

令和3年度4月入学
愛媛大学大学院理工学研究科博士前期課程
数理物質科学専攻
(地球進化学コース)
入学試験問題

専門

解答時間 9:00 – 12:00

注意事項

1. 専門科目8問の中から4問(各50点)を選択して解答すること。4問を超えて解答した場合、すべて0点となるので注意すること。
2. 解答用紙の指定がある問題(2, 5, 7, 8)を選択した場合は、指定された解答用紙に受験番号を必ず記入すること。2は解答用紙が2枚あるので2枚とも受験番号を記入すること。記入のない解答は、0点となるので注意すること。
3. 解答用紙の指定がない問題を選択した場合は、解答用紙に問題番号と受験番号を必ず記入すること。記入のない解答は、0点となるので注意すること。
4. 電卓の使用は、認めない。

1 次の文章を読んで、問1～問5に答えよ。

地球誕生は今から約(ア)Maと言われているが、その頃の地球大気は二酸化炭素や窒素が主体で、ほとんど酸素がなかったと考えられている。地球上に急激に酸素が増加したのは、先カンブリア時代では今から約(イ)Maであり、①GOE(大酸化イベント)と呼ばれている。この頃に海洋中や地球大気に急激に酸素が増加し、ストロマトライトと呼ばれる炭酸塩を主体とする(ウ)岩が非常に多く形成されている。その後、先カンブリア時代が終わると②顕生累代が始まるが、この時代から現代までは多くの化石記録が残っている。顕生累代の時間軸にそって海洋化石の分類群の増減を検討すると、今から約(エ)Maに急激に分類群数が減少したことが示されており、それは生物の大量絶滅(P-T boundary mass extinction)と呼ばれている。化石記録から地層を区分する方法を“生層序区分”，岩相の特徴から地層を区分する方法を“岩相層序区分”，古地磁気の特徴から地層を区分する方法を③“古地磁気層序区分”と言う。生層序区分には示準化石が使われるが、日本に広く分布する付加体を主体とする地質体には、④微化石を示準化石とした生層序区分がよく使われている。

問1 (ア)から(エ)に入る適切な語句を答えよ。

問2 下線部①には生物が関与したと言われている。どのような現象であったか説明せよ。

問3 下線部②の顕生累代は、古生代・中生代・新生代と大きく3区分されている。古生代と中生代の詳細な地質年代区分を「紀」レベルで列記し、古生代と中生代の特徴について述べよ。

問4 下線部③の古地磁気層序区分による地層区分はなぜ可能なのか。その原理を説明せよ。

問5 下線部④の微化石について、具体例を1つ挙げ、その特徴を説明せよ。

2 地質古生物学・進化に関する以下の問1～問5に答えよ。

問1 次の(1)～(7)の文で説明される語句を答えよ。

- (1) 生物が死んでから化石になって発見されるまでの過程のこと、またはそれを研究する学問分野。
- (2) 生物が生活する環境における、食物や敵に対する諸関係、または必要とする様々な資源の要素やその資源の利用の仕方のこと。
- (3) 祖先とその子孫全てを含む分類群。
- (4) 化石の出現～消滅までの地層そのもの(時間ではない)。
- (5) パンゲア超大陸の北部と南部との間にあった、比較的浅くて暖かい海。
- (6) 海洋底や大陸が、分裂や形成を繰り返すサイクルのこと。
- (7) 最も近い共通祖先において新たに発生した形質で、その子孫群のすべてが持っている形質のこと。

問2 次の(1)～(10)の語句の中から5つを選んで、その5つの語句をそれぞれ概ね100字以内でできるだけ詳しく説明せよ。

- | | |
|--------------------|------------------|
| (1) マイヤーの「生物学的種概念」 | (2) 相同 |
| (3) ネオテニー | (4) ヤンガードリアス期 |
| (5) 二次化石(誘導化石) | (6) エディアカラ生物群 |
| (7) 斉一説 | (8) 有羊膜卵 |
| (9) 生きている化石 | (10) ミランコビッチサイクル |

問3 体長30 cm、体重1.0 kgの動物がいる。この動物がプロポーションを変えずに体長が75 cmになった場合、体重は約何 kg になるか、小数点以下第1位まで推定せよ。

