

多肢選択問題における有意味誤選択肢の提案

Proposal of Meaningful-Erroneous choice for Multiple-choice problems

松田 憲幸*¹
Noriyuki MATSUDA

小川 修史*²
Hisashi OGAWA

平嶋 宗*³
Tsukasa HIRASHIMA

瀧 寛和*¹
Hirokazu TAKI

*¹ 和歌山大学
Wakayama University

*² 兵庫教育大学
Hyogo University of Teacher Education

*³ 広島大学
Hiroshima University

In multiple-choice problems, incorrect choices that hide correct answer do not play the only significant function. A more significant function is to capture learner errors and provide learners with the opportunity to amend those errors. In this sense, explanation texts for incorrect choices might be important in allowing learners to amend their own errors correctly. In this paper, we term this “meaningful erroneous choice.” We confirm the existence of meaningful erroneous choice through actual problems used in an examination. We then compare choices using a technique of automatic problem generation. The result indicates that the difference between correctness knowledge and incorrectness knowledge plays an important role in problem posing.

1. はじめに

多肢選択問題における誤選択肢は、単に正選択肢と見分けがつきにくいようにするために存在しているのではない。Munbyは「誤選択肢は、学習者が正選択肢を決める前に注意深く検討する必要があるものを用意すべきであり、また、どのような誤選択肢を選んだかによってその学習者に行うべき指導が変わってくる」と指摘する[Munby 68]。作問者が教育の文脈で学習者に選択肢を提示する重要な目的の一つは、正選択肢と誤選択肢の弁別を通して、学習者の誤りを捉えてそれを修正する行為のきっかけを生み出すことにある。この意味において、誤選択肢一つ一つに対する「なぜ誤りなのか、どう考えるべきか」を表す“解説文”を提供することが重要となる。

見た目が正選択肢と紛らわしいだけの誤選択肢を“無意味誤選択肢”と呼び、弁別を通して学習者の誤りを捉える誤選択肢を“有意味誤選択肢”と呼ぶ。無意味誤選択肢に対する解説文は「正答と異なっている」ことしか説明できないが、有意味誤選択肢の解説文は、作問者がまさに弁別を促したかった相手であり、この比較・吟味を通して、どのような誤りに気づいて欲しいか、それをどのように修正してほしいかが語られることになる。

筆者らは、実際の多肢選択問題の有意味誤選択肢を調査し、有意味／無意味誤選択肢を確認してきた[小川 13b]。本稿では、これらの選択肢の作り方に着目し、機械的に多肢選択問題を生成する手法「誤り模倣法(SES)」を用いた誤選択肢の比較を行う。

SES[小川 13a]は、多肢選択問題を解くための知識を Prolog に表すことで問題条件から正選択肢を自動生成し、また、その解決過程を解説文テンプレートにあてはめることで解説文を自動生成できる。次に、正しい知識の一部に変更を加えた誤った知識を用いて、同様に、誤選択肢および解説文を生成する。知識に加えた変更を“摂動”と呼ぶ。

2. 問題の生成

ここでは、情報処理技術者試験の問題を取り上げ[小川 13b]、SES で生成する。問題を図1に示す。ここでは正選択肢がAである。問題文に与えられた条件「スタック」を「キュー」に置き換え

たとき、誤選択肢エが導かれることから、作問者の意図として、スタックとキューの弁別を促し、キューと混同する誤りを捉えることと予想しエを有意味誤選択肢とした。残りの誤選択肢は、見た目の紛らわしさ以外に意図を予想できなかったため、ここでは無意味誤選択肢とする。

2.1 正選択肢の生成

SES は問題解決知識と問題条件および質問条件から、問題および正選択肢を生成する。次に問題解決知識を摂動して誤選択肢と解説文を生成する(図 2 参照)。問題の条件、および、問われている項目(質問条件)を Prolog の事実、問題を解くために必要な知識を規則に書き表す。図 1 の問題は、図 3 のように記述できる。

スタックの正しい知識は、push と pop 操作がデータリストに対して行う処理を put_on と pick_up_first を用いて定義している。ここで put_on はリストデータの先頭から要素を取り出す処理を表し、pick_up_first は先頭要素を取り除く処理を表している。

次に問題条件は、述語名 procedure に、空リストに対して、1 を push し、2 を push し、pop し、3 を push し、といった一連の手続きを定義している。また質問条件は、procedure の引数に手続きの後に残ったデータリストを答えとする。ここでは、正選択肢として X=[3,1]、すなわち、選択肢「1と3」を生成する。

