

大地の変化

「地震のゆれの伝わり方」

大地さんは、授業で福井地震のことを学習しました。以下の資料を読み、問いに答えなさい。

福井地震
 1948年(昭和23年)6月28日午後4時13分、坂井市丸岡町付近を震源とする、
 [] 7.1の都市直下型地震が発生し、福井で震度6、敦賀で震度4を観測しました。
 この地震により、福井平野の多くの集落で家屋が全壊し、地震後、各市町村で大火事が発生しました。
 福井付近で3本の列車が脱線転覆したほか、北陸線の九頭竜鉄橋など14箇所のおもな橋(九頭竜川・足羽川・日野川・竹田川にかかるもの)が落ちました。
 この地震による福井県内の被害は、死者3,728名、負傷者21,750名、全壊した家屋35,382棟、焼失した家屋3,851棟にも達しました。
 被害のあまりの激しさから、気象庁震度階級に震度7(激震)が新しく追加されました。
 「ふくいけんの自然災害 いのちをまもるために(福井県土木部)」より

- (1) 資料の[]にあてはまる地震の規模を表す言葉を答えなさい。
- (2) 現在の震度階級は震度0から震度7まで、何段階に分かれていますか。

次に、緊急地震速報について学習しました。

緊急地震速報は、地震が発生したときに、震源に近い地震計でP波を感知し、その情報をもとに瞬時に各地のS波の到達時刻やゆれの大きさを予測して、可能な限りすばやく知らせる気象庁のシステムである。

- (3) 大地さんは、緊急地震速報(警報)を聞いて、10秒間ほど時間があれば、身を守るための行動がとれるだろうと考えました。

そこで、大地さんは、図1に表される地震で、震源から12kmの距離にある地震計でP波を感知し、その5秒後に緊急地震速報(警報)が発表されるシステムの場合、緊急地震速報が届いてから10秒後にS波が到達するのは、震源から何kmの地点かを計算しました。この計算から大地さんは、震源から何kmの地点が安全だと考えたか。

地点A、Bのこの地震の震源からの距離は、地点Aは96km、地点Bは120kmである。図1に示した①、②は地点A、Bで初期微動が始まった時刻を、③、④は地点A、Bで主要動が始まった時刻をしめしており、あとの表は、図1に示した①～④の時刻を表している。なお、この地震ではP波、S波はそれぞれ一定の速さで伝わるものとする。また、緊急地震速報は瞬時に届くものとする。

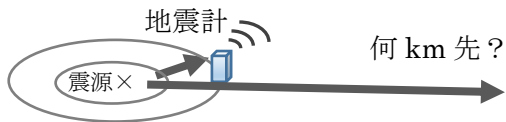
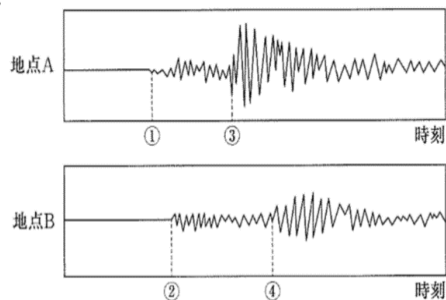


図1



表

①	15時23分01秒
②	15時23分05秒
③	15時23分17秒
④	15時23分25秒

(1)	
(2)	
(3)	

「火山活動による災害・地震による災害・地層による災害」

よしこさんは学校で災害に関する講演会を聞きました。以下はそのあと家族と交わした会話です。会話文を読んで以下の問いに答えなさい。

よしこ：災害は本当にいつ起こるか分からないね。

父：確かに、災害に備えているいろいろ準備しておかないと。

よしこ：講演会では各家庭に（①）はありますかと言っていたけど、家にはあるの？

父：冷蔵庫にはってあるよ。しっかり見ておいてね。

家は海岸の近くにあるから地震が起きると（②）がおこる可能性があるね。

よしこ：もしそうなったら素早く避難しないとね。そんなときのために避難バッグを用意しておく必要があると言われたわ。これも家にはあるの？

父：押し入れの奥に入れてあるから一度確認してごらん。

(1) (①) は過去の記録などをもとにして災害が起きたときの被害の予測などを地図上にまとめたものです。名前を書きなさい。

(2) (②) に入る語句を書きなさい。

(3) 避難バッグとは災害時に持ち出す必要最低限の物品を入れた袋で「防災非常袋」とも言います。この避難バッグに入れなければならないと思うものを3つ書きなさい。

(1)		(2)	
(3)			

