

平成 21 年 5 月 1 日現在

研究種目：基盤研究(C)
研究期間：2007～2008
課題番号：19500736
研究課題名（和文） ものづくり大好きな子どもたちを育てる創意工夫教材の開発と教育実践による検証
研究課題名（英文） Development and Educational Practice Examination of Inventive Idea Teaching Materials in Technology Education
研究代表者 松永 泰弘 (MATSUNAGA YASUHIRO) 静岡大学・教育学部・教授 研究者番号：80181741

研究成果の概要：ものづくり大好きな子どもたちを育てる創意工夫教材の開発と教育実践による検証を行った。機能性材料を用いた教材（形状記憶合金エンジン）と2足歩行教材（受動歩行模型、サーボモータを用いた2足歩行ロボット）を中心に教材開発を行い、小学校（7校20クラス）、中学校（2校）において授業実践し、教材としての有効性を検証した。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、創意工夫可能な教材であり、学校全体、家庭も巻き込むことができる教材であることが明らかとなった。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2008年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：技術教育

科研費の分科・細目：（分科）科学教育・教育工学（細目）科学教育

キーワード：ものづくり，教材開発，授業実践

1. 研究開始当初の背景

「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。

また、平成14年度から完全実施された改訂版学習指導要領では、技術・家庭科の技術

分野「技術とものづくり」は、技術と環境・エネルギー・資源との関係や、加工技術、エネルギー利用の基礎的な知識と技術を盛り込んだ学習が挙げられ、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っている。また、技術・家庭科が対象としている生活や科学技術は従来と比べて大きく変化しており、科学技術の進展への対応や生活と技術の関わりを理解するという視点から、領域統合による指導が要求されている。

2. 研究の目的

このような背景の下、H17-18年度科学研究費補助金 基盤研究 (C) (一般)により、「中学校技術における創造性を育てる新素材・新エネルギー教材に関する実践研究」が行われ、機能性材料として形状記憶合金を用いたエンジンカー教材と色素増感型太陽電池、燃料電池を用いたクリーンエネルギーカー教材の開発が進められた。開発した教材を用いた実践では、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った。

そこで、本研究では、H17-18年度科学研究費補助金による成果をさらに発展させるため、「ものづくり大好きな子どもたちを育てる創意工夫教材の開発と教育実践による検証」を行う。

3. 研究の方法

(1) 教材開発

本研究では、子どもたちが創意工夫し、学びに熱中する教材として、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)、②2足歩行教材 (受動歩行模型、サーボモータを用いた2足歩行ロボット) の開発を行い、年間計画・授業案の作成とあわせて中学校「技術とものづくり」における創意工夫教材、ロボット教材として提示する。

①は機能性材料に対する驚きと作動原理の不思議さを、②の受動歩行も動力を持たない模型の歩行への驚きを備えている。また、①のエンジンは出力を高めるための創意工夫、②の受動歩行は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、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独自の動作プログラムの作成が可能である。

(2) 授業実践

開発した教材の有効性を、教員養成学部 of 学生を主体とする授業実践により検証する。

① 小中学校におけるものづくり教材として、創意工夫の可能性ある教材と企業協力による2足歩行ロボット教材を開発する (学生の教材開発能力育成)。

② 中学校教師と大学教員の指導下で授業実践を行う (学生の授業力育成、中学校との連携協力)。

③ 熱中する子どもの反応を考察し、魅力ある教材への改良 (ものづくり大好きな子どもの育成)。

④ 開発した教材、実践内容の冊子を配布し、普及させる (普及)。

4. 研究成果

機能性材料を用いた教材 (形状記憶合金エンジン) と2足歩行教材 (受動歩行模型、サーボモータを用いた2足歩行ロボット) を中心に教材開発を行った。

小学校 (7校 20クラス)、中学校 (2校) において授業実践し、教材としての有効性を検証した。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、創意工夫可能な教材であり、学校全体、家庭も巻き込むことができる教材であることが明らかとなった。

