

# 学習教材のデバイスとしての iPad・紙・PCの特性比較

赤堀侃司<sup>1</sup>・和田泰宜<sup>2</sup>

## Characteristics Comparison of iPads, Paper and PCs as Learning Devices

Kanji Akahori<sup>1</sup>・Yasunori Wada<sup>2</sup>

### 概要

本論文は、学習デバイスとして、紙、PC、iPadを取り上げ、その有効性ならびに特徴について実験計画法に基づき比較実験した結果について述べている。情報教育に関する教材をインストールした、紙、PC、iPadを用いて学習する3群に対し、理解度テストおよびアンケートを実施して、その結果を比較した。

理解度テストにおいては、紙メディアは、基礎的問題、知識・理解の問題に優れた成績を示し、iPadは、応用的問題、理解・総合問題に優れた成績を示し、PCは特に優れた成績を示さなかった。アンケート結果においては、最も飽きやすいメディアは紙であり、最も飽きにくいメディアはiPadであり、最も疲れやすいメディアはPCであり、もう一度やってみたいと思う

---

<sup>1</sup>白鷗大学／NPO教育テスト研究センター  
(Hakuoh University/Center for Research on Educational Testing)

<sup>2</sup>京セラコミュニケーションシステム(株)  
(Kyocera Communication Systems Co., Ltd.)

メディアはiPadであった。このことから、決められた範囲における学習内容を知識として覚えたり理解したりする学習活動においては、紙が最も優れており、iPadは自分の考えや判断や総合的に述べるような問題に適しており、かつ継続的に学習したいという特性がある。PCとiPadは同じデジタル教材なので、その違いは、インターフェイスすなわち、指タッチによる操作とキーボードとマウスによる操作の違いによると考えられる。

以上から、学習デバイスとしては、紙とiPadの併用が最も優れた学習効果を示すと予想される。

## 1. はじめに

学習教材として紙は最も優れた媒体であることは、教育研究者および教育関係者の中で認知されている。この媒体のことを、以下メディアもしくはデバイスと呼ぶ。

メディアと学習に関する文献は、多い。例えば、Kozma,R.B.(1991)は、本、テレビ、コンピュータ、マルチメディア環境による学習の研究について、多くのレビューをしている。その論文の中で、著者は、それぞれの技術、シンボルシステム、処理能力などによって、認知的な特徴を分類している。

近年、学習教材のデバイスとしてPC、タブレットPC、Webなどが用いられてきたが、最近ではiPadが注目されている。iPadは、スレート型情報端末であるが、電子出版を具現化するデバイスとして急速に普及しつつある。iPadの特徴は、その形状を示すスレート型だけでなく、指タッチによる操作性、本やノートと同じ紙をめくる感覚を具体化したインターフェイス、写真や映像などのマルチメディアの実装、インターネットへの接続など多くの特徴があり、特に持ち運び可能なモバイル情報端末として普及している。

ここで、Murphy G.D. (2011)の論文に、注目したい。この論文で、著者

は、PC（パソコン）の次に登場する次世代の学習用デバイスとして、iPadに注目している。iPadなどの次世代学習用端末の特徴として、持ち運びが容易である、インターネットに接続できる、タッチスクリーンのインターフェース（Meurant, 2010）、ラップトップコンピュータの特性をすべて提供していること（Melhuish & Falloon, 2010）などを挙げている。

このiPadを学習用デバイスとして活用する試みは、最近始まったばかりであり、研究上の知見は極めて少ない。特にこのようなデバイスが、学習時における記憶・理解や検索などの認知にどのように関わるかはほとんど明らかにされていない。

例えば、Andersen,L.(2011)は、podcastの学習用端末としての認知特性を、認知負荷理論で説明している。この論文の中で、さらにマルチメディアを用いた授業デザインについて、提案している。

筆者らは過去に、紙、デスクトップPC、タブレットPCおよびデジタルペンを用いた学習の比較実験を行った。その目的は、紙における鉛筆、デスクトップPCにおけるキーボード、タブレットPCにおけるタッチペン、およびデジタルペンにおけるボールペンなどの入力ツールの違いが、学習時における記憶・理解や文字入力に影響を及ぼすかどうかを明らかにすることであった。その結果、紙とデジタルペンは同じ傾向を示し、デスクトップPCとタブレットPCは同じ傾向を示した（加藤，加藤，赤堀，吉本，杉山，2010）。

