

デジタル・リーディングにおける読速度：  
表示形式と文字サイズの効果

氏 間 和 仁

日本読書学会  
読書科学 第59巻 第1号 抜刷

2017年1月

# デジタル・リーディングにおける読速度： 表示形式と文字サイズの効果\*

広島大学 氏間 和 仁\*\*

## 問題と目的

スマートフォンやタブレット端末の普及に伴い、電子ファイルによる読素材の提供が広まっている。商用のサービスのみならず、文部科学省では平成27年度に「デジタル教科書の位置付けに関する検討会議」を設置し、学校教育でのデジタル教科書の導入の検討を開始し、2020年度からの本格運用を示唆した。また、電子メールやホームページの閲覧など、今後ディスプレイ上に読素材を提示した読書の機会は今以上に増えるであろう。このようなディスプレイ上に提示された文章を読むデジタル・リーディング (Digital Reading) は、コンピュータ等のデジタル技術によってディスプレイ等に表示された文字を読むことが一般的であり、インク等で記された文字が書かれた用紙等の媒体を取り替えながら読むのではなく、表示する媒体を取り替えずに、文字や図表等を電子的に取り替えながら読むことであると定義できよう。

デジタル・リーディングは、従来の紙などに印刷された文字を読書するのとは異なった特徴を持っている。その中の一つの特徴に、多彩な表示形式での読素材の提示がある。つまり、PDFファイルを読書するときのようにレイアウトが固定されており、拡大すると縦にも横にも拡大され、ディスプレイからはみ出るため、読書に際しては縦横にスクロールを必要とするズーム形式 (Zoom form)。ホームページやテキスト形式のデータを拡大して読書するときのように拡大すると文章が画面幅で折り

返され、拡大時に縦のみのスクロールで読書できるリフロー形式 (Reflow form) (氏間・村田, 2000)。新幹線の車内掲示板のように文字が横一行でスクロールされるリニア形式 (Linear form) (WALKER, 2013)。読素材から一定の文字数で切り出された文字列が定位置で表示され、読者が何らかのアクションを起こすことで次の文字列が表示されるEP (Elicited Visual Presentation) 形式 (EP form) (ARIES, 1999) である。現在、デジタル・リーディングにおいて、これら4つの形式が提案されている。

デジタル・リーディングはこれらの表示形式とともに文字の拡大を行うことができるため、文字を拡大して読むことが適している人々にとっては特に魅力的な読書方法である。Wilmer low-vision clinicの64%の眼科患者が読書の困難を主訴として挙げ、その他の様々な活動を主訴に挙げた患者は各活動で8%未満であることが報告されている (RUBIN, 2001)。見え方に何らかの困難がある患者は日本国内で164万人にのぼり、その内通常の文字を読む可能性のあるロービジョン状態の人は144万9千人であることが推計されている (日本眼科医会, 2009)。

ズーム形式はレイアウトが固定化されるため、例えば通常の学級にロービジョンの子供が学んでいる状況のように、紙の教科書とデジタル・リーディングが共存するような場合やオリジナルのレイアウトを維持する必要がある場合に有利である。一方、拡大して読書することを考えると横スクロールを要するため読速度の低下の可能性が考えられる。氏間 (2000) は、HTML形式とPDF形式で読速度を比較し、ズーム形式の読速度は、文字を拡大することでリフロー形式よりも低下することを指摘し

\* Reading rate in digital reading: Effect of display style and character size  
\*\* UJIMA, Kazuhito, (Hiroshima University)

