

令和元年6月21日現在

機関番号：13103

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K04748

研究課題名(和文) 自律型ロボット教材による小学校高学年生の科学技術への醸成と言語学習への応用

研究課題名(英文) Breeding to technology and application to language learning against the upper grades children of the elementary school by using the autonomy type robot teaching materials

研究代表者

川崎 直哉 (KAWASAKI, Naoya)

上越教育大学・その他部局等・学長

研究者番号：40145107

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：小学校高学年を対象として、子供達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で、ロボットによるサッカー競技会にも適用可能なものである。基本的センサは標準装備、ロボットの機構部分の製作は自由度が大きく、子供の発想力を生かせる形のものを検討した。それを用いてサッカー競技を行いその教育的効果について確認した。

ロボットの動作と英会話の音声を同期させたヒューマノイド型(ヒト型)小学校英語インストラクターロボットの開発を試みた。開発したロボットを小学校英語教育(学習)に導入して、ロボットと一緒に英語を楽しむ効果について検証する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

子供達の理科離れ、科学離れが指摘されているが、特に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供達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。そのため、先端技術を教材化して扱いやすい形の安価な教材の開発は教育的意義が大きいと考えられる。また、小学校の英語学習についても指導方法のひとつとして、先端技術を盛り込むことにより子供達の興味を高めると期待される。その一例として、ロボット導入の効果を検討することは教育的意義が大きいと考えられる。

研究成果の概要(英文)： For upper grades children of the elementary school, we developed cheap teaching materials by which they can experience advanced technology directly. Concretely, we developed the autonomy vehicle type robot equipped with a microcontroller, which satisfies necessary specifications for the robotic soccer games. The children, based on ideas of themselves, 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 practiced playing the robotic soccer games using the developed teaching materials, and evaluated the effect in educational scene.

We tried to develop a humanoid type (human-type) English instructor robot for elementary school. This robot can speak English, and his movement synchronizes with sounds of the English conversation. We are going to introduce the above robot into learning English for elementary school, and inspect an effect about enjoying English with a robot.

研究分野：科学技術教育

キーワード：教材開発 自律型ロボット 小学校英語 ものづくり

## 1. 研究開始当初の背景

- (1) 子供達の理科離れ、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供達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、近年、英語学習やプログラミング学習なども導入されることになり、サイエンスやアートの要素の他に、今後は工学（エンジニアリング）的な要素を中心としたいいわゆるテクノロジーについても若干ながら学ぶことになると考えられる。テクノロジー的な内容については中学校になると「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のみで、子供達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。
- (3) 小学校における英語学習についても指導の方法のひとつとして先端技術を盛り込むことにより子供達の興味を高めると期待されることから、ロボットなどの導入が期待される。

## 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、子供達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・普及とそれを生かした科学技術の啓蒙を目指す。
- (2) 小学校高学年生において、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、マイクロコンピュータを搭載して自動走行する自律型走行ロボットの製作を通して、電子回路を組み込んだマザーボードの部分はブラックボックスとして与え、ロボット本体の「デザインと製作」及び「プログラミング」を中心に、子供達の独創性・思考力及び「ものづくり」への興味を育み、子供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、小学校の図工にも深く関係すると考えられることから、その要素を積極的に取り入れ、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、子供達に「先端技術」への興味を高めることを本研究のひとつの目標とする。
- (4) 英語学習についても指導の方法のひとつとして先端技術を盛り込むことにより子供達の興味を高めると期待されることから、ロボットから発せられる英会話の音声とロボットの動作を同期させたヒューマノイド型（ヒト型）小学校英語インストラクターロボットの開発を試みた。開発したヒューマノイド型ロボットを小学校英語教育（学習）に導入して、ロボットと一緒に英語を楽しむ効果について検証することを本研究のもうひとつの目標とする。

## 3. 研究の方法

- (1) 小学校高学年生および中学生に対して、以下を満足するロボットの開発を継続して行ってきた。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た。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する。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、子供達が先端技術に接して学習する教材とする。

マイクロコントローラ搭載の自律型走行ロボットであること。

走行部・駆動部の機構の製作については自由度が大きく、子供の発想力を生かせるもの。  
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。  
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。

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。

ロボットのフレーム・外形等のデザイン・製作については、子供達が自由な発想・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供達の独創性・思考力を育てることができること。  
完成したロボットは、小学校高学年生がサッカー競技に必要な機能を備えた自律走行型ロボットであること。

