琉球大学学術リポジトリ

3⊠デジタル機器を活用した製図の協働学習：中学校技術科でのデジタル機器活用の考察

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 琉球大学教育学部附属教育実践総合センター 公開日: 2018-09-27 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 岡本, 牧子, Okamoto, Makiko メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/42485

3D デジタル機器を活用した製図の協働学習
- 中学校技術科でのデジタル機器活用の考察 -

岡本 牧子

Collaborative Learning of Drafting with 3-D Digital Devices
-Study of Application of Digital Devices to A Technology Class-

Makiko OKAMOTO

要旨

本研究では、本学で行われている基礎製図の講義の一部として、3DCAD と 3D プリンターを活用した協働学習を行った。その結果、協働製作物などの課題の与え方によって、完成品の評価だけにとどまらず、製作過程における、学習者同士による意見交換を通じたお互いを高め合うまなび、すなわち協働学習が可能であることが確認できた。また、3D デジタル機器は中学校技術科での各領域における体系的な授業づくりと、「最適化」の効果的な学習に有効であり、その条件として小学校におけるプログラミング教育などの情報関連教育との連携が重要である。

1. はじめに

協働学習とは、「学習者同士による意見交換、発表などを通じたお互いを高め合う学び」とされている。文部科学省では、近年 ICT 教育と関連して協働学習の強化を図っており、教育の IT 化に向けた環境整備 4 ヶ年計画（平成 26 ～ 29 年度）などが展開されている [1)]。実践事例を見ると、それぞれの科目で学習した内容や発表したい出来事の画像や文章をデジタル機器で編集し、その電子データを学び合いの場で共有するという活用例が多い。一方、中学校技術科のようなものづくりの習得や製作活動を行う場では生徒一人一人が製作物に対して計画から設計、製作まで行うため、設計・製作物の評価の時間などでは意見交換が行われるものの、ものづくりを行う工程では協働的な学習に発展しづらい面もある。そこで本研究では、本学で行われている基礎製図の講義の一部として、3D デジタル機器を用いた協働学習を行い、デジタル機器の中学校技術科での活用方法について考察を行ったので報告する。

2.「基礎製図」における協働学習

2-1.「基礎製図」の講義概要

「基礎製図」の講義は本学教育学部の技術教育専修の基礎科目として位置付けられており、主に 1 年生を対象に開講されている。受講生にとっては大学入学直後の時期でもあるため、パソコンの操作に慣れていない学生も多く、大学から付与される ID の確認やメールソフトの使い方などの情報端末の操作ガイダンスも同時に行っている。図 1 本講義のシラバス概要を示す。本講義は全 15 回の講義で構成され、前半の 7 回までは JIS 規格の概要や線種などの製図の基礎、中学校技術科の材料と加工の技術分野で学習する等角図やキャビネット図、第三角法の描き方、寸法公差などを経て、主に手描きによる製図を学習する。後半では CAD ソフトのインストールから

技術教育専修

はじめ、ソフトの使い方に慣れるために持ち手のあるマグカップ製作のチュートリアルを学習する。受講者達はこの過程で使用するパソコンの OS や CPU、メモリなどの種類やスペックを具体的に確認する方法を学び、ソフトの動作状況がパソコンの環境によって異なることを学ぶ。この学習内容は製図に直接関係ないと思われるが、技術科以外の学校現場全体においてデジタル機器が導入され、ハード面でもソフト面でも設備更新が頻繁に行われることが予想される今日において、デジタル機器の環境整備を行う知識として重要な内容だと考える。本講義では、3DCAD 図面作成のソフトとして Autodesk 社の Fusion360 を使用した [2)]。本ソフトは Autodesk 社によって教育機関・学生向けにソフトウェアの無償利用が可能となっており、PC の OS を選ばないため汎用性が高い。また、同社のもう一つの 3DCAD ソフト 123D と比べると、線種や立体の選択、面取りなどの加工メニューが AutoCAD や JWCAD などこれまでの 2DCAD ソフトと共通する部分が多く、複雑な形状の製図にも簡単に移行が可能である。また本講義では、3DCAD の製図能力の向上を目的として、2015 年度から 3D プリンター（MUTOH 社、MF-1100）による作品の出力を取り入れている。作品としては 2016 年度までは学生が大学で使用しているロッカーのネームプレート製作を個々の学生に課していたが、2017 年度は協働学習の一環として 1 つの作品を受講生が協力してつくり上げる協働製作を課した。

