

## 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

### A Practice and Evaluation of STEAM Education Entitled “Let’s Design Future KASAI City” in 5<sup>th</sup> Grade Period of Integrated Study in Elementary School

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

本研究では、筆者らの提案する日本型 STEAM 教育の展開方略例（森山ほか，印刷中）に基づき，小学校第5学年「総合的な学習の時間」における STEAM 単元を設定し，授業実践を試みた。実践では，「探究し知る」学びとして，身近にある自動車やバッテリーに関する調べ学習を展開した。その後，連携する企業から地球温暖化や脱炭素社会への視点を提供してもらい，デザイン思考を活用する「発想し創る」学びとして，脱炭素のまちづくりを目指すプロジェクトを立ち上げ，イノベティブな解決策を提案させた。これらの学習を通して，「未来の加西をつくろう」というテーマに迫っていった。実践の前後で実施した質問紙調査の結果，「自分の行動は地域や社会を少しずつ変えていくことにつながると思う」，「自分でも何か新しいものを生み出したと思う」のほか，「社会における環境問題の重要性認識」，「STEAM 教育としての学習に対する意識」をはじめ多くの項目で平均値が実践前後で有意な伸びを示し，自己の行動と社会の変化のつながりや新しい価値創造を志向する意識の高まりが示唆された。

キーワード：STEAM 教育，デザイン思考，「総合的な学習の時間」，小学校，加西市

Key words：STEAM education, design thinking, period of integrated study, elementary school, KASAI city

#### 1 はじめに

AI や IoT など急速な技術革新が進み，社会が加速度的に変化し続ける現代社会は，将来の予測が困難な時代となっている。2021 年 1 月 26 日，文部科学省中央教育審議会は，『『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～』（以下『『令和の日本型学校教育』の構築を目指して』）の答申の中で，STEAM 分野が複雑に関係する社会において，幅広い分野で新しい価値を提供できる人材の育成とそのような複雑な社会を生きる市民の育成を目的として，教科等横断的な STEAM 教育の推進を提言している（中央教育審議会，2021）。STEAM とは，これまで推進されてきた科学技術系教育である STEM（Science, Technology, Engineering, Mathematics）に，人文・芸術系教育である A（Art, Liberal Arts）を加え，その融合を図っていくとするものである。

この STEAM 教育は，現時点では高等学校での取り組みが主となっている。『『令和の日本型学校教育』の構築を目指して』においては，高等学校の「総合的な探究の時間」「理数探求」と多くの共通点があることから，それらの探究学習を通して STEAM 教育の推進を求めている。一方，初等教育に関しては，「小学校，中学校において，高等学校での STEAM 教育につながるような総合的な学習の時間をはじめとする教科等横断的な学習や探究的な学習の充実が重要である。」とし

て，小中学校はその準備段階という位置づけが示されている。文部科学省「STEAM 教育等の教科等横断的な学習の推進」のウェブページにおいても，STEAM 教育の先進的事例として挙げられている兵庫県 3 校と高知県 1 校は全て高等学校での取り組みであり，小中学校での事例がないのが現状である（文部科学省，2022）。

しかし，今後，小中学校での教科等横断的で探究的な学習の充実やプログラミング教育の充実などが求められる中で，2022 年 4 月 1 日 CSTI 教育・人材育成ワーキンググループの「Society5.0 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，価値創造を高める総合知や分野横断的である STEAM 教育が，「課題解決・価値創造に向けたプロセスそのものであり，初等中等教育段階からの分野横断的な学びの重要性が増している」と述べられている（内閣府，2022）。また，『『令和の日本型学校教育』の構築を目指して』においても，「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。」とあるように，初等教育段階においても STEAM 教育の展開が求められることになるであろう。

このような状況の中，兵庫県加西市では，これからの未来を担う次世代型人材に求められる力として「正解のない問題に挑戦」「多様な他者と協働」「新しい価値を創造」の 3 つを定め，2021 年度に「加西 STEAM 宣言」を行い，それらの力の育成を目指して県下に先駆

\* 加西市立北条東小学校

令和 4 年 7 月 14 日受理

\*\* 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

けて小中学校での STEAM 教育をスタートした(加西市, 2021)。また, 加西市と兵庫教育大学は包括協定に基づいて, STEAM 教育の推進に向けて更なる連携・協働を確認している(兵庫教育大学, 2021)。この取り組みの中で筆者らは, 日本の小中学校での実践を想定した日本型 STEAM 教育(以下, J-STEAM)の展開方略例を提案した(森山ほか, 印刷中)。本研究では, J-STEAM の展開方略例に基づいて, 小学校第5学年「総合的な学習の時間」における STEAM 単元を構想し, 実践を試みた。

## 2 実践の構想

### 2.1 育成を目指す資質・能力

J-STEAM では, 中央教育審議会(2021)の定義や 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(2018)の問題意識, 経済産業省(2019)の「未来を創る当事者(チェンジ・メーカー)」に基づいて, その要件を整理している。これに基づいて総合的な学習の時間において実施する STEAM 単元であることから, 育成を目指す資質・能力についても総合的な学習の時間で育成が図られる資質・能力をベースとしながら, STEAM 教育において重視される資質・能力が明確になるような形で設定した(表1)。

小学校学習指導要領解説「総合的な学習の時間」編(文部科学省, 2017)の趣旨に基づき, 総合的な学習の時間に育成を目指す資質・能力を「知識及び技能」「思考力, 判断力, 表現力等」「学びに向かう力, 人間性等」の3つの柱に沿って整理した。「知識及び技能」では, 知識の構造化による概念の形成と自在な活用を可能にする技能の習熟, 「思考力, 判断力, 表現力等」では, 探究のプロセスに示された①課題の設定, ②情報の収集, ③整理・分析, ④まとめ・表現を学習対象へのアプローチの仕方として身に付けること, 「学びに向かう力, 人間性等」では, 自分自身に関することとして, 主体性や自己理解, 社会参画などに関わる心情や態度, 他者や社会との関わりに関することとして, 協働性, 他者理解,

社会貢献などに関わる心情や態度である。

教科横断的な学びのあり方は, 総合的な学習の時間においても STEAM 教育においても重要なものである。特に, STEAM 教育では双方向的な往還の実現と(文部科学省, 2021), 各教科やテクノロジーとの関連の顕在的な統合が重要になる(森山ほか, 印刷中)。これらを踏まえ, 「知識及び技能」に各教科等の学びと社会事象との関わりに関する理解, 「学びに向かう力, 人間性等」には, 理解をもとに教科等の学びを活かそうとする態度や教科等を意欲的に学ぼうとする態度として取り入れた。

また, 本研究では単元に「デザイン思考」を取り入れており, 問題を明らかにした上でイノベティブな解決策を導いていくためのアプローチの仕方を身に付けることを「思考力, 判断力, 表現力等」に位置付けている。また, 人間性を重視した「デザイン思考」で鍵を握る「共感」については, 他者理解と重なる部分であるため「学びに向かう力, 人間性等」の中に取り入れた。

さらに, OECD Future of Education and Skills 2030 プロジェクトの成果として, 教育の未来に向けての望ましい未来像を描いた学習の枠組みとして OECD ラーニングコンパス 2030 が示された(OECD, 2019)。その中心となるエージェンシーやより良い未来の創造に向けて変革を起こすコンピテンシーは, 先の見通せない社会で新しい価値を創造できる人間の育成を目指す STEAM 教育の「未来を創る当事者(チェンジ・メーカー)」の理念と多くの共通点を持つものである。そこで, 主体性や社会参画, 協働性, 社会貢献と重なる部分が多い, エージェンシーと「新たな価値を創造する力」「責任ある行動を取る力」「対立やジレンマに対処する力」の3つのコンピテンシーを「学びに向かう力, 人間性等」の中に位置付けた。

最後は, イノベーターのマインドセットと呼ばれる「型にはまらない(think out of box)」「ひとまずやってみる(give it a try)」「失敗して, 前進する(fail forward)」の3つのマインドセットである(ヤング吉原・木島,

