

●1年生の化学基礎「物質の構成」における「物質の三態と熱運動」を学ぶ全2回の1回目。ペアワークやICTを活用しながら、熱運動と温度の関係、セルシウス温度と絶対温度の関係について理解を深めた。(P.31に単元の指導計画を掲載)

授業はICT機器が常設される化学室で毎回行う。まず、前時の復習として、学習内容を個人で2分間振り返った後ペアになり、説明し質問をし合う活動を行った。生徒自身が黒板のタイマーを見ながら進める間、円井先生は机間巡視をし、生徒の理解度をチェック。最後に先生に指名された生徒が、1分間でクラス全体に向けて説明した。

「なぜ」と尋ねる発問を積み重ね、
自分の考えを持たせることので、
科学的な思考力を養う

円井先生のアクティブ・ラーニング

「分かりやすいだけの授業でよいのか」という自問から始まった授業改善

円井哲志先生が、自身の授業に疑問を持ち始めたのは、前任校にいた8年ほど前のこと。生徒からは「円井先生の授業は分かりやすい」と言われていたが、その意味が「定期考査で点が取れるようになる」ということだと気づき、今のままの授業でよいのかと疑問が湧いたと言っ



岩手県立盛岡第三高校

円井哲志 つむらい・さとし

教職歴16年。同校に赴任して5年目。
理科(化学)担当。進路指導課。
アクティブ・ラーニングの実践は5年目となる。

岩手県立盛岡第三高校

◎校訓は「ずいじょ随処為主」「こうこく鴻鶴之志」。2011年度から文部科学省「こくごスーパーサイエンスハイスクール」の指定を受け、また、17年度から学校独自に「サイエンスリサーチハイスクール事業」を行い、課題発見・問題解決能力の育成を図る。

◎設立 1963(昭和38)年

◎形態 全日制/普通科/共学

◎生徒数 1学年約280人

◎2018年度入試合格実績(現役のみ)

国公立大は、北海道大、弘前大、岩手大、東北大、筑波大、千葉大、東京外国語大、国際教養大などに184人が合格。私立大は、岩手医科大、慶應義塾大、上智大、津田塾大、明治大、早稲田大、立命館大などに延べ159人が合格。

◎URL

<http://www2.iwate-ed.jp/mo3-h/>

次に、円井先生は「なぜ拡散が起こるのか」と発問。物質はエネルギーがあるから動き、温度に応じて熱運動を行うことを、生徒同士の対話を通して気づかせた。そして、熱運動の様子をイメージし、熱運動の速さと温度が密接にかかわることを実感させるため、分子が高速で動く動画をプロジェクターに映した。なお、復習時のために動画の撮影を許可している。

臭素と窒素がそれぞれ入ったビンをつなげた画像をプロジェクターに映し、「2つを混ぜたら何が起こるか、なぜ起こるのかを考えよう」と発問。まず個人で考え、次にその考えをペアで共有し、数人の生徒がクラス全体に発表した。途中で円井先生は、中学校の教科書を見せ、水と砂糖が混ざり合う現象を例示。臭素と窒素が混ざり合い、均一になったこと（拡散）に気づかせた。

公教育に携わる者として、分かりやすいといっただけでなく、学ぶのが楽しいと、生徒が学ぶ意欲を高められる授業でなければ……。そう考え始めていた円井先生に転機が訪れたのは、現任教に赴任した2014年度だ。同校では、アクティブ・ラーニング（以下、AL）が注目される前から、生徒主体の「参加型授業」を全校で実践していた。円井先生も早速ALを取り入れ、同僚と意見を交わしながら指導力を高めていった。

円井先生は、当初、グループワークやプレゼンテーションなどの活動を行えばALになると思っていた。しかし、ある時、「ALには正解がある」ということにとらわれていた自分に気づいたと言う。

