

STEAM 教育における学習プロセスモデルの提案

後藤 大二郎*1・米田 重和*1

A Proposal of Learning Process Model in STEAM Education

Daijiro GOTO, Shigekazu KOMEDA

【要約】現在、STEAM 教育が脚光を浴びている。一方で、教師は総合的な学習の時間の取組に困難を感じている。本研究では、学習過程の諸理論について概観し、STEAM 教育における学習プロセスモデルについての示唆を得ることを目的とした。STEAM 教育においては、収束と拡散を繰り返すモデルが有用である。また、人工物構築のプロセスを捉えるモデルも必要である。これらを同時に満たすモデルとして、STEAM 教育における学習プロセスモデルを考案した。

【キーワード】STEAM 教育、探究のプロセス、デザイン思考、学習のプロセス、協働的知識構築モデル

1. 問題

今の子どもたちが成人して社会で活躍する頃、社会は大きな変化を起し、厳しい挑戦の時代を迎える。このような時代において、一人一人がよりよい在り方を目指して社会や自然環境に主体的に関わり、変革を起こしていくことが求められる（例えば、OECD（2018）、文部科学省（2018a:1）など）。この状況に対する学習の在り方として、総合的な学習の時間を中心とした、教科横断的な学習の取組がある。20年余りの実践の成果として、総合的な学習の時間で探究のプロセスを意識した学習活動に取り組んでいる児童生徒ほど全国学力・学習状況調査の各教科の正答率が高い傾向にあること、OECDが実施する生徒の学習到達度調査（PISA）における好成績につながったことのみならず、学習の姿勢の改善に大きく貢献するものとして、国際的に高く評価されていることが報告されている（中央教育審議会、2016:236）。実際、教育令和4年度全国学力・学習状況調査では、小学校学校質問紙調査と教科の結果のクロス集計において、「総合的な学習の時間において、課題の設

定からまとめ・表現に至る探究の過程を意識した指導をしている」と回答した学校ほど、教科の正答率が高かった（図1）。

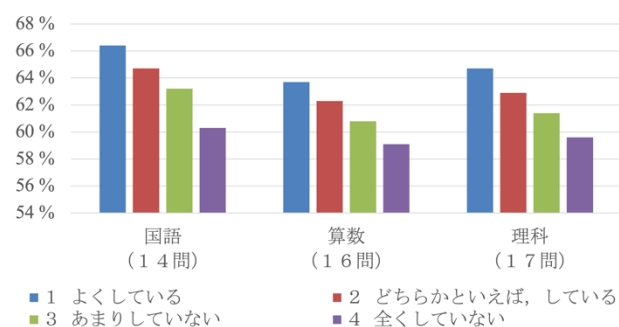


図1 探究の過程を意識した指導と教科の正答率（国立教育政策研究所（2022）を基に筆者作成）

一方で、総合的な学習の時間において探究のプロセスを通じた取組が不十分であると指摘しており、「探究のプロセスを通じた一人一人の資質・能力の向上をより一層意識すること」を求めている（中央教育審議会、2016:236）。武田ら（2018）は総合的な学習の時間についての教員ニーズ調査を行った。その結果、小学校教員の47.1%が指導計画の難しさを感じており、中学校教員と比較し

て有意に多かったことを明らかにしている（武田ら，2018）（図 2）。すなわち，学習において，そのプロセスが重要であることが明らかになっているにもかかわらず，それを実践するには不明瞭で困難な点がある。

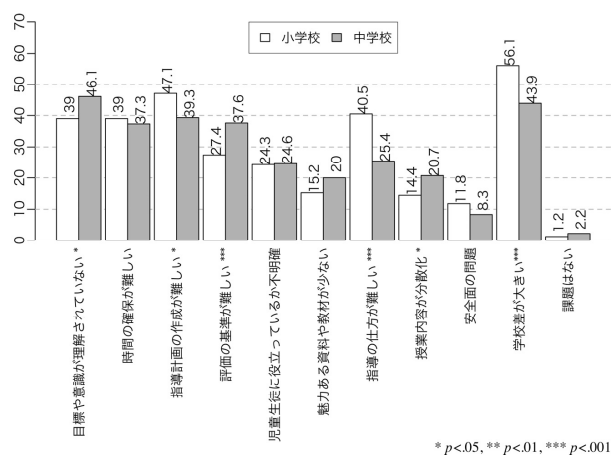


図 2 総合的な学習の時間に対する思い（武田ら，2018）

令和 3 年，中央教育審議会はその答申において，小学校においても児童の学習の状況によっては教科横断的な学習の中で STEAM 教育に取り組むことについて言及した（中央教育審議会，2021）。上述の課題がある中で，教科横断的な STEAM 教育を推進するためには，STEAM 教育の各領域の定義や学習プロセスについて十分な検討が必要であると考えられる。

