

# 表示媒体の違いが誤りを探す読みに与える影響

松山麻珠<sup>†1</sup> 池内淳<sup>†2</sup>

本稿では、校正を行う場面での読みににおける作業効率の差や校正者が受ける影響を測定するとともに、その要因を考察することを目的として二つの実験を行った。実験1では、24名の被験者に対して、2種類の問題を用いて実験を行い、校正作業の効率、正解率、主観評価いずれにおいても液晶ディスプレイに比べ、紙の方が優れていた。実験1の結果を踏まえ、その違いとなる具体的な要因を探るため、反射光と透過光の違いに着目した実験を20名の被験者を対象として実施した。その結果、誤り発見数・誤回答数・読書時間・主観評価について差は認められなかったものの、誤り発見数の平均値、校正作業の精度と再現率について反射光のほうが優位であった。

## Effects of Different Display Media on Proofreading Effectiveness

ASAMI MATSUYAMA<sup>†1</sup> ATSUSHI IKEUCHI<sup>†2</sup>

This study aims to measure effect of various media on proofreaders' efficiency and to consider causative factors for errors. We conducted two experiments: Experiment 1 compared hardcopy and liquid crystal display (LCD); Experiment 2 compared e-book media's screen types. In Experiment 1, 24 participants read about the same subject via different media, paper and LCD. Regarding errors, paper was better for efficient work and subjective evaluation. Based on the results of Experiment 1, we conducted Experiment 2 focusing on differences between reflected and transmitted light with 20 participants. No differences were observed in error discoveries, number of incorrect answers, and reading time. However, for precision, recall, and average value of error discoveries, reflected light was better than transmitted light. In Experiment 1, effect of hardcopy and LCD readings differed in terms of finding errors. Nevertheless, we have not concluded that the specific causative factors are reflected and transmitted light. In the future, we should conduct experiments focusing on visual differences in order to continue the verification process.

### 1. はじめに

紙媒体だけでなく電子媒体も身近になってきた近年、表示媒体によって変化する読みの性質を分析することが急がれる。本稿では、文書をチェックする場面での読み、すなわち「校正」における読みに着目した、表示媒体の比較実験を行う。

PCで作成・編集した文書を紙にプリントアウトする場合など、電子から紙、または紙から電子へ表示媒体を変えて校正を行う際、他方の表示媒体では見つからなかった思わぬ間違いを発見することがある。このような例から、表示媒体を変えることによる、注意力や分析力の変化が推察できる。この変化を実験によって実証し、要因の考察を行う。

校正作業の効率が表示媒体によって変化することや、校正作業の内容によって表示媒体の向き不向きがあることを明らかにすることは、今後の製品開発や校正作業の向上などに活かされる。本研究では、校正を行う場面での読みを「誤りを探す読み」とする。

### 2. 先行研究

#### 2.1 電子校正に関する先行研究

深谷らは、電化製品のマニュアル制作場面での電子校正の作業ミスについて紙と液晶ディスプレイとで作業効率を比較する研究を行い、校正の速さ・エラー検出率共に紙が勝っていたとの結果を報告した。マニュアル制作の作業工程に沿って実験がデザインされ、校正の正確さや作業負荷などが分析された[1]。

また、大村らは、単純な誤字脱字の他にも文章の前後関係を理解しないと検出できない文脈的な誤りについての検証と、同じ文章の校正を2度繰り返す場合に、表示媒体の変更によって作業効率や検出される誤りの種類は変わるのかという検証について、紙と液晶ディスプレイを用いた実験を行った[2]。単純な誤字脱字の検出では、校正の作業効率は媒体間でもはや差がないとの結果であったが、文脈的な誤りの検出など負荷の高い作業では、液晶ディスプレイで作業効率の落ちる可能性があるとした。

深谷ら[1]は実際の業務における校正作業ミスの分析を行ったが、本研究では、課題文書に専門性が低く内容を理解しやすい題材を用いた「誤りを探す読み」における、表示媒体間での作業効率の差や読者が受ける影響を測定し、その原因を考察する。大村ら[2]の実験をもとに、単純な誤字脱字の誤りの他に、文脈的な誤りを設定し、問題文書の文字数・誤りの量共に、負荷を高めるという意味で既往研究より多めに計画して実験に取り入れる。

<sup>†1</sup> 筑波大学情報学群知識情報・図書館学類  
Knowledge and Library Sciences, School of Informatics, University of Tsukuba

<sup>†2</sup> 筑波大学図書館情報メディア系  
Faculty of Library, Information and Media Science, University of Tsukuba

## 2.2 表示媒体間の比較研究

電子校正における紙と液晶ディスプレイを比較した研究の他にも、様々な視点から表示媒体間での比較研究が行われてきた。

1990年代には、紙媒体とコンピュータのディスプレイについて作業効率や目の疲労度を比較する研究が行われ[3][4]、2000年代からは液晶ディスプレイや電子ペーパーなどを用いて比較を行うようになった[5][6]。2010年以降、KindleやiPadなど電子書籍を読むことを想定した端末と紙や液晶ディスプレイを比較する研究[7][8][9]が盛んに行われている。

