

問1 光の速度が有限であるという性質に基づき、遠方の天体を観測することの意義として最も適切なものはどれか。 (2014年 全国公立入試 類似)

1. 遠方の天体からの光を観測することは、その天体が過去に放った光を観測することであり、宇宙の過去の情報を得ることと同義である。
2. 遠方の天体からの光を観測することは、宇宙誕生直後の急激な温度上昇の過程をリアルタイムで直接観測することである。
3. 遠方の天体は孤立して存在しているため、光の速度が有限であっても、その天体の現在の状態を正確に把握することができる。
4. 光の速度は非常に速いため、数億光年離れた天体からの光であっても、その天体の現在の姿を瞬時に観測することが可能である。

問2 月が地球に対して常に同じ面を向けている現象について、その理由として最も適切なものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. 月は自転しておらず、常に地球側を向くように固定されているため。
2. 月の自転周期と地球の周りを公転する周期が一致しているため。
3. 月の自転軸が地球の公転面に対して垂直に立っているため。
4. 月が地球の重力によって自転を完全に停止させられているため。

問3 ハッブル定数が70 km/s/メガパーセクであると仮定したとき、後退速度が3500 km/sで観測される銀河までの距離は何メガパーセクか。 (2024年 全国公立入試 類似)

1. 30メガパーセク
2. 50メガパーセク
3. 70メガパーセク
4. 90メガパーセク

問4 地球の自転に伴う日周運動とは別に、月が恒星に対して移動する方向として正しいものはどれか。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. 西から東
2. 東から西
3. 北から南
4. 南から北

問5 銀河系中心付近の恒星に対して年周視差による距離測定が極めて困難である理由として、最も適切なものはどれか。 (2019年 全国公立入試 類似)

1. 銀河系中心付近は星間塵が多く、可視光が遮られるため。
2. 恒星までの距離が遠すぎて、年周視差が測定限界をはるかに下回るため。
3. 銀河系中心の恒星は常に高速で移動しており、位置が固定できないため。
4. 地球の公転運動が銀河系の回転運動と同期しているため。

問6 宇宙における元素の起源に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2019年 全国公立入試 類似)

1. ビッグバン直後に炭素や酸素などの重い元素が大量に生成された。
2. 赤色巨星の中心部では、ヘリウムの核融合によって炭素が生成される。
3. 恒星内部の核融合反応では、水素よりも軽い元素は生成されない。
4. 太陽のような恒星は、一生を通じて炭素を生成し続けることはない。

問7 銀河系の回転速度を銀河中心からの距離に対してプロットした際、中心付近を除いた外側の領域において、回転速度はどのような傾向を示すか。 (2015年 全国公立入試 類似)

1. 距離に関わらずほぼ一定の値を示す
2. 距離の平方根に比例して上昇する
3. 距離の増加とともに急激に減少する
4. 距離の2乗に比例して減少する

問8 ある主系列星について、放射エネルギーが最大となる波長が太陽の約1.5倍であるとき、この恒星の表面温度と太陽の表面温度の関係として最も適切なものはどれか。ただし、太陽の表面温度を約6000 Kとする。 (2012年 全国公立入試 類似)

1. 約4000 K
2. 約6000 K
3. 約9000 K
4. 約13500 K

問9 銀河系内の天体における回転速度と中心からの距離の関係を示す回転曲線において、中心から離れても回転速度が低下せず一定に近い値を示す現象から推定される事実はどれか。 (2019年 全国公立入試 類似)

1. 観測される光よりも大きな質量を持つ暗黒物質が存在する
2. 銀河中心部には質量が極めて小さいブラックホールが存在する
3. 銀河系全体を加速膨張させる暗黒エネルギーが支配的である
4. 中心からの距離が遠いほど天体の公転周期は短くなる

問10 太陽の直径は地球の直径の約100倍である。太陽の表面において、緯度方向に2度の広がりを持つ黒点があるとき、この黒点の大きさ（緯度方向の長さ）は地球の直径の約何倍に相当するか。最も適切なものを、次のうちから一つ選べ。ただし、太陽は完全な球体とし、円周率は3とする。 (2015年 全国公立入試 類似)

