

科学技術ものづくり教材開発力の育成

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, 松下, 和弘 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/7173

科学技術ものづくり教材開発力の育成

技術教育講座 松永泰弘 松下和弘

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、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。また、第3期科学技術基本計画では次代の科学技術を担う人材の裾野の拡大が挙げられている。

平成24年度から完全実施の新学習指導要領（中学校技術）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、基礎的・基本的な知識及び技術の習得のみならず、工夫・創造する能力と実践的な態度を育てることが大きな柱となり、ものづくり教育充実の観点から、エネルギー変換に関する学習が充実されている。また、小学校理科では、てこや振り子の運動にかかわる条件に目を向けながら調べ、見いだした問題を計画的に追究し、物の変化の規則性についての見方や考え方を養い、ものづくりを必ず取り入れなければならない内容になっている。

このような背景の下、子どもたちが好んでもものづくりに取り組むことができる創意工夫教材の開発が課題となっている。教材の不思議・驚きが子どもたちの興味関心を引き起こし、創意工夫できる内容で学びへの熱中を誘い、基礎的・基本的な知識と技能の定着につながることを目標に教材開発を行う。技術教育専修と総合科学専攻の学生は、1・2年次から研究室に所属し、ミニ卒論という研究に取り組む。機械研究室に配属した学生は、機械工作実習で工作の技を磨き、ものづくり教材の開発をテーマに研究に取り組む。

2. 教材開発

目指すべき教材開発、子どもたちが好んでもものづくりに取り組むことができる創意工夫教材の条件の条件として、以下の内容をあげる。

- ① 教材それ自体に不思議・驚きを含む
- ② 基礎的・基本的な知識と技能の定着
- ③ 創意工夫できる要素
- ④ 理科で学んだ科学的内容の応用

これまでに学生が開発してきた子どもたちが創意工夫し、学びに熱中する教材として、以下の内容で分類される。

- ① 機能性材料を用いた教材（形状記憶合金エンジンカー、人工筋肉ロボット）
- ② 位置エネルギーを利用する受動歩行教材（受動歩行模型）
- ③ 2足歩行ロボット教材（サーボモータを用いた2足歩行ロボット）
- ④ 振り時計教材（木製機械式振り時計、ばね動力振り時計）
- ⑤ ばね動力教材（ばね動力歩行模型、ばね動力振り時計）

①は機能性材料に対する驚きと作動原理の不思議さがあり、エンジンについては出力を高めるための試行錯誤が必要となる。エネルギー、摩擦、熱効率などを学習する教材である。

②の受動歩行も動力を持たない模型の歩行への驚きがあり、重心の調節と歩行するための試行錯誤やデザインの創意工夫が必要となる。エネルギー、摩擦、重心、支点・力点・作用点などを学習する教材である。

③のサーボモータ駆動の2足歩行ロボットは独自のロボット開発と動作プログラムの作成が可能で、最近の2足歩行ロボットブームなどもあり、生徒の興味関心を引く教材である。

④の振り時計教材はおもりの位置エネルギーを動力源にからくりに通じる時を刻む仕組みへの驚きがあり、振り子の竿長を変えて時間を調節したり、摩擦を減らすなどの試行錯誤や時

計のデザインの創意工夫が必要となる。エネルギー、摩擦、時計の周期などを学習する教材である。

⑤のばね動力教材はからくりに通じるぜんまいを用い、モーターなどを用いない模型の歩行への驚きがあり、クランクやリンク機構の調節など歩行するための試行錯誤が必要となる。エネルギー、機構などを学習する教材である。

3. 大学生発明工夫作品コンテスト

開発した教材は、大学生発明工夫作品コンテストに申し込み、様々な賞を受賞し、学生の励みになっている。図 1-3 に学会賞を受賞した作品の説明資料（web 上に公開）を示す。また、図 4-6 に本年度（2009 年度）に応募した作品を示す。

第 1 回コンテスト(2006)3 グループ 9 名受賞

学会賞「形状記憶合金ばね利用オフセットクランク式熱エンジン」(図 1)

奨励賞「形状記憶合金ワイヤー利用プーリー式熱エンジンカー」

特別賞「人型受動歩行模型はりがねくん」

第 2 回コンテスト(2007) 3 グループ 10 名受賞

学会賞「準受動歩行模型ハルウララ」(図 2)

