

令和 2 年度 入学 試験 問題

理 科

各科目 100 点満点

《配点は、一般入試学生募集要項に記載のとおり。》

| | | | |
|-----|-------------|-----|-------------|
| 物 理 | (1～16 ページ) | 化 学 | (17～34 ページ) |
| 生 物 | (35～52 ページ) | 地 学 | (53～65 ページ) |

(注 意)

1. 問題冊子および解答冊子は監督者の指示があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は表紙のほかに 65 ページである。また、解答冊子は表紙のほかに、物理：20 ページ、化学：20 ページ、生物：16 ページ、地学：16 ページ、である。
3. 問題は物理 3 題、化学 4 題、生物 4 題、地学 4 題である。
4. 試験開始後、選択した科目の解答冊子の表紙所定欄に学部名・受験番号・氏名をはっきり記入すること。表紙には、これら以外のことを書いてはならない。
5. ◇総合人間学部(理系)・理学部・農学部受験者は、物理・化学・生物・地学のうちから 2 科目を選択すること。
◇教育学部(理系)受験者は、物理・化学・生物・地学のうちから 1 科目を選択すること。
◇医学部・薬学部受験者は、物理・化学・生物のうちから 2 科目を選択すること。
◇工学部受験者は、物理・化学の 2 科目を解答すること。
6. 解答は、すべて解答冊子の指定された箇所に記入すること。
7. 解答に関係のないことを書いた答案は無効にすることがある。
8. 解答冊子は、どのページも切り離してはならない。
9. 問題冊子は持ち帰ってもよいが、選択した科目の解答冊子は持ち帰ってはならない。

地 学

(4 問題 100 点)

地学問題 I

次の文章(a), (b)を読み, 問 1 ~ 問 6 に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

- (a) 天の川銀河(銀河系)には多数の恒星が含まれ, その構造はハロー・円盤・バルジ^①に分けられる。宇宙には, 天の川銀河の他にも, 恒星の大集団である銀河が多数存在する。 銀河は星間ガスが少なく, 赤みが^②かっている。 銀河や 銀河は, 星間ガスが多く, 恒星が円盤状に分布している。銀河団の中心部のような銀河密度の大きいところでは 銀河の割合が多く, 逆に銀河密度の小さいところでは 銀河や 銀河の割合が多い。

問 1 文中の ~ に当てはまる適切な語句を, 以下の語群から 1 つずつ選べ。

語群：渦巻, 棒渦巻, 楕円, 不規則

問 2 下線部①のハローに多く存在する天体を, 以下の語群Aおよび語群Bからそれぞれ 1 つずつ選べ。

語群A：種族 I の星, 種族 II の星

語群B：散開星団, 球状星団, 散光星雲, 暗黒星雲

問 3 下線部②に関連して、宇宙初期の短期間に大量の恒星が生まれ、その後、星形成が起きなかった銀河は、現在では赤みがかった銀河となる。銀河を構成する恒星の性質にもとづいて、その理由を述べよ。

(b) 銀河系の中心には巨大なブラックホールが存在すると考えられている。銀河系中心部の恒星の運動の測定などから、銀河系中心のブラックホールの存在およびその性質が調べられている。

図 1 に、銀河系中心付近の二つの恒星 X と Y の運動の模式図を示す。恒星 X と Y の軌道は銀河系中心を中心とした円軌道である。恒星 X と Y の公転面と地球上の観測者は、同じ平面上に存在する。恒星 X の軌道半径は 1.5×10^{11} km であり、恒星 Y の軌道はその外側にある。恒星 X と Y の質量はブラックホールの質量に比べて無視でき、その円運動はケプラーの法則に従うとする。

