

サステイナブル建築を題材にした 高等学校美術における STEAM 教材の開発

遠藤 ももこ*・竹中 真希子**

【要旨】 近年、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・能力の育成において、STEAM 教育が推進されつつある。そこで、本研究では高等学校美術での STEAM 教育にアプローチする教材を開発した。開発した教材は美術 I のデザイン分野を対象としたもので、サステイナブル建築を題材とし、教科等や領域を横断する情報の活用・統合を促す課題解決過程の設定、建築家との共同開発が特徴である。実践的検証の結果から、開発した教材の学習の効果は概ねあったと結論できる。

【キーワード】 高等学校美術 I STEAM 教材 サステイナブル建築

I はじめに

平成 30 年に告示された高等学校学習指導要領の改訂の経緯では Society5.0 の新たな時代の到来や予測困難な時代を迎えるにあたって、学校教育において生徒が未来社会を切り開くための資質・能力を一層確実に育成することを目指すことが明記された。その資質・能力とは従来までの生きる力をより具体化したものであり、生きて働く「知識・技能」の習得、未知の状況にも対応できる「思考力・判断力・表現力」の育成、学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力・人間性等」の涵養といった 3 つの柱である（文部科学省，2019a）。また、これらの学習の基盤となる資質・能力に加え、STEAM 教育等の教科等横断的な学習の推進が求められている。文部科学省初等中等教育局教育課程課から出された『学習指導要領の趣旨の実現に向けた 個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実に関する 参考資料（令和 3 年 3 月版）』では、「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」であることが示されている（文部科学省初等中等教育局教育課程課，2021）。

総合科学技術・イノベーション会議（CSTI: Council for Science, Technology and Innovation）の専門調査会である教育・人材育成ワーキンググループが、2022 年 4 月 1 日付けで提出した

令和 4 年 5 月 31 日受理

*えんどう・ももこ 大分県立大分豊府高等学校，大分大学大学院教育学研究科教職開発専攻

**たけなか・まきこ 大分大学大学院教育学研究科教職開発専攻

最終取りまとめ『Society 5.0の実現に向けた教育・人材育成に関する政策パッケージ(案)』においては、STEAM教育を「分野横断的な学び」とした上で、「STEMに加え、問いを立て、デザインする力を軸にした、芸術、文化、生活、経済、法律、政治、倫理観等を含めた広い範囲として“A”を定義し、「各教科等での学習を実社会での問題発見・解決に活かしていくための教科等横断的な学習」が重要であるとされている(内閣府, 2022)。STEAMの“A”の定義については、ArtとArtsなどで捉えが複数あるが、日本においては今後、2027年に予定されている次期学習指導要領への改定等にあたって、上述の定義が定着すると考えられる。

平成30年6月に出された『Society 5.0に向けた人材育成～社会が変わる, 学びが変わる～』(文部科学省, 2018)では、高等学校において「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」とされており、高等学校におけるSTEAM教育の実施は喫緊の課題である。本研究では、高等学校美術を対象としたSTEAM教育のための教材開発を行うが、2022年5月30日時点においても、CiNiiの研究データや論文などの「すべて」を対象とした検索で、「STEAM教育」「美術」「高等学校」のキーワードでは0件である。

1.1 研究の背景と目的

平成13年の出生児を対象にした21世紀出生時縦断調査(平成13年出生児)第17回調査(文部科学省, 2019b)では、「ためになる授業がたくさんある」「楽しいと思える授業がたくさんある」「学校の授業は将来の役に立つと思う」「授業の内容をよく理解できている」などの授業に対する満足度を図る項目ですべてにおいて中学1年生から高校2年生にかけて低下している。

筆頭著者の勤務する学校の授業アンケートにおいても「授業が楽しい・わかりやすい」といった項目は比較的数値が高いが、「将来生活の役に立つ」という項目では数値が低く出るといった現状がある。学習したことが将来の生活と結びついておらず乖離していることが考えられる。現実社会に結び付けた題材設定や学習と社会をつなぐための「見方・考え方」の視点の育成が課題である。これらの課題に迫る手立てとして、内閣府(2022)が示すように、「各教科等での学習を実社会での問題発見・解決に活かしていくための教科等横断的な学習」であるSTEAM教育が有効であると考えられる。そこで本研究では、高等学校美術Iを対象にSTEAM教育のための教材を開発することを目的とする。

教材の開発にあたって、「見方・考え方」については、『高等学校学習指導要領解説 総則編』(文部科学省, 2019c)にある「教科等の学習と社会をつなぐものであることから、生徒が学習や人生において「見方・考え方」を自在に働かせることができるようにすること」、また、『高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説 芸術(音楽 美術 工芸 書道)編 音楽編 美術編』(文部科学省, 2019a)にある「造形的な視点を豊かにし、日ごろ見慣れたものなどを新たな視点からとらえさせるなどして、生活や社会における美術の働きについて実感を持って味わうことができるようにすることも大切である」という点を考慮する。

1.2 教材開発の方向性

現代的な課題解決のための教科横断を意識し、現実社会や問題との関わりが深いデザインの分野の教材開発を行う。デザインには伝えることを目的としたものや装飾、機能性を重視したものなど様々あるが、本研究では環境デザインとしての建築に焦点をあてる。

