

2018-S1 現代生命科学 I 総集編 担当教員：笹川昇
※ 6/1(金)17:00~(@511)、試験日程は各自で再度確認すること。

1、生命科学と現代社会の関わり、生命科学の特殊性

A 生物とは

「これは生物だ」と判断することはできるが、「生物とは何か」と説明することは難しい
非線形的なもの…答えを導くまでの過程次第では最終的な答えが変わってしまうもの

B 地球上の生物が持つ特徴(共通性)

- i 細胞によって構成されている
 - ii 自己複製する…遺伝物質として DNA を持つ、生物間の遺伝暗号はほぼ同一である
 - iii 刺激に対し応答する
 - iv 養分からエネルギーを得て物質代謝を行う…化学反応
- (cf. 生物間の遺伝暗号の同一性→遺伝子組み換えの可能性)

C 地球環境と生物

生物間の遺伝暗号の同一性から、共通の原始生命の存在や進化の可能性を考えるようになった

i 宇宙の歴史

出来事	時期	時期測定の方法
宇宙の誕生	約 137 億年前	ビッグバン以降の宇宙の膨張に関する計算の逆算
地球の誕生	約 46 億年前	放射性同位体の測定
海洋の誕生	約 40 億年前	堆積岩の調査
最古の生命	約 38 億年前	生物の痕跡の発見

ii ヒトの歴史

出来事	時期
原始人類の誕生	約 600 万年前
現生人類の誕生	約 15~20 万年前

(cf. 考古学…現生人類の文化的活動の研究)

D 地球生命の起源

i ミラーの実験

実験内容	水、メタン、アンモニア、水素を入れたフラスコに放電(当時の地球環境を再現)
結果	有機物が生成される
考察	有機物の生成が繰り返されればやがて単細胞が作られる

ミラーは、当時の地球にある分子に対する放電によって有機物が生成される過程が繰り返されることによって、単細胞が作られたのではないか(原始生命が誕生したのではないか)と考えた
→化学進化による単細胞の誕生を考察

ii パンスペルミア説

原始生命は、宇宙から隕石に乗ってやってきたとする説

この場合、原始生命は環境変化に強い微生物と考えられる

実際、宇宙ステーションでは地球生命の起源の捕獲実験が行われている

(cf-1. DNA 内の宇宙人からのメッセージ)

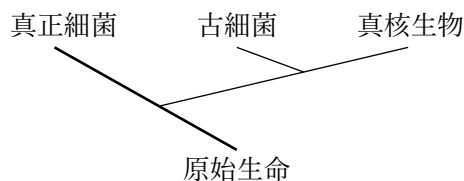
(cf-2. インテリジェントデザイン…自然界の過程には「知性ある何か」が影響しているとする説)

E 生物の持つ共通性でのより分け(分類)

i 真正細菌、古細菌、真核生物の3ドメイン(3領域)による分類

地球上の生物		
原核生物(無核)		真核生物(有核)
真正細菌	古細菌 (生物誕生時の生物と 似たような構造)	

ii 進化の過程を踏まえた系統樹(DNA 配列の比較)



古細菌という名前だが、真核生物とより遠いのは古細菌ではなく真正細菌である

→名称に惑わされてはいけないということ、DNA 配列の比較が重要であるということ

F 物質から見た生命科学

例 ハツカネズミの肝臓の構成

順位	物質名	構成割合(%)
1	水	68,0
2	タンパク質	21,0
3	脂質	5,6
4	炭水化物	3,8
5	核酸	1,2
6	無機塩類	0,4

注) 核酸…遺伝情報を担い配列が重要 ⇔ タンパク質…構造、機能、形が重要

(生体高分子図については省略する)

2、細胞内小器官－タンパク質生成の過程に着目しながら－

A 前回の授業内容の補足

収斂(しゅうれん)…環境などの要因から、系統の異なる生物が、独自の進化を進めていく中で

結果的に類似した構造、特徴を持つようになるということ

例) ハリネズミとハリテンレク…系統は大きく異なるが、外見を始め類似点が多い

B 遺伝情報とタンパク質

DNA の遺伝情報からタンパク質が作られる = DNA の遺伝情報はアミノ酸の順番を定めている

また、そのタンパク質からなる酵素(生体触媒)によって糖、脂質などの化学物質が作られる

C タンパク質とは

アミノ酸(単量体)が脱水縮合してできた高分子有機化合物(多量体)

