

## アイマークレコーダを用いたeラーニングにおけるポイント提示の有効性についての分析 An analysis using eye-mark recorder of the effectiveness of presentation methods for e-learning

安藤 雅洋・永森 正仁・ソンムアン ポクポン・植野 真臣  
Masahiro Ando, Masahito Nagamori, Pokpong Songmuang, Maomi Ueno

### 1. 概要

人間の知覚判断に関する処理モデルとして知られる「デュアル・チャンネル」モデルに基づけば、eラーニングコンテンツは画像・動画コンテンツとナレーションを同期させて提示する方法が最も認知資源を有効活用できる。しかし、一般には学習者がナレーションを聞くのに同期して画像・動画への注視点探索を行わなければならない。探索が難しい場合、認知負荷が大きくなり、学習内容の理解効率を減少させると考えられる。このような場合には、ポイントで注視点を可視化する提示法が有効であると考えられる。本研究では、eラーニングコンテンツにおけるポイント利用の有効性について、アイマークレコーダを用いて分析を行う。具体的には被験者の視点や瞳孔径を測定する装置であるアイマークレコーダでeラーニング受講者の凝視点を測定することによって、ポイントによる被験者視点誘導の効果を測った。その結果、被験者は提示資料表示の8割以上の時間、ポイントの誘導に従っていることが分かった。また実験後のテストからポイントが表示されるコンテンツでの正答率が高いことが分かった。ポイントが表示されるコンテンツは、ツールを使うことにより作成が容易で効果的な提示資料と言える。

### 2. はじめに

eラーニングコンテンツにはテキスト、音声、静止画、動画等のメディアが使われている。1画面に複数のメディアが表示され、同時に講師音声も再生される一般的なマルチメディアコンテンツでは、受講者は講師の説明内容に沿ってどの箇所を見るべきかを自分で判断しなければならない。受講者の視点をコントロールする手段としての指示棒やレーザーポイント利用の有効性に関する研究は、OHPやPPTを使った対面形式のプレゼンテーションの現場で行われおり、その効果が実証されている(清水ら1981, 持田ら1996)。同様にeラーニングコンテンツ開発においてもポイントを利用することが考えられる。実際、eラーニングコンテンツや遠隔講義での資料提示にポイントを追加するツールが多く存在している。しかしそれらはツール開発と利用に留まり、コンテンツの評価が行われておらず、結果としてeラーニングコンテンツにポイントを適用した場合の教育的効果を客観的に評価した研究は少ない。更に受講者の様子を確かめる対面講義と異なり、受講者の挙動が把握できないeラーニングにおいて、コンテンツに対する受講者の反応を分析することは重要なことと思われる。

本研究では、eラーニングでのマルチメディアコンテンツにおけるポイント利用の有効性について、被験者の視点や瞳孔径を測定するアイマークレコーダを用いて分析を行う。具体的にはコンテンツにポイントが有る場合と無い場

合の、eラーニング受講者の注視点を測定することによって、ナレーションが説明する該当箇所を受講者が注視している時間の割合を測定した。更にコンテンツ内容に関するテストを行うことで、その学習効果を調べた。

### 3. eラーニングコンテンツにおけるポイントの役割

人間の認知処理モデルである「デュアル・チャンネルモデル」は、人間の知覚判断は聴覚と視覚で個別に存在し、それぞれに容量のある2つの認知チャンネルの相互作用において行われていると考える説である(図1)(Clark and Paivio,1991, Paivio,1986)。Mayer(2001)はこの理論を用いて知覚と聴覚の各チャンネルを効率的に使わせるために、1つの画像情報、特にアニメーション等の動画と1つの音声情報を同時に見せることが最も良いマルチメディアコンテンツであるとした。

