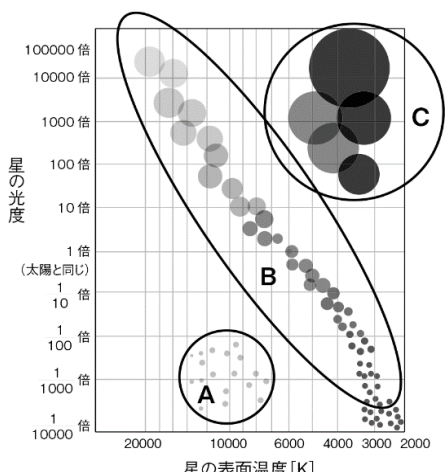


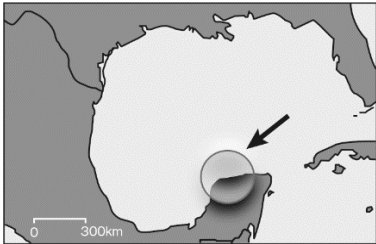
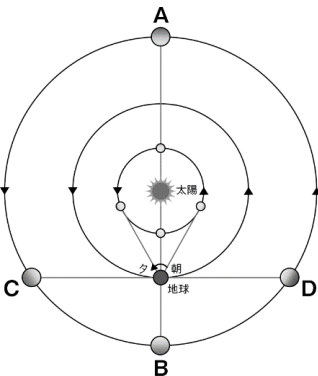
第18回天文学検定2級問題・解答

No.	問題	正答	解説	章
1 ☆	ブラックホールの「事象の地平面」はどのようになっていると考えられるか。 ① 弾力のあるゴムの膜のようにになっている ② 液体の表面のような状態になっている ③ 周囲と特に変わらない ④ 固い地面のようにになっている	③	ブラックホールは、光が脱出できない、すなわち脱出速度が光速を超える重力となる「事象の地平面」の内部をいうが、事象の地平面は空間における境界面であって、物質的な境目ではない。	1
2 ☆	太陽フレアとはどのような現象か。 ① 太陽中心部での核融合反応の暴走 ② 磁力線構造の変化に伴う現象 ③ 太陽表面の水素爆発 ④ 太陽表面への隕石の激突	②	太陽フレアは太陽表面で起きる強大な爆発現象であるが、その原因は内部から伸びる磁力線の構造の変化に伴うものであり、水素爆発が起きているわけではない。	2
3 ☆	エッジワース・カイパーベルトに関する記述として、正しいものはどれか。 ① 海王星よりも遠くに、たくさんの小天体が球殻状に分布している領域である ② 最初のエッジワース・カイパーベルト天体エリスは1950年代に発見された ③ これまでに知られているエッジワース・カイパーベルト天体はすべて、惑星よりも小さい ④ エッジワース・カイパーベルトよりもさらに遠い天体が「太陽系外縁天体」である	③	① 名称の示すとおり、分布は「球殻状」ではなく、「ベルト状」なので誤り。 ② 最初の天体は1992年に発見された、1992 QB ₁ (アルビオン)。エリスは2003年に発見された。エリスの発見により2006年に惑星の定義が定められ、1930年の発見当時は惑星とされていた冥王星は準惑星に分類されたため、結果的に冥王星が最初に発見されたエッジワース・カイパーベルト天体となった。 ④ 「太陽系外縁天体」はエッジワース・カイパーベルト天体を含む。	3
4 ☆	次のHR図中のA、B、Cに属する恒星についての記述として、正しいものはどれか。 	②	Aの恒星は白色矮星と呼ばれ、質量は太陽程度だが、高温で半径が地球程度と非常に小さいため、3つのグループの中では最も密度が高く、暗く見える。Bの恒星は主系列星と呼ばれ、左上に行くほど高温になり明るくなる。Cの恒星は赤色巨星と呼ばれ、低温で単位面積あたりに放射されるエネルギーは少ないが、半径が太陽の数百倍と大きいため、3つのグループでは密度は最も低く、明るく見える。よって、半径の大きさは赤色巨星>主系列星>白色矮星、密度の大きさは白色矮星>主系列星>赤色巨星の順になり、②が正答となる。	4

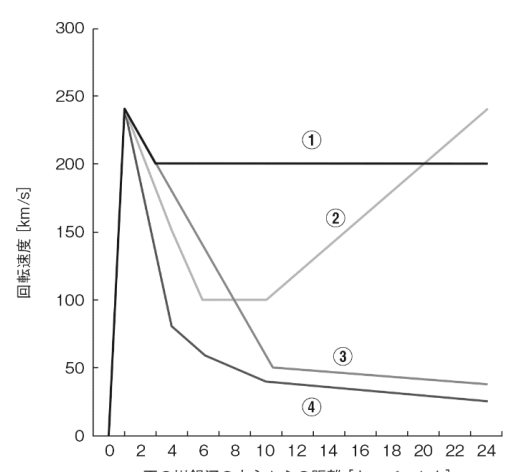
第18回天文宇宙検定2級問題・解答

No.	問題	正答	解説	章
5	星落(アソシエーション)と呼ばれるのはどのような天体か。 ① 数十個の若い星が比較的広い範囲に分布している星の集団 ② 数十～数百個の星が比較的狭い範囲に分布している星の集団 ③ 数万～数十万個の星が球状に分布する星の集団 ④ 数百億～数千億個の星が円盤状に分布する星の集団	①	アソシエーションは、オリオン座やおおかみ座からさそり座などの天の川に沿った領域に見られるOB型星やおうし座T型星などの若い天体の集団である。その広がりや年齢に比例して大きくなることから重力的な結びつきは弱いと考えられており、①が正答となる。なお、②は散開星団、③は球状星団、④は渦巻銀河の星の分布を表している。	5
6	次の散開星団のうち、最も年齢が古いものはどれか。 ① かに座のM 44 ② かに座のM 67 ③ プレアデス星団 ④ ペルセウス座の二重星団hとχ	②	ほとんどの散開星団の年齢は1000万年～1億年程度であり、それ以上になると、ばらけて散開星団の形状をなさなくなってしまう。しかし、例外はあり、かに座のM 67やケフェウス座のNGC 188は非常に古い散開星団として知られる。こうした古い散開星団と球状星団は、星団の形状ではなく恒星に含まれる重元素の存在比に起因するHR図の形状の違いなどで区別されている。	6
7 ☆	M 87を中心として銀河がたくさん集まっている領域を何というか。 ① おとめ座銀河団 ② かみのけ座銀河団 ③ M 81銀河群 ④ 局部銀河群	①	数百個以上の銀河が1000万年光年ほどの領域に集中している場合を銀河団という。ちなみに銀河群は、数十個程度の銀河が、100万年光年ほどの領域に集まっているものである。M 87はおとめ座方向に位置し、その周囲には1000個以上の銀河が存在している。この銀河の集団をおとめ座銀河団という。よって正答は①である。おとめ座銀河団は約6000万年光年離れたところにある代表的な銀河団であり、天の川銀河が属する局部銀河群も、おとめ座銀河団に隣接している。	7
8 ☆	初めて日本人の手によって編纂された暦はどれか。 ① 貞享暦 ② 宝暦暦 ③ 寛政暦 ④ 天保暦	①	中国暦である宣明暦 <small>せんみょうれき</small> が800年以上使われていたが、安井さんてつ <small>やすいさんてつ</small> 、しづかわはるみ <small>しづかわはるみ</small> が元朝の授時暦 <small>じゆじれき</small> を参考に、天体観測によって改良を加えた貞享暦 <small>じようきやうれき</small> (大和暦 <small>やまとれき</small>)を編纂した。	8
9 ☆	宇宙線についての記述のうち、間違っているものはどれか。 ① 超新星残骸や銀河中心を起源とする高エネルギーの粒子線である ② 宇宙線の主成分は陽子だが、アルファ粒子や鉄の原子核なども含まれる ③ 宇宙線は地上にも届き、年間2.4ミリシーベルトの被曝を引き起こす ④ 宇宙ステーションでの被曝線量は地上の10倍ほどにもなる ※選択肢に誤植がありました。お詫びして訂正いたします。	④	宇宙ステーションでの宇宙線の被曝線量は1日当たり1ミリシーベルト程度であり、地上の100～200倍くらいになる。これは地上の半年分を1日に浴びることに相当する。人への健康影響が確認されている被曝線量は、100ミリシーベルト以上であると考えられている。長期滞在の宇宙飛行士はそれを超えるが、短い時間に被曝するのは違っていて、宇宙ステーションのように低い線量を長期間、被曝する場合は影響のリスクが低い傾向がある。宇宙飛行士は、被曝線量を厳密に管理して、年齢も加味して影響を評価している。	9

