

山口大学 一般 前期

平成 24 年度 入学者選抜学力検査問題

理 科

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、問題冊子及び解答用紙の中を見てはいけません。
- 2 出題科目、ページ及び解答用紙の枚数は、下表のとおりです。

なお、解答用紙枚数過不足がある場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。

出題科目	ページ	解答用紙枚数
物 理	1 ～ 11	4
化 学	12 ～ 20	5
生 物	21 ～ 36	6
地 学	37 ～ 47	6

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等気がついた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 試験開始後、すべての解答用紙に受験番号、志望学部及び氏名を記入してください。受験番号の記入欄はそれぞれ2箇所あります。
- 5 解答はすべて解答用紙の指定された解答欄に記入してください。
- 6 問題冊子の余白は適宜使用してください。
- 7 各問題の配点は100点満点としたときのものです。
- 8 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

問題訂正

理科「生物」

30ページ 下から5行目

実験3 下線部①で生まれた遺伝子zを持った



z

イタリック体に変更

問題訂正

p21 1 [A] 4行目

植物細胞について、シュライテンは動物細胞



正) 動物



植物

生 物

1 次の文章[A]・[B]を読んで、問1～6に答えなさい。(配点20)

[A] イギリスの学者フックは、コルクを薄く切って顕微鏡で観察し、コルクの組織が壁で仕切られた部屋でできていることを見だし、それぞれの部屋を細胞(cell)と名づけた。コルクは死んだ細胞からできており、現在から考えると植物細胞の細胞壁^①を見ていたことになる。その後、ドイツの学者 は植物細胞^①について、シュライデンは動物細胞について観察し、細胞は生物の基本単位であるという説を提唱した。

細菌やラン藻の細胞は、染色体DNAを含む核がなく、 と呼ばれる。一方、核を持つ細胞は と呼ばれる。いずれの細胞も細胞膜^②で包まれており、 の内部には細胞小器官と呼ばれる構造が存在している。細胞小器官には、酸素を消費しながら有機物を分解してエネルギー^③を取り出す呼吸を行っている や、扁平な袋を数枚重ねた膜構造からなり分泌に参与する などがある。

問1 文中の ～ に適切な語句を記入しなさい。

問2 下線部①について、植物の細胞壁の主成分は何か、以下の(a)～(e)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|-----------|-----------|----------|
| (a) セルロース | (b) タンパク質 | (c) カロテン |
| (d) 核 酸 | (e) 脂 質 | |

問3 下線部②について、以下の文章の に適切な語句を記入しなさい。

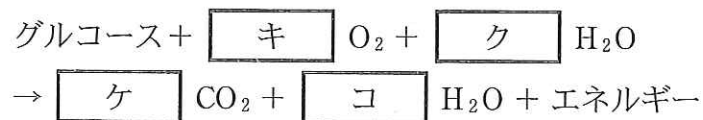
細胞膜の性質を調べるため、ヒトの赤血球を蒸留水や様々な濃度の食塩水に入れた。赤血球は0.9%より高い濃度の時には縮み、逆に低い時に

は膨らんだ。蒸留水に入れた場合には、膨らみ続け、ついには破裂した。
細胞の形が変わらない時、その溶液は細胞内液に対して カ とい
う。

問 4 細胞膜は外界の必要な物質を細胞内に選択的に取り込む機構を持っている。
ヒトの赤血球では、細胞内カリウムイオンの濃度は細胞外に比べて高
い。細胞膜にはタンパク質でできたポンプが存在し、細胞外のカリウムイ
オンをエネルギーを使って取り込んでいる。このような輸送の名称を答え
なさい。

問 5 下線部③について、以下の文章の キ ～ コ に適切な数字
を記入しなさい。

好気呼吸によってグルコースは最終的に二酸化炭素と水に分解され、化
学エネルギーとして ATP が生成される。このときの化学反応式は、一般
に以下のように表わされる。



