

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 5 月 16 日現在

機関番号：34514

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26380912

研究課題名(和文) 子どもの適応的な算数問題解決能力を育むメタ認知方略活性化システムの開発

研究課題名(英文) Activating a metacognitive strategy for fostering children's adaptive abilities of mathematical problem solving

研究代表者

多鹿 秀継 (Tajika, Hidetsugu)

神戸親和女子大学・その他の研究科・教授

研究者番号：30109368

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：タブレット端末のコンピュータにメタ認知方略(自己説明)を組み込んだ算数問題解決システムを開発し、児童に算数問題を解決させた。研究期間は児童が小学5年生になった4月から6年生の12月までであった。研究の結果、6年生の12月に実施した転移テストで、上位群と下位群の成績の差異が小さくなった。このことは、メタ認知を組み込んだシステムの開発によって、適応的な算数問題解決者が育ってきたことを示すと指摘できる。

研究成果の概要(英文)：We developed a mathematical word problem solving system in which the problem was broken down into some steps supported with a metacognitive strategy (self-explanation). The study started in April, 2015 and ended in December, 2016. The result showed that there is a small difference of the transfer test scores between students in the upper group and those in the lower group. The result suggests that the system produces adaptive mathematical problem solvers.

研究分野：教育心理学

キーワード：メタ認知方略 算数問題解決 タブレット端末 縦断的研究 児童



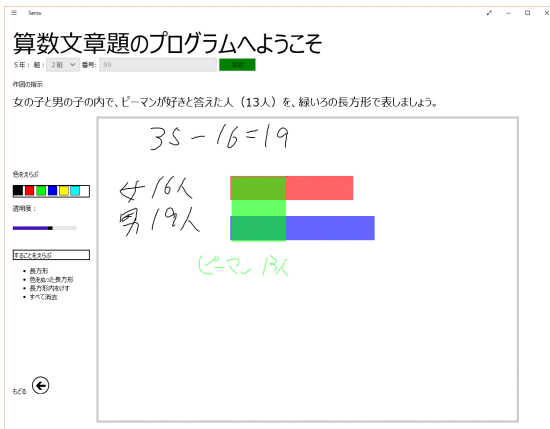


図2 タブレット端末への解答の一例

タブレット端末に含まれる多くの問題は Tajika et al. (2012) を基本とし、学期ごとに問題を削除・追加した。Tajika et al. で使用されたデスクトップ型のコンピュータに組み込まれた算数問題解決の解決ステップを、タブレット端末に組み込んで使用できるように、Tajika et al. の解決ステップを変更した。

算数文章題の解決ステップの質問に対して、児童には正しくペン入力するように教示した。ペン入力間違いの場合は、エラーのフィードバックを与えた。ペン入力された正解は、そのまま表示され、次の解決ステップの質問に進むように促された。なお、タブレット端末へ組み込んだ算数文章題のプログラムは、分担者の中津の作成による。

(5) 手続き タブレット端末利用の1週間後に、8問からなる本テストを40分間実施した。また、本テスト後に10分間の自己説明テスト用紙への自己説明を記述するように求めた。

自己説明テスト用紙は、紙と鉛筆による筆記であった。自己説明テスト用紙は、1つの算数文章題と当該の問題を細かく区分された解決ステップが示され、児童はそれらの解決ステップの内容に対して、1つ1つの内容が分かる場合にはどのようなことが記述されているかを、分からない場合はどこが分からないかを説明した。

小学6年生の2学期のみ、本テストの実施後に転移テストも20分間実施した。転移テストは、それぞれの文意にあった内容を記述するように求めた。

#### 4. 研究成果

##### (1) 全児童の本テスト結果及び転移テスト

の成果 表1に、全児童が受けた本テスト結果及び転移テスト結果を示した。本テストは5年生の1学期から6年生の2学期までの各学期1回分であった。満点は16点であった。また、転移テストは6年生の2学期に一度だけ実施した。満点は18点であった。

5年生2学期から6年生にかけて得点の上昇が認められない原因の1つは、5年生3学期から割合文章題を含めたことによる。なお、小学5年生1学期に実施した予備テストの得点は7.02点(8点満点)で、標準偏差(SD)は1.33であった。

予備テストは4年生の段階で学習した内容で構成した。その結果、92名の児童の多くが8点満点で8点という満点をとったため、予備テストで使用した問題がやさしかったといえる。

表1 全児童の本テスト等の平均得点とSD

	本テスト 平均(SD)	転移テスト 平均(SD)
5年 1学期	8.49 (3.66)	
2学期	11.88 (3.25)	
3学期	10.86 (3.85)	
6年 1学期	8.10 (4.07)	
2学期	9.24 (4.64)	13.84 (3.22)

