

IV

地 学

問題は、次のページから書かれていて、I、II、III、IVの4題ある。4題すべてに解答せよ。

解答は、答案紙の所定の解答欄に書き入れよ。文字や記号は、まぎらわしくないように、はっきり記せ。

地学 問題 I

以下の文章を読み、問1～問5に答えなさい。

地球は約46億年前に形成された。46億年前から約 年前までの時代を先カンブリア時代と呼ぶ。この先カンブリア時代は古い順からさらに冥王代、, に分けられている。地球史の約8割をしめるこの時代には、生物の進化や環境の変動に関する重要な出来事がいくつか起こっている。約① 年前から現在までを と呼び、古い方から古生代、中生代、 に分けられる。古生代に入つてすぐのカンブリア紀には、カンブリア爆発と呼ばれる、現生動物の基本的な分類群(門のレベル)のほぼ全ての祖先が出現するという生物進化上の重要な出来事があった。カンブリア紀以降の地層には様々な化石が含まれるようになり、その中には示準化石として地層の対比や地質年代決定に有用なものも多く含まれる。③

問1 空欄 に入れるべき数字を以下から選び、記号で答えなさい。

- (a) 6億2000万, (b) 5億4000万, (c) 4億8000万, (d) 2億5000万

問2 空欄 , , , に最も適する語句を答えなさい。

問3 下線部①について図1は大気に含まれるある成分の濃度変化を表したものである。下記の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) この成分は何か答えなさい。
- (2) この成分を最初に生み出したとされる生物の名前を答えなさい。

問 4 下線部②について、急激な多様化と共に動物の体の構造や機能に大きな変化がいくつか生じたとされている。どのような変化が生じたのか、ひとつ挙げるとともに、それを可能にした要因についてあわせて40字以内で述べなさい。

問 5 下線部③について、示準化石として有効な生物種の特徴について40字以内で述べなさい。

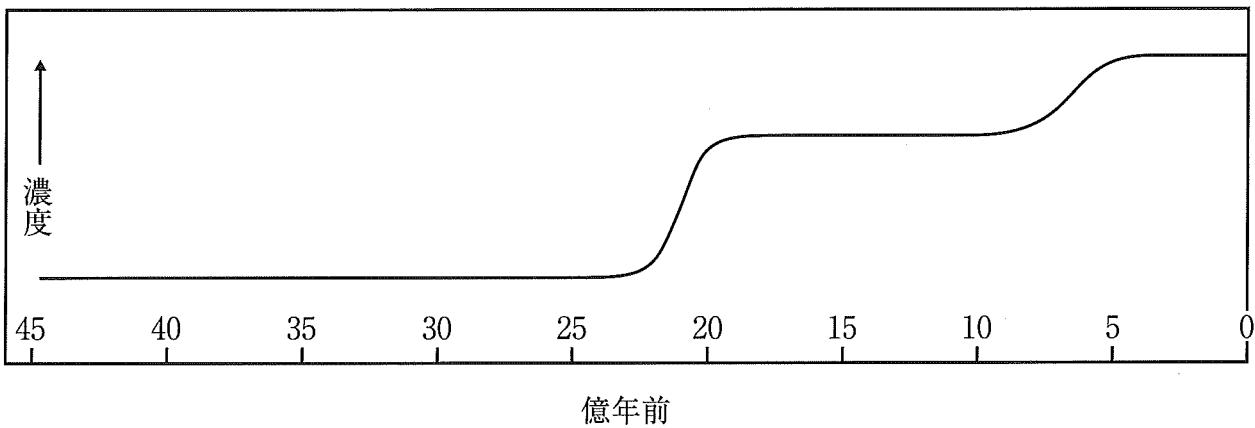


図 1

地学 問題Ⅱ

以下の文章を読み、問1～問5に答えなさい。

地球上のある地点での地磁気の強さは、図2のように とその成分である および , 真北からずれている角度を , 地磁気の向きと水平面のなす角度を という。これらの要素のうち3つによって、その場所の地磁気の強さと方向を決定できる場合があり、これを地磁気の三要素^①という。また、千葉県市原市の地層(千葉セクション)には地磁気年代である松山期からブルンヌ期への地磁気の逆転^②が記録されており、その境界年代が約77万年前と従来よりも1万年程度若いことが明らかにされた。このような地磁気の原因は、地球深部の外核^③における活発な対流にあると考えられている。また、地磁気の逆転を含む千葉セクションの研究結果によって、約77万年前から約13万年前までの地質時代が2020年1月にチバニアン期と名付けられた。