[B] ヒトを構成する細胞数を計算してみようと思う。体重を 50 kg、比重を 1 と
すると、ヒトの体積は 50000 cm^3 となる。細胞を立方体とし、それぞれの辺の
長さを $8 \mu\text{m}$ とする。細胞 1 個当りの体積は、辺の長さの 3 乗になるので、
サ cm^3 となる。ヒトの体積を細胞 1 個の体積で割り算すると、ヒトは
約 シ 個の細胞でできていることになる。実際には肺や骨など細胞が密
集していないところもあるので、その 60 % 程度の細胞数になる。

問 6 文中の サ と シ に適切な数値を記入しなさい。

2 次の文章[A]・[B]を読んで、問1～7に答えなさい。(配点20)

[A] ヒトが目でものを見るためには、まず外界からの光が、様々な構造からなる
眼球内を通過しなければならない。光はその後に網膜の^①視細胞に到達し、これ
ら^②を興奮させる。この興奮が視神経を^③通って脳へと伝わる。眼球内に進入する
光の量や、脳へ伝わる視細胞の興奮の量は、さまざまな機能により調節を受け
ている。たとえば明るい場所から暗い場所へ急に移ると、最初はうまく物を見
ることができないが、徐々に見えるようになってくる。これを^④暗順応と呼ぶ。
またこのような調節機能以外にも、眼球内に入る光の量は、瞳孔への神経支配
を介して調節されることが知られている。

問1 下線部①で、外界からの光が眼球を通過する経路として正しいものはど
れか、以下の(a)～(e)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- (a) 外界→角膜→毛様体 →虹彩 →水晶体 →視細胞
- (b) 外界→瞳孔→角膜 →毛様体→水晶体 →視細胞
- (c) 外界→角膜→水晶体 →虹彩 →脈絡膜 →視細胞
- (d) 外界→角膜→瞳孔 →水晶体→ガラス体→視細胞
- (e) 外界→瞳孔→ガラス体→水晶体→脈絡膜 →視細胞

問2 下線部②の視細胞には2種類の細胞がある。これらの中で色の識別に関
与する細胞の名称を答えなさい。

問3 色の識別に関与する細胞は、網膜のどの部分に集中して分布している
か、その分布領域の名称を答えなさい。

問4 ヒトが明るい場所から暗い場所に移った後に、下線部③の暗順応が起こ
るのに要する時間は、下線部④の調節機能が働くのに要する時間と比較し
て“長い”か“短い”か、答えなさい。またその理由を60字以内で説明しな
さい。

[B] 外敵に遭遇したネコは、著しく興奮し攻撃的な状態になることがある。この
⑤
ようなネコは目を大きく見開き、瞳孔は明るい場所にいる場合でも拡大してい
る。このような状態のネコの心拍数や血圧は、安静時と比較してともに上昇し
⑥
ている。

問 5 下線部⑤について、このような状態でより強く興奮している自律神経の
名称を答えなさい。

問 6 下線部⑥について、このような状態のネコの心拍数や血圧の上昇を引き
起こしている主なホルモンの名称を答えなさい。

問 7 このようなネコでは、血糖値が正常よりも上昇していることがある。こ
の理由を 100 字以内で説明しなさい。

3 次の文章[A]・[B]を読んで、問1～8に答えなさい。(配点20)

[A] 光合成の反応は光エネルギーを吸収し、還元型補酵素XおよびATPという物質を生成する光化学反応と、この物質の持つ化学エネルギーを用いて二酸化炭素を有機物として固定する反応に分けられる。いずれの反応も植物細胞内にある葉緑体で進行するが、光化学反応は葉緑体中の ア で、二酸化炭素の固定反応は多くの酵素が溶けている液状の イ で行われる。光エネルギーは色素複合体に吸収されると、色素複合体にある ウ に伝えられ、
ウ が活性化することによって光化学系から電子が放出される。放出された電子は、ア 上の電子伝達系を経て、最終受容体である補酵素Xに渡されて、還元型補酵素Xが生成されるとともに、電子が持っていたエネルギーを使ってATPが生成される。この還元型補酵素XとATPを用いて エ ^①回路で二酸化炭素が固定されて有機物が合成される。
^②