第18回天文学検定2級問題・解答

No.	問題	正答	解説	章
10	<p>図中の矢印で示された円はチクシュルーブ・クレーター的位置を表している。このクレーターが形成された時期と場所の組み合わせで正しいものはどれか。</p>  <p>① 中生代三畳紀末、フロリダ半島 ② 中生代三畳紀末、ユカタン半島 ③ 中生代白亜紀末、フロリダ半島 ④ 中生代白亜紀末、ユカタン半島</p>	④	<p>メキシコのユカタン半島には、中生代白亜紀末に地球に衝突し、地球規模の大災害を引き起こして、恐竜や多くの種の大絶滅をもたらしたらしい天体落下の衝突痕があり、チクシュルーブ・クレーターと命名されている。長年にわたる堆積作用のために地形的にはクレーター形状は埋没している。しかし、衝突で削られた地殻物質と堆積した物質の密度が違うため、埋没したクレーターでは重力の強さが少し違っていて、その重力異常の分布パターンが綺麗な円形になっている。</p>	10
11 ☆	<p>ビッグバン以前に宇宙が急激に膨張した様子を、経済用語を転用して何というか。</p> <p>① デフレーション ② スタグフレーション ③ インフレーション ④ バブル</p>	③	<p>宇宙の誕生時に、急激に宇宙が広がったとしないと現在の宇宙を説明できない。その広がりかたのイメージを、研究者のアラン・グースが経済学用語のインフレーションを使って表現したもの。</p>	1
12	<p>太陽定数は1 m²あたり1.4 kWである。太陽全体から放出されるエネルギー量はどれくらいか。地球と太陽の距離は1億5000万kmとしてよい。</p> <p>① 3.9×10^3 kW ② 3.9×10^{13} kW ③ 3.9×10^{23} kW ④ 3.9×10^{33} kW</p>	③	<p>太陽は地球を照らし、エネルギーを届けてくれる。このエネルギーは地球に降り注ぐだけではなく、太陽から地球までと同じ距離にある場所では、どこでも同じ量のエネルギーが届いている。つまり、太陽を中心として半径が1億5000万kmの球の表面では、どこでも1 m²あたり1.4 kWのエネルギーが入射している。このエネルギーを合計した量が、太陽全体から放出されているエネルギーの量である。</p> $1.4 \text{ kW} \times 4\pi r^2 = 1.4 \text{ kW} \times 4\pi (1.5 \times 10^8 \times 10^3 \text{ m})^2 = 3.9 \times 10^{23} \text{ kW}$	2
13 ☆	<p>次の図のように、地球と惑星がA～Dの位置関係にあるとき、それらの名称の組み合わせとして正しいものを選び。</p>  <p>① A: 衝 B: 合 C: 西矩 D: 東矩 ② A: 衝 B: 合 C: 東矩 D: 西矩 ③ A: 合 B: 衝 C: 西矩 D: 東矩 ④ A: 合 B: 衝 C: 東矩 D: 西矩</p>	④	<p>地球から見て太陽と惑星が同じ方向に重なるのが合(内惑星は内合と外合がある)、太陽と惑星が真反対(なす角が180度)の位置になるのが衝(内惑星に衝はない)である。矩は外惑星と太陽のなす角が90度になる場合で、外惑星が太陽の東側90度(太陽を正面にして左手側で日没の頃に南中)のときに「東矩」、西側90度(太陽を正面にして右手側で日の出の頃に南中)のときに「西矩」である。</p>	3

第18回天文学検定2級問題・解答

No.	問題	正答	解説	章
14 ☆	変光星が明るさを変える理由として間違っているものはどれか。 ① 星の表面に物質が落ち込んで爆発現象が起こる ② 星が収縮したり膨張したりを繰り返す ③ 星が地球に接近したり遠ざかったりする ④ 互いに回る2つの星が隠し合いをする	③	変光星には、近くから物質が落ち込んで爆発現象を起こすもの、星全体が収縮したり膨張したりする脈動変光星、2つの星が互いに回り合い、隠し合う食変光星がある。また、これらの組み合わせの変光星も存在する。食変光星はある意味、星が遠ざかったり近づいたりしてはいるが、そのこと自体で明るさの変化が見られるわけではない。接近したり遠ざかったりして明るさが変化する星に火星や金星などがあるが、これらは惑星であり、変光星とはいわない。	4
15	次のうち、パルサーに関係ない事柄はどれか。 ① 中性子星の自転軸に対して磁軸が大きく傾いている ② 中性子星が脈動している ③ 中性子星が高速で自転している ④ 正確な周期での電波放射が観測される	②	パルサーは高速で自転する中性子星において、自転軸に対して大きく傾いた磁軸の磁極の方向にある電磁波の放射領域が地球の方向に向いたときに、強いパルス状の電波源として観測される。これは回転する灯台のビームが自分の方向に向いたときに明るくなるのと同じ現象である。脈動(pulsation)によって変光する脈動変光星は、恒星の半径が周期的に変化し、これに伴って星全体の光度が変化するため、パルサーの明滅とはしくみが違う。	5
16 ☆	図は、天の川銀河の回転速度を、天の川銀河の中心からの距離に対して模式的に表したものである。実際の観測に最も近いものはどれか。 	①	天の川銀河は、みかけは、中心に天体が集積しているので、太陽系と同じように中心から離れるほど回転速度が遅くなるはずである。しかし、実際には回転速度は、中心部を除けば中心付近から20キロパーセクくらいまでほぼ一定である。これは、目に見えない物質(ダークマター)が銀河全体を包み込むように分布しているためと考えられる。	6
17 ☆	銀河形態の音叉型分類を考えたのは誰か。 ① ヒッパルコス ② ヨハネス・ケプラー ③ エドウィン・パウエル・ハッブル ④ アルベルト・アインシュタイン	③	銀河形態の音叉型分類は1926年にエドウィン・パウエル・ハッブルによって提唱された。楕円銀河、レンズ状銀河、渦巻銀河、棒渦巻銀河、どれにも当てはまらない不規則銀河に大別される。なお、ハッブルは楕円銀河が進化し、レンズ状銀河を経て渦巻銀河と棒渦巻銀河に分化すると考えたが、現在はそうでないことがわかっている。	7
18 ☆	次のうち、万有引力について記されたアイザック・ニュートンの著作はどれか。 ① 『プリンキピア』 ② 『アルマゲスト』 ③ 『星界の報告』 ④ 『天球回転論』	①	『アルマゲスト』はプトレマイオス、『星界の報告』はガリレオ・ガリレイ、『天球回転論』はニコラス・コペルニクスの著作である。	8

