

2026年度（令和08年度） 統一テスト

（理数基礎学力到達度テスト）

＜問題冊子①＞必答問題

大問1（数学①）

試験時間 1時間

解答開始の合図があるまで問題冊子を開いてはいけません

【解答する際の注意】

1. 大問1専用の解答用紙1枚（裏面もあり）を用いること。
2. マーク式解答と記述式解答の混合なので注意すること。
3. 解答の仕方に特に指示が無い場合は、問題文の空欄 **A1**， **A2**，・・・にあてはまるものを該当する解答群（選択肢）から選び，選択肢の番号①，②・・・で答えること。同じ選択肢が複数回あてはまることもある。
4. 空欄の中には通常の式では不要な「1」「-1」「0」が当てはまることがある。その場合も，式が成り立つために必要なものとして選択し，解答すること。
5. 問題に関する質問は，汚損で読めない等以外は原則認めない。

大問 1 (数学①) 必答問題

オープンキャンパスや子供向け科学キャンパスでは、ペーパークロマトグラフィーの簡単な実験をすることがある。濾紙に水性の染料インク（目的の色を出すために複数の染料が混合されている）で線や丸を描き、濾紙の一端を水に浸けると、吸い込まれた水と一緒にインクも移動する。ただし、染料によって水との親和性や濾紙（セルロース繊維）との親和性に違いがあって移動速度が異なるため、各染料が分離される。このように、クロマトグラフィーは混合物を分離する手法である。研究では、ガスクロマトグラフィーや液体クロマトグラフィーにより、例えば、化学反応実験後の気体や液体の組成分析が行われる。

本問では、水平に置いた細長い濾紙の一端 A に近い位置に水性ペンで線を描き (図 1-1)、A 端から濾紙に水を吸い込ませたときの、各染料の濃度分布の時間変化を考える。濾紙と水による染料インクの分離においては、染料は、水に溶解するか、吸着などによりセルロースに保持されるかである。このことを分配と呼ぶ。すなわち分配とは、平衡状態において、混ざり合わない二相の各々に物質がある一定の比率で分かれて存在することである。なお本問では、各位置・各時刻において瞬時に分配平衡に至るとする。

水や染料の移動を 1 次元で考える。濾紙の中心軸に x 軸をとり、A 端から B 端に向かう方向を正とする。インクで描かれた線の位置を原点 $O(x=0)$ とし、水が原点を通った瞬間を時刻 $t=0$ とする。変数およびそれらの次元は、次の通りである。

m, m_s : 各々、水中およびセルロース中の染料濃度, [質量][長さ]⁻³

J : 拡散と移流を合わせた水中の染料流束, [質量][長さ]⁻²[時間]⁻¹

(ここで流束とは、単位時間あたりに単位面積を通過する量と定義される。)

また、定数およびそれらの次元は、次の通りである。

v : 濾紙内の水の x 軸方向への移動速度, [A1] [A2]⁻¹

φ : 濾紙の空隙率 (空孔の体積割合), 無次元

K : セルロースと水の間での染料の分配係数, 無次元

R_f : 遅延因子 (水の移動距離に対する染料の移動距離の割合), 無次元

D : 水中における染料の拡散係数, [長さ]²[時間]⁻¹

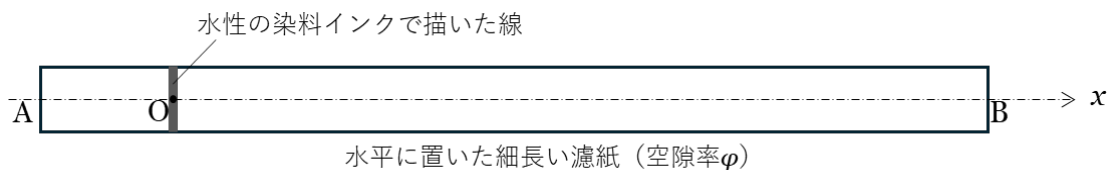


図 1-1 ペーパークロマトグラフィー実験の準備

1. 染料の移動を支配する方程式を導く.

(1) 染料の物質収支を考える.

