

電子教科書使用時の紙ノートの必要性に関する比較研究

Research on the Need of a Paper Notebook with Electric Textbook

柳沢 昌義^{*,**}

Masayoshi Yanagisawa^{*,**}

東洋英和女学院大学人間科学部* 教育テスト研究センター(CRET)**

Faculty of Human Sciences, Toyo Eiwa University*

Center for Research on Educational Testing**

<あらまし> 電子教科書の進化のスピードは速く、アノテーションだけでなくノート機能まで盛り込まれようとしている。韓国の小学校では、ノート機能が電子教科書に内蔵されており、別途紙のノートがない。果たしてこれによって学習効果があがるのかどうかは十分検討しなければならない。本研究では、大学生を対象に、電子教科書にノート機能をもたせ、電子教科書の単独使用群と紙のノートとの併用群での比較実験を行い、学習効果の比較を行った。結果、学習の成果を直接示す事後テストにおいて、専門的内容に関する自由記述分に差異が認められ、紙のノートにまとめながら学習する条件の方が有意に成績が高いことが分かった。紙のノートを併用した学習は、電子教科書単独の学習より優れている可能性があることが示唆される。

<キーワード> 電子教科書 デジタル教科書 ノート 併用効果 インタフェース

1. 背景

韓国では 1997 年より電子教科書の試験的導入が始まり、2007 年 3 月に教育科学技術部が“デジタル教科書の常用化推進法案”を発表、2007 年から 2011 年までに、25 教科のデジタル教科書を開発し、2013 年度から常用化となる計画である。日本も遅ればせながら 2011 年度より指導者用デジタル教科書の一部導入が始まったが、学習者用ではなくあくまで教師がプラズマディスプレイおよび電子黒板上に投影することを前提に設計されており、韓国のように一人一台のタブレット PC 上に教科書を動かしそれを使って授業を受けるといったスタイルではない。

筆者らは、2010 年に韓国の電子教科書の利用実態調査のため訪韓し、小学校の授業参観および、校長先生、担任教師、授業担当教師からインタビューを行った(竹内 2010)。また、韓国の研究者を日本に招いてデジタル教科書についての国の政策や現状、問題点について講演会を行い多くの知見を得た(金 2010)。

韓国の仁川市 Dongmak 小学校(実験校)では 5 年生の理科の授業を参観する機会を得た。火山についての授業であったが、教師が電子黒板に映し出すテキストと生徒が使用す

るテキストは同じものであり、また、先生の指導のもと、生徒は電子教科書上で、専用ペンを使用してマルチメディアコンテンツを操作したり、表に書き込みをしたりしていた。

机には、タブレット PC と、それ専用の台、そして専用ペンがある。それ以外の日本では当たり前紙のノートや鉛筆、筆箱といったたぐいの筆記用具は一切ない。

2010 年段階の韓国の電子教科書は、紙のテキストをスキャンしただけのものが多いが、そこに各種ツール、アニメーション、映像や操作可能な 3D モデル等が組み込まれている。生徒は文字の入力はペンを使うだけでなく、キーボードによる入力も併せて行っている。一人一台のタブレット PC が授業中に利用できるが持ち帰ることができないため、電子教科書とは別に紙の教科書も配布している。

2. 研究の目的

このように、韓国の実験校で導入が進む電子教科書であるが、実際の使い方を見ると教科書とノートは併用されていない。つまり教科書を電子化しただけではなく、元来、紙のノートに書いてきたことも教科書に書くように設計されている。

教科書が電子化され、マルチメディア要素が多分に盛り込まれることの是非はともかく、ノート機能を電子教科書に組み込み、紙のノートをなくしてしまうことまでは想定外であると思われる。清水ら(2011)の調査でも、電子教科書に盛り込む3番目の因子として「画面直接入力」機能を挙げているが、その重要性の意識は学年によらず低い結果になっており、やはりノートをなくすほどのことは想定していないと思われる。

本研究では、そもそも電子教科書時代に紙のノートが必要なのかについて、比較実験を行い、紙のノートの必要性を調査するものである。

電子教科書は現在小学校への導入についての話題が多いが、すぐに大学生向けへと発展していくと思われる。Apple iPad以降、各種スレート型端末が発表されそれらはすぐに大学生向けの電子教科書へと発展してきている。例えば、2010年より Kno という端末は2つの14.1インチのタッチスクリーンを搭載し、1つの端末の中で教科書からノートを含めた全部を完結しようとしているし、Apple社のiPad用アプリのiTunes Uでは、各大学の教科書が見られるようになってきている。

