

[専門科目 (生化学)] (全2題)

[問題1] 次の文章を読み、以下の問A～Fに答えよ。

生命現象を担うタンパク質の情報はゲノムに保管されている。タンパク質が合成されるためには、DNAに暗号化されている遺伝情報が伝達され、解読される過程が必要である。Francis Crickは、この流れを **a** と名づけ、分子生物学の基本原則として提案した。DNAの遺伝情報は、メッセンジャーRNA(mRNA)に転写され、mRNAの情報に基づいてタンパク質のアミノ酸配列に翻訳される。真核生物の場合、核内で転写とスプライシングの過程を経てできた mRNA は **b** を通って細胞質へと運ばれ、**c** でタンパク質に翻訳される。一つのアミノ酸は mRNA の塩基配列の3塩基単位で構成されるコドンによって規定される。20種類のアミノ酸のうち **d** と **e** は、一つの遺伝暗号で決定され、残りのアミノ酸は、2～6種類のコドンが一つのアミノ酸を決定する遺伝暗号に使用される。真核生物では、**d** に対応する①開始コドンが mRNA の翻訳の最初の遺伝暗号となる。また、②mRNAの終止コドンは、タンパク質合成の終止信号として作用する。このように合成されたタンパク質には、③細胞内での代謝に関与する酵素、④血液中の酸素を運ぶヘモグロビン、⑤免疫作用をつかさどる免疫グロブリン(抗体)などがあり、生命現象を維持するための特定の機能を実行する。

問A 空欄 **a** ～ **e** にあてはまる語句もしくは数字を答えよ。

空欄 **d** と **e** に関しては、化学構造式も合わせて記せ。ただし、立体異性は問わない。

問B 下線①に関して、開始コドンの塩基配列を記せ。

問C 下線②に関して、以下の (a) および (b) に答えよ。

- (a) 3種類の終止コドンの塩基配列を記せ.
- (b) 終止コドンによりタンパク質合成が終結する機構を40字程度で説明せよ.

問D 下線③に関して、酸素の有無に関わらず生存・増殖できる細胞では、酸素が存在すると発酵は阻害される。その理由を、次の語句を全て用いて50字程度で説明せよ。

「酸化的リン酸化, NADH」

問E 下線④に関して、ヘモグロビンのβグロビン鎖のアミノ酸配列を指定する塩基配列の1個の塩基に変異が起きると、鎌状赤血球貧血症の原因となる。近年、DNAを切断せずに狙った配列内の特定の一塩基だけを置き換える新規のゲノム編集技術が開発され、遺伝疾患治療法としての応用が期待されている。具体的な設計としては、DNA切断活性のないCas9タンパク質(dCas9)に酵素aを融合させる。酵素aの反応により生成するミスマッチ配列は、修復や複製機構によって対応する配列に変換され、C→Tの一塩基変換が起こる(図1)。このゲノム編集技術で利用されている酵素aの名称および酵素aの反応によって生成する塩基(図1中のX)を答えよ。

