

2018 年度 センター試験 本試験 地学基礎

第 1 問 地球／地質／鉱物

出題範囲	地球の内部構造／地震／地質図・地質断面図／古生物／鉱物
難易度	★★★★☆
所要時間	得意：10分　ふつう：12分　苦手：15分
傾向と対策	大問数が減ったこともあり、基礎的な用語からやや込み入った計算まで、幅広い問題が問われた。A の問 1 は大きなスケールでの地球の内部構造を、問 2 は地殻とマントルに焦点を置いた基礎的な出題だった。問 3 は地震についての計算問題だった。B は層序分析と示準化石に関する標準的な問題だった。地層形成の前後関係を丁寧に捉え、化石の年代をきちんと把握していれば難しいことはないだろう。C は鉱物に関する標準的な問題と表の読み取りだった。D は変成岩に関する問題だった。スケールを考えて解くことが大切である。

A

問 1 1 正解は②

難易度 ★★★★★

解説

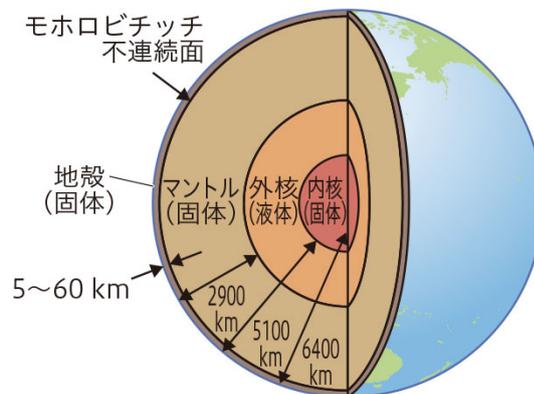
地球の内部は以下の 4 層に分かれている。

地殻：地球の表面を覆う岩盤で、厚さは数十 km 程度である。厳密には地殻は、大陸を覆う大陸地殻と海洋を覆う海洋地殻とに分けられており、これらは異なっている。大陸地殻は厚さ約 30～50km の地殻で、おもに花こう岩質岩石からなる上部地殻とおもに玄武岩質岩石からなる下部地殻に分けられる。一方で海洋地殻は厚さ約 5～10km であり、おもに玄武岩質岩石からなる。

マントル：地殻の下～深さ約 2900km のおもにかんらん岩からなる層。地殻とマントルとの境のことをモホロビッチ不連続面(またはモホ不連続面)とよぶ。

外核：深さ約 2900～約 5100km のおもに鉄やニッケルからなる層。液体からなる。

内核：深さ約 5100km 以深のおもに鉄やニッケルからなる層。固体からなる。



地球内部の層構造

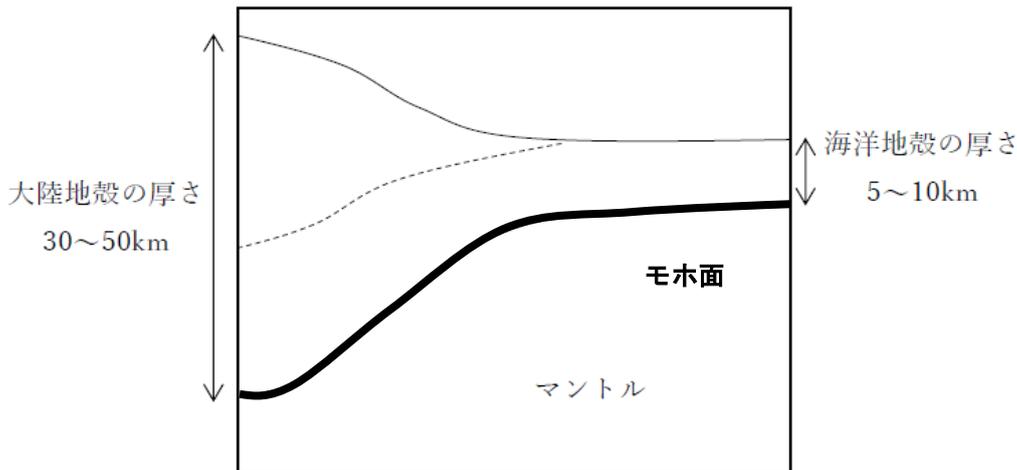
以上より地球の核は深さ約 2900km 以深である。地球の半径は約 6400km であるので、核は地球の中心を中心とする半径約 3500km の球となる。したがって、核の半径が地球全体の半径のおよそ 55%になっている図を選べばよい。

