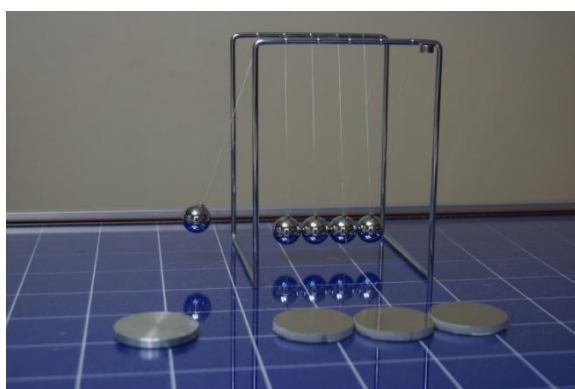


＜25年度日本郵便年賀寄附金の助成事業＞  
「理科教育推進のための科学教育映画収集・活用  
ならびに関連する理科実験実施の支援事業」

平成25年10月 29日（火）15:00～17:00

会場（乾側公民館、大野市）

映画「花と昆虫」  
実験「微小ビーズを用いる  
運動の実験」



微小ビーズを用いる装置で衝突の  
実験（衝突球の実験と対比できる）



微小ビーズをまくと通常の棒磁石も  
方位磁石（コンパス）として働く

＜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＞：乾側小学校、乾側公民館（福井県、大野市）

「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

## <映画：「花と昆虫」>

製作：日映科学映画製作所（1956年、カラー20分）

指導：千葉大学 野村健一

- ・多くの植物と昆虫はお互いに助け合って生きています。自分が動くことのできない植物は、美しい色やあまい蜜（みつ）、高いかおりなどで昆虫をさそいます。



ねぎのミツを吸（す）う紅（べに）  
しじみ蝶（ちょう）



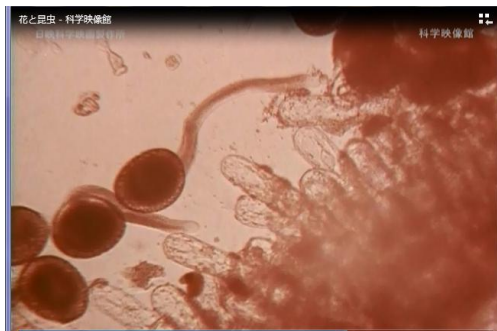
ミツバチを飼う（かう）巣箱



しりふりダンスで仲間（なかま）に  
みつのある場所を知らせる



花粉はだんごにして運び、みつばちの  
大事な食糧（しょくりょう）となる



花粉から根のような花粉管が出てめし  
べの頭につきささる



虫を食べる植物もある

## 実験<微小ビーズを用いる運動の実験>

### 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ができません。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”を体験しておきましょう。

### <グループ実験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、

**同じ速度が続くかどうか**を見ればわかります。



力学実験に使われる“台車”、  
1台が1万円もします

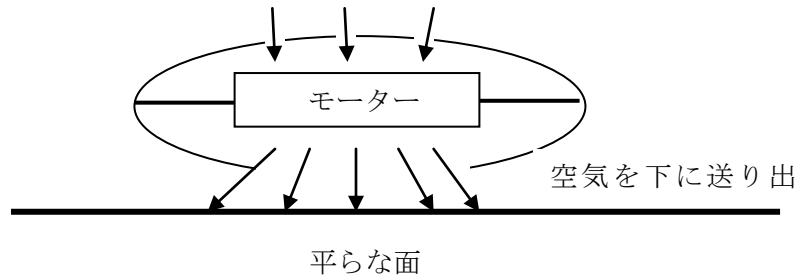
### <グループ実験2>ホバークラフトを動かす

・まさつのない状態を作る方法に、空気を流して物体をうかし、物体が直接床の面とふれな

い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。
- ・強く押し出したり、ゆっくり押し出して、その後の速度の様子を注意して観察して下さい。

### ＜グループ実験3＞改良風船ホバークラフト

- ・上のホバークラフトの装置の欠点は、動いているときモーターの音が聞こえることです。あたかも、モーターの力で動いているのではないかと、勘違い（かんちがい）されます。
- ・風船をふくらませ CD に取り付け、風船から出る空気で浮かす風船ホバークラフトを使ってみましょう。



