

※学習指導書掲載のため紙面の関係でカットした部分の復活や、原稿締め切り以降の実習の結果など追記した部分があります。

⑤材料と加工の技術

3Dプリンタを通して、何を感じ、学ぶ？

～今までの物作りと、発想が違う新たな概念～

奈良市月ヶ瀬小中学校 奈良市立月ヶ瀬中学校 技術

①はじめに

令和2年度は、本校のHPを見て、全国の先生方から、3Dプリンタ関連の質問などのご連絡をいただきました。

奈良の片隅で細々と取り組んできた3Dプリンタを活用した授業実践に、目に止めていただきありがとうございます。



②授業の構成と展開

「できるだけ負担を少なくお手軽に、授業に導入できるか」と「3Dプリンタの可能性を提示し、いかに学校活動の中で活用していただくか」という2点に着目して、授業を構成しました。

1. 題材の指導計画

基本的に、現在されておられる「A材料と加工に関する技術」の授業展開のままで結構です。

材料についての授業では、プラスチックと金属の強度の違い（弩弓型クランプ治具をていねいに使うためには重要）と、木材の繊維方向（熱溶解積層方式の3Dプリンタの作品は積層の向きによって強度が変わります）について意識をして教えていきます。

丈夫な構造についての授業でも、3Dプリンタの作品の充填パターンによって強度が変わりますので、ハニカム構造にもふれておきます。

製図では、3Dプリンタ製の模型を使い、まず生徒に手に取って3Dプリンタ製品をさわらせます。短時間に内容を詰め込みすぎてもいけないので、3DCADは別の機会に設定します。

作品製作の実習中は、生徒が作品を作っている傍らで、3Dプリンタで黙々と何かを出力します。自分たちが直角にけがいたり正確に板をのこ引きすることに四苦八苦しているのに、3Dプリンタは正確に黙々と作り続けていることを見せるためです。授業前の休み時間など、技術教室に早く来た生徒は、興味津々で3Dプリンタを見学します。

実習の組立作業では、3Dプリンタ製クランプ治具を使って、通常二人一組の組立を一人で行い

ます。これによって、組立工程の一人作業の実現と生産性を上げる改善を具現化します。

ただ、それだけです。

製図の授業で、3DプリンタではCADをしたら、切削による部品加工が今より不要になるかも知れないことも教えます。同時に、新旧の物作りを比較体験するために、切削加工の要となる鋭利な刃の大切さも学習します。自分の使う刃物の手入れができて一人前という職種もあるからです。7月ごろ、研ぐと言うよりさわる程度ですが、カンナの刃研ぎ体験をする事で、切削加工の奥の深さを体験させます。(刃研ぎ体験は、以前、1クラス40人弱の学級でもしていました。)



カンナの刃研ぎ体験

クランプ治具を使った組立作業

2. 展開例 (作品の組立工程の実習)

| 学習項目 | 学習活動 | 教師支援のポイント | 評価の観点・方法 |
|-------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| 作業の確認 | 本日の組立作業の確認。 (反転授業も可能) | クランプの実演 作業のコツを教える。 | 説明をプリントへのメモ書き→工夫 |
| 組立作業 | 正確な直角と、部材のズレの無い接合を意識する。 | 困っている生徒に対しての机間指導。 | 正確な組立→技能 |
| まとめ | 作業で体験した感想を聞いたり、意見共有の時間。 | 実習の進捗具合をふまえ、この時間は調整する。 | プリントに感想を書かせても良いだろう。→工夫 |

3. 内容の詳細

3Dプリンタ製のクランプを利用した本棚の組立 (技術) 【7年】

<http://www.naracity.ed.jp/tsukigase-e/index.cfm/15,3188,13,748,html>

1学期からそれとなくクランプ治具の存在を話して、3学期の組立の実習に臨みました。組立実習中に、感心した生徒が「この道具作った人はすごいな」と発言し、まわりの生徒が、「え？先生が自作したって、以前の授業で言ってるよ」と指摘する一幕がありました。

「百聞は一見にしかず」ということが授業をしていて手に取るようにわかり、私も勉強になります。教科書や受け売りの話をするより、体験させた方が、生徒はさまざまなことを感じます。

さらに、組立時のクランプの使い方は、良い意味で私の想定していない使い方をする生徒もいます。生徒の創造力 (想像力) は、私の思考の枠を簡単に超えていってくれています。

