

スタッフは子どもたちの作品をどのように評価するか

－ VIVISTOP 柏の葉での事例研究 －

Staff Evaluation of Children's Works: A Case Study of VIVISTOP Kashiwanoha

一方井祐子*†
Yuko IKKATAI

加納 圭**†
Kei KANO

佐藤 桃子***
Momoko SATO

小寺 孝明***
Takaaki KODERA

山森 文生***
Fumio YAMAMORI

森村 吉貴****
Yoshitaka MORIMURA

森 幹彦*****
Mikihiko MORI

* 東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構 ** 滋賀大学大学院教育学研究科 一般社団法人社会対話技術研究所

*** VIVITA 株式会社 **** 京都大学情報環境機構 一般社団法人社会対話技術研究所

***** 目白大学社会学部 一般社団法人社会対話技術研究所

† 同等に貢献した。

<キーワード> VIVISTOP STEM 教育 斬新さ 丁寧さ 機能性

1. 背景

1.1 STEM 教育への注目

米国では、特にオバマ政権のもと、STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) 教育が政策レベルで推進されてきた (標葉 2018)。例えば、2015 年には、マサチューセッツ州 26 学区にわたり 54 のイノベーション校があり、そのいくつかにおいて STEM 教育が導入された (U.S. department of education 2017)。2015 年にはサンフランシスコのエクスポラトリウムが学校教室で簡単にできる STEM 教育導入のための MOOC (Massive Open Online Courses: 大規模公開オンライン講座) を立ち上げた (U.S. department of education 2017)。また、マサチューセッツ工科大学のレズニックによる創造性を育む幼稚園スタイルの学びを生涯続ける「ライフロング・キンダーガーデン」(Resnick 1998) という概念も、児童生徒のみを対象としているわけではないが、広い意味で STEM 教育と言えるだろう。ライフロング・キンダーガーデンを推進するグループからは、レゴ・マインドストームやスクラッチといった創造性を育むプログラミング教材が開発されてきた (Resnick 2017)。中国はすでに STEM 教育を義務教育に盛り込むことを決めており、2029 年までの STEM 教育の方針・計画を発表した (中国教育科学研究院 2017)。マサチューセッツ工科大学のガーションフェルドが提唱した市民参加型ものづくり工房ネットワーク「ファブラボ」(e.g. Gershenfeld 2008; Dressen and Schepers 2019) も STEM 教育の場とい

えるだろう。ファブラボでは、子どもから大人まで、3D プリンターやレーザーカッター等を用いたものづくり (デジタルファブリケーション) が行われている¹⁾。STEM 関連分野は、イノベーション主導社会のニーズを反映して就職率が高い (OECD 2017)。将来設計の観点からみると就職率が高いことは若者にとって魅力的に映る可能性があり、今後 STEM 関連分野への関心が高まって行く可能性があるだろう。

日本においても、ICT を最大限に活用し、サイバー空間とフィジカル空間とを融合させた取組により人々に豊かさをもたらす「超スマート社会」(内閣府 2016) に向けて STEM 教育を推進する動きがある (文部科学省 2018; 経済産業省 2018)。経済協力開発機構 (OECD) による生徒の学習到達度調査 (PISA) の 2015 年調査において、30 歳になったときに「義務教育後に更なる科学に関する訓練を要する職業」に就くことを希望している日本の生徒の割合は 18% であり、OECD 平均を大きく下回っていることが明らかになった (OECD 2016)。一方で、同調査において「科学を学ぶことが将来設計に役立つ」と回答した日本の生徒の割合は 2006 年調査に比べて大幅に増え、OECD 平均と同レベルに達したことも明らかになっている (OECD 2016)。

教育には、学校教育に代表される「フォーマル教育」、ある程度のプログラムやカリキュラムがある「ノンフォーマル教育」、プログラムやカリキュラムがない「インフォーマル教育」がある (e.g. Eshach 2007)。インフォーマルな STEM 教育は、大学や博物館、アフター

スクールや地元のクラブ、家庭など様々な場所で実施され、STEM を学ぶだけでなく、仲間とのコミュニケーションやチームワーク、責任感を学ぶ機会にもなっている。また、公教育の補完や拡張、科学に対する態度の向上にも役立つ (The Parliamentary Office of Science and Technology 2011)。