風船が動かないので安定した等速運動が観察できる

## 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ります。しかも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。

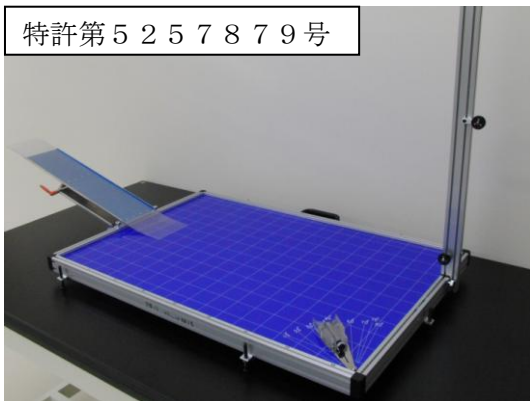
## <グループ実験4>ビーズ板上で物体を動かす

- ・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、口に入らないで、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。**

- ・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。

- ・いろいろな物体を動かして等速運動を観察しましょう。



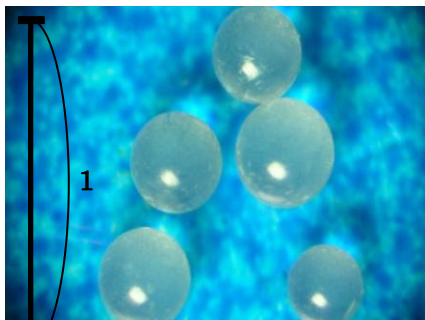
まさつのない実験装置



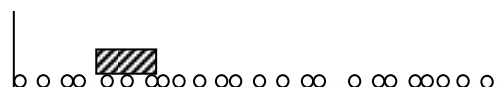
## <合同実験1>微小ビーズの顕微鏡観察

- ・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。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

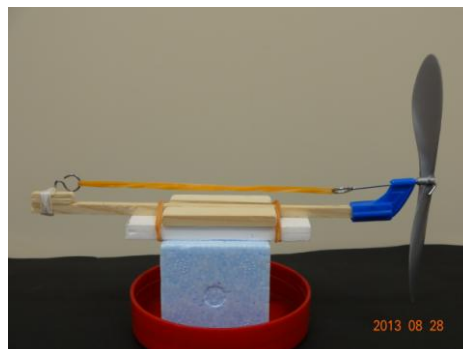
微小ビーズがボールベアリングの働きをする



## ＜グループ実験5＞輪ゴムプロペラ機を動かす

・輪ゴムの力を利用したプロペラの力はかなり弱く、その推進（すいしん）力でまさつ力に打ち勝って平面を動くことはできません。しかし、微小ビーズをまいたビーズ板ならまさつが小さなので輪ゴムプロペラ機でも動かすことが出来ます。

各グループで調整した後、大ビーズ板上で！



輪ゴムの力で動く小さなプロペラ機（ビーズ板上で動く）

## 3. 微小ビーズを用いる“慣性の実験”

### ＜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。
- ・上の実験でまさつのない装置を使って等速運動を見たのはすでに“慣性の法則”を見たこととなります。さらにここでは、日常生活で身近に体験する慣性の法則に関するものを、微小ビーズを使った実験で再現してみましょう。