STEAM 教育について，これまで筆者らは，資質・能力を明確にした学習指導について実践している。そこでの STEAM 教育の定義は，次の通りである。

「STEAM 教育とは，

- (1) 教科等横断的な視点から教育課程が編成されていること，
- (2) 実社会につながる課題を扱うこと，
- (3) 探究的な学習プロセスであること

の 3 点を満たす授業実践をいう。」（後藤ら，2022）

そこでは，STEAM 教育で育成を目指す資質・能力に着眼することで，教科横断的で実社会につな

がる課題を扱った単元をデザインできることを報告している（後藤ら，2022；後藤・山口；2022）。しかし，その学習プロセスについては明らかにできていない（後藤ら，2022）。つまり，前述した筆者等の定義の「(3) 探究的な学習プロセスであること」については何も議論していない。

探究的な学習プロセスとは，問題を発見し解決する一般的な過程として捉えることができる一方で，それに関わる理論モデルはこれまでに多く示されてきた。STEAM 教育における学習プロセスの理論モデルを示すことは，実践を普及させるにあたって非常に有益であると考えられる。

2. 目的

そこで，本研究では，学習過程の諸理論について概観し，探究的な学習プロセスである STEAM 教育における学習プロセスモデルについての示唆を得ることを目的とする。

3. 学習過程の諸理論

3. 1 探究的な学習の過程

小学校の総合的な学習の時間の目標において「探究的な学習の過程において，課題の解決に必要な知識及び技能を身に付け，課題に係る概念を形成し，探究的な学習のよさを理解するように示す」ことが示されている（文部科学省，2017）。同解説総合的な学習の時間編には，図 3 に示す螺旋状のプロセスとして①課題の設定，②情報の収集，③整理・分析，④まとめ・表現を示し，「物事の本質を探って見極めようとする一連の知的営み」が探究的な学習であると説明されている（文部科学省，2018a：9）。この過程は固定的に捉える必要はなく，活動の順序が入れ替わったり，軽重をつけたりして活動が行われることも想定されている。

探究的な学習の過程においては，「例えば，比較する，分類する，関連付けるなどの考えるための技法が活用されるように示すこと」が示されている（文部科学省，2018a：50）。考える技法は，日頃，大人も子どもも考える際に使っている。文部

究する過程を思考レベルと経験レベル分けて、その過程を詳細に説明した。「総合的探究」から「演繹的探究」へとつながる場面において発想法が有益であることを示した(川喜田, 1967)。五島(2012)は、理科教育における科学的な探究の過程として「総合的探究」と「演繹的探究」を往還する W 型の問題解決モデルを捉え直し、理科授業の開発を行った。これが図 5 に示す理科教育用 W 型問題解決モデルである。

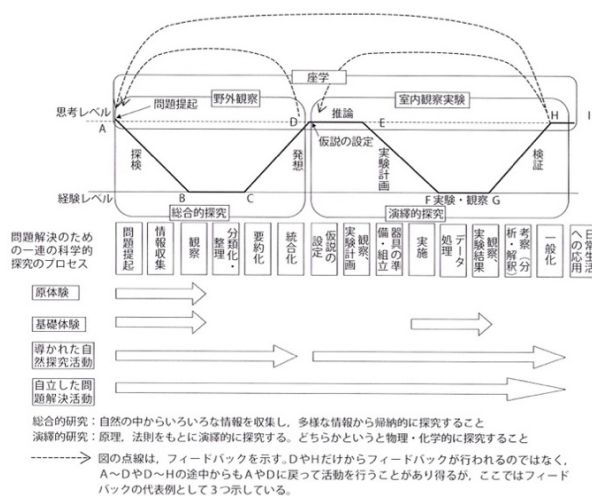


図 5 理科教育用の W 型問題解決モデル (五島, 2012)