「火山噴出物」

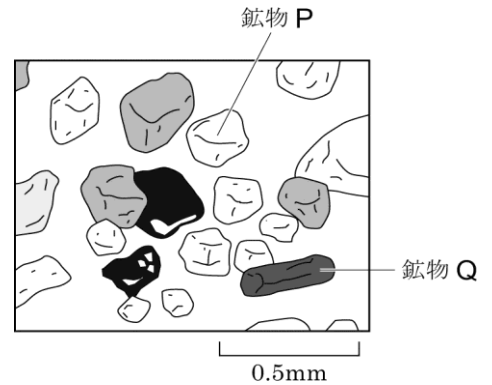
かえでさんは授業で火山噴出物について学びました。以下の会話部を読んで以下の問いに答えなさい。

先生：今日は鹿沼土という園芸用の土を使って火山噴出物の学習をします。
 かえで：園芸用の土と火山噴出物は何か関係があるんですか？
 先生：鹿沼土は群馬県にある赤城山の噴火によって火山噴出物が堆積してできたもの
 の一部なのです。
 かえで：身近なところで火山噴出物は使われているのですね。
 先生：ちなみに鹿沼土は約4万5千年前に赤城山から噴出した火山噴出物の一部です。
 火山噴出物なので火山灰も含まれていますから、鹿沼土を使って火山灰のよう
 すを観察することができます。

できたらし

- (1) 火山噴出物の例を1つあげなさい。ただし火山灰はのぞきます。
- (2) 火山噴出物などが堆積してできた岩石の名前を何といいますか。
- (3) かえでさんは鹿沼土を使って火山灰に含まれている鉱物について調べることになりました。火山灰に含まれている鉱物を取り出すためにある操作を行いました。その操作を簡単に説明しなさい。

図1



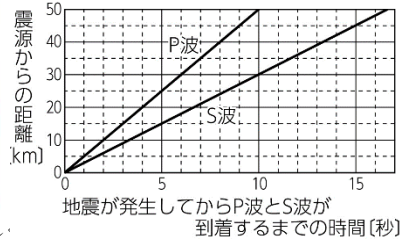
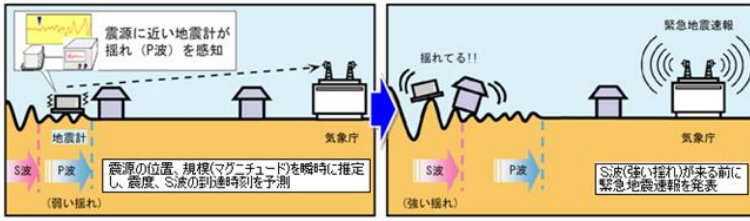
- (4) 右の図1は鹿沼土から取り出した鉱物を双眼実体顕微鏡で観察してスケッチしたものです。このとき鉱物Pは、無色で、不規則な形をしていました。また鉱物Qは、長い柱状の形で、緑黒色でした。鉱物P、鉱物Qの名称の組み合わせとして正しいものを次のア～エから選んで記号で答えなさい。

- ア P キ石 Q チョウ石 イ P セキエイ Q チョウ石
- ウ P キ石 Q カクセン石 エ P セキエイ Q カクセン石

(1)		(2)	
(3)			
(4)			

「地震のゆれの伝わり方」

緊急地震速報は、地震の発生直後に各地での強い揺れの到達時刻や震度を予想し、可能な限り素早く知らせる情報のことです。強い揺れの前に、自らの身を守ったり、列車のスピードを落としたり、あるいは工場等で機械制御を行うなどの活用がなされています。



この緊急地震速報は、震源から

から発生するP波とS波の到着時刻には差があることを利用しています。

(1) 下線部のようなP波とS波の到着時刻の差を何というか答えなさい。

(2) このとき、観測地点

グラフは、地震が発生してから各地点にP波とS波が到着するまでの時間を表しています。震源から1番近い地震計までの震源距離は30km、この地震を観測した地点までの震源距離が75km、地震発生時刻を10時19分57秒とします。また、地震計でP波を感知してから気象庁に伝わり、速報として伝わるまでに5秒かかるものとします。