1.2 インフォーマルな学びの場としての VIVISTOP 柏の葉

2017年3月、千葉県柏市の商業施設 T-SITE 内に、小学生以上を対象とする会員施設 VIVISTOP (ヴィヴィストップ) 柏の葉²⁾がオープンした。VIVITA 株式会社 (以降、VIVITA) によって運営される同施設は、環境を通してイノベーターを育成し、イノベーションを加速させることを目的とする。学校教育や、習い事教室のような特定のプログラムやカリキュラムは存在せず、子どもたちが自分のやりたいことを主体的に追求・実現する。2017年当時、会員登録を済ませた子どもたちであればいつでも無料で VIVISTOP 柏の葉に出入りできた³⁾。施設内にはダンボールや木材、プラスチック及び金属製の廃材といった「マテリアル」や、3D プリンターやレーザーカッター、ノコギリ、ハサミといった「ツール」、またロボットプログラミングや IoT/センサーコントロール等を行う独自のソフトウェア等が設置され、これらを自由に使用した作品制作が可能である。

VIVISTOP のスタッフ (クルー) は子どもたちからの主体的な問いかけをきっかけとして教え手助けする子どもたちの夢を実現する支援者である。子どもたちはクルーに相談しながら、作品制作を進めることもできる (図 1)。

クルーは、運営スタッフと非運営スタッフから構成される。運営スタッフは VIVISTOP 柏の葉の日々の運営業務を担う。僅かではあるが教育機関等での勤務経験がある者も含まれる。非運営スタッフの多くはエンジニアやデザイナー等であり VIVISTOP 柏の葉とは別の場所で主として VIVITA 独自のツール開発を行っている。VIVISTOP 柏の葉には常に運営スタッフを含む複数のクルーがいるが、その構成は毎日変化する。VIVISTOP

柏の葉でのクルーの滞在頻度や時間は個人の自主性に委ねられている。VIVISTOP 柏の葉は子どもたちのためのインフォーマルな STEM の学びの場であり、また、子どもに特化したファブラボと言えるかもしれない。

1.3 VIVISTOP 柏の葉での研究の経緯

著者ら (一方井・加納・森村・森) は VIVISTOP 柏の葉オープン当初から、VIVITA と共同研究を行う機会を得た。研究開始当初は、VIVISTOP 柏の葉における子どもたちの学びの過程やその成果を評価することを考えた。ただし、前述したように VIVISTOP 柏の葉にはプログラムやカリキュラムがない。特にオープン当初は子どもたちの活動は常に変化しており、次に起こる行動が全く予測できなかった。したがって、VIVISTOP 柏の葉でのフィールドワークを続けながらも、何を評価すれば良いのかが決まらない時期が続いた。

フィールドワークを続けるうちに、子どもたちに対するクルーの関わり方にいくつかのパターンが見えるようになった。例えば、VIVISTOP 柏の葉に来場する子どもたち全てを同時に見守るクルーや、特定の子どもと一緒に作業を進めるクルーなどがいた。そして、VIVISTOP 柏の葉では子どもたちに対するクルーの関わり方が多様であり、このことは学校教育のようなフォーマルな学びの場との違いであるという気づきを得た。そこで、VIVISTOP の重要な構成要素であるクルーを研究対象とすることに決めた。

1.4 本研究の目的

クルーが子どもたちの作品に対してどのような観点で評価を行っているか、どのような評価傾向をもつクルーで VIVISTOP 柏の葉が構成されているかを調べた。これにより、VIVISTOP 柏の葉というインフォーマルな STEM の学びの場の特徴を明らかにしたいと考えた。

本研究では、以下をリサーチクエスションとした。

RQ1: クルーは子どもたちの作品や活動をどのような観点で評価しているか (調査 1)

RQ2: 評価観点の傾向からクルーをどのようなグループに分類できるか (調査 2)



