

教職課程における STEAM 教育科目の開発と評価 － 2022 年度兵庫教育大学における試行的実践を通して－

Development and Evaluation of STEAM Education Courses in Teacher Training Programs: Through Trial Implementation in 2022 at Hyogo University of Teacher Education

永田 智子* 森山 潤* 石野 亮** 福本 謹一***
NAGATA Tomoko MORIYAMA Jun ISHINO Ryo FUKUMOTO Kinichi

加藤 久恵**** 山下 義史***** 浅海 真弓***** 小和田 善之*****
KATO Hisae YAMASHITA Yoshifumi ASAUMI Mayumi KOWADA Yoshiyuki

猪本 修***** 小田 俊明* 垣内 敬造*****
INOMOTO Osamu ODA Toshiaki KAKIUCHI Keizo

教員養成フラッグシップ大学に指定された兵庫教育大学では、STEAM 教育検討チームが中心となり、教職課程における STEAM 教育科目の検討・開発に取り組んでいる。2022 年度は、「STEAM 教育概論」の一部並びに新たな題材の「STEAM 教育演習」を開発し、試行的に実践した。「STEAM 教育概論」の一部は、STEAM 教育の考え方および展開、小学校における STEAM 教育の事例について理解させる内容とした。「STEAM 教育演習」の新たな題材は、教科横断的な探究 / 創造活動として、学生自身が問題発見・課題設定、課題解決に取り組む活動（演習 1）と STEAM フェスで子供向けのワークショップを企画・運営する活動（演習 2）を組み合わせたものとした。学生へのアンケートから試行的実践を評価した。STEAM 教育を実践するために必要な資質・能力に関して自己評価（5 件法）させたところ、「STEAM 教育の考え方について理解すること」等 8 項目全てにおいて「STEAM 教育概論」前に比べ「STEAM 教育演習」後の平均値が有意に向上した。また自由記述からは、学生が STEAM 教育についての理解を深め、子供と関わることの楽しさと指導の難しさを感じたことなどが伺えた。以上の結果から、2022 年度に実施した「STEAM 教育概論」および「STEAM 教育演習」の学修効果が認められた。

キーワード：兵庫教育大学，教員養成フラッグシップ大学，教職課程，STEAM 教育，試行的実践

Key words : Hyogo University of Teacher Education, teacher-training-flagship-university, teacher education programs, STEAM education, trial practice

1. はじめに

文部科学省は、「令和の日本型学校教育」を担う教師の育成を先導し、教員養成の在り方自体を変革していくための牽引役としての役割を果たす大学として、兵庫教育大学（以下、本学）を含め 4 大学を教員養成フラ

ッグシップ大学として指定した。指定大学の中でも本学では、2022 年度より教員養成フラッグシップ大学の取り組みの一つとして、STEAM 教育に関する科目の開発に着手した¹⁾。これからの初等中等教育において STEAM 教育（Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics

*兵庫教育大学大学院人間発達教育専攻生活・健康・情報系教育コース 教授

令和 5 年 4 月 26 日受理

**加西市立北条東小学校

***兵庫教育大学 名誉教授

****兵庫教育大学大学院教育実践高度化専攻小学校教員養成特別コース 教授

*****兵庫教育大学先端教職課程カリキュラム開発センター 特命助教

*****兵庫教育大学大学院人間発達教育専攻芸術表現系教育コース 教授

*****兵庫教育大学大学院教育実践高度化専攻理数系教科マネジメントコース 教授

*****九州産業大学

*****兵庫教育大学先端教職課程カリキュラム開発センター 教授

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)は必要であり、そのために教員養成機関においてSTEAM教育を指導できる教員の養成が求められているためである²⁾。

本学では、教員養成フラッグシップ大学の指定に先んじて、2020年度よりSTEAM教育検討チームを設置し、教職課程におけるSTEAM教育について検討を始めており、「STEAM教育概論」と「STEAM教育演習」の2科目の開設を構想している^{注1)}。2021年度には「STEAM教育演習」について三つの事例を開発し、現行科目である「教養ゼミ」で試行的に実践を行った。試行の結果、学生は探究に興味・関心を示し、楽しみながら、時に驚きをもって学びを深めていた点に成果が見られた。一方で、学生にSTEAM教育の考え方を概念的に理解させた上で、指導者の視点でSTEAM教育の展開方略について学ぶ授業科目や、試行した三つの事例以外の「STEAM教育演習」の題材開発が課題とされた³⁾。

そこで、本稿では、STEAM教育の考え方等を理解させることを目指した「STEAM教育概論」と新しい題材による「STEAM教育演習」の開発、並びに2022年度に試行した授業の様子、成果と課題を報告する。

2. 科目の開発と評価方法

2.1 「STEAM教育概論」の開発

「STEAM教育概論」は1単位科目として、STEAM教育の考え方や小中高校での事例、ファシリテーションなどSTEAM教育の全体像を網羅的に理解するとともに、企業や地域との連携・協働、海外の先進事例などから今後のSTEAM教育の展望を持つことを目標とすることを構想している。内容は、導入の経緯や意義などSTEAM教育の考え方、教科横断・文理融合、PjBL、デザイン思考などSTEAM教育の展開や学習デザイン、小中高等学校における事例、ファシリテーションなど指導の在り方、企業や地域との連携・協働、海外の動向や先進事例などを構想していたが、具体的な内容については未検討であった。

そこで、森山ら(2022)は、先行研究や国、文部科学省、経済産業省のSTEAM教育の考え方を整理し、日本の小中学校における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)を提案した⁴⁾。さらに石野ら(2022)はJ-STEAMに基づいて小学校5年生の「総合的な学習の時間」においてSTEAM単元を実践した⁵⁾。これらの内容を「STEAM教育概論」で扱うことにした。

