

令和 3 年 6 月 22 日現在

機関番号：33302

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H01074

研究課題名(和文) 高専エンジニア教育をベースにしたSTEM+Robot教育プログラムの開発

研究課題名(英文) Development of the STEM+Robot educational program based on technical college engineer education

研究代表者

山田 弘文(Yamada, Hirofumi)

金沢工業大学・生体機構制御技術研究所・研究員

研究者番号：20280381

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 6,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究ではロボット交流を題材に、高専教育とSTEM教育の統合を検討した。ロボット利用促進として、1)ロボット競技に関する情報共有ツールを検討し、それに必要な教育プログラムを開発した。ロボットの制御に関する情報をクラウド上または外部メディアに蓄え、その成果を交流の場において表現できるようにした。2)STEM教育として効果的なロボット教材を検討した。小学校低学年児童のためのロボットカーを使ったプログラミング的思考育成講座および小学校高学年児童のための人型ロボットを使ったプログラミング講座を実施し、STEM教育のプログラムを確立することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究ではロボット交流を題材に、アジア地域から高い評価を得ている日本発の高専教育に、理数系に対する教育の見直しとして国際的に推進されているSTEM教育の統合を検討した。学生はロボット利用促進プロジェクト活動を通してSTEMレベルを向上させ、また一連の活動を通して知識・情報を基に自分の考えで物事を判断していくことの重要性を学ぶ教育プログラムとなる。さらに新型コロナウイルス感染症蔓延防止のため、Webオンライン会議システムを巧みに利用し学生が現地に行かなくても講座を運営する手法を確立できた。

研究成果の概要(英文)：In this study, the integration of technical college education and STEM education was examined using robot exchange as the subject. The main findings are as follows: 1) Information sharing tools for robotics competitions were investigated, and the necessary educational programs were developed. 2) Effective robotics teaching materials for STEM education were investigated. A programming course using a robot car for lower-grade elementary school students and a programming course using a humanoid robot for upper-grade elementary school students were conducted, and a STEM education program was established.

研究分野：教育工学

キーワード：工学教育 アクティブラーニング

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

国際教育到達度評価学会 (IEA) が進める TIMSS の国際調査、経済協力開発機構 (OECD) の PISA の調査など国際的な理数系に対する学習到達度の調査が実施され、理数系に対する教育の見直しが国際的な潮流となっている。米国では 2010 年にオバマ大統領が STEM 教育改革を打ち出し、各州において展開されている。この教育改革は米国における科学技術人材育成戦略で K-12 教育 (幼児教育・小学校から高等学校卒業までの教育) から大学までの教育システムの再構築を目指している。

この STEM 教育改革は我が国にとっても参考になり、高大連携における STEM 教育の推進、理工系における産業界のニーズに合致させた教育カリキュラムの構築、が重要となる。しかし我が国の理工系教育には米国と異なり『工業高等専門学校』(以下、高専) という特色ある教育システムが存在する。高専は科学技術系教育においては初等中等教育と高等教育を連結する立ち位置にあり、産業界のニーズをくみ取りながら 50 年以上もこの教育システムを試行錯誤の中で成長させてきており、日本発の STEM を基盤にした教育システムということもできる。

グローバルに活躍できる技術者というのは、文化や世代の異なる人たちと交流する能力、(国内外を問わず) 万事において対等な交流を通して人間関係を構築する能力、交流から得た情報と知識を活用して工学的な観点から問題を解決する能力などが必要とされている。特に、「ユーザにとって適正な技術とは何か」まで含めて問題の解決に対処しなければならない。日本製の教育システムである高専はこのような観点から技術者を育成してきたので、アジアの発展途上国が国力増進のための教育力強化を目的に、我が国の高専という教育システムに目を付け導入するに至っている。

2. 研究の目的

本研究では、我が国の高等教育における喫緊の課題である、若者のグローバル化対応人間力を育成する科学技術教育システムの構築を目的とする。ここでは若者の 1) 文化や世代の異なる人たちと交流する能力、2) (国内外を問わず) 交流を通して人間関係を構築する能力、3) 交流から得た知識を活用して工学的な観点から問題を解決する能力など、ものづくりを通して体得するシステムを具体化する。本研究ではロボット交流を題材に、アジア地域から高い評価を得ている日本発の高専教育に、理数系に対する教育の見直しとして国際的に推進されている STEM 教育を統合する。本研究の成果は教室内の学習を海外との交流学習に発展させるモデルとなり、自ら行動できる学生を育成する高次アクティブラーニング・プログラムの実践例とすることを旨とする。

3. 研究の方法

本研究では、ロボット交流を題材としてアジア地域から高い評価を得ている日本発の高専教育に、理数系に対する教育の見直しとして国際的に推進されている STEM 教育を統合した教育について検討する。

そのため高専学生を核にいろいろな人とクラウド上にて対話しながら (投稿群を成長させながら) 協働プロジェクトを進めていく教育システムを開発する。さらにそのシステムを活用したアクティブラーニング環境を構築し実践し、その有効性を検証する。

STEM 教育の内容としては、学生が協働で何かを成し遂げることができるものを考え、教育の成果を高めるために必ず学生によって作成されたものをどこかで披露する形式とした。

