

令和 2 年 7 月 6 日現在

機関番号：11302

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01012

研究課題名(和文) デジタルファブリケーションを取り入れた日本型STEM教育システムの開発

研究課題名(英文) Development of Japanese STEM educational system adopting digital fabrication

研究代表者

門田 和雄 (KADOTA, Kazuo)

宮城教育大学・教育学部・准教授

研究者番号：30756490

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：アメリカを中心とした諸外国で実践が広がりつつあるSTEM教育の取り組みに、3Dプリンタやレーザー加工機等のデジタル工作機械を活用したデジタルファブリケーションを取り入れて、日本の新学習指導要領の内容を踏まえた日本型STEM教育システムの開発を行った。先駆的に取り組んでいる台湾におけるSTEM教育の実地調査等を踏まえて、日本国内において3Dプリンタの教育利用に関する講習会やワークショップなどを行い、学校現場で実施可能な内容をまとめた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

この研究期間内においてもSTEM教育はさらに世界中に広がりが見られたが、2020年度から小学校、2021年度から中学校で開始される新学習指導要領にはこれらの文言は見受けられない。一方で日本では学校外の塾や教室でSTEM教育に取り組む事例が見受けられる。本研究では世界の教育の潮流として広がりつつあるSTEM教育について、3Dプリンタやレーザー加工機等のデジタル工作機械などを活用しながら、日本の新学習指導要領の内容を踏まえた日本型STEM教育システムの開発を行った意義は大きい。

研究成果の概要(英文)：STEM education is spreading in foreign countries. And also, digital fabrication which utilized a digital machine such as a 3D printer or a laser cutter are spreading. In this study, we carried out the investigation research of STEM education in the Taiwanese school and teacher training and workshops about STEM education using a 3D printer. This study was performed to develop Japanese STEM educational system using digital fabrication under the new education guidelines by the Ministry of Education.

研究分野：技術教育 STEM教育 デジタルファブリケーション

キーワード：STEM教育 技術教育 デジタルファブリケーション 3Dプリンタ

1. 研究開始当初の背景

アメリカを中心とした諸外国で STEM 教育の実践が広がっている。これは、科学、技術、工学、数学 (Science, Technology, Engineering, Mathematics) を統合した教育活動であり、21 世紀に活躍できるイノベーションの創出を重視した人材育成の観点から注目されている。一方、3D プリンタやレーザー加工機などのデジタル工作機械を活用したデジタルファブリケーションが、製造業の現場のみならず、デジタルものづくり工房であるファブラボなどで市民にも広がっている。変化の激しいグローバル市場で活躍できる人材には、不断の変化に柔軟に対応し、創発的に自らのスキルを発揮できるような汎用的な能力が求められており、学校教育においても単に知識や技術を身に付けるだけでなく、それらを活用できるような能力を身に付けることが重要視されている。

近年、日本では教科横断的な視点から教育活動の改善や教科や学年を越えた学校の組織運営の改善を行うカリキュラム・マネジメントが注目されているが、学校現場への STEM 教育的な取り組みや 3D プリンタ等を活用したデジタルファブリケーションの導入は遅れている。そこで、デジタルファブリケーションを取り入れた日本型 STEM 教育システムを開発することにした。

2. 研究の目的

本研究は、アメリカを中心とした諸外国で実践が広がりつつある STEM 教育の取り組みに、3D プリンタやレーザー加工機等のデジタル工作機械を活用したデジタルファブリケーションを取り入れて、日本の学習指導要領の内容を踏まえた日本型 STEM 教育システムの開発を目的とする。特に小学校の理科や図画工作科、生活科、中学校では技術科を中心として、教科横断的に実践可能な内容とする。

3. 研究の方法

諸外国の STEM 教育の取り組みについて、カリキュラム及び指導法を調査し、各国で統一的内容及び地域に応じた内容などを分析する。特に同じアジアで先駆的な STEM 教育に取り組んでいる台湾については、国民小学 (日本の小学校に相当)、国民中学 (日本の中学校に相当)、高級中学 (日本の普通科高校に相当) の現場を実際に訪問して調査を進めるとともに交流を行う。また、香港、澳門の学校現場を訪問するとともに、これらの地域との教員との連携を深める。そして、日本の小学校及び中学校の学習指導要領に照らし合わせて、アクティブ・ラーニングを盛り込んだ教科横断型の日本型 STEM 教育のカリキュラム・マネジメント及び、ロボット、歯車、ねじなどを活用した具体的なプロジェクトベースの教材開発を行う。