に緊急地震速報が届いてからS波が到達するまでに何秒かかりますか。具体的な数値を使って説明しなさい。

(3) 震源から何km以上離れた地点にいれば、S波が到着するまでに速報が間に合うか答えなさい。

(1)	
(2)	
(3)	k m

「地震のゆれの伝わり方」

1948年福井県で福井地震と呼ばれるマグニチュード7.1の大きな地震が発生しました。下の表は①～⑤の各地点でのP波、S波の到達時刻と距離のデータです。次の問いに答えなさい。

震源距離	地名	P波の到達時刻	S波の到達時刻
0 k m	①坂井市	1 6 時 1 3 分 2 9 秒	1 6 時 1 3 分 2 9 秒
11 k m	②福井市	1 6 時 1 3 分 3 1 秒	
24 k m	③鯖江市		
37 k m	④南越前町		
63 k m	⑤敦賀市		1 6 時 1 3 分 4 7 秒

(1) この地震でのP波、S波の伝わる速さは何m/sか、それぞれ求めなさい。

(2) 大きな地震が起こった時に、地震が到達する前に地震の到達を知らせる緊急地震速報が2004年から運用されています。しかし、緊急地震速報は、地震の情報の解析、データの伝達に時間がかかるため、地震の発生から手元に速報が届くまで数秒から数十秒かかります。福井地震発生時に緊急地震速報があった場合、発生から7秒で速報が届くとすると大きなゆれが来る前に緊急地震速報が手元に届くのは上の5地点のうちどれか、すべて選び①～⑤の記号で答えなさい。またそのように考えた理由を簡潔に答えなさい。

(1) P波		S波	
(2)	記号		
	理由		

「岩石の種類」

次は東尋坊を観光に来たコウタ君とヒナさんの会話です。二人の会話をよく読み、次の問いに答えなさい。

ヒナ : さあ、東尋坊についたよ。

コウタ : うわあ、大きな石の柱がならんでいるみたいだね。

ヒナ : この柱は、マグマが地表で急激に冷やされたときに規則正しくひび割れたことでできたらしいよ。

コウタ : よく見ると石の中に鉱物の粒が見えるね。何の鉱物かな？

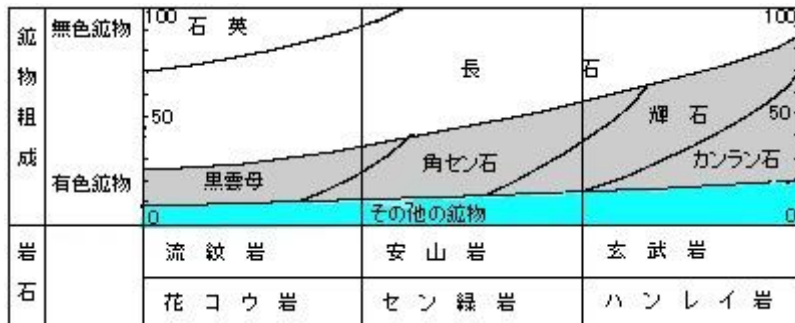
ヒナ : 帰って調べてみよう。

(1) マグマが地表で冷え固まってできた岩石を何というか。

(2) 二人は家に帰った後、東尋坊の岩石に含まれる鉱物について調べたところ、含まれる鉱物とその割合が以下のようにわかった。岩石名を次から選び答えなさい。また選んだ理由を説明しなさい。

輝石 : 15% 角閃石 : 25% 長石 : 50% その他 : 10%

[流紋岩 安山岩 玄武岩 花こう岩 セン緑岩 ハンレイ岩]