問 2 2 正解は④

難易度 ★★★★★

解説

- a 誤 リソスフェアは地殻とマントル上部を含む硬い層である。一方でアセノスフェアはマントル上部のやわらかく流動しやすい層であり、リソスフェアはこのアセノスフェアの上をすべるように移動している。リソスフェアはプレートとほぼ同じものである。地球の表面を 10 数枚のプレートが覆っており、それらのプレートが衝突することで歪みが蓄積される。この歪みが解放されることで地震などが起きている。
- b 誤 大陸地域の地殻の厚さは約 30~50km、海洋地域の地殻の厚さは約 5km~10km である。地殻の構造を示す下の図を参考にすると、大陸地域のモホロビッチ不連続面のほうが海洋地域のモホロビッチ不連続面よりも深いとわかる。



地殻の構造

問 3 3 正解は④

難易度 ★★★★★

解説

図 1 をみると、震源距離 40km の場所に P 波が到達するのは地震発生後の 6.0 秒後である。

また、問題文であたえられている式より、震源距離 40km の場所での初期微動継続時間は

$$\frac{40}{8.0} = 5.0 \text{ 秒}$$

したがって、S 波が到達するのは地震発生後の 6.0+5.0=11.0 秒後である。

緊急地震速報が受信されるのは地震発生後の 3.0 秒後であるので、S 波が到達するのは緊急地震速報の受信の

11.0－3.0＝8.0 秒後である。

B

問 4 4 正解は①

難易度 ★★☆☆☆

解説

地層の形成では、先に形成された構造がのちに形成された構造によって切られる。そのため、それぞれの構造について 1 つずつどちらがどちらに切られているかということに注目していけば、形成された順序を推測することができる。図 2(b)から、露頭 Y の褶曲は不整合と岩脈によって切られていることが、また不整合は岩脈によって切られていることがわかる。

したがって、褶曲の次に不整合が形成され、その次に岩脈が形成されたとわかる。

問 5 5 正解は④

難易度 ★★★★★

解説

露頭 X では花こう岩と結晶質石灰岩が観察されているが、これはマグマの貫入により石灰岩が接触変成作用を受けたことを示唆する。またこの結晶質石灰岩は、露頭 Y と同じ石灰岩が変成した岩石である。よって、露頭 Y の石灰岩は露頭 X の花こう岩よりも先に形成されたと考えられる。したがって、露頭 Y の石灰岩から産出する可能性のある化石は、露頭 X の花こう岩が形成された白亜紀以前の化石である。よって、新生代のビカリアではなく、古生代の三葉虫が適当である。以上より、正解は③か④に絞られる。

露頭 Y でみられた不整合面上の礫岩に露頭 X の花こう岩が礫として含まれていたことから、露頭 X の花こう岩のほうが露頭 Y の不整合よりも先に形成されたことがわかる。また、露頭 Z の泥岩は露頭 Y の泥岩と同じであること、露頭 Y の泥岩は不整合よりもあとに形成されていることから、露頭 Z の泥岩は露頭 X の花こう岩よりもあとに形成されたことがわかる。したがって、露頭 Z の泥岩から産出する可能性のある化石は、露頭 X の花こう岩が形成された白亜紀以降の化石である。よって、③の古生代のクックソニアは不適當であり、④の新生代のデスモスチルスが適当である。

