

日本におけるプログラミング教育の受容 — テクノロジーと社会的期待との乖離に関する一考察 —

朝倉 隆道^{*1} 河野 仁^{*2}

Acceptance of Programming Education in Japan A Study of Deviation between Technologies and Societal Expectation

Asakura Takamichi^{*1} Hitoshi Kono^{*2}

In Japan, programming education has been made compulsory in elementary education since 2020, and became more and more popular. However, there is a deviation between education on technology and societal expectations. In this paper, we will examine the reasons for this gap by analyzing newspaper articles, and private schools teaching robot or programming in Japan. We find that since 1999, topics such as robot or programming classes have appeared in newspaper articles, and since 2013, the number of articles have dramatically increased. Growing popularity in this private schools came from the strategies to appeal to non-cognitive skills such as how to tackle challenges. In addition, some of these companies attempted to associate these schools with brand image of the national origin such as Denmark. In this way, private schools respond to social expectations. Therefore, we find that the gap between technology education and social expectations raise in the lack of emphasizes of non-cognitive skills and soft power.

1. 問題意識

日本では、2017年並びに2018年に新学習指導要領が公示され、情報教育の推進として「プログラミング教育」が小学校、中学校、高等学校で順次、必修化されることとなっている。2020年度に必修化された小学校の教員に対する調査では、プログラミング教育に関する自己の知識・理解の不足 [1]や、教える機会を持ちたくないとする傾向が示され [2]、その要因には学習時間の不足 [3]など、教員の抱える課題が指摘されてきた。

また、民間企業による調査では、子どもを持つ親はプログラミング教育に関心を持つ一方で、必修化に対して期待が高いとはいえない状況を指摘している [4]。この結果は、「プログラミング」のイメージに対する社会的期待が高まる一方で、学校教育は期待に応えうるものなのかという不安が生じていることを示していると言えるのではないかと。子どもやその家族は、いかなる理由から学校教育でのプログラミングの教授に不安や不満を抱くのか。本論では、諸外国からの影響によって「プログラミング」に対するイメージが日本で形成されていることに注目したい。そして、テクノロジーに対する社会的期待と教育に対する不安の関係を検討することは、テクノロジーの利用者が抱く期待と研究者・技術者の実態に対する理解との間に溝が生じている状況 [5]を理解することにも繋がると考える。

以上を踏まえ本論では、なぜテクノロジーに対する社会的期待と教育との間に乖離が生じているのか、日本におけるこれまでの諸外国からのロボット・プログラミング教育の受容に注目して検討する。分析を通し、民間のロボット・プログラミング教室は、どのように社会的期待に応えてきたのかを示し、今後の学校教育でのプログラミング教育に示唆を提供することも本論の目的である。

本論の構成であるが、まず第2章で、ロボット教育とプログラミング教育との関係を工学の観点から整理する。続く第3章では本論の分析の視点と調査方法を整理した上で、第4章で日本でのロボットやプログラミング教育を受容してきた歴史を示し、第5章では主にデンマークの「レゴスクール」を事例として取り上げ、教育サービスによる社会的期待への対応策を探る。

2. ロボット教育とプログラミング教育の関係

日本におけるプログラミング教育の広まりを整理する前に、ロボットとプログラミング分野で求められる知識の関係を整理する。ロボットを作るためにはハードウェアとソフトウェアの両方を学ぶ必要がある。そのため、ロボット開発には機構学や力学、電子回路、電気回路、制御理論などに始まり、コンピュータの構造や、プログラミング

^{*1} 株式会社富士通総研 シニア・コンサルタント ^{*2} 東京工芸大学工学部工学科 助教
2021年9月27日 受理

言語、計算アルゴリズム、センサ情報処理、機械学習など多岐にわたる領域を学ぶ必要がある。さらに、それらの専門分野を学ぶための基礎として微分積分学や線形代数学、統計学、確率論などの習得が前提となっている。ロボットは、ソフトウェアの器となるハードウェアが物理世界とインタラクションする。我々の生活する物理世界での動作が前提となる。そのため、ロボット教育を行う教室はプログラムで制御する対象を物理的に用意しなければならず、教材準備コストの面で課題はあるものの、実際に子どもたちが作ったものに手で触れて学ぶということは、何らかの有用な物事や快適な環境を今後、自分で構築する上での基礎的スキルを形成するであろう。

