

令和3年度
一般選抜（前期）

13時50分～16時20分

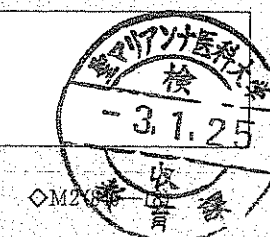
理 科
問 題 冊 子

科目名	頁
物 理	1 ～ 6 頁
化 学	7 ～ 10 頁
生 物	11 ～ 17 頁

注 意 事 項

1. 試験開始の合図〔チャイム〕があるまで、この注意をよく読むこと。
2. 試験開始の合図〔チャイム〕があるまで、問題冊子ならびに解答用紙は開かないこと。
3. 試験開始の合図〔チャイム〕の後に問題冊子ならびに選択した科目に拘わらず解答用紙の全ページの所定の欄に受験番号と氏名を記入すること。
4. 解答はかならず定められた解答用紙を用い、それぞれ定められた位置に問題の指示に従って記入すること。解答用紙に解答以外のことを書かないこと。ただし、物理の計算には、物理の計算用紙を用いてよい。
5. 解答はすべて黒鉛筆を用いてはっきりと読みやすく書くこと。
6. 解答用紙のホチキスはずさないこと。
7. 質問は文字が不鮮明なときに限り受け付ける。
8. 問題冊子に、落丁や乱丁があるときは手を挙げて交換を求めること。
9. 試験開始60分以内および試験終了前10分間は、退場を認めない。
10. 試験終了の合図〔チャイム〕があったとき、ただちに筆記用具を置くこと。
11. 試験終了の合図〔チャイム〕の後は、問題冊子ならびに解答用紙はいずれも表紙を上にして、通路側から解答用紙、問題冊子の順に並べて置くこと。いっさい持ち帰ってはならない。
なお、途中退場の場合は、すべて裏返しにして置くこと。
12. 選択科目の変更は認めない。
13. その他、監督者の指示に従うこと。

受験番号		氏 名	
------	--	-----	--



生 物

1 次の文章を読んで下の質問に答えなさい。

私たちの身体を構成する細胞は分裂して2つの娘細胞をつくる。この過程は個体発生において重要であるだけでなく、成体においても組織・器官を維持するために必須である。例えば、表皮を構成する細胞は、表皮の最下層に存在する基底細胞が増殖することによって供給され、絶えず置き換えられている。

増殖している細胞は、細胞分裂を行う分裂期（M期）と、分裂期以外の間期を繰り返している。この周期性を細胞周期という。間期は時間経過の順にG₁期（DNA合成準備期）、S期（DNA合成期）、G₂期（分裂準備期）に分けられる。G₁期は細胞の増殖制御という意味では重要な役割をもつ時期で、この時期に細胞が増殖に適した条件にあるかどうかを確認され、条件が整っていればG₁期からS期への移行が始まる。通常の体細胞分裂では、分裂で生じた娘細胞は間期とくにG₁期の間に元の母細胞と同じ大きさに成長し、それから次の分裂のプロセスが始まる。従って、通常の体細胞分裂における細胞周期の進行と細胞の成長には、密接な関連があると考えられる。

〔1〕体細胞分裂におけるM期は、前期、中期、後期、終期に分けられる。以下の①～④は、それぞれ前期から終期のどの時期に起こるか、答えなさい。該当する時期が無い場合は、「無し」と解答しなさい。

- ① 染色体が赤道面に並ぶ。 ② 核膜が消失する。 ③ 相同染色体が対合する。
- ④ クロマチンが折りたたまれ、染色体が形成され始める。

〔2〕染色体に含まれるタンパク質を1つ挙げなさい。

〔3〕微小管、およびアクチンフィラメントはM期にどのような役割を果たしているか、それぞれ1行で説明しなさい。

〔4〕G₁期からS期への移行には、ある特定の遺伝子発現が必要で、その発現は調節タンパク質XがDNAの特定の箇所結合することで促進される（図1A）。これとは別に細胞周期の進行を抑制するタンパク質Yがあり、タンパク質Yは調節タンパク質Xと結合し、Xの機能を阻害することが知られている（図1B）。

