

群 教 セ	G04 - 04
	平 26. 254集
	理 科 - 高

化学現象を原子レベルで 捉えることができる生徒の育成

— ICT を用いた自作の動画教材の活用を通して —

特別研修員 佐藤 琢哉

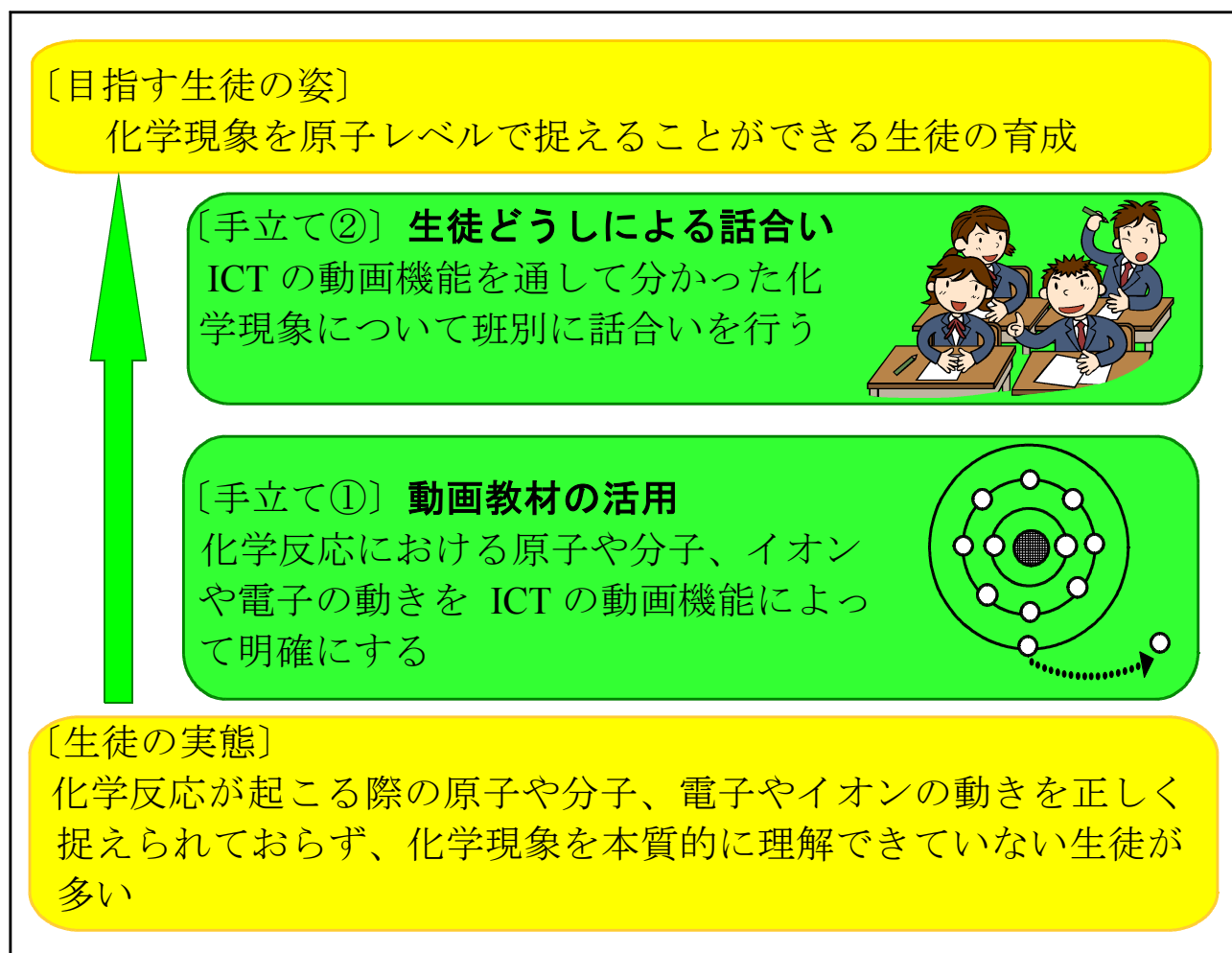
I 研究テーマ設定の理由

化学現象を原子レベルで捉えるには、化学現象が起こる際の原子や分子、イオンや電子の動きを動的に把握できるかという視点が重要となる。その点において、既存の教科書や資料集などにある静止画だけでは不十分であり、結果、化学現象を本質的に理解できていない生徒が多い現状にある。

