

# 2024年 第4回東大本番レベル模試・地学

## 解答・解説・採点基準

全3問 75分 60点満点

### 第1問 (20点)

#### 【解答・採点基準】

問1

- (1) 分子雲(または分子雲コア)
- (2) Tタウリ型星
- (3) 重い恒星は主系列星としての寿命が短いので、現在観測できる重い恒星は比較的最近形成されたと考えられるから。
- (4) ウィーンの変位則
- (5)
- $$\frac{660.3\text{nm} - 656.3\text{nm}}{656.3\text{nm}} \times (3.0 \times 10^5 \text{ km/s})$$
- $$\frac{\quad}{70\text{km}/(\text{s} \cdot \text{メガパーセク})}$$
- $$= 26.1 \dots \text{メガパーセク}$$
- $$\doteq 26 \text{メガパーセク}$$
- (6) H $\alpha$ 線は可視光線であり、星間物質に吸収されてしまう。よって、銀河に星間物質が大量に存在すると、観測されるH $\alpha$ 線の強度が弱くなる。よって、星間物質の影響が無い場合の式を用いると、実際の星形成率よりも小さな値が得られると考えられる。

問1 10点

- (1) 1点  
\*正解に1点。
- (2) 1点  
\*正解に1点。
- (3) 2点  
\*重い恒星は主系列星としての寿命が短いことを述べて1点。  
\*(寿命が短いため)重い恒星は最近形成されたと考えられることを述べて1点。
- (4) 1点  
\*正解に1点。
- (5) 2点  
\*正しい立式に1点。  
\*正答に1点。
- (6) 3点  
\*H $\alpha$ 線は星間塵に吸収されてしまうことを述べて1点。  
\*銀河に星間塵が大量に存在すると、観測されるH $\alpha$ 線の強度が弱くなることを述べて1点。  
\*計算結果は、銀河の実際の星形成率と比べて小さいと考えられることを述べて1点。

問 2

(1)

(a)

$$\theta' = \frac{d_1}{d_2} \theta$$

(b)

$$\theta = \sqrt{\frac{d_2}{d_1(d_1+d_2)} \frac{4GM}{c^2}}$$

(2)

(a)

$$1 \times 10^{13} M_{\odot}$$

(b)

$$1 \times 10^{11} M_{\odot}$$

(c)

0.9%

このレンズ天体に含まれているダークマターは総光度に影響を与えないため、(b)で求めた質量にダークマターの質量が含まれていないから。

問 2 10点

(1) 3点

(a) 1点

\*正解に1点。

(b) 2点

\* $\varepsilon = \theta + \theta'$  が成り立つことを述べて1点。

\*正答に1点。

(2) 7点

(a) 3点

\* $M = \frac{d_1(d_1+d_2)}{d_2} \frac{c^2 \theta^2}{4G}$  を述べて1点。

\* $d = \frac{cz}{H}$  を利用して1点。

\*正解に1点。

(b) 1点

\*正解に1点。

(c) 3点

\*正解に1点。

\*光度に影響を与えない物質(ダークマター)が存在することを述べて1点。

\* (b)ではダークマターの質量が含まれていないことを述べて1点。

## 第2問 (20点)

### 【解答・採点基準】

問1

(1)

(a)

$$OP = \frac{R}{\tan \theta}$$

(b)

$$\angle POP' = 2\pi \sin \theta$$

(2)

$$\text{時計回り, } \frac{2\pi}{T} \sin \theta$$

(3)

コリオリの力は風速に比例する大きさの力であり、風速が同じであれば高緯度のほうが大きい。つまり、コリオリの力の大きさが同じであれば高緯度のほうが風速が小さくてよいことを意味する。地衡風は気圧傾度力とコリオリの力が釣り合って吹く風であるため、気圧傾度力が同じである場合、地衡風の風速は中緯度のほうが大きい。

(4)

(a)

ある時刻に東向きに動いている物体は直角右向きにコリオリの力を受け右に曲がっていくが、右向きに曲がっていくときには直角左向きに遠心力を受けるため、この2つの力が釣り合うような半径の時計回りの円運動を行う。

(b)

$$\frac{v}{f}$$

(c)

$$\frac{2\pi}{f}$$

問2

(1)

夏にかけて植物の光合成が活発になるために二酸化炭素濃度は減少していくが、冬にかけて植物の減少に伴って二酸化炭素濃度は増加に転じている。

問1 10点

(1) 2点

(a) 1点

\*正解に1点。

(b) 1点

\*正解に1点。

(2) 2点

\*それぞれ正解に1点。

(3) 2点

\*コリオリの力の大きさが同じであれば高緯度のほうが風速が小さくなる(低緯度のほうが風速が大きくなる)ことを述べて1点。

\*中緯度の方が風速が速くなることを述べて1点。

(4) 4点

(a) 2点

\*正しい根拠に1点。

\*時計回りに円運動を行うことに1点。

(b) 1点

\*正しい根拠に1点。

(c) 1点

\*正しい根拠に1点。

問2 10点

(1) 2点

\*夏にかけて植物の光合成が活発になり、二酸化炭素濃度が減少することに言及して1点。

\*冬にかけて植物が減少し、

(2)

(a)

