

まずは、今まで通りの材料加工の実習で、新しい物作りを体験しませんか？

3Dプリンタ製のクランプ治具を使う利点

① 作業の省力化。

二人一組だった組立作業も、一人でもくぎ打ちができる。20mm までの厚さの板をはさむことができる。



② 作品の質の向上。

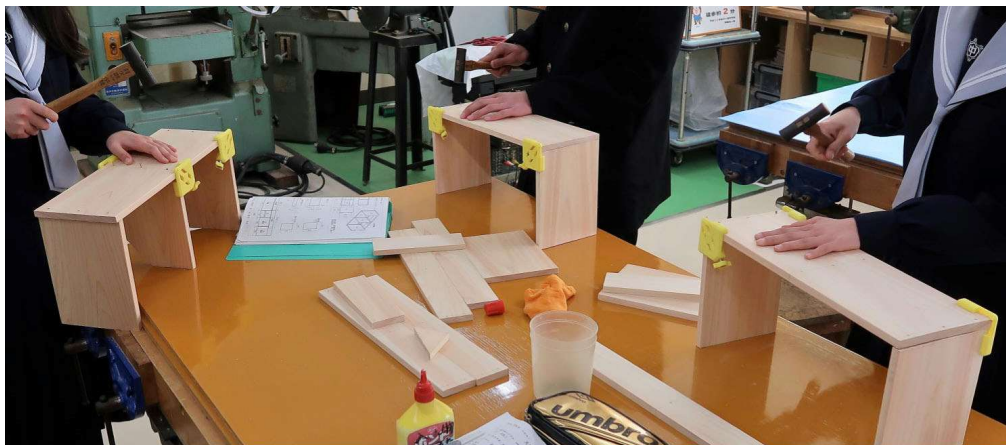
ずれたり傾いたりした生徒作品が大幅に減る。

③ 手軽に欲しい道具を作成し活用。

既存の治具はあったが、実習ではあまり使われなかった。3Dプリンタがあれば安く簡単に作れ、手軽に導入できる。

④ 治具データがあれば手軽に利用可能。

①～③の課題解決で製作した治具データは無料配布なので、誰でも使用できる。



3D プリンタを活用した授業の模索

奈良市月ヶ瀬小中学校 技術

目次

時短で効率よく 3D プリンタをマスターしたい人は、月ヶ瀬小中学校の Web ページの 3D プリンタ関連のページと、②～④を併用してお読み下さい。

【参考】月ヶ瀬小中学校の Web ページ 3D プリンタ 授業や学校教育での実践
<http://www.naracity.ed.jp/tsukigase-e/index.cfm/1,2101,33,751,html>

- ① 執筆に当たって
- ② 3D プリンタを購入し、運用しようとお考えの先生方へ
- ③ 3D プリンタの授業や学校現場での活用を試行錯誤した事例
- ④ 3D データの無料配布について
- ⑤ 3D プリンタで何を体験でき、何を学べるのか

① 執筆に当たって

私は、3D プリンタの可能性を感じ、細々と、3D プリンタの活用や運用経験の蓄積を図っています。3D プリンタ企業の販売促進活動などによる手厚いサポートを受けることもなく、何らかの授業実践の指定や補助金もなく、ただ、3D プリンタの可能性と将来性を感じ、地道に活動してきた実践を綴っていきたいと思います。