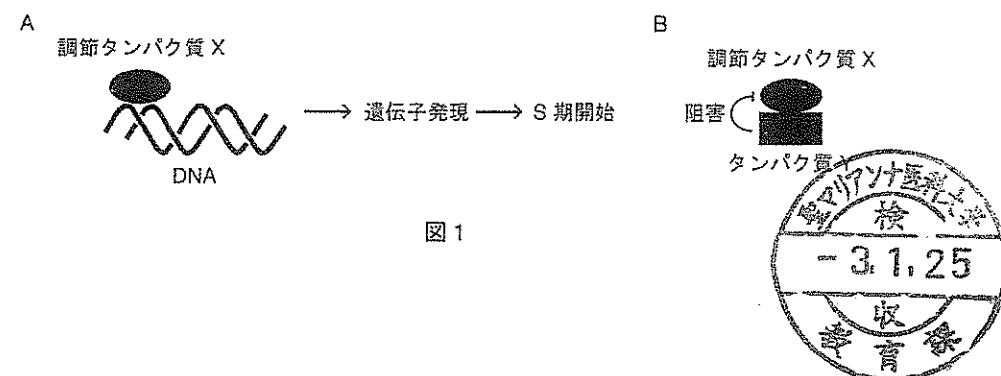


図1

〔実験1〕一定の周期で細胞分裂を繰り返している、ある培養細胞を用いて、細胞周期が進行するにつれて細胞がどのように成長していくかを調べた。その結果を図2に示す。なお、図中の点線はG₁期とS期の境界を示す。

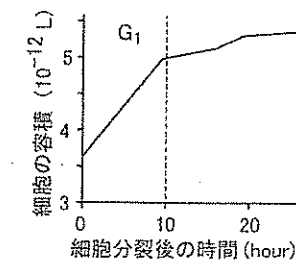


図2

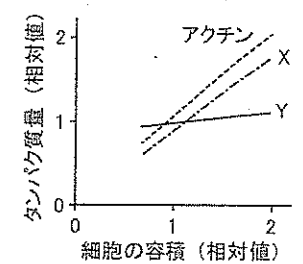


図3

〔実験2〕M期終了後さまざまな時間が経過したG₁期の細胞について、細胞の容積と、XおよびYのタンパク質量との関係を調べた。また、アクチンのタンパク質量も同時に調べた。その結果を図3に示す。

- 1) アクチン遺伝子は、ハウスキーピング遺伝子と呼ばれる遺伝子の1つに数えられ、すべての細胞で発現し、細胞機能の維持に必要不可欠な遺伝子である。実験2においてアクチンの量も同時に調べているが、このような実験を何と称するか、〇〇実験のように答えなさい。
- 2) G₁期を通じてタンパク質XおよびYの濃度はどのように変化するか、それぞれ1行で説明しなさい。
- 3) どのようにしてS期が始まると考えられるか、2行以内で説明しなさい。
- 4) 周期的に細胞分裂を繰り返している細胞に遺伝子操作を行い、タンパク質Yを多くもつ細胞を作出した。G₁期開始時点でタンパク質Yが多いほどG₁期の長さがそれまでよりも長くなり、S期に至った細胞の容積が大きくなった。なぜそのようなことが観察されたと考えられるか、3行以内で説明しなさい。

2 次の文章を読んで下の質問に答えなさい。

ヒトの肝臓は横隔膜の下にあり、成人では約1.5 kgにおよぶ人体で最大の臓器である。肝臓は代謝や有害物質の解毒、生体防御など多岐にわたる機能により、^(a) 体内環境の維持に重要な役割を担っている。肝臓には2本の血管（脾臓や消化管からの（ア）と腹大動脈から分枝した肝動脈）から血液が流入し、肝臓を通った血液はその後、大静脈へと流出する。

肝臓では、タンパク質やアミノ酸の代謝により生じた有害なアンモニアが比較的害の少ない（イ）に変換される。その後、（イ）は血流によって腎臓に運ばれ、体外へ排出される。また、肝臓は血糖量の調節にも関与している。例えば、食後などに血糖値が上昇したときは、視床下部の血糖調節中枢がそれを感知し、副交感神経を通じて膵臓のランゲルハンス島のB細胞を刺激する。刺激を受けたB細胞では^(b) インスリンの分泌が促進される。インスリンは、骨格筋や脂肪組織などでグルコース

