

情景図を用いた算数問題の作成環境の実現

The Development of Learning Environment for Arithmetical Problem-Posing Using Illustrations

江藤 光^{*1}, 梅津 孝信¹, 平嶋 宗², 竹内 章¹

Hikaru ETO^{*1}, Takanobu UMETSU¹, Tsukasa HIRASHIMA², Akira TAKEUCHI¹

¹九州工業大学大学院 情報工学府

^{*1}Graduate School of Computer Science and System Engineering, Kyusyu Institute of Technology

²広島大学大学院 工学研究科

²Graduate School of Engineering, Hiroshima University

Email: etou@minnie.ai.kyutech.ac.jp

あらまし： 問題を解くのではなく、問題を作らせる学習の有用性が指摘されている。算数教育の分野でも、学習者に文章問題を作成させる学習が行われている。しかしながら、文章問題の作成は初学者にとって容易なことではない。問題を解く学習の場合であれば、文章問題を解けない学習者に対して、問題文の情報を絵で表現し可視的に具現化させて提示することで、学習者の理解を支援する方法がある。そこで本研究では、文章を使わず、可視的に具現化され理解しやすい、絵を用いた表現で問題を作成させることを考えた。この、絵を用いた表現で問題を作成する環境を計算機上で実装し、小学二年生四名による環境の試験的利用についても報告する。

キーワード： 作問学習, 学習支援システム, 可視化, 算数初等教育

1. はじめに

教育現場において、問題を解くのではなく、学習者に問題を作らせる作問学習の有用性が指摘されている⁽¹⁾。算数の分野でも、文章問題を作らせる学習が行われている。

平嶋らは作問学習支援システム「モンサクン」を開発した⁽²⁾⁽³⁾。モンサクンでは、さまざまな単文があらかじめ用意されており、学習者はその単文を組み合わせる形式で文章問題を作成する。このモンサクンの使用実験を通し、モンサクンを用いた学習は有用であると確かめられたが、同時に、モンサクンで上手く問題を作ることが出来ない学習者の存在も確認された。

問題を解く学習の場合であれば、文章問題を解けない学習者に対して、問題文の情報を絵で表現し可視的に具現化させて提示することで、学習者の理解を支援する方法がある。そこで本研究では、文章を使わず、可視的に具現化され理解しやすい、絵を用いた表現で問題を作成させることを考えた。学習指導要領には目標のひとつとして、「数量関係のある情景を式に表したり、式を具体的な情景に結びつけたりする能力の育成」が上げられており、文章での問題作成だけでなく、絵の上での問題作成にも学習的な意味があると思われる。

この、絵を用いて問題を作成する環境を計算機上で実装した。また、小学二年生四名による、この絵での作問環境の試験的利用についても報告する。

2. 作成する問題の構造

算数の文章問題には様々なものがあるが、本稿では、物が増える増加問題、物が減る減少問題、二つ

の物の数を合計する合併問題の三種類を取り扱う。

本システムで取り扱う問題の構造は、平嶋らが開発したモンサクンに基づいたものとなっている。モンサクンでは、算数の文章問題は、何がいくつ存在しているかを表す「存在文」が二文、その二文の存在文で表される物体の、数量的な関係を表す「関係文」が一文の、計三文からなる。例えば「リンゴを3個持っています。リンゴを2個買いました。リンゴが5個になりました」という問題は、最初と最後の文が存在文、二番目の文が関係文であり、 $3+2=5$ の数量関係が成立する。

絵での問題作成においても、存在を表す絵二枚と、関係を表す絵一枚の、計三枚の絵で問題を構成する。開発したシステムでは、食べ物・お金・人の三種類の存在を扱うことができる。食べ物とお金は必ず人が所有しており、人ひとりと、お金もしくは食べ物数個がセットとなった絵をひとかたまりとして扱う。人は特定の所在地にいる状態で表現され、所在地ひとつと、人が数人のセットでひとかたまりとして扱う。図1の左側に、この存在の絵の例を示す。

関係の絵では、あげる/もらう、買う/売る、(人が)移動する、の三種類の絵を用意している。あげるともらう、買うと売るは、動作主をどちらとするかの違いであり、どちらも同じ絵で表現することができる。開発したシステムはこの三種類の関係の他に、(二つの数を)合わせる、という関係も扱うことができる。絵としては用意しておらず、二つの存在絵を組み合わせて、その合算を表現する。図1の右側に、この関係の絵の例を示す。