そこで、本研究では ICT機器を用いて、実際に目にすることができない原子や分子、イオンや電子の動きを視覚的にイメージできる教材を作成し、それを活用することで化学現象を原子レベルで捉えることができる生徒を育成しようと考えた。化学現象を原子レベルで捉えられるようになることで、化学の基本的な概念や原理・法則を理解し、科学的思考を養うことにもつながると考える。

II 研究内容

1 研究構想図



2 授業改善に向けた手立て

(1) 実践1における研究上の手立て（第1学年・1学期）

○イオン結合生成の仕組み、及びイオン結晶の性質である^{へきかい}劈開について、ICTによる自作教材（動画を含むスライド教材）を活用する。

スライドの提示に際しては、生徒の理解を促すための質問を適宜行う。例えば何個ずつの電子を互いにやり取りすれば安定な希ガスの電子配置と同じになるか、また、電子のやりとりが行われた後のそれぞれの元素が、いずれの希ガスと同じ電子配置となるか等について全体に質問を投げかける。

(2) 実践2における研究上の手立て（第1学年・2学期）

実践1では、学習内容について生徒がノート等に記録すべき事項を明確にできなかった反省を踏まえ、実践2ではICTによる自作教材の活用に加え以下の二つ目の手立てを講じた。

- 滴定曲線の中和点付近における急激なpH値の変化について、ICTによる自作教材を活用する。
- 班別に生徒どうしで話し合いを行い、気が付いたことについて、班の代表者が発表する。その後、全体での共有を図り、必要に応じて各自でノート等にまとめる（新たに追加した手立て）。

教材については、以下の三つの教材を作成した。

- a 水素イオン及び水酸化物イオンをモデル化し、中和反応の様子を示した動画教材
- b 滴定曲線におけるpH値を、水素イオン濃度に変換するスライド教材
- c pH値が1変化するごとに、水素イオン濃度がどの程度変化するのかを示すスライド教材

特に“c”においては、中和点付近でpH値が1大きく（あるいは小さく）なる際、水素イオン濃度あるいは水酸化物イオン濃度の変化が非常に微小であること着目させる。

III 研究のまとめ

1 成果

教科書や資料集等の静止画像だけでなく、ICTを用いた動画教材を活用することで、生徒は化学現象（イオン結合や中和の進行に伴うpH値の変化）を原子レベルで捉えることができるようになった。

また、生徒どうしによる話し合い活動を行うことで、学習内容を深化させることができるとともに、学習内容についてノート等に記録すべき事項を明確にすることができた。

2 課題

ICTを用いた教材活用においては、生徒の理解状況をよく観察し、どのタイミングでどのようなはたらきかけを行うことが効果的であるかを、事前に十分検討する必要がある。また、教材をただ提示するだけでなく、生徒どうしによる話し合い活動を行わせるなどして、生徒が学習内容についてノート等に記録すべき事項を明確にする必要がある。