これまでの比較研究において比較対象となっているものについて、読者の主観評価や読み速度など読書における「読みやすさ」と、読書の目的について具体的な「作業性能」に大別される。読みやすさに着目した比較研究では、紙媒体とiPadなどの液晶ディスプレイを採用した端末、電子ペーパーを採用した端末とで、読みやすさや視覚疲労による差はないまたは少ないとする研究が多い中、答えを探す読みや文章理解や記憶についてなど、作業性能に着目した比較研究では、紙媒体のほうが主観・客観共に評価が高い場合が存在する。

## 2.3 反射光と透過光

紙と液晶ディスプレイで文書を読むとき、様々な要因が読者に影響を与える。今回注目して実験に取り入れるのは、反射光と透過光の違いである。映画のスクリーンのように、光源が画面に反射して見える光を「反射光」、テレビやPCで使用される液晶ディスプレイのように、画面に光源を通して見える光を「透過光」という[10]。

反射光と透過光の違いについて、マクルーハン（Hervert Marshall McLuhan）は、光の違いが見る人の脳のモードを転換し、反射光では脳が批判モード、心理が分析モードになり、透過光では脳がくつろぎモード、心理がパターン認識モードになるという仮説を述べた[11]。批判モードは情報をチェックしつつ取り込む受容、分析モードとは情報の細かい部分までもれなく読み取る受容を指す。脳のかくつろぎモードとは感覚器官を解放し受動的に情報をそのまま受け止める受容、パターン認識モードとは細かい部分は気にせず、全体的な流れをつかむような受容を指す[10]。

マクルーハンが取り上げたクルーグマン（Herbert E. Krugman）の実験[12]によると、反射光と透過光の2グループに分けて同じ映画を見たとき、反射光グループは映画の内容を物語や技術に着目して理性的に分析し批判する傾向を見せたのに対し、透過光グループは映画の内容を情緒的に捉え、その内容が好きか嫌いかということを問題にすることが多かった、という結果が報告されている。

また、トッパンフォームズ株式会社は、ヒトがある特定の活動をするとき脳の中のどの部位が関わっているのかを調

べることができる、近赤外光イメージング装置（NIRS）を利用し、紙媒体（反射光）と液晶ディスプレイ（透過光）でダイレクトメールを読ませる実験を行った[13]。その結果、反射光と透過光では脳は異なる反応を示し、特に脳内の情報を理解しようとする役割をつかさどる、前頭前皮質の反応が反射光の場合に強く、液晶ディスプレイより紙媒体のほうが情報を理解させるのに優れていると報告した。

以上のように、反射光と透過光では情報を理解しようとする際の脳の働きが異なっている可能性が高いことが示唆されている。紙と液晶ディスプレイにおいて「誤りを探す読み」の作業効率が異なるという仮説において、反射光と透過光の違いがその要因の1つであると仮定し、本研究では反射光と透過光の観点からも「誤りを探す読み」についての検証を行うことによって、光の見え方の違いが文書を読む際の注意力や分析力に影響するのかについて考察する。

## 3. 方法

### 3.1 仮説

実験1では紙（A4サイズ）と液晶ディスプレイ（24インチ）を比較した。実験2では電子ペーパーを採用した電子書籍専用端末（反射光ディスプレイ、Kindle Voyage）と液晶ディスプレイを採用したタブレット端末（透過光ディスプレイ、fire HD6）を比較した。

実験1における仮説は、「液晶ディスプレイより紙のほうが、作業効率・主観評価共に高い」とした。実験2における仮説は、「透過光ディスプレイより反射光ディスプレイのほうが、作業効率・主観評価共に高い」とした。

### 3.2 作業効率の測定基準

本実験では、誤りを挿入した問題文書を用意し、読者に誤り部分を回答させた。実験後に読者が発見した誤りを集計し、その数を「誤りを探す読み」における得点（誤り発見数）とした。誤り発見数とは、読者が回答した誤り部分（全回答）のうち、出題者が意図した誤り部分と一致したものを指す。この誤り発見数が多いほど、「誤りを探す読み」における作業効率が高いとした。

また、読者が回答した部分が、出題者が意図した誤り部分ではなかった場合、すなわちミス回答（誤回答数）も測定した。誤回答数が少ないほど「誤りを探す読み」における作業効率が高いとした。誤り発見数と誤回答数の合計が読者の全回答数となる。

実験1では誤りを50個挿入した問題文書を2種類用意し、読み時間をそれぞれ10分間に固定して、全回答数、誤り発見数、誤回答数をそれぞれ測定した。実験2では誤りを60個挿入した問題文書2種類を用意し、読み時間は固定せず、読み時間、全回答数、誤り発見数、誤回答数を測定した。

### 3.3 校正者が受ける影響

表示媒体から校正者が受ける影響を調べるために、実験後に質問紙による表示媒体の読みやすさに関する主観評価を行った。評価項目は、①読みやすかった、②誤りを発見しやすかった、③速く読めた、④内容を理解しやすかった、⑤目が疲れた、の5項目であった。

