

# 電子教材インタフェースの拡張性と学習性分析 ー タブレット PC を使った学習を中心として ー

加藤 亮介<sup>a</sup>

<sup>a</sup> 湘北短期大学情報メディア学科

## 【抄録】

平成 23 年に文科省により「教育の情報化ビジョン」が示され、教育の現場でもデジタルデバイス、デジタル教科書等についての一定の積極性が示されている。本論は「教材の電子化」に焦点化し、タブレット PC での学習を中心として、電子教材インタフェースの拡張性の検証及びインタフェース接触時の学習性分析を行ったものである。

## 【キーワード】

ICT 教育 e-learning インタフェース

## 1. はじめに

総務省の平成 23 年社会生活基本調査によれば、15～24 歳のインターネット平均接触時間は 1 時間を超えている。これは、5 年前の調査から比べて 1.5 倍の水準である。増加の背景にはスマートフォンを中心としたデジタルデバイス<sup>1</sup>の浸透がある。そして、教育のフィールドでも平成 23 年に文科省から「教育の情報化ビジョン」が示され、デジタルデバイス、デジタル教科書等について一定の積極的な姿勢が示されている。

本論では「教材の電子化」に焦点化し、電子教材インタフェースの拡張性、及びインタフェース接触時の学習性分析を行う。

論文の構成としては、2 章にて脳科学を中心と

して先行研究の分析を行い、3 章にて書籍の電子化をとりまく現状を調査する。そして、4 章にて、現在の標準規格に従い、インタフェースの拡張性について技術検証を行う。最後に 5 章にて、実際に制作した電子教材を使い、被験者による実験を行い、その学習性を分析する。

## 2. 身体と学習

### 2.1 ダマシオの「身体経験論」

まず、「身体」が「感情想起」や「意思決定」のプロセスの中で、どのような役割をもつのか、ダマシオの論から検討する。ダマシオ (2000) は、感情想起における「身体経験」「情動」の役割について論じている。ダマシオはまず、「情動」の本質を「特定の脳システムの制御下で、神経細胞の終端によって多数の器官に引き起こされる身体状態の一連の変化」とし、「感情」の本質を「自分の身体状

---

<連絡先>

加藤 亮介 kato@ryosuke.info

態の変化を知覚し、その展開を追っていく連続的なモニタリング・プロセス、あるいは、特定の内容についての思考が進行している最中に身体がしていることを経験すること」と述べている。

そして、特徴的なのは、「情動」を「1次の情動」と、「2次の情動」と区別している点である。「1次の情動」を人間に本来的に組み込まれた生得的なものとしているのに対し、「2次の情動」は、メンタルイメージが身体状態を変化へと誘因することにより起こるとしている。脳領域の観点では、2次の情動は辺縁系の構造に加え、前頭前皮質、体性感覚皮質の働きが必要となってくるとしている。そして、2次の情動の発動スイッチとなるメンタルイメージは、前頭前野において、知識を包含する後天的な指示的表象によって構築されているものとして形成され、また、更新されていくという。つまり、身体に関する挙動を経験して前頭前野に蓄積することが、感情の基盤をつくる基礎的プロセスということである。換言すれば、身体経験の蓄積が想起される感情の質や幅に影響をあたえるということである。

## 2.2 「身体活性」に関する実態調査

筆者(2012)は、大学1年生150名を対象に、接触率が高い、上位のWebメディアである「動画」「ソーシャルメディア」「ゲーム」の接触時における「身体活性」「感情想起」について調査・分析を行っている。以下、結果の抜粋と分析を示す。

### ① 「身体活性」と「感情」に関する比較

各メディア別に「身体活性」と「感情」の相関関係について調査した。結果を表1に示す。「ゲーム」「ソーシャルメディア」に関して弱い相関がみられた。(相関係数は動画：0.05 ゲーム：0.21 ソーシャルメディア：0.20 \*は5%水準で有意差あり。)

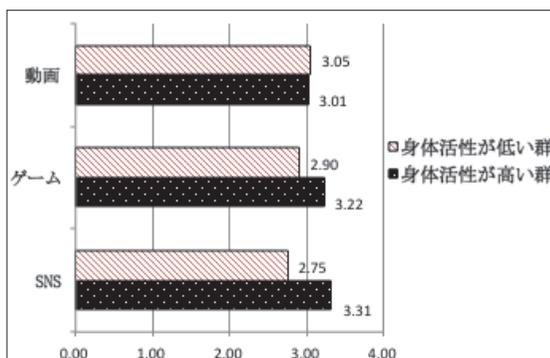
0.24\*

(表1) 「身体活性」と「感情」に関する相関

		感情	ゲーム	SNS
感情	Pearsonの相関係数	1	.214*	.204*
	有意確率(両側)		.012	.017
	N	136	136	136
ゲーム	Pearsonの相関係数	.214*	1	.204*
	有意確率(両側)	.012		.017
	N	136	136	136
SNS	Pearsonの相関係数	.204*	.204*	1
	有意確率(両側)	.017	.017	
	N	136	136	136

### ② 「身体活性」の高低と「感情」の平均

「身体活性」の高低を群に分け、それと「感情」についての関係性を調査した。結果を図1に示す。「ゲーム」「ソーシャルメディア」に関しては、身体活性が高い群は、低い群より、感情に関する自己認識が高く出る傾向にあった。(※5%水準で平均に有意差あり)



(図1) 「身体活性」の高低と「感情」の平均

これら2つの調査の結果は、身体活性を感じている人間が、同じく感情想起に対して高い自己認識をもっている傾向があるということであり、前項にて述べた、「身体」と「感情」の基本的関係について一定の合理的な実証となった。さらにデジタルデバイス接触と「身体」について先行研究を分析していく。

## 2.3 デジタルデバイス接触における身体的作用

近年のデジタルデバイスの浸透に呼応して、「教育の情報化ビジョン」等、教育現場での活用が唱えられている。しかし、デジタルデバイスの市場形成や浸透活動は当然ながら企業牽引で進んでいるものであり、教育環境や教材のデジタル化において議論するのであれば、教育の性質を鑑みて、独自の議論が必要となろう。この点において、「短絡的な電子化」<sup>2</sup>については様々な懸案が示されている。

