

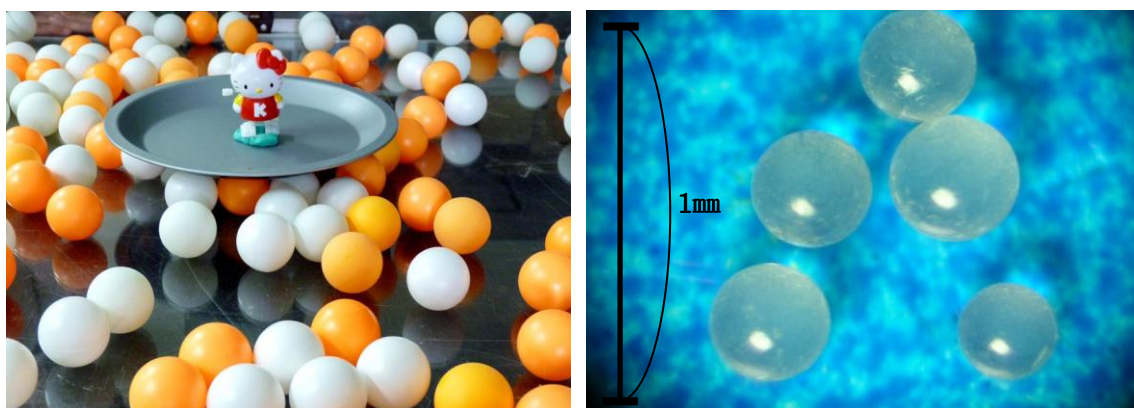
＜25年度日本郵便年賀寄附金の助成事業＞
「理科教育推進のための科学教育映画収集・活用
ならびに関連する理科実験実施の支援事業」

平成25年6月14日（金）9：30～11：25

会場（三国南小学校、福井県坂井市）

映画「カルピス誕生」

実験「まさつのない装置
で運動の実験」



軽い小さい球を使ってまさつのない運動の実験

＜主催＞：NPO 科学映像館を支える会（埼玉県、川越市）
NPO ふくい科学学園（福井県、福井市）

＜協力＞：三国南小学校（福井県、坂井市）

「この冊子は平成25年度日本郵便の年賀寄付金の助成を受けて製作しました」

なまえ
名前

1. 映画：「カルピス誕生」

- ・製作：東京シネマ（1967年、イーストマンカラー 19分）
企画：カルピス食品工業株式会社
- ・日本では良く知られているカルピス。さわやかな酸味と甘さが特徴的です。あのおいしさはどのようにして作られているのでしょうか？ 牛乳がカルピスに生まれ変わるの場所を見てみましょう。**乳酸菌が牛乳の中の乳糖を乳酸に変えます。**



100年近くの歴史を持つ、世界に先駆（さきがけ）、日本で開発されたカルピス

松葉のように細長いのが乳酸菌
（顕微鏡写真）

2. 水平面で物体を動かす（まさつがある時とない時）

- ・物体とそれにふれる面の間には、まさつ力がはたらきます。物体を横に動かそうとすると、そのまさつ力に打ち勝つだけの力が必要です。
- ・同じ物体でも表面のあらさによってまさつ力がことなることを調べましょう。

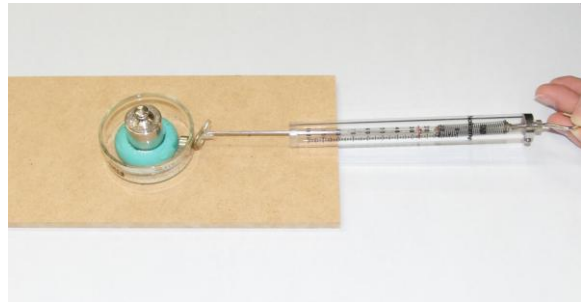
* <グループ実験 1 >

- ・ガラスシャーレに50gの分銅をのせ、これをいろいろな面に置いて、それが動き出すときの力を測定しましょう。
- ・新しい最近のはかりはg（グラム重（じゅう））ではなくN（ニュートン）単位で目もってあります。1kg重は約10N、100g重は約1Nに相当します。
- ・50gの分銅をぶら下げ、何Nになっているか調べておきましょう。