アミノ酸同士はペプチド結合によって結びつけられている

- i 一次構造…直線状の構造
- ii 二次構造…基本的な立体構造で特徴的→ α -ヘリックス(らせん状)、 β -シート(波形状)
- iii 三次構造…独自の立体構造
- iv 四次構造…複数のタンパク質の相互作用

注) アミノ酸は全部で 20 種類あるが、21 種類目のアミノ酸を持つ生物もいる

D 遺伝情報の流れ

- i DNA は自ら複製を繰り返しているが、やがて核内で RNA に遺伝情報が転写される
- ii RNA は核内から核膜を通り抜けて核外へ出、リボソームでタンパク質へと翻訳される
- iii 生成されたばかりのタンパク質は一次構造の状態なので、小胞体で立体構造が作られる
- iv タンパク質が細胞外のどこへ分泌されるかをゴルジ体で決定される
- v タンパク質が不要だと見なされると、リソソームで破壊される

E 遺伝情報には関係しないが重要な細胞内小器官・細胞の特徴

- i ミトコンドリア…エネルギーの産生に働く細胞内小器官
- ii オートファジー…飢餓状態の細胞が細胞内構成成分を分解・再利用しようとする特徴で、このとき一過性のオートファゴソームが作られる(大隅教授の発見)

3、優性・劣性は字の通り優劣の違いなのか

A DNA についてのおさらい

遺伝物質の本体…核にあるものを染色体 DNA、ミトコンドリアにあるものをミトコンドリア

DNA という(以下の例では便宜上前者を **N**、後者を **M** とする)

例) 白血球…**N**、**M** 両方ある 赤血球…**N**、**M** 両方ない 髪・爪…**N** はないが **M** はある

B ミトコンドリア

外膜と内膜からなる二重膜構造で、内膜に囲まれた部分をマトリックスという(図は省略)

細胞内共生により細胞に取り込まれた小器官→ミトコンドリア DNA はマトリックスに存在

C ゲノムについて

ある生物において、すべての細胞は同じ DNA 配列を持つ(例外：生殖細胞、免疫細胞)

ここで、ある一つの生物を形成するのに用いられる DNA 配列全情報のことをゲノムという

例) ヒトゲノム…常染色体(1~22)、性染色体(X、Y)、ミトコンドリア DNA 全部で 30 億塩基対
(cf. ヒトゲノム計画…ヒトゲノムの全塩基配列解読計画だが既に完了)

ゲノムという言葉で生物種を定義できる

ヒトである限りヒトを形成するのに必要なゲノム配列は持っているものの、細かく見れば個人個人で多少配列が異なる部分もある→多型(≡個性)

(生物学的に見れば遺伝病は単なる表現型の変化に過ぎない)

D DNA 配列の変異とタンパク質の機能

DNA 配列が変異することで翻訳されるタンパク質のアミノ酸配列も変化するが、それにより、

i 機能を失ったタンパク質ができるとき、機能喪失変異という

ii 何か新しい機能を持ったタンパク質ができるとき、機能獲得変異という

機能喪失変異が必ずしも病気につながるわけではない←ヒトは二倍体の生物である

注) 二倍体…染色体数が基本数の倍になっている生物(ヒトの染色体…23 組 46 本)

→ヒトは両親由来の DNA 配列を受け継いで誕生する生物であるから、たとえ片方の DNA 配列で機能喪失変異が生じて、もう片方の DNA 配列で変異が見られなければ問題ない。一方で、機能獲得変異の場合、片方の DNA 配列で変異が生じるだけでも子の DNA 配列には影響する。つまり、

機能喪失変異は両親から機能喪失変異遺伝子を受け継いだときのみ表現型が現れる劣性

機能獲得変異は片方の親からでも機能獲得変異遺伝子を受け継ぐと表現型が現れる優性

である。ここからもわかるように、優性・劣性とは表出性・潜行性の問題で優劣は関係ない。

劣性遺伝子はホモ(2 つ揃う)、優性遺伝子はヘテロ(少なくとも 1 つ揃う)で発現する

cf. ヒトに性が存在する意味

→二つの異なる性が持つそれぞれの染色体が混ざり合うとき、互いの DNA 配列が交換される遺伝子組み換えが生じ、それが遺伝情報の変化における柔軟性を生み出していること。