問4 地球の歴史に関する、以下の(1)～(3)の事象が起こった地質年代の「紀」を答えよ。

- | | |
|-----------------|----------------|
| (1) 旧赤色砂岩の形成 | (2) メッシニアン塩分危機 |
| (3) ホモ・サピエンスの出現 | |

問5 宇宙・地球の歴史に関する、以下の(1)～(3)の事象が起こったのは今から大体どのくらい前と考えられているか、単位「Ma」を使って答えよ。

- | | |
|---------------|------------------|
| (1) 地球上の生命の誕生 | (2) 宇宙の誕生(ビッグバン) |
| (3) 鳥盤類の絶滅 | |

3 以下の問 1 ~ 問 5 に答えよ。

問 1 イオン結合と共有結合について、「電気陰性度」という語句を用いて説明せよ。

問 2 斜方晶系 (直方晶系) の $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ の理論密度は何 g/cm^3 が有効数字 2 桁で求めよ。ただし、格子定数は $a = 1.82 \text{ nm}$, $b = 0.88 \text{ nm}$, $c = 0.52 \text{ nm}$ とし、単位胞内に 8 個の分子が含まれているものとする。また、Mg, Si, O の原子量はそれぞれ 24, 28, 16 とし、アボガドロ定数は $6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ とする。

問 3 イノ珪酸塩鉱物の結晶構造の特徴を答えよ。また、イノ珪酸塩鉱物に分類される鉱物の種名を 2 種答え、それぞれ化学式を示せ。種名は和名でも英名でもかまわない。

問 4 ブラッグの回折条件について簡潔に説明せよ。必要であれば図を用いてもかまわない。

問 5 立方晶系の結晶を用いて X 線回折実験をおこなったところ、 $2\theta = 60^\circ$ の位置に回折線のピークがあらわれた。この回折線の指数を 244 とした場合の格子定数 a の値を答えよ。なお、用いた X 線の波長は 0.154 nm である。

5 次の文章を読んで、問1～問4に答えよ。

地球内部の運動の多くは、内部に蓄えられているエネルギーが外部に放出されるのに伴い生じる力学プロセスである。例えばマンツルの対流運動は、マンツルが高温の核から加熱されることにより生じる浮力、(ア)、(イ)などにより駆動される。一方、核からマンツルへの、或いはマンツルから核への、大規模な物質移動は存在しないので、核-マンツル境界を横切るエネルギー輸送は①対流とは異なる機構により行われている。また、地球の冷却に伴い液体外核中で固体の内核が徐々に成長しているが、②内核の結晶化は外核の対流運動を促進する効果を持つ。地球内部のエネルギー収支の概略をまとめると、次のようになる。現在の地殻熱流量は約46TWであり、地殻及びマンツルにおける③放射壊変熱が約20TW、核マンツル熱流量が約10TWと考えられている。残りの16TWは主に(ウ)に起因することになるが、これらの値には今のところまだ大きな不確実性が存在する。

