

生活の中の課題を見付け、解決する力の育成 —3DCAD による設計を通した技術的課題解決力の育成—

実践者 薬師神 吉啓
愛媛大学研究パートナー 大西 義弘，玉井 輝之，森 慎之介

第1章 はじめに

1 研究テーマ設定の理由

社会で利用されている技術は日々急速に進展し，新たな製品が次々と生み出され，生活は便利で豊かになった。しかしその反面，以前にも増して「生活」と「ものづくり」は切り離され，製品のブラックボックス化は加速している。SDGs に代表される，世界規模で取り組むべき問題は今も数多く残されている。それらの問題の解決の一助となるのも，それらの問題を加速させるのも，技術を我々がどのように評価し，利用するのかにかかっている。これからの社会を創る生徒たちに，技術的な課題解決と価値創造に取り組む自立的な態度を育成することが，これからの持続可能な社会の実現に向けて取り組むべき課題であると考ええる。

図1は，技術科教育概論の「技術的課題解決力を育成するための方法と過程を示したもの」である。「学習活動の展開にあたっては，発達段階に適した技術的課題を例題として，創造の動機から始まり設計・計画，製作・制作・育成，成果の評価の4過程を欠落することなく巡らせる必要がある。学習者は，評価と修正を繰り返しながら合理的で最適な解を導くこの方法を連続的に体験することにより，技術的な問題解決力を高めていく。」としている。

しかし，技術科の限られた授業数では，課題解決学習でこの4過程を繰り返し設定する時間の確保が難しいことが課題として挙げられる。本研究では，製品の価値を高めるためのパーツを3DCADで設計する活動による，技術的課題解決力育成の可能性について検討した。

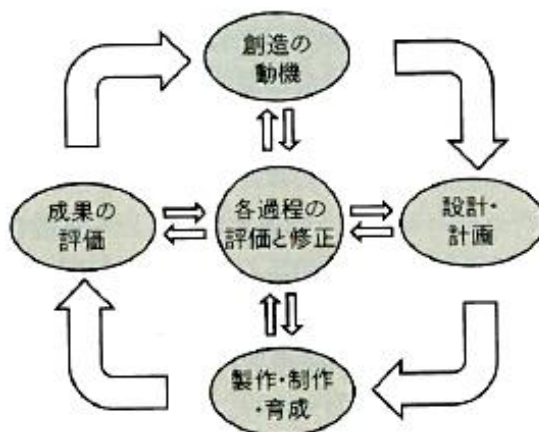


図1 技術的課題解決論の育成

第2章 研究の実際

1 研究の内容及び方法

1年生の材料と加工の技術において製作した製品（身の回りを整理するための棚）の成果について生徒が自己評価を行った。その自己評価を基に，「製作した製品の価値をさらに高めるにはどうすれば良いだろう？」という課題のもと，価値を高めるためのパーツを3Dプリンタで製作すると仮定して，パーツの設計を3DCADで行った。本研究では，材料加工の技術に関する学習を終えたところで，自ら製作した製品を評価し，製品の価値について改めて考えたり，パーツを再設計したりする活動を行うことが，技術的課題解決力の育成に資するのか検討を行った。

(1) 3DCAD と 3D プリンタを利用した製品の設計と製作

3DCAD には，AUTODESK 社が提供する 3D モデリングソフトの TinkerCAD を利用した。TinkerCAD を選んだ理由は，四つある。一つ目は，無料で利用できる点。二つ目は，ブラウ

ザ上でモデリングが可能であり、インストールなどが不要である点。三つ目が、ドラッグ&ドロップによる直感的な立体の操作が可能で、身に付けなければならない操作技術が少ない点。四つ目は、教員のユーザー登録のみで、生徒それぞれに個別の ID とパスワードを作成できたり、データをクラス別で管理ができたりするなど、教育現場での利用も視野に入れた仕様となっていて取り組みやすかった点である。3D プリンタについては購入価格、性能、維持費等について 3 台を選定し、比較検討した結果、ADVENTURER3 を導入した。

