

受検番号

--	--	--	--

令和7年度

# 適性検査Ⅲ

(9時10分～10時10分<60分>)

## 注 意

- 1 指示があるまで、問題用紙を開いてはいけません。
- 2 解答用紙は1枚で、問題用紙にはさんであります。
- 3 答えはすべて解答用紙の決められたところに、はっきりと書きましょう。
- 4 問題は①から③まであり、表紙を除いて20ページです。
- 5 印刷のはっきりしないところは、手をあげて係の先生に聞きましょう。
- 6 受検番号を問題用紙と解答用紙の決められたらんに記入しましょう。

川口市立高等学校附属中学校

みどりさんとしんごさんと先生は、エネルギーについて話をしています。次の会話文や資料などを読んで、あとの問いに答えましょう。

みどり：この間、母に、最近電気代が高いから、使っていない家電のプラグはこまめにコンセントからぬくように言われました。

しんご：わたしの家では、白熱電球をすべてLED電球にとりかえましたよ。

みどり：電気をこまめに消すなど、節電を意識して生活していますが、限界がありますよね。

しんご：そうですね。わたしの家では電球を変えるだけでなく、太陽光発電や家庭用燃料電池などでエネルギーをつくるという方法を家族で話し合ったことがあります。

先生：素晴らしい心がけですね。それではまず、わたしたちが何気なく使っているエネルギーについて、【資料】にまとめたので説明しておきましょう。

### 【資料】 エネルギーについて

#### [エネルギーとは]

- ・ものを動かしたり、熱や光、音を出したりする能力をエネルギーという。
- ・エネルギーの単位はジュール [J]。

#### [エネルギーの種類]

- ・位置エネルギー：ダムの水など、高いところにある物体がもつエネルギー。
- ・運動エネルギー：動いている物体がもつエネルギー。
- ・電気エネルギー：電気がもつエネルギー。

電化製品を一定時間使った電気エネルギーの総量を電力量といい、単位はキロワット時 [kWh] も使われる。

1kWh は、\*電力が 1kW (= 1000W) の電化製品を 1時間 (1h) 使ったときのエネルギーで、 $1\text{kWh} = 1000\text{W} \times 1\text{h} = 1000\text{W} \times 3600\text{秒} = 3600000\text{J}$  である。

- ・化学エネルギー：石油やガス、天然ガスなどの物質がもつエネルギー。
- ・音エネルギー：音がもつエネルギー。大きい音ほど大きなエネルギーをもつ。
- ・光エネルギー：光がもつエネルギー。強い光ほど大きなエネルギーをもつ。
- ・熱エネルギー：身の回りのものを構成する小さなつぶである原子の動きによるエネルギー。
- ・核エネルギー：原子力発電で使われるウランなどの\*原子核が分裂したり、水素の原子核どうしが融合するときに出るエネルギー。

#### [エネルギーの変換]

- ・エネルギーは、さまざまな種類のエネルギーに姿を変えることができる。

#### [エネルギーの保存]

- ・エネルギーは、他のエネルギーに変わっても、その前後でエネルギーの総量は変わらない。
- ・(姿を変える前のエネルギーの量の合計) = (姿を変えたあとのエネルギーの量の合計)

\*電力……電化製品を動かす際、1秒間あたりに使われる電気エネルギーの大きさのこと。

\*原子核……原子の中心にある非常に小さなつぶ。

先生：それでは、【資料】のエネルギーの変換について考えてみましょう。たとえば、ヘアドライヤーでは、電気エネルギーはどんなエネルギーに変わるとおもいますか。

みどり：ヘアドライヤーのスイッチを入れると、内部のプロペラが回転し、温風と音が出るので、熱エネルギーと運動エネルギー、音エネルギーに変わっていると思います。

しんご：内部の電熱線が赤く光っているのを見たことがあるので、光エネルギーにも変わっていますね。

先生：そのとおりです。では、ヘアドライヤーの使用時間を短くしたとき、1年間でどれくらいの電気料金の節約になるでしょうか。1000Wのヘアドライヤーを使うとして、【資料】をもとに考えてみましょう。電気料金のうち、電力使用量によって決まる料金である従量料金は、1kWhあたりいくらかと電力会社それぞれで決められています。

問1 1000Wのドライヤーを1日に10分間使用していましたが、節電のため7分間使用することにしました。1年間に360日ヘアドライヤーを使用するものとして、電気料金（従量料金）は年間何円の節約になるか答えましょう。また、求める過程を言葉や数字、式などを使って書きましょう。ただし、従量料金は、電力量1kWhあたり40円とします。

先生：しんごさんの家では白熱電球をLED電球に変えていましたね。では、LED電球が白熱電球と比べて節電になる理由を考えてみましょう。回路に電流を流すための力である電圧を白熱電球に加えると、【図1】のフィラメントという光を発する部分が2000~3000℃という高温になって光が出ます。

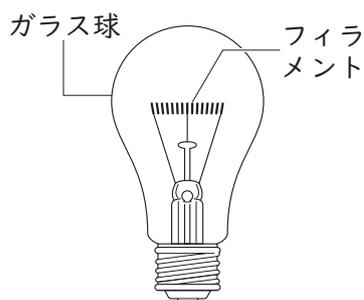
みどり：ろうそくの炎は1500℃くらいまで高くなるときいたことがありますが、それよりも高温なのですね。

先生：はい。高温の物体からは光が出ます。LED電球は、【図2】のように、P型半導体とN型半導体というものを接合させたもので、LED電球に電池をつなぐと、P型半導体では+の電気としてふるまう正孔（ホール）<sup>せいこう</sup>というものが-極の方向に移動し、N型半導体では-の電気をもった自由電子<sup>じゆうでんし</sup>というつぶが+極の方向に移動します。正孔と自由電子が接合部で結合するとどちらも消滅し、このとき、熱エネルギーや光エネルギーが発生し、LED電球は点灯します。

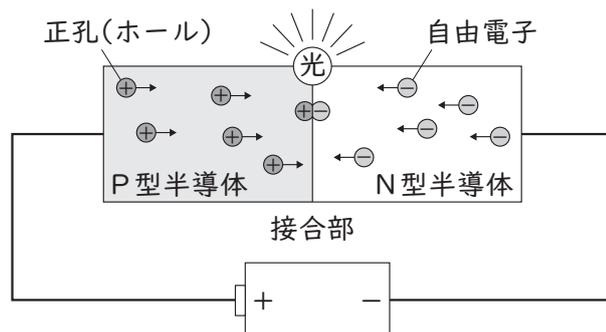
しんご：電池を【図2】のときとは逆につないでも、LED電球は点灯するのですか。

先生：電池の+極と-極を逆につなぐと、正孔も自由電子も【図2】と逆の向きに移動するため、正孔と自由電子は結合せず、LED電球は点灯しません。

【図1】電球の構造図

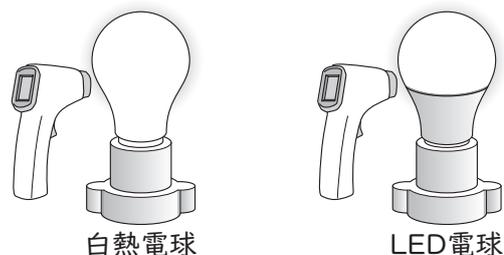


【図2】LEDの発光のしくみ



問2 【図3】のように、白熱電球とLED電球を並べて家庭用のコンセントにさし、点灯したときの明るさを比べ、しばらくして表面温度を測定したところ、【表1】のような結果になりました。【表1】の結果から、白熱電球がLED電球と同じ明るさの光を出すのに多くの電気エネルギーが必要な理由を説明しましょう。

