

算数文章題の言語・数式・空間表現の相互変換を通じた割合を含む乗除構造の关系的理解を促進する演習システムの設計・開発

Design and development of exercise system to promote relational understanding of multiplication structure including proportions through mutual conversion of languages, mathematical expressions, and spatial expressions

本多 創一^{*1}, 赤尾 優希^{*1}, 津高 七海^{*1}, 林 雄介^{*1}, 平嶋 宗^{*1}

Soichi HONDA ^{*1}, Yuki AKAO ^{*1}, Natsumi TUDAKA, Yusuke HAYASHI^{*1}, Tsukasa HIRASHIMA^{*1}

^{*1}広島大学大学院工学研究科

^{*1} Faculty of Engineering Hiroshima University

Email: honda-s@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし: 算数文章題を解くためには言語表現である問題文から数式表現に変換する必要があると、この変換が文章題を困難にする理由として挙げられていると同時に、数量関係を図的に表した空間表現を介することで理解が促進されるといわれている。特に割合の分野を苦手とする学習者が多く、これは基準量・比較量・割合といった乗除算に現れる数量関係の理解が不十分であるからと考えられる。そこで本研究では、乗除算の算数文章題における基準量・比較量・割合といった数量の関係の理解支援を目的として、言語・数式・空間表現の相互変換演習が可能なシステムの設計・開発を行った。

キーワード: 言語表現, 数式表現, 空間表現, 相互変換

1. はじめに

算数の文章題を解くということは、まず、文章題のような「言語的表現」から文章題を数量のみで表した「数式表現」に変換することだと考えられる。しかし、実際に頭の中だけで、この変換を行うことは難しく算数文章題を苦手とする学習者が多く存在する。これは言語表現から数式表現に変換する際に数量関係が頭の中で整理できていないためと考えられる。そこで本研究では、特に学習者が躓きやすいとされている小数を含んだ割合乗除算文章題を対象として基準量・比較量・割合といった数量の関係の理解支援を目的として、言語表現と数式表現をつなぐ数量関係を図的な空間表現として表し、これらの表現間の相互変換の演習を可能にするシステムの設計・開発を行った。

2. 単文統合型作問学習支援環境モンサクン

モンサクンとは二項演算の算数文章題を対象とした単文統合型作問学習支援環境である[山元 13]。

図 1 にモンサクン Touch の作問画面のインターフェースを示す。モンサクン Touch では単文統合により作問を行う。二項演算の算数文章題は、三文構成モデルにより単文を三つ統合したものとして表現される。単文とは対象(オブジェクト)、数量、述語によって構成される文章のことで、ある量の存在を表す存在文、2 量の関係を表す関係文に分けられる。このモデルにより学習者は与えられた単文を選択し、組み合わせることで作問を行う事ができる。作成された問題に対してはシステムによる自動診断・フィードバックを行うことが可能となり、短時間で多くの作問量を期待することができる。

これまでに小学校実践利用から学習効果の向上という結果が得られている。

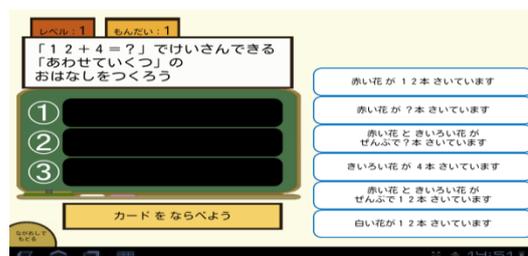


図 1 モンサクン Touch のインターフェース

3. 乗除算数文章題

3.1 テープ図を利用した3表現の相互変換

特に小数を含む割合算数文章題では、基準量が比較量より小さくなり数量関係が理解しづらい場合があり、課題となっている。小学校学習指導要領解説算数編[文部科学省 08]によると、乗算の意味を「一つ分」×「いくつ分」=「全部の量」として学習が行われ、整数のみを取り扱う場合では「全部の数」が「一つ分の数」よりかならず大きくなるが、小数の場合では、割合の比が1以下の場合と1以上の場合で「全部の数」が「一つ分の数」より大きくなる場合と小さくなる場合を考えなければならない。このとき、「全部の数が」「一つ分の数」より小さくなることに慣れていない学習者は数量関係を頭の中で正しく理解できないと考えられる。つまり、乗除算においては、小数と整数の2種類の問題を考慮しなければならない。ここで変換作業の際に、絵や図などの空間表現を介することで学習者の頭の中での整理と理解がしやすくなると言われており、実際の教育現場でも線分図やテープ図を用いて算数文章題の授業が行われている。従って、演習ではテープ図を空間表現として推奨する。小数を含む割合の乗除算問題を範囲として、整数を取り扱う問題と小数を取

