

## 答えを探す読みにおける 紙の書籍と電子書籍端末の比較

柴田 博仁<sup>†</sup> 大村 賢悟<sup>†</sup>

本稿は、オフィス業務で頻繁に観察される答えを探すための読みを対象に、紙の書籍と電子書籍端末 (iPad, Kindle), さらに PC のディスプレイとで、作業のスピードや正確さなどのパフォーマンスを比較するものである。答えを探すための読みとして、テキスト文書から答えを探す状況、画像を探す状況の 2 種類を想定し、2 つの実験を行った。最初の実験では、マニュアルから答えを探す実験を行った。紙の書籍は iPad に比べて 38.6%, Kindle に比べて 60.2% 高速であった。第 2 の実験では、写真集から指定する写真を探す実験を行った。PC は iPad よりも 27.1% 高速であった。紙の書籍は PC と iPad の中間に位置し、両者との間に有意差はなかった。実験結果は、答えを探す読みにおいて紙の書籍を利用するほうが電子書籍端末を利用する場合よりも効率的に作業できることを示している。これをもとに、現状の電子書籍端末がそのままの形でオフィス業務の広範な活動で紙を代替することはないと予想する。

### Comparison between paper books and electronic books in reading to answer questions

Hirohito Shibata<sup>†</sup> and Kengo Omura<sup>†</sup>

This paper compares the performance of reading such as reading speed and accuracy between a paper book, electronic books (iPad, Kindle), and a PC, in the task of reading to answer questions that is frequently observed in office work. We considered two situations of reading to search for answers, searching for answers in text documents and searching for images. We conducted two experiments according to the two situations. In the first experiment of searching answers in a text manual, subjects read 38.6% and 60.2% faster with the paper book than the cases of iPad and Kindle, respectively. In the second experiment of searching specified landscape photographs in a collection of photographs, subjects read 27.1% faster with PC than the case of iPad. These results show the superiority of paper books in comparison with current electronic books. We have a prospect that current electronic books do not replace paper in broad range of activities of office work as it is.

### 1. はじめに

2009 年の Kindle 2, 2010 年の iPad の相次ぐ成功をふまえ、2010 年は電子書籍元年と呼ばれている<sup>1), 2)</sup>。2010 年 7 月には、米 Amazon 社での電子書籍の販売数がハードカバーの販売数を抜いたことが発表された (朝日新聞 2010 年 7 月 20 日)。iPad については、2010 年 4 月の発売開始から 20 日間で 100 万台、80 日間で 300 万台という驚異的な販売台数の伸びを示している (ITmedia 2010 年 6 月 23 日)。電子書籍の市場が今後どのように成長していくのか、書籍の編集、運搬、販売にかかわる人々は、市場や各社の動きに注目している。

電子書籍端末 (電子書籍リーダーとも呼ばれる) の定義が難しいため市場導入としてどれが最初かを明確にすることは難しいが、少なくとも 2004 年 4 月に発売された Sony 社の LIBRIe (2006 年 9 月には米国で Sony Reader として発売) まで遡ることができる (研究レベルでは 1990 年代の後半から、さまざまな電子書籍端末の提案がなされている<sup>3), 4)</sup>)。以来、さまざまな形で紙の書籍と電子書籍端末での読みの違いが調べられてきた<sup>5)-10)</sup>。読みのスピードについて、自由に手に持って読める条件では紙の書籍のほうが電子書籍端末や PC のディスプレイよりも速いことが報告されている<sup>9)</sup>。これは高解像度ディスプレイを利用すれば紙とディスプレイの読みのスピードには差がないとする従来研究の結果<sup>11), 12)</sup>とも整合する。また、電子メディアに対する長時間の読みでは疲労の問題が懸念される。主観評価では紙の優位性が報告されているが、コントラスト感度、フリッカー値、視力などの客観的な生理指標ではメディア間での違いは見られないとするものが多い<sup>5), 7)</sup>。現状の電子書籍端末はテキストや画像の表示品質のうえでは紙の書籍に近いことを示している。同時に、手に持つことでメディア間での読みのスピードに違いが生じることから、読みのスピードへの影響要因として、メディアの表示品質よりも操作性の影響が大きいことが示唆される。

ここで上記の電子書籍端末の評価実験の特徴として、先頭から読みはじめて順番にページをめくっていく後戻りの少ないシーケンシャルな読みが取り上げられてきたことがあげられる。現状の電子書籍端末は小説や雑誌といった書籍を読むために設計されたものであるため、これは当然のことである。

しかし、娯楽や趣味の読みではなく、業務や教育の現場での読みへの電子書籍端末の適用可能性を考えると、これまでとは違った側面からの評価実験が必要になる。観察や実験にもとづいて Sellen & Harper<sup>13)</sup>が指摘するように、業務での読みは、複数の文書やメディアを横断して、あるいは異なるページを行き来しながらなされることが多い。そして、このような読みにおいて、文書を並べたり、移動したり、重ね

<sup>†</sup> 富士ゼロックス株式会社 研究技術開発本部  
Research and Development Group, Fuji Xerox Co., Ltd.