の取り込みを促進し、肝臓と骨格筋でグリコーゲンの合成を促進する。その結果、血糖値は低下する。

- [1] 文中の空欄（ア）および（イ）に入る適切な語を答えなさい。
- [2] 下線部（a）について、血糖値などを一定の範囲内に調節するような性質を示す適切な語を答えなさい。
- [3] 窒素化合物の主な排出物がヒトと同じ動物を、下の①～⑧から全て選びなさい。

- ① コウモリ ② メダカ ③ クジラ ④ カラス
⑤ ペンギン ⑥ コアラ ⑦ ヤモリ ⑧ コイ

- [4] 下線部（b）について、1）および2）の間に答えなさい。
- 1）内分泌腺および外分泌腺の構造と機能の違いを2行以内で説明しなさい。
- 2）糖尿病には、自己免疫の異常によりB細胞が破壊されることで発症する型がある。この型の患者に対して食前にインスリンを経口投与したが、食後に高血糖になってしまった。その理由を3行以内で説明しなさい。
- [5] 正常な場合に肝臓へ流れ込むはずの血液の大部分が、肝臓に流入できずに迂回して大静脈に流れ込んでしまう病気がある。この病気の患者が、タンパク質を多く含む食事を摂取すると、意識障害、けいれん、昏睡などの症状を呈する。意識障害などの症状は、ある原因物質が血液中に増加し、脳に影響を与えるためと考えられている。最も直接、脳への障害を与える原因物質を以下の括弧内から1つ選択し、その原因物質が血液中に増加し、脳へ到達する理由を2行以内で説明しなさい。

グルコース	スクロース	ロイシン	イソロイシン
アンモニア	イノシン酸	尿素	二酸化炭素

- [6] 図4は肝臓の組織の一部を模式的に示したものである。管Aには胆汁がある。管B、CおよびDは血管を示しており、それぞれを毛細血管が結んでいる。また、管Bは（ア）とつながっている。肝臓は肝細胞が並んだ組織構造で均一に見えるが、機能などでは不均一であることが知られている。毛細血管内の酸素濃度は図の左側の方が高く、右側では低くなっている。そのため、図の左側と右側の肝細胞では代謝機能に差が生じる。下の1）～4）の間に答えなさい。

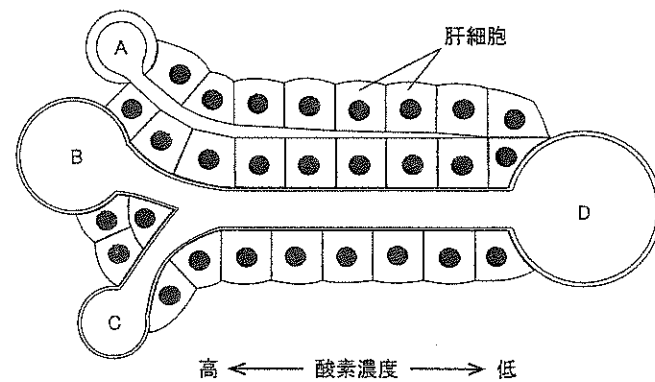


図4

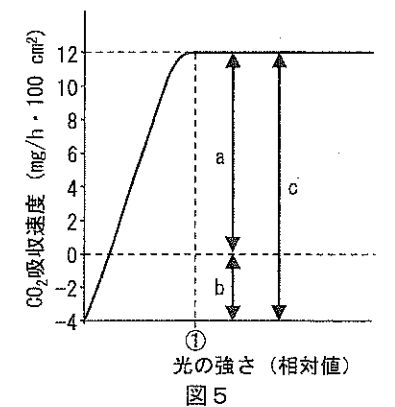
- 1）胆汁は主に胆汁酸とビリルビンから成る。肝臓を出た胆汁は、胆嚢に一時的に蓄えられた後、どこに放出されるか、器官名を答えなさい。またその器官における胆汁酸の機能を

