

技術・家庭科授業案（技術分野）

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-08-15 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 本部, 康司 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/00026749

技術・家庭科授業案（技術分野）

授業者 本部 康司

- 1 日時 平成30年10月12日（金） 第2時 11：20～12：10
- 2 学級 2年A組 （作業室）
- 3 題材名 「フルードパワーの活用」
ーフルードパワーで生み出した力を、異なる力へ変換するー

4 題材の目標

エネルギーの変換を「場面」で考える子どもたちが、二つの注射器をチューブでつないで得られる上下運動を、揺動運動や回転運動などに変換する活動を通して、エネルギーの変換を「方法」や「原理」などの視点からも考えることができるようになる。

5 題材観

(1) 私たちに課せられている時代的要求

今年の夏は、日本各地で過去最高気温の更新や、西日本での猛烈な豪雨など、「地球温暖化」の影響による異常気象を感じずにはいられませんでした。「地球温暖化」は、石油や石炭に代表される化石燃料の燃焼によって排出される二酸化炭素が最大の原因であると言われています。そのため、現代では至るところで「地球環境保護」「二酸化炭素排出ゼロ」が叫ばれ、二酸化炭素の排出を抑制する、または全く排出しない技術が台頭しています。自動車産業では、Hybrid（ハイブリッド）やPHV（プラグインハイブリッド）、電気自動車など、環境性能を意識した技術革新が広がりを見せています。このように、今後もあらゆる産業において、二酸化炭素を排出しない技術の開発が進んでいくことは明らかです。

「二酸化炭素排出ゼロ」を掲げるエネルギーに、クリーンエネルギーがあります。クリーンエネルギーとは、有害物質（二酸化炭素（CO₂）や窒素酸化物（NO_x）など）を排出しないエネルギー、または排出量の少ないエネルギーを指します。主なものとして、太陽光、水力、風力、地熱などの自然エネルギーや水素ガスなどが挙げられます。これらは一見すると、二酸化炭素を発生しないエネルギーのように思えますが、果たして本当にそうでしょうか。

自然エネルギーの発電施設の建設には、広大な土地と膨大な費用がかかりますし、火力発電でまかなっていた発電量を、クリーンエネルギーへ移行するほどの発電効率は実現できていません。また、急速に実用化が進んでいる水素ガスは燃焼時に有害物質をほとんど出さないものとして知られています。ところが、水素を生成するには多くのエネルギーが必要で、その過程で有害物質が排出される場合もあると言われています。

つまり、現状では全くクリーンなエネルギーは存在しないと言えるのかもしれませんが。だからこそ、現代を生きる私たちには、地球環境を保護するために、できるだけ（もしくは全く）二酸化炭素を排出しないエネルギーへの大転換が求められているのです。



広大な土地を利用したメガソーラー

(2) フルードパワーに注目が集まっている

二酸化炭素排出の抑制が求められる現代において、フルードパワーに注目が集まっています。フルードパワーとは、油や空気、水などの流体を媒体として動力を伝達することを指します。

フルードパワーの歴史は古く、紀元前3000年の古代エジプトでは、ナイル川の水をくみ上げるために水車や揚水システムを考案したと言われています。1653年には、ブレーズ・パスカルによってパスカルの原理が発明され、その約140年後にその実用性が確認されました。1900年代には石油精製の発達に伴い、様々な油圧機器が作られるようになりました。そして、現在でも、油圧は土木機械や航空技術などの産業を支える重要な技術と言えます。

油圧の利点として、小型でありながら大きな力

を生み出すことができる点、粘性をもつ作業油を利用するため動作反応が早い点、耐久性が高い点などが挙げられます。その一方で、油への引火の危険性があることや油漏れ、ゴミなどの付着、作業油が高温になると、仕事の効率が低下し、精密な制御には不向きであることなどの問題点があります。

屋内を中心とした製造業などで活用されているフルードパワーに空気圧があります。油と比較して空気は電気抵抗が高いため、電気制御がしやすく、生産ラインや産業用ロボットなどに利用されています。電車やバスのドアの開閉にも利用されていて、私たちにとって身近なフルードパワーと言えるでしょう。空気はクリーンで安全、エコロジーなため、製造業以外にも多くの場面で利用されています。ただし、空気は気体であるため、体積が条件によって変化する特徴があります。また、加えられた力に対して、体積を変化させて吸収してしまうため、伝達する力のロスが大きくなる問題点があります。