(2) 製作した製品の価値を評価し、改善することによる技術的課題解決力育成

ものづくりの特質上、生徒が製品を構想したり設計したりするのは、技術科の授業で実際の材料加工などを経験するより前である場合が多い。そのため、安易な課題を設定してしまったり、製品に求める価値が機能性のみに偏ってしまったりするなど、材料と加工の技術による課題解決に向けた、多面的な視点と取組が不足している。そこで、材料と加工の技術で学んだ知識や経験を踏まえて、製作した製品の価値について改めて考えさせることで、学習前に考えた価値とは異なる価値に気付き、技術の見方・考え方を働かせた課題を設定し、改善策を考えることが、技術的課題解決能力の育成に繋がると考えた。

2 研究の実際

(1) 指導計画

ア 題材名

材料と加工の技術(第 1 学年)

イ 題材目標

- 生活や社会で利用されている材料と加工の技術についての科学的な原理・法則や基礎的な技術の仕組み及び、材料と加工の技術と生活や社会との関わりについて理解するとともに、製作に必要な図を描き、安全・適切な製作や検査・点検等ができる。 「知識及び技能」
- 材料と加工の技術にかかわる問題を見いだして課題を設定し、解決策を構想し、実践を評価・改善、表現するなどして、課題を解決する力を身に付けているとともに、安全な生活や社会の実現を目指して、材料と加工の技術を評価し、適切に選択、管理・運用することができる。 「思考力、判断力、表現力等」
- よりよい生活の実現や持続可能な社会の構築に向けて、課題の解決に主体的に取り組んだり、振り返って改善したりして、材料と加工の技術を工夫し創造することができる。 「学びに向かう力、人間性等」

ウ 重点目標

<本質的な問い>

持続可能な社会の実現のために必要な「製品の価値」とは何だろうか？

<持続的な理解>

持続可能な社会の実現のために必要な「製品の価値」とは、使用方法や使用目的はもとより、社会からの要求、環境面、生産から廃棄までの安全面、機能面、経済面など、様々な技術の見方・考え方をもとに創意工夫され試行錯誤された、生活を豊かにする工夫(取組)である。その価値に気付くためには、製品の作られる過程を知ったり、新たな製品を構想する作業を実際に経験したりすることを通して、消費者と生産者両者の立場に立って技術を見つめることが大切である。

エ 題材の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
生活や社会で利用されている材料と加工の技術についての科学的な原理・法則や基礎的な技術の仕組み及び、材料と加工の技術と生活や社会の関わりについて理解しているとともに、製作に必要な図をかき、安全適切な製作や検査・点検等ができる技能を身に付けている。	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し、解決策を構想し、実践を評価・改善、表現するなどして、課題を解決する力を身に付けているとともに、安全な生活や社会の実現を目指して、材料と加工の技術を評価し、適切に選択、管理・運用する力を身に付けている。	よりよい生活の実現や持続可能な社会の構築に向けて、課題の解決に主体的に取り組んだり、振り返って改善したりして、材料と加工の技術を工夫し創造しようとしている。

オ 学習計画

時間	学習活動	重点	記録	評価方法
1	・技術の見方・考え方の視点から、生徒自らが製作した製品の価値について考える。	思	○	思：ワークシート記述
2	・3DCADで立体を表現する練習を通して、3DCADの操作方法を学ぶ。	知		知：観察，3DCAD データ，ワークシート記述
3	・技術の見方・考え方を働かせて、適切な課題を設定し、製作した製品の価値を更に高めるためのパーツを構想し、3DCADを使って表す。			
4				
5 本時	・工夫点について班内で発表し、意見交換することで、構想をよりよいものにする。 ・構想を修正したものを3DCADで表す。	思 態	○ ○	思：パフォーマンス課題 態：パフォーマンス課題
6	・材料と加工の技術を振り返るとともに、技術の見方・考え方を働かせ、持続可能な社会の実現に向けた技術の在り方について考える。	思 態	○ ○	思：ワークシート記述，行動観察 態：ワークシート記述，行動観察

