

## 教員養成系大学生を対象とした STEM 教育に関する授業実践の試み Practical Study on STEM Education for School Teacher Training Course Students

○丸山雅貴\*<sub>1</sub>, 長濱澄\*<sub>2</sub>, 北澤武\*<sub>3</sub>, 瀬戸崎典夫\*<sub>4</sub>, 森田裕介\*<sub>1</sub>

Masaki MARUYAMA \*<sub>1</sub>, Toru NAGAHAMA\*<sub>2</sub>, Takeshi KITAZAWA\*<sub>3</sub>, Norio SETOZAKI\*<sub>4</sub>, Yusuke MORITA\*<sub>1</sub>

\*<sub>1</sub> 早稲田大学, \*<sub>2</sub> 東京工業大学, \*<sub>3</sub> 東京学芸大学, \*<sub>4</sub> 長崎大学

\*<sub>1</sub>Waseda University, \*<sub>2</sub>Tokyo Institute of Technology, \*<sub>3</sub>Tokyo Gakugei University, \*<sub>4</sub>Nagasaki University

【要約】 本研究では、教員養成系大学生を対象として、STEM 教育を教員としてどう指導するか考えさせることを目指し、授業の実践を試みた。教員養成系大学生 11 名を対象として、STEM 教育に関連した活動を体験させるとともに、探究のプロセスを記録させた。この授業の前後で STEM 教育に対する学生の考えを、15 の質問項目を用いて調査した。その結果、「STEM 関連のコースを履修することが楽しい」、「STEM に関連した授業の指導案を作成できる」、「STEM を児童・生徒に教える教員になる自信がある」、「STEM の担当教員として一人前にやっていたい自信がない（逆転項目）」の 4 項目において有意な差が見られ、事後調査で評価が向上したことが明らかとなった。レポートの記述内容から、楽しいと感じた理由として、グループによる活動が取り入れられていたことが挙げられた。また、授業を通して、学校教員となった際に、STEM 教育に関する授業をデザインする志向を持った学生がいた。

【キーワード】 STEM 教育, 教員養成, 大学教育, 高等教育, 授業実践, 探究

### I. はじめに

STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) 教育とは、「既存の教科 (理科, 数学, 技術, 情報など) の枠組みを超えて横断的かつ探究的に学ぶだけでなく、問題発見・解決のプロセスを実践する新しい学びのフレームワーク」(森田ほか, 2018:29) を指す。STEM 教育は、アメリカを起源とする教育モデルである。そして、アメリカの科学教育改革においては、STEM 教育を 1 つのキーワードにして、高度な科学教育内容を含み込みながら、技術, 工学, 科学の応用とのかかわりを深めている (郡司, 2015)。

日本における STEM 教育の導入については、「一般に日本の初等・中等教育課程は、科目の独立性が強いいため、科目を横断した STEM 教育の実践は難しい」(大島ほか, 2015:59) と指摘されている。また、学校教員の多くは、STEM 教育の方法を学んでいない。そのため、カリキュラムへの組み込みや、教員の研修や養成の課題が残されている (新井, 2018)。STEM 教育を指導させるためには、「どのような理念の、どのような指導態度が求められ、そしてそれに基づく指導方法とはどのようなものか、ということを精緻に検討しながら、実際に研修等で身に付けさせていくことがまさに必要」(峯村ほか, 2019:251) となっている。

一方で、近年、日本においても、STEM 教育のよう

なフレームワークを取り入れる動きがある。たとえば、2018 年に告示された高等学校新学習指導要領により、総合的な探究の時間が新設されることとなった (文部科学省, 2019a)。総合的な探究の時間では、横断的、かつ総合的に、生徒が主体的に課題を設定し、情報の収集や整理・分析をしてまとめる探究のプロセスが重視される。領域横断的な概念 (CCs) について、STEM 教育の中にその学習を位置づけることにより、「NGSS に見られる 3D 学習の構成に留まらずあらゆる CCs に渡る」(齊藤・熊野, 2017:89) とされる。加えて、高等学校においては、各学科に共通する教科として、理数が新設される。理数の考え方は、STEM 教育の考え方に対して、「同じ方向を向いているとも考えられる」(文部科学省, 2019b:7) とされており、理数探究基礎および理数探究の 2 科目が、選択科目として導入される。

