

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月 1日現在

機関番号：13801

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2011

課題番号：21500869

研究課題名（和文） 小中学校におけるものづくり大好きな子どもたちを育くむ創意工夫教材の発展と実践展開

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（和文）：

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、機能性材料を用いた教材（形状記憶合金エンジンカー）、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）、機械式振り時計教材（おもり動力、ゼンマイ動力）、オートマタ教材（風力、重力、磁力）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した。

研究成果の概要（英文）：

In this study, we developed bipedal robots, SMA engine cars, mechanical pendulum clock, automata as the inventive idea teaching materials to get absorbed in learning. And then, we suggested the program for the year, class plan as the inventive idea teaching materials in technology and home economics classes of a junior high school.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：技術教育

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・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、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、H19-20年度科学研究費補助金により、「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」が行われ、機能性材料（形状記憶合金）を用いたエンジンカー教材と位置エネルギー利用の受動歩行模型教材、ものづくりとコンピュータ制御を学習する2足歩行ロボット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、H19-20年度科学研究費補助金による成果をさらに発展させ、科学技術基本計画と新学習指導要領の実施を促進するために、「小中学校におけるものづくり大好きな子どもたちを育む創意工夫教材の発展と実践展開」を行う。

## 2. 研究の目的

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）、(2) **位置エネルギーを利用した受動歩行教材**、(3) 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小中学校の科学技術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、(3)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り、企業技術者が研究協力者として参加し、共同開発を行う。

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

## 3. 研究の方法

### 【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）、(2) **位置エネルギーを利**

**用した受動歩行教材**、(3) 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小中学校の科学技術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、(3)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り、企業技術者が研究協力者として参加し、共同開発を行う。

### 【授業実践】

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

(1) 小中学校における科学技術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) 小中学校教師と大学教員の指導下での授業実践（学生の**授業力育成**、小中大**連携協力**）。

(3) 熱中する子どもの反応から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、全国に普及させる（**普及**）。

波及効果として、大学・実践校の活性化だけでなく、学会や出版活動を通じて全国的な技術教育の活性化、科学技術立国日本を担う子どもたちの育成に大いに貢献する。

## 4. 研究成果

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）、(2) 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）、(3) 機械式振り時計教材（おもり動力、ゼンマイ動力）、(4) オートマタ教材（風力、重力、磁力）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した。



図1 形状記憶合金エンジンカー

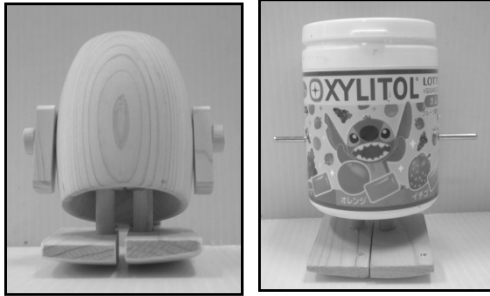


図2 受動歩行模型



図3 木製・金属製機械式振り時計



図4 オートマタ機械式振り時計



図5 綱渡り模型

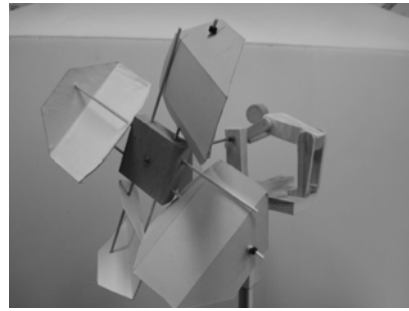


図6 風力を動力源としたオートマタ



図7 磁力を動力源としたオートマタ



図8 形状記憶合金の形状回復力を動力源としたオートマタ

(1)は機能性材料に対する驚きと作動原理の不思議さ、(2)の受動歩行も動力を持たない模型の歩行への驚き、(3)は時を刻む機構の面白さ、(4)はからくりの面白さを備えている。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、(3)は振子の周期の設計や摩擦を減らす工夫、(4)は見るものを驚かせるからくりの追求が可能である。

小・中学校および学校外の工作教室で形状記憶合金エンジンカー、受動歩行模型、機械式振り時計など動く教材の製作実践を行った。また、製作した教材を展示し、未就学児童から大人まで遊びを通した学びについて取り組んだ。どの教材も先進的な取り組みで生徒児童の興味関心が高いことがわかった。また、工作教室での実践は、家庭を巻き込んだ教材

となった。動力を持たない模型の歩行への驚き、慣性の法則で模型が綱を移動していく不思議さを備え、家族に自慢することもたちの姿がアンケート結果からうかがえた。

また、地域の中小企業と共同して、魅力ある教材開発に取り組みながら、ものづくり教室運営に関わるものづくりサポーター養成講座を開催した。ものづくりサポーターの養成は、世代間交流による地域連携ものづくりを強固なものにする可能性が確かめられた。

健康文化の発展「未・て・こ」(静岡県健康センター) 事業

## ものづくりサポーター養成講座

ものづくりの基礎を楽しく、丁寧に解説し、ものづくりの指導者を養成します!