濾紙の微小領域における染料の物質収支は、「質量の時間変化」＝「周りを取り囲む面からの正味の流入質量」となる. ここで、正味の流入量とは総流入量から総流出量を差し引いたものである.

図 1-2(a)に示すように、任意の位置 x における幅 Δx の微小領域を考える. ただし、高さおよび奥行（紙面に垂直な方向の長さ）は単位長さとする. よって、微小領域の体積は Δx 、 x 軸に垂直な断面積は 1 である. 空隙率 φ で空孔が一樣に存在すると仮定した場合、微小領域の体積および x 軸に垂直な断面積に占める水の割合は φ 、セルロースの割合は $1-\varphi$ となる. 図 1-2(b)は、微小領域における染料の移動を模式的に描いたものである. (二相間の黒い 2 本の矢印は、染料の分配平衡を表す.)

本問では、瞬時に分配平衡に至るとしているため、微小領域における微小時間 Δt の間の染料の物質収支式は次のようになる.

$$\{m_S(x, t + \Delta t) - m_S(x, t)\} \boxed{\text{A3}} + \{m(x, t + \Delta t) - m(x, t)\} \boxed{\text{A4}} = \{J(\boxed{\text{A5}}, t) - J(\boxed{\text{A6}}, t)\} \varphi \Delta t \quad (1-1)$$

式(1-1)の左辺において、第 1 項および第 2 項は、各々、セルロース相および水相の染料質量の時間変化である. 式(1-1)の右辺は拡散と移流により流入する染料質量である. 本問では、染料の拡散と移流はセルロース相では生じず、水相でのみ生じるとしている.

ここで、 $J(x - \Delta x / 2, t)$ をテイラー 1 次近似する.

$$J(x - \Delta x / 2, t) = J(x, t) + (\boxed{\text{A7}}) \frac{\partial J(x, t)}{\partial x} \quad (1-2)$$

他の項もテイラー 1 次近似すると、式(1-1)は次のように変形される.

$$(1 - \varphi) \frac{\partial m_S(x, t)}{\partial t} + \varphi \frac{\partial m(x, t)}{\partial t} = -\varphi \frac{\partial J(x, t)}{\partial x} \quad (1-3)$$

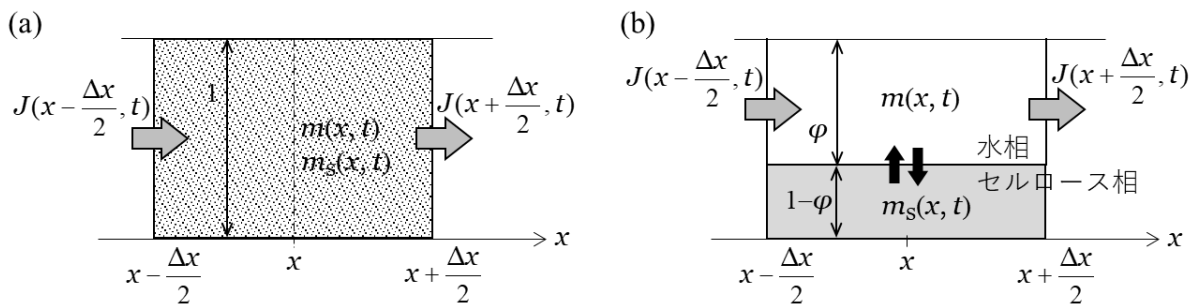


図 1-2 (a)濾紙中の微小領域、(b)微小領域における染料移動の模式図

----- $\boxed{\text{A1}} \sim \boxed{\text{A7}}$ の選択肢 -----

- ① 1 ② x ③ $-\Delta x / 2$ ④ $\Delta x / 2$ ⑤ $-\Delta x$ ⑥ Δx ⑦ $x - \Delta x / 2$ ⑧ $x + \Delta x / 2$ ⑨ $x - \Delta x$
 ⑩ $x + \Delta x$ ⑪ $\varphi \Delta x$ ⑫ $(1 - \varphi) \Delta x$ ⑬ $\varphi \Delta t$ ⑭ $(1 - \varphi) \Delta t$ ⑮ 質量 ⑯ 長さ ⑰ 時間

