

1 章 カリキュラム・マネジメントで活用したい主要理論と その応用

3-1-1 STEAM 教育

日高 翼(大阪教育大学)

篠崎 文哉(大阪教育大学)

STEAM 教育の始まり

STEAM 教育は、諸説あるが、系統の一つとしてアメリカのバージニア州技術教育協会会長のヤークマンによって 2006 年に提唱された枠組みに由来する(Yakman, 2006)。そして彼女によって 2008 年に示された STEAM 教育の構図には、“Science”, “Technology”, “Engineering”, “Mathematics”, “Arts” という 5 つの語が記され、それを土台として、その上に“STEM”と“A”という 2 つの学際領域が記され、そして、さらにその上に統合された形として“STEAM”¹⁵ が描かれている(Yakman, 2008)。ここで示された Arts には Liberal Arts という語も記述されており、芸術だけでなく一般教養も含めた広い統合概念として従来の STEM 教育に Arts を融合することで、創造的思考力を備えたより全人的な育成が可能になるとされた¹⁶。

異なる領域の教育の結合

STEAM 教育は突如としてアメリカで生まれたわけではない。前述のように、前身として STEM 教育 (Science: 科学, Technology: 技術, Engineering: 工学, Mathematics: 数学), それ以前にも STS 教育 (Science: 科学, Technology: 技術, Society: 社会) がある。丹沢(1995)によ

¹⁵ Yakman (2008) では、この統合した形を“Science and Technology, interpreted through Engineering and the Arts, all based in a language of Mathematics” (p.18) と定義し、STΣ@M と表記している。

¹⁶ 日本においても、STEAM 教育の一構成要素としての“Arts”は芸術にとどまらず、文化、生活、経済、法律、政治、倫理等を含めた幅広い範囲として定義されている(中央教育審議会答申, 2021, p.56)。

ると、アメリカにおける STS 教育は、現在の問題と課題解決に向けて重大な決定を行うことができ、その決定を個人として行動できる教養ある市民の育成を目標としていたという。このように 20 世紀中頃より科学と技術の結びつきについての教育に関する激しい議論が交わされ続けてきたのは、これらの教育の基盤となる学問としての科学や技術の急速な発展が影響していることは疑う余地もない。そのような側面から見れば、現代社会における多様な問題に対応するために、その課題解決できる市民を育成するために、科学と技術のみにとどまらず、従来の教科目同士が互いに結びつきを強めてきたことが STEAM 教育成立に至った経緯と捉えることもできよう。

しかし、異なる領域を一つの教科目内で扱うという点だけ見れば、今から 200 年も前にすでに行われている。1821 年、アメリカ初のハイスクールの前身であったイングリッシュ・クラシカル・スクール (English Classical School) の教育課程には“Elements of Arts and Sciences”という教科があった(日高, 2017)。この教科の授業に用いられていた教科書“Universal Preceptor: Being a General Grammar of Arts, Sciences, and Useful Knowledge” (Blair, 1817) に収められている学習コンテンツを本文中から抽出・整理したものが表 3-1 である。

表 3-1 Universal Preceptor の学習単元¹⁷

入門にあたっての詳細	修辞学
田舎生活のシンプルなアーツについて	植物の性質
農地、あるいは農業について	動物の性質
冶金学	化学
建物について	電気学とガルヴァニズム
建築学	磁気学
衣類のアーツ	数学
政府と法律について	代数学(抽象的な算数)
戦争のアーツ	光学
機械的な力について	気象学
貿易と商業	音響学と音楽
地理学と天文学	物理学(一般的な物質の特性)
道徳と宗教について	色彩学と歴史
文法	神話学
論理学	デッサン、ペインティング等

¹⁷ 表 3-1 中の表記「アーツ」は“arts”である。Blair の教科書内では“arts”の語が散見されるが、「芸術」としての意よりもむしろ「技術や教養」といったニュアンスで運用されている。ここから、アメリカの学校教育において、“arts”が芸術にとどまらない幅広い意味で使用されてきた歴史があることが窺える。STEAM 教育を提唱したヤークマンの示す“arts”とほぼ同義で用いられていることは非常に興味深い。

表 3-1 を見ると、化学、建築学、色彩学、代数学など、現代の STEAM 教育の構成要素ともいえる内容が散りばめられていることが分かる。もちろん各領域の互いの関連性が授業内でどの程度扱われていたか、今となっては知る由もないが、このように 19 世紀初頭の中等学校において、多種多様な領域のコンテンツが一教科目内で扱われていたのである。

すなわち、単に複数の教科目の内容を一つの教科目内で扱うというだけであれば、200 年前の教育を復元するだけということになる。では、どのように扱われるべきなのだろうか。

