

## 研究成果報告書

ふりがな：いとうえいじ  
氏名：伊藤栄治  
現職（秋田県立秋田南高等学校，教諭）  
平成28年3月修了（学校教育専攻 学校臨床研究コース）

## 1 研究のテーマ

思考を言語記述させる活動を取り入れた問題解決過程の検討  
—高校の数学授業における協働による解答の吟味過程の分析から—

## 1. 問題と目的

教育課程とは、学校教育の内容や方法のあり方を定めるもので学習指導要領にその基準が示されている(柴田, 2000)。平成30年改訂高等学校学習指導要領では、「主体的・対話的で深い学び」をキーワードに、児童・生徒の学びの過程を質的に高めることの重要性や、アクティブ・ラーニングの視点に立った授業改善の必要性が指摘されている。アクティブ・ラーニングは、書く・話す・発表するなどの「活動への関与」と「認知プロセスの外化」を伴うあらゆる能動的な学習を指している(溝上, 2014)ことから、学校教育の場ではこれまで以上に生徒どうしが協働的に問題解決へ取り組む場面や、思考過程を振り返りながら結果や要点をノート整理する活動を授業の中にデザインし、児童・生徒を深い理解へ導くことが求められているといえる。本研究では、「思考を言語記述する活動」を取り入れた授業実践を報告し、深い学びを促すための要因について考察する。

## 先行研究

市川(2000)は、思考を言語記述させるという学習方略の有効性として、学習者自身の思考や理解状態を明確にさせることや、他者とのコミュニケーションを円滑にさせることの2点を挙げている。そして、認知カウンセリングの事例を通して、言語化を促す過程を紹介している。植阪(2010)も、認知カウンセリングの事例をもとに内的表象を言語記述することの学習有効性について述べ、学習者へ「教訓帰納」をノートに書き残すという学習方略を意識化させて繰り返し使用させることが、学習効果を高めることにつながることを示した。

認知カウンセリングの場は、学習者が指導者から適切な指導や助言を受けながら学習へ取り組む文脈になるが、学校教育における授業の場のように、学習者が主体的に思考をノートテイキングする文脈においても、思考を言語記述する活動の学習効果は期待できる。小林(2013)は、大学生を対象に教師が学習内容について十分と考えられる形で教授活動を行った後、学習者にその学習内容を自分の言葉で説明し直す活動の効果について実証的に検討した。その結果、学習者自身が説明構築を行った「説明群」の方が、教師の説明を書き写すだけの「書写群」よりも学習した内容を後続の問題を解く手がかりとして用いやすくなることを示した。これは、単に教師の発話や板書をノートテイキングするだけではなく、教訓帰納とともにノートテイキングすることの方が深い理解につながる可能性を示している。一方で、正しい説明を構築することができなかった学習者は、終始不十分な理解に留まっている様子がうかがえたことも示している。

協働的な学習場面においても、学習者には思考を外化させることが必然的に求められる。深谷ら(2016)は、他者を外的リソースとして活用しながら協働的に理解を深めようとする教え合い活動に注

目した実践報告を行っている。その中で、「そもそも」や「なぜ」のように自分の分からない箇所を明確にするような発言を契機に、教え手も聴き手も理解を目指したやりとりが起こり、内容理解が促進されたことを明らかにした。小田切(2016)も、自分の考えを見直し、既有知識や他者の考えを関連づけて精緻化する過程を経ることで理解が深まっていくことを示しており、認知的葛藤が生じた場面における思考を整理しながら外化することが理解を深めるためには重要であると考えられる。