問1 文中の ア ～ エ に適切な語句を記入しなさい。

問2 下線部①の電子伝達系で、電子が持っていたエネルギーを利用してATP合成酵素の働きによりATPが生成される反応過程を何というか、答えなさい。

問3 下線部②で、二酸化炭素が固定されて最初に生成される物質の名称と、その炭素数を答えなさい。

[B] 光合成における二酸化炭素の吸収と、光強度および温度との関係を調べるために次のような実験を行った。

実験 A

ある植物の葉を空気の入った密閉容器に入れ、23℃の温度条件下において一定の強度で光を照射し続けながら、容器内の二酸化炭素濃度を時間の経過に従って測定した。その時の光の照射時間と容器内の二酸化炭素濃度(相対値)の関係を示したものが図1である。

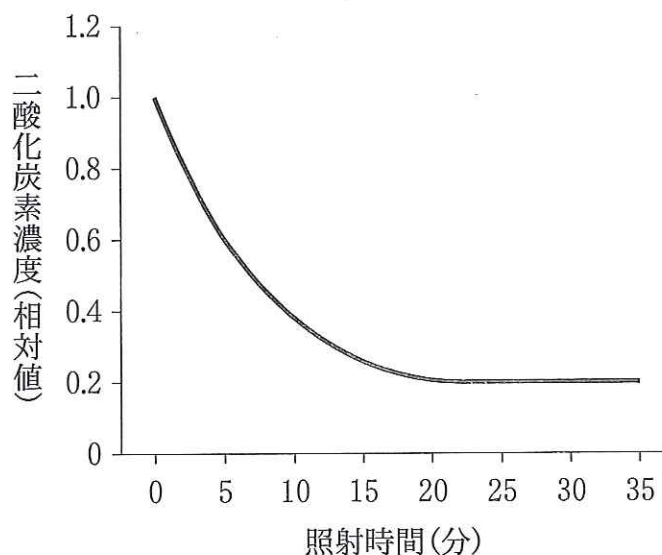


図1

問4 図1において、光の照射後5分付近から二酸化炭素濃度の減少速度が小さくなった。その理由を60字以内で説明しなさい。

問5 図1において、光の照射後20分以降では二酸化炭素濃度は一定の値のまま変化しなくなった。その理由を60字以内で説明しなさい。

問 6 実験 A と同様の実験を、次の①と②の光強度の異なる条件で行った。

- ① 完全な暗黒条件
- ② 実験 A の 2 倍の光強度条件

容器内の二酸化炭素濃度の変化を示すグラフは、①と②の条件でそれぞれどうなるか。図 2 に示す点線(a)~(f)の中から最も適切なものを選び、記号で答えなさい。ただし、単位時間あたりの葉の呼吸量はいずれの条件でも一定とする。実験 A の結果は図 2 に実線で示してある。

