

◇ 理科基礎（化学基礎＋生物基礎）

理基6－1～理基6－20まで20ページあります。

理科基礎

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。

H=1.0, C=12, O=16, Cl=35.5

標準状態での気体のモル体積を 22.4 L/mol とする。

第 1 問 次の問い(問 1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

問 1 次の a～c に当てはまるものを、それぞれの解答群の選択肢のうちから一つずつ選べ。

a 電子親和力の値が最も大きい原子

- ① ナトリウム ② アルミニウム ③ 硫黄
④ 塩素 ⑤ アルゴン

b $^{14}_6\text{C}$ と $^{16}_8\text{O}$ で同じもの

- ① 陽子の数 ② 電子の数 ③ 質量数
④ 価電子の数 ⑤ 中性子の数

c 純物質であるもの

- ① ステンレス ② 塩化ナトリウム ③ 塩酸
④ ガソリン ⑤ 食酢

問 2 1 種類の分子からなる物質の大気圧下での三態に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 4

- ① 固体を加熱すると、液体を経ないで直接気体に変化するものがある。
- ② 純物質では、融点と凝固点は異なる値を示す。
- ③ 液体の状態より気体の状態のほうが分子間の平均距離は短い。
- ④ 固体中の分子は、熱運動によって相互の位置を変える。
- ⑤ 大気圧が変わっても沸点は変化しない。

問 3 化合物 A について次の実験を行った。この結果から化合物 A に含まれていると推定できる元素として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

5

実験 I

化合物 A の水溶液を作り、炎色反応を確認すると黄色であった。

実験 II

化合物 A の粉末を加熱分解した。このとき生じた気体を石灰水に通じると石灰水が白濁した。

- | | | | |
|---|-------|---|----|
| ① | ナトリウム | と | 水素 |
| ② | ナトリウム | と | 酸素 |
| ③ | ナトリウム | と | 炭素 |
| ④ | カリウム | と | 水素 |
| ⑤ | カリウム | と | 酸素 |
| ⑥ | カリウム | と | 炭素 |
| ⑦ | カルシウム | と | 水素 |
| ⑧ | カルシウム | と | 酸素 |
| ⑨ | カルシウム | と | 炭素 |

理科基礎

問 4 化学結合に関する記述として誤りを含むものを，後の選択肢から一つ選べ。 6

- ① ナフタレン分子の原子間の結合は共有結合である。
- ② アンモニウムイオンの 4 個の N-H 結合は，互いに区別できない。
- ③ 塩化ナトリウムの結晶はイオン結合からなる。
- ④ ナトリウムでは，ナトリウム原子の価電子は，金属全体を自由に動くことができない。
- ⑤ ダイヤモンドでは，炭素原子どうしが共有結合でつながっている。

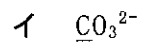
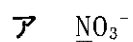
問 5 物質とその用途の組合せとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 7

	物質名	用途
①	窒素	燃料電池，ガス溶接
②	炭酸カルシウム	乾燥剤，発熱剤
③	二酸化炭素	保冷剤，消火剤
④	塩化ナトリウム	ガラスの製造，洗剤
⑤	エタン	都市ガス，水素の原料

理科基礎の問題は次のページに続く。

第2問 次の問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 8 ～ 14〕

問1 次のイオン(ア～ウ)を、下線で示した原子の酸化数が大きい順に並べたものとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 8



- ① ア>イ>ウ
- ② ア>ウ>イ
- ③ イ>ア>ウ
- ④ イ>ウ>ア
- ⑤ ウ>ア>イ
- ⑥ ウ>イ>ア

問2 塩素には ^{35}Cl と ^{37}Cl の2種類の安定同位体があり、原子量は35.5である。このとき、次の問い(a・b)に答えよ。

a ^{35}Cl の相対質量を35、 ^{37}Cl の相対質量を37とすると、天然の ^{35}Cl の存在比として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 9 %