なお、①のリンボクは古生代後期の、②のモノチスは中生代前期の示準化石として知られている。あわせて覚えておこう。

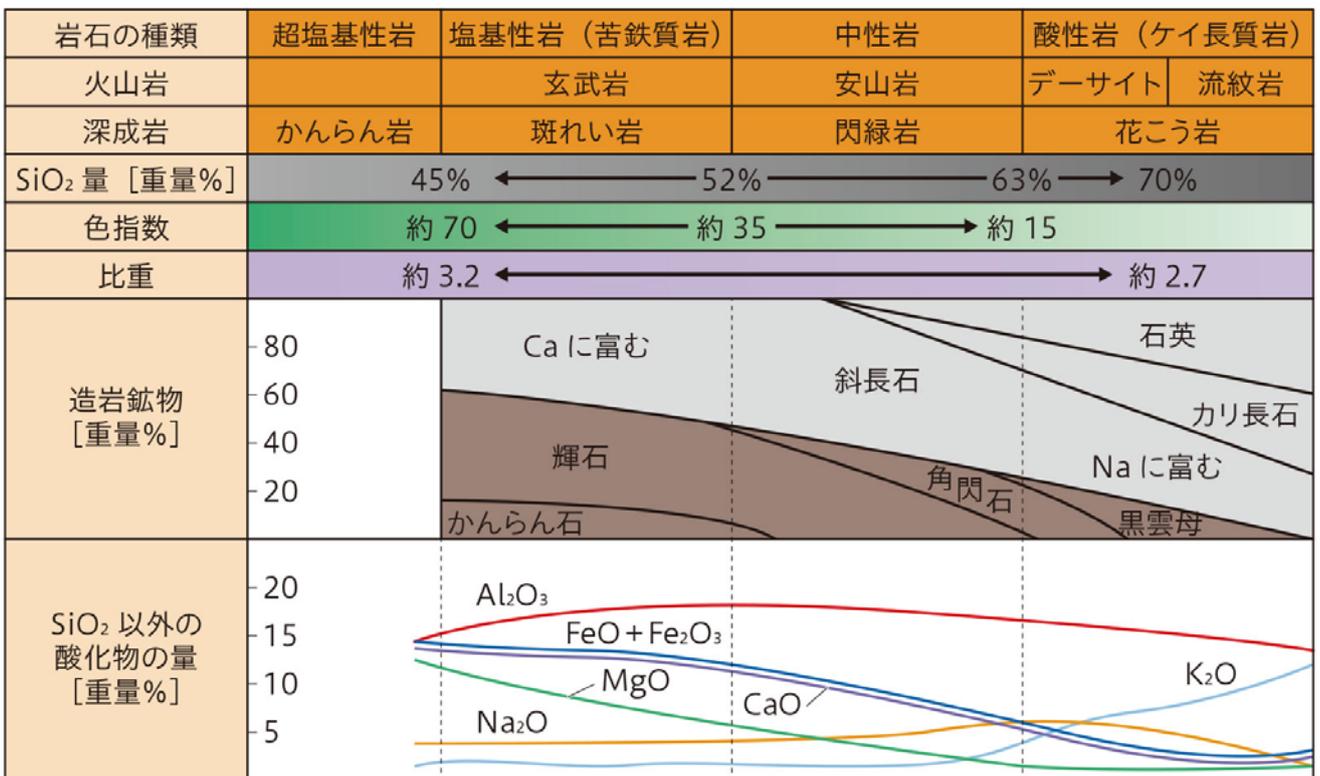
C

問 6 6 正解は③

難易度 ★★☆☆☆

解説

火成岩は SiO₂ の割合が少ないほうから苦鉄質岩(塩基性岩), 中間質岩(中性岩), ケイ長質岩(酸性岩)に分けられる。この SiO₂ の割合を決めるのは岩石を構成する鉱物である。有色鉱物の割合が大きいほど SiO₂ の割合が少ない。それぞれの岩石に含まれる鉱物は下の表のようになっており, このうち, かんらん石, 輝石, 角閃石, 黒雲母が有色鉱物である。下表にあるように, かんらん石や輝石は塩基性岩では多くみられる一方で酸性岩ではほとんどみられない。これに対して, 黒雲母は塩基性岩ではほとんどみられない一方で酸性岩ではよくみられる。そして角閃石は中性岩から酸性岩の一部(デーサイト)にかけてみられる。それぞれの鉱物の特徴をきちんと覚えておこう。



