

物体の運動

○テーマ

くるくる実験（平成15年3月）

○テーマの特色と概要

回るだけで不思議な様子が見られる。身近にある回転している物の原理・現象を考えながら、いろいろな「くるくる（回転）」を調べていく。

○演示内容（所要時間）

1. ジャイロ (6分)
 - ・倒れずに回る箱
 - ・地球コマ
 - ・ジャイロ
 - ・ジャイロの剣
 - ・ぶら下がりジャイロ
2. 歳差運動を感じよう (3分)
 - ・コマの歳差運動（首振り運動）
 - ・地球の歳差運動
3. 角運動量保存則を感じよう (3分)
 - ・重いコマと軽いコマの回転を比べる
 - ・回転台に乗り回転し、腕を伸ばしたり曲げたりする
4. 遠心力を感じよう (4分)
 - ・回転バケツ
 - ・10円玉ハンガー
5. おもしろコマで遊ぼう・身近なくるくる (5分)
 - ・ブーメラン
 - ・逆立ちコマ
 - ・ラトルバック
 - ・ガリガリプロペラ
 - ・けん玉



○テーマ

コロコロ大作戦（平成15年10月）

○テーマの特色と概要

2つのものを転がしてみよう。なぜこのような違いが起こるのだろう。

○演示内容（所要時間）

1. コースを変えて転がすと・・・{球のレース} (14分)
 - ・第1レース 下り坂の距離を変えると？
 - ・第2レース 下りと登りがあると？
 - ・第3レース 下りの後の直線距離を変えると？
 - ・第4レース コース途中からコースの幅が異なると？
2. 身近なものを転がすと・・・{ころころころりんレース} (10分)
 - ・第5レース 缶ジュースとシーチキン缶
 - ・第6レース 缶ジュースとシーチキン缶（3個合体したもの）
 - ・第7レース 単1乾電池と単3乾電池
 - ・第8レース ペットボトル（粘土入りと水入り）



「くるくる実験」

1. ジャイロ

(6分)

