

地学 追試験

| 問題番号 (配点) | 設 問 | 解答番号 | 正 解 | 配 点 | チ エ ツ ク |
|--------------|-------|------|-----|-----|------------------|
| 第1問 (20) | 問 1 | 1 | ④ | 4 | |
| | 問 2 | 2 | ③ | 4 | |
| | 問 3 | 3 | ① | 4 | |
| | 問 4 | 4 | ② | 4 | |
| | 問 5 | 5 | ① | 4 | |
| 第2問 (18) | A 問 1 | 6 | ⑥ | 4 | |
| | 問 2 | 7 | ① | 4 | |
| | B 問 3 | 8 | ③ | 4 | |
| | 問 4 | 9 | ③ | 3 | |
| | C 問 5 | 10 | ② | 3 | |
| 第3問 (24) | A 問 1 | 11 | ① | 4 | |
| | 問 2 | 12 | ④ | 4 | |
| | 問 3 | 13 | ② | 4 | |
| | 問 4 | 14 | ③ | 3 | |
| | B 問 5 | 15 | ④ | 3 | |
| | 問 6 | 16 | ③ | 3 | |
| | 問 7 | 17 | ① | 3 | |

| 問題番号 (配点) | 設 問 | 解答番号 | 正 解 | 配 点 | チ エ ツ ク |
|--------------|-------|------|-----|-----|------------------|
| 第4問 (18) | A 問 1 | 18 | ③ | 3 | |
| | 問 2 | 19 | ⑧ | 4 | |
| | B 問 3 | 20 | ② | 4 | |
| | C 問 4 | 21 | ③ | 3 | |
| | 問 5 | 22 | ② | 4 | |
| 第5問 (20) | 問 1 | 23 | ② | 4 | |
| | A 問 2 | 24 | ④ | 4 | |
| | 問 3 | 25 | ④ | 3 | |
| | B 問 4 | 26 | ② | 3 | |
| | 問 5 | 27 | ① | 3 | |
| | 問 6 | 28 | ④ | 3 | |

| 自己採点欄 |
|-------|
| 100点 |

第1問

標準

総合問題

《ハワイ諸島の地学現象および日本との比較》

問1 1 正解は④

ハワイ諸島から連なる海山列は、現在ハワイ島（ハワイ諸島のうち最も東に位置する島）が位置する場所にあるホットスポットで形成された火山島である。マントル深部に熱源をもつホットスポットは、ほとんどその位置を変えないのに対して、表層を覆うプレートは移動する。そのため、海洋プレート上に形成された火山島は、プレートの移動とともにホットスポットから離れていく。図1から、現在の太平洋プレートの移動の向きは、ハワイ島から海山が連なる方向であり、**西北西**とわかる。そして海山列は、雄略海山のあたりで折れ曲がっている。ここから、雄略海山が形成された4300万年前以前は、現在とプレートの移動の向きが異なっており、雄略海山から推古海山へと連なる**北北西**の向きに太平洋プレートが移動していたとわかる。また、海山間の距離は、海山が形成された期間のプレートの移動距離を表す。推古海山が形成された6500万年前から雄略海山が形成された4300万年前までの2200万年間でプレートが移動した距離が1300kmであることから、この間のプレートの移動の速さは

$$\frac{1300 \times 10^5}{2200 \times 10^4} \div 5.9 [\text{cm/年}]$$

と求められる。

問2 2 正解は③

玄武岩質マグマの冷却に伴って鉱物が順次晶出し、マグマの化学組成が変化する。これをマグマの結晶分化作用という。結晶分化作用において、有色鉱物は、かんらん石→輝石→角閃石→黒雲母の順に晶出し、結晶の基本構造である SiO_4 四面体において酸素を共有して結合する箇所が増えていく。最初に晶出する**かんらん石**（選択肢③・④）は、 SiO_4 四面体が**酸素を共有しない独立型構造**と呼ばれる構造をもつ。 SiO_4 四面体の配列が独立型構造を示しているのは選択肢①・③であるから、正解は③となる。一方、角閃石は、直線状に結合した単鎖どうしが結合しており、**複鎖状構造**と呼ばれる構造をもつ。選択肢の②・④の SiO_4 四面体の配列は、角閃石の構造を示している。