(1)	
(2)	記号
	理由

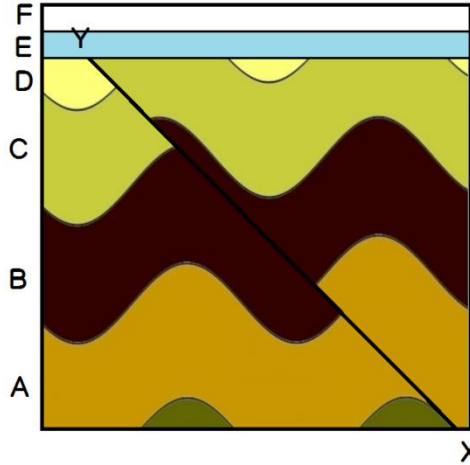
「地層の変化」

露頭を観察したところ、次のような層が見られました。次の問に答えなさい。なお、下図では地層の上下の逆転は起こっていないものとします。

(1) 図のように、地層に力が加わり、層が曲がることを何というか。

(2) この層のでき方について説明した次のア～オを正しい順番に並べ替えなさい。

- ア 地層に力が加わり層が曲がった。
- イ E・Fの層が堆積した。
- ウ C・Dの層が流水のはたらきで削られた。
- エ XY面で断層ができ、層がずれた。
- オ A～Dの層が堆積した。

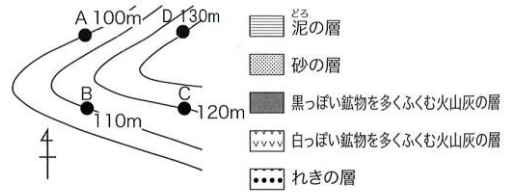


(3) 三方五湖の水月湖に堆積した物質が描く縞模様は「年稿」とよばれ、7万年分の縞模様がみられます。そして年稿は、地層の年代を決める世界の標準時計として期待されています。同じように、地層の年代を決定する上で重要な資料となるのが「火山灰」ですが、なぜ火山灰は地層の年代を推定する上で役立つのでしょうか。理由を答えなさい。

(1)		(2)	
(3)			

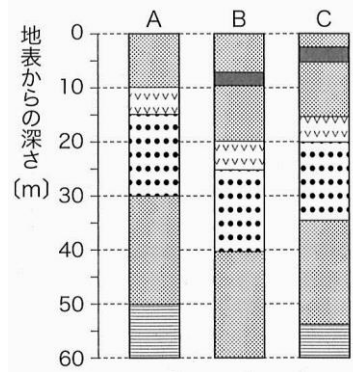
「地層の広がり」

ある地域の標高の異なるA～Dの4地点でボーリング調査を行った。その結果から地層の広がりについて調べることができました。なお、この地域では地層の曲がりは見られず、地層はある方向に傾いています。



(1) れきの層にフズリナの化石が見られたこの層は下のどの年代に堆積したものと考えられますか。

[ア 古生代 イ 中生代 ウ 新生代]



(2) A～Cの柱状図からどの方向に傾いていると考えられますか。また、そのように考えた理由を書きなさい。

(3) D地点では何メートル掘るとれきの層が見られると考えられますか。

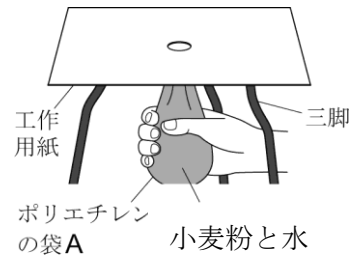
(1)		(2)	
(2) 理由			
(3)			


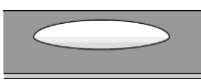
火山の形や噴火とマグマのねばりけ

太郎さんと花子さんは、火山の形の違いについて疑問を持ち、「火山の形のちがいは、マグマのどのような性質と関係があるだろうか」という課題を設定し、次のように予想を立て、実験を行った。

【予想】火山の形のちがいは、マグマのねばりけのちがいと関係がある。

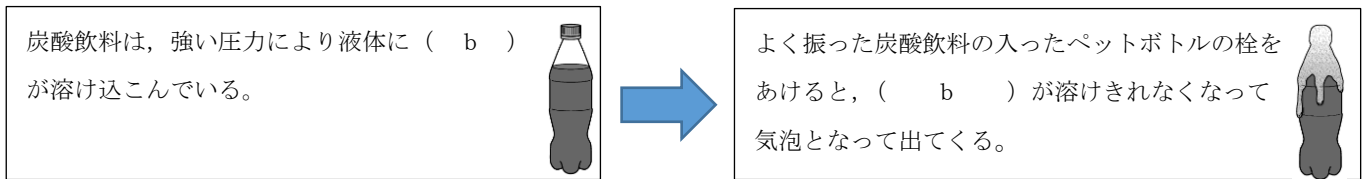
【実験】小麦粉 120 g に水 100 g を加えてかき混ぜて、これを生クリーム用のしぼり口をつけたポリエチレンの袋Aに入れた。袋Aの中身を工作用紙の上にゆっくりと押し出すと、おわんをふせたような形になった。袋Aとは割合を変えてかき混ぜた小麦粉と水を、ポリエチレンの袋Bに入れ、同様に実験を行った。下の表は実験の結果をまとめたものである。