カ パフォーマンス課題

パフォーマンス課題	その他の評価方法
あなたが「身の回りを整理するためのものづくり」で製作した製品について、その価値を高めることで、これからも長く利用できる製品に改良したい。現在の製品の価値を高めるためには、製品にどのような工夫をすれば良いか、技術の見方・考え方を働かせて課題を設定し、改善策を3DCADで構想し、価値の根拠を示しながら発表してください。	○観察 ○3DCADデータ ○ワークシート

キ パフォーマンス課題についてのルーブリック

	知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
A	複数の技術の見方・考え方を働かせて、課題を設定し、材料加工の学びを生かした適切な材料や構造などの選択ができています。また、実現可能な工夫を構想し、3DCADで表している。	技術の見方・考え方を働かせ、製品の課題を適切に設定し、課題を解決できる複数の解決策の中から、最適なものを考え、価値の根拠となる理由を含めて説明している。	製品の工夫を分かりやすく伝えるときに、他者の考えの良さや課題に対して改善点などの意見を出し、自他の考えをよりよいものにしていこうとしている。
B	材料や構造の特徴を理解した上で選択できており、技術の見方・考え方を働かせて、適切な課題を設定し、製品の工夫を3DCADで表している。	技術の見方・考え方を働かせ、製品の課題を設定し、解決策について、理由を含めて説明することができる。	製品の工夫を伝えるときに、他者の考えの良さや課題に気づき、自分の考えをさらによりよいものにしようとしている。

C	技術の見方・考え方を働かせた課題設定や、製品の工夫になっていない。	課題設定が使用目的のみになっており、技術の見方・考え方の視点から設定できていない。	製品の工夫を伝えることができず、また、他者の考えの良さを受け入れられない。
---	-----------------------------------	---	---------------------------------------

キ 授業の実際

(7) 主題

製作した製品の価値を高めるにはどうすればいいだろうか

(イ) ねらい

相互評価を行う中で意見交換をして、他者の意見を参考にしながら、自己の意見や理由を調整・統合して、自分の工夫を改善できる。

(ウ) 展開

学習内容 (形態)	時間	学習活動			○指導の工夫 ◎評価規準(評価方法)
		分かる	考える	実行する	
1 前時の振り返りと、本時の学習課題を確認した。 (一斉)	5	本時の活動の流れが分かる			○「製品の価値を高める工夫を構想する」ために、本時は、相互評価を行い、改善案を考えることを伝えた。
2 製品の工夫を、レーダーチャートで自己評価し、可視化した。 (個人)	10		[学習課題] 製品の価値を高めるにはどうすればいいだろう		
3 班内で相互評価と意見交換をした。(小集団)	20		工夫の良さをレーダーチャートで表し、考えを整理する		○工夫の理由や意図を明確にするために、レーダーチャートを用いて考えを整理させた。
4 構想を修正した。(個人)			発表と相互評価を行い、改善点を考える		
5 改善案の発表を行った。(全体)	10			3DCADで構想を修正する	◎相互評価で得た他者の意見を参考にしながら、自らが考えた構想を改善している。 (ワークシート、3Dデータ)
6 本時の振り返りを行った。	5		改善案の発表を聞き、他者のアイデアの良さに気付く		
			本時の振り返りを行う		

(2) 指導の実際

材料と加工の授業において、最も時間を要するのが、設計・計画と製作段階である。今回行った 3DCAD を利用した製品の価値を高めるためのパーツの設計に用いた時間は、3DCAD の使用方法、構想の発表や改善なども加えて 6 時間で実施した。3DCAD と 3D プリンタを利用することで、イメージを簡単に具現化でき、設計を短期間で行うことが可能になったと考える。特に設計に苦手意識を持つ生徒は、頭の中で立体をイメージしたり、動かしたりすることが苦手なことが多い。また、自分が行った設計が実現不可能な物であったり、構造的に問題のある設計であったりすることに気付けない生徒もいる。しかし、画面上ではあるが、立体を組み立てながらイメージを形にできる 3DCAD は、イメージを形にする手助けになると同時に、これまで気付けなかった構造的な問題に、生徒自身が気付いたり、友達に指摘されたりする

