

作問学習を取り扱った先行研究に関する基礎的研究
—先行研究で採用されている作問の方法—

竹中 真希子・室田 一成

Review of previous studies dealing with problem posing
—The ways of problem posing used in previous studies—

TAKENAKA, Makiko and MUROTA, Kazuaki

大分大学教育学部研究紀要 第40巻第1号

2018年9月 別刷

Reprinted From

RESEARCH BULLETIN OF THE

FACULTY OF EDUCATION

OITA UNIVERSITY

Vol. 40, No. 1, September 2018

OITA, JAPAN

作問学習を取り扱った先行研究に関する基礎的研究

—先行研究で採用されている作問の方法—

竹 中 真 希 子*・室 田 一 成**

【要 旨】 作問を取り扱った実践的研究や学術的研究とその成果は多数報告されているが、これらの研究において、学習者や被験者はどのような作問をしているのだろうか。本研究では、これまでの研究で示されてきた作問学習の意義や作問によって作られる「問題」の定義、作問の形態、作問の方法を整理し、日本国内の研究において用いられた「問題」を作成する方法がどのようなものであったのかについて明らかにした。作問を取り扱った研究では、場面などの題材を与えて問題を作らせるものが多いことがわかった。

【キーワード】 作問 作問学習 作問の意義 「問題」の定義 作問の形態 作問方法

I はじめに

学習者が「問題」を作成する作問（以下、「作問」）は、学習者の問題解決を向上させる方法として、また、学習内容に関して理解しているかを計る指標として用いられることもあり、その学習効果は広く知られている（Silver, 1994）。日本では、大正から昭和初期にかけて「作問中心の算術教育」が実践されるなど、かなり以前から取り組まれていたことが明らかにされている（植田：2000, 2001, 森川：2008 など）。1980年代以降では、効果的な作問指導に関する実践的研究（石田・井上：1983, 高末：1988 など）や、作問学習と学習者の算数に対する関心・意欲・態度への効果に関する研究（松本・糸島・岡部：1998）などが報告されている。1988年から1994年には「算数・数学の問題づくり研究会」が活動しており、作問学習を取り入れた算数・数学の授業について追究していた（中野・坪田・滝井：1999）。近年では、協同学習過程に作問を取り入れた研究（宇野：2010, 山元・向後：2015, 藤田・永田：2016）や、作問における認知過程に焦点を当てた研究（渡辺・湯澤・水口：2014）、作問学習をテクノロジーで支援するシステムの開発やそれらの学習効果に着目した研究もなされている（中野・平嶋・竹内：2000, 小島・三輪：2004 など）。

上述以外にも、日本国内における作問を取り扱った実践的研究や学術的研究とその成果は多数報告されているが、これらの研究において、学習者や被験者はどのような作問をしているのだろうか。作問と言っても、問題を作成する方法は多様であると考えられる。例えば、算数・

平成 30 年 5 月 31 日受理

*たけなか・まきこ 大分大学大学院教育学研究科教職開発専攻（科学教育・教育方法）

**むろた・かずあき 大分大学大学院教育学研究科学学校教育専攻（学校教育コース）

数学の領域であれば、提示された数式に見合う問題を作成する方法もあれば、条件が描き込まれた絵やグラフを見てそこから考えられる問題を自由に作成する方法もあると考えられる。本研究では、これまでの研究で示されてきた作問学習の意義や作問によって作られる「問題」の定義、作問の形態、作問の方法を整理し、日本国内の学術的研究や実践的研究において用いられた学習者が「問題」を作成する方法がどのようなものであったのかについて明らかにする。

作問学習に関する先行研究のレビューは、平田（2015）によって算数・数学および理科の教科教育における事例、教育心理学および情報工学の学術研究領域における事例が紹介されている。また、金田（2007）では、6社の算数の教科書に掲載されている作問課題の種類（「絵」と「式」）の掲示の有無に沿って4種類）や学年別、演算内容別の作問課題の掲載数を調査するとともに、作問課題を使用して実施された6つの教育心理学的研究において、実験で用いられた作問課題の種類が整理されている。作問課題の種類は、「お話を作りましょう」という課題を例に、「絵を見て5-2になるお話を作りましょう」の場合は、「絵」と「式」の掲示有り、「式」だけ掲示の場合、「絵」だけ掲示の場合、どちらも掲示無しで「いろいろなお話を作りましょう」という4タイプに分けられている。金田（2007）が示した作問課題の種類は、学習者に作問をさせるための課題提示の方法に主眼を置いている。

一方、中野・坪田・滝井（1999）では、学習者が問題を作成するときの仕方に焦点をあて、作問を取り入れた授業実践においては、「模作法・類題法（以下、類題法）」、「訂正法」、「算式法」、「原理法」、「題材法」、「実験法」、「自由法」などの作問方法を用いていることを示している。また、中野・平嶋・竹内（2000, 2002）、平嶋（2005）、横山・平嶋・岡本・竹内（2006）では、学習者が行う作問の形態について大きく3つ「問題ベース」、「場面・物語ベース」、「数式・解法ベース」に整理している。これらの作問方法および作問の形態については後章に詳述するとして、まず、作問の意義について整理してみたい。

Ⅱ 作問の意義と実践事例

先述したように、作問学習の効果は広く知られており、特に、算数では学校で使用する教科書にも取り入れられている。では、作問にはどのような意義があるのか。平嶋（2005）はその意義について、「自己関与としての作問」、「探究としての作問」、「設計としての作問」の3つに分類している（表1）。「自己関与としての作問」は作問学習のすべてに認められる意義であり、主に学習者の学習に対する姿勢や態度に関連していると読み解ける。「探究としての作問」と「設計としての作問」は実際の作問過程が持つ意義であり、「探究としての作問」は主に学習者の思考や判断に、「設計としての作問」は主に理解に関連していると読み解ける。

まず、「探究としての作問」に相当する実践事例を3つ紹介する。例えば、植田（2000）や森川（2008）が研究対象としている、大正から昭和初期にかけて奈良女子高等師範学校附属小学校において清水勘吾によって実践された「作問中心の算術教育」は、「探究としての作問」にあたると考えられる。清水は、作問をさせること、自学・自習教育を推進することなどを目的として、教室に長さ、重さ、温度、気圧、時間など様々な計測ができる用具や、貨幣の模型、地図、統計年間、立体模型などの様々な資料を置き、子どもたちがそれらを自由に用いて計測するなど、ちょっとした思いをすぐに行うことができる環境を整えていた。子どもたちは、自らが知りたい事柄を追究するための活動を通して作問し、学級全体に発表した。そして、学級で問題

を吟味するという活動が行われた。

石田・井上（1983）が「作問の指導について」述べた論文においても、「探求としての作問」の実践事例が報告されている。授業では子どもたちに買い物の場面を与え、その場面で「どんな問題が起きるかを想像し、それを解決するためにはどんな条件が必要かを探し、その条件をつかむ」ことを目指して、作問学習が設定されている。作成された問題を学級で相互評価する活動を通して、子どもたちは良い問題の基準のようなものを見いだしていた。この実践は、問題解決の 6 つの段階「数学的思考を払い、数学的処理を行うを適当とする身の課題に接し、①それを課題として感得し、②それから問題を形成し、③それに数学的表現を与え、④それを処理し、⑤その結果を問題の答えとして解釈し、⑥課題の答えとして解釈する」から、①と②の段階、「日常の場面から問題解決に必要な条件を求めて②の段階の意味での問題を作ることができる」ことを目標としたものである。

