

主体的・  
対話的で  
深い学び

授業実践

# 化学

「なぜ」「どうして」と繰り返し問いかけ、  
根拠を持って考える力を育む



茨城県・私立土浦日本大学高校

星野恵美子 ほしの・えみこ



同校に赴任して17年目。理科(化学)。

学校概要

- ◎設立 1963(昭和38)年 ◎形態 全日制・通信制/普通科/共学 ◎生徒数(全日制) 1学年約590人
- ◎2024年度卒業生進路実績(全日制) 国公立大は、北海道大、東北大、筑波大、千葉大、東京科学大、大阪大などに89人が合格。私立大は、青山学院大、学習院大、慶應義塾大、国際基督教大、上智大、東京理科大、日本大、立教大、早稲田大などに延べ1,314人が合格。

私が  
目指している  
授業

化学に限らず、数学や物理などの理数系の教科・科目では、公式や定理を暗記し、それに数値を代入して答えを出せばよいと考えている生徒は少なくありません。理数系の教科・科目を学ぶ楽しさは、事物・事象について「なぜ」と疑問を持ち、それを解消する切り口を自分で見つけたり、公式そのものを導き出したりすることにあると思っています。なぜそうなるのかをとことん考え、何が理解できていないのかを探る。そうしたプロセスを通じて得られた成功や失敗の経験は、大学進学後や社会でも必ず役に立ちます。考えることを楽しみ、自ら学ぶ力を持った生徒を育てるために、日々、よりよい授業づくりに取り組んでいます。

# 授業レポート

## 本時の概要

- [対象] 3年生  
[教科・科目] 理科・化学  
[単元] 物質の変化と平衡  
[単元目標] 平衡定数を求め、平衡移動も平衡定数から考えることができるようにし、アンモニアの工業的製法の条件を考える  
[授業時数] 全12時間のうちの5時間目  
[本時の目標] 平衡移動について、平衡定数やエンタルピーを用いて説明することができる

DOWNLOAD

単元の指導計画は、ウェブサイト『VIEW next ONLINE』でご覧いただけます。  
<https://view-next.benesse.jp/view/cat/bkn-hs/>  
または右の2次元コードからアクセスしてください。



お  
勧  
め  
の  
分  
享

管  
理  
職

教  
務  
担  
当

進  
路  
担  
当

担  
任

## 1 教科書を黙読、本時の目標を提示 ⌚ 4分間



生徒は教科書の、ルシャトリエの原理について書かれたページを3分間黙読した。生徒が読み終わると星野先生は、生徒に教科書を伏せさせて、読んだ内容を生徒間で説明し合わせた。その後、本時の目標が「平衡移動について、平衡定数やエンタルピーを用いて理論的に説明できるようになること」だと説明した。

## 2 個人で問題に取り組む ⌚ 6分間



生徒は教科書を伏せたまま、プリントに記載されている4つの問題（濃度・圧力・温度・触媒のそれぞれの条件において、条件を変えた場合の平衡移動について答える問題）に個人で取り組んだ。星野先生は机間指導をして、生徒が既習の平衡定数と新出のルシャトリエの原理を活用できているかを見取り、必要に応じてヒントとなる数式を黒板に書いた。

## 3 生徒間で答えを説明し合う① ⌚ 18分間



生徒同士で自由にグループを組み、1問ずつ、自分の解答を説明し合った。1問目の濃度の問題について生徒が確認し終わったタイミングで、星野先生は「水素を除くとどちらに移動する？」などと生徒全体に問いかけ、生徒が答えると、それに対して「どうして?」「なぜそう考えたの?」と、答えの根拠を求めた。2問目の圧力の問題も同様の手順で進めた。

## 4 生徒間で答えを説明し合う② ⌚ 22分間



3問目の温度の問題では、星野先生は生徒とやり取りする過程で、生徒の誤った考えをそのまま用いて板書した。その上で、生徒に「これでよいか?」と問いかけると、多くの生徒が誤りに気づき、指摘した。4問目の触媒の問題では、星野先生は生徒にグラフを描かせ、それを基に解説。そして、次時に扱うアンモニアの工業的製法にも活用する知識だと伝えた。

## 発問・課題設定の観点

### 学んだ知識を

自分のものに行き届くよう、

対話を通じて思考を促す



授業では、最初に教科書の本時で扱ったページを生徒に読ませた後、教科書を伏せさせて、読んだ内容や取り組んだ問題の答えを生徒間で説明し合う活動をさせています。生徒は教科書を読めば内容を理解した気になりがちですが、実際にその内容を他者に説明しようとする、なかなかうまくできないものです。対話を通じて、理解が不十分なことに気づかせ、自分の言葉で伝えられるように試行錯誤することで、使える知識にできると考えています。

