

研究種目：基盤研究(C)
研究期間：2006～2008
課題番号：18500660
研究課題名(和文) 中学校におけるコンピュータの科学的理解力を伸ばす自律型ロボット教材の研究
研究課題名(英文) A Research of Autonomous Robots as Teaching Materials for Junior high school students to develop scientific understanding of Computers
研究代表者 紅林 秀治 (KUREBAYASHI SHUJI) 静岡大学・教育学部・准教授 研究者番号：60402228

研究成果の概要：コンピュータがプログラムで動作し、様々な機器の動作を制御していることを体験的に学習することで、科学的にコンピュータを科学的に理解する能力が身に付けることができることが可能になるか調査した。そのために、独自の教材用自律型ロボットを開発し、中学生に対する授業実践を行った。その結果、自動制御機器や家電等、日常利用している自動化されている機器の仕組みを類推できる能力が身に付いていることがわかった。類推の背景には、コンピュータ、電気回路、アクチュエータ、センサー等が連動しているシステムを構成していることや、入力に対してその情報を処理して出力している関係を理解するなど、コンピュータの役割や仕組みを科学的に理解する視点が生まれてくることがわかった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,200,000	0	1,200,000
2007年度	900,000	270,000	1,170,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	540,000	3,540,000

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：技術教育, 自律型ロボット

1. 研究開始当初の背景

小中学生を対象とした、制御学習用教材は、体験的な学習を重視しものが多く、コンピュータ制御の仕組みを科学的に捉えるための指導へと発展していかなかった。また、コンピュータがプログラムにより動作することを学習の主題としてコンピュータを科学的に捉えるための学習指導方法が確立していなかった。

2. 研究の目的

コンピュータの学習には、プログラミング

学習が必要不可欠である。なぜならば、プログラミングを通してコンピュータの動作原理やソフトウェアの仕組みに関して理解できるとともに、科学的なリテラシーも理解できるからである。しかし、座学中心の学習方法では、中学生にとってプログラミングに興味を持ちながら学習を進めることは難しい。そこで、ロボット教材を用いてコンピュータの科学的理解を促進する教育方法およびカリキュラムを考案し提案する。

3. 研究の方法

以下の順序で研究を進めた。

(1)教育用プログラム言語「ドリトル」を用いた2軸制御自律型ロボットの開発

プログラミングを初めて学ぶ小中学生には、ロボット教材を利用したプログラミング学習のほうが、よりわかりやすく学習できる。申請者は、プログラミングを楽しく学んでもらうために、小中学生向けの学習用教材として、モータを2個制御する(以下「2軸制御」と呼ぶ)ことが可能な自律型制御ロボット基板を開発し、「もの作り」と「プログラミング」の融合学習の実践を行う。この開発した基板では、ロボット制御のための命令として、教育用プログラム言語「ドリトル」を用いる。

(2)教育用プログラム言語「ドリトル」を用いた3個制御自律型ロボットの開発

2軸制御では、子どもが製作したロボットカーを前後左右に移動させる制御で2軸を使い切ってしまう、モノを持ち上げたり、運んだりするような仕事をさせるような制御ができない。そこで、「ドリトル」によるプログラミングが可能で、3軸制御を可能とする自立型制御のロボット教材を開発する。

(3)自律型ロボットコンテストの開催

開発した基板を用いて、中学校で3軸制御自律型ロボットの製作を製作し、各自が競い合う形での自律型ロボットコンテストを実施する。これにより3軸自律型ロボット教材の授業実践上の問題点や自律型ロボコンの課題を明らかにし、中学生に実践可能な自律型ロボットコンテストのカリキュラムと評価基準を作成する。

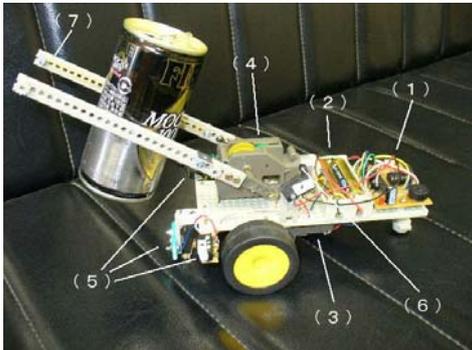


図1 開発した自律型3軸制御ロボット



図2 ロボットコンテストに取り組む生徒

図1に開発した基板により製作した自律型3軸制御ロボットを示す。図2に開発した基板を用いてロボットコンテストを行っている中学生の様子を示す。

(4)計測可能な自律型ロボット教材の開発

計測を可能にした教材用制御基板を開発した。この基板では、PIC16F88のAD変換を利用することでアナログセンサーの利用を可能にした。これにより、以下に示す計測と制御の学習の流れが可能になる。