問3 3 正解は①

海面付近の海水は、直上を吹く風に引きずられて移動するが、**地球の自転によるコリオリの力**（転向力）を受けるため、北半球では風の吹く向きから右側にそれる。表層の海水の動きに引きずられて移動するその下の海水は、さらに右側にそれていく。こうして、深さが増すにつれてらせん階段のように海水がそれていくような流

これを**エクマン吹送流**という。これによって、北半球では、風の吹く向きに対して全体的に直角右向きに海水が輸送されることから、偏西風帯では南向き、東寄りの風が吹く貿易風帯では北向きの流れが生じる。

問4 4 正解は②

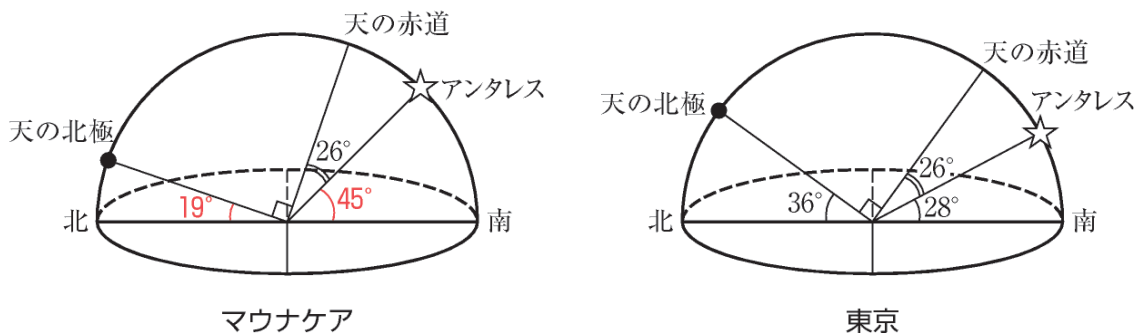
天の北極の地平線からの高さは、その地点の緯度に等しい。したがって、北緯 19° のマウナケアにおける天の北極の地平線からの高さは 19° である。一方、北緯 36° の東京における天の北極の地平線からの高さは 36° である。下図に示すように、東京でのアンタレスの南中高度は 28° 、天の北極と天の赤道がなす角は 90° であることから、天の赤道と南中時のアンタレスがなす角は

$$180 - (36 + 90 + 28) = 26^\circ$$

天球上で天の赤道とアンタレスがなす角は一定 (26°) であることから、天の北極の地平線からの高さが東京より低いマウナケアにおいては、アンタレスの南中高度は東京より高くなる。したがって、選択肢のうち 45° が該当する。この数値は

$$180 - (19 + 90 + 26) = 45^\circ$$

という計算でも求められる。



問5 5 正解は①

①**適当**。冬至の太陽は、南回帰線（南緯 23.4° ）で南中高度が 90° となる。そのため、冬至の太陽は、南回帰線から緯度が離れるにつれて南中高度が 90° より低くなることから、大阪よりも低緯度に位置し、南回帰線に近いホノルルのほうが、太陽の南中高度が高く、地表面が受け取る単位時間・面積当たりの太陽放射エネルギー量が大きい。

②**不適**。フーコーの振り子の振動面は、地軸上で緯度が 90° である北極・南極では一日に一回転 (360° 回転) し、緯度 0° の赤道上では回転しない。フーコーの振り子の振動面が一日に回転する角度は、高緯度ほど大きいため、**大阪のほうがホノルルよりも大きい**。

③**不適**。亜熱帯高圧帯は、ハドレー循環の下降気流域にあたり、緯度 $20^\circ \sim 30^\circ$ 付近に分布する。北緯 35° 付近に位置する大阪では、夏季になると亜熱帯高圧帯が

発達して高気圧に覆われるが、秋～春には偏西風帯に入るため、**一年を通して属するとはいえない。**

- ④不適。付加体とは、海溝で海洋プレートが沈みこむ際に、海洋プレート表面の岩石・地層がはぎ取られ、大陸プレートの先端に付け加わったものである。海溝に沿う弧状列島（島弧）である日本列島はこのような付加体からなるが、海洋プレート内のホットスポットによる火山活動で形成された**ハワイ諸島には付加体は見られない。**

