

[I]

- 問1 (ア) クロマチン (イ) ヒストン (ウ) ガラクトース
問2-1 I期 グルコース III期 ラクトース
問2-2 ラクトースが存在するためオペレーターにタンパク質Iが結合せず、かつ、グルコースが枯渇したためグルコースによる抑制が解除され、ラクトースオペロンの転写が活性化された。
(解答欄2行)
問3 (あ) Ob (い) Oc (う) Oa
問4 タンパク質IがObに結合すると、RNAポリメラーゼによる転写の開始が抑制される。また、四量体のタンパク質Iの一方の二量体部分がObに結合し、他方の二量体部分がすぐ上流のOaに結合して架橋するとDNAの小さいループが生じ、Obとやや離れた下流の遺伝子内にあるOcに結合して架橋すると大きいループが生じて、RNAポリメラーゼによる転写の開始がさらに抑制される。(解答欄5行)
問5 変異株1ではタンパク質Iが作られないが、導入された野生型 lacI遺伝子から正常なポリペプチドIが作られ、これが集合して正常な四量体のタンパク質Iが生じる。誘導因子を加えない培養条件では、このタンパク質Iがオペレーターに結合してラクトースオペロンの転写の開始を抑制するようになるため、lacZ遺伝子の発現が低下した。(解答欄4行)
問6 野生型 lacI遺伝子を導入した変異株2では、lacL遺伝子から產生されたオペレーターに結合できない異常なポリペプチドI₂と、野生型 lacI遺伝子から產生された正常なポリペプチドIの量は同程度である。これらのポリペプチドは互いに結合できるので、細胞内ではすべて正常なポリペプチドIからなる正常な四量体のタンパク質Iが生じる確率は(1/2)⁴で、約1/16に過ぎない。それ以外の四量体タンパク質はオペレーターの一方または両方に結合できないため、誘導因子を加えない培養条件でもRNAポリメラーゼによる転写の開始をほとんど抑制できない。(解答欄6行)

[II]

- 問1 あ:rRNA(リボソームRNA) い:tRNA(転移RNA, 運搬RNA) う:コドン え:核
問2 a, b
問3 a, c
問4 (a)正誤:× 修正:エキソン
(b)正誤:× 修正:終止コドンよりも3'末端側
問5 (5. 1) mi-Xを作用させるとmRNA-Xの一部が分解され、mRNA-Xの翻訳段階もある程度抑制される。一方、si-Xを作用させるとmRNA-Xの大部分が分解されるが、mRNA-Xの翻訳段階は抑制されない。(解答欄4行)
(5. 2) 細胞:細胞Ws
理由:mi-Xを作用させた場合よりもsi-Xを作用させた場合の方が細胞内のタンパク質Xの量がより少なくなるので、si-Xを作用させた細胞Wsの方が適している。(解答欄3行)
(5. 3) 新たに標的としたmRNA-Xの領域は、中央部分のAAAAで折れ曲がると相補的に結合して2本鎖となりヘアピンループ構造を取るために、mi-X2, si-X2ともに結合できない。また、この領域と相補的な塩基配列をもつmi-X2やsi-X2も同様のヘアピンループ構造を取るために、この領域に結合できない。(解答欄4行)
(5. 4) si-XはmRNA-Xの標的領域には完全な相補性をもち、すべての塩基がmRNA-Xと結合するが、mRNA-Yの標的領域はmRNA-Xの標的領域と塩基配列の一部が異なるので、si-XはmRNA-Xに対するmi-Xと同様に、mRNA-Yに対して部分的な結合しかできない。このため、si-XはmRNA-Yに対してmiRNAとして作用した。(解答欄4行)

[III]

- 問1 あ：ペプチド　い：活性化エネルギー　う：補酵素
- 問2 バリン, ロイシン, イソロイシン, メチオニンから2つ
- 問3 結合様式：ポリペプチド鎖の主鎖において、少し離れた位置の-NH の水素原子と-CO の酸素原子との間で形成される水素結合によって作られる。(解答欄3行)
ヘモグロビンについて：ヘモグロビンは4つのポリペプチドからなる四次構造をとり、それぞれのポリペプチドに酸素が結合する。酸素が1つのポリペプチドに結合すると、ヘモグロビンの四次構造が変化し、他のポリペプチドにも酸素が結合しやすくなる。これにより酸素分圧の高い肺ではより多くのポリペプチドに酸素が結合しやすくなり、酸素分圧の低い組織では最初の酸素が解離すると他のポリペプチドに結合した酸素も解離しやすくなるため、効率よく肺から組織に酸素が供給される。(解答欄6行)
- 問4 名称：NAD⁺
供給方法：酸素が欠乏したとき、解糖系で生じた NADH は、ピルビン酸を還元して乳酸を生じる反応に使われて酸化され、NAD⁺となって再び解糖系に供給される。(解答欄3行)
- 問5 計算式： $0.8 \times 0.3 \times 100 = 24$
答え：24%
- 問6 1 : 20　2 : 増加　3 : 抑制
- 問7 変異タンパク質 A 再導入細胞では、コントロール細胞のタンパク質 A と同等の酵素活性をもつ変異タンパク質 A によって、生合成経路により AMP と GMP が合成され、その細胞内濃度が上昇する。しかし、変異タンパク質 A はタンパク質 A とは異なり AMP と GMP によって酵素活性が抑制されないので、生合成経路の速度が低下せず、合成される AMP と GMP の総量はコントロール細胞よりも変異タンパク質 A 再導入細胞の方が増加する。(解答欄6行)
- 問8 HX を加えると、コントロール細胞ではサルベージ経路と生合成経路により AMP と GMP が合成されてその細胞内濃度が上昇するため、生合成経路のタンパク質 A の活性が抑制され、両経路の AMP と GMP の総量の合計は 14 pmol/細胞/時間となる。一方、変異タンパク質 A 再導入細胞では、AMP と GMP の細胞内濃度が上昇しても生合成経路が抑制されず、生合成経路だけで 25 pmol/細胞/時間の合成が行われたため、両経路の共通の基質である PRPP が多量に消費され、タンパク質 B の反応速度が低下して、サルベージ経路による AMP と GMP の合成量が減少した。(解答欄6行)