

令和3年度入学試験問題

理 科

各科目 100点満点

〈配点は、一般選抜学生募集要項に記載のとおり。〉

物 理	(1～14 ページ)	化 学	(15～30 ページ)
生 物	(31～52 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：24 ページ、化学：20 ページ、生物：12 ページ、地学：20 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 4 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)にはおよそ 2000 億個の主系列星が含まれる。これらの主系列星のうち, 太陽の 0.5 倍より大きく 7 倍より小さい質量をもつ主系列星は, 晩年を迎え中心部で **ア** が燃えつきると **イ** を主成分とする外層のガスを放出する。ガスの放出と同時に星の中心部は重力収縮し **ウ** となる。放出されたガスは **ウ** からの光によって輝き, 惑星状星雲となるが, ガスは広がり続け 1 万年程度で惑星状星雲ではなくなる。

問 1 文中の **ア** ~ **ウ** に当てはまる適切な語を以下の語群から 1 つずつ選べ。重複して選択してもよい。

語群：鉄, 酸素, 炭素, ヘリウム, 水素, 原始星, 白色わい星, 中性子星,
ブラックホール

問 2 天の川銀河では星ができ始めてから 100 億年以上経過しており, 太陽の主系列星としての寿命はほぼ 100 億年と考えられている。天の川銀河の主系列星がすべて太陽と同じ質量をもち, これらの主系列星が時間的に一定の割合で誕生し, すべて惑星状星雲に進化すると仮定し, 以下の(1)~(3)に答えよ。

(1) 1 つの恒星が惑星状星雲でいる時間は, 主系列星としての寿命に対して何パーセントか。有効数字 1 けたで求めよ。

(2) 現在、天の川銀河に存在すると期待される惑星状星雲の数はいくつか。有効数字1けたで答えよ。

(3) 可視光で惑星状星雲を探索すると、天の川銀河の中心方向では、観測された惑星状星雲は期待される数より大幅に少なく、暗かった。その原因を30文字以内で述べよ。

(b) 近年、観測技術の発展により多くの太陽系外の惑星(系外惑星)の存在が明らかになってきた。しかし、いまだに系外惑星の姿を直接観察することは極めて困難である。その理由は、惑星をもつ恒星(主星)に対して惑星が暗く、主星と惑星の距離が近いためである。

ここでは、地球から1パーセクの距離にある主星とその周囲を円軌道で公転する系外惑星を観察する。なお地球はこの惑星の公転面内にあるとする。

問3 この主星の表面温度を4500 Kとする。この主星の単位波長あたりの放射エネルギーが最大となるのはどの波長帯か。以下の語群から1つ選び、その理由も記せ。

語群：X線，紫外線，可視光線，赤外線

問4 この主星を絶対等級が6等の主系列星，この惑星を半径7500 kmの球，公転半径を1天文単位(1.5×10^8 km)として，以下の(1)~(5)に答えよ。

(1) 2つの天体を観察したとき，それらの天体のなす角を離角という。惑星と主星の離角が最も大きくなる時の値を秒(")で答えよ。

(2) 主星の見かけの等級を答えよ。

(3) 惑星が主星から受ける単位時間あたりのエネルギーは、主星が放射する単位時間あたりのエネルギーの何倍になるか。有効数字2けたで答えよ。導出過程も記せ。

(4) 惑星の見かけの等級を答えよ。導出過程も記せ。ただし、惑星は(3)で考えた主星からの光を全て等方に放射しているものとする。必要であれば、等級の差と明るさの比を示した表1を用いよ。

表1

等級の差	1	2	3	4	5
明るさの比	2.5	6.3	16	40	100

(5) 惑星の公転周期は1年より長いか短いかを理由とともに答えよ。ただし、太陽の絶対等級を5等とする。

解答欄

解答欄

解答欄

白 紙

（白紙）

（白紙）

（白紙）

（白紙）

（白紙）

（白紙）

（白紙）

地学問題 II

次の文章を読んで、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。

地球では大気と **ア** による低緯度域から高緯度域への熱の輸送があるために、緯度による温度の違いが小さくなっている。大気によるこのような緯度間の熱の輸送^①には、水の蒸発・凝結によって吸収・放出される **イ** の輸送もある。大気温度の高度による変化を見ると、**ウ** 界面で温度が極大になっている。これは、大気中のオゾンが大気をあたためているためである。ただし、大気温度の極大域は、オゾン層と呼ばれるオゾン密度が高い層よりも高い高度にある。

