

| | |
|-------------|-------------|
| 群 教 七 | G03- 04 |
| | 平 30. 269 集 |
| | 数学—高 |

高校数学科における 生徒の思考力及び表現力の育成

—「探究的な学習過程を踏まえた授業展開」

及び「振り返りシート」の工夫を通して—

特別研修員 吉野 絵美

I 研究テーマ設定の理由

中央教育審議会答申「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」（平成 28 年 12 月）において、高等学校では「事象を式で数学的に表現したり論理的に説明したりすること」が課題として指摘されており、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善が求められている。また、新学習指導要領（平成 30 年 3 月公示）では、総合的な探究の時間において、探究の過程として「課題の設定」「情報の収集」「整理・分析」「まとめ・表現」という四つのプロセスが示されている。

研究協力校の数学Ⅲ選択の生徒は、ほぼ全員が理系の大学進学を希望している。数学に興味・関心があり、公式に当てはめて解くような基本的な問題への取組は積極的である。一方で、思考力を試されるような応用的な問題に対しては、初めから分からないと思いついてしまったり、漠然と問題解決の道筋が見えてきても数学的な表現力が十分ではなく、他者に論理的に説明することができなかつたりといった現状がある。

このような実態を踏まえ、数学科においても四つのプロセスを意識した探究的な学習過程を取り入れることで、生徒の思考力及び表現力を育てることを目指して、本テーマを設定した。

II 研究内容

1 研究構想図

目指す生徒像

思考力及び表現力を身に付けた生徒

手立て 2

ループリックを取り入れた振り返りシートの工夫

〈振り返りシート〉

| 評価 | S | A | B | C |
|----|---|---|---|---|
| 内容 | | | | |

自己評価記入欄

他者からの評価記入欄

学習を振り返っての感想や質問、新たな課題等を記入

授業での活用

| | |
|-----|----------------------|
| 導入 | 振り返りシートの配付 目標の明確化 |
| まとめ | 振り返りシートの記入 |

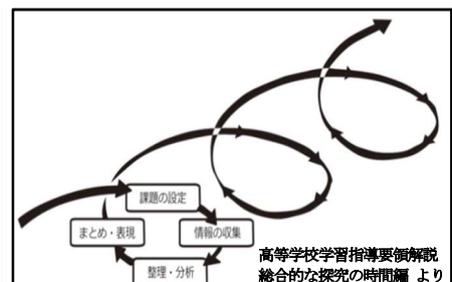
数学的活動の充実

手立て 1

探究的な学習過程を踏まえた授業展開の工夫

四つのプロセスを繰り返す

| 探究の過程 | 主な学習活動 |
|---------|---------------------------------------|
| ①課題の設定 | 教科の本質に迫るような問いを設定 |
| ②情報の収集 | 既習事項の確認（教科書・ノート） |
| ③整理・分析 | 他者の考えとの比較や関連付け |
| ④まとめ・表現 | 考えたことを数式・図・グラフ等で表現 学んだことや分かったことを説明 |



生徒の実態

- ・思考力を試されるような応用的な問題に対して粘り強く取り組むことが苦手である。
- ・数学的な表現力が十分ではなく、他者に論理的に説明することが苦手である。

2 授業改善に向けた手立て

単元のまとまりを意識しながら、習得した知識・技能を活用したり、探究させたりする場面を取り入れ、探究的な学習過程を踏まえた数学的活動を促すことで生徒の思考力及び表現力を育成するため、以下の二つの手立てを講じる。

手立て1 探究的な学習過程を踏まえた授業展開の工夫

手立て2 ルーブリックを取り入れた振り返りシートの工夫

手立て1として、探究の過程である四つのプロセスを意識した授業展開を構想する。

あわせて、必要に応じてペアワークやジグソー法等のグループ活動を取り入れる。なお、生徒の実態に応じて、四つのプロセスをすべて生徒が行わなければならないということではない。実践授業では「課題の設定」で生徒の思考力の向上を図る課題を教師が提示した。

