

# 論理的思考力&発想力入試 理数分野

## 【注意】

- (1) 問題冊子が配られても、開いてはいけません。
- (2) 問題冊子は 1 ページから 13 ページまであります。
- (3) 「はじめてください」と言われたら、まず、問題冊子の表紙と解答用紙 2 枚に、それぞれ受験番号と氏名を書きなさい。
- (4) 問題冊子の余白は、計算や書きこみに使用してもかまいません。
- (5) 答えはすべて解答用紙に書きなさい。
- (6) 解答用紙の※印の空らんには何も書いてはいけません。
- (7) 「やめてください」と言われたら、すぐに筆記用具をおき、解答用紙も問題冊子も表を上にして、机の上におきなさい。
- (8) 試験時間は 50 分間です。

受験番号		氏名	
------	--	----	--

あかりさんは、理科の授業中に振り子の実験を行いました。以下の文は、あかりさんと理科の先生との会話です。会話文を読みながら、それぞれの問題に答えなさい。

## 1 振り子の実験

先生：今日は振り子が1往復する時間を調べる実験をしましたね。振り子が1往復する時間を『周期』といいます。振り子と周期の関係はわかりましたか。

あかり：はい。

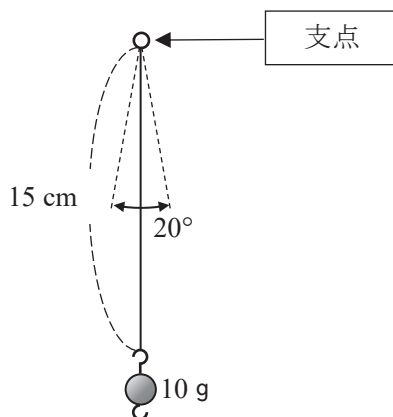
先生：では、実験を振り返ってみましょう。

### 実験 1

目的：振り子の周期を調べる。

#### 方法

1. 15 cm の糸に 10 g のおもりをつける。
2. 振れはばを  $20^\circ$  にし、10 往復する時間を測る。
3. 10 往復する時間から、1 往復あたりの時間を求める。
4. これを 5 回くり返す。



あかり：実験 1 の条件である長さ 15 cm、重さ 10 g、振れはば  $20^\circ$  のときの実験結果をまとめると、図 1 のようになりました。

実験 1 : 長さ 15 cm, 重さ 10 g, 振れはば  $20^\circ$

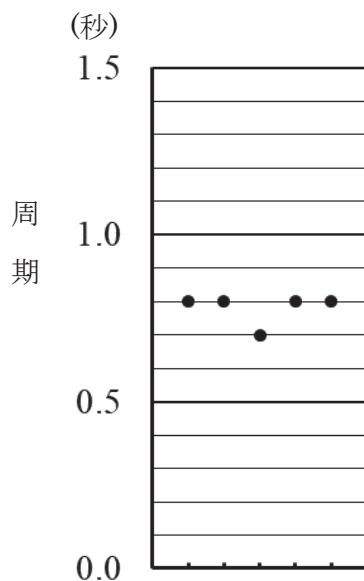


図 1 実験 1 の結果

[問題 1] 図 1 は、縦じくを周期とし、実験 1 の 5 回の測定結果を表したものです。次の問いに答えなさい。

- (1) 図 1 の 5 回の測定結果から、この振り子の平均の周期を求めなさい。
- (2) この振り子を用いて時間を計測します。(1) で求めた平均の周期を参考にすると、次のア～オのうちどの時間を計測することができますか。正しいものをすべて選び、記号で答えなさい。

ア : 39 秒    イ : 3 分 9 秒    ウ : 6 分 30 秒    エ : 7 分 8 秒    オ : 13 分

先生：実験1の条件（長さ 15 cm，重さ 10 g，振れはば  $20^\circ$ ）を①としましょう。さらに、振り子の決まりを調べるために、振り子の長さ，重さ，振れはばの条件をそれぞれ②，③と変え，実験1と同じ方法で，実験2，3，4を行いましたね。