- ① 15 ② 25 ③ 35 ④ 65 ⑤ 75 ⑥ 85

b 213 g の塩素 Cl_2 に含まれる ^{35}Cl の物質質量〔mol〕は理論上いくらか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 10 mol

- ① 1.5 ② 3.0 ③ 4.5 ④ 6.0 ⑤ 7.5 ⑥ 9.0

問 3 46 g のエタノールを十分な量の酸素中で完全燃焼させた。このとき生成する二酸化炭素の標準状態での体積 [L] と水の質量 [g] の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。ただし、水は全て液体として生成するものとする。 11

	二酸化炭素の体積 [L]	水の質量 [g]
①	22.4	18
②	22.4	36
③	22.4	54
④	44.8	18
⑤	44.8	36
⑥	44.8	54
⑦	67.2	18
⑧	67.2	36
⑨	67.2	54

問 4 酸に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

12

- ① 酸には必ず酸素原子が含まれている。
- ② 水に溶けて酸素を生じる物質を酸という。
- ③ 水溶液の濃度がある程度大きいときでも、電離度が 1 に近い酸を強酸という。
- ④ ブレンステッド・ローリーの定義よると、水分子は水素イオンを他の物質から受け取るとき、酸としてはたらく。

問 5 酢酸水溶液の pH を測定したところ、 $\text{pH} = 3$ であった。この酢酸水溶液の電離度が 0.02 のとき、酢酸水溶液のモル濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 13 mol/L

- ① 0.02
- ② 0.05
- ③ 0.1
- ④ 0.2
- ⑤ 0.5
- ⑥ 1

理科基礎

問 6 濃度未知の水酸化カルシウム水溶液 10 mL を中和するのに、0.10 mol/L の塩酸が 2.4 mL 必要であった。このときの水酸化カルシウム水溶液のモル濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。

14 mol/L

- ① 0.0080 ② 0.012 ③ 0.024 ④ 0.056 ⑤ 0.28
⑥ 0.56

理科基礎の問題は次のページに続く。

第 3 問 生物の特徴および遺伝子とそのはたらきに関する次の文章 (A・B) を読み、後の問い (問 1～6) に答えよ。〔解答番号

15

 ～

20

〕

A 生物を構成する細胞は、真核細胞と原核細胞とに分類され、どちらも細胞膜に包まれている。真核細胞では、多くの細胞小器官も膜で包まれている。細胞膜や細胞小器官を包む膜は、生体膜と呼ばれ、半透性に近い性質をもつ。また、生体膜は水のほかに特定の物質を通す性質をもつ。

問 1 真核生物と原核生物の特徴に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

15

- ① 多細胞生物には、真核細胞からなるものと、原核細胞からなるものがある。
- ② ペン毛は、原核細胞にのみ存在し、真核細胞には存在しない。
- ③ ゴルジ体は、真核細胞と原核細胞に共通して存在する。
- ④ 原核細胞には、ミトコンドリアが存在する。
- ⑤ 原核細胞には、DNA を包む核膜がない。

問 2 次の細胞小器官ア～エのうち、二重の膜で包まれているものの組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

16

ア 核 イ ゴルジ体 ウ 葉緑体 エ 液胞

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| ① ア, イ | ② ア, ウ | ③ ア, エ |
| ④ イ, ウ | ⑤ イ, エ | ⑥ ウ, エ |
| ⑦ ア, イ, ウ | ⑧ ア, イ, エ | ⑨ イ, ウ, エ |

問3 植物細胞の体積は，細胞内の浸透圧や膨圧によって調節される。水を与えられずにしおれたある植物を蒸留水に浸したときの，細胞の体積や膨圧の変化に関して，次の文章中の空欄 **オ** ～ **キ** に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 **17**

植物を蒸留水に浸すと，細胞内外の浸透圧差により水分子の移動が起こり，細胞の体積が **オ** する。膨圧は徐々に **カ** し，やがて **キ** ため，見かけ上，水分子の移動が止まり，細胞の体積が一定に保たれる。

