

# 表示媒体とインタラクションの組合せが誤りを探す読みに与える影響

松山麻珠（筑波大学大学院） asami@slis.tsukuba.ac.jp

池内淳（筑波大学図書館情報メディア系） atsushi@slis.tsukuba.ac.jp

## 1. はじめに

本研究の目的は、表示媒体（紙・タブレット端末・PC ディスプレイ）と文書とのインタラクション（接触不可・接触可・書き込み可）の組合せが、「誤りを探す読み」での作業効率に与える影響を測定することである。(1)文章のみ、(2)図表と説明文、(3)絵の間違い探しの3種類の課題で、(1)と(2)では挿入された誤り部分を探す読み、(3)では2つの絵を見比べて異なる部分を探す読みを「誤りを探す読み」とした。

## 2. 関連研究

### 2.1. テキストタッチと読みの関係

文書を読む際のインタラクションに着目した柴田ら[1]は、紙文書へのインタラクションを接触不可・接触可・書き込み可の3段階に場合分けし、文章のみからなる課題文書の校正作業における効率性を比較する実験を行った。その結果、接触可・書き込み可条件は接触不可条件に比べて有意に誤り検出率が高く、触れることができるかできないかというインタラクションの違いが、校正読みの効率に影響を与えていることがわかった。

柴田らは紙で行う校正作業についてのみ検討を行ったが、本研究ではインタラクションの対象となる表示媒体を紙・タブレット端末・PC ディスプレイの3種類とする。さらに、文章の校正読みに加え図表や絵の読みを含む課題を用いて実験を行い、表示媒体へのインタラクションが読みに与える影響について、多方面から考察する。

### 2.2. 学習における表示媒体の比較

赤堀ら[2][3]は、学習目的で用いられる表示媒

体として紙・PC・タブレット端末（iPad）を取り上げ、それぞれの表示媒体で学習及び記憶テストを行う実験を実施した。その結果、3種類の表示媒体は異なる特性を持っており、紙はテキストの認知や基礎的な知識の理解に優れていること、iPad は写真の認知や発展・応用的な内容の理解に優れていること、PC は iPad と同じようにマルチメディアコンテンツを表示できても特に優れた特性はないことがわかった。

赤堀らは、紙や iPad が PC より優れている理由について、人間が表示媒体を見て内容を認知する際に動作のイメージが伴うというイメージスキーマの理論を取り上げ、画面に直接的なインタラクションが可能でイメージスキーマが働きやすい紙や iPad が学習に効果的であると考察した。

本研究では、段階的に制限したインタラクションの影響を測定することで、表示媒体とインタラクションの組合せやインタラクションと課題内容の組合せについて分析する。

## 3. 方法

### 3.1. 使用表示媒体

実験に使用した表示媒体とその特性を表1に示す。

表1 表示媒体の特性

表示媒体	表示サイズ	解像度
紙	A4 (297mm×210mm)	—
iPad Pro	12.9 インチ (305.7mm×220.6mm)	2372×2048
PC モニタ	24 インチ (299mm×531mm)	1920×1080

### 3.2. インタラクション条件

実験では、文書へのインタラクション条件として、接触不可・接触可・書き込み可、の3条件を設定した。

接触不可条件は、紙とiPadを机上に置き、PCは机上に直立させた状態で画面表示し、表示媒体に全く手を触れない状態とした。

接触可条件は、紙は自由に手で触ることができる状態とした。iPadは手が触れても画面表示が変化しないよう設定し紙と同じように自由に触れることができる状態とした。PCはマウスを用いて画面上のアイコンを自由に動かせる状態とした。

書き込み可条件は、紙はボールペンを使って、iPadはスタイラスペンを用いて自由に書き込みができる状態とした。PCはマウスのドラッグ操作で画面上に書き込みができる状態とした。iPadとPCでは拡大縮小操作を可能にした。

### 3.3. 実験計画

実験計画は3水準×3水準の2要因計画とした。独立変数は、表示媒体（3水準：紙・iPad・PC）とインタラクション（3水準：接触不可・接触可・書き込み可）で、従属変数は、誤り発見数と誤回答数である。

独立変数はすべて被験者内要因とし、1被験者は表示媒体×インタラクションの9条件の実験で独立変数の値をすべて体験することで、被験者間の能力差や学習効果などの個人内の差を統制した。独立変数以外の要素が従属変数に及ぼす影響を考慮し、実験順序のカウンターバランスをとり、1被験者の実験を3日程に分けて実施した。

実験では被験者による表示媒体とインタラクション条件の主観評価を行い、読みやすさや目の疲れなどに関して設問した。

被験者は、大学生および大学院生12名（男性6名、女性6名、平均年齢23.2歳）を対象とした。

### 3.4. 実験課題

実験課題は、(1)文章のみ、(2)図表とその説明文、(3)絵の間違い探しの3種類を用意した。(1)と(2)では、誤字脱字やグラフの見た目などで分かる形式的な誤りと、課題の内容に関する文脈的な誤りの2種類の誤りを挿入した。

