

2021年度 入学試験問題
(仙台・東京・東海・高松会場)

理 科

(50分)

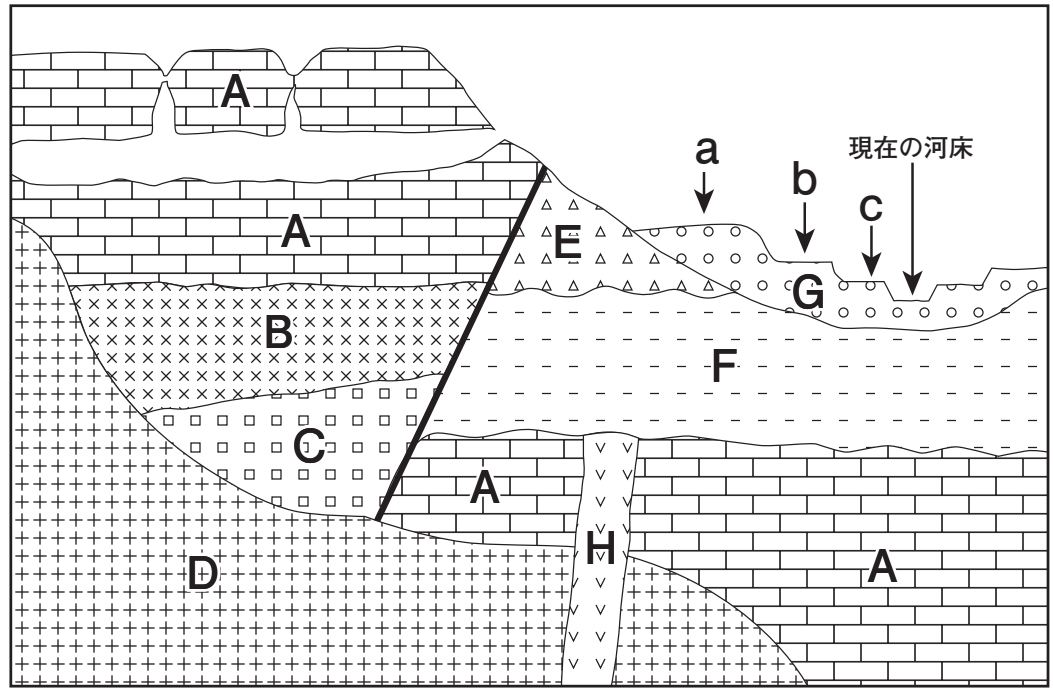
〔注意〕

-
- ① 問題は①～④まであります。
 - ② 解答用紙はこの問題用紙の間にはさんであります。
 - ③ 解答用紙には受験番号、氏名を必ず記入のこと。
 - ④ 各問題とも解答は解答用紙の所定のところへ記入のこと。
-

西大和学園高等学校

問題は次のページから始まります。

1 次の図はある場所の地質断面図を模式的に示したものである。それぞれの問いに答えよ。



(1) 地層 A は石灰岩層で、雨水による浸食によりすり鉢状の地形や洞窟が形成されている。地層 A の中に形成された洞窟を何というか。

(2) 次の文中の () に適する語句を答えよ。

地層 A には古生代の化石が含まれていた。この化石のように、堆積した時代を知る手がかりとなる化石を (①) という。これは、生息範囲が (②) , (③) 期間に繁栄したという特徴を持つ生物の化石となる。(①) に対して、堆積した当時の環境を知る手がかりとなる化石を (④) といい、生息地で化石となる条件が必要である。例えば、サンゴは (⑤) , 水深の (⑥) 透明な海に生息した古生物の化石である。

(3) (2) ①の化石のうち、古生代の化石に適するものを次の中から2つ選び、記号で答えよ。

- | | | |
|---------|-----------|-----------|
| ア. フズリナ | イ. アンモナイト | ウ. ナウマンゾウ |
| エ. 放散虫 | オ. メタセコイア | カ. ブナ |
| キ. 三葉虫 | ク. サンゴ | |

(4) 地層 E はビカリアの化石を含む。地層 E が堆積したと考えられる時代を次の中から1つ選び、記号で答えよ。

ア. 古生代

イ. 中生代

ウ. 新生代

(5) ビカリアの化石を次の中から選び、記号で答えよ。

ア.