第2問 — 地球、岩石・鉱物

A **やや易** 《太陽と地磁気》

問1 **6** 正解は⑥

太陽の希薄な大気層であるコロナからは、おもに陽子と電子からなる荷電粒子が300～800 km/sの速さで流れ出しており、これを**太陽風**と呼ぶ。地球の磁場は、太陽風との相互関係で変形しており、太陽側では押しつぶされたような形となり、**太陽と反対側**では太陽風に吹き流されるように引き伸ばされた形となる。このように、地球の磁場が太陽風を遮っている領域を**磁気圏**という。

B **標準** 《ジオイド、海洋底の拡大、地震》

問2 **7** 正解は①

ジオイドは、地球の重力の方向である鉛直線の方に垂直な面のうち平均海面と一致するものを指す。a、bのうち、鉛直線の方が図1のジオイドに垂直となっているものは**a**である。また、ジオイドは、地下の密度分布によって凹凸を示す。地下に周囲よりも密度の大きい物質があると、その物質のほうに重力の向きが傾くため、ジオイドは上に凸の形状となる。反対に、地下に周囲よりも密度の小さい物質があると、ジオイドは下に凸の形状となる。図1では、**ジオイドの形が下に凸**となっていることから、Aの密度は**周囲より小さい**ことがわかる。

問3 **8** 正解は③

- ①正文。プレート発散境界では、新たなプレートが生み出されているため、年代が最も若い海洋底が分布する。図2より、海洋底の年代が最も若い部分は、大西洋ではほぼ中央に、太平洋ではやや東寄りに位置していることがわかる。これらのプレート発散境界は、それぞれ大西洋中央海嶺、東太平洋海嶺と呼ばれる。
- ②正文。中央海嶺で新たに生み出されたプレートは、両側に拡大していく。拡大し

た海洋プレートは、大陸プレートにぶつかる**と海溝からマントル中に沈み込み消失する**。海嶺からの距離が比較的近い南アメリカ西岸では、現在、25～75（×百万年前）の年代を示す海洋底が沈み込んでおり、それよりも古い海洋底はすでに沈み込んで消失している。一方、海嶺からの距離が比較的遠い東北日本では、現在、125～175（×百万年前）の年代を示す海洋底が沈み込んでいる。

③**誤文**。大西洋の中央海嶺を挟んで、同じ年代を示す海洋底が**ほぼ東西方向に**対称に分布している。このことから、大西洋の海洋底の拡大方向はおおむね**東西**であるといえる。

④**正文**。南緯 30° 付近において、中央海嶺付近に分布する 0～25（×百万年前）の期間の年代を示す海洋底の幅を、海洋底が拡大する方向（おおむね東西）で比較すると、太平洋のほうが大西洋よりも幅が広い。このことから、太平洋のほうが大西洋よりも中央海嶺での海洋底の拡大速度が速いことがわかる。

問 4 9 正解は③

マグニチュード (M) の大きさが 2 大きくなると、エネルギーは 1000 倍になる。よって、M9 の東北地方太平洋沖地震のエネルギーは、M7 の兵庫県南部地震のエネルギーの 1000 倍となる。地震のエネルギーは震源断層の面積と断層のずれの量の積に比例することから、東北地方太平洋沖地震の震源断層のずれの量を x [m] とすると、次の式が成り立つ。

