

受 験 番 号				

問題冊子にも受験番号を記入すること。

東京大学大学院新領域創成科学研究科
メディカルゲノム専攻

平成24年度大学院入学試験問題
専門科目<必修>

実施日：平成23年8月10日（水）

時間：13：00～14：30（90分）

注意事項

1. 試験開始の合図があるまでこの問題冊子を開いてはいけません。
2. 解答には必ず黒色鉛筆（または黒色シャープペンシル）を使用すること。
3. 問題用紙は26頁あります。
4. 問題は3つあります。全問題を解答しなさい。
5. 解答用紙は、各問題について1枚、計3枚配られます。3枚あるか確認しなさい。
6. 各解答用紙の所定欄に受験番号を必ず記入しなさい。また、問題冊子にも受験番号を記入しなさい。
7. 各問題の解答には解答用紙各1枚を使用しなさい。
8. 解答用紙の右上には問題番号欄があります。問題番号欄に、問題番号を記入しなさい。
9. 解答用紙は、裏を使っても構いませんが、図や化学式などを含め、罫線の枠の中に収めなさい。なお、各問題において、字数、図や化学式などの使用についての指示がある場合は、それに従いなさい。
10. 解答用紙に解答に関係のない文字、記号、図、式などを記入してはいけません。
11. 解答できない場合でも、解答用紙すべてに受験番号を記入して提出しなさい。
12. 解答用紙を草稿用に使用してはいけません。草稿用には問題冊子の中の草稿用紙欄を使用しなさい。
13. 問題冊子・解答用紙は持ち帰ってはいけません。
14. 試験時間は90分です。途中での退室は原則として認めません。

必修問題 1

問 1. 次の問いに対して、最も適切なものをそれぞれの選択肢の中から一つずつ選び、(1) - a、(6) - (あ) のように記号で答えなさい。

(1) 次の金属元素のうち、通常、生体内にほとんど存在しないものはどれか。

a. 亜鉛 b. カルシウム c. マグネシウム d. カリウム e. リチウム

(2) 次の元素のうち、天然の DNA 分子中に一般的に存在しないものはどれか。

a. リン b. 窒素 c. 硫黄 d. 酸素 e. 炭素

(3) 次の官能基のうち、天然の DNA 分子中に一般的に存在しないものはどれか。

a. アミノ基 b. カルボキシル基 c. 水酸基 d. カルボニル基
e. メチル基

(4) 中性条件下の水溶液中で、DNA 分子はどのような電荷をもつか。

- a. 正電荷をもつ
- b. 負電荷をもつ
- c. 電荷をもたない
- d. 濃度によって異なる電荷をもつ
- e. 塩基組成によって異なる電荷をもつ

草稿用紙

(5) DNAは、図1に示すようなヌクレオシド(図はデオキシアデノシンを示す)が直鎖状に連なった化合物であるが、ヌクレオシド間はどのような化学結合でむすばれているか。

- a. アミド結合
- b. 水素結合
- c. リン酸トリエステル結合
- d. ジスルフィド結合
- e. 配位結合
- f. リン酸ジエステル結合
- g. エーテル結合

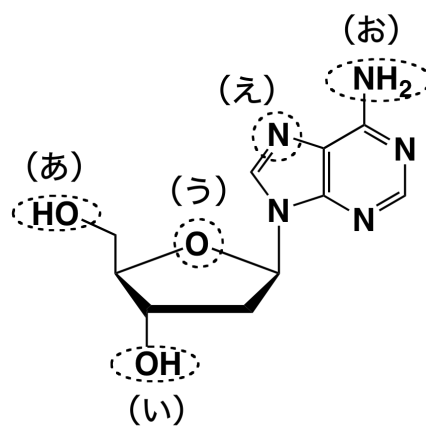


図1 デオキシアデノシンの化学構造式

(6) 図1に示したデオキシアデノシンの官能基(あ)～(お)のうち、水溶液中でDNAが二重鎖を形成するとき、水素結合に最も重要な役割を果たすのはどれか。

(7) 図1に示したデオキシアデノシンの官能基(あ)～(お)のうち、生体内でDNAが鎖長延長される反応で、新たに形成される(5)で答えた化学結合の生成反応に直接関わるものはどれか。

