

4	春日井	鷹来中 松原中 知多中 南城中	○酒井章徳 国立愛子 渡邊舞 鵜飼達也
分科会番号	9	分科会名	技術教育

よりよい生活の実現と持続可能な社会の構築に向け、主体的に解決しようとする生徒の育成
～ デジタルものづくりによる創造性・主体性の育成を通して ～

1 はじめに

現在の社会は、生産年齢人口の減少、グローバル化の進展、そして絶え間ない技術革新により、社会構造や雇用環境が大きく変化し、将来の予測がますます困難な時代となっている。これらの問題を解決するために科学技術・イノベーションが果たす役割は一層重要となっており、テクノロジーの社会実装を加速するとともに、それらを使いこなす人材の育成が必要となっている¹⁾。こうした変化をもたらす大きな要因の一つとして、社会のあらゆる分野で急速に進行しているデジタル化が挙げられる。また、文科省の情報・技術ワーキンググループにおいて、学習の各過程に応じてデジタル学習基盤を活用することにより、例えば、構想した機能の実現に向けて材料などの技術的条件を踏まえて設計・製作等を行い、試行錯誤を通して改善を重ねる学びや、情報技術を活用して、課題を発見し、解決策を設計・実装し、試行錯誤と協働により評価・改善を重ねる学びを、より効果的に実現することができると整理されている²⁾。そして、春日井市技術・家庭科研究会では令和5年度から3DCADを活用したデジタルものづくりの研究を進めている。そこで本研究では「材料と加工」の分野において、3DCADを活用した構想・設計を取り入れた実践と「製図・設計」と「創造性」に関する事前・事後のアンケートを行い「主体的に学習に取り組む態度」の教育効果の測定を行うこととする。3DCADでは紙媒体の設計と比べて修正が容易であり、直感的な操作により作業の難易度も低減でき、視覚的に認識しやすく自身の考えを3Dデータで素早く形にできるというメリットを利用して研究を進める。これらの研究を通して、自ら工夫し創造する力をもった生徒の育成を目指したいと考える。

2 研究の方法

(1) 目指す生徒像

目指す生徒像を以下のように設定し、研究を進めることとする。

よりよい生活の実現と持続可能な社会の構築を目指し、自らの考えを表現・改善しながら、身近な生活の課題を主体的に解決しようとする生徒

(2) 研究の仮説

デジタルものづくりを通して構想・設計を行うことで、身近な生活の課題に対して主体的に解決しようすることができるだろう

(3) 研究のてだて

本研究は共同研究とし、3種類の3DCADを各校の実態に即して用いることで、それぞれの3DCADの特性と創造性の育成に対してどのような効果があるか、事前・事後のアンケートにより測定を行う。

① 事前アンケートの実施

3DCADを用いた構想・設計の学習前にアンケートを実施することとする。項目としては大きく分けて2つである。1つ目が「3DCADの存在を知っていますか?」「『もっとこうだったら便利なのに』という生活の中の課題を解決するために、自分のアイデアを『設計図』という形にすることは、重要だと思いますか?」「頭の中に良いアイデアが浮かんでも、『これを図に描くのは大変そうだな』と

感じて、形にすることを諦めてしまった経験はありますか？」といった製図、設計に関わる内容である。2つ目が「工作やものづくりをする際に、自分のアイデアを図に表すことが好きだ」といった創造性に関わる内容である。これらの質問項目から生徒の学習前の実態調査を行う。

② 3DCAD を活用した問題解決

各校の第1学年において、図1「TinkerCad (Autodesk提供)」図2「caDIY3D (日本マイクロシステム提供)」図3「MOKUL (トップマン提供)」の3種類のうちいずれかの3DCADを用いて問題解決を行うこととした。3つのソフトウェアはタッチパネル操作に対応しているため、生徒は直感的に操作しやすい。「TinkerCad」は3DCADデータの設計のみならず、電子回路のシミュレートやプログラミングでの3Dデータの設計を行うことができ、複数の領域での使用が期待できる。「caDIY3D」は木工製品の設計や動力伝達機構のシミュレートを行うことができる。部材の重なりや寸法の修正が容易であり、スナップ機能やAR機能も備えており、利便性が高い。「MOKUL (モクル)」は木工製品の設計に特化しているが、同社の製品のサンプルデータを使用することができ、授業時数の短縮に役立てられる。「caDIY3D」と同様にスナップ機能やAR機能も備えており、利便性が高い。これらの3DCADを活用して実践を進めていくこととする。