また、製作マニュアル、授業案、実践の内容などをまとめた冊子を作成し、小中学校への配布を行った。

実践の様子を以下に示す。

(1) 形状記憶合金ミニエンジン

小学校理科6年 (2校 4クラス) で実践を行った。授業冒頭で形状回復実験をした際、子ども達の驚いた顔や笑顔がよく見られた。湯気でも回るバネ状エンジンの紹介を見て、自ら進んで湯気を使った実験をはじめ、「蒸気だけでなくやかんの熱でも回る！」と新たに発見している生徒がいた。「どんな仕組みで形状記憶合金ミニエンジンは回るのだろう」という質問に対し、「形状記憶合金がお湯についたとき、お湯につかっている合金がまっすぐになろうとしてついてない部分がひっぱられて回る。」といった回答をする生徒がほとんどだった。

製作したミニエンジンを家族に見せた所、「家族は、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が達成されている。

授業後に職員室で話題になり、教員にも評判が良かった。また、クラス担任が生徒にこの授業で学んだことや感想を川柳にするよう指導するなど教科を越えた学習や、やりっぱなしではなくもう一度復習させるなど、学校自体の積極的な取り組みが行われた。

(2) 形状記憶合金エンジンカー

中学校技術3年の教育実践では、エンジンを搭載した車の製作を行い、工作機械や工具を使用し、技術的要素の高い教材で実践した。

小学生と同様に形状記憶合金に対して非常に興味や関心を示し、また回転原理を自ら考える様子が見え、説明中の生徒の反応やアンケート結果から判断して、形状記憶合

金が生徒の興味・関心を引きつける素材として有効なものであると考える。

折り曲げ台や木槌を使ったシャーシの製作など、高い技術力を要する箇所がいくつかあり、製作が難しいと感じる生徒がいる一方、製作を楽しんでいる生徒が多数いたため、結果として製作の難しさが作る楽しさに結びついていると考えられ、形状記憶合金エンジンカーは作る難しさと楽しさの両方を兼ね備えた教材であるといえる。ボール盤などの工作機械は、使用時に気をつけなければならない箇所を口頭で説明するだけでなく、実際に正しい使用方法や失敗例を教師が生徒に示し、その対処方法を説明することにより、失敗例と同じミスを生徒が犯しても、慌てずに対処することができ、また失敗したときの怖さを実際に見て感じることで、より安全に工作機械を使うことができるといえる。

生徒達は完成後の改良において容器のお湯の温度が冷めにくくする改良を施している姿から考えて、エンジンカーがお湯の温度が高いほどより大きな力を生じることを理解していることがうかがえ、製作前の形状記憶合金の調べ学習において、お湯の温度が高いほど元に戻ろうとする力が強くなることを認識させることの重要性を示したものであると考える。また、エンジンカーにデザインを付け加える改良をする生徒が見られ、独自のエンジンカーを仕上げたいとの思いの現われである。

(3) 受動歩行模型

小学校理科5年(5校16クラス)、中学校技術1年で実践を行った。

小学生にはつりあいや振り子の学習内容の応用として、2時間の授業時間で授業実践を行った。限られた時間の中で小刀を使用した足の製作に重点を置いた。導入ではアシモの走る姿やモアイ像型模型の受動歩行の動画を提示することで、歩行に関する興味関心を引き付けることができた。

木材を使用した受動歩行模型を製作することで児童らは身近なものでも歩行させることができることがわかり、他のものも歩行させたいという意欲を示していた。また、小刀の使い方や危険性、安全性を学ぶことができ、微妙に異なる形状の足が製作でき、歩行の仕方も異なるので、改良や調整を自ら行い、ものづくりを通してなぜ歩行するのかと考えることのできる、興味をひく教材として有用であることがわかった。理科と図工と一緒に学ぶことができ、理科が好きになりましたという感想が得られた。

中学生には丸太を用いた受動歩行模型の製作を行い、のこぎりやクランプを使用し、正確な切断など技能を要する実践とした。製作したものが歩いたときには、「すごい。歩いた!」といった驚きが多くの子に見られ

