

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21年度大学院入学試験問題 専門科目<必修>

実施日：平成20年8月4日（月）

時間：13:00～14:00（60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16頁です。
4. 問題は3つあります。全問を解答しなさい。
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60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. 単位や定数に関する以下の(1)～(11)の式または文章に関して、正しいものには○、間違っているものには×を、(1)○のように記しなさい。

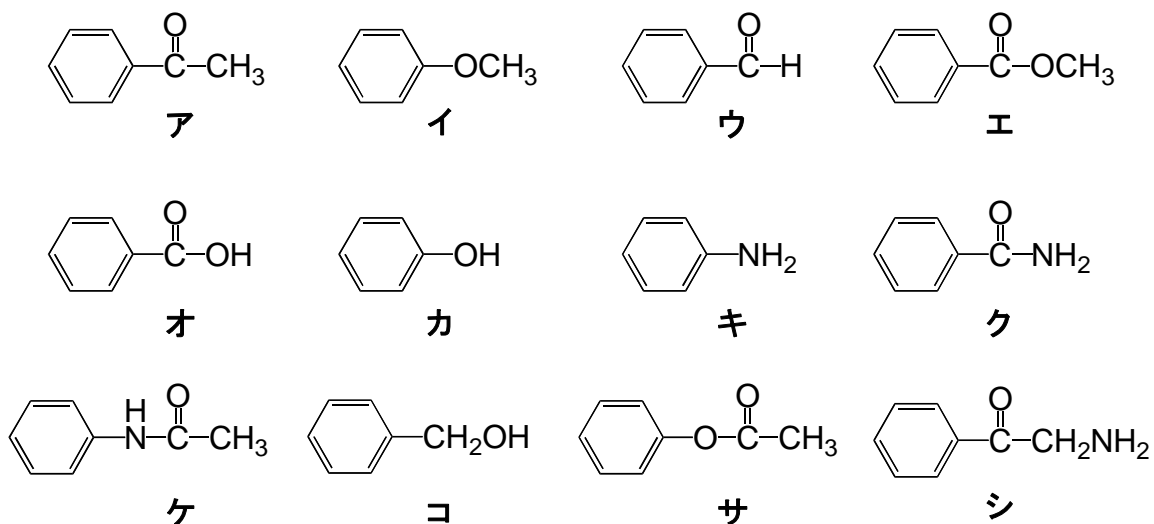
- (1) 絶対温度 1 K は、 $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ に等しい
- (2) $0.1\text{ nm} = 1 \times 10^{-10}\text{ cm}$
- (3) 標準状態の気体の体積は、およそ 22.4 m^3 である
- (4) $1\text{ kg} = 1 \times 10^{12}\text{ }\mu\text{g}$
- (5) $1\text{ kJ} = 4184\text{ cal}$
- (6) 水のイオン積は、 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ の場合、およそ $1 \times 10^{-14}\text{ (mol/L)}^2$ である
- (7) 10 mM の濃度の水溶液を 100 倍に希釈すると、 $1\text{ }\mu\text{M}$ になる
- (8) 1 ピコ秒と 1 マイクロ秒の比は、1 メガヘルツと 1 テラヘルツの比に等しい
- (9) ワットは仕事率や電力をあらわす単位で、 1 W は 1 J/s に等しい
- (10) ボルツマン定数 k とは、気体定数 R をアボガドロ定数 N_A で割ったものである
- (11) エントロピーの次元は、エネルギーの次元と同じである

問 2. 水溶液に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 0.40 M 硫酸銅(II)溶液(A液と呼ぶ)を純水で 20 倍に希釈し、光路長 10 mm のセルに入れ、吸光光度計で測定したところ、 500 nm の透過率は 10% だった。硫酸銅(II)溶液の 500 nm の光に対するモル吸光係数($\text{M}^{-1}\text{ cm}^{-1}$)はいくらか。解答を有効数字 2 桁で答えなさい。導出の過程は記載しなくてもよい。
- (2) 200 mL の A 液と 0.30 L の濃度不明の硫酸銅(II)溶液(B液と呼ぶ)を 1 L のビーカー内で混合したところ、 280 mM の硫酸銅(II)溶液ができた。B 液中の銅イオンのモル濃度(M)を求めよ。ただし、B 液における硫酸銅(II)の解離度は 1.0 とする。解答を有効数字 2 桁で答えなさい。導出の過程は記載しなくてもよい。