書くからには、中学校技術分野の 3D プリンタの良質の入門書にたく頑張ります。

この実践報告をお読みいただくことで、皆様におきましては、迷いや失敗を少なくし、効率よく時短で 3D プリンタを導入される一助になればと願っています。

② 3D プリンタを購入し、運用しようとお考えの先生方へ

運用実証試験と称して、大量のフィラメントを消費し、長時間運用していますので、色々な症状に出くわしました。トラブル&エラーで得た経験を、一読して頂ければ幸いです。



○購入するに当たって

価格もそうですが、3D プリンタには何種類かの製作方式の違いがあります。

中学校現場で使いやすいのは、PLA フィラメントを使った熱溶解積層方式でしょう。

光造形方式は、薬液の洗い流しなどが手間です。

○ヒートベッドの有無による癖の違いと対策

ヒートベッドとは、造形がプラットフォームからはがれないようにする工夫です。

△ヒートベッド無しの短所

- ・フィラメントの収縮で、プラットフォームから反って浮く失敗がありえます。
- ・反り対策に、「ラフト（造形物の土台）」を作って出力するので、ラフトの分のフィラメントと、ラフト製作の時間が余分にかかります。
- ・ラフトと造形物をはがすとき、綺麗にラフトをはがすのが困難なときがあります。

△ヒートベッド無しの短所への対策

- ・しっかりと台の設定をします。基準の高さを出してから、水平だしをするなど。
- ・純正の「のり」を指定している場合は、薄くぬります。
湿気のある時は少しべたつきます。乾燥しても細かな凹凸を作る効果があります。
乾燥したら、指で水を塗って、うっすらと湿らせます。
のりの濃淡で大きな凹凸ができた場合も、この方法でならします。
- ・造形の四隅等に、十字の小さい造形を置いて、意図的にラフトを広げます。
- ・ラフトを減らすために、造形の底面は面取りをして、底面の面積を減らします。
- ・フィラメントの凝固は、外部の温度や気流に左右されるので、密閉式でない場合、開口部に段ボールを貼ったり、大きな段ボール箱をかぶせたりして密閉します。

△ヒートベッド無しの長所

- ・比較的安価なので、低価格で購入可能です。ただし、ラフトのフィラメント代はかさむので、頻繁に出力しない使用環境では良いと思います。
- ・ラフトを使うことで、底面部分周辺の膨張の誤差は少なく、底面も水平です。
ラフトを使わないヒートベッド有りより、正確に造形ができる長所があります。
ヒートベッド有りでも、ラフトを使うなど工夫すれば対策できます。

▽ヒートベッド有りの短所

- ・プラットフォームの熱で、フィラメントの収縮が少なく、底面部分が膨らみます。
- ・プラットフォームの水平ではない端の歪みや凹凸があれば、底面に影響します。
- ・当然、ヒートベッド無しより高価な場合が多いです。

▽ヒートベッド有りの短所への対策

- ・造形物の底面の面取りをします。膨らんでも、大きく出っばらないようにします。
この面取りにより、ベッドと造形物をはがすときに、へらを入れやすくなります。
- ・プラットフォームの設定をします。基準の高さを出して、水平だしをするなど。

▽ヒートベッド有りの長所

- ・ラフトを省略でき、フィラメント代を節約できます。大量に出力する運用向け。
- ・PLA 以外の素材も使えます。ABS は紫外線にも強く、屋外で使う造形も作れます。

○3D プリンタを使うにあたっての心構え

- ・3D プリンタは発展途上の機器で、不完全な機器だという認識を持つことです。
- ・ある程度の問題解決能力や、機器の癖を理解しコツを習得することが大切です。

○サポートや修理窓口の利便性も大切な要素

3D プリンタを運用していて、使い方などを聞ける人が近くにいることが大切です。

私の場合、奈良女子大学であった「技術教育・家庭科教育全国研究大会」で、3D プリンタ関連の講演の質疑応答で質問しました。自分の想定している仕様にあった機種を

聞いたら、フラッシュフォージ（FLASHFORGE）の存在を教えてくださいました。

ここの 3D プリンタは低価格で高性能だということと、奈良の隣の大阪の日本橋に拠点があることが、購入の決め手になりました。

機器の故障修理の際に、フラッシュフォージさんに何度も足を運んでいます。その都度、丁寧に対応していただいております。助かっています。

質問がある場合は、月ヶ瀬小中学校の技術の教科担任までメール等でご連絡していただいてもかまいません。可能な限りお答えします。

③で後述する自作したクランプ治具の上下部品の絶妙な引っかかりは、フラッシュフォージのファインダー（Finder）を元に製作しました。教育現場に多く普及している他社の安価な 3D プリンタでは、うまく出力されませんでした。4万円以下で、購入後組み立てるヒートベッド有りの 3D プリンタの中には、出力に成功する機種もあります。