問1 (ア)から(ウ)に入る適切な語句を答えよ。

問2 下線部①に関して、核-マンツル境界におけるエネルギー輸送機構について説明せよ。

問3 下線部②に関して、内核の結晶化が外核の運動に与える影響について説明せよ。

問4 下線部③に関して、このエネルギーに寄与している主な元素を3つ挙げよ。

6 以下の問 1 ~ 問 6 に答えよ。

- 問 1** 珪酸塩メルトの構造を表す指標の 1 つとして NBO/T というパラメータがよく用いられる。 NBO/T は珪酸塩メルトのどのような構造を表すパラメータか説明せよ。また、 $NBO/T = 0$, $NBO/T = 4$ の珪酸塩メルトがどのような構造であるか説明せよ。
- 問 2** 珪酸塩メルトにおける NBO/T は、一般的に珪酸塩メルトの化学式から見積もることが可能である。 $MgSiO_3$ 組成, $Ca_3Al_2Si_3O_{12}$ 組成メルトの NBO/T をそれぞれ計算せよ。
- 問 3** 1 気圧下における珪酸塩メルトの粘性率測定実験によると、珪酸塩メルトの粘性率は NBO/T と温度に大きく影響を受けることが知られている。珪酸塩メルトの粘性率は、 NBO/T , 温度の変化により、それぞれどのように変化するか説明せよ。
- 問 4** 花崗岩組成メルトとかんらん岩組成メルトの粘性率について、1 気圧下における粘性率の違いを示し、その原因についてメルトの構造の観点から説明せよ。
- 問 5** 高圧下における花崗岩組成メルトとかんらん岩組成メルトの粘性率の変化についてそれぞれ説明せよ。また、それらメルトの粘性率変化の原因について、メルトの構造の観点から議論せよ。
- 問 6** ある一定の構造をもつ岩石中における、ある密度の珪酸塩メルトの移動速度を考える場合、粘性率が低いほど、岩石中でのメルトの移動速度は速くなるか？遅くなるか？どちらか答えよ。

7 以下の問1～問4に答えよ。

問1 図1は2月、5月、8月、11月の豊後水道中央部の水温と塩分の鉛直プロファイルである。(a)～(d)はそれぞれ何月の鉛直プロファイルか答えよ。

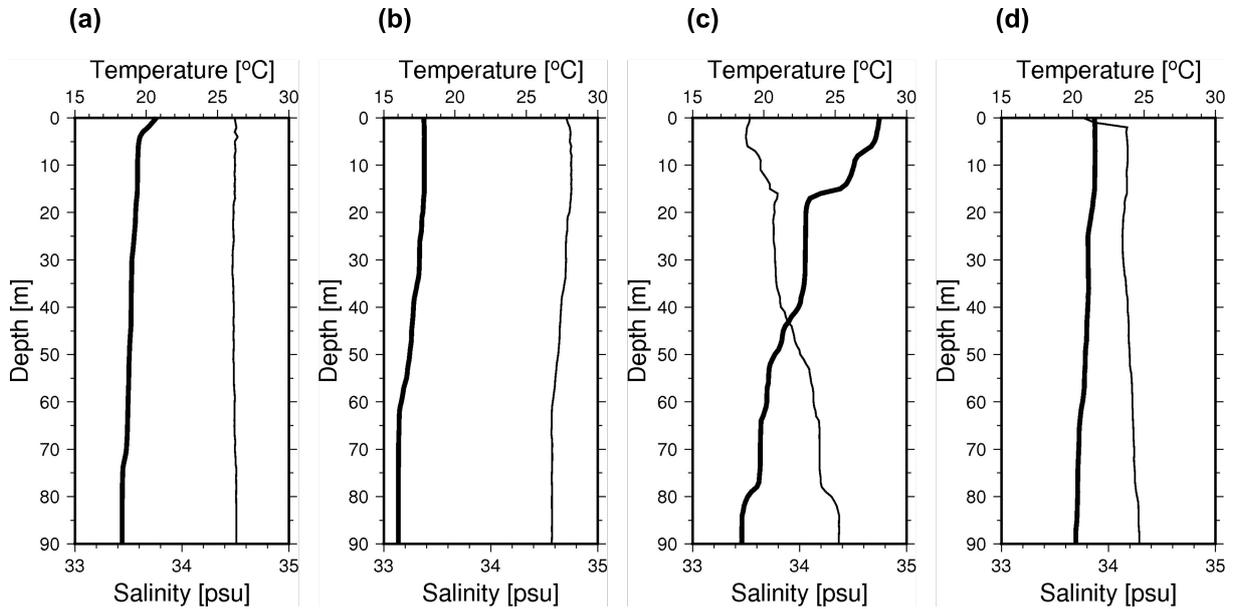


図1: 豊後水道中央部における水温と塩分の鉛直プロファイル。太線が水温，細線が塩分の分布を表している。

問2 図2は太平洋中央部における水温の南北断面図である。この水温断面図をみると，赤道域から極域まで水深1500m以深では水温が4°C以下となっている。なぜ太平洋の深層には場所によらず冷たい海水が分布しているかを説明せよ。

