

芸術系／教育系大学が標榜する STEAM 教育の未来

*The Future of STEAM Education Advocated by University with Faculty of Arts
and Faculty of Education*

東條 文治 *TOJO Bunji*

(教育学部)

真弓 英彦 *MAYUMI Hidebiko*

(教育学部)

加藤 良将 *KATO Yoshimasa*

(デザイン領域)

津田 佳紀 *TSUDA Yoshinori*

(芸術教養領域)

1. 芸術大学における STEAM 教育とデジタル・ネイティブ世代の動向

芸術系、及び教育系のカリキュラムを展開する本学においても、デジタル・ネイティブ世代が入学することに対応した学びのあり方を、数年前から検討している。特に近年においては、新型コロナウイルス感染症の蔓延により対面授業からオンライン授業への変更が急務となった際、教員、学生双方ともがヴァーチャルな教育環境を導入することに奔走し、新たなメディア環境における学びの方法を模索した。令和5年現在においては、新型コロナウイルス感染症の猛威はひとまず沈静化し、オンライン授業をはじめとする学びのあり方を検討する機会は減った。しかし教育におけるメディア環境を深化させることの重要性はむしろ増大しており、本稿においては、STEAM 教育×新たなメディア環境ということを中心として、本学における試みを紹介する。

他方、現状の小中学生、高校生をとりまくメディア環境は大きく変化しており、今後その変化のありようが拡大の一途をたどることは自明である。彼らの日常的な行動の多くがデジタル化／ヴァーチャル化されており、学びの中での体験もリアル世界のものより、仮想化されたものに偏る傾向が強まっている。

2021年（令和3年）からスタートした「GIGA スクール構想」¹⁾は、義務教育下にある全国の小中学校に ICT 環境を整備し、生徒1人に1台の端末と、それらの端末をインターネットに接続するための学内 LAN、大容量通信ネットワーク環境を準備することを趣旨とした国家プロジェクトである。同時に高等学校においても同様の試みが展開されている。（『令和の日本型 学校教育』の構築を目指して—全ての子供たちの可能性を引き出す個別最適な学びと協働的な学びの実現—〈令和3年1月26日に中央教育審議会答申〉には、「小学校、中学校段階のみならず、多様な実態を踏まえつつ高等学校段階においても1人1台端末環境を実現するとともに、各学校段階において、端末の家庭への持ち帰りを可能とすることが望まれる」という記述がある。令和4年度からは新学習指導要領に基づ

き、情報科において共通必修科目「情報Ⅰ」を新設し、全ての生徒がプログラミング、情報セキュリティを含むネットワーク、データベースの基礎等について学ぶ機会が得られるようになった。）

以下の表1は「GIGA スクール構想」下で初等・中等教育を受けた世代（小学校1年から高校3年生の生徒）が大学に入学、在籍する時期を示したものである。

表1 GIGA スクール構想によるカリキュラム下の小中学生、高校生が大学に在籍する時期一覧（学年別・令和2年～令和18）

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------------|
| 令和2_2020 | 大1_19歳 | 高3_18歳 | 高2_17歳 | 高1_16歳 | 中3_15歳 | 中2_14歳 | 中1_13歳 | 小6_12歳 | 小5_11歳 | 小4_10歳 | 小3_9歳 | 小2_8歳 | 小1_7歳 | | |
| 令和3_2021 | 大2_20歳 | 大1_19歳 | 高3_18歳 | 高2_17歳 | 高1_16歳 | 中3_15歳 | 中2_14歳 | 中1_13歳 | 小6_12歳 | 小5_11歳 | 小4_10歳 | 小3_9歳 | 小2_8歳 | 小1_7歳 | GIGAスクール実施開始 |
| 令和4_2022 | 大3_21歳 | 大2_20歳 | 大1_19歳 | 高3_18歳 | 高2_17歳 | 高1_16歳 | 中3_15歳 | 中2_14歳 | 中1_13歳 | 小6_12歳 | 小5_11歳 | 小4_10歳 | 小3_9歳 | 小2_8歳 | |
| 令和5_2023 | 大4_22歳 | 大3_21歳 | 大2_20歳 | 大1_19歳 | 高3_18歳 | 高2_17歳 | 高1_16歳 | 中3_15歳 | 中2_14歳 | 中1_13歳 | 小6_12歳 | 小5_11歳 | 小4_10歳 | 小3_9歳 | |
| 令和6_2024 | 社会1_23歳 | 大4_22歳 | 大3_21歳 | 大2_20歳 | 大1_19歳 | 高3_18歳 | 高2_17歳 | 高1_16歳 | 中3_15歳 | 中2_14歳 | 中1_13歳 | 小6_12歳 | 小5_11歳 | 小4_10歳 | |
| 令和7_2025 | 社会2_24歳 | 社会1_23歳 | 大4_22歳 | 大3_21歳 | 大2_20歳 | 大1_19歳 | 高3_18歳 | 高2_17歳 | 高1_16歳 | 中3_15歳 | 中2_14歳 | 中1_13歳 | 小6_12歳 | 小5_11歳 | |
| 令和8_2026 | 社会3_25歳 | 社会2_24歳 | 社会1_23歳 | 大4_22歳 | 大3_21歳 | 大2_20歳 | 大1_19歳 | 高3_18歳 | 高2_17歳 | 高1_16歳 | 中3_15歳 | 中2_14歳 | 中1_13歳 | 小6_12歳 | |
| 令和9_2027 | 社会4_26歳 | 社会3_25歳 | 社会2_24歳 | 社会1_23歳 | 大4_22歳 | 大3_21歳 | 大2_20歳 | 大1_19歳 | 高3_18歳 | 高2_17歳 | 高1_16歳 | 中3_15歳 | 中2_14歳 | 中1_13歳 | |
| 令和10_2028 | 社会5_27歳 | 社会4_26歳 | 社会3_25歳 | 社会2_24歳 | 社会1_23歳 | 大4_22歳 | 大3_21歳 | 大2_20歳 | 大1_19歳 | 高3_18歳 | 高2_17歳 | 高1_16歳 | 中3_15歳 | 中2_14歳 | |
| 令和11_2029 | 社会6_28歳 | 社会5_27歳 | 社会4_26歳 | 社会3_25歳 | 社会2_24歳 | 社会1_23歳 | 大4_22歳 | 大3_21歳 | 大2_20歳 | 大1_19歳 | 高3_18歳 | 高2_17歳 | 高1_16歳 | 中3_15歳 | |
| 令和12_2030 | 社会7_29歳 | 社会6_28歳 | 社会5_27歳 | 社会4_26歳 | 社会3_25歳 | 社会2_24歳 | 社会1_23歳 | 大4_22歳 | 大3_21歳 | 大2_20歳 | 大1_19歳 | 高3_18歳 | 高2_17歳 | 高1_16歳 | |
| 令和13_2031 | 社会8_30歳 | 社会7_29歳 | 社会6_28歳 | 社会5_27歳 | 社会4_26歳 | 社会3_25歳 | 社会2_24歳 | 社会1_23歳 | 大4_22歳 | 大3_21歳 | 大2_20歳 | 大1_19歳 | 高3_18歳 | 高2_17歳 | |
| 令和14_2032 | 社会9_31歳 | 社会8_30歳 | 社会7_29歳 | 社会6_28歳 | 社会5_27歳 | 社会4_26歳 | 社会3_25歳 | 社会2_24歳 | 社会1_23歳 | 大4_22歳 | 大3_21歳 | 大2_20歳 | 大1_19歳 | 高3_18歳 | |
| 令和15_2033 | 社会10_32歳 | 社会9_31歳 | 社会8_30歳 | 社会7_29歳 | 社会6_28歳 | 社会5_27歳 | 社会4_26歳 | 社会3_25歳 | 社会2_24歳 | 社会1_23歳 | 大4_22歳 | 大3_21歳 | 大2_20歳 | 大1_19歳 | |
| 令和16_2034 | 社会11_33歳 | 社会10_32歳 | 社会9_31歳 | 社会8_30歳 | 社会7_29歳 | 社会6_28歳 | 社会5_27歳 | 社会4_26歳 | 社会3_25歳 | 社会2_24歳 | 社会1_23歳 | 大4_22歳 | 大3_21歳 | 大2_20歳 | |
| 令和17_2035 | 社会12_34歳 | 社会11_33歳 | 社会10_32歳 | 社会9_31歳 | 社会8_30歳 | 社会7_29歳 | 社会6_28歳 | 社会5_27歳 | 社会4_26歳 | 社会3_25歳 | 社会2_24歳 | 社会1_23歳 | 大4_22歳 | 大3_21歳 | |
| 令和18_2036 | 社会13_35歳 | 社会12_34歳 | 社会11_33歳 | 社会10_32歳 | 社会9_31歳 | 社会8_30歳 | 社会7_29歳 | 社会6_28歳 | 社会5_27歳 | 社会4_26歳 | 社会3_25歳 | 社会2_24歳 | 社会1_23歳 | 大4_22歳 | |

