

# パーソナルコンピュータによる 地震防災教育とその評価

瀧本浩一<sup>1</sup>・三浦房紀<sup>2</sup>・角田裕俊<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 工修 山口大学助手 工学部知能情報システム工学科 (〒755-8611 宇部市常盤台2-16-1)

<sup>2</sup>正会員 工博 山口大学大学院教授 環境共生工学専攻 (〒755-8611 宇部市常盤台2-16-1)

<sup>3</sup>非会員 山口大学大学院 環境共生工学専攻 (〒755-8611 宇部市常盤台2-16-1)

筆者らはこれまでパソコンを用いた地震防災教育ソフトの開発を行ったが、学習効果や学習内容の適切さについて評価を行っていなかった。そこで、教育工学の分野で用いられているS-P曲線、注意係数、IRS分析、SS分析を用いて開発した地震防災教育ソフトの評価を行った。そして、実際の小・中学生に本ソフトを使用してもらい、学習効果やカリキュラムの評価を行った。その結果、導入した評価方法により、視覚的、定量的にそれら进行评估することができた。

**Key Words :** earthquake preparedness, personal computer, evaluation, student problem curves, caution index, item relational structure analysis, semantic structure analysis

## 1. はじめに

1995年の阪神・淡路大震災より高まった国内の防災意識の高揚は徐々に冷めつつある。このような中、一般市民とりわけ初等教育における地震防災教育の充実が必要である。近年、防災教育ツールとして防災啓発のビデオの制作<sup>1)</sup>やゲームの開発<sup>2)</sup>も模索されている。筆者らも1990年よりパソコンを利用した地震防災教育ソフトの開発<sup>3)</sup>を行っているが、その評価については、ほとんど行っていなかった。そこで、教育工学で用いられているS-P曲線や注意係数、IRS分析、SS分析を導入して、小・中学生向けに開発したソフトを実際に小・中学生に使用してもらい、評価を行った。

## 2. 小・中学生向け地震防災教育ソフトの概要

開発したソフトのプログラムの流れを図-1に示す。まず、ソフトを起動すると学習者氏名や学習レベル、性別等の登録を行う。ここで、登録した情報は保存され、後に述べる学習効果等の評価に用いられる。学習者の登録が終了すると、オープニングクイズと呼ばれる地震防災に関連した問題を解答して

もらう。これは、学習終了後に行うエンディングクイズと対になっており、両者の解答結果を比較することで、学習効果の評価を行う。

オープニングクイズが終了すると、表-1に沿って学習が始まる。学習方法は、これまで開発したソフトウェアと同様にハイパーテキスト方式で行い、一枚のハイパーテキストについて学習が終わるごとにその内容についてのクイズ問題を設け、問題に解答しないと先へ進めないようにした。このクイズ結果から、それぞれの学習の内容が適切に学習者に伝わったかなどを確認することができる。すべての学習が終わるとエンディングクイズを経て本ソフトウェアは終了する。

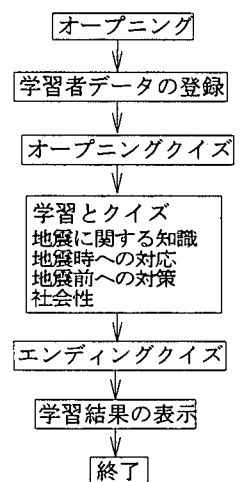


図-1 プログラムの流れ

## 3. パソコンによる地震防災教育の評価方法

開発したソフトの評価を行うための方法について実際に小・中学生に使用してもらい、得られた結果

表-1 カリキュラムの構成

	小学校低学年	小学校高学年	中学校
地震に関する知識	地震とは何か、日本は地震国、地震災害の怖さ、日常生活の妨げ	過去の大地震、地震のメカニズム、マグニチュードと震度、地震災害のメカニズム、生活への影響	過去の大地震、日本が地震国である理由、マグニチュードと震度、地震災害のメカニズム、生活への影響
地震への対応	揺れから身を守る基本動作、揺れから身を守る応用動作、大人の指示に従って避難、火災時の行動	揺れから身を守る基本動作、揺れから身を守る応用動作、避難時の注意、火災時の注意、地震後の状況	揺れから身を守る基本動作、揺れから身を守る応用動作、避難時の注意、火災時の正しい対処、火災を起さない、地震後の状況と対策
地震への対策	部屋を片づける、自分や家族のことがわかる	地震時の危険な物と対策、非常持ち出し品、家庭内での話し合い	地震時の危険な物と対策、非常持ち出し品、家庭内で話し合う内容
社会性	助け合う、安全な生活を心がける、避難生活	助け合う、避難訓練、下校生の保護、避難生活	ボランティア、避難訓練、応急手当、避難生活、常識を守る

