

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

木村 優里^{*1}・原口 るみ^{*1}・後藤田洋介^{*1}・吉原久美子^{*1}
柏原 寛^{*2}・大谷 忠^{*3}・金子 嘉宏^{*1}

技術科教育学分野

(2017年5月29日受理)

KIMURA, Y., HARAGUCHI, R., GOTODA, Y., YOSHIHARA, K., KASHIHARA, H., OHTANI, T. and KANEKO, Y.: Development of Teaching Materials and Efforts of Industry-Academia Collaboration for Promotion of STEM Education in Private Educational Institutions. *Bull. Tokyo Gakugei Univ. Div. Nat. Sci.*, **69**: 249-256. (2017) ISSN 1880-4330

Abstract

In recent years, STEM education, which is aiming at integrated education in various fields of Science, Technology, Engineering, and Mathematics, is gathering attention. Based on the present circumstances and the problems of STEM education, “STEM Education Project” was launched as industry-academia collaboration for cross-linking school education and social education to systematically promote STEM education. In this paper, we report the outline of the project and the system of learning materials development and practice at private educational institutions. While going back and forth to theory and practice in collaboration with Tokyo Gakugei University (university), private educational institution (industry) and Non-profit organization Tokyo Gakugei Univ. Children Institute for the Future, we conduct research and development of educational methods depending on the scenes. Besides, teaching materials were developed by using this educational method focusing on the three elements: MONO (products), KOTO (teaching method) and BA (learning environments).

Keywords: STEM, Development of teaching materials, Industry-academia collaboration

Department of Technology Education, Tokyo Gakugei University, 4-1-1 Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo 184-8501, Japan

要旨: 近年、Science, Technology, Engineering, Mathematicsの各分野の教育を統合して推進しようとするSTEM教育が注目されている。STEM教育を取り巻く現状と課題を踏まえ、学校教育と社会教育を架橋して体系的にSTEM教育を推進するために産学連携の取り組みとして「STEM教育プロジェクト」を立ち上げた。本稿では、プロジェクトの概要と、民間教育機関における教材開発と実践の体制について報告する。東京学芸大学(学)と民間教育機関(産)及び特定非営利活動法人東京学芸大こども未来研究所が連携して理論と実践を往還しながら、場面に応じた教育方法の研究開発を行い、その教育方法を用いて、製作品(モノ)、指導方法(コト)、学習環境(バ)の3つの要素に着目して教材開発を行った。

*1 特定非営利活動法人東京学芸大こども未来研究所(184-8501 小金井市貫井北町4-1-1)

*2 中国学園大学(701-0153 岡山市北区庭瀬83)

*3 東京学芸大学 技術・情報科学講座 技術科教育学分野(184-8501 小金井市貫井北町4-1-1)

1. はじめに

近年、STEM教育が注目されている。STEM教育とは、Science, Technology, Engineering, Mathematicsの各分野の教育を統合して推進しようとする教育運動で、国際研究大会が開催されるなど、研究分野としても国際的に盛んになっている¹⁾。その特徴は、これまでの伝統的な個々の領域にとらわれることなく、それらが複合し相互に関連している領域を扱うことにあり、知識を獲得するだけでなく、これらの知識を活用し応用することが大切だとされている²⁾。

STEM教育が注目される背景には、現代社会において求められる科学技術リテラシー像とその育成のための政策が関与している。例えば、米国においては、米国科学振興協会によって「すべてのアメリカ人のための科学」が作成され、科学、数学、技術に関するリテラシーを包括した科学リテラシーが教育の中心的な目標として注目されるようになった³⁾。また、我が国においては、「科学技術の智」プロジェクトが実施され、日本人のすべての大人が2030年の時点で身につけてほしい科学技術の素養として、物理・化学・生物・地学といった既存の学問あるいは教科の枠組みを超えて、技術・情報学・人間科学・社会科学を含む、総合的な視点に基づく、科学・数学・技術に関係した、知識・技能・物の見方が示された⁴⁾。こうした背景をもとに、STEM教育が重要課題として注目され、米国では政策としても推進されている⁵⁾。

このように、近年重要性が高まっているSTEM教育を推進するために、産学連携の取り組みとして、東京学芸大学と特定非営利活動法人東京学芸大こども未来研究所（以下、こども未来研究所）及び企業が共同で、STEM教育プロジェクトを立ち上げた。本稿では、そのSTEM教育プロジェクトの概要と民間教育機関における教材開発と実践の体制について報告する。