本研究においては、紙、ノートPCおよびiPadを比較し、紙と表示画面における教材の読みとりの違い、紙におけるページめくり、デスクトップPCにおけるマウス操作とiPadにおける指操作の違い、紙における文字と図表、デスクトップPCとiPadにおける文字・図表および映像の違いなどを、同じ教材を用いて比較実験を行う。これまでの研究報告の多くは、デバイスの開発や活用法などであり、学習時における認知の違いに注目した研究は少なかった。本研究においては、上記の3つのデバイスを用いて同じ教材を使用し、実験計画法に基づいて実験を行った。

## 2. 教材の開発

### 2.1 電子教材の機能

既存の紙教材をベースに、iPadとPCで使用する電子教材を開発した。ただし、単に紙の文章をディスプレイに表示するだけの電子書籍ではなく、以下に示すような一般的な電子教材に搭載されると考えられる基本的な学習向け機能を開発した。

#### ①動画再生機能

重要ポイントでボタンをクリックすると、講師が解説する映像が再生される。

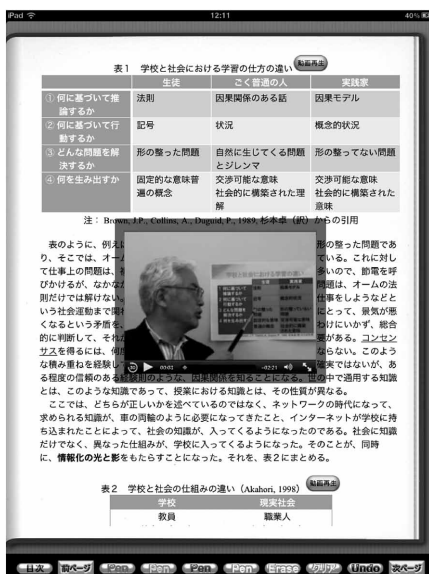


図 2.1 動画再生機能

#### ②用語説明機能

本文中の専門用語や地名などをクリックすると、ポップアップで説明文や地図が表示される。

### ③マーカー機能

教材上にマーカー等を描画できる。

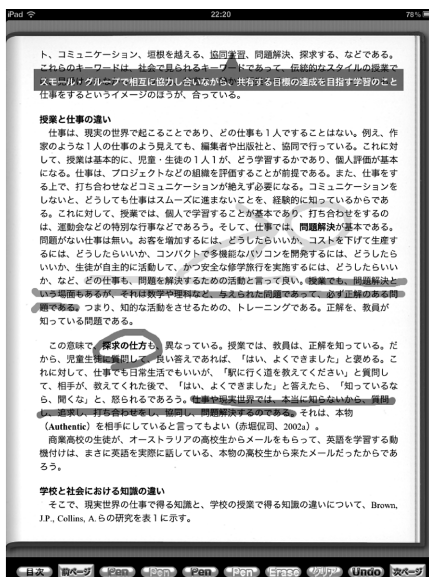


図 2.2 用語説明機能、マーカー機能

### ④目次機能

目次をクリックすると、読みたい章にジャンプする。

### ⑤自動採点機能

章末問題を解答すると自動的に採点され、集計される。また章末問題を解答するまで次の章に進めない。また、文章を途切れることなく読めるように、ページをスクロールすることにより章単位で改ページするようにした。なお、iPad向け教材、PC向け教材は同じ電子教材を使用した。なお、本教材は、放送大学用の教材として開発され、放映されたものであり、著作権は、赤堀（菅井、赤堀、野嶋、2002）にある。

## 2.2 電子教材フォーマット

今回の実験では、電子教材に学習向けのインタラクティブな機能を付加することにした。そのため、電子教材をアプリケーションとして開発、Flashで開発などの方法が考えられたが、アプリケーションとして開発する場合、Windows PC、Mac PC、iPad、Android端末など、利用する端末ごとに開発する必要があり、Flashの場合はiPadでは動作しないという問題があった。

そこで、昨今注目されているHTML5により開発をおこなった。HTML5はオフラインでも動作するため、電子書籍のフォーマットとしても注目されており、HTML5対応のブラウザがあれば、端末を選ばずに動作する。また今後WebコンテンツはHTML5が主流になると予想され、それに対応したWeb制作者、Web制作ツールなどが増え、コンテンツ制作が容易になると考えられるため、今回の電子教材はHTML5を採用した。

## 3. 研究の方法

### 3.1 実験の方法

本研究における実験の方法を以下に示す。

図3.1にその概要を示すが、教材として紙教材、iPad教材、PC教材の3種類を用意し、それぞれの教材で学習する群の被験者を20名割り当て、合計60名の被験者を集めた。以下、それぞれの群を、紙群、iPad群、PC群と呼ぶ。