令和5年の現段階では、既にデジタル・ネイティブ世代（小中高校で「GIGA スクール構想」下の教育を受けた世代）が大学1、2年生となっており、それまでの学生との差異が散見される。この差異に関しては、今後経年的にその変化を捉えデータ化していく必要がある。また令和3年に小学校に入学した生徒は、令和15年に大学1年生となるが、それまでの13年間において、社会における新たなイノベーションが数多く発生することは必至であるため、定量的なデータだけではなく、新たなイノベーションの系列ごとに、それらが大学教育やその環境に与える質的な影響を調査していくことも重要であると考えられる。将来的には、①近年実装化がすすむディープラーニングとビッグデータ技術を背景とする「生成型AI」技術の教育現場における影響、②さまざまな産業において生産性の向上や、新たなマーケティング手法として新技術を駆使するクロステック分野の教育現場における影響の2項目に関しては、早々に着手する必要がある。これら2種類の新技術や方法論も、忽然と現れたものではなく、多くの基礎研究や、多様な社会的要請とのマッチングの中で徐々に形成されたものである。その根幹には本稿で紹介するプログラミングの原理や、それを低年齢層の生徒に学習させるための仕組み作り、生徒の自発的な問題発見やそれに基づく行動に関する研究も含まれている²⁾。

本稿では上記の①、②に代表されるような先端的な問題に関しても、小中高大および大学院において取り組めるようになることを目標に、その基礎となる以下のような試みを紹介する。一つ目は芸術大学であると同時に教育大学としてレンジの広い年齢層の生徒、学生、院生を対象とした学びのデザインを構築する大学という本学の利点を活かし、まずは実行可能なSTEAM教育の具現化を試みた。具体的には、本学学生がSTEAM教育の内容を実際に立案し、それに基づき、他領域の学生や近隣の小学生に対する授業として実施

したプロセスを記録、分析している（第2章、第3章）。また、その際にパートナーとなる小学校側の課題や問題点（GIGA スクール構想以降の展開）や、学校教育の枠組みの中で展開可能な STEAM 教育のありかたについても考察している。二つ目には、学校教育以外の在野の STEAM 教育機関の現状を調査、検討した。具体的には、「少年少女発明クラブ」「CoderDojo」「先端技術科学館 TEPIA」における学外活動やアウトリーチを、当事者へのアンケートやインタビューも交え、調査、分析した（第4章）。今後本学が STEAM 教育を展開する上で、共同作業が可能な外部教育機関や科学博物館などに関して、広い裾野の中から選択しなくてはならないが、その方針を検討する上でこれらの資料が活用されることが望まれる。

元来、本学の教育内容の中には直接 STEAM 教育の足がかりとなる要素として、教育学部に古くからモンテッソーリ教育があり、現在は子ども ICT コースもある。芸術学部においてはデザイン領域に先端メディア表現コース、音楽領域にサウンドメディア・コンポジションコースなどがある。またより広範には、芸術教養領域のみにとどまらず、芸術表現に関わる多くのコースにおける学びの中には、「自発性」「創造性」「問題解決能力」「俯瞰力³⁾といった能力の育成につながるものが満載されている。しかし現状では、これらの教育要素を結びつけ、実社会で求められるコンピテンシーと対応する能力開発のためのカリキュラムとして十分展開できているとは言えない。

狭義の STEAM 教育としてのプログラミング教育を軸に据えながらも、生徒や学生達が多様な日常体験との関連を構造的な問題として捉えられるように工夫する中で、今後より多様な分野と連携した横断的な学びの開発に力を注ぎ、芸術大学/教育大学としての特質に富んだ STEAM 教育を標榜していきたい。

2. 教育学部「子ども ICT コース」と芸術学部「先端メディア表現コース」合同授業

2.1. 背景

先端メディア表現コースは2021年にメディアデザインコースから改編し、入試からコースを選んで受験が可能であり、入学当初より専門的な授業を開始することができるカリキュラムが組まれている。合同授業を実施した2022年度の新しい取り組みとして、「学生自身が先生となり、生徒役の学生に対してワークショップを行う」授業を計画した。先端メディア表現コースの2022年度の1年生は20名であり、4, 5名で構成される5グループに分かれ、授業計画を行わせる予定とした。生徒役の学生に対するワークショップを行うことによって、自分本位のものづくりではなく、他者を意識したデザインやものづくりができるようになってほしいからだ。ワークショップを計画する際には次のような設定を行った。