問3. 下のア～シの化合物に関して(1)～(9)の設問に答えなさい。化合物を選択する場合は「(1)ア、イ、ウ」のように記しなさい。該当する化合物が無い場合は「(1)なし」のように記しなさい。

- (1) アルコールをすべて選びなさい。
- (2) 脂肪族アミンをすべて選びなさい。
- (3) ケトンをすべて選びなさい。
- (4) アミドをすべて選びなさい。
- (5) 化合物のクロロホルム溶液に過剰の1 M 水酸化ナトリウム水溶液を加えて抽出するとナトリウム塩を形成して水層に移るものを選びなさい。
- (6) 炭酸水素ナトリウム水溶液と反応して二酸化炭素を生成するものを選びなさい。
- (7) 化合物のエタノール溶液に過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えると容易に加水分解されるものを選びなさい。
- (8) ヒドロキシ基を有する化合物オ、カ、コを酸性度の高い順に並べなさい。
- (9) アミノ基を有する化合物キ、ク、シを塩基性度の高い順に並べなさい。



(つづく)

問4. 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

溶媒（または小さな溶質）は自由に通過させるが、大きな溶質は通過させない性質をもつ **A** で隔てられた2室の一方に大きな溶質を含む溶液、もう一方に純溶媒をおくと、溶媒の一部が **A** を通って溶液中に移動して平衡に達する。このときの両側の圧力の差を **B** という。

C 溶液の **B** Π は、 $\Pi = RTC$ で与えられることが知られているが、高分子溶液では、①、この関係式に完全には従わない。このような **D** 溶液の **C** 溶液からのずれはビリアル係数と呼ばれる定数を用いて補正できることが知られており、高分子溶液の場合、 Π は以下の関係式で表される。

$$\Pi = RT \left(\frac{C'}{M} + B_2 C^2 + B_3 C^3 + \dots \right)$$

ここで、 R は気体定数、 T は絶対温度、 C は高分子のモル濃度、 C' は体積濃度 ($\text{kg-溶質}/\text{m}^3\text{-溶液}$)、 M は分子量、 B_2 、 $B_3 \dots$ は定数(ビリアル係数)である。

- (1) **A** ~ **D** に挿入する語として最も適切なものを下記の語群の中からそれぞれ一つ選び、A (ア) のように答えよ。

[語群] (ア) 現実、(イ) エントロピー、(ウ) 揮発性、(エ) 半透膜、(オ) 蒸気圧、(カ) 核酸、(キ) 塩基性、(ク) 化学ポテンシャル、(ケ) 希薄、(コ) 大気圧、(サ) ゾル、(シ) 二分子膜、(ス) 実在、(セ) 理論、(ソ) 自由エネルギー、(タ) 実験、(チ) 理想、(ツ) ゲル、(テ) 濃厚、(ト) 酸性、(ナ) 細胞膜、(ニ) 浸透圧、(ヌ) 蛋白質、(ネ) 平衡、(ノ) 飽和、(ハ) 起電力