作問学習を取り入れた実践的研究は、算数・数学に多い。平田・松本（2012）は、論理構造がはっきりとしている算数・数学においては、類題の作成などバリエーションを広げやすいことを指摘している。その上で、中学校理科で作問学習を取り入れた一連の実践的研究を行っている（例えば、平田・松本：2011, 2012, 平田：2015 など）。平田らの研究チームが実施した作問を取り入れた理科の実践授業は、「探求としての作問」の事例であり、論理構造がはっきりとしていない部分が多くある中学校理科第 2 分野（生物・地学領域）を含んでいる。平田らの授業で学習者によって作成される問題は「場面解決型問題」と呼ばれ、作成過程は中教審答申（文部科学省、2008）において、知識・技能を活用できるようになるための思考力・判断力・表現力等の育成にあたって示された 6 つの学習活動を包含するものであるとされている。6 つの学習活動とは、「①体験から感じ取ったことを表現する」、「②事実を正確に理解し伝達する」、「③概念・法則・意図などを解釈し、説明したり活用したりする」、「④情報を分析・評価し、論述する」、「⑤課題について、構想を立て実践し、評価・改善する」、「⑥互いの考えを伝え合

表 1 作問学習の意義および主に関連する事項

平嶋（2005）より		筆者追加
分類	意義	主に関連する事項
自己関与としての作問 （すべての作問において認められる意義）	問題を作ってみることは、 <u>問題に自身が関与して良いことに気付かせる効果があり、これによって自身の行う問題解決や学習対象そのものに対する学習態度も改善される。</u>	姿勢 態度
探求としての作問	問題の構成要素あるいは条件を様々に変更してみて、その変更がどのような結果をもたらすのかを考えてみるといった作問である。 <u>この作問の場合、どのような問題を作るかはあらかじめわかっている必要はなく、作った後にその問題を吟味することが重視される。この吟味において、既習事項の意味を再検討したり、あるいは既習事項の限界や未習事項の存在に気付いたりすることが期待できる。</u>	思考 判断
設計としての作問	作る問題に対する要求仕様が有り、その仕様を満たす問題を作るといった場合である。 <u>例えば、ある解法で解ける問題を作るといった場合であり、問題を作るためには、その解法が適用できる問題がどのような構成になっているか明確に意識していることが求められ、解法に対する理解を促進することが期待できる。</u>	理解

い、自らの考えや集団の考えを発展させる」である。場面解決型問題の作成では、学習した単元の内容について、学習者が問題文・解答例・解答の評価規準を作成し、ピアレビューやグループでの話し合いを通して、それらを精緻化する活動が行われている。

次に、学習者の理解に関連する意義を有するとされている「設計としての作問」の実践事例を3つ紹介する。いずれも算数である。島田（1999）は、作問を用いることで、子どもたちに文章題づくりを経験させ、問題場面の中に含まれる要素の関係、すなわち、数学的な問題構造の理解を促して、演算決定や立式ができるようにしようと試みた。授業では、6人の女の子、8人の男の子、6人の女の子と8人の男の子の合計14人を描いた3枚の画用紙を使い、一部の画用紙を裏返し、隠した部分を求める作問をさせた。画用紙は黒板に左から女の子6人の絵、男の子8人の絵、女の子と男の子の合計14人の絵の順に貼られ、絵の順番通りに作問することが求められた。例えば、6人の女の子の絵が隠された場合には「何人かの女の子が遊んでいます」というような文章で問題を始めることが要求され、問題を作った後に立式し、解答を求めた。学級全体での学習の後、ワークシートに示された「赤35」、「青50」、「全部85」という色と数のデータを使って、個人で同様の活動をしている。

糸島（2000）は、小学校第3年学年において「割り算の作問」を授業に用い、「 $12 \div 4$ の式になる問題を、いろいろ作りましょう」という課題で、子どもたちに問題を作成させている。子どもが作った問題は、等分除、包含除、何倍になるかという3通りの意味バリエーションが見られ、3種類を作ることができた子どもが学級の3割弱いたことなどが報告されている。

佐藤（2012）は、小学校第5学年の小数のかけ算・わり算において、文章題の作問をさせている。佐藤の実践では思考を支援する道具としてかけわり図を用いている。作問では、「 $3.6L \div 0.25$ 分にあう文章題を作りなさい」という問題ができるようになることを目標に、事前テストを行い、1あたり量がわからないかけわり図から文章題を作る、土台量がわからないかけわり図から文章題を作る、式からかけわり図を書いて文章題を作るなどの学習後に事後テストを実施していた。

「探求としての作問」と「設計としての作問」いずれにも「自己関与としての作問」の意義がある。上述したような実践事例を通して、学習者が「問題を作ってみることは、問題に自身が関与して良いことに気付かせる（平嶋、2005）」、言い換えると、「問題」は教師やテストによって出されるものであり学習者にとっては受容するものであるという認識ではなく、自身が学習した内容によって構成されているものであるという認識が生まれ、この認識は問題解決や学習対象そのものに向き合う原動力となり、「問題」や学習にコミットする姿勢や態度が養われると考えられる。その姿勢や態度は、学校教育において主流である学習者が問題を解くという行為において「問題」に接触する（「問題」を読み解く）際においても、「問題」にどれだけ関与することができるか、すなわち、「問題」が意図していることを正しく読み取れるかという、学習対象（この場合は「問題」が意図している、取り扱っている学習内容）に向き合う力、問題解決の当初の力となる。

Ⅲ 「問題」の定義

「問題」とはどのような構造をもっているのだろうか。平嶋（2005）は、「作問を議論するためには、問題とは何かがわかっている必要がある」が、「一般に問題といった場合、何を指すか

は自明とは言えない」ことを、また、横山・平嶋・岡本・竹内（2006）においては、「単に『問題』といった場合、それが何を指すかは自明とは言えない」ことを指摘している。そのため、それぞれの論文において、限定的としながらも、問題の構成要素を示して、次の下線のように定義するとともに、作問に要求される「条件」を提示している。

平嶋（2005）

問題=前提情報（既知）+結論情報（未知）

さらに、前提情報から結論情報を導くことを問題解決と考え、その問題解決は、演繹的に導くことができると限定する。そして、その演繹的に結論情報を導く方法を「解法」とする。一般の教育現場で行われている問題演習における問題のほとんどは、このような問題の定義に属するものである。

このように問題を定義すると、作問においては、(1) 前提情報、(2) 結論情報、(3) 解法、の三つの要素を適切に組み合わせることが求められることとなる。

横山・平嶋・岡本・竹内（2006）

問題 = 物語（既知情報） + 問い（未知情報）

ここで、ある一連の物語あるいは説明によって与えられている既知情報から、問いによって指定された明示的に表れていない未知情報を求めることが問題の解決であり、その方法が解法ということになる、このように定義すると、作問とは、物語、問い、解法の三つの要素を適切に組み合わせることとなる。

また、平嶋（2009）では、問題の定義について、次のように述べている。

“問題=問い+所与情報”と定義する。所与情報から問いを導く手段が、解法となる。作問とは、適切に問いと所与情報を定める課題ということになる。

これらを整理すると、図1のようになる。例えば、文章で構成される「問題」は、作問者の側から見ると、解答者に与える情報（解答の際に前提となる条件）からなる文と質問文とを