森 (2005) は脳波の計測を行うブレインモニターを使用し、PCによる読書と、紙面による読書の脳波を比較分析している。

紙面読書時は前頭前野を含む非常に広範囲な領域が活性しているのに対して、PC読書時は、視覚野がある後頭葉が活性したもの、前頭前野を含むその他の領域はきわめて低い活性にとどまっていることを明らかにしている。また、この実証を踏まえ、デジタルデバイスの視覚刺激 (ディスプレイの光量等) の過大さが、言語理解のプロセスである、視覚野から角回野および前頭前野への興奮伝達の阻害要因となっていることを示唆している。

酒井 (2011) は、読書を通しての学習過程においての「入力情報量」と「想像力」の関係について述べている。酒井の考察は、「活字」の情報量は映像、音声等に比べ圧倒的に少ない。その「活字」の理解とは、言語野への単純な文字レベルの入力ではなく、副次的な情報刺激を源泉とした「想像力」によって補完され完了するものであるとしている。その補完情報として、視覚、聴覚、触覚等の体性感覚の刺激、また、その刺激の経験的蓄積が重要な役割を果たすとしている。つまりは、酒井のいう「想像力」が働いている状態とは、言語理解の過程で、例えば、本をめくる感覚、本を持つ重量の感覚等、それらの刺激やその刺激の経験的蓄

積が、活字理解への「手がかり」として機能していることを前提としている。また、酒井は、現状のデジタルデバイスや電子書籍には、理解の助けとなる「手がかり」つまり、「想像力」の源泉となる言語野への入力情報に対して抑制傾向があることを示唆している。

## 3. 電子書籍の現状

### 3.1 電子書籍の「移管」と「拡張」

「電子書籍ビジネス調査報告書」によれば、現在、タブレットPC、プラットフォームサービスの浸透が一定の段階を超え、2013年以降は市場拡大の段階に入るとされている。そして2016年には2000億円規模の市場規模が予測されている。この市場拡大の流れの中で、当面の主たる営みは「既存書籍の電子化」である。前項の言葉を引き継げば、これは「短絡的な電子化」の様相が色濃いものであろう。それは、当然ながら、マスな存在たる出版業界が、ビジネスモデルと利益を出来るかぎり維持した状態で「紙面読書」から「デジタル読書」への対応を行わなければならないからだ。

前章まで、意思決定や読解などの知的活動が「身体」と深く関わっていることを述べてきた。電子書籍の拡大や浸透が、前述のような短絡的な性質の強いものだとすると、重要要素たる「身体」には一定の抑制傾向が働くことになる。

この点について、電子書籍出版サービスであるパプーを運営している、ブクログ社の吉田健吾氏は筆者のインタビュー取材に対して見解を述べている<sup>3</sup>。

「現在の電子書籍は紙の書籍に比べて圧倒的に情報量が少ない。紙の質感、匂い、ページ位置感覚、テキスト情報以外に記憶される周辺情報等。今のタブレット・スマートフォンを閲覧デバイスとして想定した電子書籍の枠組みにおいては、今後も

それらが豊富になっていくということは想定しづらい。紙の模倣としての電子書籍には、かさばらない、アップデートが可能等、一部の限定的なメリットしかなく、記憶や学習という面で大きなデメリットがあるのではないかと考える。また、紙に似せていくことで情報量を増やすというよりも紙では不可能だった部分をのばす必要があると考える。わかりやすい例では動画や音声の同時収録のような、いわゆるマルチメディア的な方向性もあるし、オンライン化されることでのインタラクティブな可能性等がそれにあたる。」

つまり、吉田氏は、書籍が電子化されることでのメリットは、データやインタフェースの「移管」で生じるものではなく、マルチメディアやインターネット等のデジタル由来の仕組みや性質が、書籍と有機的に組み合った時に発揮されるということを示唆している。逆に電子書籍を単純な「移管論」と捉えてしまえば、前章までで述べてきた身体に関するデメリットが色濃く発生することになる。いずれにせよ、教育の情報化を検討する場合、「デジタル由来の拡張性」が重要な論点になってくることは間違いないだろう。

### 3.2 電子書籍のインタフェース規格

デジタルデバイスにおける、書籍読解のプロセスを想定する場合、次の3段階の接触が考えられる。第1段階：デバイスが備えるインタフェース及び基本ソフトであるオペレーティングシステムを操作するインタフェース。第2段階：ビューワー等のアプリケーションが備えるインタフェース。第3段階：書籍ファイルが備えるインタフェース。

前章で述べたように、現状のタブレットPCの市場動向や浸透形態<sup>4</sup>を鑑みれば、第1・第2段階にはおのずと、事業者側の牽引により、そのスタンダードが導かれていくことになるだろう。

第3段階の書籍ファイルの拡張性に関しては、一部の事業者の独自拡張はあるものの、IDPF (International Digital Publishing Forum) で策定される、webの標準技術をベースとしたePub形式が、標準規格として浸透しつつある。これは、文書作成にはHTML、レイアウト作成にはCSSをベースとして構築する規格である<sup>5</sup>。2011年10月10日にはIDPFから"EPUB 3.0 Final Specification"が公開され、日本語を含め多言語対応も進んでいる。

## 4. 電子教材の表現拡張性について

ここからは、第3段階である、書籍ファイルのインタフェースの拡張性について、制作検証を行っていく。とくに今回は、前章までの検討を踏まえ、下記の2点に焦点化しリサーチしていく。

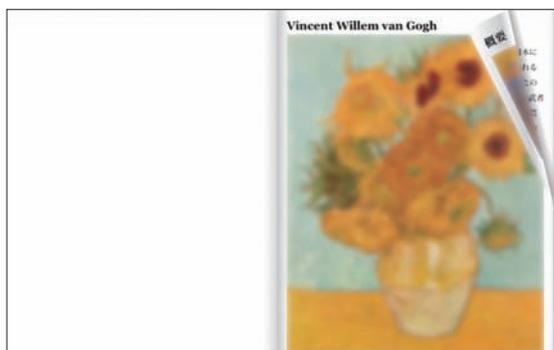
- ①紙面がもつ身体感覚の再現性
- ②デジタル由来のマルチメディア性

### 4.1 webブラウザを前提とした再現

まずは、デバイスやオペレーティングシステムによる固有の依存が少ない、Webサイト形式(.html)を前提としたリサーチを行った。ここでは、文書をHTML5、レイアウトをCSS3で行い、①に関しては「ページめくり」を、JavaScriptにて実装を試みた。また今回はJavaScriptのプログラミングに関して、プログラムの合理性、安定性の観点からjQueryのライブラリーを使用し実装を行った。

