

幼児の美術・造形活動を支援する デジタルファブリケーションを活用した教材の研究

A Study of teaching materials supporting the creative activities of children
who utilized Digital Fabrication

石 上 洋 明

Yomei ISHIGAMI

学校教育ユニット

(令和元年9月30日受付, 令和元年12月12日受理)

1. はじめに

Digital Fabrication (デジタルファブリケーション) は, アイデアの具現化を容易にし, 工業や美術などの分野でも, これまで実現が困難であった造形の再現と, データの共有によって, 専門的な知識や経験を有さずとも, 質の高いものづくりを体験することを可能にする。

「デジタルファブリケーションとは, デジタルデータをもとに創造物を制作する技術のことである。3D スキャナーや3D CADなどの測定機械により, 自分のアイデアや個人の身体データ等をデジタルデータ化した上で, そのようなデジタルデータを3Dプリンターやレーザーカッターなどのデジタル工作機械で読み込んで造形する。」¹

筆者は幼児期の美術・造形活動について, 実践を通して研究を行っている。教材の研究を行う中で, デジタルファブリケーションと出会い, 幼児のための造形教材における活用方法について考察した。²

これまでの研究で, レーザーカッターを活用した子どものための造形教材キットを開発し, 地域の公共施設でのワークショップで実践を行った。実践を通じて, 教材の評価と検証, 教材製作の効率化, 新たな造形教材の製作と展開について考察し, 幼児期の造形活動と, デジタルファブリケーションの親和性について示唆した。

本研究では, デジタルファブリケーションの利点を活用し, 子どもの主体性の尊重と, 子どもの興味を引き出す活動をサポートできる教材に主眼

を置いて, 「幼児の美術・造形活動を支援する教材」についてさらに深く掘り下げる。

2. デジタルファブリケーションと幼児教育

近年 ICT の教育での活用実践, 研究が進み, 学習に対しての有効性が明らかになってきた。パソコンやタブレットなどは, 各メーカーによって, 教育現場に最適化した商品の開発が進み, 教材の一部として定着, 普及が進んでいる。

デジタルファブリケーションに関しては, 現在, 3D プリンターやレーザーカッターを設置し, 一般市民に解放された施設として Fab Lab (ファブラボ) などの施設が国内に複数箇所設置されていることにより, 活用しやすい環境が整いつつある。また, これらの施設・設備を活用することによって, ものづくりや造形などの表現活動の裾野が広がり, 技術の一般化が進んでいる。

デジタルファブリケーションのメリットについて, 総務省「情報通信白書」では, 次のように著している。

「デジタルファブリケーションによるメリットは複数あるが, 第一にはこれまでの製造技術では作製困難なものが作製できる点があげられる。加えて, 個人レベルでの新しいものづくりが可能となり, これまでもものをつくる行為に携わっていない人々のものづくりへの参画や, 『Fab Lab (ファブラボ)』と呼ばれるデジタルファブリケーション機器が設置された施設を使うことで, 組織に属さずとも高度な工作機器を使用した自由なものづ

くりが可能となり、新しいイノベーション、新しい経済、新しい働き方が生まれると期待されている。」³

デジタルファブリケーションは、デジタルデータをもとに工作作業を行うため、手作業では再現が難しい、非常に精度の高い加工が可能となる。また、同一の環境を確保することができれば、データのためのやりとりで遠隔地でも製作物の共有ができる。

デジタルファブリケーションのメリットについて、以下のようにまとめた。

- ① 高精度の加工ができる。
- ② 個人レベルで同一規格の量産ができる。
- ③ 製品、ノウハウの共有が容易にできる。
- ④ デザインから試作、生産までの一連の流れが短期間に実現できる。

幼児教育においては、特に②と④から得られる恩恵が大きいと考えられる。教育の場では、状況に応じて同じ教材を子どもの人数分準備することが求められる。これまでは、新しい教材を検討する際には、手作業で製作する必要があったため、大量に製作する手間と時間がかかってしまっていた。