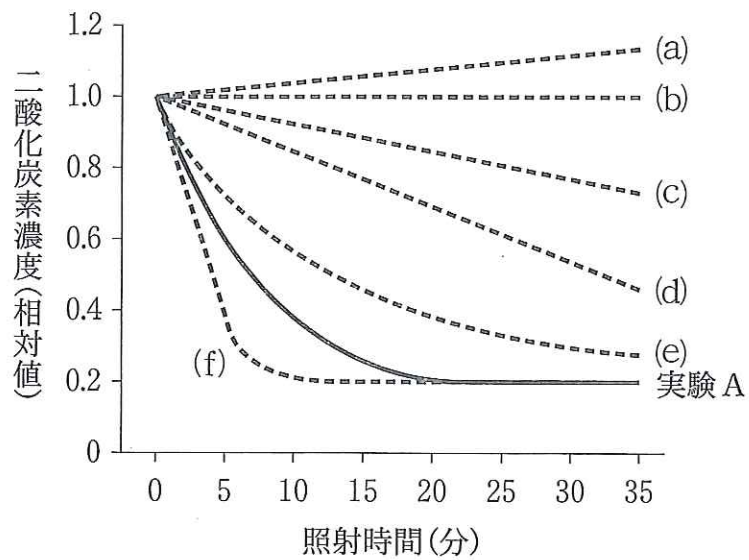


図 2

問 7 実験 A と同様の実験を、光照射後 25 分の時点から次の①と②の異なる光強度条件に変えて行った。

- ① 実験 A の 2 倍の光強度条件
- ② 実験 A の半分の光強度条件

この時、容器内の二酸化炭素濃度はどのように変化するか。①と②のそれぞれの光強度条件について、図 3 に示す矢印(a)~(c)の中から最も適切なものを選び、記号で答えなさい。ただし、単位時間あたりの葉の呼吸量は一定とし、いずれの光強度も補償点より高いものとする。

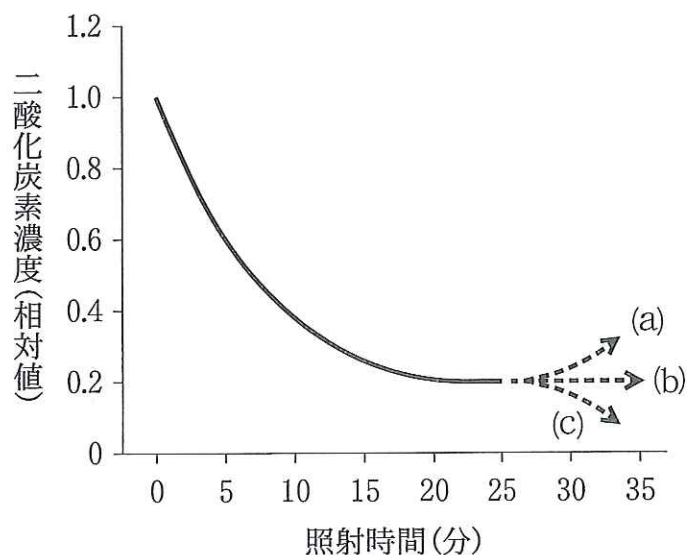


図 3

問 8 実験 A と同様の実験を、温度条件のみ 15℃ に変えて行ったところ、実験 A (実線) と結果が異なった。この時の結果について、図 4 に示す点線 (a)~(d) の中から最も適切なものを選び、記号で答えなさい。またその理由を 80 字以内で説明しなさい。

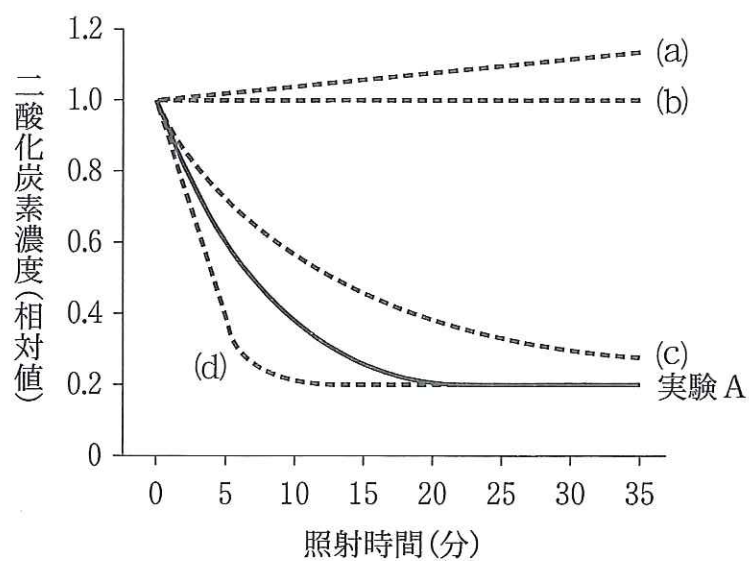


図 4

4 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。(配点20)

ある動物にその動物が持っていない別の遺伝情報を人為的に染色体に導入した動物のことを、トランスジェニック動物という。トランスジェニック動物は、受精卵の核に目的のDNA溶液を注入することで染色体に目的遺伝子を導入し、その受精卵をメスの動物の子宮などに移植して、出産させることで作製される。

