

三重大学大学院教育学研究科修士論文

教科横断的な学習のための  
教材開発・分析支援ツールの提案

三重大学大学院教育学研究科教育科学専攻  
理数・生活系教育領域

2021 年 2 月 15 日

吉川大貴

## 目次

### 第1章 序論

1.1 研究背景	... 1
1.2 研究目的	... 3
1.3 本論文の構成	... 4

### 第2章 教科横断的な学習の重要性

2.1 緒言	... 5
2.2 現在の社会と環境の変化	... 6
2.2.1 SDGs	... 6
2.2.2 Society5.0	... 9
2.2.3 まとめ	...10
2.3 これからの時代に求められる資質・能力	...11
2.4 主体的・対話的で深い学びの実現に向けて	...16
2.4.1 社会に開かれた教育課程	...17
2.4.2 カリキュラム・マネジメント	...19
2.4.3 各教育段階における探究的な学習	...21
2.5 小学校生活科における STEAM 教育の実践	...25
2.5.1 STEM 教育	...25
2.5.2 STEAM 教育	...29
2.5.3 STEAM 教育の実践概要	...32
2.5.4 STEAM 教育の成果と課題	...41
2.6 結言	...47

### 第3章 教材開発・分析支援ツールの提案

3.1 緒言	...49
3.2 支援ツールの提案	...50
3.2.1 「ひと」と「もの」との関わりを表す俯瞰マップ	...50
3.2.2 教材評価のフレームワーク	...57
3.2.3 学習サイクル検討ツール	...60
3.3 結言	...75

### 第4章 提案手法に基づく授業分析

4.1 緒言	...76
4.2 授業概要	...77
4.3 提案手法による分析	...88
4.3.1 俯瞰マップによる分析	...88
4.3.2 教材評価のフレームワークによる分析	...90
4.3.3 学習サイクル検討ツールによる分析	...96
4.3.4 まとめ	...102
4.4 結言	...107

### 第5章 結論

...108

参考文献

謝辞

## 第 1 章 序論

### 1.1 研究背景

2017 年に小・中学校学習指導要領、2018 年に高等学校学習指導要領が改訂され、「主体的・対話的で深い学び」という言葉にもあるように、児童・生徒には主体性を持って課題に向き合い他者と関わり合いながら探究的に学習に取り組むことによって、能動的に学び続けることが求められた。その背景には、グローバル化の進展や技術革新により、社会構造や雇用環境等の様々な面が大きく急速に変化し、予測が困難な時代となっていることが挙げられる。例えば、現在の環境保護に関する社会的な課題としては、気候変動や海洋プラスチック等が話題となっており、その対策のため、あらゆる業界で環境に配慮した製品へのシフトが進み、循環型社会形成推進基本法や資源有効利用促進法、特定家庭用機器再商品化法等国内リサイクルを義務づける様々な法規制が整備され、製品を設計・開発するうえで材料調達から廃棄までのライフサイクル全域にわたって環境負荷を抑えること、さらに消費者の側でも、新しく製品を購入する際、環境に配慮している製品を選ぶ等<sup>1.1)</sup>、予測が困難な時代の変化に対応できるよう、これからを生きる私たちの行動や能力も変化している。

このような予測の難しい将来の社会の在り方を考える上で、経済成長や社会的包摂、環境保護等の問題の改善に向けた 17 の国際目標を示した「持続可能な開発目標(SDGs)」が注目されている。SDGs では、世界の様々な地域を対象として現在考えるべき社会問題の解決を図ることで、将来にわたっても持続可能でよりよい世界を築くことが目指されている。そのためには蓄積された情報を基に現在引き起こされている問題を分析することが必要である。日本では、SDGs に加えて現在の情報社会に続く新たな社会像を考えるために Society5.0 についても注目されている。Society5.0 では情報社会に次ぐ新たな社会像を考えるためには、デジタル革新によって誰もが得た大きな能力(デジタル技術やデータ等)に多様な人々の想像力・創造力を融合することが必要であると考えられている。

両者に共通することは、これまで蓄積された情報等を活用・発展させて課題解決に取り組むことである。これからの時代においては「知識基

盤社会」となり，新たな知の創造・継承・活用が社会の発展の基盤となる．このような社会においては，これまでのように教科書等にまとめられている内容を習得することに加え，学習者自身の身の回りにおける疑問に気づき，習得した知識を活用することにより，課題の解決を繰り返すことによって，学習者に予測が困難な時代の変化に適応するための力を継続的に育ませることが重要になると考えられる．

つまり，これからの社会で求められる資質・能力とは，学習者が教科書等を用いて基礎的な学力(リテラシー)を身に付けることに加えて，それらを扱い，社会の多様な課題について検討することで得られるコンピテンシーであると考えた．そのためには，社会の課題に目を向ける必要があるが，このような課題で学習することのできる内容は複数の教科領域を占めることが考えられるが，筆者が STEAM 教育の授業実践を行った際には，算数や生活科等の理数教科の内容に加えて，国語や道德等の教科についても学習することができたと明らかになっており，また新たな学習指導要領においても「社会に開かれた教育課程」や「カリキュラム・マネジメント」が示され，教科横断的な視点で現実社会の課題に向き合い，関わり合うことの重要性が述べられている．このことから子どもたちは各教科の枠組みにとらわれず学習内容を理解していることが明らかとなり，これまで行われてきた教科縦割りの授業ではなく教科横断的な学習を充実させることが，子どもたち本来の力を引き出すのではないかと考えた．

教員は現実社会の課題を教材として学習を計画・実践することが重要であると考えられるが，その手立てについては考えられていない．したがって，これからの時代を担う持続可能な社会の創り手となる子どもたちに多様な課題に対応することのできるコンピテンシーを育ませるために，教材について教科横断的に探究するための手立てを提案する必要があると考えた．

## 1.2 研究目的

以上から、社会の在り方が大きく急速に変化する現代社会においては、社会の中で表れる課題も多様化しており、それらの改善・解決を図るためにはこれまでのように基礎学力を身に付けることに加え、それらを扱う資質・能力(コンピテンシー)の育成が重要である。

このような教育を実現させるためには、学習者となる子どもたちが現実社会の問題と向き合い、関わり合うことが必要であることから、現実の問題を学習者の教材として捉え、教員が子どもたちの学習を計画するための手立てが必要であると考えた。

また STEAM 教育の実践等から明らかとなった通り、現実の問題を学習者の教材として捉える場合においては、学習することのできる内容が複数の教科を横断することもあるため、教科横断的なカリキュラムを開発することも必要である。このことによって、1つの教科の中で学習し基礎学力を高めることに加えて、ある教科で学習した内容を他の教科でも活用し問題を解決する等、これからの時代において必要な「生きる力」についても身に付けるための学習を計画することもできると考える。したがって、これからの時代において必要な資質・能力を育むために子どもたちが教科横断的に教材に対して探究するべきであると考えた。

そこで、本研究の目的を以下の2点とした。

- (1) 教員が様々な教育段階の子どもたちの探究的な学びを支えることができるようになるために、教科横断的なカリキュラムの全体像を把握し分析を支援するツールを提案する。
- (2) 開発した支援ツールを活用し、三重大大学の授業で実践した事例を分析し、その効果を検討する。

### 1.3 本論文の構成

本論文の構成を以下に述べる．

第 1 章は，本研究の背景と目的を説明した．

第 2 章は，教科横断的な学習の重要性について，現在の社会や環境の変化やその状況で求められる資質・能力等を明らかにし，説明する．SDGs や Society5.0 等に応えられるような時代・環境の変化へ対応することが出来るコンピテンシーを身に付けた子どもたちを育成するために必要なことについて，学習指導要領や先行研究を基に述べる．

第 3 章は，第 2 章で明らかとなった教科横断的な学習の重要性から，その普及のために必要な手立てを提案する．今後，教科横断的な学習を活発に進めていくためには，現在行われている以上に小学校教員養成課程において横断的な授業を増設することはもちろん，学校現場で教科横断的なカリキュラム・マネジメントを行うための手立てが必要である．筆者が提案する教科横断的なカリキュラム・マネジメントを行うための 3 つの教材開発・分析支援ツールを示し，その使い方についても例を挙げ，説明する．

第 4 章は，第 3 章で示した 3 つの教材開発・分析支援ツールを活用し，実際の授業を分析する．本章で取り上げる授業実践事例は，初等・中等教育で行う前に試行的に高等教育において行った内容である．取り上げた教材から学習者がどのような内容を学び展開するか，学んだ内容はどのような領域か，これからの授業展開をどのようにすれば良いかについて分析する．

第 5 章は，本研究のまとめである．本研究全般で得られた結論を述べる．

## 第 2 章 教科横断的な学習の重要性

### 2.1 緒言

本章では、教科横断的な学習の重要性について、現在の社会や環境の変化やその状況で求められる資質・能力等を明らかにし、説明する。社会の在り方が大きく急速に変化する現代においては、社会の中で現れる課題も多様化している。それらの課題を改善し、解決を図るためには、子どもたちがこれまでのように教科書等を基に基礎的な学力を身に付けることに加えて、身に付けた資質・能力を現実社会の中においても発揮する能力が重要である。このような教育を実現するためには学習者となる子どもたちが現実社会の問題と向き合い、関わり合うことが必要である。したがって、現実の問題を学習者の教材として捉え、学習を計画するための手立てが必要であると考えた。そのためにまず、本章では、現在の社会や環境における変化の現状を述べ、そのような状況下においては、どのような資質・能力の育成が求められるかについて明らかにする。そして、学習指導要領や先行研究、筆者が以前行った授業実践の結果を基にそれらを育むための方法についての背景や理論について確認する。



## 2.2 現在の社会と環境の変化

### 2.2.1 SDGs

近年、環境問題の性質は大きく変容し、気候変動やプラスチックごみによる海洋汚染等、地球規模の危機であると同時に地域課題とも密接に関わる問題が生じている。このような背景から日本では、2018年に我が国の今後約5年間の環境施策の方向性を定めた第五次環境基本計画を閣議決定し、「地域資源を持続可能な形で最大限活用しつつ、地域間で補完し支え合うことで、人口減少や少子高齢化の下でも環境・経済・社会の統合的向上を図りつつ、新たな成長につなげよう」とする考え方である地域循環共生圏を提示した<sup>2.1)</sup>。これは、環境・経済・社会の統合的向上及び脱炭素化の実現を目指しており、2015年に示されたSDGsやパリ協定という国際動向も踏まえた課題解決の考え方である。この考え方は、平成29年度告示小・中学校学習指導要領にも示されている、これからの社会における課題である「生産年齢人口の減少、グローバル化の進展や絶え間ない技術革新等が挙げられ、社会構造や雇用環境が大きく、また急速に変化すること<sup>2.2)</sup>」についても対応している内容であり教育においても、学習者一人一人が持続可能な社会の担い手となることができるように教員は学習者個人と社会の成長につながる新たな価値を生み出していけるように、学習を計画する必要があると考えられる。

このような予測の難しい将来の社会の在り方を考える上で、経済成長や社会的包摂、環境保護等の問題の改善に向けた17の国際目標を示した持続可能な開発目標(SDGs)が注目されている<sup>2.3)</sup>。持続可能な開発目標(SDGs)とは、2001年に策定されたミレニアム開発目標(MDGs)の後継として、2015年9月の国連サミットで採択された「持続可能な開発のための2030アジェンダ」にて記載された2030年までに持続可能でよりよい世界を目指す国際目標である<sup>2.4)</sup>。17のゴール・169のターゲットから構成されており、地球上の「誰一人取り残さない」ことを誓い、目標が掲げられている。詳細を表2.1に示した。

表 2.1 SDGs における各目標とその概要

① 貧困	あらゆる場所のあらゆる形態の貧困を終わらせる。
② 飢餓	飢餓を終わらせ，食糧安全保障及び栄養改善を実現し，持続可能な農業を促進する。
③ 保健	あらゆる年齢のすべての人々の健康的な生活を確保し，福祉を促進する。
④ 教育	全ての人に包摂的かつ公正な質の高い教育を確保し，生涯学習の機会を促進する。
⑤ ジェンダー	ジェンダー平等を達成し，すべての女性及び女児の能力強化を行う。
⑥ 水・衛生	全ての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する。
⑦ エネルギー	全ての人々の，安価かつ信頼できる持続可能な近代エネルギーへのアクセスを確保する。
⑧ 成長・雇用	包摂的かつ持続可能な経済成長及び全ての人々の完全かつ生産的な雇用と働きがいのある人間らしい雇用を促進する。
⑨ イノベーション	強靱なインフラ構築，包摂的かつ持続可能な産業化の促進及びイノベーションの推進を図る。
⑩ 不平等	各国内及び各国間の不平等を是正する。
⑪ 都市	包摂的で安全かつ強靱で持続可能な都市及び人間居住を実現する。
⑫ 生産・消費	持続可能な生産消費形態を確保する。
⑬ 気候変動	気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる。
⑭ 海洋資源	持続可能な開発のために海洋・海洋資源を保全し，持続可能な形で利用する。
⑮ 陸上資源	陸域生態系の保護，回復，持続可能な利用の推進，持続可能な森林の経営，砂漠化への対処，並びに土地の劣化の阻止・回復及び生物多様性の損失を阻止する。

## ⑯ 平和

持続可能な開発のための平和で包摂的な社会を促進し、全ての人々に司法へのアクセスを提供し、あらゆるレベルにおいて効果的で説明責任のある包摂的な制度を構築する。

## ⑰ 実施手段

持続可能な開発のための実施手段を強化し、グローバル・パートナーシップを活性化する。

SDGs は発展途上国だけでなく、先進国自身も取り組む普遍的なものであり、日本も積極的に取り組んでいる。国内の取り組みとしては、SDGs で定めた目標を達成させるためにこれまで 4 年間における取組の現状分析を行い、各目標を再構成した「実施体制の構築」、SDGs 達成に向けて優れた取組を行っている団体を表彰する国内における取組を見える化した「ジャパン SDGs アワード」、SDGs の取組を基に新しい時代の流れを踏まえた都市計画である「SDGs 未来都市」等を行っており、国際的な取り組みとしては「保健」では日本の保健・医療に関する人材、知見及び技術を活用し国際健康安全保障体制の構築、「教育」では包摂的かつ公正な質の高い学びに向けた教育協力や産業・科学技術人材育成と社会経済開発の基盤づくりのための教育協力、国際的・地域的な教育協力ネットワークの構築と拡大を挙げ、学び合いを通じた質の高い教育の実現、「女性」では女性と女兒の権利の尊重・脆弱な状況の改善、女性の能力発揮のための基盤の整備、政治・経済・公共分野への女性の参画とリーダーシップ向上、「防災」では過去の自然災害の経験で培われた知識や技術を活用し、緊急援助のみならず、事前の防災対策及び災害復旧復興において積極的な支援、「海洋環境」では海洋環境の保全及び海洋資源の持続可能な利用等に関わる様々な支援を行っている<sup>2.5)</sup>。予測の難しい将来の社会の在り方を考える上では、あらゆる分野の内容が関わっていることが確認できた。

このように SDGs では、世界の様々な地域を対象として現在考えるべき社会問題の解決を図ることで、将来にわたっても持続可能でよりよい世界を築くことが目指されている。そのためには蓄積された情報を基に現在引き起こされている問題を分析することが必要である。

## 2.2.2 Society5.0

日本では，SDGsに加えて現在の情報社会に続く新たな社会像を考えるために Society5.0 についても注目されている<sup>2.6)</sup>。Society5.0 とは，サイバー空間(仮想空間)とフィジカル空間(現実空間)を高度に融合させたシステムにより，経済発展と社会的課題の解決を両立する「人間中心の社会」であり，狩猟社会(Society1.0)－農耕社会(Society2.0)－工業社会(Society3.0)－情報社会(Society4.0)に続く，新たな社会を指している<sup>2.7)</sup>。これは第5期科学技術基本計画において目指すべき未来社会の姿として初めて提唱された(表2.2)。

表 2.2 Society5.0 の位置づけ<sup>2.8)</sup>

	Society1.0	Society2.0	Society3.0	Society4.0	Society5.0
社会	狩猟社会	農耕社会	工業社会	情報社会	超スマート社会
生産技術	捕獲・採集	手工業	機械化	情報通信	仮想空間と現実空間の融合
資源	石・土	金属	プラスチック	半導体	Material 5.0
交通	徒歩	牛・馬	自動車・船・飛行機	マルチモビリティ	自動運転
都市	移動・集落	城郭都市	工業都市	ネットワーク都市	自律分散都市
都市理念	生存性	防御性	機能性	経済効率性	人間性

このような Society5.0 では，情報社会に次ぐ新たな社会像を考えるために，デジタル革新によって誰もが得た大きな能力(デジタル技術やデータ等)に多様な人々の想像力・創造力を融合することが必要であると考えられている<sup>2.9)</sup>。

### 2.2.3 まとめ

両者に共通することは、これまで蓄積された情報等を活用・発展させて課題解決に取り組むことである。これからの時代においては「知識基盤社会」となり、新たな知の創造・継承・活用が社会の発展の基盤となる<sup>2.10)</sup>。このことは日本に限ったことではなく世界中の国々にも共通している。これまでの社会の基盤は産業であったが、これらが知識基盤社会へと展開する中で、経済活動の中心が、「ものの生産と消費」から「知識・情報・サービス」へと移行し働き方にも激しい変化が見られるため、現在の子どもたちに「どのような知識を身につけさせるべきか」、また、「知識をどのように活用するのか」、「将来にどのような人間になるべきか」が大きな課題となっている<sup>2.11)</sup>。つまり、現在の社会では、人的資源の開発こそが求められていることが分かる。このような社会においては、これまでのように教科書等にまとめられている内容を習得することに加え、学習者自身の身の回りにおける疑問に気づき、習得した知識を活用することにより、課題の解決を繰り返すことによって、学習者に予測が困難な時代の変化に適応するための力を継続的に育ませることが重要になると考えられる。

## 2.3 これからの時代に求められる資質・能力

このような背景の中で育つ子どもたちには求められる資質・能力も変わってきた。文部科学省は社会で求められる人材像や能力について「求められる人材像や能力は、その時代や環境により異なるものであるが、長期に渡り変化しない基本的要素も多分に存在する。現在のように変化の激しい時期にあっては、求められる能力を定義していくことは容易ではなく、多くの若者がこれから何十年の期間、社会を支える存在であり続けることを考えると、「現在」よりも「将来」の社会環境を見渡し、産学の知見を結集して人材像を導き出すことが必要である。重要なことは、産学のコミュニケーションを深め、相互の問題認識・課題等について共有するとともに、優れた人材育成のため共同して取り組むことができる関係を恒常的に築いておくことである<sup>2.12)</sup>」と述べている。

上記の内容から言えることとしては、社会で求められる能力が「基礎学力」のように固定的な内容ではなく、変化への適応力や他社との相互依存の強まりの中での対人関係を調整する力、課題の複雑化の中での解決能力等の「生きる力」のように変動する内容へと変化したことである。このような能力が求められるようになった背景としては、上述のように「グローバル化の進展や絶え間ない技術革新等」が要因として挙げられるが、こうした能力を小林らは、「知識基盤社会」として読み替え可能な「ハイパー・メリクトラシー社会」で求められる能力として「多様性」「意欲・創造力」「個別性・個性」「能動性」「ネットワーク形成力・交渉力」等を挙げ、以前の産業社会で求められてきた「標準性」「知識量・知的操作の速度」「共通尺度で比較可能」「順応性」「協調性・同質性」等と対比している<sup>2.13)</sup>(表 2.3)。

表 2.3 「社会で求められる能力」の変化

近代社会(産業社会) (メリクトラシー)	現代社会(知識基盤社会) (ハイパー・メリクトラシー)
基礎学力	生きる力
標準性	多様性・新規性
知識量・知的操作の速度	意欲・創造力
共通尺度で比較可能	個別性・個性
順応性	能動性
協調性・同質性	ネットワーク形成力・交渉力

つまり、これまで産業社会においては、様々な情報や知識を手に入れることが重要であったため、基礎学力である読み書き能力(リテラシー)を身に付けることが求められてきたが、知識基盤社会においては、様々な情報や知識を手に入れることに加えてこれらを扱い、様々な課題を解決する能力として、生きる力を身に付けることが求められるようになったと考えられる。

情報や知識を活用し、課題を解決するという点で生きる力と似たような考え方に、コンピテンシーというものがある。コンピテンシーとは、「特定のタスクを実行するために、必要なスキルと能力及び知識の組み合わせ」のことである<sup>2,14)</sup>。コンピテンシーの概念図を図 2.1 に示す。最初の段は、これまでの経験や適性および特性で構成されており、さらなる経験を積み重ねるための基盤となる。これまでの経験や適性、あるいは特性の違いにより、なぜ人々が異なった学習経験を追探究し、様々なレベルと種類のスキルや能力、あるいは知識を獲得するのか、その理由が説明できる。これらは教室での指導だけでなく、仕事やコミュニティ活動への参加等も含め、広く定義された学習経験を通じて開発される。図 2.1 でのコンピテンシーは「スキルと能力、および知識が相互作用し、それらに応じ組み立てられたタスクに密接に関連する学習の組み合わせとしての統合的学習経験の結果」である。最後に、コンピテンシー達成の実演が図 2.1 の頂点となる。

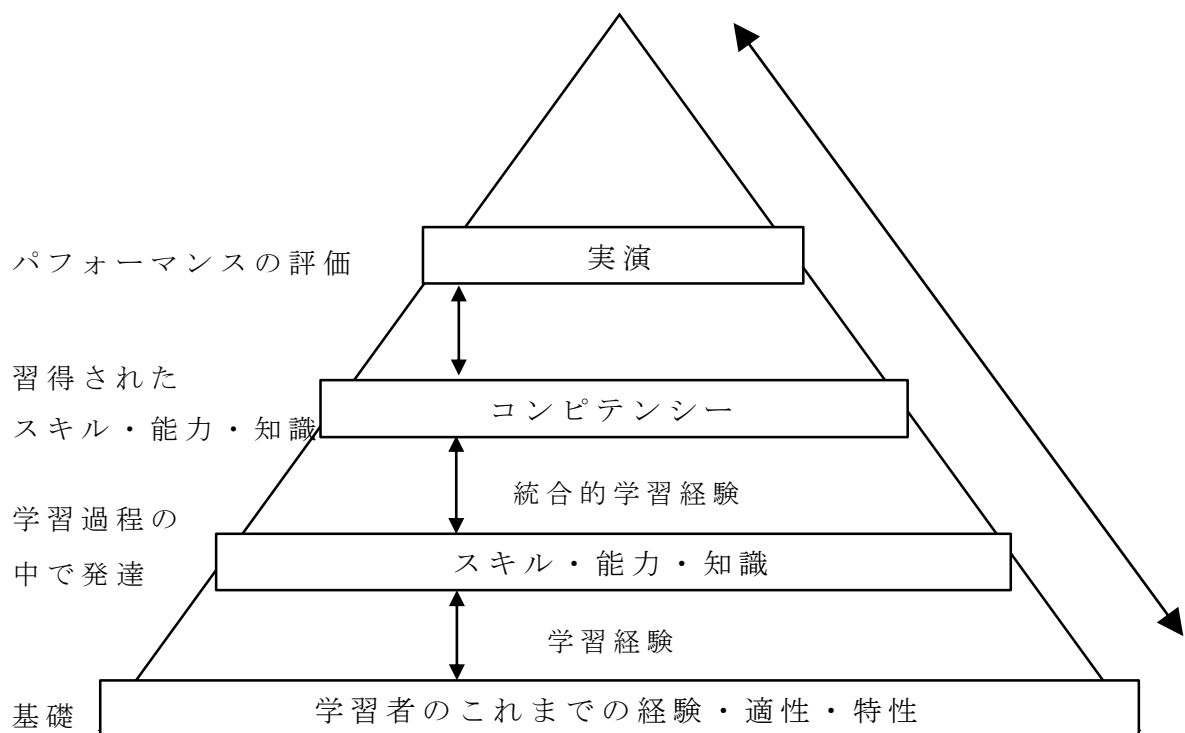


図 2.1 コンピテンシー階層

コンピテンシーの一例として，由井らは ESD のコンピテンシーを定めるために OECD が示している「形成能力」におけるコンピテンシーについて，まとめている<sup>2)15)</sup>．形成能力とは，持続可能な開発に関する知識を応用し，持続不可能な開発の問題を認識することのできる能力である．以下に伝統的なコンピテンシー概念についてまとめる．

#### ○ 事実的コンピテンシー

- a) 「領域」において獲得される知識や技能(事実，規則，法則，概念，定義，つまり知識に関する知識，問題解決のための知識，その他の形式の知識)
- b) 関係性を認識できる能力，議論や説明を理解できる能力，状況を判断できる能力
- c) これらの知識や技能を(生活の)行動に応用する力



○方法的コンピテンシー

- a) 知識や考え方，判断について習得し伝達するために，様々な教材を柔軟に活用できる知識や技能
- b) 様々な学習戦略をその効率性に基づいて判断し，応用する力
- c) 適切な方法を用いて問題を克服し，解決する力
- d) 様々なメディア(文書，画像，映画，インターネット等)や知識獲得の方法(実験，未来ワークショップ等)を活用できる力
- e) 学習や作業を自分で組織できる力

○社会的コンピテンシー

- a) グループの構成や状況が変化する中で，他者とコミュニケーションが図れ，協力して活動できる
- b) 他者と協力して，優先目標を効果的に追求できる
- c) 他者に対して，また他者との協働に対して責任を持つ
- d) 他者の見解を受け入れることができる
- e) 事象の対立を適切に，民主的に解決できる

○個人的コンピテンシー

- a) 自信や事故公的間に基づいて自分のアイデンティティや自己イメージを発達させ，維持する
- b) 自分の人格特性を知り，それを批判的に反省し，それぞれの生活状況の中で適切に表現できる
- c) 道徳的判断力，道徳の見解，道徳的価値を尊重する態度を身に付け，それらを言葉で表現できる
- d) 宗教，世界観，そして「大いなる問題」に向き合うことができる

これらのコンピテンシーに「形成能力」に含まれるコンピテンシーを当てはめた内容が表 2.4 のように示すことができる．表 2.4 で示されているコンピテンシーはある 1 つの教科のみで発揮される内容ではないと考えられる．PISA による評価の本質部分としても読解・数学・科学の各リテラシーに焦点を当て，特定の知識を得ることよりも，プロセスの克服，概念の理解，各分野でどんな状況でも機能する能力等の分野をまたがる，ICT(IT)と問題スキル等の分野横断的コンピテンシーを重視している<sup>2.16)</sup>．ここで例として示したコンピテンシーも様々な分野を横断し発揮される内容であり，これからの社会においても，課題に対して

自身が持っているスキル・能力・知識を扱い、処理するコンピテンシーを育むことが重要であると考えた。

これらのことから、学習者自身が課題に対して対処・解決するための資質・能力(コンピテンシー)を身に付けることが必要であることが確認できた。

表 2.4 「形成能力」のコンピテンシー

伝統的な コンピ テンシー 概念	OECD による コンピテンシー分類	「形成能力」 に含まれる 各コンピテンシー
事実に コンピ テンシー 方法的 コンピ テンシー	<p>&lt;相互作用的に道具を用いる&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・言語、シンボル、テキストを相互作用的に用いる能力</li> <li>・知識や情報を相互作用的に用いる能力</li> <li>・技術を相互作用的に用いる能力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・世界に対してオープンであり、新たな視点を統合させた知を組み立てる</li> <li>・予測して考え行動する</li> <li>・学際的に知識を習得し行動する</li> </ul>
社会的 コンピ テンシー	<p>&lt;異質な集団で交流する&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・他者と良い関係をつくる能力</li> <li>・協力する能力</li> <li>・争いを処理し、解決する能力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・他者と協力，計画し行動することができる</li> <li>・意思決定のプロセスに参加できる</li> <li>・行動的になるよう他者を動機づけることができる</li> </ul>
個人的 コンピ テンシー	<p>&lt;自律的に活動する&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・大きな展望の中で活動する能力</li> <li>・人生計画や個人的プロジェクトを設計し，実行する能力</li> <li>・自らの権利，利害，限界やニーズを表明する能力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自分や他者の理念を反省することができる</li> <li>・自主的に計画し，行動できる</li> <li>・恵まれない人たちに対して共感と連帯を示すことができる</li> <li>・行動的になるよう自分自身を動機づけることができる</li> </ul>

## 2.4 主体的・対話的で深い学びの実現に向けて

2017年に小・中学校学習指導要領、2018年に高等学校学習指導要領が改訂され、「主体的・対話的で深い学び」という言葉にもあるように、児童・生徒には主体性を持って課題に向き合い他者と関わり合いながら探究的に学習に取り組むことによって、能動的に学び続けることが求められた<sup>2.17)</sup>。その背景には、グローバル化の進展や技術革新により、社会構造や雇用環境等の様々な面が大きく急速に変化し、予測が困難な時代となっているため<sup>2.2)</sup>、上述のように、これからを生きる学習者に求められる能力もこれまでとは変化していることが挙げられる。