被験者の属性については、主に東京都内の大学に所属する学生で、1年生および2年生が主体であり、学部は文系および理系に分散し、かつ男女数はそれぞれ30名ずつの等分とした。大学のレベル差については、募集時において大学入学時の偏差値がほぼ同じレベルの大学を選択したので、大きな差はない。

実験の手続きは以下のとおりである。

①実験者による実験方法および教材の操作の仕方などの解説（5分）

②教材による学習（35分）

それぞれの教材を隣同士相談することなく自学させ、5章からなる教材のそれぞれの章の末尾に章末問題を用意し、これを解く。iPad群、PC群は章末問題に回答すると、直ちに正解を確認することができ、次の章に進むことができる。これに対して紙群は、同様に章末問題を各章の学習後に回答をするが、その正解については最後の章を学習したあとで配布された正解表を見て、確認することができる。

③巻末問題の回答（35分）

選択肢問題と記述式問題からなる15問の問題を学生達に回答させ、回答用紙を回収した。回答用紙は教材群に関係なく紙による回答とし、同じ条件で実施した。

④アンケートの調査（15分）

24問からなるアンケート項目を記入した用紙を配布し、被験者に記入させ回収した。

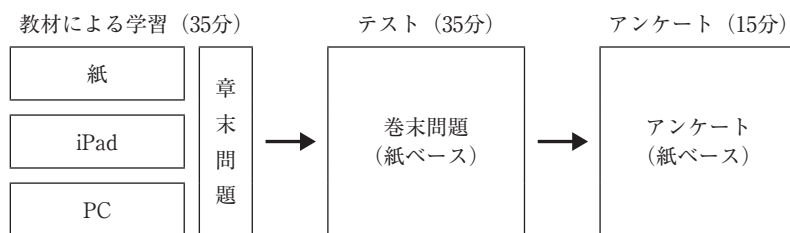


図 3.1 実験の流れ

### 3.2 分析の方法

分析については、問題の回答およびアンケートの回答の両方について行った。なお、実験の様子については、写真撮影を行った。

①問題の回答の分析

問題は、各章の末尾にある章末問題と、学習が終了したあとの巻末問

題からなる。章末問題は、5章のそれぞれに対応する5問の多肢選択問題であり、巻末問題は15問からなるが、その問題内容の特性に応じて以下のように分類して、それぞれについて分析を行った。

- 多肢選択問題か、記述式問題か
- 教材内容に記載されている基礎的問題か、記載されていない応用的問題か
- 知識を問う問題か、理解を求める問題か、総合的な判断を求める問題か

## ②アンケートの回答の分析

15問のアンケート項目はすべて多肢選択問題であり、その度数を分析した。

# 4. 分析の結果

## 4.1 問題の分析の結果

### ①章末問題の結果

iPad群、PC群、紙群のそれぞれの章末問題5問の平均得点を、図4.1に示す。合計点が10点であるが、全体の平均として8.5点程度でありほぼ正解している。章末問題は、各章の内容をどの程度理解しているかを確認する目的で設定しているので、80%以上正解できることを目安にして問題を作成した。

図4.1の結果から、紙群がよくできており、PC群が劣っていることがわかる。紙群は、学習する順序に関係なくすべての章を読み返すことができるので平均得点が高くなったと考えられる。これは、紙の一覧性という特性に関係すると思われる。

iPad群とPC群の間に平均得点に差が見られるが、これは後の考察で述べるようにiPadとPCのメディアの特性に起因すると考えられる。



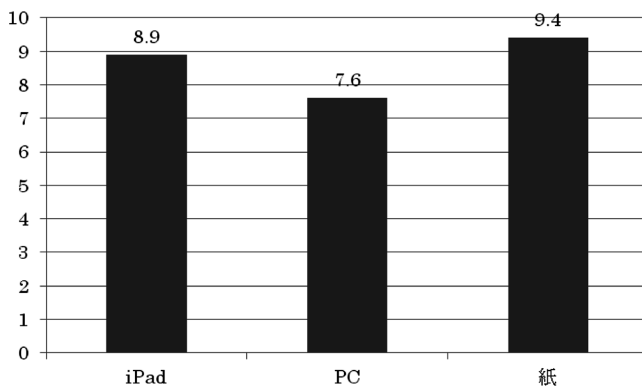


図4.1 章末問題の比較

### ①総合得点の結果

iPad群、PC群、紙群のそれぞれの平均総合得点を図4.2に示す。ここで言う平均総合得点とは、5問からなる章末問題と15問からなる巻末問題を合わせた20問の問題からなり、その合計得点は60点である。