これらの項目について、実験1では、「紙」「どちらかといえば紙」「同じ」「どちらかといえば液晶ディスプレイ」「液晶ディスプレイ」の5つの選択肢を設けた。実験2では、「Kindle Voyage」「どちらかといえば Kindle Voyage」「同じ」「どちらかといえば fire HD6」「fire HD6」の5つの選択肢を設けた。

### 3.4 実験計画1（紙と液晶ディスプレイ）

実験計画は2水準×2水準の2要因計画とした。

独立変数：表示媒体（2水準：紙・液晶ディスプレイ）

問題文書（2水準：問題A・問題B）

従属変数：全回答数、誤り発見数、誤回答数

いずれかの群内に誤りを発見する能力の優れた被験者が偏らないようにするため、独立変数はともに被験者内要因とし、同じ被験者に異なる独立変数の値を全て体験させることで被験者間の能力差を統制した。また、独立変数以外の要素が従属変数に及ぼす影響をできる限り取り除くために、表示環境（フォント、レイアウト、行間隔）や読み時間や実験順序などを統一した。

さらに、前半と後半での問題の解き慣れや学習効果といった被験者個人内における差異を考慮し、問題Aと問題Bは題材や挿入する誤りの種類を大きく変化させて作成し、各条件での順番の影響が相殺されるようカウンターバランスをとった。

被験者については、筑波大学の大学生および大学院生24名（男性10名、女性14名、平均年齢22.5歳）を対象とした。

実験材料は、問題Aと問題Bの2種類の問題文書を用意した。それぞれ表紙（1ページ）と本文（4ページ）で構成され、本文の文字数は、問題Aが2,980文字、問題Bが2,978文字であった。

問題Aでは、文章作成において主に入力時に発生することが多いと考えられるミス想定して、誤りの種類を設定した。問題Bでは、章作成において主に入力後の編集時に発生することが多いと考えられるミス想定して、誤りの種類を設定した。誤りの種類については、文章校正のハンドブックや誤りやすい日本語に関する書籍などを参考にした。問題A・Bそれぞれについて誤りが合計50個になるように数を設定し、文章に挿入した。

問題のもととなる題材は文字のみとし、問題Aでは文学

的な文章として小説家による随筆文を、問題Bでは説明的な文章として料理関連の解説書から抜粋した記事を題材とした。実験における読者による差を取り除くため、実験時に、問題文を読んだことがあるか否かを確認し、すべての被験者が未読であったことを確認した。

実験は被験者1~4名ずつ行った。実験の流れを図3-1に示す。

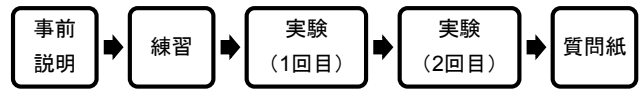


図1 実験の流れ（実験1）

液晶ディスプレイにおける回答では、Adobe Readerの機能である、「ノート注釈の追加」を用いる。紙における回答については、蛍光マーカーを用いた。

1回目の実験と2回目の実験の間に発生する、問題の解き慣れや学習効果といった被験者個人内における差異を考慮し、すべての被験者について、実験順序を媒体2種類×問題2種類の組み合わせによる4群に振り分け、カウンターバランスをとった（→表1）。これにより、各条件での実験順序の影響が1回目の実験と2回目の実験全体で相殺される。

表1 実験グループ（実験1）

グループ	1回目	2回目
1	紙 問題A	液晶ディスプレイ 問題B
2	紙 問題B	液晶ディスプレイ 問題A
3	液晶ディスプレイ 問題A	紙 問題B
4	液晶ディスプレイ 問題B	紙 問題A

### 3.5 実験計画2（Kindle Voyageとfire HD6）

実験計画は2水準×2水準の2要因計画とした。

独立変数：表示媒体（2水準：Kindle Voyage・fire HD6）

問題文書（2水準：問題C・問題D）

従属変数：全回答数、誤り発見数、誤回答数、読書時間

独立変数以外の要素が従属変数に及ぼす影響をできる限り取り除くために、表示環境（フォント、レイアウト、行間隔、画面の明るさ）や実験順序などを統一した。

被験者については、筑波大学の大学生および大学院生 20 名（男性 5 名、女性 15 名、平均年齢 22.5 歳）を対象とした。

Kindle Voyage と fire HD6 の表示サイズ、画面解像度、重さを表 2 に示す。

表 2 Kindle Voyage と fire HD6 の特性

表示媒体	画面	表示サイズ	画面解像度	重さ
Kindle Voyage	電子ペーパー	6インチ	1440×1080 (300ppi)	180g
Fire HD6	液晶ディスプレイ	6インチ	1280×800 (252ppi)	290g

どちらの表示媒体についても、両手または片手に表示媒体を持ち、自由な体勢で回答するよう指示した。

被験者は問題を黙読し、誤り部分を発見した際に口頭でその部分を読むように依頼した。回答の間、iPad のボイスレコーダーアプリを用いて録音を行った。実験の流れや被験者の取り組む問題の順序は、実験 1 に沿ったものであった。

実験材料について、問題 C と問題 D の 2 種類の問題文書を用意した。それぞれ表紙と本文で構成され、本文の文字数は、問題 C が 2,133 文字、問題 D が 2,239 文字であった。