4、細胞とがん

A 前回の関連事項

近交係数…近親婚における劣性ホモの出現確率のこと

変異の様々… i ミスセンス変異 塩基の置換によるアミノ酸の置換で異常タンパク質が生成

ii ナンセンス変異 塩基の置換による終止コドンでタンパク質生成が停止

iii サイレント変異 塩基の置換は起こるがタンパク質のアミノ酸配列に無影響

B ヒトの細胞について

ヒトは約 60 兆個の細胞を持つ多細胞生物であるが、最初是一个の受精卵から生じる

分裂をするに従って形や機能の異なる娘細胞が生じる(個々の細胞が持つゲノムは同じ)

不等分裂…最終的に特定の機能に特化した細胞に分化するように分裂してゆくこと

なぜ不等分裂が起こるのか

i 発現するタンパク質の違い

ii 細胞をとりまく環境(周辺の細胞、物理的・化学的・刺激)

→遺伝子発現の変化

iii DNA に対する後天的修飾の変化(エピゲノム)

細胞分裂は厳密な制御の下にある

C ヒトという多細胞生物

多細胞生物の利点…個体の大きさ、組織の分業化、一細胞の死 ≠ 一個体の死

cf. アポトーシス…細胞自身の積極的・計画的な死

ヒトにおいては、分化が済んだ細胞は分裂を止めることが多く、他の機能を持つ細胞に再分化することは不可能 = 多能性を失う(一方で植物は多能性維持が可能)

ヒトも多能性を維持できないのか

i ES 細胞…受精卵を利用、倫理的な問題

ii iPS 細胞…すでに分化した体細胞のエピゲノム情報をリセットし培養、技術的な問題

→細胞分裂の仕組み(細胞周期)の破綻 = がん化

D がんの発生

体細胞に異常が起こると、細胞増殖を促す遺伝子の働きに異常が生じ常に細胞増殖するが、大抵の場合抑制機能を持つ遺伝子(がん抑制遺伝子)が修復・アポトーシスを促しががん遺伝子を抑制する。ところが、がん抑制遺伝子にも異常が生じると、異常な細胞増殖は抑制されずがん化する。

→がんの多段階発生モデル

5、食と健康

A 前回に関連すること

減数分裂…生殖細胞に関わる細胞分裂で、DNA の正確な複製が重要だが DNA 組み換えが発生

B 糖質制限ダイエット

i そもそも糖質制限が謳われるようになった背景

糖尿病…体内の血糖値が上昇すると反応性の高い糖が体内のタンパク質と反応し(メイラード反応)体に悪影響をもたらす病気のこと

→この対策として糖質制限が謳われた、ゆえに糖質(炭水化物)は良くないという印象が拡大

ii 糖質制限による悪影響

例) 糖質制限食は、糖質(炭水化物)を減らす分他の栄養素を補っている

タンパク質を補っている糖質制限食を偏って過度に食べると腎肝に負担、死亡例もある
(タンパク質中の窒素によりアンモニアが発生しその解毒化を行う肝臓、および解毒された尿素をろ過する腎臓に大きな負担が生じるということ)

iii 三大栄養素

炭水化物、タンパク質、脂質の三種類

炭水化物 …糖であり、消化によって単糖類となり、やがてエネルギーとなる

タンパク質…消化によってアミノ酸となり、やがて他のタンパク質やエネルギーとなる

脂質 …消化によって脂肪酸となり、やがて他の脂肪やエネルギーとなる

重要なことは特に単糖類、アミノ酸、脂肪酸については相互変換的であるということである

つまり、炭水化物、タンパク質、脂質は、エネルギーを得る過程において途中から共通した部分があり、この過程を通じて物質は相互変換している

iv 糖とエネルギー

糖は燃焼する→糖は燃焼するだけの化学エネルギーを持っている

例えばグルコース($C_6H_{12}O_6$)が水(H_2O)と二酸化炭素(CO_2)に分解するとき、その化学反応にあたってはまず活性化エネルギーが必要となり、また分解前と分解後のエネルギーの差分は反応熱として放出される。このままでは分解が不可能なので、多段階反応を行うことで分解を可能にしている。また多段階反応を通じて最終的に ATP という化合物を作りエネルギーを他に活用できる形にしている。

この多段階反応では活性エネルギーが低下しているが、これは体内の穏やかな環境でも化学反応を可能にする生体触媒の酵素の存在のためである。酵素はタンパク質からなるが、タンパク質は熱により立体構造が変化し機能が失われてしまうので、酵素には最適温度が存在する。他にも最適 pH や最適塩濃度も存在する。