機能の割には安価であること。

- (2) 製作したロボット教材を用いてサッカー競技会による実践を行い、有効性の評価とそれに基づいた改良を行なった。広く教材としての普及を考え、競技用ロボットに搭載可能なレベルのマザーボード（PIC18F2420 搭載）の他に、機能を制限した簡易型マザーボード（PIC16F88 搭載）も製作して、小学校高学年の課外活動および工作経験のない学生が多い大学生の授業を対象に開発したロボット教材の可能性を検討した。
- (3) 最終完成したロボットの量産に当たって、マザーボード基板など製作を外注依頼するものと、ギアなど汎用の部品を流用するものとに分け、外注するものについては量産体制の確立を行い、汎用部品については価格も考慮して最終決定した。
- (4) 英語学習についても指導の方法のひとつとして先端技術を盛り込むことにより子供達の興味を高めると期待されることから、ヒューマノイド型（ヒト型）小学校英語インストラクターロボットの開発を試みた。具体的には音声合成マイコンとパソコンとのインターフェースをロボットに搭載し、シリアルインターフェースか WiFi などを通じて、パソコンに接続することにより、パソコンとの音声でのやりとりを行う様なヒューマノイド型ロボットの開発を試みた。

#### 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（PIC18F2420 搭載）を設計・製作し、量産を行った。図 1 に製作したマザーボードの外観を示す。

- (2) いくつかのセンサやロボットサッカー競技に必要な機能を備えた、上記マザーボードを使用した多機能ロボットを設計・製作した。これについては、子供達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。図 2 に製作

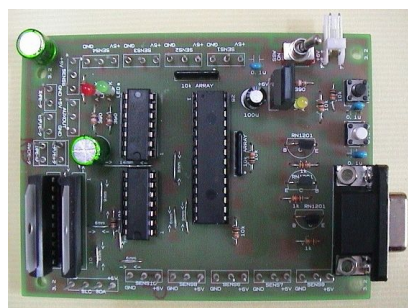


図 1 製作したマザーボード

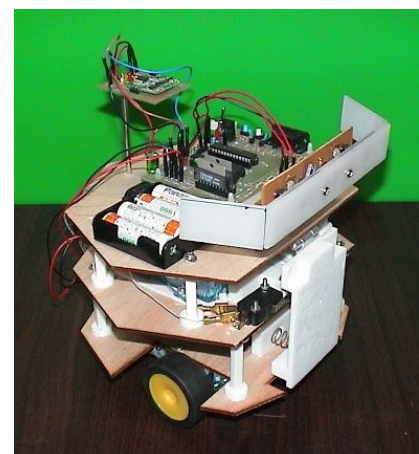


図 2 製作した多機能ロボット

した多機能ロボットの外観例を示す。

- (3) 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。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。
- (4) 開発したマザーボードを用いて、小学生高学年対象の自律型ロボット工作教室を通じて製作実践を行った。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供達の独創性・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。
- (5) 完成したロボットは、サッカー競技会に必要なタッチセンサ、赤外線センサ、方位センサ、ボールキック機構等を備えた自律走行型ロボットで、それらを用いてサッカー競技会を行った。対象者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う面から、十分な効果があると判断された。
- (6) 小学生高学年の英語学習についても、指導の方法のひとつとして先端技術を盛り込むことにより子供達の興味を高めると期待される。開発中のロボットはパソコンのモニター画面上の文字を音声に変換して発音、ロボットへの音声をモニター画面上の文字に変換できる機能を持つようなロボットで、パソコンを通じて子供達とやりとりできるものである。
- (7) タブレットパソコンなどと画像や音声をやりとりできる市販のロボットを用い、上記の導入準備もかねて、特別な支援を必要とする子供達と特別支援教育を専門とする大学教員の間でコミュニケーションを取る試みを行った。子供達のロボットに対する興味も含めてコミュニケーションツールとしての効果と可能性を認識した。図3に様子を示す。
- (8) 開発中のロボットの使い方としては、パソコンのキーボード等を使って直接、子供達と音声のやりとりを行うほか、パソコンに組み込んだ開発中のカリキュラムの言語項目を組み込んだソフトウェア、具体的には文や語彙を組み込んだソフトウェアによって、ある程度自律的に英語学習に対応することも可能になると考えている。なお、組み込む文や語彙については検討が終了している。

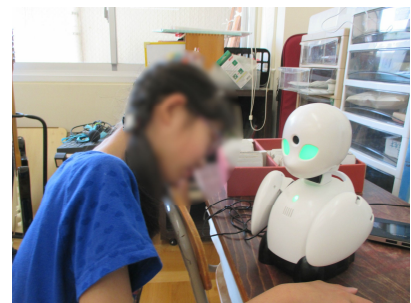


図3 ロボットを通したやりとり

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計7件)

石瀆博之：「中学1年生の聴解力の変容－教材“*Hi, friends! 1・2*”を学習した生徒に焦点をあてて－」, 盛岡大学研究紀要(査読無), 第36号, 27/43 (2019) .

Thur low, J. : 「A Study of some Issues associated with the Introduction of Reading and Writing English in Japanese Elementary Schools from a Teacher's Perspective」, 聖霊女子短期大学紀要(査読無), 第47号, 1/7 (2019) .

