

地学問題 I

問1 ア：米粒                      イ：年周視差法                      ウ：位置                      エ：分光視差法  
 オ：ケフェウス座  $\delta$  型変光星                      カ：Ia 型超新星                      キ：距離はしご

問2 地球の公転軌道面に対して垂直な方向にある恒星の場合、1年の周期で天球上を円運動するように見える。5パーセクの距離にある恒星の場合、見かけの円運動の視半径が  $0.2''$  となる。

(地球の公転軌道に平行な方向の場合は単振動、公転軌道に対してななめ方向の場合は楕円運動に見える)

問3 エ：主系列星における、スペクトル型と真の明るさについての関係。

オ：脈動変光星における、変光周期と真の明るさについての関係。

問4 (1) Ia 型超新星

(2) 絶対等級  $M = -19.3$ 、みかけの等級  $m = 18.1$ 、天体 A までの距離を  $d$  [パーセク] として、

$$M - m = 5(1 - \log_{10} d) \text{ より, } \log_{10} d = 8.48$$

$$d = 10^{0.48+8} = 3.0 \times 10^8 \text{ パーセク} \quad \text{答: } \underline{3.0 \times 10^8 \text{ パーセク}}$$

問5 (1)  $3.00 \times 10^5 \times 7.00 \times 10^{-2} = 2.1 \times 10^4 \text{ km/s}$

(2)  $\frac{2.1 \times 10^4}{3.0 \times 10^2} = 7 \times 10 \text{ [km/s/メガパーセク]}$

(3) 宇宙モデル名：ビッグバン宇宙モデル

宇宙の年齢：地球から 1 メガパーセクの天体が、ちょうど地球と同じ位置にある年代を求める。宇宙の年齢を  $t$  [年] として、

$$t = \frac{3.1 \times 10^{13} \times 10^6}{70 \times 3.2 \times 10^7} = 1.3 \dots \times 10^{10} \text{ 年} \quad \text{答: } \underline{1 \times 10^{10} \text{ 年}}$$

(4) 宇宙の温度が約 3000 K まで下がり、光に対して透明となった宇宙の晴れ上がり時点での放射が、温度 3 K に相当する背景放射として宇宙のあらゆる向きから観測されることを説明可能であること。

地学問題 II

問1 ア： $(1 - A)S \times \pi R^2$      イ： $\sigma T^4 \times 4\pi R^2$

問2 (い)

問3 温度が高いので空気を構成する分子やイオン1個あたりの運動エネルギーは大きいですが、空気が薄く単位体積当たりの分子やイオンの個数が非常に少ないため。

問4 水蒸気

問5 大気と雲，地表から宇宙に出ていく全エネルギーが相対値で100になるので，「大気を通して宇宙空間に直接出ていく赤外放射エネルギー」を  $x$  とすると，

$$100 = 58 + 23 + 7.0 + x \quad \therefore x = 12$$

$$\frac{12}{120} = 0.1$$

答：1割

問6 地球は365日間で，365 + 1回自転をするので，自転周期  $P$  は，

$$P = \frac{365 \times 24 \times 60}{365 + 1} = 1436.0 \dots \text{分}$$

答：23時間56分

問7 (1) 赤道上ではコリオリの力が0となるため，大きな渦が発達しにくく，熱帯低気圧は赤道上で発生しにくい。

(2) 雲底高度を  $h_1$  [km] とすると， $30.0 - 10.0 \times h_1 = 22.0 - 2.00 \times h_1$  より  $h_1 = 1.0$  km。  
また，この高度での気温は  $20.0^\circ\text{C}$ 。この高度から，湿潤断熱減率にしたがって気温が低下してゆくので，雲頂高度を  $h_2$  [km] とすると，

$$h_2 - h_1 = \frac{20.0 - (-60.0)}{5.00} = \frac{80.0}{5.00} = 16.0 \text{ km}$$

答：17 km

地学問題 Ⅲ

問1 ア：収束する

問2 イ：プレートテクトニクス ウ：残留磁気

問3 (あ), (う)

- 問4 (1) マントルから外核に入射したP波は速度が小さくなることで地球の中心に向けて屈折し、震央距離  $103^\circ \sim 143^\circ$  の区間には到達することができないため。
- (2) 震央距離  $103^\circ \sim 180^\circ$  の区間に伝播するには液体からなる外核を通る必要があるが、横波の性質をもつS波は液体中を伝播できないため。

問5 (1) 海岸段丘

- (2) 波による侵食で海食崖と海食台が形成された地域が、海面低下や地盤の隆起などによって海食台が海面より高くなると、海食台の先端付近が新たな海食崖と海食台の形成の場となる。この繰り返しによって海岸段丘は形成される。

問6 M 紀から N 紀にかけて同じ大陸であった 2 つの地点の間に、N 紀のある時期にプレートの拡大する境界が形成され、大陸が分裂してその間に海が形成されたと考えられる。

問7 (1) 観測点 A と C, 観測点 B と D がそれぞれ地震波の到着時が等しいので、震央は線分 AC と線分 BD の垂直二等分線上に存在する。したがって、 $(x, y) = (10, 10)$  となる。

答： $x = 1 \times 10$  km,  $y = 1 \times 10$  km

- (2) 観測点 A と C の初期微動継続時間は 2.8 秒、観測点 B と D の初期微動継続時間は 1.8 秒なので、震源の深さを  $d$  (km)、観測点 B と D からの震源距離を  $l$  (km) とすると

$$10^2 + d^2 = l^2, \quad 20^2 + d^2 = \left(\frac{14}{9}l\right)^2 \quad \text{が成り立つ。}$$

これを解いて、 $l \doteq 14$ ,  $d \doteq 10$  となる。

答： $1 \times 10$  km

地学問題 IV

問1 ア：花こう岩 イ：付加体

問2 (お)

問3 ビカリア

問4 (1) 結晶分化作用とはマグマの冷却に伴い、鉱物が晶出し、残ったマグマの化学組成が変化していく作用である。結晶分化作用が進むと残ったマグマ中の SiO<sub>2</sub> や Na の割合は増加し、Mg や Fe, Ca の割合は減少する。

※指定語に線を引いている

(2) 上部マントルで発生した玄武岩質のマグマが、大陸地殻を構成する花こう岩質の岩石を溶かし込むため、マグマ中の SiO<sub>2</sub> の割合が増加すると考えられる。

問5 安山岩

流紋岩

問6 (1) なし

島弧地殻の下底での圧力と温度は、 $30 \times 3.0 \times 10^7 = 9.0 \times 10^8 \text{Pa}$ ,

$30 \times 20 \sim 30 \times 30 = 600 \sim 900^\circ\text{C}$  である。このことから領域 C では反応①は起こらないと考えられる。また、問題の図 2 のグラフ上で原点と  $9.0 \times 10^8 \text{Pa}$ ,  $600^\circ\text{C}$  を結ぶ線分は変成反応①を示す太線の下側にあるため領域 C より浅い領域 A と領域 B でも反応①は起こらないと考えられる。

(2) 領域 D は、領域 C よりも圧力と温度が高いため変成岩 P が形成された場所とは考えられない。一方、領域 E は圧力が領域 C よりも高いが、沈み込んできた海洋プレートの影響で温度は領域 C よりも低く、変成岩 P が形成された場所と考えられる。領域 E で形成された海洋地殻の岩石に由来する苦鉄質の変成岩 P が地殻変動などで地表にもたらされるとき、上部マントルを構成する岩石である超苦鉄質岩 Q とともにもたらされ、P と Q は隣接して分布すると考えられる。