表1 STEAM 単元において育成を目指す資質・能力

知識及び技能	思考力, 判断力, 表現力等	学びに向かう力, 人間性等
<ul style="list-style-type: none"> <li>・地域や身近な物事や事象に関わる探究的な学びの過程を通して, 各教科の学習が社会の様々な事象と関係していることや, 社会の問題の解決に当たって, 各教科の見方・考え方や学習した内容が活用できることを理解している。</li> <li>・自ら取捨選択したり整理したりして, 各教科で身に付けた知識と探究的な学びを結びつけながら構造化することができる。</li> <li>・各教科で身につけた技能を必要感の中で体験することを通して身体化できたり, 選択した技能を組み合わせ活用したりできる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・身近な物事や事象から問題を見出すことができる。</li> <li>・目的に応じて, 適切な手段を選択し, 情報を収集することができる。</li> <li>・集めた情報を整理し, 比較・分類・関連付けをすることで特徴を見出すことができる。</li> <li>・相手や目的に応じて, 効果的な方法を考え, まとめたことを表現することができる。</li> <li>・困っている人の立場に立つことで洞察を得, 問題を明確に定義することができる。</li> <li>・問題解決に向けて発散的思考と収束的思考を行いながらアイデアを創造することができる。</li> <li>・アイデアを試行錯誤しながら具体的な形(モノヤコト)として提案することができる。</li> <li>・色々な人の意見から自分のアイデアを改善したり, 見直したりすることができる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自分達に社会の変革を起こす力があると考え, 行動しようとする。</li> <li>・相手の立場に立って共感的に他人の気持ちや考えを理解し, 問題を見出そうとする。</li> <li>・枠組みにとらわれず考えたり, 失敗を恐れず, ひとまず挑戦したりすることを通して, 新しい価値を創造しようとする。</li> <li>・自分の行動を自己決定したり, その行動を倫理的に考えたりするなど, 責任を持って行動しようとする。</li> <li>・対立やジレンマに対処しながら, 多様な他者と協働しようとする。</li> <li>・各教科の学習と社会・自然の事象とのつながりを知り, 各教科の学習を問題解決に生かしたり, 問題解決のためにより意欲的に各教科を学んだりしようとする。</li> </ul>

2019)。イノベーションを起こすためには、「デザイン思考」という型とこのマインドセットを組み合わせることの重要性が述べられている。そこで、これらの3つのマインドセットを育成を目指す資質・能力として「学びに向かう力、人間性等」の中に取り入れた。

## 2.2 単元の構造

J-STEAMでは、経済産業省の「学びのSTEAM化」のモデル（経済産業省、2019）に基づいて、「探究し知る」学び、「発想し創る」学びのサイクルを組み合わせた総合的な学習の時間におけるSTEAM単元を示している。これに基づいて本実践では、「探究し知る」学びに、小学校学習指導要領解説「総合的な学習の時間」編（文部科学省、2017）で示される①課題の設定、②情報の収集、③整理・分析、④まとめ・表現という4つの段階を取り入れた。また、「発想し創る」学びには、デザイン思考の5stepsモデル、①共感（Empathise）、②問題定義（Define）、③発想（Ideate）、④プロトタイプ（Prototype）、⑤テスト（Test）の5つのフェーズを取り入れた（HASSO PLATTNER Institute of Design at Stanford, 2012）。

具体的には、後述する「ホンモノの課題」や連携する企業の事業内容から「地球温暖化」をテーマに取り上げ、STEAM単元全体のテーマを「未来の加西をつくろうークルマ・電池・エネルギーから考える未来の社会ー」とし、「探究し知る」学びのサイクルを2回行った後、「発想し創る」学びのサイクルを1回行う形で単元を構想している。「探究し知る」学びのサイクルの1回目では、「自動車の動力についてさらに詳しく調べてみよう」、2回目では「地球温暖化について自分たちで課題を決めて探究しよう」、そして「発想し創る」学びのサイクルで「加西STEAMの力で脱炭素日本一のまち加西をつくろう」というプロジェクトに取り組む単元の構造とした。

今回は、「探究し知る」学びのサイクルを2回行う形にしている。本単元の「探究し知る」学びにおいては、地球温暖化について児童自ら課題を設定して調べ学習

に取り組んでいく2回目のサイクルこそが、テーマに迫り、また「発想し創る」学びの際に活用される知識を獲得していく重要な段階となる。しかし、その「探究し知る」学びを児童が主体的に進めていくためには、児童がテーマに対して興味・関心を持ち、「ワクワク」を高めておくことが求められる。そのため、児童にとって一番身近な自宅にある自動車について調べたり、実際に電動車を身近で体験したりする学習を取り入れて1回目のサイクルを展開している。

## 2.3 企業との連携

J-STEAMでは、学びの主体性の重視する観点から、一人ひとりの「ワクワク」やユーザに「寄り添う思い」を大切にすることを要件の1つとして挙げている。これに基づいて本実践では、「社会に開かれた教育課程」の実現も踏まえ、一人ひとりの「ワクワク」やユーザに「寄り添う思い」を喚起していくことをねらいとして、企業との連携をSTEAM単元に位置付けている。

「ワクワク」とは、学習者一人ひとりの中に生起する「おもしろい」「楽しい」「もっとやりたい」という感情であり、それらは対象に対しての「知的欲求」や「興味関心」、学習活動に対する「没頭」「持続性」を喚起したりするものである（井上、2020）。つまり、対象となるものを自らのこれまでの学びや生活経験や体験に引き寄せて考えることで、学習者のうちに湧き起こる知的好奇心であり、探究的な学びの駆動力となるものである。2022年3月の「未来の教室」フォーラムにおいても、学習者の「ワクワク」を呼び起こすための方法として、STEAM教育では実社会のなかで企業や研究者が向き合っている「ホンモノの課題」をテーマに取り入れることが推奨されている（経済産業省、2022）。「第6期科学技術、イノベーション基本計画」においても、「直接本物に触れる経験が減少していく中、Aを含むSTEAM教育等を通して、直接本物に触れる経験を積み重ね、感性や感覚を磨いていくことが一層重要になる」ことが述

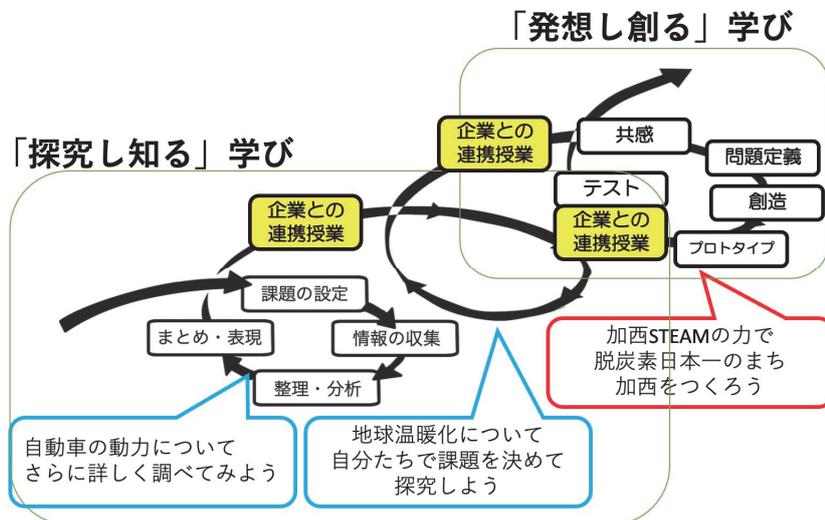


図1 本実践の単元の構造

べられている(内閣府, 2021)。

本単元においては、この「ワクワク」を学習者に持たせるための方法として「脱炭素社会の実現」という「ホンモノの課題」を扱う。更に「ホンモノの課題」に向き合っている企業とも連携していくことで、企業の「ホンモノの取り組み」や「ホンモノの製品」と児童が出会う場面を単元の中に設定していくことで、児童の主體的な探究を支えるより多くの「ワクワク」を生み出していく。今回、連携した企業P社は、学校の近隣にあるという立地条件の良さに加え、自動車等のモビリティのバッテリーの開発・生産により、よりクリーンな地球環境の実現を目指しており、今回の学習のテーマの趣旨に合致することから連携・協力を依頼した。単元の中における企業との連携を、図1で示すように探究のサイクルとサイクルの間と、デザイン思考のテストの場面の3回、位置付けている。

1回目と2回目の企業との連携授業の意義としては、その前にある「まとめ・表現」を総括し、児童が探究の中で獲得した知識、発見した法則性を構造化し、理解を深めたり概念を形成したりしていくことである。特に2回目では、児童が多面的な捉え方や新たな視点を獲得したり、企業の取り組みに「共感」し「寄り添う思い」を持たせたりすることで、次の「発想し創る」学びへと向かっていくためのトリガーとなるものである。

