

平成22年 6月 7日現在

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2007～2009

課題番号：19530795

研究課題名(和文) 小学校高学年および中学校技術分野における先端技術の教材化と標準モデルの開発・評価

研究課題名(英文) The development and evaluation of a standard model of teaching materials about advanced technology in the elementary school upper grades students and the junior high school technology education

研究代表者

川崎 直哉 (KAWASAKI NAOYA)

上越教育大学・その他部局等・その他

研究者番号：40145107

研究成果の概要(和文)：

小学校高学年から中学生までを対象として、子どもたちが先端技術を直接体験することができる安価な教材を開発した。具体的には、マイクロコントローラを搭載した自律走行型ロボットの標準仕様ともいふべきものを開発した。基礎的なセンサは標準装備、ロボットの機構部分の製作は自由度が大きく、子どもの発想力を生かせる形のものを検討した。開発した教材については教育現場等で実践を行い、その効果について評価を行った。

研究成果の概要(英文)：

For the junior high school students and the elementary school upper grades students, we develop cheap teaching materials that children can experience advanced technology directly. Concretely, we develop the teaching materials which satisfy standard specifications of an autonomy vehicle type robot equipped with a microcontroller. Based on ideas of themselves, children can make the mechanism area of a robot with the degree of big freedom. On the other hand, fundamental sensor modules and a microcontroller module are supplied. We practice the developed teaching materials in educational scene and evaluate the effect.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育学・教科教育学

キーワード：教材開発, 教科横断, 科学技術, 標準モデル, 自律型ロボット, 小学校高学年, 中学校技術

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 子どもたちの理科離れ, 科学離れが指摘されているが, 特に, 小学校, 中学校の義務教育については, 学習状況に応じて柔軟

に対応できる指導者と, 適切な教材, 有効な教材の普及が望まれている。先端的な科学技術の基礎を子どもたちに教えようとするとき, その技術を取り込んだコンパクト

トな標準的な教材があれば、指導者の大きな助けとなると期待される。

- (2) 小学校高学年では、現在、サイエンスについては理科、アートについては図工でそれぞれ学習しているが、工学的な内容を中心としたいわゆるテクノロジーについては柱として行われていない。中学校になると「技術・家庭」技術分野で学習するが、小学校高学年では理科の中に一部が含まれているが、子どもたちがテクノロジーについて意識して学習しているかは疑問である。

## 2. 研究の目的

- (1) 先端技術を教材化して扱いやすい形で普及することを目的とし、特に、小学校高学年から中学生までを対象として、一貫して先端技術を学べるような、子どもたちが先端技術を直接体験することができる安価な教材の開発・評価・普及を目指す。
- (2) 小学校および中学校において、教材として利用可能なロボットの標準仕様ともいえるべきものを開発する。具体的には、マイクロコントローラ搭載で自律走行が可能なビークル型ロボットで、基礎的なセンサは標準装備、ロボットの機構部分の製作は自由度が大きく、子どもの発想力を生かせる形のものを検討する。
- (3) ロボット本体の製作では、小学校では図工の、中学校では美術にも深く関係すると考えられることから、特に小学校高学年で「図工」の要素を積極的に取り入れ、「理科」を柱とした、楽しみながら「先端技術（テクノロジー）」に興味を抱かせるような教材の開発を目指す。具体的には、自律型ロボットの製作を通じて、子どもたちに「先端技術」への興味を高めることを本研究の目標とする。

## 3. 研究の方法

- (1) 小学校高学年生および中学生に対して、ロボットに要求される仕様は原則として以下を満足するものとする。ロボットのマザーボードを含む電子回路や機構部分を、研究分担者と共同で開発しながら、さらに理科分野、美術（図工）分野の研究者が加わることによって、前述の目標の達成を目指している。特に、ロボットのマザーボードを含む電子回路や機構部分については、標準的仕様と呼ぶべきものをまとめ上げ、教育現場に使いやすい形で提供したい。開発された教材は、最終的にはハードウェアのみでなく、使用方法やソフトウェアも含めて、教育現場に提供することにより、ただちに使用可能な形として、子どもたちが先端技術に接して学習する教材としたい。

