

2023 年度 名古屋大学大学院環境学研究科

地球環境科学専攻 大気水圏科学系

博士前期課程 普通入試

【専門科目 口頭試問 出題例】

(注意事項)

1. 専門科目は下記の 7 科目である。受験生は、出願時に選択した 2 科目を口頭により解答した。
 - ・地球環境学 ・地球物理学 ・地球化学 ・物理学
 - ・化学 ・生物学 ・数学
2. 本ファイルに掲載した出題例は、口頭試問での出題用に準備したものである。出題形式が口頭試問であるために、解答に対して質問を重ねる場合があること、一題ずつ出題される場合があることに留意されたい。また、問題によっては紙に書いて解答する場合がある。

地球環境学

問1 図1は、人類の活動がこれまでに環境に与えてきた影響が、地球の惑星としての許容限界（プラネタリー・バウンダリー）と比べて、どの程度の段階にあるのかを、9つの項目ごとに示したものである。図1について、以下の3つの問いに答えなさい。

1) ①～⑨の項目の中で、1987年に採択された「モントリオール議定書」によって、いち早く対策が取られはじめたものは、どれか？ 答えなさい。

2) ①～⑨の項目の中で、「食糧の増産」のための人類の活動が直接影響している項目を2つ挙げなさい。またそれぞれにおける具体的な人類の「活動の内容」と「活動の影響」についても、例を挙げて説明しなさい。

3) 9つの項目は、実は、相互に深く関係している。①の「気候変化」に影響を与える項目を、②～⑨の中から2つ選び、それぞれが気候を変動させるメカニズムについて説明しなさい。

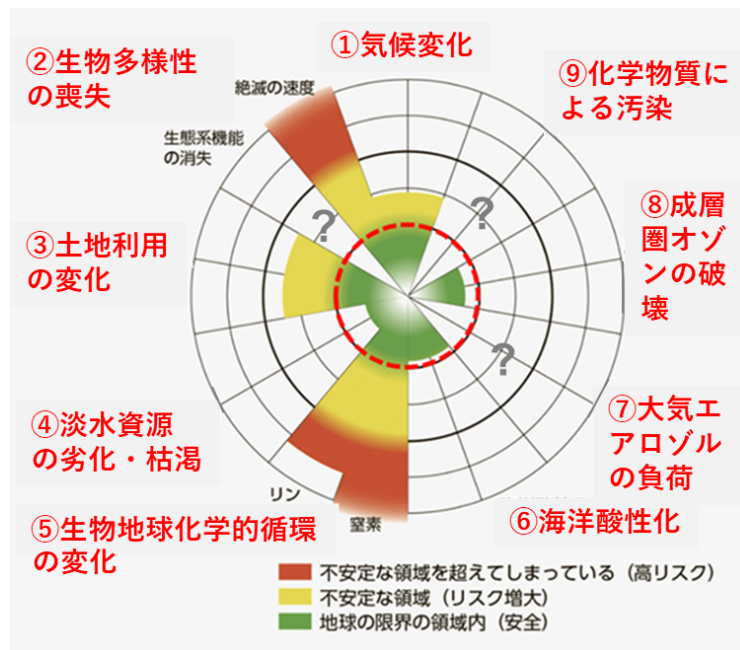


図1
(出典) Rockström et al (2009) Nature, 461: 472-475

(次ページに続く)