油圧技術が利用されているショベルカー
©2016 Sumitomo Group



空気圧を利用してものを運ぶロボット

水圧は、クリーンであり、エコロジーという空気圧の利点と、大きな力を生み出すことができ、動作反応が早いという油圧の利点を兼ね備えています。

水圧技術は、産業革命の頃に発明され、それ以降の約100年間、産業に利用された時期がありました。しかし、当時は“鉄の時代”と言われるように、できるだけ多くの鉄を加工し、運搬すること

が必要とされ、より強い力を生み出すことが求められるようになりました。当時の石油精製技術の発展も相まって、粘性が水よりも高く、鉄との相性がよい作業油が利用されるようになり、水圧から油圧へと変換されていったのです。

地球環境を保護する声が高まる現代において、その水圧が再び注目されるようになっていきます。そして、今後様々な分野での活躍が期待されるものとして、認識されています。

(3) 水圧技術が普及されていく場面

①食品加工産業

食品加工産業では、水圧技術の導入によって、一切油成分を使用しない加工方法が実現しています。機械の材料を水と相性のよいステンレスにしたことで、水による錆も発生しません。水圧でモータを回転させ、その動きをベルトへ伝達させることによって、野菜を水中で洗浄しながら運搬する、水中ベルトコンベアが注目を集めています。また、生肉を切断したり、スライスしたりする際には、水圧モータで刃を回転させています。



水圧を利用した超高压処理装置

②福祉・介護分野

高齢者や身体障がい者にとって、住みよい空間づくりに水圧技術が活用されています。例えば、トイレの便座を昇降させたり、風呂の床やバスタブの深さを調整したりすることが水圧技術によって可能となるのです。体の不自由な方が入浴するために、椅子やベットを持ち上げ、回転する製品が開発されています。水圧を利用することによって、人を持ち上げる力仕事の軽減化が実現しています。



水圧リフト

③ロボット産業・医療分野

レスキューロボットや医療機器にも水圧技術が活用されています。人が近づけない環境下での工事現場や災害現場で活躍するジャッキアップロボットが開発されています。医療分野では、内視鏡の複雑な動作や、人工血管のようなカテーテルに水圧技術が導入されつつあります。

上記の場面以外にも、テーマパークでの水を使用したアトラクションやショー、集中豪雨時に水の侵入を防ぐ防水柵などの防災施設に水圧技術が利用されています。水は漏れても環境を汚すことはありませんし、火災の心配もありません。また、特別な水を使用するのではなく、一般的な水道水をそのまま使用することができるため、クリーンであり、エコロジーな特徴があります。今後も衛生面での配慮が必要な分野や、もともと水を使用している分野での活躍が期待されています。

(4) フルードパワーでエネルギー変換を学ぶ価値

本題材では、二本の注射器をチューブでつなげて、押したり引いたりした際に発生する上下運動を利用して、様々な動作に変換する活動を行います。フルードパワーでエネルギー変換を学ぶ価値について、整理します。

①小さい力で大きな力を生み出すことができる点

フルードパワーの最大の利点は、ショベルカーやクレーン車のように、人間の力では及ばない大きな重量のあるものを持ち上げるといふ、力を増幅することができる点です。大きさの異なる注射器をつなげることで、その原理を実感することができるでしょう。

②加えた力が伝わる様子を観察することができるため、エネルギーの伝達の仕組みを理解しやすい点

フルードパワーの特徴の一つに、ゆっくりとした動作があります。観察を通して、力がどのように伝わっているか確かめたり、動作域を広げるために、固定する箇所を考えたりすることができます。そして、よりよい動作を実現するための方策を、観察しながら見いだすことができるでしょう。

③ものを持ち上げたり、下げたりする動作を生み出す動力は、流体が移動する際に生じる圧力を利用する点

モータの力でものを運び出す場合、持ち上げたり、下げたりする際には、電気エネルギーを消費します。一方、フルードパワーは利用する流体が移動する際に生じる圧力を利用しているため、ク

リーンなエネルギーであると言えます。特に、水圧は水道の蛇口から出る水の圧力を利用することが容易であるため、電気エネルギーを一切利用しない製品が数多く存在しています。しかし、より強い力が必要となる場面では、コンプレッサーなどの圧縮機で高圧処理を行う必要があります。

ものを持ち上げた状態を保持する場面に着目することで、電気エネルギーを利用する場合との違いについて比較することができるでしょう。

(5) 本題材で味わう技術・家庭科（技術分野）ならではの文化

本題材において、子どもたちに味わってほしい技術・家庭科（技術分野）ならではの文化を「エネルギーを変換する活動において、人間の目では見ることができない『力』を、線や矢印などで表現し、それを製作品に活かす営み」とします。このような文化を味わうためには、動作（上下運動）を別の動作（回転運動や揺動運動）へ変換するために、自分なりの考えをもち、試行する営みを欠かすことができません。同時に、試行した結果を受けて、思い通りの動作が実現した、しないに一喜一憂するだけではなく、なぜそのようになったのかをエネルギーの観点から分析し、仲間と対話する営みも欠かせません。人間が見ることができない「力」を、線や矢印などで可視化することは、新たな機能を生み出そうとする原動力となるでしょうし、エネルギーを工夫して活用しようとするにもつながっていくでしょう。また、他者に工夫点や考えを伝える手段ともなり得るでしょう。