たりすることの重要性が指摘されている<sup>14),15)</sup>。われわれのこれまでの研究からも、このような複数の文書を用いた相互参照の読み、異なるページを行き来する読みにおいて、紙文書での作業は PC のディスプレイでの作業に比べて作業効率が高く、場合によっては作業の達成度 (校正でのエラー検出率) も高いことがわかっている<sup>16),17)</sup>。電子書籍端末の業務・教育の現場への適用可能性を考えると、複数の文書、複数のページを行き来するような読みを対象にして、メディアが読みに与える影響を調べる必要がある。

業務での読みについて、Adler ら<sup>18)</sup>はナレッジワーカー 15 名の日常業務で生じる読みを観察している。そして、そこで得られた読む行為の事例を 10 種類に分類し、各々の読みの出現頻度を集計している。そのなかで頻度の高かったものは、第 1 に相互参照の読み (約 28%)、第 2 に答えを探すための読み (約 24%)、第 3 に議論のための読み (約 22%)、第 4 に拾い読み (約 14%) であった。これらはいずれも、文書を持ったり並べたり、ページをパラパラめくったり、異なるページを行き来したりというダイナミックな読みである。このことから、業務での読みで電子書籍端末が受け入れられるには、複数の文書を同時閲覧したり、複数のページをめくったり行き来したりという行為に対する支援が必要なることがわかる。

本稿では、Adler らの調査で出現頻度の第 2 位にあげられた答えを探すための読みを対象に、電子書籍端末と紙の書籍での読みを比較する実験を行う。Adler らの調査で最も出現頻度が高かったのは相互参照の読みであったにもかかわらずこれを調査対象として取り上げなかったのは、この種の読みでの紙の優位性は明らかなものと考えられるためである。現状の電子書籍端末では 1 つの機器で複数の文書や複数のページを同時に閲覧できない。また複数のデバイスを並べたり重ねたりするには機器が重すぎるし、大きすぎる。すなわち、現状の電子書籍端末は、複数文書の相互参照の読みを想定して設計されていない。これに対して、ページめくりについて、Kindle はページめくり専用のボタンを備え、iPad では手めくりの操作 (スワイプという) でページをめくることが可能であり、めくりの過程で紙の書籍のページめくりを視覚的に模倣する工夫が施されている。ページめくりを頻繁に伴う答えを探す読みにおいて、これら機能がどのような効果を示すのかを定量的に調べるのが本稿の狙いである。

## 2. 狙いと仮説

答えを探す読みとして、本稿の実験では、次の 2 つの課題を取り上げる。

- テキストを主体とするマニュアルを読んで、質問に対する答えを探す課題
- 写真集から同じ写真を探す課題

前者の課題では、読みながらページをめくる行為が頻繁に発生する。質問に対して、目次を参照して特定のページにアクセスし、そのページに答えがない場合には前後の

ページを探したり、再び目次に戻ったりという作業が必要になる。これに対して後者の課題では、ページをパラパラめくりながら、検索対象の写真と一致するかをひとつひとつ判断することになる。前者の課題と異なり、後戻りの少ないシーケンシャルなページめくりが主体であり、ページめくりも高速かつ頻繁になされる。

これら 2 種類の課題に対して、現状の電子書籍端末がどれほど紙の書籍に迫っているのか、あるいは超えているのかを定量的に検討することが本研究の狙いである。評価基準としては、作業スピードと回答の正確さを測定する。2 種類の課題に応じて 2 つの実験 (実験 1 と実験 2) を計画する。

実験 1 の課題では、目次を介したページアクセス、さらにはその前後へのページめくりのスピードが重要である。筆者らのこれまでの研究から、ページめくりを含んだ読みにおいて、紙は PC よりも高速なことがわかっている<sup>16)</sup>。その理由は、紙ではページをめくる行為と読む行為が重なり合っただけでなく、行為が分断しているためである。これは、PC でページを切り替えるには、マウス操作のために読んでいる位置から視線をそらす必要があることによる。以上の点をふまえ、めくりながらの読みにおいて PC のディスプレイを利用するよりも紙の書籍を利用するほうが解答のあるページに速く到達でき、答えを見つけることも速く行えるものと予想する。

また、Kindle や iPad ではマウスを利用せずに手の感覚でページをめくることが可能である。それでも、紙では両手を使ったナビゲーションが可能であり、すぐに戻りたい場所に指を挟んでおくなどの工夫が可能である。したがって、紙はこれら電子書籍端末よりも依然として優位な位置にあるものと予想する。

さらに、電子環境では紙にはない独自の機能を実現することにより、紙の利便性を超えることが期待できる。目次を介したページアクセスでは、目次からページにリンクをはっておくことにより高速に答えにたどりつけることが容易に予想される。少なくともページアクセスについては、紙よりも高速かつ確実であることが予想されるが、その他のページめくりやナビゲーションを含んだ全体の作業で紙の書籍とどのような位置づけになるのかを確認する必要がある。