なお、教員養成フラッグシップ事業による科目の開設は2023年度以降となるため、2022年度は「STEAM教育概論」1単位(8コマ)は実施することができない。そこで、想定している内容のうち3コマ分を、現行科目

である「総合的な学習の理論と実践」において実践した。現在の学習指導要領解説「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が、2021-2022年に文部科学省が刊行した「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。そのため、総合的な学習の時間の指導法科目である「総合的な学習の理論と実践」において扱うことは問題がないと判断した。

2.2 「STEAM教育演習」の開発

「STEAM教育演習」は、STEAM教育を体験的に学ぶ2単位科目として構想している。2021年度に「STEAM教育演習」は試行済みであるが、試行した三つの事例以外の「STEAM教育演習」の題材開発が課題とされた³⁾。

新たな題材開発にあたって、2021年度の試行以降に本学が入手した様々なリソースを生かすことにした。一つ目は、本学と連携協定を結んでいる加西市より依頼のあったSTEAMフェスでの子供向けワークショップへの参加である。二つ目は、本学がインテルのSTEAM Lab実証研究校に採択され、3Dプリンターや高性能PC等の機材等が整備されたSTEAM Labが設置されたこと¹⁰⁾である。三つ目は兵庫教育大学教員養成フラッグシップ大学コンソーシアムにSTEAM教育に関連したものづくりを行う企業が参加していること¹¹⁾である。

これらのリソースを「STEAM教育演習」に組み込むため、2種類の演習を設定した。演習1では、各自が学習者としてSTEAM教育の考え方に基づき、問題発見・課題設定、課題解決に取り組む活動である。その際、3Dプリンターや高性能PC等の機材等が整備されたSTEAM Labを活用する。また、演習1の導入では、ものづくりのプロである企業に講話をしていただくことにした。演習2では、連携協定している加西市のSTEAMフェスで、子供向けのワークショップを企画・運営する活動を行う。ワークショップの内容は、授業担当者らで相談し、3Dプリンターを活用したものづくり、光る飛び出すカードづくり、プラスチックをアップサイクルするものづくりなどを予定した。

二つの演習を行うため、2021年度の試行でも目標としていた「各教科等で学んだ知識や技術を統合し、主体的に実社会の問題を発見・解決する学習活動を通して、STEAM教育について理解すること」に、「子供と関わる活動にも取り組み、STEAM教育を指導する者としての素地を育む。」を目標に加えた。

2022年度の「STEAM教育演習」の試行は、2021年度の試行と同様に、学部2年生向けの教養科目である「教養ゼミ」で実施した。

STEAM教育2科目の構成を図1に示す。

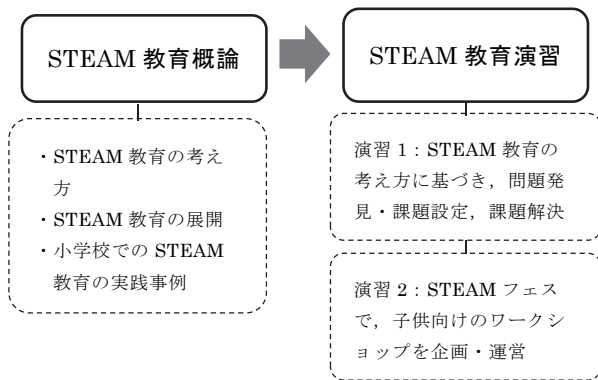


図1 2022年度実施のSTEAM教育科目の構成

2.3 開発科目の評価方法

開発した2科目の学修効果を評価する方法として、受講生に対するアンケート調査を行うこととした。調査にはMicrosoft Formsを用い、「STEAM教育概論」3コマの授業の前後、および「STEAM教育演習」後、3回行った。

3回のアンケート全てにおいて、STEAM教育を実践するために必要な資質・能力(表1の項目)の修得状況について、5件法(5:できている, 4:ややできている, 3:どちらとも言えない, 2:あまりできていない, 1:できていない)で自己評価させた。

上記の設問の他、「STEAM教育概論」前には、「STEAM教育という言葉これまで聞いたことがありますか?」という設問を、「STEAM教育概論」後には「STEAM教育の講義(3回全体)について、講義内容は理解できましたか?」という設問を用意した。また「STEAM教育概論」後および「STEAM教育演習」後は、それぞれ受講した感想等を自由記述により回答させた。

5件法による自己評価については、平均値と標準偏差を算出し、t検定(対応あり)や1要因分散分析(対応あり)、Shaffer'sの修正Bonferroniによる多重比較を行った。

自由記述については、ユーザーローカルテキストマイ

ニングツール¹²⁾の文書要約機能^{注2)}により、重要文を抽出した。

3. 結果と考察

3.1 「STEAM教育概論」の実践と評価

2022年度前期に、学部2年生を中心とする189名を対象として、オンラインによる講義を3コマ分(1コマ90分)行った。

1コマ目は、STEAM教育導入の経緯と考え方、国内外の動向、STEAM教育の意義など森山ら(2022)⁴⁾の先行研究に基づいて第2著者が講義した。2コマ目は、総合的な学習の時間にSTEAM教育に取り組んだ加西市立北条東小学校での取り組み事例(石野ほか2022)⁵⁾について、第3著者がゲストスピーカーとして紹介した。3コマ目は、STEAM教育を実践するために、教育的創造力を働かせて学習をデザインするという考え方とその展開例を第4著者が講義した。

事前調査において、「STEAM教育という言葉これまで聞いたことがありますか?」という設問に対し、168人中158人が「聞いたことがある」、10人が「聞いたことがない」と回答した。しかし、表1に示すように「1.STEAM教育の考え方について理解すること」について事前平均2.48であり、聞いたことはあるが、内容は理解していない状況であった。その他すべての項目についても意味的中立点である3.00点を下回る状況であった。

