

受検番号

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

令和8年度

適性検査Ⅱ

(10時35分～11時25分<50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17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は、先日、下校とちゅうに公園のブランコに乗って遊んでいる子どもたちを見たことについて、次のような会話をしました。あとの問いに答えましょう。

みどり：この間、公園で小学5年生くらいの子が、ものすごい高さまでブランコをこいでいたよね。どうすればあんなに高くまでこぐことができるのかな。

しんご：そうだね。低学年の子や、幼稚園、保育園に通っているような子にはあの高さまでこぐのは難しいだろうね。

みどり：成長して体力がついてくるからかな。ただこぎ続けるだけでだんだん高くなっていくのは不思議だね。

しんご：たしかにそうだね！ 最初はちょっとしか動かないけれど、だんだんと勢いがついていくんだよね。

みどり：そういえば、ブランコの動きって何かに似ているよね。

しんご：ふりこかな？ 理科で習った、おもりが左右にふれるものだよ。

みどり：そう！ ふりこの実験で、長さとかふれはばとか、いろいろと条件を変えて時間をはかったよね。ブランコと何か関係があるんじゃないかな。

しんご：ブランコの長さとかふれはばとかを変えたら、ブランコがふれる速さも変わりそうだね。

みどり：すごく気になるね！ 実際にふりこを使って試してみようよ！

みどりさん、しんごさん、先生は、体育館で次の【実験1】を行いました。

【実験1】

ふりこの長さ、ふれはば、おもりの重さと、ふりこが1往復する時間の関係を調べる

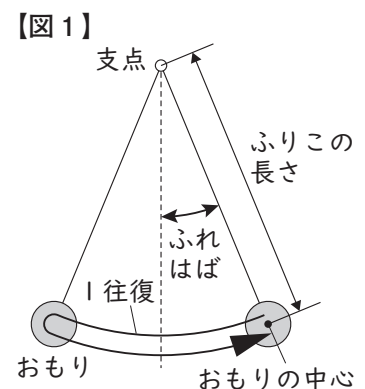
〔使用するもの〕

- ・スタンド
- ・たこ糸
- ・わりばし
- ・厚紙
- ・分度器
- ・おもり（5g、10g、15g、20g、25g）
- ・ストップウォッチ

〔手順〕

いろいろな重さのおもりをつるした長さ25cmのふりこ、長さ100cmのふりこを、【図1】のようにスタンドにつるし、いろいろなふれはば（5度、10度、15度、20度、25度、30度）にして静かにおもりから手をはなした。このとき、①ふりこが10往復する時間をストップウォッチではかる操作を3回行い、これらを平均してから10で割り、1往復する時間を求めた。

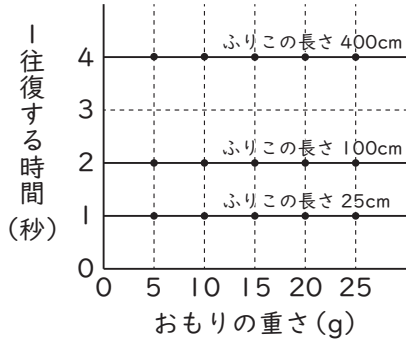
長さ400cmのふりこについては体育館の高いところからつり下げ、長さ25cmのふりこ、長さ100cmのふりこと同じようにして、ふりこが1往復する時間を求めた。



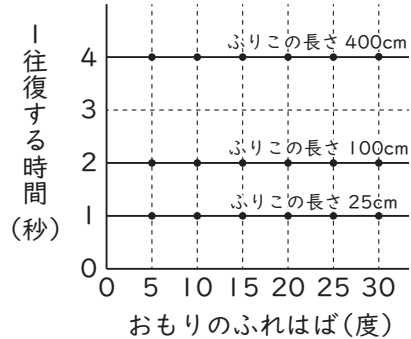
【結果】

おもりの重さとふりがが1往復する時間の関係を【図2】のグラフ、おもりのふれはばとふりがが1往復する時間の関係を【図3】のグラフにそれぞれ示した。

【図2】 おもりの重さとふりがが
1 往復する時間の関係



【図3】 おもりのふれはばとふりがが
1 往復する時間の関係



問1 【実験1】について、次の(1)、(2)に答えましょう。

- (1) 下線部①について、ふりがが1往復する時間を直接はからないのはなぜですか。その理由を答えましょう。
- (2) 【図2】、【図3】のグラフから、みどりさんとしんごさんはふりがの長さL (m) とふりがが1往復する時間T (秒)の間には、ある関係が成り立つことを見つけました。その関係を次の式で表すとき、にあてはまる数を答えましょう。

$$T \times T = \text{} \times L$$

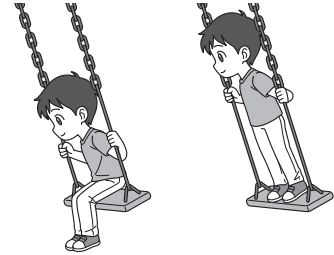
先生：【実験1】の結果から、ふりこの長さ、ふれはば、おもりの重さと、ふりが1往復する時間の関係がわかりましたね。

しんご：はい。それでは、もう一つ実験を行ってもよいでしょうか。

先生：よいですよ。どのような実験ですか。

みどり：【図4】のように、同じ人がブランコに座っているときと立っているときに、同じ高さからブランコを動かした場合、ブランコが1往復する時間はどちらが短いか、②ふりこを使ったモデルで実験をしてみたいです。

