

絵を用いた作問学習支援システムの開発

Implementing a Learning Environment for Problem Posing Using Pictures

森 哲也^{†1}

國近 秀信^{†1}

平嶋 宗^{†2}

竹内 章^{†3}

MORI Tetsuya^{†1} KUNICHIKA Hidenobu^{†1} HIRASHIMA Tsukasa^{†2} TAKEUCHI Akira^{†3}

1. はじめに

小学校で行われている文章問題の学習は、教師が児童に問題を与え、児童がその問題の解を導くという形式が一般的であるが、それだけでなく、問題を作る学習（以下作問学習）も有効とされている。しかしながら、作問学習は、問題を解く学習と比較して教師側の負荷が大きくなるため、それほど盛んに行われていないのが現状である。そこで我々の研究室では、計算機を用いた作問学習支援の実現を目的として研究を行ってきた[1]。

本稿では、その中でも絵を用いた作問学習を支援するシステムについて述べる。本システムの主な特徴は、教科書の文章問題で用いられるような絵を作成、解釈することができ、その絵を基に学習者の能力に合った絵を提示し、作られた問題を絵の解釈結果と比較しながら診断する機能があることである。この診断結果に基づいて、学習者が誤りに気付くようなフィードバックの生成が可能となる。

以下本稿では、2において、本研究の主要部分である「絵を用いた作問学習」について述べる。3では、問題の種類を分類し、4では、「絵を用いた作問学習支援システム」の実現方法について述べる。

2. 絵を用いた作問学習

文章問題の解決は主に4つの過程から構成されている。第一の過程は、問題を読んでその命題を内的に表象する過程であり、第二の過程は、表象された命題問題を統合する過程である。第三の過程は、その表象にもとづき解決するためのプランを立てる過程であり、第四の過程は計算の実行である。

我々は、作問の過程は、大きく「場面を考える段階」と、「場面から数理事象を考える段階」に二つの段階に分けられると考えた。これらは、文章問題の解決における、第一の過程と第二の過程に類似している。「場面を考える段階」とは、作問を行う上で、ベースとなる場面を内的に表象する段階で、「場面から数理事象を考える段階」とは、構築された内的表象を統合し、数理事象を把握して、一つの問題を作り出すことである。解決における第一の過程は、問題の文章を読んで、その文章を手がかりに場面を内的に表象する過程であるが、作問においては、文章は学習者が作る物であって、与えられる物ではないため、場面を内的に表象する手がかりが無いと言える。つまり、場面設定を学習者自身で行い、内的表象を構築しなければならない。そのため、作問における内的表象の構築は、解決における内的表象の構築と比べ困難であると考えた。

また、問題解決においては、第一の過程と第二の過程を困難に感じる学習者が多いと言われている[2]。前述したように、作問においては、内的表象を構築する過程が解決に比べ困難になるため、学習者がこの段階でつまづく可能性が大きくなると考えた。つまり、作問学習を行う学習者は、「場面を考える段階」でつまづき、算数の学習として重要と言える「場面から数理事象を考える段階」にたどり着けない可能性が考えられる。そこで、我々は、絵を用いることで内的イメージの生成を補助することを考えた。絵を見ることで、その場面を直感的に内的イメージに変換できると考えられる。

3. 問題の種類

前章では、絵を用いた作問学習の必要性について述べてきた。ここでは、本研究で扱っている問題を詳しく説明する。本研究では、和と差の二項演算の文章問題を対象としている。

一般的に文章問題は、ある対象物が複数存在する場面において、その対象物の数を併せる合

^{†1}九州工業大学大学院情報工学研究科
Graduate School of Computer Science and Systems
Engineering, Kyushu Institute of Technology

^{†2}広島大学工学部
Faculty of Engineering, Hiroshima University

^{†3}九州工業大学情報工学部
Faculty of Computer Science and Systems
Engineering, Kyushu Institute of Technology

併問題，また数を比べる比較問題，そして数が増える変化問題の3つに分類されている．実際の教科書などの文章問題では，対象物の他に，対象物に作用する作用者も登場することもある．また，対象物の個数の数量関係を問う問題が主であるが，個数でなく，対象物に重さや長さなどの属性を与えた問題も存在する．