事後調査において「STEAM教育の講義(3回全体)について、講義内容は理解できましたか?」の設問に対して「よく理解できた」44人、「まあまあ理解できた」120人で、ほとんどの学生(97.6%)が理解できたと回答した。そして、表1に示した8項目について、事後すべてが事前に比べて平均値が有意に向上した。特に「1.STEAM教育の考え方について理解すること」については、4.04にまで向上した。しかし「5.探究/創造を中

表1 STEAM教育を実践するために必要な資質・能力に関する自己評価

	事前		講義後		t値(df=167) (対応あり)
	平均	SD	平均	SD	
1.STEAM教育の考え方について理解すること	2.48	1.06	4.04	0.65	18.80 **
2.教科横断的なテーマを設定すること	2.42	1.17	3.36	1.22	7.94 **
3.文理融合させたテーマを設定すること	2.23	1.02	3.29	1.17	9.87 **
4.実社会での課題解決に生かせるテーマを設定すること	2.36	1.10	3.40	1.21	8.99 **
5.探究/創造を中心としたPBL(Project Based Learning)を展開すること	1.99	0.98	2.99	1.13	9.80 **
6.PBLをファシリテートすること	1.77	0.90	2.79	1.07	10.39 **
7.異なる専門性を持った同僚教師と協働すること	2.29	1.12	3.26	1.28	8.96 **
8.企業や地域と連携すること	2.15	1.08	3.21	1.34	9.15 **

n = 168, 5件法. ** p < .01

心とした PBL (Project Based Learning) を展開すること」, 「6.PBL をファシリテートすること」については, 事前に比べて向上したものの, 中位点の 3.00 点を下回っていた。

また, 「3 回にわたる STEAM 教育の講義全体を振り返り, 感想, 考察, 今後の STEAM 教育への期待」に関する全記述を, ユーザーローカルテキストマイニングツールの文書要約機能で重要文を抜粋したところ, 「STEAM 教育について学び, STEAM 教育がどのようなものなのかというのは理解することができた。」「私はこの 3 回の講義で, STEAM 教育の歴史や基本的な部分を学ぶことができた。」「特に教科横断的であることや文理融合させたテーマであるという点が興味深いと感じた。」という記述が抽出された。これらの記述は, 表 1 の結果を裏付けるものといえる。

3.2 「STEAM 教育演習」の実践

2022 年度後期に, 「教養ゼミ」の STEAM 教育グループを選択した学部 2 年生 23 名に, 対面による演習を 15 コマ実施した。全員が前期の STEAM 教育に関する講義を受講していた。

第 1 回目は, オリエンテーションを行った。オリエンテーションの内容は, 3 班にわかれ教科横断的な探究/創造活動に取り組み STEAM 教育を実体験すること, 加西 STEAM フェスに参加し子供を対象に STEAM 教育に関わる指導を実体験すること, 3 班の教員紹介と趣旨説明などからなる。

各班の趣旨説明後, 学生の希望を聴取し, 3 班 (第 1 班 8 名, 第 2 班 6 名, 第 3 班 9 名) に分けた。また教員が班分け作業をしている間, 学生はゴム製造の企業 (錦城護謨) が障害者の課題を解決するための製品づくりを行っているという講話をオンラインで聴講した (写真 1)。



写真 1 企業の製品づくりに関する講話をオンラインで受講する学生

第 2 回から第 14 回までは班別に活動を行った。学修は 3 班に分かれるものの, TEAMS で STEAM 教育グループのチームを設定し, 班ごとの取り組みの様子や受講生

の振り返りを投稿できるようにした。これにより一斉連絡のほか, 他班の進捗等を把握できるようにした。

第 15 回は, 3 班全員が集合し, 各班での取り組みについてプレゼンした。また, 事後調査を行った。

次節で, 各班での第 2 回目以降の取り組みについて説明する。

3.2.1 第 1 班の実践

3.2.1.1 実践の概要

第 1 班は, 授業のテーマを「プラスチックのアップサイクル」とした。SDGs のゴールのうち 12 番目の「つくる責任つかう責任」に大きな課題があること, 中でも「プラスチックごみの輸出量」が多いことが評価を下げる要因であることから, 作られたプラスチック製品をごみにしない方策としてアップサイクルに着目した。アップサイクルとは, 本来であれば捨てられるはずの廃棄物に, デザインやアイデアといった新たな付加価値を持たせることで, 別の新しい製品にアップグレードして生まれ変わらせることである。ポリエチレンの熱で溶融し接着できる性質 (科学) を利用し, 実用的なカバンなどを製作できる (家庭) のみならず, 付加価値を持たせるためにデザインすること (芸術) が, STEAM のテーマとして適していると判断した。本来であれば課題設定は学生が行うべきであるが, 加西 STEAM フェスのプログラム登録上, 課題設定が授業開始後では間に合わないため, 当初案は教員側が設定し, 加西 STEAM フェス後に, 学生に課題を設定させることとした。

第 1 班の担当教員は, 教育工学と家庭科教育を専門とする教員 A, 科学を専門とする教員 B, 芸術を専門とする教員 C である。3 名がティームティーチングを行い, 必要に応じて学生の学修内容が教科横断・文理横断するようファシリテートすることとした。

3.2.1.2 実践の展開

第 1 班の実践は, 大きく五つのフェーズに分けることができる。以下, フェーズ毎に授業の様子を報告する。フェーズ I (第 2 ~ 5 回)

