

日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次:第 回 助成期間: 平成 年11月1日～平成 年10月31日 (期間 年間)
テーマ: 体を使って感じる摩擦の不思議
氏名: 安藤泰久 所属: 産業技術総合研究所 登録番号:

1. 課題の主旨

歩くとき、コップを持つときや、車が走ったり止まったりするときなど、摩擦は常に身の回りで起きている身近な現象である。また、摩擦を高くすることで、雪の上を歩きやすくなったり、逆に低くすることで、自動車の燃費が改善され省エネにつながるなど、摩擦を制御することは同時に、社会、産業、環境にとっても重要な意味を持っている。ところが、摩擦は身近な問題であるにも関わらず、分かっていないことが多く、トライボロジーと呼ばれる学問分野が形成されており、物理、化学、材料、機械工学など分野の科学者、技術者がいろいろな視点から研究を行っている。

本テーマでは、身近な摩擦現象を取り上げることで、子供たちを抵抗無く科学の世界に導き入れ、摩擦を通して自然科学の不思議さを体験してもらうことを目的としている。その際、実際に手指や体を動かすことで、目で見たり聞いたりするよりも強く五感に働きかけ、印象を深めさせることが可能となる。その結果、摩擦について考えるきっかけを与え、摩擦という観点からも身の回りのものを見ることが出来るようになることを期待している。科学や技術に対して興味を持つようにさせることで、将来の日本や世界を支える人材の育成に寄与することがねらいである。

2. 準備

摩擦は、普段から身の回りで働いているために、摩擦を意識してもらおうとしたときには、逆に摩擦の無い状態を体験してもらう方が良い。そこで、ホバークラフトと同じ原理で浮き、摩擦抵抗がほとんど無い状態で机や床の上を滑らせることができるエアーカーリングを試作して、子供に摩擦の無い世界を体験してもらうことにした。

エアーカーリングは、予備も含めて複数個作製し、産業技術総合研究所での一般公開において、実際に来場者の子供に使ってもらうことにした。一般公開で当該展示に割り当てられたスペースと床のサーフェスでは、カーリングのように床の上を滑らせて、エアーカーリング同士をぶつけ合うことが難しかったため、机の上を滑らせて目標地点で上手く止められるかを競う内容とした。

3. 指導方法

産総研の一般公開では、大きく分けて2つのコーナーを作り、一つのコーナー(説明コーナー)では、机の上に置いたエアーカーリングを来場者と説明者の間に挟んで説明を行い、もう一つのコーナー(競技コーナー)では、エアーカーリングを目標位置に止められるかを競うゲームを行った。

説明コーナーに於いては、エアーカーリングを使い、空気ポンプの電源のオフ/オンによって、摩擦の有る状態と無い状態を実現させ、それぞれの状態でエアーカーリングを押してもらい、①摩擦が無くなるととても軽く物を動かすことが出来ることを説明する。また、軽く押したときに、エアーカーリングが机の上を滑り続けるところを見せて、②摩擦が無いと動き出した物はいつまでも動き続けることを説明する。「自動車も摩擦が無ければ、ずっと走っていることができる。でも、摩擦は邪魔者なのかな? もし世の中から摩擦が全くなかったらどうなるだろう?」

と疑問を提示して、最後に③摩擦が無いと、自動車が止まらない(あるいは、そもそも走り出せない)ことや、エアーカーリングが乗っている机も滑り出して、人も立ってられないことなどを説明する。

競技コーナーでの指導方法は、「4. 実践内容」で述べる。

4. 実践内容

競技コーナーでは、会議室用の長さ約 2m の机を3台連結し(図 1 参照)、それぞれの机の間に高さの差が無くなるように調整した上で、机の間のすき間をクラフトテープで橋渡しする。このようにすることで、机の間をエアーカーリングが通過するときの空気抜けを防ぐことができる。また、クラフトテープの段差が有るために、それが若干の抵抗として作用し、エアーカーリングを減速させる副次的な効果もあった。

このような連結させた机を2セット用意して、並行に配置した。エアーカーリングはその一端に置いて、その反対側にはゴールエリアを設け、より遠いところに止まった方が高得点になるように、点数を設定した。また、ゴールエリアの点数の異なるブロックをクラフトテープで区切ることにより、ゴールエリア内で止まりやすいように配慮もした。