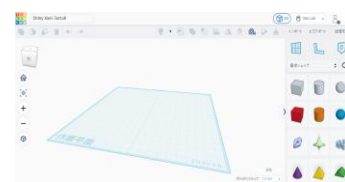


図1 「TinkerCad」

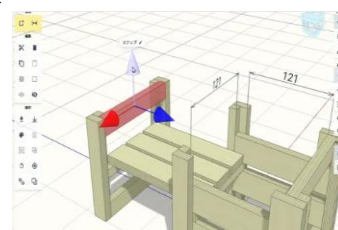


図2 「caDIY3D」

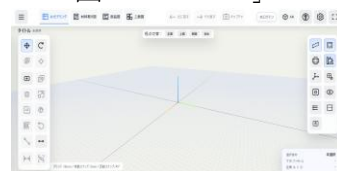


図3 「MOKUL」

③ 事後アンケートの実施

今後、3DCADを用いた構想・設計の学習後、アンケートを実施して生徒の「主体的に学習に取り組む態度」の教育効果を測定し、事前アンケートの結果と比較してその変容をまとめていく予定である。

3 授業実践例

本研究では4校の実践例を利用する。事前アンケートのうち、以下の4つの項目の結果から生徒の実態を測る。

- 〔1〕 3DCADの存在を知っていますか？
- 〔2〕 「もっとこうだったら便利なのに」という生活の中の課題を解決するために、自分のアイデアを「設計図」という形にすることは、重要だと思いますか？
- 〔3〕 頭の中に良いアイデアが浮かんでも「これを図に描くのは大変そうだな」と感じて、形にすることを諦めてしまった経験はありますか？
- 〔4〕 工作やものづくりをする際に、自分のアイデアを図に表すことが好きだ。

(1) 「TinkerCad」の利用

【春日井市立松原中学校】

① 生徒の実態

図4の事前調査では、3DCADを知らないと回答した生徒が9割以上を占めた。また、設計図の重要性を認識しているものの、アイデアが浮かんでもそれを形にすることを諦めてしまう生徒が多い実態が分かった。一方で自分のアイデアを図に表すことが好きな生徒が半数以上存在することから、直感的に試行錯誤を重ねて設計できる3DCADを活用した実践は有効であると考えた。