○フィラメント交換の工夫

前に残ったフィラメントに次のフィラメントを継ぎ足す場合、残ったフィラメントの最後の断面と新たに入れるフィラメントの断面は、平面に切っておきます。尖っていたり、フィラメントがカーブしていたりすると、ずれて、フィラメント同士で押すことができず、うまく動かない原因になります。

○フィラメントの保管

低価格で、フィラメントが露出していたり、あるいは大きなフィラメントが入らない 3D プリンタの場合、密閉した箱に入れて下さい。技術室はほこりっぽいので、ほこりが付着しノズル詰まりの原因になります。出力されるフィラメントが細くなり、正しく出力されないことがあります。

参考までに、私の収納方法を書きます。

- ・アスベル キッチンボックス 12L 「ウィル」 S-70 価格: ¥1,467 程度。
- ・T&B PTFE チューブ 3D プリンタ用 押出機用 内径 2mm×外径 4mm テフロンチューブ rewrap (2m) 価格: ¥790 程度。
(長く買っているのは、ファインダーのノズル交換時にも使うからです。)
- ・Ball Bearing Filament Holder フィラメントを置くタイプなので交換が簡単です。
ダウンロード先 <https://www.thingiverse.com/thing:2221639>
- ・Filament Box Grommet ケースに穴を開けるとき、ケースを割らないように要注意。
ダウンロード先 <https://www.thingiverse.com/thing:2838281>

○冬季や夏季や梅雨時には、部屋の空調が必要

動作範囲内の気温の季節でも、微妙な出力誤差が生まれます。部品をかみ合わせるクランプ治具だから感じる程度ですので、普通の造形では気にはならないと思います。

長雨の湿気でフィラメントが切れやすくなることもあります。この現象は、フィラメントの個体差による物かも知れませんが、梅雨時にトラブルが増えました。

○プラットフォームから造形（ラフト）の取り出し

プラットフォームから造形（ラフト）を、プラスチックのヘラではがします。ラフト

を最初にはがすとき、刃が薄いニッパ（プラスチックニッパ）を使います。

底部の面取りは、ヘラの入りを助けます。造形とラフトをはがすとき、細いひも状にひつつく場合、ニッパで手加減をして丁寧に取っていきます。

○消耗品の交換サイクル

ノズルとプラットフォームの細かな凹凸シートの消耗交換サイクルは、週 5 日、毎日使ったとして、だいたい 1 年くらいです（経験則）。徐々に凹凸がなくなってきます。

○プラットフォームシートの張り替えのコツ

細かな凹凸のあるプラットフォームシートをプラットフォームに貼るタイプは、張り替え時に、プラットフォームシートの中央に小さな穴を開けます。使用していると、シートとプラットフォームの密着部にできる細かな気泡が、だんだん中央に集まり、シートが盛り上がります。空気抜きを作ることで、その盛り上がりを防ぎます。

○純正以外のフィラメントを使う場合の注意点

純正フィラメントで正しく作れるように設定されているので、純正以外のフィラメントを使用すると出力した造形に歪みや誤差が部分的に出ることがあります。

慣れてくるまでは、純正を使う方が無難です。

1kg で、約 2,000 円台の非純正 PLA+を中心に色々な種類を使ってきましたが、大体出力に問題はなかったです。メーカーによって、色や強度や粘りが違います。

同じメーカーでも色の違い（含有物の違い）で、多少の違いがあったりします。自分に合った物を見つけるために、色々な種類を試すのも良いと思います。

2019 年の夏に、全国の都道府県の技家研の事務局にクランプ治具を送ったのですが、その一部に使った 1,600 円くらいのフィラメントだけは、発色も悪く、上下の部品のかみ合いがスカスカになる症状がでたので、あまり安いのはそれなりだなと感じました。