エアーカーリングを置いた側から、ゴールに向かって手で軽く押し出すことによって、エアーカーリングを滑らせ、ゴールエリア内の出来るだけ得点の高いエリアで止めるようにする。2人同時に滑らせて、試技を2回行い、合計点数が高い方が勝利となる(図2)。

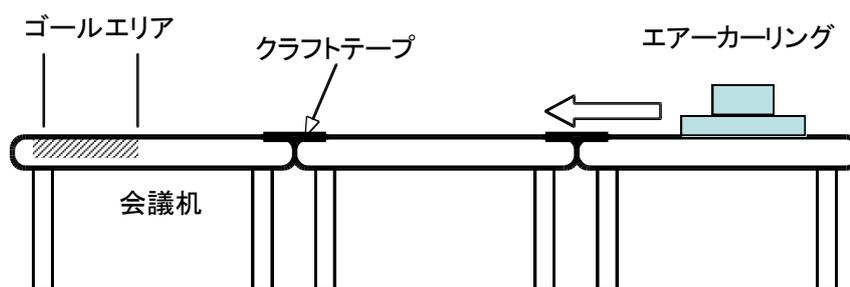


図1 エアーカーリングを行った台の組立て方

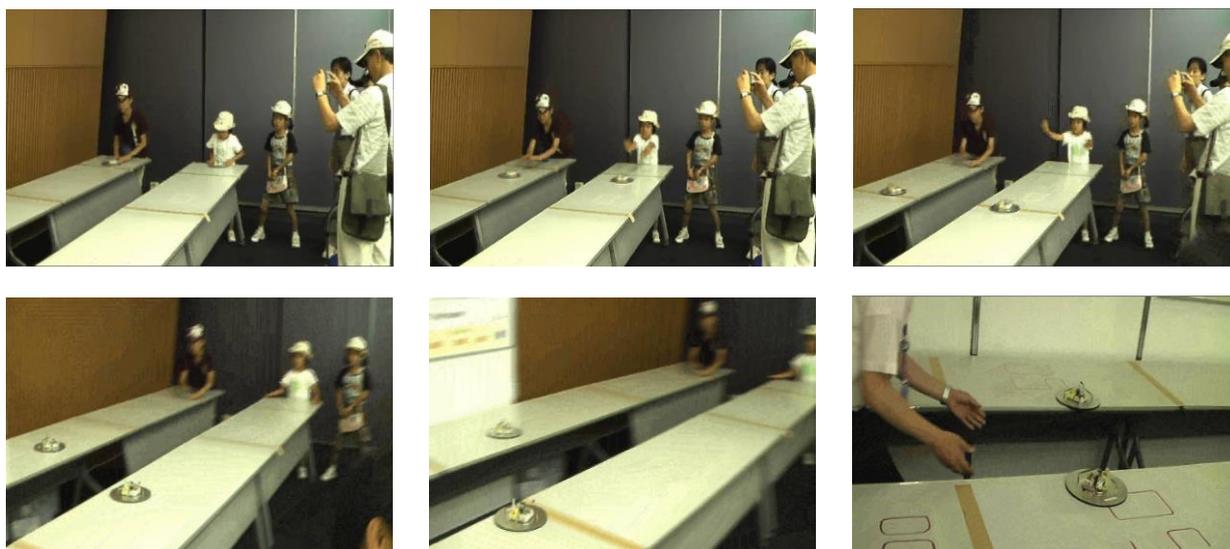


図2 来場者の子供が競技している様子

5. 成果・効果

言葉で説明するのと、実際に触ってみるのでは、印象や面白さがずいぶんと違う。エアーカーリングを軽く押すと、慣性力を感じながら加速させることができ、スルーと動き続ける。このような感触は、普段感じる事が難しいために、ポンプの電源を入れておくと、大人でも触りたくなる。