## 研究課題の導出

思考を言語記述するという学習方略は、自身の思考や理解をメタ的に捉え直すことが必然的に要請され、理解状態や着眼点を明確にすると考えられる。しかし、学習内容に対する理解が不十分な学習者にとって、学習内容を説明し直すことは決して易しい活動ではないと推察されるが、このような学習者に対する支援については十分に検討されているとはいえない。また、協働学習に関する研究知見からは、他者を外的リソースとして理解を深めていく様子は示されているが、教師による適切な支援がなければ協働的な相互作用が停滞してしまう可能性があることに加え、協働過程における発言者は決して多くはない様子が見受けられる。学習指導要領の理念から考えると、さらに多くの生徒が十全的に活動へ参加することができる授業をデザインする必要がある。特に、有効な学習方略を適切に把握、使用することができていない学習者が多いという指摘や(吉田・村山, 2013)、学習者にとって自身の理解をふり返って整理する学習方略は決して身につけているとは言えない実態がある。ゆえに、思考を言語記述させたり、他者と協働的に問題解決過程を振り返ったりする活動を通して学習者が見せる理解の特徴や構造を詳細に記述し、具体的な事例として積み上げていくことは、授業改善のための重要な知見になると考える。

以上の問題意識から、本研究は思考を言語記述させる活動を取り入れた問題解決過程を実証的に検証することを研究目的とする。具体的には、一連の問題解決場面に注目し、学習内容の理解の様相、及び認知プロセスの様相を明らかにする。

## 2. 方法

### 対象および実施時期

対象クラスは、A県にある県立高校2年生の理系合同クラス(男子11名、女子23名)である。授業は2018年5月10日(授業1)、15日(授業2)に実施し、高等学校数学Ⅱ「不等式の表す領域」を学習単元とした。なお、2つの授業に出席し、かつ、授業で使用したワークシートを提出した27名を分析対象者とした。授業は筆者が行った(教員歴18年)。

### 授業過程

授業は、問題解決時の思考を言語記述させる活動、及び他者と協働的に問題解決過程を振り返る活動を取り入れながらデザインし、理解の共有・深化を目指した(表1)。また、活動の区切りをもとに、場面1から場面4の4つの場面に分けた。

表1 授業1、及び授業2の流れと主な活動内容場面

	時間	授業の流れ	具体的な発言、及び扱った問題
授業1 場面1	0:10	不等式の表す領域の説明	教師:「領域という言葉についての、こう、イメージを確認したいのですが、領域ってどんなイメージがありますか?」 生徒A:「範囲」 教師:「範囲って言われると、教直線上の範囲的なイメージですか?それとも、こういうスペースを表現するような範囲を指している感じですか?どっちよりですか?」
	7:00	例題を用いた説明	例題 $y < x + 1$ の表す領域 例題 $(x - 1)^2 + (y + 2)^2 < 9$ の表す領域
場面2	18:30	学習内容の整理	教師:「問題を解く前にまず整理しましょう。頭の中。こういうこと考えればうまくいくよってことをね。領域ってこんなことをやってるんだよって言うのを整理してください。」
	21:30	問題演習	次の不等式の表す領域を図示せよ。 問題(1) $y - 2x < 4$ 問題(2) $(x - 1)^2 + (y - 2)^2 < 9$ 問題(3) $x^2 + y^2 - 4x \geq 0$ 問題(4) $y \geq x^2 - 3x + 2$ 問題(5) $ x  +  y + 1  \leq 2$
	33:00	協働的な活動	教師:「周りの人と答え合わせをしてください。分からないところは自分たちで確認しましょう。」
場面3	39:00	教師による解説	
	48:00	授業の振り返り	教師:「今日こうやって初めて領域ってのをやって、一番大事だなんて思うことは何か、書いて下さい。大事なことってなんですか?」