実験 2 の課題では、ページを連続してパラパラとめくる行為が主体になる。その過程で検索対象の写真との一致が次々と判断される。このような作業において、紙の書籍と PC のディスプレイとでどちらが高速かは不明であるが、いずれの場合も電子書籍端末よりも高速であることが予想される。スワイプを利用した iPad でのページめくりは、指または腕を頻繁に左右に動かす必要があり、この動作は紙の書籍での指の感触を利用したパラパラめくりや PC のスクロールを利用したページめくりよりも遅いと考えるためである。

### 3. 実験 1: マニュアルから答えを探す

#### 3.1 実験方法

##### 実験デザインと被験者

実験デザインは、作業条件を要因とする 1 要因被験者内デザインである。作業条件は以下の 5 水準からなる。

- 紙の書籍 (Paper)
- iPad
- Kindle
- リンクなしの PDF 文書を Adobe Reader<sup>®</sup>で閲覧 (PC)
- 目次にリンクのついた PDF 文書を Adobe Reader<sup>®</sup>で閲覧 (PC-Link)

被験者は男女同数の 24 名である。被験者の年齢は 23 から 37 歳であり、平均は 30.6 歳だった。全員が PC 利用暦 3 年以上であり、矯正視力は両眼とも 0.7 以上であった。

個々の被験者が全ての作業環境で 4 回ずつ課題を行った。作業条件と課題の順番の影響が全体で相殺されるようカウンターバランスをとった。

##### 実験材料

実験で利用した文書はビジネスマナーの入門書である。電話での受け答え、名刺交換、席次などのビジネス上の基本マナーを整理し、目次と索引を作成し、実験者が本形式に編集した。書籍は 84 ページあり、先頭に表紙 1 ページと目次 4 ページ、最後尾に索引 4 ページがある。目次は、9 章、63 節からなる。

紙の書籍は実験者が自ら製本したものを利用した。電子環境と見た目が同じになるように A5 サイズの紙に片面でモノクロプリントし、ホッチキスで束ねて、その上に製本テープを貼り付けた (図 1)。



図 1 紙の書籍 (マニュアル) を手に持った風景

##### 作業環境

電子書籍端末は、Apple 社の iPad WiFi モデル (16GB)、Amazon 社の Kindle DX を利用した。

PC は、ノート PC (Panasonic Let's note CF-T7CW) に 23 インチ TFT ディスプレイ (ナナオ製 FlexScan) を接続して利用した。OS は Windows<sup>®</sup> XP であり、文書表示には Adobe Reader<sup>®</sup> 9 を利用した。マウスは DELL 製の 2 つのボタンと 1 つのホイールのついたものを利用した。実験課題はキーボードを利用せずに遂行できるものであり、実験ではキーボードを利用しなかった。

##### 手続き

実験に先立ち、10 分ほど、各作業条件での課題遂行の練習を行い、各作業条件での操作に慣れてもらった。特に、iPad と Kindle を所有する被験者はひとりもいなかったため、これら電子書籍端末におけるページめくりやページ移動の練習は入念に行った。また、ディスプレイの明るさや位置を各自の好みに設定してもらった。

課題は、下に示すような穴埋め問題を提示し、カッコ内に当てはまる単語をマニュアルから探して答えることである。問題文を読む時間に制限は設定せず、問題文は課題遂行中も見えるようにした。

- 寝台列車の場合、( ) が上席。
- 運転中の携帯電話使用による交通事故が激増したため、携帯電話の運転中の使用は ( ) で禁止されている。

答えはいずれもマニュアルに記載されているものであり、たとえマニュアルを調べなくても答えられる問題であっても、マニュアルのどこに記載されているかを確認したうえで解答することを求めた。答えを見つけたらすぐに実験者に合図することを求めた。終了の合図の後にページ内で答えを探すことを避けるため、答えを見つけたらすぐに口頭で答えを報告することを求めた。以上の作業をできるだけ速くかつ正確に行うことを求めた。

いずれの作業条件においても、1 ページ全体が画面に収まる状態であった。また、文字のサイズがどの条件でも物理的に同じになるよう、各条件での表示倍率を制御した。作業中に被験者が表示倍率を変更することは許さなかった。また、PC 条件と PC-Link 条件では、他の条件と同一の表示状態にするため、Adobe Reader<sup>®</sup>での表示モードを 1 度に 1 ページを表示できるモードに統制した。

全課題の終了後に、質問紙調査とインタビューを実施した。質問紙調査では、後で示す 10 の質問項目について、各作業環境ごとに 5 段階での評価を求めた。インタビューでは、各作業環境についての感想、質問紙調査での回答の理由を尋ねた。

#### 3.2 結果

作業条件ごとの作業時間と回答の正答率の平均を図 2 に示す。作業時間を従属変数

として作業条件 (Paper, iPad, Kindle, PC, PC-Link) で1要因分散分析を行った。その結果、条件間で優位差が認められた [ $F(4, 76)=15.07, p<.001$ ]。LSD法による下位検定を行うと、作業時間はPaper条件, PC-Link条件, PC条件, iPad条件, Kindle条件の順であったが、Paper条件とPC-Link条件は同水準 [ $p>.1$ ]、PC-Link条件とPC条件の間に優位差 [ $p<.05$ ]、PC条件とiPad条件は同水準 [ $p>.1$ ]、iPad条件とKindle条件の間に優位差 [ $p<.05$ ] が認められた。