3回目の連携授業は、デザイン思考における「テスト」への企業の参加という形で設定している。「テスト」は、児童の考案・作成した「プロトタイプ」を発表し、それに対する評価をもらう形で実施する。その際、オーディエンスを誰にするかという点は、児童の学習へのモチベーションを大きく左右する要因の1つである。オーディエンスを教師や保護者といった学校関係者に設定するよりも、プロフェッショナル・専門家にする方がより児童のモチベーションは高くなる(藤原, 2020)。また、小学校学習指導要領解説「総合的な学習の時間」編(文部科学省, 2017)にも、専門家との交流について、知らなかった事実の発見や専門家の真剣な取り組みや生き様への共感による問題意識のより一層の深まりについて述べられており、「テスト」での発表に対するレスポンスの中にそのような効果が期待できるため、連携の3回目として「テスト」への参加を依頼した。

## 2.4 プレ教科学習における Technology & Engineering の学び

J-STEAMでは、STEAM教育における Technology & Engineering に関する学びの必要性について言及し、テクノロジーを活用した「創る」学び = Engineering の充実を提言している。これに基づいて本実践では、GIGAスクール構想で導入された1人1台のChromebookを活用することで、一連の探究活動をより効率的に進めたり、Technology & Engineering に関する学びを推進したりする。特に、デザイン思考の「プロトタイプ」の作成は、できるだけテクノロジーとしてデジタルツールを使う

ことを推奨した。「プロトタイプ」は、STEAMのTとEに該当する部分にあたるが、小学校では教科「技術」はないため、その活用はできない。そこで、2020年度から小学校で必修化されたプログラミング教育の学習成果や、Chromebookで利用できるアプリケーションを「プロトタイプ」作成のテクノロジーとして活用していく。今回、児童に「プロトタイプ」作成の手段として提示した選択肢は、非デジタルなものも含め次の通りである。

- ・ KOOV
- ・ Scratch
- ・ Minecraft education
- ・ Tinker cad と 3D プリンター
- ・ ペーパープロトタイプピング
- ・ Adobe Spark
- ・ Google スライド

実際、これらの手段を用いて児童が「プロトタイプ」を作成するためには、児童自身がそれらの操作方法を知っておくことと同時に、それらを使うと何ができるのかについて理解しておく必要がある。KOOV と Scratch, Minecraft education については、総合的な学習の時間の中で実施したプログラミング教育において取り上げることで、初歩的な段階ではあるがその操作方法を習得していった。また、Tinker cad と 3D プリンターについては、図工科の学習での立体造形に取り入れ、作品制作に取り組むことにより基本的な操作方法を習得した。Google スライドについては、各教科で学習成果をまとめたり、特別活動の中で活用したりする中で習熟を図っていった。ペーパープロトタイプピングと Adobe Spark については事前に練習はせず、「プロトタイプ」作成の段階で作品例とともに児童にモデルを示した。

## 2.5 各教科・テクノロジーとの関連

J-STEAMでは、文理融合と教科横断の概念については、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の中で文理が「融合」と捉えている。加えて、STEM教科としての「理系」とArts教科としての「文系」の横断・融合が担保される必要性に言及している。なお、Arts教科を、文部科学省や経済産業省の考えに基づいて、「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」として捉えるが、筆者らはその含意する内容を考慮し、Liberal ArtsではなくArts & Humanities教科と呼ぶことにしている。また、教科統合の水準として、Vasquez,J (2013)の言うTransdisciplinaryのレベル、すなわち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の総合的に活用するレベルとして実現されるべきであるとしている。さらに、各教科等の学びとSTEAM単元の関連についても、教科等の学びをSTEAM教育へ活用していく「教科の学びの応用」と、STEAM教育の振り返りから教科学習の重要性を認識して興味・関心を高める「教科の学びの意義の再認識」

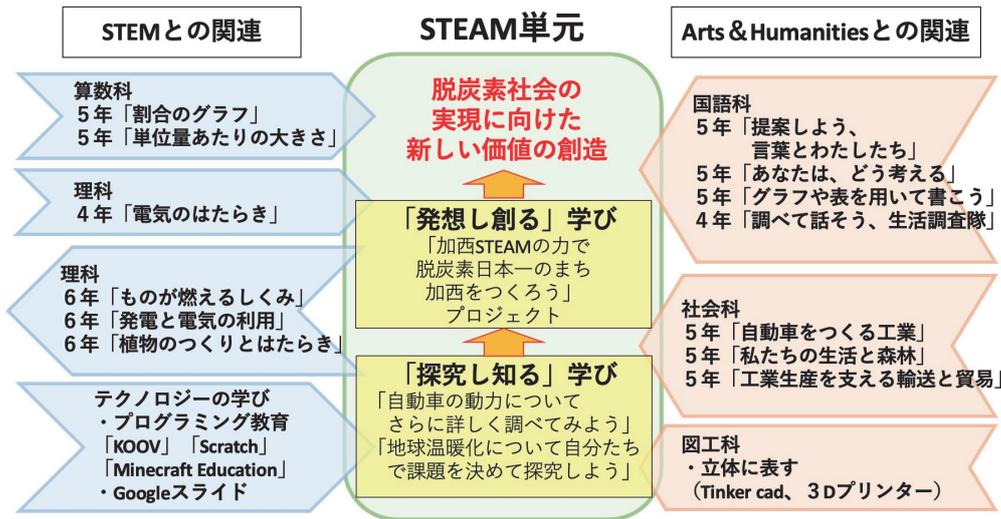


図2 STEAM 単元と STEM 教科・Arts & Humanities 教科との関連

の双方向性があることに言及している。

これに基づいて本実践では、従来から総合的な学習の時間において重視されてきた教科横断的な学びに加え、STEM と Arts & Humanities の両方にまたがる文理融合の学び、そしてテクノロジー（ICT 活用や情報活用能力）も統合しながら活用する学びを展開する。さらに、双方向的な往還の実現のためには、各教科やテクノロジーとの関連を顕在的に統合していくこと、つまり教科横断的であるが学習者自身がそのことを自覚していない潜在的な教科横断ではなく、学習者自身が各教科やテクノロジーとの関連を自覚できるようにすることを重視していく。

本単元における各教科等との関連は図2に示した通りである。STEM との関連としては、算数科、理科、テクノロジーの学びの3つがある。理科においては、未習である第6学年の学習内容が多く関連しており、これらはSTEAM 単元の学習を活かして次年度での意欲的な学びとなっていく還元的なつながりを期待している。また、Arts & Humanities との関連としては、国語科、社会科、図工科とのつながりがある。

### 3 授業の実践

#### 3.1 実践の対象

実践は、H 県内の公立 H 小学校第5学年50名（2クラス）を対象に実施した。期間は、2021年9月から2022年2月で、50時間の授業時数で行った。授業は当該クラスの担任が実施した。

#### 3.2 探究のサイクル1

導入として、社会科「自動車をつくる工業」との関連から、まずは児童の自宅にある自動車について調べる活動を行った。調べる内容として、児童の興味や疑問に基づき「走行距離、動力、自動車メーカー、車名、ナンバープレート、種類」を設定した。そして、調べてきたことを授業で出し合いながら、それぞれの内容について全体

で確認した。そして、電気自動車やハイブリッドカー、また水素自動車など名前はこれまで聞いたことはあっても、それがどのようなものなのか知らない児童が多ことから、「動力」に焦点化し、「自動車の動力についてさらに詳しく調べてみよう」という学習課題を設定した。

次に、自動車の動力の仕組みとその長所・短所についてさらに調べていくことについて全体で確認し、児童の興味・関心に応じてグループの編成を行った。調べる動力としては、児童の家にあったものに加え、これまで見聞きしたことがある「ガソリン車、ディーゼル車、ハイブリッド車、電気自動車、プラグインハイブリッド車、水素自動車」を対象とした。そして、各グループで役割分担をしながら、Chromebook を活用して情報を蓄積しながら書籍やインターネットなどで情報収集を行った。また、調べたことを Google スライドにまとめていく際には、聞き手に伝わり、目的に応じた発表となるように、集めた情報を取捨選択したり適切に書き直させたりした。その後、全体の前で大型モニターにスライドを提示しながら発表を行った。

全体の発表の後には、各グループの発表内容を図3のようにマトリクスの表に整理し、それぞれの長所・短所について「環境」「お金」「便利さ」という3つの視点から整理していった。具体的には、ガソリン車では、同じ車種で比較した場合にハイブリッド車やプラグインハ

