

自己説明による算数文章題の解決の支援

中津 檜男[†] 多鹿 秀継[‡]愛知教育大学情報教育講座[†] 同学校教育講座[‡]

1. はじめに

「100 g が 600 円の牛肉があります。ぶた肉 100 g のねだんは牛肉 100 g のねだんの 0.4 倍です。ぶた肉 100 g のねだんはいくらですか」という問題を考えた場合、この問題に現れる数値は 600 と 0.4 の 2 つであり、この 2 数をかければ $600 \times 0.4 = 240$ となり、この 2 数を割れば、 $600 \div 0.4 = 1500$ となる。ぶた肉のほうが牛肉より安いことを考えて、 $600 \times 0.4 = 240$ と解答すれば、立式も答えも正しいので正答とされる。こうした方法で解を求める生徒でも、教師の目からみれば、正しく理解している生徒とみなされ、十分な指導を受けずに終わってしまうケースがある。

算数文章題の得意な子どもとそうでない子どもの違いはどこにあるであろうか。またどのような指導を行えば、指導した分野だけでなく、一般的に算数の文章題が得意になるであろうか。

われわれは、メタ認知方略の 1 つとして知られている自己説明に注目して、算数文章題における自己説明の効果を研究している。ここで言う自己説明とは、算数文章題の解法をいくつかのステップに分けた場合、各ステップが、なぜそのようになるのかを説明する行為をいう。

2. これまでの実験結果

われわれは、小学 6 年生を対象に次の実験を行った¹⁾。75 名の生徒を、自己説明群、自己学習群、統制群のいずれかにわけ、3 つの群の間の成績に差がないことを予備テストによって確認した。次に、各群それぞれに、同一の例題（割合に関する文章題）を 2 問ずつ与え、それぞれ学習させた。

統制群は式と解答のみが印刷された例題を与えられ、担任が解き方の説明をした後、自分で理解するように指示した。

自己説明群と自己学習群には、いくつかの解決ステップに分解された同一の問題を与えた。1 つの例題は 6 つの解決ステップで構成され、他方の例題は 8 つの解決ステップで構成されている。自己説明群は、各解決ステップがなぜその

ような解き方になるのかを、解決ステップ毎に設けられた空欄に書き込むように指示された。意味不明な記述をした生徒に対しては、実験者（アルバイトの大学生）が再度聞き返すようにした。

自己学習群は、自己説明群と同じステップを担当が説明した後、自分で理解した。

各条件群の例題学習時間は 20 分であった。例題学習の 1 週間後に、本テスト（割合に関する文章題 8 問）を実施した。試験時間は 40 分であった。さらに、1 ヶ月後に、転移テスト（問題を解くには問題文中のどの数字を必要とするか、問題文中の内容を式で表現する問題、問題を解くにはどのような演算を必要とするか、など、例題で学習した文章題とは内容が異なっている）を行った。その結果は次の通りであった。

本テストにおいては、3 群の間に成績の有意差は見られなかった。一方、転移テストでは、自己説明群は統制群よりも成績がよかった。自己説明群と自己学習群については、有意差がみられない場合と、自己説明群のほうが成績がよい場合があった。さらに、自己説明群の中で、解決ステップを適切に説明した生徒（自己説明高群）と不適切な説明をした生徒（自己説明低群）を比較すると、予備テストの得点では差がなかったが、本テスト、転移テストのいずれも、自己説明高群のほうが成績がよかった。

3. 自己説明の促進

先行研究として、物理や幾何学の分野での自己説明による問題解決の研究が知られている。2 節の実験結果によれば、自己説明群は、転移テストで統制群より成績がよかったが、これは自己説明の効果か、問題をステップに分けて考えるという練習の効果かはっきりしない。しかし、自己説明高群と低群の差を考えれば、子どもは、自己説明によって既知の知識を活性化し、問題解決にどのような知識を必要とするかを適切に推論し、解決につながる知識の構成を行ったものと考えられる。

