

＜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 18日(土) 9:30～11:30

会場(春江西小学校、坂井市)

映画「あかり」

実験「まさつのない装置で  
慣性の法則を見よう」



風船を使ったホバークラフトで慣性の法則を見る



まさつのない装置の上でだるま落としの実験

＜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＞：春江西小学校、春江西公民館（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

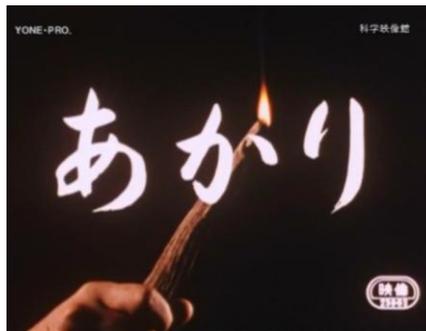
## <映画：「あかり」>

製作：ヨネ・プロダクション

(1976年、カラー30分(内25分))

企画：科学技術庁

弥生時代のキリモミ式発火法による火起こしから始まり、油・たいまつを使った照明の歴史、そしてエジソンの電球の発明、さらに現代の蛍光灯照明までを詳しく解説する作品。



ひの木とひの木をこすりあわせまさつ熱で火をおこす



能を舞い、“火”を与えてくれた神に感謝する儀式



宮中の行事にたいまつをあかりに使っている (平安末期の絵)



火うち石と鉄をたたき合わせ火花から火だねを作った



仏教の伝来といっしょに油（菜種油など）を使う照明法が伝わってきた。灯芯（とうしん）にはイグサが使われた



燈台（とうだい）、上側のねずみの口から、燃えて減る分だけ少しずつ油が補給される



江戸時代に使われた照明家具の“あんどん”風よけの紙であかりをおおっている



江戸時代ローソクは高価でお金持ちや宴会（えんかい）などでのみ使われた



明治のはじめごろ、西洋から入った石油ランプが照明に使われた



1879年、エジソンが発明したカーボンフィラメントの電球（日本の竹が使われた）



1938年、電球とことなり、熱をあまり出さない蛍光灯が発明された

## 実験 <まさつのない装置で慣性（かんせい）の法則を見よう！>

### 1. まさつのない装置で等速運動を観察

・物体とそれにふれる面の間には、ふつうまさつ力が働きます。そのために大事な運動の法則である“慣性の法則”を直接、目で見ることができません。まさつの無い装置を使って調べなければなりません。

#### <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「**運動の第1法則**」とも言われます。

・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。

### \* <グループ実験 1 > 台車を動かす

・中学や高校の教科書で使われている装置に“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、最初力を与えて前におし出して運動を観察しましょう



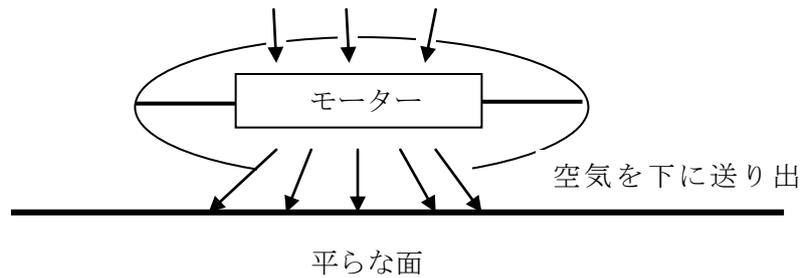
力学実験に使われる“台車”、1台が1万円もします

### <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。

・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下さい。

・この装置の欠点は、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（かんちがい）されることです。

### <グループ実験3>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。自分で工夫して作ってみましょう。

<作り方>

・CDにプラスチックのパイプ（外径約18mm、内径約13mm）を接着剤（アラルダイト、高速硬化タイプ）で固定します。プラスチックのパイプは100円ショップの小型スプレ一のふたが代用できます。ふたの底に千枚通しで1mm程度の空気が出る穴を開けます。

