

中学校技術科における「問題を見だし、 解決する力」を育てる題材開発と実践評価

—ニーズ探究とシーズ探究に基づく新たな価値の創造を促す指導を通して—

【研究の概要】

本研究は、中学校技術科において「問題を見だし、解決する力」を育成するための題材開発と実践評価を行ったものである。内容「A材料と加工の技術」において、外部人材や生成AI、3DCADなどのデジタル技術を統合的に活用し、ニーズ探究とシーズ探究を通じた価値創造プロセスを具現化した。実践を通して、生徒の問題発見力と課題設定力が顕著に向上することが明らかになった。また、教員の隠れた支援として「発想受容の雰囲気づくり」「形成的評価の実践」「自律的学習環境の整備」などを整理した。

キーワード：材料と加工の技術 技術による問題解決 課題設定 外部人材活用 生成AI

《研究協力員》

盛岡市立上田中学校 菅原 恵彦 教諭

奥州市立胆沢中学校 小田 洋介 教諭

釜石市立甲子中学校 城内 博人 教諭

《研究協力校》

盛岡市立上田小学校

奥州市立胆沢第一小学校

釜石市立甲子小学校

《研究アドバイザー》

松森木工所 代表 松森 政仁 氏

令和7年3月

岩手県立総合教育センター

情報・産業教育担当

加藤 佳昭 芦澤 信吾 菅野 浩史

濱谷 伸広 千田 晋久 小野塚 正樹 中村 さやか 柳原 聡明

目次

I	研究主題	1
II	主題設定の理由	1
III	研究の目的	2
IV	研究の方法	2
V	研究構想	3
1	本研究において育成を目指す資質・能力	3
2	本研究における「問題を見だし、解決する力」を育てる題材のデザイン	4
3	本研究におけるニーズ探究とシーズ探究に基づく新たな価値の創造を促す指導の手立て	5
4	研究構想図	7
5	検証計画	8
VI	実践の概要	8
1	「技術に込められた問題解決の工夫について考える力」を育てる授業	8
2	「技術に関わる問題を見だして課題を設定する力」を育てる授業	9
3	「解決策を構想し、製作図等に表現する力」を育てる授業	11
4	「自らの問題解決を評価・改善する力」を育てる授業	12
VII	実践結果の分析・考察	13
1	「技術に込められた問題解決の工夫について考える力」を育てる授業における生徒の思考内容	13
2	生成A I 活用における生徒の意識	14
3	3DCAD、AR、3Dプリンタ活用における生徒の意識	17
4	「問題を見だし、解決する力」の育成状況	20
5	学校段階間接続を踏まえた指導	32
6	新たな価値の創造を促すための教員の隠れた支援	35
VIII	研究のまとめ	39
1	全体考察	39
2	成果	40
3	課題	40
IX	引用文献及び参考文献	40

I 研究主題

中学校技術科における「問題を見だし、解決する力」を育てる題材開発と実践評価
ーニーズ探究とシーズ探究に基づく新たな価値の創造を促す指導を通してー

II 主題設定の理由

近年の急速な技術革新により、A I（人工知能）やIoT（モノのインターネット）など、様々な技術の組合せが新たな可能性を広げ、人間の作業を代替、効率化し、私たちの生活や社会はより快適なものへと変化し続けている。このような社会状況を受けて、経済産業省は、2050年に各職種で最も必要とされる能力として問題発見力を挙げており、さらに、これからの人材に求められる能力や姿勢として、「常識や前提にとらわれず、ゼロからイチを生み出す能力」「夢中を手放さず一つのことを掘り下げていく姿勢」「グローバルな社会課題を解決する意欲」（経済産業省、2022：16）を明記している。このことは社会に必要とされる人材の資質・能力に質的な変化が求められていることを示している。未来の社会の創り手となる人材を育成するため、中央教育審議会は、高等学校における「総合的な探究の時間」や「理数探究」を中心としてSTEAM教育に取り組むことを推進しており、「小学校、中学校においても、児童生徒の学習の状況によっては教科等横断的な学習の中でSTEAM教育に取り組むことも考えられる」（中央教育審議会、2021：57）と述べている。STEAM教育は、社会の変革と環境に適応するマネジメント力を育成するものとしてその重要性を増しており、人材育成の観点からも学校教育において推進していく必要がある。

県内中学3年生を対象に実施した質問紙調査（50校2,842名の中学3年生が回答）によると、「技術分野の問題解決では、どのように課題を設定することが多いですか」という問いに対して、「先生から課題を示される」と回答した生徒は全体の62.91%（1,788名）であった（岩手県中学校教育研究会技術・家庭部会、2022）。一方、県内技術・家庭技術分野（以下、技術科と表記）担当教員を対象に実施した質問紙調査（42校37名が回答）によると、「技術分野の学習過程について、現在、先生ご自身が課題をお感じになっている学習内容があればご回答ください。（複数回答可）」という問いに対して、回答数が多かった四つの項目は、「課題の設定」62.16%（23名）、「成果の評価」59.46%（22名）、「次の問題の解決の視点」45.94%（17名）、「技術に関する科学的な理解に基づいた設計・計画」43.24%（16名）であった（岩手県中学校教育研究会技術・家庭部会、2023）。調査結果から、問題を見だし課題を設定する学習の指導状況に課題があることが明らかであり、このことが「設計・計画」、製作後の「成果の評価」、「次の問題の解決の視点」における指導上の困難さにつながっていることが推察される。

日本産業技術教育学会は、新しい技術教育の枠組みとして、エンジニアリングサイエンス（エンジニアリングにおける知識体系。工学、農学等の技術に関わる科学。）を援用して技術の最適化を図るデザインプロセスをエンジニアリングデザインプロセスと捉え、ニーズ探究ループ、シーズ探究ループ、創造ループの三つの問題発見・探究プロセスのループを包含した技術的な問題発見・解決プロセスのトリプルループモデルを示した（日本産業技術教育学会、2021）。この提案は、中学校学習指導要領（平成29年告示）解説技術・家庭編（以下、「解説技術・家庭編」と表記）に示されている技術科において育成を目指す「技術革新を牽引する力」「技術の発達を主体的に支える力」の素地となる資質・能力に結びつくものである。この提案は、あくまでSTEM/STEAM教育の構成例の一つであるが、前述の本県技術科が抱える課題の解決策の一つになり得るのではないかと考える。

そこで、本研究では、生徒がニーズ探究とシーズ探究に基づいた新たな価値創造による製品開発の

疑似体験に取り組む題材を開発し、生徒が教室の中でエンジニアになり切って学習活動に取り組むことができるようにするための環境整備、教材準備、ファシリテートの仕方などの教員の隠れた支援や指導の在り方の一端を明らかにした授業モデルを提案したいと考え、本研究主題を設定した。

Ⅲ 研究の目的

技術科担当教員の指導力向上のために、中学校技術科内容「A材料と加工の技術」において、「問題を見だし、解決する力」を育てる題材を開発し、実践を通してニーズ探究とシーズ探究に基づく新たな価値の創造を促すための教員の隠れた支援や指導の在り方の一端を明らかにした授業モデルを提案する。

Ⅳ 研究の方法

1 第1学年の内容「A材料と加工の技術」の題材開発

題材の指導と評価の計画、学習指導案、ワークシート等について、研究担当者が3名の研究協力員に対して提案する。研究協力員は、所属校の生徒の実態に応じて、学習指導案、ワークシート等を修正し、実践する。製作題材、使用教材は指定せず、3名の研究協力員が本研究の主旨を踏まえ、学校の教材整備状況や生徒のレディネスを把握した上で検討し、決定する。

2 授業実践

本研究では、内容「A材料と加工の技術」の題材（22時間扱い）のうち、特に以下の四つの授業実践を行う。授業実践は、3名の研究協力員が2024年4月から2025年2月に、盛岡市立上田中学校1年生4クラス（101名）、奥州市立胆沢中学校1年生3クラス（105名）、釜石市立甲子中学校1年生2クラス（40名）を対象として行う。

- (1) 「技術に込められた問題解決の工夫について考える力」を育てる授業（授業実践1）
- (2) 「技術に関わる問題を見だして課題を設定する力」を育てる授業（授業実践2）
- (3) 「解決策を構想し、製作図等に表現する力」を育てる授業（授業実践3）
- (4) 「自らの問題解決を評価・改善する力」を育てる授業（授業実践4）

3 授業実践における生徒の思考内容及び意識の把握

各授業実践における生徒の思考内容及び意識について以下の質問紙調査を実施し、教育的効果を検証する。

- (1) 技術に込められた問題解決の工夫について考える授業に関するアンケート（補助資料19）
- (2) 生成AIを活用した授業に関する調査（補助資料20）
- (3) 3DCAD、AR、3Dプリンタを活用した授業に関する調査（補助資料21）

4 「問題を見だし、解決する力」の育成状況の把握

題材の学習後に、生徒を対象にして評価問題（補助資料23）及び事後質問紙調査（補助資料24）を実施し、各問題の通過率と事後質問紙調査の回答結果との相関を分析する。また、題材の学習の前後で、技術分野の授業に関するアンケート（補助資料18）を実施し、評価問題の各問題の通過率との相関を分析する。

5 小学校図画工作科における学習と中学校技術科における学習との関連の整理

生徒の小学校における学習状況を踏まえた指導を検討するために、小学校学習指導要領（平成29年告示）解説図画工作編（以下、「解説図画工作編」と表記）において、技術科と関連するものづくりなどの学習場面を整理する。整理した内容に基づき、小学校教員の指導に関する意識を把握する

ための教員質問紙調査を実施する。調査結果を基に、小学校図画工作科における学習内容と中学校技術科内容「A材料と加工の技術」との関連について整理し、指導上の配慮事項について検討する。

6 新たな価値の創造を促すために必要な教員の隠れた支援の整理

実践の前後で、3名の研究協力員に対して質問紙調査を実施し、研究協力員が実践を通して実感したニーズ探究とシーズ探究に基づく新たな価値の創造を促すために必要な教員の隠れた支援を洗い出し、整理する。

V 研究構想

1 本研究において育成を目指す資質・能力

解説技術・家庭編では、技術分野の目的を「技術革新を牽引する力」と「技術の発達を主体的に支える力」の二つの力の素地となる資質・能力を育成することとし、その資質・能力を「知識及び技能」「思考力、判断力、表現力等」「学びに向かう力、人間性等」の三つの柱で整理している。そのうち、「思考力、判断力、表現力等」の目標は「課題を解決する力」であり、次のように記されている。

生活や社会の中から①技術に関わる問題を見いだして課題を設定し、②解決策を構想し、③製作図等に表現し、④試作等を通じて具体化し、⑤実践を評価・改善するなど、課題を解決する力を養う。

(下線筆者)

この目標を五つに分けて、本研究において育成を目指す資質・能力を次のように整理した。

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">① 技術に関わる問題を見いだして課題を設定する力② 解決策を構想する力③ 製作図等に表現する力④ (構想を) 試作等を通じて具体化(製作)する力⑤ 自らの問題解決を評価・改善する力 |
|--|

上記資質・能力を育成するためには、問題を見いだして課題を設定する前段階において、生徒が実際に社会で行われている技術による問題解決の工夫について考えることが必要であり、解説技術・家庭編の各内容では、「(1) 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」として「思考力、判断力、表現力等」に関する指導事項が示されている。

本研究においては、「技術に込められた問題解決の工夫について考える力」の育成を重視し、生徒が技術の見方・考え方に気付く授業を充実することにより、上記①～⑤の資質・能力の育成を目指す。

2 本研究における「問題を見だし、解決する力」を育てる題材のデザイン

(1) 材料と加工の技術で生活上の問題を解決する題材構成

解説技術・家庭編では技術科の学習過程について、各内容を「生活や社会を支える技術」、「技術による問題の解決」、「社会の発展と技術」の要素で構成することと示している(図1)。

学習過程	既存の技術の理解	課題の設定	→ 過程 の評価 と修正 ←	技術に関する科学的な理解に基づいた設計・計画	→ 過程 の評価 と修正 ←	課題解決に向けた製作・制作・育成	→ 過程 の評価 と修正 ←	成果の評価	次の問題の解決の視点	
		・技術に関する原理や法則、基礎的な技術の仕組みを理解するとともに、技術の見方・考え方に気付く。	・生活や社会の中から技術に関わる問題を見だし、それに関する調査等に基づき、現状をさらに良くしたり、新しいものを生み出したりするために解決すべき課題を設定する。		・課題の解決策を条件を踏まえて構想(設計・計画)し、試行・試作等を通じて解決策を具体化する。		・解決活動(製作・制作・育成)を行う。		・解決結果及び解決過程を評価し、改善・修正する。	・技術についての概念の理解を深め、よりよい生活や持続可能な社会の構築に向けて、技術の評価し、選択、管理・運用、改良、応用について考える。
要素	生活や社会を支える技術	技術による問題の解決					社会の発展と技術			
内容	A 材料と加工の技術	(1) 生活や社会を支える材料と加工の技術	(2) 材料と加工の技術による問題の解決					(3) 社会の発展と材料と加工の技術		
	B 生物育成の技術	(1) 生活や社会を支える生物育成の技術	(2) 生物育成の技術による問題の解決					(3) 社会の発展と生物育成の技術		
	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	(2) エネルギー変換の技術による問題の解決					(3) 社会の発展とエネルギー変換の技術		
	D 情報の技術	(1) 生活や社会を支える情報の技術	(2) ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツに関するプログラミングによる問題の解決 (3) 計測・制御に関するプログラミングによる問題の解決					(4) 社会の発展と情報の技術		

図1 文部科学省(2017)『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説技術・家庭編』東洋館出版 p.23 から転載

前述の①～⑤の資質・能力を育成するため、本研究では、材料と加工の技術で生活上の問題を解決する題材を構成した(表1)。

表1 材料と加工の技術で生活上の問題を解決する題材構成

要素	学習過程	学習活動
項目(1) 生活や社会を支える材料と加工の技術	既存の技術の理解	・木材、金属などの材料の特性に関する実験・観察、製作品の強度や構造、切削、切断等に関する実験・観察、材料の製造方法や成形方法などの基礎的な技術の仕組みに関する実験・観察を行う。(3時間) ・生活や社会で使用されている製品について、原理・法則、仕組み、問題解決の工夫について調べる。(3時間)
項目(2) 材料と加工の技術による問題の解決	課題の設定	・生活の中から材料と加工の技術で解決する問題を見だし、課題を設定する。(1時間)
	技術に関する科学的な理解に基づいた設計・計画	・設定した課題に基づき、製作するものを構想・試作する。(2時間) ・設計を具体化して、製作に必要な図と作業計画を立案する。(3時間)
	課題解決に向けた製作・制作・育成	・安全・適切に製作や検査・点検等を行う。(5時間)
	成果の評価	・完成した製作品品について発表し、相互評価に基づいて製品や解決過程の修正・改善を考える。(1時間)
項目(3) 社会の発展と材料と加工の技術	次の問題の解決の視点	・これまでに学習した内容を振り返る。(1時間) ・より安全な生活を実現する材料と加工の技術について話し合い、自分の考えを発表する。(1時間)

(2) 「生活や社会を支える材料と加工の技術」の授業構想

「生活や社会を支える材料と加工の技術」では、研究アドバイザーである ima Design/松森木工所代表松森政仁氏の製品開発を例に、開発者が設計に込めた意図を読み取る学習活動を行う。生徒は、松森氏が作った製品を観察して調べ学習を行った後、実際に松森氏にインタビューをして、事前に調べきれなかった内容や疑問に思ったことを調査する(授業実践1)。生徒は、製品が開発された原因と過程の探究を通して、松森氏が「生活や社会における事象を、材料と加工の技術との関わりの視点で捉え、社会からの要求、生産から使用・廃棄までの安全性、耐久性、機能性、生産効率、環境への負荷、資源の有限性、経済性などに着目し、材料の組織、

成分、特性や、組み合わせる材料の構造、加工の特性等にも配慮し、材料の製造方法や、必要な形状・寸法への成型方法等を最適化」(文部科学省、2017)していることに気付く。ここでは、開発者の問題解決の工夫(社会からの要求、環境への負荷等)、仕組み(集成材製造の仕組み、成形の仕組み等)、原理・法則(材料の特性や組み合わせる部材の形状、構造等)に着目して、既存の技術を理解できるようにする。

(3) 「材料と加工の技術による問題の解決」の授業構想

「材料と加工の技術による問題の解決」は、解説技術・家庭編で示されている「問題を見いだして技術的な課題を設定する」「解決策を構想する」「試作等を通じ具体化(製作)する」「自らの問題解決を評価・改善する」の学習過程に沿って進める。

ア 「問題を見いだして技術的な課題を設定する力」を育てる授業(授業実践2)

生徒が生活上の問題を見だし、技術的な課題を設定するために、インタビュー、アンケート、インターネット検索、生成AI活用等、様々なリソースの中から情報を得る手段を選ぶ学習活動を通して、「必要な情報を得る」という方法知を獲得する授業を行う。

イ 「解決策を構想し、製作図等に表現する力」を育てる授業(授業実践3)

生徒が3DCADや3Dプリンタを活用して試作したり、AR(拡張現実)で現実世界に3Dモデルを重ねたりして、設計を再検討する授業を行う。

ウ 「試作等を通じ具体化(製作)する力」を育てる授業

生徒が学習課題を設定し、学習計画を立て、課題解決に取り組み、その過程を振り返ることで、学び方を改善していく授業を繰り返す。前時の振り返りから本時の学習課題を設定することができる振り返りシートや電動工具予約シート、製作進捗状況確認シート、お手本動画集、作業別ブースなど、生徒の学びを支える学習環境を整えておく。

エ 「自らの問題解決を評価・改善する力」を育てる授業(授業実践4)

生徒は、製作品を実際に使用してみて、どの程度問題を解決することができたかについて評価する授業を行う。

(4) 「社会の発展と材料と加工の技術」の授業構想

「社会の発展と材料と加工の技術」では、生徒は、「生活や社会を支える材料と加工の技術」及び「材料と加工の技術による問題の解決」の経験を基に、習得した技術の概念を活用し、技術の将来展望について意思決定する。具体的には、新しい材料と加工の技術の優れている点と問題点について整理した上で、新たな発想で未来の社会課題を解決する技術を構想し、生徒同士で語り合い、利用者と開発者の両方の立場から未来の技術の在り方について考える。