(2) 水相における拡散と移流による流束を考える。

拡散は、濃度場（濃度分布を表すスカラー場） m の勾配により生じる物質の移動である。濃度勾配が **A8** の場合、染料は x 軸の正方向に移動する。よって、染料の拡散係数が D であれば拡散流束は (**A9**) (**AX**) と表される。

移流は、流体の流れ場（流速分布を表すベクトル場） v による物質の移動である。本問では、流体の移動速度が流速に相当する。水の移動速度が **B1** の場合、染料は x 軸の正方向に移動する。水の単位体積あたりに質量 m の染料が存在するので、移動速度 v であれば移流流束は (**B2**) (**B3**) と表される。

よって、拡散と移流を合わせた流束を得る。

$$J(x,t) = (\text{A9}) (\text{AX}) + (\text{B2}) (\text{B3}) \quad (1-4)$$

(3) 染料移動の支配方程式を得る。

本問では、分配係数 K を式(1-5)のように濃度比で表す。また、分配係数 K と遅延因子 R_f には式(1-6)の関係がある。

$$K = \frac{m_s}{m} \quad (1-5), \quad \frac{1-\phi}{\phi} K + 1 = \frac{1}{R_f} \quad (1-6)$$

式(1-4), (1-5)を式(1-3)に代入し、式(1-6)を適用すると、染料移動の支配方程式を水中の染料濃度 m の偏微分方程式として得る。

$$\frac{\partial m(x,t)}{\partial t} = R_f D \frac{\partial^2 m(x,t)}{\partial x^2} - R_f v \frac{\partial m(x,t)}{\partial x} \quad (1-7)$$

式(1-7)は、移流拡散方程式と呼ばれる。なお、式(1-5)より、セルロース中の染料濃度 m_s についても同じ偏微分方程式となることがわかる。

2. 移流拡散方程式の一般解を求める。

(1) 関数変換を用いて偏微分方程式(1-7)を簡単にする。

解の導出を簡単にするために、移流拡散方程式(1-7)を拡散方程式(1-8)に変換することを考える。 $s(x,t)$ を $u(x,t)$ で変換すると $m(x,t)$ になるとする。

$$\frac{\partial s(x,t)}{\partial t} = R_f D \frac{\partial^2 s(x,t)}{\partial x^2} \quad (1-8), \quad m(x,t) = u(x,t)s(x,t) \quad (1-9)$$

式(1-9)より $\partial^2 m / \partial x^2$ を求める過程を、解答用紙裏面の記述欄1に書きなさい。ただし、 x と t を省略した表記 $m = us$ を用いてよい。

式(1-9)を式(1-7)に代入して整理すると式(1-10)を得る.

$$u \frac{\partial s}{\partial t} = R_f D u \frac{\partial^2 s}{\partial x^2} + \left(2R_f D \frac{\partial u}{\partial x} - R_f v u \right) \frac{\partial s}{\partial x} + \left(-\frac{\partial u}{\partial t} + R_f D \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - R_f v \frac{\partial u}{\partial x} \right) s \quad (1-10)$$

式(1-8)の形になるためには, 式(1-10)の $\partial s / \partial x$ および s の項が 0 でなくてはならない.

$$2R_f D \frac{\partial u}{\partial x} - R_f v u = 0 \quad (1-11a), \quad -\frac{\partial u}{\partial t} + R_f D \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - R_f v \frac{\partial u}{\partial x} = 0 \quad (1-11b)$$

式(1-11a)の解は, x に関しては定数である任意の関数 $h(t)$ を用いて, 式(1-12)のように求められる.

$$u(x,t) = h(t) \exp\left(\frac{\boxed{\text{B4}}}{\boxed{\text{B5}}} x\right) \quad (1-12)$$

式(1-12)を式(1-11b)に代入して整理すると式(1-13)となる.

$$\left\{ \frac{dh(t)}{dt} + \frac{R_f v^2}{4D} h(t) \right\} \exp\left(\frac{\boxed{\text{B4}}}{\boxed{\text{B5}}} x\right) = 0 \quad (1-13)$$

式(1-13)は式(1-14)が成り立つことを必要とする. 式(1-14)の一般解は, c_1 を定数として式(1-15)のように得られる.

