

# STEAM教育と技術科「生物技術」の関連に着目した 高校理科教科書分析とカリキュラム・マネジメント

山崎 恭平\*・山崎 貞登\*\*  
(令和5年9月6日受付；令和5年10月31日受理)

## 要 旨

コンテキスト(文脈)は、用語や文章の意味を決定する状況・背景・前後関係である。日本語の「技術」は、英語のテクノロジー、テクニク、スキルの何れかの意味を強く含意しながら用いられる。英語のエンジニアリングは、プロフェッショナルな知識体系を意味するが、日本ではアカデミックな知識体系である「工学」と邦訳されることが多く、用語の意味と文脈の強弱に留意する必要がある。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スコープと、文部科学省検定済の教科理科の科目「科学と人間生活」と「生物基礎」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した。科目「科学と人間生活」では、「科学・技術の産業・生活利用」における関連項目のうち、「ゲノム編集」のTとEの文脈の程度が強かった。スコープ「生物保護・医療・保健・衛生技術」では、「遺伝子操作と医療、移植医療と再生医療」、「インスリンの生産、遺伝子組換え」、「バイオテクノロジーによる新たな治療法や医薬品の製造(iPS細胞)」の内容において、TとEの文脈が強度であった。科目「生物基礎」の「科学・技術の産業・生活利用」では、アーギュメントが求められる学習課題が見られ、STEAM教育の推進に有用であると考えられる。スコープ「遺伝子改変技術・育種技術・バイオテクノロジー」において、クローン、遺伝子組換え、ゲノム編集は何れもTとEの文脈の程度が強かった。

## KEY WORDS

STEAM教育(STEAM education), 高等学校(Upper secondary school), 理科(Science), 科学と人間生活(Science and Our Daily Life), 生物基礎(Basic Biology), 技術科(Technology), 生物技術(Bio-related technology)

## 1 緒論

本研究の目的は、日本発STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics)教育<sup>(1)</sup>連携の推進の視点から、山崎・山崎(2022)<sup>(1)</sup>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スコープ(範囲・領域内容)の内容と、「高等学校学習指導要領(平成30年告示)(以下、高等学校学習指導要領)解説理科編 理数編」<sup>(2)</sup>に基づく文部科学省検定済の教科理科の科目「科学と人間生活」と「生物基礎」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)のコンテキスト(以下、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。文脈は、用語や文章の意味を決定する状況・背景・前後関係である。日本語の「技術」は、英語のテクノロジー、テクニク、スキルの何れかの意味を強く含意しながら用いられる。英語のエンジニアリングは、プロフェッショナルな知識体系を意味するが、日本ではアカデミックな知識体系である「工学」と邦訳されることが多く、用語の意味と文脈の強弱に留意する必要がある。

本稿におけるTとEの概念規定は、国際技術・エンジニアリング教育者学会(International Technology and Engineering Educators Association, 以下ITEEA)が2020年に刊行した「技術・エンジニアングリテラシーのための内容標準(Standards for Technological and Engineering Literacy, 以下, STEL)」<sup>(3)</sup>の概念規定に従う。STELのTとE概念規定は、山崎ら(2021)<sup>(4)</sup>により邦訳されている。1980年代からTとEの急激な発達と情報化・グローバル化の進展と、高等教育を中心としたTとEの教育から、生涯学習体系を見据えた初等から高等教育を一貫した万人に必要なTとEリテラシー教育が海外では盛んになってきている。ITEEAの前身の国際技術教育学会(International Technology Education Association, ITEA)は、2000年に「技術リテラシーのための内容標準(Standards for Technological Literacy, STL)」<sup>(5)</sup>を刊行し、TとEの概念規定を試みた。しかし、2020年のSTELのTとEの概念規定

\*軽井沢風越学園 \*\*自然・生活教育学系

をさらに概念拡張し、再定義を行った。このように、近年の技術の急激な発達と、社会の目まぐるしい変化による時代の要請に伴い、TとEの概念は日々動的に変化してきている。さらに、1970年代までの海外のTとEの教育は、中等と高等教育が中心であったが、1980年代からは初等中等高等教育を一貫したTとEの教育を実施する国々等が急増している。本来であれば、用語概念まで論文に示す必要があるが、紙幅の制約があり、本稿では文献名のみで紹介にとどめることとする。

## 2 先行研究

最初に、筆者らによる本研究に関連した先行研究を紹介する。山崎・山崎(2022)<sup>(1)</sup>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」<sup>(6)</sup>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」をスコープとし、「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提案した。

山崎・山崎(2021)<sup>(7)</sup>は、中学校技術・家庭科技術分野において、初等中等教育段階における日本発STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics)関連教科を連携させて、海外のCOVID-19のワクチン技術開発をテーマにした技術ガバナンスレビュー学習の教材化について検討した。山崎・山崎(2021)<sup>(7)</sup>は、既にワクチン接種などの医療技術を技術教育内容として提案している、ITEA(2000)<sup>(5)</sup>の幼稚園から第12学年を対象とした技術リテラシーの内容標準(STL)の中で、「STL-14医療技術」のベンチマーク(学習到達目標)を検討した。STLでは、幼稚園から2学年の段階で、ワクチン開発技術をベンチマークとして設定していた。STLでは、ワクチンや薬のデザイン(設計)は、デザイン(設計)プロセスと、どのように関連しているか、ワクチンと薬は、技術ツールやシステムと、どのように関係づけられているかについての理解を深める学習内容が含まれていた。山崎・山崎(2021)<sup>(7)</sup>は、COVID-19ワクチン開発技術のモダリティ(様式)の優位性(利便性)とリスクに着目して、日本発STEAM教育の観点から、COVID-19のワクチン開発技術を事例とし、中学校技術科におけるワクチン開発技術やワクチン接種を教材とした技術ガバナンスレビュー学習の導入を提案した。