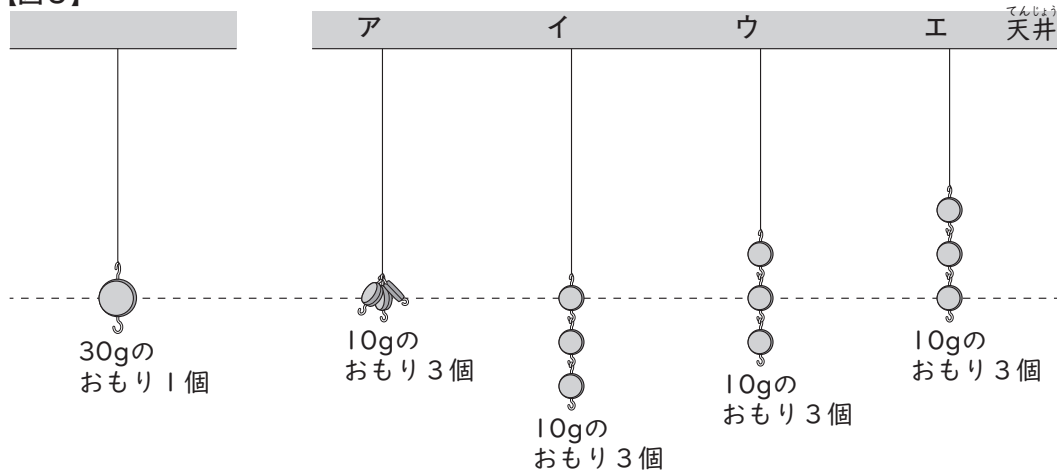
【図4】



先生：なるほど。それではおもりをどのように配置すればよいか、考えてみましょう。

問2 下線部②について、みどりさんとしんごさんは、【図5】のふりこをブランコに座っているときのモデルとして、1往復する時間を、ブランコに立っているときのモデルとなるふりここと比べる実験を行いました。このとき、あとの(1)、(2)に答えましょう。ただし、点線は【図5】のふりこのおもりの中心と同じ高さにあることを表しています。

【図5】



- (1) ブランコに立っているときのモデルを表しているのはどれですか。上のア～エから1つ選び、記号で答えましょう。ただし、イ～エのふりこは、おもりどうしがつながっている部分を接着ざいで固定し、動かないようにしています。
- (2) ブランコに座っているときと立っているときでは、1往復する時間はどちらが短くなりますか。理由とともに簡単に説明しましょう。

しんご：ふりこの長さ、ふれはば、おもりの重さの条件がすべて同じであれば、どこであってもふりこが1往復する時間は同じなのでしょう。

みどり：国際宇宙ステーションで、宇宙飛行士の方が、ふわふわと空中にうきながら、けん玉を使ってふりこの実験を行っていたのを動画で見たことがあります。静かに玉から手をはなしても玉はういてしまい、ふりこのようには動きませんでした。だから、1往復する時間は場所によって変わるのではないかと思います。

先生：そうですね。ふりこは、国際宇宙ステーションのような無重力の場所では動きません。また、ふりこの長さ、ふれはば、おもりの重さの条件がすべて同じであっても、ふりこが1往復する時間は③重力が小さい場所ほど長くなります。

しんご：重力とは何ですか。

先生：地球や月などの天体が物体を引く力のことです。しんごさんが地面に立って、手に持ったおもりを静かにはなすと、おもりは地面に落ちていきますね。これは、地球が、おもりを地球の中心の向きに引っばっているからです。

しんご：地球上では重力があるのでふりこのおもりが左右に動き、国際宇宙ステーションは無重力状態なのでふりこが動かなかったのですね。

先生：そうです。そして、地球や月などの天体の表面ではたらく④重力の大きさは、天体の「重さ」の値に比例し、天体の「半径×半径」の値に反比例します。例えば、地球と同じ半径で「重さ」が地球の2倍の天体の表面では、物体にはたらく重力は地球の2倍になります。また、地球と同じ「重さ」で半径が地球の2倍の天体の表面では、物体にはたらく重力は地球の4分の1になります。ただし、ここでいう「重さ」は本来「質量」とよばれるもので、上皿てんびんを使って測る「重さ」のことです。

問3 会話文中の下線部③、④より、次の【表1】に示した8つの天体の表面で、ふりこの長さ、ふれはば、おもりの重さの条件をすべてそろえてふりこを動かしたと仮定したとき、1往復する時間が地球より長くなる天体はどれですか。【表1】中のア～クからすべて選び、記号で答えましょう。ただし、ふりこを動かすときの条件は、重力の大きさを除き、すべて地球上とそろえるものとします。

【表1】それぞれの天体の重さと半径

| 天体名 | 重さ (地球を1とする) | 半径 (地球を1とする) | *半径×半径 (地球を1とする) |
|-------|-----------------|-----------------|---------------------|
| 地球 | 1 | 1 | 1 |
| ア 月 | 0.0123 | 0.2724 | 0.0742 |
| イ 火星 | 0.1074 | 0.5325 | 0.2835 |
| ウ 水星 | 0.05527 | 0.3825 | 0.1463 |
| エ 木星 | 317.83 | 11.2090 | 125.6412 |
| オ 金星 | 0.8150 | 0.95 | 0.9025 |
| カ 土星 | 95.16 | 9.4492 | 89.2875 |
| キ 天王星 | 14.54 | 4.0073 | 16.0585 |
| ク 海王星 | 17.15 | 3.8827 | 15.0751 |

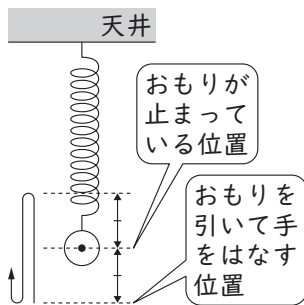
(国立天文台編「理科年表(2025年版)」(丸善出版)をもとに作成)

*半径×半径の値は、小数第4位までのがい数で表しています。

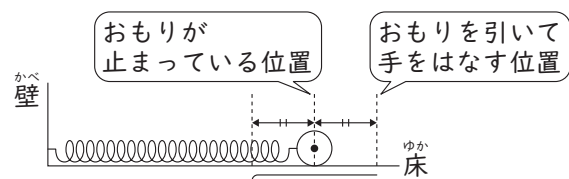
しんご：ふりが重力の影響えいきょうを受けることはわかりました。それでは、重力の影響を受けないふりこはあるのでしょうか。

先生：ばねについておもりが止まっている状態からおもりを引いた後、静かに手をはなすと、ふりこと同じように一定の時間で往復を繰り返します。これを「ばねふりこ」といいます。ばねふりこには、【図6】のように、ばねを垂直方向にとりつけた「鉛直ばねふりこ」と【図7】のように、ばねを水平方向にとりつけた「水平ばねふりこ」があり、このうち、水平ばねふりこが1往復する時間は、重力の大きさに影響を受けません。それでは、水平ばねふりこについて、実験を行ってみましょう。

