

# 代数文章問題を対象とした 三角ブロックによる方程式立式支援

## Support for Formulation of Equations by Triangle Block Model for Algebra Word Problems

吉村 穰<sup>\*1</sup>, 山本 晏宏<sup>\*2</sup>, 林 雄介<sup>\*2</sup>, 平嶋 宗<sup>\*2</sup>

Minoru YOSHIMURA<sup>\*1</sup>, Yasuhiro YAMAMOTO<sup>\*2</sup>, Yusuke HAYASHI<sup>\*2</sup>, Tsukasa HIRASHIMA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 広島大学工学部

<sup>\*1</sup> Faculty of Engineering Hiroshima University

<sup>\*2</sup> 広島大学大学院工学研究科

<sup>\*2</sup> Graduate School of Engineering Hiroshima University

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

**あらまし:** 算数文章問題を対象とした問題構造の外化支援として三角ブロックモデルの提案とそのモデルに基づいた三角ブロック構造組立演習システム(三角ブロックシステム)の開発がすでに行われており、小学校での実践的利用を通してその有効性が確認されている。しかしながら、従来の三角ブロックシステムでは、代数を用いて解く問題を取り扱っていなかった。本研究では、三角ブロックシステムを代数文章問題へ適用し、中学校での実践的利用を行い、その結果について分析したので報告する。

**キーワード:** 算数文章題, 代数文章題, 数量関係的統合過程, 三角ブロック, 方程式立式支援

### 1. はじめに

中学校の代数文章題において、式から計算をし、解を導くことはできるが、文章題から方程式を立てる過程で躓く学習者が多くいる。算数でも同様のことが言われており、算数では、文章題における問題解決は理解過程と解決過程の2つの過程に分けられ、さらに、理解過程は変換過程と統合過程に、解決過程はプラン化過程と実行過程に分かれている。変換過程は、問題文の構成要素一文毎の意味を理解する過程である。統合過程は、変換過程で得た様々な事柄を統合し、意味のある問題表象を構成する過程である。プラン化過程は、統合過程で得られた問題表象から正解を得るための演算式を導く過程である。実行過程とは、プラン化過程で得られた演算式を実際に適用して答えを得る過程である。この中で統合過程が最も困難であると言われている<sup>(1)</sup>。この統合過程の外化支援として、三角ブロックが提案されている。さらに、三角ブロックのモデルに基づいた三角ブロック演習システムの開発がすでに行われており、小学校での実践的利用を通してその有効性が確認されている<sup>(2)</sup>。

そこで本研究では、算数と代数とでは、立式後の解き方は異なるが、立式するまでの過程は同様のモデルで支援できると考え、三角ブロックを代数文章題へ適用し、中学校での実践的利用を行い、その結果について分析を行った。

### 2. 統合過程の外化支援モデル

#### 2.1 三角ブロック

統合過程の外化モデルとして言葉の式表現を用いた単一の二項演算を基本とした三つ組構造(以下で

は算数三角ブロック、もしくは単に三角ブロックと呼ぶ)が提案されている<sup>(2)(3)</sup>。単一の三角ブロックは底辺に和差乗除いずれかの演算子を持っており、底辺の両端の数量とその演算子によって、底辺の対頂点にある数量が導くことができる。(図1)複数の二項演算も複数の三角ブロックを階層的に用いることで表現することができる。(図2)



図1 三角ブロックでの二項演算表現



図2 三角ブロックでの階層的表現

### 3. 代数文章題における三角ブロック

算数と代数では、立式後の解法は異なるが、文章題を読んで立式するためには、代数文章題においても算数同様の問題の整理が行われていると考えられる。代数文章題における方程式の立式は、言語的統合を行うことで可能になり、言語的に整理された問題構造(図3)の中から未知数を作り、言語的な関係をそのまま数で表現することで方程式を立式することができる。三角ブロックシステム上では、三角ブロックの底辺から段階的に概念の数量をまとめ上げていくことで方程式が立式可能である。また、一

つの三角ブロックを複数作成することでも、最終的につなげることで、立式可能である。

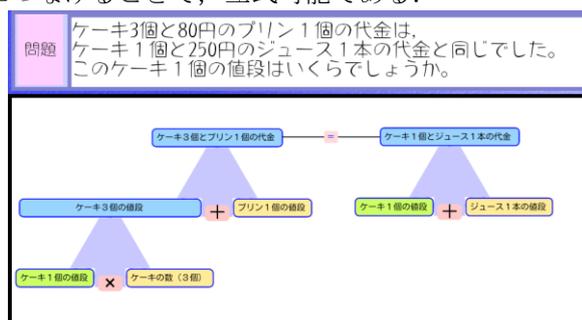


図3 三角ブロックでの方程式表現 (一部)

