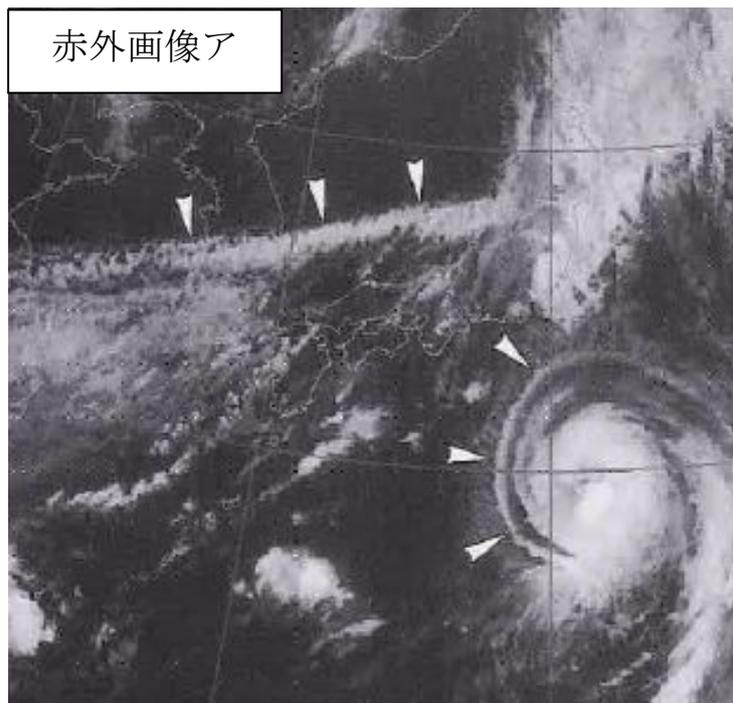


※解答は全て1つです。解答用紙に2つ以上マークすると無効になります。

問1

近年、気象衛星による雲の観測は、ひまわり8号による更新頻度や解像度の向上により、より詳細な雲の構造を捉えられるようになりました。気象衛星画像からわかる雲の形態のうち、航空機の運航に支障をきたす乱気流と関連の深いものとして、晴天乱気流や山岳波による乱気流があります。これら乱気流に関する以下の問いに答えなさい。ただし、使用している衛星画像の日時はすべて異なります。

- (1) 晴天乱気流とは、晴天域または巻雲域で発生する乱気流で、赤外画像アの矢印(▽)で示した雲域は、その代表的な発生域の一つとして知られています。この雲域に関する以下の問いに答えなさい。



- (1) 赤外画像アの矢印部分にあらわれた巻雲の名称を選びなさい。

- ① バルジ状巻雲 ② 地形性巻雲 ③ トランスバースライン
④ かなとこ巻雲 ⑤ テーパリングクラウド

(II) (I) の雲域を説明した文章として、ふさわしいものを選びなさい。

- ① 最盛期から衰弱期の積乱雲の雲頂が圏界面によって押えられ、巻雲が水平方向に流れ出したもので、風下側に羽毛状に伸びる特徴がある。
- ② 流れの方向にほぼ直角な走向を持つ小さな袋状の雲列で、一般にはジェット気流に沿って発現し 80kt 以上の風速を伴っている。
- ③ 山脈の風下側に発生する停滞性の巻雲で、風上側の雲縁が山脈と平行な直線状となり、風下側に長くのびる特徴がある。
- ④ 幅 10~30km 程度の細長い雲列で、長さが 2000~3000km に及ぶ場合があり、主に海上で前線性雲バンドの暖域側に沿って見られる。
- ⑤ 上・中層風上側に向かって、次第に細くなっている毛筆状の雲域で、風上側から風下側に広がった積乱雲と上層風に流される巻雲から構成されている。