日本型 STEM 教育のカリキュラム・マネジメント及び教材開発において、特に小学生や中学生が 3D プリンタなどのデジタル工作機械を活用する内容を整理するとともに指導法を検討する。STEM の 4 分野をバランスよく盛り込み、理科と数学だけでなく、特に技術と工学の題材について精選して、「作ることで学ぶ」授業形態を探る。

4. 研究成果

研究 1 年次には諸外国の STEM 教育の取り組みについて分析を行い、アジアですでに先駆的な取り組みを行っている台湾の国民小学、国民中学、自造者教育基地等を訪問して、日本の学習指導要領において実現可能なカリキュラム・マネジメント及び教材開発を開始するとともに、3D プリンタなどの機材の導入を進めた。また、この年には共同研究者らとともに以前より進めていた大学教育学部におけるデジタルクラフトの教育実践研究内容の成果について、ニュージーランドで開催された技術教育に関する国際会議 (TENZ: Technology Education New Zealand) & ICTE (Asia-Pacific) Conference で発表した。また、学校現場に 3D プリンタを導入するための教員研修プログラムの開発に関する内容の論文が、日本産業技術教育学会東北支部研究論文集に査読論文として掲載された。

研究 2 年次には、1 年次に開発したデジタルファブリケーションを取り入れた日本型 STEM 教育のカリキュラムの成果を検証するため、引き続き諸外国の実践調査を実施しつつ、日本の小学生及び中学生向けの実践授業を実施した。また、1 年目に実施した教員向けの 3D プリンタ講習会の実践を踏まえて、教員がデジタルファブリケーションの意義を理解して、STEM 教育の教材開発を行えるような指導法を考案して、教員向けのワークショップを複数回実施した。はじめは中学校技術科の教員を中心に想定していたが、予想以上に日頃全教科を教える小学校の教員や中学校や高等学校の理科や数学、美術の教員に参加していただき、熱心に取り組んでいただいた。この年にも台湾の学校訪問を行うとともに、台湾南部の名門大学である成功大学に招待していただき、日本における STEM 教育の取り組みについて、特にロボット教育に関する内容を講演させていただく機会もあった。

また、この間の台湾における調査研究の成果として、高雄師範大学を中心とした台湾南部の自造者教育の動向に関する内容の論文が日本産業技術教育学会東北支部研究論文集に査読論文として掲載された。

研究3年次には引き続き、教員向けのワークショップを実施するとともに、査読付き論文への投稿を進めた。また、交流のある台湾北部の新北市で開催された教育フェアにブース出展できることになり、現地の教員や児童・生徒との交流をもつことができた。

最終年度内に、中学校技術科での実施を踏まえた、中学校技術科「エネルギー変換の技術」における水圧駆動モデルの活用及び中学校技術科における教育用小型マイコンボードを活用したラジコンカーの開発に関する査読付き論文が2本掲載された。さらに、台湾北部のSTEM教育の調査に関する査読付き論文1本が掲載され、これらを総合して日本の学習指導要領の内容を踏まえた日本型STEM教育システムの開発をまとめることができた。

2020年～2021年度に小学校、中学校、高等学校において順次実施される新学習指導要領に対応して21世紀に必要な能力として求められる資質・能力を教科横断的に育成する「何ができるようになるか」という教育実践を具体的に提案できたことは、今後の学校現場に示唆を与えることができるものと予想する。

