

おじいさんはおむすびに追いつけたのか！？

## おむすびころりん徹底検証！！

同志社中学校 3年D組 2番 池田はるな

### ・研究の動機

以前、私が公園の坂の上でお弁当を食べていたとき、ラップに包んだおむすびを落としてしまった。おむすびは、坂をコロコロと転がっていったが、追いかけた私は数秒後には無事捕まえることができた。そのとき、昔話の「おむすびころりん」を思い出した。私は、おむすびに追いつくことができたが、おじいさんは本当におむすびに追いつけなかったのだろうか？…と思い、この研究テーマに設定した。

### ・研究の方法・内容とその結果・考察

この研究を進めるにあたって、以下の事柄を条件とする。

- ・坂には石ころなどの障害物がなく、また、草などが生えていない、傾斜が一定の滑らかな斜面とする。
- ・おむすびが地面に落ちたときのエネルギーは考慮しないもの（つまり、おむすびが転がり始めるときの初速はゼロ）とする。
- ・おむすびは穴の方向へ必ず転がるものとする。
- ・おじいさんはおむすびが転がっていったことに気づき必ず追いかけるものとし、また、こけることがないとする。

1. おむすびが坂を転がる時間を実際におむすびを転がして求めてみる。また、坂の傾斜は $5^{\circ}$ 、 $8^{\circ}$ 、 $11^{\circ}$ のいずれか、おむすびの形は球、俵、三角形のいずれかであったと仮定する。

### 《実験 A》

おじいさんがおむすびを落としてしまった地点から、ねずみのいる穴までの距離を 10m、おむすびの質量を 100g として考える。

- ① 木の板を坂と見立てる。板の長さは 1.95m であったので、考えやすいように 1.9m の位置に目印のラインを引く。そうすると、坂の距離は実際の 1.9/10 となるので、おむすびの質量も 1.9/10 である 19g で作る。
- ② 球、俵、三角形の 3 種類のおむすびを作る。まず、お米を 19g ずつ量り、それぞれの形に整えていく。次に、おむすびをラップでキャンディのように包む。※写真①
- ③ 板の傾斜をアップル社のアプリ、「コンパス」で測る。※写真② 板の端を図鑑などで持ち上げて坂を作る。
- ④ 各傾斜ごとにそれぞれのおむすびを 5 回ずつ転がしていく。また、その様子を板全体が画面に収まるようにしてビデオで撮影する。
- ⑤ ④のビデオをアップル社のアプリ、「iMovie」で手からおむすびが離れた瞬間から 1.9m の目印のラインを越した瞬間までに短縮する。短縮した後のビデオの時間が 0.1 秒単位まで表示されるので、それをおむすびが坂を転がる時間として記録する。

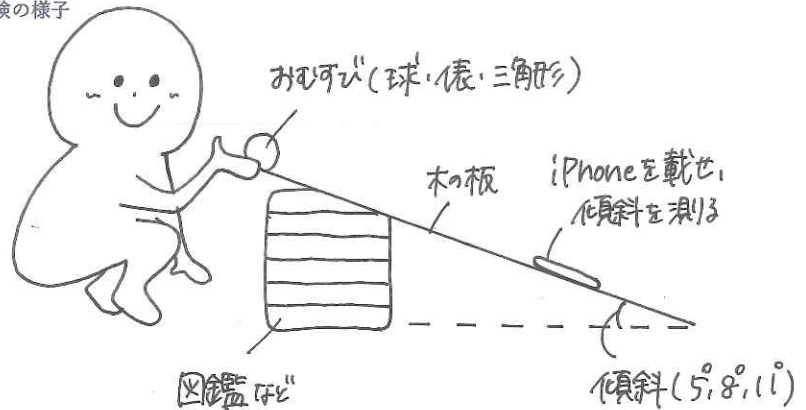
写真①



写真②



実験の様子



## 《実験結果》

実験 A 結果 (秒)

おむすびの形		1	2	3	4	5	平均
球	5°	3.8	3.9	4.3	4.2	3.9	4.02
	8°	2.8	2.8	2.8	3.1	2.8	2.86
	11°	2.3	2.2	2.2	2.3	2.2	2.24
俵	5°	3.2	3.3	3.3	3.2	3.3	3.26
	8°	2.3	2.3	2.4	2.3	2.3	2.32
	11°	1.8	1.9	1.8	1.8	1.9	1.84
三角形	5°	4.8	4.9	4.6	4.6	4.4	4.66
	8°	2.5	2.8	2.7	3.1	2.8	2.78
	11°	2.5	3.5	2.3	3	3.1	2.88

おむすびは、どんどん速くなりながら坂を転がっていった。少し跳ねながら転がっていきときもあった。

実験結果からおむすびが 10m の坂を転がる時間を求める。

物体が坂を転がるときの時間を求めるにはどうしたら良いのかと調べていると、次のような法則を使って求めることができるようになった。

【等加速度直線運動の公式】  $X$ =距離  $V_0$ =初速度  $T$ =時間  $A$ =加速度

$X = V_0T + 1/2AT^2$  この実験の場合、初速度は 0 なので、 $X = 1/2AT^2$  となる。

実験の距離と求めたそれぞれの平均の時間を代入し、まず加速度を求める。

例：おむすびの形が球で坂の傾斜が 5° のとき

$$X = 1/2AT^2 \rightarrow A = 2X/T^2 \quad X = 1.9, T = 4.02 \text{ を代入} \quad A = 2 \times 1.9 / 4.02^2 = 0.2351$$

次に、求めた加速度を用いて坂を転がる時間を求める。

例：おむすびの形が球で坂の傾斜が 5° のとき

$$X = 1/2AT^2 \rightarrow T = \pm \sqrt{2X/A} \quad T > 0 \text{ より } T = \sqrt{2X/A} \quad X = 10, A = 0.2351 \text{ を代入}$$

$$T = \sqrt{2 \times 10 / 0.2351} = 9.22$$

よって、球の形のおむすびが傾斜 5° の 10m の坂を転がる時間は 9.22 秒

このように計算すると、それぞれ以下のようになった。

おむすびが10mの坂を転がる時間(秒)

	5°	8°	11°
球	9.22	6.56	5.14
俵	7.48	5.32	4.22
三角形	10.69	6.38	6.61

では、穴までの距離が20mや30mになるとおむすびが転がる時間はどのように変化するだろうか。

$T = \sqrt{2X/A}$  より、加速度が等しい場合、距離が2倍になると時間は $\sqrt{2}$ 倍、3倍になると $\sqrt{3}$ 倍になることが分かる。従って、20mのときの時間は上の表の値を $\sqrt{2}$ 倍に、30mは $\sqrt{3}$ 倍にして以下に示す。

おむすびが20mの坂を転がる時間(秒)

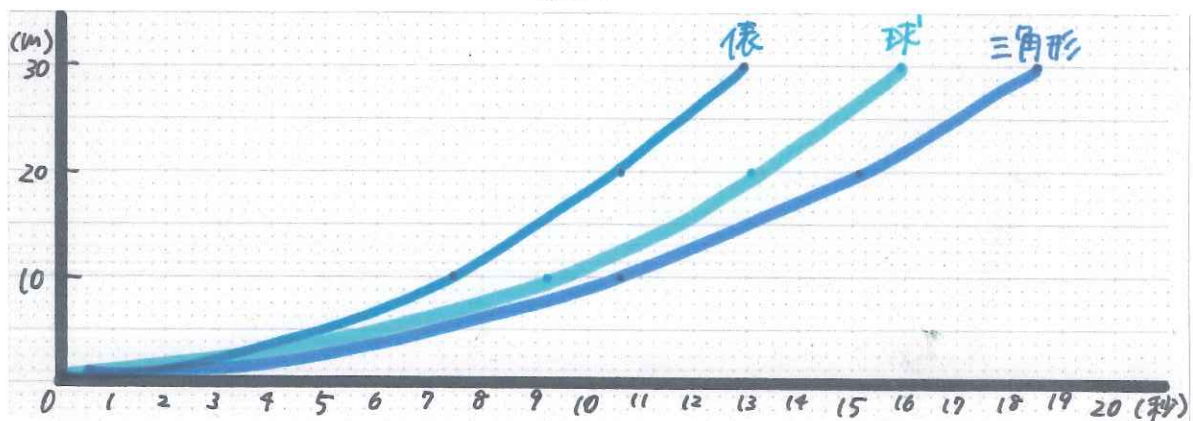
	5°	8°	11°
球	13.04	9.28	7.27
俵	10.58	7.52	5.97
三角形	15.12	9.02	9.35

おむすびが30mの坂を転がる時間(秒)

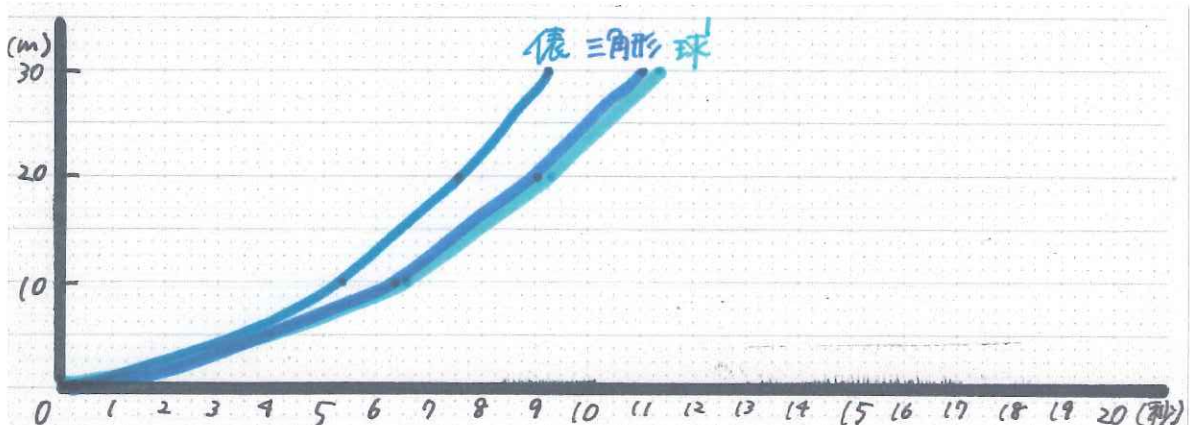
	5°	8°	11°
球	15.97	11.36	8.9
俵	12.96	9.21	7.31
三角形	18.52	11.05	11.45