種類	仕組み	長所	短所
ガソリン車	ガソリン→エンジン	走行距離が長い、静か、 <b>便利</b> 、給油がはやい	CO2排出量が多い、NOx、CO排出、 <b>環境</b> 、温暖化、環境に悪い
ディーゼル車	軽油→エンジン	燃料代が安い、燃費がよい、 <b>便利</b>	車両価格が高い、CO2(ガソリンより少ない)、NOxが出る、エンジン音
ハイブリッド車 (HV)	ガソリン→エンジン 電気(バッテリー)→モーター	走行距離が長い、静か、CO2排出量が少ない、 <b>環境</b> 、 <b>便利</b>	車体が重い、車価が高い、 <b>お金</b>
プラグインハイブリッド車 (PHV)	電気(バッテリー)→モーター ガソリン→エンジン	走行距離が長い、静か、CO2排出量が少ない、 <b>環境</b> 、 <b>便利</b>	車両価格が高い、充電設備がない、 <b>お金</b> 、車内が狭くなる
電気自動車 (EV)	電気(バッテリー)→モーター	CO2排出量が少ない、燃費が良い、エネルギー効率が良い	走行距離が短い、充電に時間がかかる、 <b>お金</b> 、 <b>便利</b> 、充電設備がない
水素自動車 (FCV)	水素→電気→モーター	CO2排出量がない、NOx全く排出しない、 <b>環境</b> 、エネルギー効率が良い	車両価格が高い、水素の供給が難しい、 <b>お金</b> 、 <b>便利</b> 、場所が必要

図3 動力についてのまとめ

イブリッド車に比べると車両価格も低くなっていること、給油に関してもガソリンスタンドが多くどこでも燃料補給ができ、短時間で給油が済むことから、「お金」「便利さ」という点がメリットになっている。しかし、CO<sub>2</sub>やNO<sub>x</sub>など環境汚染物質の排出が比較的多くなっていることから「環境」という点がデメリットになっている。それに比べて、電気自動車では、車両価格が比較的高めであること、充電できる施設の場所が限られていること、また充電が給油に比べると長時間かかること、バッテリーの劣化により長く使えないことなど「お金」「便利さ」がデメリットになっているが、走行時にCO<sub>2</sub>の排出が少ないことから「環境」という点でメリットがある。この活動を通して、現状の自動車では、「環境」と「お金」「便利さ」がトレードオフの関係になっており、両立できていないことを捉えさせた。これらの一連の学習を通して、「動力について分かることは増えたが、まだ分からないこともあるため専門家から教えてもらいたい」という思いを持たせたり、P社が電動車のシェアが低い中でもよりよい地球環境の実現という理念を掲げて車載バッテリーの開発・製造に取り組んでいる企業であることを知ったりすることで、P社との連携授業に対する意欲を高めさせた。

探究のサイクルの1回目のまとめ・発表の後に、P社との連携授業を行った。今回の連携授業の位置付けとしては、児童の「ワクワク」を呼び起こし、自動車と環境問題、地球温暖化などの本単元のテーマや内容に対する意欲を高めることである。そのため、電気自動車やハイブリッド車などの実車を間近で体験する活動を多く取り入れた。具体的には、自動車メーカーのM社の協力のもと、電気自動車とハイブリッド車、ディーゼルエンジンの3台を学校に持ってきてもらい、走行音を聴き比べたり、エンジンルームや車体を見比べたりすることで、どれが電気自動車なのかを考える活動を行った。その後、M社の方から電気自動車の仕組みやバッテリーの積んである場所などについて説明を受けた。次に、P社の開発者から3点について説明を受けた。1点目は、ハイブリッド車や電気自動車が環境にいいのにどうして販売台数が少ないのか、2点目は、P社の事業内容である車載用バッテリーの世界的なシェアや外国との開発競争について、3点目が外国企業に比べて不利な状況にある中で×10（テンエックス：生産性を10倍にする）に挑戦することで活路を見出そうとしていることなどについて話を聞いた。また、ワークショップを行い、生産性を向上させるためのアイデアを考えたり、マルチタスクよりシングルタスクの方が作業効率が上がることを体験したりした。この授業の振り返りからは、電気自動車やバッテリーについての理解が深まったり、関心が高まったりしてすると同時に、ものづくりに関わる人の苦労や工夫に気づくことができている様子も伺えた。

### 3.3 探究のサイクル2

2回目の探究のサイクルでは、まず初めに「地球温暖

化について自分たちで課題を決めて探究しよう」という課題を立て、児童自らで自分たちの探究していく学習課題をつくる活動に取り組んだ。探究のサイクル1での自動車の動力についての学びやP社との連携授業に加え、これまでの学習経験や生活経験で獲得してきた既有知識をもとに問題意識を顕在化することで、学習課題の設定につなげた。学習課題を児童が作っていくための手法としては、The Right Question Institute（正問研究所）の設立者であるROTHSTEIN and SANTANA（2015）が開発した質問づくりの方法「Question formulation Technique」（以下QFT）を一部改変して活用した。手法の手順は、次の通りである。

- 1 質問づくりのルール確認
- 2 質問の焦点の提示
- 3 質問をつくる
- 4 閉じた質問⇔開いた質問の書き換え
- 5 優先度の高い質問の選択
- 6 全体で質問を共有・分類し、追究していくものを選ぶ

この学習課題を作る活動を初め、これ以降の学習では、グループやクラスで学習を進める際にはロイロノート・スクールの共有ノートを活用している。共有ノートを活用することにより、互いの考えや調べてきた情報を共有したり、グループで思考ツール（黒上, 2012）を活用しながら比較・分類・関連付けなどを行ったりするなど、協同的に学習を進めさせることをねらいとしている。この学習課題づくりにおいて共有ノートの活用している様子は、図4に示した通りである。

この学習課題をつくる段階、つまり自分達が探究に取り組んでいく問いを見つけることが、探究のサイクルの中で児童にとって一番困難を伴う学習である。なぜなら、日頃の授業では問いは教師により発せられることが多く、児童自らが問いを発していくという経験が不足しているからである。このQFTを活用することで、児童が発散的に思考しながら多くの問いをつくり出すことを経験するとともに、観点に沿って収束的に思考しながら自分達が探究すべき問いを選んでいくという「発散→収束」という思考のプロセスを体験することができる。この思考のプロセスは困難な課題に対処することを

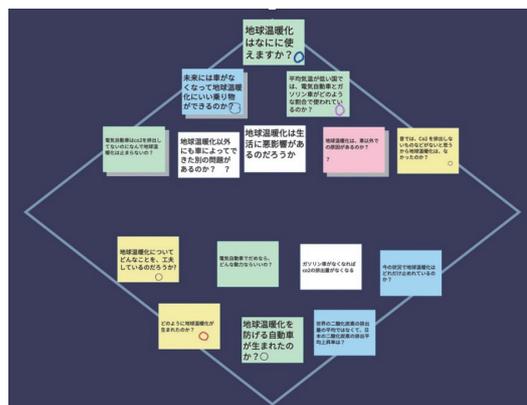


図4 共有ノートでの学習課題づくりの様子

可能にするほか、創造力を伸ばしていくことにもつながる (ROTHSTEIN and SANTANA, 2011)。

表2に示す8つの学習課題に対して、児童の興味・関心に基づいたグループの編成をおこなった。そして、情報収集や整理・分析、まとめ・発表などの今後の探究のサイクルを回していく上で、それぞれの学習活動においてポイントなる点を意識できるようにすること、そしてグループで協同しながら学習を自立的に推進いくことをねらいとして、2種類のワークシートを共有ノートに取り込み活用させた。

1つ目のワークシート (図5) は、情報収集の際に活用してのもので、次の4点をねらいとしている。

- ・探究課題を誰が見てもわかるような表現に書き改めることで、学習課題の明確化を図る。
- ・クラゲチャート (思考ツール) により、課題解決に必要なと思われる情報を予め考えた上で情報収集を行わせたり、新たに浮かんできた問いも追加して情報収集したりできるようにする。
- ・グループで情報収集の役割分担を明確にする。
- ・課題解決において収集した情報の必要性や重要性を評価する。

また、情報の蓄積の仕方については、グループで収集している情報を共有できること、その後の学習で活用しやすい形にすることを考え、文字、図や写真などの画像データ、有用な情報のサイトのリンクなどの形で共有ノート上に蓄積をさせた。

2つ目のワークシート (図6) は、整理・分析とまとめ・表現の際に活用したもので次の4点をねらいとして

いる。

- ・収集した情報を課題との関連において構造化していくことで、情報収集の取捨選択や排列を行えるようにする。
- ・選択し、排列した情報から、新たな傾向や因果関係、関係性を読み取る。
- ・グループの主張を伝えるために発表の構成を明確にする。
- ・まとめ・発表に向けたスライド作成の役割分担を明確にする。

