

機関番号：12201
 研究種目：基盤研究（C）（一般）
 研究期間：2008～2010
 課題番号：20500773
 研究課題名（和文）新技術に対応する「ものづくりと計測・制御」用学習カリキュラムと評価方法の開発
 研究課題名（英文）Development of study curriculum and evaluation method for "Production and measurement/control" corresponding to new technology
 研究代表者
 針谷 安男（HARIGAYA YASUO）
 宇都宮大学・教育学部・教授
 研究者番号：30008932

研究成果の概要（和文）：本研究は、中学校技術科教育の「ものづくり」と「コンピュータ」の関連を図り、プログラムによる計測・制御の学習ができ、技術的課題解決力などを育成できる学習カリキュラムを開発した。教材として自律型ロボットを選定し、授業実践を行った。その結果、計測・制御に関する基礎・基本の知識・技能の習得ができ、課題発見力、課題解決力、生活を工夫し創造する力の育成に効果があることが明らかになった。

研究成果の概要（英文）：The present study developed a study curriculum for learning program-aided measurement/control considered relationship between "production" and "computer" of the junior high school technology education. Furthermore, the study curriculum was targeted to train the technical problem solution ability. The autonomous robot was selected and was utilized for a lesson as a teaching material, and the lesson practice was carried out. As a result, it was found to acquire a fundamental and basic knowledge and skills related to the measurement/control by using the developed curriculum. In addition, it was clarified to be able to promote the problem discovery skill, the problem solving skill and the devise/creating ability in daily life.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2009年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学，科学教育，産業・技術教育

キーワード：ものづくり，計測・制御，自律型ロボット，技術教育，カリキュラム

1. 研究開始当初の背景

情報技術の急速な発展に伴い、学校教育において、その学習方法と教材の開発の要望が高まっている。一方、中学校技術科における教育の基本構成の一つである「情報

とコンピュータ」の学習においてもその教材開発と学習内容が検討されている。技術科教育では、「技術とものづくり」と「情報とコンピュータ」の学習補助として1つの教材で多くの項目を学ぶことができ、[生き

る力],すなわち問題解決能力を育むことのできるロボット教材が多く教育機関で導入されている。教育機関等で行われているロボットの製作およびロボットコンテストを題材とした授業で行った場合の教育的効果は、受講者の製作意欲や問題解決力の育成に効果があると報告されている。これらのロボットは主にコントローラボックスを持ち、有線により人為的にロボットを操作している。

計測・制御学習のひとつとして、コンピュータを搭載したロボットの製作が注目され、教育的効果を検証した報告例も見られる。また、山本らは LEGO Mindstorms Robolab を用いたプログラムの分析と指導法についての研究報告をし、指導手順と指導内容の程度、作業進度、課題の細分化、生徒のつまずきなどが今後の課題となり、フローチャートの指導には教師側の適切な指導が重要であると述べている。森岡らは、マインドストームを利用した学習題材の位置付けと学習効果を検証し、生徒の授業への取組みが積極的であり、学習内容への満足度が高いことが示されている。石塚らは、ロボカップジュニアを題材とする情報技術教育の構築の一環として自律型ロボット用いた授業実践に取り組んでいる。しかし、自律型ロボット製作を通して「ものづくりと計測・制御」を学習する指導計画とカリキュラムはまだ一般化されておらず、各指導者が試行錯誤している状態である。

また、申請者らは、本研究に関連し、自律型ロボットの製作や授業実践を行い、「技術科教育のための計測・制御用教材の開発-自律型ロボットの製作-」、「ものづくりと計測・制御用教材の開発」、「技術科教育における自律型ロボット教材を用いた授業実践第2報」を報告した。さらに、日本産業

技術教育学会、日本機械学会等の講演会で研究発表を行い、研究計画、学習プログラムに関して貴重な助言を得た。

2. 研究の目的

本研究は、中学校技術科教育の「技術とものづくり」と「情報とコンピュータ」の関連を図り、ものづくりに関する設計、製作、電気回路、エネルギー変換とプログラムによる計測・制御などの学習ができ、技術的課題解決力や共同的行動能力を育成できる学習カリキュラムと評価方法を開発することを目的とした。