図 1 2017年当時の VIVISTOP。子どもたちとクルーが作品制作を進めている様子。

2. 方法

2.1 調査1：クルーは子どもたちの作品や活動をどのような観点で評価しているか

2017年7月27日にクルーを対象に質問紙調査を実施した。口頭での質問（VIVISTOP 柏の葉の子どもの作品や活動について、よかったと思うものがあれば教えて下さい）を行い、その回答を用紙に自由記述で提出するよう求めた。具体的な作品や活動が浮かばなかった場合には、自分が理想的とする作品や活動について書いてもよいと伝えた。

2.2 調査2：評価傾向の観点からクルーをどのようなグループに分類できるか

クルーを対象に作品評価のオンライン調査を実施した。まず、評価対象の作品を選定した。社内観察記録情報共有システム（MY VIVITA⁴⁾）に2017年4月から12月に登録された作品の写真、計43枚を評価対象とした。写真には「番号・作品タイトル（制作者の子どものニックネーム）・作品背景」から成る解説文をつけた(図2)。作品タイトルは制作者の子ども、もしくはその作品の制作工程を最もよく知るクルーが作成した。作品背景は、クルーがMY VIVITAに記録した文章から一部を抜粋した。

次に、Google Formを用いて質問紙を作成した。質問紙は、作品写真とその解説文、および作品の斬新さ（この作品のアイデアは斬新だと思いますか）、丁寧さ（この作品の仕上がりは丁寧だと思いますか）、機能性（この作品は機能的だと思いますか）の質問から構成し



図2 作品の写真と解説文の例

た。各質問に対する回答として、もっともよく当てはまるものを以下（「とてもそう思う」「少しそう思う」「あまりそう思わない」「まったくそう思わない」「分からない」）からひとつ選択するよう求めた。さらに、各作品についてコメントがあれば自由記述で回答するよう求めた。この他に、回答者の属性情報として、氏名と社内職種名（エンジニアやデザイナーなど）、各作品の制作工程への理解の程度（「全工程を直接見て知っている」、「一部の工程を直接見て知っている」、「オンラインの社内観察記録情報共有システムを通して知っている」、「とてもよく知っている」、「ほとんど知らない」、「知らない」）からひとつ選択）を回答するよう求めた。回答はオンラインで回収した。

3. 結果と考察

3.1 調査1：クルーは子どもたちの作品や活動をどのような観点で評価しているか

27名のクルーから回答があった。回答の中から、具体的な作品や活動の名前、その理由をデータとして取得した。著者1名がKJ法（川喜田 1967）を用いて回答傾向をグループ化し（表1の「」は回答例）、著者間の議論によって解釈を行った。

その結果、クルーは子どもたちの作品と行動を5つの観点（斬新さ・丁寧さ・機能性・継続性・影響力）で評価していると解釈した（表1）。斬新さ・丁寧さ・機能性は作品に対する評価であり、継続性・影響力は作品制作を行う子どもたちの行動に対する評価と考えられる。

これらの結果から、クルーは、精度が高く丁寧に制作された作品（丁寧さ）や、アイデアが新しい斬新な作品（斬新さ）、特定の機能を備えた作品（機能性）を好ましいと思うことが分かった。後者の2つについては、独創性の構成要素と解釈することもできる。独創性を認めるには（1）通常とは違い稀であることと、（2）ある程度現実に適応していることが必要である（Barron 1955; 孫 他 2003）。斬新さは上記（1）に、機能性は上記（2）に対応すると考えられる。斬新さ・丁寧さ・機

表1 作品を評価する観点

ラベル	評価対象	ラベルの説明	理想とする作品や活動についての自由記述例
『斬新さ』		作品アイデアの新しさについて	「0から1を生み出すような作品はすごいと思う」 「斬新なアイデア」
『丁寧さ』	作品	作品の精度や丁寧さについて	「クオリティ高い」 「精密」
『機能性』		特定の機能を備えた作品について	「パチンコゲーム」 「ピラゴラ装置」
『継続性』	行動	努力を続けたことについて	「大人からみて進展がないままやり続ける」 「改善を努力する」
『影響力』		他の子どもの活動を促したことについて	「周りに影響があった」
『環境』	その他	VIVISTOP 柏の葉の環境について	「毎日誰かが来ている」 「強制がなくても来ているし楽しんでいる」
『その他』		上記に分類できなかったもの	「ストーリーに合わせた工夫」

