

STEAM教育連携からの小学校生活科、理科、社会科とのカリキュラム・マネジメントを推進する生物技術の品種論の教育課程基準

山崎 恭平*・榎 千穂**・山崎 貞登***

(令和5年1月30日受付；令和5年4月24日受理)

要 旨

本研究では、日本発STEAM教育連携とSDGs(Sustainable Development Goals)教育推進の視点から、山崎・山崎(2022)が提案した幼稚園から高等学校までを一貫した生物技術の教育課程基準の「遺伝子改変技術・育種技術・バイオテクノロジー」スコープに関して、特に作物品種・遺伝・育種の学習内容と、平成29年告示小学校学習指導要領に基づく生活科、理科、社会科教科書の学習内容との関連について調査し、学習内容に含意するテクノロジー(T)とエンジニアリング(E)の文脈の強弱について検討した。生活科では、第1学年であさがおなどの夏生一年生の草花を中心とした種まきと種とりが扱われ、第2学年ではミニトマトなど主に夏野菜の苗の定植から収穫活動が扱われていたが、全てTEの文脈は弱かった。理科では、第3、4、5学年で作物品種・遺伝・育種に関わる内容が見られたが、TとEの文脈は全体的に弱かった。第5学年で江戸在来品種を紹介した教科書が一つ見られた。社会科では、3社教科書ともに第5学年の農業の学習で米の新品種開発の系譜と育種改良の目的と意義の説明が見られたが、TやEの用語は使用されていなかった。生活科、理科、社会科の作物の品種・遺伝・育種の学習において、STEAMリテラシー育成に不可欠なTとEの文脈の導入を提案した。

KEY WORDS

日本発STEAM教育(Japan oriented STEAM education), 小学校(Elementary school), 生活科(Life environment studies), 理科(Science), 社会科(Social studies), 品種(Breed)

1 緒論

本研究の目的は、日本発STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics)教育⁽¹⁾連携の推進の視点から、山崎・山崎(2022)⁽¹⁾が提案した幼稚園から高等学校までを一貫した生物技術の教育課程基準における「遺伝子改変技術・育種技術・バイオテクノロジー」スコープ(範囲・領域内容)の内容と、「小学校学習指導要領(平成29年告示)(以下、小学校学習指導要領)」に基づく文部科学省検定済の生活科、理科、社会科の教科書内容との関連について調査し、テクノロジー(以下、T)とエンジニアリング(以下、E)の文脈の強弱について検討することである。本稿では、「技術(テクノロジー)」と「技能(スキル)」、「技巧・技量(テクニク)」を峻別する。

最初に、本研究を行う契機となった筆者らの先行研究を紹介する。バイオ関連技術の近年の急速な発展に伴い、食の安全性と健康、生命倫理、生物環境保全、品種と生物育成者権をはじめとした知的財産権の尊重と保護の必要性が一層高まっている。さらには、COVID-19、鳥インフルエンザ等の発生に伴い、人、野生動物、飼育動物の健康と安全をSDGs推進の視点から「ワンヘルス」として科学的に捉え、医療・ワクチン・製薬技術をはじめとしたバイオ技術開発と自国生産、国際貢献が本邦の喫緊の課題である⁽²⁾。こうしたバイオ関連技術のイノベーションと社会安全のための技術ガバナンスに、主体的かつ協働的に対応できる技術リテラシーを育成するために、山崎・山崎(2022)⁽¹⁾は、「中学校学習指導要領(平成29年告示)技術・家庭科技術分野(以下、技術科)」の内容「B生物育成の技術」⁽³⁾を「生物技術」に再編し、幼稚園から高校までを一貫し、幼小中高のシーケンス(学習系統性・適時性)に配慮した技術教育課程基準の構成原理を提案した。生物技術の対象内容知は、「遺伝子操作技術・育種技術・バイオテクノロジー」、「生物環境調節の最適化技術」、「生物成長管理技術」、「生物保護・医療・保健・衛生技術」スコープとし、「作物、草花、樹木を含む栽培植物」、「飼育動物」、「水産生物」、「人間」を対象にした。特に、各学年・校種段階における社会科、理科、体育・保健体育科、家庭科との連携内容を明記した。

本稿は、野口(1991)⁽⁴⁾の定義に従い、食用作物、野菜、果樹、花卉、草花を含む、人類が栽培する植物を「作物」とする。「遺伝子改変技術・育種技術・バイオテクノロジー」スコープの基底学問は、主として遺伝・育種学とバイ

オテクノロジーである。一方、筆者らの先行研究^(1,2,5,6)では、技術科⁽³⁾、小学校社会科第5学年の畜産業と水産業の学習⁽⁷⁾及び、中学校理科第2分野の内容「生命の連続性」⁽⁸⁾で、「品種」について学習することが明らかになっている。そこで、本稿では、STEAM教育連携の視点から、「作物品種・遺伝・育種」スコープに着眼する。

また、筆者らの先行研究^(1,2,5,6)から、小学校第5学年の畜産業と水産業の学習、小学校体育科保健領域⁽⁹⁾と中学校保健体育科保健領域⁽¹⁰⁾の医療・保健衛生についての学習では、TとEの文脈はほとんど見られなかったことが明らかになった。そこで、筆者らは、先行研究において、小学校におけるSTEAM教育推進のためにTとEの文脈を盛り込む学習方略により、学習内容や学習活動が実生活や実社会に繋がり、学びの切実感や有用感を高めることを提案した。さらに、技術科内容「B生物育成の技術」の3社教科書⁽¹¹⁻¹³⁾の飼育動物と水産生物の育成技術の学習内容は、小学校第5学年社会科の畜産業と水産業の既習内容との重複が複数見られるため、第5学年社会科第一次産業学習において、「稲作のほか、野菜、果物、畜産物、水産物などから一つを取り上げる(p.81)」⁽⁷⁾学習方法の見直しの必要性と、社会科と技術科との学習系統性を高める必要性を指摘した。

