

研究内容

「斜面をリズムカルに下る動物の秘密」

長崎県佐世保市立広田小学校 6年

松園 若奈

酒井 理心

諸岡 亜胡

杉本 悠弥

小深田拓真

1 【研究しようと思った理由】

斜面を下る恐竜のおもちゃを見て、どうやって下っているのか疑問に思った。そして、前に進むのは、人の歩き方と似ていて、重心が関係している事が分かった。

木の恐竜のおもちゃを観察すると、カタカタと音をたて揺さぶりながら前進していた。そこで私たちは、そのような原理によるものなのか調べ、そして、坂道をリズムカルに下っていく動物おもちゃを作った。



2 【実験内容】

[観察1] 斜面を下るおもちゃの観察

[実験2] いろいろな形の重心を測る。

[実験3] 円形の物体を斜面に置く。

[実験4-1] 転がらないために前足は？

[実験4-2] 前足はどんな形？

[実験5] 後ろ足の形はどのような形？

[実験6] 円形を基本に作ってみる。 斜面を下る条件を見つける。

【追加実験1】 重心を考える。

[実験7] 厚さは関係するか 厚さを変えて調べる。

[実験8] 摩擦の関係

[実験9] 斜面の角度の関係 重心の位置と角度の関係 それぞれ角度が違う？

[実験10] いろいろな動物を作る。

【追加実験2】プラスチックで作る。

3 【実験・観察】

【観察1】 斜面を下るおもちゃの観察

「目的」

恐竜のおもちゃが、どのように下っているか観察し、分析を試みる。

「方法」

(1) 斜面を何度も下る様子を見てまとめる。

(2) 斜面を下る恐竜のおもちゃを止めながら、その動きをまとめる。

「結果」

(1) はじめは、前足のかかとが付き、すべての重さがかかる。(写真1)

(2) 前足が丸くなっているため、斜面より前に傾いた時、前足のつま先に体重がかかる。その時、後ろ足が振り子の様になっているので、後ろ足が前に触れ、前足のかかたにあたり音をする。(写真2)



写真1



写真2



写真3

(3) 次に恐竜は後ろに傾き、後ろ足が地面につき、重さがかかる。(写真4)

(4) 後ろ足が後ろに動き、恐竜全体が前に少し進む。(写真5)

(5) その繰り返しによって斜面をリズムカルに下る。(写真6)

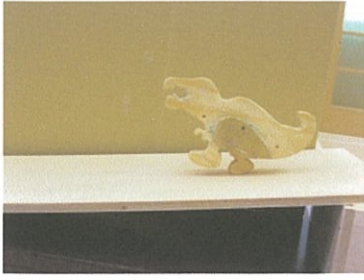


写真4

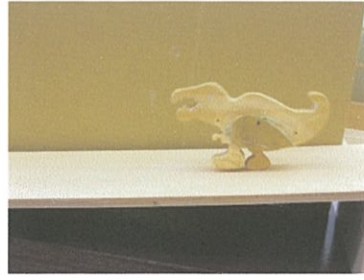


写真5

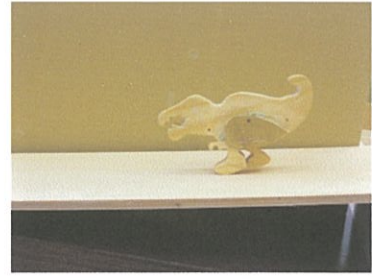


写真6

「考えた事」

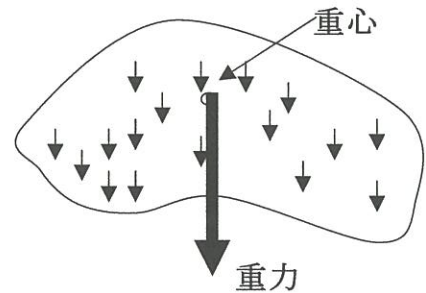
・重さがかかると言ったが、重心が大きくかかわっていると考える。

【実験2】 いろいろな形に重心を測る

(実験1)で、重さについて調べると、重心という言葉が出てきた。そこで、重心について調べてみた。

【重心とは】

「物体において、各部分に働く重力の合力の作用点。質量中心と一致する。重力の中心」と大辞林に書いてあった。重心の位置というのは、図1のように各部分にはたらく重力を合成してできた合力の作用点の位置という事になる。物体の重力を支えた時、全体を支える事ができる点を重心と考える。重さのバランスの取れる点でもある。