2. STEM教育を取り巻く現状と課題

2. 1 学校教育の現状と課題

2020年から順次実施される新学習指導要領において、小学校におけるプログラミングの必修化、中学校技術におけるプログラミング教育の重視、高等学校における「理数探究」の科目新設など、STEMに関わる内容に注目が集まっている。学校教育におけるSTEMに関わる既往の研究には、算数・数学、理科、技術・家庭科技術分野（以下、技術）などの教科の連携・協働や、互いの教科の固有性および関連性について検討

されたものが報告されている⁶⁾。このような学校教育におけるSTEMに関わる研究は、教科固有の学力構造などを視野に入れた検討が必要になる。

一方で、STEM教育の統合性という視点に立つと、学校教育でのSTEM教育の実践は、[1]教科に該当しない範囲を扱う、[2]教科の横断、[3]型の違い、という3点において難しさが浮き彫りになる。まず、日本の初等・中等教育において、STEMに関わる教科は次のように整理でき（表1）、STEM教育には学校教育では扱っていない内容が含まれていることがわかる。教科外の新しい範囲を学校教育で扱うことは、負荷が高く現実的ではないといえるだろう（前述 [1]）。また、日本の初等・中等教育は科目の独立性が高く、科目を横断したSTEM教育の実践は難しいことが指摘されている⁷⁾（前述 [2]）。加えて、STEM教育においては、知識を獲得するだけでなく、これらの知識を活用し応用することが大切であり²⁾、文脈の中で実践して初めて習得されるものであるという状況論的な認識が示されている⁸⁾。このような、実践に重点を置いているという性質は、これまでの伝統的な学校教育の型との違いが大きいといえる（前述 [3]）。こうした状況を踏まえると、学校教育における従来の教科の歴史的な枠組みを、「すべてのアメリカ人の科学」や「科学技術の智」プロジェクトで示された考え方に従って改変していくには時間がかかると考えられる。

表1 学校教育の教科とSTEMの関連性

	Science	Technology	Engineering	Mathematics
小学校	理科	該当なし	該当なし	算数
中学校	理科	技術	(技術) ^{注1)}	数学
高等学校	理科 (理数探究) ^{注3)}	(情報) ^{注2)}	該当なし	数学 (理数探究) ^{注3)}

2. 2 社会教育の現状と課題

こうした学校教育の現状と課題に対して、インフォーマルな教育の可能性が注目されている⁹⁾。社会教育などのインフォーマルな教育は、社会動向が反映されやすく、変化に柔軟であることから、従来の教科の枠組みにとらわれることなく、科学、数学、技術などのSTEMに関わる学習を統合的に推進しやすいという利点があり、STEM教育の一端を担うことが期待されている。一方で、インフォーマル学習の場面といえども、STEM教育は学校教育における教科との関わりも深い。学校教育の個別の教科とのつながりも視野に入れながら、学校教育と社会教育の双方の利点をいかした関わり合いの中で、STEM教育の在り方を検討す

る必要があるといえる。

そこで社会教育分野に目を向けてみると、民間教育機関における STEM 教育に関する取り組みが新聞記事に掲載されたり^{注4)}、雑誌で STEM 教育の特集が組まれる¹⁰⁾ など、近年 STEM 教育への注目が高まっていることが伺える。STEM 教室は全国的な広がりを見せているが、その内容に関しては表 2 のように分類され¹⁰⁾、プログラミングやロボットを扱う割合が極めて高い。また、複数の分野がまたがるような内容ではなく、各分野を別々の講座として実施しているところが大半であり¹⁰⁾、STEM の特定の分野に特化した講座の展開が中心であるといえる。したがって、社会教育においては、STEM 教育の特徴である統合性を捉えた STEM 教育の在り方の検討と展開が課題であるといえよう。

表 2 全国の STEM 教室で扱う内容¹⁰⁾

内容	当該内容を扱う教室数 (全19校)	全体に占める割合
プログラミング	15	79%
ロボット	10	53%
理科	5	26%
算数	1	5%

3. STEM 教育プロジェクトの概要

3. 1 STEM 教育プロジェクトの概要とその枠組み

上述した「2. STEM 教育を取り巻く現状と課題」を踏まえ、教育の産学連携の取り組みとして、STEM 教育プロジェクト（以下、本プロジェクト）が開始された。本プロジェクトは、学校教育と社会教育を架橋し、体系的に STEM 教育を推進するためのプロジェクトである。そのため、理論と実践を往還しながら、場面に応じた教育方法の研究開発及びその教育方法を用いた事業開発を行っている。中央教育審議会の答申にある「今後の教員養成・免許制度の在り方について（答申）」の参考資料¹¹⁾ で言及されているように、理論と実践の融合は重要なテーマである。しかし、研究開発とその実用化の間には「死の谷」が存在することが知られており¹²⁾、理論と実践の融合のためにはそれを越える必要がある。そこで、本プロジェクトでは、教育方法の研究開発に加えて事業開発までをその射程に含み、理論と実践の融合を視野に入れた。