山崎ら(2022)<sup>(8)</sup>は、日本発STEAM教育連携の推進の観点から、ITEA(2000)<sup>(5)</sup>の「幼稚園から第12学年のための技術リテラシーの標準」内容ストランド14「医療技術」の学習到達目標と、2017(平成29)年告示「小学校学習指導要領解説体育編」G保健(2)病気の予防<sup>(9)</sup>、2017(平成29)年告示「中学校学習指導要領解説保健体育編」保健領域(1)健康な生活と疾病の予防<sup>(10)</sup>との関連について検討するために、小学校5社、中学校4社の文部科学省検定済教科書の記述内容で、日本発STEAM教育に関連する教科等連携の「軸概念」である技術・エンジニアリングデザインプロセスの文脈の有無について調べた。調査した結果、技術・エンジニアリングデザインプロセスの文脈はなかった。山崎ら(2022)<sup>(8)</sup>は、COVID-19をはじめとしたウイルス等の病原ハザードの変異や、薬剤耐性に対する課題に持続可能な対応をするために、SDGsと「ワンヘルス」の観点から、小学校G保健(2)病気の予防と、中学校保健体育科保健領域(1)健康な生活と疾病の予防の教科書で、中学校技術・家庭科技術分野の技術・エンジニアリング概念と、同プロセス概念との関連を明記することを提案した。

山崎ら(2022)<sup>(11)</sup>は、日本発STEAM教育連携の推進の観点から、2017(平成29)年告示「小学校学習指導要領解説社会編」<sup>(12)</sup>に基づく計3社の文部科学省検定済教科書を調査対象とし、第5学年の第1次産業のうち林業、畜産業、水産業学習と、中学校技術・家庭科技術分野内容B生物育成の技術との関連を検討した。まず、日本発STEAM教育に関連する教科等連携の「軸概念」である技術・エンジニアリング概念と、同デザインプロセスの文脈の有無について調べた。調査した結果、技術・エンジニアリングと、同デザインプロセスの文脈はごく一部に見られるのみであった。そこで、持続可能な開発目標(SDGs)の特に目標2、8、9、12、13、14、15と「ワンヘルス(one health)」の観点から、山崎・山崎(2022)<sup>(1)</sup>が提案した生物技術の対象内容知のスコープである「遺伝子操作・育種・遺伝/生物資源保全・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」の観点から、小学校社会科第5学年教科書の林業、畜産業、水産業学習と、中学校技術・家庭科技術分野の技術・エンジニアリング概念及び同プロセス概念との関連を明記することを提案した。

山崎・山崎(2022)<sup>(13)</sup>は、日本発STEAM教育連携の推進の観点から、解説技術・家庭編の技術科「B生物育成の技術」に基づき作成された教科書内容及び、山崎・山崎(2022)<sup>(1)</sup>が提案した「生物技術」の内容と、解説理科編の第2分野「(5)生命の連続性」<sup>(14)</sup>に基づき作成された教科書内容について、技術と科学の双方の文脈性の強弱を調査し、カ

リキュラム・マネジメントを推進するための教科書編集の在り方について検討した。調査の結果、技術科教科書の記載内容は、科学の原理・法則に基づく根拠を記述した箇所が極めて少なく、大多数は科学の文脈が弱いことを明らかにした。一方、理科教科書5社の「遺伝の規則性と遺伝子」の内容で、技術科「遺伝子改変技術・育種技術・バイオテクノロジー」に関連する記述箇所を調査した結果、17箇所全てで、技術の文脈が強く包含されていたことを明らかにした。山崎・山崎(2022)<sup>(13)</sup>は、日本発STEAM教育の充実を図り、両教科連携形態を強化するための教科書編集の在り方を提案した。

山崎ら(2023)<sup>(15)</sup>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)<sup>(14)</sup>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Tと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TとE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い。山崎ら(2023)<sup>(15)</sup>は、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。

次に、筆者ら以外が調査した、高校生物教科書の語句や用語に関する先行研究を概観する。日本学会会議(2019)<sup>(16)</sup>は、高校生物の教科書における用語数が膨大であることを指摘し、これが学習上の障害になることと、暗記科目としての誤解を生んでいる問題があると指摘した。また、坂谷内(2022)<sup>(17)</sup>の研究によると、この20年で数学、物理、科学、生物、地学、情報の教科書の索引の用語が最も増えていたのは、生物であった。

生物学のうち、保全生物学では、この数十年で「自然保護」から「絶滅危惧種保護」への目的の変遷があった。加藤(2016)<sup>(18)</sup>は、この変遷に対して教科書ではどのような特徴が見られるのか調査した。加藤(2016)<sup>(18)</sup>は、遺伝的多様性や進化について、生態系の多様性と種の多様性とは別の章で学習することから、移行期の教科書は、遺伝子の多様性の保存についての視点が欠けていると指摘した。

高校生物と他教科等の関連については、小林ら(2018)<sup>(19)</sup>が、生物、科学、家庭に関連する用語である「アミノ酸」に注目した先行研究を報告した。小林ら(2018)<sup>(19)</sup>は、生物基礎や家庭基礎での記述、履修時期や必修の有無から、生徒のもつアミノ酸のイメージが、物質よりも日常的で、ものや人を中心としたイメージになっている可能性を指摘した。また、小林ら(2019)<sup>(20)</sup>は、理科と家庭の関連用語を教科書のテキストから抽出し、報告した。小林ら(2019)<sup>(20)</sup>は、概念形成に関して、履修順や時期について指摘し、シーケンスとスコープの検討が必要であると報告した。

