

一回の演算で計算できる四則の算数文章題を 統一的に扱う算数文章題の学習支援システムの開発

Development of a Learning Environment by Problem-posing for Arithmetic Word Problem of the One-step Four Basic Arithmetic

笹木 悠聖^{*1}, 山元 翔^{*2}, 平嶋 宗^{*3}
Yusei SASAKI^{*1}, Sho YAMAMOTO^{*2}, Tsukasa HIRASHIMA^{*3}

^{*1}近畿大学理工学部

^{*1}Faculty of Science and Engineering, Kindai University

^{*2}近畿大学情報学部 / 情報学研究所

^{*2}Faculty of Informatics / Cyber Informatics Research Institute, Kindai University

^{*3}広島大学大学院先進理工系科学研究科

^{*3}Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University

Email: sasaki.yusei@kindai.ac.jp

あらまし：算数文章題の作問学習支援システムとして「モンサクン」が提案・開発されてきた。従来の学習は学習する学年を踏まえて加減、乗除それぞれのシステムで実装され、算数文章題の構造である三文構成モデルの理解を促していた。これに対して本研究では、加減と乗除で共通の構造を学習するための、四則演算全てを扱う組み立て学習と、与えられた量概念から、必要な量概念を推定・作成する創造的作問の2段階による創造的組み立て作問を提案する。これにより四則の構造を同様に考えることができれば、今後学習する四則混合の算数文章題も円滑に学習できると考えた。

キーワード：作問学習, 算数文章題, 三文構成モデル

1. はじめに

問題を解くよりも、より深く解法について理解できる学習として作問学習が提案されている。その学習支援システムとして、算数文章題を対象とした「モンサクン」が提案されており、学習者が算数文章題の理解を深められることを確認されている⁽¹⁾⁽²⁾。モンサクンでは算数文章題の構造を定義⁽³⁾・処理可能としており、構造に基づいた即時フィードバックを返すことができる。

現在モンサクンでは、作成対象となる問題は、加減と乗除によって分けられている。しかし、内部の算数文章題の構造は、1回の演算で計算できる加減と乗除は同様の形式で定義しており、これらを一つの作問活動として扱うことも可能であると考えた。また、このことは四則混合の複数演算の学習と理解に繋げる上で、重要な理解となる⁽⁴⁾。

そこで本研究では、算数文章題の加減と乗除を対象とし、これらの問題を統一的に作成し、構造の共通点を学習できる課題を提案する。

2. 作問学習支援システム「モンサクン」

2.1 三文構成モデル⁽³⁾

三文構成モデルは、加減と乗除の算数文章題をコンピュータ処理可能かつ人に可読な形で定義したモデルである。図1に加減、図2に乗除の例を示す。三文構成モデルでは、数量概念を1つの文（以下、単文と呼ぶ）で表しており、それぞれの単文はオブジェクト、数量、プロパティによって構成される。プロパティは、単文が、ある数量の存在を表す「存

在文」か、他の2量の関係を表す「関係文」なのかを規定する。これは通常は述語を通して判断される。単文は1文で1つの量概念を表すものであり、この単文を、3つ組み合わせることで、1回の演算で計算可能な算数文章題が作成できる。

作成される物語は、加減は、合併、増加（図1）、減少、比較、そして乗除は1当たりの物語（図2）になる（これらは一部細分化される）。物語は関係文によって規定され、それぞれの物語によって、オブジェクト、数量の組み合わせが異なる。モンサクンでは課題に沿って、与えられるカードセットを3枚取捨選択・並び替えることで問題を作成する。

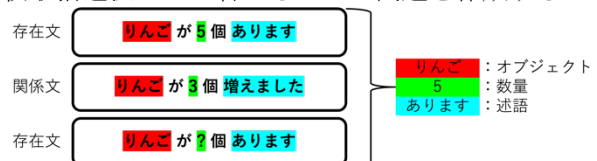


図1 加減の算数文章題の例

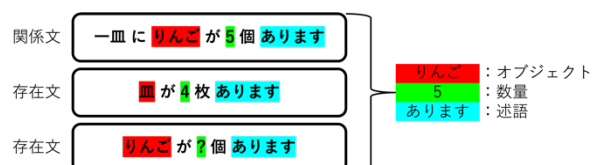


図2 乗除の算数文章題の例

2.2 演習設計

前述の量的な関係において、加減乗除で共通している点は、(a)全ての物語は関係文1つと存在文2つである、(b)物語は関係文によって決定される、の2つである。(a)については、前節のように、加減乗

除で統一である。(b)についても、三文構成モデルでは、存在文はすべて1つの数量、1つのオブジェクト、1つの述語で成立しており、ある数量の存在を規定する。関係文はこの存在文2つの関係性を規定しているため、加減と乗除で同一の表現ができています。ただし、物語によって数量の関係性を見出し方は変化します。よって、四則を学習する際には、各数量概念における関係・存在の表現と、その関係性を見出し方について学習することで、さらにそれらの演算を組み合わせる四則混合演算に繋げていくことが学習目標となる。

