

# 令和7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15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。

(問題訂正)

総合問題 地球科学

6ページ	第1問	問2 (3)	3行目
13ページ	第2問	問3 (1)	2行目

(誤)

小数点以下第2位まで答えること。

(正)

小数第3位を四捨五入し、小数第2位まで答えること。

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。資料は、萬年一剛著「最新科学が映し出す火山」KKベストブック（2019年）の一部である。問題に合わせて一部を抜粋・改変している。

### 第1問

**資料1**を読み、問題（問1～5）に答えなさい。

#### **資料1**

著作権の関係上、省略します。

著作権の関係上、省略します。

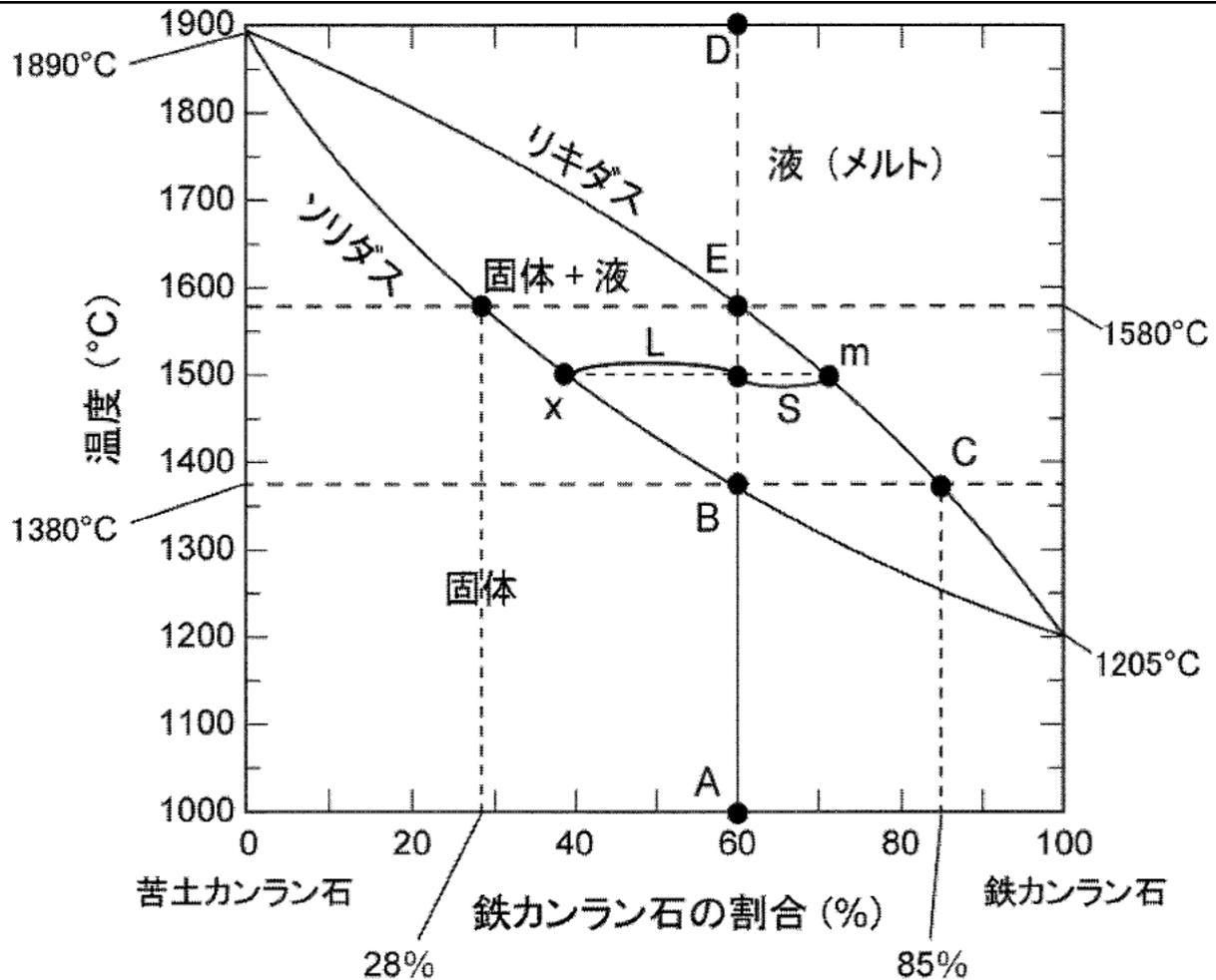


図1 カンラン石の相図

鉄カンラン石 60%・苦土カンラン石 40%からなるカンラン石の固溶体は 1000°C のとき、固体のままである (点 A)。これを熱していくと、ソリダスという線と交わるが (点 B)、このときにほんの少し溶けはじめる。このときの温度は 1380°C、液の組成は点 B を含む水平の線がリキダスという線と交わったところ (点 C) で表される (鉄カンラン石 85%)。ちなみに、このカンラン石を 1500°C まで熱したときにできる液と固体の組成はそれぞれ m と x、また液 : 固体の比率は L:S で表される。このカンラン石をさらに熱するとリキダスという線との交点 (点 E) で完全に溶ける (約 1580°C)。

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) には、「カンラン石の場合、固体と液体が共存する温度の範囲が広い」と書かれている。本文中の記述を読み、カンラン石の相図である図1において、固体と液体が共存できる温度の範囲を答えなさい。

問2 鉄カンラン石 60%、苦土カンラン石 40%の組成からなる 1900°Cの液（メルト）を想定し、以下の (1) ~ (4) に答えなさい。