坂谷内(2020)<sup>(21)</sup>は、中学校と高校の数学、理科、情報(技術)の教科書索引に見られる科学用語について分析し、科学用語は全体的に増加が見られると報告した。中学校では、科学用語は理科と技術の教科の出現数が多数であった。数学の科学用語は、理科や技術ではほとんど出現しないことが明らかになった。高校では、調査した3教科に出現する科学用語は、「元素」、「原子核」、「半減期」、「陽子」、「電子」、「化石燃料」、「窒素」、「周期」、「電磁波」の9件であった。物理、化学、地学の3教科も出現する科学用語が多いことが明らかになった。

各教科等間には、学習内容の関連性や、科学用語といった共通用語があることで、各教科等を越境し連携・融合した学習や概念形成が期待できる。一方で、小林ら(2019)<sup>(20)</sup>が指摘するように、高校のカリキュラムにおいても、履修の順序性や履修時期についての課題が指摘されている。各教科等間を横断する共通用語や概念に関するスコープとシーケンスの課題に関しては、小中高と学校種を超えて議論をしている研究はほとんど見られないが、課題であることは明らかである。

技術科内容B生物育成の技術を、山崎・山崎(2022)<sup>(14)</sup>が提案した生物技術に概念拡張すると、関連する先行研究として、「生命のつながり」の単元のうち、「進化」について注目した佐藤・大鹿(2005)<sup>(22)</sup>や浦川・柿原(2007)<sup>(23)</sup>があった。浦川・柿原の研究では、バイオテクノロジーの分野から微生物学に注目しているが、「地球環境」「健康」「食糧生産」と比べると、「バイオマスからエネルギーを製造する」ことに関して十分な学習内容が構成されていないことを指摘していた。

### 3 研究方法

本研究では、高校教科理科教科書のうち、科目「科学と人間生活」(計5社、教科書会社名アルファベット正順に



記載)<sup>(24~28)</sup>と、科目「生物基礎」(計5社, 教科書会社名アルファベット正順に記載)<sup>(29~33)</sup>を調査した。

各々の教科書の記載内容について, 山崎・山崎(2022)<sup>(1)</sup>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スコープ(範囲・領域内容)に関連する内容を抽出した。さらに, 「科学・技術の産業・生活利用」に関する学習内容を抽出した。次に, 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。

科目「科学と人間生活」の内容は, 「(1)科学技術の発展」, 「(2)人間生活の中の科学」, 「(3)これからの科学と人間生活」の三つの大項目で構成されている。高等学校学習指導要領解説理科編<sup>(2)</sup>での「内容の取扱い」として, 「内容の(3)については, (2)で学習した内容を踏まえ, 生徒の興味・関心等に応じて, 自然や科学技術に関連した課題を設定し考察させること(p.42)」と定めている。さらに, 「内容の(3)については, (2)の学習を踏まえ, 課題を設定し考察させ, 報告書を作成させたり発表を行う機会を設けたりすること(p.43)」と明記している。そこで, 科目「科学と人間生活」の五つの教科書における課題探究の学習過程に関する記述を調査した。

高等学校学習指導要領解説理科編(3)での科目「生物基礎」の「内容の取扱い」のイでは, 「この科目で育成を目指す資質・能力を育むため, 観察, 実験などを行い, 探究の過程を踏まえた学習活動を行うようにすること。その際, 学習内容の特質に応じて, 問題を見いだすための観察, データの分析・解釈, 推論などの探究の方法を習得させるようにするとともに, 報告書などを作成させたり, 発表を行う機会を設けたりすること(p.126)」と明示している。そこで, 科目「生物基礎」の五つの教科書における課題探究の学習過程に関する記述を調査した。