新しい教材を研究する際にも、アイデアから実際の創作物へと具現化するに至るまでの工程には、ある程度の工作の技能や経験を要する場合もある。

しかし、デジタルファブリケーションの機器を活用した場合は、一つデータを作ってしまう、以降はプリンターで資料を印刷することと同様の手軽さで、同じ形状のものを複製することができ、専門的な技術等がなくとも、時間をかけず、容易に製作が可能となる。

本研究では、これらの利点を活用し、幼児の美術・造形活動をサポートする、新しい教材を検討する。

3. 教材を活用した実践

本項では、これまでにレーザーカッターを活用して製作した教材を用いた実践をもとに考察する。

鑄造メダル、コースターの制作は、延べ400名以上に対して実践を行い、検証・改善を進めることができた。実践・検証・改善を通し、蓄積したノウハウをもとに、新たにモザイクアート用の教材の開発に取り組んだ。

いずれの実践も、福岡教育大学附属幼稚園の保育室をお借りし、年長児クラスの幼児を対象に行っている。

3.1 卒園記念作品制作「メダルづくり」

日時：平成31年1月28日9:00～10:00

○準備物

- ・電熱調理器
- ・ステンレス鍋
- ・ステンレス製お玉
- ・鑄型キット
- ・軍手
- ・革手袋
- ・錫インゴット

○実践の流れ

(事前準備)

自画像のスキャンデータをデザインソフトで編集、予め設定しておいたテンプレート上に配置し、データを作成する。

データをもとに、レーザーカッターでMDF (medium density fiberboard) を加工し、園児1人に対し1枚のメダルデザインの板を用意する。

(保育)

園児が登園後、準備が出来次第個別に制作を開始する。キット化した鑄型に各々のメダルのデザインが彫り込まれた板をセットし、錫を流し込む。

流し込む作業の際には、補助をしながら、自分でお玉を持って流し込み、鍋の中の溶けた錫の様子や、お玉で持ち上げた際の重みを体感する。

平成30年2月と、平成31年1月の2年に渡って実施した。本稿では2年目である平成31年度の取り組みを取りあげる。この活動では、園児が自ら描いた自画像を、レーザーカッターでMDFに彫刻したものを鑄型とし、卒園記念メダルを制作している。なお、鑄型の組み立て、鑄造作業は、筆者の補助のもと、園児自らが行った。金属素材は、破損しにくく、長期間保存することができるため、卒園記念品の制作に適している素材と言える。

実践は、一斉の保育では行わず、保育室内に園児机3台ほどの作業スペースを構え、登園後、準備ができた園児から順に作業スペースに呼び、制作活動を行った。細かな仕上げや、紐を通す穴の加工、首かけのリボンの取り付けは、後日筆者

が行い、卒園式後に担任から園児に手渡された。(図1)

本教材では入手、取り扱い共に容易な金属である、錫を素材として使用している。融点は230℃程度で、市販の電熱調理器具を用いて溶解している。

制作には、鑄金技術を用いる。通常、鑄金での作品制作では、原型制作、鑄型製作、鑄込み、仕上げの工程で制作を進める。通常、製作に時間を要する鑄型製作の工程は、キット化した鑄型を用いることによって、時間の短縮を望める。本実践では、鑄型の組み立て、鑄込み、作品の取り出しまでの工程は5分から10分程度の時間を要したのみである。

これまでの研究で開発した教材は以下の通りである。(図2)

鑄型のa.及びb.の製作において、デジタルファブリケーション技術を用いた。予めデザインソフトでメダルの表面と裏面のパターンを制作し、レーザーカッターを用いて彫刻、切り出しを行った。最大の利点として、四隅のネジ穴や、レイアウトなど、データ上のテンプレートを用いる事により、高精度な加工が可能である。