最終的には、Google スライドに成果をまとめ、クラスごとに発表を行った。そして、「地球温暖化などについて自分達で調べてみたけれど、もっと知りたい」、そして「よりより地球環境の実現を目指しているP社やM社は温暖化防止に向けてどんな取り組みをしているのか知りたい」という思いを引き出し、2回目の連携授業につなげていった。

2回目の連携授業は、「環境とエネルギー」をテーマに、①地球温暖化について、②エネルギー問題と自動車の関わり、③M社の脱炭素に向けた取り組み、④P社の脱炭素に向けた取り組みという4つの内容で行った。①②では、児童が探究することによって獲得している「地球温暖化」などの学習内容に関連した知識や概念を、再度整理して構造化することにより、理解が深まったり、概念が広がったりすることをねらいとしている。

そして、今回の連携授業での最も重要なねらいが、児童が企業の思いに「共感」することである。③④は、2回目の探究のサイクルの総括的な位置付けであると同時に、3回目の探究のサイクルであるデザイン思考の出発点となる「共感」の段階に当たるものである。③④で、M社とP社が脱炭素の実現という地球規模の大きな課題に向けて、企業としてどのように取り組んでいるのかについての説明を受けた。そして、企業からは「今、社会で起きている地球温暖化という問題を解決していくには、みんなで力を合わせる事が大事。私達企業はさまざまな取り組みを進めています。さあ、次はみなさんの番ですよ。」というメッセージが児童に伝えられた。その後、地球温暖化の防止に向けて自分達にできることを個人の生活のレベルと社会のレベルでの2つに分け

表2 児童がつくった8つの学習課題

1	昔は地球温暖化はなかったのか？
2	地球温暖化はどんな悪影響があるのか？
3	温暖化以外に車の起こした問題は何か？
4	電気自動車は、CO2を排出しないのに温暖化は止まらないのか？
5	地球温暖化の車以外の原因は何か？
6	平均気温上昇率が低い国の車の割合は？
7	地球温暖化にはいいところがあるのか？
8	未来には、どんな完璧な車ができていくのか？

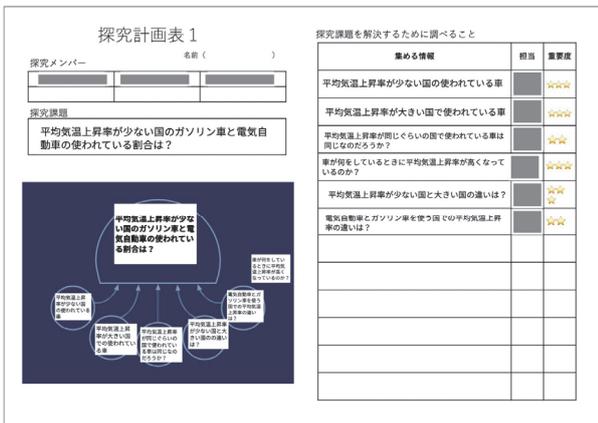


図5 1つ目のワークシートの活用例

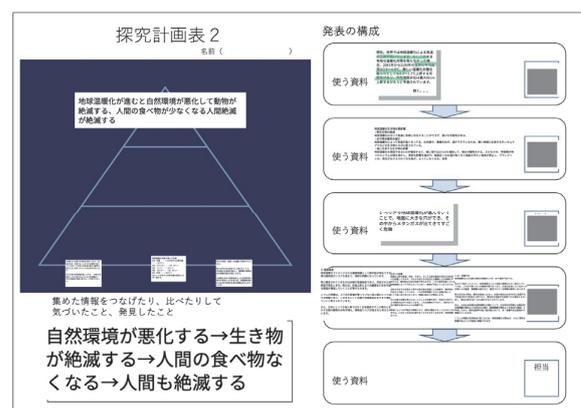


図6 2つ目のワークシートの活用例

て、アイデアを出し合って考えるワークショップを行った。

また、今回の連携授業を通して、自動車におけるCO2削減のための新たな2つの視点を獲得することができた。1つ目は、自動車を使う時だけに限ってCO2量の多寡を判断するのではなく、「原料の採掘→部品製造→バッテリーの製造→自動車の製造→使用時→廃棄・リサイクル」という製造に関わる一連の流れ全てでCO2量を判断する「ライフサイクルアセスメント」の視点、2つ目は、使用するエネルギーについても使用時のみではなく、「燃料採掘→精製・発電→給油・給電→使用時」という流れ全体で捉える「Well to Wheel」の視点である。これらの企業が脱炭素に向けて取り組んでいる新たな視点は、デザイン思考において児童が脱炭素に向けて新しいアイデアを考える際のモデルとして助けとなるものである。

### 3.4 デザイン思考

先述したように、P社・M社との連携授業において、脱炭素社会の実現に向けての企業の取り組みを知り、企業だけでなく個人や社会・地域でも取り組んでいかないといけないというメッセージを受け取ることを、デザイン思考の「共感」する段階と位置付けている。また、児童が企業からメッセージを直接伝えられることで、自分達が社会の問題を解決していく当事者であるという当事者意識の醸成につながることを期待している。また、この共感をもとにしてプロジェクト「加西 STEAM の力で脱炭素日本一のまち加西をつくろう」（以下脱炭素プロジェクト）を立ち上げた。その上で、ゴールまでのプロジェクトの進め方（表3）について確認した。これにより、プロジェクト全体の見通しを児童自身が持ち、計画的に進めていくことができるようにしている。

次は本来、「問題定義」に進むべきところだが、先の連携授業で地球温暖化の解決策を考えるという「発想」に当たる学習に取り組んでいるため、この活動の流れを重視して進めることにした。連携授業で出し合った解決策を振り返り、「実現不可能」「ジレンマ」「実行可能性あり」という3つに分類し、そこから望ましい解決策とは「Win-Win」になっているものであることを確認した。その上で、さらに解決策をブレインストーミングの形で出し合っていた。その後、クラス全体で出てきた解決策を俯瞰しながら、内容によって分類し、それぞれの内容に合わせてタイトルをつけていった。ここでは8

表3 脱炭素プロジェクトの進め方

1	「日本一脱炭素のまち加西市」のための解決策进行分类する
2	解決策を決定し、問題を確認める
3	取り組んでいきたい内容ごとにグループを作る
4	解決策を実現するための「いいね！」なアイデアを考える
5	アイデアを表現するツールを決めてプロトタイプを作る
6	プロトタイプを自分たちでテスト、修正
7	発表の準備（発表原稿・スライド作成）・練習
8	発表会本番

つのグループに分類し、タイトルは表4の通りである。そして、児童の興味・関心に応じて8つの内容を一つずつ担当するようにグループの編成を行った。今回、8つの内容に分けてグループを編成したのは、脱炭素のまちづくりに向けた提案がより多面的な視点から検討したものとなり、多様な提案ができることをねらっている。また、多様な観点から地球温暖化の問題を捉え、より一般化された概念の形成につながると思ったからである。その後、各グループはクラス全体で出し合った様々な解決策をもとにして、複数の解決策を組み合わせたかた、新たな考えを取り入れたりしながら自分達のグループが脱炭素プロジェクトにおいて取り組んでいきたい解決策を決定した。これにより、クラス全体で発散的に思考して出し合った解決策をもとに、各グループで収束的な思考しながら選んでいくことで、より多様な考えを選択肢として持てるようになることを意図している。そして、この段階で、自分達のグループが解決に向けて取り組もうとしている問題について、その背景や状況、どんな困り事が起きているのかについて「問題定義」を行った。図7には、節水・節電のグループの解決策と問題定義を例として示している。これにより、地球温暖化という抽象的で大きな問題の枠組みから、具体的な内容を伴った問題として定義することで、具体的なユーザやペルソナの想定が可能になった。

次に、デザイン思考において「発想」に当たる解決策を実現するためのアイデアを考える活動を行った。STEAM教育におけるアウトプットでは、イノベーションを体験させることが重要であり、必要性和制約条件のトレードオフを解消していくための仕組みや仕掛け、そのためのアイデアや目の付け所の良さや実現の期待が膨らむ未来感のあるものを子どもたちが考えていく