【図3】白熱電球とLED電球



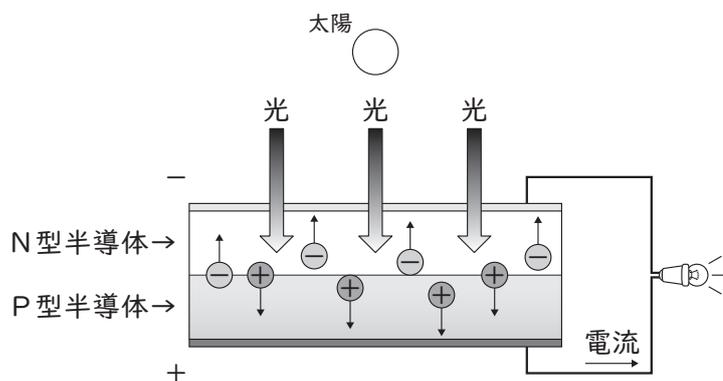
【表1】

	白熱電球	LED電球
明るさ	同じ明るさだった。	
ある時間たったときの表面温度	180℃	50℃

しんご：LED電球は、電気エネルギーをおもに光エネルギーに変えましたが、光電池は、その逆の変換になるのですか。

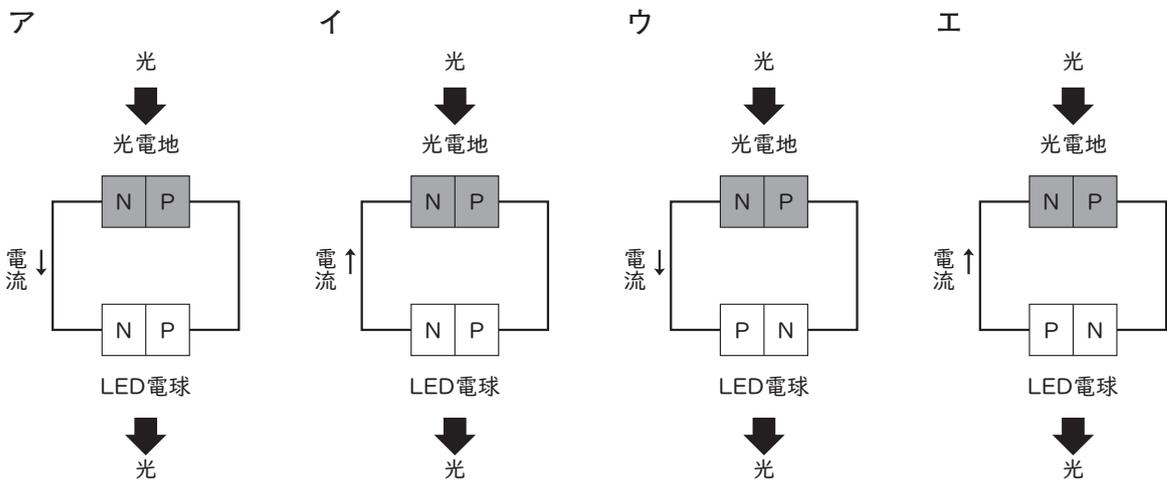
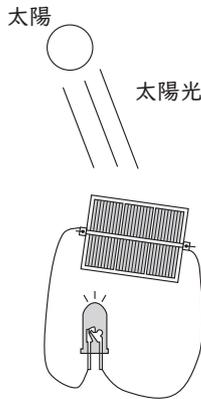
先生：そのとおりです。【図4】のようにP型半導体とN型半導体を接合した部分に太陽光などを当てると、接合部で正孔と自由電子が生じます。このとき、光電池の電極に電球やモーターなどをつなぐと、正孔が移動したほうが+極、自由電子が移動した方向が-極となって回路に電流が流れ、光エネルギーを電気エネルギーに変えることができます。

【図4】光電池のしくみ



問3 光電池をN型半導体、P型半導体と導線の接続の位置から「N|P」のように表し、LED電球をN型半導体、P型半導体と導線の接続の位置から「N|P」のように表すとき、【図5】のように光電池にLED電球を接続して、光エネルギー → 電気エネルギー → 光エネルギーに変換するときの回路と電流の向きを表した図として正しいものを、あとのア～エから1つ選び、記号で答えましょう。

【図5】光電池とLED電球を接続し太陽光を当てたもの



先生：次に、光電池を使った太陽光発電について考えてみましょう。光電池は、太陽にどのように向ければ効率よく電気エネルギーをとりだせますか。

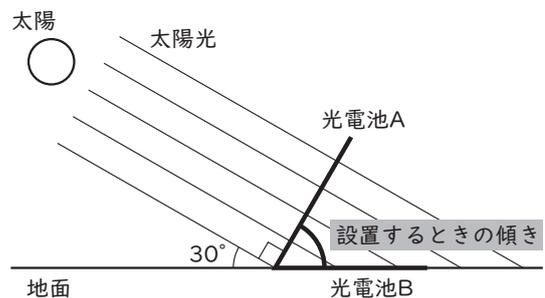
しんご：太陽光をできるだけ光電池の面に対して垂直になるように、光電池を傾けます。たとえば、【図6】のように、地面に対して30°の角度で太陽光が地面に降り注いでいるとき、太陽光が垂直に当たるように設置した光電池Aは、地面と平行に設置した光電池Bに比べて多くの太陽光を受けることができます。