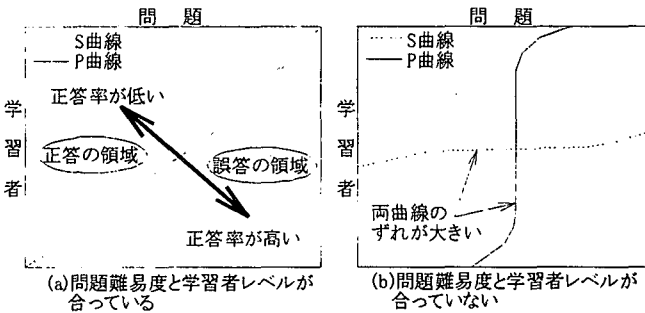


図-2 S-P曲線の特徴

を交えて説明する。なお、ソフトを使用した被験者としては、表-1の3つの学習者レベルごとに小学校低学年生10名、小学校高学年生10名、中学生11名の計31名に対して行った。

(1) 学習効果の評価

学習効果を評価するため、学習前後および学習中のクイズにより得られた解答データをもとに、以下に述べる教育工学の分野で使われる S-P 曲線とそれより算出される注意係数を用いた。

a) S-P 曲線の概要

S-P (Student-Problem) 曲線とは一般に生徒たちに的確な学習をさせる目的でドリルや授業の終わりに行われる小テストなどの評価を行うのに適している<sup>4)</sup>。S-P 曲線は高得点者順や正答率の高い問題順にそれぞれ並び替え、図-2に示すように得点の累積分布曲線 (S 曲線) と正答者数の累積分布曲線 (P 曲線) を描いたものである。また、両曲線の位置や傾きから学習者全体の正答率の良し悪しや問題の妥当性を検討することができる。即ち、S 曲線と P 曲線が 45 度の傾きのときが正答率 50% であり、それより左上に両曲線が描かれると学習者全体の正答率は低く、逆に右下に描かれると正答率は高いことを表している。また、S 曲線 (学習者の解答結果) は P 曲線 (問題の難易度、適切さ) に対する応答とみることができ、両曲線のズレが大きいほど学習者もしくは問題に不備があったことがわかる。

b) 注意係数の概要

注意係数とは、問題あるいは学習者が持つ異質性を見出す数値である<sup>4)</sup>。学習者に対する異質性が生じる原因の例としては、体調が悪かったため思考力が鈍っていたり、解答を不真面目に行ったなどが考えられる。一方、問題に対する異質性の原因としては、他の問題と比べ、極端に難易度が違っていたり、問題そのものに不備があったことなどがあげられる。このように他の学習者、問題との異質性が高ければ高いほど注意係数は高い値をとる。具体的には次式により計算される。

$$C.S_i = \frac{\left( \begin{array}{l} \text{問題 } S_i \text{ の S 曲線から左の "0" に} \\ \text{対応する問題の正答者数の和} \end{array} \right) \left( \begin{array}{l} \text{問題 } S_i \text{ の S 曲線から右の "1" に} \\ \text{対応する問題の正答者数の和} \end{array} \right)}{\left( \begin{array}{l} \text{問題 } S_i \text{ の S 曲線から左の} \\ \text{問題の正答者数の和} \end{array} \right) - \left( \begin{array}{l} \text{問題 } S_i \text{ の正答者数} \end{array} \right) \times (\text{平均正答者数})} \quad (1)$$

$$C.P_i = \frac{\left( \begin{array}{l} \text{問題 } I_1 \text{ の P 曲線から上の "0" に} \\ \text{対応する学習者の正答者数の和} \end{array} \right) \left( \begin{array}{l} \text{問題 } I_1 \text{ の P 曲線から下の "1" に} \\ \text{対応する学習者の正答者数の和} \end{array} \right)}{\left( \begin{array}{l} \text{問題 } I_1 \text{ の P 曲線から上の} \\ \text{学習者の正答者数の和} \end{array} \right) - \left( \begin{array}{l} \text{問題 } I_1 \text{ の正答者数} \end{array} \right) \times (\text{平均正答者数})} \quad (2)$$

