

タイトル	機械が動く仕組みとうまく進める方法を調べて見よう							
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>市販動物プラモデルの製作とそれを動かすことによって、本講座では次の2つのことを学ぶ。</p> <p>①機械が動く仕組み</p> <p>②前へ進むための摩擦の重要性</p> <p>簡単な動物プラモデルではあるが、エネルギーを受け入れて、動力を発生し、所定の動作を行うという機械の条件を満たしており、原理的には自動車やロボットと同じであることを説明する。モータの回転を足の動きに変換するためには、ギヤボックスやリンク機構を用いて力の増幅や運動形態の変換を行っており、機械が所定の動きを行うための機構学的な要素を理解させる。</p> <p>また、組み立てた動物プラモデルを使って、“もっと速く走らせるには”という課題を与え、それを解決するには足と床との“摩擦”が重要であることを理解させる。生徒からは“足の動き（回転）を速くする”という答えが多い（導くようにする）。高速回転モータに取り替えて実演を見せると、カメは確かに速く進むようになるが、カエルは、空回りして足の動きに応じた前進はしない。そこで再度、“なぜか”の問いかけを行い、“足が滑っている”ことに気付かせる。後ろ足に滑り止めを貼り付けて実験を行うと、速く前進できることを見せて、摩擦が重要であることを理解させる。</p> <p>カメについては、斜面を登らせることで摩擦の重要性を理解させる。木製の板を傾けていくと、20°程度で滑って登れなくなる。そこで、滑り止めを足に付けて実験を行うと登れるようになることを見せて、摩擦の重要性を理解させる。</p> <p>最後に、授業のまとめを行い、機械が動く仕組みと摩擦の重要性を再確認させて、“日常生活において目にする機械の動きをよく考えるように”と付け加えて、機械に関する興味を高めるような授業にする。</p>							
用意するもの	<p>(1) 最初と最後の講義</p> <ul style="list-style-type: none"> ・パソコン, プロジェクター, スクリーン <p>(2) 実験 (実習)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・市販の動物プラモデル2種類 (今回は、増田屋コーポレーション, クラフトホビーシリーズを使用。5年生が45分以内で組み立てられるレベルを選定する) 							
								

	<ul style="list-style-type: none"> ・乾電池（プラモデルに組み込む電池を人数分） ・高速回転モータ（ウサギ、カメ各2個，合計4個） ・滑り止め（裏面が粘着性のゴム，スポンジ等） ・木製板（500mm×250mm程度の大きさ） ・小型マイナスドライバーとラジオペンチ <p>（プラモデルは止め具を圧入して組み立てるので，分解するためのマイナスドライバーとプラスのねじ頭を潰してしまったねじを取り外すためのラジオペンチ）</p>
<p>実験・実演の手順</p>	<p>(1) 導入の講義</p> <div data-bbox="336 562 970 1032" data-label="Image"> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・教員，TA（ティーチングアシスタント，大学院生がメイン）の自己紹介 ・機械の定義と機構学の基礎的な講義（ロボットや自動車を例にした機械が動くしくみの説明） ・動物プラモデル製作の概要説明（組立て時の注意事項，組立て時間等） <p>* プラスドライバーの使用方法和小物部品の紛失に注意すること。</p> <p>(2) 動物プラモデルの組立て</p> <div data-bbox="328 1146 970 1621" data-label="Image"> </div> <p>1 クラスを6グループ（1グループ5～7名，作るプラモデルは同じ種類）に分けて40分間を目安に動物プラモデルを製作する。各グループに1名，大学生をTAとして付けて，組立指導に当たらせ，全員時間内に組立てを完了させるように指導する。</p> <p>プラモデル組立ての経験の有無により生徒間に組立時間のばらつきはあるが，早くできた生徒も遅れている生徒の手伝いをさせる。</p> <p>(3) 前進における摩擦の重要性を理解させる実験</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全員が組立終わり，プラモデルが動くことを確認して，着席させる。今度は生徒に“どうしたら速く前進させることができるか”を問いかけ，答えを聞く。 ・様々な答えが返ってくるが，“足を速く動かす”という答えに帰結するように導く。 ・足を速く動かすために高速モータを組み込んだプラモデルを用いて，各自が組み立てた標準モータモデルよりも足が速く動くことを見せる。 ・その後床に置き，プラモデルがどのように進むかを見せる（競争させる）。 ・カメモデルは高速回転モータを組み込んだ方が速く進むが，ウサギモデルは飛び跳ね

てしまい、進行方向が定まらない。

- ・この現象をみせて、“なぜ、このようになったか”を考えてもらい、答えを聞く。
- ・“足が空回りしている” = “足が滑っている”という答えに帰結するように導く。
- ・足に滑り止めを付けたプラモデルを用いて、答えを確かめる実験を行う。

