

## 実験を中心とした化学の指導

— ブドウ糖の還元性を利用した「鏡づくり」を取り入れて —

宮 城 政 昭

### 1. はじめに

昭和57年度より新教育課程が実施され、種々の物質に親しみ、また、実験・観察を通して物質の性質や化学の原理・法則性を理解させることの重要性が指摘された。「実験を中心とした化学の指導」は、化学的事実に根ざし、物質の性質や変化を直接体験することの重要性をふまえ、さらに生徒の自主的・意欲的学習活動を重視した指導の展開である。本報では、多くの実験を取り入れた授業計画を紹介するとともに、その実践例を紹介する。

### 2. 授業計画に取り入れた生徒実験

本校カリキュラムにおける化学分野の指導は、2年で理科I 4単位のうち2単位を必修として、また、3年で化学4単位を選択、または選択必修として実施している。この中で2年では、月に1～2回、年間で12～13項目の実験項目を、3年では毎週2時間ずつ、年間で22～23項目の実験項目を設定して、授業の進度に合わせて実施している。次の表は、各実験項目とその実施時期及び配当時間を示したものである。

表1 2年生の実験項目

実施時期	実 験 項 目	配当時間
4 月	物質の分離（蒸留装置の組み立て方）	1 時間
	硫黄の同素体（斜方硫黄・単斜硫黄・ゴム状硫黄）	1 時間
5 月	銅の化学変化（化学変化と元素の保存）	1 時間
6 月	塩化バリウムの結晶水の定量（精密天秤の使い方）	1 時間
7 月	マグネシウム・アルミニウムと塩酸の反応	1 時間
9 月	ボイルの法則・シャルルの法則の検証	1 時間
	気体の分子量測定（気体の状態方程式の利用）	1 時間
10 月	溶解性と分子の構造（極性分子と無極性分子）	1 時間
11 月	希薄溶液の凝固点降下（ベンゼン+ナフタレン）	1 時間
12 月	コロイド溶液の性質（水酸化鉄(III)コロイドなど）	1 時間
1 月	アルカリ金属の性質（ナトリウム、カリウム）	1 時間
2 月	ハロゲン元素の性質（塩素の製法と性質）	1 時間
3 月	水酸化ナトリウムの溶解熱と中和熱（ヘスの法則）	1 時間

表2 3年生の実験項目

実施時期	実 験 項 目	
4 月	反応速度と濃度・温度の関係(時計反応による測定)	2時間
	化学平衡と平衡移動の法則( $\text{NO}_2$ と $\text{N}_2\text{O}_4$ の平衡など)	2時間
	市販の酸の性質(濃塩酸・濃硫酸・濃硝酸を用いて)	2時間
5 月	中和滴定(滴定操作と食酢中の酢酸の定量)	2時間
	滴定曲線(PH試験紙による滴定曲線の作成)	2時間
	PHと指示薬(PHの変化とムラサキキャベツの色素)	1時間
	塩の加水分解とPH(酸・塩基の強弱と塩)	1時間
6 月	酸化還元反応(酸化剤・還元剤の作用と電子の移動)	2時間
	金属のイオン化傾向と電池(金属樹, 乾電池の製作)	2時間
	電気分解(電解液と生成物質, ファラデーの法則)	2時間
	金属イオンの反応(沈澱反応の確認とまとめ)	2時間
7 月	金属イオンの系統分析(未知試料の系統分析)	2時間
9 月	炭化水素(メタン・エチレン・アセチレンの製法・性質)	2時間
	アルコール・アルデヒド・ケトンの性質	2時間
10 月	エステル合成(各種エステルの合成と加水分解)	2時間
	セッケンの合成と性質(合成洗剤との比較)	2時間
	ニトロベンゼン・アニリンの合成(ニトロ化・還元)	2時間
	アセトアニリドの合成・アゾ染料の合成	2時間
11 月	フェノール類の性質(呈色反応, サリチル酸の誘導体)	2時間
	有機化合物の分離(酸性・塩基性物質の分離)	2時間
	糖の性質(単糖類・二糖類・多糖類, 鏡づくり)	2時間
12 月	タンパク質の性質(牛乳中のタンパク質の検出)	2時間
1 月	合成繊維(ナイロンの合成, 銅アンモニアレーヨン)	2時間
	合成樹脂(フェノール樹脂, 尿素樹脂, アニリン樹脂)	2時間

実験に対する生徒の関心は非常に高く、本年度の3年化学選択者の2クラスに対して実施したアンケート調査によると、実験に対し興味があると答えた生徒が95%いた。特に生徒が興味を示した項目を、その理由によりまとめてみると、①身近な現象や事象などを扱ったもの ②変化がはっきりしており観察しやすいもの ③良い結果が得られたもの ④新しい概念を導入したもの ⑤初めて使う器具や薬品があったものなどに分けられる。一方、生徒に人気のない実験項目は、変化がはっきりせず、良い結果が得られなかったとするものが多く、単純操作の繰り返しとなる実験も敬遠されがちである。

