

令和7年度 研究報告書

技術科「情報の技術」における中核的概念形成のための
3DCAD および3Dプリンタを活用した授業開発

令和6年度入学

熊本大学大学院 教育学研究科

教職実践開発専攻 教科教育実践高度化コース

245-A9714 井本 裕介

指導教員 田口 浩継
大塚 芳生
中山 篤

目次

第1章 緒論.....	4
1.1 概要.....	4
1.2 論文の構成.....	5
第2章 基本的事項.....	6
2.1 各教科等の見方・考え方および中核的概念の獲得の重要性.....	6
2.2 技術科における情報の「技術の見方・考え方」.....	7
2.3 「材料と加工の技術」における「情報の技術」の導入.....	8
第2章 参考資料.....	9
第3章 熊本市における状況調査.....	10
3.1 調査対象.....	10
3.2 調査の内容.....	11
3.3 状況調査の結果と考察.....	12
第3章 参考資料.....	18
第4章 熊本市F中学校での検証授業.....	19
4.1 検証授業の位置づけ.....	19

4.2 検証授業で活用した3DCADと3Dプリンタ	20
4.3 検証授業における3Dモデルデータについて	22
4.4 検証授業の対象	24
4.5 前半クラスの検証授業の概要・考察	25
4.6 後半クラスの検証授業の概要	39
4.7 検証授業の結果および考察	46
第4章 参考資料	49
第5章 結論	50
謝辞	51

研究報告書要旨

教育学研究科 教職実践開発専攻 教科教育実践高度化コース（技術）

245-A9714 井本 裕介

報告書名「技術科「情報の技術」における中核的概念形成のための
3DCAD および3Dプリンタを活用した授業開発」

概要

近年、中学校技術・家庭科技術分野（以下、技術科）においては、情報技術の理解を伴う情報活用能力の育成が重要な課題として指摘されている。中央教育審議会や日本産業技術教育学会は、「情報の技術」を軸に他領域を統合した学習の必要性を提起しており、情報のデジタル化や処理の自動化、システム化といった中核的概念を、実践的・体験的な活動を通して形成することが求められている。しかし、現行の技術科教育では、「D 情報の技術」に限定した指導にとどまり、他の内容領域と関連付けた体系的な育成は十分とはいえない。

そこで本研究では、「A 材料と加工の技術」に3DCAD および3Dプリンタを活用したデジタルものづくりを導入し、情報の「技術の見方・考え方」および情報技術の理解を伴う情報活用能力の育成を図る授業開発を目的とした。まず、熊本市内の中学校技術科教員を対象に、3DCAD および3Dプリンタの活用実態に関する調査を実施した。その結果、多くの教員が機器の操作経験に乏しく、環境整備や具体的な授業内での活用方法に不安を抱えている実態が明らかとなり、デジタルものづくりを導入する際の支援の必要性が示唆された。

これらの結果を踏まえ、第1学年を対象とした2時間構成の検証授業を熊本市F中学校において実施した。授業では、3DCAD (Tinker CAD) を用いたネームタグの設計と3Dプリンタによる造形を行い、さらに義足製作の事例を通して、社会からの要求、安全性、環境負荷、経済性といった視点から技術を多面的に評価・選択する学習活動を構成した。前半クラスで生じた操作面や指導上の課題は、後半クラスにおけるペア学習の導入や指導書の改善により軽減された。

分析には、事前・事後アンケートによる量的分析およびKH Coder を用いた振り返り記述の質的分析を用いた。その結果、生徒の3DCAD 操作技能の向上に加え、技術を多面的に捉え、その可能性と限界を踏まえて評価しようとする記述が増加したことから、情報の「技術の見方・考え方」の深化が確認された。以上より、3DCAD および3Dプリンタを活用したデジタルものづくりは、情報の中核的概念形成に有効であることを示すとともに、今後は中学校3年間を見通した体系的なカリキュラム開発の必要性を示すものである。

第1章 緒論

1.1 概要

日本産業技術教育学会は、「次世代の学びを創造する新しい技術教育の枠組み」の中で、今後の技術科の内容構成において、既存の内容に加え、情報技術を軸に他の内容を複合的に統合した学習を通して技術革新を牽引する力や技術を主体的に支える力の素地を育成すると提起している。また、令和7年（2025年）5月の中央教育審議会教育課程企画特別部会の中で、「中学校における情報技術を伴う情報活用能力の育成が不十分であり、現在の技術科を大幅に改善し、情報技術の理解を伴う情報活用能力の育成を中核として位置づけることが望ましい」としている。平成29年（2017年）告示学習指導要領において、「D 情報の技術」の目標の中で情報のデジタル化や処理の自動化、システム化について扱うことが言及されており、今後の情報活用能力の育成の中でも要になると考えられる。また、末吉ら（2018）は、「技術の見方・考え方」への気づきを高める「D 情報の技術」の題材および授業開発を行っている。しかし、技術の中核的概念の形成および情報活用能力を体系的に育成するためには、「D 情報の技術」でのみ情報活用能力を育成することを目指すのではなく他の内容とも合わせて指導を行っていく必要がある。例えば、「A 材料と加工の技術」では、製図用ソフトや3Dプリンタの活用が広まりつつあり、文部科学省特設サイトでは、3DCADと3Dプリンタを活用した製品製作の授業が内容Aの題材例として紹介されている。また、学校に備えるべき教材の例示品目や整備数量の目安を参考資料としてまとめた「学校教材整備指針」において、製図用ソフトは一人一本、3Dプリンタは8人で1台程度整備することが示されている。

そこで本研究では、技術科教員を対象とした3Dプリンタ活用状況調査の結果から技術科における「情報の技術」の中核的な概念形成のための3DCADおよび3Dプリンタを活用した授業開発を行った。

1.2 論文の構成

本研究の構成は、緒論、基本的事項、実態調査、検証、および結論の5章で編成した。

第1章「緒論」では、学習指導要領の改訂議論を背景に、技術科において「情報の技術」を核とした領域横断的な学習の必要性を指摘した。また、情報技術の理解を伴う情報活用能力を体系的に育成するため、本研究が「A 材料と加工の技術」に3DCADと3Dプリンタを活用したデジタルものづくりを導入する目的を明示した。

第2章「基本的事項」では、技術科における「技術の見方・考え方」と中核的概念の形成について整理した。特に、抽象的な概念を「生きた知識」へと転換するためには、能動的な学習プロセスである「実践—失敗—修正」の螺旋的なブートストラッピングが不可欠であることを論じ、構成主義的な授業構成の重要性を述べた。

第3章「熊本市における状況調査」では、市内の中学校技術科教員を対象とした実態調査の結果を詳述した。多くの教員がデジタルものづくり機器の指導経験に乏しく、環境整備や具体的な活用方法に不安を抱えている現状を明らかにすることで、授業開発において重視すべき要点を抽出した。

第4章「熊本市F中学校での検証授業」は本研究の核心部であり、第1学年を対象とした2時間の検証授業の実践報告である。1時間目に「Tinker CAD」を用いたネームタグの設計と3Dプリンタによる造形を行い、2時間目に義足製作の事例を通して、社会からの要求、安全性、環境負荷、経済性の視点から技術を多面的に評価・選択する活動を構成した。前半クラスの課題（通信環境や操作の難易度）を、後半クラスでのペア学習の導入や指導書の改善によって克服する過程を記述した。分析においては、事前・事後アンケートの対応のあるt検定や、KH Coderを用いた共起ネットワーク分析による振り返りの質的評価を行い、生徒の技能向上と技術評価能力の深化を検証します。さらに、題材終了後の追跡調査から、生徒が技術の万能感を超えて、その可能性と限界を正しく理解する「批判的思考」の獲得プロセスを考察した。

第5章「結論」では、実践を通して得られた成果を総括した。デジタルものづくりが情報のデジタル化やシステム化の特性を捉えるのに有効であることを示し、今後は3年間を見通した体系的なカリキュラム開発や、他領域との複合的な統合学習への展望を述べた。

第2章 基本的事項

2.1 各教科等の見方・考え方および中核的概念の獲得の重要性

令和4年度小学校学習指導要領実施状況調査では、知識を概念として習得すること、あるいは習得した知識を日常生活の事象と関連づけて理解することに、一部課題が見られることが指摘された¹⁾。これは小学校に限らず中学校においても同様の傾向が見られると考えられ、OECD国際教員指導環境調査(2024)によれば、日本は2018年調査と比較して、小中学校ともに「批判的思考を要する課題の提示」「現在と過去の学習内容の関連付け」「日常生活の問題を引き合いに出す指導」などの項目で増加が見られたものの、依然として国際平均を下回っていると報告されている²⁾。

令和7年9月19日に行われた中央教育審議会教育課程企画特別部会では、次期学習指導要領改訂に向けた論点整理が行われ、その中で、近年飛躍的に発展する生成AIの存在を踏まえ、既存の情報から大量のアウトプットを生成する能力が求められる社会においては、個別の知識の集積にとどまらず、知識を概念として習得し深い意味理解へと導く指導が一層重要になることが強調された³⁾。教科における中核的概念の形成とは、個々の知識・技能の上位概念であり、教科の見方・考え方として働くものである。また、実践や体験を通して記号接地された「生きた知識」を身につける過程であるといえる。今井(2024)は『学力喪失』において、「人間はAIとは異なり、一度に処理できる情報量は少ない。しかし、その制約を逆手に取り、外界の膨大な情報を取捨選択しながら、そこから抽象的な記号世界に自力で果敢に踏み入り、登攀していく。」と述べており、抽象的で記号接地が困難な概念は、「実践—失敗—修正」という螺旋的なブートストラッピングを経て徐々に接地され、最終的に直観的に取り出して使えるレベルにまで身体化されるとし、難解な抽象概念を「生きた知識」へと転換するには、このような学習プロセスが不可欠であると指摘している⁴⁾。各教科においても学習者が受動的に知識を注入される講義型授業などの客観主義から、学習者が能動的に知識を獲得し、自身の体験を組み合わせながら新たな知を創造しようとするような構成主義の考え方に基づく授業への転換が求められている。さらに各教科で育まれる「生きた知識」を基盤として、それらを横断的に組み合わせ、他者と協働して課題を解決する力を育む社会的構成主義の考え方に基づく探究的な学習活動が今後の教育現場には一層求められる。

生成AIの普及が進む社会においては、単なる知識量ではなく、概念的理解の深まりと知の構造化、そしてそれを応用するための協働的問題解決能力が、子どもたちが未来を生きるための重要な資質・能力となる。

2.2 技術科における情報の「技術の見方・考え方」

日本産業技術教育学会は、「次世代の学びを創造する新しい技術教育の枠組み」において、今後の技術科の内容構成として、既存の「材料と加工の技術」「生物育成の技術」「エネルギー変換の技術」「情報の技術」に加え、「情報の技術」を軸に他の内容を複合的に統合した学習を通して、技術革新を牽引する力や技術を主体的に支える力の素地を育成することを提起している⁵⁾。

令和7年(2025年)5月に開催された中央教育審議会教育課程企画特別部会においては、「中学校における情報技術を伴う情報活用能力の育成が不十分であり、現在の技術科を大幅に改善し、情報技術の理解を伴う情報活用能力の育成を中核として位置付けることが望ましい」と指摘されている⁶⁾。また、令和7年(2025年)9月25日に開催された中央教育審議会教育課程企画特別部会において、日々の学習や生涯にわたる学びを基盤として支える資質・能力として言語能力と情報活用能力があげられている。ここでいう情報活用能力は情報技術を適切かつ効果的に活用することに絞られ、探究的な学びを支え、駆動させる基盤として位置づけられている⁷⁾。さらに、令和7年10月20日に開催された中央教育審議会情報・技術WGにおいて、情報活用能力の構成要素別に(情報技術の①活用, ②適切な取り扱い, ③特性の理解), 各段階において育成すべき主な資質・能力の例を図2-1のように整理することが提案された⁸⁾。情報技術の理解を伴う情報活用能力は、技術科の「情報の技術」の内容のみによって育成されるものではなく、他の内容領域とも関連付けながら、中学校3年間を通して体系的に育成していくことが、今後の技術科に求められる方向性である。

	小学校	中学校	高等学校
	知識及び技能 思考力、判断力、表現力等	知識及び技能 思考力、判断力、表現力等	知識及び技能 思考力、判断力、表現力等
① 情報技術の活用	<ul style="list-style-type: none"> 多様な情報収集の方法を身に付ける 情報やデータを整理し傾向を把握する方法を身に付ける 目的に応じた表現技能を身に付ける 情報技術の適切な操作を身に付ける 	<ul style="list-style-type: none"> 効率的な情報収集の方法を身に付ける 情報やデータの統計的な分析の方法を身に付ける 複数の情報技術の組み合わせた表現技能を身に付ける 	<ul style="list-style-type: none"> 複数の手段により効果的に収集した情報やデータを統計的に分析し根拠を判断したうえで、適切な情報の加工をもって課題を解決できる 組み合わせによる効果的な情報収集の方法を身に付ける 情報やデータを構造化し科学的に分析し論理的に考察する方法を身に付ける 情報技術を統合した効果的な表現技能を身に付ける
② 情報技術の適切な取り扱い	<ul style="list-style-type: none"> 自他の権利やルール、マナー、セキュリティを理解する 生活や健康への影響、安全管理を理解する メディアにより情報や印象が異なること、誤情報・悪意のある情報もあることを理解する 	<ul style="list-style-type: none"> 権利に係る基本的な法制度や責任を理解する 倫理的配慮や情報セキュリティの基本を理解する 心身を含むリスク評価と適切な対処を理解する 	<ul style="list-style-type: none"> 法・制度の意義や責任を理解する 倫理的な配慮を踏まえた適切な活用に関し理解する 情報セキュリティを踏まえたリスクと利便性の評価・管理を理解する
③ 情報技術の特性の理解	<ul style="list-style-type: none"> 生成AIを含む情報技術の基本的な仕組みや特性を理解する コンピュータに指示するために必要な手順を理解する 	<ul style="list-style-type: none"> 情報技術の仕組みや特性を踏まえ、AIやアルゴリズム、情報デザイン、データ分析・メディアの活用と社会的視点を統合し、生活や社会における課題を多面的に分析して解決策を構想・表現することができる データの効率的な管理・活用の仕方を身に付ける メディア特性が受信・発信に与える影響を理解する 技術による社会のシステム化を理解する 	<ul style="list-style-type: none"> 先端技術を含む情報技術の原理や特性を踏まえ、AIやアルゴリズム、情報デザイン、データ分析、モデリング、シミュレーション、メディア・ツールの活用と社会的視点と統合し、生活や社会における専門的な課題を分析的に捉えて、解決策を創造的に構想・表現することができる AIの特性と課題を踏まえた活用の方法を身に付ける アルゴリズムやシステム構築の設計と評価の方法を身に付ける ユーザ中心の情報設計・評価の方法を身に付ける データの科学的分析・解釈や、モデル化、シミュレーションを理解する メディア・ツールの統合・活用の方法を身に付ける 技術発展の正負の影響を多面的に理解する

