

各教科における取り組み

松 本 真 一・若 山 晃 治・石 川 久 美
斎 藤 瞳・中 村 忍

(1) 高校2年生(文系) 数学Ⅱ「微分法」

1) 仮説

3次不等式の証明問題を複数の方針でアプローチをし、解答を導き比較検討することで、生徒が自分で行った計算の必要性を説明できるようになるのではないかと。

2) 実践

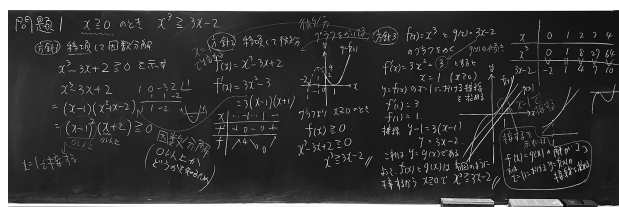
問題1『 $x \geq 0$ のとき、不等式 $x^3 \geq 3x - 2$ が成り立つことを証明せよ。』(展開問題)

に各自で取り組ませる。問題文が書かれたワークシートには、方針欄と解答欄を3つずつ用意した。問題1では、

《方針1》 $f(x) = x^3 - 3x + 2$ を微分しグラフをかく。

《方針2》 $x^3 - 3x + 2$ を因数分解して示す。

《方針3》 $y = x^3$ と $y = 3x - 2$ を直接比べる。



という3つの方針が想定される。実際の授業でも、大きくこの3つの方針が出てきた。前回の授業まで教科書を用いて微分法の最大値・最小値の内容を扱っていたにも関わらず、 $3x - 2$ を左辺に移項したあとに因数分解をしている生徒が多数見受けられた。しかし最後まで不等式を証明できている生徒は少なく、さらに「なぜ因数分解をしたのか」や「なぜ移項したのか」といった発問に対して「なんとなく」といった答えが返ってきた。

一方、《方針1》で解いている生徒も少なくなかったが、こちらも最後まで証明できている生徒は少なく、「なぜ微分したのか」といった発問に対して「なんとなく」や「前回までやっていたから」といった答えが返ってきた。

生徒を指名して《方針1》と《方針2》の解答を板書してから、移項や因数分解や微分を行う理由を考えさせ発言させた。また、《方針3》で考える生徒もいたので、その解法も示し、その後3つの解法の共通点などを発表させた。「グラフで視覚化できる」「接している」「1と

2は右辺を0にしている」「1と3は微分している」といった意見が出てきた。それらの意見をもとにそれぞれの計算にはどういった意味があるかを確認してから

問題2『関数 $y = \frac{1}{4}x^3$ のグラフと直線 $y = 3x + 4$ の共有点の個数を求めよ。』(展開問題)

に取り組ませた。展開問題は、導入問題で協同的な探究を通じて学んだ内容をより深めるために用意している。そのため導入問題と本質的な部分を変えずに出題する必要があるのだが、数字を変える等の変化では、先ほどの解法を再現させるだけの練習になってしまうおそれがありその設定は容易ではないと考える。

3) 評価

生徒たちは、一つの問題に対して複数の解法が存在することに興味を持ちつつ、自分たちが「なんとなく」やった計算にどういった理由があるのか、また、それぞれの解法どうしにどのようなつながりがあるのかを考えている様子が見受けられた。グラフをかくために微分や因数分解が役に立つといった発言もあったので、一定の成果は得られたと思われる。しかし、「今回はとりあえず微分してみたけれど、正解しているかどうか常不安」といった意見もあり、課題も残された。

(文責 松本真一)

(2) 中学1年生 数学

1) 仮説

主に単元の導入、まとめや発展的内容、単元間の接続の場面において協同的探究学習による授業を実施した。単元導入時の実施においては、新たに学ぶ概念に関連した多様な解を持つ問いを設定することで、既存の知識から様々な発想を引き出し、新たな分野に親しみをもたせること、および、初期段階で自分が発見できなかった他の解を、学習過程で理解していく、という新単元学習の動機付けを目的とした。単元のまとめや発展的内容での実施については、単元内で身につけた考え方を指針に、1つの問題に対し多様なアプローチによる解法を考えることで、学習内容の一層の定着化を図るとともに、応用力を養うことを目的とした。また、単元間の接続の場面では、各単元の繋がりを強調し、問題を解決を通し、