### 実験2

目的：振り子の長さと言周期の関係を調べる。

条件

	長さ	重さ	振れはば
①	15 cm	10 g	$20^\circ$
②	30 cm	10 g	$20^\circ$
③	45 cm	10 g	$20^\circ$

### 実験3

目的：振り子の重さと周期の関係を調べる。

条件

	長さ	重さ	振れはば
①	15 cm	10 g	$20^\circ$
②	15 cm	20 g	$20^\circ$
③	15 cm	30 g	$20^\circ$

### 実験4

目的：振り子の振れはばと言周期の関係を調べる。

条件

	長さ	重さ	振れはば
①	15 cm	10 g	$20^\circ$
②	15 cm	10 g	$40^\circ$
③	15 cm	10 g	$60^\circ$

あかり：実験 2, 3, 4 の結果を図 2 のようにまとめました。周期と、振り子の長さ、重さ、振れはばとの関係がよくわかりました。

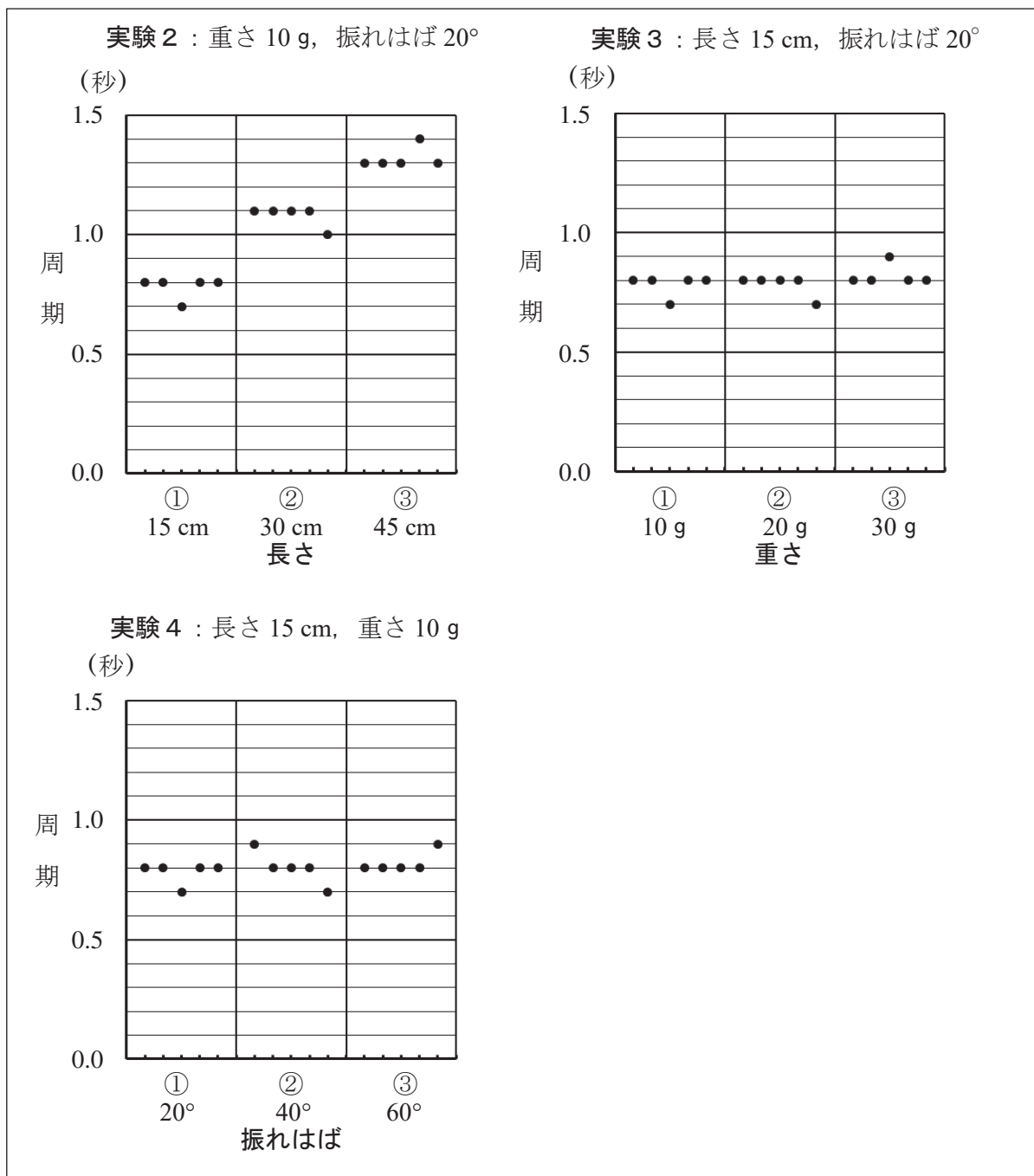


図 2 実験 2, 3, 4 の結果

[問題 2] 振り子の長さ、重さ、振れはばのうち、振り子の周期に影響するものをすべて選び答えなさい。

あかり：実験3で振り子の糸のはしに10gのおもりを3個つなげて実験を行うとき、私たち1班は糸のはしに3個ともつなげて実験を行いました。しかし、2班は上下に3個つなげて実験を行っていました（図3）。結果にちがいは出るのでしょうか。

先生：良い点に気が付きましたね。実験1～4をふまえて、平均の周期にちがいが出るかどうか予想してみましょう。

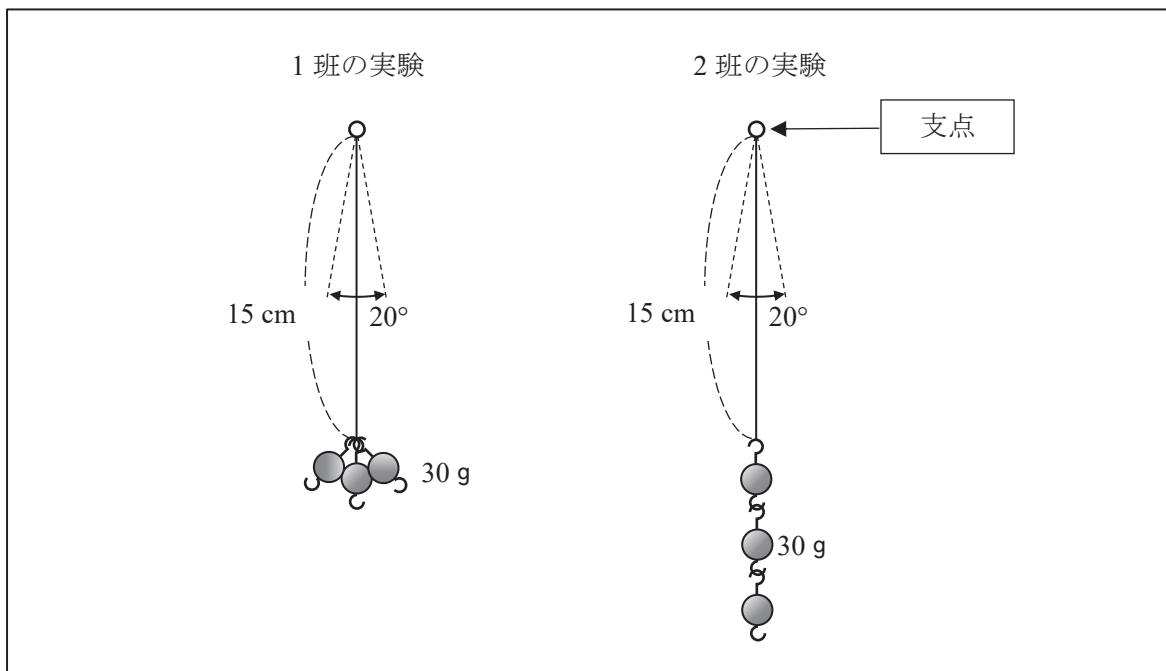
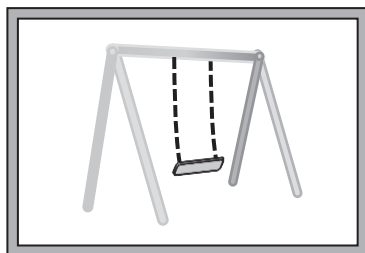


