

学びをつなぐ『化学基礎』の取り組み

守 屋 昌 樹

学びをつなぐ『化学基礎』の取り組み

守屋 昌樹

1. はじめに

『化学基礎』は日常生活との関連，中学校理科との接続を目的に設置された科目である。本校では1年次に『化学基礎』1単位を履修することになっており，1年次2学期には文理選択を行う。『化学基礎』において化学を学ぶ上で非常に大切な「物質量」の概念を学ぶが，その理解と定着が文理選択においても判断材料の1つとなる。学習進度を確保した上で，『化学基礎』の趣旨を踏まえ，化学を学ぶ意義を生徒に常に問いかけながら授業実践した(図表-1)。また，これまでの一方通行の授業展開を見直し，生徒どうしの学びあいや，生徒と教師の双方向の授業展開を試みた。

図表-1 授業プリントと実験・演示の内容 (教科書『改訂化学基礎』数研出版)

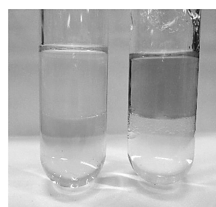
プリント No	授業プリント内容	実習・学習活動など
1	化学と人間生活(写真①)，純物質と混合物	【実験】ペーパークロマトグラフィ，【実験】ヨウ素の抽出(写真②)
2	原子と元素，元素記号，単体・化合物，同素体	【演示】同素体の例
3	元素の検出，原子とその構造，同位体	【演示】炎色反応，【実験】塩素の検出
4	有効数字，原子量・分子量・式量	【演示】ホウ素の同位体モデル
5	物質量の概念，物質量と粒子の数・質量	【グループ活動】モルの概念，【演示】1molの質量(写真③)
6	物質量と気体の体積，気体の密度，化学反応式と物質量	【演示】 H_2 と CO_2 のシャボン玉(写真④)，【演示】水素の燃焼
7	「原子の構造」電子配置，イオンの生成	【演示】カルシウムと水の反応
8	イオンの生成，周期表	【演示】ナトリウムと水の反応
9	イオン結合，組成式，イオン結晶	【演示】水溶液の電気伝導性
10	分子と共有結合，電子式，配位結合	【活動】分子モデルの作成
11	電気陰性度・極性，分子間力	【演示】水の極性
12	分子結晶，共有結合結晶，金属結合	【演示】金属の電気伝導性
13	化学結合のまとめ	【演示】ケイ素の単体
14	溶液の濃度(モル濃度)	【実験】中和反応の量的関係
15	溶解度，化学反応式	【演示】再結晶
実験	気体の分子量	【実験】気体の分子量測定

(定期考査出題範囲 1学期期末考査：No1～No6，2学期中間考査：No7～No9，2学期期末考査：No10～No13)



写真① 日常生活の物質と原料

アルミニウムとボーサイト
銅鉱石と銅板
原油とプラスチック
鉄鉱石(砂鉄)と鉄板



写真② ヘキサンによるヨウ素の抽出

【左の試験管】
上層ヘキサン
下層ヨウ素溶液
【右の試験管】
上層ヘキサン+ヨウ素
下層水



写真③ 1 mol の標本

左から
黒鉛 12g，水 18g
アルミニウム 27g
食塩 58.5g
スクロース(ショ糖)342g



写真④ 水素と二酸化炭素のシャボン玉

シャボン玉は浮上するものだ
と思っていた生徒にとって，
降下する二酸化炭素のシャボン
玉は印象に残ったようだった。

2. 単元構想・授業展開の視点

単元構想・授業展開を考える上で、まず現行学習指導要領における『化学基礎』の目標を確認した¹⁾。

『化学基礎』の目標

日常生活や社会との関連を図りながら物質とその変化への関心を高め、目的意識をもって観察、実験などを行い、化学的に探究する能力と態度を育てるとともに、化学の基本的な概念や原理・法則を理解させ、科学的な見方や考え方を養う。

現行学習指導要領改訂の要点として、「基礎を付した科目」は、理科に対する興味・関心を高め、理科を学ぶことの意義や有用性を実感させるため、日常生活や社会との関連を重視すること、中学校と高等学校との接続を考慮しながら、より基本的な内容で構成し、観察、実験などを行うことが示されている。

