

# 数学文章題における三角ブロックモデルを用いた 情報過不足課題の演習化

## Exercise of Information Excess or Deficiency Task Using Triangular Block Model in Math Word Problems

犬丸 拓磨<sup>\*1</sup>, 林 雄介<sup>\*1</sup>, 平嶋 宗<sup>\*1</sup>

Takuma INUMARU<sup>\*1</sup>, Yusuke HAYASHI<sup>\*1</sup>, Tsukasa HIRASHIMA<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 広島大学大学院工学研究科

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

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

あらまし: 代数文章題を対象とした問題構造の外化支援システム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、中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、情報不足問題と情報過剰問題に関して扱っていなかった。そこで本研究では、三角ブロックシステムに分節化機能と空白ノード機能を追加することによって情報不足問題と情報過剰問題の提供を可能とした。情報過不足問題は、より発展的な問題の取り扱いが必要となることから、問題理解の促進が期待される。

キーワード: 代数文章題, 三角ブロック, 情報過剰問題, 情報不足問題, 分節化, 空白ノード

### 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に分かれている。また、問題理解過程は変換過程、統合過程、問題解決過程は、プラン化過程、実行過程に分かれているとされている<sup>(1)</sup>。その中で統合過程は言語的表現から数量関係的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、統合過程は、理解の外化活動<sup>(2)</sup>により外部からの支援が可能であると考えられる。そこで統合過程の外化モデルとして三角ブロックが提案されており、言語的表現と数量関係的表現を繋ぐ中間表現として用いられている<sup>(3)</sup>。

従来の三角ブロックは計算に使う数量概念を部品としてあらかじめ学習者に提供しており、必要な情報が全てそろっている情報完備問題のみしか扱っていない。そこで本研究では、情報不足課題情報過剰課題の演習化を行った。情報過不足を実現するためには情報の補完、情報の取り出しが必要であり、そのために分節化機能、空白ノード機能を三角ブロック演習システムに追加し、実践的利用を行った。中学校2校で実践を行うことができ、生徒から多くの肯定意見を得ることができたこと、また現場教員からも賛同を得られたことから、本システムの中学数学代数文章題における有用性は示すことができたと考える。また、情報不足課題に関して、用意されている情報だけでは解くことが不可能な問題であるため、情報過剰課題と比較し難しい問題であると考え、さらなる支援のためより複雑な情報不足演習を目的としたシステムの拡張を提案する。

## 2. システム概要

### 2.1 三角ブロック

三角ブロックでは、言葉の式表現を用いた単一の二

項演算を基本単位とした三つ組み構造を、図1に示すような三角ブロックと呼ばれる三角形の図形を使い表現することが提案されている。単一の三角ブロックでは、演算子を用いた二項演算を表現することができ、同じ数量概念同士を三角ブロックで共有することによって三角ブロックを繋げることができ、それによって複数の演算を階層的に表現することができる。

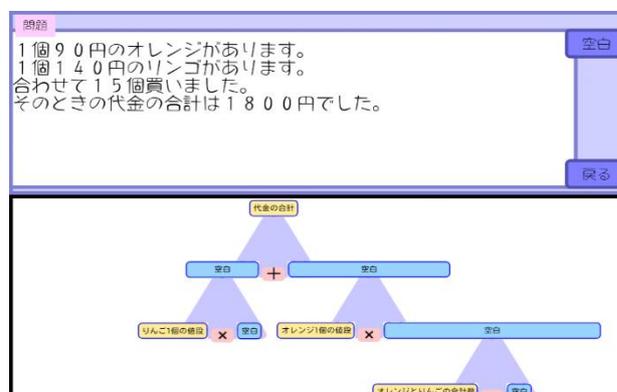


図1 算数三角ブロックの例

### 2.2 情報過不足課題

算数文章題などで扱われている問題は、問題の背景となっている現象からその一部の情報を取り出して構成されているため、問題を理解することは問題の現象との関係を理解することである<sup>(4)</sup>。そのため、情報過不足課題を扱うことで情報の選択や創造を行うことが可能であり、背景との関係をより理解することに繋がると考える。情報過不足課題を扱うためには、情報の取捨選択、学習者による情報補完が必要であると考え。そのため、以下の本章で情報の取捨選択、情報補完について手法を述べる。

### 2.3 手法

本研究では文章問題から使う数量概念の抽出である分節化、問題文中に明記されていない概念を表現可能な「空白ノード」を開発した。分節化に関しては、問題文を選択すると選択した部分にある数量概念のノードを制作することが可能である。分節化を用いることで数量概念の取捨選択が可能であり、空白ノードを用いることで学習者による情報補完が可能であると考えられる。システムを図 1 に示す。この問題では、オレンジの個数とりんごの個数が不足しているため、空白ノードを用いて構造化する必要がある問題である。