^②地球大気においてオゾンは、酸素分子が太陽からの紫外線によって分解され、さらに別の酸素分子と結びつくことで生成されている。そのためにオゾンの生成量は太陽からの紫外線の入射量が多い **エ** 域で最も多い。オゾンの分解によって生じている現象としてはオゾンホールがある。オゾンホールが出現するのは、フロンなどから出された **オ** がオゾンを分解するためである。1980年代以降にオゾンホールの発生と拡大が観測されたため、フロンの排出を規制することによって、オゾン量の減少を抑制することが進められている。

問1 文中の **ア** ～ **オ** に当てはまる適切な語を以下の語群から1つずつ選べ。ただし、同じ語を二度以上用いてはならない。

語群：長波放射，短波放射，大陸，海洋，断熱，地熱，^{けんねつ}潜熱，対流圏，成層圏，中間圏，熱圏，低緯度，中緯度，高緯度，窒素分子，酸素分子，塩素原子，メタン，二酸化炭素

問2 下線部①に関連して、大気による低緯度域から高緯度域への熱輸送における、「ハドレー循環」と「偏西風波動」の役割について説明せよ。

問 3 下線部②に関連して、地球の大気にオゾン層が形成された理由を生物と関連させて述べよ。また、オゾン層の形成が生物の進化に与えた影響を述べよ。

問 4 下線部③に関連して、大気温度の極大域がオゾン層よりも高い高度にある理由を述べよ。

問 5 下線部④に関連して、以下の(1)、(2)に答えよ。

(1) フロンは、極域よりも人間活動の活発な中緯度域と低緯度域から多く放出されているが、フロンが原因となるオゾンの分解は極域で多く起こっている。その理由を述べよ。

(2) フロンが原因となるオゾンの分解は北極域よりも南極域で多く起こっているが、その理由を以下の語群の語をすべて用いて述べよ。

語群：極渦、成層圏突然昇温

問 6 大気中の酸素分子からのオゾンの生成量は、太陽の黒点数と同じく約 11 年の周期で増減しており、太陽の黒点数が多い時には多く、黒点数が少ない時には少ない。両者にこのような関係がある理由を述べよ。

地学問題 III

次の文章を読み、問1～問7に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

地球の表面は、複数の硬いプレートに覆われていて、そのプレートが動くことで地震・火山活動や造山運動が起きている。プレートは **ア** とその下の **イ** 最上部からなる硬い層で成り立っており、プレートの下には **ウ** と呼ばれる比較的軟らかい層が存在する。**ア** と **イ** の境界面は **エ** と呼ばれ、地震波の速度が、**エ** の上側に比べ、下側で急激に増加する。プレート運動に関連して、海洋底には海嶺、海溝やトラフが存在する。

日本列島およびその周辺は、プレートの境界部に位置していることから、地震活動が活発な地域である。日本で発生する地震には、主に、プレート境界で発生する地震、沈み込む海のプレート内で発生する地震、陸のプレート内で発生する地震がある。

問1 文中の **ア** ～ **エ** に当てはまる適切な語を答えよ。

問2 下線部①の層を伝わるS波の速度は、その層の上下にある層に比べて大きいのか、小さいか答えよ。

問3 海のプレート表面から深さ4 km までに見られる代表的な岩石として適切なものを、以下の語群から2つ選べ。

語群：花こう岩、玄武岩、安山岩、流紋岩、斑れい岩、閃緑岩

問4 下線部②に関連して、海嶺軸から離れるにつれ、プレートは厚さを増す。この理由を説明せよ。

問 5 下線部③に関連して、日本海溝に沿って見られるフリーエア重力異常の特徴と、そのような重力異常になる理由を説明せよ。

問 6 下線部④に関連して、図 1 は日本列島周辺における深さ 100～600 km の太平洋プレートの等深線(破線)の模式図を示している。プレート内地震の例として、図 1 の領域 A の深さ約 400 km で起こる深発地震がある。その地震の際、震央近くの近畿地方や中部地方の震度は小さいが、震央から遠い東日本の太平洋側で震度が大きい。このような震度分布になる理由を説明せよ。

