

(前期日程)

# 令和4年度 理科 地学基礎・地学(地学)

## 科目の選択方法

教育学部の受験者

届け出た科目を解答すること。

理学部の受験者

地学受験の者は、地学基礎・地学(地学)を解答すること。

農学部の受験者

届け出た科目を解答すること。

## 注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子は、10ページあります。試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 3 すべての解答用紙に受験番号を記入しなさい。
- 4 解答は、すべて解答用紙の指定のところに記入しなさい。
- 5 解答用紙はすべて机の上に出しておくこと。机の中に入れてはいけません。

1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

図1の(a), (b), (c)は、地球の約5.4億年前から現在までの地球大気組成の変化と、気候変動を示している。過去の地球大気の組成は現在とは異なり、太古代のはじめの大気には **ア** がほとんど含まれていなかったと言われている。一方で太古代の終わり頃の約25億年前から20億年前頃にかけて、**ア** が急増したと言われている。これは、当時の海洋に光合成をおこなう原核生物である **イ** が繁栄したからと考えられている。その痕跡は、石灰岩の一種である **ウ** の構造に残されている。太古代の終わりから原生代にかけて、地球大気に **ア** が増えた結果、海中に溶けていた鉄イオンが **ア** と結合した固体となって海底に大量に堆積し、**エ** 層(床)が形成された。古生代の後半には、地球大気の二酸化炭素濃度と酸素濃度は大きく変化し、地球表層の様子も随分変わったと言われている。古生代の約3億年前から主要な大陸が衝突し、北極周辺から南極付近に渡る超大陸である **オ** が形成された。古生代末には、地球史上最大規模の生物の大量絶滅が起こり、古生代を代表する多くの生物が絶滅したと言われている。続く中生代には温暖な気候が続き、爬虫類や種子植物などの新しい型の生物が多様化した。

問1 文中の **ア** ~ **オ** に入る適切な語句を答えよ。

問2 図1の(a), (b)は、約5.4億年前から現在までの大気中の二酸化炭素と酸素の濃度または現在との量比の変化を示している。酸素についての変化を示しているのは、(a), (b)どちらのグラフか答えよ。

