

令和2年度

《第1回 適性検査型・特別奨学生選抜入試》

検査Ⅲ

時間 45分

受検上の注意

1. 解答用紙に、受検番号・氏名を記入してください。
2. 声を出して読んではいけません。
3. 解答は、解答用紙の所定のところに記入してください。
方法を誤ると得点になりません。
4. 終了の合図とともに、解答用紙を提出してください。

郁文館中学校

1 太郎君と花子さんが、先生と話をしています。

花子：今年は東京オリンピックがありますね。楽しみです。

太郎：去年は、ラグビーのワールドカップが日本で開催されて、とても盛り上がりましたね。テレビのニュースでもラグビーファンが増えたと言っていました。私もラグビーの試合をはじめて見たのですが、とても面白いですね。なぜ、あんなに面白いのでしょうか。

花子：他のスポーツとラグビーの大きな違いとして、ボールが球形ではないことがあげられますね。

先生：ラグビーボールのような形を、だ円形と言います。

太郎：なぜ、だ円形のボールを使うのでしょうか。サッカーボールのような球形のボールを腕で抱えて走るのは、走りづらいからでしょうか。

花子：ボールがだ円形をしていることで、ボールがどこへ転がっていくのか予測できないことも、ラグビーの面白さの1つだと思います。

太郎：なぜ、だ円形のボールだと、いろいろな転がり方をするのでしょうか。

先生：天びんの考えをあてはめてみるとわかりやすいと思います。図1のように、軽くてかたい棒の真ん中に糸をつけて天井からつるし、棒の真ん中を支点とした天びんを考えてみましょう。このとき棒にはたらいている力を矢印で示しました。●は力の作用点、矢印の向きは力の向き、矢印の長さは力の大きさを表しています。作用点を通り、力の向きにまっすぐ引いた直線を作作用線と言います。この状態で支点におもりをつるしても、棒は回転せずにつり合いますね。天井につながれた糸が棒を引く力の作用線と、おもりをつるした糸が棒を引く力の作用線が重なると棒は回転しません。ところが、図2のようにおもりをつるす位置を支点より右側へずらすと、支点を中心として棒の右側が下がります。これを、棒は時計回りに回転すると言います。逆に支点より左側へずらすと棒は反時計回りに回転します。このように、逆向きの2つの力の作用線が重ならないとき、棒は回転するのです。このとき、棒を回転させるはたらきの大きさをモーメントと言います。

図1

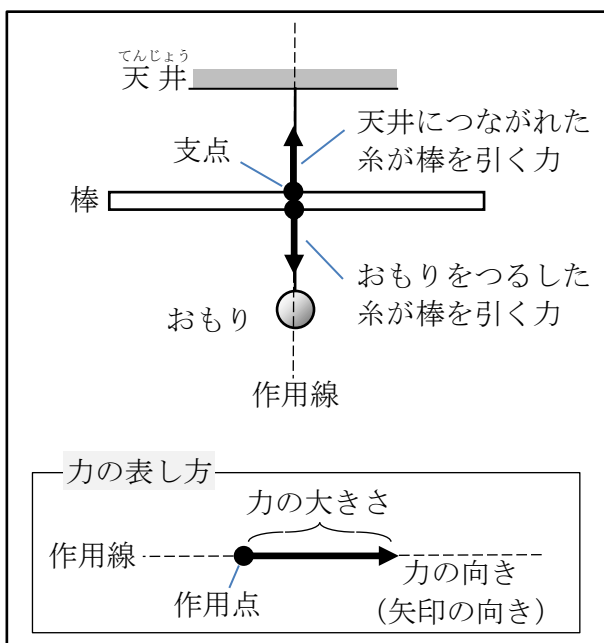
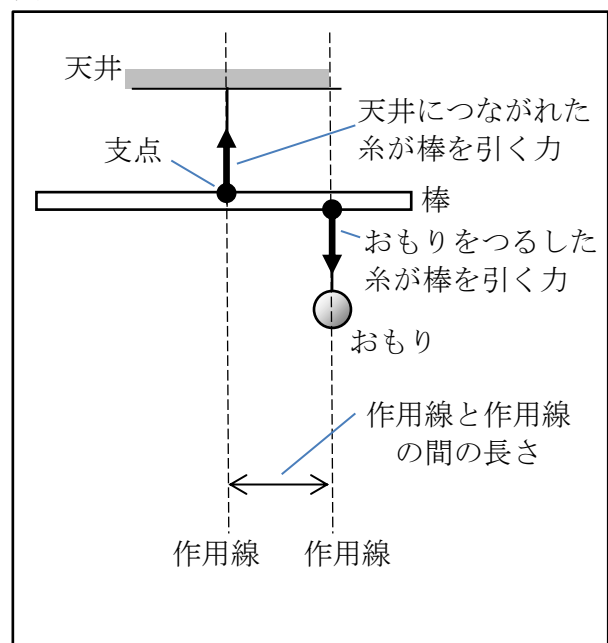


