

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 8 年度大学院修士課程入学試験問題（秋季入試）

令和 7 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 7 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、①から⑥に適切な語句や数値を述べよ。

2015年に開かれた国連気候変動枠組条約の第21回締約国会議（COP21）にて気候変動に関するパリ協定が合意された。この合意では、世界全体の平均気温の上昇を①以前よりも摂氏②度高い水準を十分に下回るものに抑えること並びに世界全体の平均気温の上昇を①以前よりも摂氏③度高い水準までのものに制限するための努力を継続することが明記された。

生物多様性条約は1992年のリオ地球サミットで交渉された条約である。2010年に開催された第10回締約国会議（COP10）では、④へのアクセスと利益配分に関し名古屋議定書が採択された。

オゾン層破壊の原因物質とされるフロンなどの消費量を減らすことを目的とし、1987年に採択されたオゾン層を保護するための国際的取り決めとして、⑤議定書がある。また、オゾン以外にも2004年に発効されたいわゆる“ストックホルム条約”では、危険な化学物質として⑥を排除するためのプロセスが定められた。

(2) 環境科学で使われる次の(a)から(e)の語句を、それぞれ3行程度で説明せよ。

- (a) Ecological Footprint
- (b) One Health
- (c) Planetary Boundaries
- (d) 物質循環
- (e) ESG

環境科学系

問2 以下の設問すべてに、それぞれ4行程度で答えよ。

- (a) 大規模なダム建設に関連する利点を説明し、ダムの建設が下流の生態系にどのように影響を与えるかを説明せよ。
- (b) 不圧帯水層と被圧帯水層の違いを述べよ。
- (c) 水質に関して点汚染源と非特定汚染源について定義を述べ、それぞれ2つの例を挙げて説明せよ。
- (d) 成層圏と対流圏では、オゾン (O_3) の働きはどのように違うか述べよ。
- (e) 主要な水系感染症について2つ述べ、それぞれの発生源について説明せよ。
- (f) 水中の溶存酸素 (DO) の定義を述べ、それが水質の指標としてどのように使われるか説明せよ。

物理系

問3 以下の(1)～(3)の間に答えよ。

(1) 以下の4つの語句について、それぞれ3行以内で説明せよ。

【 静止軌道衛星, 自由対流高度, ハドレー循環, ドップラーレーダー 】

(2) 図1は年平均した地球全体のエネルギー収支を表す。以下の問いに答えよ。

- (a) エアロゾルは、直接のおよび間接的に地球の放射収支に影響を与える。エアロゾルの自然発生源として知られる自然現象を3例挙げよ。
- (b) 雲が地球の放射収支に与える影響について、短波放射および長波放射のそれぞれの側面に触れながら4行程度で述べよ。
- (c) 大気の窓 (atmospheric window) とは何か。3行程度で述べよ。
- (d) 太陽定数 (1370 W m^{-2}) が、図中の四角で囲まれた日射量 340 W m^{-2} のおよそ4倍となっている理由を、数式を用いて説明せよ。必要に応じて、解答用紙に図を描いても構わない。
- (e) 土地利用変化が放射収支に与える影響を3行程度で述べよ。

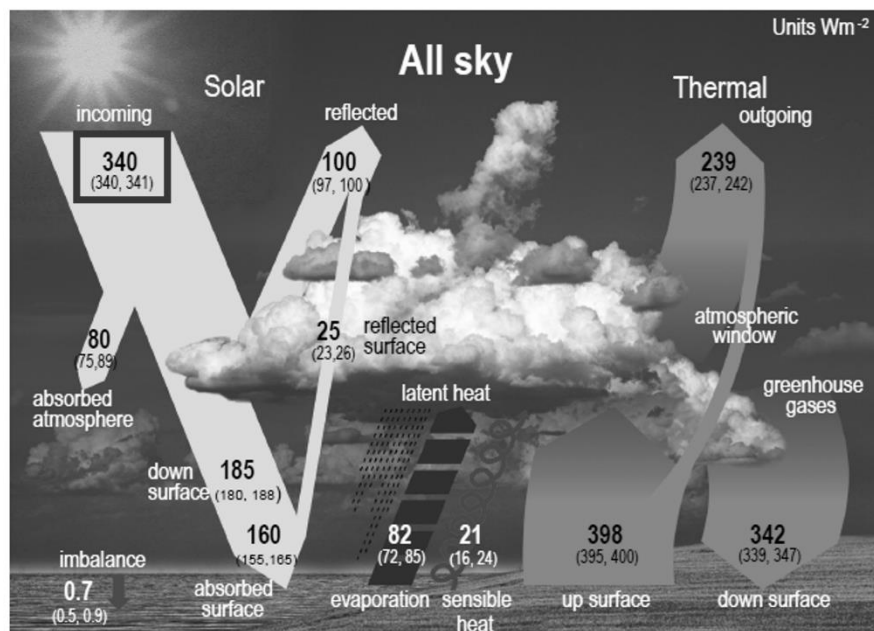


図1: 地球全体を平均したエネルギー収支。太字の数値は各成分の大きさ (単位は W m^{-2})、括弧内の数値は推定の幅を表す。(IPCC 第6次評価報告書より転載)