問3 下線部①に関連して、地球表層に起こった変化を動物と植物の観点から説明せよ。

問4 図1の(c)のグラフが示すように、古生代後期に地球の気候が寒冷化している。それはなぜか説明せよ。

問5 下線部②に関連して、古生代末で絶滅した海生無脊椎動物の名称を2つ答えよ。

問6 中生代はさらに3つの地質時代で構成されている。それら3つの中生代の時代名称を答えよ。

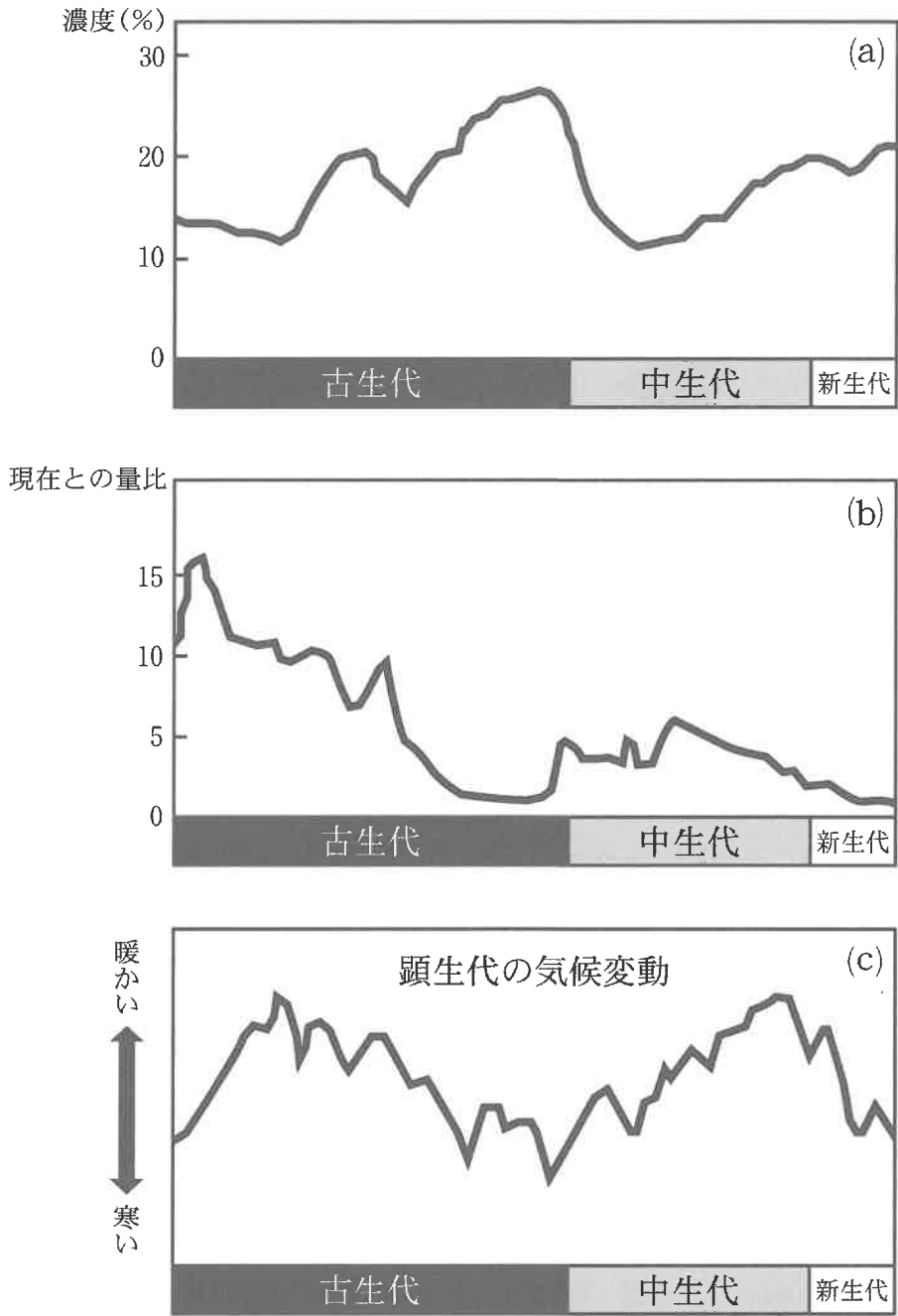


図1 約5.4億年前から現在までの地球大気組成の変化と気候変動を示したグラフ

2 M君はとある海食台に露出した平坦な露頭を観察して、図1のようなスケッチを作成した。図1を参照しながら観察事項に関する次の記述を読んで、以下の問いに答えよ。

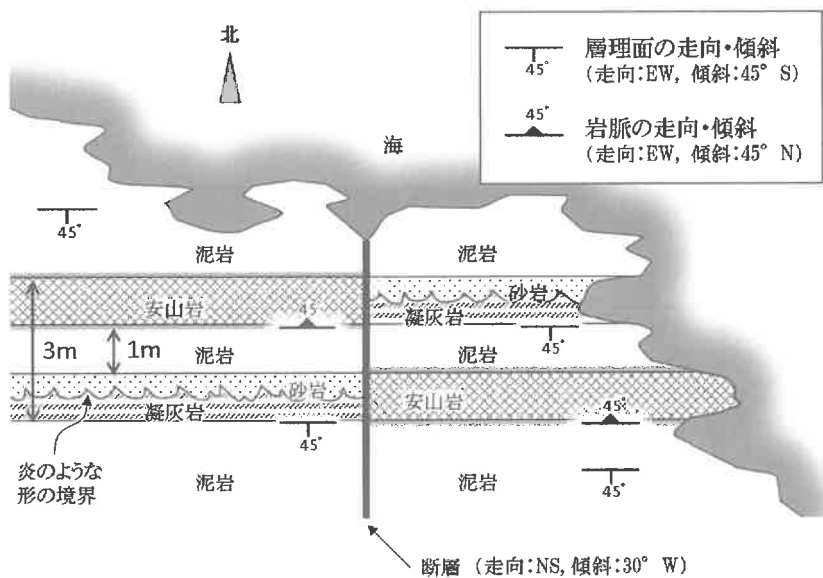


図1 露頭のスケッチ

- ・堆積岩類は、見かけ上、下位から泥岩・砂岩・凝灰岩・泥岩の順で重なっており、層理面の走向は東西(EW)、傾斜は45°南(S)である。
- ・安山岩は板状の岩脈で、見えている範囲では主に泥岩と接している。この岩脈の走向もまた東西(EW)であるが、傾斜は地層とは反対に45°北(N)である。
- ・露頭のほぼ中央には断層が通っている。断層の走向は南北(NS)で、傾斜は30°西(W)である。

問1 安山岩の岩脈の厚さは約何mか。次の中から最も適当と思われる解答を選んで番号で答えよ。

- ① 約0.5m      ② 約0.7m      ③ 約1.0m  
④ 約2.0m      ⑤ 与えられた情報だけからでは見積もれない

問2 安山岩と接触している部分の泥岩は黒っぽく変色し緻密な岩石に変化していた。このような場合にしばしば形成される変成岩の名称を答えよ。

問 3 凝灰岩と砂岩の接触部は特徴的に入り組んだ炎のような形の境界をなしていた。この構造の名称を答えよ。

