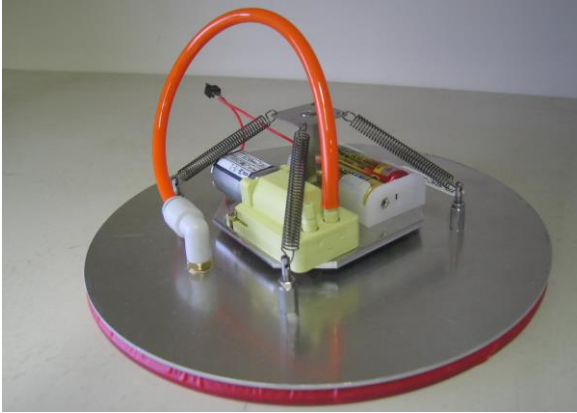
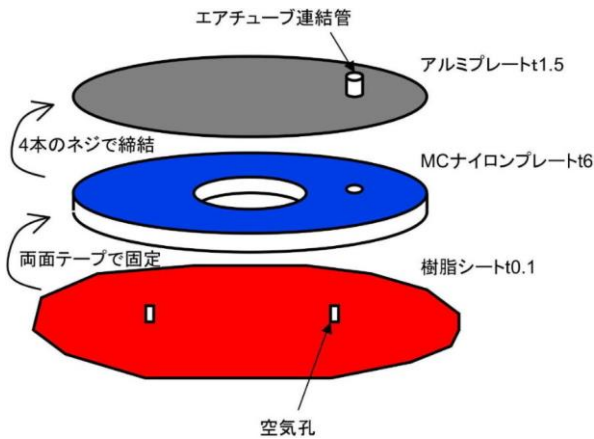


タイトル	エアーカーリング						
対 象	□専門家 ■大学生 ■中高生 ■小学生 ■未就学児童						
スタイル	■講義・実験ショー ■ブース形式 ■参加型						
難 易 度	準備 (素材の入手、作製のスキル)	簡単	1	2	3	④	5 難しい
	実演・説明 (再現性)	簡単	①	2	3	4	5 難しい
概 要	<p>基本的なコンセプトは参考文献と同じである。空気膜による流体潤滑を実現することで、極端に摩擦が低い状態を実現する。カーリング本体の下に空気を吹き出すために、電池式のポンプを利用している点が参考文献との大きな違いである。</p> <p>ポンプを利用することによって、カーリングが浮いた状態を安定して維持させることができ、またスイッチのオンオフによって、流体膜のある状態と無い状態を容易に切り替えられるようになった。その結果、エアーカーリングを複数用意して、実際のカーリング競技と同じように、得点を競うことが可能となる。また、スイッチがオフの時にエアーカーリングを手で押してみても、摩擦が高いことを確認した後に、スイッチをオンにして空気膜で浮かせてみる。すると、摩擦がほとんど無い状態になり、わずかな傾斜でも動き出してしまふことから、普段は摩擦があるために、物が静止していることを容易に理解することができる。</p> <p>構造上の特長は、エアーカーリングの底面に薄いプラスチックのフィルムを張り、そのフィルムをわずかにふくらませながら、フィルムと床との間に空気を流すところにある。このような構造にすることで、床が歪んでいたり、床面に埃や小さな段差があったりしても、フィルムが変形し、流体潤滑状態を容易に維持することができる。</p>						
							
用意するもの	<p>基本構成</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) MC ナイロン製プレート (直径 200mm、厚さ 6mm) (2) 樹脂シート (厚さ 0.3mm 程度) (3) アルミ製円形プレート (直径 200mm、厚さ 1.5mm) (4) エアーチューブ、エアーチューブ連結管 (5) 両面テープ、接着剤、エアシール用スポンジシート (厚さ 1mm 程度) (6) ボルト、金属支柱 (小×4)、 <p>ポンプユニット</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 電池駆動ポンプ (例えば、榎本マイクロポンプ社 CM-15-3) (2) 電池ボックス、電池、スイッチ、リード線 (3) 金属板、取り付け用プレート (4) 金属支柱 (大×1)、スプリング 						