図3

[問題3] 図3のようにおもりをつないだ場合、1班と2班では、平均の周期はほぼ同じになるかちがいが出るか、正しい方を選び○をつけなさい。また、そのように考えた理由を説明しなさい。

先生：この動画を見てください。ブランコがゆれている様子が流れていますね。



あかり：人が映っていないと、公園にあるようなくさりの長さが1.6m程度の大きなブランコなのか、家の庭にあるようなくさりの長さが1.0m程度の小さなブランコなのか分からないですね。

先生：そうですね。一見ただけでは判断するのは難しいですね。でも、振り子のようにゆれている場合、大きさを予想することはできないでしょうか。

[問題4] ゆれているブランコの動画を見て、くさりの長さが1.6m程度の大きなブランコか、くさりの長さが1.0m程度の小さなブランコかを確認する方法はあるかないか、正しい方を選び○をつけなさい。また、そのように考えた理由を説明しなさい。

あかり：祖母の家に大きな振り子時計があります。この時計も、実験で行ったような振り子と関係がありますか。

先生：そうですね。1656年ごろ、オランダの学者クリスチャン・ホイヘンスによって、機械式時計の精度を上げた振り子時計が作られました。図4のように、振り子時計の一部に振り子があります。振り子は周期的に<sup>しんどう</sup>振動をするので、振り子の決まりを利用すれば、規則正しく時計の歯車を動かすことができるのです。

あかり：振り子時計に、一定の周期で動く振り子が利用されているのですね。しかし、祖母が夏になると時刻が少しおくれるので、振り子のおもりの位置を調整しなければいけないと言っていました。たしか、振り子のおもりも時計とおもりとをつなぐ部分も、金属でできていました。

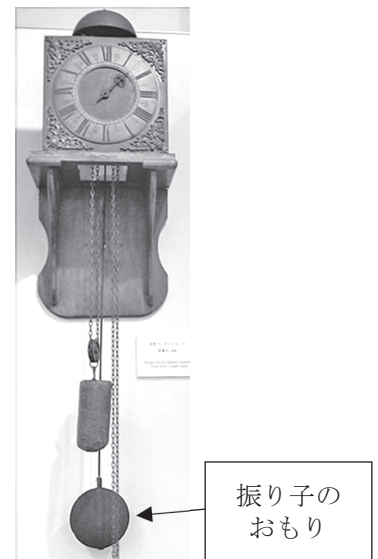


図4 振り子時計  
(1700年代後半イギリス製)

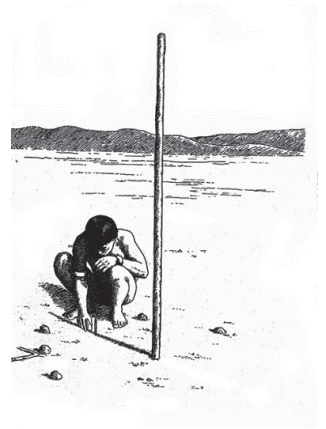
[問題5] あかりさんの祖母の家にある振り子時計が夏になるとおくれる理由を考え、説明しなさい。また、時刻が正しくなるように調整するためには、振り子のおもりの位置をどのようにすればよいか説明しなさい。