同様に正答率についても、作業条件間で1要因分散分析を行ったが、優位差はなかった [ $p>.1$ ]。紙はiPadに比べて38.6%、Kindleに比べて60.2%高速であった。また、リンク付きPDF文書を利用する場合は紙と同水準であり、リンクなしPDF文書を利用する場合はiPadと同水準であった。

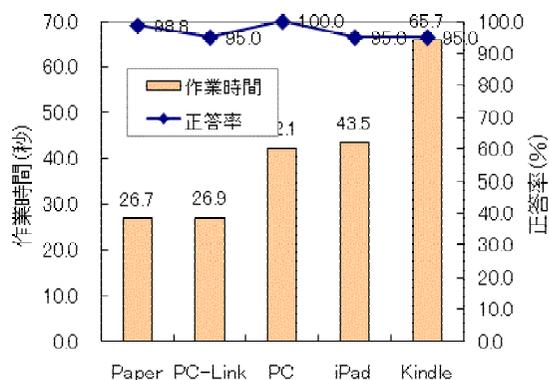


図2 作業環境ごとの作業時間と正答率

質問紙調査では、9つの質問項目 (Q1 答えをすぐに探すことができた, Q2 答えを正確に探すことができた, Q3 振る舞いがわかりやすかった, Q4 操作が楽だった, Q5 目的のページにすぐに移動することができた, Q6 ページ内で必要な情報を探しやすかった, Q7 文書全体のどのあたりの位置を読んでいるのかわかりやすかった, Q8 画面が見やすかった, Q9 作業に集中することができた, Q10 全体的に疲れが少なかった) に対して作業条件ごとに5件法 (1 全く当てはまらない, 2 あまり当てはまらない, 3 やや当てはまる, 4 よく当てはまる, 5 非常によく当てはまる) で回答を求めた。各質問項目について、条件ごとに得点を平均したものを図3に示す。

質問項目ごとに1要因分散分析を行ったところ、全質問項目において、優位差が認められた [ $p<.001$ ]。概して、質問項目ごとの主観評価の結果は、作業時間の順番と同

様の結果を示している。

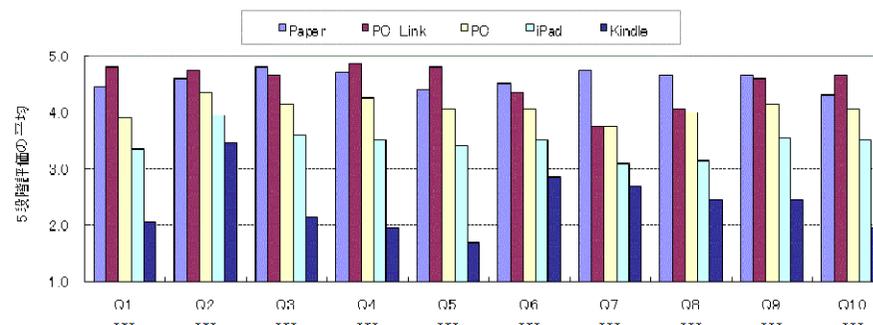


図3 作業条件ごとの主観評価の結果 (全ての質問項目について、0.1%水準で優位差が認められた)

### 3.3 考察

以下の3点について考察を行う。

まずは、マニュアルから答えを探す読みにおいて、紙の書籍がiPadよりも高速だった点について考察する。実験での作業プロセスの観察にもとづいて考察すると、参照したいページを目次で調べた後、そのページにアクセスするのにiPadでは時間がかかっていたように思う。特に、iPadでは1枚ずつめくったり、スライダーを使って特定のページにジャンプしたりすることは可能であるが、複数のページを連続してパラパラめくることが困難であった (機能的には可能であるが、パラパラめくりのスピードの制御ができない)。実際、被験者の主観評価でも、被験者はiPadよりも紙において目的のページにすぐにアクセスすることができたことが報告されている。

また、目的のページを開いてみて、そこに答えが記載されていない場合、被験者はしばしば再び目次に戻って別のページにアクセスする必要があった。この場合、紙の書籍では多くの被験者が目次の位置に指をはさんでいたため、瞬時に目次に戻ることができた。被験者は再び目次の位置に戻る可能性があることを見越して、ほとんど無意識にその位置に指をはさんでおき、戻りやすくしていたのだと思われる。このような両手を使った柔軟なナビゲーションは紙の書籍に特有のものであり、iPadやPCでは不可能であった。

さらに、画面の見やすさについて、主観評価ではiPadは紙に劣ると見なされている。iPadで文書が見にくい理由として、画面を水平に置くことにより、蛍光灯の光が画面に反射してチカチカすることが指摘された。被験者のなかには、iPadの画面を見やす

