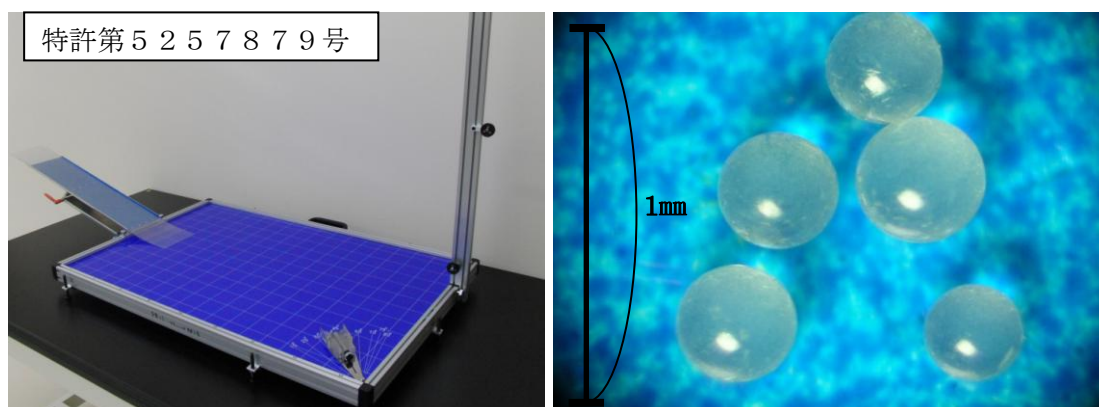


＜25年度日本郵便年賀寄附金の助成事業＞
「理科教育推進のための科学教育映画収集・活用
ならびに関連する理科実験実施の支援事業」

平成25年8月10日（金）10:00～12:00

会場（松本公民館、福井市）

映画「新幹線物語」
実験「まさつのない世界
を見よう(I)」



微小ビーズ球を用いるまさつの無い装置

＜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＞：松本公民館（福井市）

「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：「新幹線物語」>

製作：日立インターメディックス、カジマビジョン（カラー10分）

企画：日立製作所

- ・1964年開業以来、より速く、快適で、安全な運行を目指して、新幹線は常に進化してきました。懐（なつ）かしい映像とともに、新幹線の歴史を紹介します。



日立製作所は1921年
蒸気機関車製造を始める



輸送力を高めるために、
蒸気機関車から電車へ



1958年、政府が新幹線計画を発表



各車両にモーターが取り付けられる



強度を上げるため、張殻構造とする



最初の新幹線は、時速220km、



アルミ合金で軽量化



新幹線の車両を作っているところ



ダブルスキン構造で騒音（そうおん）を下げる



車内も快適



スタートから3分間で時速270km



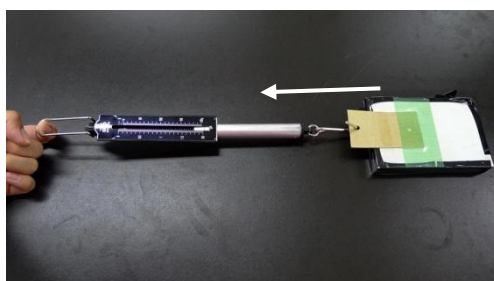
世界の注目、新幹線

<実験：まさつのない装置で運動の実験>

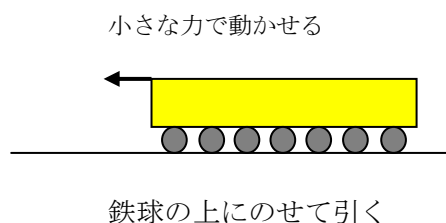
球を使うとまさつ力が小さくなる

<グループ実験 1 - 1 : ボールベアリングの利用>

- ・机の上に置いたアルミのブロックをそのまま引くと大きな力が必要です。それはブロックを動かそうとすると大きなまさつ力がおこり、その大きさ以上の力で引かないと動かないからです。鉄の球（パチンコ玉）を平らな面にばらまき、その上にブロックを置いて引いてみましょう。この場合にはうんと小さい力でブロックを引くことができます。