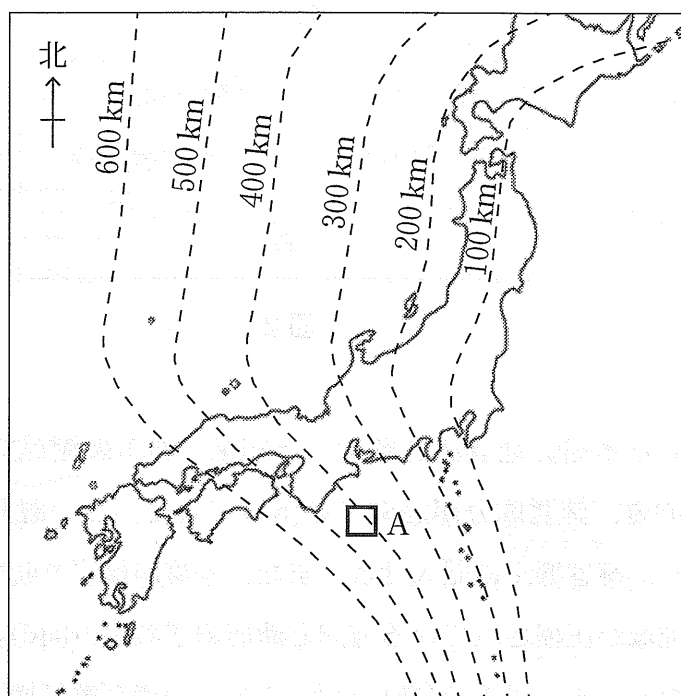


図 1

この問題は、次のページに続いている。

問 7 下線部⑤に関連して，図 2 は日本国外のある地域で発生した地震の本震(大きい丸)と余震(小さい丸)の震央分布とする。この本震の震源の深さは 24 km である。地表の観測点 A~D(△印)はそれぞれ本震の震央に対して，真西，真北，真東，真南に位置している。この地域の P 波速度と S 波速度はそれぞれ場所によらず一定で，地表面は水平であるとする。以下の(1)，(2)に答えよ。

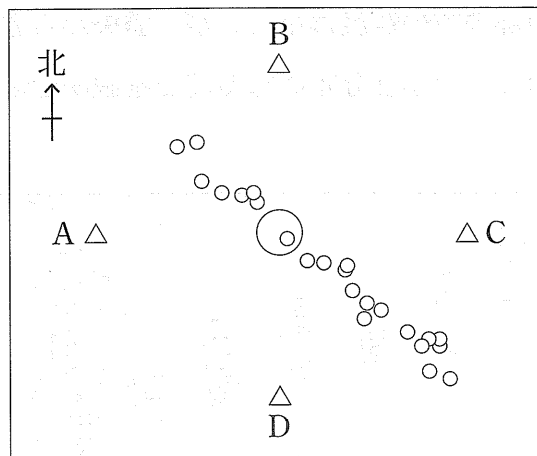


図 2

(1) 観測された本震の地震波を解析した結果，ある観測点で P 波の初動の上下成分が下向き，南北成分が北向きを示していた。この観測点は A~D のどれにあたるか，解答欄(i)に記入せよ。また，本震が横ずれ断層で発生したとすると，この地域が圧縮されている方向と断層のずれの方向の組み合わせとして，最も適切なものを，以下の(あ)~(え)より 1 つ選び解答欄(ii)に記せ。

- (あ) 東—西，右横ずれ
- (い) 東—西，左横ずれ
- (う) 南—北，右横ずれ
- (え) 南—北，左横ずれ

- (2) ある観測点において、本震の初期微動継続時間が5.0秒である場合、この観測点から震央までの距離を有効数字2けたで答えよ。計算過程も示すこと。なお、この地域における大森公式の比例係数を8.0 km/s とする。

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、ある地域の地質図である。この地域の地層は、第四紀に堆積した凝灰岩からなる A 層，泥岩からなりピカリアを産する B 層，砂岩からなりヌンムリテス(カヘイ石)を産する C 層で構成されている。安山岩からなる平板状の貫入岩体も観察される。A 層～C 層は堆積時にはすべて水平であったとする。地層は^①褶曲しておらず、地層の逆転もない。この地域には図 1 に描かれた断層が存在し、それ以外の断層はないとする。この地域の地層境界，断層のいずれも平面である。断層が形成された後は，地層境界面，断層面および貫入面の走向と傾斜は変化していない。