時間	授業の流れ	具体的な発話、及び扱った問題
0:30	連立不等式の表す領域の説明	教師:「連立不等式、連立って言われたらどういう意味になりますか?」 生徒:「2つ以上」、「交点」、「同時に満たす」 教師:「同時に満たす。な、同時に満たすっていう意味ですよ。」
1:30	例題を用いた説明	例題 $\begin{cases} x - y + 1 > 0 \\ 2x + y - 1 > 0 \end{cases}$ の表す領域
11:30	問題演習	次の連立不等式の表す領域を図示せよ。 問題(6) $\begin{cases} x + y > 0 \\ 2x - y + 2 > 0 \end{cases}$ 問題(7) $\begin{cases} x + 2y + 2 < 0 \\ x^2 + y^2 \geq 4 \end{cases}$
18:30	問題解決時の思考を言語記述	教師:「答え合わせとかをしたいところだとは思いますが、その前にですね。自分で作った解答のちよつと解説を作ってみませんか? (略) 自分がなんでこんなことをしてるのか、っていう理由をペンで解説してください。」
22:00	協働的な活動	教師:「はい、じゃあ、周りの人と答え合わせをしてください。」
24:30	教師による解説	
28:00	例題を用いた説明	例題 $(x + y)(x - y + 1) < 0$ の表す領域
33:30	問題演習	次の不等式の表す領域を図示せよ。 問題(8) $(x + y - 2)(y - x^2) > 0$
38:30	問題解決時の思考を言語記述	教師:「自分なんでこういうことやってるよーっていうのを解説書いてください。」
44:30	他者との協働的な活動	教師:「じゃあまた3分くらい時間とるので、周りの人と答え合わせをしましょう。」
48:00	教師による解説	

## 分析枠組み

学習内容の理解の様相は、学習者が問題ごとに示す理解度の順序性や関連構造を構成する技法である I R S 分析を行い検討する。I R S 分析の手続きは次の通りである。まず恣意的・独断的な評価にならないよう、作成したループリック(表2)に基づき解法レベルを同定する。次に、解法レベルAを1点、解法レベルB、Cをそれぞれ0点として採点し、その結果を用いてI R S分析(項目関連構造分析)を行い、項目間(問題)の関連構造をI R Sグラフに表して考察する。

一方、認知プロセスの様相については、ワークシートへの記述を分析して検討する。分析手続きは次の通りである。まず、ワークシートへ記述された内容を「自分の思考」、「目的・理由なし」、「記述なし」を上位カテゴリーとして、それぞれの下位カテゴリーを表3のように定義して分類する。次に、記述された場面と記述内容の関係に注目して考察する。

表2 授業で扱った問題のループリック

	授業1	授業2	
	(1)~(5)	(1)	(2)
A	規範的な解答	規範的な解答	規範的な解答
B1	必要な式変形を行って境界線は正しく書いたが、図示した領域が間違っている解答。	必要な式変形を行って境界線は正しく書いたが、図示した領域が間違っている解答。	領域を正しく図示したが、境界線の包含関係が間違っている解答。
B2	必要な式変形を行って境界線は正しく書いたが、図示した領域が間違っている解答。	必要な式変形を行って境界線は正しく書いたが、図示した領域が間違っている解答。	題意を満たす関係式を立式し、境界線は正しく書いたが、図示した領域が間違っている解答。
C1	境界線を書くための式変形は正しいが、表示した境界線が間違っている解答。	境界線を書くための式変形は正しいが、表示した境界線が間違っている解答。	題意を満たす関係式は正しく立式できたが、表示した境界線が間違っている解答。
C2	解法レベルBに達しない解答	解法レベルC1に達しない解答	解法レベルC1に達しない解答

表3 設定したカテゴリーの詳細(個)

カテゴリー	定義	学習者の記述例
自己の思考	思考の説明	思考過程について、目的や理由、根拠を示しながら記述する。
	教訓帰納	自分なりの理解や要点に関する記述をする。
	誤りの修正	誤り箇所を指摘して、修正する記述をする。
目的・理由なし	感想	情意的で感覚的な記述をする。
	書写	発話や板書内容を記述する。
記述なし		記述がされていない。

## 本研究における「深い学び」

二宮(2006)は、学習後に「知識・技能を獲得した自分(たち)を認識していること」が本当の意味での学習の成果であると述べ、問題を解くことができたか否かだけに注目するのではなく、問題解決にいたる自身の思考を振り返りながら理解を精緻化していくことの重要性を指摘している。本研究でも、学習内容や思考過程を振り返らせながら要点整理や教訓帰納を行うように教示を与えていることから、一連の学習活動の過程で、数学的な見方・考え方を関連づけたり、理解を修正したりしながら再構築していく様子を「学びが深まっている」として検討する。

