

数学的な思考力・表現力の向上につながる 振り返りに重点を置いた授業づくり

— 生徒が主体的・対話的に学ぶ授業を目指して —

秋澤 武志¹

数学の学習においては、数学的な見方・考え方を基に、新たに学習した内容を既習の知識・技能等と関連付けながら数学的に表現することが重要である。本研究では、主体的・対話的に学ぶ授業を目指して、前時の学習内容について生徒が自身で思考したことを、他者に根拠を明らかにして説明する活動を取り入れた。その結果、生徒の学びを振り返る態度が養われるとともに、数学的な思考力・表現力の向上が見られた。

はじめに

情報化やグローバル化といった社会的変化が進展していく中で、学校教育では学問の基礎を学ばせるだけでなく、生涯にわたって能動的に学び続けるための資質・能力を育むという考え方が広まりつつある。平成28年12月「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)」(以下、「答申」という)においては、資質・能力の育成に向けて「主体的・対話的で深い学び」の視点に立った授業改善が求められている。

「答申」で用いられている「主体的・対話的で深い学び」について、算数・数学の学習に関しては、問題の解決に向けた見通しの形成及び解決の過程の振り返り、事象を数学的な表現により論理的に説明したり、新しい概念を形成したり、新たな知識・技能を身に付け、それらを統合したりする、といった内容であることが示されている(中央教育審議会 2016 p.143)。

学習に見通しと振り返りを位置付けることは、既に平成21年の高等学校学習指導要領解説総則編に「授業の冒頭に当該授業での学習の見通しを生徒に理解させたり、授業の最後に生徒が当該授業で学習した内容を振り返る機会を設けたりといった取組の充実」(文部科学省 2009a p.76)を図ることが重要であると述べられている。また、数学における言語活動の例としては「自らの考えを数学的に表現し根拠を明らかにして説明したり、議論したりする」(文部科学省 2009a p.72)ことが挙げられている。これらの内容を具体的に授業でどのように実現するかが課題である。

本研究では、このような背景や課題を踏まえ、既習内容の振り返りの時間を設定して、根拠を基に論理を構成し、他者へ説明する活動を取り入れた授業を実践し、その有効性を検証した。

研究の目的

本研究では、学習したことを振り返り、説明する活動を取り入れた対話的な学習展開の工夫を通して、生徒の学びを振り返る態度と、数学的な思考力・表現力の向上を目指すことを目的とした。

研究の内容

1 研究の概要

(1) 振り返りを重視した授業づくり

生徒の学習において、学んだことを振り返ることは学習内容の定着に効果があり、その機会を設定することが求められている。平成29年の中学校学習指導要領解説総則編においても、指導計画の作成等に当たって配慮すべき事項として、「各教科等の指導に当たり、生徒が学習の見通しを立てたり学習したことを振り返ったりする活動を計画的に取り入れるように工夫すること」(文部科学省 2017)とあり、この活動を重視している。

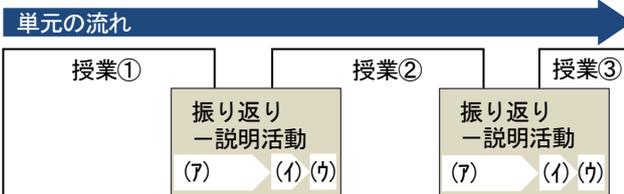
藤原は、数学科における「見通す・振り返る」学習活動を、「結果の見通し」「方法の見通し」「結果の振り返り」「方法の振り返り」の四つに分類し、「結果の振り返り」については、「思考・表現することの価値を自覚化させることができる。また、思考・表現して得られた成果と課題の境界線を気付かせ、さらに発展的な思考・表現への内的動機付けを与える。」と述べている(藤原 2015 p.58)。

授業で学習した内容を定着させるには、その授業内において振り返らせることが、学習した内容と学習した場面・状況を強く結びつけることができ、有効だと考える。さらに、時間をおいてから再度振り返らせることで、内容について思考する機会が多くなり、より効果が上がると考える。そして、その内容を次の授業の冒頭に説明活動として取り上げることで、前時の内容の再確認及び新たに学習する内容を習得するため

