

摩擦係数の測定による「おむすびころりん」が実現可能であるかどうかの検証

第1チャレンジ番号： (※1)

(※1) 第1チャレンジ番号を必ず記入してください。
第1チャレンジ番号は、6月中旬頃参加申込者の自宅宛に郵送します。

氏名： 田上千笑

学校名又は卒業校名：京都教育大学附属桃山中学校 学 年：2

学校のある都道府県名：京都府 実験をした場所：自宅

共同実験者 (共同で実験を行った人がいる場合に記入してください。)

氏名：
田上大喜

学校名・学年：
京都教育大学附属高校・1年

実験課題に取り組んだ感想を書いてください。

こんなに長い間一つの実験をした事がなかったのでとても良い経験になりました。一番難しかったのは、たくさんした実験をまとめて分かりやすくレポートにする事です。たくさんのおむすびを転がすのはとても楽しかったです。

参加申込み、および実験レポート送付の際には、下のラベルを切り取り封筒に貼って宛名として利用することもできます。

参加申込書送付用ラベル

実験課題レポート提出用ラベル

〒192-0081
東京都八王子市横山町10-2 八王子SIAビル 2F
(株)教育ソフトウェア内
科学オリンピック共通事務局 物理チャレンジ係 行
(参加申込書在中)

〒162-8601
東京都新宿区神楽坂1-3 東京理科大学内
特定非営利活動法人
物理オリンピック日本委員会 行
(実験レポート在中)

(1) 実験の目的

昔から親まれている童話の一つである「おむすびころりん」では、おじいさんの落としたおむすびが後から追いかけるおじいさんの速度と同等もしくは速く転がり、彼をねずみの穴へと導く。しかしピクニックや遠足では、お弁当箱や手から落としたおむすびが「おむすびころりん」のように長時間転がるのを見た事が無い。本実験ではおむすびの摩擦係数とその実際の速度を求め、山道の斜面では「おむすびころりん」のおむすびはおじいさんに追いつかれることなく先に転がっていったのかを検証する。

(2) 実験手法

先に、実験の条件と異なる山道の斜面傾斜角度とおむすびの形状、おじいさんのおむすびを追いかけた速度を決める。

<条件1> 山道の斜面傾斜角度

斜面傾斜角度が急であればあるほど、おむすびにとっては早く転がる事ができるので、有利である。しかし、あまりにも急だとおじいさんが安全に追いかけることができない。では、おじいさんがおむすびを追いかけることができる最大斜面傾斜角度は何度なのか。

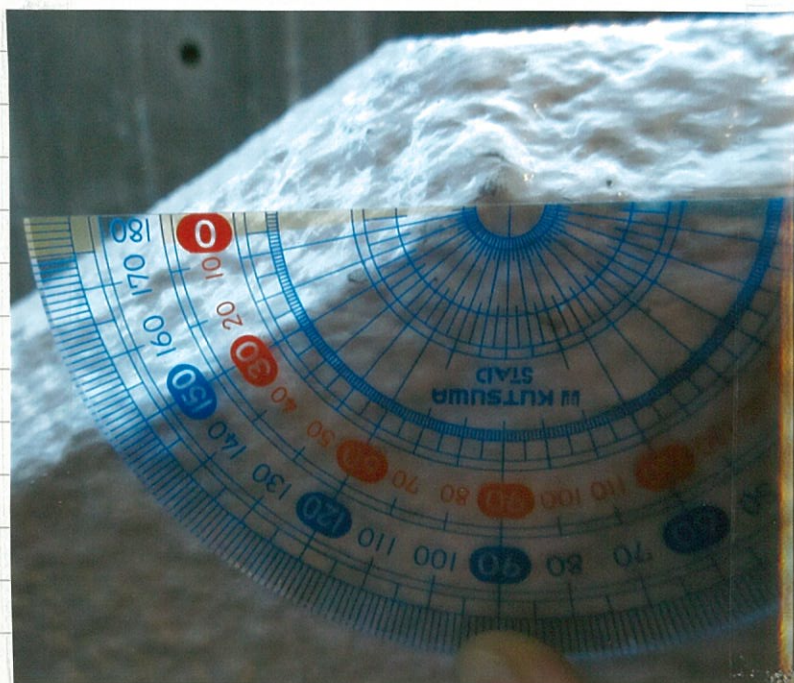
以下の条件により、山道の斜面傾斜角度は30度以内とする。

- 地表面が水平面に対し30度を超える角度をなす土地は法律上「崖」となる。(参考分献①)
- 富士山の最も急な登山道である富士宮ルートは勾配32.6%であり、これを平均傾斜角度に換算しても18.2度である。
〔(標高差÷水平距離)×100=勾配(%)〕(参考分献②、③)
- 「砂走り」と呼ばれる下山専用の道がある須走ルートの9合目から頂上への急な勾配で、ようやく平均傾斜角度30.6度。
(参考分献②、③)