- ① 1時間で完了する授業を想定し、まとめの発表まで行う。
- ② 実際の対象は小学生を想定し、わかりやすい授業を組み立てる。
- ③ 教材の使用は自由とし、生徒役が工夫する部分があるワークショップとする。

- ④ 4名1組に分かれ、各グループのメンバーが他のグループの先生役になり進行役となること。

2.2. 事前学習としてのグループワーク①：ブロックの早積み

ワークショップを行う点で注意することは、③で述べたように工夫ができる要素を残すことであり、決められたものをその手順でなぞるだけではなく、自ら考えより良いものができるように、ゴールを曖昧にすることであると考ええる。

最近では、小学生の授業などでもグループワークを行っていたり、まとめ学習を行っていたりする学校も少なくない。そのため、ワークショップを通し、物事をまとめ、発表することは経験している学生もいたが、今回のように自ら「ワークショップを行う授業を考える」という経験はない。今回の事前学習として、チームで物事を考えることを経験させるためのワークショップとして「レゴブロックの早積み競争」を行った。早積み競争は3回戦行い、3段階の共有を行った。

- ① 1回戦は、会話をせずにレゴを組み立て1つの塔を作り、高さを競う。
- ② 自分で気づいたことをメモし、チームに共有し、作戦を立てる。
- ③ 2回戦は、会話をする中でレゴを組み立て1つの塔を作り、高さを競う。
- ④ 自分で気づいたことをメモし、先の作戦の結果等を踏まえて、作戦を立てる。



写真2.1 レゴの早積み競争1回戦目の様子

- ⑤ 3回戦は、2回戦と同様、会話をする中で、レゴを組み立て1つの塔を作り、高さを競う。3回戦は協力しながら作ったあとに考えた作戦のもと積まれる。この経験を通してクラスとしてのアイスブレイクが出来たとともに、チームで活動することについて、情報を共有する重要性に気づいてもらえたのではないと思う。

2.3. 事前学習としてのグループワーク②：MESH

もう一つの事前学習では、SONYのMESH⁴⁾を利用し2コマ3時間を使ったワークショップを行い、テーマは「新しいエアコンを考える」とした。MESHには7種類のブロックのようなモジュールがあり、それぞれの特徴から「ボタン」「LED」「動き」「人感」「明るさ」「温度・湿度」の他に、いろいろな外部装置を取り付けることが可能な「GPIO」がある。「GPIO」にはUSBファンやモーターなどを接続することで、動きをともなう作品を作ることができる。モジュールとiPadはBluetoothで接続され、無線の状態を組み立てていくことができ、いろいろな装置に組み込むことが可能である。制御の方法はiPadなどのコンピュータにMESHが提供する公式のアプリケーションをインストールし、

アプリケーションの画面上で複数のブロックを配置し、それらを線で繋いでいくことによって直感的にプログラミングが可能である。また、iPad に備わっている機能とも連携させることができ「カメラで撮影する」「マイクからの音量を取得（音センサとして利用可）」「スピーカーで音を鳴らす」の他に、設定すればクラウド上にデータを記録することも可能である。例えば、温度センサの値をクラウドに記録していくようなデータロガーが作成可能である。その他にも論理演算も備えており、同時に起こった場合に反応する「AND」や、どちらか一方が起こった場合に反応する「OR」などの機能や、カウンタなども備えており、工夫次第では多種多様な試作品を作ることが可能である。この MESH は公式サイトにも「学びに活用」という項目があるように、教育分野や企業の研修等に使用されており、書籍や Web 上にも事例が豊富に存在する。

今回のワークショップでは、4, 5 名で 1 グループに分かれ、どのような仕組みでも良いと伝え、それぞれに新しいシステムを考えさせた。MESH を利用すれば、以下のようものが制作可能であり、もちろんアイデアさえあればこれ以上のことも実現可能である。

- ① 「人感」を使って人の動きによって「エアコンの ON/OFF」の制御を行う。
- ② 「温度・湿度」と「明るさ」を組み合わせて制御する。
- ③ 「マイクからの音量」によって人の存在を想定し、制御する。
- ④ 「動き」ブロックを人間に持たせ、振動があれば人が活動していると想定し、ON/OFF を制御する。

MESH を利用したワークショップについても、構成メンバーによって多様なアイデアが生まれ、特色のあるワークになった。学生たちはチームで話し合いながら、進めることができおり、色々な面白いシステムが構築されており、有意義なワークになったと感じている。

2.4. 合同授業

最終的により良いワークショップを考えるためには、先立って多くの経験をする必要があると考え、すでにこども大学でワークショップを行っている「子ども ICT コース」の 2 年生と合同で授業を行い、「子ども ICT コース」の学生による「先端メディア表現コース」の学生に向けてワークショップを行ってもらうことになった。日程及び当日のスケジュール、内容については以下の通りである。

- ・実施日：2022年11月18日(金) 4限
- ・実施場所：西キャンパス G 棟デジタル工房
- ・全体スケジュール：15:10 合同（交流）授業開始

↓授業（60分）

16:10 授業終了、片づけ

- ・授業スケジュール：
 - ・子ども大学の報告（5分） 真弓
 - ・グループ演習（35分） ※5グループ（教育学部1名+先端メディア4～5名）
 - 子ども大学の演習再現
 - 教育学部の学生が先端メディアの学生を児童と見立てて演習を実施
 - グループ内ディスカッション
 - 教育学部の学生から当日の様子や気づき等を紹介
 - 先端メディアの学生からは質問や気づき等を発表
 - ・発表（15分）
 - グループ代表者による発表
 - 教育学部/先端メディアの学生（代表）がグループ演習で得られた気づき等を発表
 - ・総評（5分） 加藤

以上のように、合同授業ではこども大学で行ったLEGOのWeDo 2.0⁵⁾を利用したワークショップを、授業時間に合わせて短縮したものを実施し、「子どもICTコース」からは実際に小学生などに向けてワークショップを行った際に気づいたことを共有いただき、「先端メディア表現コース」からは今回のワークショップを体験した際の気づきなどの情報交換を行った。

