

不思議な金属でエンジンをつくろう！：
形状記憶合金を用いたミニエンジンの製作実践

メタデータ	言語: ja 出版者: 静岡大学教育学部 公開日: 2013-04-15 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 松永, 泰弘, 堀井, 千裕 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/7175

不思議な金属でエンジンをつくろう！ —形状記憶合金を用いたミニエンジンの製作実践—

技術教育講座 松永泰弘 堀井千裕

1. はじめに

「科学技術基本計画」では、ものづくりを担う人材を養成・確保するため、幼い頃からものづくりの面白さに馴染み、創造的な教育を行い、子ども自らが知的好奇心や探求心を持って、科学技術に親しみ、目的意識を持ちながらものづくり、観察、実験、体験学習を行うことにより、ものづくりの能力、科学的に調べる能力、科学的なものの見方や考え方、科学技術の基本原則を体得できるようにすることが強調されている。

本実践では、教材として形状記憶合金を取り入れることで、子どもたちにとって驚きや不思議さを兼ね備えた魅力ある教材、創意工夫の可能性ある教材を用いた授業を行い、子どもたちのものの見方の変化、教材としての可能性を探るとともに、教材を開発し、実践にTAとして参加する学生の教材開発能力、教育力、観察力の育成につなげる。

2. 形状記憶合金ミニエンジンの製作・実験

形状記憶合金ミニエンジンの材料・製作手順・実験方法について、以下に示す。

【材料】

- ・わりばし ・釘(1cm)2本 ・形状記憶合金(27cm) ・細い銅線(2cm) ・クリアファイル
- ・大プーリー(φ50mm) ・中プーリー(φ25mm) ・ブッシュ(φ2mm)2個

【工具】・キリ ・はさみ ・かなづち

【製作費】約320円

【製作手順】

- ① わりばしを割り、図1のa(下端から15mm)とb(85mm)の部分に印を付け、キリで貫通しない程度の大きさの穴を開ける。
- ② プーリーにブッシュをはめる。
- ③ aに大プーリー、bに中プーリーを、ブッシュの穴に釘を通してはめ込む。このとき、わりばしを割らないように注意する。取り付けにくい場合はかなづちを使用する。
- ④ 2つのプーリーをつなげるように形状記憶合金を巻く。
- ⑤ 形状記憶合金の先端を銅線で結ぶ。結び目は1cmくらいにする。
- ⑥ 大プーリーにクリアファイルを使って飾りをつけ、完成(図2)。

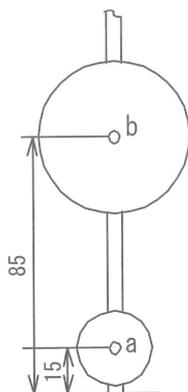


図1 形状記憶合金ミニエンジン設計図

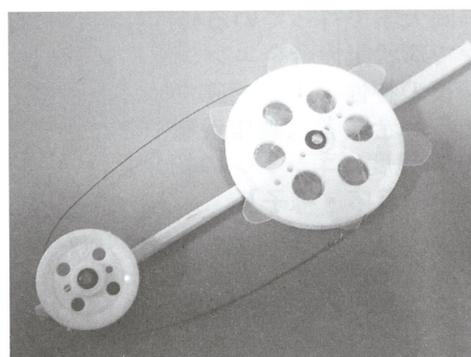


図2 形状記憶合金ミニエンジン

【実験方法】

- ① 中プーリーを熱湯につける。水面に対して45°くらいにすると自動的に反時計回り

に回り始める。

② 135° くらいにすると、回転の方向が変わり、時計回りになる。

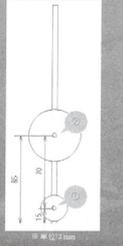
③ 水面に対しまっすぐにつけると、自動的に回転はしないが、手で回転させると左右どちらの方向にも回る。

材料・道具の確認

- ピニール袋の中にあるもの
 - ・形状記憶合金ワイヤー ・釘2本
 - ・大きな車輪 ・小さな車輪
 - ・細い針金 ・クリアファイル
- 班で使うもの
 - ・キリ ・かなづち ・マジックペン

作り方1

1. わりばしを割ります。
2. ①(下から1.5cm)と②(下から8.5cm)の部分に印をつける。



作り方2

3. キリで小さめの穴を開けます。キリを上から下まですべらせるように動かすのを、全部で3回おこないます。



作り方3

4. わりばしの①に小さな車輪、②に大きな車輪を、釘で取り付けます。

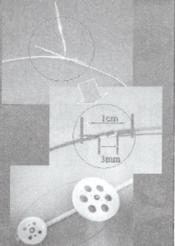
※注意!