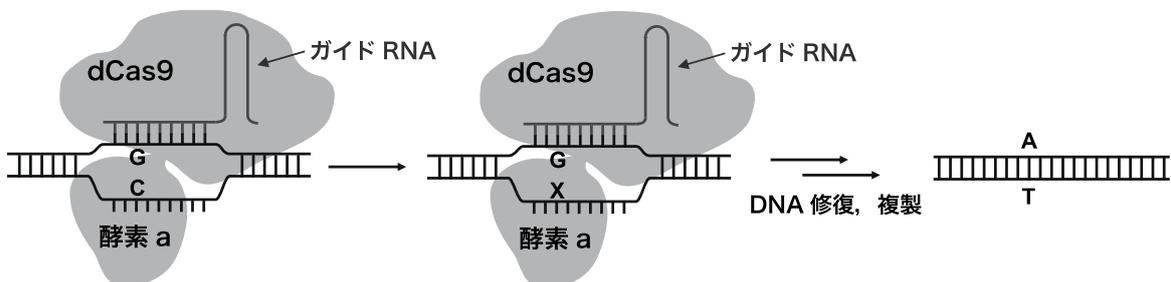


図1 一塩基編集技術の概略図。Xは酵素aの反応によって生成する塩基。

問F 下線⑤に関して、抗体を利用した分子の精製技術の名称を挙げ、基本原理を30字程度で説明せよ。

〔問題 2〕 次の文章を読み、以下の問 A～E に答えよ。

動物は、食物として得た過剰の栄養をグリコゲンや脂肪の形で蓄えることができる。グリコゲンは肝臓等の貯蔵組織細胞の細胞質中に小さな顆粒として存在するのに対して、脂肪は水に溶けない①トリアシルグリセロールの形で蓄えられ、脂肪細胞の中で **a** を形成する。絶食時などで多量の ATP が必要となった際には、グリコゲンは **b** の働きにより分解されグルコース 1-リン酸が作られ、これがホスホグルコムターゼにより **c** に変換されて解糖系に入る。一方、リパーゼの働きにより脂肪から切り出された脂肪酸は、補酵素 A と **d** 結合を形成した後、ミトコンドリアのマトリクスに運ばれ 4 種類の酵素からなる回路により酸化される。回路を一周するたびに、脂肪酸由来の炭化水素鎖の炭素数は **e** 個ずつ減少し、アセチル CoA, NADH, **f** が各々 1 分子生じる。生成したアセチル CoA はクエン酸回路によって完全に酸化を受け、**g** 分子の NADH と各 1 分子の **f** と GTP を生じる。NADH と **f** がもつ高エネルギー電子は、②ミトコンドリア内膜に局在している 3 種類の③呼吸酵素複合体により順次受け渡され、最終的に酸素分子と結合して水が生じる。電子移動の過程で放出されたエネルギーを用いて、上記の呼吸酵素複合体は内膜を越えてプロトンを移動させるため、マトリクス内部のプロトン濃度は膜間腔のプロトン濃度よりも **h** なる。形成されたプロトン濃度勾配エネルギーを用いて、④化学浸透共役により ADP と無機リン酸から ATP が合成される。

問 A 空欄 **a** ～ **h** にあてはまる語句もしくは数字を答えよ。

問 B 下線①の化合物の化学構造式を示せ。ただし、脂肪酸の炭化水素鎖は  $R^1$ -,  $R^2$ -, ...として記せ。

問 C 下線②に関して、ミトコンドリア内膜に存在するタンパク質の多くは核



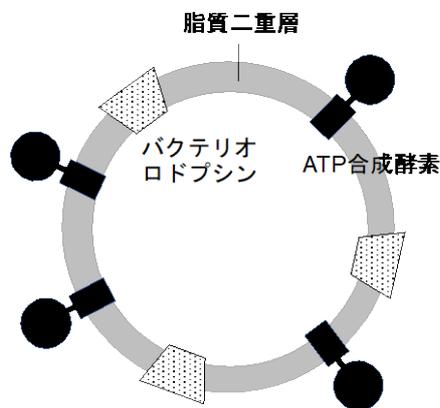


図2 再構成リポソームの模式図. 2種類のタンパク質は、脂質二重層に対してそれぞれ同じ配向であると仮定する. 光照射によりバクテリオロドプシンはリポソーム内にプロトンを取り込む.

- (a) 精製膜タンパク質をリポソームに再構成する方法を、次の語句を全て用いて簡潔に説明せよ.  
「界面活性剤, リン脂質, ミセル」
- (b) 上記実験結果が化学浸透共役説を支持する理由を70字程度で記せ.
- (c) 図2で示したリポソームをATPと混合し光を照射しなかった場合、リポソーム内のpHが外部に比べて低下した. その理由を50字程度で記せ.

生化学専門 問題訂正

問題2 文章12行目末尾

(誤) 「・・・NADHと  が・・・」

(正) 「・・・NADHが・・・」