問2 図2は、地球大気のエネルギー収支を示したものであるが、人間活動の影響で、各矢印のフラックスは変化している。それについて、以下の3つの問いに答えなさい。

1) 近年、温暖化の進行に伴って、「北極海の海氷の面積」が「縮小すること」が懸念されている。それによって、直接的に「減少する」のは、A～Mのどれか？答えなさい。

2) 地表面の「都市化」によって、G（顕熱）とH（蒸発散）の関係が変化する。GとHのどちらが増大して、どちらが減少するか。その理由と共に答えなさい。

3) 「温室効果ガス」の大気中での濃度の増大により、この図の中でどのような変化が起こるか。その理由とともに、説明しなさい。

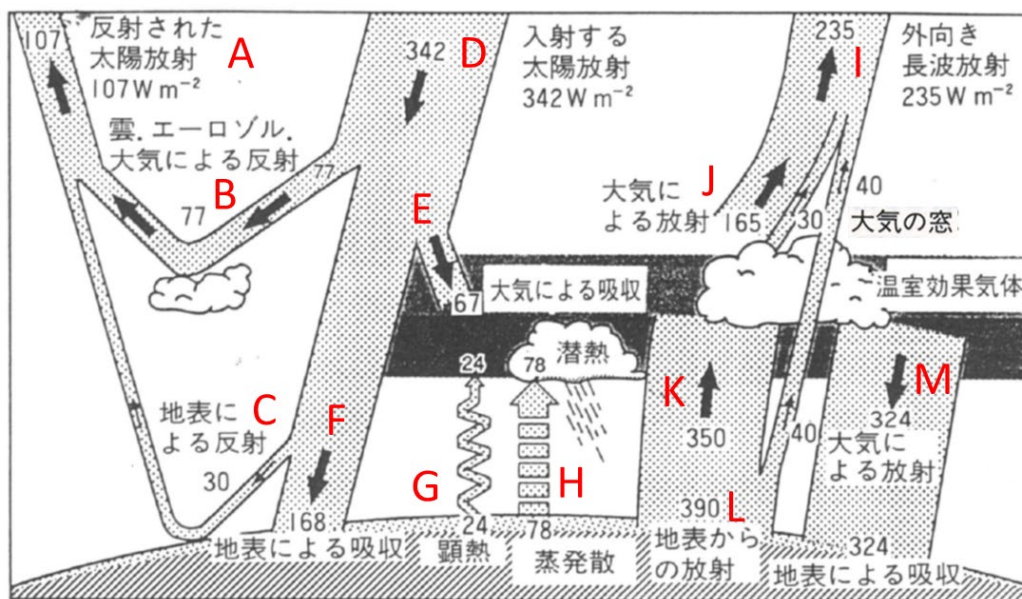


図2 地球のエネルギー収支。図中の「地表」とは地面と海面からなる。

(出典) IPCC (1995)

地球物理学

問題1 以下の問1に解答しなさい。解答には導出過程を書くこと。有効数字は2桁とする。

問1 成層圏界面(成層圏と中間圏の境界、気圧:1 hPa)より上にある空気を海拔0 mの地表面に全て集めたとすると、何 mの厚さに相当するかについて求めなさい。必要に応じて次の数値を使いなさい。

(以下、全て海拔0 mにおける)大気圧:1013 hPa、空気の密度: 1.21 kg m^{-3} 、平均気温:288 K、重力加速度: 9.8 m s^{-2} 、乾燥大気の気体定数: $287 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$

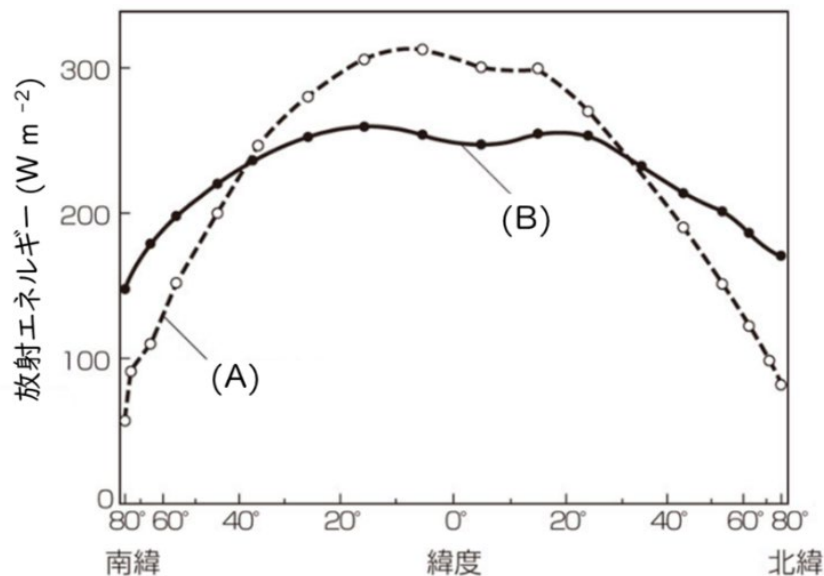
問題2 下の図は地球の緯度別の放射エネルギー収支を示している。この図を見て以下の問1～4に答えなさい。