C 食べ物と微生物

i 食べ物と菌

菌が身の回りにいるのは当たり前のこと

菌の人間主観的な二面性

・ある菌が食べ物につきそれがタンパク質の分解などを促進しうまみ成分を引き出すなどして人間にとって味のよいものができる場合、人間はその過程を発酵と呼んだ。

・ある菌が食べ物につきそれが増殖し人間がその食べ物を食べたときに体調を壊すなどして人間に悪影響をもたらす場合、人間はその過程を腐敗と呼んだ。またその人間への悪影響は食中毒などと呼ばれた。この種の菌には、黄色ブドウ球菌やウェルシュ菌、ボツリヌス菌などがある。

微生物の定義

肉眼では見えないが顕微鏡では見えるぐらいの大きさの生物→定義はあいまい

つまり、真正細菌も古細菌も真核微生物(真菌類)もすべて含んでいることになる

ii 微生物の重要性

腸内細菌叢…腸内細菌が腸内に多種多様に存在していること

腸内細菌は心身にも影響していると言われている

体の臭いにも細菌が影響している→あまりにも細菌をなくすことはかえって臭いを強烈にする
(肌の常在菌が進めている分解が滞るとかえって臭いのもとになる物質が残ってしまうため)

6、現代生命科学の技術

A テロメアとテロメラーゼ

DNA の末端部分に存在する特殊な DNA 配列のことをテロメアという

細胞分裂を重ねるにつれてテロメアは徐々に短くなりある長さに達すると細胞分裂は終了する

この短くなったテロメアにテロメラーゼと呼ばれる酵素が働くとテロメアが複製される

つまりテロメラーゼが働く細胞は無限に細胞分裂を繰り返すことができる

B PCR

特定の DNA 配列を人工的に増幅する

事件の証拠、遺伝子診断、出生前診断、親子鑑定、食品検査、食品偽装に利用

遺伝子診断が絡む保険の問題なども発生

C 遺伝子組み換え

人工的に他生物の DNA 配列を導入する

医薬品・品種改良への応用、医学・食糧などの面で社会への効果大

日本では遺伝子組み換え生物の使用は法律で規制されている

「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」(カルタヘナ法)

DNA は化学物質として、また遺伝暗号について、生物間ではほぼ共通している、異なるのは配列

ある生物の DNA 配列に別の生物の DNA 配列を導入しその生物のタンパク質を作らせている

cf. チーズ作りに使うレンネット

レンネット自体はオスの仔牛の第四胃袋の胃液成分→チーズ作りにオスの仔牛が常に犠牲

→レンネットの主成分を遺伝子組み換えにより大腸菌等の微生物に作らせることが可能となる

D ゲノム編集

人工的に DNA 配列を改変する

従来の技術とは異なる新しい遺伝子改変技術

人工的に任意の DNA 配列を切断

切断された DNA(二重螺旋構造)を修復しようと再結合の働きが強まるが、この時いくつかの塩

基が挿入・欠失することがあり、ある種の遺伝子破壊になりうる

ゲノム編集には他の生物の DNA を要さないため遺伝子組み換えの定義に当てはまらない

E クローン

自然界でも一卵性双生児がこれに該当

i 受精卵クローン…発生初期の受精卵を分割して仮親に戻し各々で発生させる

ii 体細胞クローン…体細胞の核を取り出しそれを脱核した受精卵に移植し仮親に戻す

人工的な DNA 改変はないが、「ヒトに関するクローン技術等の規制に関する法律」は存在する

以上

2013 年度 現代生命科学 I 期末試験

90 分、持込不可

担当教員：笹川昇

- 解答にあたり、必要であれば適宜、図や表を書き入れて答えなさい。
- 空欄だと採点のしようもないが、余計なことを書いても採点対象とならないばかりでなく、間違ったことを書くと減点にもなるので、必要かつ簡潔な解答を心がけなさい。
- 部活やサークルで多忙なことや、単位が欲しいなどの個人的な事情を書くのは自由だが、それが採点に良い影響を及ぼすことは無い。
- 不正をしてはならない。妙におかしな解答が複数人で共通して見られるなど、不正の疑いが高いと思われる答案が見られた場合、その時点で採点対象からはずすので、そのつもりでいること。解答する際には、思考過程も分かるように書くなどして、不正がないことを主張する答案作りも重要である。
- 試験問題に不備があると思われた場合は、解答にその旨を書き、可能な限り解答を続けなさい。
- 採点基準は、基本的に授業の内容に基づく。

