

令和 3 年 6 月 19 日現在

機関番号：33302

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K12935

研究課題名(和文)玩具の改造を題材としたSTEM教育に関する調査研究と教材開発

研究課題名(英文) Research and development of teaching materials on STEM education using toy modification

研究代表者

河並 崇 (Kawanami, Takashi)

金沢工業大学・工学部・准教授

研究者番号：90443184

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は玩具をマイコン等を用いて改造(おもちゃハック)する事を通してSTEM領域を学ぶことができる教材を開発することである。本研究の成果として「おもちゃハック」を中心に玩具の改造を題材とした教材の充実を行うことができ、それらの教材は実際のワークショップなどで活用することができた。STEM教材をわかりやすく可視化するSTEMマップを用いることで、単発のワークショップにおいてもどのようなSTEM要素を学習しているのかを明確に示すことができ、社会や学校における教科とのつながりなどを意識できるSTEM教材が実現できたと考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義としては、受講者の興味を持つ玩具を対象とした教材は、STEM教育に触れるきっかけとして効果的であることが分かったことである。玩具の改造を題材とした自治体主催のワークショップは、研究機関の4年間を通して非常に人気があり、高い抽選倍率を維持したことからわかる。また、社会的意義としては、鉄道玩具からぬいぐるみ、ロボット、つみき、ドローン、VRなど多くの題材を開発したことにより、様々な受講者の興味をもたせる教材リストを得ることができた。これらを今後公開し共有することで、プログラミング教室のようなワークショップだけでなく、学校教育などでも活かすことが可能であると考えられる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to develop teaching materials that allow students to learn about STEM fields by modifying toys using microcomputers and other devices (hereinafter referred to as "toy hacks"). This research has enriched the teaching materials on the subject of toy modification with a focus on "toy hacks". These materials have been used in actual workshops. A STEM map was proposed to visualize STEM elements in an easy-to-understand manner. The STEM map can be used in one-off workshops to clearly show what STEM elements are being studied. The map can also make students aware of the connections to society and school subjects.

研究分野：組込みシステム

キーワード：STEM教育 玩具の改造 プログラミング教育 教材の共有

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

研究開始時である 2017 年は、国内においても STEM 教育 (STEM は Science (科学), Technology (技術), Engineering (工学), Mathematics (数学) の頭文字をとったものでそれぞれを統合した科学技術教育) が注目されはじめてきており、全国的に幼児や初等中等教育での科学技術教育, プログラミング教育, ロボット教育が盛んになってきている時期であった。例えば, 当時この教育分野に積極的に取り組んでいたプログラミング塾 Life is Tech! では 5 年間で中高生 20,000 人以上の生徒が受講しており, この分野の注目度の高さを確認できた。また, イギリスでは政府主導で公立学校のカリキュラムが改訂され, 5~7 歳でプログラミング教育を開始し, 14~16 歳ではコンピュータサイエンスまでが教育領域となっていた。さらに, 日本国内においても義務教育段階からのプログラミング教育の推進が決定された時期であった。

研究代表も, 2012 年度より組込みシステム開発を中心とした教育プロジェクトに複数参加し, 大学生の他, 小学生から中高生向けのプログラミングと電子工作を学ぶ STEM 教材の研究開発を行っていた。2014 年からは大学近隣の小学生 (10 名から 20 名程度) を対象として, 週に 1 回程度, 継続的な STEM 教育を行えるスクール「夢考房ジュニア」を実施していた。しかしながら, 研究開始まもなく, この夢考房ジュニアの運営継続が難しくなり, 特定の受講生の成長を評価する機会を失った。一方で, 2017 年度より金沢市より継続的に金沢市キッズプログラミング教室 (2020 より金沢市キッズプログラミングスクール) を依頼されることになり, 単発ではあるが, 小学生を対象にワークショップを開催できることになった。

このような背景から, 申請時に予定していた受講者の継続的なモニタリングできなくなり, 長期的な教育的効果の検証は難しくなった。しかしながら, 単発ではあるが, 多くの受講者が期待できることから, 受講者の興味に合わせた STEM 教材の開発を積極的に行う方針に変更した。