そこで、本研究では、教員養成系大学生を対象として、STEM 教育を教員としてどう指導するか考えさせることを目指し、授業の実践を試みた。そして、探究のプロセスを体験することによる STEM 教育に対して学生が抱く意識の変化を、15 の項目により構成された教員養成系大学生向けの「STEM 教育に関する調査」を用いて調査した。また、授業の終了後に、課題としてレポートを提出させ、学生が記述した内容を考察し

た。

## II. 研究の方法

### 1. 対象

対象は、東京都内の教員養成系大学において、2019年度春学期に開講された「ITを活用した授業づくり」を受講した学部生11名であった。受講した学生は、2年以上であった。

また、初等教育教員養成課程に所属した学生が4名、中等教育教員養成課程に所属した学生が3名、教育支援課程に所属した学生が4名であった。

### 2. 実践の内容

表1に、「ITを活用した授業づくり」の授業のうち、STEM教育に関する実践を試みた授業の概要を示す。本研究は、授業の「後半ミッション」として、2019年6月から7月にかけて実施した。

第1回の6月10日は、STEM教育の実践に関連した動画を視聴させた上で、STEM教育についてのイメージを図示、記述させた(丸山ほか, 2019)。そして、第2回の6月17日は、「STEM教育に関する調査」に回答させた(事前調査)。第3回の6月24日から第6回の7月15日は、ダンボールカーを製作させることにより、STEM教育における探究のプロセスを体験させた(写真1)。第7回の7月22日には、グループごとに成果を発表させた。第8回の7月29日は、第1回と同じ動画を視聴させイメージを記述させた。加えて、7月29日には、「STEM教育に関する調査」に回答させた(事後調査)。

ダンボールカーの製作にあたっては、3つのグルー

プを構成した。探究的なアプローチにおいて、速いダンボールカーを製作するよう課題を提示し、グループごとにダンボールカーの製作に取り組みさせた。ダンボールカーを製作させる際には、グループに1台ずつタブレット端末を貸与し、授業支援アプリケーション「ロイロノート・スクール」を使用させた。「ロイロノート・スクール」を使用させることで、ダンボールカーの製作における探究のプロセスを記録させた(写真2)。

### 3. 「STEM教育に関する調査」の内容

「STEM教育に関する調査」の項目は、Value-Expectancy STEM Assessment Scale (Appianing・Van Eck, 2018)をもとに、日本の教員養成系大学生向けに改良し、構成した。「STEM教育に関する調査」は、Value-Expectancy STEM Assessment Scaleにある22項目のうち、15項目を抽出した上で、日本の教員養成系大学生向けに変更した。

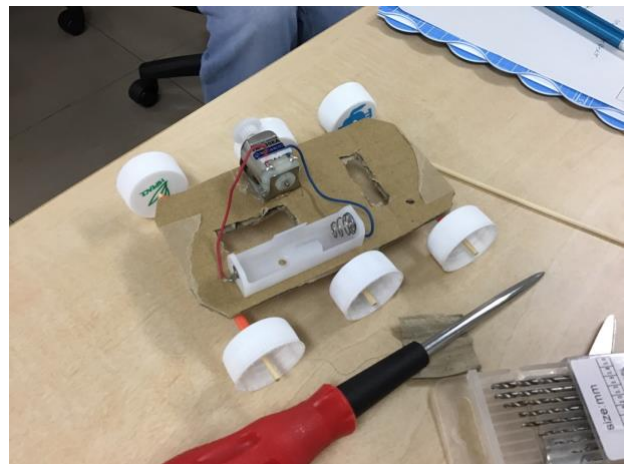


写真1 学生がダンボールカーを製作する様子

表1 授業の概要

回	月/日	授業内容
1	6/10	STEM教育に関する動画視聴, イメージの記述
2	6/17	事前調査
3	6/24	ダンボールカーの製作
4	7/1	
5	7/8	
6	7/15	成果の発表
7	7/22	
8	7/29	STEM教育に関する動画視聴, イメージの記述, 事後調査