$$\frac{dh(t)}{dt} + \frac{R_f v^2}{4D} h(t) = 0 \quad (1-14), \quad h(t) = c_1 \exp\left(\frac{\boxed{\text{B6}}}{\boxed{\text{B7}}} t\right) \quad (1-15)$$

式(1-15)を式(1-12)に代入することで, 変換の関数を式(1-16)で得る.

$$u(x,t) = c_1 \exp\left(\frac{\boxed{\text{B4}}}{\boxed{\text{B5}}} x + \frac{\boxed{\text{B6}}}{\boxed{\text{B7}}} t\right) \quad (1-16)$$

よって, 移流拡散方程式(1-7)は $u(x,t)$ により拡散方程式(1-8)に変換される.

----- $\boxed{\text{A8}} \sim \boxed{\text{B7}}$ の選択肢 -----

- ①1 ② $-D$ ③ D ④ $2D$ ⑤ $4D$ ⑥ $-v$ ⑦ v ⑧ $-R_f D$ ⑨ $R_f D$ ⑩ $-R_f v$ ⑪ $R_f v$
 ⑫ $-R_f v^2$ ⑬ $R_f v^2$ ⑭ m ⑮ $\frac{\partial m}{\partial x}$ ⑯ $\frac{\partial^2 m}{\partial x^2}$ ⑰ $\frac{\partial m}{\partial t}$ ⑱ $\frac{\partial^2 m}{\partial t^2}$ ⑲正 ⑳負
-

(2) フーリエ変換およびフーリエ逆変換を用いて拡散方程式(1-8)を解く.

フーリエ変換は, フーリエ級数展開を非周期の関数に拡張したもので, 関数を変数 x で表される空間から変数 ω で表される空間へと変換する. x と t が独立変数であるように, ω と t も独立変数である. $s(x,t)$ をフーリエ変換して得られる関数 $F(\omega,t)$ は, 式(1-17)で定義される.

$$F[s(x,t)] = F(\omega,t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} s(x,t) e^{-i\omega x} dx \quad (1-17)$$

また、 n 次導関数のフーリエ変換は式(1-18)で表される。

$$F\left[\frac{\partial^n s(x,t)}{\partial x^n}\right] = (i\omega)^n F(\omega,t) \quad (1-18)$$

式(1-17)と式(1-18)を用いると、偏微分方程式(1-8)が常微分方程式(1-19)に変換される。式(1-19)を解くと、 c_2 を定数として一般解(1-20)を得る。

$$\frac{dF(\omega,t)}{dt} = -R_f D \omega^2 F(\omega,t) \quad (1-19), \quad F(\omega,t) = \exp\{-R_f D \omega^2 (t + c_2)\} \quad (1-20)$$

次に、得られた解を ω で表される空間から x で表される空間へと戻す。 $F(\omega,t)$ を逆フーリエ変換して得られる関数 $s(x,t)$ は、式(1-21)で定義される。

$$s(x,t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega,t) e^{i\omega x} d\omega \quad (1-21)$$

式(1-20)を式(1-21)に代入すると式(1-22)になる。

$$s(x,t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \exp\{-R_f D \omega^2 (t + c_2) + i\omega x\} d\omega \quad (1-22)$$

式(1-22)は、 $y = \sqrt{R_f D(t + c_2)} \omega - i \frac{x}{\sqrt{4R_f D(t + c_2)}}$ とおくと、式(1-23)になる。

$$s(x,t) = \sqrt{\frac{1}{2\pi R_f D(t + c_2)}} \exp\left\{-\frac{x^2}{4R_f D(t + c_2)}\right\} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-y^2} dy \quad (1-23)$$

ここで、式(1-23)中のガウス積分 $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-y^2} dy$ を求める。極座標を用いるために二乗する。

$$\left(\int_{-\infty}^{\infty} e^{-y^2} dy\right)^2 = \left(\int_{-\infty}^{\infty} e^{-y^2} dy\right) \left(\int_{-\infty}^{\infty} e^{-z^2} dz\right) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-y^2 - z^2} dy dz \quad (1-24)$$