「死の谷」を越えて、研究開発から事業化を促進するためには、双方の間をつなぐ役割の重要性が指摘されている^{13) 14)}。そこで、本プロジェクトは、教育方法の研究開発の要となる「学」と事業化の要となる

「産」が連携する、教育の産学連携の取り組みとして実施し、その両者をつなぐ役割を果たす組織として、こども未来研究所を位置づけた（図1）。



図1 本プロジェクトにおける産学連携の枠組み

3. 2 本プロジェクトにおける教育方法の研究開発

3. 2. 1 本プロジェクトにおける STEM の捉え方

STEM 教育の特徴である、①これまでの伝統的な個々の領域にとらわれることなく、それらが複合し相互に関連している領域を扱う、②知識を獲得するだけでなく、これらの知識を活用し応用することが大切、という2つの側面を扱うにあたり、本プロジェクトでは、科学 (S)・技術 (T)・工学 (E)・数学 (M) の各分野の捉え方とその関係性を検討した。

まず、科学 (S)・技術 (T)・数学 (M) の3つの分野の捉え方と関係性に関しては、STEM に関わる教科として理科・数学・技術の各教科の連携・協働の在り方についての議論が参考になる⁶⁾。その議論の中で、各教科・教育がもつ独自性や目標の違いからデザイン・モデリングの特徴が示されている（表3）。そして、各教科・教育での固有の能力は、それぞれの教科・教育との関連性を踏まえて育成され、相互補完的なバランスを取り、総合的な能力として形成される必要があるとしている。

次に、工学 (E) の捉え方に関しては、エンジニアの育成に力を入れている英国の STEM 教育の調査報告

表3 各教科・教育のデザイン・モデリングの特徴⁶⁾

算数・数学の モデリング・デザイン	数式化・記号化： 数学的諸条件を、記号化した数式・パターンとして表す。
理科の モデリング・デザイン	理論化・法則化： 探究すべき自然事象を、理論・法則化して命題・モデル・数式として表す。
技術の モデリング・デザイン	最適化・システム化： 目的に応じた最適な製品やシステム（人工物）を発明・開発・構成する。

が参考になる¹⁵⁾。この調査結果によれば、英国においてエンジニアリング (E) は教科「Design & Technology」(以下、教科DT) の中に含まれているという共通見解が示されている。加えて、その教科DTにおいて、Design Process (Design, Build, Test) が近年重要視されていることから、エンジニアリング (E) を捉える上で重要な観点であると考えられる。また、米国の小学校におけるSTEM教材の調査報告¹⁶⁾によれば、その教材にEngineering Design Model^{注5)}を参照したデザインプロセスが取り入れられており、それがエンジニアリング (E) の核であるとしている。そしてエンジニアリング (E) の役割は、他の3つの分野 (S・T・M) を活用して、問題解決をしていくプロセスを提供することであると述べられている。

最後に、科学 (S)・技術 (T)・工学 (E)・数学 (M) の4つの位置づけに関しては、米国技術教育学会 (ITEEA) によれば、3本足の椅子で表すことができるとされており、工学 (E) が、科学 (S)・技術 (T)・数学 (M) によって支えられている様子が示されている¹⁷⁾。この位置づけは、これまで参照してきた各分野の捉え方や位置づけとも親和性が高く、本プロジェクトにおけるSTEMの捉え方に適しているといえる。

以上の議論を踏まえ、本プロジェクトにおける科学 (S)・技術 (T)・工学 (E)・数学 (M) の各内容の捉え方とその関係性を図2のとおり規定した。この図は、STEMの各分野が複合し相互に関連している領域としてエンジニアリング (E) の活動を位置づけ、それを科学 (S)・技術 (T)・数学 (M) が支えている様子を示している。