- ・タイトル 「ものづくりサポーター養成講座」(全8回)
- ・日時 9月10日(土)～12月10日(土)  
※概ね第2・4土曜日 10月のみ第2・4・5土曜 午後1:30～3:30
- ・対象 18歳以上15人
- ・場所 健康文化交流館「未・て・こ」  
駿河生進学習センター 302活動室
- ・会費 一人3000円(全8講座分)
- ・講師 静岡大学 教育学部 今山延洋(静岡大学 名誉教授)  
松永泰弘(静岡大学 教授)  
藤基浩(静岡大学 准教授)  
河村翔太(静岡大学 大学院生)
- ・申込方法 往復ハガキに講座名・受講者氏名・住所・電話番号・年齢・返信用宛名をご記入の上、下記までお申し込みください。(9月15日)必着。

12月には、子ども対象の  
ものづくりの教室を開催。  
家庭に子どもたちと一緒に作る  
「サポーター養成講座」も開催します!  
(詳しくは異型へ)

健康文化交流館「未・て・こ」  
〒420-8501 静岡市清水区藤原1-1-1  
TEL:054-252-4300 FAX:054-252-4301  
健康文化センター TEL:054-252-4302 FAX:054-252-4303  
駿河生進学習センター TEL:054-252-4303 FAX:054-252-4304  
健康文化交流館「未・て・こ」 TEL:054-252-4304 FAX:054-252-4305

図9 ものづくりサポーター養成講座



図10 ものづくりに熱中する子どもたち



図11 世代間交流によるものづくり

## 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 松永泰弘、竹内太一、大脇一宏、中学校技術・家庭科における機械式振子時計製作の授業実践、静岡大学教育学部研究報告 教科教育学篇、査読有、第43号、2012、161-170
- ② 松永泰弘、芹澤沙希、堀井千裕、小学校理科におけるものづくり教材の授業実践、静岡大学教育学部研究報告 教科教育学篇、査読有、第42号、2011、161-174
- ③ 松永泰弘、柴田祥吾、今山延洋、教材用木製機械式振子時計の改良、日本産業技術教育学会誌、査読有、第53巻、2011、17-23
- ④ 松永泰弘、石上雄規、渡邊竜児、四元徹、中学校における二足歩行ロボット製作の授業実践、静岡大学教育学部研究報告 人文・社会・自然科学篇、査読有、第61号、2011、235-247
- ⑤ 松永泰弘、中村玄輝、教材用2足前後型受動歩行模型の歩行に関する研究、静岡大学教育学部研究報告 人文・社会・自然科学篇、査読有、第60号、2010、225-235
- ⑥ 松永泰弘、柴田祥吾、今山延洋、教材用木製機械式振子時計の開発、静岡大学教育学部研究報告 人文・社会・自然科学篇、査読有、第41号、2010、121-130

〔学会発表〕(計26件)

- ① 松永泰弘、鬼木大、産学連携による受動歩行玩具『トコロボ』の開発、2012教科開発学研究会(愛知教育大学)、2012.3.4
- ② 松永泰弘、河村翔太、多様な世代が参加できるものづくり教室の評価基準の構想と実践、第29回日本産業技術教育学会東海支部大会(岐阜大学)、2011.12.3
- ③ 松永泰弘、鬼木大、木製2足受動歩行模型の開発、第29回日本産業技術教育学会東海支部大会(岐阜大学)、2011.12.3
- ④ 松永泰弘、中田康太郎、オートマタの教材化に関する研究、第29回日本産業技術教育学会東海支部大会(岐阜大学)、2011.12.3
- ⑤ 松永泰弘、杉山雄也、工作教室用題材としての綱渡り模型の教材化、第29回日本産業技術教育学会東海支部大会(岐阜大学)、2011.12.3
- ⑥ 松永泰弘、石上雄規、教材用形状記憶合金カーの性能試験と授業実践に関する研究、第29回日本産業技術教育学会東海支