$y = r \cos \theta$, $z = r \sin \theta$ とおいて極座標に変換する。2次元の変数変換では、変換前後の微小面積素 ($dydz$ と $drd\theta$) の関係を求める必要がある。つまり、 $r\theta$ 座標系では長方形をつくるベクトル \mathbf{a} と \mathbf{b} が、 yz 座標系ではどのように見えるかを考える。図 1-3(a)に示すように、両座標系とも直交座標系であるため、図 1-3(b)において2つのベクトルが成す角度は両座標系で同じである。図 1-3(b)右における幾何学的な関係より式(1-25a)を得る。式(1-25a)を変形すると式(1-25b)となる。

$$\begin{bmatrix} dy \\ dz \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dr \\ r d\theta \end{bmatrix} \quad (1-25a), \quad \begin{bmatrix} dy \\ dz \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -r \sin \theta \\ \sin \theta & r \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dr \\ d\theta \end{bmatrix} \quad (1-25b)$$

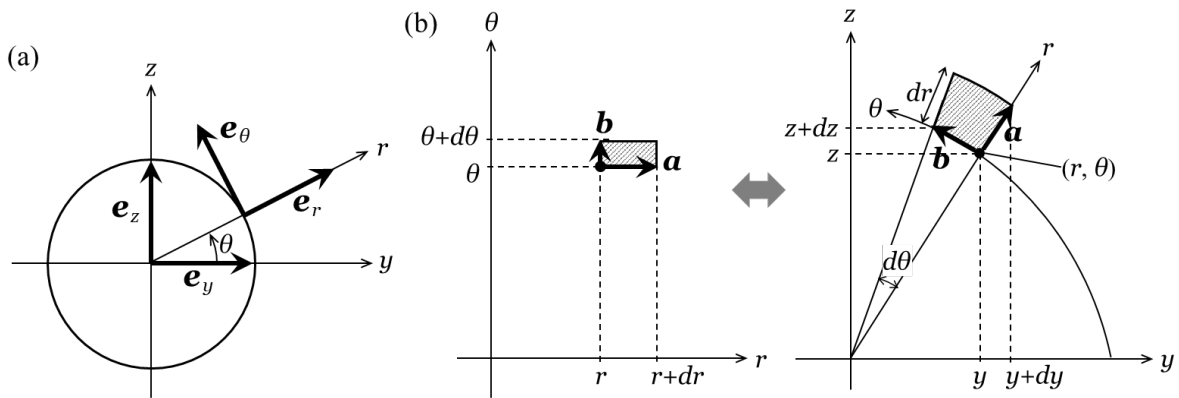


図 1-3 (a)両座標系の基本ベクトル, (b)微小面積の変換

式(1-25a)は, $r\theta$ 座標系における \mathbf{a} を **B8** 倍, \mathbf{b} を **B9** 倍して, 原点に対して θ だけ回転すると, yz 座標系における \mathbf{a} と \mathbf{b} になることを示している. よって, $r\theta$ 座標系における長方形は, yz 座標系において **BX** 倍の面積を持つ長方形に写像される. (図 1-3(b)右では誇張して扇形に描いているが, dr と $d\theta$ が微小なので長方形と見なせる.)

式(1-25b)中の行列の成分が y, z の r, θ に関する **C1** になっていることから, これは関数 $y(r, \theta)$ および $z(r, \theta)$ の **C2** の式でもある. 式(1-25b)中の行列の行列式が, この変数変換のヤコビアンであり, 変換に伴う **C3** の拡大率または縮小率を表す.

したがって, 式(1-24)は次のように変換され, 計算される.

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-y^2-z^2} dydz = \int_{\mathbf{C4}} \int_0^{\mathbf{C5}} e^{-r^2} r d\theta dr = \pi \quad (1-26)$$

解答用紙裏面の記述欄 2 に, 式(1-26)の $r\theta$ 座標系へ変換後の積分過程を書きなさい.

