

タイトル	摩擦の大小と走る速さを調べて見よう
対象	<input type="checkbox"/> 専門家 <input type="checkbox"/> 大学生 <input type="checkbox"/> 中高生 <input checked="" type="checkbox"/> 小学生 <input type="checkbox"/> 未就学児童
スタイル	<input checked="" type="checkbox"/> 講義・実験ショー <input type="checkbox"/> ブース形式 <input checked="" type="checkbox"/> 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>市販のミニ四駆（タミヤ）を用いて，軸受部分を滑り軸受から転がり軸受に置き換えていくことによって，本講座では“回転部分の摩擦が小さくすると，車を速く走らせることができる”ことを通して，摩擦の重要性を学ぶ。</p> <p>タミヤのミニ四駆は 10 年程前に子供たちの間で大流行した競争型玩具である．基本セットをアップグレードすることによって自分の車を速くすることができる仕組みとなっており，プラモデルではあるが創意工夫することによって，自分だけの 1 台を作り上げる満足感が得られる。</p> <p>子供たちの興味は，“自分の車を速く走らせるか”であり，そのための方法はある程度わかっている．しかし，その原理原則については，小学校では教えていない分野も含まれているため，十分理解しているとは言い難い．そこで，本講座では“摩擦を小さくするとどのぐらい速くなるのか”を実演し，摩擦の重要性を理解させる。</p> <p>更にミニ四駆を自分で組み立てさせることが可能であれば，ミニ四駆が走る仕組み（機械が動く仕組み）の理解，自作することの楽しみも味わうことができる．なお，この講座は 2009 年 9 月に京都で行われた World Tribology Congress において，子供向け省エネ実験室として実演を行い，好評を得ている。</p>
用意するもの	<p>(1) 概要説明</p> <ul style="list-style-type: none"> ・講座の実演内容や結果をまとめたパネル（2 枚程度）



転がり軸受（ベアリング）とは、機械の回転軸を低い摩擦で支え、円滑に回転させ、長期間その性能を発揮させる機械要素の部品です。
 自動車、電車、航空機などの乗り物、工作機械、複写機、製鉄所の圧延機、土木建築機械、各種モーター、家庭用冷蔵庫、洗濯機、さらにコンピュータやビデオなどの情報機器、etc. あらゆる機械の中心部でその役目を果たしています。そのため、転がり軸受は、「機械産業の米」と言われています。



コース全長 10.0m

ミニ四駆の通過を赤外線センサの装置で読み取り、5周のラップタイムを計測

玉軸受は、内輪・外輪、回転を滑らかにする玉、その玉の間隔を保つ保持器で構成される

純正部品 六角穴付玉軸受 拡大写真

計測結果

マシン	5周タイム[S]
①標準すべり軸受	13.456
②タイヤのシャブ部に玉軸受	12.504
③サイドローラーを玉軸受	12.040
④サイドローラーとシャブ部に玉軸受	11.718

ここで実際にミニ四駆を走らせてタイム計測を行います。
ぜひ見にもてくださいね!!

(World Tribology Congress にて展示したパネル，B0 版)

(2) 実演

- ・ラップタイマー付きコース (タミヤ)
- ・ミニ四駆 (4台+予備1台)
- ・乾電池 (単三, ミニ四駆1台につき2本)
- ・サイドローラー用玉軸受 (内径5mm×外径13mm, 合計8個)
- ・車軸用玉軸受 (六角穴タイプ, 合計8個)
- ・同タイプモータ4個 (モータはミニ四駆キットに含まれている場合もある)

実験・実演の手順

(1) 実演車の説明

・コースを走らせる車についての説明を行う。走らせる車は次の4タイプである。

- ① ノーマル車 (キットに入っている滑り軸受だけを使用)
- ② 4カ所の車軸部を転がり軸受にした車 (サイドローラーは滑り軸受)
- ③ 4カ所のサイドローラーを転がり軸受にした車 (車軸はすべり軸受)
- ④ 4カ所の車軸, サイドローラーをすべて転がり軸受にした車



滑り軸受

六角穴付玉軸受

六角穴付玉軸受
拡大写真

車軸部軸受の拡大写真 (滑り軸受から転がり軸受へ交換)

