

ヨーヨーはどうやって動くのか2

～最もやりやすい条件は？～

富士市立岩松学校
3年 菅原暖斗

1 研究の概要

これまで、私は昔のおもちゃシリーズとして次の表の通りのテーマで自由研究を行ってきた。

テーマ	研究した年	さらに研究をした年
だるま落とし	小学4年生	中学1年生
コマ	小学5年生	中学2年生
ヨーヨー	小学6年生	今回

小学6年生の自由研究では、人の力を加えない状態でのヨーヨーの運動を解析した。

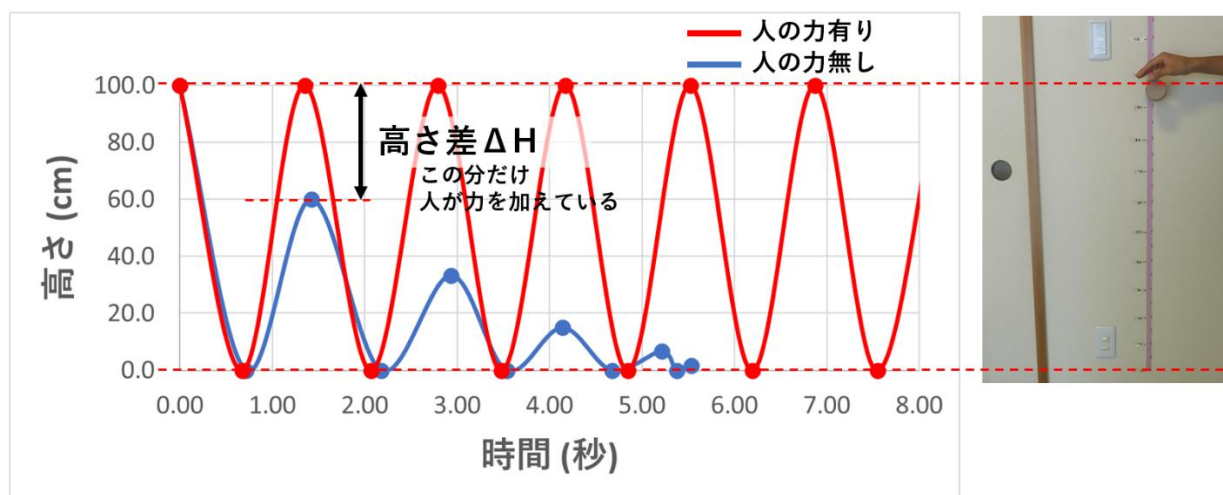
そこで今回は、人の力を加えた状態でのヨーヨーの運動を解析することとした。

(1) 実験方法



(2) わかったこと

- ・(人の力有り) - (人の力無し) = 高さ差 ΔH → この分だけ人が力を加えている。
- ・各条件における高さ差 ΔH (および回転数差 ΔR) より、最もやりやすい条件を導き出した。



2 研究の動機

これまで、昔のおもちゃシリーズとして、小学4年生のときから研究を続けてきた。今回はその集大成として、小学6年生のときに、研究した人の力を加えない状態でのヨーヨーの運動をさらに研究することとし、人の力を加えた状態でのヨーヨーの運動を解析することとした。

3 研究の目的

人の力を加えた状態でのヨーヨーの運動を解析し、ヨーヨーを最もやりやすくするためには、どのような条件が必要なのかを明らかにする。

4 実験の方法

(1) 実験で使用した道具



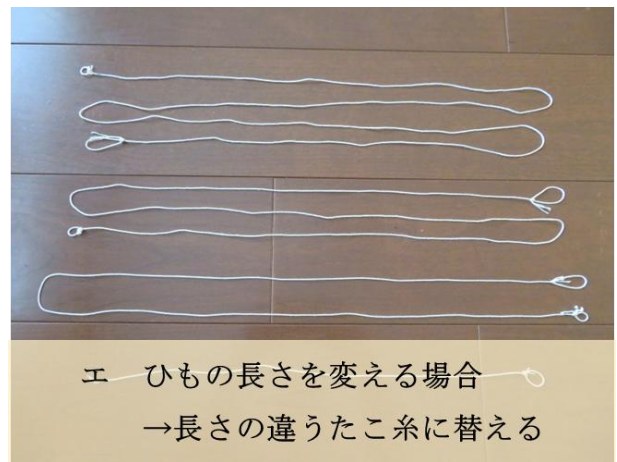
- ア ヨーヨー
- イ たこ糸 (0.7 mm)
- ウ たこ糸 (1.1 mm)
- エ たこ糸 (1.4 mm)
- オ たこ糸 (2.0 mm)
- カ 重り (鉄製ワッシャー)
- キ メジャー
- ク ガムテープ