## 研究1. 学習内容の理解の様相

### 結果と考察

場面2、及び場面4で扱った問題演習における生徒の答案について、解法レベルの内訳、平均点、及び標準偏差を調べたところ、表4のとおりであった。まず、場面2で扱った5題について平均点に

差があるか検討するために、1 要因の分散分析を行った。その結果、平均点に有意差が見られた( $F(4, 104) = 40.91, p < .01$ )。多重比較の結果、問題(1), (2), (3)の平均点に有意差はなかったが、問題(4)は問題(1), (2), (3)よりも、問題(5)は他の 4 題すべてに対し、それぞれ平均点が有意に低かった( $p < .01$ )。同様に、場面 4 で扱った 3 題について平均点に差があるか検討したところ、有意差が見られた( $F(2, 52) = 24.75, p < .01$ )。多重比較の結果、問題(6), (8)に有意差はなかったが、問題(7)は問題(6), (8)よりも平均点が有意に低かった( $p < .01$ )。

次に、解法レベルに基づいた得点を IRS 分析(項目関連構造分析)し、項目間(問題)の関連構造を IRS グラフにした(図 1)。IRS グラフは、下から上に向かって正答率の高い問題から低い問題へと配置されており、問題間の矢印は包含関係を表している。IRS グラフから、場面 2 で扱った 5 題は、問題(2), (5)の系列と、問題(1), (3), (4), (5)の系列の 2 つに分けられた。特に、問題(1), (2), (3)は平均点に有意差がなかったにもかかわらず、問題(2)から問題(1), (3)に対して関連性は見られなかった。この結果は、場面 4 でも同様に見られた。

表 4 問題演習で扱った各問題の解法レベルの内訳(人数)

解法レベル	場面2					場面4		
	問題(1)	問題(2)	問題(3)	問題(4)	問題(5)	問題(6)	問題(7)	問題(8)
A	23	26	24	14	1	23	3	16
B	b1	4	0	0	3	0	2	18
	b2							3
C	c1	0	0	0	1	1	0	0
	c2	0	1	3	9	25	2	3
平均点	0.852	0.963	0.889	0.519	0.037	0.852	0.111	0.593
標準偏差	0.355	0.189	0.314	0.5	0.189	0.355	0.314	0.491

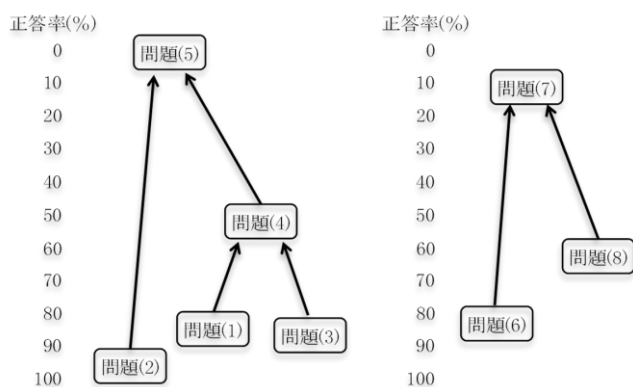


図 1 授業 1, 及び授業 2 で扱った問題の IRS(項目関連構造)グラフ

問題の構造に注目すると、教師が説明した例題と同じ構造をしているか否かという違いがあった。具体的には、問題(2)は例題と同じ構造の問題であったが、問題(1), (3), (4)は与えられた不等式を式変形したり絶対値を外したりする計算手続きが必要であり、例題とは異なる構造をしていた(問題(6)は例題と同じ構造の問題であったが、問題(7), (8)は境界線の包含関係についての考察や、題意を満たす条件の検討が必要だった)。