問 4 凝灰岩と砂岩との境界部の形状から地層の上下を判定することができる。M君のスケッチからこの地域の地層は逆転していると判断するべきかを答えよ。

問 5 M君はこの露頭で観察された凝灰岩、砂岩、および安山岩が、それぞれ、同一の地層または岩体であると考えた。この前提に立った場合、断層はどのような性質を持っていると推定されるか。次の中から最も適切と思われる解答を選んで番号で答えよ。

- ① 正断層で断層面に沿って約 2 m 変位している。
- ② 正断層で断層面に沿って約 4 m 変位している。
- ③ 逆断層で断層面に沿って約 2 m 変位している。
- ④ 逆断層で断層面に沿って約 4 m 変位している。
- ⑤ 横ずれ断層で断層面に沿って約 2 m 変位している。
- ⑥ 与えられた情報だけからでは見積もれない。

問 6 砂岩中からはヌムリテスの化石が発見された。この生物について知るところを 50 文字以内で述べよ。

問 7 安山岩が形成された年代として可能性のある数値を下からすべて選んで番号で答えよ。

- ① 1000 万年前                      ② 4000 万年前                      ③ 8000 万年前
- ④ 2 億年前                              ⑤ 6 億年前

問 8 断層、泥岩、砂岩、凝灰岩、安山岩が形成された順序を古い方から順に答えよ。同じ名称を複数回用いてもよい。

3

地球内部を構成する物質の化学組成は、地震波の解析や岩石の高温高压実験、太陽系の元素存在度や隕石の化学組成などから推定されている。地球内部には層構造が存在し、地表から中心部に向かって地殻、マントル、核と名付けられている。図1に地球全体、大陸地殻、マントル、核の平均化学組成の推定値が示されている。以下の問いに答えよ。

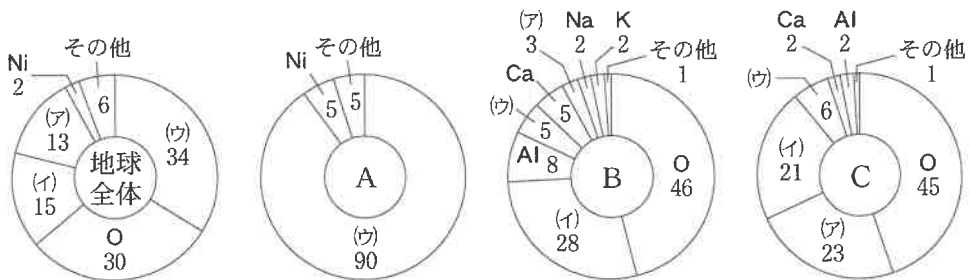


図1 地球全体、大陸地殻、マントル、核の平均化学組成の推定値(重量%)

