

算数文章題の構成原理の学習のための原因同定型作問修正環境の設計

Designing a Cause Identification Type Compositional Modification Environment for Learning the Compositional Principles of Arithmetic Sentences

政久 泰輝^{*1}, 平嶋 宗^{*2}, 林 雄介^{*2}Taiki MASAHISA^{*1}, Tsukasa HIRASHIMA^{*2}, Yusuke HAYASHI^{*2}^{*1} 広島大学情報科学部^{*1}School of Informatics and Data Science, Hiroshima University^{*2} 広島大学大学院先進理工系科学研究科^{*2}Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University

Email: b216800@hiroshima-u.ac.jp

あらまし: 数学的モデリングにおける学習方法の一つとして算数文章題が存在する。また算数文章題において解くよりも作る, つまり作問学習が有効であると言われている。このとき作問学習において, 算数文章題を構成するための原理そのものを学ぶことが難しいとされている。本研究では, 算数文章題における構成原理を学習者が指摘・修正を行うことで, 学習者が構成原理を学ぶことのできる環境の設計を行った。

キーワード: 数学的モデリング, 算数文章題, 作問学習, 三文構成モデル, モンサクン

1. はじめに

算数・数学教育目標の一つとして数学的モデリング⁽¹⁾が存在する。数学的モデリングとは, 現実世界の問題を数式に落とし込み, 問題を解決に導くという一連の流れのことを指す。算数文章題の学習は状況と数式の関係性を分かりやすくしたものとして, 数学的モデリングを学校教育の中で扱いやすくしたものとして考えることができる⁽²⁾。これはある程度定式化された中で状況と数式の関係性を学ぶ学習になり得るが, 解くだけではそれを学ぶことが難しく, キーワードに頼った解答をするような学習者も多い⁽³⁾。これを解消する一つの方法として作問学習がある。作問学習においては算数文章題をどのように正しく構成するか, つまり構成原理について考えることが促進されやすい⁽⁴⁾。算数文章題の作問学習実施の問題点はオープンエンドな課題になりやすく, フィードバックが難しいため, 多くの作問課題をこなすことが困難であることであるが, それを解消するために開発されたのが, 単文統合型作問学習支援システム「モンサクン」⁽⁵⁾となる。モンサクンでは三文構成モデルを用いて, 算数文章題を表現することによって, 学習者にその構造を考えさせると共に, 即時的なフィードバックを実現している。しかし, モンサクンは基本的な学習環境であり, フィードバックももらいながら発見的に学習する環境としてのベースとなっている一方で, それだけでは学習が難しい学習者に対しては何らかの支援が必要となる。本研究では, モンサクンによる作問学習において, 学習者には暗黙的にしていた三文構成モデルの要素の中で算数文章題の構成条件を作問時に注目する要素として意識させることで, 算数文章題の構造原理の共通の表現・言語の理解および利用を促進する学習環境の設計を行う。

2. 先行研究

2.1 単文統合型作問学習支援システム「モンサクン」

モンサクンでは, 図1に示すように三文構成モデルに基づき, 2つの数量を表す存在文と1つの量と量の関係を表す関係文の3つの文で算数文章題を構成することとして作問学習を定義している。これにより, 算数文章題の構成原理に従って正誤フィードバックを得ながら作問学習の個別演習を可能にしている。モンサクンは三文構成モデルに基づく作問学習の基本要素を備えた最低限の環境であるといえる。

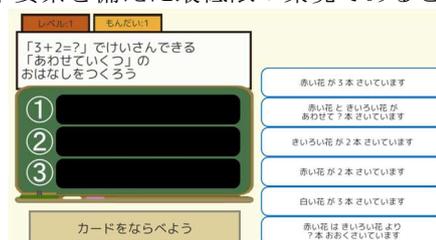


図1 モンサクン

2.2 モンサクン・ステップ

モンサクン・ステップ⁽⁶⁾は, 作問において注目すべき要素が何かを明示化し, それを一つずつ増やすことで段階的に作問学習を行えるシステムである。モンサクン・ステップでは, 提供する単文カードやスロットに制限をかけることで, 学習者が考えるべき要素を制御し, 段階的な学習を実現している⁽⁷⁾。

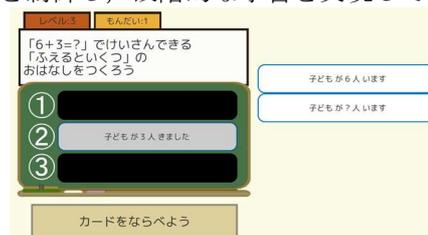


図2 モンサクン・ステップ

3. モンサクン・チェックの提案

モンサクンは、作問をしていく中で言わば発見的に算数文章題の構成原理を学ぶ環境となっており、学習の成否は個々の学習者の振り返りや抽象化などの能力に左右される可能性がある。モンサクン・ステップでは、簡単なガイドとして、作問の中で注目すべき要素として何があるのかを意識させることを目的とし、個々の作問課題の中でどのような要素に注目するかを示している。ただし、これを通じてどのような要素があるかは分かるが、それらがどんなものであると理解するか学習者に委ねられている。