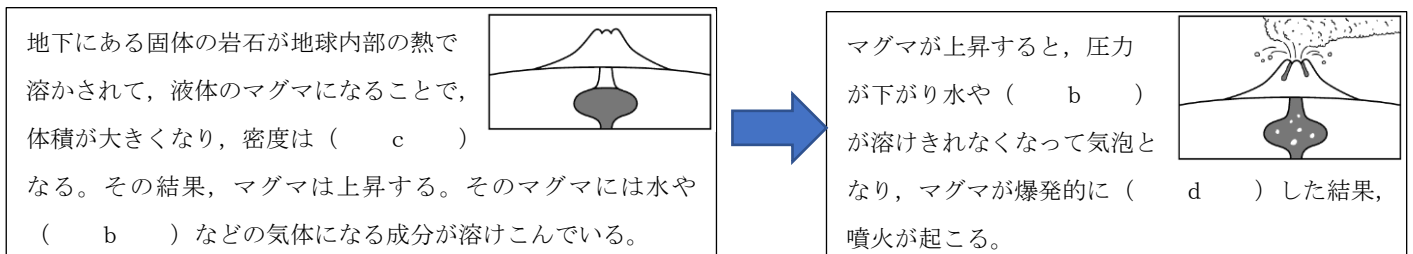
	袋A	袋B
袋の中身	小麦粉 120 g と水 100 g	(a)
工作用紙の上に押し出したときの様子	おわんをふせたような形 	傾斜のゆるやかな形 

また、2人は噴火の起こるしくみについてインターネットで調べた。噴火の起こるしくみは、よく振った炭酸飲料から気泡が出てくるしくみと似ていることがわかった。下の図は、そのしくみを関連付けてまとめたものである。

【炭酸飲料から気泡が出てくるしくみ】



【噴火の起こるしくみ】



最後に2人は噴火は予測できるのかについてインターネットで調べた。すると、人間が火山の観測を始めてまだ 100 年程度しかたっておらず、まだ解明されていないことも多いことがわかった。しかし、前兆をとらえて予測できる場合もあるため、火山に関係する地震や微動、地殻変動などのデータを集め、噴火予測システム開発が行われていることがわかった。そして、噴火警報と噴火警戒レベルという指標があることがわかった。

種別	予報警報の略称	対象範囲	レベルとキーワード
特別警報	噴火警報 (居住地域)	居住地域及び	レベル 5 避難
		それより火口側	レベル 4 避難準備
警報	噴火警報 (火口周辺)	火口から居住地域近く	レベル 3 入山規制
		火口周辺	レベル 2 火口周辺規制
予報	噴火予報	火口内など	レベル 1 (e)

しかし、御嶽山噴火では、噴火警報導入後初めて死者のする火山災害が噴火警戒レベル1の段階で水蒸気噴火と見られる噴火が発生し、紅葉シーズンの昼間で登山者の多くが山頂にいたことから火山災害としては最悪となる50人以上の死者を出したこともわかった。そのため、御嶽山噴火以前は、(e)には『平常』と記載されていたが、御嶽山噴火以降は、(e)に『活火山であることに留意する』という表現に変更されたこともわかった。

(1) 表の (a) に当てはまる袋の中身として最も適当なものを、ア～ウから1つ選び、記号を答えなさい。

- ア 小麦粉 100 g と水 100 g イ 小麦粉 100 g と水 80 g ウ 小麦粉 120 g と水 80 g

(2) 図の (b) ～ (d) について、①、②の問いに答えなさい。

	ア	イ	ウ	エ
c	小さく	大きく	小さく	大きく
d	収縮	収縮	膨張	膨張

- ① (b) に当てはまる気体は何か、名称を答えなさい。
 ② (c), (d) に当てはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを、ア～エから1つ選び、記号を書きなさい。

