

乗除算数文章題の言語・数式・空間表現の相互変換演習による 問題構造の理解促進システムの設計・開発

Design and Development of System to Promote Understanding of Problem Structure by Mutual Conversion Exercise of Multiplication Arithmetic Sentence Subject Language, Mathematical Expression, and Spatial Expression

服部 公祐^{*1}, 津高七海^{*2}, 岩井健吾^{*2}, 林雄介^{*2}, 平嶋宗^{*2}
Kosuke HATTORI^{*1}, Natsumi TSUDA^{*2}, Kengo IWAI^{*2}, Yusuke HAYASHI^{*2}, Tsukasa HIRASHIMA^{*2}
^{*1} 広島大学工学部

^{*1} Faculty of Engineering, Hiroshima University

^{*2} 広島大学大学院工学研究科

^{*2} Graduate School of Engineering, Hiroshima University

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

あらまし: 算数文章題を解く際に言語表現である問題文から、数式表現である計算式に変換する必要がある。この変換過程が算数文章題を解くことが困難である理由として挙げられている。言語表現から数式表現への変換において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。乗除の算数文章題において解くことが困難に感じる学習者が存在し、これは基準量・比較量・割合といった乗除算における数量関係の理解が不十分であるからだと考えられる。そこで本研究では、乗除算における数量関係の理解支援を目的とした、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、言語表現としての文章から読み取れる数量関係から、その数式表現としての式を作成し、未知数を求めることと言える。しかし、この変換を行うことは難しいとされており、多くの学習者が算数文章題を苦手としている⁽¹⁾。これは言語から数式に変換する際に文章、式と数量関係との関連が理解できていないからだと考えられる。そこで本研究では、乗除算数文章題を対象として基準量・比較量・割合といった数量関係と文、数式を関連付ける理解の支援を目的として、数量関係を図的に表したものを空間表現とし、言語・数式・空間表現の相互変換の演習を可能としたシステムの設計・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

問題の解決には問題構造の理解が重要とされている。算数文章題の問題構造理解を深めるために、問題を解くよりも問題を作ることが有効であることが示されており、教科書などにも取り入れられているが学習者、教授者共に時間がかかり、すぐにフィードバックを返せないために十分な時間を使って実施することができていないのが現状である。

このように実施が難しい二項演算の算数文章題の作問支援を目的とした単文統合型作問学習支援環境であるモンサクン Touch が開発されている⁽²⁾。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3枚の単文を組み合わせることで作問を行う。二項演算の算数文章題は、

三文構成モデルにより三つの単文によって表現できる。単文とは「りんご」、「人」などの対象(オブジェクト)、「2個」、「4人」などの数量、「あります」、「います」などの述語によって構成される文章のことである。単文はある数量の存在を表す存在文、2つの数量の関係を表す関係文に分けられる。モンサクン Touch では三文構成モデルを利用することで、学習者は与えられた単文を選択、組み合わせることで作問を行うことができる。また、作成された問題に対してシステムによる自動診断・即時フィードバックも可能となっている。このモンサクン Touch により学習者は数式表現から言語表現への変換演習が可能となっている。モンサクン Touch は実際の教育現場で実践的利用が行われており、これまでの小学校での実践利用からこのシステムの有用性は示されている。

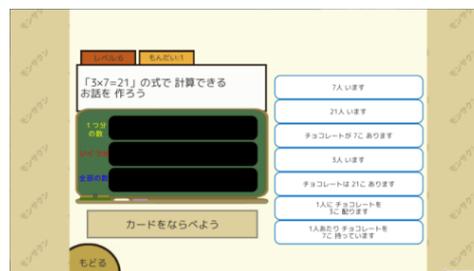


図1 モンサクン Touch のインターフェース

3. 空間表現

乗除算数文章題における数量関係を表す基準量・比較量・割合を、小学校3年次で最初にかかけ算を学習する際は、「1つ分」×「いくつ分」＝「全部の数」として文中の数量の役割を明確にすることで式に変換する学習が行われている。言語表現から数式表現への変換過程では、「1つ分」、「いくつ分」、「全部の数」それぞれが文中のどの数に対応するか、これらの役割でどのような式が構成されるかの理解が必要である。言語表現から数式表現への変換過程の際に、図などの空間表現を介することで学習者の頭の中で考えの整理が行われ、数量関係の理解がしやすくなると言われている⁽³⁾。本研究では、空間表現として数直線・テープ図を用いた⁽⁴⁾。数直線・テープ図がどのような図であるかを図2に示す。