能性は、VIVISTOP 柏の葉への来場頻度が少ないクラスであっていても評価可能である。一方で、継続性・影響力の評価については、VIVISTOP 柏の葉で子どもたちとの関わりを持たないクラスには困難であろう。

そこで、調査 2 では全てのクラスが評価可能である斬新さ・丁寧さ・機能性を用いて作品評価を行うことにした。

3.2 調査 2：評価傾向の観点からクラスをどのようなグループに分類できるか

24 名のクラスから回答を得た。回答に不備があった 2 名を除く 22 名の回答を分析対象にした。

斬新さ・丁寧さ・機能性に対する回答を数値化（とてもそう思う = 4 点、少しそう思う = 3 点、あまりそう思わない = 2 点、まったくそう思わない = 1 点、分からない = 0 点）し、各平均得点を算出した。丁寧さの平均得点が最も高かったことから（丁寧さ、平均点 \pm SD = 2.61 \pm 1.07, n = 946; 斬新さ, 2.44 \pm 1.10, n = 946; 機能性, 2.42 \pm 1.18, n = 946), 3 つの観点の中では丁寧さが最も高く評価されることが分かった。

次に、ウォード法を用いた階層クラスター分析を行い、類似する回答傾向を持つクラス同士を探索的にグループ化（クラスター化）した。分析には R version 3.3.4 を用いた。その結果、図 3 の樹形図を得た。ここから、クラスは 3 つのクラスターに分類されると解釈した。クラスター①には 7 名のクラス、クラスター②には 9 名のクラス、クラスター③には 6 名のクラスが含まれた（図 3）。各クラスターの特徴を調べるために、クラスターごとの平均得点を算出した（図 4）。全クラスターの中で、クラスター①は斬新さ・丁寧さ・機能性の全ての平均得点が低かった（丁寧さ 2.18 \pm 0.06; 斬新さ, 2.00 \pm 0.06; 機能性 1.90 \pm 0.07)。一方、全クラスターの中で、クラスター③は斬新さ・丁寧さ・機能性の全ての平均得点が高かった（丁寧さ, 2.91 \pm 0.07; 斬新さ, 2.75 \pm 0.08; 機能性, 2.71 \pm 0.08)。クラスター①とクラスター③では、丁寧さの次に斬新さの平均得点が高かったのに対し、クラスター②では丁寧さの次に機能性の平均得点が高かった（丁寧さ, 2.74 \pm 0.04; 斬新さ, 2.57 \pm 0.05 点; 機能性, 2.64 \pm 0.05)。

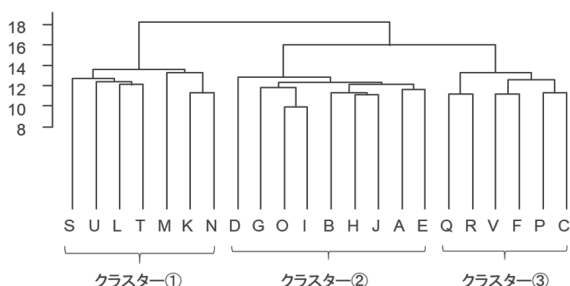


図 3 クラスター分析の結果。
アルファベットはクラスを示す。

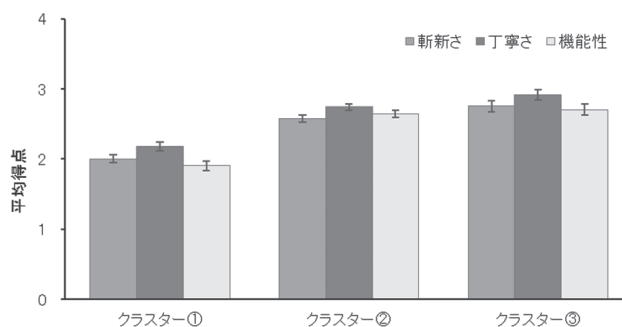


図 4 クラスターごとの評価平均。
エラーバーは 1 \pm SEM を示す。

クラスター①は 3 つの観点全ての得点が他のクラスターより低かったことから「低評価クラスター」とラベルした。逆に、クラスター③は 3 つの観点全ての得点が他のクラスターより高かったことから「高評価クラスター」とラベルした。クラスター②の得点は、クラスター①とクラスター③の中間に位置した。クラスター①とクラスター③が丁寧さの次に斬新さを高く評価したのに対し、クラスター②は丁寧さの次に機能性を高く評価した。そこで、クラスター②を「機能性評価クラスター」とラベルした。