建築は STEAM 教育と関わりが深く、現在のデザイン思考につながる思想は「バウハウス」に端を発すると言われている。バウハウスは第 1 次世界大戦後にドイツのワイマールで設立された美術学校であり、「芸術・生活・産業」の統合を掲げて、工芸・写真・デザイン・美術・建築など、多様な分野で総合的な教育が行われ、美的感覚を追求する芸術（アート）と、機能を重視した工学（エンジニアリング）を融合させた理念は 20 世紀の芸術・建築・デザインの世界に大きな影響を及ぼし、まさに STEAM の先駆けと言われているほどである（ヤング吉原，2019）。

美術教育における建築の先行研究としては中学校の実践であるが、春野（2013；2014）のアンビルト建築や可動式建築を扱ったものがある。縮尺や寸法などの数学を用いたり、模型素材に木材を扱ったりして制作するなど技術科と連携するような横断的に題材を扱っている。しかしながら春野が指摘しているが教員養成段階で建築について学ぶカリキュラムがしっかり整備されていないこともあり、美術における建築の領域の位置づけが難しく、扱いづらい現状も見られるため、本研究における教材の開発を通して、高等学校美術教育に取り入れやすいようにしていきたい。そのため、建築家に教材開発段階から協力を得ることができるよう依頼する。初等中等教育現場が地域や産業界、大学などとの接点を持つことで高度な学びを提供することの重要性については、文部科学省（2021）の「令和の日本型教育」の姿を示した答申にも示されたところである。

『高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）解説 芸術（音楽 美術 工芸 書道）編 音楽編 美術編』（文部科学省，2019a）では、建築は環境に関するデザインの分野にあたり、その指導内容について「身近な生活環境や人々が交流する場などにおける課題を発見し、生活や社会を美しく豊かにする観点から、デザインがもつ機能や効果を生かして課題の解決や質的な向上を図ることができるようにすることが大切である」と記されており、生徒の課題解決能力の育成にもつながると考えられる。実際に建物はエネルギーや災害、空き家問題など社会的な課題を包含している。また、建物は住居を中心に人々にとっては生活に必要な不可欠なもので身近な存在であり、将来コミュニティのあり方や環境問題などの様々な問題から持続可能性と向き合うことが考えられる点において、サステナブル建築を題材にした課題解決を伴う教材開発は有効であると考えられる。

1.3 開発する教材の位置づけ

竹中・遠藤（2022）は、日本の学会が発行している学術論文誌を対象とし、論文タイトルに「STEAM 教育」を含む論文 12 編について概観し、STEAM 教育が内容領域と教育の方法の二側面から語られていること、内容領域と教育方法が密接に関わっているため混同されやすいこと、また、Art と Arts で捉えが複数ある STEAM の“A”については、内容領域として捉えるものと思考の方法として捉えるものがあることを示した。

その上で、STEAM 教育実践の手がかりになる内容領域軸と教育の方法軸のマトリクスのようなものができれば、役立つ指標になるのではないかと述べている。例として「STEAM 等の領域や教科の内容領域のどこかに立脚して他の領域と合わさったり、横断したりする境界が比較の見えやすい STEAM 教育」、「領域や教科の境界が曖昧な状態で緩やかに連続するように統合される STEAM 教育」、「境界がなくなり融合される STEAM 教育」、そして「そもその時点で境界はなく、従事の過程で他領域への依拠を必要とする実世界を扱う STEAM 教育」など

に整理することが考えられること、教育の方法軸については、「内容領域に固有のスキルを必要とする方法」と「問題解決などの汎用性の高いスキルにつながる方法」をあげている。

本研究で開発する教材の具体については次章に詳述するが、その位置づけは、内容領域軸においては、「そもそもの時点で境界はなく、従事の過程で他領域への依拠を必要とする実世界を扱う STEAM 教育」であり、教育の方法軸においては「内容領域に固有のスキルを必要とする方法」であるといえる。

II 教材の開発

先述したように美術 I の環境デザイン分野では、「身近な生活環境や人々が交流する場などにおける課題を発見し、生活や社会を美しく豊かにする観点から、デザインがもつ機能や効果を活かして課題の解決や質的な向上を図ることができるようにする」ことが目指されており、実社会につながる課題の解決等を通じた問題発見・解決能力の育成を目指す STEAM 教育の題材となりうる。このことを踏まえた上で、教材開発にあたっては、「現代的課題をテーマとした学習内容の設定」、「教科等や領域を横断する情報の活用・統合を促す課題解決過程の設定」の 2 点からアプローチした。

「現代的課題をテーマとした学習内容の設定」では、サステイナブル建築を題材とし、「建築物と環境との関係、建築物と社会・文化との関係、建築物と人々の営みとの関係を追究する活動を通して、持続可能性と創造性、機能性と芸術性を備えた建築物をデザインする」という学習内容を設定した。

「教科等や領域を横断する情報の活用・統合を促す課題解決過程の設定」では、建築物をデザインする過程である「アイデアスケッチ」から「模型の作成」において、模型として実現するために、例えば、寸法・縮尺などの数学的思考、採光・エネルギー・構造など工学的・物理学的思考が必要となるであろう場面を設定した。

上述に加え本教材の特徴は、建築の専門家である建築家が開発段階から関わったこと、建築家の授業協力を得たことにある。特に後述するアイデアスケッチワークシート、寸法チェックワークシート、コンセプトシートは建築家の視点も交えて共同で開発をおこなった。

