

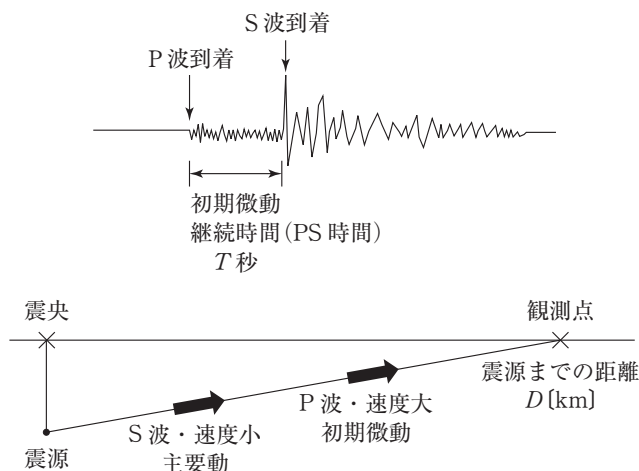
▶ 出題のねらい

Aは地震の観測と大森公式についての基礎的理解と計算力を確認することがねらい。Bは先カンブリア時代についての基礎的理解を確認することがねらい。Cは岩石の循環と石灰岩についての総合的理解を確認することがねらい。

▶ 解説

A 緊急地震速報

問1 地震が発生すると震源から地震波が伝わっていく。地中を伝わる地震波にはP波とS波がある。P波の方が速く伝わり、初期微動として観測される。S波は遅れて到達し、主要動として観測される。この関係を次の図に示す。



大森公式 $D = kT$ (k はおよそ $6 \sim 8 \text{ km/s}$)

上の図で、初期微動継続時間 $T [\text{s}]$ は震源までの距離 $D [\text{km}]$ に比例する。この関係を大森公式という。大森公式の比例定数 k は $6 \sim 8 \text{ km/s}$ 程度である。

問題文の内容を図示すると次ページの図のようになる。地点Xでは初期微動継続時間が5秒であるから、大森公式から震源までの距離は30 km であることがわかる。図の地点Xを通る円は地震発生5秒後に初動が観測される地点である。地点Yでは地震発生20秒後に初動が観測されたので、震源までの距離は地点Xの4倍である(震源の浅い地震では震源までの距離と震央までの距離はほぼ等しいと考えてよい)。すなわち、地点Yの震源までの距離は120 km であり、初期微動継続時間は20秒である。

大森公式の導き方

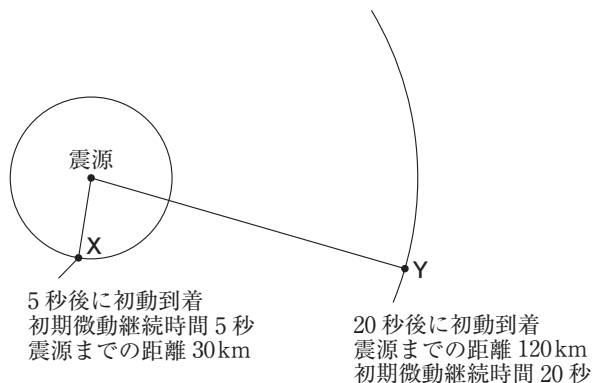
震源までの距離 $D [\text{km}]$

P波速度 $V_p [\text{km/s}]$

S波速度 $V_s [\text{km/s}]$

初期微動継続時間 $T [\text{s}]$

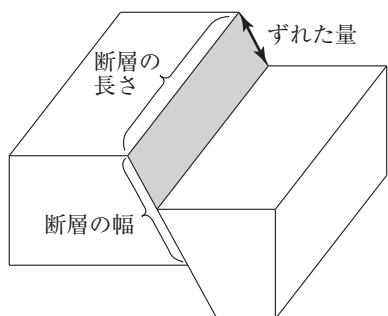
$$\begin{aligned} T &= \frac{D}{V_s} - \frac{D}{V_p} \\ &= \left(\frac{V_p - V_s}{V_s \cdot V_p} \right) D \\ D &= \left(\frac{V_s \cdot V_p}{V_p - V_s} \right) T \\ &= kT \end{aligned}$$



(答) …②

問 2 選択肢を見ていこう。

- ① 地震の規模(エネルギー)の大小はマグニチュードで表される。正。
- ② 地震の規模(エネルギー)は、地震をおこした断層の長さ・幅・ずれた量のそれぞれに比例する。次の図で断層面の面積が大きく、ずれた量が大きいほど、地震の規模は大きい。ずれた量だけでは規模は決まらない。誤。