・ <まさつ力を測定したら、下の表に書き入れましょう>

※注意：はかりを水平にしたとき、メモリが0になるように、0点の調整をおこないます。

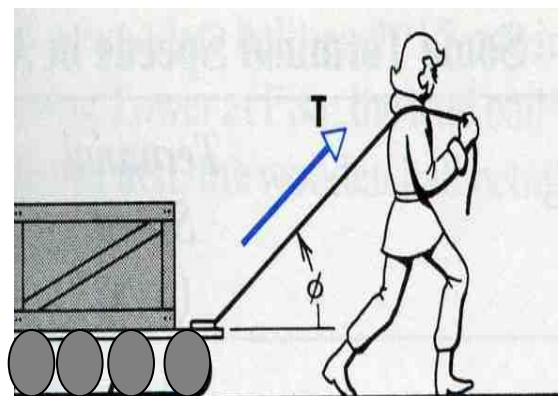
| 水平面の種類 | まさつ力の大きさ |
|--------|----------|
| 机の上 | N |
| あらい木の板 | N |
| マウスパッド | N |



まさつ力の測定実験

* <グループ実験 2 >

・昔の人は重い石などを運ぶときに木の丸棒（まるぼう）を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（かいてん）るものが入るとまさつが小さくなります。しかし、**この場合1方向にのみ動かせ、他の方向には動かさせません。**



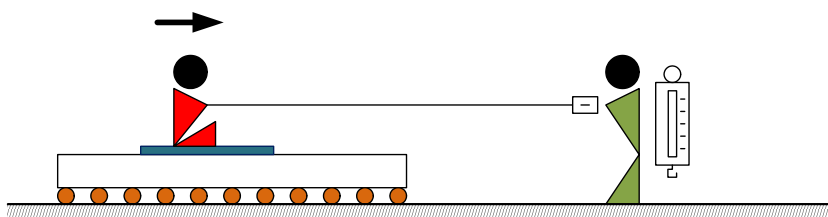
昔の人のコロの利用

・重いアルミの板（815 g）を机の上において、引っぱってまさつ力をバネばかりを使って比較してみましょう。
木のコロを使う場合いくらになりますか

| | |
|-------------|------------------------------|
| アルミ板を動かす力 = | はかれない? (コロを使わないとき) [N の力] |
| アルミ板を動かす力 = | (コロを使うとき) [N の力] |

< 合同実験 1 >

・紙のパイプ（トイレトペーパーの硬い芯（しん）、パイプ径4 cm、長さ1 m）を床に数本しいて、その上に発泡スチロールの硬い板（厚さ5 cm）をのせ、その上に1人の児童をのせて引っ張ってみましょう。



コロを用いるとまさつが小さくなることを示す実験

ロープにはかりをつないで、動かすに必要な力を測定してみましょう。

児童の体重 = kg 重 （体重計で測定）

直接床を動かすときの力 = kg 重

コロを用いたときの動かす力 = kg 重

・紙パイプにかえて、プラスチックのかたい、比較的（ひかくてき）軽いボールをスチロールの下にひき、スチロールの上に児童がのってみましょう。この場合は、どの方向にも簡単に動かすことができます。



床（ゆか）にかたいプラスチックのボールをしく



ボールの上にスチロールの板を置き、児童がのってすいすい！

・球を使えばコロの場合とことなり、どの方向にでも動かすことができます。

< 合同実験 2 >

・微小ビーズを用いてまさつのない装置ができるしくみは、ピンポン球を用いて説明できます。

・ピンポン球の数が多い場合、ピンポン球同士がこすれあって、抵抗が大きくなることを確かめましょう。微小ビーズをまくときも、単位面積あたりのビーズの数があまり大きくならないようにまきます。