### 3. 実践的利用

2 つの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分節化・空白ノードを伴う方程式立式支援の考え方を説明したところ、賛同が得られ通常のカリキュラムとして方程式の単元の授業で実践的利用を行うことが出来た。本研究での実践的利用では、対象 1 は中学 1 年生 2 クラス 79 名、対象 2 は中学 1 年生 41 名、本研究を含む三角ブロックシステムを 4 時限、そのうち分節化機能と空白ノード機能付きの演習 3 問を各クラス 1 時間で行った。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、20 分間のシステムに関するアンケートを行った。

対象 1 のアンケートの結果から分節化機能と空白ノード機能を用いて情報過不足演習を行うことは、従来の三角ブロックより考えながら行ったという意見が 8 割を超えていた。また、使い方に関しての質問に足して分節化と空白ノードそれぞれに足して 9 割以上の肯定意見を得られた。このことから、本システムが学生に受け入れられ、従来の形式での情報完備問題と比較し、問題に関してより考える学習になっていると考える。対象 2 のアンケートに関しても同様に、分節化機能と空白ノード機能を用いて情報過不足演習を行うことは、従来の三角ブロックより考えながら行ったという意見や、本システムの使い方が分かったという肯定意見が多い結果となった。

これらの結果から、情報過不足演習によってより発展的な演習を行うことが可能であることが分かり、学習者が問題や解法について深い理解が可能と考えられる。

### 4. システムの拡張

実践的利用で扱った情報不足課題は、図 1 に示すような、部品不足の問題である。部品不足では容易に推測できてしまうため、さらなる支援のため、以下のような問題の追加を行った。

「1 個 90 円のオレンジと 1 個 140 円のりんごがあります。合計代金は 1800 円でした。オレンジの個数は何個でしょうか？」

この問題では、「合計数」という概念と値が与えられておらず、そのままでは未知数を使って求めることが不可能である。以下、量不足問題と呼ぶ。上記の問題の場合、「オレンジの個数」「りんごの個数」「合

計数」が不足しており、習者はいずれかの情報を補完する必要がある。そのため、学習者によって様々な補完活動を可能とするシステムの設計・開発を行った。システムは図 2 に示す。実践的利用で用いた情報不足演習は学習者が空白ノードを使って容易に考えることが可能な演習であった。そのため、量不足演習により学習者に足りない数量概念をより考えさせることが可能であり、問題の背景を捉える力をつけさせることが可能であると考えられる。

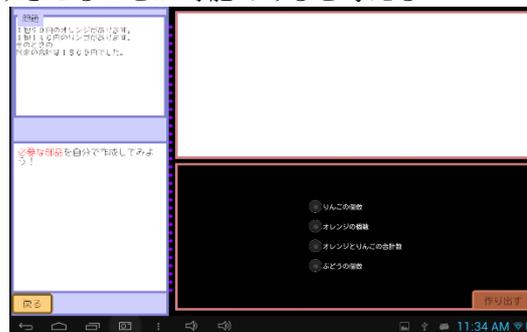


図 2 量不足演習\_システム画面

### 5. まとめ・今後の課題

本研究では、代数文章題に対する三角ブロックシステムの拡張と実践的運用を行った。情報過不足問題を考えることで、問題の背景を捉えることが可能であり、解法と構造化についての理解を深めることが可能である。実践的利用から、本システムを用いることで問題について深く考えることが可能ということが分かった。また、情報不足問題に関して新たに作成した、量不足演習を行うことで問題の背景をさらに捉えることが可能であると考え、演習自体も密度が濃いものにできると考える。

今後の課題としては、量不足問題を追加した上記の環境での実践的利用を行い、テストを用いて効果を検証することである。また、学習者がどのように構造化を組み立てるか観測し、学習者に合った支援を行うことが挙げられる。加えて、数値入力などユーザビリティの改善によって、より使いやすいシステムにすることも今後取り組んでいく課題である。

#### 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，pp157-167，1995
- (2) 中川 和之，平嶋 宗，舟生 日出男：「言葉の式」の階層的な外化による算数・数学の文章題に対する立式支援，人工知能学会研究会資料，先進的学習科学と工学研究会 58，73-78，2010
- (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) 中道考之：“力学の情報不備問題を対象とした演習支援システム”，教育システム情報学会誌 VoL27, No2, 2010, pp.155-163