必要であれば次の数値を使いなさい。 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ 、 $\sqrt{5} = 2.23$ 、 $\log_{10}2=0.301$ 、 $\log_{10}3=0.477$

問 1. 次の文章の正誤を判定し、誤っている場合はそれを指摘して修正しなさい。正しい場合はそのときの授業で得た知識を簡単に書きなさい。この中の全てが正しい場合もあるし、全てが誤りの可能性もある。

- (a). 微生物は単細胞生物であり、核を持たない。
- (b). 炭水化物は脂肪と違い、いくら食べても太らない。
- (c). タバコに含まれるニコチンはアセチルコリン受容体のアゴニストである。
- (d). むかし、重度の脳障害を持つ患者に対し、脳梁と呼ばれる脳の部位を切除する手術を施した。結果として障害は軽減したが、この患者は術後、新しいことを記憶できなくなってしまった。このことから、この部位は記憶に対して機能を持っていると考えられる。
- (e). 自然免疫において、それに関与する細胞^{*1}が異物である大腸菌を細胞内に取り込んだ。取り込まれた大腸菌は細胞のゴルジ体と呼ばれる細胞内小器官で消化される。

問 2. 以下の問に答えなさい。

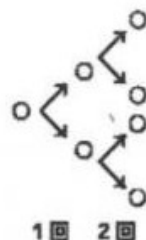
- (a). 地球上の生物は非常に多様性に富んでいるが、これらの生物にはいくつかの共通性がある。地球上の生物がもつ共通事項を 4 つ列挙しなさい。
- (b). 上記の共通性のうちのひとつを基に実現する生命科学技術は何であると考えられるか、授業の内容を踏まえて答えなさい。
- (c). 地球上の生物が非常に多様性に富んでいる一方で、地球上の多くの生物が絶滅の危機に瀕していることも確かである。二酸化炭素のような温室効果ガスが環境変化の諸悪の根源のように言われることもあるが、温室効果ガスが一切無くても地球上の環境は苛酷なものとなるだろう。授業の内容に基づき、温室効果ガスが地球環境にもたらす効果（もしくは影響）^{*2}について、その仕組みとともに説明しなさい。

^{*1} マクロファージと呼ばれる

^{*2} 好意的な時に効果、批判的な時に影響という言葉を使うのだろう。

問3. ヒトという生物を構成する細胞の数は約60兆個と言われている。それに関して以下の問いに答えよ。

- (a). ヒトはまぎれもない多細胞生物であるが、その発生の最初はたった1個の受精卵から始まる。受精卵が分裂を繰り返して60兆個(6×10^{13} 個)の細胞になるまで、最短で何回の分裂が必要か。ただし、ここでは分裂回数を右のように定義する。(つまり、「1回の分裂」で細胞数が倍になるとする。)
- 授業では大雑把な近似を用いたが、ここでは可能な限り正確に解きなさい。計算も含め、解答の過程が採点者に全て分かるように書きなさい。



- (b). 一般的にヒトの場合、いったん分化した細胞は別の機能を持つ細胞に再分化しない。授業ではその生物学的仕組みをどのように説明していたか、書きなさい。
- (c). いったん分化し、細胞分裂を休止したはずの細胞が、がん細胞に変化したとする。このとき、通常の細胞ががん細胞に変化する仕組みを、授業の内容をもとに説明しなさい。

問4. 授業でPCRという実験手法について勉強した。このことについて、以下の問いに答えよ。

- (a). PCRはある実験手法を示す英語の略称である。この正式名称を書きなさい。
- (b). PCRの反応を進行させるために試験管に加えるべきもの(試薬、材料など)を列挙しなさい。(授業で勉強した範囲で良い。)
- (c). PCRの反応を進行させるために必要な3段階の温度設定について説明しなさい(これを1サイクルとする)。授業で行ったように実際のサイクルを何回か解答用紙上で進行させ、君がPCRのことをどれだけ理解しているか主張しつつ、PCRの概要を説明しなさい。
- (d). ある裁判で、ヒトをサンプルとしたPCRの結果が証拠として提出された。検査機関は同一で、ひとつは純粋な赤血球から得られた結果であると主張するもの、もうひとつは床に落ちた毛根から得られた結果であると主張するものである。君が裁判官だとしたら、どちらの結果を信用するか。授業で得た知識を元に答えなさい。

