

4

サインペンの色素の分離
～ペーパークロマトグラフィー～化学と人間生活との
かかわり

物質の探究

物質の構成粒子

物質と化学結合

物質量と化学反応式

化学反応

巻末資料

難易度	教材の入手日数	準備時間	実施時間
★☆☆	1日	1時間	50分

目的と内容

身近な物を用いてサインペンの色素を分離することで、混合物の分離方法について理解を深めるとともに、化学への興味・関心を高める

「物質の分離・精製や元素の確認などの観察、実験を行い、化学的に探究する方法の基礎を身に付けさせるとともに、粒子の熱運動と三態変化との関係などについて理解させ、物質についての微視的な見方や考え方を育てること」がこの単元の主なねらいである。また、「身近な物質を取り上げ、物質の分離・精製や元素の確認などの実験を通して、単体、化合物、混合物について理解させるとともに、基本的な実験操作及び物質を探究する方法を身に付けさせること」がねらいである。

ここでは、ペーパークロマトグラフィーで、水性ペンの色の分離を行い、物質の分離方法と原理や単体、化合物、混合物について理解させる。また、薬品を用いず、身近な物を利用して実験を行うことで、興味・関心を高める。



既習事項

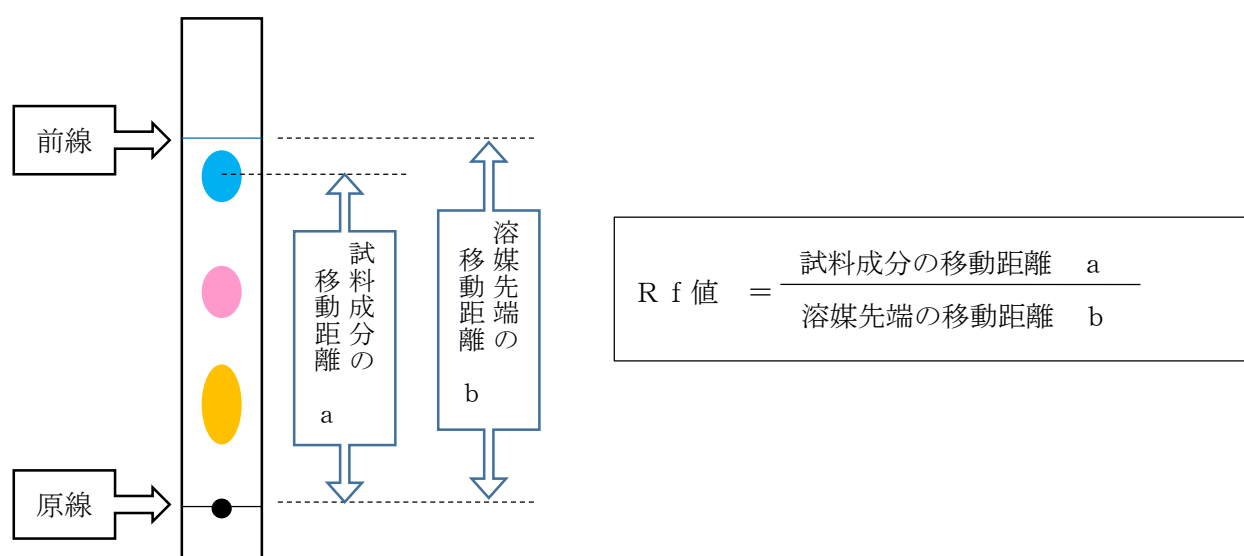
小学校：5年生の「物の溶け方」
中学校：1年生の「物質のすがた」「水溶液」
2年生の「物質の成り立ち」

小学校5年生では、食塩水から水を蒸発させて食塩を取り出す実験を行っている。中学校1年生ではコーヒーシュガーやデンプンを水に加え、水に溶ける物質の様子を観察し、それぞれの経過を行っている。また、硝酸カリウムの再結晶、赤ワインの蒸留を実験している。

