SURE 静岡大学学術リポジトリ
Shizuoka University REpository

トップガンジャーナル第43号

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-08-02 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 浜松トップガン事務局 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/00025648

トップガンジャーナル

Journal of TopGun

平成 30 年 8 月 2 日　第 43 号

「４足歩行の紙製ロボットづくり・歩行原理の探究活動を行おう」

平成 30 年 6 月 23 日（土）13:00～15:30、トップガン/浜松ダヴィンチキッズプロジェクトの課外講座「４足歩行の紙製ロボットづくり・歩行原理の探究活動を行おう」が静岡大学教育学部附属浜松中学校西館 2Ｆ授業研究室で行われました。受講者は、県立・市立・市立の小中学生 19 名、静大附属浜松小学校 3 名、同中学校 17 名の 17 校計 26 名でした。講師の先生は，静岡大学教育学部教授 兼任 静岡大学教育学部特別支援学校校長 松永 泰弘　先生 です。

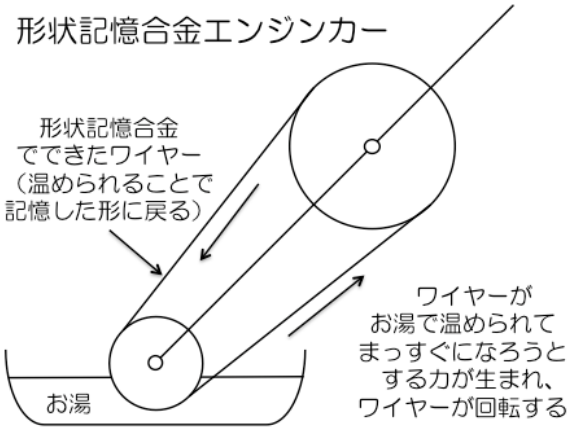
講座の概要

位置エネルギーを利用して坂道を歩行する紙製 4 足歩行ロボット（基本形）をつくります。ロボットの歩行の様子を観察し、動作原理を考え、みんなで話し合います。続いて、様々な部分を変更してみて、歩行を観察し、変化を明らかにします。歩行が変化した仕組みについて探求することで、最初に考えた動作原理をさらに深めていきます。歩行原理の探求を通じて、セグウェイの仕組みや ASIMO、われわれ人間の歩行について考えます。

活動レポート

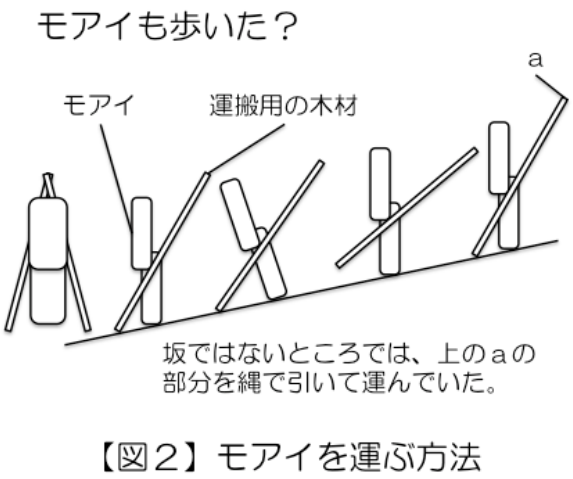
今回の講座では、まず初めに電気を使わず動力を生み出す装置や、歩行するロボットについての説明を頂きました。続いて、実際に紙製の４足受動歩行（※受動歩行：後ほど説明します。）模型を製作し、その動きを観察して、歩行の仕組みについて考えました。

前半では先ほども書いたように、電気ではないものからエネルギーを得て動く装置について紹介されました。例えば、子どもの頃よく遊んだ動く玩具や、形状記憶合金を用いたエンジンカー【図１】などです。最近はあまり見られなくなりましたが、機械式振り子時計もそうです（振り子の振動を針の動きに変えています）。松永研究室では、これらの装置を教材として使いための研究もしているそうです。



