

受験職種	研究職
------	-----

得点	※
----	---

地方独立行政法人大阪産業技術研究所  
研究職 化学（生活環境）専門試験

（注 意 事 項）

1. 試験時間中は、すべて試験係員の指示に従ってください。お互いに話をしたり、席を立ったり、そのほか、人の迷惑になるようなことをしてはいけません。また、試験中に携帯電話やスマートフォン等の通信機器やICレコーダー等の電子機器の使用は禁止しますので、電源を切るか、マナーモード等の設定により、試験中に機器音が生じないようにしたうえ、かばん等へ収納してください。（計算機能付きの腕時計も同様とします。）

係員の指示に従わない場合、また、上記の電子機器の扱いに反した場合は不正行為とみなし、失格として退出していただく場合があります。

2. 受験番号及び氏名は必ず記入してください。（※欄は記入しないでください。）

3. 問題は、全部で4問あり、時間は100分です。

4. 試験時間中の体調不良又はトイレ等により、やむを得ず一時退室を希望する場合には、手を挙げて試験係員に知らせ、その指示に従ってください。

ただし、一時退室が認められた場合でも、休養室等での受験はできません。また、一時退室した分の解答開始時刻の繰下げや試験時間の延長も認められません。

5. 試験を終了するとき又は棄権するときは、手を挙げて試験係員に知らせ、必ず試験用紙を試験係員に提出し、確認を受けてください。配付された冊子等は、一切持ち出すことはできません。

「はじめてください」の指示があるまで  
中を開けてはいけません

整理番号
※

整理番号
※

得点	※
----	---

受験職種
研究職

受験番号
------

氏名
----



問題 1

次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

最小二乗法は、測定で得られた数値の組を適切なモデルから想定される関数を用いて近似する際に、その近似関数と測定値との差 ( ① ) の二乗和を最小とするような近似関数を決定する方法である ( 図 1 )。

ここでは、水溶液の pH に対するガラス電極電位のように、出力  $y$  が入力  $x$  に対して一次の相関関係にある測定系を考える。求める近似関数を  $f(x) = Ax + B$  とすると、測定データ  $(x_i, y_i)$  に対する ① は、 $y_i - (Ax_i + B)$  となる。① の二乗和を  $J$  とすると、

$$J = \sum (y_i - (Ax_i + B))^2$$

この  $J$  は  $A, B$  それぞれに対して ② に凸の二次曲線となるので、

$$\frac{\partial J}{\partial A} = 0, \quad \frac{\partial J}{\partial B} = 0$$

この連立方程式を解くことで、近似関数の係数  $A$  及び  $B$  が導かれる。

最小二乗法において、① の総和は必ず ③ となる。また、得られた近似関数は、点  $(\mu_x, \mu_y)$  (ここで  $\mu_x, \mu_y$  はそれぞれ データ群  $x, y$  の平均) を通る。このため、平均から離れたデータほど求める近似関数に ④ 影響を与える。

得られた近似関数のもっともらしさの指標の一つとして ⑤ がある。求めた近似関数がデータにうまく当てはまっている場合、⑤ は 1 に近くなる。反対にうまく当てはまらない場合は 0 に近くなる。通常、⑤ は  $R^2$  と表記される。

