

三文構成モデルに基づく 段階的な作問課題系列の設計・開発と実践

Design and Development of Step-By-Step Problem-Posing Exercise Based on Triplet Structure Model of Arithmetic Word Problems

高路地 優^{*1}, 岩井 健吾^{*2}, 林 雄介^{*2}, 平嶋 宗^{*2}

Yu KOROJI^{*1}, Kengo IWAI^{*2}, Tsukasa HIRASHIMA^{*2}, Yusuke HAYASHI^{*2}

^{*1} 広島大学工学部

^{*1} Faculty of Engineering, Hiroshima University

^{*2} 広島大学大学院工学研究科

^{*2} Graduate School of Engineering, Hiroshima University

Email: kouroji@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：算数文章題に対する構造的な理解の促進を指向した作問学習支援システムモンサクンの設計・開発が行われ、実践においてもその有用性が確かめられている。一方で、モンサクンを利用しても十分な学習効果が得られていない学習者の存在も示唆されている。本研究ではそのような学習者を主な対象として、作問課題の構造を段階的に複雑化する作問課題系列を設計し、その課題系列を用いたモンサクンの実践利用を小学校2年生を対象に行ったので報告する。

キーワード：作問学習、学習支援システム

1. はじめに

問題を解く演習を一般的に問題解決演習と呼ぶのに対し、提示された解法が適用可能な問題を作る学習を作問学習という(1)。作問学習は解法の適用条件を把握することが必要であるため解法の定着を期待できる。しかし解が一意に定まらず、教授者の負担が大きいことから実際に行うことが難しい。

算数文章題の和差を対象とした作問学習システムに「モンサクン Touch」(4) (以下、モンサクン)がある。モンサクンでは算数文章題の構造を三文構成モデル(2)として定義しており、学習者の問題解決及び問題作成の能力が向上することが示されている。

本研究では、算数文章題を構造的に捉えることを段階的に学習するための課題設計および課題の系列について検討し、実際に小学校で利用することで、その有用性を確認する。

2. 作問課題とシステムの設計

三文構成モデルでは、算数文章題を3つの単文¹で構成され、その中の既知の数量から未知の数量を求めることとして定義している。そして、算数文章題が成立する要因としてオブジェクト・数量・物語・構造・計算式の5つの制約を定義し、その制約を全て満たすことが作問できたことを表す。モンサクンでは、与えられた単文から全ての制約を満たせる組み合わせを探すことが学習者に求められる思考になっており、制約を理解し適用できることが問題構造を理解していることと考えられる(3)。従来のモンサクンの課題では、5つの制約をすべて考慮することを求めていたが、本研究では算数文章題の構造的な理解を段階的に進めることを目的として、学習者に考

えさせる制約を段階的に増やしていく課題系列を提案する。

例えば、制約を一つだけ考えさせる課題は、図1のように作問課題開始時に2枚の正解の単文カードを既に配置しておき、残り1枚をオブジェクトだけ合わせて選択するような課題として実現できる。

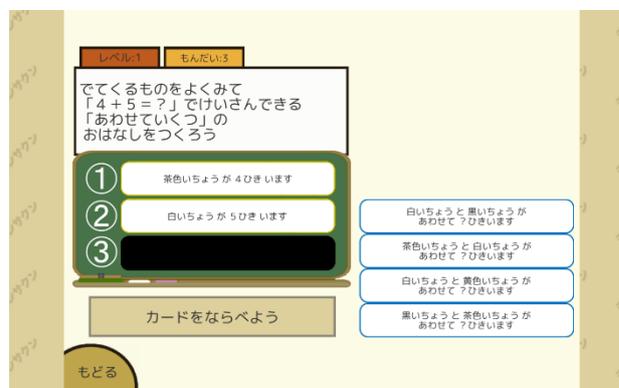


図1 モンサクンの課題開始画面

また、モンサクンでは、正解の組み合わせ以外の単文としてダミーカードを用意している。この課題を設定する際には、オブジェクト以外の制約は違反しないようなダミーカードを用意する必要がある。ここでは、オブジェクトだけが異なり、数値と文の種類は同じとなっている。このように作問課題の設定を調整することで、作問課題中で学習者に考えさせる制約をコントロールすることができる。課題設計としては、1種類の制約だけ考える課題と、2種類の制約だけ考える課題が設定できる。

1種類の制約だけ考える課題の設計において、構造の制約は物語に依存しているため、その制約だけ

¹ 本稿では、単文を一つの数量を持ち、物語中でのその数量の意味を表す命題を文として表現したものとする

を考えさせることはできない。その他の3つの制約(オブジェクト・数量・構造)については、課題設定することができる。

2種類の制約だけ考える課題の設計においては、物語と数量、物語とオブジェクト、数量とオブジェクト、物語と構造の4種類組み合わせの課題設定が可能となっている。

これらの学習者が考える制約を絞り込んだ課題は、表面上は学習者が決定する単文数が3つから図1に示すように1つ、または2つとなる。従来の課題では6つから3つを選ぶため、順序が関係ないと図2右上のように42種類の状態での探索になるが、制約を一つに限定し、1つだけ選ぶようにするとその部分空間だけになり図2左下のように小さな空間の探索となる。