これらの営みを何度も経験し、技術分野ならではの文化を味わった子どもたちは、身近な生活で見かける、様々な機械の動作原理や、力を伝達している方法や構造に対して、つい目が行ったり、進んで調査したりするような人となっていくでしょう。

(6) 題材と子どもたち

子どもたちは、電気エネルギーをつくるためには、石油、石炭、天然ガスなどの化石燃料を燃焼させることが必要であることを理解しています。また、化石燃料は火力発電所で電気エネルギーに変換されていること、これらを燃焼することで、二酸化炭素などの温室効果ガスを排出し、地球温暖化の原因になっていることなどを、これまでの学習によって、理解しています。さらに、日本では、主に火力の利用によって電気エネルギーがつけられ、24時間365日、安定して電気が供給されていることや、東日本大震災による福島原発での事故によって、原子力が見直されていることも自らの生活経験や、そこから得た情報から理解してい

ます。

ただ、エネルギーを変換することについて考える際に、自分の生活で使用している電気機器を思い返して、電気エネルギーを他のエネルギーに変換していることを説明することにとどまってしまう。そのため、電気エネルギーをどのようにして別のエネルギーに変換しているかという方法や原理については、十分に理解しているとは言えません。

子どもたちはフルードパワーと出会い、自分なりの考えで製作品をつくり出していく中で「どのようにすれば回転運動をつくり出すことができる

だろう」「どうしてモータではなく、フルードパワーが採用されているのか」という問いをもつでしょう。「押す」「持ち上げる」「つかむ」「運ぶ」「回転する」などの仕事部を自分なりに製作し、エネルギーを変換するよさやおもしろさを味わっていきます。自ら製作するからこそ生まれる「より少ない力で、大きな力を生み出すことはできないだろうか」「今より可動域を広げるためにはどうしたらよいか」という、よりよいものをつくりあげようという課題に挑み、解決していく姿に期待しています。

参考文献：森山潤他(2016) 『イノベーション力育成を図る中学校技術科の授業デザイン』
ジアース教育新社

参考資料：一般社団法人日本フルードパワー工業会(2016) 『フルードパワーの世界』
デジタルブック

http://www.jfpa.biz/digitalbook/the_world_of_fluid_power_60th/pageview/pageview.htm

6 新学習指導要領との関連

C エネルギー変換の技術

(2) 生活や社会における問題を、エネルギー変換の技術によって解決する活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 安全・適切な製作、実装、点検及び調整等ができること。

イ 問題を見いだして課題を設定し、電気回路又は力学的な機構等を構想して設計を具体化するとともに、製作の過程や結果の評価、改善及び修正について考えること。

(3) これからの社会の発展とエネルギー変換の技術の在り方を考える活動などを通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 生活や社会、環境との関わりを踏まえて、技術の概念を理解すること。

イ 技術の評価し、適切な選択と管理・運用の在り方や、新たな発想に基づく改良と応用について考えること。

7 題材構想（全13時間）

- (1) フルードパワーを利用しているものや場面と出会い、その利点について考える（1時間）
- (2) パフォーマンス課題を提示し、課題に付加的な条件を加える活動（1時間）
- (3) 上下運動を揺動運動に変換する構造を追求する（2時間）
- (4) フルードパワーの最大の利点を実感し、製作品に活かす（1時間 本時）
- (5) 上下運動を、回転運動や高さを変更する動作に変換する（2時間）
- (6) 製作品の設計および製作（4時間）
- (7) 製作品の実演および評価（1時間）
- (8) 身近に存在している製品の動作や機能について、エネルギーの観点で語り合う（1時間）

(1) フルードパワーを利用しているものや場面と出会い、その利点について考える（1時間）

初めに、授業者は「身近にある機械は、どのようにエネルギーを変換していると言えますか」となげかけます。このとき、授業者から子どもたちに、具体例を挙げて説明するように伝えます。子