	オ	カ	キ
①	増加	上昇	細胞内の浸透圧より大きくなる
②	増加	上昇	細胞内の浸透圧と同じ大きさになる
③	増加	低下	0（ゼロ）になる
④	増加	低下	細胞内の浸透圧と同じ大きさになる
⑤	減少	上昇	細胞内の浸透圧より大きくなる
⑥	減少	上昇	細胞内の浸透圧と同じ大きさになる
⑦	減少	低下	0（ゼロ）になる
⑧	減少	低下	細胞内の浸透圧と同じ大きさになる

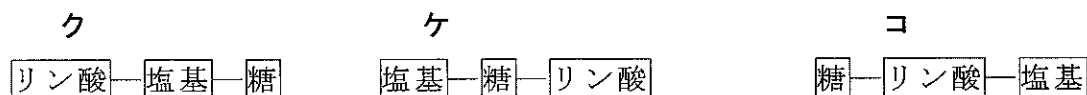
理科基礎

B 遺伝情報を担う物質として、どの生物も (a) DNA をもっている。DNA は、糖、リン酸および塩基からなる高分子である。DNA の (b) 二重らせん構造 は、細胞内で遺伝情報を安定に保ち、細胞分裂後の細胞に正確な遺伝情報を伝えるしくみの基盤となっている。

問 4 下線部 (a) に関して、DNA を抽出するための生物材料として誤っているものを、後の選択肢から一つ選べ。 18

- | | |
|--------------|-------------|
| ① タマネギの根 | ② バナナの果実 |
| ③ アスパラガスの若い茎 | ④ ブロッコリーの花芽 |
| ⑤ ニワトリの卵白 | ⑥ サケの精巢 |
| ⑦ ブタの肝臓 | |

問 5 下線部 (a) に関して、次に示す DNA の構成単位の模式図 (ク～コ) と、そこに含まれる糖との組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 19



	模式図	糖
①	ク	リボース
②	ケ	リボース
③	コ	リボース
④	ク	グルコース
⑤	ケ	グルコース
⑥	コ	グルコース
⑦	ク	デオキシリボース
⑧	ケ	デオキシリボース
⑨	コ	デオキシリボース

問 6 下線部 (b) に関して、表 1 はヒトの肝細胞の DNA に含まれる各塩基の数の割合を示している。表 1 中の サ ～ ス に当てはまる数値の組合わせとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 20