(8) 生体内で DNA が鎖長延長される反応は、次のうち、どれに相当するか。

- a. 求核置換反応
- b. 求電子置換反応
- c. ラジカル反応
- d. 酸化反応
- e. 還元反応

問2. 以下の文章の□に適切な数字を有効数字二桁で答えなさい。

(1) 溶質として、ATP (分子式 $C_{10}H_{12}N_5O_{13}P_3Na_4$) 119 g を含む 0.40 L の水溶液があるとする。この水溶液中の ATP のモル濃度は□① mol/L である。また、ATP の 0.10 mol/L 水溶液を 200 mL 調製するには、ATP が□② g 必要である。アボガドロ数を 6.0×10^{23} とすると、ATP 一分子の質量は□③ g である。濃度未知の ATP 溶液 10 μ L を取り、水で希釈して 10 mL とし、260 nm における吸光度を光路長 1.0 cm のセルに入れ、分光光度計で測定したところ、0.50 であった。260 nm での ATP のモル吸光係数 ϵ を 15.4×10^3 とすると、原液の ATP 濃度は□④ mol/L である。ただし、以上は C=12、H=1.0、N=14、O=16、P=31、Na=23 として計算した。

(2) 2.0 M の酢酸ナトリウムに 0.20 M の酢酸水溶液を等量加えた時の溶液の pH は である。ただし、酢酸の pKa を 5.0 として計算した。

問3. $C_4H_{10}O$ なる化学式を持つ化合物の構造異性体のうち、アルコールで不斉炭素を有するものについて、その構造式を示しなさい。ただし、不斉炭素の右上に*をつけること。

問4. 次の文章の正誤を問う。正しいものは(1)-○、誤っているものは(1)-×の
ように答えなさい。

- (1) ベンゼンは12個の π 電子を持つ。
- (2) アルデヒドを還元するとアルコールが生成する。
- (3) エチレンは sp^2 混成軌道を有する。
- (4) 標準状態の1モルの気体の体積はおよそ 22.4 m^3 である。
- (5) エントロピーの次元は、エネルギーの次元と同じである。
- (6) 定圧反応で発生する熱は、エンタルピー変化量に等しい。
- (7) 熱力学的により有利な過程は、反応速度がより速い。
- (8) 水の持つ高い誘電率は、水分子が分極していることに一因がある。

必修問題 2

問 1. 遺伝についての以下の文章を読み、() 内に当てはまる最も適切な語句あるいは数字を問題文に続く選択肢から選び、①-アのように答えなさい。

ハーディー・ワインベルグ (ワインバーグ) 平衡がなりたつ二倍体生物の集団について考える。ある遺伝子座について対立遺伝子 A と B のみが存在する時、A の頻度を p とすれば B の頻度は (①) である。遺伝子型 A/A の頻度は (②)、遺伝子型 A/B の頻度は (③)、遺伝子型 B/B の頻度は (④) となる。遺伝子型 A/B の頻度が 0.32 であれば、 p は (⑤) となる。

(選択肢)

ア. $2p$ 、イ. $0.5p$ 、ウ. $1-p$ 、エ. $p(1-p)$ 、オ. $2p(1-p)$ 、
カ. p^2 、キ. $(1-p)^2$ 、ク. $2p^2$ 、ケ. $2-2p$ 、コ. 0.1、サ. 0.2、
シ. 0.34、ス. 0.4

ヒトゲノムには、タンパク質をコードする遺伝子以外の部分も多い。この中には、染色体の (⑥) にあって染色体の安定維持や細胞老化に関わる (⑦) や、20-25 塩基ほどの一本鎖 RNA で、遺伝子発現調節に関わる (⑧) をコードする配列などが存在する。

(選択肢)

セ. 末端、ソ. 中央、タ. 性染色体のみ、チ. ヒストン、ツ. セントロメア、
テ. テロメア、ト. マイクロ RNA、ナ. リボソーム RNA、
ニ. ペプチド核酸

真核生物では核のみならず、葉緑体や（ ⑨ ）にもDNAが含まれている。
ヒトでは（ ⑨ ）のDNAの変異に伴う疾患が知られている。これらの疾患
は（ ⑩ ）遺伝の形式をとることが多い。

（選択肢）

ヌ．イントロン、ネ．エクソン、ノ．エンハンサー、ハ．スプライシング、
ヒ．エクソソーム、フ．リソソーム、ヘ．ミトコンドリア、ホ．リボソーム、
マ．核膜、ミ．母性、ム．父性、メ．常染色体優性、モ．常染色体劣性