イ.



ウ.



エ.



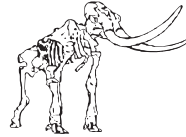
オ.



カ.



キ.



(6) 地層 G は砂れき層で、表面には a, b, c の河岸段丘面が形成されている。形成された年代が古いものから順に a ~ c を並べよ。

(7) 地層 A, 岩石 B, 岩石 C, 岩石 D, 地層 E, 地層 F, 地層 G, 岩脈 H が形成された年代が古いものから順に, A ~ H を並べよ。

2 次の文章 I, II を読み、それぞれの問いに答えよ。

I

^{せきついで}A 脊椎動物と種子植物の生殖を比較すると、様々な共通点や相違点がみられる。

どちらも雌雄の生殖器官で作られた雄性配偶子と雌性配偶子の受精によって受精卵が生じ、受精卵は B 分裂 を繰り返しながら胚を経て、最終的に新しい成体個体となる。C 無脊椎動物 であるヒトデやウニなど一部の動物においては、D 摂食活動 を行うが成体とは形態が大きく異なる時期もある。脊椎動物は主に雌と雄が別個体であるのに対して、多くの種子植物はめしべとおしべが同一個体内の同一の花の中に存在する。ただし、E 一部の種子植物 では雌と雄が別個体である種も存在する。

(1) 下線部 A について、脊椎動物と種子植物の組み合わせとして、**誤っているもの**を次の中からすべて選び、記号で答えよ。

	脊椎動物	種子植物
ア	サメ	ウメ
イ	ワラビー	イヌワラビ
ウ	ダチョウ	イチヨウ
エ	ヒツジ	ツツジ
オ	カメ	ワカメ

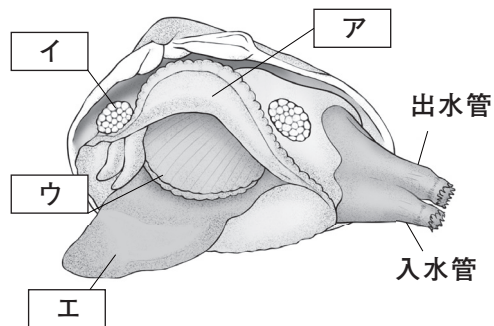
(2) 下線部 B の発生初期段階の分裂は、通常体細胞分裂と異なる特徴を持つ。その特徴を説明する文として、**誤っているもの**を次の中から1つ選び、記号で答えよ。

- ア. 1回の細胞分裂にかかる時間が短い。
- イ. 分裂後の細胞は分裂前の大きさに戻らず、すぐに次の分裂を行う。
- ウ. 他の細胞とある程度タイミングを合わせて分裂を行う。
- エ. 染色体の数が半分になる。

(3) 下線部 C において、外とう膜をもつ無脊椎動物の代表例として誤っているものを、次の中から 1 つ選び、記号で答えよ。

- ア. ミズクラゲ
- イ. タコ
- ウ. サザエ
- エ. マイマイ
- オ. ホタテ

(4) 以下の図において、アサリの外とう膜を指すものとして、最も正しいものを次の中から 1 つ選び、記号で答えよ。



(5) 下線部 D について述べた文として、誤っているものを次の中から 1 つ選び、記号で答えよ。

- ア. この時期の個体を幼生という。
- イ. この時期の個体が成体へと変化することを変態という。
- ウ. この時期の個体が成体へと変化する現象は無脊椎動物でのみ観察される。
- エ. この時期の個体に受精卵は含まれない。

