



第10回 科学の甲子園ジュニア 全国大会

筆記競技

解答例と解説



問1

適切 ・ 適切でない

根拠

金属ではない「プリント」も同じように引きつけられるという実験結果がある。

問2

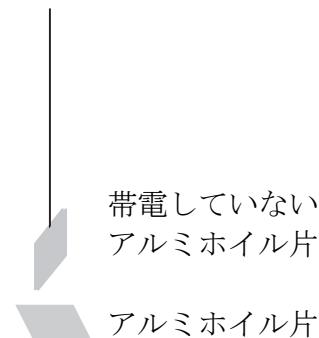
ア

問3

イ

問4

最初、帯電していなかったほうのアルミホイル片を、机の上に置いた別のアルミホイル片に近づける。



帯電していない
アルミホイル片

アルミホイル片

問5

ア, イ

問6

イ

問7

イ

問8

(a)	＋に振れる	(b)	－に振れる
-----	-------	-----	-------

問9

<p>300 mA と 200 mA を足すと、500 mA。すなわち、トータルで電池から 0.5 A の電流が流れ出ている。またこのことは、問題文より、電池の＋極から 1 秒間に 0.5 C の電気量が流れ出ていることを意味するので、 $0.5 \text{ C} \div 0.0000001 \text{ C} = 5000000$</p> <p style="text-align: right;">答え 500 万倍</p>
--

問10

記号	エ
<p>0.50 A=500 mA, 30 分=0.5 h だから, $500 \text{ mA} \times 0.5 \text{ h} = 250 \text{ mAh}$ よって, 残量は $5000 \text{ mAh} - 250 \text{ mAh} = 4750 \text{ mAh}$ となるので, $4750 \text{ mAh} \div 5000 \text{ mAh} = 0.95$</p> <p style="text-align: right;">答え 95%</p>	

【解説】

静電気

人知れずたまっている静電気。冬場になると、「バチバチ!」「いてっ!」という経験をしたことがあると思います。今でこそ、それが「静電気が放電した現象だ!」ということができますが、静電気に関する歴史はどんなものだったのでしょうか?簡単に歴史を追ってみましょう。

まず、紀元前6世紀頃、当時の哲学者タレスによって、琥珀を布で擦ると、別のものが引き寄せられる現象が発見されました。この時点では、琥珀を擦ると磁石になるのだと考えられていました。このように、当時は静電気という概念はなく、磁石のイメージだったんですね。ちなみに、磁石は、磁石が見つけられたとされる小アジアのマグネシア地方に由来します。また、この地方はマグネシウムが採れる地方でもあるので、磁石になってないマグネシウムがいかにも磁気を持っていそうな名前になってしまったという話もあります。



その後、磁石の研究は進み、羅針盤の発明とともに大航海時代に入っていきます。1600年、イギリスの物理学者ウィリアム・ギルバートは「磁石論」を発表し、地球の中心が鉄でできていると主張しました。そして、この琥珀を表す古代のギリシア語 ἤλεκτρον (エレクトロン) にちなんで、**electric** と呼びました。磁石とは別の「静電気」という新しい考えが生まれたこの頃、「静電気学」が誕生したといえるでしょう。

さらに18世紀には、アメリカの政治家でもあったベンジャミン・フランクリンが、電気を蓄えるライデン瓶を用いた実験を行い、帯電はガラスを挟んだ極板間に生じていることや、それぞれが必ず異種の(異符号の)電気を帯びて、その絶対量は等しいことなどを見出し、静電気学の進展に大きく貢献しました。彼は自ら、雷が発生したときに凧をあげ、雷が電気現象であることを確認し、その結果、避雷針も考案されました。フランクリンの避雷針は純粋な科学研究の成果が応用された最も初期の例として、科学技術史のうえで注目すべきものです。



18世紀後半には、2つの静電気どうしではたらく力の大きさが、その2つの距離の2乗に反比例する法則(逆二乗則と呼ばれます)「クーロンの法則」が発見され、定量的な理解も進んでいきます。

その後、イタリアのボルタが、2種類の金属の接触で電気が発生することを用いて、電気の流れを生み出すことに成功します（ボルタ電堆）。こうして、「静電気学」だけでなく、動く電気である「電流」への理解、さらには「電磁気学」の理解につながっていきます（区別していた「磁気」と「静電気」の関係性についても、改めて正しい理解がなされていきます）。

身近な「静電気」ですが、このような身近な現象でも、「なぜだろう？」と調べていくと、その背後には、大きなそして興味深い自然法則が隠されているんですね。現在、家電製品、スマホ、その他いろいろ、電気の存在なしでは生活できない世の中になっています。このような生活が可能となっているのは、先代の科学者たちが飽くなき探究心をもって、当時の謎を解き明かしていったからに他なりません。

琥珀を擦ったタレスにとって、その現象が例えば、現在のスマホでの情報通信技術につながっているとは想像だにできなかったかもしれません。「それは何の役に立つのか？」と言われてがちな昨今ですが、その時点で何の役に立つのか直ちにわからないからこそ、その先に今の人間の知恵では想像もできないような“役に立つ”が眠っているのかもしれない。ですから、みなさんも、シンプルに「面白い!」「なぜだろう？」と感じたことを大切にしてくださいね。

参考文献：

人物でよむ物理法則の事典 米沢富美子 ほか 編
よくわかる電磁気学 前野昌弘 著



画像引用元
<https://ja.m.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%82%A1%E3%82%A4%E3%83%AB-VoltaBattery>.JPG



