

短編小説の読みにおける 紙の書籍と電子書籍端末の比較

高野 健太郎[†] 大村 賢悟[†] 柴田 博仁[†]

本稿は、電子書籍端末の読みやすさを評価することを狙いとする。26名の被験者に紙の書籍、iPad、Kindle、ノートPCを用いて短編小説を読んでもらい、読書速度、読書時の認知負荷、メディアに対する主観評価の観点から読みやすさを比較した。結果として、第1に、ページめくりを含まない場合は4種類のメディアでの読書速度は同水準であり、ページめくりを含む場合はKindleとノートPCに比べて紙の書籍とiPadでの読みは有意に速かった。第2に、NASA-TLXを用いた読書時の認知負荷の測定の結果、4種類のメディア間に認知負荷の有意な差は認められなかった。最後に、メディアに対する主観評価では、iPadの評価は表示品質、操作性、読書端末としての総合評価では肯定的な評価であり、読書時の疲労やメディアの重量に対しては否定的な評価であった。一方、Kindleの評価は表示品質や読書時の疲労、メディアの重量に対しては肯定的な評価であったが、操作性や読書端末としての総合評価では否定的な評価であった。また、いずれの主観評価項目でも紙の書籍は、異なるメディアのなかで最も高い評価を得た。

Comparison between paper books and electronic books in reading short stories

Kentaro Takano[†], Kengo Omura[†] and Hirohito Shibata[†]

This paper aims to evaluate readability of electronic books. Twenty six subjects read short stories using paper books, iPad, Kindle, and a notebook PC. We evaluated readability through an experiment comparing reading speed, cognitive load, and subjective evaluation. At first, no significant differences were found in the reading speed between the four media in the case of reading without turning pages. However, in the case of reading that includes turning pages, subjects read with paper books significantly faster than the case of Kindle and the notebook PC. Second, we measured the cognitive load of reading in each media using NASA-TLX, but we could not find significant differences between the four media. Finally, subjective evaluation shows that iPad had a positive score in the overall evaluation as a reading device, display quality, and usability, but it had a negative score as for fatigue during reading and the weight of the device. On the other hand, Kindle had a positive score as for display quality, fatigue during reading, and the weight of the device, but it had a negative score in the overall evaluation as a reading device and usability. As a total, paper books were evaluated highest between the

media in almost all criteria of subjective evaluation.

1. はじめに

本稿は、短編小説を題材に、電子書籍端末 (iPad[®], Kindle) の読みやすさを、読書速度、読書時の認知負荷、主観的評価の3つの観点から、ノートPCや紙の書籍と比較するものである。

近年、従来のPCとは異なりキーボードやマウスを持たない電子書籍端末が発売され、広く普及する気配を見せている。代表的な電子書籍端末としては、2007年にAmazon社より発売されたKindle、2010年にApple社より発売されたiPadがある。

このiPadとKindleは発売後間もないこともあり、読書端末としての読みやすさを評価した研究は少ないが、2010年にJacob Nielsenにより行なわれた比較研究がある¹⁾。Nielsenは短編小説を題材に、読書速度と満足度の2点で、紙の書籍、iPad、Kindle (Kindle 2)、PCを比較した。読書速度は紙の書籍が最も速く、iPad、Kindleは紙の書籍に比べて各々6.2%、10.7%速度が有意に低下した。一方、iPadとKindleの間での読書速度は統計的な有意差が認められなかった。また、満足度は、iPadが最も高く5.8 (7段階評価の平均)、Kindleが5.7、紙の書籍が5.6、PCが3.6であった。

Nielsenの実験では、iPadやKindleでの読みより紙の書籍での読みが速いことが示されたが、その優位性が何に起因するのかは明確にされていない。また、満足度では総合的満足度のみの比較を行なっているが、どのような点がメディアの評価につながっているのか不明である。読書速度に違いがあることや、総合的な満足度がわかっているだけでは、電子読書端末の改良や新規開発を行なう上での有用な指針として利用することができない。

そこで本研究では、読書速度でのiPadやKindleと比べた紙の書籍の優位性が、何に起因するのかを明らかにするための検討を行った。また、総合的満足度のみでは知りえなかった読書時の認知負荷、表示品質や操作性についての主観評価を行なった。

2. 仮説

2.1 メディア間での読書速度の違いの理由についての仮説

先に述べたようにNielsenの実験では、紙の書籍に比べて、iPadやKindleでの読

[†]富士ゼロックス株式会社 研究技術開発本部
Research and Technology Group, Fuji Xerox co., Ltd.