従来のモンサクンではフィードバックは正誤判定のみとなっている。本研究で開発した演習システムでは、課題設定の変更に加えて制約ごとの正誤を全て表示するようにし、図3のように制約に注目させるフィードバックを返す。

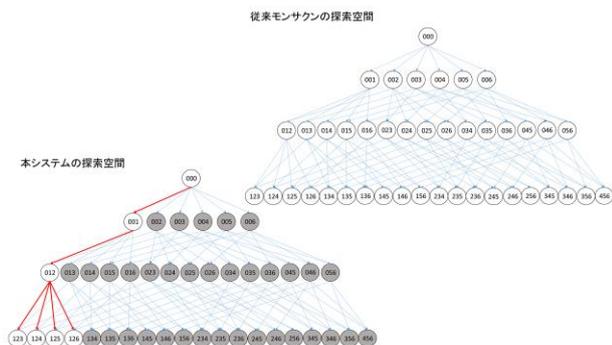


図2 探索空間

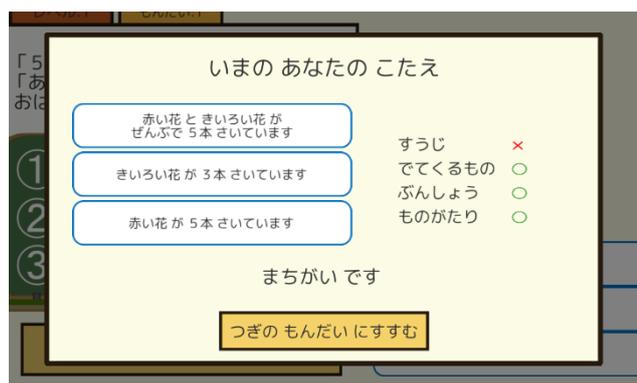


図3 フィードバック画面

3. 実践利用の設定と流れ

考える制約を限定した課題を設計し、段階的に制約を増やしていく系列で学習者に提示することが算数文章題の構造理解につながるかを検証するため、小学生2年生を対象に授業内の演習としてシステムを利用した。

システム利用者は小学校2年生3クラス74名である。45分間の授業2時間分の計90分の中でプレテスト→システムの利用→ポストテスト→アンケート

の順に行った。プレテスト・ポストテストは、理解を図るために実施したものであり、構造把握テスト^③を行った。構造把握テストは、物語の成立を問う課題となっており、算数文章題を構造的に捉えているかを測定できるテストである。

また、授業構成の都合上、各児童のシステムの利用時間は様々となっており、利用したシステムは本システムともう1つ「モンサクン・テープブロック」^⑤となっている。

4. 実践結果・考察

アンケートでは、システム利用が楽しかったか、またやりたいかといった問いに対する応えの9割以上が肯定的であったことから、システム自体は利用者に好意的に受け入れられたことが示された。また、作問が算数の学習に役立つかの問いにも8割以上が肯定的であったことから、作問学習が算数の学習の支援になっていると認識されていることも示された。

プレテスト・ポストテストで行った構造把握テストにおいて、全体での平均点は前後とも有意差はなかったものの、プレテストでの平均点で上位群下位群にわけると、下位群に有意な上昇が見られた。

5. まとめと今後の課題

本研究では、和差の算数文章題における構造の理解支援を目的として、作問課題形式と作問課題の設計を行った。そして、小学生を対象として実践利用を行い、アンケート結果からシステム自体が受け入れられたこと、文章題の構造の理解支援の効果を確かめた。

今回の実験では別のシステムも同時に利用しているため、本システムのみでの効果検証とは言いがたい。本システムのみを利用した実践を行うことが今後の課題として挙げられる。また、プレテスト上位群の成績に変化がなかったことから、従来のモンサクンの課題と組み合わせて利用するなどの工夫も必要である。

参考文献

- (1) 山元翔, 神戸健寛, 吉田祐太, 前田一誠, 平嶋宗, “算数の文章題を対象とした問題構造の教授とその確認としての作問”, JSiSE2012 第37回教育システム情報学会全国大会, C5, 2012
- (2) 平嶋宗, 柏原昭博, 豊田順一, “類推の枠組みを用いた誤り可視化の試み”, 全国大会公園論文集第49回(ソフトウェア工学), pp273-274, 1994
- (3) 神戸健寛, 山元翔, 吉田祐太, 林雄介, 平嶋宗, “単文統合型作問学習支援システムの利用効果の問題構造把握の観点からの評価”
- (4) 山本翔, 神戸健寛, 吉田祐太, 前田一誠, 平嶋宗, “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”, 信学論(D), vol.J96-D, no.10, pp.2440-2451, 2013
- (5) 合田 将治, 林 雄介, 平嶋 宗, “算数文章題の構造的な理解を指向した問題文と全体部分関係の対話的組立環境の設計・開発”, 信学技報(IEICE Technical Report) Vol. 114, No. 513, pp. 107-112, 2015