文部科学省は予測が困難な時代に対応できる「能動的に学び続ける子どもたち」を育成するために、平成29年に小・中学校学習指導要領を改訂した。改訂の基本方針の1つとして、育成を目指す資質・能力に関しては、「生きる力」を改めて捉え直し、「何を理解しているか、何ができるか」「理解していること・できることをどう使うか」「どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか」という知・徳・体に具体化し、子どもたちが予測困難な時代の変化に主体的に関わりよりよい社会を創造するために必要な資質・能力を育成することを目指している<sup>1.2)</sup>。子どもたちにこのような資質・能力を育成するためには「主体的・対話的で深い学び」を実現することが重要であると考えられる。これにより子どもたち自身が、学習内容を人生や社会の在り方と結びつけて深く理解し、生涯にわたって能動的に学び続けられることが期待できると考えるからである。

### 2.4.1 社会に開かれた教育課程

主体的・対話的で深い学びを実現するためには、アクティブラーニングの視点に基づく授業改善やカリキュラム・マネジメントの充実が重要であるが<sup>2.18)</sup>、これらを行うためには担当する教員の力量も大きく関係する。特に教科横断的な学習を実現するカリキュラム・マネジメントや授業改善を行うためには、学習内容の全体像を見渡したうえで対象学年の中であるいは学年を越えた学習内容同士の関連について考える必要がある。

このような教科横断的な学習には、身の回りにある「もの(製品)」を教材化することが有効であると考えられる。なぜなら、それらは様々な領域の知識を含んでいるからである。さらに環境・エネルギーに関わる問題の原因は身の回りにある様々な「もの」を扱う「ひと(消費者)」であることから「ひととものとの関わり」を見つめ直し、行動を変えていかなければ問題の解決は図れないと考えられ、学習教材として様々な教科の内容を含むとともに、社会問題等についても考えるきっかけを与える「もの」を題材として学習することは有効であると考えられる。

このような学習を行うためには、それに応じたカリキュラム編成を行う必要があるが、カリキュラム編成の質は担当する教員の力量に左右されることが考えられる。

したがって、それを支援するためのツールを開発することによって「ひととものとの関わり」を学ぶカリキュラム編成や授業分析に取り組みやすくすることが重要であると考えた。

技術革新等による社会構造等が急速に変化し予測が困難となっている時代にあっても、よりよい社会を創造するため、平成 29 年告示小・中学校学習指導要領で「社会に開かれた教育課程」が示された。文部科学省は、社会に開かれた教育課程について、以下のように述べている。

- ①社会や世界の状況を幅広く視野に入れ、よりよい学校教育を通じてよりよい社会を創るという目標を持ち、教育課程を介してその目標を社会と共有していくこと。
- ②これからの社会を創り出していく子供たちが、社会や世界に向き合い関わり合い、自分の人生を切り拓いていくために求められる資質・能力とは何かを、教育課程において明確化し育んでいくこと。
- ③教育課程の実施に当たって、地域の人的・物的資源を活用したり、放課後や土曜日等を活用した社会教育との連携を図ったりし、学校教育を学校内にとじずに、その目指すところを社会と共有・連携しながら実現させること。

社会に開かれた教育課程を実現させるために、①では社会と学校教育における目標の一致、②では現実の問題について考える機会の必要性、③では現実の問題について考えるために地域における人的・物的資源の活用等が重要であると述べられている。

この中でも筆者は①・②に着目した。現在の社会において、持続可能な開発目標(SDGs)等<sup>2.3)</sup>に示される環境問題の改善や解決に向けた具体的な取り組みが注目されており<sup>2.3)</sup>、日本においても環境白書に示されるCO<sub>2</sub>排出等による気候変動や回収しきれなかったプラスチックごみによる海洋汚染といった問題の解決がテーマとなっている<sup>2.1)</sup>。すべての人々がこれらの問題解決を図るためには消費者の立場での「もの」との関わりを見つめ直し、向き合っていかなければならない。実際にCO<sub>2</sub>排出や海洋汚染の原因は様々な「もの」による影響が大きいことから、問題解決のためには子どもたちが具体的な「もの」を教材として学習に向かう必要があり、そのためのカリキュラムを開発することが重要であると考えられる。

## 2.4.2 カリキュラム・マネジメント

しかし，具体的な「もの」を教材として学習するとき，上述のような様々な現実問題が関連することが考えられる．その内容は各教科等のあらゆる学習内容が絡み合っていることから，具体的な「もの」を教材としたときには，これまで小・中学校において行われてきた教科縦割りのカリキュラム編成が適切であるとは限らないと考えられる．このことから設定した題材から教科横断的に学ぶ必要があり，それらがどの教科・どの単元に当てはまるか位置付けることを考えなければならない．そのためには新たに学習指導要領にも示された「カリキュラム・マネジメント」という考え方が重要である．カリキュラム・マネジメントについては，平成 29 年告示小・中学学習指導要領で以下のように述べられている．

各学校においては，児童や学校，地域の実態を適切に把握し，教育の目的や目標の実現に必要な教育の内容等を教科等横断的な視点で組み立てていくこと，教育課程の実施状況を評価してその改善を図っていくこと，教育課程の実施に必要な人的又は物的な体制を確保するとともにその改善を図っていくことなどを通して，教育課程に基づき組織的かつ計画的に各学校の教育活動の質の向上を図っていくこと（以下「カリキュラム・マネジメント」という．）に努めるものとする．

中央教育審議会は「カリキュラム・マネジメント」を 3 つの側面で捉えている<sup>2.19)</sup>．1 つ目は，教育内容を相互に関連づけ学校教育目標を踏まえた「教科横断的な視点で教育の内容を配列する」こと，2 つ目は，教育課程の編成・実施・評価・改善という「PDCA サイクル」を回すこと，3 つ目は，教育内容とそれらに「必要な人的・物的資源を組み合わせる等の条件整備」を一体として捉えることとまとめている．これら 3 つの側面を田村はそれぞれ「カリキュラム・デザイン」，「PDCA サイクル」，「内外リソースの活用」として整理している<sup>2.20)</sup>．これらのことからカリキュラム・マネジメントとは，各学年や学年間における学習内容の関連を考えるだけでなく，学校の内部や外部でどのように学ぶかということ，それらを評価し改善することも含んだ意味であると考えられる．

多様な意味を持つカリキュラム・マネジメントは、学習指導要領が改訂され目指すべき方向性が定まっただけでは実現させることが難しいと考えられるため、それらを支援するための手立てが必要だと考える。田村は「カリキュラム・デザイン」の側面をさらに3つの階層で捉えている<sup>2.17)</sup>。1つ目として教育目標を踏まえ、つなぐ、グランド・デザインを描く「全体計画の作成」、2つ目として全単元が1年間でどのように実施されるのかを俯瞰し関連付ける「単元配列表の作成」、3つ目として学びの文脈を大切にした単元を計画する「単元計画の作成」を挙げている。この考え方は3つの側面における「カリキュラム・デザイン」をスモールステップで達成するための手立てだと考えられる。3つの階層の特徴は最初にカリキュラム・デザインの全体像を捉え教育における焦点を明確にし、次に単元同士の関連づけを行い、最後に単元自体の構成を考えるというように、広い視点で教育活動を捉え目指す児童の姿を設定した後、そのためには何が必要かを考え単元配列・単元計画という段階を踏んで考えることである。このような問題の全体像を捉え、教育内容を検討することのできる手立てが必要だと考えた。

このように、小・中・高等学校では、学習者が知識基盤社会で活躍するために、学習者自身が社会に向き合うことに加え、そこで得られる学びを様々な視点から計画することによって、能動的に学び続けることを必須とする方針が掲げられている。ここで示した能動的な学習の中でも主体的・対話的で深い学びについてはアクティブラーニングの考え方がベースとなっており<sup>2.21)</sup>、日本においては高等学校等よりも大学でその重要性が強調されるようになった背景がある<sup>2.13)</sup>。現在、アクティブラーニングとは、協同学習・発見学習・体験学習・問題解決型学習・探究学習等のいくつかの教育的アプローチを総称する語となっており、これらの学習は学習者が新しいことと既に知っていることの間に常に関係を作り、それを変化させ、新しい情報を自分の既存の知識や経験に統合していく動的なプロセスであるという前提を基礎にしている<sup>2.22)</sup>。知識基盤社会においては、自らが持つ既有知識と経験を結び付け、新たな知識に変化させることが重要で、知識を活用・発展させて課題解決に取り組むことにより新たな価値を創造するアクティブラーニングが小学校から大学までの教育段階で必要であることが確認できる。

## 2.4.3 各教育段階における探究的な学習

以上からアクティブラーニングを実践することによって，学習者が持つ知識を課題に対して活用できるようにすることが重要であることが分かった．すべての教育段階において行われているアクティブラーニングの1つとしてPBLという学習方法がある．PBLには取り上げる問題の規模に応じて，Problem Based LearningとProject Based Learningに区別される．これらの学習方法は起源や発展の仕方は異なっているが，実世界の問題解決に取り組み，問題解決能力を育成するという目的において類似している．

石野らによるとProblem Based Learningは医療系の教育機関で開発され発展したと述べられている<sup>2,23)</sup>．医学実践の場において，それまで学習した内容が活用しきれていなかったという問題点から，座学だけでなく事例の体験を通じて学ぶことで知識の習得を図るねらいがある．これに対してProject Based Learningはキルパトリックのプロジェクトメソッドを基に発展してきた．学習の流れとしては①テーマの設定②問題や仮説を立てる③先行研究のレビュー④情報収集⑤考察⑥発表という研究者が行う研究活動の進め方を取り入れており，問題をプロジェクトとして解決・検討する．これら2つのPBL教育の相違点を調べると表2.5のように示される．

表 2.5 Problem Based Learning と Project Based Learning の相違点

	Problem Based Learning	Project Based Learning
問題設定	教師からの提示	学生自身が設定
目的	プロセスで学習態度や問題解決能力を育成	最終プロダクト完成
支援者	チューターが支援	教師が様々な役割
位置づけ	カリキュラムの中心	補足的
時間的展望	現実問題の課題解決	未来の問題を解決
時空間の制限	教室・授業を中心	教室を越える



山田はジョン・バーレルが提唱した PBL 理論についてまとめている<sup>2,24)</sup>。そこでは 3 種類の探究活動が示されており、この中でも特に「教師と子供が共有する探究」を進めるうえで子どもたちの疑問や好奇心を促すために、KWHLAQ, O-T-Q というアプローチを用いることが有効だと述べられている。

KWHLAQ は探究的な学びを進めていく際の子どもの知的な活動をそれぞれの段階で示したものであり、1 つの単元が終了するまでのスパンで用いられる。表 2.6 に知的活動の段階をまとめる。

表 2.6 知的活動の段階

知的活動	特 徴
K (Know)	主題について何を知っているか
W (Want)	(主題について)何を発見したい/ 必要があると思うか
H (How)	答えをどのように、どこで探すか 私達の調査をどう組織するか。
L (Learn)	私達は何を学ぶことを期待するか 私達は何を学んできたか。 どうやって私達が学んだことを
A (Apply)	他教科や私達の生活、 次のプロジェクトに応用するのか
Q(Question)	探究の後、どんな新しい疑問を持ったか

山田は「疑問で始まり疑問で終わる」このサイクルによって単元を継続させ、徐々にしっかりとしたカリキュラム構造を提供していくことで、学生自身の疑問を深く追究することができ、そのテーマに関する考えが深まっていくと述べている。KWHLAQ の中で重要とされているのは「K」段階である。この段階で明確な課題意識を持つことができれば、その後の探究が自ずと進んでいくと考えられるからである。「K」段階を上手く回すために O-T-Q が提唱されている。表 2.7 にアプローチの

段階を示す．O-T-Q は KWHLAQ をより焦点化した短期的なアプローチであり，探究を始める際の導入で用いられる．

表 2.7 アプローチの段階

アプローチ	特 徴
O (Observe)	特定の対象または状況について どんなことに気付いたか
T (Think)	観察したことと主題について 既に知っていることとを関連させなさい
Q (Question)	調査からどんな好奇心がわいてきたのか

PBL 教育に関する先行事例は他にもあり，三重大学においても行われ，他大学に比べ研究・実践ともに進められている<sup>2,25)</sup>．研究面に関しては図 2.2 に示す「教員養成型 PBL 教育モデル」の開発，実践面では学生を現場等へ送り，チューターとして，アクション・リサーチ的に学ぶ機会を設けている．

図 2.2 の分類は「教員養成型」のものであり，学生がチューターとして現場に入り実践を行い，その結果を大学で省察するという「省察－実践」の往還によって，学生の自律的活動や自学自習を促進させることが目的となっている．学生や院生をチューターとして位置付け，実践した事例をモデル化したものは，「支援者/指導者/授業者」を育成する視点でこれまで 5 パターン考えられている．このモデルの基となった「アクションリサーチ」が「実践との結びつきを強調した調査研究」であり，

現場連携型 PBL		事例研究型 PBL
A-1 教育現場での アクション・リサーチ	B-1 地域・企業 問題解決型	C
A-2 プロジェクト活動型	B-2 製品開発型	

図 2.2 教員養成型 PBL 教育の形態分類

「データの収集，知識の蓄積のみならず，実践的な問題解決，社会システムの変革をもその目的とする」ことから<sup>2,26)</sup>，実践した内容に対して，それぞれの立場において探究することが重要である．このように高等教育においても PBL のようなアクティブラーニングを行うことによって学習者の学びを深める方法が示されていることが確認できた．

以上のように，初等・中等・高等教育においてアクティブラーニングを行い学習することによって，学習者がこれからの社会に必要な「生きる力」や現実の問題に対処するための「コンピテンシー」を身に付けることができる．アクティブラーニングである PBL には，表 1.5～1.7 にもある通り，学習者が探究的に学ぶことができるため，より課題に対して向き合うことができると考えられる．

## 2.5 小学校生活科における STEAM 教育の実践

### 2.5.1 STEM 教育

現実社会の課題を対象として探究的に学習する方法として、STEM 教育や STEAM 教育が挙げられる。これらは、欧米等で行われている理数融合教育である。Breiner, Johnson, Harkness & Koehler によると、STEM という考え方はアメリカ国立科学財団(NSF)の内部から生まれたもので、Science(科学), Technology(技術), Engineering(工学), Mathematics(数学)の頭文字をとり、STEM 教育はこれらの学問領域を一括して扱うことを指す<sup>2.27)</sup>。Sanders によると、1990 年代にアメリカ国立科学財団(NSF)は、Science, mathematics, engineering, technology を表す語として、“SMET”を使い始めたが、発音が“smut”に似ていたため、“STEM”が用いられるようになった。そこでは STEM Task Force Report が示すように、科学者、技術者、エンジニア、数学者が力を結集し、より強力な政治的発言を生むための戦略的判断として、アメリカ国立科学財団(NSF)によって、“STEM”が用いられた。

堀田によると、その後長い年月をかけて、連邦政府に対して科学技術人材の育成について政策対応を求める多数の報告書・提言の発表によって全国的な STEM 教育強化の流れが作られた<sup>2.28)</sup>。Breiner et al.が示すように、STEM 教育は、国家、州、地方レベルの様々なプログラムで導入され、教育改革と米国の国際競争力を取り戻すため重要な焦点として導入されている。さらに千田によると、オバマ政権においては、STEM 教育の充実が米国の科学技術分野での優位性を維持する方策であるとされ、必要とされる労働人口予測に基づいて STEM 分野で排出すべき人材数まで明確に設定されていた<sup>2.27)</sup>。

このように STEM 教育はトップダウンのアプローチによって広まった概念であり、そこでは科学、技術、工学、数学の各教科を表す用語として STEM が用いられた。そのため Johnson によると、STEM に含まれる 4 教科をどのように扱うかは、州や地方に委ねられることになった。その結果、そこには多様な定義が見受けられる。特に、Breiner et al.が示すように、科学、技術、工学、数学の 4 教科の総称として STEM が用いられた背景から、教育政策者や学校関係者からは、多くの場合 STEM 教育は統合的なアプローチを伴わない伝統的なコースワークで

あると捉えられてきた。

STEM 教育を統合的に捉えた定義として、例えば Vasquez, Sneider and Comer は「STEM 教育は科学、技術、工学、数学の教科を分断する伝統的境界を取り除き、それら 4 教科を実世界の、厳密な、意味のある生徒の学習体験へ統合することである」としている。欧米や東南アジアでは、STEM 教育に伴う特別な学校施設の建築や教員の手厚い配置、そして教育特区を設けた特別エリート高校の新設などに及び、各国とも新たな時代に対応できる人材養成に大がかりな投資をしている。

教育における役割としては、生徒は教科の知識だけを提供されるのではなく、探究活動や問題解決のスキル、実世界における適用と社会への影響への理解を深めるということである。ただ学習内容を理解するというだけでなく、課題に対し学習内容を用いて「どのように解決するか」などを考えることが中心になっている。

内海によると、これらのことについて考えるためには、学習内容への知識に加えて「STEM リテラシー」というものも必要になる。STEM リテラシーとは科学的・技術的・工学的・数学的リテラシーで構成されていて、複雑な問題を理解し、解決、革新するためにそれぞれから概念を特定し、適用・統合する能力のことである<sup>2,29)</sup>。これらの STEM リテラシーは 4 つのリテラシーの相乗作用であるので、ただ単に各リテラシーを各科目において獲得させるのではなく、獲得した 4 つのリテラシーを統合させることに大きな意味があると述べている。このことから各教科を横断して学習することがより効果的になる場合もあるといえる。

また竹内によると「STEM は科学(Science)、技術(Technology)、工学(Engineering)、数学(Mathematics)の理系 4 領域を統合した学習活動を通して、4 領域を横断する資質・能力である STEM リテラシーや 21 世紀型スキルを育成することを目的とした教育である。」と述べている<sup>2,30)</sup>。

また竹内は「統合的な STEM 教育」について焦点を当てており、統合的な STEM 教育の概念的枠組みを表すために、以下の図 2.3 を引用している。

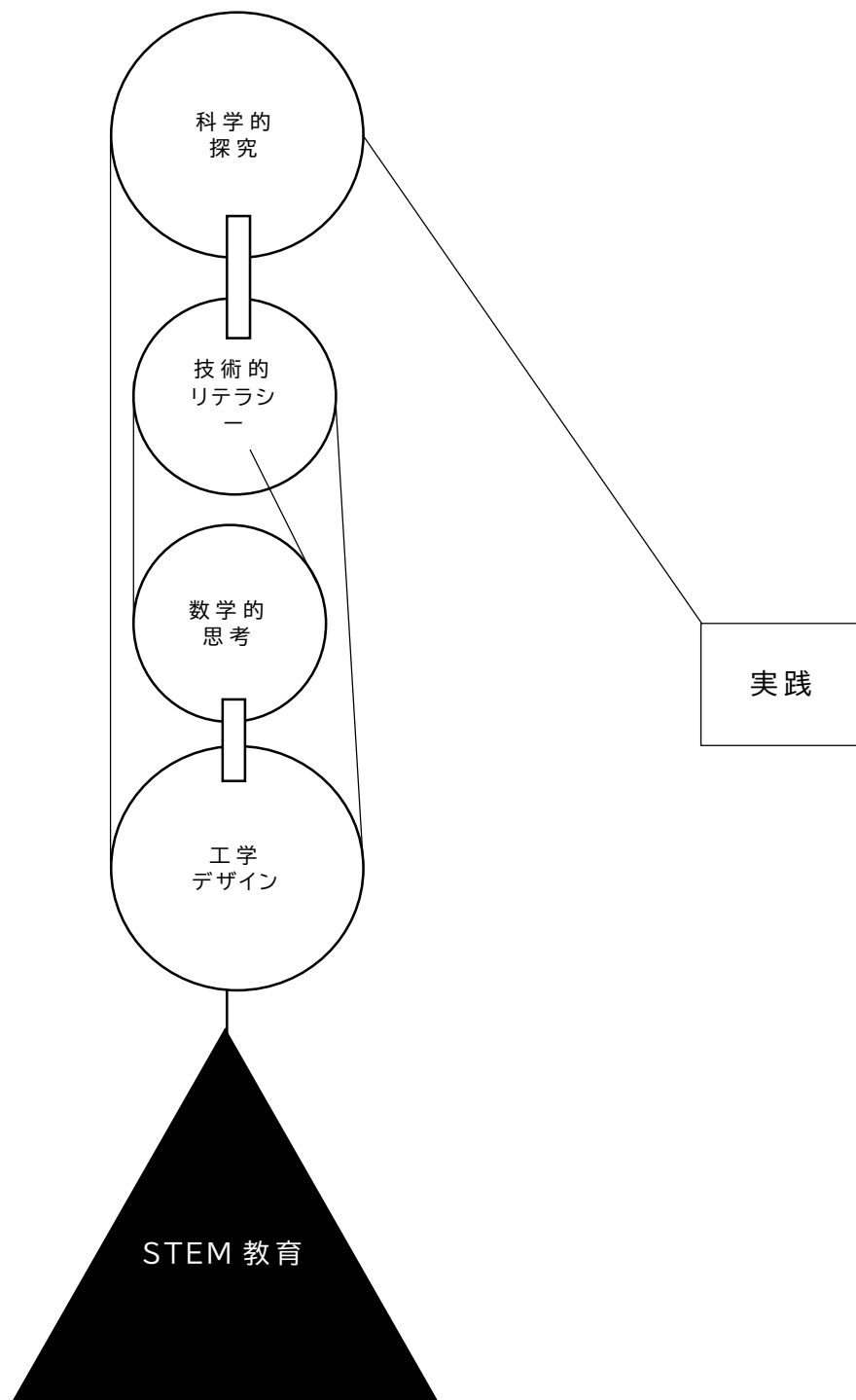


図 2.3 Kelly & Knowles(2016)による概念的枠組み

図 2.3 から読み取れるように「工学」が第一滑車として位置付けられており、工学が「4つの領域を統合するためのプラットフォームとしての役割を持つ」としている。「工学デザインはエンジニアが問題解決をするために行う基本的なアプローチ」として「設計・構築・テストの循環プロセス」とであると述べており、より良い「もの」を作るためには必要なプロセスであると考えている。

また東京学芸大こども未来研究所は STEM 教育を図 2.4 のように捉えている<sup>2,31)</sup>。科学は「実験・観察をもとに法則性を見出すこと」、技術は「最適な条件・しくみを見出すこと」、数学は「数量を論理的に表したり使いこなすこと」、それらを統合して工学において「しくみをデザインし、実用的なものづくりをすること」が STEM 教育には求められている。

図 2.3－2.4 に共通していることは工学が重要視されているということである。STEM 教育は、数学や科学の基礎を学ぶだけではなく技術や工学的なアプローチで、社会問題の解決や技術革新をもたらす人材育成のために必要であるため、論理的に問題解決することが求められている。

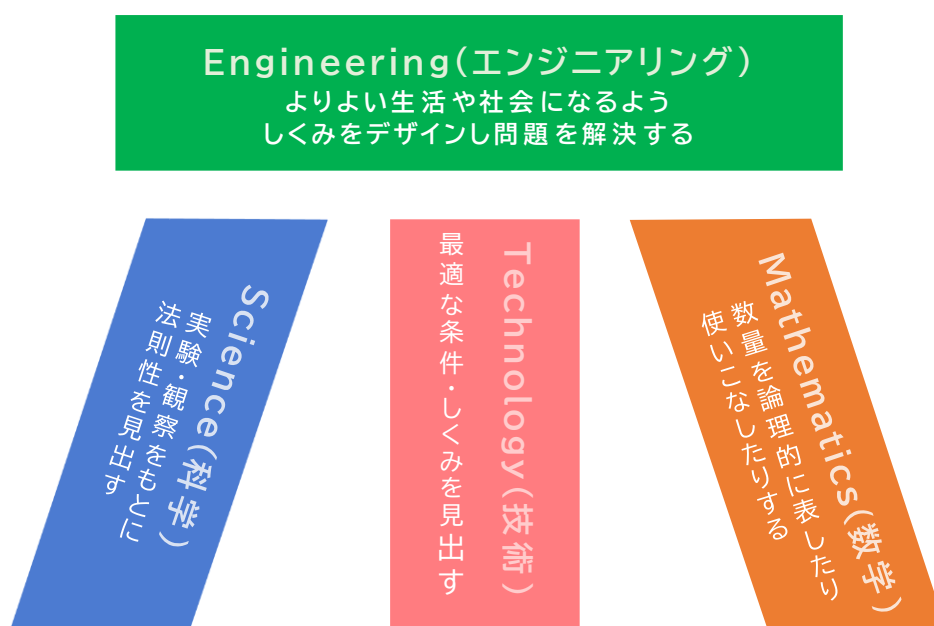


図 2.4 STEM 教育の捉え方

## 2.5.2 STEAM 教育

しかし、安東によると、理数融合教育における学習意欲の減退とその結果として学習成果の伸び悩みを背景に、理数教育の限界が指摘され始めている。その一方で、David A.Sousa, Tom Pilecki は、芸術教科に対する生徒の学習意欲の高さや創造性を伸張する教科特性に注目し、芸術内容及び創造的アプローチを理数教科に取り込むことで学習成果が上がることを実証した。諸外国では、このような理科系の融合教育に芸術系科目を加えた融合教育を STEAM 教育と呼び、多様な展開をしている<sup>2.32)</sup>。

STEM 教育が論理やシステムを考える傾向が強いのに対し、STEAM 教育は Art が加えられており、上記に示した「創造性」や「自己表現」に重きを置いている。

韓国においても理数教育と芸術教育の融合教育を国家教育政策として位置づけ、「科学英才高校」を各道（道は日本の県にあたる）に特設し英才教育と関連させながら 2007 年度から STEAM 教育を実践してきている。そして 2010 年度からは、「融合教育・人材養成」として STEAM 教育を教育政策として位置付け、科学高校など一部学校の英才教育としてだけではなく、初等教育から始まる義務教育全体に「理数教科に芸術教育を融合する授業」を取り入れ、総合的な学習能力の向上を目指した教育課程全体の再構築を目指している。2013 年度現在、2014 年度からの本格実施を予定し、授業プログラム開発を試行している。

融合教育は STEM のような理数教科だけではなく、多領域教科を多様な組み合わせによって展開してきたが、科学に芸術を融合する教育原理を明確に提示したのは、Georgette Yakman（Virginia 州技術教育協会会長・2006）である。

彼女は従前の STEM 教育に Arts(芸術教育)を融合する教育を STEAM 教育と呼び、理科学的思考に芸術的思考を融合することで、創造的思考力を備えた全人的な育成ができるとした。そして STEAM 教育の理念説明において「天才と呼ばれてきた人間は、芸術と科学を融合した思考によってその才能を発揮してきた。人間の創造的思考を高めていくためには科学的思考と芸術的思考が共に必要である」とし、現在の教育が科学と芸術を分離してきたことに問題があったと指摘する。その上で、各教科の基礎分野で獲得された知識技能は、科学・人文を融合することで発展可能な共通言語を生み出し、学問分野を乗り越えた高次の思考を



養成できると述べる。そして、科学と芸術が連結し融合することで全く新しい教育の枠組みが生まれ、この融合教育が目指すのは単に科学教育の効果的な発展ではなく、「全人的教育 (Life Long Holistic)」だとしている。STEAM 教育の構想が生まれた背景には、産業界における人材育成に求める期待が変わってきたことと、理数教育の学力向上の必要性などがある。すなわち、従前は産業界発展のために科学技術者養成が優先されていたが、技術の継承と発展だけではなく、産業を牽引できる創造的で新たな価値を生み出す人材が求められるようになったこと、さらに近年 STEM 教育に対する学習意欲の低下と理数教育の学力の頭打ちが指摘されており、その打開策が求められていたことも背景となっている。韓国では、Georgette Yakman の考えに基づいた STEAM 教育を国家教育政策と位置づけ、理科学分野と芸術分野の融合教育を推進している。

小学校でも STEM 教育に関わる教科などの学問領域を一括し、算数や理科での知識を活用し、ものづくり活動(Art)を行うことで、児童それぞれに知識を活用する力が身に付けさせることができる。このことによって、これまでに行われてきた教科書中心の詰め込み教育による、知識重視の学習では身に付けることの難しい「創造力」や「問題解決能力」を育むことができると考える。

日本では、平成 29 年に文部科学省が学習指導要領を改訂した。文部科学省は、育成すべき資質・能力を「何を知っているか、何ができるか」(個別の知識・技能)、「知っていること・できることをどう使うか」(思考力・判断力・表現力等)、「どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか」(学びに向かう力、人間性等)の 3 つの柱で明確化した。

そのことは、学校教育において、「何を知っているか」という体系的な知識を学ぶことに留まらず、「それを使ってどのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか」までを視野に入れたものとして教育課程を議論する必要性を示した。すなわち、学校での科学教育においても、科学的に探究することを通して、体系的な知識をどう使い、どのように社会・世界と関わっていくかを意識することが必要となってきたと言える。ここで、体系的な知識をどう使い、どのように社会・世界と関わっていくかを意識するためには、「何を学ぶか」に教科横断的な内容だけでなく、社会・世界との関わりの中でそれを実践する場についても含めることが重要である。日常生活や社会、環境の中に課題を見つけ