先生：そうですね。では、太陽光のエネルギーが最も強くなるのはいつでしょうか。

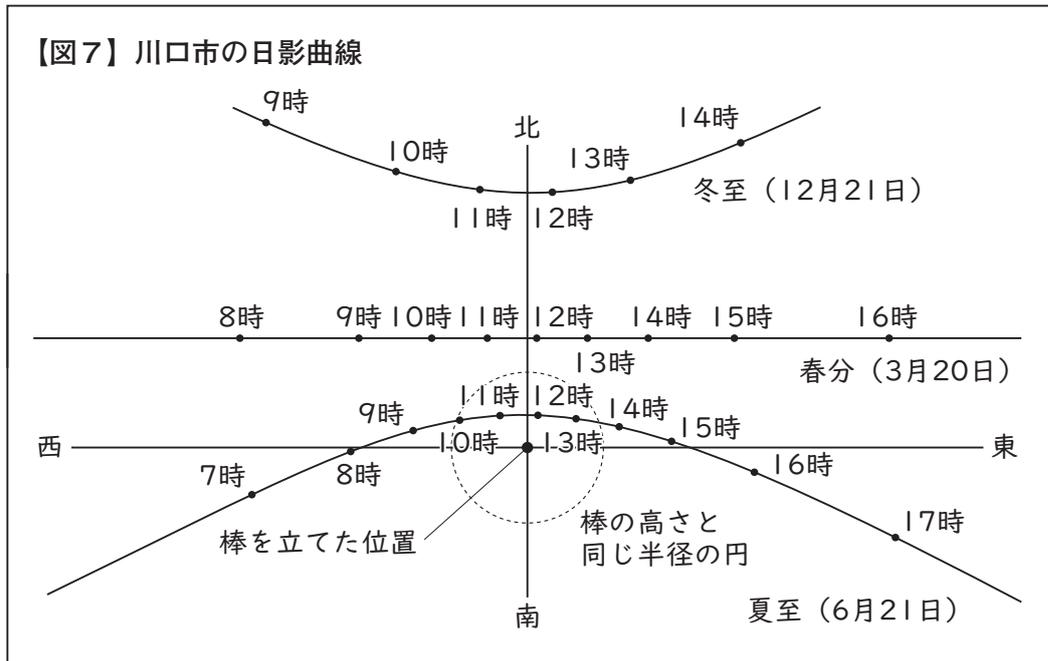
みどり：正午ごろ、太陽が最も高くなるときです。

先生：そのとおりです。太陽が最も高くなるのは、太陽が真南にきたときです。太陽が真南にくることを南中といい、このとき、影が一日の中で一番短くなります。

【図6】太陽光と光電池の関係



問4 【図7】は、北緯 $36^\circ$ 、東経 $139^\circ$ の川口市で、ある年の春分、夏至、冬至の日に高さ20cmの棒を立てて1時間ごとに棒の影の先の位置を記録した点を結んだもので、日影曲線といいます。これについて、あとの(1)、(2)に答えましょう。ただし、この年の川口市の春分、夏至、冬至の日の天気は、すべて1日中晴れとします。



(1) 川口市で太陽が南中する時刻を、次のア～ウから1つ選び、記号で答えましょう。

ア 正午より前    イ 正午    ウ 正午より後

(2) 春分の日、夏至の日、冬至の日それぞれにおいて、川口市で太陽が南中する時刻に最も効率よく電気エネルギーをとり出すために光電池を設置するときの傾きを比べます。①～③を設置するときの傾きを大きいものから順に並べたものとして正しいものを、次のア～カから1つ選び、記号で答えましょう。

- ① 春分の日、川口市で太陽が南中する時刻に太陽光電池を設置するときの傾き
- ② 夏至の日、川口市で太陽が南中する時刻に太陽光電池を設置するときの傾き
- ③ 冬至の日、川口市で太陽が南中する時刻に太陽光電池を設置するときの傾き

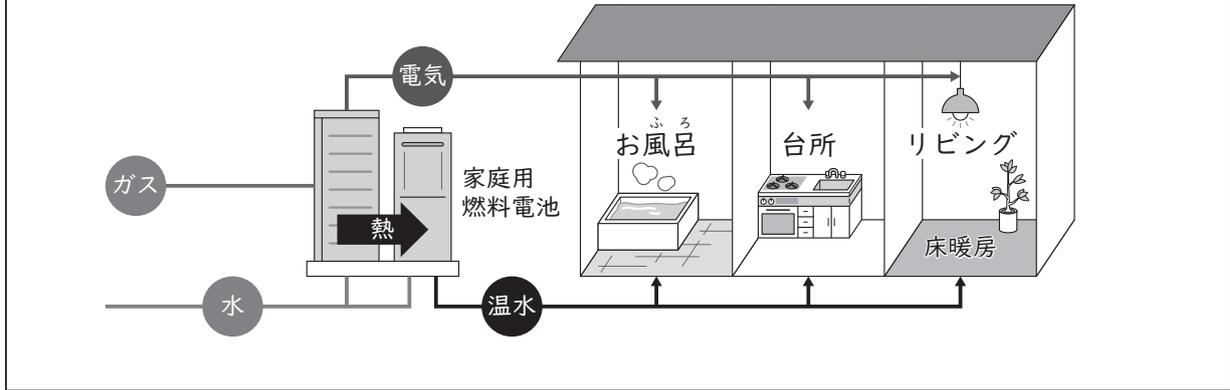
ア ①、②、③    イ ①、③、②    ウ ②、①、③  
 エ ②、③、①    オ ③、①、②    カ ③、②、①

みどり：しんごさんの家庭では家庭用燃料電池の使用について話し合ったそうですが、家庭用燃料電池では、どのようなエネルギーの生み出し方をしているのでしょうか。

しんご：家庭用燃料電池は、【図8】のように家庭に引かれているガス（メタン、プロパンなど）から水素という気体をつくって、燃料電池として発電するシステムです。また、発電のときに出る熱を利用してお湯をつくり、給湯や床暖房ゆかたんぼうに利用します。

みどり：いままで使っていなかった熱を有効活用し、エネルギーを無駄むだなく使うということですね。

【図8】家庭用燃料電池の例



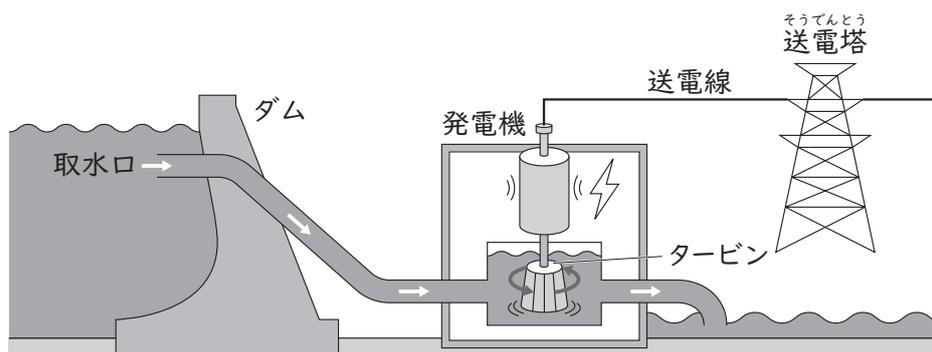
問5 家庭用燃料電池で、 $20^{\circ}\text{C}$ の水200Lをあたためて $40^{\circ}\text{C}$ のお湯200Lにし、お風呂に利用します。家庭用燃料電池で使うメタン $1\text{m}^3$ から40000kJの熱エネルギーをとり出すことができるかすると、必要なメタンの体積は何 $\text{m}^3$ か答えましょう。また、求める過程を言葉や数字、式などを使って書きましょう。ただし、 $1\text{g}$ の水の温度を $1^{\circ}\text{C}$ 上げるために必要な熱エネルギーを4.2J、水1Lの重さは1000g、 $1\text{kJ} = 1000\text{J}$ とします。また、水の体積は温度によらず一定であり、エネルギーは水をわかすのにすべて使われたものとします。

先生：家庭で使われている電気の発電方法の1つに、水力発電がありますよ。

みどり：水力発電は、水の位置エネルギーを電気エネルギーに変える発電ですよ。

先生：そのとおりです。【図9】のように、水を高い位置から流して水車のようなタービンを回し、発電機を動かして電気をつくります。「水の位置エネルギー」→「水の運動エネルギー」→「タービンの運動エネルギー」→「電気エネルギー」と移り変わります。音エネルギーや熱エネルギーも発生しますが、水の位置エネルギーの約80%が電気エネルギーに変換されるそうです。