書速度が遅くなっている。この原因は、おそらくディスプレイの表示品質よりも、ページ切り替えの効率性の違いによる点が多いのではないかと我々は推察する。1980年代に行なわれた紙での読みとディスプレイでの読みを比較した多くの実験では、紙での読みよりディスプレイでの読みが遅いが、これはディスプレイの表示品質の悪さに起因していた^{2)~8)}。これに対し、Gouldらは1980年代の段階で解像度の高いディスプレイ(画素数1000×800以上)を使って、フォントにアンチエイリアス処理を施したうえで、明るい背景に暗い文字で表示した場合には、紙と同レベルのパフォーマンスが得られることを確認している⁴⁾。そのため、現在の最新のディスプレイを用いれば、メディア間の表示品質の違いが読書速度に与える影響は小さいと予想する。また、紙の書籍の手めくりよりも、iPadのパネルにタッチしてめくる方式や、Kindleのボタン方式によるページめくりは時間がかかると推測する。したがって、ページめくりを含まない場合にはメディア間で読書速度の違いはなく、ページめくりを含む場合にはiPadやKindleに比べて紙の書籍が速いと予想する。

2.2 読書時の認知負荷についての仮説

Nielsenの実験では、紙の書籍での読書より、iPadやKindleでの読書の方が遅かった。このことから、iPadやKindleでの読書では紙の書籍には無い認知的処理を伴う可能性がある。そのため、紙の書籍に比べ、iPadやKindleでは読書時の認知負荷が高くなると予想する。

2.3 メディアの表示品質とページめくりの操作性についての主観評価の仮説

Kindleの表示品質は紙と近いレベルにあると予想する。また、ページめくりの操作性は表示更新のスピードの点で紙の書籍より劣ると予想する。Kindleは表示画面に電子ペーパーを使用しており、同じく電子ペーパーを備えた読書端末の読みやすさについては、Sony社のLIBRIeを対象に紙との比較が多数行なわれてきた^{9)~13)}。概して、読書速度は紙より遅く、ページめくりの操作性も紙におよばないが、眼精疲労度の低さは紙の利用時に近いと報告されている。そのため、眼精疲労度の低さの点からKindleの表示品質への評価は紙と近いレベルになると予想する。また、表示更新の遅さの点からKindleのページめくりの操作性への評価は紙の書籍より劣ると予想する。

一方、iPadの評価は表示品質では紙に劣り、ページめくりの操作性についても紙の書籍より劣ると予想する。iPadの表示面は液晶ディスプレイであり、これは眼への負担が大きいバックライト型ディスプレイである。そのため、眼精疲労度の高さの点から、表示品質の評価は紙よりiPadが劣ると予想する。また、先に述べたように、紙の書籍の手めくりに比べて、iPadでのめくり操作は時間がかかるため、ページめくりの操作性の評価は紙の書籍よりiPadが劣ると考える。

3. 方法

3.1 デザインと被験者

読書速度計測 表示メディアの種類(4種類:紙の書籍, iPad, Kindle, ノートPC)を被験者間要因、測定する条件(ページめくりを含む場合、ページめくりを含まない場合)を被験者内要因とする4×2の2要因混合計画とした。

認知負荷測定 表示メディアの種類(4種類:紙の書籍, iPad, Kindle, ノートPC)を被験者間要因とする1要因計画とした。

主観評価 表示メディアの種類(5種類:紙の書籍, A5 オフィス紙へのプリント, iPad, Kindle, ノートPC)を被験者内要因とする1要因計画とした。

被験者 日本語を母国語とする22~42歳(平均30.88歳)の愛読家26名(男性13名, 女性13名)である。PC利用経験年数は3~20年(平均8.69年)であった。また、眼鏡またはコンタクトレンズによる矯正も含めて全員が両眼視力0.7以上の正常な視力を備えていた。読書速度計測と認知負荷測定での各条件への被験者の割り当ては、紙の書籍(6名)、iPad(7名)、Kindle(7名)、ノートPC(6名)であった。

3.2 材料

小説家、村上春樹の『カンガルー日和』(講談社文庫版)から、「カンガルー日和」「チーズケーキのような僕の貧乏」「あしか祭り」「駄目になった王国」の4つの短編小説を選んだ。これらは講談社文庫本版では、7ページから9ページまでの作品で、縦書きで2978字~3831字の長さであった。

3.3 実験条件

読書速度と読書時の認知負荷の比較では、以下の4種類の表示メディアを利用した。

- (a) 紙の書籍(文庫本)
- (b) 液晶ディスプレイ利用型電子書籍端末(Apple iPad Wi-Fi 16Gモデル)
- (c) 電子ペーパー利用型電子書籍端末(Amazon Kindle DX)
- (d) ノートPC(Panasonic Let's note CF-T7CW 12.1型)

本実験では、Nielsenの実験で使用しているKindle 2に換えてKindle DXを用いた。Kindle 2のディスプレイサイズ(6インチ)はiPad(9.7インチ)よりも小さく、文書全体を表示した場合、文字の見えの大きさ(視角)が小さくなる。このことが、Nielsenの実験で、Kindleにとって不利に働いた可能性もある。そこで、iPadの画面とほぼ同じサイズのKindle DX(9.7インチ)を利用した。