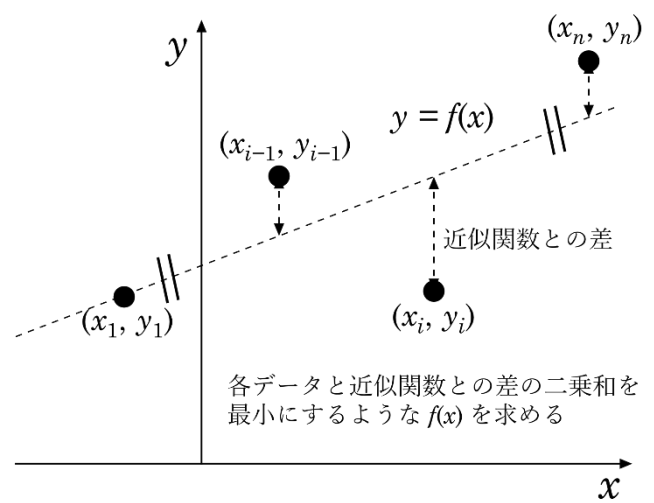


図 1 最小二乗法

(1) 文章中の空欄 ① ~ ⑤ に適切な語句や数値を、下記から選んで記号で答えなさい。

- |          |          |         |         |          |          |
|----------|----------|---------|---------|----------|----------|
| (ア) 小さな  | (イ) 大きな  | (ウ) 適切な | (エ) 上   | (オ) 中    | (カ) 下    |
| (キ) 器差   | (ク) 偏差   | (ケ) 残差  | (コ) 位相差 | (サ) 決定係数 | (シ) 活量係数 |
| (ス) 拡散係数 | (セ) 相関係数 | (ソ) -1  | (タ) 0   | (チ) 1    | (ツ) 2    |

(2) この測定系から得られたデータは表のとおりであった。空欄 ⑥ ~ ⑫ に適切な数値もしくは式を答えなさい。なお、数値は分数のままでよい。

$x$	0	1	2	3	$x$ の平均	⑥
$y$	0	$\frac{1}{2}$	2	3	$y$ の平均	⑦
$(y_i - (Ax_i + B))^2$	⑧	$(\frac{1}{2} - (A + B))^2$	$(2 - (2A + B))^2$	$(3 - (3A + B))^2$		
$J$	$14A^2 + 12AB + 4B^2 - 27A - 11B + \frac{53}{4}$					
$\frac{\partial J}{\partial A}$	⑨				$A$	⑪
$\frac{\partial J}{\partial B}$	⑩				$B$	⑫

(次のページに続く)

(3) (2)に加えてさらに一回の測定を行い、 $(x, y) = (5, 8)$ を得た。この測定値も含めた5点のデータで最小二乗法を行ったところ、一次関数に比べ、二次関数を仮定したときの方がよりもっともらしい結果となった(図2、3)。この場合、一次関数、二次関数のどちらを採用すべきか、その選択の理由と次を取るべき対応も併せて、あなたの考えを簡潔に記述しなさい。

