

# 算数文章題の数量関係的統合の外在化学習環境における 分節化および部分化演習の設計・開発

## Design and Development of Segmentation and Partialization Exercises in the Externalization Learning Environment of Integration Process of Numerical Relation in Solving Arithmetic Word Problems

犬丸 拓磨<sup>\*1</sup>, 吉村 穰<sup>\*2</sup>, 岩井 健吾<sup>\*2</sup>, 林 雄介<sup>\*2</sup>, 平嶋 宗<sup>\*2</sup>  
Takuma INUMARU<sup>\*1</sup>, Minoru YOSHIMURA<sup>\*2</sup>, Kengo IWAI<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: inumaru@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て算数文章題の構造の外化を行うことによる算数文章題の構造的理解の支援が実現されている。算数三角ブロックでは、文章題中の数量概念を与えてそれを組み立てることによって理解の外化を行っているが、数量概念を与えると学習者は問題文を見ずに数量概念だけで組み立てている可能性がある。そこで、本研究では文章題から数量概念の抽出を学習者に行わせることで、求める数量概念に必要な部分だけを問題文から抜き出すことができ問題の部分化ができることに注目し、文章問題中から数量概念を抽出し組み立てさせる手法を提案する。

キーワード：数量概念、数量関係的統合過程、算数三角ブロック、数量概念の抽出

### 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。そして、統合過程には言語的な統合である言語的統合過程だけではなく、数量関係まで統合した数量関係的統合過程も存在するとされている<sup>(3)</sup>。

数量関係的統合過程の外化モデルとして算数三角ブロックが提案されており<sup>(4)</sup>、それに基づいた算数の学習支援システムが開発され、複数回の小学校での利用によってシステムの有用性が示されている。三角ブロックは計算に使う数量概念をノードとしてあらかじめ用意して学習者に提供しているため、元となる文章問題を見ずに三角ブロックを組み立てている可能性がある。そのため、学習者にノードがどの問題文と対応しているかを理解させ、自分で必要な数量概念を文章問題から取り出させることが必要であると考え、本研究では、学習者が文章問題から必要な数量概念を抽出するシステムを提案する。

### 2. 算数三角ブロック

算数三角ブロックでは、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では、結果Aを共有することによって二つの三角ブロックを繋げて結果Bを求めている。



図1 算数三角ブロックの例

### 3. 文章問題からのノード生成

#### 3.1 数量概念の抽出の重要性

従来の算数三角ブロックでは、文章題中の数量概念をあらかじめノードとして表示させておき、そのノードと三角ブロックを使って文章題と同じ問題を作らせている。数量概念があらかじめ与えているため、学習者は文章問題を見ずに与えられた数量概念を組み立てている可能性があると考えられる。そのため、文章題を解くというより、与えられた数量概念を全て正しく繋げると文章題と同じ問題になったという結果があるのではないかと考える。このことから、文章題を正しく理解させるためには、文章問題から数量概念の抽出を行わせる必要があるのではないかと考える。

### 3.2 文章題からの数量概念の抽出

本研究では文章問題から使う数量概念の抽出を学習者に行わせるシステムを開発した。手法としては、演算で使う数量概念が述べられている文章問題の適切な部分を選択すると、その部分に対応する数量概念がノードとして表示されるというものである。例えば、図2に示した問題中で、「男子が22人」という部分を選択すると、この部分にあらかじめ紐づけられている「男子の人数」というノードが図2のように生成される。このような活動を行わせることにより、従来の三角ブロックでは学習者に明示的には行わせていなかった分節化の活動も演習中に組み込むことができるようになる。なお、現時点では問題文に直接的に対応する部分が存在しない中間概念（演算の結果として現れる数量概念）は、あらかじめ表示しておくこととしているが、この取り扱いは今後の課題となっている。



図2 ノード生成後

### 3.3 問題の部分化

前節で、文章題中から使う数量概念の抽出の手法について述べた。しかし、文章問題から必要な数量概念を抽出する際に適当に問題文を選択し、全てのノードを作ってから組み立てるといった振る舞いがありえる。このような振る舞いが生じるのを避けるため、問題の部分化を取り入れる。部分問題とは、元問題の答えを求める際に使う複数の演算の中の一部だけを使う問題のことである。例えば図3では、元問題と部分問題において与えられている数量概念は同じであるが、求めるものが変更されており、部分問題では、元問題の答えを導く演算の部分だけを用いて答えを導くことができる。図4は元問題と部分問題の三角ブロックを示しており、部分問題の三角ブロックは、元問題の三角ブロックの一部となっている。

この部分問題では、使わない数量概念が含まれることになり、取捨選択をしながら分節化（数量概念の取り出し）を行うことが求められる。また難しい文章問題を与えた際に、解くことができない学習者に対して部分問題を先に行わせることで、文章問題の解き方を考えさせることができ、元の問題をかみ砕いて考えさせ正解に誘導をすることができる。指定された数量概念を求めるために必要となる数量概

念を決定することになることから、作問学習になっていると解釈できる。

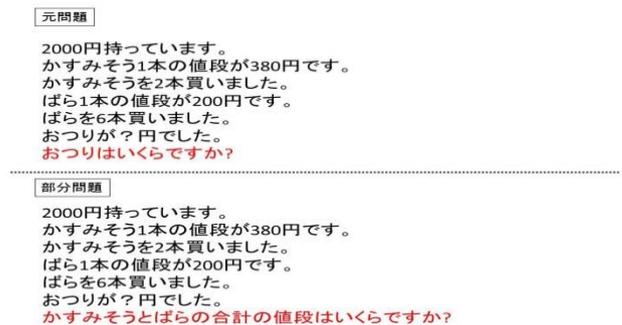


図3 部分問題の問題文

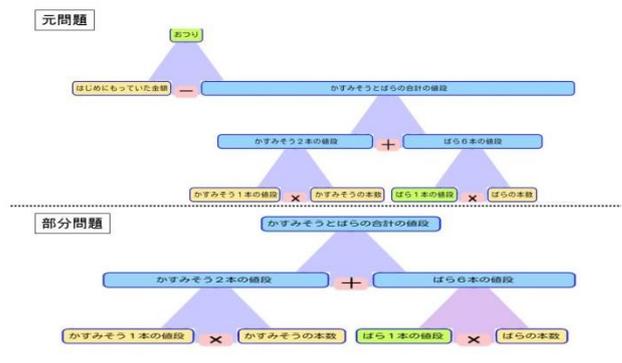


図4 部分問題の三角ブロック

## 4. まとめ・今後の課題

本研究では、文章問題から数量概念を抽出し三角ブロックを組み立てさせるシステムを提案した。数量概念の抽出から行わせることで、自分がどの部分の三角ブロックを組み立てているのかを考えさせることができ、三角ブロックと文章問題の繋がりを強く認識でき、文章問題の統合過程をより支援できるのではないかと考える。文章問題の部分化を行うことによって、難しい文章題に対して段階的理解による支援を行う。また、部分問題は作問学習になっていると解釈できる。

今後の課題としては、システムの利用を行い、その有用性を確認する。また、利用を通して数量概念の抽出を行うシステムの改良を考えている。

### 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) 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
- (4) 竹内俊貴，古久保和仁，小田拳太，林雄介，平嶋宗，“発見的解法を必要とする算数文章題を対象とした数量関係の統合の外化支援”，JSiSE2013 年度第6回研究会，(2014)