次に、他教科において、品種に関する学習の取扱いとともに、小・中学校の品種学習に関わるカリキュラム・マネジメントの先行研究を概観する。早川・馬場(2018)⁽¹⁴⁾は、小学校3年生～6年生の国語、算数、理科、社会、音楽、家庭(5, 6年生)教科書に掲載されている生物種を中心とした調査を行い、出現回数が最も多い生物名はイネであったことを報告した。また、教科書に頻出した生物名は、栽培植物や飼育動物が多く、野生生物を扱う機会が少ないことが推察されるとした。さらに理科を中心とした学習教材として教科間連携を促進するリストの提案を行った。

矢島・荒木(2019)⁽¹⁵⁾は、小学校理科生命領域から、中学校技術科「生物育成の技術」への繋がりを阻害する要因を整理した。阻害する主たる要因として、学校種の違いと、教科の目標と内容の差異に起因し、児童生徒は、両教科の繋がりを認識していない可能性が極めて高いと指摘した。また、小学校理科生命領域に、技術教育の要素を組み込むことで、理科で学習した原理・法則が日常に活かされている場面を実感し、理科の有用性への認識を高めると指摘した。このように、小学校の各教科における栽培学習が、技術科「生物育成の技術」へと繋がる系統的学習を高めるための教科等内容構成の在り方と、校種間・教科等間のカリキュラム・マネジメントの構築が強く求められている。

松川・熊田(2016)⁽¹⁶⁾は、戦後初期、栃木師範学校附属小学校(宝木校)で作成・実践された教育計画を参考にし、同県内公立小学校で、社会科5年生の単元「食料生産」を中心として、国語、算数、理科、家庭、「総合的な学習の時間」と連携した指導計画を提案し、実践を紹介した。例えば、米作りについて調べる際のインタビューで、国語「きいて、きいて、きいてみよう」や「敬語」を扱った。理科の「発芽と成長」と関連させて児童が発言している場面を見取った。米作りの学習の振り返りでは、品種改良、機械化、集落営農、これからの米作りについてなど、実社会が抱えているオーセンティックな状況を実感した学びの振り返りができたことを報告した。同論文では、TE概念や文脈の有無については一切論じられていないが、品種改良、機械化、これからの稲作技術のイノベーションとガバナンスといったオーセンティックな状況に繋げることが可能な学習課題といえる。2015年9月25日第70回国連総会で採択された「持続可能な開発目標(SDGs)の計17の目標」の9は、「産業と技術イノベーションの基盤を創ろう」である⁽¹⁷⁾。技術イノベーションと、最適解の技術の社会実装を生み出すための科学的なデザインに関する知識と問題解決方略体系であるエンジニアリングは、産業の創出・発展や経済の活性化の基盤であり、相互不可分である。STEAM教育とSDGsの基本理念にある「持続可能な社会の実現」には、TとEの文脈を盛り込む教科内容構成が必要である。

前田(2019)⁽¹⁸⁾は、中学校理科と技術科の教科の目標・内容の違いとともに、学習する時期が複数の学年にまたがっていることから、両教科の学習で得た知識と観察で得た情報の深い繋がりが、生徒には意識しにくい状況であることを指摘している。そこで、中学校理科第2分野の内容「(1)いろいろな生物とその共通点」の「植物のつくりとはたらき(計30分)」、「総合的な学習の時間」で「農業で働く地域の人材(50分)」、技術科「B生物育成に関する技術(30分)」を2018年6月13日と同年7月11日に実施し、「栽培作物や植物の光合成に関する事前・事後質問紙調査(計9質問項目)」を授業開始時と授業実施後の数日後に実施して、変容を比較した。その結果、6質問項目で0.1%有意、3項目で5%有意で、事後調査の平均値が高いことを報告した。

全日本中学校技術・家庭科研究会研究調査部が2021年度に実施したアンケート調査結果によると、技術科の内容「B生物育成の技術」の履修学年は、2学年47.6%、1学年21.0%で、3学年または3学年を含む複数の学年で実施している学校は、17.6%であった⁽¹⁹⁾。中学校理科第2分野内容(5)「生命の連続性」履修年次は第3学年のために、大多数の生徒は、「生命の連続性」が未履修の状態、技術科の内容「B生物育成の技術」を学習する。同アンケート結果によると、技術科の内容「Cエネルギー変換の技術」の履修学年は、2学年76.2%、2, 3学年10.5%、3学年11.9%であった⁽¹⁹⁾。中学校理科第1分野内容「(3)電流とその利用」のオームの法則などと、同「(5)運動とエネルギー」を未履修で、技術科「Cエネルギー変換の技術」を学習する生徒が大多数存在することがうかがえる。

村上・中田(2004)⁽²⁰⁾は、釧路市内の小学5年生1,341名を対象に「たべもの選択」に関するアンケート調査を行

い，小学校家庭科における「たべもの選択」に関する学習事項の柱として，(1)生鮮食品，(2)加工食品，(3)品質表示の三つを提案した。(1)生鮮食品の主な学習内容として，たべものには魚や肉，たまご，野菜，果物などの生鮮食品があり，地域の特産物を選択することで，新鮮なものが入ることを示した。さらに，家庭科と，社会科の食料生産，理科小学校6年生の「人とたべもの」，「総合的な学習の時間」と関連させた「たべもの選択」の目を養う学習の全体構造を提案した。

須賀(2020)⁽²¹⁾は，非ユネスコ校の公立中学校において，食を活用したカリキュラム・デザイン手法を援用した授業の設計，実践と評価を行った。中学校社会科歴史・地理，理科，国語，数学，美術，家庭，「総合的な学習の時間」の各教科等において，ESDで養いたい力と態度の対応表を作成した。次に，身近な行動と持続可能性に関わる問題とのつながりを支援する思考モデルに即して，各科目の学習順序と内容との学習順序と内容との対応関係を示した「つながりステップ確認表」を作成した。「つながりステップ確認表」に基づき，「食で教科横断・連携ESDシラバス」と「リソース制約内進行表」を設計した。題材として，「在来種野菜」，「食生活」，「水産資源」を扱った授業を提案し，「在来種野菜」を扱った2時間のプロトタイプ授業を実施し，分析と評価を行った。本手法で作った授業は，教科連携・横断をしてESDの学びを提供する点において有効であったが，教員内で主体性のあるリーダーの存在が不可欠であるという結果が得られた。