アルミのブロックをひっぱる



- ・今度は少し大きいガラスシャーレをのせ手で少しおしてみます。しかしすぐ止まります。

<グループ実験 1 - 2 : B.B 弾の利用>

- ・鉄の球を使うとまさつが小さくなることがわかりました。しかし、上の実験を良く観察するとブロックが水平に動く時、鉄の球は回転しています。ということは球を回転させるためにエネルギーが必要であることとなります。多くの重い鉄の球を回転するにはかなりエネルギーを使います。そこで鉄の球を軽いプラスチックの球（B.B 弾）に代えて実験をしてみましょう。

Q: アルミのブロックを水平に動かす力は小さくなりましたか？

- ・少し大きいガラスシャーレを B.B 弾の上に乗せて手で少し押し出して見て下さい。
ガラスシャーレはスーッと動いていきます。まさつがうんと少なくなりました。
- ・B.B 弾をまいていない表面がなめらかな面にガラスシャーレを置いて、手で少しおしてみ

ましょう。ガラスシャーレはすぐに止まってしまいます。それは物体にまさつ力が働くからです。軽い小さい球を置いて置くとまさつ力がうんと小さくなることがわかりました。

・B.B 弾を入れている容器を少し傾けてみましょう。B.B 弾はすぐに低い方に流れてしまいます。まさつがうんと少なくなるとしても、これでは、実験をするときにこまります。

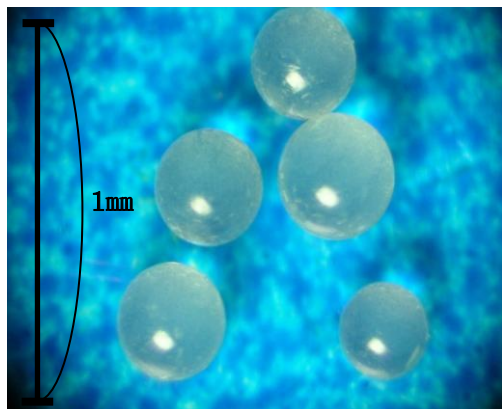
<グループ実験 1 - 3 : 微小ビーズの利用>

- ・そこで、細かいプラスチックの球（微小ビーズ、または虹ビーズという）をまいてみましょう。目を床面に近づけ斜めから見るとまいた所は粉のように白く見えます。
- ・ガラスシャーレをまいた所に乗せ、手で少しおしてみましょ、ガラスシャーレはスーと動きます。ほとんどまさつのない状態ができたことがわかります。
- ・この微小ビーズの場合は、床面を少しかたむけたとしても、ビーズが表面にくっついて流れないことを確認しましょう。

微小ビーズをまいたまさつのない面を
“ビーズ板”と呼びます。

顕微鏡観察

・顕微鏡写真（約40倍）を使って微小ビーズを観察しましょう。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（白く見える小麦粉も観察してみましょう）。



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

← 微小ビーズの顕微鏡写真

※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ふき取りましょう。実験が終わったら水で手をよく洗い流しましょう。

小麦粉で実験

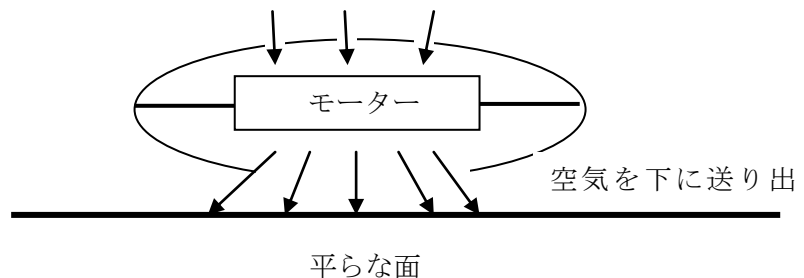
小麦粉も白く見えます。しかし、小麦粉はやわらかく、また球の形をしていないのでまさつは小さくなりません。このことを確かめてください！