手立て2として、ルーブリックを取り入れた「振り返りシート」を工夫する。このシートを授業の導入部分で生徒に提示することで、目標を明確化し、見通しをもてるようにする。ルーブリック(図1)の評価内容については、S・A・B・Cの4段階に分け、ほとんどの生徒がAとなるように設定することとする。このシートでは自己評価・他者

からの評価欄に加え、感想や質問、新たな課題等を記入することができる自由記述欄を設ける。探究的な学習過程を意識した具体的な取組については、表1のとおりとする。このように、探究的な学習過程を意識した数学的活動を促すために二つの手立てを講じることは、生徒の数学的な思考力及び表現力を高めると考える。

表1 探究的な学習過程

| 探究の過程 | 主な学習活動 | 指導上の留意点 |
|---------|------------------------------------|--|
| ①課題の設定 | ・教科の本質に迫るような問いを設定 *教師の提示も可 | ・具体例から一般化する問い ・一つの解法にとどまらず別の解法を考え考察する問い |
| ②情報の収集 | ・既習事項の確認(教科書・ノート) | |
| ③整理・分析 | ・他者の考えとの比較や関連付け | ・ジグソー法の導入 ・同じ考えの生徒でグルーピング |
| ④まとめ・表現 | ・考えたことを数式・図・グラフ等で表現 ・学んだことを説明する | ・ペアやクラス全体に説明する場面の設定 |

III 研究のまとめ

1 成果

- 探究的な学習過程を踏まえた数学的活動を設定し、ペアやジグソー法を含めたグループ活動等を効果的に取り入れることで、他者との意見の比較や関連付けなど、多様な視点をもつことができ、深めることができた。
- 数式・図等の数学的な表現を使って説明し合うことで、他者の考えとの関連付けを表出させるなど、表現力が高まった。
- ルーブリックを取り入れた振り返りシートの工夫により、見通しと振り返りを意識することにつながった。

2 課題

- 四つのプロセスの中の「課題の設定」については、授業実践では教師が提示したが、今後、生徒自身による「課題の設定」を生かした授業展開も工夫していきたい。
- ルーブリックについては、一定の成果が得られたものの、具体的な記述で内容を示すことなどの準備は容易ではない。過度な負担がなく、毎時間使用できるものの検討が必要である。

実践例

1 単元名 数学Ⅲ 「積分法の応用」(第3学年・2学期)

2 本単元について

数学Ⅲは、数学に強い興味や関心をもって更に深く学習しようとする生徒や、将来、数学が必要な専門分野に進もうとする生徒を対象とした科目である。数学Ⅱまでの既習内容を発展、充実させるとともに、内容相互の関連を重視し「(1)極限」「(2)微分法」「(3)積分法」の三つの内容で構成されている。

本単元「積分法」では、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに、積分に関する知識及び技能を身に付けることを目標としている。また、微分と積分との関係に着目し、事象を数学的に捉え、問題を解決したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考慮したりすることで、思考力・判断力・表現力等を身に付けることを目標としている。具体的には、極限や定積分の考えを基に、立体の体積や曲線の長さ等を求める方法について考察する。

本題材では以下のような指導計画を構想し実践した。

| | | |
|-----------------|---|---|
| 目標 | 積分法についての理解を深めるとともに、その有用性を認識し事象の考察に活用できるようにする。 | |
| 評価 規 準 | 関心・意欲 ・態度 | 積分法に関心をもつとともに、それらを事象の考察に積極的に活用して数学的論拠に基づいて判断しようとしている。 |
| | 数学的な見 方や考え方 | 事象を数学的に考察し表現したり、思考の過程を振り返り多面的・発展的に考えたりすることなどを通して、積分法における数学的な見方や考え方を身に付けている。 |
| | 技能・処理 | 積分法において、事象を数学的に表現・処理する仕方や推論の方法などの技能を身に付けている。 |
| | 知識・理解 | 積分法における基本的な概念、原理・法則などを体系的に理解し知識を身に付けている。 |
| 時間 | 内容 | 主な学習活動 |
| 第1時 ～ 第4時 | 定積分・面積 | <ul style="list-style-type: none"> グラフの上下関係、積分範囲等を描いて考察し、直線や曲線で囲まれた部分の面積を、定積分で表して求める。 媒介変数表示で表された曲線や直線で囲まれた部分の面積を置換積分の考えで計算して求める。 |
| 第5時 ～ 第9時 | 体積 | <ul style="list-style-type: none"> 立体の体積を計算するには断面積を表す関数を積分すればよいことに興味・関心をもつ。 立体の断面積を積分することで体積が求められることを理解し、体積を求める。 x軸やy軸を軸とする回転体の断面は円となることを理解し、回転体の体積について考察する。 回転体の体積を求める方法を理解し、回転体の体積を求める。 |