表 1 ヒトの肝細胞の DNA に含まれる各塩基の数の割合

塩基	アデニン (A)	シトシン (C)	グアニン (G)	チミン (T)
割合 (%)	30.7	サ	シ	ス

	サ	シ	ス
①	30.7	19.3	19.3
②	19.3	30.7	19.3
③	19.3	19.3	30.7
④	23.1	23.1	23.1

理科基礎

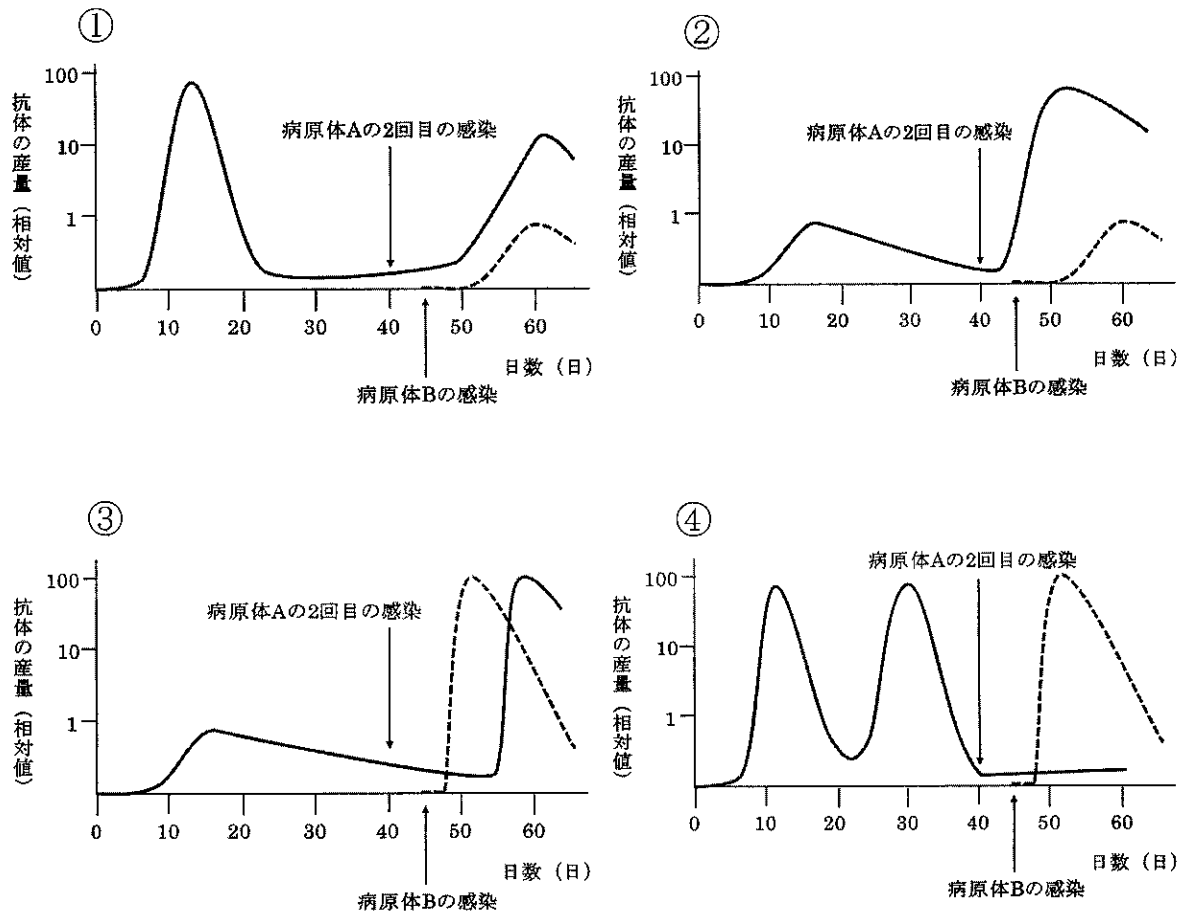
第 4 問 生物の体内環境の維持に関する次の文章（A・B）を読み、後の問い（問 1～6）に答えよ。〔解答番号 21 ～ 26〕

A ヒトには、体外から侵入した病原体などの異物を排除する (a) 生体防御のしくみ である免疫が備わっている。ヒトの免疫には (b) 一度感染した病原体の情報を記憶するしくみがあり、同じ病原体が再び侵入してきても発病しにくくなる。また、 (c) 免疫のしくみを応用した医療も数多く行われている。

問 1 下線部 (a) に関して、自然免疫と獲得免疫に関する記述として最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。 21

- ① マクロファージは食作用を行うが、好中球は食作用を行わない。
- ② マクロファージは自然免疫には関与するが、獲得免疫には関与しない。
- ③ T細胞は骨髄で成熟し、B細胞は胸腺で成熟する。
- ④ T細胞は細胞性免疫と体液性免疫の両方に関与する。
- ⑤ B細胞によって活性化されたヘルパーT細胞は、形質細胞へ分化する。

問 2 下線部 (b) に関して、ヒトが病原体 A に繰り返して感染した後に、さらに別の病原体 B に感染した場合に産生する抗体量の変化を表すグラフとして最も適切なものを、次ページの選択肢から一つ選べ。ただし、病原体 A の最初の感染日を 0 日目とし、実線が病原体 A に対する抗体量、点線が病原体 B に対する抗体量を示している。 22



