

令和 3 年 5 月 28 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K17655

研究課題名(和文)工学研究を軸とした初等中等教育における横断教科型STEM教育コンテンツ開発と実践

研究課題名(英文) Development of STEM education content in primary and secondary education based on an engineering research

研究代表者

川越 至桜(Kawagoe, Shio)

東京大学・生産技術研究所・准教授

研究者番号：20598289

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：グローバル規模で社会が変化している現在、イノベーションを創り出す次世代人材の育成は重要な課題である。

2020年度より順次導入されている新学習指導要領では、アクティブ・ラーニング(主体的な学び)や理数探究が新設され、これらのニーズに対応する教育コンテンツの開発と、そのための環境整備は必要不可欠である。本研究では、工学を軸として大学で行われている研究を、初等中等教育向けのグローバル社会に対応したSTEAM教育コンテンツとして開発し、普及を行った。また、効果的な活動が実施できる連携体制を構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

最先端工学の研究成果の活用は、学术界および産業界に限られており、初等中等教育に利用されている例は少ない。最先端工学は学際的で分野横断型研究を多く含むため、理科や数学だけでなく社会科などの教科も包括的に扱うことができ、STEAM教育の題材に適している。

従って、本研究の学術的・社会的意義は、主体的な学びを実践できる新しいSTEAM教育コンテンツとして、工学研究を教育機能として社会に還元するとともに、物事を多面的にと捉えることのできる、イノベーション人材育成に貢献できる点である。

研究成果の概要(英文)：As society changes on a global scale, fostering students who can create innovations is an important issue.

The new Courses of Study of primary and secondary education from the 2020 school year will include active learning and Inquiry-Based Study of Science and Mathematics. It is essential to develop educational content and improve the environment for these educational activities corresponding to these needs.

This study developed and disseminated STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) educational content for primary and secondary education based on engineering research. In addition, this study established a collaboration system for effective educational activities to be carried out.

研究分野：工学リテラシー

キーワード：STEAM教育 STEM教育 横断教科型 教育コンテンツ アクティブ・ラーニング ICT教育 デジタル教材 工学

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

近年、VRやAIに見られるようなIT技術の発達が目覚ましく、10年後に「消える職業」「なくなる職業」がオックスフォード大学の調査より報告された[1]。今後は、現存しない新しい職業が生まれ、グローバルに産業構造が変化していくと考えられる。このような変化に対応するとともに、社会をデザインシイノベーション(技術革新)を創り出す次世代の人材育成は緊急性を持つ重要な課題である。

また、多様化する科学技術や産業に対応していくため、科学教育、技術教育、工学教育、数学教育を統合し、「STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) 教育」として推進する動きが国際的に加速している[2]。

我が国では現在、次期の学習指導要領の改訂が検討されており、「知識の量」から「知識の質・深み」へと大きな変革が進められている[3]。そのなかで、「社会に開かれた教育過程」として、社会の状況の変化に対応した教育内容や教育方法の在り方が新しい観点として取り入れられている。このため、アクティブ・ラーニング(能動的な学習)や横断教科型、あるいは課題解決型授業などの導入が計画されている。これらのニーズに対応する教育コンテンツの開発と、それを実施するための環境整備は必要不可欠である。

一方、日本の初等中等教育課程では、STEM教育のうち、TechnologyとEngineeringについては、欧米諸国と比較してあまり充実していないと言える。特に、Engineeringに相当する「工学」は初等中等教育では科目が存在しない[3,4]。工学は学際領域であり、分野横断型の研究を多く含むため、初等中等教育で学習する理数科目だけでなく、社会科などの教科も包括的に扱うことができ、横断教科型学習の題材に適している。しかし、教科の独立性が強いため、教科横断型の授業を進めることが難しいのが現状である。

申請者はこれまでに初等中等教育課程を対象に「工学を軸とした教育活動」と「ICTによる浸透・普及活動」を東京大学生産技術研究所次世代育成オフィス(ONG: Office for the Next Generation)を中心に研究開発してきた[5,6]。具体的には、出張授業やワークショップを実施するとともに、実験教材や映像教材を作成し、実験教材の貸出や、DVD・WEB配信による映像教材の普及を図ってきた[7]。