- ・わりばしを弯曲して後から押すとつまみいきます
- ・わりばしとの間に少しすきまをあけましょう



作り方4

5. 形状記憶合金の端と端を重ねて針金で細かく結びます。つなぎ目は1cmくらい、針金の部分は3mmくらいで結びましょう。
6. 2つの車輪に形状記憶合金を取り付けます。



作り方4

7. これでひとまず完成!
8. 大きな車輪にクリアファイルを使って自分なりの飾りつけます。

絵を描いたり色を塗ったりして、自分らしくアレンジしよう!



遊び方1

- お湯につけるだけでぐるぐる回りだします。
- わりばしの上の方を持って、小さな車輪を少しだけお湯につけます。
- お湯は熱湯なので触らないように気をつけましょう!



遊び方2

- まずは右斜めにお湯につけてみよう! どのように回ったかな?

※ヒント! 斜め45°くらいにお湯につけるとうまく回ります!



遊び方3

- 次は左斜めにお湯につけてみよう! どんな変化が起こったかな?
- まっすぐにしてお湯につけるとどうなるかな? 車輪を指で回してみよう!

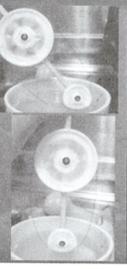


図3 形状記憶合金ミニエンジンの製作 (PowerPoint)

3. 実践

3.1 浜松テクノフェスタでの紹介

平成21年11月14・15日、浜松テクノフェスタ(静岡大学浜松キャンパス大学祭)において静岡大学で行っている研究を紹介することを目的に、「不思議な金属で遊ぼう」というテーマで形状記憶合金エンジンの展示・実演・製作を行った。実際に形状記憶合金に触れ、形状回復の特性を実験で確かめ、ミニエンジンをお湯につけて動かし、回転の原理について考える。希望者は製作手順にしたがってミニエンジンの製作を行う。一般客を対象に行い、50人程度にエンジンの紹介を行い、内16人がミニエンジンの製作を行った。

【実践中の反応・様子】

- ・「すごい」、「おもしろい」、「なんだこれは」、などの驚きの声が多く聞かれた。
- ・形状を記憶する方法に興味を持つ人が多くみられた。
- ・何でできているのか疑問に思う人が多くみられた。
- ・元に戻る温度を変えることはできるのかという疑問を持つ人がいた。
- ・形状記憶合金は何に利用されているのかという質問があった。
- ・大人の方からの形状記憶合金という素材についての具体的な質問が多く、形状記憶合金によく興味を示していた。
- ・なぜ回るのかを自ら考える子どもが多かった。

- ・「これで発電できるのではないか」「この力を使って温風機が作れそう」など、この力を何かに利用できるのではないかと自ら考えていた。
- ・親子で一緒になって原理を考えている姿が見られた。
- ・「プーリーの大きさはこのサイズでないと作れないのか」と疑問を持つ人がいた。
- ・ミニエンジンを見て作ってみたいという子どもが多かった。
- ・小学3年生以下であると銅線をまくところが困難な様子であった。
- ・小学生の高学年の子どもが製作するのに調度良い難易度であった。
- ・大人の方でも製作してみたいという人がいた。

以上のような反応・様子がみられた。図4～6に実践中の生徒の反応を示す。

【まとめ】

形状記憶合金ミニエンジンは、

- ① 親と子が一緒になって科学の学習をすることができる。
- ② 自ら原理を予想し、発展させて考えることができる。
- ③ 自ら発展させて応用例など考えることができる。
- ④ 小学生高学年の難易度に適している。

以上のような教材であることがわかった。また、形記憶合金は幅広い年代の人の興味・関心を引き出す機能性素材である。



図4 親子で協力してミニエンジンを製作



図5 ミニエンジンをお湯につけて実験

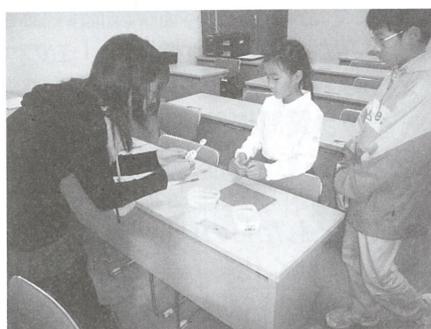


図6 ミニエンジンの説明

3.2 玉川小学校での実践

平成21年12月9日に玉川小学校の5・6年理科で形状記憶合金ミニエンジンの実践をおこなった。人数は計10名、各班4～5名の構成でおこなった。

大学の研究室ではどのような研究をしているのかの紹介から話し始め、パワーポイントや動画ファイルをプロジェクターで見せながら、生徒達を話に引き込ませた。その後、形状記憶合金を用いた実験をおこない、実際に形状記憶合金に触れてもらった。製作手順を小学生用に簡単にしたものをパワーポイントで示しながら、注意点などの指導をした。

