

# 日産科学振興財団 理科 / 環境教育助成 成果報告書

回次：第 4 回 助成期間：平成19年11月1日～平成20年10月31日

テーマ：形状記憶合金を用いた夢のエンジンカー教材の実践

氏名：松永泰弘 所属：静岡大学

## 1. 課題の主旨

「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。本研究では、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、教材の普及を目的とする。

## 2. 準備

本研究は、開発研究、子どもたち対象の実践研究、教師・研究者対象の実践研究で構成されている。

- 1) 小中学生対象の形状記憶合金エンジン教材の開発：形状記憶合金ミニエンジンとエンジンシップの開発
- 2) 小中学校の授業での実践：公立小学校理科6年対象の実践
- 3) 工作教室での実践：小中学生対象の工作教室での実践
- 4) 教員・研究者対象の実践：小中高校教員対象の実践と国際会議での研究者への紹介
- 5) 海外での実践：科学技術ものづくり教育に関する支援の要望の強いモンゴルでの紹介

## 3. 指導方法

### 1) 開発研究

小学生対象の形状記憶合金エンジン教材の開発は、理科の授業で使用する科学技術ものづくり教材とするため、短時間で製作でき、理科の学習内容を含むものでなければならない。そのため、2時間の授業で小学生が製作できる形状記憶合金ミニエンジンを開発した。また、提示用の教具として形状記憶合金エンジンカーに加えてエンジンシップの開発を行った。中学校技術ではこれらエンジンカー、エンジンシップ教材を製作することを想定している。

### 2) 子どもたち対象の実践研究

公立小学校理科6年対象の実践、小中学生対象の工作教室での実践を行い、製作における問題点、学習内容、子どもたちの反応、保護者の反応を考察し、教材の改良を行う。また、科学技術ものづくり教育に関する支援の要望の強いモンゴルの学校での実践を考察する。

### 3) 教師・研究者対象の実践研究

小中高校教員対象の免許更新講習において、形状記憶合金エンジン教材を紹介し、教師の驚きや反応を記

録し、アンケートから教材としての可能性を探る。国際会議において海外の研究者に紹介し、国際的な評価について考察する。

#### 4. 実践内容

##### 1) 小中高校教員免許更新講習での紹介

8月22日の平成20年度静岡大学教員免許更新予備講習「新しい技術科の授業づくり」内で、形状記憶合金を紹介した。受講者は現役の小中高校教員17名(中学・技術(5名)、高校・工業(2名)、高校・理科(2名)、中学・理科(1名)、小学校・理科(1名)、高校・数学(3名)、中学・数学(1名)、高校・農業(1名)、高校・家庭科(1名))である。

技術科でおこなっているいろいろな研究を紹介したが、その中でも形状記憶合金への興味・関心は高く、反応が良いことがわかった。

##### アンケート結果

形状記憶合金について「おもしろい」「生徒の興味をひくと思う」「動く仕組みをもっと知りたい」「材料についてもっと知りたい」「学校で生徒に紹介してみたい」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。

「おもしろい」、「生徒の興味をひくと思う」、「材料についてもっと知りたい」の項目で「すごくそう思う」や「そう思う」の肯定意見が多かったことから、形状記憶合金は教員から見ても興味をひかれるおもしろい素材であることがわかる。「動く仕組みをもっと知りたい」の項目で、学習意欲がありもっと詳しく知りたい人、すでに知っているため学習の必要がない人、専門の教科が違うため意欲がそがれる人で意見が分かれた。「学校で生徒に紹介してみたい」の項目で、「そう思う」という意見に比較的集中した点は、「すごくそう思う」とまではいかないが、生徒の興味をひきそうではあるし、教員自身に知識があれば可能であり、おもしろい授業展開が期待できるが、コストの関係や、専門外の教科であるという弊害から少しポイントが落ちた。