前述したように、問題の解き慣れや学習効果が実験結果に影響を与えないよう配慮し、問題 C と問題 D は題材や挿入する誤りの種類を大きく変化させて作成した。

問題 C と問題 D は、実験 1 における問題 A と問題 B の作成基準をもとに作成したが、表示が縦書きであることや 1 ページに表示される文字数が紙と比較して少ないことを留意し、誤りの種類を調整した。問題 C・D それぞれについて誤りが合計 60 個になるように数を設定し、文章に挿入した。

問題のもととなる題材は文字のみとし、問題 C では文学的な文章として読書に関する随筆文を、問題 D では説明的な文章として科学賞に関する解説書から抜粋した記事を題材とした。

## 4. 実験結果

### 4.1 実験 1（紙と液晶ディスプレイ）

#### 4.1.1 誤り発見数と誤回答数による分析

紙と液晶ディスプレイにおける誤り発見数を比較する。以下の図 2 は紙と液晶ディスプレイにおける誤り発見数を問題別に比較したものである。

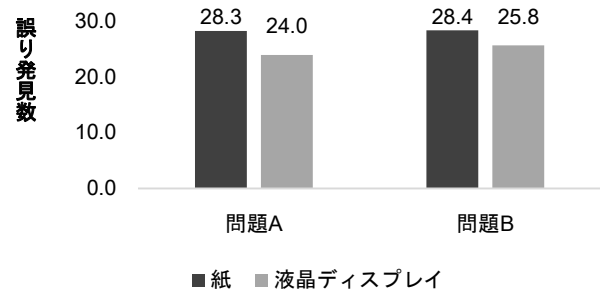


図 2 誤り発見数の比較 (実験 1)

問題 A における誤り発見数について、有意差が認められた ( $t=1.824$ ,  $df=22$ ,  $p<0.1$ )。問題 B については、有意差は認められなかった。

さらに、誤回答数を比較する。以下の図 3 は紙と液晶ディスプレイでの誤回答数を問題別に比較したものである。

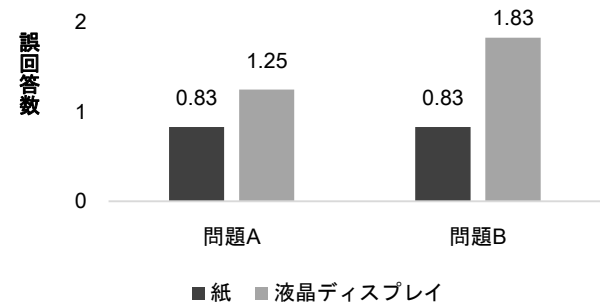


図 3 誤回答数の比較 (実験 1)

誤回答数について、いずれの問題においても紙と液晶ディスプレイの間での有意差は認められなかった。しかし、図 3 から読み取ることができるように、紙より液晶ディスプレイで誤回答数が多くなる傾向にあった。

さらに、誤り発見数と誤回答数を用いて、精度と再現率の分析を行う。誤り発見数と誤回答数の関係を次の式(1)~(3)に表す。表 3 と表 4 に、紙と液晶ディスプレイにおける精度と再現率の比較をそれぞれ示す。

$$\text{全回答数} = \text{誤り発見数} + \text{誤回答数} \quad \dots \text{式(1)}$$

$$\text{精度} = \text{誤り発見数} / \text{全回答数} \quad \dots \text{式(2)}$$

$$\text{再現率} = \text{誤り発見数} / \text{全誤り数} \quad \dots \text{式(3)}$$

表 3 精度の比較 (実験 1)

問題	精度	
	紙	液晶
A	97.14%	95.05%
B	97.15%	93.35%

表 4 再現率の比較 (実験 1)

問題	再現率	
	紙	液晶
A	56.67%	48.00%
B	56.83%	51.50%

この結果より、液晶ディスプレイより紙のほうが精度・再現率共に高い傾向にあり、正確性・網羅性が高いということがいえる。

#### 4.1.2 主観評価

実験 1 終了後に、質問紙による表示媒体についての主観評価と、被験者と表示媒体とのかかわりに関する調査を行った。質問紙は、(1)紙と液晶ディスプレイの読みやすさに関する評価、(2)実験時の行動について、(3)現在所持している端末について、(4)授業時の PC 使用について、(5)見直しについて、の 5 問から構成した (すべて選択式)。(1)の結果を図 4 に示す。

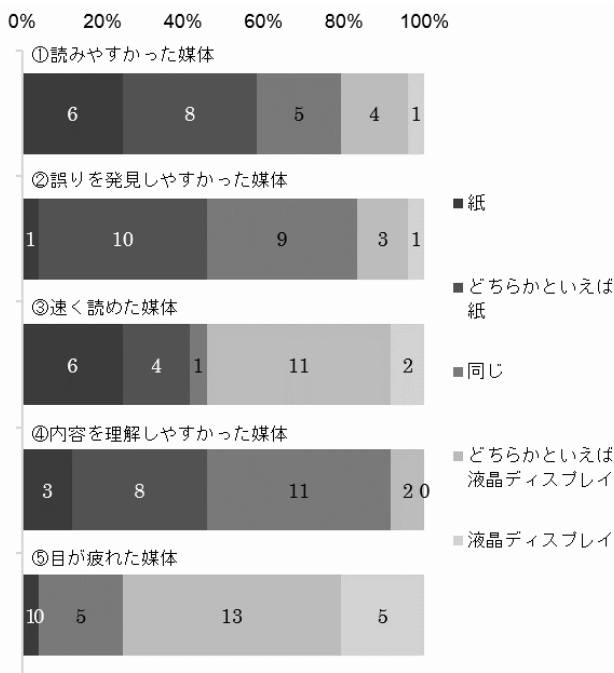


図 4 表示媒体の読みやすさに関する評価 (実験 1)