一方、プログラミングは基本的にコンピュータ上で動作するソフトウェアを開発する手段であり、プログラミング言語の習得をはじめ、ユーザインタフェース設計や計算アルゴリズム、計算理論、コンピュータの構造などを学ぶ。科学技術計算の領域に関連してくると前述の微分積分学や線形代数学などの数学的知識が必須となる。設計開発対象はコンピュータ上の仮想世界で動作することが前提となることが多い。プログラミングはコンピュータ上で動作するソフトウェアだけでなく、開発したプログラムの実装されたコンピュータが何かの装置と接続され、プログラム上での制御が可能となれば、様々なモノに作用することが可能となり、ロボットのみならず世の中のありとあらゆるものが制御可能となる。プログラミング教育は教材としてパソコンのみで完結することもでき、コスト面のメリットはあると考える。

さて、大学などの高等教育を除くロボット教育を考えると、機構学や制御工学など専門領域の内容は、初等中等教育における教育課程で習う知識では簡単に太刀打ちできないため現実的ではない。市販されているロボットキットを組み立て、小型計算機や組み込み計算機などを搭載し、センサ入力に対するモータの ON/OFF 制御を実現することが実態に則していると考えられる。プログラミング教育を考えると、コンピュータの動作原理やプログラミング言語の概念の習得は、初等中等教育の児童・生徒では難しいところもあるが、「プログラムの書き方」にフォーカスすると技術の習得自体は可能であると考ええる。特に Scratch などのような抽象化されたプログラミング手法であれば小学生でも使いこなすことが可能となる。しかし、学ぶ児童・生徒の学年が低くなればなるほど、プログラミングの結果として画面上の動作だけでなく物理的・現象的に理解できる対象に作用するほうが、子どもたちに様々な楽しみ方を提供することが可能であり、より興味を持たせ、理解を深くすることが出来ると考えられる。したがって、「ロボット工作教室」と銘打った講座においてロボットの組立てや動作原理だけでなく、プログラミングを学ぶのは必然であるが、「プログラミング教室」においてもプログラムの制御対象としてロボットが採用されていると考えられる。〇〇教室というのは、原理原則や理論、証明などを学ぶ場ではなく、その「〇〇」のユーザとしての技術を学ぶ

場所であると考えることが出来る。ロボット教室とプログラミング教室は学ぶ内容にオーバーラップする部分も多く存在するため、ロボット・プログラミング教室として開催されていることも推察される。

3. 分析の視点と調査方法

日本でのプログラミング教育の必修化は、文部科学省による諸外国の動向調査 [6]を踏まえていることなどからも、諸外国の影響を受けてきたと言える。こうした動きを分析するため、本論では制度論の視点に立ち分析を行う。

(1) 分析の視点

社会学における新制度派では、「制度 (institution)」は、法制度にとどまらない概念であり、社会的規範や通念などを含めた、組織や個人を取り巻く文化的環境を指す。そして、組織の構造や行動が同質化するプロセスを説明する。DiMaggio & Powell (1983) は、制度的枠組みの影響を受けて組織形態や行動が似通ったものになっていく傾向を「制度的要因による同型性 (institutional isomorphism)」と呼んだ [7]。そして、国家は、他国の制度や国際機関の提唱するモデルを模倣し、制度拡散の原動力となる。その際、ボランティア団体もこの同型化を促すことが指摘されている [8]。