【図6】鉛直ばねふりこ



【図7】水平ばねふりこ



【実験2】

おもりの重さ、ふれはばを変えて、ばねふりこが1往復する時間を調べる

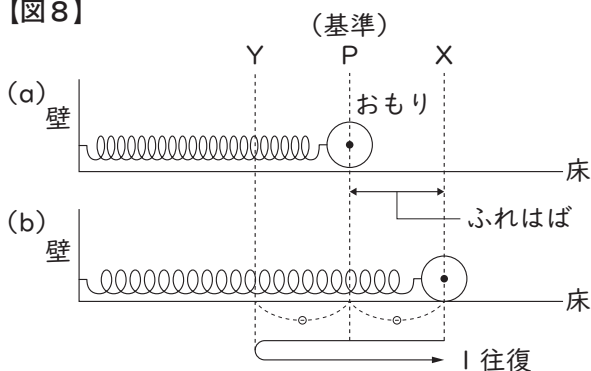
〔使用するもの〕

- ・ばね
- ・おもり (25g、50g、75g、100g、200g、400g)
- ・ストップウォッチ

〔手順〕

- ① 【図8】の(a)のように、壁かべにとりつけたばねにおもりをとりつけた。
- ② 【図8】の(b)のように、おもりを基準となる位置Pからふれはばとなる位置Xまで引き、静かに手をはなすと、おもりはX→P→Y→P→Xの順に移動して往復を繰り返す。このとき、手をはなしてからばねふりこのおもりが10往復する時間をストップウォッチではかる操作を3回行い、これらを平均してから10で割り、1往復する時間を求めた。

【図8】



【結果】

おもりの重さ、ふれはばとばねふりこが1往復する時間の関係を【表2】にまとめた。

【表2】 おもりの重さ、ふれはばとばねふりこが1往復する時間の関係

| おもりの重さ (g) | 25 | | | 50 | | | 75 | | |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ふれはば (cm) | 5 | 10 | 15 | 5 | 10 | 15 | 5 | 10 | 15 |
| 1往復する時間 (秒) | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.7 | 1.7 | 1.7 |

| おもりの重さ (g) | 100 | | | 200 | | | 400 | | |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ふれはば (cm) | 5 | 10 | 15 | 5 | 10 | 15 | 5 | 10 | 15 |
| 1往復する時間 (秒) | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |

問4 【実験2】について、次の(1)、(2)に答えましょう。

(1) 次のA、Bについて答えましょう。

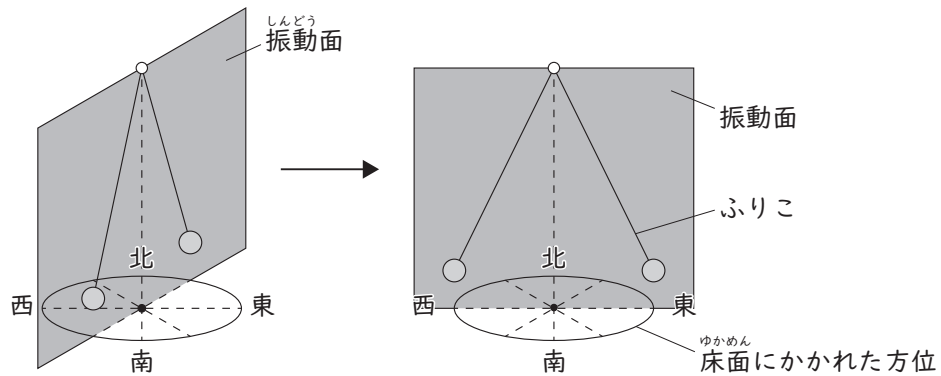
A 【表2】から、おもりの重さとばねふりこが1往復する時間の関係について読みとれることを、数値を使って簡単に説明しましょう。

B 【表2】から、ふれはばとばねふりこが1往復する時間の関係について読みとれることを、簡単に説明しましょう。

(2) おもりの重さが300g、ふれはばが20cmのばねふりこが1往復する時間は何秒になると考えられるか、答えましょう。

しんご：そういえば、先日、ある博物館に行ったときに、「フーコーのふりこ」とよばれる大きなふりこが展示されていました。【図9】のように、はじめに見たときは南西と北東の方向にふれていたのに、5時間たってからもう一度見ると、ふりこは西と東の方向にふれていました。

【図9】 フーコーのふりこ

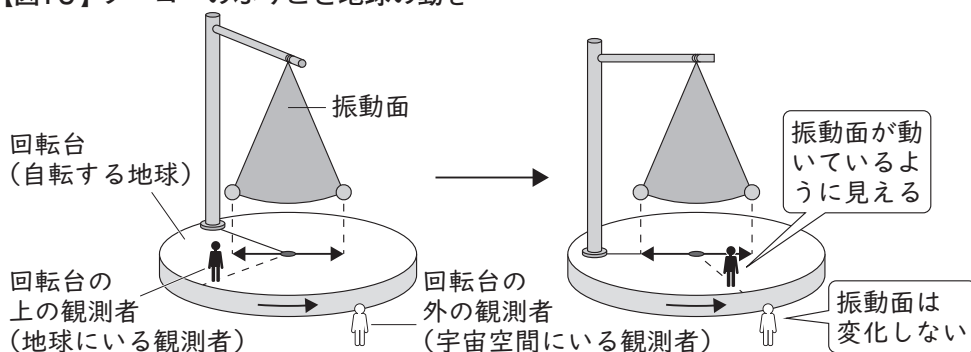


先生：ふりこは、外から力を加えない限り、いつまでも同じ方向にふれ続ける性質があります。言いかえると、ふりこのおもりはつねに同じ平面の上を動いていることになります。この平面を「^{しんどう}振動面」といいます。