$$\frac{450 \times 150 \times x}{50 \times 15 \times 2} = 1000$$

これを解くと、 $x \approx 22$ [m] となる。

C 標準 《岩石と鉱物》

問 5 10 正解は②

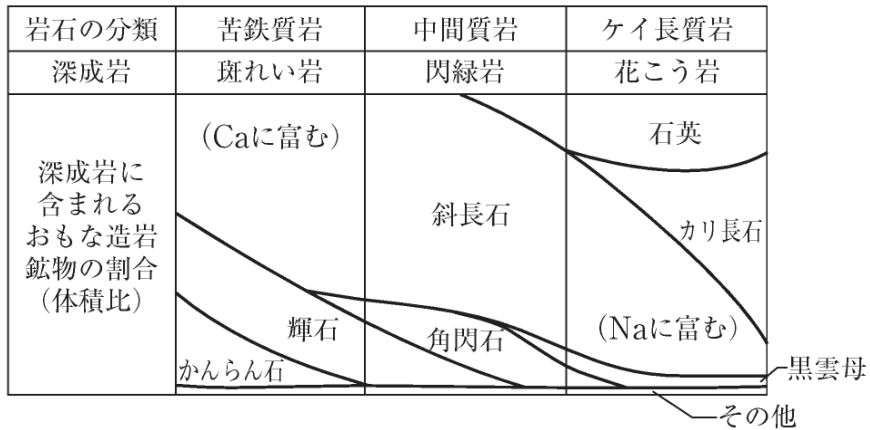
各鉱物の密度と岩石に含まれる各鉱物の割合から、それぞれの岩石の密度を求めると

$$\text{深成岩 A} \quad 3.4 \times 0.3 + 3.3 \times 0.3 + 2.7 \times 0.4 = 3.09 \approx 3.1 \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

$$\text{深成岩 B} \quad 3.3 \times 0.2 + 3.1 \times 0.2 + 2.7 \times 0.6 = 2.9 \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

よって、この岩石は**深成岩 A**である。

次図のように、深成岩は含まれるおもな鉱物の種類と割合によって分類することができる。深成岩 A は、主要な鉱物として**かんらん石**が含まれることから、**苦鉄質岩**である**斑れい岩**と判断できる。なお、深成岩 B は、かんらん石を含まず、角閃石が含まれることから、中間質岩である閃緑岩と判断できる。

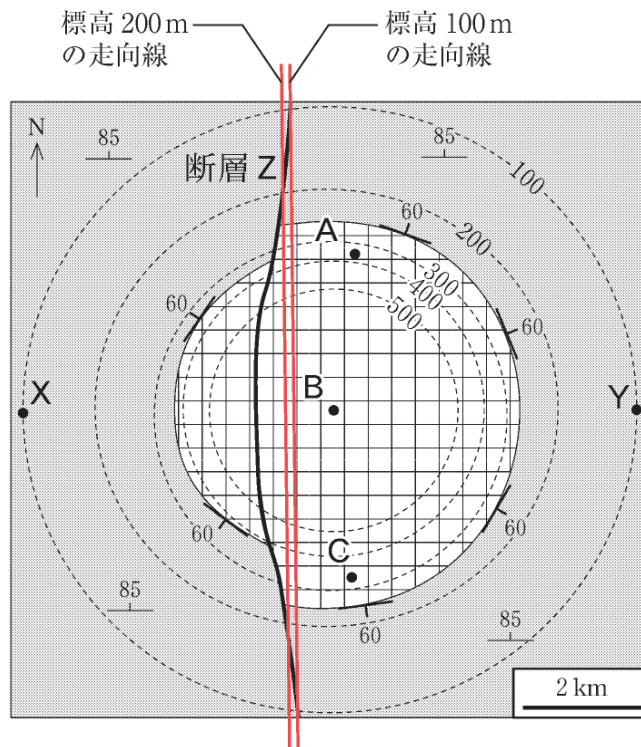


第3問 — 地質, 岩石, 地史

A 標準 《地層と岩石》

問1 11 正解は①

まず, 断層Zの傾斜の向きを求める。図1において, 断層と同高度の等高線が交わっている2点を結ぶとその高度の走向線が引ける。下図のように, 200mの等高線と断層が交わる2点を結んだ標高200mの走向線と, 100mの等高線と断層が交わる2点を結んだ標高100mの走向線を引くと, より低い標高100mの走向線が東側にあることがわかる。したがって, 断層Zの傾斜の向きは東であることから, 選択肢の①か③が該当する。



深成岩体と堆積岩との境界は, 地表では等高線とほぼ平行に円形に現れており, そ

の傾斜は円の外側に向かって放射状となっている。このことから、深成岩体は円錐の一部のような形状であると考えられる。高度 300m 付近に着目すると、断層の東側には深成岩体が現れており、その南北幅が広い。一方、断層の西側には深成岩体を囲む堆積岩が現れており、深成岩体の南北幅が狭い。このことは、断層の東側で、もともと下方に存在していた南北幅の広い部分が上昇したことを意味する。したがって、断層の傾きが東で、断層に沿って東側（Y側）が上昇している①が正解である。