3 本時及び具体化した手立てについて

本時は全9時間計画の第7時に当たる。x軸に垂直な断面積を扱う求積問題に対して、切断方法を換えて断面積を考えることで、多面的に事象を捉える力を育てるとともに、多様な切断方法による求積法を取り入れることができるようにする。また、その学習活動の展開の中で、グループ活動等を取り入れたら、書画カメラ等のICT機器を使用したりして、お互いの考えを伝え合うことにより数学的な表現力を育む。

手立て1 探究的な学習過程を踏まえた授業展開の工夫

立体の求積に関する問題について、区分求積の考え方を再確認しながら別解を考える。前時の演習で扱った立体の切断方法を復習したあとに、「他の切断の仕方はないだろうか」という課題に取り組む。まず個人で考えたのち、数名の生徒にアイデアを発表してもらい全体で共有する。その後、同じ考えの生徒をグルーピングして立式に向けて方針を立て、情報を整理し立式する。

手立て2 ルーブリックを取り入れた振り返りシート工夫

事前にルーブリック評価表を作成して授業の導入時に生徒に示すことで、本時のねらいを明確化し、見直しをもつ。

また“他者からの評価”を意識することで表現力の向上へとつなげる。授業のまとめとして、振り返りシートに記入することで、新たな課題に気付いたり、今後の取組への意欲を促したりする。

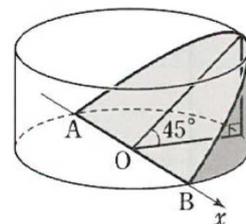
4 授業の実際

問題 底面の半径が a で高さも a である直円柱がある。

この底面の直径 AB を含む底面と 45° の傾きをなす平面で直円柱を2つの立体に分けるときの、小さい方の立体の体積 V を求めよ。

課題① 「前時に扱ったのとは別な切断の仕方があるか考えてみよう。」

課題② 「改めて体積を求めてみよう。」



与えられた立体の求積問題について、「いろいろな切断の仕方を考え、前時の体積を求めてみよう」をテーマとして、既習問題を見直し、別解を正しく求めることを目標として次の流れで授業を構成した。

(1) 導入

手立て2 振り返りシートの提示

授業の初めにルーブリックを生徒に提示して「S」と「A」の内容について説明し、全員が「A」の状態を目指すことを説明し授業をスタートさせた(図1)。

| 評価 | S | A | B | C |
|----------|---|---|--|---|
| 内容 | 与えられた立体に関する求積問題に対して、別解を導くアイデアを複数挙げるができる。さらに、そこから(1つ以上の)別解を数学的に正しく記述できる。 | 与えられた立体に関する求積問題に対して、別解を導くアイデアを挙げるができる。さらに、そこから正答へつながる計算式を表現できる。 | 与えられた立体に関する求積問題に対して、別解を導くアイデアを挙げるができる。 | 与えられた立体に関する求積問題に対して、別解を導くアイデアを挙げるができない。 |
| 自己評価 | 他者からの評価 | | | |
| 思考力及び表現力 | 学習を振り返って 感想・質問・次に考えてみたいこと(新たな課題) | | | |

図1 振り返りシート

(2) 展開

手立て1 探究的な学習過程を踏まえた授業展開

既習の例題(断面積を考え、体積を求める問題)に対して課題①「ほかにどんな切断の仕方があるか考えてみよう。」という問いを提示した。立式しやすさについては、とりあえず考えなくてよいという前提で、生徒に自由な発想を促した。図が描いてある小さな用紙を生徒それぞれに4枚程度配付したことで、その用紙に書き込みながら生徒は考えることができた(図2)。