ている。しかし、その読速度の低下がどの程度の拡大で生じるのかは分かっていない。リニア形式は横スクロールのみで読書できるが、ズーム形式とリフロー形式の読書と比べ眼球運動を要さず読書できるため、視野障害の場合有利である(WALKER, 2013)が、拡大することで、1行の長さが長くなることが読速度を低下させる要因になりかねない。EP形式は視線をほとんど動かすことなく読書でき、拡大による表示形式上の変化はないが、表示を切り替えるのに操作を要する点が読速度を低下させる要因になりかねない。ARIES(1999)は、低速読者はRSVP(Rapid Serial Visual Presentation)とEPの読速度に差はないが、高速読者ではRSVPが高速になることを指摘している。この事実は文字列を更新するために読者が行う操作が多いEP形式が、自動で文字列が更新されるRSVPよりも読速度を高速化する点で不利であることを示しており、本研究においては、EP形式はその他の表示形式と比べて読速度が低下することを予想できる。BECKMANN & LEGGE(1996)は、ページ内の行替えが読速度の低下の一因であることを指摘しているため、ズーム形式やリフロー形式はリニア形式やEP形式と比べて読速度が低下することも予想できる。どの表示形式も長所があるが、文字サイズ拡大に伴い表示形式との間に交互作用が現れる可能性を仮説することができる。

本研究は、デジタル・リーディングのますますの普及を予想できる今日、デジタル・リーディングで提案されている4つの表示形式に着目し、文字サイズの拡大が読速度に与える影響を明らかにすることを目的とした。

## 方法

### 1 研究デザイン

ズーム、リフロー、リニア、EPの4つの表示形式と文字サイズの2要因の実験参加者内の要因計画であった。従属変数は1分間当たりの読字数を用いた。

### 2 実験期間と実験参加者

実験期間は、20XX年9月から11月であった。実験参加

者はインフォームドコンセントを受け書面で同意の意思を示した晴眼大学生21名(女17名, 男4名, 18~22歳, 平均20.3歳, 不偏標準偏差1.5歳)であった。本研究は広島大学大学院教育学研究科倫理審査を受けた。

### 3 実験手続き

実験は、(1)基礎調査と、(2)本実験の2つの内容で構成された。(1)基礎調査は近距離視力・語彙数検査・日用視野(氏間, 2013)・臨界文字サイズ(Critical Print Size)(LEGGE, ROSS, & LUEBKER, 1989)を測定した。その後、4通りの全ての表示形式で練習を実施した。練習は本実験で利用しない文章を用いた。練習後、(2)本実験を実施した。4種類のうちの1種類の文字サイズにおいて表示形式4種類をランダムな順番に配置し読速度を測定した。刺激提示装置として利用したiPadと眼の距離は30cmに保たれ、実験参加者の額は台で固定された。画面中央の5秒のカウントダウン後に文章が表示され、カウントダウン中は刺激文の1文字目にあたる部分に文字サイズと同じ大きさの四角1つが点滅し、実験参加者に読み始めの位置を示した。実験参加者は、カウントダウン中は点滅する四角を固視し、文章が表示されるとできるだけ速く、正確に音読するよう教示された。読書後、実験参加者が握ったボタンを押すと文章は画面から消えた。読速度は、刺激文が提示された時点で自動的にタイマーがスタートし、最後の文字を発声後直ちに実験参加者により押されたボタンをトリガーとしてタイマーが止まった。この時間を読書時間とし、「文字数/読書時間(秒)×60」により読速度(文字/分, characters per minute, CPM)を求めた。刺激文の提示に用いたコンピュータと自作のソフトウェアが計時機能を務めた。各文字サイズにおいて4つの表示形式で読速度を測定する前に、読速度の順序効果をモニターするための読速度を測定した。この読速度を基準データと定義した。各文字サイズの順はランダムに配置された。つまり、1人の実験参加者において、1回目の基準データ測定→文字サイズA(4つの表示形式での測定(順序はランダム化))→2回目の基

準データ測定→文字サイズB(同様)→3回目の基準データ測定→文字サイズC(同様)→4回目の基準データ測定→文字サイズD(同様)の手順で実施された。文字サイズAからDは、4つの文字サイズの中からランダム化されて配置された。1人あたりの実験時間は休憩の取り方により90分から120分であった。

#### 4 刺激と機材

実験刺激は、有意味文シャッフル法で作成された9つの文章であった。これは隣り合う文のつながりを少なくし、純粋な読速度を測定する目的で用いられる刺激生成法である(中野・菊地・中野・石川, 1993)。実験刺激は、中学生国語教科書に掲載されているものから選定された。文章は記号を除く500字前後であった。19文章を作成し、30名の実験参加者の読速度を測定し、読速度に有意差の出ない9文書が抽出された(古山・氏間, 2014)。各実験参加者で、表示形式と文章の組み合わせをランダムに設定し、一人の実験参加者においては表示形式と文章の組み合わせは一貫していた。全実験参加者を通じて共通の文章を用いて基準データを測定した。