(1)での被験者の回答によって、「紙」または「どちらかといえば紙」、「同じ」、「どちらかといえば液晶ディスプレイ」または「液晶ディスプレイ」の 3 群に分け、全体、紙、液晶ディスプレイにおける誤り発見数との比較を行ったところ、読みやすさの評価と作業効率の向上との繋がりは確認できなかった。

(4)の結果を図 5 に、その回答による被験者群の誤り発見数を表 5 に示す。これより、日頃 PC (液晶ディスプレイ) を長時間使用している被験者のほうが、比較的「誤りを探

す読み」の成績が良く、液晶ディスプレイについては表示媒体への慣れが結果に影響する可能性があることが分かる。

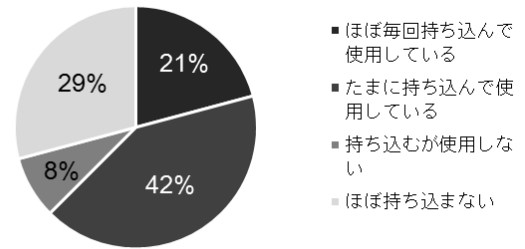


図 5 授業時の PC 使用について

表 5 PC 使用頻度による誤り発見数の比較

表示媒体	①毎回持ち込み使用	②たまに持ち込み使用	③持ち込みが使用しない	④ほぼ持ち込まない
紙	29.0	27.7	34.5	27.1
液晶	26.6	24.9	24.5	23.7

#### 4.2 実験 2 (Kindle Voyage と fire HD6)

実験 1 の結果を踏まえ、さらに紙と液晶ディスプレイの違いとなる具体的な要因を探るため、実験 2 を計画した。校正作業における紙と液晶ディスプレイの違いとなる要因には、以下のようなものが考えられる。

まず、操作性の違いがある。紙は手で持ち上げて見やすい位置で読むことや、文章を指でなぞることができるが、据え置き液晶ディスプレイは紙の自由度には及ばない。また、紙では気軽に書き込みを行うことができるが、液晶ディスプレイでは何らかのソフトウェアによる機能を用いなければならない、校正者の訓練や慣れが必要となる場合がある。

次に、一覧性の違いがある。紙は用途によってサイズの変更が容易であるが、液晶ディスプレイは、使用する機器によって大きさ (視野) が固定であり、また一部分のみを取り出して閲覧することも機能を用いなければならない、情報の一覧性において紙に劣る場合がある。

続いて、アクセス性の違いがある。紙でも目次や索引を用いて目的の情報にアクセスすることができるものの、一定以上の情報量がある場合、検索機能やリンクを使用できる液晶ディスプレイのほうが目的の情報へのアクセス性が高いといえるだろう。

そして、解像度の違いがある。この違いは、紙に筆記用具で書いたもの、紙に印字したもの、液晶ディスプレイで閲覧する Web ページや画像など場合によって変化するものでもあるが、基本的には紙のほうが色の違いや文字の細かい線などが判別しやすい。校正においても、くっきりと文

書が読めるほうが、作業効率はあるだろう。

また、校正者の慣れの違いがある。現代人は、紙と液晶ディスプレイでこれまで見てきた時間が長いものを選ぶとするならば、紙と答える場合が多いと予想される。操作性に関しても、紙については読むこともめくることも書くことも十分に慣れているが、液晶ディスプレイで校正を行う際の操作については、慣れていない場合がほとんどだろう。

最後に、光の違いがある。紙や映画のスクリーンのように、光源が画面に反射して見える光を反射光、液晶ディスプレイのように、画面に光源を通して見える光を透過光という[10]。この反射光と透過光の違いが与える影響について、スクリーンの性質によって映画の見方が変わるというクルーグマンの実験[12]を取り上げたマクルーハンの仮説[11]や、紙と液晶ディスプレイでダイレクトメールを読んだときの脳の状態を計測したトッパンフォームズの実験[13]より、反射光のほうが分析的な読みを実現できるということが報告されている。

以上のように、紙と液晶ディスプレイの違いとなる要因は様々な存在するが、本研究では、反射光（紙）と透過光（液晶ディスプレイ）の光の違いに着目する。その理由は、近年、電子書籍専用端末として発展しつつある電子ペーパーが反射光の表示媒体であり、電子ペーパーと対照的な透過光の表示媒体である液晶ディスプレイもまた電子書籍リーダーとして利用されているからである。今回の実験で使用する2つの表示媒体（Kindle Voyage と fire HD6）であれば、同じサイズの画面で同じコンテンツを表示でき、操作面でも大差のない実験を実現できる。

