

北海道大学大学院環境科学院
環境起学専攻
(人間・生態システムコース，環境適応科学コース，国際環境保全コース)

令和 7 年度大学院修士課程入学試験問題（秋季入試）

令和 6 年度 10 月入学大学院修士課程入学試験問題

専門科目

- ・環境科学系(2問)，物理系(1問)，生態・地理系(2問)，化学系(1問)の計6問が出題されている。その中から2問を選択して解答すること。
- ・1問につき1枚の答案用紙を使用すること。
- ・答案用紙の表に書ききれない場合は裏を使用すること。
- ・答案用紙には系名と問題番号を記入すること。

令和 6 年 8 月 20 日

環境科学系

問1 以下の設問に答えよ。

(1) 次の文章を読み、以下の (a) から (c) の問いにすべて答えよ。

地球環境問題に関連し、1992年6月にブラジルのリオ・デ・ジャネイロにおいて、持続可能な開発の実現のために環境と開発を統合することを目的として、国際連合によって

①と呼ばれる会議が開催された。その会議の成果として「環境と開発に関するリオ宣言」、「アジェンダ21」、「森林に関する原則声明」を採択したほか、自然環境に関する国際条約である②や、生態系に関する国際条約である③が採択された。

- (a) ①から③に適合する語句をそれぞれ述べよ。
- (b) ②の条約では、地球の温室効果が深く関連した現象について述べている。地球の温室効果とは何か、3行程度で説明せよ。
- (c) 生態系に関する③は、生態系サービスに貢献するとされている。生態系サービスは主に、供給サービス、調整サービス、基盤サービス、文化的サービスに分類される。このうち、基盤サービスにはどのようなものがあるか1つ例示し、それがなぜ基盤サービスに分類されるか、3行程度で説明せよ。
- (2) 歴史的に、オゾン層破壊という環境問題が起き、南極ではオゾンホールと呼ばれる現象が観測されたことがある。オゾン層が破壊されると、人間や他の生物にとって何が問題なのか、3行程度で説明せよ。
- (3) 土壌汚染物質として、DDTやBHCなどの農薬が含まれる場合がある。これらの物質は、農薬として対象としている生物以外の生物に対しても影響を及ぼし得る。その理由を3行程度で述べよ。
- (4) 廃棄物管理において、「3R」(three-R)とは何を意味するか、3行程度で説明せよ。

環境科学系

問2 次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

プラスチックは現代社会で幅広く利用され、社会活動に大きな恩恵をもたらしている。その利便性の高さから需要が増大し、日本では1980年代から1990年代にかけて⁽ⁱ⁾生産量及び廃棄量が大幅に増えた。使用されたあとのプラスチックごみは、量がかさばるため⁽ⁱⁱ⁾廃棄物処理の大きな負担になる。また、⁽ⁱⁱⁱ⁾自然環境中へ散逸した場合、腐食しにくいために^(iv)いつまでも残ってしまうという問題がある。EUでは、使い捨てレジ袋使用の削減を義務付けており、^(v)プラスチックのリサイクルも進められている。

(国立環境研究所 環境技術解説より改変)