表1は，実際に教科書[3]に記載されていた文章問題のデータである．このデータより，作用者有りの問題は37問，作用者無しの問題は68問で，文章問題の多数は作用者のいない問題であることが分かる．また，作用者の登場する問題では，その問題を絵で表現した場合，作用の仕方により問題独特の複雑な絵が必要となる．これらの理由により，今回は作用者の登場しない作問学習を支援するシステムの開発を行った．

問題種類	合併		比較		変化	
	有	無	有	無	有	無
問題数	4	17	8	17	25	34

表1：種類別問題数（総数105問）

4．システム設計

ここでは，絵を用いた作問学習支援システムを開発する上で重要となる機能について説明する．その機能とは，教師，もしくはシステムが絵を作成し，その絵をシステムが解釈する機能である．

作用者の登場しない最も単純な絵は，数量関係を表す対象物のみが描かれた絵である．教科書でも，二種類の対象物が複数個描かれている絵のみを学習者に与える問題も存在する．例えば，りんご5個，みかん3個が一列に並んでいる絵のみを与えて，合併や比較の問題を解かせる問題である．しかし，変化問題においては，対象物の移動による数の変化を絵で表現する必要があるため，移動の始点，および終点を表す情報が必要となる．また，対象物の移動により，数量は，増加する場合と減少する場合の二通りがあるため，ある地点における対象物の数量の増減を移動方向によって表現する必要もある．さらに，教科書では絵の背景は描かれていない場合もあるが，絵に背景がある場合とない場合では，前者の方が後者に比べ，内的イメージの生成が容易になると考え，背景情報も付加した．

そこで，我々は，background，mark，objectという3つの部品（以下部分絵）から絵を構成し，この部分絵に，位置，向きなどの属性を付加することで，計算機による文章問題に用いられるような絵の作成・解釈を可能とした．

backgroundとは，その場面における背景を，markとは，その場面に存在する地点を指す．またobjectとは，数量関係を表す対象物で，subjectは，objectの数量を変化させる作用物を指す．backgroundのエリア内にmarkが存在し，markのエリア内にobjectが配置される．

例として，markとして“砂場”，objectとして方向の属性値がleftの“少年”を考える．“砂場”の左側のエリアに“少年”が配置されていれば，“少年”は“砂場”から去って行く絵を表し，“砂場”の右側のエリアに“少年”が配置されていれば，“少年”は“砂場”に向かって来ている絵を表すことになる．

このように絵を解釈することは，各学習者の学習能力に合った絵を提示することを可能とする．文章問題の種類には，合併問題，比較問題，そして変化問題の三種類があることは既に述べたが，同様に絵にも，合併問題の絵，変化問題の絵，そして比較問題の絵がある．また，合併問題と変化問題の両方の作問が可能な絵や，全種類の問題の作問が可能な絵も存在する．例えば，そのような複雑な絵から一つの文章問題を作る作業を困難と感じる学習者には，絵を簡略化し，作問可能な問題の数や種類を限定することで，学習を容易にする．

5．おわりに

本システムは，絵を作成・解釈する機能の他に，学習者が問題を作成する環境や，学習者によって作成された問題を診断し，フィードバックを生成する機能も備わっている．

また，今回は3で述べたように作用者の登場しない作問学習を支援するシステムを開発しており，その問題においては4で述べた手法で絵が構成できることは確認済みである．今後は作用者が登場する絵をどのように構成するかが課題である．

参考文献

- [1]中野明，平嶋宗，竹内章：「問題を作ることによる学習」の知的支援環境，電子情報通信学会論文誌，D- ，Vol.J83-D- ，No.6，pp.539-549，2000年6月
- [2]大村彰道：教育心理学 - 発達と学習指導の心理学 - ，東京大学出版会，p.47，1996年
- [3]細川藤次他：新版さんすう1年・新版算数2年上・新版算数2年下，新興出版社啓林館，1999年