なお、増減の問題を扱う場合は、三枚の絵の間に時系列が存在する。増減前の存在を表現する絵、増

減を表現する絵，増減後の存在を表現する絵，の順に時系列が存在する．この時系列を表現するため，本システムで用意されている全ての絵には「あさ」「ひる」「ばん」の時系列情報が付与されている．学習者はこの時系列についても矛盾のないように問題を絵で作成しなければならない．



図1 システムで用いる絵

3. 絵による作問システム

システム画面を図2に示す．学習者は，システムから数式(図2左上)と，絵(図2右)を与えられる．与えられた絵から必要なものを抜き出して組み合わせることで，与えられた数式で解くことができるような問題を絵で作成する(図2左下)．

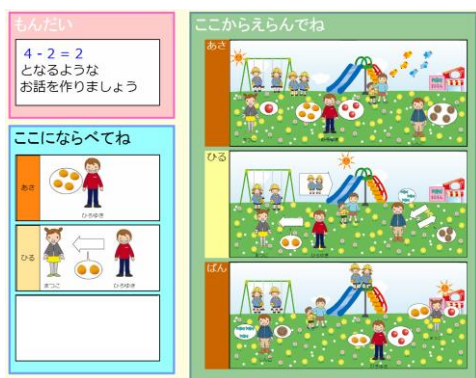


図2 システムのインターフェイス

システムが与える絵(図2右)は，絵で表現された問題を複数問組み合わせる一つの大きな絵にしたものである．食べ物を買って増える様子を書いた絵や人が移動して増える様子を書いた絵などが一つの絵の中に矛盾のないように存在している．一つの問題は二つの存在絵と一つの関係絵から構成されているため，実際にはこの絵は，複数の存在絵と関係絵の組み合わせからなっているとも言える．どの存在絵と関係絵が組み合わせたり問題を成しているかは学習者には提示されていない．

学習者は，それら複数の問題が混在している絵の中から，与えられた数式で解くことができるものを探し出さなければならない．どの存在絵と関係絵が問題を構成しているかは提示されていないため，実際の作業は，複数の存在絵と関係絵の集合から，システムが与えた計算式と同じ数量関係が成立する組み合わせを見つけ出すことになる．操作としては，絵の集合から存在絵二つと関係絵一つをドラッグ&ドロップで抜き出し組み合わせることで問題を構成する．

存在絵と関係絵は時制や物体の数，数量関係などの情報を持っており，その情報を用いて，学習者が作成した問題を診断する．問題の正誤と，誤答であればその理由をフィードバックする．

4. 評価実験

小学校二年生四名に，単文の組み合わせで作問するモンサクンと本稿で作成した絵での作問環境の両方を利用してもらい，差が出るかを確認した．

被験者には作問についてとシステムの利用法を説明し，四名のうち二名は先にモンサクンを利用し，その後絵での作問環境を利用してもらった．これを第一群とする．残り二名は，先に絵での作問，その後モンサクンを利用してもらった．これを第二群とする．システム利用の時間は，それぞれ15分である．

表1 作成した問題数の集計

	被験者	モンサクン		本システム	
		正答	誤答	正答	誤答
第一群	A	2	9	5	1
	B	6	1	6	0
第二群	C	0	2	1	3
	D	2	2	4	1

結果を表1に示す．表中の数字は，15分で正しい問題を作った数と誤った問題を作った数を示す．被験者A, Dは，モンサクンよりも絵での作問の方が正答が多い．被験者Bはどちらの環境でも多くの問題を作成している．被験者Cは，どちらの環境でも問題が作成できていない．

以上から，文章による作問が上手く出来ない学習者には，絵による作問が有効な場合があると考えられる．また，文章による作問が出来る学習者は，絵による作問も行うことが出来ると考えられる．

5. おわりに

本稿では，絵を用いた表現で問題を構成させる環境を開発した．試験的利用により，文章では問題を作れない学習者であっても，絵であれば問題を構成できる可能性を示唆した．今後の課題として，さらなる実験や，扱える問題の拡張を行いたい．

参考文献

- (1) Ellerton, N. F., Children's Made Up Mathematics Problems: A New Perspective on Talented Mathematics, Education Studies in Mathematics, Vol17, pp.261-271. (1986)
- (2) 横山琢朗, 平嶋宗, 岡本真彦, 竹内章 “単文統合による作問を対象とした学習支援システムの長期的利用とその効果”, 日本教育工学会論文誌, Vol.30, No.4, pp.333-341 (2007)
- (3) 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設計開発と実践的利用”, 人工知能学会論文誌, Vol.27, No.2, pp.82-91 (2012)