2. 研究の目的

本研究では、アクティブ・ラーニングや横断教科型、あるいは課題解決型授業などの導入という社会的ニーズを背景に、高大接続を充実化し、工学を軸とした初等中等教育向けSTEAM教育コンテンツの研究開発および普及を図っていくことを目的とした。STEAM教育とは、STEMにArts(芸術、Liberal Arts)が加わった教育手法であり、理数教育と創造性教育を融合して課題解決のプロセスを学ぶことも目的としているため、本研究ではSTEAM教育コンテンツとして開発していく。

具体的には、工学を軸として大学で行われている最先端研究の成果を題材とし、研究と初等中等教育課程の科目との関連を示すとともに、科学技術の社会的な役割や意義が理解しやすい横断教科型STEAM教育コンテンツの開発を行う。開発する教育コンテンツは、アクティブ・ラーニングやICTを念頭においた映像教材であり、初等中等教育機関への貸出やWEB配信を実施する。アンケート調査等を行い、利用実績や利用時の課題などを分析することで、効果的なSTEAM教育コンテンツの要素を明らかにしていく。また、STEAM教育コンテンツを普及・浸透させるための連携システムを構築していくことも目的とした。

3. 研究の方法

工学研究と初等中等教育課程の科目の関連を示し、かつ、科学技術の社会的な役割や意義が理解しやすい横断教科型のSTEAM教育コンテンツの開発を行う。開発するコンテンツは探究型学習やアクティブ・ラーニング(主体的な学び)、ICT教育を見据え、タブレットやスマートフォンを利用した3D VRゴーグルでも利用可能なものとする。また、これまでの初等中等教育との連携について整理・課題を分析することで、新たな連携システムを構築していく。

(1) STEAM教育コンテンツの開発

横断教科型(例えば理科と社会科)STEAM教育コンテンツとして、探求型学習やアクティブ・ラーニングを見据え、タブレットやスマートフォンを利用した3D VRゴーグルでも利用可能な教育コンテンツを開発する。特に、研究機関でしか実施できない大規模な工学実験などを、VRゴーグル等で疑似体験することで、より実感を伴った教育コンテンツとすることができる。映像教材に合わせて、ワークシートやテキスト、利用マニュアル、指導案も合わせて開発する。

(2) STEAM 教育コンテンツの活用および普及

開発した教育コンテンツを、初等中等教育機関へ貸出や WEB 配信を実施し、横断教科型授業や探究活動・アクティブ・ラーニング等で活用してもらい、STEAM 教育コンテンツおよびその普及を図る。使用した人を対象にアンケート調査を実施し、利用実績や利用時の課題などを分析することで、効果的に使用するために必要な点を整理、課題を抽出し、改善を図る。

(3) 連携システムの開発

これまでの初等中等教育機関との連携を発展させ、横断教科型の STEAM 教育を浸透、普及させていくための新たな連携システムを構築していく。そして、効果的な連携方法について検討する。

4. 研究成果

本研究では、工学を軸として大学で行われている最先端研究を、STEAM 教育コンテンツとして開発し、普及を行った。そして、効果的な STEAM 教育が実施できる連携体制を構築し STEAM 教育の普及、浸透を図った。

(1) STEAM 教育コンテンツの開発

「最先端工学研究と初等中等教育の教科・科目との対応」を示し「科学技術の社会的な意義や役割」が理解しやすい横断教科型の STEAM 教育コンテンツとして、デジタル教材およびシミュレーション教材を開発した。デジタル教材は探究型学習やアクティブ・ラーニング、ICT 教育を見据え、タブレットやスマートフォンでも利用可能であるものとした。大規模な工学実験等も映像として教材に加え、3D 映像を活用することで、大型実験施設の規模感を伝え、実感を伴った教育コンテンツとした。シミュレーション教材はワークシートやテキスト、利用マニュアル、授業案を開発し、中学生、高校生を対象に実践しアンケート調査を行った。