問2 12 正解は④

- ①正しい。級化構造は、様々な粒径の堆積物が混ざり合って運搬され堆積することで形成され、堆積物の粒径が大きい方が下位、粒径が小さい方が上位である。シルト岩は泥岩の一種であり、堆積物の粒径は砂よりも小さい。
- ②正しい。荷重痕は、上に乗った地層の重みで層理面がめり込むように変形し、不規則な形になったもので、下位側が大きな凹みを持つ形状となる。
- ③正しい。生痕（巣穴）化石は、貝類などの巣穴の痕に砂が入り込んでできたもので、巣穴の入り口がある方が上位である。
- ④誤り。斜交葉理（クロスラミナ）は、水流の向きや強さが変化する環境で砂などが堆積する際にできる、層理面と斜交する細かな縞模様（葉理）のことであり、葉理を切っている方が上位、切られている方が下位である。この図は、葉理を切っている方が下位となっているため、上下が逆である。

問3 13 正解は②

深成岩体は粗粒の結晶からなる等粒状組織を示すため、aとdは不適。地下で地層中にマグマが貫入すると、マグマの周縁部から中心部に向かって冷却が進行して固結する。地点Aと地点Cは深成岩体の周縁部にあたり、地点Bは中央部にあたる。一般的に、マグマが高温であるほど有色鉱物の晶出が多く、先に固結した岩石ほど有色鉱物を含む割合が高いため黒っぽい色となる。このため、マグマが高温のときに固結した周縁部の方が、後に固結した中心部よりも有色鉱物の割合が高く、黒っぽい岩石となる。問題の図のうち、aとdは、粗粒の結晶の周りを石基が埋めており、火山岩の組織である斑状組織を示している。bとcに含まれる鉱物のうち、角閃石と黒雲母が有色鉱物であり、cよりもbの方が有色鉱物の割合が高いことから、bが黒っぽい色を示す岩石、cが白っぽい色を示す岩石にあたる。したがって、bが周縁部の地点A・Cに該当し、cが中心部の地点Bに該当する。

問4 14 正解は③

マグマの冷却に伴う結晶分化作用により、マグマに含まれるMgやFeの割合がし

だいに低下する。有色鉱物は Mg や Fe を含むため、マグマの冷却が進むと有色鉱物の晶出が少なくなり、SiO₂の割合が高い白っぽい岩石となる。問3より、**周縁部から中心部**に向かって結晶分化作用が進んだことがわかるから、黒っぽい岩石である周縁部（地点A・C）の方が、白っぽい岩石である中心部（地点B）よりも岩石中の **MgO** 成分の量が多く、SiO₂成分は少ない。

B **標準** 《地質と気象》

問5 **15** 正解は**④**

ウェゲナーは、各大陸が元は一つの大きな超大陸パンゲアを形成していたという大陸移動説を発表した。ウェゲナーが根拠としたのは、**①**古生代の氷河の痕跡の分布、**②**古生代の陸生動植物（裸子植物や爬虫類）の化石の分布、**③**大西洋をはさむ大陸の海岸線の形、古い造山帯の地質構造や岩石の分布などである。超大陸パンゲアは、古生代石炭紀中ごろまでに形成され、中生代三畳紀・ジュラ紀ごろになると大きく分裂を始めた。**被子植物の多様化が進むのは、超大陸パンゲアが分裂した後**であるため、**④**は不適。

問6 **16** 正解は**③**

- ①**不適。アノマロカリスは古生代カンブリア紀の生物で、バージェス動物群の一種である。
- ②**不適。フズリナは古生代石炭紀～ペルム紀に繁栄した生物である。
- ③**適当。アンモナイトは**中生代**に繁栄した生物である。
- ④**不適。カヘイ石（ヌムリテス）は新生代古第三紀に繁栄した生物である。

問7 **17** 正解は**①**

中緯度の上空では偏西風が蛇行している。チベット高原や北アメリカのロッキー山脈など標高4000mを超えるような高峰をもつ大規模な高原・山脈の存在は、上空の偏西風の進路に影響を与えて偏西風の蛇行を**強める**。

