

主体的・
対話的で
深い学び

授業実践

化学

問題や実験計画を作るトレーニングを通じて、
事象を多角的に捉える力と思考力を育成

東京都立多摩科学技術高校 田中義靖 よしやす

13:40 答えが1つではない問いに取り組む



田中先生はまず、問題を掲載したプリントを配布し、本時は、大学入学共通テストで求められる思考力を養う問題演習に取り組むと説明。1問目は、二酸化炭素を発生する方法や現象を挙げさせる問題。各自で考え、解答をプリントに記入した後、数人の生徒が発表し、考えを共有した。

本時の概要

【対象／教科／科目】3年生／理科／化学 【分野・単元】化学基礎と化学の全分野・単元（本時は、全2時間のうちの1.2時間目。P.53に単元の指導計画を掲載）
 【育成を目指す資質・能力】思考力、表現力、主体性、多様性、協働性
 【学習内容】前時までに教科書の全範囲が終了し、本時から問題演習に入った。前半は、教師が作成した3題に、後半は、2021年度大学入学共通テストの5題に取り組ませた。いずれも、個人で約5分間考えた後、数人が解答を発表・板書し、考えを共有。教師が適宜、補足説明や解説を行った。

主 主体的な学び
対 対話的な学び
深 深い学び

14:16 多様な意見を全体で共有



3問目では、さらに数人の生徒が発表。その中には、「色の濃さから濃度を求める」という意見もあった。田中先生は、「複数の濃度の標準溶液を作り、蛍光光度計で測定して比較する比色分析であれば可能ですね。その際には、検量線を作成します」と、関連知識を補足した。

たなか・よしやす 教職歴24年。同校に赴任して3年目。指導教諭、科学教育研究部主任。理科（化学）。東京都理化学教育研究会副会長、及び次世代化学教育研究会事務局局長。校外で、理科教育の研究や化学の普及活動を積極的に行っている。

学校概要

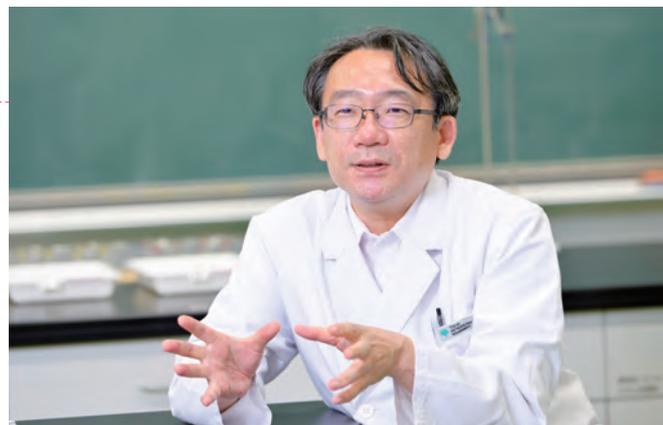
◎育成を目指す生徒像に「先端科学技術のみならず広く自然科学への知的好奇心・探究心・学ぶ意欲に富む生徒」などを掲げ、科学技術への好奇心と探究心を育て、創造力を伸ばす教育を実践している。2018年度、東京都教育委員会「進学指導推進校」指定。2019年度、文部科学省「スーパーサイエンスハイスクール」第2期指定。

◎設立 2009（平成21）年

◎形態 全日制／科学技術科／共学

◎生徒数 1学年約210人

◎2021年度入試合格実績（現浪計）北海道大、東北大、埼玉大、千葉大、東京学芸大、東京農工大、東京都立大などに50人が合格。私立大は、青山学院大、慶應義塾大、上智大、東京農業大、東京理科大、法政大、明治大、早稲田大などに延べ372人が合格。



14:05 実験計画を自分で立てる



主
深

3問目は、「塩化銅(II)水溶液の濃度を求める実験を計画せよ」という問題。各自で5分間考えた後、生徒に考えを聞くと、「水を蒸発させて結晶を取り出し、質量を測る」という意見が上がり、ほかの生徒は「あーなるほど」と声を漏らし、納得の表情を見せていた。

13:51 作問に取り組む



対
深

2問目は、電気分解において「銅の析出量が2.0mol」が答えとなる問題の作成。各自で5分間取り組んだ後、生徒2人が、作成した問題を板書。「ほかにないかな?」と田中先生が投げかけると、さらに1人が発表。それらを受けて、生徒は自分の問題を見直し、修正案をプリントに記入した。

15:01 教師による解説



深

田中先生は、「問題文の中の不要な部分を削除してください」と伝えた上で、問題文の残った部分を板書し、解説。Xの水溶液が還元性を示さないことを問題文から読み取り、平衡が阻害されることを説明した。残りの問いも同様の流れで取り組んだ。

14:34 大学入学共通テストにチャレンジ



主
深

4問目以降は、2021年度大学入学共通テストの「化学」の問題。そのうち1問は第5問の間2で、グルコースの溶液内平衡、物質量の時間変化など、複数の情報を組み合わせて考える問題だ。生徒は、自分が正解だと思う選択肢に対して挙手。正解できたのは数人だった。