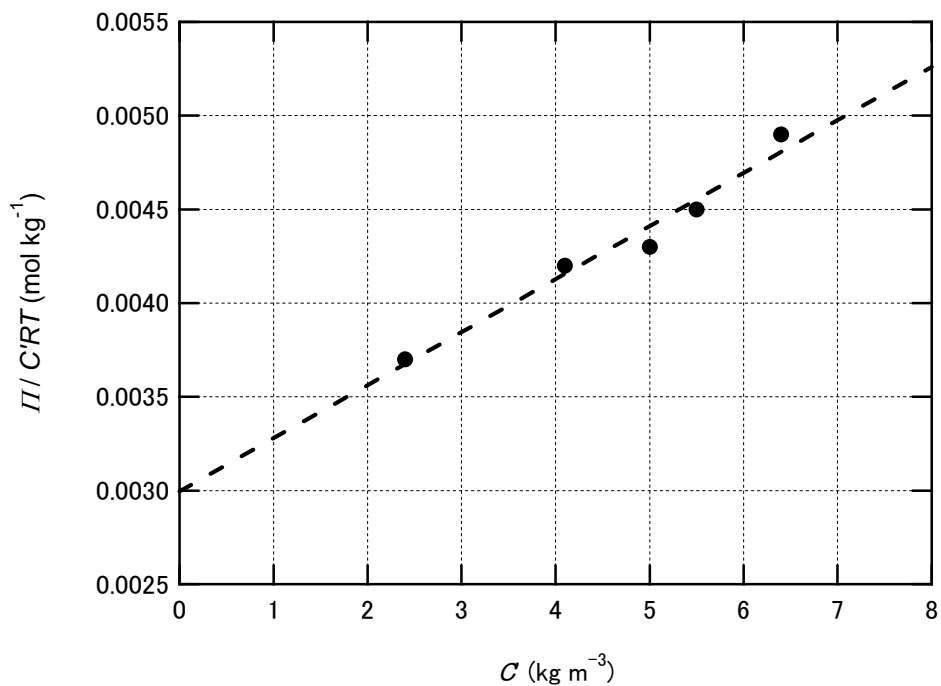
- (2) ① に挿入する句として最も適切なものを以下の (ア) ~ (オ) から一つ選べ。

- (ア) 分子の体積を0と仮定することが難しいため、
- (イ) 分子の構造変化の影響を無視することが難しいため、
- (ウ) 分子の比重を0と仮定することが難しいため、
- (エ) 分子の散乱の影響を無視することが難しいため、

(オ) 分子の拡散の影響を無視することが難しいため、

- (3) A君は、ある蛋白質の水溶液の Π を、温度一定の条件で、5通りの濃度 (C') で測定し、以下の表とグラフを作成した。次いで、プロットしたデータ点を近似する直線を引いた (図中の点線)。これらの結果を用いて、この蛋白質の分子量の近似値を求めなさい。解答を有効数字2桁の整数で答えよ。導出の過程は記載しなくてもよい。

C' (kg m^{-3})	2.4	4.1	5.0	5.5	6.4
$\frac{\Pi}{C'RT}$ (mol kg^{-1})	0.0037	0.0042	0.0043	0.0045	0.0049



草稿用紙

必修問題 2

問 1. 以下の文章を読み、文章が正しい場合は○、間違っている場合は×と答えなさい。 解答例：(17) ×

- (1) 減数分裂では、二倍体の細胞から一倍体の細胞ができる。
- (2) 体細胞分裂における細胞周期において、M 期とは DNA を合成する時期である。
- (3) 抗体は、抗原と特異的に結合する免疫グロブリンの総称であり、T 細胞から分化・成熟したプラズマ細胞により産生される。
- (4) 概日リズム（サーカディアンリズム）とは、約 12 時間の周期で変動し、そのリズムの周期が光パルスや暗パルスによってリセットされる生理現象である。
- (5) ミトコンドリアは、進化の過程で、酸素呼吸する好気性細菌が原始真核生物に共生したものであると考えられている。
- (6) ミトコンドリアには独自の DNA（ミトコンドリア DNA）が存在する。一般に、ヒトではミトコンドリア DNA 配列情報は、母親から受け継がれ、父親から受け継がれることはない。
- (7) 細胞の形の維持や細胞内物質移動に関わる細胞骨格のひとつとして、アクチンフィラメントが知られている。このフィラメントの主な役割は、細胞分裂期における染色体分離である。
- (8) 生物種間でのゲノムの大きさは多種多様であるが、一般に動物のゲノムは高等植物のそれよりも大きい。
- (9) アレルギーの原因物質であるアレルゲンが生体内に侵入すると、マスト細胞表面にある IgE 抗体へ結合することによってヒスタミンなどの化学伝達物質が放出され、さまざまなアレルギー症状がでてくる。

(つづく)