奨励賞「人工筋肉模型キンクンたち」

奨励賞「4 足受動歩行模型トコトコわんこ」

第 3 回コンテスト(2008) 1 グループ 2 名受賞

特別賞「4 軸二足歩行模型ひとりで歩くもん」

第 4 回コンテスト(2009) 2 グループ 4 名受賞

学会賞「手作りゼンマイを用いた木製機械式振り時計」(図 3)

奨励賞「ばね動力模型浪漫歩行」(図 4)

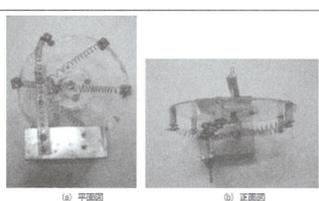
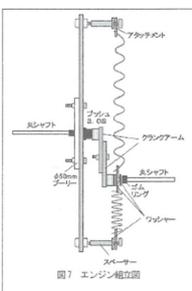
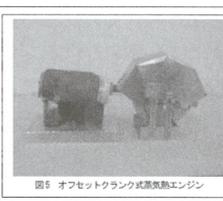
学校名	静岡大学	個人・グループ名	オフセットクランク式熱エンジン開発チーム	作品名	形状記憶合金ばね利用「オフセットクランク式熱エンジン」
<p><製作の動機・目的> 機能性材料である形状記憶合金ばねを用いたオフセットクランク式熱エンジンを改良し、教材用エンジンを製作することを目的とした。また、熱源をお湯から蒸気に変えることで、大きなお湯入れから解放し、車への搭載をにらんだ製作を行った。</p> <p><利用方法> 機能性材料である形状記憶合金、エネルギー変換、トルク・出力などについて学習可能な中学校「技術とものづくり」教材として利用する。材料に対する驚きだけでなく、エンジンの動作原理に対する驚きがあり、性能向上のための創意工夫が可能な教材である。</p> <p><工夫したところ> エンジンに用いる円板をアルミ板から 12mmD に変えることで、材料費の削減、加工時間の短縮が図られた。また、オフセットクランクは田宮模型製のクランクアーム 2 本を重ねあわせて用意に製作できる。熱源をお湯から蒸気に変え、オフセットクランク式蒸気熱エンジンを製作した。エンジンを作動させるために、エンジンにカバーを設け、蒸気漏れを防止し、高温の要請を確保した。また、ばねの線材に細いワイヤーを用い、トルクは小さいがより高い回転数のエンジンに仕上げた。</p>					
 <p>図 5 オフセットクランク式熱エンジン</p>		 <p>図 7 エンジン組立図</p>			
 <p>図 6 オフセットクランク式蒸気熱エンジン</p>					

図 1 第 1 回コンテスト (2006 年)
学会賞「形状記憶合金ばね利用
オフセットクランク式熱エンジン」

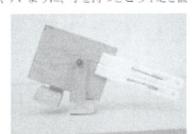
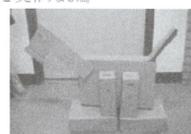
学校名	静岡大学	個人・グループ名	準受動歩行教材開発チーム	作品名	準受動歩行模型「ハルウララ」
<p><製作の動機・目的> 受動歩行模型は坂道でない歩きません。これを何とかして平地で歩かせたいというのが製作の動機です。人間が乗り体重移動することで、揺動運動のエネルギーを供給し、平地で歩きます。2 足歩行のおもしろさを味わってもらいたいと思い、実際に人が乗ることのできる準受動歩行模型を製作しました。</p> <p><利用方法> 小学校理科や総合学習の時間などに、教具として実際に乗ってもらい重心を移動させて歩行することで体重移動を伴う 2 足歩行の物理的現象を体験学習することが可能です。</p> <p><工夫したところ> 昨年応募した 2 足前後受動歩行模型「ペットちゃん」を人間が乗れる大きさに拡大し、ダンボールでイメージを作り上げました。歩行口は前足が回転する 1 号機と後足が回転する 2 号機を製作しました。重心の移動による歩行の原理がわかるように、足がよく見えるよう外側に付けました。人が乗りやすいように、手を持つところや足を置くところを作りました。</p>					
 <p>図 1 2 足前後受動歩行模型</p>		 <p>図 2 球ボールで製作した模型</p>			
 <p>図 3 前足回転型のハルウララ</p>		 <p>図 4 後足回転型のハルウララ</p>			