火成岩の組成

問 7 7 正解は①

難易度 ★★☆☆☆

解説

色指数とは岩石のうち有色鉱物が占める体積の割合のことである。図より石英の量が 20 体積%のとき, カリ長石は約 40 体積%, 斜長石は約 30 体積%, 黒雲母は約 10 体積%であり, このうち, 石英, カリ長石, 斜長石は無色鉱物, 黒雲母は有色鉱物である。有色鉱物は黒雲母だけなので, 色指数は黒雲母の割合と等しく約 10 であるとわかる。

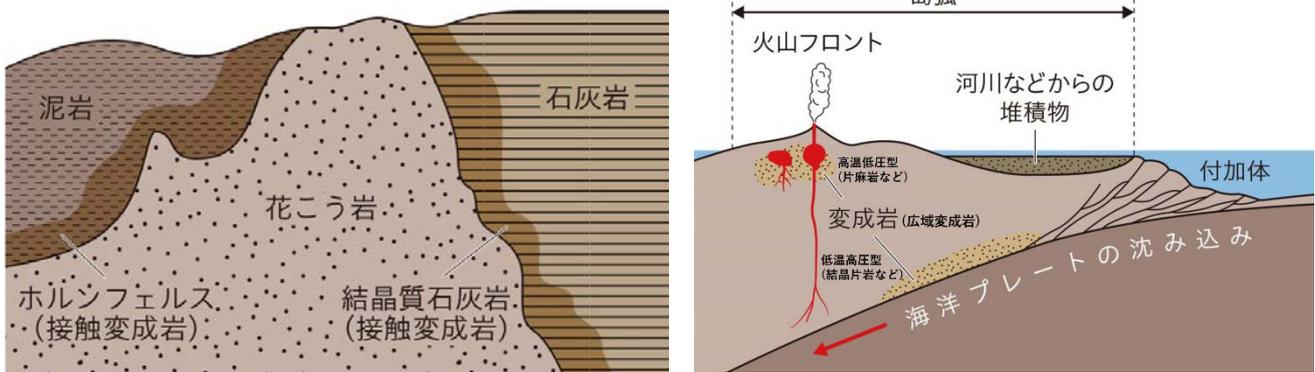
D

問 8 8 正解は②

難易度 ★★★★★

解説

- ① 正 結晶片岩はプレートの沈み込み帯などで低温高压型の広域変成作用によって形成される変成岩である。片理とよばれる、鉱物が一方向に配列した組織をもち、特定の方向に面状にはがれやすい(片状構造)。また、低温高压型の広域変成作用によって形成されるため、結晶片岩中には褶曲した構造がみられることが多い。
- ② 誤 接触変成作用はマグマの貫入などに伴い、その高温のためマグマとの接触部から数百 m～数 km にわたって起こる変成作用である。広域変成作用と比べて作用する範囲は非常に狭い。数十 km 以上の広い範囲で起こる広域変成作用と混同しないように気をつけよう。砂岩や泥岩が接触変成作用を受けるとホルンフェルスに、石灰岩が接触変成作用を受けると結晶質石灰岩(大理石)になる。