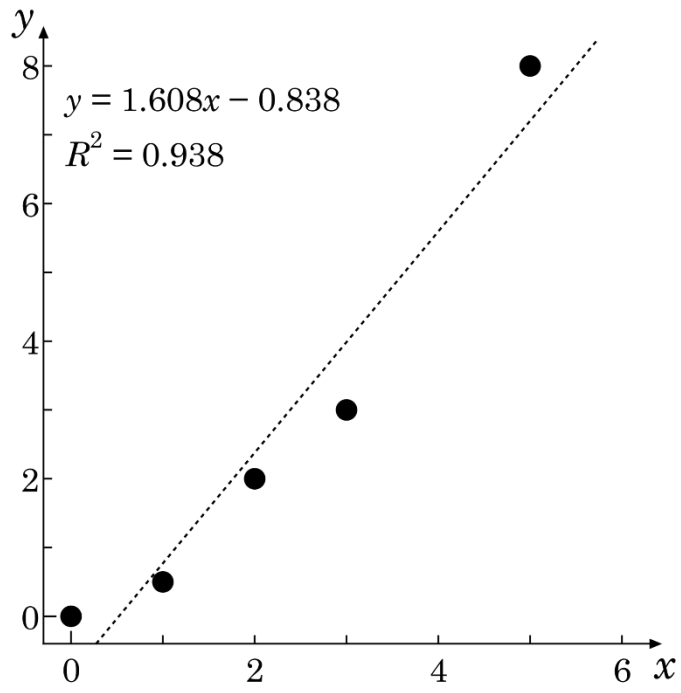


図2 一次関数で近似

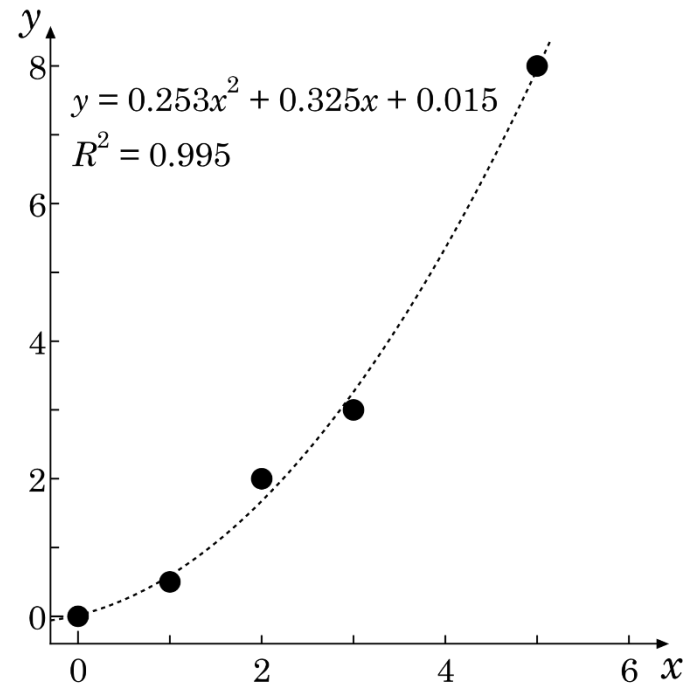


図3 二次関数で近似

問題1 解答欄

(1)	①	②	③	④	⑤

(2)	$x$	0	1	2	3	$x$ の平均	⑥	
	$y$	0	$\frac{1}{2}$	2	3	$y$ の平均	⑦	
	$(y_i - (Ax_i + B))^2$	⑧	$\left(\frac{1}{2} - (A + B)\right)^2$	$(2 - (2A + B))^2$	$(3 - (3A + B))^2$			
	$J$	$14A^2 + 12AB + 4B^2 - 27A - 11B + \frac{53}{4}$						
	$\frac{\partial J}{\partial A}$	⑨					A	⑪
	$\frac{\partial J}{\partial B}$	⑩					B	⑫

(3)	
-----	--

## 問題2

以下の問いに答えなさい。なお、(1)、(2)、及び(4)は、解答の過程も併せて記入しなさい。  
ここでは  $\log_{10} 2 = 0.30$  とする。

(1) 体積を自由に変えることができる容器に気体 C を封入した。温度を一定に保ったままこの気体を圧縮したところ、全体積が 1.8 L になったときに、C が液化しはじめ、全体積 0.2 L ですべて液体となった。全体積が 1.0 L のときに、共存している気体の体積  $V_g$  と液体の体積  $V_L$  の比  $V_g / V_L$  を答えなさい。

(2) ある放射性同位体の、時間  $t$  における原子数  $N(t)$  は  $N(t) = N(0) \cdot e^{-\lambda t}$  で表される。ここで、 $N(0)$  は  $t = 0$  における原子数、 $\lambda$  は崩壊定数である。また半減期とは、ある放射性同位体の原子数が半分に減少するのに要する時間であり、セシウム137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) の半減期は30年である。この  $^{137}\text{Cs}$  が放射性崩壊により  $1/20$  の量に減少するまでの時間を答えなさい。

(3) ポリ塩化ビフェニル (PCB) は、ビフェニル (図4) の多塩素置換体であり、多数の異性体が存在する。ビフェニルの二塩素置換体であるジクロロビフェニルには、いくつの異性体が存在するか答えなさい。