実験1 蛍光タンパク質の遺伝子 z を野生型のマウスに導入して、トランスジェニックマウスを作製した。このマウスは蛍光を発していた。遺伝子検査の結果、遺伝子 z が常染色体上の1ヶ所に1つだけ導入されていることがわかった。

実験2 実験1で作製したマウスのうち、オスのマウスと野生型のメスのマウスとを交配させた。この交配で生まれたマウスには蛍光を発するものと、発しないものがあった。遺伝子検査を行ったところ、蛍光を発するマウスはすべて遺伝子 z を持ち、ヘテロ接合体(相同染色体の一方にのみ存在)として受け継がれていることを確認できた。

次に、このヘテロ接合体のオスのマウスと野生型のメスのマウスとを交配させた。この交配で生まれたマウス①に対して遺伝子検査を行った。

実験3 下線部①で生まれた遺伝子 z を持ったマウス同士を交配させた。生まれた②すべてのマウスに対して遺伝子検査を行ったところ、遺伝子 z を持たないマウス以外に、ホモ接合体(相同染色体の両方に存在)のマウスとヘテロ接合体のマウスを確認できた。ホモ接合体とヘテロ接合体のマウス間では、蛍光の明るさに差はなかった。

問 1 下線部①の生まれたマウスが遺伝子 α を受け継いでいる確率を分数で答えなさい。

問 2 実験 3 において、下線部②のマウスのうち、ホモ接合体とヘテロ接合体の比はいくらか、答えなさい。

問 3 実験 3 において、ホモ接合体のマウスとヘテロ接合体のマウスの遺伝子型の判別をするために、遺伝子検査を用いず、蛍光の有無だけで検査したい。そのためにはどのような交配を行えばよいか、その交配の名称、方法の説明(手順)、および予想される結果をそれぞれ答えなさい。

問 4 遺伝子検査の方法の 1 つに PCR 法がある。PCR 法に関する以下の文章を読んで、次の問い(1)と(2)について答えなさい。

PCR 法は、特定の DNA 領域を繰り返し複製させる実験技術の 1 つである。薬品(試薬)として酵素の 1 つである 、複製を開始する領域の両端部分の塩基配列と相補的な配列を持つ 1 組の や 4 種の塩基(アデニン、シトシン、,)のいずれかを持つヌクレオチドを用いる。

の特徴の 1 つとして 性があり、温泉に生息する 性細菌から最初に発見された。これらの混合液に鋳型となる目的の DNA を加え、95℃ に加熱、60℃ まで冷却、72℃ に加熱、の温度変化の過程を何度もくり返すことで目的とする DNA 領域の合成が促進される。合成された 2 本鎖 DNA 内では、アデニンと , およびシトシンと がそれぞれ相補的な塩基対を形成している。

(1) 文中の と に適切な語句を次の(a)~(f)の中から選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|------------|------------|-----------|
| (a) 制限酵素 | (b) 消化酵素 | (c) プライマー |
| (d) ポリメラーゼ | (e) ポリペプチド | (f) リガーゼ |

(2) 文中の ~ に適切な語句を記入しなさい。

5 選択問題Aと選択問題Bのうち、どちらか1問を選んで解答しなさい。

(配点 20)

選択問題Aと選択問題Bのそれぞれに解答用紙があります。選択した問題の解答用紙の確認欄に○印を記入しなさい。なお、選択の確認ができない場合は採点をしません。

選択問題A

次の文章[A]・[B]を読んで、問1～6に答えなさい。

[A] 生物の進化は、外部形態や発生の様式などに限らず、タンパク質のアミノ酸配列や核酸の塩基配列を分析・比較することによっても研究されている。脊椎動物の赤血球に含まれるヘモグロビン分子の141個のアミノ酸の配列を、ヒトとゴリラで比較すると、わずか1個の違いしかない。ヒトとウシでは、17個のアミノ酸が異なっている。さらに、ヒトとイモリでは、62個のアミノ酸が異なっている。このように、ヒトとの類縁関係が遠い動物ほど、アミノ酸の数の違いは大きくなる。この違いを利用して、生物間の系統関係や、生物が進化し分岐した時代を推定できる。このようなタンパク質やDNAなどの分子レベル①の違いの多くは生存や繁殖に有利でも不利でもなく、突然変異と遺伝的浮動によって生じると考えられている。