接触変成作用と広域変成作用：貫入のスケールとプレートのスケールの違いに注目

- ③ 正 片麻岩は高温低圧型の広域変成作用によって形成される変成岩である。粗粒の有色鉱物と無色鉱物が交互に分布し、白と黒の縞模様を形成している。この岩石を構成している鉱物は黒雲母や石英などが主であり、花こう岩と同じである。片麻岩が形成されている領域付近ではマグマの高温に耐えられず部分溶融したと思われる花こう岩がみられることもある。
- ④ 正 ホルンフェルスは砂岩や泥岩が接触変成作用を受けてできた変成岩である。粒は細かいが決まった方向に配列しておらず、硬くて緻密である。また、石灰岩が同様に接触変成作用を受けてできた変成岩を結晶質石灰岩(大理石)という。ホルンフェルスや結晶質石灰岩は、広域変成岩とは異なり大きな圧力を受けて形成されたわけではない。そのため広域変成岩でみられるような方向性のある組織はみられず、代わりにモザイク状の組織をもっている。

(坂井郁哉, 稲田真子, 笠見京平)

2018 年度 センター試験 本試験 地学基礎

第 2 問 大気海洋

出題範囲	大気の運動／海洋の運動
難易度	★★★★☆
所要時間	得意：5分　ふつう：7分　苦手：10分
傾向と対策	身近な科学的現象について述べた随筆を引用し、地球科学的現象と結びつけられるかを問う分野横断的な問題。地学基礎ではこのように学習した内容を原理から理解していることが求められることが多い。普段から暗記だけの学習にならないようにしておこう。選択肢は難しくないのでここは落とさず手早く解答して計算や思考力の必要な第 1 問に時間を回したいところ。

問 1 9 正解は①

難易度 ★★☆☆☆

解説

茶碗のお湯から立ちのぼる水蒸気は、冷たい空気に冷やされて凝結し、細かな水滴となる。これらの水滴は入ってくる可視光線を散乱(光の進行方向がさまざまに変化すること)させるので白く見えるのである。雲粒は、水蒸気が凝結してできる小さなしずくである。雲や霧は雲粒が集まって、茶碗のお湯から立ちのぼる白い湯気と同じように散乱が起きるので、白く見えるのである。

一方、水蒸気は無色透明の気体であるから目に見えない。かげろうは空気の密度が温度に依存するために温度の違う空気では屈折率が異なり、温度差のある空気中を光が通過するとき光が屈折して起こる。この場合も白くは見えない。

問 2 10 正解は④

難易度 ★★★★★

解説

茶碗のお湯が熱を放出する過程は、茶碗や(水面での)空気との接触による熱伝導、電磁波の放射、お湯の蒸発によって奪われる潜熱である。

まず熱伝導に関して考えると、空気の熱伝導率はふつう茶碗より小さく、茶碗に接したところのほうが冷えやすい。

次に電磁波の放射を考える。温度によって放出するエネルギー量・放出するエネルギーが最大となる波長が決まる。この場合、お湯の温度はだいたい 60°C くらいだとすると、放射されるエネルギー量が最も多いのはおよそ $9\mu\text{m}$ 程度の波長の光になりこれは紫外線ではなく赤外線である。したがって、②の選択肢は適当ではない。

最後に潜熱について考える。水から水蒸気に状態変化するためにはエネルギーが必要なため、蒸発の際にお湯

から潜熱を奪う。これが最も茶碗のお湯を表面から冷やしている過程である。同様な現象として、表面が油でおわれているラーメンは蒸発が防がれ温度が下がりにくいことが知られている。