図2-1 各段階で育成すべき情報活用能力の主な資質・能力の例⁸⁾

現行の学習指導要領である平成 29 年（2017 年）告示中学校学習指導要領では、技術分野の目標として、「技術の見方・考え方を働かせ、ものづくりなどの技術に関する実践的・体験的な活動を通して、技術によってよりよい生活や持続可能な社会を構築する資質・能力を育成すること」が示されている⁹⁾。技術の見方・考え方を働かせる学習活動とは、生活や社会における事象を技術との関わりからの視点から捉え、社会からの要求、安全性、環境負荷、経済性などに着目し、技術を最適化する在り方について、ものづくりを通して考える活動である。ここで得られる学びは技術分野に固有のものであり、「技術の見方・考え方」は、技術分野を学ぶことによってこそ育成されるという点で、技術科教育の本質的な意義の中核を成す概念であるといえる。また、情報の「技術の見方・考え方」については、「生活や社会における事象を、情報の技術との関わりからの視点で捉え、社会からの要求、使用時の安全性、システム、経済性、情報の倫理やセキュリティ等に着目し、情報の表現、記録、計算、通信の特性等にも配慮しながら、情報のデジタル化や処理の自動化、システム化による処理方法を最適化すること」が示されている。具体的には、「(1) 生活や社会を支える情報の技術」の内容の取扱いとして、学習者が情報の表現・記録・計算・通信の特性等の原理・法則と、情報のデジタル化、処理の自動化、システム化、情報セキュリティ等に関わる基礎的な技術の仕組み、さらに情報モラルの必要性について考えることができるよう指導することが求められている。情報のデジタル化の方法や情報量、著作権を含む知的財産権、発信した情報に対する責任といった観点は、今後の技術科教育においても不易の内容として位置付けられるものであるといえる。

2.3 「材料と加工の技術」における「情報の技術」の導入

平成 29 年（2017）告示中学校学習指導要領において、技術・家庭科技術分野の「材料と加工の技術」「生物育成の技術」「エネルギー変換の技術」「情報の技術」の内容の取扱いについて、各学校における指導学年などを示されていない。しかし、小学校における学習との接続を重視する視点から、「材料と加工の技術」を第 1 学年で行う学校が一般的である。そのため、情報技術の理解を伴う情報活用能力の育成を体系的に図るために、今後は「材料と加工の技術」においても情報技術を活用したものづくり体験を取り入れることや「情報の技術」の内容と関連付けて指導を行う必要がある。

近年、情報技術の発達により、3D プリンタやレーザー加工機、CNC 旋盤などのデジタルものづくり機器の開発進んでおり、工業用だけではなく家庭用のデジタルものづくり機器も普及しつつある。そのため、技術科の学習の中でも、デジタルものづくり機器を活用したものづくり体験活動の場が導入され始めており、文部科学省特設サイトでは「材料と加工の技術」の題材例とともに「情報の技術」の学習の基礎的な経験となる 3DCAD や 3D プリンタの活用場面の例が紹介されている¹⁰⁾。また、学校に備えるべき教材の例示品目や整備数量の目安を参考資料としてまとめた「学校教材整備指針」において、製図用ソフトは 1

人1本、3Dプリンタは8人で1台程度整備することが示されている¹¹⁾。

これまで、「材料と加工の技術」における「(2)材料と加工の技術による問題解決」では、日本産業規格に則った製図学習が行われてきた。東京書籍出版「新編 新しい技術・家庭 技術分野 未来を創る Technology」の中で、製作に必要な図面は設計者と製作者をつなぐ意思伝達の役割があると記されている¹²⁾。製図学習は、設計者と製作者の視点および技術の見方・考え方を育むうえで重要な学習である。製図学習においても情報技術およびデジタルものづくり機器を活用することで学習効果を高めることができ、製図用紙を使った手書きの製図と比べ3DCADを活用することで、図の修正やデータの共有をより効率的に行うことができ、立体的かつ造形物の構造を視覚的にも理解しやすいため、情報のデジタル化による作業効率の向上を体験できる。また、CADで作成したデータを造形用データに変換し、3Dプリンタを活用して造形することで縮尺を縮めた試作や最終品製造を行うことで、3DCADと3Dプリンタを活用したものづくりの一連のシステムを体験することができる。

しかし、現場の技術科教員にとって新しい学習内容の追加や指導方法の変更は負担感を感じやすいと予想され、デジタルものづくり機器を活用した授業内で活用している学校は未だ一部地域に留まっているという現状がある。

第2章 参考資料

- 1) 文部科学省 国立教育政策研究所：令和4年度小学校学習指導要領実施状況調査 結果のポイント，(2025)
- 2) 文部科学省 国際教育政策研究所：OECD 国際教員指導環境調査 (TALIS) 2024 報告書のポイント，(2025)
- 3) 文部科学省：中央教育審議会教育課程企画特別部会 論点整理 令和7年9月19日 資料，(2025)
- 4) 今井むつみ：学力喪失-認知科学による回復への道筋，岩波新書，(2024)
- 5) 一般社団法人 日本産業技術教育学会：次世代の学びを創造する新しい技術教育の枠組み，21世紀の技術教育 (改訂版)，(2021)
- 6) 堀田龍也：情報活用能力の抜本的向上に向けて 資料1-4，中央教育審議会初等中等教育分科会 教育課程企画特別部会 令和7年5月12日，(2025)
- 7) 文部科学省：論点整理，中央教育審議会教育課程企画特別部会 令和7年9月25日 資料，(2025)，61
- 8) 文部科学省：【資料1】，中央教育審議会教育課程企画情報・技術WG 令和7年10月20日，(2025)，6
- 9) 文部科学省：中学校学習指導要領 (平成29年告示) 技術・家庭編，(2017)
- 10) 文部科学省：内容A(2)材料と加工の技術による問題の解決の事例，中学校技術・家庭科 (技術分野) 事例集，(2024)
- 11) 文部科学省：中学校教材整備指針，(2019)，10
- 12) 東京書籍：新編 新しい技術・家庭 技術分野 未来を創る Technology，(2025)

第3章 熊本市における状況調査

令和6年度第1回熊本市教育の情報化検討委員会において、熊本市の小学校92校および中学校42校ではiPadの第6世代と第7世代、高等学校2校ではChromebookを導入および使用しており、児童および生徒は学習用にGoogleドライブが使用できるようになっていると報告された¹⁾。熊本市は、文部科学省が打ち出したGIGAスクール構想に一早く着手し、全国でも有数のICT環境を整備している。そこで、3DCADおよび3Dプリンタを活用した授業の開発および教材開発を行う際の要点の整理を目的とし、熊本市内の技術科教師に対して、3DCADおよび3Dプリンタ活用実態調査を行なった。

3.1 調査対象

本調査は令和7年（2025年）8月に、熊本市技術・家庭科研究会技術分野の協力のもと、熊本市内の公立・私立中学校の技術科担当教員を対象に行った。回答数は27件で、回答者の教職歴は図3-1に示すように、各世代からの回答が得られた。

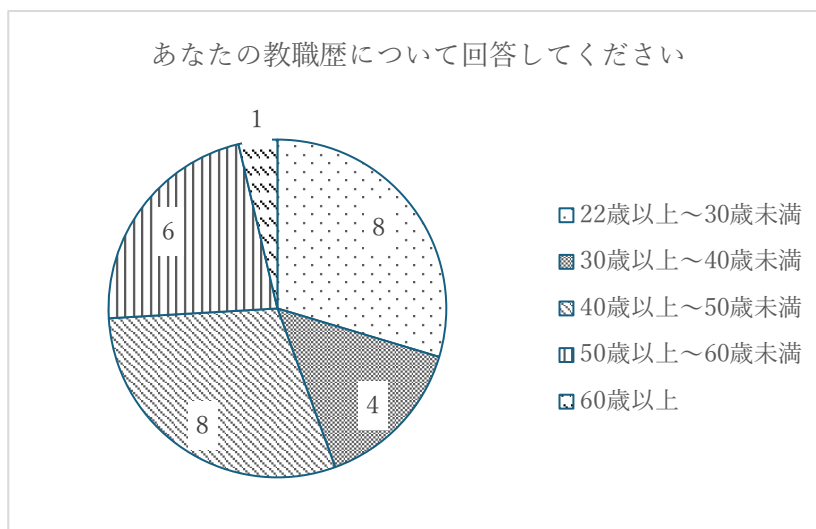


図 3-1 回答者の教職歴 (N=27)

3.2 調査の内容

調査内容は、「3Dプリンタ所有及び設置の有無に関する項目」や「3DCAD及び3Dプリンタの活用スキルに関する項目」、「3Dプリンタ活用に対する意見等」について構成し、選択形式と自由記述で行った。質問項目を作成する際には、中村ら(2017)が行った「技術科教育における3Dプリンタを用いた教材開発に関する研究-教員への聞き取り調査を通じて-」で使用したアンケート項目を参考に自作した²⁾。表3-1に、具体的な質問項目を示す。

表3-1 調査項目

番号	内 容
1	あなたは、個人で3Dプリンタを所有していますか？
1-a	(所有していると答えた方) 現在、3Dプリンタはどのように使用していますか？
1-b	(所有していると答えた方) 何年前からですか？
2	あなたの勤務校には、3Dプリンタが学校の備品として設置されていますか？
2-a	(設置されていると答えた方) 何台ですか？
2-b	(設置されていると答えた方) 何年前からですか？
3	現在あなたの学校では、授業内で3Dプリンタを活用していますか？
3-a	(活用していると答えた方) 誰が活用していますか？
3-b	(活用していると答えた方へ) 具体的にどのような活用方法をしているかご記入ください
4	あなた自身は、3DCADを扱うことができますか？
5	あなた自身は、3Dプリンタを扱うことができますか？
6	あなたは、3DCADの使い方を生徒に指導することができますか？
7	あなたは、3Dプリンタの使い方を生徒に指導することができますか？
8	3Dプリンタを学校で活用する場合、3Dプリンタ本体の1台あたりの導入コストの想定はいくらですか？
9	授業で活用する場合、3Dプリンタによる1作品あたりの印刷時間の想定は？
10	3Dプリンタを授業内で活用する際、生徒1人あたりから徴収する場合の材料費の想定はいくらですか？
11	A~Dの内容において3Dプリンタの授業内での活用について、アイデアを教えてください
12	3Dプリンタで作成してほしい教材はありますか？
13	3Dプリンタを授業内で活用するときの不安はありますか？
14	技術分野の指導に関する困りごとがありましたら教えてください

3.3 状況調査の結果と考察

「3Dプリンタ所有及び設置の有無に関する項目」は、図3-2及び図3-3に示すように「個人で所有している」が4件(14.8%)、「勤務校に設置されている」が1件(3.7%)であった。3Dプリンタを個人所有している教師は、自宅で私的活用または自宅で教材研究に活用していると回答した。いずれも購入して1年以内の所有であった。学校に備品として設置されていると回答した学校では、2台設置されているとの回答があった。また、熊本市教育センターによると、熊本市の42校の中学校の内、3Dプリンタが学校備品として導入されている学校は、センターが把握しているもので4校(9.5%)であるとの言及があった。

次に、3Dプリンタの授業内での活用については図3-4に示すように、活用しているとの回答が4件(14.8%)あった。具体的には、授業中に部品作りや模型作り、製作物への追加パーツ作成での活用や委員会活動でも活用していると回答があった。

また、「3DCAD及び3Dプリンタの活用スキルに関する項目」では、個人での活用に関して、「まったく扱えない」「少し苦手」の回答が、図3-5に示すように3DCAD活用では14件(51.8%)、図3-6に示すように3Dプリンタ活用では18件(66.6%)あった。さらに、生徒に対して「指導できない」「指導したことが無い」「指導に自信がない」の回答が、図3-7に示すように3DCADの操作方法の指導に関しては18件(66.6%)、図3-8に示すように3Dプリンタの操作法の指導に関しては19件(70.3%)あった。

以上のことから、現場教員は3Dプリンタを使用していない教員の方が多く、3DCADを活用した指導に対する不安も大きいため、デジタルものづくり機器を活用した実践事例を取り入れる際に負担感を感じやすいと推測される。

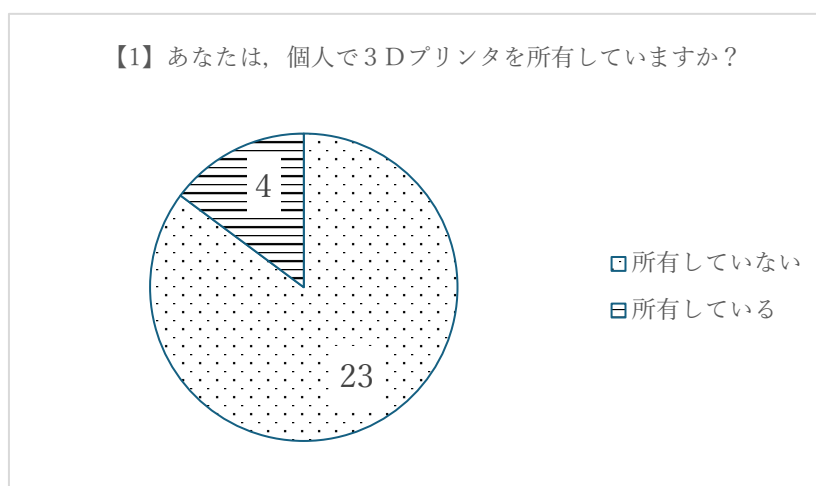


図3-2 3Dプリンタの個人所有の有無 (N=27)