問2. 微生物に関する次の文章を読み、() 内に当てはまる最も適切な語句を
問題文に続く選択肢から選び、①ーアのように答えなさい。

生物は核を有さない原核生物と核を有する真核生物に分類されるが、以下の内、
原核生物の組合せとして正しいのは (①)、真核生物の組合せとして正しい
のは (②) である。

(選択肢)

- ア. 大腸菌と酵母、 イ. 大腸菌とカビ (真菌)、
ウ. 大腸菌とバクテリオファージ、 エ. 大腸菌と藍藻、
オ. 酵母とカビ (真菌)、 カ. 酵母とバクテリオファージ、
キ. 酵母と藍藻、 ク. カビ (真菌) とバクテリオファージ、
ケ. カビ (真菌) と藍藻、 コ. バクテリオファージと藍藻

問3. 人体の生理に関する以下の文章を読み、() 内に当てはまる最も適切な語句を問題文に続く選択肢から選び、①ーアのように答えなさい。

横紋筋の収縮は、規則正しく配列したミオシンフィラメントと (①) フィラメントの相互作用で説明される。筋刺激により筋小胞体からの放出によって (②) イオン濃度が筋細胞質内で上昇すると、ミオシンフィラメント頭部の (③) 分解活性が高まる。その結果生じたエネルギーにもとづき、フィラメントのすべり運動が生じ、筋収縮にいたる。

(選択肢)

ア. コラーゲン、イ. アクチン、ウ. サイトケラチン、エ. クロロプラスト、
オ. ナトリウム、カ. カルシウム、キ. カリウム、ク. 亜鉛、ケ. プラズマ、
コ. グルコース、サ. GTP、シ. ATP、ス. CTP、セ. TNP

食物中の糖質は、おもに (④) で吸収され、血中に取りこまれる。血糖値が高くなると膵臓ランゲルハンス氏島細胞より (⑤) が分泌される。その作用により、たとえば、肝細胞ではグルコースからの (⑥) 合成が亢進する。その結果、血糖値が低下し、血糖値の恒常性が保たれる。

(選択肢)

ソ. 胃、タ. 小腸、チ. 大腸、ツ. インスリン、テ. グルカゴン、
ト. アミラーゼ、ナ. DNA、ニ. グリコーゲン、ヌ. アミノ酸

大脳には機能局在が見られ、各種の中枢はそれぞれ一定の部位に存在している。運動中枢は（ ⑦ ）に、視覚中枢は後頭葉に存在する。一方、平衡を保つ上で中枢的な役割をになうのは（ ⑧ ）であり、鳥類や魚類ではよく発達している。

（選択肢）

ネ. 筋紡錘、 ノ. かん体細胞、 ハ. 前庭、 ヒ. 半規管、 フ. 延髄、
ヘ. 小脳、 ホ. 頭頂葉、 マ. 前頭葉、 ミ. 側頭葉

成人では赤血球は主に（ ⑨ ）で作られ、およそ 120 日の寿命を持つ。赤血球に含まれる呼吸色素の（ ⑩ ）は、肺で酸素と結合し、他の組織では酸素と解離することにより、酸素の運搬にあたっている。

（選択肢）

ム. 脾臓、 メ. 骨髄、 モ. 肝臓、 ヤ. ヘモグロビン、
ユ. ヘモシアニン、 ヨ. フィトクロム

問4. 発生についての以下の文章を読み、()内に当てはまる最も適切な語句を問題文に続く選択肢から選び、① - アのように答えなさい。

後生動物の発生においては、一個の受精卵から卵割と呼ばれる体細胞分裂を繰り返して初期発生が進む。卵割では(①)期がほとんどないまま細胞周期が速く進行し、割球がどんどん小さくなる。このとき胚全体の大きさは(②)。両生類の場合、さらに発生が進むと内部に空洞をもったボール状の胞胚となる。次いで表層細胞群の一部が原口から胚内部に陥入して、(③)を形成する。この時期には、三胚葉の区別が明確になる。

(選択肢)

ア. 生殖細胞、イ. G1期とS、ウ. 減数、エ. 胞胚腔、オ. 体細胞、
カ. G2期とM、キ. 小さくなる、ク. S期とM、ケ. 大きくなる、
コ. 変わらない、サ. G1期とG2、シ. 消化管、ス. 桑実胚、
セ. 細胞質、ソ. 原腸