ポンプの電源を切ったときの抵抗力と、電源を入れたときの動きの軽さには大きな差がある。説明コーナーでは、子供に浮いてない状態のときにまず押してもらい、次に浮かせた状態にしてから押しもらおうと、一様に動きの軽さに驚く。また、スイッチをいれて浮いた瞬間に、わずかな傾斜のために勝手に滑り出すので、子供によってはその時に、息をのむ様子が伝わってくる。自然科学や理科に興味を持ってもらおうとしたとき、面白いこと、感動することが重要である。その観点からは、摩擦が無くなったときの抵抗の小ささに、感動してもらうことは出来たと思う。

説明コーナーで話を聞かずに、競技コーナーに直行して遊ぶ子供も多かったが、その場合でも、楽しんでもらったということ、ある程度のきっかけを与えることが出来たと考えている。最初に、競技コーナーに飛んでいっても、その後に説明コーナーに説明を聞きにくる子供も少なからずいて、ある程度理想に近い形の実演になっていた。

6. 所感

競技コーナーでも若干の説明をしてから、子供にエアーカーリングを押し出してもらうのだが、中には(というより半数近く)エアーカーリングを力任せに押し出す子供がいるので、そのたびに隣のブースとの境にある壁に激突したり、床に落ちたりして、どんどん壊れていった。予備も含めて 8 台近くのエアーカーリングを用意していたのだが、修理が追いつかなくなる程であった。もともと衝撃には強い構造にしていたので、主要部分はダメージを受けなかったが、厳しいテストを子供にしてもらったおかげで改良点が明確になった。

当初、この発想を得たときには、もう少し簡単に浮き上がるようになると予想していた。しかし、実際に作ってみると、小さなほこりや凹凸に弱く、十分に平滑な机の上でないと滑らかに動かすことができなかった。そこで、改良を重ねて、凸凹や汚れが多少あるリノリウム張りの床の上でも滑らせることが出来るようになった。

ポンプを探すのには苦労したが、良い教材が出来たと考えている。

7. 今後の課題や発展性について

子供に実際に使ってもらったことで、改良点が明確になった。そこで、故障しにくくするための改良を実際に計画中である。具体的には、外周にOリングのクッションを付けること、ディスクの円盤の角を面取りするかRをつけること、電池ユニットをネジで固定することなどである。これらの改造をすることによって、机から落ちた程度の衝撃ではダメージをほとんど受けなくなると予想される。

産業技術研究所の一般公開で供したのは、単一のエアーカーリングを滑らせて、目的の地点で止めるゲームであったが、予備も含め複数のエアーカーリングがあるので、カーリングと同様に、エアーカーリング同士をぶつけ合って、目標の円からはじき出すようなゲームの方法も検討中である。場所などの制約もあるが、それがクリアされれば、次年度以降の一般公開などで供してみたい。

8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

【教材制作方法】

- 実施内容が教材開発の場合、ここから1～2ページ使って、教材の制作方法を記載願います
- 実施内容が教材開発でない場合、このページ以降を削除願います

1. 用意するもの

- (1) マイクロポンプ (株)榎本マイクロポンプ製作所製 CM-15-3
- (2) MC ナイロンプレート 外径 200mm、内径 50mm、厚さ 6mm
- (3) アルミプレート 外径 200mm、厚さ 1.5mm
- (4) その他小部品、電池ボックス、スイッチ、コイルばね、エアチューブ、ボルト、ナット等

2. 作製方法

ホバープレートの組立

- (1) ナイロンプレートに開けた4個のザグリ穴に、予めボルト(M3)を通し、接着剤で固定する。
- (2) ナイロンプレート外周と、穴の内周に両面テープを貼り、プレートを包み込むように樹脂シートを貼る。
- (3) アルミプレートを六角柱ナットで固定し、ナットにはスプリング用のフックを取り付ける。

ポンプユニットの組立

- (4) 80mm 角のアルミプレート(厚さ 3mm)に、マイクロポンプと電池を固定する
- (5) 上記アルミプレートの中央には、支柱を取り付け、支柱の上部にはスプリング用のフックを取り付ける。
- (6) 電池ボックスにマイクとポンプのモータを接続し、その中間にスイッチを組み入れる。

ポンプユニットのホバープレートへの取り付け

- (7) ポンプユニットの支柱に4本のスプリングを取り付け、ホバープレートのフックと連結する。
- (8) ホバープレートに取り付けたチューブフィッティングとポンプの吐出口をエアチューブで接続する。
- (9) 樹脂フィルムの中央付近に、2mm 程度の穴を2箇所開ける。