## 4 研究と考察

### 4.1 科目「科学と人間生活」

科目「科学と人間生活」における「生物技術」と関連する学習内容と, TとEの文脈の程度を, 表1に示す。

表1 科目「科学と人間生活」における「生物技術」と関連する学習内容

スコープ	第一学習社	実教出版	啓林館	数研出版	東京書籍
科学・技術の産業・生活利用	pp.7-8 科学技術の発展 科学のおこり, 科学のもたらしたもの(弱) pp.106-107 微生物の利用の広がり, エネルギー資源の生産と微生物, 環境浄化, バイオレメディエーション(強), バイオテクノロジー, 大腸菌を利用したインスリンの生産(強) p.127 バイオマス発電(弱)	pp.8-9 科学と技術の始まり, 農業の始まり, 地球環境問題(強) p.21 化学肥料や農業機械等の農業への科学技術の応用(中) p.22 コンピュータ等の情報機器を利用した農業(強)	【見開き】 科学技術を支えるわたしたちのくらし, 輸送技術, リモートセンシングで地球を調査, 創業や再生医療, 生活支援ロボット, 進歩し続ける科学技術(強) pp.8-10 科学技術の発展, 医療の技術, ジェンナーの種痘, 予防接種, オンライン診療, カプセル内視鏡, ゲノム医療(強)	pp.3-11 人間生活の歴史, pp.104-105 【フォトサイエンス:微生物の最先端】ミドリムシの食料, バイオ燃料利用, 細菌によるペットボトルの分解(強), 発電細菌(シュワネラ菌)によるエネルギー発電(強), 植物プランクトン(ボトリオコッカス)による石油の代替資源としての実用化(強), 細菌(イデオネラ・サカイエンシス)によるペットボトルの分解(強), 遺伝子組換え技術を活用した細菌によるプラスチックの製造(強), 磁性細菌による精密機器の生産や医療分野への応用(強), 水を使用せず, 微生物で排泄物を分解するバイオトイレ(強), 線虫によるがん検査(中) p.110 【将来サイエンス】根粒菌の農業利用, 発酵食品, 家畜へのワクチン接種など, 農業従事者に必要な微生物に関する知識(強) p.111 【未来をひらくSCIENCE】微生物とあゆむ未来, 微生物の工業利用(中)	【見開き】 私たちと科学とのつながり・生活や社会を豊かで便利にするための科学技術の利用, 科学と未来とのつながり・持続可能な社会の構築(強) pp.6-7 人類の歴史と科学技術の発展(強), 科学技術と社会との関係(強) pp.12-13 持続可能な未来のために, 求められる持続可能な社会づくり, 自然を活かし, 自然に学ぶものづくり(強)
遺伝子変換技術・育種技術・バイオテクノロジー	pp.8-11 医療技術の発展 DNAの構造の解明と医学の発展, ゲノム編集(強)	p.21 バイオテクノロジー, 品種改良, バイオマスの利用(中) pp.82-85 ヒトの生命現象とDNA, タンパク質とDNA, DNAの構造, 遺伝子の発現, RNAと転写, 翻訳(弱)	pp.14-19 ヒトの生命現象, タンパク質と遺伝子, 遺伝子とDNA, ゲノム(弱) pp.18-19 タンパク質の合成, RNA, 転写, 翻訳(弱) p.53 【発展】ゲノム編集技術(強)	p.5 農業の歴史, 品種改良, 遺伝子組換え, ゲノム編集(強) pp.68-69 生命活動を支えるタンパク質, アミノ酸とタンパク質の構造, タンパク質の合成(RNA, mRNA転写・翻訳)(弱)	pp.58-61 DNAの構造, 遺伝子とDNAの関係, タンパク質をつくるアミノ酸, DNAの塩基配列のRNAによる転写と, タンパク質のアミノ酸配列への翻訳(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

表1(続き) 科目「科学と人間生活」における「生物技術」と関連する学習内容

スコープ	第一学習社	実教出版	啓林館	数研出版	東京書籍
生物環境調節の最適化技術	pp.94-97 生態系内の微生物, 森林生態系内の微生物, 炭素の循環, 窒素の循環, 窒素を固定する細菌(弱)	pp.16-17 土, 農業を通して考える, 土壌の構造(固相・水相・気相), 自然界での土壌の役割(分解者) pp.18-19, pp.90-91, pp.100-103 農地の生物たち, 根粒菌と菌根菌, 病原体微生物(ウイルス, 最近, 菌類), 小動物, 植物, 野生鳥獣, 炭素・窒素循環における微生物, 畑の表面のマルチング(強) p.20 肥料の三要素, 化学肥料の工業生産, 水質への影響や資源枯渇問題(中)	pp.36-39 微生物の種類(ウイルス・細菌・菌類), 根粒菌(弱) p.40 炭素の循環と微生物(弱) p.41 窒素の循環と微生物(弱) p.41 根粒と根粒菌の観察(弱)	p.5 農業の歴史, 化学肥料と農業(強) pp.81-111 微生物とその利用 pp.90-91 微生物の種類(ウイルス・アーキア・細菌・菌類・原生生物) p.100 生態系における微生物の役割・分解者, 炭素の循環と微生物(弱) p.101 窒素の循環と微生物(弱), 生産者としての役割を担う微生物・シアノバクテリア(弱) p.101 根粒と根粒菌(弱)	pp.18-19 さまざまな微生物(細菌・アーキア・原生生物・菌類) p.20 生態系における微生物のはたらき(分解者)(弱) p.21 微生物のはたらきと炭素の循環 pp.22-23 チッツと微生物のはたらき, 根粒と根粒菌, 窒素固定(中), 微生物のはたらきと窒素の循環, 根粒菌を利用した肥料(強)
生物成長管理の最適化技術				p.5 農業の歴史, 農具から農業機械へ(強)	
生物保護・医療・保健・衛生技術	pp.8-11 医療技術の発展 医学のおこり, 外科学の進歩, 確実な止血法, 全身麻酔法, 消毒法(弱), DNAの構造の解明と医学の発展, 遺伝子操作と医療, 移植医療と再生医療(強) pp.92-93 微生物の発見(弱) pp.104-105 医薬品と微生物, 抗生物質の発見, ワクチンの開発(弱)	p.81, p.99 予防接種とワクチン(弱) p.81 アレルギー, アナフィラキシーショック(弱) p.85, p.99 遺伝子の発現とその応用, インスリンの生産, 遺伝子組換え(強) pp.98-99 医療への微生物の利用, 抗生物質の生産, 北里柴三郎と大村智(中)	p.17 ゲノムの多様性と医療(中) pp.30-33 免疫, ワクチンの種類, インフルエンザワクチン, 免疫によるがん治療(本庶佑), 抗原抗体反応, 血液型の判定(中) pp.50-53 微生物と医学への利用, 病原微生物の発見, 医薬品などの有用物質をつくり出す微生物, 抗生物質, 寄生虫を駆除する薬でノーベル賞(大村智), 腸内細菌と健康(中)	p.10 食品の歴史, 古來からの食料保存(干物・塩漬・発酵)(中), 缶詰の発明・レトルト食品(中), 冷蔵庫の登場(中), 食品添加物(中) p.11 医療の歴史, 医学の夜明け, 近代医学の前進・全身麻酔術・消毒・ワクチン・抗生物質・ビタミン(中), バイオテクノロジーの登場, DNAの立体構造, バイオテクノロジーによる新たな治療法や医薬品の製造(iPS細胞)(強) p.69 病気の予防や, がんなどの治療等のための遺伝子診断(弱) pp.74-75 免疫とからだの防御, 免疫, 免疫を担う細胞, 抗体による異物の排除, 一次応答と二次応答(弱) pp.76-77 免疫と健康, アレルギー, 自己免疫疾患, ワクチンと予防接種, エイズ, p.87 私たちの未来と健康なくらし(弱) pp.92-93 微生物とその発見の歴史, 北里柴三郎による破傷風の病原菌と血清療法の開発(弱) pp.98-99 医薬品への微生物の利用, ワクチンの発見者・ジェンナー(弱), 抗生物質(弱), 遺伝子組換えによる医薬品の製造(強), 寄生虫に対する抗生物質の発見とイベルメクチン薬の開発(大村智)(弱) p.110 【ニュースペーパー】薬剤耐性菌の発生を防ぐ生活(弱)	pp.26-27 微生物の発見の歴史(弱), ウイルスの発見(弱), 病原体の種類と病原の流行(弱) pp.34-35 医薬品と微生物, フレミングによるペニシリンの発見, ワクスマンらによるストレプトマイシンの発見, 大村智が発見したヒトの失明を防ぐ薬, 微生物からつくられるさまざまな医薬品, 遠藤章によるコンパクチン(コレステロール値の値を低下), 抗生物質による薬剤耐性菌の出現(弱) pp.52-55 体を守る免疫のしくみ, 抗原抗体反応, 一次応答と二次応答, 毒素を速やかに無毒化する血清療法(弱), 北里柴三郎の功績(弱) pp.56-57 予防接種で感染症を予防するしくみ, 免疫反応によって起こるアレルギー, アナフィラキシーショック(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