どもたちからは、以下のような考えが出されるでしょう。

・機械を動かしているのは、やはり電気だから、電気エネルギーを利用しているものが多い。電気エネルギーをいろいろなエネル

ギーに変えている。例えば、扇風機だったら、電気エネルギーを回転エネルギーに変換して、風を生み出している

- ・スマートフォンやテレビは、電気エネルギーを光エネルギーに変えている。音エネルギーにも変えている
- ・機械には、エンジンがついているものもある。例えば車の場合は、火力エネルギーを回転エネルギーに変えて進んでいる

など

ほとんどの子どもたちは、身の回りにある家電製品を具体例に挙げ、電気エネルギーがどのようなエネルギーに変わるかについて考えるでしょう。その後、自動化された工場の映像を流します。それは、ものをつかんだり、回転したりして、機械がものを運ぶ映像です。その映像を見た後に、授業者は「この機械は、どのようなエネルギーを使って、どのようなエネルギーに変換しているだろう」と問いかけます。この問いについて意見を交わしていくと、ものを持ち上げる場面に着目した子どもたちから、「圧力」「吸い上げる力」というキーワードが出てくるでしょう。「圧力」や「吸い上げる力」という動作をイメージすることができない子どもには、授業者が注射器とチューブを使用して、ものを持ち上げたり、離したりする様子を実際にやってみることで、「圧力」や「空気圧」、「空気力で吸い上げる」ことに気づくようにします。その後、「工場では、どうして空気圧を利用しているのだろう」について全体で語り合います。

- ・工場の映像は、空気のものでものを吸い込んで、持ち上げていた。空気は材料費がかからないので、エコなのではないか
- ・商品を持ち上げるときに、つかむと袋が破れてしまう恐れがある。空気ですりあげれば、商品に与える影響が少ないので、画期的なシステムだ
- ・空気を利用することで、地球の環境を守ることにつながるのではないか。粘着テープでくっつけて持ち上げることもできるが、自在に離すことができなかつたり、粘着力を保つ期間しか使用できなかつたりするので、効率が悪い

など

世の中には、空気圧の他に、油圧や水圧を利用する技術が存在していて、それらを総称して「フルードパワー」と呼ぶことを確認します。その後、油圧や水圧が、どのような場面で利用されている

かを紹介し、それらに共通している、人間には実現することができないほどの強い力が発生する特徴をおさえます。二つの注射器をチューブでつなげたものを提示し、本題材を貫く課題である「フルードパワーを、製作品に活かそう」となげかけます。それに対して、子どもたちは、以下のような思いを「追求の記録」に記入するでしょう。

- ・フルードパワーという言葉は初めて知った。いくつかの種類があったが、何か違いはあるのだろうか。調べてみたい
- ・注射器の中に水を入れれば水圧、空気なら空気圧というように、入れるもので呼び方が変わる。しかし、原理は同じで、一方を押すと、その動きに合わせてもう一方が押される。この上下に往復する運動を別の動きに変えていきたい
- ・本当に単純な上下の動作を、別の動作に変えていくことはできるのだろうか
- ・電気エネルギーと異なる点は、どのようなところだろう
- ・確かに、ショベルカーやフォークリフトは、かなり重いものを持ち上げたり、すくい上げたりしている。油圧や水圧はすごい
- ・ものすごく強い力って、どのように生み出しているのだろう

など

(2) パフォーマンス課題を提示し、課題に付加的な条件を加える活動（1時間）

本年度の「技術・家庭（技術分野）の主張」に示したように、題材を貫く共通した課題を具体化するために、パフォーマンス課題に対して、子どもたちが使用する場面や人物、環境などの条件を付け加える活動を行います。本題材のパフォーマンス課題を次のように設定します。

次の条件をもとに、もの運び出すシステムを製作します。あなたはどのようなものを製作しますか。

- ・机の天板を舞台とする
- ・机の天板の3分の1の広さで、外壁の高さが15cmの空間の中に、同じ大きさの、あるものをいくつか設置する
- ・利用するエネルギーは、注射器をチューブでつなぎ合わせて発生するエネルギーのみとする
- ・製作するものの大きさは、最も小さい状態で30cmを越えない大きさとする
- ・注射器は一人あたり最大10個使用するこ

とができる

- ※その空間の中に人間は立ち入ることができません
- ※6時間分の作業時間で、すべての動作を実現します

下線が引かれている部分は、自分で設定することを伝えます。授業者は、提示した条件を確認し、異なる解釈が見られた場合は、具体例を示しながら再度、説明を行います。

授業者は、子どもたちに「空間の中に入れるもの、および形状」について、考えるように促します。子どもたちは、球体（ボールのようなもの）、円柱体、角柱体、身近にあるペットボトルや缶などのような具体物を設定するでしょう。次に、その個数を決定します。最後に、それらをどのように配置するかについて、子どもたち一人一人が決定していきます。決定後は、どのように設定したか、ワークシートにスケッチしたり、それらを持ち上げるための構造について考えたりする時間とします。その後、全体でどのように設定したかを共有します。