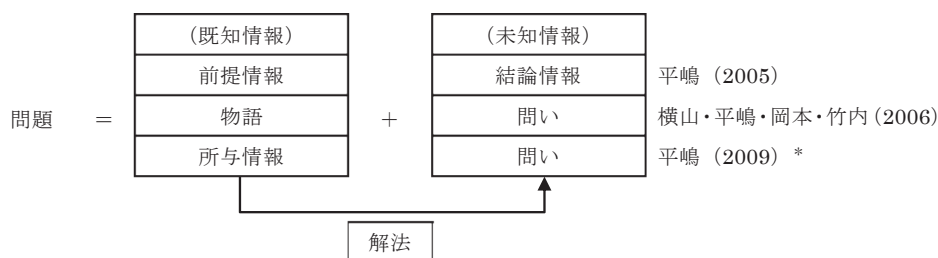


図1 問題の定義

*本文では、「問題 = 問い + 所与情報」と定義すると記載されているが、他の論文とわかりやすく整合させるため左辺と右辺を入れ替えた。この平嶋（2009）には、「所与情報から問いを導く手段が、解法となる」と示されており、平嶋（2005）には、「前提情報から結論情報を導くことを問題解決と考え、その問題解決は、演繹的に導くことができると限定する。そして、その演繹的に結論情報を導く方法を『解法』とする」と示されていることから左辺と右辺の入れ替えは問題がないと判断する。

合わせたものとなる。解答者の側からみると、作問者から解答者に与えられる諸情報（質問への解答を考える際の諸条件、わかっている情報）からなる文と質問されている内容が示された文とで構成されたものとなる。

実際の「問題」を当てはめてみると表 2 のようになる。表 2 の算数の例を作問者の側から見てみよう。問題は「りんごが 5 個ある。みかんを 3 個もらった。りんごとみかんは合わせていくつか」である。解答者に与える情報は「りんご 5 個」「みかん 3 個」である。質問文は「りんごとみかん合わせていくつか」である。この質問文は、解答にあたって「加法」の使用を求めるものである。質問文が「どちらがどれだけ多いか」もしくは「どちらがどれだけ少ないか」もしくは「りんごとみかんの数の差はいくらか」であった場合には、「減法」の使用を求める。このように質問文が変わることで、「問題」が意図することも変わる。

今度は、表 2 に示した情報の例（倉田・藤木・寺崎：2009 より抜粋）を解答者の側から見てみよう。解答者に与えられる諸情報が【問題】と【解答内容】というセットでできているため少し煩雑になるが、「問題」は解答者に与えられる諸情報と質問されている内容が示された文からなるので、解答者に与えられる諸情報にある【問題】を「問題」の定義に照らした場合、「法的根拠を示し実行の可否を述べなさい」などの質問文が省略されていることがわかる。さて、質問されている内容を示した文は、要約すると「【解答内容】に合うよう【問題】文を訂正せよ」であり、「【問題】塾の先生が、自分が持っている問題集をコピーし生徒に配布した」という文には誤りが含まれていることになる。【解答内容】は「著作権法第 35 条『学校その他の教育機関における複製』により、問題なく実行できる」なので、解答に際しての前提となる条件は、法的根拠が「著作権法第 35 条」で「実行が可能」である。【問題】文のままでは著作権法第 35 条により実行できないので、実行できるよう訂正することが求められている。

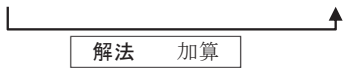
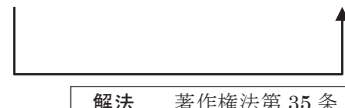
上述のように「問題」が定義されることで、作問学習においては作問課題（「問題」を作成させるための課題）が求める作問の形態を同定できる。

IV 作問の形態

作問の形態は、作問課題が求める作問の問題空間に関わる制約により表すことができると考えられる。問題空間とは、認知心理学や認知科学の問題解決研究において、人が「問題」を解決する過程を理解するために用いられる概念である。初期状態から目標状態に近づけるために操作子（operator：作用素、演算子とも言われる）を適用して探索していくことで、「問題」が解決されると見なす。初期状態とは「問題」に接触したときの状態で、目標状態は「問題」が解決された状態をいう。操作子は目標状態に至るために「問題」の状態を変化させる手段である。「問題」を解くことになぞらえてみる。「りんごが 5 個ある。みかんが 3 個ある。りんごとみかんの数の差はいくらか」という「問題」を解く場合、初期状態は問題文に接触したときの状態、目標状態は解答できたときの状態、操作子は質問文の解釈と演算方法の選択となる。「りんごとみかん」の文字を見て「と」に気を取られ、「合わせる」と勘違いした場合には、目標状態に至らない。そこで質問文をもう一度確認し「差」という文字を見つけて数の多い方から少ない方を引く減算を適用する。問題空間は、この初期状態から操作子を適用して目標状態に達するまでのすべての状態を示す空間を指す。

中野・平嶋・竹内（2000, 2002）は、この問題空間に関わる制約の概念と Silver & Cai（1996）

表 2 問題の定義と例

定義	問題	(既知情報) 前提情報 物語 所与情報	(未知情報) 結論情報 問い
算数の例	りんごが 5 個ある。みかんを 3 個もらった。りんごとみかんは合わせていくつか。 ³⁾	りんごが 5 個ある。 みかんを 3 個もらった。	りんごとみかんは合わせていくつか。
			
情報の例 倉田・藤木・寺崎 (2009) より	次の問題文に対する解答内容が正しい解答になるように、問題文の一部を訂正せよ。(訂正箇所は 1 箇所とは限らない) 【問題】塾の先生が、自分が持っている問題集をコピーし生徒に配布した。 【解答内容】著作権法第 35 条「学校その他の教育機関における複製」により、問題なく実行できる。	【問題】塾の先生が、自分が持っている問題集をコピーし生徒に配布した。 【解答内容】著作権法第 35 条「学校その他の教育機関における複製」により、問題なく実行できる。	次の問題文に対する解答内容が正しい解答になるように、問題文の一部を訂正せよ。(訂正箇所は 1 箇所とは限らない)
			

が Silver (1994) をもとに作問における算数・数学的認知活動について整理した次の 3 つの形態とを援用して、作問の形態について示している。

Silver & Cai (1996) ⁴⁾

(a) *presolution posing* (解法の適用より前の段階の作問) : 提示された刺激から新規の問題を作る。(b) *within-solution posing* (解法の中での作問) : 解法がすでにわかっている状態で問題を作る。(c) *postsolution posing* (解決された問題からの作問) : 新しい問題を作り出すために、すでに解決済みの問題の目標や条件を変更する。

中野・平嶋・竹内 (2000) は、(a) *presolution posing* を「場面ベースの作問」として、問題の設定を行える映像や図などの情報のみを学習者に提供し自由に問題を作ってもらふ形態、

(b) *within-solution posing* を「数式ベースの作問」として、特定の演算関係や解法が適用できることを条件として学習者に作問させる形態、(c) *postsolution posing* を「問題ベースの作問」として、欠損・誤りのある問題もしくは完成された問題を学習者に提供し、問題の完成や正しい状態への推移、またその考察を促す形態であるとした。

中野・平嶋・竹内 (2002) では、上述の中野・平嶋・竹内 (2000) に、人の問題解決過程に関する研究で明らかになった、問題空間に関わる制約の概念を援用することで、制約を満たしながら状態を遷移させるという問題解決の行為の側面から、作問の形態を整理するとともに解釈を拡張した。「場面ベースの作問」は、「提示された刺激から新規の問題を作る」とした Silver & Cai (1996) を拡張し、問題空間において与えられている条件を満たしながら新規の「問題」を作る事だけでなく、修正することによって問題空間を越えて新規の「問題」を作ることも含むものとされ、「物語ベースの作問」“Story-Based Problem Posing”と変更された。前章の問

題の定義で示した「ある一連の物語あるいは説明によって与えられている既知情報」を修正することで、元の「問題」の問題空間とは異なる「問題」を作るという制約を含むものである。