②に関しては、「動画、音声のメディア拡張」を、HTML5におけるvideoタグにて実装を試みた。また、インターネット接続前提として、YouTube、USTREAM等の提供タグを使い、コンテンツ内のエンベットの实装も行った。

モックアップと、ソースコードを(図2) - (図7)に示す。



(図2) モックアップ

```

1 <html lang="ja">
2 <head>
3 <meta charset="UTF-8">
4 <title>ページめくり</title>
5 <meta name="description" content="">
6 <meta name="keywords" content="">
7 <meta name="author" content="">
8 <meta name="copyright" content="">
9 <meta name="robots" content="index">
10 <meta name="viewport" content="width=1152">
11 <script type="text/javascript" src="http://code.jquery.com/jquery-1.7.1.min.js">
</script>
12 <script type="text/javascript" src="js/turn.min.js"></script>
13 <script type="text/javascript">
14 $(window).ready(function() {
15   $('#magazine').turn();
16   $('#rt').css("display", "none");
17 });
18
19 $(document).ready(function(){
20   $('#ruby').toggle(
21     function () {
22       $('#rt',this).css("display", "block");
23     },
24     function () {
25       $('#rt',this).css("display", "none");
26     }
27   );
28 });
29
30 </script>
31 <link href="css/style.css" rel="stylesheet" type="text/css">
32 </head>
33 <body>
34 <div id="magazine">
35 <section>
36 <div class="box" style="background:url(img/bg_odd.gif) no-repeat top right;">
37 <h1>Vincent Willem van Gogh</h1>
38 <p></p>
39 </div>
40 </section>
41
42 <section>
43 <div class="box" style="background:url(img/bg_even.gif) no-repeat top right;">
44 <h1>概要</h1>
45 <video controls autoplay poster="img/firstframe.jpg" width="320" height="
"240">
46 <source src="sample.mp4">
47 <source src="sample.ogv">
48 <source src="sample.webm">
49 <p>動画を再生するには、videoタグをサポートしたブラウザが必要です。</p>
50 </video>
51 <p>ゴッホは、1853年、オランダ<ruby>南</ruby>ホ<ruby>蘭</ruby>の<ruby>ブ</ruby>ル<ruby>グ</ruby>のズン
デルトで<ruby>体</ruby>に<ruby>ほ</ruby>く<ruby>部</ruby>に<ruby>の</ruby>業<ruby>に</ruby>に
生まれた。1869年、<ruby>画</ruby>が<ruby>商</ruby>しよ<ruby>グ</ruby>ル商会に勤め始
め、ハーグ、ロンドン、パリで働くが、1876年、商會を<ruby>解</ruby>か<ruby>い</ruby>に<ruby>こ</ruby>
<ruby>に</ruby>され、その後イギリスで教師として働いたりオランダのドルトレイトの書店で働
いた。1877年、<ruby>妻</ruby>を<ruby>せ</ruby>く<ruby>し</ruby>く<ruby>者</ruby>し<ruby>を</ruby>を
ましてアムステルダムで神学部の<ruby>受</ruby>し<ruby>め</ruby>に<ruby>け</ruby>に<ruby>べ</ruby>に<ruby>強</ruby>
<ruby>き</ruby>を<ruby>行</ruby>うが挫折し、1878年末以降、ベルギーの炭坑地帯ポルナージ
地方で<ruby>伝</ruby>を<ruby>ど</ruby>う<ruby>か</ruby>つ<ruby>ど</ruby>う<ruby>を</ruby>
<ruby>行</ruby>うち、画家を目指すことを決意した。以降、エッセン(1881年4月-12月)、ハーグ
(1883年1月-1883年9月)、ニユネン(1883年12月-1885年11月)、アントワールベ(1885
年11月-1886年2月)と移り、弟テオドルス(通称テオ)の援助を受けながら画作を続けた。
有名な作品の多くは最後の2年間に完成されたものである。約10年の間に、2100以上の作品
——800の油絵と1300の水彩、スケッチ、版画——を制作した。その中には、自画像、風景
画、花の静物画、肖像画、糸杉・小麥畑・ひまわりなどの絵がある。劇的に短命に終わった
人生からしばしば「情熱的な画家」「狂気の天才」といった幻想的イメージが抱かれがちな
人物でもある。</p>
52 </div>
53 </section>
54
55 <section>
56 <div class="box" style="background:url(img/bg_odd.gif) no-repeat top right;">
57 <h1>日本での受容</h1>
58 <iframe width="400" height="300" src="http://www.youtube.com/embed/
AYM3CqQ0Z" frameborder="0" allowfullscreen"></iframe>
59 <p>ゴッホが日本において知られるようになったのは、1911年に武者小路実篤が文芸
誌『白樺』において紹介したのが最初と言われる。『白樺』は「ひまわり」購入のため寄付
金を募集したが失敗し、1919年、山本顯彌太がこれを購入した。この「ひまわり」はたまた
堀新藤上白樺美術館第一画展で公開され、日本で展示された最初のゴッホ作品となった
が、その後、1945年戦争で空襲のため消失した[16]。戦後は美術作品で劇画版代金の返済
修が、1951年から生涯にわたり公演した『炎の人、ヴァン・ゴッホの生涯』(三好十郎脚
本)の影響も大きい。1996年、ゴッホの生涯を、単独の漫画で初めて紹介した『ゴッホ-太
陽を獲った「ひまわり」の画家』(小学館版学習まんが人物館)が発売された。</p>
60 </div>
61 </section>
62
63 </div>
64 </-- / #magazine -->
65 </body>
66 </html>
67

