

# 低年齢向け e-Learning 教材提示方法の検討

小宮山美緒<sup>†</sup> 古井陽之助<sup>‡</sup> 納富一宏<sup>‡</sup> 速水治夫<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> 神奈川工科大学 大学院 工学研究科

<sup>‡</sup> 神奈川工科大学 情報学部

## Examination of the e-Learning teaching-materials presentation method for low age

Mio Komiyama Younosuke Furui Kazuhiro Notomi Haruo Hayami

<sup>†</sup> Graduate school of Engineering, Kanagawa Institute of Technology

<sup>‡</sup> Information faculty, Kanagawa Institute of Technology

### 1. はじめに

学校教育とコンピュータを用いた e-Learning の関わりに注目が集まるようになってきた。また、その需要も高まってきている。しかし、現在市場に出ている e-Learning システムは、高校生から社会人を対象にしたものが中心である。

筆者らは幼稚園から小学校低学年といった低年齢の児童を対象にした e-Learning システムの開発を目指している。本論文ではそのシステム構築の第 1 段階として、低年齢向けに相応しい教材コンテンツの提示方法を検討した結果を述べる。具体的には低年齢向けと想定できるコンテンツ及びそれに相対するコンテンツを作成し、低年齢児童に提示してアンケート結果を得るという手法を用いた。

### 2. e-Learning

#### 2.1 低年齢向け e-Learning

低年齢向けというのは、初心者向けと異なるものだということ念頭に置いた。初心者向けというのは練習や操作を繰り返せば解決できることをフォローするものであるが、経験が少ないことや年齢が低いことから生じる問題をフォローするのが低年齢向けであると考えた。

#### 2.2 e-Learning 導入時に考慮すべき点

e-Learning ではどのような生徒が受講しているかを直接把握することができない。このため幅広い生徒に対応できなくてはならない。身体の不自由な生徒、病院の中で学習している生徒、他人と上手くコミュニケーションがとることができない生徒など多くの場合が考えられる。本論文では、想定対象者の小学校 1～2 年生の児童に比較してもらうため教材を作成した。特に色覚に問題のある児童がいる場合を想定して実験用のコンテンツを作成した [付録 1 参照]。

教材作りは、文部科学省が配布している、色覚に関する指導の資料<sup>[1]</sup>及び参考文献<sup>[2]</sup>に基づいて行った。文字と背景の色はわかりやすい色の組み合わせになるようにし、明暗のコントラストがはっきりわかるように配慮した。

### 3. 比較に用いたコンテンツ

#### (1) メニュー選択画面の構成

記号や図を用いて抽象的に情報を示したメニューは直感的に内容を掴むことができると仮定した。その相対するコンテンツとして、文字を主とした情報が多く、詳しく説明されているメニューを挙げた。

前者の絵によって内容を説明しているメニュー画面をギャラリー型メニュー、後者の文字によって内容を説明しているメニュー画面をライブラリ型メニューと呼ぶことにする。

この比較を行うために、ギャラリー型メニューとライブラリ型メニューのサンプル画面(図 3.1 参照)を作成して調査を

行った。



(a) ギャラリー型



(b) ライブラリ型

図 3.1 メニュー選択画面

#### (2) 色に関する問題表示の方法

問題を提示して考えを促す画面は、児童の気が散らないように単色濃淡のみの色使いで構成した方が良くと仮定した。その相対するコンテンツとして、児童の視線が問題文以外にも向くような多色を使った華やかな画面を挙げた。

単色濃淡のみで構成した問題提示画面と、多色を散りばめるような構成をした問題提示画面(図 3.2 参照)のサンプルを作成して調査を行った。



(a) 単色濃淡のみで構成



(b) 多色で構成

図 3.2 色に関する問題表示方法

#### (3) 構造に関する問題表示の方法

前述と同様の問題提示画面の比較であるが、こちらは色ではなく構造について考慮したものである。

児童に問題を解かせる場合、問題文以外の情報があると、余計な考えを働かせてしまうことになる。よって読みやすさを重視して、できるだけ無駄な情報を省いた画面の方が良いと仮定した。その相対するコンテンツとして、イラストを多く使って凝った構成の画面を挙げた。

単純に構成した問題提示画面と、イラストを使った複雑な問題提示画面(図 3.3 参照)のサンプルを作成して調査を行った。サンプルとして作成した 2 つの画面は、「ピンク・花・可愛い」という 3 つのキーワードを満たすようにした上で、単純か複雑かの差がつくようにした。



