

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 12 日現在

機関番号：10102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26590227

研究課題名(和文)3Dプリンターなどを活用したデジタル・ファブリケーション教材の開発

研究課題名(英文)Development of Digital Fabrication Teaching Materials, Utilizing 3D Printers, etc.

研究代表者

佐藤 昌彦(Sato, masahiko)

北海道教育大学・教育学部・教授

研究者番号：00281858

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：「指針」の提示：3Dプリンター、IoT、AIなど、科学や技術が急速に発展する現代の状況を踏まえて、原点(手づくり)から先端(AIなど)まで、ものづくり全体の根底に人間の「責任」を位置づけた。「規範」の提示：アイヌの人々の伝統的なものづくりを「規範」とした。ものをつくる際の基本的な考え方(人間は自然の一部であり、自然に支えられてこそ生きることができる)を学ぶことができる。「創造モデル」の提示：ものづくりの全体で活用できる四つのポイントを提示した。第一は「基本形から発展形へ」。第二は「発想から形へ、そして形から発想へ」(双方向共存)。第三は「価値観の形成」。第四はものづくりの「責任」。

研究成果の概要(英文)：Presentation of 'Guideline': In consideration of today's world where science and technology such as 3D printer, IoT, big data and AI, are rapidly spreading, we placed 'responsibility' of man to the base of entire 'monodzukuri' (product making). Presentation of 'Standard': We followed the standard of Ainu's traditional monodzukuri. It allows you to learn the basic idea in making things with 3D printer: man is part of nature, and we are able to live only with its support. Presentation of 'Creative Model': We presented four points as a 'creative model' that can be utilized in entire monodzukuri including 3D printer: Firstly, 'from the basic form to the developed form', secondly, 'from an idea to a form, and from a form to an idea' (co-existing), thirdly, 'forming sense of value', and fourthly, 'responsibility' of monodzukuri.

研究分野：教科教育学

キーワード：ものづくり教育 指針 規範 創造モデル 責任

## 1. 研究開始当初の背景

【本研究に関する国内・国外の研究動向及び位置づけ】

1998(平成10)年、マサチューセッツ工科大学でニール・ガーシェンフェルド(Neil Gershenfeld、教授)が講座「ほぼ何でもつくる方法」をスタート。3Dプリンターを活用したファブラボ(FabLab)の起源となる。ファブラボとはファブリケーション(ものづくり)とラボラトリー(研究室)を組み合わせた造語である。2012(平成24)年、ニール・ガーシェンフェルドが論文「第三の産業革命 モノをデータ化し、データをモノにする」をフォーリン・アフェアーズ・リポート 11月号に発表。デジタル・ファブリケーションの意味と課題を提起した。2013(平成25)年8月、横浜市で「第9回世界ファブラボ会議 国際シンポジウム」開催。世界50カ国200箇所以上に広がるファブラボの代表者による実践発表が行われた。以上が本研究に関する国内外の主な研究動向である。本研究は、現在の「ものづくり」とそうしたファブラボの「ものづくり」とを「技術」「創造」「倫理」の3つの観点から対比することによって、「ものづくり教育の在り方」を再考し、今後の学校教育に備えるための先導的な取組として位置づけたい。

【これまでの研究成果を踏まえての着想に至った経緯】

2011(平成23)年の研究代表者による挑戦的萌芽研究「少ない材料で多様な発想を引き出すことができる工作教材の開発」(課題番号23653280)では次の3つ視点を提起した。「ものづくりの起点としての『手で考える』という教育の継承」「少ない材料で多様な発想を生み出す『創造モデル』の活用」「ものづくりには責任が伴うという『責任の問題』の重視」。これらの視点はデジタル・ファブリケーション教材の開発においても基本になると考え、本研究を計画するに至った。

## 2. 研究の目的

現在、ものづくりは、小学校の図画工作及び中学校の美術や技術の授業で学んでおり、イノベーションに基づく「技術」と発想を形に変える「創造」とともに、「ものづくりには責任が伴う」という「倫理」面の重視が課題となっている。近年、「技術」面で、第三の産業革命とも呼ばれているデジタル・ファブリケーションが発展し、3Dプリンターなどの工作機械によって、ものをデータ化しデータをものにするのが可能となり、職人の手・技・経験等を全く必要とせずデータがあれば、誰でも・どこでも・ほぼ何でもできるというものづくりの新しい手法が出現しているからである。本研究では、「ものづくりの考え方」や「ものづくり教育の在り方」を再考し、小学校・中学校で活用できるデジタル・ファブリケーション教材を開発したい。