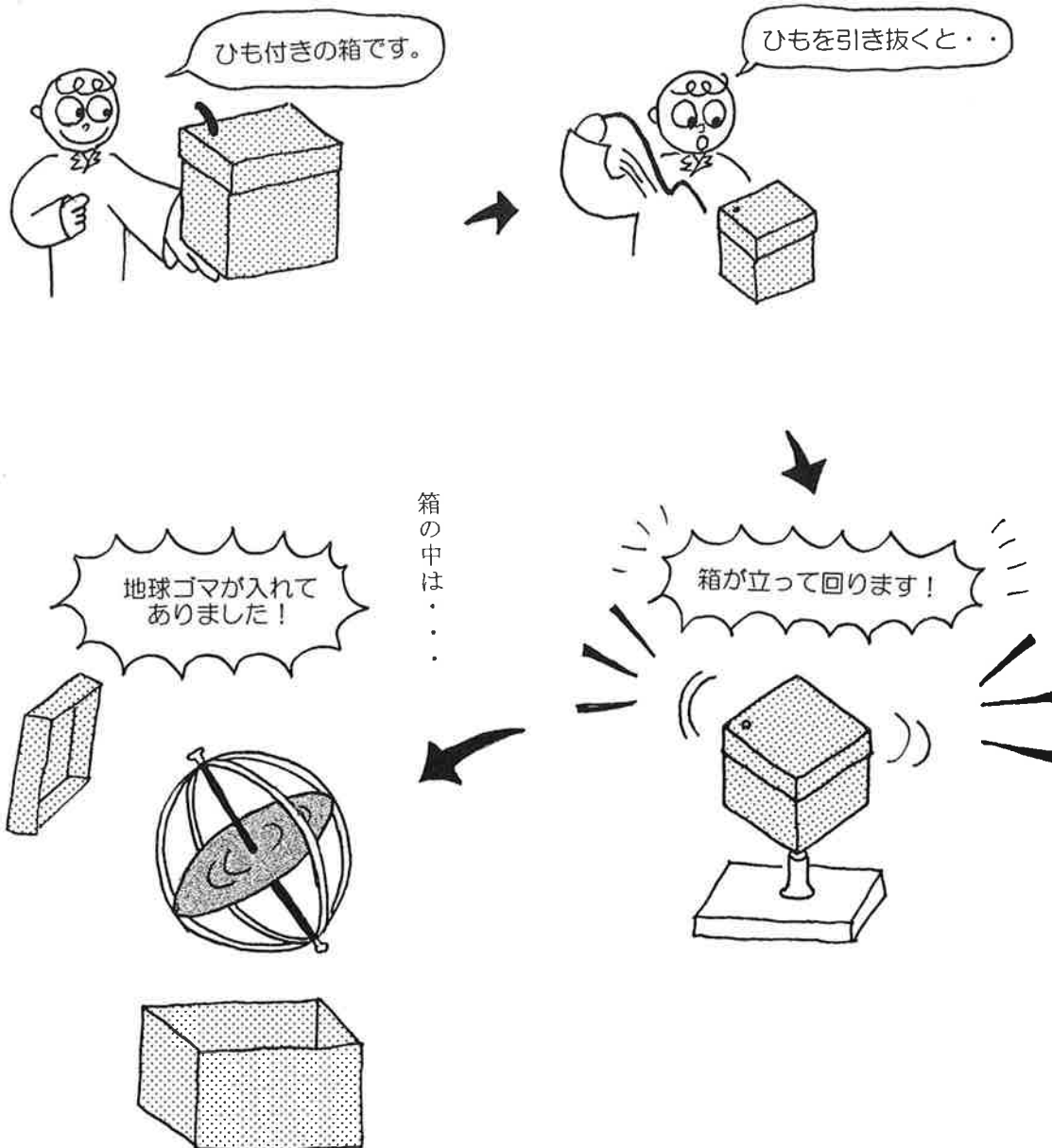
実験準備物 地球ゴマ、箱

地球ゴマ

動作	台詞	留意事項
①箱を提示する。 ひもを引きコマを回す。	①この箱を見て下さい。ひもがついていますがふつうの箱ですね。 なぜ、はこが倒れないか分かりますか？ 箱の中にコマが入っていて回っていたんですね。なぜ、コマが回っているだけで箱は倒れないのでしょうか。	KEY WORD 「ジャイロ」 「慣性の法則」

<参考文献>地球ゴマの説明書を参考にしました

実験の概要



実験準備物	ジャイロ (自転車のタイヤ20インチを使用)、回転椅子 ジャイロの剣 (自転車のタイヤ16インチを使用)、ひも
-------	--

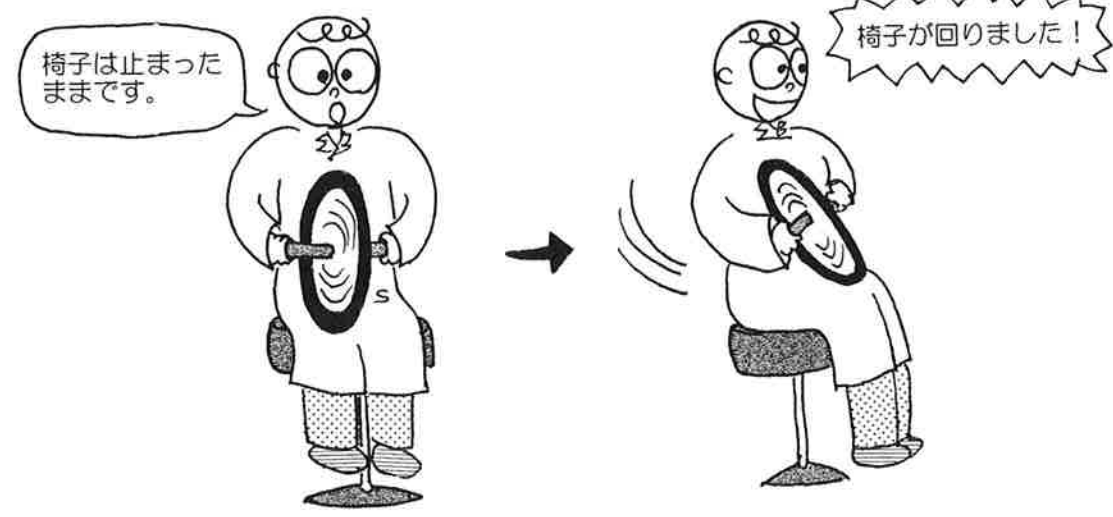
ジャイロ

②ジャイロを提示する。	②中のコマだけを取り出して実験しましょう。 椅子に座ってこのコマを回してみましょ。コマを傾けると、椅子も回りますね。回っているものはそのままできょうとするんですね。	→展示エリア「ジャイロ」について触れる。
③ジャイロの剣を提示する。	③この「ジャイロ」がついた剣を振り下ろしてみると、回っているとまっすぐ振り下ろすことが出来ないのです。	→・船 船舶の安定保持 ・飛行機 飛行機を正常進行方向に修正
④ぶら下がりジャイロ実験をする。	④ジャイロをぶら下げてみましょう。回した後手を離すとどうなるのでしょうか。 回っていると安定して、他の力が加わっても元のままできょうとするため、このようなことが起こるのです。	→・自転車

<参考文献> 大阪市立科学館サイエンスショー「回転のふしぎ」を参考にしました

実験の概要 【ジャイロがまっすぐの時】

【ジャイロを傾けた時】



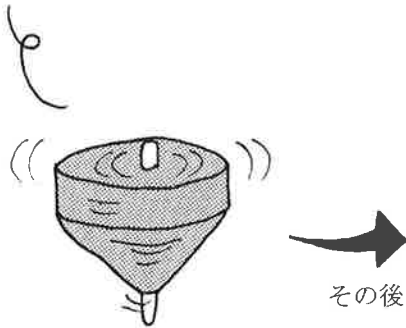
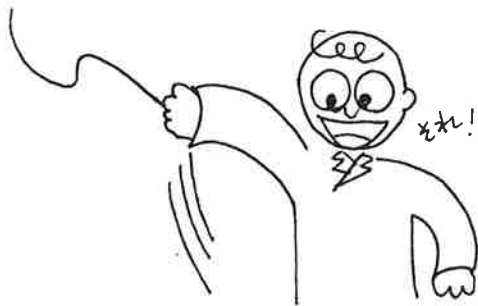
2. 歳差運動を感じよう

(3分)

