

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 20 日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23300282

研究課題名(和文) 技術的概念の獲得を目指した中高の系統的ロボット学習法の開発と評価

研究課題名(英文) Development and Evaluation of a systematic robot learning method of junior and high school aiming at the acquisition of technology concept

研究代表者

村松 浩幸 (MURAMATSU, Hiroyuki)

信州大学・教育学部・教授

研究者番号：80378281

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,900,000円、(間接経費) 4,170,000円

研究成果の概要(和文)：1)ロボット競技において、消費電力量を視覚化・定量化できる測定ユニットおよびソフトウェアを開発した。2)エネルギー効率および制御システムを対象に、テスト理論であるIRTを用いた標準問題を開発した。3)中学校と高校を連携させるカリキュラムモデルを提案した。4)開発した教材やカリキュラムを用いて、全国各地の中学校及び中等学校、高等学校計16校で実践した。これら成果を複数の論文および学会発表として公表した。また、2回のシンポジウム開催およびWebでの研究成果公開を行った。

研究成果の概要(英文)：1) The software measuring units and visualize, quantify the amount of power consumption in the robot competition was developed. 2) The standard problem targeting control system and energy efficiency, using IRT test theories have been developed. 3) The curriculum model to integrate the high school and junior high school has been proposed. 4) Using the curriculum and teaching materials have been developed, we have practiced secondary schools and junior high schools across the country, in high school a total of 16 schools. We were published as conference presentations and papers of these multiple outcomes. In addition, we organized symposium twice and published our results of study on the Web.

研究分野：科学教育・教育工学

科研費の分科・細目：科学教育教育工学・教育工学

キーワード：産業・技術教育

## 1. 研究開始当初の背景

### (1)改訂した学習指導要領に関わるロボット学習の課題

中学校技術・家庭科技術分野(以下、技術科)のエネルギー変換およびプログラムによる計測・制御の題材として、ロボットを用いた学習は広く実践されている。また、高等学校情報科の中でも、問題の解決と処理手順の自動化の題材として制御を用いたロボットの学習が試みられている。

しかし、改訂された各学習指導要領の中では、限られた時間で増加した内容に対応する必要があり、技術科、情報科共に従来のロボット学習に関する量的および質的改善が強く求められている。

### (2)技術的概念を対象にしたロボット学習の必要性

技術的素養(技術リテラシー)を育成する上で、最適化・トレードオフ、効率、制御・システム、信頼性・安全性といった技術の中核となる概念(技術的概念)を学ぶことの重要性が指摘されている(桜井 2006)。これらの概念は、科学教育では養うことが難しく、技術教育の中でこそ培われる概念であり、科学・技術立国を支える国民の育成に必要とされる概念である。同様に、21世紀の科学技術リテラシー像を提示した「科学技術の智プロジェクト」においても、これら技術の本質に関わる重要な共有点を教えることの重要性が指摘されている(科学技術の智プロジェクト技術専門部会 2008)。

### (3)中学校技術科と高等学校情報科の研究を関連させる必要性

中学校技術科は技術教育における情報技術、高等学校情報科は情報教育における情報技術と背景には相違点があるものの、情報技術を学ぶという点で関連が深く、ロボットも教材として共通に用いられることが多い。また、中学校と高等学校を見通した技術教育の内容についても、関連学会から提案されてい

る(日本産業技術教育学会 1999)。しかし、技術科、情報科それぞれには研究がなされているものの、両者の関連性や系統性を考慮した縦断的な実践研究はまだ行われていない。高校進学率の現状や中高一貫校の増加、質の高い技術的素養の育成の観点からも、中高の系統性を考慮した研究は急務である。

## 2. 研究の目的

平成 22 年度までの「基盤研究 B」(課題番号 20300254)により、中学生の技術に対する興味・関心、技術観、職業観を向上させる教育システムを開発できた。本研究は、この成果を元にロボット学習を通してトレードオフ、効率、制御・システム等の技術的概念を生徒に獲得させるロボット学習教材およびカリキュラムの開発を目的とした。