幾つかの切断方法が書けたところで、周りの生徒と情報を共有し、その後、数名の生徒に書画カメラを利用し説明してもらった(図3)。ここでは、主に「斜めにスライスしていく。」「 y 軸に垂直に切断する。」「 z 軸に垂直に切断する。」の3通りのアイデアが発表された。生徒は、自分では思い付かなかったアイデアが紹介されると、興味深く説



図2 様々なアイデアを考える生徒の様子



図3 書画カメラを使って説明する生徒

明を聞いていた。

次に、出されたアイデアを基に、課題②「体積を計算してみよう。」という問いを提示し、立式に挑戦した。生徒のアイデアの中で、自分が立式してみたいものを選び、同じ方向性をもつ生徒が集まって、問題解決に向けた活動を行った。このグループ活動では、活発な意見交換が行われた(図4)。特に、他の生徒に自分の考えを説明する際、数学的な表現を用いて説明する様子が見られた。



図4 立式について話し合っている生徒

(3) まとめ

手立て2 ルーブリックによる振り返り

生徒は授業の最後にルーブリックによる自己評価、他者からの評価を記入し、記述欄に理解したことや疑問点、新たな課題等を記入した。

ア 自己評価

| S | A | B | C |
|----|----|----|----|
| 0名 | 2名 | 9名 | 2名 |

イ 記述欄(感想・質問・新たな課題等)

「友人の説明を聞いて、いろいろな切断方法があると分かった。」「切断方法によって立式のしやすさや、しにくさがあるということが分かった。」「別解がたくさんあることが分かって面白かった。」「周囲の人と進めることができ、よかった。」「他の問題についても、別解も考えてみたい。」(図5)

| 自己評価 | 他者からの評価 |
|--|---------|
| A | A |
| 学習を振り返って 感想・質問・次に考えてみたいこと(新たな課題) 切断方法によって立式のしやすさやしにくさがあることが分かった。 | |
| 自己評価 | 他者からの評価 |
| B | B |
| 学習を振り返って 感想・質問・次に考えてみたいこと(新たな課題) 自分が全く思いがけなかった生徒の切り口が面白かった。おもしろかった。 | |

図5 生徒が記入したルーブリック

5 考察

思考力の育成については、「教員が解法の方針やグループを決めてしまうのではなく、同じ方向性をもった生徒をグルーピングすることで、立式に向けた探究的な取組が、より活発となり、周囲の生徒に説明したり質問し合ったりする場面が見られた。」「既習の例題について視点を変えて再考することで、じっくり考える様子が見られた。」「生徒の活動を促すため、教師の介入は最小限であり、生徒たちの思考の時間をしっかり取ることができていた。」といったご意見を頂いた。

また、表現力の育成については、「ルーブリックを事前に提示しておくことで、この時間は何を目標にすればよいのかということが明確になっていた。」「クラス全体やペアに説明するという経験を積み重ねることで、どう表現すれば相手に伝わるかということ学ぶことができる。」「自分の考えを他者に伝える場面を多く設定することで、表現力の育成につながっていた。」「他の生徒にも理解してもらえるように図をかいたり、既習事項と結びつけて説明したりするなど、数学的な表現を工夫していた。」といったご意見を頂いた。特に、ルーブリックについては、その有効性を再認識できた。

授業実践のような取組を続けることで、生徒たちは以前と比べ課題に対する取組はよくなり、考えて答えを出す姿勢が身に付いてきた。また、相手に理解してもらうために、「数学の用語を正確におさえ、説明する、数式で表す。」といった表現力も高まってきた。

生徒の思考力及び表現力については、単元のまとまりを意識し、意図的、計画的に育成していかなければならない。これからも中長期的視点を持ちながら、絶えず教材研究を行い、数学的活動の充実を図るために探究的な学習過程を踏まえた授業展開及び振り返りの工夫を重ねていきたい。