

問題の表現方法を考慮した計算問題演習システムの構成

Calculation Question Training System Which Uses the Relationship between the Representation of Questions and Their Difficulty

津森 伸一^{*1}, 山住 富也^{*2}, 西野 和典^{*3}
Shin'ichi TSUMORI^{*1}, Tomiya YAMAZUMI^{*2}, Kazunori NISHINO^{*3}

^{*1} 聖隷クリストファー大学

^{*1} Seirei Christopher University

^{*2} 名古屋文理大学

^{*2} Nagoya Bunri University

^{*3} 九州工業大学

^{*3} Kyushu Institute of Technology

Email: shinichi-t@seirei.ac.jp

あらまし：筆者らは、SPIに出題される計算文章題を用い数学の学力を向上することを狙った計算問題演習システムの開発を行っている。計算文章題の難しさは適用する公式や解法の複雑さだけでなく、問題の表現方法や扱う数値の種類等によっても変化することを実験により確認した。そこで、実験の結果に基づき、学力に応じた計算文章題の出題方法を検討している。本発表では、計算文章題の表現方法と難易度の関係、計算問題演習システムの出題方法と構成について議論する。

キーワード：計算文章題、演習システム、問題の表現方法、難易度

1. はじめに

筆者らは、就職試験で活用されているSPI⁽¹⁾の計算文章題を題材に用いることにより、学生のモチベーションを維持しながら学力を向上することを狙った問題演習システムの実現を目指している⁽²⁾⁽³⁾。

計算文章題は、適用する公式や解法の複雑さが問題の難易に大きく関わるものと思われる。しかし筆者らは、同じ計算式を適用する場合であっても、問題文の表現方法や扱う数値の種類により正解率に差が出ることを確認した⁽²⁾。例えば速度計算の文章題においては、「時速」を用いた問題よりも「分速」を用いた問題の方が正解率が低かった。従って、解答の正誤状況に応じて問題表現の異なる問題を抽出するという出題方法を取り入れることにより、学力に合った出題が可能になるものと考えられる。

そこで筆者らは、SPIの頻出単元である「速度計算」について、同じ計算式を用いながら表現の異なる問題により構成されるテストを実施し、正誤結果から問題表現と難易度の関係を考察した。この結果に基づき、計算問題演習システムに実装する出題方法の検討を行っている。本稿では、問題表現と難易度の関係について概観した後に、出題方法と計算問題演習システムの構成について議論する。

2. 問題の表現方法と難易度の関係

2.1 問題の表現方法

本稿では、計算式の例としてSPIの「速度」単元の基本公式である以下の式を用いる。

$$(\text{速さ}) \times (\text{時間}) = (\text{距離})$$

既に筆者らは、この式を用いた12種類の表現方法による問題について検討してきた⁽³⁾。その内の一部

の表現方法と問題文の一例を表1に、各表現方法の意味を表2に示す。

表1 問題の表現方法と問題文の例

表現方法	問題文
基本形	時速 40km の車が 3 時間走行すると、走行した距離は何 km ですか
単位表記	50km/時の車が 3 時間走行すると、走行した距離は何 km ですか
単位換算	時速 60km の車が 40 分間走行すると、走行した距離は何 km ですか
未知数位置	時速()km で 3 時間歩くと 12km 進みます
分数	時速 10/3 km で 4 時間歩くと何 km 進みますか
任意定数	時速 a km で 3 時間歩くと何 km 進みますか
ダミー	100m 進むたびに 5m ずつ上る坂があります。この上り坂を時速 4km で 3 時間歩くと何 km 進みますか

表2 問題表現方法の意味

表現方法	意味
基本形	通常の問題表現方法を用いたもの
単位表記	単位の表現方法を変えたもの
単位換算	長さや時間に単位換算を伴うもの
未知数位置	未知数を問題文の最初に置いたもの
分数・小数	パラメータに分数・小数を用いたもの
任意定数	パラメータに文字定数を用いたもの
ダミー	計算に不要なパラメータを追加したもの
秒速・分速	パラメータに秒速・分速を用いたもの
予想外	予想外の計算結果が正解となるもの
応用	公式の適用に工夫が必要なもの

2.2 実験用テストの実施

12 種類の表現方法を用いた計算文章題を表現方法ごとに 1~3 問作成し、全 23 問のペーパーテスト

として A 大学に通う学生に対し実施した⁽³⁾。但し、解答の負担を軽減するため、23 問のテストを 3 回に分けて実施した。3 回のテストのうち一度でも受験した学生は 104 名であり、1 回目は 81 名、2 回目は 67 名、3 回目は 76 名の学生が受験した。採点は、最終的な答えの正・不正解のみにより行った。

