

令和2年度前期日程入学試験問題

地 学

教 育 学 部

理 学 部

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 問題冊子は、7ページ(表紙, 白紙を除く)です。試験開始後、確認してください。
- ③ 解答は、別紙の解答用紙に記入ください。
- ④ 解答用紙は3枚あります。受験番号は、各解答用紙の指定の欄に記入ください。
- ⑤ 字数が指定されている問については、アルファベット、算用数字を含め、1マスに1字ずつ記入ください。

1 地球大気について、以下の問1～4に答えよ。

問1 図1-1は地球大気の気温の典型的な高度分布を示している。この図は、(a)対流圏の下部、(b)成層圏の上部、(c)熱圏の上部に気温の高い領域が存在することを示す。(a)から(c)の3つの領域で気温が高くなる理由をそれぞれ50字以内で説明せよ。

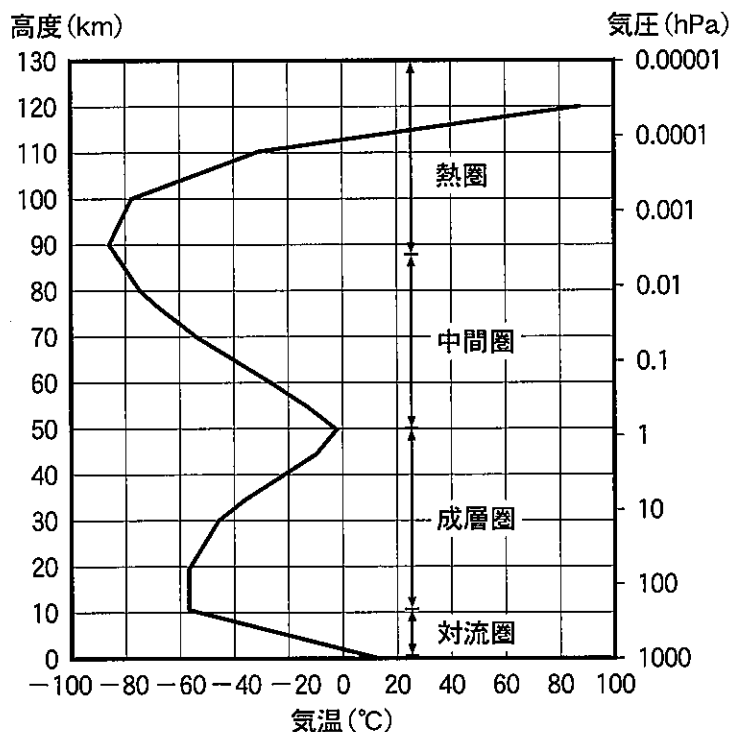


図1-1 (データの出典 理科年表)

問2 地球大気の水蒸気の振る舞いに関連して、以下の文中の に適切な用語を入れよ。ただし、(い)か(き)は候補の中から語句を選択せよ。

地上付近が雲や霧に覆われていないとき、地上の空気を断熱的に上昇させると、その空気塊の温度は (あ) 減率に従って下がる。その際、上昇する空気塊の水蒸気量は (い) 減少する・一定である・増加する。空気塊は

温度を下げながら上昇を続け、 という高さに達すると、雲が形成される。その後の空気塊の温度は 減率に従って下がる。 減率の大きさは、 減率の大きさに比べて小さいが、その理由は上昇しながら を放出するためである。積雲や積乱雲は、上方に向かって発達するが、これは空気塊の温度が周囲の温度よりも 高・低くなるためであり、 の放出と深く関係する。雲の中では、空気塊の水蒸気量は、上昇中 減少する・一定である・増加する。

問 3 図 1-2 は、飽和水蒸気圧曲線と、相対湿度を 65 % と仮定したときの水蒸気圧(水蒸気分圧)曲線を示している。ここで、相対湿度は(水蒸気圧/飽和水蒸気圧)×100 % で定義されている。また、近年の地球温暖化によって、対流圏では広い高度範囲で気温が上昇することが予想されている。以下の(1)、(2)に解答せよ。

(1) 将来、図 1-3 のように上昇幅 5℃ で対流圏の気温が上昇したと仮定すると、図 1-4 に示される現在の水蒸気量の高度分布は、将来ではどのような値になるか。単位を g/m^3 として、0 km から 4 km まで 1 km ごとに数値を小数点以下 1 桁まで示せ。なお、相対湿度は 65 % で一定とし、水蒸気圧を $e(\text{hPa})$ としたときの水蒸気量を $0.6 \times e(\text{g}/\text{m}^3)$ とする。また、 $0.1 \text{ g}/\text{m}^3$ 程度の推定誤差は許容されるものとする。

(2) 与えられた気温や水蒸気量の鉛直分布の下で、仮に積乱雲が発生したとき、現在の積乱雲に比べて将来の積乱雲では、降水量などの特徴がどのように変化すると考えられるか。高度ごとの水蒸気量の変化の違いに着目して、50 字以内で説明せよ。