○スライスソフトの違い

スライスソフトとは、紙に印刷するプリンタでいうドライバーのような物です。このアプリで、3D データを 3D プリンタが動くデータに変換します。

下が中空など、プラットフォームと接していない部分には、サポート材で、重力から造形を支えます。自動サポート（サポート材の適正な場所を自動演算）に、スライスソフトの性能の差がでます。

フラッシュフォージのサポート材は樹の枝状に作れるので、フィラメントの消耗が抑えられます。

安い 3D プリンタは、機器の出力性能は高くても、フリーのスライスソフトを各自でダウンロードして導入し、学んで使用することが前提となります。

○3D プリンタの造形物を作る上で重要な性能

積層ピッチ（造形精度）と、位置決め精度と、ヘッド径の性能の差が、クランプ治具の接合部分のできに影響してきます。

その他にも、購入時に考慮したい性能は、交換部品の交換しやすさ（整備性）や、出力スピードや、動作時の音など、色々あります。

○出力精度に関する経験則

同じ会社でも、ヒートベッドの有無やプラットフォームの形状や可動形式や、ノズルとフィラメントを送り出すモータの距離などによって、どうも癖が違います。

経験則で、ノズルとフィラメントを送り出すモータの距離が近い方が、精度が良いと感じます。プラットフォームの微細な歪みが、造形物の浮きの原因かも知れません。

細部の設定が違うため、外品のフィラメントでは、差異が顕著にでたりします。

※なぜ、私が2種類の3Dプリンタの癖を理解しているのかの説明。

2020年2月上旬、フラッシュフォージが、PLAやABS以外に、金属出力が可能な「Adventurer3X」を発表しました。中国での新型コロナウイルス騒動がささやかれ出した時期です。私は、中国の製造や物流の混乱を想定して、慌てて買いました。

おかげで、ヒートベッド有りの機体の運用経験を積むことができました。

7月31日の公式発表では、金属フィラメントは法人限定（学校は可）と発表がありました。金属出力の最終加工は、メーカーに一度送って最終加工してもらう仕様です。

<https://flashforge.co.jp/metalfilament/>

自動車業界では、金属を造形できる3Dプリンタで一部の部品を加工しています。

今までの常識では、このような機器は、大変高価でした。DMG森精機（奈良県大和郡山市で創業、現在本社は名古屋だが、奈良県や、月ヶ瀬のお隣の伊賀市に工場がある）などのような、工場に工作機械を納入する会社でしか作れませんでした。

【参考動画】LASERTEC 3D hybrid ご紹介映像

<https://www.youtube.com/watch?v=ZxbyKKFwtR8>

3Dプリンタを使った金属製の造形を手軽に作れば、学校の備品の修理（保守）もより手軽になるかも知れません。この考えが普及して、保守部品は3Dプリンタで作る前提で商品が作られるようになると、企業は保守部品の在庫を減らせますし、部品のデータは製造元からダウンロードして手軽に調達でき、利用者がいちいちCADをしなくても保守部品を調達できます。修理部品を3Dプリンタで作れる商品の商品化において、安全面や製造側（設計した側）の責任面などの課題解決が、いくつか必要だと思えます。

○出力を想定した製図（3Dモデリング）の工夫

これから紹介する工夫で設計されたクランプ治具や3Dパズル籠中取宝（改良型）の隙間のない接合部分について、「ならA Iラボ」（奈良県産業振興総合センター内にある3Dプリンタなどがある施設）の方にも「よく調整されて、きれいに出ていますね。」と評価をいただいております。