- ・空間の中に、ペットボトルを四本立てて置くことにした。次からこれを運び出していくものを、製作していくのが楽しみだ
- ・自分で設定したから、がんばって課題を解決したい。設定されている空間の外壁の高さは15cmだから、ものを持ったまま高さを変更する必要がある。どのようにすれば高さを変えられるのだろうか
- ・空間の中に置くものを、テニスボールにした。ボールをつかむ動きをつくっていききたい。ボールは動くこともあるので、UFOキャッチャーのような構造を製作すれば、確実に取れそう
- ・置くものはコップとし、それを三つ並べて置くことにした。丸いので、丸いものをつかむ動作を追求したい。つかむ部分は、曲面に合わせた形状にすればよいだろう
- ・さいころのような立方体を置くことにした。角柱体は、つかむというより、はさんだ方が持ち上げることができそうだから、はさむことができる構造にしたい

など

授業者は「どのような動きを実現すれば、つかむことができるだろう」という子どもたちの発言を確認します。子どもたちは、自分が設定したものをつかんだり、はさんだりする動作を思い浮かべます。子どもたちは、以下のような内容を

「追求の記録」に記入するでしょう。

- ・私は、空間の中に置くものを球体にしたので、滑り落ちないようにつかむ部分に丸い爪のような形を取り付けたい
- ・いくつかの部品でつかめば、安定してものをつかむことができるだろう。つかむための部品は何本まで製作することができるか試してみたい
- ・角柱体には、面が存在するので、つかむというより、「はさむ」方がよいだろう。はさむためには、接地面積が多い方がよいので、板を取り付けて、はさんで持ち上げられるようにしていきたい
- ・立てている缶を持ち上げるためには、上から缶をつかんだほうがよいだろうか、それとも、横からつかんだ方がよいのか、つかむ向きによって、形状が変わる
- ・できるだけ強い力で持ち上げたほうがよい。力が弱いと、滑り落ちてしまう

など

(3) 上下運動を揺動運動に変換する構造を追求する（2時間）

第3時の初めに、「課題設定活動」について説明をします。この活動は、子どもたちが授業で活動したいと考えている内容や目標、製作の進捗状況などについて、毎時間記入するものです。

この活動を行う理由は三つあります。第一に、子どもたちにとって、この授業でどのような活動を行うかを明確にすることは、充実した活動につながると考えたからです。第二に、子どもたちが、目標をどのように設定し、その取り組みはどのようなものだったかを振り返るために行います。そして最後に、一人一人の子どもたちがどのようなことに課題意識をもち、実際にどのように取り組むことができたかを、授業者が把握するためでもあります。

説明が終わったら、ものをつかむための具体的な動作を再度全体で確認します。ものをつかむためには、上下の運動を左右に変換する必要があることを確認した後、「ものをつかむ動作を製作しよう」と全体になげかけます。実際に自分で模型を製作することができるように、授業者は注射器、チューブ、スチレンボード、竹串、針金、グルーガンなどを準備します。自分が設定したものを、つかむ動作を実現するために追求する子どもたちは、以下のような思いや考えをもつでしょう。

- ・ものをつかむ動作は、左右に振れる揺動運

動を、いくつか製作すれば実現するだろう

- ・注射器と部品をつなげれば、部品は注射器によって、押されたり、引っ張られたりするので、どこかを固定すれば、揺動運動になるだろう
- ・つかむより、はさんだ方が確実に持てそうだ。そのためには、接地面積を増やすことが重要だ。滑り止めになるものを貼り付けたら、効果はより大きくなるだろう
- ・確実にはさむには、接地面積が大きい方がよいから、面を合わせる形状にした方がよい
- ・実際に製作してみたら、二本の指がものをつまむような動きになった。注射器の動きを揺動運動に変換することができた
- ・ものをつかむために、つかむ部品をより広げることができたら、余裕をもってつかめそうだ
- ・力を加えるところと固定する箇所が近ければ、左右にふれる範囲が大きくなる
- ・自分が設定したのをつかむためには、部品の形を、ものの形に合うような形にすればよい
- ・最初は二本の部品で製作したが、二本では安定しないため、四本にしてみた。すると、丸いボールをがっちりとかかむことができた
- ・はさめるように部品の先に、板を取り付けた。その板に滑り止めのシートを貼ったら、部品が二本でも十分だった
- ・つかむためには、左右に振れる動きが必要だ。注射器が押すところと、固定する場所が近いと、揺動運動の幅は大きくなる。しかし、近すぎると、注射器が動かなくなるので、二つの場所の関係性を考えることは重要だ。実際にやってみると、確かに固定する場所によって、振れる幅は変化するため、注射器が動く幅を線で表わして、最も大きく振れる場所を見つけたい