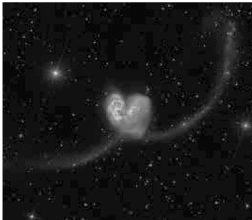
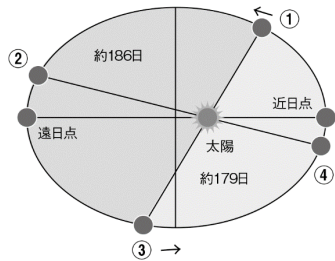
第18回天文学検定2級問題・解答

No.	問題	正答	解説	章
19 ☆	<p>次の文の【ア】、【イ】、【ウ】に当てはまる語の組み合わせとして正しいものはどれか。</p> <p>「現在、日本も参加して月へ再度人類を送り込む【ア】計画が進められており、第1段階として【イ】に宇宙船【ウ】を送り、ゲートウェイを構築して月の南極を探索することが検討されている。」</p> <p>① ア:オリオン イ:月面 ウ:アルテミス ② ア:アルテミス イ:月周回軌道 ウ:オリオン ③ ア:アルテミス イ:月面 ウ:オリオン ④ ア:オリオン イ:月周回軌道 ウ:アルテミス</p>	②	「オリオン」はアルテミス計画で使われる宇宙船の名前である。現在は、水があると言われ、また、太陽エネルギーの利用が容易な南極が月面探査の目標地となっている。ゲートウェイが構築されるのは月面ではなく、月周回軌道である。よって②が正しい。	9
20 ☆	<p>系外惑星を見つけるための手法でないものはどれか。</p> <p>① ドップラー法 ② トランジット法 ③ 直接撮像法 ④ サンプルリターン法</p>	④	ドップラー法は、惑星の重力によって親星がふらつくその動きを観測する手法。トランジット法は、惑星が親星の前を通過するときにわずかに暗くなる食減光を観測する手法。直接撮像法は、名前の通り、惑星をそのまま撮影する方法だが、この方法でとらえられた惑星はまだわずかである。サンプルリターン法は、他の天体からサンプルを持ち帰ってその天体を調べる方法で、系外惑星を見つける方法ではない。	10
21 ☆	<p>電荷をもち自転しているブラックホールを何というか。</p> <p>① シュバルツシルト・ブラックホール ② カー・ブラックホール ③ ライスナー＝ノルドシュトルム・ブラックホール ④ カー＝ニューマン・ブラックホール</p>	④	ブラックホールがもちうる物理量は、質量・電荷・角運動量の3つであり、それらの組み合わせで4種類のブラックホールのモデルが存在する。シュバルツシルト・ブラックホールは、自転しておらず電荷をもたない。カー・ブラックホールは、自転しており電荷をもたない。その特異点はリング状になっている。ライスナー＝ノルドシュトルム・ブラックホールは、自転していないが電荷をもつ。カー＝ニューマン・ブラックホールは電荷をもち、自転している。	1
22 ☆	<p>図は太陽の内部構造の模式図だが、Aの部分は何と呼ぶか。</p> <p>① 伝導層 ② 対流層 ③ 拡散層 ④ 放射層</p> 	④	太陽の中心核で核反応によって発生した熱と光は、太陽の内部のガス中をじわじわと拡散しながら外へ伝わる。この拡散領域を放射層と呼ぶ。太陽の外層に近い領域では、太陽外部との温度差が大きいので、外層領域のガスは対流状態となっており、その領域を対流層と呼ぶ。なお、太陽内部に伝導層や拡散層と呼ばれる領域はない。	2
23	<p>水星が太陽に最も近いとき(近日点)と、太陽から最も離れたとき(遠日点)では、太陽から水星までの距離に何kmの差があるか。水星の軌道離心率を0.2、軌道長半径を0.4 auとする。</p> <p>① 600万km ② 1200万km ③ 1800万km ④ 2400万km</p>	④	軌道離心率を e 、軌道長半径を a とすると、近日点距離は $a(1+e)$ 、遠日点距離は $a(1-e)$ と表すことができる。そのため、その差は $\{a(1+e) - a(1-e)\} = a + ae - a + ae = 2ae = 0.16 \text{ [au]}$ 1 au は $1.5 \times 10^8 \text{ km}$ であるため、2400万kmとなり、④が正答となる。	3