出し、自分の知識を総動員して、自分やコミュニティ、社会にとって価値のある解を導くことができる力としての実践力の育成のためには、このような場を充実する必要があると考える。

このように、日本や世界の教育方法を調べてみると、「これまで各教科の学習の中で得た体系的な知識をどのように使うことで、自らの課題や日常生活や社会・世界の課題をどのように解決するかを考えることが重要である」ということを確認することができた。

## 2.5.3 STEAM 教育実践の概要

以上のような背景から、筆者はこれからの社会を担う子どもたちには現実の課題を解決するために、まず現実の課題に向き合うことが重要であると考えた。そのために STEM 教育や STEAM 教育のような理数融合教育の考え方を参考に、1つの教材を様々な視点で探究することが重要であると考えた。教材を探究することによって、学習者が身に付けたスキル・能力・知識を扱うためのコンピテンシーを育むことができると考える。

そこで津市内の小学校第2学年の生活科において、STEAM 教育の実践を行った。

表 2.8－2.9 と図 2.5－2.6 は、TIMSS2015 における日本の成績である(2.33－2.34)。ここから分かるように、算数・理科どちらについても上位を維持しているにもかかわらず、それらの教科の学習意欲は年々増加しているものの、未だ低い値を示している。

アメリカのような学習意欲の高い国の教育方法を調べてみると、STEAM 教育があり、STEAM 教育は STEM 教育から派生した形で「科学」、「技術」、「工学」、「数学」の学習内容に児童の学習意欲の高さや創造性を伸長する教科特性のある「芸術」を取り込むことで、さらなる学習成果を期待できるというものである。期待できる学習成果としては、芸術教科の特性による学習意欲の向上と、教科同士の関連を強化することが考えられる。

- STEAM 教育に基づく授業実践を行うことで、
- (1)児童の学習意欲はどのように変化するのか
  - (2)児童はこれまでの学習で得た知識をどれだけ活用できるのか
- 以上の2点を明らかにすることを目的とした。

表 2.8 TIMSS2015 における小学校算数での日本の順位

算 数（全 49 か国）	
1 位	シンガポール
2 位	香 港
3 位	韓 国
4 位	台 湾
<b>5 位</b>	<b>日 本</b>
：	：

表 2.9 TIMSS2015 における小学校理科での日本の順位

理 科（全 47 か国）	
1 位	シンガポール
2 位	韓 国
<b>3 位</b>	<b>日 本</b>
4 位	ロシア
5 位	香 港
：	：

図 2.5 は TIMSS2015 における日本の「算数は楽しい」と答えた割合と国際平均である。日本は、前回に引き続き順位は上位であり、さらに前回に比べて得点自体も上昇しているにもかかわらず、「算数を楽しい」と感じる子どもたちの割合は、国際平均に比べて 20 ポイントも差が開いていることが確認できる。

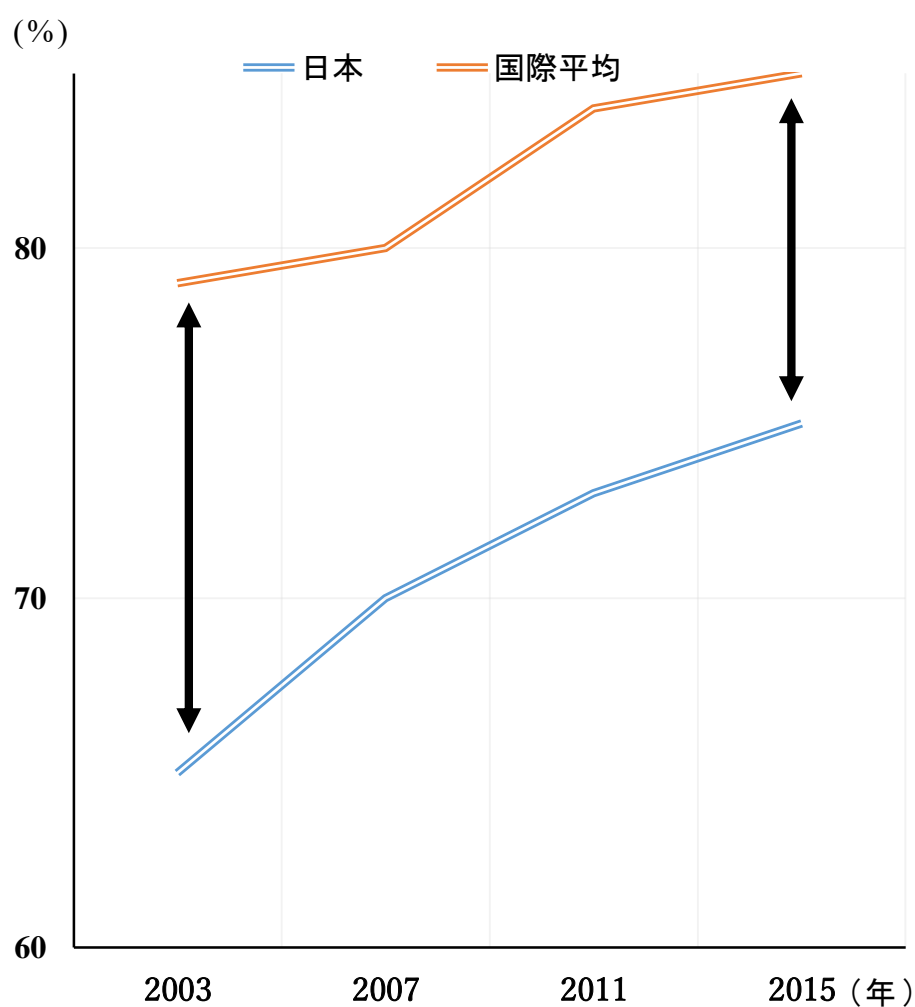


図 2.5 「算数は楽しい」と答えた日本の割合と国際平均

図 2.6 は TIMSS2015 における日本の「理科は楽しい」と答えた割合と国際平均である。日本は算数の結果と同様に、順位・得点ともに増加しているにもかかわらず、高水準ではあるが「理科を楽しい」と感じる子どもたちの割合が国際平均とほとんど変わっていないことが確認できる。これらの課題の解決を図るために、小学校低学年において STEAM 教育の実践が有効であると考え、授業実践を行った。

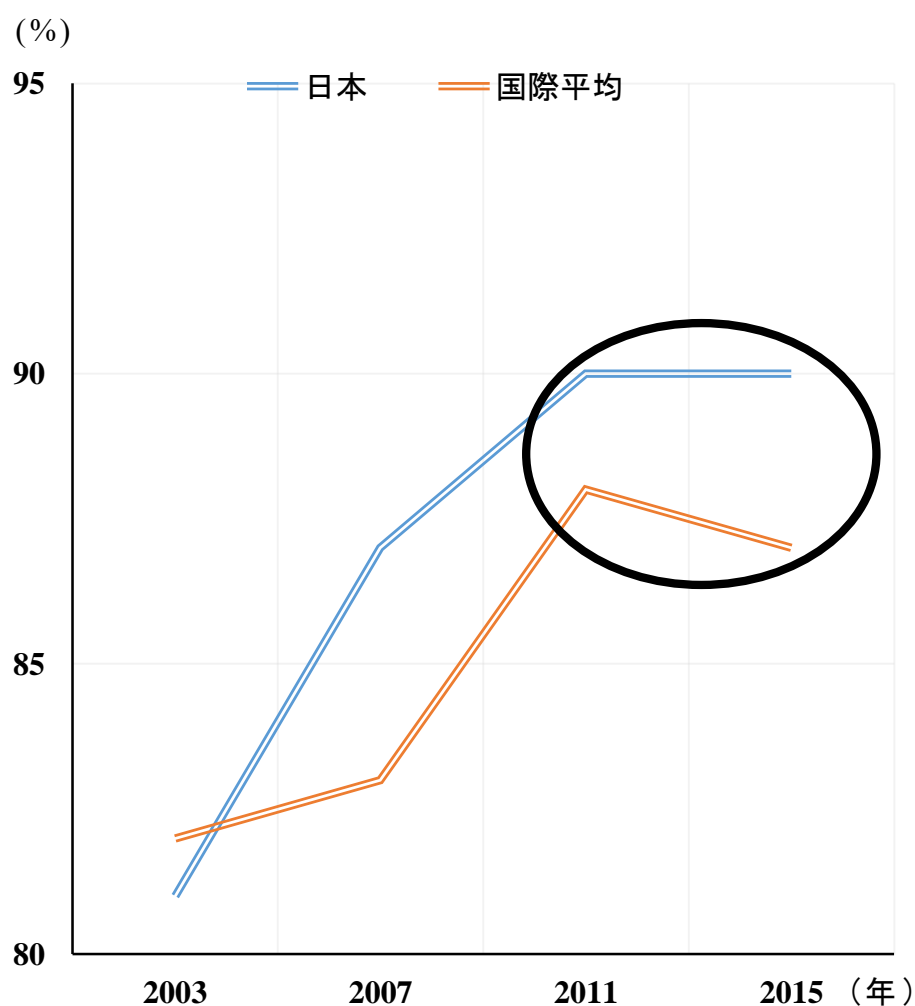


図 2.6 「理科は楽しい」と答えた日本の割合と国際平均

- ・実施期間：2019 年 10 月上旬～11 月下旬
- ・対象：津市立西が丘小学校 2 年生 5 クラス
- ・教科：生活科
- ・単元：「うごくうごく わたしのおもちゃ」

単元の導入では，学生が授業実践を行った．『新しい生活⑤』の教科書(pp.54-56)に載っている「とことこかめ」「ぴょんうさぎ」「さかなつり」「ヨット カー」「ころころころん」「ふくろロケット」の 6 種類のおもちゃ<sup>2,35)</sup>で児童に遊ばせ，「どのような仕組みになっているか」ということや，「楽しく遊ぶためにはどのような工夫をすればよいのか」ということについて考えさせた．また，それぞれの教材には「得点をつける」という算数の学習内容を活用することができるよう色を付けること，「相手に説明する」という言語能力を活用することができるようおもちゃの説明書を示すことなどの工夫を行った(図 2.7－2.8)．



図 2.7 導入授業の様子



図 2.8 おもちゃの説明書

表 2.10 各おもちゃと関連する教科の対応表

おもちゃ名	関連する分野
とことこカメ 	<ul style="list-style-type: none"> <li>算数 2 年：100 より大きい数をしらべよう (何十，何百の計算)</li> <li>理科 3 年：風やゴムのはたらき (ゴムの力を調べよう)</li> </ul>
ぴよんウサギ 	<ul style="list-style-type: none"> <li>算数 2 年：100 より大きい数をしらべよう (何十，何百の計算)</li> <li>理科 3 年：風やゴムのはたらき (ゴムの力を調べよう)</li> </ul>
魚つり 	<ul style="list-style-type: none"> <li>算数 2 年：100 より大きい数をしらべよう (何十，何百の計算)</li> <li>理科 3 年：じしゃくのふしぎ (じしゃくにつくもの)</li> </ul>
ヨット カー 	<ul style="list-style-type: none"> <li>算数 1 年：どちらがひろい 2 年：時計を生活に生かそう， 形をしらべよう</li> <li>理科 3 年：風やゴムのはたらき (風の力を調べよう)</li> </ul>
ころころころん 	<ul style="list-style-type: none"> <li>算数 2 年：100 より大きい数をしらべよう (何十，何百の計算)， 形をしらべよう</li> </ul>
ふくろロケット 	<ul style="list-style-type: none"> <li>算数 2 年：長さをはかろう， 形をしらべよう</li> </ul>
ロケット ポン 	<ul style="list-style-type: none"> <li>算数 2 年：長さをはかろう</li> <li>理科 4 年：とじこめた空気や水 (とじこめた空気のせいしつ)</li> </ul>



その後の授業では、従来通りの内容で小学校教員が授業を進めた。取り組みの前半では、導入で遊んだおもちゃを基に、児童が各自で作りたいおもちゃを製作した。この活動で製作されたおもちゃの多くは「数や得点を他の児童と競う」ような内容になっており、導入で学んだことを活かそうとしている姿が見られた。

取組の後半では、実際に自分たちの力でおもちゃを製作し、11月に行われる「おもちゃまつり(図 2.9)」では、どんなおもちゃを作るかということを見童たちが話し合い、より良いおもちゃを製作した。おもちゃを製作するために設計図に表す活動があり、製作したいおもちゃを「絵」で表しているグループ、「上からの図」「正面からの図」「右からの図」「左からの図」のように分けて表しているグループもあり、設計図の表し方は様々だった。また、製作したおもちゃに関しても「ペットボトルボウリング」のようなペットボトルに飾り付けをして、ボールを転がし遊ぶようなものから、「的当てゲーム」のようなハンガーで弓矢を製作し、的当てを行うもの(図 2.10)等があり、製作の難易度にはばらつきがあるように感じた。

本単元の総まとめとして、同学校の1年生や老人ホームの方々、郵便局員さんを招待して2年生が製作したおもちゃで遊んでもらうという「おもちゃまつり」を行った。2年生が1年生に対して説明書を読んであげることでおもちゃの遊び方を説明する姿などが見られ、活動後に記述させたアンケート用紙にはグループの良かったところとして「うまく教えられた(説明できた)」という意見が多く挙げられた。おもちゃで遊ばせてもらった1年生は「もっと遊びたかった」などの意見を出しており、2年生の作ったおもちゃを楽しんで遊んでいる様子が見られた。



図 2.9 おもちゃまつりの様子



図 2.10 的当てゲーム

この実践から、児童たちは楽しみながらおもちゃづくりに取り組むことができるようになった。このことから各教科で苦手とされる学習内容をおもちゃづくりなどの「ものづくり活動」を行うことで、児童の学習意欲を引き出しつつ、学習内容に対する理解度を向上させ、実際の生活の中でも活用させることのできる資質・能力を育成することのできるのではないかと考えた。しかし、本実践を行った学生は学校現場における経験は少ないため、実際の児童がどのようなことで「つまづき」を感じているかについて、理解していない。本実践のように他教科での学習を生活科におけるものづくりとして表現し、理解度を高めるのであれば、事前に学習の課題点などを理解し、それに合わせた「おもちゃづくり教材」に対応させておく必要があると考えた。

#### 2.5.4 STEAM 教育実践の成果と課題

この単元の前後でどのような変化を示したのかについて、アンケート調査を行った。導入授業の後に事前アンケート、「おもちゃまつり」の後に事後アンケートを児童全員に行いその変化を見ることで今回の授業実践にどのような効果があるのかについて調べた。STEAM 教育実践の目的にあるように、どのような効果があるのかを明らかにするために「学習意欲」と「問題解決能力」の 2 つの項目に着目した。

「算数を楽しい」と答えた変化の割合を図 2.11 に示した。

事後アンケートでは、事前アンケートのときよりも肯定的な意見を持っている児童が 10 人程増加し、過半数の児童が算数に対して楽しいと感じるようになった。

「生活を楽しい」と答えた変化の割合を図 2.12 に示した。

もともと事前アンケートのときから生活に対する学習意欲は高かったが、おもちゃ製作などの「ものづくり活動」を通して、さらに学習意欲が高められ児童の 90%以上が肯定的な意見を持つようになった。このことから、「ものづくり」などの芸術に関する内容を学習に取り込むことで、関連している教科の学習意欲が向上するということが明らかとなった。

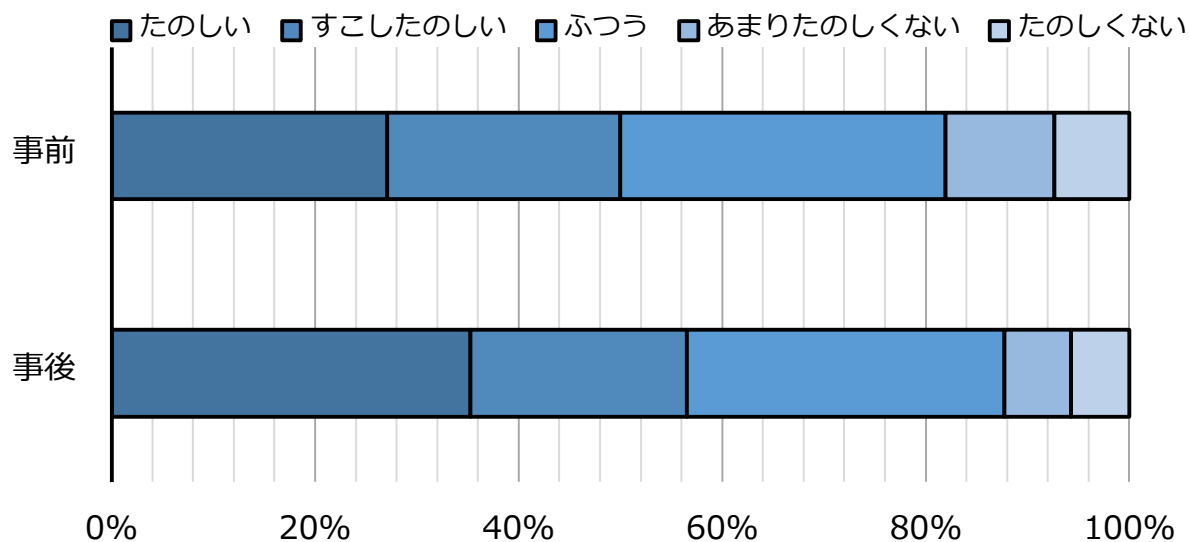


図 2.11 「算数を楽しい」と答えた児童の割合の変化

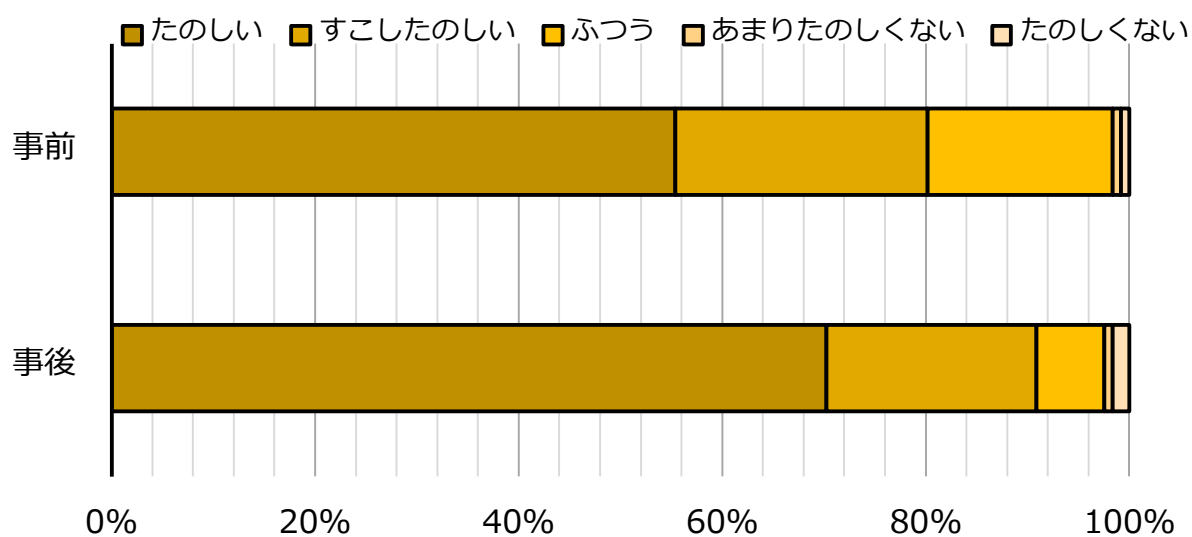


図 2.12 「生活を楽しい」と答えた児童の割合の変化

「おもちゃを作るときに各教科を活用する力」の変化を図 2.13 に示した。

児童たちが「おもちゃまつり」で 1 年生におもちゃの遊び方を分かりやすく説明していたこともあり、今回の実践で「国語の知識を活用した」と感じている児童が 20 人程増加し、「道徳の知識を活用した」と感じている児童は 10 人程増加したことが分かった。

児童たちのグループによっては、箱やペットボトルなどの材料を加工しているところもあり、ものづくり活動の中に「長さを測る」機会があったため、「算数の知識を活用した」と感じている児童が増加したと考えた。

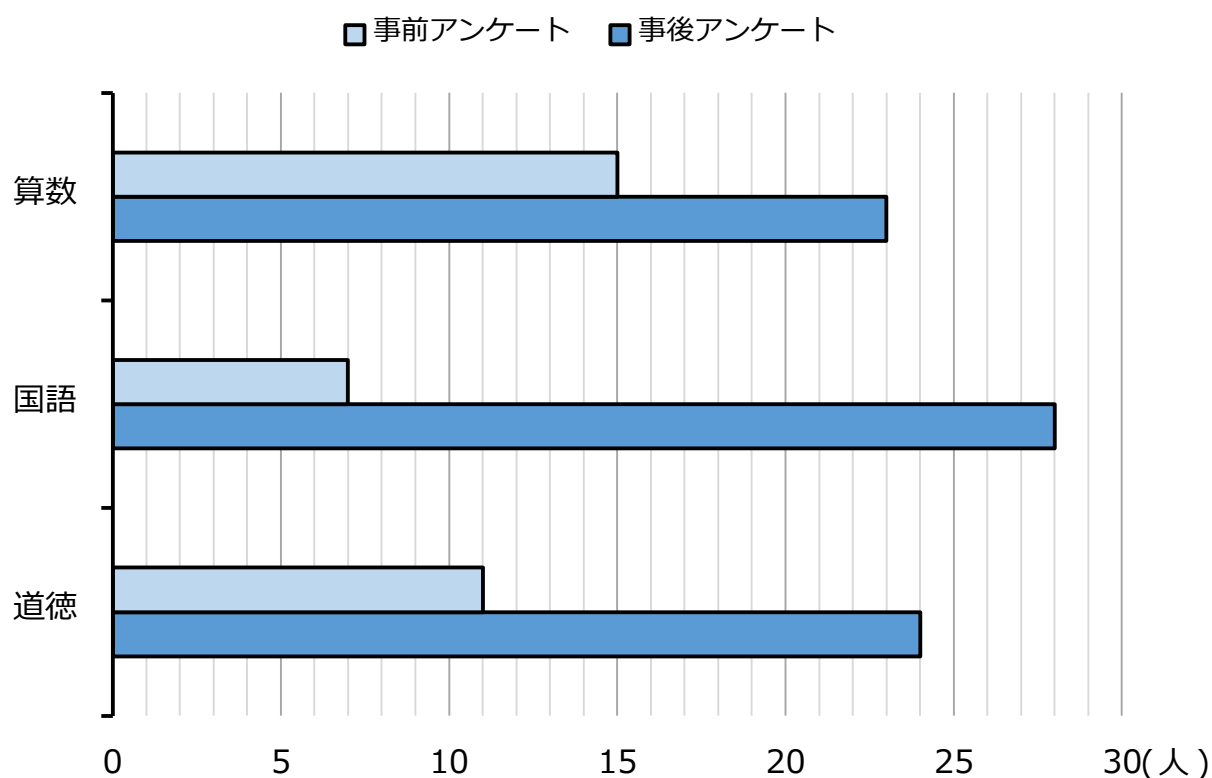


図 2.13 「おもちゃを作るときに各教科を活用する力」の変化

「おもちゃで遊ぶときに各教科を活用する力」の変化を図 2.14 に示した。

図 2.13 と同様に、「国語と道德の知識を活用した」と感じている児童が多いが、「算数での知識を活用した」と感じている児童に大きな変化はないということが分かった。

このことから、グループの仲間とのコミュニケーションをとりながらものづくり活動やおもちゃ遊びを行うことで「国語や道德の知識が活用できる」ということ、さらにおもちゃを作るときには「算数の知識を活用できる」ということが明らかになった。

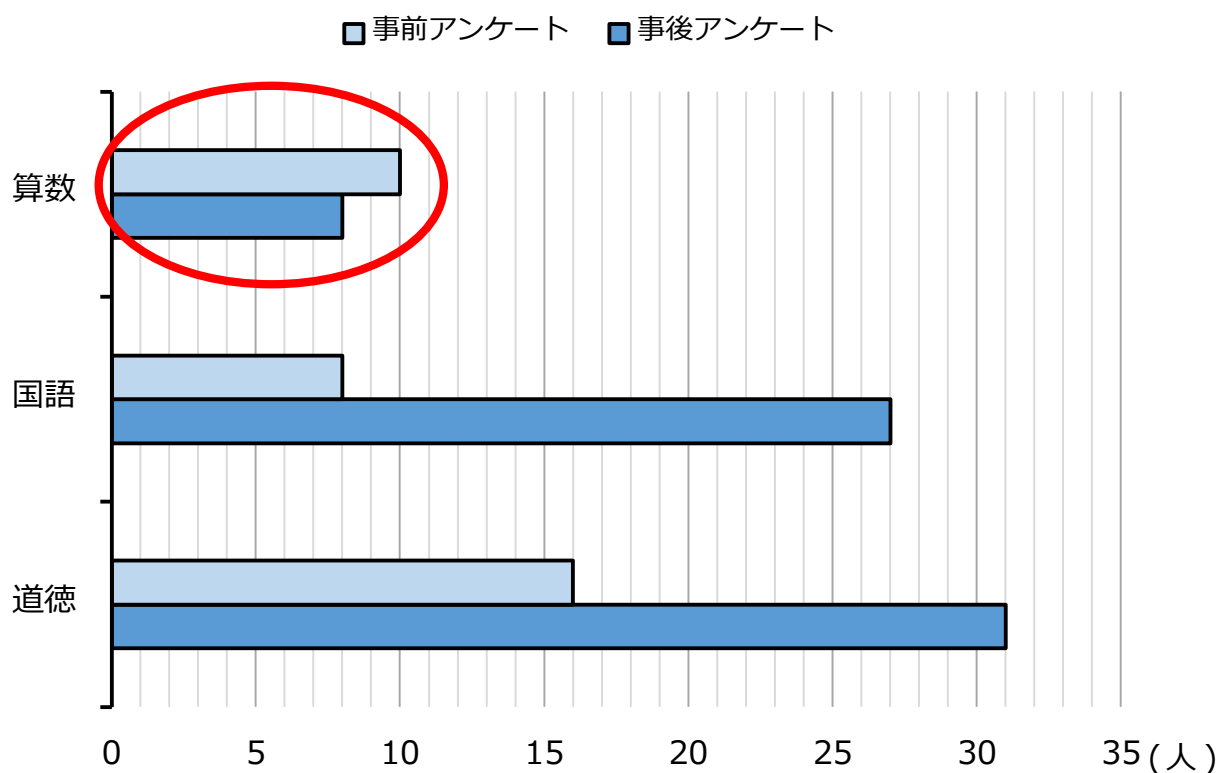


図 2.14 「おもちゃで遊ぶときに各教科を活用する力」の変化

これらのアンケート調査の結果から、子どもたちの「学習を楽しむ能力」が向上したこと、おもちゃ製作を行うことによって、国語・算数・道徳の教科を活用できたことが明らかとなった。活用できた教科の様子に関しては、おもちゃにも表れており、例えば、国語では、おもちゃまつの際に大きな模造紙を用いて自分たちが製作したおもちゃの紹介について(図 2.15)、算数では「とことこかめ」のおもちゃを得点化すること(図 2.16)、さらに小学校 3 年生理科で学習する「風とゴムのはたらき」の「風には、ものを動かす働きがある」という内容を活用したおもちゃ(図 2.17)も見られた。

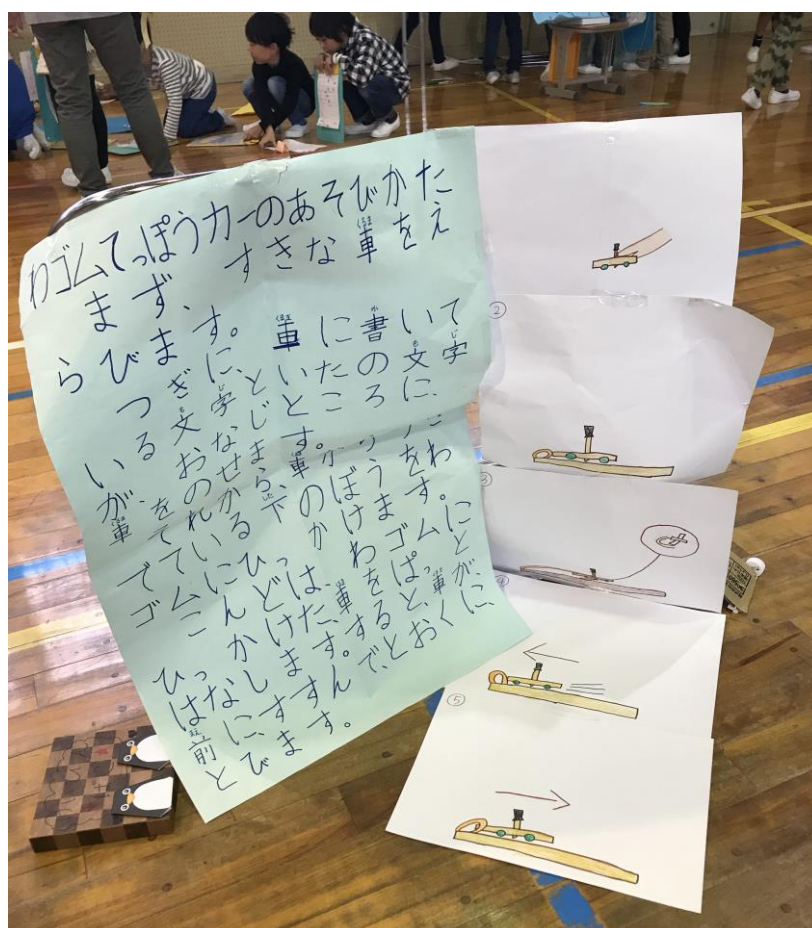


図 2.15 製作したおもちゃの紹介





図 2.16 とことこかめ



図 2.17 風で動く車

しかし，図 2.14 の赤丸で示したように「おもちゃで遊ぶとき」に関して，算数を活用できたという子どもたちが減少したということも明らかとなっている．その要因としてはおもちゃそのものの工夫よりもおもちゃで遊ぶこと自体に夢中になっていたことや算数を活用することのできるおもちゃの数等，様々なことが考えられるが，子どもたちは理数科目の学習内容に限らず，国語や道徳等の様々な知識を活用できたことが明らかとなった<sup>2.36)</sup>．

