

受験番号	
------	--

2023 年度

特別入試 (帰国生徒, 私費外国人留学生)

試験問題・解答例

理 科 (生 物)

理工学部

解答時間 60 分

注意： 解答はすべて問題用紙の問いの下の解答欄に記入してください。

1 次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。

酸素は細胞の呼吸に用いられる。グルコースが基質の場合、グルコースは（ア）に存在する酵素群によってピルビン酸まで分解される。ピルビン酸はミトコンドリアのマトリックスに運ばれ、アセチル CoA（活性酢酸）となる。アセチル CoA は（イ）と結合してクエン酸となる。クエン酸は A イソクエン酸 (C₆H₈O₇), B α-ケトグルタル酸 (C₅H₆O₅), C コハク酸 (C₄H₆O₄), D マレ酸 (C₄H₄O₄), リンゴ酸を経て（イ）にもどる。解糖系とクエン酸回路で生じた NADH や FADH₂ によって運ばれた E 電子は、電子伝達系を構成する F タンパク質複合体に次々に受け渡されていき、最終的に酸素を還元して水が生じる。

はげしい運動をしている筋肉の細胞では酸素の供給が間に合わなくなり、酸素を用いない ATP 合成に切り替わる。G 酸素がないとクエン酸回路や電子伝達系の反応が進まなくなるため、1 分子のグルコースは 2 分子のピルビン酸に分解され、2 分子の ATP が合成される。その後、H ピルビン酸 (C₃H₄O₃) は還元されて乳酸 (C₃H₆O₃) となる。このような動物の筋肉で起こる酸素を用いない ATP 合成反応を（ウ）という。

問1 文章中の（ア）～（ウ）に適切な語句を入れなさい。

ア 細胞質基質	イ オキサロ酢酸
ウ 解糖	

問2 下線部 A から下線部 B の変化と下線部 C から下線部 D の変化をそれぞれ反応式で示しなさい。

A から B	$C_6H_8O_7 + NAD^+ \rightarrow C_5H_6O_5 + NADH + H^+ + CO_2$
C から D	$C_4H_6O_4 + FAD \rightarrow C_4H_4O_4 + FADH_2$

問3 下線部 E が下線部 F に受け渡された際にどのような現象が起こるか説明しなさい。また、その後、どのようにして ATP が合成されるか説明しなさい。

どのような現象が起こるのか

ミトコンドリアのマトリックス側から内膜と外膜の間の空間に H^+ が輸送される。

どのようにして ATP が合成されるのか

ミトコンドリアの内膜と外膜の間の空間に存在する H^+ が ATP 合成酵素内を通過してマトリックス側に戻る際に ATP が合成される。

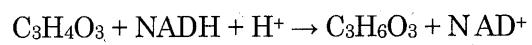
問4 下線部 G の現象が起こる理由を説明しなさい。

酸素が存在しないと電子伝達系を構成するタンパク質複合体から電子が離れなくなり、新たな電子を受け取れなくなるため、電子伝達系の反応が進まなくなる。電子伝達系の反応が進まなくなると $NADH$ や $FADH_2$ が電子を離せなくなり、 NAD^+ や FAD に戻ることができなくなる。そうなるとクエン酸回路の反応で水素（電子と水素イオン）を受け取ることができなくなるため、クエン酸回路の反応も進まなくなる。

問5 脂肪（脂質）が呼吸基質として利用される際に、どのようにして呼吸の反応経路に入っていくのか説明しなさい。

脂肪（脂質）は分解されて脂肪酸とグリセリンになる。その後、グリセリンは解糖系に入っ
て分解される。脂肪酸は端から炭素を2個含む部分が切り取られていき、これらが CoA と結
合してアセチル CoA となり、クエン酸回路に入って分解される。

問6 下線部 H の変化を反応式で示しなさい。



2 次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。

ヒトの体細胞では、23 対の染色体がみられる。これらの染色体は、雌雄で共通の 22 対の (ア) と、雌雄で異なる 1 対の (イ) に分けられる。(イ) のうち、男女に共通にみられるものを X 染色体、男性だけにみられるものを Y 染色体という。性決定の様式は生物種によって決まっており、ヒトのような A 性の決定様式を雄ヘテロの XY 型といい、キイロショウジョウバエも XY 型の性決定様式をもつ。

