

教 養

国の労働力調査（2017年）によると、高齢者の就業者数は807万人で、就業者数に占める高齢者の割合は12.4%と過去最高であり、「働けるまで働きたい」と希望している働く意欲の高い高齢者も多くなっています。

また、パートやアルバイトの雇用上限年齢や社員の定年年齢を引き上げる企業も増えるなど、高齢者の就業促進に向けた取組みが進められています。

そこで、次の問いに答えなさい。

問1 今日日本社会で高齢者雇用が必要とされている背景を説明しなさい。

問2 働きたいと願う高齢者が生涯現役で働き続けるためにはどのような環境が必要か、あなたの考えを述べなさい。

[問1] 次の(1)及び(2)の問いに答えなさい。

(1) 次の文章を読んで、(ア)及び(イ)の問いに答えなさい。

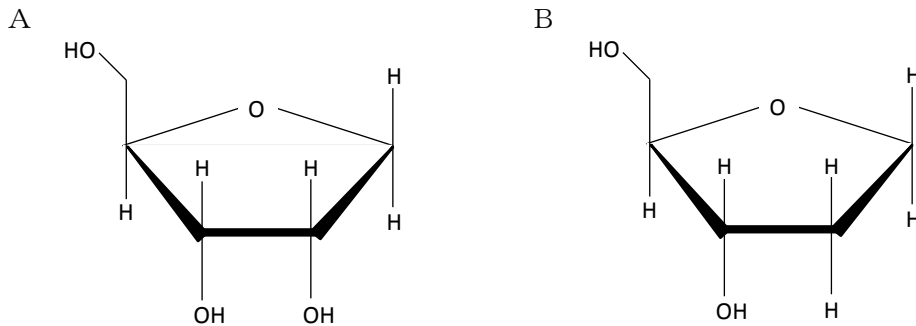
DNAは、4種類の塩基、糖及び(①)からなるヌクレオチドを基本単位としている。DNAにおける4種類の塩基とは、アデニン、シトシン、(②)及びチミンである。ヌクレオチドは、ホスホジエステル結合によって重合して、1本鎖DNAとなる。さらに、2本の1本鎖DNAの間で、相補的な塩基どうしが(③)結合によって塩基対を形成して、(④)構造をとる。DNAは、紫外線にさらされると、シトシンとチミンがもつ(⑤)環が開裂して、(⑤)ダイマーが形成されることがある。これによって、(③)結合による相補的塩基対が形成されず、突然変異や細胞死が引き起こされるとされている。

また、体細胞において、DNAは(⑥)とよばれる塩基性タンパク質に巻き、高度に折り畳まれて核内に収められている。

RNAもDNAと同様に、4種類の塩基、糖及び(①)からなるヌクレオチドを基本単位としている。RNAにおける4種類の塩基とは、アデニン、シトシン、(②)及び(⑦)である。RNAは、その安定性を向上させるために、5'キャップやポリA付加などの修飾を受けている。

(ア) 空欄(①)から(⑦)に当てはまる語句を答えなさい。

(イ) RNAを構成する糖は、次のAとBのどちらか記号で答えなさい。



(2) 次の文章を読んで、(ア) から (ウ) の問いに答えなさい。

ゲノムとは、生物種を規定する遺伝情報の1セットのことであり、配偶子をもつ染色体の1組を意味する。したがって、通常、精子や卵子といった生殖細胞には1ゲノムが含まれており、体細胞には2ゲノムが含まれている。ヒトの場合、1ゲノムは、(①)本の染色体で1組の遺伝情報をもつ。

なお、ゲノム1分子の質量は、次に示す計算式で算出できる。

$$\text{ゲノム1分子の質量} = \text{総分子量} \div \text{アボガドロ定数}$$

(参考)

$$1 \text{ n g} = 10^{-9} \text{ g} \qquad 1 \text{ p g} = 10^{-12} \text{ g}$$

(ア) 空欄 (①) に当てはまる数字を答えなさい。

(イ) ヒトのゲノム1分子の質量は何 p g か答えなさい。

なお、ヒト1ゲノムを30億塩基対、1塩基対の平均分子量を660、アボガドロ定数を 6.02×10^{23} として計算しなさい。

必要があれば、小数点第2位を四捨五入して、小数点第1位まで答えなさい。

(ウ) 下の表は、ある人物の血液検査の結果を示している。この人物の血液1 μ Lに含まれるDNAの質量は何 n g か答えなさい。

なお、DNAは有核細胞にのみ含まれるものとする。

表

検査項目	検査結果
赤血球数	$4.5 \times 10^6 / \mu \text{ L}$
白血球数	$4.0 \times 10^3 / \mu \text{ L}$
血小板数	$2.0 \times 10^5 / \mu \text{ L}$

