

教材開発と形状記憶合金エンジンカーの授業実践

メタデータ	言語: ja 出版者: 静岡大学教育学部 公開日: 2013-04-12 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 松永, 泰弘 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/7143

教材開発と形状記憶合金エンジンカーの授業実践

研究室代表 松永 泰弘

今回の「技を媒介とした学びに熱中する子どもの育成プログラム」は、子どもたちの学びへの熱中を誘い、勇気や忍耐力、感性を高める力量を備えた教員養成プログラムを開発することを目的とする。

そのための目標として、実践的・体験的な活動による学習成果を適正に評価するための指標を提示しつつ、教員養成課程の学生が主体的に以下の内容で取り組む。

① 教科を横断し成果を循環させる視点を考慮し、子どもたちの感興をそそる「技」を活かした教材開発力を身につける。② 教員養成課程の学生に「技」の魅力をも十分に伝えられる授業力を身につける。③ 上記の力を鍛錬するために、地域との協同による参加型体験学習の企画・運営を実施する。

上記の①～③に照らして、今回行った「教材開発と形状記憶合金エンジンカーの授業実践」について考察する。

1. 技の習得と教材・教具の開発力

研究室に関連する講義・実験・実習・演習（教育実習については省略）について述べる。

技術教育専修では1年次に材料力学、2年次に原動機の講義（選択）を受講する。具体的には、1年次で材料の強度など力学的な内容を学んだ後、2年次でエネルギー変換やトルク・出力といったエンジン性能を含め、外燃・内燃機関について学習する。

講義で機械に関する基礎的な事項を学びながら、2年次の機械工作実習・機械工学実験において1人1台のスターリングエンジンカーを製作する。ここでは、図面を読み取り、図面通りにケガキ、加工・組み立てを行い、さまざまな工作機械、工具、材料に触れながら機械的加工の基礎を習得する。図1に製作するスターリングエンジンカーを示す。

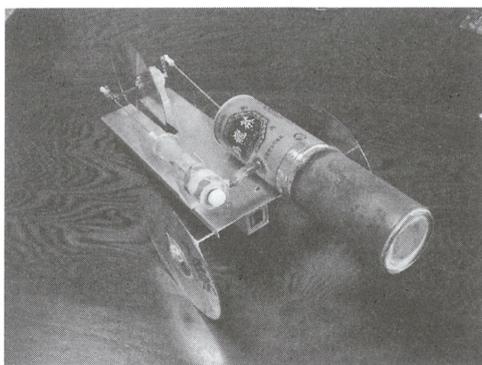


図1 スターリングエンジンカー

一方、総合科学専攻の学生は1年次の新入生セミナー途中で各研究室に配属され、特別演習、プレゼンテーション演習、科学技術論文の単位で卒業研究に入る前に、導入的研究（ミニ卒）

を行い、ポスター発表、口頭発表、論文作成を経験する。研究室に配属した学生は、機械に関する講義・実験・実習を受講し、教材・教具の開発を行う。

研究室に配属する技術教育専修の3,4年生と総合科学専攻の1~4年生は小中学校におけるものづくり教材を開発し、中学校技術免許取得予定の4年生が行う研究室で開発した教材を用いた授業実践をサポートする。また、学生は週1回のゼミにおいて教材開発や授業実践の状況と今後の方針を報告し、教員および他の学生から助言を受ける。さらに、3,4年生はTAとして実験・実習を手伝い、指導側の立場で学び直す(図2参照)。