技術科・工業科の教員は実生活での利用や授業への取り入れについて言及している人が多かった。また、理科教員は教材や素材に興味を持っている。これは、技術系教科では形状記憶合金を使ったものを実際に授業内で作ることができること、理科では作ることはできなくとも素材や合金の知識などは説明できることから得られた結果であると思う。

##### 2) 公立小学校での実践

10月3日に公立小学校の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。2クラス、人数は52名、各班4～5名の構成でおこなった。

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。うま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。

##### アンケート結果

製作したミニエンジンを家族に見せた時の反応を書いてもらった所、「家族の反応は、みんな『すごい、なんで動くの?』と言っていました。そして私が『形状記憶合金は丸めたりしてもお湯につけるとまっすぐになるんだよ』と教えるとわかってくれました。妹が私もやると興味をもってくれました。」というような感想が得られ、家庭の場で科学技術に簡単に触れられる教材であるといえる。また、自分が学んだことやどんなことが大変だったかなど、家庭内での話のきっかけにもなっている。他に、「作り方は簡単なのにお湯につけたら回るので不思議がいっぱいで楽しかったです。授業の前は私は理科が嫌いでした。でもこの授業で『理科って不思議がいっぱいで

おもしろいなあ』と思いました。今は理科が好きです。」という感想を述べている子どもがいて、理科好きの子どもを育成できるような教材開発という目的を達成できた。

形状記憶合金の利用方法を問うと、車や船のエンジンに利用すれば環境にやさしい乗り物になるのではないかという意見が多く、エコロジーに興味をもつこともわかった。

### 3) 海外(モンゴル)での紹介

モンゴルでは教育改革が行われ、教育制度がここ数年で10年制から日本と同じ6・3・3の12年制となった。科学技術ものづくり教育に関する支援の要望の強いモンゴルで日本のものづくり教材(形状記憶合金エンジンカーなど)を紹介し、モンゴルにおける教材としての可能性を探る。5月27日から6月2日にかけて、首都UBから南に350km離れたDUNDGOVI県で3校、東に300km離れたHENITY県で1校、計4校で実践および紹介を行った。子どもたちも教員も形状記憶合金エンジンカーに対する興味・関心を示したが、形状記憶合金そのものに対する驚きが強かった。科学技術立国日本に対する期待を強く感じた。

## 5. 成果・効果

「4. 実践内容」に「5. 成果・効果」の内容も含めた。

## 6. 所感

形状記憶合金エンジンシップ、形状記憶合金ミニエンジンを開発した。これらを免許更新講習で紹介し、小学校理科などでの実践をおこなった。アンケート結果から、「おもしろい」や「理科が好きになった」など高い評価を得られ、エネルギー変換の学習やものづくりの技術習得につながる、新学習指導要領に対応した教材であることが明らかとなった。

## 7. 今後の課題や発展性について

平成24年から完全実施される新学習指導要領の中学校技術分野では「ものづくりなどの実践的・体験的な学習活動を通して、材料と加工、エネルギー変換、生物育成及び情報に関する基礎的・基本的な知識及び技術を習得するとともに、技術と社会や環境とのかかわりについて理解を深め、技術を適切に評価し活用する能力と態度を育てる」ということが目標となっている。

また、小学校理科では「自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う」ということを目標に「物質・エネルギー」に関する学習が必修になっている。

ものづくりなどの実践的・体験的な学習活動を通して、材料と加工、エネルギー変換などに関する基礎的・基本的な知識及び技術を習得するとともに、技術と社会や環境とのかかわりについて理解を深め、技術を適切に評価し活用する能力と態度を育てるために、形状記憶合金エンジンは有効なものづくり教材として発展の可能性があると見える。

今後、普及活動を広げていく必要がある。

## 8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

### 口頭発表

1. 松永泰弘・小柳優里: 形状記憶合金を用いたエネルギー変換教材の開発と実践研究、第26回日本産業技術教育学会東海支部講演論文集、印刷中(2008)