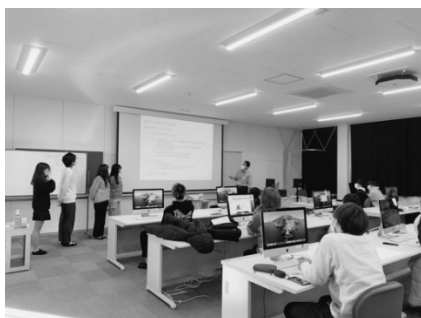


写真2.2 合同授業の導入



写真2.3 合同授業開始（WeDoの説明を聞く様子）



写真2.4 プログラミングを行う様子



写真2.5 話し合ったことを発表する様子

2.5. 学生が計画したワークショップを実施する授業

合同授業を経験した「先端メディア表現コース」の学生は、先述したとおりデザイン実技 I の最終課題として自分たちで授業の組み立てを行い、先生役としてワークショップを実施した。各グループ1コマを利用して授業を行い、実施後の授業内で写真や表などを利用してまとめ資料を作成し、レビューにて展示した。以下が実際にワークショップにて作成されたプログラムの様子と、付箋などを利用してグループワークを行っている様子である。

また、ワークショップを通して作成されたまとめ資料は以下の通りである。



写真2.6 先生役が説明をする様子



写真2.7 付箋にまとめる様子

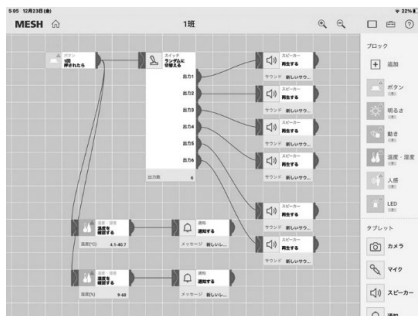


写真2.8 MESHによるプログラミング



写真2.9 レゴを用いた授業の様子



写真2.10 積極的な話し合いの様子



写真2.11 授業最後のまとめ（発表）の様子



図2.1 授業テーマ「防犯アイテムを考えよう！」のまとめ資料

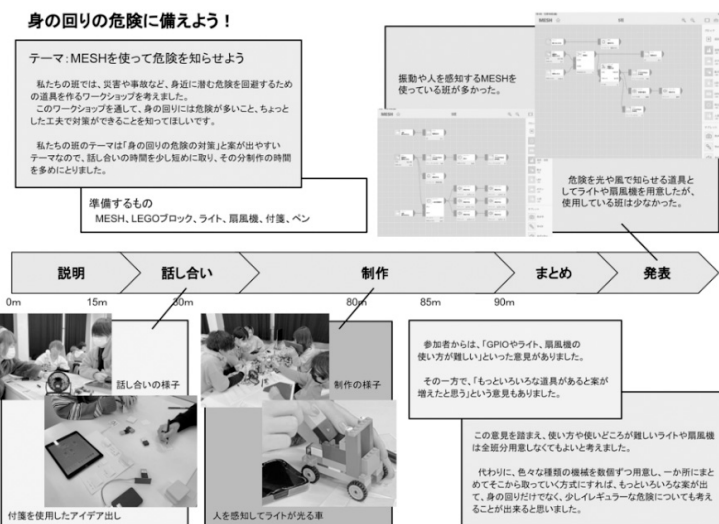


図2.2 授業テーマ「身の回りの危険に備えよう！」のまとめ資料

2.6. まとめ

以上のように、学生自らが授業を考え、他の学生に向けてワークショップを行うことによって、より身近なテーマ設定を行うことができていたと感じた。また、直感的にプログラミングが可能な MESH と、遊び慣れたブロックを利用することによって、臆することなく自由な発想で制作することができていた。そして、事前授業としてアイスブレイクの体験や合同授業などによる複数のワークショップを体験することによって、自分だけではなく、体験する側のことも考えた授業作りができていたように感じている。

ものづくりにおいては、自分本位の作品ではなく、相手にどのように伝えるか、あるいは伝わるかを意識して作ることが重要である。今回、「子ども ICT コース」との合同授業を実施したことによって、実際に小学生に向けてワークショップを行った際の意見を共有してもらうことができ、充実した授業になったと感じており、継続的に実施できることを望んでいる。

3. 市内小学校との連携によるプログラミング実践教育

3.1. 取り組み背景・課題

教育学部「子ども ICT コース」では、ICT 教育の最新モデル教室を活用した授業方法や指導法、さらに最先端のプログラミング教育に関する専門性を深め、新しい時代の教育をリードする「学校 ICT の専門家」を養成している。本コースの特徴の1つとして地域連携（地域貢献）を目指しており、その一環で市教育委員会が運営する「ICT 教育推進委員会」に参画し、実際の教育現場である小学校・中学校における ICT 教育について推進している。

本市のプログラミング教育に関する推進状況は、一部先行的に推進している小学校があるが、全体的には他市と比較すると進んでいるとはいえない状況である。また一部の先進校においても、GIGA スクール構想によって整備されたタブレット端末上で動作させるプログラミング、いわゆるビジュアルプログラミングによる取り組みが主流であった。

そのような状況の中、市内小学校からプログラミング教育に関する大学との連携の要望があった。本コースとしても学生によるプログラミング実践教育について、本ケースをモデルとして次年度以降も継続して取り組みたいという思いから、地域小学校と連携したプログラミング実践教育について取り組んだ。その際には前述「2.4. 合同授業」で得た気付きも加味した。具体的には全てのグループで共通のテーマを設定して取り組んだ。

3.2. 実践の概要

本プログラミング実践教育の概要については以下のとおりである。

- ・ 日程：2022年12月5日(金)
- ・ 時間：15:30～16:30
- ・ 授業：放課後子ども教室
- ・ 児童：小学3年生14名
- ・ 学生：2年生5名

本プログラミング実践教育の具体的な進行内容については以下のとおりである。

- ・ はじめに：児童向けに本実践教育の流れを説明
- ・ プログラミング：児童2～3名+学生1名でチームを作り、「遊園地」をテーマにレゴ

ブロックの作成とタブレット上でのプログラミングを実施

- ・発表：チームごとに作成したレゴブロックとプログラミングした内容を発表
- ・片づけ

使用するプログラミング教材の候補は以下のとおりであった。

- ・LEGO「WeDo」：レゴRブロックを組み立てて動かすことで、プログラミング的思考が身に付くロボットプログラミング教材
- ・SONY「MESH」：身近なものとセンサー/スイッチの機能を組み合わせ、プログラミングすることによってさまざまなアイデアを形にできるツール
- ・ArTec「アーテックロボ」：ブロックで形を組み立て、Scratch ベースでプログラミングしたソフトで制御するロボットプログラミング教材

