

算数文章題解決における数量的統合過程の対象的行為化としての算数三角ブロックシステムと教材知識のオーサリング支援機能

Arithmetic Triangle Block as Concrete Activity for Numerical Integration Process of Arithmetic Word Problems and Its Authoring Support

古久保 和仁^{*1}, 山元 翔^{*1}, 林 雄介^{*1}, 平嶋 宗^{*1}
Kazuhito FURUKUBO^{*1}, Sho YAMAMOTO^{*1}, Yusuke HAYASHI^{*1}, Tsukasa HIRASHIMA^{*1}

^{*1} 広島大学大学院工学研究科

^{*1} Graduate School of Engineering, Hiroshima University

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

あらまし: 複数の四則演算が含まれる算数文章題解決を構造的に理解する過程である数量的統合過程を支援する算数三角ブロックシステムを開発している。このシステムを用いた演習では児童は文章中に現れる概念と算数三角ブロックを用いて概念間の数量関係を構築することになり、これは数量的統合過程の対象的行為化になっているといえる。本発表では、この算数三角ブロックとその実践利用について紹介するとともに、教師自らが本システムで利用可能な問題を作成するためのオーサリング支援システムについても報告する。

キーワード: 算数文章題, 数量的統合過程, 算数三角ブロック, オーサリング支援

1. はじめに

算数文章題の問題解決は、変換、統合、プラン化、実行の4つの過程で行われるとされている。中でも統合過程が最も困難であり、躓きやすいと言われている⁽¹⁾。この統合過程は、変換過程で理解した一文毎の理解を、ひとつのまとまった意味として理解する過程であり、言語的に理解する言語的統合過程と、数量関係までも理解する数量的統合過程に整理できる。統合過程は学習者が頭の中で行う過程であることから、学習者の理解を診断することが困難である上、指導を行うことが困難であると言える。

この数量的統合過程を支援するモデルとして算数三角ブロックを提案している。また、この算数三角ブロックを用いて、問題の構造を構築する演習を行わせることで、数量関係的統合過程の対象的行為化を行った算数三角ブロックシステムを開発し、実践を通して算数三角ブロックの有用性を確認した。

また、この算数三角ブロックシステムで学習者に考えさせる問題を教師が自ら用意することで指導したい内容に則した演習を行わせることが可能であると考えられる。そこで、教師が自ら問題作成できるオーサリング支援システムを開発し、評価を行った。

2. 数量的統合過程の外化表現

2.1 算数三角ブロック

数量的統合過程では、概念同士を演算関係で結びつける。これを実現する枠組みとして算数三角ブロックを提案している。この算数三角ブロックは言葉の式表現⁽²⁾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となっている。単一の算数三角ブロックは、和差乗除のいずれかの演算子を持っており、任意の三つの概念の演算関係を表現している。また、

一致する概念を介して三角ブロック同士をつなぐことが可能であり、階層的に演算を表現できる。

2.2 特徴的な構造記述

算数三角ブロックを用いた数量的統合過程の外化表現には、(1) 物語形 (2) 求答形 (3) 積和標準形の三つの特徴的な構造記述が存在すると考えられる。物語形は、文章中の物語の流れに沿って構築された構造であり、求答形は解の導出過程に沿って構築される構造である。また、積和標準形は、和と積の演算関係のみで構築される構造である⁽³⁾。

3. 演習用システムとその実践利用

3.1 算数三角ブロックシステム

算数三角ブロックを学習者に構築させる演習を行うためのシステムである算数三角ブロックシステムを開発している。このシステムで、学習者は二つの演習を行う。まず、問題文と問題文から抽出できる概念が与えられる。これらと、各演算子を持つ算数三角ブロックを用いて問題の構造を構築する。次に、学習者は構築した構造を基に、実際に答えを求める演算を行う。各演習の間にシステムは学習者の解答を診断し、誤りに応じたフィードバックを行う。

3.2 実践利用

小学生を対象に本システムの実践利用を行った。この実践は、(1) 数量的統合過程が存在し、この過程が数量を表す概念間の二項演算の連結で表現でき、(2) 特徴的な構造記述が存在する、を検証することが目的である。広島大学付属小学校6年生75名を対象に、演習80分、アンケート10分で行われた。

実践の結果、全9問中平均正解率が7.5問、また全問達成者が39名であることから、大半の児童が演習をよく行っていたことがわかる。また、アンケー

トでは、「問題の意味を知るのに役立ったか」「これまでの算数の文章題を解くときにもやっていることだと思うか」を問う設問も用意しており、それらのどの設問においても 7 割以上の児童が肯定的な回答を示している。よって、構造の構築に違和感はなく、演習によって児童の考えが外化されていることがわかる。また、児童らが構築した構造は三つの特徴的な構造が主に表れていることがわかる (図 1)。このことから算数三角ブロックが妥当なものであることがわかる。