「問題ベースの作問」は“Problem-Based Problem Posing”と訳され、ここで求められるのは「問題空間の一部を取り出す作問」であるとした。また、「作られる問題の問題空間は、元の問題の問題空間に包含されているという制約を満たさなくてはならない。具体的には、ある問題に対しての部分問題を作ることに相当する」としている。「数式ベースの作問」は“Solution-Based Problem Posing”と訳され、作られる「問題」の問題空間は、特定の演算や解法が適用できること（特定の状態空間の遷移の系列を含む）という制約を見なさなくてはならないとしている。

平嶋（2005）では、上述してきた概念的枠組みに基づいて、作問の定義に示した「問題」の3つの構成要素（前提情報、結論情報、解法）を用いて作問の形態を説明している。「物語ベースの作問」は、「前提情報の全部、もしくは一部が与えられており、それに対して前提情報および結論情報を補うといった形の作問」と説明されている。「問題ベースの作問」は、「問題、つまり、前提情報と結論情報があらかじめ与えられているという形で制約されているものであり、その与えられたものを変更することで問題を作るといった作問形態である」と説明されている。「数式ベースの作問」は、解法が制約されていることから「解法ベースの作問」と改められ、「解法が制約された作問であり、ある解法が適用可能な問題を作るといった作問である」と説明されている。

これらの作問形態について、横山・平嶋・岡本・竹内（2006）では、よく見受けられる作問課題の具体例が示されている。「物語ベースの作問」では「ある物語や絵に基づいて問題を作りなさい」、「問題ベースの作問」では「ある問題を変更して別の問題を作りなさい」、「解法ベースの作問」では、「ある解法を適用できる問題を作りなさい」という作問課題である。

作問課題は学習者が作問する際の方法を規定するものである。次章では、横山・平嶋・岡本・竹内（2006）の3つの例以外に、作問課題すなわち学習者が作問する際の方法を規定するものにはどのような種類があるのかについて事例を示すとともに、整理していく。

V 作問の方法

1 作問方法の種類と事例

作問の方法は、学習者が実際に「問題」を作るときの方である。中野・坪田・滝井（1999）は、学校現場で実施されてきた作問の方法について、「類題法」、「訂正法」、「算式法」、「原理法」、「題材法」、「実験法」、「自由法」の7つを示している。彼らの著書においては、これらの方法が厳密に定義されているわけではない。しかしながら、これまでに発表された学術的研究において、わずかではあるが中野ら（1999）の分類を用い、研究で取り扱った作問の方法を明示しているものもある（例えば、倉田・藤木・寺崎：2009、山崎・服部：2015）。作問による学習の効果を検証したり、コンピュータなどにより作問を支援するシステムを開発したりしている先行研究では、いずれかの作問の方法を採用しているのではないかと考えられる。そこで、中野・坪田・滝井（1999）の分類を援用し、これまでの研究において、どのような作問の方法が用いられているのかその傾向を整理した。

表3には、作問の方法、作問の形態（第4章）、作問の意義（第2章）の対応を示した。中

表3 作問の方法および作問の形態と作問の意義との対応

作問の方法 中野・坪田・滝井 (1999)		筆者追加	
種類	具体的な方法	作問形態	作問の意義
類題法	ある問題を学習した後、これと同様なものを作らせる方法	問題ベースの作問	設計としての作問
訂正法	一定の問題があって、その中にわざと必要なある条件を欠いたり、必要以上の条件を過剰にしたり、矛盾をこしらえておいたりして訂正させる方法	問題ベースの作問	
算式法	算式を提出して、この式に当てはまる問題を作らせる方法	解法ベースの作問	
原理法 題材法 (以下、題材法)	四則計算、通分などの原理を与えて（原理を題材として与えて）、これに相応した問題を作らせる方法 題材を与えて問題を作らせる方法	解法ベースの作問	
		物語ベースの作問	探究としての作問
実験法	実験や具体物の操作を提示して、この事象をもとにして問題を作らせる方法	物語ベースの作問	
自由法	自由な題材で、自由な形の問題を作らせる方法	物語ベースの作問	

野・坪田・滝井（1999）では、作問の方法は7つに分類されていたが、本研究への援用にあたり「原理法」、「題材法」を1つにして6つに変更した。その理由は、原理法は「四則計算、通分などの原理を与えてこれに相応した問題を作らせる方法」、題材法は「題材を与えて問題を作らせる方法」とされている。与える「原理」を「題材」と捉えることができるため、両者を1つにして「題材法」とした。以下に、作問の種類および形態ごとの研究事例を紹介する。

類題法は、文字通り学習済みの問題もしくは例題などと同様な問題を作らせる方法なので、作問の形態は問題ベースとなる。類題法の作問は、荷方・島田（2005）の類題作成の経験が知識の利用可能性を高め、類推的問題解決を促進することなどを明らかにした研究において取り扱われている。ここでは、類推による問題解決研究で用いられた軍隊問題⁵⁾に解答し、答えと解説を読んだ後、「水を使用して火を消す状況をモチーフとして、軍隊課題と同様の例題を作成する」という実験を行っている。類題の作成にあたって、すでに解決済みの問題を変更して別の問題を作成させている。

訂正法は、提示された問題の間違いや条件を訂正したり修正したりする方法で、問題ベースの作問である。倉田・藤木・寺崎（2009）では、著作権の学習に作問を取り入れた研究において訂正法を用いている（表2参照）。

算式法は、式に当てはまる問題を作らせる方法なので、形態は解法ベースである。算式法の作問を取り入れた研究は、平嶋らの研究チームによる代表的な作問支援システムの開発・実践研究が存在し、研究成果も多数発表されている（例えば、平嶋・横山・岡本・竹内：2006、横山・平嶋・岡本・竹内：2007、倉山・平嶋：2012、山元・平嶋：2013など）。開発されている作問支援システムでは、式と解法を提示して、対応する文章題を完成させるための文章カード

をパソコンやタブレットの画面で選び、組み立てていくというもので、モンサクンやモンサクン Touch と呼ばれている。例えば、『2+7』の式で、『あわせていくつ』になるお話をつくろう」といった作問課題が提示され、学習者は「テレビが 2 台あります」や「テレビが 7 台あります」など用意されている文章カードを組み立てて文章題を作成する。文章カードの中には、「パソコンとテレビがあわせて 9 台あります」などのように、問題作成のストーリーに合わないカードも含まれている。

題材法は、原理や場面や状況等の題材を与えて問題を作らせる方法で、解法ベースと物語ベースの作問がある。題材法で解法ベースの作問を取り扱った研究には、宇野（2010）がある。大学生を対象とした数理の学習において、有限小数を分数にする手順をふりかえり、循環小数を分数にする方法を定着させるために、作問をさせて相互に解答し合う協同的な活動を取り入れている。作問課題は『 \square を分数にしてください』という問題を作る。ただし、解答の過程で約分があること」というように、有限小数、循環小数という題材を与え、解法を制約して作問をさせている。

ここまでで紹介した類題法、訂正法、算式法、題材法で解法ベースの作問の方法には、作る問題に対する要求仕様があり、その仕様を満たす問題を作ることが求められているため、「設計としての作問」の意義を有しているといえる。

