

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)

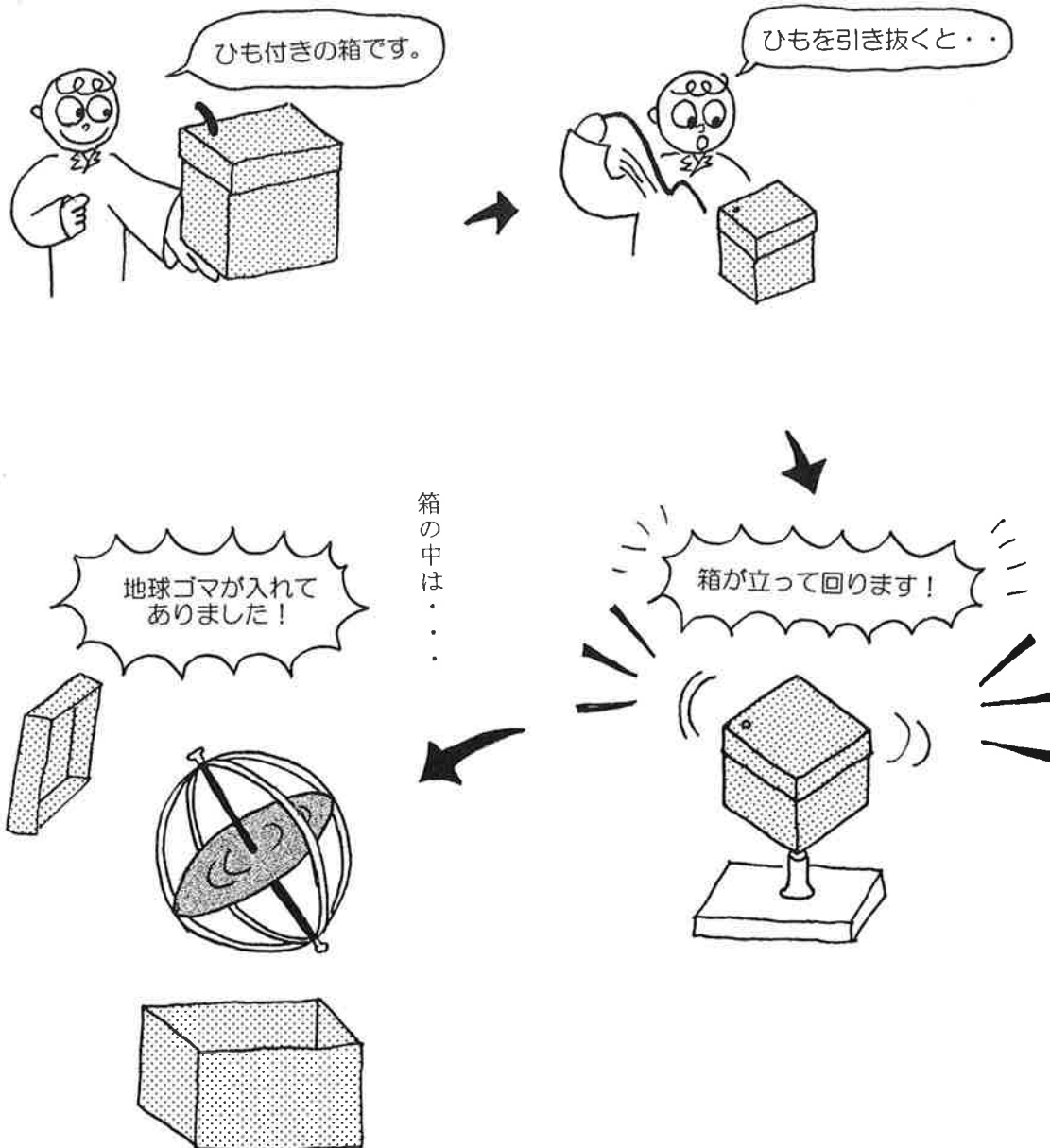
実験準備物 地球ゴマ、箱