問1

記号	イ
----	---

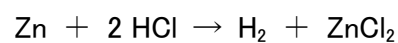
理由 水素は密度が空気よりも小さいので、下方置換では集められないから。

【解説】水素は上方置換でも集められるが、水に溶けにくい気体なので水上置換を利用すると、集まった水素の量が一目でわかり便利である。

問2

気体を発生途中で止めたいときに、固体をくぼみで引っ掛けて液体を固体と分けるため。

問3



問4

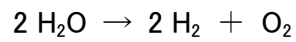
マッチの火を近づけると、音を立てて燃える。

問5

記号	S	極	陰極
----	---	---	----

【解説】電気分解で，電源装置の正極（+極）につないだほうを陽極，負極（-極）につないだほうを陰極という。水の電気分解では，陽極から酸素が，陰極から水素が発生する。

問6

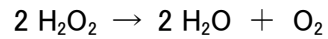


問7

オキシドール(過酸化水素水)

【解説】オキシドールは過酸化水素の 2.5 ~ 3.0 (W/V%) 水溶液

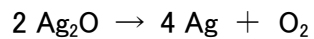
問8



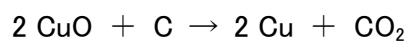
問9

火のついた線香を入れると激しく燃える。

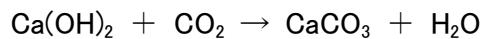
問10



問11



問 12



問 13



【解説】まず、銅と炭素を比較すると、【図5】の実験の結果から酸素原子は銅原子から炭素原子に移ったので、酸素と結びつく強さは $\text{C} > \text{Cu}$ となる。

「この実験で酸化銅のかわりに酸化マグネシウムを使用したけど、気体は何も発生しなかった」ことから、マグネシウムと炭素を比較すると、酸素と結びつく強さは $\text{Mg} > \text{C}$ となる（なお、 Mg はドライアイス中でも燃焼し、 $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$ の反応をおこす）。酸化銀は、加熱しただけで分解してしまうので、一番酸素と結びつきにくい。

問 14

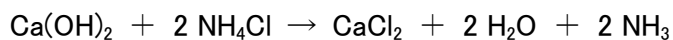


問 15

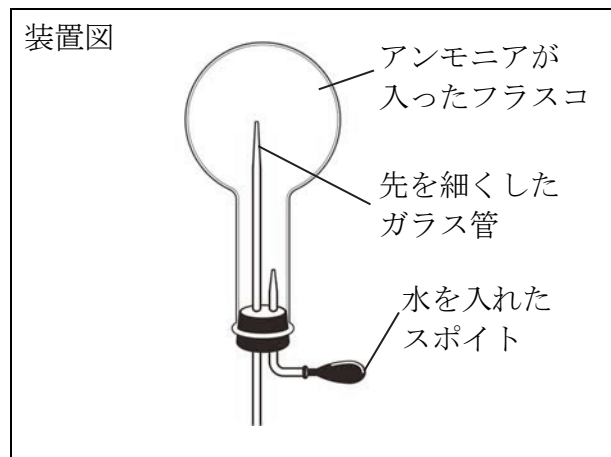
発生した水が、試験管の底にたれてくると、試験管が割れてしまうから。

【解説】塩化アンモニウムも水酸化カルシウムも固体なので、加熱部分は数百℃になっている。そこに冷えた水がたれてくると、その温度差で試験管は割れてしまう。

問 16



問 17

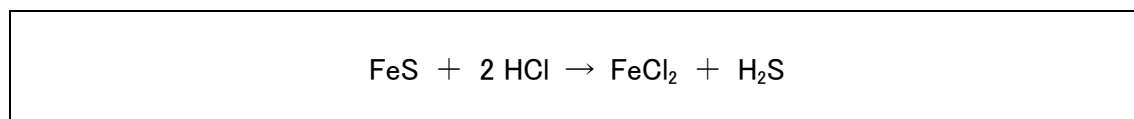


順番	a → e → d → c → b
----	-------------------

問 18

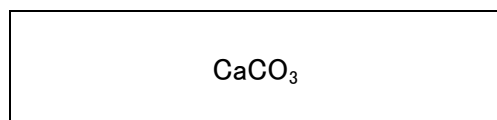
反応の際に熱が発生し、その熱で反応が進むため。(発熱反応であるため)

問 19



【解説】 気体 X は硫化水素（化学式 H_2S ）である。

問 20



【解説】 水 100 g への溶解度 1.5 mg (25°C)

問 21

A	CO_2	B	Ca(OH)_2
C	NH_3	D	NaHCO_3



問1

①	(エ)	②	(キ)	③	(イ)	④	(カ)
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----

【解説】

- (ア) ナマコ：棘皮動物。
- (イ) ナメクジ：軟体動物腹足類。殻は退化している。
- (ウ) フジツボ：節足動物。
- (エ) サザエ：軟体動物腹足類。巻き貝である。
- (オ) アサリ：軟体動物の二枚貝類。
- (カ) ウミウシ：軟体動物腹足類。殻は退化している。
- (キ) カタツムリ：軟体動物腹足類。巻き貝である。
- (ク) ウニ：棘皮動物。
- (ケ) シジミ：軟体動物の二枚貝類。