そこでわれわれは、与えられた問題に対して自己説明を行うよう誘導する学習ソフトの開発を行った。このソフトは小学 5 年生の学習内容である「割合」に関する文章題の学習ソフトで

Promotion of self-explanation for mathematical word problems

[†] Narao NAKATSU, Dept. of Informatics Education,[‡] Hidetsugu TAJIKA, Dept. of School Education,

Aichi University of Education

あるが、このソフトを利用することで、自己説明のプロセスをたどりながら、問題解決につながるように既知の知識を構成しなおす能力を身につけることができるように期待している。つまりこのソフトの目的は、「割合」に関する文章題を題材にしているが、自己説明という活動を通して他の文章題の解決にも応用できるような知識の構成法を身につけさせる点にある。

自己説明は基本的には自由記述でなされるべきであるが、子どもたちに自己説明を指示してもなかなか実行できる子どもは少ない。頭で分っていても文章で表現することに慣れていないため、多くの子どもは説明をしない場合がほとんどである。従って、常に誰かが監視して、説明を引き出す役割を果たさなければ、自己説明の訓練はできない。われわれは、この役割をコンピュータに期待している。

4. 学習ソフトウェアの構成

既に算数文章題の解法に関する知識の構成が完成している数学科の大学生に、算数文章題を解いてもらい、その解決過程を自己説明させた。その解決過程を参考に、解に到るまでをいくつかのステップに分けた。その解決ステップは大きく分けて、1) 問題理解の過程、2) 問題解決の方略の探索、3) その方略の評価である。

また、大学生 130 名あまりを対象に、算数文章題を解く場合に利用するメタ認知方略についての調査研究を行った。この研究からも、1) と 2) に関係するメタ認知方略が重要視されていることが確認できた²⁾。

われわれは、小学 5 年生でもっとも理解が難しいとされている「割合」の分野に関して、次のステップで自己説明を伴う学習を進めるように学習ソフトの開発を行った。

1) 問題理解のステップ

このステップでは、問題文に与えられている言葉の概念とその値を確認し、何を求めるかを確認する。また、問題文で与えられている割合の値に関しては、元になる量と比べる量は何であるかを明確にする。この段階で、問題文の読解力が要求される。また、問題文に現れるいくつかの量の間の相互関係を確認するために、線分図を使って相互関係の外化を行った。割合の文章題については、線分図の利用が有効であることが確認されており、ほとんどの教科書でも線分図が説明に利用されている。

2) 問題解決のステップ

一般的に問題解決の方略としては、前提志向と目標志向の 2 種類がある。前提志向は、与えられた前提から導くことのできる結論を次々と

導き、その中で、解に至るものを見つけるという方略である（前向き推論）。一方、目標志向の方略では、最終解を得るためには、何がわからなければならないかを考え、次には、それを新たなゴールとして考えるという方略である（後向き推論）。一般の問題解決では、こうした 2 つの方略を組み合わせながら解を求めてゆくと考えられる。小学校の文章題では多段階にわたる複雑な推論は不要であるが、学習者によって、いずれの方略にも対応できるように構成している。

利用者が小学生であることを考慮すれば、自由文を入力させることは無理があるため、自己説明の方法としては、回答候補リストから 1 つを選択させることとした。すなわち、回答プロセスのステップ毎に提示される質問を与え、答と、その答を得た理由を答えることを繰り返しながら、回答の方法とその説明を習得できるようにした。その 1 場面を下に示す。

5. 今後の予定

このソフトを学校現場で利用してもらい、改良を加えるとともに、自己説明というメタ認知能力が身についたかどうかを転移テストを通して調べるつもりである。

本研究は、平成 16 年度科研費（基盤(B)(2)、課題番号 15330141）の補助を受けた。

[参考文献]

- 1) 多鹿：算数問題解決と転移を促す知識の構成（2），日本教育心理学会総会(2004)．
- 2) 多鹿ほか：算数問題解決におけるメタ認知方略の分析，愛知教育大学教育実践センター紀要，7号(2004)．