草稿用紙

必修問題 3

問 1. 以下の文章を読み、()内に当てはまる最も適切な語句を語群から選び、記号で答えなさい。「1-あ」の様に記述すること。

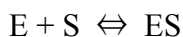
一般に、(1)基と(2)基の両方をもつ化合物をアミノ酸と呼ぶ。(1)基が結合している炭素を α 炭素と呼び、(2)基が α 炭素に結合しているものを α アミノ酸と呼ぶ。天然のタンパク質に共通に含まれる 20 種類の α アミノ酸のうち、(3)を除くすべての α アミノ酸は(4)型の光学異性体である。(5) nm での吸光度の測定は、迅速なタンパク質定量方法として良く用いられる。これは、(6)官能基を側鎖に持つアミノ酸であるフェニルアラニン、(7)、(8)などが、(5) nm 付近の紫外光を吸収するためである。

あ. 395 い. 赤 う. プロリン え. D お. 260 か. 脂肪族 き. 795
く. リン酸 け. アミノ こ. グリシン さ. 芳香族 し. メチオニン
す. L せ. 254 そ. R た. 595 ち. 2012 つ. 青 て. シトシン
と. トリプトファン な. チロシン に. カルボキシル ぬ. 280 ね. 緑

草稿用紙

問2. 以下の文章を読み、()内に当てはまる最も適切な語句を語群から選び、記号で答えなさい。「1-あ」の様に記述すること。

ある酵素 E とそれに結合する基質 S を混合した時、その反応が



と示されたとする。その反応が平衡状態にある時の E, S, ES の濃度(mol/L)をそれぞれ[E], [S], [ES]で表すと、結合定数 K_a は(1)で、解離定数 K_d は(2)で定義される。S の初濃度を $[S^0]$ とすると、平衡状態における(遊離の)S の濃度[S]は、 $[S^0]$ と[ES]を用いて(3)で表される。よって、 $K_a=(4)$ と表すことができる。この式を変形すると、

$$[ES] / [E] = -K_a ([ES] - [S^0])$$

となるため、x 軸に(5)を、y 軸に(6)をおくと、そのプロットの勾配は $-K_a$ となり、結合定数および解離定数が算出できる。この手法をスキッチャードプロットと呼ぶ。一般に結合の強さを表すのによく使われる解離定数 K_d は、その値が小さければ小さいほど(7)い結合であることを示す。例えば抗原と抗体の結合の解離定数 K_d は、通常 $10^{-9} \sim 10^{-11}$ (8)程度であり、(9)結合の中ではかなり(7)い部類に属する。

あ. [ES] い. [ES][E] う. $\frac{[ES]}{[E]}$ え. $\frac{[ES]}{[E][S]}$ お. $\frac{[E][S]}{[ES]}$

か. $\frac{[ES]}{[E]+[S]}$ き. $\frac{[E]+[S]}{[ES]}$ く. $\frac{[S^0]}{[ES]}$ け. $[S^0][ES]$ こ. $[S^0]-[ES]$

さ. $\frac{[ES]([S^0]-[ES])}{[E]}$ し. $\frac{[ES][E]}{[L^0]-[ES]}$ す. $\frac{[ES]}{[E]([S^0]-[ES])}$

せ. 強 そ. 弱 た. 速 ち. 遅

つ. L/mol て. g/mol と. mol/L な. mol/g

に. 共有 ぬ. 非共有 ね. ジスルフィド の. リン酸ジエステル

草稿用紙

問3. 各問題の3つの文(a, b, c)の記述の正誤の組合わせを示すカタカナ記号を選び「1 - ア」のように答えなさい。例えば、1の a, b, c のいずれもが正のときは「1 - ア」と答え、2の a が正, b が正, c が誤のときは「2 - イ」と答えなさい。

解答記載法

a 正 正 正 誤 正 誤 誤 誤
b 正 正 誤 正 誤 正 誤 誤
c 正 誤 正 正 誤 誤 正 誤
ア イ ウ エ オ カ キ ク

1. ゲノムについて

- a. ヒトのゲノムサイズはすべての生物のなかで最大である。
- b. ゲノムの塩基配列は、人によって異なる部分がある。
- c. ヒト細胞では核の全DNAとミトコンドリアDNAを含めてヒトゲノムという。