[問2] 次の(1)から(2)の問いに答えなさい。

(1) 次の文章を読んで、(ア)から(ウ)の問いに答えなさい。

DNAは、細胞が分裂する際に、複製されてそれぞれの娘細胞に分配される。

複製の過程では、まず、二本鎖DNAが(①)によって一本鎖DNAへと分離される。次に、一本鎖となったDNA上に、(②)の一種であるDNAプライマーゼがRNAプライマーを合成し、それに続けて、(③)が鋳型となるDNA鎖に相補的なDNAの伸長を行う。このとき、(③)は、一方向にのみDNAを伸長する。DNAの2本のヌクレオチド鎖は互いに逆向きになっているため、二本鎖のうち一方のDNA鎖は連続的に複製されるが、もう一方のDNA鎖は非連続的に複製される。

連続的に複製されるDNA鎖は(A)鎖とよばれ、非連続的に複製されるDNA鎖は(B)鎖とよばれている。非連続的な複製により生じる短いDNA断片は、発見者の名前にちなんで(C)とよばれているが、各DNA断片どうしは、(④)によって連結される。

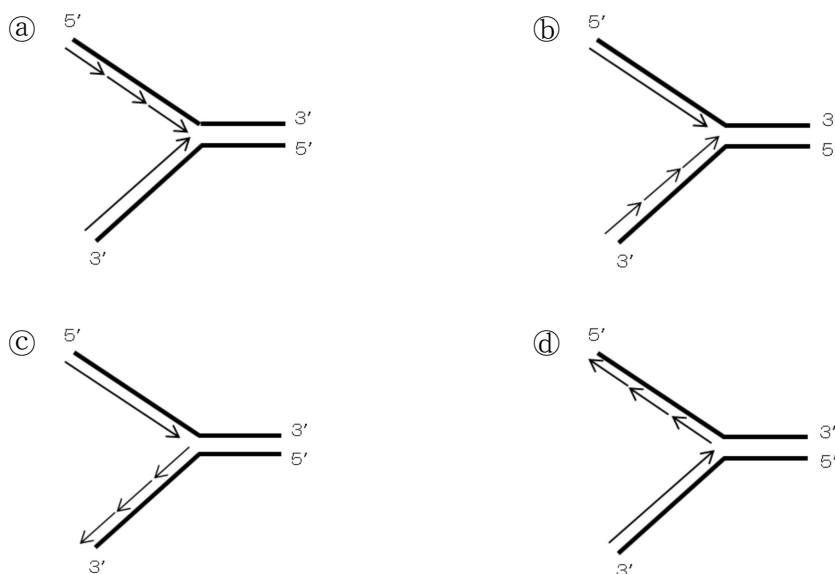
(ア) 空欄(①)から(④)に当てはまる酵素名を次の㉔から㉔の中から選んで記号で答えなさい。