## 3. 研究の方法

開発する教材およびカリキュラムは、中学校技術・家庭科技術分野のみならず、高等学校情報科を対象にすることで、両者の系統性を考慮する。更に技術的概念の獲得状況が測定可能な標準問題を開発することで、開発教材やカリキュラムを異なる実践でも比較検証できるようにする。具体的には以下の方向で研究を進めた。

### (1)技術的概念の獲得を目指したロボット学習教材とカリキュラムの開発

技術的概念として、最適化・トレードオフ、効率、制御・システム、信頼性・安全性について中学生および高校生それぞれを対象にした教材を開発する。そして、授業時間数や内容について複数の条件を設定し、それら条件に対応して、開発した教材を活用したカリキュラムを複数開発する。開発する教材やカリキュラムには、中学校と高等学校間の系統性を持たせる。

### (2)技術的概念の獲得状況を測定できる標準問題の開発

異なる実践（異なる教材やカリキュラム，学習集団）であっても，技術的概念に関する教育効果を比較検討できるように，テスト理論である IRT（項目反応理論）を用いて技術的概念の獲得状況を測定できる標準問題を開発する。

### (3)標準問題を用いたロボット学習カリキュラムおよび教材の教育効果の検証

開発した複数のカリキュラム及び教材を，全国各地の中学校および高校において様々な条件で複数の実践をおこない，開発した標準問題を用いて各学校段階で横断的に教育効果を検証する。また，中高一貫校や中学と密接な地域高校等 2～3校を対象にして，中学校と高校の連携を図った実践をおこない，実践学年もしくは学級を 3 年間の中で縦断的に追いかけて，中高の系統性についての検証もする。

この方向で，上記研究組織により 3 年間の研究を進めた。

## 4. 研究成果

### (1)平成 23 年度の研究成果

研究成果は以下の 3 点である。

#### 教材の開発

ロボット競技において，消費電力量を視覚化・定量化できる測定ユニットおよびソフトウェアを開発した。また，関連のデジタルコンテンツも開発し，授業で活用できるように配慮した。この成果は日本産業技術教育学会，ICTE2011，ITEEA で学会発表すると共に，論文投稿をした。

#### 標準問題の開発

エネルギー効率および制御システムを対象に，テスト理論である IRT を用いた標準問題を開発し，1070 名の中学生を対象に問題評価を行い，各 30 問程度の問題確定ができた。また，安全技術に関する意識尺度も開発し，信頼性・妥当性の検証を行った。これら成果の学会発表を行った。

#### カリキュラムの開発と検証

全国各ブロックから，手動制御や自動制御など中学校および高校 12 校による試行実践を行い，1 月に実践報告会を開催し，本年度の成果を共有した。

### (2)平成 24 年度の研究成果

研究成果は以下の 2 点である。

技術的概念（効率，制御・システム，信頼性・安全性など）を獲得させる学習方法

複数の実践を行い，日本産業技術教育学会全国大会及び支部会で研究発表を行った。効率については，前年度開発した消費電力の視覚化教材を活用した実践や基礎研究が進んだ。また，制御・システムについては，標準問題の開発が完了した。信頼性，安全性については，安全技術についての意識尺度を完成させ，日本産業技術教育学会誌に論文投稿し，掲載された。

#### ロボット学習における中学校と高等学校の系統性

このテーマについては，中学校のみならず高校(情報)とも連携する形で進めた(図 1)。委員会および実践協力の先生方は，メーリングリストを活用し，日常的に情報交換や共有をおこなった。また，2013 年 1 月 5 日に東京にて，研究分担者及び研究協力者に加え，高校情報科の先生方 30 名による合同研究会を開催した。プロジェクトの研究報告や実践報告をおこない，中学校・高等学校の各実践についての情報交換をすると共に，プログラム，ロボットを通しての中・高の交流について，活発な議論がなされた。