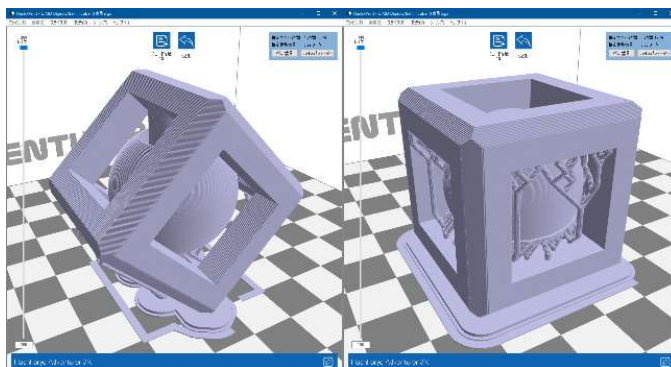
（月ヶ瀬小中学校のウェブページの『3Dモデル配布』を参考にして下さい。）

- ・造形の中身が15%の充填の場合、部分的に補強したい場所には、円柱の穴を作ります。
円柱の穴の壁が、造形内部で別の壁と絶妙に接触する距離に調整し強度を上げます。
- ・積層方向で、直角に正確に曲げる際、形状に工夫が必要な場合があります。
3Dパズル籠中取宝の場合、同じ造形でも、積層の向きを変えただけで、直角形状に異差が発生し、組み立てができなくなって、再設計しています。
- ・可動接合部の隙間は、場所ごとに適性を探り0.5~0.05mmくらいで調整します。
ノズルの移動はアナログで、フィラメントの凝固や収縮に誤差もあり、3DCADデ

ータ（デジタル）通りに出力できません。

- ・ラフトやサポートを減らせるように、3D モデルをプラットフォームに置く向きを工夫します。（右図）

Ball in Cube は、斜めに置く事を考え、製図されています。立方体の辺を底面にできるような面取りをしています。球形の下部にサポート材が集中するので、ドーナツ状にしています。



- ・フィラメントの積層は、板の木目と同じで、積層方向によって強度が変わります。
- ・底面は、可能な限り面取りをします。（理由は、上の項目で既出）

○製図などで使っているアプリ

- ・123D Design（私の場合）。Fusion 360（教員はフリー）や Tinkercad（フリー）。
- ・3D Builder（フリー）。STL データの確認や部品の配置調整。彩色に使用（3MF）。
- ・FlashPrint（スライスソフト、私の 3D プリンタに付属）。
- ・RootPro CAD Free（フリー）。2DCAD に使用。

③ 3D プリンタの授業や学校現場での活用を試行錯誤した事例

私の気を使ったポイントは、「先生方の負担を少なく、お手軽に授業に導入しやすいか」と「3D プリンタを、学校活動の中で気軽に活用していただきやすいか」です。

●製図

3D プリンタ導入前から想定していた使い方です。3D プリンタの活用の第一段階です。

3D プリンタで、課題の模型を作って、見本として生徒に配ります。フリーの 2DCAD（RootPro CAD Free）で課題プリントも自作しました。

製図の見本を木材から手作りするのは、今までは時間的に見本を 1 つ作るのので精一杯でした。3D プリンタを使うと、40 人分の課題の模型を事前に準備することも可能です。一人 1 セットまでいなくても、班に 1 セット配ることが可能です。

大変なのは、生徒から 5 種類の見本を回収して、数や破損を確認することです。損失消耗を想定して多めに作れば、多少気楽ですが、今後の実習での物品管理という点では、損失を許さない姿勢が大切です。5 つの見本が指定された凹んだ場所に収まる専用の小型のお盆などを 3D プリンタで作っても良いかもしれません。

●3DCAD をする実習

実験的に、3D パズルの製作と、数学の空間図形を学ぶ製作を行いました。

3DCAD は、私が、123D Design で 3DCAD を独学したので、実習でも使いました。しかし、このアプリは、現在配信が止まっており、3DCAD を想定していなかった非力なパソコン（CPU：Atom）では、フリーズの原因になりました。

そこで、後継のアプリの Tinkercad を使うことをオススメします。これは、Web アプリ

なので、パソコンの性能にあまり左右されません。それに、授業を想定した教師用のログインも設定されています。

教師なら、専門的な Fusion 360 も無料で使えます。生徒が最初に使うのであれば、より簡単な Tinkercad がちょうど良いと思います。県内でも、Tinkercad を実習で使っておられる先生もいます。