ここに  
 C.S<sub>i</sub>: 学習者に関する注意係数  
 C.P<sub>i</sub>: 問題に関する注意係数

なお、注意係数が以下の不等式を満足した時の問題や学習者は要注意となり、問題の見直しや学習者への指導が必要となる。

$$\text{正答率} > 85\% \quad \text{かつ} \quad \text{注意係数値} > 0.75 \quad (3)$$

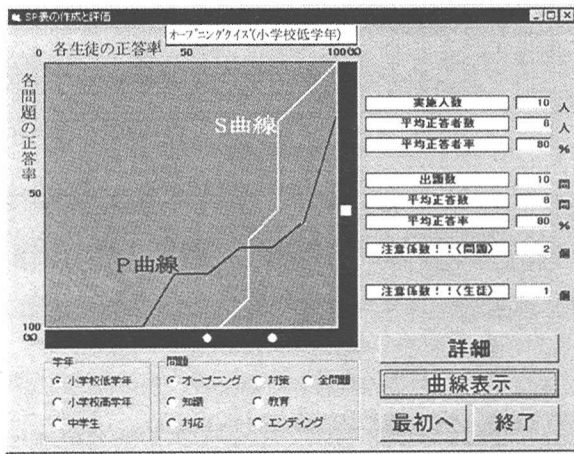
ここで、図-3に小学校低学年生のオープニングクイズとエンディングクイズより得られた両者の S-P 曲線をそれぞれ示す。ここで、図中の◇印と□印は注意係数が高く、式(3)を満たした要注意問題および要注意学習者をそれぞれ表す。まず、S-P 曲線の概形をみると、図-3 (a) のオープニングクイズに比べ、図-3 (b) のエンディングクイズの方が S 曲線、P 曲線とも右下に変化し、全体的に正答率が上がっていることが分かる。実際に平均正答率は 80% から 93% に上昇した。

次に、注意係数についてみると、オープニングクイズについては□印のついた学習者がいたが、エンディングクイズでは 0 となり、学習者が問題の意味を理解して解答をしていることがわかる。

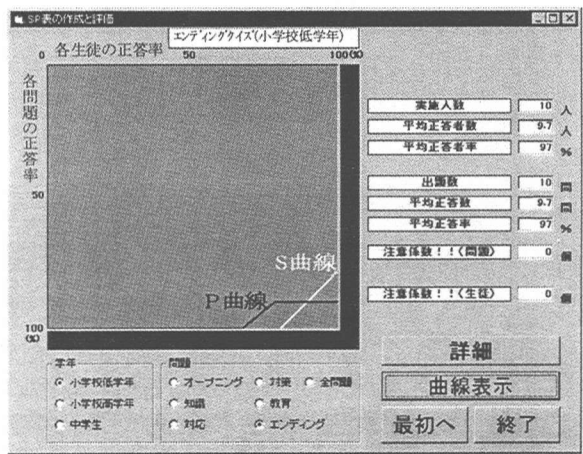
(2) カリキュラムの構成の評価

問題そのものに異質性はないが、それらの出題順、即ち学習させる順番に不備がある場合、学習効果を得られないことがある。そこで、学習項目の登場順が適切であったか否かをみるために、学習者の理解の順序を明らかにする IRS 分析<sup>8)</sup>を用いて検討した。

IRS (Item Relational Structure) 分析とは、学習者の問題に対する理解の順序を取り出し、問題の関連構造を構成する技法で、結果を IRS グラ



(a) オープニングクイズ

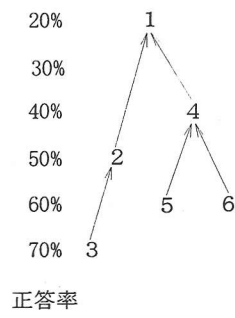


(b) エンディングクイズ

図-3 小学校低学年生の結果

問題	3	5	6	2	4	1
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	0	0
7	1	1	1	0	1	0
6	1	1	1	0	0	0
8	0	1	1	0	1	0
3	1	0	0	1	0	0
4	1	0	0	1	0	0
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0