上記のプログラミング教材の中から本実践教育で使用するプログラミング教材としてLEGO「WeDo」を選定した。選定理由は以下のとおりである。

- ・対象学年が中学年（3年生）であること
- ・1回（60分間）の単発的な取り組みであること
 - ※授業内で準備から発表まで全てを完結させる必要があること
- ・LEGO「WeDo」は微細な造形作りこみが可能であること

写真3.1および3.2はチームごとにレゴブロックの作成とタブレット上でのプログラミングを実施している様子である。写真3.3はチームごとに作成したレゴブロックとプログラミングした内容を発表している様子である。



写真3.1 作成している様子①



写真3.2 作成している様子②

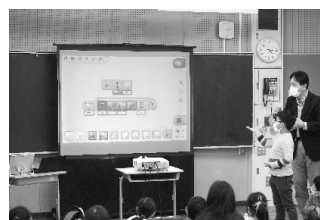


写真3.3 発表している様子

本実践教育実施後の学生の振り返り（まとめ）は以下のとおりである。

- ・テーマを決めた進め方について
 - ・テーマを決めておけば作るものはある程度決まるので良い。
 - ・テーマを決めておくことによってスムーズに進めることが出来た。
 - ・作るものが決まっていたため、プログラムも作りやすかった。
 - ・テーマは重要。テーマがあることによって複数児童による共同作業であっても作成す

るもの（テーマ）が明確なため、プログラミングのイメージが付きやすい。

- ・良かったこと
 - ・全員がテーマや時間を意識して取り組んでいた。
 - ・事前にブロックを組んでおくことでプログラミングに使える時間が多く確保できた。
 - ・真ん中にレゴを作るエリアを確保する事で、1対1で教えながら取り組めた。またテーマに沿ってレゴブロックを作っていた児童も空白の時間が無く過ごせた。
 - ・児童が作業を分担して実施することによって全員で協力する感じが見えた。
- ・改良した方がよいこと
 - ・発表は中央の共通スペースで実施した方がよい（児童の移動も少なく、良く見える）。
 - ・LEGOの盤を中央に配備して、最後の発表時に全チームの制作物を集約してもよい。
 - ・長いプログラムはメール機能を使用して多段で表示した方がよい。
 - ・3人を1人ずつに分けて対応した点は良かったが、自由に行動させたため最後の児童がプログラミングを実施する時間を十分に確保することができなかった。事前に時間配分を計画しておくべきだった。
 - ・児童の要望に対して出来ることが限られてしまったため、可能性を狭めてしまった。
 - ・作品の質を高めようとして、他の班の発表中に作業に取り組んでしまう児童がいた。他の児童の作品の良さを知ることの大切さを伝える必要があった。
 - ・テーマは統一していたが作成するものは班ごとに自由にしていたため、児童の中には他の班の作品を見て気移りすることがあった。
 - ・遊園地をテーマにしたが、全体の制作物を一つのパッケージとしてまとめる板（レゴをはめ込むことができるもの）があるとよい。

3.3. 実践の成果

プログラミング実践教育を実施した小学校の校長先生からは「児童はレゴという親しみやすい教材でプログラミング体験をすることができ、とても有意義な時間を過ごせた」と、また当該小学校が属する教育委員会からも「子どもたちにとって大変楽しく有意義な時間となった。心より感謝申し上げます」という言葉をいただいた。その言葉のとおり、児童には授業を始める前から気持ちの高ぶりがあり、授業が始まってからも終始心から楽しんでいる様子が見て取れた。

学生にとっても有意義な経験となった。対応した学生は以前からもプログラミング教育を中心に児童と接する機会があり、本プログラミング実践教育においてもしっかりと児童に寄り添いながら対応ができていた。一方で本実践教育終了後の振り返りの授業では、児童の要望への対応方法や児童の発表の仕方、時間の配分などの多くの新たな気づきがあり、非常に学びが多い取り組みとなった。

以上のとおり、プログラミング実践教育は児童および大学生の双方にとって有意義な経

験となった。

3.4. 今後の計画

2022年度の取り組みの成果と課題を踏まえ、2023年度では市教育委員会と連携しながら以下の新しい取り組みを実施する。

(1) プログラミング教育に関する小委員会の立ち上げ

市内全10小学校のICT推進委員と連携し、プログラミング教育に関する小委員会を立ち上げる。具体的には定期的にオンライン会議を開催し、各小学校におけるプログラミング教育に関する情報共有と進捗把握を実施する。本委員会では、当市に限らず多くの市町村で問題となっている各小学校でのプログラミング経験が異なることによる中学校進学時のプログラミングスキルの乖離の問題解決を試みる。具体的には小学校におけるプログラム教育に関する6年間のカリキュラムを見直し、全小学校に周知・徹底・進捗管理を実施することによって各小学校での学校間相違の解消を目指す。

(2) フィジカルプログラミングに関する先行研究

(1)の取り組みと並行し、既にプログラミング教育に関する素地が整っている小学校と連携してフィジカルプログラミングに関する先行研究を実施する。具体的にはビジュアルプログラミング言語である『Scratch（スクラッチ）』について既に授業で実践している小学校に、Scratchベースでプログラミングすることによってロボットを制御するフィジカルプログラミング教材を活用した研究授業を実施する。本授業では2022年度の取り組み同様、本学の学生による授業支援を実施することによって、学生の現場経験の蓄積も実現する。加えて教科との連動（教科の学びをより確実にするプログラミング教育）にも挑戦する。

4. STEAM 教育やプログラミング教育の現状について情報収集

2章と3章では本学のSTEAM教育やプログラミング教育についての実践を紹介した。本章では、学外活動や博物館などでの、STEAM教育やプログラミング教育への取り組みについてインタビューやアンケートなどを行った。どのような問題意識を持っているのか、どのような取り組みが行われているのか調べた範囲でまとめた。

4.1. 少年少女発明クラブ

少年少女発明クラブは、公益社団法人発明協会が創立70周年の記念事業の一環として、1974年にスタートした事業である⁶⁾。青少年が「ものづくり」に親しむ環境を整えることを目的とし、現在、全国47都道府県に212か所、約11,000名の子どもたちと約2,800名の指導員が活動している。2023年2月6日、北名古屋市少年少女発明クラブ事務局である北名古屋市生涯学習課の深見さんと児玉さんにインタビューを行った。

少年少女発明クラブは各地に多くあるが、都道府県レベルでは、愛知県の26団体がダ

ントツであるとのこと。一方で各地の団体との横の交流は少なく、愛知県内の少年少女発明クラブが集まるのは、作品や成果を交流する「愛知創意工夫展」（年1回開催で時期は文化の日前後）くらいである。STEAM教育という観点では、少し前に名古屋工業大学の白松俊先生からお話があり、北名古屋市少年少女発明クラブで指導員登録をしている50名弱の人に向けてSTEAM教育についての講義がオンライン会議形式で行われたりしているとのこと。