式(1-24)と式(1-26)より, $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-y^2} dy = \sqrt{\pi}$ を得る. この結果を式(1-23)に代入すると, 拡散方程式(1-8)の一般解を式(1-27)として得る.

$$s(x, t) = \sqrt{\frac{1}{2R_f D(t+c_2)}} \exp\left\{-\frac{x^2}{4R_f D(t+c_2)}\right\} \quad (1-27)$$

--- **B8** ~ **C5** の選択肢 -----

- ① 1 ② r ③ r^2 ④ $1/r$ ⑤ $1/r^2$ ⑥ θ ⑦ $\pi/2$ ⑧ π ⑨ $3\pi/2$ ⑩ 2π ⑪ 0 ⑫ $-\infty$ ⑬ ∞
 ⑭ 長さ ⑮ 面積 ⑯ 体積 ⑰ 常微分 ⑱ 偏微分 ⑲ 全微分

(3) 移流拡散方程式(1-7)の一般解を得る.

式(1-9), (1-16), (1-27)より, 式(1-7)の一般解は次式で表される.

$$m(x,t) = c_1 \sqrt{\frac{1}{2R_f D(t+c_2)}} \exp\left\{-\frac{(x-R_f vt)^2}{4R_f D(t+c_2)}\right\} \quad (1-28)$$

3. 移流拡散方程式の特殊解を求める.

(1) 初期条件および境界条件を考える.

最初は, 原点にインクで線が描かれている状態なので, 原点近傍に染料が集中していて, そこ以外では染料濃度 0 である. よって, 初期状態はディラックのデルタ関数 $\delta(x)$ で表される. 本問では, 小さい正の実数 ε を用いて, 原点における初期濃度が $1/\sqrt{\varepsilon}$ であるとする. また, 濾紙が十分に長いとすると, 濾紙中の染料の総量は保たれる.

$$\text{初期条件: } \boxed{\text{C6}} = \delta(x) \quad (1-29a), \quad \boxed{\text{C7}} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} \quad (1-29b)$$

$$\text{境界条件: } \int_{-\infty}^{\infty} \boxed{\text{C8}} dx = \int_{-\infty}^{\infty} \delta(x) dx = 1 \quad (1-29c)$$

(2) 初期条件と境界条件を満たす濃度 m の関数を求める.

式(1-28)において $z = \frac{x-R_f vt}{\sqrt{4R_f D(t+c_2)}}$ とし, 条件(1-29a)~(1-29c)を適用する.

$$\int_{-\infty}^{\infty} \boxed{\text{C8}} dx = c_1 \sqrt{2\pi} = 1, \quad \boxed{\text{C7}} = c_1 \sqrt{\frac{1}{2R_f D c_2}} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}}$$

これらの式より定数 c_1 と c_2 が決定されるので, 移流拡散方程式(1-7)の特殊解として, 染料濃度を次式のように得る.

$$m(x,t) = \sqrt{\frac{1}{4\pi R_f D(t+c_2)}} \exp\left\{-\frac{(x-R_f vt)^2}{4R_f D(t+c_2)}\right\} \quad \text{ここで, } c_2 = \frac{\varepsilon}{4\pi R_f D} \quad (1-30)$$

4. ガウス関数のグラフの挙動を調べる.

式(1-30)のような形式で表される関数をガウス関数と呼ぶ. ガウス関数は, 正規分布のグラフを持つ. 図 1-4 にグラフのピーク特性の定義を示す. 式(1-30)の各部分がグラフの挙動に及ぼす影響を分かり易くするために, 式(1-31)のように一般化したガウス関数を考える. ここで, $a(t)$, $b(t)$, $c(t)$ は時間の関数である.

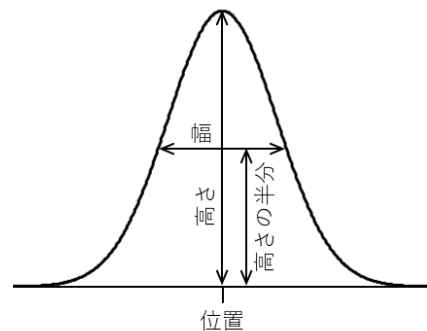


図 1-4 ピーク特性

5. 具体的な値を用いて、インクに含まれる染料の分離挙動を考察する。

ペーパークロマトグラフィーにより、水性の染料インクを分離する実験を行った。市販の橙色ペンを用いて図 1-1 のように準備して実験したところ、図 1-6 右のように黄色染料と桃色染料に分離した。実験結果に基づいて式(1-30)中の定数を設定し、各染料濃度の理論式を次のように得た。