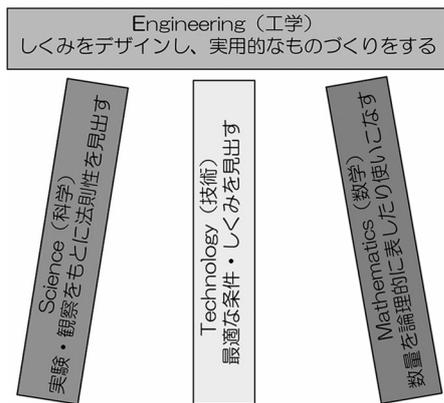


図2 本プロジェクトにおけるSTEMの捉え方

3. 2. 2 教育方法の概要と研究開発の枠組み

このように捉えると、STEM教育の統合性を捉える教育方法として、エンジニアリング (E) の活動を通して各領域の知識や技能を活用し応用するという方法

が考えられる。しかし、科学 (S)・技術 (T)・数学 (M) の知識や技能を獲得さえしていれば、エンジニアリング (E) の活動においてそれらを活用し応用できるというわけではないため、各分野がいかに複合し相互に関連しているのかを統合的な視点から捉え、各分野の知識・技能をどのように活用・応用できるかを学習していくことが重要であるといえよう。そのためには、学校教育及び社会教育のどちらかという選択ではなく、前述のとおり、学校教育と社会教育を架橋し、体系的にSTEM教育を推進する必要がある。そこで、本プロジェクトでは「学校で学ぶ各教科と、身のまわりにあるものやしくみを結びつけて考えることによって、学んだ知識や技能を活用し新しいものやしくみ、価値を創り出す力を育てていく」をコンセプトに据え、教育方法の研究開発を行うこととした。

現在研究開発している教育方法は、次の2つである (表4)。これらの教育方法は、製作品 (モノ)、指導方法 (コト)、学習環境 (バ) の3つの要素で構成しており、事業化し実践する場面に応じてその重みづけを調整している。そのため、教育方法の研究開発は、それを用いた事業開発との往還の中で検討を進めている。

表4 現在研究開発している2つの教育方法

STEM未来メソッド	社会教育場面における教育方法
TECH未来メソッド	中学校技術における教育方法

3. 3 本プロジェクトにおける事業開発と学びの体系

2017年5月現在、学校教育と社会教育を架橋した体系的なSTEM教育の推進を目指し、主に次の3つの事業開発に取り組んでいる (表5)。これらの事業は、それぞれ単独の事業ではなく、図3に示す相互に関係性のある学びの体系の中に位置づけられており、体系的にSTEM教育を推進することで「学校で学ぶ各教科

表5 現在取り組んでいる事業開発

STEM QUEST スタジアム	クエスト (問い) に挑戦し、試行錯誤をしながら新しいものやしくみを自分の力で創り出していく遊び場を企業と共同開発。
民間教育機関におけるSTEM教室	STEMの統合性を意識したプログラムを展開するSTEM教室を大手学習塾と共同開発。
中学校技術	当該単元のブロック教材と指導案やワークシートが全てセットになった、中学校技術・家庭科技術分野の教材を教材会社と共同開発。

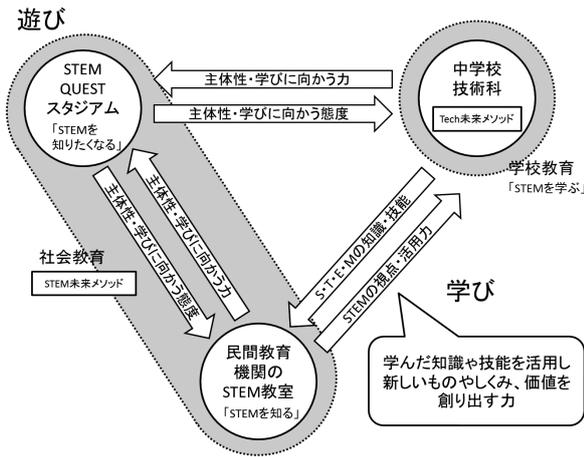


図3 各事業の位置づけと学びの体系

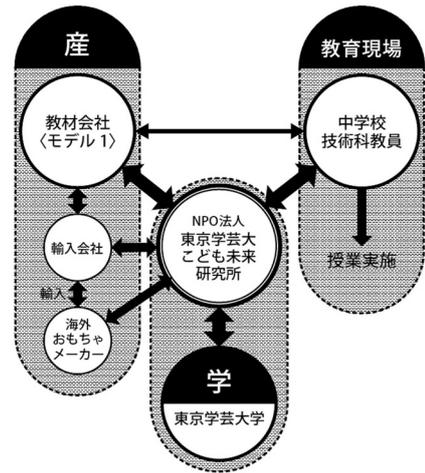


図5 学校教育における具体的な研究開発の枠組み¹⁸⁾

と、身のまわりにあるものやしくみを結びつけて考えることによって、学んだ知識や技能を活用し新しいものやしくみ、価値を創り出す力を育てていく」という事業全体のコンセプトの実現を目指している。