表 1 には、本研究で開発した教材の概要を示している。

単元名は、「近未来×建物×デザイン～サステイナブル建築」（全 6 次 22 時間）であった。

1 次（1h）では、高過庵で有名な藤森照信建築を鑑賞し、建築物と環境との関係、建築物と社会・文化との関係、建築物と人々の営みとの関係についての導入を図る。

高過庵を鑑賞し、なぜこのような建物を建てたか考えるため、色・形・素材・場所・光の要素から思考できるようにクラゲチャートを用いたワークシートを作成した。

2 次（3h）では、社会的諸課題を解決する建物について考えるグループワークと建築家によるフィードバック、および、サステイナブル建築基準や建物の例についての講義を通して、サステイナブル建築について美しさ・機能性・工学的な視点等での理解を深める。

社会的諸課題を解決する建物について考えるグループワークでは、3 つの課題「1. 環境に優しいエネルギーを使う学校のデザインはどのようなものが考えられるか?」「2. ヒートアイランド現象をおこす要因とならないスタジアムのデザインはどのようなものが考えられるか?」

表1 サステイナブル建築を題材とした教材の概要

単元名：近未来×建物×デザイン～サステイナブル建築（全 22 時間）		★はワークシート等の学習ツール 下線は本稿の分析に用いたもの	
1 次 (1h)	サステイナブル建築への導入	藤森照信建築の鑑賞	<ul style="list-style-type: none"> ・高過庵で有名な藤森照信建築の鑑賞 ★鑑賞ワークシート (建築物と環境との関係, 建築物と社会・文化との関係, 建築物と人々の営みとの関係についての導入)
2 次 (3h)	サステイナブル建築について工学的な視点での理解	サステイナブル建築の鑑賞 (建築家の授業への参加, 2h)	<ul style="list-style-type: none"> ・社会的諸課題を解決する建物について考えるグループワーク ・3つの課題から選択する 1. 環境に優しいエネルギーを使う学校 2. ヒートアイランド現象をおこす要因とならないスタジアム 3. 築100年の古民家で安全に生活するために、地震に耐える建物にリノベーション ★ホワイトボード ・建築家によるフィードバック ・サステイナブル建築の鑑賞および基準や建物の例についての講義 ★鑑賞ワークシート (サステイナブル建築について工学的な視点での理解を深める)
3 次 (7h)	<p>現実社会の課題発見, 数学的・工学的・造形的な視点で解決を図るデザインを考える</p> <p>追究テーマ: サステイナブルで柔軟性のある世界に向けて、あなたの考える、近未来の建築をデザインしてください。</p>	主題生成・アイデアスケッチ	<ul style="list-style-type: none"> ・現代社会の課題発見 ★課題発見ワークシート (マインドマップ) ・主題の生成とアイデアスケッチの作成 ★アイデアスケッチワークシート ・人間や椅子や扉等の寸法チェック, 縮尺人型の制作 ★寸法チェックワークシート ・グループでのアイデアスケッチの発表と意見交換を通じたブラッシュアップ ・建築家のアドバイス (添削) を受けたブラッシュアップ (現実社会の課題を数学的・工学的・造形的な視点で解決を図るデザインを考える) (アイデアスケッチの作成にあたっては, 寸法感覚が重要であるとの建築家からのアドバイス)
4 次 (7h)	数学的・工学的・造形的な要素をもとに立体を創造する技能	模型制作	<ul style="list-style-type: none"> ・模型の作成 (数学的・工学的・造形的な要素をもとに立体を創造する技能の習得)
5 次 (2h)	思考したことや表現したことの言語化	コンセプトシート制作	<ul style="list-style-type: none"> ・3次で作成したアイデアスケッチを基に, 模型の写真を追加してコンセプトシートを作成 ★コンセプトシート (思考してきたことや表現したことを言語化する)
6 次 (2h)	機能性・造形的な要素・サステイナブルな見方・考え方の拡張	鑑賞会 (建築家の授業への参加, 2h)	<ul style="list-style-type: none"> ・コンセプトシートでの鑑賞会 (グループ) ・代表者の発表と建築家からの講評 ★自己評価アンケート (遠藤・竹中, 2022 で分析)

「3. 築 100 年の古民家で安全に生活するために、地震に耐える建物にするにはどのようにリノベーションしたらよいか？」を設定し、1つ選ばせてグループでホワイトボードにアイデアをまとめさせる。

3次(7h)では、現実社会の課題を数学的・工学的・造形的な視点で解決を図るデザインを考えるため、課題を発見するとともに、主題を生成しアイデアスケッチを作成する。アイデアスケッチの作成にあたっては、授業開発段階において寸法感覚の重要性が建築家から指摘されたことを受け、教室内でできる人間や椅子や扉等の寸法チェック、縮尺人型制作のワークを取り入れた。アイデアスケッチはグループで発表し合い意見交換を通じたブラッシュアップを行うとともに、建築家のアドバイス(添削)を受けたブラッシュアップを行う。

共通の追究テーマは「サステナブルで柔軟性のある世界に向けて、あなたの考える、近未来の建築をデザインしてください。」である。

課題発見にあたっては、興味・関心のある現代的諸課題を具体化するために、課題発見ワークシートに、まずマインドマップを作成させ、自己の課題を決定させ、なぜその課題に決定したのか理由を書かせる。寸法チェックワークシートでは、教室にあるものの寸法を測って実寸および1/100・1/80・1/50の縮尺で寸法を計算させる。また、作成する建物の縮尺に合わせた縮尺人型を制作させる。アイデアスケッチワークシートでは、目的(具体的な自己の追究課題と解決したいこと)・機能(解決するためにどんな建物にしたいか?)・造形的な要素(課題を解決するための造形的な要素はどうするか、形・色・素材・場所等)を記入させる。また、デザインする近未来の建築のテーマとその説明、アイデアスケッチでは外観・間取り・工夫点やポイントなどの具体的な説明を求める。