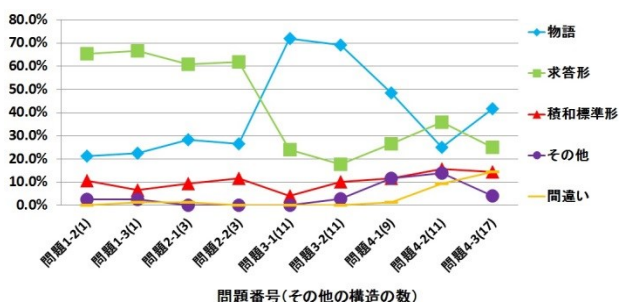


図 1 児童によって構築された構造の割合

4. オーサリング支援

本システムを用いた演習には、教師が指導したい内容に則した問題が不可欠である。これを教師が自ら作成できるオーサリング支援システムを開発した。

4.1 オーサリング支援の必要性

算数三角ブロックシステムで用いる問題の問題データとして、問題文とその問題文から抽出できる概念が必要である。また、学習者が構築した構造を判定するために、抽出した概念間の演算関係も必要となる。これらを考える際、特に概念を問題文から抽出することが困難である。これは、問題文中には直接現れないが、概念同士の演算結果として現れる中間概念が存在するからである。これを支援するために、教師が問題文から概念を取り出しながら、その概念間の演算関係を定義できる、また概念間の演算関係を定義しながら必要な概念の抽出ができるようなシステムが必要であると考えられる。

4.2 システムを用いた問題データ作成

開発したオーサリング支援システムには、問題編集、構造編集、関係編集の状態があり、それらを遷移させながら問題データを作成する。問題編集状態で、問題タイトルと問題文の定義を行う。構造編集状態では、問題文から抽出できる概念を定義することができる。ここで、その概念が持つ名前、数値、属性、問題文との対応、を定義する。関係編集状態では、+、-、×、÷の演算子を持つ算数三角ブロックを生成でき、構造編集状態で作成した概念間の演算関係を定義する。システムの状態は自由に変更でき、概念間の演算関係を定義するときに、必要な概念が抽出できていなくても、状態を遷移させて必要な概念の抽出が可能となる (図 2)。

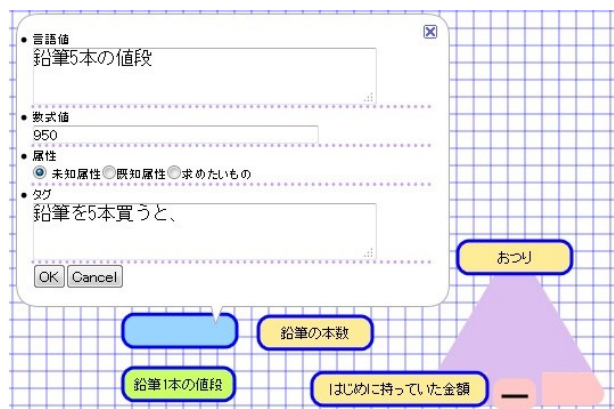


図 2 問題データ作成例

5. 評価実験

5.1 目的

開発したオーサリング支援システムを用いて、問題データを作成することができるかを確認することを目的に評価実験を行った。情報系大学生 1 名、大学院生 3 名、小学校算数教諭 1 名に本システムを用いた問題データ作成を行ってもらった。

5.2 結果

実験の結果、すべての被験者が本システムを用いた問題データ作成を行うことができた。また、実験を終えた被験者から「使いやすかった」「問題作成にストレスを感じなかった」との声を頂いた。また、小学校算数教諭からは「三角ブロックの作成は困難な課題ではない」「様々な算数文章題に対して三角ブロックを作成できる」との声を頂いた。これらのことから、本システムを用いることで、少ない負担で問題データの作成を行うことができると考えられる。

6. まとめと今後の課題

算数文章題解決における数量的統合過程の活動の支援を目的とした算数三角ブロックとその演習用システムを説明した。また、この演習用システムで使用する問題の問題データの作成を支援するシステムを開発し、評価を行った。今後の課題としては、算数文章題の問題同士の関係を調査、分析、分類することで、学習者の理解に合わせて次に演習させる問題を教師に提示する機能が実現できるのではないかと考えられる。また、問題間の関係を意識させるような演習も実現できると考えられる。

参考文献

- (1) 多鹿秀継: 算数文章題解決過程の分析, 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