(a) S-P表



(b) IRSグラフ

図-4 IRSグラフの作成方法

フというグラフ法で表現する<sup>5)</sup>。ここで、IRS グラフの説明を S-P 表と対比しながら行う。図-4 (a) の S-P 表では問題 1 の正答者は必ず問題 4 を正答している。このとき、4→1 と順序をつける。その一方、4 の正答者は必ずしも 2 を正答していないので、2 から 4 へは矢印“→”を結ばない。以下、同様の手順で順序関係を調べ、下から順に正答率の高い問題から並べると図-4 (b) を得る。図-4 (b) から、出題された問題は、問題 1、問題 2、問題 3 と問題 1、問題 4、問題 5、問題 6 の 2 つに系列化され、それぞれの系列で学習者が矢印の順で理解したことがわかる。このように IRS 分析によって、学習者がより理解しやすいように、学習させる順番を変更することが可能である。

本研究では、表-1 に示した学習者レベルごとの 4 つの学習項目それぞれについて IRS グラフを作成し、問題の出題順序、即ち学習順序を決定した。

図-5 に小・中学生より得られた結果のうち、S-P 曲線のズレが大きく、注意係数の高かった中学生対象の地震への対策に関する学習項目について示す。なお、図中の数字は学習画面中に設けられた問題の出題順である。これより、家具の固定や家

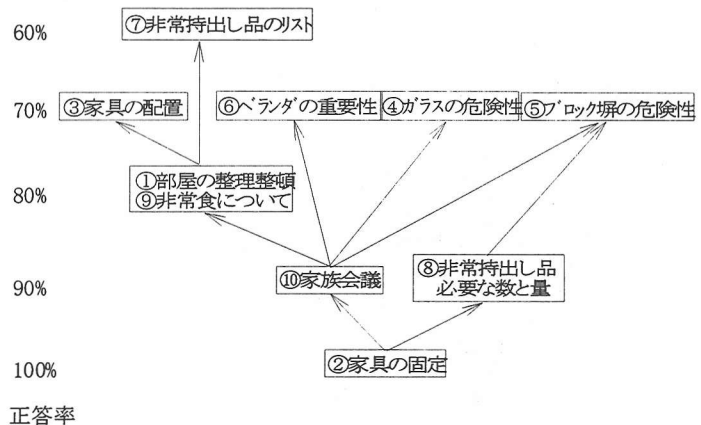
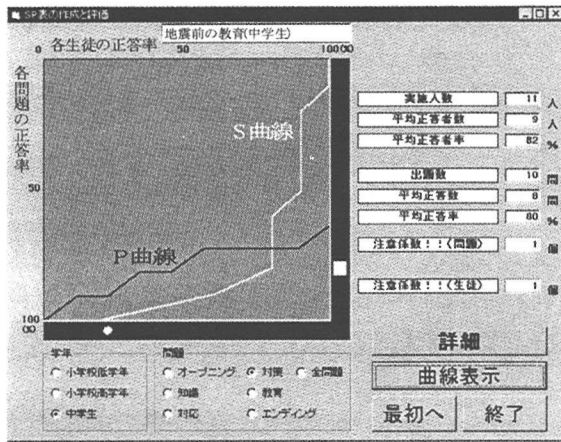


図-5 得られたIRSグラフの一例 (地震への対策)

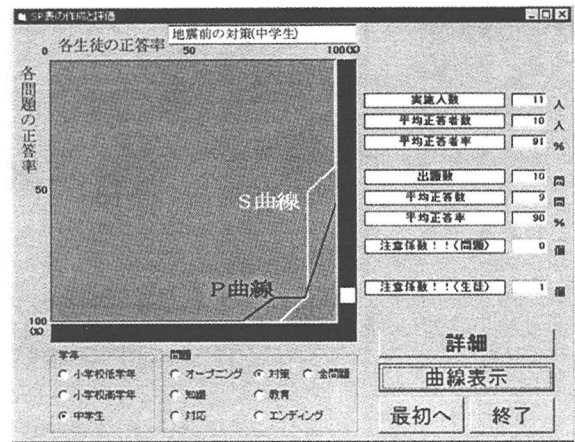
族会議、必要な非常持出し品の数と量に関する学習項目についてはグラフの下の方にあるので、最初に学習者の理解が得られている。また、「家族会議」の項目から多くの矢印が出ていることから、家族会議の重要性を説明して事前対策を説明するのが効果的であることがわかる。