表4 解決策の分類からできた8つのグループ

1	発電
2	リサイクル
3	食べ物・地産地消
4	建物・施設
5	交通
6	森林
7	節水・節電
8	ごみ

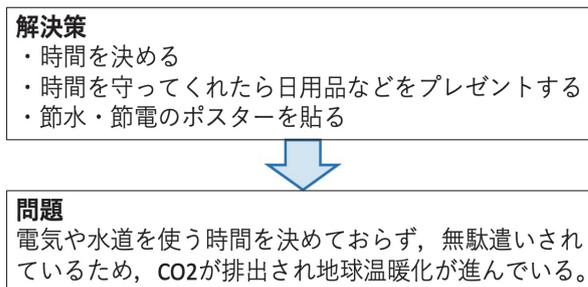


図7 解決策と問題定義の例

ことが望ましい。そこで、アイデアとは解決策を現実のものにするための仕組みや仕掛けのことであり、考える視点として①新規性、②Win-Win、③未来を想定して「あったらいいな」と実現の期待が膨らむものの3つを提示した(森山ほか, 2022)。新規性とは、社会的に新しいという新規性と、自分にとって新しい新規性の2つがあるが、ここでの新規性とは2つ目の新しさであり、あるものを真似するのではなく自分達なりに考え出すことを重視している。また、2回目の連携授業で企業から得た「ライフサイクルアセスメント」「Well to Wheel」という脱炭素を考える2つの視点も取り入れて考えていくことを推奨した。また、次の「プロトタイプ」の作成を想定しながらアイデアを考えていくことができるように、本単元において児童が「プロトタイプ」作成に使える選択肢を示した。また、アイデアによってそれぞれ適したデジタルツールや表現方法があるため、それについても説明を行った(表5)。

表5 プロトタイプ作成の選択肢

KOOV	ロボット, 機械, 装置
Scratch	アプリ, アニメーション
Minecraft education	インフラ(道路・鉄道・上下水道・学校・公共施設・駅など)
Tinkercad, 3Dプリンター	製品, 実際に形のあるもの
ペーパープロトタイピング	オンラインサービス, アプリ
Adobe Spark	動画
Google スライド	スライドで説明

グループごとに共有ノートを作成し、活用することで協同的に学習を進めていった。まず、ブレインストーミングによる発散的な思考でなるべく多くのアイデアを出してから、思考ツールを活用しながら収束的に思考してアイデアを絞っていくというプロセスで進めていった。これまでにない新しいアイデアを生み出していく過程は、先の見通しの立たない曖昧さ、それによる苦しさや不安を伴うものである。そのため、この段階の教師の支援としては、次の2つを主に行った。1つは、不安な状況でもモチベーションを維持していくための励ましであり、もう一つは、教師も各グループの話し合いに加わり、グループの意見を傾聴し、質問することで、より多面的に考えるように促したり、児童が気づいていないトレードオフに気づかせたりするような支援を行った。これらの活動により再度解決策を見直したりしながら、徐々にアイデアがまとまり、ブラッシュアップされていった(図8)。

「プロトタイプ」の作成では、表現方法やデジタルツールを選択し、アイデアを実際に具体的な形にしていっていった。そして、その「プロトタイプ」を自分達でテストしたり、修正したりしていきながらよりよいものへと改善していった。この段階で重要な点は、「とりあえずやってみる」「失敗を恐れず、何度もチャレンジする」という2つのことである。どんな形にしたらいいか、どうやって作ろうかと考えてばかりいるのではなくとりあえず手を動かして形にしてみることで、そして、グループで具体的なイメージとして共有したら、そこからどん

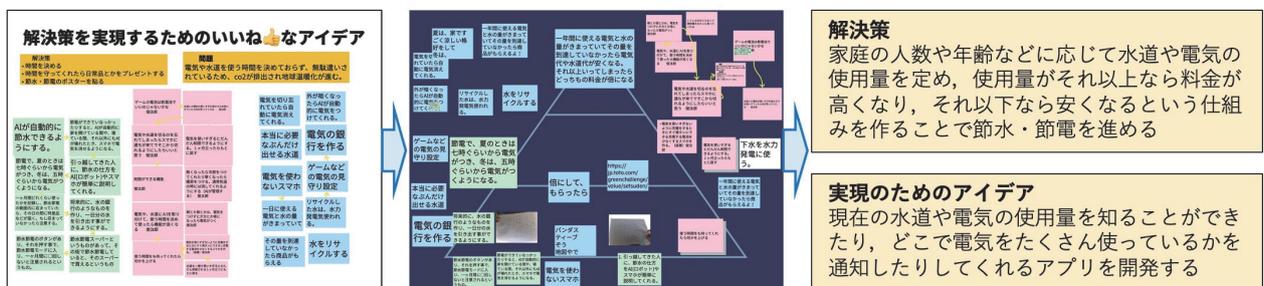


図8 解決策・アイデアがまとまっていく様子の例



図9 プロトタイプの例

どん変えていくことを恐れないことの大切さを伝えた。これらは、本単元において育成を目指す資質・能力の中に含まれる「イノベーターのマインドセット」と言われるもので、何か新しい価値を生み出していこうとするとときに大切になってくるマインドセットである（ヤング吉原・木島, 2019）。実際にこの単元の中で児童が創ったプロトタイプを図9に示している。

また、次の「テスト」に向けて発表原稿の作成やスライドの作成を行った。その際には、発表の構成についてのフォーマットを示すとともに、実際に教師が作成した発表原稿とスライドをモデルとして示している。発表の構成として1番目が、自分達の取り組んだ問題についての説明である。この段階でも、発表原稿を書く中で自分達の取り組んだ問題についてその原因を確かめ、現状についてデータを引用しながらリアルに捉えられているかということを重視した。その中で、問題の定義の甘さや不十分さに気づくグループもあり、再度問題の定義を確認したり、アイデアを付け足していったりするなど、デザイン思考の「問題定義」・「発想」・「プロトタイプ」という段階を行ったり来たりしていた。発表の2番目は、自分達で考えた解決策を提示させた。そして、3番目が解決策の実現に向けたアイデアの説明で、どのようなアイデアなのか、その仕組みや使い方を示したり、特徴、ポイントを伝えたり、どのようにWin-Winになっているかなどについての説明である。この段階でも、トレードオフが解消されていないことに気づいて「発想」の段階に戻ってアイデアを考え、追加するというようなグループもあった。そして、最後には内容のまとめとして自分達の考え・思いを伝えるという構成をモデルとして示した。

最後に、「テスト」として、脱炭素社会の実現に向けて取り組んでいるP社やM社の方に向けてオンラインでの発表会を行った。児童は8つのグループごとに加西市を脱炭素のまちにしていくためにグループごとに考えた解決策とアイデアを提案し、評価をもらった。企業からは児童の発表に対して、的確によいところを褒めたり、児童のアイデアに驚いたりするなど非常に肯定的な受け止めをもらった。さらに、児童が気づかなか

た視点から、さらによい解決策にするためのアドバイスをもらった。この「テスト」で、専門的な立場の方から感想・アドバイスをもらうことで、児童のSTEAM単元の一連の学習に対する達成感を感じ、苦勞して新たなものを生み出していくことへの喜びを感じている様子を見ることができた。

## 4 実践の評価

### 4.1 評価の手続き

実践の評価として質問紙による調査を実践前と実践後の2回実施した。STEAM教育の単元において、学習方法として「探究し知る」学びに加えて、「発想し創る」学びを取り入れることで、「STEAM教育としての学習に対する意識」が促進され、それによって「学びに向かう力・探究心」と本単元の題材である「エネルギー・環境に対する意識」「地域や社会に参加する意識」の高まりにつながると考え、本実践の評価を実施した。

「学びに向かう力・探究心に関する意識」「エネルギー・環境に対する意識」「地域や社会に参加する意識」と「STEAM教育としての学習に対する意識」といった資質・能力や意識については、回答は4件法（4：とても当てはまる・とてもそう思う, 3：わりに当てはまる・わりにそう思う, 2：少し当てはまる・少しそう思う, 1：全然当てはまらない・全然そう思わない）で行った。「学びに向かう力・探究心」については、白井(2020)の「OECD Education2030 プロジェクトが描く教育の未来: エージェンシー、資質・能力とカリキュラム」を参考に、エージェンシーと3つのコンピテンシーについての質問を作成した。また、イノベーターのマインドセットについては、ヤング吉原・木島(2019)の「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」を参考に作成した。「エネルギー・環境に対する意識」については、黒澤ら(2012)の「環境および環境教育に対する意識尺度の開発」からエネルギーに関するものを抜粋して使用した。また、「地域や社会に参加する意識」については、石盛ら(2013)の「コミュニティ意識尺度(短縮版)の開発」から、一部抜粋して使用した。「STEAM教育としての学習に対する意識」については、教科横断や文