実験装置
の作り方

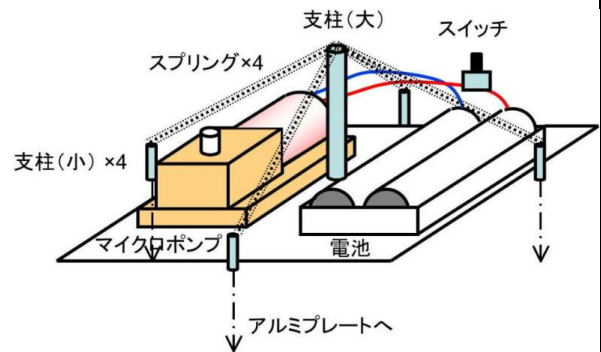
ホバープレートの組立

- (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。



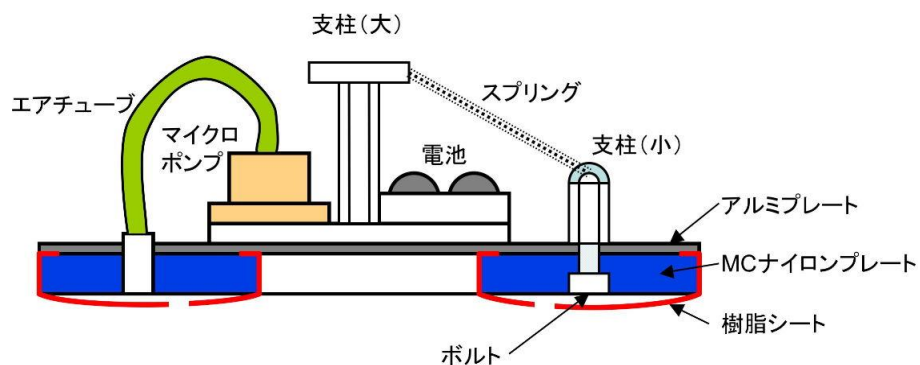
ポンプユニットの組立

- (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ロ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られ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。



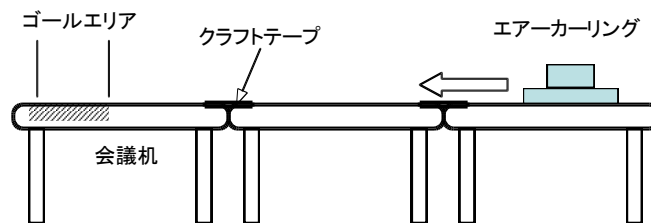
ポンプユニットをホバープレートに取り付けた様子

実験・実演の手順

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できることを説明する。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くな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、自動車が止まれない(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。

遊び方

会議室用の長さ約2mの机を3台連結し、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る。



エアーカーリングを行う台の組立て方

このような連結させた机を2セット用意し、並行に配置する。エアーカーリングはその一端に置き、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となるように点数を設定する。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で、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り、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、合計点数の高い方が勝利となる。



	<p style="text-align: center;">子供が遊んでいる様子</p>
<p>実験結果 と考察</p>	<p>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。</p> <p>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、感動してもらおうことは出来たと思う。</p> <p>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、楽しんでもらえたということで、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。</p>
<p>バリエーション</p>	<p>エアーカーリングのチーム戦</p> <p>つなぎ目に溝の無いリノリウム張りの床を探し、エアーカーリングがほとんど抵抗なく滑るかを予め確認しておく。10 個程度のエアーカーリングを用意し、カーリング競技と同様に、2 チームに分かれて得点を競う。ゴールとなる部分にはビニールテープでカーリングと同じように円を描く。</p> <p>競技を行うとき、エアーカーリングには厚紙で作った円筒をかぶせておく。スキッパーが押し出したら、その強さを見て、同じチームの人が団扇で扇ぎ、コースや速度を調整する。得点の付け方はカーリングと同じに行う。ただし、ゲーム数は 1 対戦あたり、1～2 ゲームが適当と思われる。</p> <p>エアーホッケー</p> <p>エアーカーリングを小型化し、テーブルの上でエアーホッケーを楽しむこともできる。しかし、重量があるため（約 300g、なおレギュラーサイズは 530g）、大人が熱くなって全力でゲームを始めると怪我や物を壊す怖れもあり、遊び方を現在検討中である。</p> <p>エアーカーリングのファンバージョン</p> <p>カップ麺等の容器を用いて、ファンによってエアーを送るようにしても、エアーカーリングのように浮かすことができる。マブチモーターで回転させる 2 枚の回転翼に 1 枚の固定翼を組合せて、実際に浮かすことに成功した。ポンプを使ったエアーカーリングと異なり、流量が大きいため畳や絨毯の上でも滑らせることが出来る。ただし、大きな重量を支えることは出来ない。</p>
<p>参考文献</p>	<p>摩擦の実験ノート「風船ホバークラフトで遊ぼう（工藤保広）」、トライボロジスト、52（2007）p.732.</p>

費用	<ul style="list-style-type: none">・電池駆動式のマイクロポンプが 7000 円程度、それに機構部品の材料費加工費等を加えると、1 セットあたり 2~3 万円。・ファンバージョンのエアーカーリングは、部品一つが 100 円単位なので、トータル 1000 円を少し超える程度。容器に高級カップ麺を使っても、2000 円にはならない。
詳細問い合わせ先	東京農工大学大学院工学研究院先端機械システム部門 安藤泰久 y-ando@cc.tuat.ac.jp