2-2. 協働製作物の決定

本講義では、協働製作物の考案も課題とした。条件として、①受講者一人でも欠けると成立しないものであること、② 3D プリンターの出力可能サイズを考慮したものであること、③自分たちが製作して面白いものであることの 3 つを提示した。受講者らによって考案された協働製作物の構想スケッチを図 2 に示す。図に示すように、提案された製作物はヨーロッパの工芸品などでよく目にする「マトリョーシカ」と呼ばれるものであり、人形の形ではないものの、それぞれの形状は球から星型まで異なったものとなっている。その特徴から寸法やスペース確保など受講者同志の図面上での綿密な調整が必要になるため、前述の①と②の条件を満たすことになる。

2-3. 3DCAD を用いた図面上での調整

受講者はそれぞれの担当パーツを 3DCAD 上で製図した後、それぞれのファイルを持ち寄って一つのファイルに結合する。図面上で結合し、調整している様子を図 3 に示す。図面上で実際にマトリョーシカのように物体をはめ込み、図面を拡大して確認しながらそれぞれの部品の厚さや接触部分の遊びなどを話し合って調整する。マトリョーシカはそれぞれが直接隣り合わせの物体でなくても、全体の寸法に影響を及ぼし合うため、調整には常に全員が参加することになる。この協働作業によって、より具体的な製作物のイメージを共有することができ、図面上にアイディアを直接描き込みあうことによって、学習者同士による意見交換、お互いを高め合う学び、すなわち協働学習を行うことになる。

2-4. 3D プリンターを用いた各部品の出力と製作物の完成

図 4 ～ 8 に各受講者によって出力された物体の写真を示す。図 3 に示すように、設計段階では一番外側のパーツである球の、本体とフタ部分の結合はピンヒンジのような構造となっているが、図 4 に示す最終出力では、はめこみ式の結合方法へ変更している。これは、3D プリンターで出力した際にピンヒンジ部の遊びや詳細部の形状を出力できるだけの精度を満たす出力ができないことがわかったためである。3DCAD 上では複雑な形状や細かい図面出来てしまうため、精度を上げてしまいがちだが、加工方法とその精度を考えて製図を行うよい学習例となっている。また、本講義で用いた積層型の 3D プリンターを使用する場合は、球などの不安定な形状は積層

するベースを十分に考慮する必要があり、部品をどの向きで積層するのかと決定するのも重要な要素である。図 8 に示す星型では、図 3 の設計段階と異なり、これもまたプリンターの精度によって星型の線対称がうまく成型できていないが、本体とフタ部分の結合は良く、マトリョーシカの要件を一応満たしている。この工程では、作品の出力作業そのものは受講者個々による作業であるが、他の作品と比較することで出力する形状と 3D プリンターに積層する向きや精度との関係を学習することができる。この学習では、設計製図が単なる図面作成ではなく、製作の方法（この場合は 3D プリンターの性能や積層型であることなど）を考えながら、目的とする製品の部品構造や材質などを決定し製図を行うことの重要性を学ぶとともに、ものづくりが、構想→設計→製図→製作→検品と言う単なる分業ではなく、すべての工程条件が考慮され、連携された創造的な活動であることを実感することができる。

図 9 と 10 に完成したマトリョーシカの写真を示す。図 9 の左側が本体部分、右側がフタ部分である。図 3 に示すように、図面上で直接隣り合わせの物体どうしの遊びや接点部分などを確認することができたため、個々の物体の出力では多少出力精度が悪くても本体と蓋のはめ合いや収まりはマトリョーシカの条件を満たすことができた。受講生たちは、各々が担当した物体の製作精度を高めることによる責任感とともに、調整を行うことの楽しさと難しさも感じていたようだが最後にはデジタル機器を扱うことができるという自信と協働でものづくりができたという達成感を感じていた。