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
-------	--

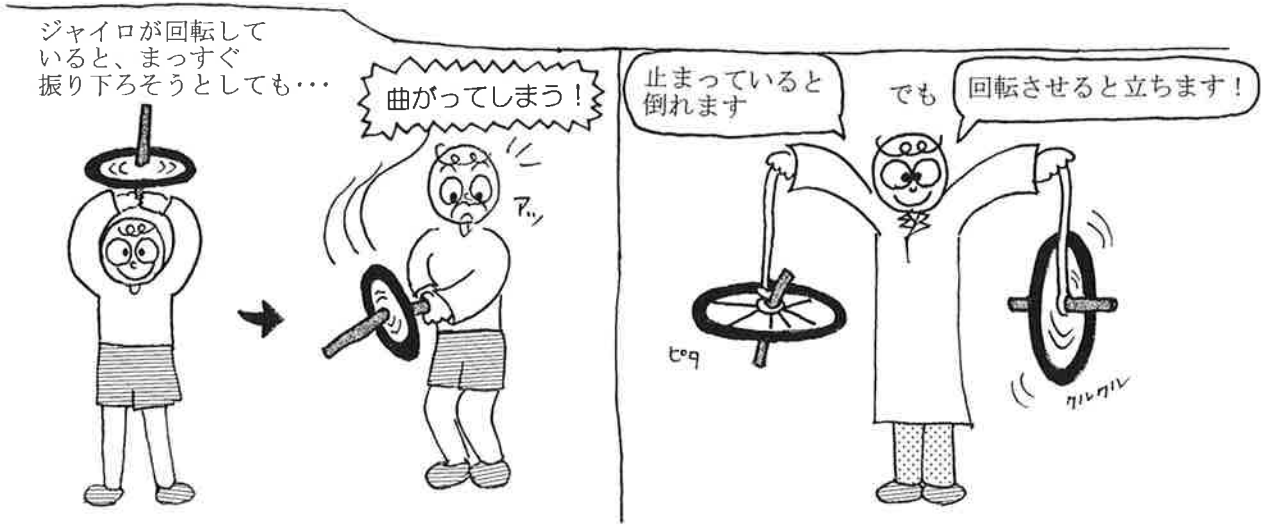
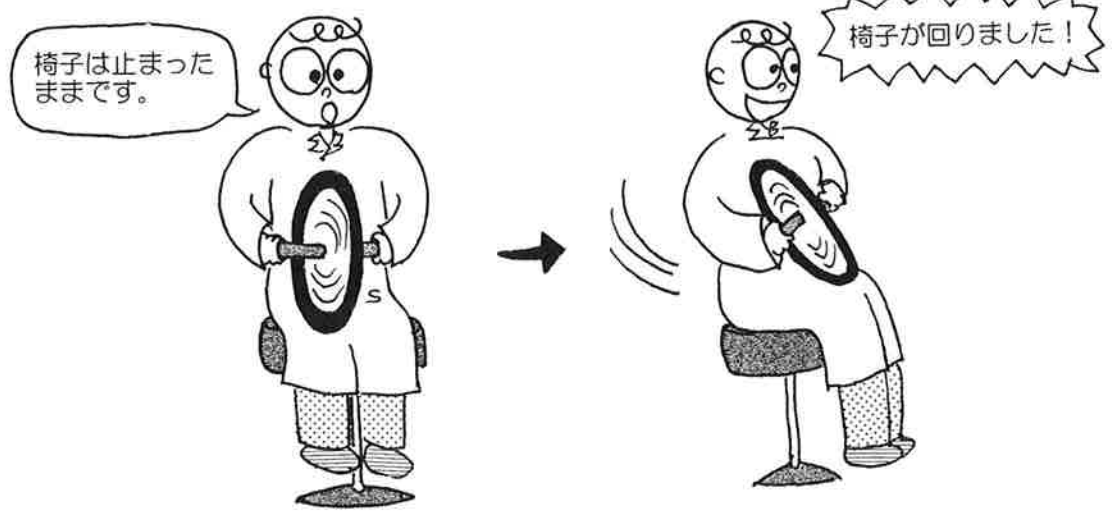
ジャイロ

