

2017 年度 センター試験 本試験 地学基礎

第 1 問 地球の構造と成り立ち／火成岩

出題範囲	地球の内部構造／地震／地球史／火成岩
難易度	★★★★☆
所要時間	8分
傾向と対策	基礎的な用語から応用的な計算まで、幅広い問題が問われた。A の問 1 は基礎的な用語の問題、問 2 は計算問題だが、大森公式の導出を経験していれば解答の助けになったであろう問題だった。問 3 はやや細かい知識が問われた選択問題だった。B に関しては恒例の火成岩の分類問題と火成岩の性質についての問題で、解説に載せた表を覚えていけば問題ない。

A

問 1 正解は⑥

難易度 ★★☆☆☆

解説

状態 固体

おもな構成元素 Fe

地震波の観測から、固体以外を伝播しない横波である S 波は、外核中を伝わらないことがわかっている。そのため外核は液体であるとされている。また地震波速度から推定される外核の密度や、地殻・マンツルの元素組成と宇宙元素存在度との比較から、その構成元素は 90% が Fe(鉄)で残りは Ni(ニッケル)や Co(コバルト)等であるとされる。

地球内部は大きく以下の 4 層の構造になっていることが知られている。

- ・地殻：地表を覆う岩盤で、大陸と海洋で異なっている。大陸地殻は厚さが約 30~50km ほどであり、おもに花こう岩質岩石からなる上部地殻と主に玄武岩質岩石からなる下部地殻に分けられる。海洋地殻は厚さが約 5~10km ほどであり、おもに玄武岩質岩石からなる。
- ・マンツル：地殻の下～深さ約 2900km の部分で、おもにかんらん岩からなる固体。地殻とマンツルとの境をモホロビッチ不連続面(またはモホ不連続面)と呼ぶ。
- ・外核：深さ約 2900~約 5100km の部分で、鉄を主成分とする液体。
- ・内核：深さ約 5100km 以深の部分で、鉄を主成分とする固体。

問 2 正解は②

難易度 ★★☆☆☆

解説

初期微動継続時間は P 波が届いてから S 波が届くまでの時間なので、地震が発生してから S 波が観測地点に

届くまでにかかる時間は、P 波が観測地点に届くまでにかかる時間と初期微動継続時間の和である。

グラフより、震源距離が 14km のときの初期微動継続時間は 2 秒だと読み取れる。P 波が観測地点に届くまでにかかる時間は問題文より 2.5 秒なので、S 波が観測地点に届くまでにかかる時間は $2 + 2.5 = 4.5$ 秒。つまり、S 波は 14km を 4.5 秒かけて進むので、S 波の速度は $14 \div 4.5 = 3.1\cdots \approx 3$ km/s

問 3 3 正解は①

難易度 ★★★★★

解説

- ① 正 地球が誕生して間もないころ、微惑星や原始惑星の衝突時に放出された熱などと二酸化炭素などの温室効果ガスを多く含む原始大気によって地球表面は高温で岩石がとけた状態になっていた。これをマグマオーシャンとよぶ。
- ② 誤 マグマオーシャンの時代に鉄などの密度の大きい金属成分は中心部に沈んで核を形成し、密度の小さい岩石成分は外側に向かって浮き上がってマントルを形成した。核の形成もマントルの形成もともにこの分離によるものであり、衝突した微惑星の成分によるわけではない。
- ③ 誤 原始地球は二酸化炭素が主成分の厚い原始大気に覆われていた。その後地球の温度が下がって海が形成された際に二酸化炭素は海に溶け込み、海中のイオンと結合して固定されたため、大気中の二酸化炭素が大きく減少し窒素が主成分の薄い大気へと変化した。また原始大気には酸素がほとんど含まれていなかったが、シアノバクテリアなどの光合成により約 25 億年前から地球大気の酸素濃度が上昇し始めた。
- ④ 誤 白亜紀末の大量絶滅は巨大隕石の衝突が一因だと考えられている。世界中の中生代と新生代の境界の地層では、地球には少ないが隕石にはよく含まれているイリジウムという元素が多く見つかかり、巨大隕石衝突説の証拠の 1 つである。メキシコのユカタン半島にあるチチュルブ(チクシュループ)クレーターがその隕石衝突の際にできたクレーターだとされている。