2.2 摂動による有意味誤選択肢の生成

まず、エの誤選択肢を生成するために次の摂動を準備した。

空のスタックに対して次の操作を行った場合、スタックに残っているデータはどれか。ここで、“push x”はスタックヘデータ x を格納し、pop はスタックからデータを取り出す操作を表す。

push 1 ⇒ push 2 ⇒ pop ⇒ push 3 ⇒ push 4
⇒ pop ⇒ push 5 ⇒ pop

ア. 1 と 3 イ. 2 と 5 ウ. 1 と 5 エ. 4 と 5

図 1 生成する多肢選択問題

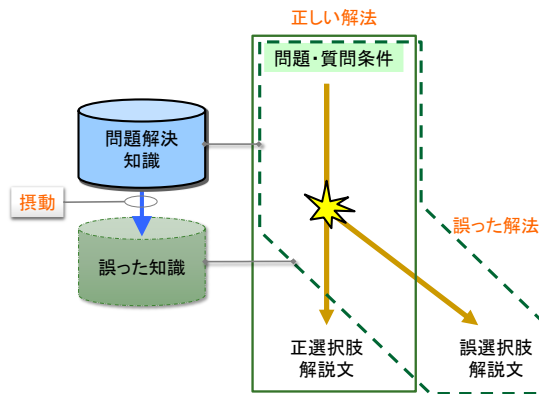


図 2 問題解決知識および問題・質問条件

```
pop(stack) :- pick_up_last.
```

波線部分が、正しい知識からの変更箇所である。pick_up_first を pick_up_last に置き換えることで、正しいキューの知識に該当する。この振動は、正しい知識の上に挿入すると、Prolog の処理系は上に位置する規則を優先するため、誤った解(キューとしては正しい解)を導くことができ、有意義誤選択枝エを生成することができる。

2.3 無意味誤選択枝の生成

無意味誤選択枝イ, ウは、学習者の誤りを捉える振動として記述することは困難である。単純な記述として、正選択枝「1と3」の一部を書き換えてウの「1と5」を、有意義誤選択枝「4と5」の一部を書き換えてイ「2と5」を生成したと想定する。

ここで、正選択枝および有意義誤選択枝を C とすると、無意味誤選択枝イ, ウは、次の2つの条件を満たす文字の置換で生成できる。

1. C のいずれか一つのデータを選び、これを 1,2,3,4 の中から異なるデータと置き換え C' とする
2. C' が正選択枝、有意義誤選択枝、生成した無意味誤選択枝のいずれかと一致した場合は1からやり直す
3. C' を無意味誤選択枝とし、必要な量の誤選択枝がそろうまで1から繰り返す

```
% 知識
push(A, stack) :- put_on(A).
pop(stack)      :- pick_up_first.

put_on(A) :- retract(data_list(B)), assert(data_list([A|B])).
pick_up_first :- retract(data_list([_ | B])), assert(data_list(B)).
pick_up_last  :- retract(data_list(A)), shift(A, B), asserta(data_list(B)).
shift([], []).
shift([A|B], [A|C]) :- shift(B, C).
```

```
% 問題
procedure(A) :- assert(data_list([])), push(1, stack), push(2, stack),
pop(stack), push(3, stack), push(4, stack), pop(stack), push(5, stack),
pop(stack), data_list(A).
```

```
質問
?- procedure(X).
```

図 3 問題解決知識および問題条件と質問条件

3. 誤選択枝の作成法の比較

図1の問題の有意義誤選択枝と無意味誤選択枝の作り方を比較する。有意義誤選択枝は、振動によって引き起こされた誤りが原因となって引き起こされている。pick_up_first と反対の関係である pick_up_last に振動された誤りは、学習者によるスタックとキューの弁別の失敗を捉えるために意図的にデザインされたものと考えられる。一方で、無意味誤選択枝は、字面の一部を置き換えることで正選択枝や有意義誤選択枝と紛らわしい誤選択枝として作られたと考えられる。この両者の違いは、誤選択枝を作る際に問題解決知識を振動するか、生成された選択枝を置換するかに見られる。つまり、知識か、選択枝か、どちらを書き換えるかで、有意義と無意味に分けられたと考えられる。

4. まとめ

本稿で取り上げた問題以外では、たとえば、河川の測定結果から関係をたどって生息する生物指標を導く理科の問題、および、需要理論で与えた条件から需要変化を答える経済の問題において、学習者が典型的に犯す比例関係と反比例関係の混同を振動で表し有意義誤選択枝を生成できることを確認している。

ただし、知識の振動が必ずしも有意義誤選択枝を生成するとは限らない。無作為に知識の一部の関係を反転させることも可能である。誤りを捉えることを意図した振動であることが肝要と考えられる。

本稿は限定された問題について比較した。さらに広く問題の分析が求められる。

参考文献

[Munby 68] Munby, J.: Read and Think, Longman, 1968.
 [小川 13a] 小川 修史, 梅本 修平, 松田 憲幸, 平嶋 宗, 瀧 寛和: Prolog による解法知識を用いた誤答解説文付き多肢選択問題の生成, 教育システム情報学会誌, 30(2), pp. 139-147, 2013.
 [小川 13b] 小川 修史, 梅本 修平, 松田 憲幸, 平嶋 宗, 瀧 寛和: 多肢選択問題における誤選択枝の分類と作成法の検討, 日本教育工学会第 29 回全国大会講演論文集, 3a-1-403-02, 2013.