●私が目指す授業

答えの丸暗記ではなく、
化学の本質を理解する授業

私の授業では、事象や問題を多角的に捉え、それらの情報を基に自分の考えを構築する力の育成を目指しています。教師が知識を説明して理解させるのではなく、生徒自身が化学の原理や法則を深く理解し、その本質を捉えられるようになる授業が理想です。

そう考え始めたのは、前任校の戸山高校時代です。思考力、判断力、表現力がより問われる大学入学共通テストが導入されることを受け、私は特に生徒の思考力に関する研究を始めました。生徒の多くが、化学の本質を十分理解しないまま、問題演習を重ねる中で答えを丸暗記するため、問題文の表現が少しでも変わると答えられなくなってしまうことに大きな課題を感じていました。

2018年の夏には、全国の先生と思考力を鍛える問題を検討する研究会を実施。以降、授業でも、様々な解答が考えられる問題を出したり、入試問題を扱い、問われていることの本質を説明したりしました。

●私の発問・課題設定の観点

出題者の意図に近づくため、
答えから問題を考えさせる

21年度大学入学共通テストの「化学」は、問題文が長く、出題の仕方が複雑で、目新しい出題方法もありました。そうした問題に対応するには、出題者の意図にいち早く気づき、重要な情報のみを選び取って、それらに関連づけていく力が重要です。そこで今年度から、教科書の内容を学習し終える3年生の1学期には、大学入試に向けて、どのような出題形式でも焦らず論理的に答えを導くことができる思考力を鍛える問題演習を実施することにしました。

本時は、前半では答えが1つではない問題に取り組むことで、出題者の意図に近づくための練習を行い、後半では、そこで培ったスキルを活用し、入試問題に取り組ませました。

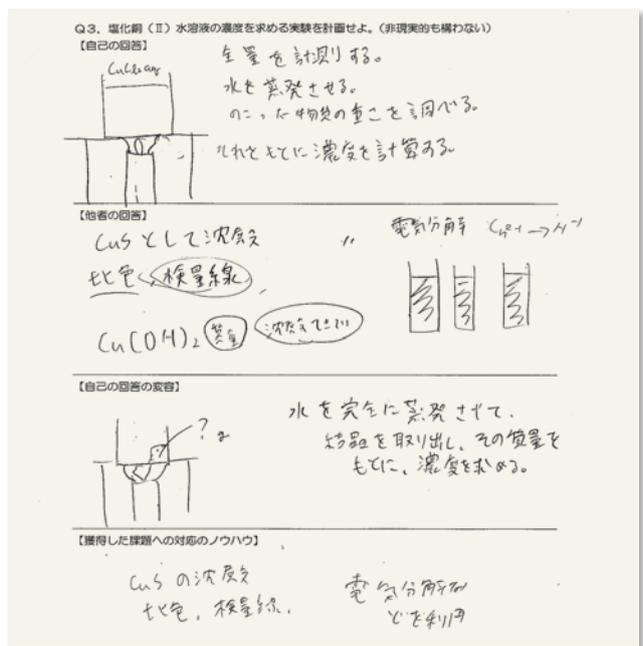
1問目は、二酸化炭素が発生する方法や現象を思いつく限り挙げる問題にしました。教科書では、炭酸カルシウムに塩酸を加えると二酸化炭素が発生すると学習しますが、本時では、呼吸や燃焼などでも二酸化炭素が発生するという意見が生徒から上がりました。

本時のキーとなる発問は、3問目の「塩化銅(II)水溶液の濃度を求める実験を計画せよ」です(図1)。1・2問目よりも難易度を上げるとともに、生徒が自由に発想できるように、実験を計画してもらいました。前半の問いの中で、最も多様な意見が上がると予想され、他者と自分の解答の違いを比較しやすいと考えました。塩化銅の結晶の質量から求める方法、水酸化ナトリウムで水酸化銅を沈殿させて求める方法のほか、比色分析をして濃度を求めるというユニークな意見もありました。また、生徒の発言から、安全面に配慮しているか、正確に測る方法を考えているかなど、きちんと思考している過程がうかがえたのもよかったです。

前半の3問は、答えの自由度が高い問題とすることで、生徒から多様な考えが出されることを期待しました。今回は、コロナ禍の状況に鑑み、議論ではなく、板書や発表を通じて、様々な考え方があることを実感させるとともに、自分の考え方や志向をメタ認知してもらうこともねらいました。

他者の考えから多様な見方に気づかせ、3問目のように実験計画を立てさせることを通じて、同じ事象で

図1 本時のキー課題を掲載したプリント



3問目は、「塩化銅(II)水溶液の濃度を求める実験を計画せよ」という問題。自分が考えた実験計画のほかに、他者が考えた実験計画と自分の考えの変容を書き込める欄を設けることで、視野を広げ、考える力を鍛えることをねらいました。