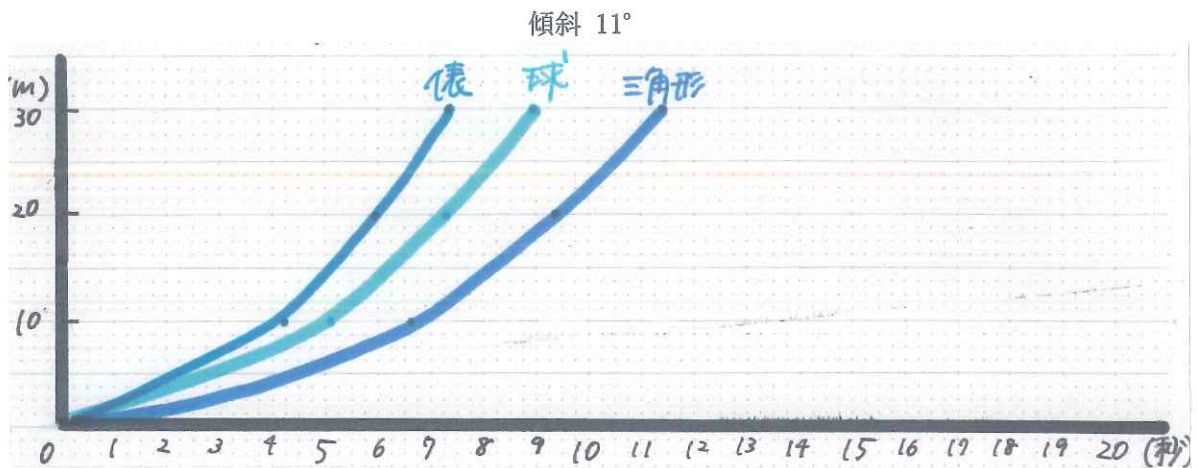
穴までの距離を縦軸に、おむすびが転がる時間を横軸にとり、上の計算結果を坂の傾斜別にグラフに表した。

傾斜 5°



傾斜 8°





どの傾斜の時も俵型が最も早く転がっていったことが分かる。

2. おじいさんが坂を走る時間を実際に坂を走ってみて求める。また、おじいさんの年齢は 60, 65, 70 歳のいずれかであったと設定する。

### 《実験 B》

- ① 毛糸を 30m の長さに切り、10m ごとに印をつける。
- ② 坂を探し、傾斜を測る。傾斜の測り方は、実験 A の③と同じように「コンパス」のアプリを使用する。坂を見つけたら、①の毛糸を坂に貼り付ける。
- ③ スタートのラインにつま先を合わせ、坂をおじいさんになった気持ちで走る。その様子をスタートから 30m の地点までが画面に収まるようにしてビデオで撮影する。
- ④ ③のビデオを実験 A の⑤と同じようにして「iMovie」で 10m, 20m, 30m の 3 種類に短縮する。短縮した後のビデオの時間を記録する。

※今回の実験では、 $3^\circ$ ,  $5^\circ$  の坂 30m と  $11^\circ$  の坂 10m (30m は取ることができなかった) を私と父が走った。  
( $8^\circ$  の坂は見つけることができなかった)

### 《実験結果》

$3^\circ$ の坂を走る時間 (秒)				$5^\circ$ の坂を走る時間 (秒)				$11^\circ$ の坂を走る時間 (秒)	
	10	20	30		10	20	30		10
私	3.7	6.3	8.9	私	3.4	5.5	7.4	私	3.5
父	3.1	5.7	8.1	父	3.2	5.7	8.5	父	3.2
平均	3.4	6	8.5	平均	3.3	5.6	7.95	平均	3.35

坂を走るとどんどん止まれなくなり、スピードを落とそうとしてブレーキをかけようとした。従って、人間が坂を走るのはおむすびとは違って走るスピードに限界があると分かった。

実験結果の平均をグラフにまとめると以下のようなになった。 $11^\circ$  の 20m, 30m の値は  $3^\circ$ ,  $5^\circ$  の結果を参考にグラフを延長させて書いた。

傾斜に伴うおじいさんが坂を走る時間 (秒)



おじいさんの走る時間は、傾斜が変わってもあまり変化しないことが分かる。

→そこで、坂の傾斜が変わってもおじいさんの走る時間は変わらないものと仮定し、 $3^\circ$ 、 $5^\circ$ 、 $11^\circ$ の平均の値(以下)とする。また、これを60歳のおじいさんの走る時間とする。

60歳のおじいさんが坂を走る時間 (秒)

	10	20	30
平均	3.35	5.8	8.23

次に、65、70歳のおじいさんの走る時間は60歳のおじいさんの何倍になるのかをまず求めたい。そこで、フルマラソンの平均タイムを用いて考える。60歳と70歳のタイムはネット上で見つけたのだが、65歳のタイムは見つけることができなかった。60歳と70歳の平均タイムの合計÷2とする。

[フルマラソンの平均タイム]

60歳…4時間44分 65歳…4時間48分 70歳…4時間52分

タイムは、65歳は60歳の1.0141倍、70歳は1.0282倍となっていることが分かった。

これを用いて、実験Bで求めた60歳のおじいさんの走る時間の値から65、70歳の走る時間を求めると以下のようになった。

おじいさんが坂を走る時間 (秒)

	10	20	30
60	3.35	5.8	8.23
65	3.4	5.88	8.35
70	3.44	5.96	8.46

3. おじいさんはおむすびに追いつくことができたのか、できなかったのかを検証する。また、おじいさんがおむすびが転がっていったと気付いて走り出すのが、おむすびが転がり始めてから何秒後であったかということも含めて検証していく。

○はおじいさんがおむすびに追いつく場合、×は追いつかない場合とし穴までの距離・坂の傾斜別に表にまとめた。



4. おむすびの質量を 200g, 300g にする。

200g

実験 A 結果 (秒)

おむすびの形		1	2	3	4	5	平均
球	5	3.2	3.5	3.1	3.2	3.3	3.26
	8	2.4	2.2	2.1	2.1	2.1	2.18
	11	1.8	1.7	1.9	1.8	1.8	1.8
俵	5	3.4	3.5	3.4	3.4	3.6	3.46
	8	2.2	2.3	2.2	2.3	2.2	2.24
	11	2.5	2	2	1.9	1.8	2.04
三角形	5	4	4.2	4.3	3.9	3.9	4.06
	8	3.1	3.2	3.3	2.8	3.2	3.12
	11	2.2	2.3	2.8	2	2.7	2.4

200g おむすびが 10m の坂を転がる時間 (秒)      おむすびが 20m の坂を転がる時間 (秒)      おむすびが 30m の坂を転がる時間 (秒)

	5	8	11
球	7.48	5	4.13
俵	7.94	5.14	4.68
三角形	9.31	7.16	5.51

	5	8	11
球	10.58	7.07	5.84
俵	11.23	7.27	6.62
三角形	13.17	10.13	7.79

	5	8	11
球	12.96	8.66	7.15
俵	13.75	8.9	8.11
三角形	16.13	12.4	9.54

穴までの距離 10m 傾斜 5° 質量 200g

	1	2	3	4	5	6
	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70
球	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
俵	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
三角形	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

穴までの距離 20m 傾斜 5° 質量 200g

	1	2	3	4	5	6	7	8
	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70
球	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
俵	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
三角形	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

穴までの距離 30m 傾斜 5° 質量 200g

	1	2	3	4	5	6	7	8
	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70
球	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
俵	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
三角形	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

穴までの距離 10m 傾斜 8° 質量 200g

	1	2	3	4
	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70
球	○ ○ ○	× × ×	× × ×	× × ×
俵	○ ○ ○	× × ×	× × ×	× × ×
三角形	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	× × ×

穴までの距離 20m 傾斜 8° 質量 200g

	1	2	3	4	5
	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70
球	○ ○ ○	× × ×	× × ×	× × ×	× × ×
俵	○ ○ ○	× × ×	× × ×	× × ×	× × ×
三角形	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	× × ×

穴までの距離 30m 傾斜 8° 質量 200g

	1	2	3	4	5
	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70
球	× × ×	× × ×	× × ×	× × ×	× × ×
俵	× × ×	× × ×	× × ×	× × ×	× × ×
三角形	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	× × ×

穴までの距離 10m 傾斜 11° 質量 200g

	1	2	3
	60:65:70	60:65:70	60:65:70
球	× × ×	× × ×	× × ×
俵	○ ○ ○	× × ×	× × ×
三角形	○ ○ ○	○ ○ ○	× × ×

穴までの距離 20m 傾斜 11° 質量 200g

	1	2
	60:65:70	60:65:70
球	× × ×	× × ×
俵	○ ○ ○	× × ×
三角形	○ ○ ○	× × ×

穴までの距離 30m 傾斜 11° 質量 200g

	1	2
	60:65:70	60:65:70
球	× × ×	× × ×
俵	× × ×	× × ×
三角形	○ ○ ○	× × ×

300g

実験 A 結果 (秒)