表1に示したように、「科学・技術の産業・生活利用」と、「生物保護・医療・保健・衛生技術」に該当する内容が、全スコープの中で最も多数であった。「科学・技術の産業・生活利用」における関連項目のうち、「ゲノム編集」のTとEの文脈が強度であった。「生物保護・医療・保健・衛生技術」では、第一学習社の「DNAの構造の解明と医学の発展, 遺伝子操作と医療, 移植医療と再生医療」、実教出版の「遺伝子の発現とその応用, インスリンの生産, 遺伝子組換え」、数研出版の「バイオテクノロジーによる新たな治療法や医薬品の製造(iPS細胞)」の内容において、TとEの文脈が強度であった。スコープ「生物保護・医療・保健・衛生技術」の内容は、STEAM教育のTとEの文脈とともに、S, A, Mの文脈と連携しやすいために、STEAM教育の推進に有用であると考えられる。

次に、科目「科学と人間生活」の5社教科書における課題探究の学習過程に関する記述の調査結果を、表2に示す。

表2に示したように、5社ともに類似した学習過程であったが、啓林館、数研出版、東京書籍は、仮説の設定と仮説の検証の過程が明記されていた。一方、第一学習社と東京書籍は、仮説の設定と仮説の検証過程は明記されていなかった。

表2 科目「科学と人間生活」の5社教科書における課題探究の学習過程に関する記述の調査結果

第一学習社	啓林館	実教出版	数研出版	東京書籍
1. 課題の設定 ・テーマ例 環境浄化のための微生物利用 ・テーマ例 発酵食品における微生物の利用 2. 研究計画の立案 3. 研究の実施 4. 報告書の作成・研究の発表	1. テーマの設定 ・テーマ例 環境保全に有用な微生物の利用 予想や仮説の設定 2. 研究計画の立案 3. 観察・実験・調査 4. 結果の整理・考察 予想や仮説の検証・反証 5. レポートの作成・発表	1. 課題 ・課題例 環境浄化と微生物 2. 事前学習 3. 方法 4. 確認実験の方法 5. 考察 6. 報告と発表 7. 研究の発展	1. テーマ設定 ・テーマ例 食品がもつ抗菌作用の検証 2. 予備実験・文献調査 3. 仮説の設定 4. 実験計画の立案 5. 調査・実験 6. 考察(仮説の検証) 7. まとめ・結論 8. レポート作成・発表	1. 課題の設定 ・課題例 酵母について調べよう 2. 仮説の設定 3. 計画の立案と観察・実験による検証 4. 結果の整理と考察 5. 発展 6. 報告書の作成と発表

4. 2 科目「生物基礎」

実教出版を除く4社の教科書の科目「生物基礎」における「生物技術」と関連する学習内容と、TとEの文脈の程度を、表3に示す。実教出版の教科書の科目「生物基礎」における「生物技術」と関連する学習内容と、TとEの文脈の程度を、表4に示す。