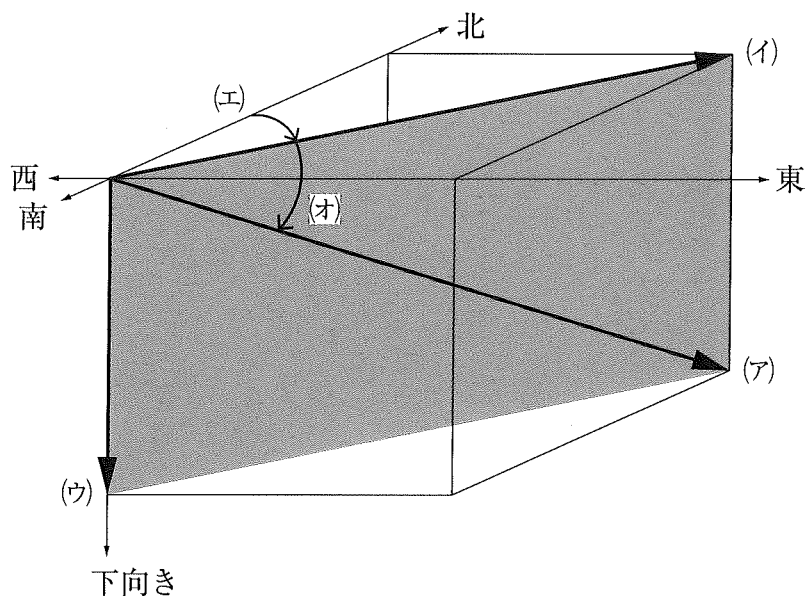


図2

問1 空欄 ～ に最も適する語句を答えなさい。

問 2 下線部①について、ア の大きさを F 、ウ の大きさを Z 、オ を θ とする。ある地磁気観測所で $F = 46850 \text{ nT}$ 、 $Z = 23425 \text{ nT}$ が観測されたとして、 θ を求めなさい。

問 3 地球の磁場は地球内部においた棒磁石で近似的に表される。この仮想的な棒磁石をどのように配置すれば現在の地球の磁場を再現できるのか解答欄の図に示しなさい。

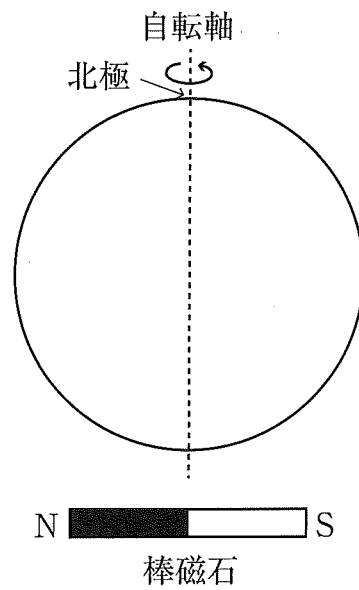


図 3

問 4 下線部②について、次の問に答えなさい。

- (1) 図 4 は地磁気の年代と海洋底の磁気異常の縞模様を模式的に示したものである。この海洋底の磁気異常の縞模様が海洋底拡大説の証拠とされた理由を 50 字以内で説明しなさい。