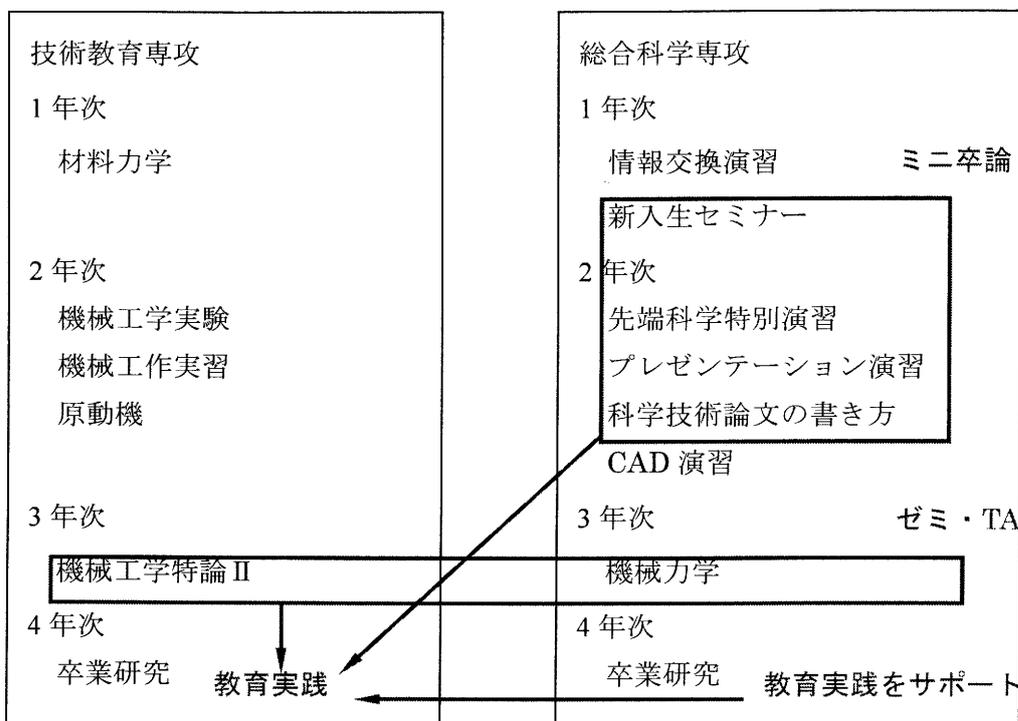


図2 講義・実験・実習・演習および卒業研究が連動したカリキュラム

以下に、研究室開発(もしくは開発途中)の教材を示す。

図3、4に示す形状記憶合金エンジンは、温めるだけで元の形状に戻る形状記憶合金の不思議さとエンジンの回転原理の不思議さを兼ね備えた教材である。

図5に色素増感型太陽電池を用いた燃料電池車を示す。燃料電池車は、トヨタのFCHV、ホンダのFCXで一躍有名になり、広く世間に知られるに至った。燃料電池は水素と大気中の酸素を必要とする。そこで、水素を作るエネルギー源として太陽光エネルギーを用いることで、水のみが生成され、有害な排出物のない完結型のクリーンエネルギー教材を提示する。太陽電池としてはシリコン太陽電池が有名であるが、色素増感型太陽電池は材料が安価で、製作が可能であるため、教材に適した素材として取り上げた。

図6に人工筋肉ロボットを示す。人工筋肉は筋肉のような動きをする繊維状のアクチュエータで、室温ではやわらかくナイロンの糸のようにしなやかで電流を流すと強靱になり強い力で収縮する。温風など外からの加熱によっても収縮が起これ繰り返し何度でも使用可能である。

図7に受動2足歩行模型を示す。受動2足歩行模型は比較的簡単な構造であり、緩やかな斜面で重力場の力のみを利用し、周期的な歩行を行う。しかも、その歩行原理は奥が深く、2足歩行ロボットの導入教材として利用可能である。

