

# わくわく理科ランド2015

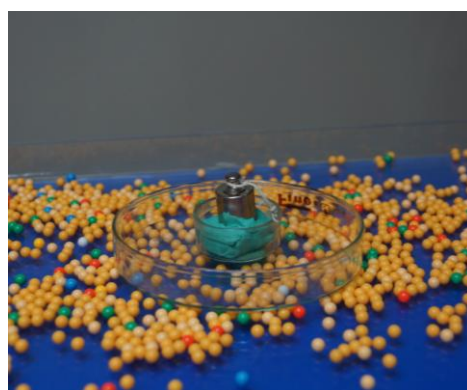
[主催:坂井市理科部会]

会場:高椋コミュニティーセンター(坂井市)

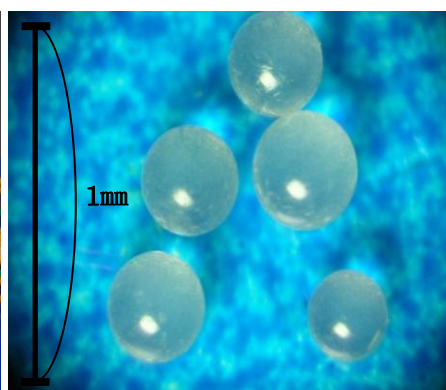
## 「まさつのない世界」

平成27年 8月 6日(木) 前半: 9:30 - 10:15

後半: 10:30 - 11:15



B.B 弾の上を等速運動する  
大きなガラスシャーレ



微小ビーズの顕微鏡写真  
(直径:約0.3mm)

協力:NPO ふくい科学学園



Fukui Science Education Academy

なまえ  
名前

## 1. いろいろなまさつのない力学実験装置(りきがくじっけんそうち)

・力と運動に関する科学を力学と言います。力学は科学の一番の基礎(きそ)となるものでとても大切なものです。力学を理解するには基本的な“法則”(ほうそく)を理解しなければなりません。しかし、ふつうの条件ではその法則をそのまま見ることはできません。それは“まさつ”があるためです。

・まさつをなくして力学の法則を見せる装置としては、すでにいくつかあります。それぞれ良いところがありますが、しかし欠点もあります。我々は“微小(びしょう)ビーズを用いるまさつのない装置”を開発しましたので、それを使った実験をお見せします。その前に、まさつのない装置として良く使われる“台車”と“ホバークラフト”を体験しておきます。

### <合同実験1>台車(だいしゃ)を動かす

・中学や高校の教科書で使われているまさつのない装置に“台車”があります。これはまさつの少ない車を使っています。床の上に台車を置いて、はじめに力を与えて前におし出して運動を観察しましょう

・まさつのない装置かどうかは、物体をある速度で動かし、その物体の速度がしばらくへることなく、



力学実験に使われる“台車”、  
1台が1万円もします

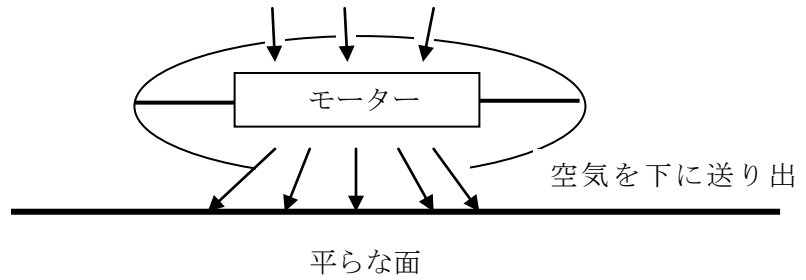
同じ速度が続くかどうかを見ればわかります。

### \* <グループ実験1>ホバークラフトを動かす

・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し、物体が直接床の面とふれなようにする方法があります。この装置を“ホバークラフト”といいます。



ホバークラフト



・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ょう。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向き合うので**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。