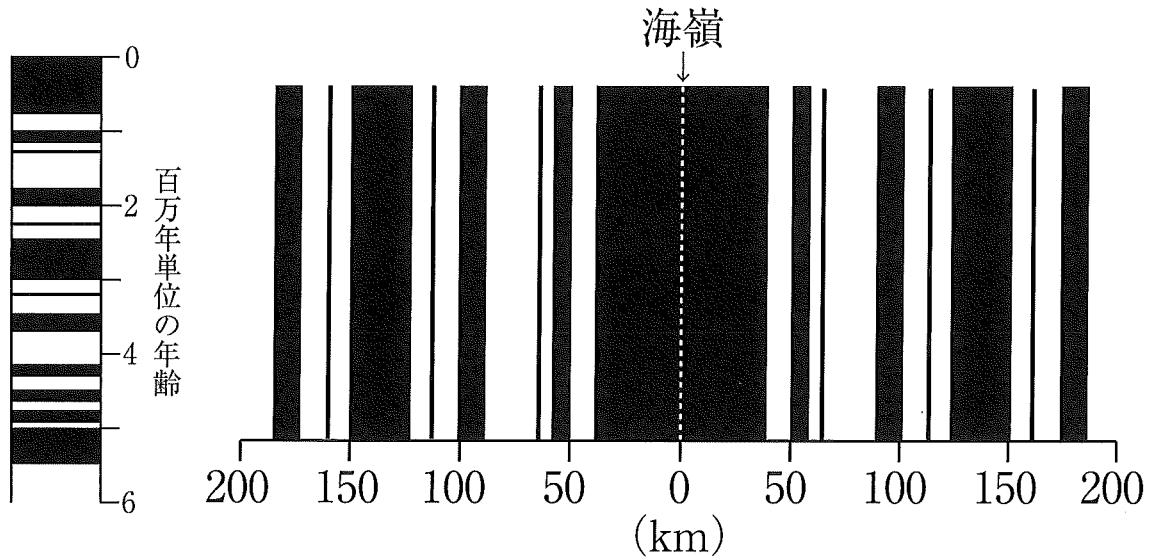


図 4

- (2) 図 4 から海洋底が拡大した平均速度(cm/年)を求めなさい。

問 5 下線部③について、地磁気をつくる考え方はダイナモ理論とよばれるが、この理論を 100 字以内で説明しなさい。

地学 問題Ⅲ

以下の文章を読み、問1～問5に答えなさい。

地球の大気は、高度に対する気温の変化をもとに、対流圏、成層圏、中間圏、熱圏^①に区分されている。対流圏と中間圏では、気温は高度とともに低下するのに対し、成層圏と熱圏では、気温は高度とともに上昇する。海洋においても、水深に対する水温の変化をもとに、いくつかの層に区分される。海面付近では、水温が深さによらずほぼ一様となる層ができ、季節や緯度によって水温や塩分が大きく変動する。^②熱帯や中緯度では、この層の下に、低温な深層に向かって水温が急激に低下する層が存在する。^③

地球は太陽からの放射エネルギーを吸収することによって暖められ、その吸収量と等しい量のエネルギーを地球放射によって宇宙空間に放出することで、一定の温度を保っている。このようなエネルギーの収支は、地球全体でみるとつりあっているが、^④緯度別にみるとつりあっていない。これは、高温の低緯度域から低温の高緯度域へと向かう熱の流れが存在するためである。大気や海洋の循環は、^⑤このような低緯度域から高緯度域への熱輸送において重要な役割を果たしている。

問1 下線部①について、以下の(1)、(2)に答えなさい。

(1) 対流圏界面、成層圏界面、中間圏界面のおおよその高度として最も適したものを、以下のカッコ内から選び、それぞれについて答えなさい。

(5 km, 10 km, 30 km, 40 km, 50 km, 70 km, 90 km, 120 km)

(2) 大気の特徴を表す以下の(ア)～(カ)の用語について、(a) 対流圏、(b) 成層圏、(c) 中間圏、(d) 熱圏のどれと最も関連するか、aからdの記号で答えなさい。

ア：オゾン層、イ：オーロラ、ウ：積乱雲、エ：夜光雲、オ：準二年振動、カ：台風

問 2 下線部②について、以下の(1)、(2)に答えなさい。

- (1) このような海面付近の層を何と呼ぶか答えなさい。
- (2) 海面付近の海水の塩分濃度はどのような場合に上昇するか、50字以内で説明しなさい。

問 3 下線部③について、このような層を何と呼ぶか答えなさい。

問 4 下線部④について、図5は地球のエネルギー収支を模式的に示したものである。図中の数値は、大気の上端での太陽放射エネルギーを地球全体で平均した量を100とした相対値を示す。大気上端、大気圏、地表のそれぞれにおいてエネルギーの収支がつりあっていることを、これらの数値を用いて示しなさい。