問1 図1のA, B, Cは大陸地殻、マントル、核のどれに相当するか、それぞれ答えよ。

問2 図1の(ア), (イ), (ウ)に対応する元素名をそれぞれ答えよ。

問3 原始地球の内部においてマントル、核が形成された過程について、以下の語句を用いて200字以内で説明せよ。

微惑星    マグマオーシャン    金属成分    岩石成分    密度

問4 地殻は大陸地殻と海洋地殻に分類される。大陸地殻の上部と海洋地殻を構成する主要な岩石をそれぞれ1つ答えよ。

問5 地震波の伝わり方を観測することによって、地球中心核は固体の内核とそれを取り囲む液体の外核からなることがわかっている。外核が液体であると考えられる理由を100字以内で説明せよ。

地学の試験問題は次ページに続く。

4 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

地球上の火山の地下に存在するマグマの化学組成を酸化物で表現する場合、最も多い酸化物は  $\text{SiO}_2$  である。マグマが急速に冷え固まってできた火山岩は、マグマ中の  $\text{SiO}_2$  の量に基づいて、**ア** (おおむね 45 ~ 52 重量% の範囲内)、**イ** (おおむね 52 ~ 63 重量% の範囲内)、**ウ** (おおむね 63 ~ 70 重量% の範囲内)、**エ** (おおむね 70 重量% 以上) の 4 種類に分類される。

**ア** 質マグマは、マントルを構成するかんらん岩の一部がとけて発生する。マントルのより深部から岩石が上昇する際には、**オ** があまり下がらないままに **カ** が下がることによりかんらん岩の一部が融解する場合がある。一方、**キ** のような揮発性成分がかんらん岩に加わることによって、より低い **オ** でかんらん岩が融解しはじめる場合もある。**キ** は大陸プレートの下に沈み込む海洋プレートからマントルへと放出される揮発性成分のうち、最も多い成分である。マントルにおいて発生した **ア** 質マグマは周囲の岩石と比べて **ク** が低いために浮力を受けて上昇し、地殻内にマグマだまりを形成する。

マグマだまりにおいて、マグマは徐々に冷えていく。その際にはより高温で結晶化が始まる鉱物から順に結晶を生じる。**ア** 質マグマにおける有色鉱物の場合であれば、かんらん石や輝石のように  $\text{SiO}_2$  に乏しく  $\text{MgO}$  や  $\text{FeO}$  に富んだ鉱物から結晶化が始まる。結晶はマグマよりも **ク** が高いことが一般的であるために、多くはマグマだまりの底へ沈降する。そのため、鉱物の結晶化後に残されたマグマはより  $\text{SiO}_2$  に富んだ **イ** 質マグマとなる。**イ** 質マグマから輝石や角閃石のように比較的  $\text{MgO}$  や  $\text{FeO}$  に富んだ鉱物が結晶化することによって、それらの鉱物の結晶化と沈降後に残されたマグマはさらに  $\text{SiO}_2$  に富んだ **ウ** 質マグマや **エ** 質マグマとなる。**キ** や二酸化炭素のような揮発性成分はかんらん石や輝石にはほとんど取り込まれないため、 $\text{SiO}_2$  に富んだマグマは、より多くの揮発性成分を含む。このようなマグマの結晶分化作用によって、火山岩の  $\text{SiO}_2$  の量の多様性が説明できる。マグマの結晶分化作用によって生じうる **イ** 質マグマ、**ウ** 質マグマ、**エ** 質マグマの量は、もとの **ア** 質マグマと比べて少ない。しかし日本列島においては **イ** , **ウ** , **エ** が多く分



布しているため、日本列島の地下ではマグマの結晶分化作用以外の過程によっても  
①  質マグマなどが生成しているものと考えられる。

マグマの粘性は、 $\text{SiO}_2$ の量が少ないほど  くなる。そのため、  
質マグマの噴火は比較的穏やかであり、盾状火山や溶岩台地のような地形を形成す  
る。一方、 質マグマ、 質マグマ、 質マグマの噴火は  
② 激しい爆発を伴う場合があり、成層火山や溶岩ドームなどの地形を形成する。

