

第2章

各教科における取り組み

松本真一・都丸希和・石川久美

1. 数学における実践例

(1) 高校1年生 数学 「必要条件と十分条件」

1) 目標

必要条件と十分条件の学習は、定義を習った後は、「 $x=2$ は $x^2=4$ であるための条件をいえ」といった問題を演習して終わることが多いように感じる。数学の解答を書くうえで、今書いている条件(式)が必要十分条件なのか必要条件なのか十分条件なのかを認識することは極めて重要である。しかし式変形の多くが同値関係であるため、この重要性を認識しないまま数学を学んでいる生徒も少なくない。下の実践例では一見、必要条件・十分条件の分野とは関連のないような問題に取り組む中で、必要条件・十分条件の理解を深め、また有用性を感じさせることを目標とした。

2) 学習方法

教科書の該当分野を概ね学習したのち、多様なアプローチが可能な「問題1」とその類題「問題2」を載せたワークシートを作成し、「問題1」で個別探究及び集団探究を行い、「問題2」で再度個別探究を行う。解法そのものだけでなく、どのように考えたかなどの思考過程を重視するために、各問題の後に《方針欄》を用意し、生徒の思考の内容がよりみえるように、また生徒自身が自分の思考を認識したりまとめたりしやすいようにしている。また、ワークシートの最後には【今回の授業で、考えたこと・気づいたこと・感じたこと】を記入する欄を用意し、その日の授業の中で行った、個別探究→集団探究→個別探究を振り返ることができるようにしている。

3) 成果と課題

教科書の内容を学習した後、次にあげる問題に取り組ませた。

(問題1) a を0以上の整数とする。 X が整数のとき、等式 $X^2=12-2\sqrt{36-a}$ をみたす a の値を求めよ。

(問題2) x の2次方程式 $x^2+2px+3p^2=8$ について

(1) p を用いて、方程式の解を表せ。

(2) x, p が整数であるとき、この方程式の解を求めよ。

今回の実践は

[A] 問題1について一人で《方針》を考え記入し、【解答】を記入する。(5分)

[B] 問題1について付近の生徒と意見を交換し再度考える。(5分)

[C] 問題1について、複数(3, 4名)の生徒を指名し考え方や解答を聴き板書し、それらをもとにそれぞれの考え方や解答に関連することや差異などを考えさせ発言させる(20分)

[D] 問題2に一人で取り組む。(15分)

[E] まとめ(5分)

という予定で行った。

問題1の《方針》では、「 $\sqrt{\quad}$ の中は負ではないから a は0以上36以下」「 X^2 が整数ならば X も整数」「 $36-a$ は平方数」「 X^2 は12以下」等、多くの方針がでてきた。それぞれの方針に対する解答を示したあとで[C]として、それぞれの解法についての関連することや差異などを発言させた。

その中で、先ほどの「」にあるような絞り込みはすべて必要条件であるという言葉を引き出すことができた。また、必要条件で絞った候補のすべてが解にはならないことも共有することができ、十分性の確認についても理解を深めることができた。

一方で、数学Aで学習する“整数の性質”も未習の段階で取り組ませたため、「解の候補を考えましょう」といったヒントが必要であったことや、(問題2)については、2次方程式の解の公式を忘れていた生徒が多く、本来考えてもらいたい部分に行く前のところでつまずく生徒もみられた。

1年生の生徒にとって易しい問題ではないが、整数という予備知識を多く必要としない分野の問題を扱ったため、多くの生徒がしっかりと取り組んでいた。解の範囲の絞り方が複数あることに生徒は面白さを感じているようであり、また、それらを教師ではなく同じ生徒が見つけているため身近に感じることもできたようである。今回は“必要条件で考える”というテーマをしっかりとち、生徒に自由に発言させながら、一方でそのテーマに近くように教師側で誘導した。単なる協同学習で終わらないようにするためにも、1回の授業におけるテーマ(ね

らい)をしっかりと持つことと、生徒の多様な発言を受けて色々な対応ができる引き出しの多さが重要であると改めて感じた。(文責 松本真一)