- ① マイクロコントローラ搭載（PIC16F877、F88シリーズ等）の自律型走行ロボットであること。
- ② 走行部・駆動部の機構の製作については自由度が大きく、子どもの発想力を生かせるもの。
- ③ 基本的なセンサは標準搭載し、オプションで更に高度なセンサや通信機能も搭載可能なもの。
- ④ プログラミングはパソコン上で行い、パソコンからライター等を必要とせず、簡単に自律型走行ロボットにダウンロードできること。
- ⑤ 基本となるプログラミングソフトはヒューマンインターフェースに優れており、小学校高学年でも使用可能なもの。
- ⑥ ロボットのフレーム・外形等のデザイン・製作については、子どもたちが自由な発想・独創性を生かせる仕様とし、小学校高学年でも、マザーボードの部分はブラックボックスとして与え、上記のデザイン・製作、およびプログラミングを中心に子どもたちの独創性・思考力を育てることができること。
- ⑦ 中学校（特に技術分野）で学習すべき基本的な内容（例えば、アクチュエータ、センサ、プログラミング等）が盛り込まれていること。
- ⑧ 高校生や大学生など学習者のレベルに合わせて、より高度な学習の教材としても利用可能となるよう（ハード、ソフト両面の）オプションを充実すること。
- ⑨ 機能の割には安価であること。

- (2) プロトタイプを試作した後、研究室レベルで必要数を製作して、子どもたちに教材として授業実践を行い、有効性の評価とそれに基づいた改良を行う。広く教材としての普及を考え、ロボットに搭載するために開発した標準型マザーボードの他に、機能を制限した簡易型マザーボードも製作して、小学校低学年を対象にロボット以外の教材の可能性も探ることとした。

## 4. 研究成果

- (1) 上記計画に従って自律型ロボットやその他の教材に適用可能なマイクロコントローラ搭載のマザーボードを何種類か（PIC16F877搭載の標準型、PIC16F88搭載の標準型と簡易型の2種類）設計・製作した。製作したPIC16F877搭載の標準型の外観を図に示す。
- (2) 上記マザーボードを搭載する自律型ロボットを設計・製作した。PIC16F87

7 搭載の標準型マザーボードには、プロトタイプとして、いくつかのセンサを搭載した多機能ロボットを設計・製作し、PIC16F88 搭載の標準型マザーボードには、小学生高学年、中学生を対象とした自律型ロボットの基本形を設計した。これについては、子どもたちが自由にロボットの形をデザインすることが可能で、製作にあたっては工作・加工も容易な材料を用いて比較的短時間でロボット本体を製作できるよう工夫した。

(3) PIC16F88 搭載の簡易型マザーボードを用いて、自律型ロボット以外の教材として、小学校低学年を対象とした電子オルゴールを設計・製作した。

(4) 小学生でもパソコンを使って簡単に自律型ロボットにプログラミングでき、瞬時にダウンロードできるヒューマンインターフェースに優れたプログラミングソフトを製作した。基本は小学生高学年、中学生を対象とした自律型ロボット用に開発したもので、ロボットの移動のためのモータの制御信号や、センサからのデジタル信号やアナログの信号を簡単に取り込むことが可能なプログラミングソフトであるが、それを応用して電子オルゴールへの音符入力も可能とした。