$$\text{黄色} : R_f = 0.90, D = 1.2 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{min} \qquad \text{桃色} : R_f = 0.35, D = 6.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{min}$$

$$m(x,t) = \frac{43}{\sqrt{t+18}} \exp\left\{-\frac{(x-5.9 \times 10^{-2}t)^2}{4.3 \times 10^{-5}(t+18)}\right\}, \quad m(x,t) = \frac{10}{\sqrt{t+1}} \exp\left\{-\frac{(x-2.3 \times 10^{-2}t)^2}{8.4 \times 10^{-4}(t+1)}\right\}$$

ここでは、位置の単位は cm、時間の単位は min である。2 つの染料の濃度分布グラフを図 1-6 左に示す。

式(1-30)より、遅延因子 R_f と拡散係数 D が大きいほど、濃度分布において **D8** は小さくなり **D9** は大きくなる。本実験では、2 つの染料間のこれらのピーク特性の時間変化の違いは、**DX** よりも **E1** の違いに大きく影響されたようだ。なお、各染料の総量が保たれることは、ピーク特性が変化しても **E2** が一定であることに反映されている。

水によく追従した黄色染料は非常に親水性の高い化合物であり、水から大きく遅れた桃色染料は疎水性の高い化合物であることがわかる。水の移動距離が 3 cm 程度でも染料を十分に分離できたのは、染料の性質に顕著な違いがあるためである。

なお、理論式は正規分布を示すが、実験はピーク位置より前方への拡がり小さくて後方への拡がり大きい非対称の分布を示した。この違いは、本問のモデル化では瞬時に分配平衡に至ると仮定したのに対し、実際には、各位置・各時刻において分配が平衡に達する前に、水の移動により染料が先に進み、新たな非平衡状態になることが繰り返されるからである。

----- **D8** ~ **E2** の選択肢 -----
 ① v ② R_f ③ D ④ ピーク位置 ⑤ ピーク高さ ⑥ ピーク幅 ⑦ ピーク面積

(参考資料) 本問で用いた数値データおよび留意事項を示しておく。

* ADVANTEC 製クロマトグラフィー用濾紙 No.50 :
 厚み 0.25 mm, 幅 20 mm, 長さ 400 mm, 秤量 1.12 g, 面積あたり質量 140 g/m².
 空隙率 $\phi = 0.63$ (セルロース密度を 1.50 g/cm³ とし濾紙の寸法や秤量から見積り).
 * 水の移動速度 $v = 0.066 \text{ cm/min}$ (40 分間の平均値). 毛管現象による水の移動なので、実際には一定ではなく時間の平方根に反比例する。A 端から 10 cm 離れた位置を原点とすることで、移動速度の変化が大きいうちは水がインクに到達しないようにした。本実験では、0 分および 40 分のとき、各々、0.088 および 0.046 cm/min だった。