刺激文と読書時間の測定は1台のiPad air 2 (Apple社製)、縦置きで行われた。iPadの画面サイズは対角9.7インチ、解像度は2,048×1,536pixel、画素密度は264ppiであった。

文字サイズは、眼から文字の上下に張る2直線がなす角度(視角, Visual Angle)で、0.7°を起点に0.2logUNITで拡大され、1.1°, 1.7°, 2.6°で設定された。視角は視覚科学の研究では一般的に用いられる網膜に映る像の大きさを示す単位である(例えば, LEGGE, PELLI, RUBIN, & SCHLESKE, 1985)。この視角が視力そのものを表す単位として一般的に用いられており、距離と対象物の大きさを角度という一つの単位で表される点で世界的に使われている(小田, 2001)。ズーム形式は1行40文字であり、文字サイズ0.7°で1行が提示装置の画面幅に収まり、1.1°以上では横スクロールを要した。文字サイズ1.1°では画面幅の1.6倍、1.7°では2.5倍、2.6°では4倍であ

た。実験参加者は1.1°以上では縦と横のスクロールを行って読書した。リフロー形式は画面幅で行が折り返し、実験参加者は縦スクロールのみで読書できた。リニア形式は画面の上下中央に横一直線に刺激文が提示され実験参加者が画面上を横スクロールして読書した。EP形式は5文字ずつ画面の上下中央に左寄せで表示され、画面をタップすると次の5文字が表示された。EP形式において意味的に文章を切片化しなかった理由は、日本語の場合、文節の切れ目が曖昧であること、視野内に収まる文字数の大小が読速度に影響することが予想できるためであった。OSAKA, & ODA, (1991)は日本語は5文字から10文字程度の提示で読速度が高止まりすることを明らかにしている。5文字の提示は速度を維持して読書するのに要する一度に提示する最低の文字数を満たしていると考えられる。

#### 5 分析方法

表示形式要因と文字サイズ要因の2要因の実験参加者内の分散分析を行った。

#### 結果

実験参加者21名の語彙数は、最低が20,400語であった。語彙力の参考値として2万から4万語が中学レベルとされており(NTTコミュニケーション科学基礎研究所, 1999)、参考値と比較すると全ての実験参加者の語彙数は中学生以上であった。

表1 読速度の記述統計量 (N=21)

	0.7°	1.1°	1.7°	2.6°
ズーム	441.2	427.7	408.1	362.8
	54.1	47.4	74.5	53.4
リフロー	445.8	451.2	449.9	454.2
	62.2	48.2	64.6	49.4
リニア	458.4	460.6	453.3	440.2
	54.9	50	59.3	40.9
EP	383.6	381.6	386.5	400.4
	67.5	56	69.9	53

上段が平均, 下段が不偏標準偏差  
単位は、文字/分

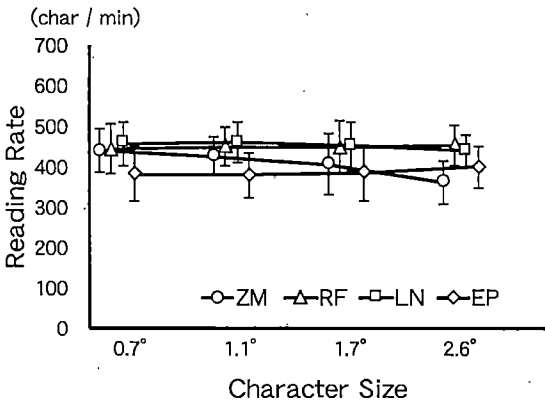


図1 読速度の結果

○ZMはズーム表示, △RFはリフロー表示, □LNはリニア表示, ◇EPはEP表示を表す。

読速度の記述統計量を表1と図1に示した。

各要因の効果を明らかにするために、各要因の主効果について検討した(表2)。表示スタイルの主効果は有意であり ( $F(3, 60) = 33.8, p = 0.000, \eta^2 = 0.183$ )、文字サイズの主効果は有意ではなかった ( $F(3, 60) = 2.0, p = 0.124, \eta^2 = 0.012$ )。Holm法を用いた多重比較の結果、リフロー形式・リニア形式 > ズーム形式、ズーム形式・リフロー形式・リニア形式 > EP形式であった。