図8にサーボモーター駆動2足歩行ロボットを示す。サーボモーターで歩行を制御し、本体は木材を利用している。製作が容易で、プログラム制御を学ぶ教材として提示する。

学生は、このような教材を開発しながら、教材開発力を身につけていく。

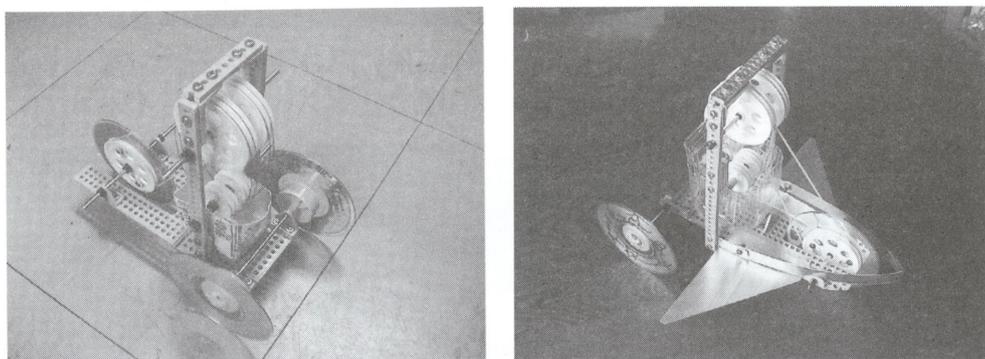


図3 形状記憶合金エンジンカー

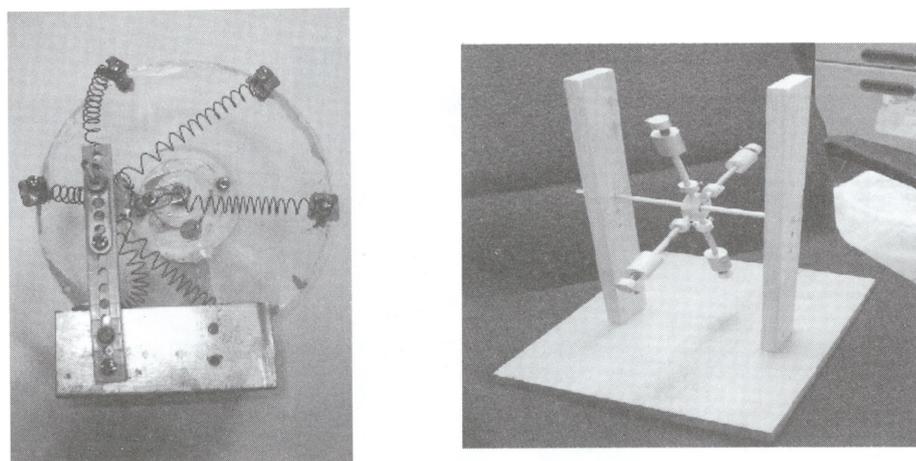


図4 オフセットクランク型およびフィールド型形状記憶合金エンジン

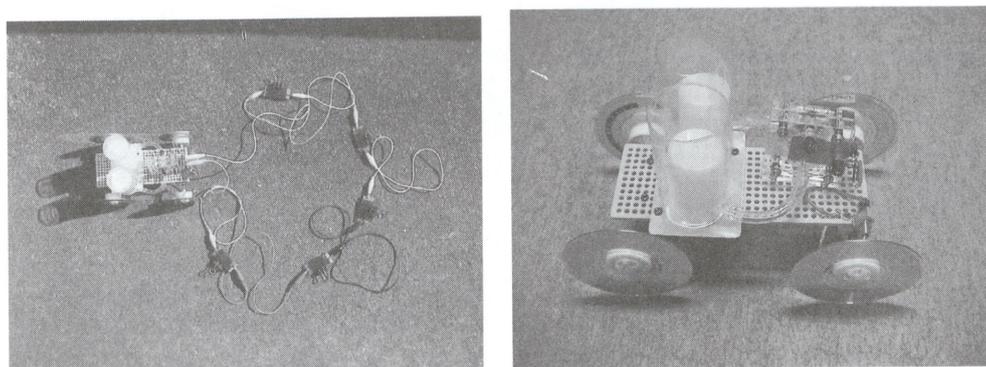


図5 色素増感型太陽電池を用いた燃料電池車

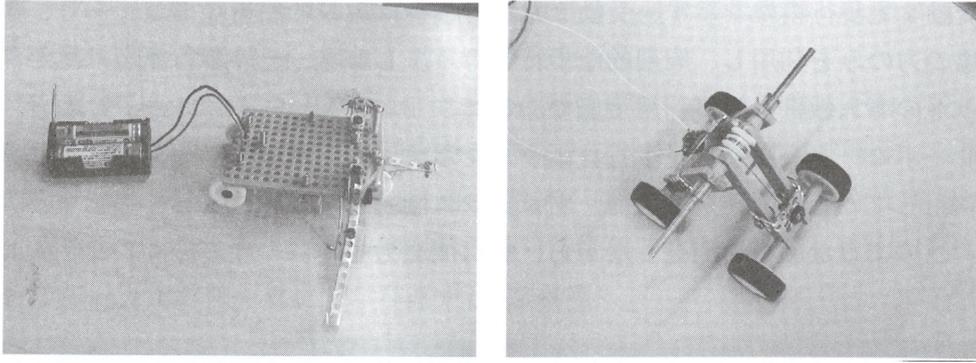


図6 人工筋肉ロボット

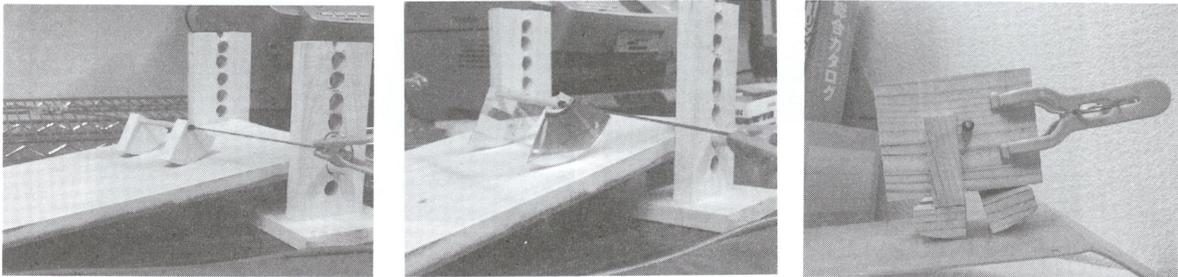


図7 受動2足歩行模型

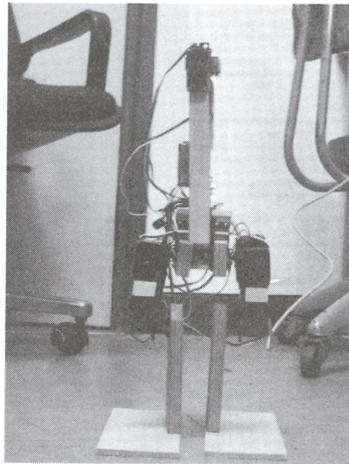


図8 サーボモーター駆動2足歩行ロボット

2. 授業実践による授業力育成

中学校技術の免許取得予定の技術教育専修と総合科学専攻の4年生1名ずつ、計2名が、公立中学校において形状記憶合金エンジンカー（図3）を用いた授業実践を行った。