キイロショウジョウバエの体色を決める遺伝子と翅の形を決める遺伝子は連鎖している。正常体色の遺伝子 B は黒体色の遺伝子 b に対して顕性 (優性) であり、正常翅の遺伝子 V は痕跡翅の遺伝子 v に対して顕性である。表現型が正常体色・正常翅と黒体色・痕跡翅を両親として交配を行うと、F₁ (雑種第一代) の表現型はすべて正常体色・正常翅となった。この F₁ の検定交雑をおこなった結果、得られた F₂ (雑種第二代) の B 正常体色・正常翅 (BV) : 正常体色・痕跡翅 (Bv) : 黒体色・正常翅 (bV) : 黒体色・痕跡翅 (bv) の分離比は、159 : 36 : 33 : 161 となった。

キイロショウジョウバエの多くは赤眼であるが、まれに白眼のものがある。C この白眼遺伝子 ω は、正常な赤眼遺伝子 W に対して潜性 (劣勢) である。白眼および赤眼の遺伝子は、性を決定する遺伝子ではないが、X 染色体にあるため、性と深い関係をもって遺伝する。このような遺伝現象を伴性遺伝という。

減数分裂では (ウ) のときに相同染色体の対合が起こるが、このとき相同染色体の一部が交換される (エ) が起こり、これによって新たな遺伝子の組み合わせができることを組換えという。また、減数分裂においては、D 母細胞に含まれていた相同染色体は、互いに関係無くランダムに分配される。これらにより、配偶子が受け継ぐ遺伝情報には膨大な多様性が生じる。

問1 文章中の (ア) ~ (エ) に適当な語句を入れなさい。

ア 常染色体	イ 性染色体
ウ 第1分裂	エ 乗換え

問2 下線部 A について、生物によっては、雌の性染色体がヘテロ型 (ZW 型) で雄がホモ型 (ZZ 型) のものもある。雌ヘテロ ZW 型の性決定様式を持つ生物を (オ) ~ (シ) からすべて選び、記号で答えなさい。

- (オ) メダカ (カ) ニワトリ (キ) ヒゲナガトビケラ (ク) カイコガ
(ケ) ネコ (コ) トンボ (サ) ミノガ (シ) バッタ

(カ), (ク)

問3 下線部 B のショウジョウバエの実験の結果から、これらの遺伝子の組換え価を求めなさい。解答は百分率 (%) で示し、小数第 2 位を四捨五入し、小数第 1 位まで記入しなさい。

17.7 %

問4 下線部 C について、キイロショウジョウバエの白眼と赤眼の遺伝に関わる遺伝子を下線部の説明に従い、 X^o 、 X^w と表記する。

(1) X^o 、 X^w 、Y を用いて、白眼の雄と赤眼の雌の遺伝子型をすべて答えなさい。

白眼の雄 : X^oY

赤眼の雌 : X^wX^w , X^wX^o

(2) 純系の赤眼の雄と純系の白眼の雌を交配させた場合の F_1 (雑種第一代) の表現型 (赤眼の雄 : 白眼の雄 : 赤眼の雌 : 白眼の雌) の分離比を答えなさい。

0 : 1 : 1 : 0

(3) (2)の F₁の雌雄を交配させた場合の F₂ (雑種第二代) の表現型 (赤眼の雄 : 白眼の雄 : 赤眼の雌 : 白眼の雌) の分離比を答えなさい。

1 : 1 : 1 : 1

問5 下線部 D について、染色体数が $2n=12$ の生物の場合、減数分裂によって生じる生殖細胞の染色体の組み合わせは何通りあるのか答えなさい。ただし、組換えは起こらないとする。

64

3 次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。

地球上では、地域ごとに、その環境に適応した植物や動物、菌類や細菌類など A 同種・異種の生物が互いに関係をもちながら特徴のある生物集団を形成している。このような集団をバイオームという。B 陸上のバイオームは、そこに生育する植物を基盤として成り立つため、その地域の気候に適応した C 植生を外から見たときのようにによって区別される。