【人の重心移動による動き】

人が歩いている時は重心が前に移動して倒れない為に足が自然と前に出ている。これが繰り返される事で歩く事ができる、動くという事は、重心が関係している事が分かった。だが、人は重心が後ろに来ると動く事はできるが、体が後ろに傾き、倒れてしまう。



写真7



写真8



写真9



写真10

【重心の測り方】

重心は全体を支える事ができる点という事を考え方法1・2・3を試してみた。

「方法1」

六角鉛筆に乗せ釣り合った所で線を引き、方向を変え同じく線を引く。交わった点が重心である。

「方法2」

測る物の1か所から糸を、垂らしぶら下げ、糸の方向に線を引く。もう一か所からもぶら下げ交わった点が、重心である。(写真12)

「方法3」

物を平面に立て、そこに直角定規をあて釣り合った所で線を引く。物の方向を変えて同じように線を引く、交わった点が重心である。(写真13)



写真 11

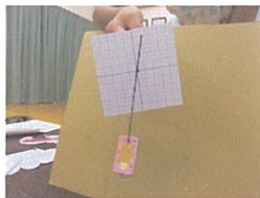


写真 12



写真 13

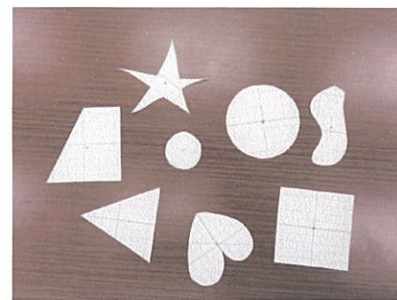


写真 14

「結果」

右の写真 14 のように重心が測られた。

「考えた事」

作ろうとしているのは、厚みのあるものであり、「方法 1」は誤差が大きかったりバランスがとりにくかったりするので今後、重心の測定は「方法 2」と「方法 3」を使う事にする。

【実験 3】 円形の物体を斜面に置く。

「目的」

斜面に円形の物体を置くと転がる。この事を考えてみたい。

「準備品」

厚さ 18 mm の平板、コンパス、直角定規、糸のご盤

「予想」

転がるのは、重心の移動が考えられる。

「方法」

平板を糸のご盤で平板に円形を切り、斜面に置いた時、どのようになるかを考える。

「結果」

写真 16 のように斜面の一番下まで転がった。

「考えたこと」

- ・斜面の前に進むのは、重心が支点の前にあるからであると考えた。
- ・簡単に A の線が前に傾いているから前に転ぶと考えた。



写真 15

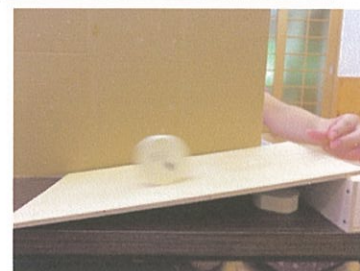
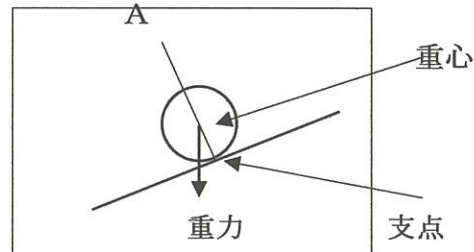