(III) (I) の雲域と晴天乱気流の関係について述べた文章中の空欄 (A) (B) にあてはまる語句の組み合わせを選びなさい。

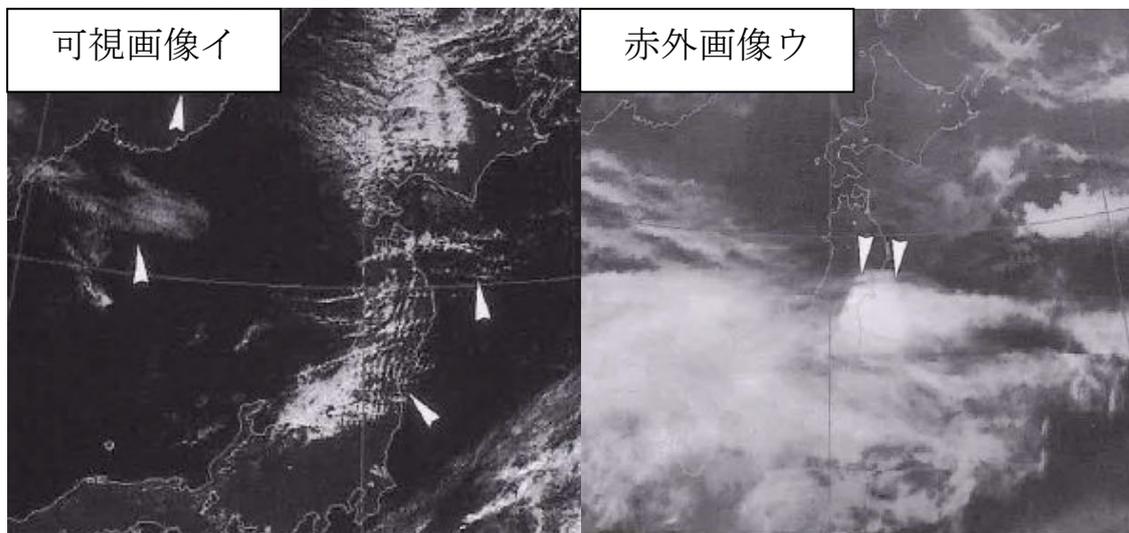
風の鉛直シアー及び大気密度が鉛直方向に異なるとき、その上下層の間に形成される波を (A) といい、(I) の雲域は、それが可視化されたものである。(A) の発生条件は、以下に示されるリチャードソン数が 4 分の 1 未満である。リチャードソン数の分子は (B) に、分母は鉛直シアーに対応するため、(B) が小さく、鉛直シアーが大きい場合、晴天乱気流が発生しやすい場であるといえる。

$$R_i = -\frac{1}{\rho\theta} \frac{\partial\theta}{\partial p} \bigg/ \left(\frac{\partial\vec{V}}{\partial p} \right)^2$$

p : 気圧、 ρ : 密度、 θ : 温位、 \vec{V} : 水平風ベクトル

- | (A) | (B) |
|----------------|--------|
| ① プラネタリー波 | 静力学安定度 |
| ② プラネタリー波 | 上昇流速度 |
| ③ ケルビン・ヘルムホルツ波 | 静力学安定度 |
| ④ ケルビン・ヘルムホルツ波 | 上昇流速度 |
| ⑤ 傾圧不安定波 | 静力学安定度 |

(2) 山岳波による乱気流とは、強風の山越えにより風下側で発生する乱気流で、対流圏中・下層で発生するもの（可視画像イの矢印部分▽）と、上層で発生するもの（赤外画像ウの矢印部分▽）があります。これらの雲域に関する以下の問いに答えなさい。



(I) これらの雲域の名称の組み合わせを選びなさい。

- | | (可視画像イ) | (赤外画像ウ) | | (可視画像イ) | (赤外画像ウ) |
|---|---------|----------|---|---------|----------|
| ① | 波状雲 | 地形性巻雲 | ② | 筋状雲 | 地形性巻雲 |
| ③ | 波状雲 | エンハンスト積雲 | ④ | 筋状雲 | エンハンスト積雲 |
| ⑤ | 波状雲 | バルジ状巻雲 | | | |

(II) 可視画像イ、赤外画像ウの雲域の形成について説明した以下の文章の空欄（ C ）（ D ）にあてはまる語句の組み合わせを選びなさい。

これらの雲域は山岳波と呼ばれる波動により形成され、その形状や伝播形態は、ブラントバイサラ振動数 N を水平方向の平均風速 \bar{u} で割ったスコラー数 $l = N/\bar{u}$ の大きさに依存する。山岳波が上方に伝播可能となる山の起伏の大きさはスコラー数によって決まり、同じスコラー数の気層同士を比べると、起伏が（ C ）ほど上方に伝播しやすい。また、上空に向かってスコラー数が（ D ）気層では、山岳波が捕捉・共鳴されて可視画像イの雲域が、山岳波が対流圏上層まで伝播しかつ上空が湿っていると赤外画像ウの雲域が発生する。

- (C) (D) (C) (D)
- ① 急な 増加する ② 急な 減少する
 ③ 急な 一定な ④ 緩やかな 増加する
 ⑤ 緩やかな 減少する

(Ⅲ) 山岳波と乱気流の関係について説明した以下の文章の空欄 (E) ~ (G) にあてはまる語句の組み合わせを選びなさい。

高い山脈で発生する山岳波の場合、風下側山腹に強いおろし風が発生し、上空で山岳波が砕けて乱気流が生じる。いま、 N と \bar{u} が高度によらず、かつ静水圧平衡が成立する気層で、標高が以下の式で表されるベル型の山を考える。