(6) 下線部 E において、雌と雄が別個体である利点を述べた以下の文の空欄に当てはまる語を答えよ。

めしべとおしべが同一個体内の同一の花の中に存在しないので、(①) 受粉が起こらないため、(②) の組合せの多様性が低下することを防ぐことができ、子孫が環境の変化に対応しやすくなる可能性が高まる。

II

卵の形成において、減数分裂が完了していない細胞を卵母細胞という。多くの動物種では、卵巣の中にたくわえられている卵母細胞は、減数分裂の途中で一旦停止^{いったん}して、そのままでは正常に受精することができない。このような卵母細胞を「未成熟卵」と呼ぶ。

ヒトデの卵巣内の卵母細胞はろ胞細胞に囲まれたろ胞内に存在しており（図1）、未成熟卵として減数分裂の途中で停止している。ヒトデの体内から取り出した卵巣を海水中に浸し、ヒトデの神経組織から分泌される物質Gを海水に添加すると、卵母細胞の減数分裂が再開するとともに、ろ胞が壊れて卵母細胞が海水中へと放出される（図2）。その後、減数分裂が完了して卵となり、卵は精子と出会うと受精する。

卵巣内では物質Mが合成されることで、ろ胞が壊れて海水中へと放出されることがわかっている。また、物質Mが細胞膜を通り抜けることはない。ヒトデの卵成熟に関わる物質の機能を明らかにするために、ヒトデの卵巣からろ胞細胞がついた卵母細胞を取り出し、以下の**実験1～5**を行った。

実験1 卵巣から図1の状態の卵母細胞とろ胞細胞を取り出して、物質Gを添加した海水に入れたところ、減数分裂は停止したままであった。

実験2 卵巣から図1の状態の卵母細胞とろ胞細胞を取り出して、物質Mを添加した海水に入れたところ、減数分裂は再開したが卵母細胞の放出は見られなかった。

実験3 卵巣から図1の状態の卵母細胞とろ胞細胞を取り出して、物質Mを卵母細胞内に注射器で直接注入したところ、何の変化も見られなかった。

実験4 **実験2**で減数分裂の再開した卵母細胞から注射器で細胞質を取り出し、卵巣から取り出した別の図1の状態の卵母細胞に注入したところ、減数分裂は再開した。注射器の中に残っていた細胞質を詳しく調べたところ、物質Pが減数分裂を再開させるはたらきがあることがわかった。

実験5 **実験2**で減数分裂の再開した卵母細胞から注射器で細胞質を取り出し、それを海水に添加した。卵巣から図1の状態の卵母細胞とろ胞細胞を取り出してその海水に入れたところ、何の変化も見られなかった。

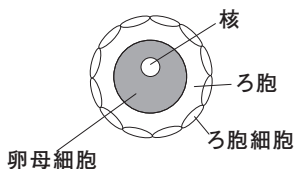


図1

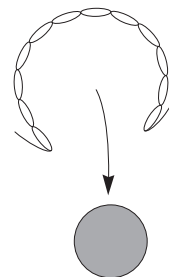


図2

(7) 物質 M は卵巣のどの細胞に作用していると考えられるか。実験 1～5 をふまえて、以下の文の空欄に当てはまる語の組み合わせとして正しいものを次の中から 1 つ選び、記号で答えよ。

(③) 細胞の (④) 膜の (⑤) 側の面

	③	④	⑤
ア	ろ胞	細胞	外
イ	ろ胞	細胞	内
ウ	ろ胞	核	外
エ	ろ胞	核	内
オ	卵母	細胞	外
カ	卵母	細胞	内
キ	卵母	核	外
ク	卵母	核	内

