

令和6年度入学者選抜試験問題

理学部理学科

総合問題

(地球科学)

前期日程

注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子の本文は、1ページから17ページまでです。
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明・落丁・乱丁、解答用紙の汚れなどに気が付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 監督者の指示にしたがって、すべての解答用紙に**大学受験番号**を正しく記入してください。**大学受験番号**が正しく記入されていない場合は、採点されないことがあります。
- 5 問題は**第1問～第2問**からなり、**すべて必答**です。解答は、解答用紙の問題番号に対応した解答欄に記入してください。
- 6 試験終了後、すべての解答用紙を回収します。監督者の指示にしたがって解答用紙を提出してください。
- 7 試験終了後、問題冊子と下書き用紙は持ち帰ってください。

地球科学に関する資料を読み、それぞれの問いに答えなさい。資料 (資料 1・資料 2) は、からとしゅんいちろう唐戸俊一郎著「地球はなぜ「水の惑星」なのか」講談社 (2017 年) の一部である。問題に合わせて一部を改変している。

第 1 問 資料 1 を読み、問題 (問 1～10) に答えなさい。

著作権の関係上、省略します。

著作権の関係上、省略します。

著作権の関係上、省略します。

著作権の関係上、省略します。

著作権の関係上、省略します。

著作権の関係上、省略します。

著作権の関係上、省略します。

問題

問1 下線部【1】に「揮発性元素の逃げ方の程度は、太陽からの距離によって大きく違っていた」と書かれている。元素の揮発しやすさをもとに、揮発性が高い元素の代表を水素、揮発性が低い元素の代表をアルミニウムとする。

(1) 太陽からの平均距離が 1.0000 天文単位である地球と 5.2026 天文単位である木星とを比較したとき、水素／アルミニウム比がどのようになるか。大小関係を不等号で書きなさい。

(2) 天王星の太陽からの平均距離は 19.2184 天文単位である。地球と比較したとき、天王星の水素／アルミニウム比はどのようになると推測できるか。そのように考えた理由とともに書きなさい。

問2 下線部【2】に「大気中のアルゴンのほとんどは、地球内部の鉱物に含まれるカリウムが崩壊してできた」と書かれている。カリウムに含まれる質量数 40 の ^{40}K は、半減期 12 億 5 千万年で質量数 40 の ^{40}Ar へと放射崩壊する（放射壊変ともいう）。半減期とは、放射性同位体がももとの半分の量になるまでにかかる時間である。放射崩壊起源の同位体は放射性同位体が崩壊した分だけ生成される。大気中の ^{40}Ar はすべて ^{40}K の放射崩壊によってできるものと考え、大気中の ^{40}Ar の存在度の時間変化をグラフに書きなさい。その際、次のことを反映させなさい。46 億年前の ^{40}K の存在度を 100、 ^{40}Ar の存在度を 0 とする。4 半減期分 50 億年間の ^{40}Ar の存在度の時間変化を、46 億年前および 1~4 回半減期が経過したときの ^{40}Ar の存在度をそれぞれ点で書いたのち、それらの点をなめらかな線で結んで書くこと。縦軸・横軸のラベルと目盛、「現在」を示す位置をはっきり書くこと。

問3 下線部【3】に、「地球内部はこれらの鉱物より重い物質できている」と書かれている。計算を簡単にするため、地球を深さ 2900km に境界がある 2 層構造を持つ半径 6400km の球と仮定する。地球の平均密度を $5.5\text{g}/\text{cm}^3$ 、外側の層にある物質の密度を $3.0\text{g}/\text{cm}^3$ とし、内側の層にある物質の密度を求めなさい。答えは小数点以下を四捨五入して整数で書くこと。なお、半径が r である球の体積 (V) を求める公式は、円周率を π として $V=(4/3)\times\pi\times r^3$ である。1000km は $1\times 10^8\text{cm}$ と表すことができる。解答の際には計算過程も書くこと。ただしすべての過程が書かれていなくてもよい。計算過程では単位を省略していてもよい。

問4 下線部【4】に、「地球内部を伝播する地震波を利用する」と書かれている。地震波にはP波・S波・表面波などの種類がある。P波は地震波の進行方向に振動する縦波であり、固体中・液体中・気体中すべてを伝わる。S波は地震波の進行方向に対して直角な方向に振動する横波であり、固体中は伝わるが液体中・気体中は伝わらない。また伝わる物質が変化する境界で地震波は反射や屈折を起こす。

図1-3は、地球内部でのP波とS波の地震波速度を示している。AとBそれぞれがP波とS波のどちらに対応するか、そのように考えた理由とともに書きなさい。

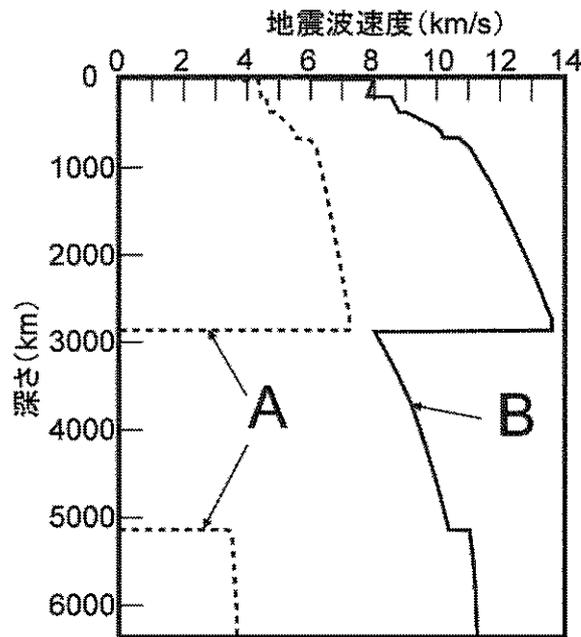


図1-3 地球内部でのP波とS波の地震波速度

問5 下線部【5】に「核は中心部の内核と外側の外核という、二つの領域に分けられます」と書かれている。それぞれの領域を構成する元素の名称を資料から読み取り、整理して書きなさい。