おむすびの形		1	2	3	4	5	平均
球	5	3.6	3.5	3.8	4	3.3	3.64
	8	2.2	2.3	2.2	2.1	2.4	2.24
	11	2	1.9	1.9	2.1	1.9	1.96
俵	5	3.4	3.4	3.5	3.6	3.4	3.46
	8	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.18
	11	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.88
三角形	5	4.3	4.6	5.1	4.1	5.2	4.66
	8	3.6	3.2	3.1	3.2	3.4	3.3
	11	2.9	2.7	2.7	2.8	2.7	2.76

300g

おむすびが 10m の坂を転がる時間 (秒)

	5	8	11
球	8.35	5.14	4.5
俵	7.94	5	4.31
三角形	10.69	7.57	6.33

おむすびが 20m の坂を転がる時間 (秒)

	5	8	11
球	11.81	7.27	6.36
俵	11.23	7.07	6.1
三角形	15.12	10.71	8.95

おむすびが 30m の坂を転がる時間 (秒)

	5	8	11
球	14.46	8.9	7.79
俵	13.75	8.66	7.46
三角形	18.52	13.11	10.96



穴までの距離 10m 傾斜 5° 質量 300g

	1	2	3	4	5	6	7	8
	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70
球	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ × ×	○ × ×	○ × ×	○ × ×
俵	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ × ×	○ × ×	○ × ×	○ × ×
三角形	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ × ×

穴までの距離 20m 傾斜 5° 質量 300g

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70
球	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ × ×	○ × ×	○ × ×	○ × ×	○ × ×
俵	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ × ×	○ × ×	○ × ×	○ × ×	○ × ×
三角形	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ × ×	○ ○ ○	○ × ×

穴までの距離 30m 傾斜 5° 質量 300g

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70
球	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ × ×	○ × ×	○ × ×	○ × ×	○ × ×
俵	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ × ×	○ × ×	○ × ×	○ × ×	○ × ×	○ × ×
三角形	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ × ×

穴までの距離 10m 傾斜 8° 質量 300g

	1	2	3	4	5
	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70
球	○ ○ ○	○ × ×	○ × ×	○ × ×	○ × ×
俵	○ ○ ○	○ × ×	○ × ×	○ × ×	○ × ×
三角形	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ × ×

穴までの距離 20m 傾斜 8° 質量 300g

	1	2	3	4	5
	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70
球	○ ○ ○	○ × ×	○ × ×	○ × ×	○ × ×
俵	○ ○ ○	○ × ×	○ × ×	○ × ×	○ × ×
三角形	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ × ×

穴までの距離 30m 傾斜 8° 質量 300g

	1	2	3	4	5
	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70
球	○ × ×	○ × ×	○ × ×	○ × ×	○ × ×
俵	○ × ×	○ × ×	○ × ×	○ × ×	○ × ×
三角形	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ × ×

穴までの距離 10m 傾斜 11° 質量 300g

	1	2	3
	60:65:70	60:65:70	60:65:70
球	○ ○ ○	○ × ×	○ × ×
俵	○ × ×	○ × ×	○ × ×
三角形	○ ○ ○	○ ○ ○	○ × ×

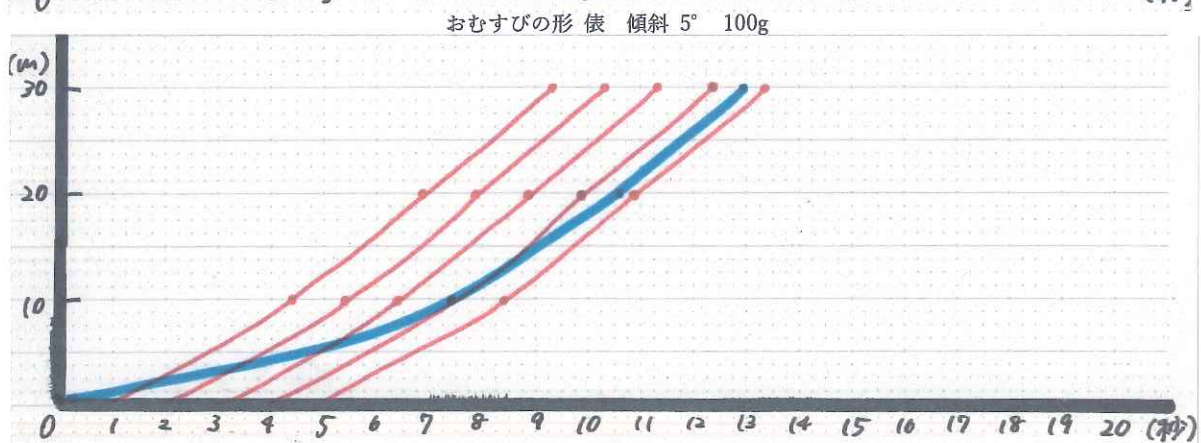
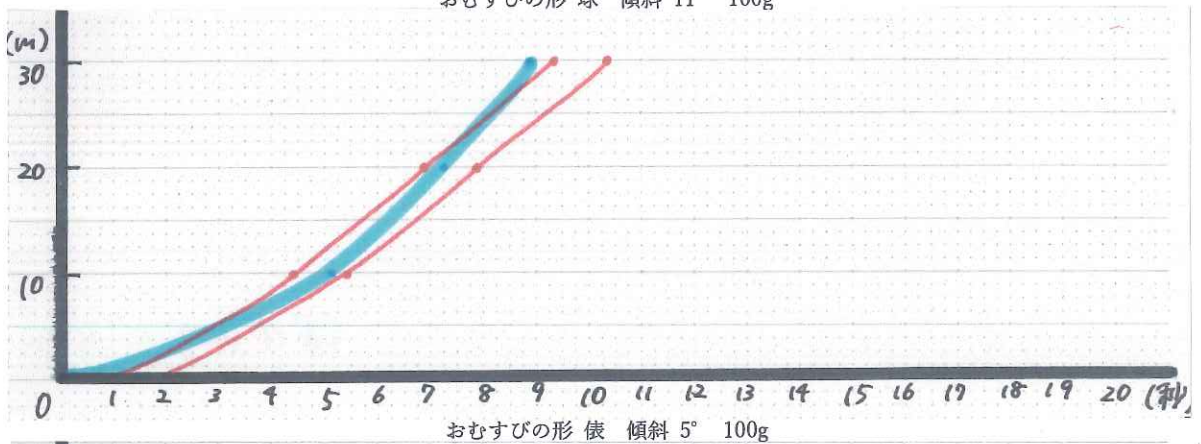
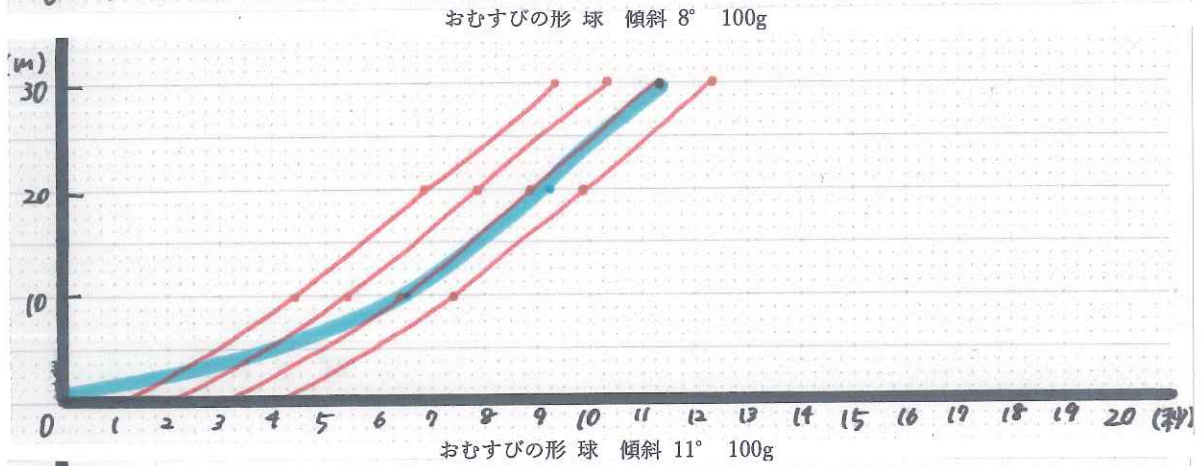
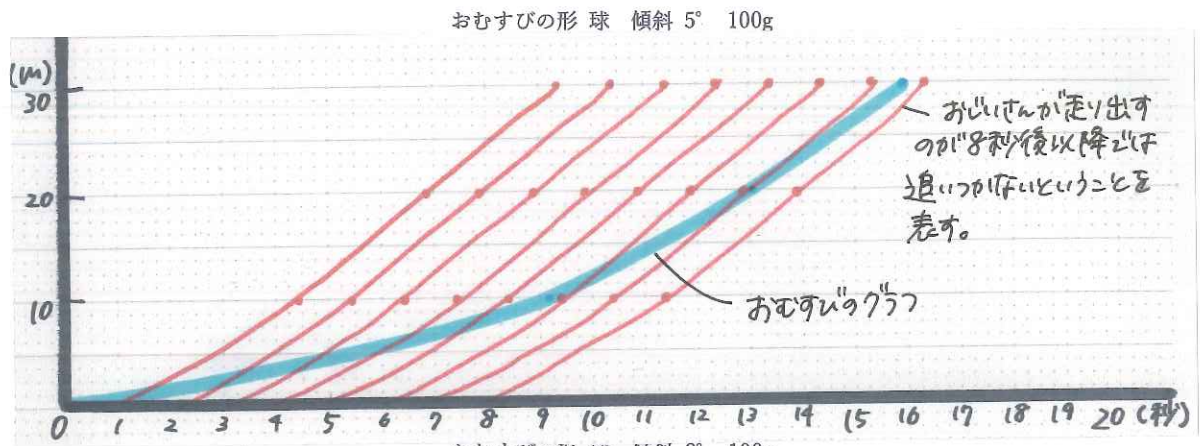
穴までの距離 20m 傾斜 11° 質量 300g

