

高等学校 理科問題

1 電池のしくみについて調べるために、次の実験1, 実験2を行った。これについて、あとの問いに答えよ。

【実験1】 金属と電解質の水溶液を用いてダニエル電池をつくり、電流を取り出せるかどうか調べた。

操作1 図1のようなダニエル電池の装置をつくり、光電池用のプロペラ付きモーターをつなぎ、モーターが回転したことを確認した。

操作2 しばらくモーターをつないだままにした後、金属板の表面を観察した。

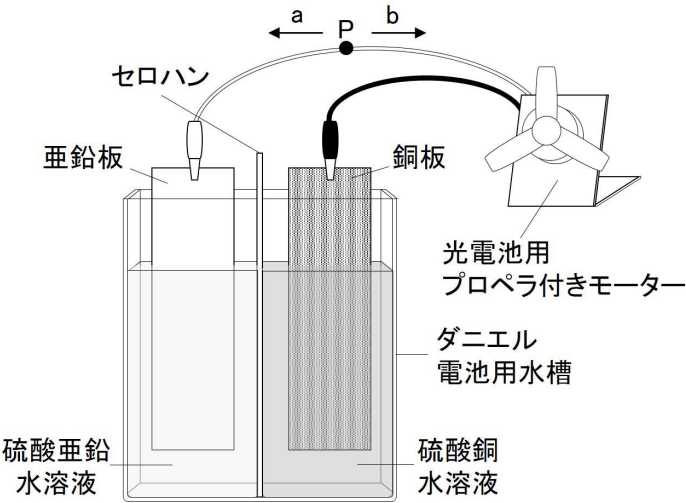


図 1 ダニエル電池の装置

【実験2】 実験1で使用したダニエル電池と同じものを使用し、電気分解を行った。

操作1 図2のように、電気分解装置にダニエル電池を 2 個つなぎ、うすい塩酸の電気分解を行った。

操作2 次にうすい塩酸を塩化銅水溶液に代えて同様に実験を行い、電極での変化を観察した。結果を表1に示す。

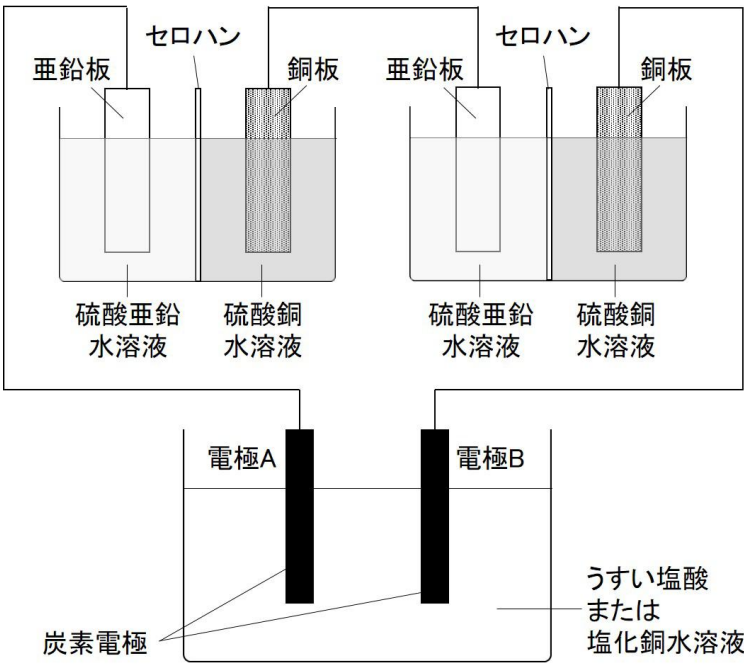


図 2 電気分解の装置

表 1 電気分解の結果

水溶液	電極A	電極B
うすい塩酸	気体が発生した	①気体が発生した
塩化銅水溶液	②赤い物質が付着した	気体が発生した

問1 実験1で使用した電解質の水溶液とは異なり、電流が流れない水溶液として最も適当なものを、次のア～エから 1 つ選び、記号で答えよ。

ア スポーツドリンク イ 砂糖水 ウ 食塩水 エ 塩酸

問2 この電池における＋極は、亜鉛板・銅板のどちらであるか答えよ。

問3 図1の点P付近において、電流の向きと電子の移動の向きは図のa, bのどちらか。正しい組み合わせを、次のア～エから 1 つ選び、記号で答えよ。