そのようなコンテンツは2つのチャンネルの資源を有効活用しようというものであるが、動画コンテンツ作成にはコストがかかり、またイメージ画像では表現できない概念も存在する。テキストや静止画コンテンツでは、学習者は視覚情報と聴覚情報の同期を取るために注視点を探索する。このような資料提示形式では注視点探索が難しい場合があり、それが認知負荷となり、結果として同期を上手く取れず、聴覚情報と視覚情報の相互作用も得ることができず、内容理解が乏しくなる(図2)。そこでポイントによる注視点誘導を行うことで探索による認知負荷を軽減させ、画像情報と音声情報を一致させることで各チャンネルの入力情報の音韻化、画像化を同期させ効率的に意味統合を行わせることができると考えられる。

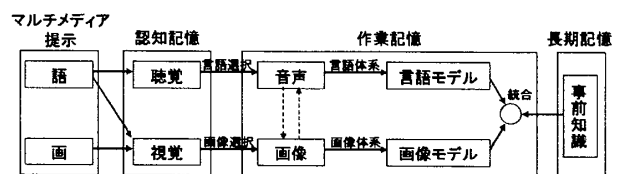


図1:デュアル・チャンネルモデル

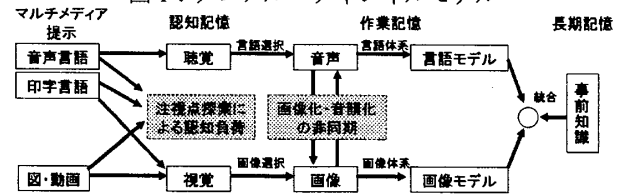


図2:受講中の認知負荷

### 4. 実験

被験者には大学生、大学院生100名が参加した。被験者は頭部にアイマークレコーダ(Nac EMR-8)を装着してeラーニングコンテンツを受講する。受講中の視点の動きと

瞳孔径データが記録され、被験者の視野と視点はビデオによって録画もされている。実験の様子を図3に示す。

実験に使用した講義課題は、課題1「雷の発生原理」、課題2「自動車のフットブレーキ」、課題3「アメダスの仕組み」である。実験用コンテンツとして同内容の課題に対して提示資料形式が異なるコンテンツを作成した。各資料提示形式は「ナレーションのみ」「テキスト(ナレーション有り・無し)」「静止画」「静止画+テキスト(ナレーション有り・無し)」「動画」「動画+テキスト」である。このうち、ナレーションが有るコンテンツには同期して動くポイントを付加した物も加えて、計13パターンのコンテンツで比較実験を行った。コンテンツはFlashで作成し、再生時間は各2-3分である。コンテンツ内に表示されるポイントの形状は赤色の矢印型のマウスカーソルである。各資料の提示形式例を図4に示す。

各被験者に行った実験の手順は、受講前に課題1-3に関する事前テストを受ける・課題1を受講・課題1の再生テストに解答、以降課題2、課題3と繰り返し、最後にアンケートを行った。被験者1名にかかる実験時間は1時間程度である。受講後に行ったテスト問題には、講義内で出てきた単語や数値を書き込む記憶問題と、動作の過程や原理を記述させる説明問題を含めた。



図3：実験の様子と実験システム

<p><b>雷の発生原理</b></p> <p>雷の発生原理の図解です。雲の中で起る電気の動きが、雷の発生を促す原因となっています。</p>	<p><b>アメダスの仕組み</b></p> <p>アメダスは地上から上空まで自動観測を行い、そのデータを無線で送信する装置です。このデータは気象庁の気象観測システムに送られ、アメダスの観測データは気象庁の気象観測システムに送られ、気象庁の気象観測システムで処理されます。</p>
<p><b>アメダスの仕組み</b></p> <p>アメダス観測データ</p> <p>アメダス観測データ</p> <p>アメダス観測データ</p>	<p><b>自動車のフットブレーキの仕組み</b></p> <p>自動車のフットブレーキは、ブレーキペダルを踏むことで、ブレーキ油がブレーキディスクに押し付けられ、摩擦によってブレーキ力が発生します。</p>
<p><b>雷の発生原理</b></p> <p>雷の発生原理の図解です。雲の中で起る電気の動きが、雷の発生を促す原因となっています。</p>	<p><b>アメダス</b></p> <p>アメダス観測データ</p>