【図9】水力発電



しんご：水力発電で大きな電気エネルギーを得るためには、水の位置エネルギーを大きくすればよいですね。

みどり：水の位置エネルギーを大きくするためにはどうすればよいのでしょうか。

先生：【実験】で調べてみましょう。

### 【実験】

小球の重さや高さを変え、斜面を転がして木片に衝突させ、木片の移動距離から小球のもつ位置エネルギーの大きさを調べる。

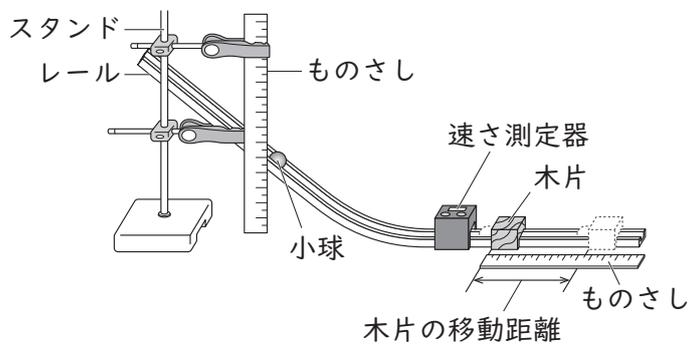
〔使用するもの〕

- ・ 小球（体積が一定で重さ 10g、20g、30g のもの） ・ 速さ測定器 ・ レール
- ・ ものさし ・ 木片 ・ スタンド

〔手順〕

- ① 【図 10】 のような装置を用意し、重さ 10g の小球を水平面から 10cm の高さのレール上に置いて静かに手をはなし木片に衝突させ、小球の速さ（木片に衝突する直前の速さ）、木片の移動距離を測定する。
- ② 小球の高さを 20cm、30cm に変えて、①と同様の操作を行う。
- ③ 重さ 20g、30g の小球を使って、①、②と同様の操作を行う。

### 【図 10】 実験装置



〔結果〕

重さ [g]	10			20			30		
小球の高さ [cm]	10	20	30	10	20	30	10	20	30
小球の速さ [m/秒]	1.4	2.0	2.4	1.4	2.0	2.4	1.4	2.0	2.4
木片の移動距離 [cm]	4	8	12	8	16	24	12	24	36

先生：〔結果〕より、木片の移動距離が大きいほど、静かに手をはなしたときに小球がもっていた位置エネルギーが大きかったと考えることができます。

みどり：位置エネルギーが運動エネルギーに変換されたのですね。

先生：小球の高さや重さが変わると、小球の速さはどうなるでしょうか。

しんご：〔結果〕より、小球の速さは、小球の高さが高くなるほど大きくなりますが、重さとは関係していないことがわかります。

先生：そのとおりです。

みどり：小球の高さと木片の移動距離、そして、重さと木片の移動距離にも関係がありそうです。

先生：そうですね。では、小球の高さと木片の移動距離、そして、重さと木片の移動距離の関係を、理科の授業で学んだ、川に流れる水のはたらきと関連させながら考えてみてください。

問6 【実験】について、次の(1)、(2)に答えましょう。ただし、空気抵抗<sup>ていこう</sup>や摩擦<sup>まさつ</sup>は考えないもの  
とします。

- (1) [結果] より、重さ 25g の小球を水平面から 16cm の高さのレール上に置いて静かに  
手をはなして木片に衝突させたとき、木片の移動距離は何 cm になるか、答えましょう。
- (2) 水力発電による電気エネルギーをできるだけ大きくするためには、水をどのように流せ  
ばよいですか。[結果] と【実験】の後の会話文を参考にして、位置エネルギーと重さ、  
位置エネルギーと高さの関係にふれて書きましょう。

2

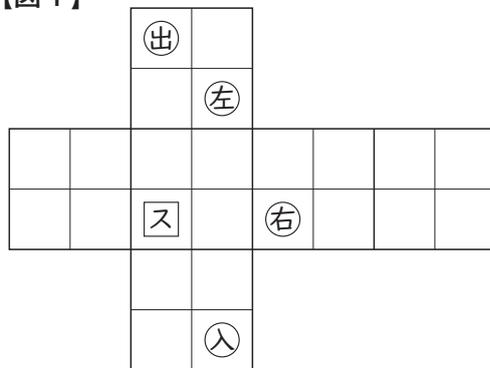
さとしさん、ゆうきさんは、立体上でロボットを移動させる方法について、先生と次のような会話をしています。あとの問いに答えましょう。

先生：今日は、ロボットを立体上で動かしてみます。

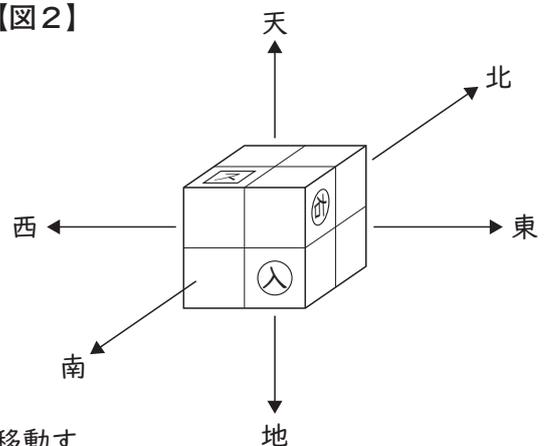
さとし：それは難しそうですね。立体の底面を通るとき、ロボットが逆さになって落ちてしまいます。

先生：そうですね。ですから、コンピューターのプログラム上でどのように動くか実験してみましょう。まずは、ロボットの動き方のルールを確認します。わたしがつくったこのプログラムは、立方体の展開図にロボットの動きの指示を指定すると、その展開図を組み立てた立方体を表示します。立方体の1つの面を、たて2マス、横2マスの正方形に分けて、【図1】のように、プログラム上で展開図に㊦、㊧、㊨、㊩の記号と、スタート位置を表す㊪を設定します。すると、展開図が組み立てられ、【図2】のような立方体が表示されます。

【図1】



【図2】



さとし：ロボットが上の面や、底面、側面などを移動するとき、どの方向を向いて進みますか。

先生：まず、【図2】のように、天・地・北・南・東・西の6つの方角を決めます。次に、【図2】の㊪のマスの、【図3】のように、東の方角を向いたロボットを置きます。そして、そのマス上でロボットの正面の方向を前として考えます。ロボットは前にしか進むことができません。

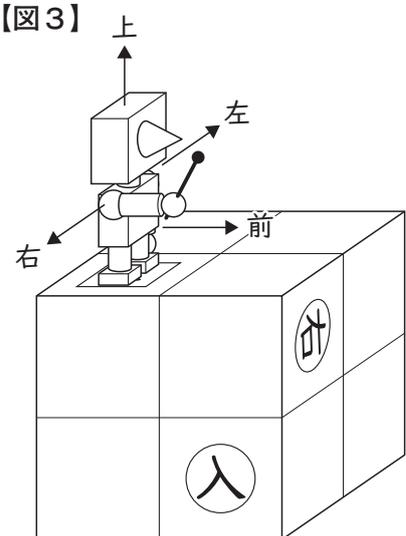
ゆうき：そうすると、【図3】で、㊪のマスの上にいるロボットは前の方向が東の方角ということですね。進む向きを変えるときはどうするのですか。

先生：ロボットの進む方向を右に変えたければ、一度、体ごと右を向いて、前の方向を変えてから進ませるしかありません。

さとし：ロボットが進む向きのルールはわかりました。

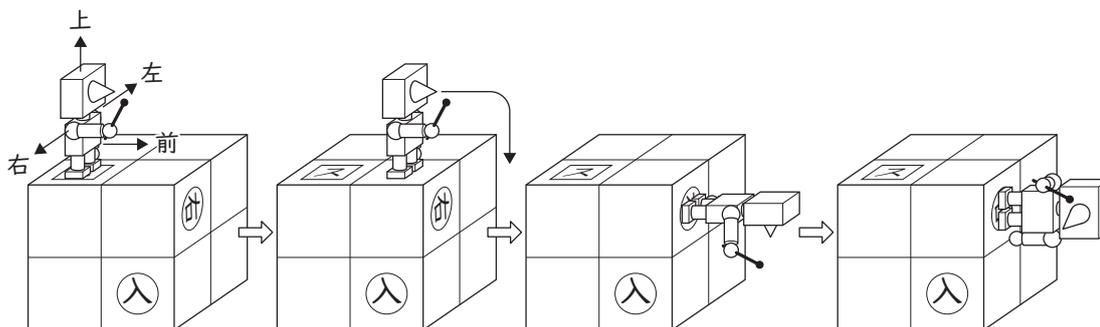
先生：それでは、ロボットが、㊦、㊧、㊨の記号があるマスや、㊪のマスにもどってきたときのルールをまとめた《ロボットの移動ルール》を見てください。