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よう。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はいようとするんですね。	→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。	→・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いようとするため、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】



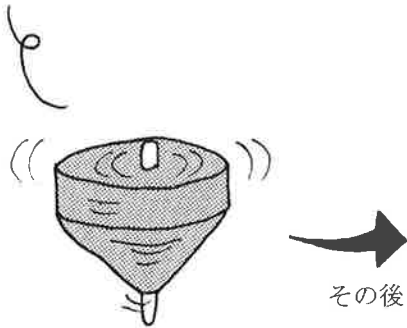
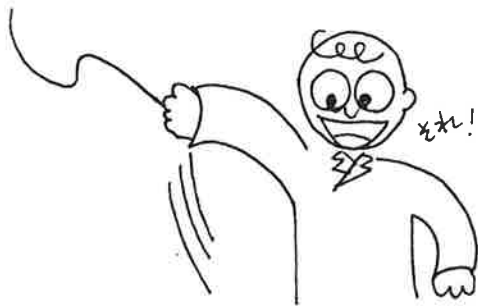
2. 歳差運動を感じよう

(3分)

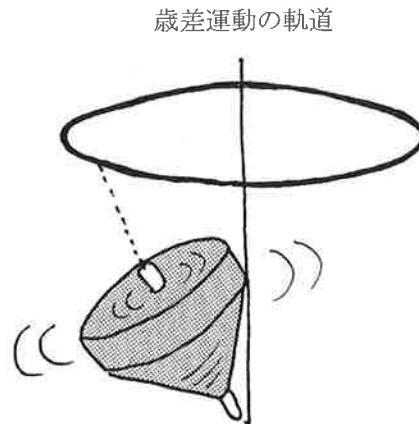
実験準備物 | コマ、チラシ

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)

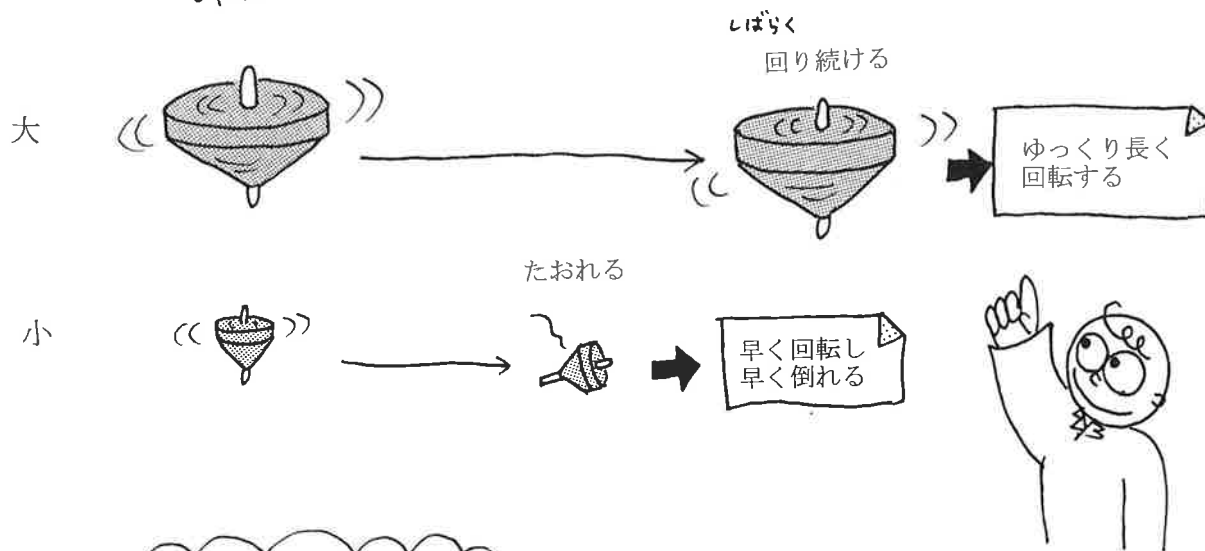
動作	台詞	留意事項
① 2つのコマを回す。	① コマを2つ回し比べてみましょう。どちらのコマが長く回っているでしょう。大きいコマの方が長く回っていることが出来るんですね。	KEY WORD 「角運動量保存則」 「慣性モーメント」 「回転体の慣性」
② ダンベルを持って回転椅子の上で回転する。	② フィギュアスケートの回転を考えてみましょう。回転の最初は手を振り回転を始めます。その後は、手を曲げてしまうのです。これは、手を開いているより、曲げている方が早く回ることができるからです。	