3. 研究の方法

「ものづくりと計測・制御」用学習教材として自律型ロボット教材を用いた。自律型ロボット教材は、ものづくりに関する設計、製作、電気回路、エネルギー変換とコンピュータによる計測・制御などの学習ができることが多くの研究者によって示されている。本研究では、市販されている教材を指導内容に沿って選定するとともに学習カリキュラムの作成を行った。さらに、学習カリキュラムに基づいた授業実践を行い、その評価検討をした。

(1) 「ものづくりと計測・制御」を学習できる自律型ロボット教材の選定

「プログラムによる計測・制御」学習では、コンピュータを働かせるプログラムの必要性と機能を理解させ、簡単なプログラムを作成する能力を育成し、身近な生活の中にコンピュータを用いた計測・制御が利用されていることを理解させる必要がある。

自律型ロボット教材の選定にあたり、シ

ミュレーション，CUI型，GUI型でプログラミングを行うこと，センサを利用した計測・制御を行うことができる教材とした．本研究では，製作の難易度，プログラミングの難易度，センサの種類と数，組み立ての自由度，様々な動力伝達機構の再現が行えること，発展性を考慮し，「Top Junior3」「LEGO MINDSTORMS-RX，NXT」を選定した．これらの教材は，ロボット製作，プログラムや計測・制御，アルゴリズムなど基礎から発展・応用まで様々な内容の学習をすることができる，

(2) 学習カリキュラムと授業実践

自律型ロボットを用いた計測・制御教材を用いた学習では，技術的な基礎・基本の習得とともに技術的課題解決力，共同的行動能力，自己統制力，工夫・創造する力，巧緻性，表現力の能力と態度を育成できるよう指導計画を作成した．

自律型ロボットの製作と計測・制御学習カリキュラムは，(1)身近な機器の中身を考えよう，(2)プログラム，計測・制御の基礎・基本事項，(3)自律型ロボットの製作とプログラミング(順次型)，(反復型)，(分岐型)，(応用-ロボット競技会-)，(4)身近な機器(模型)の製作とプログラミング，(5)発表会，まとめ，の学習内容を基本にした．また授業時間数は10単位時間である．

本授業実践は作成したカリキュラムに沿って，中学生(3年次)を対象にした技術科必修授業と選択技術で行った．

(3) 学習カリキュラムの評価

自律型ロボット教材を用いた学習の効果を授業の開始と終了時にアンケートにより調査し評価した．

アンケート項目は次のとおりである．

- 項目1：ロボットに対して興味がある
- 項目2：ロボットについていろいろなことを知りたい
- 項目3：計測・制御がどのようなものか知っている
- 項目4：身のまわりの機器がどのように制御されているか理解している
- 項目5：プログラムがどのようなものか知っている
- 項目6：プログラムを作成してみたい
- 項目7：プログラムについていろいろなことが知りたい
- 項目8：自分の力でプログラムが考えられるようになりたい
- 項目9：これから行う授業が楽しみだ

項目1～2がロボット学習に関する関心・意欲・態度，項目3～5がプログラムによる制御に関する知識・理解，項目6～8がプログラム学習に関する関心・意欲・態度である．回答は5件法で行い，数値が大きいほど肯定的意見とした．

各項目とも事後の平均値は4以上の値であり，特に知識・理解の項目の値は大きく増加し，「プログラムによる計測・制御」に関する十分な知識が得られたと考えられる．また，t検定の結果，項目6・7を除くすべての項目で有意な差が見られた．なお，項目6・7の関心・意欲・態度の面では事前，事後アンケートで高い数値を示しており，授業実践期間中は，関心・意欲・態度の面とも継続して維持できた．また，各時間終了時に行ったアンケートの結果から，本学習カリキュラムを行うことで，身近な機器の制御についてより詳しく理解することができ，その結果，生活の中に使われている技術に興味を持ち，技術を生活の中にかす力に関係のあると考えられる力の育成に

効果があることが明らかになった。

4. 研究成果

(1) 本研究では、製作の難易度、プログラミングの難易度、センサの種類と数、組み立ての自由度、様々な動力伝達機構の再現が行えることを考慮して、市販の教材を用いた。これらの教材を用いることで、ロボット製作、プログラムや計測・制御、アルゴリズムなど基礎から発展・応用まで様々な内容の学習をすることができる。