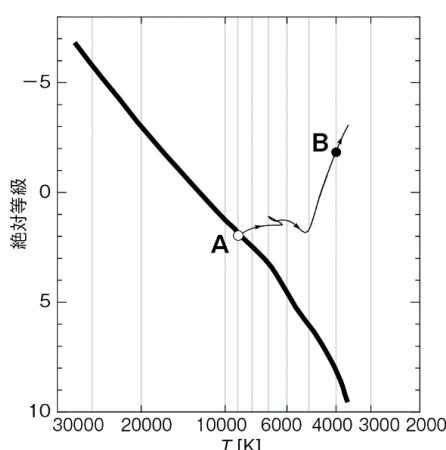
第18回天文学検定2級問題・解答

No.	問題	正答	解説	章
24	原子番号1の水素(H)から原子番号112のコペルニシウム(Cn)までの112種類の元素が示された元素周期表がある。この中で、天文学における重元素に分類される元素の種類は、この表に記載されている元素の種類の数約何%を占めているか。 ① 約20% ② 約50% ③ 約88% ④ 約98%	④	化学などにおいて重元素は周期表の下部にある原子量の大きな元素(主に金属元素)を指すことが多い。しかし天文学では、元素の成因によって重元素を決めている。すなわち、宇宙の初期に形成された元素(水素とヘリウム)以外の元素を重元素(金属、metal)と呼ぶ(実際には宇宙初期にはリチウムなども少しできているが)。したがって、天文学において、112種類の元素が示された周期表での重元素の割合は、 $(112-2)/112=0.982$ すなわち約98%ということになる。	4
25 ☆	惑星状星雲の中心部はどうなっているか。 ① 赤色巨星がある ② 中性子星がある ③ 白色矮星がある ④ 星はなく、希薄な星間ガスのみがある	③	惑星状星雲の中心には白色矮星が残されている。そもそも赤色巨星のうち、太陽の8倍より質量が小さい恒星が赤色巨星となり、その外層が宇宙空間に静かに放出されたものが惑星状星雲で、赤色巨星の中心部は白色矮星となって残される。そのため、赤色巨星はすでになくなっている。中性子星が中心部に見られるのは超新星残骸(非常に元の質量が大きく、ブラックホールを形成したものを除く)である。	5
26 ☆	星間ガスの温度の高い順として、正しいものはどれか。 ① 惑星状星雲>超新星残骸>暗黒星雲>HI雲 ② 超新星残骸>惑星状星雲>HI雲>暗黒星雲 ③ HI雲>惑星状星雲>暗黒星雲>超新星残骸 ④ 暗黒星雲>超新星残骸>HI雲>惑星状星雲	②	星間ガスの温度は、暗黒星雲が10~30 K、冷たいHI雲が100 K、暖かいHI雲が5000~1万K、惑星状星雲が1万K以上、超新星残骸が100万K以上である。残骸といえども超新星残骸は非常に高温で、X線も観測されるほどである。	6
27 ☆	ハッブルールメートルの法則のハッブル定数Hの値が100万パーセクあたり70 km/sであったとする。ある銀河の後退速度を測定したら7000 km/sであった。ハッブルールメートルの法則を用いると、この銀河までの距離はどれくらいになるか。 ① 4900億パーセク ② 1億パーセク ③ 49万パーセク ④ 100パーセク	②	ハッブルールメートルの法則は、後退速度を v 、ハッブル定数を H 、距離を r とすると $v=Hr$ と表せる。 $H=70$ km/s/100万パーセクであるから、 $v=7000$ km/sの銀河の距離 r は、 $r=v/H=7000 \text{ km/s} \cdot \frac{100 \text{ 万パーセク}}{70 \text{ km/s}}$ $=100 \times 100 \text{ 万パーセク}$ $=1 \text{ 億パーセク}$ となり、②が正答となる。	7
28 ☆	ユルバン・ルヴェリエの予想に基づき、ドイツの天文学者ヨハン・ゴットフリート・ガレによって1846年に発見された天体は何か。 ① 海王星 ② 冥王星 ③ ケレス ④ ハレー彗星	①	この発見以前にも、海王星はガリレオ・ガリレイやジェローム・ラランドも観測していたが、当時は恒星だと考えられた。また、イギリスではジョン・クーチ・アダムスの予測に基づき、ジェームズ・チャリスが海王星を探索したが、2度も観測していながら見逃している。現在では、アダムスとルヴェリエとガレの3人が発見者とされている。	8
29 ☆	次の文の【ア】、【イ】に当てはまる語の組み合わせとして正しいものはどれか。 「一般的に【ア】の方が【イ】より推力を大きくしやすいが、比推力は小さい。」 ① ア:液体ロケット イ:固体ロケット ② ア:固体ロケット イ:液体ロケット ③ ア:イオンロケット イ:固体ロケット ④ ア:イオンロケット イ:液体ロケット	②	固体ロケットは構造がシンプルで大変大きな推力のロケットを作るのに向いているが、同じ重量の推進薬で発生することができる推進力の大きさと長さに相当する比推力は小さい。イオンエンジンは比推力は大変大きい液体ロケットや固体ロケットのような化学ロケットに比べると推力は大変小さい。	9

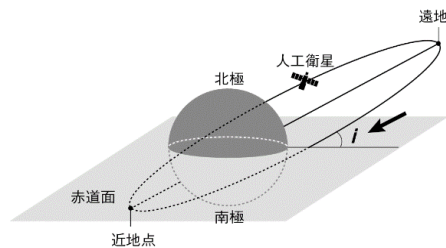
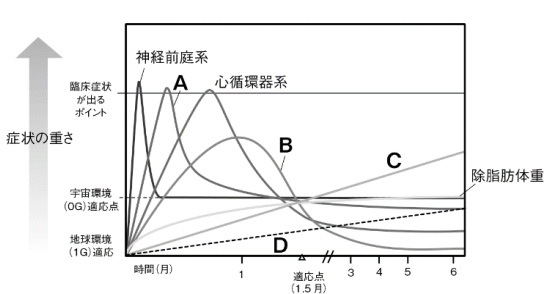
第18回天文学検定2級問題・解答

No.	問題	正答	解説	章
30	<p>真核生物の組み合わせで正しいものはどれか。</p> <p>① 植物、メタン生成菌 ② 動物、シアノバクテリア ③ 植物、菌類 ④ 動物、紅色細菌</p>	③	<p>生物界は、真正細菌、古細菌、真核生物の3つのドメインに分けられる。選択肢に含まれるものの中で、シアノバクテリア、紅色細菌は真正細菌、メタン生成菌は古細菌、動物、植物、菌類は真核生物である。よって真核生物の組み合わせは③である。</p>	10
31 ☆	<p>写真の天体は何か。</p>  <p>©NASA</p> <p>① わし座の特異星 SS 433 ② アンテナ銀河 NGC 4038-4039 ③ 巨大楕円銀河 M 87 ④ クェーサー 3C353</p>	②	<p>アンテナ銀河は、2つの渦巻銀河 NGC 4038とNGC 4039が衝突しており、互いに潮汐力を及ぼし合うことで2本の長い腕状の構造がのび、これがアンテナのように見えている銀河である。なお、ほとんどの銀河がその寿命の間に一度は他の銀河との衝突を起こすと考えられており、天の川銀河も将来アンドロメダ銀河と衝突すると考えられる。</p>	1
32 ☆	<p>太陽の彩層を観察するのに最も一般的なフィルターは、何を透過するものか。</p> <p>① 21 cm線 ② Hα線 ③ Ca K線 ④ X線</p>	②	<p>太陽の彩層は、光球の外側、コロナの内側に位置する薄いガスの層で、観測にはHα線を透過するフィルターがよく用いられている。太陽の紅炎(プロミネンス)の観測にはCa K線フィルターが用いられることが多い。21 cm線はイオン化されていない単独の水素(中性水素)から放出される電波で、天の川銀河内の中性水素の分布から、天の川銀河が渦巻構造になっていることがわかった。X線は太陽の場合、フレアやコロナから強く放出される。</p>	2
33	<p>図は地球の公転を表したものである。夏至の位置の地球はどこか。</p> 	②	<p>地球は太陽の周りを楕円軌道で公転している。太陽に近づく近日点における時季は、日本では冬季になり、図の④が冬至にあたる。よって①が春分、②が夏至、③が秋分となる。</p>	3
34	<p>2つの異なる波長域のフィルターを通して星の明るさ(等級)を測光したとき、短波長域での等級から長波長域での等級を引いたものを何というか。</p> <p>① 実視等級 ② 絶対等級 ③ 色温度 ④ 色指数</p>	④	<p>星の明るさを測る測光観測を行う場合には、一般にある特定の波長域の光を透過する色フィルターを用いる。色フィルターには、紫外線を透過するUバンドフィルター、青色光を透過するBバンドフィルター、緑色から黄色の波長域を透過するVバンドフィルターなどがある。それらで測光した等級の差として、U-B色指数、B-V色指数などが使われる。いずれの色指数も表面温度が高いほど値は小さくなる。</p>	4

