

[基礎科目 (生化学)]

[問題] 以下の文章を読み, 問 A~H に答えよ.

生命の遺伝情報は, ①一部のウイルス等を除いて DNA に蓄えられている. DNA 上の遺伝情報は mRNA に **a** され, アミノ酸配列に **b** される. ②DNA や mRNA を構成する塩基はそれぞれ 4 種類しか存在しないが, **c** 個の塩基がグループを作って一つのアミノ酸に **b** されることで, ③20 種類のアミノ酸に対応している. この, それぞれのアミノ酸を指定する **c** 個の塩基の組み合わせを **d** と呼ぶ.

細胞内における DNA の **e** は DNA ポリメラーゼと呼ばれる酵素によって行われる. 耐熱性生物由来のこの酵素を利用して, Polymerase Chain Reaction (PCR) 法により, 試験管内で DNA を増幅することができる. この反応では増幅の対象となる配列を含むテンプレート DNA と, その配列を挟み込む配列のプライマー DNA などを混合し, ④図 1 のように温度を変化させる. 耐熱性生物由来の DNA ポリメラーゼは, 図の温度範囲で失活しないので, 目的とする DNA 配列が大量に増幅される.

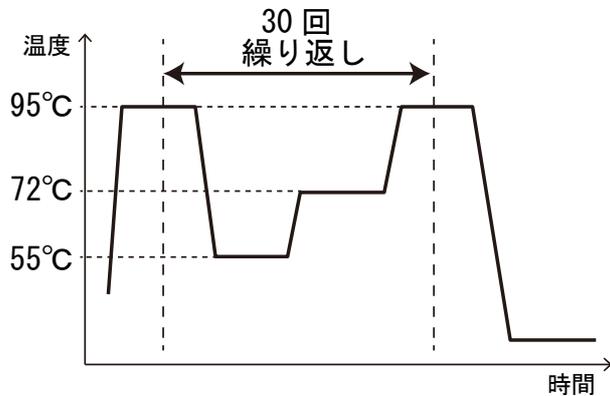


図 1: PCR で用いる温度サイクルの例

DNA ポリメラーゼによる反応に限らず, 生体内における様々な化学反応は, 酵素によって触媒されている. ⑤それぞれの酵素は特定の反応を触媒する. 多くの酵素が, ミカエリス・メンテンの式 (図 2 中の式 1) に従った挙動を示す. この式のミカエリス定数  $K_M$  は酵素と基質との親和性を反映する. また, 式 1 に従う酵素では, 非常に多くの基質が存在する条件下でも, ⑥図 2 のグラフに示すよ

うに反応速度は  $V_{\max}$  (最大速度) で一定となる. この  $V_{\max}$  を  で除すると, 酵素の代謝回転数  $k_{\text{cat}}$  が得られる. 基質の濃度が  $K_M$  に等しいとき, 酵素反応速度は  $V_{\max}$  と比べて  になる.

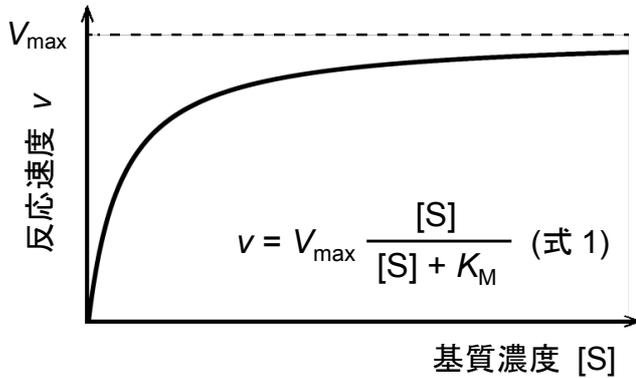


図 2: ミカエリス・メンテンの式(式 1) とそれに従う酵素の基質濃度  $[S]$  と反応速度  $v$  の関係.  $V_{\max}$  は最大速度,  $K_M$  はミカエリス定数を表す.

細胞内における代謝には様々な酵素反応が関係し, 巧妙に制御されている. 例えば糖は,  と呼ばれる一連の過程で, グルコース 1 分子が  分子のピルビン酸に分解される. この過程で, ATP と NADH がそれぞれ  分子得られることから,  は細胞がエネルギーを得るための重要なシステムとなっている. 一方, 細胞は糖からエネルギーを得るだけでなく, エネルギーを用いて糖を合成することもできる. この糖を合成する一連の過程は  と呼ばれており, 多くの反応は  で用いられたのと同じ酵素が反応を逆向きに進行させることで成立している. しかし例外として, ①フルクトース 6-リン酸からフルクトース 1,6-ビスリン酸への変換と, その逆反応では,  と  で別の酵素が使われる.

問 A  ~  に入る最も適切な語句または数値を記せ.

問 B 下線部①に関して, そのようなウイルスの例を一つ挙げよ. またそのようなウイルスでは遺伝情報は何に蓄えられているか答えよ.

問 C 下線部②に関して, DNA と RNA のどちらか一方でしか用いられていな

い塩基は何か. それぞれの塩基が DNA と RNA のどちらで用いられているかと合わせて述べよ. またそれらの塩基の化学構造を図3の例にならって示せ.

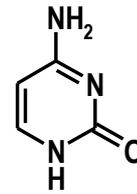


図 3:  
核酸塩基の  
構造記述例

問 D 下線部③に関して, 芳香環をもつアミノ酸, 側鎖の  $pK_a$  が最も高いアミノ酸, チオール基を持つアミノ酸の名前を挙げよ. 複数ある場合は全て挙げよ.

問 E 下線部④に関して,  $55^\circ\text{C}$ ,  $72^\circ\text{C}$ ,  $95^\circ\text{C}$  の条件下でどのようなことが起こっているのかを, それぞれ 20 文字程度で答えよ.

問 F 下線部⑤に関して, キナーゼとはどのような反応を触媒する酵素か答えよ. またその逆反応を触媒する酵素を何と呼ぶか答えよ.

問 G 下線部⑥に関して, 式 1 から明らかなように反応速度は  $V_{\max}$  (最大速度) で一定となる. その理由を説明せよ.

問 H 下線部⑦で述べた変換とその逆反応は, 異なる酵素が触媒している. なぜこれらの反応は異なる酵素により触媒されるのか, その理由を述べよ. また, 異なる酵素を用いることは細胞が代謝制御を行う上でどのような利点があるのかを説明せよ.