「私は、教師が答えを教えてくれるのを待っている生徒と同じ状態で、実践をしながら誰かが『これがALだ』と言ってくれるのを待っていたのです。そうではなく、私自身がアクティブ・ラーナーとなり、目の前の生徒に何が必要かを考え、よりよい授業を模索し続けなければならないことに気づきました」

円井先生には、文理を問わず、生徒が化学の授業で学んだ知識・技能を大学や社会で生かしてほしいという思いがある。

「化学が入試科目ではなくても、すべての生徒にとって、科学的な見方や考え方、コミュニケーションや表現のスキルは必要です。ALは化学を通じたキャリア教育を実践するための手段で

もあると捉えて、授業をしています」

思考の活性化・深化への配慮

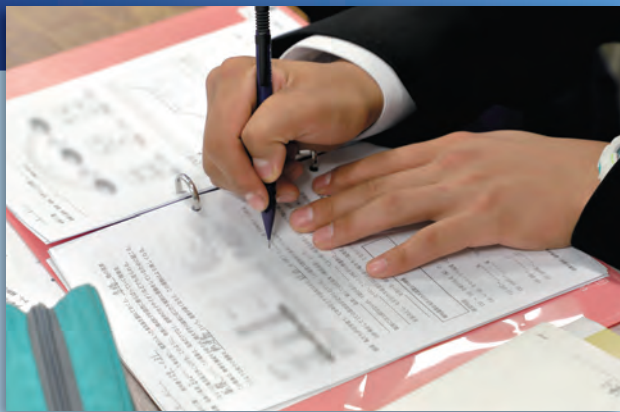
「覚えることが化学ではない!!」 「なぜそうなるのか」にこだわる

今回の授業で扱った「物質の三態と熱運動」は、1時間で終える場合もあるが、円井先生はあえて2回に分けて授業を行った。その理由は、1つの単元の中に主体的・対話的で深い学びを盛り込むことができるからだ。加えて、科学的な見方・考え方とはどのようなものか、これから1年間、化学をどのような授業形態で学んでいくのかを、入学したばかりの1年生に体感させるためでもあった。

円井先生は、授業中に何度も「絶対零度がマイナス273℃だと暗記するだけでは駄目」「自分で法則を見つけることが大切」「答えは1つとは限らない」と声をかけ、化学が単なる暗記科目ではないことを強調した。

「大切なのは、知識を覚えることではなく、なぜそうなるのかを考え、理解することです。そこで、授業では問いを投げかけ、少しずつヒントを与えながら、生徒自身に気づかせ、あなたも自分が法則を発見したかのような達成感を味わわせるように心がけています」

深い理解へ誘うために円井先生が多用しているのが、「個人の思考↓ペアワーク↓全体共有」という流れだ。今回の授業でも、前時の復習を



本時の学習を踏まえ、あらかじめ配布した穴埋め式の授業ノートに、解答を記入させた。この日は、生徒から多様な質問が出たこともあり、それらに円井先生が答えるうちに授業は終了した。指導計画上は、絶対温度でセルシウス温度を表す練習問題に取り組みさせた後、生徒が説明しながらホワイトボードに貼って、授業内容をまとめる予定だった。



「温度には、上限や下限があるのか」と発問して考えさせた後、温度には上限はないが下限があり、下限の温度が -273°C （絶対零度）であると説明。絶対零度での分子の状態を個人で、続いてペアで考えさせた。そして、セルシウス温度(t)と絶対温度(T)を起点とする絶対温度の目盛を並べた図版をモニターに投影し、 $T = t + 273$ の関係になることを理解させた。

始め、その流れに沿って、生徒に考え、表現させた。そして、発問では、「どうなると思う?」「何で?」と問いかけ、自分の考えが出てこない生徒には、少しずつ助言を与えながら最後まで発言し切れるようサポートした。