様々な知識を有機的に結びつけることの意義を学ぶことを目的とした。

2) 実施

以下に協同的探究学習を実施した際の導入問題・発展問題をまとめる：

1回目 (4月第4週)

単元：正の数と負の数【導入】

導入問題「正の数, 0, 負の数で表せる例を探そう」

展開問題「 $+5^{\circ}\text{C}$ と -5°C の関係は？」

2回目 (5月第3週)

単元：正の数と負の数【まとめ】

導入問題「8都市の雨の日数の表があります。平均は何日でしょうか？」

展開問題「平均45cmを基準にした表があります。空欄になっているところは何cmでしょうか？」

3回目 (6月第2週)

単元：正の数と負の数、文字と式【接続】

導入問題「(奇数) + (奇数) はどんな数になるだろう？」

展開問題「連続する3つの整数の和が3の倍数になることを説明しよう」

4回目 (7月第3週)

単元：1次方程式【発展】

導入問題「釣り合っている天秤からおもりを動かして不等式を作ろう」

展開問題「等式と比べたとき、不等式にはどんな性質があるだろう」

5回目 (10月第3週)

単元：1次方程式【まとめ】

導入問題「定価の1割引きのA店と、10個買うごとに1個無料がもらえるB店ではどちらがお得？」

展開問題「買った個数によってたまたまB店をお得にするにはどうしたらいいだろう？」

6回目 (11月第3週)

単元：比例と反比例【まとめ】

導入問題「比例の関係になる例を探そう」

展開問題「導入問題で考えた比例の関係から、見方を変えて反比例の関係を作ってみよう」

7回目 (12月第3週)

単元：比例と反比例、平面図形【接続】

導入問題「2点AとBから等しい距離の点を見つけよう」

展開問題「 x 軸と $y=2x$ の成す角の二等分線を作図し、式を求めよう」

3) 評価

協同探究を導入・まとめ・発展・接続の各場面に位置づけることで、授業のねらいや問題の本質をより明瞭にすることができた。特に、単元の導入や接続で協同探究による授業を実施することは、協同的探究学習の理念・デザインに沿っており、学習に対する一層の意欲向上・深化を促した。

生徒評価としては、導入および展開の各問題について判断基準を作成し、授業プリントの取り組み状況からA、B、Cの3段階評価を行い、観点「数学的な見方・考え方」の評価材料とした。また、展開問題の類題を定期考査で出題し、テスト全体の平均点と類題の平均点の比較を行った。(文責 若山晃治)

(3) 化学における実践

1) 仮説

金属イオンや金属を含む化合物は多様な色を示す。例えば、硫酸銅を水に溶かすと、青色の水溶液ができる。これに少量のアンモニアを加えると青白色の沈殿を生じるが、多量のアンモニアを加えると沈殿はなくなり、深青色の水溶液となる。本校で使用している化学図録には、金属イオンとそれに加える試薬の組み合わせによる溶液の色または沈殿の色がおよそ100通りの組み合わせの表となって掲載されている。一つひとつの反応は理解できても、情報が多いために混乱してしまう生徒も少なくない。このため、金属イオンの性質を調べる実験において協同的探究学習を用いた。すべての組み合わせについて実験できる訳ではないが、一部だけでも、グループのメンバーやクラスで知識を共有しながら学ぶことで深く理解できれば、陽イオンの系統分離などにも応用できる力がつくと考えた。

2) 実践

まず最初に基礎実験を行った。この部分は、実験プリント通りに実験して、実際の反応の様子を観察した。次に、各班に金属イオンを含んでいる溶液を配って、含まれているイオンの種類を考える課題を出した。このときに、班の中で相談する前に個人で考えて各自のプリントに書着込む時間をとった(個別探究I)。その後で、班ごとに、実験計画を立て、実験を行った(協同探究I)。各班ごとに異なるイオンを含む溶液を配ったので、推定ができた班から答え合わせをして実験方法が正しいことを確かめた。最後に化学マジックを見せて、そのしかけを考えるという発展課題を出した。このマジックでは、試験管A～Dを用意した。AにはKSCN、Bには何も入れない、Cには $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 、DにはNaOHを少量加えて乾かしておく。そこへ、アルミホイルを巻いて中の色が分からないようにした三角フラスコに入れた FeCl_3 水