以下の解答においては、簡単のため太陽と地球間の平均距離を 1.5×10^8 km、地球と銀河系中心間の距離を 10^4 パーセクとして計算すること。

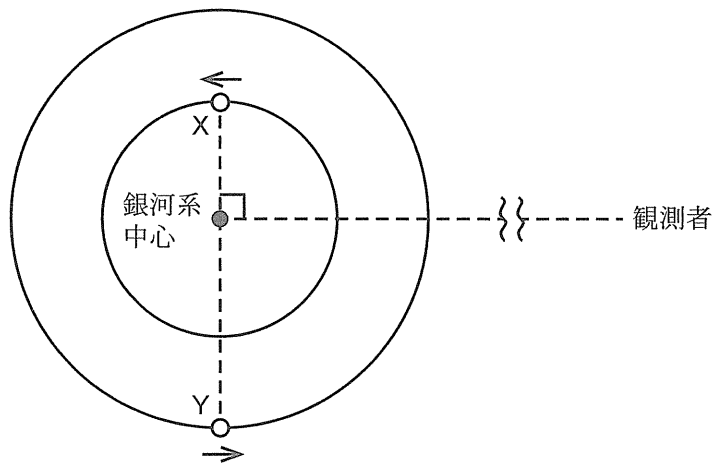


図 1

問 4 銀河系中心方向には大量の星間塵が存在し，恒星 X から地球に届く光はこの星間塵を通過する際に吸収を受け，その強さが 1 万分の 1 になったとする。その結果，恒星 X の見かけの等級は 18 等であった。吸収が無いとしたときの本来の恒星 X の絶対等級を，有効数字 1 けたで求めよ。導出過程も記せ。

問 5 恒星 X の公転周期は 15 年である。銀河系中心のブラックホールの質量は太陽質量の何倍か，有効数字 1 けたで求めよ。導出過程も記せ。ただし，恒星 X の軌道の内側にはブラックホールのみが存在するとする。

問 6 恒星 X と Y，地球上の観測者の位置関係は図 1 のとおりであるとする。図中の矢印は，恒星 X，Y の公転運動の向きを表す。以下の(1)~(3)に答えよ。ただし，図中の矢印の長さは公転速度の大きさとは無関係であり，銀河系中心に対する地球の運動や地球の自転の効果は無視できるものとする。

(1) 恒星 X と銀河系中心が天球上でなす角度を求めよ。角度の単位は秒を用い，有効数字 1 けたで答えよ。導出過程も記せ。

(2) 恒星 X，Y のスペクトルの観測を行ったところ，本来の波長が $1.300 \mu\text{m}$ であるスペクトル線が見つかった。恒星 X，Y から観測されたスペクトル線の波長は，表 1 で示された A~E の波長のいずれかである。恒星 X，Y のそれぞれについて，最も適切なものを A~E から 1 つずつ選べ。

表 1

| 記号 | A | B | C | D | E |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 波長 (μm) | 1.291 | 1.294 | 1.300 | 1.306 | 1.309 |

(3) 本来の波長との大小関係にもとづいて，上の(2)の解答理由を説明せよ。観測された波長の値を導出する必要はない。

白 紙

地学問題 II

次の文章を読み、問1～問4に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

気温減率が湿潤断熱減率よりも大きく、乾燥断熱減率よりも小さい場合には、大気の状態を 不安定と呼ぶ。この状態において、水蒸気が飽和していない空気塊が強制的に持ち上げられ続ける場合には、ある高度に^①達すると水蒸気が凝結して雲ができ始め、まわりの空気より高温になるまで持ち上げられると、その後は強制的に持ち上げられなくても空気塊は上昇を続ける。一方、気温減率が乾燥断熱減率よりも大きい場合には、大気の状態を 不安定と呼ぶ。表1のような気温分布を持つ大気に対して、地上付近にある温度 28.0℃ の空気塊が上昇したときに、水蒸気が凝結して雲ができ始める高度は 500 m であった。^②この空気塊はその後も上昇を続け、高度 m まで達すると上昇しなくなった。

対流圏では一般的に地表付近の気温が高く、高度とともに気温は低くなる。しかし、上空のほうが気温が高くなる領域が発生することがあり 層と呼ばれる。^③対流圏より上では、 圏と 圏において、一般的に高度とともに気温は高くなっている。