石瀆博之, 藪下克彦：「外国語活動の授業で手品(マジック)を導入する試み - コミュニケーションの手段としての手品(マジック)のあり方 - 」, 鳴門教育大学研究紀要(査読無), 第33巻, 119/131 (2018) .

金田 忠裕, 藪 厚生, 安藤 太一, 大崎 純平, 川崎 直哉：「ユニットの組み合わせによって構成

可能なロボットアーム教材の開発」,日本産業技術教育学会誌(査読有),第59巻,第4号,273/279(2017)。

Thur low, J.:「Active Learning: its Use in English Conversation Classes and Role in University Education」,聖霊女子短期大学紀要(査読無),第46号,1/7(2018)。

石瀨博之:「小学校英語「ごっこ遊び」指導案集」,鳴門教育大学報告書(査読無),全151頁(2017)。

山崎貞登,山本利一,田口浩継,安藤明伸,大谷忠,大森康正,磯部征尊,上野朝大:「小・中・高校を一貫した技術・情報教育の教科化に向けた構成内容と学習到達水準表の提案」,上越教育大学研究紀要(査読無),第36巻2号,581/593,(2017)。

〔学会発表〕(計25件)

石瀨博之:「小学校英語の現状と諸課題」,新英語教育研究会愛知支部例会,(2019)。

鳥居隆司:「インタラクティブをもつビジュアル表現のプログラミング教育と実践」,PCカンファレンス論文集,コンピュータ利用教育学会,(2018)。

山本利一:「情報教育の体系化に向けたプログラミングにおける論理回路学習の効果」,日本産業技術教育学会 第61回全国大会(信州),(2018)。

杵淵信:「外国語学習支援ロボットの開発」,日本産業技術教育学会 第61回全国大会(信州),(2018)。

鳥居隆司:「グラフィック出力を備えたブラウザベースのオブジェクト指向言語の軽量実行環境」,PCカンファレンス論文集,コンピュータ利用教育学会,(2017)。

山本利一:「初等教育向けプログラミング教材の評価と課題~小学校教員によるWedoやOsumo等の制御教材の効果と評価~」,第10回科学技術におけるロボット教育シンポジウム,(2017)。

杵淵信:「プログラミング教育に向けたプログラム言語学習環境の開発」,日本産業技術教育学会 第60回全国大会(弘前),(2017)。

山本利一:「Petsを活用した小学校低学年向けプログラミング教育の提案」,日本産業技術教育学会 第32回情報分科会(上越)研究発表会,(2017)。

Toshikazu Yamamoto:「An Examination of Control Programming Learning in Japan Based on System and Design Thinking」,International Conference on the Design and Technology Teachers' Association,(2016)。

鳥居隆司:「Webブラウザベースのオブジェクト指向言語実行環境」,PCカンファレンス論文集,コンピュータ利用教育学会,(2016)。

川崎直哉:「組み合わせ可能なロボットアーム教材の製作と制御」,日本産業技術教育学会 第59回全国大会(京都),(2016)。

杵淵信:「マイコンの楽曲発音技術を利用した教材開発」,日本産業技術教育学会 第59回全国大会(京都),(2016)。

〔図書〕(計1件)

田口浩継,坂口謙一,奥野信一,山本利一 他(34名):第1章「技術科教育の目的と今日的課題」,第5章「技術科における”教材,教具,題材”」,『技術科教育概論』(日本産業技術教育学会・技術教育分科会編),九州大学出版会,3/10,117/122(全263頁)(2017)。

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

研究分担者氏名：石濱 博之

ローマ字氏名：ISHIHAMA Hiroyuki

所属研究機関名：盛岡大学

部局名：文学部 児童教育学科

職名：教授

研究者番号(8桁)：00223016

研究分担者氏名：杵淵 信

ローマ字氏名：KINEFUCHI Makoto

所属研究機関名：北海道教育大学

部局名：教育学部

職名：教授

研究者番号(8桁)：30261366

研究分担者氏名：田口 浩継

ローマ字氏名：TAGUCHI Hirotsugu

所属研究機関名：熊本大学

部局名：教育学部

職名：教授

研究者番号(8桁)：50274676

研究分担者氏名：サーロー・ジョン

ローマ字氏名：THURLLOW, John

所属研究機関名：聖霊女子短期大学

部局名：生活文化科

職名：講師

研究者番号(8桁)：50299773

研究分担者氏名：山本 利一

ローマ字氏名：YAMAMOTO Toshikazu

所属研究機関名：埼玉大学

部局名：教育学部

職名：教授

研究者番号(8桁)：80334142

研究分担者氏名：鳥居 隆司

ローマ字氏名：TORII Takashi

所属研究機関名：椛山女学園大学

部局名：文化情報学部

職名：教授

研究者番号(8桁)：90207663

研究分担者氏名：小林 辰至

ローマ字氏名：KOBAYASHI Tatsushi

所属研究機関名：上越教育大学

部局名：学校教育研究科

職名：名誉教授

研究者番号(8桁)：90244186

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。