また、新たにb.パーツの上部に切り欠きを入



図1 完成したメダル

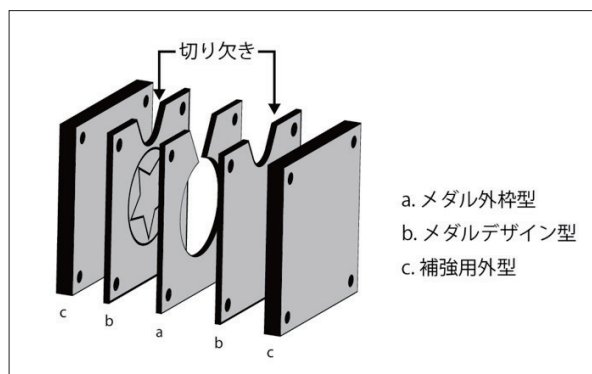


図2 鑄型キットの図解

れ、鑄型を組み立てた際に漏斗状になるよう、改善を行った。この切り欠きによって、金属を注ぎ込みやすくなり、鑄込み時に金属をこぼすリスクを抑えることができた。

漏斗状の部分いっぱい金属を注ぎ込むことによって、金属の自重で鑄型の中に十分圧力が加わるため、細かな線の表現も再現可能となる。そのほか、金属の凝固時の収縮による鑄物不良を抑える緩衝点となり、大幅に完成度、成功率を高めることができた。

鑄型の素材には、安価かつ加工が容易なMDFを使用している。MDFは、ホームセンターでも入手可能である。表面は滑らかであり、鑄込んだメダルの仕上がりも美しい。

2017年の研究では、鑄型の素材としてシナベニヤを使用していた。シナベニヤも、MDF同様、入手が容易な素材である。しかし、学外でのワークショップでの、長時間の使用で問題が発生した。長時間かつ複数回の鑄込みによってヤニ状のものが表面に滲み出し、製品表面の欠点に繋がっていた。これは、木材に含まれる天然樹脂や、水分、合板成型時の接着剤によるものであると推察された。

鑄型の素材をMDFに置き換えたところ、問題が改善された。工業的に均質化された素材が、完成したメダルの表面の美観にも良好な影響をもたらした。また、シナベニヤと比較して、板材自体が湿気を含みにくく、安定した品質の作品を制作することが可能となった。

本実践に至る以前のワークショップ等で使用したキットでは、予めパターンを彫り込んだ板を用いていた。参加者はその中から好みの図柄を選択し、メダルのデザインを決定する。

この方法は合理的に制作を進めることが出来る反面、メダルの絵柄のデザインや制作に直接関わ

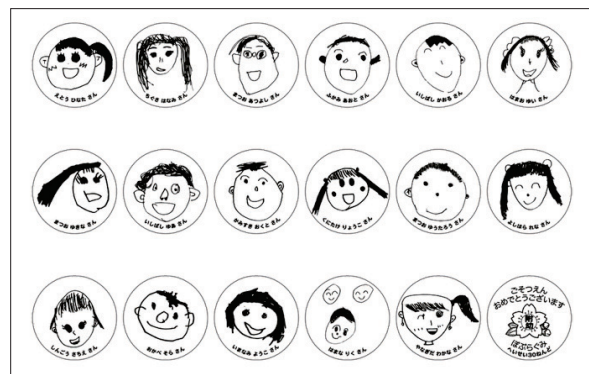


図3 データ化した自画像

ることができないため、子どもの創作意欲を引き出すには、不十分であった。

今回、附属幼稚園で行った実践では、子どもたちに事前に描いてもらった絵をデータとして取り込み、レーザーカッターで絵柄を彫り込んでいる。

デジタルファブリケーション機器を活用する利点を活かし、園児ひとりひとりが異なるデザインのメダルを制作することが出来た。(図3)

3.2 卒園記念制作「コースターづくり」

日時：平成31年3月7日、11日9:00~10:00

○準備物

- ・電熱調理器
- ・ステンレス鍋
- ・ステンレス製お玉
- ・鋳型キット
- ・ラベルシール
- ・クラフトパンチ
- ・養生テープ
- ・軍手
- ・革手袋
- ・錫インゴット

○実践の流れ

(事前準備)

コースター用の型枠をレーザーカッターで切り出す。

メダルの際に使用した自画像の彫り込まれた板の裏に、型枠を当てながらコースターの外形の目安の線を引く。

ラベルシールの表裏がわかるよう、裏面に色を塗る。

園児机の上にラベルシール、クラフトパンチを準備する。

(保育)