3. 4 学校教育における取り組み

本プロジェクトは段階的に事業開発を進めており、製作品 (モノ) の主教材として採用している Gigo 社のブロックの特徴を踏まえ、先行して着手したのが中学校技術における教育方法の研究開発及び事業開発である。中学校技術の教材開発に着手するに当たり、教育の産学連携の枠組みとして、「教材会社 (産)」「教員養成大学 (学)」「中学校技術科教員」を結ぶ役割として、「産学連携機関」を位置づけるモデル (図4) を提案した¹⁸⁾。そのモデルに基づき、「教材会社 (産)」「東京学芸大学 (学)」「中学校技術科教員」を結ぶ役割として、「子ども未来研究所 (産学連携機関)」を位置づけ、教材の研究開発を進めた (図5)。2017年5月現在で100校近くの学校で導入されている。

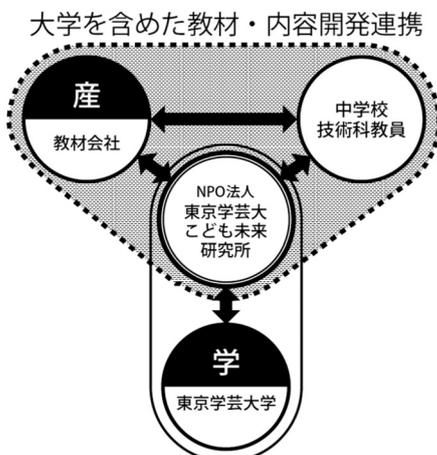


図4 産学連携の枠組みモデル¹⁸⁾

4. 民間教育機関における取り組み

4. 1 産学連携による STEM 教室事業の開発体制

現在取り組んでいる3つの事業開発のうち、本稿では、民間教育機関と共同で研究開発を進めている STEM 教室事業における教材開発と実践の具体的な体制について報告する。社会教育に位置づく民間教育機関での実践の特徴は、学習内容とカリキュラムを独自に規定できるところにある。STEMの統合性を意識した学習内容とカリキュラムを検討し実践していくために、これから新しく STEM 教室の開講を予定している国内大手学習塾と連携し、学習内容の規定及び教材開発を行った。また、製作品 (モノ) の研究開発に関しては、そのメーカーや輸入会社との連携が重要となることから、これらの企業とも産学連携の体制をとり、教材開発を進めた (図6)。

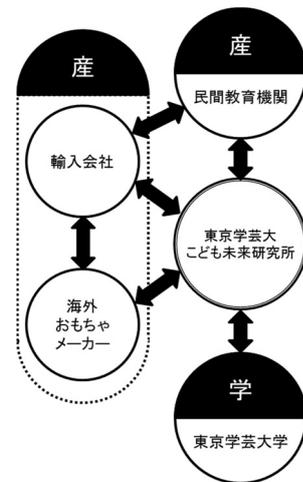


図6 民間教育機関における具体的な研究開発体制

4. 2 本実践における学習内容の開発体制と概要

学習内容に関しては、主に、教育現場となる民間教

育機関と教育研究機関である東京学芸大学及びこども未来研究所が共同で開発を進め、図7で示す開発体制における①・②の連携を往復することによって学習内容及びカリキュラムを規定した。

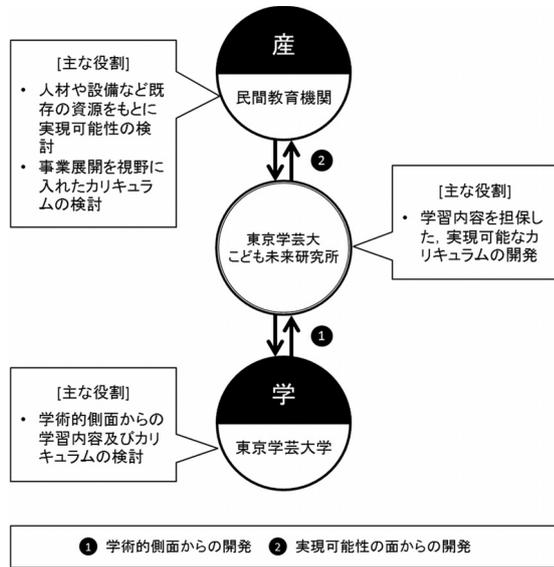


図7 学習内容及びカリキュラムの開発体制

①学術的側面からの開発

こども未来研究所と東京学芸大学の間で、学習内容及びカリキュラムの検討会議を開き、STEM教育プロジェクトにおける位置づけを踏まえて、STEMの統合性を意識した学習内容及びカリキュラムを検討し、具体化を進めた。