(a) 単純な構成 (b) 複雑な構成

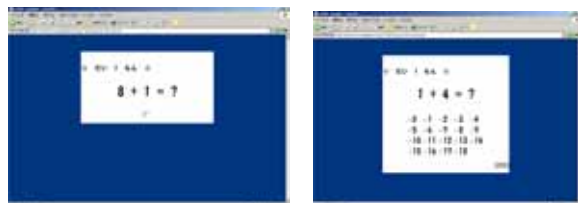
図 3.3 構造に関する問題表示方法

#### (4) 数字を解答する方法

数字を入力する場合、低年齢向けというマウスを使って操作させることが多い。しかし、マウスで操作をさせるという配慮は、どちらかというと初心者向けのフォローなのではないかと考えた。パソコンの操作ができる児童にとっては、ゲーム感覚で使用することができるキーボードの方が良いと仮定した。その相対するコンテンツとして、マウスで操作を行う解答画面を挙げた。

簡単なたしざんの問題を表示して、キーボードを使用して解答する方法と、マウスを使用して解答する方法(図 3.4 参照)のそれぞれのサンプルを作成して調査を行った。

比較する際の操作条件として、キーボードを使用する場合は 10 キー部分のみ、マウスを使用する場合はマウスのみで操作してもらうようにした。キーボードの場合は、最初からフォーカスが解答入力部分に合っているようになっていたので、答えを打ち込んで Enter キーを押すことで答え合わせを行う。マウスの場合は、マウスで解答したい数字の横にあるラジオボタンをクリックしてもらい、右下の「こたえあわせ」というボタンをクリックすることで答え合わせを行う。



(a) キーボード (b) マウス

図 3.4 数字を解答する方法

#### (5) 掲示板の形式

低年齢向け e-Learning システムの構成要素として、掲示板は必要不可欠だと筆者は考える。個人間でコミュニケーションをとる手段としては、掲示板以外にメールやチャット、メッセージソフトなどがある。しかし、掲示板には情報を不特定多数の人に公開することができるという利点がある。e-Learning を使用する児童と教師以外に、児童の保護者や他の教師が情報を閲覧することができる。保護者は、自分の子供や他の子供がどのようなことを考えているのかを知ることができる。またそれに対して担任の教師や他の親はどういう対応をしているのかも知ることができる。

このように掲示板の存在を重視した上で、掲示板の形式について考慮した。児童には意思や感情を、他人にうまく伝えるような環境を持たせた方がよいと筆者は考える。子供が大人に主体的に一生懸命に話しかけることは大切にすべきことであろう。これは成人してから、他人とコミュニケーションをうまくとるための練習にもなる。誰かに質問されたことに上手く答えられるより、自分から表現することが上手いほうが良いと考える。このように自由意志で好きなことを書き込

むことができる掲示板を生徒主体型掲示板と呼ぶことにする。

相対するコンテンツとして、与えられた質問やテーマに対して生徒が書き込む掲示板を挙げた。このような掲示板を生徒受身型掲示板と呼ぶことにする。これらの掲示板のサンプルを作成して調査を行った。サンプルとして作成した生徒受身型の掲示板は「好きなたべもの なあに？」という 1 つのテーマに対してのみ投稿できるようにした。

具体的な操作として、生徒主体型掲示板の場合は名前と題名を入力した後、みんなに言いたいことや思ったことなどを自由に書き込んでもらった。生徒受身型掲示板の場合は名前を入力した後、ドロップダウンメニューですでに表示されているテーマについての考えを書き込んでもらった。

これら 2 種類の掲示板は同一のプログラムソースを使って動作している。CGI を呼び出す際に変数を与えて、動作の切り替えを行っているので、フォントサイズや解像度、色やデザインの違いが影響することはない。



(a) 生徒主体型 (b) 生徒受身型

図 3.5 掲示板の形式

## 4. 実験

### 4.1 実験の条件と手順

小学校 1 年生の男子 31 人、女子 37 人、および小学校 2 年生の男子 40 人、女子 34 人の計 142 人を対象に、前節で述べた 5 つの各項目について調査を行った。