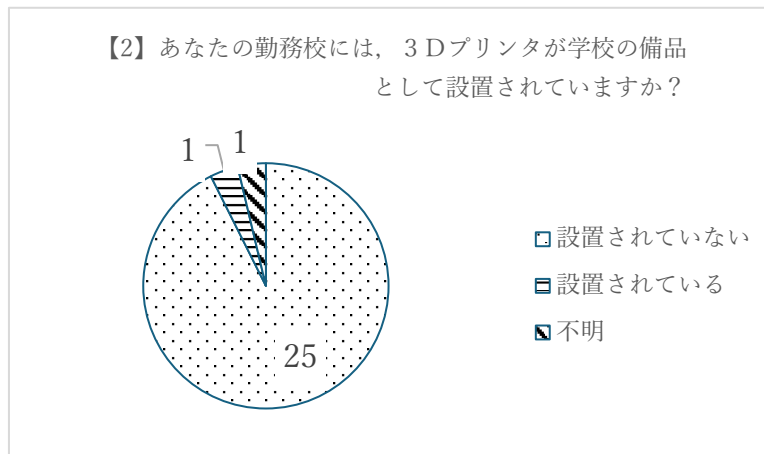


図 3-3 学校設備としての3Dプリンタの有無 (N=27)

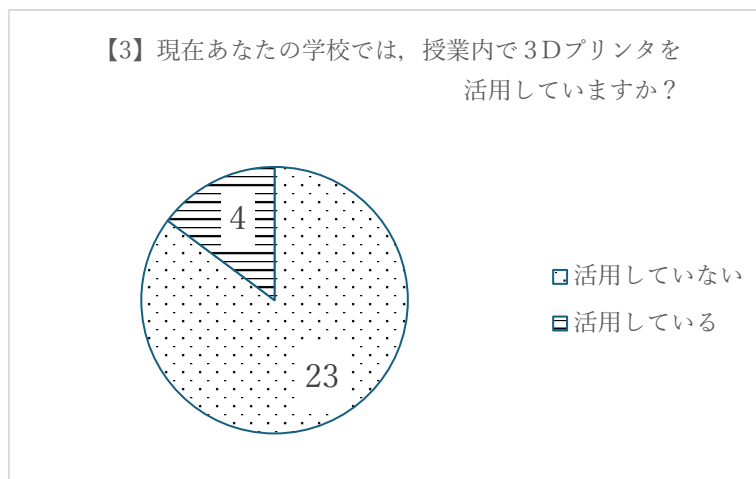


図 3-4 授業での3Dプリンタ活用の有無 (N=27)

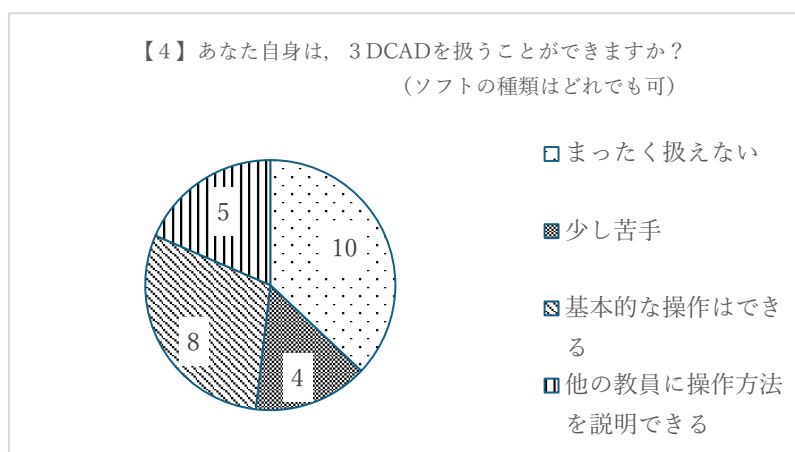


図 3-5 3DCADの個人での活用スキル (N=27)

【5】 あなた自身は，3Dプリンタを扱うことができますか？（機種や出力方式はどれでも可）

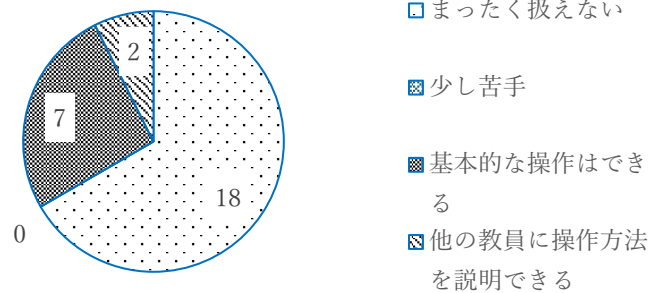


図 3-6 3Dプリンタの個人での活用スキル（N=27）

【6】 あなたは，3DCADの使い方を生徒に指導することができますか？

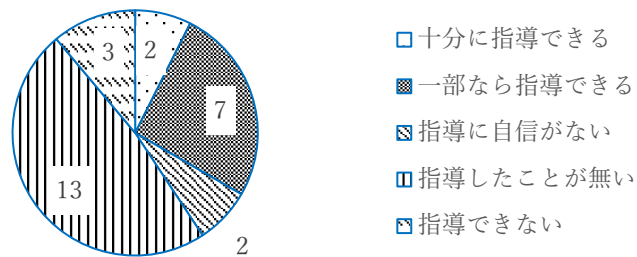


図 3-7 3Dプリンタの個人での活用スキル（N=27）

【7】 あなたは，3Dプリンタの使い方を生徒に指導することができますか？

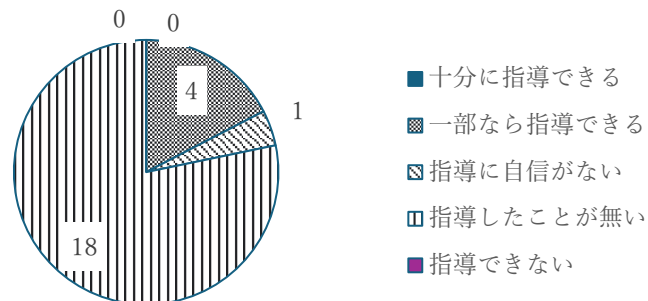


図 3-8 3Dプリンタの個人での活用スキル（n=23）

3Dプリンタの導入費用の想定は、図3-9に示すように3Dプリンタ本体が「3～5万円」が11件(40.7%)、「分からない」が37.0%、図3-10に示すように生徒1人あたりから徴収する材料費の想定は「300～500円」が29.6%、「分からない」が44.4%であった。また、3Dプリンタを授業内で活用するときの不安として、図3-11に示すように「3Dプリンタとパソコンやタブレットなどをつなぐ等の環境整備」が48.1%、「具体的な授業内での活用方法」が44.4%、「分からない」が18.5%であった。導入費用は各自治体への依存性も大きい。3Dプリンタを活用した教材開発および実践事例の開発を進めるとともに、学校現場の環境に適した3Dプリンタの機種を選定や重視すべき性能などを明らかにする必要もある。また、技術科の指導に関する困りごとでは、「3DCADを使うことと3Dプリンタで見本を作ることの意義」「プラスチックシートをテープで固定するなどして見本を作ることでも代用可能ではないか」「情報の分野は、分からないが多すぎる」「学校によって設備が異なり、指導する内容や方法が変わってしまう」などの記述があり、情報技術の理解を伴う情報活用能力の育成を中核とした指導への困惑や学校設備の不統一などが課題としてあげられた。3Dプリンタの機種を選定するにあたり、3Dプリンタ本体と付随するスライスソフトの学校現場における使用の難易度も明らかにする必要があるといえた。また、アンケートに対する詳細な回答を表3-2に示す。

本調査では、熊本市内の公立・私立中学校の技術科担当教員を対象に、技術科における3DCADおよび3Dプリンタ活用実態調査を行い、以下の結果が得られた。

- ①3Dプリンタを活用したことが無い教員や、3DCADを活用した指導に不安を感じる教員が多く、デジタルものづくり機器を活用した指導に負担を感じやすいと示唆された。
- ②学校現場に適した3Dプリンタを選定し、重視すべき性能を明らかにする必要がある。
- ③情報技術の理解を伴う情報活用能力の育成を中核とした技術科における指導法の検討の必要がある。

3Dプリンタの学校設備としての導入には、各自治体の財源に依存する部分も大きい。企業の更なる技術開発により1台当たりの価格低下および初心者でも扱いやすい人工知能のアシスタント機能や教育現場用のモデルなどが普及することも今後考えられるため、個人での情報収集に加え、各自治体での導入状況や活用状況を情報共有する必要性も示唆された。

【8】3Dプリンタを学校で活用する場合、3Dプリンタ本体の1台あたりの導入コストの想定はいくらですか？

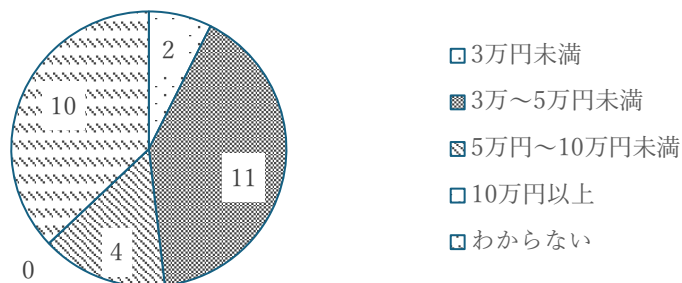


図 3-9 3D プリンタ導入費の想定 (N=27)

【9】授業で活用する場合、3Dプリンタによる1作品あたりの印刷時間の想定は？（授業時間以外に印刷する場合も含めて検討してください。）

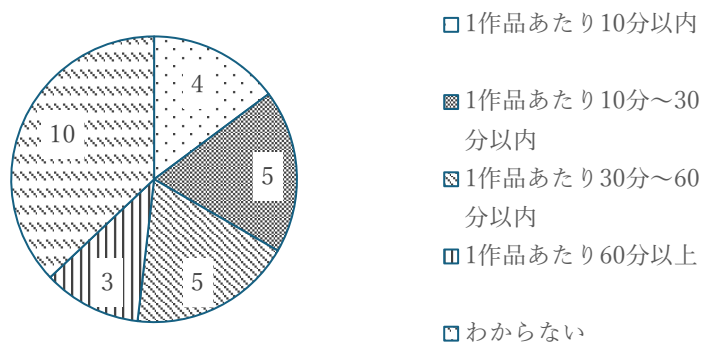


図 3-10 3D プリンタでの印刷時間の想定 (N=27)

【10】3Dプリンタを授業内で活用する際、生徒1人あたりから徴収する場合の材料費（フィラメント等）の想定はいくらですか？

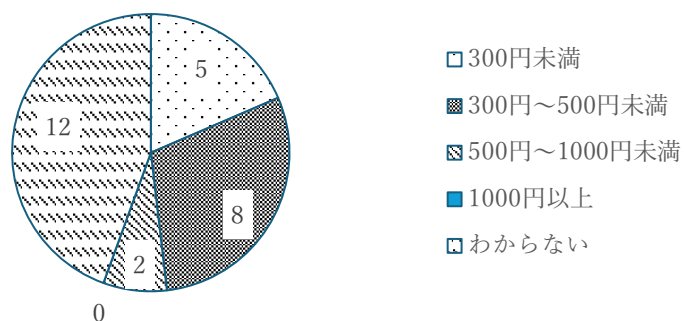


図 3-11 3D プリンタの材料費の想定 (N=27)

表 3-2 調査結果

年齢	22～30 歳未満	30～40 歳未満	40～50 歳未満	50～60 歳未満	60 歳以上
	8	4	8	6	1
教職歴	5 年未満	5～10 年未満	10～20 年未満	20～30 年未満	30 年以上
	7	4	5	5	6
担当教科	技術科のみ		技術科と他教科の掛け持ち		
	27		0		
勤務校	熊本市内の公立学校	熊本県内(熊本市内を除く)の公立学校	私立学校	その他	
	23	0	3	1	
1	所有している		所有していない		
	4		23		
1-a	家で私的に使用	家で教材研究に使用	学校で教師が教材研究に使用	学校で生徒が使用	
	2	1	1	1	
1-b	今年から(1), 半年前(1), 1年前(1)				
2	設置されている		設置されていない	不明	
	1		25	1	
2-a	2台(1)				
2-b	1年前				
3	活用している		活用していない		
	4		23		
3-a	教師(3), 生徒(3)				
3-b	模型作り(2), 部品作り(1), 委員会(課)活動(1), 授業時の生徒の製作など(1)				
4	他の教員に説明できる	基本的な操作はできる	少し苦手	まったく扱えない	
	5	8	4	10	
5	他の教員に説明できる	基本的な操作はできる	少し苦手	まったく扱えない	
	2	7	0	18	
6	十分に指導できる	一部なら指導できる	指導に自信がない	指導したことが無い	指導できない
	2	7	2	13	3
7	十分に指導できる	一部なら指導できる	指導に自信がない	指導したことが無い	指導できない
	0	4	1	18	0
8	3万円未満	3万円～5万円未満	5万円～10万円未満	10万円以上	わからない
	2	11	4	0	10
9	1作品10分未満	1作品10分～30分以内	1作品30分～60分以内	1作品60分以上	わからない
	4	5	5	3	10
10	300円未満	300円～500円未満	500円～1000円未満	1000円以上	わからない
	5	8	2	0	12
11.「材料と加工術」	特になし・思い浮かばない11件(40.7%), 丈夫な構造の模型, 製作したい物のモデル, 小物パーツ				
11.「生物育成」	特になし・思い浮かばない22件(81.5%), じょうろの補修, オリジナルの鉢, 団粒構造のモデル				
11.「エネルギー変換」	特になし・思い浮かばない17件(63.0%), ギアの模型, ロボコンの部品, 照明を設置する筐体				
11.「情報の技術」	特になし・思い浮かばない18件(66.7%),				
12	特になし・思い浮かばない22件(81.5%), 教師演示用のPCパーツ模型, 組み立ての際の治具, 計測・制御の制御周りの部品				
13	3Dプリンタとパソコンやタブレットなどをつなぐ等の環境整備13件(48.1%), 3Dプリンタ本体の修理などの手入れ10件(37%), 具体的な授業での活用方法12件(44.4%), わからない5件(18.5%), 印刷にかかる時間1件(3.7%), 使わなくなった時の処分について1件(3.7%)				
14	「物価高による教材費の高騰, 授業時数の少なさ」「プログラミングの指導, 統合の題材」「1.3DCADを使うことと3Dプリンタで見本を作ることの意義。例えば薄く硬いプラスチックシートをテープで固定するなどして見本を作ることでも代用可能かと思えます。2.他領域と比べて材料と加工の技術の授業時数の偏重」「情報の分野は, よく分からないことが多い」「学校によって設備が異なり, 指導する内容や方法が変わってしまうこと。」「生徒の興味関心の差, 作業への関心の差, 巧緻性の差が大きい」「座学の場面を面白く出来るような実験や教材などがあれば嬉しいです。				