- (1) 下線部 (i) について、1950年から2015年に世界で生産されたプラスチック83億トンのうち、直接使用中のものは A 億トン、リサイクルされずに直接廃棄されたものは B 億トン、リサイクルされたものは C 億トンであった。また、廃棄されたもののうち、海洋に流出したものは D 億トンであった。AからDに当てはまる数字を以下から選択し、それぞれ記せ。
【 1.5 5 25 53 】
- (2) 下線部 (ii) について、プラスチックを廃棄する際の主な処理方法を2つ挙げよ。
- (3) 下線部 (iii) について、これにより生じる影響として不適切なものすべてを以下のア～エから選択し、記号を書け。ただし、該当するものがない場合は、「該当なし」とせよ。
 ア. 生態系を含めた海洋環境への影響
 イ. 観光・漁業への影響
 ウ. 船舶航行への障害
 エ. 沿岸域居住環境への影響
- (4) サイズが5 mm以下の微細なプラスチックごみをマイクロプラスチック、それよりも大きなプラスチック片をマクロプラスチックと区分する。下線部 (iv) のように残存するマイクロプラスチックとマクロプラスチックの海洋生態系への影響について、それぞれ3行程度で説明せよ。
- (5) 下線部 (iii) および (iv) に関連して、海洋に流出したプラスチックは、ある場所で集中的に浮遊するようになる。その典型例である「太平洋ごみベルト」の特徴について、以下の4つのキーワードをすべて用いて、5行程度で説明せよ。なお、使用したキーワードには下線をつけよ。
【 陸上 ハワイ 北太平洋海流 風系 】
- (6) 下線部 (v) について、その方法に「マテリアルリサイクル」と「ケミカルリサイクル」がある。それぞれどのようなものか、プラスチックの具体例を挙げて、それぞれ3行程度で説明せよ。