・風船をふくらませたら口のところをねじって、空気を出にくくした状態で、風船の口をプラスチックのパイプにはめます。



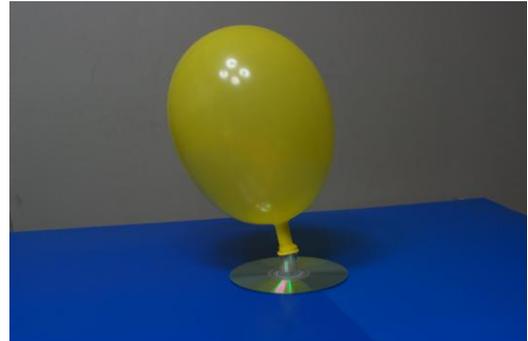
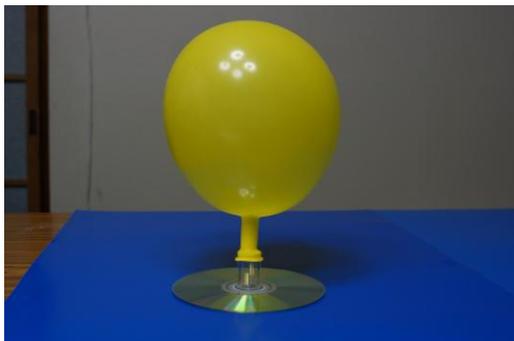
ホバークラフトを作る材料



直径が 1 mm 程度の穴をあけておく

<風船を動かす>

- ・風船を取りつけた CD を机などの平らな面に置き、風船を少しおして見ます。風船はスーッと浮かんで動いていきます。



- ・風船は動く時空気の抵抗のために、フラフラと揺（ゆ）れます。そのために等速運動（慣性の法則）をうまく見ることはできません。そこで少し改良してみました。

<改良風船ホバークラフト>

- ・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。



・カップラーメンの容器の底に約直径2 cmの円形の穴をあけ、そこに風船の口を出して風船を膨（ふく）らませます。ふくらしたら風船の口をねじって空気が出にくくして、パイプに取り付けます。取りつけたあとに、風船のねじりをといてパイプから空気すこしずつがでるようにしてから、カップラーメンの容器と風船全体をパイプにおしこみます。



口のねじりをといた後、容器をパイプにはめこむ



風船が動かないので安定した等速運動が観察できる

・手をはなすと、風船が乗った容器はすいすいと机の上を動いていきます。

・各グループ2個用意していますので、これですばらく楽しんでください！！

・風船から空気が出切ってしまうと、CDは止まります。



風船がしぼんだとき運動は止まる

### ＜グループ実験4＞微小ビーズを用いるまさつのない運動

・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消費（しょうひ）しません。

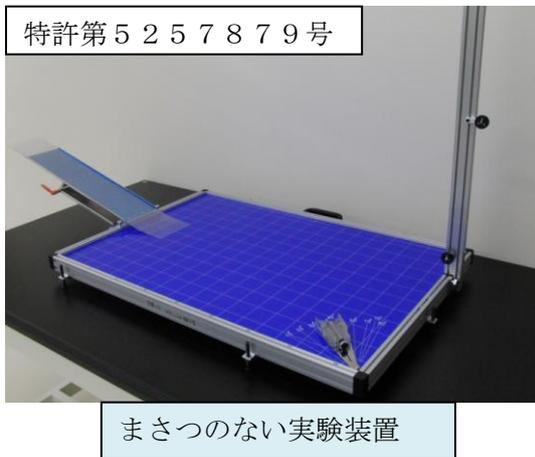
・ガラスシャーレの底は平たくなっています。ガラスシャーレに瞬間（しゅんかん）力を与えて押（お）し出します。

・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。

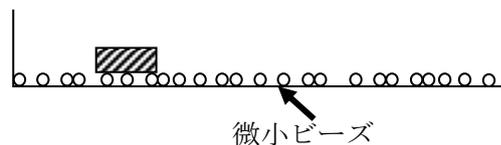
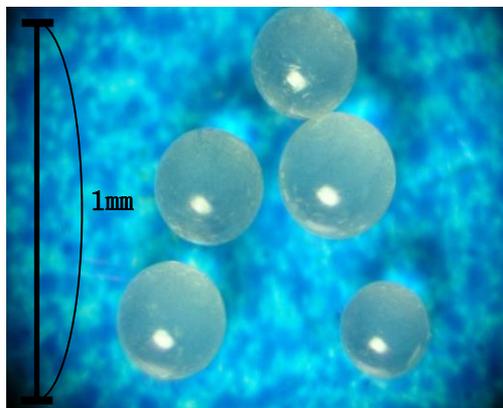
・いろいろな物体を動かして等速運動を観察しましょう。



