

算数文章題の三量命題モデルに基づく 単位文章題と複合文章題の接続教材の設計・開発

Connection Learning Materials between Unit and Complex Arithmetic Word Problems based on Three Quantity Proposition Model

尾坂 隆児^{*1}, 犬丸 拓磨^{*2}, 岩井 健吾^{*2}, 平嶋 宗^{*2}, 林 雄介^{*2}, 前田 一誠^{*3}, 山元 翔^{*4}
Ryuji OSAKA^{*1}, Takuma INUMARU^{*2}, Kengo IWAI^{*2}, Tsukasa HIRASHIMA^{*2}, Yusuke HAYASHI^{*2},
Kazushige MAEDA^{*3}, Sho YAMAMOTO^{*4}

^{*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

^{*3} 環太平洋大学次世代教育学部

^{*3} Faculty of Next Generation Education, International Pacific University

^{*4} 近畿大学工学部

^{*4} Faculty of Engineering, Kindai University

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

あらまし: これまでに、算数三角ブロック表現を用いることで算数の複合文章題の構造の外化を行うことによる構造的理解の支援をする環境が実現されてきたが、その組み立てが困難な生徒がいた。また、複合文章題は単位文章題を組み合わせたものと考えられ、算数文章題の構造把握に対してモンサクンによる作問学習が有効であることが示されている。そこで本研究では単位文章題に対するモンサクンによる演習、および単位文章題と複合文章題に対する三角ブロックの対応付けとそれら同士の接続を目指す演習システムの設計・開発を行った。

キーワード: 算数文章題, 算数三角ブロック, モンサクン, 三量命題モデル

1. はじめに

算数文章題の問題解決過程は問題理解過程と、問題解決過程の二つに分けられるとされている。問題理解過程はさらに変換過程、統合過程の二つの過程に分けられる。また、問題解決過程もプラン化過程と実行過程という二つの過程に分けられる⁽¹⁾。中でも問題理解過程の統合過程は言語的表現から数量関係の表現への変換を頭の中で行うため、最も学習者が躓きやすいとされている。また、文章題と数式の間にある過程であり、具体的に表現することが困難であるため、外部からの直接的な支援も難しい。しかし、理解の外化を行うことによって支援が可能になると考えられる。言語的な統合に関しては、問題文という具体的な表現が存在する。一方で、数量関係的な統合を表す具体的な表現は存在していなかった。そこで、この数量関係的な統合を表す表現として三角ブロックが先行研究で提案された⁽²⁾。この三角ブロックは一回の二項演算によって計算可能な算数文章題は、3つの命題の組み合わせによって表現可能であるということを定義した三量命題モデルに基づいており、単位文章題を、それぞれ頂点に三つの単文を持つ三角形で表現する。

本研究では三角ブロックと複合文章題の対応付けを行うことによって、複合文章題を構造的に理解させることを、三角ブロックを理解させることと捉え、三角ブロックを理解させるために、算数文章題を段

階的に構造化する演習を提案する。単位文章題に対してはモンサクンによる作問演習によって単位文章題の構造を理解させたのちに、単位文章題から単位三角ブロックを作る演習を行うことによって単位文章題と単位三角ブロックへの深い理解を促進させる演習を設計した。また、複合文章題に対しては前述の単位三角ブロック同士の接続演習、および複合文章題から三角ブロックを作成する演習や三角ブロックから数式を選択する演習を設計しこれらの演習を行えるようなシステムの開発を行った。

2. 単位文章題と複合文章題

算数文章題の基本構造として、三量命題モデル⁽²⁾が提案されている。この三量命題モデルとは、単位文章題は三つの量を表す命題で構成されるというものである。

複合文章題について考える。複合文章題は単位文章題の組み合わせであると考えられる。例として「はじめに1000円持っています。鉛筆1本の値段は100円です。鉛筆を5本買います。残ったお金は何円ですか?」という問題があったとき、この問題は(I)「鉛筆1本の値段は100円です。鉛筆を5本買います。鉛筆5本の値段は何円ですか?」と、(II)「はじめに1000円持っています。鉛筆5本の値段は□円です。残ったお金は何円ですか?」という二つの単位文章題で構成されていると考えられる。ここで、(I)内の

「鉛筆 5 本の値段は何円ですか？」と(II)内の「鉛筆 5 本の値段は〇円です。」の文により、単位文章題(I)と(II)が接続されていると考えられる。このように、複合文章題は単位文章題の組み合わせであることが分かる。

3. モンサクンと三角ブロックの接続教材

システムには 11 段階のレベルとチュートリアルが存在する。ここでは単位文章題に対してモンサクンと三角ブロックの作成の演習を行うレベル 2 について説明する。

3.1 モンサクン

まず問題文で数式と物語の種類について与えられる。それに対して図 1 のようにモンサクンによる作問演習を行う。和差の単位文章題には 4 種類の物語がある。それぞれ合併(あわせていくつ)、変化(増加:ふえるといくつ)、変化(減少:のこりはいくつ)、比較(ちがいはいくつ)である。作問演習は教育的な有効性が認められており、導入の壁となっていた教授者と学習者の負担を小さくしたのがこの単文統合型作問学習支援システム「モンサクン」である。