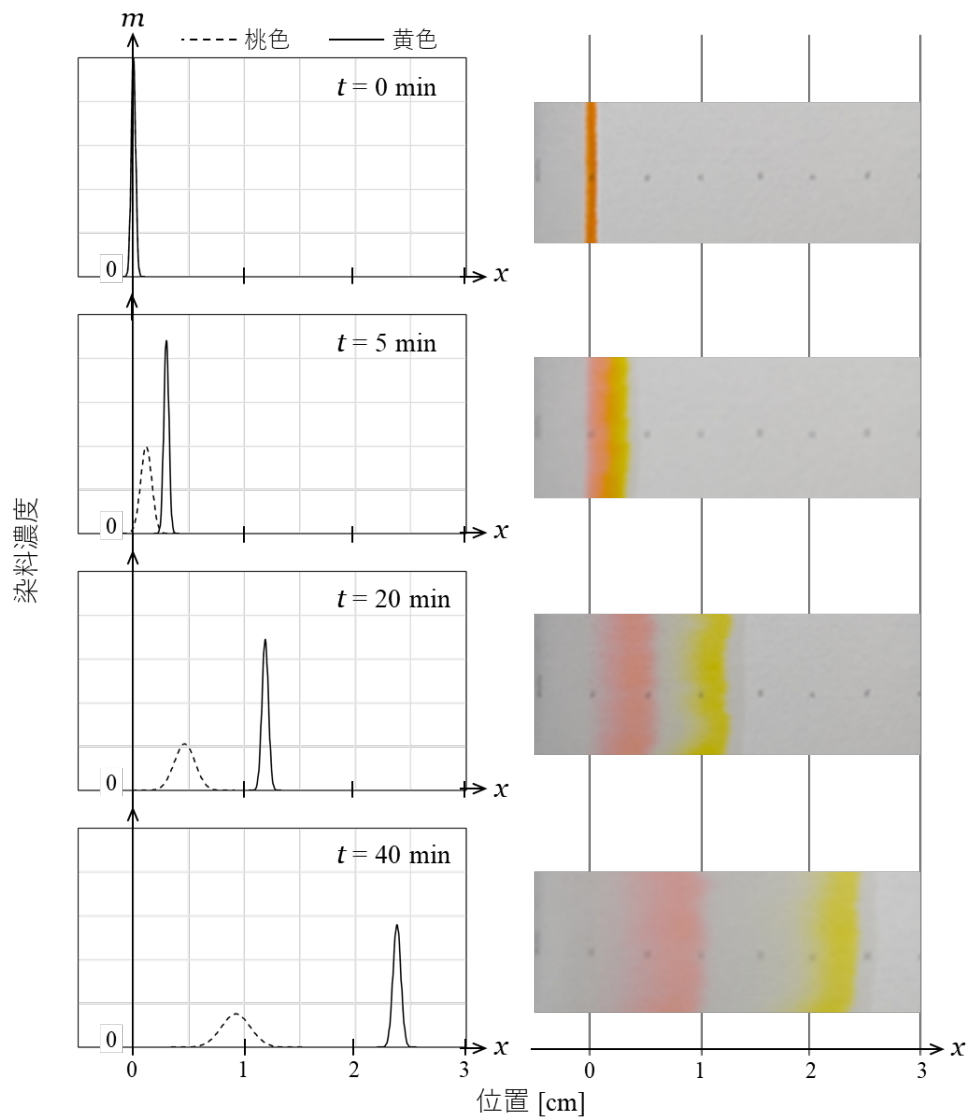


図 1-6 橙色インクに含まれる染料の分離（左：理論グラフ，右：実験の写真）

(参考資料 続き)

- *遅延因子 R_f は，実験で水の到達位置と各染料のピーク位置を測定して求めた。
- *染料（化合物）が不明であるため，拡散係数 D は実験結果に定性的に合うように設定した．一般的に，濾紙のような多孔体に浸み込んだ液中の小分子の拡散係数は $10^{-4} \sim 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{min}$ のオーダーと言われている。
- *染料の総量や初期濃度も不明であるため，2つの染料の質量混合比を 1:1，合わせた総量を 1 とおいた。
- *デルタ関数 $\delta(x)$ は，通常は $\varepsilon \rightarrow 0$ の極限を取ることで表す．ただし本問では，原点における初期グラフを描くために，便宜的に $\varepsilon = 0.0025$ とおいた。
- *セルロース中の染料濃度 m_s ：実際には，染料はセルロースの表面近傍のみに保持されるが，本問では簡単のために，セルロース中に一様に存在すると仮定した。

<学生のみなさんへ>

統一テストの大問1は数学物理学統合問題です。みなさんは、大学に入ってからすぐに学科の専門科目を学びたいのだと思いますが、専門科目を学ぶためには高校までに学ぶ内容に加えて、さらに高度な数学・物理学・化学が必要です。大問1は、大学で学ぶ理数系基礎科目の内容が工学の中でどのように使われるのかを、簡単な例を用いて段階的に示しています。式が具体的に何を表わしているかを、是非意識するようにしましょう。

*統一テストの内容に関する意見を工学教育院の問合せメールアドレスにお寄せください。

工学教育院 HP <http://www.iee.eng.tohoku.ac.jp/>

問合せメールアドレス eng-edu@grp.tohoku.ac.jp