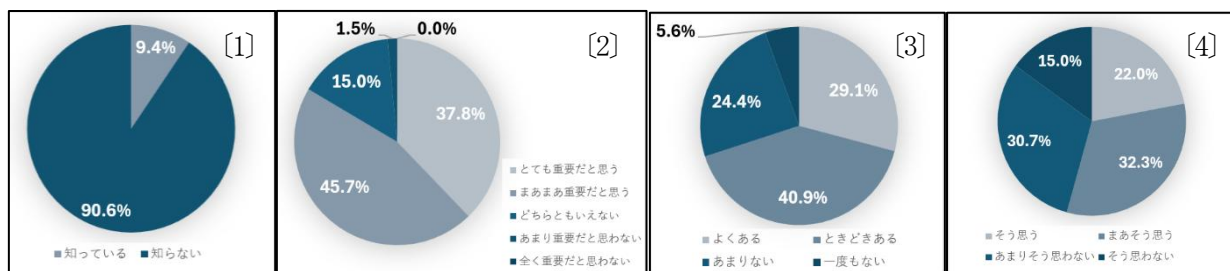


図4 松原中学校のアンケート結果

② 実践の成果

本実践では中学第1学年を対象に、材料と加工における「製作品の設計」を全3時間で実施した。本単元ではキット教材を使用するため、使用可能な材料の寸法や数量に明確な制約が存在する。そこで、この制約条件のもと、見た目のデザインだけでなく、機能性や構造的強度を中心とした検討を行わせた。生徒はTinkercad上でパーツの干渉や立体的なバランスを確認しながら、直感的な操作によって試行錯誤を繰り返すことができた。設計完了後、Tinkercadの3Dモデル画像と機能や構造の工夫をGoogleスライドにまとめさせた(図5、6)。これを用いてグループ内で設計案のプレゼンテーションと相互評価を実施した(図7)。仲間からの「棚の高さが低すぎるのではないか」「材料の使い方に無駄がある」といった指摘を受け、各自の設計を再考・修正させたうえで、実際の製作工程へと移行させた。この実践を通して、生徒が主体的に設計課題に向き合う姿が数多く見られた。特に、仲間からの指摘やシミュレーション上の不具合に対し、諦めることなく何度も調整を重ねて設計を改善しようとする姿勢が多くの子に見られた。これは、事前調査で課題であった「途中で形にすることを諦めてしまう」状況の克服につながっており、3DCADの活用と相互評価の工夫が、生徒の主体的な学びを引き出すうえで有効であったと考える。

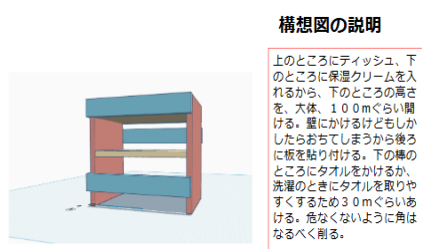


図5 構想図①

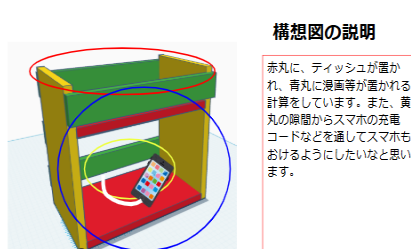


図6 構想図②



図7 グループ活動の様子

(2) 「caDIY3D」の利用

【春日井市立知多中学校】

① 生徒の実態

図8の事前調査では、課題解決のためにアイデアを設計図にすることの重要性を理解しているものの、手描き製図に対するハードルの高さが原因で、アイデアの具体化を諦めている実態が浮き彫りとなった。また、3DCADの認知度が7.1%と極めて低いことから、手描き製図に代わる新たな設計ツールとして「caDIY3D」を導入することは、生徒の図に表すことへのハードルを大きく下げ、試行錯誤を促すうえで極めて有効なアプローチであると考えられる。

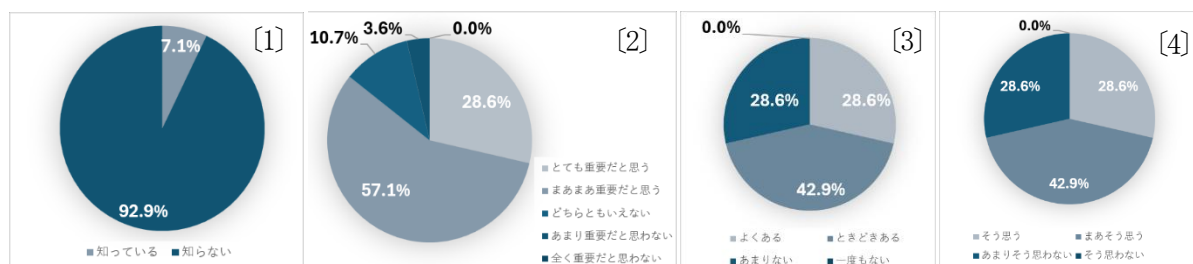


図8 知多中学校のアンケート結果

② 実践の成果

本実践では、「自分の生活を振り返り、整理整頓に役立つものを製作しよう」をテーマに学習を展開した。まず、ワークシートを用いて身の回りの困り感を整理・分析し、設計に入った。生徒は提示した基本形のアレンジや既製品を参考に構想を練り「caDIY3D」上で設計を行った。設計過程では、木材の重複を検知するソフトウェア内の機能を活かし、点検シートを用いて生徒同士の設計チェックを実施して設計ミスを防いだ。また、単行本等のサンプルモデルでサイズ感を確認させるとともに、設計途中でモデルを自室にAR表示させ、写真を撮影してワークシートに貼り付けさせた(図9)。生徒は現実空間での収まり具合を視覚的に捉え、自律的に寸法を修正していた。製作工程では、完成図を確認しながら切断・組み立て・仕上げを行った。完成後は実際に使用している場面を撮影し、ワークシート上で良い点・改善点を抽出させた(図10)。さらに、その使用結果を踏まえて3DCAD上での「再設計」を行った。一連の活動を通じ、現実空間とデジタル空間を行き来させながら、評価・改善を図る実践的な技術指導を展開することができた。