夏季は、日射によって東南アジア・南アジア陸域が加熱されることで、大陸の地表付近に大規模な**低気圧**が形成され、そこにインド洋や南シナ海から暖かく湿った季節風（モンスーン）が吹き込む。また、冬季は、日射が弱まるシベリア大陸上に強い寒気を伴うシベリア高気圧が発達し、大陸から低温で乾燥した季節風が吹き出す。

第4問 — 大気・海洋

A 標準 《高層天気図，地衡風》

問1 18 正解は③

図1より北緯40°線に沿った500hPa等圧面の高さを読み取ると，地点Aと地点Bは約5500m，地点Aと地点Bの間では5520mよりも高くなっている。地点Bから地点Cに向かってしだいに低くなり，地点Cは5400mよりも低い。地点Dは約5430mで，地点Cよりも高くなっている。この高度変化を表している選択肢は③である。

問2 19 正解は⑧

地衡風は，気圧傾度力とコリオリの力（転向力）の二つの力が釣り合うように吹く。地点A～Dは緯度が等しいことからコリオリの力は等しい。そのため，風速は気圧傾度力に比例し，気圧傾度力は等高線の間隔が狭いほど大きいことから，4地点のうち，等高線の間隔が最も狭い地点Dの風速が最も速い。

地衡風は，等圧面の等高線と平行に吹く。地点Dでは，等高線に直交するようにおおむね西向きに気圧傾度力がはたらき，それと反対向きの東向きにコリオリの力がはたらく。北半球の地衡風は，コリオリの力を右手側に見て吹くため，地点Dでは，南寄りの風（南北風成分で南風）が吹く。

B やや易 《雲と雨》

問3 20 正解は②

飽和していない空気塊が断熱的に上昇するとき，空気塊の温度は乾燥断熱減率にしたがって低下する。乾燥断熱減率は，約1.0°C/100mである。空気塊が露点に達して飽和すると水蒸気が凝結し始める。飽和している空気塊の温度低下の割合は湿潤断熱減率といい，凝結熱（潜熱）が放出されるため，温度低下の割合は，飽和していないときと比べて小さく，約0.5°C/100mである。

C 標準 《大気と海洋の循環》

問4 21 正解は③

ハドレー循環は低緯度で見られる大気の循環で，赤道付近の上昇気流域である熱帯収束帯で上昇した大気が上空で南北に分かれ，緯度20～30°付近で下降して亜熱帯高圧帯を形成する。亜熱帯高圧帯から熱帯収束帯に向かって貿易風が吹き込み，熱

帯付近で収束してまた上昇する。上昇気流が発達する熱帯では降水量が多く、下降気流が発達する亜熱帯では降水量が少ない。このため、亜熱帯では蒸発量が降水量を上回り、過剰となった水蒸気は貿易風によって**亜熱帯**から**熱帯**に運ばれる。

問5 22 正解は②

海面付近の海水の塩分は、降水量と蒸発量に左右される。降水量が蒸発量を上回る**熱帯と中緯度帯の両方**では塩分が低くなり、蒸発量が降水量を上回る**亜熱帯**では塩分が高くなる。

第5問 — 宇 宙

A 標準 《恒星》

問1 23 正解は②

恒星の光度（明るさ）は、毎秒放射される全エネルギー L によって決まり、 L は、単位表面積から毎秒放射されるエネルギー E と、**恒星の表面積**の積で表される。 E は、**恒星の表面温度 T の4乗に比例する**というシュテファン・ボルツマンの法則

$$E = \sigma T^4 \quad (\sigma \text{ はシュテファン・ボルツマン定数})$$

で表される。さらに、恒星の半径を R とすると、 L は上記の関係から

$$L = E \cdot 4\pi R^2 = 4\pi\sigma \cdot T^4 R^2$$

と表される。これより、恒星Aの光度 L_A と恒星Bの光度 L_B の比は

$$\frac{L_A}{L_B} = \frac{T_A^4 \times R_A^2}{T_B^4 \times R_B^2} = \left(\frac{R_A}{R_B}\right)^2 \left(\frac{T_A}{T_B}\right)^4$$