3. 中学校技術科におけるデジタル機器活用についての考察

ここでは、前章で述べた大学生を対象とした 3DCAD 及び 3D プリンターを用いた製図の学習を基に、平成 33 年 4 月から全面実施することとされている、新学習指導要領の中学校技術科「材料と加工の技術」領域[3] でのデジタル機器の活用について考えてみる。新学習指導要領では、材料と加工、生物育成、エネルギー変換、情報の全領域が必修であることに変更はないが、図 11 に示すように、各領域での指導方法がより具体的に示されている。例えば、材料と加工の技術では、(1) のアで「材料や加工の特性などの原理・法則と基礎的な技術の仕組み」、イで「技術に込められた問題解決の工夫」を通して技術の見方・考え方を学ぶとされており、ここで学んだ見方・考え方を (2) の学習に取り入れることとしている。よって、これまでの学習指導要領と比較すると学習内容のテーマをある程度絞り、一つの領域を通してより体系的な授業づくりが必要となる。また、今回の学習指導要領の全領域で強調されている「最適化」は、他教科にはない学習内容であり技術科の中でも Engineering 的な要素であり、材料と加工の分野では最適化を行う要素として「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」としている。このようなことを踏まえて、(2) のア「製作に必要な図、安全・適切な製作、検査・点検など」、イ「問題の発見と課題の設定、成形の方法などの構想と設計の具体化、製作の過程や結果の評価、改善及び修正」でデジタル機器を活用することを想定すると、次のような学習の流れが考えられる。例えば沖縄県内であれば首里城をテーマに設定し、図 12 に示す正殿の構造や図 13 に示す石垣の積み方などから部材の形や断面形状、圧縮・引っ張り・曲げなどの基礎的な技術の仕組みを理解することができる。さらに図 14 と 15 に示すように、材料が琉球石灰岩や杣山で育成された木材であったことなどから機能性や耐久性、資源の有限性、環境負荷などの最適化も考察させることができる。ここで学習した知識を活かした (2) の学習展開としては、狭いスペースを高さ方向に展開して活用する家具や構造物への応用や、ある程度の振動に耐えられる積重ね型の生活道具の製作などである。これらの設計段階で 3DCAD を用いて作図を行うことで、具体的な構造を自分で確認できるだけでなく、他者に説明を行うことも容易となる。また、3DCAD は図面上で新たな構造や部品を描き入れや

すく、視点も自由に設定できることから、生徒同士で協働製作を行う場合にも有効なツールである。協働で製図を行った作品を 3D プリンターで（場合によってはスケールを小さくして）試作を行えば、より製作段階での精度が向上することも考えられるが、現在の 3D プリンターの価格と出力スピードを考えると、技術科で設定されている授業時間数内で行う学習内容としては現実的ではないかもしれない。しかし、3DCAD を活用するだけでも学習内容は十分充実する。

この学習において 3DCAD を活用するにあたり、生徒たちの情報機器活用能力が必要となってくる。例えば、マウスを使って直線や円などの簡単な絵を描いたり、3DCAD のファイルを作成する際や寸法などの定義において、キーボード入力（日本語を入力する場合でもアルファベットキーを使用してローマ字入力が出来なければならない等）をしたりするなど、パソコンの基本的な使い方ができていないと、3DCAD を使用するのは難しい。これらの能力は、普段からパソコンを使って（ネット検索などではなく）創造的な活動を行なっていれば身につくと考えられるが、この活動例として、同様に新しく導入される小学校新学習指導要領で計画されている、プログラミングの授業が挙げられる。現在プログラミングの授業で使用が想定されているプログラミングソフトは多種多様であるが、どのソフトを使っても、キーボード入力の能力やファイルの仕組みや保存方法などを学ぶことができるのは共通である。技術科に限らず、中学校でのデジタル機器を活用する際には、小学校における（ネット検索などを除く）情報機器活用能力の把握が重要である。

4. おわりに

本研究では、製図の授業を通して 3DCAD と 3D プリンターを活用した協働学習を行った。その結果、協働製作物などの課題の与え方によって、完成品の評価だけにとどまらず、製作過程における、学習者同士による意見交換を通じたお互いを高め合うまなび、すなわち協働学習が可能であることがわかった。また、新しい学習指導要領を考慮し、デジタル機器（本研究では 3DCAD）を中学校技術科で活用するためには、各領域における体系的な授業づくりを意識するとともに、「最適化」を効果的に学習するためにも、小学校におけるプログラミング教育などの情報関連教育との連携と生徒の情報機器活用能力の把握が重要である。

参考文献

1 文部科学省ホームページ ,http://jouhouka.mext.go.jp/school/innovation/

2 Autodesk 社ホームページ ,https://www.autodesk.co.jp/education/free-software/fusion-360?mktvar002=672547

3 新中学校学習指導要領解説、技術・家庭編 , 文部科学省 , 平成 29 年 6 月 ,pp.25-31.