※学校資料をそのまま掲載。

も様々な視点やアプローチがあることを実感してほしいと思っております。そうした訓練を積み、問われていることを的確に把握する力を育成したいと考えているのです。

授業後半では、21年度大学入学共通テストに取り組ませました。第4問・問5の、ポリペプチド鎖のらせんの全長を求める問題は、センター試験では見られなかった出題形式で、問題文から必要な情報を抜き出し、立式して数値を求める問題でした。必要な数値を抜き出すことができ

ば、計算自体は簡単です。そうした見方のコツを感じてもらったために、私は解説をした後、「こういう立式になる問題は、ほかにもどんなものが考えられるでしょうか」と問いかけたのですが、生徒は複雑に考えすぎたのですが、生徒は複雑に考えすぎたので、うまく作問できないようでした。今後もしような問いかけを継続し、思考力を鍛えたいと考えています。

後期にも、今回のような問題演習を実施予定です。その際は、対話の時間を多く設けて、生徒が自由に学び合えるようにしたいです。

●成果と展望

定期考査でも思考力や表現力を問い、学習評価につながる

本校の21年度大学入学共通テストの「化学」の平均点は、全国平均より5点以上、上回りました。授業で学んだ知識を活用する問題演習を積み重ねてきた成果だと捉えています。今年度は、問題を多角的に捉え、作問の意図をつかむトレーニングを積み重ね、思考力をさらに伸ばしていきたいと思えます。

授業内で実施する問題演習でも、生徒の思考力を見たいと考えています。また、生徒の発言にユニークな発想が見られれば評価しています。そして、定期考査でも、思考力や表現力を評価する問題を出すようにしています。作問を担当する1年生の1学期の中間考査では、1問程度思考力や表現力を評価する記述式問題を出しました(図2)。この問題では、温度上昇が穏やかになったというだけでは△で、沸騰に熱が使われているところまでを記述することを求めています。今後は、今回のような記述式問題を増やし、それらの結果を、観点別

VIEWn-expressでは、
本時の授業の様子を
ダイジェスト動画で紹介!
<8月27日公開予定>

VIEW n-express

検索



図2 1年生 1学期 中間考査の問題(抜粋)

問3 図1で沸騰が始まった場所を矢印で示し、そのように判断した理由を簡潔に述べよ。

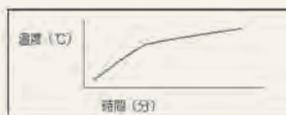


図1. 食塩水に一定の速さで一定の熱量を加えていったときの温度変化

思考力と表現力を評価する記述式問題。記述内容を、観点別学習状況の評価の対象にする予定だ。

※学校資料を基に編集部で作成。

学習状況の評価のうち、思考、判断、表現の評価の対象にしようと考えています。

単元の指導計画

【教科・科目】理科・化学 【分野・単元】化学基礎と化学の全分野・単元 【テーマ・作品】思考力を養う問題演習 【設定時数】全2時間(本時は1・2時間目) 【単元目標】思考力を養う。

時数	学習内容	身につけさせたい 資質・能力	授業の流れ	教師の配慮	評価方法
1	視点を変えた問題に取り組み、思考力を養う。	<ul style="list-style-type: none"> 視点を変えた問題に対応できるようになる。 自己の考えを発信することができるようになる。 【思考力、表現力、主体性、多様性、協働性】	①次の3題を掲載したプリントを配布。 Q1. 二酸化炭素が発生する化学反応をできるだけ多く答えよ。 Q2. 電気分解の問題で「銅の析出量が2.0molJが解答になるものを作成せよ。 Q3. 塩化銅(II)水溶液の濃度を求める実験を計画せよ。(非現実的な実験でも構わない) ②各問題に、5分間ずつで取り組ませる。 ③各問題、生徒数人に解答を板書・発表させる。 ④教師が解説し、生徒に自分と他者の解答を比較させる。	【主体的な学び】 答えが複数考えられる問題を出し、生徒が個性を発揮できるようにして、主体的な活動を促す。 【対話的な学び】 各自の解答を発信し、他者の解答と比較できるようにして、自己の変容を促す環境を整備する。	<ul style="list-style-type: none"> プリントへの記入内容
2	視点を変えた問題に取り組み、思考力を養う。	<ul style="list-style-type: none"> 問われていることを的確に把握できるようになる。 自由な発想で解答や実験計画を立てられるようになる。 自己の変容をメタ認知できるようになる。 【思考力、表現力、主体性、多様性、協働性】	①大学入学共通テストの「化学」の問題から、5つの小問を掲載したプリントを配布。 ②各問題に、5分間ずつで取り組ませる。 ③各問題、生徒数人に解答を板書・発表させる。 ④教師が解説し、生徒に自分と他者の解答を比較させる。	【深い学び】 比較することで、自分の考え方や志向を知り、他者の解答を分析して、自己の変容につなげるように促す。	<ul style="list-style-type: none"> 演習問題の解答内容

※田中先生作成の単元の指導計画を基に編集部で作成。