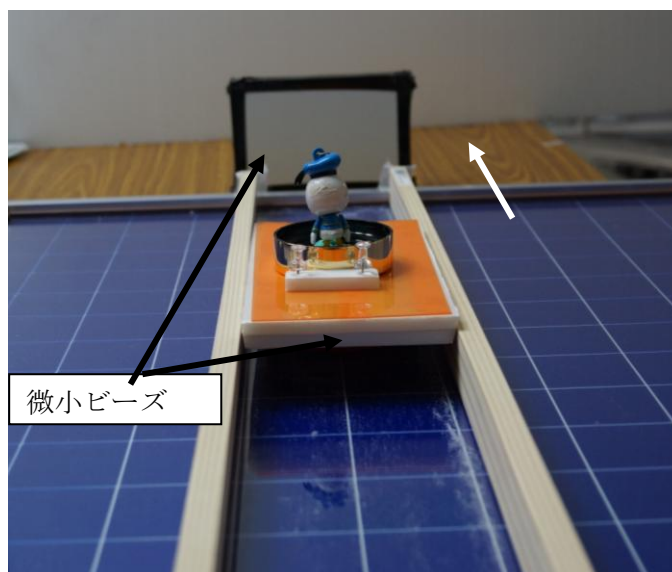
## ＜グループ実験6＞自動車のシートベルトはなぜ必要？

・微小ビーズをまいたビーズ板上をまっすぐすべる台を作ります。その台の上にプラスチックシートをしき、その上に人形をのせた底が平たいプラスチックのふたを置きます。

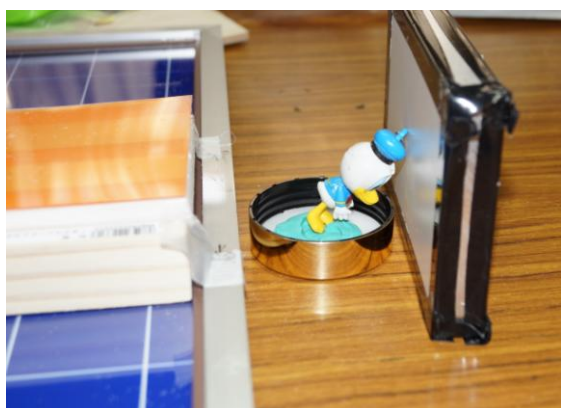
プラスチックシートの上には微小ビーズをまいておきます。台をガイドにそって打ち出すと、人形を乗せた台は等速運動してビーズ板の端（はし）まで走り、端で衝突（しょうとつ）して台は止まります。しかし、このとき、“慣性の法則”によって人形は同じ速度でそのまま動こうとし、台から飛び出し全面の金属板に激突（げきとつ）します。これが交通事故の再現です。

・もし、人形が“シートベルト”をつけ

たらどうなるのでしょうか？ここでは人形に輪ゴムをかけて、輪ゴムをシートに固定します。



車に乗ったドナルド君、シートベルトなしで走ると？



車の窓ガラスに頭をぶつけて大変！



輪ゴムシートベルトしているから安全だよ！

#### 4. B.B 弾（ビービーだん）を使ってできる実験

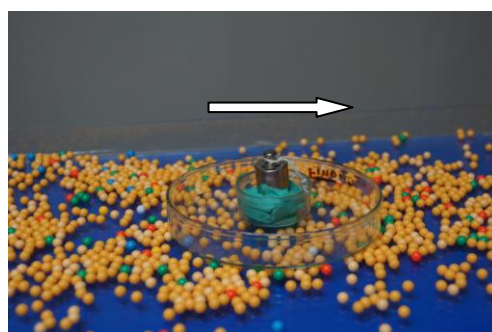
・B.B 弾は男の子にはとてもなじみのあるものです。家の中にも古い B.B 弾が残っているかもしれません。B.B 弾の形は微小ビーズと同じように球なので、まさつが小さくなります。しかし、B. B 弾の欠点は平面が水平でない低い方に流れてしまうことです。

## ＜グループ実験7＞底が平たく大きな容器を使って等速運動の実験

- ・B.B 弾は微小ビーズと異なり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。
- ・プラスチックのふたでも平らで大きな直径のものは使用できます。
- ・プラスチックケースにBB弾を200ccのビーカーに一杯程度ばらまきます。