4 新中学校学習指導要領解説、技術・家庭編 , 文部科学省 , 平成 29 年 6 月 ,p.23.

授業計画

第１回　講義内容、評価方法の説明、製図器具のそろえ方とその使い方,
その他全体的な履修指導
第２回　図面の構成と製図に用いる線と文字についての講義と演習(手描き)
第３回　技術科におけるキャビネット図と等角図の演習(手描き)
第４回　製図のための投象法と第三角法の講義と演習
第５回　JIS規格に規定する図形の描き方、寸法の記入法(寸法公差を含む)、表面性状について概説と演習
第６回　機械部品製図のトレース(手描き)
第７回　機械部品製図のトレース2(手描き)
第８回　CADを使用するための環境整備と使用方法について
第９回　CADによる機械部品製図のトレース１
第１０回　CADによる機械部品製図のトレース２
第１１回　CADによる機械部品の製図1
第１２回　CADによる機械部品の製図2
第１３回　３Dプリンタについて概説と使い方
第１４回　３Dプリンタを用いた部品の出力１
第１５回　３Dプリンタを用いた部品の出力２(協働製作)
期末試験　機械部品の製図(手描き)およびCADによる製図のトレース

図１　「基礎製図」シラバス

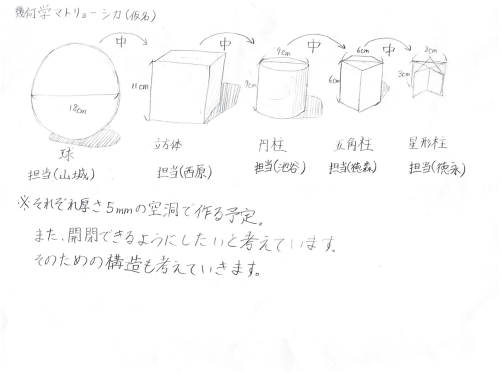

図２　協働製作物構想図

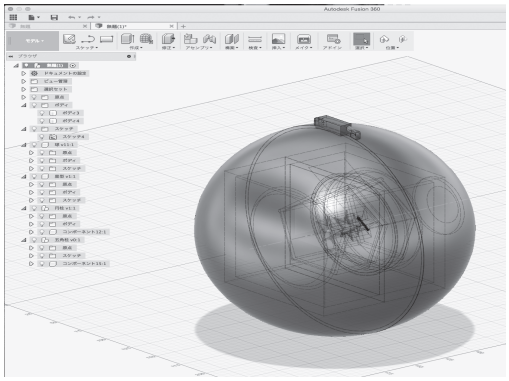

図３　3DCAD ソフト上での調整

図４　球部分の出力