【図3】



《ロボットの移動ルール》

【図4】



■ 1から6までの目があるさいころを1個ふり、出た目の数だけ、立方体上のマスに面によって進む。これをくり返していく。

(例) ㊦から2マス進むとロボットは㊧のマスの位置に移動する。

■ ㊧のマスでは、ロボットは右を向いてから進む。ただし、㊧のマスにちょうど止まった場合は、ロボットは右に向きを変えてから止まる。

■ ㊨のマスでは、ロボットは左を向いてから進む。ただし、㊨のマスにちょうど止まった場合は、ロボットは左に向きを変えてから止まる。

■ ㊩のマスに来ると、ロボットは㊩のマスから㊪のマスにすぐに移動したあと、反対の方角を向いて進む。ここで、反対の方角とは、【図2】で、天⇄地、北⇄南、東⇄西のことである。ただし、㊩のマスにちょうど止まった場合は、ロボットは㊪のマスにすぐに移動したあと、反対の方角を向いて止まる。

■ 以下の場合には、何もせずそのまま進む。

- ・最初に㊦のマスから出発した後、再度㊦のマスに来たとき（以降、何度でも同様）。
- ・㊩のマスから直接㊪のマスに移動せずに、別の経路から㊪のマスに来たとき。

先生：それでは、ロボットの移動の様子を確認していきましょう。

さとし：まず、㊦のマスから、前に2マス進むと、㊧のマスに来ます。最初にふったさいころの出た目が5の場合、ここで右に向きを変えて、あと3マス進むんですね。

ゆうき：㊧のマスから  マス進むと、㊨のマスに来ます。ここで左に向きを変えます。

さとし：㊨のマスから  マス進むと、天の方角を向きながら㊩のマスに来ます。そして、ここで㊪のマスに移動して、天と反対の地の方角を向くんですね。

ゆうき：すると、㊩のマスから㊪のマスへの移動については、0マスの移動だと考えれば、ロボットが㊦のマスから出発して、ふたたび㊦のマスにもどるまでに  マス進み、 の方角を向いた状態で、㊦のマスにもどることになります。

先生：2人とも、よくわかっていますね。ロボットがいま、どの方角を向いているのか、常に気をつけながら考える必要があります。

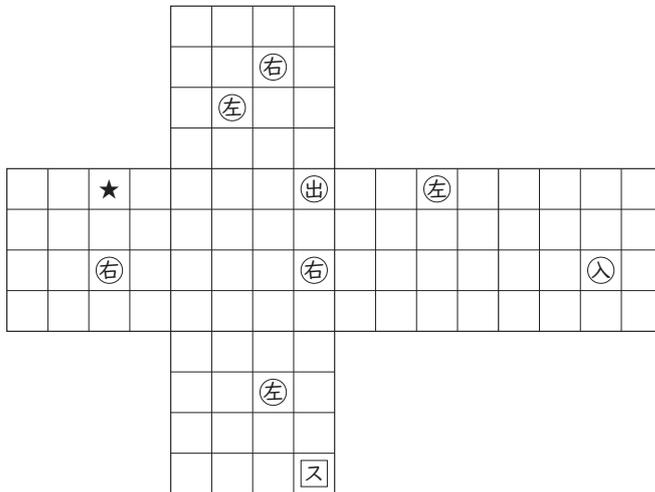
問1 空らん 、、 にあてはまる数と、 にあてはまる方角(天・地・北・南・東・西)をそれぞれ答えましょう。

問2 下線部あ\_\_\_\_\_について、さいころ1個を3回ふって、ロボットが再びちょうど図のマスに止まったり、図のマスを通り過ぎるようなさいころの目の出方は何通りあるか、答えましょう。

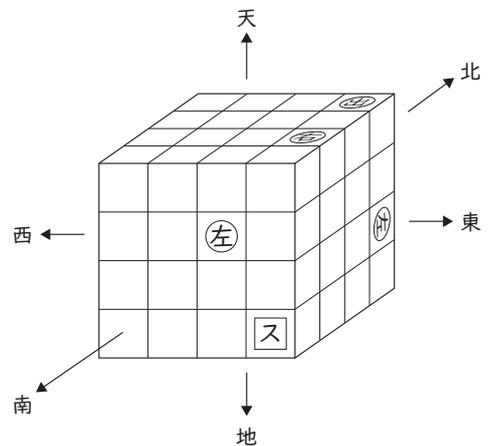
次に、大きな立方体の面を使う場合について考えます。

先生：同じように、1つの面の大きさは正方形のマスをはたて4マス、横4マスにして、【図5】のように、プログラム上で展開図に(右)、(左)、(出)、(入)、★の記号と、スタート位置を表す□を設定しました。すると、【図6】のような立方体が表示されました。

【図5】



【図6】



先生：今度は、【図6】の□のマスに、天の方角を向いてロボットを置きます。先ほどのルールの最初のを1つ修正し、ルールをさらに、1つ追加します。《修正するルール》、《追加するルール》を見てください。

《修正するルール》

修正前) 1から6までの目があるさいころを1個ふり、出た目の数だけ、立方体上のマスを面にそって進む。これをくり返していく。

修正後) 1から6までの目があるさいころを2個同時にふり、出た目の数の和だけ、立方体上のマスを面にそって進む。これをくり返していく。

《追加するルール》

■ ★のマスでは、そのまま何もせずに進むが、★のマスに来るたびに、同時にふるさいころを1個増やす。例えば、★のマスに2回来れば、次に同時にふるさいころの数は4個になる。

3

問 1

通り

問 2

問 3

問 4

問 5 (1)

色

(2)

問 5

(過程)

答え	$m^3$

問 6 (1)

cm

(2)


2

問 1

A	B	C	D
---	---	---	---

問 2

通り

# 令和7年度 適性検査Ⅲ 解答用紙

受検番号

--	--	--	--



1

問 1

(過程)

答え	円

問 2

--

問 3

--

問 4 (1)

--

(2)