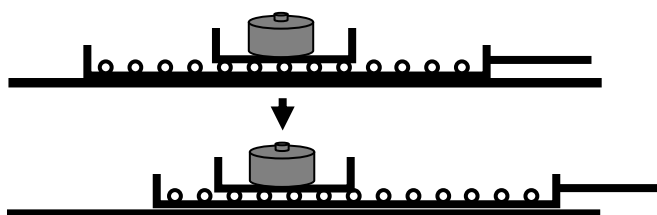
大きなガラスシャーレに重（おも）りをのせる



B.B 弾の上を等速運動する大きなガラスシャーレ

## ＜グループ実験8＞物体は静止続ける(慣性の法則)

- ・“慣性の法則”は静止した物体でもなりたちます。つまり、静止した物体は力が働かねばそのままそこに静止しようとしします。
- ・大きなガラスシャーレをB.B弾の上において、B.B弾の台を急に水平に移動させてみましょう。この時、ガラスシャーレに力が働かないので（まさつがなく）、ガラスシャーレは動きません。動いていないことを示すために、1人の人が指を出して、ガラスシャーレの重りの位置をさしましょう。



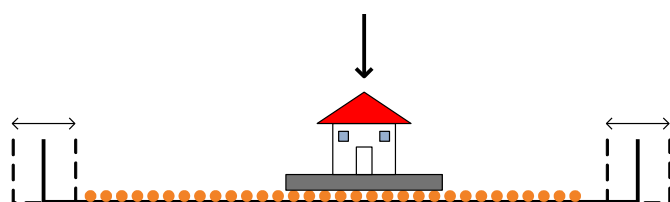
B.B弾をばらまいた下の台を急に水平方向に動かす。力が伝わらないのでガラスシャーレは静止したまま。



## 地震から家を守る実験？

・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。その上に家を表すを置き、それに家の絵をはりつけます。

・机の上でプラスチックケースを、はげしく左右に、水平に動かしてみましょう。“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。



BB 弾はボールベアリングの役割をします。



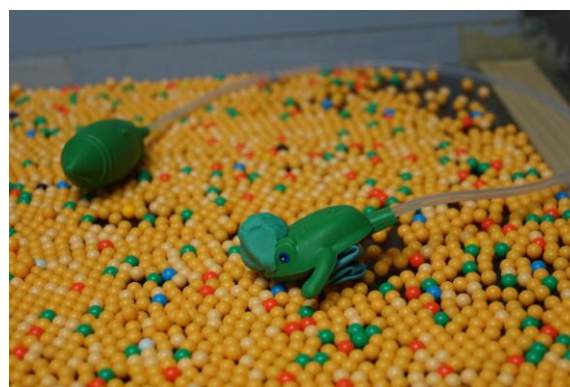
BB 弾を敷いた平面の上に家の模型を置いて、BB 弾の入った容器を左右に激しく動かします

・この実験を BB 弾のないところで行ってみましょう。どうなりましたか？

## まさつは大切なものであることを知る実験

### <合同実験 2 >

・BB 弾（だん）を敷（し）きつめた大きなケースの中でおもちゃのカエルのジャンプを試してみましょう。BB 弾は回転し、まさつがありません。そのため、いくらカエルがジャンプしようとしても“反作用”がなく、カエルは前に進むことができません！



BB 弾をしいた所では反作用がなく、カエルはジャンプして前に進めない

### ＜合同実験3＞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がらない状態（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。



- ・まさはじゃまな物ではなく  
とても大切です。

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（おうじょう）

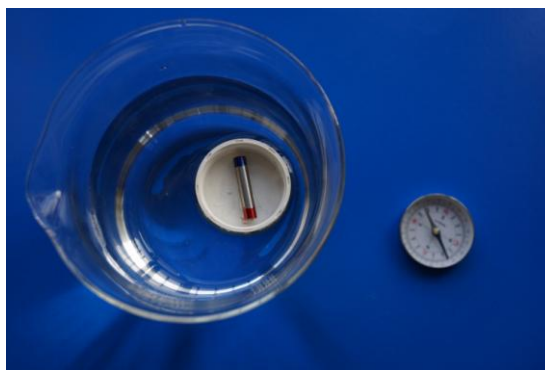
## 5. 磁石を使う実験

### ＜グループ実験9＞北を向く棒磁石（ぼうじしゃく）

・ビーズ板上ではまさが無視（むし）できるくらい小さいので、軽くて底が平たいらな物体は小さな力にも反応して動きだします。この性質を利用すれば、磁場の検出に応用することが出来ます。