## <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、40倍で観察して下さい。



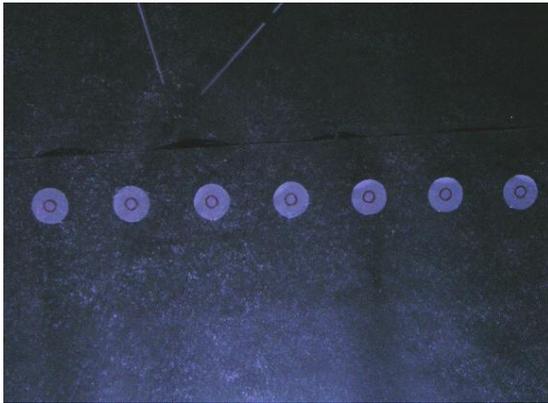
微小ビーズがボールベアリングの働きをする

← 微小ビーズの顕微鏡写真  
（グラフ用紙の1mmと比べる）

## 2. ストロボやパルサーで等速運動を観察

- ・周期的に発光するstrobo装置を使って等速運動の様子を観察してみましょう。

### <合同実験2>大ビーズ板上で等速運動を観察



strobo装置で照明したときの  
物体の運動を観察しましょう  
(物体の速度が速いときと、おそ  
いときを比較しましょう)

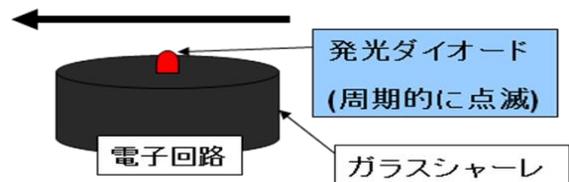
strobo: 0.25秒間隔

### \* <グループ実験5>パルサーで等速運動を観察

- ・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。



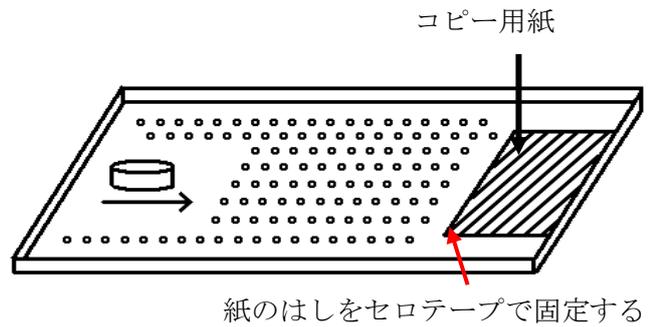
ビーズ板の上を、パルサーを動かし、  
デジカメのシャッター速度を1~2秒間開いて写真を撮(と)った



### <グループ実験6>等速運動から減速(げんそく)運動へ

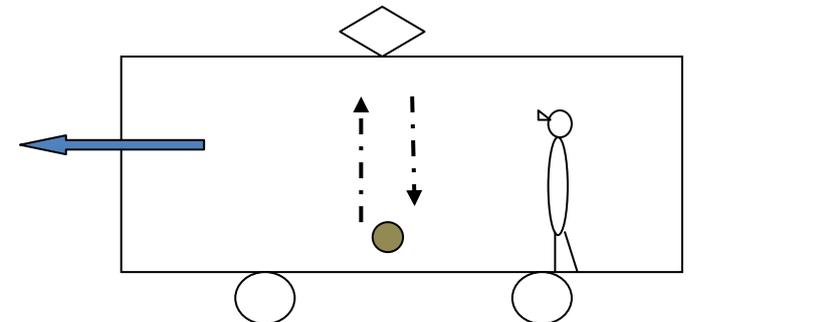
- ・ビーズ板のはしに紙がしいてあると紙のところではまさつ力が働き、物体の速度が減少し

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。



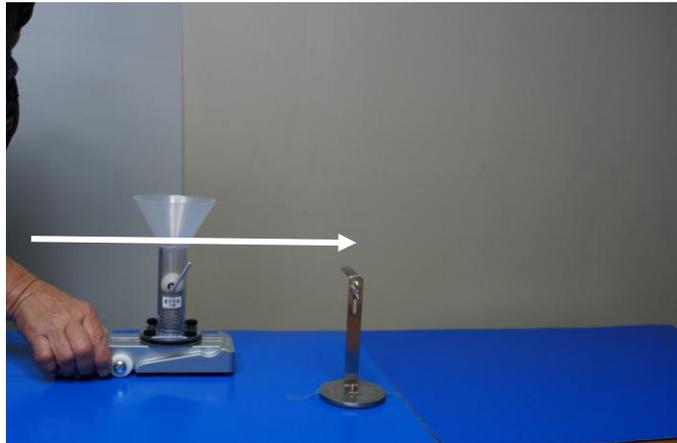
### 3. 電車の中でボールを投げ上げるとどうなるか？

- ・ 電車が走り始めてしばらくたつとほぼ同じ速度（等速運動）になります。電車に乗った人がボールを天井に向かって投げ上げます。そのボールはどうなるでしょうか？
- ・ 電車がすごい速度で走っており、投げ上げられたとたんボールは自由になり力が働かないので、ボールは電車の後ろの方に飛んでいくような気がします。しかし、決してそうはなりません。ボールが手からはなれても“慣性の法則”によって、ボールは電車と同じ速度で水平方向の運動は続いています。垂直方向の運動は電車の動く運動とは独立であるので、電車が止まった時に起こる物体の落下運動と全く同じ運動をします。