(次ページに続く)

(3) 図2は北半球における低気圧周辺の空気に作用する力の関係を示している。以下の問いに答えよ。

(a) 図中のA, B, Cに対応する力の組み合わせとして最も適切なものを, i~ivの中から選べ。

- | | | | |
|------|-----------|-----------|--------|
| i. | A: 気圧傾度力, | B: コリオリ力, | C: 遠心力 |
| ii. | A: 気圧傾度力, | B: 摩擦力, | C: 遠心力 |
| iii. | A: コリオリ力, | B: 遠心力, | C: 摩擦力 |
| iv. | A: コリオリ力, | B: 気圧傾度力, | C: 摩擦力 |

(b) 竜巻の周囲における空気に作用する力のつり合いとして最も適切な組み合わせを, i~iiiの中から選べ。

- i. 気圧傾度力とコリオリ力
- ii. 遠心力と気圧傾度力
- iii. 遠心力とコリオリ力

(c) 緯度 θ に位置し, 速度 v で移動する空気塊に作用するコリオリ力の大きさとして適切なものを以下の選択肢から選べ。ただし, Ω は地球の自転の角速度とする。

選択肢【 $2\Omega v \sin \theta$, $2\Omega v \cos \theta$, $\frac{1}{2}\Omega v \sin \theta$, $\frac{1}{2}\Omega v \cos \theta$ 】

(d) 地表付近では低気圧の中心へ向かう風の成分が生じる。この理由を2行程度で説明せよ。

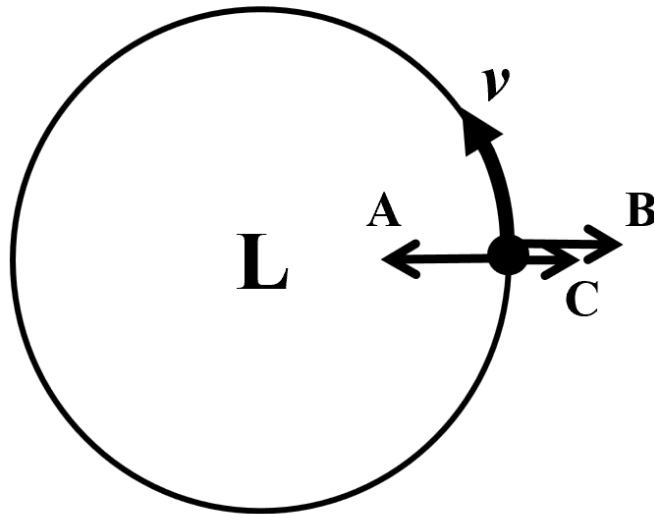


図2：北半球の低気圧周辺の空気に作用する力を示す概念図。Lは低気圧の中心を表す。

生態・地理系

問4 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。

地表の物質は物理的・化学的・生物的に取り除かれ、地表は少しずつ下方向や横方向に削られていく。こうした地形変化の過程全体を指して ① と呼ぶ。この作用は、関与する流体の種類によっていくつかに分けられる。たとえば風雨、河川、地下水、雪氷、② による物理的なものと、水への溶解といった化学的なものがある。一方、流体ではなく重力だけで地形物質が動かされる現象（落石や崩壊、地すべり、土石流など）は ③ と呼ばれ、① とは区別される。ただし、地表が低くなるという意味では、① と ③ をあわせて削剥と呼ぶ場合もある。

(a) ①から③に適合する語句をそれぞれ述べよ。

(b) 河川において側方に生じる①は、河川の平面形状を変化させる。その作用により形成される特徴的な河川地形を一つ挙げ、その形成過程を3行程度で説明せよ。

(c) 斜面で生じた③により移動した十分な量の物質（岩屑）が、斜面下方の河谷に到達すると、そこを流れる河川全体にどのような影響を及ぼすか、4行程度で説明せよ。

(2) 次の図は、ある山地における等高線と地すべり地形の範囲を示す。これに関連して、以下の (a) から (d) の問いにすべて答えよ。

(a) 図の中央にある地すべり（山体崩壊）による移動体の末端部分には、「流れ山」と呼ばれる小規模な丘状の高まりが散在する。流れ山が分布するのは、図中の A～D のうちどこか。記号で答えよ。