3 本研究におけるニーズ探究とシーズ探究に基づく新たな価値の創造を促す指導の手立て

(1) 生徒が「ニーズ探究」に取り組む学習場面の設定

問題を見いだすことが、新たな価値の創造の第一歩となる。ここでは、生徒が自ら問題を見いだすことのできる思考力等を育成する。生徒は、使用者を想定し、使用者が何を求めているかを調査する。本研究では、実地(家、学校等)調査、インターネット検索、インタビュー、写真や動画の撮影、生成AIの活用等、問題を見いだして技術的な課題を設定するために必要な情報を得るといった方法知を獲得する。生徒が「ニーズ探究」に取り組む学習場面は、「技術に関わる問題を見いだして課題を設定する力」を育てる授業(授業実践2)として位置付ける。

(2) 生徒が「シーズ探究」に取り組む学習場面の設定

シーズ(Seeds)とは、新しいアイデアやノウハウなど、新しい市場や価値を生み出す可能

性をもつ「種」を意味する。生徒は、問題の解決に向けて技術の最適な条件を探る。技術科では、社会の問題解決の過程になぞらえて、ものづくりが行われる。実験・観察等、実践的・体験的な活動を通して知識及び技能を育成し、外部人材が実際に社会で取り組んでいる技術による問題解決の過程やその際の検討・配慮事項等を学ぶことで思考力、判断力、表現力等を育成する。生徒が「シーズ探究」に取り組む学習場面は、「技術に込められた問題解決の工夫について考える力」を育てる授業（授業実践1）に位置付ける。

- (3) 生徒が「ニーズ探究とシーズ探究に基づく新たな価値の創造」に取り組む学習場面の設定
ニーズとシーズをマッチングすることで、問題を解決できる製品やシステムの具体像がイメージされ、新たな価値の創造が始まる。ニーズとシーズをマッチングさせる学習場面は、授業実践2から授業実践3に該当する。製作後の授業実践4では、製作品品によってどの程度問題を解決することができたかを振り返る。ニーズとシーズのマッチングに基づく新たな価値の創造の過程と結果を生徒自身が振り返ることにより、新たな問題解決へとつなぐ。

- (4) 学校段階間の接続を踏まえた指導

解説技術・家庭編では、指導計画の作成に当たって、「小学校における学習を踏まえるとともに、高等学校における学習を見据えて指導できるよう配慮すること」を求めている。しかし、小学校や高等学校には、技術科につながる単一の教科がない。そこで、本研究では、小学校と高等学校の間で接続に着目し、内容「A材料と加工の技術」と特に関連が強いと考えられる図画工作科との関連について整理し、小学校図画工作科の授業参観、小学校教員を対象に質問紙調査及び聞き取り調査を実施し、分析する。

- (5) 新たな価値の創造を促すための教員の隠れた支援

生徒が技術による問題の解決に取り組み、新たな価値を創造するためには、技術科の学習が単に何かをつくるという活動に終始してしまってはならない。前述した本県技術科担当教員が抱える課題からは、生徒自身が問題を見だし課題を設定する授業や生徒に学びの主導権を委ねる授業へ上手く転換できずにいる状況が推察される。指導計画、ワークシート、学習指導案等の指導方法の伝達のみでは、この課題を解決することは難しいものとする。指導方法と併せて教員の「子供観」、「学習観」、「授業観」の転換が必要である。

本研究では、研究協力員を対象とした質問紙調査と研究協力校の教員を対象とした質問紙調査の結果から、新たな価値の創造を促す授業における教員の隠れた支援を洗い出して、整理する。

4 研究構想図

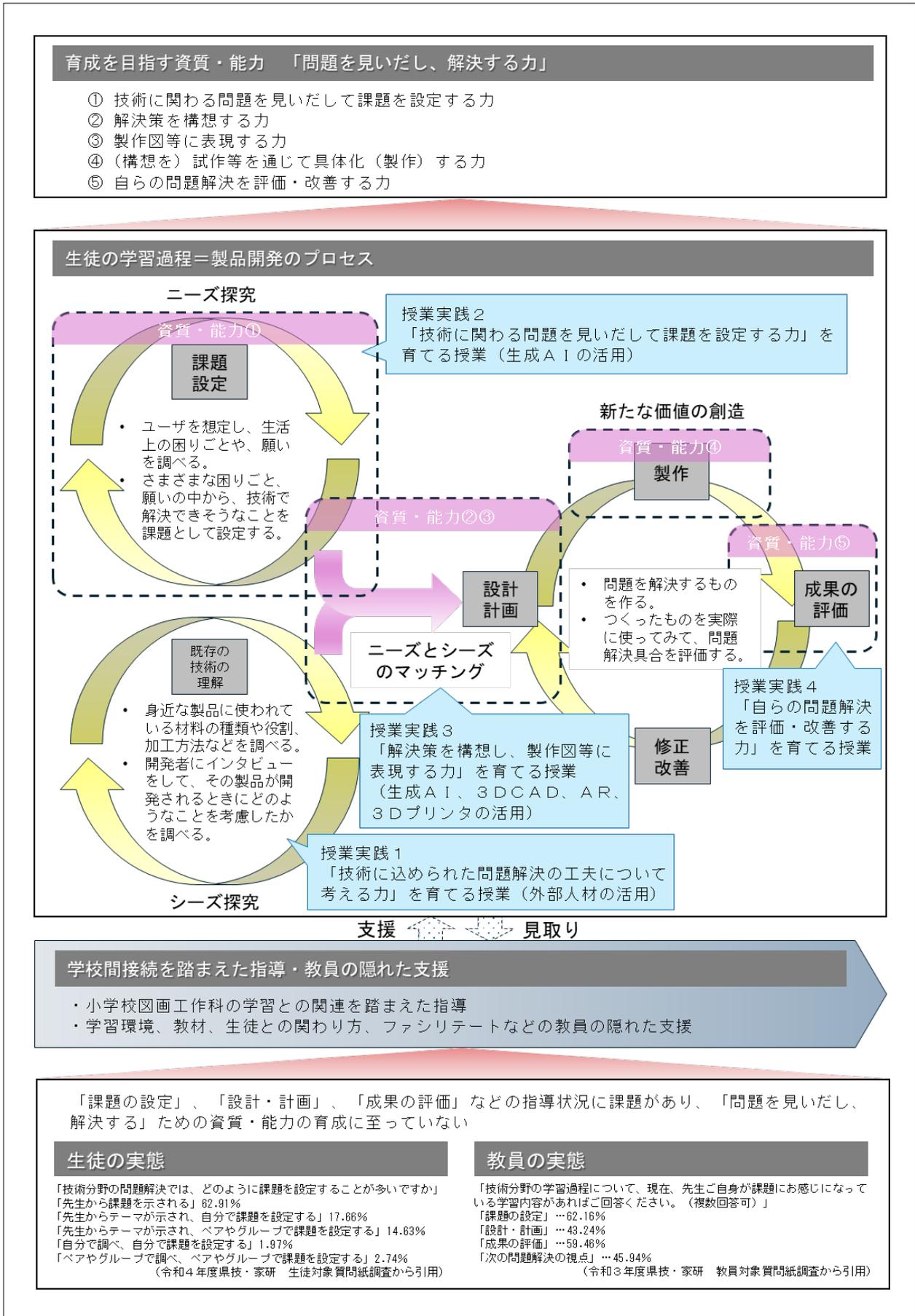


図2 研究構想図

5 検証計画

本研究で開発する中学校技術科における「問題を見だし、解決する力」を育てる題材とニーズ探究とシーズ探究に基づく新たな価値の創造を促す指導について、表2の方法で検証する。

表2 検証の方法と内容

項目	対象	方法	内容
各授業実践の教育的効果	生徒	質問紙調査	<ul style="list-style-type: none"> ・ 技術に込められた問題解決の工夫について考える授業に関するアンケート ・ 生成AIを活用した授業に関する調査 ・ 3DCAD、AR、3Dプリンタを活用した設計の授業に関する調査
「問題を見だし、解決する力」の育成	生徒	質問紙調査	・ 技術分野の授業に関するアンケート（事前・事後）
		評価問題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 評価問題及び事後質問紙調査 ・ 通過率の算出及び質問紙調査結果との相関分析
小学校図画工作科と中学校技術科の関連	研究協力校の教員	授業参観 聞き取り調査 質問紙調査	<ul style="list-style-type: none"> ・ 絵や立体、工作に表す活動の授業参観 ・ 研究対象生徒が小学6年生時の担任教員への聞き取り調査 ・ 中学校技術・家庭科技術分野と小学校図画工作科の学校段階間の接続を踏まえた指導に関する調査
	研究協力員	質問紙調査	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究協力員対象質問紙調査 ・ 研究協力員対象質問紙調査と研究協力校教員対象質問紙調査結果との相関分析
教員の隠れた支援	研究協力員	質問紙調査	・ 研究協力員対象質問紙調査（事前・事後）

VI 実践の概要

1 「技術に込められた問題解決の工夫について考える力」を育てる授業

(1) 指導計画

「技術に込められた問題解決の工夫について考える力」を育てる授業は、指導計画の4時間目から6時間目の3時間が該当する（表3）。指導計画の7時間目から18時間目は、生徒が実際に開発者の立場で、材料と加工の技術に関わる問題を見だし解決する授業である。したがって、ここでは、生徒が製作品をつくる上で検討・配慮すべき事項を幅広く捉えておく必要がある。（学習指導案は、補助資料2参照）

表3 「技術に込められた問題解決の工夫について考える力」を育てる授業の指導計画

時間	学習活動
4	松森氏が作った製品からグループで調査したい製品を選び、技術の視点から製品の工夫や仕組みを読み解く。製品を観察し、教科書、インターネット等を用いて調べ、レポートにまとめる。
5	調べ学習で調べきれなかった内容や疑問に思ったことについて、松森氏へインタビューして、製品が開発された原因と過程を調べ、製品開発の過程で働かせている技術の見方・考え方に気付く。
6	松森氏がどのような思いや考えで製品を開発しているのかについて、これまで調べた内容を、技術による問題解決のプロセス（問題発見・課題設定、設計、製作、成果の評価）に整理する。

(2) 実践概要

指導計画の5時間目の授業について、先行して実施した盛岡市立上田中学校では、松森氏の講話を軸とした授業を行い、講話後に生徒が松森氏に直接質問できる時間を設定した（図3）。松森氏の製品開発への思いや考え、製品が使用者に届くまでの流れについて詳しく学ぶことができたが、一人一人の生徒が松森氏にインタビューする時間を十分に確保することが難しかった。



図3 上田中の授業の様子

盛岡市立上田中学校での授業を受けて、授業展開を見直し、改善した授業を奥州市立胆沢中学校、釜石市立甲子中学校で実施した。盛岡市立上田中学校での松森氏の講話の映像から、いくつかの動画クリップを作成し、指導計画の4時間目の製品を調べる学習で生徒が動画クリップを視聴できるようにした。指導計画の5時間目の授業では、製品が置かれている各グループの作業台を松森氏が順に移動しながら、生徒からの質問に答える授業形態とした(図4)。生徒の「なぜ?」「どうして?」という興味・関心が学習の入口となり、松森氏の回答によって原理・法則や仕組み、製品の開発経緯や意図の理解が促された。他グループの生徒が松森氏にインタビューする場面で、松森氏の思いや考えについてメモを取る生徒の姿が見られた(図5)。授業の終末における「材料と加工の技術について、思ったことや感じたこと」という問いに対して以下のような記述が得られた。



図4 胆沢中の授業の様子

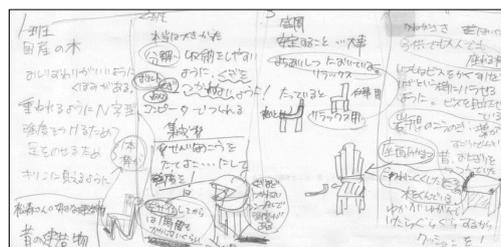


図5 インタビュー時の生徒のメモ

- 日常で使っている家具一つ一つに思いや考えがあったことを知りました。家の家具はどんな思いで作られているのか調べようと思います。
- 人のニーズに応えながら、デザインやコスト、実用性を考えるのは、プロでも大変なんだなと思いました。自分が作る時は、実用性、デザインなどを考えて作ることを大切にしたいなと感じました。
- 作るより設計の時間のほうが長いことが驚いた。どれくらいの人が使うかなどを考えていることがすごいと思った。

2 「技術に関わる問題を見いだして課題を設定する力」を育てる授業

(1) 指導計画

「技術に関わる問題を見いだして課題を設定する力」を育てる授業は、指導計画の7時間目から9時間目の3時間が該当する(表4)。本研究では、初めて技術に関わる問題を見いだして課題を設定する生徒が、適切な課題設定を行い、構想につなげることができるよう、生成AIを活用した。(学習指導案は、補助資料3参照)

表4 「技術に関わる問題を見いだして課題を設定する力」を育てる授業の指導計画

時間	学習活動
7	家族の生活の中から材料と加工の技術に関わる問題を見いだして課題を設定する。技術的な課題を設定するために必要な情報を得るための方法を選んで、ニーズを探究する。
8	生成AIの仕組み、利便性、リスク、留意点等について学習し、安全・適切なプロンプトの作成に取り組む。
9	生成AIとの対話を通して、前時に設定した技術的な課題を見直す。

(2) 実践概要

指導計画の7時間目の授業では、はじめに、「問題」と「課題」の言葉の意味について、生徒と教員で共通認識を図った。その上で、実際に自分や家族の生活上の問題を見だし、課題の設定に取り組んだ。初めて問題発見、課題設定に取り組む生徒にとって、問題と課題を一つに絞り込むことは難しいと考え、ワークシートには最大三つまで問題と課題を記述できる欄を設けた(図6)。生徒は、一人一台端末を活用して実地調査をしたり、家族にインタビューしたりするなど、

必要な情報を得る方法を考えて調査に取り組んだ(図7)。

指導計画の8時間目の授業では、生徒が生成AIを安全・効果的に活用することができるようにするため、当センターで開発した動画教材を視聴して、生成AIが得意なことや苦手なこと、問題点等を学習した。生徒は、プロンプトと呼ばれる生成AIへの指示文(以下、プロンプトと表記)の作り方を学習した後、「最も解決すべき問題に絞り込む」プロンプトを作成し、生成された回答を参考にし、問題を絞り込んだ(図8)。問題を絞り込んだ生徒は、「絞り込んだ問題を解決するための課題を設定する」プロンプトを作成し、同様に課題を設定した(図9)。いずれも教員から示された複数のプロンプト例(補助資料14~16)から自分にとって使いやすいプロンプト例を選択し、必要な情報を含むプロンプトに修正するという流れで作業を行った。

見いだした問題をかき出してみよう (解決「できない」・理由「しない」)	課題を設定してみよう (やるべきこと「何をしよう」)
(現状・困りごと) ペンがたくさんあってペン立てに入らない (整理・飾りや整頓) ペンが沢山入る引き出しが欲しい	ペンが沢山入る引き出しを作ろう
(現状・困りごと) 本棚がなくて本が入らない (整理・飾りや整頓) 本棚が欲しい	本が沢山入られて取りやすい本棚を作ろう
(現状・困りごと) 缶バッジなどが入らない (整理・飾りや整頓) 缶バッジが沢山入る容器が欲しい	缶バッジなどが沢山はいる収納容器を作ろう

図6 生徒の問題発見、課題設定の例



図7 調査内容を整理する画面

「見いだした問題から、最も解決すべき問題1~2個に絞り込む」プロンプト(指示文)の例1

あなたは[#役割]です。
[#家族の困りごと]について、[#条件]のもとで解決できるものとしてできないものに分類してください。

- #役割: 優秀なエンジニア
#家族の困りごと
-無くしものがある
-妹のランドセルが置き場ではないところにおいてある
-雑誌や単行本の置き場所がなく散らかっている
-机が散らかっている
- #条件
-日本の中学校技術・家庭科技術分野の授業で製作する
-日本の中学1年生が製作する
-材料と加工の技術を使って製作する
-使用する材料は、木材、金属板、プラスチック板

漫画や雑誌が散らかっている: 木材、金属板、プラスチック板を使用して、本棚や雑誌ラックを作成することができます。これは、家庭内だけでなく、図書館や学校などでも需要が高いです。
妹のランドセルが置き場所ではない場所においてある: ランドセルラックを作成することができます。これは、家庭内だけでなく、学校や塾などでも需要が高いです。
よく無くしものがある: 小物入れやキーホルダーを作成することができます。これは、家庭内だけでなく、オフィスや学校などでも需要が高いです。
解決できないもの:

机が散らかっている: これは個々の習慣や行動の問題であり、物理的な製品だけでは解決できない可能性があります。しかし、ペン立てや書類整理トレイなどを作成することで、一部改善することは可能です。
これらのアイデアは、中学1年生が技術・家庭科の授業で製作可能なレベルを想定しています。ただし、具体的な製作方法や安全対策については、教師の指導を受けることを強く推奨します。また、製作には適切な工具と安全装備が必要ですので、ご注意ください。安全に楽しく製作を進めてくださいね!