このことから子どもたちは各教科の枠組みにとらわれず学習内容を理解していることが明らかとなり，これまで行われてきた教科縦割りの授業ではなく教科横断的な学習を充実させることが，子どもたち本来の力を引き出すのではないかと考えた．

## 2.6 結言

このような背景から，これからの教育においては，知識基盤社会の中で学習者が自らの持つスキル・能力・知識を扱うためのコンピテンシーを育む必要があり，そのためには現実世界の問題を教科横断的な視点で探究することが重要であると考える．

現実世界の問題として喫緊となっていることは SDGs にも示されるような各種の環境問題である．これらの改善・解決を図る視点から，学習者 1 人 1 人が「ひととものとの関わり」の全体像を把握し，教科横断的に探究する必要があると考える．環境問題の原因の多くは私たちの身の回りにある「もの(製品)」とそれらを扱う「ひと(消費者)」によって引き起こされる．例えば「海洋プラスチックごみ問題」では，プラスチックという「もの」が持つ機能の高度化を通じて食品ロスの削減やエネルギー効率の改善等に寄与し，我が国の産業界もその技術開発等に率先して取り組み，社会的課題の解決に貢献してきた．その一方で，私たち「ひと」による不適正な処理のため，世界全体で年間数百万トンを超える陸上から海洋へのプラスチックごみの流出があると推計されている<sup>1.1)</sup>．このような問題は，消費者である「ひと」が，これまでの消費者としての行動を見つめ直し，身の回りの「もの」に対して，これからどのように向き合うべきかを考えることによって改善を図ることができる<sup>1.1)</sup>と考える．しかし，これまでの「もの」に関わる教育としては，特に小・中学校において「ものづくり」を中心とする製作者としての立場での学習内容に重点が置かれてきた．実際の子どもたちの将来の生活においては，「ものを作る」場面より「ものを選ぶ・使う・捨てる」場面の方が多く，消費者として身の回りの「もの」と関わる場合がほとんどである．環境問題の解決のためには，製作者という一部の人々だけでなく，あらゆる形で「もの」と関わる消費者全員が改善に取り組まなければならない．平成 29 年告示学習指導要領においても「これからの学校には，子どもたち一人ひとりが持続可能な社会の創り手となることができるようにすることが求められる<sup>1.17)</sup>」と示され，環境問題等の将来につながる課題に対応することができるような消費者の育成を行う必要があるとされている．環境問題の解決を図るために消費者としての「もの」との関わりを考えると，どのような「もの」が環境に良いかを選ぶことができる，適切に使用・管理・修理し環境負荷を低減させるような運用方法を実行できる，使い終わった「もの」を確実に回収し

再利用しようとする等の行動が重要で、環境教育の視点も含めた消費者教育としては、これらすべての行動を実行しようとする資質・能力を育成する必要があると考えられる。このことから現在行われているものづくりに焦点化された教育ではなく、「ひととものとの関わり」の全体像を捉えるような学習を行い、探究することが重要であると考えられる。

ものに関する全体像の捉え方として、工学においては図 2.18 に示す製品のライフサイクルアセスメント(LCA)という考え方がある<sup>2,37)</sup>。この考え方をを用いることで製品を作るために原材料を採集し、材料・製品の製造を考えるだけでなく、どのように製品が使用・消費、再生・処分されるかといった製品のライフサイクルを通した「ひととものとの関わり」を考えることができる。環境問題の改善・解決を図るためには、LCA の考え方を参考に「ひととものとの関わり」における全体像を捉え、学習者が対象について探究し、消費者としての自身の行動をあるべき姿へと改善させることが重要であると考えられる。そのためには、現在、学習者が持っている知識や外部にある情報を基にして、対象とする問題と向き合い、新たな価値や意味を見出し創り出すことが求められる。そしてこれらは、身の回りの生活等の現実問題を対象として学習の過程で得た情報を学習者の知識や技能に結び付けて解決を図る等、物事の本質を探って見極めようとする探究的な学習によって可能となる。

したがって、学習者が「ひととものとの関わり」の全体像を捉える具体的な手立てを開発し、多くの教育関係者が教科横断的な探究学習について、検討することが必要であると考えられる。

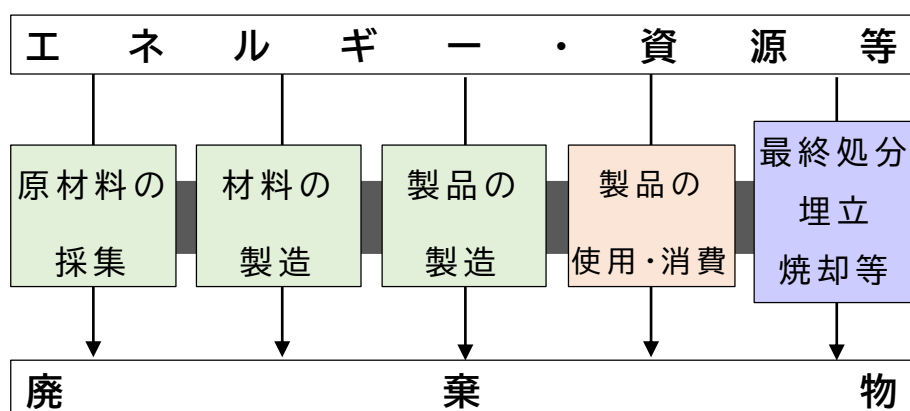


図 2.18 製品の LCA(Life Cycle Assessment)

### 第 3 章 教材開発・分析支援ツールの提案

#### 3.1 緒言

時代の変化に対応できる子どもたちを育成するためには、教科書に載っている内容を教え込むだけの授業をするのではなく、身の回りの疑問に向き合い、題材に対して教員と学習者がともに考えながら、探究的に学ぶことが重要である。学習対象から探究的に学ぶ過程においては、ある 1 つの教科内容が生きるだけでなく、これまで学習者が学んできたあらゆる教科内容や日々の経験等、個人が持つ様々な能力を教科等横断的に発揮することが求められる。特に第 1 章でも述べたように「もの」に関わる教育としては、小学校では図画工作科、中学校では技術科に代表されるように「ものを作る」場面に重点が置かれていたがこれからの子どもたちの将来の生活を見通すと、環境教育・エネルギー教育を含む消費者教育の視点から、「ひととものとの関係」を中心的テーマとした総合的なカリキュラムを考え、各教科の枠組みにとらわれず、教科横断的に学習する必要があると考えた。

このような背景から、教科横断的な学習を行うために用いる教材の開発・分析を支援するためのツールを 3 つ提案する。これらのツールの目的は、教員が小学校から大学までの教育段階における学習者の探究的な学習を計画するときに、教材から学習者がどのような内容を考え、学習を広げるかという全体像を事前に把握し、学習者たちにどのような学習過程で教材について考えさせるか検討するために活用することである。

これまで日本の小・中学校においては、教科縦割りのカリキュラム編成が行われ、教科横断的な学習を保証する時間として、生活科や総合的な学習の時間が設けられているだけであった。そのため、小学校教員養成課程において、「教科数が多く教科の専門が深く学べないなら、横断的に学ぶ科目を増設する必要性」や「横断的な科目を配置することに加え、一般科目とのカリキュラム調整の実施」等、教科横断的な学習に対して、課題が残っている<sup>3.1)</sup>。

そこで、これらのツールを活用することにより、生活科や総合的な学習の時間、総合的な探究の時間等、教科の枠にとらわれない教材開発の一助となるのではないかと考え、3 つのツールを提案する。

## 3.2 支援ツールの提案

### 3.2.1 「ひと」と「もの」との関わりを表す俯瞰マップ

「ひと」と「もの」との関わりを表す俯瞰マップ(以下、俯瞰マップ)を図 3.1 に示す。俯瞰マップは、学習する対象となる中心的テーマを設定しそれぞれのステージにおいて、「材料・資源」や「道具」といった「もの」との関わりを表す内容を配置することにより、環境やエネルギー等、学習計画者が対象としたい様々な問題に対して、それぞれの場面で中心的テーマから学習することのできる内容やその広がり进行を明らかにすることができる。ステージとは、中心的テーマと子どもとの関係性を考え、当該テーマを動的・多面的に捉えるための場面を意味する。

図 2.18 に示した工学における LCA をまとめると「生産—消費—廃棄」の 3 ステージに分類することができる。生産ステージには「人的・物的資源の採集と製造」、消費ステージには「製品の選択と運用」、廃棄ステージには「使用済み資源の再生と最終処分」が考えられる。この中から消費者それぞれが日常的に行っており、より身近であると考えられる消費ステージに関しては、消費者の行動を基盤として「選択」と「運用」に分けることとする。したがって「生産—選択—運用—廃棄」で表現可能な 4 つのステージを「ひととものとの関わり」と設定し、俯瞰マップとして提案する。

俯瞰マップは、コンセプトマップ(Novac,J.D らが考案した中心テーマをめぐるコンセプト間のつながりを階層的なネットワークで図示したものであり、コンセプトやアイディア間の関連を視覚的に示すツールとしてさまざまな分野で活用されている<sup>3.2)</sup>やマインドマップ(Tony Buzan が提唱した思考・発想法のひとつで、表現したい概念の中心となるキーワードやイメージからそれらを放射状に広げ、思考の整理や発想力を豊かにすること等をねらっている<sup>3.3)</sup>、マッピング(思考ツールとして知識と知識の意味構築をする思考の外化を促す<sup>3.4)</sup>、ウェビング(思考を可視化し相互に作用して用いることができる技法のため新たな視点の取得により論理的思考を深める学習活動が向いている<sup>3.5)</sup>)等の分析手法を参考にしている。参考としたそれぞれの手法に共通しているのは、キーワード間の関係性を表していることである。俯瞰マップでは、各ステージを構成する要素の関係性や、各ステージの間に

おける関係性を可視化させることによって，対象とする中心的テーマの全体像を捉えることがねらいである．

実際にカリキュラム開発・分析支援ツールとして活用する場合には，取り上げたい中心的テーマに具体的な「もの(製品)」や「製品群(機械製品，家電製品等)」を当てはめる．中心的テーマの設定には BS 法や KJ 法を基に提案している教材開発 PBL 教育モデルを活用することができる<sup>3,6)</sup>．次にそれぞれのステージにおけるものとの関わりを表す概念を場合に応じ書き換え，書き加える．

ただし，学習者がどのような探究を展開するかについての全体像を捉える俯瞰マップは，教員の中心的テーマに対する専門知識によって，内容に差ができると考えられる．そのため，複数の教員による検討を行うことや，授業実践後にツールを用いて省察することで，より良い俯瞰マップに改善することが必要である．

表 3.1 俯瞰マップの構成要素

ステージ	内容
生産 (ステージ 1)	技術 材料・資源 道具
選択 (ステージ 2)	環境 必要性 経済・費用 品質・性能
運用 (ステージ 3)	管理 責任・資格 安全
廃棄 (ステージ 4)	責任・資格 処分

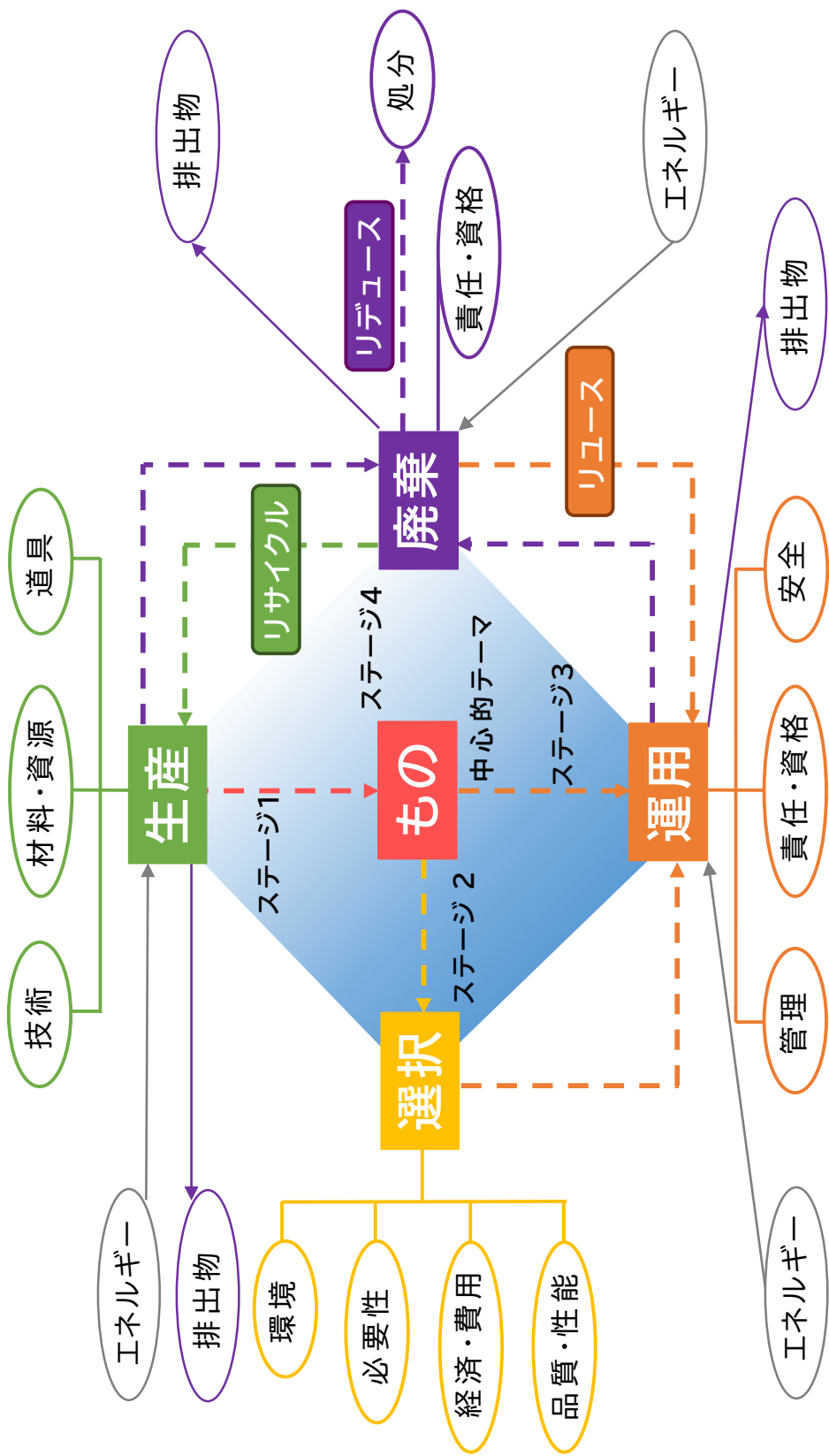


図 3.1 「ひと」と「もの」との関わりを表す俯瞰マップ

例えば，中心的テーマに当てはめる製品群として「自動車」を取り上げ，俯瞰マップについて検討する．

小学校 6 年生の総合的な学習の時間を軸とした探究学習を計画する．ここで探究課題として挙げることにして“現代的諸課題に対応する横断的・総合的な課題で身近な課題”等があることから，子どもたちの身の回りの「環境」に関わる課題を設定しようと考えた．

そこで，どのような教材を用いて授業を行うか考えるにあたり，大学院の授業で行った「環境についての KJ 法(図 3.2)」を参考とする．ここでは，環境について「地球温暖化」という報道等で問題として良く取り上げられる内容や，生活に必要とされる「ライフライン」，目に見えにくい「身の回りの環境」，他には「ごみ」や「山林」，さらには AI 等の「未来の環境」まで様々な内容が出された．挙げられた意見の中で「地球温暖化」に関してだけは具体的な環境問題の一例であり，内容を見てみても原因や結果等についても詳しく挙げる事ができていた．このことから小学生にとっても学習を進める中で理解できるような内容であると考えられる．地球温暖化の原因として，子どもたちにとってもより身近であると考えられる「自動車」を教材として設定した．

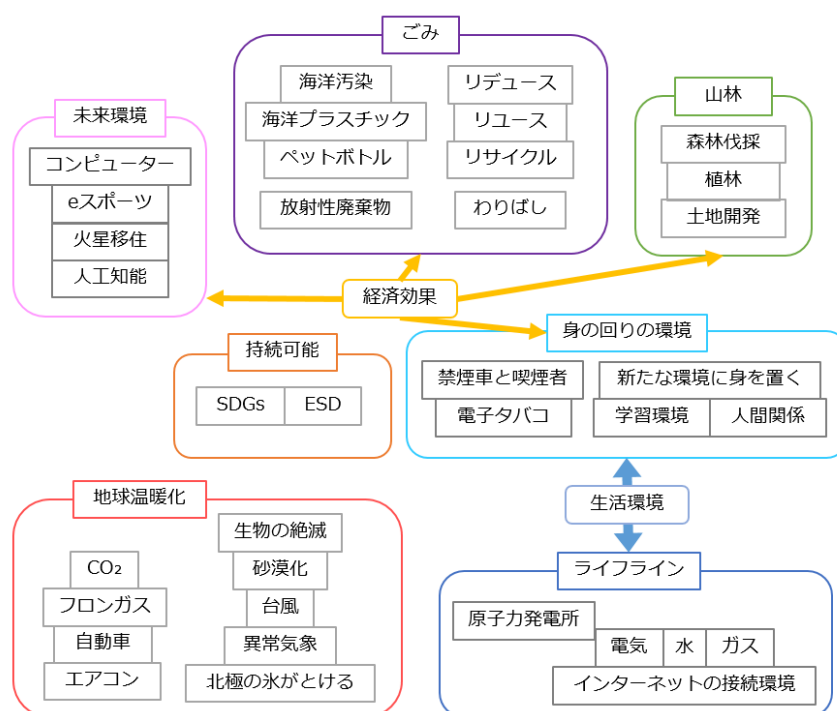


図 3.2 環境についての KJ 法



教材内容を検討するために俯瞰マップの中心的テーマとして「自動車」を当てはめ「人と自動車との関わりを表す俯瞰マップ(図 3.3)」を考えた。自動車から排出される地球温暖化の原因としては CO<sub>2</sub> やフロンガスであるがその多くは運用ステージで排出されると考えていた。しかし、俯瞰マップを見てみると生産・廃棄ステージでも CO<sub>2</sub> 等の環境に負荷を与える物質を排出していることに気づいた。

環境省の資料(2017 年度日本の部門別二酸化炭素排出量)を見てみると、日本の CO<sub>2</sub> 排出量の内、17.2%(約 2 億トン)が自動車等の「人や物の輸送にかかる CO<sub>2</sub>(運輸部門)」としてかかるということが明らかになっている<sup>3.7)</sup>。この数値は電気自動車に用いる電気の発電や、燃料電池車に用いる水素を水から電気分解するときにかかる電力は考慮していないためさらにエネルギー転換部門にかかる CO<sub>2</sub> 排出量も考慮すると最大 58.5%(約 7 億トン)もの量になると考えられる。このことから環境問題の地球温暖化を考える上で自動車から排出される CO<sub>2</sub> として運用ステージのみ考えるだけでは不十分で、生産・廃棄ステージも含めた全体像を捉えることが重要であることがわかった。

しかし、生産・廃棄ステージにおける CO<sub>2</sub> は、消費者である私たちにとっては、見ることの難しい部分であると考えられる。今回の授業においては、ある程度環境問題について子どもたちが各自で調べ学習を行った後に、環境負荷を与えている「もの」の教材として自動車の例を提示して授業の導入を行う。自動車の学習を通して、環境負荷をできるだけ抑えるためには生産・廃棄ステージの CO<sub>2</sub> 排出も考える必要があることに気づかせ、まずは「生産ステージで私たちができること」として、環境負荷を抑えた発電方法を子どもたち同士で話し合い選択し、実践する活動を行う。

生産ステージでは、関係している概念として「生産設備、資源、それらを扱うことのできる人材」が考えられる。どのような設備を用いればよいか考えるだけでなく、どこから資源を持ってくるかについても製品生産を行う人材は考えなければならない。また機械製品の生産過程では、燃料や電気等の様々なエネルギーを活用し、CO<sub>2</sub> 排出等の形で環境負荷を与えているということも考えなければならない。

次に選択ステージでは、物事を多面的に考える必要がある。機械製品を選ぶ際には、価格などの経済的な条件や性能の優劣という条件だけでは不十分であり、LCA 全体を見渡したときの環境負荷等を考える

必要がある。

運用ステージでは、選択した機械製品の適切な使用や管理について考えることが必要である。

廃棄ステージでは、最終処分を考えるだけでなく、3R(Reuse Recycle Reduce)の考え方からどのように再生できるかについても学習することができる。

このように、俯瞰マップを用いて中心的テーマに具体的な「もの(製品)」を設定することによって対象の全体像を把握し、「もの」を教材としたとき、そこから学習できる内容やその広がりを明らかにすることができる。対象とする教材から学習できる内容は、小・中・高等学校等で個別の教科内容を理解するために各教科の枠組み内において学習することはあっても、学習する内容が現実社会のどのような場面において活用されているか(できるか)・対象とする教材が身の回りの生活にどのような影響を与えているか等について、総合的に扱う事例は少ないと考えられる。中心的テーマに当てはめる「もの」の全体像を捉えることで教科の枠にとらわれず探究学習を計画することができると考えた。

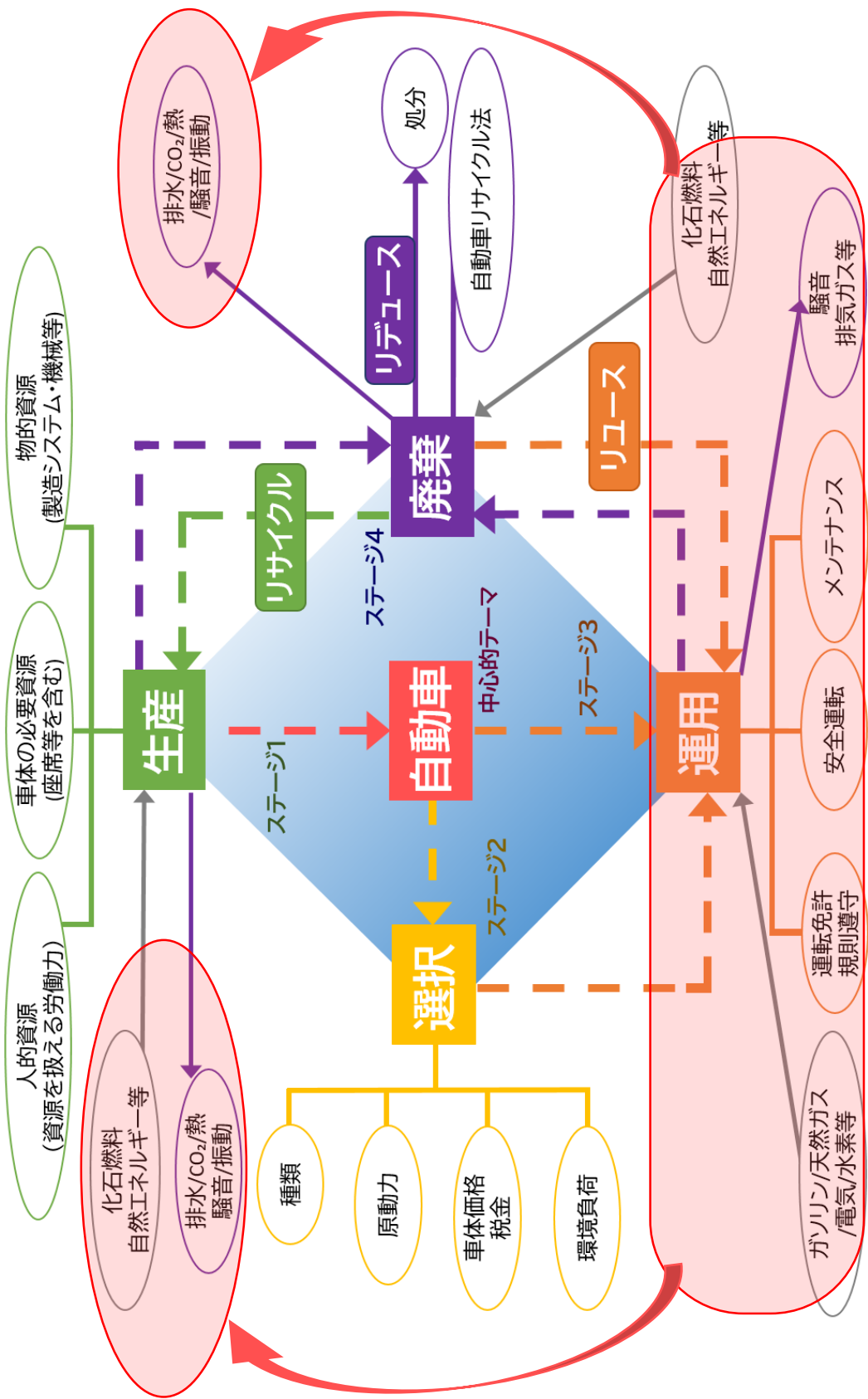


図 3.3 人と自動車との関わりを表す俯瞰マップ

## 3.2.2 教材評価のフレームワーク

俯瞰マップは中心的テーマの全体像やその広がり把握するために活用できるが、教材が対象とする授業の学習内容にどの程度適しているかを評価することも必要となる。そこで、もう1つのツールとして図3.4に示す教材評価のフレームワークを提案する。フレームワークとは、分析の枠組みで、思考を外化するツールであり、様々な課題に対して問題を整理し、解決策を得るために用いられている<sup>3.8)</sup>。フレームワークを活用した事例として、カリキュラム設計に活用するもの<sup>3.9)3.10)</sup>や、教育実践における学習者の「感性」を取り扱ったもの<sup>3.11)</sup>、AIに関する知識を定義したフレームワーク<sup>3.12)</sup>等がある。本研究では、教材を評価するためのフレームワークを開発した。

教材評価のフレームワークは、学習内容のボリュームや中心的テーマから学習できる内容がどのような領域を占めるか、また、その偏りについて客観的に評価することができる支援ツールとして活用する。これを用いることにより、異なる専門性を持つ者同士でも同じテーマについて議論することができる。俯瞰マップで設定した中心的テーマと考えさせたい問題の関係を表す軸として身近な問題・日本固有の問題・世界につながる問題という「対象教材の規模」、歴史的な問題・現在話題となっている問題・将来のために考えるべき問題という過去

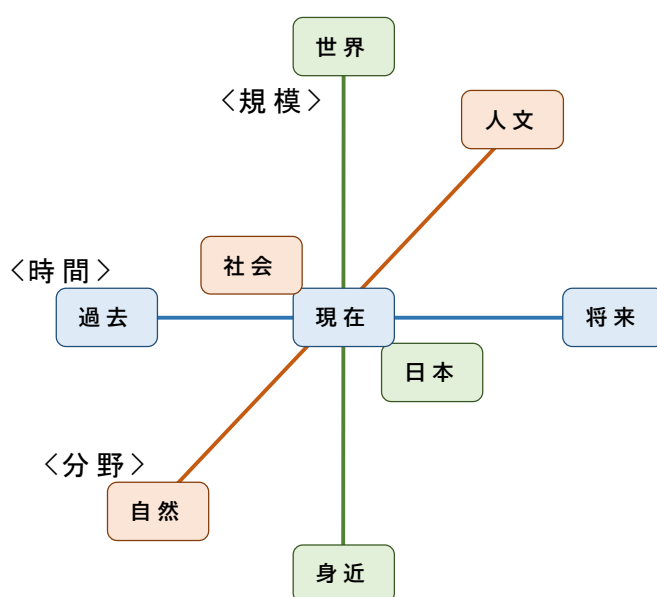


図 3.4 教材評価のフレームワーク

・現在・将来という「時間」、人文科学・社会科学・自然科学という「学習内容の分野」の3つの軸を設けた．テーマと問題との関係をフレームワーク上に領域として表現することで，学習できる内容を確認することができる．このフレームワークを用い，授業自体を評価することで，どの分野を学習するために適した授業・題材であったかを確認することもできるため，授業の分析等にも応用することができると考える．