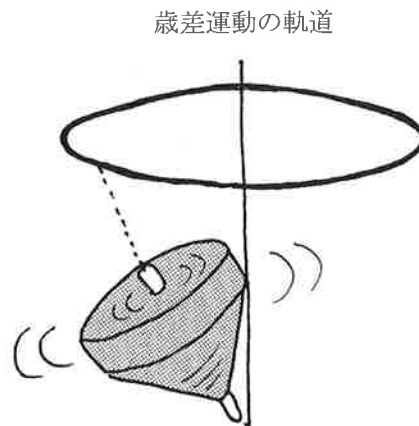
実験準備物 | コマ、チラシ

動作	台詞	留意事項
①コマを回す。	①コマも、そのままでは立っていることができませんが、回転させると立っていますね。 コマの動きを調べてみましょう。 コマを回すと、最初はまっすぐ回っていますが、だんだん軸が傾いてきます。このような首振り運動のことを「歳差運動」といいます。	KEY WORD 「歳差運動」
②チラシの配布を確認する。	②皆さんがいるこの地球もこのような首振り運動をしています。これについてはチラシをご覧ください。	→チラシの説明

実験の概要



最初はまっすぐ回っている



だんだん軸が傾き
歳差運動を始める

3. 角運動量保存則を感じよう

(3分)

実験準備物 コマ (大・小)、回転椅子 (回転台)、ダンベル (2kg)

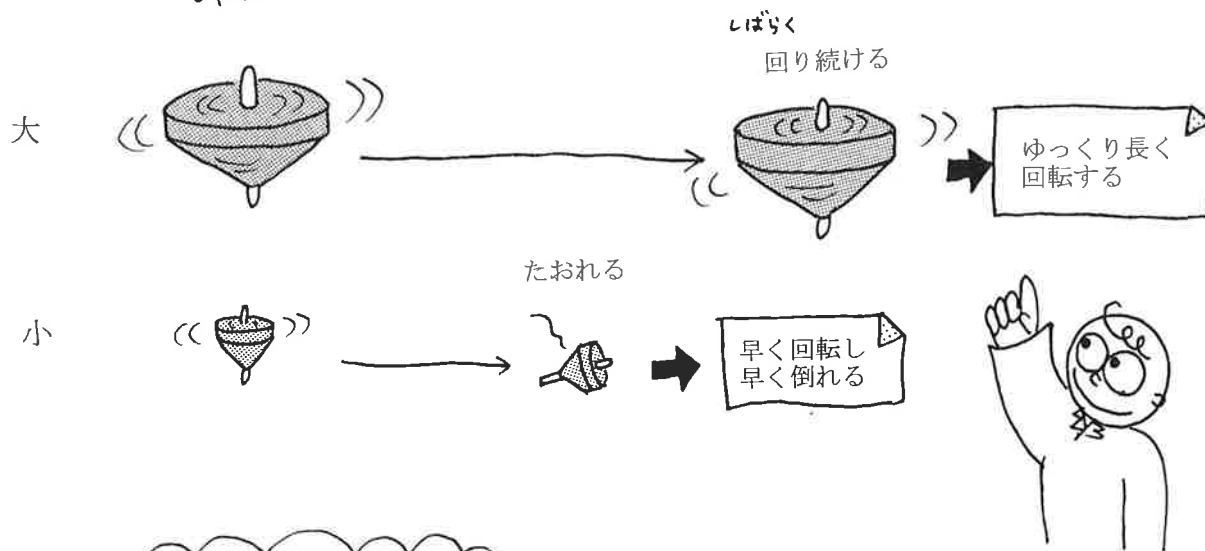
動作	台詞	留意事項
① 2つのコマを回す。	① コマを2つ回し比べてみましょう。どちらのコマが長く回っているでしょう。大きいコマの方が長く回っていることが出来るんですね。	KEY WORD 「角運動量保存則」 「慣性モーメント」 「回転体の慣性」
② ダンベルを持って回転椅子の上で回転する。	② フィギュアスケートの回転を考えてみましょう。回転の最初は手を振り回転を始めます。その後は、手を曲げてしまうのです。これは、手を開いているより、曲げている方が早く回ることができるからです。	

<参考文献> 大阪市立科学館サイエンスショー「回転のふしぎ」を参考にしました

実験の概要

大きなコマと小さなコマ、どちらが長く回るでしょう？

Start!



回転椅子でやってみよう！

手をのばすとゆっくり回る



大きなコマ

手を近づけると早く回る



小さなコマ

4. 遠心力を感じよう

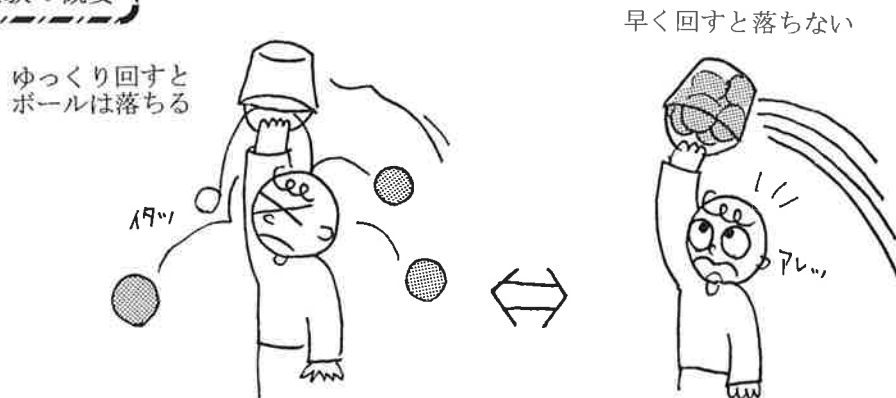
(4分)