北名古屋市少年少女発明クラブにおけるプログラミング教育の現状としては、TJ3Bというダイセン工業が作っているロボットキットを使って、ロボット操作のプログラミングを行っている。年10回程度、毎回2時間の活動を行う。ロボットの組み立て、タッチセンサー・ラインセンサーを使ったトレース走行、LED点灯、迷路コース走行競技といったものを行う。プログラミングはパソコンでブロック言語を使って行い、TJ3Bにインストールする方法。3年程度前から始めた。指導は市内の工場で働いている方で、プログラミングに詳しい方が中心になって行っている。

毎年反省会など行って、次年度の内容を練っている。トヨタさんやアイシン精機さんなど、さまざまな製造メーカーからも出向していただいて、アドバイスをいただいているとのこと。プログラミングコース以外にも、ものづくりコース（木工・ガラス・電子工作）や自由創作コース（自由な発想の木工・電子工作で発明品を作る狙い）といったコースがある。今後のプログラミングコースでは、簡易な内容で楽しめる活動を模索しているそうである。スクラッチやマイクロビットを使ったものを考えているとのことだった。

4.2. CoderDojo

CoderDojoは7～17歳を対象とした非営利のプログラミング道場である。2011年にアイルランドで始まり、世界では100カ国・2,000の道場、日本には221以上の道場がある⁷⁾。2023年2月10日、CoderDojo 師勝の岡村明日香さんにインタビューを行った。

CoderDojo 師勝での活動内容について伺った。小学校低学年から高校生まで受け入れる。やることをこちらから提供するのではなく、子どもたちがやりたいことを持ってくる。そのやりたいことを、一緒にやってみたり、さらに自分のやりたいことを見つけて、それを掘り下げていく感じ。小学生だと、スクラッチなどで遊ぶことが多い、学年が上がると、テキストプログラミングやOSの仕組み、ハッキングやセキュリティ、LINUXなどハイレベルなことに取り組む子もいる。

CoderDojo 師勝と他のCoderDojoとの連携・関係については、CoderDojo 名古屋がたくさんイベントをやっていて、それにCoderDojo 師勝の子どもも参加したりする。年1回、Dojo懇談会がある。各指導者が集まって交流。場所はその時々でいろいろである。小学校などでのプログラミング教育については、タブレットを配布・触れる程度ではないだろうか。プログラミングを行うようなクラブ活動もあまりないようなので、中学校の技

術科で初めて学習する感じではないだろうか。

STEAM教育については、「ラズベリーパイ」を使って理科の授業を行うといったものを見たことがあるが、積極的にSTEAM教育と銘打って行っている活動は知らない。ロボットコンテストやサイバーセキュリティ教育などの参加募集案内は、CoderDojoの連絡でよく回ってくる（例：高校生ロボットシステムインテグレーション協議会、サイバーセキュリティ教育プログラム (Cyber Sakura)、目指せ！セキュリティイノベーター (SecHack365)）。

4.3. CoderDojo 主催者へのアンケート

全国各地のCoderDojo主催者へのアンケートを行った。CoderDojoは現在、全国に212支部がある。「CoderDojo Japan」主催者さんから各主催者にメールで連絡していただき、アンケートを行った。回答数21、約1割の回答率となった。行ったアンケートについて、興味深い項目についての回答をピックアップした。

「子どもたちが工作をする創作活動を行っていますか？」という問いに対し、「電子工作」13、「行っていない」5、「今のところ行っていない」1、となった。「子どもたちが実験をする活動を行っていますか？」という問いに対し、「はい」6、「いいえ」15となった。「子どもたちがプログラミングをする活動を行っていますか？」という問いに対し、「はい」21となった。工作よりプログラミングが目的の団体なのでプログラミング活動は当然であるが、三分の二で工作もやっているのは意外であった。逆に少年少女発明クラブでは工作は100%であるが、全国214のうちプログラミングを行っているのは、40とのことである。

「子どもたちが工作をする創作活動は、子どもたちにどのような影響があると考えますか？」という問いに対し、「創造性を育む」21、「図画工作」12、「論理的な思考」8、「理科」6となった。「子どもたちがプログラミングをする活動は、子どもたちにどのような影響があると考えますか？」という問いに対し、「論理的な思考」20、「創造性を育む」19となった。プログラミング活動の子どもへの影響については、「論理的な思考」、「創造性を育む」がとびぬけている。一方、工作については「創造性を育む」、「図画工作」といった芸術的要素が出ている。

「子どもたちが工作をする創作活動に関して、芸術的な要素を意識的に取り入れていますか？」という問いに対して、「非常に意識して取り入れている」2、「やや意識して取り入れている」6、「あまり意識していない」8、「まったく意識していない」5となった。「子どもたちがプログラミングをする活動に関して、芸術的な要素を意識的に取り入れていますか？」という問いに対して、「非常に意識して取り入れている」3、「やや意識して取り入れている」10、「あまり意識していない」5、「まったく意識していない」3となった。芸術的な要素について、半分くらいは意識していることが読み取れる。

「貴所で、特色ある活動を行っているとお考えの活動などありましたら、差支えない範囲で構いませんのでご記述ください。」という問いに対して記述回答を得た。記述の内容は、おおむね二つのグループに分けることができた。

一つ目は、LEGO などを使って現実のものなどとプログラミングを関連付ける取り組みに関する記述。「完全なソフトの世界だけではなく、現実世界のモノを実現する上でプログラミングも必要というような方向性にしたいと思っています」、「マイクラフトやレゴブロックを使ったプログラミング」、「LEGO ロボットプログラミング」、「LED バッジを起点として電子工作と他の工作を組み合わせた活動」、「LED をプログラミングして光らせた、ランプシェードを工作して作るワークショップ」、「小学校低学年からハンダゴテを使っている」、「メタバース空間づくりワークショップ」といったものがあった。

二つ目は、人間関係や自主性の育成に関する記述。「できるだけ答えを教えない方法を考えて子どもと接する」、「自律的な取り組みが出来るよう心がけています」、「中学生が小学生を教えている (Minecraft)」、「特別な活動はしていませんが、子どもの学びに大人も刺激されて良い循環が生まれていると思います」、「CoderDojo において幅広い世代の子供たちが1つの場所でプログラミングの活動を行っていること」といったものがあった。