図4.2からiPad群と紙群はほぼ同じ平均得点を示したが、PC群は低い平均得点であった。この結果については、アンケートの分析結果と合わせて考察する必要があるが、iPad群は、PC群と同じ文章、図、写真、動画であるにも関わらず、PC群より優れた得点を示した。また紙群は、動画は含まれていないにも関わらず、優れた結果を示した。これは、後の考察でも述べるように、紙メディアはデジタルメディアに比べて学習にとって本質的に適合する特性を持っていると考えられる。

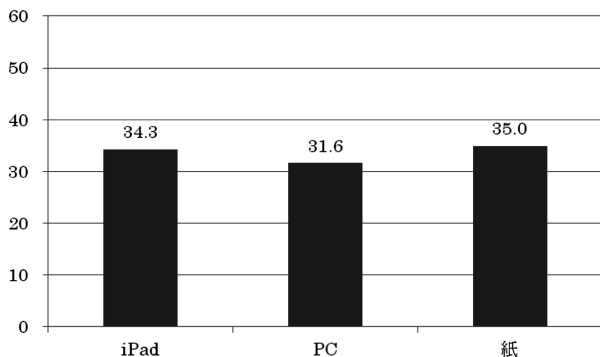


図4.2 総合得点の結果

## ②多肢選択・記述問題の比較

多肢選択・記述問題におけるiPad群、PC群、紙群のそれぞれの平均得点を図4.3に示す。図4.3に示すように、多肢選択問題では紙群、PC群がiPad群より高い得点を示し、記述問題では、iPad群が紙群、PC群よりも高い得点を示した。このことから、紙メディアの特性とiPadの特性は異なっていること、iPadとPCも同じデジタルメディアであるが、異なった特性を持っていると考えられる。詳細については、後の考察で述べる。

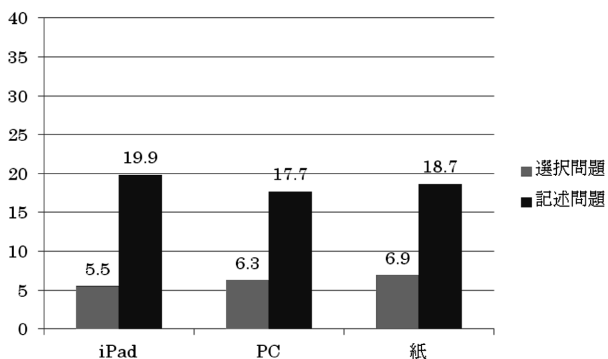


図4.3 多肢選択・記述問題の比較

### ③基礎的・応用的問題の比較

基礎的・応用的問題におけるiPad群、PC群、紙群のそれぞれの平均得点を、図4.4に示す。図4.4に示すように、基礎的問題では紙群が、iPad群、PC群より高い得点を示し、応用的問題では、iPad群が紙群、PC群よりも高い得点を示した。このことから、②多肢選択・記述問題の比較で述べたメディアの特性の差に起因すると考えられる。

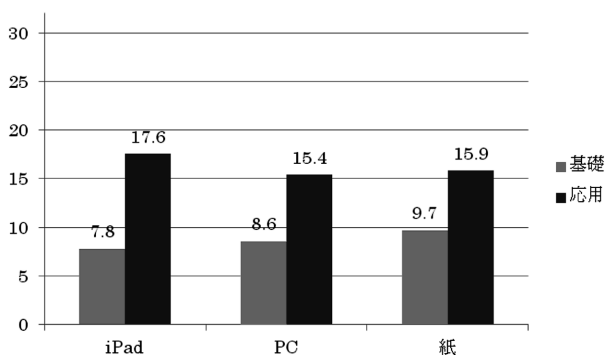


図4.4 基礎的・応用的問題の比較

### ④知識・理解・総合の比較

知識・理解・総合の問題におけるiPad群、PC群、紙群のそれぞれの平均得点を図4.5に示す。図4.5に示すように、知識の問題では紙群、PC群が、iPad群より高い得点を示し、理解の問題では、iPad群、紙群が、PC群よりも高い得点を示し、総合の問題では、iPad群が紙群、PC群より高い得点を示した。このことから、上記で述べたメディアの特性の差に起因すると考えられる。

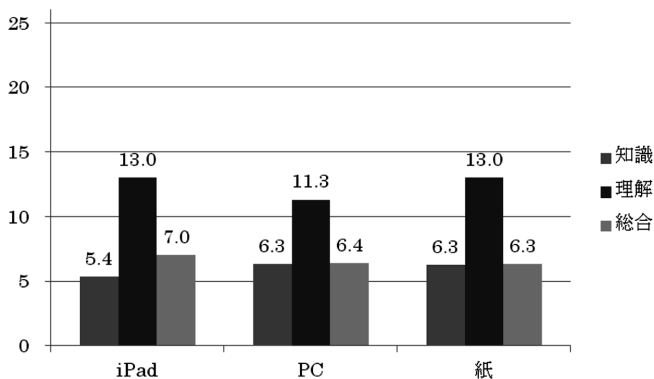


図 4.5 知識・理解・総合の比較

#### ⑤分析の結果のまとめ

以上の問題の分析結果を表 4.1 にまとめて示す。表において、◎は 3 群の中で最も高い得点を示し、○は次に高い得点、△は最も低い得点を示す。ただし、これらの記号は順位ではなく、ほぼ同じ得点の場合には同じ記号を示している。