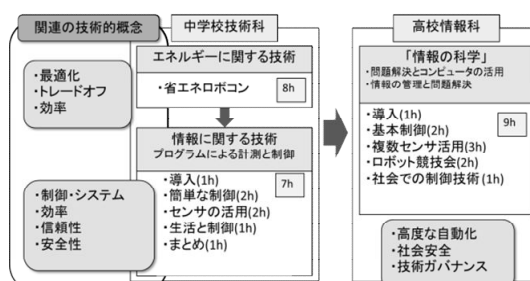


図 1 中学技術科・高校情報科の連携

### (3)平成 25 年度の研究成果

研究成果は以下の 3 点である。

技術的概念（効率，制御・システム，信頼性・安全性など）を獲得させる学習方法

前年までの実践や開発教材を活用し，全国各地の中学校及び中等学校，高等学校計 16 校で複数の実践を展開した。また，教員免許更新講習，教員研修においても実践を行った。これらの成果の中で代表的な実践は，学会発表をすると共に，1 月に開催した研究会での実践報告を行った。また，制御システムについての標準問題開発については，日本産業技術教育学会誌に掲載された。

ロボット学習における中学校と高等学校の系統性

研究成果公開と 3 年間のまとめを兼ね，参考 1 のように中学校技術科と高校情報科の交流研究会を実施した。定員 80 名を越える参加者があり，実践報告として中学校 4 本，高校 2 本を行った。教材展示では，実践 4 ブース，企業 7 ブースが出展した。4 名によるパネルディスカッションでは，プログラミングを通しての中・高の連携について様々な議論がなされた。参加者アンケートからも参加者の満足度が高い研究会であったことが確認された。

[ 参考 1 ]

第 2 回 中学・高校情報教育交流研究会  
プログラミングを中心とした高校「情報科」と中学校「技術科」の実践交流  
2014 年 1 月 12 日(日) 工学院大学  
研究成果共有サイトの公開

3 年間の研究成果をまとめ，広く活用してもらえるように，研究成果共有サイトを構築し，インターネット上に公開した。サイトには，実践報告，開発した教材，カリキュラム，ワークシート，研究関連資料等を掲載した。また，サイト構築については，学会発表を行った。

### 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)

萩嶺直孝，村松浩幸，富田充：中学校技術科における計測・制御システムを対象とした学習の教育効果測定のための標準評価問題の開発，日本産業技術教育学会誌第 56 巻(第 1 号):pp.39-50 (2014)，査読有

鈴木研二，針谷安男，松原真理：生徒のロボットやプログラムに対する意欲を高めるロボット学習の授業実践，技術科教育の研究，第 18 巻，pp. 71-76 (2013)，査読有

鈴木研二，村松浩幸，針谷安男，坂本弘志：制御技術を中心とした安全技術に対する意識尺度の開発，日本産業技術教育学会誌，54 巻(第 4 号) ,197-204(2012)，査読有

川俣純，芦田肇，村松浩幸，松岡守：消費電力量を可視化するロボット競技用消費電力計測教材の開発と評価，日本産業技術教育学会誌，54 巻(第 2 号)，pp.49-57(2012)，査読有

鈴木研二，伊藤直美，糀谷隆雄，針谷安男：技術教育における数学的活動を取り入れたロボット学習の提案，技術科教育の研究，第 17 巻，pp. 37-44 (2012)，査読有

鈴木研二，糀谷隆雄，村松浩幸，他 2 名：技術的概念の定着を目指したロボット学習システムの開発 - 中学生を対象にした安全技術を取り入れた授業実践 - ，宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要，第 35 号，pp.367-374 (2012)，査読無

神山勇人，鈴木研二，針谷安男：小学校におけるロボット教材を利用したプログラミング学習の提案，宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要，第 35 号，

pp. 359-366 (2012), 査読無  
田口浩継, 東天童: 高等学校におけるロボットコンテストによる技術観・職業観の育成効果について(2). 日本産業技術教育学会九州支部論文集, 19, pp.139-147(2011), 査読無  
鈴木研二, 糀谷隆雄, 伊藤直美, 長嶺成泰, 針谷安男: 自動制御機器のモデルを利用した題材の開発 - 「安全性」を考慮した授業実践 -, 宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要, 第 34 号, pp.89-96 (2011), 査読無  
伊藤直美, 糀谷隆雄, 針谷安男, 鈴木研二, 長嶺成泰, 笠野安雄: 技術と数学の融合教材に関する研究 数学的活動を取り入れた計測・制御学習の提案, 宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要, 第 34 号, pp. 73-80 (2011), 査読無

[学会発表](計 33 件)