まず第 2 回は, 教員 B より中学校理科の教科書に基づきプラスチックの種類や性質について解説が行われ, 続いて教員 C よりアップサイクルの考え方や事例について説明が行われた。最後に教員 A より次回から, 作品作りを行うことの予告がなされた。第 3 回は, ハサミとアイロンを使ってポリエチレンを加工して基本のバッグを作る活動を行った。第 4, 5 回はラミネーター, シーラー, スキャンカッターを活用して基本のバッグを作った。機器の取り扱いに戸惑う様子も見られたが, ラミネーターを使用することで均一に熱を加えられることや, スキャンカッターを使用することでデザインの幅が広がることに気づいた学生が多くいた (写真 2)。



写真2 アイロン活用(左)とスキャンカッター活用(右)によりバッグ製作する学生

フェーズⅡ (第6～8回)

加西 STEAM フェスに向けて、学生が主体的に計画を立て準備を行った。当日のタイムスケジュールから、それまでにすべきことなどをリストアップし、役割分担を決めた。時間内で作成してもらうための作品の規格を決め、貼るだけでよいように複数のパーツを用意した。子供向けのプレゼンや説明原稿は iPad で共同編集しながら作成した。直前の第8回にはリハーサルも行い、全員が子供たちを楽しみながら学びを与えられるよう意識しながら取り組んでいた (写真3)。

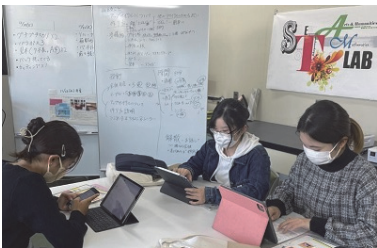


写真3 プレゼンを共同編集で作成する学生(左)と子供向けに作成したバッグ見本(右)

フェーズⅢ (第9～11回)

加西 STEAM フェス当日、事前の予約は少なかったものの、当日参加者で2回のセッションいずれも満席となった。事前の準備が奏功しておおむねスムーズに進行することができ、学生たちも子供たちとの関わりを楽しみながら活動することができた (写真4)。



写真4 盛況な加西 STEAM フェス会場(左)と子供に説明する学生(右)

フェーズⅣ (第12～14回)

まず、Jamboard を使って加西 STEAM フェスの振り返りを行った。さらに、今後の改善に向けて何に取り組むか課題を検討した。その結果、①強度を高める方法を検討すること、②カバン以外の製品の幅を広げること、③子供たちへの説明方法を改善すること、の3点に集約された。①に取り組んだ学生たちは、重ねるシートの数を増やして強度の実験を行った。②に取り組んだ学生たちは、材料となるポリエチレンの気泡緩衝材には、軽い、クッション性が高い、加工しやすい、水をはじく性質があると、それを活かしたオリジナルの作品作りに取り組んだ。③に取り組んだ学生たちは、子供たちの興味を引くよう絵や写真を多用し、ロールプレイングゲーム風に進むプレゼン作りに取り組んだ。

フェーズⅤ (第15回)

全体発表会では、加西 STEAM フェス含め前半の自分たちの取り組みを説明した上で、加西 STEAM フェスでの活動を通して発見した課題と改善に向けて探究した取り組みについて報告を行った。

3.2.1.3 実践の評価 (学生の記述より)

第15回の全体発表会後の振り返りの記述から、ほとんどの学生がプラスチックのアップサイクルについて理解を深め、楽しみながら作品づくりを行ったことがうかがえた。また、半数が加西 STEAM フェスで子供たちに教えた経験について触れ、教えることの難しさに気づく一方で、子供たちのもつ発想力等に学ぶこともあったと記述している受講生もいた。さらに半数の学生は、全体を通して STEAM 教育について理解を深めている様子うかがえた。一部を紹介する。「今までなかなか考えることのなかった STEAM についてたくさん学び、触れることができるのがとてもよかった。座学ではなく体験的な学びを通して STEAM に触れたことで子供たちに教えたことや学んでもらいたいことなど様々な視点で考えることができた。」「STEAM 教育について、PE 袋はどんなことを踏まえているのかを最初の集まりで振り返ったが、作る作業に入ってから art に全振りしていた。学校で PE 袋を作るときは、児童のニーズに合ったもの、どのような部分が教科横断的であることかをしっかりと教えていきたいと思いました。」「今日他の班の発表を聞いて、STEAM 教育では様々な活動ができるんだと思い、他にはどんなことができるのか色々考えてみたいと感じました」など STEAM 教育とは何か、子供たちに何をどう学ばせたらよいのかということについて問い直す様子うかがえた。

3.2.2 第2班の実践

3.2.2.1 実践の概要

第2班は、授業のテーマを「大学・地域の魅力を伝え

よう」とした。協働的な学びが注目される今、他者と共感的に関わりながら、大学や地域などの魅力を引き出し、ブランド価値を高める課題分析を行い、協働して解決に向けて活動することが重要になる。そのためには、所属している大学や地域の魅力を見つめなおし、それを分かり易く表現する方法を身に付ける必要がある。課題解決のツールを検討する中で、今回は他者に伝える身近な道具として、飛び出すカードや箱を用いることになった。もののよさを他者に伝える力は、表現力であり、学校教育における各教科・領域等の学習においても育成が目指されている。飛び出すカードは、閉じた状態では平面であるが、それを開くと立体となり、伝えたいものを平面と立体の双方の様式で表現できる可能性がある（数学）。その際に、光ったり音が鳴ったりするパーツを組み込むこともできる（科学）。そして何より、それらによって、自分が感じている「魅力」をどの様に表現するか、色や形や配置などを工夫することが必要となる（芸術）。以上の事から、この題材はSTEAMのテーマとして適していると判断した。第1班と同様に、課題設定は本来ならば学生が行うべきであるが、加西STEAMフェスのプログラム登録上、課題設定が授業開始後では間に合わないため、大まかな課題案は教員側が設定し、詳細な部分は学生に設定させることとした。