問6 下線部【6】「ユーリー比」は、地球が現在冷えつつあるのか温まっているのかを判定するのに重要な量である。ユーリー比を決める二つの量を「放射性元素による発熱率」と「地表からのエネルギーの放出率」として、ユーリー比を表す式を考えて書きなさい。

問7 下線部【7】「地球全体（特に固体地球）のエネルギー収支」を考えると、大気のエネルギー収支は、「固体地球から大気に伝わるエネルギー」・「大気が太陽から受け取るエネルギー」・「地球から宇宙に放出されるエネルギー」でおおよそ説明できる。大気に対するこれら3つのエネルギーのやりとりの様子を、矢印を使って解答用紙の図に書きなさい。その際、矢印がどのエネルギーに対応しているのかも書きなさい。エネルギーの数値が資料に示されているものは数値も書きなさい。

問 8 マントルの岩石が融解してマグマになることを、横軸を圧力（深さ）、縦軸を温度とするグラフを使って説明することがある。

(1) 水を含まない条件で岩石が融ける温度は、圧力が増えるのに従って一次関数的に高くなるとする。解答欄の◆で示されているところを地表における融点とみなして、「水を含まない条件で岩石が融ける温度」の線を図に書きなさい。ただしこの線は解答欄のグラフ上では直線になるものとし、点 P にある岩石はその場の温度圧力では融けないものとする。次に、点 P の岩石が下線部【8】のように融け始めるまでの経路を矢印で、点 P の岩石が融け始める時の位置を点 P' で、それぞれ図に書きなさい。

(2) 下線部【8】に書かれているマグマ形成場だと考えられる場所は地球上のどこか。資料から読み取り、書きなさい。

問 9 資料 1 の【 A 】～【 E 】のタイトルとして適切なものを選択肢から選び、1～5 の数字を解答欄に書きなさい。

選択肢

- 1：固体地球の構造と性質 2：地球表面の大気と海 3：地球のエネルギー収支
4：マントル対流と物質の動き、水の循環 5：太陽と地球の起源

問 10 資料 1 の【 A 】には「太陽が形成されたのは今から約 46 億年前です」と書かれている。太陽が形成されてから現在までの間に起きた 2 つの出来事、(A)「地球を含む惑星の形成」、(B)「原始大気・原始海洋の形成」について、それぞれが起きた時期について書かれている文を資料から抜き出し、書きなさい。

第2問 **資料2**を読み、**問題**（問1～5）に答えなさい。

著作権の関係上、省略します。

著作権の関係上、省略します。

著作権の関係上、省略します。

著作権の関係上、省略します。

著作権の関係上、省略します。

問題

問1 下線部【9】に「外層部分がもともと太陽を作った物質の化学組成を反映している」と書かれている。「太陽の外層部分の化学組成」が「太陽系の化学組成」の推定に利用できる理由を資料から2つ読み取り、書きなさい。

問2 図2-1には、太陽系の元素の存在度がケイ素（Si）の量を 10^6 として示されている。元素ごとの存在度の差が大きいためグラフの目盛は常用対数で示されており、水素の存在度はおよそ $10^{10.5}$ 、フッ素の存在度はおよそ 10^3 と読み取れる。水素とフッ素の存在度はそれぞれケイ素の量の何倍になるか、指数を使わないでおおよその値を書きなさい。10の平方根の値は3.16とする。

問3 「太陽系の平均化学組成の推定（2）－隕石と太陽系の化学組成」の文章を整理して、隕石およびコンドライトの分類を表の形で書きなさい。資料に書かれていれば、それぞれの数（割合）や特徴についても書きなさい。

問4 小惑星探査機はやぶさ2は小惑星リュウグウで試料を採取し2020年に地球に持ち帰ることに成功した。その後の研究によって、小惑星リュウグウの物質は下線部【10】「CIグループの炭素質コンドライト」とよく似ていると報告されている。次のあ～えの文のうち、正しいものはどれか。該当するものをすべて選択し、記号を書きなさい。

- あ リュウグウ試料はどの小惑星で採取されたのかが明確にわかっている。
- い 地上で採取された炭素質コンドライトは風化を受けた可能性がある。
- う 炭素質コンドライトは惑星の揮発性成分の起源の候補の一つである。
- え 小惑星の反射スペクトルから、隕石のタイプと小惑星の対応が推定されている。

問5 図2-2では、CIコンドライトの元素存在度と太陽大気元素存在度が比較されている。次のあ～えの文のうち、正しいものはどれか。該当するものをすべて選択し、記号を書きなさい。

- あ 直線上にある元素 (Cd、Sc など) の (CIコンドライトの元素存在度 / 太陽大気元素存在度) 比は1である。
- い 直線の左上側にある元素 (Ba、Fe、Y など) は、太陽大気元素存在度よりCIコンドライトの元素存在度が大きい。
- う 直線の右下側にある元素 (Ag、Cu、Ge など) は、太陽大気元素存在度よりCIコンドライトの元素存在度が大きい。
- え 揮発性元素 (C、H、N など) を図に書き入れるとしたら、直線上にのるはずである。