い角度に調整するのに気を取られたと報告した人もいた。

第2に、リンク付き PDF 文書での問い合わせ課題の遂行は紙の書籍よりも速いと予想したが、実際には紙の書籍と同水準であった。目次から各ページへのリンクがついた PDF 文書を利用する PC-Link 条件では、目次を見ている状態から所望のページへのアクセスは 1 クリックでできるため、高速なページ移動が可能である。実際、PC-Link 条件では、答えのあるページを目次で正しく選択できるときは非常に速く答えを見つけることができた。しかし、そうでない場合は逆に紙の書籍を利用する場合よりも答えを見つけ出すのに時間がかかった。先にも述べたとおり、最初にアクセスしたページに答えがなかった場合、被験者は再び目次に戻ることがしばしばある。その際、紙の書籍では簡単に目次に戻ることができるが、電子文書ではそうはいかない。結果として、リンク付き PDF 文書では、答えを得るまでの所要時間にばらつきが大きいものに対して、紙の書籍では比較的安定して速く答えを見つけることができた(紙の書籍での作業時間の標準偏差が 12.5 であるのに対して、リンクあり PDF 文書では 16.5 であり、リンクあり PDF 文書のほうがばらつきが大きい)。

第3に、Kindle は比較条件間で最も遅く、答えを得るまでに紙の書籍の 2.4 倍の時間を要した。Kindle ではページを表示するのに数秒必要であり、ページめくりにかかる。さらには、指定したページにアクセスするページジャンプの操作が煩雑である。主観評価でも Kindle は全ての評価基準において最も低い評価を得ている。インタビューでも、Kindle のページ切り替えの遅さ、ページジャンプの操作の煩雑さに苛立ちを感じたと報告した被験者もいた。しかし、先にも述べたように、Kindle は趣味や娯楽での読書を想定して設計されたものである。ページの頻繁な切り替えを想定せずに設計した機器を用いて、問い合わせ課題で評価対象として取り上げられるというのは、Kindle の設計者にとって不本意なことであろう。それでも、Kindle のようにページ切り替えに時間のかかる電子ペーパーを利用した電子書籍端末では、この実験で示したような答えを探す読みにおいて決定的なパフォーマンスの劣化をもたらすということを本実験の結果は示している。

## 4. 実験 2: 写真集から写真を探す

### 4.1 実験方法

#### 実験デザインと被験者

実験デザインは、作業条件を要因とする被験者内デザインである。作業条件は以下の 3 水準からなる。

- 紙の書籍 (Paper)
- iPad
- PDF 文書を Adobe Reader® で閲覧 (PC)

個々の被験者が全ての作業環境で 5 回ずつ課題を行った。

被験者は男女同数の 14 名である。被験者の年齢は 24 から 37 歳であり、平均は 30.4 歳だった。全員が PC 利用暦 3 年以上であり、矯正視力は両眼とも 0.7 以上であった。

#### 実験材料

実験で利用した文書は 40 枚の写真からなる写真集である。文書は実験用に 3 つ用意した。写真は全て風景写真であり、3 つの文書の 120 枚の写真は全て異なるものである。写真集では 1 ページに 1 枚の写真を表示し、表紙の 1 ページを加えて、全部で 41 ページからなる。

紙の書籍としては、実験者が製本したものを利用した。電子環境と見た目が同じになるように A5 サイズの紙に片面でカラープリントし、ホッチキスで束ねて、その上に製本テープを張り付けた (図 4)。



図 4 紙の写真集を手を持っている風景

#### 作業環境

PC は、ノート PC (Panasonic Let's note CF-T7CW) に 23 インチ TFT ディスプレイ (ナオオ製 FlexScan) を接続して利用した。OS は Windows® XP であり、文書表示には Adobe Reader® 9 を利用した。マウスは DELL 製の 2 つのボタンと 1 つのホイールのついたものを利用した。実験課題はキーボードを利用せずに遂行できるものであり、実験ではキーボードを利用しなかった。

iPad は、iPad WiFi モデル (16GB) を利用した。

#### 手続き

実験に先立ち、10 分ほど、各作業条件での課題遂行の練習を行い、各条件での環境の操作に慣れてもらった。また、ディスプレイの明るさや位置を各自の好みに設定してもらった。

課題は、提示した写真と同じものを探して、その写真の掲載されたページ番号を速くかつ正確に答えることである。実験 1 と同様に、答えを見つけたことを合図してから答えを探すことを避けるため、写真の掲載されたページ番号を口頭で答えることを終了の合図とした。

実験 1 と同様に、各条件間で写真の表示サイズが物理的に同じになるよう縮尺を調整した。そして、iPad 条件、PC 条件においては、操作中の縮尺の変更を禁じた。

全課題の終了後に、質問紙調査とインタビューを実施した。質問紙調査では、後で示す 7 個の質問項目について、各作業環境ごとに 5 段階での評価を求めた。インタビューでは、各作業環境についての感想、質問紙調査での回答の理由を尋ねた。