第2班の担当教員は、数学教育を専門とする教員D、科学教育を専門とする教員E、芸術を専門とする教員Fである。3名がティームティーチングを行い、必要に応じて学生の学修内容が教科横断・文理横断するようファシリテートすることとした。

3.2.2.2 実践の展開

第2班の実践は、大きく五つのフェーズに分けることができる。以下、フェーズ毎に授業の様子を報告する。
フェーズⅠ（第2～5回）

まず第2回では、この班のオリエンテーションを行った。協働的な学びを行うためには、他者の立場に立って共感し合いながら学びを深めることも必要であるため、自分が興味を持っているものの魅力を他者に分かり易く伝える力が求められる。そこでまず、本学の魅力を見つめなおす取り組みを行う。第3回では、本学の魅力を見出し発信する活動に、複数教科の学びを関連付ける視点を学生に促すため、教員3名の考える「本学の魅力」を各専門分野の学問的背景も織り交ぜながら語った。それらを踏まえて、学生たちは実際に学内を散策したり他者に意見を聞いたりしながら、本学の魅力と思う事柄を写真などで収集した。第4回では、それぞれの学生が収集した写真を提示しながら、自分が感じている本学の魅力を語り、相互に意見交流を行った。なお、これらの学修では、本学の魅力だけではなく従来のブランディング手法の改善点も語り合うことを教師が促すことで、多面

的に考えることを目指した。それらを踏まえて、自分が考える本学の魅力を、どの様なもので他者に伝えたいのか、アイデアを出し合った。その際に、教員Dは数学の視点から一枚の厚紙を折ってつくられた箱を提示し、教員Eは科学の視点から本学の自然を連想する色に光るパーツを提示し、教員Fは芸術の視点から飛び出す絵本や海外の美術作品を提示し、学生がそれらを自分の思いと関連づけながら、作品に具体化することをねらった。その結果、広げるとモビールが飛び出すカード、万華鏡、スノードームをつくることとなった。教員は授業計画段階で「飛び出すカード」と「光るパーツを入れた箱」を想定していたが、学生は、モビールによって画像が釣合いながら動くことでそれぞれの魅力が高め合う様子を表現すること、万華鏡やスノードームによって幻想的な視覚的魅力を強調することをねらうなど、学生の創造的な課題解決に向けた発想の豊かさに驚かされた。第5回は、学生が試作品を作成した（写真5）。



写真5 モビールの構造を試行錯誤しながら検討する学生

フェーズⅡ（第6～8回）

第2班は、加西STEAMフェスにおいて「加西市の魅力を伝えよう」というブースを企画することとした。加西STEAMフェスでは、学生はSTEAM教育を指導する立場で子供と関わる活動にも取り組み、STEAM教育を指導するものとしての素地を育むことを目指している。そこで、フェーズⅠで取り組んだ内容を振り返り、参加した子供が何を作りどのような活動をするのか、加西市に住んでいる子供は加西市の魅力をどのように考えているのかについて議論した。その際に、加西市についてインターネットで情報収集を行うとともに、加西市にある「兵庫県立フラワーセンター」にも足を運び、写真や植物採取を行った。その結果、広げるとモビールが飛び出すカードに加西市にかかわる絵や写真を貼って魅力を表現すること、万華鏡の中に加西市の草花を入れたり外に加西市にかかわる絵や写真を貼って魅力を表現する活動の二つのブースを計画した。

学生は、フェーズⅠで作成したものの中で、小学生が

興味関心を持って取り組み、作成可能なものにするため、どのような準備をすればよいか検討し、作成の手順や見本などを準備した。

フェーズⅢ（第9～11回）

加西 STEAM フェス当日は、二つのブースそれぞれを並行して2回ずつ実施し、いずれもほぼ満席となった。どの回もスムーズに進行することができ、子供たちは作品を楽しんで作ったり、加西市にかかわる絵を熱心に描いたりする様子がみられた。学生も、子供との関わりを楽しみながら活動することができた（写真6）。



写真6 子供に説明する学生（左）と子供が作成途中の万華鏡（右上）

フェーズⅣ（第12～14回）

第12回は、以下の三つの視点から、加西 STEAM フェスの振り返りを行った。①子供の活動から学んだこと。②教師として準備はどうだったか。③ STEAM 教育についてどんな学びがあったか。その結果については、次小節で述べる。

第13回は、これまでの活動における各教科の学びがどのようにつながっているのか、STEAMにかかわる講義も行った。たとえば教員Dは、中学校3年生に実施されている全国学力・学習状況調査の問題に、飛び出すカードと万華鏡にかかわる問題が出題されており、その正答率が低いことや誤答例、授業アイデア例を紹介した。

第14回は、これまでの学修をいかしつつ、本学の魅力を表現する作品を仕上げ、全体発表会の準備を行った。

フェーズⅤ（第15回）

全体発表会では、自分たちが本学の魅力を表現することと、子供たちが加西市の魅力を表現する活動を支援することを通して、STEAM教育を体験し、その指導にかかわって学んだことについて発表した。

3.2.2.3 実践の評価（学生の記述より）

それぞれの授業の後、学生は TEAMS を用いて授業の振り返りを行った。授業内では、自分の考えや気づきを発表し合うことが多いが、授業後の振り返りでは、他者の考えと自分の考えの比較検討を行ったり、STEAM教育について感想を述べたりする様子も見られた。

加西 STEAM フェスの振り返り（第12回）では、三つの視点（①子供の活動から学んだこと、②教師として準備はどうだったか、③ STEAM 教育についてどんな学びがあったか）について話し合った。それぞれについて、学生の記述の概要を述べる。