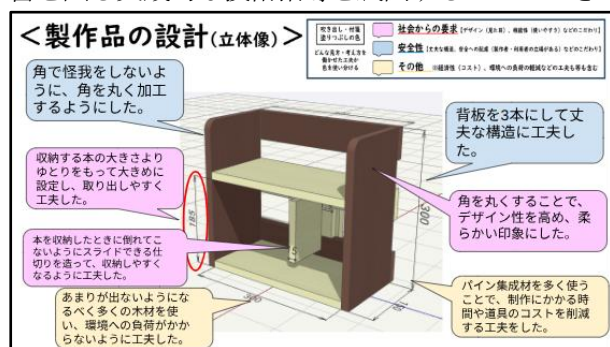


図9 ワークシート

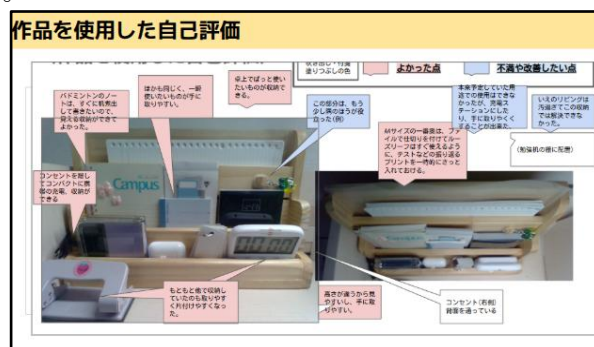


図10 自己評価用ワークシート

【春日井市立南城中学校】

① 生徒の実態

図11の事前調査では、9割以上の生徒が設計図の重要性を実感し、約6割が図示を好む一方で、認知度の低い3DCADに対し、手書き等の描画の難しさから構想を諦めた経験を持つ生徒が約7割に上った。この結果は、生徒の「図で表現したい意欲」を描画技術の壁が阻んでいる実態を示している。したがって、直感的に立体構築や修正が可能な3DCADの導入は、表現への心理的障壁を取り除き、自由な試行錯誤を促すうえで必然性が高いと考えられる。

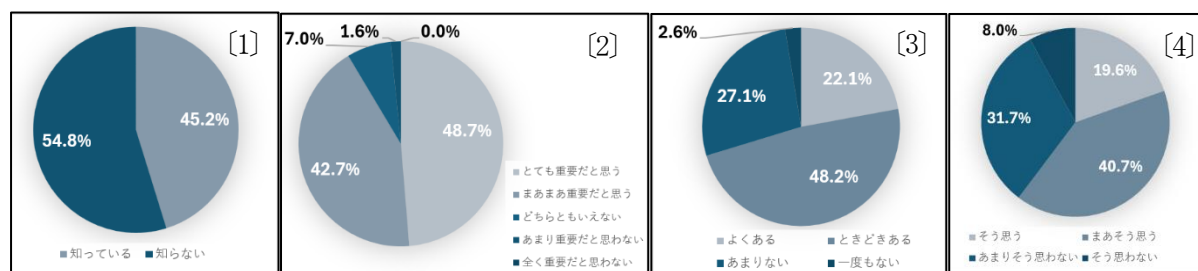


図11 南城中学校のアンケート結果

② 実践の成果

本実践では、手書きのラフスケッチからデジタル設計へと移行する過程で生徒がどのように設計を最適化し、その利便性を実感するかを検証した。授業では、木材を用いた「身近な生活に役立つもの」をテーマに自由設計を行い、手書きによるアイデアの可視化（図12）、3DCADでの立体構築（図13）、制約条件（材料の有効活用・構造的強度・加工工程の削減）に基づく設計の最適化、そして自動出力された材料取り図による製作可能性の検証をした。実践を通じて、手書きスケッチと3DCADの