例えば，小学校において，図 3.2 で示した自動車を中心的テーマとして授業を行うなら，主に理科での学習が考えられる．自動車を教材とした本授業を教材評価のフレームワークに当てはめると図 3.5 のように表せる．

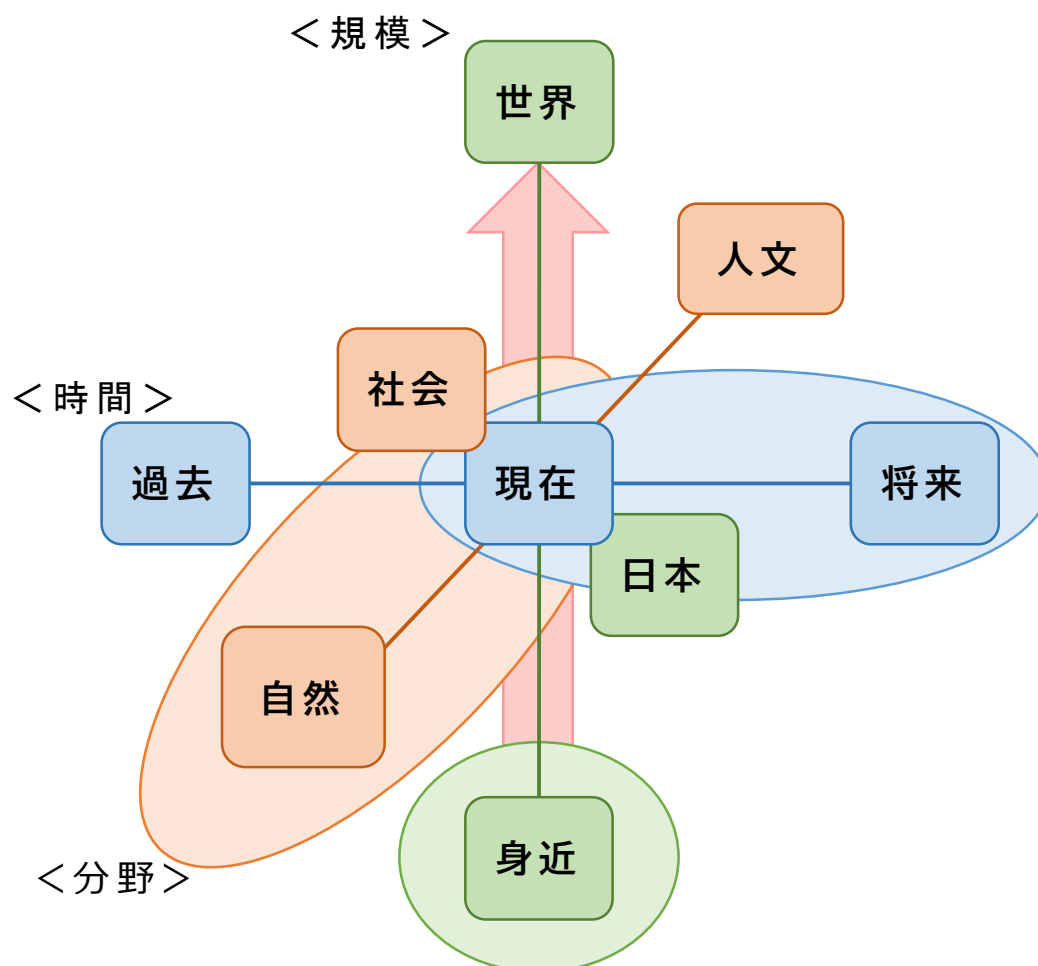


図 3.5 教材評価のフレームワーク

教材としては子どもたちに身近な「もの」を想定していたため規模の軸は「身近」、社会的に問題となっている内容を探究課題として設定し、社会科と理科で学習した見方・考え方を活用するため分野の軸は「自然－社会」、現在問題となっていることが何も対策しなければ将来的にさらに大きな問題となる可能性があることから時間の軸は「現在－将来」とした。発電方法を検討して実践するにあたって、それぞれの発電の仕組みを構成するためにどのくらいの価格がかかるかについても考える必要がある。これは社会科の教科内容として挙げられていないが、中学校技術科の教科内容であり社会科としても経済的な視点を身に付ける機会であると考えするため、教科を超えた教育内容として、消費者が目に見えない発電の経済的な視点を実践的な活動を通して身に付けることが考えられる。

この授業の発展としては、現在は身近な内容に焦点が当たっているが、発電方法を調べ実践する活動を通して、「日本や世界のエネルギー・発電の供給量割合はどのようなになっているのだろう」という疑問を子どもたちが持つことにより、教材の規模を広げることができると考える。

## 3.2.3 学習サイクル検討ツール

実際に授業を行うにあたって，俯瞰マップを用いて教材を設定し，教材評価のフレームワークによって対象とする授業の学習内容にどの程度適しているかを検討することに加えて，カリキュラムを構成するにあたり学習内容をどのように組み合わせるべきかを検討する必要がある．授業同士の関連を考え，カリキュラムを構成する上で，内容的な領域を示す「スコープ」とその内容の連続的な系列を示す「シーケンス」の2つの視点が必要である<sup>3.13)</sup>．上述した「俯瞰マップ」と「教材評価のフレームワーク」がスコープについて検討することのできるツールであることからシーケンスを検討することのできるツールとして，図3.6に示す「学習サイクル検討ツール」を提案する．

子どもたちの学習過程として目的設定・習得・活用・探究の4つを設定した．前述のように，習得・活用・探究という学びの過程は小・中・高等学校の新学習指導要領の「主体的・対話的で深い学び」を実現させるために必要な過程であり，対象とする授業に合わせてこれらの学習過程を組み替え，それぞれの詳細を記述することによって，授業全体の流れを検討することができると考えた．教員は授業の全体像を見渡し学習者を支援することによって，図3.6のサイクルに沿って授業を構成することで，学習者の学びを深めることが期待できる．

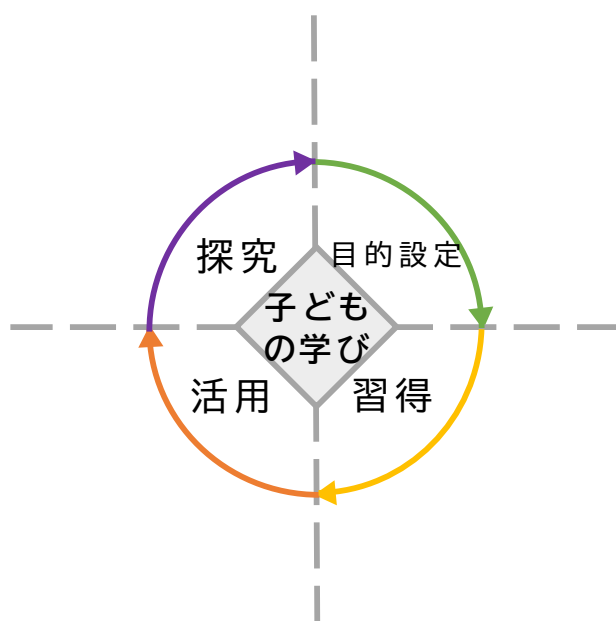


図 3.6 学習サイクル検討ツール

学習サイクル検討ツールを活用して授業計画を考える。ガソリン等，自動車に燃料を用いることによって排出される CO<sub>2</sub> だけでなく，電気自動車・燃料電池車のための発電時に排出される CO<sub>2</sub> を含めた「自動車から排出される CO<sub>2</sub>」を考えるためには，どのような教科・単元で学習を活用することができるのかを明らかにするためにコンセプトマップを活用し図 3.7 にまとめた。自動車から排出される CO<sub>2</sub> を考える前提として「なぜ CO<sub>2</sub> を考える必要があるのか」，「CO<sub>2</sub> はどのようにしてできるのか」，「CO<sub>2</sub> にはどのような効果があるのか」について理解しなければいけない。

「なぜ CO<sub>2</sub> を考える必要があるのか」に関しては，小学校 6 年生社会科「世界の環境保全と国連」という小単元で学習する<sup>3・14)</sup>。ここでは地球規模で起きている環境問題の解決のためには，国連が中心となって各国・NGO・市民が協力することが必要不可欠であることを，京都議定書における CO<sub>2</sub> 排出の削減目標などの事例を通じて学習する。本単元の学習を行うことで，CO<sub>2</sub> 排出の削減目標を達成するためには 1 人の力ではできず，世界全員の力が必要だということが分かり，児

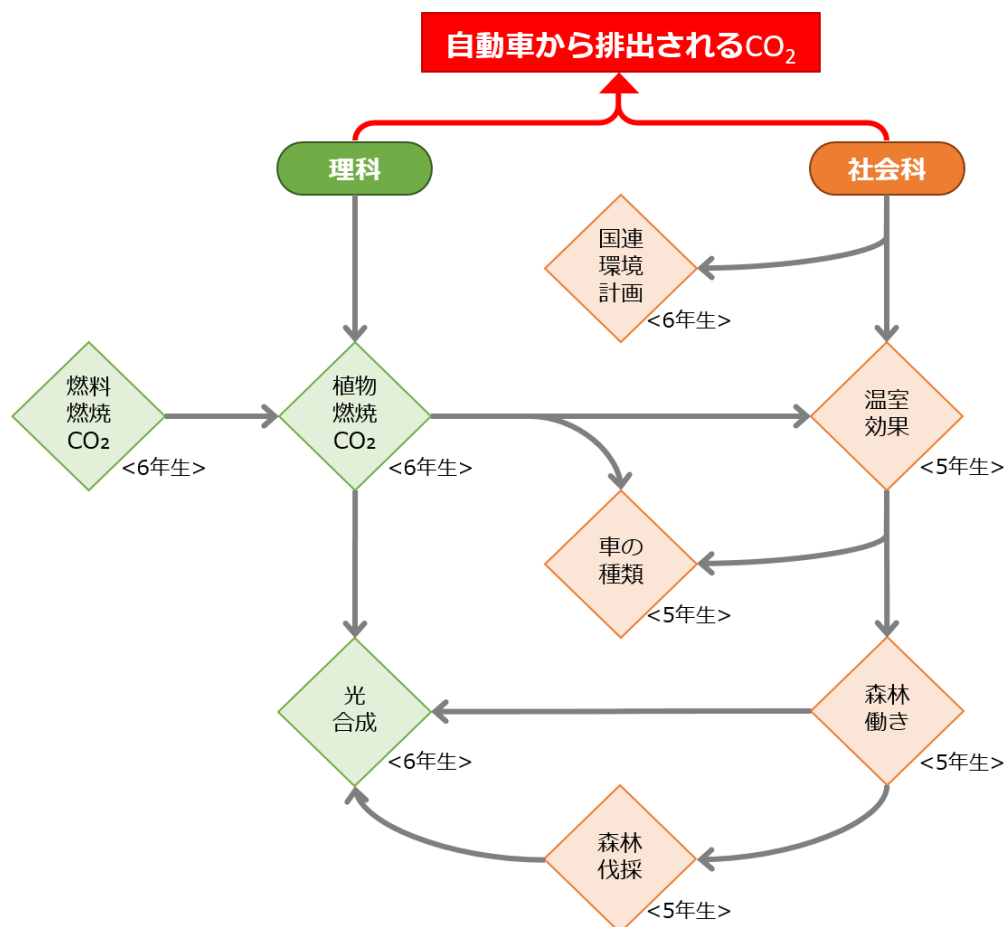


図 3.7 学習教材と各教科との関連



童自身も考える必要があると感じることができる。

上記だけでは、CO<sub>2</sub>について考える手立てがない。そこで小学校 6 年生理科「ものが燃えるしくみ」という単元で学習する「CO<sub>2</sub>がどのようにしてできるのか」について学ぶ必要がある<sup>3.15)</sup>。この単元で学習する知識的な内容の 1 つとして「ろうそくや木などの植物体が燃えると、空気中の酸素が使われ二酸化炭素ができること」というものがある。この内容に加えて小学校 6 年生理科の最後の単元「自然とともに生きる」では、これまで学んだことと自然との関わりについて学習し、「燃料を燃やしても CO<sub>2</sub>が排出される」ということを学ぶ。CO<sub>2</sub>を排出するのは植物体を燃やした時だけでなく燃料を燃やした時も関係していると理解することで自動車も環境に影響を与える要因であることを理解できるようになる。

CO<sub>2</sub>の問題はみんなで取り組む必要があることやどうやって CO<sub>2</sub>ができるのかについて理解できたとしても「CO<sub>2</sub>にはどのような効果があるのか」を理解しなくてはならない。CO<sub>2</sub>に温室効果があることは小学校 5 年生社会科「自動車工業のさかんな地域」という単元で学習する<sup>3.14)</sup>。この単元の学習を行うことで「CO<sub>2</sub>は、温室効果があり、発生源は多様で、1 人の力で抑えきることができない」ということを理解できる。

これらの内容をすべて学習した後に自動車から排出される CO<sub>2</sub>を抑えるために自分たちがすべきことについての探究学習を行うことで、環境のための行動ができると考えた。具体的に既習知識から考えられることとしては植林活動を行うことや自動車を購入する際には次世代自動車に変える等の意見が考えられるが、既習知識以外からも日常の生活体験から考えたことに関する意見を大切に扱い課題解決へとつなげる。以上のことから図 3.8 に小学校 6 年生総合的な学習の時間を中心に、関連する小学校 5 年生の社会科や 6 年生の理科・社会科、さらには中学校の理科・技術科での学習の流れを示した。本単元では、子どもたちが問題について調べることやこれまでの学習を振り返ることによって問題の規模・深刻さに気づき、これから何を行うべきか考え、実践するという流れで学習が進む。本単元の学習においては解決する対象やその結果が分かりにくいことから、学習の目的を設定する段階で子どもたちに調べさせることや学習・経験を振り返ること等を行い、問題を自分事として捉えさせ、主体的に解決しようという態度を育成するねらいがある。

## 【習得/目的設定】

第 1-3 時限目では、地球温暖化という現象があることを認識させ、それによって世界中で引き起こされている問題について調べ学習を行い、様々な分野で深刻な影響を与えているということを学習する。この 3 時間は導入として用い、地球温暖化による「問題を発見する」ために活用する。児童たちは地球温暖化という言葉やその意味については理解しているものの、地球が暖かくなるということだけしか理解しておらず、その問題については理解していない児童が複数人いると考えられる。このことから、現象について理解させた後には文献やインターネット等を用いて地球温暖化が引き起こしている問題について調べる時間を 1.5 時限分確保する。調べ学習によって児童たちが収集する地球温暖化が引き起こす問題としては「気象分野(台風、洪水、高潮、干ばつなどの自然災害)」、「水・生態系分野(水不足、海面上昇による海岸浸食、森林火災、生物の絶滅等)」、「食料分野(農作物収量減少等)」、「健康分野(熱中症、感染症、罹病・死亡率の増加・保険業者の負担等)」が考えられる。これらをクラス全体で共有することで、地球温暖化は気温が少し上昇する・雪が降らなくなる等の次元ではなく、様々な分野に悪影響を与える可能性があるため、考えなければいけないということを理解させる。

第 4-5 時限目では、地球温暖化を引き起こす原因となるものが CO<sub>2</sub> 等の温室効果ガスであることやその仕組みについて各教科での学習経験を基に理解させた後、温室効果ガスの発生源は何か挙げさせる。そして、環境省が示している日本の部門別二酸化炭素排出量のデータを基に消費者としてより関わるができるのが「運輸部門(人や物の輸送に関わる CO<sub>2</sub>=自動車等)」であることに気付かせる。この 2 時間は、第 6 時限目に今後消費者として児童たち自身が実際に行う課題を設定するために必要な時間である。地球温暖化がいかに注意すべき問題であるかについて理解するだけでは具体的な解決の手立ても見えないが、理科や社会科等の学習で学んだことを活用し、細かく考えていくことで、対象を絞る。今回は、環境省の資料を用い児童たちに身近な題材として自動車に焦点化するが、時間があるならばこちらが資料を提示するのではなく、温室効果ガスの発生源は何か調べる活動を行い、「児童たち自身が考える温室効果ガスの発生源」について発表させることも考えられる。

第 6 時限目では、「地球温暖化が引き起こす問題」と「その原因と

なる温室効果ガスの発生源」における考えを基に「自動車のCO<sub>2</sub>による環境負荷を抑えるために行うべきことは何か」について考える。既習知識や日常生活での体験を基に問題への対処方法に関する意見としては、CO<sub>2</sub>を運転時に排出しない自動車である「電気自動車や燃料電池車を使う」という意見やCO<sub>2</sub>を吸収してくれる森林を増やすために「植林活動を行う」という意見、自動車をできるだけ使わず「公共交通機関を活用する」等の意見が考えられる。意見を出させる中で、教師が資料を提示することによって、各種自動車の動力源を作る段階(生産ステージ)においてもCO<sub>2</sub>はかかってしまうということや公共交通機関もCO<sub>2</sub>を排出しないわけではないということに気づかせ、再び考えさせる。これらの活動を通じて、自分たちが普段使っている電気がどのように発電されているかわからないという疑問を持たせ、生産ステージも含めた改善が問題解決を進めるということを理解し、探究課題を設定する。

以下に目的設定の段階で該当する教科の目標とその学習指導要領における内容を示す。

＜理科 第6学年＞<sup>3.16)</sup>

目標

物質・エネルギー

- ①燃焼の仕組み、水溶液の性質、てこの規則性及び電気の性質や働きについての理解を図り、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。
- ②燃焼の仕組み、水溶液の性質、てこの規則性及び電気の性質や働きについて追究する中で、主にそれらの仕組みや性質、規則性及び働きについて、より妥当な考えをつくりだす力を養う。
- ③燃焼の仕組み、水溶液の性質、てこの規則性及び電気の性質や働きについて追究する中で、主体的に問題解決しようとする態度を養う。

生命・地球

- ①生物の体のつくりと働き、生物と環境との関わり、土地のつくりと変化、月の形の見え方と太陽との位置関係についての理解を図り、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。
- ②生物の体のつくりと働き、生物と環境との関わり、土地のつくりと変化、月の形の見え方と太陽との位置関係について追究する中

で、主にそれらの働きや関わり、変化及び関係について、より妥当な考えをつくりだす力を養う。

- ③生物の体のつくりと働き、生物と環境との関わり、土地のつくりと変化、月の形の見え方と太陽との位置関係について追究する中で、生命を尊重する態度や主体的に問題解決しようとする態度を養う。

## 内容

### A 物質・エネルギー

#### (1)燃焼の仕組み

燃焼の仕組みについて、空気の変化に着目して、物の燃え方を多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

- (ア) 植物体が燃えるときには、空気中の酸素が使われて二酸化炭素ができること。

イ 燃焼の仕組みについて追究する中で、物が燃えたときの空気の変化について、より妥当な考えをつくりだし、表現すること。

### B 生命・地球

#### (3)生物と環境

生物と環境について、動物や植物の生活を観察したり資料を活用したりする中で、生物と環境との関わりに着目して、それらを多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

- (ア) 生物は、水及び空気を通して周囲の環境と関わって生きていること。

(イ) 生物の間には、食う食われるという関係があること。

(ウ) 人は、環境と関わり、工夫して生活していること。

イ 生物と環境について追究する中で、生物と環境との関わりについて、より妥当な考えをつくりだし、表現すること。

< 社会 第5学年 > <sup>3.16)</sup>

## 目標

- (1)我が国の国土の地理的環境の特色や産業の現状，社会の情報化と産業の関わりについて，国民生活との関連を踏まえて理解するとともに，地図帳や地球儀，統計などの各種の基礎的資料を通して，情報を適切に調べまとめる技能を身に付けるようにする．
- (2)社会的事象の特色や相互の関連，意味を多角的に考える力，社会に見られる課題を把握して，その解決に向けて社会への関わり方を選択・判断する力，考えたことや選択・判断したことを説明したり，それらを基に議論したりする力を養う．
- (3)社会的事象について，主体的に学習の問題を解決しようとする態度や，よりよい社会を考え学習したことを社会生活に生かそうとする態度を養うとともに，多角的な思考や理解を通して，我が国の国土に対する愛情，我が国の産業の発展を願い我が国の将来を担う国民としての自覚を養う．

## 内容

- (3)我が国の工業生産について，学習の問題を追究・解決する活動を通して，次の事項を身に付けることができるよう指導する．
  - ア 次のような知識及び技能を身に付けること．
    - (ア) 我が国では様々な工業生産が行われていることや，国土には工業の盛んな地域が広がっていること及び工業製品は国民生活の向上に重要な役割を果たしていることを理解すること．
    - (イ) 工業生産に関わる人々は，消費者の需要や社会の変化に対応し，優れた製品を生産するよう様々な工夫や努力をして，工業生産を支えていることを理解すること．
    - (ウ) 貿易や運輸は，原材料の確保や製品の販売などにおいて，工業生産を支える重要な役割を果たしていることを理解すること．
    - (エ) 地図帳や地球儀，各種の資料で調べ，まとめること．
  - イ 次のような思考力，判断力，表現力等を身に付けること．
    - (ア) 工業の種類，工業の盛んな地域の分布，工業製品の改良などに着目して，工業生産の概要を捉え，工業生産が国民生活に果たす役割を考え，表現すること．
    - (イ) 製造の工程，工場相互の協力関係，優れた技術などに着目して，工業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．

- (ウ) 交通網の広がり，外国との関わりなどに着目して，貿易や運輸の様子を捉え，それらの役割を考え，表現すること．

<社会 第6学年><sup>3.16)</sup>

#### 目標

- (1)我が国の政治の考え方や仕組みや働き，国家及び社会の発展に大きな働きをした先人の業績や優れた文化遺産，我が国と関係の深い国の生活やグローバル化する国際社会における我が国の役割について理解するとともに，地図帳や地球儀，統計や年表などの各種の基礎的資料を通して，情報を適切に調べまとめる技能を身に付けるようにする．
- (2)社会的事象の特色や相互の関連，意味を多角的に考える力，社会に見られる課題を把握して，その解決に向けて社会への関わり方を選択・判断する力，考えたことや選択・判断したことを説明したり，それらを基に議論したりする力を養う．
- (3)社会的事象について，主体的に学習の問題を解決しようとする態度や，よりよい社会を考え学習したことを社会生活に生かそうとする態度を養うとともに，多角的な思考や理解を通して，我が国の歴史や伝統を大切に国を愛する心情，我が国の将来を担う国民としての自覚や平和を願う日本人として世界の国々の人々と共に生きることの大切さについての自覚を養う．

#### 内容

- (3)グローバル化する世界と日本の役割について，学習の問題を追究・解決する活動を通して，次の事項を身に付けることができるよう指導する．
  - ア 次のような知識及び技能を身に付けること．
    - (ア) 我が国と経済や文化などの面でつながりが深い国の人々の生活は，多様であることを理解するとともに，スポーツや文化などを通して他国と交流し，異なる文化や習慣を尊重し合うことが大切であることを理解すること．
    - (イ) 我が国は，平和な世界の実現のために国際連合の一員として重要な役割を果たしたり，諸外国の発展のために援助や協力を行ったりしていることを理解すること．
    - (ウ) 地図帳や地球儀，各種の資料で調べ，まとめること．
  - イ 次のような思考力，判断力，表現力等を身に付けること．

- (ア) 外国の人々の生活の様子などに着目して，日本の文化や習慣との違いを捉え，国際交流の果たす役割を考え，表現すること．
- (イ) 地球規模で発生している課題の解決に向けた連携・協力などに着目して，国際連合の働きや我が国の国際協力の様子を捉え，国際社会において我が国が果たしている役割を考え，表現すること．

### 【目的設定】

第 7-8 時限目では，自然エネルギーを活用した発電方法として 4 種類を例示し，班で役割を決めそれぞれの発電方法に対する長所・短所についてジグソー学習的に学習する．その後，実際に学校で発電を行うのであれば，どの発電方法が適しているのかについて「学校の土地的要因」や前時に学習した「長所・短所」の情報を基に考える．自然のエネルギーを活用した発電方法として代表的なものは「太陽光発電・水力発電・風力発電・地熱発電」の 4 種類である．これらの発電方法についてジグソー班別に配付した資料を基に考え，長所と短所をまとめる．そしてまとめた資料をジグソー班の中で共有し，まとめた情報が正しいか精査し，自分の生活班に持ち帰り，班員に共有することで発電方法について理解する．このようにジグソー学習的に行おうとした理由としては，発電方法の学習が中学校理科 3 年「自然環境の保全と科学技術の利用」という単元と中学校技術科における「エネルギー変換の技術」に関わる分野であることから，小学校 6 年生を対象としたとき，複数の発電方法に関する学習を行わせようとしても児童が理解できない可能性が考えられるからである．そのため班員の 1 人が最低 1 つの発電方法に理解を深めることとすることで今後の話し合いが上手く進行すると考えた．発電方法への理解を深めた後は実際に学校で行うことのできる発電方法はどれかを日照や風量，風向き，高台・ため池・地熱の有無等，学校における複数の土地的要因を基に選択する．この活動を通して多くの小学校で高台・ため池・地熱が無いと考えられることから「太陽光発電と風力発電」に絞ることができる．次に，前時に学習した発電方法の長所・短所を基に評価し，2 種類の発電方法の内どちらかを選択する．太陽光発電を選択する場合は，風力発電の騒音・低周波振動で近隣住民に被害が出るということを想定できており日当たりも優れているという土地であると考えられ，風力発電を選択する場合は，太陽光発電の天気によって左右されるため

季節によっては上手く発電ができないということを想定できており広い土地が確保できるためであると考えられる。この選択する活動自体は児童たちに行わせるが、コスト面や近隣住民への影響、製作技能等に関わってくるため、ある程度教師が誘導し、その学校付近の土地に適した発電方法を選択させるようにする方が良いと考えられる。

以下に習得の段階で該当する教科の目標とその学習指導要領における内容を示す。

＜総合的な学習の時間＞<sup>3.16)</sup>

目標

探究的な見方・考え方を働かせ、横断的・総合的な学習を行うことを通して、よりよく課題を解決し、自己の生き方を考えていくための資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1)探究的な学習の過程において、課題の解決に必要な知識及び技能を身に付け、課題に関わる概念を形成し、探究的な学習のよさを理解するようにする。
- (2)実社会や実生活の中から問いを見いだし、自分で課題を立て、情報を集め、整理・分析して、まとめ・表現することができるようにする。
- (3)探究的な学習に主体的・協働的に取り組むとともに、互いのよさを生かしながら、積極的に社会に参画しようとする態度を養う。

内容の取扱い

- (5)目標を実現するにふさわしい探究課題については、学校の実態に応じて、例えば、国際理解、情報、環境、福祉・健康などの現代的な諸課題に対応する横断的・総合的な課題、地域の人々の暮らし、伝統と文化など地域や学校の特色に応じた課題、児童の興味・関心に基づく課題などを踏まえて設定すること。

### 【探究/活用】

第9-12時限目では、前時に選んだ発電方法の発電所建設のために、どのような場所・大きさ・向き等の計画を立て製作活動に入る。今回対象とするのは小学校6年生であるため、中学校技術科「材料と加工の技術」で学習する設計図をかくという活動を行うことは難しいと考える。そのため、どちらの発電方法を選択したとしても設計に関しては教師が行い、児童たちには工具を用いた部品の組み立てを行わせる。太陽光発電の場合は、パネルを地面に置くことから土台となる地



面の除草や砂利をまくこと、地面の上に土台として木材を使う等の製作活動が考えられる。風力発電の場合は、風が当たったときに効率よく回ることができる風車を調べ組み立て、土台となる軸に設置するという活動が考えられる。このようにこれら2種類の発電方法には製作難度に大きな差が考えられることから教師自身の指導力や同僚や地域・企業との協力がどれだけ得られるかを加味するべきであると考えられる。発電所を建設した後、1週間から2週間、1か月という期間でどれだけの電力を発電できたかについて記録を取らせ、第13時限目に評価する情報とするだけでなく、発電できた電力を用いてどのようなことを行うことができるか(例えば、電気自動車で何km分進むことができるか等)について資料を読むことで実感できるように工夫する。

以下に活用の段階で該当する教科の目標とその学習指導要領における内容を示す。

＜中学校理科＞<sup>3.17)</sup>

内容

自然と人間

自然環境を調べる観察、実験などを通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 日常生活や社会と関連付けながら、次のことを理解するとともに、自然環境を調べる観察、実験などに関する技能を身に付けること。

(ア) 生物と環境

㉞ 自然界のつり合い

微生物の働きを調べ、植物、動物及び微生物を栄養の面から相互に関連付けて理解するとともに、自然界では、これらの生物がつり合いを保って生活していることを見いだして理解すること。