第18回天文学検定2級問題・解答

No.	問題	正答	解説	章
35 ☆	<p>図は、太陽の2倍の質量をもつ恒星の、主系列星から赤色巨星に進化する道筋をHR図上に描いたものである。Bの位置に進化したときの半径は、Aの位置にいたときのおよそ何倍になっているか。</p> <p>① 10倍 ② 25倍 ③ 50倍 ④ 100倍</p>  <p>※問題の図は公式テキストからの引用ですが、選択肢の値が不適切であり、②30倍、③60倍とすべきでした。そのため、当該問題については選択肢②と③を正答といたします。</p>	② ③	<p>AとBの位置での光度と半径、表面温度をそれぞれL_A、R_A、T_A、L_B、R_B、T_Bとすると、ステファン・ボルツマンの法則から、 $L_A = 4\pi\sigma R_A^2 T_A^4, L_B = 4\pi\sigma R_B^2 T_B^4$ が成り立つので、 $L_B/L_A = (R_B/R_A)^2 \cdot (T_B/T_A)^4$ と表せる。ここでσはステファン・ボルツマン定数である。これから、 $R_B/R_A = \sqrt{L_B/L_A} \cdot (T_A/T_B)^2$ となる。図から、Aの絶対等級はおよそ2等級、Bの絶対等級は-2等級で、およそ4等級の等級差となる。5等級で明るさは100倍違うので、4等級ではそのおよそ2.5分の1となり、およそ40倍違うことになる。したがって、$L_B/L_A = 40$となる。 また、$T_A = 9000$ K、$T_B = 4000$ Kなので、 $R_B/R_A = \sqrt{40} \times (9000/4000)^2$ $= 2\sqrt{10} \times 9^2/4^2 \sim 2 \times 3 \times 81/16 \sim 30$ となり、最も近い値である②が正答となる。</p> <p>※解説に間違いがありました。 お詫びして訂正いたします。</p> <p>誤：また、$T_A = 8000$ K、$T_B = 4000$ Kなので、 $R_B/R_A = \sqrt{40} \times (8000/4000)^2$ $= 2\sqrt{10} \times 2^2 \sim 2 \times 3 \times 4 = 24$</p> <p>正：また、$T_A = 9000$ K、$T_B = 4000$ Kなので、 $R_B/R_A = \sqrt{40} \times (9000/4000)^2$ $= 2\sqrt{10} \times 9^2/4^2 \sim 2 \times 3 \times 81/16 \sim 30$</p>	5
36 ☆	<p>誕生直後の宇宙は高温のプラズマ状態で光は透過できなかったが、宇宙の膨張とともに冷えていき、やがて光が透過できるようになった。そのことを何と呼ぶか。</p> <p>① 宇宙の再電離 ② 宇宙の脱電離 ③ 宇宙の暗黒時代 ④ 宇宙の晴れ上がり</p>	④	<p>高温でプラズマ状態だった宇宙が、宇宙全体の断熱膨張で冷えていき、プラズマが中性化して、光が宇宙空間を透過できるようになった時期を、宇宙の晴れ上がりと呼ぶ。よって正答は④となる。 なお、この時期の宇宙にみちた物質の温度は約3000 Kであった。その後、物質と光は別々に振る舞うようになって、光は宇宙膨張とともに波長が伸びて、現在の宇宙では約3 Kの黒体放射スペクトルのようにみえている(3 K宇宙背景放射と呼んでいる)。 一方、物質(ガス)は断熱膨張を続けて、原理的には、現在の宇宙のガスの温度は3 Kよりはるかに低くなるはずだった(そういうガスも存在している可能性はある)。ただし、実際には宇宙の再電離と呼ばれる現象が起きて、銀河間ガスの温度は非常に高温となっている。</p>	6

第18回天文学検定2級問題・解答

No.	問題	正答	解説	章
37 ☆	<p>図は人工衛星の軌道図である。矢印で示された図中の角度<i>i</i>を何と呼ぶか。</p>  <p>① 軌道上昇角 ② 軌道離昇角 ③ 軌道昇行角 ④ 軌道傾斜角</p>	④	人工衛星に限らないが、天体の軌道が何かの基準面に対して傾いているとき、基準面と軌道面のなす角度を一般に軌道傾斜角 (orbital inclination angle) あるいはたんに傾斜角 (inclination angle) と呼び、頭文字の <i>i</i> で表すことが多い。なお、①、②、③の用語はない。人工衛星の場合は地球の赤道面が基準面になっており、赤道面に対する軌道面の傾きが軌道傾斜角となる。	7
38	<p>次の組み合わせのうち、発見・検出の順が正しいものはどれか。</p> <p>① 天王星の発見—小惑星ケレスの発見—年周視差の検出—海王星の発見 ② 小惑星ケレスの発見—年周視差の検出—天王星の発見—海王星の発見 ③ 年周視差の検出—天王星の発見—海王星の発見—小惑星ケレスの発見 ④ 小惑星ケレスの発見—天王星の発見—海王星の発見—年周視差の検出</p>	①	天王星の発見(ウィリアム・ハーシェル)1781年、小惑星ケレスの発見(ジュゼッペ・ピアッツィ)1801年、年周視差の検出(フリードリヒ・ヴィルヘルム・ベッセル)1838年、海王星の発見(ユルバン・ルヴェリエ、ヨハン・ゴットフリート・ガレ、ジョン・クーチ・アダムス)1846年、である。	8
39 ☆	<p>次の図は宇宙環境の人体への経年影響を表したものである。図中のA、B、C、Dの線は何を表しているか。正しい組み合わせを選べ。</p>  <p>① A: 体液シフト B: 骨・カルシウム代謝 C: 放射線影響 D: 赤血球量 ② A: 体液シフト B: 骨・カルシウム代謝 C: 赤血球量 D: 放射線影響 ③ A: 赤血球量 B: 放射線影響 C: 体液シフト D: 骨・カルシウム代謝 ④ A: 体液シフト B: 赤血球量 C: 骨・カルシウム代謝 D: 放射線影響</p>	④	無重力は心循環器、骨、筋肉、免疫系等に影響を及ぼす。顔のむくみ(体液シフト)は数週間でおさまるが、骨・カルシウム代謝と放射線の影響は宇宙滞在期間とともに増加する。	9