問5. 授業中、講義担当者はやたらと「地球上の生物はいつか滅亡する」と言っていた。しかしこれは講義担当者の宗教的理由でも強迫観念でもなんでもなく、講義担当者が生物を勉強していく過程で自然に行き着いた自然の理なのである。

- (a). 生物が利用するエネルギーのおおもとをたどると何に行きつくか書き、エネルギー利用や獲得様式の観点から植物と動物がそれぞれどのような生物であると呼べるかについて、授業で用いた言葉を使って答え、説明しなさい。
- (b). なぜ、自然の理として、「地球上の生物はいつか滅亡する」と言えるのだろうか。授業の内容をもとに説明しなさい。

問6. ここで、出題者が用意した問題以外に、授業で勉強したことに基いて各自で問題を作り、それに対して解答を書きなさい。これは「如何に解答者が授業に出て、話を聞いていたか」を問うものである。授業の内容を踏まえ、授業に出て話を聞いたからこそ作題可能な、独自性の高い問題を作ると評価が高いだろう。妙に似たような問題が他人同士で続いたら、それはそれなりと判断されても仕方ないだろう。複数問題作成しても構わないが、評価と問題数が比例することはない。また、無駄なことを書いても減点対象とする。

以上

注意：以下のことを怠った場合には、不正行為として取り扱われることがある。

- ・ 試験中は、本人確認のため、常に学生証を机の上に置いて受験すること。
- ・ 机の上には、学生証の他、筆記用具、時計、教員から特に認められた物以外は置かないこと。これ以外の物(筆入を含む)は見えないことのないよう鞆等に収納した上で、机の中、脇の椅子または床の上に置くこと。また、携帯電話等を時計や電卓の代わりに使用してはならない。
- ・ 携帯電話等は必ず電源を切った状態(マナーモード不可)で鞆等にしまうこと。また、答案を提出せずに持ち帰ってはならない。
- ・ 解答用紙や計算用紙は所定の枚数を超えて取ってはならない。また、答案を提出せずに持ち帰ってはならない。
- ・ 試験監督者並びに科目担当教員の試験に関する指示に従うこと。明らかに試験に支障を来す行為は行ってはならない。

科目名 現代生命科学	教員名 笹川 昇	6月1日（金） 5時限 試験時間 90分	
対象 文科生、理I生	解答用紙 両面1枚	計算用紙 0枚	持ち込み 無

- 解答にあたり、必要であれば適宜、図や表を書き入れて答えなさい。
- 解答の際、自分の言葉で自分の考えを書くことを期待する。かといって、専門用語の勉強もせずに勝手に自分で言葉を作っても、全く評価の対象にはならない。
- 不正をしてはならない。妙におかしな解答が複数人で共通して見られるなど、不正の疑いが高いと思われる答案が見られた場合、その時点で採点対象からはずすので、そのつもりでいること。解答する際には、思考過程も分かるように書くなどして、不正がないことを主張する答案作りも重要である。

問0. 問題中に、生物学的に間違った記述を混ざておいた。この記述に気付いた者は、それに関して挙手・質問をするのではなく、解答欄でその記述を指摘し、訂正を加えなさい。これも採点対象とする。

問1.

- 真核生物の細胞（特に、ヒトのような動物の細胞）の図を描きなさい。
- 上記の図も駆使しながら、細胞の中にある細胞内小器官について名称を示すとともに、その小器官の機能を「タンパク質ができて機能を発揮し、その役割を終えるまで」ということに着目しながら説明しなさい。
- 前問のような考えに則って細胞の図を描くと、ある大事な小器官およびその説明がどうしても抜け落ちてしまう。その小器官も細胞の図の中に描き入れるとともに、どのような機能を果たしているか説明しなさい。
- この教養学部で教官として在籍していた研究者が発見し、ノーベル賞受賞の理由となった細胞内小器官の名称と機能を書きなさい。なお、(c) と (d) の答えとなる小器官は、互いに異なって然るべきである。