図8 生徒が作成した「最も解決すべき問題に絞り込む」プロンプトと生成された回答の例

「絞り込んだ問題を解決するための課題を設定する」プロンプト(指示文)の例1

あなたは[#役割]です。
[#条件]のもとで、[#家族の困りごと]を解決するための製作品として、最も魅力的なものを3つ提案してください。

- #役割: 優秀なエンジニア
#家族の困りごと: 漫画や雑誌が散らかっている
#条件
-日本の中学校技術・家庭科技術分野の授業で製作する
-日本の中学1年生が製作する
-材料と加工の技術を使って製作する
-使用する材料は、木材、金属板、プラスチック板

問題解決のフレームワークを活用して、漫画や雑誌が散らかっている家族の問題を解決するための製作品を提案します。以下は、3つの魅力的なアイデアです。

- 漫画・雑誌収納ボックス:
材料: 木材、金属板、プラスチック板
製作プロセス:
木材を切断してボックスのフレームを作成します。
金属板をボックスの外側に取り付けて耐久性を高めます。
プラスチック板をボックスの内側に取り付けて仕切りを作成します。
ボックスに漫画や雑誌を整理して収納できるスペースを設けます。
- 壁掛け漫画ラック:
材料: 木材、金属フック
製作プロセス:
木材を切断してラックのフレームを作成します。
ラックに金属フックを取り付けて漫画や雑誌を掛けるスペースを作ります。
壁に取り付けて、漫画や雑誌を整理して収納できるスペースを提供します。
- 折りたたみ式読書スタンド:
材料: 木材、ヒンジ、プラスチック板
製作プロセス:
木材を切断してスタンドのフレームを作成します。
ヒンジを取り付けてスタンドを折りたためるようにします。
プラスチック板をスタンドの上部に取り付けて漫画や雑誌を立てかけるスペースを作ります。

図9 生徒が作成した「絞り込んだ問題を解決するための課題を設定する」プロンプトと生成された回答の例

3 「解決策を構想し、製作図等に表現する力」を育てる授業

(1) 指導計画

「解決策を構想し、製作図等に表現する力」を育てる授業は、指導計画の10時間目から13時間目の4時間が該当する(表5)。(学習指導案は、補助資料3参照)

表5 「解決策を構想し、製作図等に表現する力」を育てる授業の指導計画

時間	学習活動
10	設定した課題の解決策を具体化するために、生成AIを活用して、ニーズとシーズのマッチングを図る。材料、大きさ、形状、構造などを、使用場所や加工方法などの制約条件に基づいて構想する。
11	3DCADを活用して、構想を製作図(構想図、材料取り図等)にかき表す。3D空間で設計した製
12	作品を第三角法による正投影図、等角図で出力する。
13	3Dプリンタを活用して試作したり、ARで現実世界に3Dモデルを重ねたりして、設計を審査し、改善・修正を図る。

(2) 実践概要

指導計画の10時間目の授業では、課題の解決策を具体化するために三つのプロンプト例(回答が表形式で出力されるもの、回答が箇条書きで出力されるもの、生成AIとのやりとりを通して回答が生成されるもの)を教員から示した。生徒は、必要な情報を入力してプロンプトを作成し、生成された回答を参考にして、課題の解決策の具体化に取り組んだ(図10)。

「設定した課題の解決策を具体化する」プロンプト(指示文)の例1

あなたは[#役割]です。
 [#条件]のもとで、[#使用者]の[#困りごと]を解決し、[#願い]を叶えるための製作品として、最も魅力的なものを3つ提案してください。
 結果は表形式で出力し、表の列は「おすすめ順」「製作品」「製作の難易度(★の数で5段階)」「製作品の機能」「製作品の構造」「安全性を追求する工夫」「経済性を追求する工夫」「利便性を追求する工夫」「機能性を追求する工夫」「製作の工程」

#役割: 優秀なエンジニア
 #使用者: 中学生
 #困りごと: お手紙が散らかっている
 #願い: お手紙を取り出しやすく、綺麗に収納できるボックスが欲しい
 #条件:
 -日本の中学校技術・家庭科技術分野の授業で製作する
 -製作者は、設計・製作を初めて行う日本の中学1年生
 -材料と加工の技術を使って製作する
 -使用する材料は、アカマツ(1000mm×100mm×15mm)、スギ(1000mm×100mm×15mm)、クリ(1000mm×30mm×15mm)、金属板、プラスチック板
 -使用できる工具は、さしがね、直角定規、両刃のこぎり、げんこう、ドレッサー、かんな、きり、ドライバー
 -使用できる機器は、ベルトサンダ、卓上ボール盤、電動系のご盛
 -製作時間は、13時間程度

おすすめ順	製作品	製作の難易度	製作品の機能	製作品の構造	安全性を追求する工夫	経済性を追求する工夫	利便性を追求する工夫	機能性を追求する工夫	製作の工程
1	ホチキス式お手紙ボックス	★★★☆☆	お手紙を整理・収納する	ホチキスの仕組みを活用	丸い角を使い、鋭利な部分をなくす	材料の選択と加工の最適化	取り出し口を大きく設計	ホチキスの針を使ってお手紙を留める	1.材料のカット 2.組み立て 3.仕上げ
2	スライド式お手紙ボックス	★★★★☆	お手紙をスライドで取り出す	スライド機構を組み込んだ箱	スライド部分の滑らかな動きを確保	材料の選択と加工の最適化	スライド部分の取り出し口を工夫	スライド機構の調整	1.材料のカット 2.スライド機構の組み立て 3.仕上げ
3	折りたたみ式お手紙ボックス	★★★★★	お手紙を折りたたんで収納	折りたたみ機構を持つ箱	折りたたみ部分の安定性を確保	材料の選択と加工の最適化	折りたたみ部分の取り出し	折りたたみ機構の調整	1.材料のカット 2.折りたたみ機構の調整 3.仕上げ

図10 生徒が作成した「設定した課題の解決策を具体化する」プロンプトと生成された回答の例

指導計画の11、12時間目の授業では、3DCADを活用して、構想を製作図(構想図、材料取り図等)にかき表した。3DCADで設計する際には、実際に使用する材料で大きさや接合方法等を確認しながら作業する生徒の姿が確認された(図11)。授業後、3DCADで作成した3Dデータを縮尺し、3Dプリンタを活用して試作した(図12)。

指導計画の13時間目の授業では、生徒は、3Dプリンタを活用して試作することにより、様々な観点から設計を見直し、改善・修正に取り組んだ。強度を高めるために貫板を加えたり、背板の寸法の不足分を修正したり、接合方法を再検討したりする生徒の姿が確認された。3Dプリンタを活用して試作することで、3DCADで設計した時点では気付くことができなかった検討事項(全体の寸法、

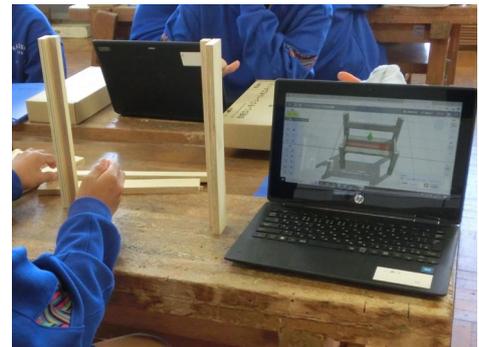


図11 3DCADで設計する生徒の様子



図12 3Dプリンタを活用した試作

各部品の寸法、接合方法、加工方法、耐久性等)に気付く生徒の姿が確認された。また、3DデータをARで現実世界に投影することで、実際の大きさを把握しようとする生徒の姿も見られた(図13)。設計の修正内容については、ワークシートに記録した(図14)。修正後は、再度、3Dプリンタで試作することを希望する生徒が多数見られた。



図13 ARを活用している様子

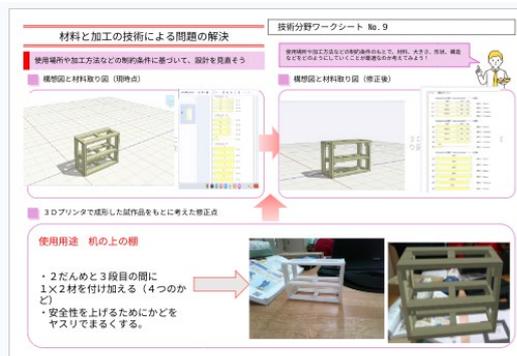


図14 修正内容をまとめたワークシートの例

4 「自らの問題解決を評価・改善する力」を育てる授業

(1) 指導計画

「自らの問題解決を評価・改善する力」を育てる授業は、指導計画の20時間目の1時間が該当する(表6)。(学習指導案は、補助資料3参照)

表6 「自らの問題解決を評価・改善する力」を育てる授業の指導計画

時間	学習活動
20	完成した製作品でどのくらい問題を解決できたかを評価する。また、設計や製作の過程に対する改善及び修正を考える。

(2) 実践概要

指導計画の19時間目までに、生徒は製作を終えた。3校とも木材や木質材料を中心とした製作であったが、生徒は目的に応じてアクリル板を加工したり、3Dプリンタを活用したりして製作する様子が見られた(図15)。製作後、生徒は完成した製作品を家庭に持ち帰り、実際に使用してみることによって自分又は家族の困りごとの解決具合を振り返った。

指導計画の20時間目の授業では、作る側と使う側の両方の立場から製作品を評価し、問題解決具合と作る時に考えた問題解決の工夫や実際に使用して感じた改善点をワークシートにまとめた(図16)。その後、他の生徒の製作品を観察して、評価コメントを学習支援アプリで送り合った(図17)。自分の製作品についてどのように使用するのかを説明し、設計に込めた意図を伝え合う生徒の様子が確認された。また、他の生徒のアイデアのすばらしさに気づき、感動する生徒の姿も見られた。



図15 3Dプリンタを活用した生徒の製作品例



図16 問題解決具合を評価する



図17 評価コメントを送り合う生徒の様子

VII 実践結果の分析・考察

1 「技術に込められた問題解決の工夫について考える力」を育てる授業における生徒の思考内容

技術に込められた問題解決の工夫について考える授業に関する調査は、指導計画の6時間目の授業後に実施した(表7)。調査票には、技術と理科や社会などの関連性を把握できる18項目から構成される技術評価観点の枠組みを用いた(森山ら、1996)。調査では、「本日の授業の中で、製品の普及について考える中で、『考えたこととして当てはまりの程度』を4段階で一つ丸を付けて下さい」と問いかけ、各項目では、A:とても考えた、B:少し考えた、C:あまり考えなかった、D:まったく考えなかった、の選択肢への回答を求めた。集計では、最も肯定的な回答Aに4点、続いて回答Bに3点、回答Cに2点、最も否定的な回答Dに1点を付し、平均値を求めた。同じ調査票、回答選択肢を用いている調査結果(川路ら、2020)を比較のために併記する。

先行実施した盛岡市立上田中学校の平均値よりも、授業改善を図った奥州市立胆沢中学校、釜石市立甲子中学校の平均値のほうが全体的に高い平均値が確認された。これは、講義形式の学習形態から、松森氏と生徒の対話を重視した学習形態へ改善したことによる影響であると考えられる。また、先行研究と比較すると、本研究における実践の平均値は全体的に高い傾向が見られた。この理由の一つとして、川路らの実践では生徒が資料を対象に調べ学習を行ったのに対し、本実践では実際に製品を開発した松森氏に質問を行い、開発の意図や背景を理解できたことが挙げられる。

表7の項目1、2、3、6、11の結果は高い平均値を示した。これは、事前打合せで、研究担当者が松森氏に対して、技術の仕組みや科学的な原理・法則、製品開発のプロセスの見える化、使用者のニーズを把握することに重点を置くよう求めたことにより、生徒の質問に対する松森氏の返答が授業のねらいに合致したものになっていたと考えられる。特に、表7の項目11の結果については、先行研究の平均値と比較すると低めではあるものの、3校とも3.4以上の平均値を示しており、生徒が技術による問題解決において使用者のニーズを把握することの重要性を認識していることが示唆される。

表7の項目9及び15の結果は、先行研究を大きく上回る平均値を示した。これらは、資源や環境についての項目であり、生徒は実際に製品を開発している松森氏との対話を通して、松森氏が使用する県産材や多様な樹種に対する生徒の興味・関心が高まっていることが推察される。一方で、表7の項目14については、先行研究と比較して平均値が低い結果となった。先行研究では、「関係する法律」についてエキスパートグループで資料を読み解く学習が行われていたが、本実践では、法律や制度の内容まで考えることが困難であったと推察される。

表7の項目18の結果は、先行研究よりやや低い平均値を示した。これは、松森氏の製品開発が一人一人の使用者の声を丁寧に聞きながら設計していくプロセスであるのに対して、先行研究で扱っている電動アシスト自転車は大量生産によって普及している製品であることの違いに起因すると考えられる。本題材は、生徒が見だし解決する問題の難易度を3年間で徐々に上げ、問題解決の空間的レベルを、自分、家族、学校、地域、社会のように広げていくことを考えて開発している。先行研究の実践は中学2年生を対象とし、生徒は地域や社会の問題解決に取り組んだものである。一方、本実践は中学1年生を対象とし、自分や家族の問題解決に取り組むことを目的としており、発達段階に応じた適切な外部人材の活用と製品の教材化が進められたものと考えられる。今後は、問題解決のレベルを徐々に上げることで、一般の人々の消費生活に与える影響や効果についても視野を広げることが期待される。

表7 技術に込められた問題解決の工夫について考える授業に関するアンケートの結果

項目	平均値 (標準偏差)				
	上田中 (n=101) (2024. 5)	胆沢中 (n=101) (2024. 7)	甲子中 (n=36) (2024. 9)	川路ら (2020)	
1	製品に使われる技術の「しくみ」や「科学的な原理」について考えた	3.45 (0.59)	3.44 (0.53)	3.69 (0.46)	3.47 (0.56)
2	製品に使われる技術の「科学的な原理」が発見されるまでの歴史や経過について考えた	2.61 (0.82)	2.98 (0.66)	3.14 (0.75)	2.55 (0.77)
3	製品に使われる技術が何のために、どのような目的で利用されるものであるかを考えた	3.58 (0.55)	3.61 (0.58)	3.75 (0.43)	3.58 (0.64)
4	製品に使われる技術を利用する際、どのような制限や注意点があるかについて考えた	3.42 (0.71)	3.54 (0.59)	3.64 (0.58)	3.29 (0.77)
5	製品に使われる技術と同じ目的をもつ「代替の技術」があるかないかについて考えた	2.77 (0.82)	3.12 (0.60)	3.25 (0.60)	2.26 (0.85)
6	製品に使われる技術が開発されるまでの歴史や経過について考えた	2.76 (0.88)	3.05 (0.76)	3.19 (0.66)	2.73 (0.91)
7	製品に使われる技術の利用が今度どのように展開していくかについて考えた	3.30 (0.85)	3.29 (0.71)	3.53 (0.64)	3.63 (0.63)
8	製品に使われる技術を人類がどの程度使いこなすことができるかについて考えた	3.03 (0.95)	3.20 (0.65)	3.31 (0.74)	2.63 (0.91)
9	製品に使われる技術を利用するためにどのような資源やエネルギー、材料が必要かについて考えた	3.40 (0.72)	3.45 (0.60)	3.61 (0.59)	2.84 (0.89)
10	製品に使われる技術の利用が原因でどのような事故が発生するかについて考えた	3.26 (0.87)	3.27 (0.66)	3.28 (0.65)	2.65 (0.96)
11	製品に使われる技術の利用が誰（あるいは、どのような立場の人々）の必要性にこたえるものであるかについて考えた	3.42 (0.73)	3.50 (0.64)	3.64 (0.54)	3.73 (0.55)
12	製品に使われる技術の開発や利用に関連してどのような意見や考え方（あるいは世論）があるかについて考えた	2.96 (0.84)	3.17 (0.69)	3.31 (0.66)	3.18 (0.79)
13	製品に使われる技術の利用によって産業や経済にどのような効果や影響を与えるかについて考えた	3.10 (0.84)	3.24 (0.73)	3.19 (0.66)	3.22 (0.79)
14	製品に使われる技術の利用に関連してどのような法律や条約、政策があるかについて考えた	3.01 (0.83)	2.87 (0.71)	2.81 (0.81)	3.23 (0.83)
15	製品に使われる技術の利用によってどのような地球環境問題が生じるかについて考えた	3.27 (0.79)	3.42 (0.75)	3.47 (0.55)	2.82 (0.97)
16	製造や生産に関わる産業に対して、製品に使われる技術がどのような影響や効果を与えるかについて考えた	3.12 (0.76)	3.37 (0.64)	3.39 (0.64)	2.84 (0.88)
17	物流や流通に関わる産業に対して、製品に使われる技術がどのような影響や効果を与えるかについて考えた	3.01 (0.76)	3.23 (0.63)	3.22 (0.75)	2.70 (0.93)
18	一般の人々の消費生活に対して、製品に使われる技術がどのような影響や効果を与えるかについて考えた	3.24 (0.85)	3.39 (0.72)	3.44 (0.60)	3.52 (0.68)

※ 各質問項目の平均値の最高値には囲み、最低値には下線を施した。

2 生成AI活用における生徒の意識

(1) 全体の傾向

本研究では、見いだした問題から、最も解決すべき問題を1～2個に絞り込む場面、絞り込んだ問題を解決するための課題を設定する場面、設定した課題の解決策を具体化する場面の三つの場面で生成AIを活用した。生成AIを活用した授業に関する調査は、指導計画の9時間目の授業後に実施した。調査票は、生徒の生成AI活用に関する理解度や興味・関心等の意識を把握するための19項目で構成した。調査では、「それぞれの質問について、当てはまるものやあなたの考えに一番近いものを選んでください。」と問いかけ、各項目では、A：とてもそう思う、B：ややそう思う、C：どちらとも言えない、D：あまりそう思わない、E：全くそう思わない、の選択肢への回答を求めた。集計では、最も肯定的な回答Aに5点、続いて回答Bに4点、Cに3点、Dに2点、最も否定的な回答Eに1点を付し、平均値を求めた（表8）。

