

地学基礎・地学（5 問）

注 意 事 項

字数制限のある設問については，句読点も含めた字数で答えること。

〔 I 〕 地震およびプレート運動に関する次の文章を読み、問(1)～(3)に答えよ。解答は解答欄に記入せよ。

2011年3月11日に東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)が発生した。この地震は プレートが プレートに沈み込むことによって発生した地震である。このようなプレート境界浅部で発生する地震の場合、海域で が起こることが多く、これにより沿岸域には甚大な被害が及ぼされる。

一方、今後西日本で注意を要するプレート境界で発生する地震は、東海地震・東南海地震・南海地震である。これらの地震は、 プレートが プレートに沈み込むことによって発生する地震であり、両プレート境界には と呼ばれる沈み込み境界が存在する。東北地方太平洋沖地震同様、 による甚大な被害も想定されるため、常日頃からの防災対策が必要である。

このように、日本は , , , プレートという4つのプレートが互いに押し合っている地域であり、日本全土のほとんどが危険にさらされていることがわかる。

プレートとプレートの間の一部は強く固着してぼう大な が蓄積されており、その が地震時に一気に解放される。このように通常は固着していて地震時に大きくずれる領域を という。地震の規模は で表される。 が1大きくなると、地震のエネルギーは約 倍となる。一方、地震による各地点のゆれの強弱の程度を表すのが である。地震が発生すると地下で岩盤がずれて が生じる。一般に、その から離れるほど は小さくなるが、地盤の緩いところでは揺れが され、大きな となることもある。

問

- (1) 文章中の ア ~ ス の中に最も適切な語または整数を入れて、文章を完成させよ。
- (2) プレートの運動は地球の中心を通る1つの軸の周りの回転で記述できる。プレートの運動速度が最大となるのは、そのプレート運動の回転極(回転軸と地表との交点)から何°離れたところになるか答えよ。
- (3) プレートの運動速度が最大で年間10 cmの時、1000万年で何°回転するか計算せよ。計算にはその過程も示すこと。なお、地球の全周は4万 km とし、有効数字は1桁とする。

〔Ⅱ〕 岩石・鉱物の種類や特徴および生成と変化の過程に関して、問(1)～(8)に答えよ。解答は解答欄に記入せよ。

問

(1) 図1は岩石が環境の変化に応じて別の岩石に変化していく主要な過程を模式的に示したものである。図中の(a)～(f)に入る最も適切な語を次の{ }内から1つ選んで答えよ。なお、(a)、(c)、(d)には岩石の種類、(b)、(e)、(f)には作用や過程の名称が入る。

{火成岩, 変成岩, 堆積岩, 続成作用, 結晶分化作用, 噴火, 風化・侵食, 変成作用}

(2) 変成作用の温度と圧力の関係について、次の{ }内の鉱物のうち、同じ温度において最も圧力が高い条件下で安定なものを1つ選んで答えよ。

{珪線石, 紅柱石, らん晶石}

(3) 砂岩や泥岩などの堆積岩が接触変成作用を受けて生じた、硬く緻密な岩石を何というか答えよ。

(4) 火山砕屑岩のうち、大部分の構成粒子が火山灰からなる岩石を何というか答えよ。

(5) 海底で生じる混濁流により堆積した地層を何というか答えよ。また、その堆積した地層中で特徴的に見られる級化構造について、模式的な図を解答欄の枠内に描け。上下の向きに留意すること。

(6) 玄武岩と花崗岩それぞれに含まれる主要な造岩鉱物について、次の{ }内の鉱物からすべて選び、記せ。

{石英, かんらん石, カリ長石, 黒雲母, 輝石}

(7) アルミニウムの水酸化物を主成分とし、アルミニウムの原料となる風化残留鉱床を形成する鉱石を何というか答えよ。

(8) 固溶体とはどのような性質をもつ固体か、化学組成に着目してかんらん石の場合について説明せよ。

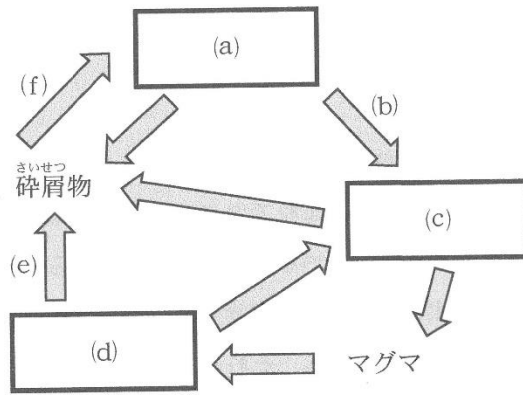


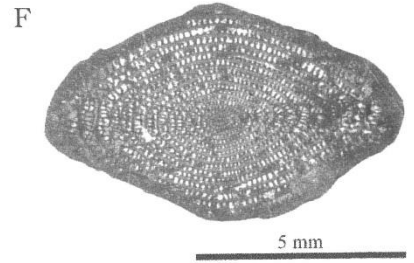
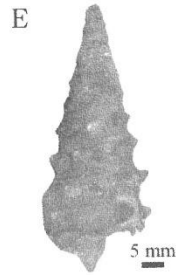
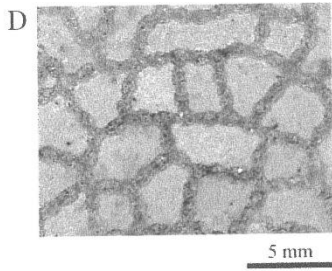
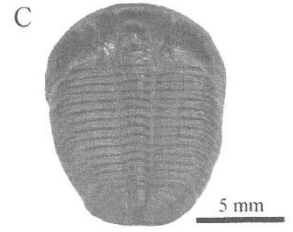
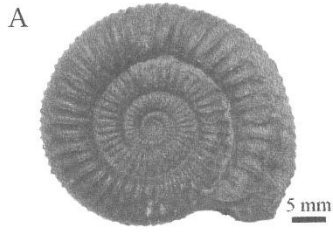
図 1