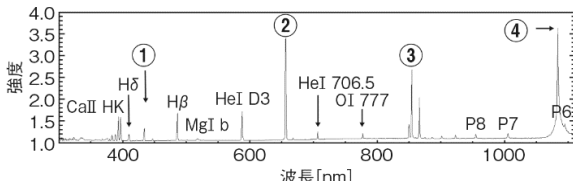
第18回天文学検定2級問題・解答

No.	問題	正答	解説	章																									
40 ☆	<p>次の文の【ア】、【イ】、【ウ】にあてはまる語の組み合わせとして正しいものはどれか。</p> <p>「生物の系統樹をさかのぼって調べていくと、根元あたりの生物には【ア】でかつ【イ】であるものがかかり多いことがわかった。このことから生物が誕生した38億年前頃の地球が【ウ】であったことが想像される。」</p> <p>① ア:好気性 イ:超高熱菌 ウ:高酸素環境 ② ア:好気性 イ:超好熱菌 ウ:窒息環境 ③ ア:嫌気性 イ:超高熱菌 ウ:低温環境 ④ ア:嫌気性 イ:超好熱菌 ウ:高温環境</p>	④	<p>生命が誕生した約38億年前の地球大気には酸素は存在せず、現在の生命は生存できないほどの高温の環境だったと推測されている。それは、生命の系統樹を調べていくと、その根元あたりの生物は嫌気性で超好熱菌であることがわかったからである。ただ、当時と同じような環境でも生き延びられる生物は、今でも存在している。</p>	10																									
41	<p>太陽と同じ質量をもつブラックホールの半径は約3 kmだが、太陽の1億倍の質量をもつブラックホールの半径はどれぐらいか。</p> <p>① 約30万km ② 約300万km ③ 約3000万km ④ 約3億km</p>	④	<p>質量Mのブラックホールの半径R(シュバルツシルト半径)は、万有引力定数をG、光速をcとして、 $R=2GM/c^2$ で表される。ブラックホールの半径は質量に比例することから、3 kmを1億倍すればよい。</p>	1																									
42 ☆	<p>皆既日食の観測により、最初にヘリウムを発見したのはだれか。</p> <p>① ノーマン・ロッキヤー ② ピエール・ジャンサン ③ ピーター・ゼーマン ④ ジョージ・ヘール</p> <p>※問題文に誤りがありました。お詫びして訂正いたします。</p>	②	<p>フランス人天文学者のピエール・ジャンサンは、1868年8月18日のインドにおける皆既日食の際に、太陽の彩層部分を分光スペクトル観測したところ、新しい元素のスペクトル線を発見した。ノーマン・ロッキヤーは、ジャンサンの発見とは独立に、同年の10月20日の太陽のスペクトル観測で同じスペクトル線を発見している。これらのスペクトル線がまだ知られていない元素のスペクトルであると結論付けたのはロッキヤーである。当時地球では見つからなかったことから、太陽固有の元素と考え、太陽神ヘリオスにちなんでヘリウムと命名した。なお、ジョージ・ヘールは太陽磁場の発見者、ピーター・ゼーマンはゼーマン効果の発見者である。</p>	2																									
43 ☆	<p>探査機と、探査した天体の組み合わせで正しいものはどれか。</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>オシリス・レックス</th> <th>はやぶさ2</th> <th>ニューホライズンズ</th> <th>DART</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>ディモルフォス</td> <td>リュウグウ</td> <td>ベヌ</td> <td>アロコス</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>リュウグウ</td> <td>ベヌ</td> <td>ディモルフォス</td> <td>アロコス</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>ベヌ</td> <td>リュウグウ</td> <td>アロコス</td> <td>ディモルフォス</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>アロコス</td> <td>リュウグウ</td> <td>ディモルフォス</td> <td>ベヌ</td> </tr> </tbody> </table>		オシリス・レックス	はやぶさ2	ニューホライズンズ	DART	①	ディモルフォス	リュウグウ	ベヌ	アロコス	②	リュウグウ	ベヌ	ディモルフォス	アロコス	③	ベヌ	リュウグウ	アロコス	ディモルフォス	④	アロコス	リュウグウ	ディモルフォス	ベヌ	③	<p>日本の小惑星探査機「はやぶさ2」が2020年に小惑星リュウグウの粒子を、NASAの「オシリス・レックス」が2023年に小惑星ベヌの粒子を持ち帰った。「DART」は小惑星ディモルフォスの衛星ディモルフォスに衝突させてその衛星の軌道変更の実験を行った探査機である。「ニューホライズンズ」は2015年に冥王星に最接近した後、カイパーベルト天体アロコスにも最接近してその姿を撮影した。</p>	3
	オシリス・レックス	はやぶさ2	ニューホライズンズ	DART																									
①	ディモルフォス	リュウグウ	ベヌ	アロコス																									
②	リュウグウ	ベヌ	ディモルフォス	アロコス																									
③	ベヌ	リュウグウ	アロコス	ディモルフォス																									
④	アロコス	リュウグウ	ディモルフォス	ベヌ																									
44 ☆	<p>図は、等級mと明るさIの関係を表したグラフである。正しいものはどれか。</p>	①	<p>等級は、数値が小さい方が明るい。したがって、図の中の右下がりの直線①か②であり、右上がりの直線③と④は誤りである。①は、1.5等級で明るさは10、6.5等級で明るさは0.1である。したがって5等級差で明るさが100倍となっており、①が正答となる。なお、②は5等級で明るさが10倍になる直線である。</p>	4																									