ア 電流:a, 電子:a イ 電流:a, 電子:b
ウ 電流:b, 電子:a エ 電流:b, 電子:b

問4 図1の亜鉛板ではどのような反応が起こるか。電子を e^- として、イオンの記号を用いた式で表せ。

問5 セロハンは、微小な穴があいており、水溶液中のイオンや電子が通過できる。プロペラ付きモーターが回転している間、セロハンを挟んで硫酸銅水溶液側から硫酸亜鉛水溶液側に移動したおもなイオンの名称を答えよ。

問6 実験2について、表1の下線部①の気体は何か。元素記号を用いて化学式で答えよ。また、①の気体の性質として最も適当なものを、次のア～エから 1 つ選び、記号で答えよ。

ア 空気より軽い。

イ 火のついたマッチを近づけると、ボンと音を立てて燃える。

ウ 水に溶けにくい。

エ プールの消毒薬のような刺激臭がする。

問7 表1の下線部②のように、赤い物質が付着していくことにより、塩化銅水溶液の色はどのように変化していくと考えられるか。最も適当なものを、次のア～ウから 1 つ選び、記号で答えよ。

ア 色が濃くなる。

イ 色が薄くなる。

ウ 色は変わらない。

問8 実験2について、図2の装置を使って塩化銅水溶液に 1.0A の電流を 16 分 5 秒間通じて電気分解を行ったところ、表1の下線部②の赤い物質が 0.32g 付着していることがわかった。同様に、1.0A の電流を 32 分 10 秒間通じて電気分解を行うと、赤い物質が 0.64g 付着した。1.00g の赤い物質を付着させるには、1.0A の電流を何分何秒間通じる必要があるか。0.1 秒以下の値は四捨五入し、整数で答えよ。