南極の氷は大陸上に乗っている一方、北極の海氷は海洋に浮かんでいるという違い。

(b)

地球温暖化によって氷の覆う面積が減少すると、氷のアルベドは比較的大きいため地表のアルベドは低下し、太陽放射の吸収量が増加することで地球温暖化はさらに促進される。これは正のフィードバックとなる。

(3)

(a)

東寄りの貿易風によるエクマン輸送を受け、赤道付近の表層海水は赤道から離れる方向に輸送され、これを補償するように二酸化炭素濃度が高く pH の低い海水がペルー沖で湧昇し、表層に現れるため。

(b)

(A)では(B)に比べて赤道付近の pH の低い海域の広がりが小さいことから、(A)はペルー沖の湧昇が弱まるエルニーニョ発生時、(B)は逆のラニーニャ発生時と考えられる。

(4)

火星大気中の二酸化炭素は季節によって一部が極域に極冠として固体で存在しており、残りの気体として存在する量が変動するから。

二酸化炭素濃度が増加することに言及して 1 点。

(2) 4 点

(a) 1 点

\*南極の氷は海に浮かんでいないこと、北極の氷は海に浮かんでいることを説明して 1 点。

(b) 3 点

\*氷の融解によってアルベドが増加し、地球温暖化を促進することに言及して 1 点。

\*地球温暖化の進行が地球温暖化の促進に繋がるという議論の流れを、フィードバックサイクルの出発点からスタートして出発点に帰着する形で正しく説明できて 1 点。

\*結論（正のフィードバック）に 1 点。

(3) 4 点

(a) 2 点

\*貿易風によるエクマン輸送が赤道から離れる側に向かうことに言及して 1 点。

\*ペルー沖沿岸で二酸化炭素濃度の高い低 pH 海水が湧昇することを説明して 1 点。

(b) 1 点

\*理由・選択完答で 1 点。

(4) 1 点

\*二酸化炭素が固体として存在しうること言及して 1 点。（極冠などの用語は必須としない）

### 第3問 (20点)

#### 【解答・採点基準】

問1

(1)  
(ア) : 初期微動継続時間 (イ) : 4

(2)  
8.40 km/s

(3)  
$$z = \sqrt{1620 - x^2}$$

(4)  
震源が30kmよりも浅くなるためには、  
 $40.3 > |x| > 26.9$  (km) となる必要がある。地点 A  
で玩具が上向きに揺れるとき、地震動の初動は下向きであるから、震源の位置は、左横ずれ断層の場合には地点 A より東、右横ずれ断層の場合には地点 A より西にある。ゆえに、条件を満たす震源の位置は、左横ずれ断層の場合には  $28.0 < x < 40.3$  (km) である。また、右横ずれ断層の場合には  $-40.3 < x < -26.9$  (km) および  $26.9 < x < 28.0$  (km) である。

問2

(1)  
(ア) : 地殻 (イ) : かんらん  
(ウ) : マントル (エ) : プレート  
(オ) : アセノスフェア

(2)  
$$p = 3 \times 10^{-2} \times d$$

(3)  
 $x$  : エクロジャイト相  $y$  : 角閃岩相

(4)  
沈み込んだプレートに含まれる含水鉱物が脱水して上盤側のマントルに水が供給され、マントルの岩

問1 10点

(1) 2点  
\*アに1点。  
\*イに1点。  
(2) 2点  
\*正しい途中経過に1点。  
\*正答に1点。  
(3) 2点  
\*正しい途中経過に1点。  
\*正答に1点。  
(4) 4点  
\*震源が20kmよりも浅くなるた

めには、 $25.3 > |x| > 15.5$  (km)  
となることに1点。  
\*地点 A で電灯が南向きに揺れるとき、地震動の初動は北向きであることに1点。  
\*断層が右横ずれ断層であるときは  $16.3 < x < 25.3$  (km) および  $-25.3 < x < -15.5$  (km) のときを答えて1点。  
\*断層が左横ずれ断層であるときは  $15.5 < x < 16.0$  (km) のときを答えて1点。

問2 10点

(1) 1点  
\*完答で1点。

(2) 2点  
\*正しい途中式に1点。  
\*正答に1点。

(3) 1点  
\*完答で1点。

(4) 2点  
\*沈み込んだプレートに含まれる含水鉱物が脱水して上盤側の

石の融点が下がることでマントルが部分融解してマグマが生成される。

(5)

以下のうちから2つ

- ・マグマが冷えて鉱物が順番に結晶化することで分化が起こるから。
- ・マグマが上昇する過程で周囲の地殻物質を取り込む同化作用が起こるから。
- ・流紋岩質のマグマの混合が起こるから。

(6)

海洋-海洋プレート間の沈み込み帯では上側の地殻が玄武岩質であり、マグマが上昇する間に酸性の岩石の同化が起こりにくいから。

マントルに水が供給されることに1点。

\*マントルの岩石の融点が下がることでマントルが部分融解してマグマが生成されることに1点。

(5) 2点

\*各1点。

(6) 2点

\*海洋-海洋プレート間の沈み込み帯では上側の地殻が玄武岩質であることに1点。

\*マグマが上昇する間に酸性の岩石の同化が起こりにくいことに1点。