



グリフィス記念館で 体験型科学実験

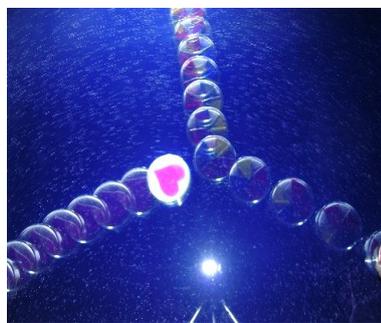
主催・指導：[NPO ぶくい科学学園]
(子どもゆめ基金助成事業)

後援：日刊県民福井・中日新聞

協力：福井市グリフィス記念館

令和元年10月19日(土)・20日(日)

(午前10時～午後5時(20日は午後4時まで)：入場自由)



まさつの無い装置でゲーム(左上)、円形磁石で作用・反作用の実験(右上)

色づく自然雪結晶(左下)、お酒の紙パックで見るカメラ製作(右下)

児童・生徒用テキスト

(保護者の皆様へ：テキスト本文中の漢字など、ご家庭で説明をお願いします)

なまえ
名前

1. まさつのない装置

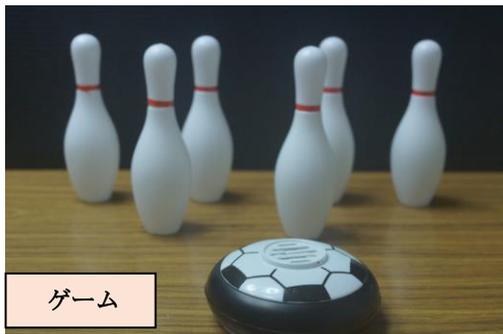
ホバークラフト

・空気を噴き出して物体を浮かし、物体が直接床の面にふれないようにして、まさつのない状態を作ります。



ホバークラフト

・ホバークラフトと机のすき間に、うすいシートを通過させてみましょう！



ホバークラフトを使って、ボーリングのピンを倒すゲームをしてみましょう！
ホバークラフトをゆっくりすべり出してください！（床にプラタン1枚敷く）

モーターの音がしますが、モーターの力で動くのではないことに注意！

改良風船ホバークラフト

・うすくて軽い CD 板を使って簡単なホバークラフトが出来ます。市販のものは1個800円もします。自分でも作ることもできます。

・風船がフラフラしないように、大きなカップラーメンの容器に風船をとじこめます。



改良風船ホバークラフト

コロの利用（回転するものを利用）

・昔の人は重い石などを運ぶとき、木の丸棒を下に引いてコロとして使いまさつを小さくする工夫をしていました。物体と面の間に回転する物が入るとまさつが小さくなります。

コロの場合1方向にのみ動き、他の方向には動かさせません！

ピンポン球を使う

・微小ビーズを用いる摩擦のない装置のしくみは、ピンポン球を用いて説明できます。

- ・ピンポン球の上に大きなお皿（キティちゃんを乗せる）を置いて、押し出してみましよう！（ピンポン球が回転することに注意！）



床にピンポン球をまいて実験

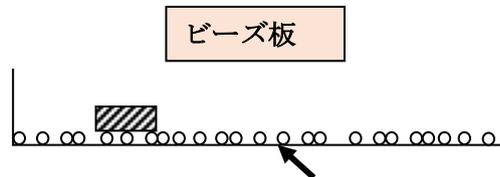
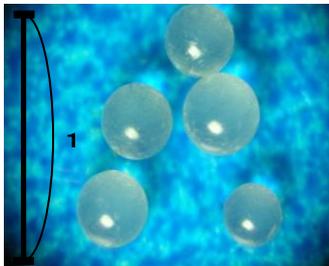
- ・ピンポン球の数が多い場合、ピンポン球同士がこすれあって、まさつが大きくなります。