(1)は1,000字程度の文章に20個（形式：15個文脈：5個）の誤りを挿入したもの、(2)はグラフとその内容に関する説明文に8個（形式：3個文脈：5個）の誤りを挿入したもの、(3)は2つの絵を見比べて異なる部分（9つ）を探すものである。

各課題ともA4サイズ1枚に収まる内容でページめくり操作は行わず、制限時間はそれぞれ(1)5分、(2)5分、(3)3分とした。時間内に自由に好きな箇所から読み進め、読んでいる途中で発見した誤り部分を口頭で回答してもらった。

### 3.5. 測定指標

「誤りを探す読み」の作業効率の測定のために、誤り発見数と誤回答数を用いた。誤り発見数とは、実験課題中から被験者が発見した誤りの数であり、誤回答数とは、被験者の回答のうち、出題者の意図と異なる回答の数である。

さらに、誤り発見数と誤回答数の和を全回答数とし、情報検索の正確性・網羅性の指標として用いられる再現率（誤り発見数／課題中の誤りの数）と精度（誤り発見数／全回答数）による分析を行った。誤り発見数が多く再現率が高いほど作業効率が高く、また誤回答数が多く精度が低いほど作業効率が低いとした。

### 3.6. 仮説

本実験での仮説は、表示媒体とインタラクションの組合せによって「誤りを探す読み」の作業効率に違いがあり、接触不可条件より接触可・書き込み可条件のほうがより多くの誤りを精度良く発見できることとした。

#### 4. 実験結果

図 1 に、表示媒体×インタラクションの組合せごとの、全課題（(1)文章のみ、(2)図表と説明文、(3)絵の間違い探し）の再現率の平均を示す。

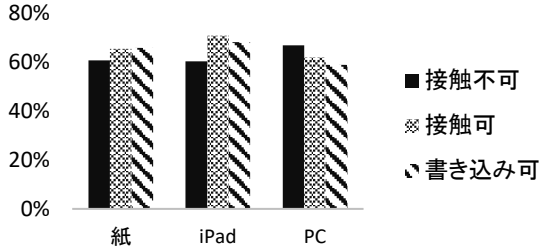


図 1 全課題の平均再現率

紙と iPad は接触不可条件に比べて接触可・書き込み可条件で再現率が上がるのに対し、PC は接触不可条件と比較して、接触可・書き込み可条件の再現率が低いことがわかる。

表示媒体×インタラクションの 2 要因分散分析を行ったところ、インタラクションの主効果 ( $F(1, 11) = 6.27, p < .05$ ) と、交互作用 ( $F(1, 11) = 7.58, p < .01$ ) が有意であった。

図 2 に、表示媒体×インタラクションの組合せごとの、全課題の精度の平均を示す。

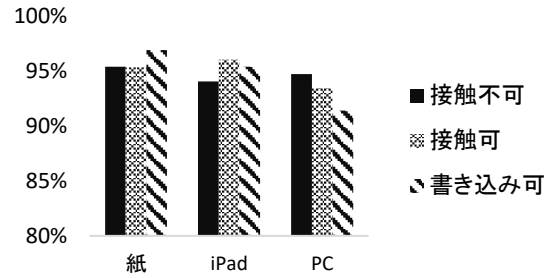


図 2 全課題の平均精度

精度についても、再現率と同様の傾向がみられた。2 要因分散分析では、表示媒体の主効果 ( $F(1, 11) = 4.01, p < .1$ ) が有意で、紙と PC、iPad と PC の組合せの間に有意差がみられた。