問2

【図2】に見られるように、翼足類の祖先は、殻をもつものも殻をもたないものも、新生代の初期にはみな温暖な環境に適応していた。やがて地球が寒冷化すると、温暖な環境を好むものや寒冷な環境を好むものなどの多様な種が出現した。クリオネの特異的なえさであるリマキナは、どちらかというとも寒冷な環境を好み、北半球では北方に多く、南半球では南方に多く分布して間氷期には赤道付近の海域には見られなくなり、北半球のものはリマキナ・ヘリキナへと、また南半球のものはリマキナ・アンタークティカへと進化した。これに応じるようにクリオネも分岐してえさであるリマキナの多くいる両極周辺に、それぞれクリオネ・リマキナとクリオネ・アンタークティカとして進化するに至った。

【解説】

解答例の通り。

問3

⑥	(カ)	⑦	(ク)
---	-----	---	-----

【解説】

クリオネ・リマキナもリマキナ・ヘリキナも変温動物であるので、ここでは温覚も冷覚も関わらない。クリオネは目をもたないということなので、視覚は関わらない。クリオネは平衡胞をもち、これからの感覚(平衡感覚)を、立ち泳ぎの制御や水平方向の泳ぎへの切り替えに用いているが、ここでのリマキナ・ヘリキナの感知に主に使われているわけではない。⑥はターゲットに触れる前にこれを感知するのであるから、化学感覚である。嗅覚に相当する。なお、クリオネ・リマキナは、化学感覚でえさを感知すると、バツカルコーンから粘液を分泌する。⑦は、えさがバツカルコーンに触れるのがきっかけで、バツカルコーンのえさに触れた側の筋肉が収縮するのであるから、触覚である。⑦は味覚に相当する⑥とは別の化学感覚でもよさそうであるが、文脈から判断して触覚とするのがよりふさわしい。

問4

(エ)

【解説】

解答例の通り。

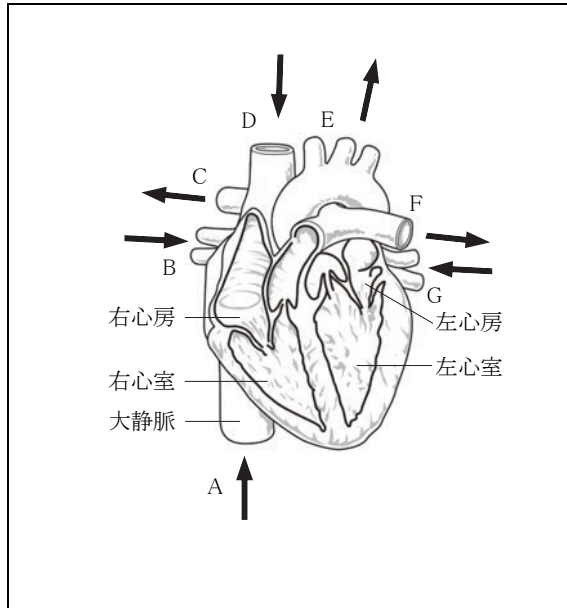
問5

両生類	(キ)	ほ乳類	(ク)
-----	-----	-----	-----

【解説】

解答例の通り。

問6



【解説】

血流の方向は、弁の向きからも判断できる。

A：下大静脈，D：上大静脈で血液は心臓に流入する。

BとG：肺静脈で血液は心臓に流入する。

CとF：肺動脈で血液は心臓から流出する。

E：大動脈の分枝で血液は心臓から流出する。

問7

毛細血管

【解説】

解答例の通り。

問8

(ア)，(エ)，(カ)

【解説】

- (ア) 血小板：血球は，白血球の一部のものを除いて血管内に留まる。
- (イ) ブドウ糖：小さな分子であり，毛細血管壁を透過する。
- (ウ) アミノ酸：小さな分子であり，毛細血管壁を透過する。
- (エ) アルブミン：大きな分子であり，毛細血管壁を透過しない。
- (オ) カリウムイオン：小さなイオンであり，毛細血管壁を透過する。
- (カ) 赤血球：血球は，白血球の一部のものを除いて血管内に留まる。

問 9

輪状筋： 縦走筋と協調して、全体的に均一に収縮することで、バツカルコーン内の圧力をさらに高めて、棒状のバツカルコーンの曲げに対する強度を増す。
縦走筋： バツカルコーンの口側の側面にえさのリマキナ・ヘリキナが触ったときに、その触った側の縦走筋が収縮して、バツカルコーンがリマキナ・ヘリキナを包みこむように屈曲する。

【解説】

解答例の通り。

問 10

⑭	(ウ)	⑮	(ア)
---	-----	---	-----

【解説】

ダウンストロークでは、左の翼を時計方向に、右の翼を反時計方向に回して、いずれも翼の腹面が斜め下方を向くようにしながら、翼を斜め下方に動かす【図6左】。アップストロークでは、左の翼を反時計方向に、右の翼を時計方向に回して、いずれも翼の背面が斜め下方を向くようにしながら、翼を斜め下方に動かす【図6右】。ダウンストロークとアップストロークの間では、翼をひねって向きを調節するので、翼の先端の動きは全体としては、8の字(【図6】に示される体の向きでは、∞字)を描く。ダウンストロークでは、体を少し前に倒して、翼の水を押し力がより有効に下方に向かうようにしている。



問1

(天体) 望遠鏡

問2

金星

問3

クレーター

問4

地球以外の惑星
木星

まわりをまわる天体
衛星

問5

環

問6

天動説では、太陽や惑星などが地球のまわりを公転しており、地動説では、地球を含めた惑星は太陽のまわりを公転している。

問7

月が地球のまわりを公転することで、地球と太陽に対する月の位置が毎日変わるから。

問8

(オ)