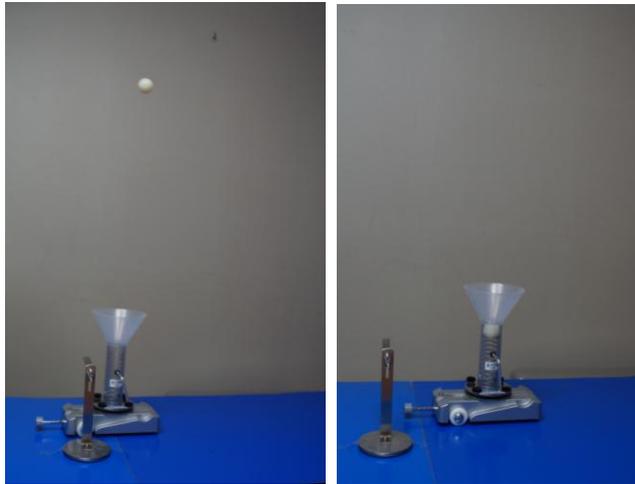


### < 合同実験 3 > 市販の装置で慣性の法則を確かめる

- ・ 電車の中で起こる現象（げんしょう）を実験室で見ることができるよう簡単な装置が市販されています。台車の上にバネしかけの玉打ち出し装置がのっています。台車が等速運動を始めてから、途中で玉が垂直（すいちょく）上方向に打ち出されます。



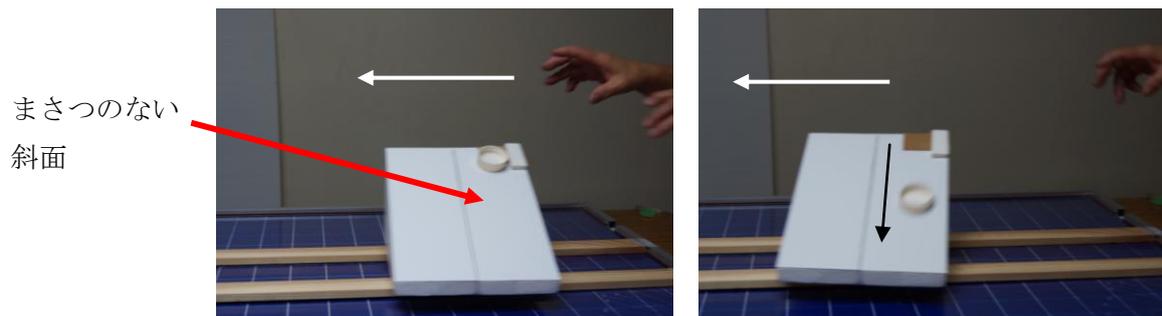
慣性の法則実験器  
(ケニス 1-110-540)



玉が上方方向に打ち出される      玉が落下してもとにもどる

### <微小ビーズの装置で慣性の実験>

・微小ビーズを使った装置で、斜面（しゃめん）を一定速度で動かし、その斜面から軽い物体を自然落下させます。慣性の法則により物体も台の斜面も、水平方向には同じ等速運動をします。斜面をらつかする運動は、水平運動とは独立なので、台が止まっているときに起こる落下運動と同じ落下運動が起こります。