道具をそろえ、機会をつくり、じっと待つ。その中で、生徒が、さまざまなことを体験し、感

じてくれます。さらに、誰かが気付いたことを授業で共有できる時間を取れば理想的だと思います。

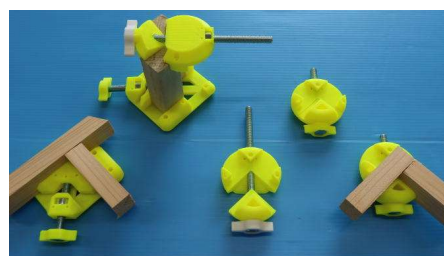
③評価の目安と今後の課題

評価の目安は、今まで通りの作品の完成度です。生徒が、3Dプリンタ製の道具を実際使い感じた事を、文章に書かせる手法もあります。書かせることで、客観的に評価できる事は良いのですが、文才のある生徒が高評価になりそうで、あえてしていません。教師ですらまだ見ぬ「創造する能力」を、既存の枠組みの中で評価できるのかという葛藤（照れ）が私にあるからでしょう。

ただ、私の真剣な3Dプリンタの実践を間近に体験した彼らが、次の夏休みの自由研究で何を題材にしどのように書くかが、「創造する能力」を映す鏡だと思って、毎回楽しみにしています。

今回さらに、「技術を最適化する」一環として、臨時休業中の春休みに、新たな発想で別の形のクランプ治具を作りました。この新型のマカロン型は、道具として構造は単純なので、3Dプリンタの製品としてのインパクトは薄いかもしれません。しかし、既存の弩弓型^{どきゆう}に比べ、生産性と耐久性の向上を目的として設計しました。残念ながら、この執筆までに、授業での活用ができておらず、運用試験ができていません。

※令和二年度の3学期の実習で、マカロン型の運用試験を実施しました。耐久性はあるようですが、使用においては、弩弓型より慣れが必要みたいです。板との接点が小さいので、板に形が残る場合があります。



マカロン型クランプ治具

3Dプリンタ製の造形に興味を持たれた方は、開隆堂ウェブページから3Dデータをダウンロードして下さい。クランプ以外の3Dデータもあります。
<http://krdkrk.jp/r3cgtmd>

④3Dプリンタを通して、学べる（体験できる、気づける）6つの時代の変化

キーワード①

・技術は現実であり、歴史を見渡すと、社会変革の遠因に技術革新がある。

より理解をするを深めるために、「東京書籍」の東書Eネットにある「3Dプリンタを活用した授業の模索」と、月ヶ瀬小中学校の「3Dプリンタ 授業や学校教育での実践」のウェブページも検索して、合わせて見ていただければ、幸いです。

キーワード①は、本稿執筆に当たっての、最大の山場です。3Dプリンタは新しい機器というだけでなく、新しい概念に気づききっかけを与えてくれる可能性のある道具だと思っています。

市場原理に基づき、企業活動をされておられる2社に、一定のご理解をいただき、3Dプリンタについての記事を両方に載せてもらったこと自体が、3Dプリンタの可能性と新しい時代の胎動を雄弁に語る「型示し」になっています。

キーワード②

- ・【所有】と【独占】は、産業革命以降の社会で重要な要素であった。
- ・【共有】と【情報の本質を見ぬく知性】が、IT革命以降の社会で重要な要素になる。
- ・現在は、その両方が混在している過渡期。その適切な均衡はどうあるべきか模索の時期。

※巨大IT企業（GAFA）は、【独占】と【共有】を都合良く使い分けて巨大化しました。

『多くの市場参加者が自己利益を追求することで働くとされる』（デジタル大辞泉）という『市場原理』にのっとって、企業活動は成り立っています。よい情報(物)を囲い込んで独占所有することで、相手より有利になりたいものです。しかし今回の3Dプリンタ関連の記事は、その枠組みを超えて活動してもらっています。自社の利益という枠組みではなく、「生徒の未来のため」という大きな枠組みで、現場（私）と両社が一定の共通認識を共有することで実現しました。

私が3Dプリンタを通してしていることは、次の時代の模索です。例えるなら、藩の重責をになう高級武士の出自なのに、長州藩の存亡どころか、武士の時代に終わりを告げるきっかけになる「奇兵隊」を創設した高杉晋作のような活躍に近いと個人的には思っています。

キーワード③

- ・ライフル銃（技術革新）→奇兵隊（新しい組織）→明治維新（江戸時代と違う新しい社会）
- ・3Dプリンタ（技術革新）→Fab Lab（ファブラボ）→今と違う新しい社会形態？
- ・技術室が、Fab Labの入り口となり、将来のキャリア教育を考える場になる。