社会科教育の立場から「品種」を扱った先行研究は，魚谷(2017)⁽²²⁾，岩下(2017)⁽²³⁾，堀川(2011)⁽²⁴⁾などがある。神谷・長倉(2017)⁽²⁵⁾は，「社会認識を形成し，市民的資質を育成する」教科としての小学校社会科における知識構成型ジグソー法を導入した授業で，どのような社会認識が形成されるかを明らかにすることを試みた。品種改良については，安全な米をつくるための生産者の工夫の一つとして取り扱われていた。授業における児童の会話の品種改良の説明等において「誤認識の表出」があり，「課題解決の限界」に至る様子が報告された。品種改良や生産者目線の工夫は，オーセンティックな状況を学習者が実感するために，技術とエンジニアリングの文脈を導入し，STEM/STEAMリテラシーの育成を目標とした教科等・校種間連携に基づくカリキュラム・マネジメントに基づき，学習することが必要であると筆者らは考える。また，児童生徒のSTEM/STEAMリテラシーを育む教員の実践的指導力が求められる。

以上の問題の所在と先行研究の課題点を踏まえ，本研究では，日本発のSTEAM教育とSDGs教育を推進するために，STEM教育に関する国際的に著名な研究者であるBybee(2013)⁽²⁶⁾によるSTEMリテラシーの定義(表1)にSTEAMリテラシーのArts(人文社会系，リベラル，スポーツ/ドラマ等の身体表現系，音楽，美術，家政，手工・工芸芸術等の広義の芸術を含意)を加え，小学校生活，理科，社会科の教科書の特に，「作物品種・遺伝・育種」の内容に含意するTEの文脈の強弱についての検討を研究課題として設定する。

2 研究方法

小学校生活科では，「小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 生活編」⁽²⁷⁾と，文部科学省検定済教科書である全ての生活科教科書(計8社，教科書会社名アルファベット正順に記載)⁽²⁸⁻³⁵⁾を調査した。

小学校理科では，「小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 理科編」⁽³⁶⁾と，文部科学省検定済教科書である全ての理科第3～6学年の教科書(計6社，教科書会社名アルファベット正順に記載)⁽³⁷⁻⁴²⁾を調査した。

小学校社会科では，「小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 社会編」⁽⁷⁾と，文部科学省検定済教科書である全ての社会第3～6学年の教科書(計3社，教科書会社名アルファベット正順に記載)⁽⁴³⁻⁴⁵⁾を調査した。

各々の教科書の記載内容について，「作物品種・遺伝・育種」に関連する内容を抽出した。また，各々の内容におけるSTEAMリテラシー育成に必要なTとEの文脈の程度について調査した。

表1 STEAMリテラシーの定義【Bybee(2013)⁽²⁶⁾のSTEMリテラシーに，アーツ(下線部)を付加した】

-
- (1) 生活状況における疑問や問題を特定し，自然界と人間がデザイン(創成・創造)した世界を説明し，STEAM関連の問題について証拠に基づいた結論を導き出すための知識，態度，及びスキル
 - (2) 人間の知識，探究，デザイン(創成・創造)行為の形態と機能としてのSTEAM分野の特徴の理解
 - (3) STEAM分野が私たちの物質的，知的，文化的環境をどのように形成するかについての認識
 - (4) STEAM関連の問題に積極的に取り組み，科学，技術，エンジニアリング，アーツ，数学のアイデアを，構成的かつ関心を持ちながら内省できる市民として受け入れること。
-

3 結果と考察

3.1 小学校生活科第1学年と第2学年

小学校生活科上（第1学年）教科書分析結果を、表2に示す。8社全てで、「あさがお」のたねまきから、たねとりまでの栽培方法に関する写真とイラストが中心の内容構成であった。「たねまき」と「たねとり」は、「作物品種・遺伝・育種」に関わる重要概念である。山崎・山崎(2022)¹⁾は、「遺伝子改変技術・育種技術・バイオテクノロジー」スコープにおいて、小学校低学年では体験活動を通して、作物の多くの種類や品種があることに気が付くことを掲げている。信州教育出版を除く7社は、「あさがお」のみならず、春まきを中心とした各種草花のたねの写真に掲載していたが、小さなたねを1年生が扱うことは困難なので、留意する必要がある。信州教育出版は「あさがお」のみの写真やイラストの構成であった。「たねとり」のイラストでは、例えば、信州教育出版が「あさがおのたね プレゼント おばあちゃんへ」と書かれた「たね袋」に、「らいねんも きれいな はなが さくと いいね。」の吹き出し付きの男児がたねを入れているイラストが掲載されていて、学習活動の連続性や拡がりに配慮していた。とったたねを次年度等に実生活で活用することで、品種と生命の連続性に関する概念の理解につながる工夫された内容構成であった。一方、表1で抽出した全箇所は、STEAMリテラシー育成に必要なTとEの文脈が弱かった。栽培は、人間の技術活動そのものであり、特に採取した種子を実生活や実社会でどのように活用するかは、表1に示したSTEAMリテラシーの育成に繋がる。

小学校生活科下（第2学年）教科書分析結果を、表3に示す。

1年生の生活科では、あさがおなどの草花栽培活動が主であったが、2年生の生活科では、主に野菜の栽培活動が掲載されていた。信州教育出版を除く7社は、ミニトマト、キュウリ、ナス、トウモロコシ、ダイズ(エダマメ)、サツマイモなどの多くの種類の野菜を写真で示すとともに、どのような野菜を育てるのかを考えさせる活動場面を設定していた。一方、信州教育出版の教科書では「だいず(エダマメ)」の栽培を題材として、表3に示したように栽培の目的を探究する活動場面のイラストが34頁に掲載していた。作物の育種改良技術によって、利用目的、用途、収穫量や品質の向上、育てやすさ等の要素から、多くの品種が開発されている。STEAMリテラシー育成に必要なTE文脈が弱かった。