数学で扱う問題は、例題と同一の解法構造をもつ「同型問題」と、例題にはなかった要素が付け加えられた「類似問題」の 2 つに大きく分類される(寺尾・楠見, 1998)。特に、類似問題は例題で用いた解法をそのまま適用するだけでは問題解決に至らないという難しさがあるため、類似問題を解くためには、学習者は、例題を通して学んだ解法の構造を抽象化しながら解法の方略レベルを高度化させなければならない。つまり、学習者の中には、学習内容に対する理解が浅く、例題の解法構造を抽象化することができなかつた者もいたと推察される。その結果、解法の関連づけを行うことができず、「同型問題」と「類似問題」の間には順序性が生じなかつたと考えられた。

## 研究 2. 認知プロセスの様相

授業中の学習活動は、学習内容を整理する活動と、問題演習後に解答を吟味・検討する活動の 2 つに分けられた。そこで、それぞれの活動について認知プロセスの様相を検討する。

### 結果と考察

#### (1) 学習内容を整理する活動

学習内容を整理するように教示を与えた場面 1, 3 において、記述されたカテゴリーの内訳を示す(表 5)。場面の違いによってワークシートへ記述されたカテゴリーに偏りがあるか検討するためにカイ二乗検定を行った。その結果、偏りは有意であった( $\chi^2(2) = 14.83, p < .01$ )。残差分析の結果、場

場面1では「記述なし」が有意に多かったが、場面3では「記述なし」は有意に少なく、「目的・理由なし」が有意に多かった。特に、場面3の下位カテゴリーに注目すると、「目的・理由なし」の記述はすべてが「感想」であった。また、記述されたカテゴリー数を調べてみると、場面1では平均1.0、場面3では平均1.1で有意差は見られなかった(両側検定： $t(40) = 1.1269, p > .10$ )。

表5 場面1、場面3における記述されたカテゴリーの詳細(個)

場面	カテゴリー	自分の思考			目的・理由なし		記述なし
		思考の説明	教訓帰納	誤りの修正	感想	書写	
場面1(授業中盤)		0	11	0	0	5	11
場面3(授業終盤)		0	11	0	17	0	1

学習内容をまとめる活動は、教師にとって授業の重要な構成要素であり(瀬沼, 2004; 清水, 2006), その目的は、授業内容の重要な点を要約したり、活動を振り返ることで生徒にも思考を整理させたりすることにある。しかし、生徒が記述した内容は学習を通しての感想を記したものが多く、学習内容に関する記述を行っても要点を端的に整理するだけで、自身の思考過程を具体的に説明したり、理解を関連づけたりする記述は見られなかった。つまり、生徒へ学習内容を整理するように促しても、例題の解法について比較、検討したり、自身の思考と関連づけたりしながら理解を深めることにはつながりにくく、感覚的で抽象化された情意面の整理に留まってしまう可能性が示唆された。特に、教示を与える文脈によっては、学んだことを整理することなく、後続する活動へ移行してしまう生徒の実態も示された。

## (2) 解答を吟味・検討する活動

問題演習場面では、学習内容に対する理解の差が解答の正誤に表れる。そのため、求めた解答が正答であるか、または誤答であるかによって、解答作成後の学習活動は異なると推察される。そこで、正答への記述と、誤答への記述に分けてそれぞれ検討する。

### 正答への記述

場面2, 4において、正答へ記述されたカテゴリーの詳細を示す(表6)。まず、解答への記述の有無を検討するために直接確率計算を行った。その結果、場面2では「記述なし」が有意に多かったのに対し、場面4では解答への「記述あり」が有意に多く(両側検定,  $p < .01$ ), 教示の有無によって異なる様相が見受けられた。そこで、場面4に注目し、記述された下位カテゴリーに偏りがあるか検討するためにカイ二乗検定を行った。その結果、偏りは有意だった( $\chi^2(2) = 21.53, p < .01$ )。多重比較を行った結果、「思考の説明」と「教訓帰納」の間には有意差はなかったが(両側検定,  $p > .05$ ), 「思考の説明」と「教訓帰納」は、ともに「感想」よりも有意に多かった(両側検定,  $p < .01$ )。さらに、1つの問題に対して記述された下位カテゴリーの要素を、「思考の説明」のみ、「教訓帰納」のみ、「教訓帰納」を含む複数のカテゴリー、「その他」に分類した。その偏りを検討した結果、偏りは有意であった( $\chi^2(3) = 14.42, p < .01$ )。多重比較を行った結果、「思考の説明」のみは「その他」よりも有意に多かったが(両側検定,  $p < .01$ ), 「教訓帰納」のみ、「教訓帰納」を含む複数のカテゴリーとの間に有意差はなかった(両側検定,  $p > .05$ )。