微小ビーズをまくとまさがなくなり、小磁石はコンパスのように北を向く



水面に小磁石を容器に入れて浮かすと小磁石は北を向く

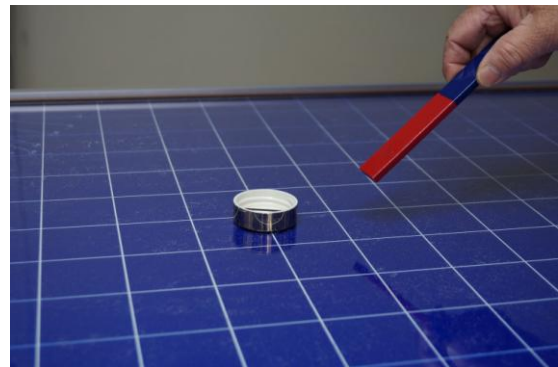
- ・ビーズ板の上に小さな棒磁石（ぼうじしゃく）をとりつけたプラスチックのふたを置きます。磁針(コンパス)と同じ方向をさすかどうか調べましょう！

- ・容器に入れた水の水面にも、小さい棒磁石をとりつけたプラスチックのふたをのせてみましょう！

## ＜グループ実験10＞小磁石を引いたり回転させる

- ・まさつがないのでビーズ板上の小磁石はわずかな磁場を与えてもすぐに動きます。まさつのあるふつうの机の上では、決して見られない磁石の動きを見ることが出来ます。

- ・大きな棒磁石（またはU字型磁石）を、小さな棒磁石に近づけ、引いたり、おしたり、上方で回転させたりしましょう。

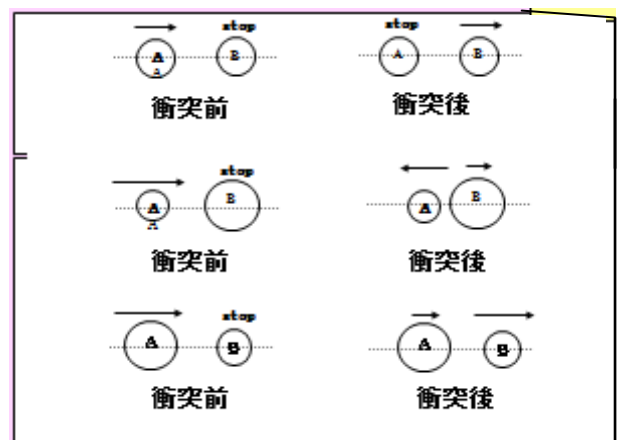


- ・磁石と磁石のあいだには引き合ったり、はね合う場合があること、磁石と磁石の間に働く力は、磁石同士の距離が短くなると急に大きくなることなどを確かめて下さい。

棒磁石を近づけたり、引いたり、回転させ、ビーズ板上の磁石がどう動くか観察します

## 6. 衝突（しょうとつ）の実験

- ・物体と物体が衝突するとき、“**運動量保存の法則**”が成り立ちます。この法則は高校で学びます。しかし、ふつう実際に実験してその法則を見ることは困難です。したがって高校生にとってなかなか難しい法則です。



- ・微小ビーズを用いるまさつのない装置を使うと、

ビーズ板上で、2つのアルミ円板を正面衝突させるときの3つの異なる場合

運動量保存の法則が理解しやすくなります。ここでは“運動量保存の法則”を説明することとはしませんが、衝突に関係した現象を見てみましょう。

### <グループ実験 1 1> : 2つのアルミ円板が正面衝突するとき>

・大きさの同じ2つのアルミ円板と、1つの少し小さい円板を使って3つの実験をします。

#### <実験1 : 同じ大きさの円板を使用 : 一方が止まって、もう一つを正面衝突させる>

・このときは、衝突した瞬間、それまで動いていた円板はぴたっととまり、止まっていた円板が同じ速度で動きます。

#### <実験2 : 大きい円板と小さい円板を使用 : 大きい円板が止まっており、それに小さい円板を正面衝突させる>

・このときは、小さい円板はそれまでの進行方向から逆方向にむかってもどってきます。一方、大きい円板は、小さい円板が進んでいた方向に、小さい円板がもっていた速度より小さい速度で進みます。