(注) 満点は本テストが16点で、転移テストが18点。

表1の結果から、5年生2学期から3学期にかけて、本テストの得点の上昇が認められない、6年生の本テストの得点が低い、の2点を指摘できる。この理由の1つは、上述のように、5年生3学期の本テストから、割合文章題を含めたことによる。割合文章題は児童が不得意とする文章題の分野であり、易しい文章題は正しく解決できても、難しい割合文章題の解決は困難であった。また、6年生の本テストの得点が低い理由は、割合文章題の挿入に加えて、文章題自体がやや難しい問題で構成されたことによる。

タブレット端末を利用していない統制群にあたる小学校を設定していないので、タブレット端末を利用した本小学校だけの問題であるかどうかは明確でない。今後は統制群としての小学校を設定することは必要であろう(統制群の小学校を用意することは、なかなか難しいことである)。

(2) 1学期の予備テストと本テストの結果に基づいて、児童を上位群(31名)、中位群(30名)、および下位群(31名)の3条件群に分類した。分類の基準として、予備テストが易しすぎたために児童を成績によるグループ化ができず、1学期の本テストの得点を予備テストの得点に加味し、児童を3条件群に分類した。予備テスト得点(8点満点)と1学期の本テストの得点(16点満点)の合計の平均得点(24点満点)の結果は、上位群が9.91点(SD=1.40)、中位群が7.79点(SD=1.97)、下位群が5.58点(SD=1.53)であった。3条件群間の平均値に有意な違いが認められた( $F(2,89)=61.69, p<.01, \eta^2=.54$ )。

表2には、3条件群の児童の本テストと転移テストの平均得点とSDを示した。

表2 3条件群の本テスト等の平均得点とSD

	上位群 (31名)	中位群 (30名)	下位群 (31名)
5年生			
1学期本テスト	11.81 (2.80)	8.10 (2.99)	5.55 (1.91)
2学期本テスト	14.48 (1.48)	11.13 (3.09)	10.00 (3.06)
3学期本テスト	13.16 (2.68)	10.20 (3.81)	9.19 (3.88)
6年生			
1学期本テスト	11.06 (3.20)	7.63 (3.59)	5.58 (3.41)
2学期本テスト	13.06 (2.86)	8.03 (4.64)	6.58 (3.51)
2学期転移テスト	15.16 (2.60)	14.13 (2.89)	12.23 (3.48)

その結果、上位群の児童は一貫して各学期の本テスト及び転移テストで他の2群の児童よりも成績がよかった。ただし、最後の転移テストでは、3群の間に本テストの成績ほど大きな開きはなかった(上位群は15.16点、中位群は14.13点、下位群は12.23点)。

これらの結果に加えて、自己説明テスト

用紙への回答結果、並びにタブレット端末に保存されている学習履歴を照らし合わせて吟味すると、上位群の児童は推論を使用した自己説明が他の2群の児童に比べて多く認められること、ならびに下位群の児童も算数問題の解決を文章で表現できること、などが示された。

(3) その他の成果 メタ認知方略活性化システムの1つである紙媒体による自己説明テスト用紙への回答結果について、上位群の児童は、Tajika et al. (2012) と類似の回答を示した。

例えば、6年生2学期の自己説明テスト用紙への回答結果を取り上げよう。6年生2学期の自己説明テスト用紙の算数文章題は、「水道管にせんを開いて水そうに水を入れるのに、Aのせんを開くと10分、Bのせんを開くと15分でいっぱいになります。両方のせんをいっしょに開いて水を入れると、何分でいっぱいになるでしょう。」という、割合文章題でも難しい問題であった。

この問題の解決ステップは9つで構成された。その中で、自己説明として、推論を使って自分の言葉で説明するとよい説明であるとされるステップは、3つのステップであった。その1つの解決ステップは、「1分間では、Aのせんだけでは、水そう全体の1/10の割合だけ水がたまります。」である。この解決ステップに対して、まず記述されている解決ステップの意味が「わかる」か「わからない」かをたずね、ついで、「わかる」ならどういう意味か、「わからない」ならどこがわからないかを児童に説明させた。

この解決ステップの自己説明課題に対して、成績上位群のある児童は、「わかる。10分で水がいっぱいになるから、1分では1/10だけ水がたまる。」と説明した。この場合、「10分で水がいっぱいになるから」という文は、解決ステップには記述されていない。しかしながら、解決ステップの意味内容を、問題に記述されている「10分で水がいっぱいになる」という文を思い起こして着目し、その内容を前提に推論することで自己説明したことがわかる。このような自己説明が適切な自己説明として位置づけられるものである。