実践校：藤枝市立西益津中学校

対象：中学1年生4クラス130人

授業：必修技術20時間

学生担当：13HR 隔週水曜日第3,4時限

中学校教員担当：11, 12, 14HR

2-1 生徒の反応

単元「形状記憶合金の性質と特徴」では形状回復実験を行い、形状記憶合金の性質と特徴を学ぶ。追究用紙には以下のような生徒の思いが見られた。

- ・熱を加えてあげると、記憶されていた直線にもどるのはすごいと思った。
- ・温度が低くなっていくと直線に戻りにくくなっていく。
- ・歯の矯正に使われているのは知らなかった。
- ・どんなふうに形状記憶合金は造られているのか知りたいと思った。
- ・体温で変形したり、熱湯で変形したり不思議なことがいっぱいです。
- ・形状記憶合金はぜんぜん知らなかったけど、いろんな所に使われているのは驚いた。
- ・インターネットで調べて形状記憶合金がいろんな使われ方をしているのにとっても驚いた。
- ・何でお湯につけるともとの形にもどるのか。
- ・どうやって形状記憶合金をつくるのか。
- ・どうやって形を記憶させるのか。
- ・何を原料に造られているのか。
- ・値段はいくらか。
- ・あまり見たことのないもの。
- ・生き物みたい。

