

北海道大学大学院環境科学院  
地球圏科学専攻 生物地球化学コース  
令和 6 年 4 月入学 修士課程 春季入試

### 小論文課題

以下の課題について解答を作成し、2024 年 2 月 9 日（金）までに本コース 山本正伸教授（myama@ees.hokudai.ac.jp）に電子ファイル（PDF、JPEG、GIF、PNG など編集ができないファイル）を E メールで提出すること。

☆手書きでもワープロ使用でも可。課題内容等に不明な点があれば、本コース 山本正伸教授（myama@ees.hokudai.ac.jp）まで問い合わせること。

☆口述試験は、課題 2 の発表（10 分）と質疑応答（10 分）を含む。課題 2 の発表については、下記設問の間 5-1 0（スライド枚数は自由）の解答を、PowerPoint もしくは PDF 等のスライドを使って説明せよ。

### 課題 1

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 字以内で述べよ。

### 課題 2

下の Rafter et al. (2022)は、最終氷期以降の海洋深層水循環に関する文献である。

**Rafter, P. A., Gray, W. R., Hines, S. K. V., Burke, A., Costa, K. M., Gottschalk, J., Hain, M. P., Rae, J. W. B., Southon, J. R., Walczak, M. H., Yu, J., Adkins, J. F., & DeVries, T. (2022). Global reorganization of deep-sea circulation and carbon storage after the last ice age. *Science Advances*, 8(46), eabq5434. ( <https://doi.org/10.1126/sciadv.abq5434> )**

上記文献とその Supplementary materials

( [https://www.science.org/doi/suppl/10.1126/sciadv.abq5434/suppl\\_file/sciadv.abq5434\\_sm.pdf](https://www.science.org/doi/suppl/10.1126/sciadv.abq5434/suppl_file/sciadv.abq5434_sm.pdf) )

および引用文献、もしくは関係する文献や教科書等を読んで、次の問いに答えよ。

#### 問 1

海洋における circulation, ventilation, overturning の意味を、それらの違いが分かるように、それぞれ 50 字以内で説明せよ。

また、海洋深層水の CO<sub>2</sub> の換気（Ventilation）を変化させる 2 つの物理的な要因とは何か、

50 字以内で説明せよ。

問 2

本論文における<sup>14</sup>C ventilation age” の意味を 250 字以内で説明せよ。

問 3

本論文では、海洋を ”mid-depth (中深層)” と”bottom (底層)” に分けてその ”<sup>14</sup>C ventilation age” を評価している。著者らは”mid-depth (中深層)” と”bottom (底層)”をどのように定義しているのかを 150 字以内で説明せよ。

問 4

Fig.1B (Fig.S1) について、<sup>14</sup>C age sea-air difference (縦軸) と Preindustrial DIC <sup>14</sup>C age (横軸) がどのような試料を分析して得られた値であるのかを説明せよ。また、太平洋の <sup>14</sup>C ventilation age が大西洋側の値に比べて全体的に大きくなるメカニズムについて、併せて 300 字以内説明せよ。

問 5

本論文では Fig.2A を用いて、現在の全球深層水循環パターンが 8 の字ループを描き、結果的に太平洋の中深層水の <sup>14</sup>C ventilation age が最も古いと主張している。そのようになる理由を 250 字以内で説明せよ。

問 6

本論文の最大の主張は、LGM (最終氷期最盛期) においては、太平洋の中深層水ではなく底層水の <sup>14</sup>C ventilation age が全海洋で最も古かったということであった。そのために最も大きな役割を果たしたのは、問 1 における 2 つの物理的要因のうちどちらであったと考えられるのか、データに基づく理由とともに 250 字以内で説明せよ。

問 7

Supplementary materials の Fig.S2D は、LGM における太平洋の安定炭素同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) の深度分布も現在とは逆転していることを示している。これが示唆していることを海水の溶存無機炭素の安定炭素同位体比が栄養塩濃度と連動して変化するメカニズムを含めて、300 字以内で説明せよ。

問 8

Supplementary materials の Fig. S2 を見ると、LGM においては大西洋でも南大洋でも中深層の <sup>14</sup>C ventilation age が現在よりも古いが、太平洋ではほとんど変わらない。著者らはこの

違いをどう解釈しているか 150 字以内で説明せよ。

問 9

著者らは LGM における深層水循環がどのようなものだと考えているか、Fig.2D に矢印で書き込んで示せ。

問 10

大気 CO<sub>2</sub> 濃度上昇が見られた LGM 以降の退氷期(deglaciation)において、海洋循環はどのように変化したのか、HS1 (18-14.7 ka BP) の期間中に生じた変化について、論文中的数据を踏まえて 500 字以内で説明せよ。