

## 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25年6月4日現在

機関番号：13103

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22531016

研究課題名（和文） 自律型ロボットを用いた校内競技会による「ものづくり」への動機づけと達成感の共有

研究課題名（英文） Acquisition of the sense of accomplishment and the higher motivation to "making a thing" through a campus competition by using autonomy vehicle type robots in the elementary school upper grades students or the junior high school

研究代表者

川崎 直哉 (KAWASAKI NAOYA)

上越教育大学・副学長

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。ロボットを用いて小学校で校内競技会を行い，「ものづくり」への動機づけと達成感の共有を確認した。

研究成果の概要（英文）：For the junior high school students or the upper school year elementary school students, we have developed cheap teaching materials by which children can experience advanced technology directly. Concretely, we have developed 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 large freedom. On the other hand, fundamental sensor modules and a microcontroller module are supplied. As a result of a campus soccer competition using autonomy vehicle type robots in the elementary school, we confirmed that the elementary school students acquired the sense of accomplishment and the higher motivation to "making a thing".

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2012年度	800,000	240,000	1,040,000
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

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，ものづくり，校内競技会，標準モデル，小学校高学年，中学校技術，自律型ロボット

## 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。
- (4) 「ものづくり」への動機付けを高め、達成感を共有するひとつの方法としてロボットを用いた校内競技会の開催を行う。自律型ロボットによる競技会は珍しくないが、校内で自律型ロボット競技会を行い、「ものづくり」や「先端技術」への理解・興味を高めている例は少ないと考えられ、これも本研究での大きな特徴となっている。

## 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

す。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（PIC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）も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) また、「ものづくり」への動機付けを高め、達成感を共有するひとつの方法としてロボットを用いた校内競技会の開催を行う。対象は小学校4年生から6年生で希望する子どもたちで、放課後、定期的にプログラミング等を指導した後、自律型ロボットを用いた校内サッカー競技会を行う。

## 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設計・製作した。製作したPIC16F88搭載の標準型マザーボードの外観を図に示す。このマザー

ボードはモータドライバー等を標準搭載しており、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オプションなしで製作できるよう設計した。これを用いて子どもたちは、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。

(2) 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。

(3) 開発した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臨んでおり、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う面から、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。

(4) 上越教育大学附属小学校において、ロボットを用いた校内競技会を開催した。まず、放課後に「ロボットサッカー教室」と称して、4年生以上の希望者36名に対して、主として、ロボットのセンサの働き、基本プログラムの簡単な説明、プログラムのダウンロードによるロボット本体の駆動、センサによる外部状況の取り込み・条件分岐などを考慮したロボットの実践動作、総合プログラムによる練習試合などを中心に講習した。2ヶ月間8回ほどの講習では大学教員、附属学校教員の立ち会いの下、主に大学院生が指導に当たり、全体講習の後、グループに分かれて大学院生アシスタントの助言を受けながら実際にロボットを動作させた。ロボットは赤外線を発光するボールをプログラムによって追いかけてゴールを狙うもので、子どもたちのレベルに合わせて、



独自のプログラムも可能で、楽しみながらものづくりや科学技術に親しむことができた。

その後、校内競技会を開催した。競技の結果は意外にも4年生のチームが優勝して、上位学年のチームの悔しがりようは、ほほえましいものがあった。今回はものづくりや情報技術などの興味を持った子供たちが中心であったが、校内競技会という具体的な目標を持った子供たちは集中力を持って講習会に参加し、大会によって達成感が醸成されたと考えている。

上越教育大学附属小学校

「ロボットカーをつくり、自分の思い通りに動かしてみよう！」(第1回)

★ コンピュータ制御できる「ロボットカー」をつくりましょう！  
 専用のソフトでロボットカーを自由に動かすことができる。また、赤外線センサーや超音波センサーなどを用いて、自分の思い通りに動かしてみよう！  
 自分でつくったロボットカーは、自分で動かすだけでなく、人の操作でも動く。ロボットが自分で動くように動作させることが目標です。  
 目標が達成されたら、表彰状を贈ります。

回	内容
第1回	つくったロボットカーの動作
第2回	赤外線センサーの動作
第3回	超音波センサーの動作
第4回	赤外線センサーの動作
第5回	超音波センサーの動作
第6回	赤外線センサーの動作
第7回	超音波センサーの動作
第8回	赤外線センサーの動作
第9回	超音波センサーの動作
第10回	赤外線センサーの動作
第11回	超音波センサーの動作
第12回	赤外線センサーの動作
第13回	超音波センサーの動作
第14回	赤外線センサーの動作
第15回	超音波センサーの動作
第16回	赤外線センサーの動作
第17回	超音波センサーの動作
第18回	赤外線センサーの動作
第19回	超音波センサーの動作
第20回	赤外線センサーの動作
第21回	超音波センサーの動作
第22回	赤外線センサーの動作
第23回	超音波センサーの動作
第24回	赤外線センサーの動作
第25回	超音波センサーの動作
第26回	赤外線センサーの動作
第27回	超音波センサーの動作
第28回	赤外線センサーの動作
第29回	超音波センサーの動作
第30回	赤外線センサーの動作
第31回	超音波センサーの動作
第32回	赤外線センサーの動作
第33回	超音波センサーの動作
第34回	赤外線センサーの動作
第35回	超音波センサーの動作
第36回	赤外線センサーの動作