(2) 実験の手順





ウ 軸の太さを変える場合
→軸にガムテープを巻く



エ ひもの長さを変える場合
→長さの違うたこ糸に替える



オ 重さを変える場合
→両面にワッシャーを付ける



カ それぞれの条件でカメラ録画

(3) 実験の条件

番号	実験名称	ひもの太さ (mm)	軸の太さ (mm)	ひもの長さ (cm)	本体の重さ (g)
A	標準	1.1	10	100	42
B	ひもの太さ 0.7mm	0.7	10	100	42
C	ひもの太さ 1.4mm	1.4	10	100	42
D	ひもの太さ 2.0mm	2.0	10	100	42
E	軸の太さ 15mm	1.1	15	100	42
F	軸の太さ 20mm	1.1	20	100	42
G	ひもの長さ 50cm	1.1	10	50	42
H	ひもの長さ 150cm	1.1	10	150	42
I	ひもの長さ 200cm	1.1	10	200	42
J	重り 129g	1.1	10	100	129
K	重り 215g	1.1	10	100	215

5 実験の結果

(1) 高さ

番号	実験名称	①人の力無し 1回目の高さ [cm]	②人の力有り 1回目の高さ [cm]	②-① 高さ差 [cm]
A	標準	60.0	100.0	40.0
B	ひもの太さ 0.7mm	60.0	100.0	40.0
C	ひもの太さ 1.4mm	50.0	100.0	50.0
D	ひもの太さ 2.0mm	41.7	100.0	58.3
E	軸の太さ 15mm	40.0	100.0	60.0
F	軸の太さ 20mm	30.0	100.0	70.0
G	ひもの長さ 50cm	26.7	50.0	23.3
H	ひもの長さ 150cm	93.3	150.0	56.7
I	ひもの長さ 200cm	120.0	200.0	80.0
J	重り 129g	60.0	100.0	40.0
K	重り 215g	55.0	100.0	45.0

(2) 回転数

番号	実験名称	③人の力無し 回転数 [rpm]	④人の力有り 回転数 [rpm]	④-③ 回転数差 [rpm]	やりやすさ [5段階評価]
A	標準	-858	-1,500	642	5
B	ひもの太さ 0.7mm	-884	-1,362	478	3
C	ひもの太さ 1.4mm	-696	-1,424	728	3
D	ひもの太さ 2.0mm	-638	-1,220	582	2
E	軸の太さ 15mm	-649	-1,488	839	2
F	軸の太さ 20mm	-610	-1,458	848	1
G	ひもの長さ 50cm	-538	-1,034	496	4
H	ひもの長さ 150cm	-1060	-1,704	644	3
I	ひもの長さ 200cm	-1299	-2,130	831	2
J	重り 129g	-860	-1,394	534	4
K	重り 215g	-806	-1,278	472	3