- ③ 震度は観測点での地震動の強さを表す。規模が大きい地震でも震源が深ければ最大震度は小さくなる。また、震度は地盤の性質によっても変化する。最大震度が大きいほど規模の大きい地震とは限らない。正。
- ④ 規模の大きい地震ほど発生回数は少なくなる傾向がある。正。

(答) …②

B 先カンブリア時代

問 3 次の表は先カンブリア時代と古生代カンブリア紀初めまでの地球の歴史の概略である。

マグニチュードが2大きいと、エネルギーは1000倍になる。

マグニチュードが1大きいと、エネルギーは $\sqrt{1000} \approx 32$ 倍になる。

先カンブリア時代	約 46 億年前	原始地球の誕生 原始大気 (H ₂ O, CO ₂) の形成 マグマオーシャン 核とマントルの分離
	40 億年前ごろ	原始海洋の誕生 CO ₂ が海洋に吸収される
	38 億年前ごろ	生命の誕生 原核生物
	27 億年前ごろ	光合成生物出現 (シアノバクテリア) 海水中に酸素出現
	25～20 億年前	海底に縞状鉄鉱層堆積 (酸化鉄) 大気中の酸素増加 赤色砂岩 (砂と酸化鉄) 堆積
	23～22 億年前	全球凍結 その後に真核生物出現
	15 億年前までに	多細胞生物の出現
	7～6.5 億年前	全球凍結
	6 億年前ごろ	エディアカラ生物群出現 大型で硬組織をもたない生物群
古生代	5.4 億年前	古生代カンブリア紀 カンブリア紀の大爆発 (澄江動物群, パンゲウス動物群) 三葉虫, アノマロカリスなど

全球凍結の原因は分かっていない。

23～22 億年前には海底で縞状鉄鉱層の形成が続いていた。

7～6.5 億年前の全球凍結が終わった後にはエディアカラ生物群とよばれる、硬い組織をもたない大型の多細胞生物が出現した。

選択肢にある石炭層は植物が埋没して炭化したものであり、その形成は古生代デボン紀以降である。

(答) 3…③

問 4 問題文を見ていこう。

- a : 先カンブリア時代に低緯度地域にまで氷河が広がっていたことが、世界各地の地層中に氷河堆積物が発見されることでわかった。正。
- b : 先カンブリア時代の地形は、その後の侵食や地殻変動によって残っていない。誤。

(答) 4…②

ドロップストーン

氷河の削った岩石が氷とともに海に運ばれて海洋底に落ち、地層中に堆積したもの。

C 石灰岩と岩石の循環

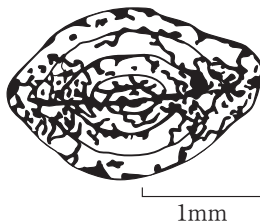
問 5 問題図 1 で エ は堆積物が堆積岩になる過程を示している。やわらかい堆積物が硬い岩石になる過程を**続成作用**という。続成作用は堆積物が埋没して上からの堆積物の重みで圧縮されることによって進む。隆起によって進むことはない。

堆積物には岩石の碎屑物、火山噴出物、生物の遺骸の他に、海水や湖水などから化学的に沈殿するものもある。縞状鉄鉱層はその最も大規模な例である。

岩石の碎屑物からできた堆積岩を碎屑岩、火山噴出物からできた堆積岩を火山碎屑岩、生物の遺骸が堆積してできた堆積岩を生物岩、化学的沈殿からできた堆積岩を化学岩という。石灰岩の多くは生物岩であるが、化学岩もある。

(答) 5…④

問 6 フズリナ石灰岩はフズリナ (紡錘虫) の遺骸 (石灰質の殻) が堆積してできたものである。次の図はその例でフズリナの断面の構造を示している。



問題文を見ていこう。

- a：フズリナの化石は数 mm 程度のものがほとんどで、石灰岩を割ってもルーペでフズリナの断面を観察することは難しい。不適。
- b：フズリナの殻は炭酸カルシウムであるから、希塩酸に浸すと発泡、溶解してしまい、観察できない。不適。
- c：フズリナ石灰岩を研磨することでフズリナのいろいろな断面を観察することができるようになる。適切。

(答) 6…③

問7 問題文を見ていこう。

- a：フズリナは古生代後期、石炭紀に出現しペルム紀末(古生代末)に絶滅した。中生代後期とあるのは誤り。
- b：結晶質石灰岩は石灰岩が熱による変成作用を受けてできた変成岩である。熱により炭酸カルシウムの結晶(方解石)が大きく成長している。高压による変成ではない。誤。