4次(7h)では、数学的・工学的・造形的な要素をもとに立体を創造する技能の習得もねらいとして、模型を作成する。

5次(2h)では、思考してきたことや表現したことをあらためて言語化することを目的とし、3次で作成したアイデアスケッチを基に、模型の写真を添えてコンセプトシートを作成する。

コンセプトシートは、共通の書式で、アイデアスケッチをもとに自己の課題、解決したい(したかった)こと、テーマ、テーマに込めた思い、工夫点やポイント、間取りを書かせ、模型の写真を添えるとともに、キャッチコピーをつけて完成させる。

6次(2h)では、鑑賞会を実施し、グループ、および、建築家からのフィードバックを受ける。

Ⅲ 開発した教材の実践的検証

本研究では、開発したSTEAM教材を用いた学習の効果を検証するため、2021年9月24日から2022年1月28日の期間で実践を実施した。対象は公立高校の1年生で美術Iを選択した86名(3クラス)の生徒であった。

高等学校美術Iを対象としたSTEAM教材を開発するにあたって、「現代的課題をテーマとした学習内容の設定」ではサステナブル建築を、「教科等や領域を横断する情報の活用・統合を促す課題解決過程の設定」では工学的・物理的思考が必要となるであろう場面を設定した。

「1.4教材開発の位置づけ」に述べたように、内容領域軸においては、「そもそもの時点で境界はなく、従事の過程で他領域への依拠を必要とする実世界を扱うSTEAM教育」であり、教育

の方法軸においては「内容領域に固有のスキルを必要とする方法」である。寸法チェックで数学に関わる縮尺について扱うが、この点を STEAM であるとしているのではなく、アイデアスケッチの作成、模型の作成において学習者が自ら領域や教科を横断することを目指した。その際に開発側が想定していたのは、数学的思考・工学的思考・物理学的思考であった。また、教材の開発段階から建築家と共同でワークシート等の開発を行なった。

3.1 生徒の領域横断に関する認識（遠藤・竹中：2022）

実践における生徒の領域横断に関する認識についての詳細は、遠藤・竹中（2022）ですでに報告している。概要を述べると、模型を作成するまでの活動において、他教科で学んだことを生かす場面があったかどうか、またそれはどの教科であったのかについて尋ねた結果、約 7 割の生徒が他教科の学びを活用していることを認識できていることがわかった。教科では「数学」が最も多く、次いで「理科」、次いで「現代社会」、極少数ではあるが「総合的な探究の時間」、「古典」、「現代文」、「保健体育」、「美術」、「地理」、「日本史」であった。

3.2 建築家と開発した STEAM 教材を用いた実践の検証方法

学習の効果について、次の 7 点から検証する。本稿で (1) ～ (7) を検証するのは、ワークシートが全て揃っている 1 クラス 25 名分のデータである（残りの 2 クラスは、全員分のデータが一部欠損しているため）。

- (1) 建築家と共同で開発したアイデアスケッチワークシートに設置した項目について、生徒が目的・機能・造形的な要素を引き出せていたかを検証するために、趣旨に沿って書いているかを分析する。図 1 には、生徒が作成したアイデアスケッチワークシートの例を示している。趣旨とは、図 1 のアイデアスケッチワークシートの左側に示した項目である。項目のうち機能については、「A. 解決したいことをもとにした機能性についてより具体的に書かれている」「B. 解決したいことをもとにした機能性について書かれている」で分類する。
- (2) 建築家と共同で開発した寸法チェックワークシートを使った学習後の振り返りにおいて、寸法感覚に関するどのような記述があったかを分析する。
- (3) 建築家と共同で開発したコンセプトシートの「工夫やポイント」に、機能・造形的な要素・サステイナブルな視点が入っているかどうかを分析する。図 2 には、生徒が作成したコンセプトシートの例を示している。
- (4) 建築家から模型材料の紹介を受けた生徒が作成した模型に使われている材料はなにかを調査し、学校で全員に準備したケント紙とイラストレーションボード（土台）以外にどれくらいどんな材料を使っているかを分析する。
- (5) 建築家が授業に参画し、生徒個人のアイデアスケッチワークシートに書いたフィードバック（図 1 参照）を分析する。分析の基準は、問題解決を図るアドバイス（領域）、アイデアへのアドバイス（領域とアドバイスの種類）である。
- (6) アイデアスケッチワークシートにアドバイスを貰った後の振り返りの記述に、アドバイスに関するどのような記述があったかを分析する。
- (7) 鑑賞会の日（授業の最後）の振り返りシートの記述から、授業を通して生徒たちにどのような視点の広がりや考え方・感じ方の深まりが見られたのかについて分析する。