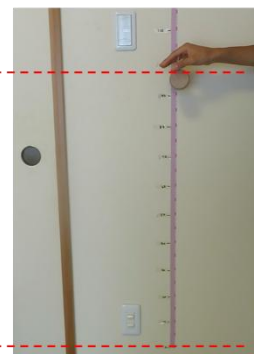
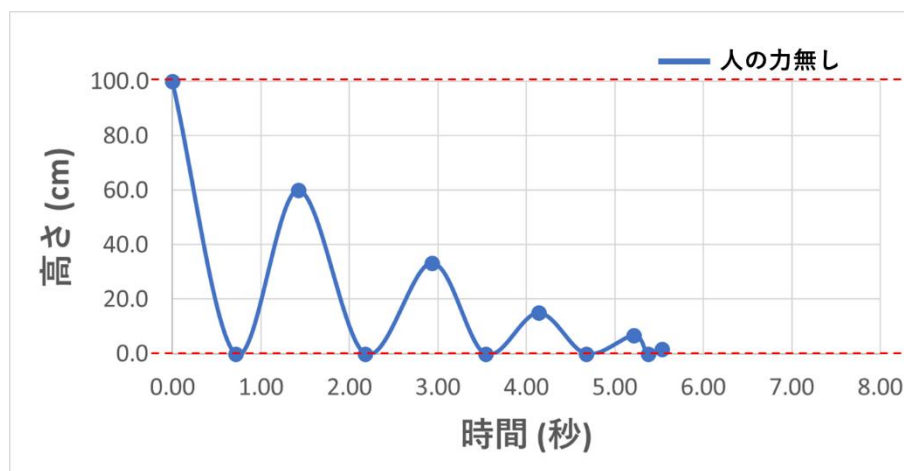
6 実験の結果まとめ

(1) ヨーヨーの基本運動(人が力を加えない場合)

グラフは、横軸:時間、縦軸:高さを表している。

このように、人の力を加えない場合、ヨーヨーの高さはだんだん減衰していく。

減衰率は各条件により異なった挙動をみせた。(小6研究)



(2) ヨーヨーの基本運動(人が力を加えた場合)