第3章 参考資料

- 1) 熊本市公式サイト：②リーディングDXの取り組みについて 令和6年度（2024年度）第1回熊本市教育の情報化検討委員会 会議録（要約），（2024）
- 2) 中村冠太・北村一浩・磯部征尊：技術科教育における3Dプリンタを用いた教材開発に関する研究-教員への聞き取り調査を通じて-，日本科学教育学会研究会研究報告，Vol.31 No.8，（2017），101

第4章 熊本市F中学校での検証授業

4.1 検証授業の位置づけ

情報技術の理解を伴う情報活用能力および情報の「技術の見方・考え方」の育成を目指すには、情報の表現の特性等の原理・法則と基礎的な技術の仕組みや情報の技術に込められた問題解決の工夫を抽象的概念として捉え、デジタルものづくり機器を活用したものづくり体験活動をとおして実践-失敗-修正を体験することが必要不可欠である。そこで、本研究では情報技術の理解を伴う情報活用能力の育成によってめざす生徒の姿を、①情報のデジタル化、処理の自動化、システム化による良さと課題に気づくことができる、②情報技術を活用したものづくりと社会や環境との関わりに対し、興味・関心を持ち、自ら学びを深めようとしている、③情報技術を活用したものづくりに関する基礎的な知識・技能を身に付けていると設定し、情報技術の理解を伴う情報活用能力の育成を中核とした「A 材料と加工の技術」における(2)材料と加工の技術による問題の解決の製図学習の一部として、3DCAD および3Dプリンタを活用した授業を開発した。表4-1に指導計画の概要を示す。検証授業の内容は、「追加部品の作成」や「自作製品の評価・再設計」の学習内容とも関連があり、情報技術の理解を伴う情報活用能力を体系的に育成するにあたっての導入的役割がある。なお、検証授業では、授業後の目指す生徒の姿を、①CAD および3Dプリンタを活用したものづくり活動を通して、デジタルものづくりへの興味・関心を持ち、自ら学びを深めようとしている。②CAD や3Dプリンタを活用して基本的な3Dモデルの造形を行うことができると設定し実施した。

表 4-1 (2)材料と加工の技術の問題解決の指導計画

学習内容	時数
身の回りの問題発見・課題発見	1
製作品の構想	2
設計①等角図、第三角法による正投影図	2
設計②3DCAD と3Dプリンタ (検証授業)	2
製作品の製作 (けがき, 切断, 切削, 組立)	8
追加部品を3Dプリンタで作成	1
評価・再設計	1

4.2 検証授業で活用した 3DCAD と 3D プリンタ

現在、熊本市では、タッチパネルでの使用性の高さから CAD ソフトとして Reality Composer を活用している学校も少なくない。しかし、表 4-2 に示すように多くの機能で Reality Composer と互換性があり、3D モデルデータの出力の種類の豊富さや、本格的な 3DCAD への発展性があることから検証授業では Autodesk 社の Tinker CAD を使用した。Tinker CAD での設計の様子を図 4-1 に示す。Tinker CAD は教育現場での活用を目的に開発された CAD であり、アプリケーション版と Web 版の 2 種類がある。どちらも無料で活用することができ、iPad 環境では AR 機能も使用できる。3D データは OBJ, STL, GLTF のファイル形式で出力することができる。

表 4-2 Tinker CAD と Reality Composer の比較

項目	Tinker CAD	Reality Composer
価格	無料	無料
入手法	Web ブラウザ, アプリケーションの DL	アプリケーションの DL
使用性	マウス操作またはスクリーンタッチ	マウス操作またはスクリーンタッチ
造形方法	基本の図形の変形または組み合わせ	基本の図形の変形または組み合わせ
AR 出力	可能	可能
ファイルの出力	STL, OBJ, GLTF, SVG	Reality, USDZ
製作元	AutoDesk 社	Apple 社

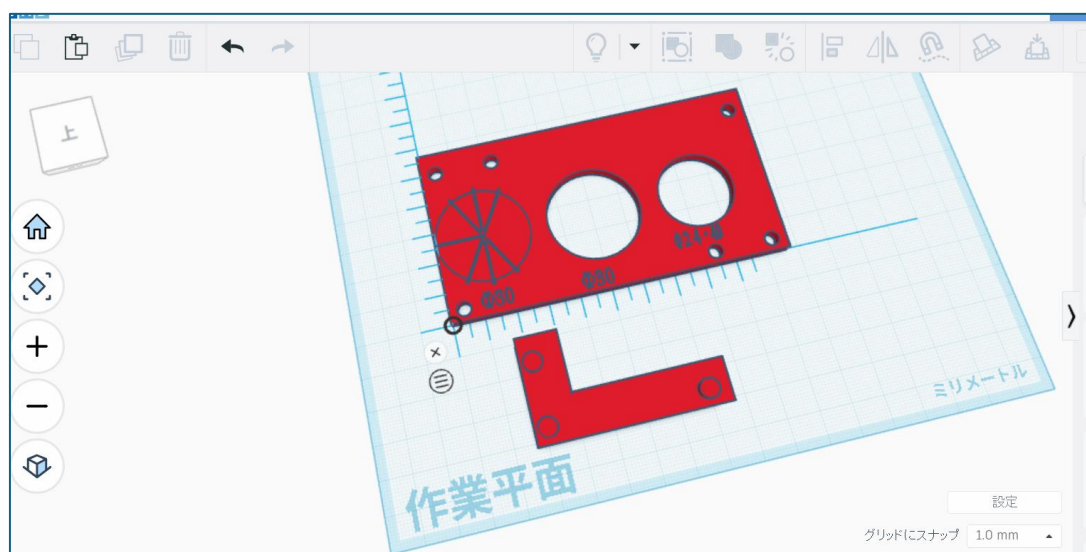


図 4-1 Tinker CAD での設計の様子

3DプリンタはBambu Lab社のA1mini¹⁾を3台、A1²⁾を1台使用した。A1 miniおよびA1を図4-2と図4-3に示す。3Dプリンタの造形法はレジンなどの光硬化性樹脂を用いる光造形法や材料をノズルから噴射して造形を行う材料噴射法(MJT)など多岐にわたるが、熱溶融積層方式(FDM)は他の造形法の3Dプリンタと比べ安価である。今回使用したA1およびA1miniは熱溶融積層方式で、対応するスライスソフト(Bambu studio)は、少ない手順で造形用データに変換(スライス)することができ、遠隔で造形の指示を出せる。また、造形素材は生分解性プラスチック(PLA)をはじめ、PETG, TPU, PVAが使用可能である。



図4-2 A1mini¹⁾



図4-3 A1²⁾

4.3 検証授業における 3D モデルデータについて

3D プリンタで造形を行うには、造形物の 3D モデルデータが必要である。3D プリンター活用技術検定 公式ガイドブックでは、3D モデルデータには、用途に応じた STL, OBJ, 3FM などの様式があり、3D モデルデータをスライスソフト等を活用し造形用データ (G コード) に変換することにより、3D プリンタで造形を行うことができるとされている³⁾。3D モデルデータの入手方法は大きく分けて、①CAD での設計、②web からダウンロードする、③3D スキャナーを用いたスキャン、の 3 パターンである。検証授業においても 3D データの入手、造形用データ (G コード) への変換、3D プリンタでの造形という一連のシステムの流れを生徒が体験できるよう検討を行った。

また、技術科の授業における 3D プリンタを用いて製作する造形物は様々なモデルが提案されている。関口ら (2024) は、中学校技術科「材料と加工の技術」における 3D プリンタを活用した教材開発に関わる提案の中で、3D プリンタを活用した 6 種の教材を提案している⁴⁾。検証授業では教師の負担軽減のために授業時間内に 3D プリンタでの印刷をおえることを目指し、小さくても CAD による 3D モデルデータの修正によりオリジナルの造形物を作れることから、製作物にネームタグを採用した。

検証授業を行うにあたり、図 4-4 に示すような凸型と凹型の 2 種類のネームタグのモデルを作成した。ネームタグのモデルを作成する際には、検証授業において初めて 3DCAD および 3D プリンタに触れる生徒のことを考慮し、3D プリンタでの造形の際に使用するスライスソフト (Bambu studio) は初期設定のまま造形用データへ変換した。表 4-3 にネームタグ印刷時の設定を示す。

検証授業は 2 時間連続 (1 時間あたり : 50 分) で実施するため、造形時間は生徒が CAD を扱う時間を約 30 分とした場合、10 分の休み時間も含め最大 80 分である。3D プリンタによる造形は、形状が複雑になるほど造形時間が増加する。従って、造形物の形状は凸型、凹型どちらも修正を加えない状態の場合、1 つあたり 10 分以内で印刷ができ、10 枚同時に印刷した際には 60 分以内に造形を終えることができるようにした。3D プリンタによる造形を行う際に、A1 mini および A1 は 1 回の造形ごとにキャリブレーション時間が発生するため、クラス全員分の 3D モデルを造形することも考慮し、複数回に分けて造形するよりも、4 台同時で 1 回の造形を行う方が、効率が良いと考えた。検証授業で使用した 3D プリンタの設定では、ネームタグに生徒の名前を加えることで造形時間が約 20 分まで増加可能である。また、検証授業では 3D プリンタのノズルの径を 0.4 mm で造形したが、ノズルの径を太くして造形物の積層ピッチをより高くすることや、内部の充填率を減らすことで、より造形時間を短縮できると考えられる。一方で、検証授業ではネームタグのため充填率は 15% でも強度に支障が出ることはなかったが、造形物によっては充填率や隙間インフィルの構造を考慮する必要がある。

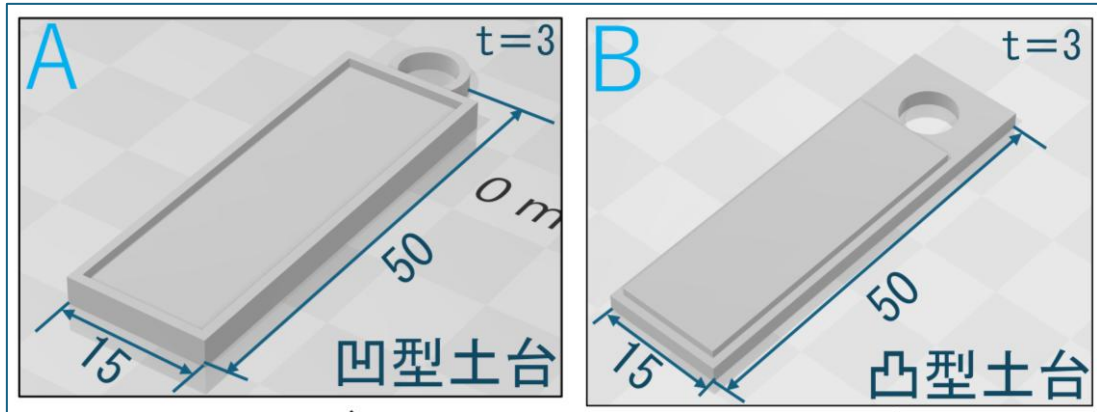


図 4-4 ネームタグのモデル

表 4-3 ネームタグ印刷時の 3D プリンタの設定

外壁	200mm/s
内壁	300mm/s
隙間インフィル	250mm/s
移動速度	700mm/s
ノズル	0.4mm
積層ピッチ	0.2mm
内部インフィルの充填率	15%
サポート材	なし
スカート	なし
プライムタワー	なし
ブリム	なし
フィラメント	PLA (1色)

4.4 検証授業の対象

令和7年（2025年）7月に、熊本市内F中学校第1学年4クラス（160人）を対象に検証授業を行った。検証授業を進めるにあたり、3クラス目からは授業内容を一部変更したため前半2クラス（前半クラス）と後半2クラス（後半クラス）に分けて分析を行った。生徒の各機器に関する使用経験を、図4-5に示す。両クラスともに9割以上が、3DCADおよび3Dプリンタを初めて使用する生徒であった。また、3Dプリンタでの作りたいものに関しては、表4-4に示すように日常生活を豊かにする道具やアクセサリおよび贈り物に関する回答が見られた一方で、「特にない・思い浮かばない」という回答が97件（69.3%）あった。