このように技術先行で教育学習環境が目まぐるしくデジタル化に向けて変容しているが、次世代の教科書とノートのあり方について、実験ベースで検証しておく必要がある。

そこで本研究では、単純に、紙のノートと電子教科書を併用する条件と、電子教科書への書き込みだけの2条件間に、学習成果の差異があるのかを調べることを目的とする。

3. 実験

実験は会場と日時の関係から2回に分けて行っているが、本稿ではまとめて記載する。

3.1. 被験者

派遣会社によって集められた大学生80名(男性38名、女性42名)。偏差値50前後の平均的能力があると思われる大学学部から選定した。

被験者は、表1に掲げる2つの学習単元を学んだ。両単元とも数学的素養や計算を必要とする単元である。過去のアノテーション研究から数学が一番アノテーションによる影響を受けやすい分野であると判断したからである(柳沢 2009, 2010a, 2010b)。

表1 2つの学習単元

単元名	概要
情報数学 —数の2進数表現について—	数の2進数表現についての基礎
統計学 —度数分布表—	代表値, 平均値, 度数分布, 分布表

被験者は、上記の単元を30分間独学で電子教科書を用いて学習する。しかし、学習しながら、書き込みをどこに行うかで2条件にわけている。電子教科書に書き込む条件をD条件(Digital条件)、紙のノートに書き込む条件をP条件(Paper条件)と呼ぶ。被験者を2群にわけ、上記2つの単元どちらかを紙のノートを併用して学習し、一方を電子教科書への直接書き込みで学習を行った。表2に群わけの詳細を載せる。

表2 被験者の群わけ

	情報数学	統計学
A群 40名	D条件	P条件
	電子教科書へ書き込み	紙のノートへ書き込み
B群 40名	P条件	D条件
	紙のノートへ書き込み	電子教科書へ書き込み

3.2. 実験用の電子教科書

電子教科書は本実験のために独自に開発した。開発した電子教科書の基本機能を表3にまとめる。この電子教科書は、汎用目的で作られてものではなく、この実験のために必要最低限の機能だけを実装したものである。

教科書の中身は、テキスト・表・図だけで構成され、本研究は、単純にノートの有無による差異を見るためであるため、マルチメディア

ィアの機能, 通信機能などは実装していない。ただし, 小テストがあるページでは, 即座に解答が分かるようにボタンを配置して, 解答の On/Off ができる。

教科書の内容は, 既存の教科書の構成をまねつつ, 筆者のオリジナルの文章を用いた。情報数学は全 10 ページ, 統計学は 8 ページからなる。

表 3 実験で使用した電子教科書の特徴

項目	説明
デバイス	抵抗膜方式(感圧式)タブレット PC XGA 以上の解像度 横長での利用
入力方式	専用ペンのみでを使用することを想定 マウス・キーボードは不使用
動作原理	WindowsXP 上の Microsoft PowerPoint2003 をマクロで制御することにより, 電子教科書としての基本機能を持たせる
インターフェース	進む・戻る・ペンや蛍光ペン・消しゴムによる自由なアノテーションが可能 ペンの色は黒, 赤, 青, 緑に, 蛍光ペンは黄色に限定
小テスト	例題などは, ボタンを配置して, その場で回答が表示されるような仕組みを持たせている

図 1 に, 電子教科書のあるページの例を掲載する。各ページには十分な余白を確保しており, そこに自由にアノテーションを残すことができる。

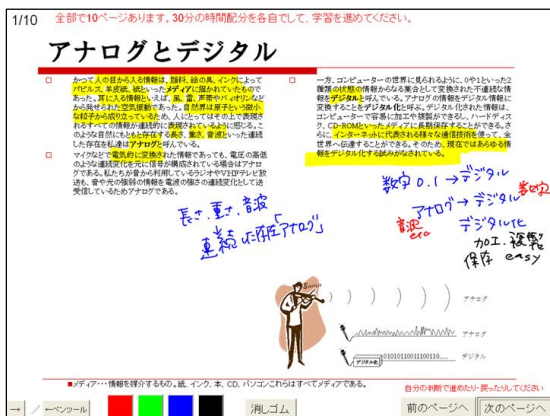


図 1 電子教科書のあるページの例

※学習者による蛍光ペンや手書きによる書き込みも含まれる

3.3. 実験手順

被験者がタブレット PC の操作に慣れる必要があるため, 両群ともに電子教科書に組み込まれたチュートリアル型の 15 分間練習をさせている。この練習には, ペンによるクリック練習, 線引き練習, 文字書き練習, 自由描画練習が含まれる。