このモデルにおいて活動は、図 5 A に示される思考レベルの問題提起から始まる。総合的探究のプロセスとして、経験レベルに移行し、問題を把握する。その問題を統合化することで、思考レベルに移行する。次に演繹的探究のプロセスとして、推論を働かせて仮説を設定する。実験計画を立案することで経験レベルへ移行し、その結果から考察を行うことで再び思考レベルへ移行する。五島(2012)は、科学的探究のプロセスを詳細に捉えることにより、理科教育において W 型問題解決モデルの総合的探究が十分に行われていないことを見だし、改善の必要性を指摘した(五島, 2012)。

W 型問題解決モデルに表される問題解決の過程において、観察者として事象に向き合い総合的に問題を見いだして仮説を生成する総合的探究と、検証計画に基づき対象を操作したり積極的に関与

したりしながら解決を図る演繹的探究の往還が重要であると捉える。特に仮説設定に関わる過程を重視する必要があるといえよう。

また、W 型問題解決モデルは、理科における問題解決学習の過程を基盤としており、学習プロセスとしての有用性が高い。しかしながら、教科横断的学習である STEAM 教育を捉える上では、Science の一分野に留まっている局所的なモデルであり、汎用的な検討は不十分である。

(3) デザインによる学習 (Learning by Design)

次に、STEAM 教育に関わり W 型問題解決に類似した、二つの状態を往還する学習モデルを示す。経済産業省の「未来の教室」プロジェクトや STEAM Japan において提唱されているモデルである(経済産業省(2019), Barbara Pool(2020))。いずれも、子どもたちのワクワクを基盤とし、「知る(探究)」と「創る(創造)」の循環的な学びが STEAM 教育における学習であると示している。

図 6 に示す Learning by Design (LBD) モデルは、Kolodner (2002) が措定した、モノを作る実体験を通して学習するモデルである (Kolodner, 2002)。

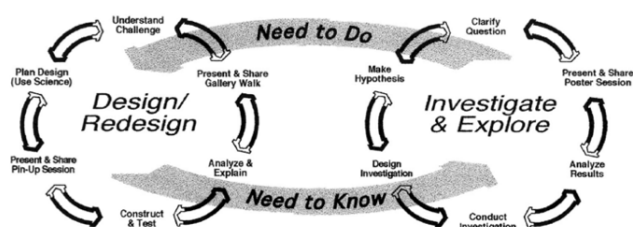


図 6 Learning by Design (LBD) モデル

左のサイクルは、課題を理解し、計画を立て、テストし、結果を分析して改善してくデザインのサイクルである。右のサイクルは、デザイン中に出てきた問題について、問題を明確にし、仮説と検証を行うことで問題を特定し、再確認する科学的な探究のサイクルである。デザインのサイクルによって科学的な探究が動機づけられ、科学的探究によって明らかになったことがデザインへの利用に動機づけられることを示している。

胸組(2019)は、「Learning by Design が STEM

分野の授業に適用されると、STEM分野と Design という Arts に関わる分野が文脈統合され、STEAM になるとも見える」と価値づけている(胸組, 2019)。LBD モデルを援用した研究として、木村・辻・森田 (2022), 江草・木村・辻 (2022) がある。さらに森田 (2021) は、これを学年に応じて深化・拡大するカリキュラムとしてルートスパイラル型カリキュラム設計を提案している。

これらはいずれも探究と創造のフェーズを往還するカリキュラム・デザインとなっており、STEAM 教育において目指す学習プロセスを説明するための親和性が高いと考える。また、思考レベル、経験レベルを往還する W 型問題解決モデルと関連していると推察する。

(4) デザイン思考

ヤング・木島 (2019) は、これからの社会を牽引し変革できる「STEAM 人材」の育成が必要であり、そこでは STEAM 教育が重要な役割を果たすことを主張している。STEAM 人材とは、人間を大切にする「ヒューマニスト」、「イノベーター」としての革新的なマインドセット、「デザイナー」としての発想と活動を合わせ持つ人材である。このような人材を育成するために、ユーザーである人間を大切に、問題を解決していく「デザイン思考」に着目している(ヤング・木島, 2019: 121-133)。ヤング・木島 (2019) は、デザイン思考のフェーズとして、5 つのフェーズを挙げている。他にもスタンフォード大学の d. school が提唱する「5つのステップ」(ウ, 2019)、IDEO が掲げるモデル(ブラウン, 2019, 2020)、佐宗の「4つのモード」(佐宗, 2020) など、さまざまな型があることを示した(ヤング・木島, 2019: 136-138)。これらのデザイン思考の型に共通しているのは、ユーザー(人間)のニーズに徹底的にこだわり、試行錯誤を繰り返しながら、五感・直感を通じて解決を目指すことにある。そこでは、問題状況を理解し、定義する、解決方法のアイデアを出し、検証していくという、拡散と収束の過程を繰り返す。

