

# 算数三角ブロックを用いた組み立て演習における、 情報過剰・不足問題の網羅的整理

## Comprehensive organization of over- and under-information problems in assembly exercises using arithmetic triangle blocks.

渡辺 涼太<sup>\*1</sup>, 山元 翔<sup>\*2</sup>, 林 雄介<sup>\*3</sup>, 平嶋 宗<sup>\*3</sup>

Ryota WATANABE<sup>\*1</sup>, Sho Yamamoto<sup>\*2</sup>, Yusuke HAYASHI<sup>\*3</sup>, Tsukasa HIRASHIMA<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup> 広島大学情報科学部

<sup>\*1</sup>School of Informatics and Data Science, Hiroshima University

<sup>\*2</sup> 近畿大学情報科学部

<sup>\*2</sup>Department of Information Science, Kindai University

<sup>\*3</sup> 広島大学大学院先進理工系科学研究科

<sup>\*3</sup>Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University

Email: b215501@hiroshima-u.ac.jp

**あらまし**：算数や数学の文章題は一般的に計算問題よりも難しい。また情報の過剰や不足のある問題は、過不足のない問題に比べて情報の取舍選択が必要となることから難しいものとなる。そこで、本研究では、算数三角ブロックを用いて段階的に考えさせることでその解決を補助するシステムを開発した。また情報の過剰や不足の問題を、それぞれ問題文中の情報・ノードの追加や削除の4種類の手段を組み合わせることで、網羅的に情報過剰・不足問題を作成する枠組みを提案した。

**キーワード**：算数文章題、三角ブロック、情報過剰・不足問題

### 1. はじめに

算数文章題では、文章中に解答とは関係のない情報が含まれている「情報過剰問題」、文章中に解答に必要な情報が含まれていない「情報不足問題」があり、これらの問題は文章中に情報が過不足なく用意されている「情報完備問題」よりも正答率が低いことが知られている<sup>(1)</sup>。

また算数文章題に対する学習支援システムの先行研究として、単文統合型の作問学習を支援する「モンサクン」が開発されている<sup>(2)</sup>。このモンサクンは実践利用され、学習効果も確認されているが、単一演算における計算式にしか対応しておらず、複合演算は行うことができなかった。そこで、複合演算を対象とした学習支援を可能にするために開発されたのが「算数三角ブロック」である<sup>(3)</sup>。本研究ではこの三角ブロックを用いた演習の設計、開発を行った。また、それに伴い情報過剰・不足問題の網羅的整理を行ったので、それらを報告する。

## 2. 算数三角ブロックを用いたシステム

### 2.1 算数三角ブロック

算数三角ブロック(以下では単に三角ブロックと呼ぶ)は、数量関係を可視化して表現することのできるモデルであり、このモデルによって、算数文章題の解決過程で重要だとされている統合過程の理解を促進することができる<sup>(3)(4)</sup>。また、三角ブロックを作るにあたっては「量命題」が必要になる。量命題とは、あるオブジェクトのある属性の値を表す命題で、例として「リンゴ3個」という量命題の場合、「リンゴ」がオブジェクト、「個数」が属性、「3」が属性値

を表している。三角ブロックの作成方法としては、図1のように単一の二項演算を最小の基本単位として扱い、計算に必要な要素1、要素2に対応する2つの量命題をそれぞれ三角ブロックの左下と右下に、その間に行いたい計算の演算子、そして結果に対応する量命題を三角ブロックの上を書くことで表現している。また三角ブロック同士はある任意の一つの量命題を共有することで接続することができ、階層的に表現することも可能になっている。ここで例題を図1右に示す。この図では、「リンゴとナシの合計の個数(3+4=7)」を計算するものとして、要素1として「リンゴ3個」、要素2として「ナシ4個」、結果として「合計7個」、という量命題を入れ、演算子は「+」を入れることで、求めたい式を表すことができる。

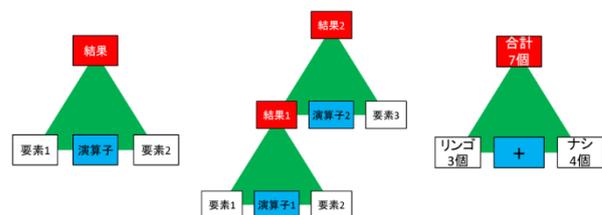


図1:三角ブロックのモデル

### 2.2 学習支援システム「さんすうさんかくブロックシステム」

この三角ブロックを用いたシステムが「さんすうさんかくブロックシステム」であり<sup>(3)</sup>、このシステムでは、図1の例題で使用した「リンゴ3個」や「ナ