●3D パズル

これからの物作りを象徴する実習です。この実習では、産業や社会構造の大きな変化を実体験してもらう意図があります。

- ・産業革命以降のキーワードは、**物や情報の所有と独占**でした。日本も、明治維新や、戦後の高度経済成長からバブル崩壊までは、この考え方が根底にあります。
- ・IT 革命以降のキーワードは、**情報の共有と、情報の重要性を見抜ける知性**です。

配布した図面を正確に 3DCAD で製図させます。これは、今までの産業革命以降の規格品を効率よく作る工場や、会社などの象徴として体験します。

3D パズルがなければ、次の情報領域の内容の実習はできません。パズルの部品があっても、説明書の情報がなければ、パズルとして遊べず、パズルの部品は役に立ちません。

ICT 機器を活用して、パズルの説明書を作ることが、情報領域の実習であり、この実習の核心です。この実習は、有益な情報をいかに作り発信するかという課題です。2000 年頃、総合家電メーカーが、IT 企業に業態変更できず失速したことへの反省から設定しました。

「紙媒体で組立分解の説明書を作る。」という大枠では単純な課題です。パソコンで作った情報は、PDF にも、HTML にも変換できます。

コンピュータ室のパソコンは、カメラ付きのタブレットだったこともあり、意欲的に生徒が考えてくれました。私が想定した**優れた模範解答は、紙には QR コードで、動画の場所を指示する方式と、作業効率が一番良い 3DCAD 画面のキャプチャーを示す方式**です。中学 1 年生のときからさまざまな表現方法を駆使して授業をしていたので、どちらの方式も、生徒はひらめいてくれました。

この実習は、説明書を作って終わりではありません。無人で黙々と大量生産し続ける 3D プリンタやレーザープリンタと、学校の Web ページを使い、時と場所を選ばない情報共有ができます。このような IT 革命の利点を身近に実践を通して伝えることができます。

「青少年のための科学の祭典 2019 奈良大会」で、300 個以上の大量の 3D パズルを用意しました。新しい時代の実践例として、この実習の生徒作品は、今後も機会があれば、無料配布の対象として使いたいと思っています。彼らには、卒業前の最後の授業で、説明し了承を得ました。

●数学との横断的な学習（空間図形）

京都の私立中高一貫校で、生徒一人一台パソコンを活用した ICT 公開授業研究会を見学しました。中学 1 年生の数学で、課題の図形をパソコンに二次元で手書きして、教師機が、ICT を活用しその情報を集約して、良い作品をプロジェクタに表示していました。

ICT 機器の長所を駆使すれば、さらに良い授業ができると直感し、実践をしました。

従来の授業以上の授業を可能にする ICT 機器の利点は、以下の 3 点です。

- ・**パソコンは、二次元と三次元の両方を表現できる。（紙や黒板では 3 次元表現は×。）**

- ・空間図形の模範解答も 3D データなら、一度に全員のパソコンで共有できる。
- ・3D データなら、立体の裏側まで画面で確認でき、さらに、3D プリンタで出力も可能。

限られた授業数を圧迫しないように、夏休みの宿題にしました。考える時間を与えたのですが、私の想定より生徒の作品は少なかったです。

しかし、タブレットを使って、自作の等角図の写真を撮って大型 TV で発表し合う授業は、大変盛り上がりました。別の生徒が発表した空間図形を見て、質問したり、さらに複雑な空間図形を授業中ひらめいて、発表を追加したりするなど、**一方的な講義方式の授業ではできない深い学びができました。**授業をしている私も生徒と一緒にワクワクしました。

その後、3DCAD で空間図形を製図して、できた立体をパソコン上で確認したり、3D プリンタで出力して確認をし合ったりしました。

この実践を振り返ると、授業の山場は、考えてきた図形の発表の授業でした。

●クランプ治具

中学 1 年生の本棚の実習で使います。言葉で説明するより、まず実体験です。この経験が、以降の 3DCAD の実習で、このスキルが必要だという実習の裏付けになります。