伊豆 (2021) は、表 1 に示す通り、d.school が提唱している①共感、②定義、③発想、④プロトタイプ、⑤テストの5ステップについて説明し、拡散・収束を繰り返す過程を図 7 に整理した。

①共感とは、多くのニーズや問題点を引き出す過程である。そのため、情報が拡散する。拡散した情報を②定義していく。多くの情報を整理して絞って、課題に収束していく。焦点化された課題について、より多く発想していく。様々なアイデアが拡散する。このアイデアを解決策として具現化するためにプロトタイプを作る。ここでは試行錯誤を繰り返し、より良いものへと収束していく。具体化された案をテストすることによって、実装したり再度修正したりしていく。

表 1 デザイン思考のプロセス
(伊豆, 2021: 33 を基に作成)

共感	大勢の対象者に意見を聞き、ユーザーのニーズや問題点を共有することで共感します。
定義	共感のプロセスで明らかになった様々な情報から、最も重要なユーザーのニーズや問題点を明確化し定義します。
発想	チームで協力して多くのアイデアを発想することで解決策を考えます。
プロトタイプ	スケッチを描く、モデルを作るといった作業を通して、解決策に向けアイデアを具現化します。
テスト	具体化された案を想定されるユーザー等に評価してもらい、必要に応じて修正します。

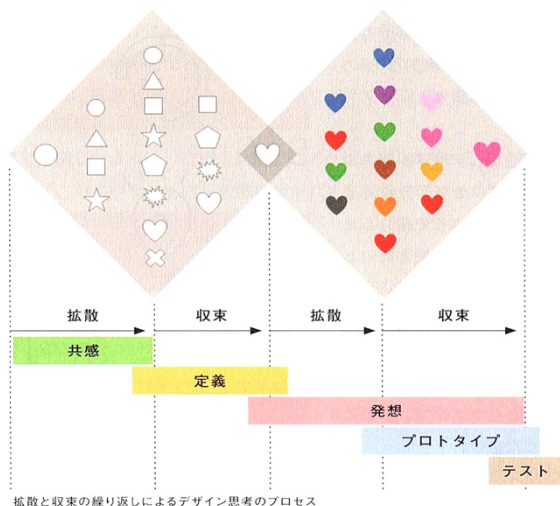


図 7 拡散と収束の繰り返しによるデザイン思考のプロセス (伊豆, 2021 : 44)

さらに自由度を高め、創造的な問いかをスタートにするフレームワークとして「リボン思考」がある (宮澤, 2017)。宮澤 (2017) はデザイン思考では、手続が形骸化・同質化しており、課題解決の域を出ないと批判し、考え方を想像する行為として、図 8 に示す「リボン思考」を措定した。リボン思考では、問題を発見する過程において、アート思考による創造的な問いが重要であることを指摘している。

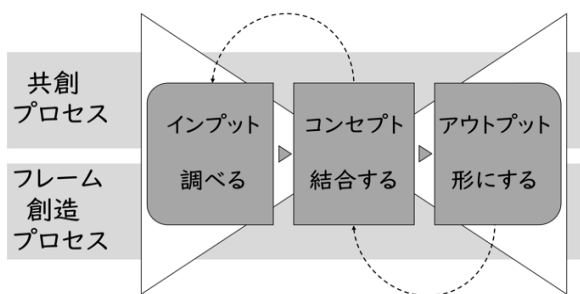


図 8 リボン思考 (宮澤, 2017 : 39)

いずれにおいても、そのプロセスは拡散と収束を繰り返すことによって、知識を創造し、拡張していくことを志向している。すなわち、デザイン思考もリボン思考も、(3) に示した LBD モデルと同様に、人工物 (Artifacts) を創造、拡張する過程が示されていると捉えられる。そのため、活動の状態を分析し、次の活動へとつなげていくた