	1	2	3	4
	60:65:70	60:65:70	60:65:70	60:65:70
球	○ × ×	○ × ×	○ × ×	○ × ×
俵	○ × ×	○ × ×	○ × ×	○ × ×
三角形	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ × ×

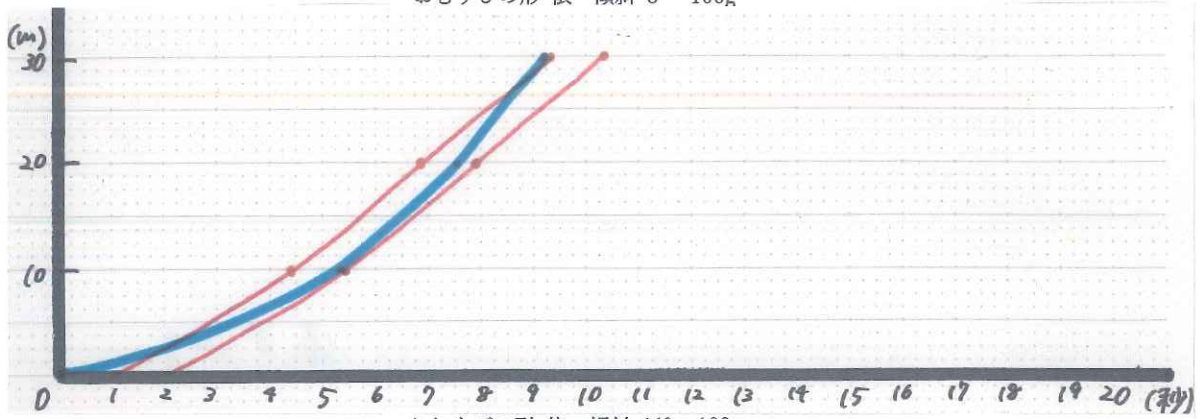
穴までの距離 30m 傾斜 11° 質量 300g

	1	2	3
	60:65:70	60:65:70	60:65:70
球	○ × ×	○ × ×	○ × ×
俵	○ × ×	○ × ×	○ × ×
三角形	○ ○ ○	○ ○ ○	○ × ×

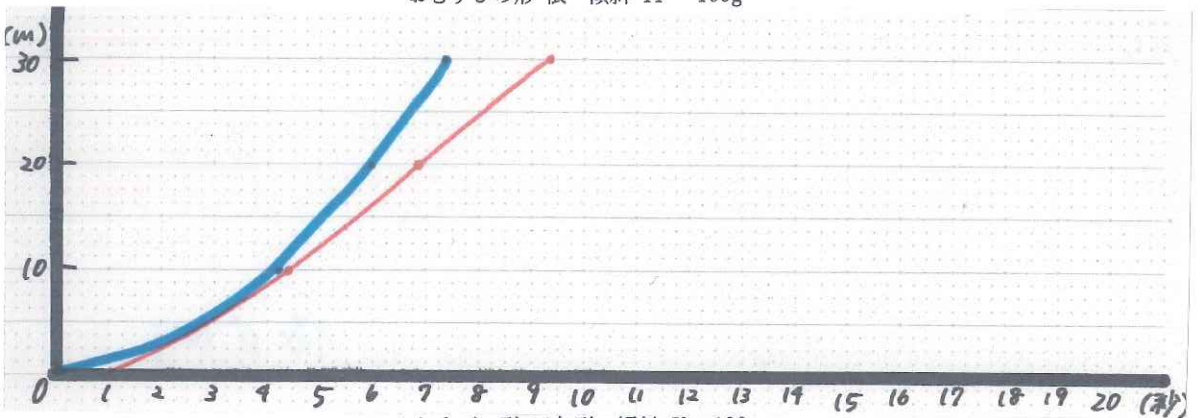
穴までの距離を縦軸に、おむすびが転がる時間、おじいさんが走る時間を横軸にとって前ページの検証結果をおむすびの形、坂の傾斜別にグラフに表した。また、おじいさんの年齢によるおむすびに追いつく場合、追いつかない場合の差はあまり無いと分かったので、65歳のおじいさんの値のみグラフに表した。