本研究では、モンサクン・ステップで学習者が得た作問で考えるべき要素の分類を自ら利用してみることで、その理解を深めることの支援を目的とする。

モンサクンにおける算数文章題の構成原理を制約と呼ぶ。制約は問題文の「オブジェクト」「数量」「計算式」「物語」「構造」の5種類の要素に対して設定されており、算数文章題を作問する際には、すべての制約が違反することのないように作問しなければならない。モンサクン・ステップでは、各作問課題毎にどの制約を考えるべきなのかが示され、それに注目することを促すとともに、5種類の要素に関する制約があることが伝えられる。つまり、本研究では、モンサクン・ステップを最低限、制約の種類とその名前を知るための学習環境として位置付ける。

本研究では、作問課題に対する誤った解答をどの制約に注目しているかを示しながら修正する作問学習環境としてモンサクン・チェックを提案する。これは、図3のように、左側のシステムが提示した間違った問題文に対して、右側の単文カードを使って違反制約を修正するとともにその意図を制約の種類で指摘する学習となる。図4は修正の意図を示す場面の一例である。ここでは、「男の子と女の子が合わせて?にいます」を「女の子は男の子より?人おおいです」と入れている。その理由を5種類の制約の中でどの制約に注目して修正したかを選択することで示す。

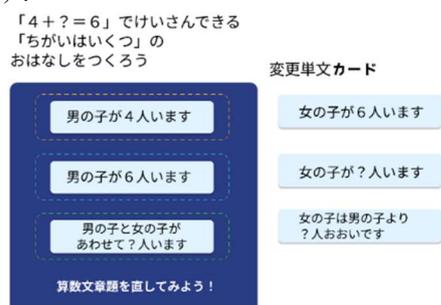


図3 モンサクン・チェックでの修正場面

学習者は、カードの入れ替えによる修正と意図の提示を正しく作問できるまで続ける。また、修正とその意図が一致しない場合はフィードバックを返すことによって学習者に修正や意図の間違いに気がつかせ、制約の理解についての修正を促す。ただし、このシステムで目指しているのは制約の定義を述べ

ることができるようになるのではなく、問題文の間違いやそれに対する修正に対して、共通の言葉を使って指摘できるようにすることである。共通した言葉で同じ意味のものを指すことができれば、モンサクンシリーズの外側でも、その言葉を使ったコミュニケーションが図れることが期待される。

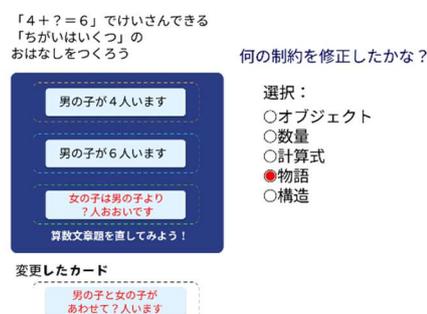


図4 モンサクン・チェックでの意図指摘画面

4. まとめと今後の課題

本研究では、作問を進める上で考えるべき要素意識した学習環境モンサクンによる作問学習において難しいと感じる学習者への支援的学習として、学習者がシステムによる算数文章題構成原理の指定がない状態で構造原理を使用が可能となるための、算数文章題の構造原理の共通の表現・言語を学習するための学習環境の設計を行った。

今後の課題としては、手法の一つとなるモンサクン・チェックの手法の洗練、システムの開発、実験の実施と分析が挙げられる。

参考文献

- (1) 柳本 哲: “数学的モデリングと数学的活動—社会を切り拓く人間教育に向かって—”, 数学教育学会誌 (2008)
- (2) 平林 真伊: “数学的モデル過程からみた算数科文章題の特質—余りのあるわり算に関する調査を通して—”, 科学教育研究 Vol.40 No.2 (2016)
- (3) Xin, Y. P. The effect of a conceptual model-based approach on ‘additive’ word problem solving of elementary students struggling in mathematics. *ZDM* 51, 139–150 (2019)
- (4) 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 J83-D1 巻6号 539-549 頁 (2000)
- (5) 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”, 電子情報通信学会論文誌 D, J96-D 巻 10号 2440-2451 頁 (2013)
- (6) 嶋川晋, 岩井健吾, 林雄介, 平嶋宗: “算数文章題の作問学習における段階的演習システムの設計・開発”, 2020年度 JSiSE 学生研究発表会中国地区 (2021)
- (7) Hayashi, Y., Yamamoto, N., Shimakawa, S. & Hirashima, T. Design and development of a stepwise learning environment for problem posing of arithmetic word problem. *International Conference on Computers in Education* (2024) doi:10.58459/icce.2024.4935.