(5) 開発した PIC16F88 搭載の標準型マザーボードを用いて、小学生高学年、中学生を対象とした工作教室等で自律型ロボットの製作実践を行った。マザーボードの部分はブラックボックスとして与え、ロボットのデザイン・製作、およびプログラミングを中心に子どもたちの独創性・思考力を育てることに主眼を置いた。その結果、ロボットのフレームや足回りなどについては比較的短時間で製作することができ、オリジナルのデザインやプログラミングの部分などで時間をかけることができた。子どもたちは興味を持って望んでおり、先端的な科学技術に親しみながらものづくりを行い、巧緻性と論理的な思考力を高めるといふ面から、十分な効果があると判断された。図に実践を行った際のテキストの例を示す。併せて、PIC16F88 搭載の簡易型マザーボードを用いて、小学校低学年を対象とした電子オルゴールの製作実践を行った。一般の親子を対象とした体験教室や学校現場など複数の機会で行った。与えられた時間内で実践を行うために、体験教室では簡単な製作とあらかじめ準備した曲のデータをダウンロードすることなどで時間の短縮化を図る一方、学校現場では自

分で作曲した音符の入力も含めてある程度時間をかけて行った。小学校低学年では先端的な科学技術に親しみながらものづくりを行うことは難しいとの見方もあったが、予想に反して小学校低学年でも十分な効果があると判断された。

上野市の小学校で使われているマザーボード

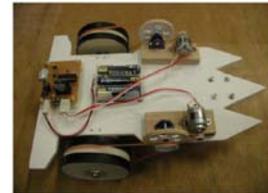
講師 川崎 直哉

「コンピュータのついた車をつくり、

自分の思い通りに動かしてみよう！」(第2回)

今回はコンピュータ制御できる「車」をつくりましょう！

今回のクラブを通じて、おもしろい働きや、すずめたい働きなどをパソコンで作成（プログラミング）し、その情報を車のコンピュータに転送して、思い通りに車を動かしてみよう！ どのような車は自律型ロボットと称はあります。パソコンなどの操作ではなく、ロボット自身が判断して動作することが自律型と呼ばれる理由です。第2回目は、マイクロコンピュータを搭載した黒板を、前回各自で作ったオリジナル・ロボットに取り付けます。



今回はここまでできればOK!!!

★ マイクロコンピュータ（マイコン）とは？  
マイコンとはマイクロコンピュータの略称であると同時に、「マイ（私の）」「コン（コンピュータ）」「ピュー（計算）」の頭文字のマイコンピューの略称のことです。普通、コンピュータがついていない電気機器では、スイッチを入れると動きだし、スイッチを切ると停止することが動作の基本です。これに、例えば電圧のつば、設定した範囲になると停止したり、黒板では、風の強さを自動的に調節したり音を出したりできます。これは、材料の性質を利用したり、仕組みを工夫して機械的に自動化したものです。

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8件)

1. 大橋奈希左・阿部靖子「教師教育における『アート』教材開発の試み」日本教育大学協会研究年報, 査読有, 第28集, 61/76 (2010)

2. 山本利一・田口浩継・川崎直哉・杵淵信「ロボットコンテストの競技ルールの推移と今後の課題」埼玉大学教育学部附属教育実践センター紀要, 査読無, 第8巻, 125/137 (2009)

3. Makoto KINEFUCHI, Naoya KAWASAKI, Takashi TORII, Hiraku ABIKO「Development and Operation of the Some Self-made Teaching Materials which Used a Microcomputer for the Beginners」International Conference on Technology Education In the Asia Pacific Region ITCE-TW2009, 査読有, 159/167 (2009)

4. 萩嶺直孝・田口浩継・山本利一「身近な課題を解決するための模型製作を題材とした制御学習の検討」日本産業技術教育誌, 査読有, 第51巻, 277/284 (2009)

5. 杵淵信・鳥居隆司・川崎直哉・安藤明伸「マイクロコンピュータを使用した情報教育の大学教養科目への展開」コンピュータ&エデュケーション(CIEC 会誌), 東京電機大学出版局, 査読有, 第24巻, 48/51 (2008)

6. Makoto KINEFUCHI, Naoya KAWASAKI, Takashi

TORII, Akinobu ANDO 「Development of Teaching Material Using simple Microcomputer System for Junior High School」 International Technology Education Conference, ITEC-UB2007, 98/105 (2007)