問1 DNAの遺伝情報を転写した伝令RNA(mRNA)はリボソームに付着した後、タンパク質に翻訳される。ある伝令RNAの翻訳領域について、その塩基配列およびアミノ酸配列をヒトとゴリラで比較した場合、塩基配列に違いがみられるにもかかわらず、翻訳されたアミノ酸配列には違いがない場合がある。このようなことが生じる理由を80字以内で答えなさい。

問2 下線部①についての説明で、このような進化のしくみの考え方を何というか、答えなさい。また、その提唱者の氏名を答えなさい。

問 3 次の問いに答えなさい。

図1は、A～Eの生物種間で、あるタンパク質のアミノ酸配列を比較して作成した分子系統樹である。図1に記載されている数字は、ある生物種の分岐後もしくは分岐点間のアミノ酸置換数を示している。生物種BとCは約8千万年前に共通の祖先から分岐したことが判明している。一方、図1に記載されていない生物種Fは、Bと3億9千万年前に共通の祖先から分岐したことが分かった。これらの情報から、図1の分子系統樹に線を加えることによって生物種Fを含む分子系統樹を完成させなさい。それとともに生物種Fのアミノ酸置換数を推測し、分子系統樹上に数字を記入しなさい。なお、アミノ酸1個が置換するのに要する時間はほぼ一定とする。

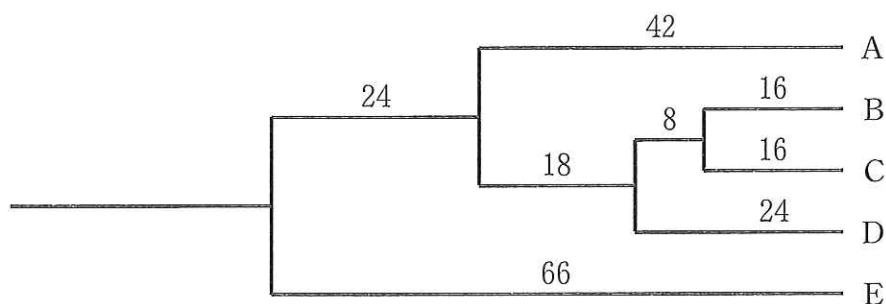


図1

問 4 突然変異は進化の起こる主要因の1つであると考えられている。突然変異には遺伝子突然変異と染色体突然変異とがある。染色体突然変異における染色体の構造変化にはどのようなものがあるか、4つ答えなさい。

[B] ほ乳類の進化は、それらの形態や地理的分布などから推察することができる。オーストラリア大陸には、カモノハシなどの 類やカンガルーなどの 類などが生息している。オーストラリア大陸は、 類が出現する前に、 によって他の大陸から隔離された。その後、オーストラリア大陸では 類の侵入がなかったので、 類は生き残った。

問 5 文中の ～ に適切な語句を記入しなさい。

問 6 類および 類に属する動物について、出生からほ乳期までにみられる特徴を答えなさい。

選択問題B

次の文章[A]・[B]を読んで、問1～5に答えなさい。

[A] 人間活動に伴う化石燃料の消費，森林破壊などの土地利用の変化などにより，大気中の二酸化炭素濃度は年々増加している。図1の上段には，1980年代後半から2011年において，日本の岩手県にある綾里観測所（標高260 m），アメリカ合衆国のハワイ州にあるマウナ・ロア観測所（標高3400 m），南極大陸の昭和基地（標高29 m）において観測された大気中の二酸化炭素濃度（ppm）の推移を示している。また，図1の下段には，2005年～2010年の観測値を拡大して示している。