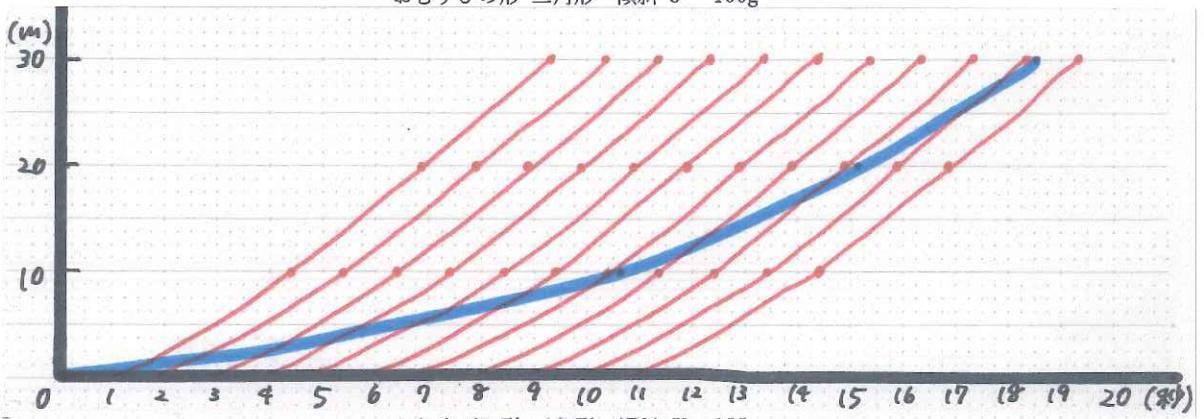
おむすびの形 俵 傾斜 8° 100g



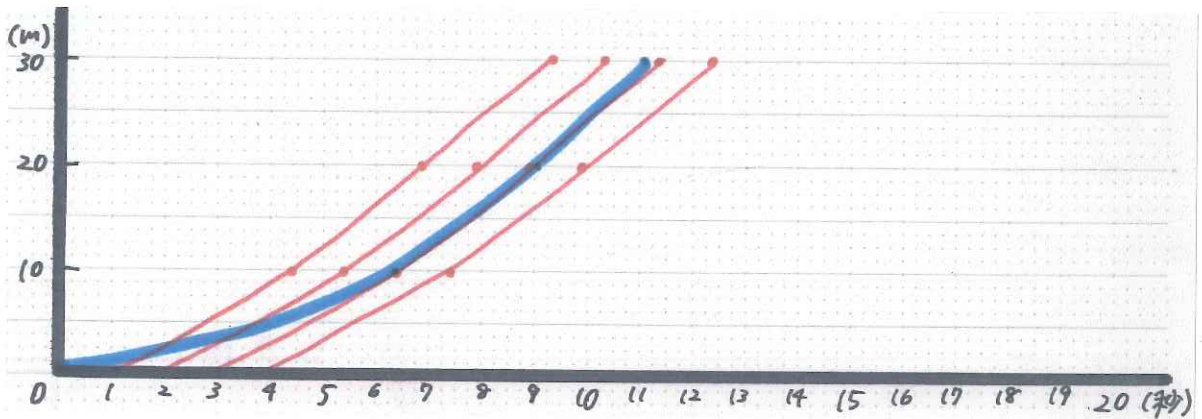
おむすびの形 俵 傾斜 11° 100g



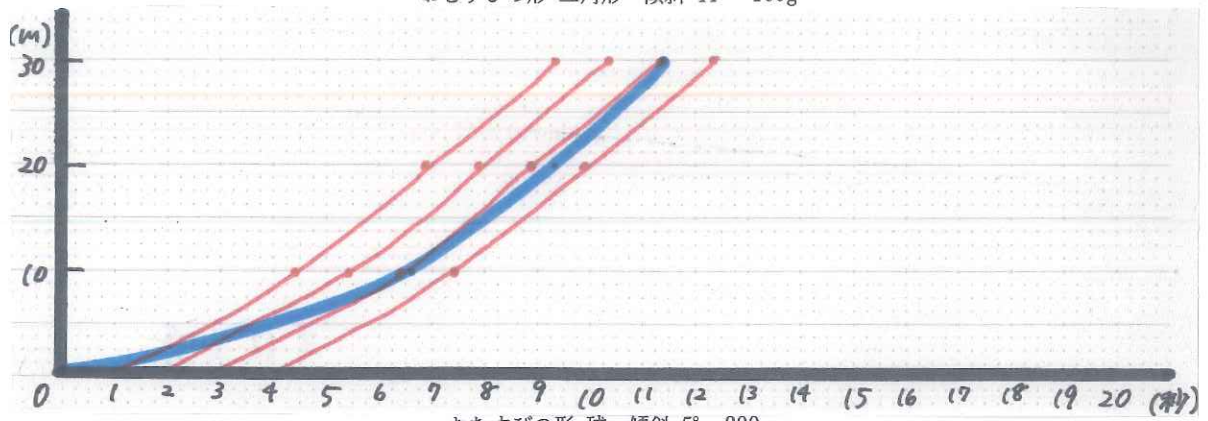
おむすびの形 三角形 傾斜 5° 100g



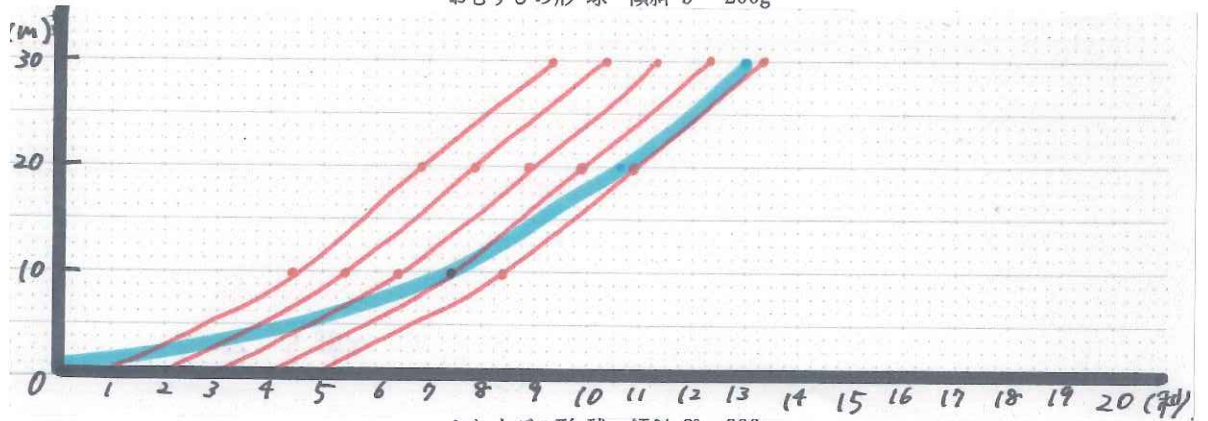
おむすびの形 三角形 傾斜 8° 100g



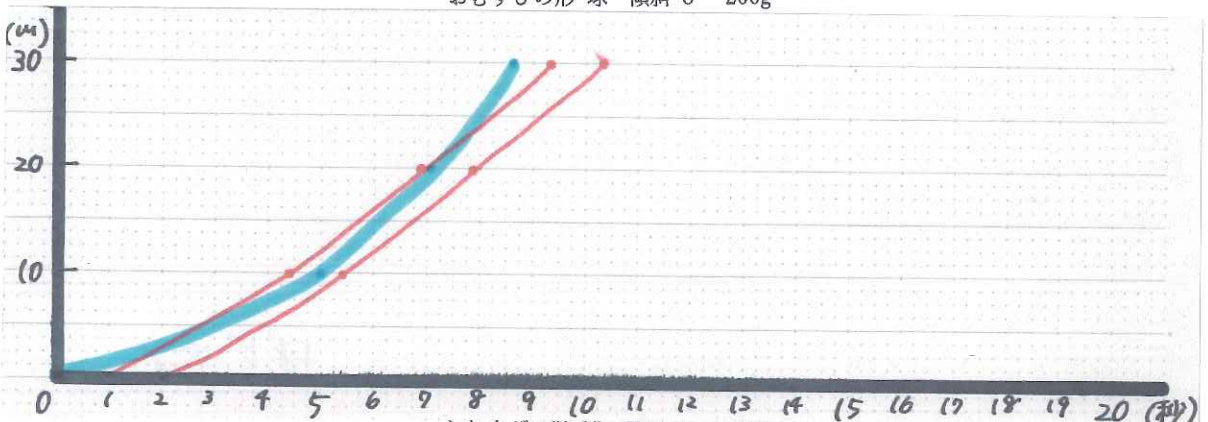
おむすびの形 三角形 傾斜 11° 100g



おむすびの形 球 傾斜 5° 200g

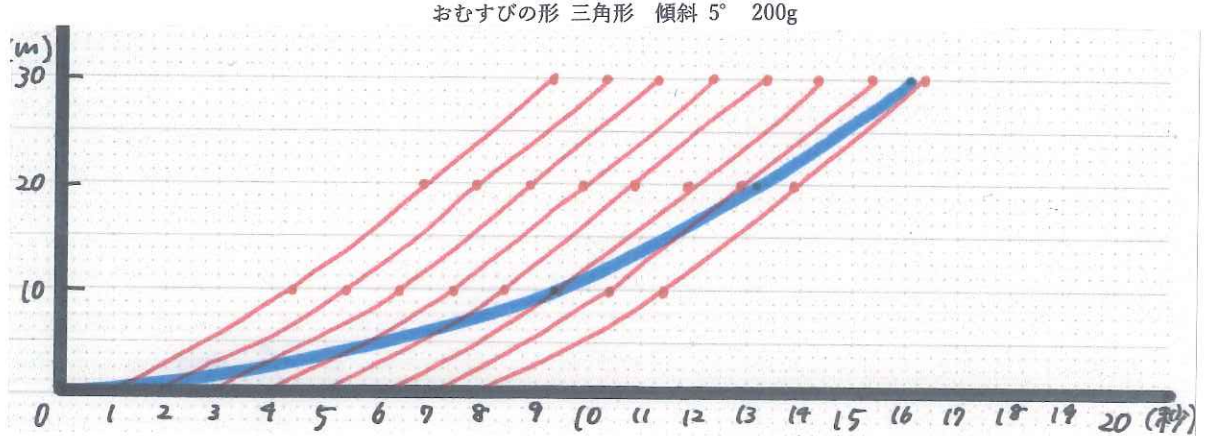
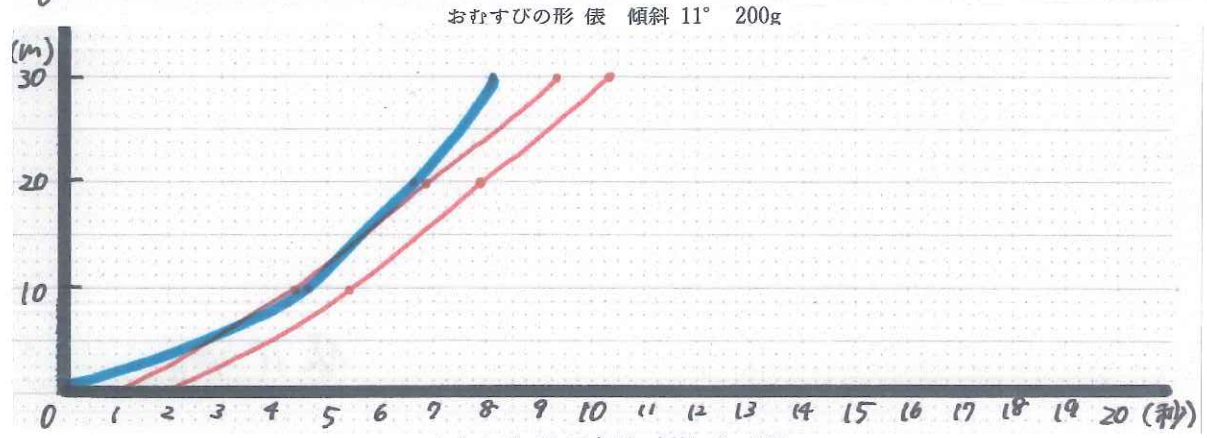
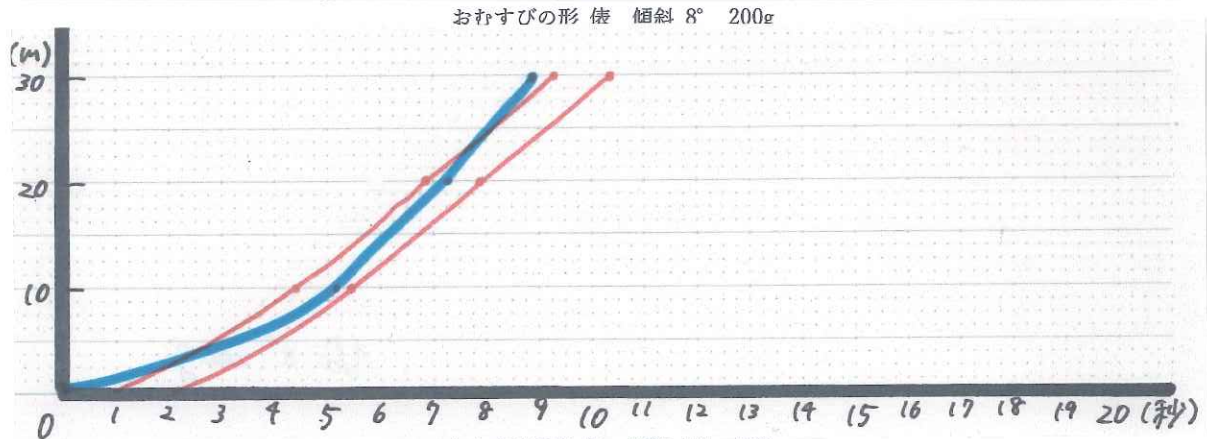
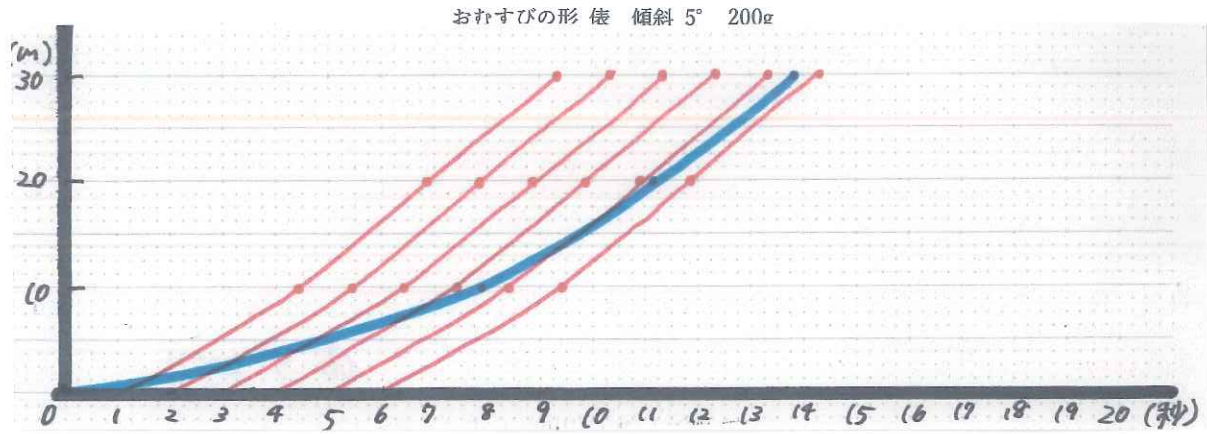