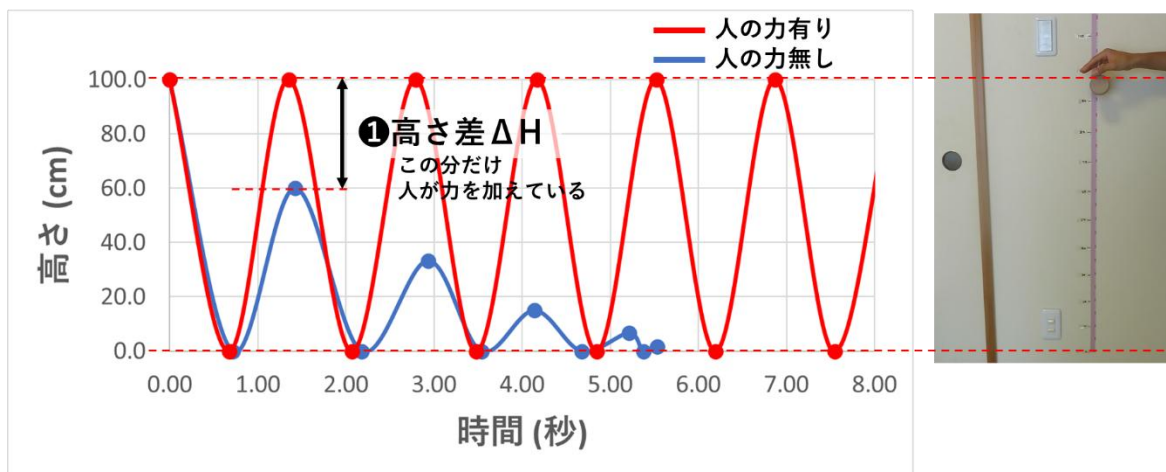
人が力を加えた場合、赤のグラフのような運動になる。

今回は、青の人が力を加えない場合と赤の加えた場合を比較した。

とくに、人が力を加えることで、減衰を回復させている運動に注目した。

人が加える力の大きさを①高さ差で定義

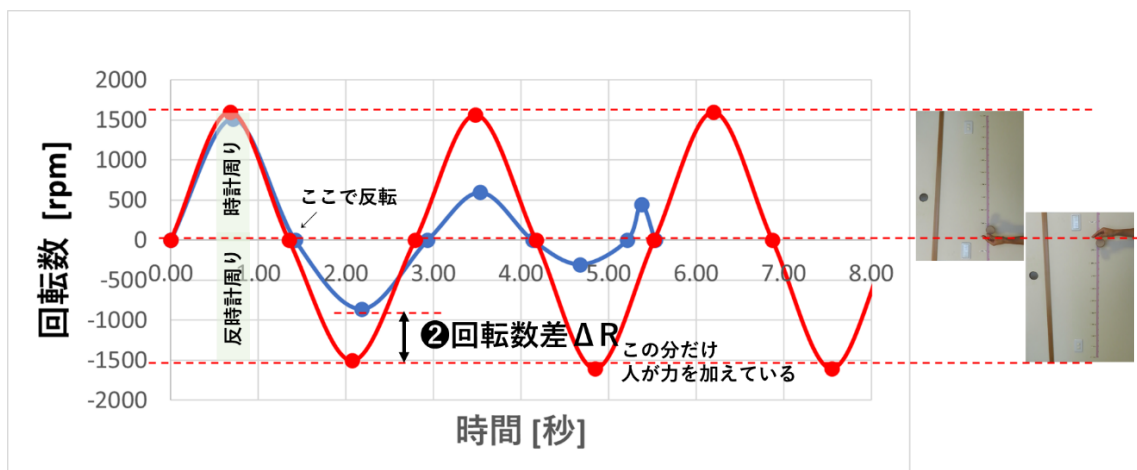
①高さ差： $\Delta H = (\text{人の力有りの高さ}) - (\text{人の力無しの高さ})$



さらに回転数に注目。グラフは、横軸:時間、縦軸:回転数を表している。

人が加える力の大きさを②回転数差でも定義

②回転数差： $\Delta R = (\text{人の力有りの回転数}) - (\text{人の力無しの回転数})$



7 考察

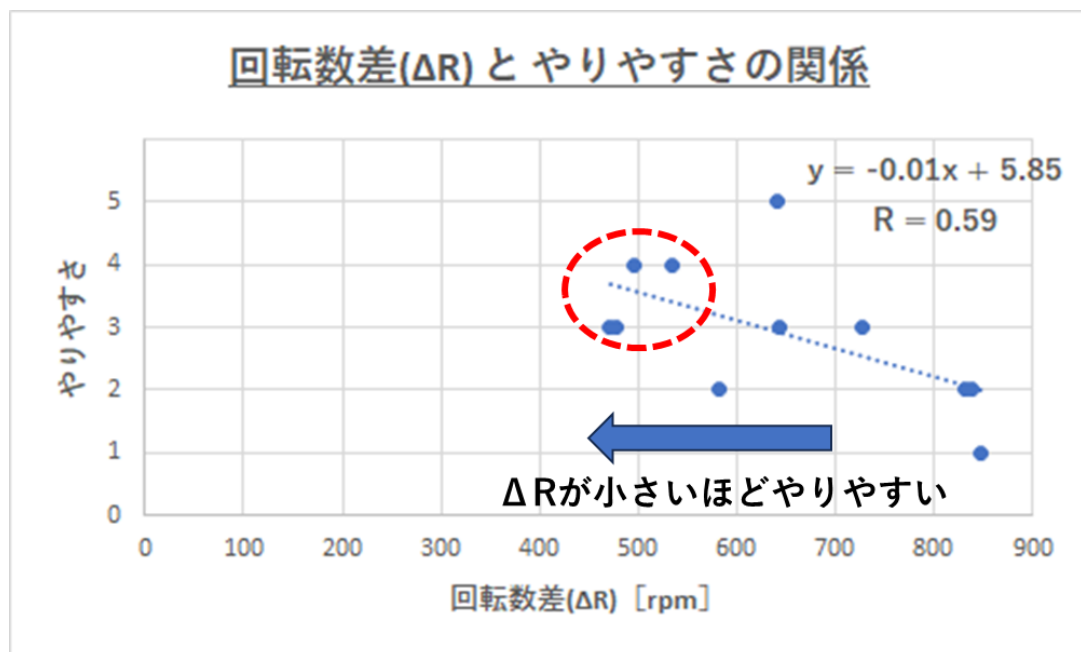
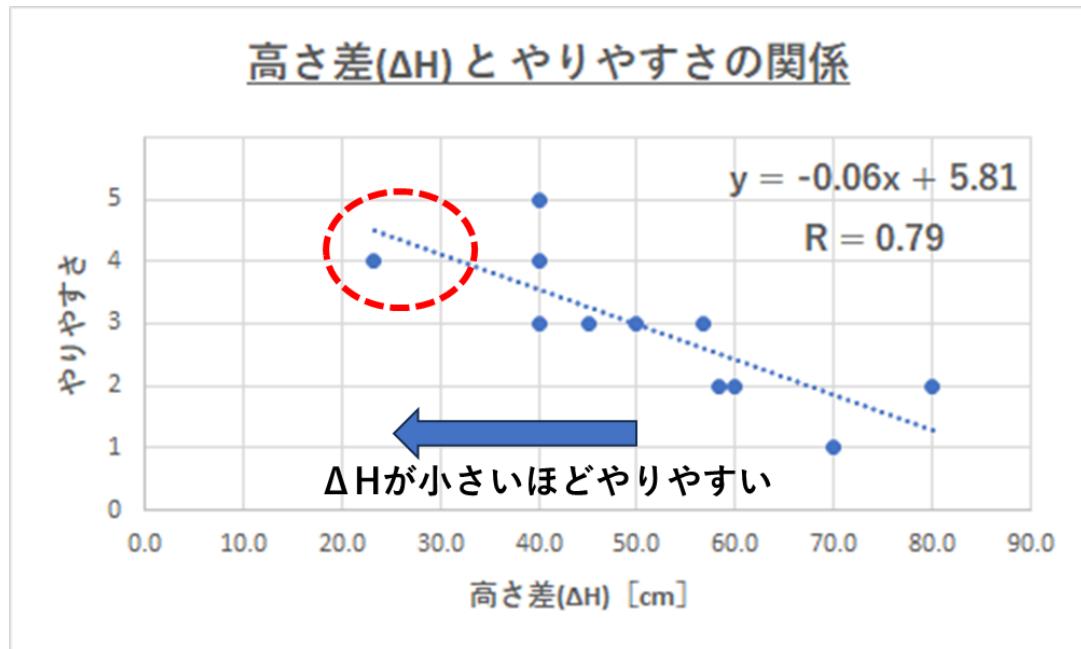
(1) やりやすさとの関係