授業進度の確保と2学期の文理選択を意識した上で、「なぜ化学を学ぶのか?」「(その現象は)なぜなのか?」を常に生徒に問いかけ、学びの楽しさ、奥深さを感じられるように単元構想と授業展開を考えた(図表-2)。さらに、週1回の授業であり、普通教室での授業であるため可能な範囲で演示実験等を実施し、理科に苦手意識をもつ生徒の関心が離れないように配慮した。

また、これまでの自分の授業スタイルを見直し、教師による一方通行の授業とならないように、生徒どうし、教員と生徒の双方向からの授業展開を考えた。

図表-2 単元構想・授業展開の視点

- ① 中学校理科の「?」を高校で「!」に
→ 中学校と高校をつなぐ工夫を通して化学を学ぶ意義を考えさせる
- ② 「ことば」を活用した学習活動
→ 互いに説明し合う活動による学習内容の理解と定着を図る
- ③ 生徒の頭の中を動かす仕掛け
→ 生徒の気付き、発想、つぶやきを大切に、教師と生徒の双方向からの授業展開を考える
- ④ 生徒の実態の把握
→ 生徒の学力の実態と学習の定着度などを見取る

「主体的・対話的で深い学び」の視点からの授業改善が求められているが、「活動

あつて学びなし」とならないように注意しなければならない。そのためには教師が単元の目標を確認した上で本時の目標を設定し、生徒にどんな力(資質・能力)を身につけさせたいのかを明確にする必要がある。また、教師が生徒の学びを見取る場面がなければ、授業改善のPDCAが成り立たない。教師による見取りについて、本時の目標に対してどんな生徒のアウトプット(発言や記述など)を引き出したいかを考えた。

3. 生徒の実態の把握(事前アンケート)

最初の授業において、これまでの理科に対する意識や学習観についてアンケートを行った(図表-3、回答数N=279)。さらに、選択した理由について自由記述を求めたところ、次のような回答があった。

図表-3 理科の学習に対する意識

Q1. 中学校理科の化学分野の学習についてどうでしたか?

- | | |
|-------------------|------------|
| ① 得意な方であった | 84(30.1%) |
| ② ふつう(得意でも苦手でもない) | 137(49.1%) |
| ③ 苦手な方であった | 58(20.8%) |

- ① 得意な方であった
- ・ 自分が科学者になったようでワクワクしながら勉強した。
 - ・ 実験を通して何をしているか理解できたから。
 - ・ 覚える教科だから。
 - ・ 暗記したらテストで点が取れる教科だったから。
- ② ふつう
- ・ 定期考査が平均点以上だったから。
 - ・ 化学は好きだが計算が苦手。
 - ・ 実験は楽しいが、化学式などの暗記がたいへんだった。
 - ・ 個人的には好きな教科だが、テストで思うような点が取れなかった。
- ③ 苦手な方であった
- ・ イオンのしくみが難しい。
 - ・ 実験が単なる作業になっていて本質がつかめなかった。
 - ・ 覚えることがたくさんあつて、紛らわしい言葉もあるから。
 - ・ 暗記していても、なぜそうなるのか分からない。
 - ・ 実験がよく分からない。結果を説明するのが難しい。

理科の学習について、約80%の生徒は抵抗感がないのに対して、苦手意識をもつ生徒が約20%いることが分かった。得意・苦手の理由として、「理科は暗記の教科である」と考えている回答が目立ち、この傾向は岡山県総合教育センターの研究においても報告されている²⁾。また、テストの点数で「理科ができる」と判断していることも

特徴的ではないかと思われる。点数だけではなく、理科を学ぶ意義や本質を生徒に考えさせる必要があると考えた。

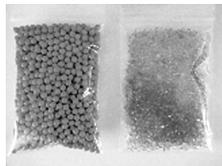
4. 「物質質量(mol)」の学習

原子の世界は非常にミクロであると同時に、 $1\text{ mol}=6.0\times 10^{23}$ 個という膨大な数のを扱う。そのため物質質量(mol)の学習においては指数計算などの計算技能のほかに、目に見えない粒子をイメージしながら思考する力が求められ、多くの生徒がつまずく学習事項である。そこで今回は岡山県総合教育センターの研究で報告された実践事例³⁾を参考にして、プラスチック球を用いて視覚的に物質質量(mol)の概念を考えさせる授業を行った。