$$H(x) = H_0 \frac{a^2}{a^2 + x^2} \quad (H_0: \text{山頂の標高}, a: \text{定数})$$

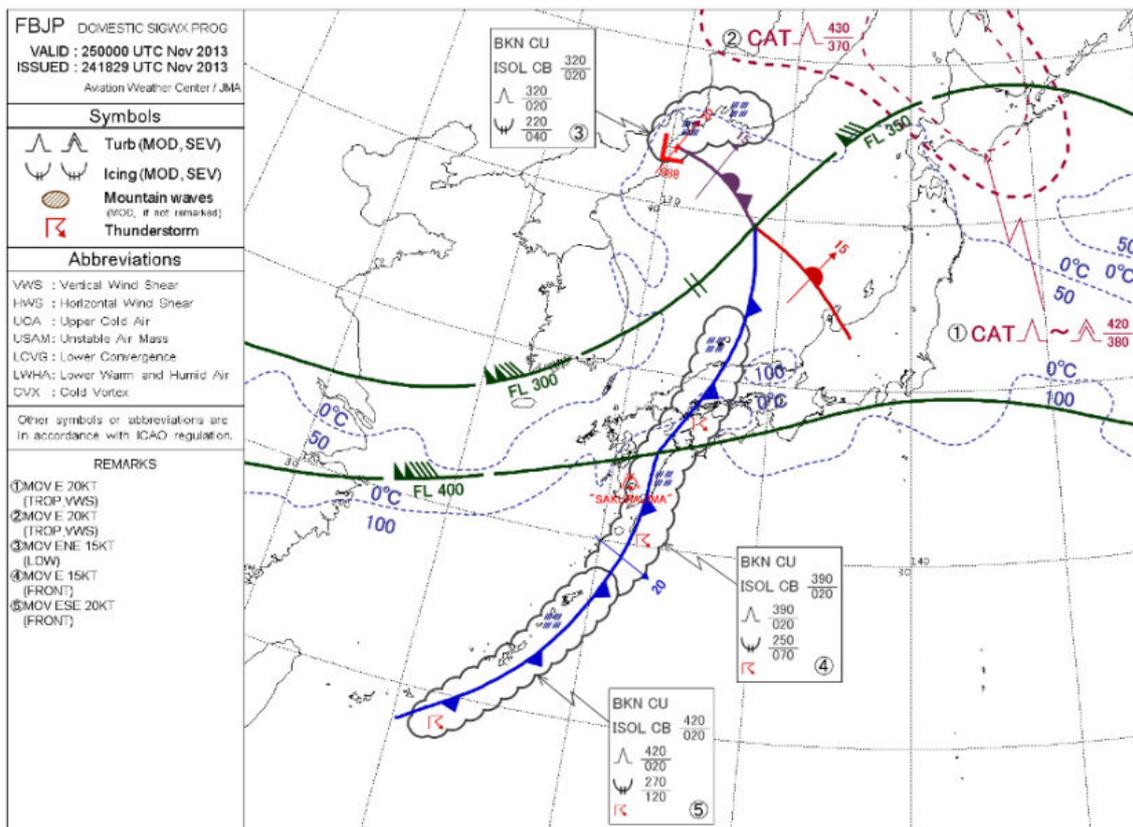
風の乱れが生じる条件は、 c を定数として (E) と表すことができる。また、山の形状として、風上側で傾斜が (F)、風下側で傾斜が (G) 場合、さらに風の乱れが生じやすい。

- (E) (F) (G) (E) (F) (G)
- ① $H_0 > c/l$ 小さい 大きい ② $H_0 > c/l$ 大きく 小さい
 ③ $H_0 > cl$ 小さく 大きい ④ $H_0 > cl$ 大きく 小さい
 ⑤ $H_0 < cl$ 小さく 大きい

(Ⅳ) 赤外面像ウで乱気流が発生しやすい条件や場所について、過去の報告 (Ellrod,1989) ではどのように述べられているでしょうか。もっとも適当なものを選びなさい。

- ① 山頂とウの雲域との間に隔たりがあり、その隔たりのすぐ風上側で発生しやすい。
 ② 山頂とウの雲域との間に隔たりがあり、その隔たりのすぐ風下側で発生しやすい。
 ③ 山頂とウの雲域との間に隔たりがなく、山頂のすぐ風上側で発生しやすい。
 ④ 山頂とウの雲域との間に隔たりがなく、山頂のすぐ風下側で発生しやすい。
 ⑤ 山頂とウの雲域との間に隔たりがなく、山頂の真上で発生しやすい。

(3) 気象庁では、航空機の運航及び航空交通の管理に影響を及ぼすおそれがある気象などの現象に関しては、悪天予想図を公表しています。次の悪天予想図において、晴天乱気流の発生する可能性が予測されているエリアとして、最も適当なものを選びなさい。