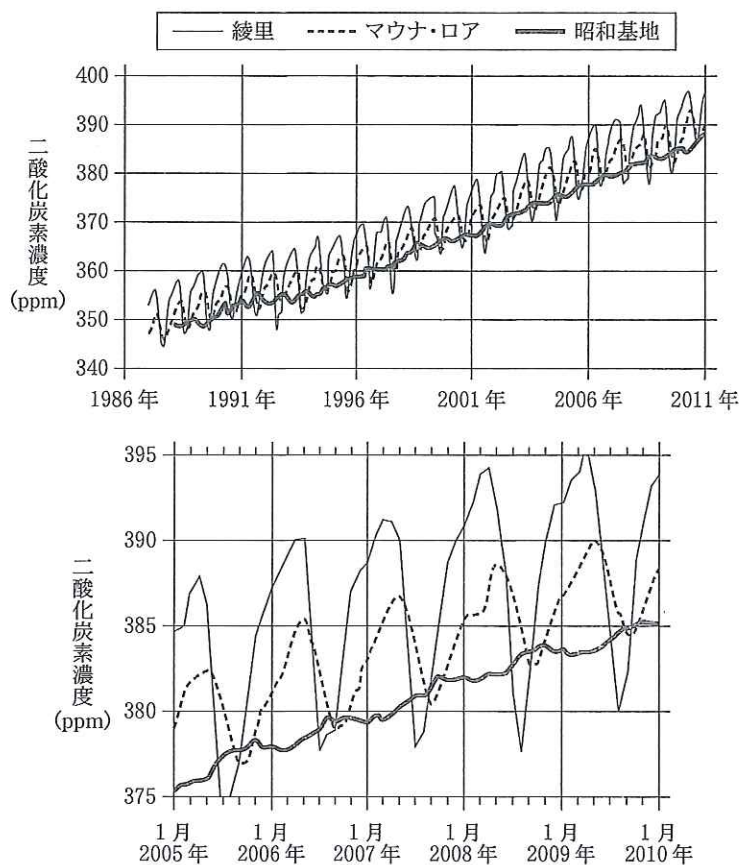


図1 大気中の二酸化炭素濃度(ppm)の推移
(出典：世界気象機関)

問 1 綾里における二酸化炭素濃度の季節変動について、マウナ・ロアと比較して、どのような特徴を示しているかを 40 字以内で説明しなさい。また、そうなる理由を 40 字以内で説明しなさい。

問 2 南半球に位置する昭和基地における二酸化炭素濃度の季節変動は、綾里やマウナ・ロアと比較して、どのような特徴を示しているかを 40 字以内で説明しなさい。また、そうなる理由を 40 字以内で説明しなさい。

問 3 図 1 に示した 21 世紀における二酸化炭素濃度の増加傾向が同じ速度で続くと仮定した場合、綾里では 2050 年には二酸化炭素濃度はおよそ何 ppm になっていると推定できるか、計算過程を含めて整数で答えなさい。ただし、毎年 of 最大値をその年の二酸化炭素濃度の値として用いること。

[B] イネなどの高等植物は、大気中に含まれる二酸化炭素を吸収し、太陽の光エネルギーを用いて炭水化物を生成する光合成を行う。

問 4 夏季の晴天日において、イネの葉 (100 cm^2) における 1 日当たりの二酸化炭素吸収量を 220 mg と仮定する。 1 ha ($100\text{ m} \times 100\text{ m}$) の水田における 1 日当たりの二酸化炭素吸収量は何 kg であるか、計算過程を含めて答えなさい。ここで、水田では単位面積の 4 倍の葉が茂っており、すべての葉の二酸化炭素の吸収量は同じ値と仮定する。

問 5 水田でイネを収穫した結果、 1 m^2 当たりのイネの重量は 1320 g であった。イネの生育期間 (120 日) に 1 日当たり 10 メガJ/m^2 (メガは 10^6 , J (ジュール) は熱量の単位) の太陽の光エネルギーが水田に入射したと仮定すると、イネは太陽の光エネルギーの何%を変換 (固定) したことになるか、計算過程を含めて有効数字 3 桁で答えなさい。ここで、イネ 1 g 当たりの熱量を 16 キロJ (キロは 10^3) と仮定して計算しなさい。