1 神奈川県立深沢高等学校
研究分野(授業改善推進研究 数学)

対して紹介した。

イ 「振り返り－説明活動」を促進するための工夫
一連の活動の効果を上げるには、まず生徒一人ひとりが自ら思考し、自己の考えを明確化・整理した上で実施することが大切である。しかし、生徒個々の理解度は差があるため、考えを構築するために必要な時間は異なる。そこで、説明活動に必要な準備は授業時間外で行わせ、「本時で学んだこと」を次の授業時の冒頭に説明させることにした(第2図)。



[図中の(7)～(9)の記号は、前述の(7)～(9)の場面に相当する]

第2図 「振り返り－説明活動」と各場面

(3) 検証の方法

次のア～ウの方法により、「振り返り－説明活動」に対する検証を行った。

ア 学習に対する意識についてのアンケートの分析

主体的に学習に取り組む態度及び学びを振り返る態度の変化を見るために、検証授業の第1時と最終時である第8時において、アンケートを実施し、検証授業で行った活動による、数学の学習に対する意識の変化を分析した。

イ 振り返りシートの記述の分析

振り返りシートを毎時間配付し、そこに記述された内容から、数学的な思考力・表現力の変化を見た。

ウ 検証テストの分析

数学的な思考力・表現力の変化を見るために、アで述べたアンケートとともに平成29年度全国学力・学習状況調査の中学校数学のB問題4(1)～(3)及び筆者が作成した記述式の問題の計4問によるテストを行った。授業の効果を検証するため、第1時で実施した後、解答の配付や解説などは行わずに、第8時に再度同じ問題を用いて実施し、解答内容の変化を分析した。

4 検証結果の分析

(1) 学習に対する意識

学習に対する意識についてのアンケート結果を分析したところ、第2表のような変化が見られた。

ア 主体的に学習に取り組む態度

第2表 授業に臨む態度の変化(n=111)

質問内容	事前	事後
・新しく習った内容と、これまで学んできたこととの関連を考えて理解している。	50%	64%
・今日の授業のポイントは何か考えながら授業に臨んでいる。	38%	69%
・数学を勉強すると論理的な思考が身に付く。	66%	81%

4件法「4：当てはまる(そう思う)、3：やや当てはまる(ややそう思う)、2：やや当てはまらない(ややそう思わない)、1：当てはまらない(そう思わない)」で回答。4、3の回答を肯定的な回答とし、その割合を示す。

この結果からは、授業の振り返りの際に学習内容を理解するための本時のポイントを考えさせたことにより、授業に臨む際にポイントを強く意識するようになったことが読み取れる。同じ単元では前後の学習内容のつながりが密接であるから、授業の始めに前時の振り返りを実施したことでその時間の見通しが立てられるようになった。それにより、授業のポイントが見えやすくなったことも、この3問に対する数値が上昇した一因と考えられる。また、一連の「振り返り－説明活動」を通して、他者に理解させるためには、説明を論理的に組み立てる必要があると感じたことが窺える。

イ 学びを振り返る態度

第3表 学習した内容を深めるために、授業後にしていること(n=111)

質問内容	事前	事後
・学習内容について教科書やノート等を読み返している。	27%	37%
・学習内容を自分で説明できるか確認している。	19%	40%
・学習内容を図や表などに整理して理解する。	25%	50%
・自分が「何が分かって、何が分からなかったのか」を確認している。	45%	60%

4件法「4：当てはまる、3：やや当てはまる、2：やや当てはまらない、1：当てはまらない」で回答。4、3の回答を肯定的な回答とし、その割合を示す。

他者に説明するには、まず自分自身に対して説明できるようにならなければならない。その過程において、理解している(自分に対して説明できる)部分と理解していない(自分に対して説明できない)部分が自ずと明確になる。第3表における事前と事後の数値の変化は、学習したことを次の授業時に説明するという「振り返り－説明活動」の存在を前提にしたことによる学習態度の変化を表していると考えられる。この点について、「ちゃんと授業を“きく”」ということに対する意識を自由記述させ、変化を見た(第4表)。