#### <実験3 : 大きい円板と小さい円板を使用 : 小さい円板が止まっており、それに大きな円板を正面衝突>

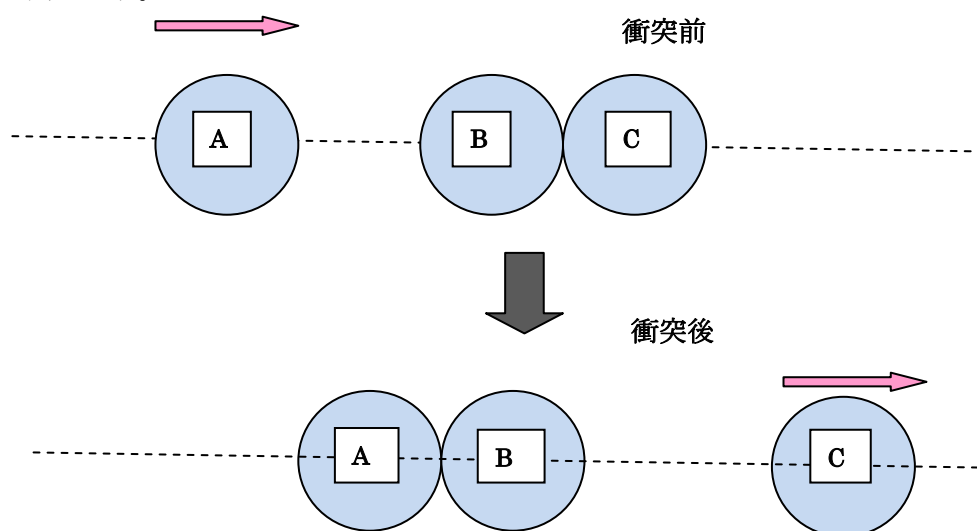
・このとき、止まっていた小さい円板は、大きい円板が進んでいた方向に向かって、大きい円板がもっていたより大きな速度で動きます。大きい円板も速度は小さくなるがそれまでと同じ方向に進みます。

小さい車が止まっているところに、大きなダンプカーが後ろから衝突したとき、小さい車はダンプカーの持っていた速度より大きな速度でとばされる可能性があります！

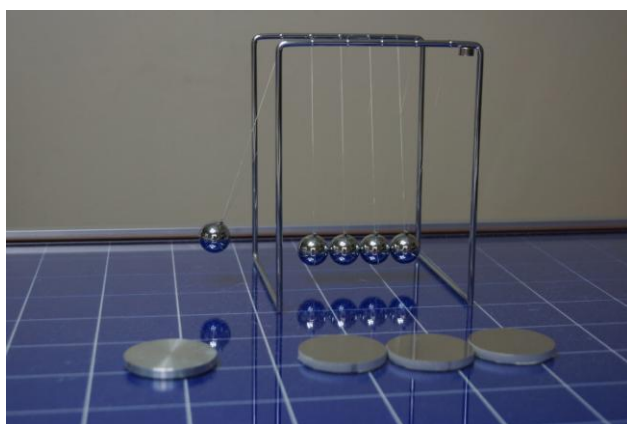
### <グループ実験 1 2> : I 直線にならんだ複数のアルミ円板に1つの円板が正面衝突

・上の実験で、2個同じアルミ円板のうち1個を止めてもう1つを正面衝突させたとき、2つの円板はあたかもいれかわったように、動いていたものが止まり、止まっていたものが動きだします。

・同じ大きさの円板3個を使って実験しましょう。2個をふれるようにならべて下さい。その2つの円板の中心を結ぶ直線上にもう1つの円板の中心がくるように置き、その直線にそってその円板をおしだします。するとその円板は2つの円板の一方に正面衝突します。衝突瞬間、それまで動いていた円板はぴたっと止まり、並んでいた円板の前方の円板が動き出します。



ならんだ複数のアルミ円板に1個のアルミ円板が正面衝突



衝突球でも同じ現象が起こります。衝突球の場合は球がふりこぶって衝突が左右でくりかえされます。