↓
 実際におむすびを追いかけて走るのが、斜面傾斜角度30度を体感してみる。
 おそらくおじいさんの覆物であろうわらじをはく。



傾斜30度を実体験

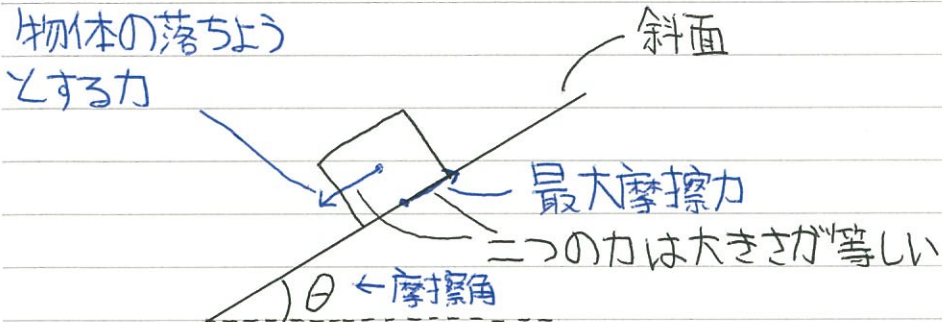


傾斜30度

とても歩ける状態ではない。この角度では人の助けがなければ、おじいさんは立つことすらできない。
 わらじは思っていたより滑るため、わらじの摩擦角を調べる。

実験1: わらじの摩擦角を調べる。

摩擦角: 斜面上に物体を乗せた際に、力を加えなくても物体が滑り出し
 てしまう時の角度。この時、静止摩擦力は最大となる。
 (参考文献④、⑤)



1. 目的

力を加えなくても滑り出してしまう最大静止摩擦力に達した時の角度である摩擦角を調べる。この摩擦角を超えてしまうと、おらじを覆いたおじいさんが山道でおむすびを追いかけていく時に滑ってしまう。

(もしくは、)一度ずつ変化する斜面上にのせたおらじの滑り出す角度を調べ、おらじの摩擦角を推定する。山道の斜面傾斜角度が摩擦角を超えないように設定しないと、おらじを覆いたおじいさんが山道でおむすびを追いかけていく時に滑ってしまう。

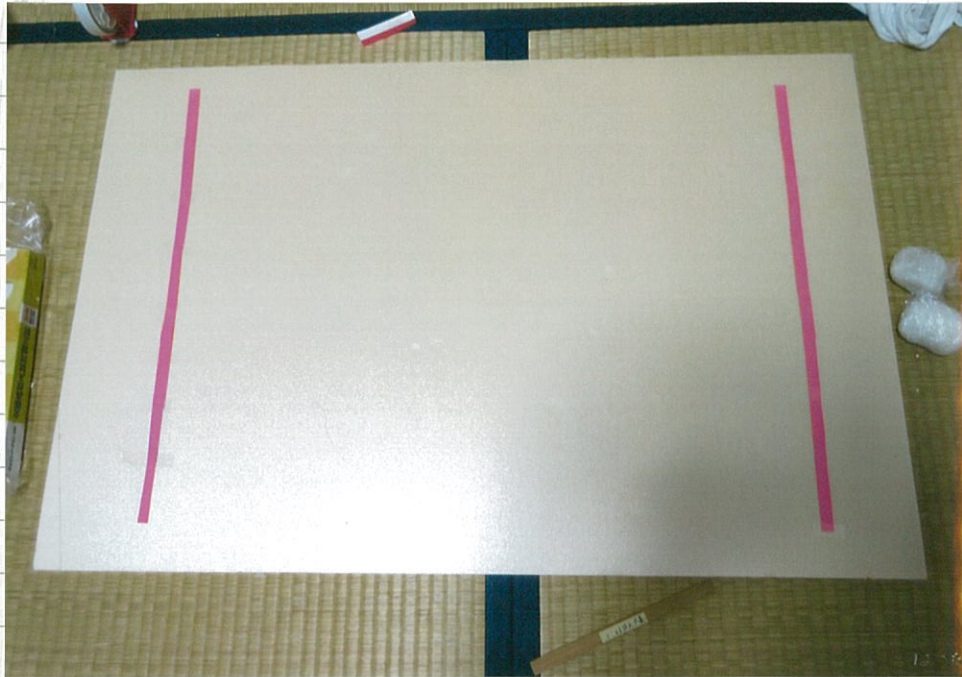
2. 実験器具

- 発砲ポリスチレンパネル(手頃で軽量であり、一定の強度を持つ)
- おらじ
- ふせん
- 分度器

3. 方法実験方法

- ①ふせんで発砲ポリスチレンパネルに印を付ける。
- ②おらじを開始位置(ふせんの印)の上に置く。
- ③パネルの端を手で持ちパネルと床の間で作られる傾斜角度を一度ずつ上げていき、おらじが滑り出す角度を調べる。