(答) 7…④

第2問 大気と海洋

▶ 出題のねらい

Aはオゾンとオゾンホールについての基礎的理解を確認するのがねらい。Bはエルニーニョ現象と海洋の層構造についての基礎的理解を確認するのがねらい。

▶ 解説

A オゾンとオゾンホール

問1 オゾンは大気中の酸素分子が太陽放射の紫外線を受けてできる。すなわち、酸素分子 O_2 が紫外線によって2つの酸素原子 O になり、その酸素原子が酸素分子と結合してオゾン O_3 になる。したがって、オゾンが多く生成するのは太陽放射が強い低緯度地域の上空である。

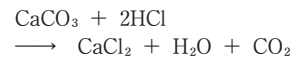
(答) 8…⑤

問2 問題文を見ていこう。

- a：オゾンホールは南極の春である9月から10月にかけて出現する。正。
- b：地上で放出されたフロンが成層圏で分解されることで生じた塩素原子が成層圏のオゾンを連鎖的に破壊してオゾンホールが形成される。オゾンホールが観測されるようになったのは1980年代である。誤。

(答) 9…②

フズリナは原生生物の一種。



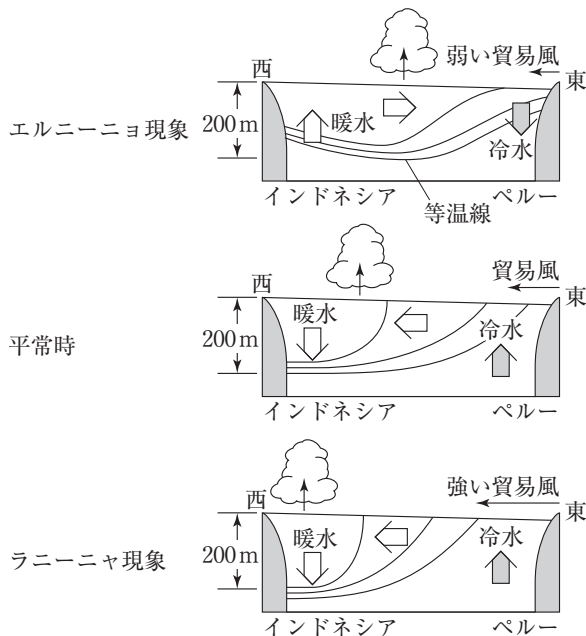
結晶質石灰岩の石材としての名前を大理石という。

オゾンホールが北極圏でも確認されたことがある。

フロンの合成は1930年代に始まった。

B エルニーニョ現象

問3 エルニーニョ現象発生時、平常時、ラニーニャ現象発生時の赤道太平洋の海面から水深200mまでの暖水と冷水の動きと貿易風の強弱の関係を次の図に示す。エルニーニョ現象発生時には貿易風が平常時より弱まっていて、表層の暖水を西に吹き流す力が弱まり、暖水が東に広がる。そのため、東部での冷水の湧昇も弱まる。したがって、問題図2のa～cの流れのいずれも平常時より弱まるか逆向きになっている。



(答) 10…④

問4 エルニーニョ現象やラニーニャ現象は赤道太平洋での貿易風の強弱に対応する海洋表層の暖水の分布の変化である。水温変化は主に表層混合層における変化であり、選択肢①、②のように深層や深層近くまで変化が及ぶものではない。また、エルニーニョ現象のときには赤道太平洋東部で冷水の湧昇が弱まるので、③のように約100～300mの水温が低くなることもない。