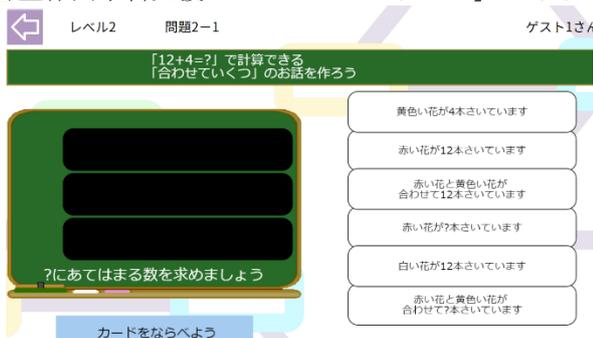


図 1 レベル 2 (モンサクン)

3.2 三角ブロック

次に三角ブロックを作成する演習を行う。モンサクンで学習者自らが作成した問題について、単位三角ブロックを作成する演習である。ここまでの演習を通して単位文章題の構造を操作できるようになることを目指す。

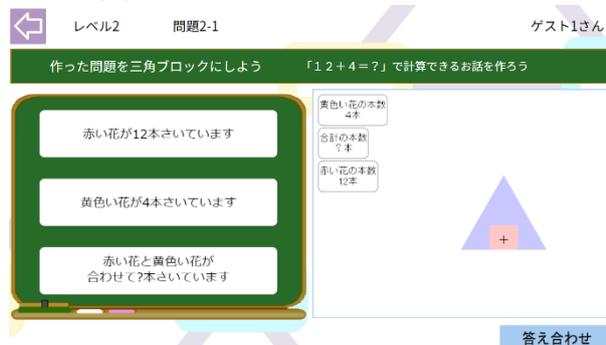


図 2 レベル 2 (三角ブロック)

4. 理解段階に応じた演習設計

三角ブロックと複合文章題の接続によって、複合文章題への理解を三角ブロックへの理解と捉え、三

角ブロックを理解させるために、算数文章題を段階的に構造化する演習を設計した。単位文章題に対してはモンサクンによって単位文章題の構造の理解を図り、単位文章題と単位三角ブロックの接続を単位文章題から単位三角ブロックを作る演習によって、また複合文章題に対しては、前述の単位三角ブロック同士の接続演習と複合文章題から三角ブロックを作成する演習、加えて三角ブロックから数式を選択する演習を設計しこれらの演習を行えるような網羅的なシステムの開発を行った。(表 1)

表 1

レベル	演習内容	形式	目的
Tutorial	スライド式のチュートリアル		場面の種類、場面の式、答えを求める式についての学習
1	関係文選択演習	モンサクン	単位文章題の関係文を選ぶようになること
2	モンサクン→単位ブロック作成演習(順思考)	モンサクン 三角ブロック	単位文章題の構造操作と三角ブロックの作成
3	場面の種類、場面の式を選択する演習(?なし)	選択問題	問題の場面とその式についての学習
4	場面の種類、場面の式、答えを求める式を選択する演習(?あり)	選択問題	?がある場合の問題の場面、その式および?を求める式についての学習
5	場面の式と答えを求める式を同時選択→それぞれの三角ブロック作成	選択問題 三角ブロック	それぞれの式に対応した単位三角ブロックの作成
6	場面の式選択→その三角ブロックを作成→残りの同じ意味の二種の三角ブロックの選択演習	選択問題 三角ブロック	単位三角ブロックの和と二差、一積二商関係の理解
7	モンサクン→単位ブロック作成演習(逆思考)	モンサクン 三角ブロック	単位文章題の構造操作と三角ブロックの作成
8	複合文章題を見て二つの単位三角ブロックを選択、接続する演習	三角ブロック	複合文章題に対する三角ブロックを構築すること
9	三角ブロックを見て複合文章題を選択する演習	三角ブロック 選択問題	複合文章題に対する三角ブロックを理解すること
10	複合文章題を見て三角ブロックを選択する演習	三角ブロック 選択問題	複合文章題に対する三角ブロックを構築すること
11	三角ブロックを見て数式を選択する演習	三角ブロック 選択問題	三角ブロックの表す式を理解すること

5. まとめと今後の課題

本研究では複合文章題の理解を目的とした単位文章題から複合文章題への接続演習を設計・開発を行った。今後はこのシステムの小学 3 年生を対象とした授業での実践利用を予定している。また、その分析を通してシステムの改良を行っていきたい。

参考文献

- (1) Hegarty, M., Mayer, R. E., Monk, C. A. (1995). Comprehension of arithmetic word problems: a comparison of successful and unsuccessful problem solvers. *Journal of Educational Psychology*, Vol.87, No.1, 18-32.
- (2) Hirashima, T., Yamamoto, S., Hayashi, Y. (2014). 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 of the series Lecture Notes in Computer Science, 42-50.
- (3) Tsukasa Hirashima, Kazutoshi Furukubo, Sho Yamamoto, Yusuke Hayashi, Kazushige Maeda: "Practical Use of Triangle Block Model for Bridging between Problem and Solution in Arithmetic Word Problems", *Proc. of ICCE2016*, pp.36-45(2016).
- (4) 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" *電子情報通信学会和文論文 D 誌 J100-D 1 2017 年 01 月*