```

(図3) ソースコード (html)

```

1 @charset "UTF-8";
2 /* CSS Document */
3 /*reset*/
4 body, div, dl, dt, dd, ul, ol, li, h1, h2, h3, h4, h5,
5 h6, pre, form, fieldset, input, textarea, p, blockquote,
6 th, td{ margin: 0; padding: 0;}
7 h1, h2, h3, h4, h5, h6{font-weight: normal;}
8 ol, ul{list-style:none;}
9 fieldset, img{border:0;}
10 table{border-collapse: collapse; border-spacing:0;}
11 caption, th{text-align:left;}
12 address, caption, cite, code, dfn, em, strong, th, var{
13 font-style: normal; font-weight: normal;}
14 img{margin:0px; padding:0px; border:none}
15
16 /*style*/
17 body{ padding:10px; background:url(../img/
18 bg_magazine.jpg) repeat; font-family:'Georgia', 'Kozuka
19 Mincho Pro', 'Kozuka Mincho Std', '小塚明朝 Pro R', '小塚明
20 朝 Std R', 'Hiragino Mincho Pro', 'ヒラギノ明朝 Pro W3',
21 'MS P明朝', 'MS PMincho', serif;}
22 #magazine{width:1152px; height:752px;}
23 .box{min-height:752px; height:auto !important; height:
24 752px;}
25 #magazine .turn-page{background-color:#fff; background-
26 size:100% 100%;}
27
28 h1{ margin:0 20px 5px 20px; padding:20px 0 0 0; font-
29 weight: bold }
30
31 ruby{cursor:pointer; color:#C30}
32
33 iframe, video{ float:left; margin:0 10px 10px 20px; z-
34 index:10000;}
35 p{ margin-bottom:10px; margin:0 20px;}
    
```

(図4) スタイルシート

```

42 <section>
43 <div class="box" style="background:url(img/bg_even.gif) no-repeat top right">
44 <h1>概要</h1>
45 <video controls autoplay poster="img/firstframe.jpg" width="320" height=
46 "240">
47 <source src="sample.mp4">
48 <source src="sample.ogv">
49 <source src="sample.webm">
50 <p>動画を再生するには、videoタグをサポートしたブラウザが必要です。</p>
51 </video>
52 <p>ゴッホは、1853年、オランダ<ruby>南<rt>なん</rt>部<rt>ぶ</rt></ruby>のズン
53 デルトで<ruby>牧<rt>ぼく</rt>師<rt>し</rt></ruby>の<ruby>家<rt>いえ</rt></ruby>に
54 生まれました。1869年、<ruby>画<rt>が</rt>商<rt>しょう</rt></ruby>グービル商会に勤め始
55 め、ハーグ、ロンドン、パリで働くが、1876年、商会を<ruby>解<rt>かい</rt></ruby>
56 散<rt>さん</rt>され、その後イギリスで教師として働いたりオランダのトルトレイトの書店で働
57 いたりした。1877年、<ruby>聖<rt>せい</rt>職<rt>しよく</rt></ruby>者<rt>しや</rt></ruby>を
58 志してアムステルダムで神学部の<ruby>受<rt>じゆ</rt></ruby>験<rt>けん</rt></ruby>を<ruby>本<rt>べん</rt></ruby>
59 強<rt>きやう</rt></ruby>を行うが挫折し、1878年末以降、ベルギーの炭坑地帯ポルナージュ
60 地方で<ruby>伝<rt>でん</rt></ruby>道<rt>どう</rt></ruby>の<ruby>活<rt>かつ</rt></ruby>動<rt>どう</rt></ruby>
61 を行ううち、画家を目指すことを決意した。以降、エッテン (1881年4月-12月)、ハーグ
62 (1882年1月-1883年9月)、ニュネン (1883年12月-1885年11月)、アントワールペル (1885
63 年11月-1886年2月) と移り、第テオドルス (通称テオ) の援助を受けながら画作を続けた。
64 有名な作品の多くは最後の2年間に完成されたものである。約10年の間に、2100以上の作品
65 —860の油絵と1300の水絵、スケッチ、版画—を制作した。その中には、自画像、風景
66 画、花の静物画、肖像画、糸杉、小夜燈、ひまわりなどの絵がある。劇的で短命に終わった
67 人生からしばしば「情熱的な画家」「狂気の天才」といった幻想的イメージが抱かれがちな
68 人物でもある。</p>
69 </div>
70 </section>
    
```

(図6) ソースコード (video タグ)

```

55 <section>
56 <div class="box" style="background:url(img/bg_odd.gif) no-repeat top right">
57 <h1>日本での受容</h1>
58 <iframe width="400" height="300" src="http://www.youtube.com/embed/
59 AYm43cQo2Y" frameborder="0" allowfullscreen"></iframe>
60 <p>ゴッホが日本において知られるようになったのは、1911年に武者小路実篤が文芸
61 誌『白樺』において紹介したのが最初と言われる。『白樺』は「ひまわり」購入のため寄付
62 金を募集したが失敗し、1919年、山本福彌太がこれを購入した。この「ひまわり」は京橋の
63 星製薬階上の白樺美術館第一回展で公開され、日本で展示された最初のゴッホ作品となっ
64 たが、その後、1945年芦屋で空襲のため焼失した[162]。戦後は劇作品で劇団民衆代表の滝沢
65 博が、1951年から生涯にわたり公演した『炎の人 ヴァン・ゴッホの生涯』(三好十郎編
66 本)の影響も大きい。1996年、ゴッホの生涯を、単独の漫画で初めて紹介した『ゴッホー太
67 陽を愛した「ひまわり」の画家』(小学館版学習まんが人物館)が発売された。</p>
68 </div>
69 </section>
    
```

(図7) ソースコード (YouTube エンベット)



(図5) モックアップ (左: video タグ 右: YouTube)

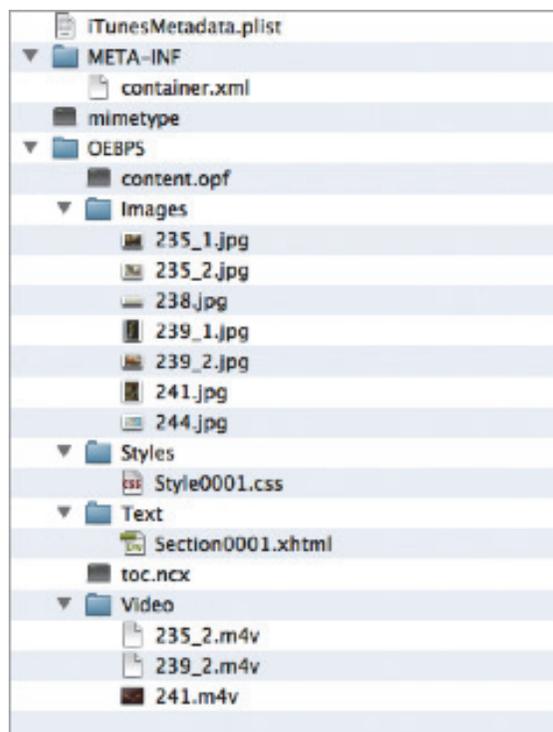
#### 4.2 タブレットPCを前提としたePub形式での再現

次に、タブレットPCでの学習を前提として、ePubの拡張性を検証する。ePubは前章で述べたように基本的には、HTML、CSSを基本としたwebデザインと同様の行程を行い、最後にePub形式に圧縮するものである。