ピンポン球を使い、まさつの無い装置のしくみを説明

物体は3点（3つの球）で支えられれば十分なのです。

2. 微小（びしょう）ビーズ球を用いるまさつのない運動

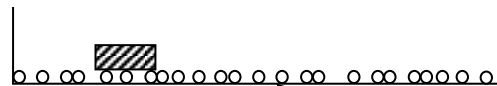
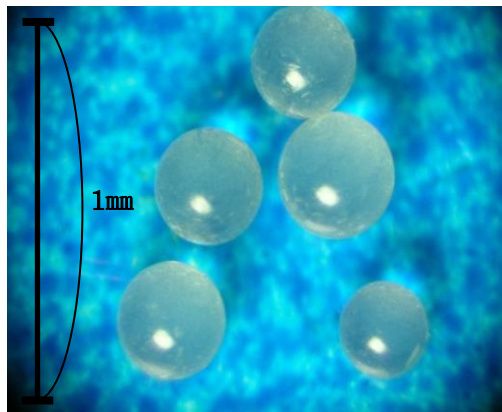
・平面状に球形の玉をしくと、玉が回転することによってまさつが小さくなることがわかりました。小さい玉として、BB弾（だん）と、微小（びしょう）ビーズ、（虹（にじ）ビーズ）を比較してみましょう。

* < グループ実験 3 >

・50gの分銅をのせた大きなガラスシャーレを、動かすに必要な力を測定しましょう（B.B弾はあさいプラスチックケースの上に、虹ビーズは額（がく）ぶちのガラスの上にまきます）。

| 球の種類 | 球の大きさ（直径） | 球の重さ | まさつ力 |
|-------|-----------|-------------|------|
| BB弾 | 約5mm | 約0.1グラム | N |
| 微小ビーズ | 約0.3mm | 約0.00001グラム | N |

- ・ BB 弾の大きさや、重さ（質量）はある程度をまとめて測定しやすくしましょう。
- ・ アクリルケースを水平にして BB 弾をまきましよう。大きいシャレを使ったのは、BB 弾が、まばらでも実験できるようにするためです。
- ・ BB 弾は少しかたむけると流れてしまいます。
- ・ 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。
- ・ 下の写真は微小ビーズの顕微鏡写真（けんびきょうしゃしん）（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。



微小ビーズがボールベアリングの働きをする

← 微小ビーズの顕微鏡写真

順番にビーズを顕微鏡で観察する！

※注意：小さな虹ビーズが目や、口に入ってはいけなないので、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。

ホバークラフト

・ まさつのない状態を作る方法に、空気を流して物体を浮かす方法があります。これをホバークラフトといいます。



ホバークラフト

（モーターで空気を下に送り出す）

* <グループ実験 4 >

・ 各班に配ったホバークラフトを使って机の上で実験をしてみましよう。スイッチを入れる

とモーターが回り、空気を机の上にふき出して物体がうきます。空気をはさんで物体と机の面がふれるのでまさつはほとんどありません。ホバークラフトを少し手で押してやると一定の速度で動きます。

- ・物体に力（まさつ力も）がはたらかない時、物体は最初持っていた速度を持ち続けて等速運動します。これは大事な運動の法則の1つで「**運動の第1法則**」といいます。

- ・ロケットを宇宙に打ち出したとき、宇宙には空気がなく抵抗が全くないので、ロケットのエンジンを停止してもロケットは同じ速度で宇宙を進みます。

速度と等速運動

- ・速度は1秒間に進む距離で表します。速い速度の場合は1秒間にうんと長い距離進みます。おそい速度のときは、1秒間に少し進みます。自動車や、電車の速度は、1時間に進む距離で表わします。つまり“**時速**”という表しかたをします。

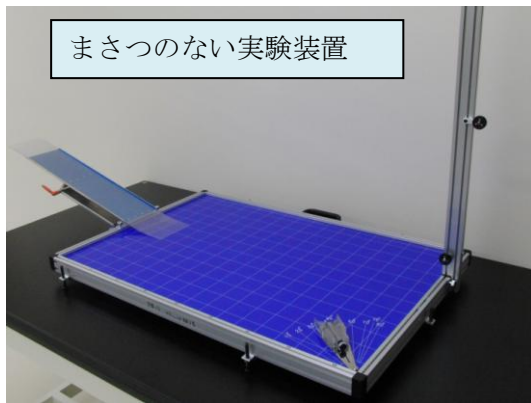
- ・まさつのない装置を使って“等速運動（速度が一定）”を観察しましょう。

- ・物体が同じ速度で運動するとき（等速運動）は目で見たいたい感覚的にわかりますが、実験で示すときは、周期的（同じ時間間隔（かんかく））に発光する**ストロボ装置**や発光ダイオードを使った**パルサー**を使います。