(8) 卵巣内の未成熟卵が卵となるまでの過程に関わる物質について述べた以下の文において、正しいものを次の中から 2 つ選び、記号で答えよ。

- ア. 物質 G は未成熟卵が卵になる過程には必要ないと考えられる。
- イ. 物質 M は卵の放出には必要ないと考えられる。
- ウ. ろ胞細胞が物質 M を受容してから卵中に物質 P が合成されるまでの過程にどのような物質が関わっているかはこの実験からは不明である。
- エ. 物質 P をろ胞細胞の外側から与えても、減数分裂が再開される。
- オ. 卵母細胞が放出されるためには、卵巣内で物質 M が合成される必要がある。
- カ. 物質 G を卵母細胞内に注射すると受精可能な卵となる。
- キ. 物質 P は未成熟卵が卵になる過程には必要ないと考えられる。
- ク. 物質 G を卵巣内に注射しても、卵母細胞は放出されない。

3 次の文章Ⅰ～Ⅲを読み、それぞれの問いに答えよ。

Ⅰ

図1は電気分解の装置を表したものである。電流が流れているとき、①電流とは逆向きに電子が移動する。極板Aは負に帯電し、溶液中の陽イオンまたは水が極板Aで反応する。極板Bは正に帯電し、溶液中の陰イオンまたは水が極板Bで反応する。しかし、用いる極板によっては陰イオンまたは水が極板Bで反応せず、②極板自身が溶解してしまうものもある。これは極板自身から電子が奪われてしまうからである。

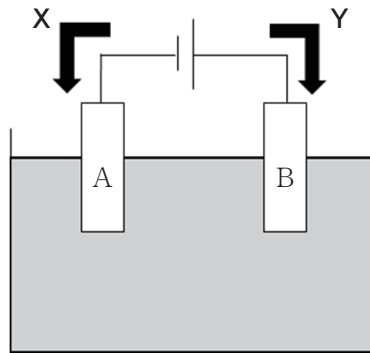


図1

- (1) 下線部①について、電子の流れる向きはX、Yのどちらか。記号で答えよ。
- (2) 下線部②について、塩化銅(Ⅱ)水溶液を電気分解する際に、極板Bに用いても溶解しないものはどれか。次の中からすべて選び、記号で答えよ。

ア. マグネシウム イ. 鉄 ウ. 白金 エ. 黒鉛 オ. 銅

Ⅱ

陰極に1 cm 四方の薄い銅板を、陽極に炭素棒を用いて、濃度が10 %の塩化銅(Ⅱ)水溶液200 gを電気分解した。薄い銅板は完全に水溶液に浸した。電気分解中、陰極では気体は発生しなかったが、陽極では気体が発生した。しばらく電気分解を行ったところ、銅板の質量が162 mg増加した。

- (3) 陰極での反応を、電子 e^- を含む反応式で表せ。
- (4) 電気分解によって、銅板の厚さは平均何 mm増加したか。小数第3位を四捨五入して小数第2位まで答えよ。ただし、銅板の面積は常に変化せず、銅の密度は 8.96 g/cm^3 とする。

- (5) 電気分解によって、陽極では 181 mg の気体が発生した。このとき、電気分解後の塩化銅(Ⅱ)水溶液の濃度を、小数第 3 位を四捨五入して小数第 2 位まで答えよ。

Ⅲ

塩化ナトリウム水溶液を電気分解することで水酸化ナトリウムを製造することができる。図 2 は、陽極に炭素、陰極に鉄を用いた陽イオン交換膜法による水酸化ナトリウムの工業的製法を示したものである。