2.3 問題表現と難易度の関係

23 問の問題から、全ての 2 問ずつの組合せ(253 通り)を抽出し、それぞれについて正誤答数の比較を行った。2 問を問題 A、問題 B とおき、両者の難易度の比較を以下のルールにより行った。

- (a) 問題 A と問題 B の難易度が等しい
両問共に正解だった人数と共に不正解だった人数の和が全体の 95% を超えた
- (b) 問題 A の難易度が問題 B よりも大きい
(a) を満たさず且つ問題 B のみ正解だった人数が問題 A のみ正解だった人数の 5 倍を超えた
- (c) 問題 A と問題 B の難易度の関係が不明
(a), (b) の条件を共に満たさなかった

さらにこのルールを再帰的に適用し、全ての問題を難易度順に並べた。但し、難易度について、
(問題 A) > (問題 P) > (問題 B)
(問題 A) > (問題 Q) > (問題 B)
を満たす問題 P と問題 Q の難易度は等しいとした。以上のルールに基づき、問題の表現方法を順序尺度の観点から難易度順に並べた結果を表 3 に示す。

表 3 問題の表現方法と難易度の関係

難易度	問題の表現方法
5	ダミー, 分数, 応用
4	予想外
3	任意定数, 小数, 単位換算
2	秒速, 分速
1	基本形, 単位表記, 未知数位置

3. 計算問題演習システムの概要

3.1 システムの動作

本研究で開発する計算問題演習システムは、SPI に出題される計算分野の多くの単元をカバーし、学生が自学自習に用いることを想定する。システムは概ね以下の方法により動作させる。

- (1) 学習単元の選択
学習単元として「速度」「鶴亀算」「仕事算」等の 10 程度の単元を準備する予定である。学生は学習したい単元を選択する。
- (2) 問題演習
Web による問題が出題され、学生は答えの数値を入力する。システムは正解との照合を行い、誤りの場合は問題に対応する説明文を表示する。なお、各単元の最初に問題の出題する問題の難易度は、他の単元の成績を参照して設定する。問題に正解した場合は同じ難易度の他の表現方法による出題を試み、全ての表現の問題に正解した時点で一段上の難易度を持つ

問題を出題する。不正解の場合は一段下の難易度を持つ問題を出題する。

- (3) 他の学習単元への移行或いは学習終了
最も難易度の高い表現を持つ問題に全て正解した時点でその単元の学習を終了し、他の単元の学習を行うように指示する。全ての単元の学習を終了した時点でシステムを用いた学習が終了する。

3.2 システム構成

図 1 に計算問題演習システムの構成を示す。

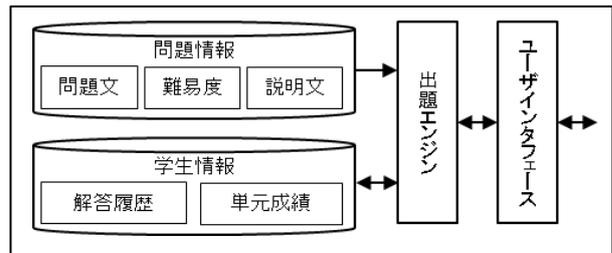


図 1 計算問題演習システムの構成

問題情報データベースに格納される問題文、難易度、説明文は問題ごとに 1 つずつのレコードとなっており、いずれも固定的なデータとして作成する。学生情報データベースは、単元ごとに学生の問題演習の解答履歴と当該単元の成績を格納する。経験的にある単元に優れる学生は他の単元も優れていることが多いためこの値を利用して未学習の単元を学習する際の難易度の初期値として利用する。

4. おわりに

計算文章題について、問題の表現方法と難易度の関係について報告した。また、難易度に基づいて学力に合った出題を行うための方法と計算問題演習システムの構成について検討した。今後は、計算問題演習システムのプロトタイプシステムを実装する。また、「速度」単元以外の単元についても表現方法と難易度の関係を考察し、計算文章題を実装して有効性検証を行う予定である。

謝辞

本研究の実施に当たり、テストの解答にご協力頂いた学生諸氏に深謝する。また本研究は、科学研究費補助金基盤研究(C)(課題番号:15K01107)の支援を受けて実施した。

参考文献・URL

- (1) SPI 3 リクルートの適性検査,
<http://www.spi.recruit.co.jp/> (2016 年 6 月 2 日確認)
- (2) 津森伸一, 山住富也, 坂元奎介, 西野和典: “問題表現の違いによる難易度を考慮した問題演習システムに関する検討”, 情報コミュニケーション学会研究報告, Vol.12, No.2, pp.15-18 (2015)
- (3) 津森伸一, 山住富也, 西野和典: “計算文章題の問題表現による難易度の違いに関する検討”, 教育システム情報学会研究報告, Vol. 30, No. 6, pp.103-108 (2016)