以上を踏まえ、2つの演習を提案する。1つ目の演習では、「りんご3こ」のように、述語表現を廃した存在文、「1さらにりんご2こ」のように、物語が判別できる関係文を用いる。そして、ある1枚の存在文から全ての物語が作成できるように、カードセットを作成する。これにより、1つの存在文を固定することで、(a)関係文と存在文の枚数、(b)関係文が(存在文に関わらず)物語を規定、ということ、四則いずれにおいても同様に学習できる。よって量概念を取捨選択しながら(a)、(b)を学習する。

2つ目の演習では、「それだけでは物語を作成できない」いくつかのカードを用いて、足りないカードを学習者自身が生成することで、物語を作成する。したがって、量概念を見出し、作成する演習となっており、より明確に(a)、(b)の理解を求められる演習となっている。なお、今回は試験的評価のためのシステムということで、存在文と関係文を1つずつとし、関係文は増加の物語とした。

なお、小学生を対象とした演習としては、それぞれ作成した物語の述語表現を考えさせることも重要だが、今回は大学生を対象とした評価のため省略している。また、ダミーカードの利用や、未知数を加えることで物語だけではなく問題を作成させるなどの課題設計も考えるが、今回は(a)、(b)を中心とした基礎的な構成としており、物語においてもこれらの関係性自体は学ぼう。

3. 創造的組み立て作問システム

提案する演習について、図3で1つ目の組み立て型作問、図4で2つ目の創造型作問のインターフェースを示す。いずれも、カードをドラッグ&ドロップで左にある回答エリアに入れることで回答する。創

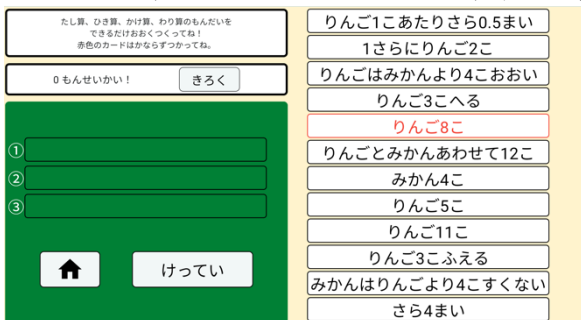


図3 組み立て型作問のインターフェース

造形作問では、カード作成ボタンから任意のカードを作成し、作問を行う。

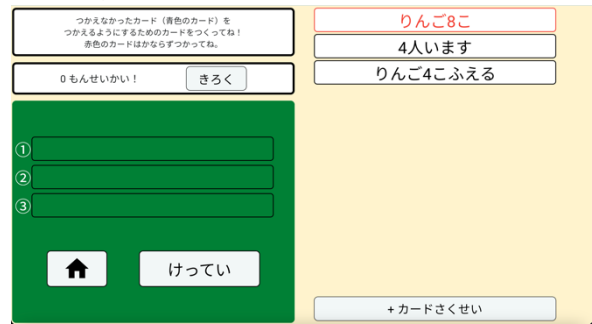


図4 創造型作問のインターフェース

4. 試験的評価

新たに提案した演習の有用性を示すために、作成したシステムを用いて、従来のモンサクンの演習と新たに提案した演習の比較による評価を行う。

検証内容は、(a)、(b)の学習が、従来のモンサクンより本モンサクンにおいて促進されるかどうかの検討である。なお、本演習は従来のモンサクンの前後いずれかのステップに位置付けられる。実験参加者の半数は、従来の加減と乗除の問題を物語ごとに数問ずつ学習し、その後、提案する創造的組み立て作問学習の2つの演習に取り組むことで、これらの演習を比較する。残りの半数は反対の手順で演習に取り組む。この実験結果については、発表当日に報告する。

5. まとめ

本研究では、加減と乗除の作問学習支援システム「モンサクン」の発展形として、加減・乗除の構造を統一的に学習できる創造的組み立て作問演習を提案した。これにより学習者は、四則の各演算を扱う物語について、(a) 関係文と存在文の関係性、(b) 関係文が演算を規定すること、を学習できる。また、この試験的評価についても概要を述べた。

参考文献

- (1) 山元翔, 神戸健寛, 吉田裕太, 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”, 電子情報通信学会論文誌, 第 J96-D 巻, 第 10 号, pp.2440-2451 (2013)
- (2) 山元翔, 赤尾優希, 室津光貴, 前田一誠, 林雄介, 平嶋宗: “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, 第 J100-D 巻, 第 1 号, pp.60-69 (2017)
- (3) T Hirashima, S Yamamoto, Y Hayashi: Triplet structure model of arithmetical word problems for learning by problem-posing, Human Interface and the Management of Information. Information and Knowledge in Applications and Services, Volume 8522, pp.42-50 (2014)
- (4) 平嶋宗: “作問学習に対する知的支援の試みと実践—組立としての作問および診断・フィードバック機能の実現—”, 科学教育研究, 43(2), 61-73 (2019)