- (10) 自身の体細胞由来の核を、核を除去した未授精卵細胞に移植することによって、移植した体細胞と同じゲノムをもったクローン個体をつくりだすことは可能である。
- (11) 適応度（フィットネス）とは、「同一の遺伝子を共有する率」であり、二倍体生物の場合、親と子、兄弟間では $1/2$ である。
- (12) 優性（dominant）な遺伝子とは、二倍体の細胞の一組の相同染色体の同じ座（locus）にある対立遺伝子（alleles）のうち、子孫細胞に伝わりやすい方の遺伝子を指す。
- (13) 古細菌（アーキア）とは、古生代より以前に生息した細菌の総称であり、現生細菌に対応する概念である。
- (14) ハーディー・ワインベルク（Hardy-Weinberg）の法則とは、「自然選択に対して中立な突然変異遺伝子が集団中で固定する率は、世代あたりの突然変異率に等しい」というものである。
- (15) バクテリオファージはバクテリアに感染するウイルスであり、バクテリアのもつ繊毛を介して感染するのが一般的である。
- (16) 精子は雄性の生殖細胞の一つであり、動物固有のものである。

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なさい。 解答例：(7) ①ア、②イ、③ウ、④エ

- (1) (①) は多細胞生物の細胞で制御機構として管理・調節された、能動的な細胞死であり、ほとんどの場合、最終的に (②) を伴う。生体内では、癌化した細胞や内部に異常を起こした細胞の (③) などに重要な役割を果たす。

【語群】

ア. マイトーシス、イ. アポトーシス、ウ. ネクローシス、エ. 蛋白質分解、オ. DNA の断片化、カ. 転写の活性化、キ. 遺伝子組換え、ク. 翻訳の活性化、ケ. 複製、コ. 除去、サ. 分化、シ. 接着、ス. 修復

- (2) ヒトのゲノムは約 (①) 塩基対からなるが、個人間で比較すると、一塩基多型(SNP)では、約 (②) 程度の割合で異なっている。

【語群】

ア. 3 億、イ. 30 億、ウ. 300 億、エ. 3000 億、オ. 0.001%、カ. 0.1%、キ. 1%、ク. 10%

- (3) 大腸菌などのグラム陰性菌は、細胞膜と細胞壁との間に (①) と呼ばれる空間を有する。(①) には、アルカリフォスファターゼやリボヌクレアーゼなどの加水分解酵素が多く存在する。これらの酵素は、細胞質において (②) ペプチドを付加した前駆体として合成された後、細胞膜通過に関わる蛋白質複合体の作用により輸送される。

【語群】

ア. 脂質二重層、イ. ペプチドグリカン、ウ. ペリプラズム、エ. リソソーム、オ. 糖鎖修飾、カ. 両親媒性、キ. シグナル、

ケ. 親水性、コ. 表面

- (4) ヒトの赤血球は円盤状の形をしており、その直径は約 (①) である。血液を低速の遠心分離にかけると、上層には (②)、下層には (③) が沈殿する。血液は、赤血球の表面に提示されている (④) の違いにより、ABO 式の分類がされることがある。

【語群】

ア. 7-8 nm、イ. 7-8 μm 、ウ. 7-8 mm、エ. 酵素、オ. 血漿、
カ. 赤血球、キ. 抗原、ク. 脂質、ケ. 補因子

- (5) ヒトの脳は、成人の場合、体重の約 (①) %の重さであると言われている。脳には約 140 億個の (②) 細胞が含まれるが、これは脳に含まれる細胞数の約 1 割であり、残りは (③) 細胞である。(③) 細胞は (②) 細胞に対し、栄養を供給する働きなどをする。

【語群】

ア. 0.1、イ. 2、ウ. 10、エ. グリア、オ. 幹、カ. 末梢、キ. 神経、
ク. 表皮

- (6) 生物集団の個体数 N の時間 t による変化は、 $dN/dt = rN$ という単純なモデルであらわすことができる。ここで、 r は増加率と呼ばれる。時刻 $t = 0$ での個体数を N_0 として、この方程式を解くと $N = (①)$ となる。このモデルでは、 $r > 0$ の場合、時間とともに個体数は無限大へと向かう。しかし、実際には個体数の増加に伴い、何らかの要因により r が減少する。これを (②) 効果と呼び、このモデルの一つでは、 $r = (③)$ と仮定する。ここで、 r_0 は内的増加率、 K は (④) と呼ばれる正の定数である。