問9

(D)

【解説】 この問題は、太陽系内天体の性質や特徴をテーマとしている。まず、問1から問5までは、ガリレオ・ガリレイがおこなった歴史的な天体観測に関連させた問題である。

望遠鏡は、ガリレオが発明したと思っている人は多いようであるが、実際に望遠鏡を発明したのは、オランダの眼鏡師ハンス・リッペルハイである。リッペルハイが、1608年10月に、オランダ議会に対して望遠鏡の特許申請をおこなった記録が残されている。ただし、ガリレオが望遠鏡を自作したことに対して、多くの学者が刺激され、その結果、光学分野の研究が進んだことは事実のようである。

ガリレオは望遠鏡の発明者ではないが、望遠鏡を夜空に向けて天体を観察し、それを詳細な記録に残した、という意味では世界で初めての人物である。何よりも、ガリレオは自ら製作した望遠鏡を用いて（**【図A】**参照）、さまざまなものを発見した。例えば、月の表面が凸凹であり、山や谷が存在することを見出した。この凸凹はクレーターのことであり、月面の黒い部分は「海」だと考えたようだ。また、当時のヨーロッパでは、いっばんに天動説（全ての天体が地球のまわりを公転しているという考え方）が受け入れられていたが、ガリレオは、

地球のまわりではなく、木星のまわりを公転する4個の衛星を発見した（【図B】左参照）。この4個の衛星は、現在ではガリレオ4衛星（イオ、エウロパ、ガニメデ、カリスト）とよばれている。



【図A】 ガリレオの望遠鏡のレプリカ。台座に2本の望遠鏡が斜めに取り付けられている。

ガリレオの望遠鏡の性能は決してよいものではなかった。そのために、「土星には耳がある」という記録を残しているが、この「土星の耳」とは、もちろん、「土星の環」のことである。土星の耳の正体が、環であることを発見したのは、ガリレオの時代から半世紀後、1659年のホイヘンスである。ガリレオは他にも金星の見かけの大きさや明るさと、満ち欠けに関すること（【図B】右参照）、太陽の表面に黒点が存在すること、などを発見し、記録に残している。特に、ガリレオ4衛星と金星に関する発見は、天動説では説明することが難しく、これらは地動説（地球は太陽のまわりを公転しているという考え方）の傍証^{ぼうしょう}となるものである。

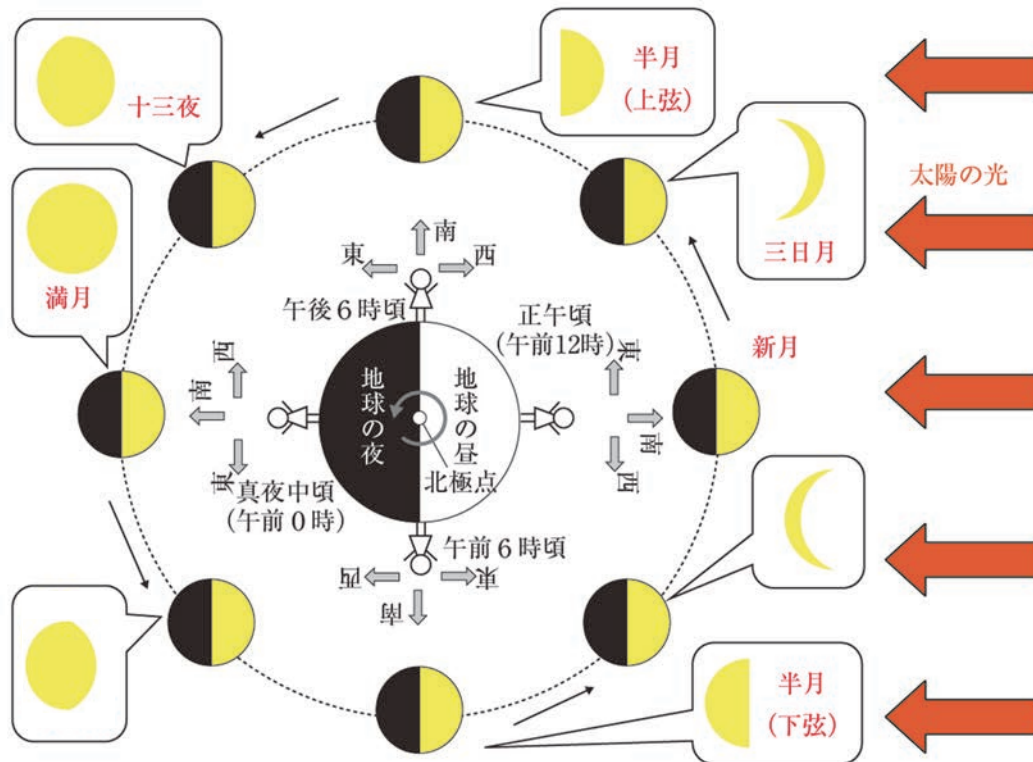
問6は、天動説と地動説に関する問題である。古代から人類は数千年にわたって天動説を信じており、コペルニクスが地動説を初めて提唱した、と思っている人が多いようであるが、決してそうではない。紀元前の時代、すでに地動説を提唱する人々は多く存在していた。アリストアルコスやアルキメデスはその代表である。特にアリストアルコスは観測から太陽・地球・月の大きさの比が、 $16 : 4 : 1$ になると計算し、小さな地球のまわりを、それより大きな太陽が公転することは不自然であると考えた。結局、この後、天動説が主流となるが、これは社会的に強い影響力をもつアリストテレスが天動説を信奉していたことや、プトレマイオスが精密な天動説の理論を構築したこと、そして、物理学（特に力学）がまだ十分に発達していなかったこと、などによるものであろう。