## 実験を中心とした化学の指導

### 3. 身近な題材を用いた実験例

化学反応式を書くだけでなく、実際に試薬を混合してみる。このことだけでも、化学変化に伴う様々な現象の観察という意味で実験の効果は大きい。さらに、生徒が日常よく使うものや、よく見かけるものを用いた実験や、それらを作り出す実験は、化学的な考え方と日常生活を結びつけ、より強い印象を与えるようである。生徒の興味を引き、積極的な学習意欲を引き出す上でも、学んだ基礎的・化学概念的発展課題として、身近な題材を用いた実験は多く取り入れている。例えば、食酢中の酢酸の定量、ムラサキキャベツの色素を利用したPH指示薬の実験、乾電池の製造、セッケンの合成などがその例であるが、ここでは、ブドウ糖の還元作用を利用した「鏡づくり」を紹介する。

鏡は、毎日の生活の中でよく接しているものであり、生徒にとって非常に関心の高い題材である。「鏡づくり」の実験は、ブドウ糖の還元性の応用として、糖類の性質の実験の一環として実施している。ブドウ糖の還元性は、ブドウ糖が水溶液中でアルデヒド型をとることによって説明されるが、この変化を化学式で見てもピンとこない。そこで、糖類の性質を調べる実験として、フェーリング反応を行わせている。このとき、既にアルデヒドの性質を学習している生徒の中には、銀鏡反応を試みるものがでてくる。このような発展的学習の過程で「鏡づくり」を提案するわけである。下の図は、糖類の性質の実験操作を示したものである。

化学実験 3-22 糖類の性質(糖・デンプン・セルロース)	(自由研究)
<p>【目 的】 糖・デンプン・セルロースの性質を観る。</p> <p>【実験の物】 メスシリンダー、ビーカー、試験管、投げ込みヒーター、ブドウ糖(グルコース)、果糖(フルクトース)、ショ糖(スクロース)、麦芽糖(マルトース)、デンプン、脱脂綿、希硫酸、炭酸ナトリウム、フェーリング液、ヨウ素ヨウ化カリウム溶液、アミラーゼ(ジアスターゼ)</p> <p>【主要イデ】 &lt;単糖類の性質&gt;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 試験管に茶さじ一杯(0.1g)のブドウ糖をとり、水5mlを加えて溶かす。さらに、フェーリング液を少量加えて穏やかに煮沸し変化を観察する。</li> <li>2) 果糖についても同様に変化を観察する。</li> </ol> <p style="text-align: center;">&lt;二糖類の性質&gt;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3) ショ糖および麦芽糖について1)と同様に変化を観察する。</li> <li>4) ショ糖に希硫酸約1mlを加え数分間煮沸したのち、気体が発生しなくなるまで少しづつ炭酸ナトリウムを加えてから、フェーリング液を少量加えて加熱する。</li> </ol> <p style="text-align: center;">&lt;多糖類の性質&gt;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5) ビーカーにデンプン1gをとり、水50mlを加えて穏やかに加熱しうすいり状にする。この溶液を約2mlずつ①~④の実験をから。             <ol style="list-style-type: none"> <li>①ヨウ素ヨウ化カリウム溶液を1~2滴加える。</li> <li>②フェーリング液を少量加えて加熱する。</li> <li>③希硫酸を少量加えて煮沸し、炭酸ナトリウムで処理後、ヨウ素ヨウ化カリウム溶液を加える。</li> <li>④③と同様に処理後、フェーリング液を加える。</li> </ol> </li> <li>6) 5)の残りのデンプン溶液にアミラーゼを少量加え、よくかき混ぜながら約50℃に温度を保つ。この反応液を一分おきに分取し、あらかじめ用意しておいたうすいヨウ素ヨウ化カリウム溶液の中に滴下し、発色の様子を観る。</li> <li>7) 試験管に水0.5ml、希硫酸1mlを加えて冷却したのち、ごく少量の脱脂綿を加えて溶かす。2~3分放置したのち、煮沸し、冷却してから炭酸ナトリウムで中和する。次にフェーリング液を加えて穏やかに加熱する。</li> </ol> <p>【結果整理】 1. 糖類の構造と化学的性質の関係を調べてみよう。 2. 4)のような希硫酸での加熱の操作はなんのために行なうのか。また、体内で希硫酸と同じような役割を果たすものは何か。</p>	<p style="text-align: center;">* 鏡づくり・・・ブドウ糖の還元性を利用して鏡をつくる。</p> <p>準備：0.1mol/l硝酸銀水溶液、2mol/l水酸化ナトリウム水溶液、2mol/lアンモニア水8mol/l硝酸、5%塩化スズ(Ⅱ)水溶液、スライドガラス</p> <p>操作：1) 0.1mol/l硝酸銀水溶液約10mlをきれいに洗ったビーカーにとり、2mol/l水酸化ナトリウム水溶液0.5mlを加えてよく振り混ぜる。 2) 生じた褐色の沈殿(Ag<sub>2</sub>O)に、さらに2mol/lアンモニア水をちょうど沈殿が消失するまで一調ずつよくかき混ぜながら加える。 3) 別のきれいに洗ったビーカーにブドウ糖2gをとり、純水10mlを加えて溶かす。 4) スライドガラスの一面に5%塩化スズ(Ⅱ)水溶液を塗り、次いで純水ですすぐ。 5) 5%塩化スズ(Ⅱ)水溶液を塗った面を上にしてビーカーの中に置き、2)で調整したアンモニア性硝酸銀溶液と、3)で調整したブドウ糖溶液をよく混ぜてからビーカーの中に注ぎ、スライドガラスが隠れるまで加える。 6) 30分程度放置し、銀が均一に付着したら、ビーカーの溶液を捨て、純水で洗浄してから、スライドガラスを乾燥させる。 7) スライドガラスが十分に乾燥したら、銀の付着した面(上)に向けておいた面に塗料をぬる。 8) 塗料が乾いてから反対側の面に付着した銀を、6mol/l硝酸を浸した脱脂綿でふきとる。</p> <p>(注) 硝酸銀水溶液は手や衣服に付けないように注意すること。 (注) アンモニア性硝酸銀溶液を放置しておくと、爆発性のAgN<sub>3</sub>(アジ化銀)を生じ危険である。 * 必要前粒を入れて処理する。</p> <p>原理：  <math display="block">2AgNO_3 + 2NaOH \rightarrow Ag_2O + 2NaNO_3 + H_2O</math> <math display="block">Ag_2O + H_2O + 4NH_3 \rightarrow 2Ag(NH_3)_2OH</math> <math display="block">2Ag(NH_3)_2OH + RCHO \rightarrow 2Ag + RCOONH_4 + H_2O + 3NH_3</math></p>