物理系

問3 以下の(1)～(3)の問にすべて答えよ。

(1) 以下の4つの語句について、それぞれ2～3行程度で説明せよ。

【 温位, 傾圧不安定, 鉛直P速度, 潜熱フラックス 】

(2) 人工衛星による地球環境の観測について、以下の問いに答えよ。

(a) 図1は静止軌道に位置する気象衛星によって撮影された画像である。静止軌道衛星の特徴について、利点を含めて2行程度で説明せよ。

(b) この衛星が飛行する高度として最も適切なものを以下の選択肢から選べ。

選択肢【約36 km, 約360 km, 約3600 km, 約36000 km】

(c) この衛星が軌道上の高度に留まることができる理由を「重力」という語句を用いて2行程度で述べよ。

(d) 雲を監視する場合の可視画像の短所について1～2行程度で述べよ。

(e) 図1の丸で囲まれた領域では2枚の画像に違いがみられる。この理由を3行程度で述べよ。

(f) 赤外画像を用いることで、どのような地球環境の観測が可能か？ 雲以外の具体的な例を1つ挙げて、その原理について2～3行程度で述べよ。

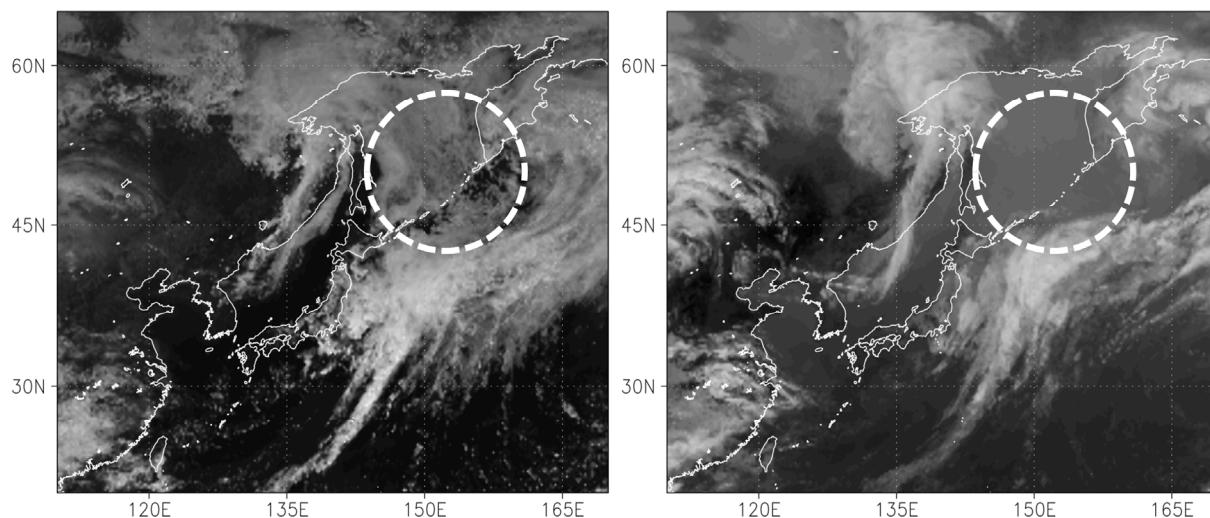


図1：日本周辺をとらえた気象衛星画像（5月のある日）。（左）可視画像，（右）赤外画像。

（次頁へ続く）

(3) 正確な位置情報は環境調査や自動操縦を含む高度な交通システムの運用に必須である。様々な手法を用いた位置の測定について以下の問いに答えよ。(c)～(f)は途中の計算結果も省略せずに解答用紙に書くこと。

(a) GNSS (全球測位衛星システム; Global Navigation Satellite System) による測位は急峻な地形や高い建物の周辺では誤差が大きくなる場合がある。この理由を2行程度で説明せよ。

(b) 2024年5月には世界規模で位置情報に誤差が生じる可能性が指摘された。この原因となった太陽活動の特徴とGNSSに対する影響として考えられることを2行程度で説明せよ。

(c) 人工衛星を用いた高度測定の誤差を修正するためには、大気圧を測定することが有効である。図2は大気圧と高度の関係を表す。面積Aの底面の上に存在する空気柱を考えたとき、灰色で塗りつぶされた直方体の部分の質量を図2をもとに求めよ。ただし、空気の密度 ρ は高さによらず一定とする。 z と P はそれぞれ高度と気圧を表す。

(d) 図2をもとに静力学平衡の式を導出せよ。ただし、重力加速度は g とする。

(e) 気温を T 、乾燥空気の気体定数を R とすると乾燥空気の状態方程式は $P = \rho RT$ と書くことができる。これを用いると(d)で答えた式は以下のように書くことができる。【 】の部分を入力して式を完成させよ。

$$\frac{1}{P} \Delta P = \text{【 】} \Delta z$$

(f) 海拔高度0 mの地点Kから坂を登ると地点Lがある。地点Kにおける気圧を P_K 、地点Lにおける気圧を P_L とすると、地点Lの海拔高度 H を求める式を導出せよ。ただし、気温 T と空気の密度 ρ は高さによらず一定とする。