おむすびの形 球 傾斜 8° 200g

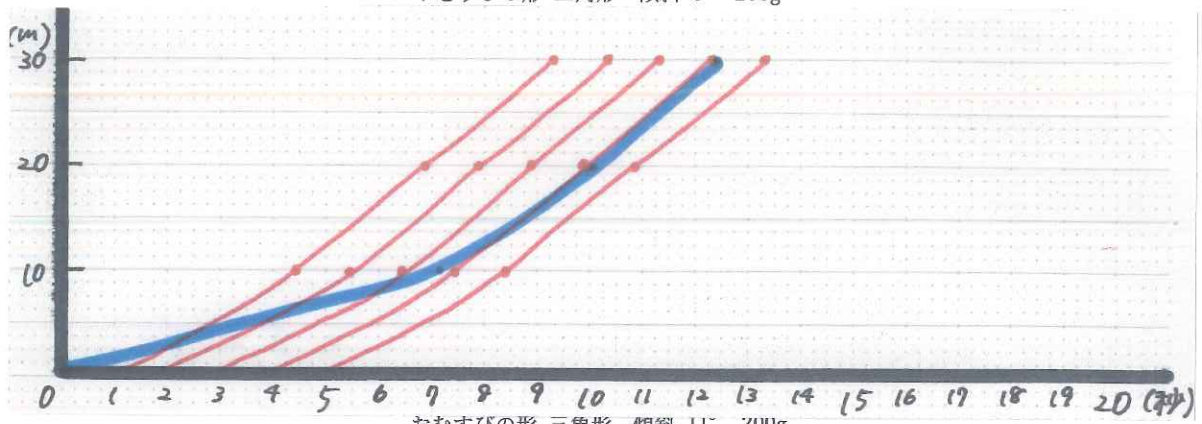


おむすびの形 球 傾斜 11° 200g

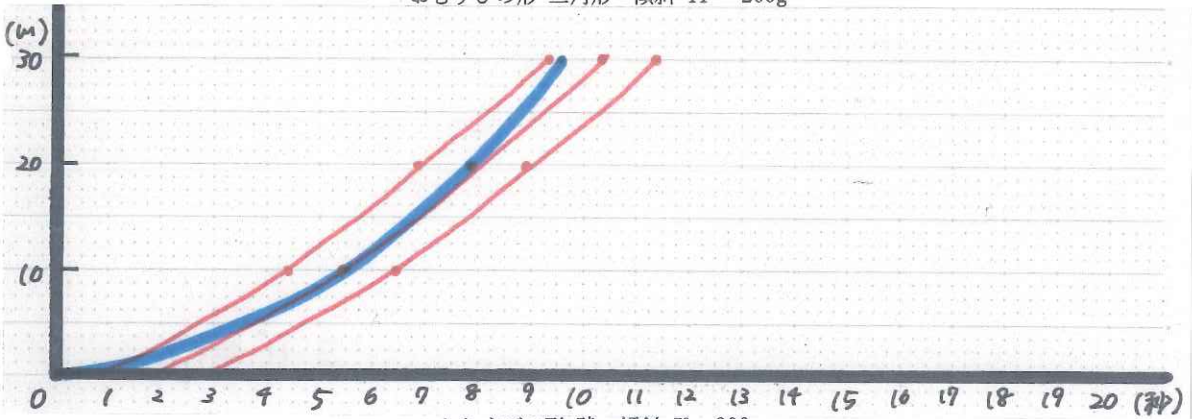




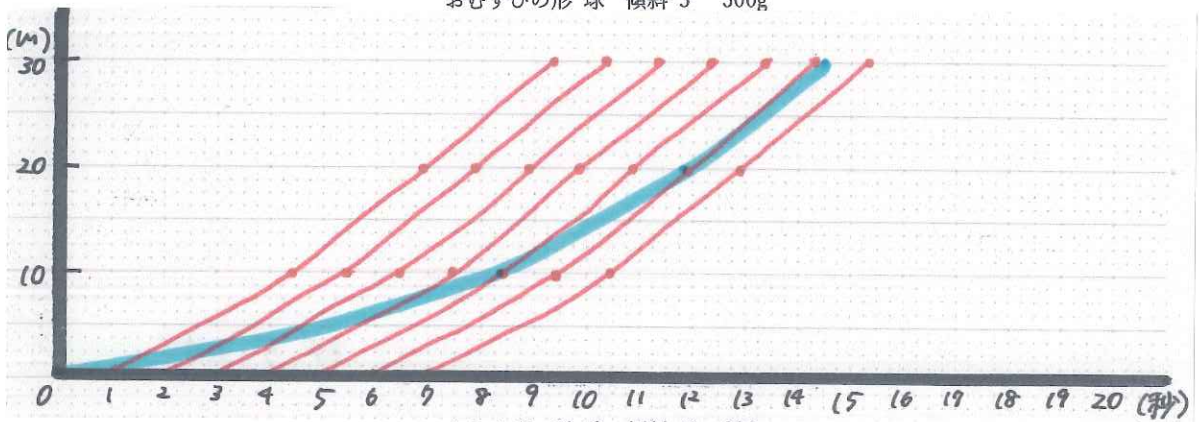
おむすびの形 三角形 傾斜 8° 200g



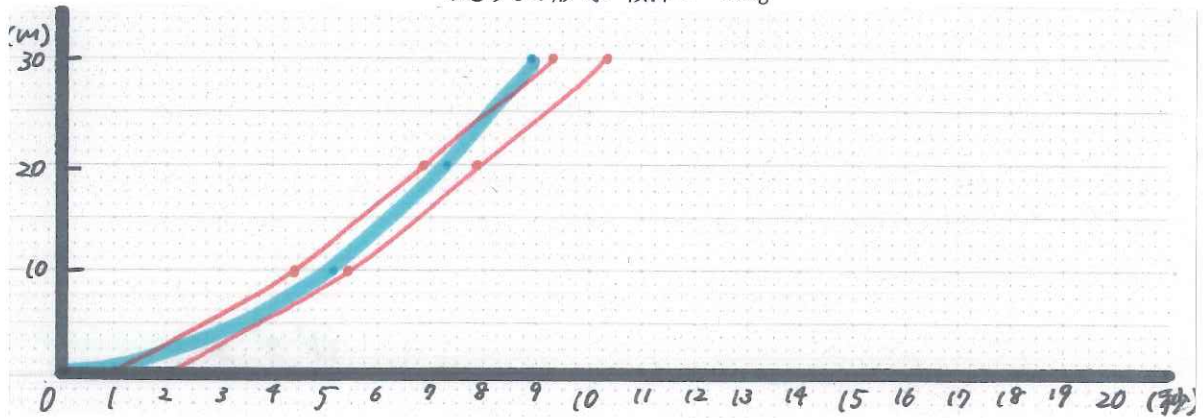
おむすびの形 三角形 傾斜 11° 200g



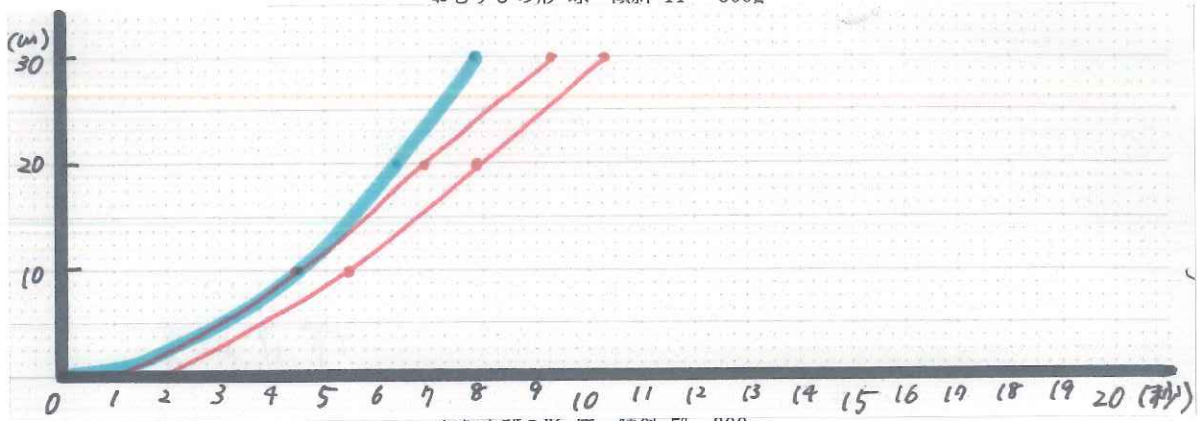
おむすびの形 球 傾斜 5° 300g



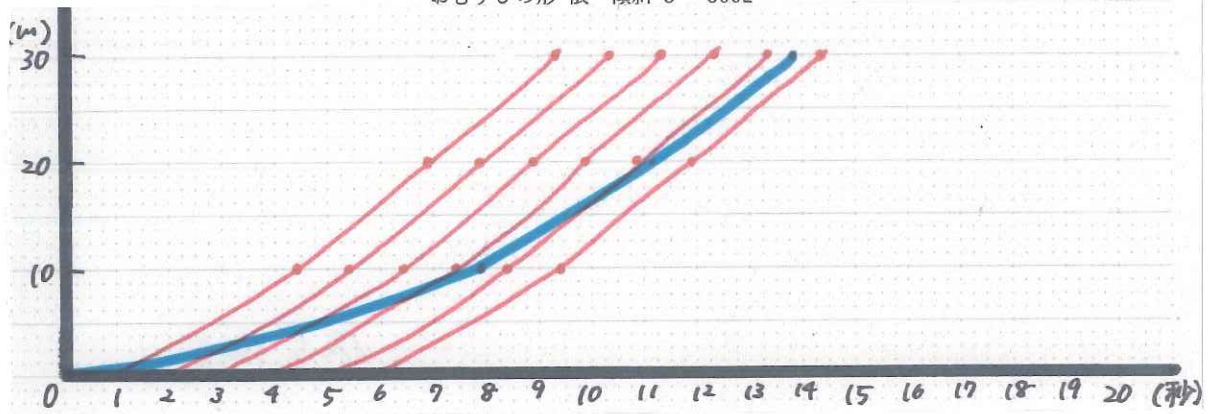
おむすびの形 球 傾斜 8° 300g



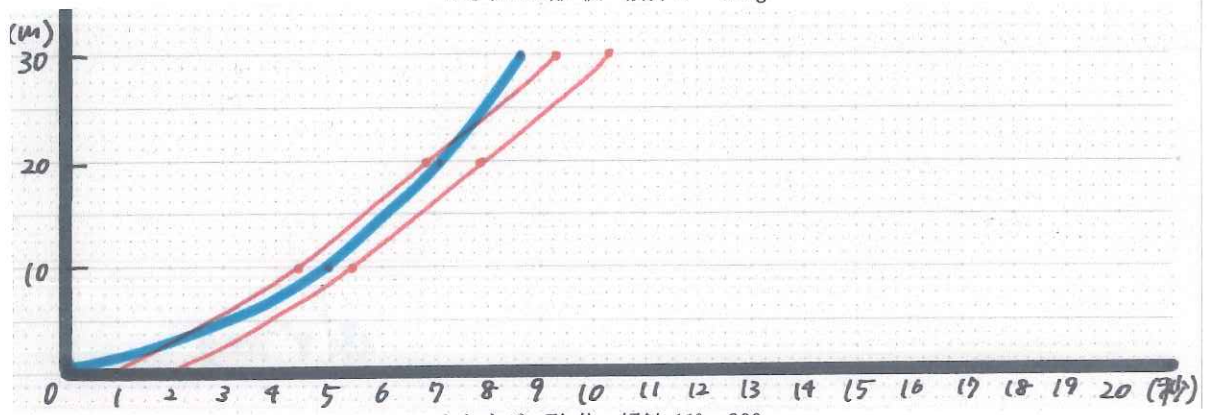
おむすびの形 球 傾斜 11° 300g



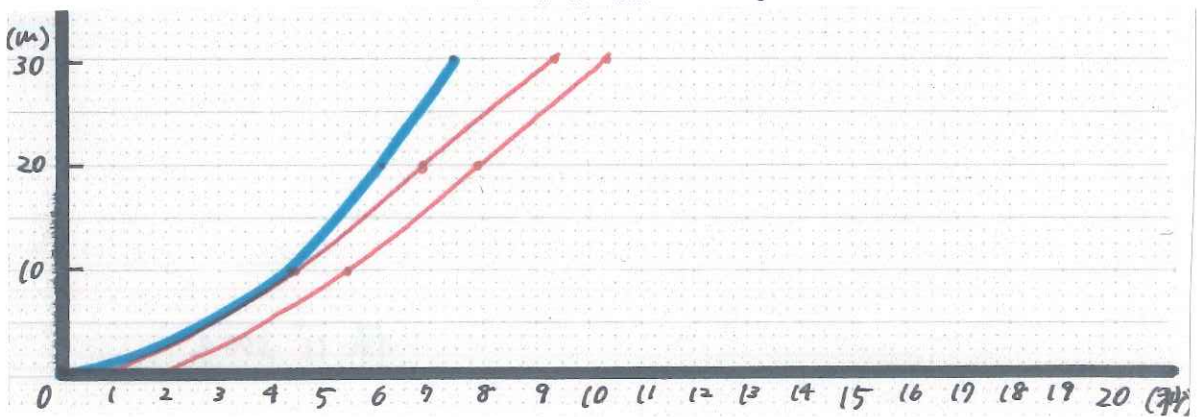
おむすびの形 俵 傾斜 5° 300g

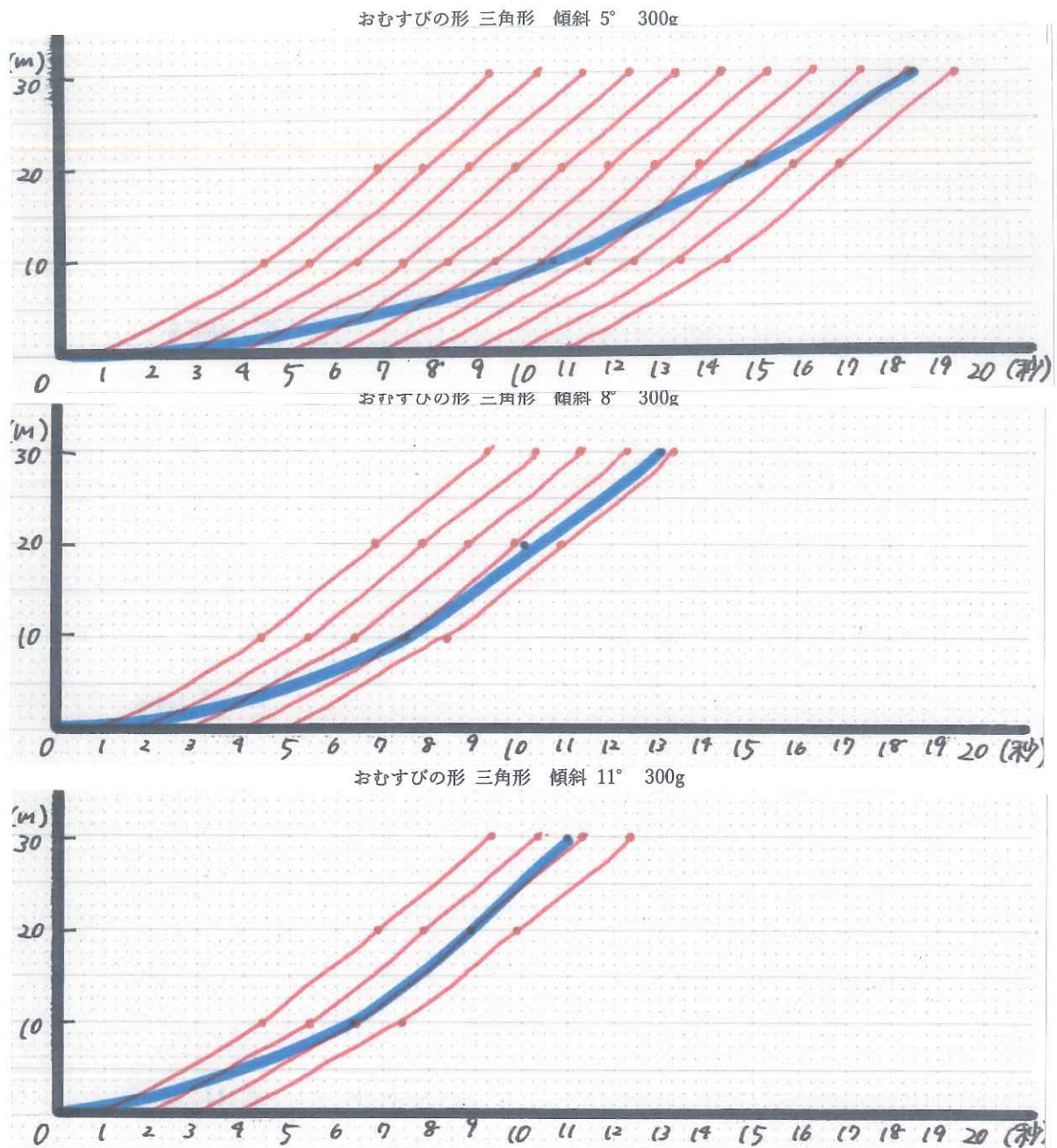


おむすびの形 俵 傾斜 8° 300g