問3 11 正解は②

難易度 ★★★☆☆

解説

- ① 正 海洋の深層循環は熱塩循環ともよばれ、北極海やグリーンランド沖で冷やされ結氷するときに塩類が放出されるために低温・高塩分となって密度の高くなった海水が沈み込むことにより、海洋深層を通過して2000年程度で地球を1周する循環である。深層循環に乗って酸素が表層から深層に送られている。そのため、深層循環がなんらかの原因で止まってしまうと、海底への酸素輸送が停止してしまう。このような現象として、ペルム紀末の海洋無酸素事変が知られている。ペルム紀の大量絶滅の一因に、地球温暖化によって深層循環が停止して起きたこの海洋無酸素事変がかかわっているという説もある。
- ② 誤 続成作用とは、河川などに堆積した^{さいせつぶつ}砕屑物が、水圧によって粒子間のすき間の水が押し出され(圧密作用)、水に溶けている成分が析出して粒子どうしを固結させて(セメント化作用)、堆積岩となる作用である。温度差は続成作用のおもな原因ではない。
- ③ 正 粒状斑は、太陽の光球にみられる粒状の模様である。放射により表面が冷やされるために対流が起きて生じる。味噌汁を放っておくと同様の対流による模様がみられる。
- ④ 正 ハドレー循環は赤道上で太陽放射・潜熱放出により暖められた空気が軽くなって上昇し、高緯度側で下降している。この循環は大気の大循環モデルに組み込まれている大きな循環であり、その下降域である中緯度地域では高気圧が卓越し、乾燥域であることが多い。そのため、中緯度高気圧帯(亜熱帯高気圧帯)とよばれることがある。

問4 12 正解は④

難易度 ★★★☆☆

解説

- ① 誤 オゾンホールは南極上空でフロンなどから放出される塩素原子などが触媒となってオゾンを分解することによって起こる。また、オゾン層がみられる高度は約10km~50kmと成層圏全体に及んでおり、成層圏では高度が上がるほど温度が高くなるため激しい気象現象が起こりにくいということを考えると、対流圏における渦を伴う上昇気流がオゾン層に穴をあけることは非現実的である。
- ② 誤 親潮は海流で、偏西風により生じる亜寒帯循環の一部である。亜寒帯循環は極東風と偏西風による風成循環であるが、気圧の変化によって生み出されているわけではない。台風の渦による気圧の低下・海水の吹き寄せによって生じるのは高潮である。
- ③ 誤 火山噴火に伴う火山灰が成層圏まで達するような強い上向きの流れは、爆発的噴火における噴煙柱である。高温の火山ガス・砕屑物が周囲の大気を取り込んで軽くなり、同時に周囲の大気を温めるため、強

い上昇流が生じる。火砕流は、火山碎屑物と高温の火山ガスが一体となって 100km/h を超える高速で斜面を流れ下る現象であり、噴煙柱の崩壊によっても起きる。

- ④ 正 積乱雲は、暖められた空気が上昇し、加えて上空で冷やされて水蒸気が凝結することで潜熱の放出が起こり、強い上昇気流が生じて鉛直方向に発達した雲である。雷雲・入道雲ともよばれ、短時間に強い雨を降らせる。

(坂井郁哉, 稲田真子, 笠見京平)

2018 年度 センター試験 本試験 地学基礎

第 3 問 原始地球

出題範囲	地球史／恒星
難易度	★★★★☆
所要時間	得意：2分　ふつう：5分　苦手：7分
傾向と対策	太陽と地球の形成過程が問われた。問 1 は基礎的な用語の問題で、平易である。問 2 では星間物質についてのやや細かい知識が問われた。恒星の進化の知識を応用すれば解くことができる。問 3 は原始地球の温度上昇の原因を問う問題である。これも基礎的な知識があれば容易に解けるだろう。

