

## タブレット端末における教材の提示方法が学習に及ぼす影響†

渡邊文枝\*<sup>1</sup>・向後千春\*<sup>2</sup>

早稲田大学大学院人間科学研究科\*<sup>1</sup>・早稲田大学人間科学学術院\*<sup>2</sup>

本研究では、タブレット端末における画像と文章を含めた教材を作成し、アニメーションの有無、文章の有無の観点から、学習に効果的な提示方法、および提示方法とわかりやすさとの関連について検討した。その結果、タブレット端末に提示する教材として、字句レベルの記憶学習には画像のみを提示する方法、特に学習内容の理解においては、アニメーションを付加した画像を提示する方法が、学習に効果的である可能性が示唆された。一方で、学習者は、アニメーションを付加した画像と文章を組み合わせた提示方法をわかりやすいと主観的に認知していることが示された。

キーワード：タブレット端末、iPad、マルチメディア教材、提示方法、学習効果

### 1. はじめに

近年、Amazon社のKindleやApple社のiPadなどのタブレット端末が急速に普及しており、タブレット端末におけるマルチメディア教材を用いた学習環境が広まりつつある。先行研究においても、タブレット端末を活用したマルチメディア教材について、多数検討されている(佐藤 2008, 岸本・飯沼 2011, 辻ほか 2011など)。しかしながら、タブレット端末というモバイル性を考慮し、マルチメディア教材を、どのように提示することが学習に効果的であるのかについては、ほとんど検討されていない。

タブレット端末などのモバイルコンピューティング環境下では、場所や状況によって、注意の分散や知覚能力の低下などが懸念される。そのため、できる限り注意を要求しない認知負荷の低い情報提示をデザインする必要がある(岩田ほか 2009)。また、マルチメディアにおいては、端末によらず、必ずしもわかりやすさを向上させるとは限らないが、適切に情報を提示す

ることで、わかりやすさを向上させることができる(島田・北島 2010)。

タブレット端末におけるマルチメディア教材には、多様な提示方法がありうる。本研究では、認知負荷に関連すると考えられるアニメーションを付加した画像と文章との組み合わせに着目した。アニメーションは、情報の変化を際立たせ、直感的に見せることができるため(高島ほか 2001)、学習効果を促進すると考えられるが、情報の変化は認知負荷に影響を与える可能性がある。また、画像と対応する文章を近接して提示した場合は、情報をワーキングメモリ内に保持する負荷を軽減するため(MAYER and MORENO 2003)、学習の理解を支援すると考えられるが、画像との同時提示により、認知負荷を高める可能性がある。

以上のことから、本研究では、タブレット端末におけるマルチメディア教材として、画像と文章を含めた教材を作成し、アニメーションの有無、文章の有無の観点から、学習に効果的な提示方法、および提示方法とわかりやすさとの関連について検討した。

### 2. 方法

#### 2.1. 実験計画

アニメーション(以下、アニメ)の要因(あり/なし)と文章の要因(あり/なし)を独立変数とする2要因参加者内計画であった。

#### 2.2. 実験参加者(学習者)

大学生・大学院生25名(男性14名, 女性11名; 平均

2012年3月29日受理

† Fumie WATANABE\*<sup>1</sup> and Chiharu KOGO\*<sup>2</sup>: The Effect of Presentation Methods of Learning Materials in Tablet Device on Learning Performance

\*<sup>1</sup> Graduate School of Human Sciences, Waseda University, 2-579-15, Mikajima, Tokorozawa, Saitama, 359-1192 Japan

\*<sup>2</sup> Faculty of Human Sciences, Waseda University, 2-579-15, Mikajima, Tokorozawa, Saitama, 359-1192 Japan

年齢21.28歳,  $SD=1.43$ ) が参加した. また, 実験への参加には, 1000円の謝礼を与えられることが, あらかじめ知らされていた.

### 2.3. 実験材料

#### 2.3.1. タブレット端末

本実験では, Apple 社の初代 iPad を用いた. ディスプレイは, 液晶9.7インチ, 解像度1024×768ピクセル (132ppi) であった.

