

立式を支援する数学文章題解決支援システムの開発

Development of an Interactive Environment to Write an Equation of Mathematical Word Problem

工藤 慎也^{*1}, 竹山 和希^{*1}, 倉山 めぐみ^{*1}, 安藤 雅洋^{*2}, 山本 けい子^{*1}, 下郡 啓夫^{*1}
Shinya KUDO^{*1}, Kazuki TAKEYAMA^{*1}, Megumi KURAYAMA^{*1}, Masahiro ANDO^{*2}, Keiko YAMAMOTO^{*1},
Akio SHIMOGOORI^{*1}

^{*1} 函館工業高等専門学校

^{*1} National Institute of Technology, Hakodate College

^{*2} 長岡技術科学大学

^{*2} Nagaoka University of Technology

Email: c_j1116@yahoo.co.jp

あらまし：最近，教育現場ではコンピュータを用いた学習支援システムが利用されている。その中で数学文章題が苦手な学生に対し，問題の解き方・考え方を支援するシステムが検討されている。本研究では，文章題の解決過程（変換・統合・計画・実行）に沿ったシステムの開発を行った。提案するシステムでは，特に統合から計画段階における支援を中心として，学習者に問題文の中から抽出した言葉を用いて関係を構築させ，数値や文字を代入させ，立式，式を解き，解答させている。

キーワード：数学文章題，立式，問題解決過程

1. はじめに

最近，教育現場ではコンピュータを用いた学習支援システムが利用されている。この学習支援システムは，課題の提示・解答の診断・解答者への即時フィードバックを通して学習者とコンピュータとの双方向的なやり取りを可能とし，学習者のそばに教授者がいなくとも解答の診断が行われるため，さまざまな場面での活用が可能であると考えられる。

その中の1つとして数学文章題を数学的に解釈・表現することを苦手とする学生に対して学習の支援することである。数学文章題を苦手としている学生の特徴は大きく2つに分けられる。

- (1) 問題文を読んでも式を立てられず問題を解けない。
- (2) 式を立てずに解だけを求めている。

(1)に関しては問題文を読んで一文単位で内容を理解したが，一文同士を関係付けて全体の関係を作ることができていない学生である。(2)は問題については理解しているが，具体的操作から抽象的操作への移行ができていないことが考えられる学生である。どちらの場合でも，問題文を数学的に解釈・表現する思考過程を指導する必要がある。この2つの特徴に着目して数学文章題を理解し立式することを学習できる支援システムを開発する。

2. 数学文章題のアプローチ

2.1 文章題の解決過程

学習者が文章問題を解答する際の過程として文章題解決過程がある⁽¹⁾。文章題解決過程には大きく「理解過程」と「解決過程」に分けられ，さらにそれぞれの下位過程として「理解過程」では「変換」，「統合」，「解決過程」では「プラン化」，「実行」の全4

段階の過程に分かれている。この4段階のうち，問題を解くことができない学習者は「統合」の過程が困難とされている。しかし，思考過程は学習者によって異なるため，学習者がどの過程でつまずき間違ったかを正確に指摘することは難しい。そこで，立式をするための思考過程を可視化することができれば，学習者のつまずき箇所を明確にし，指摘することができ問題解決の学習につながると考えている。

2.2 先行研究

文章題学習支援システムはすでにおこなわれており，様々な支援の方法が提案・運用されている⁽²⁾⁽³⁾。尾土井ら⁽²⁾によって提案されている算数三角ブロックを用いた算数文章題の支援システムがある。この算数三角ブロックとは，和差乗除いずれかの演算子を持ち，任意の3つの概念の数量関係を表現するものである。このシステムでは，三角ブロックを用いて問題文中の数量関係を把握し，可視化するものである。しかし，尾土井らのシステムでは，算数三角ブロックを解ける形に変形していくことで問題を解決していくため，方程式を立てる上では，不足していると考えられる。

3. 提案するシステム

3.1 システムの概要

本システムでは，立式を中心に支援するために，文章解決過程に沿った形で解答，診断が行えるよう構築する。学習者は問題が提示された後，以下の4段階で解答，それをシステムが正誤判断する。

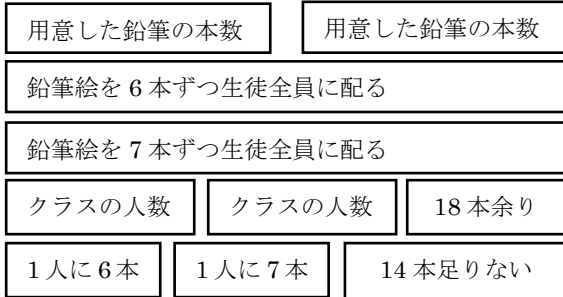
- (1) 等号関係の作成
- (2) 等号関係の段階的な詳細化
- (3) 数や式の代入
- (4) 問題の解答