諸外国では STEM 教育を中心に、統合段階の分類が示されたり (Vasquez, 2014)、現実の課題解決のために統合がなされるべきだと主張されたり (Breiner et al., 2012)、その在り方について様々な方面から議論が続けられているが、一定の結論は未だ出されていない。ただし、STEAM 教育は従来扱うことのできなかつた学際的アプローチであるが、その定義や詳細が曖昧なままにされていることに、「リテラシー、ジェンダー、文化、民族、あるいは収入をベースにした差別化が起こることを無効にする期待が込められている」(齊藤, 2020, p.282) とするならば、これは恣意的なものと思えることもできよう。

いずれにせよ、STEAM 教育成立に至る経緯には、上述以外のファクターが利いていることは間違いなく、今後さらなる検討が必要な部分といえる。

なぜ日本で STEAM 教育が求められるのか

アメリカでは、職業分類に STEM 業種が位置付けられている (新井, 2020)。それゆえ、STEM 教育が職業教育としての側面が強いといわれる。実際、それを裏付けるように、近年アメリカで開発された STEM Observation Protocol という STEM 授業観察用プロトコルには、“STEM Career Awareness” という項目が存在する (Dare et al., 2021)。これはいわば、その授業が STEMらしいかどうかを測定するための指標であり、STEM 業種へのつながりが授業内で感じられるように扱われているかどうか、STEMらしさの決め手の一つとなっているのである。

なお、このプロトコルの各項目について、それぞれの詳細な内容に照らし合わせながら筆者が解釈し、再整理したものが表 3-2 である。これら 10 個の項目は STEM 教育に関する授業を見るためのものではあるが、「STEAM 教育らしさ」を測定する際にも適用し得る指標となるだろう。

表 3-2 授業観察プロトコル

1	児童・生徒の生活に関連させられているか
2	児童・生徒の学びを文脈に位置づけられているか
3	複数の解決方法が用意できるものであるか
4	生徒が STEM の実践を行う機会が保証されているか
5	2 つ以上にまたがる複数領域が統合された STEM の内容になっているか
6	児童・生徒は、授業において新たな知識を生み出したり形作ったりしているか
7	児童・生徒は、共同で考えたり取り組んだりできているか
8	児童・生徒は、根拠に基づいて主張したり設計したりできているか
9	児童・生徒は、科学・数学・工学の従事者が用いるような技術の実践が行えているか
10	児童・生徒の年齢に応じ、STEM 業種へのつながりを意識させられているか

一方、日本ではキャリア教育の側面はそれほど強調されていない。新学習指導要領の改訂の基本方針には次のように記されている。

「教科等の目標や内容を見通し、特に学習の基盤となる資質・能力（言語能力、情報活用能力（情報モラルを含む。以下同じ。）、問題発見・解決能力等）や現代的な諸課題に対応して求められる資質・能力の育成のためには、教科等横断的な学習を充実することや、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善を、単元や題材など内容や時間のまとまりを見通して行うことが求められる」（文部科学省、2017, pp.4-5）

すなわち、STEAM 教育を実行すること自体が目的でなく、児童・生徒が現代的な諸課題に対応できるような資質・能力を育てていくための手段の一つとしての実践が望まれているのである。

日本で STEAM 教育を実現するために

大阪教育大学附属天王寺小学校（以後、附天小と略す）の取り組みを例に述べていく。取り組みの詳細は本手引きの第 2 部第 1 章をご覧いただきたいが、強調しておきたいのは、国立大学附属だから、あるいは、大学研究者が関与したからこそ実現したものではないことである。

大まかな手順として大阪教育大学附天小では 3 ステップで改革が進められた。

第一に、職場環境の改革である。「課題解決の視点：「個業」から「協業」へ」に示されるように、協働的なワークスペースをつくったり、必要な書類・教具を固定の場所に置くようにしたりすることで、教科を越えて先生方がつながりやすいように、職員室や校舎の文化や空間を保護者とともに改革していったのである。

第二に、STEAM 教育が実施しやすい校内組織への再編である。「STEAM 教育実現のための校内研究組織の再編」に示されるように、これまで、教員の所属する部会を国語部、社会部、算数部、理科部、音楽部、家庭科部、体育部、外国語部、生活・総合部の9つの枠組みで編成していた。これは教科の枠組みに依るものである。それを 2020 年に、言語教育部、社総部、数理部、芸術部、実践教育部の 5 つに再編した。これにより、国語と外国語、算数と理科のように、教科同士親和性の高いものを 1 つの組織の中に位置づけ、教員間の連携を取りやすく整備したのである。