B

問 4 4 正解は③

難易度 ★★☆☆☆

解説

組織のでき方 b

図 2 から、石基とよばれる鉱物の細かい結晶やガラスの部分と、斑晶とよばれる大きく成長した鉱物結晶からなる斑状組織だとわかる。斑状組織は地下深くのマグマ溜まりで成長した斑晶を含むマグマが地表近くで急冷されてできるものなので、晶出順序は斑晶が先で石基があとである。

岩石名 安山岩

安山岩も閃緑岩もともに輝石や斜長石を多く含むが、斑状組織は地表近くで急冷されてできる安山岩や玄武岩といった火山岩にみられる組織である。一方、閃緑岩や花こう岩といった深成岩は地下深くでゆっくりと冷やさ

れてできるため、結晶が比較的大きく、大きさがほぼそろった等粒状組織をもっている。

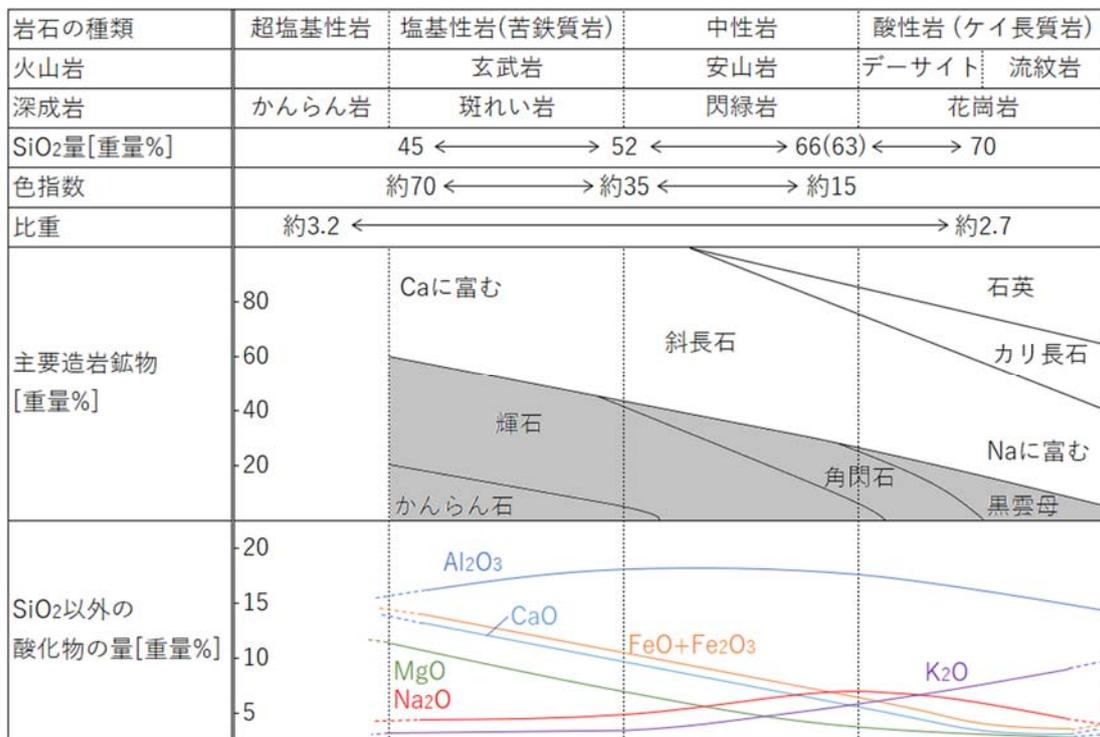
問 5 5 正解は②

難易度 ★★★★★

解説

- ① 誤 火成岩において最も多く含まれる成分は SiO_2 であり、玄武岩では質量の 50%前後が SiO_2 である。これに対して FeO の割合は 10%ほどである。
- ② 正 斜長石はケイ酸塩鉱物の一種で、ほとんどの火成岩中に含まれている。Ca や Na を含み、玄武岩質の岩石中では Ca に富み、花こう岩質の岩石中では Na に富む傾向がある。
- ③ 誤 有色鉱物とは Mg や Fe 等を含む鉱物でかんらん石や輝石などであり、無色鉱物とはそれらを含まない鉱物で斜長石や石英などである。 SiO_2 濃度が低いほど有色鉱物の割合が高く、 SiO_2 濃度が高いほど有色鉱物の割合は低い。したがって SiO_2 濃度が高い花こう岩が含む有色鉱物の割合は低く、その割合は 20%ほどである。また、花こう岩の色指数は 15 程度であるので、色指数を覚えていれば有色鉱物の割合が低いとわかるだろう。
- ④ 誤 主要な造岩鉱物において有色鉱物のほうが無色鉱物よりも密度が大きい。そのためより有色鉱物の割合が大きい斑れい岩のほうが有色鉱物の割合の小さい花こう岩よりも密度が大きい。その密度は斑れい岩で $3.2\text{g}/\text{cm}^3$ ほど、花こう岩で $2.7\text{g}/\text{cm}^3$ ほどである。

問 4・5 に関しては以下の表を覚えておくとよい。



火成岩の分類

(坂井郁哉, 奥井晴香, 仁木創太, 諸星暁之)

2017 年度 センター試験 本試験 地学基礎

第 2 問 地球環境の変化