啓林館の教科書の15頁では、在来品種(地域品種、地方品種)や地域特産品種が紹介されていた。在来品種は、STEAM教育とSDGs教育の視点から貴重な生物・遺伝資源であり、生物多様性の維持と生物資源保存と継承の観点から、品種・遺伝育種の極めて重要な概念である。在来品種は、地域の食生活と伝統文化の継承に、密接に関連している。同種同属同科の作物であっても、形状や色等は異なる。啓林館の教科書の19頁のトマトとピーマンは同じナス科であるが、葉のつやの比較を行うことで、各々の類似性と違いを体感できる。

教育出版の教科書の22頁では、やさいの「しゅん」の記述が見られた。在来品種の野菜は利用に最適な旬の時期を有する。一方、在来品種のみでは、都市等への大量供給と周年を通じた安定供給は困難であるために、高度経済成長時期から人工交配によるF1(雑種第一代)品種の野菜が主流になってきた。STEAMリテラシーとSDGs教育推進のためのTとEの文脈を盛り込むと、在来品種や地域特産の野菜の栽培と旬を味わう学習は、教育的価値が高い。

表2 小学校生活科上（第1学年）教科書分析結果

掲載教科書会社			
大日本図書	学校図書	啓林館	教育出版
・pp.18-23つちをつくってたねをまこう(弱) ・pp.54-55はなややさいとなかよし たねがとれたよ(弱)	・pp.16-25たねをまこう(弱) ・pp.32-33たねができたよ(弱)	・pp.20-25たねをまこう(弱) ・pp.30-31たねをとろう(弱)	・pp.32-34たねをまこう(弱) ・pp.40-41たねとりをしよう(弱)
掲載教科書会社			
光村図書	日本文教出版	信州教育出版	東京書籍
・pp.28-35さあ、たねをまこう(弱) ・pp.40-41たねができたよ(弱)	・pp.28-29たねをまこう(弱) ・pp.36-37たねをとろう(弱)	・pp.36-40たねまき(弱) ・pp.68-73ひとつぶのたねから(弱)	・pp.28-29たねをまこう(弱) ・pp.36-37たねをとろう(弱)

注：(弱)はSTEAMリテラシー育成に不可欠なTとEの文脈が弱いことを示す

表3 小学校生活科下（第2学年）教科書分析結果

掲載教科書会社		
啓林館	教育出版	信州教育出版
<p>・p.15ちいきの野さい，石川県小松市のコマツマト，京都府のししがたにカボチャ，北九州のおおばしゅんぎく(弱)</p> <p>・p.19トマトとピーマンの葉のつやの比較(弱)</p>	<p>・p.22わたし(やさい)はだれでしょう，p.23わたし(やさい)の「しゅん」は春夏秋冬のいつでしょう，あじがいちばんいい時きを「しゅん」といいます(弱)</p>	<p>・pp.34-35だいずをそだてたいな(目的)えだまめ，とうふ，せつぶん，きなこ，なっとう。まめがら→ゆきちゃん(やぎ)のエサにどこでさだてるはたけを教えてください「あのはたけをつかってもいいよ。」</p> <p>・p.60何がつくれそうかな，すだいず，いりまめ，みそ，とうにゅう，なっとう，きなこ，ひたしまめ，しょうゆ，おから，だいずあぶら，しみどうふ，あぶらあげ，とうふ</p> <p>・p.61たくさんとれただいずなにをつくろうか</p> <p>◎きなこ 作りかた：だいずをいる。いっただいずをこなにする。じゅんぴ：すりばち，フライパン，石うす(弱)</p> <p>◎とうふ 作りかた：だいずをあらひ，水につける。だいずをミキサーにかけ，こまかくする。じゅんぴ：ボール，ミキサー，なべ(弱)</p> <p>・p.61「ゆきちゃん(やぎ)もおあがり。」のイラスト(弱)</p>

注：(弱)はSTEAMリテラシー育成に不可欠なTとEの文脈が弱いことを示す。信州教育出版の各箇所は，TとEの文脈は弱い，STEAMリテラシーで重要なSDGsからの地産地消の推進と，地域の食文化の継承と発展の文脈に繋がるために掲載

3.2 小学校理科

小学校理科第3学年教科書分析結果を，表4に示す。作物の遺伝・育種学は，植物分類学と植物形態学と密接に関連しているが，小学校理科3年生の生命領域「(1)身の回りの生物」の「ア(ウ)植物の育ち方には一定の順序があること。また，その体は根，茎及び葉からできること。」では，栽培を通して行うこととしている(p.39)⁽³⁶⁾。さらに，ア(ウ)「植物の育ち方」については，夏生一年生の双子葉植物を扱うこととしている(p.40)⁽³⁶⁾。このため，各社ともに育てやすく，種が大きいホウセンカ，ヒマワリなどの栽培が導入されていた。また，大日本図書の教科書の49頁「食べているのは葉？くき？根？」ではESDマークと環境マークが付いていた。ESDマークは，「地球のみらいについて考えましょう」，環境マークは，「しぜんの大切さについて考えましょう」と解説されていた(p.5)⁽³⁷⁾。一方，TE文脈はないために，STEAMリテラシー育成の程度は弱いと判断した。