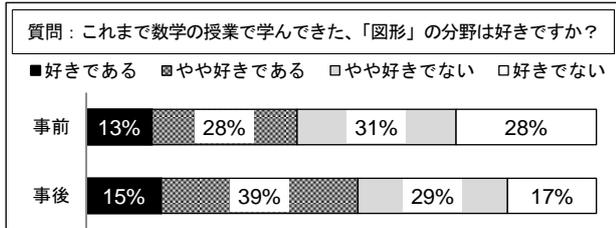
第4表 「あなたにとって、ちゃんと授業を“きく”とはどういうことか」に対する意識の変化

	事前	事後
生徒A	先生の話を理解している。	先生話を聞いて、なぜそうなるのかを理解する。
生徒B	内容を頭にしっかり入れている。	授業後に、習った内容を説明できる。
生徒C	授業を聴いた後、習った問題を出され、確実に解けるようになる。他者に説明できる。	先生に説明された内容を理解し、人に説明した上で、その人からの質問に答えられる。

これらの記述は、教室における学習が単に教師の話を知覚したり、演習問題が解けるようになったりするといったことから、根拠を示しながら他者への説明が可能になることへと生徒の意識が変わっていったことを示している。このように、「根拠を考えながら授業に臨む」などと答えた生徒は、事前では全体の22%であったものが事後では35%に増加した。

また、検証授業の単元である図形分野に対する意識について、アンケート結果を分析したところ、図形

の分野の学習について肯定的に答えた生徒の割合が、事前の41%から事後の54%に増加した(第3図)。



第3図 図形の分野に対する意識の変化(n=111)

これについて、第5表に事前・事後の回答が「好きでない」から「やや好きである」に変化した生徒Dの記述を示す。

第5表 図形の分野に対する意識の変化(生徒D)

事前	覚えた公式をどのように使えばいいかわからない。問題を解くために、どこから手をつければいいかわからない。
事後	公式を難しく考えていた。根拠が分からないときは、教科書の問題を丸暗記していたけど、根拠が分かると、問題を解く時にも対応できる。

事前では、公式等をただ暗記するだけだったために、問題に対して何から取りかかれば良いのかが分からなかったが、根拠に着目する学習を行った結果、解答の手順を見いだすことができるようになり、これまでの自分の学びを振り返り、改善しようとする姿勢が見られた。

これらのアンケート結果からは、一連の「振り返り-説明活動」の設定が、生徒の学びを振り返る態度を養い、学習に対する意識の変化につながったと考えられる。

(2) 数学的な思考力・表現力の向上

ア 振り返りシートの記述の変化

振り返りシートの記述を第5時と第8時で比較し、「振り返り-説明活動」が生徒の記述にどのような影響を与えたのかを分析した。

(ア) 根拠を明らかにした記述(自他の考えを基に自己の考えを深める場面での記述)

【第5時】

【学んだこと】
△ABCで∠Aの二等分線を引き、BCの交点をDとすると、 $AB : AC = BD : DC$

【生徒の記述】
ADと平行な辺を、Cから同じように補助線を引いて三角形をつくると、錯角や同位角から二等辺三角形だと分かるから。

【第8時】

【学んだこと】
三角形の3つの辺の垂直二等分線は1点で交わる

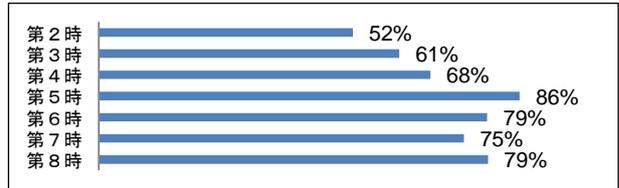
【生徒の記述】
三角形ABCのABとACの垂直二等分線の交点をOとすると、 $OA = OB$ と $OA = OC$ になり、そのことから $OB = OC$ だと言える。よってOは辺BCの垂直二等分線にあり、1点で交わる。