問2 24 正解は④

恒星までの距離 d と年周視差 p ["] との関係は

$$d[\text{パーセク}] = \frac{1}{p} \quad \text{または} \quad d[\text{光年}] = \frac{3.26}{p}$$

という式で表される。よって、年周視差が約 $0.77''$ の恒星Cまでの距離 d 光年は

$$d = \frac{3.26}{0.77} \doteq 4.2 \text{ 光年}$$

問3 25 正解は④

恒星からの放射を受けて、惑星は**加熱**される。恒星からの放射によるエネルギーを受け取った惑星は、**惑星表面から同量のエネルギーを放射することにより冷却**される。そのため惑星全体では、恒星から受け取る放射エネルギーと惑星表面から放出

する放射エネルギーがつり合っている。このときの惑星表面の温度を放射平衡温度という。地球の場合、放射平衡温度は約 255 K (=約 -18℃) であり、この状態では、表面に液体の水は存在できない。実際の地球表面では、大気中の水蒸気や二酸化炭素などによる温室効果によって、平均気温は放射平衡温度よりも約 33 K 高く保たれており、その結果、地球表面では液体の水が存在することができる。このように、惑星の表面で液体の水が存在できる領域をハビタブルゾーンという。惑星が受け取る恒星の放射エネルギーは、恒星からの距離の 2 乗に反比例する。恒星の光度が大きい場合、距離が近いほど受け取る放射エネルギーが大きく、惑星の表面温度が高温になるため、水が蒸発してしまう。したがって、恒星の光度が大きくなるほど、ハビタブルゾーンは**恒星から遠くなる**。

B 標準 《銀河》

問 4 26 正解は②

- ①不適。星間ガスの主成分は**水素**である。ケイ酸塩鉱物、氷、石墨などの固体微粒子は星間塵という。星間ガスと星間塵を合わせて星間物質という。
- ②**適当**。星間ガスが濃い部分である星間雲のうち密度が特に高い部分では、一酸化炭素、水素、エタノールなどの分子がつくられており、これを**分子雲**という。
- ③不適。原始星が収縮し、中心部の温度が **1000 万 K 以上**になると、中心部で水素の核融合反応が始まり、主系列星へと進化する。
- ④不適。原始星は、自らの重力によって収縮し、しだいに温度が高くなっていく。厚い星間雲によって取り囲まれているため、可視光線では観測できず、**赤外線源**として観測される。

問 5 27 正解は①

- ①**誤文**。セイファート銀河は、全放射エネルギーが通常の銀河よりもはるかに大きい銀河で、明るい恒星状の中心核をもつ**渦巻銀河**である。
- ②**正文**。電波銀河は、通常の楕円銀河の 10 倍以上の大きさをもつ巨大な楕円銀河で、通常の銀河に比べて非常に強い電波を放射している。電波銀河の中心付近からは、クェーサーと同様にジェットが吹き出しているものがある。
- ③**正文**。クェーサーは、通常の銀河の 1000 倍ものエネルギーを放射する、特に活動的な中心核をもつ銀河である。非常に遠方に存在するため、恒星状の小さな点源に見えることから、準恒星状天体とも呼ばれる。
- ④**正文**。活動的な銀河の中心には、**ブラックホール**が見つまっているものが多い。そのエネルギー源は、銀河の中心にある巨大なブラックホールに物質が落ち込む際に解放される重力エネルギーだと考えられている。

問6 28 正解は④

銀河Aと銀河Bに含まれる恒星の総質量は、どちらも 10^{11} （太陽質量）である。銀河Bの星形成率は0.1であることから、恒星が形成され始めた年代は

$$\frac{10^{11}}{0.1} = 10^{12} \text{ 年前}$$

であり、1兆年前ということになる。しかし、この値は宇宙の年齢の約138億年よりもはるかに大きく、矛盾が生じる。上記の計算によって求められた1兆年前という値は、銀河Bの星形成率が時間変化しないと仮定した場合であることから、実際は、銀河Bの星形成率は一定ではないということになる。つまり、銀河Bが形成され始めた年代がもっと小さい値になるためには、分母である星形成率が0.1よりも大きい値であったと考えられる。すなわち、過去には、銀河Bの星形成率は高かったことが予想される。