溶液を加える。すると、試験管は、Aから順に血赤色、黄褐色、濃青色、赤褐色になる。ここでもまず個人で考える時間を取り（個別探究Ⅱ）、その後クラス全体でしかけを考え（協同探究Ⅱ）、最後にプリントにまとめを書いた（個別探究Ⅲ）。

3）評価

高校3年生の選択授業であるため、全体で17人、1班が2～3人という少人数であったこともあり、溶液に含まれているイオンを調べる課題において全員が考える機会があった。よく質問がでる反応のよいクラスでもあるため、化学マジックで色が変わると声をあげていた。マジックのしかけを考えると、三角フラスコと試験管のどちらに入っているかは分からなくとも、「Aは FeCl_3 と KSCN の反応」というところまでは、全員が考えることができた。イオンの反応の中でも、2価と3価で反応が異なるために混乱しやすい鉄イオンについては、しっかり身についたのではないかと考えている。しかし、溶液に含まれているイオンの種類を調べる実験において、渡した試薬を小分けすることなく試薬を加えるという想定外の失敗もあった。1つ目に加えた試薬と2つ目の試薬が反応することもあるため、小分けすることは当然であるということに思い至らなかったようである。この時間は、世界カリキュラム学会に参加するために、名古屋大学を訪問していた海外の教員15名ほどが参観していた。参観後に、コメントをいただいたが、「生徒全員が楽しそうに実験している」「クラスの中の人間関係が非常に良い」という感想が多かった。いつもの様子と思っていたが、協同探究学習を多く経験し、同級生と一緒に考える習慣が身についているからこそであると改めて客観的に見ることができた。（文責 石川久美）

（4）高校1年生 生物基礎「血液凝固」

1）仮説

生物の分野において、生徒の多くは暗記学習をすれば良いと認識している。その為、既有の知識と新出の知識の融合と、実生活における観点について考えさせることを意識的に通常の授業で実施している。

この単位では血液が凝固する仕組みを学習する。しかし、一方で凝固しては困る場面が医療等の場合存在している。その為、中学校までの既有の知識と照らし合わせて、凝固を行わせない方法を考察することで凝固の仕組みに関する知識の定着がはかれると仮説を立てた。

2）実践

授業の実施にあたり、高校1年生3クラスにて協同探究学習をおこなった。初めに、血液凝固の仕組みに関する説明を酵素やイオンと言った語句を交えながら解説をお

こない、その後、発問にて「輸血をする際に血液を凝固させない方法」を個別に探究させた。生徒たちは発問後、ノートと板書をじっくり見て考え込んでいたが、方法を何か1つ思いついた様子であった。次に、近隣の席の生徒間で協同的に考察をおこなうように促したところ、積極的に話し合うことでいくつかの回答を得ることができた様子である。この際、「酵素は低温下でその活性を低下させる」という中学にて学習する内容に着目し、考察を立てているものがほとんどであった。教室内で発表をさせたところ、多くの生徒が共感し単元内容への深い理解が得られたと考えられる。授業後に発表できなかった個人の考えを持ってきて可能かどうか検証しようとする生徒も数人見受けられた。

3）成果と課題

授業内での 考察内容	自発的に 調べた内容	不備の ある内容	誤答または 未回答	合計
132	10	43	49	234 (個)
56.4	4.3	18.4	20.9	(%)

*受験者数117名

実際にこの単元の定着が見られたか確認をするために、定期テストにて発問と同じ内容を問う設問を用意した。

その解答結果が表である。授業内で考察し、クラスの中で得られた結果を解答できた生徒は全体の56.4%であった。さらに、血液凝固の仕組みの理解は認められるが、語句の不備などで誤答となった解答、自発的に調べた内容を解答した生徒とあわせると全体の約80%が血液凝固の仕組みについて考察できたと考えることができる。注目すべきは、自発的に調べた内容を記入した生徒である。これらの生徒の中には、ヒルが吸血する際に血液が凝固しないことに着目してヒルジンというタンパク質を解答に記入するがいた。この事より、1つの現象を端にして興味関心を引き起こし、発展的な内容や、理論のみではなく自然界にある現象の考察を促すことができた。授業内でおこなった簡略的な協同探究学習にて、多くの成果を得ることができたと思われる。