表6 「学びに向かう力・探究心に関する意識」の変化

質問項目	事前		事後		t 値 (対応あり)
	M	S. D.	M	S. D.	
<b>エージェンシー</b>					
1 自分の行動は、地域(加西市)や社会を少しずつ変えていくことにつながると思う。	2.22	0.74	2.76	0.75	3.79 **
<b>新しい価値を創造する力(イノベーターのマインドセット)</b>					
2 これまでの当たり前や常識を気にせずに考えようとしている。	2.43	0.87	2.35	0.90	0.55 ns
3 たとえ不完全でもとりあえずやってみることが大切だと思う。	3.57	0.71	3.67	0.52	0.96 ns
4 失敗してもいいからやりたいことに挑戦しようとしている。	3.20	0.76	3.31	0.74	0.71 ns
5 自分でも何か新しいものを生み出だしたいと思う。	2.90	0.87	3.33	0.72	3.46 **
<b>責任ある行動を取る力</b>					
6 自分のやることを自分で決めようとしている。	2.88	0.81	2.94	0.77	0.43 ns
7 自分の行動がみんなにとってよいことかどうかを考えるようにしている。	2.82	0.93	2.92	0.76	0.76 ns
<b>対立やジレンマに対処する力</b>					
8 自分の考えだけでなく、他の人の考えも受け入れるようにしている。	3.10	0.90	3.20	0.64	0.87 ns
9 他の人からの反対意見や注意でも、それを受け止めるようにしている。	2.82	0.99	3.02	0.90	1.22 ns
10 他の人のいろんな意見を参考にし考えをよりよくしようとしている。	2.96	0.87	3.18	0.75	1.71 †
<b>共感する力</b>					
11 自分の考えとはちがう人に対しても、その人の立場に立って考えるようにしている。	2.73	0.81	3.02	0.99	1.89 †

N=49

\*\*p<.01, †p<.1

理融合に対する自覚、「探究し知る」学びと「発想し創る」学びの往還に対する意識に関する質問を自作した。

## 4.2 結果と考察

### 4.2.1 「学びに向かう力・探究心に関する意識」の変容

「学びに向かう力・探究心に関する意識」の結果を表6に示す。事前事後比較では、設問1・5の2つの項目における平均値が有意に向上した。1に関しては、事前の段階から他の質問項目に比べると平均値が低い水準を示している。この項目は、日本財団（2019）の「18歳意識調査」（第20回：テーマ「国や社会に対する意識」）の調査の中の「自分で国や社会を変えられると思う」と項目と同様のものと考えられる。「はい」の回答者割合が、日本では18.3%となっており、4割～8割程度の諸外国と比べて低くなっていることと通じる結果であると言える。本実践では、地球温暖化という「ホンモノの課題」を学習のテーマとして取り上げ、居住地域における脱炭素社会の実現を目指すプロジェクトに児童が問題の解決の主体として取り組むことにより、自分達の行動と社会とのつながりを実感することができ、この項目の有意な向上につながったと考えられる。また、設問5では、プロジェクトにおいて、児童が誰かの真似ではなくイノベティブに解決策やアイデアを考案したこと、そして「テスト」により専門家から肯定的な評価を得たことが、新しいものを生み出すことへの自信と喜びを生み出して、もっとやりたいという意欲へとつながったことが示唆される。イノベーターのマインドセットに関わる設問2・3・4、対立やジレンマ時に対処する8・9は、事前事後で有意差がなかった。この理由として、1つの単元の実践ではそれらを十分に実感でき

るような学習経験を積むことができなかったこと、また「プロトタイプ」の作成において失敗を乗り越えながら何度も作り直すことのできる時間が確保できなかったことが考えられる。また、設問6・7は今回の実践では、解決策の提案までで実際の行動を起こすことには取り組んでいないことがその理由であると考えられる。

### 4.2.2 「エネルギー・環境問題に関する意識」の変容

「エネルギー・環境問題に関する意識」の結果を表7に示す。事前事後比較では、設問1・2・3・4・6・8の項目において平均値の有意な向上が見られた。また、設問5・7の項目においても、平均値の向上が有意傾向となり、設問9を除く全ての項目において平均値が向上している。設問1・2・3の環境問題の重要性に対する認識は元々高い数値を示していた。そして、探究的に地球温暖化やエネルギーをテーマとして学習に取り組むことにより、それらが今後もたらす悪影響についての理解が深まり、その防止に向けた取り組みの必要性を実感したことで、環境問題の重要性の認識がさらに高まっただけでなく、興味・関心や問題への当事者意識も高まったことが示唆される。

### 4.2.3 「地域・社会への参画に関する意識」の変容

「地域・社会への参画に関する意識」の結果を表8に示す。事前事後比較では、設問3の平均値が有意に向上した。しかし、設問1・2・4では有意な向上が見られなかった。その理由として、居住地域を扱ったプロジェクトや地元企業との連携により誇りや愛着は高まったが、実際に社会を作ったり変えたりしていくための行動や決定をしていくという意識までには至っていないことが考えられる。

表7 「エネルギー・環境問題に関する意識」の変化

質問項目	事前		事後		t 値 (対応あり)
	M	S. D.	M	S. D.	
<b>環境問題の重要性</b>					
1 節電やエコ対策などの情報を扱うことは社会にとって重要なことであると思う。	3.57	0.71	3.80	0.41	2.04 *
2 地球温暖化などの地球規模的な環境問題を扱うことは社会にとって重要なことであると思う。	3.55	0.71	3.80	0.46	2.07 *
3 太陽光等自然エネルギーを扱うことは社会にとって重要なことであると思う。	3.27	0.84	3.59	0.57	2.27 *
<b>環境問題への興味・関心</b>					
4 エネルギーと環境の関係について関心があると思う。	2.88	0.90	3.18	0.73	2.23 *
5 環境問題についてもっと知りたいと思う。	3.06	0.92	3.31	0.85	1.70 †
6 環境問題について積極的に取り組んでみたいと思う。	2.92	0.93	3.33	0.72	2.92 **
<b>環境配慮行動</b>					
7 自宅では不要な電灯を消すなど、節電を意識していると思う。	2.71	0.91	3.00	0.87	2.00 †
8 節電やエコ対策の情報について関心があると思う。	2.73	0.93	3.06	0.72	2.48 *
9 教室や廊下では不要な電灯を消すなど、節電を意識していると思う。	2.49	0.96	2.65	0.72	1.13 ns

N=49 \*\*p<.01, \*p<.05, †p<.1

表8 「地域・社会への参画に関する意識」の変化

質問項目	事前		事後		t 値 (対応あり)
	M	S. D.	M	S. D.	
<b>連帯・積極性</b>					
1 住み良い地域づくりのため自分から積極的に活動していきたいと思う。	2.86	0.91	3.06	0.75	1.40 ns
<b>自己決定</b>					
2 地域をよくするためには、住民(住んでいる人)自らが決定することが重要である。	3.06	0.75	3.29	0.74	1.42 ns
<b>愛着</b>					
3 今住んでいる地域にほこりと愛着のようなものを感じている。	2.94	0.97	3.24	0.83	2.18 *
<b>他者依頼</b>					
4 地域をよくするための活動は、熱心な人たちに任せておけばいい。(反転項目)	1.43	0.76	1.53	0.89	0.74 ns

N=49 \*p<.05

表9 「STEAM教育としての学習に対する意識」の変化

質問項目	事前		事後		t 値 (対応あり)
	M	S. D.	M	S. D.	
<b>教科横断、文理融合の自覚</b>					
1 いろいろな教科の学習が、おたがいにどのようにつながっているか考えるようにしている。	2.37	0.91	2.65	0.75	1.96 †
2 算数の学習を、生活や社会の問題の解決に活かそうとしている。	2.53	0.82	2.82	0.83	2.14 *
3 理科の学習を、生活や社会の問題の解決に活かそうとしている。	2.82	0.91	3.00	0.76	1.27 ns
4 プログラミングの学習を、生活や社会の問題の解決に活かそうとしている。	2.80	0.89	3.22	0.77	3.00 **
5 クロームブックを使っているいろいろな情報を調べたり、まとめたりする学習を、生活や社会の問題の解決に活かそうとしている。	3.08	0.91	3.45	0.68	2.20 *
<b>「探究し知る」学びと「発想し創る」学びの往還</b>					
6 さまざまに学んだことを活かして、人の役に立つものやアイデアを生み出したいと思う。	2.98	0.85	3.37	0.81	2.62 *
7 人の役に立つものやアイデアを生み出すために、いろいろなことをもっと学びたいと思う。	2.82	0.86	3.31	0.71	4.06 **