図2



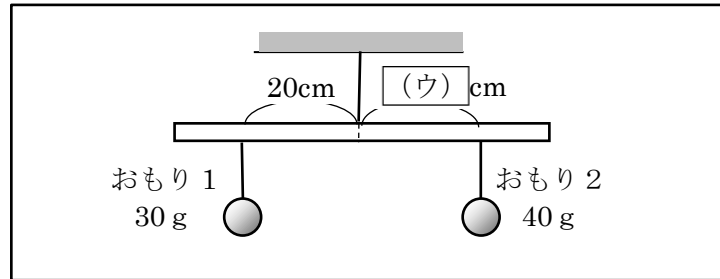
花子：モーメントは計算できるのですか。

先生：図2のとき、(モーメント) = (おもりの重さ) × (作用線と作用線との長さ) で計算できます。

これは、時計回りのモーメントです。支点の両側におもりをつるしたとき、時計回りのモーメントと反時計回りのモーメントが同じであれば、棒は回転しません。

花子：なるほど。たとえば図3の天びんがつり合うとき、おもり1のモーメントは(ア)回り、おもり2のモーメントは(イ)回りで、2つのモーメントの値が同じになるから棒は回転しないということですね。

図3



[問題1] 会話の中の(ア)と(イ)にあてはまるのは、時計または反時計のどちらですか。

また図3の(ウ)に入る値を求めなさい。解答用紙には、計算過程も書いてください。

太郎：ところで、これがボールの転がり方にどう関係するのですか。

先生：図4のように球形のボールをまっすぐ落として地面とぶつかったとき、ボールにはたらく力を考えてみましょう。重さのことを重力といいます。ボールにはたらく重力は、ボールの中心(◎印)から地面に向かって下向きにはたらくていると考えることができます。◎の点をボールの重心じゅうしんといいます。ボールと地面がぶつかった点では、ボールは地面を押すと同時に、地面から上向きの力で押し返されます。地面がボールを押し返す力を垂直抗力すいちよくこうりょくといいます。球形のボールでは重力の作用線すいちよくこうりょくと垂直抗力の作用線が一直線上に重なり、この2つの力の差によって、まっすぐ上向きに跳ね上がります。ボール表面のどの部分が地面とぶつかっても、重力の作用線すいちよくこうりょくと垂直抗力の作用線は一直線上に重なるためボールはまっすぐ上向きに跳ね上がります。図5のように、だ円形のボールをまっすぐ落として地面とぶつかったときも、重力の作用線すいちよくこうりょくと垂直抗力の作用線は一直線上に重なるため、球形ボールと同じようにまっすぐ上向きに跳ね上がります。