㉟ 自然環境の調査と環境保全

身近な自然環境について調べ、様々な要因が自然界のつり合いに影響していることを理解するとともに、自然環境を保全することの重要性を認識すること。

㊱ 地域の自然災害

地域の自然災害について、総合的に調べ、自然と人間との関わり方について認識すること。

(イ) 自然環境の保全と科学技術の利用

㊦ 自然環境の保全と科学技術の利用

自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について科学的に考察することを通して、持続可能な社会をつくることが重要であることを認識すること。

イ 身近な自然環境や地域の自然災害などを調べる観察，実験などを行い，自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について，科学的に考察して判断すること。

＜中学校技術＞<sup>3.17)</sup>

内容

C エネルギー変換の技術

(1) 生活や社会を支えるエネルギー変換の技術について調べる活動などを通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 電気，運動，熱の特性等の原理・法則と，エネルギーの変換や伝達等に関わる基礎的な技術の仕組み及び保守点検の必要性について理解すること。

イ 技術に込められた問題解決の工夫について考えること。

(2) 生活や社会における問題を，エネルギー変換の技術によって解決する活動を通して，次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 安全・適切な製作，実装，点検及び調整等ができること。

イ 問題を見いだして課題を設定し，電気回路又は力学的な機構等を構想して設計を具体化するとともに，製作の過程や結果の評価，改善及び修正について考えること。

(3) これからの社会の発展とエネルギー変換の技術の在り方を考える活動などを通して，次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 生活や社会，環境との関わりを踏まえて，技術の概念を理解すること。

イ 技術を評価し，適切な選択と管理・運用の在り方や，新たな発想に基づく改良と応用について考えること。

## 【探究】

第 13 時限目では、自動車の CO<sub>2</sub> による環境負荷を抑えるための具体的方法として自然エネルギーによる発電を行った結果を評価し、どのようなことがわかったか、より発電量を多くするためにはどのような工夫が必要かについて考える。太陽光発電において発電量を増やす工夫としては、場所や向きの工夫に加えてパネルの上に溜まる落ち葉やゴミを取り除くこと等が考えられる。この点に気づくことができると、製品運用時におけるメンテナンスの必要性について理解することができる。風力発電において発電量を増やす工夫としては、場所や向きの工夫に加えて風車が風の向きに応じて変化させられる仕組みの追加が考えられる。児童たちの生活体験と発電量の結果から風の強かった日と発電量が多い日が必ずしも一致しないということに気づくことができる。理論と実践との間には誤差が生じていること、またその対策のために必要なことは何か考えること等の活動が考えられる。児童たちだけでは、これらのことに気づくことができない場合も考えられるため、無理のない程度に誘導することが必要な場合もあると考えられる。

第 14-15 時限目では、評価結果を基に新たな解決すべき問題を設定し活動する。

全体を通して、自動車による地球温暖化の進行に対する改善案を考える過程で、自動車の LCA を考え気づいた「生産ステージにおける CO<sub>2</sub> 排出量」に着目し、「自然にやさしい発電方法」を考え実践する。これらの活動を通して、環境問題の改善のために実際に自分が考えたことを行動に移させることで、授業内だけでなく授業外や児童たちの日常生活においても環境に配慮して行動しようとする態度を養うことも目指す。

以下に探究の段階で該当する教科の目標とその学習指導要領における内容を示す。

＜総合的な学習の時間＞<sup>3.16)</sup>

## 目標

探究的な見方・考え方を働かせ、横断的・総合的な学習を行うことを通して、よりよく課題を解決し、自己の生き方を考えていくための資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) 探究的な学習の過程において、課題の解決に必要な知識及び技能を身に付け、課題に関わる概念を形成し、探究的な学習のよさを

理解するようにする．

- (2)実社会や実生活の中から問いを見いだし，自分で課題を立て，情報を集め，整理・分析して，まとめ・表現することができるようにする．
- (3)探究的な学習に主体的・協働的に取り組むとともに，互いのよさを生かしながら，積極的に社会に参画しようとする態度を養う．

内容の取扱い

- (2)探究的な学習の過程においては，他者と協働して課題を解決しようとする学習活動や，言語により分析し，まとめたり表現したりするなどの学習活動が行われるようにすること．その際，例えば，比較する，分類する，関連付けるなどの考えるための技法が活用されるようにすること．

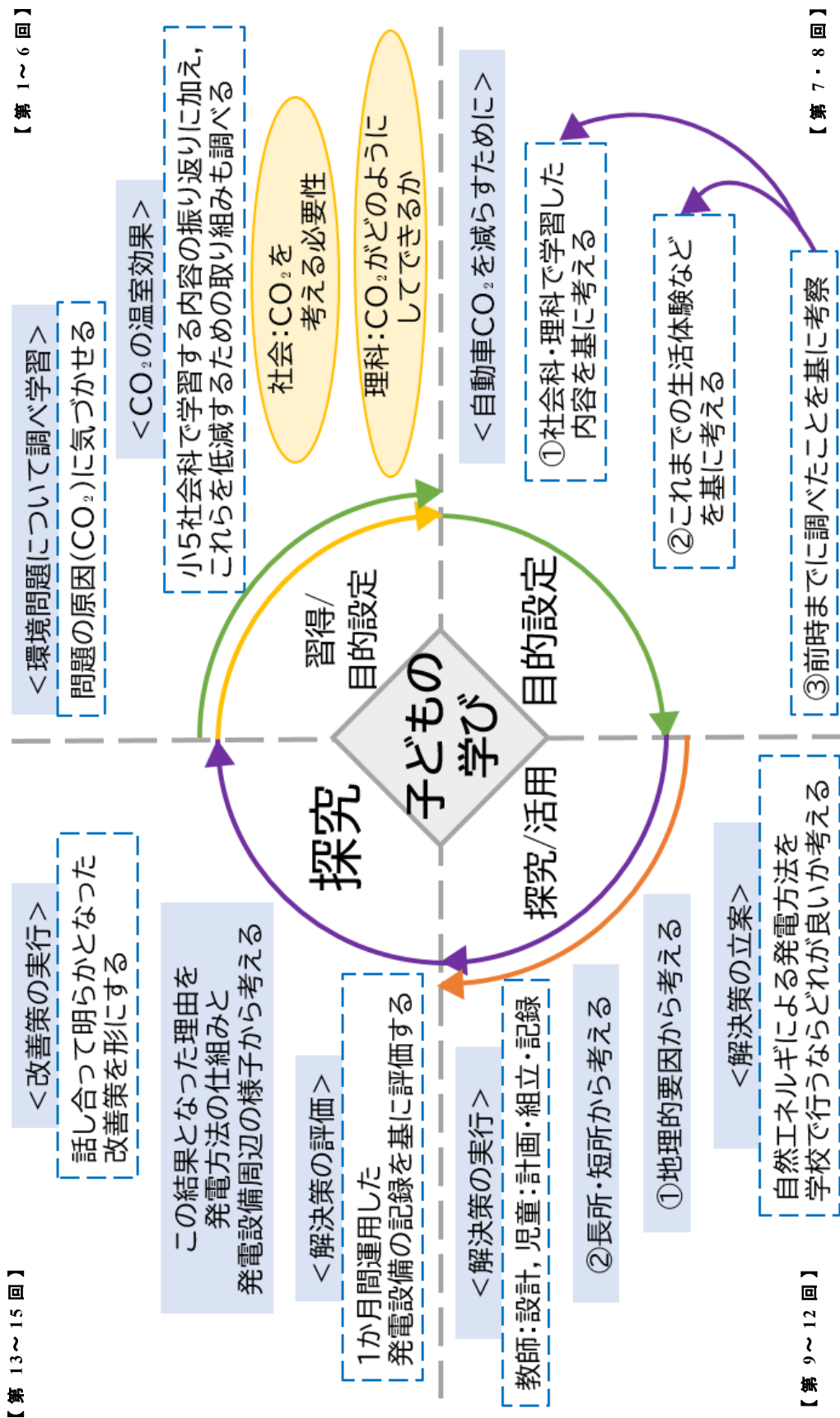


図 3.8 「自動車」を中心的テーマとした授業の学習サイクル検討ツール

### 3.3 結言

本章では，時代の変化に対応できる子どもたちを育成する教科横断的な学習を計画するための教材開発・分析支援ツールについて提案し，その利用方法について小学校の授業を基に示した．

これからの教育においては，学習対象から探究的に学ぶ過程である1つの教科内容が生きるだけでなく，これまで学習者が学んできたあらゆる教科内容や日々の経験等，個人が持つ様々な能力を教科等横断的に発揮することが求められる．しかし，教科横断的な学習には小学校教員養成段階において課題が未だ残っており，教科を越えた学びを実現するカリキュラム・マネジメントには，学習指導要領を参照し学習内容の全体像を見渡したうえで対象学年の中あるいは学年を越えた学習内容同士の関連について考える必要があり，そのための支援ツール開発が一助となる．

そこで，3つの支援ツールを提案した．ひととものとの関わりを表す俯瞰マップにおいては教材から学習することのできる内容を捉えること，教材評価のフレームワークにおいては教材から学習することのできる内容がどのような規模一時間一分野を占めているのか検討すること，学習サイクル検討ツールにおいては俯瞰マップや教材評価のフレームワークで検討した内容をカリキュラムとして表すときにどのような順番で学習することが適切か考えることができる．

本章で示した支援ツールの活用例は教材開発の面を示している．3つの支援ツールを活用することで，実際に行われた授業を分析することも可能であると考えている．このことを第4章で示す．

## 第4章 提案手法に基づく授業分析

### 4.1 緒言

第2章では、学習者の教科横断的な学びを教師が計画・実践するための3種類の教材開発・分析支援ツールを提案した。これらのツールは初等・中等教育に加え、高等教育で利用することも視野に入れ、構成されている。

本章では、提案手法を初等・中等教育で活用する前に、高等教育において試行した実践事例を分析し、改善案を提案する。初等・中等教育で活用できる内容を高等教育で行うということは、教育内容として不十分であると感じるが、対象とする学生の多くは家電製品等の身近な機械製品に対しては、小・中学校の家庭科「C消費生活・環境」の一部で学習するのみであり<sup>4.1-2)</sup>、さらにその内容は小学校の家庭科教科書を参考にすると「金銭の使い方」に重点が置かれていることから<sup>3.3-4)</sup>、学習者である多くの学生は家電製品の使い方については理解していても、その内部の構造や仕組み、どんな材料が用いられているのかについては十分に理解していないのではないかと考えられる。このことから、高等教育において試行的に行った実践で得られた結果は、初等・中等教育においても同様の結果が得られるのではないかと考え実践事例を分析する。

また分析対象とした授業においては、授業者が松本、授業補助や観察は吉川・守山、そして本研究の全体的検討を松本・中西・守山・吉川で行った。

## 4.2 授業概要

ここまで授業で用いる教材と考えられる学習内容，それらを子どもたちにどのように学ばせるかについて考えた．ここでは，提案した教材開発・分析支援ツールを用いて授業分析と改善提案を行い，提案手法の効果について検討する．三重大学教育学部家政教育コースの必修科目である『家庭電気・機械』の「第7回 家電製品分解実習」を分析対象とし，俯瞰マップ，フレームワークによって授業分析を行う．そして，検討した学習内容を基にカリキュラムを構成し，授業全体の改善提案を示す．

本科目は，問題提示型 PBL・問題自己設定型 PBL・プロジェクト型 PBL・実地体験型 PBL 等，様々な形式の PBL 教育を取り入れており学生が能動的に学習に取り組むことができるようになっていることが特徴である．本授業では実際の家電製品を扱い体験的に学ぶ環境を整えているため，分析対象とした．表 3.1 にシラバスを示す．

本科目の学修目的は「家庭における電気・機械・情報機器の基礎とメカニズムを理解すること」であり到達目標として「能動的な消費者を育成するための家庭における電気・機械・情報機器製品のメカニズムの基礎を理解し，説明できるようになること」が掲げられている．本授業は第 1~6 回で家電製品の基礎理論を学び，第 7 回で家電製品分解実習という体験的な活動を取り入れることで理解の定着を図ることをねらいとしている．

本科目の履修者は，三重大学教育学部家政教育コース 1 年生 11 名である．分解実習は 2019 年 6 月 13 日(木)10 時 30 分~12 時に行われ，家電製品として「電気ポット・パソコン・液晶テレビ」を取り上げた．活動中には，どんな材料が用いられているのかについて考える手立てとして，金属とプラスチックの種類についてまとめられた資料(表 4.2，表 4.3)，学生が気づいたことを記録できるようワークシートを配付した．また授業後には分解実習を受けて，自分が教師として子どもたちに分解実習を行う際に題材として何を取り上げ，どんなことを指導するのかについてまとめるレポートを課した．



表 4.1 『家庭電気・機械』のシラバス

第 1 回	オリエンテーション
第 2 回	機械製図
第 3 回	家庭機器材料
第 4 回	電気の基礎(電気回路と電力)
第 5 回	エネルギー変換(エネルギーと環境問題)
第 6 回	最近の家庭機器に関する話題
第 7 回	家電製品分解実習
第 8 回	食生活環境に関する家電機器①
第 9 回	食生活環境に関する家電機器②
第 10 回	住生活環境に関する家電機器①
第 11 回	住生活環境に関する家電機器②
第 12 回	レポート発表
第 13 回	住生活環境に関する家電機器③
第 14 回	衣生活環境に関する家電機器
第 15 回	その他の家電機器(自動車, 発電装置)
第 16 回	試験

表 4.2 金属種類

素材名	銅	ステンレス鋼	アルミニウム	銅	金
色合い	白	白	白	赤	黄
密度	7.75(g/cm <sup>3</sup> )	7.93(g/cm <sup>3</sup> )	2.7(g/cm <sup>3</sup> )	8.96(g/cm <sup>3</sup> )	19.32(g/cm <sup>3</sup> )
引張強さ	400～510(N/mm <sup>2</sup> )	600(N/mm <sup>2</sup> )	100(N/mm <sup>2</sup> )	220(N/mm <sup>2</sup> )	110(N/mm <sup>2</sup> )
硬さ	この硬さを基準とする 120～140(Hv)	大 150(Hv)	小 25(Hv)	小 46(Hv)	小 26(Hv)
値段	92(円/kg)	350(円/kg)	750(円/kg)	970(円/kg)	4,975,000(円/kg)
熱伝導率	36(W/m・K)	16.7(W/m・K)	204(W/m・K)	385(W/m・K)	295(W/m・K)
さびやすさ	○		△	△	
磁石への反応	○				

※Hv（ビッカース硬さ）…ダイヤモンドを被試験物に押し込み、できたくぼみの面積の大小で硬いか柔らかいかを判断する。

W/m・K…熱の移動しやすさ

さびやすさ…○：空气中ですぐ酸化される、△：空气中で徐々に酸化される、×：酸化されない

磁石への反応…○：くっつく、×：くっつかない

表 4.3 プラスチック種類種類

マ							
素	ポリエチレン	高密度ポリエチレン	ポリ塩化ビニル	低密度ポリエチレン	ポリプロピレン	ポリスチレン	左記以外 (ABS樹脂, アクリル, ポリカーボネード, フェノール樹脂, ペークラライト, 不飽和ポリエステル, エポキシ等)
材	テレフタラート						
名							
接	否	否	可	否	否	可	
着	可						
性							
特	・幅広い加工性	・耐火・耐薬品性 ・印刷	・幅広い加工性	・耐火・耐薬品性 ・印刷	・ポリエチレンに似ている	・衝撃に弱い ・日光に弱い	
徴	・高い透明性	・接着しにくい	・燃えにくい	・接着しにくい	・耐候性はよくない	・表面硬度に優れる	

青色：熱可塑性樹脂  
赤色：熱硬化性樹脂

ABS樹脂：剛性に優れる、日光・耐熱性に弱い  
アクリル：透明性・対候性に優れる  
ポリカーボネード(PC)：耐薬品性・衝撃性に優れる、アルカリ性に弱い

フェノール樹脂、ペークラライト：耐熱性・強度に優れる  
不飽和ポリエステル：透明・耐熱性・耐薬品性に優れる  
エポキシ：耐熱性・耐摩耗性・耐薬品性に優れる

※SPIコードとは、米国プラスチック工業協会（SPI）がプラスチックの分別を目的として開発したコードシステム

臨城縣志

名前( )

### ①この実習を行う以前にもものを分解した経験はありますか？

はい ・ いいえ 分解したもの:

<製品の分解について>

- ### 1. 製品の「構造」や「仕組み」に関して、疑問や気づいたことはありますか？

2. 製品の「材料」に関して、疑問や気づいたことはありますか？

3. 使用した「工具の特徴」に関して、疑問や気づいたことはありますか？

②この実習を行う以前にもものを分別した経験はありますか？

はい ・ いいえ 分別したものの:

## <部品等の分別について>

- #### 4. 使用されている「材料」に関して、疑問や気づいたことはありますか？

5. 授業全体の感想（困ったこと、良かったこと、知らなかったことなど）

- ・ 分解実習の内容

日程：2019 年 6 月 13 日(木)

対象教材：電気ポット，液晶テレビ，パソコン

→受講者 11 名を 3~4 人のグループに分けた．

学習内容：製品材料，製品構造，工具の特徴，処分方法に関して，  
学生それぞれに気づいたことをまとめさせる．

→物理や化学等の原理・法則，環境負荷等を考えた視点，3R，  
加工にかかる費用，消費者の願い等，自然科学分野だけでなく，  
1 つの題材を多面的に捉える学習を目指した．

- ・ 分解実習の様子

【電気ポット】

電気ポットは，部品同士がねじで接合してあるほかに，魔法瓶の底には熱板が接着剤で固定されている等，製品に応じた工夫がなされていた．接着剤で固定されている箇所に関しては，学生たちがマイナスドライバー等を用いて分解しようとしたが，固く閉じられていたので指導者が補助することで分解を進めることができていた．今回の実習では，補助はこの箇所のみとしたが，実践する校種・学年の段階に応じて，補助をする範囲を広げることで小学校から大学まで様々な教育段階で実践することができるのではないかと考える．

電気ポットの上面の裏側には銀紙が用いられており保温性を高める



図 4.1 電気ポットの分解の様子

効果を果たしていることや、魔法瓶の底に雲母が入っていることで、絶縁体の役割を果たすこと・発熱の材料としての役割を果たすこと等材料がそこに用いられている意味に気づき、様々な工夫について理解することができていた。



図 4.2 上面内部の工夫



図 4.3 指導者の補助の様子





図 4.4 電気ポットに用いられていた部品

### 【液晶テレビ】

液晶テレビは、今回分解した製品の中では最も大きな製品であり、分解後の部品それぞれも大きかった。

液晶テレビに映像が写る仕組みとして、学習する前の学生は「テレビの画面の中に小さい電球がたくさん入っていてその色が変わっている」と考えていたようだが、実際には分厚いガラスのようなものに、光を通すことによって映像を写しているというように実習を進めることによって、製品の仕組みを正しく理解することができていた。またテレビの土台の部分がアクリルの中に繊維が入った材料が用いられていたことから、指導者が以前の授業で「背もたれが曲がる椅子」について説明していたことを思い出し、「硬さと弾力性」が必要な箇所にこのような材料を用いると良いということを考え、理解することができていた。

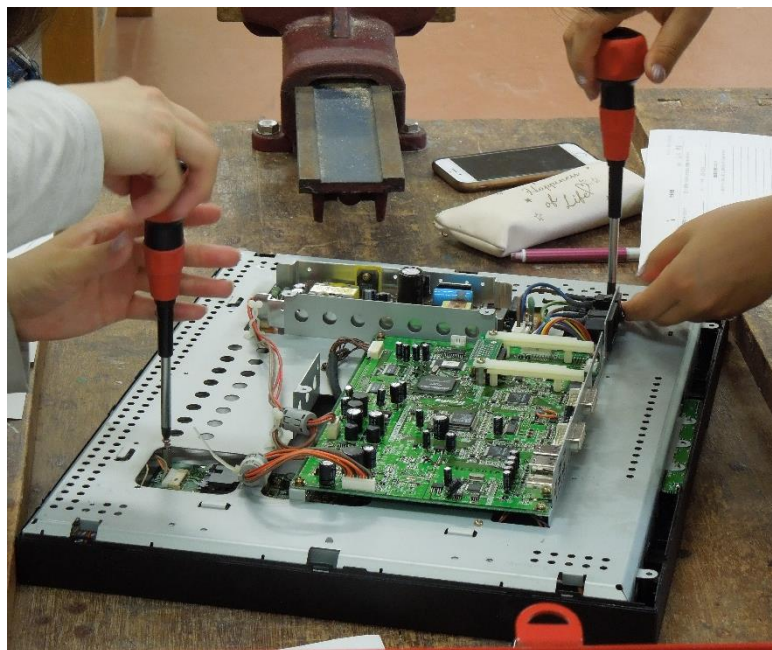


図 4.5 液晶テレビの分解の様子



図 4.6 液晶テレビに用いられていた部品



**【パソコン】**

パソコンを分解したグループは図 3.7 のように分解する人と記録する人に明確に役割を分担し、学習を進めていた。記録係は指導者のつぶやきの中で「CPU の価格がどれほどのものか」についてや「なぜ隙間が多くなるように作ってあるのか」、「表面積の大きくなっている部分にはどのような理由があるのか」等についてまとめることができていた。



図 4.7 パソコンを役割分担し分解している様子

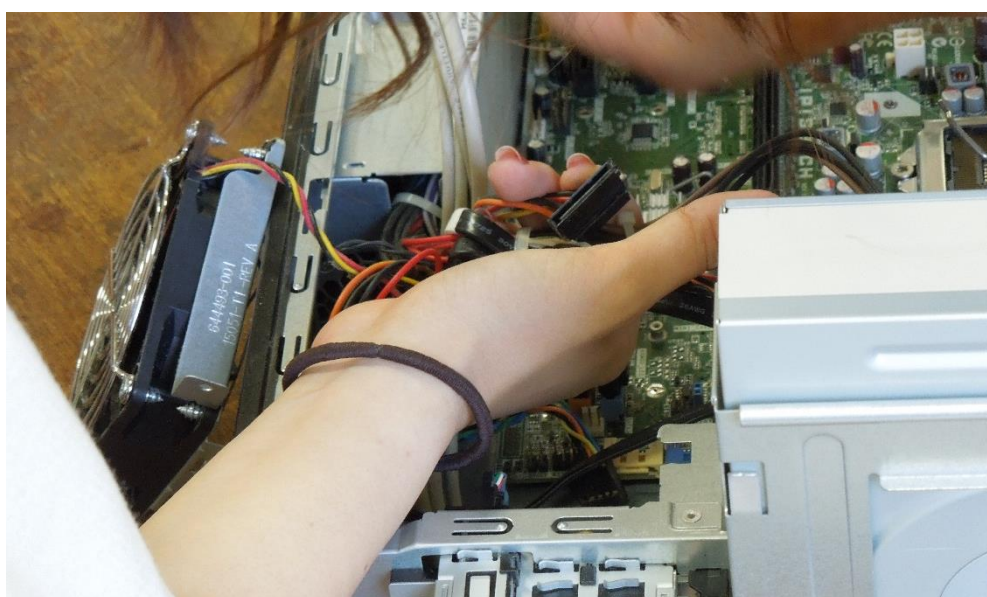


図 4.8 パソコン内部の様子

**【全体】**

各グループの家電製品が分解し終わった後、自分たちが分解した製品について全体で紹介し合った。分解実習をした11名全員が工具に関する新たな知識を身に付けたことに加えて、担当した家電製品それぞれで全く異なる工夫について学んだことを紹介した。例えば、電気ポットであれば「絶縁体・発熱の材料としての雲母」、液晶テレビであれば「液晶の材料や映像を写す仕組み」、パソコンであれば「CPUや隙間・表面積の大きい意味、トルクスドライバー」について説明していた。これらは、その材料の性質についてまとめて説明することに加えて、指導者のつぶやきや表4.2、表4.3に示した金属とプラスチックの種類の資料を参考にどれほどの価格であるのかについてもまとめることができていた。このことから今回の分解実習は自然科学分野の内容に加えて、社会科学分野の内容についても触れることができたと考える。

本授業の全体を通して、ほとんどの学生が家電製品の分解を行ったことはなかったため、製品内部の仕組みや構造、どんな材料が用いられているのかについて、また、何か分解するということが自体に興味をもって取り組んでいる姿が見られた。



図 4.9 分解実習後の全体での解説

## 4.3 提案手法による分析

### 4.3.1 俯瞰マップによる分析

まず俯瞰マップによる授業分析を行う。本授業は、俯瞰マップの中心的テーマとして「家電製品」を当てはめることができ、「家電製品を取り巻く LCA の全体像」を図 4.10 のように捉えることができる。

生産ステージに関わる概念として「労働者，製品材料，製作機械」が考えられる。製品を製造する際には、家電製品の用途に合った材料やそれを加工する機械，そして機械を操作・制御することができる人材が必要である。生産活動を行った結果，CO<sub>2</sub> 排出等で環境に悪影響を与えることもある。

選択ステージに関わる概念として「環境，必要性，経済・費用，品質・性能」が考えられる。このステージでは家電製品運用時の利便性を考えるだけでは不十分であり，製品の生産・運用・廃棄のすべてに関連する各概念を考える必要がある。

運用ステージに関わる概念として「適切な使用法，管理，修理」が考えられる。家電製品を安全に使用するためには消費者が製品の適切な使用方法・管理を理解していなければならない。運用し，不具合等が発生した時にはただ廃棄するだけでなく，自分や業者等による修理を考えることも消費者の責任として考えられる。

廃棄ステージに関わる概念としては「再利用，再生，最終処分」が考えられる。家電製品は家電リサイクル法等によって廃棄された後，「分解・分別」を行うことにより製品は使用可能な部品と使用不可能な部品に分類される。このように資源を循環させることにより，環境負荷の低減が期待できる。

本授業では，廃棄ステージの「分解・分別」という活動を行う中で家電製品の最終処分や再生だけでなく，構造・仕組み，使用材料という選択ステージの「品質・性能」等や生産ステージの「製品材料」について学習することができるテーマであると考えられる。

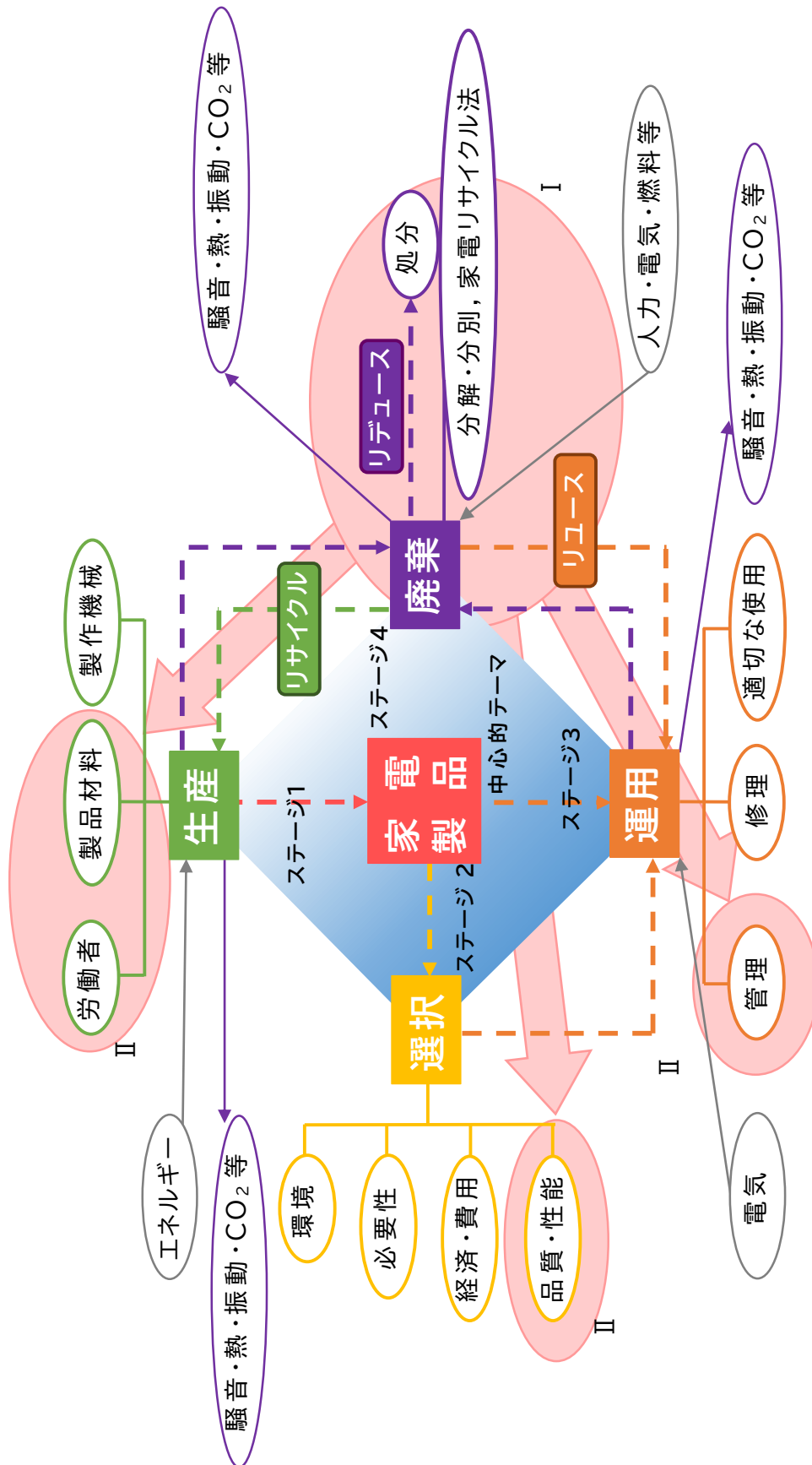


図 4.10 家電製品分解実習における俯瞰マップ

## 4.3.2 教材評価のフレームワークによる分析

次に教材評価のフレームワークによる分析を行う．本授業中に記述させたワークシートの内容から実際に学生たちが何を学ぶことができたかを読み取り，フレームワーク内に領域として表現する(図 4.11)．家電製品は学生たちも日常的に活用しているものであることから「現在」の「身近な問題」であると考えられ，学生の記述にも時間や規模に関わる内容が見られなかったことから，縦軸・横軸に関しては図 4.2 のように「身近」で「現在」の問題として表現することができる．対象教材から学習できる分野に関しては，ワークシートには，「自然科学」「社会科学」「人文科学」の様々な領域の記述が見られた．