#### 4.2.1 事前調査

実験2では、実験に先立って、質問紙による事前調査を行った。この事前調査は、被験者を4群に事前知識や経験の偏りなく割り振る目的で行ったものである。

質問紙は、(1)現在所持している端末について、(2)現在所持している端末の中で読書用途において一番使用頻度の高いものについて、(3)(2)で答えた端末で読書（マンガを除く）をしている頻度、(4)(2)で答えた端末で読書（マンガ）をしている頻度、の4問から構成した。

(1)では、スマートフォンの所持率が95%、Kindleの所持率が5%であった。(2)では、読書用途の端末についてスマートフォンが70%、Kindleが5%、電子媒体で読書をしないとの回答が25%であった。(3)と(4)の設問による電子書籍の利用率（週に1度以上）は、マンガ以外で30%、マンガで25%であった。

#### 4.2.2 誤り発見数、誤回答数による分析

反射光ディスプレイと透過光ディスプレイにおける誤り発見数を比較する。以下の図6は誤り発見数を問題別に比較したものである。

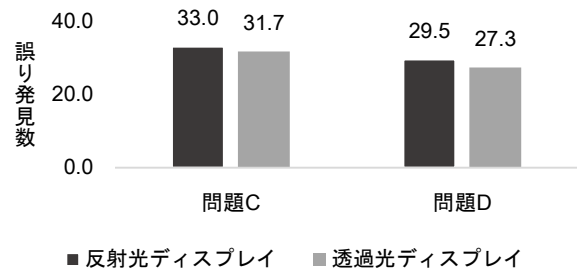


図6 誤り発見数の比較 (実験2)

いずれの組み合わせでも反射光ディスプレイのほうが誤り発見数が多かったものの、t検定を行ったところ有意差は認められなかった。

続いて誤回答数を比較する。以下の図7は反射光ディスプレイと透過光ディスプレイでの誤回答数を問題別に比較したものである。

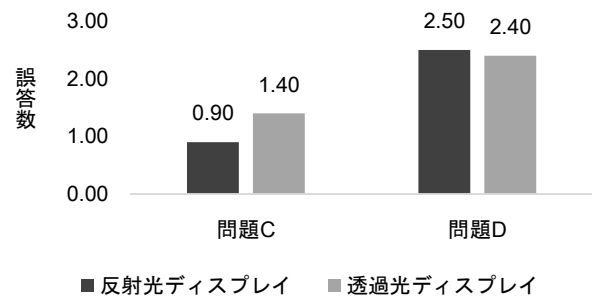


図7 誤回答数の比較 (実験2)

誤回答数について、いずれの問題においても反射光ディスプレイと透過光ディスプレイの間での有意差は認められなかった。

誤り発見数と誤回答数の採点結果を用いて、精度と再現率の分析を行う。誤り発見数と誤回答数の関係については4.1.1の式(1)~(3)を用いる。表6と表7に、反射光ディスプレイとディスプレイにおける精度と再現率の比較をそれぞれ示す。

表6 精度の比較 (実験2)

問題	精度	
	反射光	透過光
C	97.35%	95.77%
D	92.19%	91.92%

表7 再現率の比較 (実験2)

問題	再現率	
	反射光	透過光
C	55.00%	52.83%
D	49.17%	45.50%

### 4.2.3 主観評価

実験 2 終了後に行った、質問紙による表示媒体の読みやすさに関する主観評価の結果を図 8 に示す。

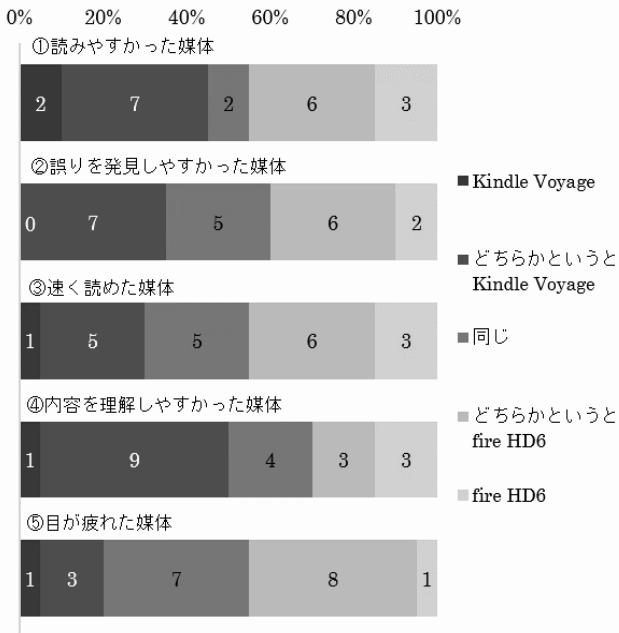


図 8 表示媒体の読みやすさに関する評価 (実験 2)

