

# 問題と創造性

## Problems and Creativity

小島一晃\*<sup>1</sup>  
KOJIMA Kazuaki

三輪和久\*<sup>2</sup>  
MIWA Kazuhisa

松居辰則\*<sup>1</sup>  
MATSUI Tatsunori

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

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

Abstract. In problem solving situations in everyday life or science and mathematics studies, problems are not given by any others, but are posed by problem solvers themselves. Problem posing is regarded as a required skill and one of processes in creative activities, such as problem findings in mathematics. Thus, problems can be considered to be products generated through processes in creative activities. In this paper, we discuss relationships between problem posing and creativity. We then introduce our related studies that have addressed support of creative problem posing.

### 1. はじめに

一般的な教育・学習場面では、問題は教師や問題集が供給するものであり、学習者にとっては与えられるものである。一般教育では、学習者は与えられた問題を解決する練習を繰り返すことで、学習を進める。しかし、日常生活の中での問題解決も含めたより広範な問題解決場面においては、問題が他者からあらかじめ与えられることは少ない。多くの場合、解決者自身が問題を形成しなければならない。この意味においては、問題は広義の問題解決プロセスにおいて形成されるものであり、解とともに問題解決のプロダクトであるとみなすこともできよう。そのため、問題を形成すること、すなわち作問も重要なスキルであり、数学や理科等の領域においては、学習者自身が作問を行うことによる学習の重要性が指摘されている。作問は、日常生活において数学を用いて問題解決をする際の1ステップであり[石田 1983]、数学の本質的な側面の1つであるとともに、創造活動としての側面も持っていると考えられている[Silver 1994]。つまり問題は、作問という創造的生成課題のプロダクトであるとみなすことができよう。

上述の背景に従い、本稿では数学学習を対象領域として、問題を作ることと創造性の関係について論じる。そして、創造的生成課題としての作問学習支援に取り組んだ著者らの一連の研究について紹介する。

### 2. 作問と創造性

作問は、可能な解(作成される問題)を複数持つ発散的課題である。そのため、作問は産出的な思考を必要とする、創造的生成課題の側面を持つとみなすことができる。作問では、作成者自身が何らかのアイデアを生成して加えてなければならない。一般に創造性は、新奇で有用なアイデアを産み出す能力として定義されることから、作問と創造性との関わりはしばしば論じられてきた[Leung 1997, Silver 1994]。実際、作問は思考の流暢さ、柔軟さ、独創性を測定する創造的思考テストの課題としても用いられており、作問と創造性との間には間違いなく何らかの関係があるだろう。

さらに、作問は科学や数学における問題発見とも関連付け

て議論されている。科学や数学では、既知の結果の一般化や現在の仮説に対する推測、大規模な問題を解決するための副問題の提起などにおいて、作問が起こることがあり[Silver 1994]。こうした分野は、先駆者による作問とその解決によって進捗してきたと捉えることができる[Mestre 2002]。つまり、作問は問題発見の際に起こるプロセスの一部である、ということができよう。問題発見は、創造性が発揮される活動の典型的な例のひとつである。

しかし、作問と創造性との関係は、直接的に明らかにされてはいない。[Leung 1997]は、作問、数学知識、言語的創造性のパフォーマンスを測定した結果、作問は数学知識と関係があり、言語的創造性とは関係がなかったことを報告している。ただし、Leungらが測定した作問のパフォーマンスは、作成された問題の数学的な質と複雑さである。創造的生成課題としての作問の実証的な検討は、あまり進められていない。

### 3. 創造的生成課題としての作問学習支援

著者らは、作問の創造的生成課題としての側面に注目し、数学文章題の領域における作問学習支援の実現に取り組んできた[Kojima 2008, 小島 2009]。ここでは、その狙いと実現されたシステムについて述べる。

#### 3.1 作問学習支援の狙い

先述のように、学習者自身が作問を行うことによる学習は、重要な意味を持つ。また、作問学習には、問題解決能力を向上させる、柔軟な発散的思考を促進する、誤概念を認識させる、数学に対する価値観や態度を改善する、などといった様々な効果があると考えられている[Silver 1994]。

作問による学習では、似たような問題を作り続けること自体には意義がなく、学習者には多様な作問が要求される。作問という創造的生成課題では、問題文に言い表わされる文脈のような状況設定(以下、状況と呼ぶ)の想起と、問題の解法が持つ数学的構造(解法)の構築というアイデアの生成が必要になる。多様な作問とは、これらを広範に生成して組み合わせることで、様々な状況と解法を持つ問題を作ることである。しかしそのことは困難であり、特に初学者は状況と解法との関連付けの範囲が狭いため、作問に偏りが生じることが報告されている[English 1998, Mestre 2002]。つまり、初学者は似通った問題を作り続ける傾向がある、ということである。