図4

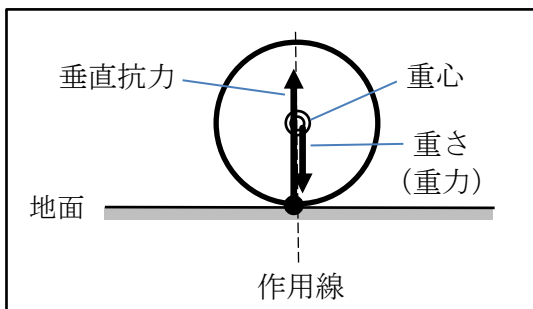
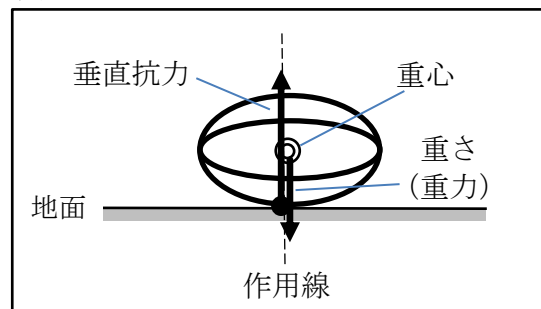


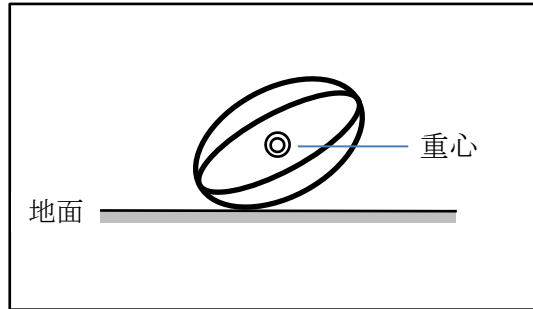
図5



太郎：図6のように、だ円形のボールをかたむけて、まっすぐ落とすとどうなるのですか。

先生：だ円形のボールでは、ボール表面のどの部分が地面にぶつかるかによって、跳ね上がり方が変わります。ボールは回転しながら地面とぶつかることが多いので、だ円形のボールではどのように跳ね上がるのか予測することが難しいのです。

図6



[問題2] だ円形のボールが図6のようにまっすぐ地面に落ちたとき、ボールはどの向きに跳ね上がると考えられますか。また、なぜそのように考えたのかを、ボールにはたらく力を矢印で表して説明しなさい。

[問題3] ラグビーボールがだ円形であることの利点を一つ述べなさい。

花子：昨年のワールドカップが盛り上がった理由として、日本代表が強かったこともあると思います。

日本代表の選手たちが体の大きな外国選手たちと押し合って、押し勝ったときは感動しました。

太郎：日本代表チームと外国チームが押し合っている写真(図7)があります。どちらもとても低い姿勢で押し合っていますね。どうしてこんなに低い姿勢で組み合うのでしょうか。