3月7日

園児が登園次第開始する。メダル面の名前を確認しながら、デザイン用の板を配布する。

クラフトパンチでラベルシールを切り抜き、板の上に自由に配置して貼り付ける。シールを台紙から剥がす際は、台紙を養生テープに貼り付け、テープを折り曲げるようにしながらシールを剥ぎ取る。



図4 シールの凹凸で模様を表現する

3月11日

登園次第、順次制作を開始する。メダル制作の工程を思い出しながら鋳型を組み立て、錫を流し込む。

レーザーカッターで制作したコースターの鋳型をベースとして、ラベルシールを切り抜いたものを配置し、コースターのデザインを制作する。デザインが出来上がった後、鋳型を組み立て、錫を流し込む。冷えて固まった作品を取り出し、仕上げをして、オリジナルのコースターとなる。

本実践に至るまでに大学の授業や、学外でのワークショップを活用して繰り返し行い、制作方法や制作マニュアルの改善を進めている。

本実践は、卒園記念メダルづくりの活動を行った後、実施した。大まかな制作方法と、使用する地金はメダルづくりと同様だが、コースター表面のデザインは、前回と異なり、園児自身に制作してもらう。

制作は、メダルを制作した際のレーザーカッターで彫刻を施した板の裏面を活用する。板に予めコースターの外形の目印となる線を引いておき、その中に自由にシールを貼り付け、様々な模様を表現する。

シールを貼った部分と貼っていない部分、またはシールが重なり合った部分にできる凹凸が、コースターとなった際の表面の模様として現れる。小学校の図画工作の授業などでも実施されている、「紙版画」の制作方法を応用した。(図4)

シールは、文具店などで購入可能な、A4サイズ1面のラベルシールを使用した。全面がシールとして使用できるため、様々な表現に対応できると考えた。

シールの切り抜き、加工は、100円ショップな

どでも購入できるクラフトパンチを用いた。星型やハート型、桜の花の形など、規格の決まった模様になるが、それらを組み合わせることによって、多くの園児が楽しみながら制作に取り組むことができるよう展開を検討した。

保育の内容として取り入れるにあたって、事前にシミュレーションを行った。シミュレーションの際には、ラベルシールに直接下書きをし、ハサミで切り抜いて貼り付ける方法も試行したが、形状によっては、シールを台紙から剥がすことが非常に困難であったため、幼児を対象とした本実践では、実施しなかった。

3.3 造形表現「モザイクによる卒園制作」

日時：平成31年1月15日、21日、22日、29日、2月4日、10:30～11:30

○準備物

- ・タイル13色
- ・9×9マス目型枠
- ・共同制作用パネル
- ・透明マスキングシート
- ・接着剤
- ・目地セメント

○実践の流れ

（事前準備）

デザインソフトで個人制作用の治具、共同制作用パネルを制作するためのガイドのデータを作成し、レーザーカッターで切り出す。

治具のマス目を切り出した際に出た正方形の廃材を、赤、紺、黄、白の缶スプレーを用いて塗装し、体験用のチップを作る。

共同制作用のパネルを製作する。

（保育）

全日程、一斉の形式で保育を行う。

1月15日（導入）

体験用のチップを使ってモザイク制作体験を行う。表現方法や、今後の制作の流れ、作品の完成形について見通しを立てる。

1月21日（個人制作）

タイルを使って制作する。タイルの質感や色合いを活かし、個人の作品を制作する。完成した作品は、透明マスキングテープを貼り付け、治具から取り外して保管する。

1月22日（共同制作）

城山の空に舞う花をイメージし、それぞれ花の模様を表現する。予め模様のサンプルを各テーブルに配置し、参考にしながら制作に取り組む。

1月29日（共同制作）

前回制作した花の模様を大きなパネルに並べる。模様の中に空いた空間には、青色のタイルを協力しながら並べる。全体が埋まったら、幅の広い透明マスキングテープを貼り、タイルをパネルからはずす。

2月4日（壁面設置）

完成した作品を壁面に貼り付ける。教員が全体的な設置を行う姿を観察する。共同制作部分のタイルの上部に隙間を空けておき、仕上げに自分で制作した作品を空いた部分に設置する。