写真 16

図 2



【実験 4-1】 転がらないために前足は？

「目的」

円形だと転がるので、転がらない為にどうすればいいだろう。

「予想」

円形の一部に突起を作れば転がらないのではと考える。

「準備品」

厚さ 19 mm の平板、コンパス、直角定規、糸のご盤

「方法」

- (1) まず、コンパス、定規を使い設計図を書く。
- (2) 設計図をもとに、コンパスや定規を使い、平板に突起を書く。

図 3

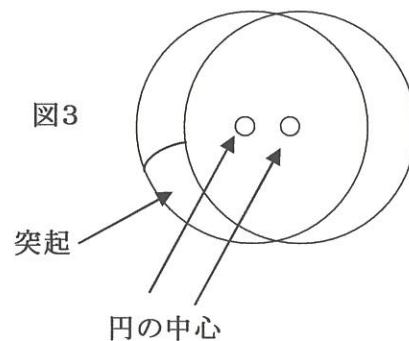


写真 17



写真 18

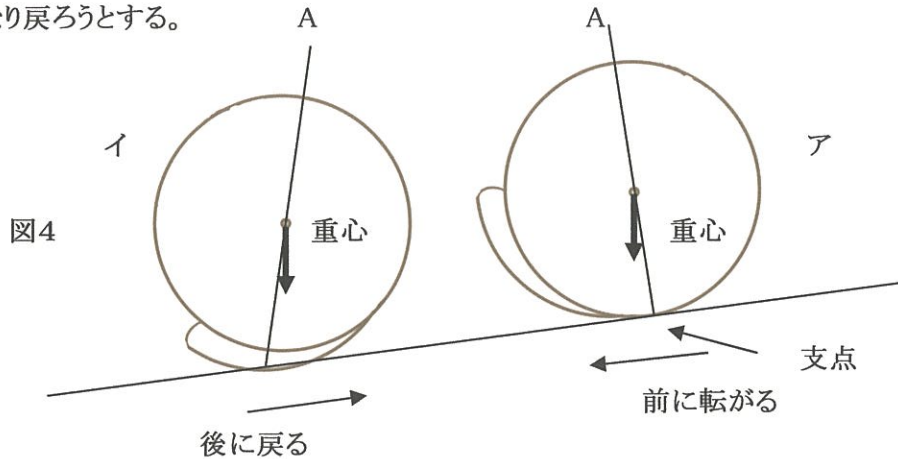
(3) 木片を糸のこ盤で切り、斜面に置くと円形はどうなるかを観察する。

「結果」

突起のつま先の部分で転がるが止まり、今度は反対側に戻った。

「考えた事」

- ・前足は滑らかな曲線にしないと滑らかに動かない。
- ・前足は円の弧ではなく、少し中心をずらし、図3のような突起である事が必要。
- ・図4アの場合、重心と接点を結んだ線が前に傾いているため、転げようとする。しかし、突起の先端まで転がると、イのようになり戻ろうとする。



【実験 4-2】前足はどんな形？

「目的」

実験 4-1 によると、ある地点で止まり、その後斜面を逆戻りした。そのようにするためには、どのような形が良いのか考えた。

「予想」

円の足の作り方によって、違いが出るはずである。

「方法」

- (1) 形を考え、図5のように3種類の形を設計し(赤・青・赤の線)、直径 60 mmの円の中心から 5、10、15、mmのところに印を入れる。
- (2) 3つの点を中心にし、直径 60 mmの円を書き、曲線の一部を足のようにする。
- (3) 厚さ 19 mmの平板に設計した形を、コンパスや定規で足のような突起を書き、糸のこ盤で切る。
- (4) 20度、10度、5度の斜面で転がしてみる。

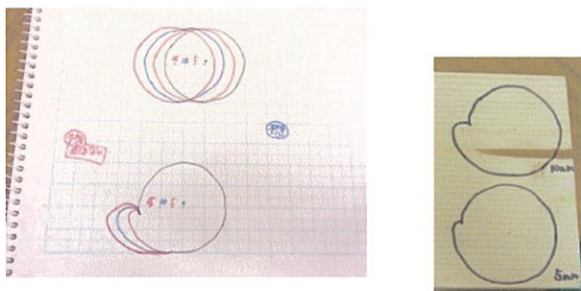


図5

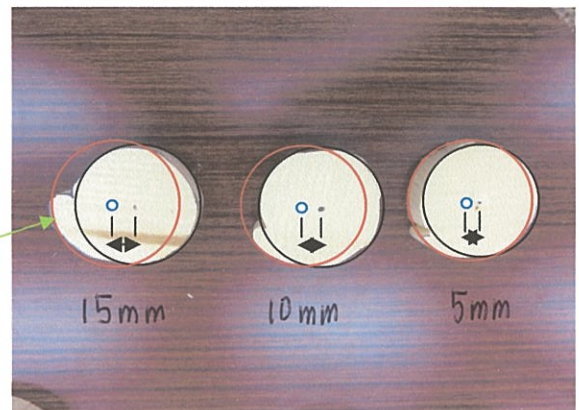


写真 18

「結果」

- ・Aの場合、すべての斜面の角度で転がってしまった。
- ・Bの場合、10度、20度の角度で転がってしまった。
- ・Cの場合、すべての斜面の角度で転がってしまったが、Bと比べ転がりにくかった。