留意点

【指導面】

○ろ紙などに吸着する力や、展開液への溶解度が異なるため、物質がろ紙などを移動する速さに違いが生じる。この性質の違いを利用して混合物を分離する方法をクロマトグラフィーといい、ろ紙を用いる方法をペーパークロマトグラフィー、薄層を用いる方法を薄層クロマトグラフィー、シリカゲルやアルミナゲルをガラス管に詰めたものを用いる方法をカラムクロマトグラフィーという。ペーパークロマトグラフィーでは、ろ紙に吸着しにくく、展開液への溶解度が大きいものほど移動が速く、原点から離れたところまで移動する。逆に、ろ紙に吸着しやすく、展開液への溶解度が小さいものほど移動が遅く、原点から遠くまでは移動できない。試料成分の移動距離を溶媒先端の移動距離で割った物をR f 値といい、R f 値は成分、溶媒、吸着剤が同じであれば同じ値を示す。つまり、物質固有の値であるので、R f 値から、成分を特定することができる。成分の色素の分離などに用いられ、生物領域では光合成色素の分離方法として用いられる。



○今回の実験について

ここでは、水性ペンの色素を分離する。ろ紙に吸着しにくく、水に溶けやすい色素ほど、移動が早く、原点から離れたところに移動する。使用されている色素はメーカーによって異なるため、水性ペンは複数のメーカーのものがあると面白い。なお、どの色を利用してもよいが、黒色は複数の色に分かれるためよい教材といえる。自分で色を重ねてもよい。特別な実験器具も薬品も使わず、家にあるものでできる実験であることから、化学への興味・関心を高めることができる。

また、展開時間を30分としているが、10分程度でも色素の分離は確認できる。ただし、ろ紙やペンの種類にもよるが、色素をはっきり区別するには20分以上は必要である。展開を行っている間は、クロマトグラフィーの原理やR f 値の説明を行ったり、ろ過や試験管を用いた簡単な蒸留など、クロマトグラフィー以外の混合物の分離方法について、実験を行ったりするとよい。

【安全面】

○ペットボトルの切り口で手を切らないように注意させる。

【後処理】

なし

導 入

【ポイント】

- 分離の方法の原理は，物質固有の性質を利用していることに気付かせる。
- どのようにしたら色素を分離できるか疑問を喚起させる。

【導入例】

- 分離の方法と原理の確認を行い，ペンの色を混ぜて見せ，これを分離するにはどうしたらよいかと発問する。

例) 砂と食塩の混合物→ろ過→粒子の大きさ（水溶性）の違いで分ける。

食塩と水の混合物→蒸留→沸点の違いを利用して分ける。

色素の混合物→どうやって？→原理は？

- 身近な現象で，衣類についた食べ物のシミの様子を見せる。色が，中心付近と広がった部分で異なることから，ペーパークロマトグラフィーの原理を説明する。

◎準備

準備の流れ

1ヶ月前～

(発注, 調製, 代替の検討時間含む)

- 材料の準備
- 実験室の備品確認

～前日

- 材料の確認
- ペットボトル, ろ紙を切る
- 器具・教材の分配

当日

- 器具・教材の分配

必要な材料・器具・薬品

準備で必要なもの

1L ペットボトル, はさみ

当日必要なもの

[器具] 切った1L ペットボトル, ろ紙, 水性ペン, 定規, 油性ペン, セロハンテープ

[薬品] なし

☆教材の入手方法

①ペーパークロマトグラフィー用ろ紙

理科消耗品カタログなどで購入可能

20×400mm 短冊 100 枚で 2,200 円程度

②1L ペットボトル

生徒に持参させるか, スーパーマーケットのペットボトル回収箱から店員に断った上で入手するなどする。

当日のセット

☆生徒用

[器具]

- 切った1Lペットボトル 1個
- ペーパークロマトグラフ用ろ紙 20×200mm 4枚程度
- 定規 1個
- 水性ペン（顔料以外） 4色程度
- セロハンテープ 1個

[薬品]

水道水

★教員用

- 生徒用と同じもの

□ペットボトルは1Lビーカーで代用可。このとき、割りばしを用いて、ろ紙をぶら下げるとよい。

500mLのペットボトルで1人1個で行ってもよい。

□ろ紙は短冊型が無ければ、角形を用い、15~20×200mmに切って用いる。また、インクの吸取紙や、厚手のキッチンペーパー、コーヒーフィルターなどで代用可。1~4人班であれば、1人1枚として実験を行うとよい。

□水性ペンは、顔料を用いているものを利用すると、乾燥すると水に溶けなくなるので、顔料の物は使用しない。

水性ペン、ペットボトルは生徒に用意させる。メーカーによって混合している色素が異なるので、いろいろなメーカーのペンがあると面白い。また、どの色でもよいが、1つは黒を用いるとよい。