それぞれの段階について以下の問題と提示されるカードを利用して説明する。

問題文

あるクラスの生徒全員に鉛筆を配るのに、1人に6本ずつ配ると18本余ったので、1人に7本ずつ配ったら14本足りなかった。この時のクラスの人数を求めなさい。

用意されたカード



3.2 等号関係の作成

等式関係の作成過程では、システム側から問題文と問題文から要素毎に分解したカード群が提示され、学習者にカード群から等号関係を作成してもらう。等号関係を作成した状態を図1に示す。等号の記号とつながった図にすることで、等号関係を作成したと判断される。今回の例題の場合、問題文中の『1人に6本ずつ配ると18本余った』と、『1人に7本ずつ配ったら14本足りなかった』が共に『用意した鉛筆の本数』を元に分けたものであることから、2つの『用意した鉛筆の本数』を等号関係として作成できる。システムでは提示されたカードから2枚選択してもらった後、2枚のカードの関係を「=, +, -, ×, ÷」のボタンで選択してもらう。

3.3 等号関係の段階的詳細化

等号関係を段階的に詳細化では、(1)の段階で作成した等号関係のカード起点に、残るカードを使い、演算関係を示した三角関係を用いてカード間の関係づけをおこなっていく。等号関係を段階的に詳細化していくことで、学習者が各カード間のつながりについてどのように捉えているのかを可視化する。全てのカードを関係づけることで問題文の全体構造が完成する。例題では、3.2節で述べたように等号関係は『1人に6本ずつ配ると18本余った』と、『1人に7本ずつ配ったら14本足りなかった』が元になっている。この2つの文はそれぞれ2つの要素に分けられる。図2では『1人に6本ずつ配ると18本余った』は、『鉛筆を6本ずつ生徒全員に配る』と『18本余る』に分割できる。さらに『鉛筆を6本ずつ生徒全員に配る』は、『クラスの人数』と『1人に配った鉛筆の本数』の2つの要素に分けられる。図2は分割した例である。同様に『1人に7本ずつ配ったら14本足りなかった』も詳細化していく。

3.4 数値文字の代入

数や式の代入では、等号関係の段階的な詳細化で出来上がった言葉による関係が示されているところに、数や式を代入していく。システムでは3.3で作

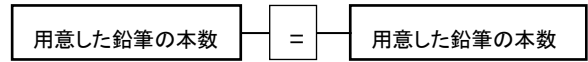


図1 等号関係の作成

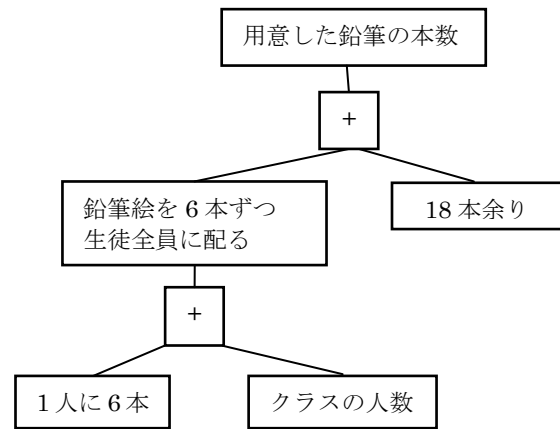


図2 等号関係の段階的詳細化

成したカードの下に入力ボックスを用意し、その中に数値や文字の入力を行う。下のカードから入力を行いカードに対応している数値や文字を入力することで、言葉の関係から数学的関係に表現することができる。全てのカードと対応した数値・文字を入力して正誤判断する。

3.5 問題の解答

問題の解答では、3.4節で作成した方程式を表示する。方程式を解く過程は学習者が行い、求めた解答を入力してもらいます。システムでは方程式と解答欄を表示し学習者は方程式を解き解答欄に数値を入力し正誤判断する。

4. まとめ

本研究では、数学文章題を対象とし、立式することに着目した数学文章題解決支援システムの提案・開発を行った。今後の課題として、複数の問題を扱えるようにして、実際に利用実験を行いシステムの問題点を発見し改善していくことが必要である。

謝辞

本研究の一部は、高専 - 長岡技科大共同研究助成による。

参考文献

- (1) 吉田甫, 多鹿秀継 編著: “認知心理学から見た数の理解”, 北大路書房 (1995)
- (2) 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”, 教育システム情報学会研究報告 Vol.27 No.6 pp89-96 (2013)
- (3) 伊藤敏裕, 金子敬一: “数学の文章題を解くための作図支援システムの開発”, 情報処理学会研究報告 コンピュータと教育研究会報告 No.16 pp9-15 (2006)
- (4) 倉山めぐみ, 山本けい子, 下郡啓夫: “数学文章題解決を対象とした学習支援システムの構築”, 教育システム情報学会第 38 回全国大会論文集 pp129-130 (2013)