平成28年度より福岡教育大学、加藤隆之准教授が取り組まれている、附属幼稚園での卒園制作に29年度、30年度と関わらせていただくこととなった。

この実践では、1cm角ほどのタイルを使い、モザイク画を制作する。まず、園児が10cm角ほどのサイズの作品を各々制作し、最終的にそれらを組み合わせて大きな作品に仕上げる。⁴

完成した作品は、園内の施設の壁に貼り付け、設置する。使用するタイルは、耐候性に優れ、長期の屋外展示にも耐えるため、卒園後、子どもたちが再び附属幼稚園に訪れた際にも、変わらずに出迎えてくれる。

本実践では、これまでの研究で培った知見を活かし、レーザーカッターを活用した、作品制作用の治具を新たに開発し使用した。

治具は、タイルのサイズ、実際に設置した際の目地の幅を考慮し、デザインソフト「Adobe Illustrator」で加工用データを作成した。

データ上で、タイルの納まるマス目、目地のクリアランスを設定し、格子状の治具を制作する。

タイルはある程度寸法の規格が定まっているものの、釉薬のかかり具合や、焼成時の収縮具合、運搬時の欠けなどで、それぞれ若干の寸法に誤差がある。タイルをいくつかピックアップし、ノギスで計測したところ、10mmから10.8mmの範囲に収まっていた。また、完成した個人作品を治具から取り外しやすくするため、若干の余裕を持たせ、一つのマス目の大きさは11mmとした。

28年度、29年度の実践での個人制作作品は、9

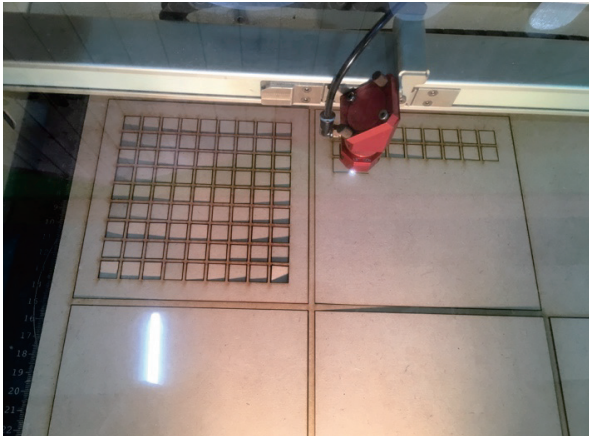


図5 治具を加工する様子



図6 園児と一緒にパネルに糸を張った

×9マスのサイズの中で模様を表現していた。本実践においても同じ9×9マスでの表現を踏襲することとした。

タイルの厚みは、中央部が最も厚く、4mm程度であり、周囲は3mm程度であった。制作時、部分的にやり直したい場合、子どもの指でも引っ掛けてタイルを持ち上げることでできるよう、タイルより薄く、マス目を切り抜いても、ある程度の強度を持たせることを考慮して、治具の素材は、厚さ2.5mmのMDFを用いた。(図5)

共同制作用の治具は、全体をレーザー加工で製作せず、角材で補強したパネルに風糸を縦横に張り、タイルが納まる格子を製作した。糸を張る間隔を一定にするため、パネルの4辺それぞれに、レーザーカッターで13mm刻みの切り込みを施したMDFを貼り付けている。

パネルの製作は園児の目に届きやすい、園舎中央のウッドデッキで行った。(図6) パネル裏の栈を取り付ける作業、パネルに風糸を張る工程などを子どもに見てもらうことで、次の制作活動へ

の期待や見通しを持ってもらうねらいを持って行った。風糸を張る際には、作業に興味を持って近づいてきた園児の手も借りた。手伝ってくれた園児は次の活動への繋がりを確信し、得意げに他の園児に話しをしている姿が見られた。

4. おわりに

美術・造形表現では、自分が納得できるまで繰り返し制作することができる時間と環境が重要である。失敗を繰り返しながら、試行錯誤して完成に結びつけるまでのプロセスが、幼児の思考力を高めることにつながってゆく。また、楽しみながら複数の作品を作り出す中で、様々な経験や工夫を取り込みながら制作に取り組むことができるよう、直接的に新しいアイデアを投げかけ、時には間接的に幼児が自ら新しい発見ができるよう、教具教材を通して支援し続けることも必要である。