など

(4) フルードパワーの最大の利点を実感し、製作品に活かす (1時間 本時)

これまでに子どもたちが製作してきた、つかむ構造を使用して、実際にものを持ち上げる活動を行います。持ち上げることができたことに喜びを感じている子どもたちに対して、授業者は同じ形でありながら、質量の異なるものを提示し、持ち上げられるかどうか試すよう促します。そして、「重いものを持ち上げるには、どのようにすればよい

だろう」となげかけます。子どもたちは、「もっと注射器を強く押せばよい」「そもそも、ものをつかむ構造が悪い」「持ち上げられるようなものに作り直す」などと答えるでしょう。授業者は、おもむろに、二つの容量の異なる注射器をチューブでつなげた図を提示します。「大きい方の注射器を押す力と、小さい方の注射器を押す力では、どちらが少ない力で済むだろう」と問いかけます。この問いに対して、子どもたちは以下のような考えを述べるでしょう。

- ・大きい方が簡単に押すことができそう。なぜならば、大きい方が力が加えやすいからだ
- ・大きいものと小さいものでは、大きい方が強いに決まってる
- ・小さい方が簡単に押すことができるのではないか。だって、小さい方が押す面積が少ないから、簡単に押せそうだ
- ・どちらも同じ力ではないか。押すことには変わりがないから、大きくても小さくても力は変わらないだろう

など

子どもたちは、大きい方ではないか、小さい方ではないかと自分なりの考えを述べるでしょう。そして、実際に注射器を押して体験してみる活動を行います。小さい方が簡単に押すことができることに気づいた子どもは、「どうしてそうなのか」「なぜだろう」と疑問をもつでしょう。授業者は、「どうして小さい方が少ない力で押すことができるのだろう」と問いかけます。内部の力を矢印や線で表わすとわかりやすいことを伝え、理由を説明する活動を行います。子どもたちは、次のような対話をしていくでしょう。

- ・注射器の内部には、力が均等にかかっていると考えた方がよいだろう。水が注射器を押す力は矢印で表すことができる
- ・注射器の内部にかかる力を矢印で表わすと説明することができそうだ。大きい注射器を押す面には、水が注射器を押している矢印が多くある。一方、小さい注射器を押す面には、それほど多くの矢印はない
- ・矢印の数が多いと、押すためには大きな力が必要だ。つまり、小さい注射器の方が少ない力で押すことができる

など

大きさの異なる注射器をつなげた場合、押すために必要な力に差異が生じることに気づいた子ど

もたちには、「最も力が必要だと考えられる箇所には、容量の大きい注射器を取り付けた方がよい」という新たな見方が生まれるでしょう。そして、自分の製作品に取り付けた注射器を、容量の大きな注射器に取り替えて、持ち上げられなかったものを持ち上げることができるかどうか試すだろう。このようにして、子どもたちは注射器の大きさを変えて、より大きな力を生み出すというフルードパワーの最大の利点を実感していきます。子どもたちは、以下のような内容を「追究の記録」に記入するでしょう。

- ・注射器の大きさを変えることで、こんなにも必要な力が変わることにはびっくりした。注射器同士をつなげたときに、大きい方が軽くなると予想したけど、中に入っているものを押しているのだから、小さい方が軽くなることがわかった
- ・図で表わしたら、よくわかった。大きい方には、たくさんの矢印がかかっている、小さい方の矢印は少なかったから、小さい方が軽くなることを理解することができた
- ・実際にフルードパワーを使っているものを見ると、この原理を上手に使っていることがわかった。自分がつくるものにも活かしていきたい

など

(5) 上下運動を回転運動や高さを変更する動作に変換する (2時間)

ものをつかむ動作をつくりあげた子どもたちは、外壁に囲まれた空間からものを運び出すためには、回転したり、高さを変更したりする動作をイメージするでしょう。二つの動作をグループで分担し、追求活動を行います。

- ・回転させる動作は重要だ。この課題は、つかむことができても、空間の外に運び出す必要がある。回転する動作を追求したい
- ・注射器の上下運動を、つかむ動きや回転する動きに変えるためには、どのような構造にすればよいだろう
- ・回転するためには、押されたり、引っ張ったりする力を加える場所と、固定する場所があれば、つくり出すことができる。しかし、それらの関係性によって、回転する角度が変わってしまう。どのような関係性があるだろう
- ・回転させる材料の、どこに力を加えるかによって、動き方が変化する