この結果から、次のようなメディアの特性が抽出できる。

- 紙メディアは、章末問題、多肢選択問題、基礎的問題、知識・理解の問題に優れていることから、教材内容を忠実に記憶したり理解したりすることに有効なメディアと考えられる。
- iPadは、総合得点、記述問題、応用的問題、理解・総合問題に優れていることから、自分で考えたり判断したりすることに有効なメディアと考えられる。
- PCは、iPadと同じ文字・図・写真・動画を含んでいるにも関わらず、iPadや紙に比べて高い得点は示さなかったことから、メディア特性についてさらに検討する必要がある。これについては、後の考察で述べる。

表 4. 1 問題の分析結果

	章末 問題	総合 得点	多肢選択・記述		基礎的・応用的		知識・理解・総合		
			多肢 選択	記述	基礎的	応用的	知識	理解	総合
iPad	○	◎	△	◎	△	◎	△	◎	◎
PC	△	△	○	△	○	△	◎	△	○
紙	◎	◎	◎	○	◎	○	◎	◎	○

## 4. 2 アンケートの分析の結果

### ①読解におけるメディアの比較

読解におけるiPad群、PC群、紙群の選択度数の分布を図4. 6に示す。図4. 6に示すように、マンガや雑誌、一般の読み物、新聞、専門書または学習用図書のいずれにおいても紙メディアが高い選択度数を示した。

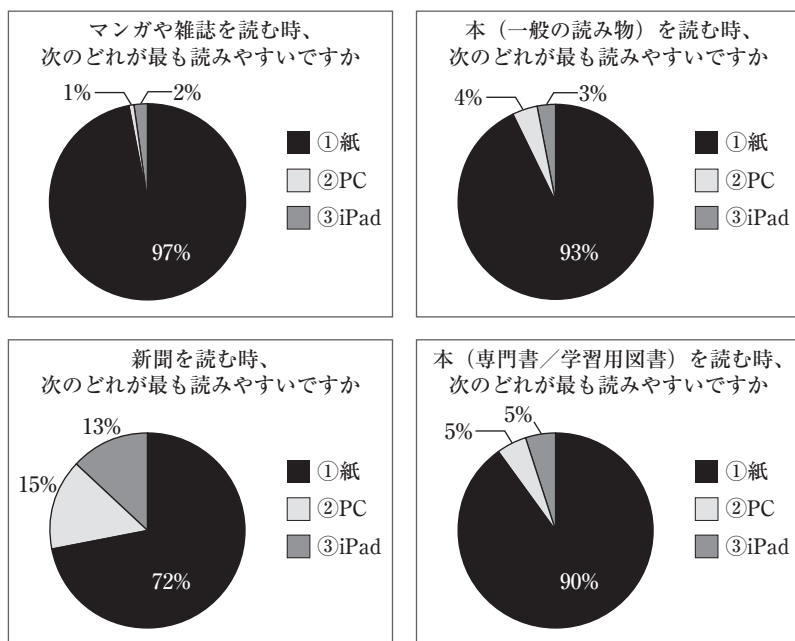


図 4. 6 読解におけるメディア比較

## ②下線引きにおけるメディア比較

下線引きにおけるiPad群、PC群、紙群の選択度数の分布を、図4.7に示す。図4.7に示すように、最も下線を引きやすいメディアは紙であり、最もやりにくいメディアはPCであった。このことから、学習において重要な個所に下線を引くことは、記憶や理解に関連する学習活動であるので、紙群がPC群に比べて高い得点を示した理由の一つと考えられる。

