

作問学習支援環境における線分図表示機能の開発とその検証

中野 明[†] 三宅 宏裕[†] 平嶋 宗[‡] 竹内 章^{*}
久留米工業高等専門学校[†] 広島大学[‡] 九州工業大学^{*}

1. はじめに

小学校の算数教育における学習方法としては、一般的に、文章問題を解く事（問題解決学習）が行われている。しかしながら、問題解決学習が唯一の学習方法というわけではなく、数式から文章題を作る作問学習と言う方法もある。特定の解法（数式）が成り立つように問題を作る作問学習では、問題をやみくもに作るだけでは解けない問題が出来てしまう。そのため、解法を知っているだけでなく解法が適応できる条件を理解し、文章の内に上手く組み込まなければ、解ける問題を作る事は出来ない。このような事を背景に、教育学や心理学などの分野においては、問題解決学習よりも難しい学習活動であるといわれており、またその学習効果も高いとされている[1]。

しかしながら、作問学習は高い学習効果があると指摘されているにも関わらず、実際の教育現場で用いられている例はあまり多くないのが現状である。理由としては、作問学習では学習者が作った文章題全体に目を通さなければ、その文章題の正誤の判定ができない上に、作った文章題に応じた次課題への誘導や修正指導が行えないことが上げられる。これら背景を踏まえ著者らは、作問学習において個別指導が行える知的学習環境 POP-B の開発を行った。また、本研究では、実際の小学校算数授業における利用を継続的に行い、POP-B の効果や影響範囲の検証を行っている。これまでの検証では、小学校3年生であれば十分に利用可能であること[2]、利用により作問能力が向上すること[3]、問題スキーマの既習状況によって問題解決能力と問題分類能力といった作問能力以外の能力向上にも影響すること[4]の確認が行えている。

これまでの POP-B では、作問作業を通して、数量関係を数式と文章との両方で捉え、その関連性を学べるよう個別支援を行ってきた。本研究では、さらに、第3の表現である図表現と、従来の数式表現と文章表現との連携を目指す。本稿では、POP-B に新たに追加した線分図表示機能についての説明ならびに、利用検証の報告を行う。

2. 作問学習支援システム POP-B

作問学習支援環境 POP-B は、小学校中学年対象の和と差の2項演算を行う文章題の作問学習を支援するシステムである(図1)。一から作問を行う場合、本来ならば自然言語表現まで行う必要があるが、POP-B ではテンプレートを用いて作問学習を行う。テンプレートを用いることで、自然言語表現による作問はできないが、動作概念や意味から数式へと変換する学習としては効果があるとされている[5]。

POP-B での作問作業は、まず始めに、学習者はこれから作る文章題の数量関係を数式表現で決定する。次に、学習者は、決定した数量関係を含む文章表現、つまりは文章題を作成する。最後に、学習者は、作った文章題をシステムに診断してもらう。POP-B の診断機能では、学習者の作成した文章表現が文章として妥当であるかと、学習者が最初に決定した数式表現と作った文章表現との整合性について調べる。POP-B の支援機能では、診断機能の結果と学習者モデルとを踏まえ、状況に応じたフィードバックを生成する。

このように POP-B は、個々の学習者の作問作業に対して正誤判定を行うことができ、状況に応じた個別指導が行えるシステムとなっている。また、学習者の学習状況に基づいて学習者モデルを構築しおり、その学習者モデルに基づいて、次に行うべき作問を判断して学習者に指示する学習の段階を持った演習活動を実現している[2]。

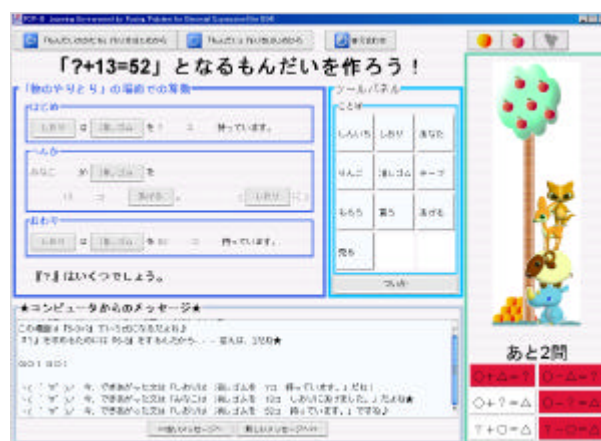


図1. POP-B 利用画面

3. 線分図表示機能

絵や図は、文章表現よりも、数量に関してより具体的なイメージを学習者に与えることができる

Developing and evaluation of a function of line diagram for intelligent learning environment for problem posing

