

創造的生成課題における事例からの学習支援の検討

Experimental Investigation for Support of Learning from Cases in a Creative Generation Task

小島一晃*¹ 三輪和久*² 松居辰則*¹
 Kazuaki KOJIMA Kazuhisa MIWA Tatsunori MATSUI

*¹早稲田大学人間科学学術院
 Faculty of Human Sciences, Waseda University

*²名古屋大学大学院情報科学研究科
 Graduate School of Information Science, Nagoya University

Case presentation is one of the major strategies to support human creative generation tasks. However, it is not necessarily effective for support of learning activities by novices to merely present cases to the novices because effective use of the cases requires sufficient domain knowledge to derive essential information of the cases. In this study, we conducted a pilot investigation to verify a method to support the learning by novices in the domain of posing mathematical word problems. In the investigation, we asked participants to pose their own problems and evaluate problems presented as cases, with the results indicating that it was more effective to present cases different from the participants' ideas, but they were not necessarily aware of essential information of the cases.

1. はじめに

1.1 研究の背景

新しいアイデアやデザインを産み出す創造的生成課題において、人は過去の経験や既存の例といった事例を使用することが多い。そのため、事例の提示は、創造的生成課題を支援する人工知能システムが用いる主要な方略の1つである。

しかし、特に問題領域における初学者の学習を支援する場合は、単に事例を示すだけでは十分な効果が得られないことが想定される。事例には多数の属性や要素が含まれるため、知識や経験の乏しい初学者は、事例の本質的な情報に注目できない可能性がある。そのため、初学者に対しては、注目すべき本質的な情報を学ぶことができるような事例を与え、何かしらの学習活動を行わせる必要があるだろう。この活動には、事例の模倣や評価が挙げられる。創造的生成課題にあたってこれらの活動を行わせると、課題の創造性が向上することが実験的に示されている [石橋 2004, Lonergan 2004]。

本研究では、創造的生成課題において初学者の事例からの学習を支援する方法を導くための、予備的な検討を行う。特に、事例を評価させた場合、初学者がどのような情報に注目するか、本質的な情報に注目できるかを実験的に調査する。

対象課題には、数学文章題の作問を採用する。作問は、創造性テストの課題にも使用される、産出的な思考を要求する創造的生成課題であり、柔軟な発散的思考を育てる効果が期待されている [Silver 1994]。文章題の本質的な情報は、問題文に言い表される「買い物」や「乗り物での移動」のような文脈設定（以後、状況と呼ぶ）と、解法が持つ数学的構造（解法）という2つの属性である。文章題の作問では、一つの解法を多様に解釈して様々な状況を持つ問題を作ることや、同一の状況から多様な解法を導き出すことが重要である [English 1998]。このような多種多様なアイデアを出す発散的思考は、創造生の本質的な能力のひとつである。

2. 実験的調査

本調査では、参加者に文章題の例題を与え、例題の領域で新しい問題を作成するという作問課題を使用した。また、先行研

究で開発した作問支援システム [Kojima *in press*] を使用して、文章題の事例を提示した。本システムは、ユーザの作問を分析してその状況と解法を認識する機能と、状況と解法を統制して事例を提示する機能を持つ。この機能を利用すると、参加者の作問に応じてインタラクティブに事例を与えることができる。

2.1 手続き

本調査の手続きは、以下の通りであった。

- 事前テスト
参加者に一元一次方程式の例題を与え、問題を2問作成させた。参加者には、事前に多様な問題を作ることの意義を伝えた上で、工夫して面白い問題を作るように求めた。
- 作問課題
参加者に作問支援システムを操作させて、二元一次方程式の例題から新しい問題を1問作成させた。
- 評価課題
システムに2問の事例を提示させ、参加者に評価させた。ここでは、例題と事例の比較（共通点・差異）、ならびに、事例の良い点を自由記述で回答させた後、事例の良さを5点満点で評定させた。
- 事後テスト
事前テストと全く同一の課題を行わせた。ただし、事前テストとは異なる問題を作るように注意した。

2.2 分析方法

参加者の事前・事後テストの作問は、例題と状況・解法の2つの属性が同じか異なるかによって決まる類似性のカテゴリによって分類した。図1に、類似性のカテゴリを示す。同・同のカテゴリの問題は、例題とほぼ同一であり、状況・解法の双方に対して新しいアイデアが加えられていないことになる。望ましい作問は、同・同以外の複数カテゴリに属する問題の作成であり、それは多様なアイデアの産出とみなすことができる。

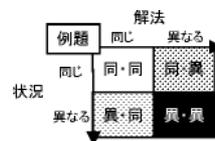


図1: 類似性のカテゴリ

参加者の評価課題の回答には、記述に含まれる内容に基づいて以下のラベルを付加した。

解法 解法の手続きや、方程式の構造に関する記述

状況 問題文の題材や文脈設定に関する記述

単語・値 問題文に登場する表層的なパラメータに関する記述

その他 上記以外の記述

なお、ひとつの記述が複数の内容を持つ場合は、複数のラベルを付加した。

2.3 条件群

参加者は、以下の2つの条件群にランダムに割り当てられた。

固着群 評価課題において、作問課題で参加者が作成した問題と同一のカテゴリに属し、参加者の問題と最も類似する2問を事例として提示した。

発散群 異・同、同・異、異・異のうち、参加者の作問と異なる2カテゴリに属する2問を提示した。参加者は、自身の作問と異なる状況・解法を見たことになる。

両条件群の比較により、与える事例の種類によって差が生じるのかを確認した。

3. 結果・考察

本調査には、一般大学生14名が参加した。参加者はいずれも、数学の領域における専門性を持たない初学者であると考えられる。各条件群の参加者数は、固着群・発散群とも7名であった。