(2) 自律型ロボットの製作と計測・制御学習カリキュラムを作成し、授業実践を行った。学習カリキュラムは「プログラムによる計測・制御」に関する基礎・基本の知識・技能の習得に加え、学んだ技術を生活にいかす力、すなわち生活と技術の関連についての知識、技術に関する基礎的な知識・技能、積極的に生活にいかそうとする態度、問題発見力や問題解決力、工夫し創造する能力などの技術的素養の育成に効果があることが明らかとなった。

(3) 本提案された学習カリキュラムは、シミュレーション、CUI型、GUI型の3種類のソフトウェアを用い、異なる学習課題を達成させる学習方法を考案し、さらに生活との関わりの深い課題を複数設定し効果的な学習活動をねらっている点において、高く評価され多くの教育機関で参考にされている。

(4) 今後、本研究で提案した自律型ロボットを用いた「プログラムによる計測・制御」学習カリキュラムが、より改善され技術科教育の学習方法の一つとして平成24年度から実施される学習指導要領に沿って多くの教育機関で行われることが望まれる。

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24件)

- ① 針谷安男, 飯塚真弘, 山菅和良, プログラムによる計測・制御学習の授業実践とその学習効果の検証, 日本産業技術教育学会誌, 査読有, 2010, 第52巻, 第3号, pp. 205-214.
- ② Akiko Shimada, Shou Watanabe, Kazuyoshi Yamasuga, Takao Koujiya, Yasuo Harigaya, Development and Practice of Learning Material using LEGO Mindstorms NXT to Train the Ability to Application of Life in Technology Education, Proceedings of 3rd International Symposium on Robotics in Science and Technology Education, 査読有, 2010, pp.1-5.
- ③ 山菅和良, 糀谷隆雄, 渡邊 渉, 針谷安男, 技術科教育における生徒の能力を生かした学習システムに関する研究, 宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要, 査読無, 2010, 第33号, pp. 93-100.
- ④ 渡邊 渉, 山菅和良, 糀谷隆雄, 針谷安男, 自律型ロボットを用いた題材の開発—生活にいかす力を育てる学習方法の工夫—, 宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要, 査読無, 2010, 第33号, pp. 109-116.
- ⑤ 笠野安雄, 山菅和良, 糀谷隆雄, 渡邊 渉, 針谷安男, 「プログラムによる計測・制御」と「力の伝達の仕組み」を融合した複合教材の研究, 宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要, 査読無, 2010, 第33号, pp. 117-124.
- ⑥ 古平真一郎, 坂本弘志, 針谷安男, 自律型ロボット教材を用いた「プログラムによる計測・制御」学習の授業実践に基づ

- く学習効果の検証, 日本産業技術教育学会誌, 査読有, 第 51 巻, 第 4 号, 2009, pp. 285-292.
- ⑦ Akiko Shimada, Kazuyoshi Yamasuga, Yasuo Harigaya, Michiyoshi Suzuki, Lesson Practice and Evaluation on Learning of Programming, Measurement and Control Using Autonomous Robot Teaching Materials, Proceedings of LEGO Engineering Conference 2009, Science Centre Singapore, 査読有, 2009, pp. 30-38.
- ⑧ Akiko Shimada, Hisashi Shibasaki, Takashi Ishijima, Kazuyoshi Yamasuga, Yasuo Harigaya, Development of the Learning Curriculum for Measurement and Control Using LEGO Mindstorms ROBO LAB in Technology Education, Proceedings of 2nd International Symposium on Robotics in Science and Technology Education, 査読有, 2009, pp. 1-9.
- ⑨ 飯塚真弘, 山菅和良, 針谷安男, 自律型ロボット教材を用いたプログラムによる計測・制御学習プログラムの開発, 宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要, 査読無, 2009, 第 32 号, pp. 85-92.
- ⑩ 嶋田彰子, 山菅和良, 針谷安男, 鈴木道義: 自律型ロボット教材を活用したプログラムと計測・制御学習に関する授業方法の開発と評価, 日本産業技術教育学会誌, 査読有, 2008, 第 49 巻, 第 4 号, pp. 297-305.
- ⑪ Akiko Shimada, Kazuyoshi Yamasuga, Michiyoshi Suzuki, Yasuo Harigaya, A Lesson Practice on Learning of Programming, Measurement, Control and Power Train Using Autonomous Robot Teaching Material, Proceedings of 1st International Symposium on Robotics in Science and Technology Education, 査読有, 2008, pp. 15-18.
- ⑫ Shinichiro Kodaira, Hiroshi Sakamoto, Yasuo Harigaya, Development of Learning Program for "Program and Measurement/Control" Utilizing Autonomous Type Robot Teaching Material, Proceedings of 1st International Symposium on Robotics in Science and Technology Education, 査読有, 2008, pp. 19-23.
- ⑬ 坂本弘志, 古平真一郎, 山本利一, 鈴木道義, 針谷安男, 技術科必修授業向け『ロボコン題材』学習プログラム, 宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要, 査読無, 2008, 第 31 号, pp. 221-228.
- ⑭ 古平真一郎, 坂本弘志, 小宅稔也, 堤美香, 針谷安男, 自律型ロボット教材を活用した「プログラムと計測・制御」学習に関する研究, 宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要, 査読無, 2008, 第 31 号, pp. 229-236.
- [学会発表] (計 30 件)
- ① Kenji Suzuki, Naomi Itoh, Narihiro Nagamine, Takao Koujiya, Yasuo Harigaya, Akiko Shimada, Seminar on Making and Computer Programming Study by Using Autonomous Robots for Training of Teachers, Robofest 2011, 2011 年 3 月 14 日, Science Centre Singapore, シンガポール.
- ② 糺谷隆雄, 針谷安男, 鈴木研二, 伊藤直美, 長嶺成泰, 齋藤秀則, 技術科教育史と社会的要素を踏まえた授業・題材の開