実験準備物 | バケツ、ボール、10円玉、ハンガー

動作	台詞	留意事項
①バケツとボールを提示する。 バケツを回す。	①今度はバケツで実験しましょう。バケツの中にボールを入れて回してみましょ。どうなるでしょう。 ゆっくり回すと、ボールは落ちてしまいますね。でも、はやく回すと落ちませんね。このような力を「遠心力」といいます。	KEY WORD 「遠心力」「重力」
②十円玉とハンガーを提示する。 十円玉回しに挑戦する。	②今度は、十円玉とハンガーで挑戦です。やってみたい人はいますか？ 簡単そうに見えますが、ハンガーの上に10円玉を乗せるだけでも大変ですね。やってみたい人は家で挑戦してみてください。	→ 50円玉や500円玉にも挑戦する。

<参考文献> 横浜こども科学館サイエンスショウ「宙がえり」を参考にしました

実験の概要



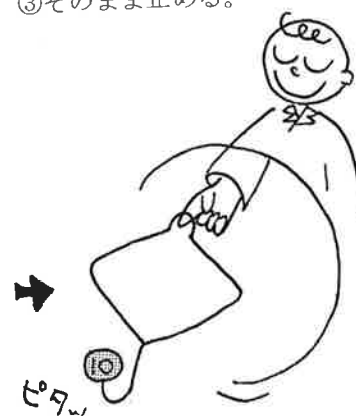
①ハンガーに10円玉をのせる。



②10円玉をのせたままハンガーを回す。



③そのまま止める。



5. おもしろコマで遊ぼう・身近にくるくる

(5分)

実験準備物 | ブーメラン、逆立ちゴマ、ラトルバック、ガリガリプロペラ、けん玉

動作	台詞	留意事項
①ブーメランを飛ばす。	①ブーメランは回すと飛びますが回さないとそのまま落ちてしまいます。	ラトルバック (別名：ケルトの石) 石器時代の石斧(セルツ)がその原型と いわれている。
②逆立ちゴマを回す。	②こんなふうに戻ると逆立ちするコマ もあります。	
③ラトルバックを回す。	③このコマは回る方向が決まっている コマです。 また、このコマは回さなくてもこの ように揺らしてやるだけで回り始め ます。	
④ガリガリプロペラを回す。	④これはコマではありませんが、振動 を回転に変えるおもちゃです。	
⑤けん玉に挑戦	⑤けん玉も回転が関係しています。 けん玉は真ん中の剣にさすのが一番 難しいですが、玉を回すと割合簡単 にさすことができます。	
	普段意識しないところでたくさん「くるくる」がありますね。回る様子を観察するといろいろな様子を見ることが出来ますね。	その他の例 ・ヨーヨー 演示後、子どもたちに挑戦させる。

実験の概要

【ブーメラン】

- ・回さないで飛ばす
- ・回して飛ばす



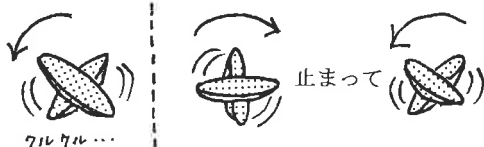
【逆立ちゴマ】



回っているうちにひっくり返る

【ラトルバック；まわる方向が決まっている】

左回り | 右に回しても 左回りになる

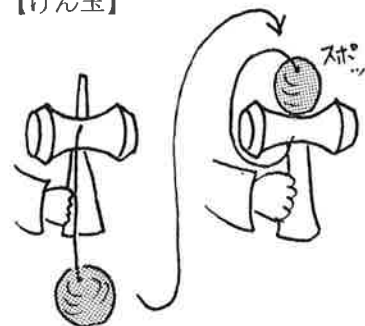


【ガリガリプロペラ】



こするとプロペラが回る。
こすり方によって逆回り
にもなる。

【けん玉】





玉を回転させると
剣にささりやすい。



「コロコロ大作戦」



1. コースを変えて転がすと・・・ 「球のレース」

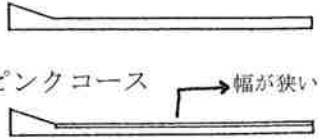
(14分)

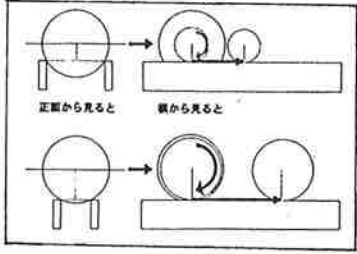
実験準備物 | 同じ大きさ・重さの球2つ、各コース

動作	台詞	留意事項
①レースの説明をする。	<p>今日のテーマは「コロコロ大作戦」。2つのものを転がしてレースをします。</p> <p>①まずは、「球のレース」。どのような実験かという、至って簡単、ここに置いてあるような2つのコース上を、同じ球を転がして、どちらが速くゴールに着くか、あるいは同時かを予想するものです。</p> <p>本日のレースをピーちゃんとウッキーくんも予想してくれます。皆さんも、どちらが勝つか、あるいは同点かを予想して行って下さいね。</p> <p>このレース、なかなか当てる事が出来ないようです。いくつ当てる事ができるでしょうか。</p>	
②第1レースのコースを紹介する。	<p>②早速第1レースを行います。</p> <p>第1レースは同じ高さからスタートしますが、白コースは坂が短く青コースは坂が長くなっています。あとは同じ高さをゴールまで進みます。皆さんに予想してもらう前にピーちゃん、ウッキーくんの予想を聞いてみましょう。</p>	<p>白コース</p>  <p>青コース</p> 
予想をたてる。	<p><ピーちゃん></p> <p>こんなものきくまでもないでしょう？坂の長い青コースの方がスピードがついて速くゴールに着くんじゃないの？</p> <p><ウッキーくん></p> <p>え～。そんなのおかしいよ。坂が急な白コースの方が速くゴールに着くに決まっているよ。</p> <p>“そうかな～。わたしはどちらも同じ高さから同じ高さまで下りるから、同時につくと思うけど・・・。”</p> <p>皆さんはどう思いますか。</p>	
第1レースをスタートする。	<p>では、第1レースをスタートします。皆さんもいっしょに3・2・1・スタートのカウントダウンをお願いします。</p> <p>それではいきます。3！2！1！スタート！</p>	