図1 糖類の性質(自由研究：鏡づくり)の実験プリント

#### 4. 生徒の取り組み

鏡は自分の姿を映す不思議なものという意識が生徒たちの中にある。その鏡をつくるということは、思いがけないことなのかもしれない。そこで、実際にいま学習した原理を利用して鏡をつくるということに、生徒は一様に目を輝かせる。容器内でブドウ糖とアンモニア性硝酸銀溶液を反応させ、析出する銀をガラス板上に付着させるのが鏡づくりの原理であるが、このとき、ガラス板の一面に銀が緻密に付着しないと良い鏡とならない。このような実験では成功の如何が直接的に興味・関心につながるので、誰でも成功できる条件設定が重要となる。鏡づくりの成功の秘訣は、銀の析出した面を傷つけないことと、トレンス試薬の調整でアンモニアを入れ過ぎないことである。これらの点に注意して実験すると、30分程度の反応で良好な結果が得られる。

また、生徒の探究心は旺盛で、この実験の中でも、鏡づくりに最適な硝酸銀溶液、ブドウ糖溶液の濃度の検討や、ホルムアルデヒドやアセトアルデヒドを用いての鏡づくりの検討などを行う班もある。このように身近な題材を用いた実験で生徒の自主的な活動が促進され、さらに、深く原理を考えて行こうとする方向性が見られることは非常に望ましいことである。

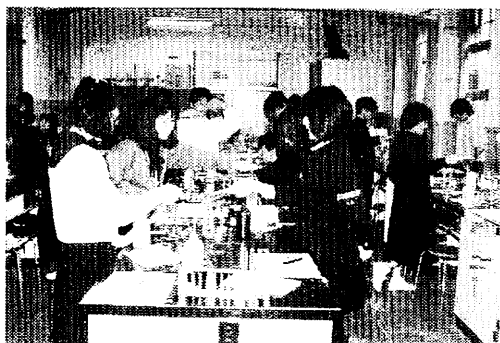


図2 実験風景 (糖類の性質)

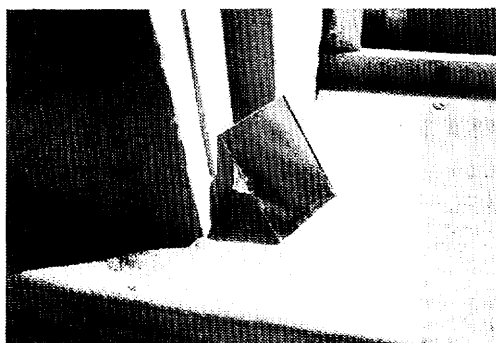


図3 出来上がった鏡

#### 5. 報告書について

実験を行ったとき、その実験結果を正確に記録し、結果をもとにして深く考えることは、科学の基礎である。したがって、4月の初めに報告書作成に当たっての必要条件を提示し、それに従って自由に報告書を作成させている。また、報告書作成及び実験の指導に当たって特に注意を払っていることは、生徒の自主性や学習意欲を大切にすることであり、実験書の空欄に結果だけを記入させるような形態はとっていない。結果だけを記入するようにした報告書は、全生徒の報告書提出を可能にするかもしれないが、実験によって体験した多くのことを失わせてしまう。疑問に思ったひとつひとつのことを自ら調べて行くところに化学の本質がある。現在、報告書の提出は強制しているわけではないが、多くの生徒が提出しており、その内容も充実している。また、よく心配される同タイプ報告書が集まることもなく、生徒の自主的活動の裏づけとなっている。