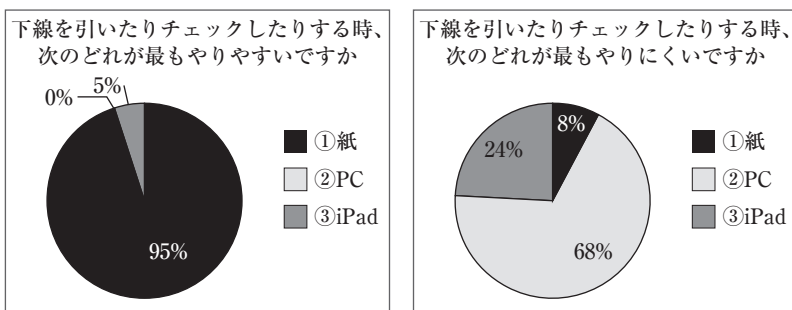


図4.7 下線引きにおけるメディア比較

## ③メモにおけるメディア比較

メモにおけるiPad群、PC群、紙群の選択度数の分布を、図4.8に示す。図4.8に示すように、最もメモしやすいメディアは紙であり、最もやりにくいメディアはPCであった。このことから、下線を引くことと同様にメモすることは学習において重要な活動であるので、紙群がPC群に比べて高い得点を示した理由の一つと考えられる。

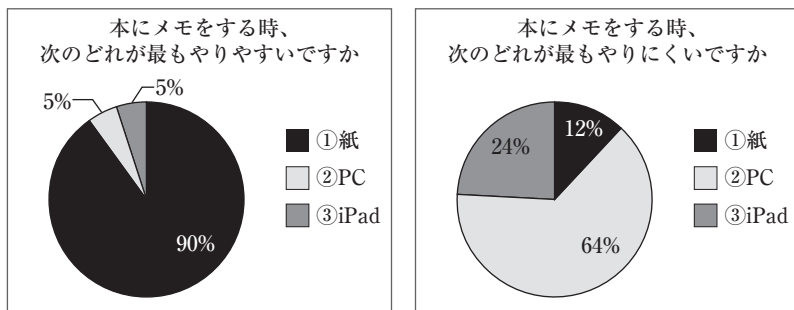


図4.8 メモにおけるメディア比較

#### ④学習内容の理解におけるメディア比較

学習内容の理解におけるiPad群、PC群、紙群の選択度数の分布を、図4.9に示す。図4.9に示すように、文字+図表による説明は、文字+映像による説明と同じ程度に効果がある。このことから、映像の効果は図表の効果と同程度であると推測される。また、学習内容の理解においては紙メディアがPC群、iPad群よりも優れている。

このことから、文字+映像による説明は、iPadおよびPCに共通した情報様式であるので、紙メディアとの差は映像などの情報様式によるものではなく、ほかの要因に起因すると考えられる。

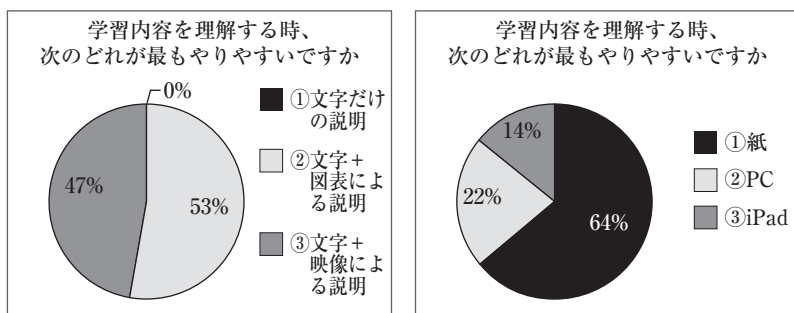


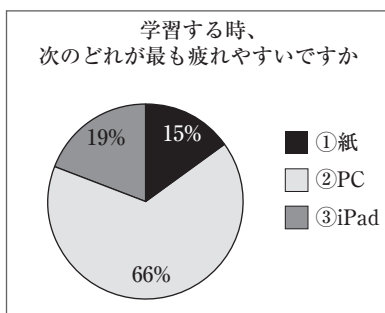
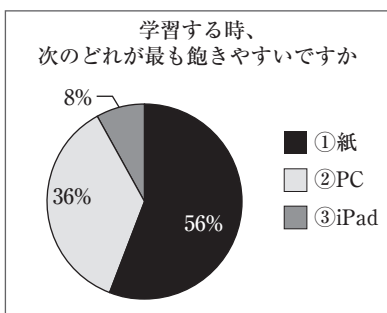
図4.9 学習内容の理解におけるメディア比較

### ⑤飽きや疲れなどのメディア比較

飽きや疲れなどのメディア比較におけるiPad群、PC群、紙群の選択度数の分布を、図4.10に示す。図4.10に示すように、最も飽きやすいメディアは紙であり、最も飽きにくいメディアはiPadであった。また、最も疲れやすいメディアはPCであり、もう一度やってみたいと思うメディアはiPadであった。