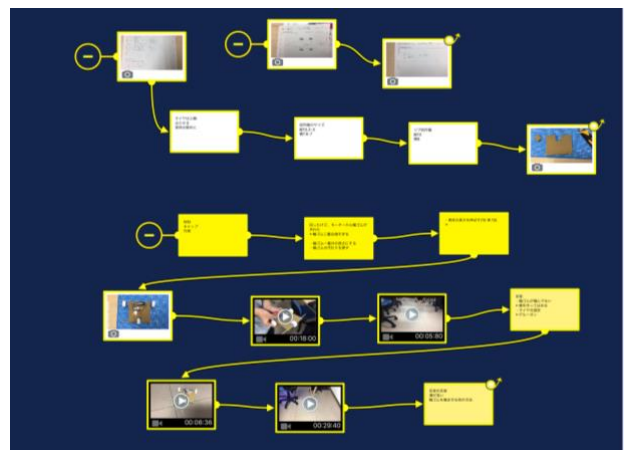


写真2 ロイロノート・スクールによる記録

表2に、「STEM教育に関する調査」で使用した項目および Value-Expectancy STEM Assessment Scale のうち抽出した15項目を示す。各項目は、「あてはまらない」を1、「ややあてはまらない」を2、「どちらとも言えない」を3、「ややあてはまる」を4、「あてはまる」を5とし、適切な程度の数値を回答させた。なお、番号1「STEM領域を児童・生徒に学ばせることは、時間の無駄だ」、番号3「児童・生徒にSTEMに関連した内容を学ばせるよりも、むしろ他の内容を学ばせた」、番号5「STEMに関連した教員免許には興味がない」、番号7「STEMの授業は退屈だ」、番号10「STEM領域の授業をしても、自身の教師のキャリアには役に立たない」、番号11「STEM関連のコースは嫌いだ」、番号13「STEMに関連する授業を担当しても、児童・生徒にうまく学ばせることができない」、番号15「STEMの担当教員として一人前にやっつけられる自信がない」の8項目は、逆転項目となっている。逆転項目の8項目については、「あてはまらない」を5、「ややあてはまらない」を4、「どちらとも言えない」を3、「ややあてはまる」を2、「あてはまる」を1として扱った。そして、事前調査と事後調査における学生の回答について、対応のある  $t$  検定を実施した。対応のある  $t$  検定の結果を踏まえ、授業の実践がどのような項目の意識へ影響を与えたか、考察した。

#### 4. レポートの内容

すべての授業が終了した後、学生に期末レポートを課題として提出させた。課題は、『STEM教育』の観点から、後半ミッションにおける学習活動を振り返ってください』と提示した。学生に800字程度で入力させ、学習管理システムを通じ提出させた。

提出させたレポートの記述から、「STEM教育に関する調査」において効果が示唆される項目に関連すると思われる内容を考察した。また、STEM教育において育成すべき力および「ロイロノート・スクール」の使用に関する学生の記述を整理した。

### Ⅲ. 結果と考察

#### 1. 「STEM教育に関する調査」

第2回に実施した事前調査へ回答した学生は10名、第8回に実施した事後調査に回答した学生は10名であった。このうち、事前調査と事後調査の双方に回答した有効回答者は、9名であった。

図1に、事前調査と事後調査の結果を示す。事前調

査と事後調査でそれぞれの回答を比較し、対応のある  $t$  検定を実施したところ、「STEM関連のコースを履修することが楽しい」( $t(8)=4.22, p<.01$ )、「STEMに関連した授業の指導案を作成できる」( $t(8)=3.40, p<.01$ )の2項目で、1%水準で有意な差があった。また、「STEMを児童・生徒に教える教員になる自信がある」( $t(8)=2.49, p<.05$ )、「STEMの担当教員として一人前にやっつけられる自信がない」( $t(8)=2.40, p<.05$ )の2項目では、5%水準で有意な差が見られた。これら4項目では、いずれもSTEM教育に対して肯定的な回答へ変化している。「STEM関連のコースを履修することが楽しい」に関する意識の変化から、STEM教育を体験させることで、それに関連したコースの楽しさを学生に感じさせることができた。加えて、授業の指導案や教員としての自信に関する意識の変化から、教員としてSTEM教育を取り入れようとする意思に対する効果が示唆された。

#### 2. レポート

課題であるレポートを提出した学生は、10名であった。そこで、「STEM教育に関する調査」において有意な差が見られた4項目に関連し、レポートに10名の学生が記述した内容を示す。