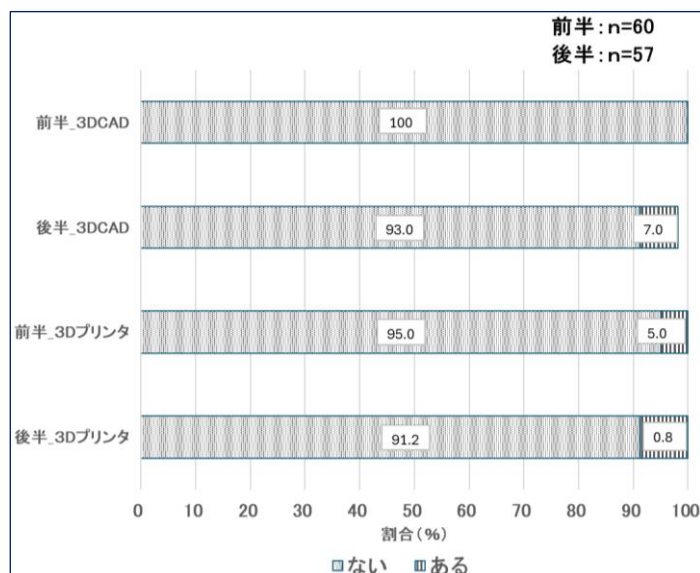


図 4-5 3DCAD と 3D プリンタの使用経験

表 4-4 3D プリンタで作りたい物（n = 117）

項目	回答
3Dプリンタで作ってみたいものはありますか？	<ul style="list-style-type: none"> 生活用品・便利グッズ (スマホスタンド, タブレットケース, プrintの収納ボックス, 小物入れ, 学習道具まとめなど) アクセサリ・趣味 (キーホルダー, ネームプレート, 校章, キャラクターフィギュア, ロケット, ルアー, 標本など) 装飾・アート (置き物, オブジェ, インテリア, イラストの立体化など) 贈り物 (先輩のプレゼント, 自分や相手のためになる物など) とくにない・思い浮かばない (97件: 69.3%)

4.5 前半クラスの検証授業の概要・考察

検証授業は2時間連続で実施し、1時間目は3DCADと3Dプリンタを活用したネームタグづくり、2時間目は3Dプリンタのよさと課題について話し合う活動を行わせた。1時間目のネームタグづくりでは、基本の型のデータを配布し、名前の部分をCAD上で、自分の名前に修正させた。図4-6に、生徒に提供したサンプルを示す。

前半クラスでは、1時間目に1人1台タブレット(iPad)を使用させ、基本の型を凸型と凹型の2パターンどちらかを選択させネームタグづくりを行わせた。凸型および凹型のデータの例を図4-7に示す。また、高岩(2017)は工業高校での3Dプリンタを活用したキーホルダー製作の実践を行った際に、手順や数値などを生徒が理解しやすくするために指導書の作成を行っていた⁵⁾。加えて、「指導書の作成は単に授業で使用するのみではなく、機械を扱える教員を増やす意味でも大変重要である。」とも述べている。従って本時においても、初めて3DCAD(TinkerCAD)で設計を行う中学生向けに指導書を作成した。生徒はタブレット上でネームタグづくりを行うため、画面の切り替えを行わなくて済むよう指導書は紙に印刷し1人1枚配布した。前半クラスで使用した指導書を図4-8に示す。ネームタグづくりの活動の途中では、全体でデジタルを活用したものづくりとリアルのみで行うものづくりの作業工程を比較し、デジタルを活用したものづくりにおいても設計図が必要であり、どのように造形するかイメージが必要となると板書を用いて確認させた。また、造形用データへの変換(スライス)および3Dプリンタへの造形指示は授業者が行い、その様子を生徒たちに共同注視させた。その後、AR機能の活用や3Dモデルデータ投稿サイトの閲覧も行わせ、情報の視覚化およびデータや資料などの素早い情報共有や情報収集など情報のデジタル化によるメリットを活用した体験をさせた。活動中に使用したワークシート①を図4-9に示す。

2時間目は、3Dプリンタを活用したリモートによる義足づくりの動画を視聴した後、従来の義足づくりとの比較を行わせた。義足づくりの動画には、ANNニュースの「スマホと3Dプリンターで義足を届け 奥地の障害者にも〈生きる希望を与えたい〉」を採用した⁶⁾。スマートフォンや3Dプリンタの普及により、専門的な医療機器が無くとも3Dスキャンができるようになったことやリモート作業が進められるようになり、世界中にオーダーメイドの義足を安価で届けることができるようになったことなど、情報がデジタル化されたことによって情報の共有を素早く世界規模の広い範囲で行える様子やデータの修正が容易になったことによる社会的意義を、義足づくりに携わる方のインタビューを通して技術者の思いと共に学ぶ事ができる。また、義足を届ける地域に紛争の跡が残る様子も紹介されているため技術の活用による平和への寄与についても発展的に学習できると考えられる。従来の義足づくりと3Dプリンタを活用した義足づくりの比較では、技術の見方・考え方でもある社会からの要求、安全性、経済性、環境への負荷の4要素をもとに従来の義足づくりを基準として、製作中と使用中・使用後を5段階評価で行わせた。活動中は、班で協働し、webサ

イトを活用した情報収集および整理，検討を行わせ班の意見としての合意形成を行わせた。また，3Dプリンタを活用したものづくりへの評価を踏まえて，「3Dプリンタの技術を“もっと進化”させるには，どのような機能や使い方があるといいか」という発問から，個人で3Dプリンタのより良い活用法や提案を行わせた。ここでは，技術の実現性よりも自由な発想を優先させた。その後，3Dプリンタで製造した加工肉の話題と3Dプリンタを悪用したことによる犯罪および事件を取り上げ技術の発展によるメリットとデメリットについて考える活動を設定した。2時間目に使用したワークシート②を図4-10に示す。

また，前半クラスの授業で使用したスライド資料を図4-11，前半クラスの指導略案を表4-5に示す。



図 4-6 ネームタグの例

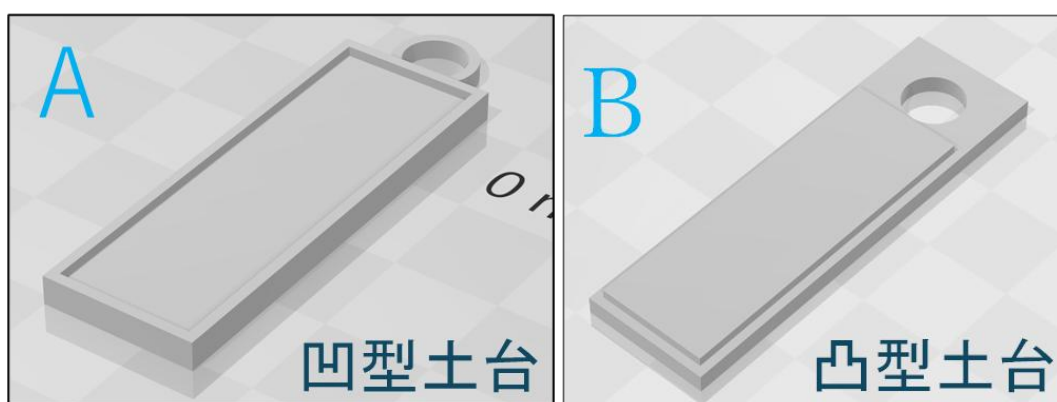


図 4-7 前半クラスに配布した3Dモデルデータ

ネームタグ作りの流れ

1. ファイル名を変更する⇒四連番号 (1年1組1番⇒1101)
2. ネームタグの3Dモデル (タグAまたはタグB) をインポートする
3. 基本シェイプから“TEXT”を取り出す
4. “TEXT”の文字を変更し、ソリッドから穴に変更する
5. “TEXT”の大きさを調整し、ネームタグと3Dモデルを選択しグループ化する
6. ルーラを出し、寸法を確認する⇒寸法：50×15×3
7. エクスポートからSTLファイルで保存する

The image consists of two screenshots of a 3D modeling software interface, likely TinkerCAD, illustrating the steps for creating a name tag. The top screenshot shows the initial setup: the file name is changed to '1111ネームタグ', a 3D model is imported, and a text primitive is selected from the basic shapes panel. The bottom screenshot shows the text being changed to 'ネームタグ', the material being switched from solid to hole, the model being grouped with the name tag, the ruler being displayed to check dimensions (50x15x3), and the model being exported as an STL file.

図 4-8 前半クラスに配布した指導書

A. 材料と加工の技術 3Dプリンタを使ってものづくり ①

1年組番氏名()

今日の課題: 3Dプリンタで簡単なものづくりができるようになる

個人めあて:

1. Tinker CADでの設計段階と3Dプリンタでの印刷後のネームタグの写真を貼り付けよう!

(Tinker CAD上の画面)



スライス・透視



(3Dプリンタで印刷後の写真)



2. 再設計したネームタグのモデル (70×70×30 以内) の写真を貼り付けよう!

(Tinker CAD上の画面・AR機能)



◎このネームタグの押しポイント!

3. Thingiversで見つけた欲しい3Dモデル

図 4-9 ワークシート①

1年組 番号 () 氏名 ()

A.材料と加工の技術 3Dプリンタを使ってものづくり②

4. 3Dプリンタでのものづくりを評価しよう【 班】

◎一般的な満足づくりを基準の3点とした場合、3Dプリンタでのものづくりを評価しよう
 ◎5点…(3Dプリンタの方が)とてもいい 4点…少しいい 3点…同じ 2点…少し良くない 1点…よくない

従来から普及している義足 (鋳造・切削加工)		3Dプリンタでの義足 (FDM式、材料PLA)	
社会からの 要求	3 ・ 義足にあってカウンスリソングや膝すそとして機能にあつた型を作る。 ・ 型を型に部品を成型し、調整を行う。 (製作期間：2~4か月)	社会からの 要求	3 ・ 3Dプリンタで型を作る。
安全性		安全性	
環境への 負荷	3 ・ 型の材料は、石膏、型のリサイクルは基本的に出来ないため、使用後は産業廃棄物として埋立。	環境への 負荷	3 ・ 3Dプリンタで型を作る。
経済性	3 ・ 一足あたり数十万円	経済性	3 ・ 3Dプリンタで型を作る。
社会からの 要求	3 ・ オーズメイトのため、身体にフィットし、使い心地はよい。 ・ 身体の成長や減衰に合わせて、合わない可能性がある	社会からの 要求	3 ・ 3Dプリンタで型を作る。
安全性	3 ・ 義足の経年劣化や破損により、使用中に痛みが出る場合がある	安全性	3 ・ 3Dプリンタで型を作る。
環境への 負荷	3 ・ 合わない義足を廃棄する際は、可燃物もしくは粗大ごみとして扱う。	環境への 負荷	3 ・ 3Dプリンタで型を作る。
経済性	3 ・ 義足が合わないまたは破損した場合、作り直しや修正の必要がある。(一般的に義足の耐用年数は1.5~3年)	経済性	3 ・ 3Dプリンタで型を作る。

製作

使用中・使用後

5. 3Dプリンタの技術を“もっと進化”させるとしたら、どんな機能や使い方があったらいいかな？



【今日の振り返り】



図 4-10 ワークシート②

【A. 材料と加工の技術】

～3Dプリンタをつかったものづくり～

図 4-11-A スライド①



図 4-11-B スライド②



図 4-11-C スライド③

3. オリジナルのネームタグを再設計しよう！

条件

- ・Tinker CADを使う
- ・寸法 (mm) : **70x70x30以内**

*モデルができたらAR機能で確認！



図 4-11-D スライド④



4. 3Dプリンタでのものづくりを評価しよう



図 4-11-E スライド⑤

5. 3Dプリンタの技術を“もっと進化”させるには、
どんな機能や使い方があるといいかな？



図 4-11-F スライド⑥

【今日のふりかえり】を記入しよう！



図 4-11-G スライド⑦

表 4-5 前半クラスの指導略案 (50 分×2)

過程	時間	学習活動	○主な発問・指示 ・予想される子どもの反応	○教師の支援 ◎評価	備考 ・ICT 機 器等
導入	5	1, 本時の流れの確認 ・課題の提示(ネームタグ)	○「今日は 3D プリンタを使ってネームタグを作ります」 ・「面白そう」 ・「どうやってつくるんだろう？」	○本時の見通しを持つことができるよう確認し、板書としても残す	・黒板 ・電子黒板
		今日の課題：3D プリンタで簡単なものづくりができるようになる			
展開	10 20	2, ネームタグづくり (1) 3D データの入手 ・Tinker CAD を用いて、2 種類のモデルから選択し、モデルの修正を行う (2) 3D モデルのスライス ・Bambu studio を用いてネームタグの 3D モデルをスライスし、3D プリンタでネームタグを出力する	○ワークシートに個人めあての記入を促す ○3D モデル A または B をダウンロードして、自分の名前を掘り、共有ファイルへの保存を促す ・「難しそうだな」 ・「早くやりたいな」 ○教師が電子黒板にスライスソフト上の画面を投影し、3D プリンタへ出力する ・「こういう風に 3D プリンタでは出力するんだな」 ・「自分でもできそうだな」 ○ワークシート①に自分のネームタグの 3D モデルと完成品の画像を添付するよう促す	○生徒が作業を進める際に Tinker CAD の基本的な操作法を確認できるシートを用意する ○3D プリンタは台数に限りがあるため、3D モデルができた生徒から印刷を開始し、授業時間内に印刷を終える。 ○机間指導で、ネームタグ製作が遅れている生徒を重点的に支援する	・黒板 ・タブレット型端末 ・ワークシート① ・電子黒板 ・3D プリンタ
		3, ネームタグの再設計 (1) ネームタグの 3D モデルを再設計する (2) 3D モデルのプラットフォームサイトを閲覧	○70×70×30 (mm) 以内で、ネームタグを自由にデザインしよう ・「こういう風に結合できるな」 ・「他の形も作れそうだな」 ○「Thingiverse を見てみよう」 ・「こんなこともできるんだな」 ・「なんでもつくれそうだな」	○70×70×30 (mm) 以内で再設計するよう制約条件を付け、試行錯誤を促す。 ○様々な 3D モデルを見ることで新たなアイデアの想起を促す	・タブレット型端末 ・電子黒板 ・ワークシート①
	5 15 10	4, 3D プリンタのよさと課題 (1) 動画視聴 (3D プリンタによる義足づくり) (2) 3D プリンタを活用した義足づくりを評価する (3) 3D プリンタの技術を“もっと進化”させるとしたら、どんな機能や使い方があるといいかな？	○「3D プリンタを評価しよう。」 ・「製作時の経済性は…」 ・「廃棄時の環境への負荷は…」 ○「評価を踏まえて、どのような使い方、機能の開発をするといいかな？」 ・「自動でデータ作成もしてほしいな」 ・「美味しい材料、環境にいい材料ができたらいいな」	○動画視聴により、3D プリンタが社会でどのように活用されているのか想起を促す ○班で協議することで思考の深まりを促す	・黒板 ・電子黒板 ・ワークシート②
	終末	10	5, ふりかえり ・アンケート	○「今日の活動を振り返ろう」 ・「次は、自分で～～を作りたいな」 ・「3D プリンタは便利だけど使い方を考えないといけないな」	○本時の板書を活用し、3D プリンタでのものづくりの流れを確認する

