

小中学校での実践を想定した日本型 STEAM 教育の展開方略例の提案

Proposal on Practical Strategies for Japanese Style STEAM Education in Elementary and Junior High School

森山 潤* 永田 智子* 石野 亮** 中井 俊尚**
MORIYAMA Jun NAGATA Tomoko ISHINO Ryo NAKAI Toshihisa

2022年現在、兵庫教育大学（以下、本学）では、教員養成フラッグシップ大学の取り組みとして STEAM 教育に関する授業科目の設置を検討している。また、加西市との間に STEAM 教育の実践研究に関する連携協定を結んでいる。本稿は、本学での STEAM 教育関連科目の設置、並びに加西市における STEAM 教育の実践に向けて、日本の小中学校における実践を想定した日本型 STEAM 教育について一定の具体性を持った展開方略例（以下、J-STEAM と呼ぶ）を提案するものである。STEAM 教育に関する文部科学省、経済産業省等の考え方を基盤に、デザイン思考との関わり、Vasquez, J の指摘する教科間連携の水準などを考慮し、J-STEAM の捉え方を整理した。その上で、アウトプットとして位置づく技術的/非技術的な成果物のイメージ、「総合的な学習の時間」に配置する STEAM 単元とその前後に位置づくプレ・ポスト教科学習との関連性、STEAM 単元における探究/創造プロセスを組み合わせた学習モデル、各学習段階における実践のポイント等を提案した。

キーワード：STEAM 教育, 日本型, 小学校, 中学校, 提案

Key words : STEAM Education, Japanese style, elementary school, junior high school

1. はじめに

兵庫教育大学（以下、本学）では、2022年度より教員養成フラッグシップ大学の取り組みにおいて、STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) 教育に関する授業科目の開発に着手した¹⁾。また、加西市は「加西 STEAM 宣言」のもと、本学と連携協定を結び、同市内小中学校における STEAM 教育の実践研究を開始した^{2) 3)}。本稿では、これらの取り組みを推進するために、日本の小中学校での実践を想定した日本型 STEAM 教育の展開方略例（以下、J-STEAM と呼ぶ）を、筆者らの考えとして提案するものである。

2 問題の所在

これまでの度重なる教育改革においては、学習指導要領が改訂された後、いかにしてその理念や改訂内容を実践に落とし込むかに関心が注がれていた。しかし、2017-2018年の学習指導要領の改訂⁴⁾では、改訂後も2021年に「令和の日本型学校教育」⁵⁾として新しい教育改革の方針が提言されるなど、改革自体が継続されている点に、これまでとの大きな違いがある。STEAM 教育の議論はまさにその中核にある。新学習指導要領には、STEAM 教育の語は用いられていない。しかし、「令和の日本型学校教育」は明確に STEAM 教育の重要性を指摘している。学習指導要領解説「総合的な学習の時間」編^{6) 7)}には、STEAM 教育の語は用いられていない。しかし、2021-2022年刊行の「今、求められる力を高める

総合的な学習の時間の展開」^{8) 9)}では明確に STEAM 教育の必要性が指摘され、いくつかの実践事例に STEAM 教育との関連性が言及されている。このように、急速に存在感を高めている STEAM 教育であるが、日本においてその考え方や実践方略は必ずしも定まっているとはいえない。

STEAM 教育が日本に紹介された経緯にもねじれがある。海外における STEM/STEAM 教育の展開については、新井¹⁰⁾、胸組¹¹⁾、松原¹²⁾などの論文で詳しく紹介されている。それによれば、米国をはじめとして先進諸外国では、国家戦略として展開された STEM 教育に対し、STEAM 教育は草の根運動として広まっている。その中で、Arts の考え方には、Yakman, G による幅広い文化・芸術・リベラルアーツ等という捉え方¹³⁾と、Road Island School of Design の Maeda, J による芸術・デザインという考え方¹⁴⁾とがほぼ同時期にそれぞれ提唱されている。日本では2019年に、ヤング吉原・木島¹⁵⁾によって、デザイン思考の考え方と組み合わせた STEAM 教育が紹介された。しかし、多様なメディアを通じて、これらの考え方が入り混じった形で国内に広がったため、STEAM 教育の捉え方に一時期、混乱が生じた。教育改革の流れに着目すると、先進諸外国では、STEM 教育運動の一つとして、Computer Science 教育が台頭し、その中で Computational Thinking が重要視されるようになってきた。そして、Computational Thinking を育成するための学習活動としてプログラミングが展開されてきた。これ

* 兵庫教育大学大学院学校教育研究科人間発達教育専攻生活・健康・情報系教育コース 教授

令和4年7月11日受理

** 加西市立北条東小学校

に対し日本では、学習活動としてのプログラミングに焦点が当てられ、新学習指導要領において小学校プログラミング教育が必修化された後、STEAM教育の重要性が指摘されるようになっており、その導入経緯が逆転している。

現在、STEAM教育の語は、様々なレベルで使用されている。また、STEAM教育の名を冠した実践報告も少しずつ増加傾向にある。しかし、あまりにも急速な教育改革の進展や経緯のねじれなどによって、学校現場に少なからず混乱が生じていることは否めない。STEAM教育を日本で実践する場合、それは日本の教育課程の構造を踏まえたものでなければならない。学校現場において教員が納得感を持ってSTEAM教育を展開するためには、現行教育課程上の位置づけとしての整合性が担保された上で、これまでにないSTEAM教育らしさを実感できるようにする必要がある。このことは、教員養成において学生にSTEAM教育について学修させる際も同様である。

本稿は、このような問題意識のもと、日本型STEAM教育の一つとして、ある程度具体性を持った展開方略例の提案を試みるものである。

3. 日本におけるSTEAM教育に対する考え方の整理

まず、日本におけるSTEAM教育の動向について、文部科学省並びに経済産業省における議論を確認する。

3.1 日本におけるSTEAM教育への着目

STEAM教育が日本の教育改革において国レベルで議論の俎上に上がったのは、2018年の「Society 5.0に向けた人材育成に係る大臣懇談会～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～」(以下、タスクフォース)による「Society 5.0に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～」¹⁶⁾が始まりと考えられる。同報告では、Society 5.0の社会像や求められる人材像、学びの在り方等について述べる中で、高等学校において「多くの生徒は2年生以降、文系・理系に分かれ、特定の教科については十分に学習しない傾向にある」ことと関連づけながら、「思考の基盤となるSTEAM教育を、すべての生徒に学ばせる必要がある。」と指摘している。また、「今後、学生が所属する学部等に関わらず、教育におけるSTEAMやデザイン思考の必要性を踏まえ、学生が必要とする教育をいかに提供していくか、各大学の工夫が期待される。」と述べている。すなわち、日本におけるSTEAM教育への着目は、文系・理系の分断を問題意識とし、Society5.0の実現を図る人材の育成を目的意識として始まったものと捉えることができる。また、この段階でデザイン思考への言及が見られることから、ヤング吉原によるデザイン思考を中核としたSTEAM教育の考え方が影響を与えていたことが推察される。

その後、2019年の教育再生実行会議「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)」¹⁷⁾では、「国は、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、初等中等教育段階においては、STEAM教育(Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics)等の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を推進するため、『総合的な学習の時間』や『総合的な探究の時間』、『理数探究』等における問題発見・解決的な学習活動の充実を図る」と指摘している。また、Society5.0で求められる力と教育の在り方として、「新たな価値を創造できる力を育むことや、各発達段階において文理両方をバランスよく学んでいくという視点」の重要性を指摘している。ここではじめて、STEAM教育を、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」とする捉え方が明示される。