- 行以内で説明しなさい。
- 2）管B、CとDの間における血液の流れる方向について、正しい組み合わせを下の選択肢①～⑥から選びなさい。
- ① B→D、かつD→C ② B→D、かつC→D ③ C→D、かつD→B
④ D→B、かつB→C ⑤ D→C、かつC→B ⑥ D→B、かつD→C
- 3）管BおよびC中の血液において、酸素濃度が高いのはどちらか。また、そのように判断した理由を2行以内で説明しなさい。
- 4）以下の文中の空欄（あ）～（え）に入る適切な語を答えなさい。ただし、（あ）および（い）は分子の名称であり、また（え）には右または左が入る。

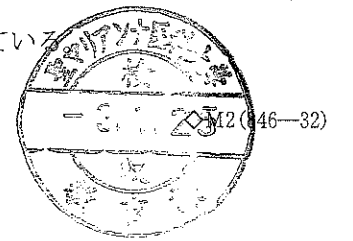
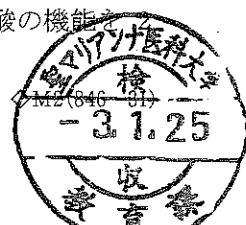
激しい運動時などでは（あ）が不足する。その時、骨格筋細胞では、グルコースからピルビン酸を経て（い）を生成する。その途中過程で、エネルギーの仲立ちをする物質であるATPが合成される。この過程を（う）という。肝細胞においても同様の反応が行われ、図4においては（え）側の方でより盛んに行われる。

3 次の文章を読んで下の質問に答えなさい。

私たち動物は、エネルギーや物質を光合成植物に依存している。光合成では光のエネルギーを利用した（ア）の分解により電子が取り出され、電子により還元型の補酵素（イ）が合成されるほか、電子伝達系の反応によりATPが合成され、これらを用いて空気中の二酸化炭素からグルコースなどの有機物が合成される。このため光合成の速度は、光の強さや二酸化炭素濃度によって変化し、また多数の酵素も関与するため温度によっても変化する。図5はある植物に関して、温度を30℃、二酸化炭素濃度を0.04%に維持したときの光合成速度（葉の面積100cm²あたりの二酸化炭素吸収速度）と光の強さとの関係を表したものである。光の強さが①以下のときは、光合成速度はもっぱら光の強さにより規定される一方、光の強さが①を超えると光合成速度は光の強さによらず一定となる。



地球上には様々なバイオーム（生物群系）が存在するが、動物や菌類は必要なエネルギーや物質を植物に依存しているため、バイオームと気候の関係は植物を中心に整理することができる。(a) 自然界では大気中の二酸化炭素濃度はほぼ一定しているため、植物の生育は気温と降水量に大きく依存する。日本のように全国どこでも十分な降水量を期待できる環境では、バイオームは気温を中心にして考えることができ、便利な指標として「暖かさの指数」が考案され利用されている。



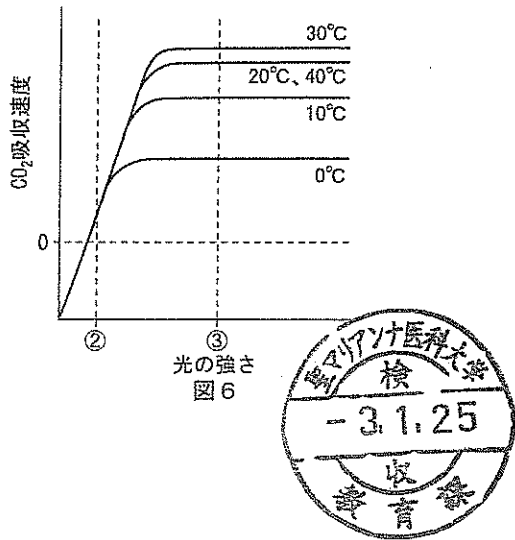
- [1] 文中の空欄（ア）および（イ）に入る適切な分子名を答えなさい。
- [2] 図5において、a、b、およびcの組み合わせとして正しいのはどれか、以下のi～viから選
びなさい。

	a	b	c
i	呼吸速度	光合成速度	見かけの光合成速度
ii	呼吸速度	見かけの光合成速度	光合成速度
iii	光合成速度	見かけの光合成速度	呼吸速度
iv	光合成速度	呼吸速度	見かけの光合成速度
v	見かけの光合成速度	光合成速度	呼吸速度
vi	見かけの光合成速度	呼吸速度	光合成速度