②実現可能性の面からの開発

こども未来研究所と民間教育機関の間で、学習内容及びカリキュラムの検討会議を開き、①で検討した学習内容・カリキュラムに対して実現可能性という面からの検討を加えた。

その結果、実社会の文脈を強く意識した学習内容を規定した。また、カリキュラムは、小学4～6年生を対象とした2つのコース（各1年間）を設定し、どちらのコースが先でも受講できるようにした。

4. 3 本実践における教材の開発体制と概要

教材に関しては、STEM未来メソッドに従い開発した。指導方法や学習環境に関わるコンテンツも含み、具体的には、製作品（モノ）、指導方法（コト）、学習環境（バ）の3つの側面から開発を行った。本実践において特に重要である、製作品（モノ）及び指導方法（コト）に関わる教材開発の体制と概要について、以下の項で報告する。

4. 3. 1 製作品（モノ）に関わる教材開発

製作品（モノ）に関わる教材開発に関しては、民間教育機関と東京学芸大学及びこども未来研究所に加えて、メーカーや輸入会社といった企業とも連携し、開発を進めた（図8）。

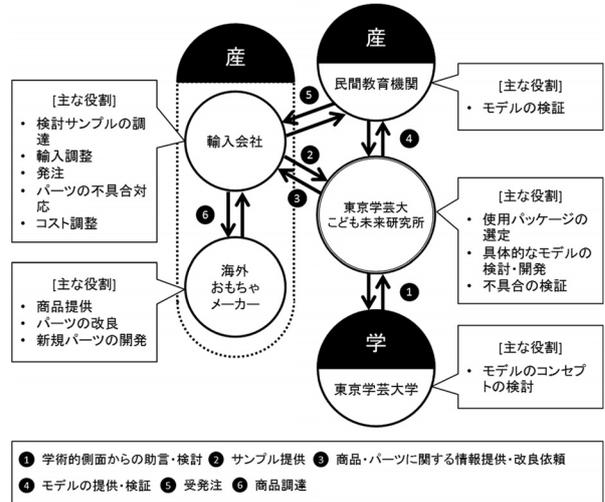


図8 製作品（モノ）に関わる教材開発の体制

①学術的側面からの助言・検討

学習内容及びカリキュラムに合わせた商品パッケージの選定を行い、どのようなモデルが適切かということについては、東京学芸大学からの助言をもとに、製作するモデルを検討した。当初、商品付随のテキストを参考にしていましたが、最終的にはカリキュラムに合わせてオリジナルモデルを検討・開発した。

②サンプル提供

③商品・パーツに関する情報提供・改良依頼

製作品（モノ）の検討にあたり、輸入会社からサンプルの提供を受けた。そのサンプルを用いたモデルの検討過程において、商品やパーツ、付随テキストに関する不具合や要望、改良してほしい事項が浮き彫りとなり、輸入会社を経由して、メーカーに情報提供及び改良依頼を行った。

④モデルの提供・検証

こども未来研究所が検討・開発したモデルを、組み立て手順書などの資料をつけて、授業用資料の一部として民間教育機関に提供した。教育現場となる民間教育機関は、モデルを検証し、実際の授業での使用を想定した所要時間・難易度・予測される児童の反応などの観点から検証結果をこども未来研究所にフィードバックし、改良を重ねた。

⑤受発注

輸入業者は民間教育機関からの注文を受け、メーカーから教材を調達した。講座の正確な受講者数は

開講直前にならないと決定しないが、商品調達にはリードタイムが発生する。海外メーカーということもあり、受注生産の場合には、発注から納品までが最大で2か月ほどかかることが課題であり、見込数をもとに受発注をするなどの柔軟な対応が求められた。そこで、こども未来研究所が輸入業者と民間教育機関の間をつなぎ、対応方法やスケジュールの調整を行うことで、受発注が円滑に進むように働きかけた。