3.2 文部科学省におけるSTEAM教育の検討

同2019年、文部科学省では、「新しい時代の初等中等教育の在り方」においてSTEAM教育の推進等について文部科学大臣から諮問がなされ¹⁸⁾、中央教育審議会教育課程部会での検討が開始される。2021年に公開された「教育課程部会における審議のまとめ」¹⁹⁾では、「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」と前置きした上で、STEAM教育に対する考え方が整理されている。ここでは、国際的に見てもSTEAM教育の定義には多様性があることを踏まえた上で、文部科学省としては「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、「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」と述べている。これは、Yakman,Gの考え方に近い広い意味でのArtsと捉えることができる。

その後、2021年に刊行された『令和の日本型学校教育』の構築を目指して²⁰⁾では、STEAM教育について上述した捉え方のもと、「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」と述べてい

る。また、「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」と、小中学校での教育との関連性に言及している。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」とし、小中学校でのSTEAM教育の実践可能性についても言及している。すなわち、文部科学省はSTEAM教育について、主に高等学校の探究科目での実践を想定しているものの、小中学校においても実践の可能性はあり、関連する学習活動としてのものづくり体験、科学的な体験、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を想定していることが読み取れる。

他方、2020年に刊行された「GIGAスクール構想について」²¹⁾では、「1人1台端末・高速通信環境」を活かした学びの変容イメージとして、3つのステップが示されている。ステップ1は、「“すぐにでも” “どの教科でも” “誰でも” 活かせる1人1台端末」、ステップ2は、「教科の学びを深める。教科の学びの本質に迫る。」であり、各教科での豊かな学びの実現に向けたイメージが示されている。しかし、ステップ3では、「教科の学びをつなぐ。社会課題等の解決や一人ひとりの夢の実現に活かす。」と示され、ステップ1、2とは異なる教科横断の視点、実社会での課題解決との関わり、一人ひとりの夢の実現という視点が取り入れられており、STEAM教育の考え方が包含されていると解釈できる。

3.3 経済産業省におけるSTEAM教育の検討

文部科学省での検討に加え、STEAM教育については、内閣府や経済産業省での検討が進められてきた。経済産業省は「『未来の教室』とEdTech研究会」を立ち上げ、2019年の第2次提言「『未来の教室』ビジョン」²²⁾「STEAMの学びで、一人ひとりが未来を創る当事者（チェンジ・メイカー）に」との考え方のもと、「学びのSTEAM化」の概念を提唱している。「学びのSTEAM化」とは、「一人ひとり違うワクワクを核に、「知る」と「創る」が循環する、文理融合の学び」のモデルである。そして、これを「教科学習や総合的な学習の時間、特別活動も含めたカリキュラム・マネジメントを通じ、一人ひとりのワクワクする感覚を呼び覚まし、文理を問わず教科知識や専門知識を習得する（＝「知る」）ことと、探究・プロジェクト型学習（PBL）の中で知識に横断を刺し、創造的・論理的に思考し、未知の課題やその解決策を見出す（＝「創る」）こととが循環する学びを実現すること」と説明している。なお、ここでのSTEAM教育は、「『STEM』に、より幸福な人間社会を創造する上で欠か

せないデザイン思考や幅広い教養、つまりリベラルアーツ（Arts）の要素を編み込んだ学び」と捉えられている。また、同研究会の「STEAM検討ワーキンググループ中間報告」²³⁾「学びのSTEAM化」を「『発見・刺激』『探究・創造・遊び』『共有・振り返り』の各プロセスが互いに刺激し、循環する学びのモデル」と説明し、特に、「学習者のワクワクが主体的な行動の連続（＝STEAM）を促す」とする学習者の動機づけや思いへの寄り添いへの重要性が提起されている。その上で、STEAM教育の普及に向けては、「少なくとも『総合』の授業では、STEAMは実現されるべきもの」、「『総合』のみならず、他教科の時数・単位にも広がり、教科横断で実施されるべきもの」と指摘している。その後、経済産業省は、2021年に、「未来の教室『STEAMライブラリー』」²⁴⁾を公開し、学校現場でのSTEAM教育の普及・促進に向けた取り組みを開始している。なお、同ライブラリーでは、STEAM教育を、「『学際融合・探究・プロジェクト型』を特徴とする学習手法」とし、Aを「Arts（人文社会・芸術・デザイン）」と表現している。ここでの「デザイン」は、上述したように、デザイン思考の考え方が意識されているものと考えられる。なお、経済産業省では、「PBL」の語を「探究・プロジェクト型学習」、すなわちProject Based Learningの意で使用している。これは、2020年の内閣府「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～」の「『人』・イノベーションへの投資の強化」において、「PBL」がProject Based Learningの意で使用されていることと一致している。なお、一般に、「PBL」の語には、Problem-Based Learningの場合とProject Based Learningの場合の2つの用法がある。本稿では両者を区別するために、直接引用以外では、前者をPbBL、後者をPjBLと表記する。前者は、指導者が設定した疑似的な問題状況場面（多くの場合は悪定義）において学習者がその解決に取り組むことで、知識・技能を問題解決プロセスで働かせる思考・判断・表現力等を育成する学習形式である。これに対して後者は、学習者自らが問題を見だし課題を設定し、解決、評価するといった一連のプロジェクトに取り組む学習形式であり、学習者の高度な主体性や問題発見・解決能力がより求められる。

4. 日本型STEAM教育の提案に向けた論点整理

日本の学校教育においてSTEAM教育を実践する場合、上述した文部科学省や経済産業省の考え方を踏まえることが必須の条件となる。その上で、学校現場での実践がある程度具体的にイメージできるようなJ-STEAMの要件を定める必要がある。そこで、3.2-3節で述べた文部科学省並びに経済産業省の考え方を確認しつつ、日本型STEAM教育の提案に向けた論点を整理する。

【論点1】STEAM教育の捉え方

第一の論点は、日本におけるSTEAM教育の概念についてである。STEAM教育の概念は、文部科学省のいう「各教科での学習を実社会での問題発見・解決にかし

ていくための教科横断的な教育」という捉え方に経済産業省との齟齬はない。その際、Artsの捉え方については、文部科学省のいう「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）」と、経済産業省のいう「より幸福な人間社会を創造する上で欠かせないデザイン思考や幅広い教養、つまりリベラルアーツ（Arts）の要素」あるいは、「Arts（人文社会・芸術・デザイン）」という考え方はいずれもYakmanの思想に基づく広い意味でのArtsの考え方に依拠していると考えられる。ただし、経済産業省がArtsの要素として例示したデザイン思考は、タスクフォースによるデザイン思考への言及が影響したものと考えることができるが、ヤング吉原が指摘するように、デザイン思考はむしろPjBLに関わる要素とみるのが妥当と考えられる。一方、福本ら²⁵⁾は、Liberal Artsの語がギリシャ、ローマ時代における「自由7科」（文法、修辞、弁証、算術、幾何、天文、音楽）を淵源としており、内容的には、STEM的な要素も含まれていると指摘している。その上で、統合原理として「人間性」を中心に据え、人間と文化を俯瞰する人間陶治的な学問であるHumanities（人文学）を取り上げ、ArtsをArts & Humanitiesと表現している。