①については、絵の描き方、ハサミなど道具の使い方、つり合いの理解などについて、子供の実態を学んだ様子が見られた。

②については、以下のような気づきを述べた学生がいた。「もう少し絵や図を用いたものを用意するなど、他の方法に変えるとより子供たちの製作のサポートになるかもしれないと感じた。」「子供の多様な発想に対応できる材料が十分準備できていなかった。」

また、以下のように述べた学生もいた。「工作の準備は十分にできていたと思うが教師としての指導の準備は私はできていなかった。例えば、「加西市の自然の魅力を伝えよう」というテーマを設定してそれに沿って工作の計画や材料集めを行ったが、いざ子どもたちの前に立つと活動の導入、このテーマからなぜ万華鏡なのか、どういうものを意識すれば加西市の自然の魅力が伝わるのかななどの説明が上手く浮かばなかった。楽しい活動はできたが、はたしてこれは「加西市の自然の魅力を伝えよう」というテーマに即しているのかという疑問が残る活動だった。」これらの気づきから、子供へ STEAM 教育を実践する立場に立つことで、活動の意味を問い直す様子が見られた。

③については、以下のように述べている学生がいた。「STEAM は、数学、美術というように分けられるものではなく、分けられないが故に思いつくような面白いことが大切だということを学ぶことができた。STEAM の観点というところで、まだまだ知識が足りないということを実感した。STEAM の面白さをもっと学ぶとともに実感したいと思うような時間だった。」このように、STEAM についての自分の理解について、メタ認知する様子も見られた。

以上のように、子供たちに STEAM 教育の指導者として接することで、子供理解を深めただけでなく、STEAM 教育を実践する際の課題に気付いたとともに、STEAM 教育についてより深く学ぶことの必要性を感じた様子がうかがえた。

3.2.3 第3班の実践

第3班は、授業のテーマを3Dプリンターを活用し、「日常生活をほんの少し便利に」とした。問題解決型の学習が重要視される昨今において、自ら問題を発見し課題を設定したうえで、解決策を思案し実際に製作することは、今後教員になる学生にとって重要な体験となる。そこで、第3班では、身の回りの問題点を見つけ、3DCADを用いてデザインを行い、3Dプリンターで出力を行い、実際に製作した作品の評価を行うこととした。

3Dプリンターで日常生活を改善する製品を出力するためには、まず身の回りの問題点を自分で見つける必要がある。次に問題点を改善するアイデアを検討する必要がある。アイデアがまとまったら、CADで設計する(芸術)。設計が完了したら、現在のデザインを客観的に見て問題点を見つけたりプロトタイプを出力したりして改善点を見つける(エンジニアリング)。3Dプリンターの性能やフィラメントの性質を考慮したデザインを考える(科学)。以上の事から、この題材はSTEAMのテーマとして適していると判断した。

第1・2班と同様に、課題設定は本来ならば学生が行うべきであるが、加西STEAMフェスのプログラム登録上、課題設定が授業開始後では間に合わないため、大まかな課題案は教員側が設定し、詳細な部分は学生に設定させることとした。第3班の担当教員は技術・情報科の教員G、生体医工学・スポーツ科学の教員H、グラフィックデザインの教員Iである。3名がチームティーチングを行い、必要に応じて学生の学修内容が教科横断・文理横断するようファシリテートすることとした。

3.2.3.1 実践の展開

第3班の実践は、大きく六つのフェーズに分けることができる。以下、フェーズ毎に授業の様子を報告する。

フェーズⅠ (第2～4回)

まずこの班の第2回では、オリエンテーションを行った。STEAMの概念、デザイン思考、企業等の製品開発の流れを知ってもらうことから始めた。

学生はこれまで、パソコンを使用してレポートやスライドの作成を行った経験はあっても、CADを使用してデザインを作成したり、3Dプリンターで出力したりする経験はほとんどない状況であった。そこで第3回の授業では、これからデザイン作成時に主に使用するTinkercadの使い方に慣れてもらうために、全員共通の題材である「ネームプレート」作成の演習を行った。このTinkercadとネームプレート作成は、フェーズⅢの加西STEAMフェスで子供対象に行うことと同じ内容である。第4回では、3Dプリンターで実際に出力するために、スライスソフトの使用法と3Dプリンターの使用法を学習した(写真7)。



写真7 Tinkercadでデザインする学生(右)と3Dプリンターで出力中の学生(左)

フェーズⅡ (第5～7回)

Tinkercadでデザインすることと3Dプリンターで出力する流れに慣れた第5回では、デザインそのものについての講義を行った。デザインの目的や、色味の持つ効果、黄金比等について学習し、製作するためのヒントの獲得を目指した。新たに獲得した知識をもとに第6回では、自分で自由にデザインを考えCADで設計を行った。第7回では、Tinkercadよりも汎用性が高く、フリーで利用できる3DデザインソフトのBlenderを用いてデザインの製作を行った。

フェーズⅢ (第8回)

加西STEAMフェスに向けて、学生が計画を立て準備を行った。これまではSTEAM LabのPCを使用し設計製作を行ってきたが、加西STEAMフェスではChromebookとSurfaceを使用するので、端末が変わっても問題なく製作できるか試行した。また、当日のタイムスケジュールを考え、2班に分かれ役割分担を決め、子供向けのプレゼンや説明原稿の作成し、当日を想定したりハースルを行った。

フェーズⅣ (第9～11回)

加西STEAMフェス当日は、Chromebookを8台、Surfaceを2台用意したブースを準備して、2回ワークショップを実施した。いずれの回も申し込みの段階で満席となった。どの回もスムーズに進行することができ、子供たちは自分のネームプレートを学生の想像よりも速く作成していた。早めに製作が終わった子供の残りの時間は、CADで思い思いの作品を自由に作ってもらった。学生も、子供との関わりを楽しみながら活動することができた(写真8)。