⑥商品調達

民間教育機関からの受注をもとに、輸入会社がメーカーから商品調達をした。製作するモデルの都合上、パッケージ商品には入っていないパーツを単品で購入する必要性が発生したが、こども未来研究所が①の段階から輸入会社や民間教育機関と連携をとり、最少ロット数やコストなどを確認した上でモデルの検討を行うことで、円滑に商品が調達できるよう調整した。

以上のように、製作品（モノ）に関わる教材開発に関しては、こども未来研究所が民間教育機関と東京学芸大学をつなぐだけでなく、商品の受発注・調達の面で、輸入会社やメーカーとも共同で開発を進めた。その結果、製作品（モノ）のモデルに関する学術的妥当性だけでなく、実運用可能な教材を開発できた。

4. 3. 2 指導方法（コト）に関わる教材開発

指導方法（コト）に関しては、主に、民間教育機関と東京学芸大学及びこども未来研究所が共同で開発を進めた（図9）。

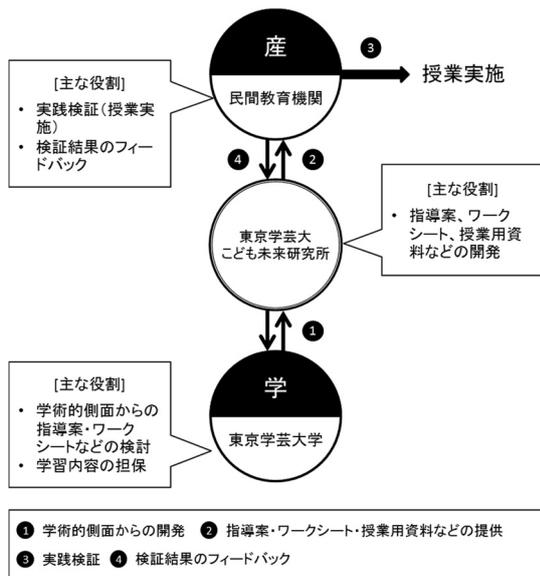


図9 指導方法（コト）に関わる教材開発の体制

①学術的側面からの開発

指導方法（コト）に関わる教材としては、授業案・ワークシート・授業用資料などを開発した。こども未来研究所と東京学芸大学の間で検討会議を開き、STEMの視点をどのように引き出すか、といった足場かけの具体的な方法や授業案の骨子を検討した。

②指導案・ワークシート・授業用資料などの提供

③実践検証

④検証結果のフィードバック

①で検討した指導案・ワークシート・授業用資料などを各回の授業に合わせた形でこども未来研究所が作成し、民間教育機関へ提供した。民間教育機関は、授業を実施して実践検証を行い、時間配分・授業構成・ワークシートの精度・児童の反応などの実運用を想定した観点から検証結果をこども未来研究所にフィードバックし、改良を重ねた。

その結果、教育現場である民間教育機関での実践検証とそれを踏まえた改良を重ねることで、塾講師が指導する場面を想定した各回の指導方法（コト）に関わる教材が開発できた。

5. まとめと今後の課題

本稿では、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として、STEM教室事業における教材開発と実践の体制に関して報告した。教育現場となる民間教育機関「産」と教育研究機関である東京学芸大学「学」をつなぐ役割として、こども未来研究所を位置づけて研究開発を進めた結果、STEMの統合性を意識した教材を、実用可能な形で開発することができたといえる。

本稿で取り上げた民間教育機関における教材開発と産学連携の取り組みは、STEM教育プロジェクトにおける、社会教育と学校教育の架橋の一端を担っている。今回報告した民間教育機関での研究開発及び実践の枠組みと、先行して着手した中学校技術における教育方法の研究開発及び事業開発の枠組みとを重ね合わせると、STEM教育プロジェクトにおける社会教育と学校教育の架橋した学びの体系を実現する枠組みが見えてくる（図10）。

今後は、この架橋部分において、どのようにして学んだ知識や技能を活用し、新しいものやしくみ、価値を創り出すのか、双方にどのような影響をもたらすのか、という点に関して、実証研究を重ねる必要があるだろう。また、こうした取り組みを今後さらに加速させていくためには、学校教育を支える教員養成だけで