1. 目的
 (住世帯の運動不足)にアプローチする(アスレチックハウス)
 ※子どもに健康と福祉を
 ※アスレチック(公園)生活環境③健康性

2. 機能
 解決したいこと
 フロア高と高齢化による運動不足を解消したい。高齢者は体を動かす機材が少ないので、孫と子どもと一緒に遊べるようにしたい。

3. 造形的な要素
 課題を解決するにはどのような要素が必要か?
 形: ワンズ(首振り台の形に添った)
 色: 目に優しいイエローカラー + 緑色のアスカラー
 素材: 木
 場所: 自然がある田舎の住居街
 その他: 夜明けの光が入るように

中間発表会
 アスレチックを取り入れるため、遊具を入れて作ることが安全性と防犯性に欠けているので、設置する。具体的には、パンプの補正もかなり高いため、パンプの下を固定する。今後は、高齢者の体を動かす遊具が少ないので、夜に取り付け可能な高齢者も体を動かせる施設を増やしたい。

4. テーマ
 タイトル: アスレチック二世帯ハウス
 タイトルの説明: 子どもと高齢者(孫)が楽しめる、体を動かせるアスレチックハウス。町並み景観に馴染む二世帯住宅。

5. アイデアスケッチ
 (筆だし)
 自分で作るもの
 自分で準備する

建世帯の運動不足(孫)が楽しめる、体を動かせるアスレチックハウス。町並み景観に馴染む二世帯住宅。

建世帯の運動不足(孫)が楽しめる、体を動かせるアスレチックハウス。町並み景観に馴染む二世帯住宅。

建築家からのフィードバック

建世帯の運動不足(孫)が楽しめる、体を動かせるアスレチックハウス。町並み景観に馴染む二世帯住宅。

図1 アイデアスケッチワークシートの例

近未来×美術×デザイン
 サステイナブル建築

輸送可能のカプセルハウスを作り、資源の使い過ぎを抑制する

1. 課題+建物の種類
 資源の使いすぎにアプローチする
 運べるカプセルハウス

2. 解決したいこと(目的)
 引っ越した住居者に取り残され、誰に住まれることもないままの空き家や、取り壊されてしまう家などが資源の使い過ぎを助長している現状を鑑み、一人ひとりの人生において一つの家に住み続けられる家にして、ずっと住める、すなわちどこでも住める家を作りたい。

3. タイトル
 家a.k.a 繭

4. タイトルの思い
 繭のような見た目と、どこでもいつでも住める家というコンセプトから、繭の包み込むような安心感をイメージしてこのタイトルにした。

5. 工夫点やポイント(機能+造形的な要素+サステイナブル)
 1. どこでも、いつでも住めるような家
 下手に何かを主張しないシンプルな造形にすることでどのような場所・環境でも家の見目を気にせず、快適に過ごせるようなデザインにしました。
 2. コンパクトに、わかりやすく
 運ぶことが可能というコンセプト上、大きすぎると動かせず、小さすぎても快適な暮らしを提供できないため、おおそ半径七メートルほどの大きさを意識して作りました。
 3. 移動
 移動はトラックが専用の航空輸送機等を使って輸送します。AIが自動で周辺の環境を分析し、自動で温度調節等をしてくれます。



6. 作者のコメント
 当初は、このような不思議な形の建物の模型を作成することに不安がありました。ですが、寸法を意識して製作していくにつれて、だんだん現実味を帯びて作品が完成していくのを目にすることができてとてもワクワクしました。結果的にも満足のものになったので嬉しかったです。

図2 コンセプトシートの例

3.2 学習効果の分析結果と考察

(1) アイデアスケッチワークシートの分析結果と考察

表 2 には、アイデアスケッチワークシートの分析結果を示している。

目的についてはほぼ全員が趣旨に沿って記入できていた。ただし、課題を明確に書けてない生徒が 1 人、解決したいことを書けていない生徒が 2 人いた。機能については基本的には全員記入でき約半数の生徒がより具体的にイメージしたものを記入できていた。造形的な要素については他の目的や機能に比べると記入ができていない生徒が目立った。特に形については、構造と混同した記述が見られたことから、形について共通認識を形成しておく必要があることがわかった。

表 2 アイデアスケッチワークシートの分析結果

		n=25 人
目的	具体的な課題	24 人
	造形するもの	25 人
	サスティナブル基準	25 人
	解決したいこと	23 人
機能	A. より具体的に書かれている	13 人
	B. 書かれている	12 人
造形的な要素	形	21 人
	色	22 人
	素材	24 人

(2) 振り返りへの寸法感覚に関する記述分析の結果と考察

表 3 には寸法チェックワークシートを使った学習後の振り返りへの寸法感覚に関する記述の分析結果とその例を示している。25 人中 21 人の生徒が寸法感覚について振り返りに記述していた。生徒の記述からは実感・習得・好奇心の 3 つの内容に関する内容に大別できた。実測という体験を通して、現実を実感したり、感覚と実際にギャップがあることに気づいたり、体験から好奇心が湧き起こったりしていることがわかった。

表 3 寸法感覚に関する記述分析の結果

25 人中 21 人		
内容	人数	記述の例
実感	8 人	サスティナブル建築を作るためには住みやすさを考えて大きい建築にするだけでなく寸法や土地なども考慮しないといけないと分かった
習得	9 人	思っている長さで実際の長さが違っていて図ることで寸法感覚が身についたと思う
好奇心	4 人	寸法を計ったらなんだか現実味を帯びてきた気がして楽しかった

