

題「今年頑張った授業づくり：原子・分子の実験」

1. 発表の背景

原子・分子の概念は中学生にとって抽象的で理解が難しく、その一因として「実感を伴う学習経験の乏しさ」があると考えた。現在は、化学反応式などを通して間接的に原子・分子の存在に迫る指導が中心であり、生徒が観察・実験を通してその存在を実感できる機会は限られている。

そこで本発表では、「原子・分子の存在を実感できる学習活動とは何か」という問いを立て、観察や実験を通じて原子・分子の存在をより直観的に理解できる授業の計画と実践に取り組んだ。授業の計画においては、附属中学校の過去の授業実践の記録ノートを活用し、実践内容や意図を参考にした。

2. 授業実践の概要

本実践では、次の3つの授業を計画・実践した。

(1) 分子の大きさを測定する授業

オレイン酸が単分子膜を形成する性質を活用し、分子1個分の大きさを計算によって求める実験を行った。極めて小さい数値を扱うため計算の難易度は高かったが、電卓を使用することで中学生にも扱えるよう配慮した。

生徒の感想には、「目に見えない分子の大きさを測ることができるのはすごい」といった記述が多く、観察・実験を通して分子の存在やその極小さへの実感が得られたようだった。

1. オレイン酸分子の大きさを測る
オレイン酸はオレイン酸分子からできている。分子の大きさは極めて小さいので、大きさを測るには工夫が必要！！

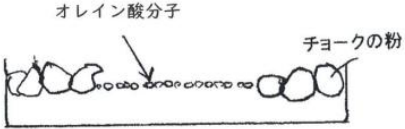
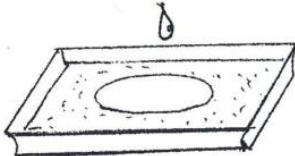
2. 実験 (自分の班の結果です)
(1) オレイン酸の1%エタノール溶液をつくる。
(2) 注射器から落ちるオレイン酸溶液の体積を求める。

100 滴 → 0.8 cm³ 1 滴 → 0.008 cm³

この1滴の中に含まれているオレイン酸分子だけが占める体積の割合は、
0.00008 cm³ ... ①

(3) パットに水を入れ、この中にチョークの粉をごくごく少量薄くまき、オレイン酸溶液を1滴落とす。
面積 → 314 cm² ... ②

*オレイン酸溶液の中に含まれているオレイン酸分子だけが薄い膜になって、水の表面に浮くのです！
*しかも、これがオレイン酸分子の1列縦隊になるのです。
→単分子膜といいます！



3. オレイン酸分子の大きさを計算する

オレイン酸溶液膜の厚さ = オレイン酸分子の大きさ

$$= \frac{\text{オレイン酸溶液1滴に含まれているオレイン酸分子の体積}}{\text{広がったオレイン酸溶液膜の面積}}$$

$$= \frac{(\textcircled{1} 0.00008)}{(\textcircled{2} 314)} = \frac{0.0000025477}{\text{cm}} = 2.5477 \text{ nm}$$

(2) 分子の大きさを比べる授業

以下の2つの実験を通して、分子の大きさの違いを体感させた。

- ① **水とエタノールの混合実験**：混合後に体積が減少することを通して、分子の大きさの違いを考察させた。

5. 実験1「水とエタノールの混合」

* 2本のメスシリンダーの内側をエタノールで洗い、乾かしておく。

(1) 電子天秤にメスシリンダーをのせ、スイッチを入れて0.00 gの表示にする。

(2) スポイトを使い、エタノール 5.0 cm³をメスシリンダーに正確に測り取る。また、そのときの質量を正確に測る。A g

(3) (1)と同様に、水 5.0 cm³をメスシリンダーに正確に測り取る（メスシリンダーの壁面をぬらさないようにする）。その時の質量を正確に測る。B g

(4) (2)を(3)に加え（最後の1滴まで完全に）、正確に体積を測る（5.0 cm³ + 5.0 cm³ = 10.0 cm³になるか？）。

(5) (4)の質量を正確に測る（A g + B gになるか？）

- ② **半透膜実験**：アンモニア水・デンプン液と、フェノールフタレイン溶液・ヨウ素液を用いた実験により、半透膜を通過する分子と通過しない分子の違いを観察させた。また、ダニエル電池の容器を使用することで、半透膜の仕組みについて中学3年生の粒子領域の学習内容との系統性を意識した。