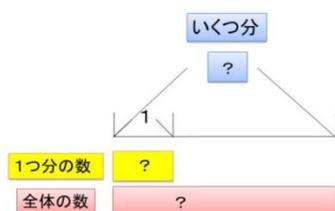


図2 数直線・テープ図

4. システムの設計・開発

本研究では、乗除算モンサクン Touch に言語表現から空間表現、空間表現から数式表現、数式表現から空間表現、空間表現から言語表現の4種類の変換演習を追加する。言語・数式・空間の3表現の関係を図3に、言語表現から空間表現への変換演習の例を図4に示す。

言語表現から空間表現への変換演習では、言語表現である問題文を三文構成モデルにより3つの単文で表現したカードを用意し、その3つの単文カードを数直線・テープ図にあてはめる活動を行う⁽⁴⁾。このとき、数直線・テープ図にあてはめられた単文カードは、単文から数を表すものに変換される。これにより数直線・テープ図を見ることで、数量関係を視覚的に捉えることができる。

空間表現から数式表現への変換演習では、数直線・テープ図に数を表すカードがあてはめられたものを用意し、その数直線・テープ図が表す式をダミーも含む複数の数式の中からチェックボックス形式で選択する活動を行う⁽⁴⁾。1つの数直線・テープ図から乗法の式と除法の式がどちらも導くことができ、乗法と除法の関係理解も期待できる。

数式表現から空間表現への変換演習では、二項演算の数式を1つ提示し、その数式のもつ3つの数を表すカードを用意する。その3つのカードを数直線・テープ図にあてはめるという活動を行う。この活動により、乗算の算数文章題の数式表現は「1つ分の数」×「いくつ分」＝「全部の数」という構造になっていることが理解でき、数式表現における数

の順番にも意味があることの理解につながると考えられる。

空間表現から言語表現への変換演習では、乗除算を表す、数のあてはまった数直線・テープ図とその乗除算を作問するために必要な単文カード群を用意する。単文カード群の単文カードを組み合わせることで作問活動を行う。空間表現の数量関係と言語表現の数量関係を比較することで、言語表現と空間表現の対応関係の理解が深まることが期待できる。

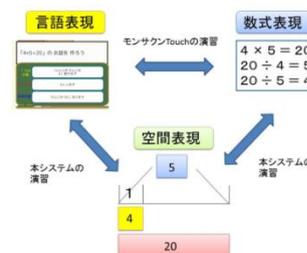


図3 言語・数式・空間表現の関係

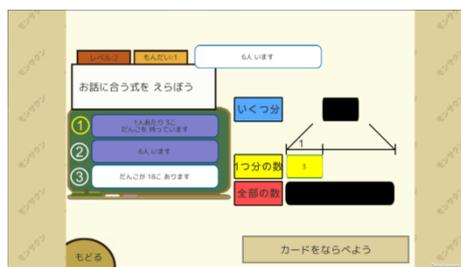


図4 システムの演習画面

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教育現場で実践的な利用を通じて、乗除算数文章題の基準量・比較量・割合の数量関係の理解の支援に役立っているかを検証することがあげられる。

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, pp. 157-167, (1995)
- (2) 山本翔, 神戸健寛, 吉田祐太, 前田一誠, 平島宗：“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)
- (3) 細川真, 岡直樹, 前田一誠, 中岡正弘：“割合の文章題解決における図的表現に関する研究”，学校教育実践学研究, 21, pp. 97-104, (2015)
- (4) 本多創一, 赤尾優希, 津高七海, 林雄介, 平島宗：“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関係性理解を促進する演習システムの設計・開発”，教育システム情報学会 2017年度学生研究発表会(2018)