第4図 振り返りシートの記述内容の変化(生徒E)

生徒Eは、第5時では教師が授業内で行った証明の手順を記述しただけであった。しかし、第8時では、既習である図形の関係を利用して論理的に記述している(第4図)。これは、「振り返り-説明活動」を繰り返すことで、他者に根拠を明らかにした説明を行うことができた例であるといえる。

(イ) 図の活用

「振り返り-説明活動」において、図を用いて説明している人数を調べた(第5図)。



第5図 振り返りシートに図を記入している生徒の割合の変化

第2時では、図を用いて説明していた生徒は全体の半分程度だったが、最終時には約8割に増加している。実際には教科書や授業プリントにある図を利用したために、振り返りシートに残さなかった場合もあった。しかし、他者に理解を促したり、その場での質疑に利用したりするために、図を用いる生徒が増加した。これは、生徒が自己の考えと図の相互の関係を理解し、表現したものであり、数学的な思考力・表現力が向上したと思われる。

イ 事前・事後の検証テストによる比較

第1時と第8時に実施した検証テストの設問(1)~(3)の概要を次に示す。また、正答率の比較を第6表に示す。

・設問(1)

正三角形ABCの辺BC、CA上に $BD = CE$ となる点D、Eをとったとき、 $\angle BAD = \angle CBE$ であることを示すために、 $\triangle ABD \cong \triangle BCE$ を証明する。

・設問(2)

$\angle BAD = \angle CBE = 20^\circ$ としたときの $\angle BEA$ の大きさを求める。

・設問(3)

点Eは点Aの方向に、点Dは点Cの方向に△ABCの辺上を $BD = CE$ を保ったまま動くとき、 $\angle BFD$ の大きさの特徴を選択肢から選ぶ。

第6表 検証テストの正答率の変化(n=112)

	設問(1)	設問(2)	設問(3)
事前	65%	94%	64%
事後	77%	95%	69%

今回の検証テストでは、正答率には小さな上昇があったものの、大きな変化は見られなかった。しかし、

設問(1)の記述に関しては変化が見られた(第6図)。

<p>[事前]</p> <p>△ABCは正三角形だから $\angle ABD = \angle BCE$ ……① $AB = BC$ ……② 仮定より $BD = CE$ ……③ ① ②、③より <u>1組の辺とその両端の角がそれぞれ等しい</u></p>
<p>[事後]</p> <p>△ABCは正三角形だから $\angle ABD = \angle BCE$ ……① $AB = BC$ ……② 仮定より $BD = CE$ ……③ ①、②、③より <u>2組の辺とその間の角がそれぞれ等しい</u></p>

第6図 設問1の記述内容の変化(生徒F)

第6図の解答の記述は、ほとんど変わらないように見えるが、この生徒は事前の解答時には問題から分かる条件をただ羅列しているだけであり、三角形の合同条件を誤っている。しかし事後では、方法の見通しを立て問題から分かる条件と合同条件を関連付けて正しく解答している。

設問(1)について、国立教育政策研究所が解説資料の中で用いた解答類型により事前・事後の反応率の変化を示したのが第7表である(国立教育政策研究所2018)。

第7表 検証テスト【設問(1)】反応表(n=112)

採点項目 (a) $BD = CE$ (b) $AB = BC$
 (c) $\angle ABD = \angle BCE$ (d) $\triangle ABD \cong \triangle BCE$