図 2 に, 実験の流れを示す。



図 2 実験の流れ

図 2 には載せていないが, 学習終了直後に電子教科書での学習についてのアンケートおよび, 全部終了後に, ノートの有無と電子教科書の導入についての意見を収集している。

4. 結果

4.1. 情報数学の試験結果の比較

情報数学の試験結果を図3に示す。電子教科書に直接書き込む群の試験の合計点は平均6.93点であり、紙のノートへの書き込み群の平均は7.90点であった。合計点のt検定の結果、差は有意ではなかった($t(78)=1.116$, $p>.1$)。しかし、小問ごとに比較すると、概して紙のノートに書き込みながら学習した群の成績が高く、特に小問2では有意差が認められた($t(78)=2.094$ $p<.05$)。

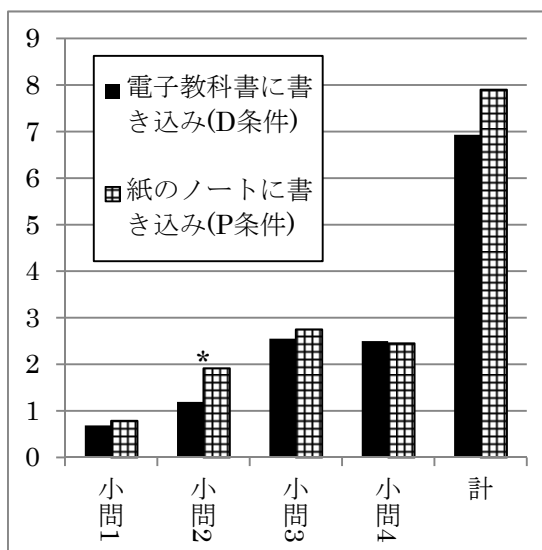


図3 情報数学の試験結果(n=80)

表4 情報数学の小問の内容と結果

*D条件 電子教科書に書き込み

P条件 紙のノートに書き込み

小問	内容	満点	平均点 D条件 P条件
小問1	一般用語の記憶問題	7点	0.6875 0.7875
小問2	内容理解の自由記述	6点	1.1925 1.9125
小問3	計算問題1	4点	2.5500 2.4500
小問4	計算問題2	4点	2.5000 2.4500

小問ごとの内容と平均点を表4に示す。つまり、用語や計算のような単純な問題であれば両群に差異がみられないが、自由記述のよ

うな内容を考えながら説く複雑な問題となると紙のノートに書きながら学習したほうが成績が高いことがわかる。

4.2. 統計学の試験結果の比較

実験会場等の都合により被験者80名中、統計学の試験は40名だけが受験している。そのため、統計学の学習結果の比較の被験者数が半分になっている。

統計学の試験結果を図4に、小問の内容と平均点を表5に示す。統計学の小問9は数値表を埋めるもので満点が11点とほかと比較ができないので、小問5から9までの合計は計算していない。小問8,9以外はP条件の方が点数が高いように見える。t検定の結果、有意差は認められなかったが、小問8は有意確率が $p=0.108$ と被験者数によっては有意差が認められる可能性もある。統計学の被験者数のみ40名であり情報数学の80名の方が精度が高いため、結果がクリアに出なかったことが原因とも思われる。

概して情報数学と同様にP条件の方が点数が高いが、小問9は表を埋める問題であったことから、紙のノートに教科書の表をうまく写しながらの学習ができなかったため得点が下がっているとも考えられる。