--

# 令和7年度 適性検査Ⅲ 解答用紙

問3

問4

F	G	H	I	J
---	---	---	---	---

問5

2周目

→

移動するマスの数	来るマス	そのマスに来ること で ロボットが向く方向
11	Ⓡ	
2	★	北
5	Ⓢ (Ⓣ)	北
9	Ⓢ	地
		北

問6

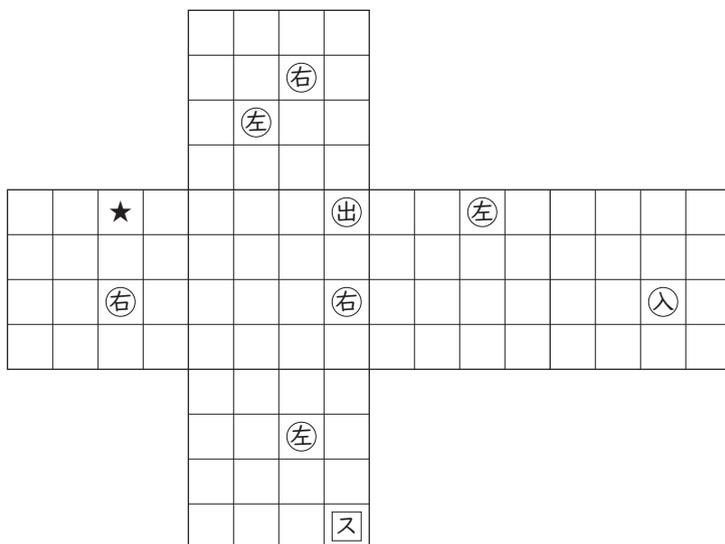
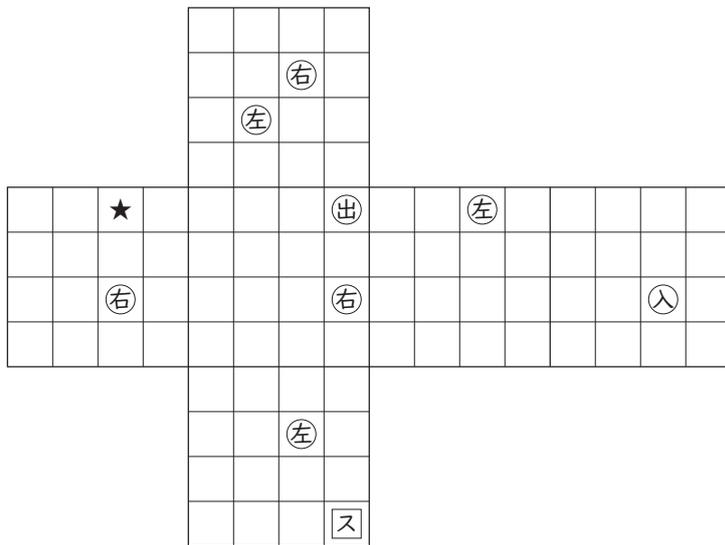
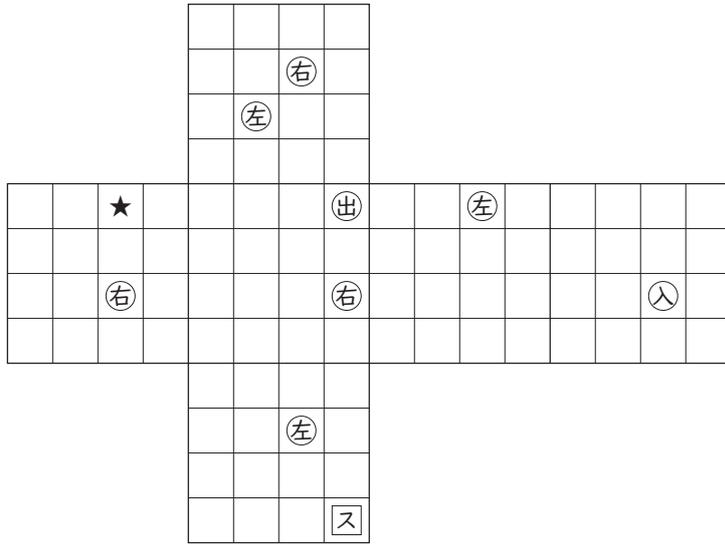
回



問5 下線部い\_\_\_\_\_について、ロボットの2周目の動きを、次の表にまとめました。現在ロボットは、**㊦**のマスにおり、地の方角を向いています。空らんにあてはまる数、記号、方角を答え、ロボットの2周目の行動表を完成させましょう。なお、14ページの展開図は、【**図5**】と同じものです。必要であれば、この展開図を利用してもかまいません。

2周目	移動するマスの数	来るマス	そのマスに来ることで ロボットが向く方角
<b>㊦</b> のマス・「地」向き →	11	⊕	北
	2	★	北
			地
	5	⊖ (⊕)	北
	9	㊦	

問6 現在ロボットは、**㊦**のマスにおり、天の方角を向いている場合から考えます。ルールにしたがって【**図6**】の立方体の面にそってロボットを移動させたとき、ロボットが4周移動するには、さいころを少なくとも何回ふる必要があるか、答えましょう。ただし、2個以上のさいころを同時にふったときは1回ふったものと考えます。なお、14ページの展開図は、【**図5**】と同じものです。必要であれば、この展開図を利用してもかまいません。



3

あおいさんとみどりさんが、先生と次のような会話をしています。あとの問いに答えましょう。

先生：【図1】は何ですか。

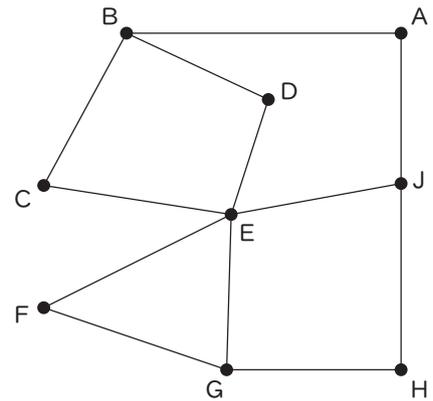
あおい：来週、みどりさんとスタンプラリーをします。【図1】は、その簡単な地図です。アルファベットがかかれた9地点で、それぞれ時間内にゲームをクリアするとスタンプをおしてもらえます。示された道を歩いてまわるから、どの道を通って行こうか、みどりさんと相談していました。

先生：それは楽しみですね。このような点と線を使って表した図をグラフと言います。

みどり：なんだか算数の授業みたいですね。実際には、道は曲がっていたり道のりも少し長かったりしますが、計画を立てるにはわかりやすく良いです。

あおい：制限時間もあるから、話し合っ、C地点からまわり始めようと考えています。同じ道は通らないようにして、なるべくいろいろな道歩いてまわりたいです。

【図1】



問1 【図1】のスタンプラリーであおいさんたちは、C地点から歩き始めます。C地点からD地点への移動において、同じスタンプ地点、同じ道は通らずに移動するには何通りの歩き方があるか、答えましょう。ただし、遠まわりして歩いたり、C地点からD地点へ行く間に、スタンプ地点を何か所通ってもかまいません。

次に、すべての道を一度だけ通るような歩き方がないか、考えます。

先生：【図1】を見ると、同じ道は通らずに、すべてのスタンプ地点をまわることができそうですね。

あおい：本当だ。同じ道は歩かないで、9か所すべてのスタンプ地点をまわるができますね。

みどり：せっかくだから、すべての道を歩いてみたいな。そんな歩き方はないのかな。

あおい：できそうな気がするけれど。

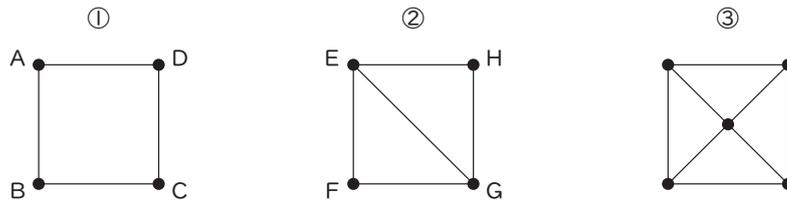
先生：【図1】については残念ながら、そのような歩き方はできません。実は、すべての道を一度だけ通るような歩き方ができるかどうかは、【図1】のあることを調べればすぐにわかります。