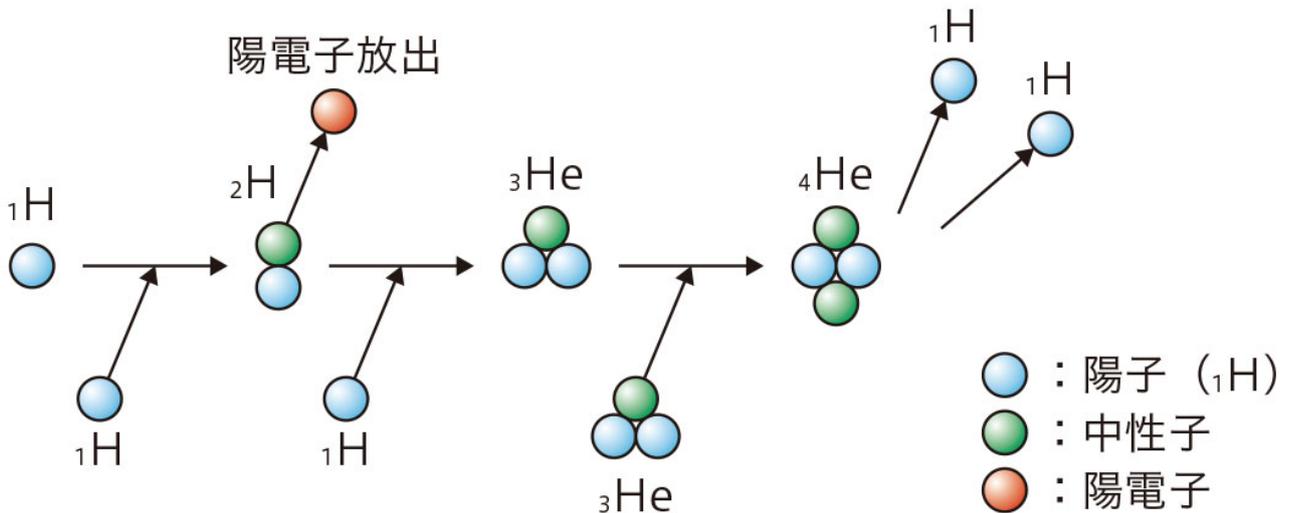
問 1 13 正解は②

難易度 ★★★★★

解説

ア 水素

原始太陽において、中心部の圧力と温度が十分に高くなると、水素の核融合反応が始まる。核融合反応では 4 個の水素の原子核が融合することで 1 個のヘリウムの原子核をつくる。この際に、少量の質量欠損が発生するが、この質量がエネルギーに変換されることによって莫大なエネルギーが核融合反応で生み出される。ヘリウムの核融合反応も存在するが、これが起こるには、水素の核融合反応よりも高温である必要がある。ヘリウムの核融合反応は、主系列星が寿命を迎え赤色巨星となったときに行われる。



核融合反応

イ マグマオーシャン

原始地球の表面は微惑星の衝突・合体の際のエネルギーによって高温になって溶融しており、マグマオーシャンとよばれている。マグマオーシャンはやがて冷却していき地球の表面に岩石が形成された。またこのマグマオーシャンに覆われている際に元素の分化が起こり、鉄などの重い元素は地球の中心に向かって沈んでいき、核やマントル、地殻などの層構造が形成されたと考えられている。一方でホットスポットとは、プレート境界とは関係なく存在する、火山活動が活発な地域である。ハワイ島などがホットスポットとして有名である。

問 2 14 正解は③

難易度 ★★★★★☆

解説

- ① 誤 オーロラは、星間空間の塵ではなく、太陽風が地球に到達することで発生する。太陽風とは太陽から飛来するプラズマ(電離した粒子)の流れで、強い太陽風が吹くと磁気圏を回り込み地球の大気中の原子分子と衝突し不安定な状態にする。それらの原子分子はもとの安定な状態に戻るためにエネルギーを光として放出し、これがオーロラである。
- ② 誤 星間空間の塵の多くは、恒星が寿命を迎える過程で内部の元素を放出することで形成される。
- ③ 正 恒星は寿命を迎える過程でガスを放出する。これが星間ガスとなる。
- ④ 誤 星間ガスは水素とヘリウムが主成分である。

問 3 15 正解は④

難易度 ★★★★★☆

解説

原始地球の表面温度が上昇したのは、微惑星の衝突によるエネルギーが熱に変換されたことと、水蒸気や二酸化炭素による大気の温室(保温)効果によるものである。したがって、b と c を含む組み合わせを選べばよい。太陽風は太陽から飛来するプラズマの流れのことであり、これは磁気嵐などを引き起こすことがあるものの、地球の温度を上げる効果はない。また、地球内部は核融合反応が起こるほど高温・高圧ではない。

(坂井郁哉, 稲田真子, 芝田力)