2. 研究の目的

本研究の目的は玩具をマイコン等を用いて改造 (以降「おもちゃハック」) する事を通して STEM 領域を学ぶことができる教材を開発することである。この「おもちゃハック」で利用する教材開発にあたり, 受講者の学習意欲の向上に主眼を置き, どのような玩具や改造に興味があるのかを調査し, 人気が高い改造から優先的に教材化を行う。また, 各改造例の教材においては, どのような知識や技術が必要なのかを体系的に表すマップを開発し, どのような数学的要素や科学的要素を学ぶべきであるかを学習者に理解させ, 「おもちゃハック」が STEM 教育に接続できることを明らかにする。

3. 研究の方法

「おもちゃハック」を介したプログラミング, 電子工作, ロボット技術教育について, どのような玩具の改造要素が学習者の学習意欲を向上し, 楽しみながら知識及び技術力を高められるかを明らかにする。具体的には, まず, 受講者らがどのような玩具を選び, その玩具にどのような改造を行いたいのかを, 年齢や性別における興味の変化をアンケートやヒアリングを基本として明らかにする。対象は小学生から大学生とし, 年齢による興味とその背景の違いや, 性別による興味とその背景の違いがあるかを明らかにする。これにより, 教材作成において, どのような教材が興味を示しやすいかを知ることができる。また, その玩具の改造にどのような知識や技術が必要なのかを体系的に表すマップを開発し示すことによって, より高度な数学的要素や科学的要素を学ぶべきであるかを学習者に理解させ, 「おもちゃハック」が STEM 教育に接続できることを明らかにする。

4. 研究成果

申請時の研究計画に基づき, まず玩具の改造=「おもちゃハック」に関して年齢や性別毎にどのような玩具の改造に興味があるのか, どのような改造を行いたいのかを調査した。具体的には, ①「小さな頃に一番よく遊んだおもちゃは何か」という問と, それに付随して, その「おもちゃ」のどこが好きだったか, 何才頃に遊んでいたかという項目, ②「現在どのようなおもちゃがお気に入りか」という問と, それに付随して, どこが好きかという項目, ③「今おもちゃを改造するならどのおもちゃを改造したいか」という問と, それに付随して, なぜその「おもちゃ」を改造したいかという項目, ④「もし, どんな改造でもできるとしたら, おもちゃをどのように改造したか」という問と, それに付随して, どうしてその改造をしたいかという項目で調査を行った。調査を行った機会は 3 回あり, 2017 年に開催した金沢市キッズプログラミング教室の第 2 回 (7 月 22 日 (土)), 第 3 回 (9 月 3 日 (日)) および 2018 年 3 月 4 日 (日) に開催した金沢市キッズプログラミングフェスタにて実施した。

アンケート実施者数は計 120 名程度となった。アンケート結果より, 最も過去に遊ばれていた玩具は鉄道玩具であり, その他レゴ, ミニ四駆などが上位となった。また, 改造をしたい玩具に関しても鉄道玩具が最も多く, 過去によく遊んだ玩具を改造したい傾向があることが示された。また, 女性の受講者からは人形やぬいぐるみといった玩具が多く回答された。

受講者のアンケートに基づき人気の高い玩具を用いて教材開発を進めた。特に人気が高かった鉄道玩具については, プログラミング教材としての人気が高い micro:bit を用いた教材開発を行った。鉄道玩具および女性向けに開発したぬいぐるみを改造する教材例を図 1, 2 に示す。また, STEM 教材で得られる知識や技術を体系的に示す STEM マップという手法を提案し, 現在開発

しているいくつかの教材もその手法を用いて明示した。この手法については、情報処理学会全国大会にて、このような明示する手法を用いることでSTEM教材の共有が容易になる可能性を提案し、このマップを共有するためのSTEMマップ共有Webアプリケーションを開発した。本アプリケーションは、教材の登録と検索だけでなく、各STEM要素毎の検索や一覧も可能としている。図2のぬいぐるみの改造に関するSTEMマップの例を図3に、開発したSTEMマップ共有Webアプリケーションを図4に示す。