問 1 文中の  ~  に入る適切な語句を答えよ。

問 2 地球上において火山活動が活発に起きる主な場所を 3 つ答えよ。ただし、答え  
に特定の国名や地域名を用いないこと。

問 3 下線部①にあるように、 質マグマなどのような、より  $\text{SiO}_2$  に富んだ  
マグマは「マグマの結晶分化作用」以外の過程によっても生じる場合がある。その  
過程を 2 つ答えよ。

問 4 下線部②にある「激しい爆発を伴うマグマの噴火」の際に、火山の下のマグマに  
ついてどのようなことが起こっているか答えよ。

5 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

太陽の動きを用いることで、我々が日常使っている時刻や暦が作られる。まず1日の長さであるが、これは太陽が南中してから次に南中するまでの時間と定義すれば最も都合がよい。そして太陽が南中した時を正午とすれば、この1日の長さをもとに時刻を定めることができる。このように実際の太陽の動きを観測して決められた時刻を  と呼ぶ。しかし1年を通した太陽の動きは一定ではないので、この方法による1日の長さは絶えず変化してしまう。そこで天の赤道を一定の速度で移動する平均太陽を導入し、これが南中してから次に南中するまでの時間を平均太陽日と呼び、これを1日の長さにするのである。なおこれをもとに決められた時刻を  と呼び、 と  の差を  という。

地球上の太陽の動きは、地球の公転による見かけの動きであり、1年の長さは太陽が黄道上の春分点から出て再び春分点に戻ってくるまでと決められる。これを太陽年と呼ぶが、太陽暦とはこのように地球が太陽の周りを回る周期を基にして作られた暦である。ただし1太陽年は1平均太陽日で割り切れないため、現行のグレゴリオ暦ではうるう年を設けている。日本でグレゴリオ暦が採用されたのは1873年(明治6年)であるが、それまでは月の動きを基本としそれに太陽暦の要素を取り入れた太陰太陽暦を採用していた。太陰太陽暦についても、日本は長らく中国の暦を輸入して利用していた。しかし1685年に<sup>しづかわはるみ</sup>渋川春海によって中国の「授時暦」の定数を若干改変したうえで北京と京都の<sup>じゆじれき</sup>経度差を補正した日本独自の暦「<sup>じようきようれき</sup>貞享暦」が作られてからは、日本独自で暦作りがおこなわれるようになった。1844年に採用された最後の太陰太陽暦である「<sup>てんぽうれき</sup>天保暦」は当時の西洋天文学の成果を取り入れて作られた暦で、グレゴリオ暦よりも1年の長さが正確であるなど、これまでで最も精密な太陰太陽暦と評価されている。

問1 文中の  ～  に入る適切な語句を答えよ。

問2 下線部①に関連して、この方式だと観測点ごとに正午が異なり不便である。それを避けるために、日本ではどのように正午を決めているか説明せよ。

問 3 下線部②に関連して、1年を通した太陽の動きは一定ではないことには主に2つの理由がある。この2つの理由を答えよ。

問 4 恒星の日周運動について、恒星が南中してから次に再び南中するまでの時間を恒星日という。1恒星日は何時間何分か答えよ。分の単位まで解答すること。

問 5 下線部③に関連して、以下の問いに答えよ。

(1) グレゴリオ暦では、400年のうち何回のうるう年があるか答えよ。

(2) グレゴリオ暦における1年の平均の長さは何日か計算し答えよ。小数第4位まで解答すること。解答の際、計算過程も示せ。

問 6 下線部④に関連して、木星の衛星の食などの天体現象が地球上のすべての地点で同時に見えることを利用して2地点間の経度差を求めることができる。仮に木星の衛星の食が開始した時に京都で南中していた星が、北京では食が開始した1時間20分後に南中したとする。このことから北京・京都の経度差を求めよ。ここでは、木星の日周運動の周期は24時間であるとみなしてよい。