表1 高度 500 m ごとの気温

| 高度 (m) | 0 | 500 | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 | 4000 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 気温 (°C) | 28.0 | 20.8 | 17.2 | 15.1 | 13.3 | 11.7 | 10.1 | 8.6 | 7.2 |

問1 文中の ～ に適切な語を記入せよ。

問2 下線部①に関連して、このように空気塊を強制的に持ち上げて雲を発生させるような上昇流がおこる場合を2つ述べよ。

問 3 空気塊の上昇に関連して、以下の(1)~(3)に答えよ。なお、乾燥断熱減率は $1.0\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ 、湿潤断熱減率は $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ とし、過飽和はおこらないものとする。

- (1) 下線部②に関連して、この空気塊の高度 500 m における温度を有効数字 2 けたで求めよ。導出過程も示すこと。
- (2) この空気塊の地上における相対湿度を有効数字 2 けたで求めよ。導出過程も示すこと。なお、高度による露点の低下率は $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ とし、地上での飽和水蒸気圧は表 2 のとおりとする。

表 2 地上における気温と飽和水蒸気圧の関係

| | | | | | | |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|
| 気温 ($^{\circ}\text{C}$) | 23.0 | 24.0 | 25.0 | 26.0 | 27.0 | 28.0 |
| 飽和水蒸気圧 (hPa) | 28.1 | 29.8 | 31.7 | 33.6 | 35.7 | 37.8 |

- (3) 文中の A に入る数字を有効数字 2 けたで求めよ。導出過程も示すこと。高度 500 m ごとの気温は表 1 に示されている。この 500 m ごとの高度の間では気温減率は一定であるとする。

問 4 下線部③に関連して、以下の(1)、(2)に答えよ。

- (1) よく晴れた夜には、このような領域が地表付近で発生することがある。その原因を述べよ。
- (2) 地表付近での大気汚染が悪化するときに、このような領域の発生がその要因の 1 つと考えられることがある。その理由を述べよ。

地学問題 Ⅲ

次の文章を読み、問1～問6に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

地球内部は、大まかには層構造をなしている。図1は、深さに対するある特性の変化のようすを示しており、3つの層A、B、Cがあることがわかる。B層の物質の主な元素は **ア** である。C層は、地球の **イ** によってB層の物質が時間とともに徐々に **ウ** することで、大きくなってきた。 **エ** 層での活発な流動が、地磁気をつくっている。

層の中では同じ深さでも、場所により、種々の特性に小さな変化がある。A層の物質の大規模な上昇流がある南太平洋の仏領ポリネシアでは、周辺に比べて、地震波速度が **オ** い領域がA層にある。一方、深発地震が発生している日本周辺では、A層の中に下降流を示す特徴がみられる。^①地震波速度の3次元的な分布は地震波^②トモグラフィという手法で推測される。ジオイドの起伏もA層での対流の影響を受けている。^③