#### 2.3.2. 教材

本実験に使用した教材は, 実験者 (筆者) が作成した. 内容は, 自然現象の発生のしくみに関するものであり, (a)雷発生のしくみ (再生時間3分34秒, スライド10枚), (b)台風発生のしくみ (再生時間3分28秒, スライド11枚), (c)竜巻発生のしくみ (再生時間3分16秒, スライド12枚), (d)オーロラ発生のしくみ (再生時間2分30秒, スライド10枚) であった.

各教材の提示方法は, (1)アニメあり+文章なし, (2)アニメなし+文章なし, (3)アニメあり+文章あり, (4)アニメなし+文章ありの4条件であった (図1). アニメありおよびアニメなしのスライド数は同数であった. アニメありでは, スライド上の注目するポイントとタイミングを明確に示すために, ナレーションに合わせて, イラストの移動や用語の強調などの動きをつけた. ナレーションは, すべてに含まれ, 4条件とも同様のものを使用した. また, 教材(a)~(d)の「文章あり」に用いた文章は, ナレーションを文章化したものであった. 文字数は平均930字であり, iPad の画面を横長にした状態の見開き2ページ以内に提示した. 教材は, すべて EPUB 形式で作成し, Apple 社のアプリケーション「iBooks」で表示させた.

#### 2.3.3. テスト

教材の内容に関する理解度を測定するため, 教材ごとに, 単語再生テスト5問 (満点5点), 記述式テスト

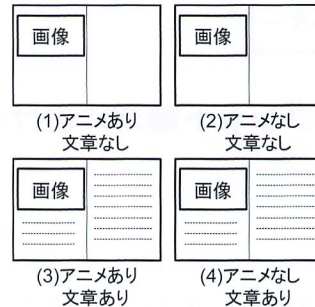


図1 4条件の提示方法による実験用教材の画面

3問 (満点6点), 応用問題1問 (満点2点) を作成した. 問題例を表1に示す. 回答時間は8分であった.

#### 2.3.4. 提示方法におけるわかりやすさの順位付けアンケート

実験終了時に, 4条件の提示方法について, わかりやすいと思う順の順位付けを求めた. 回答方法は, 「最もわかりやすい (1位)」~「最もわかりにくい (4位)」であった. 回答結果は, 「最もわかりやすい」を4点~「最もわかりにくい」を1点に得点化した. また, 順位付けに対する回答理由を自由記述で求めた.

#### 2.4. 手続き

実験は, 2名から8名の小集団で実施した. また, 全学習者が4条件すべての形式を視聴し, かつ順番による効果を相殺するために, ラテン方格法を用いた.

教室に入室した学習者は, iPad の置いてある机にランダムに着席した後, 実験者より実験の説明を受けた. 実験の説明後, 学習者は, 軽量ヘッドフォンを着用し, 教材を視聴した. 教材の視聴後は, テスト, アンケートの順に進めた. 教材は, (a)~(d)の4種類であったため, 学習者は, 教材の視聴, テスト, アンケートの手続きを4回繰り返した. 教材の視聴は, 一度限りとし, 繰り返し再生や一時停止を禁止した. 実験は70分

表1 各テストの問題例

問題例	
単語再生テスト	雲の中の小さな粒と大きな粒が, 互いに衝突を繰り返すとき, ( ) を発生する. 以下の文章は, 雷光が発生するしくみのポイントについて順番に述べたものです. 空欄のポイントについて, 解答してください.
記述式テスト	(1) 空中を飛ぶ電子が酸素などの原子に衝突する (2) (3) ※(2)~(4)は解答部分 (4) (5) そのため, 光として目に見える
応用問題	夏の太平洋側では, 山の近くで雷が発生しやすい. その理由を説明してください.

表2 提示方法別 各テストの平均(標準偏差)および分散分析の検定結果(N=25)

	アニメあり		アニメなし		F値		
	文章なし	文章あり	文章なし	文章あり	アニメ	文章	交互作用
単語再生テスト	3.80(0.89)	3.40(0.98)	3.76(1.07)	3.48(1.27)	0.01 $ns$	4.24 <sup>+</sup>	0.08 $ns$
記述式テスト	3.00(2.19)	2.48(2.14)	1.44(1.68)	2.12(1.70)	5.24*	0.06 $ns$	2.62 $ns$
応用問題	1.04(0.87)	0.92(0.74)	1.16(0.73)	0.88(0.82)	0.11 $ns$	1.41 $ns$	0.22 $ns$