みどり：しかし、【図9】を見ると、振動面は動いていませんか。

先生：実は、動いているのは振動面ではなく、^{ゆかめん}床面の方なのです。【図10】を見てください。地球の上でふりこをふれさせたとき、宇宙空間から見るとふりこの振動面は変化しませんが、地球にいる観測者から見ると、地面が動いているため、ふりこの振動面が動いているように見えるのです。フランスの物理学者フーコーは、このようなふりこの性質を利用した実験によって、地球が自転していることを示しました。

【図10】 フーコーのふりこと地球の動き



しんご：地球が自転するというのは、北極と南極をつらぬく線が軸となり、その軸を中心として1日に1回転することですね。

先生：そうです。フーコーは、フランスの首都であるパリのパンテオンという建物内で、長さ67mの^{こうてつ}鋼鉄線（ピアノ線など、強度を高めた鉄製の線）に直径60cm、重さ28kgのおもりをつけたふりこを使い、公開実験を行いました。その結果、ふりこが1往復するたびに振動面が時計回りにずれていくことから、地球が自転していることを証明しました。

みどり：一定の時間にふりこの振動面が動くように見える角度は、地球上の各地でちがっているのですか。

先生：はい。一定の時間にふりこの振動面が動くように見える向きと角度は、【表3】のようになります。なお、赤道上ではいつまでも振動面が変化せず、南半球では北半球とは逆に、振動面が反時計回りに動くように見えます。

【表3】フーコーのふりこの振動面の動き

| 場所 | 川口市 | パリ | シドニー |
|-----------------------|-------------|--------------|--------------|
| 緯度 | 北緯 35.5度 | 北緯 48.9度 | 南緯 34.0度 |
| 振動面が動く向きと 1時間に動く角度 | 時計回りに 9度 | 時計回りに 12度 | 反時計回りに 8度 |

問5 フーコーのふりこについて、次の(1)、(2)に答えましょう。(1)、(2)のどちらも求める過程を言葉や数字、式などを使って書きましょう。

- (1) パリで長さ 63.95m の鋼鉄線に直径 10cm、重さ 4.12kg の球形のおもりをとりつけたフーコーのふりこが3往復したとき、ふりこの振動面が動く角度は何度ですか。問1の(2)で求めた式と【表3】を使って求めましょう。ただし、鋼鉄線の重さは考えないものとします。
- (2) 川口市とシドニーで、同じ条件でフーコーのふりこを南北方向に同時にふらせました。この後、川口市とシドニーで、最初にフーコーのふりこの振動面の向きが同じになるのは、ふりこをふらせ始めてから何時間何分後ですか。小数第1位を四捨五入して、整数で答えましょう。

2

さくらさん、ゆうきさんは、コンピューターを使ってプログラミングの学習をしています。先生とさくらさん、ゆうきさんの会話文を読んで、あとの問いに答えましょう。

先生：今日の算数の授業は図形をかくプログラミングです。今までの授業でこういったプログラムを学習してきましたか？

ゆうき：プログラムがむずかしくて、まだ理解できていません。

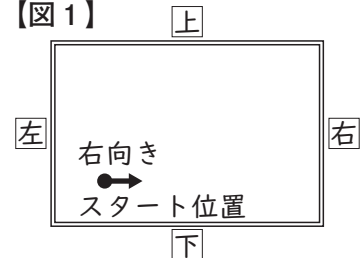
先生：では、学んだことを、もう一度復習しておきましょう。

【資料】図形をかくためのプログラム

指示する前の状態

指示する前は、【図1】のように、スタート位置で右を向いており、線の種類は設定されていない。

【図1】



プログラム

FD (□)：ペンで矢印の方向に□ cm の直線をかく。

FW (□)：ペンで直線をかかずに□ cm 直進する。

SP (△)：△の線の種類に変える。

※△に入力できる線の種類は、次の通りである。

「一線」：線 (—)、「二線」：二重線 (══)、「点線」：点線 (-----)

※一度指示すると、次に指示をするまで線の種類は変わらない。

RT (○)：その場で進行方向から時計回りに○度回転する。

※入力する○ (回転角度) は、0度より大きく360度までとする。

RP (■) ~ END：RPとENDではさまれた、~部分にあるプログラムを■繰り返す。

先生：【図2】のように、スタート位置を点Aとして、1辺の長さが4cmの正三角形ABCを線で反時計回りにかく場合、例えば右のように指示します。

プログラム

SP (一線)

RP (3)

FD (4)

RT (240)

END

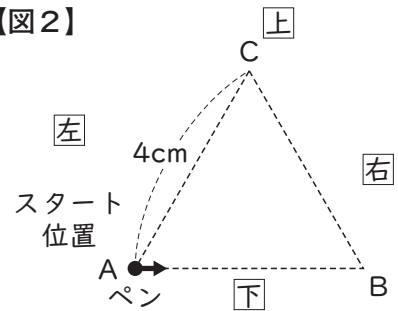
ゆうき：RT(240)は、まちがっていませんか？【図2】

は正三角形だから、角度は60度だと思います。

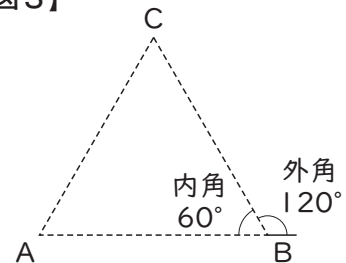
さくら：合っているよ。【図3】を見て。三角形や四角形の内側の角を内角といい、図形の辺をのばしたとき、内角のとなりの角を外角というのよ。正三角形の内角はすべて60度だから、外角は120度になるの。そして、ここが重要なんだけど、FD(4)が終わったとき、向いている方向は右向きなのよ。だから、【図4】のように、その方向から時計回りに240度回転しなければいけないから正しいのよ。