めに有益であると推察する。

大谷 (2021) は、STEAM 教育において、STEM と A との関わりに着目し、拡散的思考と収束的思考による問題解決の流れを、図 9 を示して説明している。Arts の領域の見方から現実社会の問題を捉え、Engineering によるデザインプロセスを用いてその課題と取組方法を定め、Science, Technology, および Mathematics を駆使して解決していくプロセスである。デザイン思考で示された拡散的思考が STEAM の A と、収束的思考が S・T・M と関連づけられた。これにより、学習プロセスと人工物構築のプロセスを同時に捉えることが可能になる。

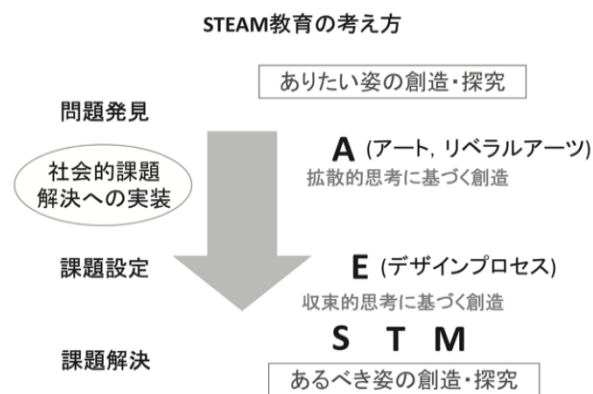


図 9 問題解決の流れ (大谷, 2021)

(5) 協働的知識構築モデル

人工物構築のプロセスとして、協働的知識構築モデル (図 10) について議論する。

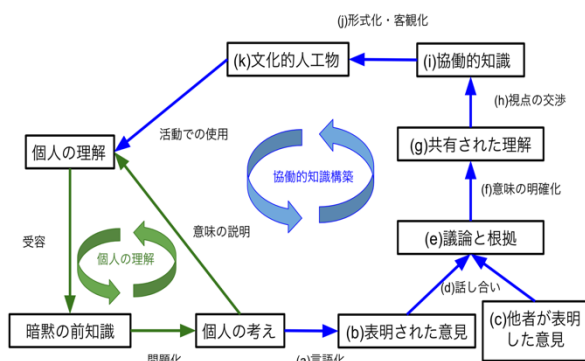


図 10 協働的知識構築モデル (Stahl, 2000)

これは、共同体において個人が持ち寄った知識について話し合うことにより合意を形成し、共同

体としての知識を構築するプロセスを示したモデルである。Stahl (2000) は、話し合いによって拡散した情報が、意味の明確化、視点の交渉を経て協働的知識として収束していく過程を詳細に説明している (Stahl, 2000)。後藤・和田 (2019a, 2019b) は、小学校理科授業において、子どもの意見が収束していき、協働的知識が構築され、文化的人工物として活用されていく様態を明らかにしている (後藤・和田, 2019a)。

さらに、教師による対話的教授方略によって協働的知識構築のプロセスが促進されていたことを明らかにした (後藤・和田, 2019b)。教師は、協働的知識構築の過程における話し合いのフェーズにおいて、グラウンド・ルール (ground rules) を共有し、探求的会話 (exploratory talk) を成立させるために話の動きをコントロールしていた。さらにフェーズの移行に伴い、根拠に基づく説明的会話 (accountable talk) に重点を置くように介入していたことを明らかにした (後藤・和田, 2019b)。これは、教師が適切に介入することによって共同体である学級の集合知としての知識の拡散と収束を促していたと捉える。しかしながら、場面ごとにどのフェーズの知識が構築されたか明らかにしているものの、学習のプロセスと知識構築のプロセスの関連については明らかにしていない。すなわち、協働的知識構築モデルを用いて現状の把握は可能であったとしても、学習プロセスを計画、立案することは困難である。

共同体の参加者が持つ知識を共有し、発展を図る理論として野中・竹内 (1996) が指定した SECI モデル (図 11) がある。個人の暗黙知を形式知として表出、共有することで共同体の知識を創造し、それが再び個人に取り込まれることで新たな暗黙知が創出される。これは暗黙知としての思考レベルの「知る」と、形式知として共有可能な経験レベルの「創る」の往還として解釈できる。さらに、「連結化 (combination)」し「内面化 (internalization)」してく過程は、共同的知識構築モデルにおける協働的知識の構築から文化的人工物を経て個人の理

解へと取り込まれていく過程と一致すると捉える。

これらのモデルにおいて、学習活動は個人の思考や学習活動のみならず、協働的な知識発展の過程にも着目し、個人と共同体の関係における思考や学習活動の収束・拡散のプロセスを捉えていくことが強調されている。