*** <グループ実験 5 >**

- ・ガラスの表面に微小ビーズをまく前と、まいた後で物体の運動がどう異（こと）なるか比較（ひかく）しましょう。

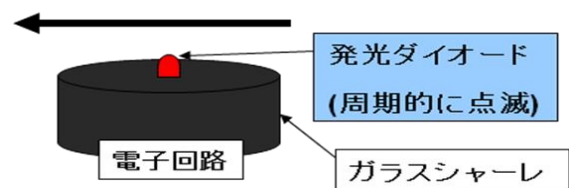
- ・そこが平（たいら）で、軽い物体をビーズ板上で動かしましょう。同じ速度で運動が続くのがわかります。



・発光ダイオードを使ったパルサーを使って、物体の運動の様子が記録できます。発光する時間間隔（かんかく）が同じなので、写真をとると一定速度で動いていることがわかります。



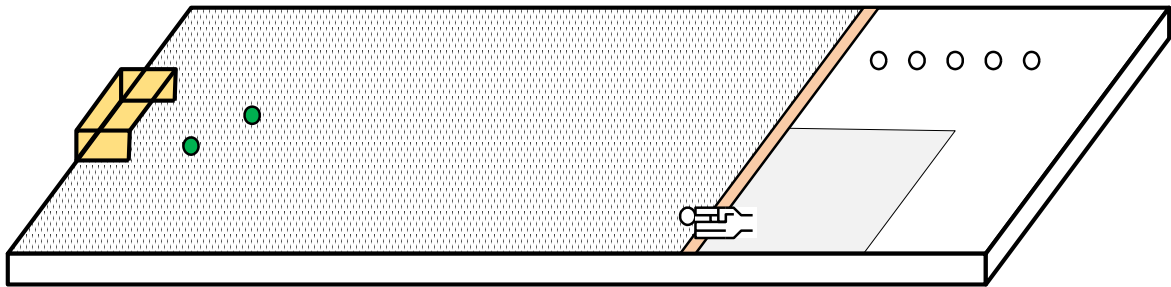
ビーズ板の上を、パルサーを動かし、
デジカメで写真を撮（と）った



ビーズ PK 戦ゲーム

- ・下の図で示すように、長いビーズ板のはしにゴールを現す箱があります。このゴールをめがけて、右端から円形で底が平らなプラスチックを指で打ち出します。
- ・ゴールの前になにも無いと、やさしいのですが、ゴールの前に2人のゴールキーパーがいます。今の場合、円形プラスチックに物をのせ重くしたものがゴールキーパーの役目をします。打ち出した玉がこれにあたるとゴールに入るのをじゃまします。うまく打ち出す方

向、速度をコントロールして玉をうちだしましょう。もちろん、ゴールキーパーにあたった後でゴールに入ってもOKです。ゴールに入ると、実際のサッカーのように得点は1点です。



ビーズ PK 戦ゲーム装置

・このゲームはグループ対抗でやります。グループのだれもが挑戦（ちょうせん）します。1人3回シュートできるチャンスがあります。グループ全員の得点を人数で割った値、つまり平均点で争います。

| グループ | 得点のメモ（全員の得点をメモ） | 合計 | 平均点 |
|------|-----------------|----|-----|
| 1班 | | | |
| 2班 | | | |
| 3班 | | | |
| 4班 | | | |
| 5班 | | | |