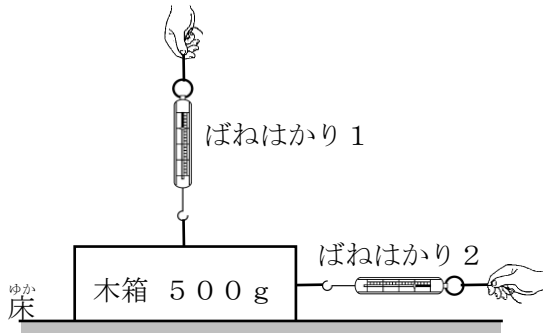
図7



先生：では、次のような実験をしてその理由を考えてみましょう。

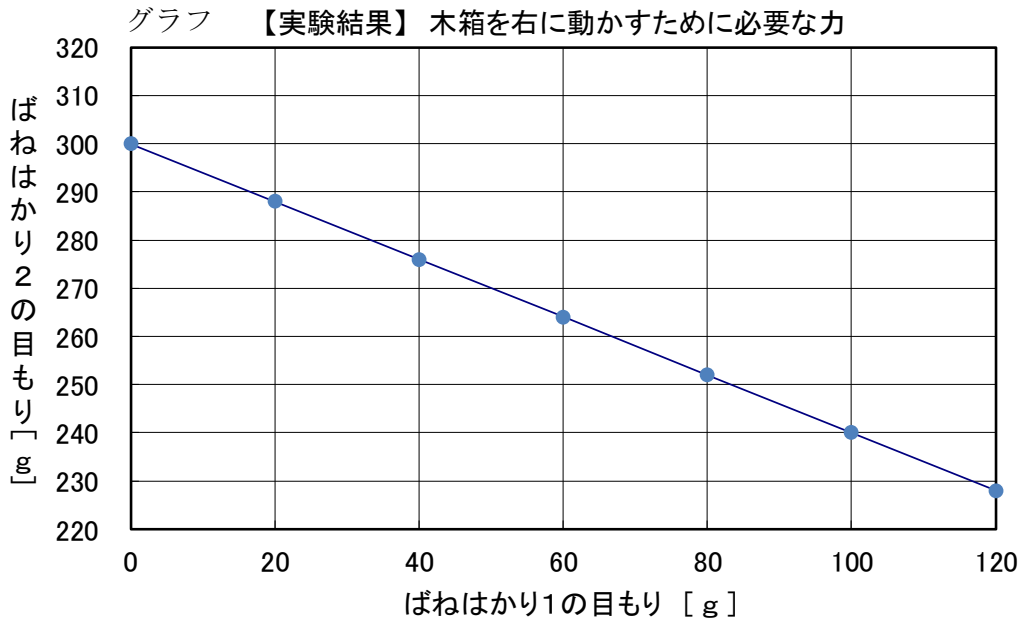
太郎さんと花子さんは、先生のアドバイスを受けながら実験を行い、結果をグラフにまとめました。

実験



【実験手順】

- (1) 床に置いた木箱に砂を入れて500gの重さにします。
- (2) 木箱の上面にばねはかり1を、側面にばねはかり2をつなぎます。
- (3) ばねはかり1を上向きに引き、ばねはかり1の目もりを読み取ります。
- (4) ばねはかり1を引く力を(3)のままに保ち、ばねはかり2を右向きに引いて、木箱が動き出すときの目もりを読み取ります。



花子：ばねはかり2を右向きに引いても、木箱がすぐに動かないのはなぜでしょうか。

先生：それは、木箱が右に動こうとすると、図8のように床から左向きのまさつ力を受けるからです。

右向きに引く力と左向きのまさつ力が釣り合っているから動かないのです。図9のように、右向きに引く力を大きくしていくと、左向きのまさつ力も大きくなり、2つの力が釣り合えば木箱は動きません。ところが、まさつ力には限界があるのです。これを最大まさつ力といいます。右向きに引く力が最大まさつ力よりも大きくなると、木箱は動くのです。つまり、グラフのばねはかり2が示している目もりは、最大まさつ力を表していることとなります。これは、図10のように左から木箱を右向きに押す場合でも同じです。

図 8

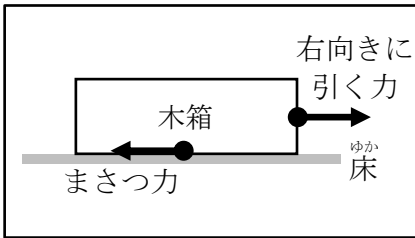


図 9

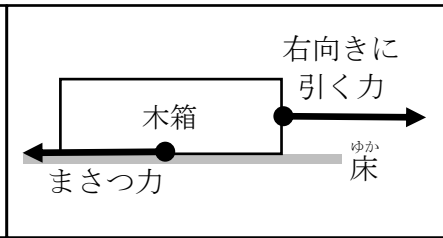
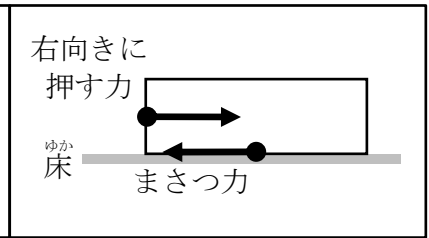