## 2 時計と暦こよみ

あかり：そもそも、時間という考え方はどこから生まれてきたのでしょうか。

先生：では、まず時計の歴史について少し紹介しましょう。

今から約 7000 年前、人類が初めて作った時計は、日時計だといわれています。メソポタミア文明や古代エジプト文明の遺せきに、それを作った跡あとが見つかっているからです。これは、地面に棒を立てて、太陽とその棒が作る影の位置によって時刻を知るものです。昔の人は「太陽の動きにつれて、木や岩の影かげが長さや方向を変えていくのを見て、時間の存在に気がついた」といわれています。



あかり：北半球に位置するエジプトでは、日時計の影の移動が右回りだったから、現代のアナログ時計の針も右回りになったと聞いたことがあります。でも、日時計の影はおよそ 24 時間かけて元の位置に戻るけれど、アナログ時計の短針（時針）は 12 時間で元の位置にもどりますね。

先生：そうですね。日時計の他にも、水時計や砂時計、燃焼時計などが使われるようになっていきます。

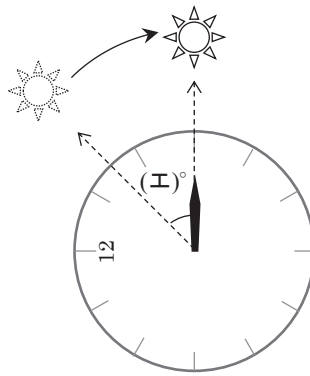
あかり：日本最古の時計は、1300 年以上前に中大兄皇子なかのおおえのおうじが現在の奈良の明日香村あすかむらに作った『漏刻ろうこく』だと聞いたことがあります。これは、水を使った時計だそうですね。

【問題 6】日時計には、日常生活で使うには不都合な点があります。どのような点が問題となるか考え、答えなさい。



[問題7] 次の説明は、午後3時にアナログ時計を使って、南の方角を調べる方法を説明しています。

- アナログ時計の文字ばんが地面と水平になるように持つ。
- 下の図のように、短針が太陽がある方角を指すようにする。
- 短針は1時間に(ア)°回転するが、太陽は1時間に(イ)°動く。  
また、太陽が正午に(ウ)の高いところを通る場合、午後3時にはそこから(エ)°動く。
- よって、(オ)のときに短針が指す方角が南である。



- (1) 説明が正しくなるように、空らんア～オに当てはまる語句や数値を答えなさい。
- (2) 午前10時にこの方法で南の方角を調べた場合、アナログ時計の短針が何時何分に指す方角が南か答えなさい。

**あかり** : 1日の長さは、太陽が南の高いところにくるしゅん間から次に南の高いところにくるしゅん間までといえます。これは、地球が1日に1周自転するということです。では、地球が太陽のまわりをちょうど1周公転する間に、地球が365周自転するから、1年は365日なのでしょうか。

**先生** : その通りです。ただし、正確には地球が1周自転する時間の365.2422倍が、地球が太陽のまわりをちょうど1周公転する時間です。1年を常に365日としてしまうと、地球が太陽のまわりをちょうど1周するよりも前に1年経ったということになってしまいますね。

**あかり** : そのずれを修正するため、うるう年が導入されているのですね。

[問題8] 次の問いに、とちゅうの式や考え方も含めて答えなさい。

- (1) 1年の長さが365.2422日であるということは、1年の長さは365日と何時間何分何秒であるということでしょうか。ただし、秒の小数第1位を四捨五入して答えなさい。
  
- (2) 1年の長さが365.2422日ということから、4年に一度1年を366日とする規則を導入しても、正確にずれを修正することができません。この規則を導入した4年の時間は、実際に地球が太陽のまわりをちょうど4周公転する時間より何分何秒長くなる、または短くなりますか。ただし、計算するうえでは、365.2422日は365日と(1)で答えた時間としなさい。

### 3 振り子と重力

先生：では、振り子と重力の関係について考えてみましょう。振り子のおもりは地球の重力の影響を受けています。振り子に振れはばを与えて手を放すと、重力がはたらくため、振り子は振動を始めるのです。