問1 図中の(A)、(B)がそれぞれ何をあらわしているか、答えなさい。

問2 (A)が緯度によって異なる理由を説明しなさい。

問3 放射エネルギー収支は緯度別にみるとつりあっていない。これは、大気と海洋の循環が低緯度から高緯度に熱を運ぶ役割を果たしているためである。大気と海洋でどのような循環が形成され、高緯度に熱を運ぶ役割を果たしているのかについて、それぞれの循環の特徴とともに簡潔に説明しなさい。

問4 問3の低緯度から高緯度への熱輸送がない場合、各緯度ではどのような気温の変化が起こることが予想されるか、説明しなさい。



(次ページに続く)

問題3 次の問1～3に答えなさい。

問1 以下に示す2つの式より乾燥断熱減率を導出する方法を説明しなさい。

$$\text{熱力学第一法則} \quad \Delta Q = C_p \Delta T - \alpha \Delta p$$

$$\text{静力学平衡の式} \quad \Delta p = -\rho g \Delta z$$

これらの式中で、 Q は非断熱加熱、 p は気圧、 T は気温、 ρ は気塊の密度、 z は気塊の高度、 α は比容、 C_p は定圧比熱、 g は重力加速度を示す。

問2 乾燥断熱減率はどのような値であるのかを説明しなさい。

問3 乾燥断熱減率の考え方は火星においても利用できると考えられるが、何らかの変更が必要である。火星の乾燥断熱減率を計算する場合に、地球と異なる点を答えなさい。

地球化学

以下の問題1～5に口頭で答えなさい。

問題1 対流圏大気に含まれる二酸化炭素濃度について、2020年時点での世界平均値と産業革命前の濃度を ppm の単位で答えなさい。

問題2 宇宙の元素存在度で存在度が大きい元素は水素とヘリウムである。これらの元素の存在量が大きいのはなぜか？ また、これら以外の元素はどのようにして生成したのか、簡潔に答えなさい。

問題3 人為起源のエアロゾルと自然起源のエアロゾルをそれぞれ1つずつ挙げなさい。

問題4 高緯度地域における降水の酸素安定同位体比($\delta^{18}\text{O}$)は、低緯度地域の $\delta^{18}\text{O}$ 値と比べて高いか、低いか、答えなさい。また、その理由についても簡潔に答えなさい。

問題5 海底堆積物コアに含まれる底生有孔虫の CaCO_3 殻の $\delta^{18}\text{O}$ 値に影響を与える主な因子を2つ挙げなさい。

物理学

問題1 次の式は振り子の微小振動についての運動方程式である。

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + 2m\gamma \frac{dx}{dt} + m\omega_0^2 x = mF_0 \sin(\omega t)$$

x は振動による変位、 t は時間、 m はおもりの質量である。 γ 、 F_0 、 ω 、 ω_0 はそれぞれ時間によらない定数とする。 $t = 0$ で振り子に微小な振動を与え、その後の振り子の運動を観察する。