#### 4.2 結果

作業条件ごとの作業時間の平均を図 6 に示す。作業条件 (Paper 条件, iPad 条件, PC 条件) について 1 要因分散分析を行ったところ、条件間で優位差が認められた [ $F(2, 26)=4.84, p<.05$ ]. LSD 法による下位検定の結果、PC 条件は iPad 条件に比べて有意に作業時間が短かった。PC 条件と Paper 条件, Paper 条件と iPad 条件の間には優位差はなかった [ $p>.1$ ]. PC は iPad に比べて 27.1%速く作業を行うことができた。

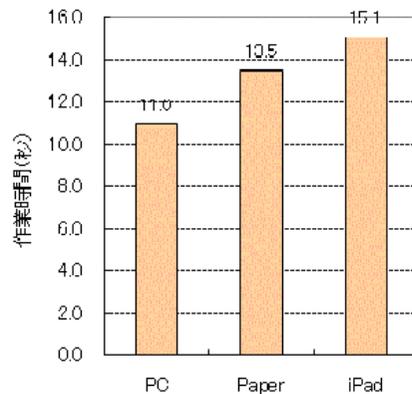


図 6 作業条件ごとの作業時間の比較

質問紙調査では、7 個の質問項目 (Q1 答えをすぐに見つけることができた, Q2 答えを正確に見つけることができた, Q3 振る舞いがわかりやすかった, Q4 操作が楽だった, Q5 画面が見やすかった, Q6 作業に集中することができた, Q7 全体的に疲れが少なかった) に対して、作業条件ごとに 5 件法 (1 全く当てはまらない, 2 あまり当ては

まらない, 3 やや当てはまる, 4 よく当てはまる, 5 非常によく当てはまる) で回答を求めた。各質問項目について、条件ごとに得点を平均したものを図 5 に示す。

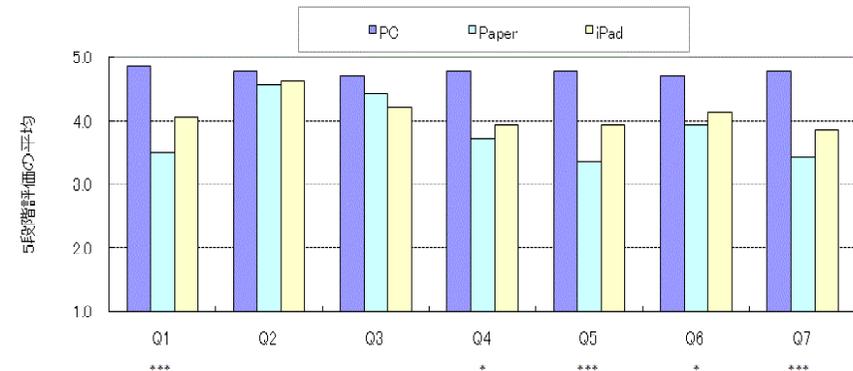


図 5 主観評価の結果(\*は 5%で有意差, \*\*\*は 0.1%で有意差のある質問項目)

#### 4.3 考察

写真集から写真を探す課題において、紙の書籍が最も高速であろうと予想したが、実際に最も速かったのは PC であった。紙の書籍では、ペラペラめくりを行っている最中に、紙への指のひっかかりに応じて、意図せずにページが数枚まとめて同時にめくられることがあった。そうすると、元の位置に戻って再びめくり直さなくてはいけない。一致する写真を探す今回のような課題では、全ての写真を網羅的にチェックする必要があるため、ページめくりの速さと確実性が求められる。特に、紙ではページを飛ばすことなく 1 枚ずつ正確にめくることができなかった。質問紙調査でも、紙の書籍は作業の高速さ (Q1)、操作の楽さ (Q4)、集中しやすさ (Q6)、疲れの少なさ (Q7) において、他のメディア (PC と iPad) に比べて劣っていた。実際には紙の書籍は iPad よりも写真の探索が速かったが、これら項目において紙の書籍は iPad よりも低く評価された。紙の書籍でのめくりの確実さの問題が、紙の書籍に対するこのような評価につながっているものと考えられる。

これに対して、PC や iPad でのページめくりは確実であった。PC では、スクロールバーのボタンをクリックし続けることで、一定時間間隔でページを次々に切り替えることが可能である。しかも、ページを飛ばしてしまうことは決してない。これが PC での課題遂行の速さにつながっている。同様に iPad でもスワイプを利用することにより、ページを 1 枚ずつ確実にめくることができたが、PC でのスクロール、紙でのペラ

パラメータに比べると操作に時間を要するものであった。これが iPad でのパフォーマンスの劣化につながった。

さらに、画面の見やすさ (Q5) において、紙は他のメディアに劣っていた。これは画面の表示品質の問題ではなく、書籍としてのページの可読性の問題によるものである。紙の書籍でページをめくる際、書籍の中央が谷間になる形で書籍が湾曲することになる。このときページの中央部分に表示の歪みが生じ、写真の一部が谷間の陰になって見えなくなることがある。インタビューでは、紙の書籍での写真の見難さについて、複数の被験者から報告があった。書籍の表示品質は、ページごとの表示の鮮明さ、美しさだけでなく、めくって読まれるメディアとしての書籍の作り方にも依存することを示している。