「自然科学」に関しては次のような意見が見られた．

- ・ 部品の中にも沢山のネジが使われており，星の形のものもあってなぜ異なっているのか気になった．
- ・ パソコンの中身は意外と隙間が多くて驚いた．パソコンが熱くならないようにするため，携帯が熱くなる理由を知ることができて良かった．
- ・ 分解することで製品が作動する仕組みを知ることができると分かった．
- ・ 製品の部位によって，使われる部品の大きさや性質が変わることに気づいた．
- ・ 持ち運ぶことが考えられる製品にはアルミ等，軽量の材料が用いられているのではないかと考えた．
- ・ 電気ポットは，今回，分解を行った製品の中で唯一水に触れるものだったので，ゴムが多く用いられていた．
- ・ プラスチックが予想していた量より多かったのは，金属の方が腐食してしまうからなのか疑問に思った．

これらは「製品自体の興味関心，問題発生理由，製品構造の理解向上，製品材料についての考察」について書かれていることから自然科学分野の記述であると捉えた．



製品自体の興味関心については、製品に使用されている部品を接合するネジそれぞれの形や大きさに着目し、興味関心を示していた。ネジがどのような材料でできているか、それらの材料はどのような場所で採れるのか、製品の部品の材料はどのようなものであり、どこで採れるのか、というように、今後の授業の中で学生たち自身の疑問を広げることによって、さらなる学びにつなげられることが期待できると考える。問題発生理由については、学生自身が日常生活の中で感じている「家電製品を長い時間連続して使用していると熱くなる」という疑問に対して、その原因について考えられていた。家電製品の発熱を抑えるために家電製品の内部には、熱がより逃げやすくなり冷却できるように表面積を大きくしたり、材料としてアルミニウムが用いられていることについて理解できていた。製品構造の理解向上については、分解実習を行うことでこれまで製品の用途や使用方法是理解していても製品の内部については理解できなかったことを考える機会を学生に与えることができたようである。近年、工業製品は高度に発展しており、多くの消費者にとって工業製品の内部構造がブラックボックスとなっている。この点については学生の感想にも「電化製品というのは何も知識のない私にとったら謎に包まれているのもの」というように述べられており、この製品開発および製造過程のブラックボックス化の傾向は加速していることも明らかとなっている<sup>4,5)</sup>。製品が高度になりブラックボックスとなっているおかげで製品の技術や情報、性能の流出を防止することができている面もあると考えられるが、そのことによって、製品の構造を理解する機会を失っているとも考えられるので、今回のように分解実習を行い、内部構造について知る機会を持つことは重要であると考ええる。実際に学生たちの感想からは

「今、家のテレビが壊れかかっているので今回自分で学んだことを基に原因を探ってみようと思いました。」と述べられており、能動的に今後の学習につなげられる様子もうかがうことができた。製品材料についての考察では、ステンレス鋼やアルミニウム、プラスチックやゴム等がこの個所に用いられている理由について学生それぞれが考えられていた。例えばアルミニウムは「強度がある程度必要で製品自体を軽量化にしたい場合」や「液晶テレビの電源スイッチ部分には放熱するために熱伝導率が高い性質を利用していること」等がまとめられていた。学生それぞれが考えた内容が正しいことであるとは限らないが、これまでの第1~6回までに学生が講義形式の授業で学習してきた内容

を基に考え、自分なりの意見をまとめることが重要であると考えた。

以上のように製品・部品・構造・材料に関する気づきは多くの学生が記述しており、製品分解を行うことでこれまで何気なく使用していた製品がどのような仕組みで動作するか、なぜその材料が用いられているのかについて考えることができています。

「社会科学」に関しては次のような意見が見られた。

- ・家電製品は、人々が安全に使用できるように考えられて作られていることを改めて知ることができた。

これらは「安全性への気づき、製品や使用材料のコスト」について書かれていることから社会科学分野の記述であると捉えた。

安全性への気づきについては、製作者の視点に立って家電製品について考えることができていた。家電製品の分解を行うことで、普段、消費者として主に製品の利用方法について考えていた学生も、消費者が製品を安全に使用するために製作者はこのような点を工夫しているということを意識して理解できたようである。製品の分解は製品の製作に比べて実施が容易であることが考えられるので、製作者側の考えを学習者に感じさせたい場合においては、分解実習の効果が期待できると考える。

中学校技術科においては、技術の見方・考え方の1つとして「社会からの要求」が挙げられている。技術科における「社会からの要求」には、技術4分野を通して人々が「安全・安定・快適に生活したい」という願いが含まれており、分解実習で家電製品の構造を知ることにより安全性に気づくことができていることが分かる。

「人文科学」に関しては次のような意見が見られた。

- 1つの製品に数え切れない程の部品があり，大切に扱わなければならないと改めて実感した。
- 製品を使用できるのはその製品に関わる人のおかげということを実感できて良かった。

これらは「ものに対する感謝」，「人に対する感謝」について書かれていることから，人文科学分野の記述であると捉えた。

今回の授業は製品の製作ではなく分解という手法を用いたことによって，普段使用している製品の様々な工夫に気づくことができ，製品自体のありがたさについて考えることができています。

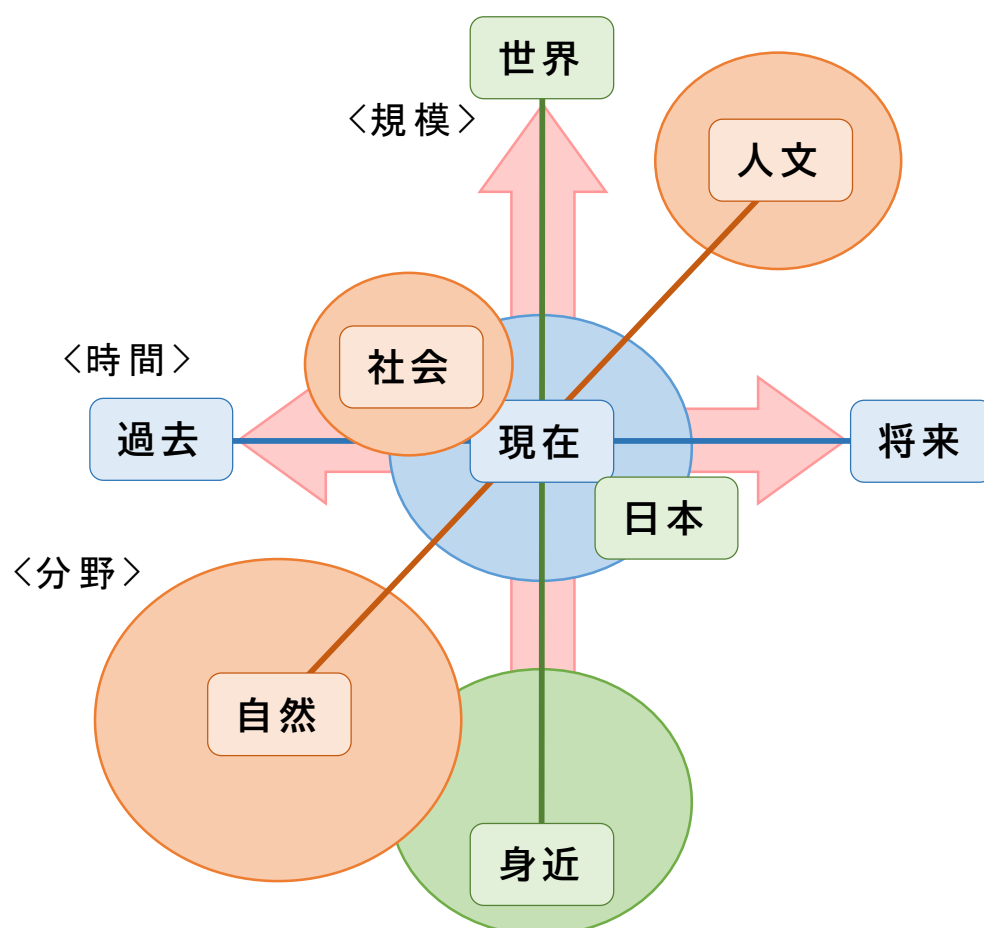


図 4.11 教材評価のフレームワークによる分析



これらの記述内容を俯瞰マップ(図 4.10)に当てはめると廃棄ステージ(Ⅰ)だけでなく、生産・選択・運用ステージの矢印で示した部分(Ⅱ)にも気づいていることが分かる。生産ステージでは材料の性質を踏まえて、製品にその材料が使われる意味を考えることや製品・製作者への感謝、選択ステージでは各製品が持つ安全性を確認すること、運用ステージでは製品を大切に扱わなければならないという意見から製品を長く使用し資源を無駄にしないように修理やメンテナンス等の必要性に関する学習が行えると考えた。このように分解実習という廃棄ステージに深く関わる学習を行ったとしても、学生それぞれの知識・気づきに応じて生産・選択・運用ステージの内容を学ぶことができることが分かった。

以上より、家電製品を題材にすることで、材料や構造等に焦点を当てていることから、学生たちには自然科学分野に関する気づきが多くみられたが、本実践を通して、社会・人文科学という分野横断的な内容を学習できる可能性が明らかとなった。このことから、家電製品が様々な分野の学習ができる総合的な性質を持つ教材であるということを再確認できた。そして、技術については専門外である学生を対象とした授業であったが、様々な分野の内容を横断して学習できることが確認できたため、小学校・中学校の授業においても同様に授業を展開できると考えた。

また、図 4.11 に示す教材評価のフレームワークを用いることで、本授業における今後の発展として、次の 2 点を考えることができる。

1 点目は、規模に関する軸が「日本」「世界」に触れられていないことから、現在使われている家電製品と世界とのつながりを題材に取り上げることである。製品に使われている部品における材料の生産国を調べる活動を行うことで、製品や材料の流通や日本と海外との貿易についても学習できると考えられる。

2 点目は、時間に関する軸における「過去」や「将来」に触れられていないことから、現在の家電製品だけでなく過去に用いられていた家電製品や将来における家電製品の発展を題材に取り上げることである。過去に用いられていた家電製品を調べることや実際に使う体験を行うことによって、昔の人々はどのように暮らしていたのかを考えることができる。また環境・エネルギー問題等の背景から、今後自分たちがどのような家電製品を選べば良いか考えることができると考えられる。

これらの改善を行うことによりさらに深く広い探究学習を行うことができると考えられる．このように提案する俯瞰マップとフレームワークによって，教科を越えた学習を俯瞰することで，教材から学習できる内容を捉えることができた．

## 4.3.3 学習サイクル検討ツールによる分析

開発した2つのツールを活用することによって、自然科学・社会科学・人文科学に関わる多様な内容を学習することができると明らかとなった。しかし、このような成果が上げられる一方で、授業中に学生たちに記述させたワークシートの記述内容を見返すと、記入者11名のうち5名が無記述であることも明らかとなった(図4.12)。他の学生が多くの内容を記述している中、なぜこれらの学生のワークシートが無記述になってしまったのかという原因について考えた。

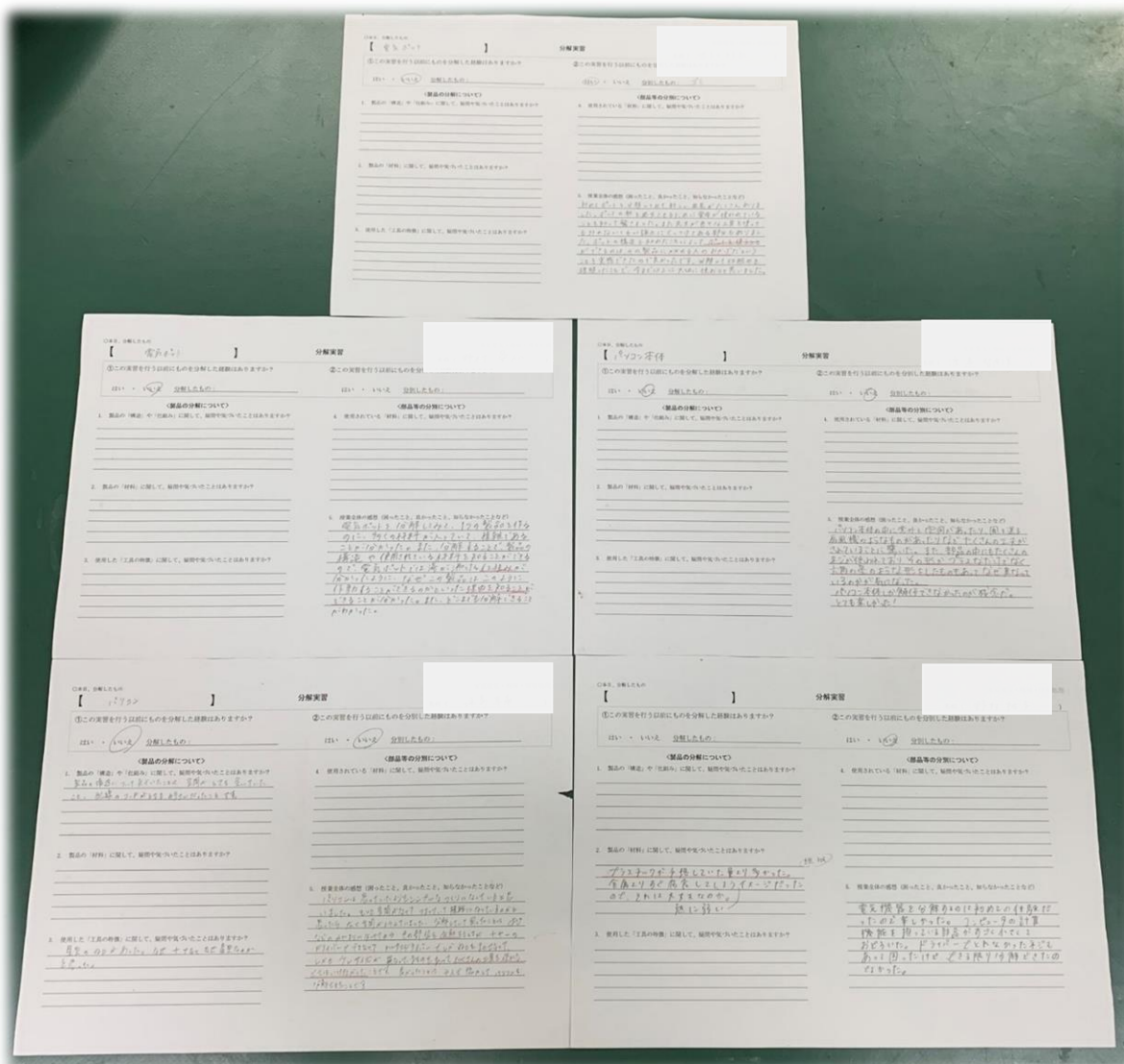


図 4.12 無記述となった学生のワークシート

ワークシートが無記入であった学生のアンケートの一例を図 4.13 に示す。これを詳しく見ると、家電製品の分解・分別について、「構造や仕組み、材料、工具の特徴」に関する気づきは得られなかったことが分かるが、これらの項目が無記述であった学生も橙色で示した感想の項目については記述できていることも分かる。さらに、感想を詳しく見ると、文章中に「材料・構造・仕組み」という言葉が用いてあり、それぞれに関して気づいていることをまとめられていることに気づいた。各項目について気づいたことはあったが適した欄に記述できなかった実態から、学生たちは各用語への理解が十分ではないことが考えられる。このことから分解実習等の体験的な活動の前には学生たちの持つ学習内容の基礎的な知識を確認することが必要であると考えた。

しかし、表 1 に示した『家庭電気・機械』のシラバスによると、第 7 回の授業で分解実習を行う前に 6 回にわたって家電製品における基礎的な知識に関する学習を行っていることが確認できる。分解実習を行う前に基礎的な知識に関する内容を学習しているにもかかわらず、学習してきた内容に対して定着していなかった学生たちの様子から考

○本日、分解したもの  
【電気ポット】

分解実習 名前 ( )

①この実習を行う以前にもものを分解した経験はありますか？  
はい・いいえ 分解したもの: \_\_\_\_\_

②この実習を行う以前にもものを分別した経験はありますか？  
はい・いいえ 分別したもの: \_\_\_\_\_

＜製品の分解について＞

1. 製品の「構造」や「仕組み」に関して、疑問や気づいたことはありますか？  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
構造・仕組み

2. 製品の「材料」に関して、疑問や気づいたことはありますか？  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
材料

3. 使用した「工具の特徴」に関して、疑問や気づいたことはありますか？  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
工具の特徴

＜部品等の分別について＞

4. 使用されている「材料」に関して、疑問や気づいたことはありますか？  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
材料

感想

5. 授業全体の感想（困ったこと、良かったこと、知らなかったことなど）  
電気ポットを分解してみたら、1つの製品を作るのに、99%の材料が入っていて、残りの1%が構造や仕組みで使われている材料を分解することで、製品の構造や使用されている材料を分解することで、電気ポットはどのように作られているのかという仕組みが分かった。また、分解することで、製品の仕組みが分かった。また、分解することで、製品の仕組みが分かった。

図 4.13 学生のワークシート記述内容詳細

えると、基礎的な内容を学習した後、知識の活用・応用を考えるだけでなく、教師が中心となり講義形式で学習する授業と学習者が中心となり実習形式で学習する授業とのつながりを検討する必要があると考えた。

以上のことから、今回対象とした事例を参考にすると学習者に教材と教材から学習できる内容を並べ、授業を展開するだけでは、学びの質や量は学習者によって様々になることが考えられる。このため、1つの授業だけでなく授業同士の関連やカリキュラム全体についても検討する必要があると考えた。したがって、最後に学習サイクル検討ツールを用いて学習のシーケンスを考え、『家庭電気・機械』のカリキュラム全体を検討し、改善提案を示す。

『家庭電気・機械』におけるシラバスを提案手法に当てはめると図4.14ように表せる。第1回から第6回までは分解実習を行うために必要な知識として、機械の構造や家庭機器材料、機械を働かせるための電気についての学習を行う。第7回では実物に触れ、基礎知識の確認をすることに加え、家電製品について新たに気づいたことなどをまとめた。第8回以降は衣食住に関わる家電製品について学習し、その知識の確認としてカタログやネット情報等を用いた調査やリサイクルショップを訪ね店員へ聞き取り調査を行うこと、学習内容を基に家電製品についてのレポートをまとめること等を行った。第16回では授業全体を通してどのような内容を習得できたか確認するための試験を行った。

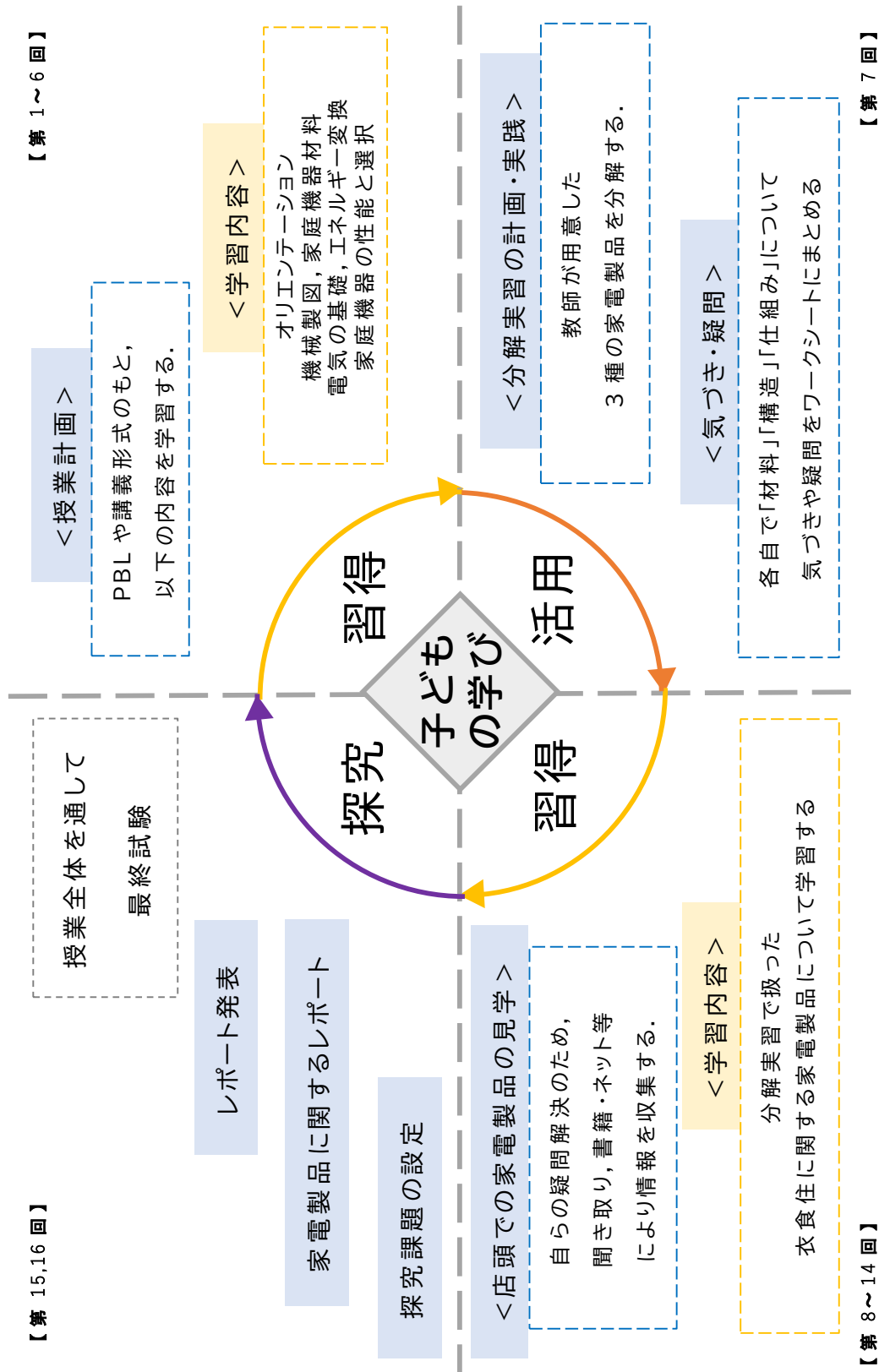


図 4.14 家庭電気・機械における学習サイクル検討ツール

このような学習サイクルの中でも特に第1回～第6回までの習得の段階においては、ただ次の活動に必要な基礎的な知識を詰め込むような形で学習が進んでおり、このままでは学生たち自身が授業でどのような目的で学習するのかが把握しづらい内容になってしまっているのではないかと考えた。この結果は前述のように授業中に記録させたワークシートにも表れている。

そこで、これまで行われていた『家庭電気・機械』のカリキュラムを図4.15のように修正する。

家電製品に関する基礎知識を学ぶ前に、第1回の授業において分解実習を行う。家電製品の仕組みについて学習していない状況から、実物に触れて気づいたことを基にこれから学習すべき内容について各学生に考えさせる。このことによって、第2回以降でも学習内容を自分事のように捉えることができ、一度実物に触れていることから自分たちの経験と理解が結びつくことが期待できるのではないかと考える。これから学習すべき内容について考えられていない学生には、実習中に気づいたことや疑問に思ったこと等を振り返り、これから何を学習すべきか考えさせる手立てを示す。第2回以降は昨年度と同様に学習を進める。定期的に試験を行い、できなかった内容をさらに講義形式で復習し、理解の定着を図る。定着した知識を活用する場面として店頭を見学し調査したことをワークシートにまとめ意見交流を行うことや、探究の場面として、家電製品についてのレポートをまとめること等を行い、学生たち自身がさらに新しい探究課題を設定できるように学習を進めることを目指すように授業のシーケンスを改善した。

これまでの授業においては目的設定の場面が不十分であったことはもちろん、探究の場面において学生自身が授業後に新たな探究課題を設定し、学習をつなげる様子については調べなかったため、学習サイクルを検討するツールを活用して学習を行うことにより、さらなる効果が期待できるものと考え

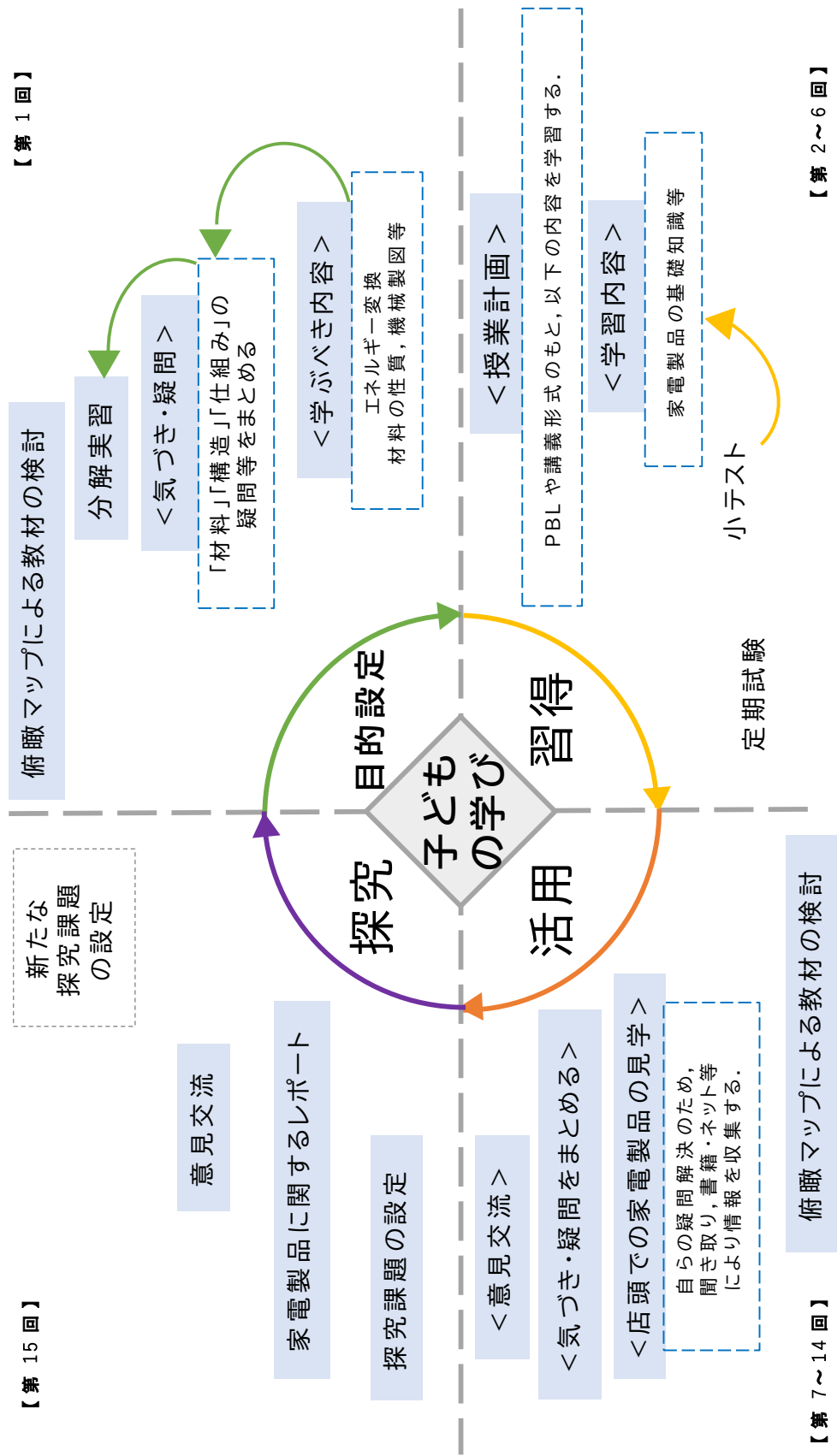


図 4.15 家庭電気・機械の学習サイクル検討ツール改善提案



## 4.3.4 まとめ

第7回の分解実習が終わった後、学生たちには「分解実習で私が伝えたいこと」についてのレポートをまとめさせた。

対象とした授業においては、グループごとに身近な家電製品を分解し、材料ごとに分別した。授業中のワークシートを参考にとすると、これらの活動を通して「不思議に思ったこと」や「気づいたこと」、指導者のつぶやき等から「学んだこと」が学生それぞれの中であつたと考えられる。そこで「学生自身が教師として分解実習の授業を行うなら、どのようなことを子どもたちに学ばせたいか」について、自分なりの考えをまとめるためのレポートを課した。