(2) 高校2年生 数学Ⅱ 「微分」

1) 目標・ねらい

方程式の解の個数を求める問題を考え、様々な考え方で一つの問題をとらえることを学ぶ

- 問1 $x^3+3x^2-2=0$ の実数解の個数を求めよ。
- 問2 $x^3+3x^2-ax+2=0$ が異なる3つの実数解を持つような a の範囲を求めよ。

協同的探究学習において留意している点は、個別探究において全員が取り組むことのできる問題設定をする、という点である。問1は、因数分解を行う(方法①)、グラフを書く(方法②-1)、極値の正負を調べる(方法②-2)、 $y=x^3+3x^2$ と $y=2$ の交点の個数を求める(方法③)など多様な解法が存在する。また、答えを導くことは難しいが、方法③のアイデアの中には、 $y=x^3$ と $y=3x^2+2$ の交点を求める方法、 $y=x^3-2$ と $y=3x^2$ の交点を求める方法もある。(方法④)また、生徒のアイデアを大切にしているため、方針欄を設け、そこにキーワードだけでも記入するようにしている。方針欄があることで、計算ミスなどで答えが異なる場合や、その考え方で最終的に解答までたどり着かない場合でも、その生徒がどんな発想をしているかを知ることが出来る。

個別探究Iとして問1に取り組んだ後、なぜそのように考えたのかを自分の言葉で説明してもらい、多様な解法を関連付けるため協同探究を行った。その後、展開問題として問2に個別で取り組んだ。

2) 成果と課題

問1において、多くの生徒は(方法②-1)のグラフを書く方法で説明することができた。また、数学が得意な生徒の中には(方法③)を書いた者もいた。苦手な生徒も(方法①)を用いて、因数分解で答えを導くことが出来ていた。そこで、問2につながる解法として、(方法③)の二つの関数に分ける考え方に着目した。

協同探究において注意している点は、解法と解法の関連付けを行う場合、その考え方は数学が得意な生徒だから発想できたのではないことを理解させることである。本授業では、(方法②)において実数解の個数を求めることは、方程式を $y=x^3+3x^2-2$ と $y=0$ の交点の個数を求めていることであり、(方法③)に対応していることの共通理解を促した。

また、(方法③)のアイデアの中には(方法④)もあるが、なぜ(方法③)の分け方が適しているかについても検討し、交点の座標を簡易に求めるためには、直線と曲線に分けて注目する必要があることを示した。

さらに、因数分解ができない問題も紹介し、(方法①)

や(方法②-1)において、極値まで具体的に求めずとも解の個数を考えることができることを確認した。方法間の関連性や差異についてもクラス全体で検討し、生徒はそれぞれの方法を、自分なりの表現でまとめていた。

展開問題である問2では、多くの生徒が問1を活用して(方法③)として、 $y=x^3+3x^2$ と $y=ax-2$ の交点を求める方法で解を求めることが出来ていた。

また、方程式を適した形に変化させるのは整数問題でも有効な手法であるため、問3としてユークリッドの互除法を用いた問題を出題しても良いと感じた。

(文責 都丸希和)

2. 理科における実践例

(1) 高校2年生 化学基礎 「化学結合と結晶」

1) 目標

化学結合と結晶のまとめを行い、化学結合のしくみ、結晶の種類、結晶を構成している結合、結晶の性質を理解する。また、身近な物質がどのような結合からできているかを理解する。

2) 授業内容

- ①最初に各自でイオン結合、共有結合、金属結合の定義をプリントに書かせる。(個別探究)
- ②化学結合に関して学習した内容をクラス全体で復習する。化学結合の中に、水素結合や分子間力が含まれない理由をクラス全体で考える。(協同探究)
イオン結合、共有結合、金属結合は、物質自体を構成する結合であるが、水素結合、分子間力は物質どうしの間の結合であることを理解させる。
- ③物質名や身近な物質の写真がついたカードを生徒に配付し、グループごとに分類作業を行う。
- ④各班の物質の分類の方法を発表させる。(協同探究)
- ⑤結晶の種類と特徴をまとめたプリントに各自で記入させる。(個別探究)