<グループ実験 1 - 4 : 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。

・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**」といえます。

・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。

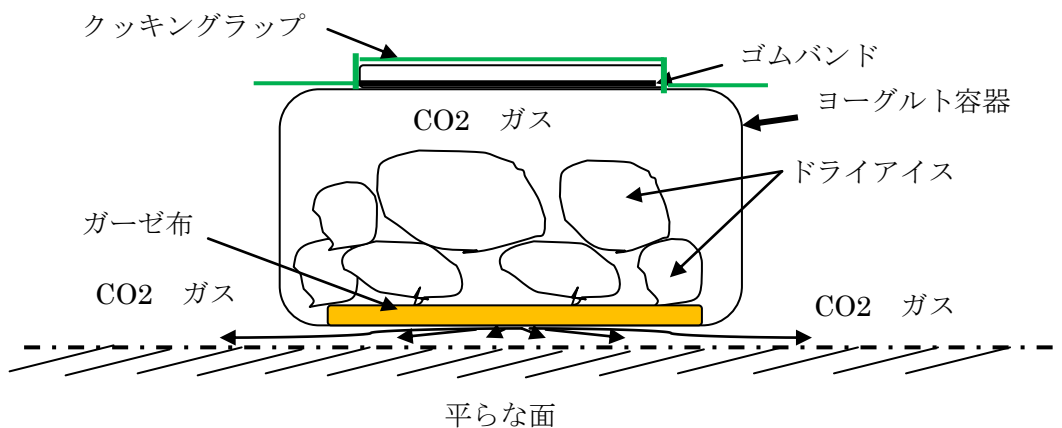
<グループ実験 1 - 5 : ドライアイスでまさつのない運動>

・ドライアイスは熱を吸収して気体の炭酸ガス(CO₂)に変化します。ホバークラフトは物体

と床面の間に空気の層（そう）を作ってまさつをなくしましたが、CO₂ ガスを使ってまさつをなくす実験をしましょう。

夏休みの自由研究のテーマにもなります！！

・ここでは、ヨーグルトの空き容器（十勝ヨーグルト）と、アイスクリームを買ったときのドライアイスを使って実験します。ヨーグルトの容器の底にはドリルで穴を8個程度対称的にあけておきます。（比較のため、底に穴のないのもやりましょう）。



十勝ヨーグルトの容器にドライアイスを入れてクッキングラップでふたをする

ドライアイスのかたまりを使ってもできるます

速度と等速運動

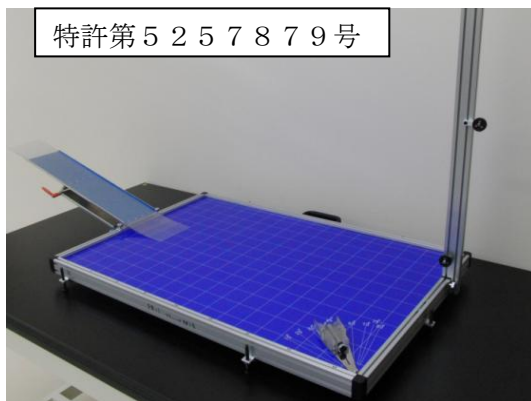
- ・速度は1秒間に進む距離で表します。 速い速度の場合は1秒間にうんと長い距離進みます。おそい速度のときは、1秒間に少し進みます。自動車や、電車の速度は、1時間に進む距離で表わします。つまり“時速”という表しかたをします。
- ・まさつのない装置を使って“等速運動（速度が一定）”を観察しましょう。

- ・物体が同じ速度で運動するとき（等速運動）は目で見てください。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。

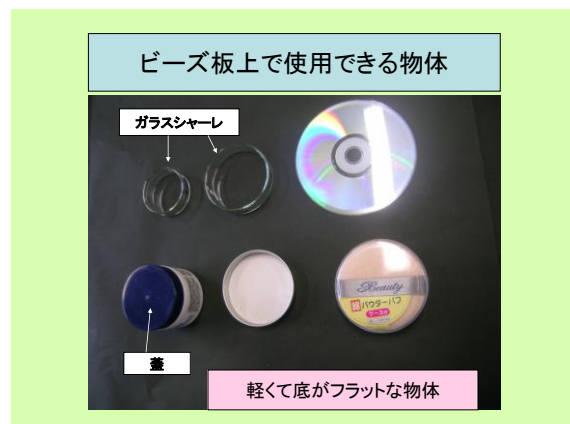
運動の第1法則

* <合同実験1> ストロボで等速運動を観察

- ・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。
- ・ストロボ装置を使って、まさつのない面の上を動く物体の運動を観察しましょう！