各条件における『やりやすさ』を5段階で評価した。

グラフ化してみると、高さ差 ΔH 、回転数差 ΔR とやりやすさには相関関係がみられた。

この結果から、高さ差 ΔH 、回転数差 ΔR が小さいほど、ヨーヨーはやりやすいといえる。

→人が加える力(ΔH , ΔR)が小さいほど、やりやすいヨーヨーであると言える。



(2) 最もやりやすいヨーヨーは？

高さ差 ΔH と回転数差 ΔR が小さく、もっともやりやすいヨーヨーとは、

- ・ ひもの太さが細い ・ ・ ・ 巻き数が増え、回転数が大 $\rightarrow$ 回転数差 ΔR が小さい
- ・ 軸の太さが細い ・ ・ ・ 巻き数が増え、回転数が大 $\rightarrow$ 回転数差 ΔR が小さい
- ・ ひもの長さが短い ・ ・ ・ 短い方が、高さ差 ΔH が小さい
- ・ 本体の重さちょうど良い ・ ・ ・ 重いと高さ ΔH を小さくするのに力がある

変化させた項目	条件	
ひもの太さ	細い ← 	→ 太い
軸の太さ	細い ← 	→ 太い
ひもの長さ	短い ← 	→ 長い
本体の重さ	軽い ← 	→ 重い

8 感想

今回は、6年間続けてきた「昔のおもちゃシリーズ」の最後の研究としてヨーヨーの運動を解析しました。私が6年間このテーマを行ってきて毎年のように思ったことは、いわゆる、「昔のおもちゃ」をつくってきた昔ながらの職人さんは、私が研究で解明した、「やりやすい」や「成功しやすい」条件を感覚でよく理解していらっしゃるということです。私がどのような条件（摩擦や質量）を変えても、最終的には昔ながらの形が一番やりやすく、何より親しみやすいと感じたことです。このテーマは今回でもう終わりですが、この6年間で培った知識や力を、高校生以後の人生で生かしていきたいです。そしてまた、「昔のおもちゃ」に触れる機会があれば、この6年間のことを懐かしく思いながら楽しく遊びたいです。