「考えた事」

- ・突起が大きいほど止まりやすく、小さいほど転がりがやすい事が分かった。
- ・転がりがやすい時は、斜面の角度を小さくすると転がりにくい事が分かった。

【実験 5】後ろ足の形はどんな形？

「目的」

後ろ足は振り子のように自由に振れるようにしなければならないが、どの様な形が良いか調べる事にした。

「準備品」

厚さ 12 mmの平板、コンパス、直角定規、糸のこ盤

「予想」

斜面と後ろ足の接する面が曲線になっている必要があると考える。

「方法」

(1) コンパスや定規を使って、区切って半径 30 mmの円にいろいろな形の足を設計する。(写真 19、20)

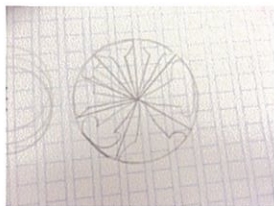


写真 19

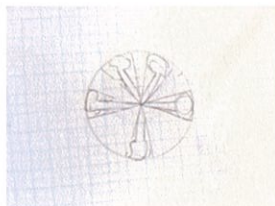


写真 20



写真 21



写真 22

(2) 厚さ 12 mmの平板に、コンパスや定規を使い設計した足を書き、糸のこ盤で切る。(写真 25)

(3) 足を紙やすりで滑らかに削り、振り子のように滑らかに動くようにする。(写真 24)



写真 24

写真 25



「結果」

いろいろな形の足を作ったが、振り子のように転がるのが少なかったため、紙やすりで滑らかな曲線にした。

「考えた事」

- ・小さいので糸のこ盤で線の通りに切るのが難しく作業が大変だった。
- ・作った形の中から後ろ足に使えるものを予想する。

【実験 6】 円形を基本に作り、斜面を下るおもちゃの条件を見つける

「目的」

前足のついた円形に後ろ足を取り付け斜面をうまく下る為の条件を見つけ出す事にした。

「準備品」

作った円の型、作った後ろ足、プラ板、ピアノ線、セロテープ、消しゴム

「予想」

作った円の型と後ろ足の滑らかに動く組み合わせがあると考えた。また、条件として次の事を考えた。

- ① 前足も後ろ足も滑らかである。
- ② 後ろ足の形が円に沿っていて、カタカタと音を出してスムーズに動く。
- ③ 後ろ足の取り付け位置。
- ④ 重心の位置。
- ⑤ 斜面の角度。
- ⑥ 摩擦が必要。

「方法」

(1) プラ板を 3 cm × 2 cmに切り、1 cm程度の切り込みを入れる。(写真 25) (写真 26)

(2) ピانو線を 4 cmの長さに切り、止めるための消しゴムを 1 cm × 1 cm × 5 mmの大きさに切る。

(3) 作った円の型に(1)のプラ板を取り付け、それに(2)の後ろ足を取り付ける。(写真 27)

写真 25



写真 26

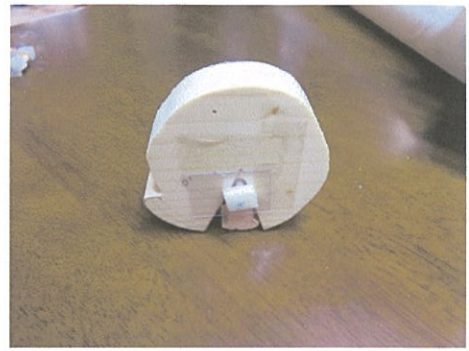


写真 27



(4) 後ろ足を移動させながら、よく動く条件を探す。(写真 28)

写真 28



「結果」

- 前足や後ろ足を滑らかに削るとスムーズに動く。
- よく動いた後ろ足の形



写真 29

- 動かなかった後ろ足の形

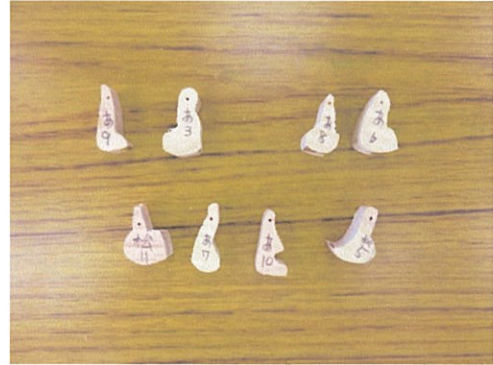


写真 30

- よく動いた後ろ足の形と動かない形を比較すると、後ろ足の幅を 1 cm 程度にして振り子のように振れる事が大切。後ろ足の形が円に沿っていてスムーズに動くようにするとよい。(写真 31)