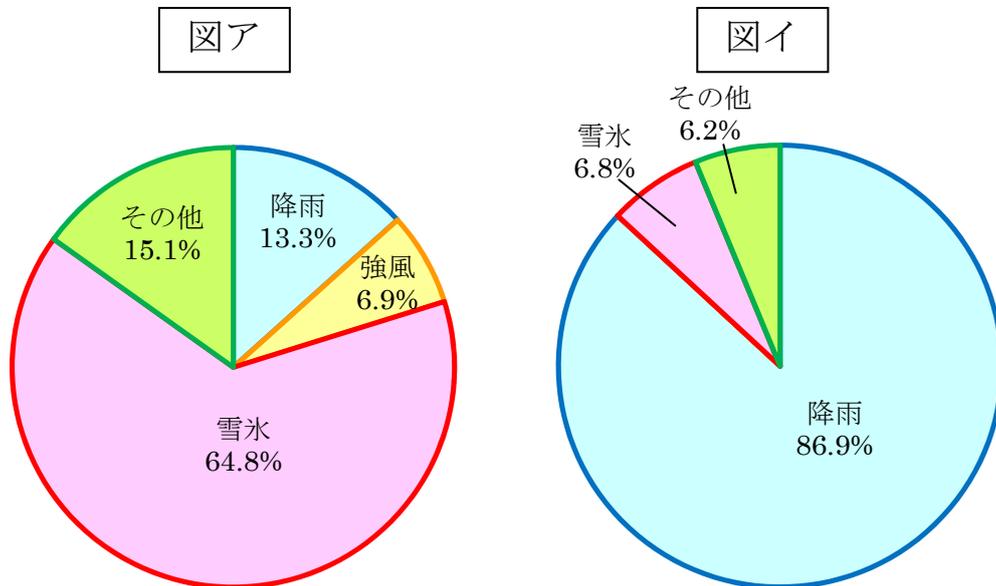


- ① 華中～日本海の上空 3km
- ② 華中～日本海の上空 10km
- ③ 北海道周辺の上空 3～5km
- ④ 北海道周辺の上空 12～14km
- ⑤ 南西諸島周辺の上空 13km

問2

道路交通は常に気象と密接な関係にあり、大雨、暴風、降雪、濃霧などは交通障害を引き起こす主な原因になります。このうち、降雨が原因となる通行規制（通行止めを含む）について、その特徴と対策に関する問いに答えなさい。

(1) 図ア、イは、平成14～23年の10年間における高速道路（NEXCO管理）および国道（国管理）の通行規制について、気象要因別の割合を示しています。図イは（A）で、降雨による規制の割合が大きいという特徴があります。これは、（A）において（B）ことが要因の一つと考えられます。空欄（A）（B）に入る語句および文章の組み合わせを選びなさい。



※国土交通省調べ

(A)

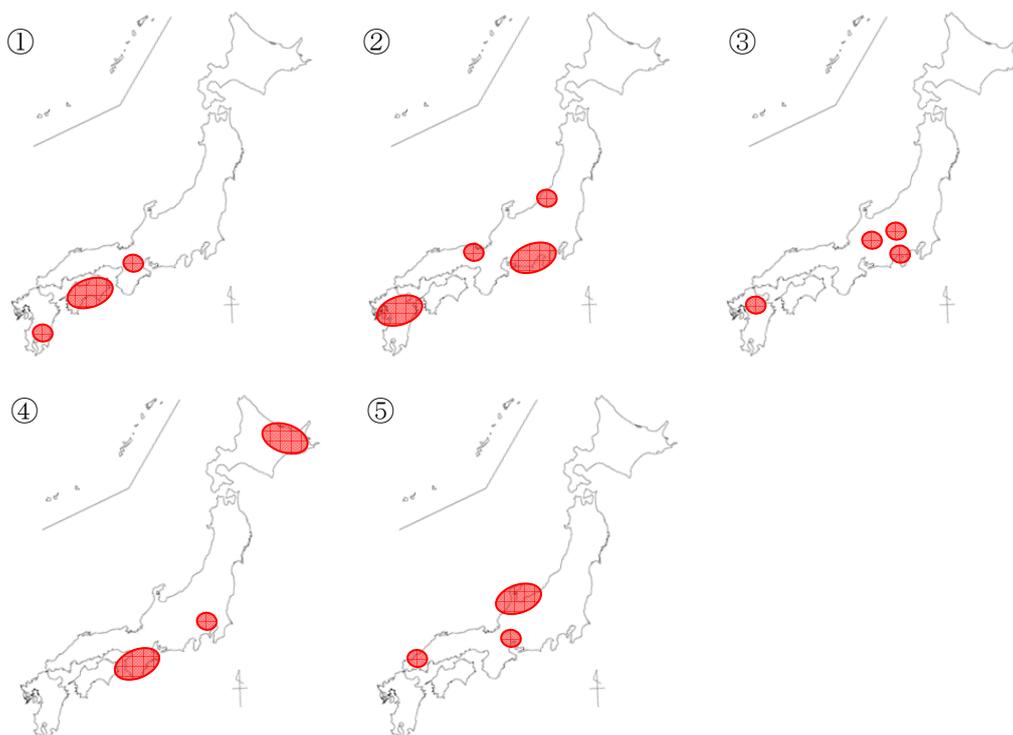
(B)