表3 実教出版を除く4社の科目「生物基礎」における「生物技術」と関連する学習内容

スコープ	第一学習社	啓林館	数研出版	東京書籍
科学・技術の産業・生活利用		p.239【発展 生物：未来にひろがる生物基礎】【考えよう／社会問題：遺伝情報を人為的に変更した食用の作物を開発、生産、販売することについて、賛成または反対の立場で考えよう】【考えよう／社会問題：ヒトを指す蚊はメスであり、オスの蚊はヒトを刺さない。遺伝子組換えにより、オスの子しかできず、その孫もずっとオスしかできない蚊をつくり、蚊が繁栄する地域に放すという計画がある。世代を経てもこの蚊の子孫はすべてオスのため、時間が経つとその地域の蚊を絶滅させることも可能だと考えられる。このことについて、賛成または反対の立場で考えよう】(強)		
遺伝子改変技術・育種技術・バイオテクノロジー	p.69【くらしと生物学】植物のクローン(ソメイヨシノ)と哺乳類のクローン(クローンヒツジとクローンウシ)(強)	p.87【発展】遺伝子組換えの応用例、外来遺伝子を導入した青いバラ、発光するタンパク質の遺伝子を導入したカイコ、糖尿病治療のためのインスリン製造、心筋梗塞治療のための血栓を溶かすタンパク質の製造(強) p.239【発展 生物：未来にひろがる生物基礎】ゲノム編集、ゲノム編集でつくられたトラフグと普通のトラフグ、塩基配列の解読技術(バイオフィーマティクス)(強)		
生物環境調節の最適化技術	p.34 生命活動とエネルギー 光環境と植物の成長(ブロッコリーの種子を明所と暗所で発芽・成長させる比較実験)(弱) p.118 光合成速度と呼吸速度、光補償点、光飽和点(弱)	p.170 有機質に富む土壌の団粒構造(弱)		
生物成長管理の最適化技術				
生物保護・医療・保健・衛生技術	p.68【くらしと生物学】iPS細胞の再生医療への応用(山中伸弥)、iPS細胞の創薬への利用(強) pp.70-71【ゲノムと医療】ゲノムと医療、オーダーメイド医療(従来治療が効かない患者の例)、分子標的薬の作用、遺伝子の検査で気をつけること(中) p.169 食物連鎖と生物濃縮。生物濃縮とDDT農薬(中)	p.93【発展】ゲノムと医療の発展、遺伝子診断、ゲノム医療、遺伝情報の管理(中) pp.96-97【発展】細胞の分化と技術の発展 ES細胞、iPS細胞(山中伸弥)、iPS細胞を利用して新たな治療薬を開発するなど、医療への応用(強) p.238【発展 生物：未来にひろがる生物基礎】再生医療、iPS細胞から分化させたすい臓の組織と腎臓の組織写真、ブタの体内でヒトのすい臓をつくる(強)	p.99【探究の歴史 分化した細胞は同じ遺伝情報をもつのか?】ES細胞とiPS細胞(山中伸弥)(弱)	p.45【生物への発展】ゲノムプロジェクトとオーダーメイド医療(強)

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

表3の「科学・技術の産業・生活利用」では、啓林館のアーギュメントが求められる課題が見られ、STEAM教育の推進に有用であると考えられる。表3のスコープ「遺伝子改変技術・育種技術・バイオテクノロジー」において、クローン、遺伝子組換え、ゲノム編集は何れもTとEの文脈の程度が強く、STEAM教育の推進に有益と考えられる。



表4の実教出版の科目「生物基礎」における「生物技術」と関連する学習内容は、他の4社と比較すると、TとEの文脈に関連する内容が多数であった。実教出版は、高校農業科や工業科などの専門科目の教科書を編集・発行しているため、キャリア教育、農業教育、産業教育に関連したテーマや内容を盛り込んでいると考えられる。STEAM教育の推進には、キャリア教育、農業教育、産業教育、バイオテクノロジー、バイオメディカルエンジニアリング教育との関連が有用であることを示している。

次に、科目「生物基礎」の5社教科書における課題探究の学習過程に関する記述の調査結果を、表5に示す。

表2の科目「科学と人間生活」の課題探究の学習過程では、啓林館、数研出版、東京書籍は、仮説の設定と仮説の検証の過程が明記されていたが、第一学習社と東京書籍は、仮説の設定と仮説の検証過程は明記されていなかった。表5の科目「生物基礎」では、5社ともに仮説の設定と仮説の検証過程が盛り込まれていた。数研出版では、「2. 疑問に対する情報収集と情報処理(課題の明確化)」が他の4社と比較すると、特徴的な学習過程であった。東京書籍の「1. 課題の把握(発見)」の「③社会的に解決が必要なものを課題にする」内容が含まれているのは、科学と社会の相互作用と相互影響を考慮したことであることが推察される。

表4 実教出版の科目「生物基礎」における「生物技術」と関連する学習内容

スコープ	「生物技術」と関連する学習内容
科学・技術の産業・生活利用	【見開き】生物学は、医療や農業などをはじめとした、私たちの生活をささげているさまざまな職業や技術にかかわりの深い学問です。「人を支える：医師・歯科医師・看護師・理学療法士・介護福祉士・薬剤師・歯科衛生士・助産婦・作業療法士・保健師・臨床工学技士・診療放射線技師・臨床検査技師」「食とかかわる：栄養士・料理人・菓子職人・パン職人・食品会社職員」「自然や生き物とかかわる：農業者・獣医師・学術研究者・ドッグトレーナー・飼育員・動物看護師・レンジャー・ペットシッター・トリマー・環境技術者・ネイチャーガイド」「社会に伝える：学芸員・教師・保育士・塾講師・ジャーナリスト・フォトグラファー・特別支援学校教諭・イラストレーター・ライター・養護教諭・編集者(強) p.37【発展】発酵、発酵食品[発酵中のパン・ヨーグルト・ワイン・ナチュラルチーズ・味噌・醤油・漬物(ぬか漬)・鰯節(枯節)・ナタデココ](中)
遺伝子改変技術・育種技術・バイオテクノロジー	p.53【コラム：その後のDNA研究】、1972年遺伝子組換え、1983年PCR法の開発、2012年新しいゲノム編集法の開発(強) pp.76-77【特集：食を支える遺伝子研究】品種改良(イネなど)、遺伝子組換え(ダイズ、トウモロコシ等)、ゲノム編集(目などに含まれる毒が少ないジャガイモ、栄養価の高いトマト、筋肉の量が多いマダイ)、【発展：ゲノム編集のしくみ】(強)
生物環境調節の最適化技術	p.136【コラム：日本のマツタケはどこへ行った】下草や落葉の利用が激減し、遷移の進行で陽樹であるアカマツ林が失われ、マツタケの収穫が激減(弱) p.160 農業起源の有機塩素化合物の生物濃縮(弱)
生物成長管理の最適化技術	
生物保護・医療・保健・衛生技術	p.73【発展／iPS細胞とその活用】iPS細胞の説明、ES細胞の説明、iPS細胞の応用の可能性[①再生医療、②創薬研究、③病態研究](強) p.93【コラム 脳死と臓器移植】1997年に臓器移植法が施行、臓器提供医師表示カード、「話し合ってみよう：脳死の人からの臓器移植をそう考えるか話し合ってみよう」、「調べてみよう：植物状態は脳死と何が違うのだろうか」(強) p.117【コラム 免疫とがん】白血病、免疫によるがんの治療、抗体療法、免疫機能の抑制を阻害(本庶佑が治療法を確立)(強) pp.122-123【特集：人類と感染症】1796年にエドワード・ジェンナーによるワクチンの発見、1879年にルイ・パスツールによるワクチン療法の確立、1882年にロベルト・コッホによる結核菌の発見、1890年に北里柴三郎による血清療法の開発、1929年にアレクサンダー・フレミングによる抗生物質の発見、1976年に利根川進より、それぞれ適合する多様な抗体を生み出すしくみの解明、1979年に大村智による寄生虫感染症の治療薬の発見(強)