表 8 生成 A I を活用した授業に関する調査の結果

項目		平均値 (標準偏差)			
		上田中 (n=95)	胆沢中 (n=95)	甲子中 (n=37)	全体 (n=227)
1	生成 A I の仕組み、得意なこと、苦手なこと、問題点などについて理解できた。	4.28 (0.72)	4.32 (0.73)	4.43 (0.64)	4.32 (0.71)
2	授業で視聴した「生成 A I 説明動画」の内容は、わかりやすかった。	4.33 (0.77)	4.39 (0.70)	4.14 (0.91)	4.32 (0.77)
3-1	「見いだした問題から、最も解決すべき問題を 1~2 個に絞り込む」ときに、生成 A I が役に立った。	3.96 (1.08)	4.18 (0.87)	4.54 (0.68)	4.27 (0.97)
3-2	3-1 の理由 (自由記述)	補助資料 20 参照			
4-1	「絞り込んだ問題を解決するための課題を設定する」ときに、生成 A I が役に立った。	4.22 (1.05)	4.54 (0.77)	4.49 (0.79)	4.40 (0.91)
4-2	4-1 の理由 (自由記述)	補助資料 20 参照			
5-1	「設定した課題の解決策を具体化する」ときに、生成 A I が役に立った。	4.27 (0.98)	4.39 (0.97)	4.00 (1.16)	4.28 (1.01)
5-2	5-1 の理由 (自由記述)	補助資料 20 参照			
6	生成 A I を使うことによって、自分一人だけでは思いつかなかったアイデアを得ることができた。	4.46 (0.97)	4.74 (0.46)	4.57 (0.79)	4.59 (0.78)
7	生成 A I を使っても、思い通りの答えが出てこないことがあった。	3.23 (1.18)	3.55 (1.21)	3.38 (1.17)	3.39 (1.20)
8	生成 A I と人間の知恵を組み合わせると、よりよい解決方法を考えることができた。	4.42 (0.76)	4.45 (0.78)	4.32 (0.81)	4.42 (0.78)
9	今後、誰かの困りごとを見つげるときには、生成 A I を使いたい。	3.68 (1.05)	4.21 (1.04)	3.73 (0.92)	3.91 (1.05)
10	今後、誰かの困りごとを解決するためにつくるものを決めるときには、生成 A I を使いたい。	3.91 (1.03)	4.08 (1.01)	3.81 (1.01)	3.96 (1.02)
11	今後、作るもののイメージを具体化していくときには、生成 A I を使いたい。	4.34 (0.88)	4.34 (0.96)	4.19 (0.90)	4.31 (0.92)
12-1	生成 A I を使った学習は、自分の学び方 (学習スタイル) に合っていた。	3.81 (1.09)	4.08 (1.01)	4.22 (0.81)	3.99 (1.03)
12-2	12-1 の理由 (自由記述)	補助資料 20 参照			
13	生成 A I を使った授業は楽しかった。	4.36 (0.86)	4.54 (0.78)	4.57 (0.64)	4.47 (0.80)
14	生成 A I を使うことに興味をもった。	4.16 (1.02)	4.38 (0.88)	4.32 (0.77)	4.28 (0.93)
15	生成 A I を使った授業をもっと受けたいと思う。	4.07 (1.07)	4.33 (0.92)	4.38 (0.75)	4.23 (0.97)
16	生成 A I を使って得たアイデアをそのまま使わず、誰かと相談したいと思う。	3.77 (1.00)	3.96 (1.05)	3.84 (1.15)	3.86 (1.05)
17	生成 A I を使った授業に積極的に参加することができた。	4.35 (0.83)	4.53 (0.71)	4.43 (0.72)	4.44 (0.77)
18	生成 A I を使って問題発見、課題設定、構想をする学習活動に取り組むのが楽しかった。	3.93 (0.99)	4.21 (0.98)	4.38 (0.75)	4.12 (0.97)
19	生成 A I を使った学び方を他教科の授業や家庭学習などに生かしたいと思う。	4.00 (1.05)	4.20 (1.00)	4.38 (0.78)	4.15 (1.00)

全体的に、ほとんどの項目で平均値が 4 点以上と高評価を示しており、3 校ともに類似した評価傾向が見られた。標準偏差は多くの項目で 0.7~1.0 の範囲内に収まり、評価が比較的安定している。特に高評価だった項目を以下に示す。

- ・項目 6 「生成 A I を使うことによって、自分一人だけでは思いつかなかったアイデアを得ることができた。」 (平均値 4.59)
- ・項目 13 「生成 A I を使った授業は楽しかった。」 (平均値 4.47)
- ・項目 17 「生成 A I を使った授業に積極的に参加することができた。」 (平均値 4.44)
- ・項目 8 「生成 A I と人間の知恵を組み合わせると、よりよい解決方法を考えることができた。」 (平均値 4.42)

一方、相対的に低評価だった項目は以下の通りである。

- ・項目16「生成A I を使って得たアイデアをそのまま使わず、誰かと相談したいと思う。」

(平均値 3.86)

- ・項目9「今後、誰かの困りごとを見つけるときには、生成A I を使いたい。」(平均値 3.91)

表8の項目1、2の結果は、ともに高い平均値を示しており、生成A I の仕組みや特性が生徒に理解しやすいものであったことが示唆される。本研究で開発した「生成A I 説明動画」を用いた生成A I の仕組みと使い方の学習は効果的であり、指導方法の再現性も確認された。

表8の項目9の結果から、問題発見場面での活用意欲の平均値は 3.91 と相対的に低いことが示された。この結果は、生徒が既に取り組んでいる家族へのインタビューや実地調査、現状観察等の効果を実感しているため、問題発見場面での生成A I 活用に対する意欲が低下している可能性を示唆している。また、「技術に込められた問題解決の工夫について考える力」を育てる授業に招聘した松森氏のニーズ探究の取組の影響によるものと考えられる。

表8の項目6の平均値は 4.59 と最も高く、生徒は生成A I の効果として、一人では思いつかないアイデアの獲得の支援を実感していることが示唆される。加えて、表8の項目8の結果から、生成A I と人間の知恵を組み合わせることで、よりよい解決方法を考えることができたことが確認された。

一方で、表8の項目7の平均値は 3.39 に留まり、思い通りの結果が得られない生徒が確認されており、支援の必要性が示唆される。また、表8の項目12の平均値は 3.99、標準偏差は 1.03 であることから、学習スタイルについては、個人差が見られ、今後、多様な生徒への支援の方法を検討する必要がある。

(2) 各学習場面における生成A I の有用性

表8の項目3に対する回答結果(表9)から、問題を絞り込む場面で生成A I が優先順位付けを効果的に支援したことが示唆された。また、表8の項目4に対する回答結果(表10)から、課題を設定する場面で生成A I による具体的な解決策の提示が適切な課題設定に寄与したことが示唆された。さらに、表8の項目5に対する回答結果(表11)から、課題の解決策を具体化する場面での具体的なイメージの形成や実現可能性の検討に役立ったと考えられる。

表9 「問題を絞り込む場面」での生成A I の活用についての評価 (n=227)

表8項目3-1「見いだした問題から、最も解決すべき問題を1~2個に絞り込む」ときに、生成A I が役に立った。		
評価	人数(割合)	項目3-2の主な記述(○:肯定的な回答、△:否定的な回答)
とても思う	116 (51.1%)	○ 生成A I を使うと、客観的に問題を理解し、絞り込むことができた。 ○ 困りごとを優先順位が高い方から絞ってくれたのでとても役に立った。 ○ 自分の意見だけで絞り込めないところもA I の意見も加わって絞り込みやすかった。 △ 回答を参考にはしたが、自分で決めたから。
やや思う	59 (26.0%)	
どちらとも言えない	37 (16.3%)	
あまりそう思わない	11 (4.8%)	
全くそう思わない	4 (1.8%)	

表10 「課題を設定する場面」での生成A I の活用についての評価 (n=227)

表8項目4-1「絞り込んだ問題を解決するための課題を設定する」ときに、生成A I が役に立った。		
評価	人数(割合)	項目4-2の主な記述(○:肯定的な回答、△:否定的な回答)
とても思う	121 (53.3%)	○ 自分の思っていたアイデアより良いアイデアを出してくれたから。 ○ 材料や必要なものを書いてくれたり画像も載せてくれて分かりやすかったです。 ○ しぼった物からさらに課題を見つけることができた。 ○ キャスターをつけるか迷っているときに、付けた時のメリットやデメリットを教えてくれたので役に立った。 △ 正直作ることができないものも混ざっていて少し困った。
やや思う	61 (26.9%)	
どちらとも言えない	28 (12.3%)	
あまりそう思わない	13 (5.7%)	
全くそう思わない	4 (1.8%)	

表11 「課題の解決策を具体化する場面」での生成A Iの活用についての評価 (n=227)

表8項目5-1「解決策を具体化する」ときに、生成A Iが役に立った。		
評価	人数 (割合)	項目5-2の主な記述 (○：肯定的な回答、△：否定的な回答)
とてもそう思う	127 (55.9%)	○ 自分の中での条件を加えるとそれに応じて、提案内容が具体的になったから。 ○ 自分の作りたいもののイメージが鮮明に頭に浮かんだし、画像などは特に役立った。 ○ 必要な道具を、大きさなど、細かい部分まで教えてくれたから。 △ 生成A Iが作ったイメージが分かりにくかった、自分のアイデアのほうがよかった。
ややそう思う	57 (25.1%)	
どちらとも言えない	24 (10.6%)	
あまりそう思わない	11 (4.8%)	
全くそう思わない	8 (3.5%)	

(3) 生徒の学習スタイルとの適合

表8の項目12に対する回答結果(表12)から、本実践において生成A Iは、生徒のアイデア創出を支援し、様々な観点や立場から問題を見いだして課題を設定し、構想を考える学習を促進させたことから多くの生徒の学習スタイルに適合したことが示唆された。また、生徒の学習意欲の向上、時間の効率的な活用という効果も確認された。生徒は生成A Iを支援ツールや相談相手として認識しており、教員とは異なる補完的な役割として捉えている記述が複数見られた。さらに、生徒は生成A Iが提供する情報を鵜呑みにせず、事実かどうかを確認する必要があるなど、生成A Iの活用に対して一定の批判的視点をもつことができている記述も確認された。

表12 生徒の学習スタイルとの適合についての評価 (n=227)

表8項目12-1生成A Iを使った学習は、自分の学び方(学習スタイル)に合っていた。		
評価	人数 (割合)	項目12-2の主な記述 (○：肯定的な回答、△：否定的な回答)
とてもそう思う	82 (36.1%)	○ 自分や友達だけでなく先生や生成A Iの力を借りて自分にあったアイデアを生成して構想図にまとめることができたから。 ○ いろいろなことをしれて前とは違う考えができるようになったから。 ○ 分からないことがあれば、生成A Iに聞いて学習することができて、とても便利だから。 ○ あまり案が思いつかない時などは時間をたくさん使ってしまうが、生成A Iを使用することで、時間を省くことができるから。 ○ たのしかったしわかりやすかった。 △ 意見などを目的に合わせて提案してくれるのはいいが、間違った情報などがあることもあるから。 △ 確かに生成A Iは楽だけど自分で考えることも大事だと思うからです。 △ したい質問を文章化するのが難しかった。 △ 自分の案を他の人に見せて、そこからどんどんアイデアを膨らませるほうが楽しいから。
ややそう思う	92 (40.5%)	
どちらとも言えない	28 (12.3%)	
あまりそう思わない	19 (8.4%)	
全くそう思わない	6 (2.6%)	

3 3DCAD、AR、3Dプリンタ活用における生徒の意識

(1) 全体の傾向

3DCAD、AR、3Dプリンタを活用した設計の授業に関する調査は、指導計画の14時間目の授業後に実施した。調査票は、3DCAD、AR、3Dプリンタの活用することの楽しさ、理解度、将来性等に関する意識を把握するための26項目で構成した。調査では、「それぞれの質問について、当てはまるものやあなたの考えに一番近いものを選んでください。」と問いかけ、各項目では、A：とてもそう思う、B：ややそう思う、C：どちらとも言えない、D：あまりそう思わない、E：全くそう思わない、の選択肢への回答を求めた。集計では、最も肯定的な回答Aに5点、続いて回答Bに4点、Cに3点、Dに2点、最も否定的な回答Eに1点を付し、平均値を求めた(表13)。なお、盛岡市立上田中学校においては、AR教材が一人一台端末の環境に適合しなかったため、ARの活用を見合わせた。

表13 3DCAD、AR、3Dプリンタを活用した設計の授業に関する調査の結果

項目	項目	平均値 (標準偏差)			
		上田中 (n=98)	胆沢中 (n=97)	甲子中 (n=35)	全体 (n=230)
1	3DCADで設計するのは楽しかった。	4.51 (0.89)	4.31 (0.82)	4.71 (0.67)	4.45 (0.84)
2	3DCADを使うことで、設計に対する興味や関心が高まった。	4.24 (1.02)	4.32 (0.84)	4.49 (0.82)	4.31 (0.92)
3	3DCADを使うことで、設計した立体の具体的なイメージがつかみやすくなった。	4.60 (0.76)	4.53 (0.71)	4.83 (0.62)	4.60 (0.72)
4	3DCADを使うことで、設計した立体の寸法やスケール感がわかりやすくなった。	4.34 (0.86)	4.32 (0.80)	4.66 (0.64)	4.38 (0.81)
5	3DCADを使うことで、設計の修正点や改善点を見つけやすくなった。	4.32 (0.91)	4.45 (0.72)	4.66 (0.73)	4.43 (0.81)
6	3DCADを使って見つけることができた設計の修正点や改善点を教えてください。	補助資料 21 参照			
7	3DCADを使うことで、設計を修正しやすくなった。	4.55 (0.75)	4.64 (0.77)	4.71 (0.67)	4.61 (0.74)
8	3DCADを使うことで、自分のアイデアを友達に説明しやすくなった。	4.21 (0.91)	4.19 (0.92)	4.49 (0.82)	4.24 (0.90)
9	3DCADの技術は、将来の仕事や学習に役立つと思う。	4.13 (0.97)	4.29 (0.85)	4.37 (0.81)	4.24 (0.90)
10	ARを使うことは楽しかった。		4.12 (1.05)	4.34 (0.80)	4.18 (0.99)
11	ARを使うことで、設計に対する興味や関心が高まった。		4.13 (1.01)	4.29 (0.83)	4.17 (0.96)
12	ARを使うことで、設計した立体の具体的なイメージがつかみやすくなった		4.36 (0.87)	4.63 (0.73)	4.43 (0.84)
13	ARを使うことで、設計した立体の寸法やスケール感がわかりやすくなった。		4.45 (0.84)	4.63 (0.73)	4.50 (0.81)
14	ARを使うことで、自分のアイデアを友達に説明しやすくなった。		4.07 (0.97)	4.23 (0.84)	4.11 (0.94)
15	ARを使うことで、もっと自分で調べたり試したりしたくなった。		4.02 (1.05)	4.11 (1.05)	4.05 (1.05)
16	ARを使うことで、設計の修正点や改善点を早めに見つけることができた。		4.11 (1.01)	4.17 (1.04)	4.13 (1.01)
17	ARを使って見つけることができた設計の修正点や改善点を教えてください。		補助資料 21 参照		
18	ARを使うことで、現実の世界とデジタルの情報をつないで考えることができた。		4.23 (0.95)	4.29 (0.89)	4.24 (0.93)
19	ARの技術は、他の教科等の授業や日常生活で使えそうだと思う。		4.22 (0.87)	4.20 (0.93)	4.21 (0.88)
20	3Dプリンタを使って試作品をつくるのは楽しかった。	4.40 (0.84)	4.36 (0.86)	4.69 (0.63)	4.43 (0.82)
21	3Dプリンタを使うことで、設計に対する興味や関心が高まった。	4.30 (1.05)	4.32 (0.88)	4.49 (0.78)	4.34 (0.94)
22	3Dプリンタを使うことで、設計した立体の具体的なイメージがつかみやすくなった。	4.48 (0.81)	4.45 (0.80)	4.69 (0.68)	4.50 (0.79)
23	3Dプリンタを使うことで、設計の修正点や改善点を見つけやすくなった。	4.32 (0.96)	4.42 (0.84)	4.23 (1.14)	4.35 (0.94)
24	3Dプリンタを使って見つけることができた設計の修正点や改善点を教えてください。	補助資料 21 参照			
25	3Dプリンタの技術は、他の教科等の授業や日常生活でも役立つと思う。	4.12 (0.90)	4.27 (0.88)	4.51 (0.78)	4.24 (0.88)
26	3Dプリンタの技術は、私たちの社会や産業により影響を与えらると思う。	4.40 (0.77)	4.37 (0.83)	4.37 (0.81)	4.38 (0.80)

すべての項目の平均値が5点満点中4.0以上を示しており、全体として高い教育効果を上げていることが確認された。

特に高評価だった項目を以下に示す。

- ・項目7「3DCADを使うことで、設計を修正しやすくなった。」(平均値4.61)
- ・項目3「3DCADを使うことで、設計した立体の具体的なイメージがつかみやすくなっ

- た。」(平均値 4.60)
- ・項目22「3Dプリンタを使うことで、設計した立体の具体的なイメージがつかみやすくなった。」(平均値 4.50)
- ・項目13「ARを使うことで、設計した立体の寸法やスケール感がわかりやすくなった。」(平均値 4.50)
- ・項目1「3DCADで設計するのは楽しかった。」(平均値 4.45)

一方、相対的に低評価だった項目は以下の通りである。すべてAR関連の項目であるが、いずれも4点以上で高評価である。

- ・項目15「ARを使うことで、もっと自分で調べたり試したりしたくなった。」(平均値 4.05)
- ・項目14「ARを使うことで、自分のアイデアを友達に説明しやすくなった。」(平均値 4.11)
- ・項目16「ARを使うことで、設計の修正点や改善点を早めに見つけることができた。」(平均値 4.13)
- ・項目11「ARを使うことで、設計に対する興味や関心が高まった。」(平均値 4.17)
- ・項目10「ARを使うことは楽しかった。」(平均値 4.18)

(2) 3DCADの教育的効果

3DCADを活用した授業は、総じて高い教育効果を示しており、その効果は複数の側面にわたっている。全体平均評価は5点満点中4.41を記録した。

表13の項目7の平均値は4.61と最も高く、「木取り図を見て木材の形を変え、作りやすくした」という記述からも、設計の修正の容易性において効果が見られた。

表13の項目5は平均値4.43であり、「裏側の支えがない」「前に重心が偏っている」「平面だと死角で見えないところが3DCADだといろんな方向から見れて、長さが足りないところが見つけられた」という記述からも、設計上の問題点の早期発見に効果的であったことがうかがえる。

表13の項目3の平均値は4.60と高評価であり、「とてもそう思う」と回答した生徒の割合が全体の70.3%であった。「頭の中でしかわからなかったことがしっかり画面で表現できた」という記述からも、3DCADの活用が生徒の空間認識の支援として効果的であったと考えられる。