2 個ずつ並んでいるパソコンを 5 組、計 10 個のパソコンを使って実験環境を作った。全てのパソコンには番号を割り振っておき、それぞれに比較するコンテンツを表示させた。児童は、事前に配られたアンケート用紙と筆記用具を持って各パソコンに近づき、納得がいったところで好きな方のパソコン番号に○をつけてもらった。アンケート用紙はかならずどちらかを選ぶといった体裁をしており、「どちらでもない」や「ややマウス寄り」などの答えは無いようにした。

### 4.2 結果

今回の比較調査の結果を以下に示す。いずれも好む方の数である。

表 4.1 メニューの構成

| 学年 | 性別 | メニュー種別 |        |
|----|----|--------|--------|
|    |    | ギャラリー型 | ライブラリ型 |
| 1年 | 女子 | 26     | 11     |
|    | 男子 | 16     | 15     |
| 2年 | 女子 | 21     | 13     |
|    | 男子 | 22     | 18     |

表 4.2 色に関する問題表示方法

| 学年 | 性別 | 色数 |    |
|----|----|----|----|
|    |    | 単色 | 多色 |
| 1年 | 女子 | 19 | 18 |
|    | 男子 | 26 | 5  |
| 2年 | 女子 | 18 | 16 |
|    | 男子 | 28 | 12 |

表 4.3 構造に関する問題表示方法

| 学年 | 性別 | 構造 |    |
|----|----|----|----|
|    |    | 単純 | 複雑 |
| 1年 | 女子 | 10 | 27 |
|    | 男子 | 9  | 22 |
| 2年 | 女子 | 8  | 26 |
|    | 男子 | 31 | 9  |

表 4.4 数字を解答する方法

| 学年 | 性別 | 方法    |     |
|----|----|-------|-----|
|    |    | キーボード | マウス |
| 1年 | 女子 | 18    | 19  |
|    | 男子 | 16    | 15  |
| 2年 | 女子 | 15    | 19  |
|    | 男子 | 15    | 25  |

表 4.5 掲示板の形式

| 学年 | 性別 | 形式  |     |
|----|----|-----|-----|
|    |    | 主体型 | 受身型 |
| 1年 | 女子 | 16  | 21  |
|    | 男子 | 11  | 20  |
| 2年 | 女子 | 6   | 28  |
|    | 男子 | 27  | 13  |

#### 4.3 分析

4.2 節の調査結果について、調査項目・学年・性別の 3 変数からなる分割表とみなして対数線型モデル<sup>[3]</sup>による分析を行った。ここでは比較項目を変数 A, 学年を変数 B, 性別を変数 C とする 3 変数の対数線型モデルによるアプローチでは、主効果・一次の交互作用・二次の交互作用を含むモデル（簡易表記では [ABC] ）、一次の交互作用までを含むモデル（[AB][AC][BC], [AB][AC], [AB][BC], [AC][BC] ）、主効果のみからなるモデル（[A], [B], [A][B], [A][B][C] など）といったモデルそれぞれについて、調査結果への当てはまり具合を調べる。ただし今回の調査の場合、変数 B（学年）と変数 C（性別）についてはそれぞれ合計人数が固定されているので、これを考慮すると調べるべきモデルは [ABC], [AB][AC][BC], [AB][BC], [AC][BC], [A][BC], [BC] の 6 つということになる。そこで、これらについてモデル選択基準 AIC を計算した。ただし、AIC は [ABC] 以外のモデルについて [ABC] モデルとの差分のみを計算した[付録 2 参照]。AIC が最も小さいものを、最も適したモデルとして採択した。

各モデルが意味する内容を表 4.6 に示す。

表 4.6 各モデルが意味する内容

| 番号 | モデル          | 意味                      |
|----|--------------|-------------------------|
| 1  | [ABC]        | 学年・性別の組み合わせ毎に好みの差が認められる |
| 2  | [AB][AC][BC] | 学年・性別による好みの差がそれぞれ認められる  |
| 3  | [AB][BC]     | 性別に関わらず、学年による好みの差が認められる |
| 4  | [AC][BC]     | 学年に関わらず、性別による好みの差が認められる |
| 5  | [A][BC]      | 学年・性別とは無関係に好みの差が認められる   |
| 6  | [BC]         | 学年・性別に関わらず、好みの差は認められない  |

##### (1) メニューの構成

本項目では 4 番のモデルが採択された。つまり、メニューの構成に関する好みの傾向は、性別によって左右されるもので、学年にはよらないということが判った。このことから、女子のほうが男子よりもギャラリー型を好む傾向が強かったと言える。