それでは、いかなる制度が普及するのか。経済学研究において、個人および社会の経済的発展や維持という観点から、個人の能力などとして、学業成績や各種の学力に関するテストの成績、アカデミックな能力といった「認知能力 (cognitive skills)」が注目されてきた。けれども、1990 年以降、認知能力ではない特徴、「非認知能力 (non-cognitive skills)」に関心が高まる傾向が生じた。OECD は、この非認知能力を「社会情緒的スキル (Social and Emotional Skills)」として、「長期的目標の達成」、「他者との協調」、「感情を管理する能力」の 3 つの側面に関する思考、感情、行動のパターンと提起する [9]。プログラミング教育は、認知能力のみならず、非認知能力の両能力形成に資することが触れられている。

また、海外から導入されるプログラミング教育には、国の魅力である「ソフト・パワー」と結びつくことも考えられる。ソフト・パワーは、強制や報酬ではなく、自国の魅力によって望む結果を引き出す権力であり、その国の文化、政治的思想、政策の魅力を指す [10]。民間企業も積極的にソフト・パワーを利用しており、例えば、人々の関心を効果的に惹きつけるため、IKEA 社は自社の起源である「スウェーデン」の「福祉国家イメージ」を用いて受け手の人々にイメージを共有しやすくした [11]。

(2) 調査方法

本論では、①新聞記事を用いた調査と、②特定事業者に焦点を当て当該団体の発信する文書を用いた調査を行う。

まず、日本国内で刊行された新聞記事を収集した。具体的には、2021年5月時点において、日本国内での販売部数1位の『読売新聞』、及び2位の『朝日新聞』に加え、経済紙『日本経済新聞』を含む日経4紙¹⁾において、関連記事の抽出を行った。発行部数の多い新聞媒体を選ぶことで、メディアで形成されるプログラミングに関する認識を把握し、日本社会の受容状況を明らかにすることを目指した。『読売新聞』は「読売新聞ヨミダス歴史館」を、『朝日新聞』は「朝日新聞 聞蔵ビジュアル」を、日経4紙は「日経テレコン21」を用いて記事検索を行った。検索キーワードには、プログラミングが民間で先行してきたことを踏まえ、「ロボット教室」および「プログラミング教室」とした。検索対象の期間は、1995年～2020年の25年間とした。

続いて、上記の新聞記事に登場した特定事業者を選定し、当該団体の発行する文章などから教育プログラムの特徴を提示した。対象として、日本でロボットやプログラミング教室が普及し始めた当初より教材販売を開始してきたデンマークのレゴ社の「レゴスクール」に焦点を当てる。これに対して、日本国内から登場したタミヤ社の「タミヤロボットスクール」をとりあげ、日本での展開において両者を比較することで、両団体の特徴を抽出する。

4. 日本におけるプログラミング教育の受容

検索キーワード「ロボット教室」および「プログラミング教室」の抽出件数は、『読売新聞』が192件、『朝日新聞』が217件、日経4紙が347件であった。記事数の推移は図1のとおりである。1999年頃から少数の記事が登場し、2013年以降は急激に記事数が増加していることから、ロボットやプログラミング教室に関するある種のブームが形成されているとみることができる。

1999年に教室が登場した背景には、学習塾の位置づけが変容したことを指摘できる。日本では、1999年に生涯学習審議会答申において「学校と塾の共存」方針が出され、それまでの対立的な学校と学習塾の関係は融和的な関係へと変化していった。学習塾の中には、海外の教育機関と連携し、海外留学支援など学校教育にはない独自のサービスの開発に力を入れてサービスの多角化を進める傾向が生じた。この中には、ロボット教育を展開する海外の機関も含まれ、デンマークのレゴ社と連携を行う学習塾もあらわれた(『日本経済新聞』, 1997.10.10)。

英国をはじめ諸外国でコンピュータ・サイエンス教育に対する関心が高まる中、米国のオバマ政権(2009-2016年)では、科学技術イノベーション政策を重視し、STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) 教育²⁾の必要性が強調された。特に、2013年5月に国家科学技術会議(NSTC)のSTEM教育委員会によって「STEM教育5ヵ年戦略計画」が示された。ここでは、K-12教育から出口である産業界の意向までを考慮した一貫性のある教育を思考することなど、オバマ政権下でのSTEM教育戦略が明記された[12]。また、同年に開催されたイベント「Computer Science Education Week」で、オバマ大統領はコンピュータ・サイエンスを学ぶことは米国が最先端の国であるために必要であり、全ての米国人にプログラミングを学んで欲しいと語りかけ、さらに翌2014年の同イベントでは、米国が電球、電話、そしてiPad、インターネットを生み出してきたことをビデオメッセージで強調した。