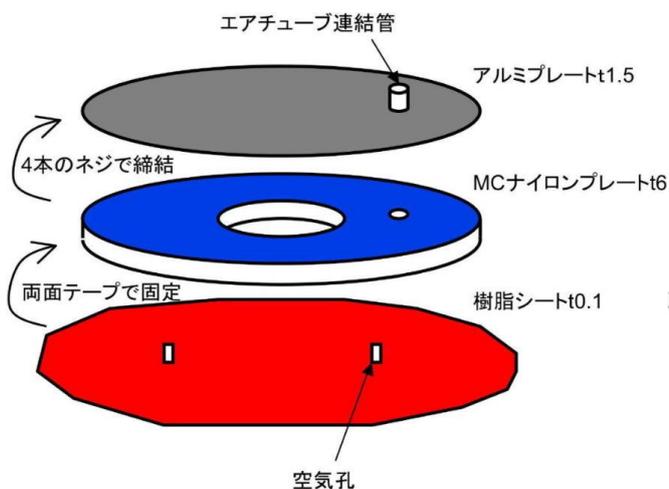


図3 ホバープレートの作製方法

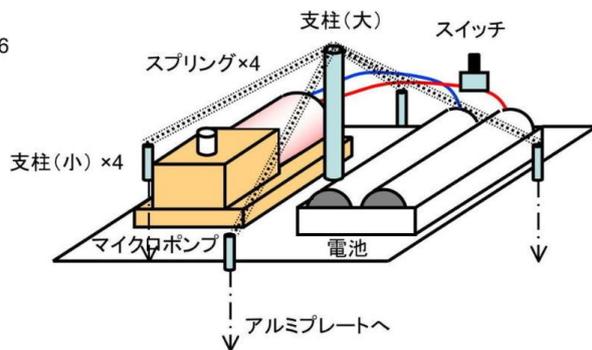


図4 ポンプユニットの外観

3. 構造上の特長、特記事項(失敗談など)

- (1) ポンプユニットはスプリングでホバープレートに押しつけられ、ホバープレート上を滑って動けるようになっているため、横方向から衝撃力が働いても、ずれる時の摩擦抵抗で衝撃を吸収することができる。
- (2) ポンプユニットとホバープレートの上に、当初プラスチックの板をはさんだが、摩擦係数が低かったために、摩擦のダンピングが十分に働かなかった。そこで、段ボールに交換してある程度の減衰力を得た。
- (3) ホバープレートの下部に、樹脂シートを貼ることによって、床がうねっていても、あるいはコピー紙 1~2枚程度の段差があっても引っかかることなく滑らかに動く。
- (4) ドーナツ状のナイロンプレートを使わず、外周だけに樹脂シートを貼り付けると、樹脂シートが空気を含んだときに中央部がふくらんでしまい、安定して浮くことが出来ない。
- (5) 樹脂シートの代わりに、(雨傘に使われているような)緻密な布を試したが、空気の流量が少なく、それよりも漏れが大きいため、浮かすことが出来なかった。

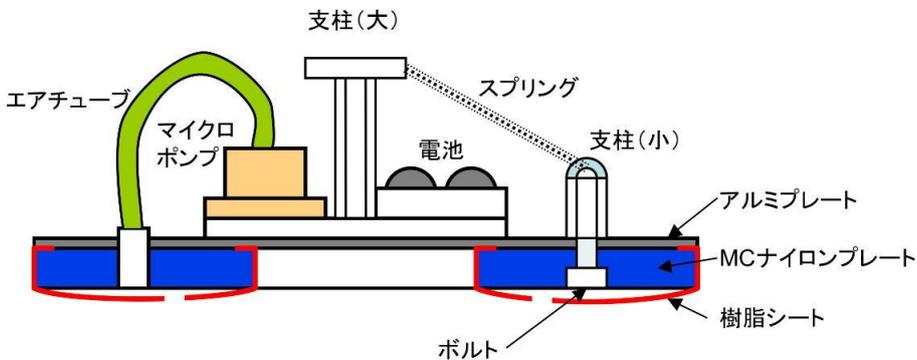


図5 ポンプユニットをホバープレートに取り付けた様子