- | | |
|--------|-----------------------|
| ① 高速道路 | 法定最高速度が大きくスリップしやすい |
| ② 高速道路 | 山間部など降水量の大きな箇所が多い |
| ③ 高速道路 | 橋梁部などスリップしやすい箇所が多い |
| ④ 国道 | がけ崩れなどの危険性が高い箇所が多い |
| ⑤ 国道 | 運転の未熟なドライバーが通行することが多い |

(2) 降雨による通行規制が多いのは、台風や大雨に加えて、予測が困難な突発的かつ局地的な豪雨が近年多発していることも要因となっています。そこで国土交通省では、局地的な豪雨に対応し、新しい通行規制基準を試行しています。新しい通行規制基準を説明した文章として、正しいものを選びなさい。

- ① 従来の通行規制値である時間雨量 50mm を 100mm に引き上げ、規制値を 2 時間連続で超過するという条件を追加した。
- ② 降雨要因が台風や前線の場合は連続雨量を、局地的な豪雨の場合は時間雨量を規制基準とし、降雨要因に応じて両者を切り替える方式とした。
- ③ 連続雨量の規制値について、従来は 20 年間で 1 回出現する雨量としていたものを 10 年間で 1 回出現する雨量に変更し、豪雨の頻度増加に対応した。
- ④ 従来の連続雨量による規制値を大幅に引き下げ、短時間強雨でも連続雨量の規制値に達するよう変更を行った。
- ⑤ 従来は連続雨量のみで規制を行っていた区間について、新たに時間雨量を規制基準に加え、連続雨量についても規制値を引き上げる等の適正化を行った。

(3) 国土交通省は、全国の道路利用に関するビッグデータを集計し、2015 年 6 月に高速道路の通行止めワーストランキング（平成 26 年度）を公表しました。このうち、降雨による通行止め時間数上位 30 位に含まれる箇所（選択肢の図の赤い部分で示す）を選びなさい。



(4) 道路交通において、大雨に伴う災害を防止する取り組みについて述べた以下の文章のうち、誤っているものを選びなさい。

- ① 雨量計による雨の監視に加え、大雨時のパトロール強化や関係機関との密接な連携を図り、迅速かつ的確な情報収集や状況把握を行う。
- ② ハイドロプレーニング現象に対する対策として、路面の空隙や凹凸をなくしてタイヤとの接地面をできるだけ確保し、すべり抵抗性が小さい舗装を採用する。
- ③ 道路法面を豪雨から守る施設として、落石に対しては落石防護柵やポケット式落石防止網を設置し、崩壊しそうな斜面に対してはコンクリート枠で固定する。
- ④ 豪雨災害がよく発生する区間では、高規格幹線道路等の整備により、地域の代替性を確保する対策を講じる。
- ⑤ 都市域では、アンダーパスの冠水対策として排水ポンプを設置し、排水能力を越える雨が降った場合は、事前通行規制の実施と利用者への情報提供を行う。

問3

古来より秋田県は「美人の産地」といわれており、気象学的には「美肌の産地」と言い換えることもできます。その理由を考察した問いに答えなさい。

(1) 次の2つの表は、秋田市を含む全国の主要10都市について、東京の年平均値を100とした場合の相対比（アメダス平年値を使用）を表しています。それぞれの気象要素に対応するか選びなさい。

【気象要素 A】

都市	相対比（東京=100）
那覇	114
秋田	112
金沢	111
長野	111
仙台	109
札幌	106
福岡	105
高知	105
東京	100
大阪	98

【気象要素 B】

都市	相対比（東京=100）
高知	115
大阪	106
長野	103
東京	100
福岡	99
仙台	96
那覇	95
札幌	93
金沢	90
秋田	81

(I) 気象要素 A にあてはまる語句

- ① 平均気温 ② 平均風速 ③ 相対湿度 ④ 日照時間 ⑤ 現地気圧

(II) 気象要素 B にあてはまる語句

- ① 降水量 ② 平均風速 ③ 最高気温 ④ 日照時間 ⑤ 海面更正気圧

(2) 次の文章について、以下の問いに答えなさい。

図1は、(1)の気象要素Aについて、秋田と仙台における月変化を示したもので、秋田は(ア)のグラフである。このことから、年間を通じて肌の(イ)が期待できる。また、気象要素Bで秋田が最下位になっていることは、肌に対して(ウ)を防止する効果が期待できる。