電子機器のページ切り替えのユーザインタフェースは以下の通りである。iPadでは、タッチパネルの特定の表示領域を、指でタップするか、タッチパネル上で指を滑らす(スワイプという)ことによりページ切り替えがなされる。Kindle DXでは、次のページに切り替える場合には本体右側にある「NEXT PAGE」ボタンを押す。前

のページに切り替える場合には、「PREV PAGE」ボタンを押す。ノート PC では、アローキーかマウス操作のいずれかの手段によってページ切り替えがなされる。

主観評価の比較では、上記のメディア (a~d) の他に、次のものも加えた 5 種類のメディアを利用した。

(e) A5 版の紙 (ホチキス止め) に印刷したもの

これは、読みやすさの主観評価について、プリントされた紙と製本化された書籍の違いを検討するためである。

実験で用いた各メディアの特性や実験時の表示状態を表 1 に示す。

表 1 各メディアの特性と実験時の表示状態[a]

使用媒体	主観評価時の使用媒体				A5版の紙 (ホチキス止め)
	文庫本	Kindle (Kindle DX)	iPad (Wi-Fiモデル)	ノートPC (Panasonic Let'snote CF-T7CW)	
表示サイズ	148×216mm (見開き2頁表示時)	140×200mm (9.7inch)	140×200mm (9.7inch)	187×247mm (12.1inch)	147×210mm
重量	約126g	約536g	約680g	約1179g	約20g
輝度(文字領域)(cd/m ²)	122.8	67.46	104.64	161.4	106.8
輝度(背景領域)(cd/m ²)	138.6	79.34	126.8	187.4	126.4
色度(文字領域)(x,y)	0.408, 0.436	0.394, 0.42	0.391, 0.426	0.321, 0.363	0.335, 0.375
色度(背景領域)(x,y)	0.409, 0.437	0.394, 0.418	0.393, 0.426	0.32, 0.362	0.338, 0.38

文庫本以外の各メディアでは文庫本をスキャンした PDF 文書を用い、1 画面に見開き 2 ページを文庫本と同サイズで表示した。そのため、Kindle と iPad については横表示を利用している。スキャンには富士通社の ScanSnap S510 を用い、スキャン条件は解像度 600dpi とした。また、ノート PC では OS として Windows® XP、文書の閲覧には Adobe Reader® 9 を用いた。主観評価時に利用した A5 用紙には PDF 文書をプリンターで印刷した。

3.4 手続き

読書速度の計測と読書時の認知負荷測定を行った後、主観評価によるメディア評価を行なった。

読書速度計測 読み方はページの最初と最後の一文に下線を引き、下線部分では音読、その他の部分では黙読により読書を行なわせるものである。下線部の文字数は、ページの最初で 6 文字～52 文字 (平均 27 文字)、ページの最後で 15 文字～57 文字 (平均 33 文字) であった。読書時の音声は IC レコーダで記録した。ページの最初と最後に音読を要求した理由は、ページめくりを含む部分を読むのに要した時間と、それ以外の部分を読むのに要した時間を分離して算出するためである。黙読部分と

音読部分の前後において、音声の終了時間と開始時間を取得することで、ページめくりを含む音読部分とそれ以外の部分を読む黙読時間に要した時間が算出可能である。この算出された時間と読んだ文字数から、それぞれの読書速度 (1 分あたりに読んだ文字数) を計測することができる。音読時の読書速度は各メディアのページめくりの影響を受けた読書速度であり、黙読時の読書速度は表示品質のみの影響を受けた読書速度と言える。読書中の読み飛ばしを避け、精読させるため、読書後に 1 分間ほどの口頭での内容要約を課すことと、要約内容を録音する旨を教示した。

読み方の流れは、最初に各条件 (表示メディア) での練習の読書を行い、次に文庫本で 1 回読書を行い、最後に各条件で 3 回の読書を行なった。最初に各条件において、短編小説「鏡」を題材に、下線部分の音読と読書後の要約を含めた練習の読書を行なった。練習前には、各条件ともに操作方法についての教示を行なっている。また、自由な姿勢で、好みのページめくり方法で読むことを教示した。iPad ではタップとスワイプのいずれを使っても良く、PC ではページ遷移ボタンのクリックとアローキーのいずれを使っても良いと教示した。練習の目的は、下線部の音読を交えた読書に慣れてもらうことと、読みやすい位置にメディアを設定すること、読みやすいページめくりのスタイルを見つけてもらうことにある。次に、文庫本において短編小説「カンガルー日和」を題材に、下線部分の音読と読書後の要約を含めた読書を行ない、その後、各条件で 3 回の読書を行なった。

最初に文庫本で読書を行なった理由は、文庫本での読書速度を基準とした、相対的な読書速度で比較を行なうためである。これにより、メディア間での読書速度の比較に際し、個人差の影響を小さくすることを試みた。以下に相対読書速度の算出方法を示す。