2. 細胞周期について

- a. 細胞周期のS期とM期間に存在するG1およびG2期の長さは、細胞の種類によらずほぼ一定である。
- b. 真核細胞の細胞分裂の前に染色体は凝縮する。
- c. 動物細胞には複数のサイクリン依存性キナーゼが存在し、細胞周期の進行を制御する。

解答記載法

- a 正 正 正 誤 正 誤 誤 誤
b 正 正 誤 正 誤 正 誤 誤
c 正 誤 正 正 誤 誤 正 誤
ア イ ウ エ オ カ キ ク
-

3. 細胞膜について

- a. すべての生体膜はリン脂質の二重層から形成される。
- b. 生体膜は、特殊なタンパク質が存在しないと、水とグルコースを通さない。
- c. 生体膜はそれのみでナトリウムやカリウムなどのイオンを通すことができる。

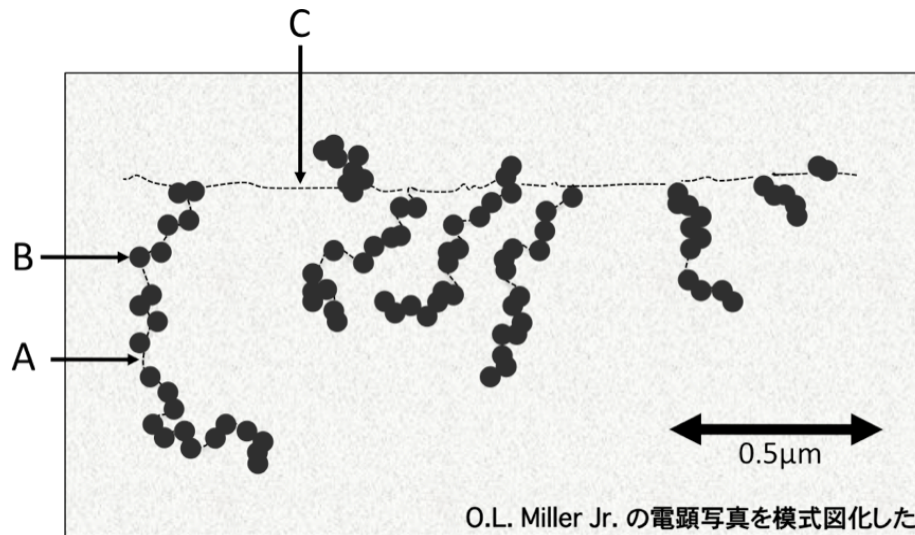
4. 細胞呼吸について

- a. 真核生物の解糖系の反応およびTCAサイクルは細胞質でおこる。
- b. 解糖系では最終的にクエン酸が合成される。
- c. エタノールを作るエタノール発酵は嫌気的条件下でもおこる。

5. 減数分裂について

- a. 生殖細胞を形成する減数分裂期では、間にDNA複製を介さずに二回連続して細胞分裂がおこる。
- b. 減数分裂期のDNA複製は、誤りの頻度が大変高くなっており、これが遺伝子の多様性に貢献している。
- c. 減数分裂期には、相同組換えの頻度が、体細胞に比較して著しく増加する。

問4. 下の図は、大腸菌のある遺伝子からのタンパク質合成の過程を電子顕微鏡で観察した像を、模式化したものである。図の下の文章を読んで括弧内にはいる最も適切な語をそれぞれのリストから選択して、「1-A」あるいは、「3-あ」のように記載しなさい。



この図では、鋳型DNAは(1 [図中のA, B, C から選択])であり、合成されたmRNAは(2 [図中のA, B, C から選択])である。転写は(3 [あ. 右から左, い. 左から右, う. 両方向 から選択])に進行している。リボソームは(4 [図中のA, B, C から選択])であり、鋳型DNAの上で同時に多くの転写が進行していることと、転写が終了する前に翻訳が開始していることがわかる。大腸菌の転写はRNAポリメラーゼが(5 [あ. エンハンサー, い. プロモーター, う. サイレンサー, え. アクチベーター から選択])内の特殊な配列を認識することにより開始される。多くの場合、翻訳は開始コドンの直前にある16S rRNAの3' 末端と相補的な保存配列(6 [あ. シャイン=ダルガーノ配列, い. コザック配列, う. CAATボックス から選択])を介してリボソームのmRNAへの結合が促進され、正しい開始コドンから翻訳が開始される。

草稿用紙