## 3. 研究の方法

3Dモデリングソフトとしての「Sculptris」や「123D SCULPT+」を活用するとともに、今後の新たなソフトの登場をも想定し、多くのソフトで活用できる(活用範囲の広い)「創造モデル」とその基盤となる次世代ものづくり教育の「指針」や「規範」についても検討した。具体的な視点は下記のとおりである。

(1) 次世代ものづくり教育の「指針」を検討するための方法

文献や資料による検討

「オーラルヒストリー」(oral history)による検討

世界最大級の日用品市場：中国・義烏(イーウー、浙江省)及び工作・工芸教育の発祥地：フィンランドでの教育視察に基づく検討

社会におけるものづくりの動向に関する検討(「世界ファブラボ会議2013」など)

(2) 次世代ものづくり教育の「規範」を検討するための方法

文献や資料による検討

製作者へのインタビューと製作体験

教育的意義の検証に基づく考察

(3) 次世代ものづくり教育の「創造モデル」を検討するための方法

文献や資料による検討

教育実践を踏まえた検討

3Dモデリングソフトとしての「Sculptris」や「123D SCULPT+」の活用

## 4. 研究成果

(1) 次世代ものづくり教育の「指針」

次世代ものづくり教育の「指針」として、ものづくりの根底に「責任」を位置付け、ものづくりに「責任」をもつ人間の育成という方向を示した。この「責任」は「未来に対する責任」と「過去に対する責任」を踏まえたものである。創造面や技術面とともに「責任」という倫理面をも一層重視したい。「責任」とは責めを引き受けることである。これから起こる事柄や決定に対する責任を「未来に対する責任」とすれば、すでに起きた事柄及びすでになされた決定や行為に対する責任、またはそれを説明する責任を「過去に対する責任」ということができる。「未来に対する責任」は、これから起きることに対してリスクを考えた上で対応策を準備しておくことであり、起きてしまったことに対して解決策を提示することでもある。現状から前へ進むためには、こうした対応策を備えておくことが最も基本的な視点となる。挫折後の再挑戦に関わって「失敗は成功のもと」という言葉がある。もちろんそうした状況もあるが、いくら謝罪したとしてもあるいは職を辞したとしても取り返しのつかない事態があるということを忘れてはならない。言い換えれば、「過去に対する責任」としてもとに戻そうと

してももとに戻すことができない状況が存在するという事である。生命に関わることはその最たる事例といえる。とすれば、取り返しのつかないことが起きないようにするために、リスクを考えて対策を事前に練るための「未来に対する責任」の重要性を一人一人があらためて認識することが必要であろう。

### (2) 次世代ものづくり教育の「規範」

生命を支える基体としての「自然」に着目した。福島原発事故(2011.3)での放射性物質による自然環境の汚染によって人々の生きる場が失われたからである。そうした自然に対する認識を深めるための規範としてアイヌの人々の伝統的なものづくりを取り上げた。人間は自然の一部であり、自然に支えられてこそ生きることができるという考え方がアイヌの人々の伝統的なものづくりに受け継がれてきたからである。たとえば、ヤラスという樹皮の鍋をつくる際には、材料を採取する際に「ヤラスをつくるために材料を少しいただきます」と感謝の言葉を述べ、木が枯れてしまうことのないように、全体の3分の1以下だけの樹皮を採取する。「規範」とするための根拠としては、こうしたヤラス(樹皮の鍋)とともに、ト。ムシコツパスイ(木鈴付きの箆)やムックリ(口琴)を取り上げた。

### (3) 次世代ものづくり教育の「創造モデル」

先に述べた「指針」及び「規範」での考察に基づく「創造モデル」として四つのポイントを提示した。ものづくりの原点となる手づくりから3Dプリンターによる造形までをも視野に入れたものである。

第一は「基本形から発展形へ」。多様な発想を生み出すためのおおもとになる形を基本形とした。発展形は基本形から生み出された様々な形を意味する。第二は「発想から形へ、そして形から発想へ」(双方向共存)。つくろうとするものが思い浮かんだときには、「発想から形へ」という方向でつくる。思い浮かばないときには「形から発想へ」という逆の方向で考える。頭の中で考えても思い浮かばないときには、とりあえず、一つの形を目の前につくって置いてみて(手づくりの場合は目の前に、3Dデータの制作の場合はパソコンの画面上で)、その形から次に必要な部品を考えるのである。第三は「価値観の形成」。表現と鑑賞の中心軸は価値観の形成という教科の構造を「創造モデル」でも踏まえた。複数の発想が思い浮かんだ際の最終的な判断は自らの価値観が拠り所になるからである。第四は「責任」。創造モデルの根底に位置付けた。材料は自然の生命ととらえ、自然に負担をかけないように、有り余るほどの材料ではなく、少ない材料で(必要とする分だけの材料で)、そして自然(生命)に悪影響を与えないような材料で、多様な発想が生まれる体験を重視した。さらに「生活」という言葉をキーワードとした。ものづくりに