2 次の I，II に答えよ。

I 100V - 100W の電熱線 A，100V - 60W の電熱線 B，100V - 40W の電熱線 C がある。

図1はこれらの電熱線の、加えた電圧と流れた電流との関係を表したものである。電熱線以外の抵抗は考えなくてよい。下の問いに答えよ。

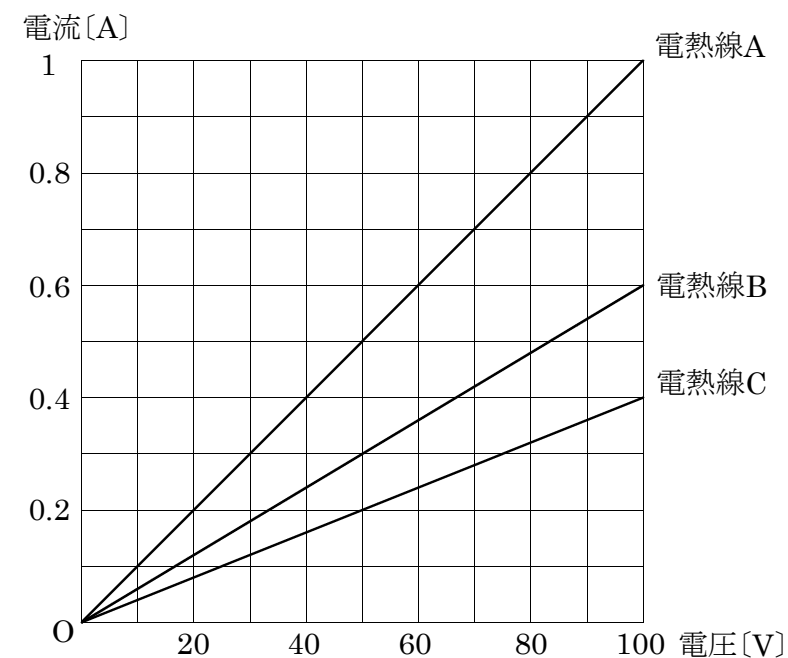


図 1 各電熱線に加えた電圧と流れた電流の関係

問1 電熱線 A に 100V の電圧を加えたとき、流れた電流は何 A か。

問2 電熱線 A，B，C を並列につないで、電源の電圧を 100V にしたとき、電源から流れ出す電流は何 A か。

問3 電熱線 A，B，C を直列につないで、電源から 0.3A の電流を 1 時間にわたって流したとき、電源の電圧は何 V か。また、電熱線 A，B，C の消費した電力量の和は何 Wh (ワット時) か。答えの数値が小数になる場合は、小数第一位を四捨五入し、整数で答えよ。

Ⅱ スマートフォンやモバイルバッテリー等の電化製品には、電源としてリチウムイオン電池が用いられている。また、リチウムイオン電池の普及以前は、携帯電話等の電源には長らくニッケル水素電池が使用されてきた。ニッケル水素電池は、現在でも手軽に繰り返し使える電源として様々な電化製品で用いられている。これらの電池(バッテリー)の能力を表す単位として「mAh (ミリアンペア時)」がある。これは、

「流れた電流の大きさ(mA)」×「電流が流れた時間(h)」

で表される単位である。例えば、1mAh は、「1mA の電流を 1 時間」(あるいは、「0.5mA の電流を 2 時間」、「2mA の電流を 0.5 時間」等々)にわたって流す能力があることを表す。また、1000mAh=1Ah (「Ah」はアンペア時と読む)である。1 つのリチウムイオン電池の電圧を 3.6V、ニッケル水素電池の電圧を 1.2V として、次の問いに答えよ。ただし、これらの電池は、残量がなくなるまでは一定の電流、電圧を保つことができるとする。また、電気エネルギーは、損失なくすべて電池や電化製品等の充放電のみに使われるとする。なお、計算問題で答えの数値が小数になる場合は、小数第一位を四捨五入し、すべて整数で答えよ。

問4 2400mAh の電池を、1A の電流を流しながら用いる場合、電流を流すことができるのは何分間か。

問5 リチウムイオン電池を搭載したあるスマートフォンのバッテリーの能力は、3300mAh である。これは、上記の文に従えば「3300mA の電流を 3.6V の電圧で 1 時間流すことができる電力量」と考えられる。3300mAh は何 Wh か。

問6 次の文ア～ウについて、正しいものには○、誤っているものには×をつけよ。

- ア 1200mAh のリチウムイオン電池と、1200mAh のニッケル水素電池は、どちらも 1.2A の電流を 1 時間にわたって流す能力がある。
- イ 満充電された 1200mAh のリチウムイオン電池と、1200mAh のニッケル水素電池は、どちらも同じ電力量を供給できる。
- ウ 3300mAh のリチウムイオン電池を搭載したスマートフォンは、2000mAh のニッケル水素電池 2 本で、満充電にできる。

問7 図2は、2600mAh のリチウムイオン電池を2つ直列に接続した電源の模式図である。この電源の電圧は何 V か。

図 2

問8 次の図3, 4, 5は、バッテリー A、B、C の模式図である。A の内部は、2600mAh のリチウムイオン電池を 6 つ直列に接続した構造をもつ。B の内部は、2600mAh のリチウムイオン電池を3つ直列に接続したものを2つ用意し、それらを並列に接続した構造をもつ。C の内部は、2600mAh のリチウムイオン電池を2つ直列に接続したものを3つ用意し、それらを並列に接続した構造をもつ。下の問いに答えよ。