「比較」という視点を与え、原子にも大きい・小さいという関係があることに気付かせるため、今回は2種類のプラスチック球を示して考えさせた。プラスチック球(BB弾、ビーズ)は100円ショップで簡単に入手できる。

2種類のプラスチック球をそれぞれ600個取り出す方法を考えるというミッションを生徒に与え、3～4人の小グループで実験方法を約5分程度考えさせ、実験方法をホワイトボードに記述させた(図表-4)。前述の研究の実践報告では、生徒に実際に道具を使い600個の粒をはかり取らせているが、ここでははかりとる活動を省略し、実験方法だけを考えさせた。

図表-4 物質質量を考えさせる活動

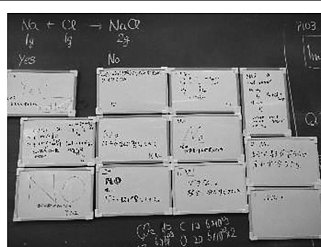
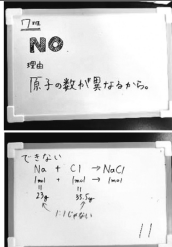
ミッション 「2種類のプラスチックビーズをそれぞれ600個取り出す方法を考えよ。」	
 使用したプラスチック球	 グループ活動の様子①
 グループ活動の様子②	 授業のまとめの様子

各グループから「質量」「体積」「長さ」を利用してはかり取る実験方法が出され、そのうち「質量」が最も多かった。次に視点をプラスチック球から原子へと変え、原子の個数をはかる方法として最も適当な方法を理由もあわせて生徒とともに考え、選んでいく展開とした。

この活動では、原子を1個ずつではなくまとめてはかり取る必要があることと、原子によって質量に大小があることに気が付くように配慮した。この活動を通して生徒から引き出したかった言葉は「molは個数」ということである。試行錯誤しながら実践したが、生徒の考えをどのように収束させるかなどの工夫が必要であると感じた。

次時の授業において「ナトリウム原子1gと塩素原子1gが反応すると、塩化ナトリウム2gが生成するか?」という発問を行ったところ、ほとんどのグループが「生成しない」という解答を示した。中にはmolの概念を利用して説明したグループもあり、原子の種類によって質量の大小があることと、molが数を表す単位であることを理解している様子がうかがえた(図表-5)。

図表-5 物質質量に関する発問事例

発問 ナトリウム原子1gと塩素原子1gが反応すると、塩化ナトリウム2gが生成するか?	
	
(左)黒板の様子と(右)生徒の回答	

物質質量の学習に対する生徒の感想には、「本当に難しい」というものもあったが、「molの計算がとても楽しい!!」とする感想や、物質質量を学ぶ意義や中学校理科とのつながりを感じている生徒もいた(図表-6)。また、「とても小さい原子にも共通した規則性が成り立っていることが分かっておもしろかった」など、理科の本質を捉えようとしている様子もうかがえた。

図表－6 物質量に関する生徒の感想

★1学期期末考査までの化学の授業を通して、新たに気付いたことや疑問に思ったこと、感想などを書いてください。

目に見えないことを、こうして数値として考えることができるのはすごい。モル計算が苦手だと思っていたけれど本質を理解すると楽しいことがわかった。

- ・今まで学習してきたことがつながっておもしろかった。
- ・mol という単位は便利ですごいのと思った。
- ・暗記ではなく、本質を理解できるようで面白かった。
- ・Mg と O₂ が 3 : 2 で反応するのか分かってスッキリした。
- ・銅と酸素の質量比の計算が苦手だったが、mol を学習したことで理屈が分かりとても良く理解できた。
- ・見えない世界や現象を感じられた気がした。
- ・アボガドロなどの過去の化学者の偉大な功績によって現在自分たちが計算できると感じ感動した。

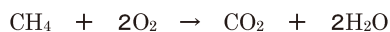
物質量の概念の定着度について、定期考査等の得点率を追跡したところ図表－7 のようになった。得点率は約 60%であり、時間経過しても学習内容を忘れず、一定以上の定着がうかがえる。

図表－7 物質量に関する定着度

	1学期 期末考査		夏休み 宿題考査	2学期 中間考査	2学期 期末考査
大問	第3問	第4問	第3問	第4問	第4問
配点	30	21	18	17	15
平均点	17.8	10	8.9	10.5	8.7
得点率	59.3%	47.6%	49.4%	61.8%	58.0%