<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

手を近づけると早く回る



大きなコマ



小さなコマ

4. 遠心力を感じよう

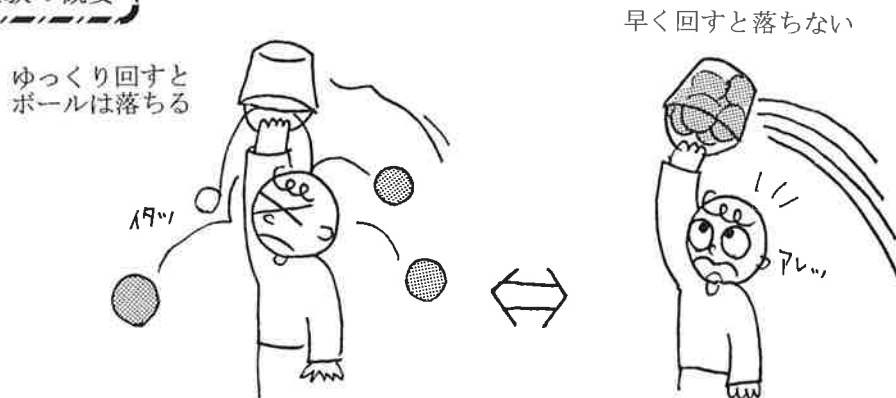
(4分)

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よう。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。 その他の例 ・ヨーヨー 演示後、子どもたちに挑戦させる。
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。	

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

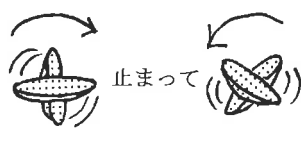
【ラトルバック；まわる方向が決まっている】

左回り



右に回しても

左回りになる

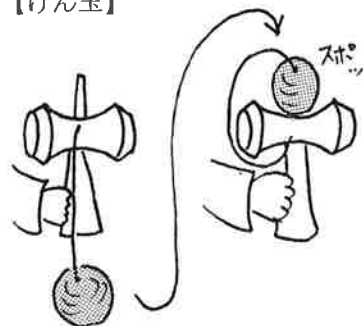


【ガリガリプロペラ】



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」

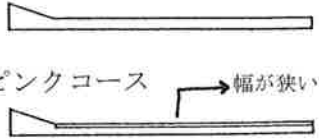
(14分)

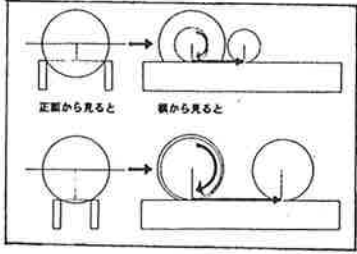
実験準備物 | 同じ大きさ・重さの球2つ、各コース

動作	台詞	留意事項
<p>①レースの説明をする。</p>	<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>	
<p>②第1レースのコースを紹介する。</p> <p>予想をたてる。</p> <p>第1レースをスタートする。</p>	<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おう前にピーちゃん、ウッキーくんの予想を聞いてみましょう。</p> <p><ピーちゃん> 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> 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・・・。” 皆さんはどう思いますか。</p> <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>白コース</p>  <p>青コース</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と、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回下りがある、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。 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>黄コース  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> 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。 “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。 それではいきます。3！2！1！スタート！</p>	

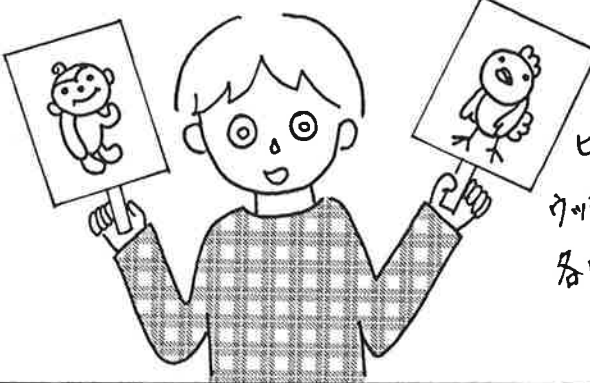
<p>結果の説明をする。</p>	<p>ただいまのレースは黄コースの勝ちです。ピーちゃん大正解。 どうしてこうなるかという、2つ目の下りの後、黄コースの球のスピードはかなり速くなります。坂の下りで速くなったスピードは、登りですぐ消されて前のスピードに戻るとはいえ、速いスピードでいくらかでもコースを進む分、白よりは速くゴールするわけです。</p> <p>では、もう1度やってみます。本当に2つ目の坂を下りたところで速くなりますね。 皆さん当たりましたか。</p>	
<p>④第3レースのコースを紹介する。</p> <p>予想をたてる。</p>	<p>④第3レースを行います。 今度は緑コース対黄コースです。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>	

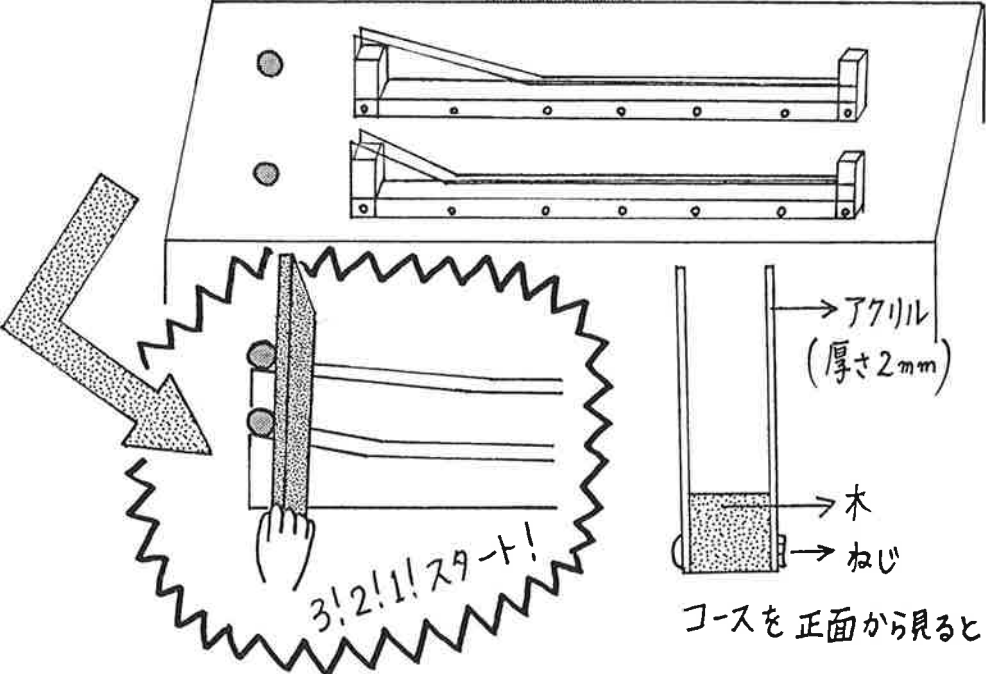
<p>結果の説明をする。</p>	<p>どうしてこうなるかというと、球は回転しながら進んでいます。コースが広いと球が1回転して進む距離は、コースが狭いときに比べて損をします。コースが狭いと、球の外側に近いところで回りますが、コースが広いと球の中心に近いところで回っているからです。また、コースが広いと、たまにかかるときの抵抗が狭いときよりも、大きくなりロスするのも原因です。</p> <p>では、もう1度やってみます。皆さん当たりましたか。</p>	<p>図を使って解説する。</p> 
------------------	---	--