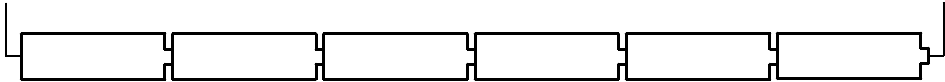


図 3 バッテリーA

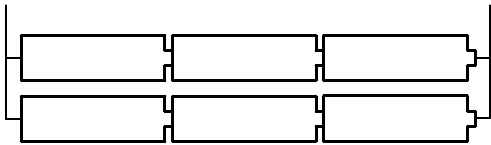


図 4 バッテリーB

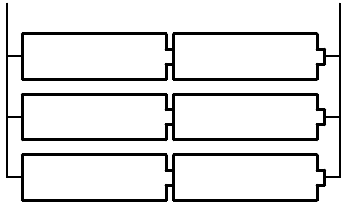


図 5 バッテリーC

(1) バッテリー A、B の能力、電圧の組み合わせとして最も適当なものを、次のア～シの中から1つ選び、記号で答えよ。

	バッテリー A		バッテリー B	
	能力(mAh)	電圧(V)	能力(mAh)	電圧(V)
ア	2600	3.6	7800	7.2
イ	2600	3.6	7800	10.8
ウ	2600	3.6	2600	7.2
エ	2600	21.6	2600	10.8
オ	2600	21.6	5200	7.2
カ	2600	21.6	5200	10.8
キ	15600	3.6	7800	7.2
ク	15600	3.6	7800	10.8
ケ	15600	3.6	2600	7.2
コ	15600	21.6	2600	10.8
サ	15600	21.6	5200	7.2
シ	15600	21.6	5200	10.8

(2) バッテリー A、B、C の供給できる電力量について、AとBの大小関係、BとCの大小関係、CとAの大小関係を、それぞれ解答欄の()に等号または不等号を用いて表せ。

3 次のⅠ，Ⅱに答えよ。

Ⅰ 植物は種子植物、^(a)シダ植物、コケ植物に分類される。種子植物は被子植物と^(b)裸子植物に分類され、さらに被子植物は双子葉類と^(c)単子葉類に分けられる。被子植物の有性生殖では、花粉の中の精細胞と、めしべの〔 1 〕にある胚珠の中の卵細胞が受精する。その後、胚珠は種子となり、〔 1 〕は果実となる。一方、被子植物に属するジャガイモは、体の一部から新しい個体をつくることができ、これは無性生殖に該当する。このような様式の無性生殖を〔 2 〕といい、農業では挿し木や〔 3 〕に利用されている。〔 3 〕とは、枝に傷をつけるなどして発根させた後、切り取って新しい個体を得る方法である。

問1 文章中の〔 1 〕～〔 3 〕に適切な語を記入せよ。

問2 下線部(a)に関して、シダ植物の特徴を述べた文として最も適当なものを、次のア～エから 1 つ選び、記号で答えよ。

- ア 維管束をもち、孢子でふえる。 イ 維管束をもち、花粉でふえる。
ウ 維管束をもたず、孢子でふえる。 エ 維管束をもたず、花粉でふえる。

問3 下線部(b)に関して、裸子植物の例と、裸子植物の花の種類の組合せとして最も適当なものを、次のア～エから 1 つ選び、記号で答えよ。

	植物の例	花の種類
ア	ヘゴ、スギナ	風媒花
イ	ヘゴ、スギナ	虫媒花
ウ	スギ、ソテツ	風媒花
エ	スギ、ソテツ	虫媒花

問4 下線部(c)に関して、単子葉類の葉と根はどのようなつくりをしているか。その組合せとして最も適当なものを、次のア～エから 1 つ選び、記号で答えよ。

	葉のつくり	根のつくり
ア	平行脈	主根と側根
イ	平行脈	ひげ根
ウ	網状脈	主根と側根
エ	網状脈	ひげ根

Ⅱ ブドウ科の一種であるヤブガラシは、林や庭に一般的に見られるつる植物である。図1のように、ヤブガラシのつるは他の植物の茎や葉柄(図2)に巻きつくが、対象によっては巻きつかないこともあり、その仕組みについては不明な点が多い。ヤブガラシのつるがどのような条件で巻きつくかを調べるために、以下の実験1を行った。



図 1



図 2

【実験1】 プラスチックの棒にヤブガラシのつるを接触させ、1 日後の巻きつき方を調べた。すると巻きつきの角度には個体差があったため、図3のように、結果を 3 つのパターンに分けて集計することにした。同様の検証を、棒の代わりにヤブガラシ、エノコログサの葉柄を用いて行ったところ、図4のような結果を得た。