(b) 周囲は田畑や住宅地といった土地利用が行われても、流れ山は森林・緑地として残されることが多い。その理由を3行程度で説明せよ。

(c) 図中 E における地形（灰色の着色部分）は、半同心円状の等高線を示す。この地形を何と呼ぶか。

(d) 図中 E の地形が形成されたのは、山体崩壊の生じた前か後か。理由とあわせて3行程度で説明せよ。

(次ページに続く)

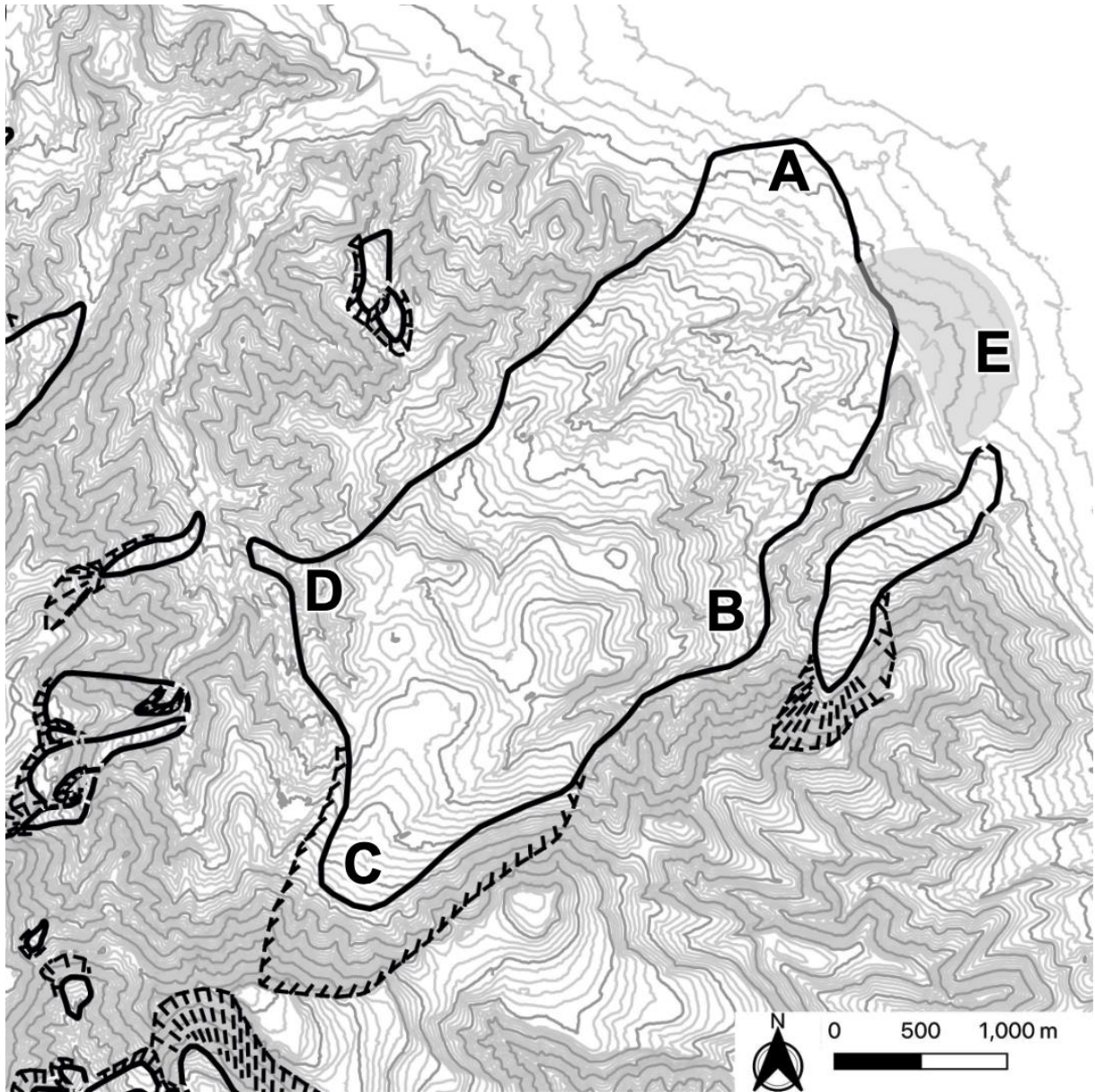


図. 灰色細線：等高線（10 m 間隔），灰色太線：等高線（50 m 間隔），黒実線：地すべり移動体の範囲，黒点線：滑落崖．等高線は基盤地図情報数値標高モデル（国土地理院），地すべりは地すべり地形分布図（防災科学技術研究所）による．