問 3 下線部(c)に関連して、次の記述ア～エのうち、正しい記述の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 23

- ア 病原体に対する抗体を含む薬品をワクチンという。
- イ 血清療法は病気の予防には効果があるが、病原体が体内に侵入してしまったあとでは効果がない。
- ウ 血清療法では、ウマなどの動物から得た抗体を含む血清を投与する。
- エ 予防接種には、弱毒化した病原体を接種する方法以外に、病原体の成分の一部を接種する方法もある。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① ア, イ | ② ア, ウ | ③ ア, エ |
| ④ イ, ウ | ⑤ イ, エ | ⑥ ウ, エ |

理科基礎

B 体内環境である体液は常に一定の状態になるように調節されており，それには (d) 肝臓や腎臓が重要なはたらきをしている。 (e) 肝臓では，様々な物質の合成，貯蔵，分解などが行われている。 (f) 腎臓では，体液の濃度調節などが行われ，これらの臓器は恒常性の維持に大きな役割を果たしている。

問 4 下線部 (d) に関連して，次の文章中の空欄 **オ** ～ **キ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 **24**

肝臓には，小腸などの消化管で吸収された栄養素を豊富に含む血液が **オ** を通って流入する。この流入する血液は，大動脈から **カ** を通って肝臓へ直接流入する血液の約 4 倍もの量になる。また，肝臓からの血液は **キ** を通って心臓に送られる。

	オ	カ	キ
①	肝動脈	肝門脈	肝静脈
②	肝動脈	肝静脈	肝門脈
③	肝門脈	肝動脈	肝静脈
④	肝門脈	肝静脈	肝動脈
⑤	肝静脈	肝動脈	肝門脈
⑥	肝静脈	肝門脈	肝動脈

問 5 下線部 (e) に関して，ヒトの肝臓の機能に関する文として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 **25**

- ① タンパク質の分解により生じた尿素をアンモニアに変える。
- ② 血液中の主要な無機塩類の濃度を調節する。
- ③ 血液中のグリコーゲンからグルコースを合成して貯蔵する。
- ④ 脂肪の消化を助ける胆汁を生成する。
- ⑤ アミノ酸からタンパク質を合成し，その大部分を貯蔵する。

問 6 下線部 (f) に関連して、ヒトの腎臓の構造と機能に関する文として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 26

- ① タンパク質は、糸球体からボーマン囊^{のう}へろ過された後、細尿管（腎細管）ですべて再吸収される。
- ② グルコースは、糸球体からボーマン囊^{のう}へろ過されない。
- ③ 1 個の腎臓には、ネフロン（腎単位）が約 10 万個存在する。
- ④ 糸球体とボーマン囊^{のう}を合わせて腎小体という。

第 5 問 生物の多様性と生態系に関する次の文章を読み、後の問い(問 1～5)に答えよ。〔解答番号 27 ～ 33〕

A 陸上では生産者である植物を基盤として、その地域に生息する動物や微生物などのすべての生物のまとまりをバイオーム(生物群系)という。植物の生育は、気温と降水量の影響を強く受けるため、陸上には地理的な気候区分とほぼ一致する特徴ある相観をもったバイオームが成立している。

生態系では、光合成、呼吸、食物連鎖などの様々な過程を通して(a)物質が循環している。また、この循環に伴い(b)エネルギーが移動している。人間の活動は物質循環に大きな影響を与えるようになり、近年の地球温暖化との関係が懸念されている。

問 1 生態系の代表的な生産者はバイオームによって異なる。ステップ、硬葉樹林、雨緑樹林の各バイオームにおける代表的な生産者として最も適当な組合せを、後の選択肢から一つ選べ。 27