【図B】 ガリレオが残した、木星とガリレオ4衛星(左),金星(右)のスケッチ(模写)

問7から問9は太陽・地球・月の位置関係と月の見え方に関する問題である。「日の出時刻」「日の入時刻」「月の出時刻」の関係から、太陽と月、そして地球の位置関係を読み取ることが求められる。実は、これはそれほど難しいことではない。日の出時刻と月の出時刻が同じであれば、地球から見て、太陽と月はほぼ同じ方向に位置している。【図C】を見てほしい。このときの月は新月である。また、日の入時刻と月の出時刻がほぼ同じであれば、太陽が西に沈むとき、月は東の空から上がってくる。再度、【図C】を見てみよう。このとき、太陽と月は、地球をはさんで、ほぼ正反対の位置にあることになり、月の形は満月である。問8は一見、いろいろと考えなければならぬように思えるが、実は、半月のときの太陽・地球・月の位置関係を考えると、即答も不可能ではない。【図C】からそれがよくわかるだろう。

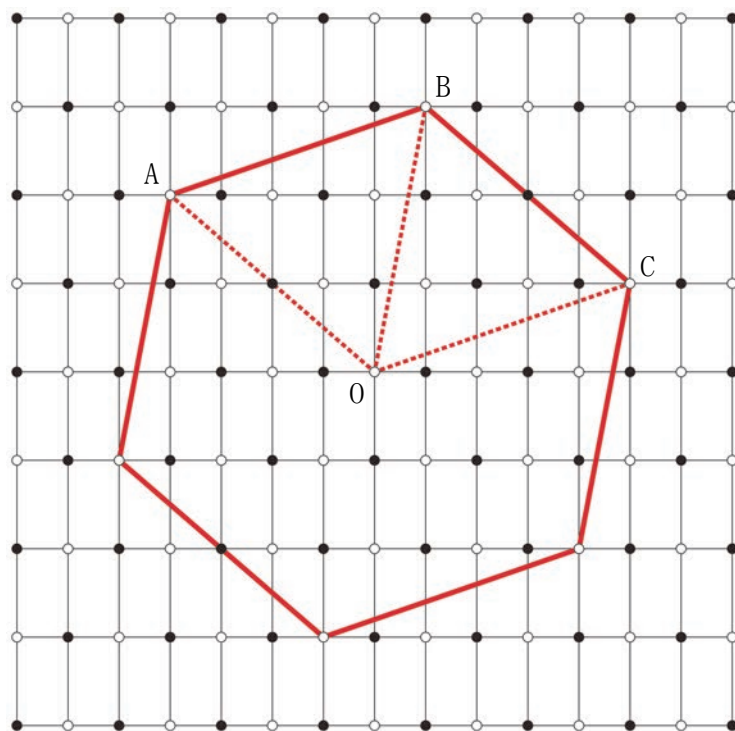
科学の甲子園ジュニアの帰り道、あなたはどのような月を見るだろうか？



【図C】 地球・月と太陽の位置関係と、月の満ち欠け

問1

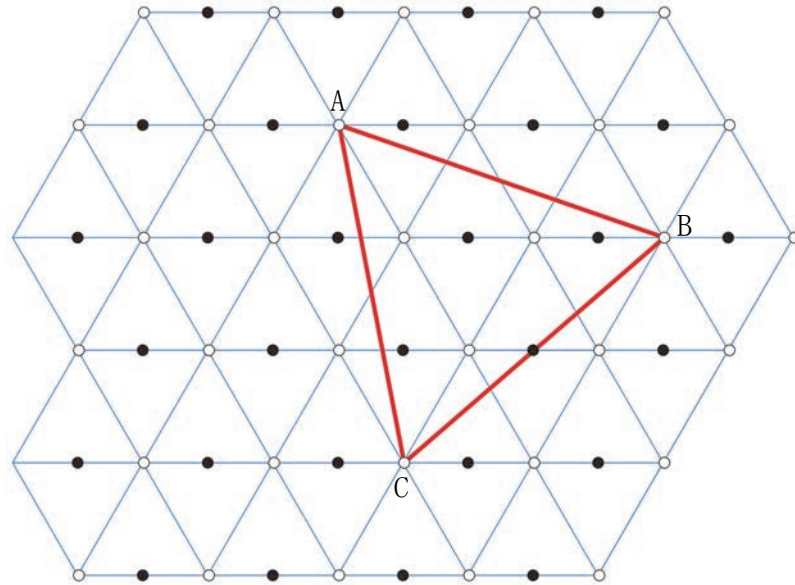
長方形格子上の正六角形の連続する3つの頂点をA, B, Cとし, 中心をOとすると, 点A, B, Cは格子点であり, 三角形OABとOBCはいずれも正三角形になっている。線分BAとCOは長さが等しく平行なので, 点Oは, 線分COに沿って, 線分BAと同じ傾きで, 同じ長さだけ進んだところにある。これから, 線分BAが2つの格子点を結んでいるのと同様に, 線分COも2つの格子点を結ぶので, 点Oも格子点になっていることがわかる。