- ・注射器によって押される部分と固定する箇所が近すぎると動かなくなってしまう。どこからどこまで動けばよいかを図に描いて、それぞれの場所を検討する必要がある
- ・注射器が伸びたり縮んだりする動きが、どこに影響を与えているかを線で表わすとわかりやすくなる
- ・固定する場所は、土台となる部材の中心がよいのではないか
- ・複数の部品をつなげて、固定する場所より外側から力を加えることで、この原理で持ち上げることができる
- ・作用点と固定する箇所が近いと、持ち上がる範囲が広がる

など

前時に調査した内容をグループ同士で共有します。子どもたちは、「回転する」動作と「高さを変更する」動作から見いだしたことや、気をつけなければならないことについて、説明し合うでしょう。その際、仲間に伝えたいことがうまく伝わらなかったり、仲間から質問があったりした場合に、力を矢印や線などで説明する姿が見られるでしょう。授業者は、ワークシートを準備し、「回転する」「高さを変更する」動作を、図に表わすように促します。このとき、子どもたちは以下のように対話をするでしょう。

- ・回転するために、土台となる材料の一方所を固定すると、この矢印のように力が加わるから、固定する場所は、土台の中心がよい。注射器が押されて伸びたり縮んだりする跡を線で表わすと、どのように回転するかがよくわかる
- ・高さを変更するためには、この原理を利用すればよい。力点と支点、作用点と同じ考え方でよい。ただし、注射器が動く道筋や、動く幅を線や矢印で表わしていないと、うまく動作しなかったり、少ししか動かなかったりすることが起きてしまう
- ・注射器がどこからどこまで動くのかをよく考えなくてはいけない。これからすべての動作を実現するときも、意識すれば役に立つだろう
- ・なぜ注射器が動かなくなってしまうかというと、部材同士がぶつかり合ってしまう、動かなくなっているからだ。動いてほしい範囲を図で表わして、力を加える場所と固定する場所の関係を考えていけば、うまくいくだろう

など

「-----」
次時からは、個人で製作に取り組んでいくことを伝えます。

(6) 製作品の設計および製作（4時間）

ものをつかむ部分に、前時で獲得した「回転する」動作や、「高さを変更する」動作を加えていきます。このとき、子どもたち同士で動きを確認し合ったり、動きを検討し合ったりする姿が見られるでしょう。子どもたちは、前時で担当した動作について、自分の製作品を操作したり、ワークシートに記入された内容を互いに確認したりするでしょう。また、思い通りに動作しないものを、何人かで検討し、解決しようとする姿に期待しています。ここでは、次のような対話がなされるでしょう。

- ・回転する幅が小さいから、もう少し幅を広くしたい。そのためには、注射器が部品のどこに力を加えているかを確認して、部品を固定する箇所について試した方がよい。ノートに図を描いて、どこからどこまで動くか考えるとわかりやすい
 - ・高さを変更することができたけど、もっと高くしたい。どうすれば高くすることができるのだろう。実際に動作させてみると、固定する箇所によって、高さが変わることがわかる。だから、固定する場所を試してみるとよい
 - ・部品の長さを短くした方が、より高くなることがわかった。注射器をもう一組増やして、二段階で高さを変えられるようにしてみたい
 - ・回転する動きが実現できた。注射器が一組だけだと、限界があるから、もう一組増やして、さらに可動域を増やしたい
- など

ものを運び出す動作を実現した子どもには、注射器を操作できるようなレバーを製作するように助言します。

(7) 製作品の実演および評価（1時間）

製作したものの実演をグループで行います。どのような動作をつくり出したかについて説明を行う時間、実演する時間、評価する時間をそれぞれ設定して実施します。子どもたちが、パフォーマンス課題で示された空間をスチレンボードでつくり出し、その中に自分が設定したものを実際に設置し、製作品を操作しながらものを移動させます。

評価活動は、ものを移動することができたかど

うかのパフォーマンスの部分、製作したものの構造や原理の部分の二つの観点において、同じグループの仲間が評価用紙に記入していきます。評価方法は、観点ごとに点数などで数値化し、その理由を記述します。

これまで製作に励んできたので、ものを持ち上げたり、運び出したりした様子を見て、互いに歓声や拍手が自然とわきあがるような雰囲気になるでしょう。子どもたちが記入した評価用紙には、以下のような内容が記入されるでしょう。