解答類型	反応率(%)		正答
	事前	事後	
1 (a)、(b)、(c)、(d)とそれぞれの根拠を記述しているもの。	48.2	69.6	◎
2 (a)、(b)、(c)、(d)の表現が十分でなかったり、記号を書き忘れていたりするが、証明の筋道が正しいとわかるもの。(a)、(b)、(c)、(d)の根拠が抜けていたり、根拠の表現が十分でなかったりするものを含む。)	17.0	7.1	○
3 上記1、2以外で、DGの長さが求められているもの。	0.0	0.0	◎
4 上記3について、根拠が抜けていたり、根拠の表現が十分でなかったりするが、証明の筋道が正しいとわかるもの。(表現が十分でなかったり、記号を書き忘れていたりするものを含む。)	0.0	0.0	○
5 上記1～4で、根拠に誤りがあるもの。	9.8	3.6	
6 仮定として、 $\angle BAD = \angle CBE$ を用いているもの。	0.0	0.0	
7 上記6以外で、仮定とされていないものを用いているもの。	0.9	0.0	
8 (a)のみを記述しているもの。または、(a)、(d)について記述しているもの。	12.5	11.6	
9 上記以外の解答	8.9	6.3	
0 無解答	2.7	1.8	
	正答率	65.2 76.7	

解答類型1の結果から、根拠の記述が充実してきていることが分かる。「振り返り—説明活動」を行う際に、根拠が求められることを生徒が強く意識したことがこ

の変化の要因となったと考えられる。

また、解答類型2の結果からは、(a)～(d)の表現が十分でなかったり、根拠が不十分であったりしたものが正しく書かれるようになってきている。これは、説明活動の際に相手から指摘を受けたことで自己の考えが修正されたことが反映していると思われる。

さらに、解答の途中経過を記入する問題を設問(4)として設定した。設問(4)の概要を次に示す。

<p>・設問(4)</p> <p>△ABCにおいて、辺ABを3等分し、点Aに近い点をD、点Bに近い点をEとする。また、辺BCの中点をFとし、線分AFと線分DCの交点をGとする。EF = 6 cm のとき、線分DGの長さを求める。なお、答えを求めるために必要なことを記入するように促した。</p>

設問(4)について、筆者が作成した解答類型により事前・事後の反応率の変化を示したのが第8表である。

第8表 検証テスト【設問(4)】反応表(n=112)

着目した項目 (a) DCの長さ12
 (b) DGを求める式($DG = EF/2$
 または、 $AD : AE = DG : EF$ 等)

(※割合は小数第2位以下を四捨五入しているため、合計が100%にならない場合がある。)

解答類型	反応率(%)		正答
	事前	事後	
1 DGの長さが求められているとともに、(b)についての記述があるもの。	18.8	38.4	◎
2 DGの長さは求められているが、根拠が不十分なもの。(b)についての記述がないなど、根拠の表現が十分でなかったりするものを含む。)	41.1	25.9	○
3 上記1、2以外で、DGの長さが求められているもの。	0.0	0.0	◎
4 DGの長さは求められていないが、(a)が求められている。	11.6	12.5	
5 DGの長さが求められていないが、点D、E、Fの位置関係を表した図を記述しているもの。	18.8	22.3	
6 上記以外の解答	8.0	0.9	
0 無解答	1.8	0.0	
	正答率	59.9 64.3	

設問(4)についても、解答類型1から分かるように、根拠を明らかにして記述する解答の増加が見られた。さらに、解答類型2において、根拠の記述が不十分だった生徒が減少した。これについて生徒Gを例にとると、事前では、根拠を書かずに三角形の辺が平行であると記述していたが、事後では、中点連結定理に言及するなど根拠を明らかにするようになった(第7図)。

さらに、前述のアンケート結果から、「問題を解くときに行っていること」という質問に対して、「最終的に何を求めればよいかを考えてから、解き始める。」という回答が増加しており、見通しを立ててから解答を進める生徒が増加したことが分かる(第9表)。

これらの、検証テストの結果からは、一連の「振り返り—説明活動」を行うことで、問題解決の方法について根拠を明らかにするように思考し記述するような変化が見受けられ、数学的な思考力・表現力の向上に

つながったと考えられる。

<p>[事前]</p> <p>$\triangle ABF$と$\triangle FBE$において $DG // EF$ ……① ①より、$AD : AE = DG : EF$ $DG = 3$ cm</p>