特色のある活動にみられる二つの方向性一つは、プログラミング活動をディスプレイ内で完結させず、LEGO などの実際の物を動かす活動と関連付ける方向性。もう一つは、自主性・主体性を伸ばすことや、人間関係を構築する力を伸ばす方向性といえる。

4.4. 第30回全国科学博物館協議会研究発表大会

全国科学博物館協議会（略称：「全科協（ぜんかきょう）」）は、自然史及び理工系の科学博物館（総合博物館を含む）、科学館、動物園、水族館、植物園、プラネタリウム等が相互の連絡協調を密にし、博物館事業の振興に寄与することを目的とした団体である⁸⁾。2023年2月16日に浜松科学館で行われた第30回全国科学博物館協議会研究発表大会について取材した。9時～16時にわたって4つのブロックセッション（多様な属性の人々の包摂、ICTの活用、障がい者に配慮した展示・学習支援、社会課題への対応）、全14件の研究発表とポスター発表6件が行われた。全国の様々な科学博物館の学芸員による発表であった。

科学博物館は、それぞれが持つ教育資源を生かし、工夫した展示やワークショップを展開している。体験型（見る、聞く、触る）ワークショップ、気付き・ひらめき・発見する喜びを引き出す科学コミュニケーション（展示やワークショップでのやり取り）、主体的に考える機会を与えることなどを大切にしている。

科学博物館での教育・普及活動も、縦割りのサイエンス教育をどう広げていくか、そこに注力している。サイエンス以外の分野に関心がある人にどう横断的に関係を広げていくか細かな工夫はあるが、まだまだ十分な成果を手にしていない。ワークショップや学習活

動でのアウトプットの問題が注目されているが、そこにアートを持ち込む可能性はあると感じた。学んだことを絵や作品にしたり、教育プログラムの参加者の作品が全体としてアート作品になっていたり、するような取り組みなどがあげられる。一方、プログラミングについて直接言及した発表はなかった。アート活動、例えば海洋ゴミでアート作品を作る時、黄色と赤色のマイクロプラスチックを使って橙色が作れるといった色彩学、またデザインについては生き物の曲線を取り入れたアールヌーボーなどのアートの知識・法則を教えることで、STEAM活動をよりアートに引き寄せた教育にできると考えた。芸術にも科学や数学が役立つことを教えることで、科学や数学に興味関心を持っている子どもたちを芸術のすばらしい世界に引き込む入り口を作れるのではないだろうか。

4.5. TEPIA 先端技術館

TEPIA（一般財団法人高度技術社会推進協会、Technology Utopia）は、機械、情報、新素材、バイオ、エネルギー等の先端的技術動向を調査し、地球環境問題やイノベーションによる新規産業創出などの未来社会の発展のための重要課題の解決に役立つ最新の先端技術を、分かり易く体験的な手法で、情報発信することなどを目的として活動している。その活動の一環として「TEPIA 先端技術館」⁹⁾を運営し、社会的に重要な課題と関連付けながら、我が国産業分野の先端技術を一般の方に解りやすく紹介する常設展示事業を実施している（入場無料、完全予約制）。TEPIA 先端技術館で主任研究員をされている丹治佐一氏にインタビューを行った（立ち合い：TEPIA 渡邊政嘉さん、市川薫さん）。丹治佐一さんは、プログラミング、電子工作関連書籍の出版、雑誌執筆を行う電子工作の達人で、TEPIA 先端技術館で多彩な講座を開催し、多くのリピーターを生みだしてきた人気の講師。最近では「はじめてのプログラミング講座—micro:bit（マイクロビット）で絵を作ろう—」といった講座も行っている。以下インタビュー。

——プログラミング教育に関するワークショップについて。

「プログラミング教育に関するワークショップについて、どういう問題を設定するかはその時々だが、その課題に向かって各自で考えて工夫をすることを大事にしている。だいたいワークショップは、手作りでモノづくりする部分と、それを動かすためのプログラミングを学習する部分と2段階に分かれている。」

——プログラミングに関するワークショップについてアート（芸術）的な要素について意識していること。

「アートとプログラムということで言うと、何かしたいということが先だと思う。アートの的にカッコイイ、美しい、面白い動きがある。それを実現するためにはどうするか、を考える。プログラミング教育で言えば、与える課題みたいなものにアートは深く関わってくると考える。アートの発想で、課題を考えていく、そうするとそのためのプログラミン

グには、マイクロビットがいいねとか、アールディーノがイイねとか選んでいく感じだろう。」

——2020年から小学校でもプログラミング教育が導入されたが、現場では具体的な活動として展開が難しいといった話を耳にする。小学校でのプログラミング教育の現状についての考えは。

「現場では、実際の授業がスタートできていないという感じではないだろうか。2020年からのコロナ禍でいろいろな計画が止まってしまっている。簡単にプログラムを教えなきゃいけないし、簡単に動かせなきゃいけないし、小学校では micro:bit を使うのが妥当かなと思う。ブロックプログラミングなので組みやすいし、先生としても目的に対してプログラムをどう変えるか教えやすいと思う。TEPIA ではアウトリーチ授業というのがある。小学校に行って体育館で学年ごとにまとめて、授業を行います。地元の高専の学生にティーチングアシスタントで来てもらって、TEPIA 先端技術館の常設展示のワークショップエリアで使っているプログラミング教具を使って教える。プログラミング教具は高価なので、小学校で数を揃えることが難しい。そこで、教具もたくさん持って行ってアウトリーチ授業をすることで、高度で面白い活動ができる。TEPIA で意識しているのは、コードを入力するとか理論から入ると難しく嫌いになってしまう子どもがいたりする。そこで、芋虫型だったりロボットだったり、実際のもをどう動かして、どうゴールにたどり着くか考えることが、プログラミングと同じことなんだということを、小学校3、4年生までに教える。そういう体験をしておく、その後、抵抗なくプログラミング教育に入っていけるんじゃないかと思う。プログラミング教育の基礎は、論理的な思考を幼いころから身に付けるということだと思う。それがゆくゆくはモノづくりとかに役立っていく。TEPIA 先端技術館は主に、興味を持って来てもらった子に教えるということが主なので、全員に同じように教えるという点では小学校でのプログラミング教育の難しさは感じる。」

——STEAM 教育（サイエンス、テクノロジー、エンジニアリング、アート、マセマティクス）を意識して行っていること、あるいはSTEAM 教育という観点で優れた活動について。