表4 小学校理科第3学年教科書分析結果

掲載教科書会社					
大日本図書	学校図書	啓林館	教育出版	信州教育出版	東京書籍
<p>・pp.18-23たねまき(ヒマワリ，オクラ，ダイズ，ホウセンカ)(弱)</p> <p>・pp.44-49，pp.76-79，pp.92-99植物の体は，どのような部分からできているのでしょうか(弱)</p> <p>・p.49食べているのは葉？くき？根？(弱)</p>	<p>・pp.6-15春の野原の生き物(弱)</p> <p>・pp.16-23，pp.40-45，pp.66-67，pp.78-81植物を育てよう(ホウセンカ，ヒマワリ)(弱)</p>	<p>・pp.14-21，pp.36-41，pp.54-59，pp.74-81植物を調べよう(ホウセンカ，ヒマワリ，マリーゴールド)(弱)</p> <p>・pp.80-81つなげようダイズの育ちと食べ方の工夫(弱)</p>	<p>・pp.12-20生き物を調べよう(弱)</p> <p>・pp.22-37，pp.66-73，pp.92-99植物を育てよう(ホウセンカ，ヒマワリ)(弱)</p> <p>・p.198生き物ミニずかん(弱)</p>	<p>・pp.18-29身近なしぜんのかんさつ(弱)</p> <p>・pp.20-22植物はどんな姿をしているのだろうか(弱)</p> <p>・pp.34-35ヒマワリやホウセンカは，たねからどのように育つだろうか(弱)</p> <p>・pp.50-57植物のからだのつくり，ヒマワリの育ち方を調べよう(弱)</p> <p>・p.57サツマイモとジャガイモの育ち方(弱)</p> <p>・pp.66-69自由研究「家の周りにある植物のからだのつくりを調べよう」(弱)</p> <p>・pp.78-83花がさいた後の植物を調べよう(弱)</p>	<p>・pp.6-7レッツスタート「校庭や学校のまわりで，植物や虫などの生き物をさがしてみよう」(弱)</p> <p>・p.7問題をつかもう「どんな色や形の生き物を見つけたか，たがいに発表し合ひしよう」(弱)</p> <p>・pp.8-13春に見られる生き物の…観察しましょう，植物の種類と形(弱)</p> <p>・pp.16-21，pp.36-41，pp.60-63，pp.68-75植物を育てよう(ヒマワリ，ホウセンカ，ピーマン，オクラ)(弱)</p> <p>・pp.39-41植物のからだのつくりと成長の過程(弱)</p>

注：(弱)はSTEAMリテラシー育成に不可欠なTとEの文脈が弱いことを示す

小学校理科第4学年教科書分析結果を、表5に示す。小学校理科4年生の生命領域「(2)季節と生物」では、1年を通じて植物の成長を2種類以上観察するものとしている(p.54)⁽³⁶⁾。各社教科書ともに、ヘチマを栽培植物として掲げていた。全箇所、STEAMリテラシー育成のためのTとEの文脈は弱かった。

小学校理科第5学年教科書分析結果を、表6に示す。5年生の生命領域では、「(1)植物の発芽、生長及び結実」の「ア(花)にはおしべやめしべなどがあり、花粉がめしべの先に付くとめしべのものが実になり、実の中に種子ができること。」と、同「イ植物の育ち方について追究する中で、植物の発芽、成長及び結実とそれに関わる条件についての子想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現すること。」を学習する(pp.67-68)⁽³⁶⁾。表6の6社の中で、「(1)植物の発芽、生長及び結実」を一連の栽培活動を通して学習する記述をしていたのは、啓林館の教科書のみであった。大日本図書の教科書の41頁は在来品種の保存、学校図書の教科書の75頁は品種改良技術の紹介であり、品種論からのSTEAMリテラシーのためのTE文脈は「強」と判断したが、TやEの用語は表記されていなかった。

6年生の生命領域のうちで植物の内容は、「(2)植物の養分と水の通り道」と「(3)生物と環境」である⁽³⁶⁾。これらの内容で作物に関わるものは、主として生育環境論、生育管理論、作物保護論のスコープであり、品種論に直接関連する内容は含まれていない。6社教科書の調査結果からも、「作物品種・遺伝・育種」に直接関わる内容は、見られなかった。

表5 小学校理科第4学年教科書分析結果

掲載教科書会社					
大日本図書	学校図書	啓林館	教育出版	信州教育出版	東京書籍
・pp.25-27, pp.56-61, pp.132-134季節と生物 ツルレイシ、ヘチマの栽培、おぼなとめばな(弱)	・pp.6-15, pp.68-75, pp.102-109季節と生き物の様子(ヘチマ、ヒョウタンの栽培)(弱)	・pp.6-17, pp.44-51, pp.98-105, pp.128-135季節と生き物(ヒョウタン、ヘチマ、ツルレイシの栽培)(弱)	・pp.10-23, 66-75, pp.124-135, pp.182-189季節と生き物(ヘチマの栽培)(弱)	・pp.8-19, pp.50-59, pp.110-119, pp.144-159生き物のくらし(ヘチマ、ヒョウタンの栽培)(弱)	・pp.8-17, pp.66-75, pp.110-117, pp.158-163あたたかさとしき物(ヘチマ、ツルレイシ、ニガウリ、キュウリの栽培)(弱)

注：(弱)はSTEAMリテラシー育成に不可欠なTとEの文脈が弱いことを示す

表6 小学校理科第5学年教科書分析結果

掲載教科書会社					
大日本図書	学校図書	啓林館	教育出版	信州教育出版	東京書籍
・pp.24-43植物の発芽と生長(インゲンマメ)(弱) ・p.32山形県米沢市小野川豆もやし(中) ・p.41東京都江東区第五砂町小学校の「砂村一本ネギ」を復活させる活動(強) ・pp.70-85植物の実や種子の作り方、花のつくり、受粉の役わり(オクラ、アサガオ、ホウセンカ、ナス、イネ等)(弱) ・p.83農業への利用 イチゴの温室栽培におけるミツバチによる受粉(中) ・pp.170-171生命のつながり(弱)	・pp.18-37種子の発芽と成長(インゲンマメ) ・pp.64-77実や種子の作り方、めしべ、おしべ、花粉の働き(ヘチマ、アサガオ等)(弱) ・p.75人の手でナシの受粉を行う様子(中)、 ・p.75より良いイネをつくる、品種「コシヒカリ」や「ゆめぴりか」の紹介(強) ・pp.169-170生命のつながり(弱)	・pp.6-9花のつくり(ヘチマ、オモチャカボチャ、ヒョウタンの栽培)(弱) ・pp.10-29植物の発芽と成長(インゲンマメ)(弱) ・p.28太陽光発電パネル利用の農作物栽培(中) ・p.29人工光型植物工場(中) ・pp.62-69花から実へ、花のつくり(弱) ・pp.70-75花粉のはたらき(弱) ・p.77リンゴ農家とマメコバチによる受粉(中) ・pp.78-79受け継がれる生命(弱)	・p.2アブラナの花のつくり、アサガオとヒマワリの種の形(弱) ・p.26-51植物の発芽や生長(インゲンマメ、イネ等)、発芽率、種子の袋の発芽率表示(弱) ・pp.66-73花のつくり、アサガオ、ヒマワリ等のめしべとおしべ、ヘチマ等のめばなとおぼな、花粉の働き(弱) ・pp.186-187受け継がれる生命(弱)	・pp.20-41種子の発芽と植物の生長(インゲンマメ、金時豆、うずら豆などの種類)(弱) ・pp.48-61花のつくりと実、アサガオ等のめしべ、おしべ、ズッキーニ等のめばなとおぼな、花粉の働き(弱) ・p.61リンゴの人工受粉(中) ・p.75受け継がれる生命ズッキーニ(弱)	・pp.20-36植物の発芽と成長(インゲンマメ等) ・p.35トマト菜園の栄養分のコンピュータ計測・制御(中) ・pp.52-63花から実へアサガオのめしべとおしべ、ヘチマのめばなとおぼな、花粉の働き(弱) ・p.62リンゴ農園とマメコバチの巣箱(中) ・p.132生命のつながりを考えよう、受粉(弱)