授業冒頭で形状記憶合金をお湯につけるとどうなるかの実験をした際、子ども達の驚いた顔や笑顔がよく見られた。図7～9に実践中の生徒の反応を示す。よく回るように自分か

ら工夫している子どもが多く、また、「蒸気でも回るよ」と発言し自分から新たな発見をしている生徒がいた。

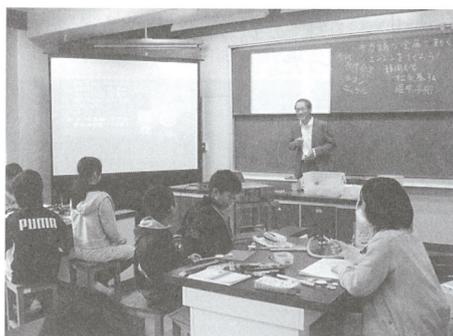


図6 話を聞いている生徒の反応

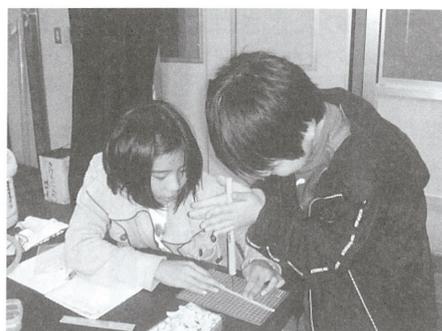


図7 キリを2人で協力して使っている生徒



図8 ミニエンジンが回るか実験している生徒

【アンケート】

形状記憶合金について「おもしろい」「興味がある」「動く仕組みをもっと知りたい」「形状記憶合金について知りたい」「違うものも作りたい」という質問に対し「すごくそう思う、そう思う、普通、そう思わない、全く思わない」の5段階評価をつけてもらった。また、「このエンジンのしくみはどんなしくみだと思いますか」、「このエンジンはどのようなことに利用できるだろう。自由に考えてみましょう」、「この授業で学べたこと、作ってみた感想などを自由に書いてください」という質問に記述式に回答してもらった。

すべての子が「おもしろい」の項目ですごくそう思うと答えたことから、子どもたちは楽しんで形状記憶ミニエンジンを製作していたことがわかる。「興味がある」という項目が高評価なことから、ミニエンジンは子どもたちの興味関心を惹きつける教材であるといえる。「形状記憶合金について知りたい」と「動く仕組みを知りたい」の項目の結果から、素材についてよりも動く仕組みについての方が生徒の関心が高いことがわかる。

「このエンジンのしくみはどんなしくみだと思いますか」という質問に対し、「形状記憶合金がお湯についたとき、まっすぐ戻ろうとして引っ張られるから回る。」といった回答をする生徒が多かった。「お湯につけると形状記憶合金が伸びる」や意見を持つ生徒もいた。このように小学5・6年生でもある程度予想を立てて仕組みを考えることができ、自由な発想力や深く考える思考力を養える教材であると言える。

「このエンジンはどのようなことに利用できるだろう。自由に考えてみましょう」という質問に対し、車に利用できるという意見が多かった。その他にも、船や発電、噴水に利用できるのではないかと回答もあった。小学生はエコロジーに関心があり、応用例などを自ら発展させて考えることができているといえる。

「この授業で学べたこと、作ってみた感想などを自由に書いてください」という質問に対し、「形状記憶合金を銅線で結ぶ所が大変だったけど、最後にうまく出来てよかった。」

というような意見が多かった。また、中には「家に帰ったら妹やお母さんお父さんにも教えてあげたい。」といった回答もみられた。形状記憶合金を銅線で結ぶ作業が子どもたちにとって困難であると考えられる。しかし、困難ながら試行錯誤の後に完成することができたときの達成感は得ることができるといえる。また、家庭の場での話題のきっかけとなる。

小学校高学年の生徒には十分な難易度設定であるということがわかる。「蒸気でも回る」と新たな発見を自発的におこなう生徒がいたことから、小学校高学年の生徒が科学の面白さに気づき、単に「お湯につけて回る」だけでは終わらない応用が利く教材であるとわかる。