図表－8 物質量の問題例(夏休み宿題考査)

第3問 家庭用ガスの成分であるメタン CH₄ は次のように燃焼する。以下の各問に答えよ。



物質	物質量(mol)	質量(g)	粒子の数(個)	気体の体積(L)
CH ₄	①	4.0 g	②	③

問1 表中の①～③の数値を計算せよ。

問2 4.0 g のメタンと反応する酸素は何 mol か。また、生成する水は何 g か。

問3 メタン 4.0 g と酸素 4.0 g を混合して反応させると何 g の二酸化炭素が生成するか。

5. 生徒が感じる化学の難しさ

2学期は授業プリント No7～No13 の内容に沿って、原子の構造や原子間の結合について学習した。ここでは「電子配置」「電気陰性度」「イオン結合」など、多くの学術用語が登場する。

2学期末の生徒のコメントから、「これまでの学習よりも楽しくなってきた。」などの肯定的な感想がある反面、学術用語が増えると難しいと感じる生徒が多いことが分かった(図表－9)。物質量の学習が生徒にとって大きな障壁となるとこれまで考えていたので、意外であった。

図表－9 2学期末の生徒のコメント

【肯定的な回答】

Q3. 中学校理科と比べて、「化学基礎」の学習内容はどうですか?(自由記述)

(「化学基礎」の授業で印象に残っていることなどでもかまいません。)

中学校では暗記で済ませた所が自分で説明できるようになった。更に知識が深くなった。

- ・目に見えない小さなものを追いかけて新しい大きな世界が見えたような気がした。

【否定的な回答】

Q3. 中学校理科と比べて、「化学基礎」の学習内容はどうですか?(自由記述)

(「化学基礎」の授業で印象に残っていることなどでもかまいません。)

新しい用語が多いので

- ・徐々に覚えることが増えてたいへん。
- ・見えないものなので少し理解が難しい。
- ・結合の種類が多くて難しい。

6. これまでの実践の振り返り

化学の学習に対する生徒の意識の変化を確認するため、2学期末に簡単なアンケートを行った(図表－10)。約 90%の生徒が肯定的にとらえており、年度はじめの結果(図表－3)と比較すると、化学を学ぶ意義を感じる生徒が増加し、授業者の意図が生徒に伝わっているものと考えている。

図表－10 『化学基礎』に対する意識(2学期末)

Q1. 「化学基礎」を学習して、化学に対する興味・関心は高まりましたか? N=276

1	とても当てはまる	44.2%
2	どちらかといえば当てはまる	47.8%
3	どちらかといえば当てはまらない	7.2%
4	当てはまらない	0.7%

一方、『化学基礎』に対する理解について問うと、肯定的な回答が減少する(図表-11)。「理解できていない」の理由として、「テストで得点できない」からと考える生徒が複数いた。生徒が考える「難しさ」や「理解」とは具体的にどのようなことか追及する必要がある。また、定期考査等の得点は、生徒にとっても学習内容に対する客観的な判断材料であり、学習へのモチベーションの1つであることも注意しておきたい。

また、原子・分子が直接見えないため、イメージしにくく理解できないと回答する生徒もいることから、日常生活の現象や物質を原子・分子などの「粒子」という視点から考え、想像する力を身に付けさせる指導も必要であると考えている。

図表-11 『化学基礎』に対する理解(2学期末)

Q2.「化学基礎」の学習内容は理解できていますか？また、その理由も書いてください。		
1	よく理解できている	17.4%
2	どちらかといえば理解できている	58.3%
3	どちらかといえば理解できていない	22.1%
4	理解できていない	2.2%

(理由)

【理解できている】

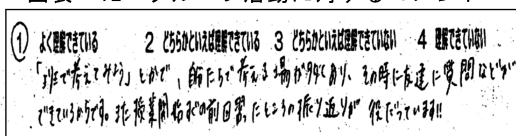
- ・単語の説明ができるから。
- ・実験したり実物を見ることで機会が深まったから。
- ・授業後復習しているから。

【理解できていない】

- ・日々の生活で原子や分子の構造が見えないから。
- ・内容は理解しても覚えきれない。
- ・復習が十分できていないから
- ・難しくついていけなかった。

今回の授業実践では教師による一方通行の授業とならないよう見直し、学習した学術用語などを小グループで説明し合う活動を取り入れた。このような学習活動に対して生徒からは「グループワークで分からなかった部分を確認できるのでとても助かっています。」などのように、肯定的に考えているコメントがあった(図表-12)。