第三に、各教員のスキルアップである。「③STEAM 教育について学ぶ」に示されるように、STEAM 教育とはどのようなものかを知るところから始めた。教員の多くが子ども時代に STEAM 教育を受けていないためである。具体的には各自が本を読み、簡単なレポートにまとめ、紹介し合うところから始めた。そして、「④年間カリキュラムを試案する」に示されるように、職員室には年間の教育課程を貼りだし、これを固定のもののみならず、皆で STEAM 教育の観点から見直し、各々が意見を書き込むための掲示板とすることで、隙間時間に行えるミーティングの機会を設けたのである。

以上のように、附天小で進められた改革は、先にある STEAM 教育の実現を見通して行われたものであり、現在の STEAM 教育実践のための土台を形成したものである。STEAM 教育とは何ら関係のなさそうなこの各段階こそが重要なのである。それを裏付けるように、幼稚園教育要領、小・中学校学習指導要領等の改訂のポイントとして、文部科学省は次のように記している。

「(文部科学省, 2017, pp.4-5 の引用箇所を受けて)そのため、学校全体として、教育内容や時間の適切な配分、必要な人的・物的体制の確保、実施状況に基づく改善などを通して、教育課程に基づく教育活動の質を向上させ、学習の効果の最大化を図るカリキュラム・マネジメントを確立」(文部科学省, 2018, p.1)

つまり、教科等横断の学習を実現するために、学校全体としての、カリキュラムに対する考え方の改革、教員の働き方の改革を行った上で、学習効果を上げるための授業改善を行うことが必要だと

ということである。教科内での指導法の工夫や教材研究については、一教員の取り組める範囲であるし、これまでも当然のように現場教員が取り組んできたことである。しかし、多くの教科目が関与する STEAM 教育のような横断的な指導については、学校全体として全教員の協力体制無くして実現し得ない。

また、一人ひとりの教員の「教科」としての意識がハードルになる場合もある。アメリカにおいて、児童・生徒の学年が下がれば下がるほど、STEM 教育が実施されている傾向にあるという報告があるが (Dare et al., 2022), 教科としての意識や専門性が高まることで、学年が上がるにつれて実現が難しくなっていくのではないかと推察される。附天小においても、かつては「学年のつながりよりも教科のつながりが強い」とされる校風にあったことから、各教員の持つ教科としての意識を崩す試みがなされたが、これも STEAM 教育の実現のための重要な要素の一つといえよう。

おわりに

ここまで、STEAM 教育がどのように始まり、なぜ求められるのか、そしてその実現のためにはどうすれば良いのかなどを簡単に述べてきた。実際に STEAM 教育を運用していくとなると、諸外国¹⁸での実践例についても学ぶとよいであろうし、また、近年では STEAM 教育に“Robotics: ロボット工学”を加え、STREAM 教育という枠組み (川原田ら, 2020) も出現している。構成要素として何を含むか、コンテンツの側面¹⁹ はもちろんのこと、各要素をどのように統合し、展開していくかといった方法論²⁰ については、今後さらなる検討が必要である。

¹⁸ イギリスではナショナルカリキュラムに位置づいておらず、クラブ活動やサマースクールのようなインフォーマルな形で STEM/STEAM 教育が実施されている。また、ドイツでは MINT (Matematik: 数学, Informatik: 情報科学, Naturwissenschaft: 自然科学, Technik: 技術) と呼ばれる類似の教育が存在する。このように、国によって実施方法やその構成内容は異なり、日本における教科等横断的な学習を考える上で参考になる点は多い。

¹⁹ 教科等横断的な学習の「等」があるのは、教科横断に限らないというメッセージでもある。つまり、一教科内でも普段は結びつかないような複数の学習単元が統合される可能性として、領域横断的な学習がある。例を挙げるとするならば、小学校第 3 学年の「身の回りの生物」で培った「比較」の考え方を同じ学年の「風とゴムの働き」につなげるなど、育成されるべき問題解決の力や解決の過程を活用するという手法での理科の考え方の横断、中学・高等学校であれば、探究の過程を通じての領域横断も考えられよう。

²⁰ STEM/STEAM において、エンジニアリング・デザイン・プロセスを用いて、探究活動を往還する学習モデル (大谷ら, 2017) などがある。どのような方法を採用したとしても、現実世界における諸問題解決のために求められている STEAM 教育なのであるから、その目的達成のためにも、現実世界の文脈を意識した教科・領域横断的な側面での教材開発が待たれる。

このように、より良い授業改善は求めればキリがないものであるが、STEAM 教育を実現するには、実施に至るまでの道のりが最も険しく、困難である。各校のカリキュラム・マネジメントによる改革が行われなければ STEAM 教育は実現できない。