この結果は、メディアの特性を表現していると思われる。すなわち、紙メディアは下線を引いたりメモをしやすい特徴を持っているが、疲れやすくどこか我慢して学習している様子が想像できる。iPadは下線引きやメモなどはやりにくいが、もう一度やってみたいという動機づけに効果的であることから、飽きないで学習しやすい特徴があり、楽しんで学習している様子が想像できる。PCは下線引きやメモなどはやりにくく、同時に疲れやすいので、楽しんで学習している様子は想像できない。このようなメディアの特性は、4.1で述べた問題の平均得点の差の理由として挙げられる。

すなわち、紙メディアは基礎的問題や知識・理解の問題に有効なメディアであり、iPadは応用的問題や理解・総合の問題に有効なメディアであり、PCは特に目立った特性が見受けられないことを説明している。





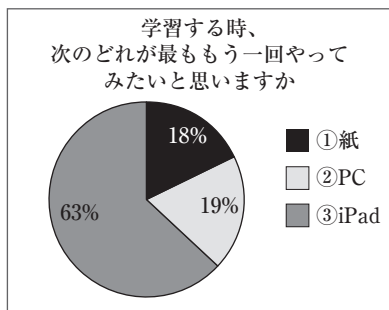


図 4.10 飽きや疲れなどのメディア比較

### ⑥学習スタイルの比較

学習スタイルの比較を図 4.11 に示す。図 4.11 に示すように、読解の仕方は、ざっと読んで全体を理解するタイプが最も多く、理解の仕方は、どちらかと言うと文字を読んで理解するタイプが多い。特に映像を見て理解するタイプは、最も少ない。

この結果から、紙メディアの特性である一覧性や文字や図表などの情報様式が、iPadやPCより被験者の学習スタイルに合っていると考えられる。

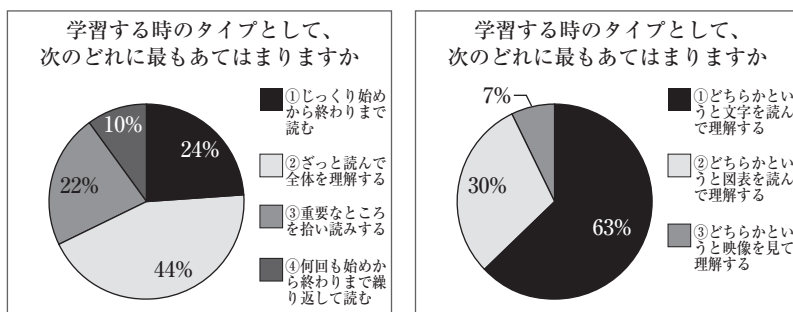


図 4.11 学習スタイルの比較

### ⑦学習の実感におけるメディア比較

学習の実感におけるメディア比較を図4.12に示す。図4.12に示すように、読んだという実感、書いたという実感、勉強したという実感のいずれの場合においても、紙メディアが最も優れている。この結果も、これまで述べてきた問題の得点結果やアンケート結果を支持するものである。