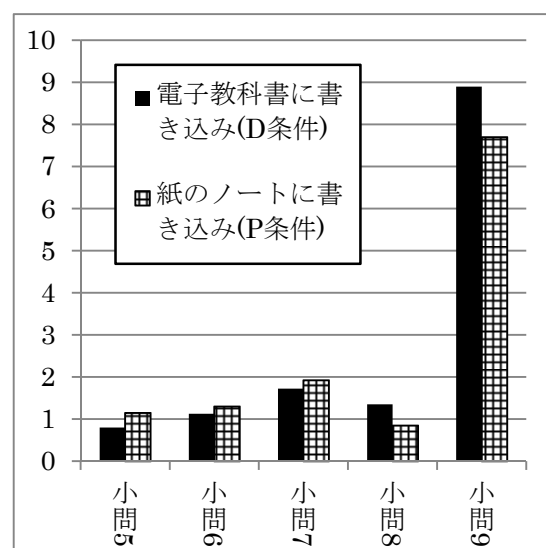


図4 統計学の試験結果(n=40)

表 5 情報数学の小問の内容と結果

	内容	満点	平均点 D条件 P条件
小問 5	専門用語の記憶問題	2点	0.875 1.125
小問 6	一般用語の記憶問題	4点	1.125 1.300
小問 7	専門的内容の自由記述	3点	1.725 1.925
小問 8	専門用語の記憶問題	3点	1.350 0.850
小問 9	計算問題	11点	8.900 7.700

4.3. 試験結果からの結論

両試験から概括すると、計算問題は、電子教科書に直接記入しながら学習した群の成績が高く、逆に、自由記述のような文章題については紙のノートに記入しながら学習した群の成績が高くなる可能性がある。それ以外は、必ずしも明確な差異がでていないと言えない。

今回は、アノテーションの効果が一番出やすい数学で行ったが、アノテーションの効果がでない国語について同様の試験を行い比較する必要がある。

5. アンケート結果

5.1. 直後共通アンケート

各条件下での電子教科書の使用感について学習直後に聞いたアンケート結果は図 5 のようになる。最初の 3 項目が学習のしやすさと電子教科書導入に対する意見を示す質問であり、残り 6 項目の差異は本来あるべきではない。全項目で対応のある t 検定をしたところ統計的差異はなかった。また、性差や文系・理系という被験者特性でも統計的差異はなかった。

漠然とした使用感の印象では、後の自由記述でも分かるが両条件にはそれぞれ賛否両論があり、差異を見出すことができない。

5.2. 比較アンケート

図 6 に、両条件を体験した後の比較評価結果を示す。6 段階評価であり、中間は 3.5 である。

[学習のしやすさ] [勉強に集中]の項目は、両環境を比較しているが、やや電子教科書の評価が高いことが分かる。

また、[将来電子教科書だけになる可能性]の結果からは、そのような可能性を感じているが、[一本化すべきかどうか]は、やや慎重な評価である。技術的にはそうなるのは仕方ないが、心配している。その詳細な理由は自由記述で明らかになる。

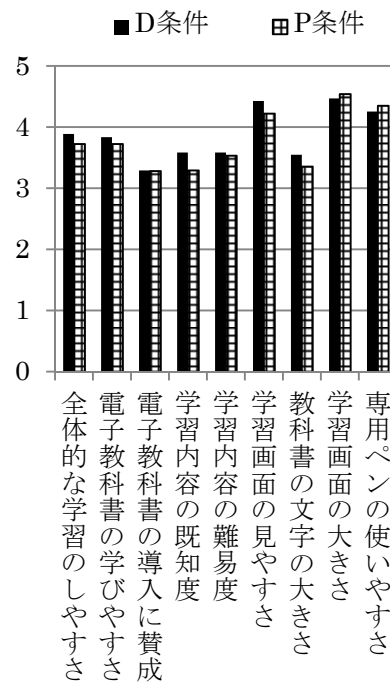


図 5 電子教科書の評価(n=80)

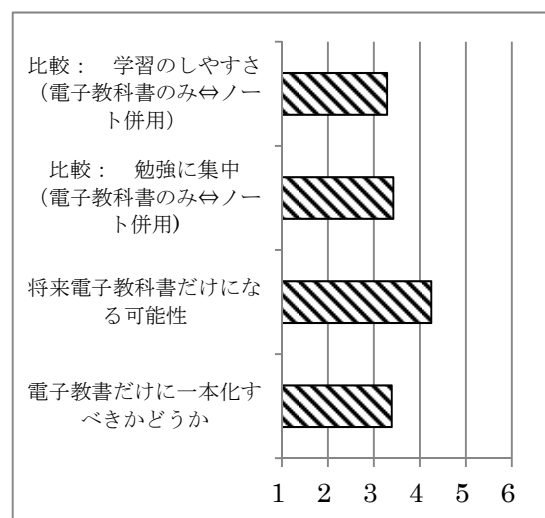


図 6 両環境で学習後の比較(n=80)