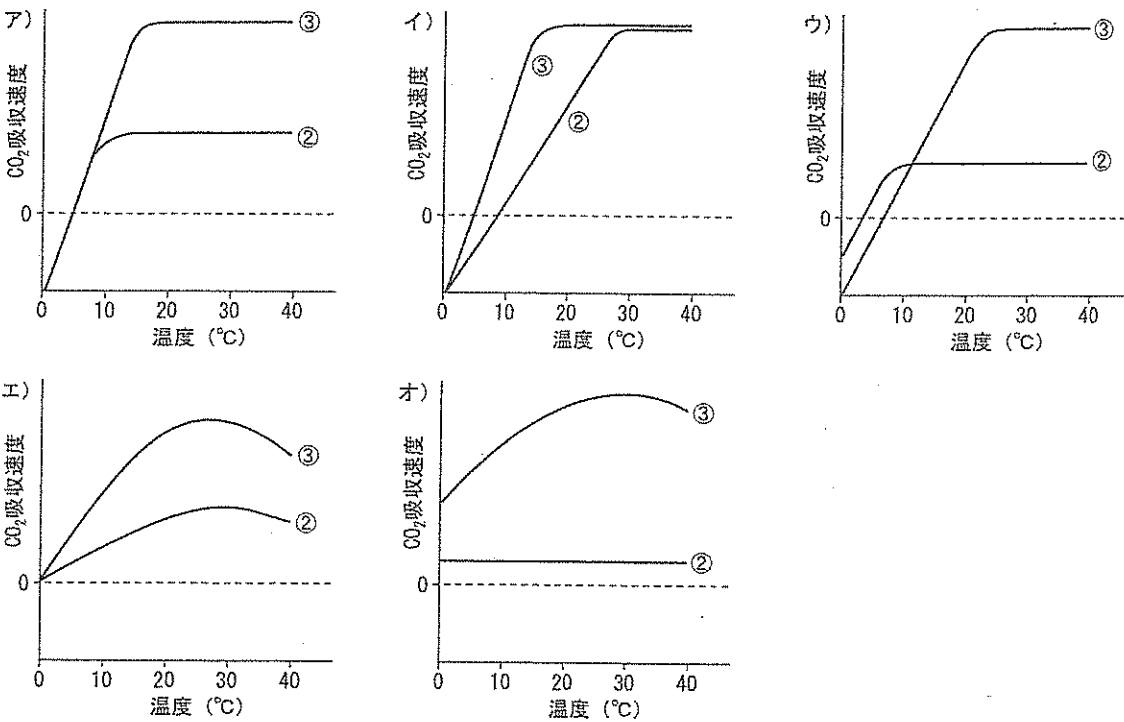
- [3] 図5において①の光の強さで14時間、暗黒下で10時間維持した。葉の100 cm²あたりの乾燥
重量の変化をmgを単位とし、四捨五入して小数点第1位まで求めなさい。ただし、光合成で
合成される有機物はすべてグルコースであり、呼吸基質としてもグルコースのみが用いられた
とし、葉以外の部位での光合成や呼吸は考慮しないで良い。また必要があれば次の値を用いな
さい。

Hの原子量 1.0 Cの原子量 12.0 Oの原子量 16.0

- [4] 同じ植物を今度は温度を0℃、10℃、20℃、30℃、40℃と段階的に変えて光の強さに応じた二
酸化炭素吸収速度を測定したところ図6のような結果を得た。このとき、光の強さを②もしくは
③に保ちながら温度を0℃から40℃の範囲で連続的に変化させた場合の、温度と光合成速度
の関係はどれか。もっとも近いと思われるものを次頁の選択肢ア)～オ)から選びなさい。