3 提言

化学の基本的な概念や原理・法則を理解して科学的な思考ができる生徒を育てるため、化学現象を原子レベルで捉えることができるような動画教材を活用すると有効である。

<授業実践>

実践 1

1 単元名 「化学結合（イオン結合）」（第1学年・1学期）

2 本単元及び本時について

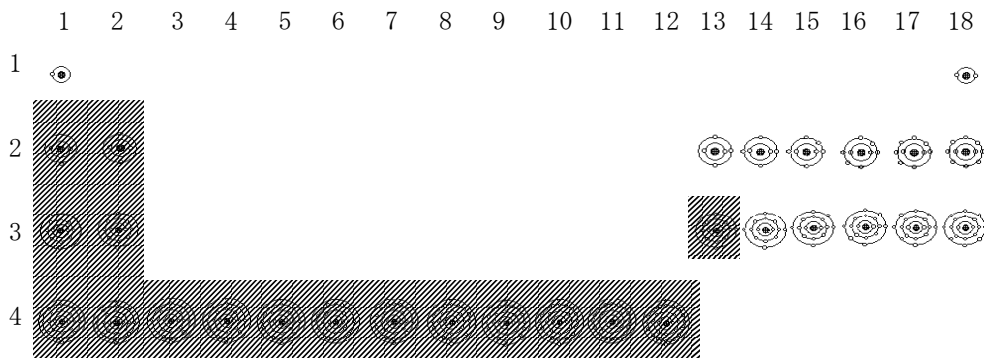
本単元では、電子の動きを理解することで、各元素が安定な電子配置となり、化学結合が形成されていく過程を学んでいく。元素と元素が化学結合する際には、元素どうしの電子の動きを理解することが不可欠である。あらゆる化学結合の要因が、安定な電子配置をとるための現象であることに気付かせたい。

本時では、イオン結合を題材に授業を行った。イオン結合は、主に金属元素と非金属元素間で形成される化学結合である。イオン結合が形成される際、どのような価電子の受け渡しが行われれば、それぞれの元素がいずれの希ガスと同じ安定な電子配置になるかについて、ICT による自作教材を用いて授業を行った。

3 授業の実際

授業の実際例として、授業中の教師と生徒のやりとりの様子を以下に示す。

スライド1 原子番号1～30までの周期表及びその電子配置図（縦の数字は周期、横の数字は族を表す）



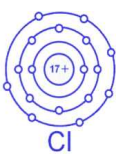
斜線囲みは金属元素、それ以外は非金属元素を表す

スライド2～5 ナトリウムイオンと塩化物イオンがイオン結合していく様子

スライド2



Na



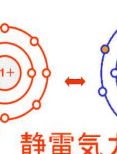
Cl



スライド3



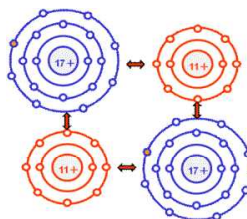
Na⁺



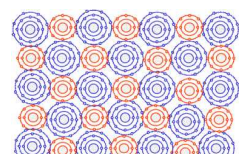
Cl⁻



スライド4



スライド5



イオン結合形成について：教師と生徒のやりとりの様子

（スライド1を見て）

T：「ナトリウムは何個の電子を放出して、どの希ガスと同じ電子配置になるのかな？」

S：「1個の電子を放出してネオンと同じ電子配置になると思います」

T：「それでは、塩素は何個の電子を受け入れて、どの希ガスと同じ電子配置になるのかな？」

S：「1個の電子を受け入れてアルゴンと同じ電子配置だと思います」

(前項スライド2を見て)

T:「ナトリウムと塩素が結合する際、何個の電子の受け渡しが行われると思う？」

S:「ナトリウムから塩素へ1個の電子の受け渡しが行われると思います」

(前項スライド3を見て)

T:「電子の受け渡しが行われたナトリウムは正の電荷を帯びたナトリウムイオンに、塩素は負の電荷を帯びた塩化物イオンになるんだよ」

S:「だから、ナトリウムイオンと塩化物イオンが静電気力で結合してイオン結合を形成するんですね」

(前項スライド4、前項スライド5を見て)

T:「そうだね。隣接するナトリウムイオンと塩化物イオンどうしが次々とイオン結合していくんだよね」

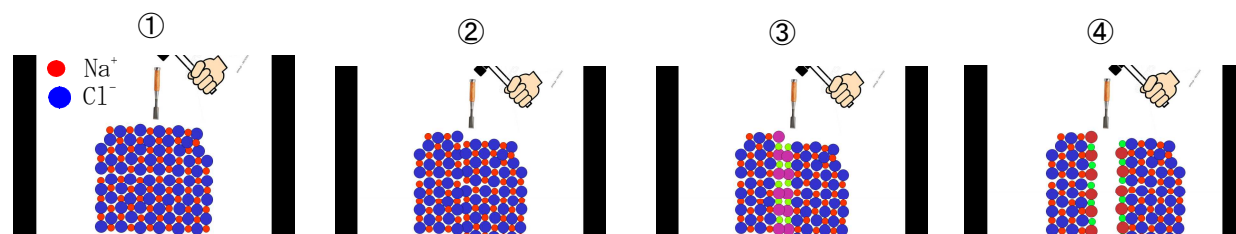
S:「なるほど、だから食塩は一粒一粒があんなに大きいんですね」

(動画1を見て)