〔Ⅲ〕 地球の古環境に関する次の文章を読み、問(1)～(3)に答えよ。解答は解答欄に記入せよ。

現在の地球では、大気および海洋には酸素が多く含まれている。例えば、現在の大気には酸素が約 %含まれており、成層圏では を形成することで生物に有害な紫外線を吸収している。地球誕生後しばらくの間、大気および海洋は酸素に乏しかったが、太古代になると酸素発生型光合成を行う微生物である が出現して海水中に酸素を放出し、それによって鉄イオンが酸化されて酸化鉄として沈殿することで が形成された。その後、大気中の酸素濃度も上昇し、原生代末には現在の濃度へと近づいた。古生代の石炭紀になると大気中の酸素濃度はさらに^(a)上昇し、メガネウラなどの巨大な が出現した。一方、 紀末には海洋で大規模な酸素欠乏などが起こり、^(b)三葉虫やフズリナ、床板サンゴが絶滅した。

問

- (1) 文章中の ～ に入る最も適切な語または整数を入れて、文章を完成させよ。
- (2) 下線部(a)に関して、石炭紀では大気中の酸素濃度が上昇しただけでなく、二酸化炭素濃度の低下と気候の寒冷化も起きたと考えられている。これら3つの現象が起きた理由を説明せよ。
- (3) 下線部(b)に関して、三葉虫、フズリナ、床板サンゴの化石の写真として最も適切なものを、次の A～Fの中からそれぞれ1つ選べ。



写真

〔IV〕 銀河系と宇宙に関する次の文章を読み、問(1)～(5)に答えよ。解答は解答欄に記入せよ。

銀河系(天の川銀河)には約 2000 億個の恒星が含まれ、太陽もその 1 つである。大部分の恒星は中央に膨らみを持つ円盤状の部分に集まり、膨らみの部分は と呼ばれる。太陽は、 に続く円盤部(ディスク)に位置する。他に数十万から数百万個の恒星が密集した球状星団が、銀河系全体を球状に包む と呼ばれる領域に分布する。円盤部にある恒星や星間ガスは銀河中心の周りを回転しており、天体にはたらく万有引力と遠心力の釣り合いから銀河系の質量分布を求めることができる。得られた質量は観測された恒星の質量の和よりもかなり大きく、光や電波で直接観測できない見えない質量が存在すると考えられる。この見えない物質を という。

宇宙には天の川銀河と同様な恒星の集団である銀河が多数存在する。遠方の銀河のスペクトルを観測すると波長が長い方にずれており、これを と呼ぶ。 から銀河の後退速度 v を求め、銀河までの距離 r と比べると、 $v = Hr$ という比例関係(H は比例定数)が成り立つ。この関係式を の法則と呼び、宇宙が膨張していることを意味する。

問

- (1) 文章中の ～ の中に入る最も適切な語を答えよ。
- (2) 太陽より内側の質量を M 、太陽の銀河中心からの距離を R 、太陽付近での銀河回転の周期を T 、万有引力定数を G とすると、惑星の運動と同様に $\frac{R^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2}$ が成り立つ。 T と太陽付近での銀河回転の速さ V の関係式を R を用いて表せ。そして、それを用いて、 M と R 、 G 、 V の関係式を求めよ。考え方も記すこと。
- (3) 太陽は銀河中心から約 2 万 8000 光年の距離にあり、その付近の銀河回転の速さは約 220 km/s である。(2)の結果を用いて、 M が太陽の質量の何倍かを有効数字 1 桁で求め、指数表記(例えば「 2×10^5 倍」)で答えよ。計算過程も記すこと。なお 1 光年は 1.0×10^{16} m、万有引力定数 G は 7.0×10^{-11} m³/(kg・s²)、太陽の質量は 2.0×10^{30} kg とする。

- (4) ある銀河のスペクトルを観測したところ、本来の波長が 656 nm である $\text{H}\alpha$ 線が 722 nm になっていた。波長のずれと本来の波長の比が 1 より十分小さいとみなして、この銀河の と後退速度を有効数字 2 桁で求めよ。計算過程も記すこと。光速度は $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ とする。
- (5) この銀河までの距離が何光年になるかを有効数字 2 桁で求めよ。計算過程も記すこと。なお の法則の比例定数 H は $70 (\text{km/s})/\text{Mpc}$ であり、 1 Mpc (メガパーセク) は $330 \text{ 万光年} = 0.033 \text{ 億光年}$ とする。

〔V〕 次の(1)～(5)の中から2問を選択し、その語群中のすべての語を最低1回は用いて、それぞれ80～120字で地学的に意味のある文章を作成せよ。解答は解答欄に記入せよ。

- (1) 地球楕円体, ジオイド, 平均海水面, 重力, 陸域
- (2) アイソスタシー, 密度, マントル, 浮力, 地殻
- (3) カルデラ, 陥没, マグマ, マグマだまり, 中央火口丘
- (4) イリジウム, 隕石, 恐竜, ユカタン半島, 白亜紀末
- (5) 吸収線, 元素組成, 黒点, 太陽光, 太陽活動