STEM教育に関連したコースの楽しさを学生に感じさせることができたことに関連して、ある学生が、「今回、段ボールカーを作成するにあたって、仲間と一緒に活動をできたことがとても楽しかったです。自分一人では気づかなかったこと、疑問に思わなかったこと、やってみようと思わなかったことも、仲間と協力する中で新しい気づきがありました」と記述した。このほかにも、「個人ではなくグループで行うことで、一人では思いつかなかった新しい可能性に気づいたり、自分や他者の意見の強いところ、弱いところに気づき、ミッション達成のために大きくプラスにつながったと思う」、あるいは「私たちは第一段階の段ボールカーのどこが改善すべき点なのかを話し合い、STEM教育のTとEにあたる技術・工学の知識を用いて、モーターとタイヤが連動しないことやタイヤが床で滑ってしまうことなど、いくつかの問題を解決しようと試みました」など、グループでの活動を実施することの利点について記述した学生がいた。さらに、「今回は他のグループと『競争』という形であったので、それがモチベーションの向上につながったと思う。『ダンボールカーを速く進ませたい』、『ほかのグループに勝ちたい』

表2 「STEM教育に関する調査」と Value-Expectancy STEM Assessment Scale の項目

番号	「STEM教育に関する調査」 (R: 逆転項目)	Value-Expectancy STEM Assessment Scale
1	STEM 領域を児童・生徒に学ばせることは、時間の無駄だ (R)	Working in a STEM field would be a waste of my time (Item 1)
2	児童・生徒に STEM 領域を学ばせることに興味がある	I find STEM-related jobs very interesting (Item 3)
3	児童・生徒に STEM に関連した内容を学ばせるよりも、むしろ他の内容を学ばせたい (R)	I would rather do something else than take on a STEM-related job (Item 7)
4	必修でなくても、STEM に関する授業を受けたい	I would take a course in STEM even if it were not required (Item 2)
5	STEM に関連した教員免許には興味がない (R)	I am not interested in a degree in STEM (Item 8)
6	STEM に関連した内容を学ぶことは自分にとって有益だ	STEM is an important field for me (Item 5)
7	STEM の授業は退屈だ (R)	STEM classes are boring (Item 10)
8	STEM の授業に参加することを考えるとわくわくする	The idea of being in a STEM class excites me (Item 12)
9	STEM 関連のコースを履修するのは楽しい	I would enjoy taking STEM courses (Item 13)
10	STEM 領域の授業をしても、自身の教師のキャリアには役に立たない (R)	I would certainly feel useless in a STEM-related job (Item 16)
11	STEM 関連のコースは嫌いだ (R)	I dislike STEM courses (Item 14)
12	STEM に関連した授業の指導案を作成できる	I feel I have a number of good qualities to be successful in a STEM field (Item 17)
13	STEM に関連する授業を担当しても、児童・生徒にうまく学ばせることができない (R)	I don't think I will succeed in a STEM field (Item 20)
14	STEM を児童・生徒に教える教員になる自信がある	I would be able to succeed in a STEM field as well as most other people (Item 21)
15	STEM の担当教員として一人前にやっつけける自信がない (R)	I do not think I can achieve anything meaningful as a STEM professional (Item 22)

