



デジタルファブリケーション機器を “使い続ける”ための運用設計 — 導入より大切な、その後の話 —

株式会社デジタルファブリケーション協会 梅澤 陽明

1. はじめに

— 機器は「導入したら終わり」ではない

本題に入る前に、簡単に自己紹介をさせていただきたい。私は、世界に広がる地域ものづくり工房「ファブラボ」のひとつを運営し、15年に渡りデジタルファブリケーション施設（以降、ファブ施設）の運営や教育活動に携わっている。

DX ハイスクール事業などを追い風に、ここ数年で全国の工業高校をはじめとする教育機関に3D プリンタやレーザーカッターが一気に行き渡った。予算がつき、最新の機器が実習室に並ぶ。それ自体はとても喜ばしいことだ。けれども現場を訪ねていると、その先で静かに二つの道に分かれていく様子が見えてくる。一方は、機器が毎日のように動き、生徒の作品が次々に生まれていく現場。もう一方は、導入から半年ほどで機器が部屋の隅に追いやられ、布をかけられたまま眠ってしまう現場である。

「どの機種を選ぶか」という導入時の情報は、カタログにも事例記事にも豊富にある。比較表を見れば、おおよその見当はつく。ところが、導入後に「どう使い続けるか」という話は、あまり共有されていない。機器導入は企業視点ではしばしばゴールのように語られてしまうが、教育現場にとってはそこがスタートにすぎない。本当に大切な時間は、納品されてからの毎日のなかにある。

当社の事業のひとつにファブ施設の運営支援があり、運営側としてこの「その後」を数多く

見てきた。そして気づいたのは、機器が動き続ける現場と眠ってしまう現場を分けるのは、たいていの場合スペックの差ではない、ということだ。差が出るのは、日々の点検や消耗品の対応、初心者のつまずきへの備え、そして担当の先生に負荷が集中しない仕組み——いわば「運用設計」があるかどうかである。

そこで本稿では、機種比較やスペック紹介ではなく、(1) 保守の負荷、(2) 初心者が必ず通るつまずき、(3) 教員が一人でも対応できる運用、という三点に絞って、明日から試せる実務の工夫を共有したい。但し、これらは「こうしなければならない」という指南ではない。同じ現場で悩む者として、先生方と一緒に考える意識で書いている。読み終えた時、今正に困っている方の肩の荷が少しでも軽くなっていれば嬉しい。

2. 使い続けられない、三つのつまずき

機器が眠ってしまう現場には、驚くほど共通したつまずきがある。これまで見てきた範囲では、大きく三つに整理できる。

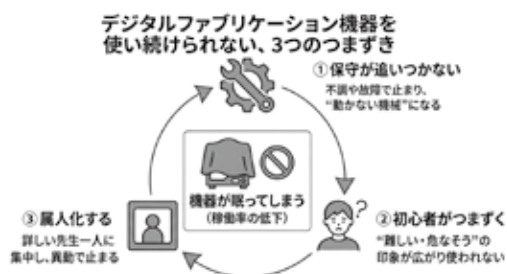
一つめは、保守が追いつかず、不調や故障で止まってしまうこと。例えば3D プリンタのノズルが詰まったまま放置され、「なんだか最近うまく出ない機械」という評価が定着してしまう。一度「動かない機械」と見なされてしまうと、人は自然と近づかなくなり、不調はさらに進む。

二つめは、初心者がうまく扱えず、「難しい」

「危なそう」という印象が広がってしまうこと。最初の数回で失敗が続くと、生徒も先生も苦手意識を持つ。本来は誰でも扱えるはずの機器が、いつのまにか「詳しい一部の人だけのもの」になってしまう。

三つめは、その「詳しい一部の人」、とりわけ熱心な先生一人に運用が集中してしまうこと。その先生が多忙または、異動した瞬間に、蓄えたノウハウごと運用が止まる。これは現場で最も多く、最ももったいない止まり方である。

三つのつまずきは独立して起こるのではなく、互いに連鎖して進む。重要なのは、これらが機器の性能ではなく、人と運用の問題だということである。だからこそ、運用設計によって防ぐことができると言える。