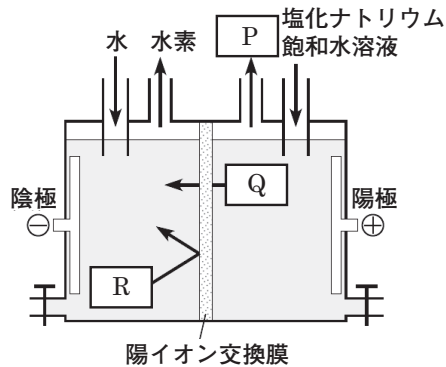


図 2

- (6) 塩化ナトリウムが水溶液中で電離するようすを、反応式で表せ。
- (7) 陽極での反応を、電子 e^- を含む反応式で表せ。このとき気体 P が発生する。
- (8) 陰極では、 $2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ の変化が起こり、水素が発生する。陰極で水素が 20cm^3 発生したとき、陽極で発生する気体 P の体積を整数値で答えよ。ただし、同じ体積の気体には、気体の種類に関係なく同じ数の気体分子が含まれる。
- (9) 両極で実際に発生した気体を捕集し比較したところ、陽極で捕集した気体の方が理論値との体積の差が大きかった。この理由を 25 字以内で答えよ。
- (10) 図 2 中の陽イオン交換膜は、陽イオンだけを選択的に通すことができる特殊な膜である。これを用いることで効率よく水酸化ナトリウムを取り出すことができる。Q, R にあてはまる適切なイオン式を答えよ。ただし、図 2 中の矢印は、Q は膜を通過できるが R は膜を通過できないことを表す。
- (11) 陽イオン交換膜を用いずに電気分解を行った場合、得られる水酸化ナトリウムの量は減少する。この理由を 30 字以内で答えよ。

4 次の文章を読み、それぞれの問いに答えよ。

屈折や反射を用いることで光の進行方向を変えることができる。ある物体（光源）から広がった光を別の点から出ている（ような）光に変えたとき、その点を作る形を「像」とよぶ。

(1) 光を集める凸レンズの役割をもっているものを次の中からすべて選び、記号で答えよ。

- ア. ルーペのレンズ
- イ. 近視用眼鏡のレンズ
- ウ. カメラのレンズ
- エ. 眼球の水晶体
- オ. プリズム

(2) 図1のように、焦点距離が2 cmの凸レンズの中心から左側6 cmの地点に大きさ2 cmの矢印型の光源をおいた。このときにできる像を解答欄に作図せよ。ただし、作図に用いた線は残すこと。また、図1では横方向は1マスで2 cm、縦方向は1マスで1 cmを表す。

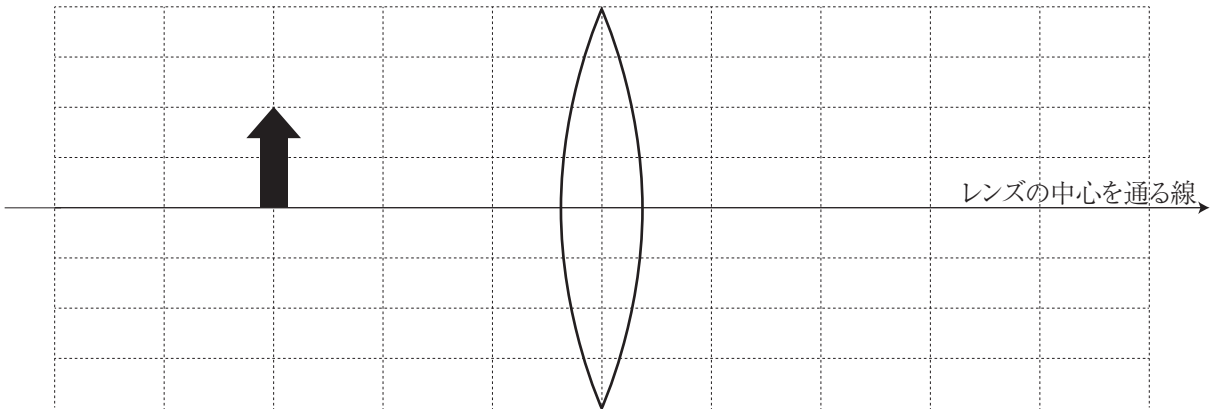


図1

(3) (2)でできた像は「実像」か「虚像」のどちらか答えよ。

- (4) (2)においてレンズの中心から右側にスクリーンを設置し、スクリーン上に映る光を観察した。光源とスクリーンの位置を表の A ~ F のようにしたときのそれぞれの様子を述べた文として、**誤っているもの**を次の中からすべて選び、記号で答えよ。ただし、スクリーンの中心とレンズの中心、光源は一直線上にあり、スクリーンは一辺が 8 cm の正方形である。