ゆうき：そうか、向いている方向に気をつけないといけないね。

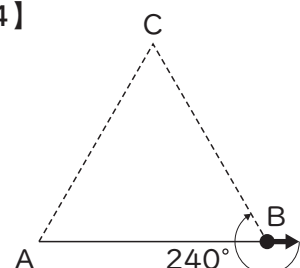
【図2】



【図3】

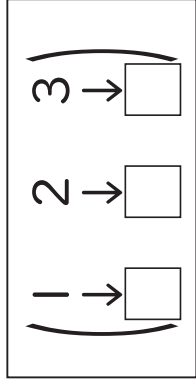


【図4】

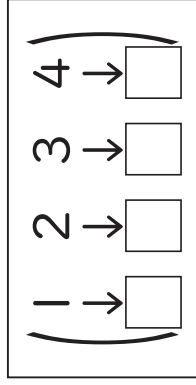


3

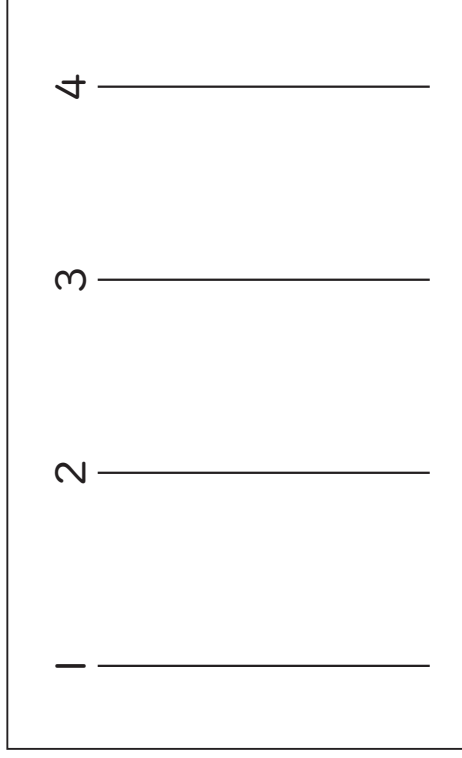
問 1 (1)



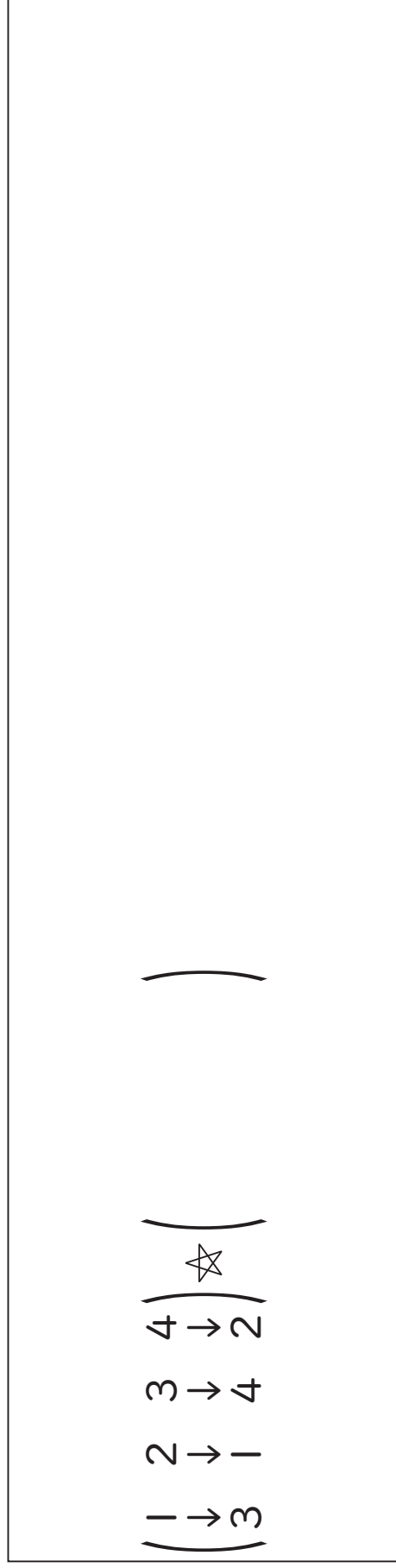
(2)



問 2



問 3



問 4 (1)

あ

い

(2)



問 4 (1)

A

B

(2)

秒

問 5 (1)

(過程)

| | |
|----|---|
| | |
| 答え | |
| | 度 |

(2)

(過程)

| | | |
|----|----|----|
| | | |
| 答え | 時間 | 分後 |

令和8年度 適性検査Ⅱ 解答用紙

受検番号

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|



1

問 1 (1)

| |
|--|
| |
|--|

(2)

| |
|--|
| |
|--|

問 2 (1)

| |
|--|
| |
|--|

(2)

| 答え | 座っているとき 立っているとき | ※どちらかを○で囲む |
|----|--------------------|------------|
| 理由 | | |

問 3

| |
|--|
| |
|--|

令和8年度 適性検査Ⅱ 解答用紙

2

問1

問2

あ

い

う

え

問3

お

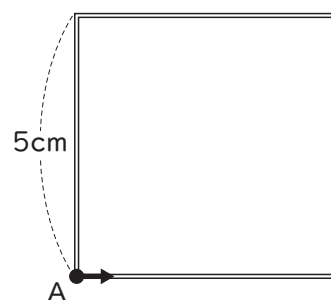
か

き

問4

問1 【図5】のように、点Aからスタートして、1辺の長さが5cmの正方形を二重線で反時計回りにかくプログラムを考
 えるとき、指示が最も少ないプログラムを答えましょう。

【図5】



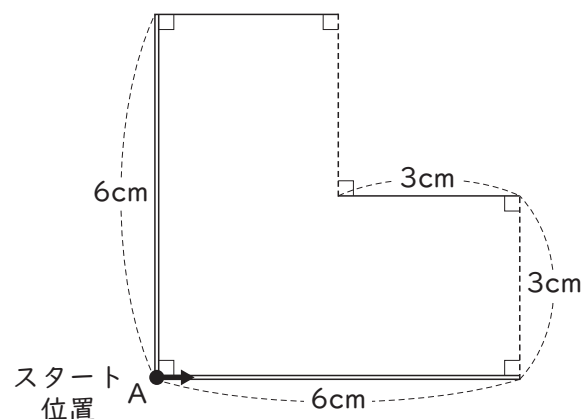
次に、ゆうきさんは、もう少し複雑なプログラムを作ってみました。

ゆうき：わかってきたよ。ぼくは、点Aからスタートして、【図6】のような図形をか
 くためのプログラミングに挑戦してみたよ。

プログラム

- SP (二線)①
- FD (6)②
- RT (270)③
- RP (2)④
- SP (点線)⑤
- FD (3)⑥
- RT (270)⑦
- FD (3)⑧
- RT (90)⑨
- END⑩
- RT (270)⑪
- SP (二線)⑫
- FD (6)⑬