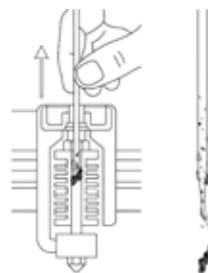
【図1 つまずきの連鎖】

3. 保守の負荷を「見える化」して分散する

保守と聞くと身構えてしまうかもしれないが、要点さえ押さえれば、日常的な作業はそれほど多くない。難しいのは作業そのものよりも、「誰が・いつ・何を」やるのが決まっていないことにある。まずは機器ごとに、起きやすい不調とその手当てを整理しておきたい。

3-1 3D プリンタの保守

3D プリンタで最も多いトラブルは、ノズルの詰まりである。フィラメントの残りが少や温度設定の不一致などによって発生し、放置すると造形不良が常態化してしまう。代表的な対処法として、「コールドブル」と呼ばれる方法がある。



【図2 コールドブル】

次に多いのが、造形ベッドの水平調整（レベリング）と一層目の定着不良である。一層目がきれいに定着するかどうかで、その後の造形の成否はほぼ決まる。造形開始後はすぐに機器から離れず、一層目が確実に定着していることを確認する習慣を身につけたい。近年の機種ではオートレベリング機能が標準的になっており、必要に応じてブリムやラフト、スティック糊なども活用したい。



【写真1 定着不良によるモジャモジャ】

意外に見落とされやすいのが、フィラメントの吸湿である。PLA や PETG といった材料は湿気を吸うと造形品質が低下し、表面が荒れたり、プリント中にノズルから「パチパチ」と音がしたりすることがある。乾燥剤を入れた密閉容器やジッパー付き保存袋、防湿庫などで保管するだけでも、不調は大幅に減らすことができる。

このほか、駆動ベルトの緩みや、普段とは異なる音も故障の前兆であることが多い。日頃から機器の動作音に耳を傾け、「いつもと違う」に気づくことが、故障を未然に防ぐ第一歩となる。

3-2 レーザーカッターの保守

レーザーカッターで要となるのは、レンズやミ

ラーの清掃と、集塵・排気系の維持である。レンズやミラーが汚れるとレーザー出力が低下し、加工ムラや切断不良の原因となる。レンズペーパーや適切な溶剤を用いて、傷を付けないようやさしく清掃する習慣をつけたい。清掃方法は機種ごとに異なるため、付属の取扱説明書を必ず確認しておく。

排気性能は加工品質だけでなく安全にも直結する。排気ダクトやフィルタの目詰まりは定期的に点検し、十分な排気能力を維持したい。また、塩化ビニル（PVC）など加工してはいけない材料を周知しておくことも重要である。

更に、レーザー管や光学部品は使用と共に徐々に劣化する。「以前と同じ設定なのに切れにくい」と感じた時は、部品の寿命も疑う。

3-3 保守を仕組にする

保守を「気づいた人がやる」状態のままにしておくと、結局はいつも同じ人が抱え込むことになる。点検項目を日次・週次・月次に分け、一枚の点検表にまとめておけば、誰でも同じ手順で点検できる。チェック欄に名前と日付を書き込むようにしておけば、誰がいつ点検したかも自然に記録として残っていく。点検表を機器の近くに掲示し、生徒も取り組むことで、保守は「先生だけの仕事」ではなく、場全体の習慣になっていく。

保守で最も避けたいのは、「あの人しか分からない」状態である。特別な技術を持つ一人に頼るのではなく、誰でも維持できる仕組作りこそが、機器を長く使い続けるための鍵となる。

4. 初心者の典型的な失敗と、先回りの仕組

4-1 失敗は「通過儀礼」と捉える

3D プリンタでよくあるのは、データの単位やスケールの取り違い、サポートや底面定着の設定不足、素材に合わない造形条件などである。レーザーカットなら、焦点位置のずれ、出力や加工速度の設定ミス、そして前章でも触れ

た加工禁止材料の持ち込みが代表的な失敗だ。これらは個人の不注意というより、ほぼ全員が一度は通る「通過儀礼」のようなものと捉えたい。そう考えると、対応の重心は「失敗した人を注意すること」ではなく、「失敗しにくい仕組をつくること」へと移っていく。

4-2 失敗を共有する文化

具体的には、機種ごとの要点をまとめたチェックシートや、よく使う設定を登録したプリセット、加工禁止材料の掲示などが有効である。最初の数回は成功体験を優先した課題設定にすると、生徒の苦手意識を減らし、教える側の負担も軽くできる。