陸上の生態系において、植生を構成する植物は、D 光合成により自らの生活を支えるとともに、動物や菌類などの生活に必要な有機物を供給している。また、E 植生は直射日光をさえぎるとともに蒸散作用により気温を下げるなど環境にも影響を与える。

問1 下線部Aについて、以下の(1)～(4)の2種の生物間の関係として適当な選択肢を(ア)～(コ)の中から選び、記号で答えなさい。(該当する選択肢が2つ以上ある場合は、それらすべてを記入しなさい)

- (1) ヒトデとフジツボ
- (2) モンシロチョウとアオムシコマユバチ
- (3) オイカワとカワムツ
- (4) マルハナバチとヘチマ

- | | | |
|----------|----------|---------------|
| (ア) 種間競争 | (イ) 種内競争 | (ウ) 捕食 - 被食関係 |
| (エ) 相利共生 | (オ) 片利共生 | (カ) 片害共生 |
| (キ) 寄生 | (ク) すみわけ | (ケ) 食いわけ |
| (コ) 中立 | | |

(1) ウ	(2) ウ, キ
(3) ア, ク	(4) エ

問2 下線部Bについて、図1は、世界のバイオームと気候との関係を示したものである。

(1) 図1の(サ)～(チ)に適切な語句を入れなさい。

(サ) 針葉樹林	(シ) 夏緑樹林
(ス) 照葉樹林	(セ) 亜熱帯多雨林
(ソ) 雨緑樹林	(タ) ステップ
(チ) サバンナ	

(2) 以下の(F)～(I)の植物が生育するバイオームを図1の(サ)～(チ)の記号で答えなさい。

(F) ガジュマル (G) トドマツ (H) ブナ (I) アラカシ

(F) ソ	(G) サ	(H) シ	(I) ス
-------	-------	-------	-------

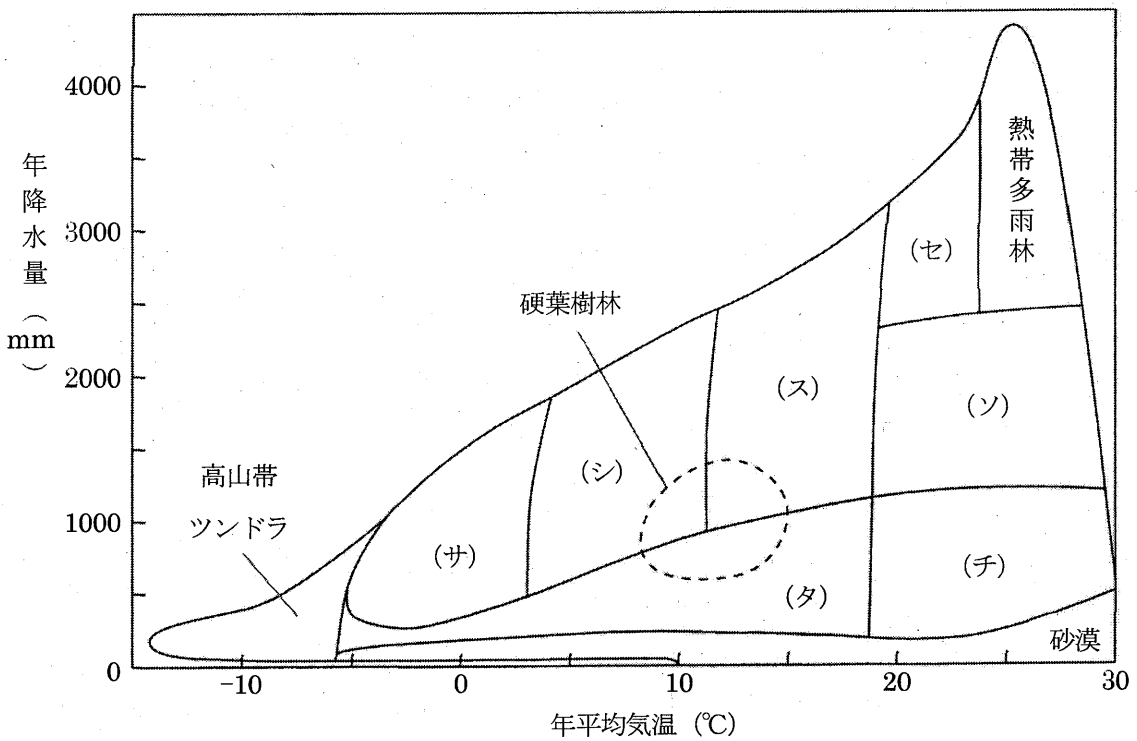


図1

問3 下線部Cは、年月とともに移り変わっていく。この植生の変化を遷移といい、これは一次遷移と二次遷移に分けられる。

(1) 一次遷移と二次遷移の違いについて簡潔に説明しなさい。