「責任」をもつ人間として成熟していくためには、子どものときから「生活」の中で活用できる汎用性の高い「創造モデル」を提示する必要があると考えたからである。

本研究は、これまでものづくり教育を担当してきた者の一人として、そして2011(平成23)年3月、福島での原発事故を体験した一人として、さらにはものに関わる悲惨な事故を二度と繰り返すことのないように今後のものづくり教育に「責任」をもつ一人として、端的に言えば、自らの「責任」として、次世代ものづくり教育の「指針」、「規範」、「創造モデル」について考察したものである。

残された課題は二つある。第一は、「成熟」の問題である。「責任」は成熟しなければ感じ取ることができない。人間として成熟するためには自立と協調が重要になる。自分だけの自立では独善的になりやすい。他者を無視せず協調して自立できるかどうかは鍵である。では、学校教育において成熟を志向するためにはどうすればいいのか。それを第一の課題とする。第二は、本研究で提起した次世代ものづくり教育の「指針」、「規範」、「創造モデル」に関する検証と教材の開発に関する検討である。理論と実践の往還を通して質的改善を図っていききたい。

なお、本研究の成果は、博士論文「次世代ものづくり教育研究 日本人は責任の問題をどう解決するのか」に反映させた。学位取得:2016年3月26日。博士(学校教育学)[兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科]。

### 引用参考文献 (一部)

- 青山昌文編著(1995)『比較思想・東西の自然観』放送大学教育振興会  
新井秀一郎, 宮脇理(1982)『実践造形教育大系1 造形教育の構造』開隆堂  
旭川竜谷高等学校郷土部(顧問・日本私学教育研究所研究員福岡イト子)(1990)『上川アイヌの研究 伝承者と生徒たちとの交流記録』(日本私学教育研究所調査資料第152号), 日本私学教育研究所, 224-231  
朝日新聞アイヌ民族取材班(1994)『コタンに生きる』岩波書店, 28-33  
Claude Levi-Strauss.(1962)LA PENSEE SAUVAGE, Librairie Plon.[大橋保夫訳『野生の思考』みすず書房, 2008]  
ELLEN H. RICHARDS.(1910)EUTHENICS THE SCIENCE OF CONTROLLABLE ENVIRONMENT A PLEA FOR BETTER LIVING CONDITIONS AS A FIRST STEP TOWARD HIGHER HUMAN EFFICIENCY, Whitcomb & Barrows.[住田和子・住田良仁訳『ユーセニクス 制御可能な環境の科学』スペクトラム出版社, 2005]  
Ellen Lupton, Cara McCarty, Matilda McQuaid, Cynthia Smith.(2010)WHY DESIGN NOW, Cooper-Hewitt National Design

Museum. [北村陽子訳(2012)『なぜデザインが必要なのか』英治出版, 2012]  
Erust Rottger in Zusammenarbeit mit Dieter Klante und Alfred Sagner.(1965)Das Spiel mit den bildnerische Mitteln Band Werkstoff Holz, Ott Maier Verlag Ravensburg. [宮脇理・武藤重典訳『木による造形 造形的手段による遊び2』造形社, 1973]  
Esther M.Douty.(1961)AMERICA ' S FIRST MOMAN CHEMIST ELLen Richards, Julian Messner. [住田 和子・鈴木 哲也訳『レイク・プラシッドに輝く星 アメリカ最初の女性科学者エレン・リチャーズ』ドメス出版, 2014]  
Ethlie Ann Vare.(1992)Adventurous Spirit A Story about Ellen Swallow Richards, Carolrhoda Books. [住田和子・住田良仁訳『環境教育の母 エレン・スワロウ・リチャーズ物語』東京書籍, 2004]  
Fabu Labの本制作委員会(2013)『実践 Fab プロジェクトノート 3D プリンターやレーザー加工機を使ったデジタル・ファブリケーションのアイデア 40』グラフィック社  
芸術学会編(1949)『スクールアート』(第1巻第1号)芸術科学社

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計5件)

佐藤昌彦、博士論文「次世代ものづくり教育研究 - 日本人は責任の問題をどう解決するのか」(兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科) 査読有、2016、232

佐藤昌彦、「アイヌ文化振興・研究推進機構出版助成図書『父からの伝言』の教育的意義に関する考察」、日本美術教育研究論集48、日本美術教育連合、査読有、2015、23-33

佐藤昌彦、「次世代『ものづくり教育のカリキュラム構想』への助走 - 中国・義烏塘李小学校における『剪纸(せんし/切紙)』授業に関する考察から」、美術科教育学会誌『美術教育学』第36号、査読有、2015、193-205