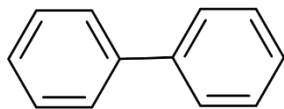


図4 ビフェニル

(4) ある化合物  $m$  の、濃度の異なる水溶液 O 及び P がある。可視光吸収を測定したところ、透過光の強度は、O では入射光の  $1/2$ 、P では入射光の  $1/8$  であった。O における  $m$  の濃度は、P における  $m$  の濃度の何倍か答えなさい。ただし、O 及び P は同じ光路長で測定され、かつ両者にはこの測定に影響を与える物質は含まれていないものとする。また、 $m$  の水溶液の光吸収はランベルト-ベールの法則に従う。

(5) 縮合重合によって合成される高分子化合物 (ポリマー) を一つ答えなさい。  
繰り返し単位で表現した構造式も併せて記入すること。

問題2 解答欄

(1)	
(2)	
(3)	
(4)	
(5)	

### 問題3

以下の問いに答えなさい。

(1) 次の(A)から(C)の文章に当てはまる英単語を答えなさい。

- (A) 混合物質を、ある特定の、特性ごとのグループ、あるいは単一の物質に分離する手法のこと。
- (B) 混合成分が含まれる試料から、それぞれの成分を分離して検出する装置のこと。
- (C) 試料から分離された成分の溶出状態を、時間に対してプロットした図のこと。

(2) 次のガスクロマトグラフに関する記述のうち、正しいものには○、誤っているものには×を記入しなさい。

- (A) パックドカラムは、古くから用いられているが、比較的多量のサンプルを導入でき、かつ汚染にも強い  
ため、現在でも公定法やガス分析などで使用されている。
- (B) キャピラリーカラムは、熔融石英ガラス製の細管内壁に液相を塗布または化学結合させたもので、分離  
能力に優れており、高感度分析にも適用できる。
- (C) 熱伝導度検出器は、実質的にキャリアガス以外の物質の検出が可能であるが、その感度は他の検出器よ  
り劣る。
- (D) 水素炎イオン化検出器は、有機化合物だけではなく、無機化合物も検出できる。
- (E) 一般に、カラム槽の温度を高くすると、目的化合物が検出されるまでの時間は長くなる。

(3) 次のガスクロマトグラフに用いられる質量分析に関する記述のうち、正しいものには○、誤っているもの  
には×を記入しなさい。

- (A) 質量分析法は、試料のイオン化、質量分離、及びイオンの検出に大別される。
- (B) イオン化法として、電子衝撃法(EI法)は、最も一般的な方法であるが、化合物によっては分子イオン  
ピークが小さくなったり、見えなくなったりする。
- (C) 化学イオン化法(CI法)は、電子衝撃法と比較して、フラグメントイオンの少ない単純な質量スペクト  
ルが得られる。
- (D) 四重極型質量分析計は、飛行時間型質量分析計と比較して、一般にスキャンスピードが速く、安価であ  
るが、分解能が劣る。
- (E) 選択イオンモニタリング法(SIMモード)は、スキャンモードと比較して、特定物質の高感度な定量分  
析が可能となる。



問題3 解答欄

(1)	(A)	(B)		(C)	
(2)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
(3)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)

#### 問題4

次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

においの評価は、機器分析によるものと官能試験に大別される。機器を用いた手法には、ガスクロマトグラフー質量分析法や、半導体や水晶振動子を応用したガスセンサー法などがある。通常においては、多数の①ヒトがにおいを感じる物質（におい物質）の混合体である。また、ヒトの嗅覚閾値（においを感知できる最小濃度）はにおい物質それぞれで異なっている。このため、機器による評価では、実際のヒトの感じ方とは異なってしまふことがある。一方、官能試験は、ヒトの嗅覚を利用するため、実際に感じたにおいをそのまま評価できるという利点がある。しかし、試験者間でのばらつきなどの、評価の客観性に課題を有する。

このような背景から、②ヒトがにおいをどのように感じるかを客観的に評価する手法が求められている。

- (1) ①について、におい物質の特徴を、構成元素、立体構造、分子量、及び親水・疎水性の観点から、300字程度で答えなさい。
- (2) ②について、このことを実現するためにはどのような手法が考えられるか、300字程度で答えなさい。