あかり：重力の影響をほとんど受けない宇宙空間や、地球の重力より小さい重力がはたらく月に振り子を持っていくとどうなりますか。

先生：それぞれの場合について、予想してみましょう。

[問題 9] 糸の長さ 30 cm、おもりの重さが 2 kg の振り子 A があります。図 5 のように、地球上で振れはばが  $30^\circ$  になるようにして手を放したとき、振り子 A の周期は 1.1 秒でした。次の問いに答えなさい。

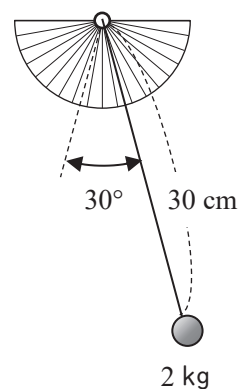


図 5 振り子 A

- (1) 重力の影響をほとんど受けない宇宙空間に、振り子 A があつたとします。振れはばが  $30^\circ$  になるようにして手を放したとき、振り子 A はどのようにになると考えられるか説明しなさい。
- (2) 地球の重力より小さい重力がはたらく月面上に、振り子 A があつたとします。振れはばが  $30^\circ$  になるようにして手を放したとき、振り子 A はどのようにになると考えられるか説明しなさい。

## 4 フーコーの振り子

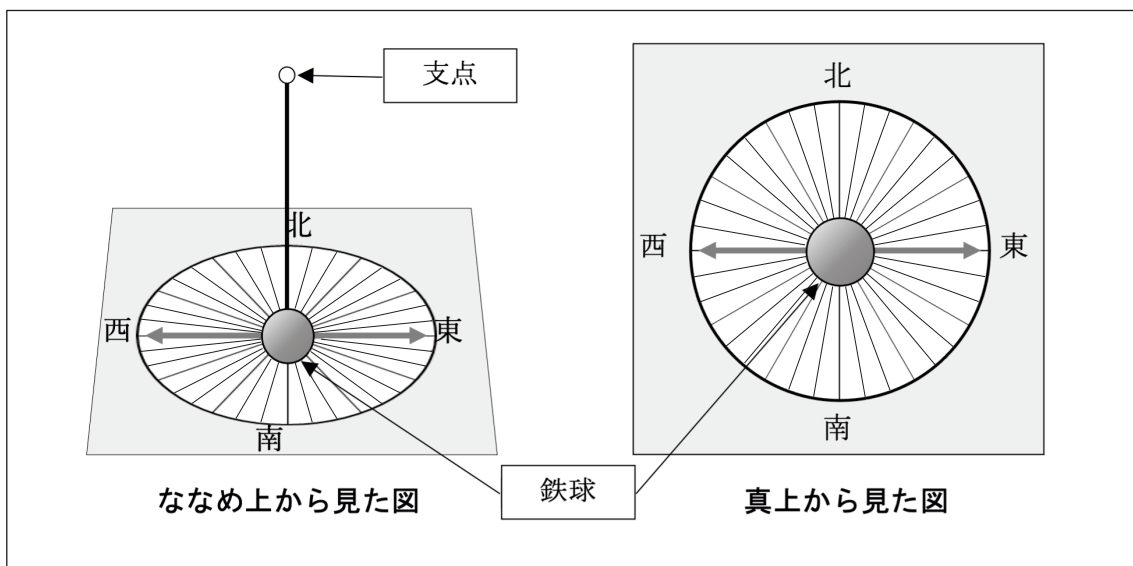
先生：地球が自転していることを証明する方法の一つに、振り子を使う方法があります。それを示したのは、19世紀のフランスの物理学者レオン・フーコーでした。天体の写真をとるには、星の光をとらえるため、望遠鏡を星に向け、取り付けたカメラのシャッターを開いたままにしておくはいけません。しかし、星は地球の自転に合わせて動いてしまうので、望遠鏡の向きも変えなくてはなりません。そこで、フーコーは、振り子時計の仕組みを応用して、ねらった星に望遠鏡を自動的に向ける装置を開発したのです。