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

表5 科目「生物基礎」の5社教科書における課題探究の学習過程に関する記述の調査結果

第一学習社	啓林館	実教出版	数研出版	東京書籍
1. 課題の把握 A 自然に対する気づき B 課題の設定 2. 課題の追究 C 予想・仮説の設定 D 検証計画の立案 E 検証の実施 F 結果の処理 3. 課題の解決 G 考察・結論 H 表現・伝達	1. 自然現象に対する気づき 2. 課題の設定 ・課題例 植物にとって光エネルギーはどれくらい重要なのだろうか 3. 仮説の設定 4. 検証計画の立案 5. 観察・実験の実施 6. 結果の処理 7. 考察・推論 8. 表現・伝達 9. 次の探究の過程	1. 問題の発見、気づき 2. 情報の収集 3. 課題の設定 4. 仮説の設定 5. 検証計画の立案 6. 観察・実験の実施 7. 結果まとめ 8. 結果の検証・考察 9. まとめと報告	1. 生物との直接体験(疑問の発生) 疑問例 植物は葉で光合成を行っていることを学んだ。それでは、どのような植物でも葉でしか光合成を行っていないのだろうか。光合成を行う気管、光合成を行わない気管にそれぞれ何か共通点はあるだろうか 2. 疑問に対する情報収集と情報処理(課題の明確化) 3. 実験計画の立案 ①仮説の設定 ②実験方法の検討 ③スケジュール ④材料などの準備 4. 実験・観察の実施 5. 結果の処理と考察 6. 結論と今後の課題 7. レポートの作成・発表	1. 課題の把握(発見) ①気づきをそのまま課題にする ②科学的に解決されていない問題を課題にする ③社会的に解決が必要なものを課題にする 2. 仮説の設定 3. 検証計画の立案 4. 実験・実験の実施 5. 結果の処理 6. 考察・推論・発表 7. 新しい探究に向けての気付き

## 5 総合考察と結論

本研究の目的は、日本発STEAM教育<sup>(1)</sup>連携の推進の視点から、山崎・山崎(2022)<sup>(1)</sup>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スコープ(範囲・領域内容)の内容と、「高等学校学習指導要領解説理科編 理数編」<sup>(2)</sup>に基づく文部科学省検定済の教科理科の科目「科学と人間生活」と「生物基礎」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った。

山崎ら(2022)<sup>(8)</sup>は、「総合的な探究の時間」と「技術エンジニアリングデザインプロセス」の学習過程を比較し、「総合的な学習の時間」ではオープンエンドの課題を学習することが可能であり、社会実装のための試行と改善が必要でない学習が可能であることを指摘した。一方、山崎らは、「技術エンジニアリングデザインプロセス」では、オープンエンドではなく、各種制約条件とトレードオフを伴う制約条件下で、社会実装のための「最適解」を求めることは必要条件であることと、便益(ベネフィット)を一層追求するための技術イノベーションと、リスクの協働管理・保守・点検のための技術ガバナンスが必要であることを指摘した。実生活や実社会の問題の発見と課題解決場面においてSTEAM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、STEAM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。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であるとともに、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。

本研究の結論は、以下の3点である。

- (1) 科目「科学と人間生活」では、「科学・技術の産業・生活利用」における関連項目のうち、「ゲノム編集」のTとEの文脈が強度であった。「生物保護・医療・保健・衛生技術」では、「DNAの構造の解明と医学の発展、遺伝子操作と医療、移植医療と再生医療」、「遺伝子の発現とその応用、インスリンの生産、遺伝子組換え」、「バイオテクノロジーによる新たな治療法や医薬品の製造(iPS細胞)」の内容において、TとEの文脈が強度であり、STEAM教育の推進に有用であると考えられる。
- (2) 科目「生物基礎」の「科学・技術の産業・生活利用」では、アーギュメントが求められる学習課題が見られ、STEAM教育の推進に有用であると考えられる。スコープ「遺伝子改変技術・育種技術・バイオテクノロジー」において、クローン、遺伝子組換え、ゲノム編集は何れもTとEの文脈の程度が強く、STEAM教育の推進に有益と考えられる。
- (3) 科目「科学と人間生活」と科目「生物基礎」ともに、探究的な学習過程であり、STEAM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」は見られなかった。

残された研究課題として、高等学校「総合的な探究の時間」における「エンジニアリングデザイン思考方略」の導入と教育実践研究の推進である。小・中学校におけるSTEAM系教科、「総合的な学習の時間」、高校のSTEAM系教科の校種間の縦の系統性と、高校STEAM系教科、「総合的な探究の時間」とのカリキュラム・マネジメントの在り方と実践研究を推進する必要がある。