表6 場面2, 4において正答へ記述されたカテゴリーの詳細(個)

場面	カテゴリー	記述あり					記述なし
		思考の説明	教訓帰納	誤りの修正	感想	書写	
場面2(教示なし)		1	1	0	0	0	86
場面4(教示あり)		30	18	0	3	0	4

表7 場面4の正答に記述された詳細(個)

カテゴリー	正答			
	「思考の説明」のみ	「教訓帰納」のみ	「教訓帰納」を含む複数	その他
場面4(教示あり)	18	7	11	2

正答を求めた学習者は、問題解決に必要な知識を正しく活用することができたと考えられた。しかし、扱った例題の「同型問題」と「類似問題」の間には順序性がなかったことを考えると、正答を求めたことに満足するのではなく、解答を求める際の思考を整理し、要点をまとめておくことが求めら

れていたと言える。ところが、思考を言語記述するように教示を与えなかった文脈では、解法の要点をハイライトするような補足説明を行う学習者はほとんど見られず、解法構造の理解を深めようとする様子は見られなかった。それに対し、問題解決中の思考を記述するように教示を与えた文脈では、思考過程をそのまま記述する知識陳述(伊藤, 2009)を行うだけではなく、その過程で教訓帰納を行ったり、例題との関連づけを行ったりする学習者が見られた。つまり、思考の言語記述を促すことは、解消したい認知的葛藤がない場合でも、具体的な計算の説明や目的、根拠を記述する過程で、自身の理解と向き合うことで理解の再構造化が促されたと考えられる。

### 誤答への記述

場面2, 4において、誤答に対して記述されたカテゴリーの詳細を示す(表8)。まず、ワークシートへ記述された下位カテゴリーに偏りがあるか検討するためにカイ二乗検定を行った。その結果、偏りは有意だった( $\chi^2(5) = 45.5, p < .01$ )。多重比較を行った結果、場面2では「思考の説明」が有意に少なく、「書写」、「記述なし」が有意に多かった。それに対し、場面4では「思考の説明」が有意に多く、「書写」、「記述なし」は有意に少なくなっており、正答への記述と同様、教示の有無によって異なる様相が見受けられた。そこで、場面4において1つの問題に対して記述された下位カテゴリーの要素を、「思考の説明」のみ、「書写」のみ、「教訓帰納」または「誤りの修正」を含む複数のカテゴリー、「その他」の記述に分類した。その偏りを検討した結果、偏りは有意であった( $\chi^2(3) = 18.33, p < .01$ )。多重比較を行った結果、「教訓帰納」または「誤りの修正」を含む複数のカテゴリーは、「書写」のみよりも有意に多く( $p = 0.001, p < .01$ )、「思考の説明」のみよりも多いという有意傾向が見られた( $p = 0.0148, p < .05$ )。また、1題あたりに記述されたカテゴリー数を調べてみると、場面2では平均1.3、場面4では平均2.4であった。分散の大きさが等質と見なせなかったため、ウェルチの法によるt検定を行った結果、場面4の方が有意に多く記述されていた(両側検定:  $t(65) = 6.14, p < .01$ )。

表8 場面2, 4において誤答へ記述されたカテゴリーの詳細(個)

カテゴリー	記述あり					記述なし
	自分の思考	目的・理由なし	感想	書写	—	
場面2(教示なし)	1	3	4	4	33	12
場面4(教示あり)	23	16	9	18	29	0

表9 場面4の誤答に記述された詳細(個)