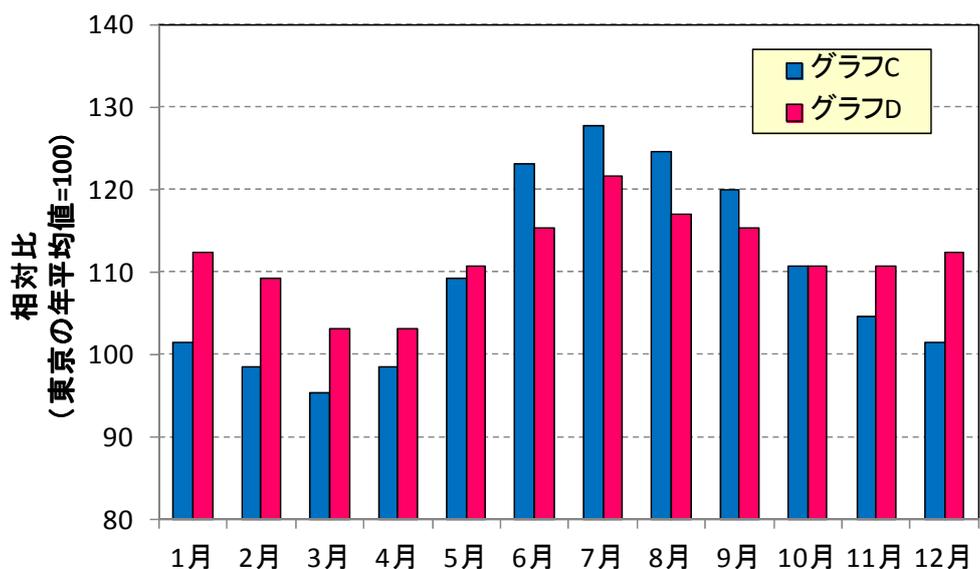


図1 秋田と仙台における気象要素Aの月変化

(I) 文章中の空欄(ア)(イ)に入る語句の組み合わせを選びなさい。

- | | | | |
|-----|---------|-----|----------|
| (ア) | (イ) | (ア) | (イ) |
| ① C | マッサージ効果 | ② C | 光老化の防止効果 |
| ③ C | 乾燥の防止効果 | ④ D | 光老化の防止効果 |
| ⑤ D | 乾燥の防止効果 | | |

(II) 以下の4つの語句のうち、文章中の空欄(ウ)に入るものとして適当なものはいくつあるか選びなさい。

- ・ 日焼け ・ シミ ・ 毛穴の開き ・ シワ

- ① 1つ ② 2つ ③ 3つ ④ 4つ ⑤ ひとつもない

(3) 次の文章について、以下の問いに答えなさい。

気象要素 A、B 以外にも、美肌に好都合な条件として、冬場の雪によって外出時間が短くなることや、(E) が長いことが挙げられる。また、(F) という心情面も、秋田美人が生まれる大きな要因になっていると考えられる。

(I) 平成 23 年社会生活基本調査によると秋田県は 47 都道府県で (E) が第一位となっています。空欄 (E) に入る語句を選びなさい。

- ① 睡眠時間 ② 食事時間 ③ 運動時間 ④ 娯楽時間 ⑤ 入浴時間

(II) 空欄 (F) に入る文章を選びなさい。

- ① 自然に囲まれることで、穏やかな心で物事を受け入れるという県民性が育まれる
② 出羽国の時代に築かれた美を追求する信念が脈々と後世に受け継がれている
③ 所作美人を重宝する文化が定着し、女性は常に身のこなしに気を配る
④ 美人であるという意識が表情を豊かにし、周囲からの視線が美人の研磨剤になる
⑤ 空の陰鬱さを吹き飛ばそうと、快活に振る舞い周囲の人の活性剤になろうとする

問4

花鳥風月は美しい自然の風物を意味し、季節によって多様に変化します。その中でも「風」は五感を通して人の心に深く影響し、「風潮」や「風習」という言葉があるように、その時代を理解する上で大変重要な役割を果たしてきました。日本人が風をどのように捉え、表現してきたかについて、以下の和歌を参考に問いに答えなさい。

うねめの袖吹き返す明日香風 都を遠みいたづらに吹く (志貴皇子・万葉集 51)
君待つと我が恋ひ居れば 我が宿の簾動かし秋の風吹く (額田王・万葉集 491)
妹に恋ひ寝ねぬ朝に吹く風は妹にし触れば我さへに触れ (作者不詳・万葉集 2858)

花の香を風のたよりにたぐへてぞ驚誘うしるしべにはやる (紀友則・古今集 13)
桜花散りぬる風のなごりには水無き空に波ぞ立ちける (紀貫之・古今集 89)
秋きぬと目にはさやかに見えねども 風の音にぞおどろかれぬる (藤原敏行・古今集 169)

風かよふ寝覚めの袖の花の香にかをる枕の春の夜の夢 (俊成卿女・新古今 112)
白妙の袖の別れに露落ちて身にしむ色の秋風ぞ吹く (藤原定家・新古今 1336)
人住まぬ不破の関屋の板びさし荒れにし後はただ秋の風 (藤原良経・新古今 1601)

(1) 万葉集は、飛鳥時代から奈良時代中期の和歌が収められ、貴族や庶民の歌もあることから、現実的・写実的な歌風が多いという特徴があります。万葉集において、「風」がどのように和歌に用いられたか、最も適当なものを選びなさい。