写真8 子供に教える学生(左)と3Dプリンターでの出力を観察する子供(右)

フェーズV（第12～14回）

「日常生活をほんの少し便利に」のテーマで、問題解決学習を行った。学生がそれぞれ自分の問題を設定し、それを解決できるデザインをTinkercadで製作し、3Dプリンターで出力を行った。学生の製作品を表2に示す。例えば、爪切り補助具を作成した学生は、祖母から足の爪を切ることに苦勞していることを聞き、その問題を改善するために爪切りが固定でき、様々な爪切りサイズに対応できるように工夫していた。

表2 学生の製作品

爪切り補助具
圧縮袋用スライダー
ファスナー自助具
硬貨仕切り板
持ち手の新しいコップ
一体化したキャップオープナーとトンダ
ペン・カード立てのある小物入れ
菜箸おたま置き
サンダラスホルダー

出力の際、自身の想定した製品にならなかった等のトラブルが起こった時も、学生が自分の力で解決を図っていた。

フェーズVI（第15回）

全体発表会では、学生が何に問題意識を持ち、その問題の解決の為に何をデザインし製作品を作成したのか、実際に使用した感想について発表した。

3.2.3.2 実践の評価（学生の記述より）

それぞれの授業の後、学生はTEAMSを用いて授業の振り返りを行った。感想は、加西STEAMフェスに関することと、自分でCADと3Dプリンターを用いて設計製作を行ったことの二つに分けられた。まず加西STEAMフェスに関しては、事前準備時において緊張と期待の両方が入り混じった声が多く見られた。当日の感想は、子供達の対応力の早さやタイピング能力の高さに驚いているものも多く見られた。一方で、苦手な子供やローマ字を全く分かっていない子供もおり、事前にそのような子供への配慮を考えておく重要性を実感していた感想が見られた。次に、自分でCADと3Dプリンターを用いて設計製作を行った感想では、教養ゼミの前半ではCADや3Dプリンターを初めて活用することへの期待とデザインしたものが少しずつ形になっていく過程を見る喜びが述べられていた。後半では、身の回りにある問題を解決するデザインを自分で考えることに対する難しさが多く述べられていた。最後に教養ゼミ終了後、学生からは次のような感想が見られた。「Learning by makingはまさにそうだと自分の経験からも、仲間の発表からも思った。STEAM教育という単語は教育学生になってから何度も耳にするようになったが、なんと

なくいろんな教科の考え方を組み合わせたりすれば良いものなのだろうという程度に理解していたが、実際にSTEAMを考えながら創造したり、デザインを考える活動を通して、これがSTEAM教育なんだと身を持って感じることができたし、指導者として子供たちにも自分の経験を糧にして教えることができるようになったのではないかと実感することができた。」

このように、本授業実践において学生は一つの製作品を作る活動を行なっていく中で、その大変さやSTEAM教育の重要性を実感していることがうかがえた。

3.3 実践全体の評価

3.3.1 STEAM教育を実践するために必要な資質・能力に関する自己評価の変化

「STEAM教育概論」3コマと新たな題材の「STEAM教育演習」の学修効果を評価するため、「STEAM教育概論」3コマの授業の前後、および「STEAM教育演習」後のアンケート調査すべてに回答した20名のデータを分析した。結果を表3に示す。

1要因分散分析（対応あり）の結果、8項目全てにおいて平均値は向上し（ $p < .01$ ）、効果量も大きかった。また、Shaffer'sの修正Bonferroniによる多重比較の結果、いずれの項目においても、「STEAM教育概論」前<「STEAM教育概論」後<「STEAM教育演習」後の順で向上していた（ $p < .05$ ）。このことから、本年度実施した「STEAM教育概論」および「STEAM教育演習」の学修効果が認められたといえる。

特に「1.STEAM教育の考え方について理解すること」については、4.75にまで向上した。また、「STEAM教育概論」実施後では意味的中立点である3.00点を超えていなかった「5.探究/創造を中心としたPBL（Project Based Learning）を展開すること」、「6.PBLをファシリテートすること」の2項目についても、「STEAM教育演習」後には、3.00点を超える肯定的な反応へと変化が見られた。ただし、他の項目に比べると、これら2項目と、「8.企業や地域と連携すること」の3項目の平均値は、相対的に低かった。これらの項目に係る自信の形成には、追加的な手立てや体験の場の設定等を新たに検討する余地がある。

3.3.2 自由記述に見る学生の反応

「STEAM教育演習」後に、「教養ゼミ（STEAM教育）での学修を振り返って、ご自身が学んだことや今後の課題、授業の感想や要望」を記述せた結果を、ユーザーローカルテキストマイニングツールの文書要約機能で重要文を抜粋したところ、「今回の活動を行うにあたって、実際に活動をし振り返ることが大切であることをより強く実感した。」「私が教養ゼミでの活動を通して学ん