生徒に「なぜ」と問いかけることも大切に行っています。例えば本時は、濃度変化と平衡移動の問題で、「なぜ平衡定数Kの値が大きくなる?」「大きくなるとうつなると?」などと問いかけて、生徒が答えの根拠を突き詰めて考えられるようにしました。そうした私との対話を通じて、生徒が疑問を解消する面白さを感じ

るとともに、根拠を持つて論理的に述べるとはどういうことかを経験的に学べるようにしています。

圧力変化と平衡移動の問題(図1)では、生徒は平衡定数を用いた考え方をうまく使えていませんでした。

反応物・生成物の分圧について問いかけても、答えに窮する生徒が多く見られました。そこで解き方のヒントとして、粒子の増減という別の視点を示しました。生徒は1つの解き方を覚えると、それにとらわれる傾向があります。答えに至るアプローチは多様であることを示し、柔軟に考えられるようにしています。

図1 本時の問題(抜粋)

### 圧力変化と平衡移動

平衡定数Kより、どちらに反応が進み、新たな平衡状態となるか考えてみよう! ただし、固体は圧力の影響をほとんど受けないため、固体は除いて考える。

(例) 赤褐色の二酸化窒素と無色の四酸化二窒素が平衡状態にある時、温度一定で以下の操作を加えた場合、それぞれどのような変化が起こるか。

- ①加圧して体積を半分にした
- ②減圧して体積を2倍にした

※学校資料を基に編集部で作成。

## 学習評価の工夫

### 教師の問いかけに 対する生徒の反応を 授業改善に生かす



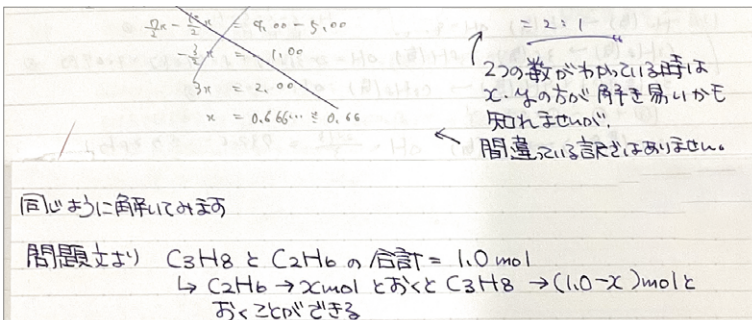
「知識・技能」と「思考・判断・表現」の総括的評価は、単元末テストと定期考査を材料に行っています。「主体的に学習に取り組む態度」は、宿題として課す副教材の取り組み状況を評価材料にしています。具体的には、答えを写さず自分の言葉で記述しているか、ポイントを整理できているかといった点を評価します。教科書に書かれている解き方と異なっている、答えが正しければ理解できていると判断して評価しています(図2)。

また、問題の取り組み状況や生徒間で説明している内容などから、生徒の理解度やつまづいている点を把握しています。本時に行ったように、意図的に誤った内容を板書して、生徒が理解できているかを確認することもあります。

難易度が高い問題の場合、生徒が段階的に考えられるよう、ヒントを

少しずつ出すようにしています。そして、理解しづらかった部分があった場合は、次のクラスの授業ではヒントを細かく出すなど、すぐに生徒の反応を指導に反映させています。同じ単元の授業でも、クラスによって理解度は様々です。ヒントの出し方や発問の内容、授業展開を柔軟に変えるようにしています。

図2 副教材に取り組んだ生徒のノート(例)



星野先生は、副教材に取り組んだ生徒のノートを確認し、解き方などについてのコメントを記入して返却している。 ※学校資料を抜粋して掲載。



## 探究的な実験で知識を体感的に理解

化学の授業で実験をする場合は、教科書に書かれている事象・現象を再現する検証実験が多いと思います。それは学んだ知識を定着させやすいといった点で有意義なものですが、結果が分かっている実験だけでは化学の面白さを味わえないと考え、実験結果から理論や法則を導き出す探究的な実験も行うようにしています。

例えば、イオン化傾向の単元は、どの金属が陽イオンになりやすいのかを覚えることが学習の中心になりがちです。そこで、イオン化傾向が何に役立つのか、ほかの知識とどのように結びつくのかを生徒が実感できるように、教科書の内容を学ぶ前に次のような実験を行っています（右図）。