表

	光源の位置	スクリーンの位置
A	レンズの左側 6 cm	レンズの右側 2 cm
B	レンズの左側 6 cm	レンズの右側 3 cm
C	レンズの左側 6 cm	レンズの右側 6 cm
D	レンズの左側 1 cm	レンズの右側 2 cm
E	レンズの左側 1 cm	レンズの右側 3 cm
F	レンズの左側 1 cm	レンズの右側 6 cm

- ア. A では光源の実像がくっきりとスクリーン上に見られた。
- イ. B ではスクリーン上の光の明るさは一様ではなく、中心付近の方が外周部より明るかった。
- ウ. C ではスクリーンの中心にのみ、小さくとても明るい円形の点が映った。
- エ. D では光源の虚像がスクリーン上に見られた。
- オ. スクリーンの中心部の明るさは E と F では Eの方が明るかった。

図2のようなライトとカメラを付けた人形がある。ライトは人形の「右手側」に足元より高さ2 cm のところに前方を照らすように取り付けられてあり、カメラは人形の正面側に前方を撮影できるように足元から高さ3 cm のところに取り付けてある。この人形を図3のように平面鏡の左側6 cm の地点に置いた。図3では横方向は1マスで2 cm、縦方向は1マスで1 cmを表す。ライトのスイッチを入れるとライトの中心より光が前方に広がり、平面鏡で反射した光が人形のカメラで撮影された。

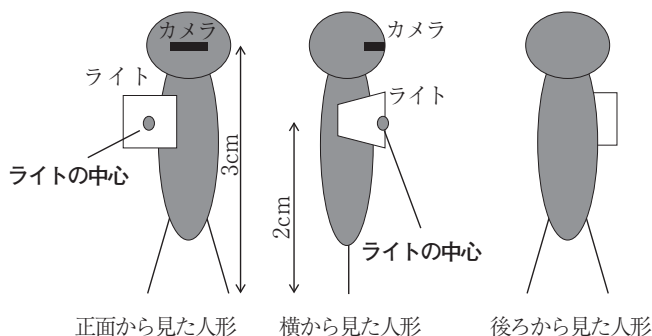


図2

- (5) ライトから出て、カメラに入る光を解答欄に作図せよ。
- (6) (5)と同じ解答欄に平面鏡によりできるライトの光の像の位置を「●」(黒丸)で示せ。ただし、作図に用いた線は残すこと。
- (7) このときのライトの光の像は「実像」か「虚像」のどちらか答えよ。

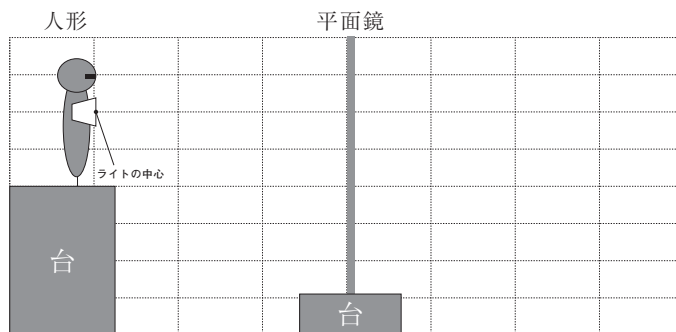


図3

図4のように、平面鏡から左側4 cmの地点に、人形に対して十分に大きく薄い焦点距離が1 cmの凸レンズをおき、ライトの光を消し、人形自体の像を人形のカメラで撮影した。