- 音読時の相対的読書速度 = 音読時の各条件 (表示メディア) での読書速度 / 音読時の文庫本での読書速度
- 黙読時の相対的読書速度 = 黙読時の各条件 (表示メディア) での読書速度 / 黙読時の文庫本での読書速度

各短編小説の読書の順番の影響については、実験全体で効果が相殺されるようカウンターバランスをとった。

認知負荷測定 各メディアでの読書時の認知負荷を測定するため、読書後に、NASA で開発された認知負荷測定テスト NASA-TLX¹⁴⁾への回答を求めた。このテストでは直前の作業について「知的・知覚的要求」「身体的要求」「タイムプレッシャー」「作業成績」「努力」「フラストレーション」の質問項目への回答を求め、総合指標として得点化する。

認知負荷の測定は、各条件での最後 (文庫本での読書を含めると 4 試行目) の読書後に行なった。測定にあたっては、米国海軍研究所が開発した電子版ツール¹⁵⁾を利用した。このツールの表示言語が英語のため、芳賀らが提案している日本語版

a) 輝度と色度はミノルタ社の色彩輝度計 CS-10 で測定した

NASA-TLX¹⁶⁾での指標説明を実験者が行いながら、被験者に評価・入力させた。
主観評価 評価項目は先行研究¹²⁾を参考に、「表示面にノイズがない」など表示品質に関する17項目、「ページめくりのスピード制御がしやすい」など操作性に関する13項目、「読書媒体として満足できる」など総合的な評価に対する12項目を作成した。各項目への回答は「全くそう思う(1)」から「全くそう思わない(7)」までの7段階の評定尺度を用いた。

各表示メディアに短編小説「カンガルー日和」を表示し、被験者に各々のメディアで自由に読書をしてもらいながら質問紙への回答を行なわせた。メディアの評価順序は被験者の自由とし、評価途中で他のメディアの特性を確かめることや、他のメディアの評価を変えることも自由とした。読書速度の計測時と同じく、評価前に各表示メディアの操作方法を教示した。また、読書時には自由な姿勢と好みのページめくり方法で読んで良いと伝えた。

4. 結果と考察

4.1 メディア間での読書速度の比較結果と考察

既に述べたように、音読時の読書速度は各メディアのページめくりの影響を受ける読書速度である。一方、黙読時の読書速度は表示品質のみに影響を受ける読書速度である。各メディアでのページめくりを含む相対的読書速度(音読時)、ページめくりを含まない相対的読書速度(黙読時)の平均を図1に示す(文庫本で行った「カンガルー日和」での読書速度を100としている)。音読の開始と終了は、Windowsムービーメーカーで示される音声波形を見ながら、波形途切れを目視で特定した。

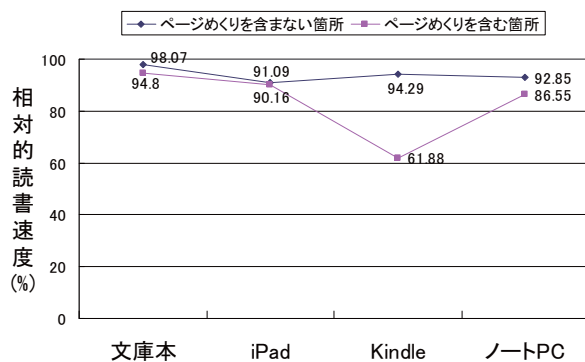


図1 各メディアでの相対的読書速度の平均

相対的読書速度を従属変数として、表示メディアの種類(文庫本, iPad, Kindle, ノートPC)を被験者間要因、ページめくりの有無を被験者内要因とした2要因混合分散分析を実施した。その結果、表示メディアの種類、ページめくりの有無のいずれにおいても主効果が認められた[それぞれ、 $F(3,20)=8.91, p<.01$; $F(1,20)=13.86, p<.01$]。2要因の交互作用も有意であったため $[F(3,20)=8.85, p<.01]$ 、単純主効果の検定を行ったところ、ページめくりを含む場合に表示メディアの効果が有意であった $[F(3,20)=33.21, p<.01]$ 。LSD法による下位検定の結果、Kindleでの読みは他の3種類の表示メディアでの読みよりも遅かった $[p<.01]$ 。一方、iPadでの読書速度は文庫本とノートPCの中間に位置し、両者との有意な差は認められなかった $[p>.1]$ 。また、ノートPCでの読みは文庫本での読みよりも遅かった $[p<.05]$ 。一方、ページめくりを含まない場合の読書速度では、表示メディアの効果は認められなかった $[F(3,20)=0.15, p>.1]$ 。

以上の結果から2つのことが言える。第1に、ページめくりを含まない限りにおいて、メディア間で読書速度に違いは無い。第2に、ページめくりを含む場合はメディア間で読書速度に違いがある。KindleやノートPCでの相対的読書速度に比べて、文庫本での相対的読書速度が速かった。