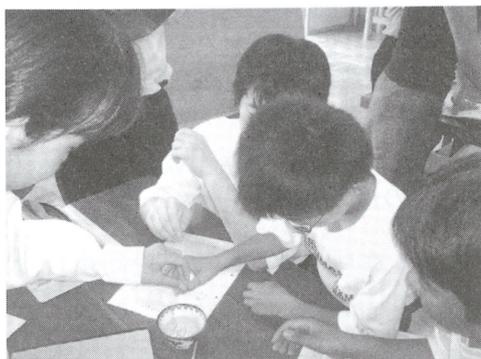


図9 形状回復実験

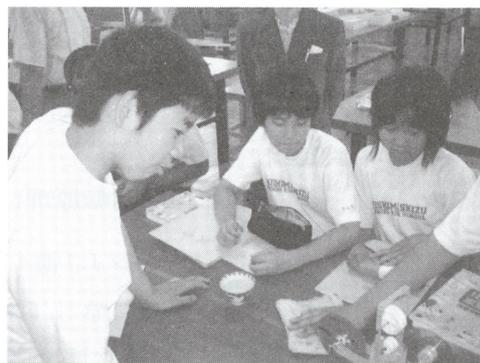
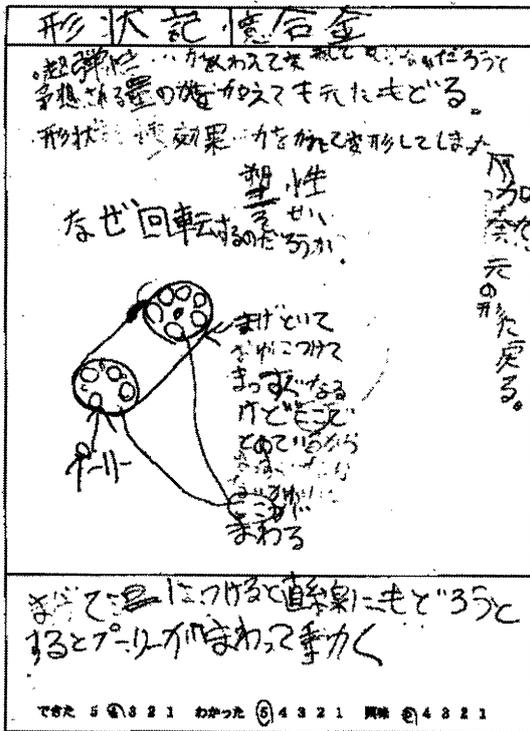


図10 エンジンカーの動作実験

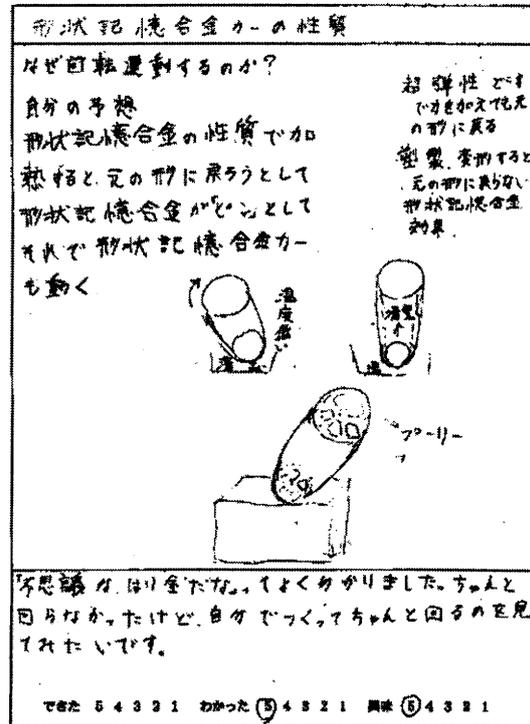


図11 動作原理を考える生徒たち

単元「エネルギー変換と力の伝達」では動作原理の追求が行われ、既習知識である形状記憶効果をもとに回転原理を考察する場面が見られた。お湯につかった場合、お湯につかっていない場合を比較し、プーリーが回転する技術を自分なりに一般化した追究用紙を図 12(a)に示す。また、回転することでお湯内の温度分布（温度が低い部分、高い部分）が発生し、形状記憶効果の大きさの違いが回転力を生み出していると考察した追究用紙を図 12(b)に示す。



(a)



(b)

図 12 回転原理についての追究用紙

2-2 実践に対する学生の感想

技術教育専修 4 年 湯本健太郎

私は藤枝市立西益津中学校での、形状記憶合金エンジンカーを用いた授業実践を終えて、様々なことを感じました。

生徒達は形状記憶合金がお湯に付けたときに元に戻る様子を初めて観察した時とても驚き、どの生徒も好奇心や関心を示し、形状記憶合金を教材として用いたことの喜びをこのとき初めて感じました。また、エンジンの作動原理、および製作において高い技術力を要する個所などではお互いに協力して意見を交わしたり、製作するなど、生徒達は一人では解決できないような問題に直面したとき、お互いに力を合わせて解決しようとする姿があり、中学生の特徴的なあらわれをうかがうことができとても嬉しく思いました。授業実践をおこなっていく中で、製作中の生徒達の明るい表情や、活気にあふれた雰囲気など物作りを心の底から楽しんでいる様子や、分からないことがあったら私や周りの友達にどんどん聞いていく授業姿勢を見ているうちに、私自身も授業に対して自然とやる気が増していき、逆に生徒達から授業に対するパワ