おむすびの形 俵 傾斜 11° 300g





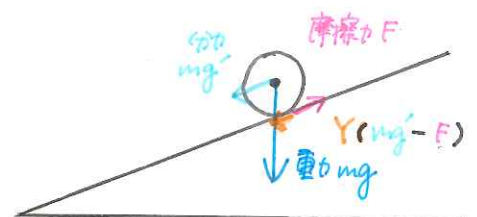
### 《考察》

今回、この研究では、主に次の5つの条件を変えて、おじいさんがおむすびに追いつくことができたのか、できなかったのかを検証した。

#### A. おむすびの形 (球, 俵, 三角形)

質量が100gのときは俵, 200gのときは球, 300gのときは俵が最も速く坂を転がるという結果になった。これには坂との接地面積と米粒の凹凸が関係しているのではないかと考えた。

おむすびはおむすびに加わる重力  $mg$  の斜面に平行な分力  $mg'$  と摩擦力  $F$  を差し引いた力 (これを  $Y$  とする) によって転がっている。だが、 $mg'$  は質量が同じであれば全て等しいので、おむすびは摩擦力  $F$  によって転がっていると言えるだろう。





摩擦力は接地面積と米粒の凹凸によって決まってくると思われるが、今回、おむすびは手作りであったため摩擦力が一定でなく形による転がりやすさに誤差が生じたと考える。

また、米粒の凹凸と転がりやすさの関係を調べるため、実験Aのおむすびに代わって、凹凸の少ない紙粘土19gで球、俵、三角形を作り、5°の坂を転がした。

紙粘土おむすび 実験A 結果 (秒)