図 2 第 2 回コンテスト (2007 年)
学会賞「準受動歩行模型ハルウララ」

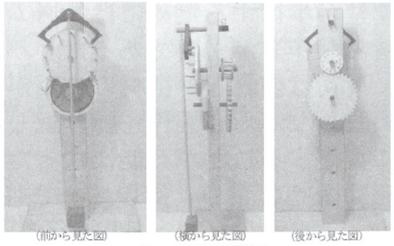
学校名	静岡大学	個人・グループ名	時計教材開発チーム	作品名	手作りゼンマイを動力に用いた木製機械式振り子時計
<p>◎研究にあたって</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 新学習指導要領、中学校技術・家庭科技術分野において A) 材料と加工に関する技術、B) エネルギー変換に関する技術、C) 生物育成に関する技術、D) 情報に関する技術 の4領域が必修化 ● 中学校技術科において 実践的、体験的な学習活動がより一層重視 ● 一方、中学校理科では「運動とエネルギー」の分野の中で、(ア) 運動の規則性、(イ) 力学的エネルギーの内容を学ぶことが記されている。 ● 「エネルギー分野」は、中学校技術科及び理科で教科を跨いでいる。 ● 限られた授業時間の中で、教科の枠組みを越えた指導を行う必要があるため、一つの教材でより多くの内容を複合的に学ぶことができる教材として、筆者らはエネルギー教育教材として「木製機械式時計に関する研究」を行っている。 ● 本研究では、従来の木製機械式時計の動力に着目し、「ゼンマイを動力に用いた木製機械式時計」の教材化に関する研究を行った。 					
 <p>(前) 前からの図 (横) 横からの図 (後) 後からの図</p> <p>ゼンマイ型木製機械式時計</p>					
<p>◎まとめ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ゼンマイを動力とした木製機械式時計の教材化に関する研究を行った。 ● 筆者らが実践している木製機械式時計の動力をおもりの位置エネルギーからゼンマイの弾性エネルギーに変えた。 ● 廃棄鋼帯を線材に用いたゼンマイの製作を行い(発明工夫部門に応募)、木製機械式時計に組み込み、動力とした。 ● ゼンマイを組み込んだ機械式時計は歯車を組み込むことで実際に稼働し、教材化への可能性を得ることができた。 ● 採集者の意図で難易度を変えることができ、様々な領域、分野を学習できる教材となった。 ● 本研究で示した教材は、子どもたちが理科の分野で学んだことを、実習・技術の授業で製作・体験することで、より知識の定着を促し、教科の枠組みを越えた学習を行うことができる「エネルギー教材」として示していくことができると考える。 <p>また先日の12月12日(土)行われました、産業技術教育学会 東海支部大会にてこの内容を発表させていただきました。よろしければ、講演論文集 P. 77-80、P. 125-128を参照下さい。</p> <p>動画：http://www.youtube.com/watch?v=ugqZLk5GU</p>					

図3 第4回コンテスト(2009年) 学会長賞「手作りゼンマイを用いた木製機械式振り子時計」

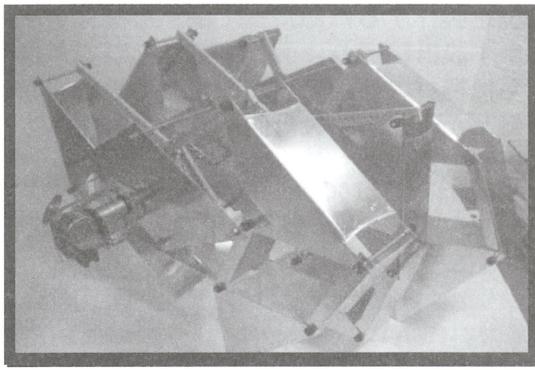
学校名	静岡大学	グループ名	ばね動力模型開発チーム	作品名	ばね動力模型「浪漫歩行」
<p>研究室では歩行模型に力を入れており、オランダのテオ・ヤンセン氏の砂浜動物にヒントを得て、ばね動力により歩行する小動物を製作しました。ばね動力としてオルゴール(浪漫飛行)を利用しました。ただオルゴールを使用するだけでなく、エアガバナを取り外して力を一気に放出させたことにより、歩行させる動力を得ることに成功しました。また、クランク部を如何に簡単に作り、教材として中学生が製作できるかどうかということも考慮しました。設計については、SW-CADを用い、足の回転半径とクランク半径の関係、歩行速度などをシミュレーション解析することにより、歩行に適したクランク半径で製作しました。実物をお見せできないのが残念ですが、本学会東海支部大会で他大学の先生・学生に見ていただき、不気味な動きに驚いていただきました。</p>					
					