紙の書籍に対する操作で興味深い現象が観察された。写真の探索において、PC 条件、iPad 条件では常に先頭から順に写真の探索が行われたが、紙の書籍では適当にあたりをつけて途中から探索を開始したり、逆順に探索を行ったりする事例が見られた。課題の遂行では、条件ごとに同じ書籍を用いて何度も探索課題を行った。これを何度か繰り返すと、「このあたりにあるのでは」「この写真は前半部分にはないはず」などという感をはたらくことがある。このような写真の位置に対する感を利用して、被験者は途中から探索したり、逆順に探索したりした。このような探索方法は、実験中に頻繁に観察されたわけではないが、紙の書籍を利用しているときのみに見られ、PC や iPad を利用している最中には 1 度も見られなかった。紙に対する操作は、子供のころから慣れ親しんだ、ほとんど注意を必要としない自動化された行為である。さらには、ページをめくるにしても多様なめくり方があり、そのいずれに対しても、被験者はほとんど注意を払うことなく、無意識的に操作できる。紙のこのような側面が咄嗟の判断で瞬時にアプローチの変更を試みることを可能にしていると思われる。

## 5. 総合的考察

マニュアルから答えを探す課題では、紙の書籍は 5 種類のメディア (紙の書籍, iPad, Kindle, PC でのリンクなし PDF 文書, PC でのリンクあり PDF 文書) のなかで、最も速く作業を遂行することができた。目次から各ページへのリンクは、文書ナビゲーションを効率化するために提供された機能である。その意味で、リンクあり PDF 文書での作業が最も速いと予想したが、紙の書籍がこれと同水準であったことは驚きであった。しかも、リンクあり PDF 文書では速いときは非常に速いが、そうでないときは紙の書籍より遅かった。これに対して、紙の書籍は安定した作業時間で課題を終了させることができた。さらに、写真集から写真を探す課題では、PC が最も速く、iPad が最も遅かった。そして、紙の書籍はこれらの中間に位置し、紙と PC、紙と iPad の間に有意差はなかった。

2 つの実験で利用した紙の書籍は、実験者自ら PPC 用紙にプリントし、ホッチキスで束ねることで作成した。こうして作成した書籍には、結果として次のような問題点があった。紙には曲がりやすい方向と曲がりにくい方向がある。これは、紙の繊維が比較的一方向に揃っているためである。そこで、通常、ページめくりがしやすくなるよう、書籍は繊維が縦に並ぶように作られる。今回、この点を考慮しておらず、通常とは逆に紙の繊維が横に並ぶように書籍を作成したため、ページめくりが若干しにくかったものと考えられる。さらに、書籍のめくり口側の端の位置を揃えることは、ページをめくりやすくする上で極めて重要である。もちろん、この点には細心の注意を払ったが、一部、紙の並びがわずかではあるが斜めになっている箇所があり、このような点がページの指へのひっかかりに影響を与えた可能性がある。実際、自作した書籍でのページめくりが、通常行う市販の書籍でのページめくりにくくだったことがインタビューで報告された。この若干のページめくりのしにくさが、頻繁にページめくりを行う実験において、紙の書籍に対して不利にはたらいいた可能性がある。完成度高く製本された市販の書籍を利用すれば、紙の書籍でのページめくりのしやすさが向上し、今回のような実験での紙の書籍のパフォーマンスが幾分向上することが期待される。

このような点をふまえても、書籍から答えを探す 2 種類の課題において、紙の書籍は電子書籍端末よりも高速あるいは同程度であった。このことは、答えを探す読みにおいて、紙の書籍が電子書籍端末に比べて優位な位置にあり、効率的に作業を行えることを示している。他人からの突然の問合せに答えるために書籍を開いたり、論文や報告書の執筆中に数値や単語を調べる必要が生じて書籍を開くといったシーンにおいては、その場で即座に答えを得られるかどうかは作業全体のパフォーマンスに大きな影響を与えることが予想される。このような状況で、現状の電子書籍端末が紙の書籍に及ばない点をふまえると、答えを探す読みにおいて、現状の電子書籍端末がそのままの形で紙の書籍を代替することはないと考える。

さらに、現状の電子書籍端末が、Adler ら<sup>18)</sup>の観察で頻度の高かった相互参照の読み (約 28%) を支援する目的で設計されていないことは既に述べた。2 番目に頻度の高かった答えを探すための読み (約 24%) において、電子書籍端末が紙の書籍に劣ることは本実験で示したとおりである。すなわち、Adler らの観察で頻繁に観察された上位 2 種類の読みにおいて、電子書籍端末は紙の文書または紙の書籍に及ばない。この事実をふまえると、現状の電子書籍端末がそのままの形で業務での読みの広範にわたって紙の文書や紙の書籍を代替することはないだろうとわれわれは予想する。