・ホバークラフトの下側に空気が吹き出ていることを、手をあてて確認してください。



ホバークラフトの下側に空気が吹き出ている

## <合同実験2>玉がころがるとまさつは小さくなる

・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りないようにまきます。

物体は3点(3つの球)で支えられれば十分なのです。



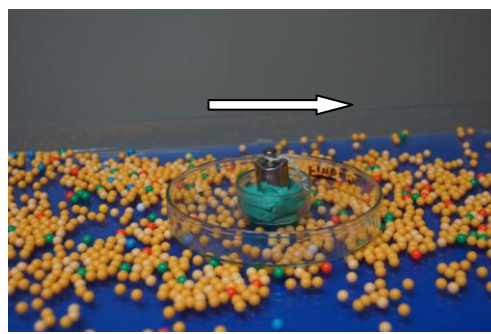
ピンポン球を使い、まさつの無い装置のしくみを説明

## ＜合同実験3＞. B.B 弾（だん）を使ってできる実験

- ・B.B 弾は男の子にはとてもなじみのあるものです。B.B 弾の形は球なので、まさつが小さくなります。
- ・B.B 弾は球が大きく表面をころげてしまうので、同じ密度（みつど）でまくことができません。B.B 弾がまかれていない所に来ると、小さいガラスシャーレは落ちてしまいます。だから直径が10cm程度の大きなガラスシャーレを使いましょう。
- ・BB 弾を200ccのビーカーに一杯程度ばらまきます。



大きなガラスシャーレに重（おも）りをのせる



B.B 弾の上を等速運動する大きなガラスシャーレ

- ・B・B 弾がのっている板を少し傾（かたむ）けてみましょう。B・B 弾は流れ落ちてしまいます。これでは限られた条件にしか使えないまさつのない装置と言えます。

## 2. 微小ビーズを用いるまさつのない装置

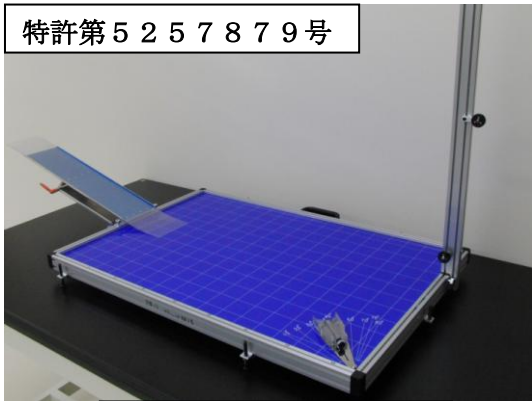
- ・平面状に球形の小さい玉をしくと、玉が回転することによってまさつが小さくなることがわかりました。微小ビーズは玉の質量はごく小さいのでエネルギーをほとんど使いません。

### \*＜グループ実験2＞ビーズ板上で物体を動かす

- ・ビーズ板の上に**微小ビーズをまく前と、まいた後で**、ガラスシャーレの運動がどう異なるかくらべましょう。微小ビーズをまいた平面では、まさつがないので運動は続きます。

※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、ウェットティッシュでふき取りましょう。実験の最後は水で手をよく流しましょう。また、実験中はメガネを付けて下さい。

・いろいろな物体を動かして等速運動を観察しましょう。



まさつのない実験装置

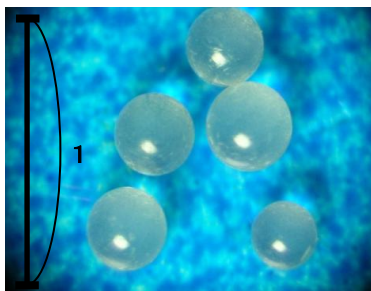


板を少しぐらい傾けても、微小ビーズは流れおちることはありません。それは、微小ビーズはとても軽いので、板との間に働くわずかな力でひきつけられているからです。しかし、回転は自由にできるのでまさつがとても小さいのです！