[論点2] 文理融合と教科横断の概念

第二の論点は、文理の融合と教科横断の概念についてである。文理の融合や教科の横断は、タスクフォースのいう「文系・理系の分断」を問題意識としたものであり、経済産業省のいう「文理融合の学び」、文部科学省のいう「文理の枠を超えて教科等横断的な視点」としてその必要性が理解できる。「横断」と「融合」という表現の違いはあるものの、いずれも「文系・理系の分断」という問題意識へのアプローチとして一致している。一般に「横断」は、「横切る」の意味であり、ここでは教科の存在を縦軸とした場合に、それらを横切る学習を組織することと解釈される。これに対して「融合」は、「溶けあって一つのものになること」の意味であり、ここでは教科の学びが問題の解決過程の中で一体的に機能することと解釈される。前者は、カリキュラムや学習活動の構成に関わるが、後者は児童生徒の認知システムにおける内容知・方法知の振る舞い方に関わると考えられる。したがって、一つの解釈として、教科を「横断」する学びの場や活動を設定することによって、児童生徒の認知システム中で、文理が「融合」すると捉えることができる。ここで重要なことは、STEM教育では、例えば数学と理科のような「理系」と「理系」の横断・融合、あるいは国語と社会のような「文系」と「文系」の横断・融合ではなく、STEM教科としての「理系」とArts教科としての「文系」の横断・融合が担保されなければならない点である。探究活動で児童生徒が主体的に問題を見だし課題を設定するだけでは、このような文理の横断・融合が自然に生じる保証はない。例えば、文理の横断・融合が期待できる学習テーマの設定や、児童生徒の取り組むプロジェクトに対する教師の働きかけが必要になるものと考えられる。なお、時にSTEMを「理数系」

と表現する場合があるが、これには注意が必要である。一般に「理数系」の表現は、理科と数学を併せて指す場合が多い。STEMには、Technology and Engineeringが含まれることを踏まえると、「理系」または「理工系」と表現するべきである。

[論点3] 教科横断のレベル

第三の論点は、教科横断のレベルについてである。教科横断のレベルについてVasquez, J²⁶⁾らは、Disciplinaryアプローチ、Multidisciplinaryアプローチ、Interdisciplinaryアプローチ、Transdisciplinaryアプローチという4つの水準があると提唱している。Disciplinaryアプローチは最も個別的なレベルであり、各教科で個別に概念とスキルを学習するものである。これに対してMultidisciplinaryアプローチは、特定の主題やテーマを共有しつつ各教科で個別に概念とスキルを学習することで、教科間に関連性を持たせるレベルである。Interdisciplinaryアプローチは、複数の教科間でそれぞれ深く結びついた汎用的な概念やスキルを軸に、教科横断的な統合を果たすものである。Transdisciplinaryアプローチは、最も統合レベルが高く、児童生徒が実世界の課題やプロジェクトに取り組むことで複数の教科の概念とスキルを総合的に活用する。前述したSTEAM教育の「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」という捉え方から見ると、ここでいう文理の横断・融合は、Transdisciplinaryアプローチとして実現されるべきものと考えられる。

[論点4] Project Based Learning とデザイン思考との関連性

第四の論点は、PjBLの重要性とデザイン思考との関わりについてである。タスクフォースや経済産業省のいう「PBL」、文部科学省のいう「実社会での問題発見・解決」との表現からは、STEAM教育におけるPjBLの重要性が読み取れる。また、上述したように、タスクフォースや経済産業省がデザイン思考の語を使用していることを踏まえると、STEM教育におけるPjBLは、ヤング吉原が指摘するように、デザイン思考を働かせるプロジェクトを基盤としたものを想定することが妥当と考えられる。経済産業省は、「知る」学びと「創る」学びが往還する学習モデルを「学びのSTEAM化」と呼んでいた。ここでの「創る」学びも、デザイン思考を中核に据えたPjBLと理解することができる。前述したTransdisciplinaryアプローチとして文理の横断・融合を図るためには、このようなデザイン思考を中核としたPjBLは欠かすことのできない要素になると考えられる。デザイン思考の考え方では、プロトタイプを創造する前提として、そのユーザ（具体的な使用者）やペルソナ（想定される典型的な使用者像）の設定がある。デザイナーはユーザやペルソナの願いや困りごとに対して解決策をデザインし、提案すると考えられている。デザイン思考には、多様なモデルや手法が提唱されているが、ヤング吉原はその一つとして、スタンフォード大学d.school（Hasso-Plattner Institute of Design at Stanford）²⁷⁾

の5Stepsモデルを取り上げている。5Stepsモデルは、「共感」(Empathies)、「問題定義」(Define)、「発想」(Ideate)、「プロトタイプ」(Prototype)、「テスト」(Test)の5つのStepで構成される。ここでの「共感」は、EmpathyでありSympathy(同情)ではないと強調されている。

[論点5] 「知る」学びと「探究」との関連性

第五の論点は、「知る」学びと「探究」との関連性についてである。「学びのSTEAM化」では、「知る」学びについて「文・理の教科知識や専門知識」と述べられている。しかし、ここには次のような検討の余地が残されている。一般に、「知る」学びには二つの意味が考えられる。一つは、教師からの学習指導によって児童生徒が知識を得る学びである。もう一つは、児童生徒が自ら情報を収集、整理、分析し、その成果として知識を得る学びである。「学びのSTEAM化」における「知る」学びは、「文・理の教科知識や専門知識」とされていることから、前者のイメージが強いのではないかと考えられる。一方、従来の「総合的な学習の時間」における探究的な学習のプロセスは、「課題の設定」⇒「情報の収集」⇒「整理・分析」⇒「まとめ・表現」とモデル化されており、後者のイメージを有している。すなわち、「知る」学びは、ひとくりに捉えるべきではなく、教わって知る学びと、自ら探究し知る学びの両方で捉える必要があるのではないかと考えられる。STEAM教育の目指す人材像を考慮すると、教わって知る学びよりも、自ら探究し知る学びの方により重点がおかれるべきではないかと考えられる。

[論点6] 教育課程上の位置づけ

第六の論点は、教育課程上の位置づけについてである。STEAM教育の教育課程上の位置づけについて文部科学省は、高等学校の「総合的な探究の時間」や「理数探究」などの探究科目での実践を主に想定しつつも、小中学校においても想定している。また、経済産業省は「少なくとも『総合』の授業では、STEAMは実現されるべきもの」、「『総合』のみならず、他教科の時数・単位にも広がり、教科横断で実施されるべきもの」と指摘している。このことを踏まえると、STEAM教育は、「総合的な学習(探究)の時間」での学びを中心に、各教科の学びを関連づけたカリキュラムの構成が必要になると考えられる。ここで教科の学びを文理の壁を越えて横断・融合させることが求められるが、児童生徒の立場から見ると、そこには2つの方向性が考えられる。一つは、児童生徒が自己の経験した教科の学びを問題発見・解決活動のリソースとし、これらを組み合わせて働かせるという「教科の学びの応用」である。ここで重要なことは、このような応用を児童生徒が自覚的に行っていくようになることである。もう一つは、STEAM教育で取り組んだPjBLの経験を振り返ることで、教科の学びの重要性を再認識し、以降の学習への興味・関心を高めるなど、「教科の学びの意義の再認識」である。STEAM教育が、教科横断によって実現されるためには、探究科目と教科科目との双方がWin-Winの関係を構築

できるようなカリキュラム・マネジメントが重要と考えられる。逆に言えば、STEM各教科とArts各教科のしっかりとした学びがあつてこそ、文理の融合が果たせることを踏まえる必要がある。なお、現在の日本の教育課程では、各教科と「総合的な学習の時間」との間をつなぐ教科・領域が存在しない。例えば、教科横断的な内容を取り扱う選択教科のような学習の機会が設定できれば、文・理各教科⇒文理間横断を図る選択教科⇒文理融合のPjBLを中心とした「総合的な学習の時間」のような、段階的に文理融合を図る教科横断的な学びを実現しやすくなる可能性がある。