図 11 SECI モデル (野中・竹内, 1996 : 93)

4. STEAM 教育における学習プロセスモデル

学習プロセスを示す理論は、拡張的学習理論における拡張的学習のサイクル (エンゲストローム 1999) や協働デザインを通じた学習 (Learning through Collaborative Design :LCD) モデル (Seitamaa-Hakkarainen, Viilo, & Hakkarainen, 2010), Kolb (1984) による経験学習モデルなど上述した他にも様々なモデルが提唱されている。

いずれにおいても現状から課題を設定し、関連する情報を収集、整理・分析によって新たな解決策や知見を生み出し、まとめ・表現するとともに次の学習過程へとつながるプロセスに共通点がある。学習活動を、課題に関連する知識の獲得と再構成による知識の創造の連続、すなわち「知る」と「創る」の繰り返しとして捉えるならば、W 型問題解決モデルや LBD のサイクルに示される二つのフェーズを往還するモデルによって説明できる。

一方で、思考のプロセスや情報の量や質に焦点化すると、デザイン思考や協働的知識構築モデルによって拡散と収束を繰り返すプロセスや収束過程をより詳細に捉えることができる。さらに、共同体における個人の知識構築と共同体自体の知識発

展としての学習を詳細に捉えるには、協働的知識構築モデルが有用であろう。

そこで、STEAM 教育における学習プロセスモデルについて、Stahl (2000) の協働的知識構築モデルに着目した。拡散から収束に向かう「個人の考え」から「文化的人工物」を経て、「個人の理解」へ至るプロセスに、大谷 (2021) の問題解決の流れを適用し、整理した (図 12)。「(a) 言語化」から「(d) 話し合い」によって拡散的思考が働く。ここで、問題発見が行われ、デザインプロセスによって課題が設定され、収束的思考へ切り替わる。そこでは S・T・M によって課題解決が図られ、個人の理解へと取り込まれていく。この循環によって知識や人工物が構築されていく。その結果、問題解決が行われていくことが推察される。このプロセスは問題を発見し解決するという探究的な学習プロセスとなっていることから著者等が定義した STEAM 教育の定義 (3) 探究的な学習プロセスであることを満たすことも附言しておく。

5. まとめ

本研究の目的は、学習プロセスの諸理論について概観し、探究的な学習プロセスである STEAM 教育における学習プロセスモデルについての示唆を得ることであった。

学習プロセスにおける理論は、教科等を基盤とする理論から人工物の構築過程を表すモデルまで多様な理論が存在していた。STEAM 教育においては、デザイン思考とはじめとする収束と拡散を繰り返すモデルが有用である。また、人工物構築のプロセス、すなわち活動の現状を捉えるモデルも必要である。これらを同時に満たすモデルとして、STEAM 教育における学習プロセスモデルを考案した。