今回は小学校と中学校との接続を検討しながら、主に小学校の理科や図画工作科、生活科、中学校では技術科での実践可能なものを蓄積できた。今後は中学校と高等学校との接続を検討していくことで、日本の小学校、中学校、高等学校で一貫したSTEM教育を開発していきたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6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 門田和雄	4. 巻 11
2. 論文標題 高雄師範大学を中心とした台湾南部の自造者教育の動向	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本産業技術教育学会東北支部研究論文集	6. 最初と最後の頁 15-20
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 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 門田和雄	4. 巻 10
2. 論文標題 学校現場に3Dプリンタを導入するための教員研修プログラムの開発	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本産業技術教育学会東北支部論文集	6. 最初と最後の頁 9-15
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 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 Hiroyuki Muramatsu, Kazuo Kadota, Hideki Kawakubo, Daisuke Doyo	4. 巻 1
2. 論文標題 Proposal of Digital Craft Introduction Model at Faculty of Teacher Training	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 TENZ (Technology Education New Zealand) & ICTE(Asia-Pacific) Conference	6. 最初と最後の頁 223-231
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 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 門田 和雄, 大友 健司	4. 巻 61-4
2. 論文標題 中学校技術科「エネルギー変換の技術」における水圧駆動モデルの活用	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本産業技術教育学会誌	6. 最初と最後の頁 261-268
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 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 門田 和雄, 猪股 晃洋, 長嶋 春樹	4. 巻 61-4
2. 論文標題 中学校技術科における教育用小型マイコンボードを活用したラジコンカーの開発	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本産業技術教育学会誌	6. 最初と最後の頁 297-304
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 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 門田和雄	4. 巻 2
2. 論文標題 STEM教育を重視した台湾北部の自造者教育	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本STEM教育学会誌	6. 最初と最後の頁 33-40
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 有
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20件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 門田和雄, 大友健司
2. 発表標題 中学校技術科「エネルギー変換に関する技術」における水圧駆動モデルの活用
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第61回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 猪俣晃洋, 長嶋春樹, 門田和雄
2. 発表標題 micro:bitを活用したラジコンカーの開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第61回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長嶋春樹, 大林大介, 門田和雄
2. 発表標題 図書館向け対話型ソーシャルロボットの開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第61回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大友健司, 門田和雄
2. 発表標題 デジタルファブリケーションを活用した掃除ロボットの開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第61回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 門田和雄
2. 発表標題 問題解決学習としてのさくらんぼ収穫ロボットコンテスト
3. 学会等名 第36回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 門田和雄
2. 発表標題 CAD/CAM設計ソフトウェアFusion360を活用したCAE解析
3. 学会等名 日本機械学会2018年年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 門田和雄
2. 発表標題 STEM教育を重視した台湾北部の自造者教育
3. 学会等名 日本STEM教育学会第1回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 門田和雄
2. 発表標題 大学教育学部における小学校生活科の授業実践
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第36回東北支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長嶋春樹, 大林要介, 門田和雄
2. 発表標題 ボディランゲージ機能を有する図書館案内ロボットの開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第36回東北支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 猪俣晃洋, 長嶋春樹, 門田和雄
2. 発表標題 micro:bitを活用した機構と制御に関する教材の提案
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第36回東北支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大友健司, 門田和雄
2. 発表標題 高校工業科の科目「電子機械」での活用に向けた掃除ロボット教材の提案
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第36回東北支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 千葉菜南, 門田和雄
2. 発表標題 中学校技術科における問題解決学習としての灌水ポンプ教材の開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第36回東北支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岩松秀憲, 情野勝弘, 門田和雄
2. 発表標題 工業高校専攻科におけるデジタルファブリケーション教育の取り組み
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第36回東北支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 門田和雄
2. 発表標題 ロボット教育の講演「製作ロボット人不是夢」
3. 学会等名 台湾・成功大学, 南科AI自造基地(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大林要介, 門田和雄
2. 発表標題 Scratchを活用した教育用コミュニケーションロボットの開発
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2017講演論文集
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 門田和雄, 太宰佑
2. 発表標題 機械要素を活用したSTEM教育の授業設計
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第60回全国大会講演論文集
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 門田和雄
2. 発表標題 デジタルファブリケーションを活用したSTEM教育
3. 学会等名 日本機械学会2017年年次大会講演論文集
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 門田和雄
2. 発表標題 高雄師範大学を中心とした台湾南部の自造者教育の動向
3. 学会等名 日本産業技術教育学会東北支部大会講演論文集
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 門田和雄
2. 発表標題 ロボット教育におけるシステムと要素技術の進展
3. 学会等名 第18回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会講演論文集
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 門田和雄
2. 発表標題 デジタルファブリケーションを活用した日本型STEM教育の開発
3. 学会等名 日本アクティブラーニング学会第2回全国大会
4. 発表年 2018年

〔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	村松 浩幸 (Muramatsu Hiroyuki) (80378281)	信州大学・学術研究院教育学系・教授 (13601)	