5.3. 電子教科書の評価

図7に、電子教科書の導入への意見および、具体的に今回使用した電子教科書のインタフェースについての評価結果である。図6の結果同様、生徒はすぐに慣れて使いこなすであろうが、その将来、学習スタイルには不安を感じているようである。個々のツールについては自由記述で改善点が指摘された。表6と表7に自由記述による、電子教科書だけによる学習についての代表的意見をまとめた。

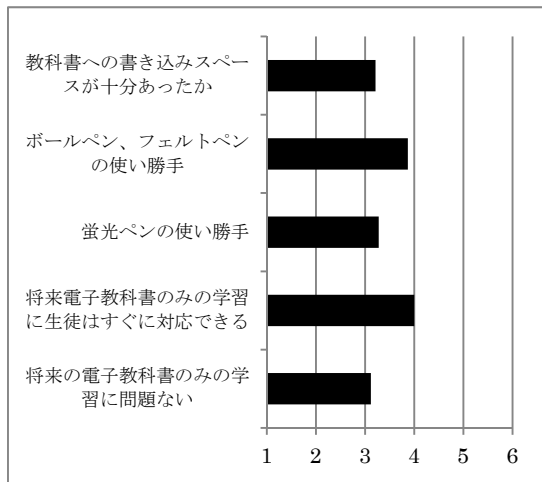


図7 電子教科書に対する評価(n=80)

まず表6の肯定的意見では、意外と新しい学習スタイルに慣れた自分に驚き、その便利さに気が付き、そして将来に期待をしている。

一方、多くの否定的意見が各種寄せられている。特に、学習にとって重要な意見として「あまり学習した気にならない」「何故か全く頭に入ってこなかった」「重要部分をまとめなおすという作業ができない」がある。教科書に書き込むことにより、重要な部分を書き写したり、まとめなおすという作業がなくなるため、熟考することがなくなることに危惧を抱いているようである。

実際、本研究の実験結果が示すように、計算では差異がないが、専門的知識を回答する場合には紙のノートとの併用の点数が有意に達かったことも、この被験者の印象を裏付けている。

紙のノートが別にあることは、学習者が自分の考えを改めて自分の思考様式や言葉でま

とめなおし、それが深い思考や記憶につながると思われる。

また面白い意見として、「紙の伝統が失われる」「書いたものがページとして積み重ならず達成感がない」「温かみがない」といった、アナログならではのメディアの利点について書いてあったことは興味深い。

表6 電子教科書による／だけによる学習についての肯定的意見

肯定的意見	
全体印象	
学生はすぐにタブレットPCに対応できるだろう	
楽しい／なんだか楽しい	
基本的にはノートに書いている感覚と似た感覚	
とても便利だとは感じる	
紙の教科書と同じような感覚で使える	
新しい学習スタイルになりそう	
PCでの学習は飽きないので長続きしそう	
集中できる	
近未来的でカッコいい	
多くの人が興味をもつと思う	
情報一元化	
情報が一か所にまとまる	
学習データを活用しやすくなる	
いくら書いてもデータとして1つにまとまる	
後から見たときにわかりやすい	
ペンと手書き	
1本のペンで多種の色を使い分けができる	
タッチペンに慣れた子供はすぐ適応できる	
意外と書きやすい／使いやすい	
気軽にメモをして消せる	
文字は書きやすいし見やすい	
ペンの持ち替えがなくて楽	
消すのが早い	
パソコンであること	
タブレットPCだけのほうが効率が良い	
すぐ書けて、すぐ消せる	
正解がインタラクティブにわかること	
修正がしやすい	
タッチするだけですぐページがめくれる	
効率が良く、時間のロスが少ない	
教科書の配布に便利	
運搬等	
荷物の軽減／手荷物が少ない	
たくさんの教科書、ノート、ペン等を持ち運ばずに済む	
持ち運びが便利	
エコ等	
消しゴムのかすが出ないこと	
同理由で、間違えた時に不快感がない	
地球にやさしい	
無駄な紙の使用がない／ペーパーレス	
コンパクト	
机が広く使える／机の荷物が少なくて済む	
紙が汚くならない	
体に関すること	
視線の移動が少なく疲れない	
手が疲れない	
紙をめくる雑音がない	
手が黒くならない	