題材法で物語ベースの作問は、松浦（1988）が算数の学習内容において、児童の問題作成能力と創造性（提示された素材を数学的な視点で見る着眼力、算数問題の一部として考えを起こす発想力、一つの算数問題としてまとめる構合力）との関係を調べた実験において取り扱われている。松浦（1988）では、自由法についても取り扱われている。自由法は自由な題材で自由な形の問題を作らせるというもので、物語ベースの作問である。同論文では、数字・絵・図を提示した題材法が算数の「数と計算」の作問課題を 3 問、「量と測定」、「数量関係」、「図形」をそれぞれ 2 問の計 9 問、何も提示せず作問をさせる自由法の作問課題を最後に 1 問設定し、小学校 5 年生と 6 年生を対象とした作問テストを実施している。10 問目の自由法については、数字や図形、グラフなどが並んだ 9 問の後に何も書かれていない課題が設定されている。このことから、算数の問題を作成するという制約が存在すると捉えることもできるが、現実的に作問を学習に取り入れる際に、何の設定もない状態で「さあ、問題を作りましょう」という課題が出されるとは想定しにくいので、自由法とした。

実験法については、該当するものを探し当てることはできなかった。

題材法で物語ベース、自由法、実験法の作問では、どのような問題を作るかをあらかじめ分かっている必要はなく、提示された構成要素や条件を様々に組み立てたり、組み立てを変更したりすることができるので、「探究としての作問」の意義を有しているといえる。

表 3 にも示したように、学習の形態が問題ベース、解法ベースの作問は「設計としての作問」、物語ベースの作問は「探究としての作問」となり、作問の方法はこれらの枠組みに対応させて捉えることができる。

2 作問学習における作問方法の傾向

作問を学習に取り入れた研究において、どのような方法で学習者に作問をさせているのか、その傾向を調査するため、先行研究を収集した。論文の収集は、CiNii（NII 学術情報ナビゲータ）、J-STAGE（総合電子ジャーナルプラットフォーム）、Google Scholar において、「作問」、「問

題作成」,「問題づくり(作り)」をキーワードに検索して,日本国内で発行された論文を対象に学習者に作問をさせることが含まれる先行研究のみをリストアップした(収集期間は2017年4月~7月)。該当する論文は91編であった。

表4には,作問方法の種類および形態別の論文数を示している(分類一覧を[資料]として論文末に添付)。論文数では算式法の解法ベースが最も多くなっているが,内36編が先述した平嶋らの研究グループによるものであることを鑑みると,先行研究の授業や実験において,学習者や被験者が取り組んでいる作問の方法では,題材法で物語ベースの作問(34編)がよく用いられている傾向があるといえる。次いで多いのが,題材法で解法ベースの作問(16編)である。これらのことから,先行研究で取り入れられている作問の方法は,題材法が多い傾向にあることがわかった。

表4 先行研究における作問の方法と形態

作問の方法	作問の形態	論文数
類題法	解法ベース	10 編
訂正法	問題ベース	1 編
算式法	解法ベース	43 編 (内 36 編は同一研究グループによる)
題材法	解法ベース	7 編
	物語ベース	33 編
実験法	物語ベース	0 編
自由法	物語ベース	1 編
合計		95 編*

*合計が91編以上になっているのは,複数の方法を取り扱っている論文があるため。

VI おわりに

本研究では,先行研究で示されてきた作問学習の意義や作問によって作られる「問題」の定義,作問の形態,作問の方法を整理し,日本国内の学術的研究や実践的研究において用いられた学習者が「問題」を作成する方法がどのようなものであったのかについて明らかにしてきた。

作問という行為が,学習内容の理解を促進するであろうことは推測に容易い。本論文の作成にあたり目を通してきた先行研究において,特に実践的研究では,経験的な有効感から作問を学習活動に取り入れているケースも多く見受けられた。本論文で検討した先行研究がどのような作問の方法を用いていたのかについては,その傾向を示すことができたが,それぞれのどのような効果があるのか,例えば,理解の定着であるのか,知識の転移であるのか,思考の深化であるのかなどをさらに追究していくことが必要であると思われる。作問を取り入れた学習活動の指標を示すことができれば,より効果的な学習活動の展開が期待できる。

注

- 1) 2) 3) 「りんご 5 個」と「みかん 3 個」を足すことについて、現実には照らし合わせて意味がある状況としては、例えば、8 人以上の人に果物を分けたいが、当初りんごが 5 個しかなかったところに、みかんを 3 個もらったなど、果物を 8 個以上の数にしなければならない状況などを想定することができる。差を求める必要状況についても現実世界を想定できる。
- 4) 原文は次の通りである。“Silver(1994) has noted that the term “problem posing” is generally applied to three quite distinct forms of mathematical cognitive activity: (a) presolution posing, in which one generates original problems from a presented stimulus situation; (b) within-solution posing, in which one reformulates a problem as it is being solved; and (c) postsolution posing, in which one modifies the goals or conditions of an already solved problem to generate new problems.”
- 5) 軍隊問題にはいくつか種類があるが、Gick & Holyoak(1983) Schema induction and analogical transfer, *Cognitive psychology*, 14, 1-38. に示された問題を用いたと記述されている。

引用文献

- E. A. Silver : On Mathematical Problem Posing. For the Learning of Mathematics, 14(1), 19-28, 1994.
- E. A. Silver and J. Cai : An Analysis of Arithmetic Problem Posing by Middle School Students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(5), 521-539, 1996.
- 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* 65(6), 109-112, 1983.
- 糸島耕太郎 : 新学習指導要領の意図実現を目指す算数教育の在り方を求めて—オープンアプローチによる指導をもちいた 3 年生「わり算の作問」の授業分析を通して—. *岡山大学算数・数学教育学会誌 : パピルス* 7, 83-86, 2000.
- 植田敦三 : 大正初期の清水甚吾の算術教育に関する一考察 「作問」の捉え方を中心にして. *広島大学教育学部紀要 第一部 教育学* (49), 105-112, 2000.
- 植田敦三 : 清水甚吾による「児童作問の研究調査」に関する一考察. *広島大学大学院教育学研究科紀要, 第一部 学習開発関連領域* 50, 121-128, 2001.
- 宇野民幸 : 数理的作問の協同性について. *教養と教育* 10, 30-37, 2010.
- 金田茂裕 : 算数作問により期待される教育的効果. *東洋大学文学部紀要教育学科編* (33), 63-75, 2007.
- 倉田伸・藤木卓・寺崎浩介 : 著作権の学習における作問演習の効果. *日本教育工学会論文誌*, 33(Suppl.), 13-16, 2009.
- 倉山めぐみ・平嶋宗 : 逆思考型を対象とした算数文章題の作問学習支援システムの設計開発と実践的利用. *人工知能学会論文誌*, 27(2), 82-91, 2012.
- 小島一晃・三輪和久 : 類題生成実験に基づく作問学習支援システムの設計. *知的教育システム研究会*, 40, 21-26, 2004.
- 佐藤正敏 : 実践記録小学校 小数のかけ算・わり算の作問. *数学教室*, 58(2), 47-56, 2012.
- 島田和昭 : 作問を用いた数学における立式指導 : 加法・減法の文章題による問題表現と指導について. *千葉大学教育実践研究* 6, 9-20, 1999.
- 高末静子 : 作問による導入時の効果的な指導. *日本数学教育学会誌*, 70(4), 56-61, 1988.
- 中野明・平嶋宗・竹内章 : 「問題を作ることによる学習」の知的支援環境. *電子情報通信学会論文誌, D-1 情報システム 1-情報処理* 00083(00006), 539-549, 2000.
- 中野明・平嶋宗・竹内章 : 演算の理解を指向した作問学習支援システム. *人工知能学会論文誌 : AI*