④開始位置から同じ様に角度を5回計測し、平均値で摩擦角を
求める。



ふせんで印を付けた発砲ポリスチレンパネル

4. 実験結果

5回ともあらかじの摩擦角は20度になった。

毎回同じ数値値が出たのは

- ・表面凹凸のないパネルを使ったこと
- ・同じ開始位置から測定したこと
- ・一度ずつ傾斜角度を上げていったこと

の3点が原因なのではないだろうか。

5. 考察

誤差が少なくなるように5回測定した。今回は凹凸の無いパネルを
使用したのだが、実際は山道は凸凹な道や滑りやすい道ばかりであ

るため、摩擦係数が大きく異なる可能性がある。よってこの結果は、あくまでも斜面が凹凸の無い道であればという仮定の数値にすぎない。

6. 結論

おじいさんは高齢であるが、毎日山へ芝刈り(木を切り)に行っているので健脚であると考えられる。したがって、わらじさえ滑らなければおじいさんがある程度急な勾配に慣れていると仮定すると、彼は山道の斜面でおむすびを追いかけることができる。
よって、山道の斜面傾斜角度はわらじが滑らない20度未満とする。

<条件2>おむすびの形状

おむすびの形状を、「おむすびころりん」の書籍10冊から調べる
(参考分冊①~⑩)

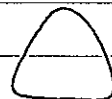
おむすびの形	数(個)	のりが付いているおむすびの数(個)
丸いおむすび	6個	1個
三角のおむすび	4個	2個
俵型のおむすび	1個	0個

上のグラフに書かれているように、おむすびの形状は丸型、三角型、俵型の3つであることが分かった。

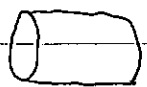
また、のりが付いているものもあったのでのりが付いている場合と付いていない場合の2通りで調べる。



丸型



三角型



俵型

おむすびの形状

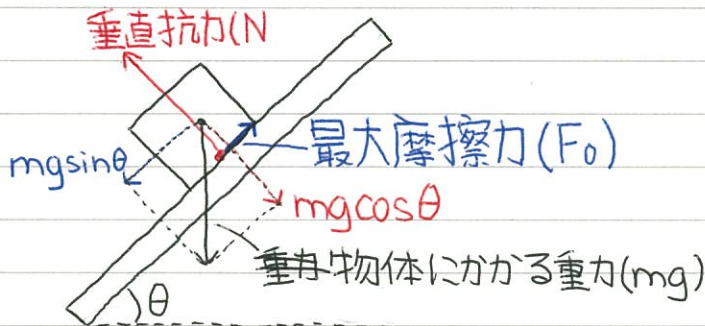
<条件3> おじいさんのおむすびを追いかける速度

私は科学部であり、普段から運動量が不足しているのが高年齢ではあるが毎日山登りをしている健脚なおじいさんと速る速度がほぼ同じになると考えた。そこで私がおむすびを追いかけていることを想定して、下を向きながら50mを走った。2度走るとタイムの平均は10秒08となった。計算をしやすいするために、タイムを10秒とすると、私とおじいさんは走る速度がほぼ同じなのでおじいさんのおむすびを追いかける速度は50m/10秒と設定することが出来る。

条件が決まったので、実験を行う。

実験2: おむすびの摩擦角と静止摩擦係数を調べる。

$$\text{静止摩擦係数 } (\mu) = \frac{\text{最大摩擦力の大きさ}(F_0)}{\text{垂直抗力の大きさ}(N)}$$



θ が摩擦角の場合

合同な三角形の利用から 垂直抗力 = $mg \cos \theta_0$
最大摩擦力 = $mg \sin \theta_0$ ということが分かる

$$F_0 = \mu N \text{ より } \mu = \frac{F_0}{N} = \frac{\text{最大摩擦力}}{\text{垂直抗力}} = \frac{mg \sin \theta_0}{mg \cos \theta_0} = \frac{\sin \theta_0}{\cos \theta_0} = \tan \theta_0$$

よって、静止摩擦係数 $\mu = \tan \theta_0$ となる

(参考文献④、⑤)

1. 目的

それぞれのおむすびの静止摩擦係数を調べ、どのおむすびが転がり易いのかを確認する。また、その時の摩擦角を調べることにより、今回の実験条件である斜面傾斜角度20度未満でもおむすびが転がるのかどうか、転がるのならば斜面傾斜角度が何度以上必要なのかを調べる。