実験 1 と同じく、回答による被験者群の誤り発見数による比較を行ったが、読みやすさの評価と作業効率の向上との繋がりには確認できなかった。

## 5. 考察と今後の課題

### 5.1 考察

実験 1 は、既往研究をもとに、液晶ディスプレイより紙のほうが分析的な読みを実現できることを再確認するため、紙と液晶ディスプレイの 2 種類の表示媒体で「誤りを探す読み」の作業効率を測定し主観評価を行った。誤り発見数と誤回答数による分析の結果は、以下の 4 点に要約できる。

- (1) 誤り発見数の比較から、問題 A では紙のほうが誤りを多く発見できる。
- (2) 誤回答数の比較から、とくに問題 B で液晶ディスプレイのほうが誤回答が多くなる
- (3) 精度 (誤り発見数 ÷ 全回答数) の比較から、いずれの問題においても紙のほうが精度が高く、正確性の高い読みが行われた。
- (4) 再現率 (誤り発見数 ÷ 全誤り数) の比較から、いずれの問題においても紙のほうが再現率が高く、網羅性の高い読みが行われた。

また、主観評価では、「読みやすかった媒体」、「誤りを発見しやすかった媒体」、「内容を理解しやすかった媒体」において紙のほうが優勢、「速く読めた媒体」において紙と液晶ディスプレイが二分する結果となった。「目が疲れた媒

体」では、液晶ディスプレイと回答する被験者が 75% を占めた。

以上の結果より、「液晶ディスプレイより紙のほうが、作業効率・主観評価共に高い」という仮説を実証することができたといえる。この結果は、深谷らによるマニュアル制作場面での電子校正の作業ミスについて紙と液晶ディスプレイで作業効率の比較実験[1]での、校正率とエラー検出率の分析の結果と整合するものである。

また、授業時の PC (液晶ディスプレイ) 利用に関する質問によって被験者を 3 群に分け、誤り発見数を比較したところ、日頃から液晶ディスプレイを見ている時間が長い群のほうが、液晶ディスプレイでの「誤りを探す読み」の成績が良いということが分かった。媒体に対する慣れが、負荷の高い読みを行う場面での作業効率の差に影響すると考えられる。

実験 1 の結果を踏まえ、さらに紙と液晶ディスプレイの違いとなる具体的な要因を探るため、反射光 (紙) と透過光 (液晶ディスプレイ) の違いに着目し、その差が「誤りを探す読み」に与える影響を測定することを目的とした実験 2 を計画した。

実験 2 では、反射光のデバイスとして Kindle Voyage (電子ペーパー)、透過光のデバイスとして fire HD6 (液晶ディスプレイ) を用いた。誤り発見数、誤回答数、読書時間による分析の結果は、以下の 5 点に要約できる。

- (1) 誤り発見数の比較から、反射光ディスプレイと透過光ディスプレイの差は認められなかった。
- (2) 誤回答数の比較から、反射光ディスプレイと透過光ディスプレイの差は認められなかった。
- (3) 精度 (誤り発見数 ÷ 全回答数) の比較から、いずれの問題においても反射光ディスプレイのほうが精度が高く、正確性の高い読みが行われた。
- (4) 再現率 (誤り発見数 ÷ 全誤り数) の比較から、いずれの問題においても反射光ディスプレイのほうが再現率が高く、網羅性の高い読みが行われた。
- (5) 読書時間の比較から、反射光ディスプレイと透過光ディスプレイの差は認められなかった。

また、主観評価では、反射光ディスプレイと透過光ディスプレイで被験者の大きな偏りがなく、個人によって媒体に対する評価が異なった。

以上の結果より、「透過光ディスプレイより反射光ディスプレイのほうが、作業効率・評価共に高い」という仮説は実証できなかった。誤り発見数は平均値で比較すると反射光ディスプレイのほうが多い傾向にあり、精度や再現率も反射光ディスプレイのほうが高かったが、この実験の結果のみで、反射光ディスプレイと透過光ディスプレイで読みの性質に差がない、と結論するのは早計である。

さらに、電子書籍で読書する頻度によって被験者を 3 群に分け、誤り発見数を比較したところ、電子書籍に親しん

でいる群のほうが、透過光ディスプレイでの「誤りを探す読み」の成績が良いということが分かった。実験1と同じく、媒体に対する慣れが、負荷の高い読みを行う場面での作業効率の差に大きく影響していると考えられる。

紙と液晶ディスプレイで「誤りを探す読み」の作業効率・主観評価が共に高くなる具体的な要因のひとつが、反射光と透過光の違いであることは、今回の実験だけでは確実にはいえない。さらに媒体間の反射光と透過光の違い以外の差を排除し、視覚的な違いのみに注力した実験を実現し、検証を続ける必要がある。

## 5.2 今後の課題

本研究では、実験1、実験2の両方で、慣れによる成績の変化を確認することができた。今後、慣れの度合いによる被験者群の比較を行うことで、表示媒体と慣れとの関係を明らかにすることができると考えられる。

電子書籍の利用率について、NTTコムリサーチとインターネットコムによる調査[40]では、35.9%（電子書籍、電子雑誌）、インプレス総合研究所による調査[41]では、26.0%（電子書籍）であった。