- ①紙面がもつ身体感覚の再現性
- ②デジタル由来のマルチメディア性

前項と同様に上記2点での制作検証を考えた場合、①は第2段階領域であるビューワーアプリに大きく依存することになる。今回はePub対応且つ、ページめくり機能を備える、ビューワーでの閲覧を前提とし、第3段階領域である②を中心に制作リサーチを行った。

Webサイトと同じく、HTML・CSSコーディングとなるため、レイアウトの自由度は高く、動画・音声・URLリンクの設置等が可能となる。また、テキストそのものはHTMLに記述されている。いふなればデジタルテキストとなるため、ビューワー側では、ラインマーカーやしおり等の、テキストにアクセスする機能の開発も可能となる<sup>6</sup>。しかし、スキャンをベースとした電子化と異なり、紙面ならではの、文字組、段組み、風合い等の再現は困難となる。ディレクトリ構成、ソースコード、モックアップを(図8) - (図13)に示す。



(図8) ディレクトリ構成

```

1  body, div, dl, dt, dd, ul, ol, li, h1, h2, h3, h4, h5, h6,
2  pre, form, fieldset, input, textarea, p, blockquote, th, td{
3  margin: 0; padding: 0;}
4  h1, h2, h3, h4, h5, h6{font-weight: normal;}
5  ol, ul{list-style:none;}
6  fieldset, img{border:0;}
7  table{border-collapse: collapse; border-spacing:0;}
8  caption, th{text-align:left;}
9  address, caption, cite, code, dfn, em, strong, th, var{ font-
10 style: normal; font-weight: normal;}
11 img{margin:0px; padding:0px; border:none}
12
13 /*clearfix*/
14 .clearfix:after {content: "."; display: block; height: 0;
15 clear: both; visibility: hidden;}
16 .clearfix {display: inline-block; clear:both}
17 * html .clearfix {height: 1%;}
18 .clearfix {display: block;}
19
20 h1#ttl{ margin-bottom:20px; padding:10px; background:#dadada}
21 h1.sec{ display:block; float:left; margin-right:10px; padding:
22 :5px; border-left: solid 5px #fa3400; border-right: solid
23 5px #fa3400}
24
25 p{ margin-bottom:40px; line-height:160%}
26 p span{ font-size:80%; }
27
28 rt{ font-size:40%}
29
30 ul.remarks{ margin-bottom:20px; padding:10px 10px 0px 10px;
31 border:dotted 2px #dadada;}
32 ul.remarks li{ margin-bottom:10px; font-size:80%}
33
34 .point{ float:right; width:30%; background:#fdecd5; margin-
35 bottom:20px; padding:20px; font-size:90%}
36 .point2{margin-bottom:20px; padding:20px; border:solid 3px
37 #fdecd5; font-size:80%}
38
39 h2{ margin-bottom:10px; border-bottom: dotted 1px #000}
40
41 .point dt{ display:block; float:left; margin-right:10px;
42 font-weight:bold;}
43 .point dd{ margin-bottom:10px}
44
45 figcaption{ display:block; margin-bottom:20px; padding:10px;
46 font-size:80%}
47 img{ width:60%}
48 video{ width:710px; height:408px}
49
50 strong{ font-weight:bold}
51
52 .left{ float:left; width:55%; margin-right:10px}

```

(図9) スタイルシート  
(/OEBPS/Style/Style.css)



(図 10) モックアップ動画エリア



(図 12) モックアップ (テキストエリア)

```

22 | <figure>
23 | 
24 |
25 | <figcaption><strong>バスティユ牢獄の攻撃</strong> バス
26 | ティユは中世に建てられたバリ防御の<ruby><rb>要害</rb><rt>ようざい</rt></ruby>で、当時は牢獄となっていた。</figcaption>
27 | </figure>
28 |
29 | <figure>
30 | <video controls="true" loop="false" poster="../../../Images/
31 | 235_2.jpg" src="../../../Video/235_2.m4v"></video>
33 |
34 | <figcaption><strong>第三身分のめざめの<ruby><rb>護闘画</rb><rt>ふしうしや</rt></ruby></strong> めざめた第三身分におどろく聖職者
35 | (中央)と貴族(左)。後景にバスティユがある。</figcaption>
36 | </figure>
37 | </section>
38 |
39 | <section>
40 | <h1 class="sec" id="sigil_toc_id_2">旧制度の危機</h1>
41 |
42 | <p>フランスの財政はルイ14世の晩年以來<ruby><rb>窮乏</rb><rt>きゆうぼう</rt></ruby>していたが、<ruby><rb><strong>ルイ16世</strong></rb><rt>Louis XVI 在位1774~92</rt></ruby>の即位以後、ア
43 | メリカ独立戦争への参戦でいよいよ<ruby><rb>破綻</rb><rt>はたん</rt></ruby>した。そこで王は自由主義貴族の<ruby><rb><strong>チュルゴー</strong></rb><rt>Turgot 1727~81</rt></ruby>や銀行家<ruby><rb><strong>ネットクル</strong></rb><rt>Necker 1732~1804</rt></ruby>を
44 | <ruby><rb>起用</rb><rt>きよう</rt></ruby>して財政改革をはかったが、貴族はこの王権の弱みにつけこんで、絶対王政の成立以來制限され
45 | てきた貴族の政治的発言権を回復しようと、<ruby><rb>結束</rb><rt>けつそく</rt></ruby>して改革に抵抗し、1615年以後ひらかれていない
46 | <strong>三部会</strong>を國王に招集させることに成功した。しかし1789年に三部会代表の選挙がはじまると、特権身分と第三身分の対立がに
47 | わかに表面化した。<ruby><rb><strong>シエイエス</strong></rb><rt>Sievès 1748~1836</rt></ruby>の「第三身分とは何か」は、特権身分を激しく非難したこの
48 | ときの有名なパンフレットである。</p>
49 | </section>