<p>結果の説明をする。</p>	<p>ただいまのレースは白コースの勝ちです。ウッキーくん、大正解。どうしてこうなるかという、このコースでは、坂の傾きに関わらず同じ高さから同じだけ下りれば、降りた地点でのスピードは両方ともほとんど同じです。それで、速くトップスピードにたどり着いた白コースの方が、その分の差を最後まで保って逃げ切るのです。</p> <p>もう1度やってみます。本当に坂の降りたところにつけていた差をそのまま保ってゴールしていますね。皆さん、当たりましたか。</p>	
<p>③第2レースのコースを紹介する。</p>	<p>③次は、第2レースです。第2レースは黄コース対白コースです。黄コースは2回下りがあって、その後上り坂になっています。白コースは、一旦下った後はまっすぐです。</p>	<p>黄コース</p>  <p>白コース</p> 
<p>予想をたてる。</p> <p>第2レースをスタートする。</p>	<p>ピーちゃんとウッキーくんにも予想してもらいましょう。</p> <p><ピーちゃん> 今度こそ、絶対当てるわよ。さっきのレースでは、坂でスピードが上がったんだから、下りの多い黄コースの勝ちだと思うな。</p> <p><ウッキーくん> チッ、チッ、チッ。またまたいい加減なことを言って……。ここに上り坂があるんだよ。下り坂の後に上り坂があるんだからプラスマイナスゼロ。だから、絶対引き分け。</p> <p>“う～ん。回り道しないで短い距離の白コースが速いような気がするけれど……。” 皆さんはどう思いますか。</p> <p>では、第2レースのスタートです。今度もいっしょに3・2・1・スタート！のカウントダウンをお願いしますね。</p> <p>それではいきます。3！2！1！スタート！</p>	

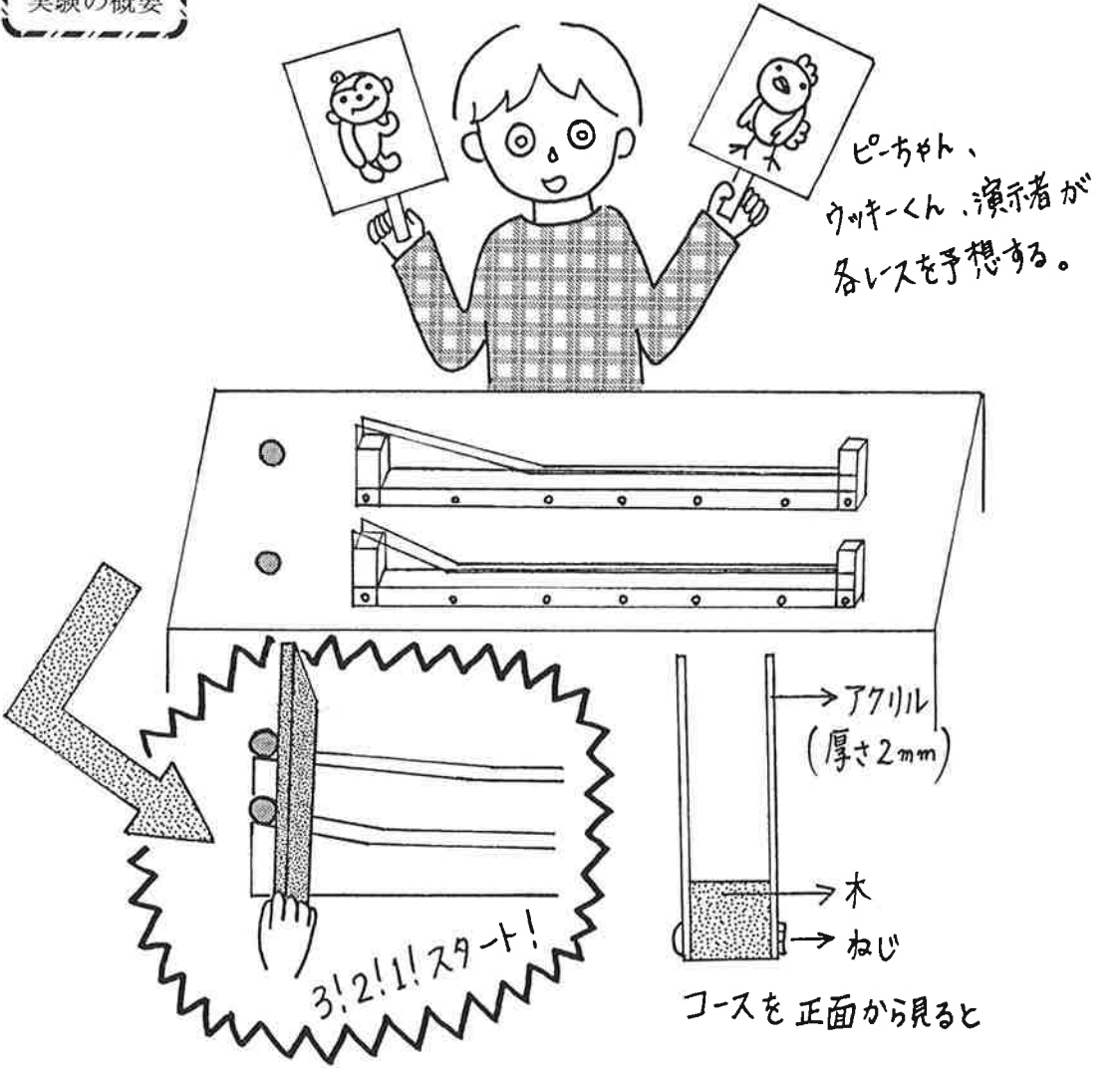
<p>結果の説明をする。</p>	<p>ただいまのレースは黄コースの勝ちです。ピーちゃん大正解。 どうしてこうなるかという、2つ目の下りの後、黄コースの球のスピードはかなり速くなります。坂の下りで速くなったスピードは、登りのうち消されて前のスピードに戻るとはいえ、速いスピードでいくらかでもコースを進む分、白よりは速くゴールするわけです。</p> <p>では、もう1度やってみます。本当に2つ目の坂を下りたところで速くなりますね。 皆さん当たりましたか。</p>	
<p>④第3レースのコースを紹介する。</p> <p>予想をたてる。</p>	<p>④第3レースを行います。 今度は緑コース対黄コースです。緑コースは黄コースとよく似ていますよね。どこがちがうか分かりますか2つ目の下りの後のこの直線の距離が緑コースの方が短いです。 さて、今度はどんな結果になるでしょうか。</p> <p><ピーちゃん> 今度は、どっちの坂の数も形も一緒だから一緒に着くと思うな。</p> <p><ウッキーくん> さっきのレースでは、底の部分のスピードが速いからそっちの方が速くなったんだから……。今度は、その部分の長い黄コースの方が速く着くんじゃないの。 “じゃあ、わたしは理由は分からないけど、緑コースにしようっと。” さて、皆さんはどう思いますか。</p>	<p>緑コース</p>  <p>黄コース</p> 
<p>第3レースをスタートする。</p>	<p>では、第3レースのスタートです。皆さんもカウントダウンをお願いします。 それではいきます。3！2！1！スタート！</p> <p>ただいまのレースは黄コースの勝ちです。ウッキーくん、またまた大正解。</p>	