<sup>+</sup> $p < .10$  \* $p < .05$

表3 提示方法別 わかりやすさ評定の平均(標準偏差)および分散分析の検定結果(N=25)

	アニメあり		アニメなし		F値		
	文章なし	文章あり	文章なし	文章あり	アニメ	文章	交互作用
わかりやすさ評定	2.48(1.14)	3.20(1.02)	1.64(0.79)	2.68(0.88)	10.11**	7.66*	2.87 $ns$

\* $p < .05$  \*\* $p < .01$

程度で終了した。

### 3. 結果

#### 3.1. テスト結果

提示方法別による各テストの平均と標準偏差を表2に示す。テスト別に、アニメ(2)×文章(2)の2要因参加者内分散分析を行った結果、単語再生テストについては、アニメの主効果は有意ではなかった( $F(1,24)=0.01, ns$ )。文章の主効果は有意傾向を示し( $F(1,24)=4.24, p < .10$ )、文章ありよりも文章なしのほうが高かった。交互作用は有意ではなかった( $F(1,24)=0.08, ns$ )。

記述式テストについては、アニメの主効果が5%水準で有意であり( $F(1,24)=5.24, p < .05$ )、アニメなしよりもアニメありのほうが高かった。文章の主効果および交互作用は、有意ではなかった( $F(1,24)=0.06, ns$ ;  $F(1,24)=2.62, ns$ )。

応用問題については、アニメの主効果、文章の主効果、交互作用ともに有意ではなかった( $F(1,24)=0.11, ns$ ;  $F(1,24)=1.41, ns$ ;  $F(1,24)=0.22, ns$ )。

#### 3.2. 主観評価による提示方法のわかりやすさ評定

4条件の提示方法において、わかりやすかった順に順位付けした結果を得点化した。その平均と標準偏差を表3に示す。アニメ(2)×文章(2)の2要因参加者内分散分析を行った結果、アニメの主効果は1%水準で有意であり( $F(1,24)=10.11, p < .01$ )、アニメなしよりもアニメありのほうが高かった。文章の主効果は5%水準で有意であり( $F(1,24)=7.66, p < .05$ )、文章なしよりも文章ありのほうが高かった。交互作用は有意ではなかった( $F(1,24)=2.87, ns$ )。

#### 3.3. わかりやすさ評定に対する自由記述

わかりやすさの順位付けに対する自由記述について、アニメの有無、文章の有無ごとに、肯定意見と否定意

見に分類した。分類の結果、全62件のコメントが挙げられた。

アニメにおいては、アニメありに関する肯定的なコメントが多く挙げられた。中でも、理解のしやすさ(6件)やわかりやすさ(5件)に関するものが多かった。具体的には、「アニメーションのあるほうが流れで理解できる」「アニメーションありのほうが、説明の過程がわかりやすい」などのコメントであった。文章においては、文章ありに関する肯定的なコメントが多く挙げられた。中でも、確認のしやすさ(10件)やわかりやすさ(4件)に関するものが多かった。具体的には、「文章があると、聞き逃したときに確認できる」「目で文章を見られたほうがわかりやすい」などのコメントであった。また、文章なしに対しては、集中力(4件)をメリットとするコメントが見られたものの、理解のしにくさ(7件)をデメリットとするコメントのほうが多く挙げられた。

### 4. 考察

#### 4.1. 提示方法別における学習効果

単語再生テストの結果から、単語や用語などの字句レベルの記憶学習には、文章ありよりも文章なしのほうが効果的である傾向が示された。文章ありにおいては、画像と文章という2つの視覚情報を同時に提示したため、知覚が困難になり、獲得される情報量が減少したと考えられる。また、2つの視覚情報に対して理解する必要性が生じたため、認知負荷を増大させた可能性がある。文章なしにおいては、画像とナレーションという視覚情報と聴覚情報の提示であったため、知覚の困難や、認知負荷の増大が起こらなかった可能性がある。よって、知覚と認知負荷の観点から、テスト成績に影響が生じたと推察される。

記述式テストの結果から、学習内容の理解においては、アニメなしよりもアニメありのほうが効果的であることが示された。アニメには、情報が順番に提示され、さらに際立って表示されるという特徴がある(高嶋ほか 2001)。このことから、アニメを付加した画像を提示された学習者は、効果的に内容を理解できたと考えられる。