1975 年、文部省から出された報告書には次のように記されている。

「カリキュラム開発とは、教授目標の再検討に始まり、教材、教授・学習の手続き、評価方法などの計画や構成を含むものである。それは一度つくり上げればそれでしばらくはおしまいといったようなものではなく、絶えず検討され、評価され、修正されてゆく継続的なプロセスである」(文部省, 1975, p.9)

しかしながら、現実問題として、日本の学校におけるカリキュラム論議は時間割の調整に終始し、形式的なものになってしまっていないだろうか。STEAM 教育による児童・生徒の学習経験を豊かにするための授業改善がなされるためにも、今一度、各校のカリキュラム・マネジメントの在り方を問い直し、各教師が自主性や専門性を発揮できる環境を整備してみてはいかがだろうか。

<引用・参考文献>

- [1] 新井健一 (2020) 「STEM 教育の海外動向」『日本科学教育学会年会論文集』第 44 巻, 7-8.
- [2] Blair, D. (1817). *The Universal Preceptor: Being a General Grammar of Arts, Sciences and Useful Knowledge*. Edward & Richard Parker, Philadelphia.
- [3] Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C. & Koehler, C. M. (2012). What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, 112 (1), 3-11.
- [4] 中央教育審議会 (2021) 「令和の日本型学校教育」の構築を目指して(答申)」
Retrieved from: https://www.mext.go.jp/content/20210126-mxt_syoto02-000012321_2-4.pdf (accessed 2022.10.08)
- [5] Dare, E. A., Hiwatig, B., Keratithamkul, K., Ellis, J. A., Roehrig, G. H., Ring-Whalen, E. A., Rouleau, M. D., Faruqi, F., Rice, C., Titu, P., Li, F., Wieselmann, J. R., & Crotty, E. A. (2021): Improving integrated STEM education: The design and development of a K-12 STEM observation protocol (STEM-OP)

- (RTP). In Proceedings of the 2021 ASEE Annual Conference & Exposition. Virtual Conference.
- [6] Dare, E. A., Roehrig, G. H., Ellis, J. A., Rouleau, M. D. & Whalen, E. A. R. (2022). Understanding Current Practices of Integrated STEM Education in K-12 Science Classrooms. 日本科学教育学会年会論文集, 46, 57-60.
- [7] 日高翼 (2016) 「米国ハイスクールにおける「生物学」の成立過程に関する研究—ヒトの身体への扱いに焦点を当てて—」, 静岡大学博士論文.
- [8] 川原田康文, 松田孝, 磯部征尊, 上野朝大, 大森康正, 山崎貞登 (2020) 「Society5.0を支える STEAM/STREAM 教育の推進に向けた小学校教育課程の教科等構成の在り方と学習指導形態」『上越教育大学研究紀要』第 39 巻, 第 2 号, 525-538.
- [9] 文部省 (1975) 「カリキュラム開発の課題 : カリキュラム開発に関する国際セミナー報告書」, 文部省大臣官房調査統計課.
- [10] 文部科学省 (2017) 「小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説 総則編」, Retrieved from:
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387017_001.pdf (accessed 2022.10.11)
- [11] 文部科学省 (2018) 「幼稚園教育要領, 小・中学校学習指導要領等の改訂のポイント」, Retrieved from: https://www.mext.go.jp/content/1421692_1.pdf (accessed 2022.10.11)
- [12] 大谷忠, 谷田親彦, 磯部征尊 (2017) 「科学・技術にかかわる教育の連携・協働—STEM 教育の視点から見た技術・理科・数学の位置づけと関係の在り方—」『日本科学教育学会年会論文集』第 41 巻, 201-202.
- [13] 齊藤智樹 (2020) 「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, 281-296.
- [14] 丹沢哲郎 (1994) 「アメリカの BSCS カリキュラムの変遷過程の研究—STS カリキュラムにおける科学的リテラシー概念を基礎にして—」, 筑波大学博士論文, 2.
- [15] Vasquez, J. A. (2014). STEM—Beyond the Acronym. Educational Leadership, 72(4), 10-15.
- [16] Yakman, G. (2006). STEM Pedagogical Commons for Contextual Learning: How Fewer Teaching Divisions Can Provide More Relevant Learning Connections.
Retrieved from:

https://www.researchgate.net/publication/328006952_STEM_Pedagogical_Commons_for_Contextual_Learning_How_Fewer_Teaching_Divisions_Can_Provide_More_Relevant_Learning_Connections (accessed 2022.10.08)

[17] Yakman, G. (2008). ST Σ @M Education: an overview of creating a model of integrative education.

Retrieved from:

https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education
(accessed 2022.10.08)