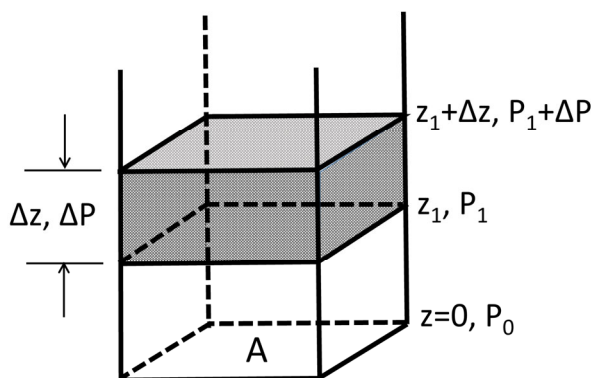


図2：高度と気圧の関係を表す模式図。

生態・地理系

問4 以下の（１）および（２）の間にすべて答えよ。

（１）風化は岩石を破壊するプロセスで、景観が変化していく第一段階である。風化に関する下記の問い（a）、（b）に答えよ。

（a）風化には物理的風化、化学的風化、生物的風化の三つのタイプがある。それぞれの風化プロセスと生成される岩屑の特徴について各３行程度で記述せよ。

（b）気候（気温や降水量）は風化の様式を決める重要な因子である。気候に応じた風化様式の違いを４行程度で説明せよ。図を作成して説明してもよい。

（２）地質構造は河川流路を制約する重要な要素である。このことに関して下記の問い（a）、（b）に答えよ。

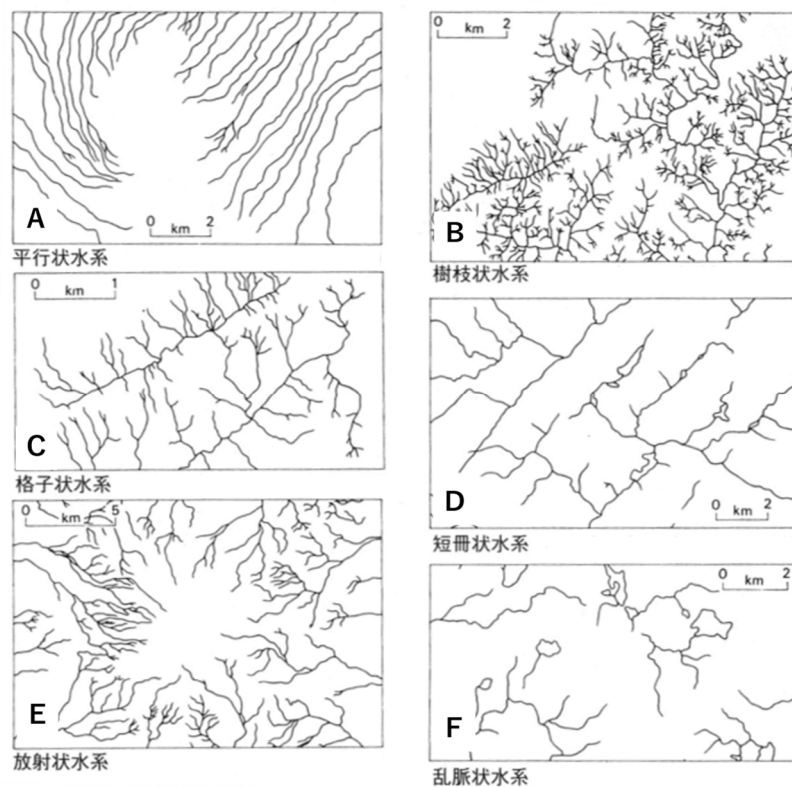


図 水系の記載的分類

（a）上図中のA～Fのなかで地質構造に由来する制約を強くうけているものを４つ選びその根拠を各１～２行で記述せよ。

（次ページに続く）

- (b) 河川適応に関する下記の語句をそれぞれ 1 ～ 2 行程度で説明せよ.
- (i) 河川争奪
 - (ii) 先行河川
 - (iii) 積載水系 (谷)

生態・地理系

問5 以下の(1)から(3)の問にすべて答えよ。

(1) (i)から(iii)にある2つの生態学用語の関係について、それぞれ3行程度で述べよ。

- (i) 気候的極相と土壌的極相
- (ii) 純一次生産力(NPP)と純バイオーム生産力(NBP)
- (iii) 種多様性と環境異質性

(2) 文章を読んで、以下の問(a)から問(e)に答えよ。

〔ア〕後の遷移を調べる方法の一つに〔イ〕がある。例えば、森林火災後の遷移を知るために、火災から1年後、5年後、10年後、20年後、40年後の植生を調べ、火災からの時間の経過に伴う種組成の変化を調べ、遷移系列を推定するものである。(i) アラスカ中央部の森林火災跡地では、この方法により、(ii) 北側斜面と南側斜面では遷移様式が異なることが示された。しかし、この方法では、すべての(iii) 火災の強度や規模が同一でなければ遷移の正確な推定はできない。そのため、この方法は、遷移の概況を知るには有効だが、遷移の詳細を知るには、別なモニタリングが必要である。永久調査区法は、〔イ〕の方法の欠点を克服できるが、(iv) 長期観測が必要となる。

(a) 上の文章の(ア)、(イ)に適切な語句を入れよ。

(b) 下線部(i)の植生はトウヒ属(*Picea*)が優占する森林となる。これを一語で何と呼ぶか。また、その植生の特徴を、多様性、バイオマス、生産力の観点から、あわせて4行程度で説明せよ。