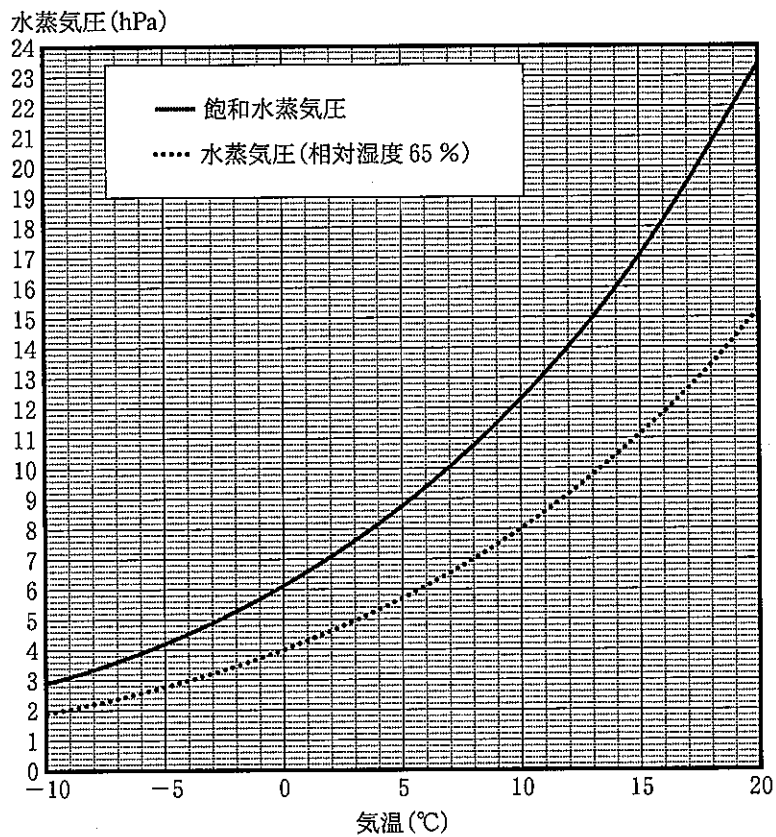


図 1-2

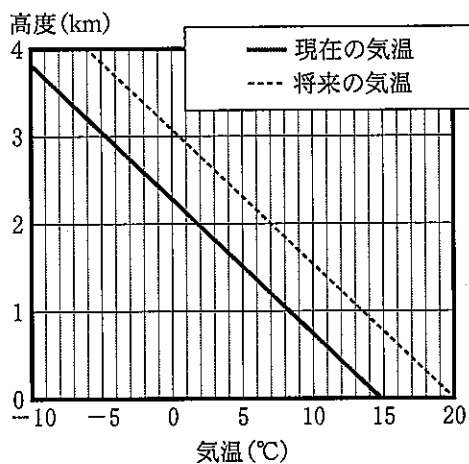


図 1-3

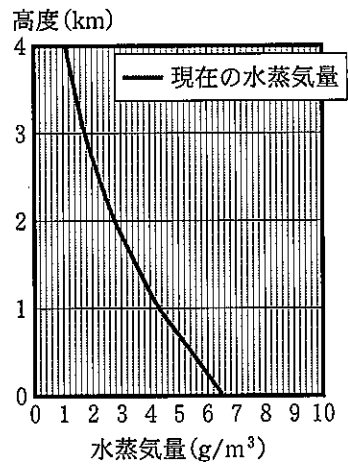


図 1-4

問 4 北半球の中緯度の高気圧・低気圧に関連して、図1-5の実線は等間隔の等圧線を示す。●点において地表付近で定常的に吹く風は、気圧傾度力、転向力、摩擦力のつり合いにより、向きと強さが決まる。解答欄に図1-5と同様の等圧線の図を描いたうえで、図1-6に示した書き方の例を参考に、これらの3種類の力を実線の矢印で描き、その結果として決まる風の向きを点線の矢印で濃く描きなさい。なお、力のバランスがわかるように、薄く補助線などを引いてもよい。