<p>浪漫飛行の音楽とともに歩きます！！</p>					

図4 第4回コンテスト(2009年) 奨励賞「ばね動力模型浪漫歩行」

学校名	静岡大学	グループ名	受動歩行模型開発チーム	作品名	受動歩行模型「ふしぎ発見モアイ」
<p>研究室では受動歩行模型を教材として研究しています。静岡市の小学校では理科の授業で受動歩行模型をものづくり教材として、平成19-20年度で16クラス600名弱の生徒が製作しています。モアイ像の受動歩行模型は、千葉の長井鉄也氏と共同研究で進められていて、理科の授業の導入部で生徒に提示すると</p> <p>「ええー！ モアイが歩くのー！！！」</p> <p>と、ものすごい興味をもって食いついてきます。シミュレーション解析で歩行を明らかにしつつ、実物との違いは試行錯誤を繰り返しながら製作しました。最も困難だったのは、実際の道路での歩行ということで、道路の凹凸で歩行が停止してしまうため、幅の広い条件で歩行可能なモアイ像への工夫がされています。</p> <p>静大近くの一般道「定年坂」を歩きました！</p> <p>イースター島では、PAPA NUI NATIONAL PARKのPark Rangerや現地の方、観光客にアンケートを取りましたが、文明や言語が絶えた「モアイが歩いた」という伝説を証明する運動方法としてとても面白いと運動方法は絶賛されました。また、モアイ像に穴をあけている点などを改良すべき(神聖なものだから)と指摘を受けました。今後、もっと進化していくと思います。</p> <p>イースター島で実物モアイとご対面！</p>					
					

図5 第4回コンテスト(2009年) 「受動歩行模型ふしぎ発見モアイ」

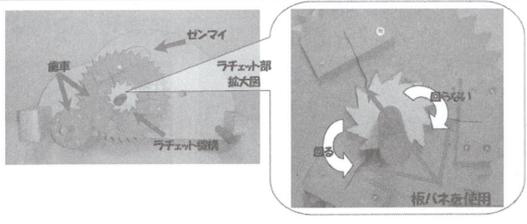
学校名	静岡大学	個人・グループ名	竹内太一	作品名	手作りゼンマイカー
<p>手作りゼンマイカー</p> <p>※ その名の通り、手作りしたゼンマイで動く車です。</p> <p>発明工夫部門に応募した「手作りゼンマイ」を用いて、車型の模型の動力とした。また、昨年度のコンテストで「学会長賞」を頂いた「時計の内部機構」で用いた歯車を使用し、動力伝達をしている。</p> <p>歯車の組み合わせにより、走行距離の調整が可能となっている。また、ゼンマイ部にラチェットを取り付けたことで巻き取りを難なく行うことができる。</p> <p>フルバックも可能なため、楽しみ方が多様である。</p>					
					
<p>動画：http://www.youtube.com/watch?v=GfBJ3pJtpIk</p>					

図6 第4回コンテスト(2009年) 「手作りゼンマイカー」

教材開発に取り組んで（総合科学専攻2年 松下和弘）

もともとは風力歩行模型を開発することを製作であったが、研究期間の問題から風を受けて歩行する模型を製作することができなかった。問題点は、風を受ける構造と風力の大きさ、歩行模型のクランク部の摩擦、模型の重量と剛性などで、歩行に要する力よりも風力による推進力がかなり小さいことが最大の問題点であった。この問題を解決するために、助言をもらいオルゴールのバネを使用したバネ動力歩行模型（図4）へと移行した。模型の設計では、脚とクランクのサイズの比率がとても重要であり、シミュレーションソフトを使用して適した比率を解析した。また、バネ動力模型が歩行するためには、スムーズな回転を実現するクランクを製作しなければならず、精密な作業が必要であった。バネ動力模型を製作するにあたって様々な機材を使用した。最初は慣れない機材の使用がうまくいかず設計図通りに製作することができなかった。失敗しながらも製作を繰り返していくうちに機材の使用精度が向上して設計図と同じように製作することが可能になった。製作は難しかったが、設計図も自分で製作して行った研究は様々な面で成長し、とても有意義な研究であった。