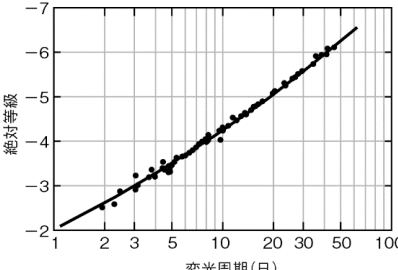
第18回天文学検定2級問題・解答

No.	問題	正答	解説	章
45 ☆	<p>I a型超新星爆発に関する記述のうち、間違っているものはどれか。</p> <p>① 水素の吸収線は見られないが、ケイ素の吸収線は見られる ② 連星系の白色矮星が、その限界質量を超えたときに起こる ③ 星全体が粉々に砕け、中心部には何も残らない ④ 重力崩壊型超新星爆発とも呼ばれる</p>	④	①～③は、I a型超新星爆発に関する記述である。④の重力崩壊型超新星爆発は、質量が太陽の8倍以上の恒星が起こす超新星爆発で、II型、I b型、I c型超新星爆発がこれにあたる。したがって④が間違いで、正答となる。	5
46 ☆	<p>図はプレアデス星団と反射星雲だが、反射星雲の光り方と同じ原理の現象はどれか。</p> <p>① 輝線星雲 ② 惑星状星雲 ③ 地球の青空 ④ 満月</p>  <p style="text-align: center; font-size: small;">©東京大学木曾観測所</p>	③	反射星雲では、星雲の中に含まれている微小な塵が、星の光を散乱して光っている。塵のサイズは光の波長かそれ以下で小さいため、波長の短い光をより効率的に散乱するという性質があり、元の光の波長より散乱光は青くなる。地球大気中の分子が太陽光を散乱してできる地球の青空も、散乱体が塵か分子かの違いはあるが、原理は同じである。このような散乱を特にレイリー散乱と呼ぶ。	6
47	<p>銀河や星団、星雲にはカタログ番号が記載されている。天体のカタログ番号を示さない略号はどれか。</p> <p>① IC ② NGC ③ M ④ SA</p>	④	<p>①「IC」は、インデックスカタログ (Index Catalogue) で、NGCカタログを補足するものとしてジョン・ドライヤーが発表した。</p> <p>②「NGC」は、ニュージェネラルカタログ (New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars) で、ウィリアム・ハーシェルと妹のカロライン・ハーシエルの「ジェネラルカタログ」(General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars) をジョン・ハーシェルが拡張して作ったものである。</p> <p>③「M」はメシエカタログ (Messier catalog) で、フランスの天文学者シャルル・メシエが作成した星雲・星団・銀河のカタログである。メシエが彗星を探索する際に彗星と紛らわしい天体の一覧を作ったものである。</p> <p>④ SAはカタログではなく、銀河の形態を分類したハッブルの分類のうち、SAa、SAb、SACなど渦巻銀河の形態を表すときに使う。</p>	7
48 ☆	<p>次の文章の【ア】、【イ】にあてはまる語句の組み合わせとして正しいものはどれか。</p> <p>「【ア】上を一定の速さで移動する平均太陽と、実際の太陽の位置の差を時間に換算したものを均時差という。同じ場所で平均太陽時の同時刻に太陽の位置を1年間観測すると、均時差によって、【イ】の軌跡を描く。これをアナレンマという。」</p> <p>① ア: 黄道 イ: 8の字型 ② ア: 黄道 イ: 楕円 ③ ア: 天の赤道 イ: 8の字型 ④ ア: 天の赤道 イ: 楕円</p>	③	平均太陽は、天の赤道上を一定の速度で移動する仮想の太陽のことである。また、太陽は、アナレンマと呼ばれる8の字型の軌跡を描く。8の字型になるのは2つの理由のためである。一つは太陽が黄道上を移動する速度がケプラーの第2法則によって一定でないためであり、もう一つは黄道が赤道に対して23.4°傾いているためである。そのため、平均太陽に対して、実際の太陽が西側に来る場合と東側にくる場合が1年間に2度ずつ現れ、同じ場所で、同時刻に太陽の位置を記録すれば8の字型になる。	8

第18回天文学検定2級問題・解答

No.	問題	正答	解説	章
49	<p>推進剤を噴出して飛翔する化学ロケットが獲得する速度増分ΔVは、次のどの式で表現されるか。なお、\lnは自然対数を表す。</p> <p>① $\Delta V = \text{推進剤の噴出速度} \times (\text{初期質量} - \text{最終質量})$ ② $\Delta V = \text{推進剤の噴出速度} \times (\text{初期質量} / \text{最終質量})$ ③ $\Delta V = \text{推進剤の噴出速度} \times \ln(\text{初期質量} - \text{最終質量})$ ④ $\Delta V = \text{推進剤の噴出速度} \times \ln(\text{初期質量} / \text{最終質量})$</p>	④	<p>化学ロケットで高速に達するためには、より多くの推進剤をより高速で噴出することが望ましい。このロケット推進の原理を表す式がロケット方程式である。推進剤やエンジン部分やペイロード(積載部分)などすべてを含めたロケットの初期質量、推進剤などを噴出し切った後の最終質量、そして推進剤の噴出速度を用いると、ロケットが獲得する速度増分ΔVは、 速度増分 = 噴出速度 $\times \ln(\text{初期質量} / \text{最終質量})$ のように表される。 この式から、ロケットの到達速度ΔVを上げるためには、推進剤の割合を多くするか(初期質量/最終質量が大きくなる)、噴出速度を大きくするかとなる。初期質量と最終質量の比を大きくしても、速度増分はその対数でしか増えないので、速度を上げることは簡単ではない。そのため、単純な一段式ロケットよりも、不要になった燃料タンクやエンジンを切り捨てる、多段式ロケットの方が速度を効率よく上げることができる。</p>	9
50 ☆	<p>太陽系外惑星系TRAPPIST-1について、誤っているものはどれか。</p> <p>① 現在までに7つの惑星が発見されている ② 親星は太陽と同程度の質量がある ③ いくつかの惑星がハビタブルゾーンに位置している ④ 地球から40光年足らずという近距離にある</p>	②	<p>TRAPPIST-1系の親星は質量が太陽の8%ほどしかなく、褐色矮星との境界といえる恒星である。そのため親星の表面温度は低く、放射エネルギーが太陽より弱い。結果としてハビタブルゾーンは太陽系に比べかなり親星に近い。現在、7つの惑星が発見されており、のうち3つがハビタブルゾーンに位置していると考えられている。地球からの距離は約39光年である。</p>	10
51	<p>ブラックホール砂漠とは何か。</p> <p>① ブラックホールが存在しない宇宙初期の時代 ② ブラックホールが存在しない大規模構造の泡の部分 ③ ブラックホールを観測しているアルマ望遠鏡のあるアタカマ砂漠の愛称 ④ ブラックホールの存在が明らかになっていない質量範囲</p>	④	<p>ブラックホールには、太陽の10倍程度の質量をもった恒星質量ブラックホールと、太陽の数百万倍から数十億倍もの質量をもった超大質量ブラックホールがあることが観測的にわかっている。その間の質量範囲には、太陽の数千倍から数万倍程度の中間質量ブラックホールの存在の示唆はあるものの、観測からはその質量範囲のブラックホールの存在は明らかではなく、ブラックホール砂漠と呼ばれている。ちなみに、見つかっている最古のブラックホールはキューサーJ1342+0928にあって、宇宙誕生からわずか7億年後に誕生した。ブラックホールは、宇宙初期の頃から存在していたといえる。</p>	1
52	<p>グラフはプロミネンスの可視域広帯域スペクトルの中にみられる輝線を表している。$H\alpha$はどこにあたるか。</p>  <p>© 京都大学大学院理学研究科附属天文台</p>	②	<p>太陽の縁にあるプロミネンスは、$H\alpha$線などの輝線で輝いている。$H\alpha$線は電離した水素原子が発する輝線スペクトルの一つである。波長は656.3 nmで肉眼では赤っぽく見える。①は$H\gamma$線、③はCa II線、④はHe I線である。</p>	2
53 ☆	<p>小惑星Ismene(小惑星番号190)の軌道長半径は4.0 auである。この小惑星の公転周期はおよそ何年か。</p> <p>① 3年 ② 5年 ③ 8年 ④ 11年</p>	③	<p>小惑星の軌道長半径をa [au]、公転周期をP [年]とすると、ケプラーの第3法則から、$a^3 / P^2 = 1$の関係が成り立つ。この小惑星は$a = 4$ auであるから、 $P = \sqrt{4^3} = 8 \text{年}$ となり、③が正答となる。</p>	3