まさつのない実験装置



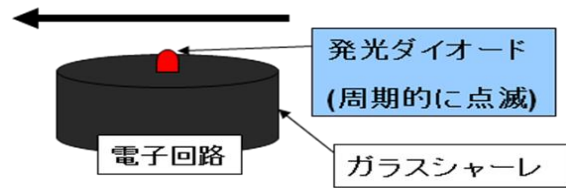
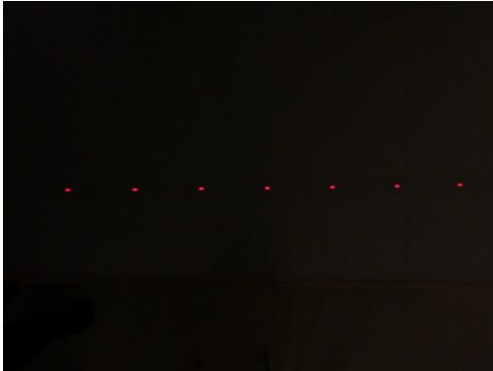
ストロボ装置で照明したときの物体の運動を観察しましょう
（物体の速度が速いときと、おそいときを比較しましょう）

ストロボ: 0.25秒間隔

長さ 1.8m の長いビーズ板を使って実験しましょう！

* <グループ実験 2 >

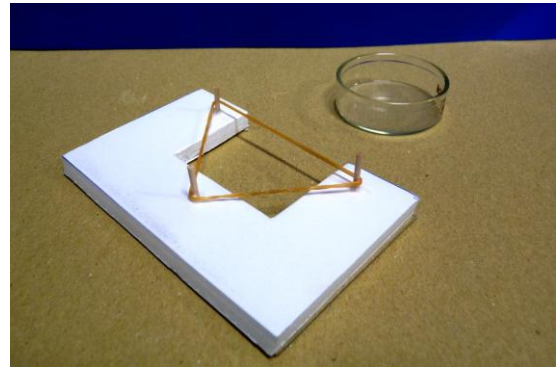
・発光ダイオードを使ったパルサーを使って、物体の運動の様子が記録できます。発光する時間間隔（かんかく）が同じなので、写真をとると一定速度で動いていることがわかります。



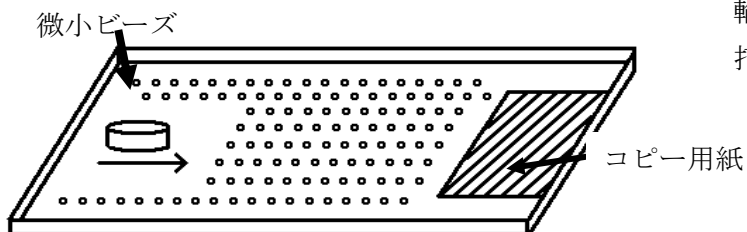
ビーズ板の上を、パルサーを動かし、
デジカメのシャッター速度を1～2秒間開いて写真を撮（と）った

* <グループ実験 3 >

・ゴム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。輪ゴムの大きさを変えて実験しましょう。



輪ゴムを使ったガラスシャーレ
打ち出し機



(ガラスシャーレを支えている指を急に手前に引いて力はずすか、または、指を前方向に

素早く動かしてみてください。)