「TEPIA ではクリスマス時期になるとクリスマスツリーを飾ろうといったワークショップをやっていて、LED でクリスマスツリーを飾ったり、クリスマスソングに合わせて光らせ方を変えたりプログラムする。こういったワークショップはアートだと思う。何かゴールに向かって動かすのではなく、作品を作るという課題である。他にもフィギュアスケートのように、BOLT という動く LED が内蔵された球体を、音楽に合わせてリンクを回らせることができる。それに音楽に合わせた動きや光らせ方を、各グループで競ってプログラミングさせて、最終的にどのグループが良かったか話し合ったり、その演技を動画に残したりしている。BOLT は完全密閉なので、それにシリコンのカバーをかぶせると

絵の具に浸して、動かすことで絵が描ける。角度や速度でコントロールするのだが、五角形とか幾何学的な図形を描くことを考えるのは数学的であるし、より自由に描かせればアートのワークショップにできる。現代ではアートとデジタルが結びつきやすくなっていて、そこにプログラミングを乗せていくのは意外と相性が良いと思う。小さいLEDをたくさん買ってくる。ペンで線を描くと、その線が導線の役割をして電気が流れるペンを用意する。子どもたちに好きなだけLEDを持ってもらい、電池とLEDをつなぐように絵を描いて回路を作って光らせる。自分たちが作った作品をつないで大きな回路を作って、プログラミングでそれらを制御して一つの大きな作品のようにするという活動もできる。そういう意味では、アートの発想を課題に加えることで、電子工作やプログラミング活動を、楽しい活動に変える力があると思う。今のデジタルネイティブと呼ばれる子どもたちは、ゲームになれているので、デジタルアートの物に抵抗感がない。絵の具で絵を描くのも、タブレットで絵を描くのも同じ感覚で抵抗感なくできる。また、ワークショップなどのツールとして人気なのは、ドローンである。プログラミングで動きをコントロールしながら、浮かんで3次元的な動きをするのはとても人気がある。カメラが搭載されていて、LIVE映像をパソコンに送ることもできる。光るドローンを大量に動かしてアートにする。そういったことの基本原則を学習するにはいい教材だと思う。」

5. 考察と結論

本論文の2章と3章では、STEAM教育×新たなメディア環境ということを軸に、本学におけるSTEAM教育の現状と、プログラミング教育についての実践例を紹介した。2章では本学の芸術学部「先端メディア表現コース」と教育学部の「子どもICTコース」の合同授業について紹介した。「学生自身が先生となり、生徒役の学生に対してワークショップを行う」授業という試みにより、学生自らが授業を考え、より身近なテーマ設定を行うなど、主体的な取り組みが見えた。また、直感的にプログラミングが可能なMESHと遊び慣れたブロックなどの適切な教材利用も、自由な発想による制作活動を展開するための重要な要素として示すことができた。さまざまな技術革新による教育環境の変化の中でも、学生の主体性を引き出すテーマ設定、適切な教材選択が高い教育効果を引き出す力があると言えるのではないだろうか。学部や領域を横断した本学の合同授業をより多面的に継続的に実施することが期待される。

3章では、本学の地域連携（地域貢献）として、本学と小学校の連携によるプログラミング実践教育について紹介した。小学校ではプログラミング教育が義務化されたとはいえ、教育を担う人材や適切な教材などの準備が難しい現状にあるといえるのではないだろうか。そういった中で、小学校教育や情報教育に意欲を持っている大学生が中心となって、大学の有している高度な教材を適切に利用し授業を行う試みは、大きな成果があった。大学生にとって教育経験となるだけでなく、教育実践に参加した児童にとっても有意

義な時間となった。この実践は全国の大学の地域連携（地域貢献）の1つのモデルとなりえるものであり、プログラミング教育の具体的な実施に戸惑っている小学校にとっても魅力的な選択肢を与えるものであると考える。

4章では、少年少女発明クラブや CoderDojo といった、学外活動において STEAM 教育やプログラミング教育を行っているところと、全国科学博物館協議会や TEPIA 先端技術館といった博物館・科学館での取り組みについて調査し、まとめた。大学や小学校などの教育機関が積極的に学外活動を行っている団体や博物館・科学館と連携していくことが教育実践や適切な教材の交流といったことを広げていく鍵になると言えるかもしれない。本学は総合芸術大学であるとともに教育学部を有している。現在の全く新しい社会状況の中、STEAM 教育やプログラミング教育を担う学生の育成について、より魅力的な教育プログラムを検討・発信していくことが求められている。新しい教材を適切に用いるとともに、アート発想の課題・活動とプログラミングを結びつけることで、他にない魅力的な STEAM 教育やプログラミング教育の展開を継続して行っていきたい。

謝辞

本研究には、名古屋芸術大学特別研究費：研究課題名「STEAM 教育（プログラミング教育を含む）の教材開発、及び社会における STEAM 教育の現状の検証」を使用した。深く感謝したい。また調査に協力いただいた、「少年少女発明クラブ」、「CoderDojo Japan」、「先端技術科学館 TEPIA」には、有意義な情報を提供していただいた。深く感謝したい。

引用文献

- 1) 文部科学省、GIGA スクール構想について（ホームページ）、https://www.mext.go.jp/a_menu/other/index_0001111.htm（2023年10月20日閲覧確認）。
- 2) Preferred Networks Research & Development 小学生向けディープラーニング体験教室で「ものまね算」のワークショップをしました（ホームページ）、<https://tech.preferred.jp/ja/blog/kaseigo4deepcon/>（2023年12月31日閲覧確認）。
- 3) 赤堀侃司『STEAM 教育と俯瞰力』株式会社ジャムハウス、2022年、115-122、参照。赤堀は大学生の学力を小中学生、高校生と比較・測定する調査の中で、一般的に言われるほど読解力の低下は著しいわけではなく、むしろ STEAM 教育や教科横断等の取り組みの中で「俯瞰力」とよばれる「構造的に問題を捉える能力」の養成が重要であることを指摘している。
- 4) MESH（ホームページ）、<https://meshprj.com/jp/>（2023年10月20日閲覧確認）。
- 5) LEGO Education、はじめての WeDo（ホームページ）、<https://education.lego.com/ja-jp/start/wedo-2/>（2023年10月20日閲覧確認）。
- 6) 公益財団法人発明協会（ホームページ）、<http://www.koueki.jiii.or.jp/>（2023年10月20日閲覧確認）。
- 7) CoderDojo Japan（ホームページ）、<https://coderdojo.jp/>（2023年10月20日閲覧確認）。
- 8) 全国科学博物館協議会（ホームページ）、<https://jcsn.jp/>（2023年10月20日閲覧確認）。
- 9) TEPIA 先端技術館（ホームページ）、<https://www.tepia.jp/exhibition>（2023年10月20日閲覧確認）。