①ロボットに搭載したアナログセンサーで測定したデータを保存する。

②保存されたデータを開発したインターターフェイスによってホストコンピュータへアップロードする。

③アップロードされたデータはホストコンピュータで数値やグラフで示す。

④データを基にアナログセンサーを利用した制御プログラムを作成する。

図3に開発した基板、図4に開発したインターフェイスを示す。

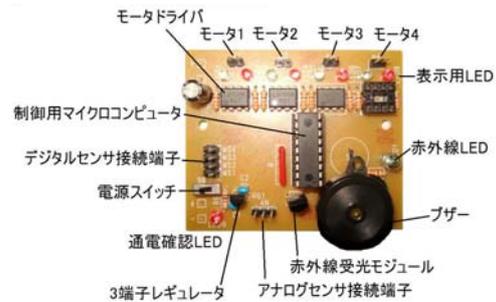


図3 開発した計測可学習可能な制御基板



図4 データ転送用インターフェイス

開発した基板により以下の動作が可能となった。

①制御プログラムの転送と計測データの送受信に赤外線を利用

プログラムやデータの送受信に赤外線を利用するため、ホストコンピュータと基板間でコードの着脱がないため基板の破損がしにくい。図3は、制御プログラムを転送している様子である。

②計測したデータを視覚化できる

計測したデータは、ホストコンピュータにより、計測した順に数値とグラフとして表されるために学習者が確認しやすい。図4は、教育用プログラミング言語「ドリトル」を利用

し、データをグラフ化した画面である。

③新学習指導要領に対応した教材
計測したデータを制御プログラムに反映できるため、2008年に公示された、新学習指導要領（中学校技術科）で示された、「プログラムによる計測・制御」の学習に対応できる。

④様々なプログラミング言語に対応できる
制御プログラムは、ホストコンピュータから中間コードで転送されるため、プログラムから中間コードへの変換が可能なプログラムソフトならば、どのような言語に対応できる。

4. 研究成果

主な研究成果は以下の4点である。

- (1)中学生に学習可能な自律型3軸制御基板の開発ができた。
- (2)自律型ロボットを用いたプログラムによるロボットコンテストを実施できる中学校技術・家庭の授業カリキュラムを作成できた。
- (3)自律型ロボットを利用した学習した生徒は自動化したシステムの概要をセンサーの仕組みや入力と出力の関係から類推する力が養われていることがわかった。
- (4)計測による制御プログラムを作成するための4軸制御基板を開発できた。

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13件)

(1)自律型3モータ制御用ロボット教材の開発, 紅林秀治, 井上修次, 江口 啓, 鎌田敏之, 青木浩幸, 兼宗 進, 日本産業技術教育学会誌, 第51巻第1号, pp7-16, 2009(査読有)

(2) 自律型3モータ制御ロボット教材を用いた計測・制御の授業, 西ヶ谷浩史, 青木浩幸, 井上修次, 江口 啓, 紅林秀治, 静岡大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, No. 17, pp. 43-50, 2009(査読有)

(3) Proposal for Teaching Manufacturing and Control Programming Using Autonomous Mobile Robots with an Arm
Shuichi KUREBAYASHI, Susumu KANEMUNE, Hiroyuki AOKI, Toshiyuki KAMADA, Yasushi KUNO, Lecture Notes in Computer Science, LNCS 5090, pp. 75-86, Springer-Verlag, 2008(査読有)

(4) Development of an Educational System to Control Robots for All Students
Toshiyuki KAMADA, Shuichi KUREBAYASHI, Hiroyuki AOKI, Yoshikazu YAMAMOTO

Lecture Notes in Computer Science, LNCS 5090, pp. 63-74, Springer-Verlag, 2008(査読有)

5) 教材用自律型ロボットの改良とその評価
紅林秀治, 室伏春樹, 静岡大学教育学部研究報告教科教育学篇, 第40号, pp. 61-70, 2008(査読有)

(6) 自律型3軸制御ロボット教材を用いた授業と評価, 紅林秀治, 秋山友徳, 西ヶ谷浩史, 江口啓, 静岡大学教育実践総合センター紀要, No. 15, pp. 45-52, 2008(査読有)

(7) コンピュータプログラムを学習すると何が身につくのか, 紅林秀治, 高校「情報科」情報誌チャンネル, Vol. 8, pp. 1-2, 2008(査読有)

(8) 小集団を利用した自律型ロボット制御の学習, 西ヶ谷浩史, 紅林秀治, 静岡大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, No. 13, pp121-pp128, 2007(査読有)

(9) 自律型3軸制御ロボット教材を用いた授業-制御プログラミングによるロボットコンテストの実践-, 紅林秀治, 秋山友徳, 静岡大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, No. 13, pp111-pp119, 2007(査読有)

(10) ロボット制御でプログラミング, 紅林秀治, 『技術教室』農山漁村分科協会1月号, pp8-15, 2007, (査読有)