※Fab Labは、fabrication laboratoryの略。詳しくは、検索をお願いします。

※Fab Labについて、「ファブ施設(Fab Lab)で、3Dプリンタ製クランプ治具の展示」の後半に簡単な説明をしていますので、もし良ければ参考にしてください。

<http://www.naracity.ed.jp/tsukigase-e/index.cfm/l,3074,33,753,html>

ライフル銃は、ライフルリング（螺旋状の溝）によって、マスケット（火縄銃）より銃の命中精度をあげています。

武士は、職業軍人であり、身分＝教育＝就業が密接につながっていました。剣術は、幼少から、武士としての心構えや生き方も込みで教え込まないと、戦場では役に立ちません。スポーツの剣道も精神を鍛えますが、剣術と剣道では、戦場での生死に直結する点が大きく違います。

しかし、ライフル銃を使うと、武士でない人（＝奇兵）でも兵士になれます。武士の高杉晋作は、時代の狭間で武士を否定した軍隊を作りました。産業革命を取り入れるには、江戸時代の考えを引きずっていると成功は難しかったので、武士の時代を否定した奇兵隊の創設は、当然の帰結だとも思えます。

Fab Labで扱う「『ほぼあらゆるもの』の中には、大量生産・規模の経済といった市場原理に制約され、いままでつくり出されなかったものが含まれる」（Wikipedia）のだとしたら、資本主義や市場原理の先の可能性を真っ先に体験できる場になるかも知れません。

技術室が、教師も生徒も一緒になって、3Dプリンタを活用して物作りの実体験をしたり、その活動を通して次の社会を考える学びの場になれば良いと思っています。

学びは、中学校で完結するものではありません。技術室がFab Labの入門場所になって、生徒は大人になってFab Labを生活の一部として使い、新たな何かに気付いてくれれば良いと気長にも考えてます。

場所や空間は、ただの入れ物であり、本来、教育や学習はどこでもできるはずです。(ただし、小学校の計算など基礎基本の詰め込み型の反復学習は、脳の発達から考えると、小学校の時期に徹底的に量をこなすことが、大切であり効果的です。)

キーワード④

・物を効率的に大量生産する産業革命時代から、情報を効率的に活用するIT革命の時代へ。

旧来の少品種大量生産から脱却をはかる場合、3Dプリンタの有効な運用は、多品種少量生産や、個別大量生産を可能にします。製造現場が変わると言うことは、社会に人材を供給する学校教育も、時代に即して変化しなくてはならないということです。

今の学校は、明治維新の時にできた組織です。効率的に均一な教育をできる組織ですが、巨大組織ゆえに、IT革命以降の情報社会では融通が利かないなど課題も出てきています。学習という情報伝達なら、新型コロナウイルスによる臨時休業で、ネット配信の動画授業や、双方向授業という選択肢もあることに、児童・生徒や保護者をはじめ多くの人が体験しました。

市場原理の働く企業活動は、時代の変化にもっと敏感でシビアです。授業の中核は教科書ですが、本つながりで考えた場合、書籍を扱う街の本屋さんはどんどん廃業して行っています。書籍販売には、ネット通販の「アマゾン」があり、俗に言う『デス・バイ・アマゾン (Death by Amazon)』で、書店だけでなく小売業を圧迫しています。

書店は、ただ餓死を待っているだけではありません。さまざまな取組をしています。

キーワード⑤

・物(=知識)を売るのではなく、体験の場や実体験(=生きた経験や共感)を売る。

全国的に展開している書店だと喫茶をしながら本の読める「蔦屋書店」が身近な例でしょうか。しかし、それらの書店形態の元ネタは、台湾に本拠地を置く「誠品書店」と言われています。

東京日本橋の「コレド室町テラス」に、日本の書店の「有隣堂」がライセンス運営する「誠品生活日本橋」があります。私は、物は試しと、この店の目玉の一つである吹きガラス体験をしました。

その体験を通して、技術の授業(実習)は、授業の動画配信では伝えきれないことが多いと改めて確認しました。技術は、実習を通して、教科書では伝えきれない、加工時の絶妙な力の入れ加減など、言葉や書面や画面では『表現しにくい何か』を伝え教える教科です!

技術で3Dプリンタを通して製造の変化を体験することは、総合的な時間のキャリア教育で、激

