

N-002

## 動的なコンテンツを用いた e-Learning システム

## —解答時間を考慮した学習者評価の検討—

## e-Learning System by Dynamic Contents

## —Examination of The Student Evaluation in Consideration of Answer Time—

瀬沼 航太郎†

金子 勇太†

泉 隆†

Kotaro Senuma

Yuta Kaneko

Takashi Izumi

## 1. はじめに

近年, IT 高度化とともに, 教育・学習を効率的に行う試みとして e-Learning が教育機関や企業の研修に利用されている. しかし, e-Learning のコンテンツには HTML などを利用した静的なものが多いため, 視認性が低く, ユーザの学習意欲の低下が懸念される. そのため, 学習意欲が向上するシステムが求められる.

本研究では, 先行研究で開発された基本情報技術者試験対策の e-Learning システム<sup>[1]</sup>を, Flash を用いて動的なコンテンツをもつシステムにすることで利便性やデザイン性を向上させる. 加えて, そこから得られる解答情報をもとに, 学習評価を行い, ユーザにフィードバックすることで学習意欲の向上をはかることを目的とする.

## 2. システム概要

本システムは, サーバ上の Web ページにアクセスすることで利用可能である. システムにログイン(ユーザ認証)後, モード選択によってユーザは必要に応じた学習を行う. 各モードの問題形式は情報処理技術者試験の午前問題と同様の 4 択問題である.

## 3. 学習評価

基本情報技術者試験に採用されている, 合計得点を評価対象とする素点方式では, 学習者の弱点や各問題の傾向を把握することができない. そこで, 学習者の学習内容や教師の指導法の診断, 評価情報を得るための分析方法として, 正誤反応を用いた S-P 表分析法<sup>[2]</sup>が用いられている. しかし, S-P 表では学習者の 1 つ 1 つの解答結果に至った要因を判断することは難しい. そこで, 評価パラメータである各問題における学習者の正誤情報に解答時間を加え LT/RW 図を作成し解答の特徴の分類について検討する.

## 3.1 S-P 表分析法

S-P 表分析法は, 学習者や各問題に対する評価が可能であるとともに, 評価する側にとって視覚的に分かりやすいという利点がある.

S-P 表の作成には, 学習者の解答データを用いる. まず, 学習者の各問題に対する正誤情報(1:正解, 0:不正解), 正答数, 各問題の正解者数を表に格納し, 学習者を正答数順, 各問題を正解者数順にソートする. 次に, 各学習者に対して左から正答数分移動した場所に縦線を引き, 縦線を繋げると, 学習者の得点分布を表す S(Student)曲線となる. 最後に, 各学習者に対して上から正解者数分移動した場所に横線を引き, 横線を繋げると, 問題の正解率の分布を表す P(Problem)曲線となる. 図 1 に S-P 表分析法の例を示す.

† 日本大学

学習者	問題番号																			得点		
	15	6	10	1	7	2	8	4	14	16	17	9	18	3	11	13	5	19	20		12	
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	19	
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	17
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	17
5	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	15
10	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	15
15	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	14
12	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	13
4	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	13
6	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	13
3	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	12
9	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	12
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	12
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	12
2	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	10
8	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	9
正答数	14	13	13	13	13	12	11	11	11	11	10	10	9	8	8	7	7	7	7	3		

図 1 S-P 表(実線:S 曲線, 破線:P 曲線)

## 3.2 理解度レベル

理解度レベルは, 学習者の正誤情報を用いて学習者の理解がどの程度であったかを数値化したものである.

S-P 表分析法では, 同じ正解数の学習者がいた場合, 正解・不正解のみで S 曲線で同一の順位に分類され, その基準で分析が行われてしまう. これは, 学習者の本来の理解状況に対しての考慮に不十分である. 学習者はやさしい問題を間違えたり, 難しい問題を正解したりすることから, 学習の理解状況には差異がある. この差異を数値化して理解度レベルを決定する手法としてマハラノビスの距離による判別分析を用いる.

マハラノビスの距離による判別分析とは, 2つのグループの標本が測定されており, 1つの新しい測定値が与えられたとき, この測定値がどちらのグループに属するかを判別するための分析手法である. 学習者全体の不正解者数を各問題の難易度とし, マハラノビスの距離による判別分析により学習者は正解・不正解という 2つのグループに分け, そのグループの中で理解度の境界線はどこにあるかを判定し, 学習者の実力を表す理解度レベルとする.

図 2 は, 図 1 の学習者 12 を例にとり, マハラノビスの距離による判別分析を用いた判別点決定を示したものである. 各問題を学習者全員の不正解数により同一の直線上にプロットする. このとき, 「学習者が正解した問題のグループ(A グループ)」と「学習者が不正解した問題のグループ(B グループ)」とする. さらに, 2つのグループを数値線上のある判別点で左右に判別し, 正解数の多い解答のグループを「判別点よりも難易度の低い問題のグループ(X グループ)」, 正解数の少ないグループを「判別点よりも難易度の高い問題グループ(Y グループ)」とする. このとき, A グループに属しているにもかかわらず Y グループに分別された確率と, B グループに属しているにもかかわらず X グループに分別された確率が等しくなるときの判別点を求める. その求めた値をその学習者の理解度レベルとする.