図4：コンテンツ画面

## 5. 実験結果

### 5.1 視点移動データ

実験から得られた受講中の視点移動をグラフ化したものを図5に示す。図5は課題3の資料提示形式「静止画+テキスト」におけるポイント表示時と非表示時の被験者の凝視点位置の時系列データ例である。縦軸が角度、横軸は時間で、黒線が凝視点位置のX座標、灰色の線がY座標である。実際のポイント移動データと被験者の視点移動データ間の距離の二乗誤差を、ポイント表示群と非表示群について分散比の検定を行ったところ、ポイント表示時の差が少なく、非表示と有意差があった。すなわちポイント表示がある場合には、ポイントの誘導に従って動いているが、ポイントが非表示の場合には被験者のペースで資料をみていることになる。

また、ポイントが指し示す部分や、ポイント非表示の場合においても表示時と同様の部分に、被験者の視点がコンテンツ再生時間に対してどの割合注視しているかを計測した。なお時間の計測は録画映像から目視で行っている。表1に各資料提示形式のポイント表示時と非表示時での視点停留時間の割合を記す。それぞれの群でt検定を行ったところ、ポイント表示と非表示における時間の割合には有意差があった。受講者はコンテンツ再生時間の8割はポイントの誘導に従って資料を見ていた。ポイントが無いと資料提示方法によってバラつきがある。動画コンテンツは既に受講者の視点を誘導するように作成されており、ポイント表示と非表示でも有意差は無かった。

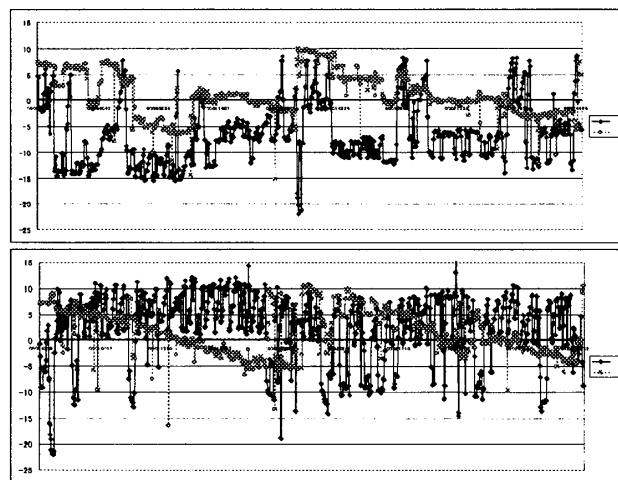


図5：凝視点位置座標データ例  
(上図：ポイント表示有り、下図：ポイント無し)

表1：ナレーション解説部分への視点停留時間の割合

	ポイント非表示	ポイント表示
テキスト**	73.8%	81.8%
静止画*	68.6%	80.1%
静止画+テキスト**	42.4%	74.7%
動画	85.6%	87.2%
動画+テキスト*	75.2%	82.3%

\*\*1%水準 \*5%水準

5.2 テスト結果

受講後に行った再生テストの平均正答率を図6に示す。縦軸が正答率、横軸が資料提示形式の種類である。資料をただ読ませるより、ナレーションをつけたると有意に効果が高くなる。単語を記憶するような問題ではポインタの有無で正答率に有意差が無かったが、説明問題ではt検定の10%水準で有意差があった。説明問題を解答するには単語記憶だけではなく、内容の意味理解も行う必要がある。ポインタの表示によって説明問題の正答率が上がったと言うことは、デュアル・チャンネルモデルにおける意味統合が効果的に行われたと考えられる。

説明問題の正答率について分散分析を行った。その結果を図7に示す。分散分析よりポインタ非表示の場合では動画コンテンツが最も正答率が高い。ポインタを表示させることで全体的に正答率が向上した。