【図１】形状記憶合金エンジンカー

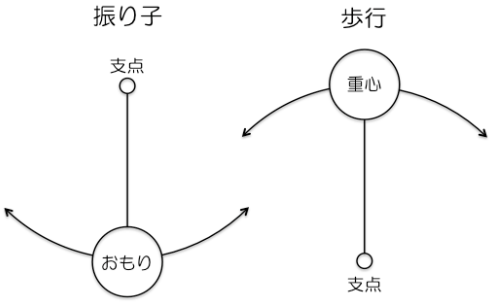
次に、歩行するロボットについて教えていただきました。有名なのはホンダの「アシモ」ですが、実はイースター島に住んでいた人々は、中央の岩の切り出し場から海岸まで、モアイを運ぶ際に歩行の原理が使われていた【図２】、という説もあるそうです。後ほど歩く原理について説明しますが、重心をずらして体を倒すことで前に進む、という点が歩行原理と同じだそうです。



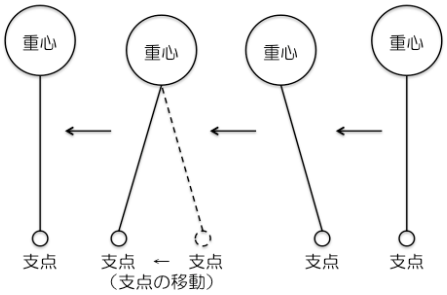
【図２】モアイを運ぶ方法

歩行とは関係なく、余談にはなりますが、最近、あえて弱い（＝欠けている点がある）ロボットを作る研究をしている方もいらっしゃるそうです。これらのロボットは、落ちているゴミを見つけ、人間に伝えることはできても、自分で拾うことのできないロボットなど、欠如した部分を人間に補ってもらうことで、人間の意識を高めようとするものなど、引き算の発想で考えられています。

話は歩行に戻りますが、「歩行」というのは実は振り子の原理に似ているそうです。振り子というのは重心が支点よりも下にありますが、歩行では重心が支点よりも上にあります【図３】。歩行する際にはそれを利用して、重心を前にずらして脚を前に倒し、次の脚を前に出す（＝支点を移動させる）、ということを繰り返して、前に進んでいます【図４】。この仕組みを利用し、重力（位置エネルギー）を唯一の動力として、機械の仕組みだけで下り坂を歩く受動歩行の研究も進んでいます。



【図３】振り子と歩行



【図４】歩行の原理

【写真１】

【写真２】

このようなことを踏まえた上で、４足受動歩行模型【写真１】を作り、その歩く様子を観察しました。

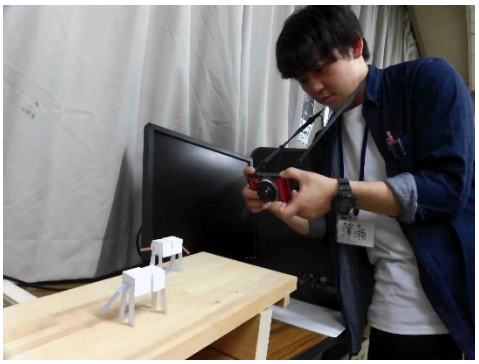
個人（数人のグループ）での実験、そして最後の全体の交流を通して、この模型は上肢と下肢に分かれているため、上肢と下肢がそれぞれ反対の方向に傾き、ねじれることで、からだ全体のバランスを保ちながら受動歩行していることが分かりました【写真２】。ちなみに、上肢と下肢がつながっている模型も見せていただきましたが、身体が左右に大きく揺れてしまっていました。

また、写真だけだと少し分かりづらいかもしれませんが、上肢と下肢の間に薄く切ったストローでつくったスペーサーをつけることで、上肢

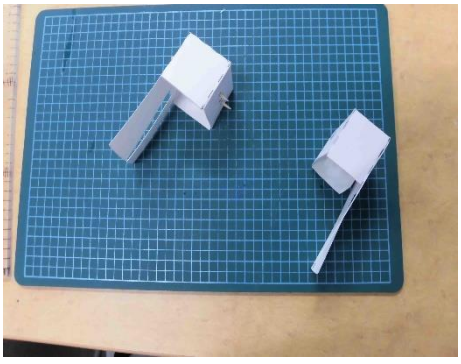
と下肢がスムーズにねじれるようにしたり、上肢の突起と下肢の穴によって、上肢と下肢がねじれすぎることを防いだりするような工夫も見られました。