(2) 教育コンテンツの活用および普及

本研究にて開発した教材の効果測定として、映像教材を視聴した中学生、高校生 1379 名を対象にアンケート調査を行った。アンケートでは、「とても当てはまる (4)・やや当てはまる (3)・あまり当てはまらない (2)・全く当てはまらない (1)」の 4 件法を用いた。

アンケート結果の一部を図 1 に示す。図 1 左上より、「映像教材を見て理科や数学の理解が深まりましたか」という設問に対し、「とても深まった」と回答したのは 178 名、「深まった」は 863 名となり、全体の約 75%が理科や数学の理解が深まったという結果となった。図 1 右上は「映像教材を見て科学技術に関する知識が得られましたか」という問いに対して、「とても得られた」が 245 名、「得られた」が 952 名となり、全体の約 87%が科学技術に関する知識が得られたという結果となった。図 1 左下より、「工業製品の製造などに携わっている産業界について理解が進みましたか」という問いに対しては、「とても理解が進んだ」は 163 名、「理解が進んだ」は 831 名であり、約 72%が産業界への理解が進んだと回答した。図 1 右下より、「科学技術の社会的意義や役割について理解が進みましたか」という問いに対して、「とても理解が進んだ」は 234 名、「理解が進んだ」は 918 名であり、約 84%が科学技術の社会的意義や役割への理解が進んだと回答した。

これらの結果より、今回開発した教材を使用することで、理科や数学といった学校科目だけでなく、産業界や科学技術の社会的意義や役割といった、科学技術と社会との関係についても学習できる可能性があることが示唆された。従って、本研究で開発した教材は、学問（教科）と実社

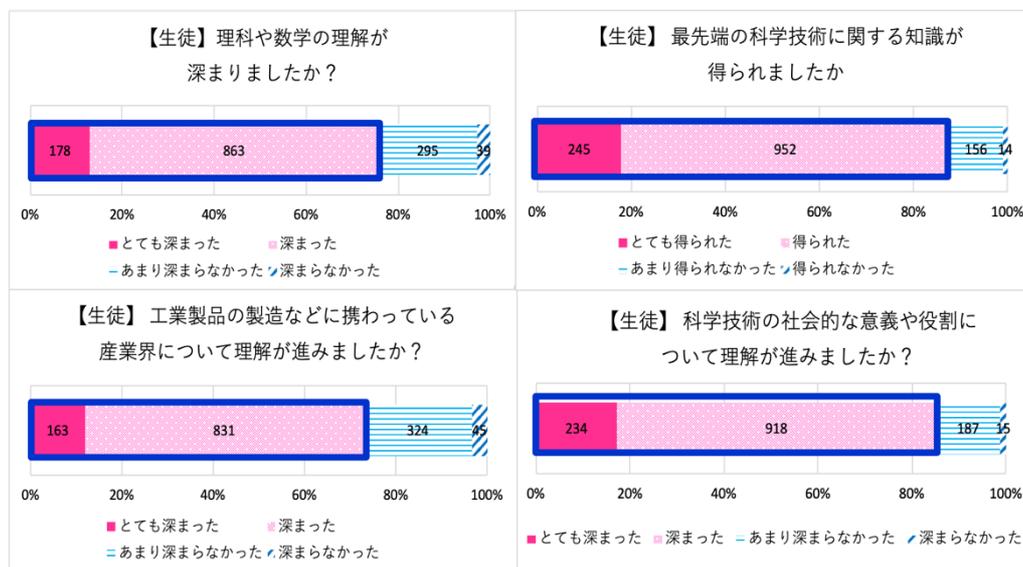


図 1：映像教材を視聴した生徒対象のアンケート結果。

会との関係についての興味関心や認識を向上させることに一定の効果があることが明らかとなり、STEAM 教育における学問と実社会の課題を結びつける取り組みとして有効であることを明らかにしたものと言える。

(3) 連携システムの開発

また、これまでの初等中等教育機関との連携強化、および新規連携を構築するため、メールやWeb、講演等による情報発信を行った。そして、現状を整理し、課題を分析することで、STEAM教育を実施していくための連携システムを強化・発展させた。