T:「次にこの動画を見てごらん。イオン結晶に外力を加えると、イオン結晶の陽イオンと陰イオンの配列がずれて、斥力がはたらいってしまうんだ。結果として、結晶構造を保つことができなくなってしまふんだ。この現象を劈開というんだよ」

S:「だから食塩に外力を加えると結晶が崩れてしまうんですね。スライドや動画があると、仕組みがとても理解しやすいです」

動画1 イオン結晶(塩化ナトリウム)が劈開する様子



4 考察

- ICTによる自作教材(動画を含むスライド教材)は、板書に比べて原子や分子、イオンや電子の動きをより動的にイメージできる教材であることが確認できた。電子が移動する前後の原子の電子配置図を提示することで、電子の受け渡しがどのように行われるのかを、生徒はよく理解していた。
- イオン形成時における電子の動きや、劈開が起こる際のイオンの動きなど、実際に目にすることができない化学現象の動的メカニズムを提示することは、非常に有効であることが分かった。特に、生徒との質疑応答の様子からイオン結晶における劈開の現象を原子レベルで捉えることができるようになったことが見て取れた。
- 学習内容について生徒が記録すべき事項を明確にする必要があった。
- 生徒どうしの話し合い活動を適宜取り入れるべきであった。

実践 2

1 単元名 「酸と塩基（滴定曲線）」（第1学年・2学期）

2 本単元及び本時について

本単元では主に中和反応とその量的関係、及び中和滴定について扱う。中和反応は、酸と塩基が反応して、水と塩になる反応である。中和反応が起こる過程で、反応系におけるpH値の変化についても触れていく。

本時では滴定曲線を題材に授業を行った。滴定曲線は、中和反応が進行していく中で反応系におけるpH値の変化を連続曲線で表したものである。滴定曲線はその形状が極めて特徴的であり、中和点付近で、急激なpH値変化を示す。この現象がなぜ起こるのか、という疑問は多くの学習者が抱くところである。実践に当たっては、ICTによる自作教材を活用することでこのテーマを焦点化し、考察を深めさせた。具体的にはコニカルビーカー内で起こっている中和反応の様子及びその量的関係について、水素イオンと水酸化物イオンをモデル化して提示し、更にpH値と水素イオン濃度の関係に回帰することで理解へのアプローチを図った。

3 授業の実際

(1) 初めに班別実験を通して、酢酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和における滴定曲線をグラフ用紙に描画させた。滴定曲線の概形については、どの班についても教科書に記載されている滴定曲線とほぼ同様のものを描くことができていた。