## 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)文部科学省：高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説 理科編 理数編，実教出版 (2019)
- (3)ITEEA：Standards for Technological and Engineering Literacy -The Role of Technology and Engineering in STEM Education, Authors. (2020)
- (4)山崎貞登・磯部征尊・大森康正・岡島佑介：国際技術・エンジニアリング教育者学会の前幼稚園から第12学年を対象とした技術・エンジニアングリテラシーのための内容標準改定におけるSTEM教育連携強化の影響，科学教育研究，第45巻，第2号，pp.128-141 (2021)
- (5)ITEA: Standards for Technological Literacy -Content for the Study of Technology, Authors (2000)，宮川英俊・桜井宏(編著)：国際競争力を高めるアメリカの教育戦略 -技術教育からの改革-，教育開発研究所 (2002)
- (6)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)
- (7)山崎恭平・山崎貞登：STEAM教育と連携したCOVID-19ワクチン開発の技術ガバナンスレビュー学習，上越教育大学研究紀要，第41巻，第1号，pp.215-224 (2021)



- (8)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)
- (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)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)
- (12)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)
- (13)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)
- (14)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)
- (15)山崎恭平・榊千穂・山崎貞登：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，上越教育大学紀要，第43巻，pp.341-350 (2023)
- (16)日本学術会議：報告 高等学校の生物教育における重要用語の選定について (改訂) (2019)
- (17)坂谷内勝：高校教科書に出現する科学用語分析，日本科学教育学会年会論文集，第46巻，pp.341-342 (2022)
- (18)加藤美由紀：高等学校生物教科書に見られる自然保護から生物多様性保全への変遷，生物教育，第56巻，第3号，pp.94-105 (2016)
- (19)小林久美・鈴木哲也・田中元：理科・家庭科間の関連用語の取り扱い - 高校理科分野コーパスに基づいて -，日本科学教育学会年間論文集，Vol.42，pp.405-406 (2018)
- (20)小林久美・鈴木哲也・田中元：高等学校理科分野コーパスの可能性 (1) - 理科・家庭科間の関連用語に注目して，秀明大学紀要，Vol.16，pp.1-11 (2019)
- (21)坂谷内勝：数学・理科・情報の教科書に出現する科学用語の分析 (3) - 中学校と高校の教科書索引の分析 -，日本科学教育学会論文集，Vol.44，pp.313-314 (2020)
- (22)佐藤崇之・大鹿聖公：教科書分析と教材研究から見た高等学校生物における進化単位に関する一考察，広島大学大学院教育学研究科紀要，第2部，第54号，pp.17-24 (2005)
- (23)浦川洋平・柿原聖治：高校理科における「微生物」の取り扱いに関する研究，岡山大学教育実践総合センター紀要，第7巻，pp.21-26 (2007)
- (24)西村祐二郎ほか13名(別記)：高等学校 科学と人間生活，第一学習社 (2022)
- (25)中村桂子ほか10名(別記)：科学と人間生活，実教出版 (2022)
- (26)藤嶋昭・赤坂甲治・植松恒夫ほか29名：科学と人間生活，啓林館 (2021)
- (27)河本敏郎・尾池秀章・川村教一・中島春紫ほか7名：科学と人間生活，数研出版 (2022)
- (28)内村浩・寺田光宏ほか17名：科学と人間生活，東京書籍 (2022)
- (29)吉里勝利ほか23名：高等学校 新生物基礎，第一学習社 (2022)
- (30)最上善広・道上達男ほか18名：高校生物基礎，実教出版 (2022)
- (31)赤坂甲治・館野正樹ほか62名：高等学校生物基礎，啓林館 (2021)
- (32)嶋田正和ほか20名：高等学校 生物基礎，数研出版 (2022)
- (33)浅島誠・長谷川真理子ほか48名：新編生物基礎，東京書籍 (2022)

# Study of Textbook Analysis and Curriculum Management in Upper Secondary School Science Focusing on the Relationship Between Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM) Education and “Bio-related Technology”

Kyohei YAMAZAKI\* · Sadato YAMAZAKI\*\*

## ABSTRACT

This study investigated the relationship the each scopes of the curricular standards for “Bio-related Technology” consistent from kindergarten to upper secondary school proposed by Yamazaki and Yamazaki (2022) and school textbooks’ contents of the science subjects “Science and Our Daily Life” and “Basic Biology” that have been authorized by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. This study examined the strengths and weaknesses of the technological (hereafter T) and engineering (hereafter E) contexts to promote Japan-oriented STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) educational collaboration and SDGs (Sustainable Development Goals) education.

In the subject “Science and Our Daily Life,” there were strong T and E contexts in the scope of “Industrial and Life Uses of Science and Technology,” and “Genome Editing.” In addition, there were also strong T and E contexts in their contents related to the scope “Technologies for “Biological Protection, Medicine, Health and Sanitation.” Their contents were likewise found in “Genetic Manipulation,” “Medicine, Transplantation Medicine and Regenerative Medicine”, “Production of Insulin, Genetic Modification”, “Production of New Treatments and Medicines through Biotechnology (iPS cells).”

In educational learning contents related to “Cloning, Genetic Modification and Genome Editing” in the subject “Basic Biology,” there were strong T and E contexts found in some learning tasks requiring argumentation for effectively promoting STEAM education in the scopes of “Industrial and Life Uses of Science and Technology.” There were also strong T and E contexts in the scopes of “Genetic Modification Technology, Breeding Technology and Biotechnology.”

---

\* Karuizawa Kazakoshi School \*\* Natural and Living Science