- ① 自然の中を吹く風が中心で、自らの気持ちを個々に表現する歌が多い。また、肌に触れる風によって、恋の媒介や恋人の訪れを表現した。
- ② 風を擬人化する手法が中心で、恋愛に開放的であった時代を反映し、自由かつ直接的に恋愛感情を伝える手段として使われた。
- ③ 風は恋のようにはかなく通り過ぎていく対象に重ねられ、恋愛に消極的であり、物思いにふける手段として使われた。
- ④ 閉鎖的かつ規律を重んじる時代を反映して、自由の象徴である風は忌み嫌われていたが、あえて風の歌を詠むことで、権力への反抗を表現した。
- ⑤ 当時流行していた親族間の恋愛など、俗世の禁忌を抽象的に表現する手段として使われた。

(2) 古今和歌集は、奈良時代から平安時代初期の貴族中心の和歌が収められ、後の「枕草子」「源氏物語」にも影響したといわれています。古今和歌集において、「風」がどのように和歌に用いられたか、最も適当なものを選びなさい。

- ① 風は個人の心情を映し出す鏡であり、時に激しく時にやさしく吹く風を描写することで、感情を比喩的に表現した。
- ② 風は万物を生み出すものであり、崇拜の対象として詠まれることが多い。また、風の破壊力を描写することで、自然への畏怖を表現した。
- ③ 風の訪れが季節の到来を知らせるようになり、季節感と連動する歌が多い。風を媒介に対象を細やかかつ優美に表現した。
- ④ 風は過ぎゆく季節の名残を感じさせるものとして、はかなく寂しい気持ちを表現する歌に数多く使われた。
- ⑤ 風は自然界を駆け巡る自由の象徴であり、風のように自らの感情を自由に伝えられたらというあこがれの気持ちを表現した。

(3) 新古今和歌集は、貴族が政治の実権を奪われ衰退しつつある鎌倉時代初期に編纂された勅撰和歌集で、万葉集やそれまでの勅撰和歌集に採られなかった和歌が収められています。新古今和歌集において、「風」がどのように和歌に用いられたか、最も適当なものを選びなさい。

- ① 風は諸行無常を感じさせるものとして、没落していく貴族の象徴として描かれることが多く、風を用いて時代の移ろいを間接的に表現した。
- ② わずかに木の葉を鳴らす微風が静寂を際立たせるものとして、静の世界を表現する際に多用された。
- ③ 風は自然界の代表であり、人間社会とは相反するものとして、素朴な自然を描写する際に数多く使われた。
- ④ 風は厳しい気象の代表であり、人の暮らしを阻害するものとして、怒りや憎しみが詠まれ、実社会の醜さを写實的に表現した。
- ⑤ 風が身にしみ心に響くものとして、悲しみや寂しさが詠まれ、時に色彩を織り交ぜながら、幻想的な世界を表現した。

(4) 万葉集、古今和歌集、新古今和歌集に見られる「風」について説明した文章中の空欄 (A) (B) に入る語句の組み合わせを選びなさい。

全和歌に対する「風」の和歌の割合は、万葉集や古今和歌集では数パーセント程度だが、新古今和歌集では 16 パーセントに増加する。これは、新古今和歌集の撰者の一人である (A) が風にこだわり、多彩な歌を詠んだことが影響していると考えられる。また、万葉集・古今和歌集・新古今和歌集とも「風」の和歌は秋のものが多いが、万葉集では漢詩文の「清風」の影響が強い一方で、新古今和歌集では、(B) が込められ、時代背景が大きく影響している。

(A)

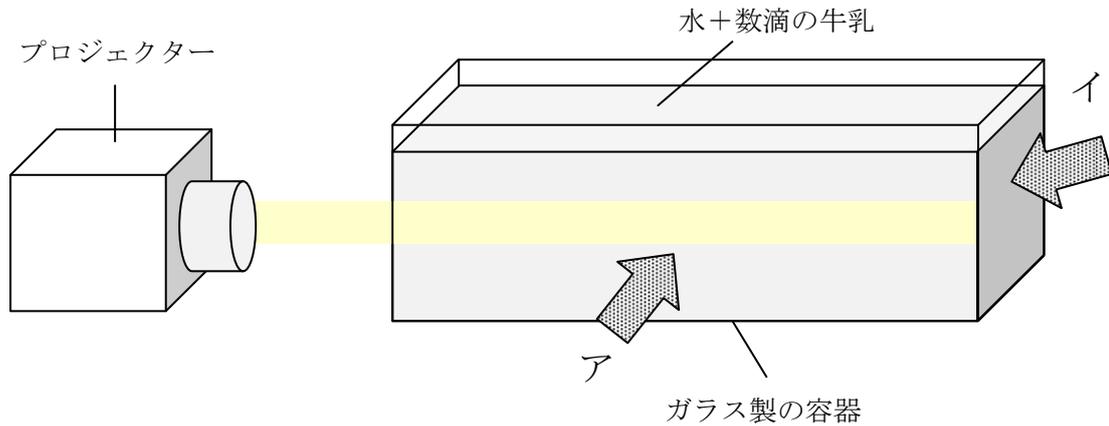
(B)