(3) 表と図から2人は火山の形や噴火の様子の違いについて考察した。考察として最も適切なものを次のア～エから選びなさい。

- ア 袋Aは、粘りけが強いマグマのモデルで、気体成分が抜けやすく噴火は激しい爆発になることが多い
 イ 袋Aは、粘りけが弱いマグマのモデルで、気体成分が抜けやすく噴火は激しい爆発になることが多い
 ウ 袋Bは、粘りけが強いマグマのモデルで、気体成分が抜けやすく噴火はあまり爆発的にならない
 エ 袋Bは、粘りけが弱いマグマのモデルで、気体成分が抜けやすく噴火はあまり爆発的にならない

(4) 活火山に登山する際には、噴火警戒レベル1であっても活火山であることに留意して登山する必要がある。そのため、登山する際には、気象庁から出されている(f)マップを確認して、各レベルに応じて登山者がとるべき防災行動を把握しておく必要がある。(f)に当てはまる語句を答えなさい。

(1)		
(2)	①	②
(3)		
(4)		

「地震のゆれの伝わり方」

解答

問1 マグニチュード

問2 10段階（0、1、2、3、4、5弱、5強、6弱、6強、7）

問3 51 km

解説

問3 図と表より、P波の速さは6 km/秒、S波の速さは3 km/秒とわかる。

P波は、12 km地点の地震計到達まで2秒かかる。そこから緊急地震速報（警報）発表まで5秒、さらにそこから10秒後、S波が伝わった地点を考えることになるので、

$$2 \text{ 秒} + 5 \text{ 秒} + 10 \text{ 秒} = 17 \text{ 秒。}$$

地震発生から17秒後にS波が伝わる地点を求めることになるので、

$$3 \text{ [km/秒]} \times 17 \text{ [秒]} = 51 \text{ [km]}$$

「火山活動による災害・地震による災害・地層による災害」

解答

(1) ハザードマップ (2) 津波 (3) 非常食、飲料水、懐中電灯など

解説

(3) 避難バッグは（防災非常袋、非常持出袋、あるいは単に非常袋や防災袋とも言う）は簡易なナップサックないし巾着状の袋であるが、特に被災した際にすぐさま持って避難できるようまとめられたもので、一般に被災直後から救援活動の始められる数日間のあいだ被災者の生命を繋ぐものである。中身の例としては以下のものが挙げられる。

非常食（乾パン、缶詰など）、ナイフ、缶切り、栓抜き、わりばし、保存飲料水、三角巾、包帯
救急絆創膏、ガーゼ、常備薬、お薬手帳、マスク、懐中電灯（予備の電球も）、乾電池、マッチ
ライター、ろうそく、携帯ラジオ、タオル、軍手、ロープ、救助用具（ノコギリ、スコップ等）
ビニールシート、ポリ袋、ビニール袋、ごみ袋、ティッシュペーパー、ウェットティッシュ
携帯トイレ、ホイッスル、ヘルメット、防災頭巾、着替え用衣類（上着、下着、靴下など）、帽子
雨具、生理用品、紙おむつ、貴重品（預貯金通帳、印鑑、キャッシュカードなど）、現金（小銭）
健康保険証のコピー、住民票のコピー、携帯電話、充電器、バッテリー、コンタクトレンズ
めがね、入歯、アイマスク、筆記用具、メモ帳、大切な人々の連絡先コピー、母子健康手帳
診察券、洗浄綿、マタニティーマーク、ミルク用飲料水、調製粉乳、哺乳瓶、スプーン、ストロー
スパウト、だっこひも、乳ケープ、おしりふき

「火山噴出物」

解答

(1) 火山ガス、火山弾、溶岩のうちの1つ (2) 凝灰岩

(3) 鹿沼土に水を加え、指で押し洗いをして汚れをおとす (4) エ

解説

(3) 火山灰に含まれる鉱物を観察するときは、鉱物の表面に付着している細かい粒などを洗い流すために、このような操作で水がにごらなくなるまで軽く押し洗いをする。

(4) 鉱物Pのような無色で不規則な形をしている鉱物は、セキエイである。また、鉱物Qのような長い柱状で緑黒色である鉱物は、カクセン石である。なお、キ石は短い柱状で濃い緑色やかっ色の鉱物、チョウ石は柱状で白色やうす桃色の鉱物である。

「地震のゆれの伝わり方」

解答

- (1) 初期微動継続時間
- (2) グラフより、地震計がP波を感知するのは地震が発生してから6秒後である。そこから速報が出るまでに5秒かかるので、地震発生から11秒後に速報が伝わる。S波の伝わる速さは 3 km/s であり、観測地点にS波が到着するのは、 $75\text{ km} \div 3\text{ km/s} = 25$ 秒後である。よって、速報が伝わってから、 $25\text{ 秒} - 11\text{ 秒} = 14$ 秒後にS波が到着する。
- (3) 33 km

解説

- (3) S波の速さは 3 km/s で、速報が各地に伝わるのは地震発生から11秒後である。 $3\text{ km/s} \times 11\text{ 秒} = 33\text{ km}$ なので、震源から 33 km 以上離れた地点であれば、S波が到着するまでに速報が間に合うことになる。

「地震波の伝わり方」

解答

- (1) P波 5.5 km/s S波 3.5 km/s
- (2) 記号 ④ ⑤
- 理由 S波が7秒間で届く距離は、 $3.5 \times 7 = 24.5$ で 24.5 km である。よって、 24.5 km 以上離れた④、⑤が主要動が来る前に緊急地震速報を受け取ることができる。

解説

- (1) P波： $11\text{ km} \div 2\text{ s} = 5.5\text{ km/s}$
S波： $63\text{ km} \div 18\text{ s} = 3.5\text{ km/s}$

「岩石の種類」

解答

- (1) 火山岩
- (2) 岩石名 安山岩
- 理由 輝石、角閃石は有色鉱物で、その合計が40%、無色鉱物の長石が50%あるので、グラフから安山岩かセシ緑岩の範囲に入ることが分かる。さらに、この岩石は地表で急激に冷えてきたと書いてあるので、安山岩であると考えた。

解説

- (1) 浅い位置で冷え固まったものが火山岩、深いところで冷え固まったものを深成岩

「地層の変化」

解答

- (1) しゅう曲
- (2) オ → ア → エ → ウ → イ
- (3) 火山灰は広い範囲にほぼ同時に堆積するので、同じ火山灰が見られた層は同じ時代にできた層であると推定することができるため。

解説

- (2) A～Dの層はしゅう曲と断層の両方の影響が見られているので最初にできている。また、しゅう曲した状態で断層が見られるため、しゅう曲が起こったあとに断層が発生したと考えられる。DとEの層の境界面は、しゅう曲や断層の影響なく水平になっていることから、ウが起こり、その後E・Fが堆積したと考えられる。

「地層の広がり」

解答

- (1) ア (2) 西 (3) 30m

解説

- (1) フズリナは古生代の示準化石の代表例
- (2) 柱状図Bと柱状図Cを比べると、Bはれきの層が標高85m地点から見られるのに対して、Cは同じれきの層が100mの地点から見られる。よってB地点のほうが下がっていると考えられる。
- (3) 地層の傾きは東西方向であるため、Dの南に位置するCとは水平であると考えられる。標高100m地点かられきの層が見られることから、標高130mのB地点からでは30m掘ることでもれき層が見られる。

「火山の形や噴火とマグマのねばりけ」

解答

- 問1 ア
- 問2 ①二酸化炭素
 ②ウ
- 問3 エ
- 問4 防災（ハザード）

解説

- 問1 袋の中身を押し出したときのようすから、袋Aと比べてねばりけが弱くなっていることがわかる。袋Aでは小麦粉120gに対して水100gを加えているので、これよりもねばりけが弱くなるものとしては、小麦粉の量が一番少なく水の量が一番多いウが最も適当である。

問2 図に、液体のマグマになることで体積が大きくなりと書かれているため、密度は、

密度【g/cm³】 = $\frac{\text{質量【g】}}{\text{体積【cm}^3\text{】}}$ より、質量が同じならば、体積が大きくなるほど密度は小さくなる。

そして、マグマが上昇すると圧力が下がり水や二酸化炭素が溶けきれなくなって気泡へとなり、さらに体積が大きくなり爆発的に膨張する。