注：(弱)はSTEAMリテラシー育成に不可欠なTとEの文脈が弱いこと、(中)は中程度、(強)は強いことを示す。日本文教出版のp.130-131は、TE文脈は弱いだが、STEAMリテラシーで重要なSDGsからの生物資源保存、地産地消、地域の食文化の継承と発展の文脈が強かったために掲載。啓林館のpp.28-29と東京書籍のp.35は、山崎・山崎(2022)⁽⁴⁾の生育環境論・生育管理論・作物保護論のスコープの内容であるが、TとEの文脈があったために掲載

3.3 小学校社会科第5学年

小学校社会科第3～6学年のうち、作物の「作物品種・遺伝・育種」スコープに該当する内容は、第5学年の内容「(2)我が国の農業や水産業における食料生産」であり、教科書分析結果を、表7に示す。

「小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 社会編」では、第5学年内容「(2)イ(イ)生産の工程、人々の協力関係、技術の向上、輸送、価格や費用などに着目して、食料生産に関わる人々の工夫や努力を捉え、その働きを考え、表現すること。」に関して、「技術の向上に着目するとは、機械化による効率化や省力化、収穫量の増加、品種改良や情報の活用などについて調べることである(p.80)」と記述し、品種改良技術と、最適解の技術を導くための知識、情報活用と思考方略体系であるエンジニアリングデザインについて解説している。一方で、表7で品種開発の育種改良を「技術」の用語を用いて解説した箇所は見られなかった。

4 総合考察と結論

Bybee(2018)⁽⁴⁶⁾は、実生活や実社会の問題の発見と課題解決場面においてSTEM分野のアイデアを活用するためには、科学、技術、エンジニアリング、数学の各重要概念の形成とともに、STEM各分野の重要概念を連携する思考方略となる「エンジニアリングデザイン思考方略」が必要であると指摘している。エンジニアリングデザイン思考方略は、発散的で創造的な思考方略とともに、収束的で分析的・論理的・批判的な思考方略が相互に行き交いながら問題の発見と課題解決をして、安全な社会実装のための管理・運用を支える能力であり、SDGs推進に不可欠な万人に求められるリテラシーである。

文部科学省(2011)⁽⁴⁷⁾は、小学校低学年から中学年までは、体験的な理解や具体物を活用した思考や理解、反復学習などの繰り返し学習等を重視し、中学年から高学年にかけて以降は、体験と理論の往復による概念や方略の獲得、討論・観察・実験による試行や理解を重視するといった指導上の工夫が有効であると指摘している。特に中学年では、科学用語や科学概念を用いて表現する活動を重視することを提案している(p.10)⁽⁴⁷⁾。科学とともに、技術用語や技術概念を用いて表現する活動を重視することは重要である。本邦最大の技術・エンジニアリング教育学会組織である日本産業技術教育学会(2021)⁽⁴⁸⁾は、我が国発のSTEAM教育を推進するには、技術・エンジニアリングの用語や重要概念を用いて、思考・判断・表現するとともに、これらの重要概念をこれからの社会や生活場面で活用できるための内容知と方法知を提案している。

表7 小学校社会科第5学年教科書分析結果

教育出版	教科書会社名	
	日本文教出版	東京書籍上
<ul style="list-style-type: none"> ・p.61都道府県別の米の生産量と栽培品種(弱) ・pp.64-65, p.105新潟南魚沼の米の品種(弱) ・p.70新しい品種ができるまでの系譜図(コシヒカリ, あきたこまち, ひとめぼれ等)(中), 米の別の品種のかけあわせの作業写真(新潟県農業総合研究所)(中), 全国で多く作付けされた, 米の品種の変化(中) ・p.71病害や冷害に強い品種(中) ・p.81米の品種改良(中) ・p.112野菜工場(強) ・p.113地産地消, 食料生産と, くらしや国土のつながり(強) ・p.116なにわの伝統野菜(強) 	<ul style="list-style-type: none"> ・旭川市でつくられている寒さや病気に強い米品種(ななつぼし, ゆめびりか)(強) ・pp.86-89水田農業試験場の渡部さんからのメール 品種改良の説明と, 品種改良は十数年かかること(強) ・p.86-87米の新品種「つや姫」ができるまでの系譜図, 蒔培養とF1の用語説明(強), 庄内平野のおもないねの品種別作付面積の割合の移り変わりのグラフ(中), いねの人工交配による品種改良作業中の写真(強) ・p.124「みずかがみ(滋賀県)」、「さがびより(佐賀県)」等, 全国各地のブランド米の米袋の写真(中) ・pp.130-131ユネスコ食文化創造都市鶴岡(SDGsからの地域の食文化創造の文脈強) 	<ul style="list-style-type: none"> ・p.41長野県飯田市の地域特産品「下粟いも」の写真(中) ・p.51沖縄県が約20年かけて開発した品種パイナップル「ゴールドバレル」(中)の写真と解説文 ・p.87品種改良の説明, いろいろな品種のよいところを集めて, 新しい品種をつくり出すこと(中) ・p.87山形庄内の阿部亀治が, コシヒカリやササニキの開発で使用された「亀ノ尾」を発見(中) ・p.95福井県の米の新品種「いちほまれ」(中) ・p.110茨城県坂東市のレタスづくり, 厚さに強い品種, 寒さに強い品種があり, レタス農家は種選別に注意し, 高品質を目指す(弱)