- ㉔DNAポリメラーゼ ㉔RNAポリメラーゼ ㉔エンドヌクレアーゼ
㉔DNAリガーゼ ㉔プロテアーゼ ㉔DNAヘリカーゼ

(イ) 空欄(A)から(C)に当てはまる語句を答えなさい。

(ウ) DNAの複製の様子を最もよく表現している図を次の㉔から㉔の中から選んで記号で答えなさい。

なお、太線は鋳型DNA、数字は鋳型DNAの向き、矢印は新生DNAと複製の向きを表している。



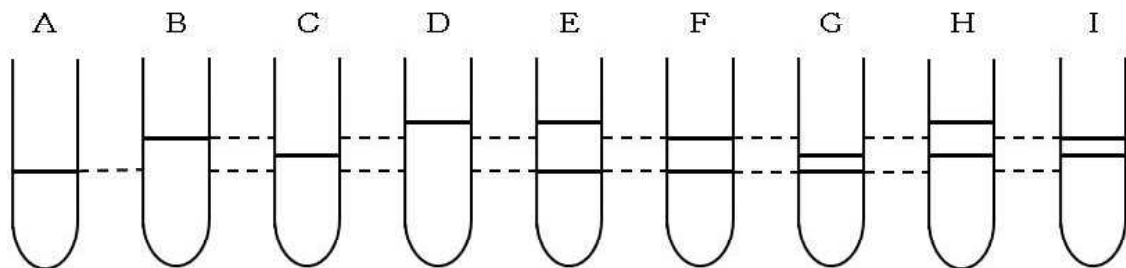
(2) 次の文章を読んで、(ア) から (ウ) の問いに答えなさい。

大腸菌を2種類の培地(窒素の同位体 ^{15}N を含む培地と、窒素の同位体 ^{14}N を含む培地)で培養した。それぞれの培地において何世代にもわたって培養を続けることで、 ^{15}N のみを含むDNA(以下 $^{15}\text{N}-^{15}\text{N}$ という)をもつ細菌群と ^{14}N のみを含むDNA(以下 $^{14}\text{N}-^{14}\text{N}$ という)をもつ細菌群が得られた。それぞれの細菌群からDNAを取り出し、平衡密度勾配法により、DNAの分布を調べたところ、 $^{15}\text{N}-^{15}\text{N}$ をもつ細菌群では、図のAの位置にバンドが見られ、 $^{14}\text{N}-^{14}\text{N}$ をもつ細菌群では、Bの位置にバンドが見られた。

次に、 $^{15}\text{N}-^{15}\text{N}$ をもつ細菌群を ^{14}N を含む培地へ移して培養した。1世代及び2世代培養した後、同様にDNAの分布を調べたところ、1世代目では図のCの位置にバンドが見られ、2世代目では(①)の位置にバンドが見られた。

これらの結果から、大腸菌におけるDNAの複製は、(②)的複製によって行われたことがわかる。

図



(ア) 空欄(①)に当てはまるDNAの分布を図のAからIの中から選んで答えなさい。

(イ) $^{15}\text{N}-^{15}\text{N}$ をもつ細菌群を ^{14}N を含む培地へ移して4世代培養したときのDNAの分布を最も簡単な整数比で答えなさい。

(ウ) 空欄(②)に当てはまる語句を答えなさい。

〔問3〕 次の（1）から（3）の問いに答えなさい。

（1） 次の文章を読んで、空欄（ア）から（エ）に当てはまる語句を答えなさい。

タンパク質は、およそ20種類のアミノ酸から構成される。多くのアミノ酸には、立体異性体が存在し、通常、タンパク質を構成するアミノ酸は（ア）型をとる。アミノ酸は、全てのアミノ酸に共通する主鎖と、アミノ酸ごとに構造が異なる側鎖によって、多様な性質をもつ。

アミノ酸は、アミド結合の一種であるペプチド結合で重合して、ポリペプチド鎖を形成する。アミノ酸配列を一次構造といい、この配列情報に基づいて個々の立体構造が決定する。また、ポリペプチド鎖は、（イ）結合により規則的な構造をとり、二次構造を形成する。二次構造には、右巻きのらせん構造である（ウ）や、ひだ状の平面構造であるβシートなどがある。二次構造を形成したポリペプチド鎖は、更に折り畳まれて、三次構造が形成される。この三次構造には、疎水性相互作用や（イ）結合などの非共有結合のほか、2つのシステイン残基が架橋する（エ）結合なども関与する。更に多くのタンパク質は、複数の折り畳まれたポリペプチド鎖が会合した四次構造をとっている。

（2） 次の文章を読んで、（ア）から（ウ）の問いに答えなさい。

酵素は、生体内で化学反応の触媒として働くタンパク質である。酵素は、基質に作用して、化学反応に必要な（①）エネルギーを低下させることで、化学反応を起こしやすくする。さらに、酵素には、特定の基質にのみ作用する性質があり、これを（②）という。