	ステップ	硬葉樹林	雨緑樹林
①	地衣類	カラマツ	オリーブ
②	地衣類	オリーブ	チーク
③	地衣類	チーク	カラマツ
④	サボテン類	カラマツ	オリーブ
⑤	サボテン類	オリーブ	チーク
⑥	サボテン類	チーク	カラマツ
⑦	イネのなかま	カラマツ	オリーブ
⑧	イネのなかま	オリーブ	チーク
⑨	イネのなかま	チーク	カラマツ

問 2 下線部 (a) に関連して、次の図 1 は、現在の地球生態系における炭素の移動に関して図示したものである。下のア・イに当てはまる矢印はどれか。最も適当なものを、後の選択肢からそれぞれ一つずつ選べ。

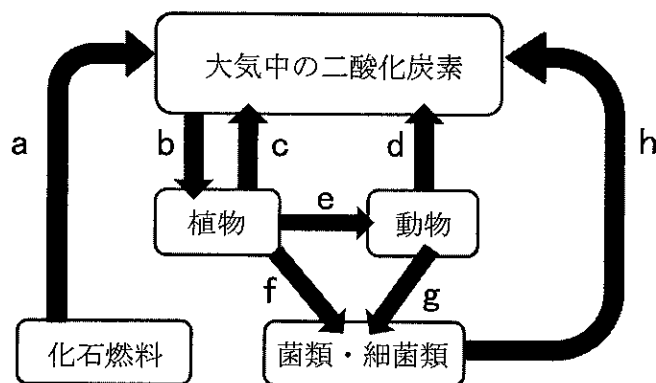


図 1 現在の地球生態系における炭素の主な移動（模式図）

ア 光合成による炭素の移動 —

イ 有機物としての炭素の移動 —

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ① a | ② b | ③ c | ④ d |
| ⑤ a, c, d | ⑥ b, c, d | ⑦ d, e, g | ⑧ e, f, g |

問 3 下線部 (b) に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 熱エネルギーの一部は、生物によって化学エネルギーに変換される。
- ② 生態系内を流れるエネルギーは、最終的には熱エネルギーとなって生態系外へ出ていく。
- ③ 熱エネルギーの一部は、生物によって光エネルギーに変換される。
- ④ 植物は熱エネルギーを放出しない。

理科基礎

B 大気中の二酸化炭素は、ウやエなどとともに、温室効果ガスと呼ばれる。化石燃料の燃焼などの人間活動によって、図2のように大気中の二酸化炭素濃度は年々上昇を続けている。また、陸上植物の光合成による影響を受けるため、大気中の二酸化炭素濃度には、周期的な季節変動がみられる。図3のように冷温帯に位置する岩手県の綾里^{りょうり}の観測地点と、亜熱帯に位置する沖縄県の与那国島^{よなぐに}の観測地点では、二酸化炭素濃度の季節変動パターンに違いがある。