2. 実験器具

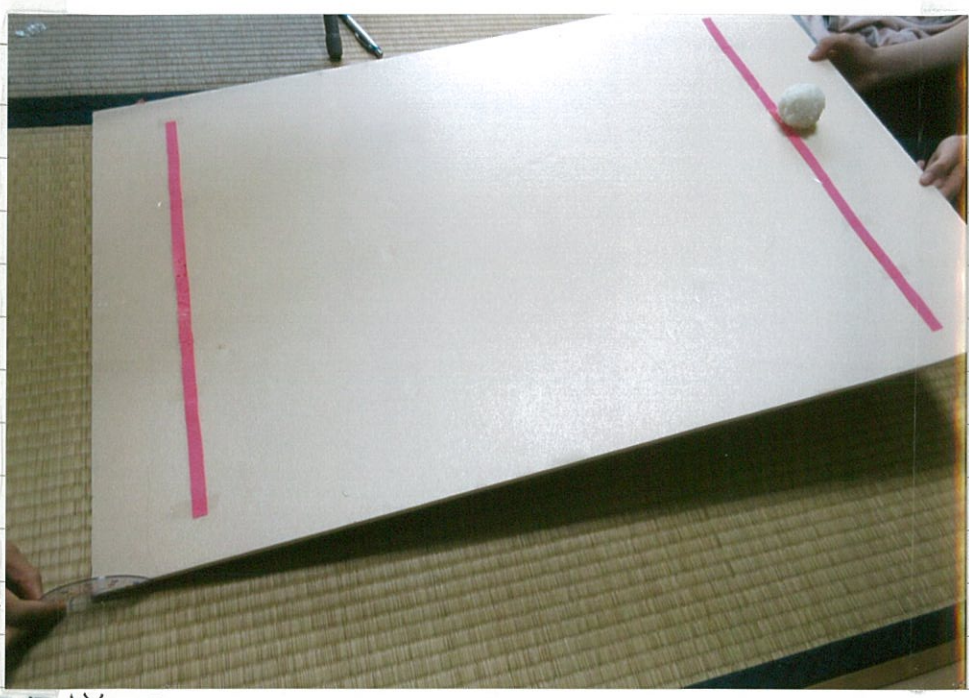
- ・発砲ポリスチレンパネル
- ・ふせん
- ・分度器

・おむすび → 三種類の形(丸型・三角型・俵型)で

ラップに包まれているもの、のりが付いているもの、のりもラップも付いていないものの三種類の状態を作る。また、それらのおむすびを60gのものと120gのものを作る(計18個)。

3. 実験手法方法

- ① ふせんで印(開始位置)を定めた発砲ポリスチレンパネルを用意する(実験1のものを使用する)。
- ② おむすびを開始位置に置く。
- ③ パネルの端を手で持ちパネルと床の間で作られる傾斜角度を一度ずつ上げていき、おむすびが滑り出す角度を調べる。
- ④ 開始位置から同じ様に角度を5回計測し、平均値で摩擦角を求める(平均値の小数点以下は四捨五入)。
- ⑤ 摩擦角から静止摩擦係数を計算し、転がりやすいおむすびを調べる。



分度器
で角度を
測定

実験の様子

4. 実験結果

形・大きさ	何も付けず	のり付き	ラップ付き
丸型	大	17度(0.31)	9度(0.16)
	小	19度(0.34)	19度(0.34)
三角型	大	26度(0.49)	24度(0.45)
	小	32度(0.62)	32度(0.62)
俵型	大	11度(0.19)	13度(0.23)
	小	15度(0.27)	15度(0.27)

おもすびの摩擦角(静止摩擦係数)

三角おもすびは全て摩擦角が20度以上になってしまったので、おもすびが転がらないことが分かった。丸型俵型は凹凸の無いパネル上ではあるが、童話通りおもすびが転がることが判明した。

5. 結論

おもすびが思っていた以上に転がったので「おもすびころりん」の候補であるおもすびが多数でてきた。次は転がったおもすびが、そ

その後おじいさんに追いつけなかったのがどうかを検証するために、おむすびの動摩擦力を調べてその値からおむすびの速度を調べる。

☆実験3: おむすびの摩擦角の原理を利用して、動摩擦係数を求めることにする。

$$\text{動摩擦係数 } \mu' = \frac{F'}{N} = \frac{\text{動摩擦力の大きさ}}{\text{垂直抗力の大きさ}}$$

動摩擦係数は静摩擦係数と同様に $\tan \theta$ で求める。

1. 目的

おむすびを平面上に置き、ばねばかりで平行に引っ張る時の値によって動摩擦力和動摩擦係数を調べようとしたが、おむすびの形が崩れてしまい、上手にできなかった。

そこで摩擦角の原理である、動摩擦力和物体が落ちようとしている力が等しくなった時の角度を測定し、その角度を利用して動摩擦係数を出すことにする。動摩擦力和物体が落ちる時の力が等しくなるのは、静摩擦が取り除かれて物体が動き始めたその時からである。したがってこの角度とは、斜面上に置かれた物体を少し指で押すことにより静摩擦を取り除いた時に、止まらずに最後までおむすびが転がった角度と考えられる。

2. 実験用具器具

- ・発砲ポリスチレンパネル
- ・スゼン
- ・分度器
- ・おむすび(実験2で使った18種類)

3. 実験方法

- ① ふせんて印巻(開始位置)を定めた発砲ポリスチレンパネルを用意する(実験1, 2のものを使用する)。
- ② おむすびを開始位置に置く。
- ③ パネルの端を手で持ち、床とパネルで作られる傾斜角度を一度ずつ上げていき、おむすびを指で少し押し、止まらずに最後まで転がった時の角度を調べる。
- ④ 開始位置から同じ様に角度を5回計測し、摩擦角を出す。
(平均値の小数点以下は四捨五入)
- ⑤ 計測した角から動摩擦係数を計算する。