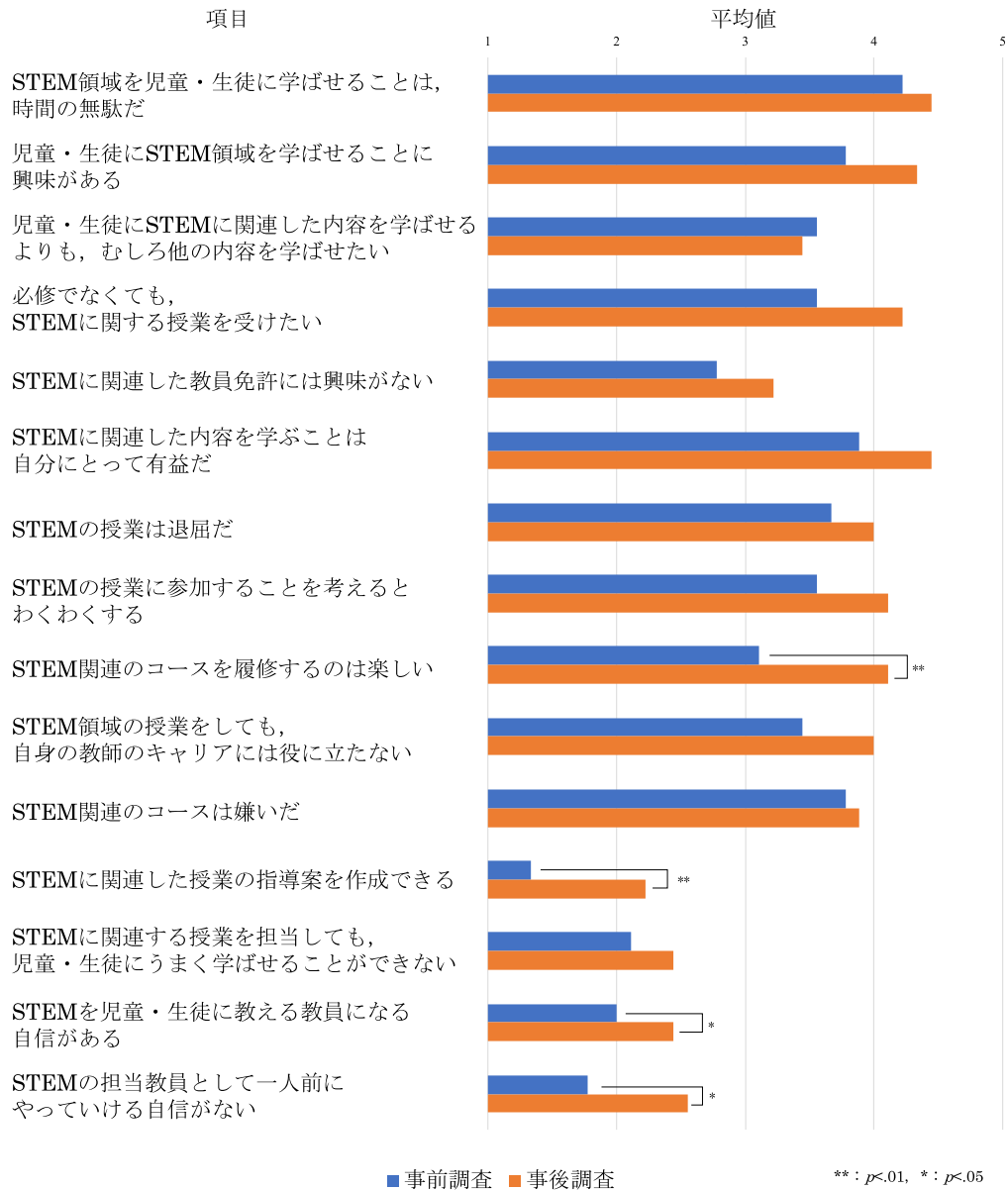


図1 「STEMに関する調査」の結果 (n = 9)

などといった動機付けから、自身のグループの制作に力を入れて取り組めた」といった意見があった。このことから、複数のグループに分け、競争意識を楽しませることが、STEM教育における探究のプロセスを体験させる上で有用となる可能性がある。

また、教員としてSTEM教育を取り入れようとする意思に対する効果に関連して、ある学生は、「今後教員になるにあたって、難しいかもしれないが、授業の中に取り入れていきたい」と記述した。そこから、学校教員となった際に、STEM教育に関する授業をデザインする志向を持った学生がいた。また、「今後自分が今回の授業のようなSTEM教育を受ける機会というのは限られていると思うがもし機会があれば積極的

に参加し、将来的に教壇に立った時に21世紀型の教育を実践できるようになりたい」、あるいは「私は、算数や数学の授業は問題を解けるようにすることを重要視しがちで、生活に役立つと感じる機会があまりないと考えていた。しかしSTEM教育は算数や数学の知識をそのまま生かせることがあり、それらを学ぶ意義を感じ取ることができるのではないだろうか。私は、小学校の先生になったら、なぜ算数を学ぶのかを子どもたちわかってもらえるような授業をしたいと考えている。そのため、STEM教育についてもっと知りたいと思ったし、STEM教育の他にはどんな教育方法があるか知りたいと思った」といった記述があった。このことから、STEM教育を21世紀型の教育として捉え