プラスチック微小ビーズを用いるまさつのない装置

- ・微小ビーズは玉の質量はごく小さく、回転してもエネルギーをほとんど使いません。
- ・黒いお盆の上に微小ビーズをまいて、ガラスシャーレの運動がどうなるか比べます。
微小ビーズをまいた平面では、摩擦がないので運動は続きます。
- ・虹ビーズ（微小ビーズ）の場合、少しかたむけたとしても、ビーズが表面にくっついて（分子間力により）流れないことに注意しましょう。 B.B 弾では傾けると流れます
- ・下の写真は微小ビーズの顕微鏡写真（40倍）です。球形であることに注目してください。

球の直径は 0.3mm 程度です。

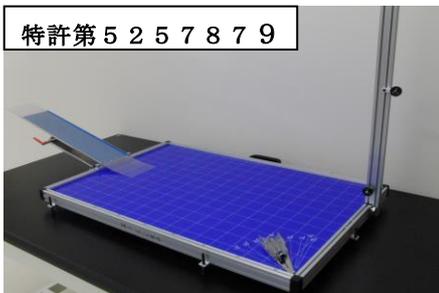
虹ビーズは株式会社 Narika より販売



← 微小ビーズの顕微鏡写真、黒線は長さ 1 mm

・ついでに塩の結晶も観察しましょう。

※注意：小さな虹ビーズが目や、口に入ってはいけないので、手でビーズにふれないように注意しましょう。ビーズが手についたらウエットティッシュで手をふき、実験が終わったら、水で手を洗い流しましょう。



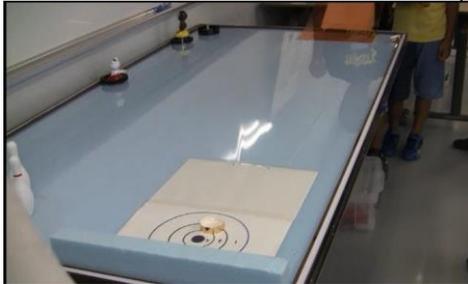
まさつのない実験装置



軽くて底がフラットな物体

等速運動から減速運動へ

- ・ビーズ板上で物体を打ち出します。ビーズ板のはしに紙がしいてあると、紙のところでまさつ力が運動の方向と反対に働き、物体の速度が減少して止まります。



ゲーム

物体を斜面からすべり落として、ちょうど紙の中央の的（赤）で止まるようにします。（カーリングゲーム）
大型ビーズ板使用

棒磁石を入れたガラスシャーレが北を向く

- ・小さな棒磁石を底が平らな容器に取りつけてビーズ板の上に置きます。すると磁石のN極が北の方向に向きます。



棒磁石のN極が北を向く

2. 運動の第一法則（慣性の法則）

- ・物体に力（まさつ力も）が働かない時、物体は最初持っていた速度を持ち続け、等速運動します。これは運動の法則の1つで「**慣性の法則**」とも言います。「

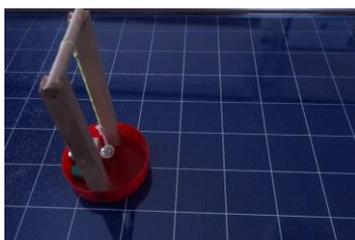
PKゲームを楽しむ



打ち出し器で円形プラスチックを打ち出し、ボーリングのピンを倒します（大型ビーズ板の半分を使用）

ゲーム

電車が急停車すると立っていた人は？



下の台が止まっても、おもりはそれまで持っていた速度で前に動く

静止した物体での“慣性の法則”

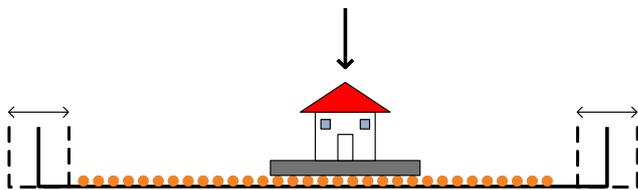


ビーズ板を急に動かす

・力が働かなければ、物体はその位置に静止続けます。ビーズ板上に大きなガラスシャーレを置いて、ビーズ板を急に動かしてみます。指でガラスシャーレのまん中を指します。下のビーズ板は動いても、ガラスシャーレは止まったままであることが良くわかります。