[論点7] Engineeringの捉え方

第七の論点は、STEAM教育におけるEngineeringの捉え方についてである。文部科学省は、STEAM教育に関わる学習活動として、ものづくり体験、プログラミング教育などを例示している。また、GIGAスクール構想で導入された1人1台端末・高速通信環境を活用した学習活動との関連付けも想定されている。これらの言説からは、STEAM教育では、ものづくり、プログラミング、ICT活用などの技術的な活動が想定されていると考えられる。しかし、日本におけるSTEAM教育の議論では、ものづくり、プログラミング、ICT活用などに関わるTechnologyとEngineeringの語の用法に、若干の混乱が見られる。文部科学省では、STEAM教育におけるこれらの語をそのまま英語で表記している。一方、経済産業省では、Technologyに「技術」、Engineeringに「工学」の訳語を当てている。山崎ら²⁸⁾は、日本語の「工学」は「科学」に近く、英語のEngineeringは「テクニク」に近く、両者の立ち位置は言語によって逆転していると指摘している。また、森山²⁹⁾は、「工学」の語が使用されるに至る経緯を整理し、工学=Engineeringという捉えは必ずしも適切ではないと指摘している。一般社団法人日本産業技術教育学会³⁰⁾は、「次世代の学びを創造する新しい技術教育の枠組み」を刊行している。この中で、EngineeringをEngineering ScienceとEngineering Design Processに分けて定義し、前者を「工学や農学等の技術に関わる科学」、後者を「技術の最適化を図るデザインプロセス」と整理している。Yakmanは、STEAM教育の概念の説明において、“Science and Technology are interpreted through Engineering and the (social, language, physical, musical and fine) Arts, all based in elements of Mathematics.”と述べている。この表現から、彼女のいうEngineeringは、Science and Technologyを働かして取り組む「実践」(すなわち、Engineering Design Process)の文脈で述べられていると考えられる。今後、日本のSTEAM教育においてEngineeringにどのような訳語を付すかについては慎重な議論が必要と考えられる。一案としては、Engineeringを、Technologyを活用した実践的な問題解決と捉え、カタカナで「エンジニアリング」と表記する方法も考えられる。

[論点8] Technology & Engineeringの学びの必要性

第八の論点は、STEAM教育におけるTechnology &

Engineering に関わる学びの重要性である。日本の小中学校で STEAM 教育を実践する場合、Technology & Engineering を学習内容として持つ教科の体系には大きな課題がある。中学校には Technology & Engineering を学習内容とする技術・家庭技術分野（技術科）が設置されているため、既存の教科を横断することで STEAM 教育の実現が期待できる。また、高等学校では、情報科が設置されているため、ICT やデータ活用等に関する事項については、カバー可能である。しかし、高等学校には、例えば材料工学、電気電子工学、機械工学、建築工学等に関わるものづくり系の Technology & Engineering を扱う教科・領域が存在しない。また、小学校では、プログラミング教育を含む情報教育の実施が必修とされているものの、それを取り扱う特定の教科・領域は設定されていない。したがって、小学校や高等学校では、STEAM 教育の横断対象となる既存教科の構成に不足がある現状を認識しなければならない。言い換えれば、特に小学校や高等学校では、STEAM 教育の実践に先だって、Technology & Engineering に関する学びを、別立てて実施しておく必要がある。日本産業技術教育学会の同報告書では、「技術は本質的に、自然科学と社会・文化とをデザインプロセスでつなぐ役割、働きを持っている。したがって、本質的に STEAM 教育において技術リテラシー教育は、S, A, M をつなぐ立ち位置として重要な役割を果たす」と述べている。すなわち、STEAM 教育の考え方は本質的に、小中学校・高等学校へと至る体系的な Technology & Engineering に関する学びの必要性を含意していると考えられる。同学会はまた、「STEAM 教育の PjBL に基づく学習活動では、①技術的な成果物を創出する学習活動、②他の教科と関連する成果物を創出する学習活動とが考えられる。技術的な成果物を創出する学習活動を設定した STEAM 教育では、技術的な問題発見・解決活動が「創る学び」の中核となる。学習活動に他の教科と関連する成果物の創出を設定した場合、技術リテラシー教育での学びはその成果物の創出に向けたプロセスの中で「創る手段」として活用される」と指摘している。すなわち、STEAM 教育においては、例えば、新しい製品やシステムのモデルなどを成果物（以下、技術的成果物）として創出する場合と、例えば、ビジネスモデルなどの技術的ではない成果物（以下、非技術的成果物）を創出する場合があるが、そのいずれにおいても、Technology & Engineering の要素は不可欠になると考えられる。

[論点 9] 学びの主体性の重視

最後の論点は、STEAM 教育における児童生徒の主体性についてである。経済産業省のいう「学びの STEAM 化」では、「学習者のワクワクが主体的な行動の連続（＝STEAM）を促す」とする学習者の動機付けや思いへの寄り添いに着目されている。この根底には、同研究会で提唱された「一人ひとりが未来を創る当事者（チェンジ・メイカー）」との考え方があり、第二次提言では、「一人ひとりの子ども達の心をワクワク」させることで、「未

知の課題に果敢に挑戦する心」を引き出すことが、チェンジ・メイカーを育成する上で重要であると指摘している。言い換えれば、イノベティブなマインドを持って未知の課題に挑戦していく際の駆動力として、「ワクワク」を位置づけている点に、単なる「楽しい学び」との違いを見てとることができる。また、「当事者（チェンジ・メイカー）」の考え方は、OECD のいうエージェンシー³¹⁾（個人又は社会の Well-Being の実現に向けた行為主体性）の考え方も通じるものがあると解釈できる。一般的な表現としての「ワクワク」は、嬉しい、楽しいことについて心を躍らせるさまと理解される。しかし、STEAM 教育で取り扱う「実社会の問題」は必ずしも嬉しい、楽しいことばかりではなく、むしろ切実であったり、困難であったりする。STEAM 教育＝「ワクワク」という単純な構図の表現では、社会からの誤解を受ける可能性があるかと危惧される。児童生徒が問題解決に対して「ワクワク」することと、ユーザの困りごとに「共感」して「何とかしてあげたい」という強い思いを持つことの両者を適切に表現する工夫が求められよう。

5. 小中学校での実践を想定した日本型 STEAM 教育 (J-STEAM) の提案

以上に整理した論点を踏まえ、筆者らの考えとして、日本型 STEAM 教育 (J-STEAM) の在り方を以下に提案する。なお、ここでは、高等学校における STEAM 教育については、「令和の日本型学校教育」において多くの議論が既になされていることを踏まえ、小中学校での実践に焦点を当てて議論を進めることとする。