出題範囲	地球環境の変化／海水の運動／大気の運動／地震／火山
難易度	★★★★☆
所要時間	8 分
傾向と対策	複雑な計算はないが、やや難しく感じる問題もあっただろう。問 1 では温室効果ガスを選ぶことが求められたが、温室効果ガスといえば二酸化炭素という思い込みがあると難しかったかもしれない。問 2 の b は代替エネルギーや原子力などがでてきて戸惑うかもしれないが、落ち着いて考えればわかっただろう。問 4 はオホーツク海に関する問題で、ややマイナーであり難しかったらうか。

A

問 1 正解は①

難易度 ★★☆☆☆

解説

水蒸気 温室効果ガス

メタン 温室効果ガス

大気中の水蒸気や二酸化炭素、メタンなどのガスは、可視光線はほとんど吸収しないが赤外線はよく吸収するので、温室効果をもつ。二酸化炭素は化石燃料の燃焼や森林伐採などの人間活動により年々増加しており、地上気温の上昇の原因であると考えられているが、実際には温室効果にもっとも影響しているのは水蒸気であり、温室効果の半分以上が水蒸気によるものだと考えられている。しかしながら水蒸気の発生はおもに海水の蒸発によるものなので人間による制御が難しく、温室効果ガスではあるが地球温暖化問題の原因物質として語られることは少ない。そのため地球温暖化について考えるときは人間活動によるものに注目し、水蒸気を省いて考えることがしばしばある。また、メタンは分子当たりの温室効果が二酸化炭素の 20 倍ほどで、しばしば地球温暖化の原因物質として取り上げられる。

問 2 正解は④

難易度 ★★★★★

解説

a 誤

地球の気温は太陽からの入射エネルギーと宇宙空間への放射エネルギーのバランスによって決まっている。地球放射が何らかの要因で増えたとすれば、地球はむしろ寒冷化すると考えられる。20 世紀の温暖化傾向は、穏やかな火山噴火や化石燃料の消費による温室効果ガスの増大などが原因であると考えられている。

b 誤

これらの期間中にも世界の化石燃料消費は増加を続けており、また地球大気中の二酸化炭素も増加を続けている。特に期間 I は日本の高度経済成長期を含んでおり、化石燃料の消費が増加していたであろうことは想像に難くない。

問 3 3 正解は①

難易度 ★★☆☆☆

解説

図 1 より、1910 年から 2010 年の 100 年間に気温は約 1.1℃上昇したとわかる。この 2 倍の気温上昇率では 50 年間に気温が約 1.1℃上昇するので、2060 年には 2010 年よりも気温が約 1.1℃上昇する。