表13の項目4の平均値は4.50であり、「サイズが分かりやすくなった。全体のバランスがわかりやすい」という記述からもスケール感の理解に寄与したことがうかがえる。

表13の項目1の平均値は4.45、表13の項目11の平均値は4.31であり、3DCADの活用が生徒のモチベーションの向上と内発的動機付けの促進につながったと考えられる。

表13の項目8の平均値は4.24であり、友達とのコミュニケーションツールとしての活用可能性が示唆された。

表13の項目9の平均値は4.24であり、現実世界との接続に関する意識の高まりが確認された。

3DCADの活用は、多面的な教育効果をもたらしており、特に設計の修正の容易性と立体イメージの形成において顕著な効果が見られた。

(3) ARの教育的効果

ARは他のツールと比較するとやや低評価であるものの、全体として高い教育効果を示している。全体平均評価は5点満点中4.23を記録した。

特に、表13の項目13の平均値は4.50と最も高く、「自分が作って入れたいものが入るかや逆に大きすぎるかななどのサイズ感などを知ることができた」という記述からも、実寸大での表示により現実空間での大きさを体感的に理解することができたことがうかがえる。

表 13 の項目 18 の平均値は 4.24、表 13 の項目 19 の平均値は 4.21 であり、デジタルと現実の境界を超えた学習体験の提供や、学習内容の実生活への応用可能性が認識されたものと考えられる。

表 13 の項目 15 の平均値は 4.05 と全項目中最も低い評価であったが、それでも 4 点以上の高評価を得ており、学習意欲や情意面への効果が確認された。

AR の活用は、立体認識の支援、実物大でのスケール感の体験的理解などの教育効果をもたらしている。特に、設計したものを実物大で体験できる点は、3DCAD や 3D プリンタをつなぐ重要な役割を担っていると考えられる。

(4) 3D プリンタの教育的効果

3D プリンタを活用した授業は、全体として高い教育効果を上げていることが確認された。全体平均評価は 5 点満点中 4.37 を記録した。

表 13 の項目 22 の平均値は 4.50 であり、「色々な角度から見えて分かりやすかった」「実際に形になるのでイメージしやすい」という記述から、立体的な思考の支援に寄与したものと考えられる。「スケール感や実際の見た目を想像できるようになった」という記述からも、生徒の空間認識を適切に支援していることが示唆される。

表 13 の項目 20 の平均値は 4.43 であり、表 13 の項目 21 の平均値は 4.34 であった。自分が考えたものが実際に形になる喜びに関するコメントが多数確認されていることから、3D プリンタの活用が生徒の学習意欲の向上や設計に対する興味・関心の高まりに寄与していると考えられる。

表 13 の項目 25 の平均値は 4.24 であり、生徒は 3D プリンタの活用を教科横断的な文脈で捉えている傾向が見られる。この結果は、技術科での学びが他の教科等の学びにも転用できるという認識が形成されていると考えられる。

表 13 の項目 26 の平均値は 4.38 であり、本実践の学習が実社会とつながっているという認識が形成されていると考えられる。

以上のことから、3DCAD は設計の修正のしやすさ、立体イメージの形成に、AR は寸法・スケール感の把握や現実との接続に、3D プリンタは物理的検証、強度や構造の体感的理解に特に効果的であると考えられる。これらをシームレスに活用することにより、高い教育効果が得られると考えられる。

3DCAD、AR、3D プリンタの連携的活用は、技術科の学習においてデジタルと現実をつなぐ新たな学習環境を創出する可能性を示している。

4 「問題を見だし、解決する力」の育成状況

(1) 本研究において育成を目指す資質・能力の分析

本研究で開発した題材の実践を通して育成した資質・能力を調査するため、評価問題を作成し、実施した。調査は、研究協力員が 2025 年 3 月に本実践を終えた中学 1 年生 (246 名) を対象として行った。データの分析対象は、欠席等で評価問題、事後質問紙調査、技術分野の授業に関するアンケート (事後) のいずれかを実施できなかった生徒を除いた 222 名とした。全 6 問のうち、相当数の生徒ができていると考えられるものが 3 問、課題があると考えられるものが 1 問であった。問題 4 の通過率が最も低く 27.0%、問題 1 の通過率が最も高く 85.1% であった (表 14)。

表14 評価問題の各問題の評価項目及び通過率

問題番号	問題の内容	評価項目	通過率 (%)
1	生活の中から材料と加工の技術に関わる問題を見いだして課題を設定する問題	技術に関わる問題を見いだして課題を設定する力	85.1
2	与えられた条件を満たす解決策を、複数の要素を考慮しながら構想する問題	解決策を構想する力	77.0
3	3DCADで作成した立体を第三角法による正投影図に表す問題	製作図等に表現する力	72.5
4	試作等を通じて設計を改善する問題	(構想を) 試作等を通じて具体化(製作)する力	27.0
5	作ったものを評価し、改善する問題	自らの問題解決を評価・改善する力	59.9
6	製品の開発過程の理解に関する問題	技術による問題解決の過程の理解	65.8

評価問題全6問の通過率と技術分野の授業に関するアンケート(事後)の回答の相関を分析した結果、相関係数の値が相対的に大きい4項目を整理した(表15)。最も相関の高かった項目は「新しい製品を購入するとしたら、デザインや価格だけでなく、性能などについて調べてから選びたいと思いますか」である。この項目は、複数の側面から製品選択を考える姿勢や情報収集の重要性を理解していることと評価問題の得点との間に弱いながらも関連があることを示している。「ものづくりを行うときには、粘り強く取り組もうとしていますか」も比較的高い相関を示している。この結果は、粘り強く取り組む姿勢が学習成果にポジティブな影響を与える可能性を示唆している。「ものづくりを行うときは、先人の知恵や工夫を生かそうとしていますか」も比較的高い相関を示し、過去の知識や経験を尊重し活用する態度が学習成果と関連していることが分かる。相関係数はいずれも弱いながらも、生徒の態度や意識と学習成果との間に一定の関連性が示された。特に「粘り強さ」「先人の知恵を活かす姿勢」「他者のアイデアを尊重する姿勢」「複数の側面から物事を考える姿勢」などが重要であることを示唆している。

表15 評価問題の通過率と事後質問紙調査の各項目の相関分析(有意差が認められた項目)

順位	質問項目	相関係数 r	高得点群 平均	低得点群 平均	差
1	新しい製品を購入するとしたら、デザインや価格だけでなく、性能などについて調べてから選びたいと思いますか	0.1666	3.75	3.50	0.25
2	ものづくりを行うときには、粘り強く取り組もうとしていますか	0.1618	3.68	3.50	0.19
3	ものづくりを行うときは、先人の知恵や工夫を生かそうとしていますか	0.1597	3.35	3.21	0.14
4	他の人のアイデアを大切にしていますか	0.1440	3.68	3.60	0.09

※高得点群(70%以上):63名、低得点群(70%未満):159名

ア 「技術に関わる問題を見いだして課題を設定する力」の分析

生活の中から材料と加工の技術に関わる問題を見いだして課題を設定する問題(問題1)の通過率は85.1%であった。このことから、技術に関わる問題を見いだして課題を設定する力は、相当数の生徒に身に付いていると考えられる。

「問題を見いだして課題を設定するとき、どのような方法を選びますか(複数回答可)」という質問に対する回答と問題1の通過率との相関関係を分析し、有意差又は有意傾向があった選択肢を整理した(表16)。「自分の経験を思い出す」という方法を選択した生徒は、選択しなかった生徒と比較して問題1の通過率が13.1%高く、統計的に有意な差が認められた。また、「現状を観察する」という方法を選択した生徒は、選択しなかった生徒と比較して問題

1の通過率が12.4%高く、統計的に有意傾向が認められた。このことから、「自分の経験を思い出す」や「現状を観察する」という方法を選択する生徒は、問題を見だし課題を設定する学習において、適切に課題を設定することができていると考えられる。

有意差のあった二つの選択肢の組合せパターンによる問題1の通過率を分析した(表17)。「現状を観察する」と「自分の経験を思い出す」の二つ選択肢のうち少なくとも一つを選択した生徒は、両方を選択しなかった生徒より明らかに高い通過率を示した。「現状を観察する」のみを選んだ場合でも95.0%という高い通過率であり、これは単独で最も効果的な問題解決手法であることを示唆している。全体的には、選択肢を複数選択した生徒のほうが、一つだけ選択した生徒よりも高い通過率を示す傾向が見られた。ただし、全て選択するなど選択肢が多すぎる場合も通過率が下がる傾向が確認された。また、「インターネットで検索する」のみを選択した生徒の通過率は33.3%と著しく低く、これだけでは問題を見だし課題を設定することができない可能性を示唆している。このことから、中学1年生が材料と加工の技術に関する問題を見だし課題を設定するためには、生活経験が重要な役割を果たしており、「現状を観察する」という実践的な方法を選択することが効果的であると考えられる。

表16 「問題を見だして課題を設定するとき、どのような方法を選びますか」という質問への回答と問題1の通過率の相関分析

選択肢	選択者数(人)	選択率(%)	選択者の通過率(%)	非選択者の通過率(%)	通過率の差(%)	カイ二乗値	有意確率 p	
自分の経験を思い出す	116	52.3	91.4	78.3	13.1	6.48720	0.03902	*
現状を観察する	75	33.8	93.3	81.0	12.4	5.07684	0.07899	†

† $p < 0.10$ * $p < 0.05$

表17 「現状を観察する」と「自分の経験を思い出す」の組合せパターンによる問題1の通過率の分析

選択肢の組合せ	回答者数(人)	正解者数(人)	通過率(%)
現状を観察するのみ選択	20	19	95.0
現状を観察する+自分の経験を思い出す	55	51	92.7
自分の経験を思い出すのみ選択	61	55	90.2
両方とも選択していない	86	64	74.4

「生活上の困りごとを解決する製品を自分で設計して作ってみたいと思いますか」という質問に肯定的な回答をした生徒の割合は全体の87.0%に上り、本実践の授業内容に対する興味・関心が高い傾向が見られる(表18)。肯定的な回答をした生徒の問題1の通過率は87.6%であり、否定的な回答をした生徒の問題1の通過率69.0%よりも18.6%高く、統計的に有意な差が認められた(表19)。このことは、技術に関わる問題を見だして課題を設定する力と、生活上の困りごとを解決する製品の設計への意欲との間に関連性があることを示唆している。

表18 「生活上の困りごとを解決する製品を自分で設計して作ってみたいと思いますか」という質問への回答と問題1の通過率のクロス集計

	問題1の正答数(割合)	問題1の誤答数(割合)	合計(割合)
肯定的回答	169 (87.6%)	24 (12.4%)	193 (100.0%)
否定的回答	20 (69.0%)	9 (31.0%)	29 (100.0%)
合計	189 (85.1%)	33 (14.9%)	222 (100.0%)

※肯定的回答:「そう思う」「どちらかといえばそう思う」、否定的回答:「どちらかといえばそう思わない」「そう思わない」を示す。()内は行ごとの割合。

表19 「生活上の困りごとを解決する製品を自分で設計して作ってみたいと思いますか」という質問への回答と問題1の通過率の統計分析結果

統計指標	値	解釈
カイ二乗値	6.8917	有意差あり ($p < 0.05$)
オッズ比	3.1688	肯定的な態度をもつ生徒は問題1に正答する確率が高い
ϕ 係数	0.1762	弱い関連性
通過率の差	18.6%	肯定的な態度をもつ学生のほうが通過率が高い

イ 「解決策を構想する力」の分析

与えられた条件を満たす解決策を、複数の要素を考慮しながら構想する問題（問題2）の通過率は77.0%であった。このことから、多くの生徒が、与えられた条件を満たす適切な解決策の構想を選択することができていると考えられる。

「構想を具体化するとき、どのようなことを考えますか」の質問に対する回答について、相関分析を行ったところ、「準備できる材料」という選択肢のみで有意な相関が見られた(表20)。

通過率の差が大きかった選択肢は、「形」と「準備できる材料」である。これらを選択した生徒は、選択しなかった生徒よりも問題2の通過率が15%程度低かった。問題2は、6本の調味料びんの収納とスマートフォンの設置という機能を実現する適切なスケッチを選ぶ問題であるが、「形」に過度に注目した生徒は、機能性より見た目や形状に重点を置いてスケッチを選んだ可能性があると考えられる。また、「準備できる材料」については、材料の準備が不十分であることが、設計や製作の過程において障害となり得ることを示している。「準備できる材料」を過度に注目することで、生徒の構想の柔軟性が失われる可能性があるため、構想の前の段階で材料の準備を行うなど学習環境づくりを丁寧に行うことが重要であると考えられる。

「材料の切断や部品加工、接合の仕方」や「使いやすさ」を選択した生徒は、選択しなかった生徒よりも問題2の通過率が5～6%程度高かった。これらは、実用性や実現可能性に関わる要素であり、機能的な側面を重視する考え方につながっていると考えられる。

「構想を具体化するとき、どのようなことを考えますか」という質問に対する選択理由の記述回答を分析したところ、問題2の正解者は「使いやすさ」「使う」「壊れ」「作り」「デザイン」などのキーワードを不正解者よりも多く使用していることが分かった。このことは、正解者が製品の機能性や実用性に注目していることを示唆している。一方、不正解者は「時間」「見た目」「材料」などのキーワードを相対的に多く使用しており、製作時間や外観に重点を置いている可能性があると考えられる。

表20 「構想を具体化するとき、どのようなことを考えますか」という質問の各選択肢と問題2の通過率の相関分析

選択肢	選択者数 (人)	選択率 (%)	選択者の 通過率 (%)	非選択者 の通過率 (%)	通過率 の差 (%)	相関係数 ϕ	有意確率 p	
デザイン	146	65.8	78.1	75.0	3.1	0.0348	0.8744	
予算内で入手できるか(価格)	118	53.2	72.9	81.7	-8.9	-0.1050	0.2943	
使いやすさ	194	87.4	77.8	71.4	6.4	0.0506	0.7529	
使う場所	182	82.0	76.4	80.0	-3.6	-0.0331	0.8853	
使用できる工具や機器	116	52.3	77.6	76.4	1.8	0.0139	0.9788	
加わる力の大きさや方向と丈夫な構造	122	55.0	77.9	76.0	1.9	0.0221	0.9472	
大きさ	189	85.1	77.3	75.8	1.5	0.0126	0.9825	
形	157	70.7	72.6	87.7	-15.1	-0.1631	0.0521	
材料の切断や部品加工、接合の仕方	92	41.4	80.4	74.6	5.8	0.0681	0.5972	
材料の特性(強度など)	106	47.8	77.4	76.7	0.6	0.0075	0.9937	
準備できる材料	131	59.0	71.0	85.7	-14.7	-0.1721	0.0373	*
無駄なく利用できる寸法	81	36.5	76.5	77.3	-0.8	-0.0087	0.9916	
製作する時間	115	51.8	75.7	78.5	-2.9	-0.0339	0.8804	

* $p < 0.05$

「設計するときにはどのようなことを考えますか」の各選択肢と問題2の通過率の関係を分析した結果、「機能性」「経済性」「耐久性」の三つの選択肢において統計的に有意な差が認められた(表21)。「機能性」を意識する生徒は、問題2でより高い通過率を示している。このことから、調味料ラックの設計において機能的な側面を重視することが、適切な設計の選択につながっていると考えられる。また、「経済性」「耐久性」を選択した生徒は、選択しなかった生徒よりも通過率が低い傾向が見られた。これらの観点を重視しすぎると、機能的な側面よりも別の側面に注目してしまう可能性があると考えられる。

表21 「設計するときにはどのようなことを考えますか(複数回答可)」という質問に対する回答と問題4の通過率との相関分析

選択肢	選択者数 (人)	選択率 (%)	選択者の 通過率 (%)	非選択者の 通過率 (%)	通過率の 差 (%)	統計量 <i>t</i>	有意確率 <i>p</i>	
デザイン	141	63.5	75.9	79.0	-3.1	-0.54	0.4447	
作るときの安全性	176	79.3	76.7	78.3	-1.6	-0.23	0.7485	
加工しやすさ (生産効率)	76	34.2	77.6	76.7	0.9	0.16	0.8263	
廃棄するときの 安全性	52	23.4	71.2	78.8	-7.7	-1.09	0.1224	
機能性	179	80.6	79.3	67.4	11.9	1.53	0.0303*	
環境への負荷	79	35.6	76.0	77.6	-1.7	-0.28	0.6903	
社会からの要求	57	25.7	73.7	78.2	-4.5	-0.68	0.3396	
経済性	59	26.6	67.8	80.4	-12.6	-1.84	0.0093	**
耐久性	192	86.5	75.0	90.0	-15.0	-2.38	0.0008	*
製作時間	125	56.3	75.2	79.4	-4.2	-0.74	0.2943	
資源の有限性	68	30.6	72.1	79.2	-7.2	-1.13	0.1106	

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

設計するときを考える項目の組合せと問題2の通過率の関係を分析し、統計的に有意な関連が見られた組合せを相関係数が大きい順に整理した(表22)。

「経済性」を含む組合せが多く、選択していない生徒より通過率が低い傾向が確認された。「環境への負荷+経済性」の組合せをした生徒は、通過率の差が-17.7%と最も大きかった。また、「社会からの要求+資源の有限性」の組合せをした生徒の通過率の差は-17.0%、「経済性+資源の有限性」の組合せをした生徒の通過率の差は-16.7%と大きな差が見られる。このことから、「経済性」に関連する視点多いと、機能面への注目が薄れ、調味料ラックの機能を適切に検討することができない可能性があると考えられる。また、環境負荷、資源の有限性などの環境要因と経済性を同時に考慮する生徒は、形状と機能の関係を適切に捉えられていない傾向がある。技術科の授業において、機能と形状の関係をより明確に学習する必要があり、特に経済性や環境面を考慮するときでも、製品の主要な機能を見失わないよう指導することが重要であると考えられる。