たり、算数や数学と結びつけ検討したりすることで、学校教員になった際に活用する志向を持たせた可能性が示唆された。

このほか、STEM教育において育成する力について記述した内容を示す。「今回のSTEM教育に基づく授業では『自ら答えを探し、考え、学ぶ』という学びの新たな本質のような部分を体験できたのではないかと思う」、あるいは「STEM教育において伸ばしたい力は『自分で考え、理解すること』であり、教科書に載っている事実をただ記憶するのではなく、自分の手を動かして、発見するという流れを通して、クリエイティブな力を身につけることができるように感じた」といった、自身で何かを考える力の重要性を認識したケースが見られた。また、「私たちが活動を通して『目の前の問題を見極め、解決する力を身につける』という目的もあった」、あるいは「課題の本質を見極め、解決策を模索するという点で問題解決能力にも直結する」など、問題発見・解決の力に結びつけるケースもあった。

「ロイロノート・スクール」の使用については、「ロイロノートは、前に作ったものに改善を加えるという点で、比較するのに役立った」、「活動や現段階の課題などをタブレット端末のロイロノートに詳細に記録することも、課題の可視化や整理という面でとても役立った」、「試行錯誤する上でのデータをロイロノートで整理する経験も、生徒達にとっては将来の役に立つ活動であると感じる」といった記述が見られた。探究のプロセスにおいて、「ロイロノート・スクール」を用いたICTを活用した教育の有用性が示唆された。

#### IV. 今後の課題

本研究では、教員養成系大学生を対象として、STEM教育に関する授業の実践を試みた。授業を通じ、学生にSTEM教育に関連するコースの楽しさを感じさせたほか、教員としてSTEM教育を取り入れようとする志向に対する効果が示唆された。この効果を向上させるため、授業の設計についてさらに検討する必要がある。

また、各大学における教員養成の場において、STEM教育の指導法に関する内容は、明確に位置づけられていない。総合的な探究の時間が新設されるにあたり、教員養成の場で探究のプロセスを経験させることは重要であろう。教員養成の場において、幅広くSTEM

教育を取り入れて実践するために必要な方向性について、今後議論することが不可欠である。

#### 謝辞

本研究にご協力いただいた学生の皆さまに、感謝申し上げます。また、本研究の一部は、JSPS 科研費JP17H02003の助成を受けたものである。

#### 文献

- Appianing, J., Van Eck, R. N. (2018): Development and validation of the Value-Expectancy STEM Assessment Scale for students in higher education, *International Journal of STEM Education*, 5, 24, 1-16.
- 新井健一 (2018) : これまでのSTEM教育と今後の展望, *STEM教育研究*, 1, 3-7.
- 郡司賀透 (2015) : アメリカの科学教育改革 スタンダードに基づくカリキュラム設計とSTEM教育の振興, *化学と教育*, 63, 10, 480-483.
- 丸山雅貴, 長濱澄, 北澤武, 齊藤智樹, 瀬戸崎典夫, 森田裕介 (2019) : 教員養成系大学生が抱くSTEM教育に対するイメージの記述に関する分析の試み, *日本教育工学会 2019 年秋季全国大会講演論文集*, 307-308.
- 峯村恒平, 星名由美, 小山航太, 野村泰朗 (2019) : STEM教育における指導者の指導態度と指導のあり方に関する考察—「プログラミング教育」とその指導者研修を見据えて—, *埼玉大学紀要 教育学部*, 68, 1, 245-252.
- 文部科学省 (2019a) : 高等学校学習指導要領 (平成30年告示), 東山書房.
- 文部科学省 (2019b) : 高等学校学習指導要領 (平成30年告示) 解説 理数編, 学校図書.
- 森田裕介, 齊藤智樹, 大谷忠, 瀬戸崎典夫, 北澤武, 辻宏子 (2018) : SIG-13「STEM教育」の取り組みとSIGセッションの概要, *日本教育工学会第34回全国大会講演論文集*, 29-30.
- 大島まり, 川越至桜, 石井和之 (2015) : 大学と企業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*, 39, 2, 59-66.
- 齊藤智樹, 熊野善介 (2017) : 本物の科学者との出会いと領域横断的な概念の学習, *静岡STEMジュニアプロジェクト 平成28年度次世代科学者育成プログラム報告書*, 79-93.