B

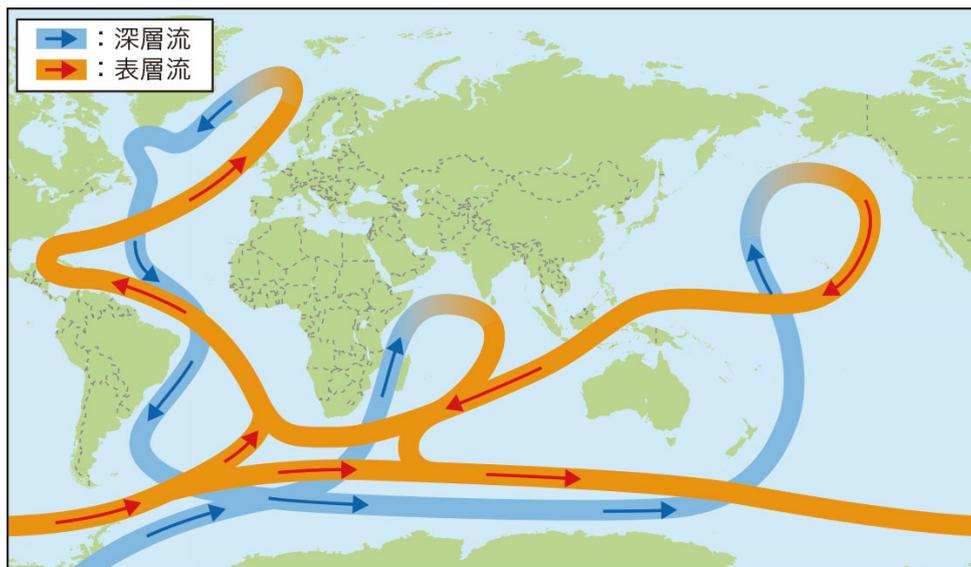
問 4 4 正解は③

難易度 ★★★★★

解説

a 誤

地球規模の深層循環がオホーツク海から沈み込むことはない。海水が沈み込むには十分に大きな密度が必要である。密度が大きくなる条件はおもに 2 つあり、塩分が高いことと、水温が低いことである。これらの条件を満たせる代表的な場所は気温が非常に低い場所であり、グリーンランド沖や南極のウェッデル海などで海水が沈み込み、深層循環を駆動している(下図)。



深層循環

b 正

オホーツク海高気圧の勢力が強く停滞期間が長いと、東北地方や北海道の太平洋側に「やませ」とよばれる冷

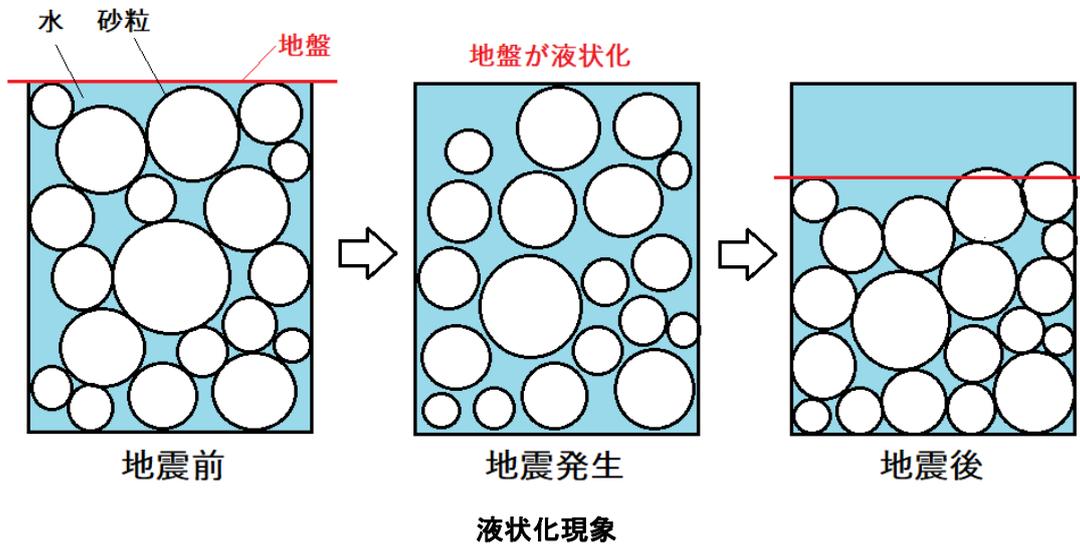
たい北東風が吹き込み冷夏になる。このため冷害が起こって農作物の生育が阻害されることがある。