<p>結果の説明をする。</p>	<p>これは、さっきウッキーくんが予想してくれたように、2つ目の下りでかなり速くなりますよね。その速さで進む距離の長い黄コースの方が当然速く着くわけです。第2レースの結果からも明らかですね。 では、もう1度やってみます。本当に底の部分で差を広げました。皆さん、当たりましたか。</p>	
<p>⑤第4レースのコースを紹介する。</p>	<p>⑤第4レースです。 第4レースは白コース対ピンクコースです。同じ高さから同じ坂を下り後はまっすぐというように、全く同じコースです。ただ一つ違うのは、ピンクコースは坂を下ったところから幅が狭くなります。今度はどうなると思いますか。</p>	<p>白コース ピンクコース → 幅が狭い</p> 
<p>予想をたてる。</p>	<p><ピーちゃん> う～ん。両方とも同じ形だから同時に着くんじゃないのかな。</p> <p><ウッキーくん> ぼくは、自動車や新幹線のことを大好きなんだけど、新幹線と普通の自動車の線路では、どちらのレールの幅が広いかわかってる？新幹線の方がずっと広いんだって。だから広いコースほど速いスピードが出るんじゃないのかな。だからぼくは白コースの勝ちだと思うな。</p> <p>“え～。コースが狭いピンクコースの方がボールが沈み込まないからピンクコースの方が速いと思うけど。” 皆さんは、どう思いますか。</p>	
<p>第4レースをスタートする。</p>	<p>では、第4レースをスタートします。今度も一緒にカウントダウンをお願いします。</p> <p>それではいきます。3！2！1！スタート！</p> <p>やったあ。 ピンクコースの勝ちです。</p>	

<p>結果の説明をする。</p>	<p>どうしてこうなるかというと、球は回転しながら進んでいます。コースが広いと球が1回転して進む距離は、コースが狭いときに比べて損をします。コースが狭いと、球の外側に近いところで回りますが、コースが広いと球の中心に近いところで回っているからです。また、コースが広いと、たまにかかるときの抵抗が狭いときよりも、大きくなりロスするのも原因です。</p> <p>では、もう1度やってみます。皆さん当たりましたか。</p>	<p>図を使って解説する。</p> 
------------------	---	--

<参考文献>海老崎 功先生の「球のレース」を参考にしました
 第3回 サイエンス展示・実験ショーアイデアコンテスト 奨励賞
 「球のレース」(海老崎 功先生) P 28 ~ P 31
<http://web.kyoto-inet.or.jp/people/ebosan/tamarace.htm>

実験の概要



ピ-ちゃん、ウッキーくん、演示者が各レースを予想する。

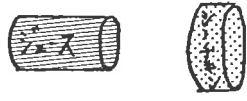
3! 2! 1! スタート!