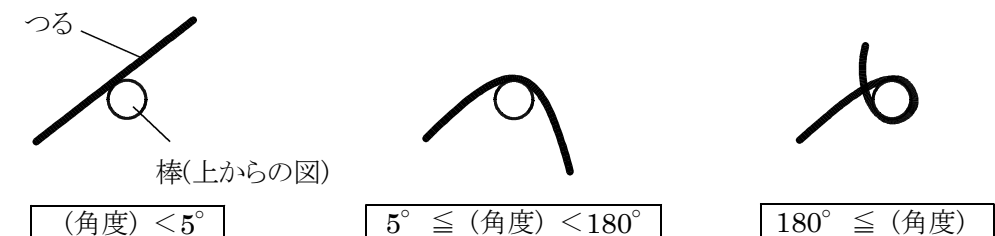


図 3

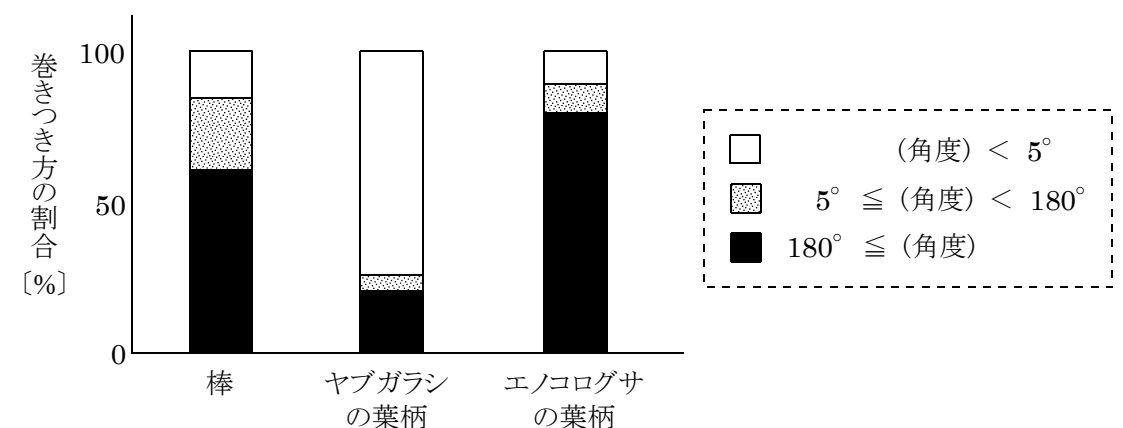


図 4

問5 つる植物について述べた次の文章中の空欄〔 4 〕・〔 5 〕に入る語の組合せとして最も適当なものを、次のア～エから 1 つ選び、記号で答えよ。

つる植物は他の植物に巻きついて高い位置に葉をつけ、より多くの〔 4 〕を得るという特徴をもつ。このような特徴を利用して建物の壁や窓につる植物を覆わせたものを〔 5 〕といい、室内の節電や省エネにつながると期待されている。

	〔 4 〕	〔 5 〕
ア	光	ウッドウォール
イ	光	グリーンカーテン
ウ	酸 素	ウッドウォール
エ	酸 素	グリーンカーテン

問6 実験1に関して述べた次の文章中の空欄〔 6 〕～〔 8 〕に入る語の組合せとして最も適当なものを、次のア～エから 1 つ選び、記号で答えよ。

ヤブガラシのつるは、同じ種類の植物に対しては〔 6 〕、異なる種類の植物に対しては〔 7 〕ことがわかる。また、ヤブガラシのつるが巻きつく条件として、「対象が生物か非生物か」は〔 8 〕と考えられる。

	〔 6 〕	〔 7 〕	〔 8 〕
ア	巻きつきやすく	巻きつきにくい	関係している
イ	巻きつきやすく	巻きつきにくい	関係していない
ウ	巻きつきにくく	巻きつきやすい	関係している
エ	巻きつきにくく	巻きつきやすい	関係していない

続いて、以下の実験2を行った。

【実験2】 植物の葉にはある化合物(物質 A とする)が含まれており、その濃度は植物ごとに異なる。エノコログサ、ヤブガラシ、そしてホウレンソウの葉柄を用意し、それぞれにヤブガラシのつるを接触させた。1 時間後の巻きつきの角度を調べたところ、図5のような結果を得た。