<p>[事後]</p> <p>$EF = 6$、点Fが辺BCの中点だから、 $\triangle BCD$に着目すると 中点連結定理より、$DG // EF$、$DC = 12$ cm $\triangle AEF$に着目すると、 $DG // EF$で同位角が等しいから $\triangle ADG$と$\triangle AEF$は相似で 中点連結定理より、$DG = 3$ cm</p>

第7図 設問4の記述内容の変化(生徒G)

第9表 問題を解く時に行っていること (n=111)

質問内容	事前	事後
・問題文の内容を、図や表で表してみる。	85%	95%
・最終的に何を求めればよいかを考えてから、解き始める。	76%	89%

研究のまとめ

1 研究の成果

授業で学習した内容について、振り返りを行い根拠を基に論理を構成し、次の時間の冒頭に他者に対して根拠を示しながら説明する活動を行ったところ、生徒は学習内容のポイントを強く意識しながら、主体的に授業に臨むようになった。

また、他者に説明するために根拠をきちんと把握する必要性を認識したことにより、生徒が自身の学びを振り返りつつさらに深めようとする姿勢が見られた。検証テストの結果からも、特に図形の証明問題において根拠を明らかにするなどの変化が顕著に見られ、一連の「振り返り—説明活動」が数学的な思考力・表現力の育成に効果があることが明らかになった。

2 研究の課題と今後の展望

本研究では、振り返りに重点を置き、学習した内容を他者に説明する活動を通して数学的な思考力・表現力の向上を目指した。検証テストの結果からは、説明の道筋が改善されるなどの数学的な表現力の向上は見られた(第7表)が、全体の正答率は小さな増加に留まった(第6表)。これは問題に取り組むための基礎的な知識・技能の有無が結果に表れたものと考えられる。今後は説明活動の設定について、授業全体を俯瞰した上で見直し、併せて生徒が問題に取り組むために不足している基礎的な知識・技能を補い、理解を深めるにはどのようにしたらよいかを検討していきたい。

おわりに

本検証授業は、これまで筆者が数学の授業で多く行ってきた学習展開「講義→例題→問題演習」をいかして計画した。講義の中で、既習内容の確認については「教師から生徒」に発信することが多かったが、「生徒から生徒」に発信する工夫を取り入れ、対話を通して学ぶ授業を展開した。その結果、生徒に「新たに学んだものを習得するにあたって、既習の知識・技能から関連するものを選び、結びつけ、他者に理解させるために整理し、表現する」という姿が見られた。このような学習方法は、「何ができるようになるか」「何を学ぶか」「どのように学ぶか」という視点に立ったものの一つであると考えられる。

本研究における学習の振り返りと説明活動を更に充実させ、今後も学習の内容と方法の両方を重視した授業づくりに継続して取り組んでいきたい。

最後に、本研究を進めるに当たり、御助言いただいた東京大学大学院教育学研究科植阪友理先生及び、検証授業に御協力いただいた深沢高等学校の職員の皆様に深く感謝申し上げます。

引用文献

- 国立教育政策研究所 2017 「平成29年度 全国学力・学習状況調査 解説資料 中学校 数学」p.117
http://www.nier.go.jp/17chousa/pdf/17kaisetsu_chuu_suugaku.pdf (2018年1月取得)
- 文部科学省 2009a 『高等学校学習指導要領解説総則編』東山書房
- 文部科学省 2009b 『高等学校学習指導要領解説数学編 理数編』実教出版株式会社 p.2
- 文部科学省 2017 「中学校学習指導要領解説総則編」p.85
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2017/07/04/1387018_1_2.pdf (2018年1月取得)
- 藤原大樹・大内広之・大矢周平 2015 「見通しと振り返りを重視した数学的活動の授業づくり」p.58
<https://ten.tokyo-shoseki.co.jp/contest/kyoiku/no31/fujiwara.pdf> (2018年1月取得)

参考文献

- 中央教育審議会 2016 「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)」p.143
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf (2018年1月取得)