→ アクリル (厚さ2mm)
 → 木
 → ねじ

コースを正面から見ると

2. 身近なものを転がすと・・・ 「ころころころりんレース」 (10分)

実験準備物	板、坂にするための台、缶ジュース、シーチキン缶、シーチキン缶を3つつなげたもの、単1乾電池、単3乾電池、ペットボトル(水入り)、ペットボトル(粘土入り)
-------	--

動 作	台 詞	留 意 事 項
レースの説明をする。	今までは、球が同じで、違うコースで実験してきましたが、今度は、同じ板の上に違うもの2つを「ころころころりん」と転がしてみましよう。	
①缶ジュースとシーチキン缶を提示する。	①まず最初は、「缶詰ころりん」です。この缶ジュースとシーチキン缶で競争です。	
予想をたてる。	<p><ピーちゃん> 重さが関係していると思うな。ねえ、どっちが重いのか？ それでは、どなたか持ってみて下さい。</p> <p>缶ジュースの方が重いようですね。</p> <p><ピーちゃん> だったら、重い缶ジュースの方が速いと思うな。</p> <p><ウッキーくん> 体が重くなると動きが鈍くなるよ。軽い方が速いんじゃないの？ “学校で「重さが違っても落ちる速さは同じ」ってなったような気がするけど・・・”</p> <p><ウッキーくん> そういえば、さっきの実験で直径が大きい方が1回転で進む距離が長いって言っていたよね。だからやっぱり、シーチキンの缶の方が速いんだよ。きっと・・・。 さあ、皆さんはどう思いますか。</p>	重さを比較してもらおう。
「缶詰ころりん」レースをスタートする。	<p>それでは、カウントダウンをお願いします。3！2！1！スタート！</p> <p>缶ジュースの勝ち。</p> <p><ウッキーくん> やっぱり重さが関係あるのかな？ それじゃあ、今度はシーチキン缶をくっつけて重くしてみようよ。</p>	

②缶ジュースとシーチキン缶を3つつなげたものを提示する。

予想をたてる。

「缶詰ころりん」レースをスタートする。

③単1乾電池と単3乾電池を提示する。

「乾電池ころりん」レースをスタートする。

②それでは、次も「缶詰ころりん」をしましょう。

ただし、シーチキン缶を3つつつけてシーチキン缶の方を重くしてみました。

どなたか確かめて下さい。シーチキン缶の方が重くなりましたね。

<ピーちゃん>

重い方が速いんだよ。

今度は、シーチキンの方が重くなったから、シーチキンの勝ち！

絶対そうだよ。

<ウッキーくん>

ぼくもシーチキン缶かな～。

“おかしいなあ。学校で習ったような気がしたんだけど・・・。やっぱりなんとなく引き分けだと思うな。”