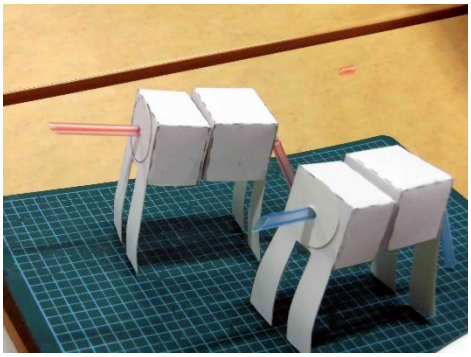
＜活動のようす＞

＜松永先生から、歩行の動作原理の講義＞



＜紙製の4足受動歩行模型の製作　大学院生、大学生の皆さんも指導に＞





＜できあがった紙製の４足受動歩行ロボットと歩行のようす＞

解説

今回のテーマは歩行でした。ただし、モーターを制御するロボットの歩行でも、また、生物の歩行でもありません。坂道に置いただけで、４本の脚を使用して接地脚と遊脚を交互に入れ替えながら、また、上肢と下肢のねじれを伴いながら、重心を移動する、物理現象としての受動歩行です。

物理現象としてのねじれをテーマとする研究、特に、それをものづくり教材として探究する実践は、世界初のものです。

上肢下肢一体型の模型を家に持ち帰って製作してもらうことにしましたが、これはまた異なる歩行の仕組みとなります。紙・はさみ・のりだけでつくることのできる簡単な模型と思われるでしょうが、その内容は奥が深く、大学で学ぶ運動や変形の微分方程式の講義につながります。

興味をもって、もっともっと探究したい人には、歩行の様子を動画で撮影し、スローモーションで再生する、もしくはコマ送り画像に変換して、そこからわかることを分析・考察してみてください。世界の研究者と同じ、研究という舞台に立つことができます。皆さんの何人かが、数年後、私と研究で競い合えることを楽しみにしております。

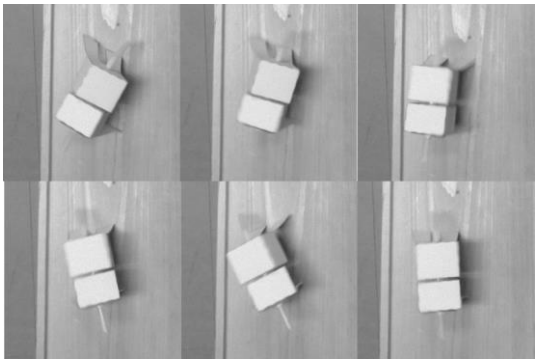


図　上からのコマ送り画像

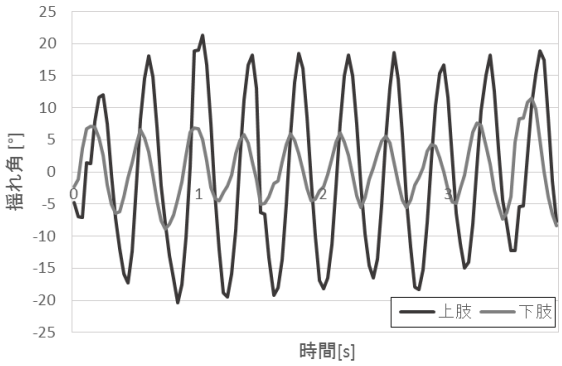


図　上肢・下肢の揺れ角の時間変化

（松永泰弘）

編集部子ども記者より

今回は「歩行」について、紙製の４足受動歩行ロボットを通して考えました。「歩行」というものは、普段私たちが何気なくしている動作ですが、この原理について考えることは滅多にないと思います。自分も今回の講座で初めて「歩行」について考えました、と言いたいところですが、実は理科の授業で考えたことがあります。この時は、「作用・反作用」という視点で考えました。そのため、「ヒトが歩けるのは、脚が床を押すと（作用）、床から反対向きの力が働く（反作用）ので、前に進める」というのが結論でした。しかし今回の講座では、少し視点が違いました（活動レポート参照）。このように、歩行１つとっても、様々な視点からそのしくみを見ることができます。

自分たちがしている行動の多くは、無意識の内にしているので、そのしくみを説明しろと言われても、うまく説明できないと思います。例えば、「走る」ことや、「発音する」ことなど、挙げればきりがありません。このような身近なところから、理科の学びに迫っていくのもいいかもしれません。

このようなヒト（動物）の動くしくみを深く追究していけば、将来役に立つと思います。「歩行」に関しては、義足や脚のリハビリに大いに貢献することでしょう。

トップガンジャーナル子ども記者
中学３年　大橋　瑞輝