一を頂いている感じがし、実践を通して形状記憶合金エンジンカーの教材としての有効性を見つかるだけでなく、生徒達のやる気や特徴的なあらわれなど、生徒達のさまざまな一面をうかがうことができ、私にとって大変貴重な経験をさせて頂くことができました。

また、今年1月に行われた香港での学会発表では、どの教授の方々も形状記憶合金カーを観察するのが初めてということもあり、お湯を入れたときにエンジンが回転し始め、エンジンカーが走り出す様子を観察した時、西益津中学校の生徒達同様、強い驚きや関心を示す姿がうかがえ、発表後の質疑応答の時間でも形状記憶合金エンジンカーに対する興味を示す質問や疑問などを聞くことができ、改めて形状記憶合金エンジンカーの教材開発に自らが携わっていることの喜びを感じました。



図 13 形状記憶合金の形状回復実験

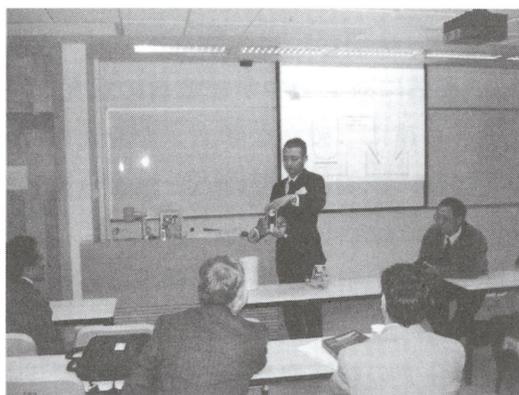


図 14 ICTE2006 (HongKong)

総合科学専攻4年 萩田慶彦

①教材について

形状記憶合金は生徒があまり触れたことのない新しい素材なので魅力的です。製作は、キットを使わないので、一つひとつの部品を自分で加工しなければなりません。そこで、折り曲げ、ボール盤作業やいろんな工具を使うので、技術的な面も身につきます。さらに、回転原理についても、生徒になぜ回転するのかなどを考えさせることができ、ものづくりだけでなく、頭を使って学習することができる教材であると思います。

②実践によって得られたこと

細かい作業は中学生にとって大変な面が多いと思いましたが、手際よく進めていました。興味がある材料を使ったこともあって、集中して作業に取り組む姿勢が見られました。

③子どもの様子

形状記憶合金についてかなり興味を示していました。日常生活の中では大いに使われていますが、今まで触れたことのない素材で、驚きが非常に大きかったです。

④実践を行なうことに関して

この実践は学校の先生一人では、手数が足りなすぎます。今回の実践で思ったことは、私たち学生が手助けすることができればベストであるということです。

先生と実践する側の両方にメリットがあると思います。ただ、アシスタントとして手伝う場合、エンジンカーの知識を備えていることが前提です。



図 13 製作中の個別指導



図 14 私のエンジンカー

2-3 実践に対する中学校教員の意見

子ども達に「確かな学力」を身に付けさせるためには、教科（技術・家庭科）に関する専門的な知識・技能は必要なことは言うに及びません。しかし、専門性だけでは不十分です。教師は、知識や技能を効果的に伝えたり、子ども達に深い思考に導く授業の技術、「授業力」を身に付けることが中学校現場では求められます。

藤枝市立西益津中学校 小澤慶晃先生

3. 学会での講演発表

学生は、教材・教具の開発と授業実践に関する研究の成果を国内外の学会で発表し、研究内容の外部評価を受ける。また、他大学の教材・教具の開発と実践から学び、これからの研究に生かす。さらに、学会での発表という目標を持つことで、学生の研究意欲は高まる。3年生、1年生は、4年生、2年生の研究発表までの取り組みにふれ、今後1年間の研究計画を立てる。