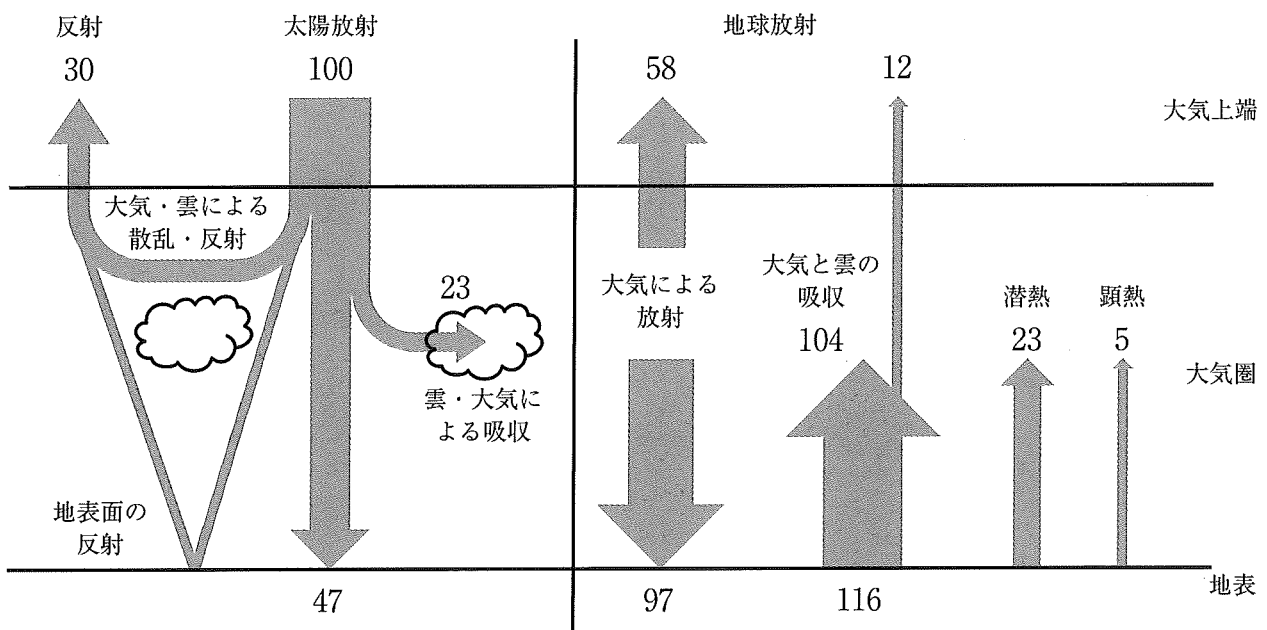


図 5

問 5 下線部⑤について、以下の(1)、(2)に答えなさい。

(1) 低緯度域には、ハドレー循環と呼ばれる大気の大循環が存在する。この循環はどのようなものか、以下のカッコ内の語句を用いて、70字以内で説明しなさい。

(熱帯収束帯，亜熱帯高圧帯，貿易風)

(2) 海洋の鉛直方向の流れは、水温や塩分の違いによって海水の密度差が生じることによって起こる。このような流れのことを何と呼ぶか答えなさい。

地学 問題Ⅳ

次の文章を読み、以下の問1から問6に答えなさい。なお、計算問題については、解答欄に計算過程も記しなさい。

宇宙は高温高密度の状態から始まり、急速に膨脹しつつ温度が低下して現在の姿になったというビッグバン宇宙論(ビッグバンモデル)が広く認められている。その証拠の一つが銀河のスペクトルの赤方偏移を観測して見いだされたハッブルの法則である。^①最近の観測的研究によれば、ハッブル定数の値は、約 69 km/s/メガパーセク^②(21 km/s/100 万光年)とされている(ただし1メガパーセクとは100万パーセクのことである)。^③この値から宇宙年齢を概算することができる。ハッブルの法則以外にも^④ビッグバン宇宙論を支持する天文観測結果がいくつかある。

太陽とそのまわりを公転する惑星が形成されたのは宇宙年齢の3分の2が経過した時点と考えられている。太陽は主系列星^⑤としての寿命が100億年ほどあり、太陽系の惑星に対する安定したエネルギー源となった。太陽系の惑星は、他の惑星からの影響が小さいため、ひとつの平面内を、太陽を焦点とする楕円に沿って運動するとみなせる。惑星の軌道面は互いに近いため、天球上での惑星接近が起こることがある。例えば、2020年12月に木星と土星は日没後の空に非常に接近して見えた。^⑥

問1 下線部①に関して、「ハッブル定数」の用語を使って60字以内で説明しなさい。

問2 下線部②に関して、「パーセク」という単位の定義を「年周視差」の用語を使って述べなさい。

問3 下線部③に関して、ハッブルの法則が過去の宇宙においても常に成り立っており、ハッブル定数も不変だったと仮定して、宇宙の年齢を有効数字2桁で算出しなさい。ただし、光速度を 3.0×10^5 km/sとする。

問 4 下線部④に関して、ハッブルの法則以外にビッグバン宇宙論を支持する天文観測結果を2つ挙げなさい。

問 5 下線部⑤に関して、主系列星の主要なエネルギー源となる反応を答えなさい。

問 6 下線部⑥に関連して、木星と土星は近接した軌道面内を円運動すると近似し、それらを太陽から観測する場合を考察する。このとき、太陽から見て木星と土星が最接近してから、次に最接近するまでの期間を有効数字2桁で計算しなさい。ただし、土星の軌道半径は木星の軌道半径の1.84倍、木星の公転周期は12年とする。計算に必要であれば、 $\sqrt{1.84} = 1.36$, $\sqrt[3]{1.84} = 1.23$ を使用しなさい。