図 10



太郎：木箱を上引く力を大きくすると、木箱を右に動かすために必要な力が一定の割合で小さくなりました。なぜこのような結果になるのでしょうか。

先生：先ほど説明した最大まさつ力は、木箱が床を押す力が大きいほど大きくなります。木箱を上引いていなければ、木箱は重さ（重力）500gで床を押していますが、木箱を上引くと木箱が床を押す力は小さくなり、最大まさつ力が小さくなるのです。この実験結果から、最大まさつ力は、
 (最大まさつ力) = (エ) × (木箱が床を押す力) で計算できますね。

[問題 4] グラフの実験結果を参考にして以下の問いに答えなさい。

- (1) ばねはかり 1 の目もりが 150 g のとき、木箱が動き出すときのばねはかり 2 の目もりはいくらを示しますか。
- (2) ばねはかり 1 を取りはずし、木箱の上に 100 g のおもりをのせました。このときの最大まさつ力はいくらになりますか。
- (3) 会話の中の (エ) にあてはまる数値はいくらですか。

[問題 5] 図 7 の写真において、低い姿勢で組み合うことの利点として考えられることを、グラフの実験結果を参考にして説明しなさい。

2 太郎君と花子さんが、先生と話をしています。

先生：今日はさいころを使った遊びをしましょう。

太郎：先生、さいころは対になっている面の目の和が7になっていますね。

先生：そうです。そのようにして作られているさいころは何種類できるか知っていますか。

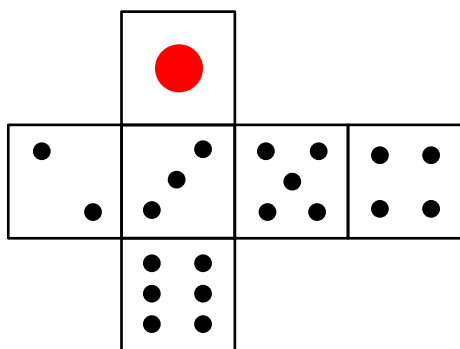
花子：えっ、1種類ではないのですか。

太郎：違うよ。他にもあるよ。

花子：どうやって考えたらいいのかな。先生、ヒントをください。

先生：立体のまま考えていると難しいので、(図1)のような展開図を考えてみるとよいでしょう。

(図1) さいころの展開図



太郎：1と6の目を固定して考えると考えやすいね。

花子：そうね。展開図を考えるとわかりやすいわ。

[問題1] 対になっている面の目の和が7になるようなさいころを作るとき、(図1)のさいころも含めて何種類のさいころができますか。また、その展開図を解答用紙に書きなさい。ただし、2、3、6の目の向きは考えないものとし、さいころの目は解答用紙の例のように数字のままでよいものとします。

