

平成 23 年度

千葉大学先進科学プログラム入学者選考課題

課題 I 解答例

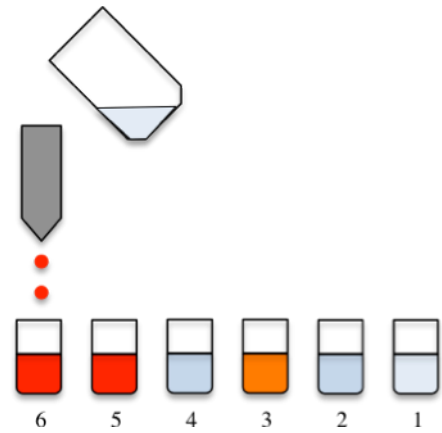
課題 I 解答例

問1 分離実験のスケールアップ

例に示した実験は「クロマトグラフィー」と呼ばれる分離手法です。固定相または担体と呼ばれる物質（この例では「ろ紙」）の表面あるいは内部を、移動相（この例では「水」）と呼ばれる物質が通過する過程で物質が分離されていくものです。分離したい試料物質が固定相と移動相のいずれかにより存在し易いか（分配係数が大きい）か、分離度合いなどが決まってきます。

固定相として紙ではなく、シリカゲルなどの多孔質材料（もしくは化学反応部位を結合させた微粒子）などを用い、内径数 mm 程度の管内に密に充填し、インクを注ぎ入れた後、上部から水を一定速度で滴下します。このとき、管の出口から一定量ずつ液体を取り分けることで、単一成分を得ることが可能となります。（右図）

ここで取り分けられた容器には移動相である水が多く含まれていることとなります。そこで、水を蒸発して除去し、目的となる色の成分だけを得ることができます。複数種の成分それぞれが、分離できるように、固定相を選定する必要があること、また、固定相の充填密度や長さも重要になってきます。



問2 分離方法と対象

- (1) 汚泥を含んだ水：砂などの分散物は放置しておくことで沈殿するため、上澄みをそっとすくえば水が分離できる。
- (2) 汚泥を含んだ水：砂などの分散物をメッシュを使いろ過して取り除く。水が分離できる。
- (3) 血液中の血小板：（成分献血など）採血された全血を遠心分離することで血漿や血小板だけを赤血球や白血球と分離することができる。
- (4) 血液中の尿素：尿素を含んだ血液をセロハンなどの半透膜で包み、多量の水に浸しておくことで、尿素は半透膜を通過して外に出るが、血液成分はそのまま半透膜内に保持される。
- (5) 塩水中の塩：水溶液を加熱濃縮、放冷により、塩を結晶化させる。十分大きな結晶ができれば、濾過するまでもなく取り出せる。完全に蒸発乾固させることで塩だけを分離できる。加熱濃縮時の蒸気を冷却することで水（蒸留水）が得られる。
- (6) 砂の中の砂鉄：砂を厚紙やプラスチック製の下敷きの上に置き、その下側から磁石をあてることで砂鉄が保持されるため、下敷きを傾けたり、砂を吹いてはらうことで砂鉄が分離回収できる。
- (7) 砂の中の砂金：川の流れを利用して余分な土砂などを流すことで、砂金だけが分離回収できる。金の比重が大きいため分離が可能。
- (8) 砂の中の塩：この混合物を大量の水に投入し塩を溶解させた後、メッシュ（もしくはろ紙）を使い、ろ過することで砂を取り除く。ろ液は塩水となっているので、(5)によって塩だけを分離できる。
- (9) インク中の色素の分離：問1参照。ろ紙を使った場合は、ろ紙への吸着力の強弱で移動距離が異なり、分離できる。クロマトグラフィー。
- (10) 石油のガソリンとディーゼル油の分離：液体を加熱し、蒸発させ、冷却して再び液体にする際に、それぞれの物質の沸点の違いにより分離することが可能。蒸留、分留。
- (11) 食品から水分を除去：水分を含んだ食品（カップ麺など）をマイナス 30°C程度で急速に凍結、さらに減圧することで真空状態とし、水分を蒸発させ除去する。フリーズドライ。
- (12) インスタントコーヒーの作成：(11)以外に、霧状に噴蒸した濃縮コーヒー液に熱風をあて水分を蒸発させ除去することでインスタントコーヒー粉末が作成できる。スプレードライ。

- (13) 金属イオンの混合溶液からの分離： Ag^+ と Na^+ イオンが含まれた水溶液に塩酸を加えると AgCl は沈殿、 NaCl は溶解したままなので、ろ過によって AgCl を分離することが可能。

問3 分離方法とグループ分け

対象物の性質に着目したグループ分け

物理的な性質

(A) 密度の違いにより分離する例：(1) 放置して沈殿（重力を利用）、(3) 血液成分の遠心分離（遠心力を利用）、(7) 水流により区分（重力と浮力）

(B) 大きさの違いにより分離する例：(2) メッシュサイズによるろ過、(4)の半透膜を利用してコロイドから低分子物質を除去する過程、(5)の塩の結晶を回収する過程、

(C) 磁性の有無により分離する例：(6) 磁石による砂鉄の回収

化学的な性質

(D) 溶解度の差を利用した例：(8) 塩と砂の分離、(5)塩の結晶化

(E) 分子の性質の差を利用した例：(9) クロマトグラフィー、(10) 分留（沸点の差）、(13) 金属イオンの反応性

特定成分に着目したグループ分け

(G) 水の除去方法の違い：(11)と(12)、(5)の加熱濃縮を水に着目してさらに細分化したものとしてここに分類してもよいでしょう。

以上は、解答例であり、正解を限定するものではありません。

設問の指針

問1

例示した実験に対する理解と、スケールアップの際に必要な知識とひらめきを評価します。

問2

どれくらい分離に関する例をあげられるか、また、それらを論理的に説明できているかという点を評価します。特に、論理的な記述能力、またここでいう「混合物」をどのような領域でとらえられているかなどを問いたいところです。化合物と混合物の違いについても気づいてもらいたいと思います。

問3

問2であげた分離に関する例を、それらをどのような観点から合理的に分類しているかという発想を評価します。自然科学の実験は、対象となる物質、対象となる手法が一体となって成立しているものであり、多岐に渡るグループ分けの方法があることから、思考力の深さも評価します。