以下に、2005年から現在(2006年2月)にかけて学生が発表した論文を示す(下線部が学生)。

- ① TiNi 形状記憶合金ワイヤーを用いた教材用エンジンカーの開発および実践, 松永・柰谷・岩見, 静岡大学教育学部研究紀要, 自然科学篇, 第 55 号, pp. 39-60 (2005-3)
- ② 形状記憶合金ばねを用いた教材用オフセットクランク式熱エンジンの製作, 松永・鈴木・柳谷, 日本産業技術教育学会誌, 第 47 巻 2 号, pp. 127-132 (2005-6)
- ③ 形状記憶合金を用いたものづくり教材用エンジンカーの製作に関する実践研究, 松永・柰谷, 日本産業技術教育学会誌, 第 47 巻 2 号, pp. 141-145 (2005-6)
- ④ TiNi 形状記憶合金ワイヤーを用いた教材用エンジンカーの実践と改良, 松永・湯本・小澤, 日本産業技術教育学会第 48 回全国大会講演要旨集, p. 29 (2005-8)
- ⑤ TiNi 形状記憶合金を用いた教材用熱エンジンの性能に関する研究, 松永・鈴木・金子, 日本産業技術教育学会第 48 回全国大会講演要旨集, p. 30 (2005-8)
- ⑥ 中学校「技術とものづくり」における形状記憶合金を用いた教材用エンジンカーの改良と実践, 松永・湯本・小澤, 日本産業技術教育学会東海支部講演論文集, pp. 87-90 (2005-11)
- ⑦ 前後 2 足型受動歩行ロボットの教材化に関する研究, 松永・倉田・佐川, 第 23 回日本産業

技術教育学会東海支部大会講演論文集, pp.91-94 (2005-11)

⑧ 2足やじろべえ型受動歩行ロボットの教材化に関する研究, 松永・中村, 第23回日本産業技術教育学会東海支部大会講演論文集, pp.95-98 (2005-11)

⑨ 特許を用いた教材用ロボットハンドの製作—新素材「人工筋肉」をアクチュエータとして使用—, 松永・佐野, 第23回日本産業技術教育学会東海支部大会講演論文集, pp.99-102 (2005-11)

⑩ Development of engine csr using TiNi shape memory alloy wire as a teaching material, Y. Matsunaga, K. Yumoto, ICTE2006 Proceedings (Hong Kong), pp.189-197 (2006-1)

⑪ TiNi 形状記憶合金ワイヤーを用いた教材用エンジンカーの開発および実践, 松永・小澤, 静岡大学教育学部研究紀要, 教科教育学篇, 第37号, pp.135-152 (2006-3)

⑫ 中学校「技術とものづくり」における形状記憶合金を用いた教材用エンジンカーの改良および実践, 松永・湯本・杵谷, 日本産業教育学会誌 (2006-1 投稿)

⑬ 色素増感型太陽電池と燃料電池を用いた教材用クリーンエネルギーカーの開発, 松永・赤塚・西, 日本産業教育学会誌 (2006-1 投稿)

今回の形状記憶合金エンジンカーの実践は東京書籍「教室の窓」9月号に取り上げられた(図15)。また、1月16日付静岡新聞では「エネルギー利用」技術作品コンテストに応募し特別賞を受賞した1年生の書いた文章が掲載された。

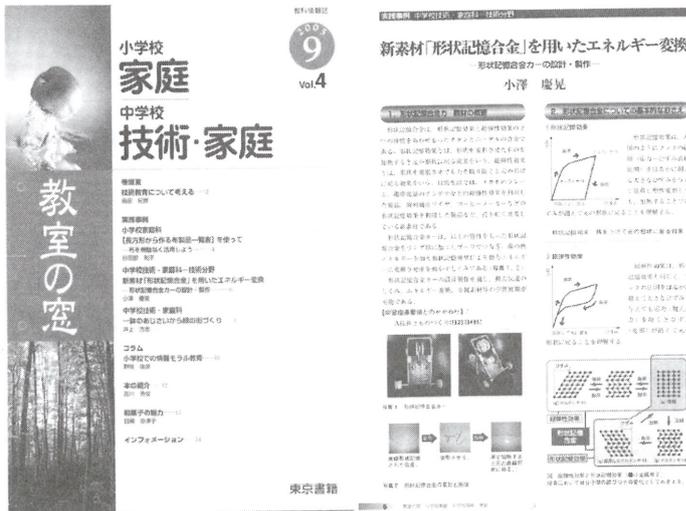


図15 2005年9月号 東京書籍



図16 2006年1月16日付静岡新聞

4. 今後の方向

中学校での授業実践は、連携協力校プロジェクトと重複する内容であり、技プロとあわせてさらに推し進める。教材開発については、中学校の現場では創造性を育むロボットコンテストが盛んに行われており、2足歩行ロボット教材を開発し、実践を行う予定である。

小学校でのものづくり授業教材として受動歩行模型の開発を行い、授業実践を行うとともに、地域公民館と協力して小学生対象の工作教室を実施する。