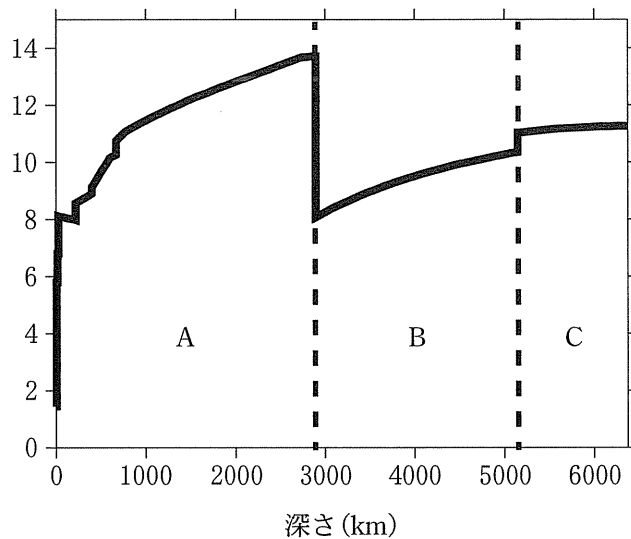


図1

問 1 文中の ア ~ オ に最も適切な語または記号を次の語群から選び記入せよ。ただし、同じ語または記号を二度以上用いてはならない。

語群：Fe, Si, Mg, Ni, 回転, 加熱, 冷却, 膨張, 部分熔融, 液化, 固化,
A, B, C, 速, 遅

問 2 図 1 の縦軸が示すものとその単位を、次の語群から、それぞれ選べ。

語群：P 波速度, S 波速度, 密度, km/s, m/s, mm/s, kg/m³, kg/cm³,
g/cm³

問 3 C 層の存在は地震波の観測からみつかった。どのような観測事実から B 層の下に C 層があることがわかるか、答えよ。

問 4 下線部①に関連して、以下の(1), (2)に答えよ。

(1) 日本付近の深発地震の震源分布には空間的な特徴がみられる。その特徴を 1 つ答えよ。

(2) 走向が N0°E, 傾斜が 30°E の断層の下盤が上盤に対してずり落ちるような断層運動によって、深さ 120 km で深発地震が発生したとする。震源の真上の地表に到達する P 波の揺れの振幅は、鉛直方向, 水平方向のいずれの方向に大きくなるか。また、その P 波の初動は押しになるか、引きになるか、答えよ。解答欄(i)に揺れの方向を、解答欄(ii)に初動を、それぞれ記せ。なお、地震波の屈折は無視できるものとする。

問 5 下線部②の手法の原理を，図 2 の模式的な断面図で考える。地震波速度が一定の値をもつ媒質の中に，地震波をそれより速く伝える領域があるとするとする。S1～S6 は地表の観測点を，E1，E2 は 2 つの地震の震源を表す。また，震源と観測点を結ぶ線の交点を a～o とする。震源と観測点のすべての組み合わせで，地震波の到達する時間を調べた。その結果，3 つの組み合わせ，すなわち E1 と S5，E2 と S2，E2 と S3 の組み合わせだけで，地震波速度を一定の値と仮定した場合に予想される時間より地震波が早く到達することがわかった。地震波を速く伝える領域が交点を含んでいることがわかっている場合，その領域に含まれる可能性のある交点を，交点 a～o の中からすべて答えよ。地震波の屈折は無視できるものとし，地震波を遅く伝える領域はないものとする。

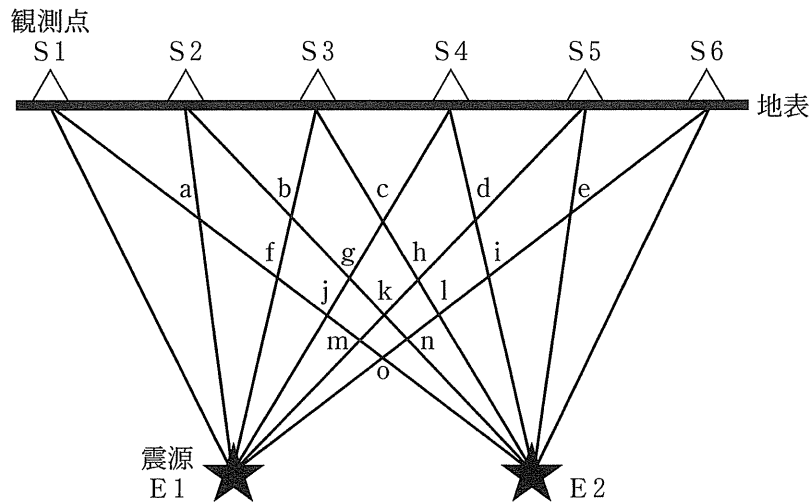


図 2

問 6 下線部③に関連して，ジオイドの起伏は地下の構造を反映する。地形は地球楕円体に沿っているが，ジオイドが地球楕円体に対して高くなっている場所があったとする。このとき，この場所の地下に，どのような性質の物質があると考えられるか，答えよ。