双方の特性が明確となった。手書きは直感的かつ迅速に思考を広げる点に優れる一方で、寸法不整合が起きやすく視覚的理解に限界がある。これに対し3DCADは、1mm単位の正確な調整や自由な視点移動による構造確認が可能であり、複製や削除も容易であるという特長を示した。生徒の変容としては、3DCAD上のやり直しが利くという安心感が失敗へのハードルを下げ、より複雑な形状や機能の検討といった試行錯誤を深めさせる結果となった。また、設計データから即座に生成される材料取り図（図14）を活用することで、市販材からの切り出しイメージが具体化し、材料の効率的な利用や端材削減といった環境負荷低減への意識が自発的に芽生えた。生徒の振り返りからも、寸法の明確さや作業効率の高さといったデジタル設計の利便性を強く実感している様子が見られた。以上のことから、手書きスケッチで構想を広げ、3DCADを用いて論理的・構造的に設計を進めていく学習過程は、中学生の創造性と合理的思考を支える有効な指導法であると言える。特に材料取り図の活用は、バーチャルな設計とリアルな製作をつなぎ、生徒に設計の意義を深めさせると考えられる。今後は、3DCAD上で検討した精度や経済性の視点が実際の製作場面でどのように発揮されるかを検証することが課題である。

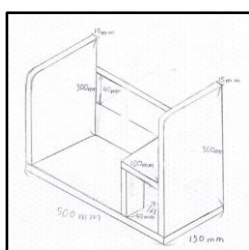


図12 ラフスケッチ

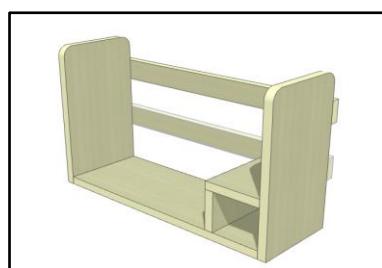


図13 3DCADデータ

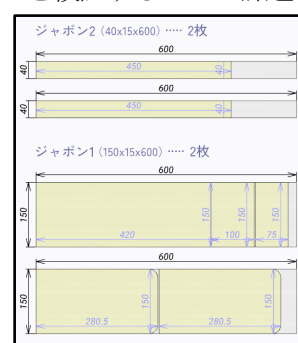


図14 材料取り図

(3) 「MOKUL」の利用

【春日井市立鷹来中学校】

① 生徒の実態

図15の事前調査では、3DCADを知らないと答えた生徒が8割を占めた。約7割がアイデアを図にすることの重要性を感じている一方で、アイデアの具体化を諦めた経験をもつ生徒が約7割に上った。しかし、アイデアを図に表すことが好きな生徒が約5割存在することから、直感的に操作できる3DCADの活用した実践は有効であると考えられる。

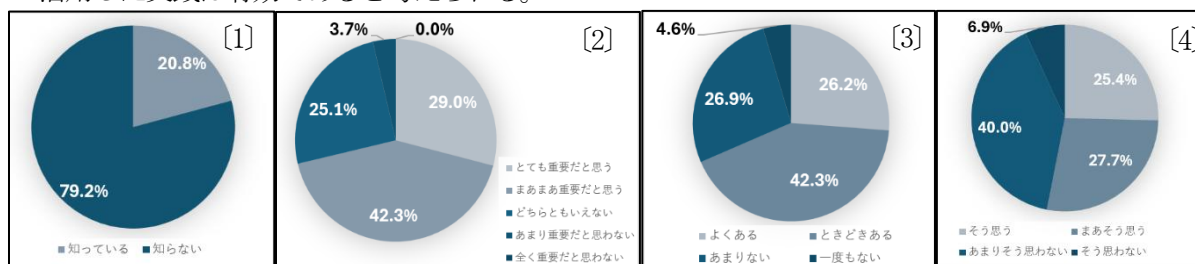


図15 鷹来中学校のアンケート結果

② 実践の成果

「MOKUL」では同社の「スプラック」のサンプルデータが利用できるため、それを基に使用目的に合った棚に改良する設計を行った。設計を行うにあたり、まず身の回りの生活の中での問題点を見つけて、設計した製品にどんなものを整理していきたいかを考えさせた。また、整理するもの、整理するために必要なサイズ、誰がどこで使うかも併せて考えさせた（図16）。その後、整理したいものに合わせて、4つのサンプルデータの中でどれが一番自分が作りたいものに近いかを考え選ばせた。そのうえで寸法や形の変更を行った。下図17は生徒が設計した一例である。図17左図は変更前のサンプルデータ、図17右図は使用目的に合わせて変更した製品である。「テレビ台の上に、ものが散らばっ

