

算数文章題の図的表現の組立て対象化と演習環境の設計開発

Design and Development of Interactive Learning Environment for Manipulating Graphical Representations of Arithmetic Word Problem

田中啓太^{*1}, 林雄介^{*2}, 平嶋宗^{*2}Keita TANAKA^{*1}, Tsukasa^{*2} HIRASHIMA^{*2}^{*1} 広島大学情報科学部^{*1} Informatics and Data Science^{*2} 広島大学先進理工系科学専攻^{*2} Division of Advanced Science and Engineering^{*1} Email: b180471@hiroshima-u.ac.jp

あらまし： 数学教育で用いられる表現様式として、現実的表現、操作的表現、図的表現、言語的表現、記号的表現の5つがあるとされている。教科書等で使われている絵は図的表現に分類されるが、動き／変化が演算の指定において重要な役割を持つ算数文章題において静的な図的表現は十分とは言えない。そこで本研究では、図的表現における動きをとらえるために、図的表現を組立て対象化し、演習化することを試みた。この演習は、言語的表現の組立て対象化を行っている算数文章題組立て演習である「モンサクン」の前段階として位置づけることができることから、「プレップモンサクン」と呼ぶ。

キーワード： 操作的表現、プレップモンサクン、算数文章題

1. はじめに

問題を解くのではなく、作ることによる学習を作問学習と呼ぶ⁽¹⁾。問題を作成するためには問題を構造的に把握し、解法の適用条件を把握する必要があるため、解法の定着に有効と期待される。一方で答えが一つにならない、解答の診断が難しく、フィードバックが容易ではないことから教授者の負担が大きく、実際の学習現場ではあまり利用されていない。

この問題を解決するために開発されたのが、単文統合型作問学習支援システム「モンサクン」である⁽²⁾。モンサクンは三つの単文と呼ばれる文を取捨選択し並べ替えを行うことで作問学習を行い、正誤判定、フィードバックを行う。これによって学習者は文章題を構造的に理解できるようになり、また、教授者の負担を軽減することができる。

モンサクンでは単文を用いており、文章を理解する力が必要になるため、幼稚園児や小学生で文章を読むのが苦手な学習者のモンサクン利用は想定されていなかった。そこで文章の代わりに絵や音を用いて三文構成モデルを表したのが「プレップモンサクン」である⁽³⁾。このシステムでは6段階のレベルがあり、徐々に難易度が上がっていく設定になっている。幼稚園での実践利用も行われ、システムの有効性や幼稚園児に対する三文構成モデルの理解が示された。

一方で、プレップモンサクンは途中で急激に学習者の回答率が低下するといった課題も見られた。そ

れを解決するために本研究では、これまで行われていたような単文に対応する絵を組み合わせるのではなく、絵自体を部品から組み立てる活動を学習者に行わせる。

2. 数学教育における表現体系について

中原は数学教育における表現様式に以下の5つがあるとし、図1のように体系的に整理している⁽⁴⁾⁽⁵⁾

(E1) 現実的表現：実世界の状況、実物による表現。3次元的存在物で動的。

(E2) 操作的表現：具体的な操作的活動による表現。人為的加工、モデル化行われている具体物、教具等に動的操作を施すことによる表現。動的。

(I) 図的表現：絵、図、グラフ等による表現。2次元的で静的。

(S1) 言語的表現：日常言語を用いた表現。または、その省略的表現。

(S2) 記号的表現：数字、文字、演算記号、関係記号など数学的記号を用いた表現。

これらの表現様式のうち、具体性の高い現実的表現、操作的表現は、学習者にとっても操作可能な表現といえる。また、記号的表現も、記号的表現を理解している場合には、操作可能な対象といえる。このため、これらの表現様式を用いた演習は種々の形で実現されてきたといえる。これに対して、図的表現と言語的表現は操作可能な対象ではなく、これら

の表現様式を用いた演習は困難であったといえる。モンサクンは、言語的表現を単文の組み立てという形で表現対象化・演習化を実現したものと位置付けることができる。本研究は、図的表現の操作対象化・演習化を目指すものである。