5.1 提案する J-STEAM の概念

J-STEAM の捉え方を表 1 のように整理した。その概念については、論点 1, 2, 3 を踏まえ、文部科学省の定義に依拠しつつ、タスクフォースがその問題意識とする文理融合の視点や経済産業省が重視する「未来を創る当事者（チェンジ・メイカー）」という観点を強調した。特に、文部科学省のいう「実社会での問題発見・解決に生かしていくための学び」との表現に対しては、経済産業省のいう「未来を創る当事者（チェンジ・メイカー）」という趣旨を強調する意味で、これを「実社会での課題解決に挑戦する学び」と変更した。教育課程上の位置づけについては、論点 6 に基づき、各教科から「総合的な学習の時間」への関わりの方向性と、「総合的な学習の時間」から各教科への関わりの方向性の両者を踏まえた。また、論点 5 から、経済産業省の提案する「学びの STEAM 化」は、「知る」学びのうち、「総合的な学習の時間」で提唱されている探究のプロセスを「探究し知る」学びとして位置づけた。同様に、「創る」学びについては、論点 4 を踏まえ、デザイン思考を中核とした PjBL であることを明確にするため、「発想し創る」学びとした。その際、論点 7, 8 を踏まえ、技術的成果物、非技術的成果物のいずれを創造する場合においても、テクノロジーを活用した活動「エンジニアリング」(Engineering Design Process の意味として。以降、カタカナ表記とす

表1 小中学校での実践を想定したJ-STEAMの捉え方

1.文理の枠を超えて各教科での学びを結び付け、実社会での課題解決に挑戦する学び
1-1 実社会との関わりから学習テーマが設定され、その解決に教科の学びを働かせる。
1-2 文理融合を図る教科横断による学び。STEM だけでも、Arts&Humanities だけでも不可。
2.「総合的な学習の時間」を中心に、各教科が連携するカリキュラム・マネジメント
2-1 児童生徒が自覚的に多様な教科の学びを応用できる学びのマネジメント
2-2 児童生徒が探究/創造の学びから教科の意義を再認識できる学びのマネジメント
3.「探究し知る」学びと「発想し創る」学びの往還
3-1 児童生徒が課題を設定し、情報収集、整理・分析、まとめ・表現する「探究」活動。
3-2 児童生徒がデザイン思考（例えば 5Steps など）を働かせるプロジェクト型(PjBL)の「創造」活動。
4.テクノロジーを活用した「創る」学び＝「エンジニアリング」の充実
4-1 ものづくり、プログラミング、ICT 活用等によるテクノロジーを働かせた技術的成果物の創造
4-2 非技術的な成果物に関するアイデアの表現手段としてのテクノロジーの活用
5.一人ひとりの「ワクワク」やユーザに「寄り添う思い」を大切にする学び。
5-1 児童生徒が自ら問題を見だし課題を設定し、探究/創造する学び。
5-2 教師はきっかけを与え、環境を整え、活動を方向づけるファシリテータ。

る)を位置づけるようにした(同時に、Technology の語も、小中学校教員にとってわかりやすい表現になるよう、以降カタカナ表記とする)。また、論点9に基づき、児童生徒の「ワクワク」感やユーザに「寄り添う思い」を原動力に行為主体性を発揮する学びとそれを支援する教師のファシリテーションの重要性を位置づけた。

5.2 J-STEAM における学びのアウトプットイメージ

ここでいう「実社会での課題解決に挑戦する学び」、「技術的成果物」、「非技術的成果物」については、表2のような例が考えられる。ポイントは、具体的なユーザの存在やペルソナの想定ができること、デザイン思考によってプロトタイプとして成果物が創出できること、問題の解決策として児童生徒がユーザやペルソナに対してアイデアを提案するという文脈を有することなどが挙げられる。これらのアウトプットに期待したいこととしては、次の5点が挙げられる。第一に「目

のつけどころの良さ」や「アイデアの面白さ」、第二に「Win-Win」な関係を生み出す「仕組み」や「仕掛け」の巧妙さ、第三に「実現への期待」がふくらむ「未来感」、第四に「試算やシミュレーション」などの論理的な「効果の予想」、第五に提案されたアイデアの「限界や制約条件」あるいはその課題の解決に向けた提言などである。これらはいずれも、成果物の「作りこみの精巧さ」ではない。デザイン思考を働かせて創出したアイデア自体が適切に伝わるようなアウトプットとすることが重要である。

5.3 J-STEAM におけるカリキュラム・マネジメント

J-STEAM を実践化するためには、文理を横断する適切なカリキュラム・マネジメントが求められる。カリキュラム・マネジメントの要素を定義するために、ここでは、J-STEAM のうち、「総合的な学習の時間」で展開する中心的な学習を STEAM 単位と呼ぶことにす

表2 J-STEAM 教育における学びのアウトプット例

実社会での課題解決に挑戦する学びとしてのアウトプット	
<技術的成果物の例> <ul style="list-style-type: none"> ・新しい道具(ツール)のデザイン ・新しい製品や機器のデザイン ・新しい建築や構造物のデザイン ・新しいシステムのデザイン ・新しいコンテンツのデザイン ・新しいソフトウェアのデザイン ・新しいロボットのデザイン など	<非技術的成果物の例> <ul style="list-style-type: none"> ・新しい社会システムのデザイン ・新しいビジネスモデルのデザイン ・新しいサービスのデザイン ・新しいコミュニティのデザイン ・新しい街のデザイン ・新しい生活スタイルのデザイン ・啓蒙的な取り組みや行事、表現のデザイン など
新たなテクノロジーの「創造」 アイデア表現手段としてのテクノロジー活用	新しい生活や社会の姿の「創造」 アイデア表現手段としてのテクノロジー活用

表3 小中学校におけるSTEMに該当する教科とArts & Humanitiesに該当する教科の構成

	小学校	中学校
STEM 教科	S: 理科, 生活科の一部 T&E:プログラミング教育, ものづくり学習など(特定の教科が存在しないため, 既存の教科・領域, 学校裁量の時間等で設定) 図工の一部, 家庭の一部, 理科の一部 M: 算数	S: 理科 T&E:技術・家庭技術分野(技術科) 技術・家庭家庭分野(家庭科)の一部 M: 数学
Arts&Humanities 教科	A: 国語, 社会, 音楽, 図工, 体育, 家庭, 外国語活動・外国語, 生活科の一部	A:国語, 社会, 音楽, 美術, 保健体育, 技術・家庭家庭分野(家庭科), 外国語

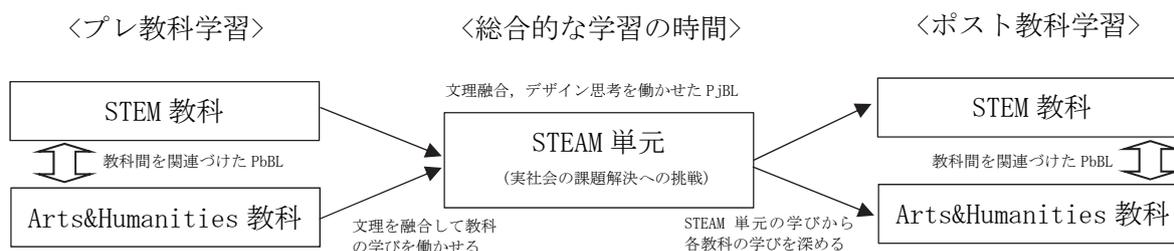


図1 J-STEAM教育におけるカリキュラム要素間の関連性

る。また、STEAM単元の実践に先だつ教科の学びをプレ教科学習、STEAM単元の実践の後にその意義を再認識する教科の学びをポスト教科学習と呼ぶことにする。その上で、表3に示す各教科をそれぞれSTEM教科とArts & Humanities教科と呼ぶことにする。STEAM単元、プレ教科学習、ポスト教科学習、STEM教科、Arts & Humanities教科のカリキュラム・マネジメントにおける要素間の関連性を図1に示す。図1のように、プレ・ポスト教科学習では、文理融合を図る教科横断に向けたPbBLを、STEAM単元では実社会の課題解決をテーマとしたPjBLをそれぞれ位置づけ、これらが有機的に連携しながら、展開できるように、カリキュラム・マネジメントすることが重要と考えられる。