### 【教材制作方法】

- ・実施内容が教材開発の場合、ここから1～2ページ使って、教材の製作方法を記載願います
- ・実施内容が教材開発でない場合、このページ以降を削除願います

### 形状記憶合金ミニエンジンの製作

#### 【材料】

- ・わりばし ・釘(1cm×2) ・形状記憶合金(27cm) ・細い銅線(2cm×2) ・大プーリー( 50mm×1)
- ・中プーリー( 25mm×1) ・プッシュ( 2×2) ・クリアファイル

#### 【製作手順】

わりばしを割り、細いほうの先端から a : 85mm と b : 15mm の部分に印を付け、キリでわりばしを貫通しない程度の大きさの穴を開ける。

プーリーにプッシュをはめる。

a に大プーリー、b に中プーリーを、プッシュの穴に釘を通してはめ込む。この時わりばしを割らないように注意する。はまりにくい場合は金槌を使用する。

2つのプーリーをつなげるように形状記憶合金を巻く。

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。

大プーリーにクリアファイルを使って自分で考えた飾りをつける。

### パワーポイント



## 形状記憶合金エンジンシップの製作

### 【材料】

- ・TiNi 形状記憶合金(67cm×2) ・細い銅線(2cm×2) ・アルミ板(45cm×12mm) ・大プーリー(50mm×2)
- ・中プーリー(25mm×2) ・ブッシュ(3.1×2, 2.9×2) ・ゴム栓×6 ・ナット×6 ・ねじ(2cm×2)
- ・六角軸シャフト(10cm×2mm) ・六角軸差シャフトの両先端を1cmネジきりしたもの(15cm×2mm)
- ・ペットボトル(丸底約6cm×2, 耐熱用×1) ・耐熱トレイ(16cm×12.5cm) ・発泡スチロール

### 【製作手順】

アルミ板を図1のように折り曲げる。

図1のa、a'、b、b'、c、c'部分に2mmの穴を開ける。

3.1のブッシュをはめた大プーリー2つをゴム栓2つで左右を挟んで、六角軸シャフトの中心に留める。それをa、a'間に通し、両端をゴム栓で留める。

同じように、2.9のブッシュをはめた中プーリー2つを、六角軸シャフトの両先端を1cmネジきりしたものの中心に留める。それをb、b'間に通し、アルミ板と接触している部分を外側からゴム栓で留める。

c、c'部分にねじを通し、トレイにナットで固定する。その後、図3のようにトレイの下に発泡スチロールをセロハンテープで貼り付ける。

図2に示したようにペットボトルの底を切り取り、プロペラ状に切る。羽部分は外側に折り曲げる。

b、b'部分に通したシャフトの両端にそれぞれナット2つでプロペラを挟んで留める。

中プーリーの下に耐熱用ペットボトルの底を切り取ったものを設置する。

大プーリーと中プーリーに形状記憶合金を二重巻きにして巻きつけ、結び目に銅線を巻いて留める。このとき結び目は1cmくらいにする。2つのプーリーに取り付ける。

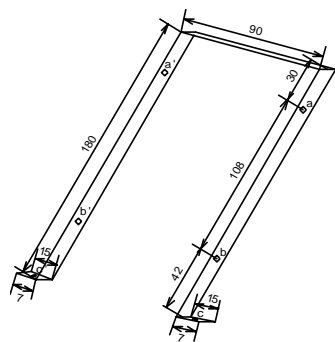


図1 アルミ板部分の設計図

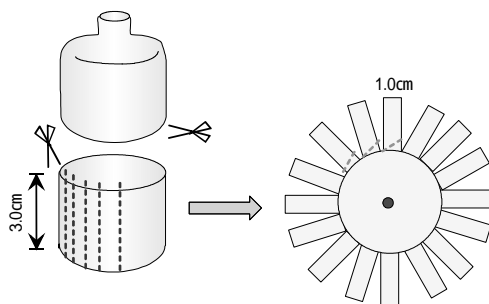


図2 プロペラ部分の設計図



図3 エンジンシップ