溶岩流跡や土砂崩れ跡といった土壌がほとんどない裸地から始まる一次遷移に対し、二次遷移は、山火事跡や森林の伐採跡地、耕作放棄地など、それ以前に存在した植生の種子、土壌動物などを一部引き継いだ形で開始する遷移である。

(二次遷移では土壌が形成されていることや切株からの萌芽も見られることから、一次遷移に比べてかなり速く遷移が進行する。)

(2) 日本の暖温帯の一次遷移の過程でみられる以下の(ツ)～(ニ)の植物を、遷移初期から遷移後期まで順番に並べ、記号で答えなさい。

(ツ) ススキ・チガヤ

(テ) アカマツ・コナラ

(ト) スダジイ・アラカシ

(ナ) 地衣類・コケ植物

(ニ) ヤシヤブシ・ヤマツツジ

遷移初期

ナ → ツ → ニ → テ → ト

遷移後期

問4 下線部Dについて、図2と図3は、ある植物の光の強さと二酸化炭素の吸収速度の関係を示したものである。

(1) 図2の(ヌ)～(ハ)に適切な語句を入れなさい。

(ヌ) 光補償点	(ネ) 呼吸速度
(ノ) 見かけの光合成速度	(ハ) 光合成速度

(2) 図3のaの線が陰生植物のとき、陽生植物の光の強さと光合成速度の関係を示している線を図中の線b～gの中から選びなさい。

c

(3) 下線部Dによる物質生産は、植物群集の同化器官と非同化器官の空間的な分布状態によっても変化する。イネ科草本群集と木本植物群集のこれらの分布状態を簡潔に説明しなさい。

イネ科草本群集の同化器官は、茎の高い位置では少なく、下方にいくにしたがいより多くなり、根元より少し低い位置で最大となる。また、非同化器官も高い位置には少なく、下方にいくにしたがい多くなり、地上付近で最大となる。

木本植物群集は同化器官が上層部に集中して存在し、それより下は根本まで非同化器官が占める。

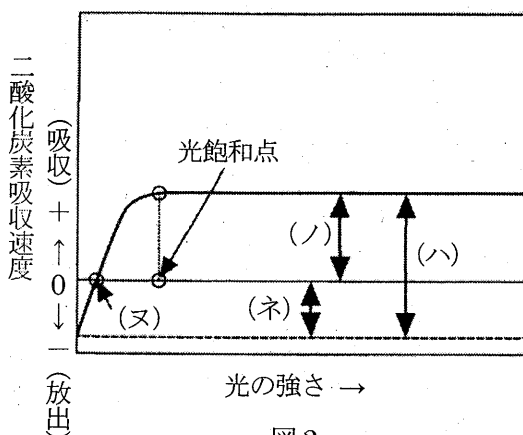


図2

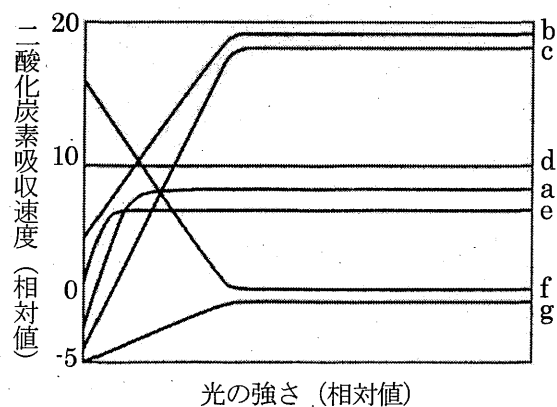


図3

問5 下線部 E について、このように生物が非生物的環境に及ぼす影響を何というか答えなさい。

環境形成作用 (反作用)