ナトリウム、マグネシウム、亜鉛、銅など、複数の金属片を用意して、冷水や沸騰水、酸との反応を調べます。まず、金属片を冷水に入れ、反応するものがないかを観察します。次に、反応しなかった金属片を沸騰水に入れて、同様に観察します。それでも反応しなかった金属片は、塩酸、濃硝酸との反応を調べます。その結果、ナトリウムは冷水に、マグネシウムは沸騰水に、亜鉛は塩酸に、銅は濃硝酸に反応することが分かります。最後に実験の結果をまとめて、金属を陽イオンになりやすい順、すなわちイオン化傾向が大きい順に並べます。

反応する金属と溶液の組み合わせはもちろん、反応しない組み合わせも含めて、自らの手と目でイオン化傾向の大小を確かめることで、教科書に書かれているイオン化列を体感的に理解できるようになります。また、化学電池につながる硫酸銅(II)水溶液と亜鉛の実験も同時に行うことで、電池と電気分解や無機化学、

酸化・還元など、イオン化傾向と関連の強い単元も理解しやすくなると考えています。

探究的な実験は想定していた結果が出ず、実験方法を試行錯誤する場合があります。失敗の原因を考え、改善する経験は、大学進学後や社会に出た後も必ず生きると信じています。

### ■単元「イオン化傾向」で実施した実験のプリント（抜粋）

**化学実験**      陽イオンへのなりやすさを考える

《目的》単体の金属の陽イオンへのなりやすさを調べる  
 《準備》シャーレ、ナトリウム（米粒より小さめ）、銅片、亜鉛片、マグネシウム片、硫酸銅(II)水溶液、硝酸銀水溶液、塩酸、濃硝酸、試験管、防護眼鏡

《実験Ⅰ》  
 操作1：シャーレに硫酸銅(II)水溶液を5ml入れ、その溶液に亜鉛片を入れて変化を見る。  
 どちらが単体になったのか確認する。  
 結果：単体になったのは、\_\_\_\_\_。  
 単体の状態：\_\_\_\_\_      色の変化 \_\_\_\_\_

考察：陽イオンになりやすいのは、\_\_\_\_\_。  
 色の変化がなかった場合はその理由を述べよ。

《実験Ⅱ》ナトリウム（米粒より小さめ）、マグネシウム、亜鉛、銅を以下の溶液に加える。  
 操作3：試験管4本に冷水を20mL入れ、各金属を入れ、反応の様子を確認する。反応後試験管にフェノールフタレイン溶液を2滴加え、色をみる。※Naは危険なので、試験管に入れる際や入れた後は、試験管から離れる。眼鏡を必ず着用！！

結果：一番反応した金属は何か \_\_\_\_\_  
 考察：フェノールフタレインを水溶液に入れると水溶液が(a \_\_\_\_\_)性を示す。(b \_\_\_\_\_)イオンが存在することがわかった。よって、反応した金属(c \_\_\_\_\_)が電子を(d \_\_\_\_\_)、水中の水素イオンが気体になって発生したことが推察できる。

《考察1》  
 操作4～6より、金属の陽イオンへのなりやすさを考える。  
 考えよう1：使用した物質について、電子を奪う力が弱い順に並べよ。  
 [冷水、濃硝酸、沸騰水、希塩酸]

\_\_\_\_\_

考えよう2：溶液が電子を奪う力が強いと、反応しにくい金属からも電子を奪い、陽イオンにすることができる。逆に溶液が電子を奪う力が弱くても反応するということは、金属がイオンになりやすいということができる。このことを踏まえ、各金属(Na、Zn、Mg、Cu、Ag、)と水素を陽イオンへのなりやすい順に並べよ。

\_\_\_\_\_

◎ 金属が陽イオンになりやすい順に並べたものを( \_\_\_\_\_)という。

※学校資料を抜粋して掲載。

お勧めの分掌

管理職

教務担当

進路担当

担任

### 成果と展望

### 化学での学びを他教科での学びに生かす生徒たち

3年前に対話型授業を始めてから、生徒からの質問が徐々に増え、定期考査で基準点を下回る生徒が減りました。3年生に実施した「スタディーサポート」(※1)の学習状況リサーチでは、「重要なところなどがどこかを考えて学習している」の肯定率(※2)が28.6%と、1年前の14.3%より大幅に増えました。私は授業中、「筋道を立てて考え、論理的に理解しよう」と何度も伝えていますが、生徒がそれを「数学や物理でも意識するようになった」と言ってくれたことは、何よりもうれしかったです。今後は、生徒に作問に取り組みせることを構想しています。作問を通じて、知識がより定着することが期待できますし、出題者の視点で問題を見ることができるようになれば、問題の本質をより深く理解することにつながるかと考えています。



\*1 ベネッセが提供する学力と学習状況のアセスメント。 \*2 「とてもあてはまる」と回答した割合。