4. 実験結果

おむすびの形		向も付かず	のり付き	ラップ付き
丸型	大	9度(0.16)	7度(0.12)	6度(0.11)
	小	7度(0.12)	10度(0.18)	5度(0.09)
三角型	大	11度(0.19)	13度(0.23)	12度(0.21)
	小	9度(0.16)	10度(0.18)	6度(0.11)
俵型	大	3度(0.05)	5度(0.09)	4度(0.07)
	小	3度(0.05)	9度(0.16)	3度(0.05)

動摩擦力と物体が落ちようとしている力が等しくなった時の角
(動摩擦係数)

5. 考察

おむすびは手作りであり、面によって転がり易さに違いが出てしまうので誤差を少なくするために5回測定をし、平均値を求めた。これで正確な動摩擦係数が出ているかどうかは不明。

6. 結論

得られた動摩擦係数から以下の結論が出た。おじいさんがおむすびに迫りつけるのかがどうかを検証する。

<考え方>

1. 物体が斜面を落ちようとする力を求める

$$\text{物体が落ちる力} = \sin\theta_0 mg$$

$$\text{重力摩擦力} = \text{動摩擦係数} \times \text{垂直抗力} (\cos\theta_0 mg)$$

この際 θ_0 (摩擦角)で計算を試みる。もしこの角度でもおじいさんがおむすびに追い付けないのであれば、これ以上低い角度でおむすびは転がらないので、おじいさんはおむすびに追いつけないものとする。この際 g (重力加速度)を 9.8m/s^2 とする。

2. (1)で求めた力を重さで割り、加速度(m/s^2)を求める。

ニュートンの第二法則 (運動の法則)に

$$F = ma / \text{力} = \text{重さ} \times \text{加速度} \text{ という式がある。}$$

力は(1)で求め、重さは大のおむすびで 0.12kg 、小のおむすびで 0.06kg あるので、加速度が計算できる。

3. (2)で求めた加速度をもとに、おむすびの速さとおじいさんの速さの間に方程式を作る。

おむすびは加速度 m/s^2 である等加速度直線運動になるので、移動距離は:

$$\text{移動距離} = \frac{1}{2} a (\text{加速度}) \times \text{時間}^2 \dots \textcircled{1}$$

という公式で分かる。

おじいさんの速度は実験の条件より、 5m/s 。

車立ち上がるのに3秒かかるかかるとすると、おじいさんの移動距離は

$$5 \times (\text{時間} - 3) = \text{移動距離} \dots \textcircled{2}$$

となる。

時間を x (秒)とし、①・②の方程式を作ると、

$$\frac{1}{2} a x^2 = 5(x - 3)$$

となる。

a の値は分かっているので、 x に関する2次方程式となり、解は出てくる。

この際 α の角解がない、あるいは $\alpha < 3$ の時におじいさんはおむすびに追いつけない。
もしおじいさんがおむすびに追いつけた場合1度ずつ代入し、何度までおじいさんがおむすびに追いつけたのかを考~~え~~る求める。

なお、この時摩擦係以外の抵抗は考えないものとし、斜面の傾斜角度と摩擦は常に一定であるとする。

結論2. 「おむすびころりん」が可能かどうか。

おむすびの形・大きさ		何も付けず	のり付き	ラップ付き
丸型	大	12度から○	○	○
	小	○	○	○
三角型	大	×	×	×
	小	×	×	×
俵型	大	○	○	○
	小	○	○	○

・それぞれのおむすびの摩擦角から斜面傾斜角度20度までを検証したものが上のグラフである。

これらのことから、

- ・摩擦角が20度以上の三角型のおむすびは、転がらないので「おむすびころりん」は実現しないこと
 - ・120g(大)の丸型の何も付いていないおむすびは、12度未満だとおじいさんが追いついてしまうこと
- の2つが分かる。

よって、凹凸の無いパネルだと「おむすびころりん」は実現可能である。次は実際におむすびの速さを測定することによって、上記の考~~え~~方と実際の数値が合っているかどうかを検証する。