り扱う問題を用意する。演習としては、図2に示すように割合の比が1以上の場合、1以下の場合の2種類の図を用意することにする。

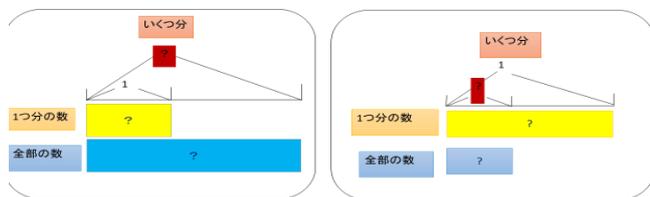


図2 整数と小数の場合のテープ図

4. システムの設計・開発

本システムでは、これまでのモンサクンに乘除算文章題を対象とした言語・数式・空間表現の相互変換演習の拡張を行う。3表現の関係、変換演習例を図3、4に示す。学習者が行う演習としては、言語表現から空間表現を介しての数式表現への変換と、その逆である数式表現から空間表現を介しての言語表現への変換2つの課題を設定している。

言語表現から数式表現への変換では、まず、言語表現から空間表現へ変換として、与えられた数式の条件から単文をテープ図にあてはめ、テープ図を完成させる。このとき、テープ図に当てはめられた単文は数量を表すカードに変更される。テープ図を見ることにより、数量関係を視覚的に捉えることができ、さらにテープ図には、数量の役割のラベルを付けているので、学習者が単文を当てはめる際に、単文または、その数量が文章題の中でどのような役割を果たすのか思考することが期待できる。次に空間表現から数式表現へ変換では、与えられたテープ図の条件に合う数式を全て選択する。この演習では、1つのテープ図から乗法の式、除法の式どちらも導けることから、基準量・比較量・割合の見方をかえることにより、除法においても乗算として捉えてもらえることが期待できる。

数式表現から言語表現への変換では、まず、数式表現から空間表現への変換として、与えられた数式の条件から単文をテープ図にあてはめ、テープ図を完成させる。このとき、テープ図に当てはめられた単文は数量を表すカードに変更される。テープ図を見ることにより、数量関係を視覚的に捉えることができ、さらにテープ図には、数量の役割のラベルを付けているので、学習者が単文を当てはめる際に、単文または、その数量が文章題の中でどのような役割を果たすのか思考することが期待できる。図を作成することにより学習者の思考を可視化することが可能となる。空間表現から言語表現の変換では作問した課題に対して、空間表現から数量のカードを当てはめてもらう課題となっている。ここでは空間表現の数量関係を言語表現の数量関係と比較することで言語表現と空間表現の対応関係の理解が深まると

期待する。

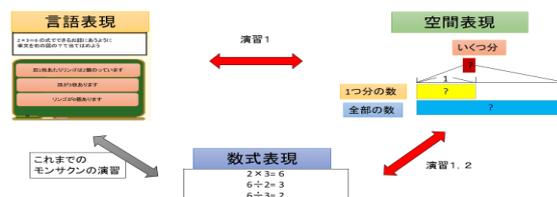


図3 3表現の関係図

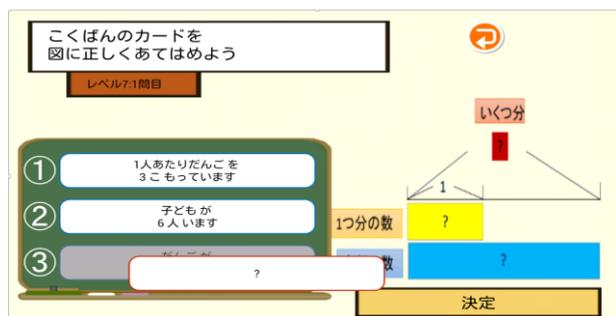


図4 言語表現から空間表現への変換演習

4.3 教師による評価

本システムを用いて、実際に小学校の授業内で作問学習を行うことが可能であるか、システムを作成する際にも深く関わった小学校教諭、広島大学の情報系大学生アンケート調査を行った。結果として教師、学生ともに演習とシステムに関して好意的な意見が得られ、システムの授業利用の可能性を示唆出来た。

5. まとめと今後の課題

本研究では、乗除算の算数文章題における基準量・比較量・割合といった数量の関係の理解支援を目的として、言語・数式・空間表現の相互変換演習が可能なシステムの設計・開発を行った。今後の課題としては、開発したシステムを用いて実際の教育現場においてシステムの有用性を検証するために実践的利用を行いたいと考えている。

参考文献

[山元 13] 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 D, Vol.J96-D, No.10, pp.2440-2451(2013)

[文部科学省 08] "小学校学習指導要領解説 算数編 第1章~第2章", 文部科学省,(2008),<http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afie/ldfile/2009/06/16/1234931_004_1.pdf>

[文部科学省 08] "小学校学習指導要領解説 算数編 第3章~第4章", 文部科学省,(2008),<http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afie/ldfile/2009/06/16/1234931_004_2.pdf>