こうした米国の動向には、非営利団体も影響を与えてきた。上述した「Computer Science Education Week」は、2013年に設立し、コンピュータ・サイエンス教育に関する活動を行う非営利団体「Code.org」[13]が開催した。同団体は、生物や化学、代数を学ぶのと同様に、学校教育の一貫として「全ての児童・生徒がコンピュータ・サイエンスを学ぶ

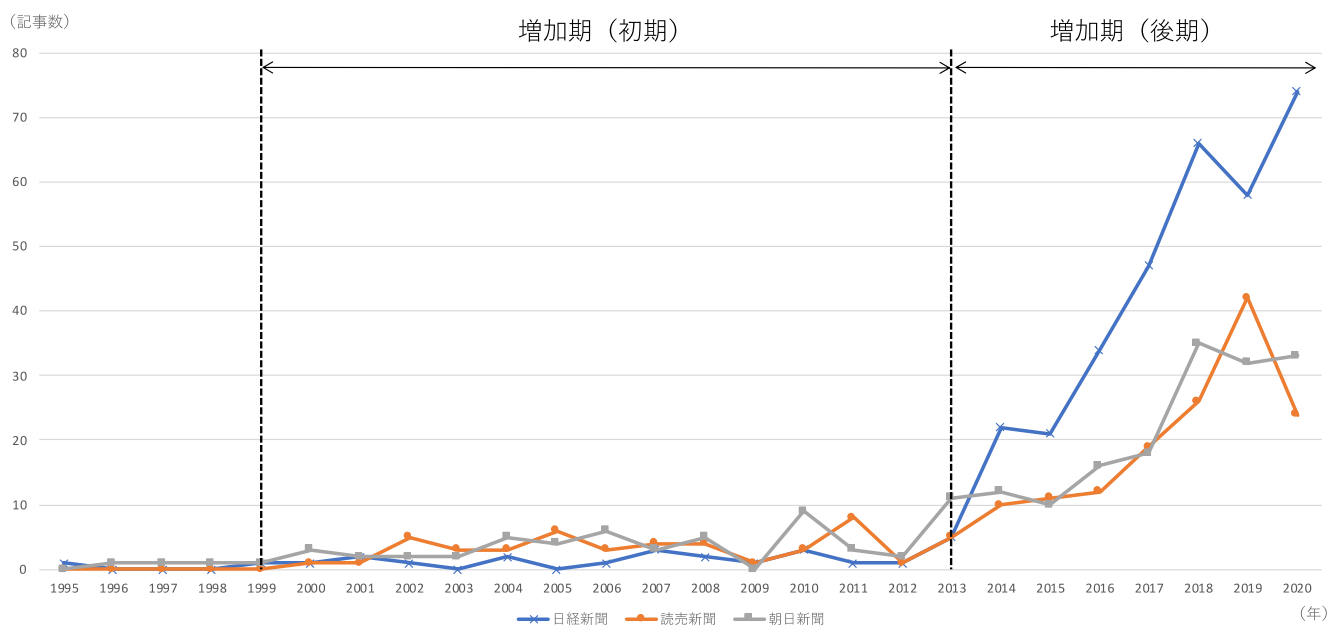


図1 ロボット教室及びプログラミング教室に関する記事数の推移

機会を得ること」をミッションとして掲げている。具体的には、「Hour of Code」, 「1 週間に 1 時間はコンピューター・サイエンスについて学ぶ時間を持つ」と主唱し, 世界に広めるための諸活動を実施している。こうした活動は, Amazon や Facebook, Infosys 財団, Microsoft, Google を含む, 米国の ICT 企業を中心とした多数の団体や個人の寄付によって支えられており, 米国の ICT 業界との強い繋がりが垣間見られる。