実験4: 斜面傾斜角度が摩擦角と一致する場合の、一定区間のおむすびの速さを測定する。

1. 目的

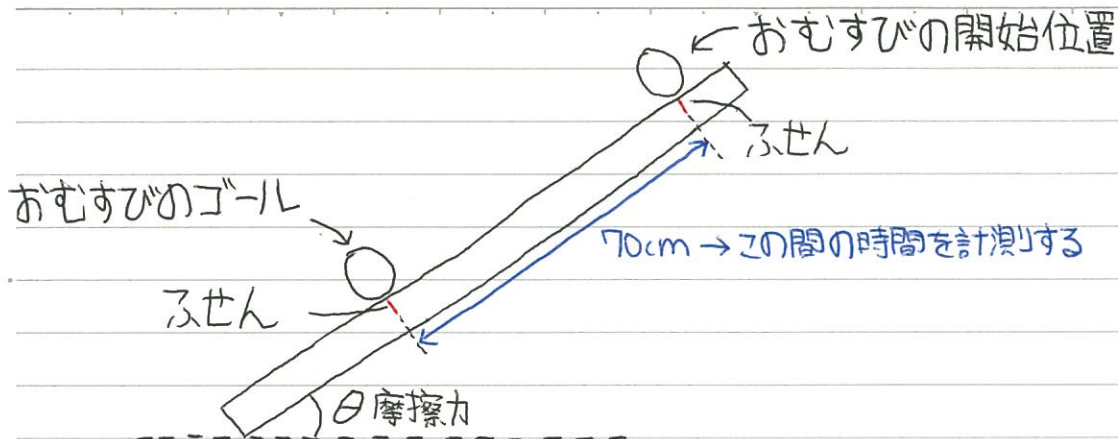
実験2・実験3から、計算上では数種類のおむすびで「おむすびころりん」が実現可能であることが判明した。その数値が実際のおむすびの速さと合っているのかを実験で確認する。

2. 実験器具

- ・発砲ポリスチレンパネル
- ・ふせん
- ・分度器
- ・ストップウォッチ
- ・おむすび(実験2・実験3で使った18種類)

3. 実験方法

- ① ふせんで印(開始位置)を定めた発砲ポリスチレンパネルを用意する(実験1・2・3のものを使用する)。
- ② 開始位置の70cm下にふせんで印(ゴール)をつける。
- ③ おむすびを開始位置に置く。
- ④ パネルの端を手で持ちパネルと床の間で作られる傾斜角度を一度ずつ上げて行く。
- ⑤ おむすびが転がり出した瞬間から、ゴールまで転がる時間を計測する。
- ⑥ 開始位置から同じ様に角度時間を5回計測し、70cm区間の平均時間を求める。(平均値の小数点以下は四捨五入)
0.01秒



<考え方>

実験と同様の方法で「おむすび」の加速度を求める。

(式) 移動距離 = $\frac{1}{2} \times \text{加速度} \times \text{時間}^2$ を

$$\text{時間} = \sqrt{2 \times \frac{\text{移動距離}}{\text{加速度}}} \text{ と変形させる (時間} > 0 \text{)}.$$

この時間 実験の移動距離は 0.7(m) なので、

$$\text{時間} = \sqrt{\frac{1.4}{\text{加速度}}} \text{ となる。}$$

4. 実験結果

実際に測定した 70cm 区間の平均 (秒)

おむすびの形・大きさ	のり付き	ラップ付き	何も付かず	
丸型	大	0.92	0.65	0.74
	小	0.97	0.83	0.68
三角型	大	0.75	0.95	1.38
	小	0.73	0.97	0.73
俵型	大	0.76	0.95	1.10
	小	0.80	0.87	0.70

計算で出した70cm区間の平均時間(実際との誤差)

おむすびの形・大きさ		のり付き	ラップ付き	何も付けず
丸型	大	1.23秒(+0.31秒)	0.96秒(+0.31秒)	0.62秒(-0.12秒)
	小	0.97秒(誤差なし)	0.87秒(+0.03秒)	0.84秒(+0.16秒)
三角型	大	0.88秒(+0.13秒)	0.88秒(-0.07秒)	0.76秒(-0.62秒)
	小	0.63秒(-0.10秒)	0.75秒(-0.22秒)	0.62秒(-0.11秒)
俵型	大	0.91秒(+0.15秒)	0.77秒(-0.17秒)	0.77秒(-0.33秒)
	小	0.83秒(+0.03秒)	0.91秒(+0.04秒)	0.78秒(+0.08秒)

5. 考察

計算上の数値と実際の数値との誤差が想像以上に大きかった。開始位置に置くおむすびを^①の面によって速度が違ってくることや、ストップウォッチを押すタイミングが^②影響したのではないだろうか。また、^③三角形は最初滑ったものもあったのでその影響が出て差が比較的大きくなったのだと考えられる。

6. 結論

なるべく誤差の無いように5回ずつ測ったが、計算上の数値と実際の数値には誤差があり、それが少し大きく出たものもあった。次は凹凸の無いパネルでなく山道に近い芝生を使って実験する。

実験5: 山道に似た芝生を使って実験2,3と同様におむすびを転がす実験を行い、その際の静止摩擦係数と動摩擦係数を求め、芝生の上でもおむすびころりんは実現可能なのかを検証する。

1. 目的

凹凸の無いパネルの上では数種類のおむすびころりんが可能であった。パネルの上は山道に似た状態である芝生を置いた場合でもおむすびが転がるのかを調べる。

2. 実験器具

- ・発砲ポリスチレンパネル
- ・分度器
- ・ふせん
- ・芝生(正方形)
- ・おもすび(実験2と同様の・3で使った8種類)