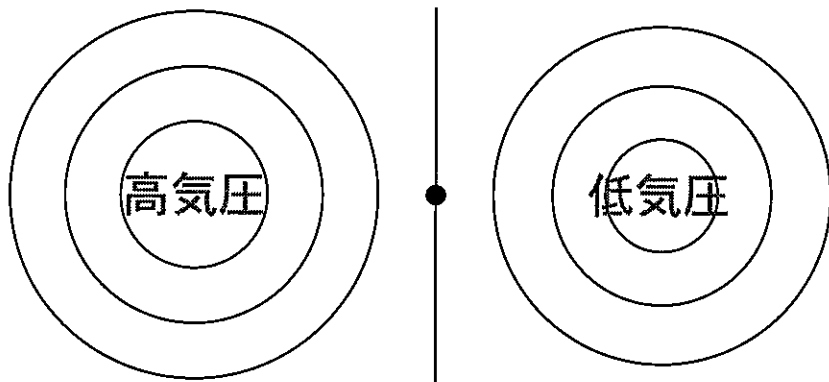


図1-5

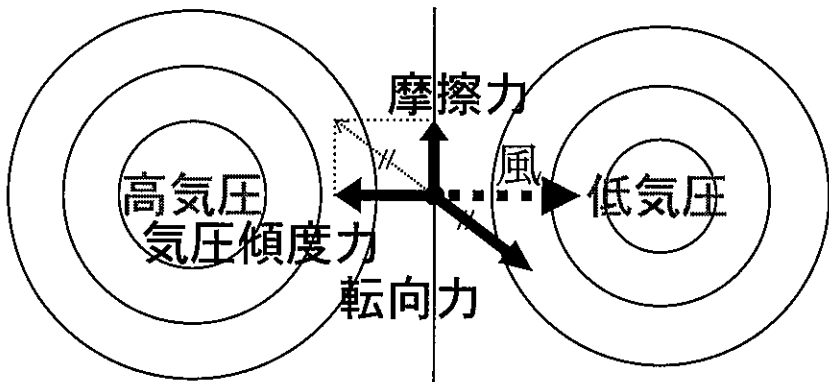


図1-6

2

岩石に含まれる放射性元素に関する以下の問 1 ~ 2 に答えよ。

問 1 マントルの部分溶融により発生したマグマの組成は、元の岩石のそれとは、一般に異なる。このようなマグマには、 SiO_2 と共に、カリウム(K)、ウラン(U)、トリウム(Th)などが多く含まれる。地球を構成する一部の岩石圏には、部分溶融による元素移動の様子が記録されている。表 1 は、これらの岩石圏における SiO_2 、 K_2O 、U、Th 濃度の推定値である。

表 1 の(ア)~(ウ)に、上部マントル、大陸地殻、海洋地殻の中から、ふさわしい岩石圏の名前を入れよ。また、(エ)~(カ)には、各岩石圏を構成する代表的な岩石名を、玄武岩、かんらん岩、花こう岩の中から選んで入れよ。

表 1

岩石圏	代表的な岩石	岩石中の重量濃度			
		SiO_2 (%)	K_2O (%)	U(ppm)	Th(ppm)
(ア)	(エ)	62	2.9	4	17
(イ)	(オ)	49	0.4	0.1	0.35
(ウ)	(カ)	45	0.02	0.026	0.103

問 2 K, U, Th には、表 2 に記すような放射性同位体が含まれる。放射性同位体は絶えず一定の割合で崩壊し、その際に崩壊熱が放出される。特にここに記す 4 種の放射性同位体は、地球内部の熱源の一つとして重要であると考えられている。

表 2

放射性同位体	崩壊熱* ¹ (10^{-5} W/kg)	半減期 (億年)	地球全岩濃度* ² (10^{-9} kg/kg)
⁴⁰ K	2.92	12.5	36.9
²³⁸ U	9.46	44.7	30.8
²³⁵ U	56.9	7.04	0.22
²³² Th	2.64	140	124

- * 1 単位質量の放射性同位体が 1 秒当たり放出する崩壊熱を表す。
- * 2 地球を構成するすべての岩石圏(金属鉄コアより上の部分すべて)における、現在の放射性同位体加重平均濃度を表す。

(1) 図 2-1 は、地球岩石圏全体における放射性同位体による平均発熱量を、地球形成以来の時間に対して示したものである。凡例で示すそれぞれの曲線が、表 2 に記した 4 種の放射性同位体のどれに対応するか、(キ)~(コ) について答えよ。

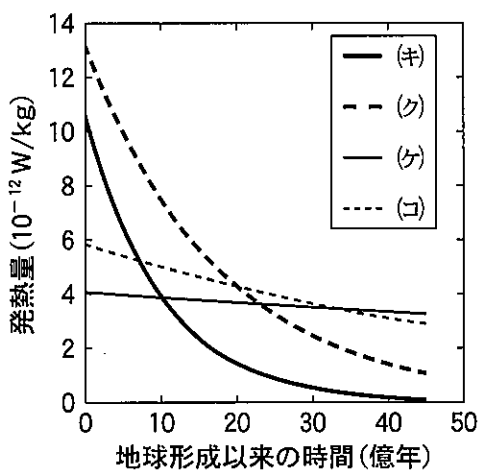


図 2-1

(2) 地球全岩濃度と同じ放射性同位体濃度を持つ岩石の発熱を考える。この岩石が、最近1億年にわたり、周囲に対して完全に断熱されていたとする。その間の、この岩石の崩壊熱による温度上昇の値を、表2の数値を用い有効数字二桁で求めよ。ただし、この岩石の比熱は1000 J/kg/Kである。また、1億年間の放射性同位体濃度の変化は無視できるものとする。なお、計算において1年は 3.2×10^7 秒とせよ。解答欄に計算過程ならびに解答を示せ。

(3) 45億年前、地球形成後まもないとき、地球岩石圏全体における、表2に記した4種の放射性同位体による発熱総量は現在の何倍であったか。図2-1を参考に、有効数字二桁で求めよ。解答欄に計算過程ならびに解答を示せ。