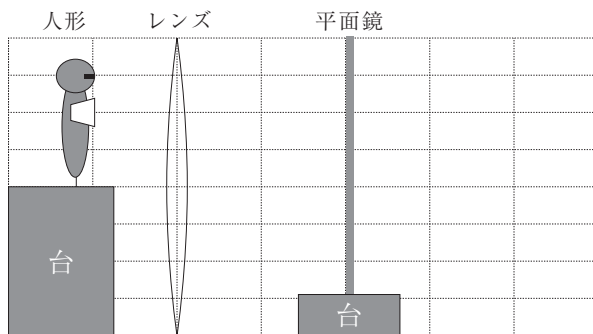


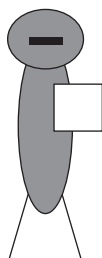
図4

- (8) 凸レンズを右向きに通る光が、平面鏡に反射する前に作る人形の像の長さはもとの人形の長さの何倍か答えよ。

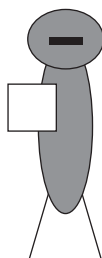
(9) 人形のカメラはどのような像を撮影するか。(i) 像の向き, (ii) 大きさに関して適切なものを次の中からそれぞれ1つずつ選び, 記号で答えよ。

(i) 像の向き

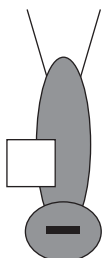
ア.



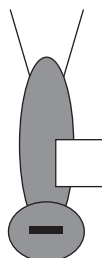
イ.



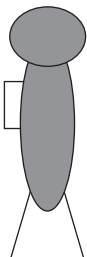
ウ.



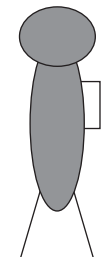
エ.



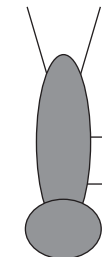
オ.



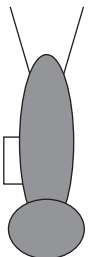
カ.



キ.



ク.



ケ. 像は見えないので向きはない。

(ii) 大きさ

コ. 人形と同じ大きさである。

サ. 人形より大きい。

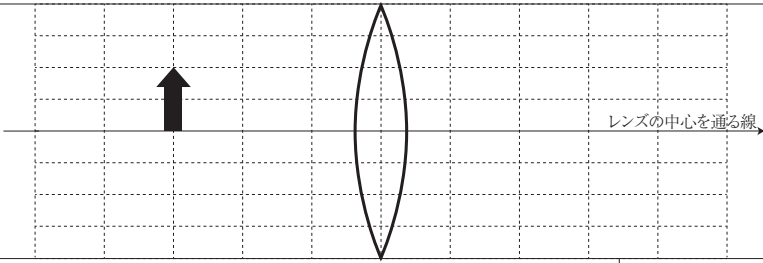
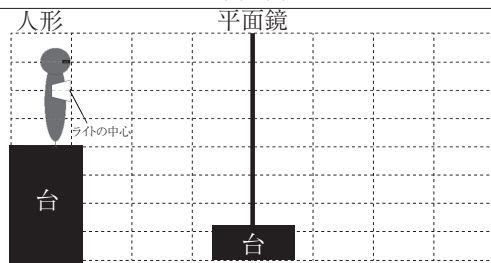
シ. 人形より小さい。

ス. 像は見えないので大きさは比較できない。

理科 解答用紙

受験番号	氏 名

※の欄には何も書かないこと。

1	(1)	(2)				※	
	①	②	③	④			
	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		
	⑤	⑥					→ →
	(7)						
	→	→	→	→	→		
	(1)						(2)
2	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	※	
	(6)			(7)	(8)		
	①	②					
3	(1)	(2)	(3)		(4)	※	
					mm		
	(5)	(6)		(7)	(8)		
	%				cm ³		
	(9)						
	(10)		(11)				
	Q	R					
4	(1)	(2)				※	
							
	(3)	(5) (6)					(7)
	(4)				(9)		
	(8)	倍			(i)		(ii)

※