```

(図 11) ソースコード (動画エリア) (/OEBPS/Text/Section0001.xhtml)

```

41 <section>
42 <h1 class="sec" id="sigil_toc_id_3">立憲君主制の樹立<br /
43 > (革命の第1段階)</h1>
44
45 <p>1789年5月3日部会がヴェルサイユでひらかれると、第一・第二身分と第三身分は議決方式をめぐって<ruby><rb>冒頭</rb></rt>ぼうとう</rt></ruby>から対立し<span>※1</span>、第三身分はみづから<strong>国民議会</strong>と称し、憲法制定までは解散しないことをちかつかつた<ruby><rb>球戯場</rb></rt>きゅうぎじょう</rt></ruby>の<ruby><rb>誓</rb></rt>ちか</rt></ruby>い。特権身分からも同調者が出はじめてので国王もやむなくこれを認め、三部会は国民議会となり、<strong>憲法制定議会</strong>と名づけられた。たんなる税制改革のための古い形式の議会が、国政改革の議会に大<ruby><rb>転換</rb></rt>てんかん</rt></ruby>したわけである。</p>
46
47 <ul class="remarks">
48 <li>※1 第一・第二身分は昔どおりの身分別の議決方式、第三身分は一人一票の合同議決方式を主張した。身分別では特権身分と第三身分は2対1となるが、合同では両方がほぼ同じ議員数なので、第三身分は希望がもてた。</li>
49 </ul>
50
51 <div class="clearfix">
52 <div class="left">
53 <p><strong>しかし、国民は宮廷貴族に動かされて、武力で国民議会を解散させようとした。折から連年の<ruby><rb>凶作</rb></rt>きょうさく</rt></ruby>でパンの値上がりで苦しんでいたバリの民衆は、これに抗議して<ruby><rb>蜂起</rb></rt>ほうき</rt></ruby>し、7月14日に<strong>バスティーユ</strong><ruby><rb>牢獄</rb></rt>らうごく</rt></ruby>を<ruby><rb>占拠</rb></rt>せんきょ</rt></ruby>して、国王を<ruby><rb>逮捕</rb></rt>じうぼ</rt></ruby>させた。この報が地方に伝わると、領主に対する農民<ruby><rb>一揆</rb></rt>いつき</rt></ruby>が全国的にまきおこった。</p>
54
55 <p><strong>この情勢に応じて、一授の<ruby><rb>洗浄化</rb></rt>せんせい</rt></ruby>か</strong>と国制改革開始との<ruby><rb>一石二鳥</rb></rt>いつせきにちよう</rt></ruby>をねらった国民議会は、1789年8月4日に<strong>封建的特権の廃止</strong>を決議し、ついで8月26日にアメリカ独立宣言にならって、<strong>人権宣言</strong>（人権および市民権の宣言）を<ruby><rb>採択</rb></rt>さいたく</rt></ruby>した。この宣言は人間の自由・平等・主権在民・私有財産の<ruby><rb>不可侵性</rb></rt>ふかしんせい</rt></ruby>をうたい、市民革命の原理をもっとも明らかに表明するものであった。しかし国王と宮廷は、またもや議会に対して武力による<ruby><rb>圧迫</rb></rt>あつぱく</rt></ruby>を加えようとしたので、10月初めにバリ民衆がふたたびたちあがり、国王一家をヴェルサイユからパリへ移した。議会もパリへ移り、憲法制定はようやく<ruby><rb>軌道</rb></rt>きどう</rt></ruby>にのった。</p>
56 </div>
57
58 <div class="point">
59 <h2 id="sigil_toc_id_4">人権宣言(抜粋)</h2>
60
61 <div class="clearfix">
62 <div class="left">
63 <dd>第1条.</dd>
64
65 <dd>人間は自由かつ権利において平等なものとして生まれ、また、存在する。社会的な差別は、共同の利益にもとづいてのみ、設けることができる。</dd>

```

(図13) ソースコード (テキストエリア)  
(/OEBPS/Text/Section0001.xhtml)

## 5. 実験

### 5.1 実験概要

ここからは、前章までの検討を踏まえて、インタフェースと学習性の関係について被験者ももちいた実験をおこなう。

本実験は、タブレットPCでの学習を前提として、学習者の接触インタフェースの仕様における、記憶、理解、身体活性等を比較するものである。

インタフェースの仕様としては、次項で示す3種を作成し、それぞれの記憶・理解に関するテスト、また、アンケート調査による主観評価を行う。

本実験は被験者として、メディア系大学に在籍する大学生5人が参加する。被験者は全員、タブレットPCを所有しておらず、一般的にはタブレットPCの初心者に分類される。

### 5.2 実験環境

実験環境として、デバイスは、iPad2 (解像度 1024 × 768ピクセル解像度、132 ppi) を使用。インタフェースを実行する環境及び機能の特性を下記に整理する。

#### ・インタフェース仕様

- 紙面を単純にPDF化したもの
- Aに位置的・量的表現を加えたもの
- 紙面コンテンツをHTMLにより再構成し、動画・音声コンテンツを配置したもの

	ビューワー	テキスト	機能
A	iOSデフォルト	スキャン	画像縮縮
B	i文庫	スキャン	ページめくり/ページ縮縮
C	iBooks	HTML	ページめくり/テキスト縮縮/ラインマーカー/動画音声再生

#### ・教材コンテンツ

教材コンテンツに関しては、山川出版の高等学校向け教科書である[新世界史B]及び、[ムービー世界史](Cのみ)を再構成する形で下記3セクションをピックアップし、A・B・Cを作成する。分量、難易度に関しては、予備調査に基づいて出来る限り均等になるように配慮を行った。

	ページ	セクション
A	227-235	欧米近代社会の展開～北アメリカのインディアン
B	235-243	フランス革命とナポレオン～近代革命の比較
C	276-285	ヨーロッパの進出とアジア～カースト制度の弊害

### 5.3 実験手順

#### ・実験のフロー

3種類のインタフェースに関して、学習・テストを合計3セット行う。学習は、タブレット、ヘッドフォン以外に、ノート、筆記用具の使用を認め、各20分間行う。テストは、記憶テスト10問、理解テスト2問とし、回答時間は15分とする。

#### ・記憶テスト

1問1答形式で各10問出題。教材内容に出てきた用語などを答える、表層的な知識を問うテストである。1問1点とし、0.5点刻みで採点を行う。

問題例：「アメリカ独立革命の際、トマス＝ペインが著した『〇〇』は、独立の機運に対して大きな影響を与えた。」

#### ・理解テスト

各2問を出題。単純な暗記だけでは回答できない問題であり、全体の内容理解が必要になる問題である。模範解答は、教科書、動画素材より生成し、それをn個の文節及び連文節に分類する。1問5点満点、合計10点とし、0.5点刻みで採点を行う。