5.4 J-STEAMの実践に向けたポイント

5.4.1 プレ教科学習における Problem Based Learning

プレ教科学習では、STEAM単元での学習に向けて、STEM教科 - Arts & Humanities教科の間で、内容知・方法知等を連携したPbBLに取り組むことが考えられる。例えば、教科の学びが生活や社会とどのようにつながりをもっているかを意識させ、どのようにすれば実社会の課題解決に役立たせることができるかを考えさせる活動などが考えられる。あるいは、文理双方の要素を含む学習課題を意図的に設定し、その探究過程で児童生徒がSTEM要素とArts & Humanities要素とに横断的に触れられるような活動を仕組むことなどが考えられる。これらのPbBLを通して、実社会の課題解決では、一つの教科の学びだけでは十分にアプローチできないことを実感させたり、複数教科の学びを組み合わせることにより豊かな課題解決のアプローチが可能になることを

実感させたりするなど、文理融合に向けた教科横断の視点を持たせるようにする。

5.4.2 「総合的な学習の時間」におけるSTEAM単元 (1) 基本構造

次に、「総合的な学習の時間」におけるSTEAM単元では、「探究し知る」学びと「発想し創る」学びが往還する学習過程を設定する。その基本構造を学習モデルとして図2に示す。図2では、「探究し知る」学びとして、従来から「総合的な学習の時間」で用いられてきた「課題の設定」⇒「情報の収集」⇒「整理・分析」⇒「まとめ・表現」という探究プロセスを踏襲している。これによってSTEAM単元は、従来の「総合的な学習の時間」の趣旨との齟齬を起こさない。加えて図2では、「発想し創る」学びとして、「共感」⇒「問題定義」⇒「発想」⇒「プロトタイプ」⇒「テスト」というデザイン思考5Stepsを位置づけている。このフェーズによって、従来の「総合的な学習の時間」での実践にSTEAM教育らしさが付与されることになる。その際、両者をスムーズに接続するために、中間に「ユーザの設定」(またはペルソナの想定)を追加した。なお、図2のモデルでは、「探究し知る」学びと「発想し創る」学びをそれぞれ1サイクルで表現しているが、設定するテーマのサイズや連携する地域の教育資源との関わり等の事情によっては、例えば「探究し知る」学びを2サイクルした後に「発想し創る」学びを設定したり、「発想し創る」学びの後に再度「探究し知る」学びを位置づけたりするなど、2種類のサイクルを柔軟に組み合わせたり変更したりすることが考えられる。以下に各ステップにおける実践のポイントについて整理する。

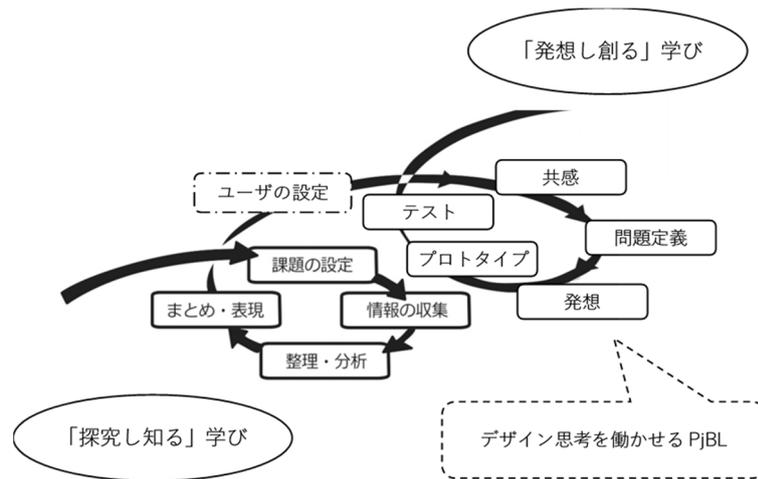


図2 「総合的な学習の時間」におけるSTEAM単元の学習モデル(基本構造)

(2) 「課題の設定」

「課題の設定」では、従来の「総合的な学習の時間」が重視してきたように、児童生徒が自ら日常生活や社会に目を向け課題を設定することが重要である。その際、STEAM教育の観点からは、文理融合を図る教科横断を実現するために、文理双方の要素が含まれる複合的な学習テーマの設定が肝要である。学習テーマの設定では、児童生徒の発達段階に即した世界観の広がりにも配慮する必要がある。森山³²⁾は、技術教育における問題発見・課題設定の際に考慮すべき児童生徒の世界観を、家庭生活⇒学校生活⇒地域社会⇒国や世界など広い意味での社会へと、段階的に広げていく必要性を指摘している。また、時間軸上では、「現在」の問題から「近い将来」、「未来」へと視点を変化させていくことも求められる。児童生徒の発達段階を考慮すると、小学校ではより創造性を、中学校ではより社会性を重視した学習テーマを設定することも考えられる。経済産業省のSTEAMライブラリーで取り上げられているSDGsは、Think Globally, Act Locallyと言われるように、遠い世界と身近な生活とを結びつけやすい点で、多くの学年でも、取り上げやすい学習テーマになると考えられる。

(3) 「情報の収集」

「情報の収集」では、従来の「総合的な学習の時間」が重視してきたように、児童生徒が課題に応じて、多様なメディアやICTを活用したり、フィールドワークやインタビューなどを行ったりしながら、必要な情報を収集する。その際、適切な情報手段について考え、選択することや、収集した情報を蓄積したり共有したりする工夫を考えさせることが重要である。加えて、STEAM教育の観点からは、情報の収集における文理のバランスを取ることが求められる。例えば、情報の収集計画を立案する場面で、課題と各教科とのつながりを考えさせた上で、STEM要素を含む情報とArts & Humanities要素を含む情報とを、グループ内で分担して収集させるなどの工夫が考えられる。ただし、課題によって関連する教科は異なっているため、全ての教科と無理やり関連づける

必要はない。また、M要素については統計情報の収集などデータの活用との関連づけが想定できる。なお、「発想し創る」学びにおいても、「共感」や「問題定義」のフェーズで情報の収集に取り組むことを踏まえ、この段階で児童生徒の発達段階に応じた情報の収集スキルを身につけさせておくという視点も重要である。

(4) 「整理・分析」

「整理・分析」では、従来の「総合的な学習の時間」が重視してきたように、児童生徒が収集した情報の信頼性を吟味した上で、比較・分類したり、関連づけたり、組み合わせたりして、課題に迫る解釈や考察を促し、「より深い分析」によって得た「根拠に基づく」結論を導けるようにすることが大切である。加えて、STEAM教育の観点からは、STEM要素とArts & Humanities要素に分けて収集した情報を相互に関連づけたり、組み合わせたりする工夫が求められる。例えば、事象の背後にある科学的な要素への着目が、人々の意識や社会の動向の解釈に役立つといった考察が深まることが望ましい。また、M要素を働かせて、収集した情報を数値化して集計することで、根拠がより明確になることを実感させるような活動も考えられる。なお、「発想し創る」学びにおいても、「共感」や「問題定義」のフェーズで情報の整理・分析に取り組むことを踏まえ、この段階で児童生徒の発達段階に応じた情報の整理・分析スキルを身につけさせておくという視点も重要である。