また、酵素は温度やpHが変化すると活性も変化することが知られており、活性が最も高くなる温度を（③）温度、活性が最も高くなるpHを（③）pHという。

一方、過酷な温度やpHの条件下では、酵素の本体であるタンパク質が変性し、その活性がなくなる（④）という現象が起こる。

酵素反応の速度は、基質の濃度に依存しており、その関係は次に示す式で表される。

$$v = V_{\max} \times [S] \div (K_m + [S])$$

式中のvは酵素反応速度、 V_{\max} は酵素反応の最大速度、[S]は基質濃度定数を示す。また、 K_m は、酵素反応の最大速度の（⑤）の速度を与える基質濃度であり、一般に基質に対する酵素の親和性を表す尺度となる。

また、エフェクター分子とよばれる作用因子が、活性中心とは異なる部位に結合することで酵素活性を調節する酵素をアロステリック酵素という。また、反応系の最終産物によって活性が阻害される現象を（⑥）阻害という。

(ア) 空欄 (①) から (⑥) に当てはまる語句を答えなさい。

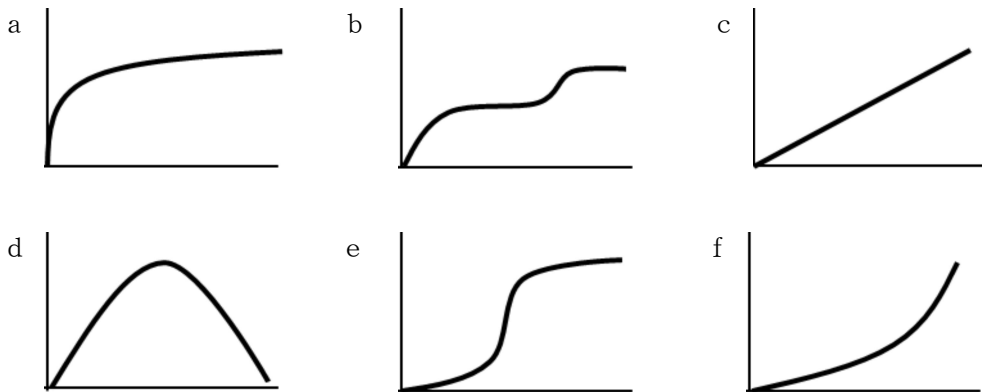
(イ) 文章中の式は、提唱者の名前にちなんで何とよばれているか答えなさい。

(ウ) 下の a から f のグラフは、酵素の基質濃度 [S] と、酵素反応速度 v の関係を表したものである。次の (A) 及び (B) を最もよく表したグラフを、a から f の中から選んで、記号で答えなさい。

なお、横軸は基質濃度 [S] を、縦軸は酵素反応速度 v を示す。

(A) 文章中の式『 $v = V_{\max} \times [S] \div (K_m + [S])$ 』に従う酵素を表すグラフ

(B) アロステリック酵素を表すグラフ



(3) 次の (ア) から (カ) の文章について、正しいければ○を、誤っていれば×を答えなさい。

(ア) バリン、ロイシン、イソロイシン、プロリンは側鎖に分枝アルキル基を有するため、分枝アミノ酸とよばれている。

(イ) エドマン分解は、タンパク質の一次構造を決定する手法の1つである。

(ウ) 神経伝達物質であるドーパミンは、生体内でチロシンから合成される。

(エ) IgGは、5量体を形成する免疫グロブリンであり、一次免疫応答で最初に産生される抗体である。

(オ) リパーゼは、中性脂肪を脂肪酸とグリセリンに分解する。

(カ) 一般に、鳥類ではタンパク質の代謝産物を尿素として体外に排出する。

[問4] 次の(1)から(5)の問いに答えなさい。

なお、原子量は、 $H=1$ 、 $C=12$ 、 $N=14$ 、 $O=16$ 、 $Na=23$ 、 $Cl=35.5$ 、 $K=39$ とする。

- (1) 質量パーセント濃度が0.9%の塩化ナトリウム水溶液500gを作製するとき、何gの塩化ナトリウムが必要か答えなさい。
- (2) 0.3gの水酸化ナトリウムを水に溶解させ、全量150mLとしたときの水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度を答えなさい。
- (3) 0.6mol/Lのグルコース水溶液120mLと0.3mol/Lのグルコース水溶液180mLを混合した。混合後のグルコース水溶液のモル濃度を答えなさい。
- (4) 濃度未知の水酸化カルシウム水溶液25mLを1mol/Lの塩酸で中和したところ、20mL必要であった。水酸化カルシウム水溶液のモル濃度を答えなさい。
- (5) 40°Cの硝酸カリウム飽和水溶液500gを熱して、350gにしたのち、40°Cまで冷却したとき、何gの硝酸カリウムが析出するか答えなさい。硝酸カリウムの溶解度は、40°Cで64gとする。