第18回天文学検定2級問題・解答

No.	問題	正答	解説	章
54 ☆	<p>次の文章の【ア】、【イ】に当てはまる語句の組み合わせとして正しいものはどれか。</p> <p>「【ア】は同時期に誕生して一人前になって間もない星の集団である。星団内の星はほぼ同じ年齢であり、HR図からその年齢を推測することができ、明るい主系列星が多く残っている星団ほど年齢が【イ】と言える。」</p> <p>① ア: 球状星団 イ: 若い ② ア: 散開星団 イ: 若い ③ ア: 球状星団 イ: 年老いている ④ ア: 散開星団 イ: 年老いている</p>	②	一人前になって間もない若い星の集団は散開星団である。球状星団は年老いた星の集団。恒星は質量が大きい、すなわち明るい星ほど早く進化し、主系列を離れる。したがって、明るい星が多く残っている星団ほど年齢が若い。	4
55 ☆	<p>図はセファイドの周期光度関係である。ある銀河に、変光周期が40日、見かけの等級が21等のセファイドが観測された。この銀河までの距離はどのくらいか。</p>  <p>① 1.0 メガパーセク ② 2.5 メガパーセク ③ 6.3 メガパーセク ④ 10 メガパーセク</p>	②	図より、周期が40日のセファイドの絶対等級 M はおよそ-6等である。これが $m=21$ 等級で観測されているので、その差は27等=25等+2等である。25等違えば、明るさは $100^5=10^{10}$ 倍違う。また2等級違えば、およそ $2.5 \times 2.5=2.5^2$ 倍違う。したがって、27等級違えば、 $2.5^2 \times 10^{10}$ 倍違うことになる。明るさは距離の2乗に反比例するので、このセファイドは、絶対等級を決める距離10パーセクの $\sqrt{2.5^2 \times 10^{10}}$ 倍、すなわち 2.5×10^5 倍の距離にあることとなる。これから、銀河の距離は10パーセク $\times 2.5 \times 10^5 = 2.5 \times 10^6$ パーセク=2.5メガパーセクとなり、②が正答となる。	5
56	<p>輝線星雲の主な星間ガスはどれか。</p> <p>① 分子 ② 原子 ③ 電離したガス ④ グラファイト</p>	③	星間空間にあるガスや塵を「星間物質」という。星間ガスの集まりである暗黒星雲は分子が、H I 雲では原子が、輝線星雲では電離したガスというように、環境で状態が異なってくる。グラファイト(石墨)は固体微粒子の星間塵である。	6
57	<p>局部銀河群に属し、直径は5万光年、地球からの距離が280万光年の銀河がある。この銀河は次のうちどれか。</p> <p>① 大マゼラン雲 ② アンドロメダ銀河 ③ M 32 ④ M 33</p>	④	局部銀河群には、天の川銀河のような大型の銀河は3つしかない。天の川銀河、アンドロメダ銀河、M 33の3つだ。それぞれの特徴は覚えておいてほしい。大マゼラン雲は天の川銀河の衛星銀河、M 32はアンドロメダ銀河の衛星銀河である。	7

第18回天文学検定2級問題・解答

No.	問題	正答	解説	章
58	次のうち、天保改暦に関わったのは誰か。 ① やすいさんてつ しぶかわはるみ 安井算哲二世(渋川春海) ② しぶかわかげすけ 渋川景佑 ③ たかはしよとき 高橋至時 ④ にしかわまさよし 西川正休	②	①の渋川春海は、日本人の手による初の改暦となる貞享 <small>じょうきやう</small> 改暦 <small>きやうかいれき</small> を主導した人物。③の高橋至時は麻田剛立の弟子で、同じく麻田の弟子の間重富 <small>はざましげとみ</small> とともに寛政改暦を主導した。④の西川正休は徳川吉宗の指示で改暦に着手したが朝廷(土御門家)との関係が思わしくなく改暦事業から外されてしまった人物(改暦は土御門家主導で行われた=宝暦改暦)。渋川景佑は高橋至時の次男で渋川家に養子に入った人物。彼は本格的に西洋天文学を改暦に導入し、天保改暦を成し遂げた。	8
59	次の文の【ア】、【イ】、【ウ】に当てはまる語の組み合わせとして正しいものはどれか。 「イオンエンジンは推進剤を【ア】して、【イ】により、【ウ】を加速して噴射することによって発生する反動で推進力を得る。」 ① ア:混合 イ:燃焼させること ウ:イオン ② ア:イオン化 イ:燃焼させること ウ:高温のガス ③ ア:イオン化 イ:2つの電極の間の電圧 ウ:イオン ④ ア:混合 イ:2つの電極の間の電圧 ウ:イオン	③	イオンエンジンは推進剤をイオン化して、電荷をもったイオンを電圧で高速に加速して噴射し、その反動で推進する。イオンエンジンでは燃焼は行わない。	9
60 ☆	2010年以降、トランジット法で発見された系外惑星の数が急激に増えた。その原因は何か。 ① ケプラー衛星が観測を始めた ② Gaia衛星が観測を始めた ③ すばる望遠鏡の主焦点カメラが新しくなり、観測を始めた ④ ALMA望遠鏡が観測を始めた	①	2009年、トランジット法による系外惑星検出を主目的としたケプラー衛星が打ち上がり観測を始めたことで、トランジット法による系外惑星の発見数が著しく増大した。同衛星は2018年に運用を終了したが、現在は後継機「TESS」が活躍し、同じくトランジット法による系外惑星発見を続けている。②のGaia衛星が打ち上げられたのは2013年。Gaiaは高精度の位置測定観測を行う宇宙望遠鏡でアストロメトリ法による系外惑星の検出が期待されている。③のすばる望遠鏡の新しい主焦点カメラ(ハイパーシュプリームカム)が取り付けられたのは2013年。非常に広い視野をもち、遠方銀河や太陽系外縁天体の発見に威力を発揮しているが、系外惑星のトランジット観測にはあまり用いられていない。④のALMA望遠鏡が科学観測を開始したのは2011年。惑星系がつくられる“現場”の観測に威力を発揮しているが、系外惑星そのものの観測はあまり行われていない。	10

※配点方法は☆印が2点、無印は1点です。