(11) 制御教育への利用, 紅林秀治, 情報処理, vol. 48 No. 6 508号, pp. 602-606, 2007(査読有)

(12) 自律型ロボットを活用した情報教育, 紅林秀治, 佐藤和浩, 兼宗進, 静岡大学教育学部研究報告教科教育篇, 第37号, pp153-pp161, 2006(査読有)

(13) Learning Computer Programming with Autonomous Robots
Shuichi Kurebayashi, Susumu Kanemune, Toshiyuki Kmada, Lecture Notes in Computer Science, LNCS 4226, 2006, pp138-pp149(査読有)

〔学会発表〕(計18件)

(1) 紅林秀治, 自律型3軸制御ロボット教材を用いた教育の提案, 電気学会教育フロンティア研究会2009.3.6(千葉大学)

(2) 紅林秀治, Development of an Autonomous Mobile Robot with an Arm as a Teaching

Material

First International Conference on Intelligent Networks and Intelligent Systems, 2008. 11. 2 (武漢大学)

(3) 紅林秀治, 制御プログラム学習における中学生の学習効果, 日本産業技術教育学会第 51 回全国大会 2008. 8. 24 (宮城教育大学)

(4) 紅林秀治, 自律型 3 モータ制御ロボット教材を用いた授業の試み, 日本産業技術教育学会第 51 回全国大会, 2008. 8. 24 (宮城教育大学)

(5) Shuji KUREBYASHI, Positive Side Effects of Programming Classes — Especially on Thinking ability and Mathematics—
The 3rd International Conference-ISSEP2008 Information in Science Schools—Evolution and Perspective, 2008. 7. 3 (ポーランド・コペルニクス大学)

(6) 紅林秀治, 計測可能な自律型ロボット制御基板の開発, 日本産業技術教育学会第 51 回全国大会, 2008. 5. 24 (宮城教育大学)

(7) 紅林秀治, 自律型ロボットのプログラム転送用のインターフェースの開発, 日本産業技術教育学会第 51 回全国大会, 2008. 5. 24 (宮城教育大学)

(8) 紅林秀治, 自律型 3 モータ制御ロボット教材を用いた授業と評価, 情報処理学会コンピュータと教育研究会, 2008. 5. 17 (京都コンピュータ学院)

(9) 紅林秀治, 自律型 3 軸制御ロボット教材を用いた中学校技術科の授業に関する研究, 日本産業技術教育学会第 50 回全国大会, 2007. 8. 24 (大阪教育大学)

(10) Shuji KUREBYASHI, The Effect of Learning Programming with Autonomous Robot for Elementary School Students, EuroLogo2007 40 Years of Influence on Education., Proceedings of the 11th European logo Conference, 2007. 8. 21 (スロバキア・コメニウス大学)

(11) 紅林秀治, 自律型 3 軸制御ロボット教材を用いた授業実践, 情報処理学会コンピュータと教育研究会, 2007. 2. 17 (一橋大学)

(12) Shuji KUREBAYASHI, Tri-axial Robot Programming Using Structured Robot-Control Language, 2nd International

Workshop on Information Science Education & Programming Language, 2007. 1. 24 (韓国・高麗大学)

(13) Shuji KUREBAYASHI, Structured Robot-Control Language on Dolittle Syntax, 2nd International Workshop on Information Science Education & Programming Language, 2007. 1. 24 (韓国・高麗大学)

(14) Shuji KUREBAYASHI, An ICT Education Project for Children in Japan Information Technologies at School, Proceedings of the Second International Conference "Infomatics in Secondary Schools: Evolution and perspectives", 2006. 11. 12, (リトアニア・セイマス)

(15) 紅林秀治, 教材用自立型制御ロボット基板の開発と授業実践, 日本産業技術教育学会第 49 回全国大会, 2006. 8. 26 (高知大学)

(16) 紅林秀治, 制御プログラムの学習効果について, 情報処理学会コンピュータと教育研究会, 2006. 5. 13 (静岡県立大学)

(17) 紅林秀治, IT クラフトマンシッププロジェクト～中学生によるネットワークプログラミング～, 情報処理学会コンピュータと教育研究会, 2006. 2. 25 (一橋大学)

(18) 紅林秀治, IT クラフトマンシッププロジェクト～小中学生による「ドリトル」プログラミング～, 靖情報処理学会コンピュータと教育研究会, 2006. 2. 25 (一橋大学)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

紅林 秀治 (KUREBAYASHI SHUJI)

静岡大学・教育学部・准教授

研究者番号: 60402228

(2) 研究分担者

兼宗 進 (KANEMUNE SUSUMU)

一橋大学・総合情報処理センター・准教授

研究者番号: 00377045

鎌田 敏之 (KAMADA TOSHIYUKI)

愛知教育大学・教育学部・准教授

研究者番号: 80232969

(3) 連携研究者

なし