今まで通りの木工の実習の中で、手軽に新しい物作りを体験できます。

作業効率は上がります。二人一組でしていた組み立ての作業が、一人でできるようになります。さらに、接合部のズレが未然に防げますので、失敗や修正が減ります。

弩弓（どきゅう）型クランプ治具は、金属のネジがプラスチックの部品を押すので、手加減をしないと壊れる可能性があります（フィラメント種類によって壊れる物があります）。これは、視点を変えたら、素材の違いを体験でき、ネジを回す同じ作業でも、手に伝わる感触や様子を見て手加減をする繊細な感覚を、体験を通して学べます。

弩弓型クランプ治具は、上下部品の遊びのない接合部など、繊細な設計をしているため、破損の不安もあります。そこで可能な限り、何度も修正し耐久性向上を図ってきました。

運用上、部品の消耗を想定して、事前に多めに用意する必要がありますが、現時点では、お手軽に 3D プリンタの活用と 3D プリンタの可能性を示す良い教具だと思っています。

クランプ治具を見て「すごく良い！」と 3D プリンタの将来性を感じる人もおられます。

「生徒の工夫に関する活動がない。クランプ治具なんて、既存の道具があるのでは。」と消極的な意見の人もいますが、今一度、以下の 3 点を考慮して、考えてください。

1. 創作活動には、何らかの元ネタ（きっかけ）が必要です。元ネタの無い創作活動はまずありません。クランプ治具は生徒の作品ではありませんが、3D プリンタの可能性を直に見て体験できます。体験した生徒は、将来 3D プリンタで独創的な何かをひらめく可能性は高くなります。技術革新に対しても柔軟になれます。
2. クランプ治具は既存にある道具です。私もさまざまな学校の技術室で実習をしてきました。しかし、教師が使うために少量はあっても、生徒が実習で使える大量のクランプ治具があった学校は無かったです。つまり、道具は存在するかもしれませんが、実習では使えていません。多くの学校ではクランプ治具無しで実習をしていると思います。
3. 生徒が家に持ち帰って大切に使うのは、愛着のある作品です。愛着は、やっぱり美しくできた作品だからこそ、生まれてくる部分が大きいと思います。低コストなクランプ治具を使って効率的に綺麗な作品を作ること、意義があると思います。

皆様が家具を買うとき、未熟な職人が一生懸命作ったことを必死にアピールされても、直角のとれてないずれた家具を購入したいと思いますか？

● **Ball in Cube** (これを手作りするとしたら)

これは、今までの部品を切削加工して組み立てる物作りと、3D プリンタの 3DCAD からいきなり作る方法の違いを体験してもらうために設定しました。

本来の Ball in Cube では、職人技を駆使すれば、切削でも作れますが、提示した物は、少し改良をしているので、ほぼ不可能だと思います。

組み立てて作るにしても、どのような手順を踏んで組み立てるかというプログラミング的思考の要素を入れた課題を出しました。

④ **3D データの無料配布について**

東京書籍の Web ページにデータを置きますので、ご活用ください。

<https://ten.tokyo-shoseki.co.jp/detail/113685/>

・ クランプ治具 (弩弓型と、マカロン型)

弩弓型は、上部分の足が折れても、針金やたこ糸で結べば、十分治具として使えます。
これは、作品ではなく治具です。見た目が悪くても仕事 (固定) ができれば良いのです。

・ 空間図形 (数学との横断的な学習。数学の授業でもご活用下さい。)

拡張子 3MF のデータは、色分けしていますので、3D Builder (フリー) で、グリグリ動かして見て下さい。エクスプローラーで大アイコン表示すると便利です。

・ 籠中取宝 自作改良型 (3D パズルフォルダ)

木材加工と、3D プリンタの違いを体験してもらうために、どうぞお使い下さい。

・ 製図模型と、製図プリント (製図模型フォルダ)