(c) 下線部(ii)について、その理由を、「永久凍土、土壌、光」の3つの用語を必ず用いて3行程度で説明せよ。

(d) 下線部(iii)について、火災強度が弱い場合と強い場合の遷移様式は、どのように異なるかを3行程度で説明せよ。

(e) 下線部(iv)について、有効な継続調査を行うための留意点が提案されている。その内容について「研究目的、調査期間」の2つの用語を必ず用いて3行程度で記せ。

(次ページに続く)

(3) 以下の文章を読み、問 (a) から (e) に答えよ。

個体が繁殖したり死亡したりすると、その (i) 個体群の大きさ に影響を与える。個体群が生態系に与える影響度は、個々の個体の環境との相互作用（物質・ (ii) エネルギー交換 など）の速度の平均値に個体群の大きさを乗じたものとして計算できる。自然界において、個体群の大きさが指数関数的成長を示しながら継続的に増加することはない。なぜなら、 (iii) 環境収容力により個体群の大きさの上限値が規定 されるからである。一方で、様々な人間活動も個体群の大きさや分布範囲に影響を与える要因である。このため、 (iv) 気候変化 や生息環境の分断化などの影響を緩和するために生息環境保全の重要性が増している。

(a) 下線部 (i) の「個体群」について、生態学的定義を2行程度で述べよ。

(b) 下線部 (i) について、その大きさと密度の関係を2行程度で説明せよ。また、個体群密度の測定方法を、対象生物分類群を一つ挙げて（例えば、バッタ類）2行程度で説明せよ。

(c) 下線部 (ii) について、生態系における2次消費者を例に、そのエネルギー収支を占める主要要素を2つ記せ。

(d) 下線部 (iii) について、この機構を「密度効果、資源」という2つの用語を必ず用いて3行程度で説明せよ。

(e) 下線部 (iv) について、気候変化による生態系への影響が懸念されている。その理由について、「絶滅リスク、種間相互作用」という2つの用語を必ず用いて3行程度で説明せよ。

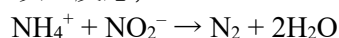
化学系

問6 次の(1)から(4)の問にすべて答えよ。計算問題では答えを導くための途中の計算過程も省略せずに、答案用紙に示せ。必要があれば、次の原子量H: 1, C: 12, N: 14, O: 16, アボガドロ数 $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ を用いよ。

(1) 水素原子に対するシュレーディンガー方程式の一般解に含まれる3つの量子数の名称を述べ、それらが軌道の何を規定するのか述べよ。

(2) 化学式 $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$ の分子のうち、キラル分子、アキラル分子の構造をそれぞれ一つ描け。また、不斉炭素に*をつけよ。

(3) 次の反応、



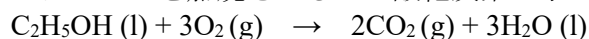
の 25°C における初期反応速度のデータを以下に示す。

実験	初期濃度 (mol L^{-1})		NH_4^+ の初期反応速度 ($\text{mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$)
	$[\text{NH}_4^+]$	$[\text{NO}_2^-]$	
1	0.24	0.10	7.2×10^{-6}
2	0.12	0.10	3.6×10^{-6}
3	0.12	0.15	5.4×10^{-6}

(a) この反応の速度定数を単位も含めて有効数字2桁で記せ。

(b) 初濃度が $[\text{NH}_4^+] = 0.39 \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$, $[\text{NO}_2^-] = 0.052 \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$ のときの初期反応速度を単位も含めて有効数字2桁で記せ。

(4) エタノールを燃焼させると二酸化炭素と水が生成し、以下の熱化学方程式に従う。



$$\Delta H^\circ = \boxed{\text{(i)}} 1368 \text{ (kJ)}$$

(a) エタノールと二酸化炭素のルイス構造を描け。

(b) この反応は発熱反応である。(i)にはいる適切な符号を答えよ。

(c) この燃焼反応により発熱量 700 (kJ) を得るには、何gのエタノールを燃やせばよいか。有効数字2桁で答えよ。