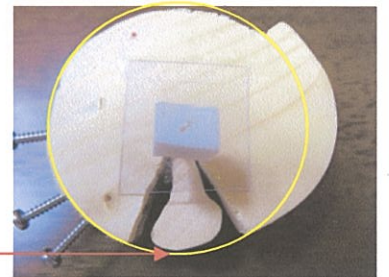
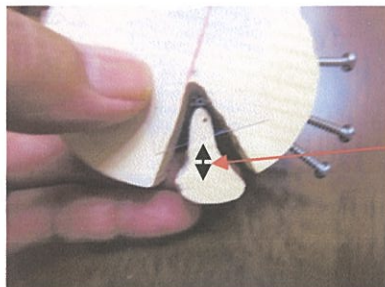


写真 31

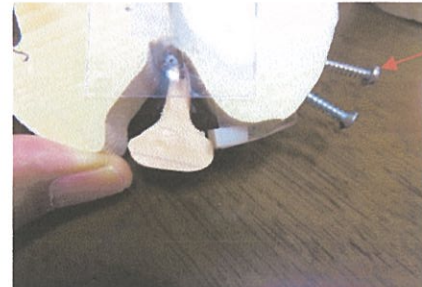
足の幅を 1 cm 程度でスムーズに動くこと

- うまく動かない時は、ピアノ線と消しゴムを動かし後ろ足の位置を変え、全体が前に傾く時は、後ろに重りをつけて重心を後ろに動かす。(写真 32、33)



動かす

写真 32



重りを付ける

写真 33

- 前後に振れるが動かない時は斜面の角度を変え、前足が滑る時はゴム板を敷いて、摩擦を大きくする。

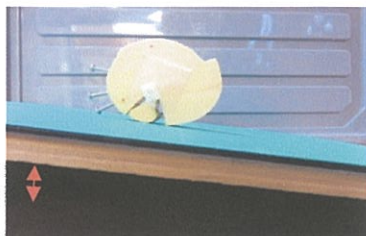


写真 34 角度を変える

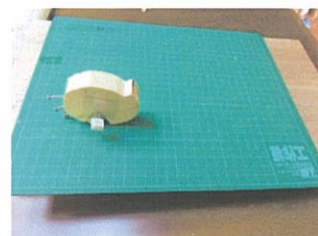
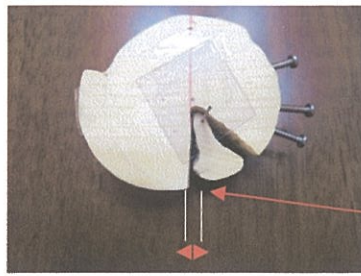


写真 35 ゴム板を使う

「考えた事」

- 条件は予想していた事と同じだが、ちょっとした違いで動かなかったりしたため、写真 33 のように重りをつけてみるとうまく動く事もある。
- 振れ幅の調節は 5 mm ぐらいが適当であり、また後ろ足が円から大きくはみ出さないようにし、足を削ったり位置を変え

たりする事で調節できる事もわかった。



5mm 程度

写真 36

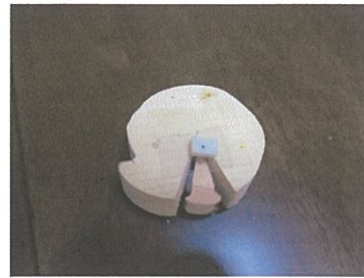


写真 37

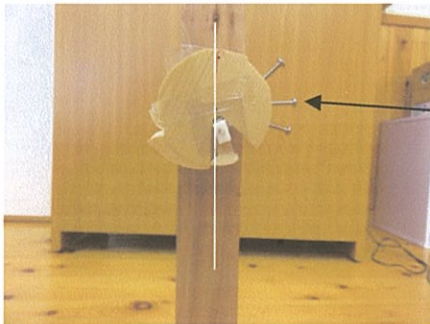
・斜面の角度が大きく関わっていて、それぞれの型によって角度は違っている事が分かった。