図表-12 グループ活動に対するコメント



学習した「ことば」を自分で実際に使う活動を通して、「ことば」を自分のものにすることができ、「ことば」の活用を通して暗記科目からの脱却が図れるのではないかと考えている。理科は「覚える」のではなく「説明する」学問であることを今後も生徒に意識させたい。

さらに、生徒どうしの良さを引き出す手立てとして、中学校理科と高校をつなぐ発問を行い、小グループで考察・説明させた(図表-13)。これまでの経験や学習を通して生徒が当たり前と思っていたことに疑問を投げかけ、生徒の世界観を崩し、生徒どうしを「混ぜて」互いに新しい視点を獲得することをねらいとした。

図表-13 中学校理科とつなぐ発問(敬名は授業プリントNo)

- (No6)マグネシウム Mg と酸素 O_2 は、なぜ質量比 3:2 で反応するのか？
- (No6)なぜ二酸化炭素は空気よりも重いのか説明せよ？
- (No7)マグネシウム Mg とアルミニウム Al は、どこが違うのか？
- (No7)なぜナトリウム原子は1価の陽イオン Na^+ になるのか？
- (No10)なぜ水素は H_2 、アンモニアは NH_3 になるのか？
- (No11)なぜアンモニア NH_3 は水に溶けやすく、水素 H_2 は水に溶けにくいのか？

三重大学教育学部 中西 良文准教授は、生徒の主体性を引き出すポイントとして、自分の世界とのズレを生じさせること、教師ではなく生徒が自分で学びをつなげることを挙げている。

6. おわりに

今回は、中高の接続、学習事項どうしの関連、生徒どうしのつながりを念頭に置いて単元構想と授業展開を考えた。授業実践後の生徒のコメントから新たな授業改善の視点が見えてきた(図表-14)。教師の意図と生徒の認識との間にズレがないか、教師が常に意識しておく必要がある。

特に生徒がテストの得点のみで「理解」の程度や「できる・できない」を判断する傾向に気をつけたい。例えば、物質質量 mol の計算はできるが、その意義や意味について説明できない、つまり計算の「技能」とどまり、「思考」まで至っていないことが考えられる。表面的な理解にとどまらず、理科や化学の本質に迫る授業展開や発問の工夫について今後も努力したい。

図表－14 授業改善の視点

- ・生徒の意識として理科は依然として「暗記」の科目であり、事象を「説明」するまでに意識が到達していない。
- ・中学校理科では観察・実験が多く、高校との学習パターンに差がある。
- ・物質質量 mol の計算は一定以上定着しているが、単なる計算技能になっており、その本質を理解しているか確認する必要がある。
- ・生徒の感じる難しさは学術用語の多さであり、暗記することへの抵抗感がある。
- ・授業内容にクリエイティブな要素が少ない。本校生徒が有する資質・能力を引き出し、アウトプットできる課題設定を考える。

また、『化学基礎』の目標である、化学的に探究する能力や態度、化学的な視点が身についているかどうか、確認する必要がある。次期学習指導要領においては、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善として、各教科等の特質に応じた見方・考え方が示されており、ここでも「探究」する力の育成が重要視されている(図表－15)。^{4) 5)}

図表－15 理科の見方・考え方

自然の事物・現象を、質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考えること。

授業を通して生徒に新たな発見や感動を与え、小・中学校での理科の学びが高校で積み上がり、化学が実生活や実社会、さらには人類の歴史につながっていくことを生徒に伝えたい。

今後も御助言、御指導いただければ幸いです。

[参考文献]

- 1)『高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編』文部科学省(2009)
- 2)『系統性を踏まえた理科の授業づくりに関する研究—科学的な見方や概念を柱とした観察、実験の実践例—』岡山県総合教育センター(平成27年2月)
- 3)『中学校・高等学校理科指導資料 学ぶ意義や有用性を実感する理科の授業づくり—科学と人間生活との関わりを意識した実践事例—』岡山県総合教育センター(平成29年2月)
- 4)『中学校学習指導要領』文部科学省(平成29年3月)
- 5)『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申) 別紙』(平成28年12月21日 中央教育審議会)