##### (2) 色に関する問題表示の方法

本項目では 4 番のモデルが採択された。つまり、色に関する問題表示の方法に関する好みの傾向は、性別によって左右されるということが判った。このことから、男子のほうが女子よりも単色の表示画面を好む傾向が強かったと言える。

##### (3) 構造に関する問題表示の方法

本項目では 1 番のモデルが採択された。つまり、構造に関する問題表示の方法に関する好みの傾向は、学年・性別の組み合わせ次第で違っていた。今回の実験では 2 年男子が突出して単純な構造を好んだという結果が出たためである。

##### (4) 数字を解答する方法

本項目では 6 番のモデルが採択された。つまり、数字の入力方法としてキーボードとマウス、どちらか一方が好まれる傾向や、またそれが学年・性別によって左右される傾向は、

この調査においては見出すことはできなかった。

#### (5) 掲示板の形式

本項目では 1 番のモデルが採択された。つまり、掲示板の形式に関する好みの傾向は、学年・性別の組み合わせ次第で違っていた。今回の実験では 2 年女子が極端に受身型を好み、反対に 2 年男子が極端に主体型を好んだという結果が出たためである。

#### 5. 結論

実験結果と実際に比較した児童たちの発言・反応から、低年齢向けシステムを構築する際に注意すべきである要素について知見が得られた。以下に列挙する。

- ・情報を提示する場合、いかにわかりやすい文章で書くかということより、いかに内容がつかみやすい抽象化した図表を用意するかを配慮した方がよい。

- ・教材に色をつける場合、使用する色数はできるだけ少なくして、画面全体にまとまりをだした方がよい。

- ・画面構成の複雑さ・単純さの好みは個人ごとに差が出るものである。よって、画面に表示される情報量はカスタマイズできるようにした方がよい。

- ・低年齢児童はマウス操作を好むと考えられがちだが、それが事実であるかは今回の調査で確認することができなかった。

- ・教師側からテーマや話す内容を決めてあげると、児童はそれについて考えることに集中することができる。考える楽しさを好む児童には、問題を与えてそれを解決させていくという方法で学習させる方式がよい。一方、一部児童(特に男子児童)に多くみられた意見として「問題を決められているのは、つまらない」というものがあつた。自分で問題を見つけることを好む児童の為に、それを表現することができる環境を用意してあげることも必要である。

この検討の結果、わかったのは最善の環境というのは個人ごとに違うということであった。低年齢児童は自分のやり方というものを変えることが難しい。身近にあって多くの時間を過ごしてきた家庭や学校が、児童の好む環境というものに大きく影響しているのである。よって、完全に低年齢の児童に合わせたシステムを開発するためにはその児童ごとにカスタマイズできる機能が必要と考えられる。

#### 6. おわりに

前章の結論を踏まえると、教育の理想形である教師一人につき児童が一人という一対一の対面教育の重要性を改めて認識した。ところが現在、公立の小学校では教師 1 人につき児童 30～40 人という体制で教育を行っている。それは児童 1 人ずつに割り振れるほど教師の数が無いからである。

このため低年齢向け e-Learning は学校教育では行うことができない一対一の教育を補完する、擬似一対一教育を可能とすることを目指していくべきと考える。また、ネットワークを利用できる点を活かすという意味で児童と教師のコミュニケーションも大切にしたいと考える。教育は一人の教師で行えるものではないし、教科学習をすることだけが勉強ではないからである。

今回の調査では、比較するコンテンツのサンプルを一つしか用意しなかったため、厳密な意味で正しい結果が得られたとは言いがたい。今後改めて、複数のサンプルを用意した上で対象児童の年齢幅を広げて調査をとりたいと考えている。

## 謝辞

比較検証の実験にご協力いただいた愛川町立菅原小学校の皆様  
様に厚く御礼を申し上げます。

## [付録 1]

色覚に問題のある児童の大半は学校生活に支障がないという  
認識のもとに、平成 15 年から学校における色覚検査がな  
くなった。これは、色覚に問題のある児童についてまったく配  
慮をする必要がないという意味ではない。教職員は全般にわた  
って、色の見分けが困難な児童がいるかもしれないという  
前提で教育活動を行わなければならない。