【図6】



先生：よく挑戦しましたね。見てみるとプログラムが足りないところと、まちがって
 いるところが1か所ずつあります。

ゆうき：そうなんですか。うーん、かなりがんばって作ったんですが。

さくら：足りないところは、プログラム⑥または の後に というプ
 ログラムを加えるところかしら。

ゆうき：わかりました。まちがっているプログラムは ですね。 とい
 うプログラムに直すところですね。

先生：その通りです。よく気づきましたね。

問2 空らん 、 にあてはまる番号を、ゆうきさんが作ったプログラムの①～⑬か
 ら1つずつ選び、その番号を答えましょう。また、、 にあてはまる
 適切なプログラムを考えて答えましょう。

続けて、さくらさんも、複雑なプログラムを考えました。

先生：次のようなプログラムもありますよ。

プログラム

IF (▲, ●)

TH (★)

▲のプログラムを実行するが、もし●にあてはまれば、★を実行する。●にあてはまらないならば、そのまま▲のプログラムを実行する。

※注意 ▲にはプログラムしか入力できず、●と★には別のプログラムや言葉を入力できる。

さくら：では、このプログラムも使って、点Aからスタートして、【図7】のように、点A、B、C、D、Eを頂点とする正五角形になるような図形をかくためにプログラミングしてみました。

ゆうき：正五角形の対角線の長さはすべて同じで、7cmになるんだね。

プログラム

SP (一線)

RP (5)

FD (7)

RT ()

END

RT ()

SP (二線)

RP (5)

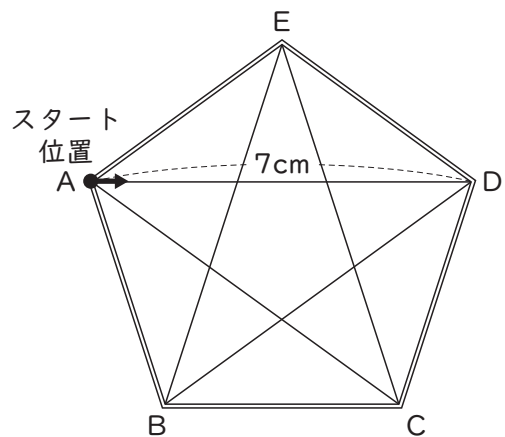
IF (FD (10),)

TH (線をかくのをやめて止まる)

RT (72)

END

【図7】



先生：なるほど。これは工夫くふうしましたね。よくできていますよ。9個目のプログラムにある10は、長めに数を設定したのですね。

ゆうき：IF (▲, ●) TH (★) のプログラムは、このように使うのですね。RT () と RT () の角度はどうやってわかったのかな？

さくら：角度を計算できるように、『点A、B、C、D、Eを頂点とする正五角形になるような図形』にしたのよ。

問3 空らん 、 にあてはまる数を答えましょう。また、 にあてはまる適切な言葉を考えて答えましょう。

問4 次のプログラムにしたがって、点Aからスタートして図形をかいたとき、波線部の指示で線がかかれたマスをもつ選び答えなさい。マスの表し方は、下の【解答用の図】で色のついたマスを「1a」と表すように、その位置を数字とアルファベットを組み合わせる答えなさい。ただし、【解答用の図】は、1マスの長さが1cmの方眼紙とします。

プログラム

```

SP (一線)
FD (5)
RT (270)
SP (点線)
RP (3)
    FD (2)
    RT (270)
END
SP (一線)
FW (2)
FD (1) ……止まった位置を点Bとする。
RT (270)
FD (5) ……止まった位置を点Cとする。
RT (90)
FD (1) ……止まった位置を点Dとする。
RT (225)
SP (二線)
IF (FD (2), 点Bと点Cを結んだ直線
    をのばした線と交わる)
TH (線をかくのをやめて止まる)
RT (315)
FD (6)
RT (315)
IF (FD (2), 点Cと点Dを結んだ直線
    をのばした線と交わる)
TH (線をかくのをやめて止まる)
RT (225)
SP (一線)
FD (1)
RT (90)
FD (5)

```

【注意】

「……」で結ばれた部分は、そのプログラムが終わったときにいる位置について説明している。

【解答用の図】

| | a | b | c | d | e | f | g | h | i | j |
|----|---|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | |
| 9 | | | ● A | → | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | |

3 たけるさん、とおるさんは、「あみだくじ」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。

たける：何かを決めるとき、あみだくじをよく使うよね。思い通りの結果になるようなあみだくじが作れないかな。

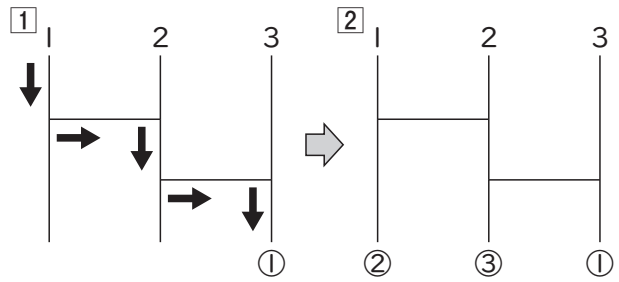
先生：おもしろいことに興味を持ちましたね。

とおる：もしかしたら、きまりがあるかもしれませんね。

先生：それでは、あみだくじについて実際に考えてみましょう。

【図1】の①のように、1、2、

3と番号をつけたあみだくじを作り、左から1番目、2番目、3番目のくじの結果を①、②、③と表すこととします。左から1番目のくじは、あみだくじの線をたどっていくと、結果①は左から3番目の位置に移りますよね。同じように線をたどっていくと、