問2. 以下の家系において、黒く塗りつぶされた人は共通の遺伝病を発症している。この遺伝病が取る遺伝形式は優性か劣性か、理由も含めて書きなさい。

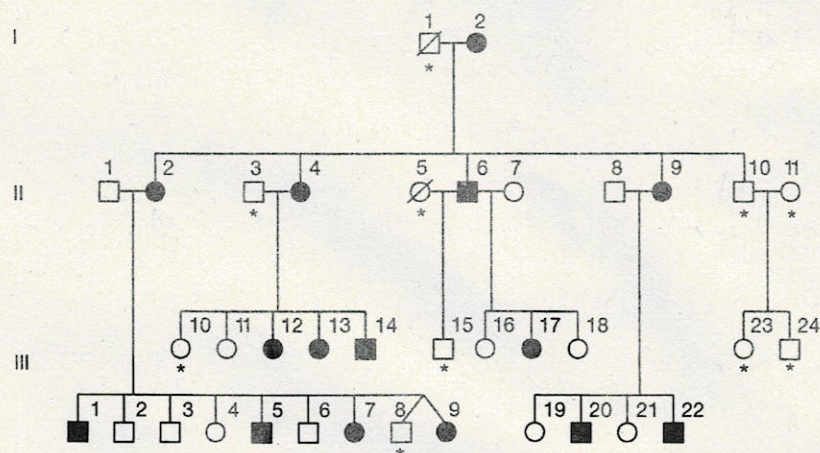


Figure 1 Pedigree of the KE family. Affected individuals are indicated by filled symbols. Asterisks indicate those individuals who were unavailable for genetic analyses. Squares are males, circles are females, and a line through a symbol indicates that the person is deceased.

問 3. 互いにイトコの関係にある男女が結婚し、子供が生まれた。

- (a). ここではイトコ同士で結婚した者を『親』、この『親』から生まれた子供を『子供』と呼ぶことにする。そのとき、『親』の祖父と祖母から子供に至るまでの家系図を書きなさい。家系図の約束事として、男性を□、女性を○として書きなさい。
- (b). 上記の家系で、『親』の祖父もしくは祖母由来の遺伝子が『子供』でホモとなる確率を計算し、答えなさい。過程も説明しなさい。

問 4. ミスセンス変異、ナンセンス変異、サイレント変異という言葉について、それぞれ説明しなさい。

問 5. 細胞の大きさと、それによって構成される個体としての体の大きさは緩やかな比例関係にある。従ってヒトの細胞はマウスの細胞よりも大きくて観察しやすく、研究に適している。しかしヒトもマウスも多細胞生物であることには変わりがない。

- (a). 多細胞生物が持つ長所を挙げなさい。実は『授業で述べた長所は、そのまま短所ともなるのではないか』と授業後に質問を受けた。それも尤もなことだと返答したが、それでもなお、単細胞生物にはない利点というのは存在するだろう。
- (b). 一般に、分化の済んだ動物細胞は全能性を保持している。この細胞から iPS 細胞を作るには、何かをリセットしなくてはならない。何をリセットしなくてはならないのか、書きなさい。こういうときに、分化が済んで別々の機能を持った細胞では何が異なっているのか、さりげなく授業の内容に基づいて書くなどすると良いだろう。

問 6. 糖質制限をすると健康に良いという話があるが、それは本当だろうか。糖質制限するべきだという意見の根拠と、『糖質制限をすると健康に良い』という命題に対する真偽を、授業の内容を踏まえて生命科学的に論じなさい。

問 7. 日本でカルタヘナ法と呼ばれている法律の正式名称と、この法律が目的とするものを書きなさい。

問 8. この世の中に男性と女性が存在する意味について、生物学的に論じなさい。

以上

注意：以下のことを怠った場合には、不正行為として取り扱われることがある。

- ・試験中は、本人確認のため、常に学生証を机の上に置いて受験すること。
- ・机の上には、学生証の他、筆記用具、時計機能だけの時計（通信機能があるものは不可）、教員から特に認められた物以外は置かないこと。これ以外の物（筆入を含む）は見えないことのないよう鞆等に収納した上で、机の中、脇の椅子または床の上に置くこと。
- ・携帯電話等は必ず電源を切った状態（マナーモード不可）で鞆等にしまうこと。また、携帯電話等を時計や電卓の代わりに使用してはならない。
- ・解答用紙や計算用紙は所定の枚数を超えて取ってはならない。また、答案を提出せずに持ち帰ってはならない。
- ・試験監督者並びに科目担当教員の試験に関する指示に従うこと。明らかに試験に支障を来す行為は行ってはならない。