問2

まず、長方形格子上的3つの格子点 A, B, C を頂点とする正三角形 ABC があるとき、その3つの点と同色になることを示す。その3つのうち少なくとも2つは同色になるので、点 A と B が白であるとしてよい。三角形 ABC は正三角形なので、点 C は、点 A を中心として点 B を 60° 回転して得られる点である。ここで、長方形格子上の白の格子点だけに注目すると、正三角形からなる格子（三角形格子）になっている。その三角形格子は 60° 回転の対称性を持っているので、点 A を中心とした 60° 回転は白の点全体を白の点全体にうつす。したがって、点 C は白の点になっている。

長方形格子上の正六角形では、隣り合う2つの頂点 A, B と中心 O が正三角形を作っている。したがって、上で証明したように、3つの点 A, B, O は同色になっている。同様に、正六角形のすべての頂点はその中心と同色になっている。

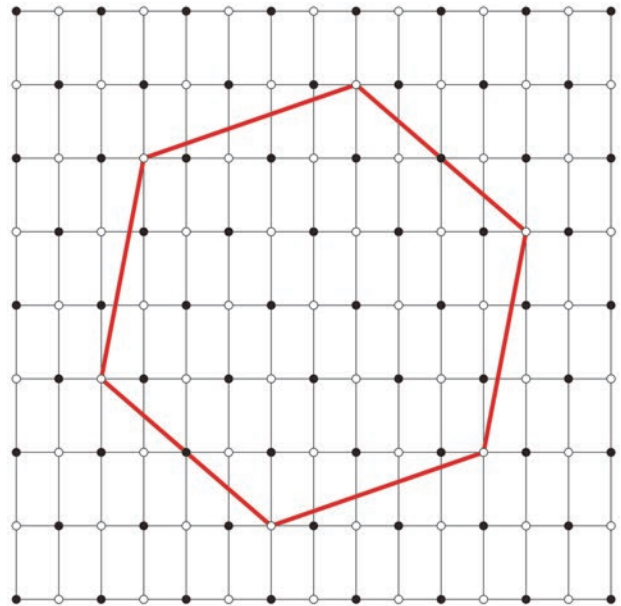
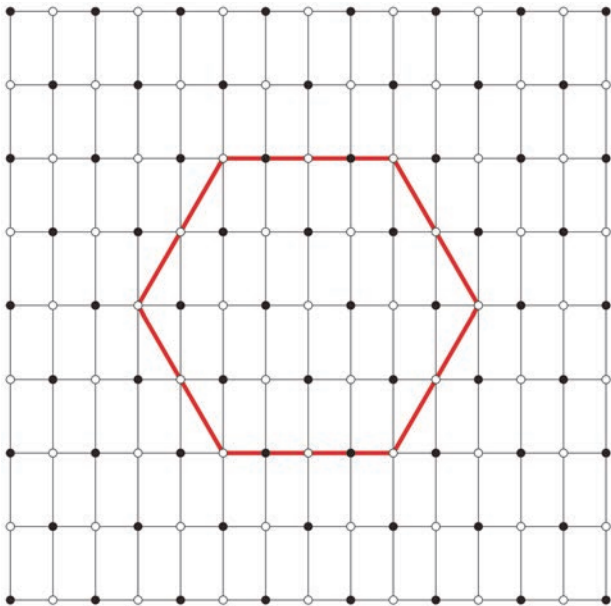
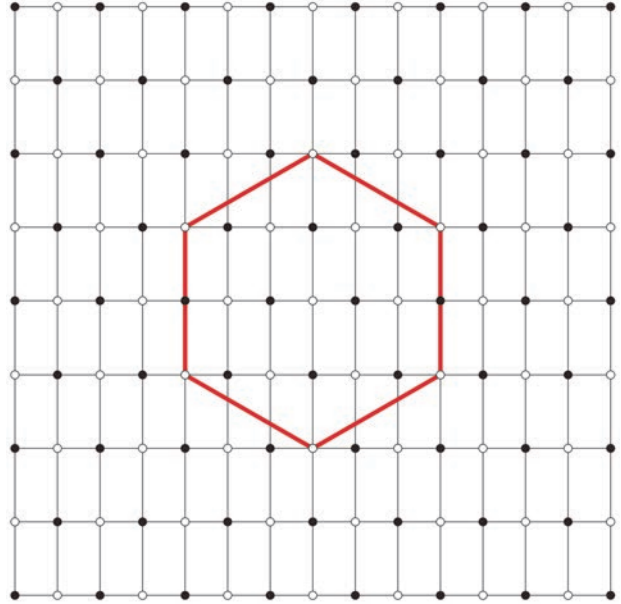
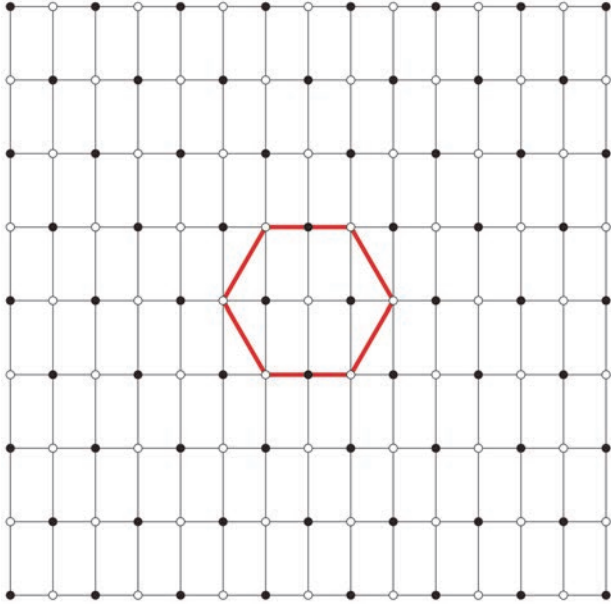