今後は、この学習モデルを基に授業実践を行い、このモデルの有用性を示すとともに、その限界を明らかにしていきたい。

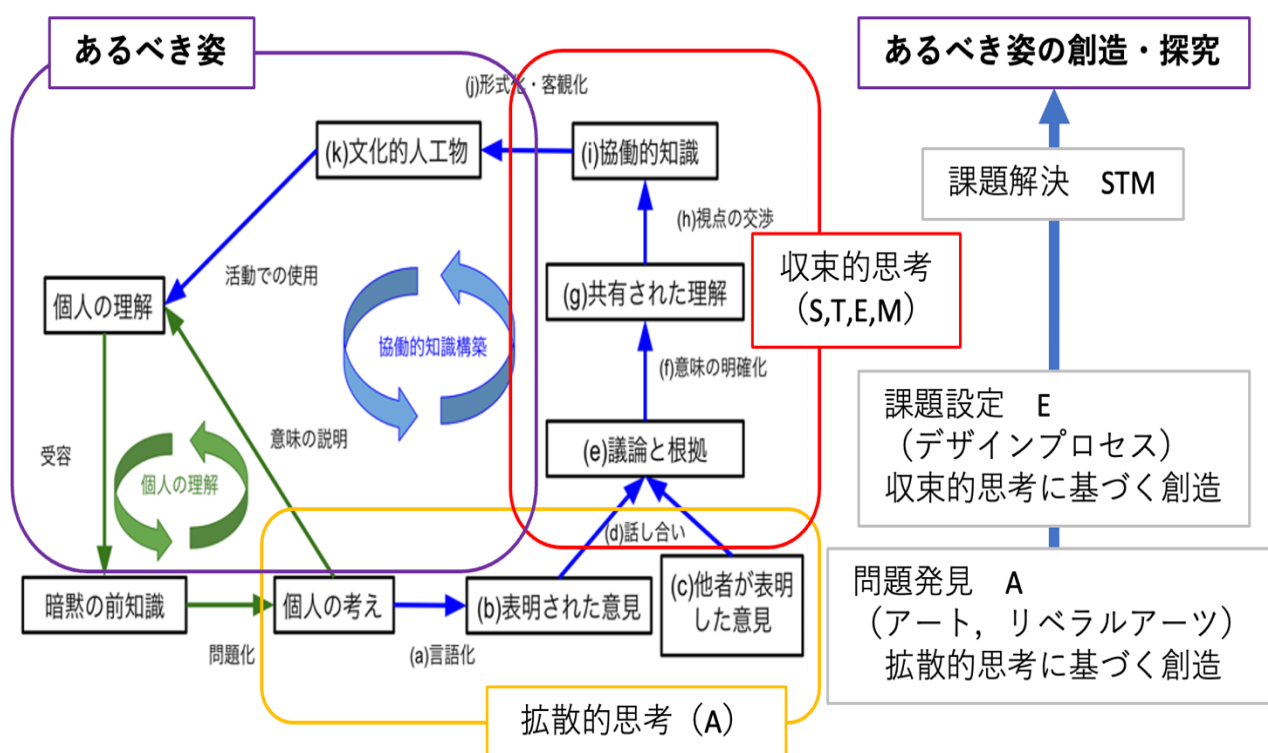


図 12 STEAM 教育における学習プロセスモデル

参考引用文献

- Barbara Pool (2020) 「STEAM 教育ってなに？ ワク
ワクを軸にした次世代の”学び” を解説【保
存版】」 Retrieved from [https://steam-
japan.com/practice/891/](https://steam-japan.com/practice/891/) (accessed 2022.11.13)
- ブラウン, T. (2019) 『デザイン思考が世界を変え
る [アップデート版]: イノベーションが導
く新しい考え方』千葉敏生訳, 早川書房.
- ブラウン, T. (2020) 「IDEO デザイン・シンキング」
ハーバード・ビジネス・レビュー編集部編
『ハーバード・ビジネス・レビュー デザイ
ンシンキング論文ベスト10 デザイン思考の
教科書』ダイヤモンド社, 1-30.
- 中央教育審議会 (2016) 「幼稚園, 小学校, 中学校,
高等学校及び特別支援学校の学習指導要領
等の改善及び必要な方策等について (答申)」
Retrieved from [https://www.mext.go.jp/b_menu/
shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afiel
dfile/2017/01/10/1380902_0.pdf](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afiel_dfile/2017/01/10/1380902_0.pdf) (accessed
2023.01.30)
- 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～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)」 Retrieved from
[https://www.mext.go.jp/content/20210126-
mxt_syoto02-000012321_2-4.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20210126-mxt_syoto02-000012321_2-4.pdf) (accessed.
2023.01.30)
- 江草遼平・木村優里・辻宏子 (2022) 「高等教育
における STEAM 教育の実践と課題 ミニ
科学博物館の展示制作を通して」日本科学
教育学会研究会研究報告, 36(6), 9-12.
- エンゲストローム, Y. (1999) 『拡張による学習 活
動理論からのアプローチ』(山住勝広・松下
佳代・百合草禎二・保坂裕子・庄井良信・手
取 義宏・高橋登訳), 新曜社, 234-239.
- 後藤大二郎・和田一郎 (2019a) 「協働的知識構築
モデルを基軸とした理科授業デザインに関
する研究—小学校第3学年「かげと太陽」
の実践を事例として—」理科教育学研究,
59(3), 367-377.
- 後藤大二郎・和田一郎 (2019b) 「協働学習におけ
る対話を通じた理科授業デザイン—小学校
第3学年「光の性質」の実践を事例とし
て—」理科教育学研究, 60(1), 27-38.
- 後藤大二郎・米田重和・峰福太郎・北島光浩・立
石光一・溝口賢一 (2022) 「STEAM 教育授
業デザイン試論」日本科学教育学会年会論
文集, 46, 408-411.
- 後藤 大二郎・山口晃史 (2022) 「STEAM 教育の
視点をういた理科授業デザイン」日本教材
学会 第34回研究発表大会研究発表要旨集,
46-47.
- 五島政一 (2012) 「問題解決」日本理科教育学会編
『今こそ理科の学力を問う: 新しい学力を
育成する視点』東洋館出版社, 156-161.
- 伊豆裕一 (2021) 『初めてのデザイン思考 基本
BOOK&実践 CARDS』東京書籍.
- 川喜田次郎 (1967) 『発想法 改版 - 創造性開発
のために』中央公論社.
- 経済産業省 (2019) 「未来の教室」ビジョン 経
済産業省「未来の教室」と EdTech 研究会
第2次提言 EdTech の力で, 一人ひとりに
最適な学びを STEAM の学びで, 一人一人
が未来を作る当事者 (チェンジ・メイカー)
に」 Retrieved from
[https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_se
rvice/mirai_kyoshitsu/pdf/20190625_report.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/mirai_kyoshitsu/pdf/20190625_report.pdf)
(accessed 2022.11.13)
- 木村優里・辻宏子・森田裕介 (2022) 「STEAM 教
育の課題設定及び解決場面における統計デ
ータの読み取りと活用」日本科学教育学会
研究会研究報告, 36(6), 33-36.
- 国立教育政策研究所「令和4年度全国学力・学習
状況調査調査結果資料全国版小学校クロス
集計表 (学校質問紙-教科) 全国【表】」
Retrieved from [https://www.nier.go.jp/22chousa/
kekkaoukoku/factsheet/data/22p_425.xlsx](https://www.nier.go.jp/22chousa/kekkaoukoku/factsheet/data/22p_425.xlsx)
(accessed 2023.01.30)