前半クラスの検証授業の学習効果を検討するために、授業実施後の振り返りの共起ネットワーク（図 4-12）と具体的な記述の分析（図 4-13, 図 4-14）に加えて、授業実施前（事前）と実施後（事後）に、技術革新を牽引する素地に関する質問項目 1～6 と技術を主体的に支える素地に関する質問項目 7～13 と 3DCAD および 3D プリンタでのものづくりに関する質問項目 14～16 について 4 件法（4：あてはまる, 3：ややあてはまる, 2：あまりあてはまらない, 1：あてはまらない）によりアンケート方式で調査を行った。また、質問項目 17 については、生徒の考えを自由記述させた（表 4-6）。アンケート調査の項目は、令和 6 年度（2024 年）熊本県中学校教育研究会技術・家庭科部会 北部ブロックの問題解決を通して思考力・判断力・表現力等を育む授業の工夫での意識調査のアンケート内容⁷⁾ や平成 29 年（2017 年）告示学習指導要領技術・家庭編⁸⁾, 日本産業技術教育学会の「次世代の学びを創造する新しい技術教育の枠組み」⁹⁾, 浅田（2018）の「技術教育における技術的なものの見方, 考え方についての一考察」¹⁰⁾ を参考に作成した。前半クラスの振り返りの記述を KH Coder を用いて共起ネットワークにした図 4-12 において、subgraph02 では、「3D プリンタを使うといいと思う」や「設計が難しかった」などの語句が出現から、3D プリンタでのものづくりの難しさと達成感, subgraph03, subgraph07 からは「正しい使い方」や「技術と人」などの語句の出現から技術の正しい使い方について考えていると示唆された。しかし、具体的な振り返りの中では、情報の技術の良さである情報のデジタル化や処理の自動化およびシステム化などに関する語句の出現は見られなかった。前半クラスの生徒が記述したワークシート②から具体的な振り返りの記述の例である図 4-13 及び図 4-14 においても、CAD での設計に苦戦したことに加え、3D プリンタ単体のよさや課題にのみ言及しているものが多く、3DCAD や 3D プリンタについて情報技術を活用したものづくりの技術として俯瞰的に捉えることができていない生徒が多数いた。

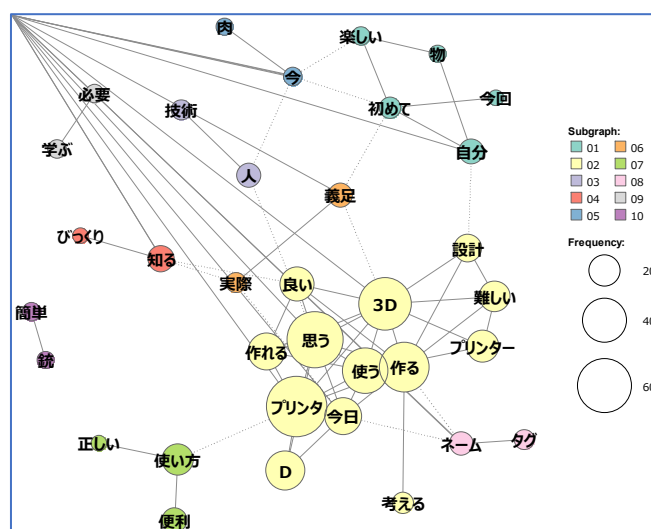


図 4-12 前半クラスの振り返り_共起ネットワーク

4. 3Dプリンタでのものづくりを評価しよう【 班】

◎一般的な義足づくりを基準の3点とした場合の、3Dプリンタでのものづくりを評価しよう
 ◎5点… (3Dプリンタの方が) とてもいい 4点…少しいい 3点…同じ 2点…少し良くない 1点…よくない

従来から普及している義足 (铸造・切削加工)		3Dプリンタでの義足 (FDM式、材料PLA)	
社会からの要求	3	社会からの要求	4
安全性		安全性	
環境への負荷	3	環境への負荷	3
経済性	3	経済性	5
社会からの要求	3	社会からの要求	2
安全性		安全性	
環境への負荷	3	環境への負荷	3
経済性	3	経済性	5

5. 3Dプリンタの技術を“もっと進化”させるには、どんな機能や使い方がいいかな？

- 作る素材が、プラスチックだけでなく色々な種類が使えるようになると、もっと便利が良くなる
→耐久性がないので、耐久性のある素材で作る
プラスチックだと環境に悪いので、環境に良い素材で作れるようになる

- 3Dプリンターから新しい素材を生み出せるようになる (ダイヤ 在メルルドなど) と面白そう

【今日の振り返り】

今日は、3Dプリンターについて実際に構築を考えて制作しました。初めての利用だったので、わからないことだらけだったのですが、楽しかったです。また、実際に3Dプリンターで義足を作っているとしり、驚きました。

図 4-13 前半クラスのワークシート②_Aさん

4. 3Dプリンタでのものづくりを評価しよう (6 班)

◎一般的な満足づくりを基準の3点とした場合の、3Dプリンタでのものづくりを評価しよう
◎5点… (3Dプリンタの方が) とてもいい 4点…少しいい 3点…同じ 2点…少し良くない 1点…よくない

従来から普及している義足 (鋳造・切削加工)		3Dプリンタでの義足 (FDM式、材料PLA)	
		社会からの要求	3Dプリンタでの義足 (FDM式、材料PLA)
社会からの要求	3	社会からの要求	5
安全性	3	安全性	5
環境への負荷	3	環境への負荷	4
経済性	3	経済性	5
社会からの要求	3	社会からの要求	4
安全性	3	安全性	3
環境への負荷	3	環境への負荷	2
経済性	3	経済性	4

5. 3Dプリンタの技術を“もっと進化”させるには、どんな機能や使い方があっていいかな？

一つ一つが層になっていると、剥がれて壊れやすいと思います。そのため、層ではなく一つのかたまりとして物を作れたらもっと丈夫になると思いました。

また、プラスチックでつくるので環境にはあまり良くないと思います。これからは、プラスチック以外で環境にやさしい素材で作れるようになってほしいと思います。

【今日の振り返り】

今日の学習で3Dプリンターの大まかな使い方が分かりました。それと同時に、3Dプリンターにはメリットとデメリットの両方があるなと思います。3Dプリンターで作ることで安く作ることができるけれど、安全面や環境への負荷についてはまだ課題があると思います。3Dプリンターはすごく便利なものだけど、悪い物を作ったり周りに迷惑をかけるないように、上手に使っていきたいです。

図 4-14 前半クラスのワークシート②_Bさん

また、事前・事後調査の分析には、有意差を測定するために対応のある t 検定を用いた。有意差が見られた項目を表 4-7 に示す。3DCAD と 3D プリンタのスキルに関する自己評価である項目 15「3DCAD を活用してもものづくりをすることができますか？」と項目 16「3D プリンタを活用してもものづくりをすることができますか？」にのみ有意差がみられ、どちらも事前に比べ、事後の値が大幅に上昇している。値が上昇した要因としては、3DCAD および 3D プリンタを活用したものづくり体験活動を通して、自信がついたからだと考えられる。

表 4-6 事前・事後アンケート調査の項目

	項目	内 容
技術革新を牽引する素地に関する項目	1	アイデアを製図やスケッチで形にすることが得意だ
	2	ものを作ったり使ったりする時、「こうしたらよくなるのでは？」と考えることがある
	3	ものづくりをする時、失敗から学び、改善することに価値を感じる
	4	自分には「ものづくりを通して身の回りをよりよくする力」がある
	5	ものづくりを通して社会の問題を解決することに挑戦してみたい
	6	身の回りの生活に役に立つものを自分で構想することができる
技術を主体的に支える素地に関する項目	7	新しい技術に出会ったとき、その技術について多面的に考える
	8	社会や環境にとってよい技術を選ぶことを意識している
	9	技術は「個人の生活」だけでなく「社会の発展」にもつながると思う
	10	技術は開発だけではなく「使い方」が大事だと感じる
	11	ものづくりをする際に、工具や機器等を安全かつ適切に使って構想通りにつくることは大切だと思う
	12	学習や経験・体験をもとに構想をし、ものづくりをすることは大切だと思う
	13	自分で構想してもものづくりをする際に、完成後も状況に応じて評価、改善・修正を繰り返すことは大切だと思う
3DCAD と 3D プリンタに関する項目	14	コンピュータを使った設計や製作に興味・関心がありますか？
	15	3DCAD を活用してもものづくりをすることができますか？
	16	3Dプリンタを活用してもものづくりをすることができますか？
	17	3Dプリンタを使って作ってみたいものがありますか？

表 4-7 前半クラスの事前・事後アンケート結果

項目	内容	事前アンケート		事後アンケート		t 値
		Mean	SD	Mean	SD	
15	3DCAD を活用してもものづくりをすることができますか？	1.51	0.65	2.45	0.62	9.04***
16	3Dプリンタを活用してもものづくりをすることができますか？	1.55	0.74	2.58	0.69	10.25***

(n=60) † p<.1 *p<.05 **p<.01 ***p<.001

教師による授業の観察では、1時間目の3Dプリンタを活用したネームタグづくりの活動の際、技術室の通信環境が悪くタブレット上で製図用ソフトを10分以上開けない生徒が5割近くいた。また、9割以上が初めてCADで設計を行う生徒という事もあり、1人1台のタブレットでネームタグを設計させたが授業者のみで机間指導を行うのは困難であった。その結果、3Dモデルデータのプラットフォームサイトを閲覧する時間を十分に確保することができず、ネームタグの再設計をできた生徒が半数に満たなかった。図4-15に示すように、CADで名前の部分を修正する際に、タブレット上では問題がないように見えても、造形した際に図形が抜け落ちてしまうなど「図形の引き算」に難しさを感じている生徒もいた。また、印刷時間を当初の計画通り80分以内に収めることができず、すべて印刷を終えるのに100分以上かかり、授業時間内に印刷を終えた生徒は5割程度であった。



図 4-15 不具合を起こしたネームタグ

4.6 後半クラスの検証授業の概要

概念化された知識の獲得には、実践-失敗-修正の過程を経ることは必要不可欠であるものの、生徒の実態に即した発問や課題の難易度設定も生徒の自主性を育む学習方略の1つである。従って、前半クラスの課題を踏まえ後半クラスでは、2人で1台のタブレットを使用し、1人が指導書を見ながら指示を出し、もう1人が製図用ソフトでネームタグの名前を修正するという役割分担を行わせ、アクセス集中の軽減とペアによる協働学習を図った。作業の簡素化のために配布する基本の型は1パターン（凹型）で名前の修正は図形を乗せる作業のみに限定して行わせた。その後の流れは、前半クラスと同様である。作業手順の変更に伴って修正した指導書を図4-16、後半クラスの指導略案を表4-8に示す。

ネームタグ作りの流れ

1. ロイロノート（1年技術共有）からネームタグのモデルをダウンロードする
2. TinkerCADを開き、「【作成】→【3Dデザイン】」
3. ファイル名を変更する⇒どちらかの四連番号（1年1組1番⇒1101）
4. ネームタグのデータ（3Dモデル）をインポートする
5. 作業平面にルーラーを取り出す
6. 基本シェイプから“TEXT”を取り出し、文字の変更、寸法を調整する
7. ネームタグと3Dモデルを選択しグループ化する
8. ネームタグの寸法を確認する⇒2つセットで、寸法：50×33×3
9. エクスポートからSTLファイルで保存する

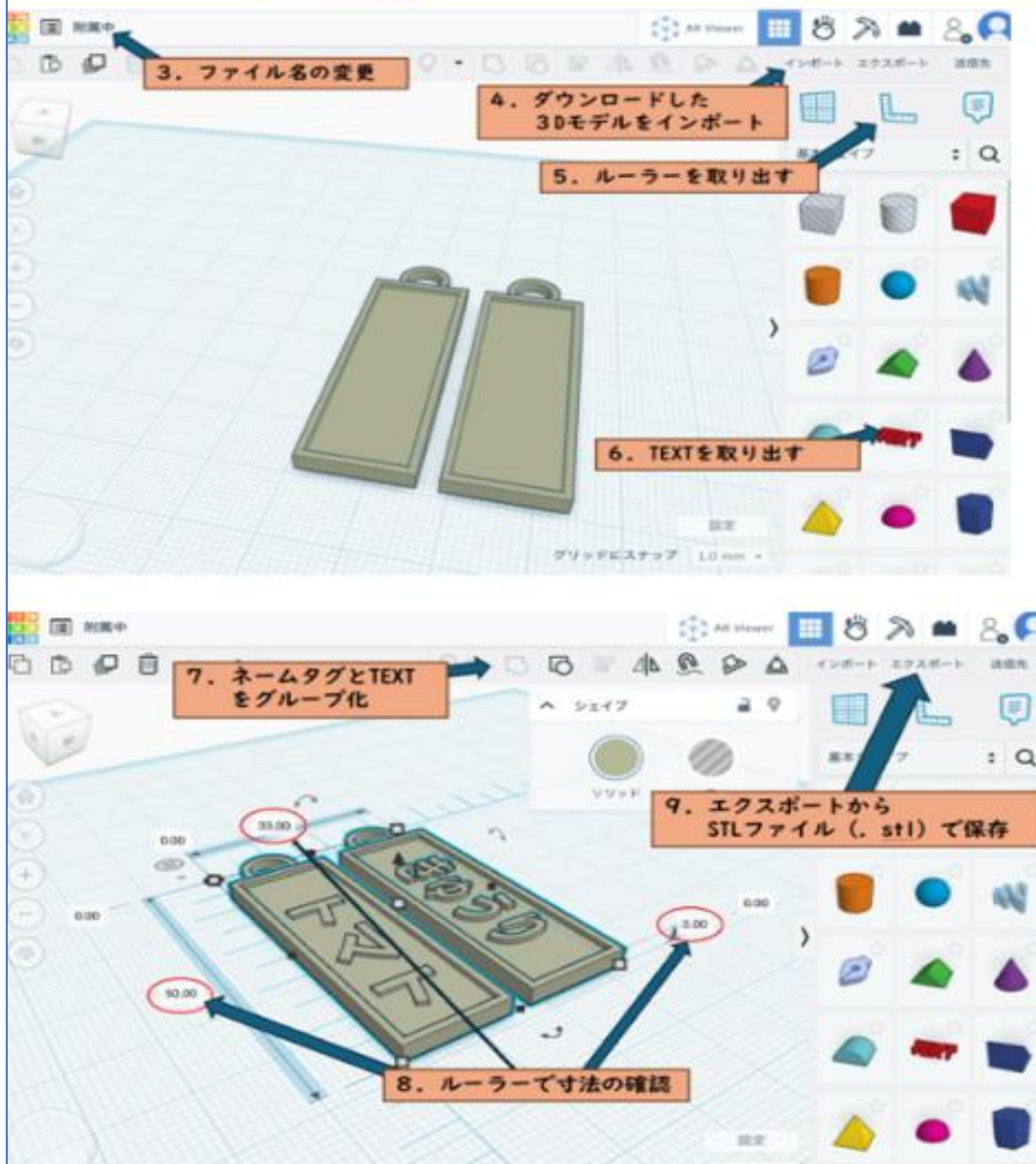


図 4-16 後半クラスに配布した指導書

表 4-8 後半クラスの指導略案 (50分×2)