これらのことから、Nielsenの実験における紙の書籍とKindleの間の読書速度の違いも、ページ切り替えに起因していたことが推測される。

以下、ページめくりを含む場合の読書速度において、メディア間で違いが生じた理由について考察する。

最初に、ページ切り替えに伴って生じた音読の中断時間について検討する。各メディアでの音読中断時間の平均を図2に示す。

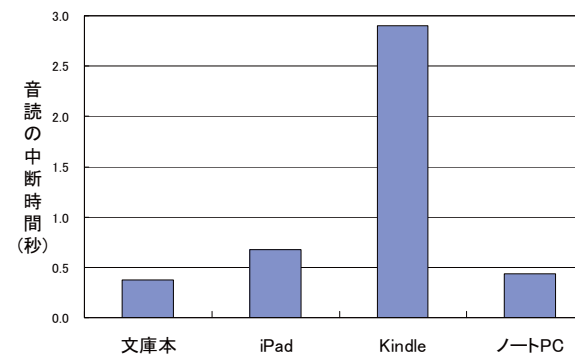


図2 各メディアでの音読中断時間の平均

メディアの種類を被験者間要因とし、音読中断時間を従属変数とする1要因分散分析を実施した。その結果、メディアの種類について有意差が認められた [$F(3,20)=24.43, p<.01$]。LSD法による下位検定を行なうと、他のメディアに比べてKindleでの音読中断時間が長かった [$p<.01$]。ページめくりを含む場合にKindleでの読みが遅くなっている理由は、この中断時間が長いいため、すなわちKindleでの表示更新が遅いためと考えられる。

次に、ページめくりの直前(ページの最後の一文)の読書速度と、ページめくりの直後(ページの最初の一文)の読書速度について検討する。ページめくりの直前と直後を被験者内要因、メディアの種類を被験者間要因とし、音読時の相対的読書速度を従属変数とする2要因混合分散分析を実施した。従属変数とする相対的読書速度は以下の通りである。

- ページめくりの直前の相対的読書速度=各メディアでの(ページめくりの直前の)音読速度/文庫本での音読速度
- ページめくりの直後の相対的読書速度=各メディアでの(ページめくりの直後の)音読速度/文庫本での音読速度

各メディアでのページめくりの直前と直後の相対的読書速度の平均を図3に示す(文庫本での音読時の読書速度を100としている)。

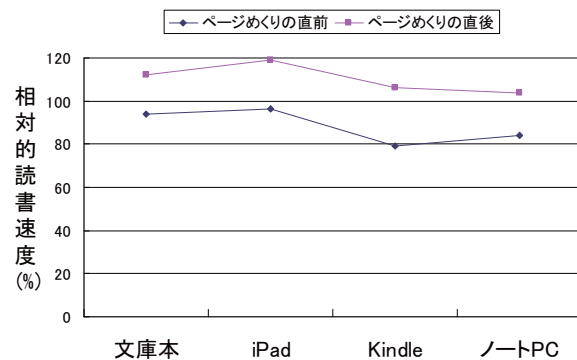


図3 ページめくりの直前と直後の相対的読書速度の平均

結果として、ページめくりの直前と直後と、メディアの種類のいずれにおいても主効果が認められた [それぞれ, $F(1,20)=278.68, p<.01$; $F(3,20)=8.55, p<.01$]。2要因の交互作用は有意でなかった。メディアの種類についてLSD法による下位検定を行なうと、KindleやノートPCに比べて文庫本やiPadの相対的読書速度は有意に速かつ

た [$p<.05$]。また、文庫本とiPad間、KindleとノートPC間での相対的読書速度に有意差は認められなかった [$p>.1$]。

以上の結果より、次の2つが言える。第1に、いずれのメディアにおいても、ページめくりの直後に比べて、ページめくりの直前で読みが遅くなる。第2に、ページめくりの直前と直後のいずれを読む場合でも、メディア間で読書速度に違いがある。文庫本やiPadに比べてKindleやノートPCでの読書速度が遅くなる。この理由について、ページめくりの直前と、ページめくりの直後に分けて、さらに考察を行う。

まず、ページめくりの直前に、文庫本やiPadに比べてKindleやノートPCでの読みが遅くなった理由として2つの仮説が考えられる。1つ目の仮説は、文庫本やiPadでの手めくりに比べて、ノートPCやKindleでのボタンによるめくり操作は認知的負荷が高く、これが読書速度に影響を与えたことである。2つ目の仮説は、被験者が無意識的に読みのスピードを調節したというものである。すなわち、被験者はページめくりの際の音声の途切れを短くするために、めくりの直前の読書速度を落とした可能性がある。

次に、ページめくりの直後に、文庫本やiPadに比べてKindleやノートPCでの読みが遅くなった理由について考える。これは、先に述べたように、文庫本やiPadに比べてノートPCやKindleのめくり操作の認知負荷が高いか、あるいは読みのペースを調節することに注意資源を使うことで、注意資源の回復に時間がかかっているためではないかと予想する。