- 17, 598-607, 2002.
- 中野洋二郎・坪田耕三・滝井章：小学校算数科 問題づくりの授業—子どもが問題を作る．東洋館出版，1999.
- 荷方邦夫・島田英昭：類題作成経験が類推的問題解決に与える効果．教育心理学研究，53(3)，381-392，2005.
- 平嶋宗：「問題を作ることによる学習」の分類と知的支援の方法．教育システム情報学会研究報告，20(3)，3-10，2005.
- 平嶋宗：作問学習のモデル化．第23回人工知能学会全国大会論文集，1-3，2009.
- 平嶋宗・横山琢朗・岡本真彦・竹内章：作問学習支援システム：モンサクンの設計・開発と実践利用．教育システム情報学会研究報告，21(3)，31-36，2006.
- 平田豊誠：子どもが問題をつくり合い答え合う授業—理科における作問指導を通じた思考力育成と評価に関する実践的研究—．溪水社，2015.
- 平田豊誠・松本伸示：理科授業における学習者によるオープンエンド型の作問指導を通じた授業の開発—学習者自身の学習効果感と学習効果—．理科教育学研究，52(2)，95-103，2011.
- 平田豊誠・松本伸示：理科授業における場面解決型の作問指導における思考過程—問題推敲時の思考が問題に表出されることによる表現力としての評価可能性の検討—．教育実践学論集，第12号，229-238，2012.
- 藤田豊・永田涼香：高校生の協働学習過程の分析：大学入試問題の作問過程に焦点化して．熊本大学教育学部紀要，65，113-123，2016.
- 松浦宏：児童の問題作成能力と創造性．大阪教育大学紀要V教科教育，37(2)，189-198，1988.
- 松本敏和・糸島耕太郎・岡部初江：一人一人が楽しんで参加する算数科における新しい作問指導—問題のタイプ分けを中心に—．岡山大学算数・数学教育学会誌：パピルス，5，37-42，1998.
- 森川幾太郎：清水甚吾の行った算術教育：作問と実験・実測について．数学教育実践研究会研究紀要(21)，23-32，2008.
- 文部科学省：幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について(答申)．2008.
- 山崎龍・服部峻：発散的思考力向上と作問の関係性についての分析．電子情報通信学会技術研究報告信学技報，114(401)，43-48，2015.
- 山元翔・平嶋宗：特別支援学級でのモンサクンをういた作問学習実践事例．教育システム情報学会誌，30(4)，243-247，2013.
- 山元有子・向後千春：グループ活動の内容の違いが個別のテスト成績に及ぼす効果．日本教育工学会研究報告集，15(2)，51-58，2015.
- 横山琢朗・平嶋宗・岡本真彦・竹内章：単文統合としての作問を対象とした学習支援システムの設計・開発．教育システム情報学会誌 23(4)，166-175，2006.
- 横山琢朗・平嶋宗・岡本真彦・竹内章：単文統合による作問を対象とした学習支援システムの長期的利用とその効果．日本教育工学会論文誌，30(4)，333-341，2007.
- 渡辺大介・湯澤正通・水口啓吾：小学生による算数の作問におけるワーキングメモリの役割．発達心理学研究，25(1)，87-94，2014.

附記

本研究は、平成 29 年度教育学部・教職大学院短期プロジェクト（科研費・学長戦略経費応募補完プログラム）の援助を受けています。

謝辞

本研究の遂行にあたっては、教育学研究科学学校教育専攻（学校教育コース）に所属する室田一成の指導教員である三次徳二教授に、ご支援ならびにご配慮をいただきました。ここに記して感謝申し上げます。

Review of previous studies dealing with problem posing

—The ways of problem posing used in previous studies—

TAKENAKA, Makiko and MUROTA, Kazuaki

Abstract

In this paper, we tried to clarify the meaning of problem posing, the definition of a “problem” created through problem posing, the forms of problem posing, and the ways of learners’ problem posing indicated in previous studies. In addition, we investigated what kinds of ways of problem posing were employed in previous studies in Japan. It was revealed that there is a tendency to employ problem posing using the subject matter method.

【Key words】 problem posing, problem posing education, meaning of problem posing, definition of “problem”, forms of problem posing, ways of problem posing