先生：それでは次に展開図が(図1)と同じさいころを複数用意して、そのさいころをくっつける遊びをしましょう。

花子：さいころをたくさん用意したわ。どのようにくっつけていこうかしら。

先生：ただくっつけていくのは面白くないので、さいころを振って次の手順でくっつけていくことにしましょう。

準備：色のついたさいころを1個、白いさいころをたくさん用意する。

手順1：色のついたさいころを1の目が上、2の目が手前になるように置く。

手順2：色のついたさいころの真上から、白いさいころの1の目が上、2の目が手前になるよう貼り付ける。

手順3：さいころを1回振って出た目の数によって次のようにさいころを回転させる。

- ・ 1、2の目が出たら手前に180度回転させる。
- ・ 3、4の目が出たら手前に90度回転させる。
- ・ 5、6の目が出たら時計回りに90度回転させる。

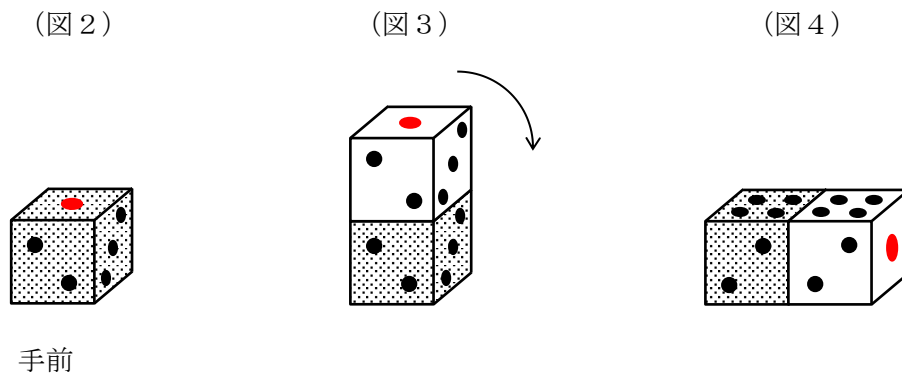
手順4：手順2、手順3を繰り返す。

花子：なんだか難しそうだわ。

先生：では一度やってみましょう。太郎君さいころを1回振ってください。

太郎：わかりました。先生、1回目は5の目が出ました。

花子：(図2) → (図3) → (図4) のようになっていくのね。



先生：(図4) のとき、さいころの表面（くっついていない面）の目の和はいくつになるでしょう。

太郎：1つのさいころの目の和は(ア)だから、(ア) × 2 = (イ) ですか。

花子：太郎君、違うわよ。それだとくっついている面の目も含んでしまっているわ。だから、くっついている面の目の和を引かなくてはだめね。

先生：花子さんの言う通りですね。太郎君もう一度、花子さんのヒントを参考に考えてみてください。

太郎：わかりました。先生、答えは(ウ) ですね。

先生：よくできました。表面の目の和を考えるときは、くっついている面の数に注意して考えるとよいですね。

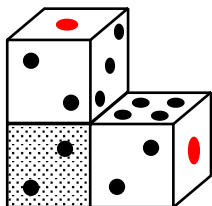
[問題2] 、、 に入る数字を答えなさい。

先生：それでは(図4)の続きをやりましょう。花子さん、さいころを振って下さい。

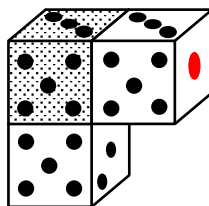
太郎：花子さんが投げたさいころの目は2だね。

花子：(図5)のように色のついたさいころの上に白いさいころをおいて、手前に180度回転させると(図6)のようになるわね。

(図5)



(図6)



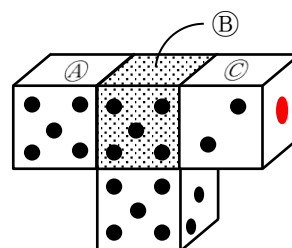
[問題3] (図6)のとき、さいころの表面の目の和を求めなさい。

先生：それでは、太郎君もう一度さいころを投げてください。

太郎：わかりました。先生の目が出ました。

花子：そうするとさいころは(図7)のようになるわね。

(図7)



[問題4] (1) に入るさいころの目の数をすべて答えなさい。

(2) ①、②、③のさいころの目の数を答えなさい。

[問題5] さいころを3回振ったとき、さいころの目が4、6、1の順で出たとき、表面の目の和はいくつになりますか。また、その求め方を説明しなさい。

先生：それでは、今度は逆の発想をしてみましょう。さいころを2回振って、表面の目の和が45になったとき、さいころの目の出方は何通りありますか。

太郎：難しいですね。どのように考えたらよいのですか。

先生：くっつく面の目を考えるとわかりやすくなると思いますよ。

[問題6] さいころを2回振ったとき、表面の目の和が45になった場合、さいころの目の出方は全部で何通りありますか。また、その考え方を書きなさい。