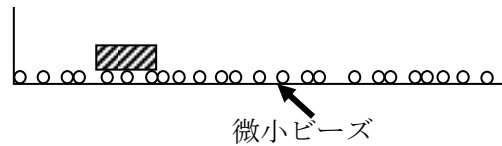
### <合同実験4> 顕微鏡観察

・顕微鏡で微小ビーズを観察して下さい。球形であることに注目します。

球の直径は0.3mm程度です。実体顕微鏡の40倍で観察して下さい。お塩と比べます。



微小ビーズの顕微鏡写真  
(グラフ用紙の1mmと比べる)



微小ビーズがボールベアリングの働きをする

微小ビーズは理科教材会社ナリカ(NaRiKa) から、虹ビーズ(D20-1406-01)として販売されています。

### <慣性の法則>

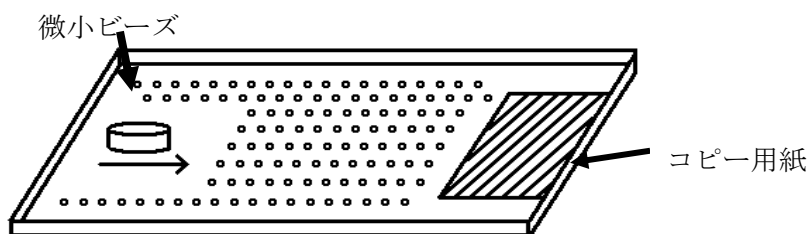
- ・物体に力（まさつ力も）がはたらかない時、物体は最初持っていた速度を持ち続けて等速運動します。これは大事な運動の法則の1つで「**慣性の法則**」と云います。「**運動の第1法則**」とも言うこともあります。
- ・ロケットを宇宙に打ち出したとき、宇宙には（空気がなく）抵抗が全くないので、ロケットのエンジンを停止してもロケットはその時持っていた速度で宇宙を進みます。

## 3. 力と運動の速度

・上の慣性の法則では、力が働かなければ速度は一定（またはゼロ）であることを述べています。それでは物体に力が働くと速度はどう変化するか見てみましょう。ふつうはまさつが働くので、力と速度の関係をとらえる事は困難です。まさつの無い装置を使うとそれを見ることが出来ます。

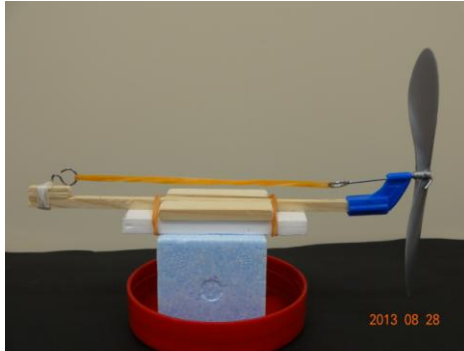
### \* <グループ実験 3 > 等速運動から減速運動へ

- ・手の力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はまさつ力が働き、物体の速度が減少して止まってしまうのがわかります。
- ・物体の速度が大きいほど、紙の上で止まるまでの距離が長くなります。



### \* <グループ実験 4 > 加速運動（だんだん速度がはやくなる）





出来上がったプロペラ推進機（すいしんき）の輪ゴムは1本と、2本の場合とで比較します。走行がかたよるとき、油ねんどを置いてまっすぐ進むようにバランスを取ります。

- ・出来上がったプロペラ推進機のゴムをしっかりとまいて（玉ができるくらい；約200回）、ビーズ板上ではなします。ゆっくり速度が増していくのが分かると思います。輪ゴム1本の場合と、2本の場合で比較してみてください。  
(注意：ふつうの机の上ではまさつがあり、ほとんど前に進みません！)

## 斜面の運動

物体が斜面におかれたとき、物体には斜面下方向に向かって力が働きます。まさつがないところで力がはたらくと上のプロペラ推進機のとおり同じように物体の速度はだんだんと増していきます[加速度運動]。