ことで修正できた場面も数多く見られた。また、できあがった 3D データを修正するとき、画面上で立体を移動させたり、大きさや形を変化させたりすることができるので、それぞれの考えを形にし、話し合うことを通じて、繰り返し試行錯誤しながら最適解に近づこうとする姿が見られた。

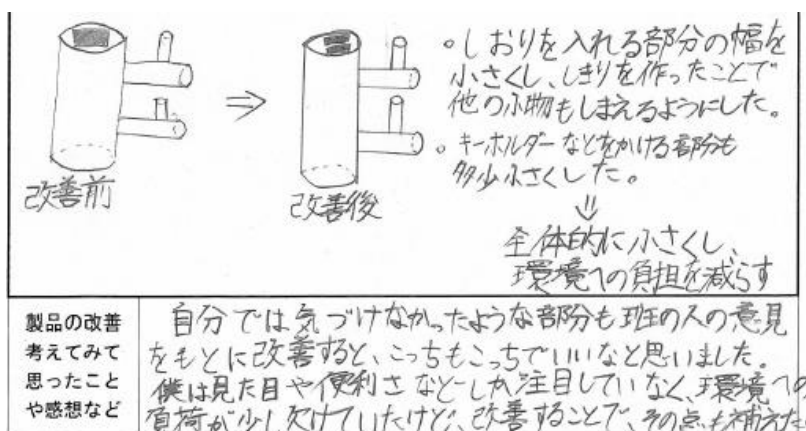
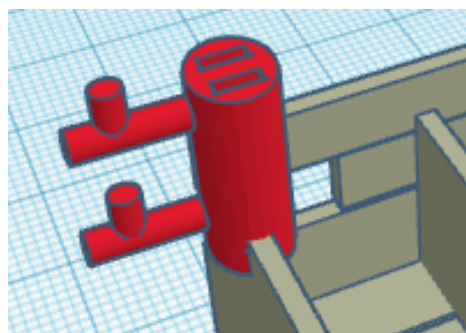


図2 3DCAD で設計された生徒作品と、生徒ワークシート記述



相互評価の様子

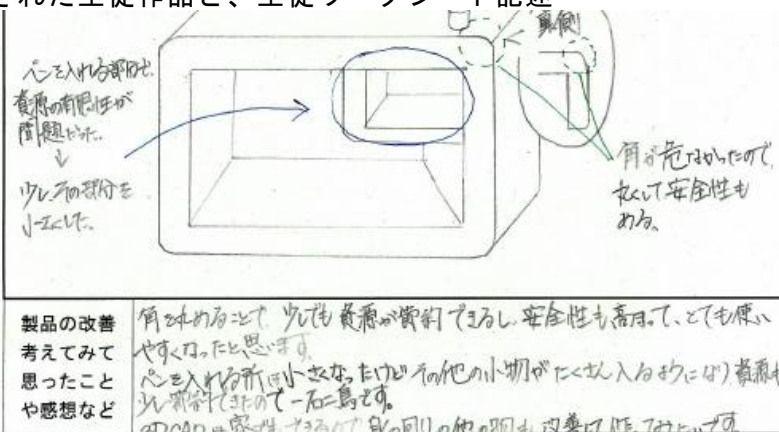


図3 生徒ワークシート記述

パフォーマンス課題では、製作した製品の価値と、パーツを追加した製品の価値をレーダーチャートで比較することで、どのような技術の見方・考え方を意識して製品の価値を判断したのか、また、改良したのかを意識しやすくした。図2の生徒は「僕は見た目や便利さなどしか注目していなく環境への負担が少し欠けていたけど、改善することで、その辺も補えた」、図3の生徒は追加するパーツの形状を改良したことで、「角を丸めることで、少しでも資源が節約できるし、安全性も高まってとても使いやすくなったと思います。」と記入していた。これらのことから、自ら製作した作品の評価を行い、その作品の価値を高めるために3DCADでパーツを設計し、その改善について相互評価することを通して、これまではなかった新しい視点から製品の価値を考えたり、工夫したりすることができたと考えられる。