地震で倒れない家

・底がたいらな重い金属（アルミ板：2 x 10 x 15 cm）を B.B 弾の上に乗せます。その上に家を表す木を置き、それに家の絵をはりつけます。地震が起こったように、机の上で BB 弾の入ったケースを、はげしく左右に、水平に動かしてみましよう。“慣性の法則”により家が乗った金属の板はほとんど動きません。



・この実験を BB 弾のないところで行ってみます。まさ

つによって、ケースの振動がそのまま家の模型に伝わり、家はすぐに倒れます。

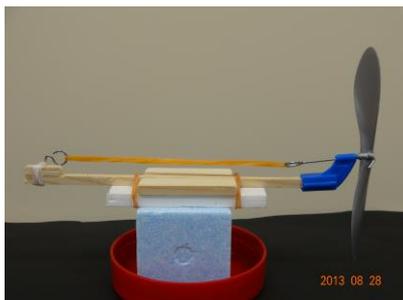


3. 運動の第2法則（力と運動）

・普通はまさつが働くので、“力と物体の速度変化の関係”を直接見るのは困難です。

・“力と速度の変化の関係”を表す法則を「運動の第2法則」といいます。

加速度運動（だんだん速度がはやくなる）



プロペラが回転し、前に進む推進力を作ります。

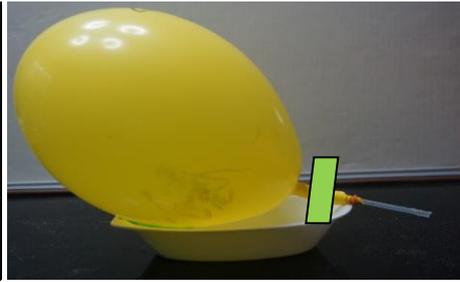
プロペラ推進機の輪ゴムは1本と、2本の場合とで比較します。

風船から吹き出る空気ので

・ロケットはガスを高速で吹き出すときの反作用の力で進みます。風船から空気が吹き出る時の反作用で、風船が飛ぶのをみたことがありますね！ 空気を風船からゆっくり吹き出させて、小さな力を作り、その力でビーズ板上で風船をゆっくり動かしてみましょう。



カレー用のトレイにふくらませた風船を固定するために、粘着テープをはる、

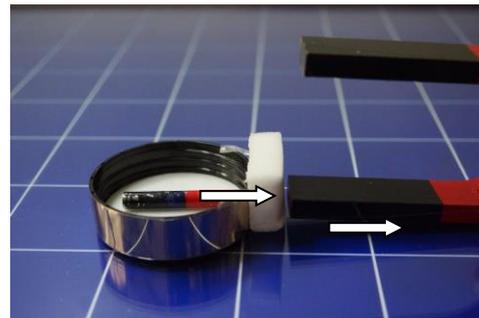


ふくらませた風船から少しずつ吹き出る空気ので、ゆっくりビーズ板上を動きます

磁石間の力で加速度運動

**物体に力が働き続けると物体の速度は
だんだん速くなるのを感じ取ってください！**

物体と磁石の間にクッション片（約2cm厚）を入れて、2つの間の距離をほぼ一定（即ち、力一定）にして引きます。物体の速度はだんだん速くなります（**加速度運動**）。



磁石と磁石の間の距離をほぼ一定にして引きます（即ち、**同じ力で引き続ける**）

重力による加速度

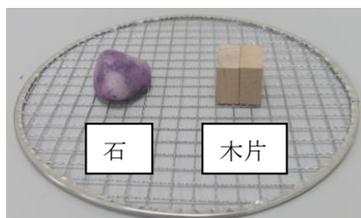
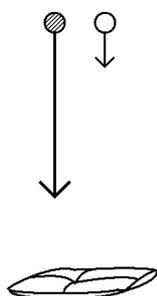
・物体が斜面に置かれたとき、物体には斜面下方向に向かって力が働きます。まさつがない斜面（ビーズ板を傾ける）では、物体の速度はだんだんと増していきます（**加速度運動**）。