(1) 1900°Cの点Dの組成のメルトを冷却していくとする。この際に、最初に晶出する（鉱物となつてあらわれる）カンラン石の組成、そのカンラン石と共存するメルトの温度を、図1から読み取り、次の文章の空欄【ア】～【ウ】を埋めなさい。

- ・鉄カンラン石【ア】%、苦土カンラン石【イ】%のカンラン石が固相として最初に晶出する。
- ・このとき、晶出したカンラン石と共存するメルトの温度は【ウ】°Cとなる。

(2) 冷却を進めて、メルトの温度が 1380°Cに達した際に、晶出したカンラン石とそのカンラン石と共存するメルトとの関係について下記の選択肢より間違っているものを全て選びなさい。

選択肢：

- (カ) 液（メルト）は残っていない。
- (キ) このときに晶出するカンラン石の組成は、鉄カンラン石 60%、苦土カンラン石 40%である。
- (ク) このときに晶出するカンラン石の組成は、鉄カンラン石 85%、苦土カンラン石 15%である。

(3) 解答用紙の各温度において十分に長い時間おかれた際のメルトの割合（Lを（L+S）で割ったもの）を図1から読み取り、解答用紙の表を完成させなさい。メルトの割合を読み取る際には定規を用いること。値は小数点以下第2位まで答えること。

(4) (3) で作成した表を用いて、メルトの温度を縦軸、メルトの割合を横軸に取ったグラフを作図しなさい。作図するグラフは、点とそれらを線で結んだ折れ線グラフとする。

問3 下線部 (2) では、鉄とマグネシウムのイオン半径を比較した際に鉄の方がより大きなイオン半径をもつことを理由に、カンラン石を熱して溶け始めてできた液は元の結晶よりも鉄に富むことが述べられている。それとは逆に、溶けたカンラン石のメルトを冷却していくと、晶出するカンラン石結晶は元のメルトよりもマグネシウムに富むことが図1からも読み取ることができる。カンラン石結晶が元のメルトよりもマグネシウムに富むのはなぜか。下記の語群を使って説明しなさい。

語群：鉄、マグネシウム、イオン半径

問4 下線部(3)の「初生マグマ」に関する記述として資料の内容にあっているものを下記の選択肢から全て選びなさい。

- (サ) 初生マグマはマントルを構成しているカンラン岩が部分熔融したときの液がマグマになったものである。
- (シ) 初生マグマはカンラン石の成分に富んだ玄武岩質マグマであることが実験的に確かめられている。
- (ス) 初生マグマはマントルを構成しているカンラン岩が全熔融したもので、組成を変えずに地表に噴出することが知られている。
- (セ) 初生マグマに近い玄武岩質組成の噴出物が海底で見つかったことがある。