表示形式と文字サイズの2要因の実験参加者内分散分析の結果、交互作用は有意であった ( $F(9, 180) = 15.3, p = 0.000, \eta^2 = 0.049$ ) (表2)。

交互作用が有意であったため、各要因の単純主効果に

ついて検討した(表3)。文字サイズ0.7°条件、1.1°条件、1.7°条件、2.6°条件における表示形式要因の単純主効果は全て有意であった。統計量を表3に示した。

多重比較 (Holm法) で下位検定を行った結果を表4に示した。文字サイズ0.7°条件では、ズーム形式・リフロー形式・リニア形式 > EP形式であった ( $MSE = 896.0, p < 0.05$ )。1.1°条件では、リフロー形式・リニア形式 > ズーム形式、ズーム形式・リフロー形式・リニア形式 > EP形式であった ( $MSE = 937.0, p < 0.05$ )。1.7°条件では、リフロー形式・リニア形式 > ズーム形式、リフロー形式・リニア形式 > EP形式であった ( $MSE = 1172.0, p < 0.05$ )。2.6°条件では、リフロー形式・リニア形式・EP形式 > ズーム形式、リフロー形式・リニア形式 > EP形式であった ( $MSE = 993.0, p < 0.05$ )。

各表示形式における文字サイズ要因の単純主効果は、ズーム形式条件における文字サイズ要因の単純主効果が有意であった。統計量を表3に示した。有意な単純主効果がみられたため、Holm法により多重比較を行った結果、ズーム形式において、0.7° > 1.7°, 0.7° > 2.6°, 1.1° > 2.6°, 1.7° > 2.6°であった ( $MSE = 993.0, p < 0.05$ )。

基準データは各文字サイズで計測された。実験回毎に記録した基準データを、文字サイズ別に集計した。つまり、ランダム化されて文字サイズの順序が割り当てられたため、基準データを文字サイズ毎にまとめて分析することで、ランダム化の効果を検討した。文字サイズを要因とした実験参加者内分散分析を行った結果、文字サイ

表2 分散分析表

要因	SS	df	MS	F	P	$\eta^2$
個人(S)	649044.7	20	32452.2			
表示スタイル(A)	254015.9	3	84672.0	33.8	0.000	0.183
S×A	150284.7	60	2504.7			
文字サイズ(B)	16241.7	3	5413.9	2.0	0.124	0.012
S×B	160243.0	60	2670.7			
交互作用(A×B)	68348.3	9	7594.3	15.3	0.000	0.049
S×A×B	89588.7	180	497.7			
全体	1387767.0	335				

表3 表示スタイルと文字サイズの交互作用の分析表

要因	SS	df	MS	F	P	$\eta^2$
表示スタイル(A) at 0.7°(B1)	69692.5	3	23230.8	25.9	0.000	0.005
(s×A at B1)	53757.1	60	896.0			
表示スタイル(A) at 1.1°(B2)	78495.8	3	26165.3	27.9	0.000	0.057
(s×A at B2)	56218.8	60	937.0			
表示スタイル(A) at 1.7°(B3)	66961.5	3	22320.5	19.0	0.000	0.048
(s×A at B3)	70316.6	60	1171.9			
表示スタイル(A) at 2.6°(B4)	107214.4	3	35738.1	36.0	0.000	0.077
(s×A at B4)	59581	60	993.0			
文字サイズ(B) at ZM(A1)	73978.5	3	24659.5	20.5	0.000	0.053
(s×B at A1)	72103.2	60	1201.7			
文字サイズ(B) at RF(A2)	767.9	3	256.0	0.4	0.183	0.001
(s×B at A2)	34712.8	60	578.5			
文字サイズ(B) at LN(A3)	5311.8	3	1770.6	1.9	0.249	0.004
(s×B at A3)	54969.6	60	916.2			
文字サイズ(B) at EP(A4)	4531.9	3	1510.6	1.0	0.344	0.003
(s×B at A4)	88046.2	60	1467.4			