佐藤昌彦、「次世代ものづくり教育カリキュラム構想における全国工芸教育協議会(1973年設立)の意義」、日本基礎造形学会論文集・作品集2014、査読有、2014、25-32

佐藤昌彦、「アイヌ文化振興・研究推進機構出版助成図書『父からの伝言』と次世代ものづくり教育カリキュラム構想」、第48回日本美術教育研究発表会、査読有、2014.10.19、23-33

[学会発表](計8件)

佐藤昌彦、宮脇理、「チャールズ・V・ベネット著作の抄訳について - 『HISTORY of MANUAL and INDUSTRIAL EDUCATION 1870 to 1917』を焦点化する -」、第39回美術科教

育学会、2017.3.28、静岡県コンベンションアーツセンター(静岡県・静岡市)

佐藤昌彦、「地域文化に根差す美術教育」、国際美術教育研究大会(テーマ『守正創新』)、2016.10.8、中国華東師範大学、上海(中国)

佐藤昌彦、宮脇理、「『科学技術と芸術の連携』及び『国際共同研究ネットワークの構築』 - 責任の問題を重視したものづくり教育を推進するために」、第55回大学美術教育学会、2016.9.24、北海道教育大学(北海道・札幌市)

佐藤昌彦、山口翔、宮脇理、「中学生にとっての成熟とは何か ものづくりの責任の問題に関わって」、第38回美術科教育学会、2016.3.20、大阪成蹊大学(大阪府・大阪市)

佐藤昌彦、宮脇理、「あらゆる『モノ』がインターネットにつながる『IoT(Internet of Things)』のイマ、再度、ものづくり教育を考える」、第54回大学美術教育学会、2015.9.20、横浜国立大学(神奈川県・横浜市)

佐藤昌彦、尾澤勇、宮脇理、「『アーキビスト考』 フィンランドのアート・アンド・クラフツ教育を視て」、第37回美術科教育学会、2015.3.28、上越教育大学(新潟県・上越市)

佐藤昌彦、「次世代ものづくり教育構想におけるフィンランドのものづくり教育の意義 ものづくりの『責任』の問題を中心として」、第37回美術科教育学会、2015.3.28、上越教育大学(新潟県・上越市)

佐藤昌彦、「芸術学会誌『スクールアート』(1949年創刊)と次世代ものづくり教育カリキュラム構想」、第53回大学美術教育学会、2014.10.4、福井大学(福井県・福井市)

[図書](計2件)

佐藤昌彦他、学術研究出版/ブックウェイ、「アートエデュケーション思考-Dr.宮脇理88歳と併走する論考・エッセイ集-」、2016、424

佐藤昌彦他、あいり出版、「表現教育にはそんなこともできるのか 教師たちのフレキシブルなアプローチに学ぶ」、2015、211

[産業財産権]

出願状況(計0件)

名称:なし

発明者:なし

権利者:なし

種類:なし

番号:なし

出願年月日:なし

国内外の別:なし

取得状況(計0件)

名称：なし  
発明者：なし  
権利者：なし  
種類：なし  
番号：なし  
取得年月日：なし  
国内外の別：なし

〔その他〕

佐藤昌彦、「次世代ものづくり教育の進路  
—ものづくり教育の根底に『責任』を位置  
付けて—」、『教育トークライン』2016年8  
月号・東京教育技術研究所、2016、30 - 31

佐藤昌彦、「次世代ものづくり教育の『構  
造』『規範』『創造モデル』」、『教育トー  
クライン』2015年10月号・東京教育技術研  
究所、2015、32 - 33

佐藤昌彦、「原点(手づくり)から先端(3  
Dプリンターなど)までを踏まえた次世代  
ものづくり教育—ものづくりの「責任」を  
基盤として—」、『教室ツーウェイ』2015年  
3月号・明治図書出版株式会社、2015、84

佐藤昌彦、「工作・工芸教育発祥地：フィン  
ランドでの教育視察—次世代ものづく  
り教育を構想するために—」、『教室ツー  
ウェイ』2015年1月号・明治図書出版株式  
会社、2015、45

佐藤昌彦、「ものづくりの原点から最先端  
までを支えるキーワードは何か—責任—」  
、『教室ツーウェイ』2014年7月号・明治図  
書出版株式会社、2014、43

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐藤昌彦 (SATO Masahiko)

北海道教育大学・教育学部・教授

研究者番号：00281858

(2) 研究分担者 なし

(なし)

研究者番号：なし

(3) 連携研究者 なし

(なし)

研究者番号：なし

(4) 研究協力者 なし

(なし)