### \* <グループ実験 5>まさつのない斜面を落下させる<

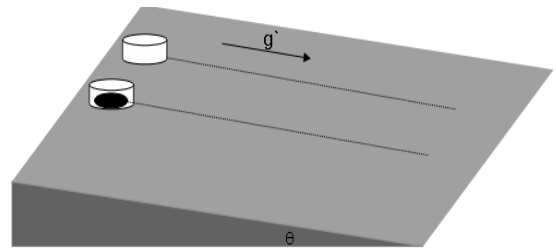
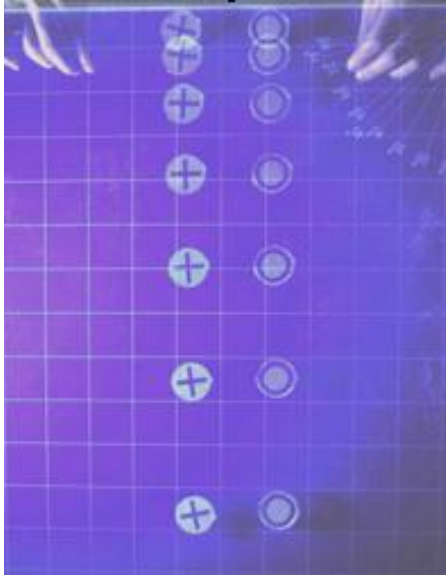
まさつが無視できるとき、斜面の落下運動は物体の質量によらない

[実験方法]

- ① ビーズ板の一端に3cm程度のスペーサーをはさみ傾けて摩擦のない斜面を作ります。
- ② シャーレの中心に分銅(50g)を、ゴム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。
- ③ 斜面の一番高い位置から2つのシャーレを同時に放し、落下の様子を観察します。このとき、2つのシャーレを同時に放すために、定規などの固くて長いもので2つのシャー

レを支え、同時に放(はな)すようにします。シャーレの速度はだんだん速くなります。

しかしシャーレの重さが異なっても同じように速度は増します。



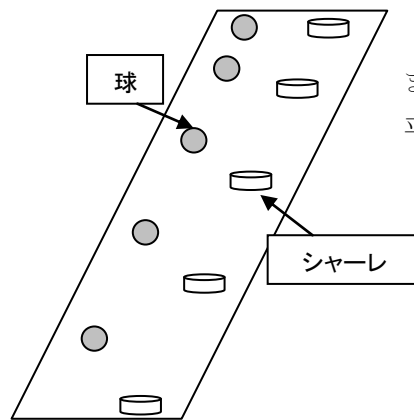
ビーズ板をかたむけ、重さの異なる2つのガラスシャーレを落下させる。加速度運動と、運動が重さによらないことをゆっくり観察する

まさつのない斜面を、重いものと、軽いものを同時に落したときの物体の運動 (ストロボ撮影)

### \* <グループ実験 6 > 丸いボールとガラスシャーレを落下させる >

- 斜面に、丸いボールと、小さい底が平らなガラスシャーレーを同じ高さに置き、はなします (プラスチックのさしでささえおき、急にさしをのぞきます)。すると2つの物体は斜面をおりてきますが、**どちらが速くおりてくるとおもいますか?**
- まさつがある斜面では、普通丸い玉の方が速くころがりおちてきます。しかし、丸い玉は回転します。その回転さすためにエネルギーを使います。したがって、運動エネルギーは小さくなり (速度が小さくなる)、斜面を落下していく速度は小さくなります。