生態・地理系

問5 以下の(1)から(3)の間にすべて答えよ。

(1) (i) から (iii) にある 2 つの生態学用語の関係が分かるように、それぞれの意味を 3 行程度で述べよ。

(i) 光合成有効放射 (PAR) と純一次生産力 (NPP)

(ii) 種間競争とニッチ分割

(iii) 中規模攪乱仮説と種多様性

(2) 文章を読んで、以下の問 (a) から問 (d) に答えよ。

近年、湿地における生物群集の変化は、(i)土地利用変化などの人為的攪乱に加え、気候変動など複数の環境要因が複雑に作用し起こっている。こうした環境変化の下で、生態系の保全と復元を行うには生物学的侵入などの(ii)攪乱に対するレジリエンスとレジスタンスを介した構造と機能を理解する必要がある。(iii)生態系サービスや(iv)窒素循環を例にとっても、生態学的観点と環境科学的観点のような複数の観点からの理解が求められる。

(a) 下線部 (i) について、土地利用の変化が動物移動パターンや遺伝的多様性に及ぼす影響を、分断化・個体群・遺伝子流動の 3 つ全ての語を用いて 3 行程度で説明せよ。

(b) 下線部 (ii) にある 2 つの概念の違いについて、生物学的侵入を例に 3 行程度で説明せよ。

(c) 下線部 (iii) について、「供給機能」と「調整機能」の違いについて、それぞれ具体例を挙げ、あわせて 3 行程度で説明せよ。

(d) 下線部 (iv) について、湿原の「窒素循環」が人為的影響により変化する場合、その変化が植物群集構造に及ぼす影響について、肥料負荷・選好性・種多様性の 3 つ全ての語を用いて 4 行程度で記述せよ。

(次ページに続く)

(3) 以下の問 (a) と問 (b) に答えよ。

(a)

(i) 地形は環境の変異を産み生物の分布に影響を与える。例として、海風を受ける山地の風上側では植生が豊富で、風下側で植生が乏しい場合がある。この理由を「降水」と「資源」の2つの語句を1回以上必ず用いて3行程度で説明せよ。

(ii) 生物種保護活動の大きな目的の一つは生物種の絶滅を防止することである。この目的を果たすため、大きな面積を有する生息地を優先的に保護することが一般的である。この理由を「絶滅リスク」と「個体群サイズ」の2つの語句を1回以上必ず用いて3行程度で説明せよ。

