

図表の自発的な活用を促す指導方法の開発 —コミュニケーションツールとしての利用経験の効果— Development of a Teaching Method that Promotes the Spontaneous Use of Diagrams in Mathematics Problem Solving: Effects of Experience in Using Diagrams as a Communication Tool¹

植阪友理[†], Emmanuel Manalo[‡]
Yuri Uesaka, Emmanuel Manalo

[†] Japanese Society for the Promotion of Science, Tokyo Institute of Technology, [‡] The University of Auckland
y.uesaka@nm.hum.titech.ac.jp

Abstract

Although diagrams are powerful tools for problem solving, it has been pointed out that many students do not use them spontaneously. This study focused on two features of diagrams that had previously only been examined separately: their use as personal tools for problem solving, and their use as communication tools. Based on these two features, an instructional method aimed at promoting the spontaneous use of diagrams was developed. In two experiments, it was found that students who participated in peer instruction using diagrams when solving math word problems subsequently used more diagrams spontaneously compared to students who did not participate in peer instruction sessions. The result suggests the importance of using a tool (like diagrams) for communication in promoting its subsequent spontaneous use for personal problem solving.

Keywords — Diagram Use, Problem Solving, Communication Tools, Math Word Problems

1. 問題と目的

外的表象を活用する能力は、人間の重要な特徴である[1]。また、外的表象を利用することによって、様々な領域の問題解決が促進されることが示されている[2]。しかし、心理学を生かした個別的な学習相談の事例から、図表が有効な問題であっても、頭の中だけで考え、図や表をかきながら考えようとする学習者が多いことが指摘されている[3]。この問題は教師が多くの図表を用いて押しつけているにもかかわらず生じている。つまり、熟達者である教師と、初心者である学習者のギャップを埋める必要があるといえるだろう。

しかし、従来の心理学研究は図表の効果を明らかにした研究が中心であり、学習者の図表の利用に関する問題はほとんど検討されてきていない。

そこで本研究では、学習者が図表を自発的に利用するという行動に着目し、こうした行動を促進するプロセスの検討と新たな指導法の提案を行う。

コミュニケーションの道具としての図表 図表は個人の問題解決の道具であるのみならず、他者への説明の道具、つまり、コミュニケーションツール)でもある。図表の自発的な利用を促進する学習者要因を検討した Uesaka, Manalo & Ichikawa [4]は、図表を使いながら説明へ説明するという経験を積み重ねることで、一人で問題を解くときにも積極的に図表を利用するようになる可能性を指摘しており、学習者同士が図表を使いながら相互に関わり合う活動を組み込むことによって、その後の自発的な図表の利用がより一層促進される可能性がある。そこで、本研究では「他者への説明の道具として図表を利用する体験が、その後の図表の自発的な利用を促す」という仮説を検討する。

2. 実験 1

大学において 5 日間に渡る実験授業を実施した。参加者は中学 2 年生 58 名である。相互説明あり群と相互説明なし群の 2 群を設け、無作為に割り付けた。どちらの群でも、代数文章題を題材とした授業を行った後、最終日に転移課題を個人単位で解かせた。相互説明あり群では、問題を解かせ、何名かの代表者に全員の前で解き方を発表させるのみならず、学習者同士が図表を使いながら教える時間が設けた（説明する必然性を生み出した

め、ジクソー学習を援用した。すなわち、1日あたり2問ずつ用意し、その問題を解いていない他者に説明させた)。一方、相互説明なし群では、同様の問題を用いて同じように指導を行ったが、お互いに説明しあう時間が設けられていないという点のみ異なっていた。なお、一人あたりが1時間の授業で得る情報量は統制するため、相互説明なし群では、発表する人数を増やしている。

主要な結果を Fig. 1 に示す。最終日に行った転移課題を分析した結果、相互説明あり群では相互説明なし群に比べて、自発的な図表を利用した割合が高かった。また、図表の質をコーディングして分析した結果、図表の質に関しても、相互説明あり群のほうが高いことが示された。仮説を支持する結果である。

3. 実験 2

仮説を支持する結果が得られたが、実験 1 における相互説明あり群と相互説明なし群の比較では、説明しようとする事自体が重要であるのか(すなわち自己説明で十分であるのか)、実際に他者と関わる事が重要な役割を果たしていたのかが明らかではない。そこで実験 2 では、人に教えるつもりで説明させる群(仮想教示群)と、実際に他者に対して説明させる群(相互教授群)を設けて、同様の実験を行った。

この結果、Fig. 2 に示すように、相互教授群では仮想教示群に比べて、転移課題における自発的な図表の利用が多いことが示された。すなわち、実際に他者と関わる事によって、他者に教えるつもりで説明をさせた場合を超えた、付加的な効果が得られることが示された。

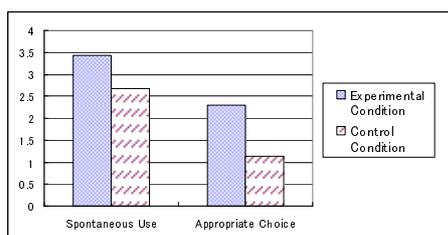


Fig 1. 実験 1 において自発的に図表を作成した問題の数(左)と適切な図表を作成した問題の数(右)

4. 考察

通常の指導に加えて学習者同士が図表を用いて説明しあう体験を組み込むことによって、自発的な図表の利用が促進されることが示された。また、実際に他者に説明することの重要性も示された。

従来の外的資源研究では、「個人の問題解決の道具としての図表」と「他者へのコミュニケーションの道具としての図表」という側面は独立に検討されてきた。しかし、本研究の見解は、上述した2つの側面が互に関連していることを示すものである。プロトコルの詳細な分析を行い、こうした現象が生じるメカニズムを解明することが、今後の課題である。

参考文献

- [1] 三宅なほみ・波多野誼余夫(1991) “日常的認知活動の社会文化的制約”, 認知科学の発展, Vol.4, pp. 105-131.
- [2] Larkin, J. H., & Simon, H. A. (1987) “Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words”, *Cognitive Science*, 11, pp. 65-99.
- [3] 市川伸一(1993) 数学的な考え方をめぐっての相談と指導 市川伸一(編著) 学習を支える認知カウンセリング—心理学と教育の新たな接点— pp. 36-61. ブレーン出版.
- [4] Uesaka, Y., Manalo, E., & Ichikawa, S. (2007). What kinds of perceptions and daily learning behaviors promote students' use of diagrams in mathematics problem solving? *Learning and Instruction*, 17, pp. 322-335.

¹本研究は、Cognitive Science Society において2007年度に口頭発表された内容と2008年度においてポスター発表された内容をまとめたものである。詳細はそちらを参照されたい。

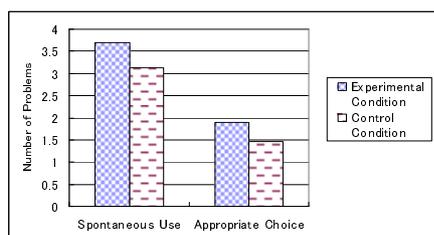


Fig 2. 実験 2 において自発的に図表を作成した問題の数(左)と適切な図表を作成した問題の数(右)