(2) 滴定曲線の描画ソフトを用いた中和滴定実験（演示実験）を行った。“(1)”で描いた滴定曲線と比較させ、連続曲線が描かれる様子を確認した（図1）。



図 1

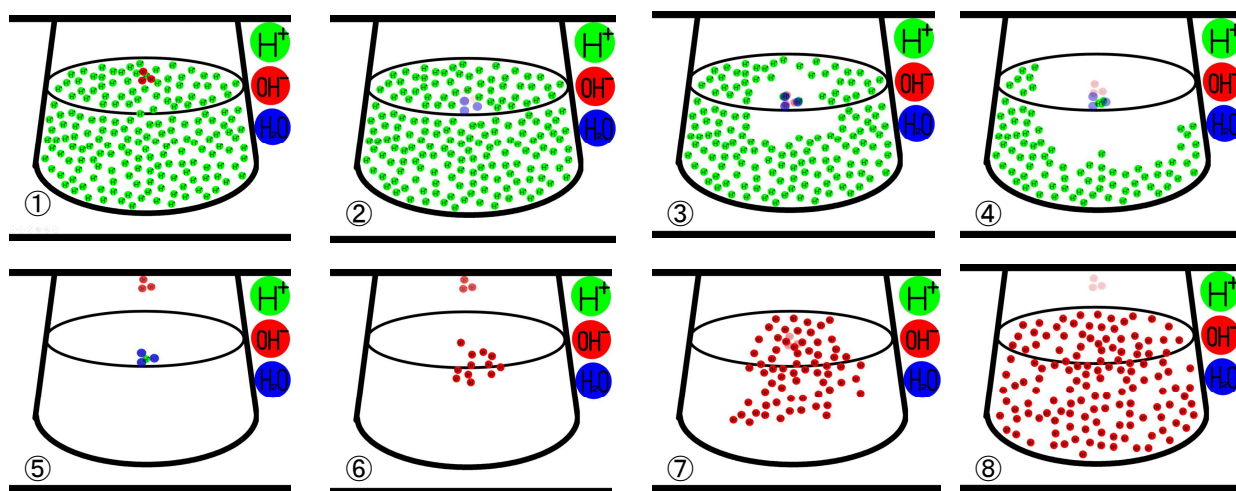
中和点付近における急激なpH値の変化について：教師と生徒のやりとりの様子

T：「滴定曲線のグラフを見てみ見ると、中和点付近で急激にpH値が上昇しているね。どうしてだと思おう？班の中で話し合ってみよう」

S：「(友達どうしで) どうしてかな？分からないよね」

T：「それではスクリーンを見てごらん。実際にコニカルビーカーの中で起きている中和反応の様子を示しているよ（動画2）」

動画2 コニカルビーカー内において、中和が進んでいく様子



T : 「更に次の映像を見てみよう。滴定曲線の縦軸であるpH値を水素イオン濃度と水酸化物イオン濃度に変換しているよ (スライド6)。これを見てもう一回、班内で中和点付近での急激なpH値変化について話し合ってみよう」

S : 「(友達どうして) pH値が7付近で、水素イオン濃度や水酸化物イオン濃度が小さくなってるよね」

T : 「次の映像を見てみよう。ここでは、各pH値における水素イオン濃度と水酸化物イオン濃度の差を示しているよ (スライド7)。これをもとに、再度、班内で話し合ってみよう」

S : 「分かった。中和点付近では、pH値の変化に対して、水素イオン濃度や水酸化物イオン濃度の変化の差が小さいからですね」

T : 「そのとおり。では班の代表者は黒板に書いてくれるかな (図2)」

スライド6、7 滴定曲線におけるpH値を水素イオン濃度及び水酸化物イオン濃度に変換したもの

写真2 班の代表者が板書にて発表している様子

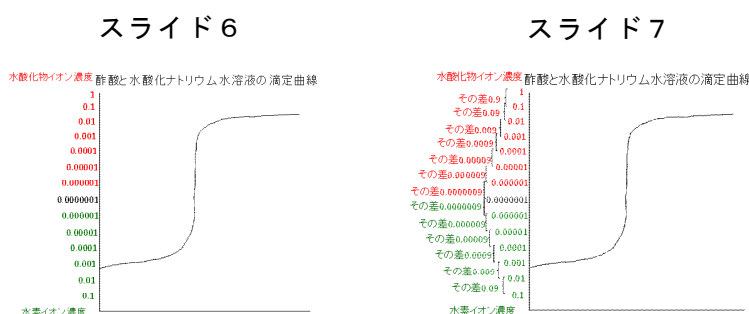


図2

4 考察

- 動画2→スライド6→スライド7と提示していくなかで、班内での意見交換は徐々に活発化していった。代表者が発表した後、全体での共有を図り、必要に応じて各自がノート等に記録するなど、本時の重要なポイントについて学習することができた。これは実践1での反省から改善された結果と言える。
- 動画2を用いたことで目の前で起こっている原子レベルでの中和反応を視覚的に示すことができた。これにより、中和点付近におけるpH値の急激な変化の理由について、活発な話し合い活動が行われた。
- 今後、更にICT教材を有効に活用することで、原子レベルでの理解を各单元ごとに促し、化学現象を原子レベルで捉えることができる生徒を育成していきたい。