注：(弱)はSTEAMリテラシー育成に不可欠なTE文脈が弱いこと, (中)は中程度, (強)は強いことを示す。教育出版のp.112は, 山崎・山崎(2022)⁽⁴¹⁾の生育環境論・生育管理論・作物保護論のスコープの内容であるが, TE文脈が強く認められたために掲載。日本文教出版のp.130-131は, TE文脈は弱い, STEAMリテラシー育成で重要なSDGsからの地産食文化創造の文脈が強かったために掲載

本研究の結論は、以下の3点である。

- (1) 小学校生活科教科書では、第1学年において、全8社であさがおを中心とした「たねまき」と「たねとり」の内容が扱われていたが、STEAMリテラシー育成に必要なTEの文脈は弱かった。一方、あさがおのたねとりの場面で、児童がたねとりの目的を持ち、次年度の活動に向けた思いや願いを持ちながら、「たね袋」にたねを入れる児童のイラスト等を描き、生命尊重と生命の連続性に関する概念に繋がる教科書が見られた。第2学年において、地域の在来品種、地域特産野菜、野菜の「しゅん(旬)」を紹介した写真等や、STEAMリテラシーで重要なSDGsからの食文化創造に繋がる文脈があった。しかし、STEAMリテラシー育成に必要なTEの文脈は弱かった。
- (2) 小学校理科教科書では、第3学年と第4学年において作物品種・遺伝・育種に関連する記述が見られたが、STEAMリテラシー育成に必要なTEの文脈は全て弱かった。一方、第5学年では、江戸在来品種である「砂村一本ネギ」を復活させる活動を紹介した教科書が6社の中で1社あり、TEの用語は使われていなかったが、STEAMリテラシーで重要なSDGsからの生物資源保存と生物多様性概念についての文脈が強かった。第6学年では、「作物品種・遺伝・育種」に直接関連する学習内容はなかった。
- (3) 小学校社会科教科書では、第3学年、第4学年、第6学年において作物品種・遺伝・育種に関連する記述が見られなかった。第5学年では、3社ともに米の新品種開発の系譜と、育種改良の目的と役割についての説明がされていたが、技術の語彙は用いられず、最適解の技術を導くための知識、情報活用と思考方略体系であるエンジニアリングデザインについての解説は見られなかった。

以上の3点の結論から、日本発STEAM教育の推進とSDGs教育の一層の充実のために、生活科、理科、社会科の「品種」に関する学習において、STEAMリテラシー育成に不可欠なTE文脈の導入を提案する。

残された研究課題として、学年や校種が上位であったり、履修年次が同学年であったりして、未履修の内容とのカリキュラム・マネジメントの在り方の検討である。特に、他教科の未履修内容とのカリキュラム・マネジメントの在り方を検討する必要がある。

引用文献

- (1) 山崎恭平・山崎貞登：STEAM教育と連携した「生物育成の技術」から「生物技術」に再編する教育課程基準の構成原理，上越教育大学研究紀要，第41巻，第2号，pp.473-482 (2022)
- (2) 山崎貞登・山崎恭平・水野頌之助・磯部征尊：STEAM教育からの技術・エンジニアリング学習と，小学校体育科保健領域，中学校保健体育科保健領域における感染症予防学習との連携，上越教育大学研究紀要，第42巻，pp.199-208 (2022)
- (3) 文部科学省：中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 技術・家庭編，開隆堂 (2018)
- (4) 野口彌吉：栽培原論，養賢堂 (1991)
- (5) 山崎恭平・水野頌之助・磯部征尊・山崎貞登：STEAM教育からの技術・エンジニアリング学習と，小学校社会科林業・畜産業・水産業学習との連携，上越教育大学紀要，第42巻，pp.189-198 (2022)
- (6) 山崎恭平・山崎貞登：STEAM教育からの技術科「生物技術」と理科「生命の連続性」の教科書分析とカリキュラム・マネジメント，上越教育大学教職大学院紀要，第10巻，pp.281-290 (2023)
- (7) 文部科学省：小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 社会編，日本文教出版 (2018)
- (8) 文部科学省：中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 理科編，学校図書 (2018)
- (9) 文部科学省：小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 体育編，東洋館出版社 (2018)
- (10) 文部科学省：中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 保健体育編，東山書房 (2018)
- (11) 竹野英敏ほか118名：技術・家庭[技術分野]，開隆堂 (2021)
- (12) 中村祐治ほか47名：New技術・家庭 技術分野 明日を創造する，教育図書 (2021)
- (13) 田口浩継ほか80名：新しい技術・家庭 技術分野 未来を創るTechnology，東京書籍 (2021)
- (14) 早川周平・馬場ひかり：小学校教科書の生物教材を用いた教科間連携，鎌倉女子大学紀要，第25号，pp.141-145 (2018)
- (15) 矢島英勝・荒木祐二：小学校理科生命領域に技術教育の要素を組み込む教科内容に関する一考察，埼玉大学紀要 教育学部，第68巻，第1号，pp.165-174 (2019)
- (16) 松川博美・熊田禎介：教科等間のつながりを捉えた小学校社会科単元の開発と実践，宇都宮大学教育学部教育実践紀要，第2号，pp.41-48 (2016)
- (17) 2015年9月25日第70回国連総会で採択された「持続可能な開発目標(SDGs)の計17の目標」
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/pdf/000101402.pdf> (2022年1月26日最終閲覧)
- (18) 前田善仁：学習と生活を結び付け深い理解をもたらす教材開発-「植物・作物」教材の教科横断的学習を通して-，教材学研究，第30巻，pp.36-44 (2019)
- (19) 全日本中学校技術・家庭科研究会研究調査部：中学校技術・家庭科に関する第8回全国アンケート調査 (2021)
<http://www.ajgika.ne.jp/doc/tmp2021datasheet.pdf> (2023年1月15日最終閲覧)