まさつが無視できるとき、斜面の落下運動は物体の重さによらない



・ガラスシャーレの中心に重りを、油粘土などを使い固定します。もう1つのガラスシャーレはそのまま使います。斜面の一番高い位置から2つのシャーレを同時にはなし、落下の様子を観察します。シャーレの速度はだんだん速くなります（**加速度運動**）。シャーレの重さにはよらず同じように速度は増します。

自由落下運動も質量によらない！

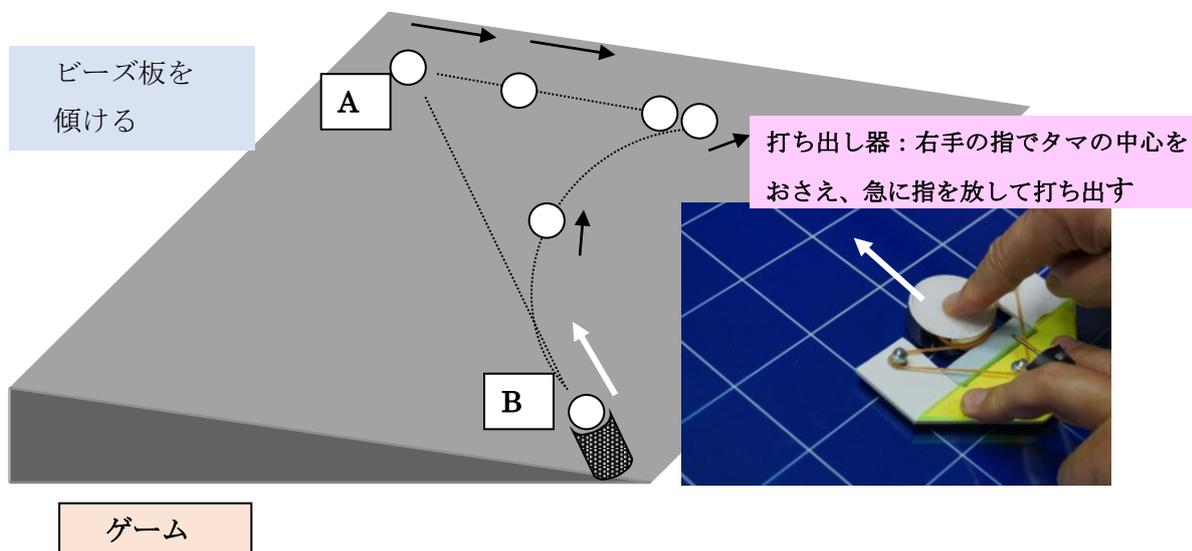


重い物体と軽い物体を手で持ち、同時に放すのは難しいです。2つの物体を餅網に乗せ、餅網を急に下方向に引きます。2つの物体は同時に着地します。

モンキーハンティングの実験

・木の枝に猿（サル）がぶら下がっています。サルを目がけて石を真っ直ぐに投げます。その瞬間、サルは石からのがれようと、枝をつかんでいた手を放し落下します。結果は、必ず石はサルに命中してしまうのです。これが有名な”モンキーハンティング”です。

・石は前方に進みながら重力の作用で垂直方向に落下します。ある時間内に、サルが落下する垂直距離も、石が落下する垂直距離も同じなので、こんな現象が起こります。

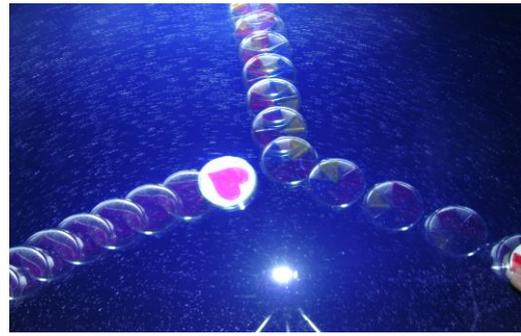


・1、2、3でタイミングを合わせ、ガラスシャーレAは放され、BはタマAを目がけて打ち出されます。Bの速度にかかわらず、必ずAに命中する面白さがあります。

4. 運動の第3法則（作用・反作用の法則）

2個の円形磁石で作用・反作用の実験

・まさつのない装置の上に円形磁石を静止させます。もう1つの円形磁石に速度を与えて近づけます。すると、お互いに力がはたらき、静止していた円形磁石は動き出し、一方、速度を持って近づいてきた磁石は反対の力を受け、