カテゴリー	正答			
	「思考の説明」のみ	「書写」のみ	「教訓帰納」または「誤りの修正」を含む複数	その他
場面4(教示あり)	5	2	19	13

正答を求められなかった学習者には、誤りの原因を特定し、理解を修正しながら認知的葛藤を解消することが求められた。ところが、記述を促す教示が与えられなかった文脈では、自分の思考と向き合うような記述や、誤りの原因を考察するような記述はほとんど見られず、教師が板書した規範的な解答をワークシートへ書き写して表面的に誤りを修正する学習者が多かった。瀬尾(2008)が指摘するように、教師主導型の指導スタイルは学習者に自分でじっくりと考えたり調べたりさせることを妨げ、安易に教師への依存的な援助要請を行う可能性を高めてしまう恐れがある。そこで、本研究では教師による解説を行う前に、学習者同士に答え合わせを行わせたり、分からない点を話し合いながら教え合ったりする活動を授業の中にデザインしていた。しかし、表面的に誤りを修正しようとする学習者が多かったという結果は、理解を深めるためには学習者に話し合うことを中心とした協働的活動を行うように教示を与えるだけでは不十分であると考えられた。それに対し、問題解決中の思考を記述するように教示を与えた文脈では、思考過程を記述するだけではなく、その過程で誤り箇所を発見して修正したり、教訓帰納を行いながら要点整理をしたりする学習者が見られ、理解の修正や再構築が促されたと考えられた。

## 総合考察

### 本研究の成果

本研究では、思考を言語記述するという活動を取り入れた授業実践を報告した。その結果、認知的葛藤が引き起こされた文脈に焦点を当てて認知過程を外化させることが、学習を促進させる知識構築につながることを明らかにした。

先行研究では、思考を言語記述させることの学習有効性を示すとともに、理解深化と自身の思考を外化することの関連性を指摘した。しかし、研究結果からは、学習者は規範的な思考と自身の思考の間にズレを感じても、それを修正するために誤りの原因がどこにあるのか探索するような活動を生起させるのではなく、規範的な思考をそのままノートテイキングするといった「模倣」を通して理解を表面的に修正しようとする姿が捉えられた。模倣を通じた学習効果に関する知見(江川, 2011)はあるが、解法を模倣する学習は、解法構造を抽象化したり、解法の方略レベルを高度化させたりすることにつながりにくい。また、精緻化方略やモニタリング方略の使用傾向が低い「学習量志向」の学習観(植木, 2002)につながる可能性があり、主体的な学習という観点からすると望ましい学習方略であるとはいえないと考えられた。一方、学習内容を振り返ってまとめる活動は、数学的な見方・考え方を数学的事象と関連づけてまとめたり、教訓帰納とともに整理する活動に結びつけたりすることが期待されている。ところが、学習内容全体を総括するように教示が与えられた学習者は、認知的葛藤が引き起こされた文脈からそれまでの学習活動全体という異なる文脈へと思考を移行させてしまい、情意面を整理するだけで、自身の理解を整理し直す活動にはつなげることがなかった。

それに対し、「問題解決時の思考を解説しよう」のように、学習活動の内容や文脈を焦点化させて教示を与えたところ、学習者は思考を説明する過程でその理由や根拠、必要となる数学的知識を関連づけながら理解を修正したり再構築したりした。これは、思考すべき文脈が変らなかったことで、自己との対話(吉村, 2000; 小田切, 2012)がより促された結果であると考えられた。つまり、思考を言語記述することの学習効果は、学習者が自己の思考を認識できるように文脈を焦点化させる具体的な教示を与えることでもたらされることが示された。特に、正答に対する記述よりも、誤答に対する記述の方が顕著に自身の思考を振り返る様子が見られたことから、認知的葛藤が引き起こされた文脈に焦点化させて認知過程を外化させることは、理解が浅い学習者にとっても効果的な学習活動になり得ると考える。

以上から、深い学びは学習者による自己との対話を契機に促されるといえる。その際、学習者には自身の思考と対峙し、言語記述という学習活動を通して思考を外化することが求められる。一方、教師は学習者が思考すべき文脈や、整理すべき学習内容を明確にするような教示を与えなければならない。そして、学習者の学びを教師が引き出すことができた際、学習はより進展していくと考えられる。