#### 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10件)

① 山本利一、川崎直哉、本村猛能「生活の中に組み込まれた自動制御の仕組みを学習する教員研修の提案」埼玉大学教育学部附属教育実践総合センター紀要、査読無、第12号、9/14(2013)

② Toshikazu YAMAMOTO, Koji OGIKUBO et al.  
 「Proposal of the Instruction Process of the Energy Conversion Learning focusing on Experience-based Activity」 Proceedings of 4th International Symposium on Robotics in Science and Technology Education, 査読有、16/21(2011)

③ 吉山泰樹、小林辰至「プロセス・スキルズの観点からみた観察・実験等の類型化」理科教育学研究、査読有、第52巻、107/119(2011)

④ 田口浩継、古庄理史、萩嶺直孝「ロボット製作題材における自己指導能力」日本産業技術教育学会九州支部論文集、査読有、第18巻、101/108(2011)

⑤ 杵淵信、川崎直哉、鳥居隆司「電子工作実践を導入した情報関連学習が学習者へ与える

心理的パフォーマンス」CIEC 研究会論文誌、  
査読有、第2巻、4/11 (2011)

⑥村松浩幸、杵淵 信、山本利一、川崎直哉、田口浩継 他「ロボット学習を通して形成される生徒の技術観・職業観を把握する意識尺度の開発」日本産業技術教育誌、査読有、第52巻、103/110 (2011)

⑦田口浩継、山本利一、村松浩幸、杵淵信、渡壁誠、川崎直哉 他「第10回全日本中学校技術・家庭科研究会主催創造アイデアロボットコンテスト報告」日本産業技術教育誌、査読無、第52巻、149/152 (2011)

⑧山本利一、田口浩継 「PICマイコンを活用した情報に関する技術の授業実践」埼玉大学教育学部附属教育実践総合センター紀要、査読無、第10号、83/90 (2011)

〔学会発表〕(計15件)

①田村謙次、鳥居隆司 「Grammatical EvolutionによるGhost Team生成と訓練データの検討」電気学会全国大会、2013年3月21日、名古屋

②関野幹裕、川崎直哉、杵淵信 「ものづくりに対する興味を醸成する教材と製作活動」日本産業技術教育学会第24回北陸支部大会、2012年11月10日、新潟

③紺谷正樹、杵淵信 「計測・実習教材 Allmay を活用したカリキュラム構築とその実践」日本産業技術教育学会北海道支部第26回大会、2012年10月27日、札幌

④山本利一、関根昭裕 「新学習指導要領に対応したロボットコンテスト課題の提案」日本機械学会 2012年度年次大会、2012年9月10日、金沢

⑤長瀬大、大森康正、川崎直哉 「学習リソース検索システムにおける集合知を用いたコーパスの活用」日本産業技術教育学会第55回全国大会、2012年9月1日、宇都宮

⑥長谷川直紀、吉田裕、稲田結美、小林辰至 他「小中学校の理科の観察・実験内容に即した探究のスキルについての一考察(1)ープロセス・スキルズをもとにした検討ー」平成23年度第7回日本科学教育学会研究会、2012年6月23日、長野

⑦村松浩幸、杵淵 信、山本利一、川崎直哉、田口浩継 他「エネルギー変換に関する技術科のロボット学習の成果と課題」日本産業技術教育学会第54回全国大会、2011年8月27

日、宇都宮

⑧杵淵信、紺谷正樹 「マイコンによる計測学習の指導に関する研究」日本産業技術教育学会第54回全国大会、2011年8月27日、宇都宮

⑨杵淵信、川崎直哉、紺谷正樹 「電子工作を含むものづくり実践がもたらす学習者の情意への影響」日本産業技術教育学会第53回全国大会、2010年8月28日、岐阜

〔図書〕(計2件)

①森夏季節、鳥居隆司、立田ルミ、大岩幸太郎 「基本から分かる情報リテラシー」日経BP社、82頁(2013)

②山本利一 「技術科教育における技能の形成と支援」開隆堂、219頁 (2010)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

川崎 直哉 (KAWASAKI NAOYA)  
上越教育大学・副学長  
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)  
椋山女学園大学・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・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