(1) 前日まで

- 材料や器具の確認・調達を行う。
- ろ紙を切る。短冊 20×400mm のものであれば半分に、角形 400×400mm などであれば、1.5~2.0×20cm に切る。
- ペットボトルの底から約 20cm の所で切り分ける。



(2) 実験当日

- 材料や器具の分配を行う。

◎観察，実験

観察，実験の流れ

- 導入（5分）
 - *導入のポイント及び例を参照
 - *目的を理解させる
- 観察，実験（35分）
 - *手順を指導する
 - ・ろ紙に水性ペンで点を打つ
 - ・水に浸し，観察する
 - *安全面を指導する（留意点の安全面を参照）
 - *操作は必ず全員で分担して行うように指導する
 - *机間巡視を行いながら，生徒への実験のアドバイスや注意を促す
- 考察，まとめ（5分）
- 後片付け（5分）

手順 時間のめど（およそ30分）

- ① ろ紙の片側の端から2cmのところを鉛筆で線を引き（原線），その逆側3cmに折り目をつける。原線の真ん中にペンで点を打つ。展開した後に何色か分からなくなならないよう，反対側にも点を打つか色を記す。

ポイント！原点や，折り目の長さは，長さ20cmのろ紙を1Lのペットボトルを用いて行う場合にちょうどよい長さとなっている。他の大きさの物を利用する際は，ろ紙が水を入れた容器の底に着かない長さになるように調節し，原点は水につからない位置にする。



- ② ペットボトルの切り取った上部を逆さにし，その外側に，①のろ紙を原線が下に垂れ下がるようにし，セロハンテープで貼る。このとき，試しにペットボトルの下にセットし，ろ紙が底や壁につかないかどうか確認する。つく場合は，調節してつかないようにする。



- ③ ②をペットボトルの下にセットした状態で、ろ紙の下端と原線との間に水位がくるように線を引く（今回の条件で行うとペットボトルの底から1 cm程度が適した水位となる）。セットしたペットボトルの上部を取り外し、ペットボトルの下に、水位の線まで水を入れる。このとき、内壁に水がつかないように静かに入れる。



- ④ ②を③に静かにセットする。このとき、ろ紙がペットボトルの内壁に触らないようにする。



- ⑤ 展開していく様子を観察し、30分程度静かに置く。30分で8～9 cm展開する。30分経ったらろ紙を静かに引き上げ、前線を鉛筆で記す。



考 察

次の点などについて考察させ、プリント記入もしくは発表させる。

- ① 分かれた色素の位置から分かることは何か。
- ② ペーパークロマトグラフィーは物質のこういった性質を利用して分離する方法か。

まとめ

以下の視点を参考に、まとめを行う。

- ① ペーパークロマトグラフィーにより、水性ペンの色素を分離することができた。
- ② ペーパークロマトグラフィーの原理が分かった。

後片付け

生徒に次のように指示する。

- ろ紙は、プリントに貼るなどする。いらぬ場合は可燃ゴミとして捨てる。
- ペットボトルは水を捨て、回収する。

失敗例

●状態1 色素が曲がって展開した。

原因1 水に入れる際に、曲がって入れた。

ペットボトルの上部に垂直になるように貼り付け、液面に対しまっすぐになるように静かに入れる。

原因2 ペットボトルの内壁に水がついていて、そこにろ紙が触れた。

水を入れる際は、内壁に水がつかないように静かに入れる。

●状態2 色素が分離しなかった。

原因1 1種類の色素でできているペンであった。

いろいろな色やメーカーの異なるペンを試すようにする。

原因2 顔料インクの水性ペンであった。

ペンの成分を確認し、顔料のものは使用しない。

別 法

別法① 円形ろ紙を使用する。

円形ろ紙の中心から2cm程度の所に円を描き、ろ紙をひだ折りにする（巻末資料参照）。もしくは、ひだ折りにしてから、各ひだごとに中心から2cm程度の所に水性ペンで点を打っていく（この方法であれば、いろいろな色を用いることができる）。ビーカーに浅く水をいれ、色を付けたろ紙を、ひだ折りを少し開いた状態にして、中心が水につかるように入れる。

別法② 展開液を有機溶媒などにし、ゴム栓付大型試験管を用いて行う。