【語群】

ア. $K N_0 e^{rt} / [K + N_0 (e^{rt} - 1)]$ 、イ. $N_0 e^{-rt}$ 、ウ. $N_0 e^{rt}$ 、エ. $r_0 (1 + N/K)$ 、
オ. $r_0 (1 - K/N)$ 、カ. $r_0 (1 - N/K)$ 、キ. 食物連鎖、ク. 極相遷移、ケ. 競争排除、
コ. 共進化、サ. 血縁選択、シ. 密度、ス. 環境収容力

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。同じものを複数回使用してもさしつかえない。

解答例：⑳ m

- (1) DNA の 5' 末端に結合したリン酸は、(①) という酵素によって加水分解され、5' 末端を水酸基にすることができる。
- (2) (②) は、DNA の 5' 末端の水酸基に ATP の (③) 位のリン酸を転移し、5' 末端がリン酸化された DNA を合成する酵素である。
- (3) 以下は、(④) ライブラリーの作成手順である。mRNA から (⑤) を用いて相補的な DNA を合成する。この DNA は mRNA と二重鎖を形成しているため、リボヌクレアーゼ H によって、(⑥) を分解し、さらに (⑦) を用いて二重鎖 DNA へと変換する。
- (4) 核酸は (⑧) の電荷を持っているため、電気泳動では (⑨) 極から (⑩) 極へと移動する。
- (5) 一般に DNA と RNA とを比べると、塩基性条件下では (⑪) の方が分解されやすい。
- (6) DNA や RNA の吸収最大波長は、およそ (⑫) nm であるが、これは (⑬) 部分の分光学的性質を反映している。
- (7) ゲル濾過クロマトグラフィーでは、一般に分子量が (⑭) ものが、先にカラムから溶出される。
- (8) 等電点が 5.0 である蛋白質は pH 7.0 の緩衝液中では (⑮) 電荷を帯びていると予測される。したがって、この蛋白質は pH 7.0 の緩衝液中で (⑯) カラムに吸着すると予測できる。
- (9) 蛋白質の一般的な分離方法である (⑰) 電気泳動では、分子量の (⑱) 蛋白質の方が、泳動距離が大きい。
- (10) クロラムフェニコールはバクテリアにおいて (⑲) を阻害し、ペニシ

リンは (㉔) を阻害する抗生物質である。

- (11) アルコール発酵のプロセスは以下の通りである。まず 1 分子のグルコースは (㉑) において (㉒) 分子のピルビン酸に代謝される。つぎにピルビン酸は、(㉓) 反応によりアセトアルデヒドに変換される。アセトアルデヒドはアルコールデヒドロゲナーゼにより (㉔) され、エタノールが生じる。以上の代謝プロセスを反応式として表すと、 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow$ (㉕) $C_2H_5OH + 2$ (㉖) となる。

【語群】

ア) 中性、 イ) マイナス、 ウ) プラス、 エ) DNA、 オ) RNA、 カ) mRNA、
キ) tRNA、 ク) cDNA、 ケ) α 、 コ) β 、 サ) γ 、 シ) δ 、 ス) 1、
セ) 2、 ソ) 3、 タ) 4、 チ) 6、 ツ) RNA ポリメラーゼ、 テ) 逆転写酵
素、 ト) DNA ポリメラーゼ、 ナ) リガーゼ、 ニ) リボヌクレアーゼ、 ヌ)
ヌクレオチドキナーゼ、 ネ) フォスファターゼ、 ノ) ヌクレアーゼ、 ハ)
ポリアクリルアミドゲル、 ヒ) セルロースゲル、 フ) アガロースゲル、 ヘ)
リボース、 ホ) リン酸ジエステル結合、 マ) 塩基、 ミ) 小さい、 ム)
大きい、 メ) 260、 モ) 280、 ヤ) 450、 ユ) 600、 ヨ) DNA 複製、 ラ)
転写、 リ) 翻訳、 ル) 細胞壁合成、 レ) イオンチャネル、 ロ) 陽イオ
ン交換、 ワ) 陰イオン交換、 ヲ) アフィニティー、 シ) 電子伝達系、 a)
ペントースリン酸回路、 b) 解糖系、 c) 異性化、 d) 脱炭酸、 e)
水和、 f) 還元、 g) 酸化、 h) 脱水、 i) H_2O 、 j) CO_2 、 k) CH_3OH