問題例：「アメリカ独立革命の概要と本質を述べよ。」

#### ・アンケート調査

すべてのテストが終了した後、アンケートによる主観評価を行う。各インタフェース毎に、下記の3問について5件法による回答を求めた。

質問1 使いやすかったですか

質問2 身体活性が感じられましたか

質問3 学習しやすかったですか

(1とても思う・2やや思う・3普通・4あまり思わ

ない・5全く思わない)

### 5.4 結果分析

#### ・得点率

記憶テスト理解テストの結果を表2に示す。

(表2) 記憶テスト・理解テストの得点と平均得点

被験者ID	A		B		C	
	記憶	理解	記憶	理解	記憶	理解
1	2.5	0	2.5	5	4	5
2	6	4	4	7	6.5	8
3	3	3.5	4	5	4	7
4	2	2	3	4	3.5	5
5	5.5	5.5	6	7	7	8
平均得点	3.8	3	3.9	5.6	5	6.6

記憶テストの平均値に関しては、(A)及び(B)がほぼ同水準の正解率であるが、(C)は(A)に対して1.2ポイントの上回りを示している。

理解テストの得点率に関しては、こちらは、(A)・(B)・(C)の順序での得点率となっている。そして、(C)は(A)に対しては、2.8ポイントの上回り、Bに対しては1.0ポイントの上回りを示している。

#### ・主観評価について

アンケート結果に関して結果を表3に示す。

(表3) アンケート結果

被験者ID	A				B				C			
	使用	学習	身体	楽しさ	使用	学習	身体	楽しさ	使用	学習	身体	楽しさ
1	2	3	3	3	1	2	3	1	2	2	1	1
2	4	5	4	4	4	3	2	3	1	2	2	1
3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	2	2	2
4	2	2	4	2	1	2	3	4	3	3	2	2
5	4	4	4	3	4	4	3	3	2	3	3	2
平均スコア	3	3.4	3.6	3	2.6	2.8	2.6	2.8	2.4	2.4	2	1.6

アンケート結果に関しては、学習のしやすさ、身体の活性、楽しさ共に、(A)・(B)・(C)の順序でのスコアとなった。特に、(C)に関しては、3項目とも、2.0以下とポジティブな結果を示している。

#### ・結果の分析

前章まで分析してきたポイントである、学習上の身体の役割、教材電子化における拡張性の役割において、いくつか有意義な結果が得られた。

まず、インタフェースに身体性を加えたもの(B,C)は加えないもの(A)に比べ学習性が向上する傾向がある。これは、教材のデジタル化に際しては、インタフェース領域における、身体感覚喚起の工夫が一定程度必要であることを示唆しているといえる。

また、動画・音声・文字情報へのアクセス等、デジタル由来の拡張性を付与した(C)は、その他(A,B)よりも、学習性が向上する要素があることがわかった。またもう一つの視点として、(C)に関しては、ピュアなデジタルインタフェースであるということに注目すべきである。ページめくり等の機能は施しているものの、紙面特有の文字組みや段組み、素材の風合い等がほぼ表現されていない。つまり紙面とは別の「デジタル特有」の様相としてのインタフェースであったが、テスト、主観評価共にポジティブな水準を示している。つまり、デジタル由来の拡張性に関しては、独自の学習性向上の要素があることを示唆している。ここにおいては、動画・音声における情報量、マーカーの文字情報へのアクセス等様々な要素が存在するが、さらに被験者を増やし、要素を分解し分析をしていく必要があるだろう。

#### 6. まとめ

本論では、タブレットPCを前提とした電子教材インタフェースの学習性に関して、一定の合理的知見を得た。

まず、先行研究の分析により下記の知見を得た。

- ・ ダマシオ論によれば、身体感覚及びその経験的蓄積が、感情想起や、合理的意思決定を行うための一定の源泉となる。
- ・ 情報量の少ない「活字」の読解において、視覚や聴覚やその他の体性感覚等の身体感覚及びそれらの経験的蓄積が「手がかり」として言語野への入力情報となる。
- ・ デジタルデバイスを使用した読書は、脳の機能局在の観点で、視覚野の活性が強いものの幅広い領域での活性がみられない。それに比べて、紙面読書は前頭前野を含む幅広い領域の活性が促される。

次に、現在の電子書籍をめぐる現状と、その表現拡張性について検討し下記の知見を得た。

- ・ 当面市場での電子書籍の方向性は既存書籍の「移管」としての性質をもつ。単純な「移管」であれば、身体感覚に対してデメリットを有する。
- ・ 電子書籍の新規性のあるメリットの一部は、デジタルやインターネット由来の仕組みが有機的に組み合わせられた時に発揮され得る。
- ・ 電子書籍が、デジタル由来の拡張性を発揮するのは、HTML・CSSを基本言語としたePub形式がメインとなりつつある。

次に、先行研究の検討を踏まえ、タブレットPCを前提とした電子教材の制作、実験を行い以下の知見を得た。

- ・ タブレットPCで再現するインタフェースで

あっても、ページめくり(位置的感觉・量的感觉)等、身体的工夫を施すと記憶・理解共に学習性が向上する傾向がある。

- ・ デジタル由来の機能である、マルチメディア(動画・音声)の設置は、学習性、特に教材の理解度を向上させる傾向がある。
- ・ 電子教材のテキスト表現に関して、紙面の模倣ではなく、ピュアデジタル(HTML・CSS)で構成しても、それ自体がクリティカルな学習性の低下要素とはならない。

今後は、さらに詳細な要素分析を行い、それを踏まえ、合理的な電子教材の制作思想を検討していく必要がある。

## 謝辞

協力いただいた被験者の方々、インタビューに対応いただいたブクログ社の吉田健吾社長、ならびに、制作リサーチで協力いただいたWebデザイナーの池本哲也氏に感謝する。

## 脚注

1. 本論での「デジタルデバイス」とは、PC、タブレットPC、スマートフォンの「端末」を前提としている。
2. 本論での「短絡的な電子化」とは、紙面のコンテンツのスキランやタイピングなど、データ上の合理性を優先した電子化を意図している。
3. 筆者が株式会社ブクログ取締役社長兼株式会社paperboy&co.専務取締役吉田健吾氏に対して単独インタビューを行っている。(2012.12.29)
4. タブレットPCの基本OS、プラットフォームサービスは、多極化ではなく数少ない事業者による一極化の方向性を歩んでおり、ユーザーへの浸透形態はそれに呼応した形で進んでいる。
5. 正確には ePub2.0 規格の時点では、XHTML 対