【追加実験 1】

重心の位置を保つために重りを付けなくても重い方の一部を切り取る事でバランスがとれると考えた。

「方法」

- (1) 重りを付けた円の重心を測り「方法 2」のやり方でぶら下げ重心を測る。(写真 38)
- (2) 重りははずし(1)の方法で同じように測る。(写真 39)
- (3) 前方が重いので前を削るため、赤色の部分を糸のご盤で切り取り、重心を測る。(写真 40)
- (4) 斜面の転がりを見る。



重り

写真 38

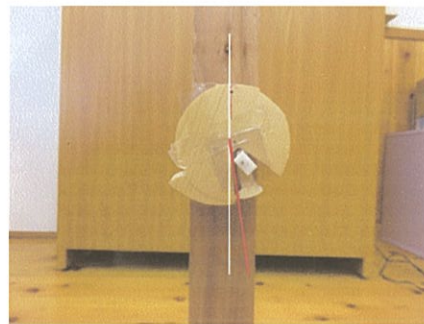


写真 39



写真 40
赤い部分を切り取る

「結果」

- ・重りを付けていた時と同じように動いた。



写真 42

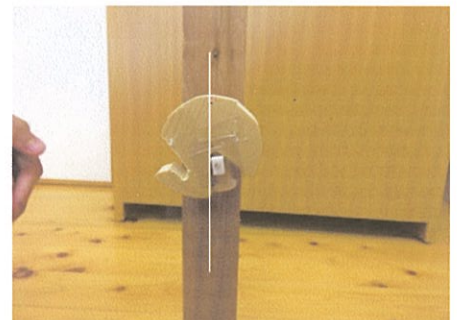
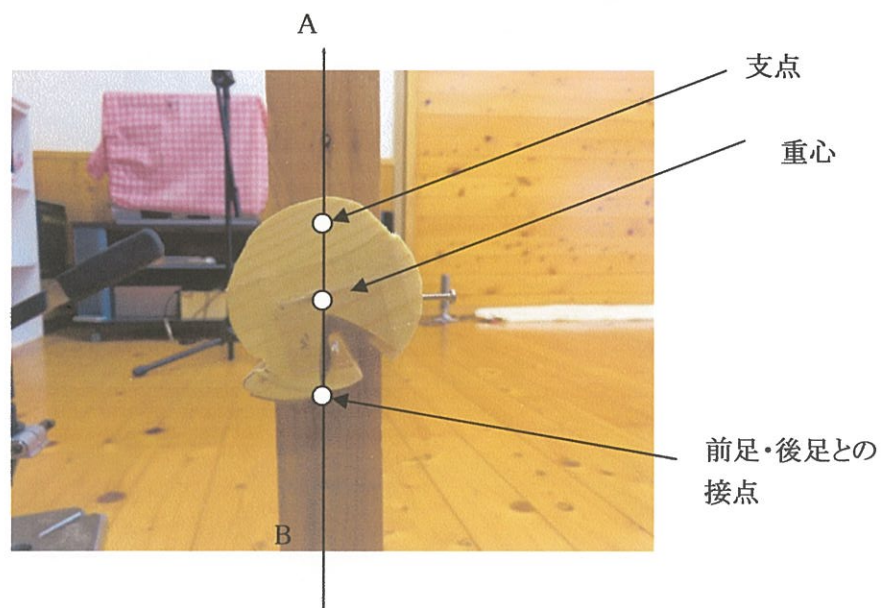