### 実験5

目的：振り子と地球の自転の関係を調べる。

#### 方法

1. 長さ 45 m のひもに、重さ 50 kg の鉄球を結び付け、振り子をつくる。
2. 初めに東西の方向に振れるようにし、その後のゆれる方向を観測する。



実験5の装置

## 実験5

結果：日本で行った場合

1時間後、振り子のゆれる方向は東西から約 $9^\circ$ 回転した。

3時間後、振り子のゆれる方向は東西から約 $30^\circ$ 回転した。

あかり：振り子は、外から力を加えない限り、一定の方向に振れ続けるという性質がありますよね。例えば、振り子を支えている部分を回転させても、振り子のゆれる方向は変わらないはずです（図6）。

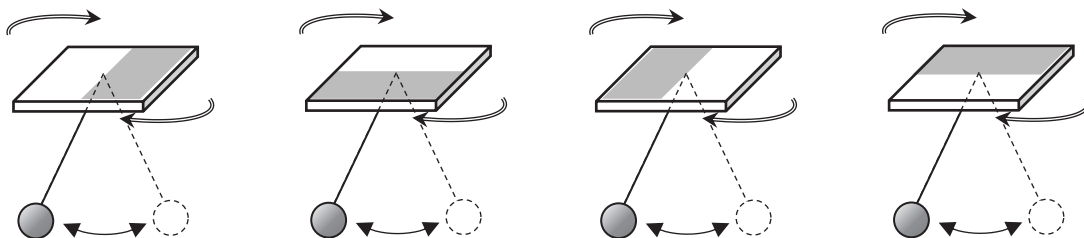


図6

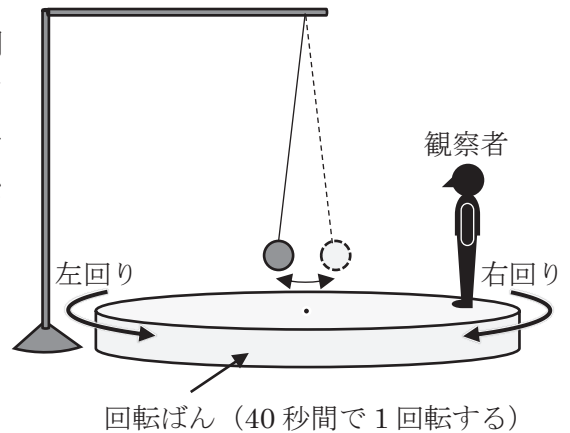
先生：そうです。振り子のゆれる方向は、たとえ振り子を支えている部分が回転しても変わらないはずです。しかし、**実験5の結果**からは振り子のゆれる方向が変化しているように見えています。このことから、振り子ではなく、地球の方が回転していると予想することができますね（図7）。



図7

[問題 10] 振り子と地球の自転の関係について、次の問いに答えなさい。

- (1) 次の説明は、振り子と地球の自転の関係について書かれています。図を見て説明が正しくなるように、空らんア～エに当てはまる語句や数値を答えなさい。



右上の図のように、観察者が大きな回転ばんに乗って振り子を観察するとき、回転ばんが左回りに回転する場合、観察者には振り子のゆれる方向が(ア)回りに動いているように、回転ばんが右回りに回転する場合、観察者には振り子のゆれる方向が(イ)回りに動いているように見える。

地球は、図7のように1日に1回転しているため、北極点で**実験5**の振り子をゆらした場合、観察者には振り子が1時間ごとに(ウ)回りで(エ)°ずつ回転するようになると考えられる。日本は北極点より南にあるため、**実験5**を日本で行った場合は12ページの**実験5**の結果のようになった。

- (2) 地球上で**実験5**を行った場合、振り子のゆれる方向が変わらない位置はあると考えられますか。変わらない位置がある場合はその位置を、ない場合は×と答えなさい。