ストロボ写真法でとった、2つの円形磁石を用いる作用・反作用の実験

それまでの速度の向きが変わり、また速度の大きさも変化します。このような実験は通常は見ることはできません。まさつのない装置を用いて、はじめて見る事ができるのです。

・この“作用・反作用の法則”は「運動の第3法則」ともいいます。

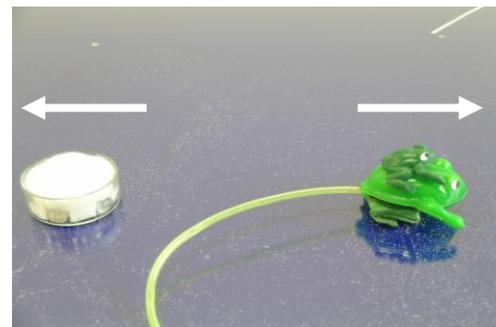
(静止した状態での“作用・反作用の法則”は2つのバネばかりを使って演じられます)

ジャンプするカエルを用いた作用・反作用の実験

・カエルが乗っている台（ガラスシャーレ）とビーズ板の間に摩擦がないので、カエルが飛び上がろうとシャーレを押すとシャーレは後ろに動きます。同時に、カエルはシャーレから反作用の力を受け前に押し出されます。



微小ビーズの上にシャーレとカエル



カエルが飛び出すと、シャーレは後ろへ

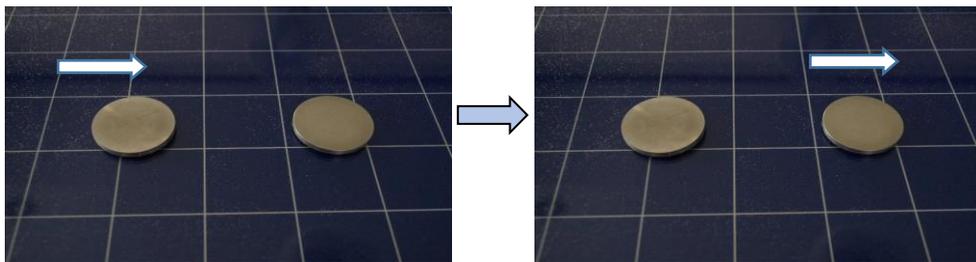
5. 衝突の実験

・物体と物体が衝突するときの現象は、運動の第2法則と運動の第3法則を使って理解することができます。

・衝突に関する問題は高校の物理で学習します。通常摩擦があるため、理論で示された現象

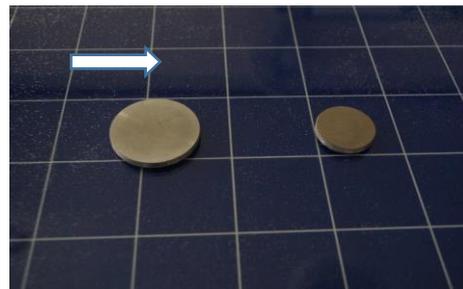
を直接目で見ることはできません。

- ビーズ板上にアルミ製の板（直径50mm、厚み5mm）を置き、左側からそれと同じ物に速度を与えて衝突させます。このとき2つの速度は完全に置き換わり、静止していたアルミ板は、衝突してきたアルミ板が持っていた速度で運動します。一方衝突したアルミ板は完全に静止します。



衝突の実験（運動量保存の法則）

- 小さなアルミ板に大きなアルミ板が衝突した場合、また、大きなアルミ板に小さなアルミ板が衝突する場合にどうなるか調べます。



大きな円板が小さな円盤に衝突するとき

- 小さい板が大きな板に衝突するときはぶつかった板は反対側に跳ね返ります。

- バランスボールを動かして遊びます。4個の静止している剛球に、左側から1個がぶつかりると右端に位置していた剛球が飛び出します。

- ビーズ板上にアルミ板を置いてバランスボールと同じような現象を観察してください。



バランスボールで衝突の実験



ビーズ板上で衝突の実験