見落とされがちだが、掲示物や注意書きの言葉づかいも運用の一部である。「飲食禁止」ではなく「機器が汚れないよう、飲食は休憩スペースでお願いします」、「データを確認してから印刷」でなく、「印刷前にここをチェックすると失敗が減ります」と伝える。同じ内容でも、ポジティブな言葉を選び、「なぜそうしたいのか」という理由を添えるだけで、場の雰囲気は大きく変わる。



【写真2 工場のイメージ】

更に、現場での失敗を記録し、共有し教材にしていくことも大切である。「この設定では失敗した」「この材料は反りやすい」といった知見は、次の人のための資産になる。失敗を責めるのではなく共有する文化が育つと、その施設だけの実用的なマニュアルが自然と蓄積されていく。

5. 教員が“一人でも”こなせる運用設計

運用を続けるうえで最も怖いのは、すべて

を担当の先生が抱え込んでしまうことだ。皮肉なことに、情熱のある先生ほど抱え込みやすく、そしてその先生が異動した途端に、すべてが止まる。だからこそ、はじめから「先生が全部はやらない」ことを前提に設計しておきたい。

5-1 講習を段階化する

最初から応用まで一度に教えようとする、教える側も学ぶ側も消耗してしまう。基礎操作の講習と応用の講習を分け、まずは「電源を入れて、決まった手順で安全にひとつ作れる」段階を全員が経験できるようにする。基礎が共有されていれば、その先は生徒同士の教え合いが自然に生まれやすい。特にこのような新しい機器については、生徒同士の学び合いを積極的に後押しする仕組みを用意しておきたい。

5-2 生徒に役割を渡す

習熟した生徒に「機器係」「点検係」といった役割を渡すのも有効である。生徒には主体的な学びや自己効力感を得る場になり、先生にとっては負荷分散になる。任せる範囲と、先生が必ず確認する範囲を予め線引きしておけば、安全を保ちながら役割を渡すことができる。人に任せることは、決して手を抜くことではない。場を続けていくための、れっきとした設計である。

5-3 判断フローと記録を残す

トラブルが起きたときの判断フローを一枚にまとめておくと、その場に詳しい人がいなくても、誰でも一次対応ができる。自分で対応してよい範囲と、一旦停止して先生や管理者に連絡すべき範囲を明確にしておくことが大切である。

あわせて、稼働状況や故障、ヒヤリとした出来事も、ごく簡単な形でよいので記録に残しておきたい。この記録は、次の担当者への何よりの引き継ぎ資産になる。

「前任者しか知らない」をなくしておくことこそ、異動があっても運用を途切れさせない最大の備えである。

5-4 安全管理は最小限・理由つきで

安全管理も同じ発想でよい。ルールを増やし過ぎると、かえって形骸化してしまう。本当に必要なものに絞る、一つひとつに「なぜそうするのか」という理由を添えたい。

理由が腑に落ちたルールは自然と守られ、理由のない禁止はいつの間にか破られていく。守らせる運用よりも、思わず守りたくなる運用をめざしたい。

5-5 消耗品の予算を、運用に織り込む

見落とされがちだが、運用の継続には消耗品や機器保守費の予算という現実がついて回る。導入時の予算で機器そのものは手に入っても、後にフィラメントやレンズ、ミラー、フィルタ、さらにはレーザー発振器などの交換費用が見込まれていなければ、「機器はあるのに動かさない」という、もったいない状態に陥ってしまう。

年間でどの程度の消耗品費や保守費用が必要になるのかを予め見積もり、年度予算計画に織り込んでおきたい。

運用設計とは、手順だけの話ではない。人、お金、時間の見通しまで含めて設計しておくことが、機器を使い続けるための土台となる。

導入時の予算で終わりではなく、「来年も再来年も使い続けるための予算」を考えておくことも、持続可能な運用に欠かせない。

6. 素材・データに困らないために

—公開 3D データの活用

機器運用が進み始めると、次に出てくる悩みは「何を作らせるか」である。機器は動くようになったのに、題材のほうで尽きてしまう、という声は少なくない。ここで助けになるのが、研究機関や美術館・博物館が公開している 3D データや、オープンソースで共有されているモデルデータである。