今後は、STEAM教育の実践と普及に向けて、連携を強化するとともに、連携を広げていくことが重要だと考えられる。更に、産業界の発展と、イノベーション人材を育成していくためには、このようなSTEAM教育を受けた生徒たちの追跡調査も今後の課題になると考えられる。

[参考文献]

- [1]Benedikt Frey and Michael A. Osborne, The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?, Oxford martin school(2013)
- [2]丸山恭二ほか, STEM 教育の展開可能性に関する研究, 広島大学大学院教育学研究科共同研究プロジェクト報告書, 13 卷(2015)
- [3]文部科学省, 新学習指導要領(2019)
- [4]文部科学省, 学習指導要領(2009)
- [5]大島まりほか, 企業と大学との協働によるアウトリーチ活動を基盤とした STEM 教育, 科学教育研究, 第 39 卷, 第 2 号, pp. 59-66(2015)
- [6]川越至桜ほか, 東京大学生産技術研究所における中学・高校生向けの科学技術コミュニケーション活動, 理科の教育, vol. 61, No. 723, pp. 41-43(2012)
- [7]次世代育成オフィス, 「次世代育成オフィス 2020 年度活動報告書」(2021)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 S. K. Kawagoe, N. Kusakabe	4. 巻 1
2. 論文標題 Development of a sustainable system for education through an astronomy club	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Astronomy Education Conference Bridging Research & Practice	6. 最初と最後の頁 157-160
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件（うち招待講演 0件／うち国際学会 7件）

1. 発表者名 S. K. Kawagoe, A. Yamabe, M. Oshima
2. 発表標題 STEAM education based on visual teaching materials in collaboration with industry
3. 学会等名 The American Association for the Advancement of Science Annual Meeting（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S. K. Kawagoe, A. Yamabe, M. Oshima
2. 発表標題 STEAM Education based on workshops through industry-university collaboration
3. 学会等名 The American Association for the Advancement of Science Annual Meeting（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 S. K. Kawagoe, N. Kusakabe
2. 発表標題 Development of a sustainable system for education through an astronomy club
3. 学会等名 Astronomy Education Conference（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川越至桜、山邊昭則、大島まり
2. 発表標題 最先端工学研究を題材としたSTEAM教育実践と評価方法の開発
3. 学会等名 日本科学教育学会研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川越至桜、日下部展彦
2. 発表標題 天文部の活動を通じた次世代育成とSTEAM教育
3. 学会等名 日本天文学会2019年秋季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川越至桜、大島まり、山邊昭則
2. 発表標題 先端工学研究を題材にした産学連携による STEAM 教育の開発と実践
3. 学会等名 日本科学教育学会第43回年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大島まり、川越至桜
2. 発表標題 STEAM教育に向けたワークショップデザイン
3. 学会等名 日本科学教育学会第43回年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. K. Kawagoe, A. Yamabe, M. Oshima
2. 発表標題 Development of visual teaching materials for STEAM education
3. 学会等名 The American Association for the Advancement of Science Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川越至桜、山邊昭則、大島まり
2. 発表標題 科学技術研究を題材とした産学連携によるSTEAM教育
3. 学会等名 日本科学教育学会研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川越至桜、山邊昭則、大島まり
2. 発表標題 産業界と教育界を結ぶワークショップを通じたSTEAM教育と教材開発
3. 学会等名 日本理科教育学会第68回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. K. Kawagoe, N. Kusakabe, S. Nakamura
2. 発表標題 Development of stargazing party for local elementary school students
3. 学会等名 XXXth General Assembly of the International Astronomical Union (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. K. Kawagoe, A. Yamabe, M. Oshima, K. Ishii
2. 発表標題 Development of visual materials for STEM Education based on workshops by cooperating with industry
3. 学会等名 The American Association for the Advancement of Science Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. K. Kawagoe, N. Kusakabe, S. Nakamura
2. 発表標題 Stargazing party for local children at Kudan Secondary School and revival of Astronomy club
3. 学会等名 The Communicating Astronomy with the Public (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>東京大学生産技術研究所次世代育成オフィス： http://ong.iis.u-tokyo.ac.jp/</p> <p>東京大学生産技術研究所川越研究室ホームページ： http://www.kawagoe-lab.iis.u-tokyo.ac.jp</p>

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