問5 「■マントルを部分熔融させる」を読んで、マントルを部分熔融させる方法として本文に挙げられているもの3種類を要約しなさい。

第2問

資料2を読み、問題（問1～7）に答えなさい。

資料2

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 (4) に「水は液体から気体になるときに 1 気圧の圧力下で体積が 1000 倍以上になります」と書かれている。火山ガスは圧力に応じて体積が変わり、圧力と体積の関係は気体の状態方程式

$$PV = nRT$$

を満たすとする。ここで、 $P$ は気体の圧力 (Pa)、 $V$ は体積 ( $m^3$ )、 $T$ は温度 (K)、 $n$ は物質量 (mol)、 $R$ は気体定数 ( $J/(kg \cdot K)$ ) である。マグマだまりでの圧力が  $2.5 \times 10^8$  Pa の場合、地表において火山ガスの体積はマグマだまりにあるときの何倍になるか。火山ガスの温度は変わらないものとして計算しなさい。大気圧は 101325 Pa、火山ガスの気体定数は  $462 J/(kg \cdot K)$  である。小数点以下を四捨五入し、整数で答えなさい。

問2 下線部 (5) にはマグマ中の水の重量とマグマの状態の関係が説明されている。図2はマグマ中の水の溶解度曲線である。溶解度曲線より下の部分では、マグマ中に水 ( $H_2O$ ) が全て溶けており、その外では気泡の水が存在することを意味している。図中の太い矢印のようにマグマが上昇し減圧したとすると、図中の点【タ】～【ツ】の深さではマグマの状態はどのようにになっているか。解答用紙のイラストに対応する記号を答えなさい。

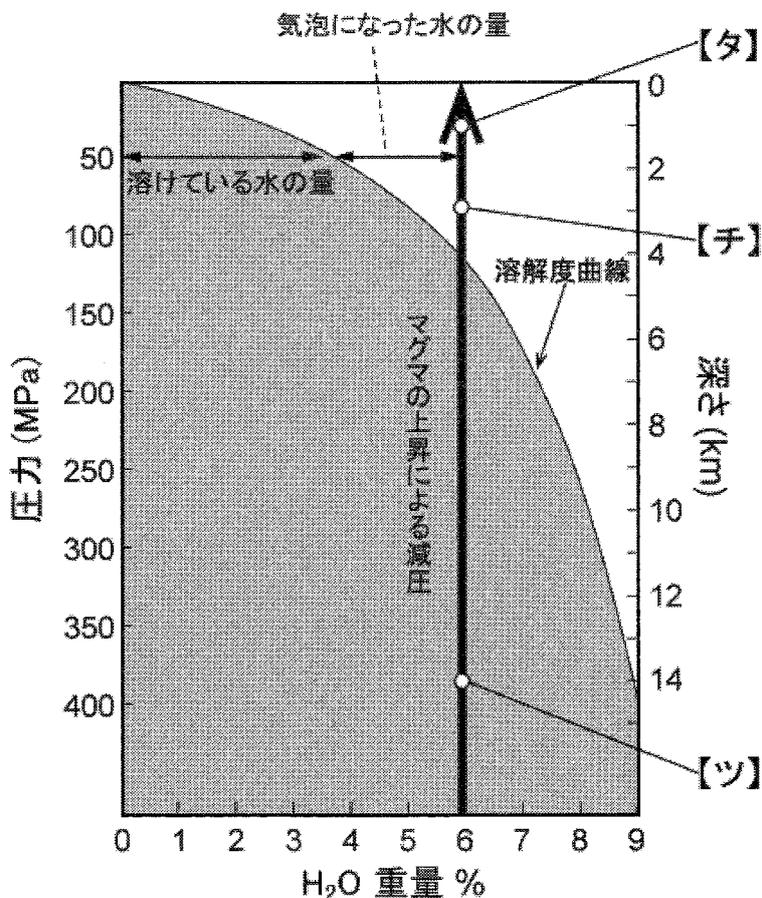


図2 マグマ中の水の溶解度曲線

問3 下線部(6)に「ダラダラと溶岩が流れる噴火」と書かれているが、溶岩が斜面を流れるときの速度 $u$  (m/s) は、

$$u = \frac{\rho g h^2 \sin \alpha}{2\mu}$$

と書き表される。ここで、 $\rho$ は溶岩の密度 ( $\text{kg/m}^3$ )、 $g$ は重力加速度 ( $\text{m/s}^2$ )、 $h$ は溶岩流の厚さ (m)、 $\alpha$ は斜面の角度 ( $^\circ$ )、 $\mu$ は粘性 ( $\text{Pa}\cdot\text{s}$ ) を表す。次の(1)～(2)について計算過程と答えを書きなさい。 $\sin 10^\circ = 0.173$ 、 $\cos 10^\circ = 0.985$  を用いて良い。