ている」という問題点に合わせて、「横30cm×縦12cm×高さ12cm」のサイズが必要であると考え、生徒自身が机か棚の上で使うことを想定して設計が行われている。今後、他の生徒が設計した製品を見て自身の設計を改善する機会をとり、問い直しを行う予定である。

パフォーマンス課題 事前
①身の回りの生活の中での問題点を見つけて、それを解決するものを考えよう

	身の回りの生活の中での問題点
	整理するもの
	整理するために必要なサイズ
	場所が、どこで使うか

図16 ワークシート

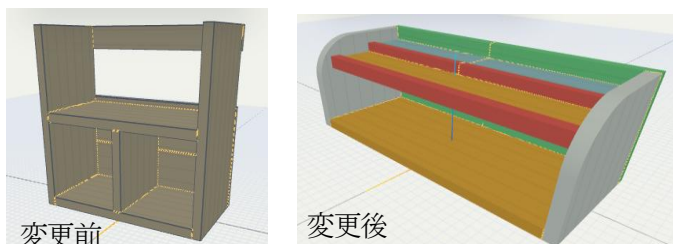


図17 変更前と変更後の3DCADデータ

4 研究の成果と今後の課題について

本研究では、3種類の3DCADソフトを活用した構想・設計を取り入れた実践を通して、生徒の「創意工夫」「創造性」「思考・判断・表現力」の育成を目指した。実践を通して、デジタル空間の特性を活かした「試行錯誤の深化」がみられた。紙媒体による製図と比較して、3DCADでは「やり直しが利く」という安心感が失敗へのハードルを大きく下げた。これによって、生徒はより複雑な形状や機能の検討に挑戦できるようになり、多くの生徒が「自分の頭の中の構想を形にできた」と強い満足感を得ることができた。また、AR機能を活用して実際の部屋にモデルを配置して寸法を修正したり、サンプルデータを基に自身の生活課題に合わせて設計したりする活動を通して、生徒は身近な生活の課題を自分事として捉え、実用性を意識した合理的・論理的な設計を行うことができた。

今後の課題として「デジタル化による思考のブラックボックス化」への対応が挙げられる。「caDI Y3D」において材料取り図が自動生成される機能は、製作の実現性を高め、端材削減などの環境負荷低減への意識を高める点では非常に有効であった。その反面、生徒自身が「限られた材料からどのように部品を切り出すか」をパズルのように試行錯誤し、創意工夫を凝らすプロセスが簡略化されてしまった。今後は、アナログ（手書きによる構想・設計）とデジタル（3DCADによる効率化）の利点をどのようにバランス良く組み合わせ、技術的な見方・考え方を働かせる場面を意図的に設定するかが課題である。また、実践中のため事後アンケートの実施ができていない時点の記載となり、事前・事後アンケートの結果を統計的に分析する必要がある。加えて、デジタル空間での3Dモデリングスキルや「条件に合わせて最適化する」という思考過程は「情報の技術」におけるプログラミングや、「エネルギー変換の技術」における機構の設計など、他領域でも活用できる汎用性の高いものである。3DCADの操作習得に要する時間を単なる「材料と加工」の導入に留めず、3年間を見通した技術科全体の学びの中でどう生かしていくか、持続可能なカリキュラムの構築を検討していきたい。

5 参考文献

- (1) 中学校情報・技術科（仮称）及び高等学校情報科における目標と見方・考え方について
https://www.mext.go.jp/content/20251208-mxt_kyoiku01-000046166_04.pdf
- (2) 情報・技術WG取りまとめ（案）について
https://www.mext.go.jp/content/20260730-mxt_kyoiku01-000050649-3.pdf