(5) 「まとめ・表現」

「まとめ・表現」では、従来の「総合的な学習の時間」が重視してきたように、相手や目的に応じてわかりやすくまとめ、表現させることが重要である。また、学習の進め方を振り返らせ、自らの認識の更新を促したり、これからの生き方と関連づけて考えさせたりすることが肝要である。その際、STEAM教育の観点からは、実社会の課題解決に向けた意識づけを図ることが求められる。自分が課題解決の「当事者(チェンジ・メーカー)」であり、自分が他者に働きかけることによって、世界を変えるチャンスがあるという認識、誰かの役に立ちたい

という思いを持たせることで、「発想し創る」学びのサイクルへとスムーズに移行することができる。

(6) 「ユーザの設定」

デザイン思考に基づく「発想し創る」学びでは、ある程度、具体性のあるユーザを設定したり、ペルソナを想定したりすることが大切である。学習テーマによってユーザやペルソナは、学校内の人、地域の人や施設、企業など、多様に設定することができる。例えば「まとめ・表現」のフェーズに、地域の人を対象としたプレゼンテーションを行わせ、以降はその人をユーザに設定した「発想し創る」学びのサイクルを回すことなどが考えられる。なお、実践の準備としては、この段階ではじめてユーザが設定されるのではなく、単元を構想する段階で、学習テーマと関連する地域の教育資源（人材、施設等）との連携を図っておくことが必修となる。

(7) 「共感」

ユーザやペルソナを設定することができれば、いよいよデザイン思考に即した学習が展開される。第一段階に位置づく「共感」では、児童生徒が、ユーザが置かれた状況について考え、その気持ちに寄り添い、困りごとやニーズを把握することが求められる。その際、直接的に困りごとを取り除こうとするだけでなく、ユーザのQOL (Quality of Life) にも着目させることが大切である。具体的なユーザが設定できる場合には、フィールドワークやインタビューなどを取り入れることが考えられる。ここで、「情報の収集」フェーズで身に付けた情報の収集スキルを働かせることができる。

(8) 「問題定義」

「問題定義」では、ユーザの困りごとやニーズに関する情報を整理・分析し、取り組むべき課題を一つに絞り込む。佐藤³³⁾は、問題のタイプについて、現状においてすでに発生している「発生型」の問題、より高い理想を設定し「あるべき姿」を考える「探索型」の問題、未来の危険を予測し準備しておく「設定型」の問題の3タイプに分類している。児童生徒は、わかりやすい「発生型」の問題に着目しがちであるが、デザイン思考が創造的な問題解決であることを踏まえると、「探索型」や「設定型」の問題にも着目させるようにすることが大切である。また、この段階で、配当できる残りの時間数や技術的な実現可能性などを考慮し、取り上げる問題をプロジェクトにあったサイズに焦点化し、課題設定することが重要である。その際、予めプロトタイプ製作・制作に活用可能なT&E要素に考慮する必要がある。小学校ではプログラミング教育やものづくり学習など、中学校では技術・家庭技術分野（技術科）の学習など、プレ教科学習におけるT&E要素の学びを意識させた上で、「切れるカード」の想定を持った「問題の定義」ができるように配慮することが大切である。

(9) 「発想」

「発想」では、定義した問題の解決に向けて、プロトタイプを構想する。ブレインストーミングなどの活動を通して拡散的に思考する場面と、ウェビングやKJ法な

どの活動を通して収束的に思考する場面とが往還していくことが求められる。また、アイデアは複数、発想し、それらを比較・検討することが大切である。例えば、提案されたアイデアがプロトタイプとして実現可能か、設定した問題の解決に有用性があるのかなど、発想を評価する視点を持たせるようにする。

Csikszentmihalyi, M³⁴⁾は、社会文化的アプローチの立場にたった創造性理論の中でDIFI (Domain-Individual-Field-Interaction) モデルを提唱している。DIFIモデルでは、創造者 (Individual, ここでは児童生徒) が、必要な知識体の集合 (Domain, ここではプレ教科学習や「探究し知る」学びで得られた知見のプール) から必要な知識や情報を獲得し、アイデアを発想する。そして、その「新しさ」は、アイデアを提案された社会領域 (Field, ここでは学習集団やユーザ) によって評価されるとしている。この考え方に基づけば、STEAM単元における発想の「新しさ」は、必ずしも絶対的なものではなく、学習に参画している学習集団やユーザにとっての「新しさ」として理解することができる。

(10) 「プロトタイプ」

「発想」の段階で、問題解決の構想が定まったら、具体的なプロトタイプの設計、製作・制作に入る。ここでは、小学校でのプログラミング教育やものづくり学習、中学校での技術・家庭技術分野（技術科）の学習など、プレ教科学習におけるT&E要素の学びが発揮されることとなる。このフェーズは、いわゆるPDCAのプロセスに沿って、計画、構想、設計、製作・制作、評価を進めていく。また、どのようなプロトタイプが完成すればプロジェクトが成功したことになるのか、製作・制作中のプロトタイプがそのような要件を適切に満たしているのかといった視点で、繰り返しブラッシュアップしていくことが大切である。その際、修正・改善の場面では、STPD (See-Think-Plan-Do) のプロセスを援用し、状況に応じた柔軟なトラブルシューティングに取り組ませる。なお、日本におけるSTEAM教育の議論は、デジタル技術やICT活用との関連で語られることが多いが、必ずしもそれに限定する必要はない。身近な材料（厚紙、段ボール、木材、金属、プラスチックなど）を活用したり、電気回路や機構等を取り入れたりのものづくりも大切である。むしろ、ものづくりとデジタル技術とを組み合わせることができれば、Society5.0の実現というJ-STEAMの趣旨が体现されやすいものと考えられる。また、プロトタイプの機能性のみに着目せず、Arts & Humanities要素を働かせて、審美性やおしゃれさ、ユーザが使用する時の楽しさなど、感性に働きかける工夫を取り入れていくが大切である。ただし、プロトタイプはあくまで試作品であるため、膨大な時間をかけて作りこみすぎないように、適切にプロジェクトをマネジメントすることが肝要である。

(11) 「テスト」

「テスト」は、完成したプロトタイプを評価するフェーズである。ここでは、児童生徒がユーザに対してプロト

タイプを提案（プレゼンテーション）し、評価してもらうことで、フィードバックを得る。その際、どのような方法、観点で評価してもらうかについて予め考えておくことが肝要である。プレゼンテーションではわかりやすさを心がけ、ICT等を適切に活用することが大切である。なお、外部機関と連携した実践の場合、児童生徒へのフィードバックについて教育的配慮の観点で事前調整を行うことも考えられる。児童生徒は、得られたフィードバックから、次なる課題を得ることができる。課題には大きく分けて二つのタイプが考えられる。一つは、今回のプロジェクトでやり残した自分たちの課題であり、プロトタイプの改善や発想の転換などがこれに当たる。もう一つは、例えば、「このアイデアを実現するためには、バッテリーの容量を今より〇倍大きくした上で〇倍軽量化する必要がある」などのように、提案内容を実現するために必要な「社会」の側の課題である。後者の課題を共有することが、イノベティブなマインドの醸成へと繋がっていくと期待される。その上で、関連するポスト教科での学びに期待感を持たせ、興味・関心を高めさせることが肝要である。

5.4.3 ポスト教科学習

ポスト教科学習では、STEAM単元での探究/創造活動の振り返りを通して、実社会の課題解決にはより深く各教科の学びを働かせる必要があることを再認識させる。特に関連が強い内容を教科で扱う際には、STEAM単元での学びを意識化させるなど、学習への動機づけや興味・関心を喚起することが考えられる。こうして、ポスト教科学習が、次のSTEAM単元に向けたプレ教科学習へとその位置づけが更新されることで、継続的なJ-STEAMが、有機的なカリキュラム・マネジメントのもと、展開していけるようになると期待される。