3 成果と課題

授業後のアンケートで「3DCAD を利用したことが、三次元で立体をイメージすることに役立ちましたか？」という質問に対し、95%の生徒が肯定的に回答した。また、「3DCAD を使ったことは、製作物の構想を立体的にイメージするのに役立ちましたか？」という問いには全員が肯定的に回答した。設計の得手不得手にかかわらず、生徒は3DCADが製作物のイメージを具現化することに効果的であると感じており、3DCADの導入は設計の学習に有効であると考えている。

ただ、授業時数については検討の余地がある。等角図や正投影図における第三角法など、

それぞれの製図での表し方や特徴を理解した上で、さらに 3DCAD を利用するとなると、必要な授業時数が増えてしまう。3DCAD の利用を授業の中で適切に設定する場面や利用方法については、今後も検討していきたい。

本題材 1 時間目に行った「製作した製品の価値を高めるにはどうすればいいと思いますか？」という質問に対して、「小物を置く場所を広くする」「ペンが立てられる場所を作る」（機能性）、「壊れないように丈夫な物にする」（耐久性）、「色を塗るなどしてデザイン性を高める」（意匠性）などの意見が挙がった。また、多くの生徒が製品の価値を高めるとは、単に機能性を増すことだと考えていたことが分かった。題材終了後のアンケートでは、「3D プリンタは便利だけど、材料がプラスチックだから使う量を考えて製作するほうがいいと思った」「作るときだけじゃなくて、捨てるころまで考えて設計した」（環境負荷）、「角の部分をカバーすることで、誰が使っても安全に利用できるものにする」（安全性）などの視点が加わっている生徒が増えた。また、全体（計 119 名）の内 86% の記述に、製品の価値を高めるための視点が増加した。中には、「価値を高めると聞いたとき、機能を増やして値段を高くすることだと思ったけれど、それだけではない価値があることに気付いた」と記入していた生徒もあり、製作後に自らの製品の価値について考え、その製品に改良を加えるという視点でパーツを設計することは、「価値」についてより多面的に考えられる可能性があることが分かった。

第 3 章 おわりに

現行の学習指導要領では、「技術による問題の解決」として、中学校での学習を踏まえた総合的な問題について第 3 学年で取り扱うよう明示された。限られた授業数の中ではあるが、各学年の生徒の発達段階に合わせた適切な課題に繰り返し取り組ませるためにも、3 年間を見通した指導計画の工夫が必要である。今後も、生活や社会の問題に対して、技術の見方・考え方を働かせて課題を設定し、問題の解決に向けて取り組む実践的な態度を育成するための授業改善を行っていきたい。

参考文献

- ・日本産業技術教育学会・技術教育分科会(2018)「技術科教育概論」九州大学出版会
- ・山本利一・細田悠介・佐藤正直・石故裕介・沢田石秀昭(2018)「日本産業技術教育学会誌, 第 60 巻, 第 4 号, pp. 201-208」「小学校教育における 3D プリンタを活用したもののづくり学習の提案」
- ・山崎恭平・中村浩士・黎士椰(2018)「日本産業技術教育学会誌, 第 60 巻, 第 1 号, pp. 9-17」「3 次元 CAD を用いた設計・再設計過程を含む設計・製作学習の提案と評価」
- ・藤田眞一・加賀江孝信・城仁士(2016)「日本産業技術教育学会誌, 第 58 巻, 第 2 号, pp. 73-80」「3 次元 CAD を用いた“材料と加工に関する技術”における学習指導と効果」