- 部大会（岐阜大学）、2011. 12. 3
- ⑦ 三上琢磨、松永泰弘、金属を用いた機械式振子時計教材の開発、第29回日本産業技術教育学会東海支部大会（岐阜大学）、2011. 12. 3
- ⑧ 松永泰弘、長船貴行、教材としてのオカリナ製作と音の解析、第29回日本産業技術教育学会東海支部大会（岐阜大学）、2011. 12. 3
- ⑨ 松永泰弘、河村翔太、世代間交流によるものづくり活動の効果と地域ネットワークの再建、日本産業技術教育学会第54回全国大会（宇都宮大学）、2011. 8. 27-28
- ⑩ 松永泰弘、石上雄規、プーリー式形状記憶合金熱エンジン教材に関する研究、日本産業技術教育学会第54回全国大会（宇都宮大学）、2011. 8. 27-28
- ⑪ 松永泰弘、小林建太、幼児対象の転がるおもちゃ教材の製作と運動解析、日本産業技術教育学会第54回全国大会（宇都宮大学）、2011. 8. 27-28
- ⑫ Yasuhiro MATSUNAGA, Yuuki ISHIGAMI, Development and Analysis of Teaching Materials for Junior High School Technology and Home Economics Classes, Modern trend in the education of technology, design and fine arts (Mongol)、2011. 3. 25
- ⑬ 松永泰弘、河村翔太、小中学生を対象としたものづくり教室教材の実践、第28回日本産業技術教育学会東海支部大会（愛知教育大学）、2010. 12. 4
- ⑭ 大脇一宏、竹内太一、松永泰弘、中学校技術における木製機械式振子時計教材の授業実践、第28回日本産業技術教育学会東海支部大会（愛知教育大学）、2010. 12. 4
- ⑮ 竹内太一、大脇一宏、松永泰弘、木製機械式振子時計教材におけるエネルギー効率を考慮した最適稼働条件の検討、第28回日本産業技術教育学会東海支部大会（愛知教育大学）、2010. 12. 4
- ⑯ 佐津川華子、松永泰弘、教材用段返り人形における段返り運動に関する研究、第28回日本産業技術教育学会東海支部大会（愛知教育大学）、2010. 12. 4
- ⑰ 石上雄規、松永泰弘、教材用形状記憶合金エンジンの性能に関する研究、第28回日本産業技術教育学会東海支部大会（愛知教育大学）、2010. 12. 4
- ⑱ 松永泰弘、石上雄規、堀井千裕、形状記憶合金を用いたエネルギー変換教材の実践、日本産業技術教育学会第53回全国大会（岐阜大学）、2010. 8. 28-29
- ⑲ 松永泰弘、竹内太一、柴田祥吾、今山延

- 洋、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、日本産業技術教育学会第53回全国大会（岐阜大学）、2010. 8. 28-29
- ⑳ 松永泰弘、佐津川華子、大石美由紀、教材用段返り人形に関する研究、日本産業技術教育学会第53回全国大会（岐阜大学）、2010. 8. 28-29
- 21 松永泰弘、河村翔太、芹澤沙希、小学校理科における前後型受動歩行模型製作の授業実践、日本産業技術教育学会第53回全国大会（岐阜大学）、2010. 8. 28-29
- 22 松永泰弘、竹内太一、中沼暁他2名、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、第27回日本産業技術教育学会東海支部大会（静岡大学）、2009. 12. 12
- 23 松永泰弘、柴田祥吾、竹内太一ほか、教材用木製機械式時計に関する研究、第27回日本産業技術教育学会東海支部大会（静岡大学）、2009. 12. 12
- 24 松永泰弘、大石美由紀、段返り人形の教材化に関する研究、第27回日本産業技術教育学会東海支部大会（静岡大学）、2009. 12. 12
- 25 柴田祥吾、竹内太一、今山延洋、松永泰弘、木製機械式時計に用いる歯車の製作に関する研究、日本産業技術教育学会第52回全国大会（新潟大学）、2009. 8. 22-23
- 26 竹内太一、柴田祥吾、松永泰弘ほか、手作り歯車を用いた木製機械式時計教材の開発、日本産業技術教育学会第52回全国大会（新潟大学）、2009. 8. 22-23

#### 〔その他〕

##### アウトリーチ活動

- ① 2011年度 多角的社会連携による自己発見教育の推進事業報告書、2012、3-36, 49-59, 61-79
- ② 2010年度 多角的社会連携による自己発見教育の推進事業報告書、2011、35-62
- ③ 2009年度 多角的社会連携による自己発見教育の推進事業報告書、2010、3-34

##### ホームページ

URL:<http://yasuhiro101.ed.shizuoka.ac.jp/matsu/matsu.html>

#### 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