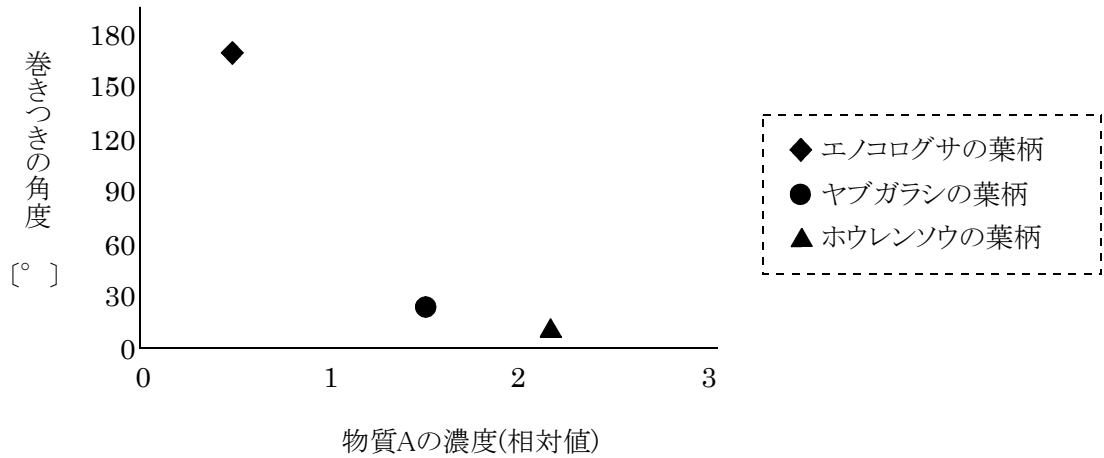


図 5

問7 実験2から導かれる考察として適当なものを、次のア～エからすべて選び、記号で答えよ。

- ア 物質 A は、つるの成長を促進する性質をもつ。
- イ 物質 A は、葉で合成された後、空气中に放出される。
- ウ つるの巻きつき方は、その対象がもつ物質 A の濃度で決まる。
- エ つるの巻きつき方は、その対象が同種か異種かで決まる。

4 次の文を読み、あとの問いに答えよ。

地球の表面は、プレートと呼ばれる厚さ 100km ほどの岩盤に覆われている。プレートは何枚にも分かれており、それぞれのプレートはさまざまな方向にゆっくりと移動している。プレートの境目で、一方のプレートがもう一方のプレートの下に沈み込んで行く場所では、〔 1 〕とよばれる谷のような海底地形ができる。プレートの動きによって大地の変動が起こるという考え方を〔 2 〕という。

プレートを構成する岩盤が割れてずれたものを断層という。プレートの動きによってプレートどうしが押し合うなどすると、岩盤に大きな力がかかり岩盤はひずむ。長い年月の間にたまったひずみにより地下の岩石は耐えられなくなり急激に破壊され断層がずれる。これが地震という現象である。断層の中でも、近年活動したという証拠があり、今後も動く可能性があるものを〔 3 〕という。

地震の規模(エネルギー)を表す数値を①マグニチュードといい、生じた地震による揺れの程度を表す数値を震度という。震度は震央からの距離が長くなるほど小さくなるので、②マグニチュードと震央距離(震央と観測地点との距離)の関係がわかっていれば、地震計による計測が行われなかった時代の地震でも、揺れの程度を物語る文献などから当時のマグニチュードを推定することができる。

日本は世界で最も地震の多い国のひとつである。日本列島とその周辺には、図1のように 4 枚のプレートが分布している。プレートCは年間 8 ～ 10cm の速さで西へ移動し、プレートBの下に沈み込んでいる。そのためプレートBとCの境目には深い〔 1 〕がある。2011 年に起こった東北地方太平洋沖地震は、この区域で生じている。プレートDは年間 3 ～ 4cm の速さでプレートAの下に沈み込んでいる。③この区域でもたびたび大きな地震が観測されており、警戒が必要となっている。そのために、④地震が起きたときにいち早く知らせる方法や、近い将来起こる可能性のある地震を予知する方法が研究されている。

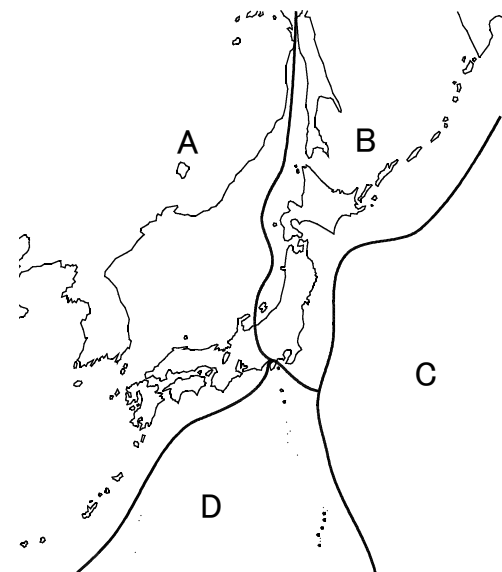


図 1

問1 文中の〔 1 〕～〔 3 〕に適当な語を記入せよ。

問2 下線部①について、マグニチュードが 1 増加すると地震のエネルギーは約 32(≒ 2⁵)倍、2 増加するとエネルギーは 1000(≒ 2¹⁰)倍になるが、このことはマグニチュードが 0.2 増加すると地震のエネルギーが約 2 倍になる計算になる。これに基づくと、マグニチュード 7.0 の地震のエネルギーは、マグニチュード 6.4 の地震の約何倍になると考えられるか。最も近いものを次のア～オから1つ選び、記号で答えよ。

ア 6 倍 イ 8 倍 ウ 12 倍 エ 16 倍 オ 24 倍

問3 下線部②について、図2はさまざまなマグニチュード(M)の地震が発生したときの震央距離と震度の関係を簡単に表したものである。次の(1)、(2)に答えよ。

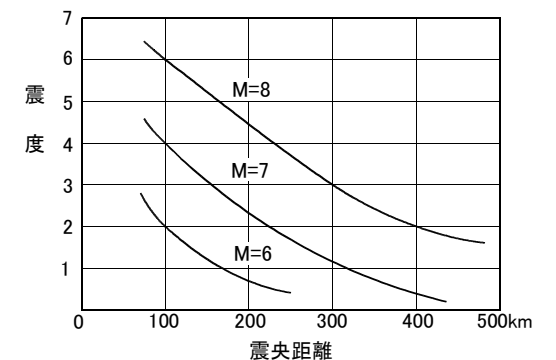


図 2

(1) 震央距離が 100km のとき、マグニチュードが 1 異なると震度はどれくらい異なるか。最も近いものを次のア～エから 1 つ選び、記号で答えよ。

ア 1 イ 2 ウ 3 エ 4

(2) 図3は、古い文献に書かれた記事から推測して作られた、ある地震における震度の分布図である。図2を用いて、この地震のマグニチュードを推定し、次のア～オから 1 つ選び、記号で答えよ。

ア 5 イ 6 ウ 7
エ 8 オ 9

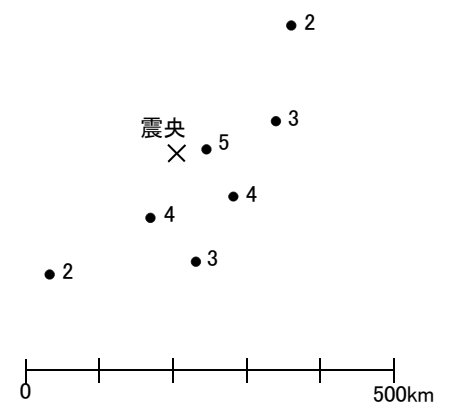


図 3

問4 下線部③について、駿河湾から日向灘にかけて、プレートAとプレートDが接する海底の谷を形成する区域は、過去に何度も大きな地震が生じており、近い将来も巨大地震を起こす可能性のある区域である。この区域を何というか。

