

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—

Information Technology Learning Support System using Internet

—Examination of Questions used to Learning Assessment—

久津間 啓右†
Keisuke Kutsuma金子 勇太†
Kaneko Yuuta泉 隆†
Takashi Izumi

1. はじめに

PCの普及率・インターネットの利用者数の増加に伴って、教材費などのコストや、時間・場所などの拘束条件の緩いe-Learningが教育機関や企業の社員研修などに利用されている。本研究では、先行研究^[1]で開発した基本情報技術者試験対策のe-Learningシステムの追加機能と、利用した学生の学習状況に対する評価方法について検討している。本報告では、評価時に用いる問題の信頼性と評価結果の関係について検討した。

2. e-Learning システム

e-Learning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、モード選択により利用者は必要に応じた学習を行う。モードは3種類あり、各分野の解説付き問題を学習できる「学習モード」、実際の試験と同じ形式で行う「テストモード」(利用後の成績は参照可能)、頻出問題をまとめた「自主学習モード」である。なお、各モードの問題形式は基本情報技術者試験午前試験と同様の4択問題である。

3. 学習状況の評価方法

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、学習者の弱点の評価が難しい。また、無作為解答やケアレスミスなどの解答傾向が影響している可能性があり、必ずしも実力と等しいとはいえない。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に利用されているS-P表分析法と、解答傾向の評価方法として対数型注意係数を導入した。

対数型注意係数は、プラス・マイナス方向に極端に大きく算出されてしまう不具合が発生したため、式を調整した。

3.1 S-P 表分析法^[2]

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、表にまとめるので視覚的にも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を正解, 0を不正解とする)、正答数、各問題の正解者数を一覧表に格納し、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線となる。この線をS(Student)曲線という。問題の正解者数に対しても同様に行うと、問題の正解率の分布を表す線となる。この線をP(Problem)曲線という。

3.2 対数型注意係数^[3]

注意係数とは、対象とする学習者の周囲との逸脱性を示す指数であり、S-P表分析法と合わせて用いられる。算出は以下の式で行う。

$$\text{注意係数} = \left(\sum_l y_l - \sum_m y_m \right) / \sum_{j=1}^k y_j - \bar{y} \quad (\text{値域は} 0 \sim 1) \quad (1)$$

但し

k: 正解数 N: 問題数

$\sum_l y_l$: S曲線の左側の不正解問題の正解率の和

$\sum_m y_m$: S曲線の右側の正解問題の正解率の和

文献[4]では、注意係数から、0.5以上は要注意、0.75以上は異質的であると分類し、正答率が85%より高い場合は正答率が高いため重要視せず、それ以下の場合は要注意・異質的の評価を行うということが経験的に定義されている。学習者の能力と問題の困難度を考慮し、正解(C_c)と不正解(C_w)、それらを利用した(C_a)計3つの対数型注意係数は以下の式で示される。ただし、(4)(5)式については、前回(1)~(4)式を用いて評価を行った際にプラス・マイナス方向に極端に大きく算出されてしまう不具合を調整するため学習者数を単純に2倍している。

$$C_c = \left(\sum_l \log x_{.l} - \sum_m \log x_{.m} \right) / D_c \quad (2)$$

$$D_c = \sum_{i=1}^k \left\{ \log x_{.i} - (1/N) \sum_{i=1}^N \log x_{.i} \right\} \quad (3)$$

$$C_w = \left\{ \sum_l \log (2M - x_{.l}) - \sum_m \log (2M - x_{.m}) \right\} / D_w \quad (4)$$