表22 「設計するときどのようなことを考えますか（複数回答可）」という質問に対する回答の選択肢の組合せと問題4の通過率との相関分析

選択肢の組合せ	選択者数 (人)	正解者数 (人)	通過率 (%)	非選択者 通過率 (%)	差 (%)	統計量 <i>t</i>	有意 確率 <i>p</i>	相関 係数 ϕ	カイ二 乗値	
環境への負荷＋経済性	40	25	62.5	80.2	-17.7	-2.16	0.0023	0.1619	5.8188	**
経済性＋製作時間	45	29	64.4	80.2	-15.8	-2.04	0.0039	0.1508	5.0498	**
経済性＋耐久性	57	38	66.7	80.6	-14.0	-2.00	0.0046	0.1448	4.6519	**
経済性＋資源の 有限性	38	24	63.2	79.9	-16.7	-2.00	0.0047	0.1498	4.9838	**
作るときの安全性＋経済性	50	33	66.0	80.2	-14.2	-1.93	0.0062	0.1413	4.4346	**
社会からの要求 ＋資源の有限性	32	20	62.5	79.5	-17.0	-1.88	0.0080	0.1417	4.4591	**
社会からの要求 ＋製作時間	40	26	65.0	79.7	-14.7	-1.81	0.0105	0.1340	3.9884	*
機能性＋経済性	56	38	67.9	80.1	-12.3	-1.76	0.0128	0.1266	3.5588	*
環境への負荷＋ 製作時間	49	33	67.4	79.8	-12.4	-1.69	0.0170	0.1225	3.3297	*
社会からの要求 ＋経済性	31	20	64.5	79.1	-14.5	-1.60	0.0236	0.1198	3.1871	*
廃棄するときの 安全性＋製作時間	35	23	65.7	79.1	-13.4	-1.57	0.0264	0.1163	3.0051	*
作るときの安全性 ＋廃棄するときの 安全性	48	33	68.8	79.3	-10.6	-1.43	0.0425	0.1033	2.3710	*

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

「設計するときどのようなことを考えますか（複数回答可）」という質問に対する回答と「設計するときどのように考えるか」という質問に対する回答の相関関係を分析し、整理した（表23）。「二つ以上のことのプラス面とマイナス面のバランスを考えた上で、マイナス面を解消できないかを考える」と回答した生徒は、「作るときの安全性」を特に重視する傾向があり、安全面でのリスク軽減を特に意識している可能性があると考えられる。

選択項目数については、「二つ以上のことのプラス面とマイナス面のバランスを考えた上で、マイナス面を解消できないかを考える」と回答した生徒は、平均6.35項目を選択しており、最も多くの項目を検討する傾向が見られ、「どれか一つのことに絞って考える」と回答した生徒は、平均4.39項目を選択しており、最も少ない項目を選択する傾向が見られた。

「環境への負荷」「資源の有限性」「社会からの要求」の項目は、「二つ以上のことのプラス面とマイナス面のバランスを考えた上で、マイナス面を解消できないかを考える」と回答した生徒で選択率が高い傾向が見られた。

「設計するときどのようなことを考えますか（複数回答可）」という質問に対する回答と評価問題全6問の通過率との関連を分析したところ、「二つ以上のことのプラス面とマイナス面のバランスを考えた上で、マイナス面を解消できないかを考える」と回答した生徒の通過率が67.2%と最も高く、「どれか一つのことに絞って考える」と回答した生徒の通過率は60.1%が最も低かった。「二つ以上のことのプラス面を考えると」「二つ以上のことのプラス面とマイナス面のバランスをとるように考える」と回答した生徒の通過率は、約63.9%とほ

ば同じ通過率を示した。通過率の間に統計的に有意な関係は見られなかったが、全体として、複数の側面から要求・条件を吟味し、環境負荷、経済的負担等の相反する要求の折り合いを付けて最適な解決策を考えた上で、技術を使ってマイナス面を解消できないかを考える姿勢が通過率の高さに若干関連している可能性が示唆される。

表23 「設計するときどのように考えるか」という質問に対する回答と問題4の通過率の分析

選択肢	選択者数 (人)	選択率 (%)	「設計するときどのようなことを考えますか (複数回答可)」の選択項目との相関関係
どれか一つのことに絞って考える	23	10.4	・ 最も少ない項目を選択する傾向がある (平均 4.39 項目) ・ 「製作時間」との間に弱い負の相関の傾向がある ($r = -0.1773$)
二つ以上のことのプラス面を考える	76	34.2	・ 平均選択数は 4.89 項目 ・ 「資源の有限性」との間に弱い負の相関の傾向がある ($r = -0.1705$)
二つ以上のことのプラス面とマイナス面のバランスをとるように考える	48	21.6	・ 平均選択数は 5.31 項目で 2 番目に多い ・ 「製作時間」との相関が比較的高い ($r = 0.1538$) が、統計的に有意な強い相関はない
二つ以上のことのプラス面とマイナス面のバランスを考えた上で、マイナス面を解消できないかを考える	75	33.8	・ 最も多くの項目を選択する傾向がある (平均 6.35 項目) ・ 「作るときの安全性」と弱い正の相関がある ($r = 0.2477$) ・ 一般的に他のカテゴリよりも多くの項目で選択率が高い

「正解のない課題の解決に取り組むことが好きですか」という質問に肯定的な回答をした生徒の問題2の通過率は 80.8%であり、否定的な回答をした生徒の問題2の通過率 64.0%よりも 16.8%高く、カイ二乗検定の結果、5%水準で有意差があることが示された (表24、表25)。このことは、課題解決に対する好意的な意識が、「問題を見だし、解決する力」の育成にプラスの影響を与えている可能性を示唆している。唯一解ではなく最適解を導き出す課題解決に取り組む経験を増やすことが、製品の設計の理解を深める上で効果的である可能性があると考えられる。

表24 「正解のない課題の解決に取り組むことが好きですか」という質問への回答と問題2の通過率のクロス集計

	問題2の正答数 (割合)	問題2の誤答数 (割合)	合計 (割合)
肯定的回答	139 (80.8%)	33 (19.2%)	172 (100.0%)
否定的回答	32 (64.0%)	18 (36.0%)	50 (100.0%)
合計	171 (77.0%)	51 (23.0%)	222 (100.0%)

※肯定的回答:「好きだ」「どちらかといえば好きだ」、否定的回答:「どちらかといえば好きではない」「好きではない」を示す。()内は行ごとの割合。

表25 「正解のない課題の解決に取り組むことが好きですか」という質問への回答と問題2の通過率の統計分析結果

統計指標	値	解釈
カイ二乗値	6.1891	5%水準で有意差あり (自由度1の場合のしきい値は3.84)
オッズ比	2.3693	肯定的グループは否定的グループより正答する傾向が強い
ϕ 係数	0.1670	弱い関連性がある
通過率の差	16.8%	肯定的グループのほうが通過率が高い

ウ 「製作図等に表現する力」の分析

3DCADで作成した立体を第三角法による正投影図に表す問題 (問題3) の通過率は 72.5%であった。このことから、生徒の多くが第三角法による正投影図を理解していると考えられる。

「ものづくりを行うときは、つくりたいものを図にかき表すようにしていますか」という質問に対する回答は、否定的な回答をした生徒の問題3の通過率は 75.6%であり、肯定的な回答をした生徒の問題3の通過率 71.8%をわずかに上回った (表26)。この差は統計的に有意ではないが、生徒の「図をかきかどうか」という認識と製図の理解度には直接的な関連は見られな

いことから、第三角法による正投影図の理解は日常的な図をかく習慣とは別の学習要素で形成されている可能性があると考えられる。全体の79.7%の生徒が肯定的な回答をしており、3DCADを活用して製作図、部品表、材料取り図を作成する実践を通じて、図にかき表すことの重要性の認識が高まった可能性があると考えられる。否定的な回答をした生徒の通過率がむしろ高い傾向にあることから、図をかく習慣がなくても、授業を通じて製図の理解は可能であることが示唆される。

表26 「ものづくりを行うときは、つくりたいものを図にかき表すようにしていますか」という質問への回答と問題3の通過率のクロス集計

	問題3の正答数(割合)	問題3の誤答数(割合)	合計(割合)
肯定的回答	127(71.8%)	50(28.3%)	177(100.0%)
否定的回答	34(75.6%)	11(24.4%)	45(100.0%)
合計	161(72.5%)	61(27.5%)	222(100.0%)

※肯定的回答:「そうしている」「どちらかといえばそうしている」、否定的回答:「どちらかといえばそうしていない」「そうしていない」を示す。()内は行ごとの割合。

「技術分野の授業がどの程度分かりますか」という質問に対して肯定的な回答をした生徒の問題3の通過率は74.2%であり、否定的な回答をした生徒の問題3の通過率65.9%よりも8.3%高かった(表27)。この差は統計的に有意ではないが、授業の理解度が高いほど問題3の通過率も高くなる傾向があることが示された。

表27 「技術分野の授業がどの程度分かりますか」という質問への回答と問題3の通過率のクロス集計

	問題3の正答(割合)	問題3の誤答(割合)	合計(割合)
肯定的回答	132(74.2%)	46(25.8%)	178(100.0%)
否定的回答	29(65.9%)	15(34.1%)	44(100.0%)
合計	161(72.5%)	61(27.5%)	222(100.0%)

※肯定的回答:「よく分かる」「だいたい分かる」、否定的回答:「あまり分からない」「ほとんど分からない」を示す。()内は行ごとの割合。

エ 「(構想を) 試作等を通じて具体化(製作)する力」の分析

試作等を通じて設計を改善する問題(問題4)の通過率は27.0%であった。このことから、寸法を考えて設計することに課題があると考えられる。

事後質問紙調査の項目のうち、問題4の通過率と統計的に有意な差が認められたのは、「ものづくりを行うときには、つくったものが人や社会、環境、経済などに与える影響を考慮するようにしていますか」「ものづくりを行うときには、自分でよりよい方法を考えたり、見直して修正したりしようとしていますか」の二つであり、いずれも正解者のほうが不正解者よりも平均値が高くなっている(表28)。特に「ものづくりを行うときには、自分でよりよい方法を考えたり、見直して修正したりしようとしていますか」という問いに対して、「そうしている」(最高評価)と回答した生徒の通過率は33.1%と全体平均よりも高かった。問題4と強い関連が見られた二つの質問項目は、物事を複数の側面から考え、問題解決の過程で自己調整する姿勢に関するものである。これは、作ったものによる影響を考慮する力や最適解を導き出すために問題解決過程で自己調整する姿勢が、「(構想を) 試作等を通じて具体化(製作)する力」の育成に影響している可能性を示唆している。また、「ものづくり」に関する質問の多くで、「そうしている」「そう思う」(最高評価)と回答した生徒の通過率が全体平均を上回っており、ものづくりへの意欲や自信が通過率にプラスの影響を与えている可能性があると考えられる。

表28 事後質問紙調査と問題4の通過率の相関分析結果（有意差が認められた項目）

質問項目	正解者平均	不正解者平均	差	統計量 <i>t</i>
ものづくりを行うときには、つくったものが人や社会、環境、経済などに与える影響を考慮するようにしていますか	3.27	3.03	0.24	2.32
ものづくりを行うときには、自分でよりよい方法を考えたり、見直して修正したりしようとしていますか	3.67	3.45	0.22	2.38

オ 「自らの問題解決を評価・改善する力」の分析

作ったものを評価し、改善する問題（問題5）の通過率は59.9%であった。このことから、自らの問題解決を評価・改善する力は、半数以上の生徒に身に付いたと考えられる。

「製作後は、作ったものについてどのようなことを振り返りますか」という質問に対する回答と問題5の通過率の関係を分析したところ（表29）、有意差が見られた選択肢は「使用者の要望に合っているデザイン（形）か」であった。この選択肢を選択した生徒の問題5の通過率は65.4%であり、選択しなかった生徒の問題5の通過率52.2%より13.2%高く、統計的に有意な差が認められた。これは、技術による問題解決を振り返る際に、使用者の視点をもつことの重要性を示唆している。「仕上げは適切にされているか」という選択肢を選択した生徒の通過率は、選択しなかった生徒よりも10.8%高かったものの、統計的有意差には至らなかった。「組立は適切にされているか」という選択肢を選択した生徒の通過率は、選択しなかった生徒よりも10.2%高かったものの、統計的有意差には至らなかった。

仕上げや組立についても通過率に一定の差が見られたことから、製作後の振り返りの観点と「自らの問題解決を評価・改善する力」の育成には関連がある可能性が示唆される。

表29 「製作後は、作ったものについてどのようなことを振り返りますか」という質問に対する回答と問題5の通過率の相関分析

選択肢	選択者数 (人)	選択率 (%)	選択者の 通過率 (%)	非選択者の 通過率 (%)	通過率の 差 (%)	統計量 <i>t</i>	有意 確率 <i>p</i>	
使用者の要望に合っているデザイン（形）か	130	58.6	65.4	52.2	13.2	1.99	0.0479	*
仕上げは適切にされているか	134	60.4	64.2	53.4	10.8	1.60	0.1104	
組立は適切にされているか	138	62.2	63.8	53.6	10.2	1.50	0.1343	

* $p < 0.05$

「製作後は、作ったものについてどのようなことを振り返りますか」と「製作後は、製作工程についてどのようなことを振り返りますか」という質問の各選択肢の相関を分析した結果、多くの選択肢間で有意な相関が確認された（表30）。

分析結果から、製作後の振り返りにおいて、製作品の質的な側面（仕上げ、組立、部品加工など）と作業工程の側面（手順、工具選択、検査・修正など）の間に強い関連性があることが明らかになった。特に、「仕上げ」と「工具の適切な使用」、「部品加工」と「検査・修正」、「組立」と「手順を考えた製作」などの組合せに顕著な相関が見られた。これは、製作品を作るためには適切な作業工程が重要であるという認識が生徒の中に形成されていることを示唆している。

「使用者の要望に合っているデザイン」を選択した生徒は、「手順を考えた製作」や「計画通りの作業」も選択する傾向が強く見られた。これは、使用者目線をもつ生徒が計画的な製作も重視する傾向にあることを示している。使用者目線は、問題5の通過率と有意な相関があることも明らかになっており、使用者目線をもつことが計画的な製作と「自らの問題解決を評価・改善する力」の育成に関連している可能性がある。

「修理はしやすいか」という視点は、「目的に適した工具選び」や「検査・修正」と強く関連している。これは、製作における修正・改善の視点をもつ生徒が、適切な工具選択や検査・修正を重視する傾向にあることを示している。

生徒が問題解決を振り返る際には、製作品だけではなく、作業工程についても振り返ることで、問題解決方略の理解が深まる可能性があると考えられる。特に強い相関が見られた組合せについては、セットで振り返りを促すことが効果的であると考えられる。

表30 「製作後は、作ったものについてどのようなことを振り返りますか」と「製作後は、製作の工程についてどのようなことを振り返りますか」という質問に対する回答の相関分析

①「製作後は、作ったものについてどのようなことを振り返りますか」の選択肢	②「製作後は、製作工程についてどのようなことを振り返りますか」の選択肢	相関係数 ρ	有意確率 p	両方選択 (人)	①のみ選択 (人)	②のみ選択 (人)	両方非選択 (人)
部品加工は適切にされているか	検査し、必要に応じて修正を行うことができたか	0.387	$p < 0.01$	58	36	30	98
仕上げは適切にされているか	工具を適切に使って、安全に加工することができたか	0.357	$p < 0.01$	120	14	52	36
仕上げは適切にされているか	手順を考えて滞りなく製作することができたか	0.343	$p < 0.01$	82	52	23	65
組立は適切にされているか	手順を考えて滞りなく製作することができたか	0.330	$p < 0.01$	83	55	22	62
修理はしやすいか	検査し、必要に応じて修正を行うことができたか	0.325	$p < 0.01$	38	19	50	115
材料の選択や使い方は適切にされているか	手順を考えて滞りなく製作することができたか	0.323	$p < 0.01$	55	25	50	92
使用者の要望に合っているデザイン(形)か	手順を考えて滞りなく製作することができたか	0.321	$p < 0.01$	79	51	26	66
使用目的や使用条件に合っているか	手順を考えて滞りなく製作することができたか	0.320	$p < 0.01$	102	87	3	30
部品加工は適切にされているか	目的に適した工具を選ぶことができたか	0.319	$p < 0.01$	75	19	62	66
修理はしやすいか	目的に適した工具を選ぶことができたか	0.314	$p < 0.01$	50	7	87	78
使用者の要望に合っているデザイン(形)か	計画通りに作業を進めることができたか	0.313	$p < 0.01$	107	23	49	43
部品加工は適切にされているか	手順を考えて滞りなく製作することができたか	0.302	$p < 0.01$	61	33	44	84

カ 技術による問題解決過程の理解の分析

製品の開発過程の理解に関する問題(問題6)の通過率は65.8%であった。このことから、技術による問題解決過程の理解について、一定の成果があると考えられる。

事後質問紙調査の「新しい製品を購入するとしたら、デザインや価格だけでなく、性能などについて調べてから選びたいと思いますか」という質問に対して肯定的な回答をした生徒の問題6の通過率は67.8%であり、否定的な回答をした生徒の問題6の通過率27.3%と比較して40.5%低く、統計的に非常に有意な関連が認められた(表31、表32)。このことから、製品の性能を評価する姿勢が企業の問題解決過程の理解と関連している可能性があると考えられる。

表31 「新しい製品を購入するとしたら、デザインや価格だけでなく、性能などについて調べてから選びたいと思いませんか」という質問への回答と問題6の通過率のクロス集計

	問題6の正答数(割合)	問題6の誤答数(割合)	合計(割合)
肯定的回答	143 (67.8%)	68 (32.2%)	211 (100.0%)
否定的回答	3 (27.3%)	8 (72.7%)	11 (100.0%)
合計	146 (65.8%)	76 (34.2%)	222 (100.0%)

※肯定的回答:「そう思う」「どちらかといえばそう思う」、否定的回答:「どちらかといえばそう思わない」「そう思わない」を示す。()内は行ごとの割合。

表32 「新しい製品を購入するとしたら、デザインや価格だけでなく、性能などについて調べてから選びたいと思いませんか」という質問への回答と問題6の通過率の統計分析結果

統計指標	値	解釈
カイ二乗値	7.617	非常に有意 ($p < 0.01$)
オッズ比	5.608	非常に強い関連
ϕ 係数	0.185	弱い関連
通過率の差	40.5%	非常に大きな差

