令和５年度

琉球大学医学部医学科第２年次特別編入学
(学士入学)
自然科学総合問題Ⅰ

１３：３０～１４：５０

注　　意

合図があるまで開いてはいけません。

本冊子は回収しますので、持ち帰らないで下さい。

受験番号と氏名を記載して下さい。

受 験 番 号	
氏　　名	

1　以下の文章を読んで、各問いに答えなさい。

ヒトミトコンドリア DNA は（問２）個の遺伝子をコードし、（問３）子に受け継がれる。2016 年アメリカを中心とした医療チームがメキシコにおいてミトコンドリア遺伝病の発症を予防するために遺伝子操作をした受精卵を作製し、出産に成功したと発表した。医療チームはまず、健常女性の卵子の核を取り除き、ミトコンドリア遺伝病の保因者である母親の卵子の核を脱核した健常女性の卵子に挿入した。次にこの卵子と父親の精子を用いて受精卵を作製し、母親の子宮に着床させ、無事出産に成功したとされる。

2018 年には中国の研究者が受精卵の遺伝子操作を行い、双子の出産に成功した事を報告した。この研究者はヒト免疫不全ウイルス（HIV）のキャリアーである父親と健常な母親の受精卵で CRISPR–Cas9（問５）により CCR5 遺伝子の機能を喪失させ、この受精卵を母親の子宮に移植し出産させている。CCR5 は HIV を細胞に侵入させる機能を有するため、この操作により子が HIV に感染する事を防ぐために行ったと主張しているが、CCR5 ではなく CXCR4 を介して細胞に侵入する HIV も存在する事から無意味な操作であり、生まれてくる子を不必要にリスクにさらした（問６）と非難された。

我が国では、2019 年４月よりがんゲノム医療が開始され、同年６月より、がん遺伝子パネル検査費用が保険適応となった。従来の臓器別の保険適応では治療の対象とならない患者を臓器によらず原因となる変異遺伝子により分類し、標的治療薬が同定された場合に治療適応となるものである。この場合の変異は（問７）変異であり、子孫にその情報は受け継がれない。検体はがん組織標本であり、抽出したゲノム DNA を次世代シーケンサー（問８）により解析し、血液由来のゲノム DNA の（問９）由来の配列情報と比較して原因変異の同定を試みる。（問１０）変異などの病的意義の強い変異の場合には判定は比較的容易であるが、判定が困難な場合には様々な情報を総合的に判断する必要がある。

問１．ヒトミトコンドリアについて正しいものを次からすべて選び、記号で答えなさい。

a. 細胞核に存在する。
b. 線状の DNA を有する。
c. ヒトミトコンドリア DNA の全長はおよそ 100 kbp である。
d. 主な機能はエネルギー（ATP）産生である。
e. ヒトミトコンドリア DNA にイントロンは存在しない。

問２．括弧内に最も適当なものを次から選び、記号で答えなさい。

a. 37
b. 117
c. 2,200
d. 33,000
e. 1,000,000

問３．括弧内に最も適当なものを次から選び、記号で答えなさい。

a. 両親のミトコンドリアが半分ずつ

b. 両親のミトコンドリアが無作為に

c. 両親のミトコンドリアの片方が

d. 父親のミトコンドリアのみが

e. 母親のミトコンドリアのみが

問４．ミトコンドリア遺伝病はメンデル遺伝形式をとらない。メンデルが発見した３つの法則とは何か。

問５．このシステムを用いた操作は一般に何と呼ばれるか。

a. 遺伝子組換え

b. ゲノム編集

c. 遺伝子導入

d. 遺伝子除去

e. ゲノムマッピング

問６．この双子について最も懸念されるものを選べ。

a. オフターゲット効果

b. 免疫不全

c. HIV 垂直感染

d. ミトコンドリア異常

e. 染色体異常

問７．括弧内に相応しい言葉を記載せよ。

問８．次世代シーケンサーに関する記述のうち正しいものすべてを選び記号で答えなさい。

a. ショートリードタイプのものは 1 kb 程度の断片を読むものである。

b. ショートリードタイプのものは繰り返し配列や構造多型の解析に有用である。

c. トランスクリプトームやエピゲノム解析には適していない。

d. ロングリードタイプのものは 10 kb 程度の配列を読むことが可能である。

e. タンパク質の網羅的発現解析にも有用である。

問９．括弧内に相応しい言葉を記載せよ。

問１０．括弧内に**相応しくないもの**を次からすべて選べ（複数選択可）。

a. ナンセンスバリアント

b. フレームシフトバリアント

c. シノニマスバリアント
d. ミスセンスバリアント
e. イントロンバリアント

2　水素、酸素、窒素に関する以下の問いに答えよ。ただし、気体は全て理想気体として扱えるものとし、液体の体積は気体の体積に比べて無視できるものとする。また、気液平衡が成り立つものとし、27.0℃での水の飽和蒸気圧は 3.57×10^3 Pa とする。また気体定数は 8.31×10^3、原子量は、H=1.00、O=16.0 とする。答えはいずれも小数第三位まで求めよ。

右図に示す反応容器を使用し、コックを閉じて 27.0℃で容器 A に水素、容器 B に空気を入れた。容器 A と容器 B の内容積はどちらも 0.500 L とし、両容器をつなぐ配管の容積は無視できるものとする。空気は酸素と窒素を、酸素：窒素の体積比が 1:4 となるように混合した気体であるものとする。以下の問１～問６に答えよ。

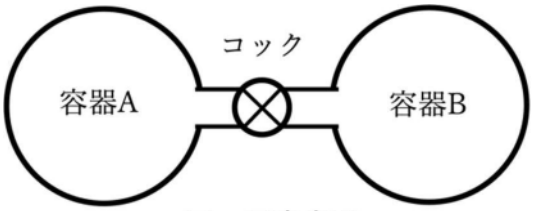

図　反応容器

問１．容器 A には水素が圧力 5.00×10^4 Pa で入っている。容器 B 内の酸素の物質量を容器 A 内の水素の物質量の 0.300 倍になるように空気を入れた。このときの容器 B 内の空気の圧力を求めよ。

問２．次に、容器 A と容器 B をつなぐ配管途中のコックを開いて両容器内の気体を十分に混合した。このときの容器内の水素、酸素、窒素の分圧および全圧を求めよ。

問３．再びコックを閉じて容器 A 内の混合気体に点火し、水素を燃焼させた。この燃焼反応が熱化学方程式①で表されるとき、反応が完全に終了した後の容器 A 内の水素、酸素、窒素、水のモル分率を求めよ。

H_2（気）$+\frac{1}{2}$ O_2（気）$=$ H_2O（気）$+$ 242 kJ……①

問４．問３の反応直後は 1,000℃以上であるため水は気体となっている。その後、容器を放置し、容器 A 内の温度が 27.0℃まで低下したときの容器 A 内の全圧を求めよ。ただし、気体の水への溶解は考えなくてもよいものとする。

問５．問４の状態の、容器 A 内で凝縮した液体の水の質量を求めよ。

問６．27.0℃、1.01×10^5 Pa における水の蒸発熱が 44 kJ/mol であるとして、次の熱化学方程式②の Q に当てはまる数値を求めよ。

H_2（気）$+\frac{1}{2}$ O_2（気）$=$ H_2O（液）$+$ Q kJ……②