## [付録 2]

以下に対数線型モデルによる分析の計算結果のみを示す。  
G<sup>2</sup>...尤度比カイ二乗統計量  
df...自由度  
p...測定値が当該モデル下で発生する確率を表している。G<sup>2</sup>  
とdfから求められる。pが 0.05 以下では悪いモデルと判断さ  
れる。  
AIC...モデル選択基準。ここでは[ABC]以外のモデルにつ  
いては[ABC]モデルのAICとの差分のみを算出した。したがっ  
て[ABC]モデルについてはAIC=0 である。また他のモデルに  
ついてはAIC=G<sup>2</sup> - 2dfが成り立つ。

### (1) メニューの構成

| モデル          | G <sup>2</sup> | df | p     | AIC    |
|--------------|----------------|----|-------|--------|
| [ABC]        |                |    |       | +0.000 |
| [AB][AC][BC] | 0.553          | 1  | 0.457 | -1.447 |
| [AB][BC]     | 2.838          | 2  | 0.242 | -1.162 |
| [AC][BC]     | 0.654          | 2  | 0.721 | -3.346 |
| [A][BC]      | 3.035          | 3  | 0.386 | -2.965 |
| [BC]         | 8.593          | 4  | 0.072 | +0.593 |

Aの主効果、及びA×Cの交互作用があることがわかった。

### (2) 色に関する問題表示の方法

| モデル          | G <sup>2</sup> | df | p     | AIC     |
|--------------|----------------|----|-------|---------|
| [ABC]        |                |    |       | +0.000  |
| [AB][AC][BC] | 1.313          | 1  | 0.252 | -0.687  |
| [AB][BC]     | 10.641         | 2  | 0.005 | +6.641  |
| [AC][BC]     | 1.918          | 2  | 0.383 | -2.082  |
| [A][BC]      | 10.889         | 3  | 0.012 | +4.889  |
| [BC]         | 22.311         | 4  | 0.000 | +14.311 |

Aの主効果、及びA×Cの交互作用があることがわかった。

### (3) 構造に関する問題表示の方法

| モデル          | G <sup>2</sup> | df | p     | AIC     |
|--------------|----------------|----|-------|---------|
| [ABC]        |                |    |       | +0.000  |
| [AB][AC][BC] | 9.275          | 1  | 0.002 | +7.275  |
| [AB][BC]     | 22.650         | 2  | 0.000 | +18.650 |
| [AC][BC]     | 17.393         | 2  | 0.000 | +13.393 |
| [A][BC]      | 31.780         | 3  | 0.000 | +25.780 |
| [BC]         | 36.568         | 4  | 0.000 | +28.568 |

Aの主効果、及びA×B、A×Cの一次交互作用、A×B×C  
の二次交互作用があることがわかった。

### (4) 数字を解答する方法

| モデル          | G <sup>2</sup> | df | p     | AIC    |
|--------------|----------------|----|-------|--------|
| [ABC]        |                |    |       | +0.000 |
| [AB][AC][BC] | 0.334          | 1  | 0.564 | -1.666 |
| [AB][BC]     | 0.393          | 2  | 0.822 | -3.607 |
| [AC][BC]     | 1.561          | 2  | 0.458 | -2.439 |
| [A][BC]      | 1.675          | 3  | 0.642 | -4.325 |
| [BC]         | 3.058          | 4  | 0.548 | -4.942 |

Aの効果が無いことがわかった。

### (5) 掲示板の形式

| モデル          | G <sup>2</sup> | df | p     | AIC     |
|--------------|----------------|----|-------|---------|
| [ABC]        |                |    |       | +0.000  |
| [AB][AC][BC] | 12.760         | 1  | 0.000 | +10.760 |
| [AB][BC]     | 20.010         | 2  | 0.000 | +16.010 |
| [AC][BC]     | 12.897         | 2  | 0.002 | +8.897  |
| [A][BC]      | 20.358         | 3  | 0.000 | +14.358 |
| [BC]         | 23.780         | 4  | 0.000 | +15.780 |

Aの主効果、及びA×B、A×Cの一次交互作用、A×B×C  
の二次交互作用があることがわかった。

## 参考文献

- [1]色覚に関する指導の資料、文部科学省
- [2]中村かおる、岡島修：色覚異常とプレゼンテーション使用  
色、電子情報通信学会誌、VOL.86、NO.1、pp29-32(2003)
- [3]松田紀之：質的情報の多変量解析、朝倉書店(1988).  
<http://www.sci.kagoshima-u.ac.jp/~ebsa/matsuda01/index.html>