〔問5〕 次の（1）から（4）の問いに答えなさい。

（1） 次の文章を読んで、（ア）及び（イ）の問いに答えなさい。

以下の表は、3つの形質Ⅰ、Ⅱ、Ⅲを支配する遺伝子の対立遺伝子とその優劣関係及び表現型を記したものである。なお、3つの形質Ⅰ、Ⅱ、Ⅲを支配する遺伝子は、それぞれ別の相同染色体に存在するものとする。

形質	対立遺伝子	優劣関係	表現型
Ⅰ	A_1 、 A_2	$A_1 > A_2$	$[A_1]$ 、 $[A_2]$
Ⅱ	B_1 、 B_2	$B_1 = B_2$	$[B_1]$ 、 $[B_1 B_2]$ 、 $[B_2]$
Ⅲ	C_1 、 C_2 、 C_3	$C_1 = C_2 > C_3$	

（ア） 形質Ⅰ、Ⅱにならって、形質Ⅲの表現型をすべて答えなさい。

（イ） 遺伝子型が $A_1 A_1 B_1 B_1 C_1 C_1$ の個体と $A_2 A_2 B_2 B_2 C_2 C_3$ の個体を交配して F_1 が得られた。ここで、遺伝子型の異なる F_1 どうしを交配させて F_2 が得られたとき、 F_2 で表現型が $[A_1 \cdot B_1 B_2 \cdot C_2]$ となる個体は全体の何%になるか答えなさい。なお、必要があれば、小数点第2位を四捨五入して、小数点第1位まで答えなさい。

（2） 同一遺伝子上に存在する3対の対立遺伝子Dとd、Eとe、Fとfについて、交雑実験を行い、次に示す結果が得られた。この結果をもとに、以下の染色体地図の（ア）から（エ）について当てはまる記号または数字を答えなさい。

交雑1

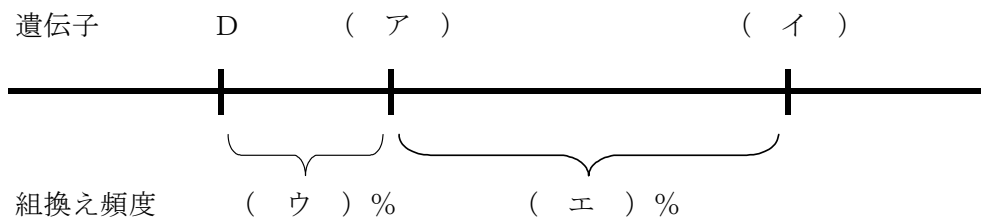
親の遺伝子型	DD EE、d d e e
子の配偶子の比率	DE : D e : d E : d e = 4 : 1 : 1 : 4

交雑2

親の遺伝子型	EE FF、e e f f
子の配偶子の比率	EF : E f : e F : e f = 21 : 4 : 4 : 21

交雑3

親の遺伝子型	DD FF、d d f f
子の配偶子の比率	DF : D f : d F : d f = 24 : 1 : 1 : 24



(3) ある動物の体毛の色には、茶色と黒色があり、体毛の色に関する遺伝子は Z 染色体上にあるとする。純系の茶色の体毛をもつ雄と黒色の体毛をもつ雌を交雑したところ、 F_1 は全て茶色の体毛をもつ個体であった。 F_1 どうしを交雑して得られる F_2 の体毛の色について、雄と雌のそれぞれの割合を最も簡単な整数比で答えなさい。

なお、この動物の性決定は、雄が ZZ、雌が ZW である。

(4) 次の文章を読んで (ア) 及び (イ) の問いに答えなさい。

ある植物の種子は、丸型としわ型が観察された。この種子の形状は、ハーディ・ワインベルグの法則に従って遺伝する対立遺伝子 A 及び a によって決定され、A は a に対して完全優性であることがわかっている。種子が丸型である純系の個体と、種子がしわ型である純系の個体を交配したところ、 F_1 はすべて丸型の種子が得られた。