応用問題においては、各提示方法によるテスト成績に有意な差はなかった。応用問題に解答するためには、内容の深い理解が必要となる。そのため、一度限りの視聴では、どの提示方法においても深い理解には繋がらなかったと考えられる。また、単にアニメを付加すればよいのではなく、状況に合わせて、アニメの採用を考えなければならないことを示唆している。

#### 4.2. 提示方法とわかりやすさの関連

提示方法におけるわかりやすさの順位付けアンケートの結果から、学習者は、アニメーションを付加した画像と文章を組み合わせた提示方法をわかりやすいと主観的に認知していることが示された。自由記述においても、アニメありと文章ありに関する肯定的なコメントが多く挙げられた。しかしながら、単語再生テストにおいては、文章ありよりも文章なしのほうが得点が高くなる傾向を示した。すなわち、学習者の主観的なわかりやすさの評価とテスト成績は合致していなかった。これらの結果から、主観的なわかりやすさは、直接テストの成績を予測しないことが示された。すなわち、主観的なわかりやすさの評価のみで教材をデザインするのではなく、学習効果の検証が重要であることが示唆された。

一方、本実験では、教材の視聴時間をナレーションの時間で制約していた。そのため、文章ありにおいては、教材視聴の時間的制約とナレーションの聴取作業によって、文章の読解に必要なとされる知覚処理が制約された可能性がある。すなわち、文章ありにおける学習者には、教材の視聴と文章の内容を理解する時間が十分になかった。そのため、理解のチェックや修正などの読み返しが可能な文章の利点が活用されなかった可能性がある。ただし、ナレーションの聴取後、ナレーションと同様の文章を読む人は少ないと考えられるため、ナレーションを付加する場合、同様の文章は提示しないほうが学習に効果的であると予測できる。

今後は、教材の視聴に加え、容易に読み返しが可能な要約や箇条書きなどを提示し、さらに、その内容を理解する時間を与えた場合では、学習効果にどのよう

な影響があるのかを検討する必要がある。

## 5. 結 論

タブレット端末における画像と文章を含めた教材を作成し、アニメーションの有無、文章の有無の観点から、学習に効果的な提示方法、および提示方法とわかりやすさとの関連を検討した。

その結果、単語や用語などの字句レベルの記憶学習には、文章ありよりも文章なしのほうが効果的である傾向が示された。学習内容の理解においては、アニメなしよりもアニメありのほうが効果的であることが示された。一方、学習者は、アニメーションを付加した画像と文章を組み合わせた提示方法をわかりやすいと主観的に認知していることが示された。しかし、この主観的な評価はテスト成績と合致しない。

以上のことから、本研究では、タブレット端末に提示する教材として、字句レベルの記憶学習には画像のみを提示する方法、特に学習内容の理解においては、アニメーションを付加した画像を提示する方法が、学習に効果的である可能性が示唆された。

## 参 考 文 献

- 岩田貴裕, 山邊哲生, 中島達夫 (2009) マルチタスク環境下における認知負荷の測定と評価. 情報処理学会研究報告 UBI, 2009-UBI-22(8) : 1-8
- 岸本暢斗, 飯沼瑞穂 (2011) iPad を利用した幼児向けデジタル絵本の開発と評価. 日本教育工学会第27回全国大会講演論文集 : 355-356
- MAYER, R.E. and MORENO, R. (2003) Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist*, 38(1) : 43-52
- 佐藤朝美 (2008) 幼児の物語行為を支援するソフトウェアの開発. 日本教育工学会論文誌, 32(1) : 33-42
- 島田英昭, 北島宗雄 (2010) マルチメディアマニュアルにおける視覚的手がかりの提示タイミングと分かりやすさの関係. 日本教育工学会論文誌, 34(Suppl.) : 13-16
- 高嶋章雄, 蔵川圭, 山本恭裕, 中小路久美代 (2001) 時間的変化を伴うデータのための情報アニメーション. 電子情報通信学会技術研究報告, HIP, ヒューマン情報処理, 100(713) : 15-22
- 辻靖彦, 杉山秀則, 芝崎順司 (2011) タブレット PC に対応した映像とテスト問題を交互に表示する教材テンプレート. 日本教育工学会第27回全国大会講演論文集 : 885-886

(Received March 29, 2012)