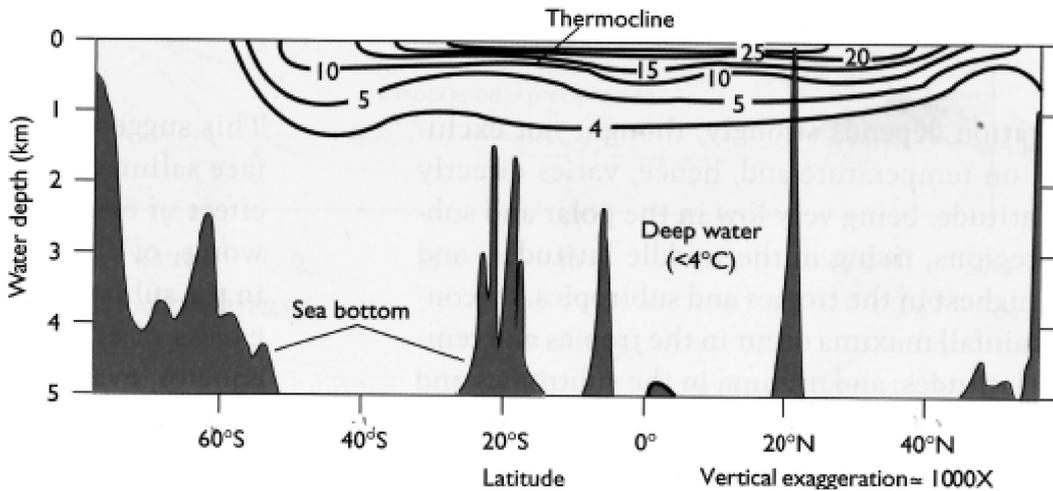


図2: 太平洋中央部における水温の南北断面図 (Paul R. Pinet, 2008).

<問題は次ページに続く>

問 3 沿岸域で卓越する潮汐について考える。今、1日周期で自転する地球が一様に海水で覆われ、潮汐は月による起潮力のみで発生しているとする、1日2回の干潮と満潮が起こることが説明できる。

地球が自転していない場合、どのような水位変化が起こるか答えよ。必要であれば図を用いてもかまわない。

問 4 図 3 は 2020 年 7 月 1 日～3 日の松山港の水位の時間変化を示している。この図をみると満潮時刻は 1 日約 50 分遅くなっている。なぜ満潮時刻が 1 日約 50 分ずつ遅くなるか説明せよ。必要であれば図を用いてもかまわない。なお、月の公転周期は 27 日とする。

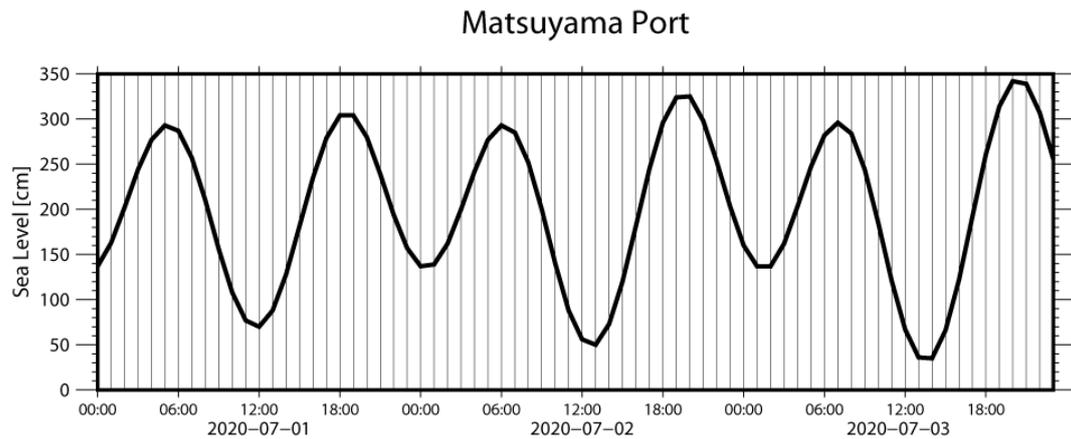


図 3: 2020 年 7 月 1 日～3 日の松山港の 1 時間毎の水位変化。