さらに、クラスター（クラスター①②③）と観点（斬新さ・丁寧さ・機能性）の 2 要因分散分析を行った。その結果、クラスターの主効果 ($F = 127.74, df = 2, p < 0.001$) と観点の主効果 ($F = 8.78, df = 2, p < 0.001$) が有意だった。クラスターと観点の交互作用は有意ではなかった ($F = 0.77, df = 4, p = 0.545$)。事後検定として Tukey の HSD 検定を行ったところ、クラスター①とクラスター②の間 ($p < 0.001$)、クラスター②とクラスター③の間 ($p = 0.017$)、クラスター①とクラスター③の間 ($p < 0.001$) に有意差があった。さらに、斬新さと丁寧さ ($p < 0.001$) の間と、丁寧さと機能性 ($p < 0.001$) の間に有意差があった。この結果は、丁寧さの得点が斬新さや機能性の得点よりも高かったことを示す。

最後に、各クラスターで高く評価された作品を調べた。各クラスターで、作品ごとに斬新さ・丁寧さ・機能性の評価平均を算出し、それら 3 つの評価平均をさらに平均化した値を総得点とした。総得点が高かった順に 1 位から 5 位の作品を高評価作品とした（表 2）。のべ 15 作品（5 位までの作品 \times 3 つのクラスター）のうち、5 作品はいずれか 1 つのクラスターで高く評価された。クラスター①の「ハンドスピナー」、クラスター②の「スケボー」と「ミニカーの改造」、クラスター③の「風車“気温友達”」と「パチンコ」がこれに該当する。残りの 4 作品は、2 つ以上のクラスターから高く評価された。

高評価を得た作品には、いずれか 1 つのクラスターで評価された作品と、2 つ以上のクラスターで評価された作品があった。後者は、多様なスタッフから評価されやすい作品といえるだろう。例えば、「ティッシュケース」

はクラスター①で2位, クラスター②で2位, クラスター③で4位だった。「ティッシュケース」は細かな模様をレーザーカッターで切り出して制作した作品であり, 完成度が高い。一方, 前者については, 一部のスタッフから評価されやすい作品といえるだろう。例えば, クラスター③で1位に評価された「風車“気温友達”」がこれに該当する。この作品は, 武蔵野美術大学とVIVITA株式会社のコラボワークショップ「トイデザインワークショップ～光る音がなるおもちゃを考えよう(2018年11月11日実施)⁵⁾」に参加した子どもたちが, ワークショップ参加後に自らアイデアを発展させて制作した作品である。ただし, 作品の解説文を読んだだけではこのような制作背景を知ることは出来ない。したがって, クラスター③のクルーは, この作品を制作した子どもたちとの深い関わりがある, あるいは制作過程について詳しい等の可能性が考えられる。

クルーの社内職種の構成について, クラスターごとにある程度の共通性が見られた。クラスター①は7名のクルーを含む。このうち, 4名が運営スタッフ, 残りの3名が非運営スタッフ(インターンやエンジニア, 事務スタッフ)だった。クラスター①の半数を占める運営スタッフは, VIVISTOP 柏の葉に来場する全ての子どもたちの様子に広く気を配る必要があった。逆に言えば, 一人一人の作品制作に深く関与する機会が限られるため, 作品の制作背景を知らず, 低評価につながったのかもしれない。クラスター②は9名のクルーを含む。全員が非運営スタッフ(6名がエンジニアやプログラマー, デザイナー, 3名はその他の職種)だった。彼らは, 日頃から一般に流通するプロダクトの制作や開発に携わる機会が多かった。作品に対しては丁寧さの次に機能性を重視したが, 子どもたちの作品に対しても一般のプロダクトと同じように完成品としての機能を求めたためかもしれない。クラスター③は6名のクルーを含む。このうち2名が運営スタッフ, 残りの4名は非運営スタッフ(インターン, エンジニア, 事務スタッフ)だった。クラスター①とクラスター②に比べ, クラスター③のクルーの職種は多様である。彼らの作品に対する得点が他のクラスターよりも高かった理由についてははっきりしないが, 子どもたちの作品制作に深く関与し, 制作背景に詳しくあった可能性がある。また, クラスター②との違いから考えると, クラスター③のクルーは作品の斬新さを若干重視しているのかもしれない。