みどり：そうか。一筆書きと同じことですね。

あおい：一筆書きというのは何でしょうか。よくわかりません。くわしく教えてください。

先生：一筆書きとは、紙からえんぴつを一度もはなさずに、同じ線を二度なぞることなく、紙に図形をかくことです。では、順番に説明しましょう。【図2】を見てください。

【図2】



先生：①～③のグラフのうち、一筆書きができるグラフはどれでしょうか。

あおい：①のグラフは、できます。たとえば、A、B、C、D、Aの順にかけますよね。

みどり：一筆書きをするとき、同じ頂点は通ってもいいのですか。

先生：はい。いいですよ。紙からえんぴつを一度もはなさずに線がかけるかどうかで判断します。

みどり：じゃあ、②のグラフも、E、F、G、E、H、Gの順にかけば、一筆書きができます。

先生：正解です。そして、一筆書きができないのは、③のグラフです。ここで考えてほしいのは、頂点から出ている線の数です。このことを<sup>じすう</sup>次数といいます。例えば、①のグラフでは、頂点Aからは頂点Bと頂点Dへ2本の線が出ているので、頂点Aの次数は2です。

あおい：そうすると、①のグラフはすべての頂点から2本の線が出ているので、すべての頂点の次数が2ということですか。

先生：はい。その通りです。

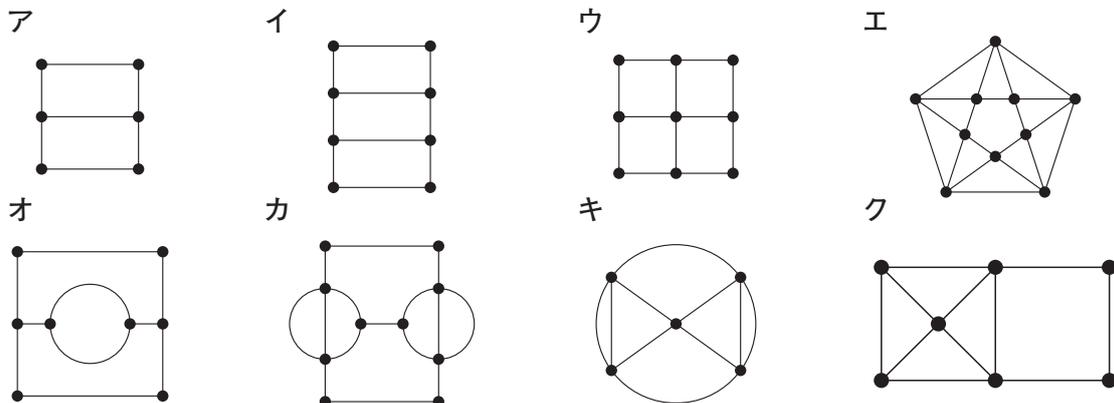
みどり：②のグラフは、頂点E、Gの次数が3で、頂点F、Hの次数が2です。

先生：そうですね。一筆書きができるときは、次の2つの場合が考えられます。一筆書きをしたあと、出発した点にもどってくる場合ともどってこない場合です。実は、すべての頂点の次数が偶数のときには、出発した点にもどってくるように一筆書きができます。一方で、2個の頂点の次数が奇数で、残りの頂点の次数がすべて偶数のときには、一筆書きはできますが、出発した点にもどる一筆書きはできません。

あおい：実際に線をかかなくても、【図2】において①のグラフは、出発した点にもどってくる一筆書きができ、②のグラフは、一筆書きはできても、出発した点にもどる一筆書きはできないことがわかるわけですね。

先生：その通りです。

問2 次のア～クのグラフの中で、一筆書きができないグラフをすべて選び、記号で答えましょう。



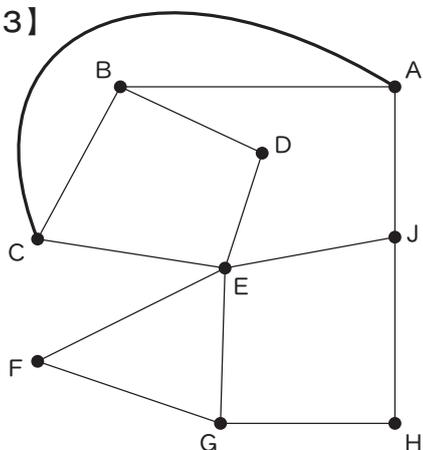
問3 【図1】のスタンプラリーで、道を1本増やすことで、すべての道を一度だけ通って、すべてのスタンプ地点をまわることができるようになります。次の【条件】をもとに、そのような道を1本増やす場合に、結ぶ2つの点の組み合わせを【例】にしたがって、すべて答えましょう。

【例】点Aと点B、点Aと点C

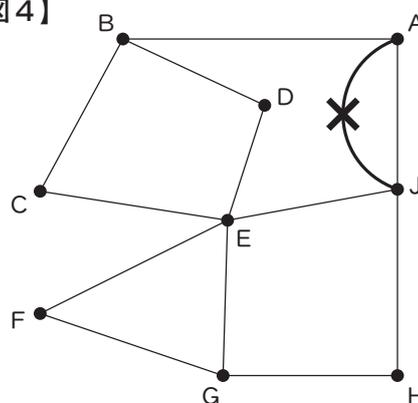
【条件】

- ・増やす道は、直線でもなくてもよいが、他の道と交わらないように、スタンプ地点とスタンプ地点を結ぶこと。
- ・【図3】のように、外を通るように道を増やしてもよい。
- ・【図4】のように、すでにスタンプ地点をつなぐ道があるとなり合った2地点間には、道を増やしてはならない。

【図3】



【図4】



さらに、グラフにおいて、となり合うどの2点も異なる色をつけること（頂点彩色）について考えます。

先生：次に、グラフの頂点の色分けを考えてみましょう。

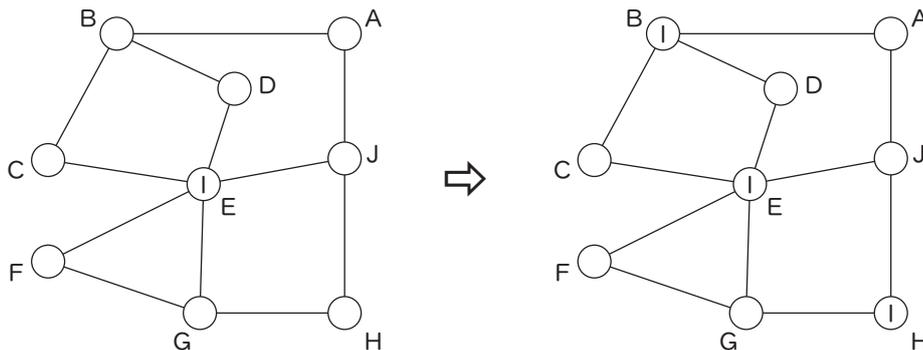
あおい：どのように色分けしていくのですか。

先生：はい。となり合うどの2点も異なる色になるように色をつけていきます。ただし、なるべく少ない色になるようにすることを条件にします。このように、となり合うどの2点も異なる色になるように色をつけるとき、最も少ない色の数のことを頂点彩色数といいます。【図1】のグラフで考えていきましょう。使った色の数がわかりやすくなるように、色を番号で区別していきましょう。スタンプ地点は9か所ありますが、どんな地点から考えるとよいでしょうか。