表3 STEAM 教育を実践するために必要な資質・能力に関する自己評価

	事前		講義後		演習後		1要因分散分析(対応あり)
	平均	SD	平均	SD	平均	SD	
1.STEAM教育の考え方について理解すること	2.35	1.31	4.10	0.45	4.75	0.44	$F(2,38)=49.41^{**}$ $\eta^2=0.61$
2.教科横断的なテーマを設定すること	2.10	1.29	3.30	1.13	4.20	0.70	$F(2,38)=22.84^{**}$ $\eta^2=0.41$
3.文理融合させたテーマを設定すること	2.05	1.23	3.15	1.09	4.25	0.72	$F(2,38)=24.03^{**}$ $\eta^2=0.44$
4.実社会での課題解決に生かせるテーマを設定すること	2.15	1.23	3.25	1.16	4.40	0.68	$F(2,38)=23.63^{**}$ $\eta^2=0.45$
5.探究/創造を中心としたPBLを展開すること	1.80	1.06	2.85	0.93	3.85	0.75	$F(2,38)=36.36^{**}$ $\eta^2=0.47$
6.PBLをファシリテートすること	1.55	0.89	2.80	0.95	3.75	0.79	$F(2,38)=51.50^{**}$ $\eta^2=0.53$
7.異なる専門性を持った同僚教師と協働すること	2.05	1.23	3.05	1.15	4.35	0.67	$F(2,38)=30.20^{**}$ $\eta^2=0.46$
8.企業や地域と連携すること	1.90	1.25	2.80	1.15	3.85	1.14	$F(2,38)=14.32^{**}$ $\eta^2=0.32$

$n = 20$, 5件法. $** p < .01$

だことは、教科横断的な活動をするものの難しさである。「教養ゼミを通して、今までなかなか考えることのできたSTEAMについてたくさん学び、触れることができるのがとてもよかった。」という記述が抽出された。教科横断的な活動をするものの難しさを感じたものの、実際に活動をして振り返ることの重要性やSTEAM教育を肯定的に受け止めていることが伺えた。理解に関する記述が多かった「STEAM教育概論」とは対照的に、「STEAM教育演習」では活動に関する記述があることが特徴的である。

4. まとめと今後の課題

本稿では、「STEAM教育概論」の一部並びに新たな題材の「STEAM教育演習」を開発し、試行的実践を通して評価した結果について報告した。

「STEAM教育概論」の一部は、STEAM教育の考え方および展開、並びに小学校でのSTEAM教育の実践事例について学ぶ内容であった。「STEAM教育概論」3コマ分の授業後のアンケートから、STEAM教育の考え方についての理解が深まったこと等が明らかになった。

「STEAM教育演習」では、学生は3班に分かれ、教科横断的な探究/創造活動に取り組んだ。それぞれ「プラスチックのアップサイクル」、「大学・地域の魅力を伝えよう」、「日常生活をほんの少し便利に」というテーマで活動を行った。ただし、3班とも加西STEAMフェスで子供向けワークショップの企画・運営を行った。「STEAM教育演習」後の自由記述からは、学生が活動することを通してSTEAM教育についての理解を深め、子供と関わることの楽しさと指導の難しさを感じたことがうかがえた。また「STEAM教育の考え方について

理解すること」等8項目全てにおいて「STEAM教育概論」後よりさらに「STEAM教育演習」後の平均値が有意に向上した。

以上の結果から、2022年度に実施した「STEAM教育概論」および「STEAM教育演習」の学修効果が認められたといえる。ただし、探究や創造を中心としたPBLの展開並びにファシリテート、企業や地域との連携についてはまだ改善の余地がある。また「STEAM教育概論」については、残り5コマ分の開発を開発するとともに、「STEAM教育演習」においても新たな題材を開発し、STEAM教育の一層の改善を目指すことが今後の課題である。

付記

本論文は、2022年日本教科教育学会愛媛大会におけるポスター発表(永田智子・森山潤・石野亮・福本謹一「教員養成課程における「STEAM教育概論」の一部試行と評価」)を基に、新しい情報を加筆して再構成したものである。

注

1) 兵庫教育大学(2022)多機関連携・協働による学習観・授業観の転換を担う教師の育成に対応した先導的教職科目の開発研究, https://www.mext.go.jp/content/20220517-mxt_kyoikujinzai01-000022678-2.pdf, (2022年8月9日参照)においては、「STEAM教育概論」(1単位)、「STEAM教育演習I」(1単位)、「STEAM教育演習II」(1単位)の3科目の予定であったが、その後の検討により、「STEAM教育演習I」と「STEAM教育演習II」を合わせた「STEAM教育演習」(2単位)

科目とすることとなった。

- 2) このツールの重要文抽出には、重要単語を多く含み、他の文に類似度が高い文を抽出する要約アルゴリズム LexRank が用いられている¹³⁾。

5. 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>, 2022
- 2) 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
- 3) 永田智子・濱中裕明・掛川淳一・浅海真弓・垣内敬造・清遠和弘・小和田善之・坂口真康・清水優菜・田中雅和・森田猛・福本謹一・森山潤:教員養成課程における「STEAM 教育演習」の開発と評価—2021 年度兵庫教育大学「教養ゼミ」における試行的実践を通して—, 兵庫教育大学研究紀要, 61, 19 - 31, 2022
- 4) 森山潤・永田智子・石野亮・中井俊尚: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, 兵庫教育大学学校教育学研究, 35, 399-410, 2022
- 5) 石野亮・中井俊尚・永田智子・森山潤:小学校第5学年「総合的な学習の時間」における STEAM 単元「未来の加西をつくろう」の実践と評価, 兵庫教育大学学校教育学研究, 35, 301-31, 2022
- 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/afieldfile/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/afieldfile/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) 兵庫教育大学:STEAM Lab を設置しました, <https://www.hyogo-u.ac.jp/topics/5277091.php>, 2022
- 11) 兵庫教育大学先端教職課程カリキュラム開発センター:センターの目的, <https://www.hyogo-u.ac.jp/c-tex/about.html#gsc.tab=0>, 2022
- 12) 株式会社ユーザーローカル: AI テキストマイニング, <https://textmining.userlocal.jp/>
- 13) 株式会社ユーザーローカル:プレスリリース ユーザーローカル, 無料で利用できる文章自動要約ツールを公開～文章構造を分析して重要箇所を自動抽出～, <https://www.userlocal.jp/news/20180725s6/>, 2018