一方で、このことが一部の生徒に限られているため、多くの生徒に還元できるよう、指導方法の開発やさらなる深化がおこなえる形式を模索することが必要である。

（文責 斉藤 瞳）

（5）中学3年生 理科「水溶液とイオン」

1）仮説

既習の内容と関連させながら対話をしながら予測させていくと、水酸化ナトリウム水溶液の電気分解の反応式を生徒から引き出すことができるのではないかと

2) 実践

塩化銅水溶液、塩酸、塩化ナトリウム水溶液の電気分解の実験結果を比較し、共通することと異なることに ついて、気づいたことを個別に書かせ、小グループで共有させ、発表させた。共通することとしては、はじめは「気体が発生した」という漠然とした発言が多かったが、共通するイオンに注目して、共通する反応を考えるように指示をすると、 Cl^- が共通しているので、陽極で Cl^- から電子が奪われ、 Cl_2 になるという発言が引き出された。

陰極での反応については、塩化銅水溶液では Cu^{2+} は電子を受け取ってCuが析出することから、塩化ナトリウム水溶液での反応を予測させると、 Na^+ が電子を受け取ることが予測された。しかし、実験では金属は析出せず、気体が発生したことから、 Cu^{2+} と Na^+ には、電子の受け取りやすさに差があることが予測された。さらに Na^+ の代わりに何が電子を受け取ったのかを予測させると、水と予測された。1年次に行った、帯電させたプラスチックの定規に細く垂らした水道水が引き寄せられる実験と、Hが電子が取れやすく、Oが電子をもらいやすいことから、水の中でHは少し+の電気を帯び、Oは少し-の電気を帯びることを予測させた。水が電子を受け取ると、何に変わるのかを個別で予測させた。小グループやクラス全体で共有していく中で、 Cl^- から電子が奪われ、 Cl_2 になることを生徒から引き出すときに、はじめ Cl^- から1つの電子が奪われてClになり、原子では長い時間存在できないので Cl_2 になることから、全体を2倍して式を完成させるというように、導いたことと関連させながら考えさせた。

対話的に進めていく中で、水が電子を受け取って、水素原子と水酸化物イオンになり、水素原子は長い時間存在できないので H_2 になる。よって全体を2倍して式を完成させるというように導くことができた。導く過程で、水が水素イオンと水酸化物イオンに分かれるような発言も見られた。そこから水素イオンが電子を受け取るとした方が式の理解はしやすいが、実際には水のままで電子を受け取っていることにも触れた。

次に2年次に水を電気分解するときに水酸化ナトリウム水溶液を混ぜて行っていたが、そんなことをしているのかと疑問に思わなかったかと問うと、多くの生徒が賛同していた。次の学習をするとその謎が解ける…というように導入した。陰極の反応については塩化ナトリウム水溶液で学習したことから、式をつくることができた。陽極の反応については OH^- は電子を奪われると不安定になるが、安定な形は何かあるかと問い、個別で考えさせたのち、小グループやクラス全体で共有していく中で水と酸素原子になること $2\text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O} + 2\ominus$ (e^- を \ominus と表記)を引き出すことができた。これも酸素分子にするために式全体を2倍して、目的の式 $4\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\ominus$

を導き出すことができた。

3) 評価

生徒たちは苦戦しながらも、自分たちで両極それぞれの反応式にたどりつくことができた。 $2\text{H}_2\text{O} + 2\ominus \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ の反応を学んでいる際に、陰極から受け取る電子が水素原子の電子になるか、水酸化物イオンの電子になるかはランダムか?という質問も出て、かなり理解は深まったようである。そこまで理解している生徒は多くないとは思われるが、その発言に共感している生徒も見られ、既有知識を用いた予測と他者と対話の中で理解を深めることができたと考えられる。(文責 中村 忍)