最後に、近い将来に電子書籍端末がオフィス業務に入り込んで文書を読むというシーンで活用されるには、今回の実験で取り上げたような業務で頻繁に観察される答えを探すための読みにおいて、電子書籍端末が紙に近いパフォーマンスを示すことが必要である。そのためには、実験でパフォーマンスの劣化をもたらす要因として取り上

げた少なくとも以下の問題について、解決策を提供する必要があると考える。

- 複数のページを連続してパラパラめくることができ、しかもそのスピードを制御できるようにすること
- 紙の書籍で指をはさみながらページをめくる時のように、後で戻る可能性のあるページを簡易な手段で保持できるようにすること。また、異なるページを簡単に行き来できるようにすること
- 自然でほとんど注意を払うことなく行える多様なページめくりやページアクセスの操作法を提供し、状況に応じた臨機応変なページアクセスを可能にすること

## 6. おわりに

本稿では業務で頻繁に観察される答えを探す読みを対象に、紙の書籍と電子書籍端末での読みのパフォーマンスを比較した。結果としてテキストマニュアルから答えを探す課題において、紙の書籍では iPad に比べて 38.6%、Kindle に比べて 60.2% 速く課題を遂行することができた。また写真集から写真を探す課題では PC が最も速く、iPad が最も遅く、紙はその中間に位置づけられた。これをもとに、答えを探すための読みにおいて、電子書籍が現状のままの形で紙の書籍を代替することはなく、また業務での読みの広範にわたって紙を代替することもないと予想した。

現在、相互参照の読みを対象に、紙での読みと電子書籍端末での読みを比較する実験を検討中である。ただし、本稿でも述べたとおり、現状の電子書籍端末は相互参照の読みを支援するには設計されていない。したがって、現状の電子書籍端末がどのようなパフォーマンスを示すかよりも、電子書籍端末が相互参照の読みで活用されるために備えるべき技術要件を明らかにする必要があると考えている。

## 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) 西田 宗千佳: iPad vs キンドル: 日本を巻き込む電子書籍戦争の舞台裏. エンターブレイン, (2010).
- 2) 佐々木 俊尚: 電子書籍の衝撃～本はいかに崩壊し、いかに復活するか?～. ディスカヴァー・

トゥエンティワン, (2010).

- 3) Nicholas, C., and Francois, G.: Enhancing document navigation tasks with a dual-display electronic reader, In *Proc. of UIST '07*, (1997).
- 4) Schilit, B.N., Golovchinsky, G., and Price, M.N.: Beyond paper: Supporting active reading with free form digital ink annotations. In *Proc. of CHI '98*, pp.249-256, (1998).
- 5) 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. 映像情報メディア学会誌, Vol.59, No.3, pp.403-406, (2005).
- 6) 面谷 信, 岡野 翔, 井澤 英二郎, 杉山 明彦: 電子ペーパーのめざす読みやすさに関する研究-紙とディスプレイの読み取り作業比較実験からわかってきたこと-. 日本画像学会誌, Vol.44, No.2, pp.121-129, (2005).
- 7) 寇 冰冰, 椎名 健: 新時代の表示媒体: 電子ペーパー: その現状と媒体評価研究, 図書館情報メディア研究, Vol.3, No.1, pp.121-131, (2005).
- 8) 寇 冰冰, 椎名 健: 異なる表示媒体の読みに関する統制条件下における比較研究: 読書媒体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).
- 9) 寇 冰冰, 椎名 健: 読書における異なる表示媒体に関する比較研究: 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).
- 10) Nielsen, J.: iPad and Kindle reading speeds, <http://www.useit.com/alertbox/ipad-kindle-reading.html>, (July 2, 2010).
- 11) Gould, J.D., Alfaro, L., Barnes, V., 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).
- 12) Muter, P. and Maurutto, P.: Reading and skimming from computer screens and books: The paperless office revisited?, *Behaviour and Information Technology*, Vol.10, No.4, pp.257-266, (1991).
- 13) Sellen, A.J. and Harper, R.H.: *The myth of the paperless office*, The MIT Press, 2001. (柴田 博仁, 大村 賢悟 訳: ペーパーレスオフィスの神話～なぜオフィスは紙であふれているのか?, 創成社, 2007)
- 14) O'Hara, K., and Sellen, A.J.: A comparison of reading paper and on-line documents, in *Proc. of CHI '97*, pp.335-342, (1997).
- 15) O'Hara, K.P., Taylor, A., Newman, W., and Sellen, A.J.: Understanding the materiality of writing from multiple sources, *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol.56, No.4, pp.269-305, (2002).
- 16) 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).
- 17) 柴田 博仁, 大村 賢悟: 文書の移動・配置における紙の効果: 複数文書を用いた相互参照の読みにおける紙と電子メディアの比較. ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.12, No.3, pp.301-311, (2010).
- 18) Adler, A., Gujar, A., Harrison, B., O'Hara, K., Sellen, A.J.: A diary study of work-related reading: Design implications for digital reading devices, In *Proc. of CHI '98*, pp.241-248, (1998).