図 3 に(1)文章のみ課題、図 4 に(2)図表と説明文課題、図 5 に(3)絵の間違い探し課題の再現率をそれぞれ示す。

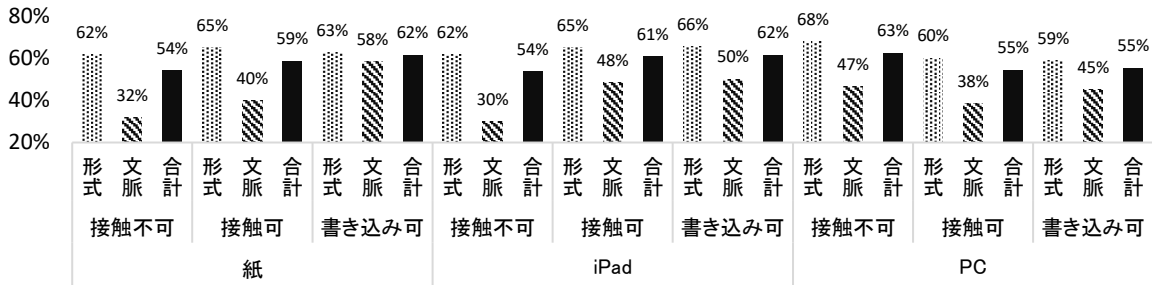


図 3 (1)文章のみ課題の再現率

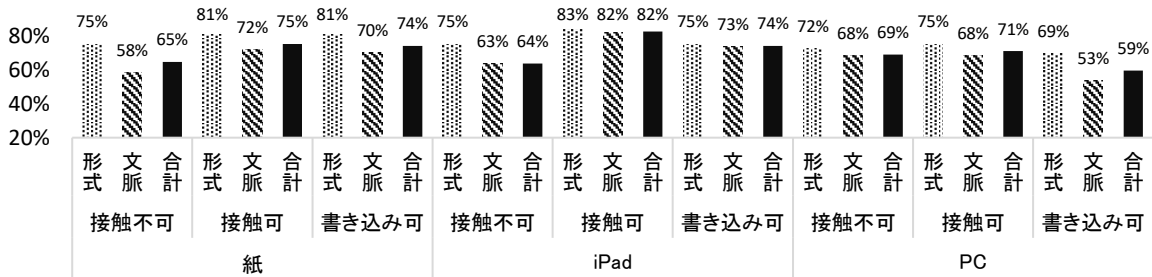


図 4 (2)図表と説明文課題の再現率

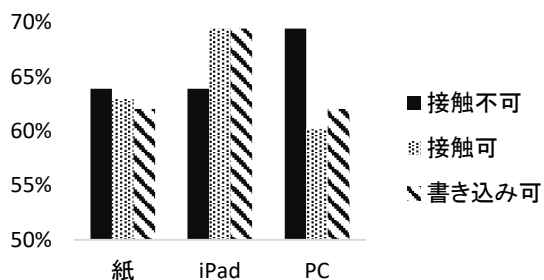


図 5 (3)絵の間違い探し課題の再現率

(1)文章のみ課題では、とくに文脈の問題について、紙・iPad では接触不可条件より接触可・書き込み可条件のほうが再現率が高く、PC では接触可・書き込み可条件より接触不可条件のほうが再現率が高い傾向にあることがわかる。

(1)文章のみ課題の文脈の問題について、表示媒体×インタラクションの 2 要因分散分析では、インタラクションの主効果 ( $F(1, 11) = 5.03, p < .05$ ) が有意であった。さらに単純主効果の検定では、紙と iPad の接触不可条件と接触可条件の間に有意差がみられた。

また、(2)図表と説明文課題でも、文脈の問題について(1)文章のみ課題と同様の傾向がみられ、表示媒体×インタラクションの 2 要因分散分析では、インタラクションの主効果 ( $F(1, 11) = 5.03, p < .05$ ) と交互作用 ( $F(1, 11) = 4.16, p < .05$ ) が有意であった。単純主効果の検定では、書き込み可条件について、紙と PC、iPad と PC の組合せでそれぞれ有意差がみられた。

(3)絵の間違い探し課題では、表示媒体×インタラクションの 2 要因分散分析の結果、主効果・交互作用ともに有意差は認められなかったものの、紙より iPad の接触可・書き込み可条件、PC の接触不可条件で再現率が高い傾向がみられる。

実験の結果を以下の 4 点にまとめる。

- ① 課題(1)と(2)の文脈をふまえた問題では、紙・iPad は接触可・書き込み可条件、PC は接触不可条件の再現率が高かった
- ② 課題(2)で、文脈の問題の書き込み可条件に

ついて、再現率は、紙=iPad>PC であった

- ③ 精度は、紙=iPad>PC であった
- ④ 紙と iPad の間では、再現率・精度ともいどの条件でも有意差は認められなかった

## 5. 考察

3 種類の表示媒体と段階的に制限した 3 条件のインタラクションの組合せで「誤りを探す読み」の作業効率を比較した結果、紙と iPad の間では、もはや作業効率の差はなかった。しかし、紙・iPad と PC の間に、インタラクションの違いによる作業効率の差が認められた。

とくに、課題中の文脈を把握し、ページ中の複数箇所を参照しながら回答する必要のある課題では、画面に指やペンで直接触れたり書き込んだりすることができる紙や iPad は、マウスを使って間接的なインタラクションを行う PC より効率的な読みが可能であった。一方で、絵の間違い探しでは紙媒体より iPad や PC の電子媒体で効率が上がる傾向もみられ、読みの種類によって効果的な表示媒体とインタラクションの組合せが異なることが予想される。

今後も表示媒体と様々な学習への効果の関係をより具体的に把握するために、課題や条件を工夫していく必要がある。

## 参考文献

- [1] 柴田博仁, 高野健太郎, 田野俊一. テキストタッチが読みに与える影響: タブレット端末の利用がアクティブリーディングにもたらす影響の分析. 情報処理学会論文誌. 2016, 57(9), p.2131-2141.
- [2] 赤堀侃司, 和田泰宜. 学習教材のデバイスとしての iPad・紙・PC の特性比較. 白鷗大学教育学部論集. 2012, 6(1), p.13-34.
- [3] 赤堀侃司. インターフェイスの比較による紙・PC・タブレット型端末の認知的効果. 白鷗大学教育学部論集. 2013, 7(2), p.261-279.