応となるが、本論では XHTML と HTML を区別なく HTML としている。

6. 例えば、今回実験に使用した Apple のビューワーアプリである「iBooks」は、各種フォント設定が可能であり、またテキストへのアクセスとして、各種ラインマーカー、対象テキストへのメモ書き、テキスト自体のコピーやソーシャルメディア等へのシェアが可能である。

## 引用文献及びサイト

- ・ 総務省：「平成 23 年社会生活基本調査」, 詳細行動分類による生活時間に関する結果, 調査票 B による結果  
<http://www.stat.go.jp/data/shakai/2011/pdf/gaiyou3.pdf>
- ・ 文部科学省：「平成 23 年教育の情報化ビジョン」  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/23/04/1305484.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/23/04/1305484.htm)
- ・ 加藤亮介：現代 web メディアの健全性についての考察～ web メディアと感情想起の関係を中心として～, Web Media and Simulated Feelings : A Case Study of the Effects of Web Media on Youth Psychology, 社会情報論叢, 16, 十文字学園女子大学, (2012)
- ・ 加藤亮介ほか, 「現代の web メディアが助長する無思考性についての考察」, pp292-293, 年会論文集 28, 日本教育情報学会 (2012)
- ・ アントニオ・R・ダマシオ：「生存する脳—心と脳と身体的神秘」, pp210-257, 講談社, (2000)
- ・ アントニオ・R・ダマシオ：「生存する脳—心と脳と身体的神秘」, pp260-306, 講談社, (2000)
- ・ 森昭雄：「IT に殺される子どもたち 蔓延するゲーム脳」, pp72-112, 講談社, (2004)
- ・ 森昭雄：「IT 社会と子どもの脳—ゲーム脳, ケータイ脳」, Health and behavior sciences, 3 (2), pp87-95, 日本健康行動科学会, (2005)
- ・ 酒井邦嘉：「人はいかにして言語を身につけるのか インタビュー 脳科学が明かす 言語習得のメカニズム」, Harvard business review 37 (10), pp108-115, (2012)
- ・ 酒井邦嘉：「脳を造る読書」, 実業之日本社, (2011)
- ・ 「電子書籍ビジネス調査報告書 2012」, インプレス R&D, (2012), 電子書籍ビジネス調査報告書

2012 ハイライト

<http://www.impressrd.jp/news/120703/ebook2012>

- ・ International Digital Publishing Forum  
<http://idpf.org/>
- ・ 柴田三千雄ほか「改訂版 新世界史」, 山川出版社, (2012)

### その他の参考文献

- ・ 総務省：平成 24 年版情報通信白書 第 4 章 第 2 部 情報通信の現状と政策動向, ぎょうせい, (2012)
- ・ アントニオ・R・ダマシオ：「無意識の脳 自己意識の脳」, ダイアモンド社, (2005)
- ・ アントニオ・R・ダマシオ：「感じる脳 情動と感情の脳科学 よみがえるスピノザ」, 講談社, (2003)
- ・ ジョセフ ルドゥー：「エモーショナル・ブレイン—情動の脳科学」, 講談社, (2000)
- ・ 桜井直文：「身体がなければ精神もない—ダマシオとスピノザ(特集 脳科学の最前線)」現代思想, 33 (2), pp227-237 (2005)
- ・ 小崎寛子：「側頭極—前腹側島皮質の連続性について：ソマティック・マーカー仮説についての一考察」, 電子情報通信学会技術研究報告, 106 (485), pp91-94, (2007)
- ・ 西堤優：「ソマティック・マーカー仮説について—アイオワ・ギャンプル課題の解釈をめぐる問題」, 科学哲学 43 (1), pp31-44, (2010)
- ・ 大平英樹：「感情制御における脳—身体の機能的関連：スピノザに捧ぐ」バイオフィードバック研究, 34 (2), pp3-8, (2009)
- ・ 蘆澤ほか (2009)：「FASE モデルにおけるシミュレーション思考の特性評価：デザイン思考のクリエイティビティ (2)」デザイン学研究 pp56 (3), 71-80, (2009)
- ・ 森昭雄：「ゲーム脳と集中する力 (特集 集中する力をつける)」児童心理 57 (5), pp489-495, (2003)
- ・ 北島律之：「大学生におけるゲーム脳の検討」兵庫大学論集 (14), pp59-67, (2009)
- ・ 酒井邦嘉：「脳の言語地図」, 明治書院, (2009)
- ・ 大野志郎ほか「ネット依存の若者たち, 21 人インタビュー調査」, 東京大学大学院情報学環情報

学研究 . 調査研究編 27, pp101-139, (2011)

### その他の参考サイト

- ・ The World Wide Web Consortium (W3C)  
<http://www.w3.org/>
- ・ 日本電子出版協会：Minimal Requirements on EPUB for Japanese Text Layout  
[http://www.jepa.or.jp/press\\_release/reqEPUBJ.html](http://www.jepa.or.jp/press_release/reqEPUBJ.html)
- ・ W3C:日本語組版処理の要件(日本語版)技術ノート 2012年4月3日  
<http://www.w3.org/TR/jlreq/ja/>
- ・ 日本電子出版協会 (JEPA):EPUB 研究会「EPUB 仕様の日本語組版拡張を目指して (Version 0.8)」  
[http://nadita.com/murakami/epub/epub\\_JapaneseTextLayout\\_ja.html](http://nadita.com/murakami/epub/epub_JapaneseTextLayout_ja.html)

The expandability of interfaces of electronic educational resources  
and the analysis of learning ability  
- Focusing on the learning using a tablet PC -

Ryosuke KATO

**[abstract]**

“The Vision for ICT in Education” was published by the MEXT in 2011 and a certain level of constructive approaches were observed in the field of education with regard to digital devices and digital textbooks. In this paper, we conducted the analysis of learning ability at the time of contacting interface as well as validation of interfaces of electronic educational resources, mainly focusing on the learning using a tablet PC paying attention to online teaching materials.

**[key words]**

ICT Education, e-learning, interface