メダル制作の実践では、作品としての完成形を重要視するあまり、より失敗の少ない方法を選択してしまっている。大勢の子どもたちを対象とした、大規模なワークショップでは体験的な内容として、誰もが同じ品質の作品を持ち帰ることができる工夫が求められる。しかし、日常の保育の内容として、継続性、持続性が求められる環境の場合、子どもに失敗や、試行錯誤する余地を与えることのできない本教材では、得ることのできる知識、経験、心情に与える影響はさほど多くないだろう。

コースター制作の実践は、直接子どもが制作に携わった部分が錫の作品に置き換わるため、指導者の意図だけにとらわれない、自由な制作が可能となる。実践の中でも、クラフトパンチで切り抜いたシールを組み合わせ、様々な模様を工夫しながら制作している様子が見られた。

この実践では、素材に最後まで触れる機会がないため、素材の持つ特性と、直接対話しながら制作することが出来ない。しかし、事前にメダル制作を行っていたことによって、制作工程の理解や、制作の見通しを立てることが出来たため、メダル制作が導入として有効に働いていたことが予想される。

本稿で取り上げたモザイクアートは、一般的な描画とは異なり、9×9マスの中に、これまでの生活や、日々の芸術活動を通して培った経験、美意識を活用して、様々なものに見立てながら自分なりに表現を楽しむことができる。

今回作成した教材は、繰り返し制作が行えることを想定して製作している。後の工程上、治具か

ら容易にタイルを取り外せることは勿論だが、同時に、子どもがやり直したいと感じた部分を簡単に取り外せるよう、素材や形状を検討した。

結果として、一度作品を制作したあとも、何度も繰り返し別のパターンを制作する様子が見られた。

スペースの関係上、制作した作品全てを展示することはできないが、自分で作り上げた作品に愛着を持ち、最終的にどの作品を展示するか、悩みながら選択する姿も見られた。これは、メダルとコースター制作の実践では見られない姿であった。

共同制作では、各々が制作した約 10 cm 角程度の作品を、他者の作品と組み合わせることによって、さらに世界観を広げることが可能となる。各々の作品同士の間にある空間には、クラス全員で協力しながら、タイルを置いて青空を表現していた。本教材で表現出来ることは決して多くはない、だからこそ、工夫しながら何かを創り出す気持ちを高めることが出来たと考えられる。

普段手にすることのない、タイルの手触り、独特の色合いなどの素材感が、新たな刺激となり、子どもの意識の中に深く刻まれたことだろう。

デジタルファブリケーションを活用することによって、作業スペースや、時間の制限から解放され、教材製作の負担を大幅に軽減させることができた。時間やスペースに囚われない、自由な教材研究の環境は、試作、試行、評価、検証のサイク

ルを加速させ、実際の幼児の姿や取り巻く環境を確認しながら、子どもたちのニーズを反映させやすい、鮮度の高い教材づくりを可能にした。

謝辞

本研究では福岡教育大学附属幼稚園 園長 見上昌睦氏、副園長 井手正弘氏、平成 30 年度 5 歳児クラスほぶら組担任 福井寿子氏、賀来香織氏、園児の皆さん、福岡教育大学教育学部 准教授 加藤隆之氏にご協力をいただいた。ここに謝意を表する。

- ¹ 総務省 (2016)「情報通信白書平成 28 年度版 第 1 部 特集 IoT・ビッグデータ・AI～ネットワークとデータが創造する新たな価値～第 1 節 ICT の進化と雇用、働き方 (3) デジタルファブリケーション」<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/html/nc141330.html> (参照 2019 年 9 月 30 日)
- ² 石上洋明 (2018)「子どもを対象とした教材の開発と実践」福岡教育大学紀要第 67 号第 4 分冊 99-106
- ³ 総務省 (2016)
- ⁴ 加藤隆之、石上洋明 (2019)「附属幼稚園における大学教員の授業実践 モザイクによる卒園制作」平成 30 年度大学教員による附属学校・園との授業実践の研究 43-47