(b) アメリカイエローストーン国立公園のポプラ属樹木の定着数はオオカミの絶滅と再導入に伴い大きな時間変動を示した (下図)。

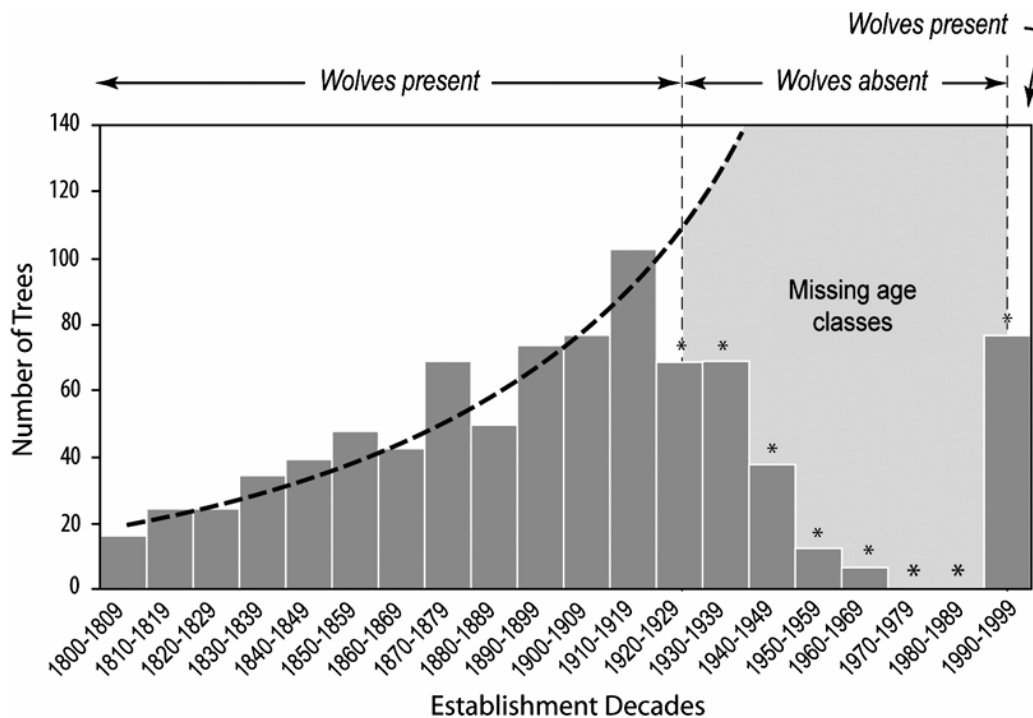


図. 縦軸は樹木数を、横軸は定着年代を示す。点線は1910年代までのデータに基づく定着数の予測傾向を、*は予測傾向から有意に異なる定着数を示す。Wolves present (オオカミが存在)；Wolves absent (オオカミが不在)；missing age classes (定着すべき樹木の世代の欠損) 出典：Beschta, R. L., & Ripple, W. J. (2010).

(i) 図に示した樹木定着数の時間変動には、栄養カスケードが関係している。栄養カスケードの定義を3行程度で述べよ。

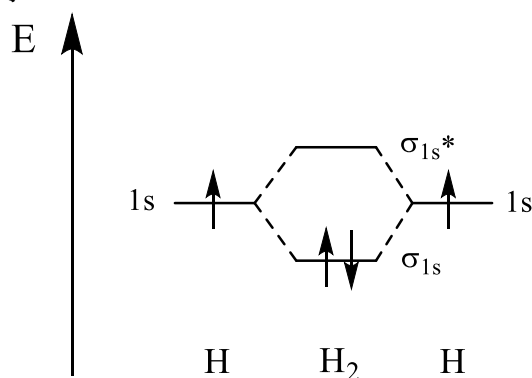
(ii) オオカミと樹木定着数に関連が見られる理由について、「栄養カスケード」、「種間相互作用」、「個体群動態」の3つの語句を1回以上必ず用いて5行程度で説明せよ。

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。

- (1) N_2 およびそれを構成している N 原子の基底状態での電子配置を例にならって省略せずに示せ。また、 N_2 , N_2^- , N_2^{2-} の平均核間距離の大小関係を結合次数の考え方に基づいて説明せよ。

例：



- (2) アミノ酸とはどのような化合物か。その構造的特徴をもとに2行以内で説明せよ。また、2種類のアミノ酸、グリシンとアラニンが縮合したジペプチドの構造をすべて書け。ただし、立体異性体は考えないものとする。
- (3) 15 °Cにおいて、体積 2.5 L のフラスコに3種類の気体、 N_2 , He, Neが入っている。それぞれの分圧は、 N_2 0.32 atm, He 0.15 atm, Ne 0.42 atm である。
- 混合気体の全圧、およびそれぞれの気体のモル分率を有効数字 2 桁で求めよ。
 - この混合気体から N_2 を選択的に取り除いた。残された気体の体積は標準状態 (0 °C, 1 atm) で何 L になるか有効数字 2 桁で答えよ。

(次ページに続く)

(4) 酸化鉄(III)を水素で還元すると金属鉄が生成し、その際に水も生じる。

(a) この時の反応を化学反応式で示せ。

(b) 25 °Cの標準状態においてこの反応が自発的に進むかどうか説明せよ。なお、25 °Cにおける反応物、生成物の標準生成エンタルピー変化と標準モルエントロピーは以下の通りである。

$$\Delta_f H^\circ[\text{酸化鉄(III)(s)}] = -824.2 \text{ [kJ/mol]}$$

$$\Delta_f H^\circ[\text{水(g)}] = -241.8 \text{ [kJ/mol]}$$

$$S^\circ[\text{酸化鉄(III)(s)}] = 87.4 \text{ [J/(K}\cdot\text{mol)}]$$

$$S^\circ[\text{水素(g)}] = 130.6 \text{ [J/(K}\cdot\text{mol)}]$$

$$S^\circ[\text{水(g)}] = 188.7 \text{ [J/(K}\cdot\text{mol)}]$$

$$S^\circ[\text{鉄(s)}] = 27.3 \text{ [J/(K}\cdot\text{mol)}]$$