(1) 斜面の傾斜が  $10^\circ$  のとき、2 m の厚さの溶岩の速さはどれくらいになるか。 $\rho = 2700$  ( $\text{kg/m}^3$ )、 $\mu = 1000$  ( $\text{Pa}\cdot\text{s}$ )、 $g = 9.81$  ( $\text{m/s}^2$ ) として計算し、小数点以下第2位まで答えること。

(2) Aさんの自宅から溶岩流の先端までの距離を地図上で計ると25 kmであった。溶岩が流れている地点からAさんの自宅までは傾斜  $10^\circ$  の斜面が続いている。Aさんの自宅に向かって溶岩がまっすぐ流れて来る場合、溶岩がAさんの自宅に達するまでに何分何秒かかるか。小数点以下は切り捨てて答えること。溶岩流は(1)と同じものとする。

問4 本文中では、爆発的噴火と溢流的噴火という2種類の噴火様式が挙げられているが、このような噴火様式を分ける要因を本文の内容にしたがって説明しなさい。

問5 「■マグマの組成と噴火様式」を読んで、以下の(1)～(3)の問いに答えなさい。

(1) 3つの火山から得られた火山岩の化学組成が表1に示されている。これらの岩石の化学組成を基に縦軸に(Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)、横軸に(SiO<sub>2</sub>)の重量%の値をとり、解答用紙の図にマークで示しなさい。それぞれのマークがどの火山を示すか、分かるように記すこと。

表1 火山1、火山2、火山3における火山岩の化学組成(重量%)

	火山1	火山2	火山3
SiO <sub>2</sub>	68.89	57.30	51.24
TiO <sub>2</sub>	0.47	0.97	4.79
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.92	18.15	11.96
FeO	0.00	6.67	14.61
MnO	0.16	0.14	0.21
MgO	0.90	3.32	4.02
CaO	4.10	6.64	8.50
Na <sub>2</sub> O	4.00	3.47	2.94
K <sub>2</sub> O	1.03	1.87	1.07
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.24	0.19	0.64

(2) 表1に示された3つの火山における火山岩の種類を解答用紙の図から読み取り、それぞれの名前を書きなさい。

(3) 本文には溶岩の粘り気と火山の形状の関係が述べられている。本文を参考に表1に示された3つの火山の横から見た外形を推測して解答用紙に描きなさい。また、なぜそのような形を描いたか、理由も書きなさい。ただし、各火山は(1)で示した化学組成の溶岩のみで成ると仮定する。

問6 「■噴煙はなぜ上昇するか？」をもとに、図3の(a)～(c)の高さにおける噴煙の密度と大気の密度の関係を等号、不等号で書きなさい。

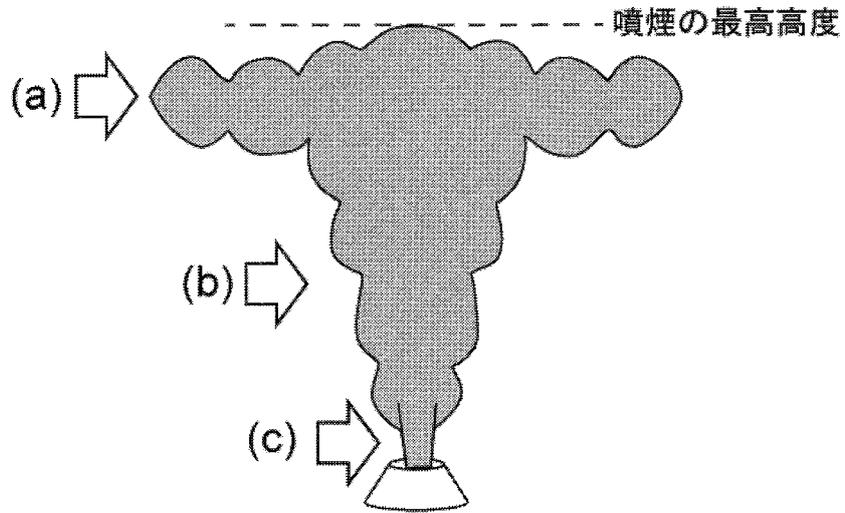


図3 噴煙柱

問7 噴煙柱崩壊型火砕流が発生するのは噴煙が浮力を獲得できないときである。その要因を3つ、本文にしたがって説明しなさい。