ICTも、思考の深化や理解のために随所に活用している。例えば、書画カメラに物質の模型を投影し、模型を動かしながら説明することで視覚的に理解を促す。

動画の見せ方も工夫している。今回、分子が激しく運動する動画を見せる際には、「目を閉じて」と顔を手で覆わせ、教室の電気を消して動画を再生してから、生徒にゆっくり目を開くように言った(写真1)。暗闇の中で色とりどりの分子が飛びまわる動画を見て、生徒から一斉に歓声が上がった。

「生徒には、動画や実験をスマートフォンで撮影することを許可しています。自分が行った実験を、再度見て復習することは学びの定着につながります」

場づくりへの配慮

「どう思うか」に間違いはない
どんな発言も受け入れる雰囲気

円井先生は、場づくりの工夫としても、ペアワークを多用している。1人が教師役、もう1人が生徒役になって説明し合ったり、授業中に何度も発せられる先生の発問について協働で考

えたりする。2人1組にこだわるのは、1対1なら自分の考えを持たなければ議論ができず、自分の役割に責任感が生じるためだ。また、大勢の前でなく、相手が1人なら緊張しなくてすむという理由もある。

教室は間違ってもよい場所であると生徒が感じられるよう、雰囲気づくりも大切にしている。「生徒は誰でも、みんなの前で間違えたくないと思います。ただ、『どう思う?』という発問で求められているのは、正解ではなく、生徒自身の考えです。『分かりません』と答えるのは頭を働かせていない証拠ですから、『自分の考えを言えばよいのだから、分からないということはないはずだよ』と伝え、自由に考えを述べられる雰囲気をつくるようにしています」

生徒が自由に発言することで、それぞれ独自の見方や発想に触れられるのも利点だと言う。「生徒との対話を通して見えてきた共通の間違いなどは、授業改善に反映するようにしています。生徒をアクティブにすることで、私自身も成長させてもらっています」

成果と課題

「分かりやすい」+「楽しい」で
能動的な学習態度が身につく

円井先生の授業に対する生徒の感想は、以前の「分かりやすい」に「楽しい」が加わるようになった。生徒の学習が能動的になり始めてい

単元の指導計画

【教科・科目】理科・化学基礎 【分野・単元】物質の構成 物質の探究 物質の三態と熱運動

【テーマ・作品】粒子の熱運動 【設定時数】2時間の中の1時間目

【単元目標】【知識・技能】粒子の熱運動と温度・状態変化に関する事象・現象に対する概念や原理・法則と科学的探究についての理解や、探究のために必要な観察・実験等の技能を身につける。

【思考力・判断力・表現力等】粒子の熱運動と温度・状態変化に関する事象・現象の中に見通しを持って観察・実験などを行い、科学的に探究したり、科学的な根拠を基に表現したりすることができる。

【学びに向かう力等】粒子の熱運動と温度・状態変化に関する事象・現象に進んでかかわり、それらを科学的に探究しようとするとともに、探究の過程などを通じて獲得した知識・技能や思考力・判断力・表現力を日常生活などに生かそうとする。