過程	時間	学習活動	○主な発問・指示 ・予想される子どもの反応	○教師の支援 ◎評価	備考 ・ICT機器等
導入	5	1, 本時の流れの確認 ・課題の提示(ネームタグ)	○「今日は3Dプリンタを使ってネームタグを作ります」 ・「面白そう」 ・「どうやってつくるんだろう？」	○本時の見通しを持つことができるよう確認し、板書としても残す	黒板 電子黒板
		<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> 今日の課題：3Dプリンタで簡単なものづくりができるようになる </div>	○ワークシートに個人めあての記入を促す		ワークシート①
展開	10 20	2, ネームタグづくり (1)3Dデータの入手 ・Tinker CADを用い、3Dモデル(基本の型)のダウンロードおよび修正を行う (2)3Dモデルのスライス ・Bambu studioを用いてネームタグの3Dモデルをスライスし、3Dプリンタでネームタグを出力する	○3Dモデル(基本の型)をダウンロードして、自分の名前を掘り、共有ファイルに保存を促す ・「難しそうだな」 ・「早くやりたいな」 ○教師が電子黒板でスライスソフトの画面を見せ、3Dプリンタへ出力する。 ・「こういう風に3Dプリンタでは出力するんだな」 ・「自分でもできそうだな」 ・「もう一回やってみたいな」 ○ワークシート①に自分のネームタグの3Dモデルと完成品の画像を添付するよう促す	○生徒が作業を進める際にTinker CADの基本的な操作法を確認できるシートを用意する ○3Dプリンタは台数に限りがあるため、3Dモデルができた生徒から印刷を開始し、授業時間内に印刷を終える。 ○机間指導で、ネームタグ製作が遅れている生徒を重点的に支援する	・黒板 ・タブレット型端末 ・ワークシート① ・電子黒板 ・3Dプリンタ
		3, ネームタグの再設計 (1)ネームタグの3Dモデルを再設計する (2)3Dモデルのプラットフォームサイトを閲覧	○70×70×30(mm)以内で、ネームタグを自由にデザインしよう ・「こういう風に結合できるな」 ・「他の形も作れそうだな」 ○「Thingiverseを見てみよう」 ・「こんなこともできるんだな」 ・「なんでもつくれそうだな」	○70×70×30(mm)以内で再設計するよう制約条件を付け、試行錯誤を促す。 ○様々な3Dモデルを見ることで新たなアイデアの想起を促す	・タブレット型端末 ・電子黒板 ・ワークシート①
	4, 3Dプリンタのよさと課題 (1)動画視聴(3Dプリンタによる義足づくり) (2)3Dプリンタを活用した義足づくりを評価する (3)3Dプリンタの技術を“もっと進化”させるとしたら、どんな機能や使い方があるといいかな?	○「3Dプリンタを評価しよう。」 ・「製作時の経済性は…」 ・「廃棄時の環境への負荷は…」 ○「評価を踏まえて、どのような使い方、機能の開発をするといいいかな?」 ・「自動でデータ作成もしてほしいな」 ・「美味しい材料、環境にいい材料ができたらいいな」	○動画視聴により、3Dプリンタが社会でどのように活用されているのか想起を促す ○班で協議することで思考の深まりを促す	・黒板 ・電子黒板 ・ワークシート②	
	5, ふりかえり ・アンケート	○「今日の活動を振り返ろう」 ・「次は、自分で～～を作りたいな」 ・「3Dプリンタは便利だけど使い方を考えないといいけないな」	○本時の板書を活用し、3Dプリンタでのものづくりの流れを確認する	・ワークシート②	
終末	10				

後半クラスの検証授業における学習効果の検討には、前半クラスと同様に授業実施後の振り返りの共起ネットワーク（図 4-17）とワークシート②の具体的な振り返り記述の分析（図 4-18, 図 4-19）に加えて、授業実施前（事前）と実施後（事後）に、技術革新を牽引する素地に関する質問項目 1～6 と技術を主体的に支える素地に関する質問項目 7～13 と 3DCAD および 3D プリンタでのものづくりに関する質問項目 14～16 について 4 件法（4：あてはまる, 3：ややあてはまる, 2：あまりあてはまらない, 1：あてはまらない）によりアンケート方式で調査を行った。

図 4-17 において、3D プリンタでのものづくりに関する語群の subgraph04 から 3D プリンタに関連し「簡単に作れる」や「簡単だと思う」の語句の出現が見られ、subgraph01 からは、社会、データの語句に共起して環境や素材の語句が出現した。後半クラスでは、3D プリンタでのものづくりを簡単であると感じている生徒や情報技術の良さや課題を俯瞰的に捉える生徒が多いと示唆された。また、後半クラスの具体的な振り返りの記述を図 4-19, 図 4-20 のように後半クラスでは情報技術「データを読み込ませ、簡単にデザインできる」や「情報通信技術が発達するたびに悪用する人が出てくる」「多面的に物事を考えてそれを抑制する方法も大切」などの記述がみられた。これらはデジタル化された情報を活用することのよさと課題であり、情報技術の良さや課題を俯瞰的に中核的概念として捉えている生徒が多いと示唆された。また、subgraph01 より技術の見方・考え方にもとづく評価軸である「社会からの要求」「環境への負荷」「安全性」「経済性」を用いた、多面的評価を行った記述も見られ、2 時間目の活動による技術の見方・考え方の深まりが示唆された。

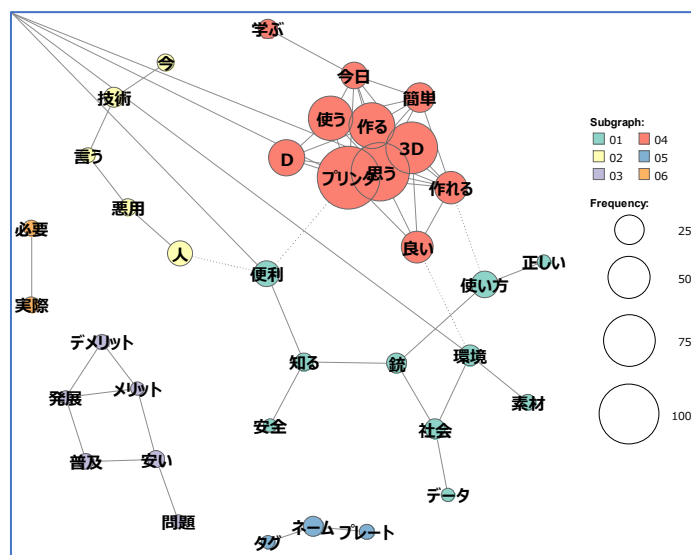


図 4-19 後半クラスの振り返り_共起ネットワーク

4. 3Dプリンタのものづくりを評価しよう【10 班】

◎一般的な義足づくりを基準の3点とした場合の、3Dプリンタでのものづくりを評価しよう
 ◎5点…(3Dプリンタの方が)とてもいい 4点…少しいい 3点…同じ 2点…少し良くない 1点…よくない

		従来から普及している義足 (鋳造・切削加工)	3Dプリンタでの義足 (FDM式、材料PLA)	
製作	社会からの要求	3	3	4
	安全性			
	環境への負荷	3	材料 生分解	
	経済性	3	高 値段 4万円 5	
使用中・使用后	社会からの要求	3		3
	安全性	3		3
	環境への負荷	3	生分解性	3
	経済性	3		3

5. 3Dプリンタの技術を“もっと進化”させるには、どんな機能や使い方がいいかな？

作るのが一センチで1時間かかるから制作時間が短くて、作るのに時間がかかるから制作時間が短くなって、作らなくても便利になると思いました。義足で作る時には10分の1と値段が安いけど作る本体は高いから安くなったら一般的に普及して便利になるんじゃないかと思いました。
 家を3Dプリンタで家を作る
 建設現場で使われる

【今日の振り返り】

今日は3Dプリンタを使ってみて、データを入手したり作業の工程がわかりづらかったので Aくんが言ったようにAIがやってくれたらいいなとも思いました。3Dプリンタはメリットもデメリットもあって、値段も高いので安くなら一般的に普及するのかなとも思いました。他にも3Dプリンタを使って悪用することもあるのでそういうことが技術の発展によって起こることもあるのでそこが課題だと思いました。

図 4-20 後半クラスのワークシート②_Cさん

4. 3Dプリンタでのものづくりを評価しよう【 班】		3Dプリンタでのものづくりを評価しよう	
◎一般的な満足3点とした場合の、3Dプリンタでのものづくりを評価しよう ◎5点…(3Dプリンタの方が)とてもいい 4点…少しいい 3点…同じ 2点…少し良くない 1点…よくない			
	従来から普及している満足 (鋳造・切削加工)	3Dプリンタでの満足 (FDM式、材料PLA)	
社会からの要求	3	社会からの要求	5
安全性		安全性	
環境への負荷	3	環境への負荷	4
経済性	3	経済性	5
社会からの要求	3	社会からの要求	2
安全性	3	安全性	
環境への負荷	3	環境への負荷	
経済性	3	経済性	

5. 3Dプリンタの技術を“もっと進化”させるには、どんな機能や使い方があったらいいかな？

今はPLAなどに素材が限られているけどこれからの進歩でもっと複雑な、金属あるいはチヨークなど種類が豊富になって食べられる素材が出てきて3Dプリンターで料理やお菓子ができる機能があるといい。

もっと柔軟性に特化した生地が増えるといいと思う
そしてたら衣服なども縫えるようになってほしいと思う



【今日の振り返り】

今よりさらに社会が良くなってほしいと思う思いがたくさんあって3Dプリンタや情報通信技術が発達しているのに新しい機能が出てくるたびそれを悪用し、社会を困らせる人が出てきてしまうので多面的に物事を考えそれを抑制する方法も大切だと思った。未来は3Dプリンタは一家に一台みたいな風習ができているのかもしれないしご飯を作ってもらおうということもこれからどんどん実現に向かって進んでいくのではとも思いました。



図 4-21 後半クラスのワークシート②_D さん

後半クラスの事前・事後アンケートの結果を表 4-9 に示す。前半クラスと同様に、3DCAD と 3D プリンタの技能に関する項目 15「3DCAD を活用してものづくりをすることができますか?」、項目 16「3Dプリンタを活用してものづくりをすることができますか?」について、事後の方が有意に高い値を示した。後半クラスにおいては、技術革新を牽引する素地に関する項目 1「アイデアを製図やスケッチで形にすることが得意だ」と項目 4「自分には「ものづくりを通して身の回りをよりよくする力」がある」、技術を主体的に支える素地に関する項目 7「新しい技術に出会ったとき、その技術について多面的に考える」、項目 8「社会や環境にとってよい技術を選ぶことを意識している」項目 9「技術は「個人の生活」だけでなく「社会の発展」にもつながると思う」も、事後の方が有意に高い値を示した。この差は、振り返りの内容および図 4-17 の共起ネットワークにも表れており、後半クラスの記述には、「社会からの要求」「安全性」「環境への負荷」「経済性」という技術の見方・考え方に含まれる 4 要素を明示的に用いた記述や、評価要素間のトレードオフ関係を意識した記述が確認されていることから、後半クラスの生徒は義足の比較評価を通して、技術を適切に評価・選択し、活用しようとする技術の見方・考え方の形成していることが示唆された。

表 4-9 後半クラスの事前・事後アンケート結果

項目	内容	事前アンケート		事後アンケート		t 値
		Mean	SD	Mean	SD	
1	アイデアを製図やスケッチで形にすることが得意だ	2.36	0.79	2.66	0.98	2.54**
4	自分には「ものづくりを通して身の回りをよりよくする力」がある	2.66	0.80	2.91	0.85	2.36**
7	新しい技術に出会ったとき、その技術について多面的に考える	2.82	0.68	3.10	0.69	2.46**
8	社会や環境にとってよい技術を選ぶことを意識している	3.01	0.74	3.31	0.78	2.66***
9	技術は「個人の生活」だけでなく「社会の発展」にもつながると思う	3.50	0.63	3.71	0.49	2.69***
15	3DCAD を活用してものづくりをすることができますか?	1.51	0.65	2.45	0.62	9.04***
16	3Dプリンタを活用してものづくりをすることができますか?	1.55	0.74	2.58	0.69	10.25***

(n=56) † p<.1 *p<.05 **p<.01 ***p<.001

4.7 検証授業の結果および考察

具体的な記述の内容を、分類分けした結果を表 4-10 に示す。前半クラスと後半クラスの事前・事後アンケート調査、具体的な振り返り記述および共起ネットワークの分析から、前半クラスおよび後半クラスに共通して、生徒は 3D プリンタの技術を活用することにより、義足の製作や食糧問題の解決といった社会貢献が可能である一方、銃の製造や著作権を含むデータの不適切な取扱いなど、悪用や犯罪につながる技術的危険性についても指摘していた。これらの記述は、「技術の見方・考え方」に含まれる技術者倫理や技術の利用者責任に対する気づきが生徒の中に形成されていることを示すものといえる。