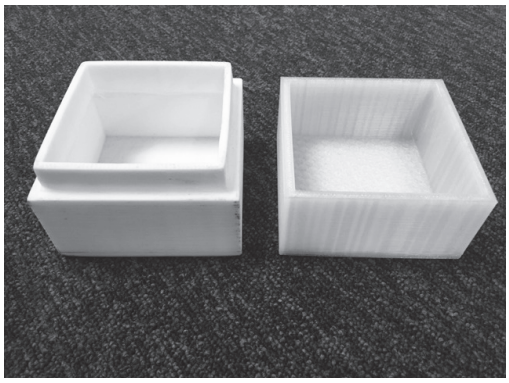

図５　四角柱の出力

図６　円柱の出力

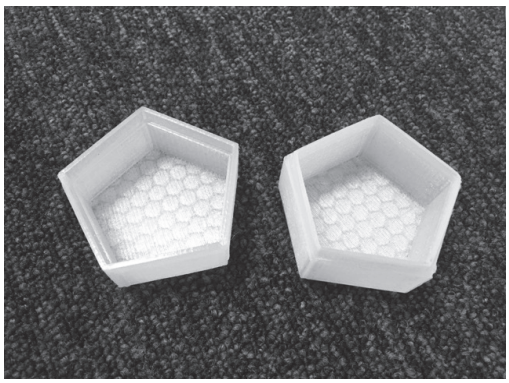

図７　五角柱の出力

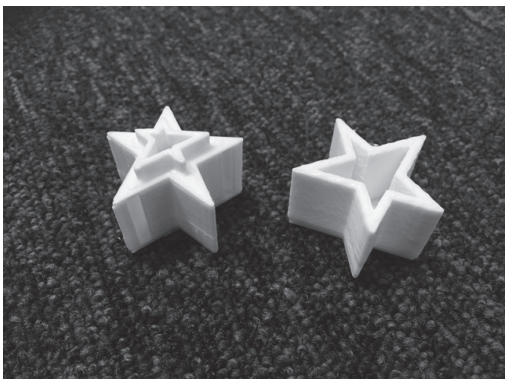

図８　星型の出力

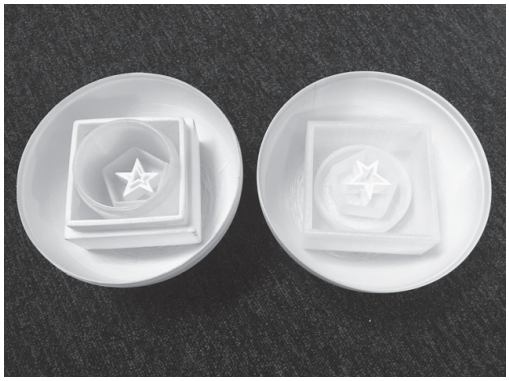

図９　完成品

図１０　完成品２

■技術分野の学習過程と，各内容の三つの要素及び項目の関係

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いだし、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，技術を評価し，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 11　新学習指導要領における技術科の指導内容（新学習指導要領解説より抜粋 [4]）

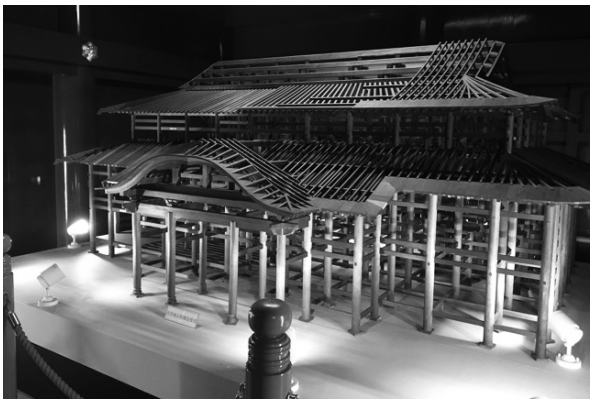

図 12　首里城正殿構造模型

図 13　首里城正殿の石垣

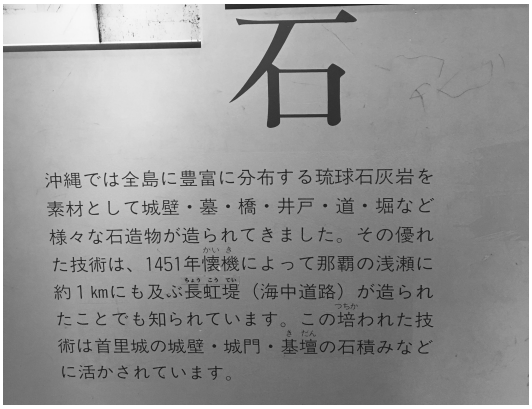

図 14　琉球石灰岩の解説

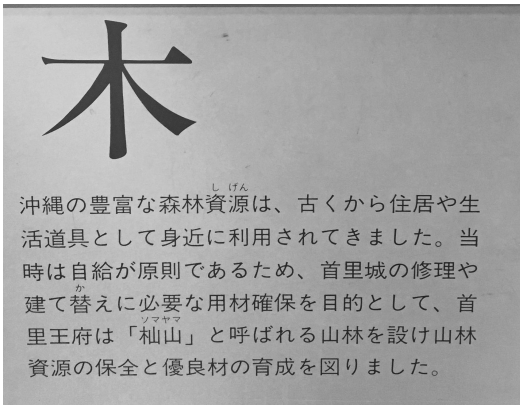

図 15　杣山の解説