6. まとめと今後の課題

以上、本稿では、本学における教員養成フラッグシップ大学の取り組み、加西市とのSTEAM教育に係る連携の推進に向けて、日本の小中学校における実践を想定した日本型STEAM教育（J-STEAM）の展開方略例を提案した。本提案に即して、本学や加西市をはじめ、全国の教員養成大学や小中学校において実践が展開されることに期待する。なお、本稿で提案したJ-STEAMは、あくまで筆者らの考え方であり、仮説にすぎず、これが日本型STEAM教育の全てではない。したがって、本稿の提案とは異なるアプローチから多様な展開方略の可能性を検討していく必要があることは言うまでもない。また、J-STEAMに基づく実践が、日本におけるSTEAM教育への着目の起源となった問題意識から見て、所与の学習効果を適切に発現しうるかどうかは、今後の実践研究の成果が求められる。その際、日本におけるSTEAM教育の学習効果を捉える評価方法の構築は大きな課題である。また、例えば、児童生徒の発達段階に応じた適切な目標や学習過程の設定方法の検討、各教科のPjBLに活用可能な文理融合の題材開発、STEAM単元にお

ける適切なPjBLの題材開発など、日本におけるSTEAM教育の実践化に向けた数多くの課題に取り組んでいく必要がある。本稿がこれらの起点になれば幸いである。

文献

- 1) 兵庫教育大学:「教員養成フラッグシップ大学」の指定について, <https://www.hyogo-u.ac.jp/topics/5276512.php>
- 2) 加西市:「加西 STEAM 教育を推進します」, <https://www.city.kasai.hyogo.jp/site/kyoiku/22668.html>
- 3) 兵庫教育大学:「加西市教育委員会と連携・協働してSTEAM教育推進に取り組みます」, <https://www.hyogo-u.ac.jp/topics/5276286.php>
- 4) 文部科学省:学習指導要領「生きる力」, https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/1356249.htm
- 5) 中央教育審議会:「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）, 2021
- 6) 文部科学省:小学校学習指導要領解説【総合的な学習の時間】編, https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/fieldfile/2019/03/18/1387017_013_1.pdf, 2017
- 7) 文部科学省:中学校学習指導要領解説【総合的な学習の時間】編, https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/fieldfile/2019/03/18/1387018_012.pdf, 2017
- 8) 文部科学省:今、求められる力を高める総合的な学習の時間の展開（小学校編）, https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/sougou/20210422-mxt_kouhou02-1.pdf, 2021
- 9) 文部科学省:今、求められる力を高める総合的な学習の時間の展開（中学校編）, https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/sougou/20220426-mxt_kouhou02-2.pdf, 2022
- 10) 新井健一:STEM教育の海外動向, 日本科学教育学会第44回年会論文集, pp.7-8, 2020
- 11) 胸組虎胤:STEM教育とSTEAM教育—歴史, 定義, 学問分野統合—, 鳴門教育大学研究紀要34, pp.58-72, 2019
- 12) 松原憲治:資質・能力の育成を目指す教科横断的な学習としてのSTEM/STEAM教育と国際的な動向, https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/siryo/_icsFiles/fieldfile/2019/09/11/1420968_6_1.pdf, 2019
- 13) Yakman, G.:STEAM Integrated Education: an overview of creating a model of integrative education, Pupils attitudes toward technology, 2006 Annual Proceedings, Netherlands, 2006
- 14) RoadIsland School of Design: <https://www.risd.edu/>

- academics/public-engagement/#support-for-steam
- 15) ヤング吉原真理子・木島理江: 世界を変える STEAM 人材～シリコンバレー「デザイン思考」の革新～, 朝日新聞出版, 2019
 - 16) Society 5.0 に向けた人材育成に係る大臣懇談会, 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: Society 5.0 に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～, https://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/fieldfile/2018/06/06/1405844_002.pdf, 2018
 - 17) 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), https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/giji/_icsFiles/fieldfile/2019/08/30/1420732_009.pdf, 2019
 - 18) 文部科学省: 新しい時代の初等中等教育の在り方について(諮問概要), https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/fieldfile/2019/04/18/1415875_2_1.pdf, 2019
 - 19) 中央教育審議会: 初等中等教育分科会 教育課程部会: 教育課程部会における審議のまとめ, https://www.mext.go.jp/content/20210126-mxt_kyoiku01-000012344_1.pdf, 2021
 - 20) 中央教育審議会: 「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), https://www.mext.go.jp/content/20210126-mxt_syoto02-000012321_2-4.pdf, 2021
 - 21) 文部科学省: GIGA スクール構想について, https://www.mext.go.jp/a_menu/other/index_00011111.htm
 - 22) 経済産業省: 「未来の教室」と EdTech 研究会 - 第2次提言, https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/mirai_kyoshitsu/20190625_report.html
 - 23) 経済産業省: STEAM 検討ワーキンググループ中間報告, <https://www.learning-innovation.go.jp/existing/doc202008/steam2020-midreport.pdf>, 2020
 - 24) 経済産業省: STEAM ライブラリー, <https://www.steam-library.go.jp/>
 - 25) 福本謙一・田中雅和・森田猛・浅海真弓・坂口真康: 兵庫教育大学における STEAM 教育に関する予備的考察 - Arts & Humanities 作業部会での検討を軸に -, 兵庫教育大学学校教育学研究第 34 巻, pp.59-72, 2021
 - 26) Vasquez, J., Sneider, C., & Comer, M.: STEM Lesson essentials, grades 3-8: integrating science, technology, engineering, and Mathematics, Heinemann, 2013
 - 27) スタンフォード大学ハッソ・プラットナー・デザイン研究所, 一般社団法人デザイン思考研究所(編), 柏野尊徳, 仲野珠希(訳): スタンフォードデザインガイド～デザイン思考5つのステップ, <https://www.nara-wu.ac.jp/core/img/pdf/DesignThinking5steps.pdf>, 2012
 - 28) 山崎貞登他: イノベーション型学習能力を育む STEM / STEAM 教育からの小学校国語・社会・理科教科書の教材解釈, 上越教育大学研究紀要第 36 巻第 1 号, pp.203-215, 2016
 - 29) 森山潤: 技術教育の視点から見た教科架橋型教育実践学, 菊地章編: 学びを広げる教科の架け橋, 九州大学出版会, pp.149-175, 2021
 - 30) 一般社団法人 日本産業技術教育学会: 次世代の学びを創造する新しい技術教育の枠組み, https://www.jste.jp/main/data/New_Fw2021.pdf, 2021
 - 31) OECD: Future of Education and Skills 2030, Conceptual learning framework Concept note: Student Agency for 2030, OECD Learning Compass 2030., https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning-learning-compass-2030/OECD_Learning_Compass_2030_concept_note.pdf, 2019
 - 32) 森山潤他編著: イノベーション力育成を図る中学校技術科の授業デザイン～子どもが小さなエンジニアになる教室～, ジアース教育新社, 2016
 - 33) 佐藤允一: 新版 [図解] 問題解決入門—問題の見つけ方と手の打ち方, ダイアモンド社, pp.56-95, 2003
 - 34) Mihaly Csikszentmihalyi: Implication of a System Perspective for the Study of Creativity. In R.J.Sternberg (ED.) Handbook of Creativity, Cambridge University Press, pp.313-335, 1999
- (URL の最終閲覧日はいずれも 2022 年 7 月 9 日)