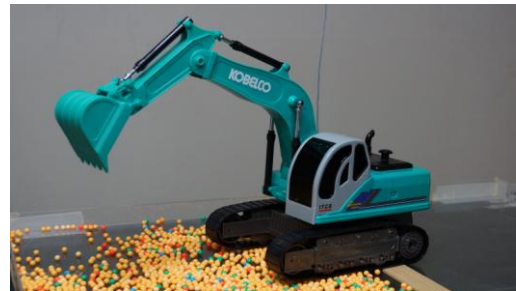
まさつのない装置を使って、丸い玉と平らなガラスシャーレを落下

ビーズをふきとって、もう一度実験してください！

#### 4. まさつは大切なものであることを知る実験

##### <合同実験5> BB 弾があるところでショベルカーは動けない！

- ・ショベルカーやブルドーザーは地面がでこぼこになっていても平気で動けるようにベルト式のタイヤとなっています。
- ・しかし、地面とタイヤの間にまさつがない状態（たとえば氷の面）ではスリップして動くことができません。



ラジコンで動くおもちゃのショベルカー、BB 弾をまいた所でスリップして立ち往生（おうじょ

- ・まさつはじゃまな物ではなくとても大切です。

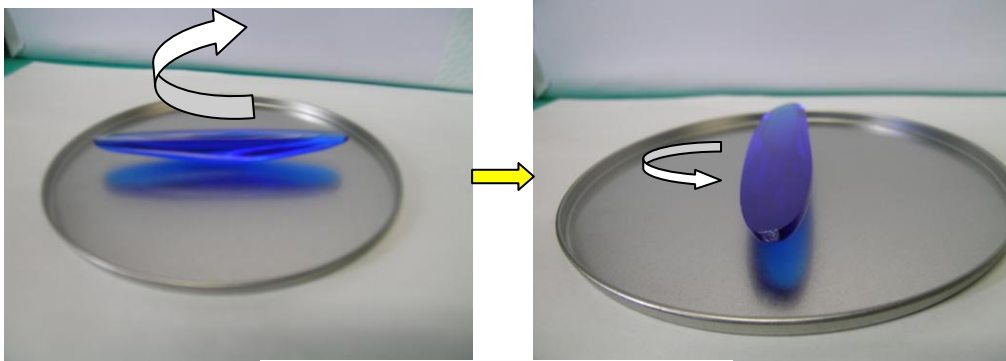
##### <予備：ラトルバック>

- ・考古学者が、石器時代の石の道具の中に、回転を与えしばらくすると逆回転する不思議なコマを見つけました。その仕組み（しくみ）みはすでに科学的に理解されています。
- ところが、まさつのない面では、このラトルバックのコマを回しても、逆回転の現象がおこりません。そのことからこのラトルバックは平面のまさつの度合いを調べる道具と

しても使うことができます。

### <まさつのある面とない面でラトルバックのコマを回す>

・ふつうの机の面にラトルバックのコマを置き、手の指を使ってコマを右回転（時計回り）させてみましょう。そのうちに回転がとまり、カタカタと振動した後、今度は左回転（反時計回り）に回り始めます。

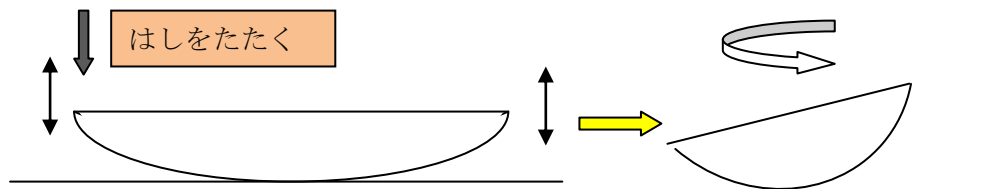


ラトルバックのコマ

・今度は、最初から左回転させてみます。するとこの場合は、止まるまで左回転が続くのみです。

・次に、コマを静止させて、その一方の端（はし）を指でトンと下にたたいてみましょう。

あれ不思議！ コマは左回りに回転し始めます。



・コマを机の上におき、良く形を観察しましょう。するとこのコマの構造は左右対称ではないことが分かります。コマが上下に振動するとき、コマと床とのわずかな摩擦（まさつ）によって、反時計回りの回転能力（回転モーメント）ができるのです。