これらの仮説はページめくりの操作性が読みに与える影響を解明するにあたり、いずれも重要なものであり、現在、仮説の検証を試みる追加実験を計画中である。

4.2 メディア間での認知負荷の比較結果と考察

図4にNASA-TLXによる各メディアに対する6尺度項目(知的・知覚的要求、身体的要求、タイムプレッシャー、作業成績、努力、フラストレーション)の評価値平均を示す。また、図5に総合評価値の平均を示す。

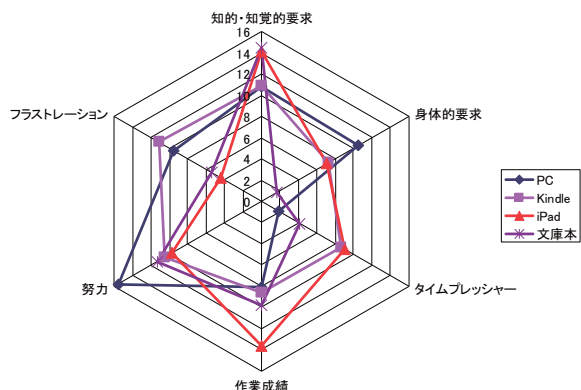


図 4 各メディアでの読書時の認知負荷の 6 尺度評価値の平均

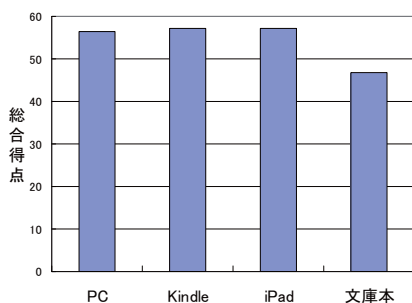


図 5 各メディアでの読書時の認知負荷の総合評価値の平均

従属変数を 6 尺度および総合の評価値とし、表示メディアの種類 (文庫本, iPad, Kindle, PC) を被験者間要因とした 1 要因分散分析を実施した。分散分析の結果、6 尺度と総合の評価値ともに表示メディアの効果は認められなかった $[p > .1]$ 。少なくとも本実験で課した読書条件下では、メディア間での認知負荷の違いは非常に少ないことが伺える。

4.3 主観評価の結果と考察

従属変数を各質問項目、メディアの種類 (文庫本, iPad, Kindle, ノート PC, A5 の紙に印刷したもの) を被験者内要因とした 1 要因分散分析を実施した。メディア間で有意差が認められた場合には、LSD 法による下位検定を行なった。主要な結果

を、表示品質、操作性、その他の項目別に以下に述べる。

表示品質についての主観評価結果と考察

メディアの表示品質についての質問項目の評価得点の平均を図 6 に示す。Kindle への評価は、全ての項目の評価得点で中間 (4) を越えており、肯定的と言える。また、iPad への評価も、表示面に光源が映りこむことを除けば、肯定的である。

相対的には、iPad も Kindle も文庫本の表示品質のレベルにおよばない。しかし、iPad に比べて Kindle の表示品質は紙のレベルに近い点もある。iPad は紙よりも表示面にモアレがあり、目のちかちか感やまぶしさもある $[p < .05]$ が、この点で Kindle は紙と違いが認められない $[p > .1]$ 。この iPad に比べて Kindle の優位性は、従来研究でも示されている通り、反射型ディスプレイであることが影響していると考えられる。

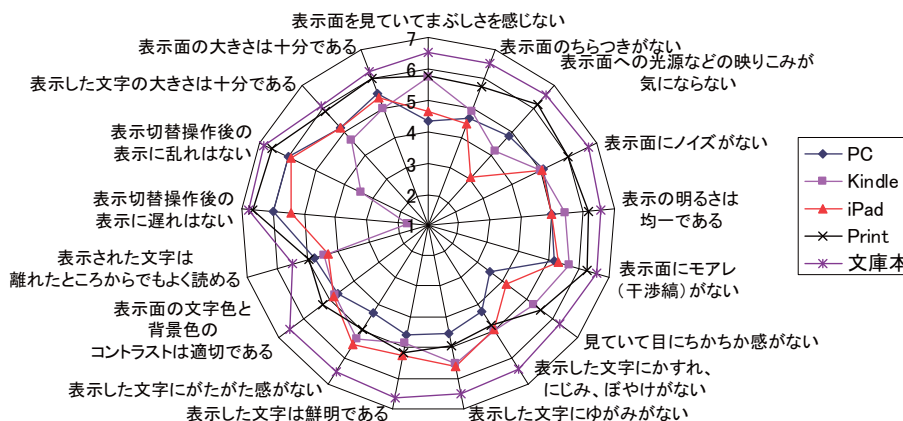


図 6 表示品質の主観評価得点平均

操作性についての主観評価結果と考察

メディアの操作性についての質問項目の評価得点の平均を図 7 に示す。Kindle への評価は 11 項目中 8 項目で中間 (4) を下回っていることから、概して否定的であると言える。一方、iPad への評価は全ての項目で肯定的であった。