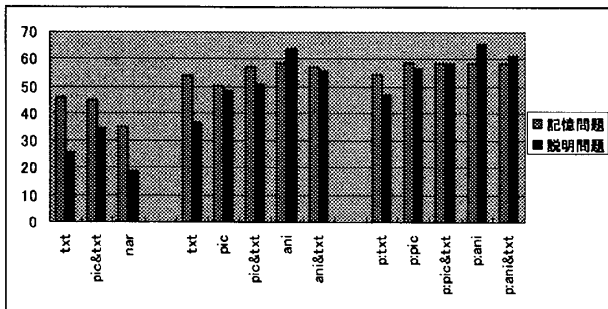


図6: テスト正答率

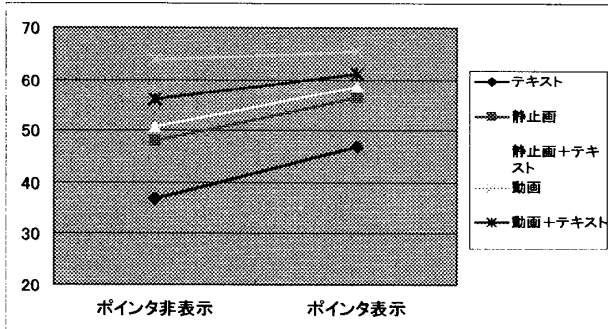


図7: 説明問題正答率の分散分析

5.3 アンケート結果

実験後行ったアンケートから内観報告の分析を行った。アンケート回答の平均値を表2に示す。「分かり易さ」「見るべき箇所の見つけ易さ」「コンテンツ視聴時の疲労感」といった質問においてポインタを表示させた時の好意的な回答が上回った。

表2: アンケート結果

・分かり易さ[1:分かり難い, 2:やや分かり難い, 3:普通, 4:やや分かり易い, 5:分かり易い]

	ポインタ非表示	ポインタ表示
テキスト*	2.5	3.3
静止画	3.3	3.7
静止画+テキスト	3	3.7
動画	4	4.2
動画+テキスト	4.6	4.3

・見るべき箇所の見つけ易さ[1:見つけ難い, 2:やや見つけ難い, 3:普通, 4:やや見つけ易い, 5:見つけ易い]

	ポインタ非表示	ポインタ表示
テキスト*	2	3.6
静止画*	2.9	3.9
静止画+テキスト*	2.6	4.2
動画	4.1	4.8
動画+テキスト*	3.9	4.5

・コンテンツ視聴中の疲労感[1:疲れた, 2:やや疲れた, 3:普通, 4:あまり疲れない, 5:疲れない]

	ポインタ非表示	ポインタ表示
テキスト	2.4	2.8
静止画	3	3
静止画+テキスト	2.4	3.8
動画	4	4.7
動画+テキスト	4	4.8

\*5%水準

6. まとめ

以上の検証から e ラーニングコンテンツにおいてポインタの表示により

- ・対面でのプレゼンテーション同様、講師が説明する箇所へ受講者の注視点を誘導することができた。
- ・テスト結果から説明問題の正答率が高くなることが示された。
- ・内観報告から受講者のコンテンツ視聴時の負担が軽減されていることが示された。

ポインタの誘導により認知負荷を軽減することで、意味統合のプロセスが容易になり、結果として意味理解が容易になされていることが分かった。動画コンテンツにおいては元々受講者の注視を促す作りになっており、ポインタの有効性は示されなかった。

7. 参考文献

[1] OHP 提示における指示棒の効果 清水康敬, 柳田修一, 吉澤康雄 日本教育工学雑誌,6,1,pp.11-17,1981  
 [2] 学習テキストの提示方法に関する実験的研究—要約表示と指示棒による効果を中心として— 持田典彦, 福添誠, 中山実, 清水康敬, 日本教育工学会論文誌 19-4, pp189-196, 1996  
 [3] Clark, J.M. and Paivio, A. Dual coding theory and education, Educational Psychology Review, 3, 149-210, 1991  
 [4] Paivio, A. Mental representations: A dual coding approach. Oxford, England: Oxford University Press, 1986  
 [5] Multimedia Learning, Richard E. Mayer, 2001