- (20) 村上知子・中田絵里奈：小学校家庭科における「たべもの選択」の目を養う授業の構築と実践に関する研究（第1報）－小学生の実態と学習内容の構想－，日本教科教育学会誌，第27巻，第2号，pp.59-68（2004）
- (21) 須賀智子：中学校でのESD導入のための食を活用したカリキュラム・デザイン手法の設計と評価，慶應義塾大学大学院修士論文（2020）https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/download.php/KO40002001-00002019-0031.pdf?file_id=160428（2023年1月15日最終閲覧）
- (22) 魚谷亮太：現象から本質にいたる因果関係の探究過程を組み込んだ中学校社会科の授業開発－小单元「日本の諸地域・北海道地方」を事例として－，鳴門社会科教育学会 社会認知教育学研究，第32巻，pp.39-48（2017）
- (23) 岩下真一郎：空間的相互依存作用を視点とした小学校社会科産業学習の授業設計：日本とタイのつながりを事例として，鳴門社会科教育学会 社会認知教育学研究，第32巻，pp.29-38（2017）
- (24) 堀川智子：2年間の連続性を生み出す单元構成のための工夫：郷土の偉人「川上善兵衛」を題材にした单元開発から，教育実践研究，第21巻，pp.293-298（2011）
- (25) 神谷耕平・長倉守：アクティブ・ラーニングを志向した小学校社会科授業における社会認識形成過程の考察，静岡大学教育実践総合センター紀要，第26巻，pp.157-166（2017）
- (26) Bybee, W. R.: The case for STEM education: Challenges and opportunities, NSTA Press（2013）
- (27) 文部科学省：小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 生活編，東洋館出版社（2018）
- (28) 野田敦敬ほか17名：たのしい せいかつ上・下，大日本図書（2022）
- (29) 片上宗二・山口令司ほか27名：みんなとまなぶ しょうがっこう 生活上・下，学校図書（2022）
- (30) 寺尾慎一・中野貴志ほか68名：いきいき せいかつ上・下，啓林館（2022）
- (31) 養老孟司・藤井千恵子ほか25名：せいかつ上・下，教育出版（2022）
- (32) 嶋野道弘ほか22名：せいかつ上・下，光村図書（2022）
- (33) 村川雅弘・堀田力：わたしと せいかつ上・下，日本文教出版（2022）
- (34) 前田好文：せいかつ上・下，信州教育出版（2022）
- (35) 田村学・奈須正裕・吉田豊香：あしたへジャンプ 新しい生活上・下，東京書籍（2022）
- (36) 文部科学省：小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 理科編，東洋館出版社（2018）
- (37) 有馬朗人ほか8名：たのしい理科3・4・5・6年，大日本図書（2022）
- (38) 霜田光一・森本信也ほか45名：みんなと学ぶ小学校理科3・4・5・6年，学校図書（2022）
- (39) 石浦章一・鎌田正裕ほか105名：わくわく理科3・4・5・6，啓林館（2022）
- (40) 養老孟司・角屋重樹ほか32名：みらいをひらく小学理科3・4・5・6，教育出版（2022）
- (41) 村松久和・石田周治：楽しい理科3・4・5・6年，信州教育出版（2022）
- (42) 毛利衛・大島まりほか101名：新しい理科3・4・5・6年，東京書籍（2022）
- (43) 大石学・小林宏己ほか49名：文部科学省検定済教科書小学社会3・4・5・6，教育出版（2021）
- (44) 池野範男・的場正美・安野功ほか123名：文部科学省検定済教科書小学社会3・4・5・6年，日本文教出版（2021）
- (45) 北俊夫・小原友行ほか99名：文部科学省検定済教科書新しい社会3・4・5上・5下・6，東京書籍（2021）
- (46) Bybee, W. R.: STEM EDUCATION NOW: More Than Ever, NSTA press（2018）
- (47) 文部科学省：言語活動の充実に関する指導事例集～思考力，判断力，表現力等の育成に向けて～【小学校版】，教育出版（2011）
- (48) 日本産業技術教育学会：次世代の学びを創造する新しい技術教育の枠組み（2021）
https://www.jste.jp/main/data/New_Fw2021.pdf（2023年1月11日最終閲覧）

A Study on Curriculum Standards for Breed Theory of Bio-technology to Promote Curriculum Management with Elementary School Life Environment, Science, and Social Studies from STEAM Education Collaboration

Kyohei YAMAZAKI* · Chiho SAKAKI** · Sadato YAMAZAKI***

ABSTRACT

Japan has been seeking to promote science, technology, engineering, arts, and math (STEAM) education and Sustainable Development Goals (SDGs) collaboration. Therefore, based on the 2017 elementary school national curriculum standards, this study investigated the consistency of the kindergarten to upper secondary school biotechnology curriculum standards for the 'gene modification technology, breeding, and biotechnology' learning content for the 'crop varieties, genetics, and breeding' subjects proposed by Yamazaki and Yamazaki (2022) and the life environment, science, and social studies textbook learning content. This study also examined the strengths and weaknesses of the implied technology (T) and engineering (E) subject contexts. The 1st-grade life environmental studies curriculum is focused on the sowing and harvesting of seeds, especially annual summer flowers, such as seaweed, and the 2nd-grade environmental studies curriculum is focused on the planting and harvesting activities of mainly summer vegetables, such as cherry tomatoes; however, the TE contexts were found to be relatively weak. In science, the 3rd, 4th, and 5th-grade content is related to crop variety, heredity, and breeding; however, again, the TE contexts were found to be generally weak. There was one 5th-grade textbook that introduced Edo native varieties, and in social studies, all three 5th-grade agricultural study textbooks explained the genealogical development of new rice varieties and the purpose and significance of breeding improvements; however, the terms T and E were not used. Therefore, it is recommended that TE contexts; the learning of crop varieties, genetics, and breeding; which are indispensable for STEAM literacy development, be introduced in the life environment, science, and social studies curriculum.