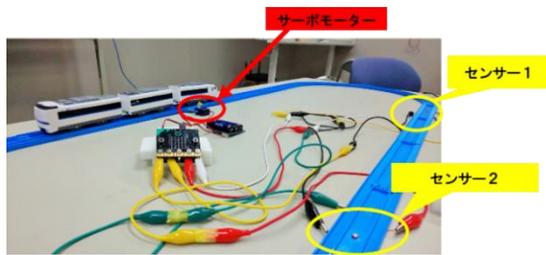


図1 鉄道玩具の改造例

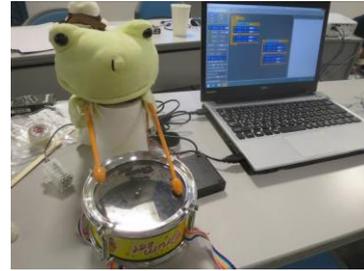


図2 ぬいぐるみの改造例

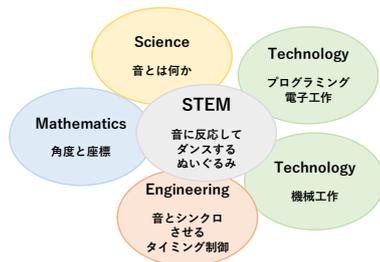


図3 ぬいぐるみの改造のSTEMマップ



図4 STEMマップ共有Webアプリケーション

さらに、高度化する社会において学ぶ要素や、改造対象とする玩具の需要も変化しており、図5のようにカメラ画像をAIで認識しぬいぐるみを動かす改造を体験できる教材も開発した。また、図6のようなVRゲームコントローラを改造する教材も追加開発を行った。さらに、図7のようなトイドローンによる圍場見守りを題材としたSTEM教材プラットフォームを開発し、教室だけではなくフィールドワークも考慮した教材へ拡張を行った。



図5 AIを用いたぬいぐるみの改造



図6 VRコントローラを改造した教材

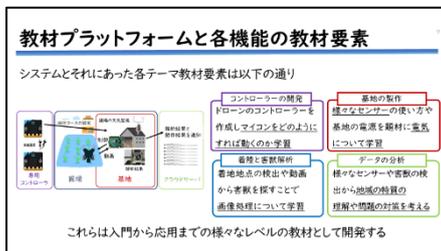


図7 トイドローンによる圍場見守りを題材としたSTEM教材プラットフォーム

2021年7月に開催される International STEM in Education Conference においてポスター発表が決定しており、これらの教材およびSTEMマップ、STEMマップ共有Webアプリケーションについて報告を行う。

期間全体を通しての成果としては、「おもちゃハック」を中心に玩具の改造を題材とした教材の充実を行うことができ、それらの教材は実際のワークショップなどで活用することができた。STEM教材をわかりやすく可視化するSTEMマップを用いることで、単発のワークショップにおいてもどのようなSTEM要素を学習しているのかを明確に示すことができ、社会や学校における教科とのつながりなどを意識できるSTEM教材が実現できたと考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Takashi Kawanami
2. 発表標題 Toy Hack: A STEM Education Method by Toy Modification
3. 学会等名 The 6th International STEM in Education Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 望月大輝, 山内絢心, 山崎晃平, 浅岡正教, 河西紀明, 河並 崇
2. 発表標題 ドローンによる見回り自動化を題材としたSTEM教材プラットフォームの開発
3. 学会等名 情報処理学会第83回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石井敬太, 尾上楓真, 浅岡正教, 河西紀明, 河並 崇
2. 発表標題 VRゲームコントローラーを題材としたプログラミング教育教材
3. 学会等名 情報処理学会第83回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 内山 水希, 河並 崇
2. 発表標題 プログラミング教育の導入を支援する教材リコメンドシステムの開発
3. 学会等名 情報処理学会第82回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 河並 崇
2. 発表標題 プログラミングを中心としたSTEM教育教材の共有のための「STEMマップ」の提案
3. 学会等名 情報処理学会第81回全国大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

金沢市キッズプログラミングスクール（教室） https://www4.city.kanazawa.lg.jp/17021/bp/event/kidspg.html 金沢市キッズプログラミングフェスタ https://www.facebook.com/events/1049088028565014/
--

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

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
---------	---------