### 今後の課題

本研究の結果を踏まえ、以下の2点を今後の課題として挙げる。1点目は、継続した指導の中で、学習者が思考を言語記述させる活動をどのように形成していくのかを検討することである。本研究では教師からの教示の有無によって、学習者の思考の外化活動は異なる様相を見せた。学習者が思考を言語記述する活動を効果的な学習方略として位置付けながら理解を深めていく過程を検討することは、授業改善の視点として重要であると考えられる。2点目は、学習時期に注目して言語記述される思考の変化を質的に検討することである。本研究では単元の導入授業を分析対象としたため、学習者にとって焦点化すべき学習内容が限定的であった可能性がある。しかし、例えば単元全体の演習授業のような文脈では、学習者には複数の知識を関連づけることだけでなく、柔軟な数学的な見方・考え方も要求される。数学は体系的で抽象的であるという教科の特徴を考えると、文脈の違いと外化される思考の様相に注目して理解の深化過程を検討するは、教科の本質に迫る研究成果が得られると期待できる。

## 引用文献

- 江川克弘. (2011). グループ学習で学習苦手児が他の成員を模倣することの有効性の検討: 小学校算数科の授業を通して. 教授学習心理学研究, 7(1), 21-37.
- 深谷達史, 植阪友理, 田中瑛津子, 篠ヶ谷圭太, 西尾信一, 市川伸一. (2016). 高等学校における教えあい講座の実践—教えあいの質と学習方略に対する効果—. 教育心理学研究, 64(1), 88-104.
- 市川伸一. (2000). 概念, 図式, 手続きの言語的記述を促す学習指導. 教育心理学研究, 48(3), 361-371.
- 伊藤貴昭. (2009). 学習方略としての言語化の効果. 教育心理学研究, 57(2), 237-251.
- 小林寛子. (2013). 教授された科学的知識を自分の言葉で説明し直す活動が概念変化に及ぼす影響. 教授学習心理学研究, 9(2), 49-62.
- 溝上慎一. (2014). アクティブラーニングと教授学習パラダイムの転換. 東信堂.
- 小田切歩. (2012). 数学授業における協同過程が高校生の指数関数的変化についての理解に及ぼす効果とそのプロセス. 教育心理学研究, 60(4), 416-429.
- 瀬沼花子. (2004). "日本と6か国の中学校数学授業の特徴-TIMSS1999 数学授業ビデオ研究-" 国立教育政策研究所. 1-128.
- 清水美憲. (2006). 数学科授業における「まとめ」の形態と機能の分析: 国際比較を通して(数学科における熟練教師の力量を探る—授業の国際比較研究の成果から—, 自主企画課題研究, 日本科学教育学会 第30回年会論文集). 年会論文集, 30, 103-104.
- 瀬尾美紀子. (2008). 学習上の援助要請における教師の役割. 教育心理学研究, 56(2), 243-255.
- 柴田義松. (2000). 教育課程 カリキュラム入門.
- 寺尾敦, & 楠見孝. (1998). 数学的問題解決における転移を促進する知識の獲得について. 教育心理学研究, 46(4), 461-472.
- 植木理恵. (2002). 高校生の学習観の構造. 教育心理学研究, 50(3), 301-310.
- 植阪友理. (2010). 学習方略は教科間でいかに転移するか. 教育心理学研究, 58(1), 80-94.
- 吉村匠平. (2000). 「かくこと」によって何がもたらされるのか?. 教育心理学研究, 48(1), 85-93.
- 吉田寿夫, & 村山航. (2013). なぜ学習者は専門家が学習に有効だと考えている方略を必ずしも使用しないのか. 教育心理学研究, 61(1), 32-43.

## 謝辞

本研究にご協力いただいた学校関係者の方々, とりわけ生徒の皆様にご心よりお礼申し上げます。また, 本論文の作成にあたりご指導くださいました河野麻沙美先生(上越教育大学大学院)に感謝いたします。