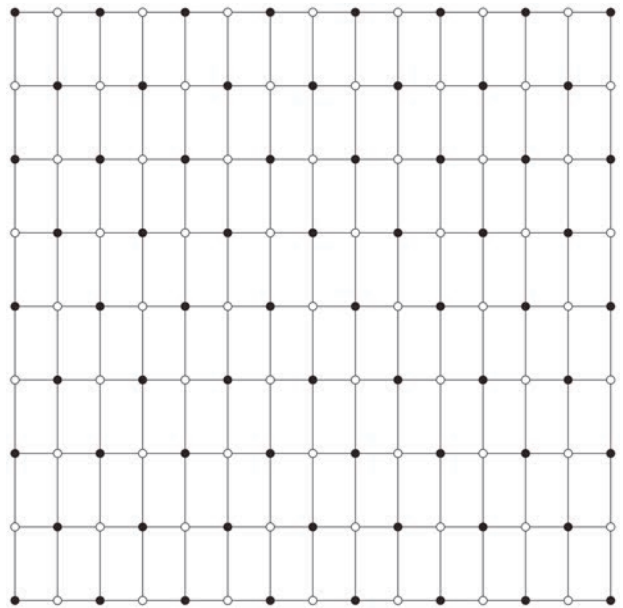
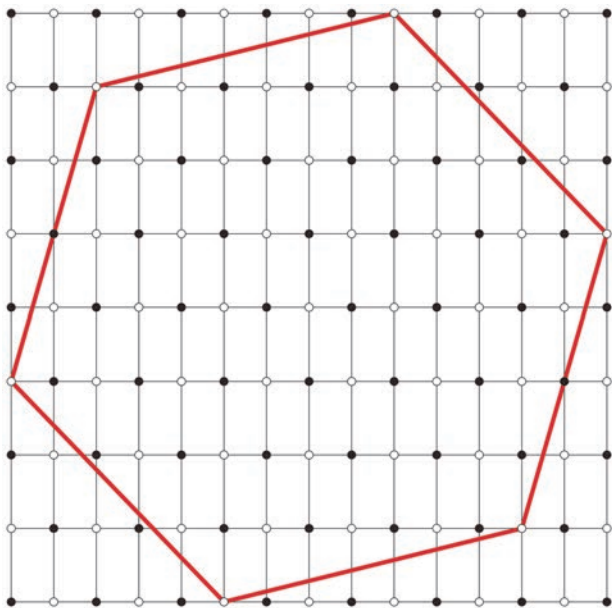
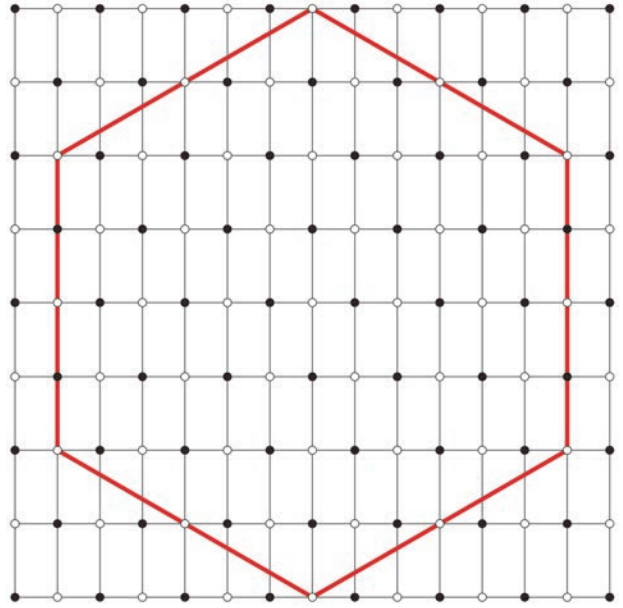
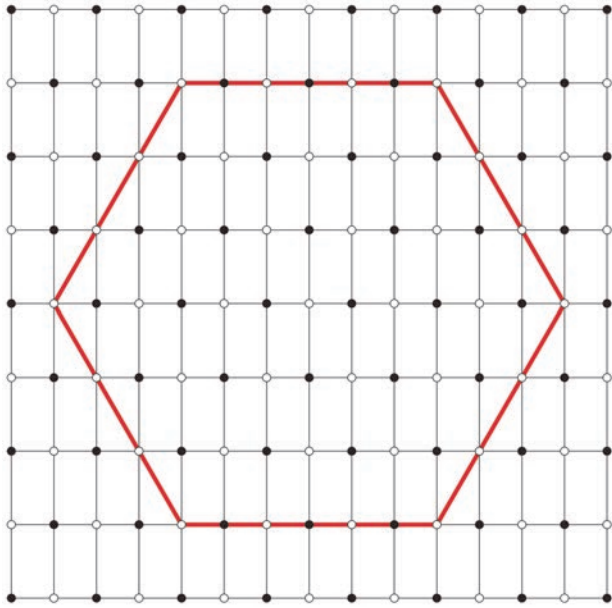
【解説】

