cheung, S. H. (2007) The effect of dioptric blur on reading performance. *Vision Research*, 47, 1584-1594.
- 張 凱琪・氏間和仁 (2024) 晴眼者における文章テストおよび単語テストでの臨界文字サイズと最大読書速度の測定法の比較. *読書科学*, 65(3・4), 171-179.
- DeCarlo, D. K., Gao, L. Y., McGwin, G., Owsley, C., & Kwon, M. Y. (2020) Repeatability and validity of MNREAD Test in children with vision impairment. *Translational Vision Science and Technology*, 9(13), 25. <https://doi.org/10.1167/tvst.9.13.25>. (2024年4月25日閲覧).
- Dysli, M. & Abegg, M. (2016) Nystagmus does not limit reading ability in albinism. *PLoS ONE*, 11(7), e0158815. <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0158815&type=printable>. (2024年4月25日閲覧).
- Latham, K. & Macnaughton, J. (2022) Is patient identification of 'comfortable' print size a useful clinical parameter for low vision reading assessment?. *The College of Optometrists*, 22, 482-490.
- Legge, G. E., Rubin, G. S., Pelli, D. G., & Schleske, M. M. (1985) Psychophysics of Reading II. Low Vision. *Vision Research*, 25(2), 253-266.
- Mansfield, S. J., Legge, G. E., & Bane, M. C. (1996) Psychophysics of reading XV: font effects in normal and low vision. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 37(8), 1492-1501.
- 中村仁美・小田浩一・藤田京子・湯澤美都子 (2000) MNREAD-Jを用いた加齢黄斑変性患者に対するロービジョンエイドの処方. *日本視能訓練士協会誌*, 28, 253-261.
- Nygaard, R. W., Echt, K. V., & Schuchard, R. A. (2008) Models of reading performance in older adults with normal age-related vision. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 45(6), 901-910.
- 小田浩一 (2002) MNREAD-J, Jk チャートマニュアル. MNREAD-J 読書視力チャートのホームページ. <https://www.cis.twcu.ac.jp/~k-oda/MNREAD-J/MNREAD-J-JkMan020518.pdf>. (2024年4月25日閲覧).
- 小田浩一 (2010) MNREAD-J Q&A. MNREAD-J 読書視力チャートのホームページ. <https://www.cis.twcu.ac.jp/~k-oda/MNREAD-J/MNREADJ-QandA.html>. (2024年4月25日閲覧).
- 小田浩一 (2014) 小田氏読書チャート MNREAD-J シリーズ. *New Products & News 2014*. http://www.handaya.co.jp/CATALOG/CT_N1404.pdf. (2024年4月25日閲覧).
- University of Minnesota (2022) Welcome to the home of MNREAD® at the University of Minnesota! *MNREAD Acuity Charts*. <https://mnread.umn.edu>. (2024年4月25日閲覧).
- Virgili, G., Pierrottet, C., Parmeggiani, F., Pennino, M., Giacomelli, G., Steindler, P., Menchini, U., & Orzalesi, N. (2004) Reading performance in patients with retinitis pigmentosa: A study using the MNREAD charts. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 45(10), 3418-3424.

(2025. 12. 15受理)

Comparison of Measurement Methods for Critical Print Size and Maximum Reading Speed in Word Test Under Simulated Low-Vision Conditions

Kaiqi ZHANG

Doctoral Program in Educational Sciences,
Graduate School of Humanities and Social Sciences, Hiroshima University

The purpose of this study was to examine how participants' visual conditions and the measurement methods used in a word-reading test affect the estimated values of CPS and MRS, and to evaluate the consistency among the CfPS subjectively selected by participants, the CfPS determined by examiners, and the CPS calculated statistically. 36 university students with normal vision were assigned to three groups—normal vision, low vision, and restricted visual field (12 participants per group)—using low-vision simulation. A nonparametric approach was adopted, with two levels of measurement method (within-subjects) and three levels of visual condition (between-subjects).

The results showed that MRS was not affected by visual condition, whereas CPS was significantly larger in the low-vision group. Regarding the measurement methods, a significant difference in CPS was found between the normal-vision group and the simulated low-vision groups. In terms of consistency between CPS and CfPS, low consistency was observed in the restricted visual field group, while good to excellent consistency was found in the normal-vision and low-vision groups.

These findings suggest that the ascending-series measurement method provides stable estimates of CPS and MRS even under simulated low-vision conditions, indicating its potential applicability as a new alternative to conventional measurement methods.

Keywords: low-vision simulator, Critical Print Size (CPS), Maximum Reading Speed (MRS), word test, measurement method.