- Kolb, D. A., (1984) *Experiential Learning: Experience As The Source Of Learning And Development*, Prentice-Hall.
- Kolodner, J., L. (2002) 「Learning by Design™ : Iterations of Design Challenges for Better Learning of Science Skills」認知科学, 第9巻, 第3号, 338-350.
- 宮澤正憲 (2017) 『東大教養学部「考える力」の教室』SBクリエイティブ.
- 文部科学省 (2017) 『小学校学習指導要領 (平成 29 年告示)』文部科学省.
- 文部科学省 (2018a) 『小学校学習指導要領解説 (平成 29 年告示) 総合的な学習の時間編』東洋館出版社.
- 文部科学省 (2018b) 『小学校学習指導要領解説 (平成 29 年告示) 算数編』日本文教出版.
- 文部科学省 (2018c) 『小学校学習指導要領解説 (平成 29 年告示) 理科編』東洋館出版社.
- 森田裕介 (2021) 「STEM/STEAM 教育カリキュラム構築を目指した実践デザインの一考察」日本科学教育学会年会論文集 45 (pp. 71-72). 一般社団法人 日本科学教育学会.
- 胸組虎胤 (2019) 「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, 58-72.
- 野中郁次郎・竹内弘高 (1996) 『知識創造企業』(梅本勝博訳), 東洋経済新報社.
- OECD (2018) The Future of Education and Skills Education 2030 position paper. Retrieved from <http://www.oecd.org/education/2030/OECD%20Education%202030%20Position%20Paper.pdf> (accessed 2023.01.30)
- 大谷忠 (2021) 「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, 45(2), 93-102.
- 佐宗邦威 (2020) 『世界のトップデザインスクールが教える デザイン思考の授業』日本経済新聞出版社.
- Seitamaa-Hakkarainen, P., Viilo, M., & Hakkarainen, K. (2010). Learning by collaborative designing: Technology-enhanced knowledge practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 20(2), 109–136.
- Stahl, G. (2000) A model of collaborative knowledge-building. In *Fourth international conference of the learning sciences*, Vol. 10, Mahwah, NJ: Erlbaum, pp. 70-77.
- 武田明典・池田政宣・知念渉・小柴孝子・嶋崎政男 (2018) 「総合的な学習の時間についての教員のニーズ調査」神田外語大学紀要, 第 30 号, 235-255.
- ヤング吉原麻里子・木島里江 (2019) 『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.
- ウ, J. (2019) 『スタンフォード式 デザイン思考 世界一クリエイティブな問題解決』インプレス.

(2023 年 1 月 31 日 受理)