長方形が作る格子だけを見ていると、問2で問われていることを論証するのは難しいだろう。そこで、格子点を白と黒で色分けし、三角形格子の存在を示唆している。

問3

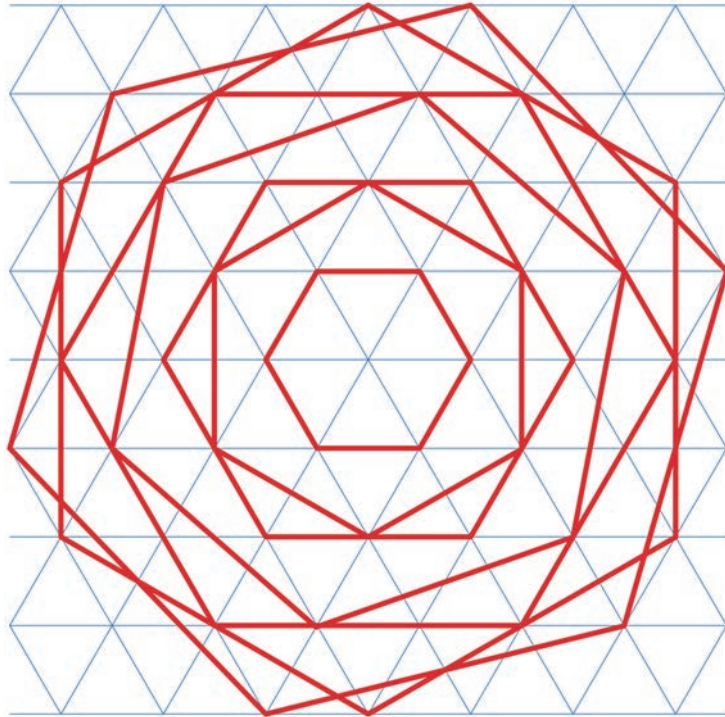
7 種類





【解説】

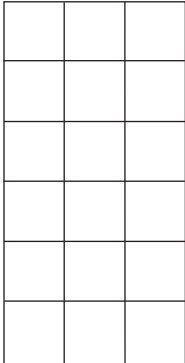
問2で明らかになったように、長方形格子上の正六角形の頂点および中心はすべて同じ色の格子点になっている。格子の中央の格子点（白）を中心とし、白い格子点を通る円を順に描いていけば、可能なすべての正六角形を描くことができる。とはいえ、長方形格子のままではその作業を実行するのは簡単ではないかもしれない。白い格子点だけを使った三角形格子を考えれば、その原理が理解しやすいだろう。



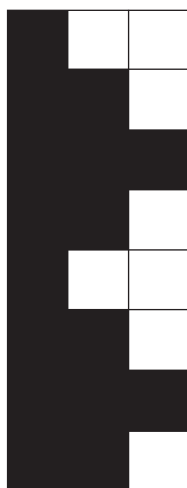
仮に、三平方の定理、平方根、回転による座標変換などを知っていれば、座標を計算することで問2を証明することができる。しかし、科学の甲子園ジュニアでは中学2年生までの知識だけを前提としているので、この問題では長方形2つが正三角形を含むことを根拠に考察するように誘導している。その前提を気にしなければ、長方形格子上の図形について様々な方向に探究活動を展開することができるだろう。たとえば、長方形格子の点を頂点とする正方形は存在するだろうか？



問1

文様全体の行数が6になることは… ある	文様全体の行数が6になることは… ない
	<p>理由</p> <p>文様は「図柄」を2個以上含まないといけないので、文様の行数が6の場合は、</p> <p>(a) 行数1の「図柄」を6個 (b) 行数2の「図柄」を3個 (c) 行数3の「図柄」を2個 のいずれかになる。</p> <p>このような文様から切り取られた行数4の部分では、(a)の場合はすべての行が同じ、(b)の場合は1行目と3行目が同じ、(c)の場合は1行目と4行目が同じになるはずだが、 【図1】はそのいずれでもない。よって、文様全体の行数が6になることはない。</p>

問2



問3

ア

$$\frac{T}{H}$$

イ

行全体を黒く塗って次の行に移動する
セル1とセル2を黒く塗って次の行に移動する
iを1増やす

問4

$$3 \quad \text{通り}$$

問5

ウ

$$\frac{T}{H}$$

エ

行全体を黒く塗って次の行に移動する
セル1とセル2を黒く塗って次の行に移動する
jを1増やす

オ

$2 \times L$

カ

行全体を黒く塗って次の行に移動する
k を 1 増やす

問5のプログラムを完成して再掲すると以下のプログラムになる。

```
Tを文様全体の行数とする
Hを「図柄」の行数とする
Lを「図柄」中でセル1とセル2の両方のみを黒く塗る行の数とする
Nを $\frac{T}{H}$ とする
i = 0 とする
i < Nの間
    セル1を黒く塗って次の行に移動する
    セル1とセル2を黒く塗って次の行に移動する
    j = 0 とする
    j < L - 1の間
        行全体を黒く塗って次の行に移動する
        セル1とセル2を黒く塗って次の行に移動する
        j を 1 増やす
    を繰り返す
    k = 0 とする
    k < H - (2 × L)の間
        行全体を黒く塗って次の行に移動する
        k を 1 増やす
    を繰り返す
    i を 1 増やす
を繰り返す
```