3.3 本研究の示唆

本研究の結果から, あるクラスターの評価者が低く評価した作品でも, 別のクラスターの評価者からは高く評価される場合があることが分かった。このことは, 異なるクラスターのクルーを組み合わせてチームを組むことで, 子どもたちの作品の多面的な評価が可能になることを示唆する。ファブラボのように自由度が高い場でインフォーマル教育を行う場合においては事前に画一的な評

価基準を準備することは難しく, このような多面的な評価を行える仕組みを教育過程に組み込むことは有効に働くと考えられる。VIVISTOPには評価者が常に複数人存在する環境がある。評価傾向が異なる複数人で子どもたちの作品を評価できる点は, 評価者が単独であることが多い学校教育のようなフォーマル教育との大きな違いであろう。

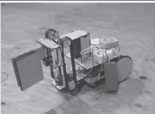







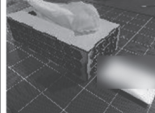


また, 3つのクラスターの中でクラスター③, つまり非運営スタッフが多いクラスターで作品に対する評価が全体的に高かったことにも注意が必要である。このことは, 一歩引いて子どもたちと接している者の方が, 作品に対して新鮮な気持ちで評価することが出来た可能性を示す。また, クラスター③は, 大人の作品を基準にするのではなく, 抽象的な子ども像を基準に子どもの作品として評価していたのかもしれない。つまり, 子どもたちの様子を客観視できる一歩引いた立場の人たちこそが作品を高く評価できる存在だったことを意味している可能性もある。

VIVISTOP 柏の葉と同様に評価者が複数存在する場であれば, 本研究と同じ手法によって評価者の評価傾向を調べることができる。ただし, 評価者が望ましいと思う観点はそれぞれの場で異なる可能性が高い。したがって望ましい評価観点については場に合わせて設定し, その後, 本研究と同様の手法をとると良いだろう。

本研究の評価手法には分析者と対象人数の点で限界がある。分析者がクルーのふるまいを把握するためには, ある程度の期間が必要である。実際に, 筆者らはVIVISTOP 柏の葉でのフィールドワークを約1年間実施していたため, 調査2で調査対象者とした22名のクルー全員のふるまいを把握することができた。調査対象者の数がより多くなると, より精度の高い結果が得られる。しかし, 分析者が少数である場合, 大勢の調査対象者のふるまいを把握することは難しい。また, 参与観察やフィールドワークの期間が短く, 調査対象者を十分に把握できていないと結果の解釈が困難になることが予想される。

本研究では, VIVISTOP 柏の葉というインフォーマルなSTEM教育の学びの場で, 子どもたちの作品に対するクルーの評価を定量的に調査した。近年, 日本においてもファブラボを始めとするインフォーマルなSTEM教育の場が登場し, フォーマル教育とは異なる様々な試みが始まっている。本研究はこれらの新しい取り組みを評価する方法の一つとして, 新たな手法を提案するものである。