- ・Aさんは、動力である注射器を組み合わせてより回転する範囲を増やしていた。動力の幅を工夫して広げることを実現できていたので、感心した
 - ・Bさんの作品は、ものを運び出せなかったが、高さを変える方法がどんどん上に伸びていくものだった。いくつかの段階に分けて、高さを変更することができる構造は、実際に使用されているかもしれない
 - ・Cさんのものは、大きいものを持ち上げることができた。ものをはさむ部分に切り込みを入れて、ものが滑り落ちないように工夫していた
 - ・Dさんは、一つ一つ運び出すのではなく、一度にすべて運び出そうとしていた。誰も思いつかなかったアイデアだったから、すばらしい
 - ・Eさんは、操作するレバーまで製作していた。そこにも、てこの原理を活かしていた。また、動作する部分を明記していたので、一目で動作内容がわかり、操作がしやすそうだった
 - ・Fさんは、注射器の中の水の色を変えていて、操作しやすくしていたのは面白いアイデアだと思った
- など

(8) 身近に存在している製品の動作や機能について、エネルギーの観点で語り合う（1時間）

フルードパワーを使用した製作品をつくりあげた子どもたちに、第1時でなげかけた「身近な機械はどのようにエネルギーを変換していると言えますか」を再度問いかけます。その後、子どもたちが、第1時に記入したワークシートをそれぞれ配付し、加筆修正を行うように促します。子どもたちは第1時で記入したエネルギーとは、異なるエネルギーが存在していることや、別のエネルギーに変換していることなどを記入するでしょう。また、第1時に記入した内容を、いくつか削除す

る子どももいるかもしれません。ワークシートへ記入した内容を共有する時間を設定します。このとき、子どもたちは次のような対話をするでしょう。

- ・私は、第1時に扇風機を例にして、電気エネルギーを回転エネルギーに変えて、風を生み出していると考えた。しかし、今は、電気エネルギーでモータを動かして、羽根に回転エネルギーを加えて、風を生み出していることに気づいた。すべての扇風機には、風の強弱を変えられる機能が付いているのは、回転数を変える工夫がされているはずだ。電気エネルギーは、モータを動かしたり、電気部品を動作させたりすることができるから、やはり重要だ
 - ・スマートフォンやテレビについて考えた。電気エネルギーはLEDなどの光源を光らせるためのものだ。発生した光エネルギーに液晶やプログラムなどが関連して色を変えて、映像にしているのだろう。スピーカーは、電気エネルギーがスピーカーの内部を振動させて、音エネルギーに変えていることも知った。他にも、光や傾きを測るセンサーや、指でタッチして操作することができるタッチパネルがある。これらも電気エネルギーで動作している
 - ・エンジンは、火力エネルギーによって、ピストンを動かしている。その往復運動を変換して、車軸を回転させるエネルギーを生み出しているだろう。実際に車がどのように力を変換しているか知りたい。エンジンにも電気エネルギーが利用されている。今の車のほとんどは、エンジン内のガソリンを着火するために電気を利用している
- など

最後に、水圧技術を利用した福祉・介護用リフトの映像を流します。また、フルードパワーが今後どのような場面で活用が期待されているかについて、授業者から紹介します。それを知った子どもたちは、フルードパワーが、近い未来に日常的な動力となっている分野があるかもしれないという思いをもつでしょう。フルードパワーを利用した製品や、今後私たちはエネルギーとどのようにかかわっていくべきかについて、「追求の記録」に記入し、本題材を終えます。子どもたちは、次のような内容を「追求の記録」に記入するでしょう。

- ・授業で見た映像は、本当に単純な構造だったと感じた。水道から水が出る力を利用す

れば、簡単により強い水圧を生み出すことができる

- ・体が不自由な方にとって、一人で入浴することはとても困難だろう。しかし、水圧を利用したリフトが存在すれば、持ち上げたり、下ろしたりすることは可能だ。回転運動も実現することができる
 - ・水圧は、実際は水鉄砲の原理そのものだったので、驚いた。でも、授業で水が押す力を別の動きに変えていくことができたから、私たちにも何かを押す力や、自然現象などを別の力に変えられることができるかもしれない
 - ・エネルギー問題が叫ばれており、近い将来に、エネルギーがなくなってしまうことも考えられるだろう。日本は資源に乏しく、外国からの輸入に頼っているから、フルードパワーのようなエネルギーをうまく利用すれば、エネルギーを有効利用できるかもしれない
 - ・エネルギーは伝達する特性があるから、工夫することで様々な動きを実現することができることがわかった
 - ・自分の身近な生活で、ものを動かす力がないか探してみたい。もし、新たな方法を開発することができたら、未来により影響を与えることができるかもしれない
- など

授業者は、エネルギーを別の力に変換する技術だけでなく、物体の特性を利用してエネルギーとする技術が存在していることを伝え、次の題材につなげていきます。