他方、下位群の児童の一人は、「わかる。問題に書いてある。」と答えたり、下位群の他の児童は、「わかる。上に書いてある。」と答えたりしている。自己説明としては、適切な説明とはいえないであろう。

タブレット端末への解答の学習履歴に関しては、成績上位群の児童は他の2群の児童に比べて、多くの問題の解決に着手していた。また、作成した図も、適切で正しい図として位置づけることができた。

(4) 全体の成果 (1) から(3)の結果から、全体として、タブレット端末と自己説明用紙への回答によるメタ認知方略(自己説

明)活性化は、算数問題の解決に対して、ある程度の促進効果を生んだと考えてよいだろう。即ち、5年生の1学期で上位群として位置づけられた児童は、一貫して算数問題に対して適応的に解答していることがうかがえた。他方、下位群として位置づけられた児童は、確かに教科書にかかる算数問題に対して、6年生の2学期に至るまで適切な理解を示す解答をすることは少なかったといえるだろう。

しかしながら、6年生2学期の転移テストの結果では、下位群の児童であっても論理的に算数問題に解答し、上位群と変わらない成績を得た児童も見受けられた。転移テストは、教科書に記述されている算数問題と異なり、言語で(場合によっては言葉を含む数式で)回答する形式の算数問題である。それ故、自己説明訓練によるメタ認知方略の活性化によって、下位群の児童においても、適応的な問題解決が可能となったといえるだろう。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 6 件)

Tajika, H., Nakatsu, N., Neumann, E., Kato, H., Fujitani, T., Hotta, C., & Nozaki, H. (2017). A longitudinal study of mathematical word problem solving in children using a computer-based metacognitive strategy. 神戸親和女子大学大学院研究紀要, 13, 25-33.

多鹿秀継・中津榎男・加藤久恵・藤谷智子・堀田千絵・野崎浩成 (2017). 算数問題解決を育むコンピュータ利用によるメタ認知の活性化 神戸親和女子大学研究論叢, 50, 19-28.

多鹿秀継・中津榎男 (2016). 児童の算数問題解決におけるメタ認知方略使用の活性化 神戸親和女子大学大学院研究紀要, 12, 1-10.

多鹿秀継・中津榎男・加藤久恵・藤谷智子・堀田千絵・野崎浩成 (2016). メタ認知方略としての自己説明の特性 神戸親和女子大学研究論叢, 49, 41-51.

多鹿秀継・中津榎男 (2015). 児童の算数問題解決におけるメタ認知方略使用を支える学習環境の吟味 神戸親和女子大学大学院研究紀要, 11, 47-56.

多鹿秀継・中津榎男・加藤久恵・藤谷智子・堀田千絵・野崎浩成 (2015). 児童の算数問題解決を育むメタ認知方略の吟味 神戸親和女子大学研究論叢, 48, 1-10.

[学会発表](計 3 件)

多鹿秀継・堀田千絵 (2016). メタ認知方略を組み込んだタブレット端末利用による算数問題解決 日本教育心理学第58回総会

Tajika, H., Nakatsu, N., Neumann, E., Kato, H., Fujitani, T., Hotta, C., & Nozaki, H. (2016). A longitudinal study of mathematical word problem solving in children using a computer-based metacognitive strategy. Seventh Meeting of EARLI SIG 16: Metacognition. Nijmegen (The Netherlands)

多鹿秀継 (2014). 算数問題解決におけるメタ認知方略の評価(2) 日本教育心理学会第56回総会

[図書](計 0 件)

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:  
国内外の別:

[その他]  
ホームページ等

#### 6. 研究組織

##### (1)研究代表者

多鹿秀継 (TAJIKI, Hidetsugu)  
神戸親和女子大学・発達教育学部・教授  
研究者番号: 30109368

##### (2)研究分担者

中津榎男 (NAKATSU, Narao)  
愛知教育大学・教育学部・教授  
研究者番号: 90133131

##### (3)連携研究者

( )

研究者番号：

(4)研究協力者

加藤久恵 (KATO, Hisae)

兵庫教育大学・教育学部・准教授

藤谷智子 (FUJITANI, Tomoko)

武庫川女子大学短期大学部・教授

堀田千絵 (HOTTA, Chie)

関西福祉科学大学・教育学部・准教授

野崎浩成 (NOZAKI, Hironari)

愛知教育大学・教育学部・教授