7. 村松浩幸・川崎直哉・山本利一・田口浩継・杵淵信 外「第7回創造アイデアロボットコンテスト中学生全国大会報告」日本産業技術教育誌, 査読有, 第49巻, 98/101 (2007)

8. 山本利一・家永知明・田口浩継・牧野亮哉 「中学校におけるロボットコンテストの実施調査」日本機械学会論文誌, 第49巻, 2/9 (2007)

〔学会発表〕(計13件)

1. 山本利一, 星野孝仁, 杵淵信, 川崎直哉, 田口浩継 「PICマイコンを用いた情報に関する技術の授業実践」日本産業技術教育学会第52回全国大会, 2009年8月23日, 新潟

2. 佐渡由治, 永井欽, 杵淵信, 川崎直哉, 鳥居隆司 「小・中学生を対象とした自律型ロボット教材によるマイコン学習講座の実践」日本産業技術教育学会第52回全国大会 2009年8月23日, 新潟

3. 杵淵信, 川崎直哉, 鳥居隆司, 松浦正史, 吉田昌春岐, 松岡守, 田口浩継, 山本利一 「学習者のITポテンシャルを高めるためのマイコン関連学習の要素」日本産業技術教育学会第52回全国大会 2009年8月23日, 新潟

4. 星野孝仁, 山本利一, 杵淵信, 川崎直哉, 田口浩継 「PICマイコンを活用した製作題材の提案と授業実践」日本産業技術教育学会関東支部大会 2009年11月28日, 埼玉

5. 杵淵信, 川崎直哉, 鳥居隆司, 田口浩継, 山本利一 「マイコンを使用したマイコンプログラムの開発利用」日本産業技術教育学会第51回全国大会 2008年8月24日, 仙台

6. 杵淵信, 川崎直哉, 鳥居隆司, 紺谷正樹 「VisualBASICを利用したマイコンのプログラミング環境の開発」日本産業技術教育学会第51回全国大会 2008年8月24日, 仙台

7. 萩嶺直孝・田口浩継 「情報とコンピュータにおけるプログラムによる計測・制御の実践(2)-身近な課題を解決するためのモデルの制御-」日本産業技術教育学会第21回九州支部大会 2008年10月11日, 長崎

8. 杵淵信・鳥居隆司・川崎直哉・安藤明信 「員養成系教養教育におけるマイクロコンピュー

タ教育の実践」日本産業技術教育学会第50回全国大会 2007年8月26日, 大阪

9. 萩嶺直孝・田口浩継 「情報とコンピュータにおけるプログラムによる計測・制御の実践-身近な問題を解決するためのモデルの制御-」日本産業技術教育学会第20回九州支部大会 2007年10月13日, 佐賀

10. 田口浩継・西陽平 「ロボットコンテストにおける教材・教具の開発」日本産業技術教育学会第20回九州支部大会 2007年10月13日, 佐賀

〔図書〕(計1件)

1. 古金谷博・藤尾聡子・鳥居隆司 「Java入門」日経BPソフトプレス, 260 (2009)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川崎 直哉 (KAWASAKI NAOYA)

上越教育大学・その他部局等・その他  
研究者番号: 40145107

(2) 研究分担者

杵淵 信 (KINEFUCHI MAKOTO)

北海道教育大学札幌校・教育学部・教授  
研究者番号: 30261366

鳥居 隆司 (TORII RYUJI)

椛山女学園大学・文化情報学部・教授  
研究者番号: 90207663

小林 辰至 (KOBAYASHI TATSUSHI)

上越教育大学・大学院学校教育研究科・教授  
研究者番号: 90244186

阿部 靖子 (ABE YASUKO)

上越教育大学・大学院学校教育研究科・教授  
研究者番号: 00212556

田口 浩継 (TAGUTI HIROTSUGU)

熊本大学・教育学部・准教授  
研究者番号: 50274676

山本 利一 (YAMAMOTO TOSHIKAZU)

埼玉大学・教育学部・教授  
研究者番号: 80334142