1. 1.7倍
2. 0.2倍
3. 20倍
4. 200倍

## 答え合わせ・解説 No.8

問1	<b>答え 1</b> 遠方の天体からの光を観測することは、その天体が過去に放った光を観測することであり、宇宙の過去の情報を得ることと同義である。	光の速度は有限であるため、遠くの天体から届く光は、その天体が過去に放ったものである。このため、遠方の天体を観測することは、宇宙の過去の情報を得ることにつながる。宇宙誕生直後の急激な膨張過程では温度は低下しており、また銀河は重力によって集まり集団を形成することが一般的であるため、他の選択肢は誤りである。
問2	<b>答え 2</b> 月の自転周期と地球の周りを公転する周期が一致しているため。	月が常に地球と同じ面を向けているのは、月の自転周期と公転周期が等しいためであり、この現象を同期回転と呼ぶ。月が地球の周りを一周する間に、月自身も一回自転しているため、地球からは常に同じ面が見えることになる。月が自転していないわけではなく、自転と公転の周期が一致していることが本質的な理由である。
問3	<b>答え 2</b> 50メガパーセク	ハッブルの法則は「後退速度 = ハッブル定数 × 距離」という式で表される。この式に値を代入すると、 $3500 \text{ km/s} = 70 \text{ km/s/メガパーセク} \times \text{距離}$ となる。したがって、 $\text{距離} = 3500 / 70$ を計算すると50メガパーセクが得られる。
問4	<b>答え 1</b> 西から東	月は地球の周りを公転しており、地球から見ると恒星に対して西から東へ移動するように見える。この公転運動の影響により、月が南中する時刻や月の出の時刻は、毎日平均して約50分ずつ遅くなる。なお、地球の自転による日周運動では、月は東から昇り西へ沈むように見えるが、これは天体全体に共通する見かけの動きである。
問5	<b>答え 2</b> 恒星までの距離が遠すぎて、年周視差が測定限界をはるかに下回るため。	年周視差は、地球の公転による視点の変化を利用する幾何学的な距離測定法である。天体までの距離が遠くなるほど、観測される視差の角度は小さくなる。銀河系中心付近の恒星は数万光年という膨大な距離にあるため、その年周視差は現在の観測機器の分解能をはるかに下回る微小な値となり、直接的な測定は不可能である。
問6	<b>答え 2</b> 赤色巨星の中心部では、ヘリウムの核融合によって炭素が生成される。	宇宙の初期段階であるビッグバン直後には、主に水素やヘリウムなどの軽い元素が生成された。その後、恒星が進化して赤色巨星の段階に達すると、中心部でヘリウムの核融合反応が起こり、炭素や酸素といったより重い元素が合成される。したがって、ヘリウムがすべてビッグバン直後に作られたという考えは誤りであり、恒星内部での核融合こそが炭素などの重元素の主要な供給源である。
問7	<b>答え 1</b> 距離に関わらずほぼ一定の値を示す	銀河回転曲線は、中心付近で急激に上昇した後、外側では距離が増大しても回転速度がほぼ一定に保たれるという特徴を持つ。ケプラーの法則に従うならば、中心から離れるほど回転速度は減少するはずであるが、実際には一定である。この観測事実は、銀河系が目に見える恒星やガスだけでなく、広範囲に分布するダークマター（暗黒物質）によって構成されていることを強く示唆している。
問8	<b>答え 1</b> 約4000 K	ウィーンの変位則 ( $\lambda_{\text{max}} \times T = \text{一定}$ ) に基づき、放射エネルギーが最大となる波長 $\lambda_{\text{max}}$ は表面温度 $T$ に反比例する。波長が太陽の1.5倍である場合、表面温度は太陽の温度の $1/1.5$ 倍となる。 $6000 \text{ K} \div 1.5$ を計算すると4000 Kとなり、この恒星の表面温度は太陽よりも低いことが導かれる。
問9	<b>答え 1</b> 観測される光よりも大きな質量を持つ暗黒物質が存在する	銀河の回転速度が距離に対して低下しない現象は、ニュートン力学に基づいた質量分布の予測と矛盾します。観測される星やガスなどの光を放つ物質だけでは、その回転速度を維持するのに必要な重力が不足するため、光を放出しない未知の質量源である暗黒物質の存在が不可欠であると結論付けられます。
問10	<b>答え 1</b> 1.7倍	太陽の直径を $D$ 、地球の直径を $d$ とすると、 $D$ は $d$ の100倍である。太陽の全周は円周率を3とすると約 $300d$ となる。緯度2度の広がりには全周360度の180分の1に相当するため、黒点の大きさは $300d$ を180で割った約 $1.7d$ となり、地球の直径の約1.7倍に相当する。