3. 実験方法

- ① ふせんで印(開始位置)を定めた発砲ポリスチレンパネルを用意し、その70cm下にもふせんで印(ゴール)を定める(実験4のものを使用する)。
- ② おもすびを開始位置に置く。
- ③ パネルの端を手で持ち、パネルと床の間で作られる傾斜角度を一度ずつ上げていく。
- ④ おもすびが転がり出した瞬間から、ゴールまで転がる時間を計測する。
- ⑤ 開始位置から同じ様に時間を5回計測し、70cm区間の平均時間を求める(平均値の小数点以下は四捨五入)。

←考え方→



実験に使用した芝生

4. 実験結果①

おむすびの摩擦角(静止摩擦係数)

おむすびの形・大きさ		何も付けず	のり付き	ラップ付き
丸型	大	10度(0.18)	13度(0.23)	14度(0.25)
	小	13度(0.23)	15度(0.27)	15度(0.26)
三角型	大	26度(0.49)	14度(0.25)	15度(0.26)
	小	20度(0.36)	18度(0.32)	17度(0.31)
俵型	大	10度(0.18)	12度(0.21)	10度(0.18)
	小	12度(0.21)	18度(0.32)	19度(0.18)

3. 実験方法②: 実験3と同様にして、動摩擦係数を出す。

- ① 実験4で使った発砲ホリスチレンパネルの上に開始位置とゴールの印に合うように芝生を置く。
- ② おむすびを芝生の開始位置に置く。
- ③ パネルの端を手で持ち、床とパネルで作られる傾斜角度を一度ずつ上げていき、おむすびを指で押し押し、止まらずに最後まで転がった時の角度を調べる。
- ④ 開始位置から同じように角度を5回計測し、摩擦角を出す。
(平平均値の小数点以下は四捨五入)
- ⑤ 計測した角から動摩擦係数を計算する。

4. 実験結果②

動摩擦係数と物体が落ちようとしている角度が等しかった時の角度
(動摩擦係数)

おむすびの形・大きさ		何も付けず	のり付き	ラップ付き
丸型	大	7度(0.12)	7度(0.12)	7度(0.12)
	小	8度(0.14)	6度(0.11)	6度(0.11)
三角型	大	9度(0.16)	9度(0.16)	6度(0.11)
	小	11度(0.19)	10度(0.18)	7度(0.12)
俵型	大	5度(0.09)	7度(0.12)	5度(0.09)
	小	7度(0.12)	6度(0.11)	5度(0.09)

5. 考察

おもすびは手作りなので面によって他の実験と同じ様に転がり易さに違いが出る。その誤差を少なくするために測定を5回して平均値を求めた。

6. 結論

芝生の斜面による静止摩擦係数と動摩擦係数が計算できた。実験4と同じ様に、次はこれらを使って導いた一定区間の速さが、実際の速さと同じなのかがどうかを検証する。

実験6: 斜面傾斜角度が摩擦角と一致する場合の、一定区間のおもすびの速さを測定する。

1. 目的

実験4までは、凹凸の無いパネルを使用した場合、計算上出した摩擦角と一致する斜面に置いたおもすびの一定区間の速さは、実際に計った数値と異なっていた。だから今回も計算上数値と実際の数値の間に誤差が無いのがどうかを検証する。

2. 実験器具

- ・発砲ポリエチレンパネル
- ・ふせん
- ・芝生
- ・分度器
- ・ストップウォッチ
- ・おもすび(実験2, 3, 4, 5で使った18種類)

3. 実験方法

- ① 実験4.5で使った発砲ポリスチレンパネルの上に、開始位置とゴールの印に合うように芝生を置く。
- ② おむすびを芝生の上の開始位置に置く。
- ③ パネルの端を手で持ち、パネルと床の間で作られる傾斜角度を一度ずつ上げていく。
- ④ おむすびが転がり出した瞬間から、ゴールまで転がる時間を計測する。
- ⑤ 開始位置から同じ様に時間を計測し、70cm区間の平均時間を求める(平均値の小数点以下は四捨五入)。
0.01秒

4. 実験結果

実際に計測した70cm区間の平均時間(秒)

おむすびの形・大きさ		何も付けず	のり付き	ラップ付き
丸型	大	2.33	1.31	1.21
	小	2.12	1.03	0.75
三角型	大	1.20	1.00	1.15
	小	1.28	1.05	1.22
俵型	大	1.53	1.18	1.28
	小	1.44	1.00	1.24

計算で出した70cm区間の平均時間(実際との誤差) 単位は秒

おむすびの形・大きさ		何も付けず	のり付き	ラップ付き
丸型	大	1.66(-0.67)	1.18(-0.13)	1.09(-0.12)
	小	1.29(+0.83)	0.96(-0.04)	0.96(+0.21)
三角型	大	1.60(+0.40)	1.29(+0.29)	0.96(-0.26)
	小	0.97(-0.47)	1.03(+0.02)	0.91(-0.31)
俵型	大	1.28(-0.25)	1.29(+0.08)	1.28(誤差なし)
	小	1.29(-0.15)	0.83(-0.17)	1.28(+0.44)

5. 考察

今回の実験から、誤差を無くす大変さを改めて体感した。開始地点に置くおむすびの面によって速度が違ったり、ストップウォッチを押すタイミングが再度影響したのではないだろうか。思っていたより、計算上の数値と実際の数値の誤差が大きかった。