問5 下線部④について、次の(1)、(2)に答えよ。

- (1) P 波と S 波の速さの差を利用し、大きな揺れを伴う主要動がくる前に、地震の発生を速く知らせるしくみを何というか。
- (2) プレートの境目にあたる部分は岩盤のひずみがたまりやすく、何度も巨大地震が起こった場所である。そのような場所において、巨大地震を予知する一つの手法として、時間予測モデルがある。これは、地震における隆起量と、次回の地震発生までの経過時間が比例するという考えに基づいて作られたモデルである。

次の表1は、四国太平洋側のある海岸における、巨大地震の発生年とそのときの地面の隆起量を示したものである。また次ページの図4は、表1をもとに時間に伴う隆起量をグラフ化したものである。これらを用いて、次の巨大地震が発生する時期を推定した次の文の(1)～(4)にあてはまる数を記入せよ。なお、(1), (3)について答えの数値が小数になる場合は、小数第二位を四捨五入し、小数第一位まで答えよ。ただし、海岸の隆起は巨大地震が発生したときのみに起こり、次の巨大地震が発生するまでの間には隆起も沈降も起こらなかったものとする。

表 1

西暦〔年〕	隆起量〔 cm 〕
1707	190
1854	120
1945	115

プレートDの沈み込みによりプレートAにたまったひずみは、限界を超えるとエネルギーを放出し巨大地震を発生させ同時に海岸を隆起させる。その後プレートの動きにより、再びひずみが蓄積するが、それが前回の巨大地震によって放出されたエネルギー量に達すると、次の巨大地震が生じ、同時に海岸が隆起すると考える。このときの隆起量が地震によって放出されたエネルギー量に比例すると仮定する。

西暦 1707 年に起こった巨大地震により、プレートAに蓄積したひずみのエネルギーが放出され、海岸が 190cm 隆起した。この隆起量に相当するエネルギーが再び蓄積し、1854 年に次の巨大地震が起こっている。このことから、1854 年の巨大地震が起こるまでの間に、プレートの動きによって 1 年間あたり海岸を(1)cm 隆起させるのに必要なエネルギーが蓄積されていったと考えられる。同様に、1854 年に起こった巨大地震によって放出され 120cm 隆起した量に相当するエネルギーが再び蓄積し、次の巨大地震を引き起こすまで(2)年かかっており、この間に蓄積されたエネルギーを 1 年あたりの隆起量に換算すると(3)cm になる。

これらのことから、この区域ではプレートAに毎年ほぼ一定量のエネルギーが蓄積し続けていると考えられるので、このモデルによると、西暦(4)年に次の巨大地震が発生すると予測される。

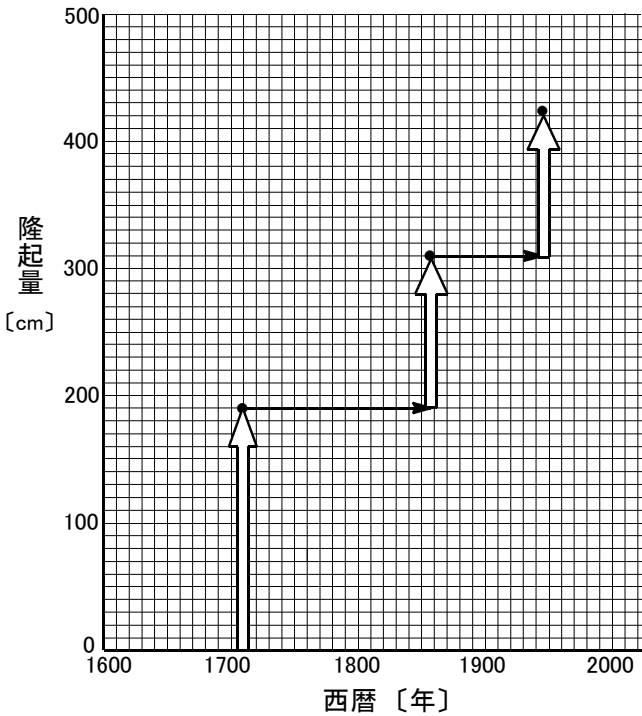


図 4