写真 41

「考えた事」

- ・重心の位置は、支点、重心、前足と後ろ足の接点、AB 線が一直線になるように削るとうまくいった。
- ・とにかく AB 線が重要であるとわかった。

写真 42



【実験7】 厚さは関係するか、厚さを変えて調べる。

「準備品」

厚さ 19 mmと 12 mmの平板、コンパス、直角定規、糸のこ盤

「方法」

- (1) 厚さ 19 mmと 12 mmの平板に、コンパスで円形と突起を書き、糸のこ盤で切る。
- (2) 斜面の転がり具合を見る。

「結果」

・厚さ 12 mmの円形の方が倒れやすかった。

「考えた事」

・厚さが薄いと倒れるので、ある程度厚さがある方がいい事が分かった。

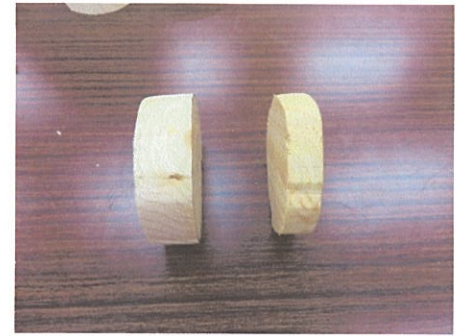


写真 43

【実験8】摩擦の関係

摩擦が関係している事がわかったが、どう違うのか調べた。

「準備品」

作った円の型、作った後ろ足、ベニヤ板、ゴム版、紙やすり、両面テープ

「方法」

- (1) いろいろなもので斜面を作り、円の型を置き動きの違いをしてみる。
- (2) 広いものを使わないで、紙やすりやゴムは前足と後ろ足の底に両面テープで貼り、円形の型の動きを調べる。
- (3) 前足に水を含ませて同じように実験してみて、比べる。

「結果」

・使ってよいものは水、紙やすり、ゴム、布テープであった。 ◎:よくカタカタと動いた ○:時々滑るがよく動いた

材料	動き	気づき
ベニヤ板	○	ゆっくりとなったり早くなったりする。
ラップ	○	ゆっくりと下る。
アルミホイル	○	最初は少し滑るが後はきちんと動く。
水	◎	きれいに動く。
紙やすり	◎	きれいに動く。
ダンボール	×	とても滑りやすく、全然動かない。
洋紙	○	少し滑るが、きちんと動く。
ゴム	◎	きれいに動く。
布テープ	◎	きれいに動く。

「考えた事」

- ・○のついたものは、滑るものもあるけど動く。ラップやホイルなどのすべすべしているも滑らずに動く事が多かった。
- ・摩擦の大きいものを使うと滑らずにスムーズに動く事がわかった。



写真 44

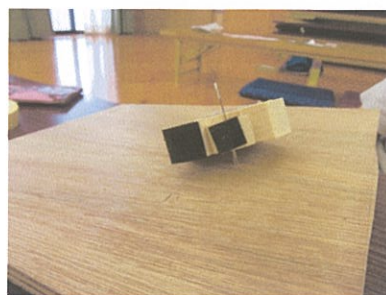


写真 45

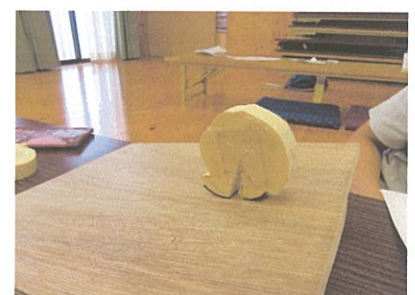


写真 46

【実験 9】 斜面の角度の関係

「準備品」

いろいろな円の型、ベニヤ板

「方法」

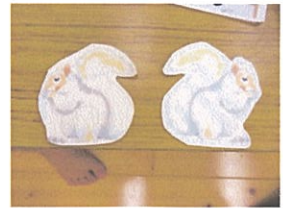
- (1) 円の型を斜面に置き、動きを見る。
- (2) 次に角度を変え、動きを試みる。

「結果」

円の型はそれぞれ斜面の角度が違って、調整する必要がある。

「考えたこと」

調整する場合、まずやってみる事は、斜面の角度を変えてみる事だと思った。



(写真 47)

【実験 11】 いろいろな動物を作る。

「準備品」

円の型、厚紙、木工ボンド

「方法」

- (1) 動物のイラストを厚紙にはり、それを切る。(写真 47)
- (2) 重心を測る方法の(方法 3)でイラストの重心を測る。(写真 48)
- (3) 円の型の重心とイラストの重心の位置を重ね、ピアノ線を通し円の型をボンドで貼り合わせる。(写真 49)
- (4) ピアノ線をペンチで切り、その部分に厚紙を貼りピアノ線が出ないようにする。(写真 50)