問 5 5 正解は②

難易度 ★★★☆☆

解説

- ① 誤 海溝では海側のプレートが沈み込むのにもなって陸側のプレートを引きずり込み、それによってたまるひずみのエネルギーによって地震が発生する。この沈み込みの速度はほぼ一定なのでこれにより巨大地震がおおよそ周期的に発生する。プルームとはマントル内部の大規模な上昇流のことであり、ホットスポットの下などで見られる。
- ② 正 北側の冷たく湿ったオホーツク高気圧と南側の暖かく湿った太平洋高気圧の勢力がほぼ等しく互いに押し合っていると、停滞した前線ができ、これを梅雨前線という。また、梅雨前線に南側から湿潤な暖気が流れ込むことや台風の影響が加わることで前線が活発化し大雨や集中豪雨をもたらすことがある。
- ③ 誤 火山のハザードマップには噴火時の溶岩や火砕流の到達予想範囲などが示されている。火山の噴火時期を早期に予知することはできないが、マグマの上昇に伴う振動や地殻変動などといった噴火の前兆現象を捉えて噴火予測が行われている。
- ④ 誤 液状化現象とは、地震動によって砂粒子と水と空気が結びついていた地盤の結合が解消して、比較的重い砂が沈んで比較的軽い水が浮き上がる現象である(下図)。したがって、液状化現象は埋め立て地など、水を含んだ軟らかい砂の地盤で起こりやすい。



(坂井郁哉, 笠見京平, 芝田力, 西山学)

2017 年度 センター試験 本試験 地学基礎

第 3 問 太陽と太陽系

出題範囲	恒星／太陽系
難易度	★★★★☆
所要時間	4 分
傾向と対策	太陽の構造と、天文単位についての基本的な問題である。問 1 では黒点の温度がポイントとなっているが、単純な用語の暗記だけではなく、それぞれの簡単な特徴と写真を確認していれば悩むことはなかったと思われる。問 2 は計算だが必要なものはすべて与えられており、落ち着いて計算すれば問題ないだろう。

問 1 1 正解は②

難易度 ★★★★★

解説

- ① 正 粒状斑とよばれる構造で、太陽内部のエネルギー輸送を担う対流の上部が太陽表面に現れたものである。また、1つの粒状斑の大きさはおよそ 1000km である。
- ② 誤 この構造は黒点とよばれる。黒点は中心部の暗い部分である暗部と、その周りのやや暗く見える半暗部からなる。黒点は周囲に比べて磁場が光球面と垂直な方向にとても強い。そのためガスの対流による熱の移動が妨げられて周囲より温度が低く、太陽表面の温度は約 6000K であるのに対し、暗部の温度は約 4500K である。そのため黒点は周囲と比べてエネルギー放射が弱く、黒く見える。
- ③ 正 この構造はプロミネンス(紅炎)とよばれ、太陽表面から彩層・コロナの領域へ吹き上がるプラズマである。その高さは数十万 km に達することがある。地球の大きさをはるかに超えるものもあるが、温度は数千～1 万 K 程度でしかなく、コロナと比べると低温である。
- ④ 正 この構造はコロナとよばれ、太陽の最も外部に存在する。温度は表面に比べて非常に高くなっている。コロナではフレアとよばれる爆発現象が見られ、これは磁気嵐の原因となる。

問 2 2 正解は③

難易度 ★★★★★

解説

天文単位は太陽と地球の平均距離に由来する単位で、問題文で与えられた情報から 1 天文単位は 1 億 5000 万 km と変換できる。30 天文単位を km の単位に直して光速度で割ったのち、単位を秒から時間に直せばよい。光速度は 30 万 km/s なので、

$$\frac{30 \times 1.5 \times 10^8}{3.0 \times 10^5} \times \frac{1}{3600} = 4.166 \dots \approx 4 \text{ 時間}$$

(坂井郁哉, 芝田力, 辻有恒, 西山学)