なく、民間教育機関などで教育に携わる、教育支援人材の育成が急務といえるだろう。

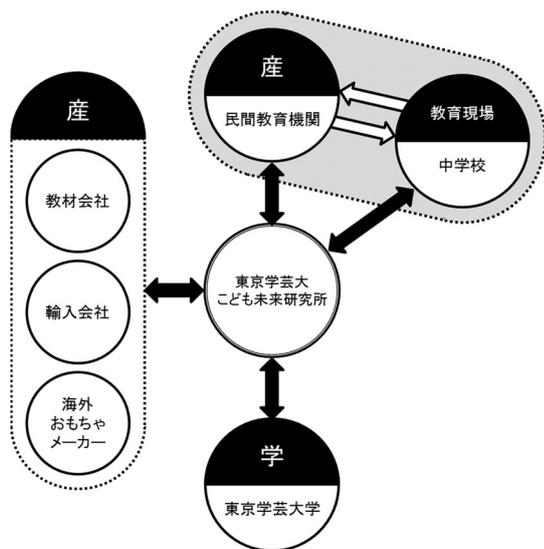


図10 民間教育機関におけるSTEM教室と学校教育を架橋した学びの体系を実現する枠組み

注

- 注1) 「技術」の中に、Engineeringの一部が含まれていると解釈できるため、(技術)と表記。
- 注2) 「情報」の中に、情報技術の一部が含まれていると解釈できるため、(情報)と表記。
- 注3) 「理数探究」は新設予定の科目であり、理科、数学の内容が含まれていると推測できるため、(理数探究)と表記。
- 注4) 『山陽新聞』2017年4月8日、朝刊。
- 注5) 解決すべき問題が提起され、グループでアプローチの仕方等についてアイデアを出し合う。そして、デザインをし、実際に作り、テストし、デザインを改良するサイクリックなプロセスが踏まれる。その後、出来上がった作品を発表し、フィードバックを受ける。

参考文献

- 1) 丸山・磯崎・古賀・三好・影山・渡辺：STEM教育の展開可能性に関する研究，広島大学大学院教育学研究科共同研究プロジェクト報告書，13，pp.23-30，2015.
- 2) Bybee, R. W.: The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities, NSTA Press Book, 2013.
- 3) American Association for the Advancement of Science: Science for All Americans, Oxford University Press, 1989.

- 4) 科学技術の智プロジェクト：科学技術の智プロジェクト総合報告書，科学技術振興機構，2008.
- 5) 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，133，pp.17-26，科学技術政策研究所 科学技術動向研究センター，2013.
- 6) 谷田・大谷：科学技術リテラシーの発展に向けた技術教育と理数教育の連携・協働—デザイン・モデリングの観点からの技術・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，38，pp.79-82，2014.
- 7) 大島・川越・石井：大学と企業の協働によるアウトリーチ活動を基盤としたSTEM教育，科学教育研究，39（2），pp.59-66，2015.
- 8) 内ノ倉・石崎・齊藤・Irma Rahma Suwarma・新村・熊野・長洲：アメリカにおけるSTEM教育推進の活動事例報告—アイオワ州での取り組みに着目して—，日本科学教育学会研究会研究報告，29（1），pp.87-92，2014.
- 9) 木村・大谷・柏原・村山・金子：インフォーマル学習におけるSTEMの視点を誘発する児童の気づき—ブロック教材を用いたワークショップの実践を事例に—，日本科学教育学会年会論文集，40，pp.401-402，2016.
- 10) 週刊東洋経済 特集「食べる子を育てる」，東洋経済新報社，第6708号，pp.40-47，2017.
- 11) 文部科学省：教職大学院における「実務教員」の在り方について，2006. [http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/attach/1337032.htm (2017/5/18)]
- 12) 野村完：NAVIGATION&SOLUTION R&Dバブル崩壊後のハイテク開発戦略—「死の谷」を越えて，知的資産創造，11，5，pp.80-97，2003.
- 13) 和泉章：研究開発における「死の崖」についての考察，年次学術大会講演要旨集，21，2，pp.751-753，2006.
- 14) 岸本隆正：研究開発から新事業を生み出す要件，知的資産創造，12，10，pp.18-27，2004.
- 15) 大谷・磯部・谷田：英国STEM教育における「Engineering」の取り扱いについて，日本産業技術教育学会第22回技術教育分科会・発表会講演要旨集，2016.
- 16) 日野圭子：米国の小学校におけるSTEM教材：数学教育の雑誌から，STEM&リテラシー教育研究会全体会，2016.
- 17) 廣瀬・宮川：A Brief ITEEA History and Safety and Health Programs in Technology Education, 愛知教育大学，2013.
- 18) 柏原・大谷・俵・黄川田・金子・杉森・鉄矢・松田：技術科教材の開発を通じた産学連携による関係構築と課題，東京学芸大学紀要，総合教育科学系，66，1，pp.211-219，2015.