発－工夫し創造する能力を育成する制御学習の実践－日本産業技術教育学会第26回情報分科会（山梨）2011年3月6日，山梨大学教育学部．

- ③ 鈴木研二，針谷安男，糀谷隆雄，伊藤直美，長嶺成泰，自動制御機器のモデルを利用した題材の開発－生活と技術を意識した学習方法の工夫－，日本産業技術教育学会第22回関東支部大会，2010年11月28日，群馬大学教育学部．
- ④ 伊藤直美，大久保拓馬，鈴木研二，長嶺成泰，糀谷隆雄，針谷安男，自律型ロボットを用いたものづくりとプログラム学習の実践，WRO Japan，第3回科学技術におけるロボット教育シンポジウム，2010年9月11日，BumB 東京スポーツ文化館．
- ⑤ 山菅和良，針谷安男，糀谷隆雄，技術科教育における学習システムを利用した授業実践第2報，日本産業技術教育学会第53回全国大会，2010年8月29日，岐阜大学教育学部．
- ⑥ 渡邊 渉，針谷安男，山菅和良，糀谷隆雄，自律型ロボットを用いた教材の開発－生活にいかす力を育てる学習方法の工夫－日本産業技術教育学会関東支部大会，2009年11月28日，埼玉大学教育学部．
- ⑦ 飯塚真弘，山菅和良，針谷安男，自律型ロボット教材を用いたプログラムによる計測・制御学習プログラムの開発，日本産業技術教育学会 第52回全国大会，2009年8月23日，新潟大学教育学部．
- ⑧ 飯塚真弘，針谷安男，山菅和良，自律型ロボットを用いたプログラム学習の開発，日本産業技術教育学会関東支部大会，2008年12月7日，山梨大学教育学部．
- ⑨ 古平真一郎，坂本弘志，針谷安男，自律

型ロボット教材を活用した「プログラムと計測・制御」学習の授業実践，日本産業技術教育学会全国大会，2008年8月24日，宮城教育大学．

- ⑩ 坂本 弘志，古平 真一郎，針谷 安男，鈴木 道義，山本 利一，技術教育におけるPDCAサイクルを活用した学習プログラムの開発，日本産業技術教育学会全国大会，2008年8月24日，宮城教育大学．

6. 研究組織

(1) 研究代表者

針谷 安男 (HARIGAYA YASUO)
宇都宮大学・教育学部・教授
研究者番号：30008932

(2) 研究分担者

戸田 富士夫 (TODA FUJIO)
宇都宮大学・教育学部・教授
研究者番号：80334077

鈴木 道義 (SUZUKI MICHİYOSHI)
宇都宮大学・教育学部・名誉教授
研究者番号：60008000

(3) 連携研究者

松原 真理 (MATSUBARA MARI)
宇都宮大学・教育学部・准教授
研究者番号：90282376

山本 利一 (YAMAMOTO TOSHIKAZU)
宇都宮大学・教育学部・教授
研究者番号：80334142

上野 耕史 (UENO KOUSHI)
国立教育政策研究所・研究員
研究者番号：20390578