8. 実験2「セルロースチューブを通過する分子と通過しない分子」

(1) アンモニア水、でんぷん液を用意する。

(2) (1)の液を1つ選び、半透膜内の容器に入れ、ビーカー中の水につけておく（約15～20分）。

(3) 半透膜内の容器の内側の液と外側の液をスポイトで試験管に取る。

(4) それぞれの内側の液と外側の液に、次の操作をする。

① アンモニア水には、フェノールフタレイン溶液を加える。

② でんぷん液には、ヨウ素液を加える。

生徒の感想には、「半透膜は小さい分子しか通さないことを知った」や「医療や日常生活にも活かそう」といった記述が見られ、学習内容の理解とともに、科学的知識の日常生活への活用を意識する姿も確認できた。

(3) 分子の運動を可視化する授業

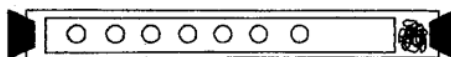
以下の3つの実験により、分子が常に運動していることを視覚的に捉えさせた。

- ① **アンモニアの拡散**：フェノールフタレインを染み込ませた長いろ紙をアクリル容器に入れ、アンモニア水で湿らせた綿を置くことで、アンモニア分子の

拡散を色の変化で可視化した。

6. 実験1「アンモニアの拡散の実験」

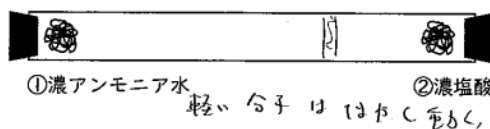
- (1) 長いろ紙にフェノールフタレインの印を並べたものを用意し、これをアクリル管の中に置く。
- (2) 片方を閉じ、もう片方の口にアンモニア水で湿らせたカット綿を置いて閉じる。



- ② アンモニアと塩化水素の反応：それぞれの液体で湿らせた綿をアクリル容器に同時に入れ、反応生成物ができる位置から分子の運動速度の違いを観察を通して、分子の質量との関係性の理解を促した。

8. 実験2「アンモニアと塩化水素の実験（アンモニア分子と塩化水素分子の質量比はおよそ1：2）」

- (1) 濃アンモニア水で湿らせたカット綿①と濃塩酸で湿らせたカット綿②を用意する。
- (2) アクリル管の両方の口に①、②を同時に置き、両方に栓をして静置する。
- (3) 最初に白煙の生じる位置を記録する。



- ③ ブラウン運動：水に牛乳を加えて顕微鏡で観察し、分子のランダムな運動を視覚的に捉えさせた。

10. 実験3「brown 運動（分子の運動, 1872 年発見）の観察」

- (1) スライドガラスに「魔法の水（水で薄めた牛乳）」を1滴垂らす
- (2) カバーガラスをかけ、100 倍で粒を探す。
- (3) 視野の中に粒が見えたら、倍率を 400 倍に上げてさらに探す。
- (4) 視野に見えた1つの粒に着目する。

＊粒がふるえるようにして運動している様子が見える（ハズです）。

生徒の感想には、「実験で分子の運動が目に見えて驚いた」「化学の面白さを味わえた」といった記述があり、科学的興味を高める契機になっていたことがうかがえた。

3. 成果と今後の展望

本実践を通して、「見えない世界」を「感じられる世界」へと変換することで、生徒の理解度と学習意欲の双方を高める可能性が示された。

今後は、これらの実践をさらに精査し、評価方法の工夫を加えるとともに、生命領域（例：デンプンの分解や吸収など）との関連を意識しながら、単元を横断した「概念のつながり」を育む授業づくりを進めていきたい。

（執筆：佐久間）