ビーズ PK ゲームを楽しんでいるところ

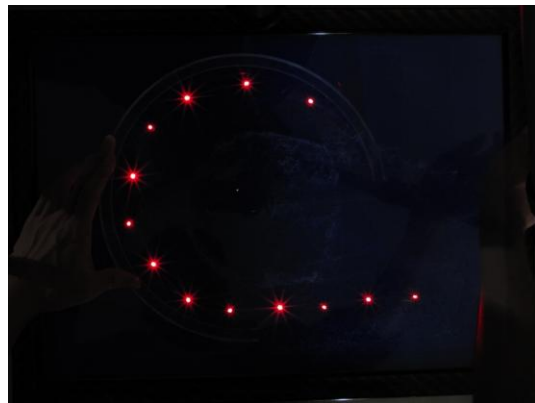
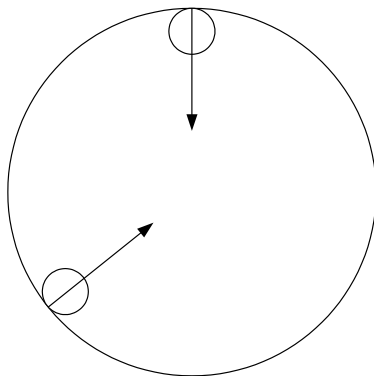
3. 等速円運動（同じ速度で円をえがいて動く）

- ・アクリル製の円形パイプにそって、丸いガラスシャーレを動かします。

ガラスシャーレは円形のかべからつねに円の中心方向の力（向心力）を受けて、円運動をします。

* <グループ実験 6 >

①アクリルのわくにそって円運動

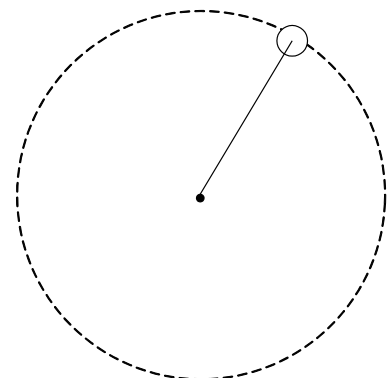


パルサーを円運動させてデジカメで記録すると、同じ速度で動いているのがわかります

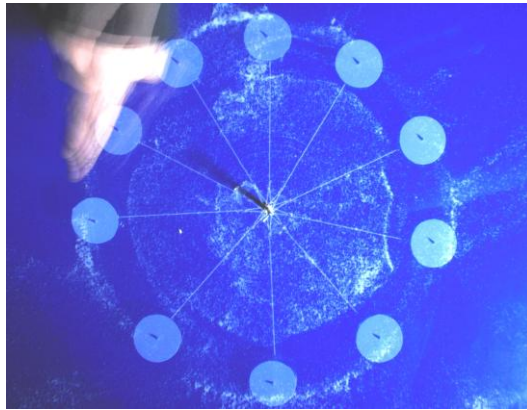
ガラスシャーレの**速度の方向は、つねに円の接線方向**です。それを確認するために、円のあ
る部分のみ切断したアクリルを使って実験しましょう。それが無い場合は、円運動させて
おいて、急に円形のアクリルを取り除いてみましょう。

②糸で引っ張り、円運動

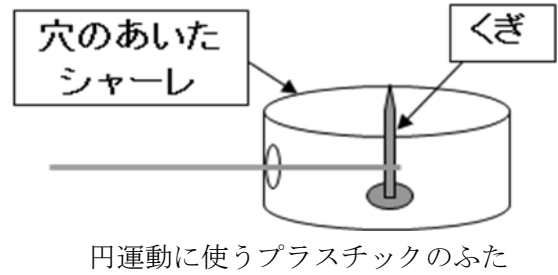
- ・糸を使って中心にひく力を与え、ガラスシャーレを円運動させます。そのために、最初糸をピンとはって、ガラスシャーレに**接線方向の速度**与えて下さい。



・下の写真は、ストロボ光源（ランプが周期的に点滅）を使って、等速度で回転する円運動をとったものです。



等速円運動をストロボ撮影（さつえい）したところ



まさつが完全になければ、この円運動はいつまでも続くはずですが、実際は、まさつがあるので回転速度は小さくなり、止まってしまいます。

地球は太陽のまわりを回転していますが、宇宙には全く抵抗（ていこう）になるものがなく、まさつはありません。だから地球はいつまでも太陽のまわりを回転します。