表 7 電子教科書による／だけによる学習についての肯定的意見

否定的意見
全体印象
あまり学習した気にならない
何故か全く頭に入ってこなかった
使いづらい
少し気が散ってしまう
慣れが必要
角度によって画面が見にくい
重要部分をまとめなおすという作業ができない
書いた感じがせず身に付く気がしない
紙の伝統が失われる
教科書に書き込むと覚えた気になってしまう
書いたものがページとして積み重ならず達成感がない
ページめくり
ページをめくるのが1ページずつしかできないため不便
パソコンであること
コスト
教科書やノートの貸し借りができない
プログラムのバグやフリーズ, トラブルが起きること
充電が必要／切れたら何もできなくなる
電力の無駄
温かみがない
動きが自分の思い通りにならなかったりする
データ保存の信頼性がない
データのバックアップが必要
重い
雨に濡れたら壊れてしまう
消しゴム
一部だけを消すことができなかった
いちいち消しゴムに変えなければならぬのが面倒
ペンと手書き入力
専用ペンでの書き込みに慣れが必要
ペンの描画モードの切り替えが面倒
文字を書くのが難しい／思うようにかけない
細かい書き込みができない
ペンで書くと字数の多い漢字がすぐ書きにくい
手書き文字が大きくなってしまう
早く書くことができない
スペース問題
記入スペースが十分でない／限られている
難問などでは書く量が多くなる
書くことができる自由度が狭まった
各種描画
直線などを書くのが難しかった
定規などが使えずきれいに表などをかけない
体に関すること
目が疲れそう／疲れた／ドライアイになる
頭が痛くなる

5.4. 紙のノートとの併用の評価

図 8 には紙のノートとの併用についての評価をまとめる。当初、電子教科書とノートの視線やりとりの面倒さがあると想定していたが、意外と気にならないことがわかった。普段から授業で黒板とノートとの視線移動に慣れているからとも考えられる。

表 8 と表 9 に代表的意見を載せた。電子教

科書だけの学習に対する否定的意見同様、「見ながら写すことで書いて覚えられる」「考えを整理しながらまとめ直すことができる」「考えを整理しながらまとめ直すことができる」など、写し取ったりまとめたりという学習スタイルが現在の学生には学習しやすいと思われる。

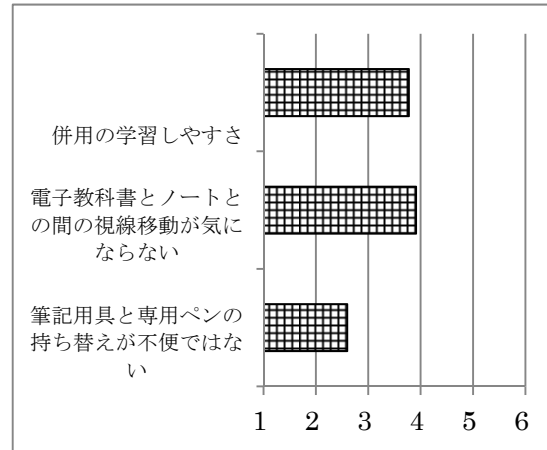


図 8 紙のノートとの併用について(n=80)

表 8 紙のノートとの併用についての肯定的意見

肯定的意見
全体印象
タブレットとノートを併用して使うことには違和感はない
併用は学習しやすいと感じた
読み返しやす／復習が楽
紙のノートは慣れている
双方向でやるからか、頭に入ってくる
まとめなおすこと
自分がメモしたいところだけをメモができた後から見たときに大事な所がすぐわかる
自分の言葉でまとめられる
考えを整理しながらまとめ直すことができる
自分の好きなようにまとめられる
要点だけノートにメモできる所
見ながら写すことで書いて覚えられる
自分で工夫してノート作りをすることができる
自分のみたいとこなどがすぐ見える
紙に手書きすること
自筆で書くノートがあることにより、頭に入ってきた
画面に字を書くよりも、紙に文字を書いた方がしっかり記憶できる気がする
紙に字を書くことはとても大切なことだと思う
ノートに書く方がちゃんと勉強しているような感じがした
文字を紙に書くことで記憶力は育つと思う
自分の字を書く感触身みたいのを実感できて、勉強のし甲斐がある
タブレット上よりきれいに字がかける
多く書ける
早くかける
体に関すること
目にやさしい
集中しやすい
PCとノートとの視線の切り替えはさほど苦にならない