相対的には、iPad も Kindle も文庫本の操作性のレベルにおよばない。特に、Kindle は他の 4 種類のメディアに比べて、ページめくりの速さやめくりのフィードバック

が適当でなく、めくりの速度の制御もしづらい [$p < .05$]. また、ばらばらめくりも他の4種類のメディアに比べて行ないにくい [$p < .05$]. iPadもこれらの項目で文庫本にはおよばないが [$p < .05$], プリントした紙とは同水準である [$p > .1$]. これらのことから、製本の仕方が紙のページめくりに操作性に影響を与えていることが伺える。

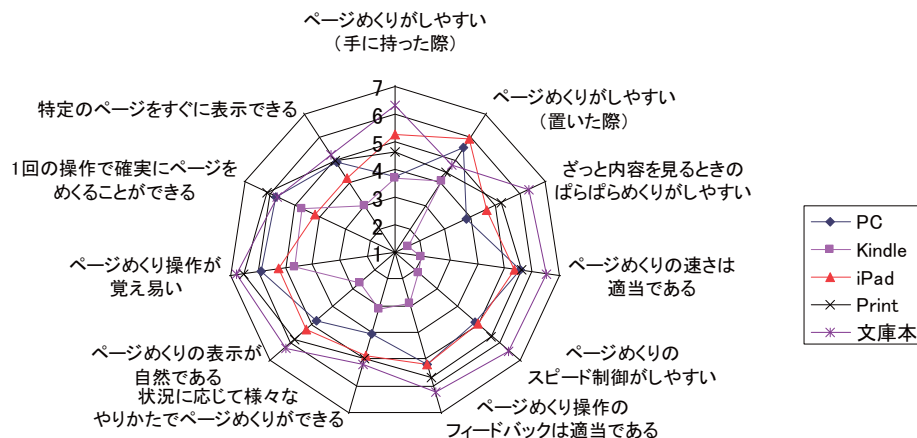


図7 ページめくりの操作性の主観評価得点平均

その他の項目について的主観評価結果と考察

その他の質問項目の評価得点の平均を図8に示す。iPadの評価は読書媒体としての総合評価では肯定的であるが、読書で感じる疲労や読書媒体への親近感、メディアの重量の点で否定的である。一方、Kindleへの評価はメディアの重量の点と眼精疲労の点を除けば、概して否定的である。

相対的には、いずれの項目の評価も、iPadやKindleに比べて文庫本が優位である。

5. 結論

紙の書籍、iPad、Kindle、ノートPCでの短編小説の読みやすさを、読書速度、読書時の認知負荷、主観的評価の3点から比較した。ページめくりを含まない場合は、読書速度は4種類のメディア間に有意差は無く、ページめくりを含む場合は、ノー

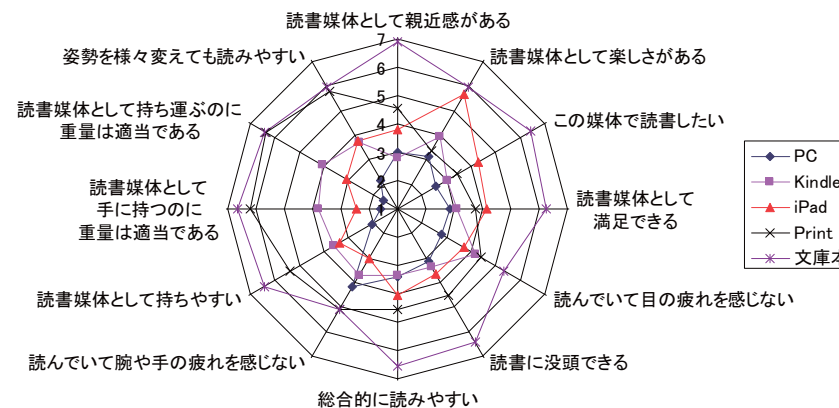


図8 その他の項目の主観評価得点平均

トPCやKindleよりも紙の書籍とiPadが有意に速かった。読書時の認知負荷は4種類のメディア間で有意差は無く、主観的評価では概して紙の書籍が最も良いと評価された。

本実験結果の意義は以下の4点である。第1に、ページめくりを含まない限りにおいて、メディア間の読書速度に違いが無いことを明らかにした。筆者らはこれまでに、ページめくりを含まない場合、メディア間で読書速度に違いが無いことを示した¹⁷⁾。しかし、これは音読条件での比較であり、本実験では黙読による比較を行った。音読の読書速度と黙読の読書速度には相関があることは知られている¹⁸⁾が、今回実験により黙読の状態でも、ページめくりを含まなければメディア間で読書スピードに違いは無いことを示した。