問 1 この地域に見られる断層について，以下の(1)～(3)に答えよ。

(1) 断層面の走向として最も適切なものを，次の(あ)～(お)から選べ。

- (あ) N 60°W (い) N 30°W (う) N 0°E
(え) N 30°E (お) N 60°E

(2) 断層面の傾斜として最も適切なものを，次の(あ)～(え)から選べ。

- (あ) 30°W (い) 60°W (う) 30°E (え) 60°E

(3) 断層の種類を以下の語群から選べ。また，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

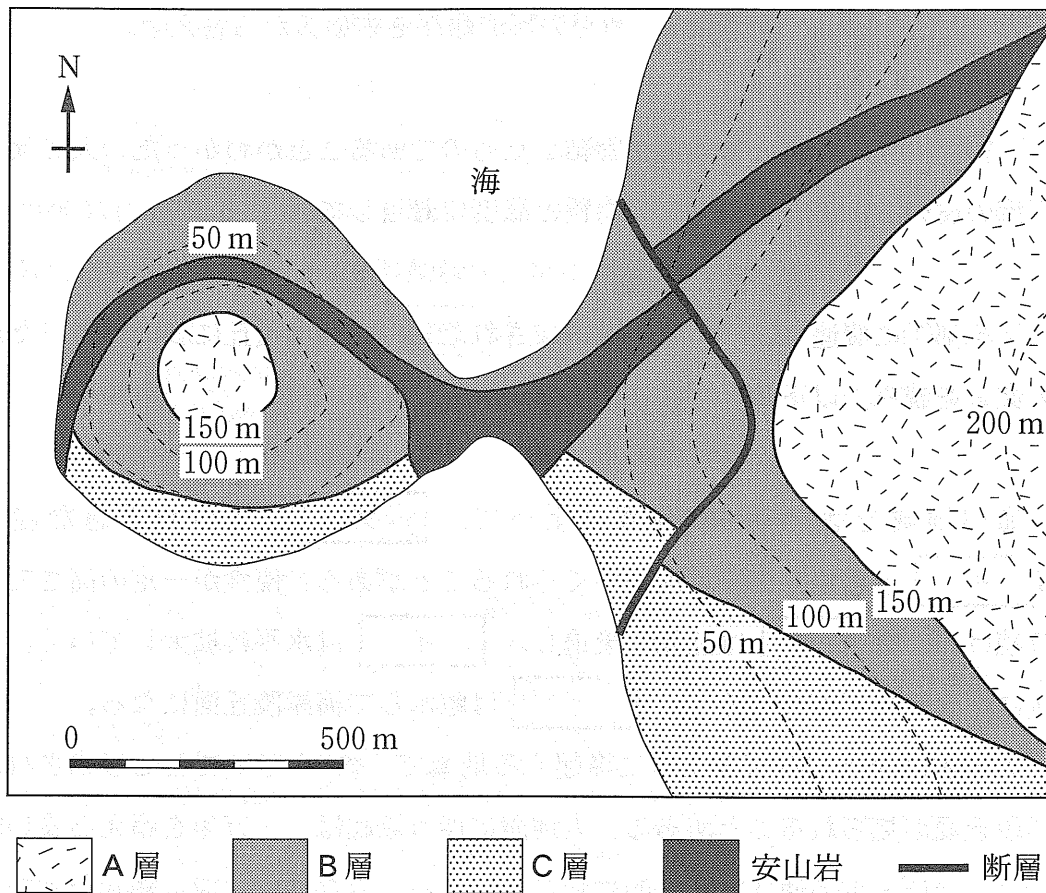


図1

問2 B層が堆積した地質時代(紀)には、日本海が形成されたと考えられている。この地質時代(紀)の名称を答えよ。

問3 C層が堆積した地質時代(紀)に起こった出来事を、次の(あ)～(え)からすべて選べ。

- (あ) インド亜大陸とアジア大陸の衝突が始まった。
- (い) 人類が出現した。
- (う) パンゲア超大陸が分裂し始めた。
- (え) 南極大陸が他の大陸から分離し、急激に寒冷化した。

問 4 A 層, B 層, C 層, 安山岩, 断層の形成順序を古い方から答えよ。

問 5 下線部①は, 火砕流堆積物が固結したものであることがわかった。火砕流と土石流の違いを, 流れを構成する物質と温度に着目して説明せよ。

問 6 下線部①に関連して, 第四紀に形成された日本の海岸段丘について述べた以下の文章を読み, 以下の(1), (2)に答えよ。

海岸地域では波の侵食作用によって, と呼ばれる急な崖と, と呼ばれる平坦地がつくられることがある。侵食が一定の高さで起こり続けると は陸側へ後退し, は水平に拡大していく。その後、地盤の隆起が起これると, は離水して海岸段丘面になる。

大地震に伴って数百年ごとに隆起する地域で, 約 10 万年ごとに形成された海岸段丘面が見られることがある。大地震に伴う隆起は, 1 万年を超える長い時間では, ほぼ一定の速さで連続的に起こっているとみなせるので, 隆起だけではこのような海岸段丘の形成を説明できない。氷期と間氷期が繰り返す気候変動の効果が隆起に合わさることで, それらの海岸段丘が形成された^②と考えられている。

(1) 文中の , に当てはまる適切な語を答えよ。

(2) 下線部②において と呼ばれる平坦地の拡大が起こりやすいのは, 温暖化する時期と寒冷化する時期のどちらの時期か答えよ。また, なぜその時期に拡大が起こりやすいのかを説明せよ。

地学問題は, このページで終わりである。