[†]Akira Nakano, Hirohito Miyake, KURUME National College of Technology

[‡]Tsukasa Hirashima, Hiroshima University

^{*}Akira Takeuchi, Kyushu Institute of Technology

ため、教育現場において積極的に利用されている。特に、和と差の数量関係においては、小学校1年生ではオブジェクト図（実際の物体を描いて数量の変化をシミュレートするための表現）、2年生ではテープ図（数量をテープの長さで見立てて、数量の差を可視化するための表現）、3年生では線分図（数量の差を可視化するための表現）と段階的に教具として用いられている。文章題の問題解決において、文章題の示す数量の変化を的確に捉えることができず、文章中の数字を闇雲に組み合わせた数式を立てる子供は、これらの教具が使いこなせないと指摘されている[6]。また、小学校での絵や図の利用は、問題解決の正解解説、解き間違い、行き詰まりなど様々な場面で見ることができる。

本機能は、POP-Bでの作問学習の際に、最初に決定する数式表現に対して、図表現を作成する（図2）。機能の利用は、学習者主導とし、機能の方から図表現を提示することはない。扱える図表現は、テープ図と線分図である。

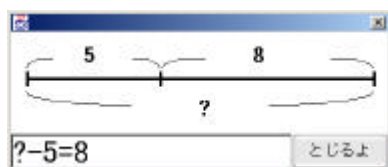


図2. 線分図表示ダイアログ

4. 影響調査

学習者主導で用いる線分図表示機能を備えたPOP-Bの利用によって、学習者の問題解決能力が向上するかどうか調べるための調査を行った。被験者は、小学校3年生60人であった。2項の和と差の文章題に関する学習は、小学校2年生の3学期、3年生の1学期などに行う内容であり、また、線分図は、3年生の1学期に未知数の概念の表現方法として習う。

POP-Bの利用時間は1コマ（45分）であった。本調査におけるパソコン利用において、マウス操作などで極端に不都合が生じている被験者はなかった。POP-Bの利用は、パソコンの台数の都合のため、2人1組のペアで行い、一方の被験者がPOP-Bを利用し、他方はPOP-Bの利用を補助教材として配布したプリントにメモしてもらった。また、POP-Bの利用説明の際には、図表示機能の使い方の説明を行った。

被験者の問題解決能力の変化を捉えるため、POP-B利用の前後に問題解決テストを実施した。問題解決テストの構成は、POP-Bで作問できる文章題と同質の2項の和と差の文章題を3問、POP-Bでは作問できない3項の和と差の文章題を3問、合計6問であった。問題解決テストの解答は、線分図の作図と式ならびに答えを記述させ、評価は、線分図の正解で1点、答えの正解で1点、合計1

2点満点とした。なお、本調査における統制群は設定していない。

5. 結果と考察

システム利用の前後において、成績の向上は有意な変化であった（事前テストの平均=5.65、事後テストの平均=6.97、両側検定： $t(59)=5.05, p<.01$ ）。作図のみの成績の向上も同様に有意な変化であった（事前テストの平均=1.95、事後テストの平均=2.82、両側検定： $t(59)=4.69, p<.01$ ）。このことより、学習者主導の状況でも、十分、学習効果が期待できることが確認できた。

次に、図表示機能の利用状況を調べた。調査は、まず、事前テストの成績により、POP-B利用のペアを、両方の被験者とも作図できるペア、片一方の被験者だけ作図できるペア、両方の被験者ともに作図できないペア、の3グループに分類し、各グループのPOP-B利用の傾向を調べた。調査の結果、作図のできない被験者を含む2グループにおいて、図表示機能を利用しないで作問作業を続けている傾向が確認できた（2検定： $p<.01$ ）。

また、POP-Bの利用において、システムへの診断要求の数と、問題解決テストの成績の向上との間には相関が確認され、システムへの診断要求の数と、図表示機能の閲覧時間との間には逆相関が確認された。

以上の調査より、POP-Bの利用による作図能力の向上を目指すためには、利用者の既習状況に応じた対応が有効である可能性が明らかとなった。

6. おわりに

今後は、既習状況の良くない利用者の傾向を整理し、状況に応じたシステム主導の図表示とそれに伴う指導の実現を考える。

参考文献

- [1] 岡本真彦, "問題解決スキーマの獲得における問題作成の効果", 日本教育心理学会第38回大会発表論文集, vol.38, 1996.
- [2] 中野明, 平嶋宗, 竹内章, "算数の文章題を作る学習のための計算機支援を系に含めた授業実践", 久留米工業高等専門学校紀要, 20巻, No.1-2, pp.26-32, 2004.
- [3] Nakano, A., T.Hirashima, A.Takeuchi, "An Evaluation of Intelligent Learning Environment for Problem Posing", Proc. of ITS'2002, pp.861-872, 2002.
- [4] 中野明, 柳原健志, 平嶋宗, 岡本真彦, 竹内章, "和と差の二項演算に関する作問学習支援環境利用による算数能力への影響調査", 日本教育工学会論文誌, 28巻, 3号, pp.205-216, 2004.
- [5] G. Polya, "いかにして問題を解くか", 丸善株式会社, 1954.
- [6] 田中博史, "使える算数的表現方法が育つ授業", 東洋館出版社, 2003.