2017 年度 センター試験 本試験 地学基礎

第 4 問 地球史と地質断面図

出題範囲	宇宙の構造／地球史／地質図・地質断面図
難易度	★★★★☆
所要時間	5分
傾向と対策	地球の歴史，宇宙の歴史について幅広く問われた。問1はオリオン大星雲と大マゼラン雲を混同する恐れがあり，冷静に星雲と銀河をしっかりと区別しなければならない。問2，問3では地球の歴史について地質年代と化石を対応させて覚えておくことが解答するうえで必要である。第3問の正断層・逆断層は混同しないようしっかりと覚えておこう。

問1 正解は①

難易度 ★★★★★

[解説](#)

ア **オリオン大星雲**

オリオン大星雲は M42 としても知られる，生まれたての星が中心部に存在する散光星雲であり，地球から約 1500 光年離れたところにある。また宇宙の歴史の中で非常に若く，年齢はおよそ 1 万年であると推定されている。オリオン大星雲は地球と同じく銀河系に属していることでも有名である。一方で大マゼラン雲は地球から約 16 万光年離れたところにある銀河であり，古い星を含む。それぞれの正確な距離がわからなくとも，オリオン大星雲は同じ銀河系に属しており大マゼラン雲は銀河系とは異なる銀河であるということがわかれば，アはオリオン大星雲であるとわかる。

イ **最後の氷期**

約 3 万年前に最後の氷期が始まった。この氷期では，ヨーロッパ北部全域やカナダのほぼ全域などが巨大な氷床に覆われており，カナダとアメリカの国境に位置する五大湖などの氷河湖がその跡として見られる。約 1 万年前にこの最後の氷期は終了し，現在は間氷期である。全球凍結とは約 22 億年前に 1 回と約 7～6 億年前に 2 回起こった，地球が赤道域まで氷河に覆われた出来事のことである。よって，イの約 3 万年前にあてはまる出来事は最後の氷期である。

問2 正解は④

難易度 ★★☆☆☆

[解説](#)

ウ **三葉虫**

デスモチルスは新生代新第三紀中新世に栄えた哺乳類である。三葉虫は古生代カンブリア紀に出現し，ペルム紀末期に絶滅した節足動物である。約 5 億年前は古生代カンブリア紀であるので正解は三葉虫である。約 5.4

億年前が原生代と古生代の境目であり、それ以降固い骨格をもつ動物が多く現れ、この時代に生物が爆発的な進化を遂げたと考えられている。^{チェンジャン}澄江動物群やバージェス動物群などがこの時代の動物群としてよく知られ、三葉虫はそれらの動物群の代表的な動物である。

エ 46億

地球の形成年代は約46億年前だと考えられている。その根拠は太陽系の形成初期に冷えて固まってできたと考えられる隕石の形成年代が約46億年前を示すことである。38億年前はグリーンランドのイスア礫岩の年代であり、礫岩は堆積岩であることからそれはこのころにはすでに地球上に海が存在していたという証拠だと考えられている。またイスア礫岩の炭素の同位体比から生命の存在が示唆されており、原始生物が誕生していたと推定されている。約38億年前にはまだ光合成生物が誕生していなかったため大気には酸素がほとんど含まれていなかったため、この原始生物は酸素の少ない環境を好む嫌気性微生物であったと推定される。

問3 3 正解は①

難易度 ★★★☆☆

解説

断層の種類 正断層

図1の断層は、上側の岩盤がずり下がっている。そのような、岩盤が両側から引っ張る力により断層の上側の岩盤がずり下がって形成される断層のことを正断層という。正断層とは逆に、岩盤の両側から圧縮する力により、上側の岩盤がずり上がって形成される断層のことを逆断層という。

不整合の形成時期 新第三紀

不整合は、不整合を挟む上下の地層の形成時期に大きな隔たりがある場合に見られる。問題文中では泥岩からは恐竜の化石が、砂岩からはピカリアの化石がそれぞれ産出しているとある。恐竜は中生代の化石であり、ピカリアは新生代の古第三紀～新第三紀の化石であるので泥岩層と砂岩層の形成時期は大きく隔たっており、その間に不整合が形成された。よって選択肢から新第三紀に形成されたと考えるのが適当である。また石炭紀は古生代であり、中生代より古い地質時代であるので不適当である。

(坂井郁哉, 奥井晴香, 辻有恒, 仁木創太)