選択肢：



- [5] 1個体の木本の中でも、厚さと光合成速度の異なる葉、すなわち日当たりのよいところに生じ
る陽葉と、日陰になりやすいところに生じる陰葉が見られることがある。図7は陽葉と陰葉の
光合成速度と光の強さの関係、およびそれぞれの葉の断面を模式的に示したものである。
- 1) 陽葉の特徴を示すグラフはaおよびbのいずれか、答えなさい。
 - 2) 陽葉の断面を示すのはア) およびイ) のどちらか、答えなさい。
 - 3) 葉のおもて（主に日光を受ける側）を示しているのは図の矢印cとdのどちらか、答えな
さい。

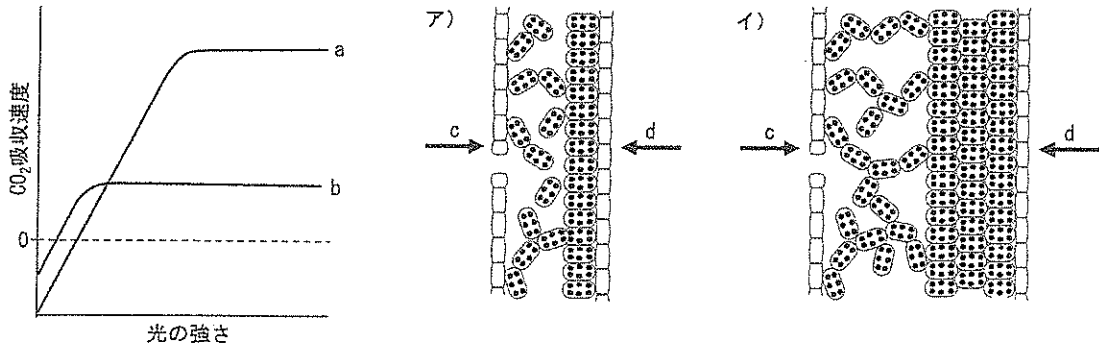


図7

- [6] 下線部 (a) について、実際には大気中の二酸化炭素濃度はごくわずかながらある傾向をもっ
て変動する。この変動には植物の作用がもっとも大きく影響している。図8は、北半球と南半
球における、2015、2016年の2年間にわたる大気中の二酸化炭素濃度の変化を示したもので



ある。

- 1) 北半球の変動を示しているのは曲線①、②のどちらか答えなさい。また、そのように判断した理由を光合成と関連付けて2行以内で述べなさい。
- 2) 二酸化炭素濃度の増減のタイミングが曲線①、②では異なる。その理由を1行で述べなさい。

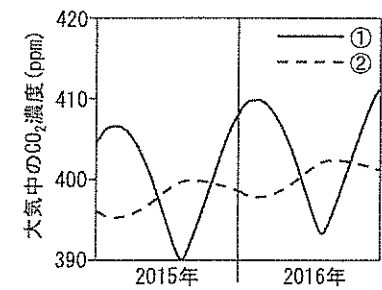


図 8

表1. 日本のバイオームと暖かさの指数の関係	
バイオーム	暖かさの指数
亜熱帯多雨林	180～240
照葉樹林	85～180
夏緑樹林	45～85
針葉樹林	15～45

[7] 暖かさの指数は、月平均気温が5℃を超える月について月平均気温から5を引いた値を求め、これをその年について合計したものである。上の表1は暖かさの指数とバイオームの関係を示したものであり、また下の表2は日本のある2つの地点における2019年の月平均気温を示したものである。

表2. 日本のある地点における月平均気温(℃)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
地点ア	-3.0	-2.6	2.5	8.0	15.7	17.4	21.7	22.5	19.3	13.3	3.9	-0.8
地点イ	19.6	21.5	21.4	24.3	25.1	28.1	29.2	28.9	27.3	25.7	23.2	20.8

- 1) 地点アおよびイの暖かさの指数を求めなさい。
- 2) 地点アおよびイが属するバイオームを答えなさい。
- 3) 地点イはある島に存在する。その島として適するものを下の(あ)～(え)から選びなさい。

(あ) 利尻島 (い) 伊豆大島 (う) 小豆島 (え) 西表島

以 上