〔資料〕先行研究で取り扱われた作問の方法および作問の形態一覧

方法	形態	先行研究
算式法	解法ベース	赤尾優希, 神戸健寛, 吉田祐太 [他]: 単文統合型作問学習支援システムの乗除算への拡張と実践利用. 人工知能学会全国大会論文 28, 1-4, 2014
算式法	解法ベース	赤尾優希, 林雄介, 平嶋宗: 作問課題変更演習の設計, 開発とその評価 - 作問プロセスの自己説明活動として-. 人工知能学会論文誌, 31(5), p.D-G33, 1-10, 2016
題材法	物語ベース	秋田喜代美: 質問作りが説明文の理解に及ぼす効果. 教育心理学研究, 36, 307-315, 1988
題材法	物語ベース	石井義浩: 河川工学教育における問題作成型ミニッツ・ペーパーの試み. 広島工業大学紀要. 教育編 14, 1-4, 2015
題材法	物語ベース	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 65(6), 109-112, 1983
算式法	解法ベース	糸島耕太郎: 新学習指導要領の意図実現を目指す算数教育の在り方を求めて - オープンアプローチによる指導をもちいた 3 年生「わり算の作問」の授業分析を通して-. 岡山大学算数・数学教育学会誌: パピルス 7, 83-86, 2000
題材法	物語ベース	岩崎千晶, 柴健次: 学生同士による問題作成を取り入れた会計教育におけるモバイルラーニングの授業設計と組織的支援の構築. 関西大学高等教育研究 (6), 11-19, 2015
題材法	解法ベース	宇野民幸: 数理的作問の協同性について. 教養と教育 10, 30-37, 2010
題材法	解法ベース	梅田恭子, 木原 佑, 野崎浩成 [他]: 情報モラル教育における作問演習の検討 - 知恵を磨く領域を対象として-. 愛知教育大学研究報告. 教育科学編 63, 217-221, 2014
題材法	物語ベース	浦智幸, 脇浩美, 堀口知也 [他]: 問題ベースの作問学習支援システムの設計開発. 先進的学習科学と工学研究会 52, 77-82, 2008
題材法	物語ベース	大盛敦聖, 水澤純一, 野村亮: 専門用語学習のための講義支援システム. 電子情報通信学会技術研究報告 105(298), 41-46, 2005
題材法	物語ベース	岡本翔馬, 三輪和久, 寺井仁 [他]: 作問を通して自然演繹を学ぶための支援システムと授業デザインの設計. 先進的学習科学と工学研究会 64(-), 71-75, 2012
題材法	物語ベース	岡本翔馬, 三輪和久, 寺井仁 [他]: 問題相互参照に基づく作問学習支援システムの開発と評価. 先進的学習科学と工学研究会 67, 67-72, 2013
算式法	解法ベース	金田茂裕: 作問課題による小学 1 年生の減法場面理解の検討. 教育心理学研究 57(2), 212-222, 2009
算式法	解法ベース	神戸健寛, 吉田祐太, 山元翔 [他]: 乗算を対象とした単文統合型作問学習支援システムの設計開発. 先進的学習科学と工学研究会 68, 45-50, 2013
題材法	物語ベース	木村千夏, 伊奈諭: 読解力向上をめざした Web ベースの教育実践デザイン. 教育システム情報学会誌 25(4), 414-422, 2008
算式法	解法ベース	工藤照久, 平嶋宗, 竹内章: 算数の文章題を対象とした異種演習の複合的運用の試み. 教育システム情報学会誌 24(1), 62-67, 2007
算式法	解法ベース	倉山めぐみ, 平嶋宗: エージェントアセスメントによる作問学習支援の実現と実践利用. 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学 109(163), 25-30, 2009
算式法	解法ベース	倉山めぐみ, 前田一誠, 平嶋宗: 作問学習支援システムを用いた授業実践の事例報告. 先進的学習科学と工学研究会, 58, 79-84, 2010
題材法	解法ベース	
訂正法	問題ベース	倉田伸, 藤木寺, 寺崎浩介: 著作権の学習における作問演習の効果. 日本教育工学会論文誌, 33(Suppl.), pp.13-16, 2009
類題法	問題ベース	
算式法	解法ベース	倉山めぐみ, 高橋佑也, 平嶋宗: 作問学習支援における誤りの可視化の試み. 先進的学習科学と工学研究会, 52, 83-87, 2008
算式法	解法ベース	倉山めぐみ, 村上正行, 平嶋宗: 小学校算数科における作問学習支援システムを利用した授業実践の分析. 日本教育工学会研究報告集, 2012(3), 191-198, 2012
算式法	解法ベース	倉山めぐみ, 平嶋宗: 逆思考型を対象とした算数文章題の作問学習支援システムの設計開発と実践的利用. 人工知能学会論文誌 27(2), 82-91, 2012
題材法	物語ベース	小泉ふゆか, 南部美砂子, 椿本弥生: ソーシャルメディアとワークショップによる循環型作問学習環境の開発と評価. 研究報告コンピュータと教育 (CE), 2015-CE-129(9), 1-9, 2015
類題法	問題ベース	小島一見, 三輪和久: 類題生成実験に基づく作問学習支援システムの設計. 知的教育システム研究会 40, 21-26, 2004
類題法	問題ベース	小島一見, 三輪和久: 事例提示による作問支援システムの評価. 先進的学習科学と工学研究会 48, 7-12, 2006
題材法	物語ベース	小島一見, 三輪和久, 松居辰則: 産出課題としての作問学習支援のための実験的検討. 教育システム情報学会誌, 27 (4), pp.302-315, 2010
類題法	問題ベース	小島一見, 三輪和久, 松居辰則: 作問における例からの学習方法とその効果の実験的検討. 先進的学習科学と工学研究会 59, 49-54, 2010
類題法	問題ベース	小島一見, 三輪和久, 松居辰則: 作問における解法構造の構築支援のための例の再産出活動の実験的検討. 先進的学習科学と工学研究会 63, 29-34, 2011
類題法	問題ベース	小島一見, 三輪和久, 松居辰則: 学習者の作問エラー診断のための実験的検討. 先進的学習科学と工学研究会, 71, 23-28, 2014
算式法	解法ベース	左藤正敏: 実践記録小学校 小数のかけ算・わり算の作問. 数学教室, 58(2), 47-56, 2012
題材法	解法ベース	
題材法	物語ベース	奈良市立山崎東中学校: 自ら課題を見いだし、解決するための科学的な資質や能力の育成: 作問指導を取り入れた場面解決型学習による科学的表現力の育成. 未来教育研究所紀要, 3, 152-158, 2015
類題法	問題ベース	島田真也, 國宗永佳, 新村正明: 例題提示と学習者間評価による作問学習支援システムの開発. 電子情報通信学会技術研究報告 信学技報 112(500), 139-144, 2013
題材法	物語ベース	島田和昭: 作問を用いた数学における立式指導: 加法・減法の文章題による問題表現と指導について. 千葉大学教育実践研 6, 9-20, 1999
算式法	解法ベース	高橋佑也, 倉山めぐみ, 平嶋宗: 連結型作問を対象とした学習支援システムの提案. 論文集 23 回, 1-3, 2009
題材法	物語ベース	高木静子: 作問による導入時の効果的な指導. 日本数学教育学会誌 70(4), 56-61, 1988
類題法	問題ベース	田畑忍, 下村勉, 北英彦 [他]: ステップごとの解説の作成と相互評価をとり入れた問題づくり授業. 科学教育研究, 29(1), 56-65, 2005
題材法	物語ベース	辻慶子, 高野泰臣, 山川広人 [他]: 看護過程学習に作問機能システムを活用した教育効果. Journal of UOEH 37(3), 223-229, 2015
算式法	解法ベース	中野明, 平嶋宗, 竹内章: 「問題を作ることによる学習」の知的支援環境. 電子情報通信学会論文誌. D-1, 情報・システム 1-情報処理 00083(00006), 539-549, 2000
算式法	解法ベース	中野明, 平嶋宗, 竹内章: 演算の理解を指向した作問学習支援システム. 人工知能学会論文誌: AI 17, 598-607, 2002
算式法	解法ベース	中野明, 柳原健志, 平嶋宗 [他]: 和と差の二項演算に関する作問学習支援環境利用による算数能力への影響調査. 日本教育工学会論文誌 28(3), 205-215, 2005
算式法	解法ベース	新竹由基, 倉山めぐみ, 平嶋宗: 協調的学習を指向した作問学習のゲーム化. 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学, 110(453), 235-240, 2011
類題法	問題ベース	荷方邦夫, 島田英昭: 類題作成経験が類推的問題解決に与える効果. 教育心理学研究, 53(3), 381-392, 2005
算式法	解法ベース	野上裕介, 小尻智子: 問題間関係への気付きを促進する数学学習支援システムの構築. 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学 111(473), 101-106, 2012
算式法	解法ベース	橋本拓也, 山元翔, 神戸 健寛 [他]: 乗算文章題を対象とした作問学習支援システムの比の三用法に基づく設計・開発. 教育システム情報学会研究報告 27(6), 97-104, 2013
算式法	解法ベース	林雄介, スルハサナ, 平嶋宗: 組み立てることによる学習におけるログデータからの手順分析～単文統合型作問課題における第 1 選択単文の分析～. 研究報告教育学習支援情報システム (CLE), 2014-CLE-13(12), 1-6, 2014