我々は上述の問題意識に従い、学習者が多様な状況と解法を持つ問題を作るように支援するシステムを実現してきた。このシステムは、学習者が状況と解法の新しい組み合わせを試みる事が容易になるように、学習者の思考を促進する。アイデアの新奇な組み合わせを作り出すことは、創造的生成の形態のひとつである [Boden 1990]。なお、ここで言う「新奇」とは、学習者自身の経験からみて新奇であることを意味する。つまり、学習者個人にとって新しく創造的な作問がなされることが狙いであり、その作問が実際に創造的であるとみなされるかどうかは問わない\*1。

### 3.2 作問学習支援システム

我々が一連の研究で開発した作問支援システムは、数学文章題の作問課題を学習者に与える。学習者には文章題の例題が提示され、この例題の問題領域で新しい問題を作るように促される。学習者が作った問題は、例題と状況/解法それぞれが同じか異なるかを判定することで決まるカテゴリによって評価される。図1に、このカテゴリを示す。同・同のカテゴリに属する問題が作られた場合は、例題と似通った作問がなされたことになる。学習者に望まれることは、様々な状況と解法を組み合わせ、同・同以外に属する問題を適切に作成できるようになることである。

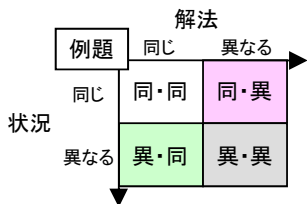


図1: 評価のカテゴリ



図2: 作問支援システムによる例の提示

本システムは、作問の例を提示することで、学習者の作問におけるアイデア生成を支援する。例の提示は、学習者の例題の評価に基づき、また、状況と解法の特徴を統制して行われる。例えば、同・同のカテゴリの問題を作った時には、例題と同じ解法を持つが状況は異なる異・同の問題や、その逆に例題と同

\*1 [Boden 1990] は、創造性を心理学的創造性 (P-Creativity) と歴史的創造性 (H-Creativity) とに分けて議論している。前者は創造をする個人の経験からみて、後者は実際の社会からみて創造的であることを意味する。一般教育における学習者に H-Creativity を要求することはできないが、我々は P-Creativity のレベルの創造を経験させるだけでも十分な意義があると考えている。

じ状況と持つが解法は異なる同・異の問題を例として与える、といったことが可能である。この例の提示の機能は、状況や解法を変更して組み合わせることで多様な問題を作るよう、学習者の思考を促進することを意図して設計されたものである。図2に、本システムによる例の提示の実行画面を示す。さらに、本システムは例を見せるだけでなく、例の問題が作られたプロセスの情報を自動生成して提示し、学習者に例の作問を模倣させる活動を与える機能を持つ。これは、例をトレースさせることで、例が作られた発想を吟味させることを意図している。

本システムが学習者の作問を多様にするには、評価実験を通じて確認されている [Kojima 2008]。そのことが実際の創造性にどの程度貢献するかまでは検証されていないが、作問学習の期待される効果を得る、あるいは作問スキルを獲得する上で必要な訓練を与えることができると考えている。

### 4. まとめ

本稿では、問題を問題解決活動におけるプロダクトであると捉え、そのプロセスの1つであ作問と、創造性との関係について論じた。作問は、問題発見のような創造活動において必要となる、重要なスキルである。このような考えに立ち、創造的生成課題の側面から初学者の作問支援を実現した著者らの取り組みを紹介した。

### 参考文献

[Boden 1990] Margaret A. Boden: The Creative Mind : Myths and Mechanisms, George Weidenfeld and Nicolson, London (1990)

[石田 1983] 石田一三, 井上豊: 作問の指導について, 日本数学教育学会誌, Vol. 65, No. 6, pp. 109-112 (1983)

[English 1998] Lyn D. English: Children's Problem Posing within Formal and Informal Contexts, Journal for Research in Mathematics Education, vol. 29, no. 1 pp. 83-106 (1998).

[Kojima 2008] Kazuaki Kojima and Kazuhisa Miwa: A System that Facilitates Diverse Thinking in Problem Posing, International Journal of Artificial Intelligence in Education, Vol. 18, No. 3, pp. 209-236 (2008)

[小島 2009] 小島一晃, 三輪和久, 松居辰則: 産出課題における例からの学習支援の検討, 第55回先進的学習科学と工学研究会, SIG-ALST-A803, pp. 115-120 (2009)

[Leung 1997] Shuk-kwan S. Leung and Edward A. Silver: The Role of Task Format, Mathematics Knowledge, and Creative Thinking on the Arithmetic Problem Posing of Prospective Elementary School Teachers, Mathematics Education Research Journal, Vol. 9, No. 1, pp. 5-24 (1997)

[Mestre 2002] Jose P. Mestre: Probing Adults' Conceptual Understanding and Transfer of Learning via Problem Posing, Journal of Applied Developmental Psychology, vol.23, no.1, pp.9-50 (2002).

[Silver 1994] Edward A. Silver: On Mathematical Problem Posing, For the Learning of Mathematics, vol.14, no.1, pp.19-28 (1994).