- | | |
|--------|-----------|
| ① 源頼朝 | 権力や伝統への反抗 |
| ② 源頼朝 | 滅びや自然への哀調 |
| ③ 藤原定家 | 権力や伝統への反抗 |
| ④ 藤原定家 | 滅びや自然への哀調 |
| ⑤ 紀貫之 | 権力や伝統への反抗 |

問5

光の散乱・屈折・反射と光学現象に関する問いに答えなさい。

- (1) 次の図は、ガラス製の容器に水と数滴の牛乳を入れ、容器にプロジェクターの光を当てる実験装置を示しています。この実験に関連した問いに答えなさい。



- (I) 容器の横 (ア) と端 (イ) から容器内部を通過する光線を観察したとき、異なる色に見えます。それぞれ何色に見えるでしょうか。また、このように見る方向で色が異なることを説明するために必要な光学法則の組み合わせを選びなさい。

- | | (ア) | (イ) | (光学法則) | | (ア) | (イ) | (光学法則) |
|---|-----|-----|----------|---|-----|-----|--------|
| ① | 青色 | 赤色 | レイリー散乱 | ② | 青色 | 赤色 | ミー散乱 |
| ③ | 青色 | 赤色 | 幾何光学的な進行 | ④ | 赤色 | 青色 | レイリー散乱 |
| ⑤ | 赤色 | 青色 | ミー散乱 | | | | |

- (II) 次の光学現象のうち、(I) の法則で説明できるものを選びなさい。

- ① 虹 ② 薄明 ③ 幻日 ④ 狐火 ⑤ オーロラ

- (III) 気象レーダーは、(I) の法則に関わる“ある性質”を利用し、降水強度を推定することができます。その性質にあてはまるものを選びなさい。

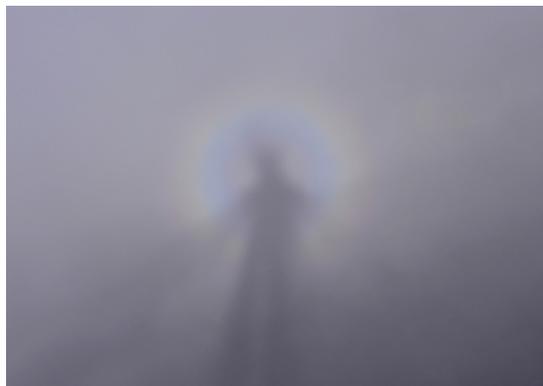
- ① 入射光が四方八方に均等に散乱される。
- ② 波長の長い光の方が短い光よりもよく散乱される。
- ③ 散乱光の強さが入射光の方向とその正反対で最も強い。
- ④ 散乱光の強さが入射光と直角をなす方向で最も強い。
- ⑤ 入射光が降水粒子に当たって屈折することで分光する。

(2) 写真ウは霧虹（白虹）、写真エはブロッケン現象で、この2つの現象はともにある光学法則で説明することができます。これらの写真に関連した問いに答えなさい。

【写真ウ】



【写真エ】



(撮影：武田康男)

(I) 霧粒の半径が $10\mu\text{m}$ 程度の場合、ブロッケン現象の光輪の外側に霧虹が同時に発生することがあります。霧粒の半径が $10\mu\text{m}$ よりも小さくなると、(A) が効いて (B) のみが現れ、霧粒の半径が $10\mu\text{m}$ よりも大きくなると、(C) が効いて (B) が見えなくなり、分光した鮮やかな虹が現れるようになります。(A) ~ (C) にあてはまる語句の組み合わせを選びなさい。

	(A)	(B)	(C)
①	レイリー散乱	霧虹	ミー散乱
②	レイリー散乱	ブロッケン現象	ミー散乱
③	ミー散乱	霧虹	幾何光学的な進行
④	ミー散乱	ブロッケン現象	幾何光学的な進行
⑤	レイリー散乱	霧虹	幾何光学的な進行

(II) ブロッケン現象に関する記述のうち、誤っているものを選びなさい。

- ① 影の周囲に光輪ができるのは、ミー散乱の後方散乱が光の色（波長）によって異なる角度依存性を持つためである。
- ② 自分の周囲に人がいても、見えるのは自分の影のみである。
- ③ 霧粒が大きいほど光輪は小さく、霧までの距離が近いほど自分の影が大きく見える。
- ④ 自分の動きに合わせて左右反対に影が動く。
- ⑤ 飛行機からも見ることができるが、太陽の反対側の席のほうが見えやすい。