プリントは RootPro CAD Free (フリー) で作成しています。

・ Ball in Cube 改良型 (その他の図形フォルダ)

一般的な物とは違い、球の真ん中に円柱があります。

⑤ **3D プリンタで何を体験でき、何を学べるのか**

今までの「物作り」の加工と「3D プリンタ」の加工 (出力) の違いは、3D パズル「籠中取宝 (孔明鎖)」でよく表せます。

木製の籠中取宝を作るのに、6 時間以上 (一日) かかります。3D プリンタも、6 時間ですが、ボタン 1 つです。自分で作るとなると、丸のこである程度切っても、最後の凹みの加工は、ノミと小刀です。これを 12 回繰り返します。

工作できる時間が限られているのであせって、思ったほど綺麗にできなかつたりします。さらに、刃物は、頻繁に砥石で研いで刃の鋭さを維持しています。製作に当たって、私の集中力と精神力が、さきに削がれていきました。

同じ物を製作する場合、今までの方法では、材料に関わる知識、切削加工技術、刃研ぎの技術、砥石の知識、組み立て技術など、あらゆる知識や技術力が必要でした。

3D プリンタでの製作は、材料に関わる知識と、3DCAD の知識で、製作できます。

3D プリンタと人の工作精度の簡単な相関図は、次のようになると考えています。

一般人(素人) < 趣味で工作する人 ≦ 3D プリンタ < 技術で稼ぐ職人(プロ) < 人間国宝

ここに、「より安く、必要十分な加工」という概念を加えた場合、相関図に変化が出ます。

費用対効果という概念を加えた 3D プリンタと人の相関図

一般人(素人) < 趣味で工作する人 ≦ 3D プリンタ ≦ 技術で稼ぐ職人(プロ) < 人間国宝

↑
安価で、必要十分な性能。

↑
完成度は高いが高価。

↑
さらに高価。

大まかな話ですが、企業活動では、売り上げの全部が無くならなくても、3割減れば、固定経費を差し引くと、利益が怪しくなってきます。つまり、3D プリンタによって、超絶技術を持っていない働き手は収入を圧迫される可能性が出てきます。

同時に、趣味で物作りをしている個人(アマ)が、3D プリンタを活用すれば、技術で稼ぐ職人(プロ)と対等にもなりえます。3D プリンタは、物作りのプロとアマの境界線をあいまいにしていきます。

このような現象は、YouTubeなどで、すでに起こっています。影響力の違いはありますが、誰でも発信できるゆえに、官公庁とTV局と企業と個人は、発信者としては同列です。

2019年2学期に本校では、「個人でも色々なモノを作ることには挑戦できる時代」という題で、全自動ルービックキューブで世界に衝撃を与えた蕪木孝さんに、本校に来て頂き出前授業をしていただきました。

ルービックキューブの黒い部分は、3D プリンタ製です(DMM.make AKIBAにおいて3D プリンタ Adventurer3で製作後、ヤスリがけをされています)。3D プリンタにはこのような可能性があります。私と蕪木さんのご縁も、共に3D プリンタで3D パズルを作っている共通点からきています。

全自動ルービックキューブ Self Solving Rubik's Cube

<https://note.com/takashikaburagi/n/n12dd133bf6ad>

宙に浮く全自動ルービックキューブ出前授業 技術【9年】

<http://www.naracity.ed.jp/tsukigase-e/index.cfm/1,2822,33,753,html>

3D プリンタには、キャリア教育をする上で、プログラミング(IT技術)と並び、職業観を大きく変える要素があります。

3D プリンタは「物作り(製造現場)」を変えるだけでなく、さらに、社会をも変える可能性があります。正確には、次の社会の雛型を疑似体験できる機会を与えてくれる(考えるきっかけを与えてくれる)道具と考えています。

そのことを、現実の行動(別の執筆)を通して、令和3年度に実践し、お示しできるように、この執筆と同時並行で準備しています。