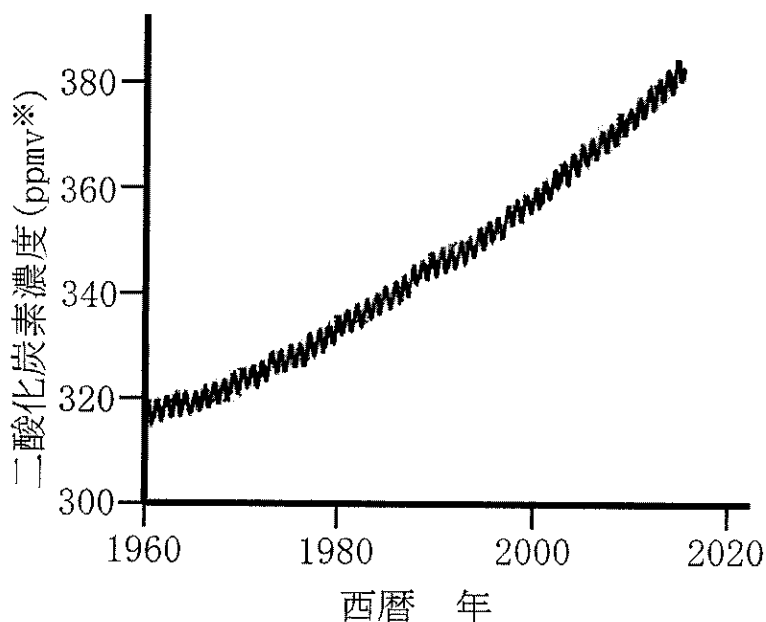


図2 大気中の二酸化炭素濃度の変化（ハワイ）

※ppmv：体積比で百万分の1を表す単位

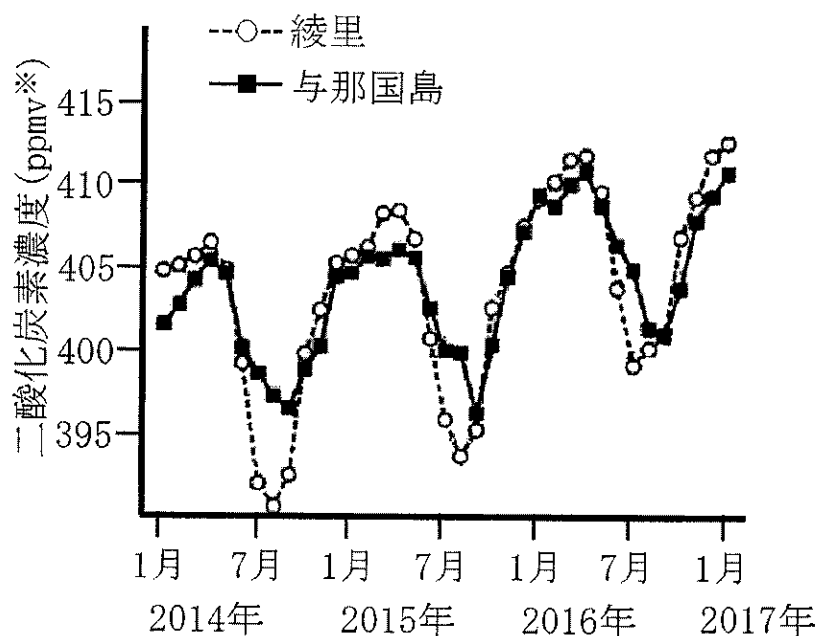


図3 大気中の二酸化炭素濃度の変化〔綾里（岩手県）、与那国島（沖縄県）〕

※ppmv：体積比で百万分の1を表す単位

問 4 空欄 ・ に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。

- | | ウ | エ | | ウ | エ |
|---|-----|-----|---|-----|-----|
| ① | 窒素 | メタン | ② | 窒素 | フロン |
| ③ | メタン | フロン | ④ | メタン | 酸素 |
| ⑤ | フロン | 酸素 | ⑥ | フロン | 水素 |

問 5 図 2・図 3 を踏まえて，大気中の二酸化炭素濃度の変化について考察した記述として適当なものを，後の選択肢から二つ選べ。ただし，解答の順序は問わない。 ,

- ① 2000～2010 年における大気中の二酸化炭素濃度の増加速度は，1960～1970 年に比べて小さい。
- ② 2000～2010 年における大気中の二酸化炭素濃度の増加速度は，1960～1970 年に比べて変化がない。
- ③ 2000～2010 年における大気中の二酸化炭素濃度の増加速度は，1960～1970 年に比べて大きい。
- ④ 亜熱帯の与那国島では，冷温帯の綾里に比べて，大気中の二酸化炭素濃度の季節変動が小さい。
- ⑤ 亜熱帯の与那国島でも，冷温帯の綾里においても，大気中の二酸化炭素濃度の季節変動は同程度である。
- ⑥ 亜熱帯の与那国島では，冷温帯の綾里に比べて，大気中の二酸化炭素濃度の季節変動が大きい。