(つづく)

問2. 以下の文章を読み、文章が正しい場合は○、間違っている場合は×と答えなさい。 解答例：(25)○

- (1) L-バリン、L-ロイシン、L-トリプトファンなどは、ヒトの体内で生合成できないため、必須アミノ酸と呼ばれている。
- (2) ヒトが草木を食物として摂取（消化）できないのに対し、牛などの反芻動物が食べることができるのは、唾液中にセルロース分解酵素を含むからである。
- (3) 機能の類似した相同蛋白質のアミノ酸配列を比較すると、立体構造上、分子表面に位置するアミノ酸の方が、分子内部に位置するアミノ酸よりも保存性が高い。
- (4) ミカエリス-メンテン（Michaelis-Menten）の式にしたがう酵素反応において、ミカエリス定数 K_M は基質と酵素の親和性を表し、値が小さいほど親和性が高い。
- (5) ミトコンドリアでの ATP 生産は、プロトン (H^+) 濃度勾配にしたがったプロトン輸送に共役している。
- (6) 真核生物のすべての遺伝子は、蛋白質をコードする遺伝情報がイントロンにより分断されている。
- (7) 大腸菌の RNA ポリメラーゼでは、シグマサブユニットが触媒活性の中心を担う。
- (8) 生物において、光合成反応は葉緑体を持つ植物特有のものである。
- (9) 微生物は地球上のさまざまな環境に適応して生育しているが、どんな微生物も酸素が全く存在しない環境では生育することはできない。
- (10) 大腸菌は、組換えタンパク質を生産するための宿主として利用されているが、真核生物由来の蛋白質を発現させることはできない。
- (11) 真核生物の DNA は、ヒストンという酸性の蛋白質が結合したヌクレオソーム構造をとっており、ヒストン蛋白質の修飾によって遺伝子発現が制御さ

れている例がある。

- (12) DNA の二重鎖の複製において、片方の鎖の合成は 5' 末端から 3' 末端の方向に進行するが、相補的な鎖の合成は 3' 末端から 5' 末端の方向に進行する。
- (13) 一般に DNA の遺伝情報が RNA へ転写される開始反応には、鋳型 DNA に相補的な RNA プライマーを必要とする。
- (14) 真核生物の多くの mRNA の 3' 末端にはポリ A 配列が存在するが、この配列情報は DNA 上にコードされていない。
- (15) 一般に細胞内で最も量が多い RNA 種は蛋白質をコードする mRNA である。
- (16) 蛋白質の一次配列から、その蛋白質をコードする mRNA 上の一次配列も必ず一通りに決まる。
- (17) mRNA 上の蛋白質コード領域部分の 3 つの塩基のならば (コドン) は tRNA のアンチコドンと呼ばれる部分と相互作用するが、一種類の tRNA は必ずひとつのコドンに対応しており、複数のコドンに対応していることはない。
- (18) RNA が化学反応を触媒する例はこれまで報告されていない。
- (19) グルコースとフルクトースを含む培地中では、大腸菌の β -ガラクトシダーゼ遺伝子の発現は抑制されていない。
- (20) DNA と RNA の化学構造の違いは、それらを構成するヌクレオシドの塩基部分のみにある。
- (21) DNA の相補的な塩基対である A-T 塩基対と G-C 塩基対では、G-C 塩基対の方が熱力学的により安定である。
- (22) 真核生物では、DNA から RNA への転写も、RNA から蛋白質への翻訳も、ともに核内で行なわれ、翻訳産物は核から細胞質へ輸送される。

(つづく)

- (23) ヒトのヤコブ病や羊のスクレイピーなどの神経疾患の原因物質は、プリオンとよばれる蛋白質である。病原性のある異常プリオン蛋白質を、病原性のない正常プリオン蛋白質と比べると、必ずアミノ酸配列の違いが見つかる。
- (24) シャルガフ (Chargaff) は、多くの生物種の DNA の塩基組成を分析し、アデニンとチミンの含有率、グアニンとシトシンの含有率はそれぞれ等しいことを見出した。この「シャルガフの法則」が大きな手がかりとなり、遺伝暗号の解読が進んだ。

草稿用紙