そこで、これら得られた結果を踏まえ、表-1 中の各レベルごとの学習項目の登場順を変えて再評価を行った。結果の一部として先に述べた中学生での「地震への対策」の結果を図-6 に示す。図-6 (a) では S 曲線の概形から、多くの生徒があまり学習内容を理解できずに学習を行ったことがわかる。さらに、S 曲線と P 曲線とのズレが大きいことから、生徒が学習の流れに沿って理解できていなかったこともわかる。その一方、図-6 (b) では S 曲線、P 曲線とも右下へ変移しており、両曲線のズレも少なくなっている。このことから、学習者の理解度が上がり、また学習の流れに沿って学習できたと考える。

(3) システム面の評価と教育効果との関係  
学習内容やその構成が適切であっても、教育ソフ



(a) 学習順序変更前



(b) 学習順序変更後

図-6 「地震前の対策」における学習評価

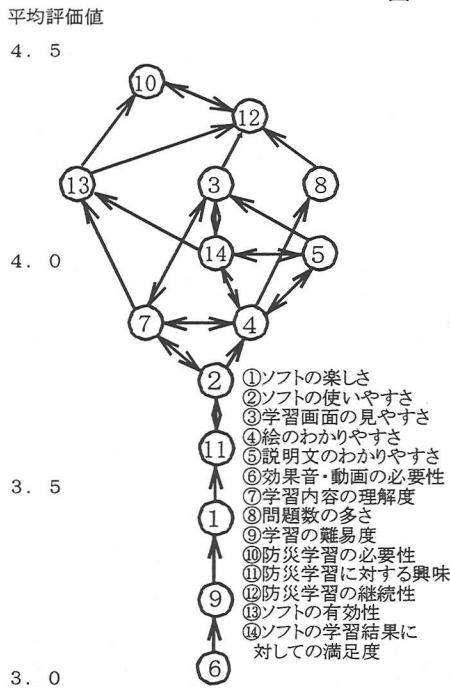


図-7 中学生より得られたSSグラフ

トのシステム面（画面構成や操作など）が適切でない、教育効果や学習意欲を得られないことがある。そこで、小・中学生にソフトを使用した後、システム面に関するアンケート調査を行い、その結果をSS分析（Semantic Structure：意味構造分析法）を用いて分析した。SS分析はアンケート項目間の順序関連を求める分析法であり、CAIのシステム面や内容の評価に用いられる<sup>5)</sup>。

中学生より得られたSSグラフを図-7に示す。この図より、「学習の難易度」はグラフでは下の方でも平均評価値は3.0に近いので、学習の難易度については適切であったといえる。さらに、評価値の高い項目として「防災学習の必要性」、「防災学習の継続の必要性」があげられており、中学生は防災教育は必要で、続けていくべきだと考えていることがわかる。また、「絵のわかりやすさ」、「説明文のわかり

やすさ」、「学習結果に対する満足度」はほぼ互いに等価関連であるので、関連が強い。したがって、中学生の学習結果の満足度は、絵や説明文のわかりやすさによって決まると考えられる。グラフは評価値の高い方に項目が片寄っている、グラフの下に並ぶ項目「効果音・動画」、「ソフトの楽しさ」などを改善すれば、さらに評価が上がると思われる。つまり、効果音・動画を多くすることで、ソフトの楽しさの評価を高くし、それによって防災に対する興味が増えれば、全体の評価が上がるということがわかる。

#### 4. まとめ

本研究は、パーソナルコンピュータによる地震防災教育ソフトウェアの評価を行うため、教育学で用いられる手法を用いて評価を行った。その結果、S-P曲線および注意係数から、学習効果があったことが確認できた。また、SS分析からは評価の低かった効果音や動画を充実させる必要があることがわかった。

今後の課題としては、小・中学校などで繰り返し長期間利用できる内容へ改良を行う必要がある。

#### 参考文献

- 1) 「露の五郎地震ばなし」－大阪市防災啓発ビデオ－：井上 聡，卜部兼慎，林 春男他，地域安全学会論文報告集，No.8，pp.438-443，1998. .
- 2) 小坂俊吉，齋藤裕美，加藤孝明：マルチメディアを利用した防災教育ゲームの研究，地域安全学会論文報告集，No.6，pp.423-430，1996.
- 3) 三浦房紀他：地震防災学習ソフトウェアの開発の試み，地域安全学会論文報告集，No.1，pp.123-130，1991. .
- 4) 佐藤 隆博：S-P表の作成と解釈～授業分析・学習診断のために～，明治図書，p.9，1991.
- 5) 竹谷 誠：新・テスト理論～教育情報の構造分析法，早稲田大学出版部，1991.