①ウサギモデル

- ・高速回転モータモデルの後ろ足にゴム等の滑り止めを貼り付けて走らせて、効果の確認を行う（床材との摩擦係数にも依るが、これでもうまく行かない場合は、カエルに重りを載せるとよい。事前に実験により確認しておくこと）。



標準のカエル



滑り止めを貼り付けたカエル

②カメモデル

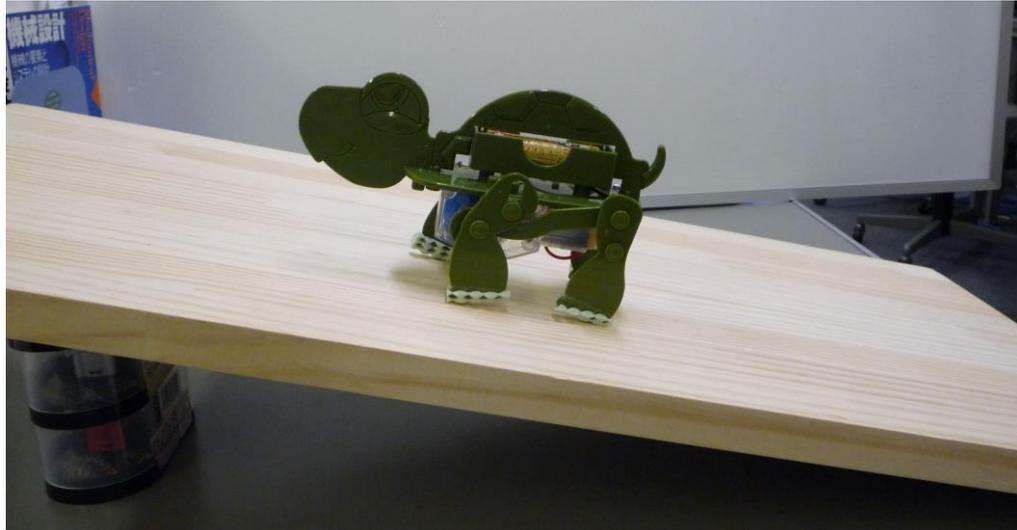
- ・平地では高速モータを用いることで速く走ることができたので、斜面を登らせる実験を行い足と床の摩擦が重要であることを理解させる。カメの足は床と線で接触するため、滑り止めはゴムではなく、ネット状のスポンジとした（授業では、靴下をはかせた、と説明した）。
- ・木製板を徐々に傾けて、滑り止めのないカメが登ることができる（滑り落ちる）角度を求める。
- ・この角度に板を固定し、滑り止めを付けたカメを置く。登ることができることを確認し、板の角度を大きくしても登ることができることを確認する。



標準のカメ



滑り止めを貼り付けたカメ



斜面を登る滑り止め付きカメ

<p>実験結果 と考察</p>	<p>(1) 機械が動く仕組みについて</p> <ul style="list-style-type: none"> ・今回製作した動物プラモデルが自動車やロボットと原理的には同じであることを教えたときには、生徒は驚きの表情をする。 ・動物プラモデルを組み立てられたことに対する喜びが、機械が動く仕組みを理解する上で重要である（授業後の感想から）。 <p>(2) 摩擦の重要性について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ウサギモデルについては、スケート靴を履いて歩く場合と現象が似ており、日常生活の例を示すと理解が深まるようである（雪道でのタイヤ空転の方がよい例であるが、千葉では雪が降らないので、身近な現象ではない）。 ・カメモデルでは、板を傾けるとカメは滑り落ちるが、その様子は、故マイケル・ジャクソンのムーンウォーク（前へ進むような動きで、後退する）のようになり、生徒に好評であった。
<p>バリエーション</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・今回はカエルとカメであったが、他社製動物プラモデルはバリエーションがある。生徒の好みに合わせた動物を使ってもよい（1個1000円以内で購入できる）。 ・カメを使つての実験では、床の材質を変えて登れる傾斜角度を測定し、足と床材の摩擦係数との定量的な関係を求めると、現象を数値で説明できる。 ・カメモデルでは、糸を付けて綱引きをさせて、滑り止めの効果を確認させてもよい。（1対1だけでなく、滑り止めを付けると何台と同等か、等を確認するのもよい）
<p>参考文献</p>	<p>今回紹介した動物プラモデルについては、http://www.masudaya.com/ (2009.11.20 検索)</p>
<p>費用</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・動物プラモデル+乾電池 1000円/台（生徒数分必要となる） ・木製板（500mm×250mm） 1200円程度 ・滑り止め 200円程度
<p>詳細問い合わせ先</p>	<p>東京理科大学工学部幾機械工学科 野口昭治 nog@rs.noda.tus.ac.jp</p>