高山幸輝, 松岡 守: 中学生ロボコンの利用状態に近い状態の下でのモータとギヤの効率の測定, 第 31 回日本産業技術教育学会東海支部大会 (2013.12.8), 静岡大学

村松浩幸, 杵淵信, 山本利一, 渡辺辰郎, 松岡守, 他 8 名: 中学校技術科と高校情報科の連携・連続性を考慮したロボット学習のカリキュラム提案, 日本産業技術教育学会第 55 回講演 (2013.8.25), 山口大学

鈴木研二, 糀谷隆雄, 村松浩幸, 松原真理, 針谷安男: 技術的概念の定着を目指したロボット学習システムの開発 - 安全技術に焦点をあてた制御学習の授業実践 -, 日本産業技術教育学会第 24 回関東支部大会 (2012.11.25), 千葉大学

村松浩幸, 他 11 名: 技術的概念の獲得を目指したロボット学習の教材およびカリキュラム開発, 日本産業技術教育学

会第 55 回全国大会(2012.9.1)北海道教育大学旭川校

村松浩幸, 他 3 名: エネルギー効率を対象とした学習の教育効果を測定するための標準問題の開発, 日本産業技術教育学会第 55 回全国大会(2012.9.1)北海道教育大学旭川校

Hiroyuki Muramatsu: Educational Effectiveness of Robot Learning Using Power Limiter, ITEEA (2012.3.17) Long Beach(USA)

萩嶺直孝, 富田充, 村松浩幸: 制御システムに関する学習の教育効果を測定するための標準問題の試作, 日本産業技術教育学会技術教育分科会 (2011.12.18) 埼玉大学

鈴木研二, 村松浩幸, 針谷安男, 坂本弘志, 神山勇人: 中学生を対象にした安全技術に対する意識尺度の開発, 日本産業技術教育学会第 23 回関東支部大会 (2011.12.11), 茨城大学

Hiroyuki Muramatsu: Proposing a Robot Contest Learning about Efficient Electric Power Consumption, ICTE2011-Japan(2011.11.3)名古屋市

鈴木研二, 糀谷隆雄, 伊藤直美, 長嶺成泰, 針谷安男: 自動制御機器のモデルを利用した題材の開発 - 安全教育を取り入れた学習方法の提案 -, 日本産業技術教育学会第 54 回全国大会 (宇都宮) (2011.8.27), 宇都宮大学

芦田肇, 川俣純, 村松浩幸: 消費電力量を可視化できるロボット競技用消費電力制御教具の開発, 日本産業技術教育学会第 54 回全国大会 (2011.8.27) 宇都宮大学

村松浩幸, 他 11 名: 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 (2011.8.27) 宇都宮大学

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.mura-lab.info/kaken/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

村松 浩幸 (MURAMATSU, Hiroyuki)

信州大学・教育学部・教授

研究者番号：80378281

(2)研究分担者

針谷 安男 (HARIGAYA, Yasuo)

宇都宮大学・教育学部・教授

研究者番号：30008932

(平成25年度より連携研究者)

関根 文太郎 (SEKINE, Fumitaro)

京都教育大学・教育学部・教授

研究者番号：30236096

杵淵 信 (KINEBUCHI, Makoto)

北海道教育大学・教育学部・教授

研究者番号：30261366

川崎 直哉 (KAWASAKI, Naoya)

上越教育大学・副学長

研究者番号：40145107

水谷 好成 (MIZUTANI, Yoshinari)

宮城教育大学・教育学部・教授

研究者番号：40183959

田口 浩継 (TAGUCHI, Hirotsugu)

熊本大学・教育学部・教授

研究者番号：50274676

紅林 秀治 (KUREBAYASHI, Shuji)

静岡大学・教育学部・教授

研究者番号：60402228

渡辺 辰郎 (WATANABE, Tatsuo)

東京大学・工学系研究科・学術支援専門職員

研究者番号：70011179

渡壁 誠 (WATAKABE, Makoto)

北海道教育大学・教育学部・教授

研究者番号：70182946

山本 利一 (YAMAMOTO, Toshikazu)

埼玉大学・教育学部・教授

研究者番号：80334142

松岡 守 (MATSUOKA, Mamoru)

三重大学・教育学部・教授

研究者番号：90262980