今回の実験2における電子書籍の利用率は、マンガ以外で30%、マンガで25%であり、一般の割合と同程度であったといえる。今回の被験者の世代では、実験1で用いた紙や液晶ディスプレイは日頃から慣れ親しんでいる表示媒体だが、実験2で用いた電子書籍媒体は、使用したことのない被験者がほとんどで、電子書籍コンテンツに触れたことがある被験者も3割程度であったことから、ひとりの被験者が表示媒体を変えて2回の実験を行う今回の実験では、実験中に慣れが生じた可能性がある。この影響を統制するためには、被験者に数日間の媒体の試用期間を設け、その上で実験を行うことが必要である。または、利用経験のある/なしで比較を行い、慣れの影響を測ることもできる。

また、本研究では、実験1の仮説を実証できたものの、実験2の仮説については課題を残す結果となった。そこで、反射光と透過光の違いを検証するための改善案を提案する。

まず、厳密に反射光と透過光の画面の違いだけを検証する実験を実施するための方策が必須である。今回は蛍光灯で照らされた明るい環境で実験を行ったが、周囲に明かりのない環境で、外的な視覚による違いをなくし、比較を行うことが考えられる。また、読書時の姿勢や表示媒体の重さによる差を排除することも検討するべきである。

そして、今回の実験で使用した題材や誤りだけでなく他の題材や誤りについても、さらに文字だけでなく画像や動画も含め、同様の実験を行う研究結果を蓄積していく過程で反射光と透過光の違いが導き出される可能性がある。

「誤りを探す読み」を行う場面は、学生であればレポート作成時など学習に関わる場面が多い。今後は学習においても、紙上で行ってきたものが電子に切り替わる、または

用途によって選択できるようになることが予想される。電子表示媒体の登場から、学習と繋がり深い読書の形も少しずつ変容し、個人の志向や目的によって、自由に読み方を選択できる時代が近づいている。読みやすさや目の疲れなどの評価の比較、理解度や速度など特定の作業効率の比較にとどめず、表示媒体における読みの特性を多方面から細かに把握することが、異なる読みの場面での表示媒体の使い分けや、さらなる効果的な利用につながるだろう。

**謝辞** 本研究に際して、多くのご助言・ご指摘をいただきました。岩瀬梓さんに深謝いたします。また、実験に快くご協力頂いた被験者の皆様に、感謝を申し上げます。

## 参考文献

- [1] 深谷拓吾, 小野進, 水口実, 中嶋青哉, 林真彩子, 安藤広志. PDFは紙を超えるか?: 電子校正改善へ向けた液晶ディスプレイにおける校正作業ミスの分析. 情報処理学会研究報告. 2011, no.3, p.1-8.
- [2] 大村賢悟, 柴田博仁. 高解像度ディスプレイでの校正読みが紙より遅くなるときの. 情報処理学会全国大会講演論文集. 2010, no.4, p.4-27-4-28.
- [3] 中津植男, 鈴木美恵. 理解力・記憶力という観点からみた電子ブックと印刷本の比較. 愛知教育大学教育実践総合センター紀要. 1998, 創刊号, p.39-46.
- [4] 清原一暁, 中山実, 清水康敬, 木村博茂, 清水英夫. 印刷物とディスプレイで表示した文章の理解の比較. 電子情報通信学会総合大会講演論文集. 1999, no.1, p.273.
- [5] 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. 2003, vol.27, no.2, p.117-126.
- [6] 磯野春雄, 高橋茂寿, 滝口雄介, 山田千彦. 電子ペーパーと文庫本で読書した場合の視覚疲労の比較. 電子情報通信学会技術研究報告. 2005, vol.104, no.666, p.9-12.
- [7] 山内悠輝, 永岡慶三. 電子書籍と印刷物の読書行動における満足感と速度の比較. 電子情報通信学会技術研究報告. 2011, vol.110, no.453, p.27-32.
- [8] 柴田博仁, 大村賢悟. 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. 情報処理学会研究報告. 2011, no.5, p.1-8.
- [9] 小林亮太, 池内淳. 表示媒体が文章理解と記憶に及ぼす影響: 電子書籍端末と紙媒体の比較. 情報処理学会研究報告. 2012, no.29, p.1-8.
- [10] 有馬哲夫. 有馬哲夫教授の早大講義録: 世界のしくみが見える「メディア論」. 宝島社, 2007, 222p., (宝島新書, 252).
- [11] McLuhan, Marshall; McLuhan, Eric. メディアの法則. NTT出版, 2002, 335p.
- [12] Krugman, Herbert E. Brain wave measures of media involvement. Journal of Advertising Research. 1971, 11(1), p.3-9.
- [13] トップラン・フォームズ株式会社. “「紙媒体の方がディスプレイより理解できる」ダイレクトメールに関する脳科学実験で確認”. TOPPAN FORMS. <http://www.toppa-f.co.jp/news/2013/0723.html>, (参照 2014-12-08).
- [14] NTTCom Online Marketing Solutions Corporation. “調査結果: 電子書籍に関する調査”. NTTコムリサーチ. <http://research.nttcoms.com/database/data/001907/>, (参照 2014-12-14).
- [15] インプレス総合研究所編. 電子書籍ビジネス調査報告書 2014. 株式会社インプレス, 2014, 360p.