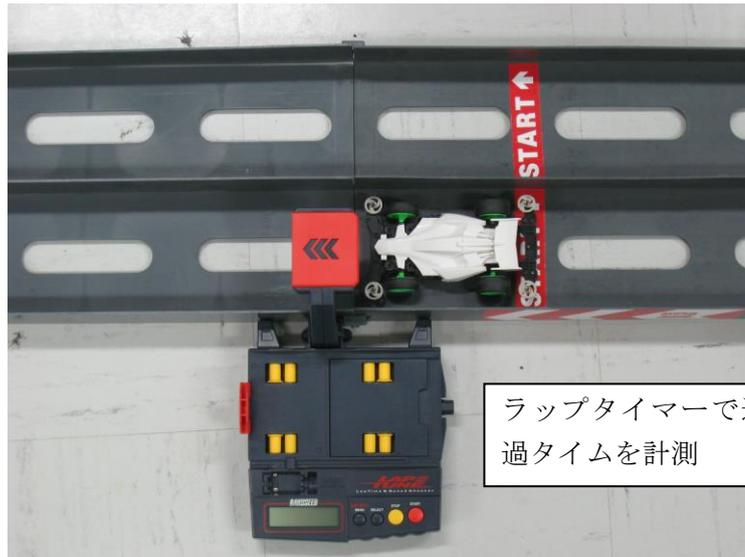


サイドローラーを転がり軸受に交換した車体

(2) コース実走

ノーマル車①, ②, ③, ④の順番でコースを走らせ、タイムを計測する（この際、電池の残量が少ないと速度が遅くなるので、新品の電池を使用する）。電池、モータは同じものを使っているのに、タイムの差は滑り軸受を転がり軸受に置き換えたことに起因していることを説明し、摩擦を小さくすると車を速く走らせることができることを実証する。

また、速い車と遅い車を競争させて、車間距離が開く（詰まる）ことでも速度の違いを実感させることができる。



ラップタイマーで通過タイムを計測

走行タイムの計測（反射光の違いで車体通過を検知測定）



走行の様子を興味深く見ている子ども達（WTC2009にて）

<p>実験結果と考察</p>	<p>4種類の車体の走行タイム</p> <p>当研究室の実験では、以下のタイムとなった。標準コースを5周させた結果である（あくまでも参考値）。</p> <table border="1" data-bbox="429 322 1257 551"> <thead> <tr> <th>車タイプ</th> <th>タイム (秒)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ノーマル車①</td> <td>13.456</td> </tr> <tr> <td>車体②</td> <td>12.504</td> </tr> <tr> <td>車体③</td> <td>12.040</td> </tr> <tr> <td>車体④</td> <td>11.718</td> </tr> </tbody> </table> <p>ノーマル車が最も遅く、すべり軸受をすべて転がり軸受に置き換えた車体④が最も速い結果となった。車体②と車体③の違いは、コース壁面の接触抵抗と車軸部分におけるパワーロスの影響度の違いである。本実験では、車軸部分のパワーロスよりもコース壁面との接触抵抗を小さくした方が、速度アップ効果が大きかったようである。</p> <p>また、すべての箇所を転がり軸受に置き換えた車体④が最も速いが、車体③と比較して約0.3秒である。車軸を転がり軸受に変えた効果が約0.95秒（ノーマル①－車体②）なので、単純には車体③よりも0.95秒速いと思われるが、効果は線形的な和とはならない結果となった。相乗効果は確かに現れるが、単純な和とならないことをうまく説明する必要がある。</p> <p>走行タイムは5周させた結果である。1周は2.4秒であり、1秒タイムが開くと半周近く距離が離れることになる。実際に併走させるとタイム差以上に速度差を感じさせることができる。</p>	車タイプ	タイム (秒)	ノーマル車①	13.456	車体②	12.504	車体③	12.040	車体④	11.718
車タイプ	タイム (秒)										
ノーマル車①	13.456										
車体②	12.504										
車体③	12.040										
車体④	11.718										
<p>バリエーション</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・新品の電池を用いて車が止まるまでの耐久レースを行い、走った距離を比較する。摩擦を小さくした車の方が長い距離を走ることができ、省エネルギーにおける摩擦の重要性を理解させることができる。 ・車体を軽くしたり、タイヤをスポンジに代えたりしたスペシャル車体を用意しておくことで摩擦以外でも速度アップの工夫があることを考えさせることができる。 ・ハイスピードカメラがあれば、走行時の壁面との衝突、摩擦による軸受の回転を詳細に見ることができる。 ・組み立てた車体を競争させることによって、知的好奇心を高めることができる。 										
<p>参考文献</p>	<p>今回使用したミニ四駆については、http://www.tamiya.com/にて詳細が記述されている。（2009.11.20 検索）</p>										
<p>費用</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ミニ四駆＋乾電池 1000円／台 ・タイマー付きコース 約10000円 ・アップグレードパーツ 約5000円（今回使用したパーツの総計） ・パネル（大きさに応じて） 										
<p>詳細問い合わせ先</p>	<p>東京理科大学理工学部幾機械工学科 野口昭治 nog@rs.noda.tus.ac.jp</p>										