ここで、判別点(理解度レベル) $d\_point$ は、A グループ、B グループの平均値を $\bar{x}_1, \bar{x}_2$ 、標準偏差を $\sigma_1, \sigma_2$ とすると、

$$d\_point = \frac{\sigma_1 \bar{x}_1 + \sigma_2 \bar{x}_2}{\sigma_1 + \sigma_2} \quad (1)$$

となる。

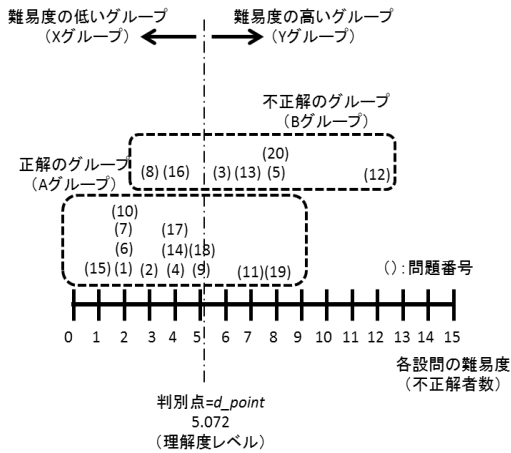


図 2 理解度レベルの決定(学習者 12)

### 3.3 難易度レベル

難易度レベルは学習者の解答より、学習者本人の実力を示す理解度レベルに対し、各問題の難しさのレベルがどの程度であるかを数値で示したものである。各問題の難しさのレベルは学習者全体の不正解者数の値とする。難易度レベルは各問題の難しさのレベルが同様の尺度によって数値化された学習者の理解度レベルからどれ程度離れているかを計測することによって求める。すなわち、

$$(\text{難易度レベル}) = (\text{各問題の難しさレベル}) - (\text{理解度レベル}) \quad (2)$$

で表される。したがって難易度レベルが大きい値の解答の問題ほど、学習者本人の実力からすると難しいレベルの問題であったことになる。

### 3.4 LT/RW 図

LT/RW 図は、学習者が受験した多肢選択式テストにおける各問題に対する解答を視覚的に表現したものである。LT/RW 図は、解答の正解(R)、不正解(W)により 2 つの LT 図から構成される。それぞれの LT 図は、横軸に難易度レベル(L)、縦軸に解答時間(T)をとった 2 次元座標平面である。LT 平面は、横軸の難易度レベルと縦軸の解答時間によって 4 つのエリアに分割される。すなわち、正誤(2 つ)と 4 つのエリアで学習者の解答結果を 8 つの解答の特徴に分類する。ここで、解答時間は問題で異なるため、平均や標準偏差が異なる場合でも比較できるように各問題で標準化したものとする。また、各学習者との比較を容易にするために難易度レベルと解答時間の値域を±1 とする。

## 4. 評価実験

3 で述べた評価手法を用いて、評価実験を行った。表 1 に実験概要を示す。

表 1 実験概要

期間	2012 年 1 月 9 日～1 月 15 日
学習者数	15 名
問題数	20 問×3

実験結果である図 1 の S-P 表より求めた LT/RW 図を図 3 に示す。

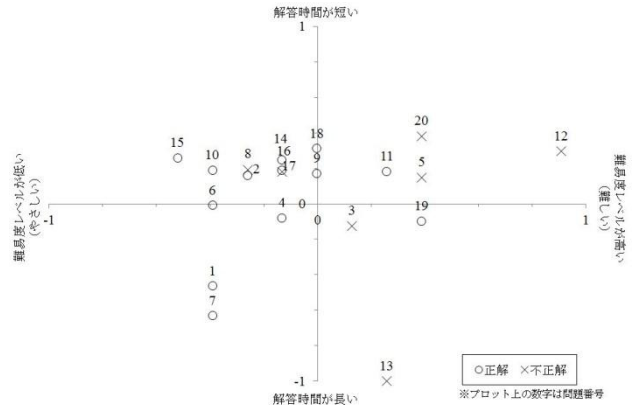


図 3 LT/RW 図(学習者 12)

図 3 より、難易度レベルと解答時間で解答の特徴を分けることが可能であることがわかる。問題 8, 15 を例とすると、問題 15 では学習者の実力より低い問題を正解し、解答時間が短いことから、時間をかけずにすんなり解くことができた解答で“学習良好”あることがわかる。問題 8 では学習者の実力では正解できる難易度の低い問題を不正解し、解答時間が短いことから、学習者が早とちりし問題の趣旨を間違えた解答で“ケアレスミス”であることがわかる。また、解答の特徴は原点から離れているほどその傾向である可能性が高いことを示す。例えば問題 8, 17 の解答の特徴は“ケアレスミス”であると評価されるが、原点から距離が遠い問題 8 の方が“ケアレスミス”の可能性が高いと評価することができる。

しかし、学習者によっては「解答時間が長い」の方に解答の特徴が偏る傾向が見られた。これは学習者の平均解答時間が他の学習者より長く、学習者固有の傾向とみられるため、個人の傾向を考慮すれば改善できると考えられる。

## 5. まとめ

解答情報に解答時間を加え、S-P 表分析法では分析できない学習者の解答の要因について検討した。

正誤情報、解答時間を用いて、難易度レベルと解答時間から LT/RW 図を作成することで、学習者の解答の特徴を 8 つに分類した。

今後はこの手法を用いて、実際に学習者にテストを行ってもらった後に評価結果を提示し解答の特徴が適当か学習者にアンケートを行い有効性を検討する。

### 参考文献

- [1] 久津間啓右, 金子勇太, 泉隆:「インターネットを利用した情報技術学習支援システム—学習状況の評価に用いる問題に関する検討—」, FIT2011 第 10 回情報科学技術フォーラム, N-018(2011-09)
- [2] 甘泉端忠, 孫勝国, 程子学:「多肢式テストにおける LT/RW 図を用いた正解・不正解に関する要因分析手法の提案」情報処理学会論文誌 47(11), 3041-3053, 2006-11-1