† 日本大学

$$D_w = \sum_{i=1}^k \left\{ \log(2M - x_i) - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \log(2M - x_i) \right\} \quad (5)$$

$$C_\alpha = (D_c C_c + D_w C_w) / (D_c + D_w) \quad (6)$$

但し

x_i : ある学習者のS曲線の左側の不正解問題の正解者数

x_m : ある学習者のS曲線の右側の正解問題の正解者数

C_c が大きければ難しい問題で正解(無作為解答)する傾向が強く, C_w が大きければ易しい問題で不正解(ケアレスミス)する傾向が強いということが分かる。

4. 問題の信頼性

対数型注意係数の調整のみでは, 未だ多少の極端な評価結果が算出されるため, 問題群の信頼性と, 評価結果の関連について検討した。

信頼性とは, テスト項目の再現性を表したものである。ある能力を持った学習者が, 同じテストを何回も行った場合, 必ずしも同じ結果になるとは限らない。これは再現性(同じ状態で何回繰り返しても同じ結果が返ってくる)が低いということである。テスト結果の分析において, 同じ結果が出ない問題は可能な限り利用しないことが好ましく, 信頼性が高い問題を評価時に利用することで, 評価結果も安定すると考える。この度合いを表すものとして信頼性係数⁶⁾があり, その1つにクロンバックの α 係数がある。この係数は0.8以上が望ましいとされている。また, 1つ1つの項目(ここでは, 基本情報技術者試験で取り扱っている7分野)がその能力を測定できているかの指標にもなっている。算出式を以下に示す。

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^n s_j^2}{s^2} \right) \quad (7)$$

但し

n : 項目数(ここでは7に固定)

s^2 : 学習者の得点の分散 s_j^2 : ある項目の分散

5. 評価実験

使用したデータを表1に, 信頼性係数の算出結果を表2に示す。

今回使用した全てのデータについては信頼性係数が0.8を下回る結果になった。また, パターン3と6において結果が負の値になった。そして, その2つのパターンの対数型注意係数の結果を見ると, パターン3で3名, パターン6で1名が, 1を超える結果となった。その2つのパターンの信頼性係数は, 他のパターンよりも低く, 得点分散も小さいことが分かった。つまり, 学習者集団の学力を測定する能力が低い項目が存在しているため, その分野の問題を除外して再計算した結果が良好な場合は, その分野の問題を入れ替えばよい。今後は, 測定用の問題パターンを増やし, 計算と入れ替えを繰り返すことで, 問題の精査を行う。

表1 各パターンのデータ

問題パターン	日付	人数	問題数
1	2011/03/02	10人	20問
2	2011/03/03	10人	
3	2011/03/04	10人	
4	2011/03/07	10人	
5	2011/03/08	10人	
6	2011/03/09	11人	
7	2011/03/10	7人	
8	2011/03/11	10人	

表2 信頼性係数の算出結果

問題パターン	信頼性係数
1	0.66
2	0.58
3	-0.14
4	0.77
5	0.51
6	-0.37
7	0.52
8	0.35

6. まとめ

対数型注意係数による評価で用いる問題の信頼性と評価結果の関係について検討した。

信頼性係数がプラスのものは, 極端な評価が出ずに安定して評価が行えた。またマイナスのものは, その要因となる分野の問題を入れ替えることで改善できると考える。

今後は, テストを重ね, 信頼性係数が高い問題群の収集と, その問題群を用いて対数型注意係数のパラメータの検討を引き続き行う。

参考文献

- [1]及川亮介, 泉隆:「情報技術演習システムの構築に関する検討」, 電気学会産業応用部門大会, Y-91, p.91(2008)
- [2]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~」, 明治書店(1975)
- [3]藤垣雅司, 藤垣康子:「対数型注意係数によるS-P表の解析」岐阜工業高等専門学校紀要, Vol.22, p.55-58(1987)
- [4]藤垣雅司, 藤垣康子, 中島光洋:「注意係数の規格化:S-P表における反応パターンの指数について」, 日本科学教育学会, Vol.9, p.260-261(1985)
- [5]佐藤隆博:「教育情報工学入門」コロナ社(1989)
- [6]植野真臣, 永岡慶三:「eテストング」培風館(2009)