(1) STEM 導入教育内容 (ロボット利用促進) の検討

台湾、シンガポールの研究協力者を訪問し、STEM 教育として効果的なロボット演技教材を検討した。検討した教材によるロボット制御教育を行い、完成したプログラムを使って学生が高齢者施設への慰問活動を行い、教育プログラムの内容を検証した。

(2) STEM 応用教育内容の検討

先の導入教育ではロボットの演技を考え、そのプログラムを作るだけであった。この過程では、よりレベルを上げるために「小学生にプログラムの考え方 (プログラミング的思考) を教える」ことを学生の課題として教育を行った。2020 年から小学校におけるプログラミング教育が必修化されたこともあり、社会的にも大きな意義がある。この課題を検討し、学生が作成した教材を使って小学校低学年児童に対するプログラミング講座を実施し、教育プログラムの内容を検証した。

4. 研究成果

(1) STEM 導入教育内容 (ロボット利用促進) の検討

海外の学生とのロボット交流をするためには、まず海外の STEM 教育、環境、文化などを知る必要がある。台湾、シンガポールを訪問し、現状を調査した。

海外の STEM 教育調査とテーマの検討

台湾・玄奘大学では、専用の PBL 教室においてアイデア創出からプロトタイプまでを学ぶ形式になっていた。

台湾やシンガポールと日本の学生が合同で PBL を行う場合、共通のテーマを設定することが効果的である。台湾、シンガポールでも日本と同様に高齢化社会に突入しており、両国の学生の PBL テーマは高齢化社会に関連するものが適切であるという結論に至った。図 1 は台湾の高齢者施設に視察に行ったときの写真である。ちょうど日本のデイケアセンターのような位置づけの施設であった。ここでペーパークラフトなどのもの作りテーマも検討したが、現地での作業が必要になるため実施が困難であり、ロボット交流が比較的容易に導入できると考えた。そのためにテーマを「高齢者が楽しめるロボットのダンスプログラムを作成する」に設定した。



図 1 台湾の高齢者施設

高齢者施設での実演

本来は海外の高齢者施設でロボットダンスの実演を行う予定であったが、新型コロナウイルス感染症のため、海外への渡航が制限されたことから、国内の高齢者施設で実演を行った。学生達は PBL にて高齢者が楽しむためには高齢者が知っている音楽を使用したペット型ロボットによるダンスが効果的であるという結論から、よさこいなどのダンスプログラムを作成し、実演した。図 2 はその時の写真である。このようなプログラム作成は工夫次第で海外との合同 PBL として実施可能であることが明らかとなった。



図 2 高齢者施設でのロボット演舞

(2) STEM 応用教育内容の検討

新しいテーマの設計

2020 年度から日本の小学校においてプログラミング教育が導入された。台湾などでもプログラミング教育が注目され、特に低年齢層の教育内容を検討している。そこで、本研究でも「小学生にプログラムの考え方(プログラミング的思考)を教える」ことを題材とし、PBL を実施した。小学生はキーボード入力が困難なこと、ビジュアルプログラミングでは理解の定着が乏しいことが検討され、シールを使ったプログラミング教育が考えられた。図 3 はシールプログラミングシステムである。パソコン、スキャナ、ロボット(Lego)から構成される。



図 3 シールプログラミングシステム

図 4 にシールを使ったプログラミング教育の流れを示す。

児童が自分の机で課題を考えてシールを貼る、貼ったシールをスキャナで読み込み、ロボットに転送する。ロボットを動かして自分の作成したプログラムの動作を確認する。



考えてシールを貼る



シールをスキャン



ロボットを動かして確かめる

図 4 シールプログラミングの流れ

新テーマの実証実験

上記 STEM 教育として効果的な小学生のためのプログラミング教材(ロボット教材)を開発した。この教材システムの検証には、新型コロナウイルス感染症蔓延防止の観点から、各種教育機関、科学館などでの実証実験の実施が困難であった。しかし、Web オンライン会議システムを巧みに活用し現地に学生が行かなくても講座を実施する手法を確立した。これにより小学校低学年児童のためのロボットカーを使ったプログラミング的思考育成教育を実施することができ、STEM 教育プログラムを確立することができた。教員に対するアンケート結果でも、「低学年児童に適した教材である」、「取扱が簡単で教員のスキルに依存しない教材である」など好意的な意見が多かったことから開発したシステムは児童に対する STEM + Robot 教育システムとして適していると言える。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Minamide Akiyuki, Takemata Kazuya, Yamada Hirofumi	4. 巻 1
2. 論文標題 Development of Computational Thinking Education System for Elementary School Class	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 2020 IEEE 20th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)	6. 最初と最後の頁 22-23
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/ICALT49669.2020.00013	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Minamide Akiyuki, Takemata Kazuya, Yamada Hirofumi	4. 巻 1
2. 論文標題 Computational Thinking Education Using Stickers and Scanners in Elementary School Classes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 First International Computer Programming Education Conference	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4230/OASlcs.ICPEC.2020.16	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	南出 章幸 (Minamide Akiyuki) (20259849)	国際高等専門学校・電気電子工学科・教授 (53302)	
研究分担者	竹俣 一也 (Takemata Kazuya) (50167491)	国際高等専門学校・グローバル情報学科・教授 (53302)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	山本 敏幸 (Yamamoto Toshiyuki) (50367439)	関西大学・教育推進部・教授 (34416)	
研究分担者	小高 有普 (Kodaka Arihiro) (70636670)	国際高等専門学校・グローバル情報学科・教授 (53302)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関