地学問題 IV

次の文章を読み、問1～問6に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

次のページの図1は、ある地域の地形図上に描かれた地質図である。なお、解答のため、地形図上には100 m 間隔の格子線も描かれている。この地域の地層は、泥岩からなるA層、砂岩からなるB層、泥岩からなるC層、石灰岩からなるD層で構成されている。A層の泥岩には、氷山から落下して堆積した礫も含まれている。C層からはモノチスの化石が産出し、D層からはフデイシの化石が産出している。このような地層の堆積した時代を示す化石は、化石と呼ばれている。一方、地層の堆積した環境を示す化石は、化石と呼ばれている。

この地域の地層は当初は水平に堆積し、地層の厚さも一様であった。さらに、この地域には断層EおよびFが存在し、それら以外の断層は見られない。断層EとFの断層面は形成時にはそれぞれ一枚の平面であったものとする。断層Eの走向はN90°E、断層Fの走向はN0°Eである。二つの断層が活動して以降、この地域の地層は褶曲しゅうきよくしておらず、地層や断層面の走向と傾斜は変化していない。

問1 文中の, に当てはまる適切な語を答えよ。

問2 下線部に関連して、氷山から落下して堆積した礫が、約7億年前に赤道域で堆積した地層に含まれていることがある。このことが示す地球の過去の気候に関する出来事は何と呼ばれるか、答えよ。

問3 C層とD層はどちらが先に堆積した地層と考えられるか、理由を含めて答えよ。その際に、以下の語群から2つの語を用いること。

語群：冥王代、太古代、原生代、顕生代、古生代、中生代、新生代

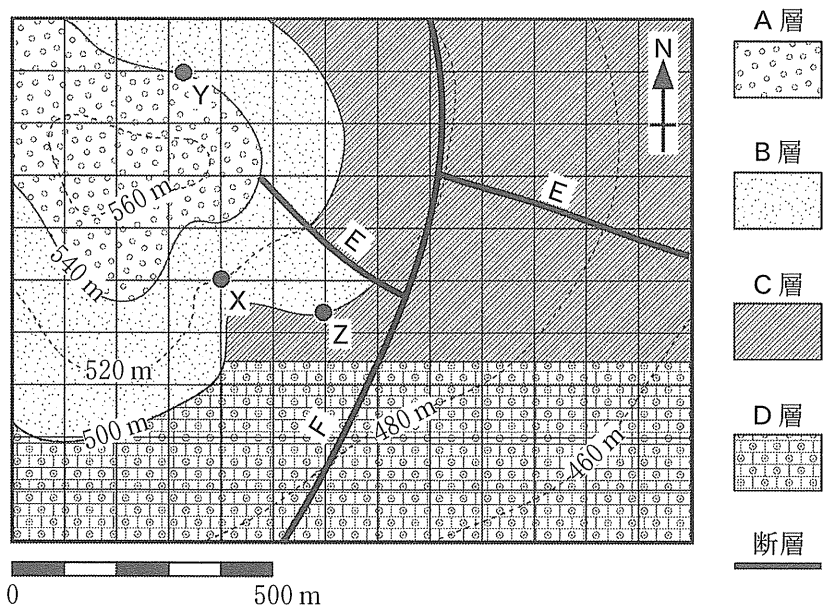


図 1

問 4 この地域に見られる断層の種類に関して、以下の(1), (2)に答えよ。

- (1) 断層 E の種類を下の語群から選び、そのように判断した理由を答えよ。
- (2) 断層 F の種類を下の語群から選び、そのように判断した理由を答えよ。

語群：正断層、逆断層、左横ずれ断層、右横ずれ断層

問 5 X 地点において、鉛直に地表から深度 40 m までのボーリングを行った。このとき、掘削試料で観察される地層と断層の記号を、地表面に近い方から順に答えよ。また、断層が現れる深度と、地層の境界の深度を述べよ。

問 6 この地域に見られる地層の関係に関して、以下の(1)、(2)に答えよ。

- (1) Y 地点における地層 A と B の関係として最も適切なものを下の語群から選び、そのように判断した理由を答えよ。

- (2) Z 地点における地層 B と C の関係として最も適切なものを下の語群から選び、そのように判断した理由を答えよ。

語群：整合関係，不整合関係，断層関係

地学問題は、このページで終わりである。