まとめる内容としては、以下のとおりである。

- 第1章 分解する家電製品として「何を取り上げるのか」と  
「なぜその製品を取り上げるのか」について
- 第2章 取り上げた家電製品で「子どもたちに何を学ばせたいのか」  
自分が学ばせたいことは「材料についてなのか」、  
「製品の構造についてなのか」などを明確にし、  
分かりやすくまとめさせた。
- 第3章 「なぜ、子どもたちに2章のような内容を学ばせたいのか」
- 第4章 今回、調べたこと、試したことを基に「わかったこと」や  
「感じたこと」、「考えたこと」を自由に記述させた。

学生に課したレポートの目的は、以下のとおりである。

- ①学習した内容を基に授業を考えることで、当事者意識を持ちながら子どもたちに学ばせたい内容を示すことができる。
- ②授業レベルで考えることで、学習者自身が「最もよく理解でき、伝えたい」と感じている部分を明らかにさせることができる。
- ③学習内容について、改めて調べる機会を持つことができる。
- ④学習した内容の再確認を促すことができる。

対象とした教育学部家政教育コース 1 年生の 12 名(うち 1 名は分解実習の日に欠席している)のレポートから分解実習で対象としたい家電製品は以下になった。

・ パソコン	・ ゲーム機	・ 扇風機
・ 電気ポット	・ 電子レンジ	・ ドライヤー
・ テレビ		

これらの割合は図 4.16 のように表せる。

パソコンを分解実習の教材としたいと考えている学生が 3 名，電気ポットが 2 名，テレビが 2 名という結果となり，第 7 回の授業での経験が各学生の中で印象に残っていることが考えられる。レポートの記述内容としても第 7 回の授業で取り上げた家電製品を分解したことによって「普段使っている製品の見えない内部や知らなかった仕組みを知ることができ，とても興味深かった」等の意見が見られ，これまでは知らず知らず製品を活用していただけてあったが，その仕組みについても学ぶことができた感動から教材を選んだ学生が多かった。また第 7 回の授業で取り上げなかった家電製品を選んだ学生は「身近にあるのに意外と知らないことが多くあることに気づいた」等，自分の生活にとってより身近な製品を対象とすることが重要であると考えていたようである。

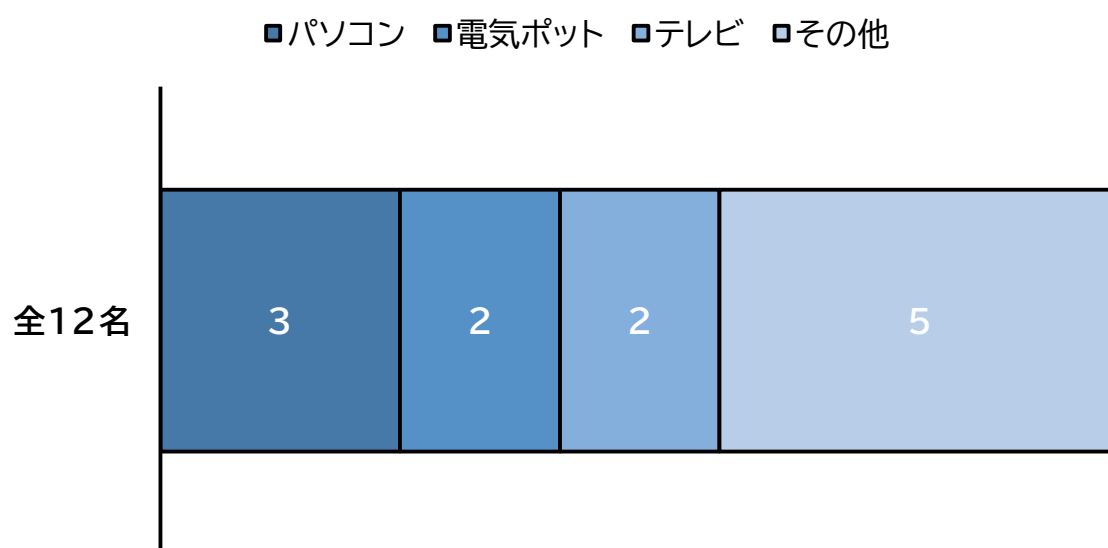


図 4.16 分解実習で対象としたい家電製品の種類

レポートの第2章においては，子どもたちに何を学ばせたいのか，という「分解実習の学習内容・目的」についてまとめさせた．学習内容・目的として出された意見は以下のようなになった(自由記述，複数回答可)．

- |                 |             |
|-----------------|-------------|
| ・製品の構造・仕組み      | ・製品同士の違いや工夫 |
| ・製品の材料          | ・物を大切に扱う必要性 |
| ・分解実習に対しての興味・関心 | ・工具の特徴      |

これらの割合は図4.17のように表せる．

レポートをまとめた学生全員が，分解実習を家電製品の「構造・仕組み」を学習するための授業としたいと述べた．第7回の授業でもあったように，学生たちは各家電製品で特有の材料や工夫について学んだため，構造・仕組みを学習させたいうえで材料や同じような製品同士の違い・工夫について，学習させたいと述べた．

ある学生は，液晶テレビとプラズマテレビの2種類を教材として，取り上げ，「消費電力」や「価格」，「応答速度」，「色再現性」，「熱や

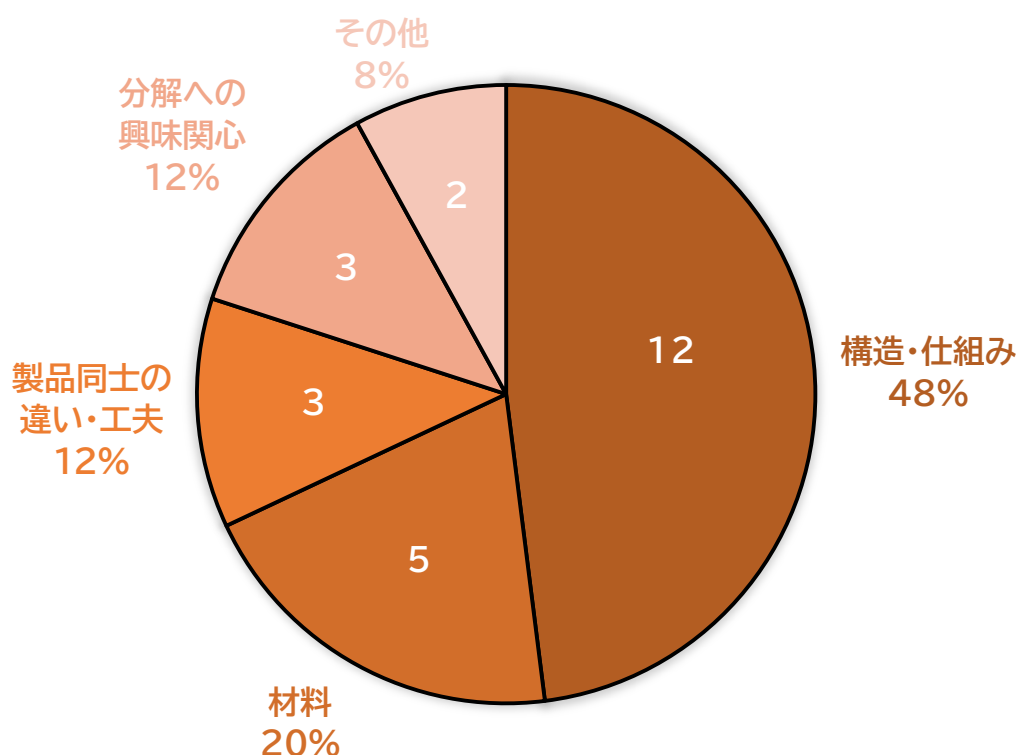


図 4.17 分解実習の学習内容・目的

焼き付き」,「小型化しやすさ」等,教材について多様な視点をもっていた。ある学生は,ゲーム機を取り上げ,上記の視点に加え,「耐久性・耐衝撃性」について,また構造が分かりやすくシンプルなことからパソコンを取り上げ「分解すること自体のおもしろさ・楽しさ」,「日常生活ではできない経験から物を大切に扱う必要性」等についてまとめることができていた。

このことから学生の中には,俯瞰マップの生産ステージと教材評価のフレームワークの自然科学分野で表すことのできる領域に加えて,選択・運用・廃棄ステージや社会科学分野について等,自分が行ったように多様な領域を視野に入れた学習を計画できる人もいると分かった。

以上のレポート記述内容を基に俯瞰マップをまとめると図 3.18 のように表すことができる。

生産ステージに関しては,「製品材料」「製品構造」「工具」を当てはめることができる。

選択ステージに関しては,「消費電力」「低価格化の工夫」「速度・再現性(性能)」を当てはめることができる。

運用ステージに関しては,「物を大切に思う必要性」を当てはめることができた。

廃棄ステージに関しては,「製品分解への興味・関心」「部品ごとに分別し,処分すること」を当てはめることができた。

学生たちの考えが及んでいない箇所に関しては,背景が白色の楕円で示した。特に目立ったことは運用ステージ以外での「必要エネルギー」と「排出物」について考えが及んでいないことである。環境に関する課題を解決するためには,製品を使う場面だけを考えるだけでは不十分であり,製品を作る・捨てる場面における排出物にも目を向ける必要があると考える。そのためには,学習者たちが目を向けにくい生産・選択・廃棄ステージについて,授業計画者が前もって把握しておく必要がある。その際に,俯瞰マップを作成し,授業内容について検討することで学習者の考えが及びにくい課題についても議論を深められるのではないかと考える。

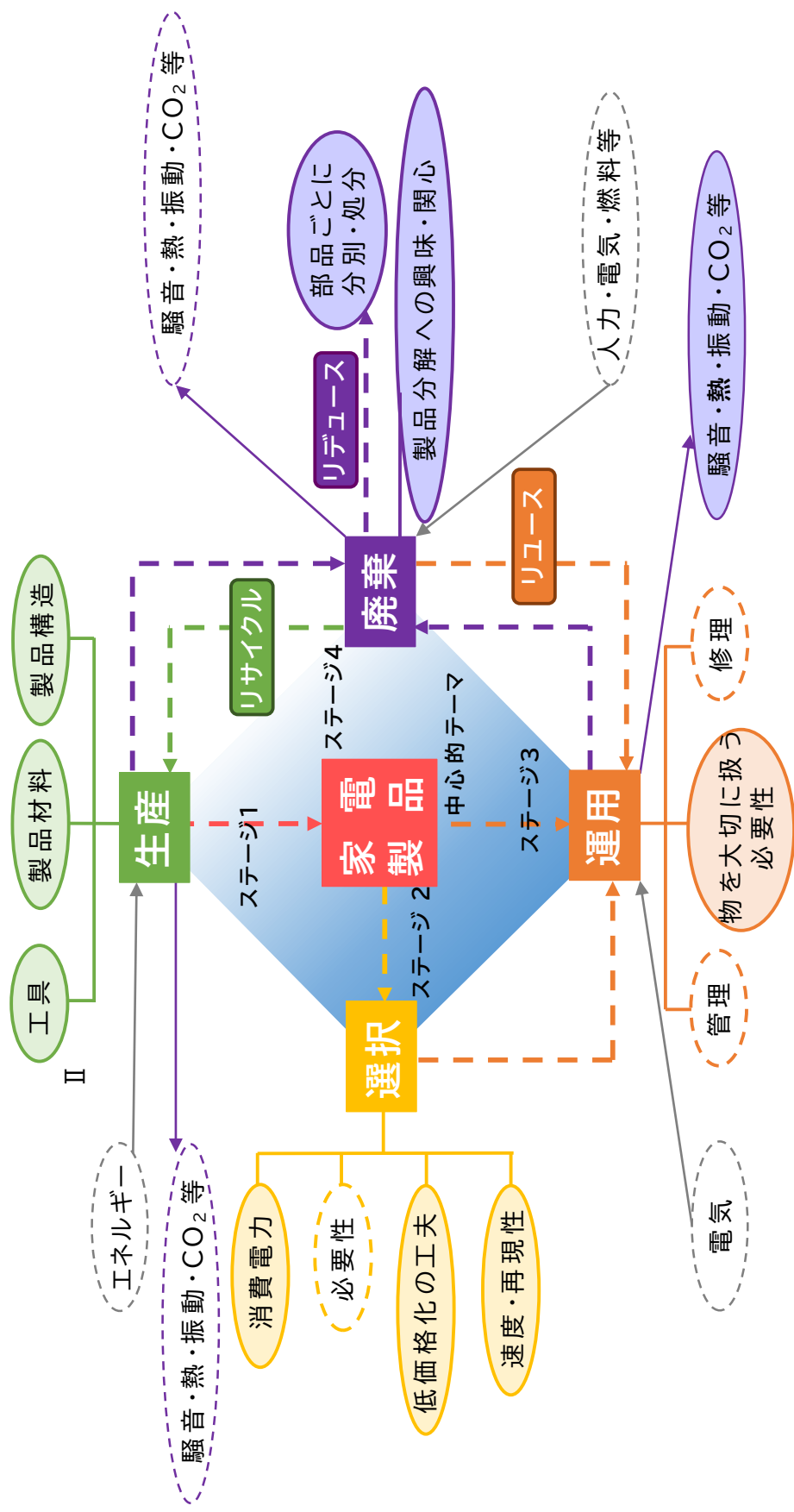


図 4.18 学生のレポート内容から捉えた俯瞰マップ

#### 4.4 結言

本研究では、小・中・高等学校、大学での教育において子どもたちの能動的な学びを促進し、予測が困難な時代にも対応することのできる人材育成を行うためのカリキュラム開発・分析支援ツールを提案した。学習内容を選択するためのツールとして「ひととものとの関わりを表す俯瞰マップ」、選択した学習内容を評価するためのツールとして「教材評価のフレームワーク」、これらの学習内容を組み合わせ、カリキュラムを検討するためのツールとして「学習サイクル検討ツール」を提案した。3つのツールを活用した授業分析では、学習の広がりを確認すること、教材の関連する分野や規模について可視化することができ、それらを基に授業全体のカリキュラムを検討することができた。

## 第5章 結論

第1章は、本研究の背景と目的を説明した。SDGs や Society5.0 等に示されるように時代や環境が変化している中で、学習者に求められる能力も変化していることが分かった。これまでは基礎学力のような誰もが一律に標準的な能力を身に付けることが求められてきたが、これからの時代においては「生きる力」のような学習者が身に付けている標準的な能力を活用し、時代・環境の変化に対応することができる「コンピテンシー」を身に付けることが求められることが確認できた。

第2章は、学習指導要領でも予測困難な時代に対応できる「能動的に学び続ける子どもたち」を育成するために「生きる力」を改めて捉え直し、「何を理解しているか、何ができるか」「理解していること・できることをどう使うか」「どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか」という知・徳・体に具体化している。これらを実現するために「主体的・対話的で深い学び」が掲げられ、現実の社会における課題に学習者自身を向き合わせることが重要であると分かった。主体的・対話的で深い学びは、高等教育で以前から行われていた「アクティブラーニング」の考え方を参考にしており教材について探究的に学ぶことが基本となっている。探究的な学習を基盤とする学習方法としては、初等・中等教育、高等教育において PBL が行われている。先行事例により、これらは学習者が課題に向き合いやすい学習方法であると分かった。そして、現実の問題に対して、教科横断的に探究する学習方法として、STEM 教育や STEAM 教育があり、筆者は小学校2年生生活科の授業において、STEAM 教育の実践を行った。その結果、STEM, STEAM で示される理数融合教育に限らず、小学校2年生の国語や道徳においても肯定的な意見がみられたことから、学習者の学びは教科の枠を超えてつながっていることを確認することができた。したがって、時代・環境の変化に対応するためのコンピテンシーを身に付けるためには文理問わず教科を横断した学習を計画することが重要であると明らかとなった。

第3章は、第2章で明らかとなった教科横断的な学習の重要性から、その普及のために必要な手立てを提案した。1つ目の教材開発・分析支援ツールとして、「ひととものとの関わりを表す俯瞰マップ」を提案した。この支援ツールは、教員(授業計画者)が学習者の学びの広がり的事

前に把握するために活用する．学習の広がりや教科の枠にとらわれず検討するため，生活科や総合的な学習の時間，総合的な探究の時間等，教科を越えた教材開発において有効性を発揮するのではないかと考えられる．2 つ目の教材開発・分析支援ツールとして，「教材評価のフレームワーク」を提案した．この支援ツールは，教材の「時間－規模－分野」について示し，学習できる内容がどのようなものか分析するために活用する．3 つ目の教材開発・分析支援ツールとして，「学習サイクル検討ツール」を提案した．この支援ツールは，俯瞰マップで確認した学習の広がり，教材評価のフレームワークで確認した学習内容を基に，それらをどのように配列し，カリキュラムとすればよいか検討するために活用する．そして，これら3つの支援ツールを実際に活用して，小学校の総合的な学習の時間を主とした環境教育についての授業計画を示し，ツールの使用方法についても示した．

第4章は，第3章で示した3つの教材開発・分析支援ツールを活用し，実際の授業を分析した．三重大学教育学部家政教育コースを対象に行った「家電製品の分解実習」を分析対象として取り上げた．分析結果から，提案した支援ツールが学習内容を把握・評価できたこと，学習の広がりや可視化し授業改善の方向性を把握できたこと，把握した学習内容を基に授業の組み合わせを検討することができることが明らかとなった．

今後の展望としては，第3章で提案した3つの支援ツールの応用について検討することである．特に本研究で提案した俯瞰マップにおいては，中心的テーマが「もの」であるときに限定されているので，より多くの授業に活用するためには，その他の教材を中心的テーマとしたときにも成り立つような俯瞰マップをいくつか提案することが必要である．また，受講生のワークシート記述分析に加え，観察法等により学生の学びの省察を多面的に捉えることに着手しており<sup>5.1)</sup>，学習成果の理解も複層的に行うことで開発した3つの支援ツールの使用方法も引き続き検討する．



## 参考文献

### 第 1 章 序論

- 1.1) 川口卓摩：「工業科課題研究におけるライフサイクルを考慮した機械設計教材の開発」，卒業論文，2017

### 第 2 章 教科横断的な学習の重要性

- 2.1) 環境省：「令和元年度版 環境・循環型社会・生物多様性白書」，2019
- 2.2) 文部科学省：「小学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説 総則編」，2017
- 2.3) 外務省：「持続可能な開発目標(SDGs)達成に向けて日本が果たす役割」，2020
- 2.4) 外務省：「Japan SDGs Action Platform」，  
(<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/about/index.html>)
- 2.5) 外務省：「持続可能な開発目標(SDGs)と日本の取組」，2020
- 2.6) 内閣府：「第 5 期科学技術基本計画」，2016
- 2.7) 内閣府：「内閣府ホームページ 科学技術政策」，  
([https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/index.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html))
- 2.8) 日立東大ラボ：「Society 5.0 人間中心の超スマート社会」，日本経済新聞出版社，2018
- 2.9) 一般社団法人日本経済団体連合会：「SOCIETY5.0 とともに創造する未来」，2018

- 2.10) 文部科学省：「我が国の高等教育の将来像」，2013，  
([https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/attach/\\_icsFiles/afieldfile/2013/05/27/1335580\\_001.pdf](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/attach/_icsFiles/afieldfile/2013/05/27/1335580_001.pdf))
- 2.11) REN Jie：「知識基盤社会における子どもの学力とコンピテンシー教育」，教育学研究紀要，10，77－83，2019
- 2.12) 文部科学省：「社会環境の変化と求められる人材像」，2020，  
([https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/gijyutu/gijyutu10/siryo/attach/1335152.html](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu10/siryo/attach/1335152.html))
- 2.13) 小林昭文・鈴木達哉・鈴木映司：「アクティブラーニング実践」，産業能率大学出版部，2015
- 2.14) 鈴木克明(訳)：「学習者中心の教育を実現するインストラクショナルデザイン理論とモデル」，2020
- 2.15) 由井義通・ト部匡司：「ESD コンピテンシー 学校の質的向上と形成能力の育成のための指導指針」，2012
- 2.16) 有本昌弘・多々納誠子・小熊利江：「学びのイノベーション－21世紀型学習の創発モデル」，2016
- 2.17) 文部科学省：「平成 29 年告示小学校学習指導要領」，2017
- 2.18) 文部科学省：「学習指導要領等の改訂に向けた検討状況について(資料 1－1)」，2016
- 2.19) 中央教育審議会：「幼稚園，小学校，中学校，高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)」，2016
- 2.20) 田村学：「カリキュラム・マネジメント入門－「深い学び」の授業デザイン」，29－34，2017

- 2.21) 中西良文：「PBL(問題発見解決型学習)と『総合的な探究の時間』の接続を展望とすると、考えるべきことは何か」、『三重大学高等教育研究』，26，3－5，2019
- 2.22) エリザベス F バークレイ・クレア ハウエル メジャー(東京大学教養教育高度化機構アクティブラーニング部門 吉田壘 訳):「学習評価ハンドブック アクティブラーニングを促す 50 の技法」，2020
- 2.23) 石野正彦：「平成 28 年度総合的な教師力向上のための調査研究事業実施報告書」，2017
- 2.24) 山田泰弘：「ジョン・バーレルの問題に基づいた学習(PBL)理論を基にした総合的な学習における探究的な学びに関する研究」、『生活科・総合的な学習研究』，12，109－118，2014
- 2.25) 三重大学：「感性システムの構造化とそれを基盤としたアクションリサーチ的アプローチの可能性の探究～「感じる力」を培う教育モデルの開発にむけて～」，『教育学部 “Kansei プロジェクト” 平成 16 年度～20 年度 活動報告書』，2009
- 2.26) 佐藤一子・森本扶・新藤浩伸・北田佳子・丸山啓史：「アクション・リサーチと教育研究」，『東京大学大学院教育学研究科紀要』，44，321－347，2004
- 2.27) 松原憲治・高阪将人：「資質・能力の育成を重視する教科等横断的な学習としての STEM 教育と問い」，『科学教育研究』，41(2)，2017
- 2.28) 堀田のぞみ：「科学技術政策と理科教育－初等中等段階からの科学技術人材育成に関する欧米の取り組み－」，『調査報告書「科学技術政策の国際的な動向」』，2011

- 2.29) 内海志典：「イギリスにおける STEM 教育に関する研究－成立とその目的」, 『科学教育研究』, 41(1), 2017
- 2.30) 竹内歩：「統合的な STEM 教育における数学的思考と他領域の相互作用の記述」, 『日本科学教育学会研究会研究報告』, 2018
- 2.31) 東京学芸大こども未来研究所：「STEM とは」, (<http://stemquest.jp/about-stem/>)
- 2.32) 安東恭一郎・金政孝：「科学と芸術の融合による教育の可能性と課題－韓国 STEAM 教育の原理と実践場面の検討－」, 『美術教育学（美術科教育学会誌）』, 35, 2014
- 2.33) 国立教育政策研究所：「国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS2015)における成績」, ([TIMSS（国際数学・理科教育動向調査）：国立教育政策研究所 National Institute for Educational Policy Research \(nier.go.jp\)](http://timss2015.nier.go.jp/))
- 2.34) 国立教育政策研究所：「国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS2015)のポイント」, ([TIMSS（国際数学・理科教育動向調査）：国立教育政策研究所 National Institute for Educational Policy Research \(nier.go.jp\)](http://timss2015.nier.go.jp/))
- 2.35) 東京書籍：「新編 新しい生活⑥」, 2015
- 2.36) 吉川大貴・松本金矢・中西康雅：「小学校生活科における STEAM 教育の実践」, 第 62 回日本産業技術教育学会全国大会(静岡大学), 2019
- 2.37) 一般社団法人日本化学工業協会：「ライフサイクルアセスメント (LCA)－なぜやるの いつやるか－」, 2013

### 第3章 教材開発・分析支援ツールの提案

- 3.1) 小林久美・鈴木哲也・木内菜保子：「小学校教員の調査から捉えた環境教育に関わる小学校教員養成の課題」、『東京未来大学研究紀要』，9，43－51，2016
- 3.2) 森脇健夫：「教員養成型 PBL 教育のカリキュラム開発研究ーリフレクションツールとしてのコンセプトマップを用いてー」、『三重大学教育学部研究紀要』，71，339－346，2020
- 3.3) 大坂京子・奥田紀久子・中窪萌子・宮崎久美子：「学生が学修を通じて養われたと考える養護教諭に必要な資質能力ー教職実践演習における教職マインドマップの作成からー」、『大学教育研究ジャーナル』，11，136－143，2014
- 3.4) 南匡彌・加藤直樹：「「マッピング検索法」を活用した対話が学習館に及ぼす影響」、『岐阜大学カリキュラム開発研究』，35(1)，66－75，2019
- 3.5) 佐藤敦：「収束的思考と拡散的思考の連続により，創造的な思考を深める指導ー児童生徒が主体的に課題設定するための，KJ 法とウェビングを組み合わせた新たな技法の開発ー」、『教育実践研究』，24，289－294，2014
- 3.6) 松本金矢・守山紗弥加・中西康雅：「技術科教員養成における教材開発のための PBL 教育モデルの提案と実践」、『日本産業技術教育学会誌』，61(1)，1-8，2019
- 3.7) 環境省：「2017 年度(平成 29 年度)の温室効果ガス排出量(確報値)について」
- 3.8) 西本彰文・田口浩継・萩嶺直孝：「思考フレームワークと対話を導入した技術科教員向けワークショップの実施」、『日本産業技術教育学会九州支部論文集』，20，2013

- 3.9) 山根信二：「カリキュラムフレームワークを用いたコンピュータサイエンス教育へのゲームデザイン授業の導入」、『情報教育シンポジウム 2015 論文集』，165－170，2015
- 3.10) 玉木欽也・中邨良樹・高松朋史・権藤俊彦・西原弘・竹内孝曜：「P2M フレームワークの 3S モデルを適用した SDGs 総合教育プログラムの授業計画の方法－SDGs 入門プログラムに関するカリキュラム設計の事例研究－」、『国際 P2M 学会誌』，14(2)，213－226，2020
- 3.11) 根津知佳子・松本金矢：「教育実践における感性のフレームワーク」、『日本感性工学会論文誌』，8(1)，73－80，2008
- 3.12) 矢野芳人：「AI 教育のフレームワークについての考察－大学の文系学部を中心として－」、『Shokei-gakuso: Journal of Business Studies』，66(1)，17－29，2019
- 3.13) 長尾彰夫：「アメリカのカリキュラム理論に関する基礎的研究－7－カリキュラム構成法としてのスコープ・シーケンス論」、『大阪教育大学紀要』，36(2)，81－91，1987
- 3.14) 日本文教出版：「小学校社会 令和 2 年度版 年間指導計画案・評価規準」，(<https://www.nichibun-g.co.jp/textbooks/s-shakai/>)，2021 年 1 月 5 日検索
- 3.15) 石浦章一・鎌田正裕・他 105 名：「わくわく理科 6」，株式会社新興出版社啓林館，188－197，2020
- 3.16) 文部科学省：「小学校学習指導要領(平成 29 年度告示)」，2017
- 3.17) 文部科学省：「中学校学習指導要領(平成 29 年度告示)」，2017

## 第 4 章 提案手法に基づく授業分析

- 4.1) 文部科学省：「小学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説家庭編」，p11・65・68，2017
- 4.2) 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」，p15・109・113・115，2017
- 4.3) 開隆堂：「わたしたちの家庭科 5・6」，p-，2019
- 4.4) 東京書籍：「新編新しい家庭 5・6」，p-，2019
- 4.5) 田中美和：「ブラックボックス化を加速させる完成品メーカーへの金型企業の対応⑩ーある金型企業の戦略事例ー」，『マネジメント・ジャーナル』，第 4 号，p121－134，2011

## 第 5 章 結論

- 5.1) 松本金矢・守山紗弥加：「生活における「もの」との関わりに求められる感性ー「分解実習」における「もの」との対話ー」，『感性哲学』，11，57－71

## 謝 辞

本研究を行うにあたり，三重大学教育学部 松本金矢教授，ならびに中西康雅准教授により，御指導いただいたことを記し，厚く感謝の意を表します．松本金矢教授，中西康雅准教授には研究方針から実践方法まで研究全般に渡り，数多くの御教授をいただきました．

また，三重大学教育学部機械工学研究室卒業生，ならびに同研究室学生の方々よりも多くの協力を得ました．ここに感謝の意を表します．

最後に，研究生活を支えてくれた家族に感謝いたします．