あおい：となり合っている地点が多いスタンプ地点から考えるとよいと思います。

先生：正解です。【図5】で説明しましょう。まず、次数が一番大きいE地点に色①をぬります。次に、色①がぬられた地点（今はE地点のみ）ととなり合っていない地点に、次数が大きいスタンプ地点から順に色①をぬっていきましょう。

【図5】

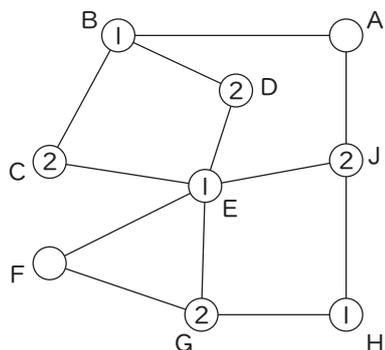


みどり：同じように考えると、まだ色がぬられていないスタンプ地点のうち、次数が大きい J 地点に色②をぬり、色②がぬられた地点（今は J 地点のみ）ととなり合っていない地点に、次数が大きいスタンプ地点から順に、【図6】のように色②をぬればよいのですよね。

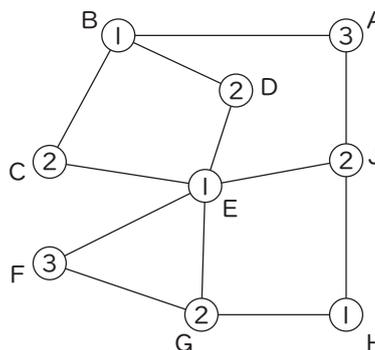
あおい：そして、残ったスタンプ地点は2つでとなり合っていないので、【図7】のように、どちらも色③をぬれば完成ですね。

先生：2人ともよく理解していますね。したがって、【図1】のグラフの頂点彩色数は3になります。

【図6】



【図7】



問4 となり合うどのスタンプ地点も異なる色になるように、9か所のスタンプ地点を3色でぬり分けることを考えます。【図5】のように、E地点に色①をぬります。このとき、色①、色②、色③のどの色もぬることができるようなスタンプ地点があります。そのスタンプ地点として正しいものを、【図5】のアルファベットからすべて選び、その記号を答えましょう。

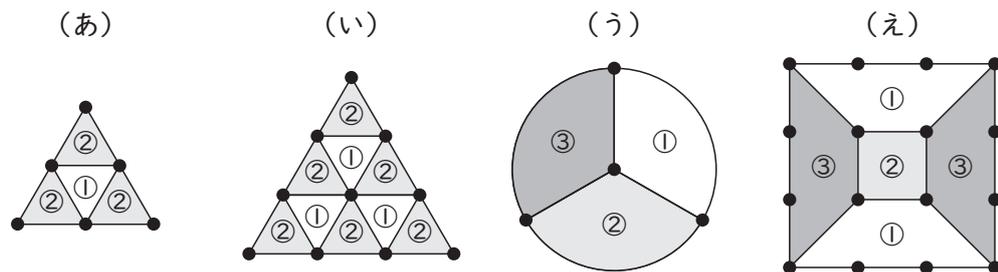
たとえば、スタンプ地点Cは、色②をぬっても、色③をぬっても、となり合うどのスタンプ地点も異なる色にすることができますが、色①をぬると、となり合うスタンプ地点Eと同じ色になるので、この地点は選ばません。

さらに、グラフにおいて、となり合うどの2点も異なる色をつけること（面彩色）について考えます。

先生：先ほどは、頂点の色分けについて考えましたが、次は、面の色分けについて考えましょう。となり合う面がすべて異なる色になるように色をぬるときに、必要となる最も少ない色の数を面彩色数といいます。【図8】を見てください。①、②、③は異なる色を表しています。

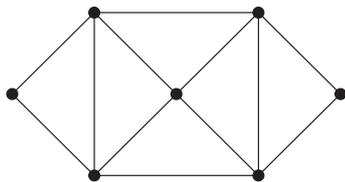
みどり：【図8】において（あ）、（い）のグラフは2色でぬり分けることができますが、（う）、（え）のグラフは2色でぬり分けることができません。（あ）、（い）のグラフは面彩色数が2、（う）、（え）のグラフは面彩色数が3ということでしょうか。

【図8】

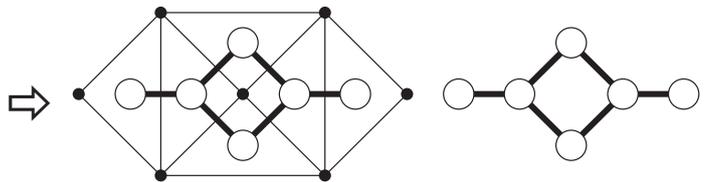


先生：その通りです。実は、面彩色は、頂点彩色に置きかえて考えることができますよ。【図9】のグラフの面彩色を考えてみましょう。「面と面がとなり合っている」ことを、【図10】のように、「点と点がつながっている」ことに置きかえて考えることができます。

【図9】



【図10】

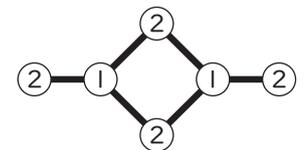


みどり：なるほど。面を○で表して、面が「となり合っている」ところを線でつなぎ、点がつながっている」ことで表しているんですね。こっちのほうがわかりやすいです。

先生：では、【図10】で考えると、頂点彩色数はいくつになりますか。

【図11】

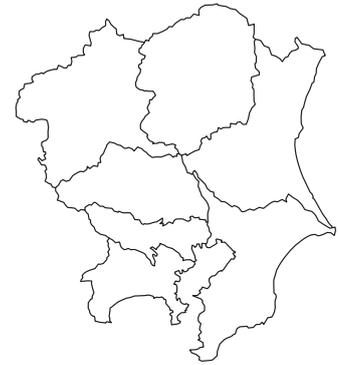
あおい：はい。まず、次数が一番大きい点に色①をぬります。【図11】のように、色②をぬるとすべて色分けできるので、頂点彩色数は2です。



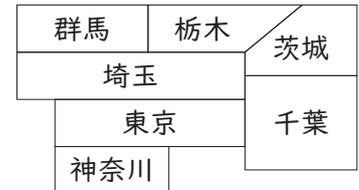
みどり：いまは、「点と点がつながっている」頂点彩色を考えているけれど、もとは、「面と面がとなり合っている」面彩色のことよね。だから、【図9】のグラフの面彩色数が2ということですね。

先生：その通りです。

問5 右の図は、関東地方の一都六県を表した白地図です。関東地方の都県を、となり合っている都県は異なる色になるように、なるべく少ない色でぬり分けようと思います。ただし、埼玉県と栃木県は2kmほどですが接しているのです、となり合っていると考えます。



【接する部分をわかりやすくした図】



- (1) 埼玉県と神奈川県に同じ色をぬります。この条件で関東地方の都県を、となり合っている都県は異なる色になるように、なるべく少ない色でぬり分けるとき、何色でぬり分けることができるか、答えましょう。
- (2) 関東地方の都県を、となり合っている都県は異なる色になるようにぬり分けるとき、どこか1つの都または県を除けば、2色でぬり分けることができます。どの都または県を除けばよいか、答えましょう。

これで、問題は終わりです。