ビーズカーリングゲーム

- ・前回の冬季オリンピックでは、日本のカーリングは活躍し、日本でもカーリングスポーツが知られるようになりました。氷の表面はまさつが少ないので、このようなゲームができます。石でできた物体は底が平らで氷の面とのまさつが小さいです。また、石が動くすぐ先を、選手が一生懸命こすっていますが、これは氷の表面をとかし水の膜（まく）を作るためです。この水の膜が、氷と石の間に入ると、さらにまさつが小さくなるのです。
- ・上で述べた、我々が発明した、微小ビーズを用いるまさつの無い装置をつかうと、このカーリングと良く似たゲームをすることができます。
- ・下の図があらわすように、プラスチックでできた箱の中に、微小ビーズをまきます。箱のはしに紙がはりつけてあり、その紙に同心円がいくつか描いてあります。反対側から、小さなガラスシャーレを指で打ち出します。紙の部分を進む間は、ほとんど同じ速度で動きますが、紙のところにくるとまさつがあるので、急に速度が落ちます。打ち出す速度と、打ち出す方向をうまくコントロールして、まどに入れるようにします。



- ・グループでゲームをするとき、1人が5回打ち出して、合計点を記録しましょう。
円の中心で止まったとき10点、その外が5点、さらにその外側では2点としましょう。
(これは変えてもよいです)。

得点表

名前	1回	2回	3回	4回	5回	合計点

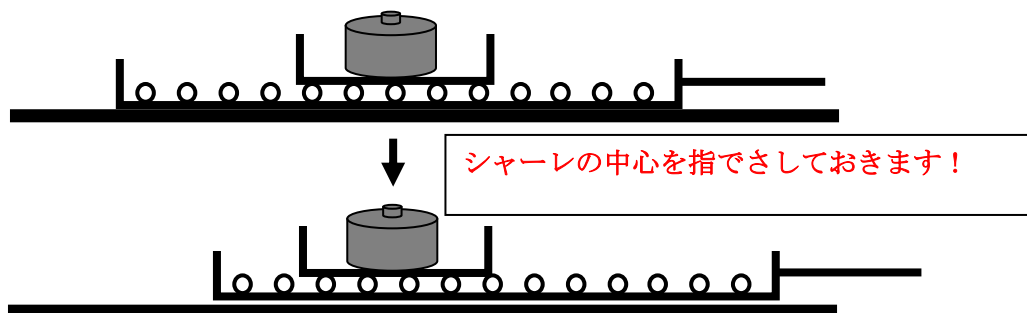
・紙の上にビーズが運ばれビーズの数が増えると、まさつが小さくなり、条件が変わります。時々ティッシュペーパー（または鳥の羽）で紙の表面のビーズをはらいましょう。

（注意：ビーズが手につかないように注意してやりましょう。手についたら、ウツティッシュでふいてください。決して、ゲーム中に、手で目をこすらないで下さい）

まさつのない面を用いて静止運動を観察（運動の第1法則）

* <グループ実験4>

・上の4で述べたように力が働かなければ（まさつ力もない）物体は等速運動をします。また、力が働かなければそのままその位置に静止し続けます。これも**運動の第1法則**です。



・大きな容器（虹ビーズなし）の面に大きなガラスシャーレをおき、容器を水平に引いてみ

ます。この場合は、まさつ力で上のシャーレに力が伝わり、シャーレは大きなシャーレとともに動きます。

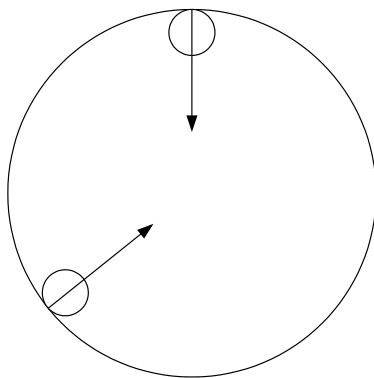
・次に大きな容器の中に虹ビーズをしき、その上に大きなガラスシャーレをおき、容器を水平に引いてみます。まさつがなく上にのったシャーレに力が伝わらないので、シャーレは静止したままです。これを確かめてください。

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。まさつがあるとき、このような水平面の円運動を見ることはできません。