写真 48

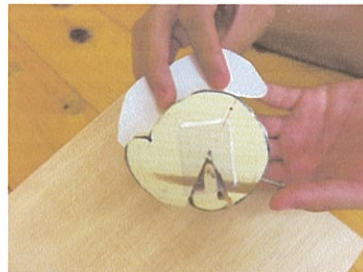


写真 49

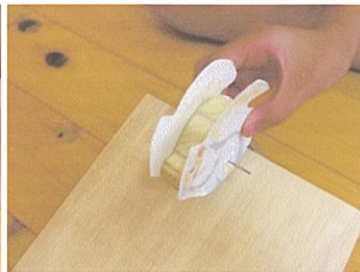


写真 50

「結果」

・ちゃんと動いた。

「考えた事」

・いろいろなイラストを貼ったりして楽しめる。



写真 51



写真 52

【追加実験 2】 プラスチックで作ってみる。

同じ型を作るのに便利そうなプラスチックを使い作ってみた。

「準備品」

作った円の型、ウェーブシリコンゴム、硬化剤、ウェーブレジジンキャストノンキシレン AB、液体せっけん、紙コップ、粘土

「型の作り方」

- (1) 粘土を平らにし、その上に円の型を乗せ、石鹼水を薄く塗り、流し込む枠を円の型を囲むように粘土に押しつけながら固定する。(写真 53) (写真 54)
- (2) その中にシリコンゴムを流し込み、固まったら枠から木の型をはずし、型が出来上がる。
- (3) 紙コップにウェーブレジジンキャストノンキシレンA液とB液を同量入れ、素早く混ぜたら、あらかじめ石鹼水で軽くふいていた出来た枠の内側に流し込む。
- (4) 新聞紙に乗せ、風通しがよく暖かい場所に置き乾燥させる。



写真 53



写真 54

(5) 同じように後ろ足の部分も作り、【実験 6】のように組み立てる。

「結果」

- ・プラスチックは滑りやすい。
- ・紙やすりを、前足に貼るとスムーズに動く。

「考えた事」

- ・きちんとした型の枠ができれば、同じものがたくさんできた。

4 【全体のまとめ】

- ・重さがかかると言ったが、重心が大きく関わっていると考える。
- ・重心を測る方法として、
 - ①「方法 1」の鉛筆で測る方式
 - ②「方法 2」のぶら下げ方式
 - ③「方法 3」の直角定規方式
- ・円形の物体がなぜ斜面を転がるかという事を考え、その結果、円形の物体が触れ合う斜面の接点と重心を結んだAの線が前に傾いているからであると考えた。
- ・前足と後ろ足の形が重要であり、つま先のような突起を作らなければならない。

【コトコトと動く為に次の①～⑩のような事を試しながら作れば出来上がる事がわかった。】

- ①後ろ足の位置は円の弧にそって取り付け、カタカタと音が出るようにする
- ②前足も後ろ足もまっすぐに立つようになめらかにペーパーでけずる。
- ③前足と後ろ足の振れ幅は 5 mm が適当である。
- ④後ろ足の幅は 10 mm 以内が良い。
- ⑤前足、後ろ足も面が直角になっていなければならない。(写真 55)
- ⑥後ろから見て、前後の足が平行になっていなければ、倒れてしまう。(写真 56)
- ⑦前に傾くときは、後ろにおもりを付ける。重りで重心を後ろに動かす。
- ⑧重心の位置は、支点、重心、前足と後ろ足の接点、AB 線が一直線になるようにする。
AB 線が重要であるとわかった。吊るして線がまっすぐである。
- ⑨円形の板の幅は、広い方が倒れずに安定している。
厚いほうが倒れにくく、19 mm と 12 mm では 12 mm の方が倒れやすい
- ⑩斜面の角度は円の型によってそれぞれ違うので変える。
- ⑪摩擦。足に摩擦があった方が滑らずに動く

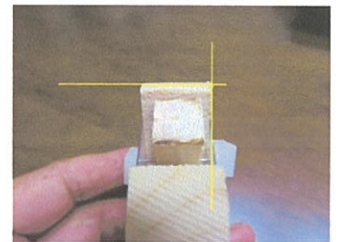


写真 55

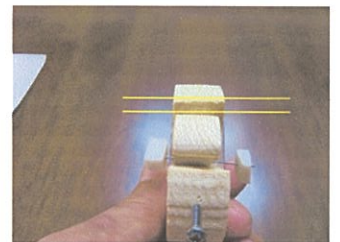


写真 56

5 【感想】

この実験で難しかったことは諦めずに後ろ足の場所を探すことです。何度もあきらめようと思いましたが、がんばりました。楽しかったことは、はじめてみるような薬品や道具で実験した事です。

特にすごかったのは、プラスチックとシリコンで何個も同じものを作ったことです。

次はこの事を生かし、人のように二足歩行するおもちゃを作りたいです。