表 2 各クラスターが高く評価した作品

	クラスター①	クラスター②	クラスター③
1位	 <p>43. ロボット (X作) ロボコンロボット作成。エレベーターメカの課題としてキャタピラの張りで上辺がたわんでしまう問題を、スパーサーを挟むことで解決。ついにプログラムを組み込んで駆動開始。残念ながら赤いボールはまだつかめませんが、ステージでなんとか練習して数点はとれるようになった。次回以降も練習したいと。 【総得点 3.33】</p>	 <p>(省略) 【総得点 3.44】</p>	 <p>26. 風車”気温友達” (X作) Xのアイデアを工作。回転部分とLEDを差し込む穴が完成。 【総得点 4.00】</p>
2位	 <p>9. ティッシュケース (X作) ティッシュ箱づくり。六角形や三角形を組み合わせた模様を切り出し、伝統工芸のようなティッシュ箱を作る。 【総得点 3.24】</p>	 <p>(省略) 【総得点 3.30】</p>	 <p>(省略) 【総得点 3.94】</p>
3位	 <p>37. 名刺 (X作) MECHANICAL ENGINEERの名刺を作成。超カッコいいのができた。 【総得点 2.86】</p>	 <p>42. サンドル (X作) 雨の中、びしょ濡れで来場。くつがびしょりなので、乾かしている間はくためのサンダルをMDFでつくる。 【総得点 3.26】 ※同率3位</p>	 <p>(省略) 【総得点 3.78】</p>
4位	 <p>11. ハンドスピナー (X作) ハンドスピナー制作。VIVIDesignerも初体験。 【総得点 2.57】</p>	 <p>20. スケボー (X作) スケボーづくりの続きで板にローラー付け。スケボー完成。その後友達にあげるタグをMDFで作成する。ただサイズ感が適当だったので、サイズを測ってから作成して完成させた。 【総得点 3.26】 ※同率3位</p>	 <p>(省略) 【総得点 3.67】</p>
5位	 <p>42. サンドル (X作) 雨の中、びしょ濡れで来場。くつがびしょりなので、乾かしている間はくためのサンダルをMDFでつくる。 【総得点 2.52】</p>	 <p>27. ミニカーの改造 (X・X作) Xが学校のバザーでゲットしたというミニカーを二人で改造。モーターのブラケットを自作し、自動車は動いたが、今度はギアがすり減ってしまい動かなくなかった。そのため、今度はギアを3Dプリンタで出力。サイズを間違ったりして、3回目にサイズが合うモノが完成。本日も気が向くと改造作業。モーターの取付が不安定で、出力軸がうまく回っていないことがわかり、3Dプリンタで支えを出力。30分程度で出力できるはず、と始めたが、CADの設定でハマリ午前中ずっとかかった。(hack for playのパソコンにインストールしたfusion360からCURAが自動起動しないため、出力ができず。)解消しないので、別のパソコンから出力した。「壊れてるので30円」だったらしい。電子回路(フォトディテクタによる自動ブレーキ?)をとっばらい、回らないモーターをVIVISTOPにあった130モーターに置き換えて無事走り出した。(回らないモーターはブラシにこびりついたグリスが抵抗になっていたので、掃除してモーター在庫箱にw) 【総得点 3.15】</p>	 <p>23. パチンコ (X作) 発射機構の調整をして、いよいよ完成しました！随分長い時間がかかりましたが、丁寧な仕上がります。 【総得点 3.61】</p>

*解説文中に子どもの名前が含まれる場合には「X」で記載した。また、作品が重複して選ばれた場合には解説文を省略した。

謝辞

城綾実氏、水町衣里氏、前波晴彦氏、穴山信一氏、大野愛弓氏には研究を進める上で貴重なアドバイスを頂いた。また、共同研究をVIVITA株式会社、一般社団法人社会対話技術研究所のスタッフの皆さまのおかげで円滑に進めることができた。ここに感謝の意を表す。本稿は2019年12月21日に開催された日本科学教育学会・若手活性化委員会(長崎大学)での発表内容⁶⁾を元に新たな解析を加え、加筆、修正したものである。

注

- 1) ファブラボは国内 20 か所に開設されている。以下のサイトを参照のこと【<http://fablabjapan.org/about/>】。
- 2) VIVISTOP 柏の葉については以下のサイトを参照のこと【<https://kashiwanoha.vivita.club/>】。
- 3) 2020年9月時点では完全予約制となっている。
- 4) MY VIVITA には、作品の写真やその制作工程が子どもたちに紐付けて詳細に記録されている。
- 5) 武蔵野美術大学と VIVITA 株式会社のコラボワー

クシヨップ「トイデザインワークショップ～光る音
がなるおもちゃを考えよう（2018年11月11日実
施）については以下のサイトを参照のこと【[https://
kashiwanoha.vivita.club/events/1286/](https://kashiwanoha.vivita.club/events/1286/)】.