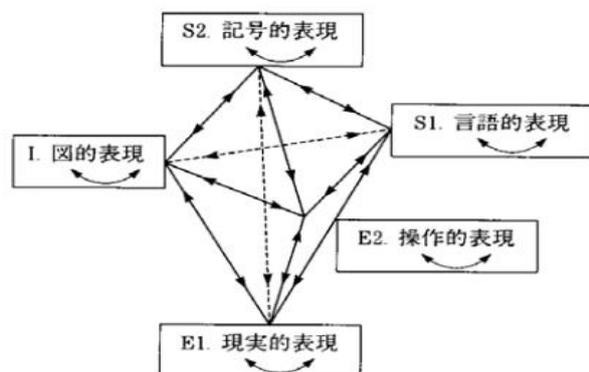


図 1 数学教育における表現体系

3. 研究目的

算数文章題における一つの演算は、三つの量命題の組み合わせによって成立しているとモデル化できる。一般的に使われている図的表現は静的であり、一つの図として提示されているため、学習者はそこから三つの量を自分で読み取ることが求められる。本研究は、学習者自身にこの三つの量を図として組み立てさせることで、図的表現の操作対象化・演習化を実現し、図的表現の読み取り能力の向上を目指すものである。

4. プレップモンサクン



図 2 プレップモンサクンのシステム図

図2のように画面上部に算数文章題と音声再生ボタンがあり、文章を理解できる学習者は文章で、理解が難しい学習者は音声を聞いて、この問題で表される図を、オブジェクトを操作することで作っていく。画面真ん中にある3つの箱はそれぞれ単文と対応しており、左側が1文目、真ん中が2文目、右側が3文目とそれぞれ対応する。これらの箱の中に画面下のオブジェクトを配置する。

オブジェクトについてだが、ここでは6種類のオブジェクトが用意されている。静止している状態を

表すオブジェクトがダミーを入れて2つ、移動している様子を表すオブジェクトがダミーを入れて4つある。ここで、オブジェクトの増減をどのように表現するのだが、オブジェクトの向きで表すものとする。図2の下部にオブジェクトに走っている猫、飛んでいる鳥がそれぞれ2種類ずつ用意されており、それぞれ左右反転させたものになっている。左側を向いていれば増加、右側を向いていれば減少を示す。図2では「やってきた」問題なので左側を向いているオブジェクトを用いる。図3のようにオブジェクトを配置し終わると右上の「はんでい」ボタンをおし、正誤判定を行う。正解の場合は動画が作成され次の問題、不正解の場合はもう一度解きなまし、正解するまで解答を行う。

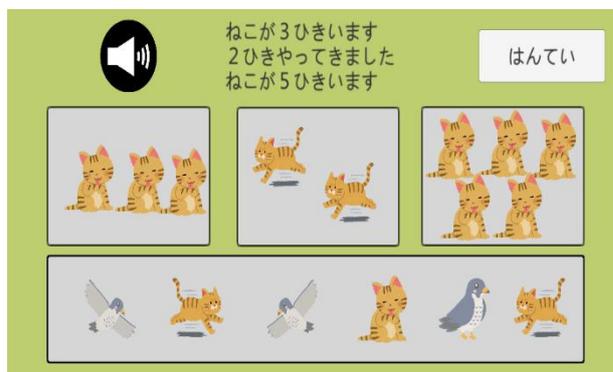


図 3 オブジェクトの配置

5. まとめ

本研究では、図的表現を組み立て対象化した図的表現の動的性質の演習環境設計開発を行った。今後は、絵およびその部品（オブジェクト）の理解を促す演習をプレップモンサクンの前のチュートリアルとして用意することや、解けない学習者に対してのヒントの提示、主に幼稚園児に向けての実践利用を予定している。

参考文献

- (1) 倉山 めぐみ, 平嶋 宗: “逆思考型を対象とした算数文章題の作問学習支援システムの設計開発と実践的利用”, 人工知能学会論文誌, 2012, 27 巻, 2 号, p. 82-91 (2012)
- (2) 神戸健寛, 山元翔, 吉田祐太, 林雄介, 平嶋宗: “単文統合型作問学習支援システムの利用効果の問題構造把握の観点からの評価”, 電子情報通信学会論文誌 D Vol. J98-D No. 1 pp. 153-162 (2015)
- (3) Pedro Gabriel Fonteles Furtado, Tsukasa Hirashima, Yusuke Hayashi and Kazushige Maeda “Application focused on structural comprehension of mathematics contextual problems for kindergarten students”, Springer Science and Business Media LLC, (2019)
- (4) 清水 紀宏, 山田 篤史, 算数・数学の授業におけるインフォーマルな表現を捉える枠組み, 数学教育学研究: 全国数学教育学会誌, 2015, 21 巻, 2 号, p. 89-10 (2019)
- (5) 中原忠男 『算数・数学教育における構成的アプローチの研究』東京: 聖文社 (1995)