「他の人のアイデアを大切にする」という質問に対して、肯定的な回答をした生徒の問題6の通過率は66.7%であり、否定的な回答をした生徒の問題6の通過率33.3%と比べると33.3%高い(表33)。オッズ比が4.0であることから、他者のアイデアを大切にする態度をもつ生徒は、そうでない生徒と比較して問題6の通過率が4倍高いことが分かる(表34)。カイ二乗値は2.8810で有意水準 $p < 0.05$ (臨界値3.84)を下回っているため、統計的に有意とは言えないが、 ϕ 係数が0.1139であることから、弱いながらも関連性が見られる。このことから、他者の意見を尊重する姿勢と企業の問題解決過程の理解には関連がある可能性があると考えられる。

表33 「他の人のアイデアを大切にする」という質問への回答と問題6の通過率のクロス集計

	問題6の正答数(割合)	問題6の誤答数(割合)	合計(割合)
肯定的回答	144 (66.7%)	72 (33.3%)	216 (100.0%)
否定的回答	2 (33.3%)	4 (66.7%)	6 (100.0%)
合計	146 (65.8%)	76 (34.2%)	222 (100.0%)

※肯定的回答:「そうしている」「どちらかといえばそうしている」、否定的回答:「どちらかといえばそうしていない」「そうしていない」を示す。()内は行ごとの割合。

表34 「他の人のアイデアを大切にする」という質問への回答と問題6の通過率の統計分析結果

統計指標	値	解釈
カイ二乗値	2.8810	有意な関連はない ($p > 0.05$)
オッズ比	4.0000	肯定的な態度をもつ生徒は、否定的な態度をもつ生徒より4.00倍正解する可能性が高い
ϕ 係数	0.1139	弱い関連性がある
通過率の差	33.3%	肯定的な態度をもつ生徒は33.3%高い通過率である

キ 生徒が身に付いたと認識している力

「あなたは、技術分野内容「A材料と加工の技術」の授業を通して、どのような力が身に付いたと思いますか。また、その力はこれからどのような場面で生かしたいと思いますか。」という問いに対する記述回答を読み取り、身に付いた力と活用場面について記述内容ごとのカテゴリに分類した。

身に付いた力について、記述が多かった上位四つのカテゴリは、「解決策を構想する力」が最も多く全体の53.2%、次いで「技術に関わる問題を見いだして課題を設定する力」が28.4%、「製作に必要な技能」は27.5%、「試作等を通じて具体化する力」が24.3%であった。これは、開発した題材の新たな発想に基づいて構想を具体化していく問題解決のプロセスによるものと考えられる。「製作に必要な技能」は27.5%であり、「科学的な原理・法則の理解」の17.1%や「技術の仕組みの理解」の15.3%を上回っていることから、実践的な技能の習得が知識の習得より印象に残っていることが分かる。ただし、知識面も一定数の生徒が

身に付いたと感じており、本実践は理論と実践のバランスが取れていると考えられる。また、「生成AIを活用する力」が23.0%と比較的高く、「3DCADを活用する力」が7.2%、「3Dプリンタを活用する力」が5.9%と一定数確認されていることから、問題解決のツールの一つとして、生成AIやデジタルファブリケーション技術を活用した実践の効果であると考えられる。「ニーズを探究する力」は23.4%と高い値を示しており、問題解決において使用者のニーズを考慮する視点が育まれていることが分かる。

活用場面についての回答としては、「日常生活」が30.6%と最も高く、日常生活での活用を想定している生徒が多い。これは、本題材が自分や家族の生活上の困りごとを解決する問題解決の学習であったことが影響していると考えられる。「ものづくりの場面」は23.0%と2番目に高く、「解決策を構想する力」「製作に必要な技能」などの力を活かして、今後もものづくりを続けたいという意欲が見られる。「将来」も8.1%と一定数確認されており、職業選択や将来設計に結び付けて考えている生徒が存在する。本実践が中学1年生の段階で将来のキャリア意識をもつことにつながっていると考えられる。「消費生活」は2.7%と最も低く、技術科で学んだことを消費行動や商品選択に活かす視点が弱いと考えられる。本実践には、消費者としての視点の育成に課題がある可能性があると考えられる。

身に付いた力で高かった「解決策を構想する力」「技術に関わる問題を見いだして課題を設定する力」「製作に必要な技能」などの能力は、主に「ものづくりの場面」での活用が想定されていると考えられる。「ニーズを探究する力」が23.4%であったにも関わらず、「消費生活」での活用に関する記述が少ないのは、本実践を通して開発者や生産者の視点は育っているが、消費者視点が弱い可能性を示唆している。

(2) 実践前後における生徒の意識の変化

本研究で開発した題材の実践前後における生徒の意識の変化を把握するために、技術分野の授業に関するアンケートを実施した。調査は、研究協力員が実践前後に中学1年生(246名)を対象として行った。データの分析対象は、欠席等で事前アンケート、事後アンケートのいずれかを実施できなかった生徒を除いた205名とした。事前、事後で共通する28項目のうち、3項目については5件法、25項目については4件法で回答を得た。分析にあたっては、5件法では肯定的な回答から順に5点～1点の得点を付し、4件法では肯定的な回答から順に4点～1点の得点を付し、対応のある t 検定及びCohen's d による効果量の算出を行った。

表35の項目1「技術分野の学習が好きだ」は有意な向上が見られた。「そう思う」と回答した生徒が実践前の61名から実践後は87名に増加している。本実践が技術科の学習への興味・関心を高める効果があったと考えられる。表35の項目2「技術分野の授業がどの程度分かりますか」の項目も有意に向上しており、本実践を通して技術科の学習内容の理解を促進したことが示されている。

表35の項目5「ものづくりを行うときは、3DCADを使って設計したいと思いますか」は最も大きな効果量が確認された。この結果は、授業の中で3DCADを用いた実習が生徒に強い印象を与え、デジタル技術を用いたものづくりへの意欲を高めたことを示している。表35の項目6の結果から、ARを用いた設計への意欲も有意に向上しており、デジタル技術を活用した設計への関心が高まったと考えられる。

表35の項目7「ものづくりを行うときは、社会からの要求や人々の願いを考えるようにしていますか」、表35の項目8「安全性、耐久性、機能を満たしているか考えるようにしていますか」

か」、表 35 の項目 9 「生産効率、環境負荷、資源、経済性について考えるようにしていますか」の 3 項目でも有意な向上が見られた。これは、授業を通じて、生徒がものづくりを単なる作業としてではなく、社会的、環境的な文脈の中で捉える視点を身に付けつつあることを示している。特に表 35 の項目 9 「生産効率、環境負荷、資源、経済性」では、「そうしている」と回答した生徒が実践前の 61 名から実践後は 70 名に増加し、「そうしていない」と回答した生徒が実践前の 15 名から実践後は 5 名に減少した。生徒は実践を通して持続可能性に関する視点をもち、環境や経済性への配慮が身に付いたと考えられる。

表 35 の項目 3 「自分で最適な方法を選択することが好きですか」及び表 35 の項目 4 「生活や社会の中から困ったことや願いを見つけて、技術を使って解決したいと思いませんか」が有意に向上したことは、実践を通じて生徒の問題解決に対する意欲が高まったことを示している。このことから、問題を見いだして解決しようとする態度と問題解決の過程で最適な方法を選択しようとする態度が育成されていると考えられる。

表 35 実践の前後における生徒の意識の変化の分析 (n=205)

項目	事前平均	事後平均	差分	統計量 <i>t</i>	有意確率 <i>p</i>	効果量 <i>d</i>	
1 技術分野の学習が好きだ	4.034	4.283	0.249	3.789	$p < 0.01$	0.265	**
2 技術分野の授業がどの程度分かりますか	3.776	3.951	0.176	2.935	$p < 0.01$	0.205	**
3 自分で最適な方法を選択することが好きですか	3.30	3.44	+0.14	2.43	$p < 0.10$	0.17	†
4 生活や社会の中から困ったことや願いを見つけて、技術を使って解決したいと思いませんか	3.17	3.29	+0.12	1.96	$p < 0.10$	0.14	†
5 ものづくりを行うときは、3DCADを使って設計したいと思いませんか	2.99	3.49	+0.50	7.17	$p < 0.01$	0.50	**
6 ものづくりを行うときは、ARを使って設計したいと思いませんか	2.96	3.21	+0.25	3.14	$p < 0.05$	0.22	*
7 ものづくりを行うときは、社会からの要求や人々の願いを考えるようにしていますか	3.00	3.22	+0.21	3.16	$p < 0.05$	0.22	*
8 ものづくりを行うときは、安全性、耐久性、機能を満たしているか考えるようにしていますか	3.41	3.60	+0.20	3.52	$p < 0.01$	0.25	**
9 ものづくりを行うときは、生産効率、環境負荷、資源、経済性について考えるようにしていますか	2.99	3.14	+0.15	2.25	$p < 0.10$	0.16	†

† $p < 0.10$ * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

5 学校段階間接続を踏まえた指導

(1) 技術科と図画工作科との内容の関連

本研究では、技術科内容「A材料と加工の技術」と関連する図画工作科の学習として、「第5学年及び第6学年内容項目「A表現」(2)イ「絵や立体、工作に表す活動」に着目する。このうち、工作に表す活動において育成を目指す資質・能力について、解説図画工作編では「中学校技術・家庭科技術分野の内容「A材料と加工の技術」において育成を目指す「知識及び技能」ともつながるものであることに配慮する必要がある」と記されている(文部科学省、2017:108)。解説技術・家庭編に示された、小学校段階の学習状況を考慮すべき知識及び技能の指導事項と、解説図画工作編に示された関連すると考えられる内容との対応を整理した(表36)。

表36 技術分野の知識及び技能に関連すると考えられる図画工作科の内容

内容項目	技術分野での指導事項	関連すると考えられる図画工作科の内容
A(2)	構想の表示方法	アイデアスケッチ
	使用する工具・機器や材料等	はさみ、小刀、のこぎり、糸のこぎり、のり、接着剤、釘、金づち、木切れ、板材、針金、水彩絵の具等

(2) 研究協力校の教員の図画工作科の授業づくり

研究協力校の教員を対象に、技術科と図画工作科の学校段階間の接続を踏まえた指導に関する調査を実施した。調査は、2024年10月～11月に研究協力校の小学校教員を対象として行い、回答件数は29件であった。調査票は、小学校教員の図画工作科の授業づくりに関する意識を把握するために作成した。各質問項目では、「非常によくあてはまる」「あてはまる」「少しあてはまる」「あまりあてはまらない」の選択肢への回答を求めた。

「材料や用具の安全な使い方について指導している」という項目については、極めて肯定的な回答傾向（「あてはまる」「非常によくあてはまる」の合計が75%以上）が見られた。一方で、否定的な回答が多かった項目（「あまりあてはまらない」が30%以上）は、「図画工作科の授業では、問題解決的な学習を意識している」「図画工作科の授業では、他教科との関連を意識している」「図画工作科の授業では、社会につながる題材を扱うことがある」「図画工作科の授業では、生活につながる題材を扱うことがある」であった。製作に関する基本的な指導（安全指導、作業見通し、表現方法）（図18）は高い実施率であるが、教科等横断的な学習の実施や生活や社会との関連付けについては相対的に低い実施率となっている。また、技能を習得する学習に比べ、問題解決的な学習の意識は低い傾向が見られた。

「あなたが図画工作の授業をするときに大切にしていること（考えや思い）はどのようなことですか。」という項目について、記述回答を読み取り分析した。「児童の主体性と自由な表現の重視」に関連する回答が44.8%と最も多く、小学校教員が児童の創造性や個々の表現を大切にし、自由に発想し表現することを促進していることが推察される（図19）。「肯定的な支援と声かけ」に関連する回答も27.6%と多く見られた。これは、小学校教員が児童の思いを肯定し、表現する喜びを感じさせることに注力していることを示している（図20）。

「環境設定と材料の準備」に関連する回答も24.1%と多く見られた。これは、児童が自分の思いを広げたり深めたりするためには、適切な材料や環境が必要であることを示している（図21）。全体として、教員は児童の主体性や創造性を尊重し、学習環境を工夫することに注力していることが確認された。



図18 道具の使い方を学習する様子

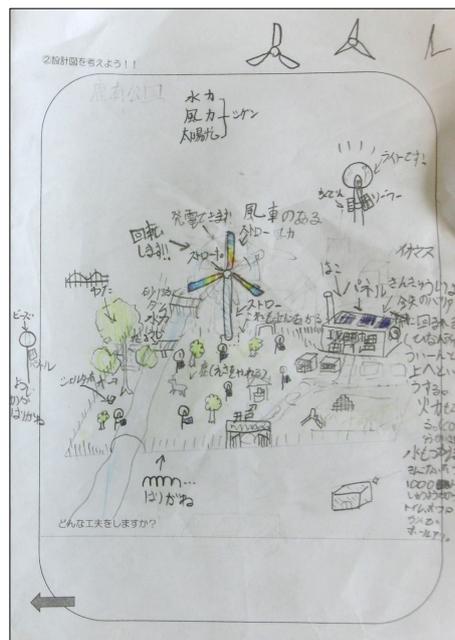


図19 児童のアイデアスケッチ例



図20 肯定的な支援と声かけの様子



図21 学習環境の整備・教材の準備

(3) 研究協力員の技術科の授業づくり

本研究を行うに当たり、事前に研究協力員3名を対象に、技術科の授業づくりに関する質問紙調査（補助資料17）を実施した。「あなたが技術科の授業をするときに大切にしていること（考えや思い）はどのようなことですか。」という項目に対する記述回答を読み取ったところ、3名の教員には以下の共通する価値観が確認された。

- ア 生徒の主体性や創造性の重視
- イ 生徒のアイデアを否定せず、実現に向けて支援する姿勢
- ウ 新しい技術や多様な考え方に触れる機会の提供

また、以下の課題認識が確認された。

- ア 限られた授業時数における生徒の新たな発想の尊重と基礎的な技能習得のバランス
- イ 工具や機器を使用する際の安全面への配慮
- ウ 一人一人の生徒が自由な発想を実現するための支援の困難さ

(4) 小学校図画工作科から中学校技術科への円滑な接続のために

研究協力校の教員を対象とした技術科と図画工作科の学校段階間の接続を踏まえた指導に関する調査と、研究協力員3名を対象とした技術科の授業づくりに関するアンケートの結果を分析し、学校段階間接続を踏まえた指導について検討した。

小学校図画工作科では、児童の自由な表現と想像的思考を重視し、活動の楽しさを通じて資質・能力の育成を目指している。特に「のびのびと表現できる」「肯定的な声かけ」といった支援が特徴的である。一方、中学校技術科では、社会との結び付きや問題解決の系統性を重視し、「問題を見いだし解決する力」の育成を目指している。授業では、技術の見方・考え方を働かせて問題を解決するプロセスを重視した学習活動が行われている。

両校種の指導には、創造的思考力の育成、個々の思いや願いを大切にする姿勢など、共通する要素が見られる。一方で、思考の特徴（想像的思考→論理的思考）、活動の特徴（表現活動→問題解決活動）、指導方法（肯定的支援→体系的支援）など、様々な面で質的な差異が存在する。これらの差異は、児童生徒の学びの連続性を妨げる可能性がある。

これらの課題に対応し、効果的な接続を実現するために、以下の視点が重要であることが示唆された。

第一に、段階的な移行を意識した指導の充実である。小学校高学年では、自由な表現活動に技術的な制約の考慮を徐々に取り入れ、中学校では初期段階で創造的な要素を重視するなど、段階的な移行を意識した指導が求められる。特に、思考の方法や活動形態の転換については、急激な変化を避け、スモールステップでの移行が効果的である。

第二に、共通要素を軸とした一貫性のある指導の実現である。両校種に共通する「創造的思考力」「工夫・改善する態度」「安全意識」などの要素については、一貫した視点での育成が重要である。これらの要素を接続の軸として位置付け、系統的な指導計画を構築することが有効である。

第三に、教員間の相互理解と指導法の共有の促進である。小中学校の教員が互いの指導の特徴を理解し、それぞれの良さを取り入れながら指導を改善していく必要がある。例えば、中学校での思考ツールの活用方法を小学校高学年に部分的に導入したり、小学校の表現活動の支援方法を中学校での問題解決場面に応用したりすることなどが考えられる。

本研究では、研究対象生徒のレディネスを把握するため、小学6年生時の担任の教員（各校1名、計3名）へ図画工作の授業に関する聞き取り調査を実施した。発話分析の結果、3名の教員

の共通点として、児童の主体性を重視し、完成形を過度に示さず多様な表現を認める指導が行われていることが明らかとなった。特筆すべき点として、小学校教員が技術科との接続をあまり意識していない一方で、問題解決的な学習過程や基本的な技能指導など、実質的には多くの共通点や接続の可能性があることが確認された。3名の教員の相違点としては、学級・児童の特性、教員の指導観、実践内容等が挙げられる。特に、ICTの活用度合いや問題解決的な学習の取り入れ方については、顕著な違いが見られた。

これらの結果から、小学校図画工作科から中学校技術科への円滑な接続を実現するためには、目指す資質・能力の共通理解の他に、以下の課題に取り組む必要性が示唆された。

ア 学校段階間、教科間の相互理解の促進

(ア) 学習内容の系統性の確認

(イ) 支援方法の共有

(ウ) 評価方法の連携

イ 「無意識の接続」から「意識的な接続」への転換

(ア) 問題解決的な学習過程の共通理解

(イ) 基礎的な技能指導の系統化

(ウ) 安全指導の継続性の確保

6 新たな価値の創造を促すための教員の隠れた支援

本研究では、3名の研究協力員が授業者として、生徒がニーズ探究とシーズ探究に基づく新たな価値を創造する題材を実践した。実践を通じた研究協力員の意識の変容を把握し、教員の隠れた支援を明らかにするため、初回打合せ前、初回打合せ後、実践後の3回の調査を実施した。調査では6段階のリッカート尺度（「6：非常によくあてはまる」から「1：全くあてはまらない」）による質問項目と、「あなたが授業をするときに大切にしていること（考えや思い）はどのようなことですか。」という自由記述を求めた。