- 6) 発表内容の抄録は次の通りである。一方井祐子・加
納圭・佐藤桃子・小寺孝明・山森文生・森村吉貴・
森幹彦 2019:「児童・生徒の成果物の「創造性」」
『日本科学教育学会研究会研究報告』34 (3), 245-
248.

引用文献

Barron, F. 1995: “The disposition toward originality,”
Journal of Abnormal and Social Psychology, 51,
478-485.

中国教育科学研究院 2017:「中国 STEM 教育白皮書」,
[http://beed.asia/wp-content/uploads/2017/06/%
E4%B8%AD%E5%9B%BDSTEM%E6%95%99%E8
%82%B2%E7%99%BD%E7%9A%AE%E4%B9%A6
%EF%BC%88%E7%B2%BE%E5%8D%8E%E7%89
%88%EF%BC%89.pdf](http://beed.asia/wp-content/uploads/2017/06/%E4%B8%AD%E5%9B%BDSTEM%E6%95%99%E8%82%B2%E7%99%BD%E7%9A%AE%E4%B9%A6%EF%BC%88%E7%B2%BE%E5%8D%8E%E7%89%88%EF%BC%89.pdf) (2020年11月20日閲覧)

Dreessen, K. and Schepers, S. 2019: “Foregrounding
backstage activities for engaging children in a
FabLab for STEM education”, *International
Journal of Child-Computer Interaction*, 20, 35-42.

Eshach, H. 2007: “Bridging in-school and out-of-
school learning: Formal, non-formal, and
informal education”, *Journal of science
education and technology*, 16 (2), 171-190.

Gershenfeld, N. 2008: *Fab: the coming revolution on
your desktop--from personal computers to
personal fabrication*, Basic Books.

川喜田二郎 1967:『発想法 -- 創造性開発のために』中
央公論社.

経済産業省 2018:「「未来の教室」と EdTech 研究会 第
1次提言」, [http://www.meti.go.jp/report/
whitepaper/data/pdf/20180628001_1.pdf](http://www.meti.go.jp/report/whitepaper/data/pdf/20180628001_1.pdf) (2020
年11月20日閲覧)

文部科学省 2018:「Society 5.0 に向けた人材育成 ~
社会が変わる, 学びが変わる ~」, [http://www.
mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_
icsFiles/afieldfile/2018/06/06/1405844_002.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/afieldfile/2018/06/06/1405844_002.pdf)
(2020年11月20日閲覧)

内閣府 2016:「第5期科学技術基本計画」

OECD 2017: “Education at a Glance 2017
(Summary in Japanese)”, [https://read.oecd-
ilibrary.org/education/education-at-a-
glance-2017/summary/japanese_f0049182-
ja#page1](https://read.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2017/summary/japanese_f0049182-ja#page1) (2020年11月20日閲覧)

OECD 2016: “PISA results from PISA 2015, Country
Note: Japan”, [http://www.oecd.org/pisa/pisa-
2015-Japan.pdf](http://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-Japan.pdf) (2020年11月20日閲覧)

Resnick, M. 1998: “Technologies for lifelong
kindergarten, Educational Technology Research
and Development”, 46 (4), 43-55.

標葉靖子 2018:「オバマ政権以降における米国 STEM
教育関連予算の変化」『科学技術コミュニケーション』23, 25-36.

孫媛・井上俊哉 2003:「創造性に関する心理学的研究
の動向」『NII journal』5.

The Parliamentary Office of Science and
Technology 2011: “Informal STEM Education”,
[https://post.parliament.uk/research-briefings/
post-pn-382/](https://post.parliament.uk/research-briefings/post-pn-382/) (2020年11月20日閲覧)

U.S. Department of Education 2017: “Reimagining
the Role of Technology in Education: A
Supplement to the National Education
Technology Plan”, [https://tech.ed.gov/
higherednetp/](https://tech.ed.gov/higherednetp/) (2020年11月20日閲覧)