また、生徒は 3D プリンタの特性として「リモートでの製作が可能であること」や「安価かつ容易に製作できること」といった経済性や利便性を肯定的に評価する一方で、実際の設計段階（CAD 操作）においては、「寸法や名前の調整が難しい」「操作に苦戦した」といった記述が見られ、3D プリンタを活用したものづくりシステムにおけるプロセスの複雑さを実感している様子がうかがえた。さらに、具体的な活用事例への驚きや、将来的に一家庭に一台 3D プリンタが普及する可能性など、技術の発展に対する期待を示す記述の一方で、技術が社会に与える影響に対する不安もみられた。

前半クラスと後半クラスの相違点として、前半クラスでは 3D プリンタの具体的な活用方法や機能面に着目した記述が多いのに対し、後半クラスでは「技術の見方・考え方」を踏まえた多角的な評価枠組みに基づく思考がみられた。前半クラスでは、技術の悪用防止策として「国への申請制度」や「免許制の導入」といった具体的な社会制度を提案する記述に加え、造形用データへの変換を指す「スライス」という専門用語の使用や、CAD における穴あけ作業の失敗など、作業工程や操作上の具体的な気づきが多く示されていた。一方、後半クラスでは、設計の自動化を想定した AI 技術の発展への言及や、著作権侵害といった現代的かつ法的な視点にまで思考を広げる生徒が見受けられ、「社会からの要求」「安全性」「環境への負荷」「経済性」という技術評価の 4 つの視点を明確に意識した記述が複数確認された。これらの記述は、単なる感想にとどまらず、技術を構造的に分析しようとする姿勢の表れであり、技術を主体的支える素地が育成されつつあると考えられる。

また、事前・事後アンケート調査の結果から両クラスには、「技能習得」における共通性と、「技術評価の深化」における有意な相違が認められた。前半クラスと後半クラスともに、3DCAD と 3D プリンタの技能に関する「3DCAD を活用してもものづくりをすることができますか？（項目 15）」、「3D プリンタを活用してもものづくりをすることができますか？（項目 16）」について、事後の方が有意に高い値を示した。後半クラスにおいては、技術革新を牽引する素地に関する「アイデアを製図やスケッチで形にすることが得意だ（項目 1）」と「自分には「ものづくりを通して身の回りをよりよくする力」がある（項目 4）」、技術を主体的に支える素地に関する「新しい技術に出会ったとき、その技術について多面的に考える（項目 7）」、「社会や環境にとってよい技術を選ぶことを意識している（項目 8）」、「技術は

「個人の生活」だけでなく「社会の発展」にもつながると思う（項目 9）」で事後の方が有意に高い値を示した。この差は、振り返りの内容にも表れており、後半クラスの記述には、「社会からの要求」「安全性」「環境への負荷」「経済性」という技術評価の 4 要素を明示的に用いた考察が見られ、評価要素間のトレードオフ関係を意識した記述が確認された。一方、前半クラスでは評価軸を明示した記述は少ないものの、技術の悪用防止を目的とした具体的な提案が見られた。また、両クラスに共通して、技術者や利用者の倫理観を問う記述が多数確認された。これらの結果は、1 時間目の 3D プリンタを活用したものづくり活動が充実させたことにより 2 時間目に実施した「3D プリンタのよさと課題」に関する学習活動を通して技術の利便性のみならず、負の側面についても多面的に考察できるようになったことを示しており、授業構成の有効性を示唆するものと考えられる。

表 4-10 前半・後半クラスの記述の比較（前半クラス：n=60，後半クラス：n=56）

分類カテゴリ	内容の特徴	前半クラス (件数)	後半クラス (件数)	代表的な記述例
技術の利点・可能性	便利さ、生活の豊かさ、社会的応用	12	14	義足を作れるのはすごい／食糧不足の解決にもなるかも
技術の課題・リスク	法律違反、悪用、環境負荷	15	18	銃でもプリントしてもらおうと思ったが法律違反と知った
社会・環境との関わり	医療、障害者支援、万博、素材	9	11	老人ホームや障害者支援に活用できると思った
技術的操作・技能	CAD, 設計, スライス操作	7	6	設計は簡単だったが調整が難しかった
思考・価値観の変化	内省、倫理観、使い方の吟味	5	9	技術が進歩すると悪用も進むことがわかった

しかし、2 時間の検証授業のみで技術革新を牽引する素地や、技術を主体的に支える素地が向上したと結論づけることは尚早であると判断したため、題材終了後の 11 月に再度アンケート調査を行った。後半クラスの事後と題材終了後のアンケートの結果を対応のある t 検定を用いて分析した結果を表 4-11 に示す。検証授業の後、授業内で生徒が 3DCAD および 3D プリンタを使用する場面は 3 回あった。内容としては、2 回がネームタグの再製作で、1 回は「追加部品の作成」である。題材終了後では、事後に比べて「身の回りの生活に役に立つものを自分で構想することができる（項目 6）」および「技術は個人の生活だけでなく社会の発展にもつながる（項目 9）」にのみ有意差がみられ、どちらも事後と比べて低い値を示した。低い値を示した要因としては、授業直後に持っていた高揚感の鎮静化または

技術的限界の再認識が考えられる。授業直後に持っていた高揚感の鎮静化については、項目15と項目16の3DCADおよび3Dプリンタ活用のスキルに関する自己評価の向上、授業直後の振り返りの記述にもあるような、「3Dプリンタなら何でも作れる」「世界を変えられる」という初めて3DCADと3Dプリンタを活用したことによる万能感が、時間の経過とともに日常生活の感覚へと収束した可能性がある。技術的限界の再認識については、振り返りの中で「時間はかかるし設計が大変」、「材料を変えたり新しい機能を追加したりしないと、できないことがたくさんある」といった記述が見られることから、実際に3Dプリンタを活用した製作の難しさを知ることで、自身の構想力や社会への影響力をより慎重かつ現実的に再評価した結果であると推察される。また、「技術は「個人の生活」だけでなく「社会の発展」にもつながると思う（項目9）」の低下により、2時間の検証授業で得られた「社会貢献への意欲」は、日常の継続的な課題解決と結びつかない限り、時間の経過とともに自分事から社会のどこかで行われていることへと心理的距離が離れてしまう可能性も考えられ、2時間の検証授業で得られた多面的な技術評価の視点を、その後の製作活動や日常生活の中でいかに継続的に活用させるか、といった課題が示唆された。一方で、項目6および項目9の低下は、生徒が技術の可能性と限界を正しく理解し、批判的思考を獲得したプロセスともいえ、万能感に満ちた初期段階から多面的な評価軸に基づき、技術の課題を直視する段階への移行と捉えると、中学校技術科における「技術を評価・活用する能力」の真の成長であるとも考えられる。

表 4-11 後半クラスの事後・題材終了後アンケート結果

項目	内容	事前アンケート		事後アンケート		t 値
		Mean	SD	Mean	SD	
6	身の回りの生活に役に立つものを自分で構想することができる	3.24	0.53	2.90	0.74	2.10*
9	技術は「個人の生活」だけでなく「社会の発展」にもつながると思う	3.69	0.27	3.43	0.35	2.50*

(n = 41) † p<.1 *p<.05 **p<.01 ***p<.001

第4章 参考資料

- 1) Bambu Lab : Bambu Lab A1mini 3D プリンター, https://jp.store.bambulab.com/products/a1-mini?srsltid=AfmBOooHjiiV_vB7-jHmQlwhVjUH4zpRG7ZOXz0_nX8dlB8C5gc3Oec2, (2026年1月26日確認)
- 2) Bambu Lab : Bambu Lab A1 3D プリンター, https://jp.store.bambulab.com/products/a1?srsltid=AfmBOooLJ31gfoI_lxX_YW9QAg1crSftANRPF2ct_9zqTLxCxKKAjkOP, (2026年1月26日確認)
- 3) 一般社団法人コンピュータ教育振興協会 : 3D プリンター技術者検定公式テキスト, (2020)
- 4) 関口満・小熊良一 : 中学校技術科「材料と加工の技術」における3Dプリンタを活用した教材開発に関わる提案, 群馬大学共同教育学部紀要, 59, (2024), 83-91
- 5) 高岩千尋 : 3Dプリンタを活用した授業の実施と活用方法の模索, 技術教育研究, 76, (2017), 33-39
- 6) テレビ朝日 : スマホと3Dプリンターで義足を届け 奥地の障害者にも〈生きる希望を与えたい〉, (2022), <https://youtu.be/gC23M5TxHVg?si=XtG6rSVqwzbGKELh>, (2026年1月22日確認)
- 7) 熊本県中学校教育研究会技術・家庭科部会 北部ブロック : 学びを生かし, 豊かな人生を育む技術・家庭科教育～問題解決を通して思考力・判断力・表現力等を育む授業の工夫～, 2024年度熊本県大会発表資料, (2024)
- 8) 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, (2018)
- 9) 日本産業技術教育学会 : 次世代の学びを創造する新しい技術教育の枠組み, (2021)
- 10) 浅田茂裕 : 技術教育における技術的なものの見方・考え方についての一考察, 埼玉大学紀要 教育学部, 67(2), (2018), 290-295

第5章 結論

本研究では、熊本市の技術科教員を対象とした3Dプリンタ活用状況調査を実施し、得られた結果を基に、技術科における「情報の技術」の中核的な概念形成のための、3DCADおよび3Dプリンタを活用した「A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の製図学習の授業を開発および検証授業を実施した。検証授業における学習効果の検討を行った結果、以下の2つが示唆された。

- ① 生徒にとって、初めてのデジタルものづくり機器を活用した体験活動は、「ものづくりの万能感」と「設計の難しさ」を実感させ、現実的な技術理解を促進する。
- ② 社会貢献への高い意欲を持続させるには、一時的な先端技術体験に留まらない、継続的な「社会との接点」を意識した題材構成が求められる。

検証授業では、単に3Dプリンタを使うだけでなく、「材料と加工」と「情報」の横断的な学習によってデジタル化のメリットを実体験として理解でき、特に後半クラスにおいて、ペア学習や指導書の改善を加えたことで、技術の利便性のみならず、負の側面についても多面的に考えていた。しかし、事後・題材終了後アンケート調査から日常の継続的な課題解決と結びつかない限り、時間の経過とともに自分事から社会のどこかで行われていることへと心理的距離が離れてしまう可能性も考えられ、2時間の検証授業で得られた多面的な技術評価の視点を、その後の製作活動や日常生活の中でいかに継続的に活用させるか、といった課題が示唆された。一方で、子どもの学習における成長曲線は必ずしも一次関数のように右肩上がりとは限らない。実践-失敗-修正の過程を経て、学習における成長曲線の停滞期または減退期を超えることで知識の概念化および「生きる力」といわれるような資質・能力を獲得することから、本研究においても事後から題材終了後までの期間が生徒にとって技術の可能性と限界を正しく理解し、批判的思考を獲得したプロセスとも考えられ、曖昧だった技術に対する評価軸が、3DCADと3Dプリンタを活用したものづくり体験活動および3Dプリンタを活用したものづくりを情報技術としての特性を踏まえた比較活動を行ったことで、万能感に満ちた初期段階から、その後の学習活動を踏まえ多面的な評価軸に基づき、技術の課題を直視する段階への移行と捉えると、中学校技術科における「技術を評価・活用する能力」の真の成長であるとも考えられる。

今後は、情報技術の理解を伴う情報活用能力の育成と技術の中核的な概念である技術の見方・考え方の形成の体系的な育成を目指し、生徒の学習における成長曲線を踏まえた年間指導計画や中学校3年間の技術科の学習カリキュラムについて検討し、「情報の技術」と「材料と加工」だけではなく、「情報」と「生物育成」、「情報」と「エネルギー変換」など複合的に統合した学習カリキュラムの開発および日常生活の事象と情報技術を関連付けた継続的な課題解決を促す指導法について検討を行う予定である。

謝辞

本実践報告書の執筆については、多くの方々からのご支援・ご指導・ご助言をいただいたことによります。この場を借りてそれぞれの方にお礼申し上げます。

本研究を遂行するにあたり、研究の方針や内容および研究者としての視点の持ち方について多大なるご指導を賜りました田口浩継教授に深くお礼申し上げます。同じく、指導教員の大塚芳生先生には、短い期間でしたが技術科教育に関する有益で懇切丁寧なご指導と学校現場に関する情報提供をしていただきました。また、中山篤先生には日々、激励の言葉や心身の健康面への細やかな気遣いをいただきました。

次に塚本光夫先生、楊萍先生、東徹先生ならびに熊本大学技術部技術職員の清水康孝氏、山下悠太氏、崇城大学総合教育センターの西本彰文氏には数多くの視点から示唆に富んだご助言と懇切丁寧なご指導を頂きました。深くお礼申し上げます。

検証授業の実施にあたっては、F 中学校の T.D 先生にご多忙にもかかわらず細かい要望等に真摯に対応していただき、授業や教材等について数多くの視点からご助言をいただきました。また、技術科教員を対象とする調査においては、ご多忙の中、数多くの熊本市技術・家庭科研究会に所属しておられる先生方にご協力を頂きました。深くお礼申し上げます。

実践協力校である熊本市立 R 中学校の校長先生をはじめとする先生方には、子どもとの信頼関係の築き方や教師としての振る舞い方など今後の教員人生において有益となる資質・能力についてご指導、温かい声掛けを頂きました。深くお礼申し上げます。

そして、教育学研究科 2 年の皆さんならびに田口研究室所属の皆さんにも、熱意ある雰囲気活発な議論により本研究の推進に協力していただきました。特に教育学研究科 2 年の岩崎大那さん、倉富大河さん、柿本美七海さん、松嶋俊樹さんには同級生として研究のみならず学生生活全般にわたり苦楽を共にし、切磋琢磨できたおかげで知見を広げることができました。深くお礼申し上げます。

最後に研究を最後まで支えてくれた家族に心から感謝します。