<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



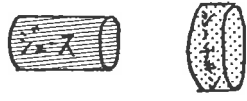
ピチピチ、ウッキーくん、演示者が各レースを予想する。



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！

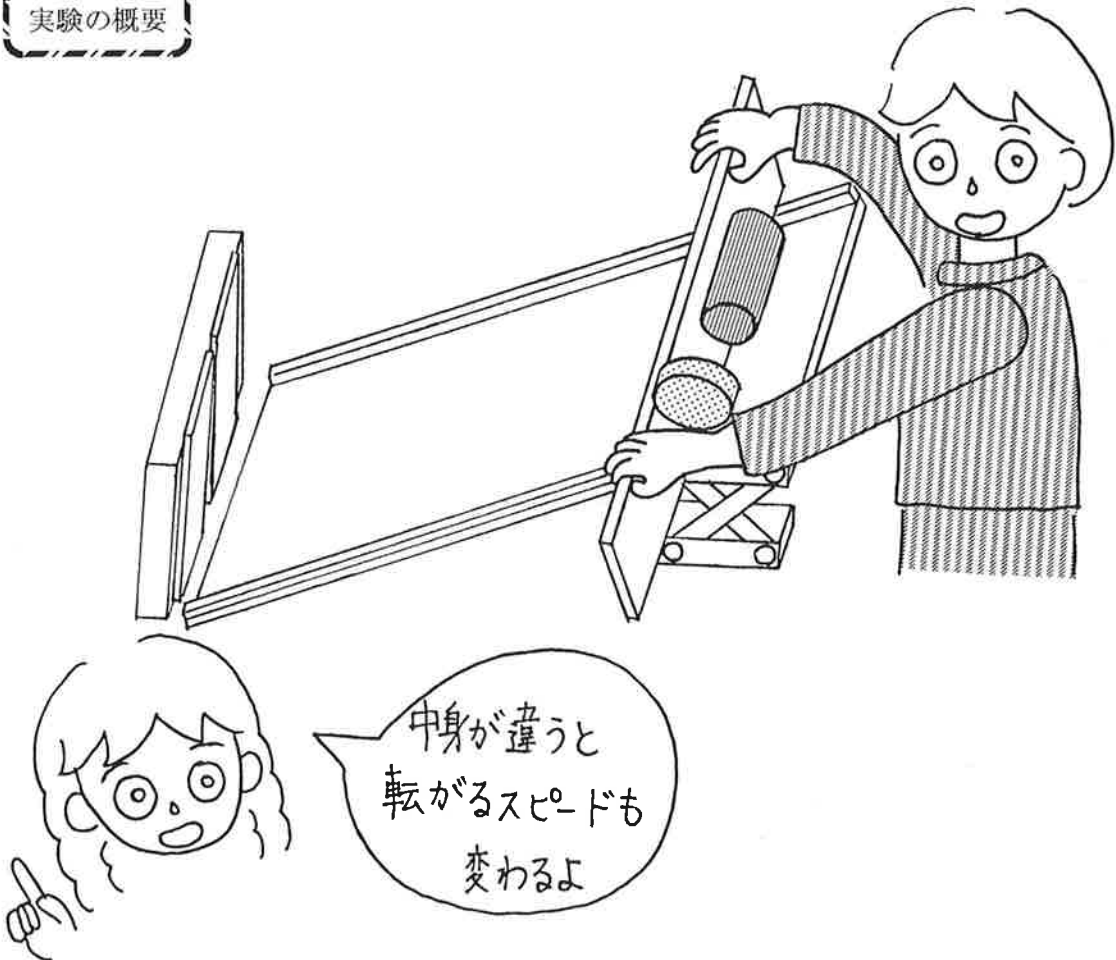
今度は、引き分けだ。



<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。</p> <p>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>