【まとめ】

形状記憶合金ミニエンジンは、

- ① 小学校高学年の生徒が興味をもって学習に取り組み、試行錯誤しながら製作できる。
- ② 自分なりに原理を予想し、エンジンの仕組みを考えることができる。
- ③ 科学的なものの見方や考え方を養うことができる。
- ④ 自分から発展させて応用例などを考えることができる。

以上のような教材であるとわかった。

また、細い銅線で形状記憶合金を巻いて結ぶ作業が難しかったと発言している生徒が多いことから、その対策としての改良や一層丁寧な指導が必要であることがわかった。

3.3 吉原工業高校での紹介

この実践では、大学の研究室で研究しているものの1つとして紹介することを目的とした。吉原工業高校でおこなわれた高大連携授業内で、形状記憶合金の紹介をしてもらい、その後アンケートを集計した。対象は数理工学科1年生計36名。紹介方法は、生徒にすでに完成している形状記憶合金ミニエンジンを配布し、実際にお湯につけるとどうなるか実験をしてもらうというものだった。形状記憶合金の性質は教えたが、回転の原理は詳しく説明せず、各自考えさせた。

【アンケート】

形状記憶合金について「おもしろい」「興味がある」「動く仕組みをもっと知りたい」「形状記憶合金について知りたい」という質問に対し「すごくそう思う、そう思う、普通、そう思わない、全く思わない」の5段階評価をつけてもらった。また、「このエンジンのしくみはどんなしくみだと思いますか」という質問に記述式に回答してもらった。

ミニエンジンについて「おもしろい」と「興味がある」という項目の評価から高校生にとっても形状記憶合金は興味・関心の高い素材であることがわかる。「おもしろい」や「興味がある」という項目以上に、「形状記憶合金について知りたい」と「動く仕組みを知りたい」の項目の結果が高評価であることから素材や作動原理に興味が強いと見える。

「このエンジンのしくみはどんなしくみだと思いますか」という質問に対して、

- ・ 空気中との温度差を利用して、合金の形が変化することによって動く。
- ・ 温度変化によって伸び縮みする形状記憶合金の運動エネルギーを使って回転する。
- ・ 暖かいところと冷たいところでピストンが働き、形状記憶合金は最初に記憶させた形に戻るから。
- ・ 暖かいところに入り冷たいところに出てバランスが取れなくなってしまう。
- ・ 形状記憶合金は熱を加えることで初めの状態に戻る。最初の状態がまっすぐだと熱を加えるとこの形がまっすぐになる。この原理を使って回る。

などといった回答がみられた。

【まとめ】

形状記憶合金は高校生の興味関心を十分にひける素材であるとわかった。また、形状記憶合金エンジンの原理や素材に関する説明、エネルギー変換に関する発展した学習など、知識面で高校生に見合った学習を展開できるとわかった。自分で考察を行った後に原理の

授業を行えば、エネルギー変換についての学習意欲が高まると考えられる。

4. まとめ

形状記憶合金ミニエンジンの実践を通して、以下の結論を得た。

- ① 小学校高学年の生徒には適当な難易度であり、興味をもって学習に取り組み、特徴を理解し、試行錯誤しながら製作できる。また、完成の際は達成感も得られる。
- ② 自分なりにエンジンの仕組みを考えることができる。
- ③ 自分から発展させて考えることができる。
- ④ 自由な発想を養え、科学の不思議さや楽しさを伝えられる。
- ⑤ 家庭の場で簡単に科学技術に触れられ、話のきっかけにもなる。
- ⑥ 幅広い年代の人に科学への興味・関心を与えられ、また親と子が一緒になって科学の学習をすることができる。
- ⑦ 今後の理科の授業への意欲や、科学に対する意識の向上につながる。

これにより、形状記憶合金ミニエンジンは学習指導要領小学校理科に適応した教材であり、身につく素養として「不思議な現象を解き明かそうとする発想力・思考力」や「道具を使う技能」はアンケート結果や授業中の生徒の様子から確からしいといえる。

また、実践をおこなうにあたって、学校によって道具の使い方や学習意欲に違いがあるので、その学校の特徴に合わせた授業展開で実施する必要があるということに注意することも必要である。細い銅線で形状記憶合金を巻いて結ぶ作業については改良の余地がある。

最後に、本実践の一部は科学研究費補助金（21500869）の助成を受けたものである。