(3) コンセプトシートの「工夫やポイント」の分析結果と考察

コンセプトシートの「工夫やポイント」に機能・造形的な要素・サスティナブルな視点を記入できているか分析した結果、機能は 25 人中 24 人、造形的な要素は 21 人、サスティナブルな視点は 25 人全員ができていた。機能についてはほとんどすべての生徒が、サスティナブルな視点については全生徒が記入できている中、造形的な要素が抜けがちであることがわかった。

(4) 使用した材料の分析結果と考察

建築家に紹介された参考例をもとに準備した素材は全部で 16 種類であった。中でも多かつ

たものが芝生シートとカスミソウ、次いでミニカー、木目シールであった。参考例以外にも、自分の模型に必要な素材を考えて自分で準備する生徒も見られ、ホログラムシートやフェルトなど、全部で8種類が独自に準備された。

多様な例を示したことで、生徒自身が自分のイメージする立体を実現するために、例えば、ヤスリをセメントに見立てるなど、自分に必要なものを各自で創造的に考えることができ、実際に準備できた。

(5) 建築家のフィードバック分析の結果と考察

表5、表6には、建築家のフィードバックの内容に関する分析の結果を示している。

アイデアスケッチワークシートに問題点を記述していた6人の生徒に対して、建築家から問題解決を図るためのアドバイスが記入されていた。アドバイスの内容は工学領域に関するものが3件、建築領域に関するものが3件であった。例えば、運動不足を解消するためのアスレチックハウスを提案した生徒が記述した「ベランダの高さが足りない」という問題点に対して、「建築基準法では1100mm以上で子どもが上らな

いような配慮となっている」という工学的視点からのアドバイスが記入されていた。ヒートアイランド現象にアプローチするビルを提案した生徒が記述した「すごいです。デザイン性に改善の余地がある」という問題点に対しては、「長崎県大村市にある『ミライ図書館』が参考になるかも」という建築的視点からのアドバイスが記入されていた。

生徒のアイデアに対するアドバイスは、全部で84件記述されており、種類としては称賛・提案・紹介に大別された。84件中、称賛が60件、提案が17件、紹介が7件であった。これらの称賛・提案・紹介のアドバイスがどの領域内容から行われていたのかについては、工学が48件と最も多く、次いで造形が18件、建築8件、数学4件、その他6件であった。

アドバイス内容は生徒のアイデアのどの部分がどのように良いかという具体的な称賛が最も

表4 生徒が準備した材料

参考例を示したもの	延べ人数
芝生シート	9人
カスミソウ	9人
ミニカー	6人
木目シール	5人
プラ板	4人
竹ひご	4人
スチレンボード	3人
アルミシート	3人
発泡スチロール(球体)	3人
絵具	2人
クリアケース(ハード)	1人
割りばし	1人
スノードームケース	1人
ジオラマストーン	1人
ペーパーやすり(グレー)	1人
独自で準備したもの	
ホログラムシート	1人
フェルト	1人
和柄布	1人
トレーシングペーパー	1人
紐	1人
カラービニール	1人
カラー画用紙	1人
クラフトペーパー	1人

表5 建築家のフィードバックの内容に関する分析結果(問題解決を図るためのアドバイス)

問題解決を図るためのアドバイス (問題を記入した生徒6人6件)	工学領域からのアドバイス	建築領域からのアドバイス
	3件	3件

表6 建築家のフィードバックの内容に関する分析結果(アイデアに対するアドバイス)

種類	称賛 60件 提案 17件 紹介 7件	領域				
		工学	造形	建築	数学	その他
		48件	18件	8件	4件	6件

多く、次いでアイデアに対しての具体的な提案、実際の建築物の紹介などである。領域については採光・構造などの工学的なアドバイスが最も多く、次いでデザイン性などの造形に関する内容、具体的な建築家や建築物を上げた内容、寸法などの数学的な内容であった。

表 7 には建築家のアドバイスの例を示している。例えば、先のアスレチックハウスを提案した生徒に対しては、2 つのアドバイスを記述している。称賛で造形的アドバイスとして「滑り台の持つ機能の形態が屋根や窓のデザインに生かされているのも面白い」、同じく称賛でその他（心理的側面）からのアドバイスとして「壁面に広がる本棚に体を動かせる滑り台やブランコやアスレチック、家族同士がお互いの気配や様子を感じながら暮らす安心感がある」であった。

アイデアスケッチワークシートに、その段階の問題点を記入している生徒は 6 名のみであった。建築家から具体的なアドバイスを貰えるため、アイデア段階で課題解決のための問題意識を持たせる工夫が必要である。建築家から生徒へのアドバイスは、単純に平均しても 1 人に付き 3 件以上であり、種類や領域も豊富で、多くのフィードバックを与えてくれていることがわかった。

(6) 振り返りへのアドバイスに関する記述の分析結果と考察

振り返りに記述する内容は生徒それぞれであるが、建築家からのフィードバックが書かれたアイデアスケッチワークシートが返却された日の振り返りに、建築家からのアドバイスに関して記入していた生徒が 12 人いた。同日の学習は 3 次の寸法チェックで、教室内の扉や椅子、人間の寸法を測る活動をしていた。残る 13 人の生徒は寸法チェックに関する振り返りを書いていた。建築家からのアドバイスについて振り返りに記述した 12 人の内容は、改善・気づき・情意の 3 つに大別できた。改善が 8 人、気づきが 2 人、情意が 2 人であった。例えば、改善で