Aは、表示形式要因を示し、A1はズーム形式、A2はリフロー形式、A3はリニア形式、A4はEP形式を表す。

Bは、文字サイズ要因を示し、B1は0.7°、B2は1.1°、B3は1.7°、B4は2.6°を表す。

表4 多重比較の結果

文字サイズ：0.7°				文字サイズ：1.1°			
	RF	LN	EP		RF	LN	EP
ZM	n.s.	n.s.	>	ZM	<	<	>
RF		n.s.	>	RF		n.s.	>
LN			>	LN			>
文字サイズ：1.7°				文字サイズ：2.6°			
	RF	LN	EP		RF	LN	EP
ZM	<	<	n.s.	ZM	<	<	<
RF		n.s.	>	RF		n.s.	>
LN			>	LN			>

<または>は、5%水準で有意差がみられた関係

ZM：ズーム形式、RF：リフロー形式、LN：リニア形式

ズが読速度に及ぼす効果は有意ではなかった ( $F(3, 60)=0.74, p=0.532$ )。

### 考察

実験参加者の語彙数は参考値ではあるが全員中学生レベル以上程度であったと解釈した。使用した読素材は中学生用であったので、刺激として利用した読素材の程度

と実験参加者の能力のマッチングは適当であったと考えられる。

基準データを文字サイズ毎に集計して分析した結果、危険率5%水準で有意な差は認められなかった。文字サイズをランダム化して割り付けることで、同一文章を繰り返して読書することで生じることが想定される順序効果を本実験においては一定程度抑制できたことが示唆

される。

表示形式の主効果の結果は、リフロー形式、リニア形式よりもズーム形式が遅く、EP形式は4つの表示形式の中で最も遅かった。ズーム形式は、文字サイズの拡大に伴い読速度が低下したのに対し、EP形式は文字サイズとは独立で一貫して読速度が低値で安定していたことが原因であると考えられる。ARIES (1999) が観察した、高速読者と低速読者のどちらにおいても一貫してEP形式の読速度が遅いという結果が、本実験においても観察された結果となった。

各文字サイズにおける表示形式間の読速度の関係について検討する。0.7°条件において、ズーム形式・リフロー形式・リニア形式よりもEP形式の読速度が有意に遅かった。ズーム形式とリフロー形式は文字サイズ0.7°条件ではどちらの表示条件においてもディスプレイの画面幅内に40文字が表示されるため、書式は全く同じである。全く同じ書式の文章を読む訳なので、読速度の大小関係に5%水準で有意差がみられないことは自明である。リニア形式も同じ文字サイズであれば、ズーム形式やリフロー形式と多重比較において5%水準で有意な差はみられず、本実験においては、同等の速度で読書できていたことが示唆される結果である。同サイズでは、40文字が一度に画面幅内に表示されるため、リニア形式で表示すると、横スクロールの数が13回で読み終わられる。操作の点で負荷が少なかったため、本実験においては、リニア形式とズーム形式及びリフロー形式とを比較した際、5%水準で読書速度に有意差がみられないことを示唆する結果が得られたと考えられる。EP形式はそれらの条件よりも遅くなることが明らかとなった。EP形式は本実験では5文字毎に画面をタップする必要があったため、刺激文を読み終えるのに、タップの回数は100回程度に達する。5文字で文章が切片化されること、文節が断片化され意味的接続が切られること、タップ操作を要することの影響により、読速度が他の3条件よりも小さくなったと考えられる。ARIES (1999) はRSVPによる読書とEPによる読書を比較して、高速読者はRSVP条件の方がEP

条件よりも高速に読書するが、低速読者はRSVPとEPの条件間で読速度に有意な差がないことを明らかにしている。つまり、EP条件は速く読書できる人にとっても遅く読書する人にとっても、遅い速度で安定することを意味する。本実験においても全ての実験参加者でEP条件は読速度が遅いレベルで安定した結果であると考えられる。