問1～4に答えよ。

問1 $\gamma = 0$ および $F_0 = 0$ のとき、 $\theta \ll 1$ では振り子の運動方程式が

$$ml \frac{d^2\theta}{dt^2} = -mg\theta$$

と近似的に書けることを説明せよ。ここで、 l は糸の長さ、 θ は糸の回転角、 g は重力加速度である。

問2 問1の結果から、振り子の固有角振動数 ω_0 を求めよ。

問3 $\gamma \neq 0$ および $F_0 = 0$ のとき、振り子の運動の特徴を説明せよ。

問4 $\gamma \neq 0$ および $F_0 \neq 0$ のとき、振り子の運動の特徴を説明せよ。

問題2 次の問1～3に答えよ。

問1 熱力学における温度と熱の概念を説明しなさい。

問2 物質の比熱とは何かを説明しなさい。

問3 積一定の物質に与えられる熱とそれによる温度変化の関係を示しなさい。

問題3 次の問1～2に答えよ。

問1 剛体の回転運動において固定軸のまわりの慣性モーメントとはどのような量であることを説明しなさい。

問2 一般に剛体の回転運動において、問1の慣性モーメントと力のモーメントとの関係はどのようなものかを説明しなさい。

化学

以下の問題1～6に答えなさい。

問題 1 Fe^{3+} 1個は 23 個の電子を持っている。質量数 56 の鉄原子の原子核中には何個の中性子が含まれているか、答えなさい。

問題 2 メタン、アセチレン、水、アンモニア、四塩化炭素、二酸化炭素、硫化水素の 7 種類の分子について、以下の問 1～4 に答えなさい。

問 1 それぞれの分子式を書きなさい。

問 2 それぞれの分子の幾何学的な形(直線・二等辺三角形・三角錐・四面体)を答えなさい。

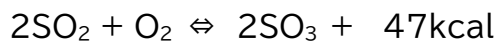
問 3 分子の極性の有無は、正電荷の重心と負電荷の重心とが一致するかどうかによって決まると考えたとき、7 種類の分子の中で極性のある分子を全て答えなさい。

問 4 水の沸点(100℃)は、同じ 16 族元素の水素化合物であり、かつ分子量の大きい硫化水素の沸点(−61℃)に比べて高い。その理由を答えなさい。

問題 3 分子式 C_6H_{12} で表される炭化水素の異性体のうち、二重結合をもち、かつ不斉炭素原子を持つものを 1 つ挙げ、その化学構造式を答えなさい。

問題 4 分子式 C_5H_{10} で表される炭化水素の異性体のうち、環状構造をもち、かつシストランス異性体をもつものを 1 つ挙げ、その化学構造式を答えなさい。

問題 5 二酸化硫黄と酸素を混合し、高温に保つと三酸化硫黄を生じる。



これは可逆反応である。この反応が平衡になっているときに、次の(1)～(3)の変化を与えた場合、平衡はどちらに移動するか。「左」、「右」、「移動しない」で答えなさい。

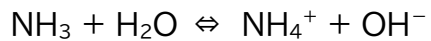
(1) 圧力(全圧)を高くする。

(2) 温度を上げる。

(3) 触媒を加える。

(次ページに続く)

問題 6 アンモニアは水溶液中で次のように一部電離し、弱い塩基性を示す。



この化学平衡に対する塩基解離定数 K_b は、うすいアンモニア水溶液では

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

で表される。これに関する以下の問 1～2 に答えなさい。

問 1 アンモニアのモル濃度 (mol/L) を c 、電離度を α として、電離定数 K_b を c と α で表しなさい。

問 2 0.18 mol/L のアンモニア水溶液における電離度と水素イオン濃度を求めなさい。ただし、 $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ mol/L、水のイオン積 $K_w = 1 \times 10^{-14}$ とする。有効数字 1 桁で答えなさい。

生物学

生物学を選択した受験生がいなかったため、出題例はない。
主な出題範囲については受験案内に掲載の資料を参考にする。

数学

問題1 次の問1～3に答えなさい。

問1 次の不定積分を計算する手順を述べなさい。

$$\int x e^{-ax} dx$$

問2 問1の不定積分を計算しなさい。

問3 問2の結果を利用し、 $a > 0$ のとき次の定積分を求めなさい。

$$\int_0^{\infty} x e^{-ax} dx$$

問題2 次の問1～3に答えなさい。

問1 ある関数 $f(x)$ が線形であるとはどういうことかを説明しなさい。

問2 ベクトルの直交の定義のアナロジーとして、二つの関数が直交することの定義を示しなさい。

問3 ある関数の集合が直交関数系であるとはどういうことかを説明しなさい。