た。また、自分のオリジナルの形に改良するところでは、生徒達が木を削ったり、貼り付けたりと様々な改良を加えていた。その際も模型のバランスを考えて木を貼り付けるなど、受動歩行における模型全体のバランスを試行錯誤により確かめ、歩行と重心の関係を理解している様子が見られた。

(4) サーボモーター駆動の2足歩行ロボット

中学校技術3年で2人1組で1体のロボット製作を行った。小さい、しょぼい、格好悪いというロボットに対してあまり良い印象を持っていない所から始まった実践であったが、生徒は製作していく中で、自分で作るという事に楽しさを感じ始め、意欲が増していったことがアンケートから伺えた。

腕を新たにに取り付け、可動出来る箇所を増やす事で新たな動きが出来るように工夫をしたロボットや、形は原型とさほど変わらないが、飛び跳ね歩行が出来るプログラムを作成したロボットなど、プログラムを工夫する生徒、ロボットの外形を工夫する生徒が現れた。脚だけのロボットだったからこそ、生徒の創意工夫する意欲を引き出したと考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計6件)

1. Application of Front and Back-Type Bipedal Passive Walking Toy as a Teaching Material, The Second International Symposium on Educational cooperation for "Industrial Technology Education" Proceedings, 2008年, pp.319-328, Y. MATSUNAGA, 査読有
2. 教材用2足やじろべえ型受動歩行模型の運動解析, 日本産業技術教育学会誌, 2007年, 第49巻3号, pp.205-211, 松永泰弘・中村玄輝・山田哲也・鞍谷文保, 査読有
3. エネルギー変換教材に関する研究—色素増感型太陽電池の製作を取り入れた学習—, 静岡大学教育学部研究報告, 2007年, 教科教育学篇, 第38号, pp.131-142, 紅林秀治, 松永泰弘・中川静夫, 査読有
4. Development of Engine Car Using TiNi Shape Memory Alloy Wire and Passive Walking Toy as Teaching Materials, The 6th International Conference on Global Research and Education, Inter-Academia 2007 Proceedings, 2007年, p.41, Y. MATSUNAGA, S. SAGAWA, 査読有
5. Development and Analysis of Rhythmical Passive Walking Toy as a Teaching Material, ITEC UB-2007 Proceedings (Mongolia, Ulan Bator), 2007年,

pp.44-53, Y. MATSUNAGA, S. SAGAWA, M. KURATA, G. NAKAMURA, 査読有

6. Development of Bipedal Walking Model as Teaching Material, ITEC UB-2007 Proceedings (Mongolia, Ulan Bator), 2007年, pp.155-161, T. YAMADA, F. KURATANI, Y. MATSUNAGA, 査読有

[学会発表] (計25件)