文字サイズ1.1°条件においては、ズーム形式の読速度がリフロー形式とリニア形式の読速度よりも遅くなった。ズーム形式において同文字サイズ条件は、行長が画面幅の1.6倍になる。つまり、読者は画面の半分程度の距離を左にスクロールして読み進め、行末に達したら、再び画面半分程度の距離を右にスクロールして次の行の先頭から読み始めることになる。BECKMANN & LEGGE (1996) によれば、行末から次の行頭への行替え(retrace)を伴う読書形態は、それを伴わない読書形態よりも読速度が低下し、それは、一度に見える文字数が減るほど大きいことを明らかにしている。文字サイズ1.1°条件においても画面幅よりも行長が大きくなり、読書に際してスクロールを伴った行替え行動を必要とするようになったことがズーム形式の読速度の低下につながったと考えられる。このことは、文字サイズ1.7°条件、2.6°条件において、一貫してズーム条件はリフロー形式、リニア形式よりも読速度が遅くなり、さらに、2.6°条件ではEP条件よりも遅くなるという結果からも支持される。

1.7°条件においては、リフロー形式・リニア形よりもズーム形式とEP形式の読速度が低下していた。ズーム形式では、行長が画面幅の2.5倍となり、1行の横スクロール量が1.1°条件よりも大きくなる。このスクロール量の増加が、ズーム形式において文字サイズの多重比較で文字サイズ0.7°よりも1.7°の読速度を低下させたと考えられる。ズーム形式における文字サイズの多重比較の結果では、0.7°と1.7°の間で読速度に有意な大小関係が見出されたことから、横スクロールの量がある一定の量までは、大きく読速度に影響しないが、それを超えてスクロール量が増えると読速度の低下に貢献する、臨界点が存在することが考えられる。

文字サイズ2.6°条件においては、リフロー形式・リニア形式・EP形式よりもズーム形式の読速度が遅く、リフロー形式・リニア形式よりもEP形式の読速度が遅い結果となった。2.6°条件では、ズーム形式の行長は画面幅の4倍となる。この横スクロール量の増大が読速度に影響を及ぼしていると考えられる。BECKMANN & LEGGE (1996) は、文字の拡大により1画面に表示される文字数の減少は読速度と相関していることを明らかにしていることから、文字の拡大に伴って画面に表示される文字数が減り、横スクロール量が増えるズーム形式において、文字サイズの拡大に伴って、他の表示形式よりも読速度が遅くなるという結果は妥当である。ズーム形式における文字サイズの多重比較の結果、2.6°条件は、0.7°、1.1°、1.7°よりも読速度が遅かったことから、2.6°条件の横スクロール量の増大が、読速度の低下に貢献していることは支持される。

文字サイズ0.7°、1.1°、1.7°、2.6°の条件で、4つの表示形式で読速度を測定した結果から、

- この文字サイズの範囲において、リフロー形式・リニア形式及びEP形式は文字サイズとは独立で、リフロー形式及びリニア形式の読速度は速い水準で安定し、EP形式は遅い水準で安定する。
- 文字サイズが0.7°(画面幅に1行が収まる程度)ではズーム形式・リフロー形式・リニア形式の読速度よりも、EP形式の読速度が有意に遅いが、文字の拡大に伴って1行の長さが画面幅の1.6倍から2.5倍の間でズーム形式の読速度の低下が始まり、文字サイズの拡大に伴い読速度が低下する。

といった結論を得ることができた。BECKMANN & LEGGE (1996) 及び氏間 (2000) は行替えありと行替えなしの読書について、WALKER (2013) は行替えなしの読書、つまりリニア形式について、ARIES (1999) はEP形式について検討してきたが、本研究により、4つの表示形式が同時に検討され、それぞれの形式と文字サイズが読速度に与える影響を検討できた。

本研究の結果、横スクロールの操作量や画面のタップ

が読速度の低下を招くことが明らかとなったことから、さらに大きな拡大を行った場合は、リフロー形式・リニア形式及びEP形式においても読速度が低下する可能性がある。BECKMANN & LEGGE (1996) の研究においても、行替えを伴わない横一直線の読書において1画面に入る文字数が減ると読速度は低下していたことから、この仮説は有力である。よって、さらに文字サイズの設定の幅を拡大して、検討する必要がある。また、弱視者は拡大して読書することが多いことから、弱視者の視覚特性に最適化された表示形式と文字サイズの検討に本研究が貢献できると考えている。

### 謝辞

本研究は、文部科学省科学研究費補助金、基盤研究(C)、課題番号15K04560及び文部科学省科学研究費基盤研究(A)、課題番号16H02072の補助を受けた。

論文執筆に際して、筑波大学 柿澤敏文教授と慶応義塾大学 中野泰志教授から手厚いご助言をいただいたことに対しお礼申し上げます。

### 文献

- ARIES, A. (1999). Elicited sequential presentation for low vision reading. *Vision Research*, 39(26), 4412-4418.
- BECKMANN, P. J., and LEGGE, G. E. (1996). Psychophysics of reading. XIV. The page-navigation problem in using magnifiers. *Vision Research*, 36(22), 3723-3733.
- 古山和葉・氏間和仁 (2014) 「読速度に及ぼす一行の長さ」と視野の広さの影響について」、『第15回日本ロービジョン学会学術総会プログラム・抄録集』, 81.
- LEGGE, G. E., PELLI, D. G., RUBIN, G. S., & SCHLESKE, M. M. (1985). Psychophysics of Reading I. NORMAL VISION. *VISION RESEARCH*, 25(2), 239-252.
- LEGGE, G. E., ROSS, J. A., & LUEBKER, A. (1989).



- Psychophysics of Reading. VIII. The Minnesota Low-Vision Reading Test. *OPTOMETRY AND VISION SCIENCE*, 66(12), 843-853.
- 中野泰志・菊地智明・中野喜美子・石川大 (1993) 「弱視用読書効率測定システムの試作(2)―読材料の生成方法について―」, 『第2回視覚障害リハビリテーション研究発表大会論文集』, 46-49.
- 日本眼科医会 (2009) 「視覚障害がもたらす社会損失額 8.8兆円!! ～視覚障害から生じる生産性やQOLの低下を, 初めて試算～」, [http://www.gankaikai.or.jp/press/20091115\\_socialcost.pdf](http://www.gankaikai.or.jp/press/20091115_socialcost.pdf) (2016年7月1日閲覧).
- NTTコミュニケーション科学基礎研究所 (1999) <http://www.kecl.ntt.co.jp/icl/lirg/resources/goitokusei/goi-test.html> (2016年1月10日閲覧).
- 小田浩一 (2001) 「ロービジョンの読書困難を測定しエイドを適切に選択するための読書チャートMNREAD-J(2)」, 『弱視教育』, 39(3), 11-14.
- OSAKA, N., & ODA, K. (1991). Effective visual field size necessary for vertical reading during Japanese text processing. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 29(4), 345-347.
- RUBIN, G. (2001). Vision rehabilitation for patients with age related macular degeneration. *Eye*, 15, 430-435.
- 氏間和仁 (2000) 「ロービジョンのHTML教材利用に関する研究」, 『平成11年度国立特殊教育総合研究所長期研修成果報告書』, 37.
- 氏間和仁・村田健史 (2000) 「弱視者に配慮したHTML教材とビューアの試作と評価」, 『教育システム情報学会誌』, 17(3), 415-424.
- WALKER, R. (2013). An iPad app as low-vision aid for people with macular disease. *Br. J. Ophthalmol.*, 97, 110-112.

受付: 2016.5.18

受理: 2016.11.2

## **Reading rate in digital reading: Effect of display style and character size**

UJIMA, Kazuhito (*Hiroshima University*)

### **Abstract**

This study aimed to investigate the effect of character size and display style on reading rate when reading a sentence displayed on a computer screen (digital reading). The participants in this study were 21 university students with normal vision. Character sizes varied with heights of 0.7°, 1.1°, 1.7°, and 2.6°. Display conditions included Zoom, Reflow, Linear, and EP (Elicited Visual Presentation). In the Zoom condition, the reading rate was found to be lower for character sizes of more than 1.7°. However, in the Reflow, Linear, and EP conditions, the reading rate was not affected by character size expansion.