【図1】の②のように、左から2番目、3番目のくじの結果は、それぞれ②、③の位置に移ります。このことを、

$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix}$ と表すことにします。

とおる： $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix}$ と表したとき、上の数字は、左から何番目のくじかを表していて、下の数字は、あみだくじによる結果、左から何番目の位置に移ったかを表しているんですね。それと、あみだくじは左のくじから順番に選ぶわけではなく、どの位置のくじを選ぶかは決まっていないので、

$\begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}$ や $\begin{pmatrix} 3 & 1 & 2 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 2 & 3 & 1 \end{pmatrix}$ も、

$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix}$ と同じあみだくじの結果を表していますよね。つまり、

$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 1 & 2 & 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 2 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 2 & 3 & 1 \end{pmatrix}$ ということですか？

先生：はい、そうです。この操作を「置換」といい、ここでは「あみだ置換」と呼ぶことにしましょう。

たける：待ってください。【図2】は、【図1】とはちがうあみだくじですが、【図1】と同じ結果になります。同じ結果になるあみだくじは、他に

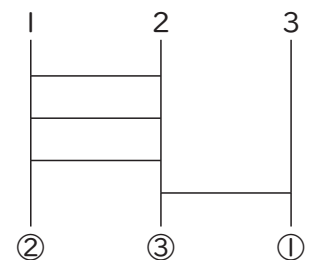
もたくさん作れそうです。

先生：その通りです。【図1】と【図2】のあみだくじは、ど

ちらも同じ「あみだ置換」 $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix}$ で表されますね。

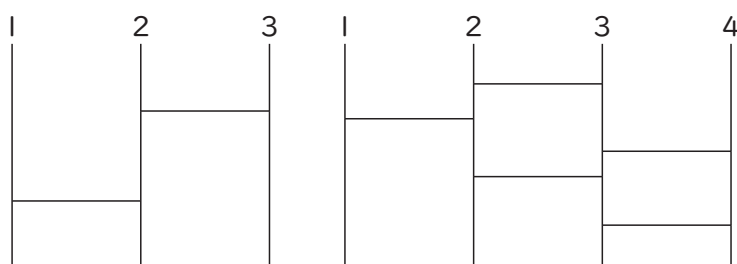
横線の数や横線の位置がちがっていても、あみだくじの結果が同じならば、同じあみだくじとして考えましょう。

よって、ここでは横線の数か最も少ない場合のあみだくじを考えることとします。



問1 右の(1)、(2)のあみだくじ (1) (2)

を、「あみだ置換」が完成するように、解答用紙の□に数字を入れましょう。



次に、「あみだ置換」からあみだくじを作ることを考えます。

とおる：「あみだ置換」を考えていて気がついたのですが、もしかしたら「あみだ置換」から思い通りのあみだくじを作れるのではないですか？

先生：よく気がつきましたね。では、あみだくじを作る練習をしてみましょう。【図1】

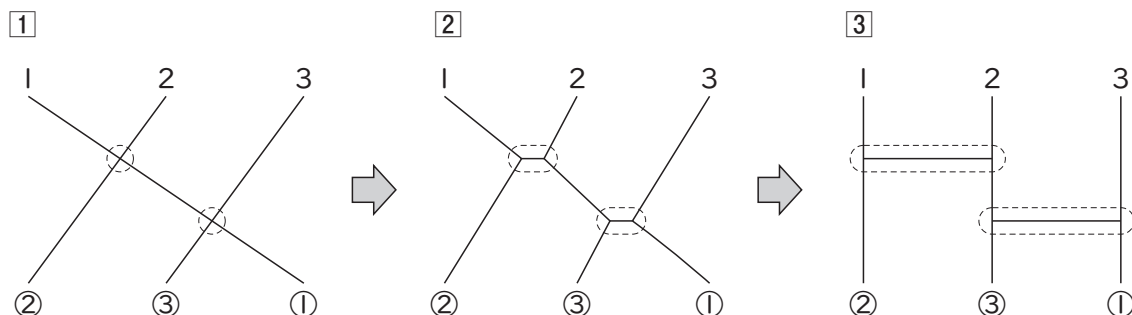
のあみだくじを「あみだ置換」で $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix}$ と表しましたが、今度は、「あみだ置換」

をもとにあみだくじを作ることを考えてみましょう。「あみだ置換」

$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix}$ を、選んだ場所と結果を直線で結ぶと、【図3】の①のようになりますね。次に、②のように、直線と直線が交わった点を横線にかえてのばしていくと、

③のように、【図1】と同じあみだくじが完成します。

【図3】



たける：なるほど。【図3】の①の段階で、交わった点が2つだから、③のように、横線が2本のあみだくじができるんですね。

先生：そういうことです。先ほども考えたように、横線の数を増やしても、同じ結果になるあみだくじは他にも作れますが、この手順で作ると、横線の数是最も少ない場合のあみだくじを作ることができます。

問2 「あみだ置換」 $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 2 & 4 & 3 & 1 \end{pmatrix}$ で表されるあみだくじを1つ答えましょう。ただし、横

線の数是最も少ない場合のあみだくじを答えることとします。

あみだくじをつなげて、元にもどるかどうかを調べます。

先生：次は、あみだくじをつなげてみ【図4】

ましょう。【図4】は、【図1】
のあみだくじを縦に2つつなげ
た場合を表しています。

とおる：「あみだ置換」で表すと

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 2 & 3 & 1 \end{pmatrix} \text{です。}$$

たける：あみだくじをつなげることを
「あみだ置換」でも表すことが
できそうですね。

【図1】のあみだくじで、「あみだ置換」は、

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 1 & 2 & 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 2 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 2 & 3 & 1 \end{pmatrix} \text{でしたよね。}$$

だから、あみだくじをつなげることを記号☆を使って、

$$\text{その結果を} \Rightarrow \text{を使って、} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix} \star \begin{pmatrix} 3 & 1 & 2 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 2 & 3 & 1 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 2 & 3 & 1 \end{pmatrix} \text{と表してみ}$$