(答) 11…④

第3問 宇宙

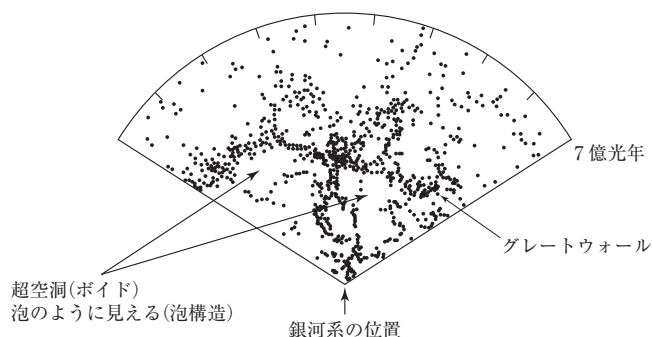
▶ 出題のねらい

Aは宇宙の構造についての総合的理解を確認することがねらい。Bは太陽とその進化についての基礎的理解を確認することがねらい。

▶ 解説

A 宇宙

問1 次のページの図は銀河系から7億光年先までの銀河の分布の一部を示したものである。



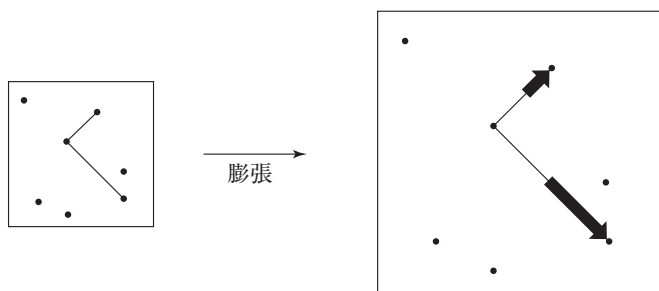
選択肢を見ていこう。

- ① 銀河は集団をつくっていることが多い。集団にはいくつかの階層がある。数十個の銀河の集団を銀河群という。銀河系はアンドロメダ銀河などと銀河群をつくっている。この銀河群を局部銀河群という。数百～数千個の銀河の集団を銀河団という。さらに銀河群や銀河団が集まって超銀河団が形成されている。銀河系はおとめ座超銀河団に属している。正。
- ② 上の図のように連なっている銀河は超銀河団を形成している。この連なりは壁のように見えるのでグレートウォールとよばれる。正。
- ③ 上の図のようにグレートウォールに囲まれた、銀河がわずかしかなかった領域がある。この部分をボイド(泡)といい、泡の外側にはりついたように銀河が分布している構造を泡構造という。正。
- ④ 光が届くまでに時間がかかるので遠方の銀河ほど昔の姿を見ていることになるが、銀河が古いわけではない。銀河系は宇宙の中の特別な場所にあるわけではないので、銀河系からの距離に意味があるわけではない。誤。

(答) 12…④

問2 問題文を見ていこう。

- a 銀河系は約 2000 億個の恒星と星間物質からなり、その大部分が円盤部にある。正。
- b 銀河系の散開星団は若い恒星の集団であり、球状星団は年老いた恒星の集団である。また、銀河系では現在も恒星が誕生している。誤。
- c 次の図は宇宙の膨張の模式図である。黒丸は銀河を示している。



上の図のように、宇宙が一様に膨張していると、観測者から見て遠い銀河ほど遠ざかる速度が速い。誤。

- d 上の図の膨張を逆にたどると宇宙は一点に収縮する。現在の知見では約 138 億年さかのぼると宇宙は一点に収縮することから、宇宙

の膨張は約 138 億年前に始まったと考えられている。正。

(答) 13…②

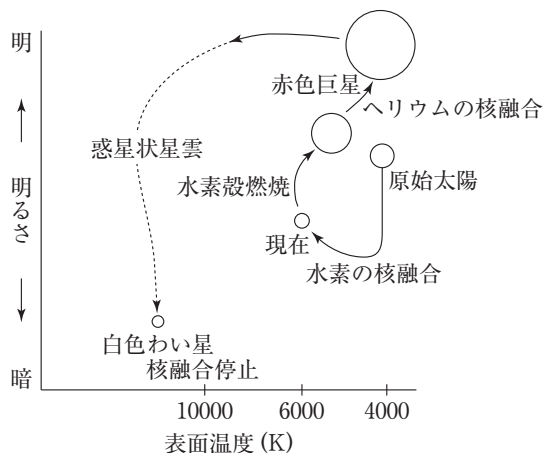
B 太陽の進化

問 3 太陽は半径約 70 万 km, 表面温度約 6000 K のガス球であり, 主系列星の段階にとどまる時間は約 100 億年である。これらの数値は覚えておこう。

地球の誕生が約 46 億年前であるから, 太陽は今後数十億年, 主系列の段階にあると考えられる。

(答) 14…④

問 4 次の図に太陽の進化の過程をまとめておく。



問題文を見ていこう。

- a: 主系列星の段階では太陽の中心部で 4 個の水素原子核から 1 個のヘリウム原子核がつくられる核融合が起きている。このときに放出されるエネルギーが現在の太陽のエネルギー源である。正。
- b: 太陽の中心部に核融合によってできたヘリウムがたまると, その周囲で水素の核融合が始まり(水素殻燃焼), 太陽は膨張する。その後, 中心部でヘリウムの核融合が始まると太陽はさらに膨張する。誤。

(答) 15…②

ヘリウムの核融合によって炭素や酸素ができる。太陽ではこれ以上核融合は進まない。