第2に、娯楽の読みのような後戻りの少ない読みにおいても、ページめくりの前後において、ページめくりが読みのスピードに影響を与えることを示した。筆者らは、これまで、ページ間を頻繁に行き来し、かつ、めくった先のページで読む箇所を探索する読みにおける電子と紙の読書速度の違いについて検討を行っている¹⁷⁾。しかし、後戻りの少ない読みにおいては検討を行っていなかった。今回の実験において、娯楽の読みのようにページめくりの頻度の少ない読みにおいても、ページめくりの前後を詳細に見ればページめくりの操作性が読みのスピードに影響を与えて

いることを確認した。

第3に、メディア間で読書時の認知負荷の違いが少ないことを示した。

第4に、各表示メディアに対する詳細な項目による主観評価結果を示した。これは、読書速度の比較のみでは得られない、様々な項目での各メディアの評価を示したものである。また、これらの項目では、依然紙の書籍が最も優位であることを示した。電子書籍端末は改良の余地があり、これらの情報は今後の改良の指針を示唆するものであると考える。

登録商標について

- Adobe, Adobe Reader は, Adobe Systems Incorporated の商標です。
- Windows は, Microsoft Corporation の米国, 日本およびその他の国における登録商標または商標です。
- Apple, iPad は, Apple Inc.の商標です。
- その他, 掲載されている会社名, 製品名は各社の登録商標または商標です。

参考文献

- 1) <http://www.useit.com/alertbox/ipad-Kindle-reading.html>
- 2) Muter, P., Latremouille, S.A., and Treurniet, W.C.: Extended Reading of Continuous Text on Television Screens, *Human Factors*, Vol.24, No.5, pp.501-508, (1982).
- 3) Gould, J.D., Alfaro, L., Barnes, V., Finn, R., Grischokowsky, N., and Minuto, A.: Reading is slower from CRT displays than from paper: Attempts to isolate a single-variable explanation, *Human Factors*, Vol.29, No.3, pp.269-299, (1987).
- 4) Gould, J.D., Alfaro, L., Finn, R., Haupt, B., and Minuto, A.: Reading from CRT displays can be as fast as reading from paper, *Human Factors*, Vol.29, No.5, pp.497-517, (1987).
- 5) Dillon, A., McKnight, C., and Richardson, J.: Reading from paper versus reading from screens, *The Computer Journal*, Vol.31, No.5, pp.457-464, (1988).
- 6) Muter, P and Maurutto, P.: Reading and skimming from computer screens and books: The paperless office revisited?, *Behavior & Information Technology*, Vol.10, No.4, pp.257-266, (1991).
- 7) Dillon, A.: Reading from paper versus screens: A critical review of the empirical literature, *Ergonomics*, Vol.35, No.10, pp.1297-1326, (1992).
- 8) Noyes, J.M., and Grand, J.K.: Computer- vs. paper-based tasks: Are they equivalent?, *Ergonomics*, Vol. 51, No. 9, pp.1352-1375, (2008).
- 9) 磯野春雄, 高橋茂寿, 滝口雄介, 山田千彦: 電子ペーパーで読書した場合の視覚疲労の測定, *情報メディア学会誌*, Vol.59, No.3, pp.403-406, (2005).
- 10) 寇冰冰, 椎名健: 新時代の表示媒体: 電子ペーパー, *図書館情報メディア研究*, Vol.3, No.1, pp.121-131, (2005).
- 11) 寇冰冰, 椎名健: 読書における異なる表示メディアに関する比較研究: 読書メディアとし

- ての読みやすさについて, *図書館情報メディア研究*, Vol.4, No.1, pp.29-44, (2006).
- 12) 寇冰冰, 椎名健: 読書における異なる表示メディアに関する比較研究: 呈示条件が読みやすさに及ぼす影響について, *図書館情報メディア研究*, Vol.4, No.2, pp.1-18, (2006).
- 13) 面谷信: 電子ペーパー, 東京電機大学出版局, (2008).
- 14) Hart, S.G., and Staveland, L.E.: Development of NASA-TLX(Task Load Index): Results of empirical and theoretical research, In: Hancock P, Meshkati N (Eds.). *Human Mental Workload*, pp.139-183, (1988).
- 15) NASA TLX for Windows, NCARAI ~ Interface Design and Evaluation. <http://www.nrl.navy.mil/aic/ide/NASATLX.php>.
- 16) 芳賀繁, 水上直樹: 日本語版 NASA-TLX によるワークロード測定: 各種室内実験課題に対するワークロード得点の感度, *人間工学*, Vol. 32, No.2, pp.71-79, (1996).
- 17) 柴田 博仁, 大村 賢悟: 注釈付き文書の朗読における紙と電子メディアの比較, *情報処理学会 創立 50 周年記念全国大会*, (2010).
- 18) Sovik, N., Arntzen, O., and Samuelstuen, M.: Eye-movement parameters and reading speed - A study of oral and silent reading performances of twelve-year-old children, *Reading and Writing*, Vol.13, pp. 237-255, (2000).