ました。

先生：素晴らしいです。この操作を「合成」と呼びますよ。3、1、2がつながっている
ことを強調しているのですね。【図5】は、【図1】のあみだくじを3つつなげた場
合を表していますが、「あみだ置換」の合成で表してみましよう。

とおる：強調せずにつなげてみると、

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix} \star \begin{pmatrix} 3 & 1 & 2 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 2 & 3 & 1 \end{pmatrix} \star \begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 1 & 2 & 3 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 1 & 2 & 3 \end{pmatrix} \text{となり、【図1】のあ}$$

みだくじを3つつなげると、元にもどりました。

先生：あみだくじをいくつつなげると元にもどるのか、ここにも何かきまりがありそうで
すね。

たける：調べてみると、「あみだ置換」 $\begin{pmatrix} 1 & 2 & \boxed{3} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 2 & 1 & \boxed{3} \end{pmatrix}$ で表されるあみだくじは2つつなげる

と元にもどり、「あみだ置換」 $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & \boxed{5} & 6 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 6 & 3 & 4 & 1 & \boxed{5} & 2 \end{pmatrix}$ で表されるあみだくじは

5つつなげると元にもどりました。□で囲まれた数字は、元の位置と移動後の位置
が変わらないものを表しています。このことから、結果がちがう位置に移るくじが
何個あるかということと関係していることが予想できます。ただ、もう少し調べて
みないと、このきまりが正しいかどうかはわかりませんね。

問3 「あみだ置換」 $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 3 & 1 & 4 & 2 \end{pmatrix}$ で表されるあみだくじを元にもどるまでいくつつなげ

ました。このことを、~~~~部のように、解答用紙の図を利用して「あみだ置換」の合成で表
しましょう。ただし、合成の回数が最小になるように答えることとします。

さらに、あみだくじをいくつにつなげれば元にもどるのか、このきまりについてさらに調べます。

とおる：「あみだ置換」 $\left(\begin{array}{ccccc} \underline{1} & \underline{2} & \underline{3} & \underline{4} & \underline{5} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ \underline{3} & \underline{1} & \underline{2} & \underline{5} & \underline{4} \end{array}\right)$ のように、すべてちがう位置に移るあみだく

じでも、1、2、3の3つのくじの中と、4、5の2つのくじの中でそれぞれ入れ替わった結果になる場合は、あみだくじを6つつなげると元にもどりました。このことから、5つのくじのうち、入れ替わっているくじの数によって分けて調べようと思います。

たける：5つのくじのうち、入れ替わっているくじのグループを見つけるんだね。例えば、5つのくじすべてで入れ替わる場合は、5つのくじの1グループだから、[5]タイプと表そうよ。

とおる：では、4つのくじの中で入れ替わり、残り1つのくじの中で入れ替わる場合、つまり、残り1つのくじは位置が移らない場合は、4つのくじと1つのくじの2グループだから、入れ替わっている数の大きなグループから先に書くようにして、[4][1]タイプと表すんだね。

たける：そういうことだよ。2つのくじの中で入れ替わり、残り3つのくじはすべて位置が移らない場合は、2つのくじの1グループと、1つずつのくじが3グループだから、[2][1][1][1]タイプだね。

先生：そのタイプ別で、あみ **【表】**

だくじをいくつにつなげれば元にもどるかをまとめると**【表】**のようになります。では、何かきまりは見つかりますか？

とおる：**【表】**を見ると、元にもどるまであみだくじをつなげる数は、[1][1][1][1][1]タイプは1つで、[2][1][1][1]タイプは2つ、[3][1][1]タイプは3つ、[5]タイプは5つ、[3][2]タイプは6つ、……わかりました。これは、公倍数と関係がありそうですね。

たける：ぼくもわかったよ。

| 「あみだ置換」例 | タイプ | つなげる数 |
|--|-----------------|----------|
| $\left(\begin{array}{ccccc} \underline{1} & \underline{2} & \underline{3} & \underline{4} & \underline{5} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ \underline{1} & \underline{2} & \underline{3} & \underline{4} & \underline{5} \end{array}\right)$ | [1][1][1][1][1] | 1 |
| $\left(\begin{array}{ccccc} \underline{1} & \underline{2} & \underline{3} & \underline{4} & \underline{5} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ \underline{2} & \underline{1} & \underline{3} & \underline{4} & \underline{5} \end{array}\right)$ | [2][1][1][1] | 2 |
| $\left(\begin{array}{ccccc} \underline{1} & \underline{2} & \underline{3} & \underline{4} & \underline{5} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ \underline{2} & \underline{1} & \underline{4} & \underline{3} & \underline{5} \end{array}\right)$ | [2][2][1] | あ |
| $\left(\begin{array}{ccccc} \underline{1} & \underline{2} & \underline{3} & \underline{4} & \underline{5} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ \underline{3} & \underline{1} & \underline{2} & \underline{4} & \underline{5} \end{array}\right)$ | [3][1][1] | 3 |
| $\left(\begin{array}{ccccc} \underline{1} & \underline{2} & \underline{3} & \underline{4} & \underline{5} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ \underline{3} & \underline{1} & \underline{2} & \underline{5} & \underline{4} \end{array}\right)$ | [3][2] | 6 |
| $\left(\begin{array}{ccccc} \underline{1} & \underline{2} & \underline{3} & \underline{4} & \underline{5} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ \underline{4} & \underline{1} & \underline{2} & \underline{3} & \underline{5} \end{array}\right)$ | [4][1] | い |
| $\left(\begin{array}{ccccc} \underline{1} & \underline{2} & \underline{3} & \underline{4} & \underline{5} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ \underline{3} & \underline{4} & \underline{5} & \underline{1} & \underline{2} \end{array}\right)$ | [5] | 5 |

問4 次の問いに答えましょう。

(1) 空らん 、 にあてはまる数を答えましょう。

(2) 「あみだ置換」 $\left(\begin{array}{cccccccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 4 & 3 & 1 & 2 & 5 & 7 & 6 & 10 & 8 & 9 \end{array}\right)$ で表されるあみだくじは、
少なくともいくつつなげれば元にもどるか、つなげるあみだくじの数を答えましょう。

これで、問題は終わりです。