表 9 紙のノートとの併用についての
否定的意見

否定的意見	
全体印象	
ノートと一緒に使うことは慣れないと難しい作業	
併用していくのは面倒なのでやめた方がいい	
そもそも併用する意味がわからない	
同じようなことを書かなければならなくなる	
タブレットPCの利点が減る気がする	
両者の間で行き来するため、効率が悪くなる	
机が広くないとできない	
視線	
ノートからタブレットの視点移動は、教科書とノートで行うよりも移動が大きい為、やりづらかった	
目線を移すことが面倒	
両方を見ながらやるのがいちいち大変	
ペン	
文章に直接書きこめない	
ペンを持ち替えるのは面倒、同じペンだと助かる	
シャーペンと専用ペンを持ち替えるのは少し面倒	
ペンを2つ使うことは面倒	
鉛筆とペンタブの持ち替えが頻繁に起きる	
エコ	
ノートを作るための資源/資源の無駄	
紙やインクが大量に減ってしまう	
無駄が多い	
教科ごとにノートが必要になる	
ノートを整理するのが大変でかさばる	
計算などで紙を多く使ってしまう	
消しかすが出る	
体に関する事	
目が疲れる	
二つのものを見るので疲れやすい	

6. 結論と考察

特定の問題、今回は専門的内容についての自由記述において、紙のノートとの併用条件の方が成績が高いことが分かった。

その理由として以下の仮説が考えられる。

- 1) 学習スタイルに対する慣れ
- 2) ノートに書き写すことによって、正確な記憶になる
- 3) ノートにまとめなおすことによって熟考することができる

「慣れ」は当然ではあるが、私たちは小学校以来ずっと紙に書くことによって学習をしてきた。紙に書かないと学習した気にならない、あるいは、集中できないなどといった慣れの効果があるのは当然であろう。また、電子教科書と同じ画面に、たとえ空白が十分あったとしても、教科書と同じ文言を書こうとは思わない。別途ノートがあるから、書き写そうとする。あるいは、完全に写すだけでなく自分なりに考え、まとめる。それが、熟考

を促し、専門的内容等の正確な理解にも結びつくのではないかと考えられる。

このように本研究では、現在の大学生にはたしかに紙のノートの方が学習成果があがることを示唆するが、しかしながら、その学習スタイルもまた、単なる慣れによるであり、幼少時から紙に書かずに覚える学習スタイルに慣れていれば、このような結果にはならない可能性もある。

本研究では、実験当初に想定したほどの大きな差異は認められなかったが、今後は、国語問題等、幅広い学習による検証が必要になると思われる。

謝辞

本研究は、科学研究費基盤 B (No. 20300277) の助成を受けている

参考文献

- 金シミン (2010) 韓国のデジタル教科書事情、教育テスト研究センター報告書、
<http://www.cret.or.jp/j/report/index.html> (参照日 2012.01.28).
- 清水康敬, 小泉力一, 山本朋弘, 横山隆光 (2011) 電子教科書活用に関する教員と保護者の意識調査結果, 日本教育工学会研究報告集(JSET11-2), pp.137-144.
- 竹内俊彦 (2010) 韓国・小学校のデジタル教科書事情 見学報告, 教育テスト研究センター海外レポート,
<http://www.cret.or.jp/j/abroad/report.html> (参照日 2012.01.28).
- 柳沢昌義 (2009) ペーパー試験に与えるアノテーションの影響に関する研究, 日本教育工学会研究報告集(JSET 09-4), pp.97-104.
- 柳沢昌義 (2010a) 試験問題の種類とアノテーションの有効性に関する研究, 日本教育工学会第 26 回大会講演論文集 (3a-408-03), pp.837-838.
- 柳沢昌義 (2010b) 読解時のアノテーション量と記憶の関係に関する研究, 日本教育工学会研究報告集(JSET10-4), pp.123-128.