皆さんは、どう思いますか。

それでは、カウントダウンをお願いします。3！2！1！スタート！

あれ～。缶ジュースの勝ちだ。どうしてだろう？

<ウッキーくん>

・・・ということは、重さには関係ないんだよね。じゃあ、直径がやっぱり関係しているのかな～。

<ピーちゃん>

同じコースだったら、直径の小さい方が、クルクルっと回転が速いから、どんどん進んで速くなるんじゃないの？

それじゃあ、ここに単1と単3の乾電池があるから、これでも比べてみようか。これなら、直径も違うよね。

③では、「乾電池ころりん」に挑戦してみよう。

皆さんは、どう思いますか。

それでは、カウントダウンをお願いします。3！2！1！スタート！

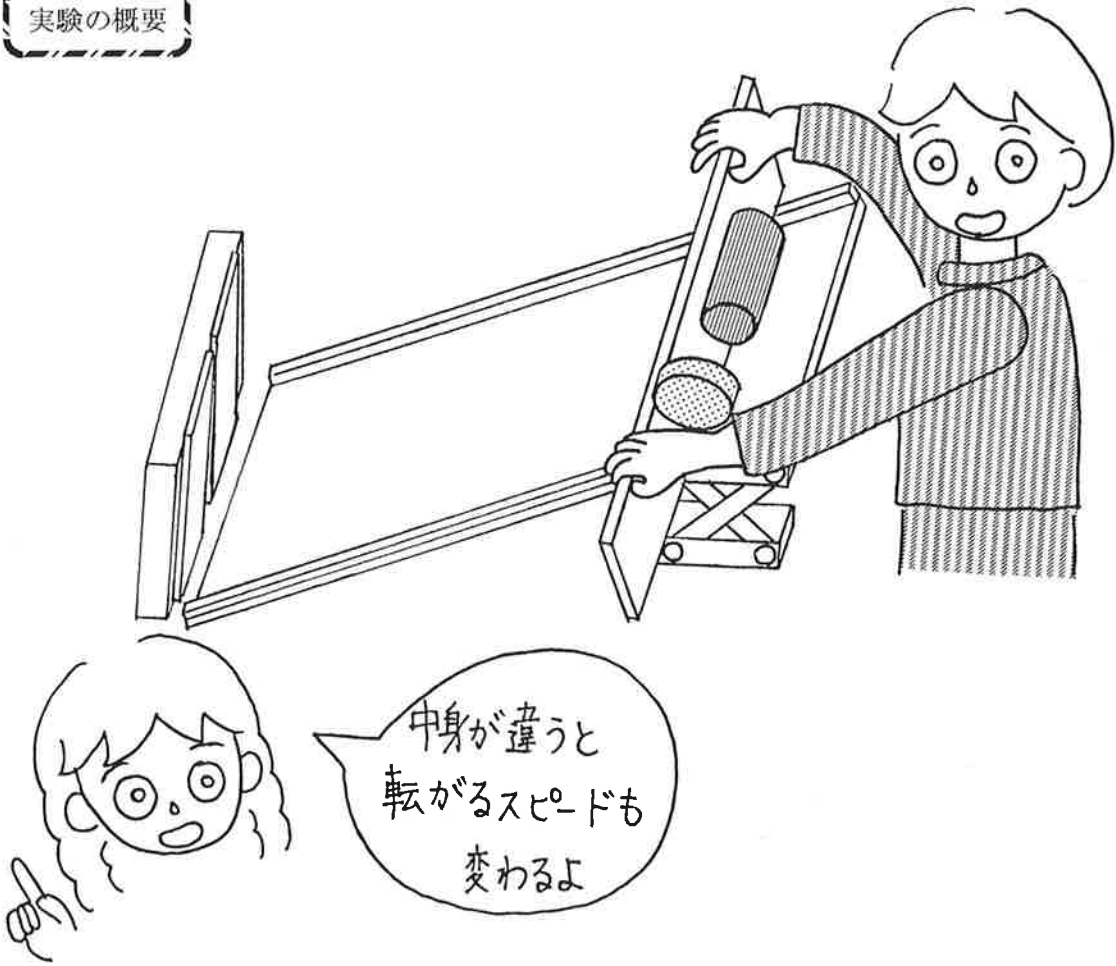
今度は、引き分けだ。



<p>実験の整理をする。</p> <p>予想をたてる。</p> <p>④水入りペットボトルと粘土入りペットボトルを提示する。</p>	<p><ウッキーくん> う〜ん。なんだかわけがわからなくなっちゃった。重さ？直径？何の関係しているのかな〜。</p> <p><ピーちゃん> じゃあ、これまでの実験結果をまとめてみようよ。</p> <p>「缶詰ころりん」では、重くても軽くても缶ジュースの勝ち。缶ジュースは、シーチキン缶よりも直径が小さかったよね。「乾電池ころりん」では直径が大きいものも小さいものもほとんど同時でした。 どうやら缶ジュースとシーチキン缶の転がる速さの違いには、重さや直径は関係ないようです。</p> <p>では、「缶詰ころりん」では、一体何が関係しているのでしょうか。</p> <p><ウッキーくん> あっ、もしかして……。缶ジュースとシーチキン缶では、中身の状態が違うよ。</p> <p><ピーちゃん> ウッキーくん、すごい。そうかも知れないよ。ひょっとしたら、この中身の違いが関係するのか。 ジュースは液体だし、シーチキンはほとんど固体って考えられるもん。 じゃあ、どうやったら確かめられるかな？皆さんは、どうしたらいいと思いますか。</p> <p><ピーちゃん> 同じ入れ物で、違う物を入れたらいいんじゃないかな。</p> <p>④では、このペットボトルでやってみましょう。「ペットボトルころりん」ですね。1つには水を入れて、もう一つには粘土を入れてあります。この2つは形も重さもほとんど同じです。中身だけが違います。</p>	<p>転がる速さは重さや直径には関係がないことを確認する。</p> <div style="text-align: center;"> </div>
--	---	--

<p>予想をたてる。</p> <p>「ペットボトルころりん」レースをスタートする。</p>	<p><ウッキーくん> そうか。水=ジュース、粘土=シーチキンで考えればいいんだね。ジュースとシーチキンではジュースの勝ちだったから、水と粘土では水の勝ちじゃないのかな。</p> <p><ピーちゃん> きっとそうだわ。うまくいくといいなあ。 皆さんは、どう思いますか。</p> <p>それでは、カウントダウンをお願いします。3！2！1！スタート！</p> <p>やったあ。水入りの勝ち。 ・・・・ということは、中身が液体のものと固体のものでは、<液体のもの>の方が速く転がるようです。このような板で転がした場合、どうやら「みかけ」ではなくて「なかみ」が深く関係しているのですね。</p>	
---	---	--

実験の概要



<p>説明をする。</p>	<p>これは、転がるときに「シーチキンや粘土のような中身が固体の場合は、中身が回りますが、ジュースや水のような中身が液体の場合では、中身がほとんど回転しない」という違いがあるからなのです。</p> <p>シーチキンの方は“うんとこしょ、どっこいしょ”と重い中身を回転させるのにエネルギーをたくさん取られてしまって、斜面を落ちるためのエネルギーが減ってしまい、スピードが上がらないのです。</p> <p>でも、缶ジュースの方は、中身がほとんど回転することはないので、エネルギーのほとんどが斜面を落ちるのに使われます。そのため、缶ジュースの方は“スルスル”と落ちていき、そのまま先にゴールするのです。</p> <p>どうでしたか。予想外のことが結構たくさんあったのではないのでしょうか。2つのものを転がすと、いろんな不思議な発見がありますね。皆さんも、身近なものを転がして調べてみてはどうでしょうか。</p>	<p>図を使って解説する。</p>
---------------	--	-------------------

<参考文献>ころりん 仮説社

実験の概要

<p>缶ジュースとシーチキン缶 //</p>	<p>缶ジュースとシーチキン缶 (3個合体)</p>
<p>単1乾電池と単3乾電池</p>	<p>粘土入りと水入りペットボトル</p>