* <グループ実験 5 > ①アクリルのわくにそって円運動

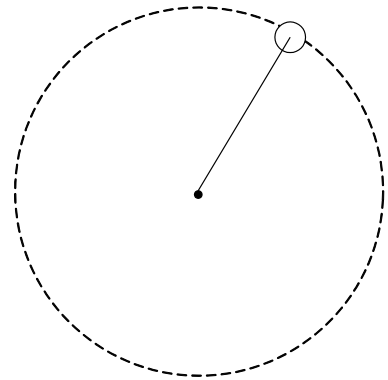


パルサーを円運動させてデジカメで記録すると、同じ速度で動いているのがわかります

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。それがなければ、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。

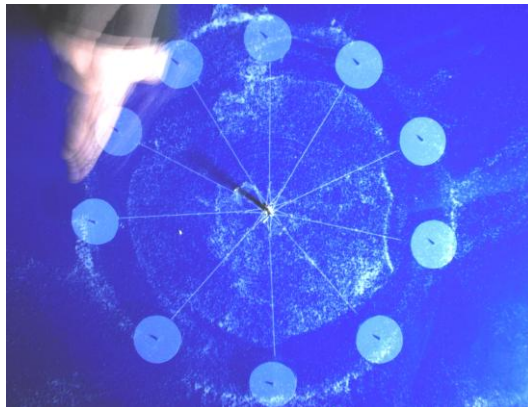
②糸で引っ張り、円運動

・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。

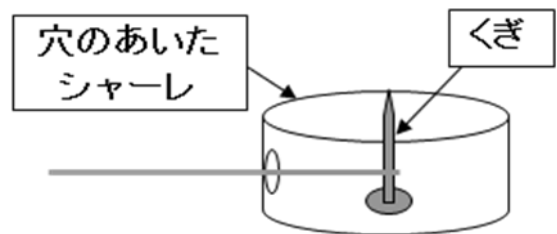


・下の写真は、ストロボ光源（ランプが周期的に点滅）を使って、等速度で回転する円運動をとったものです。

注意：おもりに糸をつけて、空中で円運動させる場合は、ゆっくりした円運動はできません。すぐに落ちてしまいます。



等速円運動をストロボ撮影（さつえい）したところ



円運動に使うプラスチックのふた

まさつが完全になれば、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。

回転しながら進む運動

* <グループ実験 6 >

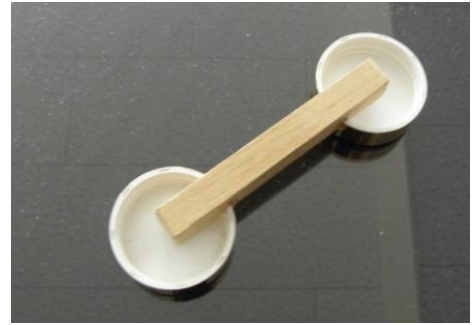
・まさつのないビーズ板上で右の写真のような物体を回転させましょう。まさつがないので、グルグルと回（まわ）り続けます。次に、回転さすと同時に、前方向に進む力を与えてみま

しょう。

- ・物体を回転した後、ビーズ板を傾けてみましょう

物体は回転しながら進みます。

回転運動と直進運動はお互いに独立のため、
回転しながら直進することができます。



プラスチックの蓋（ふた）を2個
つないだものを回転させる

- ・通常の実験では、まさつがあるために、このような基本的な現象を目で見ることができません！！

* <グループ実験 7 >

<ペットボトルから出るドーナツ状の煙>

- ・ペットボトルの中に線香（せんこう）の煙（けむり）を30～1分間ため込（こ）みます。それを水平にして、ペットボトルの上・下を手でおし、少しつぶします。するとペットボトルの中から煙が出てきます。このドーナツ状の煙は回転しながら進みます。

- ・空気がペットボトルから出るとき、空気とペットボトルとのまさつ力で、空気が内側から外側に向かう回転運動が作られ、その回転はドーナツ状の煙が前に動いても続いています。

- ・下に黒い布を敷いてドーナツ状の煙を観察します。
- ・タバコの煙を口から吹きだすときも、このようなドーナツ状の煙を作ることができます。



円筒状ペットボトルの口の、ネジの部分
を切り落とします

手でペットボトルを押し、ドーナツ
状のうずを作ります

ペットボトルの
中に線香の煙をためます