6. 結論

できるだけ誤差の少ないように5回ずつ測ったが、計算上の数値と実際の数値に誤差があった。今回の結果をふまえて芝の上でも「おむすびころりん」の話が可能かどうか検証し、最後の結果とする。

芝の上でも「おむすびころりん」が可能かどうか。

おむすびの形と大きさ		何も付かず	のり付き	ラップ付き
丸型	小	11.9度から50	○	○
	大	○	○	○
三角型	小	13.9度から50	○	○
	大	○	○	○
俵型	小	○	○	○
	大	○	○	○

それぞれのおむすびの摩擦角から斜面傾斜角度20度までを検証したものである。

- ・丸型大の何も付いていないおむすびは、11.9度未満だとおじいさんが追いついてしまう。
- ・三角型大の何も付いていないおむすびでも、13.9度未満だとおじいさんが追いついてしまう。

(3) 総括

「おむすびころりん」のようにおむすびがコロコロと転がり、それにおじいさんが追いつくことができないというのは実現可能である。

表面が滑らかなパネルでも凹凸のある芝生でも「おむすびころりん」は実現可能だった。

この実験をする前はそのような場面を見たことが無かったので、転がるおむすびにおじいさんが追いつけないというのは不可能だと思っていた。しかし実験をしたどのおむすびでも必ず「おむすびころりん」が成立する条件があることが検証できてとても驚いている。また、摩擦を小さくするために用意した発砲ポリスチレンパネルよりほとんどの場合で芝生の方が摩擦係数が小さかったのは私にとっては大きな発見だった。今までに今こんなに長い期間に渡って自分の疑問を検証することは無かったのでとても楽しかった。次、このような機会があれば、今回減らすことができなかった誤差を最少限にする方法を考えようと思う。

(4) 参考資料

- ① おむすびころりん (はじめてのめいさくえほん) 岩崎書店 (2000/05) いもとようこ
- ② おむすびころりん 金の星社 (2007/12) いもとようこ
- ③ おむすびころりん (世界名作ファンタジー-22) ポプラ社 (1988/1/13) 平田 昭吾 中本 力
- ④ おむすびころりん (絵本・日本むかし話) 偕成社 (1967/06) よだじゅんいち
- ⑤ おむすびころりん (松谷みよ子むかしむかし) 童心社 (2006/12) 松谷みよ子
- ⑥ おむすびころりん (日本昔ばなしアニメ絵本 (10)) 永岡書店 (1998/03) 佐々木昇
- ⑦ よみきかせ日本昔話 おむすびころりん 講談社 (2012/2/24) 令丈 ヒロ子 真珠 まりこ
- ⑧ おむすびころりん (はじめてのめいさくしかけえほん) 学習研究社 (1998/07) すがわらけいこ
- ⑨ おむすびころりん (日本名作おはなし絵本) 小学館 (2009/6/1) 富安 陽子、しらかた みお
- ⑩ みんなでやろう おむすびころりん PHP 研究所 (2002/09) さくらともこ
- ⑪ <http://law.e-gov.go.jp/htmlldata/S37/S37SE016.html> 電子政府の相談窓口 E-Gov
- ⑫ <http://www.fujisan-climb.jp/index.html> 富士山オフィシャルサイト
- ⑬ <http://www.fujisanpo.com/> 富士さんぽ
- ⑭ 理解しやすい物理 文英堂 (2013/3)
- ⑮ 視覚でとらえるフォトサイエンス 物理図録 数研出版
- ⑯ これでわかる基礎反復問題集 物理 文英社 (2013/8)
- ⑰ 名門の森 物理」力学・熱・波動 I 河合出版 (2014/3)
- ⑱ すきになる高校物理 学研教育出版 (2011)
- ⑲ 物理レベル別問題集 3 上級編 東進ブックス (2014/12)
- ⑳ <http://wakarivasui.sakura.ne.jp/> わかりやすい高校物理の部屋
- ㉑ <http://fnorio.com/index.htm> FNの高校物理

(5)共同実験者と役割分担

本人 第一チャレンジ番号 1533019 田上 千笑
京都教育大学附属桃山中学校 2年

- 全ての実験の実施、及びデータ採集を一緒に行う。
- 書籍10冊からおむすびの形状を調査する。
- 山道の斜面傾斜角度の調査
- 実験に使われたおむすび全て(540個)をにぎる。
※清潔なパネルの上で行われた実験のおむすびは全て、
実験後美味しく頂きました。

共同実験者 第一チャレンジ番号 1533018 田上大喜
京都教育大学附属高校 1年

- 全ての実験の実施、及びデータ採集を一緒に行う。
- 実験2.5 静止摩擦係数を求める。
- 実験3.5 摩擦角の原理を利用して、動摩擦係数を求める。
- 実験3.6 動摩擦係数からおむすびころりんが可能などうか
の実証。
- 実験4.6 動摩擦係数から一定区間のおむすびの速さを求める。