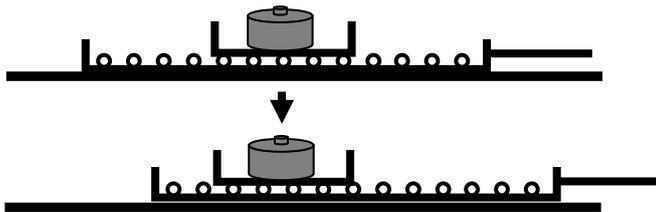
#### 4. まさつのない装置で静止した物体の“慣性の法則”を観察

・力が働かなければ、物体はそのままその位置に静止し続けます。これも“慣性の法則”です。

#### <グループ実験7>力が伝わらない時物体は静止続ける

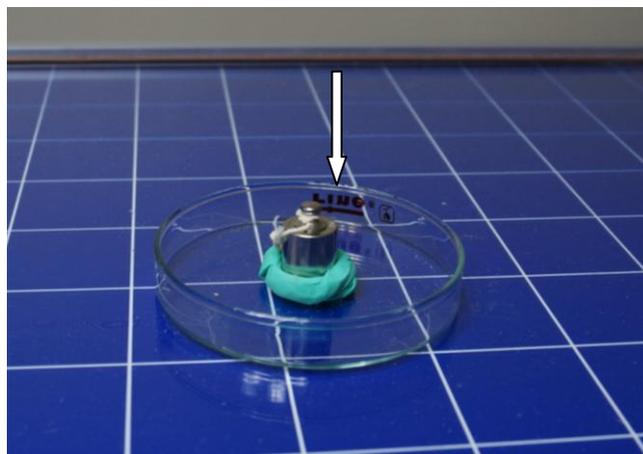
##### シャーレで実験

・大きなガラスシャーレの中に微小ビーズをしき、その上に小さなガラスシャーレを置き、下の大きなガラスシャーレを水平に引いてみます。まさつがないので上にのったシャーレに力が伝わらず、シャーレは静止したままです。これを確かめてください。



直径15cmのシャーレ

・次に大きなガラスシャーレをビーズ板上において、ビーズ板を急に水平に移動させてみましょう。この時、ガラスシャーレは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しましょう。



おもりの位置を指でさししておき、下のビーズ板を急に動かして“慣性の法則”を観察する

## だるま落としの実験

### <合同実験>

・だるま落としの実験をする前に、水の入ったビーカーにナプキンをしき、“慣性の法則”を使って水をこぼさずナプキンを取りのぞいてみます。これは手品のようにですね！

・ナプキンを引く速度は大きく、速度ゼロからそのような大きな速度にするにはとても大きな力が必要です。しかし、ナプキンとビーカーの間のまさつは力ではそのような大きな力を伝達（でんたつ）することはできません。従ってビーカーはそのまま静止しています。

### <グループ実験8>だるま落とし

・だるまおとしは上の実験と同じ物理現象です。

途中の木を急に強くたたくと、そのみぎが力を強く受け横に飛び出します。しかし、上には力がおよびません。上は“慣性の法則”で止まっています。

・ゆっくり途中の木をたたくときはまさつ力で上の木にも力が伝わり、だるまはくずれてしまいます。

**※注意：たたいた木がとび、人に当たるのをふせぐために、ついたてを立てて実験してください。**

・だるま落としをまさつの無い面に置いて実験してみましょう！

不思議にだるま落としがうまく出来ます。なぜか考えてみましょう！！



## 5. 日常の生活で利用する“慣性の法則”

- 私たちの日常の生活の中でずいぶんと“慣性の法則”を利用しています。
- 右の写真は越前打ち刃物を作る映像から引用したものです。職人さんが、包丁（ほうちょう）が出来上がってから、それに木製の柄（え）をつけるのに包丁の刃を直接たたけないので、柄の方をハンマーで叩（たた）いています。
- 包丁や、かなづちの柄がゆるんだ時も、慣性の法則を使って柄を押しこみます。



科学映像館配信映画「伝承の技と心」（越前刃物協働組合提供）より。

刃を木製の柄に入れるために柄をたたいている。



包丁（ほうちょう）の刃を柄（え）に慣性の法則を使って押しこむ



金づちの鉄の部分を柄（え）に慣性の法則を使って押しこむ

## ＜グループ実験9＞ナイフにふれることなくナイフをつきさす

- ・ 日常生活で利用する“慣性の法則”の応用として、直接ナイフにはいっさい手や物をふれないで、リンゴにナイフをつきさしてみましよう！
- ・ 最初、少しだけリンゴにナイフをさしておきます。
- ・ ナイフをさしたリンゴを高く持ち上げて、勢（いきおい）よく机の上に落します。  
リンゴが机に到着（とうちやく）して止まっても、慣性によってナイフはそれまで持っていた速度でリンゴに突き（つ）刺（さ）さります。
- ・ 机に直接リンゴをたたきつけると、机がよごれるので、タオルを1枚して行って下さい。



リンゴに少しだけナイフをさしておく



リンゴを持ち上げ、急に下に速くたたきつける



リンゴにナイフが深くつきささる