表 7 アドバイスの内容例

種類	領域	アドバイスの例
称賛 (60 件)	工学 (34 件)	一階を RC 造り（鉄筋コンクリート造）とすることで 2 階の木造の基礎のような構造的となる役割を果たしている。構造的にも強い耐震性に優れた建築の実現が期待できる。
	造形 (17 件)	滑り台の持つ機能の形態が屋根や窓のデザインに生かされているのも面白い。
	建築 (1 件)	北欧の建築家グンナー・アスブルドの図書館のようで魅力的。
	数学 (2 件)	プランに暮らしをイメージした適切な寸法が実現していて良い。Good!
	その他 (5 件)	壁面に広がる本棚に体を動かせる滑り台やブランコやアスレチック、家族同士がお互いの気配や様子を感じながら暮らす安心感がある。
提案 (17 件)	工学 (14 件)	トップライトによる採光が有効。 採光は人のいる空間の面積の 1/7 面積の開口部が必要。トップライトは 3 倍でカウントできる。
	造形 (1 件)	（家を建てる場所が自然豊かな高台という設定なので）周辺環境を活かす建て方を表現できると良いですね。
	数学 (2 件)	自身の周りのモノや空間の持つスケール感や寸法感覚の研究が必要。
紹介 (7 件)	建築 (7 件)	住宅を得意とする吉村順三、堀部安嗣、中村好文、篠原一男を研究すると良い。

は「アドバイスの中に屋根について触れているものが多く確かに屋根の形は意識していなかったなと思った。思い込みが一つとけた気がする」、気づきでは「専門家のアドバイスは自分でも気付かなかったこの家の魅力のことが書かれていていい発見になった」、情意では「たくさんアドバイスをいただけて嬉しかったです。アドバイスをもとにいろいろな考えと準備物を買ってイメージに近いものを作りたいです」などであった。

(5) で述べたように建築家から生徒へのフィードバックは数も種類も多く、生徒が気づかなかった改善点の提案や解決策へのアドバイスなど具体的であったことから同日の活動ではなく、返却されたアイデアスケッチワークシートにもらったコメントについて振り返りに記述するに至ったのではないかと推察される。

(7) 視点の広がりや考え方・感じ方の深まりの分析結果

表 8 には、鑑賞会の日（授業の最後）の振り返りシートの記述から、授業を通して生徒にどのような視点の広がりや考え方・感じ方の深まりが見られたのかについて分析した結果を示している。記述の内容を分類した結果、次の 5 つに大別することができた。サステイナブル建築に対する視点の広がりや考え方・感じ方の深まりに関する記述・身近な社会課題に対する同記述・自己の作品からの同記述・他者の作品からの同記述・未来志向した同記述であった。尚 1 人の振り返りの記述に複数の要素があった場合には、それぞれにカウントしている。

サステイナブル建築についての記述は延べ 12 件で、創る側の思いへの気づきや地球環境に配慮した設計の方法を知れたことなどが記されていた。身近な社会課題は延べ 11 件で、課題発見の重要性や既存の社会問題への気づきなどが記されていた。自己の作品は延べ 13 件で、立体を造形する力の獲得や想像力の広がりなどが記されていた。他者の作品は延べ 13 件で、個性の発見や材料の工夫への気づきなどが記されていた。未来志向は延べ 9 件で、学んだことを日常で生かすや建物で世界に貢献するなどが記されていた。

平均しても 1 人あたりの 2 つ以上の視点から振り返りを記述できており、サステイナブル建築についての学習を通して、生徒が考え方・感じ方を多視点から深めていることがわかった。

表 8 視点の広がりや考え方・感じ方の深まりに関する振り返りの分析結果

分類	述べ件数	記述例
サステイナブル建築	12 件	今回のサステイナブル建築を通して建築家の方々の家の建設にかけている様々な思いや願いを作る立場から創造することができたため、建物に対する意識も変わったように感じます
身近な社会課題	11 件	エネルギーや素材などに関しての幅広い知識を持つことが問題解決につながるということを改めて感じる事ができた
自己の作品	13 件	今回、理想の建築というような感じで作ったので、実現不可能なポイントがたくさんある。作成にあたって建築の際どういったことを考えなければならぬのか少しわかった
他者の作品	13 件	機能的だけでなく外見や暮らしやすさも秀でた作品が数多くあり、多角的な視点から物事を見ることの重要性を改めて感じました
未来志向	9 件	将来自分の家を建てる時も何かしらの形で世界のためになるものになりたい

IV おわりに

本研究では、高等学校美術 I を対象に STEAM 教育のための教材を開発し実践的に検証をおこなった。STEAM 教育は、現代的な諸課題に対応して求められる資質・能力の育成において、推進されつつあるが、「STEAM 教育」「美術」「高等学校」のキーワードで報告されている研究は例を見ない。開発した教材は美術 I のデザイン分野の環境デザインを対象としたもので、「現代的課題をテーマとした学習内容の設定」、「教科等や領域を横断する情報の活用・統合を促す課題解決過程の設定」の 2 点からアプローチした。また本教材の特徴は、建築の専門家である建築家が開発段階から関わったこと、建築家の授業協力を得たことにある。

「現代的課題をテーマとした学習内容の設定」ではサステイナブル建築を題材とし、「教科等や領域を横断する情報の活用・統合を促す課題解決過程の設定」では工学的・物理的思考が必要となるであろう場面を設定した。本稿の分析で用いたアイデアスケッチワークシート、コンセプトシートなどのワークシートは建築家と共同で開発した。単元名は、「近未来×建物×デザイン～サステイナブル建築」（全 6 次 22 時間）であった。