紙ねんどの形		1	2	3	4	5	平均
球	5°	1.8	2	1.8	2.1	1.9	1.92
	8°	1.4	1.5	1.4	1.5	1.6	1.48
	11°	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	1.12
俵	5°	2.3	2.2	2.3	2.3	2.5	2.32
	8°	1.7	1.6	1.6	1.7	1.6	1.64
	11°	1.2	1.2	1.3	1.2	1.3	1.24
三角形	5°	3.3	3	2.9	2.9	3.1	3.04
	8°	2.8	2.9	2.8	3	3	2.9
	11°	2.7	2.8	3.3	2.3	1.9	2.6

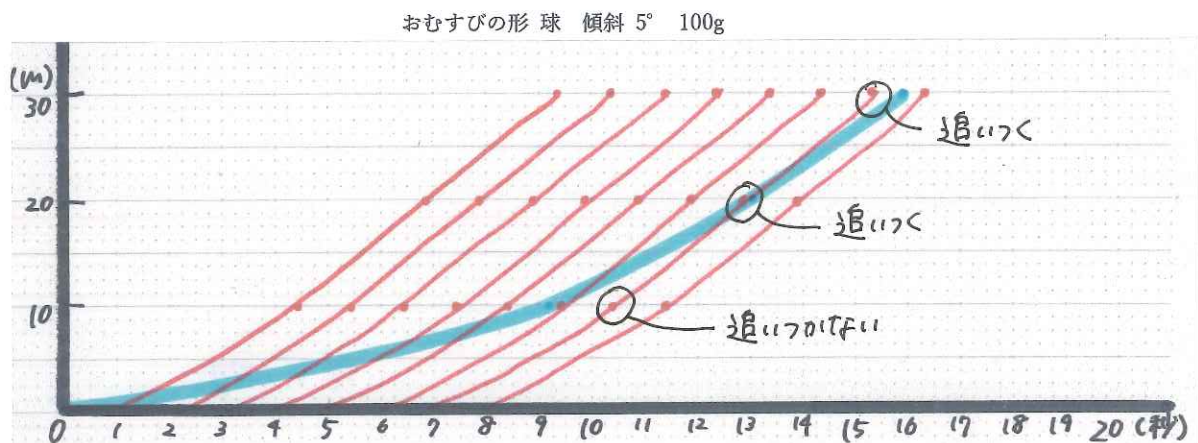
おむすびを転がしたときよりもはるかに速く転がった。やはり、米粒の凹凸が関係していると思われる。手作りおむすびであったため米粒の凹凸がいろいろであったと考えられる。

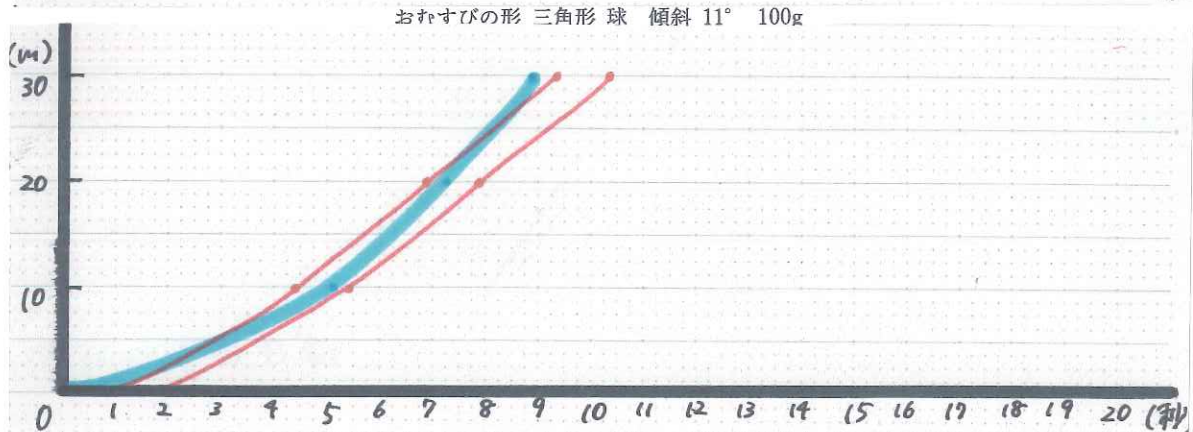
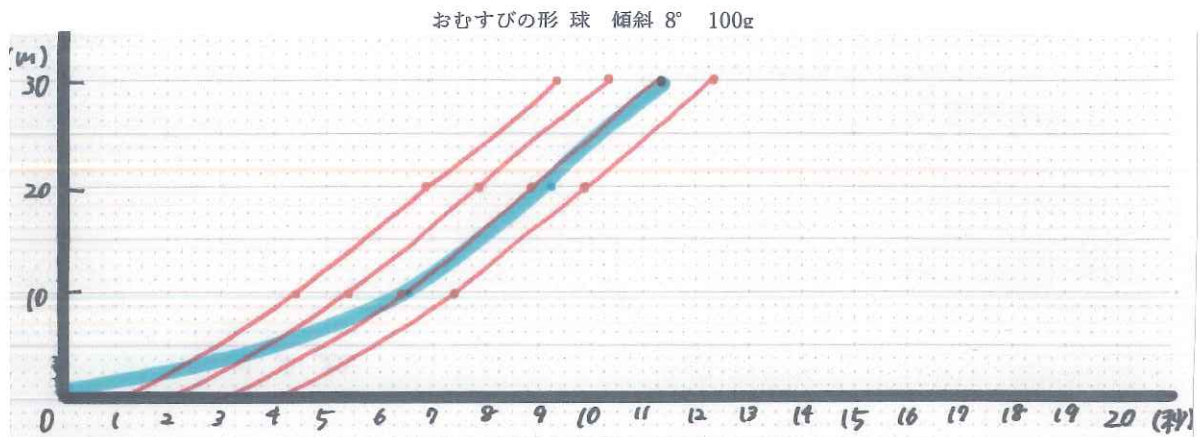
### B. おむすびの質量 (100g, 200g, 300g)

球のときは200g, 俵のときは100g, 三角形のときは200gのときが最も速く坂を転がった。これはA.おむすびの形でも記述した、分力・摩擦力を差し引いた力Yの加わりやすい質量がおむすびの形によって違うのではないかと考えられる。

### C. 穴までの距離 (10m, 20m, 30m)

傾斜が5°のときは距離は30mのときがおじいさんがおむすびに追いつきやすかった。一方でほとんどの場合8°, 11°のときは10mのときが追いつきやすかったが、三角形の100g・8°, 200g・8°, 300g・11°のときのみ20mが最も追いつきやすかった。これらの事柄はグラフを見ても読み取れる。





傾斜が急になるとおむすびの二次曲線も急になる。おむすびの二次曲線とおじいさんの二次曲線を重ね合わせると、傾斜が緩やかであると30mのときもおじいさんはおむすびに追いつくことができるが、傾斜が急になると30mでは追いつくことができなくなる。**従って、傾斜によっておじいさんが追いつきやすい距離が違うと考えられる。**

#### D. 坂の傾斜 (5°, 8°, 11°)

傾斜が緩やかな方がおじいさんがおむすびに追いつく可能性が高くなることが分かった。**おむすびが、傾斜が緩やかな方がゆっくりと転がっていくため、どの傾斜でも同じスピードで追いかけているおじいさんにとって追いつきやすかったと考えられる。**

#### E. おじいさんが走り出すまでの時間 (秒)

これはA, B, C, Dの条件によってすでに決められていると考えられる。つまり、おむすびの形・おむすびの質量・穴までの距離・坂の傾斜によっておむすびの転がり方が決まり、おじいさんのスピードも決まってくるので、いつまでにスタートすれば追いつくかが決定される。**言いかえるとおむすびが加速しやすいほど、おじいさんは早くスタートしなければならない。**

**以上より、最も重要なのはおむすびの加速度だと考えられる。この加速度を決めているのはおむすびにかかる力であり、重力と摩擦だと分かった。この重力と摩擦に最も関係しているのは、おむすびの形と坂の傾斜である。従って、おじいさんがおむすびに追いつくことができたのか、できなかったのかを左右する最も重要な条件はおむすびの形と坂の傾斜だということが分かった。**

#### 《感想と今後の課題》

おじいさんがおむすびに追いつけたのかどうか、というのは様々な条件の組み合わせによって変わってくるのが

分かった。特におむすびの形と坂の傾斜が重要だということがこの研究で求められたことは大きな収穫である。また、おじいさんの走る時間は傾斜が変わってもあまり変化しなかった、というのは驚きだった。

今回の実験を経て、今後、坂の上でお弁当を食べるときは坂の傾斜が緩やかな場所で食べようと思う。また、おむすびは三角形にしよう、と思った。

今後は、おむすびが地面に落ちた時のエネルギー、坂の傾斜の変化や凹凸、障害物…など、今回の研究では考慮しなかった事柄も含めて、おじいさんがおむすびに追いつけたのかどうか、より複雑な検証ができればと思う。また、おむすびころりん以外の物語も今回のように検証して見たいと思った。

### 《参考文献》

- ・ 走った坂…3° →京都市中京区堀川付近 5° →東京都台東区車坂 11° →東京都港区江戸見坂
- ・ 高島俊文 川畑勝 宮崎純 「物理基礎の要点」株式会社学研教育出版 2013年
- ・ [mimikarun2.exblog.jp/22136703/](http://mimikarun2.exblog.jp/22136703/)
- ・ <https://ameblo.jp/paruanma39/entry-11536253694.html>