算式法	解法ベース	東本崇仁,市村治,平嶋宗・竹内章 多桁減算を対象とした作問学習支援環境の設計・開発.日本教育工学会論文誌 31(1), 61-68, 2007
題材法	物語ベース	平井佑樹,榎山淳雄: 作問による学習支援システムとその評価.ワークショップ 2006 (GN Workshop 2006) 論文集 2006, 7-12, 2006
題材法	物語ベース	平井佑樹,榎山淳雄: 作問に基づく協調学習支援システムとその分散非同期学習環境への適用.情報処理学会論文誌,49(10), 3341-3353, 2008
題材法	物語ベース	平井佑樹,榎山淳雄: 学習者による作問に基づく協調学習支援システムの大学の講義への適用効果.研究報告コンピュータと教育 (CE) 2009(15/2009-CE-98), 9-16, 2009
題材法	物語ベース	平井佑樹,井上智雄: 作問学習支援システムにおける学習者の行動と成績との関係.先進的学習科学と工学研究会 59, 43-48, 2010.
題材法	物語ベース	平井佑樹,榎山淳雄,井上 智雄: 学習者による作問に基づく学習支援システムの分散非同期環境への適用とその効果.教育システム情報学会誌 27(1), 62-73, 2010
算式法	解法ベース	平嶋宗: 「問題を作ることによる学習」の分類と知的支援の方法.教育システム情報学会研究報告, 20(3), 3-10, 2005
算式法	解法ベース	平嶋宗,横山琢朗,岡本真彦 [他]: 作問学習支援システム: モンサクンの設計・開発と実践利用.教育システム情報学会研究報告 21(3), 31-36, 2006
算式法	解法ベース	平嶋宗,横山琢朗,岡本真彦 [他]: 単文統合型の対話的作問学習支援システムとその評価.人工知能学会全国大会論文集 22 回, 1-4, 2008
算式法	解法ベース	平嶋宗: 作問学習のモデル化.第 23 回人工知能学会全国大会論文集, 1-3, 2009
題材法	物語ベース	平田豊誠,松本伸示: 理科授業における学習者によるオープンエンド型の作問指導を通じた授業の開発—学習者自身の学習効果感と学習効果—.理科教育研究,52 (2) ,95-103,2011
題材法	物語ベース	平田豊誠,松本伸示: 理科授業における場面解決型の作問指導における思考過程—問題推敲時の思考が問題に表出されることによる表現力としての評価可能性の検討—.教育実践学論集,第 12 号,229-238,2012
題材法	物語ベース	平田豊誠: 理科における作問指導を通じた思考力・表現力の育成に関する実践的研究.未来教育研究紀要,1, 63-68, 2013
題材法	物語ベース	平田豊誠,小川博士,松本伸示: 場面解決型の問題作成,推敲時における思考過程が問題として表出されることに伴う思考力,判断力,表現力の評価可能性—地学分野の問題作成における思考力育成の検証から—.佛教大学教育学部論集,26,29-45,2015
題材法	物語ベース	深山鷹一,水澤純一,野村亮: 作問学習を用いた専門用語学習システムの問題点と改善提案.情報処理学会研究報告コンピュータと教育 (CE) 2006(130/2006-CE-087), 33-39, 2006
題材法	解法ベース	藤田豊,永田浩香: 高校生の協働学習過程の分析: 大学入試問題の作問過程に焦点化.熊本大学教育学部紀要, 65, 113-123, 2016
算式法	解法ベース	藤村宣之: 児童期における乗除法の意味理解-作問内容の分析から.埼玉大学紀要 [教育学部] 教育科学 44(2), p21-30, 1995
算式法	解法ベース	藤村宣之: 大学生にみられる乗法作問の多様性.埼玉大学紀要 [教育学部] 教育科学 46(1-4), 101-106, 1997
算式法	解法ベース	前田一誠,平嶋宗,市村広樹: 児童の問題づくりを個別に促進する文章題作成 コンピュータソフト及びカリキュラムの研究開発(VI): 乗算文章題を対象とした作問学習支援システムの比の三用法に基づく設計・開発.学部・附属学校共同研究紀要,(42), 21-27, 2014
算式法	解法ベース	前田一誠,平嶋宗,小山正孝 [他]: 児童の問題づくりを個別に促進する文章題作成コンピュータソフト及びカリキュラムの研究開発(7)乗算文章題の構造的な理解を指向した作問学習支援システム設計・開発実践運用.学部・附属学校共同研究紀要,(43), 87-94, 2014
自由法	物語ベース	松浦宏: 児童の問題作成能力と創造性.大阪教育大学紀要. V, 教科教育 37(2), 189-198, 1988
題材法	物語ベース	松田智貴,林雄介,平嶋宗: 外的理解の促進を指向した「構造を変えてみることによる学習」の支援環境の設計,開発: 算数文章題を対象として.電子情報通信学会技術研究報告,信学技報 114(513), 125-130, 2015
算式法	解法ベース	松本敏和,永島耕太郎,岡部初江: 一人一人が楽しんで参加する算数科における新しい作問指導—問題のタイプ分けを中心に—.岡山大学算数・数学教育学会誌: ノビルス 5, 37-42, 1998
算式法	解法ベース	宮崎理恵,佐伯陽,平嶋宗 [他]: 児童の問題づくりを個別に促進する文章題作成コンピュータソフト及びカリキュラムの研究開発(8),学部,附属学校共同研究紀要,(44), 45-54, 2015
題材法	物語ベース	三輪和久,寺井仁,岡本翔馬: 生成と解決をリンクさせることによる自然演繹の作問支援.人工知能学会論文誌 30(3), 526-535, 2015
類題法	問題ベース	村上和男: 考える力を高める問題作り <第 2 部 教科研究>.中等教育研究紀要 / 広島大学附属福山中・高等学校 46, 313-317, 2006
題材法	物語ベース	森田英嗣: ICM パラダイムに基づいた ILE の構築とその可能性: チュータ・シリーズによる検討.大阪教育大学紀要. IV, 教育科学 54(1), 131-144, 2005
題材法	物語ベース	山崎龍,服部峻隆: 発散的思考力向上と作問の関係性についての分析.電子情報通信学会技術研究報告 信学技報, 114(401), 43-48, 2015
題材法	物語ベース	大和卓人,三浦元喜,國藤進: 数学図形問題を対象とした作問学習支援システムの提案.情報教育シンポジウム 2006 論文集 2006(8), 83-87, 2006
算式法	解法ベース	山元翔,神戸健寛,吉田祐太 [他]: 作問学習支援システムモンサクンのオンライン・タブレット化と実践運用: 一般教室での教師による運用を指向して.先進的学習科学と工学研究会 64(C), 25-31, 2012
算式法	解法ベース	山元翔,神戸健寛,吉田祐太 [他]: 教室授業との融合を目的とした単文統合型作問学習支援システムモンサクン Touch の開発と実践利用.電子情報通信学会論文誌. D, 情報・システム 96(10), 2440-2451, 2013
算式法	解法ベース	山元翔,平嶋宗: 作問学習支援システムモンサクンを用いた特別支援学級での作問演習の試み.電子情報通信学会技術研究報告信学技報,112(500), 69-73, 2013
算式法	解法ベース	山元翔,平嶋宗: 特別支援学級でのモンサクンを用いた作問学習実践事例.教育システム情報学会誌 30(4), 243-247, 2013
算式法	解法ベース	山元翔,赤尾優希,室津光貴: 乗除算文章題の構造的な理解を指向した作問学習支援システムの設計,開発と実践運用.教育システム情報学会研究報告,29(5), 141-146, 2015
算式法	解法ベース	山元翔,赤尾優希,室津光貴 [他]: 算数文章題の構造的な理解を指向した作問学習支援システムの乗除算への拡張とその実践利用.電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J100-D, No.1, pp.60-69, 2017
題材法	物語ベース	山元有子,向後千春: グループ活動の内容の違いが個別のテスト成績に及ぼす効果: 日本教育工学会研究報告集,15(2), 51-58, 2015
算式法	解法ベース	横山琢郎,平嶋宗,岡本真彦 [他]: 統合レベルでの作問を支援する学習環境の設計・開発と小学校低学年での学習効果.人工知能学会全国大会論文集 JSAI05(0), 102-102, 2005
算式法	解法ベース	横山琢郎,平嶋宗,岡本真彦 [他]: 単文統合による作問を対象とした学習支援システムの長期的利用とその効果.日本教育工学会論文誌,30(4),333-341,2006
算式法	解法ベース	横山琢郎,平嶋宗,岡本真彦 [他]: 単文統合としての作問を対象とした学習支援システムの設計・開発.教育システム情報学会誌 23(4), 166-175, 2006
算式法	解法ベース	横山琢郎,平嶋宗,岡本真彦 [他]: 作問学習支援システムの小学 1 年生での利用報告.教育システム情報学会誌 24(1), 68-74, 2007
算式法	解法ベース	横山琢郎,平嶋宗,岡本真彦 [他]: 単文統合による作問を対象とした学習支援システムの長期的利用とその効果.日本教育工学会論文誌 30(4), 333-341, 2007
題材法	物語ベース	脇浩美,浦智幸,堀口知也,平嶋宗: 初等力学を対象とした問題変更演習支援システムの設計・開発.教育システム情報学会誌,26(4), 329-338, 2009
算式法	解法ベース	渡辺大介,湯澤正通,水口啓吾: 小学生による算数の作問におけるワーキングメモリの役割.発達心理学研究,25(1), 87-94, 2014