N=49

\*\* $p<.01$ , \* $p<.05$ , † $p<.1$ 

#### 4.2.4 「STEAM教育としての学習に対する意識」の変容

「STEAM教育としての学習に対する意識」に関する結果を表9に示す。設問2・4・5・6・7において平均値が有意に向上した。また、設問1では平均値の向上に有意傾向が見られた。これらのことから、実践を通して各教科と関連を児童が自覚できるように教師からの働きかけがあったこと、また学習活動の中で様々な教科の学びやテクノロジーを実際に活用したことにより、教科横断・文理融合に対する自覚と教科等とSTEAM単元との双方向的な往還に対する意識が高まったことが示唆される。設問3の理科とのつながりが有意とならなかった理由として、実際に理科の知識を自覚的に活用して問題解決に取り組んだのが特定のグループに限られていたことや第5学年の理科学習との関連がなかったことが理由と考えられる。

#### 5 まとめと今後の課題

以上、本研究では、J-STEAMの提案に基づき、小学校第5学年「総合的な学習の時間」でのSTEAM単元の実践と評価を行った。単元の構造としては、「探究し知る」学びをもとにして、デザイン思考を活用する「発想し創る」学びへと学習が発展していく形をとった。「発想し創る」学びにおいて活用できる知識が限られている小学校段階では、その前段に単元のテーマに関する「探究し知る」学びを組み入れることは、理解の深化や知識の構造化が進み、よりイノベティブな「発想し創る」学びの実現に資するものであった。また、「ワクワク」を生み出すために、「ホンモノの課題」に取り組むとともに、企業の「ホンモノの取り組み」や「ホンモノの製品」との出会いをねらいとして企業と連携した。この企業との連携は、児童に新しい知識や視点を与えたり、学習の成果を評価したりするなど、単元を通して学びを支える専門家の立場として、さらに児童がデザイン思考でイノベティブな提案をする際のモデルとなるものであった。

実践の結果、児童は様々な教科の学習やテクノロジーの学習が社会の問題解決につながっていると感じ、教科等の学びを問題解決に活かしたり、活かせるからこそ教科等の学びに意欲的に取り組もうとしたりする意識が高まった。そして、今回の単元のテーマであるエネ

ルギー・環境問題に対しても、その重要性や興味・関心などの意識が高まり、その防止にむけて環境に配慮した行動をとっていかうとする思いを持つようになった。そして、児童は自分達の行動と社会との変化とのつながりを感じ、また自分達で新しいものを生み出していくことへの意欲を高めることができた。これらの成果はあくまで本実践の条件下における限定的なものではあるが、小学校において総合的な学習の時間でSTEAM教育を実践していく際の有効な実践事例となるであろう。

課題として、イノベーターのマインドセットや対立やジレンマへの対処などでは、顕著な変化が現れなかったことが挙げられる。育成を目指す資質・能力をしっかりと見据えながら、ユーザの困りに共感したり、問題の起る背景や状況などを捉えた上で問題定義したり、トライアルアンドエラーを経験しながら「プロトタイプ」を作成したりするなど、必要なところには十分に時間を確保するとともに、振り返りを適切に行うことで児童自らが学習の意義や身につけたスキルを自覚できるようにしていくことが必要であると考えられる。

今後は、小学校において総合的な学習の時間でSTEAM教育が展開されていくことを見据え、STEAM教育が目指す学習効果を得られるように次の3点についてさらに研究を進める必要があると考える。

- ① STEAM単元とプレ・ポスト教科学習との関わりの充実を図っていくカリキュラム・マネジメントのあり方
- ② 「発想し創る」学びにおける教師のファシリテーションのあり方
- ③ 成果物等を通してSTEAM教育の学習効果を測る評価のあり方

今回実践した第5学年以外の様々な学年にも実践を広げて発達段階に応じたSTEAM単元のあり方を研究するとともに、今回取り上げた環境以外の様々なテーマについても取り組んでいくことで知見を蓄積し、研究を重ねていく必要がある。

#### 文献

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)兵庫教育大学(2021),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>
- 藤原さと (2020), 探究する学びを作る 社会とつながるプロジェクト型学習, 株式会社平凡社
- HASSO PLATTNER Institute of Design at Stanford (2012), An Introduction to Design Thinking PROCESS GUIDE (柏野尊徳, 中村珠希 (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.narawu.ac.jp/core/img/pdf/DesignThinking5steps.pdf>
- 井上浄 (2020), 「未来の教室」と Edtech 研究会 STEAM 検討ワーキンググループ中間報告補足資料, <https://www.learning-innovation.go.jp/existing/doc202008/steam2020-midreportappendix.pdf>
- 石盛真徳, 岡本卓也, 加藤潤三 (2013), コミュニティ意識尺度 (短縮版) の開発, 実験社会心理学研究第 53 巻第 1 号, pp.22-29.
- 加西市 (2021), 加西 STEAM 教育を推進します, <https://www.city.kasai.hyogo.jp/site/kyoiku/22668.html>
- 経済産業省 (2019), 未来の教室ビジョン (第 2 次提言), [https://www.meti.go.jp/shingikai/mono\\_info\\_service/mirai\\_kyoshitsu/pdf/20190625\\_report.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/mirai_kyoshitsu/pdf/20190625_report.pdf)
- 経済産業省 (2022), 「未来の教室」フォーラム 2022.3, <https://www.learning-innovation.go.jp/news/steam-library-forum-20220304/>
- 黒上晴夫, 小島亜華里, 泰山裕 (2012), シンキングツール〜考えることを教えたい〜, NPO 法人学習創造フォーラム, [http://ks-lab.net/haruo/thinking\\_tool/short.pdf](http://ks-lab.net/haruo/thinking_tool/short.pdf)
- 黒澤春香, 村松浩幸, 島田英昭 (2012), 環境および環境教育に対する意識尺度の開発, 信州大学教育学部研究論集第 5 号, pp.1-13.
- 文部科学省 (2017), 小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説 総合的な学習の時間編
- 文部科学省 (2022), STEAM 教育等の教科等横断的な学習の推進について, <https://www.mext.go.jp/studxstyle/index3.html>
- 森山潤, 永田智子, 石野亮, 中井俊尚, (2022) 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, 学校教育学研究, pp.399-410.
- 内閣府, 総合科学技術・イノベーション会議教育・人材ワーキンググループ (2022), Society5.0 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) 【CSTI 教育・人材育成 WG 最終とりまとめ】, [https://www.meti.go.jp/shingikai/economy/mirai\\_jinzai/pdf/005\\_s02\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/economy/mirai_jinzai/pdf/005_s02_00.pdf)
- 内閣府 (2021), 第 6 期科学技術, イノベーション基本計画, <https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/6honbun.pdf>
- 日本財団 (2019), 18 歳意識調査「第 20 回 - 国や社会に対する意識調査 - 詳細版 (日本)」, [https://www.nippon-foundation.or.jp/app/uploads/2019/11/waha\\_pro\\_eig\\_98.pdf](https://www.nippon-foundation.or.jp/app/uploads/2019/11/waha_pro_eig_98.pdf)
- OECD (2019) OECD ラーニングコンパス (学びの羅針盤) 2030, [https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/learning-compass-2030/OECD\\_LEARNING\\_COMPASS\\_2030\\_Concept\\_note\\_Japanese.pdf](https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/learning-compass-2030/OECD_LEARNING_COMPASS_2030_Concept_note_Japanese.pdf)
- ROTHSTEIN D. and SANTANA L. (2011) Make Just One Change: Teach Students to Ask Their Own Questions, Harvard Education Press (吉田新一郎訳 (2015), たった一つを変えるだけ クラスも教師も自立する「質問づくり」, 新評論)
- 白井俊 (2020), OECD Education2030 プロジェクトが描く教育の未来 エージェンシー, 資質・能力とカリキュラム, ミネルヴァ書房
- 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 (2018), 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/afieldfile/2018/06/06/1405844\\_002.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/afieldfile/2018/06/06/1405844_002.pdf), 2018
- Vasquez,J.,Sneider,C.,& Comer,M. (2013) ,STEM Lesson essentials,grades3-8:integrating science,technology,engineering,and Mathematics, Heinemann,
- 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
- (URL の最終閲覧日はいずれも 2022 年 7 月 12 日)