3.1 事前・事後テストの作問

事前・事後テストで参加者が作成した各カテゴリの問題の数を比較したところ、発散群では両テスト間の差に有意傾向が認められた ($\chi^2(3) = 6.97, p < .10$)。発散群は、事前テストでは83.3%が同・同の問題を作成したが、事後テストでは同・同が45.4%に減り、異・同と異・異の問題が増加した。

なお、事前・事後テストの双方において、固着群・発散群とも同・異の問題を一切作成しなかった。先行研究では、本調査と同様の手続きで、参加者に評価課題を与えず事例は提示するのみの実験を実施したが、その実験でも同・異の作問は極めて少数しか行われなかった [Kojima *in press*]。

3.2 評価課題の回答

図2に評価課題の例題と事例の比較に対する参加者の全回答のうち、各ラベルが貼られた回答が占める割合を示す。また、図3に事例の良い点に対する各ラベルの回答の割合を示す。図に示されるように、固着群は例題と事例の比較において解法や単語・値に注目していたが、事例の良い点については明確な注目点が見られなかった。発散群は一貫して解法に注目した回答が多かった。また、状況について言及した回答は、固着群・発散群とも少数であった。

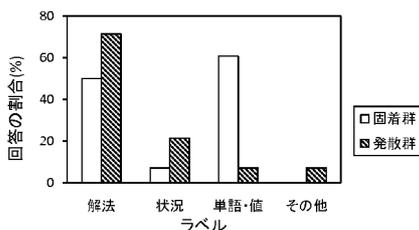


図2: 各ラベルの回答の割合 (例題と事例の比較)

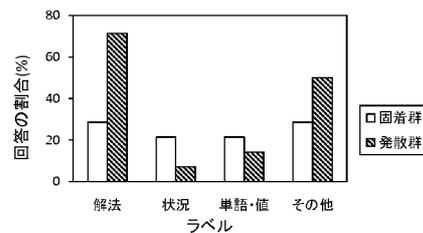


図3: 各ラベルの回答の割合 (事例の良い点)

3.3 考察

本調査からは、1. 事例の評価では、参加者は解法には注目したが状況には注目しなかった、2. 参加者自身の作問と異なる事例を評価した場合のほうが、解法への注目が高くなり、また、参加者の作問を変化させたという結果が得られた。このことから、事例を評価させる際には、評価者自身のアイデアとは異なるものを与えると効果的であることが確認された。ただし、評価者は本質的な情報全てに注目できるとは限らないことも併せて確認された。

参加者は、文章題の状況という情報に注目せず、例題と同じ状況を持ち解法が異なる同・異の問題を作らなかつた。しかし、参加者は同・異の問題に価値がないとみなしていたわけではない。手続き3の評価課題で参加者に5点満点で事例の良さを評定をさせた結果、平均点は固着群が3.3、発散群が4.3であり、発散群は固着群より有意に高い評定を行った ($t(26) = 3.21, p < .05$)。発散群の評定をカテゴリ別に見ても、異・同の事例に対して4.0、同・異で4.4、異・異で4.5と、いずれも高かった。このことから、自分の作問と異なる事例を良いと評価していたが、その良さの本質が何であるのかは必ずしも理解していなかった可能性が考えられる。

以上より、初学者の事例からの学習を支援するためには、本人のアイデアと異なる事例を与えるとともに、事例の本質的な情報への注目を促進する必要性が示唆されたと考えられる。今後の課題は、事例の効果を高めるために、初学者に与える情報やスキーマを設計し、その効果を検証することである。

参考文献

- [English 1998] English, L.D.: Children's Problem Posing within Formal and Informal Contexts, *Journal for Research in Mathematics Education*, Vol. 29, No. 1 pp. 83-106 (1998)
- [石橋 2004] 石橋健太郎, 岡田猛: 創造のための「芸術作品の知覚」経験: 模倣に焦点をあてて, *認知科学*, Vol. 11, No. 1, pp. 51-59 (2004)
- [Kojima *in press*] Kazuaki Kojima & Kazuhisa Miwa: A System that Facilitates Diverse Thinking in Problem Posing, *International Journal of Artificial Intelligence in Education* (*in press*)
- [Lonergan 2004] Lonergan, D.C., Scott, G.M. & Mumford, M.D.: Evaluative Aspects of Creative Thought: Effects of Appraisal and Revision Standards, *Creativity Research Journal*, Vol. 16, No. 2&3, pp. 231-246 (2004)
- [Silver 1994] Silver, E.A.: On Mathematical Problem Posing, *For the Learning of Mathematics*, Vol. 14, No. 1, pp. 19-28 (1994)