開発した教材の学習の効果を検証するため実践を行った。遠藤・竹中（2022）で報告したように、生徒が他教科の学びを活用していることを認識できていることを含め、次に上げる事項から、学習の効果は概ねあったと結論することができる。

検証（1）：アイデアスケッチワークシートを用いて自己の課題を設定し、その目的や機能、造形的な要素を概ね記述することができていた。

検証（2）：寸法チェックでは、体験を通して現実を実感したり、感覚と実際にギャップがあることに気づいたり、体験から好奇心が沸き起こったりしていた。

検証（3）：コンセプトシートの「工夫やポイント」に、機能・造形的な要素・サステイナブルな視点を概ね記述することができていた。

検証（4）：模型の作成にあたっては、配布された材料だけでなく、自分に必要なものを創造的に考えることができ、実際に準備できていた。

検証（5）（6）：建築家のフィードバックは大変に丁寧で種類も豊富であり、そのことが生徒の振り返りに改善・気づき・情意の記述を促した。

検証（7）：サステイナブル建築についての学習を通して、生徒が考え方・感じ方を多視点から深めていた。

一方で、学習当初に取り組んだアイデアスケッチワークシートにおいて、「形」と「構造」を混同した記述が見られたこと、コンセプトシートの「工夫やポイント」で造形的な要素が抜けがちであることなどの課題も明らかになった。これら 2 点は美術において重要な要素であるにもかかわらず、今回の実践で課題となってしまったことから、今後これら 2 点を改善して教材をブラッシュアップする必要がある。

付記

本研究の一部は、『日本科学教育学会研究会研究報告』第 36 巻、第 6 号で発表した内容に大幅に加筆したものです。

謝辞

本研究で遂行した教材の開発と検証のための実践にあたっては、松田周作建築設計事務所・建築家・松田周作氏に多大なお力添えをいただきました。ここに記して感謝申し上げます。

また、本研究の一部は JSPS 科研費 20H01731 の助成を受けたものです。

参考文献

- 遠藤ももこ・竹中真希子 (2022) : 美術 I 「デザイン×サステイナブル建築」での STEAM 教育における建築家の存在と生徒の領域横断に関する認識, 日本科学教育学会研究会研究報告, 36(6), 5-8.
- 春野修二 (2013) : 建築をテーマにした美術教育の可能性の考察及び実践一題材「アンビルト建築の鑑賞から空中都市のイメージ制作へ」の分析を通して一, 美術教育学: 美術科教育学会誌, 35, 419-429.
- 春野修二 (2014) : 建築をテーマにした美術教育の可能性の考察及び実践 2 一題材「可動式建築のイメージ制作」の分析を通して一美術教育学: 美術科教育学会誌, 34, 411-426.
- 文部科学省 (2019a) : 高等学校学習指導要領 (平成 30 年告示) 解説 芸術 (音楽 美術 工芸 書道) 編 音楽編 美術編, 教育図書.
- 文部科学省 (2019b) : 21 世紀出生児縦断調査 (平成 13 年出生児) 第 17 回調査, URL: https://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa08/21seiki/kekka/_icsFiles/afieldfile/2019/08/30/142075_1_001_1.pdf. [最終アクセス: 2022.5.30]
- 文部科学省 (2019c) : 高等学校学習指導要領 (平成 30 年告示) 解説 総則編, 東洋館出版社.
- 文部科学省 (2021) : 中央教育審議会答申「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), URL: https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/079/sonota/1412985_00002.htm. [最終アクセス日: 2022 年 5 月 30 日]
- 文部科学省初等中等教育局教育課程課 (2021) : 学習指導要領の趣旨の実現に向けた個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実に関する参考資料, URL: https://www.mext.go.jp/content/210330-mxt_kyoiku01-000013731_09.pdf. [最終アクセス: 2022.5.30]
- 内閣府 総合科学技術・イノベーション会議 教育・人材育成ワーキンググループ (2022) : Society 5.0 の実現に向けた教育・人材育成に関する政策パッケージ (案), URL: https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/kyoiku/jinzai/saishu_print.pdf. [最終アクセス: 2022.5.30]
- 竹中真希子・遠藤ももこ (2022) : 日本の学術雑誌における STEAM 教育研究について, 日本科学教育学会研究会研究報告, 36(6), 45-50.
- ヤング吉原麻里子・木島里江 (2019) : 世界を変える STEAM 人材 シリコンバレーのデザイン思考の核心, 朝日新聞出版.

Development of STEAM Educational Materials in High School “Art and Design I” on Sustainable Architecture

ENDO, Momoko and TAKENAKA, Makiko

Abstract

In recent years, STEAM education has been promoted to cultivate the qualities and abilities required to deal with contemporary issues, such as creativity to create a rich life and social values by utilizing artistic sensibilities, in addition to cultivating the qualities and abilities that form the foundation of learning. Therefore, in this study, we developed teaching materials that approach STEAM education in high school art classes. The teaching materials developed for the design field of “Art and Design I” are based on the theme of sustainable architecture, and feature a problem-solving process that encourages the use and integration of information across subjects and disciplines, and were developed in collaboration with an architect. From the results of the practical validation, it can be concluded that the learning of the developed teaching materials was generally effective.

【Key words】 “Art and Design I”, STEAM Educational Materials, Sustainable Architecture