(ア) 対立遺伝子 A の遺伝子頻度を p 、対立遺伝子 a の遺伝子頻度を q としたとき、丸型の種子の出現頻度を p 、 q を用いて答えなさい。

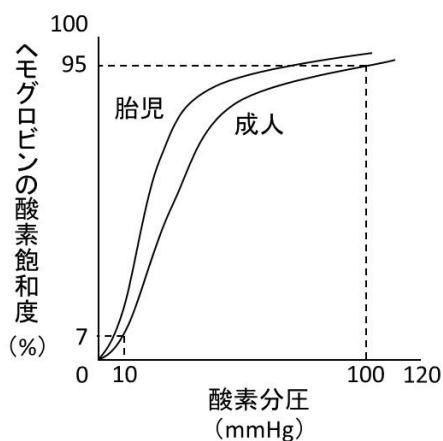
ただし、 $0 < p < 1$ 、 $0 < q < 1$ とする。

(イ) この植物の種子を 500 個集めて、種子の形状を調べたところ、しわ型の種子が 20 個観察された。このときの対立遺伝子 a の出現頻度 q を答えなさい。

〔問6〕 次の（1）及び（2）の問いに答えなさい。

（1） 次の文章を読んで、（ア）及び（イ）の問いに答えなさい。

ヘモグロビンは、動物では（ A ）に存在するタンパク質であり、（ B ）原子とポルフィリンからなるヘムが酸素分子と結合して、酸素を体の各組織へ運ぶ役割を担っている。ヘモグロビンは、肺のような酸素分圧が（ C ）ところでは、酸素と結合し、筋肉組織のような酸素分圧が（ D ）ところでは酸素と解離する。（ E ）や（ F ）が鮮紅色を呈し、（ G ）や（ H ）が暗赤色を呈しているのはこのためである。なお、ヒトの胎児のヘモグロビンは、成人のヘモグロビンと比較して、酸素が（ I ）性質がある。これにより、胎盤において酸素の受け渡しが可能となっている。



なお、上のグラフは胎児と成人のヘモグロビンの酸素分圧と酸素飽和度の関係を表したものである。

（ア）空欄（ A ）から（ I ）に当てはまる語句を以下の①から⑭の中から最も適切なものを選んで番号で答えなさい。

- ①白血球 ②赤血球 ③血小板 ④鉄 ⑤銅 ⑥マグネシウム
⑦高い ⑧低い ⑨大動脈血 ⑩大静脈血 ⑪肺静脈血 ⑫肺動脈血
⑬結合しにくい ⑭結合しやすい

（イ）肺胞における酸素分圧を100mmHg、組織における酸素分圧を10mmHgとしたとき、成人のヘモグロビンは、肺胞から運んだ酸素の何%を組織で放出するか答えなさい。

なお、必要があれば、小数点第2位を四捨五入して、小数点第1位まで答えなさい。

(2) 腎臓の機能について記載した次の(ア)から(カ)の文章を読んで、正しければ○で、誤っていれば×で答えなさい。

なお、尿中のある物質の単位時間当たりの排出量が、どれだけの血漿量に由来するかを示す値を腎クリアランスといい、以下の式で表される。

$$C = V \times U \div P$$

C [mL/分] : 腎クリアランス

V [mL/分] : 1分間当たりの尿排出量

U [mg/mL] : 物質aの尿中濃度

P [mg/mL] : 物質aの血漿中濃度

- (ア) 副腎皮質から分泌される糖質コルチコイドは、ナトリウムイオンの細尿管における再吸収を促進する。
- (イ) 脳下垂体後葉から分泌されるバソプレシンは、腎臓での水分の再吸収を抑制することにより尿量を増加させる。
- (ウ) ある物質の血漿中濃度が0.01mg/mL、尿中濃度が0.75mg/mL、1分間当たりの尿排出量が1.1mLのとき、この物質の腎クリアランスは8.25mL/分である。
- (エ) 尿細管で再吸収も追加排出もされない物質Aがあるとき、物質Aの腎クリアランスは、糸球体で1分間にろ過されて生じる原尿の量を示す。
- (オ) グルコースの細尿管における再吸収率を100%とすると、グルコースの腎クリアランスは0mL/分である。
- (カ) 物質Xの腎クリアランスが物質Yの腎クリアランスよりも数値が大きいとき、血漿中の物質Xの濃度は物質Yの濃度よりも必ず高い。