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	粒子の熱運動	<ul style="list-style-type: none"> 拡散が起こる理由、温度とは何かを科学的に探究しようとしている【主体的】 温度は熱運動の激しさの程度を表していることを見だし、表現している【思考力・表現力】 セルシウス温度と絶対温度との関係性を理解している【知識】 	<ol style="list-style-type: none"> 前時の復習。 導入として、拡散について発問する。 学習1/拡散と熱運動、熱運動と温度との関係性について学ぶ。 学習2/絶対温度とセルシウス温度との関係性について学ぶ。 本時のまとめ。 	<p>【主体的な学び】生徒が見通しを持って粘り強く取り組み、自らの学びを振り返って次の学びにつなげるよう配慮する(熱エネルギー、熱運動に着目し、拡散が起こることを考える学び→温度は熱運動の激しさの程度を表していることを考える学び→セルシウス温度と絶対温度との関係を明らかにする学び)。</p> <p>【対話的な学び】発問の後、自らの考えを持たせるよう工夫する。その上で、他者との協働や外界との相互作用を通じて、自らの考えを広げ深めることにつなげるよう配慮する。</p> <p>【深い学び】習得・活用・探究の見通しの中で、理科(化学)の特質に応じた見方や考え方を働かせて思考・判断・表現できる場面を設定する。この時、学習内容の深い理解につなげるよう配慮する。</p>	発表、授業プリント
2	熱運動と状態変化、物理変化と化学変化	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態と粒子の熱運動、及び分子間力との関係性を理解している【知識】 状態変化をしている間、温度は一定に保たれる理由を科学的に探究し、表現している【思考力・表現力】 	<ol style="list-style-type: none"> 前時の復習。 導入として、物質の三態について発問する。 学習1/物質の三態と熱運動、分子間力との関係性について学ぶ。 学習2/物理変化と化学変化について学ぶ。 本時のまとめ。 	<p>【主体的な学び】これまでの学びを振り返り、熱運動と分子間力との関係性に生徒自らが着目し考え、それらに対する仮説を立てることができるよう配慮して授業を進める。</p> <p>【対話的な学び】発問の後、自らの考えを持たせるよう工夫する。その上で、他者との協働や外界との相互作用を通じて、自らの考えを広げ深めることにつなげるよう配慮する。</p> <p>【深い学び】習得・活用・探究の見通しの中で、理科(化学)の特質に応じた見方や考え方を働かせて思考・判断・表現できる場面を設定する。この時、学習内容の深い理解につなげるよう配慮する。</p>	発表、授業プリント

*円井先生作成の単元の指導計画を基に編集部で作成

生徒の声



川代みそらさん ペアで話し合い、予想を立てながら学習を進めていくので、自分の考えを持つ習慣ができてきたと思います。主体的に授業に取り組めるので、先生が解説する時も集中して聞くようになり、内容が頭に残りやすくなりました。動画を見せてくれたり、先生自身が実験道具を使って実演してくれたりするので、化学現象や実験を具体的にイメージしやすいところも魅力です。これから始まる実験も楽しみです。

たぐりふうこ 田鎖楓子さん 今日は最初の振り返りで発表しましたが、私が答えやすいように、先生は声をかけて導いてくれたので、しっかり自分の考えを述べることができました。話し合いでも意見を共有するだけでなく、「なぜそうなるのか」という理由まで伝えます。自分の意見を持つだけでなくペアの意見も聞き、自分の意見とどこが違うのか、同じなのかを考えて、改めて自分の考えを組み立て直すようになりました。

なるき 田中成樹さん 円井先生の授業では、最初に仮説を立てて結果を見ていくので、正解だった時は達成感があり、間違ってもそれが記憶に残るので知識や考え方が身につけやすいと思います。ペアワークでは自分の考えを持たなければならず、発表の機会も多いので、主体的に取り組めます。先生の授業では、自分の考えを伝える力やコミュニケーション力も伸ばしていけるとと思います。

写真1 動画を再生してから生徒に目を開かせ、分子の動きが目に飛び込み、印象が強く残るようにした。

「ループリックを用いた評価やパフォーマンス評価に、これから着手していきたいと考えています。現状では授業ノートの記述や授業内の発表などを評価の対象としていますが、時間のやりくりを含めて、適正に生徒の成長を見取っていく方法を考えていきたいと思っています」

今後の課題は、評価手法の確立だ。

「ルーブリックを用いた評価やパフォーマンス評価に、これから着手していきたいと考えています。現状では授業ノートの記述や授業内の発表などを評価の対象としていますが、時間のやりくりを含めて、適正に生徒の成長を見取っていく方法を考えていきたいと思っています」

るといふ手応えを感じている。また、自分で考え発見する喜びを得たことで、大学入試に向けて主体的に学び始めた生徒や、薬品の成分表など身の回りの物質に興味を持つ生徒も増えてきている。