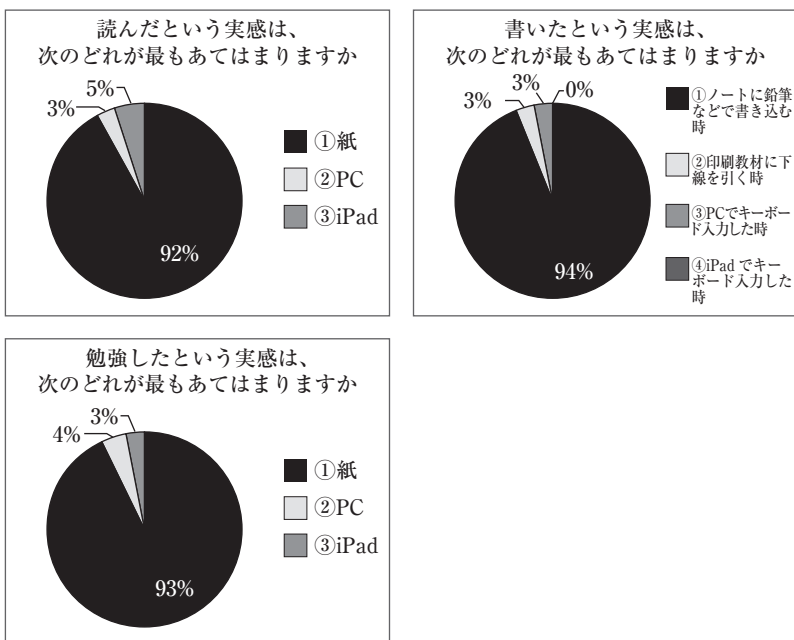


図4.12 学習の実感におけるメディア比較

## 5. まとめと考察

以上の分析の結果から、以下のようにまとめられる。

- ①紙、iPad、PCのメディアは、学習効果を検証するためのテスト問題の成績から見て、以下のような特性がある。

- 紙は、多肢選択問題、基礎的問題、知識理解の問題などに優れた成績を示した。
  - iPadは、記述式問題、応用的問題、理解・総合の問題などに優れた成績を示した。
  - PCは、いずれの問題形式によらず、特に優れた成績は示さなかった。
- ②紙、iPad、PCのメディアは、メディアの特性の比較を質問紙で答えてもらうアンケート結果から、以下のような特性がある。
- 紙は、本や新聞などを読む時、下線を引いたりチェックをする時、メモをする時などに有効であり、かつ勉強したという実感をもたらす。
  - ただし、紙は最も飽きやすく、PCは最も疲れやすく、iPadはもう一度やってみたいという特性がある。

このことから、決められた範囲における学習内容を知識として覚えたり理解したりする学習活動においては、紙が最も優れている。ただし、勉強するという動機づけがないと飽きやすいので、学習が継続しにくい。一方、iPadは自分の考えや判断や総合的に述べるような問題に適しており、かつ継続的に学習したいという特性がある。PCは、特に際立った特長が見られなかった。iPadとPCにインストールされた内容は、同一であり、その差はメディアの差だけなので、その差は極めて興味深い。すなわち、同じデジタル教材であっても、メディアやデバイスの差によって学習効果は大きく異なる。iPadとPCの大きな差は、インターフェイスである。iPadは、指タッチによる操作中心であるに対して、PCはキーボードとマウスによる操作中心であることから、iPadの方がPCよりも画面へ直接指で触れていることの影響が大きいと推測される。紙は鉛筆で直接に書いたり指で触れたりすることもできる。このような直接的な接触の違いが、学習効果に影響を与えている要因のひとつではないだろうか。

さらに、紙は教材内容のすべてを閲覧できるという一覧性の特徴がある。iPadやPCでは画面という限られた範囲だけで教材内容を見ているので、全体の内容を把握するという点で劣っている。この意味で、教材に記述され

た内容を忠実に覚えたり理解したりという点で、紙の方が優れていると考えられる。一方、iPadやPCでは、紙には含まれていない地図や動画などがあり、被験者が判断するための情報量が多く、総合的に考えを述べるという点で優れていると考えられる。ただし、iPadとPCは大きな相違があるが、この違いは先に述べたように直接的に操作できるかどうかによると推測される。

ただし、上記に述べた考察は推測の域を出ておらず、今後どのような要因によって差異を生じたのか研究を継続する必要がある。

本研究の遂行にあたって、NPO教育テスト研究センターの古川実歩さん、京セラコミュニケーションシステム株式会社のご協力をいただきましたことを、厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- Andersen,L.(2011), "Podcasting, Cognitive Theory, and Really Simple Syndication: What is the Potential Impact When Used Together?", *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 20 (3), 219-234.
- Kato Y., Kato S., Akahori K., Yoshimoto M., Sugiyama Y. (2010) "Comparative analysis about the test using four kinds of media: digital pen, tablet PC, PC, and paper and pencil", *Proceedings of the 26<sup>th</sup> Annual Conference of the Japan Society for Educational Technology 2010*, 681-682, in Japanese.
- Kozma, R.B. (1991). "Learning with media." *Review of Educational Research*, 61(2), 179-212.
- Melhuish, K. & Falloon, G. (2010). Looking to the future: m-learning with the iPad. *Computers in New Zealand Schools: Learning, Leading, Technology*, 22(3), 1-16.
- Meurant, R. (2010). The iPad and EFL Digital Literacy. *Communications in Computer and Information Science*, 123, 224-234.
- Murphy G.D. (2011), "Post-PC devices: A summary of early iPad technology adoption in tertiary environments", *e-Journal of Business Education & Scholarship of Teaching*, Vol.5, Iss. 1, 2011, pp: 18-32. <http://www.ejbest.org>
- Sugai K., Akahori K., Nojima E. (2002). "Information Education -Educational Technology Approach-", *The Society for the Promotion of The Open University of Japan*, <http://www.ua-book.or.jp/>
- 菅井勝雄、赤堀侃司、野嶋栄一郎（編集）（2002）、情報教育論－教育学のアプローチ、放送大学教育振興会
- 加藤由樹、加藤尚吾、赤堀侃司、吉本真代、杉山康彦（2010）、デジタルペン、タブレットPC、PCおよび紙と鉛筆の4種類のメディアを用いた試験に関する比較分析、日本教育工学会第26回全国大会講演論文集2010、pp.681-682.