#### 4. 中学校での実践的利用

##### 4.1 実践概要

A 大学附属中学校の数学科教員に対して三角ブロックモデルを用いた方程式立式支援の考え方を説明したところ、賛同が得られ実践的利用を行うことができた。中学1年生2クラスのうち1クラス(40名)には三角ブロックシステムを導入して方程式の授業を行ってもらい(実験群)、もう1クラス(37名)には、システムを用いず三角ブロックモデルを用いた方程式の授業を行ってもらった(統制群)。両群とも1限(45分)の授業を3回行った。実践の目的は代数文章題に適用を行った三角ブロックシステムが(1)中学校での方程式の指導に利用可能かであるか、(2)方程式立式のための統合過程の支援になっているか、である。

実践手順としては、それぞれのクラスで授業を行い、その後、実験群は学習者(生徒)と指導を行った教員に対して20分間のシステムに関するアンケートを行い、17分間の方程式に関するテストを行った。統制群は、同様のテストのみを行った。テストの内容は、方程式に対する概念的理解を測る記述テストであり、具体的な代数文章題についての方程式が与えられ、未知数や右辺、左辺がそれぞれ何を表しているか自由記述で回答するものになっている。本テストは事後のみで行われているが、両群とも数学の成績に差がないことは教師によって確認されている。

##### 4.2 結果と考察

アンケート内容と結果をそれぞれ表1、図4に示す。システムアンケートの結果から三角ブロックを用いて方程式を立式することに対する肯定的な意見を得ることができた。テストの結果は、概念的理解度はどちらのクラスも同程度の成績であった。教員に対するアンケートにおいて、三角ブロックを用いたことで自分の指導法が改善されたという意見が得られた。この際、統制群の授業においても三角ブロックのように段階的に数量関係を繋いでいくといった立式までの過程に対する考え方を取り入れており、今回の授業は昨年までに比べて非常にうまく言った

とのコメントを得ている。また、統制群の授業は三角ブロックの考え方を取り入れることにより従来に比べて改善されたが、三角ブロックシステムを用いた授業は、教師としてシステムの使い方に不慣れであったため、不満の残る結果であったとのことであった。さらに、三角ブロックを用いた授業をさらに改善することができると考えており、来年度の同様な対象について再度利用したいとのコメントを得ている。これらの結果から、現時点においても三角ブロックシステムは有効性があるものであるとともに、更に効果的な活用の可能性が示されたといえる。

システム利用のログデータの分析結果では、システムで扱った課題の1分あたりの解答回数と正解者数で比較を行った。1分あたりに学習者の半数程がシステムで解答を行っており、授業内で円滑に使用できていることが分かる。また、8割以上の学習者が正解にたどり着いているため、システムが立式のための統合過程の支援が行うことができていると考えられる。

3-A. 三角ブロックから方程式を作ることは、簡単にできた。
3-B. 三角ブロックを作ることは、方程式を立てる助けになった。
3-C. 三角ブロックのように考えることを自分はこれまでにもしていた。
3-D. 三角ブロックは自分にとって役に立つ考え方だ。

表1 システムアンケート内容

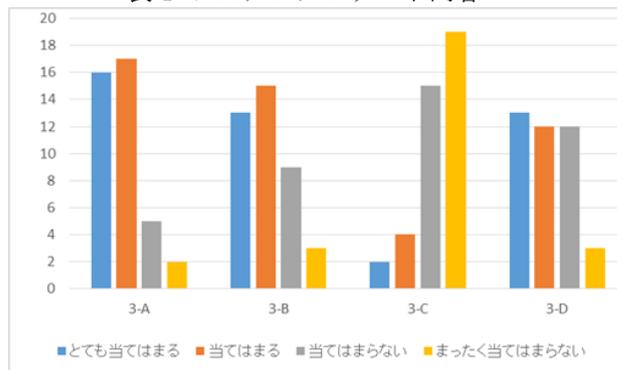


図4 システムアンケート結果

#### 5. まとめと今後の課題

本研究では、三角ブロックモデルの代数文章題への適用を行った。中学校での実践的利用を行い方程式の立式における三角ブロックモデルの有用性を示せた。今後の課題としては、三角ブロックシステムの効果的な利用方法の考案と実践が挙げられる。

##### 参考文献

(1) 多鹿秀継: “算数問題解決過程の分析”, 愛知教育大学研究報告, 44, pp. 157-167, (1995)  
 (2) 尾土井健太郎, 山元翔, 平嶋宗: “算数文章題の統合過程のモデル化とシステムによる外化支援の実現”, 2012年度 JSiSE 第6回研究会, (2013)  
 (3) T Hirashima, Y Hayashi, S Yamamoto, K Maeda (2015), Bridging model between problem and solution representations in arithmetic/mathematics word problem, Proc. of ICCE2015, pp. 9-18.