

令和 8 年 4 月入学 秋季特別入試 課題

本試験の答案を作成し、志望動機および課題に対する答案（手書きもしくはパソコン使用）を試験前日（令和 7 年 11 月 18 日（火））正午までに電子メールで下記宛に添付ファイルで提出せよ。また、試験当日（令和 7 年 11 月 19 日（水））に、志望動機および課題答案を A4 用紙に記して提出せよ。

課題提出先電子メールアドレス：biogeochemistry.hokudai@gmail.com

試験当日の口述試験においては、下記課題の間 3，問 6，問 9 について課題発表および質疑応答（各 15 分程度）を行う。課題発表用のパワーポイント（PowerPoint）もしくは PDF スライド等を用意すること（スライド枚数は自由）。発表には自分のパソコンの他、試験室に準備されたパワーポイント（PowerPoint）と PDF ファイルの表示可能なパソコンを利用できる。

なお、課題内容等に不明な点があれば biogeochemistry.hokudai@gmail.com まで問い合わせること。

志望動機

生物地球化学コースを受験する動機、入学後の研究に対する抱負、および自己アピールについて、500–1000 字程度で記述せよ。

課題

下の Doney et al. (2025) とその引用文献・関連文献もしくは教科書等を読んで、次の問いに答えよ。

Doney, S. C., Wolfe, W. H., McKee, D. C., & Fuhrman, J. G. (2025). The science, engineering, and validation of marine carbon dioxide removal and storage. *Annual Review of Marine Science*, 17, 55–81. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-040523-014702>

問 1 IPCC 第 6 次評価報告書（AR6）では、地球の平均気温上昇を産業革命前に比べて 1.5–2.0°C 以内に抑えることを目標としている。この目標を達成するためには、二酸化炭素の排出削減だけでは不十分であり、人為的な二酸化炭素除去（Carbon Dioxide Removal: CDR）を並行して行う必要があるとされている。その理由を、Doney et al. (2025) の Chapter 1 “Rationale for Carbon Dioxide Removal” で論じられている内容に基づいて、「既存の排出源に残る構造的な制約」および「大気・海洋・陸域を含む地球システムの時間スケール」の両面から考察し、300 字以内で説明せよ。

問 2 次の(a)と(b)の事象が生じた場合、海水中の

- 溶存無機炭素濃度（Dissolved Inorganic Carbon: DIC）

- 全アルカリ度 (Total Alkalinity: TA)
- pH

の各値はどのように変化するか、「上昇する」、「低下する」、「変化しない」の中から選択して答えよ。

(a) 大気中の CO₂ 濃度が上昇し、CO₂ が海水中に溶け込んだ場合。

(b) 海水中で炭酸塩鉱物 (CaCO₃) が溶解した場合。

問 3 西部北太平洋の北緯40度、東経154度の観測点において、海水面（水深0 m）での炭酸塩鉱物（カルサイト）に対する飽和指数（ Ω ）は4.44であるのに対し、深海（水深5500 m）におけるその Ω は0.59である。このように深度によって Ω が大きく異なる理由を、以下の3つの観点からそれぞれ100字以内で説明せよ。

(a) 炭酸塩の溶解平衡の性質

(b) 有機物の生産と輸送

(c) 海洋循環

問 4 海洋CDR実験における水塊トレーサの役割と、水塊トレーサを用いた観測に用いられる代表的な手法や装置について、計300字以内で説明せよ。

問 5 Doney et al. (2025)の文中に記されている”Measurement, Monitoring, Reporting, and Verification (MMRV)”の目的、並びに海水中の二酸化炭素分圧の測定を例として、海洋CDR戦略におけるMMRVの困難さを計300字以内で説明せよ。

問 6 海洋CDRのフィールド実験やMMRV設計において、数値モデルによる「非摂動（no-perturbation）シナリオ」と「摂動（perturbation）シナリオ」の比較やシミュレーションが、どのようにしてCDRの有効性（efficacy）、追加性（additionality）、永続性（permanence）の評価に寄与するのかを300字以内で説明せよ。

問 7 海洋アルカリ度強化はCDRの1つとして期待されている。その長所と短所を計400字以内で説明せよ。

問 8 近年、沿岸域の大型海藻（褐藻類など）によるブルーカーボンがCDR手法の1つとして注目されている。しかし、一般に、大型海藻類によるCDR効果は低いと考えられている。これらの主な科学的理由を300字以内で説明せよ。

問 9 鉄は海洋植物プランクトンの光合成や増殖に不可欠な元素である。地殻中には鉄が豊富に存在するにもかかわらず、Doney et al. (2025)の本文中で示されているように、北太平洋亜寒帯域、東部赤道太平洋域、南大洋などには鉄制限海域が存在する。これらの海域が鉄制限となる理由を300字以内で説明せよ。