3) 成果と課題

- ・分類用のカードには、物質名や写真しか書いてないため、最初のクラスの授業では、それらの物質の化学式を考えるまでに予想以上の時間がかかってしまった。そこで、次のクラスの授業からは、化学式を確認してから始めた。
- ・金属の単体は分類を間違える班がなかったが、共有結合とイオン結合の違いは、化学式がわかっても、成分元素が金属元素か非金属元素かを見分けるのに時間がかかった。
- ・極性の有無については、教科書に図が載っていない分子も扱ったため、その分子の構造が分からないために、有無を判断できない生徒が多かった。これらのことを

考えると1時間では足りない企画であった。

- ・生徒の感想を見ると、理解力が高い生徒は、「結合の分類がよくわかった」といった感想を書いているが、理解度が低い生徒にとっては、「何を基準に分けているかわからない」という事態になってしまった。来年度行う場合には、事前に時間をとって、実践内容の②の段階までのクラス全体の理解度を確認する必要がある。そのことによって、既有知識を使って身近な物質の結合を見分け、化学結合についての深い理解を得られる生徒が増えると考えられる。
- ・身近な物質の結合を見分けられるようになることによって、様々な物質の結合に対する興味が深まり、物質を目にしたとき、どのような化学結合をしているのか考える力がのびると考えられる。

(2) 高校2年生 化学基礎 「化学反応の量的関係」

1) 目標

化学反応の量的関係を理解することは、化学を学習する上で基盤となる重要な単元である。化学反応の量的関係を理解するためには、化学反応を化学反応式で表し、その係数が物質の量(個数)の比であることを理解する必要がある。また、質量、個数、物質の量、体積、質量パーセント濃度、モル濃度といった物質の量や濃度を表す単位の意味を理解し、相互換算できるようにする。

2) 授業内容

化学反応の量的関係の単元を学習する前に、以下の課題1と課題2に取り組みさせた。次にこの単元を学習後に課題3を加えて取り組みさせた。(個別探究) 生徒にその事前・事後の2枚の課題プリントを返却するときに、生徒が書いた課題の一部を教材として配付し、比較検討を行うことによって理解を深めた。(協同探究) さらに、添削した課題を他の生徒の記述と比較しながら見直すことによって各自で振り返りを行った。(個別探究)

課題1 「1 Lの窒素と3 L水素を反応させるとおよそ2 Lのアンモニアが生成する。この理由を図を書いて説明しなさい。ただし、反応前後では温度と圧力は同じである。」

課題2 「窒素と水素からアンモニアを合成する反応を使って、量的関係を問う問題を作ってください。作った問題は、自分で解いて答えを出すこと。①簡単な問題と②難しい問題を1つ以上ずつ書くこと。

難しい問題については、簡単な問題に比べて難しい問題であると考えた理由を書くこと」

課題3 「化学反応式を1つ書いて、その反応を使って量的関係を問う問題を作ってください。作った問題は、自分で解いて答えを出すこと。①簡単な問題と②難しい問題を1つ以上ずつ書くこと。難しい問題については、簡単な問題に比べて難しい問題であると考えた理由を書く

こと」

3) 成果と課題

- ・課題1に関しては、事前に比べて事後になると、説明がまったく書けない生徒がいなくなった。全員が自分なりの説明を試みていたが、前提となるアボガドロの法則を用いずに、反応式の係数比は体積比と一致するという結論のみを説明したものも多かった。
- ・学習後の課題3に関しては、アンモニア合成以外の反応を用いた問題を作るように指示したところ、生成物が液体や固体であるにもかかわらず、係数から体積を求める問題を作った生徒が少なからずいた。
- ・一方で、温度が変化した場合の体積を求めるというまだ未習の難度が高い問題、水素や窒素の値段と関連させたユニークな問題もあった。
- ・反応物に過不足がある問題と単位換算が多い問題を難しい問題の欄に書く生徒が多く、生徒たちがどのような問題を難しいと捉えているかを把握することもできた。
- ・条件が足りなくて解けない問題や、自分で作ったものの解答が書けない生徒もいたため、添削して、返却した。
- ・課題において参考になる説明や問題を生徒の許可を得て名前入りで教材として配付したため、興味深そうに見て、自分のプリントと比較していた。クラス全体で共通点や相違点を考えることによって化学反応の量的関係を深く理解する機会となった。
- ・今後は評価の観点の修正を行い、事前・事後の比較を行うことによって、生徒の理解度を把握し、授業に生かしていく予定である。(文責 石川久美)