米国政府による STEM 教育の強調や, ICT 企業に支えられた諸活動は, 日本に影響を与えていると考えられる。加えて, 2014 年には英国 (イングランド) でプログラミング教育に重点を置いた教科コンピューティング (Computing) が必修化され, フィンランド, イスラエル, ロシアなどでも, プログラミング教育が正式カリキュラムとして導入されている [14]。こうした展開を受け, 日本では, 文部科学省が次期学習指導要領改訂に向けた 2015 年の教育課程部会 情報ワーキンググループの議論にて, 学校外の多様な教育と連携したプログラミング教育の検討が行われ, 2016 年 4 月には産業競争力会議にて, 2020 年度からの初等中等教育でのプログラミング教育の必修化が明記され [14], 議論が活性化したと言える。

5. ロボット教室やプログラミング教室の対応

それでは, 特定の事業者として, デンマークの「レゴスクール」および日本の「タミヤロボットスクール」に焦点を当てる。

(1) 「レゴスクール」*3

レゴ社は, 大工の棟梁だった Ole Kirk Kristiansen 氏 (1891-1958 年) が, 1932 年にデンマークのビルンで木工所として創業した世界最大の玩具メーカーである。社名の「LEGO」は, 「よく遊べ」という意味のデンマーク語「leg godt」を略して名付けられた。1958 年に積み上げ式のブロックを発表し, 日本では 1962 年から販売された。同社は, 玩具を販売しているだけではなく, 「遊びと学習を通して, 子どものクリエイティビティの育成」を目指しており, 無数の組み合わせが可能な魅力的なブロックを設計することで, この約束を果たしていると指摘される [15]。

レゴグループは, 1980 年代からプログラミング技術を応用したブロック製品を展開している。1980 年に発足したレゴ社の教育部門である「レゴエデュケーション」は, プログラミングに加えて表現力なども学べる子ども向けの「レゴスクール」を展開している。2021 年 9 月現在, 日本では 39 カ所で運営されている。

同社によれば, 「本当の知識は実体験から得られる」ものであり, 「手を使って何かを作ることは自分の考えを組み立てることにつながり, 他の誰かに言われたどんなことよりも深くしみこむ」。これは, レゴ教材やカリキュラムの開発に携わった, 米国マサチューセッツ工科大学名誉教

授の Seymour Aubrey Papert (1928-2016 年) による Constructionism 理論に基づくとされている。

教育メソッドとして, 「答えは一つではない, オープンエンド方式」(Open-ended) を掲げる。「一人ひとりのアイデアを尊重し, 共有する学びの場が必要」であり, 「子どもの数だけ答えがあり, 様々な道筋を子どもたち自身で見つけること」を促すことで, 「社会に出て未知の課題に直面したときに, 自信をもって創造力を発揮し, 課題に取り組むこと」ができるようになると主張する。そして, 「意欲的な探究心」, 「創造的な思考力」, 「コミュニケーション力」, 「やり遂げる集中力」を育むことができるとする。

(2) 「タミヤロボットスクール」*4

タミヤ社 (旧田宮模型社) は, 1946 年に設立した静岡県に本社を置く模型・プラモデルメーカーである。同社は, ナチュラスタイル社との提携のもとに, フランチャイズ提携で「タミヤロボットスクール」を日本で展開している。2021 年 9 月現在, 62 教室が運営されている。

教室での教育は, 「モノづくりとプログラミング」のアプローチが強調されている。その特徴として, 「知識と技術」の基礎を学ぶこと, モノづくりで重要な「考えて, 手を動かし, 上手くいかず, また考える」という「試行錯誤することを重視する」こと, そして, 共同作業や他の人に伝えられる「コミュニケーション」が大切にされている。

(3) 分析

レゴ社とタミヤ社によるロボット・プログラミング教室の概要および教育の特徴を紹介したが, そこでは認知能力を高めることに加え, 非認知能力の育成を訴求することで教室の特色を打ち出していたと言える。両者とも自らの「手」を使いながら, 「試行錯誤」することで, 「自信」をつけ, 今後に直面するであろう課題に取り組む力をつけるとする。その前提として, オープンエンドな考え方を奨励している。

一方で, レゴ社の教室やウェブサイトなどを通して示される教室は, 「デンマーク・デザイン」と結び付けられている。レゴ社はデンマークを代表する企業ブランドであり*5, 日本においても, 博物館でレゴ社とデンマーク・デザインに関する展示会も開催されている。また, タミヤ社は, 積極的に「モノづくり」という言葉を用い, 日本の文化に基づき, 強みを持つとされる製造業に子どもが興味・関心を持つことに触れている。この他, プログラミング教室には, フィンランド式教育メソッドなど, 認知能力とは関わりのない各国の特徴を示す表現が用いられており, 非認知能力にソフト・パワーが結び付けられていると考えられる。

6. 結語

日本では, 2020 年から小学校でプログラミング教育が必修化され, 各教科での目標を達成する際に問題解決能力を

育成する「プログラミング的思考」*6を重視した教育が進められている [16]。ロボットやプログラミングに関する教育は、本来、高度な工学的な知識や知見が求められるため、初等中等教育で扱えるような工夫がなされており、「プログラミング的思考」の重視はこの一環とも言える。

1999 年以降、学習塾が社会から好意的に捉えられるようになるなかで、プログラミング教室などの話題が新聞記事に登場し、2013 年からは諸外国からの影響を受け議論が活性化していった。そして、民間の教育サービスに焦点を当ててみると、認知的能力に対する知識や知見をある種限定しつつ、課題への取り組み方や姿勢など、非認知能力の形成を訴えかけていたと言える。加えて、プログラミング教育は、デンマークや日本など、提供元の国のブランドイメージを訴求し社会からの期待を高めていたと言える。米国についても、巨大 ICT 企業による支援を受けてプログラミングやその教育を世界的に普及することを図っており、受容側である日本の子どもやその家族に ICT 産業などへのあこがれを喚起していると言える。こうした非認知能力とソフト・パワーを用いることで、民間のプログラミング教室は社会的期待に応じていると言えるのではないかな。このことから、学校教育で両者が揃わないと想定されるために、社会的期待との間に乖離が生じていると考えられる。

それでは、この乖離を埋めるためにどのような手段が考えられるのか。まずは、非認知能力との結びつきを論じることであろう。例えば、「プログラミング的思考」で示される「試行錯誤」において、他者との連携など、より幅広い取り組みを訴求することではないか。これに加えて、諸外国における ICT 活用に関する事例を知り、各国でどのようにテクノロジーが利用され、限界や可能性に対する理解を促すことではないだろうか。これによって過度な社会的期待の高まりを抑制することができるのではないかな。こうした観点からは、国際教育などとの連携も踏まえた、文理の壁を超えたコンピュータ・サイエンスに関する学習が求められていると考えられる。

本研究の限界としては、プログラミング教育の「受容」に焦点を当てながらも、ロボットとプログラミング教室の普及に注目しており、子どもやその家族などの直接的な分析を行っていない点である。こうした受容者側の実態に対する調査を、今後は進めていきたいと考えている。

注釈

*1 日本経済新聞朝夕刊（日経プラスワン含む）、日経産業新聞、日経 MJ(流通新聞)、日経ヴェリタス、日経金融新聞。

*2 STEM 教育は、その後、Arts（デザイン、感性など）または Liberal Arts の「A」に含めた STEAM 教育とされ、文理の枠を超えた取り組みがみられる。

*3 レゴスクールについては、主に同社の Web サイトの情

報を利用（レゴスクール、アクセス: 2021 年 9 月 26 日、<https://legoschool.jp/>）。

*4 タミヤロボットスクールについては、主に同社 Web サイトの情報を利用（タミヤロボットスクール、アクセス: 2021 年 9 月 26 日、<https://tamiya-robotschool.com/>）。

*5 ブランド価値とブランド力に着目したランキングを毎年出している Brand Finance によれば、LEGO 社はデンマークにおいて 2020 年の最もブランド力のある企業である（Brand Finance, 2020, *DENMARK 50 2021 RANKING*, アクセス: 2021 年 9 月 26 日、<https://brandirectory.com/rankings/denmark>）。

*6 「プログラミング的思考」とは、「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組合せが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組合せをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていくこと」を指す [16]。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP19K12173 の助成を受けたものである。また、本研究は国立研究開発法人日本原子力研究開発機構「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」により実施した「被災地探査や原子力発電所建屋内情報収集のための半自律ロボットを用いたセマンティックサーベイマップ生成システムの開発」（研究代表者：東京工芸大学 河野 仁）の成果の一部である（研究課題番号 R02I015）。

参考文献

- 1) 黒田昌克, 森山潤, 2017, 「小学校段階におけるプログラミング教育の実践に向けた教員の課題意識と研修ニーズとの関連性」『日本教育工学会』, vol.41, pp. 169-172.
- 2) 楠見孝, 西川一二, 齊藤貴浩, 栗山直子, 2020 「プログラミング教育に対する小中学校教員の期待と意欲」『日本教育工学会論文誌』, vol.44, no.2, pp. 265-275.
- 3) 大島崇行, 齋藤博, 岡島佑介, 2020, 「小学校教員の多忙化とプログラミング教育への意識——不安解消を目指す研修プログラムによる意識の変容」『上越教育大学研究紀要』, vol.40, no.1, pp.33-43.
- 4) コエテコ byGMO, 2020, 「プログラミング教育必修化に関する保護者の認知度調査」, アクセス: 2021 年 9 月 26 日, <https://coeteco.jp/articles/10791>.
- 5) 朝倉隆道, 河野仁, 2020, 人工知能研究における工学と社会学との融合の可能性と課題——研究開発と社会的期待との関係に対する一考察, 東京工芸大学工学部紀要（人文・社会編）, vol. 43, no.2, pp. 21-26.

- 6) 文部科学省, 2015, 『諸外国におけるプログラミング教育に関する調査研究 (文部科学省平成 26 年度・情報教育指導力向上支援事業)』.
- 7) DiMaggio, P. J. & Powell, W. W. 1983. "The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields," *American Sociological Review*, vol.48, no.2, pp.147-160.
- 8) ワンク, D., 2007, 「世界システム論の理論的枠組みと問題点」村井吉敬・安野正士・ワンク, D.・上智大学 21 世紀 COE プログラム『グローバル社会のダイナミズム—理論と展望』上智大学出版.
- 9) Organisation for Economic Co-operation and Development and ベネッセ教育総合研究所, 2018, 『社会情動的スキル——学びに向かう力』無藤隆, 秋田喜代美, 荒牧美佐子, 都村聞人, 木村治生, 高岡純子, 真田美恵子, 持田聖子訳, 明石書店.
- 10) ナイ, J. S., 2004=2004, 『ソフト・パワー—21 世紀国際政治を制する見えざる力』山岡洋一訳, 日本経済新聞社.
- 11) クリストッフエション, S., 2014=2015, 『イケアとスウェーデン——福祉国家イメージの文化史』太田美幸訳, 新評社.
- 12) 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』Vol.23, 25-36.
- 13) Code.org, アクセス: 2021 年 9 月 26 日, <https://code.org/>.
- 14) 太田剛, 森本容介, 加藤浩, 2016, 「諸外国のプログラミング教育を含む情報教育カリキュラムに関する調査——英国, オーストラリア, 米国を中心として」『日本教育工学会論文誌』, vol.40, no.3, pp. 197-208.
- 15) ブラント, S., レインワイド, B., 2021, 「イケア, レゴ, アップルに学ぶ——パーパスを実践する組織 Why Are We Here?」『Harvard business review =Diamond ハーバード・ビジネス・レビュー』高橋由香理訳, vol.45, no.7, pp.106-115.
- 16) 文部科学省, 2020, 『小学校プログラミング教育の手引き (第三版)』.