サンプル数は3名と少ないものの、研究協力員の記述回答を中心に質的分析を行い、教員の隠れた支援について、以下の七つのカテゴリに分類した。

(1) 発想を受容する雰囲気づくり

教員Aは実践前の記述で「どんなに無茶なアイデアでも否定から入らず、どうしたら実現するのか一緒に考えるスタンスを大切にしている」と述べており、生徒のアイデアを尊重し共に解決策を考える姿勢が確認された。実践後には「生徒が自由な発想ができるように、生徒の考えを否定せずに受け止めるような反応をしている」と述べ、実際に生徒のアイデアを肯定的に受け止める行動をとっていることが示された。また、「生徒が自分の意見を否定されない雰囲気をつくりたいので、技術の授業でのルールを示しながら、教師が一番の手本になるように優しい声がけをしたい」という記述から、授業規律を維持しつつも生徒中心の教育を重視し、生徒の自由な発想を促し、その考えを尊重することで主体性や創造性を育む姿勢が確認された。

表37の項目2「自分には思いつかないような生徒の柔軟な発想に感動している」の平均値は事前・事後ともに6.0と極めて高く、研究協力員全員が生徒の発想を高く評価する姿勢をもって示された(表37)。また、表37の項目3「新しい発想を生み出す場面では、生徒を急かさないう指導を意識している」の結果から、実践前後で時間管理についての意識変容が確認された。さらに、表37の項目4の結果から、生徒の発想を認め称賛する言葉かけがアイデアの発想を促す雰囲気づくりの重要な要素であることが示唆された。

表37 発想を受容する雰囲気づくりに関する項目の回答結果

項目	項目	平均値		
		初回打合せ前	初回打合せ後 ～実践前	実践後
1	生徒同士が新しい発想を受け入れ、認め合う雰囲気になるよう意識している。	4.3	4.7	5.0
2	自分には思いつかないような生徒の柔軟な発想に感動している。	6.0	6.0	6.0
3	新しい発想を生み出す場面では、生徒を急かさない指導を意識している。	4.0	4.3	5.0
4	生徒が達成感をもつことができるように生徒への言葉かけなどを意識している。	5.7	5.0	5.7

(2) 教員の非言語的コミュニケーション

教員の立ち居振る舞いなど、非言語的コミュニケーションに関する質問項目でも顕著な意識変容が確認された(表38)。このことから、実践を通して授業者である研究協力員が声量、語気、立ち方、表情、目線などを意識するようになり、教員の醸し出す雰囲気による生徒の取組の変化を実感したことが示唆される。

表38 教員の非言語的コミュニケーションに関する項目の回答結果

項目	項目	平均値		
		初回打合せ前	初回打合せ後 ～実践前	実践後
1	生徒がこわがるような声量や語気になっていないかを意識している。	4.3	4.7	5.3
2	腕を組んだり、こわい表情をしたりしていないかを意識している。	3.3	4.7	5.3
3	静かにさせるために生徒指導的な姿勢(目線など)になっていないかを意識している。	3.3	4.3	4.7
4	生徒が教師に相談しやすい雰囲気をつくるように意識している。	4.3	5.3	5.7

(3) 介入と支援の適切な調整

表39の項目1「生徒の表情やしぐさを見て、声をかけるタイミングをつかむように意識している」の平均値は4.7→4.3→5.7と実践を通じて上昇し、表39の項目2「集中している生徒にはむやみに声をかけず、思考が止まっていればやさしく声をかけるように意識している」の平均値も4.7→5.0→5.3と緩やかに上昇した(表39)。このことから、研究協力員は実践を通して生徒への介入と支援のタイミングを調整するようになったことが示唆される。

また、教員Aは実践後に「困っている時にすぐに答えを言わずに考えさせるようにしている」と述べており、生徒の試行錯誤の機会を確保するために介入と支援の軽重を調整していたと考えられる。

表39 介入と支援の適切な調整に関する項目の回答

項目	項目	平均値		
		初回打合せ前	初回打合せ後 ～実践前	実践後
1	生徒の表情やしぐさを見て、声をかけるタイミングをつかむように意識している。	4.7	4.3	5.7
2	集中している生徒にはむやみに声をかけず、思考が止まっていればやさしく声をかけるように意識している。	4.7	5.0	5.3

(4) 形成的評価の継続実施

教員Aは実践後に「全ての生徒をB評価以上にしたいのだが、技能指導や記述書き方指導が足りず、特別な支援を必要とする生徒に手が回っていないことがある」と述べており、支援を要する生徒の見取りと即時フィードバックによる資質・能力の育成の重要性を認識していることが示

された。

表 40 の項目 1 「生徒のつまずきがどこにあるのかを見つけ、つまずきに応じて支援を選択するよう意識している」の平均値は 4.3→4.0→5.7 と上昇し、表 40 の項目 2 「ワークシートへの記述から生徒の学習状況や態度の育成状況を把握し、自分の指導を見直すことを意識している」の平均値も 4.3→4.7→5.7 と上昇した (表 40)。このことから、生徒のつまずきを早期に発見し即時フィードバックを行う形成的評価の継続実施が、新たな価値の創造を促すために重要であると考えられる。

表40 形成的評価の継続実施に関する項目の回答

項目	平均値			
	初回打合せ前	初回打合せ後 ～実践前	実践後	
1	生徒のつまずきがどこにあるのかを見つけ、つまずきに応じて支援を選択するよう意識している。	4.3	4.0	5.7
2	ワークシートへの記述から生徒の学習状況や態度の育成状況を把握し、自分の指導を見直すことを意識している。	4.3	4.7	5.7

(5) 自律的な学習のための環境整備

教員Aは実践後に「生徒に自律した学習者になってほしいので、自己決定させる機会をできるだけ与えたい」「生徒が自己決定したことを実現できるような環境整備をしたい」と述べている。また、教員Bは「生徒の成長の先（ゴール）を見据え、どのような力を付けさせたいのか、そしてそのためにはどのような教材や準備が必要なのかを考えた授業をすすめていきたい」と記述している。これらの記述から、題材の学習後の生徒像を具体的にイメージし、そこに到達するための適切な学習環境を整備することの重要性が示唆された。

教員Bは実践前に「生徒が作りたいものが自分の経験を超えてしまい、制限をかけてしまう」という懸念を示していたが、実践後には外部人材や生成AI、3Dプリンタを活用する機会を設けるなど多様なリソース活用によって制限を解消した様子が確認された。さらに「今回の研究では、外部人材や生成AI、3Dプリンタを活用する機会があり、それらを活用した授業の際は生徒の目が輝いていたように感じた」と述べており、多様なリソースの活用による成功体験から学習環境の重要性を実感し、学習環境を「制約」ではなく「支援」として捉える視点を獲得したと考えられる。実際に教員Bは、木材やアクリル板、3Dプリンタのフィラメントなど、生徒が材料選択できるよう環境を整え、接合方法も釘やねじなどから選択できるよう学習環境を整備して実践を行った。

教員Bは実践前に「生徒が活動する時間を確保したいと考えているが、説明が長くなってしまいがち」と述べ、直接的指導への依存傾向が見られたが、実践後には「環境づくりや教材、指導者側の心のもちようで生徒の活動意欲が変わることを実感した」と記述し、学習環境づくりを通じた間接的支援の重要性を認識するに至った。このことから、生徒の自律的な学習を促進するためには、選択肢の提供などの学習環境づくりによる間接的学習支援が重要であると考えられる。

自律的な学習を支援する学習環境づくりに関する項目のうち、表 41 の項目 1 「生徒が自分で学習課題を設定することができる学習環境づくり」、表 41 の項目 2 「生徒が自分で学習計画を考えることができる学習環境づくり」、表 41 の項目 3 「生徒が自分で学習方法を選択することができる学習環境づくり」についての意識は、実践を通して大きく向上した (表 41)。

表41 自律的な学習のための環境整備に関する項目の回答結果

項目	項目	平均値		
		初回打合せ前	初回打合せ後 ～実践前	実践後
1	生徒が自分で学習課題を設定することができる学習環境づくりを意識している。	2.3	3.7	5.0
2	生徒が自分で学習計画を考えることができる学習環境づくりを意識している。	3.0	4.3	4.7
3	生徒が自分で学習方法を選択することができる学習環境づくりを意識している。	3.3	4.3	5.3

(6) 安全な作業環境の構築

表 42 の項目 1 「右利きの生徒も左利きの生徒も安全に作業できるように、材料の固定場所や作業場所などを意識している」の平均値は 3.0→3.7→5.0 と大きく上昇し、表 42 の項目 2 「授業前に材料や工具は整然と並べ、生徒を迎え入れる教室環境づくりを意識している」の平均値も 4.7→5.0→5.7 と着実に上昇した（表 42）。研究協力員は実践を通して生徒が安心して安全に作業することを支援するための環境づくりに関する意識を向上させたことが確認された。

表42 安全な作業を支援する学習環境づくりに関する項目の回答

項目	項目	平均値		
		初回打合せ前	初回打合せ後 ～実践前	実践後
1	右利きの生徒も左利きの生徒も安全に作業できるように、材料の固定場所や作業場所などを意識している。	3.0	3.7	5.0
2	授業前に材料や工具は整然と並べ、生徒を迎え入れる教室環境づくりを意識している。	4.7	5.0	5.7

(7) 真正な学びにつながる技術開発の授業デザイン

真正な学びにつながる技術開発の授業デザインに関する項目のうち、特に高評価（5.3 以上）となったのは問題発見（表 43 の項目 1）、課題設定（表 43 の項目 2）、ニーズ探究（表 43 の項目 3）、シーズ探究（表 43 の項目 4）に関する項目であった（表 43）。これは外部人材を活用したシーズ探究の授業、インタビュー調査や実地調査など実際に使用者の声に耳を傾けるニーズ探究の授業、ニーズとシーズをマッチングさせて課題を設定し構想を練る授業の効果によるものと推察される。また、これらの手法やプロセスは「生活や社会を支える材料と加工の技術」で招聘した松森氏の技術開発過程と類似しており、教室で技術開発の疑似体験を行う題材及び授業デザインの重要性が示唆された。

表43 真正な学びにつながる技術開発の授業デザインに関する項目の一部の回答結果

項目	項目	平均値		
		初回打合せ前	初回打合せ後 ～実践前	実践後
1	「問題の発見」では、アンケート調査やインタビュー、マインドマッピング、5W1Hなどの思考ツールや手法を活用している。	3.7		5.3
2	「課題の設定」では、使用者、ニーズとともに、社会の影響、自然界の法則による影響、教室や施設・設備などの条件を生徒に伝えるようにしている。	4.0		5.3
3	どんな問題を解決するべきか、ユーザは何を求めているかを調べる学習場面をつくるようにしている。	3.0		5.3
4	問題の解決に向けて技術の最適な条件を探る学習場面をつくるようにしている。	3.0		6.0

Ⅷ 研究のまとめ

1 全体考察

本研究では、技術科担当教員の指導力向上を目的とし、中学校技術科内容「A材料と加工の技術」において、「問題を見いだし、解決する力」を育てる題材を開発した。研究担当者が考案した題材計画、指導案、ワークシート案などを基に、3名の研究協力員が学校及び生徒の実態に応じて授業づくりを行った。研究担当者と研究協力員はコラボレーションプラットフォームを用いて常に情報を共有したことにより、他校の授業をモニタリングして授業改善を図る流れが確立された。特に、外部人材、生成AI、3DCAD、AR、3Dプリンタ等を活用した授業は、3名の研究協力員にとって初めての経験であったため、このような研究体制が整えられたことは一つの成果であると言える。技術科教員は、各校一名配属であるため、クラウドを活用したコミュニティ形成は、今後の技術科教員の指導力向上の新たなモデルとなり得ると考えられる。

本研究で育成を目指す「問題を見いだし、解決する力」は、「技術に関わる問題を見い出して課題を設定する力」「解決策を構想する力」「製作図等に表現する力」「(構想を)試作等を通じて具体化(製作)する力」「自らの問題解決を評価・改善する力」の五つの要素に整理した。これらの資質・能力の育成を目指し、全22時間の題材を実践した結果、「技術に込められた問題解決の工夫について考える力」「問題を見い出して課題を設定する力」「解決策を構想し、製作図等に表現する力」などの資質・能力の育成に成果が見られた。一方、「(構想を)試作等を通じて具体化(製作)する力」の育成には課題が残ることが明らかとなった。また、生徒の意識調査からは、技術分野の学習への興味・関心の向上、デジタル技術活用への意欲の高まりなど、複数の視点から教育効果が確認された。生成AIの活用では、約80%の生徒が「自分一人では思いつかなかったアイデアを得ることができた」と回答し、3DCAD、AR、3Dプリンタの活用においても、立体の具体的イメージの形成や設計修正の容易さなどで高い評価が得られた。

また、小学校図画工作科と中学校技術科の接続を踏まえた指導についても、調査結果から具体的な示唆が得られている。小学校図画工作科との接続に関しては、小学校では児童の自由な表現と想像的思考が重視され、中学校技術科では社会との結び付きや問題解決の系統性が重視されるという差異が確認された。効果的な接続のためには、段階的な移行を意識した指導、共通要素を軸とした一貫性のある指導、教員間の相互理解と指導法の共有が重要であることが示唆されている。

さらに、実践を通して、教員の隠れた支援を「発想を受容する雰囲気づくり」「教員の非言語的コミュニケーション」「介入と支援の適切な調整」「形成的評価の継続実施」「自律的な学習のための環境整備」「安全な作業環境の構築」「真正な学びにつながる技術開発の授業デザイン」の七つのカテゴリに整理した。これらは、技術による問題解決の過程で、生徒の新たな価値創造を促すために教員が意識すべき重要な要素であり、技術教育の質の向上に必要な知見であると考えられる。

以上の結果から、本研究で開発された題材は、特に本県技術科で課題とされてきた「問題を見いだし、課題を設定する力」の育成において効果を示し、ニーズ探究とシーズ探究に基づく新たな価値の創造を促す指導の在り方の一端を明らかにしたものと考えられる。

2 成果

- (1) ニーズ探究とシーズ探究に基づく新たな価値を創造する題材開発と実践により、生徒の「問題を見いだし、解決する力」が高まった。特に、外部人材の活用、生成AI、3DCAD、AR、3Dプリンタなどを取り入れたことで、生徒の技術科の学習への興味・関心が高まり、「技術に関わる問題を見い出して課題を設定する力」「解決策を構想する力」の育成に効果が見ら

れた。

- (2) ニーズ探究とシーズ探究に基づく新たな価値の創造を促すためには、教員の直接的な指導だけではなく、学習環境全体をデザインすることが不可欠であることが明らかになった。授業者である研究協力員の意識の変容と生徒への支援の方法から、「教員の隠れた支援」を洗い出し、「発想を受容する雰囲気づくり」「教員の非言語的コミュニケーション」「介入と支援の適切な調整」「形成的評価の継続実施」「自律的な学習のための環境整備」「安全な作業環境の構築」「真正な学びにつながる技術開発の授業デザイン」の七つのカテゴリに整理した。

3 課題

- (1) 「(構想を) 試作等を通じて具体化(製作)する力」の育成については課題が残されている。特に構想から製作へ移行する際に、実現可能性や機能性など複数の側面を考慮して詳細な設計を検討する力を育成する必要がある。社会からの要求、安全性、環境負荷、経済的負担等の相反する要求の折り合いを付け、最適な解決策を考えることが技術科ならではの学びであるが、本研究を通して、複数の側面の折り合いを付けた上で、さらに技術によってマイナス面を解消する生徒の思考が確認されている。このことから、バランスを取りつつ改善策を考える生徒の思考を促すことによって新たな価値の創造につながる指導を充実させる必要がある。
- (2) 小学校図画工作科における個々の思いを大切にしながら自由な表現活動から中学校技術科の問題解決活動へ円滑に接続するための体系的な指導の在り方について、さらなる研究が求められる。段階的な移行を意識した指導の充実や、共通要素を軸とした一貫性のある指導の実現、教員間の相互理解と指導法の共有の促進など、より効果的な学校段階間接続の在り方を具体化していく必要がある。

<おわりに>

この研究を進めるにあたり、御協力くださった研究アドバイザーの松森様、研究協力員の先生方、研究協力員所属校の生徒の皆さんに心からお礼を申し上げます。また、研究協力校の先生方、児童の皆さんに感謝申し上げます。

IX 引用文献及び参考文献

引用文献

- ・岩手県教育研究会技術・家庭部会 (2022) 『令和3年度岩手県教育研究会技術・家庭部会研究のあゆみ』
- ・岩手県教育研究会技術・家庭部会 (2023) 『実践交流会 2023 研究部提案資料』
- ・川路智治、谷田親彦、森山潤、上野耕史 (2020) 『技術科における「技術ガバナンスレビュー学習」の授業開発と実践評価ーエネルギー変換の技術における授業開発と実践評価ー』科学教育研究 44 巻1号: 3-13
- ・世良啓太、森山潤、末吉克行、勝本敦洋、上野耕史 (2018) 『遺伝子組み換え技術の今後の在り方に対する中学生の意思決定と技術評価観点』日本産業技術教育学会誌第60巻第3号: 127-133
- ・森山潤、足立明久、桐田襄一 (1996) 『技術科教育における技術の多面性に基づく学習内容のカテゴリ分析』京都教育大学教育実践研究年報 (通号12): 91-102
- ・文部科学省 (2017) 『小学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説図画工作編』東洋館出版社: 108
- ・文部科学省 (2017) 『中学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説技術・家庭編』東洋館出版社: 18、

引用 Web ページ

- ・経済産業省（2022）『未来人材ビジョン』
<https://www.meti.go.jp/press/2022/05/20220531001/20220531001-1.pdf>（2024. 2. 12 参照）
- ・中央教育審議会（2021）『「令和の日本型学校教育」の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現～（答申）』
https://www.mext.go.jp/content/20210126-mxt_syoto02-000012321_2-4.pdf（2024. 2. 12 参照）
- ・日本産業技術教育学会（2021）『次世代の学びを創造する新しい技術教育の枠組み』
https://www.jste.jp/mAIn/data/New_Fw2021.pdf（2024. 2. 12 参照）