シ4個」などの量命題を「ノード」とし、解答に合った演算子のついた三角ブロックに対して、必要な式になるようにノードを組み合わせて問題を解くシステムである。

### 3. 情報過剰・不足問題の作成・整理

本章では情報過剰・不足問題の説明方法について述べる。まず情報完備問題の問題文と三角ブロックを作成する。次に情報過剰・不足問題を作成するために以下の操作を行う。

#### ・情報過剰問題の作成

1. ノードに解くために必要のない量命題の追加(問題文中に明示なし)
2. 問題文中に解くために必要のない量命題の追加

#### ・情報不足問題の作成

3. ノードから解くために必要な量命題の削除(問題文中に明示あり)
4. 問題文中から解くために必要な量命題の削除

以上に示した計4つの操作が存在する。そしてこの4つの操作についてそれぞれ「行う」・「行わない」を組み合わせることによって作成可能な  $16(=2^4)$ 種類(一つは情報完備問題)の問題で、全ての情報過剰・不足問題を網羅することができる。

実際に4つの操作に関しての例を示す。例題として、「リンゴが5個ありました。リンゴを3個食べると残りは何個ですか。」という問題で、ノードとして「元々あったリンゴの数は5個」、「食べたリンゴの数は3個」、「残ったリンゴの数は?個」を使用する。この時にそれぞれの操作を適応すると、操作1に関しては、「リンゴの値段は130円」という解答に関係のないノードの追加、操作2に関しては「130円のリンゴが5個ありました。リンゴを3個食べると残りは何個ですか。」のようにリンゴの値段という解答に必要な情報の追加、操作3に関しては「食べたリンゴの数は3個」というノードの削除、操作4については「リンゴが5個ありました。リンゴをいくつか食べると残りは何個ですか。」のようにリンゴを食べた個数という情報の削除をすることによって作成できる。

### 4. 算数三角ブロック-web

過去の研究で、情報完備・過剰・不足問題を取り扱い、三角ブロックを用いたシステムとして「算数三角ブロック-web」がすでに開発されていたが<sup>(6)</sup>、問題の用意は事例的であった。よって、本研究では3章で述べたような網羅的な用意の方法を提案し、それらの一部については、下記の手順で整理したうえで実装している。まず、使用する演算子で加減・乗除・四則の3つの問題群に分け、その中でも表1のような7つのレベル分けを行った。また同一問題で複数の式の作成ができるような問題であっても、ある1つの式のみ正解判定となるような問題も存在し

たため、全ての解答方法で正解となるように改善を行った。例として、「 $500-80=420, 420=150=270$ 」という式で解ける問題がある時、この問題は「 $80+150=230, 500-230=270$ 」の順に計算しても解けるが、これまでのシステムでは前者しか対応していなかった。したがって本研究では、この2つのどちらの方針でも解けるように改良した。

表 1:各問題群内でのレベル分け

レベル	問題の種類	問題数
1	完備問題(1つの式)	3
2	完備問題(複数の式)	3
3	不足問題(ノード)	3
4	不足問題(問題文)	3
5	過剰問題(ノード, 問題文)	3
6	完備問題, 不足問題, 過剰問題(用意ノードあり)	5
7	不足問題, 過剰問題(用意ノードなし)	10

### 5. まとめと今後の課題

本研究では、情報完備・過剰・不足問題の作成方法と、これらの組み合わせによってできる問題を整理し、全ての問題が作成できることを示した。またシステムでは、段階的な学習や工夫した計算方法にも対応できるように設計・開発を行った。また、表1のレベル分けに関しては実装し、大学生を対象とした実験の中で、演習として利用可能であることを確認した。

しかし、システム内では16種類全ての問題を入れることはできておらず、また実際の教育現場での実践利用に関しては行っていない。よって今後の課題では、システムでの全ての問題の種類の実装や、細かいシステムの改善、実際の教育現場での利用実験などがあげられる。

#### 参考文献

- (1) 竹綱誠一郎, 齋藤寿実子, 吉田美登利, 佐藤朗子, 瀧沢絵里, 小方涼子, “児童の作文学力と算数文章題学力との関係”。
- (2) 山元翔, 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, vol.J96-D, No.10, pp.2440-2451, 2013.
- (3) 山元翔, 尾土井健太郎, 前田一誠, 林雄介, 平嶋宗, “算数文章題における統合過程のモデル化と外化支援システムの実践利用,” The 27th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2013.
- (4) 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 (教育科学編), pp.157~167, February, 1995.
- (5) 清水拓海, 尾坂隆児, 守山映見里, 山元翔, 前田一誠, 林雄介, 平嶋宗:三角ブロックにおける情報不備課題の定義と演習化, JSiSE Research Report 37 巻6号 29-36, 2023