1. 松永泰弘・石上雄規・四元徹, 中学校技術における2足歩行ロボットの製作実践, 第26回日本産業技術教育学会東海支部大会, 2008.12.20, 三重大学
2. 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大会, 2008.12.20, 三重大学
3. 櫻井康平・畑俊明・松永泰弘, アルミ缶飛行機教材のダウンサイズ化における飛行条件の研究, 第26回日本産業技術教育学会東海支部大会, 2008.12.20, 三重大学
4. 松永泰弘・中神慶子・福田優一, 教材用垂直軸型風車に関する研究, 第26回日本産業技術教育学会東海支部大会, 2008.12.20, 三重大学
5. 松永泰弘・渡邊真人・長井鉄也, モアイ像型木製受動歩行模型に関する研究, 第26回日本産業技術教育学会東海支部大会, 2008.12.20, 三重大学
6. 松永泰弘・浦千晴, 扇型受動歩行模型の教材化に関する研究, 第26回日本産業技術教育学会東海支部大会, 2008.12.20, 三重大学
7. 柴田祥吾・今山延洋・松永泰弘, 木製機械式時計に関する研究-脱進機の改良-, 第26回日本産業技術教育学会東海支部大会, 2008.12.20, 三重大学
8. 畑俊明・桜井康平・松永泰弘, 手づくり磁石を用いたペットボトルモータのエンジンとしての性能, 日本産業技術教育学会第51回全国大会, 2008.8.23-24, 宮城教育大学
9. 松永泰弘・中神慶子・福田優一, 教材用垂直軸型風車の開発, 日本産業技術教育学会第51回全国大会, 2008.8.23-24, 宮城教育大学
10. 松永泰弘・牧野晃佳・石上雄規・四元徹, 2足歩行ロボットの教材化に関する研究, 日本産業技術教育学会第51回全国大会, 2008.8.23-24, 宮城教育大学
11. 松永泰弘・中村玄輝・鷺見学, 2足前後型受動歩行模型の運動解析と実践, 日本産業技術教育学会第51回全国大会, 2008.8.23-24, 宮城教育大学
12. 鞍谷文保・山田哲也・松永泰弘・井嶋博・前田浩司, 教材用二足歩行模型の歩行特性の評価, 日本産業技術教育学会第51回全国大会, 2008.8.23-24, 宮城教育大学
13. 松永泰弘・杉戸恵美・堀友美, モンゴルにおける技術教育に関する調査研究, 日本産業技術教育学会第51回全国大会, 2008.8.23-24, 宮城教育大学
14. , 村松浩幸・杵淵信・渡壁誠・水谷好成・山本利一・川原田康文・川崎直哉・松永泰弘・吉田昌春・松岡守・関根文太郎・大橋和正・田口浩継, 中学校技術科ロボット学習研究の成果と課題, 日本産業技術教育学会第51回全国大会, 2008.8.23-24, 宮城教育大学
15. 藤木卓・橋本孝之・山下晃功・安東茂樹・松永泰弘, 学会科研プロジェクト:技術科教員免許更新支援システムの構築と検証, 日本産業技術教育学会第51回全国大会, 2008.8.23-24, 宮城教育大学
16. 柴田祥吾・竹内太一・川島崇・今山延洋・松永泰弘, 木製機械式時計教材の授業実践報告, 日本産業技術教育学会第51回全国大会, 2008.8.23-24, 宮城教育大学
17. 松永泰弘, 中学校「技術とものづくり」におけるエネルギー教材の開発, 日本機械学会講演会 No.07-97, 2007.12.8, 千葉大学
18. 松永泰弘・柳谷信樹, TiNi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性能の解析, 第25回日本産業技術教育学会東海支部大会, 2007.12.1, 岐阜大学
19. 松永泰弘・中村玄輝, 前後型受動歩行模型の近似的歩行解析, 第25回日本産業技術教育学会東海支部大会, 2007.12.1, 岐阜大学
20. 松永泰弘・嶋内康・中村玄輝, 2足モアイ像型受動歩行模型の教材化, 第25回日本産業技術教育学会東海支部大会, 2007.12.1, 岐阜大学
21. 松永泰弘・牧野晃佳・四元徹, 歩行を中心とした2足歩行模型の教材化に関する研究, 第25回日本産業技術教育学会東海支部大会, 2007.12.1, 岐阜大学
22. 前田浩司・鞍谷文保・山田哲也・松永泰弘, 教材用二足歩行模型の評価, 日本産業技術教育学会第50回全国大会, 2007.8.25-27, 大阪教育大学
23. 松永泰弘・中村玄輝・倉田麻美子, 教材用2足前後型受動歩行模型の運動解析に関する研究, 日本産業技術教育学会第50回全国大会, 2007.8.25-27, 大阪教育大学
24. 松永泰弘・柳谷信樹・高田晃久, TiNi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蒸気熱エンジンカーの製作およびエンジン性能に関する研究, 日本産業技術教育学会第50回全国大会, 2007.8.25-27, 大阪教育大学
25. 山田哲也・鞍谷文保・松永泰弘・シミュ

レーションによる2足歩行模型の設計支援，日本産業技術教育学会第50回全国大会，2007.8.25-27，大阪教育大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松永 泰弘 (MATSUNAGA YASUHIRO)

静岡大学・教育学部・教授

研究者番号：80181741

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし