

高等学校段階におけるSTEAM教育の構想と実践

—教科等横断的・探究学習の推進に向けて—

助川 晃 洋 ・ 坂本 徳 雄

I はじめに

近年の我が国において陸続と発出されている多くの教育政策文書では、21世紀の社会は知識基盤社会であり、情報化やグローバル化といった社会的変化が、人間の予測を超えて進展するとの見方が定型的に示されている⁽¹⁾。私たちの社会が、現在、大きな転換期を迎えており、まさしくVUCA（Volatility：変動性、Uncertainty：不確実性、Complexity：複雑性、Ambiguity：曖昧性）の時代に突入しつつあることは間違いない。社会的価値もtangible（有形）からintangible（無形）にシフトしている。このような傾向が先鋭化する中、超スマート社会であるSociety 5.0を生き抜くことができる人材の育成が、学校教育に期待されている。その具体的な施策として挙げられるのが、STEAM教育である。

STEAM教育は、理科系を中心とする四つのディシプリン、すなわち科学、技術、工学、数学にアート（Art,Arts）の主観的な要素、あるいはリベラルアーツの教養的な性格を加えることで（統合型STEM教育+A）、拡散的思考を促し、多面的な見方を育て、新しい解決策を導き出すための学際的手法であり（Discipline SpecificとIntegrativeの中間のMultidisciplinaryな仕方）⁽²⁾、2006年にヤークマン（Georgette Yakman）が最初に提唱し、（オバマ政権下でSTEM教育の振興が国家戦略に位置づけられていた、換言すれば、科学技術イノベーション政策における省庁横断的な重点事項の一つとして優先的に予算配分されていた⁽³⁾）アメリカから世界各国へと一気に広まった。そして我が国では、文部科学省⁽⁴⁾「Society 5.0に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～」（2018年6月5日）や中央教育審議会「新しい時代の初

等中等教育の在り方について（諮問）」（2019年4月17日）、教育再生実行会議「技術の進展に応じた教育の革新、新時代に対応した高等学校改革について（第十一次提言）」（2019年5月17日）などで主題的に取り上げられて以降⁽⁵⁾、特に高等学校におけるSTEAM教育の推進がめざされている。

本稿は、こうした動向に資することを意図した試みであり、これからの時代に求められるSTEAM教育のフレームワークを提示するとともに（Ⅱ）、その（まだ紹介されることがないという意味で）新規のケースについて（着手されてはいても未完成のため、ひとまず途中経過を）報告するものである（Ⅲ）。

Ⅱ 基本構想

2021年1月26日に取りまとめられた中央教育審議会の『『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～（答申）』⁽⁶⁾では、2020年代を通じて、高等学校段階で実現をめざすべき学びの姿として、「STEAM教育などの実社会での課題解決に生かしていくための教科等横断的な学びが提供されている」ことが挙げられている（p.21.）。その第Ⅱ部「各論」の3「新時代に対応した高等学校教育等の在り方について」の（4）「STEAM教育等の教科等横断的な学習の推進による資質・能力の育成」では、次のように述べられている（pp.56-58.）。

- AIやIoTなどの急速な技術の進展により社会が激しく変化し、多様な課題が生じている今日においては、これまでの文系・理系といった枠にとらわれず、各教科等の学びを基盤としつつ、様々な情報を活用しながらそれを統合し、課題の発見・解決や社会的な価値の創造に結びつけていく資質・能力の育成が求められている。
- 教育再生実行会議第11次提言において、幅広い分野で新しい価値を提供できる人材を養成することができるよう、新学習指導要領において充実されたプログラミングやデータサイエンスに関する教育、統計教育に加え、STEAM教

育の推進が提言された。高等学校改革を取り上げた本提言において、STEAM教育は「各教科での学習を実社会での問題発見・解決にいかしていくための教科横断的な教育」とされている。

- このSTEAM教育については、国際的に見ても、各国で定義が様々であり、STEM（Science,Technology,Engineering,Mathematics）に加わったAの範囲をデザインや感性などと狭く捉えるものや、芸術、文化、生活、経済、法律、政治、倫理等を含めた広い範囲で定義するものもある。

STEAM教育の目的には、人材育成の側面と、STEAMを構成する各分野が複雑に関係する現代社会に生きる市民の育成の側面がある。各教科等の知識・技能等を活用することを通じた問題解決を行うものであることから、課題の選択や進め方によっては生徒の強力な学ぶ動機付けにもなる。一方で、STEAM教育を推進する上では、多様な生徒の実態を踏まえる必要がある。科学技術分野に特化した人材育成の側面のみに着目してSTEAM教育を推進すると、例えば、学習に困難を抱える生徒が在籍する学校においては実施することが難しい場合も考えられ、学校間の格差を拡大する可能性が懸念される。教科等横断的な学習を充実することは学習意欲に課題のある生徒たちにこそ非常に重要であり、生徒の能力や関心に応じたSTEAM教育を推進する必要がある。

このためSTEAMの各分野が複雑に関係する現代社会に生きる市民として必要となる資質・能力の育成を志向するSTEAM教育の側面に着目し、STEAMのAの範囲を芸術、文化のみならず、生活、経済、法律、政治、倫理等を含めた広い範囲（Liberal Arts）で定義し、推進することが重要である。

- 新学習指導要領においては、学習の基盤となる資質・能力や、現代的な諸課題に対応して求められる資質・能力を育成するため、教科等横断的な視点から教育課程の編成を図ることとされている。

STEAM教育の特性を生かし、実社会につながる課題の解決等を通じた問題発見・解決能力の育成や、レポートや論文、プレゼンテーション等の形式で課題を分析し、論理立てて主張をまとめること等を通じた言語能力の育成、情報手段の基本的な操作の習得、プログラミング的思考、情報モラル等に関する資質・能力等も含む情報活用能力の育成等の学習の基盤となる資質・能力の育成、芸術的な感性も生かし心豊かな生活や社会的な価値を創り出す創造性などの現代的な諸課題に対応して求められる資質・能力の育成について、文理の枠を超えて教科等横断的な視点に立って進めることが重要であり、その実現のためにはカリキュラム・マネジメントを充実する必要がある。

- STEAM教育は、「社会に開かれた教育課程」の理念の下、産業界等と連携し、各教科等での学習を実社会での問題発見・解決に生かしていく高度な内容となるものであることから、高等学校における教科等横断的な学習の中で重点的に取り組むべきものであるが、その土台として、幼児期からのものづくり体験や科学的な体験の充実、小学校、中学校での各教科等や総合的な学習の時間における教科等横断的な学習や探究的な学習、プログラミング教育などの充実に努めることも重要である。さらに、小学校、中学校においても、児童生徒の学習の状況によっては教科等横断的な学習の中でSTEAM教育に取り組むことも考えられる。その際、発達段階に応じて、児童生徒の興味・関心等を生かし、教師が一人一人に応じた学習活動を課すことで、児童生徒自身が主体的に学習テーマや探究方法を設定することが重要である。
- 高等学校においては、新学習指導要領に新たに位置付けられた「総合的な探究の時間」や「理数探究」が、
 - ・実生活、実社会における複雑な文脈の中に存在する事象などを対象として教科等横断的な課題を設定する点
 - ・課題の解決に際して、各教科等で学んだことを統合的に

働かせながら、探究のプロセスを展開する点などSTEAM教育がねらいとするところと多くの共通点があり、各高等学校において、これらの科目等を中心としてSTEAM教育に取り組むことが期待される。

また、必修科目として地理歴史科・公民科や数学科、理科、情報科の基礎的な内容等を幅広く位置付けた新学習指導要領の下、教科等横断的な視点で教育課程を編成し、その実施状況を評価して改善を図るとともに、教育課程の実施に必要な人的又は物的な体制の確保を進め、地域や高等教育機関、行政機関、民間企業等と連携・協働しつつ、各高等学校において生徒や地域の実態にあった探究学習を充実することが重要である。

その際には、これまでのスーパーサイエンスハイスクール（SSH）などでの教育実践の成果を生かしていくことが考えられる。

さらに、教員養成や教員研修の在り方も併せて検討していくことが重要である。

STEAM教育は、Aの範囲を広くとらえた上で、文理の枠を超えて教科等横断的な視点に立って進めることが大切である。とりわけ高等学校では、小・中学校の各教科等や総合的な学習の時間の取り組みを踏まえて、総合的な探究の時間や理数探究を中心に、クロスカリキュラムを編成し、地域や関係機関と連携・協働しつつ、生徒や地域の実態に即した探究学習の充実を図ることが望まれる。

そして上記中教審答申の前掲箇所では、引き続き次のように述べられている（p.58.）。

- STEAM教育の推進に当たっては、探究学習の過程を重視し、その過程で生じた疑問や思考の過程などを生徒に記録させ、自己の成長の過程を認識できるようにするとともに、社会に開かれた教育課程の観点から、STEAM教育に関わる学校内外の関係者による多様な視点を生かし、生徒の良い点や進歩の状況などを積極的に評価し、学習したこ

との意義や価値を実感できるよう努めることが重要である。

- また、実社会での問題発見・解決に生かしていく視点から生徒が自らテーマを設定し、学習を進めるためには、生徒が地域や産業界、大学などと多様な接点を持ち、社会的な課題や現在行われている取組などについて学ぶことが必要である。生徒が多様な機会を得ることができるよう、社会全体で取組を進めることが求められる。

このため、国においては産業界や大学等とも連携し、STEAM教育に資する教育コンテンツの整備を進めるとともに、事例の収集や周知などの取組を進める必要がある。

- STEAM教育等の教科等横断的な学習の前提として、小学校、中学校、高等学校などの各教科等の学習も重要であることは言うまでもない。各学校において、習得・活用・探究という学びの過程を重視しながら、各教科等において育成を目指す資質・能力を確実に育むとともに、それを横断する学びとしてのSTEAM教育を行い、更にその成果を各教科に還元するという往還が重要である。

STEAM教育にとって有益な関連リソースの発掘と可視化に向けて、ウェブサイトを整備するなど、国の支援が不可欠である（既存のものとしては、文部科学省のStuDX Styleと経済産業省のSTEAMライブラリーが双璧である）。そしてSTEAM教育の実践においては、「探究を通して各教科の学びを横断して統合するとともに、問題解決に必要な知識を各教科に落とし込み、深化する、このような教科と探究的な学びを循環しながら発展させていくプロセスが大事である。また、地域あるいは学校の特長を活かしながら、学習者が社会的課題を『自分ごと』として捉え、学んでいける環境や場の整備も必要な観点である」⁽⁷⁾。

Ⅲ 実践事例

宝仙学園中学・高等学校（学校法人宝仙学園の系列下で運営され、東京都中野区に所在する私立学校であり、中高一貫の共学部理数インターと高校女子部の2部門を併設している）では、

STEAM教育に関係する取り組みが、以前から行われている⁽⁸⁾。同校HP内のブログには、2018年3月5日に、「宝仙学園入試広報部長 中野望」名義で「STEAMが楽しく体験できる『ピタゴラメッシュ』ワークショップ」という記事がアップされている。

3月24日に明日の思考力・算数コンテスト実行委員会、財団法人算数オリンピック委員会、NPO法人学校支援協議会主催でMESHを使ったイベントを行います。宝仙学園も共催でお手伝いをします。是非ご参加ください！

「ピタゴラスイッチ」というテレビ番組をご存知ですか？番組に登場するピタゴラ装置は、てこ、ドミノ、ケーブル、磁石など様々な仕組みを用いた、楽しいからくりで、大人も子どももつい画面から目が離せません。

ここにはScience、Technology、Engineering、Arts、MathematicsとSTEAMのすべての要素が詰まっています。

今回のワークショップでは、小学生の皆さんと一緒に、ソニー製の最新センサー MESH（メッシュ）を使って、プログラム、センサーを組み合わせたピタゴラ装置を作ることで、STEAMのうち特に物理、算数、論理的思考、アートにふれさせていただきます。

当日は簡単なプログラミングの考え方、算数とプログラミング、センサーとは何かを学んだあとに、実際にお子さん同士のグループで、いろいろな材料とMESHを組み合わせて、ピタゴラ装置を作ります。

日時：2018年3月24日 9：30集合 9：45開始
12：00終了

会場：宝仙学園中学・高等学校共学部理数インター
東京都中野区中央2-28-3

https://www.hosen.ed.jp/#modal_access

講師：服部聖彦（埼玉工業大学准教授）他

参加費：1人2000円 定員36名

※保護者様も1名としてお申し込み可能です。保護者様は保護者様同士のグループで体験いただけます

す。

※見学のみ場合は、申込人数に含めないでください。

※参加費は当日集めます。

参加対象：新小学2年生から新6年生、保護者1名

主催：明日の思考力・算数コンテスト実行委員会

財団法人算数オリンピック委員会、NPO法人学校支援協議会

共催：宝仙学園中学・高等学校共学部理数インター

協力：エーアイプラス

<当日の予定>

1. 講師紹介
2. ピタゴラスイッチについて
3. メッシュとは？
4. メッシュプログラミング
5. メッシュを用いたピタゴラスイッチ作成⁽⁹⁾

また2022年度の宝仙学園高等学校共学部理数インターでは、「STEAMの学問領域を横断し、実社会の問題解決に取り組みながら学ぶ」（2022年3月7日に収集した同校入試広報部長の米澤貴史教諭の発言）機会として、ベネッセSTEAMフェスタというオンラインイベントに、1年生有志が参加することになっている。エントリー先は、「学術的な探究心をもとに進めた探究研究活動を発表する」アカデミック部門、「身近な気づきや問題意識から行動し、自分や周囲にもたらした変化を発表する」ソーシャルイノベーション部門、「『創りたい!』という想いを形にし、表現する」メイカー部門の三つである⁽¹⁰⁾。

そして宝仙学園高等学校共学部理数インターでは、2023年度以降、STEAM教育を2年生以上に対しても段階的に導入していくことを見据えて、活発な議論が繰り広げられている。2022年4月27日と5月11日に校内で坂本が行った調査（教頭やキャリア教育コーディネーターへのインタビュー、職員会議の参与観察など）によれば、教員各位からは、例えば次の通り、様々な意見が出されている（以下、フィールドノーツの記録を整理・要約し、

ランダムに列挙する)。

- ・開校当初から理数的思考力の育成を目標に掲げた総合探究プロジェクトを組織して、自立的かつ自律的な学習者を育ててきた。その成果を踏まえつつ、STEAM教育の理念に沿った新しい教育実践を創造したい。1年生のカリキュラムは、すでに策定を終えており、実行に移っている。引き続き授業改善を重ねていく。

- ・日本の高校教育は、大学受験を意識することで、文理どちらか一方に偏りがちであり、世界に比べて遅れている。本校では、高校3年間を通じて、課題・テーマを解決するために、知識を総動員して考え抜くことができる生徒、Artを芸術だけに限定せず、むしろ広い意味でとらえることで、文理の枠を超える人材を育成したい。

- ・生徒の進路選択やキャリア形成に資すると同時に、SDGsの動向を踏まえて、地球規模の課題解決につながるような、またプログラミング、AI、ロボット、ものづくりに特化した教育内容を理数系教科、情報科の教員が中心となって準備することが望ましい。その過程で、生徒参加の機会も確保した方がよい。

- ・企業のサービスを利用することに加えて、NPO法人や関連団体との協力を深めていくべきである。JSBN（Japan Students and Businesspersons Network、日本学生社会人ネットワーク）の出張授業やカタリバのマイプロジェクトなどが有力なパートナー候補であろう。

- ・STEAM教育のための時間を特別に設けるのではなく、独自教科「理数インター」や総合的な探究の時間の中で、十分な授業時数を確保する。指導体制は、特定の教員が単独で担当することもあれば、数名の教員がチームを組む場合もあるなど、その都度柔軟であってよい。

IV おわりに

STEAM教育のルーツは、19世紀末から20世紀初頭にかけて、ワールドワイドに澎湃と起きた新教育運動における合科教授や総合学習、中心統合法、プロジェクト・メソッド、コアカリキュラ

ム、コンプレックス・システムなどはもちろん、（いささか牽強附会の感が否めないものの、系譜的には）ペスタロッチ（Johann Heinrich Pestalozzi）の生活教育思想にまで遡及することができる。教科等横断的な学習は、小学校低学年に限れば生活科が新設された1990年前後、小・中・高全体では総合的な学習の時間が始まった2000年前後から一層盛んになっている。探究学習については、誰にもましてデューイ（John Dewey）との親和性を指摘するのが教育学の通例であり⁽¹¹⁾、また「教育内容の現代化」が叫ばれ、ブルーナー（Jerome Seymour Bruner）の『教育の過程』（The Process of Education）が翻訳され、発見学習が打ち出された1960年代半ば頃に活発化したと見ることも妥当である。つまり教科等横断的・探究学習としてのSTEAM教育には、これまで別個に語られ、試みられ、その結果、行き着いた知見やノウハウが集約・反映されている。しかしこれからは、過去の引き写しや焼き直しにとどまることなく、2030年の社会と子どもの未来を見据えて、不断の（ときに大胆な）バージョンアップに努めなければならない。そうしてはじめて、「令和の日本型」と呼ぶにふさわしいSTEAM教育モデルを獲得することができるのではなかろうか。

ところで2018年3月30日に告示された高等学校学習指導要領には、同解説各編も含めて、STEAM教育に関する直接の言及が全く見当たらず、2017年3月31日付の小・中学校版でも同様であるが⁽¹²⁾、学習指導要領の趣旨の実現をめざして、全国各地の学校では、STEAM教育のプログラム開発と授業実践が着実に進められるはずである。その全体的な動きをフォローしつつ、特定の現場でフィールドワークを行い、カリキュラム・マネジメントや教授・学習過程の実態を実証的に解明することが、筆者の今後の課題である。

注

- （1）文部科学省教育課程課・幼児教育課編『別冊初等教育資料』2月号臨時増刊（通巻950号）、東洋館出版社、

2017年2月、p.32.

- (2) デビッド・A・スーザ、トム・ピレッキ著、胸組虎胤訳
『AI時代を生きる子どものためのSTEAM教育』幻冬舎、
2017年
- (3) 遠藤悟「オバマ政権下の最近の米国の科学技術政策の展開
第1部 緊縮財政下における研究開発優先順位設定」『科学技術動向』2014年9・10号（No.146）、科学技術・
学術政策研究所科学技術動向研究センター、2014年9月、
pp.24-29.
遠藤悟「オバマ政権下の最近の米国の科学技術政策の展開
第2部 米国の研究開発エコシステムの特徴と我が国の
政策形成への示唆」『科学技術動向』2014年9・10号
（No.146）、科学技術・学術政策研究所科学技術動向研
究センター、2014年9月、pp.30-36.
標葉靖子「米国における科学、技術、工学、数学（STEM）
分野大学院生への科学コミュニケーショントレーニングの
取り組み～AAAS2014年次大会報告事例からの日本への示
唆～」『科学技術コミュニケーション』第16号、北海道
大学高等教育推進機構オープンエデュケーションセンター
科学技術コミュニケーション教育研究部門、2014年12月、
pp.45-55.
標葉靖子「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』第23号、北
海道大学高等教育推進機構オープンエデュケーションセン
ター科学技術コミュニケーション教育研究部門、2018年
7月、pp.25-36.
千田有一「米国における科学技術人材育成戦略—科学、技
術、工学、数学（STEM）分野卒業生の100万人増員計画
—」『科学技術動向』2013年1・2月号（No.133）、科
学技術政策研究所科学技術動向研究センター、2013年1
月、pp.17-26.
- (4) 正確には、Society 5.0に向けた人材育成に係る大臣懇談

会と新たな時代を豊かに生きる力の育成に関する省内タスクフォースの連名による。

- (5) 経済産業省「『未来の教室』とEdTech研究会 第1次提言」（2018年6月25日）、「第2次提言」（2019年6月25日）、内閣府「統合イノベーション戦略2019」、「まち・ひと・しごと創成基本方針2019」（ともに2019年6月21日）、「経済財政運営と改革の基本方針2020～危機の克服、そして新しい未来へ～」（2020年7月17日）、「第6期科学技術・イノベーション基本計画」（2021年3月26日）、産業競争力懇談会「社会で育てるSTEAM教育のプラットフォーム構築」（2021年2月12日）なども併せて参照されたい。
- (6) https://www.mext.go.jp/content/20210126-mxt_syoto02-000012321_2-4.pdf（最終閲覧日：2022年2月24日）
- (7) 大島まり「『令和の日本型学校教育』におけるSTEAM教育のあり方 教科等横断的な学習と探究学習の循環する学び」『日本教育学会第80回大会発表要旨集録』日本教育学会、2021年8月、pp.243-244.
- (8) 同じ都内私立中高一貫校であれば、芝浦工業大学附属中学・高等学校（江東区）や聖徳学園中学・高等学校（武蔵野市）、海城中学・高等学校（新宿区）、駒込中学・高等学校（文京区）、聖学院中学・高等学校（北区）、玉川学園中学・高等部（町田市）の取り組みがよく知られている。
- (9) <https://www.hosen.ed.jp/blog-jhs/15198/>（最終閲覧日：2022年2月24日）
- (10) <https://steamfesta.benesse.co.jp/>（最終閲覧日：2022年7月12日）
- (11) 杉浦美朗『デューイにおける探究の研究』風間書房、1976年
杉浦美朗『デューイにおける探究としての学習』風間書房、1984年

高浦勝義『デューイの実験学校カリキュラムの研究』黎明書房、2009年

早川操『デューイの探究教育哲学 相互成長を目指す人間形成論再考』名古屋大学出版会、1994年

牧野宇一郎『デューイ真理観の研究』未来社、1964年

- (12) 新井健一「STEM教育と新学習指導要領」『Rimse』No.26、理数教育研究所、2019年10月、p.12.

杉山雅俊・江草遼平・手塚千尋・辻宏子「日本型STEM/STEAM教育の構築に向けた学習指導要領解説の比較分析」『科学教育学会研究会研究報告』第36巻第2号、日本科学教育学会、2021年12月、p.177.

参考文献

天笠茂「教科等の横断・連携とSTEM/STEAM教育」『教職研修』2021年10月号（通巻第590号）、教育開発研究所、2021年10月、pp.36-37.

安東恭一郎・金政孝「科学と芸術の融合による教育の可能性と課題－韓国STEAM教育の原理と実践場面の検討－」『美術教育学－美術科教育学会誌－』第35号、美術科教育学会、2014年3月、pp.61-77.

大谷忠「STEM/STEAM教育をどう考えればよいか－諸外国の動向と日本の現状を通して－」『科学教育研究』第45巻第2号、日本科学教育学会、2021年6月、pp.93-102.

小柳和喜雄「複合的な学習の課題設定と評価方法に関する事例研究－総合的、探究的な学習の1つの事例としてのSTEAM教育に目を向けて－」『奈良教育大学教職大学院研究紀要「学校教育実践研究」』第12号、奈良教育大学大学院教育学研究科専門職課程教職開発専攻、2020年3月、pp.49-54.

小柳和喜雄「教科横断で探究的な学習のカリキュラムデザインに関する研究－STEAM教育におけるPBLデザインと関わって－」『奈良教育大学教職大学院研究紀要「学校教育実践研究」』第13号、奈良教育大学大学院教育学研究科専門職課

程教職開発専攻、2021年3月、pp.9-18.

北澤武・赤堀侃司「教員養成におけるSTEM/STEAM教育の展望」『日本教育工学会論文誌』第44巻第3号、日本教育工学会、2020年12月、pp.297-304.

木村優里・原くるみ・後藤田洋介・吉原久美子・柏原寛・大谷忠・金子嘉宏「民間教育機関におけるSTEM教育推進のための教材開発と産学連携の取り組み」『東京学芸大学紀要 自然科学系』第69集、東京学芸大学、2017年9月、pp.249-256.

孔泳泰・池仁哲「紙工作を通しての楽しいSTEAM教材の開発」『科学教育学会研究会研究報告』第27巻第3号、日本科学教育学会、2013年4月、pp.21-26.

齊藤智樹「STEM/STEAM教育の構成概念」『日本教育工学会論文誌』第44巻第3号、日本教育工学会、2020年12月、pp.281-296.

田中智志・橋本美保『プロジェクト活動 知と生を結ぶ学び』東京大学出版会、2012年

辻合華子・長谷川春生「STEAM教育における“A”の概念について」『科学教育研究』第44巻第2号、日本科学教育学会、2020年6月、pp.93-103.

L.トープ、S.セージ著、伊藤通子・定村誠・吉田新一郎訳『PBL 学びの可能性を開く授業づくり 日常生活の問題から確かな学力を育成する』北大路書房、2017年

中川一史・小林祐紀・兼宗進・佐藤幸江『カリキュラム・マネジメントで実現する学びの未来 STE(A)M教育を始める前にカリキュラム・マネジメント実践10』翔泳社、2020年

中川一彰『AI時代に輝く子ども STEAM教育を実践してわかったこと』CCCメディアハウス、2018年

National Research Council著、長洲南海男監修、熊野善介・丹沢哲郎他訳『全米科学教育スタンダード—アメリカ科学教育の未来を展望する—』梓出版社、2003年

成毛眞『AI時代の人生戦略 「STEAM」が最強の武器である』

SBクリエイティブ、2017年

芳賀均・森健一郎『楽しい合科的学習の実践－音楽と他教科の
 合科・STEAM教育を考慮した教科横断的な学習』文芸社、
 2020年

富士晴英とゆかいな仲間たち『できちゃいました！フツの学
 校』岩波書店、2020年

藤原さと『「探究」する学びをつくる 社会とつながるプロジェ
 クト型学習』平凡社、2020年

ジョン・マエダ著、鬼澤忍訳『シンプルシティの法則』東洋経済
 新報社、2008年

松原憲治・高阪将人「資質・能力の育成を重視する教科横断的な
 学習としてのSTEM教育と問い」『科学教育研究』第41巻第
 2号、日本科学教育学会、2017年6月、pp.150-160.

松原憲治・高阪将人「我が国における教科横断的な学びとしての
 STEM/STEAM教育の意義 各教科等の『見方・考え方』と
 Big Ideasに注目して」『科学教育研究』第45巻第2号、日
 本科学教育学会、2021年6月、pp.103-111.

胸組虎胤「STEM教育とSTEAM教育－歴史、定義、学問分野統合
 ー」『鳴門教育大学紀要』第34巻、鳴門教育大学、2019年
 3月、pp.58-72.

山田亜紀「STEMからSTEAM教育へ－次世代型コンピテンス育成
 に向けての挑戦と課題－」『玉川大学リベラルアーツ学部研
 究紀要』第14号、玉川大学リベラルアーツ学部、2021年3
 月、pp.59-68.

ヤング吉原麻里子・木島里江『世界を変えるSTEAM人材 シリ
 コンバレー「デザイン思考」の核心』朝日新聞出版、2019
 年

執筆分担

I、II、IVは助川の単独、IIIは助川と坂本の共同による。