6-1 どんなデータが使えるか

博物館や美術館が収蔵品をデジタル化して公

開している3Dデータには、文化財そのものを教材にできるという魅力がある。本物の造形を手元で出力し、観察し、実際に触れることができる。また、研究機関が公開する3Dモデルや、世界中のクリエイターが設計データを共有するオープンソースの取り組みも、課題の素材として活用しやすい。3DCADで編集可能なデータも数多く公開されており、既存のデータをそのまま出力するだけでなく、自分なりに改変したり、新しい機能を付け加えたりする題材としても利用できる。既存のものを理解し、改良し、さらに次の形へと発展させていく。そうした経験は、ものづくりの入口を大きく広げてくれる。

6-2 ライセンス確認は、そのまま学びになる

運用の観点で一つだけ気をつけたいのは、ライセンスの確認である。クリエイティブ・コモンズライセンス(CC)をはじめ、公開データには利用条件・帰属表示の要否・改変や商用利用の可否などが定められている。

これは単なる制約ではなく、デジタル時代に「人の作ったものをどう扱うか」を学ぶ絶好の教材でもある。「これは使ってよいデータか」「使うとき何を守ればよいか」を確かめる習慣そのものが、生徒にとっては著作権や情報リテラシーの生きた学びになる。データを使う技術と同じくらい、データを正しく扱う姿勢もまた、これからのものづくりには欠かせない。

6-3 使う側から、「公開する」側へ

公開されたデータを活用することに慣れてきたら、今度は自分たちが「公開する側」になるという展開も視野に入りたい。

生徒が設計したデータや、現場で工夫した作り方やレシピを、許諾の範囲を整理した上で公開・共有していく。作ったものを共有し、また別の誰かがそれを引き継いで作り変えていく。こうした循環こそ、つくる文化が広がっていく原動力である。一つの教室の工夫が、地域や全

国の現場へとつながっていく可能性が、ここにはある。

これらについては実教出版より発行されている『デジタルファブリケーションワークブック』をぜひ参考にさせていただきたい。

7. おわりに

— 続けられる場が、つくる人を増やす

保守や運用は地味で、ともすれば雑務のように見える。

本稿で挙げた工夫は、どれも華々しいものではない。点検表、チェックシート、置き場所の見直し、言葉を選んだ掲示物、そして予算。その積み重ねこそが、機器を「特別な日にだけ動かすもの」から「いつでも当たり前に使えるもの」へと変えていく。当たり前に使える状態が続くこと自体が、生徒の挑戦の回数を増やしていくだろう。

機器は、導入がゴールではなくスタートである。そして、完璧な運用を一度に整える必要はない。点検表が一枚、チェックシートが一枚あるところから始めれば十分だ。小さく始めて、続けながら直していけばよい。もし行き詰まったときは、どうか一人で抱え込まないでほしい。地域のファブ施設は、機器の使い方を教えるだけでなく、こうした運用と一緒に考え、伴走できる存在でもある。

私は、「つくり続けられるデジファブのある場」を、これからも先生方と一緒につくってきたい。そうした場があり続けること。それこそが、つくる人を増やしていくための、いちばん確かな土台なのだと思う。

デジファブ
はじめの一歩

高等学校における基礎的な科目、
実習、総合的な探究の時間、学校
設定科目などでデジタルファブリ
ケーションを通してモノづくりの技
術と応用力を身につける教材です。

デジタルファブリケーション ワークブック Digital Fabrication Workbook

- B5 判 96 ページ オールカラー
- 定 価 850 円 (税込)
- WEB 提供
＜教授用指導資料・動画＞
＜各実習デジタルデータ＞

使用機器：

3D プリンタ

3D データを基にして

材料を積み上げて立体物を造形します ●

レーザカッタ

レーザ光で材料を切断したり

焼きこがしたりします ●

3D スキャナ

対象物を立体撮影し

3D データを取得します ○

UV プリンタ

熱で変形しない材料の平らな面に

フルカラーで印刷します ●

使用アプリケーションソフトウェア：

3DCAD / 画像編集ソフト / スライサ
／その他 機器附属ソフト

デジタルファブリケーション（略して
デジファブ）とは、コンピュータを用いて物
体や製品をつくり出すモノづくりの技術です。

モノづくりに直結する実践的な学習は、
新しい発想を生み出す創造力を強化して、
問題解決能力を向上させます。

初めてデジファブを学ぶ学校や生徒を対象
とした

『デジタルファブリケーション ワークブック』

では、デジファブに関する基礎
から簡単な応用までをワーク
（実習）を通して学べます。



実教出版株式会社

<https://www.jikkyo.co.jp/>

